

ISSN 0386-412X



DISASTER PREVENTION RESEARCH INSTITUTE
ANNUALS, NO. 55

2012

京都大学防災研究所年報

第55号 A

〔平成 23 年度〕

平成 24 年 9 月

KYOTO UNIVERSITY, KYOTO, JAPAN

平成23年度京都大学 防災研究所年報

第55号 年報出版について

京都大学防災研究所 所長 中 島 正 愛

京都大学防災研究所年報は、これまで冊子体を配布しておりましたが、第55号から、紙の使用量の削減のため、コンパクトディスク（CD）で出版することとしました。CDには、全内容をフルカラーPDFファイルで収録しております。CD内のトップページに、CDの使用法、所収論文等の閲覧方法についての説明PDFを掲載しております。関係各位にはその旨、御理解くださいますようお願いいたします。

平成 23 年度
京都大学防災研究所 年報 第 55 号

第 55 号 A

岡田憲夫・石原和弘・田中哮義・河井宏允 4 教授のご退職によせて 中島正愛 1

特別講演

災害の総合的なリスクマネジメントへ向けて ―私の中での過去・現在・未来の研究誌― 岡田憲夫 81
火山現象の理解と火山噴火予知 石原和弘107
建築・都市における火災の性状とリスクの制御 田中哮義137
強風災害と耐風設計 河井宏允161

災害調査報告

2010 年インドネシア・メラピ火山噴火災害

..... 藤田正治・宮本邦明・権田豊・堀田紀文・竹林洋史・宮田秀介
..... Djoko LEGONO・Muhammad SULAIMAN・Faisal FATHANI・Jazaul IKHSAN 171

東日本大震災の津波による建築被害 田村修次181

2011 年台風 12 号による深層崩壊

..... 千木良雅弘・松四雄騎・ツォウチンイン・平石成美・松澤真・松浦純生193

防災問題における資料解析研究 (39) 林 春男・矢守克也・牧 紀男・鈴木進吾213

京都大学防災研究所 平成 23 年度 共同研究報告223

平成 23 年度 京都大学防災研究所公開講座 (第 22 回)347

組 織355

岡田憲夫・石原和弘・田中哮義・河井宏允 4 教授のご退職によせて

岡田憲夫先生、石原和弘先生、田中哮義先生、河井宏允先生は平成 24 年 3 月 31 日付けで京都大学を定年退職されました。長年にわたり、京都大学防災研究所において、幅広い研究教育活動と多方面にわたる学内外活動を精力的に進めてこられ、その諸活動を通じて京都大学の教育と研究に大きく貢献されてきました。ここに先生方の功績の一端をご紹介します、所員一同の心からの感謝を申し上げる次第です。

岡田憲夫先生は、昭和 45 年 3 月に京都大学工学部衛生工学科をご卒業、同年 4 月に京都大学大学院工学研究科土木工学専攻修士課程に進学、47 年 3 月に同課程を修了されました。同年 4 月に京都大学工学部助手（土木工学科）に着任され、昭和 52 年 3 月には京都大学工学博士の学位を授与されました。同年 3 月には鳥取大学工学部助教授（土木工学科）、昭和 61 年 5 月に鳥取大学工学部の教授（社会開発システム工学科）に昇任されました。平成 3 年 4 月には京都大学防災研究所教授に異動され、水資源研究センター教授、その後、防災研究所の改組に伴い総合防災研究部門災害リスクマネジメント研究分野を担当されました。ついで平成 17 年 4 月からは、防災研究所の再度の改組の際に巨大災害研究センター災害リスクマネジメント研究領域をご退職まで担当されました。また平成 21 年 4 月から 23 年 3 月までは防災研究所長を務められました。

研究活動においては、先駆的な社会的ニーズや政策課題を取り上げ、土木計画学、計画システム工学における方法論の発展に従事してこられました。具体的には、環境問題も視野に入れた形で水資源計画・マネジメントのシステム論的研究に従事し、流域の上下流問題や、多目的な水資源事業整備問題をコンフリクト分析やゲーム理論により政策分析する研究を実施し、この分野で先駆的な成果を挙げられました。また、鳥取県智頭町をはじめとした山間地域の持続的な発展と安全で安心できる地域コミュニティづくりについて、アクションリサーチと適応的マネジメントを活用した戦略的実証研究を長年にわたって実施されました。さらにその成果を踏まえて、より一般的なまちづくりのシステム論的方法についていくつかの有用な理論を開発されてこられました。さらに総合防災学の研究に多角的に取り組み、特に総合的な災害リスクマネジメントというシステム科学的研究アプローチを主導されました。これらのご研究は、総合的な災害リスクマネジメントのための研究パースペクティブや概念モデルの提案や、災害リスクの下での都市・地域診断や、災害リスクや被害推定、都市・地域の脆弱性やコミュニティのレジリエンシーの定量的・定性的評価を科学的に支援することを目標とした分析技法の開発や拡張に関するものであります。それはゲーム理論、コンフリクト分析、参加型意思決定支援技法、経済学的災害リスク分析・評価技法、数理生態学的技法、アクションリサーチ、社会学的アプローチなどに関するものまで多岐にわたっております。それらの成果は、約 200 編の学術論文や、「コンフリクトの数理」（現代数学社）、「地域からの挑戦-鳥取県・智頭町の「くに」おこし」（岩波書店）、「Cost Allocation: Methods, Principles, Application」（North-Holland）を含む 20 編余の著書として発表されています。これらの輝かしいご業績により、平成 8 年 5 月には「多目的ダム事業の慣用的費用割振り法の改善のためのゲーム論的考察」により土木学会論文賞を、平成 18 年 10 月には「防災の参照軸としてのリスクマネジメントと両者の相互研鑽」により日本リスク研究学会賞を授与されました。また、平成 7 年 5 月にはカナダ・ウォータールー大学名誉工学博士を授与されました。

本学の教育では、平成 3 年 4 月より平成 24 年 3 月まで、京都大学工学部地球工学科、京都大学大学院土木システム工学、同都市社会工学専攻、同大学院地球環境学堂、同経営科学大学院等で講義を担当され、研究室や関連学科・専攻の多くの学生の研究指導に情熱を注がれました。研究指導を受けた学生の中には、アジアを中心とした多くの国の学生が含まれています。さらに、京都大学とカナダ・ウォータールー大学との単位互換学生交流プ

プログラムの立ち上げとその推進に永年にわたって精力的に取り組まれました。京都大学におけるウォータールー大学との国際協定は、最初は土木教室レベル、ついで工学部（工学研究科）、情報学、エネルギー理工学などの研究科を巻き込み、最後は全学レベルになりました。また、研究室に、アジアを中心とした多くの国から留学生を受け入れてられました。岡田憲夫先生のご指導により10人の留学生が博士の学位を取得し、帰国後も岡田憲夫先生と共同で研究や学会活動をされてきています。また、海外からの修士学生や短期の研究生、訪問研究者も多く、岡田研究室は国際色が豊かでした。本学のご退職を前にした平成24年3月には、ウォータールー大学から、“TD Canada Trust Walter Bean Visiting Professorship”が授与されました。同賞は環境分野で国際的な成果を挙げた研究者に与えられる“Lecture Award”ですが、岡田憲夫先生が長年ウォータールー大学で招聘教授などを務めながら、水資源環境や自然災害リスクのマネジメントの分野で社会システム論・政策科学で世界に通じる研究を進めてこられたことが高く評価されたことにより授与されたものです。

学協会活動では、土木学会・学会誌編集委員長、同学会・土木計画学研究委員会委員長、同学会・理事、日本自然災害学会会長などを歴任、現在も大阪府都市計画審議会会長などを務められています。国際的にもご活躍され、国際応用システム分析研究所（IIASA）の招聘研究員として資源・環境マネジメントに関するゲーム論や意思決定法に関する研究に従事されました。また現在、OECD 上級審議会委員やインターナショナル・リスクガバナンス機構（IRGC）の科学技術審議会委員などを務めておられます。また、中国の北京師範大学や北京工科大学、イギリスのノーサンブリア大学などと、数多くの国際共同セミナーを主催されたり、インドやネパール、インドネシア、韓国などの現場で、実務者とも連携した国際共同プロジェクトを企画されたりしました。特にIIASAとは、十年近く総合的災害リスクマネジメント（Integrated Disaster Risk Management, IDRI）に関する国際会議を共同で開催されました。そして、それを発展させる形で平成22年に国際総合防災学会（IDRI Society）を創設する上で主導的役割を担われ、初代会長にも就任されています。

岡田憲夫先生は、京都大学および防災研究所の管理運営においても多大な貢献をされました。とりわけ、防災研究所長に就任されてからは、前所長に引き続いて耐震改修を完了させ、隔地施設の活性化も進められました。さらに、研究所内外のぎっくばらんな研究交流の場としての「サロントーク」の開催や、寄付講座等の積極的設置による外部組織との人的交流の推進、クロスアポイントメントによる部門・センターを超えた人事交流と人材活用の活性化、サバティカル導入環境の整備などに尽力されました。また、任期の最後に発生した東日本大震災後には、即座に所内に平成23年度東北関東大震災対策検討本部を立ち上げて、本部長として指揮を執られました。また、防災研究所の在職期間にわたって、国際協定についても、IIASAをはじめ、イタリアのJoint Research Center (JRC)、中国の北京師範大学、インドのSchool of Planning and Architecture、イギリスのBristol大学のCabot Instituteなど多くの研究機関と結ばれました。岡田憲夫先生が常に心掛けておられたのは、“Never try to be perfect but try to be complete and then repeat step by step.”であったようです。

以上のように、岡田憲夫教授は学術研究や教育、研究所の運営、学会活動、実務や地域貢献の全てにわたって、常にグローバルな視点とローカルな視点の双方に立って、精力的にそれらの推進に取り組まれ、顕著な業績を挙げられました。

石原和弘先生は、昭和45年3月京都大学理学部地球物理学科を卒業、同年4月に京都大学大学院理学研究科修士課程地球物理学専攻に入学、同課程を修了後、昭和47年4月、同博士課程に進学、昭和49年3月、同課程を中途退学され、同年4月に京都大学防災研究所助手に採用されました。平成2年4月同助教授、平成6年11月には京都大学防災研究所教授に昇任され、平成7年5月からは防災研究所附属桜島火山観測所長、平成8年5月からは同火山活動研究センター長を併任、平成19年4月から2年間京都大学防災研究所長を務められました。また、

平成 21 年 11 月から平成 22 年 9 月まで京都大学理事補を併任されました。

研究活動については、火山学の分野で地球物理学的観測に基づく研究を進め、特に、火山噴火機構、マグマ供給系及び火山噴火予知に関する研究において多大な貢献をされました。火山の爆発的噴火機構に関しては、桜島の浅部のマグマ供給系のイメージを提示するとともに、観測坑道・観測井における高精度の地盤の傾斜・歪、地震、TV カメラによる噴火映像、超低周波マイクロホンによる空気振動など多項目の観測データの解析から爆発的噴火の発生過程を明らかにされました。桜島直下のマグマ供給系は深さ 4km のマグマ溜まりと火口底へと繋がる火道からなり、爆発的噴火発生前には火道最上部にガス溜まりが形成されますが、爆発的噴火の数 10 分～数時間前からごく微小な地盤の隆起膨張を伴うマグマ溜まりから火道へのマグマの貫入が深さ 2～6km において始まり、火口直下 1～2 km での爆発地震の発生がトリガーとなってガス溜まりを破裂させ、衝撃波や噴石・火山灰の放出といった噴火の発生に至ること、さらに、爆発後の地盤の沈降量は噴出物量に概ね比例することを明らかにされました。加えて、地盤の膨張量に応じて、自動的に 3 段階の警告を事前に発する爆発的噴火直前予知システムを開発されました。これらの業績により、平成 2 年 3 月に、論文題目 **A Geophysical Study of Explosive Eruptions and Shallow Magmatic System at an Andesitic Volcano: Sakurajima Volcano, Japan**（安山岩質火山桜島の爆発的噴火及び浅層マグマシステムに関する地球物理学的研究）により京都大学理学博士が授与されました。これらの観測手法と知見は、他の火山の観測研究や気象庁の火山監視・活動評価業務、砂防従事者の安全確保に活用されています。マグマ供給系に関する研究では、地殻変動、噴出物等に関する観測データの解析・検討により、桜島や雲仙岳のマグマ供給系の構造や噴火と地盤変動の関係を定量的に明らかにするとともに、日本及びインドネシアにおける火山噴火の事例研究をもとに、噴火に至る過程で観測される現象を検討して、火山噴火の長期・短期予測の方法と課題を考察されました。特に、桜島においては、南岳の爆発活動激化に先行して、主マグマ溜まりがあるとされる始良カルデラから桜島へ地盤の隆起中心が移動することを見出すとともに、大正噴火以降の始良カルデラ下のマグマ溜まりへの供給量が年間 1 千万立方メートルであると見積もられました。これらの知見は、今後の桜島の火山活動予測の重要な指標となるものです。さらに、火山防災の軽減に関する研究として、溶岩流の数値シミュレーション手法を開発し、三宅島、伊豆大島及び桜島の溶岩流に適用してその有効性を検証されました。この手法はわが国の火山のハザードマップ作成など防災対策に利用されるとともに、1983 年三宅島溶岩流により埋没した集落の復興計画にも活用されました。

教育面では、理学部、大学院理学研究科地球惑星科学専攻の講義を担当し、多くの学生の教育や研究指導に情熱を注ぎ、社会で活躍する人材の育成に努めてこられました。また、インドネシアを中心に海外からの研究者を留学生、研修生等として積極的に受け入れ、その研究活動を支援するとともに、海外での講演や講義、現場での研究及び技術指導を通じて国際貢献にも努められました。特に、インドネシアのエネルギー・鉱物資源省地質学院との国際共同研究では、計画の立案にあたってグランドデザインを策定され、多発する同国の火山噴火とその災害への対策に尽力されました。

学協会活動としては、日本火山学会、日本地震学会、日本自然災害科学会などの活動に参加されました。平成 8 年から 10 年までは日本火山学会の編集委員長として学会誌「火山」の発行に携わり、平成 20 年から 22 年までは日本火山学会会長を務め、学会全体の運営に力を注がれました。このように火山学と自然災害科学に関連する分野の研究振興へのご尽力は特筆に値します。

また、社会的活動として、文部科学省科学技術・学術審議会委員、同測地学分会火山部会長として火山噴火予知計画、地震及び火山噴火予知計画のための観測研究計画の審議を通してその計画の推進に努められました。また、火山災害の軽減に資する活動としては、火山噴火予知連絡会において副会長を務め、桜島をはじめとする全国の活火山の活動評価をとりまとめるとともに、気象庁の発表する噴火警戒レベル導入に尽力されました。火

山活動評価検討会では、委員長として中長期的な噴火の可能性に備えた監視・観測体制の充実等の必要性の評価について取りまとめられました。この活動は、監視が必要な活火山における観測体制の整備の原動力となったものです。このように国に関係する多くの委員会の委員、委員長職に就き、学術振興や防災・減災等に関する課題や施策に対して、学識者の立場から助言、提言を行ってこられました。特に、鹿児島県におきましては、火山活動研究センターの前身である桜島火山観測所が鹿児島県をはじめとする地元の強い要請に基づいて設置されたことから、鹿児島県内の活火山の減災活動に努められました。鹿児島県離島火山災害対策計画策定検討委員会においては口永良部島火山をはじめとする離島4火山の火山防災情報図等を公表し、地域防災計画のひな型を作成されました。これは、鹿児島県地域防災計画（火山災害対策編）のもとになったものです。特に、平成18年に桜島東山腹の昭和火口が58年ぶりに噴火活動を再開したときは、鹿児島県が主催する桜島爆発対策連絡会議において、火山活動の見通しを述べるとともに、立ち入り規制区域を東に0.5km拡大する現在の規制区域の原案を作成され、地域の安心・安全に努められました。

以上のように、石原和弘教授は学術研究と教育の各分野において多くの業績を挙げ、学術研究の発展と火山学、自然災害科学、防災学の進歩および国際交流に多大な貢献を果たされるなど、その功績は顕著であります。

田中哮義先生は、昭和46年3月京都大学工学部建築学科を卒業、同年4月に京都大学大学院工学研究科建築学第二専攻修士課程に進学、同課程を48年3月に修了されました。同年4月には、建設省建築研究所に研究員として採用され、昭和57年4月の主任研究員、昭和63年9月の企画部企画調査課長、平成元年10月の第五研究部設計計画研究室長、平成2年6月の第五研究部防煙研究室長を経て、平成8年4月には第五研究部防火研究調整官に昇任されました。この間、昭和56年には米国国立標準局（National Bureau of Standards）客員研究員、昭和62年には仏国建築科学技術研究所（Centre Scientifique et Technique du Batiment）客員研究員を務められました。平成9年6月には、京都大学防災研究所附属巨大災害研究センター教授に就任、平成17年4月に社会防災研究部門に配置換となり、就任以来14年間にわたり、防災研究所において教育と研究に携わってこられました。

研究活動においては、火災安全工学の分野で顕著な業績を上げられました。その内容は、建築物の火災性状予測手法の開発、建築物の火災安全設計手法の開発、都市防災計画手法の開発に大別されます。まず、建築物の火災性状予測手法については、国際的な開発競争のなか、多数室・多数階建築物の火災時煙流動性状を予測する非定常二層ゾーンモデルを世界に先駆けて開発されました。同モデルは、「二層ゾーン概念に基づく建物内煙流動予測計算モデル」（建築研究所、1989）、「BRI2002 二層ゾーン建物内煙流動モデルと予測計算プログラム」（建築研究振興協会、2003）として一般に公開されており、現在に至るまで建築物の火災安全設計の実務における必須のツールとなっています。また現在は、二層ゾーンモデルを多層ゾーンモデルへと発展させ、より高精度な煙流動性状の予測が可能な計算モデルの開発を進めておられます。この他にも、火盛り期の区画火災温度予測式、出火室内の煙層降下予測式、排煙降下予測式、付室加圧煙制御における必要給気量計算式など、数多くの工学的計算式を開発されました。これらの計算式は、国内の防火関連法規の技術的基盤となっているものや、建築物の火災安全設計の実務に用いられているものも少なくありません。また、そのうちのいくつかは、海外の防火基準および設計指針や、火災安全工学の教科書に採用されています。次に、建築物の火災安全設計手法については、性能的な火災安全設計手法の開発を先導され、その技術的枠組みの構築や、設計火源、許容安全基準といった概念の確立など、現在の性能的な火災安全設計の礎を築かれました。こうした成果は、従来採用されてきた仕様書的な火災安全基準を、建築物が満たすべき性能に立脚した火災安全基準として抜本的に再編成したもので、仕様書規定から性能的規定への転換をめざした2000年建築基準法改正時に導入された検証法の基礎概念となっています。また、成果をとりまとめた「建築物の火災安全設計指針」（共著、丸善、2002）は、その後のわが国における

建築物の性能的火災安全設計手法の開発を先導するものとなっており、「新排煙設備技術指針」(共著, 日本建築センター, 1987), 「建築物の煙制御計画指針」(共著, 丸善, 2011) は, 建築物の火災安全設計を担当する実務者の間で広く利用されています。現在は, 性能的火災安全設計手法の一層の合理化のために, 更にリスク基盤の避難安全設計法として発展させるべく, 研究を続けておられます。また, 都市防災計画手法については, 地震時同時多発火災の延焼性状を予測する物理的モデルを開発されました。これは, 従来, 延焼予測に用いられていた経験的モデルとは一線を画する考え方にに基づき構築されたものであり, 地震火災のリスク低減対策を検討するための重要なツールとなるものです。また, 地震時同時多発火災における都市住民の避難性状を, 火災気流による危険度ポテンシャルに基づいて予測するモデルを開発されました。これは, 地震火災時の避難施設計画や避難誘導計画を検討するための重要なツールとなるものです。これらのご業績に対し, 昭和 62 年には日本火災学会賞, 平成 7 年には科学技術庁長官賞(研究功績者表彰), 平成 8 年には建設大臣表彰(研究業績), 平成 11 年には日本建築学会賞(論文)が贈られています。また, こうしたご業績は国際的にも高く評価されており, 平成 22 年には The FORUM Sjolín Awards for Outstanding Contribution to the Science of Fire Safety (International Forum of Fire Research Directors), 平成 23 年には Howard W. Emmons Lectureship Award for Distinguished Achievement in Fire Safety Science (International Association for Fire Safety Science) を受賞されています。この他, 平成 21 年には, 防火技術の発展に寄与した功績により, Fellow of the SFPE (Society of Fire Protection Engineers) の称号を授与されています。

本学の教育では, 工学部建築学科, 大学院工学研究科都市環境工学専攻などの講義を担当し, 研究室や関連する学科, 専攻の多くの学生の教育や研究指導に情熱を注ぎ, 高度な研究者や技術者の育成に努めてこられました。また, 国内外の研究者を積極的に受け入れ, その研究活動を支援するとともに, 研究交流の推進にも尽力されました。田中孝義先生が執筆された「建築火災安全工学入門」(単著, 日本建築センター, 1993(初版), 2002(改訂版)) は, 火災安全工学の修得に必要な知見が体系的にまとめられた書籍であり, 学生の教科書としてだけでなく, 実務者や研究者の技術参考書としても高い評価を得ています。

学会活動としては, 日本建築学会, 日本火災学会, 日本都市計画学会, 日本防火技術者協会, 自然災害学会, International Association for Fire Safety Science, Society of Fire Protection Engineers などの活動に参加されました。平成 19 年から 23 年は日本建築学会防火委員会委員長, 平成 24 年から現在までは日本火災学会副会長の要職に就かれ, 火災安全工学に関連する研究分野の振興に尽力されました。また, まだ火災安全工学に関連する国際会議のなかった 1975 年から始まった US-Japan Cooperative Program in Natural Resources の防火専門部会では, 日米間の研究交流に尽力され, わが国の研究水準の向上に寄与されました。

社会活動としては, 国土交通省や京都市をはじめとする自治体が設ける委員会に参画され, 各種の技術的課題に対して, 学識者の立場から助言, 提言を行い, 学術的な研究成果の実務への展開に努めてこられました。日本建築センター, 日本建築総合試験所等の性能評価委員会には, 性能的な火災安全設計の黎明期から参画され, 審査法の整備に留まらず, 設計法そのものの整備も実務設計者と一緒になって進められ, アトリウムや超高層建築物などの, 従来は困難であった建築物の実現に尽力されました。また, 長年にわたって参画された国際標準化機構 (ISO) TC92 分科会(火災安全)では, SC4WG1 および WG9 の Convener を務められるなど, 国際的な火災安全基準作りにも携わってこられました。

以上のように, 田中孝義先生は学術研究と教育の各分野において多くの業績を挙げられるとともに, 学術研究の発展と火災安全工学の進歩および社会への普及, 国際交流に多大な貢献を果たされるなど, その功績は顕著であります。

河井宏允先生は, 昭和45年3月京都大学工学部建築学第二学科を卒業された後, 同年4月に京都大学大学院工学

研究科建築学専攻修士課程に入学され、昭和47年3月に同課程を修了されました。同年4月には京都大学防災研究所耐風構造部門の助手に採用され、昭和52年3月まで京都大学防災研究所に勤められました。その後、昭和52年4月に東京電機大学理工学部建設工学科に助教授として転出され、平成3年4月には同学部同学科の教授に昇任されました。同学科は平成11年4月に建設環境工学科となりましたが、引き続き平成12年8月まで東京電機大学理工学部の教授として勤務されました。東京電機大学在職中には、昭和58年から昭和60年まで英国ケンブリッジ大学応用数学理論物理学科に客員研究員として在籍され、また、東京電機大学の評議員、学長補佐を務められました。平成12年9月には、京都大学防災研究所大気災害研究部門耐風構造研究分野に教授として赴任されました。その後、防災研究所の改組により同分野は気象・水象災害研究部門耐風構造研究分野と名前を改めましたが、平成24年3月に定年退職されるまで同研究分野の教授の職を務められました。また、この間引き続き東京電機大学非常勤講師も務められました。京都大学防災研究所に教授として在職されている間には、教育ワーキンググループ委員長、防災研究所所長補佐（対外広報担当）、出版小委員会委員長、技術専門委員会委員長、技術室長、宇治地区施設整備・将来計画出委員、宇治キャンパス等整備専門委員会委員を務められるなど、研究だけでなく防災研究所全体の発展に尽くされました。さらに、本学においては、社会貢献推進検討委員会委員、広報委員会委員、発明審議委員会委員、情報公開委員会委員、人権委員会委員なども務められ、京都大学の運営の一端を担われました。

研究活動において河井宏允先生は、建築構造学の分野で強風災害、耐風安全性と耐風設計の研究を進められ、高層建築物の風による振動の研究、および、建築物に作用する風圧力の研究において多大な貢献をされ、渦励振、ギャロッピング、フラッタなどの空力不安定振動の特性と発生機構の解明を進め、その応答解析法や不安定振動の防止方法を確立されました。修士学生のときには、防災研究所所属の潮岬風力実験所において高層建築物模型に加わる風圧を測定し、「自然風中における高層建築物に作用する風圧について」として修士論文にまとめられました。また、昭和58年には京都大学から「高層建築物に作用する風圧力の研究」で京都大学博士（工学）の学位を授与されました。その後も、これら高層建築物の風応答に関する一連の研究を進められ、高層建築物の風による振動特性とその発生機構を解明されました。その研究成果は高層建築物の応答解析法や不安定振動の防止方法の確立に応用され、高層建築物の耐風設計の学会指針等に反映されました。建築物に作用する風圧力に関する研究においては、風速を風圧に変換する風圧／風速アドミッタンスの提案をされるなど、自然風中で建築物に作用する風圧変動の解明や自然風の非定常状態の評価方法の確立に寄与されました。また、屋根の強風被害の大きな原因である、軒およびげらばに作用する大きな局部負圧の発生要因と屋根上に形成される円錐渦との関連を明らかにし、これらの成果を用いて、陸屋根上の風圧分布の推定式を提案されました。自然風中における実建物および大縮尺模型を用いた風圧力の実測からは、自然風中では建築物に作用する風圧変動が極めて非定常であることを明らかにするとともに、風洞のように定常な流れ場での実験結果からどのように自然風の非定常状態を評価するかについての研究を進められました。強風災害の大部分を占める屋根瓦などの葺き材の飛散については、表面が正圧を受ける風上面の屋根葺き材が飛散する原因を明らかにされました。さらに、地球温暖化の影響で環境負荷の小さい外装材として近年注目されているダブルスキンについても、外側および内側のダブルスキンが負担する風圧力の大きさを評価して風力係数を提案され、その耐風設計への道を開かれました。最近では、3次元ステレオPIVによって建築物の後流における流れ場の詳細な測定を行い、建築物のような3次元構造物の後流のカルマン渦の構造を明らかにされました。また、竜巻などの突風による建物被害に関しては、被害調査を通じて被害の実態を明らかにされ、飛散物が原因の多くを占めることから、強風時に発生する瓦などの飛散物による耐衝撃試験装置を開発し、建物破損の実態と耐衝撃試験方法の開発に取り組みられ、これらの成果を建築学会荷重指針・同解説などの作成・改良に反映させ、わが国の耐風設計法の進歩に貢献されました。そして、これらの功績が評価され、平成6年には東京電機大学研究振興会論文賞を、平成9年には日本風工学会賞（論文）を受賞されており、

平成11年には英国ロイヤルソサイアティで日本側代表として講演を行われました。

教育面では、昭和52年から平成12年まで東京電機大学理工学部建設工学科および同大学院において応用数学、流体力学、耐風工学、プログラム演習、測量演習、水理実験等多数の講義を担当されました。平成12年からは京都大学工学部建築学科および同専攻において耐風構造、風環境工学、建築構造解析などを担当され、また、全学共通担当講義においては、防災学概論やポケットゼミ（地震・雷・火事・親父の傾向と対策）を担当されるなど、建築学科以外の学生に対しても耐風工学、風工学の普及に努められました。さらに、海外における国際学会やセミナーなどの発表、講演を通じて国際貢献にも努められました。

河井宏允先生は学協会活動として、日本建築学会、日本風工学会、日本鋼構造協会、可視化情報学会などに参加、ご活躍され、建築構造学、風工学などに関連する分野の研究振興や後進の育成に尽力されました。日本鋼構造協会では鋼構造と風委員会委員長を、日本建築学会においては、風荷重小委員会委員長、荷重運営委員会委員長、風圧力・耐風設計等に関する基準の合理化に資する検討委員会委員外装材WG主査として活躍され、“動的外乱に対する設計；日本建築学会、1999年”、“建築物荷重指針・同解説；日本建築学会、1981年、1993年、2004年”等の作成に主導的な役割を果たされ、日本の建築物の耐風設計の合理化と進歩に多大な貢献をされています。さらに、日本風工学会では前身の日本風工学研究会発足当初から会の運営に携われ、運営・学術委員会委員長、編集・広報委員会委員長、表彰委員会委員長を歴任され、平成22年からは日本風工学会会長として、日本の風工学をリードしておられます。さらに、社会的活動としては、強風被害調査に関連して自治体等の委員会に参加するとともに、各種の技術的な課題について学識者の立場から助言、提言を数多く行ってこられました。

このように、河井宏允先生は学術研究の発展と建築構造学、風工学、防災学の進歩に多くの業績を挙げられただけでなく、国際交流や教育、社会貢献においても多大な貢献を果たされました。

私どもは、先生方のこれまでの学術研究と教育におけるご功績、さらに、防災研究とその応用・実践にかかわるご業績に深く思いを致し、後輩として一層の努力を重ねることにより、そのご貢献に報いたいと考えます。

最後に、岡田憲夫先生、石原和弘先生、田中哮義先生、河井宏允先生のますますのご健康とご多幸をお祈り申し上げます。

平成 24 年 4 月

京都大学 防災研究所 所長
中島 正愛



岡田 憲夫 名誉教授

岡田憲夫教授略歴

(学歴・職歴)

昭和	22年	4月	11日	誕生
	47年	3月		京都大学工学研究科土木工学専攻修了
	47年	4月		京都大学助手 工学部土木工学科
	52年	2月		京都大学工学博士授与
	52年	3月		鳥取大学助教授 工学部土木工学科
	53年	3月		国際応用システム分析研究所客員研究員(visiting scholar) (～昭和55年)
	61年	5月		鳥取大学教授 工学部社会開発システム工学科
平成	元年			カナダ・ウォータールー大学工学部併任教授(～平成5年)
	3年	4月		京都大学 防災研究所 教授
	15年			中国北京師範大学名誉客員教授(～現在まで)
	16年	7月		国際リスクガバナンス機構(IRGC ジュネーブ在) Science & Technology Council委員(～現在まで)
	21年	4月		京都大学 防災研究所 所長 (～平成23年3月)
	21年			中国北京工科大学名誉客員教授(～現在まで)
	23年	5月		オーストリア・ウィーン環境農科大学(BOKU)招へい教授 (～平成23年6月まで)
	24年	3月	31日	京都大学 防災研究所 定年・退職

(学会・委員等歴)

平成	8年			土木学会誌編集委員長 (平成12年まで)
	16年			土木計画学研究委員会委員長 (平成18年まで)
	17年			日本自然災害学会会長 (平成20年まで)
	20年			土木学会・理事(総務担当) (平成21年まで)
	21年			国際総合防災学会(IDRiM Society)会長 (～現在まで)

(受賞等)

平成	8年	5月		土木学会論文賞 (多目的ダム事業の慣用的費用割振り法の改善のためのゲーム論的考察)
	7年	5月		カナダ・ウォータールー大学名誉工学博士(Honorius causa)
	18年	11月		日本リスク研究学会賞
	24年	3月		TD カナダ・トラスト「ウォルター・ビーン招へい環境分野教授賞」(カナダ・ウォータールー大学)

岡田 憲夫 研究業績

論 文

発表年	論文名	発表誌名	共著者
1973	広域利水における水配分計画モデルに関する一考察	土木学会論文報告集第211号, p.p.63-76	春名 攻
1973	A Hierarchical Gaming Approach to the Resolution of Conflicts over Water Resources Allocation	Paper Submitted to the 2nd World University Conference, p.p.1-30	Yoshiharu Oka
1973	広域利水における水配分計画モデルに関する一考察	土木学会論文報告集第211号 pp63-76	共著
1973	広域的・多角的な水配分問題に関するシステム分析	土木学会論文報告集第239号 pp77-91	共著
1974	A System Analysis for the Planning of Facilities in Inter-basin Water Distribution Problems	the Memoirs of the Faculty of Engineering Kyoto University, Vol. XXXVI, Part 3 JULY1974 KYOTO JAPAN, p.p.235-261	Mamoru HARUNA
1974	A Mathematical Model for the Capacity Expansion Problem of Inter-regional Water Supply Facilities	the Memoirs of the Faculty of Engineering Kyoto University, Vol. XXXVI, Part 3 JULY1974 KYOTO JAPAN, p.p.262-277	Mamoru HARUNA
1975	広域的・多角的な水配分問題に関するシステム分析	土木学会論文報告集第239号, p.p.77-91	吉川和弘
1975	WORLD GRAIN TRADE AND THE ANALYSIS OF GRAIN LOADING SYSTEM IN THE PORT AREA OF SOUTH AMERICA	4PPCRS, p.p.137-154	Koshi Yamamoto, Kazuhiro YOSHIKAWA
1975	SYSTEM DYNAMICS APPROACH TO THE WATER RESOURCE MANAGEMENT RELATED TO THE REGIONAL DEVELOPMENT	Proceedings of the 4th Pan-Pacific Regional Conference Taipei, p.p.330-367	Kazuhiro YOSHIKAWA
1976	非線形計画モデルによる1水系流域における広域的・多角的水配分問題に関する一分析	土木学会論文報告集第247号, p.p.83-95	吉川和弘
1976	Comprehensive Systems Analysis of Area-wide, Multi-modal Water Resources Utilization Systems	京都大学博士論文, p.p.12-34	
1976	非線形計画モデルによる1水系流域における広域的・多角的水配分問題に関する一分析	土木学会論文報告集第247号 pp83-95	共著
1977	河川環境の評価法に関する研究 - 河川の修景・レクリエーション機能を中心として -	鳥取大学工学部研究報告 Vol.8, No.1, p.p.204-216	
1977	多目的システム研究分科会－土木計画システムと多目的計画法-	日本自動制御協会資料No.77-1, p.p.1-12	吉川和弘

発表年	論文名	発表誌名	共著者
1977	計画を決定するための手法 a) 多目的計画法	土木計画学シンポジウムプロシーディングスNo11, p.p.74-80	吉川和弘
1977	SYSTEMS ANALYSIS OF OPERATIONAL CONTROL OF WATER SUPPLY AND USE SYSTEM IN DROUGHT-TIME	土木学会論文報告集第266号, p.p.121-135	Kazuhiro YOSHIKAWA
1977	SYSTEMS ANALYSIS OF INTRA-BASIN WATER UTILIZATION SYSTEM	Proceedings of the 5th Pan-Pacific Regional Conference, Vancouver, p.p.1-16	Kazuhiro YOSHIKAWA
1977	PROSPECT OF WATER DEMANDS AND SUPPLIES IN THE KINKI REGION Systems Dynamics Approach to a Policy-making	IIASA Second Workshop on Modeling of Water Demands, p.p.1-45	
1977	NONLINEAR GOAL PROGRAMMING MODEL OF AREA-WIDE, MULTI-MODAL WATER UTILIZATION SYSTEM	Proceedings of IFAC Symposium on Environmental Systems Planning, p.p.271-278	Kazuhiro YOSHIKAWA
1977	NONLINEAR GOAL PROGRAMMING APPROACH TO INTER-BASIN, MULTI-MODAL WATER ASSIGNMENT PROBLEM	土木学会論文報告集第266号, p.p.135-147	Kazuhiro YOSHIKAWA
1977	Modeling Multi-Objective, Interbasin, Surface Water Development System with Supplementary Use of Reclamation System	the Memoirs of the Faculty of Engineering Kyoto University, Vol. XXXIX, Part 2 APRIL1977 KYOTO JAPAN, p.p.245-269	Kazuhiro YOSHIKAWA
1977	MODELING CONFLICTS INVOLVED IN WATER RESOURCES UTILIZATION-Game Theoretic Approach to a Coalition Problem with a Case Study on the Kakogawa River Basin	the IIASA Kinki IRDP WORKSHOP, October 17-19, p.p.1-14	Kazuhiro YOSHIKAWA
1977	A Game-Theoretic Approach to the Analysis of Area wide, Multi-Modal Water Utilization System	REPORTS OF THE FACULTY OF ENGINEERING TOTTORI UNIVERSITY JAPAN Vol. 8, No. 1, , p.p.194-203	
1977	Urban Ritual Events and Coping with Disaster Risk: A Case Study of Lalitpur, Nepal	Journal of Applied Social Science (JASS), 7/11/11 pp 13-32	共著
1977	Systems Analysis of Operational Control of Water Supply and Use System in Drought-time	土木学会論文報告集第266号 pp121-135	共著(第1著者)
1977	Goal Programming Approach to Inter-basin, Multi-modal Water Assignment Problem	土木学会論文報告集第266号 pp135-147	共著(第1著者)
1978	MODELING AND ANALYZING THE PROSPECT OF WATER RESOURCES MANAGEMENT IN A REGIONAL CONTEXT- An Experience with the Kinki Region	the IIASA Kinki IRDP Symposium held June 19-21 at IIASA, p.p.1-47	Kazuhiro YOSHIKAWA

発表年	論文名	発表誌名	共著者
1978	1 水系流域における水利用システムの段階的規模拡張方式に関する研究	土木学会論文集第274号, p.p.105-117	吉川和広, 大内忠臣
1978	水系流域における水利用システムの段階的規模拡張方式に関する研究	土木学会論文報告集第274号 pp105-117	共著(第1著者)
1979	Methods for Allocating Costs among Multiple Participants - A case study on Sweden	Proceedings of the XX I V International TIMS Meeting, Honolulu, p.p.1-28	T.Hashimoto
1979	Mathematical Programming Models Applied to Water Resources Planning	Water Supply & Management Vol3, p.p.205-223	Kazuhiro YOSHIKAWA
1979	COST ALLOCATION IN WATER RESOURCES DEVELOPMENT - A CASE STUDY OF SWEDEN	WP : 79-77, p.p.1-41	H.P.Young, T.Hashimoto
1979	Conflict Resolution and Cost Allocation	Proceeding of the 18th Congress of the International Association on Hydraulic Research (IAHR) Congress, Cagliari, Italy	T.Hashimoto, P.H.Young, J.Kindler
1979	Mathematical programming models applied to water resources planning	Water Supply & Management, Vol. 3, pp. 205-223	共著(第1著者)
1980	Multi-objective Programming in Water Resources Development	鳥取大学工学部研究報告 Vol.11, No.1, p.p.237-259	
1980	Conflicts over Resource Allocation and Use in Regional Water Management	the IIASA Workshop on Criteria, Conflicts, Uncertainty and Institutions in Regional Water Management, Schloss Ladenburg, Austria, October 28-31, 1980, p.p.19-49	
1980	An Interactive Man-Machine Approach to Cost Allocation in Water Resources Development	REPORTS OF THE FACULTY OF ENGINEERING TOTTORI UNIVERSITY JAPAN Vol. 11, No. 1, p.p.275-288	
1980	A Cluster Analysis Applied to Determining Water Distribution Districts	鳥取大学工学部研究報告 Vol.11, No.1, p.p.260-274	
1981	地方中小都市の比較類型化に関する研究	鳥取大学工学部研究報告 Vol.12, No.1, p.p.196-209	
1981	Sharing Costs Fairly A Practical Introduction to Cooperative Game Theory	INTERNATIONAL INSTITUTE FOR SYSTEMS ANALYSIS, A-2361 Laxenburg, Austria, p.p.1-29	H.Peyton Young, T.Hashimoto

発表年	論文名	発表誌名	共著者
1981	REAL TIME OPERATION AS A PART OF THE INTEGRATED REGIONAL WATER MANAGEMENT SYSTEM : A SYSTEMS ANALYSIS. CASE STUDY OF THE TONE RIVER BASIN	Proceedings of the International Symposium on Rainfall-Runoff Modeling held May 18-21, 1981 at Mississippi State University, U.S.A, p.p.129-152	K.Nogami, Y.Ishihara, K.Yoshikawa
1981	PLANNING FOR SURPRISE : WATER RESOURCES DEVELOPMENT UNDER DEMAND AND SUPPLY UNCERTAINTY I GENERAL MODEL	Working Paper No.312, March 1981, p.p.1-28	DONALD ERLINKOTTER SURESH SETHI
1981	COST ALLOCATION IN MULTI-PURPOSE RESERVOIR DEVELOPMENT	Proceedings of the IFAC World Conference, Kyoto, p.p.1-12	
1981	The 2010 Eastern Japan Great Earthquake Disaster: Overview and Comments	International Journal of Disaster Risk Science, Vol. 2, Number 1, 2011	共著(第1著者)
1982	地方生活圏の構造特性に関する実証的研究－鳥取県東部地域を対象として	第4回土木計画学研究発表会講演集, p.p.25-33	魚住忠可
1982	PLANNING FOR SURPRISE : WATER RESOURCES DEVELOPMENT UNDER DEMAND AND SUPPLY UNCERTAINTY	TIMS/ORSA Houston Meeting, Houston, Aug. 1982, p.p.1-33	DONALD ERLINKOTTER SURESH SETHI
1982	Cost Allocation in Water Resources Development	Water Resources Research, Vol.18.No.3, p.p.463-475	P.H.Young, T.Hashimoto
1982	A Microcomputer Based Cost Allocation Gaming Analysis	鳥取大学工学部研究報告 Vol.13, No.1, p.p.136-154	
1982	Cost allocation in water resources development	Water Resources Research, Vol. 18, No. 3, pp. 463-475, 1982.	
1983	不確実性下における意志決定支援モデル－水資源開発計画を例として－	第5回土木計画学研究発表会講演集, p.p.284-294	清水 丞
1983	地方生活圏構造に関するシステム分析	鳥取大学工学部研究報告第14巻, p.p.224-234	
1983	地方生活圏構造に関するシステム分析	第5回土木計画学研究発表会講演集, p.p.315-326	
1983	水資源計画・管理と水配分問題－そのシステム論的位置づけ	システムと制御Vol.27, No.10, p.p.625-633	
1983	Incorporation of Local Factors and General Factors into Regional Planning	the 8th Pacific Regional Science Conference August 17-19, 1983, p.p.1-29	
1983	COST ALLOCATION IN MULTI-PURPOSE RESERVOIR DEVELOPMENT Problems, Procedures and Practices	the IIASA Workshop on Cost Allocation August 8-10, p.p.1-32	

発表年	論文名	発表誌名	共著者
1984	環境負荷量配分問題に関するゲーミング分析	鳥取大学工学部研究報告 Vol.15, No.1, p.p.102-112	錦織 敦
1984	A MAN-MACHINE INTERACTIVE APPROACH TO COST ALLOCATION : A GAMING ANALYSIS	PROC. Of JSCE, p.p.275-285	
1984	A Hierarchical Gaming Approach for the Resolution of Water Resources Conflicts	Technical Report #84013, p.p.1-46	Keith W.HIPEL, Yoshiharu OKA
1985	不確実性下における広域水利用ネットワークシステムの規模拡張方式に関する数理計画モデル	鳥取大学工学部研究報告 Vol.16, No.1, p.p.95-106	若林善仁
1985	水資源開発に伴うコンフリクト調整問題のシステム分析	社)土木学会, 昭和60年度全国大会第40回年次学術講演会, p.p.295-296	岡 美治
1985	水配分方式の合意形成プロセスに関するゲーミング分析	土木計画学研究・論文集No 2, p.p.197-204	岡 美治
1985	地方整備・開発問題に関する二、三の考察-計画論的アプローチ	土木計画学研究・講演集No.7, p.p.175-179	
1985	災害のリスク分析的見方	土木学会, 土構造物委員会, 「土と防災」講習会テキスト, p.p.61-78	
1985	強不確実性下における水利用施設の拡張計画問題に関するリスク分析	京都大学防災研究所年報第28号B-2, p.p.253-262	
1985	Hyper game Analysis of the Lake Biwa Conflict	Water Resources Research, Vol.21/No7, p.p.917-926	Keith.W.Hipel, Yoshiharu Oka
1985	COST ALLOCATION IN MULTIPURPOSE RESERVOIR DEVELOPMENT : THE JAPANESE EXPERIENCE	Elsevier Science Publishers B.V IIASA, p.p.193-205	
1985	Conflict Analysis of a Semi-Arbitrator-Involving Water Resources Allocation Game	the 9th Pacific Regional Science Conference-Molokai, Hawaii, p.p.1-26	Yoshiharu OKA
1985	水配分方式の合意形成プロセスに関するゲーミング分析	土木計画学研究・論文集 No.2 pp197-204	単著
1985	Hypergame analysis of the Lake Biwa conflict	Water Resources Research, Vol. 21, No. 7, pp. 917-926	共著(第1著者)
1985	ゲーム理論を用いた環境負荷量配分モデルに関する研究	土木計画学研究・論文集 No3 pp65-72	共著
1986	配水管網ネットワークの信頼性に関する研究	土木学会第41回年次学術講演 会, p.p.105-106	若林善仁
1986	道路ネットワークの機能水準の計量指標化に関する研究	鳥取大学工学部研究報告 Vol.17, No.1, p.p.153-162	田中成尚
1986	ゲーム理論を用いた環境負荷量配分モデルに関する研究	土木計画学研究・論文集No3, p.p.65-72	錦織 敦

発表年	論文名	発表誌名	共著者
1986	環境負荷量配分計画のためのゲーム理論モデル	京都大学防災研究所年報第29号B-2, p.p.125-136	錦織 敦
1986	過疎地域の経済活性化に関する研究-生活支援施設の経営成立性からみて-	土木計画学研究・論文集No.4, p.p.29-36	亀田雄一
1986	過疎地域の経済活性化に関する研究-生活支援施設の経営成立性からみて	土木計画学研究・論文集 No4 pp29-36	共著(第1著者)
1986	形態特性からみた道路網整備度の計量指標化に関する研究	土木計画学研究・論文集 No5 pp195-202	共著(第1著者)
1987	技術革新の下における地域の就業, 産業構造の変動に関する考察-スウェーデンとの国際比較を通じて-	第10回土木計画学研究発表会講演集, p.p.337-344	J.Z.ムワテラ, 小林潔司
1987	観光宿泊施設の短期経営分析モデル	鳥取大学工学部研究報告 Vol.18 No.1, p.p.129-138	後藤忠博, 小林潔司
1987	道路の整備度指標の諸問題と性能評価法の開発-地域のニーズに応えるために-	高速道路と自動車 第30巻第3号, p.p.17-25	
1987	知識ネットワークの発展と地方都市圏の国際化-鳥取都市圏を対象として-	鳥取大学工学部研究報告第19巻第1号, p.p.105-112	小林潔司
1987	多様化・多元化する道路網整備のための性能評価手法の開発	第17回日本道路会議特定課題論文集, p.p.4-6	
1987	国際化・情報化時代における地方都市	開発研究会資料, p.p.1-8	
1987	形態特性からみた道路網整備度の計量指標化に関する研究	土木計画学研究・論文集no.5, p.p.195-202	田中成尚
1987	収益リスクを考慮した小規模観光宿泊施設の経営成立性に関する研究	土木計画学研究・論文集 No6 pp129-136	共著(第1著者)
1988	水資源配分問題のコンフリクト分析-環境負荷量配分のゲーム論的アプローチ	地域学研究 第18巻, p.p.113-124	Marc M.Kilgour
1988	水資源配分のコンフリクト分析-水資源と人間の営みのゲーム論的モデル化-	オペレーションズ・リサーチ, p.p.452-456	
1988	ネットワーク特性を考慮した道路機能水準の計量指標化に関する研究	土木学会論文集No.389, IV-8, p.p.65-74	田中成尚
1988	収益リスクを考慮した小規模観光宿泊施設の経営成立性に関する研究	土木計画学研究・論文集No6, p.p.129-136	小林潔司, 後藤忠博
1988	Use of Metagame Analysis in Acid Rain Conflict Resolution	Journal of Environmental Management 27, p.p.153-162	Edward A.Mcbean
1988	THE ROLES OF SOCIAL SYSTEMS ENGINEERING IN THE INNOVATION OF JAPANESE ENGINEERING EDUCATION-FROM HARD TO SOFT SYSTEM THINKING	PROCEEDINGS OF THE FOURTH U.S.-JAPAN SCIENCE POLICY SEMINAR, October 19-23, Honolulu, Hawaii, p.p.97-108	

発表年	論文名	発表誌名	共著者
1988	STRATEGIC ANALYSIS OF THE ACID RAIN CONFLICT	Reprinted from Proc.of the APCA International Specialty Conference on Environmental Challenges in Energy Utilization during the 90's, p.p.1-14	Keith W.HIPEL, Edward a.MCBEAN, T.E.Unny
1988	Load Control Regulation of Water Pollution: An Analysis using Game Theory	Journal of Environmental Management 27, p.p.179-194	D.M.Kilgour, A.Nishimori
1988	Allocation of Environmental Loads among Pollution Sources: A Game-Theoretic Approach	6th Congress Asian and Pacific Regional Division International Association for Hydraulic Research , p.p.129-136	D.M.Kilgour
1988	ネットワーク特性を考慮した道路機能水準の計量指標化に関する研究	土木学会論文集No.389, IV -8 pp65-74	共著(第1著者)
1988	流域流出量を考慮した利水用貯留システムの信頼性評価モデル	土木学会論文集No.389, IV -8 pp65-74	共著
1988	Load control regulation of water pollution: an analysis using game theory	Journal of Environmental Management, Vol. 27, pp. 179-194	共著
1988	Use of metagame analysis in acid rain conflict resolution	Journal of Environmental Management, Vol. 27, pp. 153-162	共著
1988	地方都市圏の非日常的サービス市場の活性度に関する研究	土木学会論文集, 第413号, IV-12 pp125-134	共著
1989	地方都市の活力診断に関する研究－非日常的サービス活動に着目して－	土木計画学研究・講演集, No.12, p.p.167-174	朴 性辰・小林潔司
1989	渇水に対する水利用システムの信頼性評価について－残流域流出量を考慮した単一貯水池系の信頼性評価モデルの開発	第6回信頼性ワークショップ資料集, p.p.80-89	多々納裕一
1989	過疎地域のコミュニティ活性化に関する基礎的分析	土木計画学研究・講演集, No.12, p.p.151-158	小林潔司・高野博司
1989	残流域流出量を考慮した利水用貯留システムの信頼性評価モデル	土木計画学研究・論文集, No.7, p.p.99-106	多々納裕一・河合 一
1989	THE REGION AS A CREATIVE FORUM : A CONCEPTUAL APPROACH	Arbetsrapport Fran Cerum Working Paper 23, p.p.1-25	Kiyoshi Kobayashi
1989	APPLICATION OF CONFLICT ANALYSIS IN DETERMINING ACID RAIN ABATEMENT STRATEGIES	Proceedings of the Baltimore Symposium, p.p.27-33	Edward A.Mcbean, K.Hipel, T.Unny

発表年	論文名	発表誌名	共著者
1989	A Game-Theoretic Approach to Acid Rain Abatement—Conflict Analysis of Environmental Loads	Reports from the faculty of Engineering Tottori University Japan, Vol.20 No.1, p.p.127-139	Yoshio Mikami
1990	費用割振り法に関する二、三の理論的考察—費用関数の特性に着目して	第45回土木学会年次学術講演会講演概要集, p.p.114-115	木下省三
1990	費用割り振り問題の理論的考察—費用関数の構造に着目して—	鳥取大学工学部研究報告第21巻第1号, p.p.203-211	
1990	地方都市圏の非日常的サービス市場の活性度に関する研究	土木学会論文集, 第413号, IV-12, p.p.125-134	小林潔司・朴 性辰
1990	地方都市圏のサービス市場の構造とその変動に関する研究	土木学会年次学術講演会講演概要集第4部 Vol.45, p.p.606-607	吉良和雅・朴 性辰・小林潔司
1990	地方都市圏における知識サービス市場の活性化に関する一考察	地方都市圏のサービス市場の構造とその変動に関する研究, p.p.608-609	片山茂男・小林潔司
1990	地方都市の活力診断に関する研究(その2)—その目的と適用の方法-	土木計画学研究・講演集 No.13, p.p.271-278	朴 性辰・小林潔司
1990	地域水利用システムの信頼性評価—渇水に対する信頼性をどのようにモデル化するか—	オペレーションズ・リサーチ, Vol.35, No.4, p.p.201-205	多々納裕一
1990	信託契約方式による都市開発のモデル分析	第45回土木学会年次学術講演会講演概要集, p.p.580-581	村中和彦・小林潔司
1990	減圧給水下の家計の水消費に関する比較静学分析	第45回土木学会年次学術講演会講演概要集, p.p.110-111	多々納裕一・小林潔司
1990	給水制限が水消費行動に与える影響に関する研究	京都大学防災研究所水資源研究センター報告, Vol. 10, p.p.43-59	多々納裕一・小林潔司
1990	観光入り込み客の推計方法に関する一考察	第45回土木学会年次学術講演会講演概要集, p.p.164-165	関原康成・小林潔司
1990	渇水対策ダムの整備が利水システムの渇水に対する信頼性に与える影響に関するモデル分析	第45回土木学会年次学術講演会講演概要集, p.p.38-39	中川浩作・多々納裕一
1990	費用割振り問題のゲーミング分析	シミュレーション&ゲーミング Vol.1, p.p.78-83	
1990	環境マネジメントのためのインセンティブシステムについて	土木計画学研究・講演集 No.13, p.p.907-914	福山 敬・小林潔司
1990	外部者の参入が山村過疎地域に与える活性化効果に関する研究	土木計画学研究・講演集 No.13, p.p.161-168	小林潔司・北尾 淳
1990	RELIABILITY ANALYSIS AND EVALUATION OF RIVER-BASIN SYSTEMS WITH REFERENCE TO SAFETY AGAINST DROUGHTS	Proceedings of International Symposium on Water Resources Systems Application, p.p.64-73	Tatano H.

発表年	論文名	発表誌名	共著者
1991	土木計画における信頼性, リスク研究の位置づけ	土木計画学研究・講演集 No.14 (2) , p.p.41-42	
1991	地方サービス市場の活力診断に関する方法論的研究	研究発表会	朴 性辰・吉良和雅・小林潔司
1991	地域活性化活動から生まれたプロジェクト企画のシステム法ー四面会議システム法	土木計画学研究発表会講演集, No.14(1), p.p.181-186	寺谷 篤
1991	水資源システムのリスクマネジメントー課題と展望	土木計画学研究・講演集, No.14 (2) , p.p.43-46	多々納裕一
1991	工業用水の高度利用に関するモデル分析	第46回土木学会年次学術講演 会講演概要集, p.p.448-449	上住和男・多々納裕一・ 小林潔司
1991	公共プロジェクトの費用配分法に関する研究: その系譜と展望	土木学会論文集, No431, IV- 15, p.p.19-27	
1991	減圧給水における家計の厚生変化に関する考察	土木学会第46回年次学術講演 会講演概要集, p.p.452-453	並河光夫・小林潔司・ 多々納裕一
1991	技術変化による産業連関構造の変動に関する基礎的研究	土木学会第46回年次学術講演 会講演概要集640-641	追田一喜・小林潔司
1991	渇水時の水消費行動のモデル分析	京都大学防災研究所年報第34 号, B-2, p.p.127-144	多々納裕一・小林潔司・ 並河光夫
1991	渇水の継続期間を明示的に組み込んだ貯水池運用計画モデル	土木計画学研究・論文集, No.9, p.p.173-180	多々納裕一・河合一
1991	開かれた地域主義	NIRA政策研究1991Vol.4, No.4, p.p.48-49	
1991	水資源共同事業の計画プロセスにおけるコンフリクト調整システムに関するモデル分析	IV-32-1, 2	中瀬大祐・多々納裕一・ 榊原弘之
1991	事例研究: 知識技術の集積・伝搬過程としてみた過疎地域の活性化	土木計画学研究・講演集 No.14 (1) , p.p.175-180	
1991	インセンティブシステムを用いた汚濁負荷量規制に関する理論的考察	土木学会第46回年次学術講演 会講演概要集, p.p.664-665	多々納裕一・福山 敬・ 小林潔司
1991	ROLES OF OPERATIONS RESEARCH PLANNING AND MANAGEMENT OF INFRASTRUCTURE SYSTEMS:A SURVEY PAPER		
1991	MODELS FOR EVALUATING VIABILITIES OF MEDIUM-SIZED CITIES : WITH SPECIFIC REFERENCE TO "QUALITY-OF-LIFE"	DEPT.OF SOCIAL SYSTEMS ENG. TOTORI UNIVERSITY, SSE WORKING PAPER, p.p.1- 32	Seishin SUNAO, Kiyoshi KOBAYASHI
1991	Market viabilities of non-daily consumed services in medium-sized cities	CWP-12, CERUM, University of Umea	Kiyoshi Kobayashi, Seishin Sunao
1991	INTERNATIONALIZATION OF LOCAL CITIES AND COMMUNITIES AS THE INNOVATION PROCESS OF KNOWLEDGE NETWORKING	SSE WORKING PAPER, p.p.1- 21	Kiyoshi KOBAYASHI

発表年	論文名	発表誌名	共著者
1991	A MODEL FOR HOUSEHOLDS' BEHAVIOR IN DROUGHT TIME	DEPT.OF SOCIAL SYSTEMS ENG. TOTORI UNIVERSITY, SSE WORKING PAPER, p.p.1-23	Hirokazu TATANO, Kiyoshi KOBAYASHI
1991	A BEHAVIOR MODEL OF A HOUSEHOLD'S WATER CONSUMPTION IN DROUGHT TIME	Umea Economic Studies, No.250, University of Umea, Sweden, p.p.1-23	Hirokazu Tatano, Kiyoshi Kobayashi
1991	渇水の継続期間を明示的に組み込んだ貯水池運用計画モデル	土木計画学研究・論文集, No.9 pp173-180	共著
1991	公共プロジェクトの費用配分法に関する研究：その系譜と展望	土木計画学研究・論文集 No.7 pp99-106	単著
1992	被害の評価法に関する考察－渇水を中心として－	京都大学防災研究所年報, 第 35号, B-2, p.p.447-463	多々納裕一
1992	斜面都市における都市開発と防災との調整問題に関する基礎的研究	第47回土木学会年次学術講演 会後援概要集, p.p.210-211	澤 恒雄
1992	リスクマネジメントとしてみた水資源問題-課題と展望-	水資源研究センター研究報告, p.p.23-32	
1992	水資源開発事業の費用割り振り法に関する基礎的考察	土木計画学研究・論文集No. 10, p.p.199-206	
1992	循環型都市水利用システムの整備形態に関する基礎的考察	第4回水資源に関するシンポ ジウム全刷集, p.p.177-182	渡辺晴彦
1992	社会基盤整備とリスクマネジメントーシンポジウムの趣旨と今後の展望	第26回土木計画シンポジウム テキスト, p.p.1-6	
1992	Vitalization of Remote Depopulated Mountainous Communities-A Japanese Experience with "Kaso"Areas	SDG The Sustainable Development Group, Working Paper Series#5, p.p.1-10	
1992	The market viabilities of non-daily consumed services in medium-sized city	Lennart Anderson and Thomas Balm (eds.) The Medium-Sized City, Research for renewal, Proceedings, University of Karlstad, Sweden, p.p.11-22	Kiyoshi Kobayashi, Seishin Sunao
1992	The internationalization of local cities and communities as the innovation process of knowledge networking	Lennart Anderson and Thomas Bolm (eds.) The Medium-Sized City, Research for renewal, Proceedings,University of Karlstad, Sweden, p.p.11-22	Kiyoshi Kobayashi
1992	Optimal operation model of a single reservoir with drought duration explicitly concerned	Stochastic Hydrology and Hydraulics, Vol. 6, No. 2, p.p.123-134	T. Tatano, H. Kawai

発表年	論文名	発表誌名	共著者
1992	Models for evaluating the viabilities of medium-sized cities - with specific reference to quality of life	Lennart Anderson and Thomas Bolm (eds.) The Medium-Sized City, Research for renewal, Proceedings, University of Karlstad, Sweden, p.p.11-22	Seishin Sunao, Kiyoshi Kobayashi and
1992	Household's taste, T technology and Water Consumption in Drought Periods	Research Report 92:3, University of Karlstad,, p.p.145-158	H.Tatano, K.Kobayashi
1992	ALLOCATION OF ENVIRONMENTAL LOADS AMONG POLLUTION SOURCES: A GAME-THEORETIC APPROACH	第47回土木学会年次学術講演会後援概要集IV-28-1-IV-28-4	Marcia M.R.Ribeiro
1992	A GAME-THEORETIC APPROACH TO ACID RAIN ABATEMENT: CONFLICT ANALYSIS OF ENVIRONMENTAL LOAD ALLOCATION	AMERICAN WATER RESOURCES ASSOCIATION, VOL.28, NO.1, p.p.155-162	Yoshiko Mikami
1992	水資源開発事業の費用割り振り法に関する基礎的考察	土木計画学研究・論文集No.10 pp199-206	共著
1993	防災意識の長期変動に関する基礎的研究ー昭和57年長崎大水害を事例としてー	第48回土木学会年次学術講演会後援概要集, p.p.26-27	杉森直樹・矢守克也
1993	費用割振り法の基本的特性に関するゲーム論的考察ー多目的ダム事業を対象としてー	第48回土木学会年次学術講演会後援概要集, p.p.46-47	谷本圭志
1993	研究展望：リスク分析的アプローチの共通性と多様性ーリスク分析研究の新たな展開に向けて	土木学会論文集No.464, IV-19, p.p.23-32	小林潔司
1993	都市計画と都市防災の調整方式に関する基礎的考察-斜面都市を対象として-	京都大学防災研究所年報. B 36(B-2), 607-61, p.p.607-614	
1993	都市拠点開発における社会基盤整備の分担方式に関するゲーム論的考察	第48回土木学会年次学術講演会後援概要集, p.p.120-121	塚本敦彦・秀島栄三・吉川和広
1993	単一貯水池操作の最適化のための頻度・継続時間制約モデル	p.p.293-294	
1993	新しい社会基盤整備時代におけるリスク分析研究の意義と土木計画学のパラダイムシフト	土木学会論文集, No464, IV-19, p.p.13-21	
1993	住民自らが行う防災ーリスクマネジメント事始めー	京都大学防災研究所公開講座「生活と防災」, p.p.123-144	
1993	自然災害リスク	日本リスク研究学会誌 5 (1), p.p.18-21	亀田弘行
1993	レビュー研究：社会基盤整備の計画・管理のためのリスク分析的アプローチ 水利用と道路利用問題を対象として	土木学会論文集No.464/IV-19, p.p.33-42	若林拓史・多々納裕一
1993	都市計画と都市防災の調整方式に関する基礎的考察ー斜面都市を対象としてー	京都大学防災研究所年報, 第36号, B-2, p.p.607-614	
1993	都市拠点開発における基盤整備事業の協力分担方式に関するゲーム論的考察	土木計画学研究・論文集No.11, p.p.295-302	秀島栄三・吉川和広・塚本敦彦

発表年	論文名	発表誌名	共著者
1993	水文学及び環境工学における確率統計手法に関する国際会議 (SSMHEE)	国際会議報告 ウォーター ルー大学大会の会議報告 土木学会論文集 (476),1993-10 土木学会 , p.p.101-103	
1993	コミュニティレベルのリスクマネジメントー 地域活性化と防災ー	土木計画学研究・講演集 16(2), p.p.219-220	
1993	コスモ・クリエイティブ社会-ダイナミックな 経済におけるロジスティックネットワーク	Springer-Verlag	
1993	コミュニティの防災意識形成と変容過程に関 する基礎的考察ー長崎災害を事例として	水文・水資源学会1993年研究 発表会要旨集, p.p.14-15	矢守克也・杉森直樹
1993	PLANNING AND MANAGEMENT OF TRANSPORTATION INFRASTRUCTURE FOR THE DEVELOPMENT OF OSAKA BAY AREA- STRATEGIC ANALYSIS	LYON' 92 Selected Proceedings of the Sixth World Conference on Transport Research , p.p.171- 182	Seishin SUNAO・Kiyoshi KOBAYASHI
1993	GAME-THEORETIC ANALYSIS OF INTEGRATED ENVIRONMENTAL MANAGEMENT WITH REUSE OF WASTEWATER COMBINED	Academic Journal, p.p.1-16	HARUHIKO WATANABE
1993	COST ALLOCATION IN WATER POLLUTION REDUCTION	GRAMADO, 7a12, Nov,1993	
1993	A FREQUENCY AND DURATION CONSTRAINED MODEL FOR THE OPTIMIZATION OF A SINGLE RESERVOIR OPERATION	"Stochastic and Statistical Methods in Hydrology and Environmental Engineering", Vol. 4, Kluwer Academic Publishers, p.p.375-388	H. Tatano, K. Yoshikawa and H. Kawai
1993	研究展望：リスク分析的アプローチの共通性 と多様性ーリスク分析研究の新たな展開に向 けて	土木学会論文集No.464, IV- 19 pp23-32	共著(第1著者)
1993	レビュー研究：社会基盤整備の計画・管理の ためのリスク分析的アプローチ 水利用と道路 利用問題を対象として	土木学会論文集No.464/IV- 19 pp33-42	共著(第1著者)
1993	新しい社会基盤整備時代におけるリスク分析 研究の意義と土木計画学のパラダイムシフト	土木学会論文集, No464, IV- 19 pp13-21	単著
1993	都市拠点開発における基盤整備事業の協力分 担方式に関するゲーム論的考察	土木計画学研究・論文集No. 1 1 pp295-302	共著
1993	21世紀の国産みと関西の社会基盤整備--大阪湾 ベイエリア開発を中心として (関西・21世紀へ の展望<特集>)	都市問題研究 46(9), 都市問題 研究会" pp61-76	単著
1993	河川水質の改善に対する都市排水循環利用の 効果と費用配分に関するゲーム論的研究	環境工学研究論文集・第31巻 pp149-160	共著
1994	都市拠点開発における施設配置構成の調整過 程のモデル化に関する研究	土木学会第49回年次学術講演 会後援概要集, p.p.108-109	榎本和章・秀島栄三・吉 川和広

発表年	論文名	発表誌名	共著者
1994	多目的ダム事業の費用割振り法に関するゲーム論的考察	土木学会第49回年次学術講演会後援概要集, p.p.318-319	谷本圭志
1994	社会的災害イメージの分析とその基礎的情報の処理システムに関する研究	土木学会第49回年次学術講演会後援概要集, p.p.230-231	鈴木健司・矢守克也・杉森直樹
1994	社会基盤整備におけるコンフリクトの調整問題に関する基礎的研究	土木学会第49回年次学術講演会後援概要集, p.p.320-321	荒添正規・谷本圭志
1994	防災意識の長期変動に関する基礎的考察	水資源研究センター研究報告, p.p.67-78	杉森直樹・矢守克也
1994	都市排水再利用の水質改善効果に関するゲーム論的研究	京都大学防災研究所年報 第37号, B-2, p.p.315-334	渡辺晴彦
1994	杉の木村の活性化プロセス	日本グループダイナミクス学会第42回大会, 発表論文集, p.p.30-33	
1994	社会的災害イメージとその基礎的情報の処理システムに関する研究	水資源研究センター研究報告, p.p.79-95	鈴木健司・矢守克也
1994	システム技術とその革新・伝搬プロセスとしてみた水道技術ー我が国の明治以降の歴史的展開に着目してー	水資源研究センター研究報告, p.p.111-120	
1994	河川水質の改善に対する都市排水循環利用の効果と費用配分に関するゲーム論的研究	環境工学研究論文集・第31巻 Engineering Research, JSCE, Vol. 31, p.p.149-160	渡辺晴彦
1994	Service Quality, Market Structure and Knowledge Accessibility	Knowledge, Technology and Regional Development, Proc. of the First International Workshop on Marginal Communities, Tottori, p.p.79-102	Kiyoshi Kobayashi, Seishin Sunao
1994	Region as a Creative Forum: A Conceptual Approach	Knowledge, Technology and Regional Development, Proc. of the First International Workshop on Marginal Communities, Tottori, p.p.1-12	Kiyoshi Kobayashi
1994	21世紀の国産みと関西の社会基盤整備--大阪湾バイエリア開発を中心として (関西・21世紀への展望<特集>)	都市問題研究 46(9), 1994-09 都市問題研究会, p.p.61-76	
1994	開発地の空間基盤整備における計画過程の協調化に関する基礎的研究	土木計画学研究・論文集 No. 1 2 pp29-36	共著
1994	防災意識の風化過程のモデル化に関する基礎的考察	土木計画学研究・論文集 No. 1 2 pp305-315	共著
1995	目的間のプライオリティの相違を考慮した多目的ダムの費用割振り法に関するゲーム論的考察	Disaster Prevention Research Institute Annuals, No. 38 B-2, p.p.273-289	K.Tanimoto

発表年	論文名	発表誌名	共著者
1995	民間地権者の基盤整備への協力分担方式に関するゲーム論的考察	土木学会第50回年次学術講演会講演概要集第4部, p.p.372-373	秀島栄三・塚本敦彦
1995	防災意識の風化過程のモデル化に関するグループ・ダイナミクスの考察	土木学会第50回年次学術講演会講演概要集第4部, p.p.686-687	杉森直樹
1995	都市排水の循環利用による水供給安定化に関する研究	土木学会論文集No.524, IV-29, p.p.121-130	H.Watanabe, S.P.Zhang
1995	都市拠点開発の基盤整備における利害対立の構造とその解消策に関するモデル論的考察	土木計画学研究・講演集18(2), p.p.49-52	秀島栄三・榎本和章・榎村吾郎
1995	都市開発事業における協同体制の形成成立条件に関するゲーム論的考察	都市計画. 別冊, 都市計画論文集, 日本都市計画学会, p.p.30-72	秀島栄三
1995	多目的ダム事業における慣用的費用割振り法の改善のためのゲーム論的考察	土木学会論文集No.524 IV-29, p.p.105-119	K.Tanimoto
1995	渇水に対する社会的関心の活性度の指標化とその変動過程に関する考察-平成6年大渇水を事例として-	土木計画学研究・講演集18(2), p.p.135-138	鈴木健司・池淵周一
1995	開発地の空間基盤整備における計画過程の協調化に関する基礎的研究	土木計画学研究・講演集(17), p.p.157-160	秀島栄三・榎本和章
1995	開発地における複数主体による空間構成の決定過程のモデル分析	土木学会第50回年次学術講演会講演概要集第4部, p.p.370-371	榎村吾郎・秀島栄三・榎本和章
1995	レクリエーション便益を考慮した多目的ダムの費用割りに関する考察	京都大学防災研究所年報, 第38号, B-2, p.p.349-364	多々納裕一・谷本圭志
1995	防災意識の風化過程のモデル化に関する基礎的考察	土木計画学研究・論文集No. 1 2, p.p.305-315	杉森直樹
1995	都市開発・防災コンフリクトの調整問題に関するメタゲーム論的考察-Robustness分析手法の提案-	土木学会論文集No.524, IV-29, p.p.79-92	谷本圭志・荒添正棋
1995	ゲーム理論の応用と展開	理論と方法 10(1), 1995, 数理社会学会, p.p.53-63	松田裕之・佐藤嘉倫
1995	開発地の空間基盤整備における計画過程の協調化に関する基礎的研究	土木計画学研究・論文集No. 1 2, p.p.29-36	秀島栄三・榎本和章
1995	解体新書ひまわりシステム	鳥取県・CCPT(智頭町活性化プロジェクト集団)活動実践提言書, 「社会システム創造の時代」, p.p.27-31	
1995	Spanning the Bridge Between Zero and One A small history of “Social systems Engineering” for creative path breaking around the globe.	University of Waterloo, Technical Report#204-SM-141295, p.p.1-16	

発表年	論文名	発表誌名	共著者
1995	A PETRI-NET APPROACH FOR MODELING BOTTLENECKS IN THE RESTORATION AND/OR RESTRUCTURING PROCESS OF MULTIPLEX DISASTER-DAMAGED URBAN INFRASTRUCTURE SYSTEMS	Journal of Natural Disaster Science, Vol.17, No.2, p.p.75-86	Eizo HIDESHIMA
1995	<シンポジウム>ゲーム理論の応用と展開	理論と方法 10(1), 数理社会学会, p.p.53-63	松田弘之・佐藤嘉倫
1995	都市開発・防災コンフリクトの調整問題に関するメタゲーム論的考察-Robustness分析手法の提案-	土木学会論文集No.524, IV-29 pp79-92	共著
1995	都市排水の循環利用による水供給安定化に関する研究	土木学会論文集No.524, IV-29 pp121-130	共著
1995	3. 多目的ダム事業における 慣用的費用割振り法の改善のためのゲーム論的考察	土木学会論文集No.524 IV-29 pp105-119	共著
1995	渇水に対する社会的関心の活性度の指標化とその変動過程に関する考察ー平成6年大渇水を事例として	土木計画学研究・論文集.13号 pp369-380	共著
1995	「ニッチ重なり合い」を考慮した都市災害リスクの評価法に関する基礎的考察	土木計画学研究・論文集, 14号 pp341-352	共著
1996	複合災害のリスクマネジメント--防災の新パースペクティブ (特集:阪神大震災リスク問題)--	日本リスク研究学会誌 7(2) (第2部:パネル討論), 日本リスク研究学会, p.p.61-67	
1996	都市直下型地震の直後における水系ライフラインのリスクマネジメントに関する基礎的考察	日本リスク研究学会研究発表会論文集, p.p.25-30	北畑貴史
1996	都市拠点開発における地権者の協同体制の形成過程に関するモデル分析	土木学会第51回年次学術講演会講演概要集第4部, p.p.964-965	榊 茂之・秀島栄三
1996	都市拠点開発におけるコンフリクトの発生プロセスとその調整方法に関する研究	土木学会第51回年次学術講演会講演概要集第4部, p.p.966-967	榎本和章・秀島栄三
1996	都市の災害リスクの診断のためのニッチ分析によるアプローチ	土木学会第51回年次学術講演会講演概要集第4部, p.p.80-81	前川和彦
1996	災害のリスクマネジメントとしてみた防災	京都大学防災研究所, p.p.1-6	
1996	降雨の時空間分布特性の地形依存性	京都大学防災研究所年報. B = Disaster Prevention Research Institute Annuals. B 39(B-2), p.p.235-250	中北英一・菅原竜也・池淵周一
1996	リスクマネジメントとしてみた宇治川流域整備の歴史	日本リスク研究学会・発表論文, p.p.1-6	
1996	水資源のリスクマネジメントに関する2, 3の計画論的考察ー都市の複合災害下におけるー Risk Management of Water Utilization under Multiplex Disaster – a Planning Approach -	京都大学防災研究所年報, 第39号, B – 2 Annuals of the Disaster Prevention Research Institute, Kyoto University, No. 39 B-2, p.p.221-233	北畑貴史

発表年	論文名	発表誌名	共著者
1996	ネットワーク系水質源整備共同事業の費用・便益配分法に関するゲーム理論的考察	土木学会第51回年次学術講演会講演概要集第4部, p.p.656-657	高野浩一・矢島 薫
1996	ネットワーク型水資源開発共同事業の費用配分法に関するゲーム理論的考察 A Game Theoretic Approach to Cost Allocation Methods for Water Resources Development	土木計画学研究・講演集 No.19 (2) , p.p.75-78	榊原弘之・高野浩一
1996	社会システムのルール設計としてみたゲーム理論-多目的ダム事業を中心として-	土木計画学研究・講演集 No.19(2) 招待論文, p.p.1-16	
1996	渇水に対する社会的関心の活性度の指標化とその変動過程に関する考察-平成6年大渇水を事例として	土木計画学研究・論文集 No.13, p.p.369-380	鈴木健司・池淵周一
1996	Stability Analyses of Urban Water Supply Systems with Wastewater Reuse	Proc. Of the International Conference on Water Resources and Environment Research: Towards the 21st Century, October 29-31(Bulletin of University of Institute, etc.1996)11/, p.p.215-222	H.Watanabe, S.P.Zhang
1996	Modeling Indicator of Society's Perceived Readiness Against Drought and Changing Process	Proc. of the International Conference on Water Resources and Environment Research: Towards the 21st Century, October 29-31, Vol.11, p.p.463-470	Kenji Suzuki, Naoki Sugimori, Shuichi Ikebuchi
1996	Modeling a Municipal Water Circulation Game between Recycle incline and Non-recycle-inclined Users	Proc.of the Annual Conference of Japan Society of Hydrology and Water Resources, p.p.66-67	Haruhiko Watanabe, Kaoru Yajima
1996	Interpreting and Extending Conventional Cost Allocation Methods for Multipurpose Reservoir Developments by Use of Cooperative Game Theory	Proc. of IEEE International Conference on Systems, Man and Cybernetics, 1996, Beijing, China	K.Tanimoto
1996	Incentive systems for environmental regulations	Proc. of International Conference on Water resource & Environment Research, Vol. 2, p.p.295-302	Kei Fukuyama, Kiyoshi Kobayashi

発表年	論文名	発表誌名	共著者
1996	Developing an Indicator of community's disaster risk awareness	INTERNATIONAL HYDROLOGY SERIES, Risk, Reliability, Uncertainty, and Robustness of Water Resources Systems, p.p.62-69	
1996	COST ALLOCATION EXTENDED TO MULTI-PURPOSE RESERVOIR DEVELOPMENT INCLUDING ENVIRONMENTAL PURPOSE-A GAME THEORETIC ANALYSIS	Proc. Of the International Conference on Water Resources and Environment Research: Towards the 21st Century, October 29-31(Bulletin of University of Institute, etc.1996)11/, p.p.343-350	Keishi Tanimoto and Hirokazu Tatano
1996	A Game-theoretic Approach to Cost Allocation for Infrastructure Arrangement in An Urban Renewal Project	Interdisciplinary Information Sciences Vol.2, No.1, p.p.11-26	Eizo Hideshima
1996	A Cost and Energy Comparison of Operation and Maintenance for a Municipal Water System Configured with Wastewater Reclamation	Proc. Of the International Conference on Water Resources and Environment Research: Towards the 21st Century, October 29-31(Bulletin of University of Institute, etc.1996)11/, p.p.447-454	K. Yajima, H. Watanabe
1996	都市拠点開発における地権者の協同体制の形成過程の基礎的考察—協力ゲーム理論を用いて	土木計画学研究・論文集, 14号, pp141-148	共著
1997	流域下水道整備事業の費用配分方法に関するゲーム論的考察	土木計画学研究・論文集 No.20 (1) , p.p.131-134	高野浩一・榊原弘之
1997	土木計画学の課題としてみた阪神・淡路大震災の教訓	土木計画学の課題としてみた阪神・淡路大震災の教訓特別講演・基調講演・パネルディスカッション資料, p.p.23-26	
1997	都市圏幹線道路網の位相構造に着目したリダンダンシー特性の指標化に関する研究	土木学会第52回年次学術講演会講演概要集第4部, p.p.186-187	梶谷義雄・前川和彦
1997	都市拠点開発における地権者の協同体制の形成過程の基礎的考察—協力ゲーム理論を用いて	土木計画学研究・論文集, 14号, Infrastructure Planning Review, No. 14, p.p.141-148	秀島栄三
1997	知識技術の集積・伝搬過程としてみた過疎地域の活性化に関する研究—鳥取県智頭町の事例	土木学会論文集, No.562, IV-35 Journal of Infrastructure Planning and Management, Vol. 562, No.IV-35, p.p.47-55	

発表年	論文名	発表誌名	共著者
1997	水資源開発事業における優先支出法のゲーム論的考察	土木学会論文集, 第34巻555号 Journal of Infrastructure Planning and Management, Vol. 34, No. 555, p.p.27-39	谷本 圭・榊原弘之
1997	新規・既存需要間の調整を伴う水配分コンフリクトのモデル分析—水力発電と河川環境を巡って	土木計画学研究・講演集, No.20 (1) , p.p.147-150	榊原弘之・中瀬大祐
1997	社会システムのルールの設計としてみたゲーム理論—費用配分方式に着目して—	土木計画学研究・論文集, 14号, Infrastructure Planning Review, No. 14, p.p.1-16	
1997	交流時代における中山間地域の外部者参入過程に関する実証的研究—ハビタント概念の例証—	実験社会心理学研究, 第37巻, 第2号 , p.p.223-249	河原利和
1997	過疎地域の活性化に関する研究パースペクティブとその分析アプローチ —コミュニティ計画学へむけて	土木学会論文集, No.562, IV-35, Journal of Infrastructure Planning and Management, Vol. 562, No.IV-35, p.p.15-25	杉万としお
1997	複合災害下における医療施設の危機管理行動に関するシミュレーション・ドキュメンテーションに関する研究	(財) 科学技術融合振興財団, 委託研究	北畑貴史
1997	ネットワーク型水資源開発共同事業の費用配分法に関するゲーム論的考察	土木計画学研究・論文集, 14号, 土木計画学研究・講演集 No.19(2), p.p.409-420	榊原弘之・高野浩一
1997	ニッチ分析技法を用いた都市災害リスクの評価法開発の試み	京都大学防災研究所年報第40号B-2 Disaster Prevention Research Institute Annuals, No. 40 B-2, p.p.1-18	前川和彦
1997	ダム事業における費用・便益配分法と事業規模決定過程に関する研究	土木学会第52回年次学術講演会講演概要集第4部, p.p.382-383	榊原弘之
1997	時間スケールに依存した地形—降雨分布特性 Infrastructure Planning Review, No. 14	京都大学防災研究所年報第40号B-2, p.p.275-287	中北英一・菅原 竜・池淵周一
1997	災害リスクを考慮した都市ライフラインネットワークシステムの性能性評価法の開発-トポロジカルインデックスによる	p.p.94-97	梶谷義雄・前川和彦・多々納裕一
1997	災害危険度に関する情報提供下における立地行動に関するモデル分析	日本リスク研究学会研究発表会論文集, p.p.80-93	多々納裕一
1997	安全と安心の社会システムの再構築としてみた土木計画学の展望-課題と実例	京大土木100周年記念ワークショップ・論文集, p.p.91-100	

発表年	論文名	発表誌名	共著者
1997	Sustainable Management of Social Support Systems in a Sparsely Populated Mountainous Region in Japan-An Experiment with a Combined Postal-Welfare services System	University of Karlstad Research Report98:8, p.p.351-358	
1997	Sustainable Management of Security and Health-Care Services of A "Kaso" Community by use of Redundant Resources in Postal Service	University of Karlstad, Sweden, May 12-14, p.p.28-29	
1997	Modeling Indicators of Society' s Perceived Readiness against Drought and Its Changing Process	水資源研究センター-研究報告 (17), 京都大学防災研究所付属水資源研究センター-, p.p.120-127	Suzuki Kenji, Sugimori Naoki(他)
1997	Modeling a Cost / Benefit Allocation Game in a Basin-Wide Reservoir Redevelopment as a Part of Water Resources Reallocation,	IEEE International Conference on Systems, Man and Cybernetics, p.p.791-796	Hiroyuki Sakakibara
1997	Evaluation of Urban Disaster Risk Potential by Use of Niche Analysis	US-Japan Acceptable Risk Workshop	
1997	Disaster Risk Management of Water Supply/Treatment Lifelines for Medical Facilities: Lessons From the Great Hanshin-Awaji Earthquake	Earthquake Engineering Research Institute, Proceedings 5th United States / Japan Workshop on Urban Earthquake Hazard Reduction, No.97-A, p.p.381-386	
1997	Design of Fail-Safe Urban Infrastructure Systems Against Multiplex Disasters : A Petri-Net Approach in Case of Harbor and Its Hinterland	日本リスク研究学会ハワイ大会記念英文論文集, 第8巻,第2号, p.p.85-93	E.Hideshima
1997	「ニッチ重なり合い」を考慮した都市災害リスクの評価法に関する基礎的考察	土木計画学研究・論文集, 14号 Infrastructure Planning Review, No. 14, p.p.341-352	前川和彦
1997	水資源開発事業における優先支出法のゲーム論的考察	土木学会論文集, 第34巻555号 pp27-39	共著
1997	知識技術の集積・伝搬過程としてみた過疎地域の活性化に関する研究—鳥取県智頭町の事例	土木学会論文集, No.562, IV-35 pp47-55	単著
1997	災害危険度に関する情報提供下における立地行動に関するモデル分析	日本リスク研究学会研究発表会論文集 pp80-93	共著
1997	過疎地域の活性化に関する研究パースペクティブとその分析アプローチ —コミュニティ計画学へむけて	土木学会論文集, No.562, IV-35 pp15-25	共著(第1著者)
1997	社会システムのルールの設計としてみたゲーム理論—費用配分方式に着目して	土木計画学研究・論文集, 14号 pp1-16	単著
1997	流時代における中山間地域の外部者参入過程に関する実証的研究—ハビタント概念の例証—	実験社会心理学研究, 第37巻, 第2号 pp223-249	共著(第1著者)

発表年	論文名	発表誌名	共著者
1997	Design of Fail-Safe Urban Infrastructure Systems Against Multiplex Disasters : A Petri -Net Approach in Case of Harbor and Its Hinterland	日本リスク研究学会ハワイ大会記念英文論文集, 第8巻, 第2号 pp85-93	単著
1997	新規・既存需要間の調整を伴う水配分コンフリクトのモデル分析ー水力発電と河川環境を巡って	土木計画学研究・論文集, No.15 pp79-88 論文	共著
1997	流域下水道整備事業の費用配分方法に関するゲーム論的考察 "	土木計画学研究・論文集, No.15 pp283-294	共著
1998	流域下水道整備事業の費用配分方法に関するゲーム論的考察	土木計画学研究・論文集, No.15, p.p.283-294	高野浩一・榊原弘之・多々納裕一
1998	流域下水道の自発的な整備方式とその費用配分方法に関するゲーム論的考察	土木学会第53回年次学術講演会講演概要集第4部, p.p.208-209	高野浩一・榊原弘之・多々納裕一
1998	不完備情報下での共同社会基盤整備のための純便益配分法に関するゲーム論的考察	土木学会第53回年次学術講演会講演概要集第4部, p.p.366-367	榊原弘之・五十部 渉・多々納裕一
1998	土木学会誌は何を問うべきか?	土木学会誌 83(13), p.p.25	
1998	都市震災時の緊急時コミュニケーション行動と電話通信ライフラインシステムの相互作用に関するモデル分析	土木学会第53回年次学術講演会講演概要集第4部, p.p.102-103	本橋直樹・多々納裕一
1998	都市基盤システムのマネジメントと高度情報社会の創成	都市計画学会論文集, p.p.48-52	
1998	大都市の複合災害と水利用システムのリスクマネジメント(中間報告)	水資源研究センター-研究報告(18), 1998, 京都大学防災研究所付属水資源研究センター-, p.p.41-50	
1998	新規・既存需要間の調整を伴う水配分コンフリクトのモデル分析ー水力発電と河川環境を巡って	土木計画学研究・論文集, No.15, p.p.79-88	榊原弘之・中瀬大祐
1998	災害情報の提供が立地均衡に及ぼす影響に関する分析	京都大学防災研究所年報, 第41号 B-2, p.p.33-43	田中成尚・山口健太郎・多々納裕一
1998	災害危険度情報の提供便益に関する研究	土木計画学研究・講演集, No. 21(1), p.p.327-330	山口健太郎・田中成尚・多々納裕一
1998	共同社会基盤整備における情報の自己表明に基づく純便益配分制度の適用に関するゲーム論的考察	土木計画学研究・講演集, No. 21(2), p.p.53-56	榊原弘之・多々納裕一・五十部渉
1998	外部性を考慮した流域水利用システムの自発的形成問題のモデル化	土木計画学研究・講演集, No. 21(1), p.p.93-96	谷本圭志・榊原弘之
1998	過疎地域における地域サービスシステムのイノベーション方策に関する研究:郵便システムを活用して	土木学会第53回年次学術講演会講演概要集第4部, p.p.144-145	杉本 学・吉川和広
1998	ハザードマップの提供が立地均衡に及ぼす影響に関する一考察	土木学会第53回年次学術講演会講演概要集第4部, p.p.124-125	山口健太郎・多々納裕一・岡田 憲夫
1998	トポロジカルインデックスを用いた都市圏道路ネットワークのリダンダンシィ評価に関する研究	京都大学防災研究所年報, 第41号 B-2, p.p.1-9	梶谷義雄・多々納裕一・榊原弘之

発表年	論文名	発表誌名	共著者
1998	ダム再開発プロジェクトの成立過程に関するゲーム論的分析	京都大学防災研究所年報,第41号 B-2, p.p.21-32	榊原弘之・多々納裕一
1998	災害危険度情報と住宅立地に関する研究	防災研究所年報	多々納裕一・山口健太郎・田中成尚
1998	Risk Analysis of Metropolitan Highway Network Systems under a Near-Field Earthquake Disaster by Use of Topological Index	Proceedings of the First China - Japan Conference on Risk Assessment and Management, p.p.470-477	H.Sakakibara, Y.Kajitani and H.Tatano
1998	Public Information Provision on Disaster Risk and Equilibrium Land Use in a Mono Centric City	Proceedings of the First China - Japan Conference on Risk Assessment and Management, p.p.641-649	H.Tatano, N.Tanaka and K.Yamaguchi
1998	Modeling a Joint Project Coordination Scheme for Renewal Development of Water Resources under Uncertainties	Selected Proceedings of the IEEE International Conference on Systems, Man and Cybernetics, p.p.4832-4837	H.Sakakibara, H.Tatano, and W.Isobe
1998	Efficiency and Stability of Self-Organizing Cooperation Networks: Roles of a Cost Allocation Scheme for Regional Joint Water Distribution Systems	Selected Proceedings of IEEE International Conference on Systems, Man and Cybernetics, p.p.4842-4847	K.Takano, H.Sakakibara, and H.Tatano
1998	CVMによる推計便益の信頼区間推定法	土木計画学研究・講演集, No.21(1), p.p.13-16	川除隆広・多々納裕一
1998	A Study on Social Efficiency of Net Benefit Allocation Schemes for Reservoir Renewal Projects under Incomplete Information	Proceedings of the First China - Japan Conference on Risk Assessment and Management, p.p.24-33	H.Sakakibara, H.Tatano, and W.Isobe
1998	21世紀の中山間地域の持続的発展におけるハビタントの影響ー熊本県小国町のケーススタディー	(財)環境文化研究所 研究紀要NO. 8, p.p.11-32	河原利和
1998	2020年：溶炭化する水・環境問題と柔らかなマネジメント	水文・水資源学会誌, Vol.11 No.7, p.p.674-678	榊原弘之
1998	都市基盤システムのマネジメントと高度情報社会の創成	都市計画学会論文集 pp48-52	単著
1998	提携の外部性を考慮した流域水利用システムの自発的形問題のモデル化	土木計画学研究・論文集, Vol.16 pp77-84	共著
1998	提携の外部性を考慮した多目的ダム事業の費用割り振り問題に関する考察	土木学会論文集, No.625, IV-44 pp181-191	共著
1999	流域間の水資源共同開発のための提携形成過程のモデル分析	土木学会第54回年次学術講演会講演概要集 第4部, p.p.58-59	榊原弘之・曾我直生・梅寺正樹・古川公浩平
1999	離散選択モデルを用いたレクリエーション便益に関する信頼区間推定法	土木計画学研究・講演集, No.22(2), p.p.781-784	川除隆広・多々納裕一

発表年	論文名	発表誌名	共著者
1999	容量非対応型の主体を含めた多目的ダム事業における慣用的費用割り振り法の適用に関する考察	土木学会第54回年次学術講演会講演概要集 第4部, p.p.44-45	大熊慶之・谷本圭志・喜多秀行
1999	編集長のコラム：さらにこだわる、開かれた学会誌づくりをめざして	土木学会誌 84(9), 1999-09-15, p.p.4	
1999	不完全情報下における内水排除施設運用に関する研究－状態量の部分観測性に着目して－	京都大学防災研究所年報, No.42 B-2, p.p.81-90	田中成尚・多々納裕一
1999	不確実性を考慮した家屋の更新に関する意思決定過程のモデル分析	土木計画学研究・講演集, No.22(2), p.p.765-768	榊原弘之・土屋 哲・多々納裕一
1999	都市における木造老朽家屋の倒壊リスクに関する意思決定モデルの構築	日本リスク研究学会第12回研究発表会論文集, p.p.130-135	榊原弘之・土屋 哲・多々納裕一
1999	提携形成の外部性を考慮した費用割り振り問題に関する考察	51回土木学会中国支部研究発表会発表概要集, p.p.467-468	安妻裕訓・谷本圭志・喜多秀行
1999	提携の外部性を考慮した多目的ダム事業の費用割り振り問題に関する考察	土木学会論文集, No.625, IV-44, p.p.181-191	谷本圭志
1999	直下型地震の発生を想定した都市圏道路網の分散・集中特性の性能評価モデルに関する研究	土木学会論文集, No.632, IV-45, p.p.93-104	梶谷義雄・榊原弘之・多々納裕一
1999	単一中心都市における甚大な災害リスクに関する情報の提供効果に関する分析	土木計画学研究・論文集, No.16, p.p.333-340	山口健太郎・多々納裕一・田中成尚
1999	耐震診断を考慮した老朽家屋の修繕に関する意思決定のモデル分析	土木学会第54回年次学術講演会講演概要集 第4部, p.p.556-557	土屋 哲・榊原弘之・多々納裕一
1999	耐震診断と質的外部効果を考慮した家屋の修繕誘因施策に関するゲーム論的分析	平成11年度土木学会関西支部年次学術講演概要, IV-4440180	土屋 哲・榊原弘之・多々納裕一
1999	多目的ダム事業の慣用的費用割り振り法の適用可能性の評価に関する考察－容量を確保しない主体の参加に着目して－	土木計画学研究・講演集, No.22(2), p.p.769-772	谷本圭志・喜多秀行・大熊慶之
1999	多目的ダム事業の慣用的費用割り振り法の適用可能性の評価に関する考察	第51回土木学会中国支部研究発表会発表概要集, p.p.477-478	大熊慶之・谷本圭志・喜多秀行
1999	多目的ダムにおける事業規模決定過程に関するゲーム論的考察	第51回土木学会中国支部研究発表会発表概要集, p.p.469-470	梅寺正樹・榊原弘之・古川浩平
1999	多目的ダムにおける事業規模決定過程に関するゲーム論的考察	水文・水資源学会研究発表会要旨集, p.p.104-105	榊原弘之・梅寺正樹・古川浩平
1999	西日本における多雨年の生起と規模を条件とした翌年少雨の生起特性解析	平成11年度土木学会関西支部年次学術講演概要II-24-1, 2	上田哲・中北英一・池淵周一
1999	水資源共同事業の計画プロセスにおけるコンフリクト調整システムに関するモデル分析	平成11年度土木学会関西支部年次学術講演概要IV-32-1, 2	中瀬大祐・多々納裕一・榊原弘之
1999	情報処理プロセスとしてみた災害時のコミュニケーション方式に関する実証的分析--鳥取県智頭町を対象として	京都大学防災研究所年報 (43), 1999, p.p.23-30	本橋直樹・多々納裕一
1999	支払意思額の異質分散性を考慮したCVMによる推計便益の信頼区間推定法	土木計画学研究・論文集, No.16, p.p.319-326	川除隆広・多々納裕一

発表年	論文名	発表誌名	共著者
1999	産業の相互連関性を考慮した防災施設の協調的整備の可能性に関する基礎的分析	平成11年度土木学会関西支部 年次学術講演概要IV-46-1, 2	庄司靖章・多々納裕一
1999	災害時の資本損傷を考慮した2地域一般均衡モデル	土木学会第54回年次学術講演 会講演概要集 第4部, p.p.548- 549	多々納裕一・庄司靖章
1999	災害リスク研究の最前線	土木計画学研究・講演集, No.22(1), p.p.623-644	家田 仁・塚口博司・能 島暢呂・片田敏孝・小林 潔司・横松宗太・上田孝 行・多々納裕一・中嶋秀 嗣・村橋正武・芝原靖 典・浅野光行・谷口守
1999	共同事業における自己表明に基づく純便益配分制度に関するゲーム論的考察	土木計画学研究・論文集, No.16, p.p.101-111	榊原弘之・多々納裕一・ 五十部渉
1999	外部性を考慮した流域水利用システムの自発的 形成問題のモデル化	土木計画学研究・論文集, Vol.16 , p.p.77-84	谷本圭志・榊原弘之
1999	異質分散性を考慮したCVMによる環境質改善 便益の信頼性分析	京都大学防災研究所年報, No.42 B-2 , p.p.61-68	川除 隆広・多々納裕一
1999	安全性診断を考慮した木造家屋の更新システム に関するモデル分析	京都大学防災研究所年報, No.42 B-2, p.p.33-43	榊原弘之・土屋 哲
1999	リスク認知のバイアスを考慮した災害危険度 情報の提供効果に関する分析	土木計画学研究・講演集, No.22(1), p.p.155-158	山口健太郎・多々納裕一
1999	ダム更新整備プロジェクトにおける純便益配 分問題に関するゲーム理論的考察	土木学会論文集, No.618, IV- 43, p.p.71-81	榊原弘之
1999	Reliability analysis of contingent valuation surveys for measuring the benefit of environmental quality improvement - An empirical study on Lake Biwa area in Japan -	Proceedings of 1999 IEEE International Conference on Systems, Man and CyberneticsV- 973-978	T.Kawayoke, H.Tatano
1999	Reliability analysis of contingent valuation surveys for measuring the benefit of environmental quality improvement	Water 99 Joint Congress- Brisbane, Australia 6-8 July, 1999, p.p.767-772	Takahiro Kawayoke, Hirokazu Tatano
1999	Old House Diagnosis/Renewal Decision Making Model	Proceedings of 1999 IEEE International Conference on Systems, Man and Cybernetics v991-996	Hiroyuki Sakakibara, Satoshi Tsuchiya
1999	New Perspectives for Water and Environmental Planning and Management in the 21th Century	International Conference on Water Resources and Environmental Research, p.p.147-152	
1999	MANAGING NATURAL DISASTER RISK THROUGH ENFORCEMENT OF DEVELOPMENT STANDARDS	Proceedings of 1999 IEEE International Conference on Systems, Man and Cyberneticsv985-990	Liping Fang

発表年	論文名	発表誌名	共著者
1999	GEO-PLUS-TIME-SPACE VIABILITY OF THE KASO COMMUNITY : CASE STUDIES OF CHIZU AND OGUNI IN JAPAN	MARG, p.p.133-142	
1999	Effectiveness of the Presentation of Alternatives by Coordinator in Multi-Purpose Water Resources Development Projects	Proceedings of 1999 IEEE International Conference on Systems, Man and Cybernetics, Vol.5V-949-954	Daisuke Nakase, Hiroyuki Sakakibara
1999	Cost Allocation problem in multi-purpose reservoir development with spillover considered	International Conference on Water Resources and Environmental Research, p.p.773-778	Keishi Tanimoto
1999	An Optimal Operation Model of Urban Drainage System under Partial State Observation	Proceedings of the IEEE International Conference on Systems, Man and CyberneticsV-967-972	Naruhisa Tanaka, Hirokazu Tatano
1999	A Reservoir Redevelopment Decision Model	International Conference on Water Resources and Environmental Research, p.p.129-134	D.Marc Kilgour, Hiroyuki Sakakibara
1999	A Game Theoretic Analysis of Coalition Formation Process for Reservoir Renewal Projects	Proceedings of Water 99 Joint Congress, p.p.245-250	Hiroyuki Sakakibara, and Hirokazu Tatano
1999	支払意思額の異質分散性を考慮したCVMによる推計便益の信頼区間推定法	土木計画学研究・論文集, No.16 pp319-326	共著
1999	一中心都市における甚大な災害リスクに関する情報の提供効果に関する分析	土木計画学研究・論文集, No.16 pp333-340	共著
1999	共同事業における自己表明に基づく純便益配分制度に関するゲーム論的考察	土木計画学研究・論文集, No.16 pp101-111	単著
1999	ダム更新整備プロジェクトにおける純便益配分問題に関するゲーム理論的考察	土木学会論文集, No.618, IV-43 pp71-81	共著
1999	直下型地震の発生を想定した都市圏道路網の分散・集中特性の性能評価モデルに関する研究	土木学会論文集, No.632, IV-45 pp93-104	共著
1999	多目的ダム事業の費用構造と慣用的費用割り振り法の適用可能性の関連分析	土木計画学研究・論文集, No.17 pp411-420	共著
1999	リスク認知のバイアスが災害危険度情報の提供効果に与える影響に関する分析	土木計画学研究・論文集 No.17 pp327-336	共著
2000	離散選択モデルを用いた旅行費用法に基づく推計便益の信頼区間推定法	京都大学防災研究所年報, 第43号B-2, p.p.45-54	川除隆広・多々納裕一
2000	防災投資が経済成長に及ぼす影響に関するモデル分析	第55回年次学術講演会講演概要集CD-ROM, IV-191	五十部渉・多々納裕一

発表年	論文名	発表誌名	共著者
2000	編集長のコラム:新温故知新 (あらためて、ふるきをたずねて、あたらしきをしる)	土木学会誌,vol.85 No.1, p.p.64-67	
2000	兵庫県南部地震の港湾経済活動への長期的影響に関する統計分析	土木学会関西支部年次学術講演会講演概要集, IV-85	梶谷義雄・多々納裕一
2000	兵庫県南部地震が港湾経済活動へ及ぼす長期的影響に関する分析	第55回年次学術講演会講演概要集, p.p.378-379	梶谷義雄・多々納裕一
2000	部分観測下における内水排除施設制御ルール設計方法に関する研究	水文・水資源学会2000年度研究発表会, p.p.104-105	田中成尚・多々納裕一
2000	不確実性を考慮した家屋の更新に関する意思決定過程のモデル分析	土木計画学研究・論文集, No.17, p.p.401-410	榊原弘之・土屋 哲・多々納裕一
2000	特集 阪神大震災からの教訓 21世紀に何を引き継ぐか 4.われわれは何を引き継ぐべきか (4) 都市マネジメントの総合能力とリスクマネジメントとしての都市防災	土木学会誌,vol.85. No.1, p.p.65-67	
2000	都市マネジメントの総合能力とリスクマネジメントとしての都市防災	土木学会誌, Vol.85, p.p.65-67	
2000	調停者の役割を考慮したコンフリクトの調整方式に関するゲーム論的分析ー水資源開発を対象としてー	京都大学防災研究所年報, 第43号B-2, p.p.31-40	榊原弘之・中瀬大祐
2000	地震災害が港湾活動へ与える長期的影響に関する事後評価	土木計画学研究・講演集, No23(2), p.p.533-536	梶谷義雄・多々納裕一
2000	対談 新世紀のコンクリートを考える	土木学会誌 85(4), 2000-04-15, 土木学会, p.p.6-12	小林一輔・岡村 甫
2000	多目的ダム事業の費用構造と慣用的費用割り振り法の適用可能性の関連分析	土木計画学研究・論文集, No.17, p.p.411-420	谷本圭志・喜多秀行・大熊慶之
2000	水資源開発のコンフリクトにおける調停の有効性に関するゲーム論的分析	水文・水資源学会2000年度研究発表会, p.p.166-167	榊原弘之・多々納裕一
2000	情報プロセスとしてみた災害時のコミュニケーション方式に関する実証的分析ー鳥取県智頭町を対象としてー	京都大学防災研究所年報, 第43号B-2, p.p.23-30	本橋直樹・多々納裕一
2000	時間管理型GISを用いた震災復興過程に関する類型分析ー神戸市長田区を対象としてー	土木計画学研究・講演集, No23(1), p.p.195-198	河野俊樹・多々納裕一
2000	災害危険度情報に対する認知バイアスが居住地形成に及ぼす影響に関する分析	平成12年度関西支部年次学術講演会後援概要IV-89	山口健太郎・多々納裕一
2000	災害危険度情報が居住地選択に及ぼす影響に関する動学シミュレーション分析	平成12年度関西支部年次学術講演会後援概要IV-90	河野充保・多々納裕一
2000	災害危険性が経済成長に及ぼす影響に関するモデル分析	平成12年度関西支部年次学術講演会後援概要IV-93	五十部渉・多々納裕一
2000	災害リスクが経済成長に与える影響と防災投資の効果に関する研究	土木計画学研究・講演集, No23(2), p.p.157-160	五十部渉・多々納裕一
2000	災害による資本の損傷を考慮した2地域一般均衡モデル	土木計画学研究・講演集, No23(2), p.p.153-156	庄司靖章・多々納裕一

発表年	論文名	発表誌名	共著者
2000	安全で安心できるまちづくり	土木学会 奈良地方講演	
2000	われわれは何を引き継ぐべきか (4)都市マネジメントの総合能力とリスクマネジメントとしての都市防災	土木学会誌 85(1), 2000-01-15 , p.p., 65-67	
2000	リスク認知のバイアスが災害危険度情報の提供効果に与える影響に関する分析	土木計画学研究・論文集 No.17, p.p.327-336	山口健太郎・多々納裕一
2000	リスク認知のバイアスが最適土地利用状態の実現可能性に及ぼす影響に関する分析	土木学会第55回年次学術講演会講演概要集 No.55(4), p.p.386-387	山口健太郎・多々納裕一
2000	リスクコミュニケーションとしてみた中山間地の災害情報伝達システムに関する実証的研究	平成12年度関西支部年次学術講演会講演概要集IV-88	本橋直樹・多々納裕一
2000	プロジェクトの経済性評価の信頼性分析に関する基礎的研究	土木計画学研究・講演集, No23(1), p.p.223-226	川除隆広・多々納裕一
2000	Structure of Cities, Trade Patterns and Long-term Economic Impacts of Anti-Disaster Mitigation : A Multi-Regional General Equilibrium Analysis	the first annual IIASA-DPRI Meeting on Integrated Disaster Risk Management: Reducing Socio-Economic Vulnerability, at IIASA, Luxemburg, Austria , p.p.1-13	H.Tatano, Y.Shoji
2000	Project risk allocation through contingent cost allocation	Proc. of IEEE International Conference on System, Man, and Cybernetics,, p.p.512-517	K.Tanimoto, H.Tatano
2000	Mutual Risk Trade through Stochastic Cost Allocation in the Recovery Project from	Disaster, Proc. of Second Euro Conference on Global Change and Catastrophe Risk Management	K.Tanimoto and H.Tatano
2000	Modeling Public Conflicts over Infrastructure Renewal Using a Japanese Case Study	Proceedings of the IEEE International Conference on Systems, Man and Cybernetics CD-ROM	H.Sakakibara and K.W.Hipel
2000	Long-term Effects of the Hyogo Nanbu Earthquake on Economic Activities at the Port of Kobe: Time Series Analysis	平成12年度関西支部年次学術講演会後援概要IV-85	Yoshio Kajitani, Hirokazu Tatano
2000	Long-Term and Short-Term Effects of Disaster Risk Upon Regional Economy: A Multi-Regional General Equilibrium Approach Taking Account of Capital Damages Caused by Natural Disaster	Proceedings of Second Joint Seminar on Urban Disaster Management, CBTDC, Beijing, China, p.p.27-32	Hirokazu Tatano, Yasuaki Shoji
2000	Kasology -A New Research Perspective for Sustainable Mountainous Community Management	ウィーン農科大学地域計画学研究所開設特別記念講演, p.p.69-85	

発表年	論文名	発表誌名	共著者
2000	Interpretation of Niche Analysis by Spatial Statistics and Its Application to Evaluation of Human Behavior Related Seismic Risks	Proceedings of Second Joint Seminar on Urban Disaster Management, CBTDC, Beijing, China, p.p.47-49	Yoshio Kajitani, Hirokazu Tatano
2000	Integrated Management for Earthquake Disaster Risk in Japan	Proceedings of Workshop 2000 ""Mitigation of Seismic Risk - Support to Recently Affected European Countries" Joint Research Center, European Union CD-ROM	Hirokazu Tatano
2000	Integrated Management for Disaster Risk-New Research Perspective For Earthquake Loss Mitigation	IIASA,Laxenburg, Austria, July 6 - 9, 2000	
2000	Evaluation of Seismic Disaster Risks Taking Account of Human behavior	Report of Fundamental Research on the Mitigation of Urban Disasters caused by Near-Field Earthquakes, p.p.701-704	Hirokazu TATANO
2000	Evaluation of Human Behavior Related Seismic Disaster Risks by Niche Analysis	Proc. of 2000 Joint Seminar on Urban Disaster Management, CBTDC, Beijing, China, p.p.26-27	H.Tatano and Y.Kajitani
2000	Economic Evaluation of Seismic Risks	Proc. of 2000 Joint Seminar on Urban Disaster Management, CBTDC, Beijing, China , p.p.36-39	H.Tatano, W.Isobe
2000	Disaster Mitigative Urban Diagnosis(DiMUDnosis) Viewed as Process of Risk Management	Proceedings of Second Joint Seminar on Urban Disaster Management, CBTDC, Beijing, China , p.p.2-5	
2000	Development of Spatial-temporal GIS for Urban Diagnosis and Disaster Prevention	Proceedings of Second Joint Seminar on Urban Disaster Management, CBTDC, Beijing, China, p.p.17-19	S.Kakumoto, M.Hatayama
2000	Concentration/Dispersion Analysis of Metropolitan Trunk Road Network Systems-Japan-China Comparative Study under a Near-Field Earthquake Disaster	Proceedings of Second Joint Seminar on Urban Disaster Management, CBTDC, Beijing, China, p.p.50-52	Yoshio Kajitani, Hiroyuki Sakakibara, Ye Yaoxian

発表年	論文名	発表誌名	共著者
2000	21世紀の社会基盤を語る--日本に何が必要か	土木学会誌 85(3), 巻末1-5, 2000-03 本部特別行事 土木の 日特別行事 公開座談会, 平 成11年度「土木の日」および 「くらしと土木の週間」	阿川佐和子・三谷浩(他)
2000	不確実性を考慮した家屋の更新に関する意思 決定過程のモデル分析	土木計画学研究・論文集, No.17 pp401-410	共著
2000	費用便益分析指標を基にしたプロジェクト採 択のリスク分析法	土木計画学研究・論文集 Vol.18 pp223-230	共著
2000	2地域一般均衡モデルを用いた防災投資の地域 的波及構造に関する分析	土木計画学研究・論文集 No.18 pp287-296	共著
2000	完備情報下でのプロジェクト選択を巡るコン フリクトの調整メカニズムに関する研究-2主 体・2プロジェクトの場合-	土木学会論文集, No.674/IV-51 pp3-16	共著
2000	兵庫県南部地震の港湾活動への長期的影響に 関する事後分析	土木計画学研究・論文集 No.18 pp317-324	共著
2001	兵庫県南部地震の港湾活動への長期的影響に 関する事後分析	土木計画学研究・論文集 No.18, p.p.317-324	梶谷義雄・多々納裕一
2001	不完備情報下でのプロジェクト選択を巡るコン フリクトの調整メカニズムに関する研究-2主 体・2プロジェクトの場合-	土木学会論文集, No.674/IV- 51, p.p.3-16	榊原弘之・五十部渉・ 多々納裕一
2001	費用便益分析指標を基にしたプロジェクト採 択のリスク分析法	土木計画学研究・論文集 Vol.18, p.p.223-230	川除隆広・多々納裕一
2001	都市構造を考慮したトポロジカルインデック スによる道路網評価	土木計画学研究発表会講演 集, No.24(1), p.p.701-704	榊原弘之・梶谷義雄・片 山 武, 古川浩平
2001	都市間比較を目的としたトポロジカルイン デックスの標準化	土木学会年次学術講演会講演 概要集, No.56(4), p.p.472-473	榊原弘之・片山 武・梶 谷義雄・古川浩平
2001	都市の産業構造の違いが防災投資の地域的波 及にもたらす影響に関する分析	平成13年度関西支部年次学術 講演会講演概要IV-73	庄司靖章・多々納裕一
2001	総合防災への転換と災害リスクマネジメント の重要性ー求められる意識改革と体制づくり ー	国土交通省, 筑波市	
2001	時系列分析を用いた震災の港湾活動への長期 的影響に関する実証分析	京都大学防災研究所年報, 第 44号B-2, p.p.45-54	梶谷義雄・多々納裕一
2001	時系列分析を用いた災害の事後評価手法の提 案～神戸港を対象として	平成13年度関西支部年次学術 講演会後援概要IV-74	梶谷義雄・多々納裕一
2001	資本間の被害の不均質性を考慮した災害後の 復旧過程に関する分析	土木計画学研究・講演集, No. 24(1), p.p.705-708	本間稔常・多々納裕一
2001	災害復興過程における人間活動分布の時空間 分析に関する研究	土木計画学研究・講演集, No. 24(2), p.p.953-956	梶谷義雄・多々納裕一
2001	災害リスク下の多地域一般均衡分析	京都大学防災研究所年報, 第 44号B-2, p.p.1-14	多々納裕一・庄司靖章

発表年	論文名	発表誌名	共著者
2001	災害による不均質な資本損傷を考慮した経済復興過程に関する分析	第56回年次学術講演会講演概要集, No.56(4), p.p.388-389	本間稔常・多々納裕一
2001	個人旅行費用法を用いた木津川河川空間利用便益のリスク分析	土木計画学研究・講演集, No.24(2), p.p.429-432	川除隆広・多々納裕一
2001	計画論的に見た都市診断の役割とDiMSISの有効性に関する研究	京都大学防災研究所年報, 第44号B-2, p.p.23-34	梶谷義雄・河野俊樹・角本繁・多々納裕一
2001	求められる新しい専門家の役割と資質(インフラストラクチャー研究所 開設記念シンポジウム 21世紀 市民と技術者によるまちづくり)--(円卓会議 市民主体のまちづくりを支援する専門家のありかたとは?)	RIIM report (2), 2001-08, 建設コンサルタンツ協会インフラストラクチャー研究所, p.p.32-42	日下部治・杉万俊夫(他)
2001	プロジェクト採択リスクの信頼性分析に関する基礎的研究	京都大学防災研究所年報, 第44号B-2, p.p.15-22	川除隆広・多々納裕一
2001	ニッチ分析を援用した震災復興過程に関する時空間解析	第56回年次学術講演会講演概要集, No.56(4), p.p.486-487	梶谷義雄・多々納裕一
2001	どうして今、社会基盤整備にリスクマネジメントが必要なのか	復建調査設計技術研究所報 Vol.1, p.p.17-22	
2001	人口・施設分布の乖離を考慮した地方都市道路網の定量的評価に関する研究	京都大学防災研究所年報第44号,B-2, p.p.35-44	榊原弘之・古川浩平・片山 武
2001	社会基盤システムの地震時性能規範評価法の開発	文部省特定領域研究(B)「日米共同研究による都市地震災害の軽減」第1回国内ワークショップ, 2001.4.5-6, 京都	
2001	河川の環境保全を含む共同整備事業の費用配分制度に関する研究	京都大学防災研究所水資源研究センター報告, Vol. 10総合防災研究報告, 第16号, p.p.1-59	谷本圭志・榊原弘之
2001	Urban Diagnosis and Policy Analysis for Integrated Disaster Risk Management-Illustrations by Use of DiMSIS, Niche Analysis and Topological Index	Proceedings of Japan-US Workshop on Disaster Risk Management for Urban Infrastructure Systems, p.p.15-21	Yoshio Kazitani, Hiroyuki Sakakibara
2001	Topological Analysis on Vulnerable Spots of a City	2001 IEEE International Conference, p.p.1264-1269	Hiroyuki Sakakibara and Yoshio Kajitani
2001	Spatial-Temporal Statistical Analysis of Human Behavior Related Risks by Use of DiMSIS	Proceedings of Japan-US Workshop on Disaster Risk Management for Urban Infrastructure Systems, p.p.319-324	Yoshio Kajitani and Hirokazu Tatano

発表年	論文名	発表誌名	共著者
2001	Spatial-Temporal Analysis of Disaster Recovery Process from the Great Hanshin-Awaji Earthquake	Proceedings of Third Joint Seminar On Urban Disaster Management, p.p.40-44	Yoko Matsuda, Yoshio Kajitani, Hirokazu Tatano
2001	Modeling, Urban Diagnosis and Policy Analysis for Integrated Disaster Risk Management -Illustrations by Use of DiMSIS, Niche Analysis and Topological Index	EQTAP Annual meeting, Seattle, august 2001	
2001	Long-Term Effect of Disaster Mitigation Investment upon Regional Economy : A Multi-Regional General Equilibrium Approach	Proceedings of Japan-US Workshop on Disaster Risk Management for Urban Infrastructure Systems, p.p.269-277	Hirokazu Tatano, Yasuaki Shoji
2001	Integrated Urban Disaster Risk Management : A New Perspective and Illustrations from Japanese Challenges	the first annual IIASA-DPRI Meeting on Integrated Risk Management : Reducing Socio-Economic Vulnerability, at IIASA, Luxemburg, Austria	
2001	Innovating Loss Estimation Methods for Disaster Mitigative Urban Diagnosis -A Japanese Experience	"World Bank Conference on Innovations in Managing Catastrophic Risks: How Can They Help the Poor?, Washington, D. C."	Hirokazu Tatano, Hiroaki Tsubokawa
2001	Improving management of urban earthquake disaster risks	Earthquake Engineering Frontiers in the New Millennium, Spencer & Hu(eds), p.p.113-118	Yaoxian Ye
2001	Chizu's "Zero-to-One Movement"- What does it mean to planning in Japan?	Proceedings of Kasology Trilateral 1st Conference in Chizu, Japan, May 23-27, p.p.23-28	
2001	A New Perspective and Illustrations from Japanese Challenges, the first annual IIASA-DPRI Meeting on Integrated Disaster Risk Management	Reducing Socio-Economic Vulnerability, at IIASA, Luxemburg, Austria , p.p.1-17	
2001	A Multi-Regional General Equilibrium Analysis Taking Account of Disaster Risk	2001 IEEE International Conference, p.p.1773-1778	Hirokazu Tatano, Yasuaki Shoji
2001	2地域一般均衡モデルを用いた防災投資の地域的波及構造に関する分析	土木計画学研究・論文集 No.18, p.p.287-296	庄司靖章・多々納裕一

発表年	論文名	発表誌名	共著者
2001	"Hot Spots" of Village Renewal Cross-Cultural Field studies in Japan and Austria Resulted in Structured Knowledge	Shanghai AESOP Conference, p.p.1-6	Gerlind Weber
2001	個人旅行費用を用いた木津川河川空間利用便益のリスク分析	土木計画学研究・論文集, No.19(2) pp283-289	共著
2001	災害復旧過程における 人間活動分布の時空間分析に関する研究	土木計画学研究・論文集, No.19(2) pp305-312	共著
2001	空間応用一般均衡アプローチによる東海地震の警戒宣言時の交通規制に伴う経済損失の評価	地域安全学会論文集No.5 pp319-325	共著
2002	地震リスクを対象とした保険構造の確率最適化モデル	土木学会関西支部年次学術講演会講演概要集IV-95	グエン フク ディン・多々納裕一
2002	人間活動分布の時空間解析に関する研究-ニッチ分析による-	京都大学防災研究所年報, 第45号B, p.p.1-10	梶谷義雄・多々納裕一
2002	人間活動の時空間分布に着目した地震災害に対する潜在的危険度の分析	土木学会関西支部年次学術講演会講演概要集IV-88	本久仁美・多々納裕一・梶谷義雄
2002	震災発生後における高速道路システムの復旧に関わる要因の分析	土木学会関西支部年次学術講演会講演概要集IV-93	中村大輔・田中 聡・亀田弘行
2002	集合的被害特性を考慮した地震保険システムのハイブリッド設計モデル	第57回土木学会年次学術講演会講演概要集, p.p.615-616	NGUYEN PHUC DINH, 多々納裕一
2002	時空間統計手法による阪神淡路大震災後の人口回復過程に関する分析	土木学会代57回年次学術講演会 IV-306, p.p.611-612	松田曜子・多々野裕一・梶谷義雄
2002	時空間情報システムを用いた人間活動分布の潜在的危険度評価に関する研究	土木計画学研究・講演集, No.26CD-ROM	梶谷義雄・多々納裕一・本久仁美
2002	阪神淡路大震災を対象とした震災復興過程の時空間解析	土木学会関西支部年次学術講演会講演概要集IV-94	松田曜子・多々納裕一・梶谷義雄
2002	災害復旧過程における人間活動分布の時空間分析に関する研究	土木計画学研究・論文集, No.19(2), p.p.305-312	梶谷義雄・多々納裕一
2002	個人旅行費用を用いた木津川河川空間利用便益のリスク分析	土木計画学研究・論文集, No.19(2), p.p.283-289	川除隆広・多々納裕一
2002	危険回避選好及び認知リスク推定手法に関する実証的研究	土木学会関西支部年次学術講演会講演概要集IV-87	梶谷義雄・多々納裕一
2002	リスクプレミアムの測定方法に関する実証的考察	京都大学防災研究所年報, 第45号B, p.p.11-17	多々納裕一・梶谷義雄
2002	The Application of Robustness Analysis to the Conflict With Incomplete Information	IEEE Transaction on Systems, Man and Cybernetics Part C Applications and Reviews, Vol.32, No.1, p.p.14-23	H.Sakakibara and D.Nakase
2002	Statistical Analysis of Spatial Temporal Distributions of Human Activities after an Earthquake Disaster	Second Annual IIASA-DPRI Meeting for Integrated Disaster Risk Management., p.p.1-15	Y.Kajitani and H.Tatano

発表年	論文名	発表誌名	共著者
2002	Spatial-Temporal Analysis of Human Community Viability by Niche Indices- A Case Study of Disaster Affected Region	Proceedings of Third Joint Seminar on Urban Disaster Management, p.p.30-35	Yoshio Kajitani, Hirokazu Tatano
2002	Risk assessment and zoning of flood damage caused by heavy rainfall in Yamaguchi prefecture, Japan	Wu. et. al., (eds.) "Flood Defense 2002", Science Press, New York, p.p.162-170	Jiquan Zhang, Hirokazu Tatano and Seiji Hayakawa
2002	Modeling the Role of a Coordinator as a Medium of Communication in 2-Player Conflicts	Group Decision and Negotiation, Vol.11, No.4, p.p.311-327	H. Sakakibara, H.Tatano
2002	Micro-zonation-based Flood Risk Assessment in Urbanized Floodplain	Second Annual IIASA-DPRI Meeting for Integrated Disaster Risk Management.	T.Hori, Ji-Quan Zhang, H.Tatano, S.Ikebuchi
2002	International Exchange Programs in Engineering between the University of Waterloo in Canada and Tottori and Kyoto Universities in Japan.	Technical Report Dept of Systems Design Engineering University, University of Waterloo, p.p.1-24	K.H.Hipel, K.Fukuyama
2002	Game Theory-Derived Policy Implications For the Yoshino River Weir Conflict in Tokushima, Japan.	Proceedings of the 2002 IEEE International Conference on Systems, Man and Cyberneticist, CD-ROM, p.p.6	Hiroyuki Sakakibara
2002	EFFECTS OF HETEROGENEOUS DAMAGES IN CAPITAL A DISASTER UPON RECOVERY PROCESSES	Proceedings of Third Joint Seminar On Urban Disaster Management, p.p.17-20	Toshitsura Honma, Hirokazu Tatano
2002	Disaster Prevention Strategies of an Asia Model in the 21st Century : A Paradigm Shift and the Role of Japan	国際協力銀行, 第3回JBICシンポジウム報告書, p.p.161-209	
2002	Achievements of Joint Research on Management of Urban Disaster Risks for the Phase I of the EQTAP Project in 1999-2001	Proceedings of Third Joint Seminar On Urban Disaster Management, p.p.78-82	Ye Yaoxian
2002	1991年台風17号・19号と1999年台風18号による農業被害の比較	日本作物学会紀要 第71巻 第2号, p.p.239-249	Ji-Quan Zhang・早川誠而・山本晴彦・多々納裕一
2002	人間活動時空間分布に着目した大規模災害時の被害ポテンシャル評価に関する研究	土木計画学論文集, Vol.20 pp355-364	共著
2002	存続可能性を制約条件とした自然災害保険システムの設計方法に関する研究	土木計画学研究・論文集, Vol.20, No.2 pp323-330	共著
2003	複合型高齢者福祉サービスを対象とした異業種連携のための情報共有プロセスに関する考察	土木学会全国大会第58回年次学術講演会講演概要集, p.p.291-292	柿沼誠之・畑山満則
2003	不均質な資本被災を考慮した大規模災害後の復旧政策に関する研究	土木学会関西支部年次学術講演会講演概要集IV-23-1, 2	本間稔常・多々納裕一

発表年	論文名	発表誌名	共著者
2003	道路網による空間分布乖離補償効果の定量的評価に関する研究	京都大学防災研究所年報第46号B	榊原弘之・古川浩平・片山武
2003	東海地震警戒宣言時の地域間交通機能損傷による経済被害に関する研究	第22回日本自然災害学会年次学術講演会, p.p.237-238	土屋 哲・多々納裕一
2003	東海地震の警戒宣言下において交通規制を主原因とした社会経済損失の計量化	土木学会第58回年次学術講演会講演概要集, No.58(4), p.p.697-698	土屋 哲・多々納裕一
2003	東海地震の警戒宣言に伴う社会経済損失の推計とその軽減方策に関する研究	平成15年度関西支部年次学術講演会講演概要IV-24-1, 2	土屋 哲・多々納裕一
2003	存続可能性を制約条件とした自然災害保険システムの設計方法に関する研究	土木計画学研究・論文集, Vol.20, No.2, p.p.323-330	グエン フク デイン・多々納裕一
2003	人間活動時空間分布に着目した大規模災害時の被害ポテンシャル評価に関する研究	土木計画学論文集, Vol.20, p.p.355-364	梶谷義雄・本久仁美・多々納裕一
2003	震災リスクって何ですか？	最強のリスクマネジメント, 東洋経済新聞社, 2003.7.16増刊, p.p.108-109	
2003	情報共有プロセスに着目した複合型高齢者福祉サービス導入過程に関する一考察	平成15年度関西支部年次学術講演会講演概要IV-79-1, 2	柿沼誠之・畑山満則
2003	空間応用一般均衡アプローチによる東海地震の警戒宣言時の交通規制に伴う経済損失の評価	地域安全学会論文集No.5, p.p.319-325	土屋 哲・多々納裕一
2003	改修効果に関する知識の取得費用の存在が家計の耐震化行動に及ぼす影響に関する分析	土木学会年次学術講演会講演概要集, No.58(4), p.p.715-716	神谷 宏・多々納裕一
2003	改修効果に関する知識が家計の耐震化行動に及ぼす影響に関する分析	土木学会関西支部年次学術講演会講演概要集IV-22-1, 2	神谷 宏・多々納裕一
2003	耐震改修効果に関する知識の不完全性が家計の耐震化行動に与える影響に関する分析	第22回日本自然災害学会年次学術講演会, p.p.233-234	神谷 宏・多々納裕一
2003	社会システムの災害に対する強さに関するリスク分析	平成14年度研究報告書, p.p.1-32	
2003	参加型洪水リスクマネジメントのための性能設計アプローチ	第22回日本自然災害学会年次学術講演会, p.p.225-226	多々納裕一・堀 智晴・松本卓也・グエン フク デイン
2003	The Internationalization of Engineering Education: A Tale of Two Countries	IEEE TRANSACTIONS ON SYSTEMS, MAN, AND CYBERNETICS, p.p.137-148	Keith W.Hipel and Kei Fukuyama
2003	Social Resilience and the Tokai Flood of September 11-22, 2000	Water Resources Impact, Vol.5, No.6, p.p.18-21	M.Hatayama, J.K.Levy, Y.Kajitani, J.Hartmann, H.Tatano
2003	Implementation as a Trickle-down Process of Knowledge and Technology to a Local Community	京都大学防災研究所年報(46), p.p.67-74	畑山満則

発表年	論文名	発表誌名	共著者
2003	GIS and Flood Inundation Model-based Flood Risk Assessment in Urbanized Floodplain	GIS & RS in Hydrology, Water Resources and Environment, Volume 1, Chen et al. (eds) , p.p.1-8	Jiquan Zhang, Tomoharu HORI, Hirokazu TATANO, Chao Zhang, Takuya Matsumoto
2003	Economic Restoration Path after a Large Catastrophic Event: Heterogeneous Damages and their Effects on Economic Growth	Proceedings of The 2003 Joint Seminar and Stakeholders Symposium on Urban Disaster Management and Implementation, CBTDC, p.p.209-214	H.Tatano, T.Honma
2003	Economic Losses Caused by Traffic Regulation with Tokai Earthquake Warning Declaration	Proceedings of The 2003 Joint Seminar and Stakeholders Symposium on Urban Disaster Management and Implementation, CBTDC, p.p.132-139	S.Tsuchiya, H.Tatano
2003	Economic Impact of Catastrophic Event in a Regional Economy: Implication for Anti-Disaster Investment Policy	Proceedings of the China-Japan Symposium on Policy and Methodology for Urban Earthquake Disaster Management, p.p.144-158	H.Tatano
2003	Development of Search and Rescue Simulator Based Spatial-Temporal Information System	Proceedings of The 2003 Joint Seminar and Stakeholders Symposium on Urban Disaster Management and Implementation, CBTDC, p.p.155-160	Y.Kajitani, H.Tatano, H.Motohisa
2003	Decision Principles for Disaster Risk Management	Third International DPRI-IIASA Symposium Integrated Disaster Risk Management, p.p.1-9	D.Marc Kilgour
2003	利用者の受容性を考慮した情報処理技術のインプリメンテーションプロセスー鳥取県智頭町を対象として	土木計画学研究・論文集 Vol.2 No.1,pp127-135	単著
2003	大規模地震に対する地域のプリペアドネス向上のための参加型コミュニティ・マネジメントに関する研究	地域安全学会論文集 No. 6	共著
2003	中国能源需求和能源強度予測的情景分析模型及其応用	CHINESE JOURNAL OF MANAGEMENT Vol.1 No.1	共著

発表年	論文名	発表誌名	共著者
2004	利用者の受容性を考慮した情報処理技術のインプリメンテーションプロセスー鳥取県智頭町を対象としてー	土木計画学研究・論文集Vol.2 No.1, p.p.127-135	畑山満則・河野俊樹
2004	都市地域リスク診断技法開発としてみた総合防災研究	京都大学防災研究所年報 (48), p.p.1-5	多々納裕一・鈴木祥之
2004	中国能源需求和能源強度予測的情景分析模型及其応用	CHINESE JOURNAL OF MANAGEMENT Vol.1 No.1, p.p.62-66	染 巧梅・魏 一鳴・范 英
2004	大規模地震リスクに備えるための参加型コミュニティ・マネジメントに関する実証的研究	土木学会関西支部年次学術講演会講演概要集IV-8-1, 2	田中正吾・多々納裕一
2004	大規模地震に対する地域のプリペアドネス向上のための参加型コミュニティ・マネジメントに関する研究	地域安全学会論文集 No. 6, p.p.347-355	田中正吾
2004	時空間統計モデルを用いた人口分布変動に基づく災害復興過程の分析	土木学会論文集No.772, IV-65, p.p.143-151	梶谷義雄・多々納裕一・松田曜子
2004	時空間GISによる地域情報共有と震災シミュレーション-緊急業務にも対応できる平常時システムの実現	京都大学防災研究所年報 (47), p.p.69-80	角本 繁・畑山満則
2004	交通ネットワークを考慮したSCGEモデルによる地震災害の被害計量化の枠組み	土木計画学研究・講演集, Vol.30CD-ROM	土屋 哲・多々納裕一
2004	健全度診断における最適診断供給条件と免許制度の意義	土木学会関西支部年次学術講演会講演概要集,IV-29	吉田 護・多々納裕一
2004	巨大地震災害時の交通施設の機能低下に起因する社会経済損失の計量化に関する研究	京都大学防災研究所年報 第47号 B, p.p.57-67	土屋 哲・多々納裕一
2004	巨大地震災害による基幹交通寸断に伴う間接被害の計量化に関する研究	土木学会第59回年次学術講演会講演概要集, 4-260, p.p.519-520	土屋 哲・多々納裕一
2004	都市の地震時における安全性を評価するための方法論	第19回『大学と科学』公開シンポジウム, 「ここまで進んだ日米の都市震防災 2004.11.2-3, p.p.40-43	
2004	先行的・適応的マネジメントとしてみた総合防災計画論: 挑戦と課題	第23回 日本自然災害学会講演会, p.p.141-142	
2004	時空間GISを利用した参加型洪水リスクマネジメントのためのシステム設計及び実装	第23回日本自然災害学会学術講演会講演概要集, III-1-4, p.p.147-148	松本卓也・多々納裕一・川寫健一
2004	Using diagnosis to improve Water Basin Management due to the risk of surface water contamination in Japan	Draft 9/2004.10.14	Jens HARTMANN, Jason LEVY
2004	Urban Diagnosis and Integrated Disaster Risk Management	Journal of Natural Disaster Science, Volume 26, No2, p.p.49-54	

発表年	論文名	発表誌名	共著者
2004	SCGE分析による東海・東南海地震の間接被害推計に関する研究	土木学会関西支部年次学術講演会講演概要集,IV-72	土屋 哲・多々納裕一
2004	SCGEモデルによる巨大地震リスクに対する交通ネットワークの評価	第18回ARSC研究発表大会, p.p.1-8	土屋 哲・多々納裕一
2004	Road Network Robustness for Avoiding Functional Isolation in Disasters	ASCE Vol 130 No.5, p.p.560-567	Hiroyuki Sakakibara, Yoshio Kajitani
2004	Reflections on Implementation Science	IIASA-DPRI IMDRiM Ravello Forum, p.p.1-23	Chennat Gopalakrishnan
2004	Optimal Maintenance of Infrastructures under Natural Disaster Risk	京都大学防災研究所年報第47号C, p.p.299-304	Takeshi NAGAE, Hirokazu TATANO
2004	MEASURING RISK PREMIUM AGAINST NATURAL DISASTER RISKS BY CONTINGENT VALUATION SURVEY	International Joint Conference 『Risk Assessment and Management』 with SRA Japan & China/KOSET/SETAC A/P, November, 4-6th, 2004, Ewha Womans University Seoul, Korea, p.p.55-56	Yoko MATSUDA, Hirokazu TATANO,
2004	Integrated Research on Methodological Development of Urban Diagnosis for Disaster Risk and its Applications	京都大学防災研究所年報第47号C, p.p.1-8	Hirokazu TATANO, Yoshimi HAGIHARA, Yosiyuki SUZUKI, Yasuhiro HAYASHI, Michinori HATAYAMA, Jens Hartmann, Takeshi NAGAE, Hidemaru SHIMIZU
2004	Integrated disaster risk management strategy to prevent exposure to hazardous substances due to inundation triggered releases: a concept for Japan	Journal of Natural Disaster Science, Volume 26, No2, p.p.87-93	Jens HARTMANN, Jason K.LEVY
2004	ECONOMIC RESTORATION AFTER A CATASTROPHIC EVENT: Heterogeneous Damages in Infrastructure and Private Capital and Their Effects on Economic Growth	A Paper presented at “the 51st Annual North American Meetings of the Regional Science Association International”, p.p.1-6	Hirokazu TATANO, Toshitsura HOMMA and Satoshi TSUCHIYA
2004	Damage Evaluation of Agro-meteorological Hazards in the Maize-Growing Region of Songliao Plain, China:Case Study of Lishu County of Jilin Province	Natural Hazards, Kluwer Academic Publishers, Vol.31,Issue 1, p.p.209-232	JIQUAN ZHANG, HIROKAZU TATANO, SEIJI HAYAKAWA
2004	CVMを用いた自然災害リスクに対する家計の危険回避選好の計量化	土木学会関西支部年次学術講演会講演概要集,IV-34	松田曜子・多々納裕一
2004	CVMを用いた自然災害リスクに対する家計のリスクプレミアムの計量化に関する考察	土木計画学研究・講演集, Vol.30CD-ROM	松田曜子・多々納裕一

発表年	論文名	発表誌名	共著者
2004	CVMによる家計の自然災害に対する主観的リスクの測定に関する考察	第59回年次学術講演会講演概要集 第4部, p.p.517-518	松田曜子・多々納裕一
2004	CVMによる自然災害に対する家計のリスクプレミアムの推定	第23回日本自然災害学会学術講演会講演概要集, III-3-1, p.p.163-164	松田曜子・多々納裕一
2004	Conflict Management as a part of Integrated Disaster Risk Management – Issues, Socio-Cultural Contexts, and Methodological Leverages	Proceedings of the 2004 IEEE Systems, Man, and Cybernetics Conference, p.p.1024-1028	Hiroyuki Sakakibara
2004	Assessing the composite risk of river contamination-perspectives, problems, methodology	京都大学防災研究所年報第47号C, p.p.289-297	Jens HARTMANN, Jason LEVY
2004	A SIMULATION-BASED OPTIMIZATION APPROACH FOR INTEGRATED FLOOD RISK MANAGEMENT	Paper Presented at JSPS-VCC Seminar on Water Environmental Planning, International Islamic University, p.p.1-11	Hirokazu Tatano
2004	A SCGE Framework of Economic Loss Assessment Caused by Transport Infrastructure Damage from Catastrophic Earthquakes	A Paper presented at “the 51st Annual North American Meetings of the Regional Science Association International”, p.p.1-12	Satoshi TSUCHIYA, Hirokazu TATANO
2004	A NEW RESEARCH PERSPECTIVE INTEGRATED MANAGEMENT FOR DISASTER AND ENVIRONMENTAL RISK	Paper Presented at JSPS-VCC Seminar on Water Environmental Planning, International Islamic University, p.p.115-130	
2004	A Japan's Challenge towards Anticipatory and Participatory Urban Disaster Risk Management: Case Study of Tonankai Earthquake Disaster Initiative	Paper Submitted to IUPEA Conference, Louisville,USA	Hirokazu Tatano
2004	(4)災害に強い社会システムに関する実証的研究((4)火山災害、気象災害、土砂災害等の災害対策に関する研究開発, 1プロジェクト研究)	防災科学技術研究所年報 15, 44, 2004-09-06 [目次], 独立行政法人防災科学技術研究所	福園輝旗
2004	時空間統計モデルを用いた人口分布変動に基づく災害復興過程の分析	土木学会論文集No.772, IV-65 pp143-151	共著
2004	Urban Diagnosis and Integrated Disaster Risk Management 2004	Journal of Natural Disaster Science, Volume 26, No2 pp49-54	単著
2004	Road Network Robustness for Avoiding Functional Isolation in Disasters	ASCE Vol 130 No.5 pp560-567	共著

発表年	論文名	発表誌名	共著者
2004	Integrated disaster risk management strategy to prevent exposure to hazardous substances due to inundation triggered releases: a concept for Japan	Journal of Natural Disaster Science, Volume 26, No2	共著
2004	大規模地震に対するプリペアドネス向上のための地域コミュニティ帰属型人的ネットワーク形成過程のモデル化	土木計画学研究・論文集, Vol.22, No.2 pp335- 344	共著
2004	能源需求与二氧化碳排放分析决策支持系統	中国能源, 第27卷, 第1期 pp41-43	共著
2005	討議 地域マネジメントの実際(後期)(地域経営ことはじめ講義ノート-地域経営アドバイザー養成セミナーの記録)	RIIM report (5), 中扉1枚, 2005-05,建設コンサルタンツ協会インフラストラクチャー研究所, p.p.55-65	寺谷 篤・亀岡 徹
2005	東海・東南海地震を対象とした地域防災力診断アンケートの基礎的分析	京都大学防災研究所年報, 第48回B, 平成17年4月, p.p.75-82	松田曜子・糸谷友宏
2005	地域診断型アンケートの利用による地域の災害対応能力向上手法に関する考察	第60回土木学会年次学術講演会講演概要集4-002-3. 4	松田曜子・糸谷友宏
2005	大規模地震に対する地域コミュニティのプリペアドネス向上過程に関する研究	土木学会関西支部年次学術講演会講演概要集,IV-20	柿沼誠之・田中正吾・松田曜子
2005	大規模地震に対するプリペアドネス向上のための地域コミュニティ帰属型人的ネットワーク形成過程のモデル化	土木計画学研究・論文集, Vol.22, No.2, p.p.335-344	田中正吾・松田曜子
2005	組織的知識創造過程としてみた災害リスクコミュニケーションの基礎的考察	日本リスク研究学会第18回研究発表会 講演論文集 第18集, 大阪大学, p.p.249-253	松田曜子
2005	生き生きと生きるまちづくりの実践としてみた防災の総合性	自然災害学会J.JSNDS24-2, p.p.105-106	
2005	性能規定型契約が家屋所有者の耐震化行動に及ぼす影響に関する分析	土木学会関西支部年次学術講演会講演概要集,IV-24	神谷 宏・多々納裕一・土屋 哲
2005	新潟中越地震による経済被害の計量化の枠組み	土木学会第60回年次学術講演会講演概要集4-005	土屋 哲・多々納裕一
2005	周辺地域災害の目撃経験が地震に対する個人の事前対策行動に及ぼす影響	第32回土木計画学研究発表会, 宮崎大学CD-ROM	松田曜子
2005	四面会議システム(地域経営ことはじめ講義ノート-地域経営アドバイザー養成セミナーの記録)	(財)建設コンサルタンツ協会インフラストラクチャー研究所, RIIM REPORT MAY 2005, p.p.35-38	寺谷 篤
2005	災害に対するプリペアドネス向上を目的とした地域診断の手法に関する考察	土木学会関西支部年次学術講演会講演概要集,IV-21	松田曜子・糸谷友宏

発表年	論文名	発表誌名	共著者
2005	能源需求与二氧化碳排放分析决策支持系統	中国能源, 第27卷, 第1期, p.p.41-43	染 巧梅・魏 一鳴
2005	新潟県中越地震による経済被害の計量化	京都大学防災研究所年報, 第48回B, 平成17年4月, p.p.117-124	土屋 哲・多々納裕一
2005	参加型コンフリクトマネジメントの概念系とその分析装置としてのコンティンジェント・ゲームモデル	土木計画学研究・論文集, Vol.22, No.1, p.p.31-38	榊原弘之
2005	ケースステーション・フィールドキャンパス構想: 京大防災研を中核とした国際的・学際的災害フィールドネットワークへの挑戦	京都大学防災研究所公開講座(第16回), 2005.9.30, p.p.55-60	
2005	いま再び問う、地域経営は何を目指すべきか	(財)建設コンサルタント協会インフラストラクチャー研究所, RIIM REPORT MAY 2005, p.p.39-40	
2005	Using PRTR database for the assessment of surface water risk and improvement of monitoring in Japan	Int.J.Critical Infrastructures, Vol.1, Nos.2/3, p.p.155-169	Jens Hartmann and Jason Levy
2005	THREE TYPES OF RISK COMMUNICATION PATTERNS AND CORRESPONDING MODELS DISCERNED FROM THE ANALYSIS OF ACTUAL DISASTER MANAGEMENT PROCESS	第32回土木計画学研究発表会, Vol.32, 宮崎大学CD-ROM	ZHANG Chao
2005	The Evolution and Consequence of Conflict Resolution Process in Case of Community Disaster Mitigation Conflict: A Case Study of Ichinose Community, Tottori Prefecture, Japan	Annual Conference of the Institute of Social Safety Science(地域安全学会), No.17, p.p.139-146	Suman Ranjan Sensarma
2005	SCGEモデルによる地震災害の経済的影響評価に関する研究	第32回土木計画学研究発表会, Vol.32, 宮崎大学CD-ROM	土屋 哲・多々納裕一
2005	Risk Communication Strategy for Disaster Preparedness Viewed as Multilateral Knowledge Development	2005 IEEE International Conference on Systems, Man, and CyberneticsCD-ROM	Yoko Matsuda
2005	RESPONSE OF HOUSEHOLD TO WARNING SYSTEM UNDER DISASTERS---COMPARING EARTHQUAKE AND FLOOD DISASTERS	第32回土木計画学研究発表会, Vol.32, 宮崎大学CD-ROM	Yulling LIU, Michinori HATAYAMA
2005	Rapid Assessment Tool for Diagnosis of Natech Risk in Urban Areas	Presented at the 14th SRA Europe Annual Meeting 2005, Como, Italy, 12-14 September	A.M.Cruz
2005	Participatory Community Diagnosis for Sustainable Disaster Preparedness: A Japanese Case Station	AESOP 05 VIENNA	Yoko Matsuda

発表年	論文名	発表誌名	共著者
2005	Modeling the Mountainous Community Disaster Mitigation Conflict: A Case Study of Ichinose Community, Tottori Prefecture, Japan	Fifth Annual IIASA-DPRI Forum Integrated Disaster Risk Management, Beijing Normal University	Suman Ranjan Sensarma
2005	Modeling Multi-Actor Decision Process in Conflict Situation: A Case of Community Disaster Risk Mitigation in Ichinose Community, Tottori Prefecture, Japan	京都大学防災研究所年報, 第48回B, 平成17年4月, p.p.83-94	Suman Ranjan Sensarma
2005	Measuring Quality of Human Community Life by Spatial- Temporal Age Group Distributions-Case Study of Recovery Process in a Disaster-Affected Region	Natural Hazards Review, Vol.6, Number 1, p.p.41-47	Yoshio Kajitani, Hirokazu Tatano
2005	Integrated Disaster Risk Management: Research on Methodology of Urban Diagnosis	京都大学防災研究所年報, 第48回C, 平成17年4月, p.p.1-5	Hirokazu TATANO, Yoshiyuki SUZUKI, Yoshimi HAGIWARA, Yasuhiro HAYASHI, Michinori HATAKEYAMA
2005	Implementation Science and its Integration into Research and Higher Education: The Role of Field Campus and Case Stations	WCDR, 2005.1	Chennat Gppalakrishnan
2005	EVACUATION-ROUTE-BASED REFUGE ANALYSIS: A CASE STUDY OF NAGATA WARD, KOBE CITY WITH THE HELP OF DIMSIS	第32回土木計画学研究発表会, Vol.32, 宮崎大学CD-ROM	Wei Wu, Michinori Hatayama
2005	Developing Community Safety Maps for Urban Diagnosis	京都大学防災研究所年報, 第48回B, 平成17年4月, p.p.95-100	Wei Wu, Michinori Hatayama
2005	CVMを用いた自然災害リスクに対する家計のリスクプレミアムの計量化	土木計画学研究・論文集, Vol22, No.2, p.p.325-334	松田曜子・多々納裕一
2005	Comprehensive Risk Management of Natural Disasters	城市減災, 2005.2	Zhang Ji-quan, TATANO Hirokazu
2005	COALITION ANALYSIS OF MOUNTAINOUS COMMUNITY DISASTER MANAGEMENT CONFLICT: A CASE STUDY OF ICHINOSE COMMUNITY, CHIZU, JAPAN	第32回土木計画学研究発表会, Vol.32, 宮崎大学CD-ROM	Suman Ranjan Sensarma
2005	Case Station and Field Campus as an Innovative Implementation Model for Disaster Research and Education	WCDR, 2005.1	
2005	Capability of urban diagnostic survey for community preparedness and disaster risk management	The 5th IIASA-DPRI Forum, Beijing	Yoko Matsuda

発表年	論文名	発表誌名	共著者
2005	ANALYSIS OF SPATIAL DISTRIBUTION OF SOIL CONTAMINATION AND POTENTIAL LINKAGES TO MULTIPLE DISASTERS : A CASE STUDY IN NAGOYA, JAPAN	第32回土木計画学研究発表会, Vol.32, 宮崎大学CD-ROM	Ana Maria Cruz, Shogo TANAKA
2005	A Review of Participatory Techniques/ Mechanisms and the Development of an Evaluation Procedure in the Context of Community-based Earthquake Risk Management	京都大学防災研究所年報, 第48回B, 平成17年4月, p.p.101-116	Robert Pawel Bajek
2005	A MENTAL MODEL APPROACH TO MEASURE THE EFFECTIVENESS AND RELEVANCY OF COMMUNITY BASED DISASTER MANAGEMENT ACTIONS IN NAGOYA, JAPAN	第32回土木計画学研究発表会, Vol.32, 宮崎大学CD-ROM	Robert Pawel Bajek
2005	CVMを用いた自然災害リスクに対する家計のリスクプレミアムの計量化	土木計画学研究・論文集, Vol.22, No.2 pp325- 334	共著
2005	参加型コンフリクトマネジメントの概念型とその分析装置としてのコンティンジェント・ゲームモデル	土木計画学研究・論文集, Vol.22, No.1 pp31-38	共著
2005	安全・安心なまちづくりと都市・地域診断手法	安全問題研究論文集Vol.1 pp1-6	共著
2005	Guest Editorial: Water and Disasters-Crafting Creative Solutions,	<u>International Journal of Water Resources Development</u> , Volume 21, Issue 4, pages 539-541.	共著
2005	Using PRTR database for the assessment of surface water risk and improvement of monitoring in Japan	International Journal of Critical Infrastructure, V Vol. 1, Nos. 2/3, pp. 55-169	共著
2005	Conflict over natural resource exploitation in a mountainous community: the trade-off between economic development and disaster risk mitigation - a case study	Journal of Natural Disaster Science, Vol. 27, No. 2, pp. 95-100	共著
2005	Measuring quality of human community life by spatial-temporal age group distributions: case study of recovery process in a disaster-affected regions	Natural Hazards Review, Vol. 6, No. 1, pp.41-47	共著
2005	災害の間接的経験と家庭での地震の備えの関連性分析	土木計画学研究・論文集 Vol.23, No. 2, pp243-252	共著
2005	Perspectives in participatory infrastructure management	JSCE Journal of Infrastructure Planning and Management D, Vol. 62, No. 3, pp. 417-429	共著

発表年	論文名	発表誌名	共著者
2006	複数主体が参加する地域防災の場における「地域防災力診断シート」の尺度構成と活用	安全問題討論会'06論文集 Vol.1, p.p.31-36	松田曜子
2006	土木計画学研究委員会	土木学会誌 91(1), 2006-01-15 , p.p.78-79	朝倉康夫
2006	中国保険市場に関するレビュー：災害保険を主として	京都大学防災研究所年報. B = Disaster Prevention Research Institute annuals. B 49(B), 207- 219, 2006-04-01	余 煒彬・横松宗太・
2006	生命体システムとしてみた都市・地域と総合的な災害リスクマネジメント	京都大学防災研究所年報. B = Disaster Prevention Research Institute annuals. B 49(B), 131- 136, 2006-04-01	
2006	災害の間接的経験と家庭での地震の備えの関連性分析	土木計画学研究・論文集 Vol.23, No. 2, , p.p.243-252	松田曜子
2006	現場知をフィードバックした地域防災力の下位尺度の再構成：項目反応理論による	第34回土木計画学研究発表 会, 香川大学CD-ROM	松田曜子
2006	安全・安心なまちづくりと都市・地域診断手法	安全問題研究論文集Vol.1, p.p.1-6	
2006	都市の地震時における安全性を評価するための方法論	第19回『大学と科学』公開シ ンポジウム講演収録集「ここ まで進んだ日米の都市地震防 災, p.p.100-106	
2006	自然環境と災害のリスク軽減を考えた国土と都市・地域の持続的なマネジメント	KSI中国シンポジウム 11月	
2006	洪水リスクマネジメントに関する研究	CREST 水の循環系モデリン グと利用システム 社会変動 と水循環の相互作用評価モデ ルの構築 成果報告シンポジ ウム, p.p.34-39	多々納裕一・畑山満則・ 竹内裕希子
2006	洪水リスクマネジメント、国際的水循環・水収支と自然環境および社会経済との関連	CREST「水の循環系モデリン グと利用システム」第3回領 域シンポジウム, p.p.147	多々納裕一・畑山満則・ 竹内裕希子・中山幹康
2006	減災を目指した安全・安心まちづくりー実践適用の知識形成を目指して	AFM c 化研講演会10月27日	
2006	安全で安心な都市・地域づくりのための災害リスクマネジメントと都市診断技法の開発、歴史的文化遺産に着目して	学術フロンティア「文化遺産 と芸術作品を自然災害から防 御するための学理の構築」, 2005年度末報告書, 立命 館大学歴史都市防災研究セン ター, p.p.131-134	

発表年	論文名	発表誌名	共著者
2006	Why people do or do not carry out "furniture fastening" for earthquake preparedness? Case study: Osaka Prefecture, Kishiwada City, Japan.	International Disaster Reduction Conference, Davos Switzerland 27th August – 1st September 2006 694, p.p.694-695	Robert Bajek
2006	Urban Soil Contamination Sites in Hazardous Areas: Community Actions	Poster presented At the European Geosciences Union General Assembly, Vienna, Austria, 2-8 April	A.M.Cruz
2006	Urban Diagnosis as a Methodology of Integrated Disaster Risk Management	Annuals of Disas. Prev. Res. Inst., Kyoto Univ., No. 49 C, 2006, p.p.1-7	Muneta YOKOMATSU, Yoshiyuki SUZUKI, Yoshimi HAGIHARA, Hirokazu TATANO and Michinori HATAYAMA
2006	Understanding Beijing's dilemma by coupling cellularautomata model and system dynamic model	International Young Scientists' Global Change Conference, Beijing, P.R.China, November 5- 8, 2006, p.p.96	Chunyang He, Qiaofeng Zhang, Peijun Shi
2006	The Q – Methodology approach to characterization of the attitudes and behaviors toward furniture nailing for earthquake preparedness	京都大学防災研究所年報第49 号B, p.p.167-172	Robert Bajek
2006	The Process of Conflict Resolution: A Case Study of Ichinose Disaster Management Conflict, Tottori Prefecture, Japan	Annuals of Disas. Prev. Res. Inst., Kyoto Univ. (京都大学防 災研究所年報第49号B) , p.p.173-180	Suman Ranjan Sensarma
2006	Risk of Survival- A Denominator of Social Conflict : An Illustration from Rajaji Natinal Park Conflict , India	Sixth Annual IIASA-DPRI Forum on Integrated Disaster Risk Management, Istanbul, Turkey.	Suman Ranjan Sensarma and Bijoyanand Misra
2006	Relevance analysis between indirect disaster experience and household earthquake preparedness	京都大学防災研究所年報第49 号B, p.p.155-166	Yoko Matsuda
2006	Participatory approach for post-earthquake reconstruction in the villages of Kachchh, India	Participatory Approach for Post- Earthquake Reconstruction in the Villages of Kachchh, India, p.p.197-206	Subhajyoti Samaddar

発表年	論文名	発表誌名	共著者
2006	NPOと住民が潜在的に持つ「地域防災力」の尺度構成の差異とその利用	第25回 日本自然災害学会学術講演会講演概要集, p.p.137-138	松田曜子
2006	Multistage Conflict Resolution Process in the Case of Community Disaster Risk Management: A Retrospective Analysis	2006 IEEE International Conference on Systems, Man, and CyberneticsCD-ROM	Suman Ranjan Sensarma
2006	Modeling urban expansion scenarios by coupling cellular automata model and system dynamic model in Beijing, China	Applied Geography, p.p.323-345	Chunyang He, Qiaofeng Zhang, Peijun Shi, Jingshui Zhang
2006	I n t e g r a t e d natural disaster risk management : comprehensive and integrated model and Chinese strategy choice	Journal of Natural Disasters Vol.15, No,1, Feb., 2006	Zhang Ji-quan, TATANO Hirokazu
2006	Furniture fastening for earthquake preparedness in Japan. Experts vs. Non-experts discourses - Q-method approach. Case study: Osaka Prefecture, Kishiwada City, Japan.	The Sixth DPRI-IIASA Forum on Integrated Disaster Risk Management took place August 13-17, 2006 in Istanbul, Turkey.	Robert Bajek
2006	Field Survey-Based Systematic Formalization of Lessons and Policy Issues on Disaster Risk Communication -- A preliminary approach	Annuals of Disas. Prev. Res. Inst., Kyoto Univ., No. 49 C, 2006, p.p.171-176	Chao ZHANG, Muneta YOKOMATSU, Yoko MATSUDA
2006	EXPERTS AND NON-PROFESSIONAL'S VIEWS ON FURNITURE FASTENING AS AN EARTHQUAKE PREPAREDNESS ACTIVITY.	第34回土木計画学研究発表会・講演集CD-ROM	Robert Bajek
2006	Diagnosis of NATECH risk in urban areas: A Methodology for preliminary assessment	Geophysical Research Abstracts, Vol.8, 10713, 2006 Sref-ID: 1607-7962/EGU06-A-10713, European Geosciences Union 2006	A.M.Cruz
2006	Development of an Adaptive Evacuation Route Algorithm under Flood Disaster	京都大学防災研究所年報第49号B, p.p.189-197	Yuling Liu, Michinori Hatayama
2006	Developing evaluation indicator for disaster shelter planning from the viewpoint of local people	The Sixth DPRI-IIASA Forum on Integrated Disaster Risk Management took place August 13-17, 2006 in Istanbul, Turkey.	徐偉・竹内裕希子・梶谷義雄
2006	Conflict over Natural Resource Exploitation in a Mountainous Community: The Trade off between Economic Development and Disaster Risk Mitigation --A Case Study	Journal of Natural Disaster Science, Vol.28, p.p.95-100	Suman Ranjan Sensarma
2006	Conceptual model of shelter planning based on the Vitae System	京都大学防災研究所年報第49号B, p.p.181-188	徐偉・畑山満則・何春陽

発表年	論文名	発表誌名	共著者
2006	Community Diagnosis for sustainable disaster preparedness	Journal of Natural Disaster Science, Vol.28, p.p.25-33	Yoko Matsuda
2006	Communicative Survey手法によるリスクコミュニケーション-神戸市長田区における避難所設計を題材として-	第25回 日本自然災害学会学術講演会・講演概要集, p.p.121-123	竹内裕希子・Xu Wei・梶谷義雄
2006	City and Region Viewed as Vitae System for Integrated Disaster Risk Management	Annuals of Disas. Prev. Res. Inst., Kyoto Univ., No. 49 B, 2006, p.p.131-136	
2006	Characterization of People's Attitudes toward Furniture Fastening Among 'Professionals' :Case Study of Kishiwada, Osaka	Annuals of Disas. Prev. Res. Inst., Kyoto Univ., No. 49 B, 2006, p.p.167-172	Robert BAJEK
2006	Analysis of the Chizu Ichinose Community Disaster Mitigation Conflict: The Process Matters	Infrastructure Planning Review, Japan Society For Civil Engineers, Vol. 23, No.2, p.p.299-308	Suman Ranjan Sensarma
2006	A scenario analysis of energy requirements and energy intensity for China's rapidly developing society in the year 2020	Technological Forecasting & Social Change 73, p.p.405-421	Yi-Ming Wei, Qiao-Mei Liang, Ying Fan, Hsien-Tang Tsai
2006	A Review on Chinese Insurance Market: Focus on Disaster Insurance	Annuals of Disas. Prev. Res. Inst., Kyoto Univ. (京都大学防災研究所年報第49号B), p.p.207-220	Weibin Yu, Muneta Yokomatsu
2006	A communicative survey approach to build community's coping capacity for disaster evacuation from the viewpoint of local residents	第34回土木計画学研究発表会, 香川大学CD-ROM	徐偉・梶谷義雄・竹内裕希子
2006	A Model Analysis Approach for Reassessment of the Public Shelter Plan Focusing both on Accessibility and Accommodation Capacity for Residents-Case Study of Nagata Ward in Kobe City, Japan	Journal of Natural Disaster Science 28(2), p.p.85-90	Wei Xu, Michinori Hatayama, Yukiko Takeuchi
2006	Dynamic Route Decision Model-based Multi-agent Evacuation Simulation- Case Study of Nagata Ward, Kobe	Journal of Natural Disaster Science 28(2), p.p.91-98	Yuling Liu, Yukiko Takeuchi
2006	Community diagnosis for sustainable disaster preparedness	Journal of Natural Disaster Science, Vol. 28, No. 1, pp. 25-33	共著
2006	Analysis of the Chizu Ichinose community disaster mitigation conflict: The process matters	Infrastructure Planning Review, Vol. 23, No. 2, pp. 299-308	共著

発表年	論文名	発表誌名	共著者
2006	Modeling urban expansion scenarios by coupling cellular automata model and system dynamic model in Beijing, China	Applied Geography, Vol. 26 pp. 323-345	共著
2006	Multistage Conflict Resolution Process in the Case of Community Disaster Risk Management: A Retrospective Analysis	IEEE International Conference on Systems, Man, and Cybernetics, Taipei, pp. 929-935, October 8-11, 2006	共著
2006	A scenario analysis of energy requirements and energy intensity for China's rapidly developing society in the year 2020"	Technological Forecasting & Social Change, Vol. 73, pp. 405-421	共著
2007	防災ワークショップの評価及び検証に関する研究	土木学会関西支部年次学術講演会, 大阪大学, 2007.5.	吉岡七輝・竹内裕希子・松田曜子
2007	中国における小額信用貸付と農地の経営権の流動化が災害リスクファイナンスに与える影響に関する一考察	平成18年度京都大学防災研究所研究発表講演会, 京都テルサ, 2007.3	横松宗太・Yu Wei-Bin
2007	生命体システムモデルの災害リスクマネジメントへの適用可能性	平成18年度京都大学防災研究所研究発表講演会, 京都テルサ, 2007.3	
2007	私の本棚と、書物が誘う自然災害問題への新しいアプローチの可能性	自然災害科学 25(4), 466-469, 2007-02-28 [目次] 日本自然災害学会 (1. 私の学び論とそれを支えた書,<特集>防災研究者の書棚: 私の学び論・それを支えた書)	
2007	災害復興援助における援助供与国政府と国際機関の連携に関する一考察	第35回土木計画学研究発表会, 九州大学, 2007.6.	池内隆介・横松宗太
2007	近隣の災害目撃経験が個人の地震に対する備えに及ぼす影響	防災研発表会E05	松田曜子
2007	援助供与国の経済的動機を考慮した災害復興援助の枠組みに関する一考察	土木学会関西支部年次学術講演会, 大阪大学, 2007.5.	池内隆介・横松宗太
2007	防災の参照軸としてのリスクマネジメントと両者の相互研鑽	日本リスク研究学会誌 17(1), 2007-03, p.p.7-14	
2007	生命システムモデルの災害リスクマネジメントへの適用可能性	京都大防災研究所年報第50号B, 平成19年4月, p.p.155-160	
2007	コミュニケーション・サーベイ手法による参加型災害リスクコミュニケーション-防災ゲーム「クロスロード」の活用-	2007年度リスク研究学会 第20回春期講演シンポジウム, 東京大学, 2007.6.	竹内裕希子・徐偉・矢守克也・梶谷義雄
2007	コミュニケーション・サーベイ手法によるリスクコミュニケーション	京都大防災研究所年報第50号B, 平成19年4月, p.p.171-176	竹内裕希子・徐偉・梶谷義雄

発表年	論文名	発表誌名	共著者
2007	洪水リスクマネジメントに関する研究	CREST 水の循環系モデリングと利用システム 社会変動と水循環の相互作用評価モデルの構築 成果報告シンポジウム	多々納裕一・畑山満則・竹内裕希子
2007	Water and Disasters	Water and Disasters, p.p.1-136	Chennat Gopalakrishnan
2007	Urban Diagnosis: A Methodology of Integrated Disaster Risk Management	Annuals of Disas. Prev. Res. Inst., Kyoto Univ., No.50C, 2007, p.p.1-7	Muneta YOKOMATSU, Yoshiyuki SUZUKI, Yoshimi HAGIHARA, Hirokazu TATANO and Michinori HATAYAMA
2007	Two-period Model of the Micro-credit System in Rural China: Considering the Sustainability of RCCs and Farmers' Long-run Utility	The 3rd Sino-Japan Joint Seminar on Modeling and Methodology for Complexity and Risk Management, Jiangsu University, China, 2007.8.	Yu Wei-Bin, Muneta Yokomatsu
2007	The social network process of the diffusion of innovation – A means of coping mechanisms under disaster risks	7th Annual IIASA-DPRI Forum on Integrated Disaster Risk Management, Young Scientist Season, Stresa, Italy, September, 2007	Subhajyoti Samaddar
2007	The Process of Community's Coping Capacity Development in the Sumida Ward, Tokyo – A Case Study of Rainfall Harvesting Movement	Annuals of Disas. Prev. Res. Inst., Kyoto Univ., No.50B, 2007, p.p.205-215	Subhajyoti SAMADDAR
2007	The Plan of Residents' Assignment to Sheltereeer with the Case Stude of Nagata Ward of Kobe City, Hyogo Prefecture, Japan		Wei Xu, Michinori Hatayama and Yukiko Takeuchi
2007	The Effects of Micro Credit and Transactions of Farmland Management Right on Diversification of Disaster Risk in China	Annuals of Disas. Prev. Res. Inst., Kyoto Univ., No.50B, 2007, p.p.161-169	Muneta YOKOMATSU, Wei-Bin YU
2007	Sustainability of Micro-credit System in Rural China	Annuals of Disas. Prev. Res. Inst., Kyoto Univ., No.50B, 2007, p.p.217-224	Weibin YU, Muneta YOKOMATSU
2007	Social Conflict over Displacement, Resource Rights and Survival Risk: A Case Study of Rajaji National Park, India	Annuals of Disas. Prev. Res. Inst., Kyoto Univ., No.50B, 2007, p.p.177-188	Suman Ranjan SENSARMA
2007	Reduction strategies, emergency management policies in China in view of global environmental change	International Disaster Reduction Conference IDRC 2007, Harbin Institute of Technology, International Conference Center, 2007.8.	

発表年	論文名	発表誌名	共著者
2007	Reducing drinking water pollution risks through implementing rainwater harvesting – An analysis of social innovation	日本リスク研究会第20回研究発表会 講演論文集(Vol.20, Nov.17-18, 2007), p.p.255-260	Subhajyoti Samaddar, Makoto Murase
2007	Participatory Approach for Post-Earthquake Reconstruction in the Villages of Kachchh, India	E03	Subhajyoti Samaddar
2007	Optimal combination of international and intertemporal diversification of disaster risk: role of government	Annuals of Disas. Prev. Res. Inst., Kyoto Univ., No.50B, 2007, p.p.225-232	Ye Tao, Muneta Yokomatsu
2007	Multi-agent Based Collaborative Modeling for Flood Evacuation Planning-Case Study of Nagata, Kobe	Annuals of Disas. Prev. Res. Inst., Kyoto Univ., No.50B, 2007, p.p.241-250	Yuling LIU, Yukiko TAKEUCHI
2007	Micro Credit, Transaction of Farmland Management Right and Diversification of Disaster Risk in Agricultural Villages in China	2007 IEEE Systems, Man, and Cybernetics Conference,2007.10, p.p.1776-1781	Muneta Yokomatsu, Yu Wei-Bin
2007	Micro Credit, Transaction of Farmland Management Right and Disaster Risk Finance in Rural China	7th Annual IIASA-DPRI Forum on Integrated Disaster Risk Management, Young Scientist Season, Stresa, Italy, September, 2007	Muneta Yokomatsu, Yu Wei-Bin
2007	Methodology of Urban Disaster Diagnosis for Enhancing Safety and Security of Urban Space and Infrastructure	講演会B20	
2007	Measuring community resilience	平成18年度京都大学防災研究所研究発表講演会, 京都テルサ, 2007.3	Robert BAJEK
2007	Managing Early Warning Systems for Tsunami Prone Communities: Preliminary Analysis of the Needs for Participatory Approach (PRA)	Annuals of Disas. Prev. Res. Inst., Kyoto Univ., No.50B, 2007, p.p.195-204	Saut SAGALA
2007	Lessons about Risk Communication Learned from the Case Studies of Typhoon Disasters	B19	Chao Zhang, Muneta Yokomatsu, Yoko Matsuda
2007	Japan's Jishu-bosai-soshiki community activities: Analysis of its role in participatory community disaster risk management	Natural Hazards. Special Edition on Integrated Disaster Management	Robert Baiek, Yoko Matsuda
2007	Integrated Urban Disaster Risk Management : An Innovation Approach and Challenge In The 21st Century	人文地理, 2007年第5期, 第97期, p.p.19-23	Zhang Ji-quan, Ahang Hui

発表年	論文名	発表誌名	共著者
2007	INTEGRATED DISASTER RISK MANAGEMENT (IDRIM): PERSPECTIVE, AND METHODOLOGY	Workshop on the Physics of Tsunami, Hazard Assessment Methods and Disaster Risk Management (Theories and Practices for Implementing Proactive Countermeasures), Trieste, Italy, 2007.5	
2007	Integrated Disaster Risk Management (IDRiM) : Perspective and Methodology	ICTP, Workshop on the Physics of Tsunami, Hazard Assessment Methods and Disaster Risk Management, 14-18 May 2007, Miramare- Trieste, Italy	
2007	Improving micro-credit system in the rural areas of China with credit insurance	平成18年度京都大学防災研究所研究発表講演会, 京都テルサ, 2007.3	Wei-Bin Yu, Muneta Yokomatsu
2007	Governance of Global Critical Infrastructure Systems under Natural Disaster Risks	1st ICASI, 3-12-2007, Kyoto	
2007	Game Theoretic Analysis of the Process of Player Empowerment in Resolving Social Conflict	2007 IEEE International Conference on Systems, Man and Cybernetics, Quebec, Canada, October 7-10,2007, p.p.1464-1469	Suman Ranjan Sensarma
2007	Examining Definitions of Resilience and Adjusting a Resilience Model to the Japanese Cultural Context: a preliminary study	Annals of Disas. Prev. Res. Inst., Kyoto Univ., No.50B, 2007, p.p.189-194	Robert BAJEK
2007	Diversifying disaster risk among countries and generations: a combined approach based on a two-country and overlapping-generation model	The 3rd Sino-Japan Joint Seminar on Modeling and Methodology for Complexity and Risk Management, Jiangsu University, China, 2007.8.	Ye Tao, Muneta Yokomatsu and
2007	Designing new institutions for implementing integrated disaster risk management:key elements and future directions	Disasters, 2007, 31(4), p.p.353-372	Chennat Gopalakrishna
2007	Challenges Expected towards Adaptive Management and Implementation Science with a focus on Integrated Disaster Risk Management (IDRiM)	The 3rd Sino-Japan Joint Seminar on Modeling and Methodology for Complexity and Risk Management, Jiangsu University, China, 2007.8.	

発表年	論文名	発表誌名	共著者
2007	Case Station-Field Campus (CASiFiCA) Contribution to DRH as Content Source	First Annual Workshop on Disaster Reduction Hyperbase - Asian Application, NIED-EDM, 2007.3	Yukiko Takeuchi
2007	Bottleneck Analysis of Disaster Risk Communication Problems Based on Post-disaster Field Surveys	Annals of Disas. Prev. Res. Inst., Kyoto Univ., No.50C, 2007, p.p.119-127	Chao ZHANG and Muneta YOKOMATSU
2007	An adaptive evacuation route algorithm under flood disaster	E18	Yuling Liu, Michinori Hatayama
2007	A model for disaster shelter planning from the viewpoint of local people -a case of Nagata Ward in Kobe City, Hyogo Prefecture, Japan	平成18年度京都大学防災研 究所研究発表講演会, 京都テ ルサ, 2007.3	Wei Xu, Yukiko Takeuchi, Yoshio Kajitani
2007	A model for China's energy requirements and CO ₂ emissions analysis	Environmental Modeling & Software 22, p.p.378-393	Ying Fan, Qiao-Mei Liang, Yi-Ming Wei
2007	A Diagnosis Model for Disaster Shelter Planning from the Viewpoint of Local People----Case Study of Nagata Ward in Kobe City, Hyogo Prefecture, Japan	Annals of Disas. Prev. Res. Inst., Kyoto Univ., No.50B, 2007, p.p.233-240	Wei XU, Yukiko TAKEUCHI and Yoshio KAJITANI
2007	A Complementary Effect of Provision of Micro Credit and Transaction of Farmland Management Right on Disaster Risk Sharing in Rural China	The 3rd Sino-Japan Joint Seminar on Modeling and Methodology for Complexity and Risk Management, Jiangsu University, China, 2007.8.	Muneta Yokomatsu, Yu Wei-Bin
2007	A model for China's energy requirements and CO ₂ emissions analysis”,	Environmental Modeling & Software, 22, pp. 378-393	共著
2008	地震災害時のライフライン途絶が及ぼす経済 被害の計量化に関する研究	地域安全学会論文集(10), 2008-11 [目次], p.p.355-364	土屋 哲・多々納裕一
2008	地域防災力の向上のための協働的な行動実践 化技法に関する研究	第27回日本自然災害学会学術 講演会概要集, p.p.95-96	羅 貞一・Liping Fang
2008	地域コミュニティの防災活動を支援する協働 的な行動実践化技法に関する研究	第3回 防災計画研究発表会 at Kyoto University, Oct. 25th	羅 貞一・Liping Fang
2008	減災型地域コミュニティマネジメントのため の戦略的リスクコミュニケーション技法に関 する研究	京都大学防災研究所年報51号 B, p.p.179-188	羅 貞一・竹内裕希子

発表年	論文名	発表誌名	共著者
2008	京都市中京区における自主防災会を対象とした参加型減災活動計画案の構築 Development of Participatory Action Plan for Community Disaster Reduction: Case Study at Nakagyo Ward, Kyoto City	立命館大学歴史都市防災研究センター 学術フロンティア 推進事業, 「文化遺産と芸術作品を自然災害から防御するための学理の構築」 2008年度報告書, p.p.153-156	
2008	基于营养系统的灾害避难所规划的概念模型	地害学 Journal of Catastrophology ZAIHAIXUE Vol.23 No.4, p.p.59-65	徐伟・岡田宪夫・徐小黎・史培军
2008	安全安心のまちづくりと参加型リスクマネジメント--パースペクティブと各論文の位置づけ(特集[日本リスク研究学会]第20回春期講演シンポジウム 安全安心のまちづくりと参加型リスクマネジメント)	日本リスク研究学会誌 18(1), 2008-08 , p.p.3-9	
2008	コミュニケーション・サーベイ手法による参加型災害リスクコミュニケーション-防災ゲーム「クロスロード」の活用-	日本リスク研究学会誌, 18(1), 2008, p.p.39-44	竹内裕希子・Xu Wei・矢守克也・梶谷義雄
2008	安心安全のまちづくりと参加型リスクマネジメント -パースペクティブと各論文の位置づけ-	日本リスク研究学会誌, 18(1), 2008, p.p.3-9	
2008	アジア型総合防災技術の形成: 開発援助における住民参加型減災マネジメントのメインストリーム化を目指して	開発金融研究所報, 第36号, 2008年3月, p.p.220-240	平岡香奈子
2008	Who are Individuals' Sources of Information to Make Adoption Decision - A Social Network Analysis	Japan-China 4th joint Seminar 20-21 December 2008, Yoshida Campus, Kyoto University.	Samaddar Subhajyoti
2008	Urban Diagnosis as a Method to Assess Vulnerability of Communities in the Context of Spatial Planning and Management; Kathmandu Valley	Annuals of Disas. Prev. Res. Inst., Kyoto Univ., No.51B, 2008, p.p.147-155	BHANDARI Roshan B
2008	Towards integrated disaster risk management : case studies and trends from Asia	Nat Hazards, 2008, Vol.44, p.p.163-168	Aniello Amendola, Joanne Linnerooth-Bayer, Peijun Shi
2008	The Government Sponsored Crop Insurance Program: Expected and Unexpected Consequences	京都大学防災研究所年報 代 51号B 平成20年6月, p.p.135-146	Tao Ye, Muneta Yokomatsu
2008	Scientific Challenges towards Enhancing Social Resilience against Disaster Risks	OECD Global Science Forum, Italy, 2008.10	
2008	Risk Awareness and Education Initiatives and Programmes Developed in Japan	Japan-China 4th joint Seminar 20-21 December 2008, Yoshida Campus, Kyoto University.	

発表年	論文名	発表誌名	共著者
2008	Project Proposal on Marine Global Critical Infrastructure	IRGC S & TC Conference, Geneva, Jun, 2008	
2008	Probabilistic exposure assessment to Total Trihalomethanes in drinking water: an EVT method	Int. J. Risk Assessment and Management, Vol. x, No. x, 200x Copyright ©, Inderscience Enterprises Ltd., p.p.424-431	Wei-Bin Yu, Ying Fan, Hiroshi Tsuno, Yi-Ming Wei
2008	Nagara River Estuary Barrage Conflict	Global Risk Governance Concept and Practice Using the IRGC Framework, Springer 2008, p.p.221-228	Hirokazu Tatano, Alkiyoshi Takagi
2008	Modelling dynamic urban expansion processes incorporating a potential model with cellular automata	Landscape and Urban Planning 86, p.p.79-91	Chunyang He, Qiaofeng Zhang, Peijun Shi, Jinggang Li
2008	Modelling and analysis of rainwater harvesting technology disseminating process based on Social Networks Threshold Approach	2008 IEEE International Conference on Systems, Man, and Cybernetics, Montreal, Canada, October 2008, Singapore , p.p.1494-1501	Subhajyoti Samaddar
2008	Methodology for preliminary assessment of Natch risk in urban areas	Nat Hazards 2008, Vol.46, p.p.199-220	Ana Maria Cruz
2008	Japan's Jishu-Bosai-soshiki community activities; analysis of its role in participatory community disaster risk management	Natural Hazards, Journal of the International Society for the Prevention and Mitigation of Natural Hazards Vol.44 No.2, Springer, February 2008, p.p.281-292	Robert Bajek, Yoko Matsuda
2008	Introduction to Marine Global Critical Infrastructure	National University of Singapore, Jun, 2008	
2008	Integrated Disaster Risk Management and Implementation Science	China, Nov, 2008	
2008	Improvement of Micro-credit's Sustainability and Farmers' Welfare: the Study on the Institutional Reformation of Rural Credit Cooperatives in China	Annals of Disas. Prev. Res. Inst., Kyoto Univ., No.51B, 2008, p.p.123-134	Wei-Bin YU, Muneta YOKOMATSU
2008	Implementation Challenges of Rainwater Harvesting Practice Reducing Drinking Water Pollution Risks in Coastal Bangladesh—A Social Network Analysis	Annals of Disas. Prev. Res. Inst., Kyoto Univ., No.51B, 2008, p.p.167-178	Subhajyoti SAMADDAR

発表年	論文名	発表誌名	共著者
2008	How do hazards related factors and cultural beliefs affect decision to evacuation? Case Study: Communities in Mt.Merapi.	Japan-China 4th joint Seminar 20-21 December 2008, Yoshida Campus, Kyoto University.	S.Sagala
2008	Governance of Global Critical Infrastructure Systems under Natural Disaster Risks	Asian Catastrophe Insurance, Flagstone Re, 2008, p.p.233-240	
2008	Examining the Relationship between Earthquake Preparedness Factors at Household Level, Case Study: Nakagyoku Communities, Kyoto City	Annuals of Disas. Prev. Res. Inst., Kyoto Univ., No.51B, 2008, p.p.155-166	S.Sagala, R.Dwiyani, R.Bajek, Y.Takeuchi
2008	CVMによる推計便益の信頼区間推定法	Annuals of Disas. Prev. Res. Inst., Kyoto Univ., No.51B, 2008, p.p.135-146	Tao Ye, Muneta Yokomatsu
2008	Consideration of natural hazards in the design and risk management of industrial facilities	Natural Hazards, Journal of the International Society for the Prevention and Mitigation of Natural Hazards Vol.44 No.2, Springer February 2008, p.p.213-227	Ana Mmaria Cruz
2008	Community diagnosis as a method for spatial risk reduction; A case study of Nepal	第3回 防災計画研究発表会 at Kyoto University, Oct. 25th	BHANDARI Roshan B.
2008	Combined International and Intergenerational Disaster Risk Diversification -- An Innovative Instrument for Government Intervention into the Private Disaster Insurance Program		Tao Ye, Muneta Yokomatsu
2008	China Agriculture Policy Insurance Pilot Program: the gap between design and implementation	第3回 防災計画研究発表会 at Kyoto University, Oct. 25th	Tao Ye, Muneta Yokomatsu and Peijun Shi
2008	Challenges towards Integrated Disaster Risk Management byaptive Management	International Conference on Crisis and Emergency Management(ICCEM), Kangwon National University(Samcheok) & Seoul Kyoyuk Munhwa HoeKwan, 2008.10	
2008	Case Station-Field Campus (CASiFiCA)-DRH: Illustrations of Process Technology	8th IIASA-DPRI Forum on IDRiM, Varese, 2008.8	

発表年	論文名	発表誌名	共著者
2008	Bottleneck Analysis of Disaster Risk Communication Problems Based on Post-disaster Field Surveys-Case studies of Two Typhoon Disaster in Japan	Journal of Natural Disaster Science 30(1), p.p.13-23	Chao ZHANG, Muneta YOKOMATSU, Yoko MATSUDA
2008	Adaptive Management for Integrated Disaster Risk Management and Governance	IDRC Davos Conference, Aug, 2008	
2008	Game Theoretic Analysis of the Process of Player Empowerment in Resolving Social Conflict	IEEE International Conference on Systems, Man, and Cybernetics, Montreal, Canada, October 2007.	共著
2008	コミュニカティブ・サーベイ手法による参加型災害リスクコミュニケーションー防災ゲーム「クロスロード」の活用ー	日本リスク研究学会誌, 18 (1), 39-44	共著
2008	安全安心のまちづくりと参加型リスクマネジメント--パースペクティブと各論文の位置づけ	日本リスク研究学会誌 18(1), 2008-08 pp3-9	単著
2008	Modelling dynamic urban expansion pro-cesses incorporating a potential model with cellular automata	Landscape and Urban Planning, Vol. 86, pp. 79-91, 2008.	共著
2008	Toward integrated disaster risk management: case studies and trends from Asia”	, Natural Hazards, Journal of the International Society for the Prevention and Mitigation of Natural Hazards, Springer, Vol. 44, pp. 163-168	共著
2008	Consideration of natural hazards in the design and risk management of industrial facilities	Natural Hazards, Journal of the International Society for the Prevention and Mitigation of Natural Hazards, Springer, Vol. 44, pp. 213-227	共著
2008	Japan’s Jishu-bosai- soshiki community activities: analysis of its role in participatory community disaster risk management	Natural Hazards, Journal of the International Society for the Prevention and Mitigation of Natural Hazards, Springer, Vol44, pp. 281-292	共著
2008	An application of SCGE model to assess the labour and capital related economic loss in Nankai earthquake	International Journal of Risk Assessment and Management, Vol. 8, No. 4, pp. 412-423	共著

発表年	論文名	発表誌名	共著者
2008	Probabilistic exposure Assessment to total trihalomethanes in drinking water: an EVT method	International Journal of Risk Assessment and Management, Vol. 8, No. 4, pp. 424-432	共著
2008	Citizen initiatives in planning and management of safer and secured towns – with a focus on participatory risk management	Journal of the Society for Risk Analysis – Japan Section, 18(1), pp. 3-9 (in Japanese).	共著
2008	Dynamic route decision model-based multi-agent evacuation simulation – case study of Nagata Ward, Kobe	Journal of Natural Disaster Science, 28(2) pp91-98	共著
2008	A model analysis for assessment of public shelter plan by focusing both accessibility and accommodation capacity for residents – case study of Nagata Ward in Kobe, Japan	Journal of Natural Disaster Science, 28(2) pp. 85-90	共著
2008	Bottleneck analysis of disaster risk communication problems based on post-disaster field surveys – case studies of two Typhoon disasters in Japan	Journal of Natural Disaster Science, 30(1) pp.13-23	共著
2008	Mathematical Model for Evacuation Shelter Location Planning	Disaster Research, 18,23(94) pp. 60-65 (in Chinese).	共著
2008	Multi-Party Conflict Analysis under Disaster Risk: Using Game Theoretic Model and Drama Theory as Analytical Tools Combined	Journal of Business and Technology, Vo. 1	共著
2008	International and Intergenerational Disaster Risk Diversification -- An Innovative Instrument for Government Intervention into the Private Disaster Insurance Program	IEEE International Conference on Systems, Man, and Cybernetics, Oct 12-16, Singapore, pp 2887 - 2894.	共著
2009	文化遺産の防災のための都市・地域計画とリスクマネジメント(<特集記事>文化遺産を自然災害から守るために)	日本自然科学 28-1 3-46 (2009), p.p.37-42	
2009	被災後の途上国支援の連携化に関するシステム論的研究 - インド洋沖津波災害後のインドネシアの事例 -	京都大防災研究所年報, 52B, p.p.195-205	杉本めぐみ
2009	地域診断型防災活動支援手法の開発：三段階システム	第22回地域安全学会研究発表会（春季）概要集	羅 貞一
2009	住民参加型の防災行動計画づくり支援のための四面会議システム技法	日本シミュレーション&ゲーミング学会全国大会論文報告集 2009年秋号, p.p.48-51	羅 貞一
2009	参加型防災ワークショップ技法の有効性と適用可能性に関する比較分析	土木学会関西支部年次学術講演会	松原 悠・羅 貞一

発表年	論文名	発表誌名	共著者
2009	援助要請型モデルを用いた災害復興政策に関する一考察	土木計画学研究・講演集, 39p65	池内隆介・横松宗太
2009	四面会議システムで行う知識の行動化形成過程の構造化検証に関する基礎的な研究	京都大防災研究所年報, 52B, p.p.165-172	羅 貞一
2009	総合的な災害リスクマネジメントとしてみた外国人のための防災	留学交流 vol.21 no.6, p.p.26-30	
2009	総合的な災害リスクマネジメント；おやじの総合力・包容力	京都大学防災研究所公開講座（第20回），2009.10.1, p.p.37-44	
2009	新水環境時代の道しるべ：Gross Greenlight Progress(GGP)の薦め	水文・水資源学会誌, Vol.22 No.3, p.p.175-176	
2009	災害リスクマネジメントの概要と水災害への適用	水循環 貯留と浸透, Vol.72, p.p.6-10	
2009	計画論の先端課題としてみた参加型減災コミュニティ計画論とその支援技法	平成20年度京都大学防災研究所研究発表講演会，京都テルサ，2009.2	
2009	Vitae System based multi-agent evacuation simulation for flooding into underground space	the Young Scientist Session of the 9th IIASA-DPRI Forum on Integrated Disaster Risk Management, IDRiM09, Kyoto, Japan, p.p.14-20	Yuling Liu and Dayong Shen
2009	Statistical Analysis of Correlation Between Hazard-Related Factors and Household Evacuation Decisions in Mt. Merapi, Indonesia	Annual Conference of Institute of Social Safety Science, Mie, Japan. June 5, 2009.	S.Sagala
2009	Production behavior under subsidized crop insurance: market equilibrium under subsistence constraint	the Second International Conference on Asian Catastrophic Insurance, Beijing, China, 2009.10	Tao Ye, Muneta Yokomatsu
2009	Production behavior under subsidized crop insurance revisited: can government subsidy achieve its desirable goal?	Proceedings of the Young Scientists session of the 9th IIASA-DPRI Forum on Integrated Disaster Risk Management, Kyoto, Japan, IDRiM09, p.p.52-59	Tao Ye, Muneta Yokomatsu
2009	Process Technology and CASiFiCA-DRH	Third Annual Workshop on Disaster Reduction Hyperbase - Asian Application, Tokyo, Jan, 2009	
2009	Preface	Journal of Natural Disaster Science 30(2), p.p.55	

発表年	論文名	発表誌名	共著者
2009	Predictors of Intention to Prepare for Volcanic Risks in Mt. Merapi, Indonesia	Journal of Pacific Rim Psychology, Vol.3 Issue:2, p.p.47-54	S.Sagala, D. Paton
2009	Policy Analysis for Hitting the Right Target: Risk Communication in Mt. Merapi	京都大防災研究所年報, 52B, p.p.173-180	S.Sagala
2009	Participatory and Adaptive Approaches for Integrated Disaster Risk Management	3rd International Conference of Crisis and Emergency Management(2009 ICCEM), Crisis and Emergency Management in Global Society: Human Dignify, Disaster Victims' Relief, and Climate Change Response., ソウルプレスセンター, 2009.9	
2009	Opening Dialogue from Kyoto University	Kick off Symposium of Ku-HSE, GCOE, Mumbai, Mar. 2009	
2009	Natural hazard resilience and sustainable development: All -hazards and cross cultural perspectives	Proceedings of 2009 International Conference on Disaster Prevention Technology and Mitigation Education (ICDM) Technology and Mitigation Education, p.p.25-38	Douglas Paton, Saut Sagala, Li-ju Jang, Chris E.Gregg
2009	Modeling Social Resilience of Mountain Communities Under Volcanic Risks. A case study of Mt. Merapi	2009 IEEE International Conference on Systems, Man & Cybernetics, San Antonio, Texas, US (サンアントニオ, 米国), October 11-14, 2009, p.p.2004-2009	S.Sagala, D.Paton
2009	Modeling and Analysis of Aid Coordination Processes for Post-disaster Education in Indonesia after the 2004 Indian Ocean Tsunami	2009 IEEE	Megumi SUGIMOTO, Liping FANG

発表年	論文名	発表誌名	共著者
2009	Maritime Global Critical Infrastructure Systems: An Emerging Perspective on Disaster Risk Governance Derived from IRGC-GCOE・KU Workshop	Academic Exchange Workshop on Global Critical Infrastructure Studies:Toward Disaster Risk Governance,GCOE-HSE, KU & Mext Grant-in-aid project on Disaster Risk Governance on Global Critical Infrastructure, Kyoto, Jun.6-7, 2009	
2009	Making Sense of Natural Hazard Mitigation: Personal, Social and Cultural Influences	Environmental Hazards	Douglas paton, S.Sagala, L.Jang, P.T.Burgelt and C.E.Gregg
2009	Labor Mobility, Goods Tradability, and Efficient Allocation of Disaster Risk	2009 IEEE International Conference on Systems, Man& Cybernetics, p.p.1992-1997	Tao Ye, Muneta Yokomatsu
2009	Investigating Children's Experiences of Living around Merapi Volcano: An Initial Step to Identify Children's Needs for Disaster Risk Management	Proceedings of the Young Scientists session of the 9th IIASA-DPRI Forum on Integrated Disaster Risk Management, Kyoto, Japan, IDRiM09, p.p.30-35	R.Dwiyani
2009	Introduction to the IRGC-KU Workshop on Maritime Global Critical Infrastructure Systems	International Workshop on Risk Governance of Maritime Global Critical Infrastructures (IRGC), Kyoto, Jun 4-5, 2009	
2009	Inter-sectoral allocation of disaster risk: is inter-secotral fiscal transfer creating the right incentives?	京都大防災研究所年報, 52B, p.p.207-216	Tao Ye, Muneta Yokomatsu
2009	Interpreting urban ritual event in terms of improving the capacity to cope with disaster risk; A case study of Kathmandu Authors : Paper Awarded as a Best paper in the Young Scientist Session of IDRiM09.	Proceedings of the Young Scientists session of the 9th IIASA-DPRI Forum on Integrated Disaster Risk Management, Kyoto, Japan, IDRiM09, p.p.7-13	Roshan Bhakta BHANDARI
2009	Interpreting urban ritual event as a means of activating the process of risk communication; A case study of Kathmandu, Nepal	Proceedings of the annual conference of the Institute of Social Safety, Science, No. 24 , p.p.71-74	Roshan Bhakta BHANDARI

発表年	論文名	発表誌名	共著者
2009	Integrated Disaster Risk Management (IDRiM): From Retrospect to Prospect	Integrated Disaster Risk Management (IDRiM) Forum, Kyoto Univ., 2009.10	
2009	Integrated Disaster Risk Management (IDRiM) with a focus on Adaptive Management	The 6th International Conference on Mining Science & Technology (ICMST2009), 中国鉱業大学 (徐州, 中国), 2009.10	
2009	Implementation of the Yonmenkaigi System for Sand Mining Management in Local Community of Merapi Volcano,	Proceedings of the Young Scientists session of the 9th IIASA-DPRI Forum on Integrated Disaster Risk Management, Kyoto, Japan, IDRiM09, p.p.36-40	Jong-il Na
2009	Formulating Time Tested Knowledge for Sustainable Disaster Risk Reduction; A Case Study of Kathmandu	京都大防災研究所年報, 52B, p.p.145-151	Roshan Bhakta BHANDARI
2009	DPRI's challenges towards Integrated Disaster Risk Management	Mumbai, Jan, 2009	
2009	Collaborative Action Planning for Community Disaster Reduction using the Yonmenkaigi System Method	2009 CORS/INFORMS International Meeting, Toronto, Canada, 2009.6	Jong il Na and Liping Fang
2009	Collaborative Action Development for Community Disaster Reduction by Utilizing the Yonmenkaigi System Method	2009 IEEE International Conference on Systems, Man& Cybernetics, San Antonio, Texas, US (サンアントニオ, 米国), October 11-14, 2009	Jong il Na and Liping Fang
2009	Children's Perception of Threat within Their Spaces of Activities, Case study: Merapi Volcano Area, Indonesia	京都大防災研究所年報, 52B, p.p.153-163	R.Dwiyani
2009	CASiFiCA Contribution for DRH	2nd Annual Workshop on Disaster Reduction Hyperbase - Asian Application, Beijing	Yukiko TAKEUCHI
2009	Brainstorming Discussions on Catastrophic Risks in the Council of Catastrophic Risks	世界経済フォーラム "Summit on the Global Agenda 2009", The Conference Centre of the Madinat Jumeirah (ドバイ, アラブ首長国連邦), 2009.11	

発表年	論文名	発表誌名	共著者
2009	A New Group Decision Approach: The Yonmenkaigi System Method	2009 CORS/INFORMS International Meeting, Toronto, Canada, 2009.6	Jong il Na and Liping Fang
2009	A Collaborative Action Development Approach to Improving Community Disaster Reduction Using the Yonmenkaigi System	Journal of Natural Disaster Science, Vol.30 No.2, p.p.57-69	Jong il NA and Liping FANG
2009	21世紀の公共空間創造を指し示す灯台としての土木学会	土木學會誌 94(4), 1, 2009-04-15	
2009	(1) Natural Disaster: human behaviors in disaster(or the IDRiM) (2) Risk Management: stakeholder participation (3) Implementation Science	2009 Summer Institute for Advanced Study of Disaster and Risk 'Theory and Concept' : the Essentials, August 3-14, 2009, Beijing Normal University, Beijing, China	
2009	総合的な災害リスクマネジメントとしてみた外国人のための防災	留学交流21 (6) , p.p.26-30	
2009	Labor Mobility, Goods Tradability and Efficient Allocation of Disaster Risk	IEEE International Conference on Systems, Man, and Cybernetics San Antonio, TX, October 11-14, pp 1992-1997	共著
2009	Collaborative Action Development for Community Disaster Reduction by Utilizing the Yonmenkaigi System Method	IEEE International Conference on Systems, Man, and Cybernetics San Antonio, TX, October 11-14, pp 1929-1934	共著
2009	A Collaborative Action Development Approach to Improving Community Disaster Reduction by the Yonmenkaigi System Method ,	Japan Society for Natural Disaster Science, Journal N Natural Disaster Science, V Vol.30 No.2 pp.57-69,	共著
2009	Premium subsidy for crop insurance as an incentive device in China: In which respects might it work wrongly?	Journal of Natural Disaster Science, Vol. 31, No. 2, pp39-48 (2009)	共著
2009	Predictors of Intention to Prepare for Volcanic Risks in Mt. Merapi, Indonesia	Journal of Pacific Rim Psychology, Vol.3 Issue:2	共著
2009	Analyzing Urban Rituals with Reference to Development of Social Capital for Disaster Resilience: A Case Study of Kishiwada, Japan	IEEE International CConference on Systems, MMan and Cybernetics, I Istanbul, Turkey, pp. 3 3477-3482.	共著

発表年	論文名	発表誌名	共著者
2009	Urban Ritual Events and Coping with Disaster Risk: A Case Study of Lalitpur Nepal “	Journal of Applied Social Science, an Official Publication of the Association for Applied and Clinical Sociology, Paradigm Publishers, USA.	共著
2010	A Challenge of Mutual Knowledge Development in Implementation of the Yonmenkaigi System for Sand Mining Management in Local Community of Merapi Volcano		Jong-ilNA
2010	世代重複モデルによる貨幣援助と災害復興過程に関する基礎的研究	第41回土木計画学研究発表会・講演集CD-Rom	横松宗太・戸田剛司
2010	韓国高校生を対象とした三段階システム技法による参加型災害シナリオワークショップ	京都大学防災研究所年報 B=Disaster Prevention Research Institute Annuals. B53, p.p.161-168	羅貞一
2010	Redefining the Game in Local Water Management Conflict: A Case Study	Water Resources Management 24 (15), p.p.4307-4316	Sensarma SR
2010	Predicting community earthquake preparedness: a cross-cultural comparison of Japan and New Zealand	Natural Hazards 54(3), p.p.765-781	Paton D, Bajek R
2010	Vitae System Based Agent Modeling and Simulation of Survivability-Critical Evacuation in Underground Flooding	the Proceedings of the 2010 IEEE International Conference on Systems, Man and Cybernetics, p.p.3133 - 3138	Liu, Shen D., Li
2010	A Participatory Workshop Approach to Disaster Scenario Development for Relief, Response, Recovery Process	the Proceedings of the 2010 IEEE International Conference on Systems, Man and CyberneticsCD-Rom	Jong-il NA and Liping FANG
2010	A Challenge of Mutual Knowledge Development in Implementation of the Yonmenkaigi System for Sand Mining Management in Local	Journal of Natural Disaster Science, Vol. 31 , No. 2, p.p..79-91	Jong-il NA, Ir.Bambang HARGONO Dipl HE M ENG, Djoko LEGONO and Naoki UEHATA
2010	Analyzing Urban Rituals with Reference to Development of Social Capital for Disaster Resilience: A Case Study of Kishiwada, Japan	the Proceedings of the 2010 IEEE International Conference on Systems, Man and CyberneticsCD-Rom	Bhandari R.B, Yokomatsu M.and Ikeo H.

発表年	論文名	発表誌名	共著者
2010	Integrated Disaster Risk Management with a focus on Multi-sector Involved Participatory Approach for Disaster Reduction: Challenges towards Social Implementation	The 4th International Conference on Crisis and Emergency Management(ICCEM'2010), October 15-17, 2010, Beijing, China	Jong-il NA
2010	Implementation of Disaster Scenario Workshop Utilizing the Sandankai System for Disaster Risk Communication in a High School of Korea	The Fifth China-Japan Joint Seminar on Risk Management-March, 2010 Addressing Climate Change: Disaster Risk Management & Energy Security	Jong-il NA
2010	Experiences of Local Community Involvement in Chizu and Its Implication to Sustainability	Japan Taiwan Joint Symposium on Disaster Education and Risk Communication for Climate Change Adaptation, October 15,2010, Kyoto,Japan	Jong-il NA [D]
2010	Disaster Scenario Workshop for Disaster Education at Community Level Utilizing the Sandankai Method	2nd Symposium of Disaster Risk Management for Human Security Engineering in Asian Megacities	Jong-il NA
2010	Modeling Social Resilience of Mountain Communities Under Volcanic Risks. A case study of Mt. Merapi	IEEE International Conference on Systems, Man, and Cybernetics, October 11-14, (2009)San Antonio, Texas, USA Journal of Pacific Rim Psychology, No13(2): pp. 47-54	共著
2010	Interpreting Urban Ritual Event in Terms of Improving the Capacity to Cope with Disaster Risk: A Case Study of Kathmandu”	Journal of Japan Society for Natural Disaster Science (JNDS), Vol.32, No. 1, pp. 31-42.	共著
2010	Redefining the Game in Local Water Management Conflict: A Case Study,	Water Resources Management ,vol.24	共著
2010	Participatory Workshop Approach to Scenario Development for Disaster Relief, Response and Recovery Processes	IEEE International Conference on Systems, Man and Cybernetics, Istanbul, Turkey, October 10-13, pp. 3433-3438	共著

発表年	論文名	発表誌名	共著者
2010	Challenge of Mutual Knowledge Development in Implementation of the Yonmenkaigi System for Sand Mining Management in Local Community of Merapi Volcano	Journal of Natural Disaster Science, Vol.31, No.2 pp.79-91	共著
2010	Making sense of natural hazard mitigation: personal, social and cultural influences.	Environmental Hazards	共著
2010	Investigating Risk Communication Process for Community's Disaster Reduction with a Framework of "Communicative Survey Method	Journal of Natural Disaster Science, Vol 32, No.2	共著
2010	A Scientific Challenge for Society under Sustainability Risks by Addressing Coping Capacity, Collective Knowledge and Action to Change: A Vitae System Perspective	Journal of Natural Disaster Science, Vol 32, No.2	単著
2010	Designing New Institutions for Implementing Integrated Disaster Risk Management (IDRM): Key Elements and Future Directions	Natural Disasters.(In Press)	共著
2011	Analysis of Self-Evacuation to Rescuing Process under Survivability-Critical States in Underground Flooding by Vitae System-Based Agent Modeling and Simulation	IEEE International Conference on Systems, Man and Cybernetics, Istanbul, Turkey, October 9-12 (Forthcoming)	共著

総 説

発表年	論文名	発表誌名	共著者
1983	水資源計画・管理と水配分問題—そのシステム論的位置づけ	システムと制御Vol.27,No.10 pp625-633	
1986	道路の整備度指標の諸問題と性能評価法の開発—地域のニーズに応えるために—	高速道路と自動車 第30巻 第3号 pp17-25	
1988	コンフリクト分析：数学的アプローチの展望	BASIC数学9月号，現代数学社 pp30-34	
1990	費用割振り問題のゲーミング分析	シミュレーション&ゲーミングVol.1 pp78-83	
1993	自然災害リスク	日本リスク研究学会誌 5 (1) pp18-21	
1996	安全質を高める国土管理と基幹的交通基盤整備へむけて	高速道路と自動車， VOL. 39， NO. 9	
1996	複合災害のリスクマネジメント--防災の新パースペクティブ (特集:阪神大震災リスク問題)	日本リスク研究学会誌 7(2) (第2部:パネル討論)	
2000	普段着の都市づくり—巻き込みつ，巻き込まれつ，その道の達人	建設業界 ，p.p.27	
2002	21世紀におけるアジア型防災戦略を考える：パラダイム転換と日本の役割	国際協力銀行，p.p.180-200	
2002	リスクマネジメントの時代と社会基盤整備の新潮流	地質と調査第4号，p.p.2-6	
2002	防災問題のリスクマネジメントとその新しい世界の潮流	日本リスク研究学会誌14 (1) ，p.p.1-2	
2002	リスクマネジメントの時代と社会基盤整備の新潮流	地質と調査第4号 pp2-6	
2003	震災リスクって何ですか？	最強のリスクマネジメント，東洋経済新聞社，2003.7.16増刊	
2004	持続的な国土と地域づくりのための総合的な災害リスクマネジメント	人と国土21-特集防災対策-第30巻第4号11，p.p.16-22	
2005	交換留学制度を通じた工学教育の国際化	社団法人日本工学教育協会，工学教育Vol. 53， No.2， p.p.36-42	福山 敬，キース・W・ハイペル
2005	総合防災～減災型安全・安心社会をつくるための外堀からのアプローチ～	月刊福祉，特集災害対策の新たな視点～震災から10年を経て～，p.p.12-15	
2005	災害に強い社会システムづくりへ向けて	財団法人建築保全センター，機関紙REまさかの災害，建築／保全No. 147，p.p.11-16	
2005	新しい地域経営の潮流とその哲学	(財)建設コンサルタンツ協会インフラストラクチャー研究所，RIIM REPORT MAY 2005，p.p.1-9	

発表年	論文名	発表誌名	共著者
2005	総合防災～減災型安全・安心社会をつくるための外堀からのアプローチ	月刊福祉, 特集災害対策の新たな視点～震災から10年を経て～ pp12-15	
2005	交換留学制度を通じた工学教育の国際化	工学教育 Vol. 53 No. 2	
2007	防災の参照軸としてのbリスクマネジメントと両者の相互研鑽	日本リスク研究学会誌 17(1) pp7-14	
2008	地域マネジメントの実際(H17) (地域経営の視点とマネジメントの実際－地域経営アドバイザー養成セミナーの記録(2))	RIIM report (6), 2008-04, 建設コンサルタント協会インフラストラクチャー研究所, p.p.53-73	
2008	生き生きと生きる地域づくりと社会システムの眼がね(地域経営の視点とマネジメントの実際－地域経営アドバイザー養成セミナーの記録(2))	RIIM report(通号6), 建設コンサルタント協会インフラストラクチャー研究所, p.p.25-33	
2008	生き生きと生きる地域－主体的に生きるとは(地域経営の視点とマネジメントの実際－地域経営アドバイザー養成セミナーの記録(2))	RIIM report(通号6), 建設コンサルタント協会インフラストラクチャー研究所, p.p.7-11	
2009	総合的な災害リスクマネジメントとしてみた外国人のための防災	留学交流 vol.21 no.6 pp26-30	
2009	新水環境時代の道しるべ: Gross Greenlight Progress(GGP)の薦め	水文・水資源学会誌, Vol.22 No.3 pp175-176	
2009	災害リスクマネジメントの概要と水災害への適用	水循環 貯留と浸透, Vol.72 pp6-10	
2011	ブータンと日本の大震災で想うこと	科学, 81巻, 第6号, 特集ブータン: 〈環境〉と〈幸福〉の国, 岩波書店, 2011,6,1	

著 書

発表年	著書名	発表誌名	共著者
1975	土木計画学便覧 (線形計画法)	技報堂	
1976	線形計画法	土木計画便覧, 技報堂, p.p.734-748	
1984	岡田憲夫(分担執筆): 土木計画学ハンドブック (計画技法)	技法堂	
1985	Norio Okada (coauthoring one chapter), ed. by Peyton Young, Cost Allocation: Methods, Principles, Application,	North-Holland, Amsterdam	
1985	岡田憲夫(分担執筆) 吉川和広(編著): 土木計画 学演習	森北出版	
1985	土木計画学演習	森北出版	吉川和弘, 木俣 昇, 春 名 功, 田坂隆一郎, 萩 原良巳, 山本幸司, 小林 潔司, 渡辺晴彦
1988	コンフリクトの数理 メタゲーム理論とその 拡張	現代数学社	Keith W. Hipel, Niall M. Fraser, 福島雅夫
1988	コンフリクト分析: 数学的アプローチの展望	BSIC数学9月号, 現代数学社, p.p.30-34	
1989	国際交流でむらおこしPart 1 展望 開かれた地域 主義に向けて	環境文研第15号, p.p.2-13	長尾眞文, 寺谷 篤
1989	地域づくりの自発的オーガナイザー-鳥取県智 頭町活性化集団-	特集・新しい地域づくりの潮 流, p.p.51	
1990	岡田憲夫, 白木 渡: 例題で学ぶ技術者の確率 統計学	共立出版	
1990	例題で学ぶ技術者の確率統計学	共立出版株式会社	白木 渡
1992	飯田恭敬, 岡田憲夫(編著): 土木計画システム 分析-現象分析編	森北出版	
1992	土木計画プロセスとシステムズ, アナリシス	森北出版, 基礎土木工学シ リーズ23, 土木計画システム 分析-現象分析編, p.p.24-38	飯田恭敬
1993	NorioOkada (coauthoring one chapter), ed. by A. E. Andersson et al. The Cosmo-Creative Society- Logistical Networks in a Dynamic Economy.	Springer	
1995	21世紀の都市と計画パラダイム	丸善出版	吉川和広

発表年	著書名	発表誌名	共著者
1996	安全質を高める国土管理と基幹的交通基盤整備へむけてUpgrading the Quality of Safe for National Land Management – Towards Strategic Development of Arterial Transportation Network	高速道路と自動車, VOL.39, NO. 9Expressways and Automobiles, Vol. 39, No. 9, p.p.7-10	
1997	岡田憲夫(分担執筆) 吉川和広(著): 21世紀の都市と計画パラダイム	丸善出版	
1997	岡田憲夫, 杉万俊夫 (日本科学と地域の出会い館編): ひまわりシステムのまちづくり—進化する社会システム	はる書房	
1997	国土のリスクマネジメントとしてみた総合防災 —震災を教訓として	都市問題研究, 第49巻9号, p.p.74-87	
1997	水資源計画・管理のシステム	水資源ハンドブック, 朝倉書店Handbook of Hydrology and Water Resources, ed. by Japan Society of Hydrology and Water Re, p.p.297-306	
1998	Methodology for netbenefit allocation for reservoir redevelopment	Sustainable Reservoir Development and Management , IAHS No.251, p.p.112-120	H. Sakakibara
1999	岡田憲夫(分担執筆) 土木学会編「土木用語辞典」	技報堂	
1999	土木学会編「土木用語辞典」	技報堂出版	多々納裕一
1999	大きな変革は,小さなシステムでいいんです。	New. Paradigm特集: 始まりの大航海時代Part2続「事始めの発明」, p.p.42-57	
1999	Cost Allocation Problem in Multi-purpose Reservoir Development Including Environmental Management Participant	Local Knowledge and Innovation, MARG, p.p.299-306	Tanimoto, K
2000	岡田憲夫, 杉万俊夫, 平塚伸治, 河原利和: 地域からの挑戦-鳥取県・智頭町の「くに」おこし, 岩波ブックレットNo. 520	岩波書店	
2000	地域からの挑戦-鳥取県智頭町の「くに」おこし	岩波ブックレット	
2000	[概説] 自然災害のリスクマネジメント	TBSブリタニカリスク研究会編, p.p.94-99	多々納裕一
2000	土木学会編: 海岸施設設計便覧	土木学会	
2000	Kasology : A Missing Research Perspective in Sustainable Regional Management-Challenges Started from Japan	25 Jahre Institute für Raumplanung und Landliche Neuordnung an der Universität für Bodenkultur Wien (IRUB), p.p.69-85	

発表年	著書名	発表誌名	共著者
2000 (2006)	岡田憲夫(分担執筆) リスク研究会(編): リスク学事典	TBSブリタニカ (阪急コミュニケーションズ(改定増補版))	
2001	岡田憲夫(分担執筆) 京都大学防災研究所(編): 防災学ハンドブック	朝倉書店	
2001	防災学ハンドブック	京都大学防災研究所編, 朝倉書店	多々納裕一
2001	21世紀のchallenge : 地域の小さなフィールドを通して	(社) 建設コンサルタンツ協会, p.p.51-55	
2002	岡田憲夫(分担執筆) 日本自然災害学会監修 防災事典	築地書館	
2002	Norio Okada and Hiroyuki Sakakibara, "Water Hazards caused by Naturally-Occurring Hydrologic Extremes". In Knowledge for Sustainable Development: An Insight into the Encyclopedia of Life Support Systems, Vol. II, pp. 243-263, UNESCO Publishing-Eolss Publishers, Oxford, UK		
2002	Norio Okada, Developing an Indicator of a Community's Disaster Risk Awareness. In J. J. Bogradi and Z. W. Kunzewicz (Eds.), Risk, Reliability, Uncertainty, and Robustness of Water Resources Systems, Cambridge University Press, pp. 62-69		
2002	コンフリクトの構図, 切り口としてのゲーム理論	土木学会誌, VOL.87, p.p.25-28	
2002	防災事典	日本自然災害学会, 築地書館	
2003	岡田憲夫(分担執筆) 京都大学防災研究所編: 防災計画論, 防災学講座4, 山海堂		
2003	防災計画論	京都大学防災研究所論編, 山海堂	今本博健, 河田恵昭, 林春男
2004	Norio Okada, "Cost Allocation". In Conflict Resolution, in Encyclopedia of Life Support Systems (EOLSS), Developed under the Auspices of the UNESCO, Eolss Publishers, Oxford, U.K., [http://www.eolss.net]		
2004	岡田憲夫(分担執筆)合意形成論 総論賛成・各論反対のジレンマ, 土木学会誌編集委員会編集(土木学会誌叢書2), 土木学会		
2004	コンフリクトの構図, 切り口としてのゲーム理論	合意形成論, 土木学会編集委員会編, 丸善, p.p.80-96	

発表年	著書名	発表誌名	共著者
2004	Water Environmental Planning	International Islamic University Malaysia	Alias Abdullah, Mohd Kamil Yusoff
2005	岡田憲夫(分担執筆), 多々納裕一, 高木義朗(編著): 防災の経済分析—リスクマネジメントの施策と評価, 勁草書房		
2005	災害リスクマネジメントの方法論と経済分析の交差	「防災の経済分析」, 勁草書房, 2005.6, p.p.343-351	
2006	亀田弘行(監修), 萩原良巳, 岡田憲夫, 多々納裕一(編著): 総合防災学への道, 京都大学出版会		
2006	総合防災学への道 「第1章 総合防災学へのPerspective」 「第5章5.1行動としての防災学」 「5.5利用者の受容性を考慮した情報処理技術のインプリメンテーションプロセス—鳥取県智頭町を対象として」	京都大学学術出版, 「総合防災学への道」, p.p.9-54, 503-504, 545-562	亀田弘行, 萩原良巳, 多々納裕一
2007	Chennat Goplakrishnan and Norio Okada (eds.): Water and Disasters, Routledge, New York		
2007	SOC計画とシステム分析	デガ出版, 2007	飯田恭敬, 井上博司, 朝倉康夫, 戸田常一, 木俣昇, 山本孝司, 小林潔司
2008	NorioOkada (coauthoring one chapter) eds. by Ortwin Renn and Katherin Walker: Global Risk Governance- Concept and Practice Using the IRGC Framework	Springer	
2010	岡田憲夫(監訳), 渡辺正幸, 石渡幹夫, 諏訪義雄ほか訳 : 防災学原論 原著 ベン・ウィズナーほか, At Risk: Natural hazards, people's vulnerability and disasters	築地書館	
2011	岡田憲夫(編集委員): 災害対策全書 1. 災害概論 公益財団法人 ひょうご震災記念21世紀研究機構 災害対策全書編集企画委員会編	ぎょうせい	

災害の総合的なリスクマネジメントへ向けて — 私の中での過去・現在・未来の研究誌 —

岡田憲夫

要 旨

約 20 年にわたる京都大学防災研究所の研究生活の旅路の中で、約 15 年間は災害リスクマネジメントという観点から総合防災研究の世界観を拓くという貴重な機会を得た。このたび定年退職という区切りの時(一里塚)を迎えるにあたり、本稿では筆者がこれまで築いてきた総合防災の世界観を開くいくつかの試みを総括する。その際、総合性を目指す上で概念モデル(生命体システム、五層モデル、アダプティブマネジメント等)が不可欠であること、その構築に当たって、ことばのモデルやメタファーの果たす可能性と限界についても言及する。

キーワード： 総合防災，生命体システム，五層モデル，アダプティブマネジメント，ことばのモデル，メタファー

1. はじめに

京都大学防災研究所には平成 3 年 4 月より、今年(平成 24 年)まで 21 年間お世話になった。最初の約 5 年間は水資源研究センターで、次の 5 年は総合防災研究部門、最後の 6 年間は巨大災害研究センターでの務めであった。おそらく、防災研究所の教授の中で、これほどしばしば研究領域や部署を替わる経験をした者はいないのではなかろうか。それを筆者はむしろ得難い多様な経験の機会に恵まれたこととして感謝している。研究人生をひとつの旅路にたとえるならば、その行く手にスリリングな分かれ道が待ち受けているほど旅の思い出と体験はそれだけ彩り深いものとなるというわけである。また 2009 年 4 月から 2011 年 3 月末まで 2 年間拙いながらに所長という重責を担うという機会もいただいた。これも筆者にとって、研究所での旅路の一里塚が終わる直前に訪れた、まったく新しいチャレンジでもあった。何とか職務を終えるかと思えたその最後の際にあの東日本大震災が起こった。所長としての 2 年の任期が終わる最後の教授会の途中でこの大震災が起こったことは筆者にとっても非常に衝撃的な体験であった。

いやしくも「防災」を日本ならず世界にも標榜する研究

所の部局の長としてこの未曾有の災害にどのように対処すべきなのか？そして定年退職という一里塚を目前にした研究者の一人としても、これにいかに向き合うべきなのか？この大震災の格別さは、1 年ほどで咀嚼できるスケールのものではない。今もその自問と模索は続いている。

以下本稿では、筆者がこれまでの 20 年余の研究の営みを単に振り返ることは控えることとする。むしろ研究生活の旅路の一里塚に立った今、ささやかではあるが、筆者が他の方々の力を得て築こうとしてきた知識蓄積と体験に触れるべきであろう¹⁾。しかしここではあくまで筆者が主導した概念モデル構築の試みに焦点を絞る。望むらくは、そのことで東日本大震災後の防災研究を進めていく上での視座の一つとなれば幸いである。

2. 筆者の中で養われてきた総合防災的世界観

養われた見方 1 (研究観 1)

- ・ 総合防災を進める上で、都市・地域計画やまちづくりを含めて考えることは不可欠である。このことは東日本大震災の後に現実に問題となってきた被災地の復興計画があちこちで頓挫していることから

も明白である。ところが都市・地域計画やまちづくりの一つの核となるべき社会基盤開発・整備の計画は一筋縄では行かない。

- ・ 社会基盤開発・整備の計画には、主導する主体(行政)以外に、多様な主体が関与し、その利害の調整が不可欠である。
- ・ 構想から実現までに長いリードタイムがあり、その間に多様なプロジェクトリスクが介在する。防災は、それ以外に自然や社会のハザードや人間社会の脆弱性などの多様で複雑なリスクが絡んだ活動である。
- ・ このようなリスクを分析し、マネジメントするための科学的な方法論が不可欠であり、それを事業実施や行動実践に活かす必要がある。

養われた見方 2 (研究観 2)

- ・ 防災研究は社会への実装(implementation)も視野に置いて進めるべきである。だからと言って(基礎的)理論を軽視してはいけない。今すぐに役に立たなくても、未来の先取りとして時間遅れで社会にたな卸しできることもある。良い理論とはそのようなポテンシャルを秘めたものでもある。総合防災の分野では10年後の社会システムのデザインに貢献する理論をいまのうちに開発しておくという意気込みが望まれる。
- ・ 理論を育む場としてのフィールドを軽視してはいけない。生きた地域・コミュニティを観測し、学び知することは都市・地域の計画マネジメントの研究と教育の精神・姿勢の形成にとり、きわめて有益である。
- ・ 同じ地域・コミュニティに長年にわたって関わることから、ある論理的記述や分析が安定的に可能となり、そこから他のところにも、より一般的に当てはまりうる論理的定形化の仮説設定の可能性が生まれる。

養われた見方 3 (研究観 3)

- ・ 防災の実効力を学問(自然科学・工学・社会科学)として高めるには防災の総合的な取り組み(鼎の研究スクラム)が不可欠であり、京大防災研はその条件を備えている。

防災に求められる総合的な取り組み(鼎の研究スクラム)とは、{N x H x P}とでも表現できよう。N は自然の振る舞いの理解、H は人間社会の振る舞いの理解、P は災害の軽減(変える)に結び付ける政策・デザイン・行動選択の理解と実現、にそれぞれ寄与する知識技術の形成・蓄積・改善のことである。幸い防災研はその三拍子が不十分なが

らも揃っている。少なくともその統合的強化を目指しているはずである。それを触媒する場や研究パースペクティブCを築くことを防災研が担ってほしい。C({ }で表わす)を起こす役割は指揮者にたとえることができる。これは何もPやHが担うとは限っていない。Nが担うのも含めて多様な協奏曲が奏でられてよい。

3. 生命体システム(Vitae System)モデルの世界観

筆者は10年ほど前から、生命体システム・モデル(Vitae System)の世界観が総合防災の研究には不可欠ではないかということを唱えてきた^{2), 3)}。今回の大震災を経験して、ますますその重要性と現実的意味が明白になったのではないか。つまり人も社会も地域も国土も地球社会もすべて、単独では生(活)きていけない宿命にあるという世界観をベースにしたアプローチが求められている。具体的には、Fig.1に示すように①生命(維持) (survivability), ②活力(維持) (vitality), ③共生(con-vivality) が互いに3角形でスクラムを組むことにより、生命の危機を乗り越えられるという世界観を表わした概念モデルである。今後、このような概念モデルを操作可能な形で具体の場面で社会にたな卸していくことも含めて、今後も研究を進めていく必要がある。

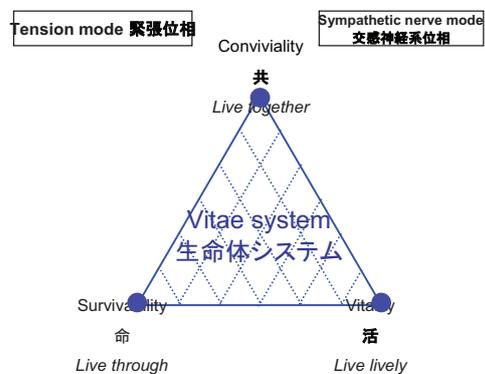


Fig.1 Vitae System Model

4. 「ことばのモデル」から総合防災の世界観を拓く

1995年以降に総合防災部門が新設されたときに、部門を作るために集った筆者をはじめとする研究者は、まず「総合防災」とは何かについて共通のイメージを作り、世界観を拓くためにいろいろとブレインストーミングを重ねることから始めた。これはある意味でことばを使って、ことばが紡ぎ、編み出した「蜘蛛の巣」(cobweb)と格闘することでもあった。

このような場合のオーソドックスなアプローチは、「総

合」が意味するいくつかの鍵概念を見出して、それに即して分類することでもある。これはある意味で、「総合」ということばに託した狙いや領域を分析的に捉えることから出発するというものであった。たとえば、「総合」を分析的に整理する基軸として、

- i) 時間軸上で災害発生前、災害発生(途)中、災害発生後を視野におき、その全体的統合を考える。
- ii) 地理空間上で災害発生とその影響が及ぶ局所(local point)、広域的地理空間(region)ならびにその影響が及ばない外部地理空間視野におき、その全体的統合を考える。
- iii) 総合防災のための計画・マネジメントのプロセスに見立てることにより、計画前、計画中、計画後を視野におき、その全体的統合を考える。この場合、計画とマネジメントのことばの違いと重なりが問題になる。ひとつの考え方は、計画前、計画中、計画後のすべての段階をひとくくりにしてマネジメントのプロセスとみなすことである。そうすると「計画・マネジメント」のプロセスは、「マネジメントプロセス」というふう置き換えられる。一方、計画後のみをマネジメントと呼び、計画前、計画中、計画後のすべての段階をひとくくりにして「計画・マネジメント」のプロセスとみなすという考え方も成り立つことになる。

ここまで述べたところだけでも、「ことばにことばを重ねる」ことによって言い換えたり、読み変えたりするのでかなりややこしい話しになってくる。これで話の骨子が居合わせているひとたちで通じているのかどうか？ それは、旧来の学問分野を越えて、ある種の学問的格闘に従事する者が、ことば(でコミュニケーションすること)の可能性について共通の信念が築けるのかという問題になる。論理的な展開にもなっているのか？ これは何が論理的なのか、厳密な意味での論理的展開に終始しなければ学問的営みではないのか？ そのような反問を立てながら、論争していくことが必要になってくる。

5. 思考の経済としてのシステム概念とシステム科学の援用⁴⁾

筆者たちが試みてきたもう一つの有効なアプローチは、これまでに科学知として積み上げられ、知的資産として共通に利用できるものは、総合(化)を進める場合も大いに活用すべきだということである。既に多くの先人が「思考過程でこのような橋を掛けることで無用に遠回りしなくてもよい」とする「思考の経済」の近道を用意してくれてい

る。それを活かすということである。

そのような科学知として「システム」概念と科学的ツールがある。つまり「総合化されたもの・こと」(「総合されるべきもの・こと」)を「システム」という概念で移し取る(概念的にモデル化する)アプローチが有効である。実は、上述した「プロセス」という概念も「システム」の派生概念である。システムとは何かというのも簡単ではなく、必ずしもこれで決まりというものはないが、一つの標準的な見方はつぎのようなものであろう。

- ① システムはそれ自体で一つの総体的な働きをする。
- ② システムは境界を持ち、総体的な働きをする内部と外部(システムの環境)に分かたれる。
- ③ システムは複数の構成要素から成り、相互に関連し合い、作用し合いながら、一つの総体的な働きをしている。
- ④ 各構成要素自体が、より小さなシステム(サブシステム)とみなすことができる。また当該のシステムそのものが、より大きなシステムの構成要素ともなっている。このような特徴をシステムの階層性という。

いずれにしても①~④のような定義や説明はある意味で最初の土台となるにすぎない。実は総合防災を、計画システム科学の研究指向性を持つ筆者のような人間が切り拓いていくためには、このような通り一遍の、しかも機械論的なシステム観に根差したアプローチでは自ずから限界があった。後で触れるように、もっと「生命体的な世界観」をベースにしたシステム科学を磨き上げることが急務である。そこでは、④のシステムの階層性は補正が必要となり、むしろフラクタル的な特徴や自己相似性が本質的な特徴とみなすことがより適切となると考えられる。さらに言えば、システム自体の存在がもはや自明ではなく、<「存亡の淵」に立つリスク>(survivability-critical risk)に向き合わなければならなくなる。それはある意味で、限りなくゼロに近くなりかけたシステムの存在可能性を、「存亡の淵」という土俵で残して、生き抜く側に押し返し、「一つの固有の存在としての主体性」を取り戻す。これを筆者は「ゼロ分のイチのプロセス」と呼んでいる。しかも「一つの固有の存在としての主体性」は、他者の同じような主体性が併存してこそ、協働的に存在していることになる。このような生命体のダイナミズムを本質的に表現し、総合防災の共有知としなければならない。筆者は2003年ごろからそのように確信するようになったが、2011年の東日本大震災でますますその確信が深まった。

6. 言語的イメージの持つ「総合性」の表現可能性：メタファー(隠喩)のことはモデル⁴⁾

ことばによるコミュニケーションの可能性を信念として認めることができるとすれば、メタファー(隠喩)のことはモデルを開発し、活用することが有効ではないだろうか？ 筆者たちはこのような着眼にもとづいて、総合防災の研究の鍵となる概念モデルをいくつか考案してきた。これらは総合防災の研究に求められる世界観を表現することばモデルだと言える。

ところでこれまで「概念」ということばを当然皆が分かることとして使ってきたが、これ自体そもそも何と説明すればよいのか？ これは昔からの哲学的論考の対象だったと考えられる。科学を築く基礎的知識とは何かという問題とも密接に関係していると思われる。筆者が気に言っている説明は、「言語としての数学」と題する論説にある次のようなものである。

ヒトだけではなく他の動物も、脳という器官を用いて外界の情報を処理する。その中で、ヒトだけが、盆と月という対象からの情報を円という抽象的なカテゴリーに分類して「類似性のあるもの」として受け止める。このようなヒト特有の外界の受け止め方を、私たちは「概念」と呼ぶ。数学が扱うのは、実在する対象ではなく、対象の受け止め方なのである。(新井⁵⁾)

なお余談であるが、新井はこの論説で、「数学が超越的な存在だからではない。ヒトという種の認知の仕方、つまり心というシステムの共通性が、私たちに<盆も月も同じような丸い形をしている>ことを認識させるのである」とも述べている。このことは数学に限らず、ヒトという種の認知の仕方を深めていくあらゆる学術活動は、このような概念を必要としていることを意味している。またヒトは、そのようなことはそれなりに認識できる能力を持っているのだという論評は、ヴィトゲンシュタインが後期に達した見解とも通じると思われる^{6),7)}。総合防災という新学問領域の世界を拓いていくために、このような概念(モデル)をいくつか開発し、それをブロックにして積木のように積み上げて、総合防災ということばに託した未知の世界への足場を構築していく。

ささやかですが、そのような営みの一端を以下簡単に紹介します。

7. 都市・地域・コミュニティを五層モデル(五重の塔モデル)として捉える¹⁾

私たちの都市・地域・コミュニティは五重の塔に見立てた五層モデル(Fig. 2)として捉えることが大変有効である。

たとえば五層モデルを用いて阪神・淡路大震災の教訓を整理すると以下ようになる。

- ・ 第5層(生活層 時間・日・週・月・年単位で変化する(させうる)もの)：地震の発生時刻が異なれば、都市のふるまいや抵抗力は異なり、被害の規模も様相も変わる。危機管理方策も異なったものとなる。第5層(生活層)：助け合いが出来るコミュニティが普段からできていれば、お年寄りと若者とが混在するところは、そうでないところと比べて人命が失われる可能性が少なくなる傾向がある。
- ・ 第4層(建築空間層 一年から数年単位で変化する(させうる)もの)：家屋の耐震性能や密集度の違いにより、被害の規模も様相も異なったものとなる。
- ・ 第3層(社会基盤層 数年から十年、二十年単位で変化するもの時間・日・週・月・年単位で変化する(させうる)もの)：高速道路やその他の基幹道路にリダンダンシー(迂回道路などの余裕性・ゆとり度)があると、被害の規模も様相も異なる。
- ・ 第2層(社会制度・慣習層 十年から数十年単位で変化する(させうる)もの)：各層の連携可能性や予測可能性は社会システムや利用可能技術の違いに依存し、その違いにより、被害の規模も様相も異なる。
- ・ 第1層(自然環境 数十年、百年、数百年、千年単位で変化する(させうる)もの)：地震の発生は内陸型か海溝型か、あるいはどの断層がずれるかなどのシナリオの違いにより、第1層から第4層に加わる物理的力や社会的力が異なり、それによって災害の被害規模も様相も異なる。

阪神・淡路大震災のような低頻度・甚大被害型災害(カタストロフ災害)へ適切に備え、事前に有効な方策を講じるためには、複数の層にまたがった垂直的な統合をいかに戦略的に行えるかが問題になる。たとえば老朽住宅が多く、細路や行き止まりの路地が多い密集市街地はそれ自身が公共時空間に関わる大きな災害リスクであるが、それに関わる要因は多様である。抜本的に密集市街地の土地区画を整え、土地利用を純化して物理的に改変するためには、第3層の社会基盤層や第4層の建築空間層の両方にまたがる調整を踏まえた統合的な整備が不可欠である。そのためには、第5層の日常的な生活を維持しながら、並行して第3層、第4層の関わる整備を実施する工夫が求められる。人々の日常生活を大きく拘束することで、そのような整備を促進することは可能であるが、現実にはそのような合意を関係生活者から得ることは容易ではなく、またその実現に長い時間が掛かるのである。結果的に、計画どおりに実

現できないうちに大震災に見舞われることになりがちである。



Fig.2 Storied Pagoda Model

このような近代化都市改造方式の欠点は、実現までに長い時間が掛かる間に災害が起こって結果的に間に合わないことになったり、関係住民の生活を犠牲にしたり、元のコミュニティを崩壊させたりした点にもある。これに対して、古いコミュニティを基本的に保持しながら、災害への対応能力を日ごろから高めるまちづくり方式を導入していくというアプローチが考えられる。そのためには、第2層の社会環境層のレベルでの制度的変化が必要になる。これは一見大変に長い時間が掛かることだが、後述するように「社会実験の試行モデル」により、成功事例を集中的かつ適応的に積み上げていくことにより制度改変のスピードを短縮し、タイムリーに実現していくことも戦略的に有効である。いずれにしても、このような五層モデルにおける複数の層を垂直に統合した総合的施策を導入すべきである。つまりカストロフな災害に長期的に備え、リスクを軽減化していくためには、都市・地域・コミュニティという時空間のまるごと性の再評価と蘇生のための総合的なリスクマネジメントが求められるのである。

さてほぼ一年前の2011年3月11日に東日本大震災が起こった。これは阪神・淡路大震災をはるかに凌駕する格別のカストロフな災害でした。しかし、この五層モデルは、この大震災を受けて、都市・地域を整えることの意義を総合的に捉え、より有効な戦略を立案していく上で、いろいろと役に立つ概念モデルなのである。たとえば津波により完膚無きまでに破壊された津々浦々の町村や集落コミュニティは、いわば五層モデルのうち、第5層から、第3層までがほとんど壊されてしまっている。それどころか第2層の社会制度・慣習層すら、これまでのものでは立ちゆかない。むしろ第5層から、第3層までをできるだけ速く復興するためには、第2層の社会制度・慣習層そのもの

を見直したり、新しく創ることが求められる。やっかいなことは、第5層は日々の生活であり、特に生計を建て直し、維持する fast parameter に関するのですが、順に下の層に下りて行くほど slow parameter となっている。

たとえば高台移転を進めるにしても、そのための合意をとり、防波堤、堤防、道路や鉄道、ライフライン等のインフラを計画し、整備するプロセスは、slow parameter の問題である。これに対して最上階(第1層)の生計の問題は、日、月の単位で変化していく fast parameter の問題です。復旧や復興は fast parameter に関するところから手を施していく必要がある。ところがここにはなかなか行政の手は届かない。むしろ fast parameter のところはいろいろな行政の部署が担っている。ここにちくばくさがあり、ともすれば高台移転が掛け倒れになる一因がある。これは同じ地域で過去の大震災・津波災害が繰り返され、その都度高台移転が最初は目標とされながら、そのうちに無しくずしくなってしまう過去の苦い経験をまたまた繰り返すことになりかねないのである。

原子力発電所の放射能汚染事故の深刻な影響を受けた地域を考えると、事態は格別深刻である。

話は少し飛ぶが、時は中国唐の玄宗皇帝の御代、西暦755年に安史の乱が勃発した。長安の都から避難せざるをえなくなった杜甫は、荒れ果てた都の様子を嘆いてつぎのような漢詩を詠んだ。

国破山河在 城春草木深 (春望 杜甫)

時は過ぎ去り、時は江戸時代。所は奥州、藤原氏三代が滅びた戦場の跡を訪れた芭蕉は杜甫の春望を意識しながら、

国破れて山河あり、城春にして草青みたり
と笠打ち敷きて、時のうつるまで涙を落としはべりぬ。

と記している。芭蕉という奥州の「山河」と、杜甫のいう「山河」はスケール観も、イメージされる具体の情景も大きく異なるように思われる。しかしもっと重要で深刻なことは以下の点にあるのではないかと

これまで人類が体験してきたあらゆる戦乱は、国土やふるさとがそれによってどんなに荒廃し、失われた命や資産、そして変わり果てた光景に人々が涙を流したとしても、遠からず人々はそこで生活や経済活動をはじめ、次第に復興してくる。しかし眼にはみえない放射能がことによると半世紀ちかく立ち入りを阻むかもしれない「荒廃した山河」は、「国破れて山河あり、城春にして草青みたり、されど踏み入れられぬ幾歳に惑う」というきわめて痛ましく過酷な状況にあるようでもある。ふるさとの景色を一から創り

直し、五層の塔をそれなりに整えるプロセスは、我が国の都市・地域計画やまちづくりが初めて体験する、「都市・地域計画やまちづくり」をはるかに超える難事業に思われる。日本だけではなく、世界の英知を注ぎ込んで世代をまたがって取り組まなければならない。大自然が21世紀の私たちに突き付けた挑戦状ではないだろうか？

8. まちづくりと住民の役割⁴⁾

伝統的な計画のシステム技術に加えて、最近では、複数の主体やグループが参加やより積極的な参画という形で、協働的にまちづくりを進めていくノウハウや制度が求められてくる。またそれを切り盛りできる段取り役や交渉・調整役、意見の総合的な取りまとめ役になりえる人材が求められている。このことはたとえば、東日本大震災の被災地では切実な課題となっている。また西日本でも、東日本大震災の教訓を活かし、東海・東南海・南海地震にいかにも備え、事前の行動をとっていかかが、まったなしの問題となっている。そこでは、行政が主導し、住民が巻き込まれるタイプの「行政主導(government-led)のまちづくり」だけでは、もはや的確に事態に対応できない状況がそこかしこに起こってきている。むしろ住民が主導的にまちのありようを考え、自分たちでできるところは自らそれを担うとともに、できないところは行政に支援を求め、また当事者として交渉する。つまり「住民主導(citizen-led)のまちづくり」が切実に求められている。

そもそも行政の致命的な弱みは、旧来の縦割りから脱して部署を越えた柔軟で創造的な取り組みがきわめて苦手であるという点にある。このような意味での部署を越えた協働的な連携は行政が苦手とするところである。さらに難しいのは、行政自ら率先して「現状を革新していく」ということが体質的に不得意だということである。あるいはそのようなモチベーションが内発的に働きにくいということでもある。この場合、行政の首長などが強い政治的リーダーシップを取って率先して「現状を革新していく」ことにより、行政に携わる人たちがそれを進めていくということが考えられる。しかしながら、その場合でも選挙で選ばれた政治家である首長の強い政治的舵とりは、ときとして選挙民の中の英雄待望型ポヒュリズムにその先導力(扇動力?)を求めて、結果的に民主主義から逸脱してしまう陥穽が待っていることになりがちである。人類の歴史にいくらかでもそのような事例を求めることができる。

筆者は四半世紀にわたって鳥取県智頭町の地域活性化運動に研究者の立場から伴走してきた。それ以外にも、都市や山間地域のいくつかの地域活性化運動を観察する機会が何度もあった。その結果、きわめて両極にまたがった

複眼的な住民観を持つにいたった。それはつぎのようなものである。

- a. 住民の多くはともするとご都合主義で、地域コミュニティの現状と将来について通常は無関心である。地域コミュニティやまち・むらはそのようであることが当たり前で、いつまでも存続して当たり前と思う人が多い。ただしいったん地域のことで自身の利害に関することが起こると途端に強い関心を寄せるが、ともすれば身勝手に、行政などにクレームをつけるが、自分たちが解決できるはずのことについても自発的に考え行動しない傾向にある。近隣コミュニティの現状や将来を変えていくことに関与や責任をもつという発想やそれを実践する力を欠いている。
- b. その一方で住民の中には、a.とは異なる意識や、態度、行動をとることができる人が、ごく少数であるが存在することが期待できる。そればかりか、中には行政の弊に通暁し、地域コミュニティのことにも関心が高い人がいる。役所の発想では出てこないアイデアを持ち、良く学習・勉強し、専門家や外部者のものの見方を積極的に学んでいる。そのような人が地域コミュニティの人たちに信頼され、少数でも強い支援者や協力者がいるとき、その人は地域リーダー(local champion)として絶妙な役割を果たす。

つまり、住民の多くは a.のような状態にあるにしても、ごく少数であってもむしろ b.のようなタイプの地域リーダーやその強い支援者や協力者がいる場合、「住民主導(citizen-led)のまちづくり」は不可能ではない。そのようなことが始まると弾みがついて、a.のような状態にある住民にも少しずつ変化が現れる。そればかりかそれをサポートする行政や専門家、外部者にも協働のまなびの効果が生まれてくることが期待される。

9. 多階層入れ子構造のアダプティブマネジメント⁴⁾

筆者は四半世紀の現場体験を通じて、そのことを痛いほど体感するとともに、これをある種概念モデルとして説明し、そのノウハウの継承の可能性を模索してきた。その結果生まれたのが、「多階層入れ子構造のアダプティブマネジメント」であり、それをメタファーのモデルとして表現した一つが、「峠越え、峠越え、また峠越えのまちづくり」である。多階層入れ子構造のアダプティブマネジメントは、まず基本のプロセス・サイクルとして Fig. 3 のような Plan-Do-Check-Action (PDCA サイクル) の循環構造をベースにしている。もともと工場の生産工程における品質管

理運動などに適用された PDCA サイクルは、本来、創造的な営みや新しい挑戦を戦略的・建設的に進めていくシステム技法であった。ここで肝心なことは、Plan as a hypothesis という点である。それなりに「当たりをつけた plan」であることが出発点で、そこから先はともかくやってみて結果を観察し、点検し、必要に応じて改善していくという精神で、その循環を繰り返していくというアプローチである。「間違ふことがあり得る限りやらない」というのは、既に多くの前例があつて間違ふこと自体が許されないようなケースでは合目的である。しかし、これはある意味で perfect (完璧)を期すということで、未経験のことや、ほとんど経験の乏しいことに挑戦するときは、このような perfectism (完璧主義)は、当面は「やってはいけない」つまり「やらないでおこう」、「いつまでもやらない」ということになって、「やりたくないこと」を正当化する巧妙な言い訳に使われることになる。これでは社会の革新はいつまでもできなくなつてしまいかねない。(もちろん「社会を革新すること」、「地域を変えること」自体が常に正当な目的となり得るかは別問題である。ゆるやかでも、事前にそのような目的を共有できるような人たちがいてこそ、このようにして当たりをつけて一回循環的にやってみよう、ということが有効となる。) このように一回循環的にやることは、狭い地域や差し迫つた問題であり、できるところからささやかに進めるという精神で進めるのがコツである。その上で、脈があればその循環のループを積み上げていく。そのたびに、多少の失敗はむしろ学習効果と考へて、目標に向かって螺旋階段を上っていくようなアプローチになる。社会の中で長い時間をかけて、あるテーマや課題について意識改革や行動変化を促していく成功事例には、実はそれなりの多階層入れ子構造のアダプティブマネジメントが組み込まれていることが多い。たとえば新幹線を禁煙にしていくプロジェクトは、まず列車一両、ついで二、三の車両、そのうちに列車全体に広げていくアプローチが取られたと推察される。これはまるで小さな PDCA の車輪を回し、中サイズ的車輪、さらに大車輪を回すことに繋いでいくたとえ(メタファー)として捉えられる。それを表わしたのが Fig. 3 である。防災の分野でも、たとえば家具転倒防止運動を進めていく事例や、防災教育を小学校で普及していくケースなどでいろいろと見出すことができる。ただ大切なことは、何となくそのようなやり方をしているのではなく、初めから意図して明確で戦略的に進めていく。特定の現場でそれを行つていくことで、逃れようのない困り地に参加者・参画者を追いこんでいくことを旨とするというのが成功の秘訣なのである。

10. 器(うつわ)と卵の協奏曲(啐啄同時)

このようなアプローチが有効になるためには、もうひとつ重要なポイントがある。そのための舞台づくり・場づくりやそれを促す制度がゆるやかなトップダウンの方式があらかじめある程度与えられているか、それが期待されていることである。これはゆるやかなトップダウンの方式とボトムアップの方式が並列・並進して進むことが鍵である。これは Fig. 4 に示すように、あたかも卵の殻と、卵の中で黄身が育ち、ヒナとなって中か卵の殻を叩く様子にたとえることができる。このとき、親鶏が外から殻を破ることを促す刺激と、中からヒナが叩くタイミングとリズムが絶妙に同調しなければならないであろう。これが「啐啄同時」と言われる生命体のダイナミズムとも言える。

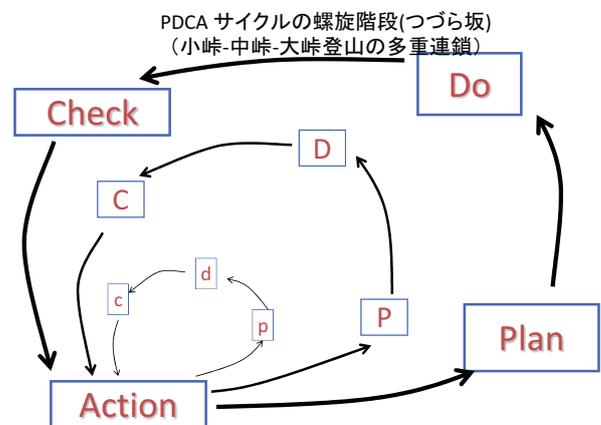


Fig. 3 Multi-layer PDCA Cycle Processes

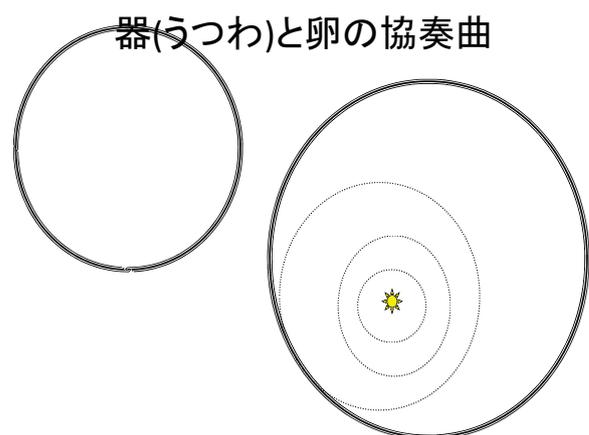


Fig. 4 Synchronization of Eggshell Pecking Hen and from Inside Pecking Chick

11. 峠越え, 峠越え, また峠越えのまちづくり⁴⁾

Fig. 5 は、このような多階層入れ子構造のアダプティブマネジメントアプローチをまちづくりに適用する場合に、

一つのメタファーモデルとして筆者が提唱するものである。

これを「峠越え、峠越え、また峠越えのまちづくり」と呼ぶ。これはまちづくりをしている住民の方たちには、多階層入れ子構造のアダプティブマネジメントというよりは、すっと入るたとえのようである。同時にそのことがある種の誤解と理解の限界を生むリスクもある。詳細は省くが、「峠(とうげ)」ということば(が表わす概念)自体が、漢字の本場の中国ではこの漢字は存在していないことだけでも、このたとえの限界は明らかである。つまり昔の日本人はそのことに気付くとともに、とうげを言い表わす漢字がないと不便だと考えて創ったものと推測される。「峠(え)の文化」というのは日本人の私たちにはある種の原風景的なイメージを伴って、そのまますっきり感覚的に理解される。これに対して、中国人は峠を一字で表わす漢字を今日まで必要としなかったのかもしれない。事実、「山口」というのがそれに近いということも中国人の何人かの知人から得た教示である。それが指す厳密な場所や意味内容もかなりブレが中国人の中であるようである。そして何よりも、日本語のとうげとは正確に対応していないようである。嶺峰の「嶺」や「峰」なども近いようですが、どうも一番高い頂上や尾根がイメージされてしまう。あくまで筆者の仮説であるが、頃あいの高さの峠を身近な原風景として愛する日本人と、より高く、より聳え立つところを目指す中国人という図式が読み取れるかもしれない。その真否はともかく、重要なポイントは、特定の国でもっぱら話されている言語を使用する限り、メタファーを使った概念モデルは、その表現手段の固有の言語文化の枠の中に絡め取られてしまうということである。



Fig.5 Conceptual Model of First Pass, Second Pass, One More Pass Community Management

繰り返しになるが、筆者たちが開発していることばモデル

はその固有の言語を用いたメタファーに頼ることが多く、その意味内容には言語の裏にある社会や文化そのものが密接に関係している。あるメタファーが感覚的にが分かるとすれば、それはそのような言語の裏にある社会や文化が纏わりついて理解されるということに気付いておくべきであろう。それはある種の限界でもありうるが、個々の社会や地域でそれが活かされる知識技術はむしろそのような装いを伴わなければ、最終的に使えないとすれば、そこが適用の可能性の幅でもあり、限界でもある。このことをきちんとふまえればこのようなことばモデルはその範囲で有用なのである。

12. 結びに替えて：総合防災を展望するパースペクティブ

1995年の阪神淡路大志震災の反省も踏まえて、筆者たちはTable 1のような総合防災を展望するパースペクティブを提案した。今までは本表の右側の方針が主流であった。これからはもっと左側の方針も同じぐらい重要になってくるという提案であった。2011年3月11日の大震災を受けても、やはりこのようなパースペクティブは有効だと考えるが、Table 2に記すように(赤字でマークした箇所)少なくとも表の右側いくつかの項目や課題を追加すべきと考えている。ともかく総合防災を進めることはさらに格段の進歩とそのための努力が求められる。筆者も一研究者として今後もささやかな研鑽を続けたいと思う。それとともに京都大学防災研究所をはじめとして内外の多くの研究者、特に若い方々がさらに結集し、総合防災の世界への扉をさらに大きく、力強く開かれていくことを期待してやまない。

Table 1 Paradigm Shift after 1995 Kobe Earthquake

Conventional disaster plan vs. 21st century's integrated disaster risk management	
20 th Century	21 st Century
<ul style="list-style-type: none"> Reactive Emergency and crisis management Countermeasure manual approach Predetermined planning (Non-surprise) Sectoral countermeasure approach Top-down approach 	<ul style="list-style-type: none"> More proactive More risk mitigation + preparedness approach More anticipatory/ precautionary approach More comprehensive policy-bundle approach More adaptive management approach More bottom-up approach

Table 2 Paradigm Shift after 2011 Eastern

**Conventional disaster plan
vs. 21st century's integrated disaster risk
management**

20 th Century	21 st Century
<ul style="list-style-type: none">• Reactive• Emergency and crisis management• Countermeasure manual approach• Predetermined planning (Non-surprise)• Sectoral countermeasure approach• Top-down approach	<ul style="list-style-type: none">• More proactive• More risk mitigation + preparedness approach• More anticipatory/ precautionary approach• More comprehensive policy-bundle approach• More adaptive management approach• More bottom-up approach• Worst-thinkable scenario approach (creative and imaginative about survivability-critical states)• Governance of Broad-area, Nation-wide and Global Systemic Risks• Managing disaster risks combined with regional, urban and community planning and management

参考文献

- 1) 亀田(監修)・萩原・岡田・多々納編(2006): 総合防災への道, 京大出版会.
- 2) Okada,N.(2006): City and Region Viewed as Vitae System for Integrated Disaster Risk Management, Annuals of

- 3) Misra, B.and Okada, N. (2006): The 'Vitae System Approach' to strengthen implementation science in the context of Total Disaster Risk Management, Paper presented in DRS Monthly Seminar, Unpublished
- 4) 岡田憲夫(2012): 論考・総合防災の扉を拓く, 岡田憲夫最終講義収録集
- 5) 新井紀子(2011): 言語としての数学 特集・初学者を悩ます数理の概念, 数理科学 2011年5月号
- 6) 橋爪大三郎(2004): はじめての言語ゲーム (講談社現代新書)
- 7) ルートビッヒ・ヴィトゲンシュタイン
[<http://ja.wikipedia.org/wiki/%E3%83%AB%E3%83%BC%E3%83%88%E3%83%B4%E3%82%A3%E3%83%92%E3%83%BB%E3%82%A6%E3%82%A3%E3%83%88%E3%82%B2%E3%83%B3%E3%82%B7%E3%83%A5%E3%82%BF%E3%82%A4%E3%83%B3>]

**Reflections at the Retirement Milestones on the Author's Research Travel Paths to Explore on Integrated
Disaster Risk Management**

Norio OKADA

Synopsis

The paper presents author's reflections on the 15 year-long research travel paths to explore on the new research area called "Integrated Disaster Risk Management". Special attention is paid to the applicability and limit of conceptual models such as Vitae System, Pagoda Model, Adaptive Management which have been proposed by the author and others. The use of verbal and metaphor models is stressed, as well as their entailed cultural implications which may either extend or confine the scope of communicability.

Keywords: integrated disaster risk management, conceptual model, Vitae System, Pagoda Model, Adaptive Management, verbal model, metaphor



石原 和 弘 名誉教授

石原 和弘 教授 略歴

(学歴・職歴)

昭和	22年	7月	19日	鳥取県淀江町（現米子市）に生まれる
	41年	4月		京都大学理学部入学
	45年	3月		京都大学理学部地球物理学科卒業
	45年	4月		京都大学大学院理学研究科地球物理学専攻修士課程入学
	47年	3月		同上 修了
	47年	4月		京都大学大学院理学研究科地球物理学専攻博士課程進学
	49年	3月		同上 中途退学
	49年	4月		京都大学防災研究所助手（附属桜島火山観測所）
平成	2年	4月		京都大学防災研究所助教授（附属桜島火山観測所）
	6年	11月		京都大学防災研究所教授
	19年	4月		京都大学防災研究所長併任（平成21年3月まで）
	24年	3月		定年退職

(学会・委員等歴)

平成	4年	4月		桜島火山災害危険予測調査検討委員会委員（平成6年3月まで）
	8年	4月		鹿児島県離島火山対策検討委員会委員長（平成9年3月まで）
	8年	4月		日本火山学会編集委員長（平成10年3月まで）
	13年	2月		科学技術・学術審議会委員、同測地学分科会火山部会長 （平成21年1月まで）
	13年	8月		富士山ハザードマップ検討委員会委員（平成17年3月まで）
	15年	5月		火山噴火予知連絡会副会長
	20年	7月		日本火山学会会長（平成22年6月まで）
	21年	2月		科学技術・学術審議会測地学分科会臨時委員

石原和弘研究業績

論文

発表年	論文名	発表誌名	共著者
1975	口永良部火山における臨時地震観測結果	京都大学防災研究所年報, 第18号B, pp.53-58	西潔・高山鉄朗
1975	桜島および始良カルデラ周辺の地殻変動と火山活動	桜島火山の総合調査報告(昭和49年12月-昭和50年3月), pp.19-24	江頭庸夫
1975	桜島火山および始良カルデラ周辺の地殻変動と火山活動	自然災害科学総合シンポジウム講演論文集(第12回), pp.59-360	江頭庸夫
1976	桜島火山の地殻変動について(1)	京都大学防災研究所年報, 第19号B-1, pp.75-80	
1976	1976年5月桜島南岳噴火活動の前駆的現象	自然災害科学総合シンポジウム講演論文集(第13回), pp.245-246	加茂幸介・江頭庸夫・西潔
1977	桜島火山の地盤変動と火山活動—1974年前後の桜島周辺の垂直変動の特徴—	自然災害科学総合シンポジウム講演論文集(第14回), pp.449-450	江頭庸夫
1977	桜島火山周辺の地盤変動と山頂噴火活動	第2回桜島火山の集中総合観測(昭和51年11月-12月), pp.21-27	江頭庸夫
1977	桜島および鹿児島湾周辺における重力の精密測定	第2回桜島火山の集中総合観測(昭和51年11月-12月), pp.45-54	田島広一・井筒屋貞勝・大島弘光・大川史郎・横山泉
1977	桜島火山の熱映像の調査研究	噴火予知のための主要活火山における熱的状態の調査研究・文部省科学研究費自然災害特別研究成果自然災害科学総合研究班A-52-1, pp.129-153	加茂幸介・江頭庸夫・西潔
1977	赤外線映像による桜島南岳の地表異常温度域	第2回桜島火山の集中総合観測(昭和51年11月-12月), pp.34-42	加茂幸介・江頭庸夫・西潔
1978	桜島火山近傍の垂直地殻変動と山頂噴火活動の関係について	京都大学防災研究所年報, 第21号B-1, pp.153-162	江頭庸夫
1979	吉松地震観測所における地震観測(1)—2つの3点観測網からえられた震源位置の比較—	京都大学防災研究所年報, 第22号B-1, pp.35-44	須藤靖明
1980	地盤変動からみた桜島の火山活動	桜島地域学術調査協議会調査研究報告, 桜島地域学術調査協議会, pp.19-28	加茂幸介

発表年	論文名	発表誌名	共著者
1980	桜島および鹿児島湾周辺における重力の精密測定	第3回桜島火山の集中総合観測(昭和53年10-12月), pp.34-40	大島弘光・横山泉・田島広一
1980	吉松地震観測所における地震観測(2)ー1978-1979年の加久藤カルデラの地震活動ー	京都大学防災研究所年報, 第23号B-1, pp.21-28	
1980	桜島火山周辺の地盤変動	第3回桜島火山の集中総合観測(昭和53年10-12月), pp.16-21	江頭庸夫
1981	吾妻山周辺における精密重力測定	吾妻火山集中総合観測報告(1979年10月), pp.87-91	原田徹・桐野好生・前川徳光・横山泉
1981	桜島火山の溶岩流(1)ー有史時代の溶岩流の容積ー	京都大学防災研究所年報, 第24号B-1, pp.1-10	高山鉄朗・田中良和・平林順一
1982	吉松地震観測所における地震観測(3)ー震源近傍で観測された先行傾斜変化ー	京都大学防災研究所年報, 第25号B-1, pp.11-22	
1982	桜島火山周辺の地盤変動	第4回桜島火山の集中総合観測(昭和55年10-12月), pp.19-21.	江頭庸夫・中村貞美
1982	桜島南岳の最近の山頂噴火活動	火山, 第27巻, pp.141-142	
1982	桜島および鹿児島湾周辺における重力の精密測定	第4回桜島火山の集中総合観測(昭和55年10-12月), pp.39-45	横山泉・前川徳光・田島広一
1983	火山の爆発過程における噴煙および火山ガスの放出について	京都大学防災研究所年報, 第26号B-1, pp.1-7	井口正人・加茂幸介
1983	火山弾の飛跡の解析ー放出速度と爆発圧力についてー	京都大学防災研究所年報, 第26号B-1, pp.9-21	井口正人・加茂幸介
1984	樽前火山における精密重力測定(1983年)	主要活火山の集中総合観測報告--有珠山第2回(1982年), 樽前山第1回(1983)--, pp.171-175	渡辺秀文・前川徳光
1984	玄武岩質溶岩流のシミュレーションー1983年三宅島溶岩流への適用ー	火山, 第29巻, S242-S252	井口正人・加茂幸介
1984	数値計算による1983年三宅島溶岩流の再現	京都大学防災研究所年報, 第27号B-1, pp.1-14	井口正人・加茂幸介
1984	噴出物調査 9-1. 1983年三宅島噴火による阿古地区溶岩流の考察ー溶岩流のsimulationー	昭和58年10月3日三宅島噴火および災害に関する調査研究・文部省科学研究費(No.58022004), pp.191-198	加茂幸介・井口正人

発表年	論文名	発表誌名	共著者
1985	Dynamical analysis of volcanic explosion.	Jour. Geodyn., Vol.3, pp.327-349	
1985	桜島火山の溶岩流(2)ー大正溶岩流のシミュレーションー	京都大学防災研究所年報, 第28号B-1, pp.1-11	井口正人・加茂幸介
1985	山頂噴火による岩塊の放出速度	火山体の物理場の比較研究による噴火災害予測・科学研究費補助金自然災害特別研究(1)研究成果報告書(昭和59年度)(研究課題番号59020001), pp.34-36	井口正人
1985	火山体の物理的場の比較研究による噴火災害予測 2. 地殻変動	火山体の物理場の比較研究による噴火災害予測・科学研究費補助金自然災害特別研究(1)研究成果報告書(昭和59年度)(研究課題番号 59020001), pp.13-17.	
1986	地盤変動連続観測で捕捉された山頂噴火の前駆現象	京都大学防災研究所年報, 第29号B-1, pp.1-12	加茂幸介
1986	桜島火山山頂噴火に伴う歪および傾斜変化(山頂噴火の前駆現象)	日本火山学会化学的手法による噴火予知ワーキンググループニュース, 第2号, pp.1-5	
1986	桜島および鹿児島湾周辺における重力の精密測定	第5回桜島火山の集中総合観測(昭和57年10-12月), pp.33-40	横山泉・前川徳光・田島広一
1986	火山の爆発機構-Vulcano 式噴火に伴う諸現象の特性-	文部省科学研究費自然災害特別研究成果・火山噴火に伴う乾燥粉体流(火砕流等)の特質と災害, pp.213-223	加茂幸介
1986	火山爆発に伴う空気振動の観測	第5回桜島火山の集中総合観測(昭和57年10-12月), pp.131-138	井口正人・田平誠
1986	最近桜島火山で発生した小型火砕流	文部省科学研究費自然災害特別研究成果・火山噴火に伴う乾燥粉体流(火砕流等)の特質と災害, pp.129-135	加茂幸介
1988	数値計算による1986年伊豆大島溶岩流の再現	火山, 第33巻, S64-S76	井口正人・加茂幸介
1988	1986年伊豆大島溶岩流のシミュレーションの再検討ー噴火中の地形変化の影響についてー	京都大学防災研究所年報, 第31号B-1, pp.75-87	井口正人・加茂幸介
1988	観測坑道を用いた精密総合観測	火山, 第33巻, pp.109-111	

発表年	論文名	発表誌名	共著者
1988	:桜島および鹿児島湾周辺における重力の精密測定	第6回桜島火山の集中総合観測（昭和60年10月-12月）・全国主要火山の集中総合観測, 47-53.	宮町宏樹・横山泉・田島広一・沢田宗久
1988	地球物理学的観測による桜島火山のマグマ溜りおよび火道の推定	京都大学防災研究所年報, 第31号B-1, pp.59-73	
1989	Prediction of Summit Eruption by Tilt and Strain Data at Sakurajima Volcano, Japan	Proceedings Kagoshima International Conference on Volcanoes 1988, pp.207-210	
1989	地盤変動連続観測による山頂噴火の直前予知	鹿児島国際火山会議論文集 1988, pp.197-200	
1989	桜島および鹿児島湾周辺における精密重力測定	第7回桜島火山の集中総合観測（昭和63年10月-12月）・全国主要火山の集中総合観測, pp.33-39	沢田宗久・大久保修平・植木貞人・宮町宏樹・前川徳光
1989	インフラソニック波による火山噴火のモニター	鹿児島国際火山会議論文集 1988, pp.523-526	田平誠・井口正人
1989	火山体の変形, 表面活動と火山性地震発生の関係1-微小地震の群発現象について-	京都大学防災研究所年報, 第32号B-1, pp.1-11	井口正人
1989	Numerical Simulation of Lava Flows at Sakurajima	Proceedings Kagoshima International Conference on Volcanoes 1988, pp.479-482	Iguchi, M., Kamo, K.
1989	桜島の溶岩流の模擬計算	鹿児島国際火山会議論文集 1988, pp.468-471	井口正人・加茂幸介
1990	爆発的噴火に伴う地震動・空気振動の比較研究-桜島火山と諏訪之瀬島火山の比較-	京都大学防災研究所年報, 第33号B-1, pp.1-12	井口正人
1990	伊豆大島1986年, 1987年噴火に伴い愛知県刈谷市で観測されたインフラソニック波	火山, 第35巻, pp.11-25	田平誠・鶴飼悦子
1990	Geophysical Significance of the 1988-1989 Explosive Eruptions of Mt. Tokachi Hokkaido Japan	Bulletin of the Volcanological Society of Japan Second Series, Vol.35, pp.175-203	Okada, H., Nishimura, Y., Miyamati, H., Mori, H.
1990	:マグマの貫入、噴出に伴う微小地震の群発現象	日本火山学会化学的手法による噴火予知ワーキンググループニュース, 第6号, pp.1-4	
1991):雲仙火山眉山及び周辺の地盤変動調査	雲仙火山眉山の地学的・土質工学的環境の基礎的調査研究・文部省科学研究費補助金総合研究(A)(課題番号02306028)研究成果報告書(平成2年度), 36-41.	江頭庸夫・西潔・加茂幸介

発表年	論文名	発表誌名	共著者
1991	:雲仙火山眉山の土地傾斜分布図の作製	雲仙火山眉山の地学的・土質工学的環境の基礎的調査研究・文部省科学研究費補助金総合研究(A) (課題番号02306028) 研究成果報告書(平成2年度), pp.42-47	加茂幸介・井口正人
1992)雲仙火山山頂部における傾斜の多点共同観測.	雲仙岳溶岩流出の予知に関する観測研究, 文部省科学研究費研究成果報告書, pp.43-49	清水洋・他
1992	雲仙火山地域における精密重力測定	雲仙岳溶岩流出の予知に関する観測研究, 文部省科学研究費研究成果報告書(平成3年度), pp.60-72	植木貞人・清水洋・宮町宏樹・須藤靖明・前川徳光・渡辺秀文・浜口博之
1993	雲仙火山の溶岩の噴出率と地盤の変形速度から推定されるマグマの供給率について	京都大学防災研究所年報, 第36号B-1, pp.219-230	
1993	地盤変動からみた雲仙岳のマグマシステム	マグマの発生と挙動--地球進化における役割--・文部省科学研究費重点領域研究(領域番号232)研究成果報告書(平成5年度), 75-77.	
1994	雲仙火山山頂部における傾斜の多点共同観測(2)	雲仙岳溶岩ドームの形成と崩落に関する総合的観測研究・科学研究費研究成果報告書(平成4-5年度) (課題番号04302030), pp.11-16	山科健一郎・他
1994	:雲仙普賢岳の噴火活動に伴う地盤変動	雲仙岳溶岩ドームの形成と崩落に関する総合的観測研究成果報告書(平成4-5年度)	加茂幸介・他
1994	:雲仙火山地域における精密重力測定(2)	雲仙岳溶岩ドームの形成と崩落に関する総合的観測研究, 科学研究費研究成果報告書, pp.54-63	植木貞人・清水洋・宮町宏樹・須藤靖明・前川徳光・渡辺秀文・浜口博之
1994	Infrasonic and Seismic Detection of Explosive Eruptions at Sakurajima Volcano, Japan and the Pegasas-VE Early-Warning System	U.S. Geological Survey Bulletin, Volcanic Ash and Aviation Safety: Proceedings of the International Symposium on Volcanic Ash and Aviation Safety, pp.357-365	Kamo, K., Tahira, M.
1994	インドネシアMerapi火山の噴火機構に関する研究(序報)	京都大学防災研究所年報, 第37号B-1, pp.157-170	加茂幸介・井口正人・チェチェップ ウィンピー・スバンドリヨ・ス
1995	インドネシアSemeru火山の火山性地震・微動	京都大学防災研究所年報, 38B-1, pp.173-182	井口正人・グデスアンティカ・スクヒャール
1995	Characteristic non-down-dip-extensional intermediate-depth earthquakes immediately beneath the volcanic front in South Kyushu, Japan	Geophys. Res. Lett. Vol.22, pp.1905-1908	Iguchi, M., Tatsumi, Y.

発表年	論文名	発表誌名	共著者
1995	Study on eruption mechanism at a Decade Volcano: Sakurajima, Japan	Per. Mineral., Vol.64, pp.37-38	Iguchi, M.
1995	地盤変動からみた雲仙火山のマグマ供給システム	雲仙岳における火山体構造探査の事前調査研究(文部省科学研究費報告書, pp.53-57	加茂幸介・他
1995	GPS測量による雲仙火山のマグマ溜りの推定	火山, 第40巻, pp.43-51	西 潔・加茂幸介・小野博尉・森 済
1995	: 桜島および鹿児島湾周辺における精密重力測定	第8回桜島火山の集中総合観測(平成3年10~4年3月), pp.37-44	大島弘光・前川徳光・植木貞人・沢田宗久
1996	: インドネシア・グントール火山における地震活動	京都大学防災研究所年報, 第39巻B-1, pp.161-171	井口正人・高山鐵朗・グデスアンティカ・ウィンピー チェチェップ・ラデン スクヒャール・イガン スタウィジャジャ・オニー スガンダ
1996	地盤変動からみた雲仙普賢岳のマグマ供給システム	月刊地球, 号外第15号, pp.26-30	
1996	雲仙火山の噴火にともなう重力変化	月刊地球, 号外第15号, pp.42-46	植木貞人・清水 洋・内田和也・前川徳光・渡辺秀文・須藤靖明・吉川 慎・宮町宏樹
1996	北海道の火山およびその周辺地域における精密重力測定	北海道大学地球物理学研究報告, pp.119-135	前川徳光・宮町宏樹・大島弘光
1997	1996年口永良部島火山の地震活動の活発化について	京都大学防災研究所年報, 第40号B-1, pp.39-47	山本圭吾・井口正人・高山鐵朗
1997	Increase in seismic activity in 1997 at Guntur volcano West Jawa Indonesia	Proc. Intl. Symp. Natural disaster prediction and mitigation, Kyoto, Japan, pp.225-232	Iguchi, M., Sutawidjaja, I.S., Suantika, G., Suganda, O.K.
1997	Hypocenter distribution and focal mechanism of volcanic earthquakes around Guntur volcano West Jawa Indonesia	Ann. Disas. Prev. Res. Inst., Kyoto Univ., No.40, IDNDR S.I., pp.5-11	Suantika G., Suganda, O.K., Iguchi, M.
1997	Magma transport at Mt.Unzen associated with the 1990-1995 activity inferred from leveling data	Ann. Disast. Prev. Res. Inst., Kyoto Univ., No.40B-1, pp.61-72	Hendrasto, M., Eto, T., Kimata, F., Matsushima, T.
1997	Magma supply system at Mt. Unzen associated with the 1990-1995 activity inferred from leveling data	Proceedings of Magma Exploration, pp.27-42	Hendrasto, M., Eto, T., Kimata, F., Matsushima, T.
1997	Inflation of Volcano Sakurajima detected by automated monitoring system of GPS network	Proc. Int. Symp. Current Crustal Movement and Hazard Reduction, Wuhan, China, pp.629-640	Kamo, K., Iguchi, M.
1997	火山噴火による航空機災害の防止と軽減.	京都大学防災研究所年報, 第40号B-1, pp.73-81	小野寺三郎・井口正人

発表年	論文名	発表誌名	共著者
1998	Observation system at Guntur volcano West Java under Indonesia-Japan cooperation in volcanology	Proc. of Symposium on Japan-Indonesia IDNDR Project, Bandung, pp.65-70	Sutawidjaja, I. S., G. Suantika, G., Suganda, O.K., Hendrasto, M., Iguchi, M., Eto, T.
1998	Ground deformation at Guntur volcano as revealed by precise leveling survey	Proc. of Symposium on Japan-Indonesia IDNDR Project, Bandung, pp.95-105	Hendrasto, M., Suganda, O.K., Yosep, Sugiyo, Yamamoto, K., T. Eto, T.
1998	Characteristics of tilt changes in associated with Merapi eruption during the 1993-1997 eruption	Proc. Symposium on IDNDR Projects, Bandung, pp.155-164	Subandriyo, et al.
1998	Infrasonic waves originated by volcanic activity: A proposal of volcanic monitoring technique for Indonesian volcanoes	Proc. Symposium on Japan-Indonesia IDNDR Project, pp.193-198	Yamasato,H., Oshima, H.
1998	桜島および鹿児島湾周辺における精密重力測定	第9回桜島火山の集中総合観測, pp.47-55	山本圭吾・高山鉄朗・大島弘光・前川徳光・植木真人・沢田宗久・及川純
1998	桜島および始良カルデラ周辺における重力変化	京都大学防災研究所年報, 第41号B-1, 153-160	山本圭吾・高山鉄朗・大島弘光・前川徳光・植木真人・沢田宗久・及川純
1998	Evaluation of the 1997 activity at Guntur volcano, West Java, Indonesia	Proceedings of Symposium on IDNDR Projects, Bandung, pp.115-122	Iguchi, M., Sutawidjaja, I.S., Suantika, G., Hendrasto, M., Suganda, O.K.
1998	A preliminary result of quantitative evaluation on activity of Merapi volcano	Proceedings of Symposium on IDNDR Projects, Bandung, pp.165-180	Hidayati, S., Iguchi, M., Purbawinata, M.A., Subandriyo, Sinulingga, I.K., Suharna
1998	インドネシア・グントール火山における最近の火山活動の評価	京都大学防災研究所年報, 第41号B-1, pp.161-170	井口正人・他
1998	桜島火山における自然電位測定 (序報)	第9回桜島火山の集中総合観測報告書, pp.71-78	橋本武志・他
1998	桜島火山西部の自然電位と熱水系	京都大学防災研究所年報, 第41号B-1, pp.145-151	橋本武志・田中良和・茂木透・西田泰典・大羽成征・山本圭吾
1999	水準測量による岩手山南山麓における上下変動 (1998年7~11月)	京都大学防災研究所年報,第42号B-1, pp.35-43	木股文昭・他
1999	Ground deformation as revealed by precise leveling survey at Guntur Volcano in Indonesia	平成8年度科学研究費補助金 (国際学術研究) 研究成果報告書, pp.39-48.	Yamamoto K., Eto, T., Hendrasto, M.
1999	桜島火山の自然電位と熱水系 (第2報)	京都大学防災研究所年報, 第42号B-1, pp.19-25	橋本武志・田中良和・西田泰典・茂木透・山本圭吾・神田径・平林順一
1999	桜島火山の自然電位.	京都大学防災研究所共同研究9P-5「桜島火山の地下水・熱水系に関する研究」報告書, pp.65-101	橋本武志・田中良和・西田泰典・茂木透・山本圭吾・平林順一

発表年	論文名	発表誌名	共著者
1999	Infrasonic precursors to a Vulcanian eruption at Sakurajima Volcano, Japan	Geophys. Res. Lett., Vol.26, pp.2537-2540	Garcez, M., Iguchi, M., Morrissey, M., Sudo, Y., Tsutsui, T.
1999	桜島火山ボーリングコアのK-Ar年代と古地磁気測定—火山活動史解明への複合的取り組み—	京都大学防災研究所年報, 第42号B-1, pp.27-34	宇都浩三・味喜大介・内海茂
1999	薩摩硫黄島の火山活動—1995年～1998年—	京都大学防災研究所年報, 第42号B-1, pp.1-10	井口正人・他
2000	ブルカノ式噴火の特性とその発生場	月刊地球, 第22号, pp.308-314	
2000	Deformation and seismic precursors to dome-collapse and fountain-collapse nuees ardents at Merapi volcano, Java, Indonesia, 1994-1998	Jour. Volcanol. Geotherm. Res., Vol.100, pp.261-287	Voight, B., Young K.D., Hidayat, D., Subandrio, Purbawinata, M.A., Ratdomopurbo, A., Suharna, Panut, Sayudi, D.S., Lahusen, R., Marso, J., Murray, T.L., Dejean, M., M. Iguchi,
2000	始良カルデラ地域の先カルデラ火山活動史	火山, 第45巻, pp.1-12.	周藤正史・巽好幸
2000	始良カルデラ周縁部に分布する火山岩のK-Ar年代測定—爆発的な始良火砕噴火以前の火山活動史—	京都大学防災研究所年報, 第43号B-1, pp.15-35	周藤正史・宇都浩三・味喜大介・巽好幸
2000	桜島火山ボーリングコアのK-Ar年代と古地磁気測定(続報)	京都大学防災研究所年報, 第43号B-1, pp.1-6.	味喜大介・宇都浩三・内海茂
2001	桜島の火山活動に伴う重力変化と絶対重力測定	月刊地球, 第23号, pp.578-582	山本圭吾・大久保修平・新谷昌人・古屋正人・大木裕子・高山鉄朗
2001	Accurate evaluation of ocean tide loading effects for gravity in near shore region: the FG5 measurement at Sakurajima volcano in Kagoshima Bay, Japan	Geophy. Res. Lett., Vol.28, pp.1807-1810	Yamamoto, K., Ohkubo S., Araya, A.
2001	口永良部島火山の集中総合観測—電磁気観測編—	CA研究会2001年論文集, pp.48-53	神田 径・田中良和・宇津木充・坂中伸也・森真陽・Wahyu Srigutomo・浅利晴紀・市來雅啓・鍵山恒臣・井口正人
2001	衛星通信を利用した口永良部島火山における地磁気全磁力連続観測	京都大学防災研究所年報, 第44号B-1, pp.327-332	神田 径・田中良和・宇津木充・井口正人
2001	南九州の3次元地震波速度構造	月刊地球, 第23号, pp.573-577.	西潔・山本圭吾・井口正人・古澤保

発表年	論文名	発表誌名	共著者
2001	Reexamination of moment tensors for initial motion of explosion earthquakes using borehole seismograms at Sakurajima volcano, Japan	Earth, Planets, Space, Vol.53, pp.63-68.	Tameguri, T., Iguchi, M.
2002	桜島火山における爆発的噴火の力学過程 — 爆発地震の震源過程と空気振動の関係—	京都大学防災研究所年報, 第45号B, pp.609-616	為栗健・井口正人
2002	Mechanism of explosive eruptions from source mechanism analyses of explosion earthquakes at Sakurajima Volcano, Japan	Bull. Volcanol. Soc. Japan, Vol.47, pp.197-215	Tameguri, T., Iguchi, M.
2003	火山地域における震源計算の提案	火山, 第48巻, pp.407-413	西潔
2002	桜島火山の噴火活動に伴う地盤傾斜変動	月刊地球, 号外第39号, pp.187-192	山本圭吾・高山鐵朗
2003	桜島火山における絶対重力測定(1998年～2002年)	京都大学防災研究所年報, 第46号B, pp.827-833	山本圭吾・大久保修平・古屋正人・新谷昌人・松本滋夫・高山鐵朗
2003	火山爆発場としての口永良部島火山の浅部熱水系の推定	火山爆発のダイナミックス, 科学研究費補助金・特定領域研究(領域代表: 井田喜明) 平成14年度研究成果報告書, pp.63-69	井口正人・神田 径・田中良和
2003	沖小島ボーリングコア試料の岩相記載とFT年代	火山, 第48巻, pp.491-497	古川邦之・斎藤武士・鎌田浩毅・檀原 徹・味喜大介
3003	Volcanic activity and strategy of volcanic disaster mitigation in southern Kyushu, Japan	International Workshop on Strategy of Volcanic Disaster Mitigation: Workshop report, pp.319-320	
2003	Evaluation of Japan-Indonesia Cooperation in Volcanology	Symposium on Volcano eruption Mechanism and Tectonics under collaboration study between Indonesia-Japan, 2-3 (Keynote address)	
2003	桜島火山大正噴火における二次溶岩流の分布と流出時期	火山, 第48号, pp.513-518	綿貫陽子・鎌田浩毅・味喜大介
2004	火山噴火様式と火山噴出物中の揮発性成分の挙動に関する研究	京都大学防災研究所年報, 第47号B, pp.765-771	野上健治・井口正人/平林順一・味喜大介
2004	SO ₂ gas monitoring by DOAS at Sakurajima and Suwanosejima volcanoes	Ann. Disast. Prev. Res. Inst., Kyoto Univ., No.47C, pp.157-162.	Mori, T., Hirabayashi, J., Kazahaya, K., Mori, M.
2004	Practical research on educational dissemination for volcanic disaster prevention: A case study based on the ecomuseum concept	Ann. Disast. Prev. Res. Inst., Kyoto Univ., No.47C, pp.163-169	Fukushima, D.

発表年	論文名	発表誌名	共著者
2004	Studies on evaluation method of volcanic activity and the improvement of volcanic information: Preliminary report	Ann. Disast. Prev. Res. Insy., Kyoto Univ., No.47C, 77-82.	M. Iguchi, D. Miki, K. Yamamoto, W. Kanda, T. Tameguti, T. Mori, H. Oshima, Hirabayashi, J., K. Nogami and Y. Sudo
2005	桜島火山マグマ化学組成の時間変化	京都大学防災研究所年報, 第48号B, pp.341-347	宇都浩三・味喜大介・Hoang NGUYEN・周藤正史・福島大輔
2005	桜島の火山防災マップ	月刊地球, 第27号, pp.396-399	
2005	薩南諸島火山の火山防災情報図	月刊地球, 第27号, pp.400-403	
2006	熱水流動を考慮した火山体磁化構造時間変化モデル	CA研究会論文集, 2006, pp.89-93.	大久保綾子・神田径
2006	Evaluation of Eruption Potential	Ann. Disas. Prev. Res. Inst., Kyoto Univ., No.49C, pp.61-68	
2006	Behavior of fluorine and chlorine in volcanic ash of Sakurajima volcano, Japan in the sequence of its eruptive activity	Earth, Planets and Space, Vol.58, pp.595-600	Nogami, K., Iguchi, M., Hirabayashi, J., Miki, D.
2006	噴火映像から抽出する爆発空振波について	火山爆発のダイナミックス, 文部科学省科学研究費特定領域研究成果報告書, pp.43-46	横尾亮彦
2006	桜島火山大正噴火の記録	日本大学文理学部自然科学研究所研究紀要 第2部 地球システム科学, 第41巻, pp.75-107	安井真也・高橋正樹・味喜大介
2006	桜島火山の土石流発生と降雨および火山活動との関係	京都大学防災研究所年報, 第49号B, pp.355-362	福島麻沙代
2007	熱赤外映像観測からみた桜島南岳山体斜面の熱活動	火山, 第52号, pp.121-126	横尾亮彦・井口正人
2007	空中磁気探査から推定された桜島火山の磁化強度分布	火山爆発のダイナミックス, 科学研究費補助金・特定領域研究(領域代表: 井田喜明) 平成18年度研究成果報告書, 5, pp.31-33	大久保綾子・田中良和・神田 径・宇津木充
2007	Volcano-tectonic earthquakes during the stage of magma accumulation at the Aira caldera, southern Kyushu, Japan	Bull. Volcanol. Soc. Japan, Vol.52, pp.289-309	Hidayati, S., Iguchi, M.
2007	Numerical simulation of volcanomagnetic effects due to hydrothermal activity (2)	Ann. Disast. Prev. Res. Inst., Kyoto Univ. No.50C, pp.157-164	Okubo, A., Kanda, W.
2007	桜島火山における空中磁気探査と岩石磁気測定	CA研究会2007年論文集, pp.143-146	大久保綾子・他

発表年	論文名	発表誌名	共著者
2007	始良カルデラにおける磁気構造探査のねらいについて	CA研究会2007年論文集, pp.147-154	神田 径
2007	熱水流動に伴うピエゾ磁気効果のモデリング	CA研究会2007年論文集, 165-172	大久保綾子・神田 径
2007	Analyses of pressure waves recorded on Sakurajima eruption movies	Earth, Planets and Space, Vol.59, pp.177-181	Yokoo, A.
2007	Volcanic activity around Showa crater of Sakurajima volcano monitored with infrared and video cameras	Ann. Disast. Prev. Res. Inst., Kyoto Univ. No.50C, pp.149-156	Yokoo, A.
2007	桜島火山大正噴火の噴火様式とその時間変化	火山, 第53巻, pp.161-186	安井真也・高橋正樹・味喜大介
2007	Volcanic Information and response of local authorities in case of the 2006 Sakurajima eruption	Ann. Disast. Prev. Res. Inst., Kyoto Univ. No.50C, pp.59-62	
2008	Focal Mechanism of Volcano-tectonic Earthquakes at Merapi Volcano, Indonesia	Indonesian Journal of Physics, Vol.19, pp.75-82	Hidayati, S., Iguchi, M., Ratdomopurbo, A.
2008	桜島火山及び始良カルデラにおける空中磁気観測	10回桜島火山の集中総合観測, pp.75-82	宇津木充・井上寛之・神田径・高山鐵朗・為栗健・大久保綾子・小山崇夫・田中良和
2008	桜島火山2007年-2005年空中磁気データから検出された磁気異常変化	第10回桜島火山の集中総合観測, 83-88.	大久保綾子・他
2008	2007年度桜島集中観測—電磁気構造探査序報	CA研究会2008年論文集, pp.131-134	神田 径,・他
2009	Apparent magnetization intensity map on Sakurajima Volcano, Kyushu, Japan, inferred from low-altitude, high-density helicopter-borne aeromagnetic surveys	Tectonophysics, Vol.478, pp.34-42	Okubo A., et al.
2011	Learn from 2010 eruptions at Merapi and Sinabung volcanoes in Indonesia	Ann. Disast. Prev. Res. Inst., Kyoto Univ., No.54B, pp.185-194	Iguchi, M., Surono and M. Hendrasto
2011	火山噴火の長期予測—インドネシア・ケルト火山の場合—	京都大学防災研究所年報, 第54号B, pp.209-214	
2012	Methods for eruption prediction and hazard evaluation at Indonesian volcanoes	Jour. Disast. Res., Vol.7, pp.26-36	Iguchi, M., Surono, Nishimura, T., Hendrasto, M., Rosadi, U., Ohkura, T., Triastuty, H., Basuki, A. Loeqman, S. Maryanto, M. Yoshimoto, S. Nakada and N. Hokanishi

総 説

発表年	論文名	発表誌名	共著者
1988	Geophysics	Guide Book for Sakurajima Volcano, pp.29-42	
1988	Historic eruptions and recent activities	Guide Book for Sakurajima Volcano, pp.7-11	Kobayashi, T.
1989	桜島火山観測所における最近の研究成果	第7回桜島火山の集中総合観測, pp. 103-115	加茂幸介・井口正人
1990	地殻変動・重力等の測定によるマグマ活動の検知	火山 第2集, 特別号・火山学の基礎研究, 第34巻, pp. 235-246	
1995	「桜島爆発記念碑」再考	地域経済情報, 鹿児島経済研究所, 第66号, pp. 1-4	
1995	桜島火山の噴火活動予測	科学, 第65巻, pp. 708-710	
1997	火山観測による噴火の仕組みの理解	火山, 第42巻, pp. 445-458	
1997	インドネシアの火山活動のレベル化に関する規定	火山, 第42巻, pp. 53-57	
1997	火山観測から見た火山の構造	マグマ探査—現状と展望—, 京都大学防災研究所共同研究集会論文集, pp. 1-8	
1997	Japan-Indonesia collaboration on Volcanology and T	Intern. Symp. Natural Disast. Prediction and Mitigation, pp.13-16	
1998	基調講演「火山・人・まち」	アジア活火山サミット報告書, pp. 20-29	
1998	火山噴火災害から身を守る—噴火予知と火山情報—	京大防災研公開講座: 災害の予知と予測Ⅱ, pp. 41-52	
2000	この10数年で何が得られたか—火山防災では	自然災害科学, 第18巻, pp. 401- 403	
2001	桜島火山の最近の活動状況	日本火山学会第8回公開講座, pp. 1-4	
2001	九州の火山	国立科学博物館ニュース, 第386号, pp. 12-13	
2002	離島の火山活動と噴火予知	水路新技術講演集, 第15巻, pp. 69-78	
2003	第6次火山噴火予知計画の狙い	火山, 第48巻, pp. 109-113	

発表年	論文名	発表誌名	共著者
2002	National project for prediction of volcanic eruptions	Report on Volcanic Activities and Volcanological Studies in Japan for the Period from 1999 to 2002, pp.71-72	
2003	Activity of Sakurajima Volcano	Report on Volcanic Activities and Volcanological Studies in Japan for the Period from 1999 to 2002,pp. 4-8	
2004	桜島の噴火災害を検証する	桜島国際砂防センターレポート, 第1巻, pp.2-5	
2009	日本の活火山(3)桜島	砂防と治水, 第42巻, 第3号, pp.71-73	
2010	桜島の最近の噴火活動	消防科学と情報, 第102号, pp.22-26	

著 書

発表年	著書名	発表誌名	共著者
1982	始良カルデラと桜島	空から見た自然景観(水山高久編), 大明堂, pp.32-33	
1987	山が火を噴く	災害の科学(NHK市民大学), pp.44-55	
1987	桜島火山と住民生活	西海道の景観と変貌(藤岡謙二郎編), 古今書院, pp.299-233	
1989	A preliminary experiment on automated judgement of the stages of eruptive activity using tiltmeter records at Sakurajima, Japan	Volcanic Hazard(ed. J. H. Latter), Springer-Verlag, pp.585-598	Kamo, K.
1990	Numerical simulation of lava flows on some volcanoes in Japan	Lava Flows and Domes (ed. J. H. Fink), Springer-Verlag, pp.174-207	M. Iguchi, and K. Kamo
1990	Pressure sources and induced ground deformation associated with explosive eruptions at an andesitic volcano: Sakurajima volcano, Japan	Magma Transport and Storage (ed. M.P.Ryan), John Wiley & Sons, pp.335-356	
1995	溶岩流のシミュレーション	火山の事典, 朝倉書店, pp.402-407	
1995	桜島	火山噴火予知連絡会20年のあゆみ, 気象庁, pp.161-168	
1999	火山	備えあれば憂い少なし(鹿児島防災ガイド), NHK鹿児島放送局編, pp.72-115	
2000	火山噴火,火山災害情報	防災学ハンドブック(京都大学防災研究所編), 朝倉書店, pp.152-170, pp.660-668	
2002	火山災害編集主査(分担執筆)	防災辞典, 築地書館, 543pp.	
2011	火山噴火	災害対策全書(1. 災害概論), pp.48-51	

火山現象の理解と火山噴火予知

石原和弘

要 旨

1974年に開始された火山噴火予知計画の狙いと計画実施の特色、研究成果および火山防災との関連について概説した。地下のマグマの動きを種々の観測で捉えることが噴火予知につながり、研究観測成果を気象庁の業務に活かすことにより噴火予知の実用化を図るという当初計画の趣旨にそって、火山噴火予知計画は遂行され、噴火予知実用化の第一歩である噴火予警報が2007年に開始された。また、火山学の成果や火山学的知見は、ハザードマップ作成や火山危機時の助言など火山防災にも活かされている。

キーワード: 火山噴火予知, 火山防災, 噴火警報, ハザードマップ

1. はじめに

1955年10月に始まった桜島南岳山頂火口での爆発的噴火活動は、1960年に活動のピークを迎えたのち、次第に収まる傾向にあったが、1972年10月2日の大きな爆発を契機に激化し、降灰により農作物に大きな被害が生じ、山体斜面の急激な浸食がすすみ土石流も多発しはじめた。加えて、1914年の大正噴火のような大規模噴火の発生も懸念された。そのような背景のもとで、1973年には、「活動火山周辺地域における避難施設等の整備に関する法律（活火山法）」が制定され、測地学審議会（1973）は当面5ヶ年を目途とした「火山噴火予知計画の推進について」を内閣総理大臣、文部大臣、運輸大臣及び建設大臣に建議した。同計画は、9年先行して始まった地震予知計画を手本とした。建議を受けて、予算措置もなされ火山噴火予知計画は1974年に開始された。初年度は、活動的火山の多い北海道地区と九州地区の火山活動移動観測班（助手1、技官1）が、それぞれ、北海道大学と京都大学に設置された。筆者は、九州地区火山活動移動観測班助手として同年採用された。火山噴火予知計画は第7次計画をもって終了し、2008年の科学技術・学術審議会の建議「地震及び火山噴火予知のための観測研究計画」により、地震予知に関する観測研究と統合された計画として再出発することになった。火山噴火予知計画の出発から終了まで関わった研究者として、防災の観点も踏まえて、火山噴火予知に対する評価や考え方を述べたい。

2. 火山噴火予知計画とその成果

1973年当時は、気象庁の精密観測火山（浅間山、伊豆大島、阿蘇山、桜島）、大学の火山観測所のある火山（浅間山、阿蘇山、霧島山、桜島）であっても、観測点が少なく、煤書記録であったため火山性地震の震源決定ですら困難であった。しかも、地震観測以外の観測、たとえば、地殻変動観測がなされている火山はごく一部であり、火山噴火の予知には程遠い状況であった。

2.1 火山噴火予知計画の基本方針

1973（昭和48）年の建議の冒頭では、このような状況を踏まえて、火山噴火予知の現状分析及今後推進すべき重要課題として以下の7点を挙げている。

- (1) 火山活動の様相は各火山の溶岩の特質によって異なり、また時間とともに変わり複雑性を持つが、この地下のマグマの動きを各種の火山観測等により探知することが噴火予知につながるものである。
- (2) ところで、わが国には約70の活火山が分布しており、気象庁は現在その中の4火山で精密観測を、12火山で普通観測を実施している。これらは火山性地震の連続観測を主とし、他に年数回の現地観測を行っている。これらの観測結果にもとづき、気象庁は気象業務法による「火山情報」を発表し、附近の関係機関および一般住民に対する警戒を促している。
- (3) 主要な4火山に対しては、それぞれ大学の火山観

測所があり、火山性地震および地殻変動の観測を含む基礎的観測・研究を遂行しており、その成果を噴火予知に役立てようとしている。残りの火山については、大学と気象庁により臨時的な観測・調査を行い、監視を続けている。

- (4) 火山噴火予知の1日も早い実用化をはかるためには、火山学全般の基礎研究をはかると同時に、その成果を実際の業務にとりいれるよう、大学と気象庁の連携を緊密にする。
- (5) また、火山噴火予知の実用化をはかるため、従来の火山観測を強化し、火山性地震、火山性地殻変動等の観測を中心にして、火山の特性に応じて必要な観測を行うとともに、そのための観測施設、移動観測班等を整備する必要がある。
- (6) さらに連続観測等においては、テレメタリング方式を採用するとともに、資料の自動処理化をはかる必要がある。
- (7) このほか、赤外線による主要な活火山の熱的状態の隔測など噴火予知および火山学全般に関する重要課題の研究を推進する必要がある。

火山噴火予知計画建議では、その目的として、火山噴火予知の「実用化」を強く前面に出している。具体的には、研究成果を、気象庁の業務、火山噴火に対する警戒を呼び掛ける「火山情報」に反映することを目標としている。同時に、建議は幅広い噴火予知研究及び火山学全般の進展が社会的な噴火予知実現に役立つという確信に立っている。

大学等と気象庁との連携の具体的な仕組みとして、地震予知計画にならって、1974年に「火山噴火予知連絡会」が発足した。大学、気象庁、地質調査所等

の調査研究機関に加えて、文部省のほか、防災を担当する国土庁を構成員としたことが特徴である。関係機関の研究及び業務に関する成果及び情報の交換、火山現象についての総合的判断を行い、火山情報の質を向上させて防災に資すること、火山噴火予知に関する研究及び観測体制の整備等を検討することを任務としている。また、活火山の定義と認定も重要な任務のひとつである。加えて、1977年有珠山噴火のような顕著な噴火発生時には、火山噴火予知連絡会は総合観測班を編成し、現地で即時的な活動評価が出来るような体制を構築してきた。

1974年度の実施状況、成果と問題点を踏まえて、1975年には火山噴火予知計画の一見直しがなされ、多機関による「特定火山集中総合観測」、「有珠火山観測所の新設」、雲仙火山を含む既設火山観測所の整備、火山ガスの隔測や電気探査的方法によるマグマ上昇の検出などの試験研究が建議された（測地学審議会、1975）。

1978年の第2次火山噴火予知計画以降は、活火山を活動度に応じて区分して、火山観測所の新設・整備や特定火山集中総合観測、移動観測等を計画的に実施することとした。1983年の第3次火山噴火予知計画（測地学審議会、1983）では、活動的で特に重点的に観測研究を行うべき火山、活動的火山及び潜在的爆発活力を有する火山、その他の火山の3つに区分した。限られた人材と予算を有効に活用し、火山噴火予知計画を推進するための措置であり、地震予知連絡会による特定観測地域、観測強化地域の指定に相当する。

Table 1 Main volcanic events and preparation before eruptions

Volcanic event	Preparation before the eruption
The 1977 Usu Eruption	Foundation of the volcano observatory(1977)
The 1983 Miyakejima Eruption	Joint Observation(1980)
The 1986 Izu-Oshima Eruption	Joint Observation(1974, 1983)/Foundation of the volcano observatory(1984)
The 1988 Tokachidake Eruption	Joint Observation((1987)/Strengthen of volcano monitoring, including an underground observation tunnel(1985)
The 1990 Unzen Eruption	Joint Observation((1986)/ Strengthen of the volcano observatory(1984)
The 1998 Iwate Volcanic Crisis	Joint Observation((1988)/ Strengthen of volcano monitoring, including borehole seismometers/tiltmeters, GPS and so on.
The 2000 Usu Eruption	Joint Observation((1993,1997)/ Strengthen of volcano monitoring by universities immediately before the eruption
The 2000 Miyakejima Eruption	Joint Observation((1985, 1990,1995)/ Strengthen of volcano monitoring
The 2011 Kirishima Eruption	Joint Observation((1994,1996)/ Strengthen of volcano monitoring, including borehole seismometers and tiltmeters, GPS, TV monitors, infrasonic microphones and so on

2.2 火山噴火の前駆現象と予知

予知計画開始以降の主な火山噴火と予知計画による事前の取り組みをTable 1にまとめた。1977年有珠山噴火と1986年伊豆大島噴火に先立ち、それぞれ火山観測所を新設する、また、他の火山についても特定火山集中総合観測を実施するなど、5ヶ年ごとの火山噴火予知計画建議で観測研究強化の対象火山の選定が概ね妥当であったことを示している。

他方、歴史時代の噴火記録がなく、数10年前からしばしば顕著な群発地震と地変を繰り返し、1989年に海底噴火を引き起こした伊豆東部火山群に対しては、地震予知の対象としては取り上げられていたが、

火山噴火予知計画では事前の対応がなされていなかった。地震活動が活発な火山地域、特に、東北から中部地方の地域については、地震と火山の研究者が連携して調査研究することが、地震学、火山学及び防災の観点から重要であろう。

噴火に先立ち、観測研究がある程度強化されていた火山では、Table 2に示すような噴火に先立つ種々の現象が観測された(石原, 1997)。しかし、1983年三宅島噴火では、観測体制が貧弱で前兆時間が短いために情報の発表が遅れ、1986年伊豆大島噴火については多項目の観測で異常が検知されたが、噴火の切迫性が十分認識されない間に事態が進行した。

Table 2 Precursory phenomena observed at recent remarkable volcanic eruption

Volcano	Onset of eruption	Observation	Significant phenomena
Usu	Aug.7, 1977 (summit eruption)	Seismic	Earthquake swarm: 31 hours before LF events: a few hours before
		Deformation	Inflation in half a day before, indicated by the measurement of cable length of the ropeway
Miyakejima	Oct. 3, 1983 (fissure eruption)	Seismic	Earthquake swarm: 1.5 hours before LF events: an hour before
Izu-Oshima	Nov.15, 1986 (summit eruption)	Geomagnetic	Total force change: .5 years before
		Geoelectric	Variation of apparent resistivity: half an year before
Izu-Oshima	Nov.15, 1986 (summit eruption)	Seismic	Activation of volcanic tremors: .4 months before
		Geothermal	Increase of heated area at the crater wall: 3 months before
		Visual	Fumarole activity at the crater wall: 3 days before
		Seismic	Earthquake swarm: 2 hours before
Izu-Oshima	Nov.21, 1986 (Fissure eruption)	Deformation	Tilt & strain change: 1-2 hours before
		Seismic	Earthquake swarm: 2 weeks before LF events: 3 days before Tremor: 2 days before
Teishi knoll	Jul. 13, 1989 (submarine eruption)	Deformation	Tilt, strain, distance changes: 10days before
Unzen	Nov. 17, 1990 (phreatic eruption)	Seismic	Earthquake swarms west of Unzen: 1 years before Volcanic tremors:4 months before
		Seismic	Earthquake swarm & tremor: 1week before
		Deformation	Rapid tilt & distance change: 1 week before
Unzen	May 20, 1991 (extrusion of dacite lava dome)	Geomagnetic	Rapid change in total force: 1 week before
		Visual	Cracks at the summit: a few days before
Usu	March 31, 2000 (flank eruption)	Seismic	Earthquake swarm:4 days before
Usu	March 31, 2000 (flank eruption)	Deformation	Inflation monitored by GPS: 3 days before
		Seismic	Earthquake swarm and migration: half a day before
Miyakejima	Jun.27, 2000 (submarine eruption)	Deformation	Tilt change: half a day before
		Seismic	Earthquake swarm: 4 days before
Miyakejima	Jul. 8, 2000 (Eruption & collapse of the summit caldera)	Microgravity	Lack of mass: a few days before
		Geoelectric	Variation of apparent resistivity: a few days before

他方、多くの火山では、観測により捕捉された現象が噴火の予測、あるいは火山情報の発表に活かされた。

1997年の第5次火山噴火予知計画レビューでは、適切な観測体制を実現すれば、差し迫った火山活動の高まりを把握できること、他方、観測体制がある程度整備された火山であっても、噴火の規模、様式及び推移を正確に予測することは容易ではないことが確認された。しかしながら、正確な噴火の発生及び推移の予測が困難な段階でも、噴火の実態や活動推移を逐次、総合的に把握することは、災害の軽減にとって有益であると結論した。この結論を踏まえて、噴火予知実用化の第一歩を踏み出すことになった。

2.3 マグマの挙動把握と火山現象の理解

「地下のマグマの動きを各種の火山観測等により探知することが噴火予知につながる」という火山噴火予知計画の基本的方針に沿って、火山観測に種々の手法が導入され、地下のマグマの挙動の把握、噴火現象及びマグマ供給系の理解が大きく進展した。地球物理学的観測だけではなく、火山ガス、火山灰や温泉など地球化学的分析、火山噴出物の地質岩石学的分析からも、地下のマグマの挙動や組成変化などの情報が得られた。ここでは、地球物理学的観測について述べる（石原，1997）。

顕著な噴火・異変が発生した火山では、地震観測、及び水準測量・光波測量・GPS観測により、地下数km～10kmのマグマ溜まりの所在の理解が深まり、火山活動の予測や各種観測データの評価に役だてられた。観測坑道や観測井での傾斜や歪観測により、噴火の数10分～数日前からの地盤の隆起膨張やマグマの貫入・後退に対応する地殻変動が、十勝岳、岩手山、浅間山、伊豆大島、三宅島、雲仙岳、霧島山、

桜島など多くの火山で観測され、噴火の短期・直前予測の手がかりが得られた。多くの場合、観測された噴火の前兆傾斜・歪は 10^{-9} ～ 10^{-7} と微小である。

大地電気比抵抗測定や地磁気の観測が、マグマの貫入などに伴う地下浅部の熱的状态の変化の捕捉に有効であることが、いくつもの火山で実証された。特に、磁性鉱物が少ないデイサイト質火山、雲仙普賢岳で1991年5月の溶岩ドーム出現過程が地磁気観測で捕捉された事は特筆される（Tanaka, 1995）。溶岩ドーム出現に先立ち、火山噴火予知連絡会は溶岩流出の可能性を明確に警告したが、地震、傾斜計・光波測量データに加え、地磁気データが見解の根拠となった。

絶対重力計とスプリング式重力計を用いた重力観測により、火道内のマグマの上昇・下降やマグマの後退に伴う重力の微小な変化が、伊豆大島、浅間山、三宅島などで観測された(Watanabe et al, 1998; Furuya et al, 2003)。

火山の表面活動を捉えるために、ビデオカメラ・赤外線カメラ、超低周波マイクロホン（空振計）、火山ガス（二酸化硫黄）隔測装置なども火山観測に導入、改良がくわえられた。これらによって得られた表面活動の情報は、地震や地殻変動などの観測データと併せて、火山噴火、火砕流の発生機構や火山性地震の理解にも役立てられた（Ishihara, 1985；石原・井口，1989；Yamasato,1998; Oshima, 2000）。これら火山噴火予知研究で開発・導入された表面現象に関わる観測機器は、地中傾斜計・地震計やGPSと併せて、気象庁の標準的な火山観測機器となっている。

2.4 火山噴火予知の実用化にむけて

第5次計画のレビューを受けて、第6次火山噴火予

Table 3 Volcanic alert levels operated by the Meteorological Agency of Japan since December 2007

	対象地域 Target area	噴火警戒レベル Alert level & Keyword
噴火警報 Warning	居住地域 Residential area	5 避難 Evacuate
		4 避難準備 Prepare to evacuate
火口周辺警報 Near-crater Warning	居住地域近く Near residential area	3 入山規制 Do not approach the volcano
	火口周辺 Around the crater	2 火口周辺規制 Do not approach the crater
噴火予報 Forecast	火口内 Inside the crater	1 平常 Normal

知計画（測地学審議会，1998）では，気象庁は，関係する機関の協力のもと，（1）常時監視観測火山すべての活動度を定量的に評価する手法を検討し，浅間山，伊豆大島，阿蘇山，雲仙岳及び桜島については，第6次計画終了時（2003年）までに火山活動に関する情報の定量化を試行すること，（2）火山の活動状況について迅速な情報収集と適切な評価を行うため地域火山監視センター的機能を有する拠点を整備することを提言した。（1）は，インドネシア等海外の火山国における経験・実績（石原，1997）を踏まえた提案である。加えて，三宅島，有珠山など噴火の切迫している火山の観測研究体制の強化と併せて，中長期的観点から富士山など静穏期にある火山の噴火の可能性等，噴火ポテンシャルを評価する研究の推進を新たに提案した。

2001年10月に気象庁は，提言(2)を受けて，本庁火山課と，札幌，仙台および福岡の3つの管区気象台地震火山課に「火山監視・情報センター」を設置した。

また，提言(1)については有識者による検討を経て，2003年11月から上記5火山の火山情報について，5段階の「火山活動度レベル」の提供を開始した。その後も順次，活動度レベル提供の対象火山を増やした。2007年12月には気象業務法を改正，従来の火山情報を廃止して，Table 3 に示す「噴火予報・警報」の運用を開始した。同時に，ハザードマップ（火山防災マップ）と避難等規制計画が整った16火山については，噴火の脅威が及ぶ危険性のある範囲に応じた5段階の「噴火警戒レベル」の提供を開始した（2012年現在噴火警戒レベル提供火山は29）。火山噴火予知計画が目標とした研究成果を気象庁の業務に活かした実用的な火山噴火予知の第一歩である。

2009年から2011年にかけて，火山噴火予知連絡会が「監視・観測体制の充実等の必要のある火山」として選定した47火山について地中傾斜計・地震計，空振計等の整備がなされた。気象庁の常時観測対象火山は一気に倍増し，わが国の陸上活火山の約半数が監視対象火山となった。

2007年12月以降2012年3月の期間に噴火警戒レベル3が発令された火山は，浅間山，霧島山，桜島，口永良部島の4火山，レベル2が発令された火山は，雌阿寒岳，三宅島，阿蘇山，薩摩硫黄島，諏訪之瀬島の5火山である。2012年3月の時点では，上記火山のうち，雌阿寒岳，浅間山，阿蘇山，口永良部島の4火山はレベル1に戻っている。

噴火警戒レベルは，必ずしも学術的な意味での噴火予知情報ではない。当該火山に関する知見と観測データの分析をもとに，5段階の噴火警戒レベルで，現時点での噴火の切迫性と脅威が及ぶと予想される範囲を公表して，周辺の自治体や住民に被災を避け

る行動を促すための情報である。

3. 火山災害の軽減

1974年の火山噴火予知計画開始以降に噴火による犠牲者が出たのは，1974年7月28日の新潟焼山の噴火（死者3名），1979年9月6日の阿蘇山の爆発的噴火（死者3名）及び1991年6月3日の雲仙普賢岳の火砕流（死者行方不明43名）の3例である。

阿蘇山では，1979年9月6日の爆発の約2カ月前から火山性微動の振幅が増大，約10日前に急減した。微動振幅の増大後の振幅急減は，阿蘇山の爆発の最も確かな前兆である。警戒を呼び掛ける火山情報に対応して，地元も火口周辺半径1km以内の立ち入り禁止措置をとっていた。しかし，観光客のための展望所が規制範囲外になるよう，規制円の中心をずらしたため，爆発発生時に展望所付近で死者3名，重傷2名，軽傷9名の被害を出すことになった。

雲仙普賢岳では，1991年5月20日の溶岩ドーム出現前から火山噴火予知連絡会は，種々の観測データをもとに溶岩流出の危険性を指摘し，火山活動に対する警戒を呼び掛けていた。溶岩ドームからの崩落火砕流が頻発する状況を受け，雲仙岳測候所は6月26日，当時の最高レベルの警戒を呼び掛ける「火山活動情報」を発表し，5月31日に火山噴火予知連絡会は火砕流に対する厳重な警戒を呼び掛ける統一見解を発表した（澤田，1996）。ところが，火砕流の流下方向，普賢岳の東麓，住民がすでに避難していた集落周辺に陣取っていた報道関係者を中心に43名の人々が6月3日の火砕流に飲み込まれ命を失った。すでに1週間前に火砕流による負傷者が出ていたにもかかわらず，このような事態に陥っている。インドネシアMerapi山では，2006年5月に溶岩ドームが成長，火山局は火砕流発生が必至と判断して最高レベルの情報を発表して数千人の住民も避難した。ところが，火山局Merapi火山観測所長の退避勧告を振り切ってシェルターにとどまった災害支援ボランティア2名が5月15日発生した火砕流により死亡した。火山現象，特に火砕流は，報道関係者，外来者にとっては自らに降りかかる危険を忘れさせるほど魅惑的な現象のようである。噴火予知の現場・現実には誠に厄介である。

いづれにしても，噴火が切迫していることを事前に警告するだけの噴火予知では，噴火災害の軽減は実現しない。切迫している火山噴火の脅威の実態と脅威が及ぶ範囲を，火山監視官署が地域の行政と住民に対して，災害予測図（ハザードマップ）等を活用して具体的に解説する必要がある。そのうえで，行政責任者による避難や立ち入り禁止等の規制が適

切かつ確実に実施されなければ、火山の脅威から人命を守ることはできない。火山災害を軽減するには、Fig.1に示したように、火山研究者、火山監視機関及び住民と行政が相互に連携協力し、それぞれの役割を果たすことが不可欠である。

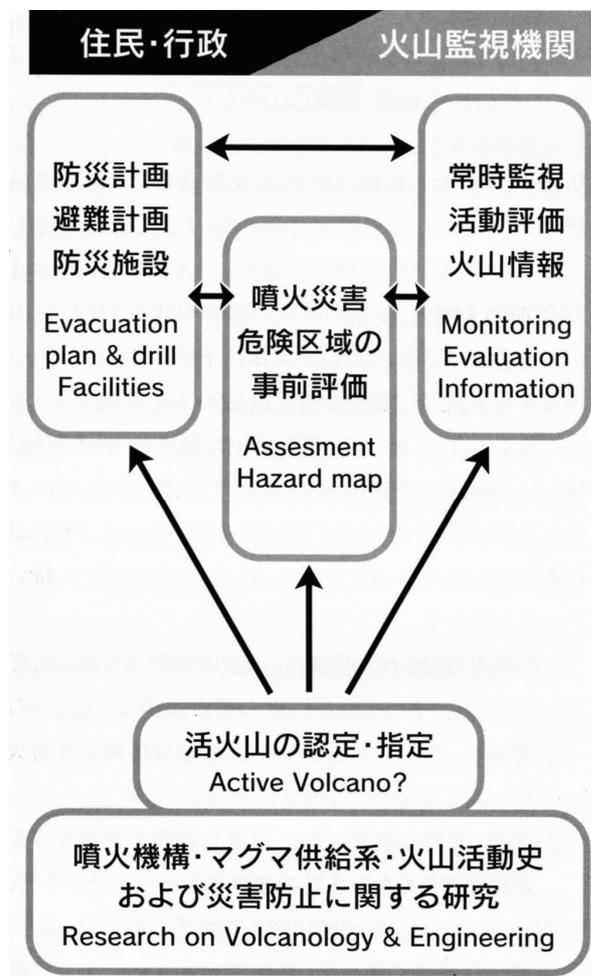


Fig.1 Procedure to minimize volcanic disasters

3.1 火山防災マップ

火山の防災マップ、及びその基礎となるハザードマップの意義と重要性については、国内外の火山研究者の間では早くから認識され、わが国でも1970年代後半に全国の火山研究者が作成に着手した（下鶴編，1981）。しかし、公表については、社会的影響を危惧する声が大きく、実現までに10数年を要した。

我が国で、ハザードマップの重要性が社会に認識され始めたのは、1985年のコロンビアのネバド・デル・ルイス火山の噴火以降である。同火山では、事前にハザードマップが作成されていたが、住民に配布される前に噴火が発生した。ハザードマップが予想した危険区域で2万人以上が泥流の犠牲になった。この教訓を踏まえて、十勝岳では1988年12月からの噴火に先立ち、地元自治体が大学研究者の協力を得

て作成した融雪泥流の防災マップが住民に配布された。12月24日夜の小規模な火砕流を伴った噴火発生直後の気象台の火山情報（火山活動情報）を受けて、地元自治体は観光客を含め約900名の迅速な避難を行った（岡田，1993）。その後、国土庁（1992）は数年間の調査検討を経て、1992年に火山噴火災害危険区域予測図作成指針を公表した。この指針と国からの財政的支援を受けて、火山を抱える都道府県が研究者の協力を得て、ハザードマップの作成を開始した。早くにハザードマップの意義が社会に認知されていれば、雲仙普賢岳で火砕流により多数の犠牲者を出すことは防げた可能性があったであろう。2012年3月現在、活火山110の内、ハザードマップが整備されているのは37火山にとどまっている。過去に噴火災害が発生した火山、特に、事前の避難が不可欠な離島火山のハザードマップの早急な整備が望まれる。

3.2 火山防災と自治体

災害対策基本法により、住民に対する避難等の勧告及び指示、また警戒区域設定権は市町村長にある。しかし、多くの火山の噴火は数10年～数100年間隔で発生する稀な現象であり、初めて直面する火山噴火に対して市町村長が単独で警戒区域設定や住民の避難指示の判断を迅速かつ適切に下すのは困難である。何らかの市町村長に対する助言者、あるいは助言の仕組みが必要である。

国、あるいは都道府県からの助言が考えられるが、北海道と鹿児島県を除けば火山噴火災害に関わった経験を有する行政担当者は少なく、同様の困難に直面する。火山に関する公的情報を発表する責務と権限を有する気象庁でも、顕著な火山噴火、特にその始まりから経験した職員は数少ない。学識経験者も参加した火山噴火予知連絡会の活動評価に関する見解が避難等の契機になった事例が多い。具体的な規制範囲の設定については、本来は気象庁・気象台が助言すべき事項であるが、これまでは、地元の自治体が主に当該火山の研究やハザードマップ作成に関わり周辺の社会的環境も熟知した地元大学の研究者など、いわゆる“ホームドクター”に相談して決定する事例が少なくなかった。筆者は、研究者個人が避難・規制等の行政的措置に直接的に関わるのは好ましいことではないと考えていた。しかし、1986年十勝岳噴火や2000年有珠山噴火のように活動開始前から研究者が関わった場合の防災対応は比較的円滑になされたことも事実であり、ホームドクター待望の声は各地にある。

鹿児島県防災会議は、1997年3月に地域防災計画（火山災害対策編）を策定公表した。同計画では県

内6火山に対して、それぞれの火山に関わる市町村長に対する助言組織として、関係自治体と関係機関で構成する「噴火（爆発）災害対策連絡会議」の設置を定めている。関係機関には、気象台、大学、海上保安庁、自衛隊、NTT、九州電力、運輸局、食糧事務所、日赤、警察、消防等が含まれる。県は、必要に応じて同会議を開催し、鹿児島地方気象台や大学の報告及びハザードマップ（火山防災マップ）に基づいた検討協議を行い、同会議は関係自治体に対し、検討結果に基づく助言・勧告を行うこととしている。2000年12月には開聞岳での噴気出現と、諏訪之瀬島で新たな場所から噴火という事態が発生した。それぞれの事態に対して、防災ヘリコプターを用いた鹿児島県、大学及び気象台の合同緊急調査が即時的に実施され、直ちに地元町村に対して登山規制の設定や解除などの助言がなされた。このような枠組みの中では、少なくとも研究者個人がホームドクターとして前面に立つことは避けられる。



Fig.2 Volcanic hazard map of Sakurajima revised after the onset of eruption at the Showa crater in June, 2006.

桜島南岳山頂火口の爆発的噴火活動は1995年以降次第に低下する一方、桜島北方の鹿児島湾、始良カルデラを中心に地下のマグマ蓄積による地盤の隆起・膨張が進行していた。噴火活動の再開・激化は必至という認識のもとで、関係自治体と関係機関で構成された「桜島火山防災委員会」は桜島火山防災マップ改訂版を作成した。鹿児島市は同マップを2006年3月に桜島の全戸に配布するとともに、広報紙で鹿児島市民に桜島の噴火活動活発化が迫っていることに対する警戒を呼び掛けた。

そのような状況の中で、2006年6月4日に南岳東斜面の昭和火口で58年ぶりに噴火が始まった。桜島の住民にとっては必ずしも例外は出来事ではなかったが、一般には想定外の場所から噴火が始まったと受け取られた。数日後から噴火に伴い火口から噴出・流下する小規模な熱雲（火砕流）が発生するように

なった。気象台は噴煙高度が1000mに達しないことから噴火と認定しなかった。そのため、観光客等が火口から約3km付近まで接近して噴火と熱雲を見物するという状況が続いた。京都大学防災研究所は、6月5日に火山活動研究センターのホームページで、この事態の背景と今後の見通し、注意すべき事項について解説した。自治体関係者は危機感を持ち、何らかの規制等を実施する根拠となる気象台からの火山情報発表をまった。6月12日の火山噴火予知連絡会の検討結果を受けて、気象庁は南岳山頂火口の爆発に加え、昭和火口の噴火にも注意を喚起する臨時火山情報を発表し、火山活動度レベルを2（比較的静穏な噴火活動）から3（活発な火山活動）に引き上げた。これを受けて、鹿児島県は、6月13日に気象台、大学等と事前協議を行い、翌14日に桜島爆発災害対策連絡会議を開催し、現状と今後の火山活動、および当面の対策について協議を行った。同会議は南岳山頂火口から2km以内に、昭和火口から2km以内も立ち入り禁止区域に加えるべきことを鹿児島市長に勧告した（Fig.2）。鹿児島市は、即日、鹿児島県、国土交通省の協力を得て立ち入り禁止区域に通じる道路にゲートを設置するとともに、消防・警察の協力を得て住民の所在確認等を行った。同会議の利点は、火山危機に際して防災関係者が一堂に会することから、事態と必要な対策等についての認識の共有が短時間でできること、しかも会議は公開されているために偏った報道が意図的になされる恐れが少ないという事である。

2011年1月26日からの霧島山新燃岳噴火に際しては、内閣府を中心とする政府支援チームと宮崎、鹿児島両県の危機管理局が核となって、関係自治体と関係機関による定期的な協議会（コアメンバー会議）を開催し、火山活動や防災対策に関する情報交換・協議及び関係市町への助言等を行った。

最近の桜島、霧島山の経験を踏まえて、2011年12月に国の防災基本計画（火山災害対策編）が修正され、火山防災にかかわる協議会を通じて、事前の避難計画の策定や火山防災マップの作成等に取り組むことを盛り込むなど、火山防災対策を検討するための協議会等の位置付けが明確化された。

4. おわりに

1974年に開始された火山噴火予知計画の成果の概要と火山防災に関わる取り組みについて解説した。筆者は、予知を「予め知る」ではなく、「予め知らせる」ことであると考えてきた。より具体的には、観測データなどから、地域や住民に迫りくる脅威と事態を「予め知らせ」、災害を回避する行動を促す

社会的行為である。このような観点から以下のように取りまとめた。

[1] 地下のマグマの動きを種々の観測で探知することが火山噴火予知につながる、観測研究成果を気象庁の業務へ反映することが噴火予知の実用化に近づく道である、また、火山噴火予知には火山学全般の進展が不可欠であるという火山噴火予知計画発足時の認識は妥当であった。

[2] 具体的にいえば、多くの火山噴火に対して事前に各種観測調査が開始されたことにより、噴火の先駆けとなる現象、噴火前後の変化等が捉えられ、噴火予測や噴火機構の理解、及び火山情報に役立てられた。また、大学等で開発された観測手法は気象庁の業務に取り入れられ、陸上火山の約半数に当たる47火山の監視観測体制が整備された。

[3] 噴火の開始時期、規模、場所、様式あるいは活動の推移を観測データからの確に予測することは困難であるものの、噴火の何らかの兆候は検知される。2007年に開始された噴火警報は火山噴火予知実用化の第一歩である。より定量的な5段階の噴火警戒レベルの一層の普及が望まれる。

[4] 火山災害を軽減する、噴火災害による犠牲者を出さないためには、住民や行政関係者が迫りくる火山の脅威の実態をハザードマップなどで理解し、避難計画などに基づき危険を回避する行動をとることが必要である。ハザードマップが整備された火山は陸上火山の半分以下、具体的な避難計画は数火山でしか策定されていない。火山防災協議会等での早急な作成が望まれる。

[5] 火山噴火予知計画発足以降の30数年間に、種々の火山噴火を経験して噴火機構の理解は進んだが、いずれも中小規模の噴火である。強い水蒸気爆発や山体崩壊等科学的観測の実績のない噴火様式も視野に入れるとともに、これまでの火山噴火予知計画のように、当面5～10年間に噴火発生の可能性が高い火山を対象とした重点的な観測研究を望みたい。

謝 辞

筆者が、火山の観測研究に専念し、不十分であるものの火山噴火機構や噴火機構などに研究成果を得て無事定年退職を迎えることが出来たのは、先輩と同僚のおかげである。また、学内、国内及び海外の研究者から多くの刺激と知識を得た。野外観測や観測研究施設の設置に当たっては、それぞれの地元の関係者の方々、国及び地方公共団体の方々、京都大学の事務方に大変お世話になった。これらの方々に記して謝意を表したい。

参考文献

- 石原和弘 (1997) : インドネシアの火山活動のレベル化に関する規定, 火山, 第42巻, pp.53 - 57.
- 石原和弘 (1997) : 火山観測による噴火の仕組みの理解, 火山, 第42巻, pp.445 - 458.
- 石原和弘・井口正人 (1989) : 火山体の変形, 表面活動と火山性地震発生の関係 (I), 京都大学防災研究所年報, 第21号B - 1, pp.153 - 162.
- 岡田 弘 (1993) : 十勝岳の火山噴火の予知と防災, 月刊地球, 号外, No.7, pp.155 - 169.
- 鹿児島県防災会議 (1997) : 鹿児島県地域防災計画 (火山災害対策編), 400pp.
- 国土庁防災局 (1992) : 火山噴火災害危険区域予測図作成指針, 153pp.
- 澤田可洋 (1996) : 気象庁, 火山噴火予知連絡会の対応, 雲仙普賢岳の噴火, 月刊地球, 号外, No.15, pp.186 - 191.
- 下鶴大輔編 (1981) : 噴火災害の特質とHazard Map作成及びそれによる噴火災害の予測の研究, 文部省科学研究費自然災害特別研究成果, A-56-1, 186pp.
- 測地学審議会 (1973) : 火山噴火予知計画の推進について (建議), 文術測第48 - 16号, 3pp.
- 測地学審議会 (1975) : 火山噴火予知計画の一部見直しについて (建議), 文術測第50 - 20号, 4pp.
- 測地学審議会 (1983) : 第3次火山噴火予知計画の推進について (建議), 文術測第58 - 12号, 11pp.
- 測地学審議会 (1998) : 第6次火山噴火予知計画の推進について (建議), 文術測第2号, 24pp.
- Furuya, M., Okubo, S., Sun, W., Tanaka, T., Oikawa, J., Watanabe, H. and Maekawa, T. (2003): Spacio-temporal gravity changes at Miyakejima volcano, Japan: Caldera collapse, explosive eruptions and magma movement, *J. Geophys. Res.* Vol.108, 2219, doi:10.1029/2002JB001989, 2003.
- Ishihara, K. (1985): Dynamical analysis of volcanic explosion, *J. Geodynamics*, Vol.3, pp.327-349.
- Oshima, H. and Maekawa, T. (2001) Excitation process of infrasonic waves associated with Merapi-type pyroclastic flow as revealed by a new recording system, *Geophys. Res. Lett.*, vol.28, pp.1099-1102.
- Watanabe, H., S. Okubo, T. Maekawa and S. Sakashita (1998): Drain-back process of basaltic magma in the summit conduit detected by microgravity observation at Izu-Oshima volcano, Japan. *Geophys. Res. Lett.*, Vol.25, pp.2865- 2868.
- Yamasato, H. (1998): Quantitative analysis of pyroclastic flows using infrasonic and seismic data at Unzen Volcano, Japan. *J. Phys. Earth*, Vol.45, pp.397-416.

Understanding of Volcanic Phenomena and Prediction of Volcanic Eruptions

Kazuhiro ISHIHARA

Synopsis

This manuscript describes the outline of the National Project of Prediction of Volcanic Eruptions (1974-2008): scientific and social purposes and results. Several methods and instruments developed under the project and scientific knowledge on volcanic activities were transferred to the Japan Meteorological Agency, which started a quantitative volcanic alert in December 2007. Volcanologists have contributed to mitigation of volcanic hazards in various aspects, making of volcanic hazard maps and evacuation plans, and as experts in volcano crisis, based on scientific research and experiences of volcano crises at several volcanoes.

Keywords: prediction of volcanic eruptions, mitigation of volcanic hazards, volcanic alert, hazard map



田 中 哮 義 名 譽 教 授

田 中 哮 義 教 授 略 歴

(学歴・職歴)

昭和	22年	7月	6日	鳥取県に生まれる
	42年	4月		京都大学工学部建築学科入学
	46年	3月		京都大学工学部建築学科卒業
	46年	4月		京都大学大学院工学研究科建築学第2専攻修士課程入学
	48年	3月		京都大学大学院工学研究科建築学第2専攻修士課程修了
	48年	4月		建設省建築研究所第五研究部研究員
	57年	4月		建設省建築研究所第五研究部主任研究員
	58年	1月		建設省建築研究所建築試験室主任研究員
	63年	9月		建設省建築研究所企画部企画調査課長
平成	1年	10月		建設省建築研究所第五研究部設計計画研究室長
	2年	6月		建設省建築研究所第五研究部防煙研究室長
	8年	4月		建設省建築研究所第五研究部防火研究調整官
	9年	6月		京都大学防災研究所教授 (附属巨大災害研究センター)
	17年	4月		京都大学防災研究所教授 (社会防災研究部門・都市防災計画分野)
	24年	3月		定年退職(京都大学名誉教授)

(学会・委員等歴)

平成	1年	4月		日本火災学会理事 (平成4年3月まで)
平成	5年	4月		日本建築学会防火委員会火災安全設計法小委員会主査 (平成13年3月まで)
	9年	4月		日本建築学会近畿支部防災計画部会長 (現在まで)
	13年	4月		日本建築学会賞選考委員会委員 (平成15年3月まで)
	15年	4月		日本建築学会代議員 (平成17年3月まで)
	17年	4月		日本火災学会受託事業実行委員会委員長 (平成18年3月まで)
	18年	3月		日本火災学会学術委員会性能設計専門委員主査 (現在まで)
	20年	4月		日本建築学会防火委員会委員長 (平成24年3月まで)
	20年	6月		IAFSS(International Association for Fire Safety Science) Committee Member (現在まで)
	21年	4月		日本建築学会賞選考委員会委員 (平成23年3月まで)
	21年	4月		建築・住宅国際機構ISO/TC92/SC4対応WG委員会委員 (平成24年3月まで)
	21年	4月		(財)日本建築総合試験所評議員 (平成24年3月まで)
	21年	4月		(独)原子力安全基盤機構外の事象PSA検討会委員 (平成24年3月まで)
	21年	4月		(財)日本建築センター評価員、評定委員(平成24年3月まで)
	21年	4月		(財)日本建築総合試験所建築物避難・耐火性能評価委員会委員長 (平成24年3月まで)
	21年	8月		与謝野町加悦伝統的建造物群保存地区防災計画策定調査委員会委員 (平成24年3月まで)

- 21年 4月 国土交通省国土技術政策総合研究所建築防火基準委員会委員
(平成24年3月まで)
- 22年 12月 (独)日本学術振興会科学研究費委員会専門委員 (平成23年11月まで)
- 23年 4月 日本火災学会副会長 (現在まで)
- 23年 8月 京都市都市計画局細街路の火災安全性能評価・作業部会座長
(平成24年3月まで)
- 23年 11月 AOSFST(Asia Oceania Symposium on Fire Science and
Technology) 9th Simposium Technical Committee Chair
(平成24年10月まで)

田中 哮 義 研 究 業 績

論 文

発表年	論文名	発表誌名	共著者
1977	A Mathematical Model of A Compartment Fire	BRI Research Paper No.70	
1978	A Model of Fire Spread in Small Scale Buildings	NBS Special Publication 540 (Proc. of 3rd Joint Panel Meeting of UJNR Panel on Fire Research and Safety)	
1979	Development of an Evaluation Method for Fire Protection Performance of Dwelling Houses	CIB Symposium: Systems Approach to Fire Safety in Buildings, (Tsukuba, Japan), pp59-78	
1979	小規模建築物の火災のモデル化に関する研究; (1)小規模建築物の火災の基礎的モデル	日本火災学会論文集, Vol.29, No.2, pp11-20	
1979	小規模建築物の火災のモデル化に関する研究; (2)火災時の熱移動のモデル化	日本火災学会論文集, Vol. 29, No.2, pp21-31	
1980	小規模建築物の火災のモデル化に関する研究; (3)火災時の流れに関するモデル化	日本火災学会論文集, Vol. 30, No.1, pp7-18	
1980	小規模建築物の火災のモデル化に関する研究; (4)モデルに基づく計算と模型実験との比較	日本火災学会論文集, Vol. 30, No.1, pp19-29	
1980	小規模建築物の火災のモデル化に関する研究; (5)シミュレーションによる初期火災性状の検討	日本火災学会論文集, Vol. 30, No.2, pp1-12	
1980	A Model on Fire Spread in Small Scale Buildings 2nd Report	BRI Research Paper No.84	
1980	大きなガラス面を有する2重扉を含む延焼防 止帯の防火性に関する考察	日本建築学会論文報告集, No.1. 290, pp159-166	
1983	A Model of Multiroom Fire Spread	Fire Science and Technology, Vol.3, No.2, pp105-121	
1983	Some Analyses of FAA Post Crash Aircraft Fire Scenario	Fire Technology, Vol. 19, No.2, pp77-89	Quintiere, J. G.
1983	A Model of Multiroom Fire Spread	Proc. of the CNSI Specialist Meeting on Interaction of Fire and Explosion with Ventilation System in Nuclear Facilities, (Los Alamos, USA)	
1985	Smoke Control in Large Scale Spaces-Part 1 Analytic theories for simple smoke control problems	Fire Science and Technology, Vol.5, No.1, pp31-40	Yamana, T.

発表年	論文名	発表誌名	共著者
1985	Smoke Control in Large Scale Spaces - Part 2 Smoke control experiments in a large scale spaces	Fire Science and Technology, Vol.5, No.1, pp41-54	Yamana, T.
1985	Full Scale Experiments for Determining the Burning Conditions to be Applied to Toxicity	Fire Safety Science, Proc. of 1st Int'l Symposium	Nakaya, I., Yoshida, M
1985	A proposed Model on the Behavior of Plumes in Two Layer Models	Proc. of the 8th Joint Panel Meeting of UJNR Panel on Fire Research and Safety), (Tsukuba, Japan)	
1985	A Model Room Test for Evaluating Combustibility of Materials	Proc. of the 8th Joint Panel Meeting of UJNR Panel on Fire Research and Safety), (Tsukuba, Japan)	Yoshida, M., Saito, F., Asano, K.
1987	Doorway Flow Induced by a Propane Fire	Fire Safety Journal, Vol. 10, No.3, pp185-195	Nakaya, I., Yoshida, M., Steckler, K.D.
1987	Incapacitation of Mice Exposed to Gases in Full- Scale Fire Tests	Proc. of the 9th Joint Panel Meeting of UJNR Panel on Fire Research and Safety), (Boston, USA)	Yoshida, M.
1987	Basic Structure of the Evacuation Safety Design	Proc. of the 9th Joint Panel Meeting of UJNR Panel on Fire Research and Safety), (Boston, USA)	
1987	An Evacuation Model for the Use in Fire Safety Designing of Buildings	Proc. of the 9th Joint Panel Meeting of UJNR Panel on Fire Research and Safety), (Boston, USA)	Takahashi, T.
1987	Refinement of A Multiroom Fire Spread Model	Thermal Engineering, Vol. 1, ASME (1987 ASME-JSME Thermal Engineering Conference), (Hawaii, USA)	Nakamura, K
1989	科技博展示館に於ける排煙実験; (1)UN館に於 ける蓄煙実験	日本火災学会論文集, Vol. 37, No.1, pp1-11	中村和人, 山名俊男
1989	Predicting Capability of a Multiroom Fire Model	Fire Safety Science, Proc. of the 2nd Int'l Symposium, pp907-916	Nakamura, K.
1989	An Evacuation Model for Use in Fire Safety Design of Buildings	Fire Safety Science, Proc. of the 2nd Int'l Symposium, pp551-560	Takahashi, K., Kose, S
1989	建物火災時の避難性状予測モデル	建築研究報告, No.119, 建設省 建築研究所	高橋清
1989	<二層ゾーン概念に基づく>建物内煙流動 予測モデル	建築研究報告, No. 123, 建設省 建築研究所	中村和人

発表年	論文名	発表誌名	共著者
1989	The Concept of a Performance Based Design Method for Building Fire Safety	Proc. of the 11th Joint Panel Meeting of UJNR Panel on Fire Research and Safety, (U.C. Berkeley, USA)	
1989	A Performance Based Design Method for Fire Safety of Buildings	Fire Safety and Engineering International Symposium Papers, (Warren Center, Univ. of Sydney, Australia)	
1991	A Study for Performance Based Design of Means of Escape in Fire, Fire Safety Science	Proc. of the 3rd Int'l Symposium, pp729-738	
1991	Toward the Goal of a Performance Fire Code	Fire and Materials, Vol.15, pp175-180	Bukowski, R.W.
1992	Efficiency of Smoke Control of Atria by Natural Venting,	Proc. of the 12th Joint Panel Meeting of UJNR Panel on Fire Research and Safety, (Tsukuba, Japan),	Ishino, O.
1992	Some refinement of BRI2 Code - Incorporating CO Yield Model -	Proc. of the 12th Joint Panel Meeting of UJNR Panel on Fire Research and Safety, (Tsukuba, Japan)	Yamada, S.
1993	アトリウム空間の自然排煙効果に関する研究	日本建築学会構造系論文報告集, No. 451, pp137-144	石野修
1993	火災時の一酸化炭素生成予測モデル (火災時における建物内の一酸化炭素濃度予測に関する研究 1)	日本建築学会計画系論文報告集, No.447, pp1-8	山田茂
1993	一酸化炭素濃度の非定常予測モデル (火災時における建物内の一酸化炭素濃度予測に関する研究 2)	日本建築学会計画系論文報告集, No. 458, pp1-8	山田茂
1994	International Comparison of Fire Safety Provisions for Means of Escape	Fire Safety Science, Proc. of the 4th Int'l Symposium, pp633-644	Hagiwara, I.
1994	Experiments on Smoke Behavior in Cavity Spaces	Fire Safety Science, Proc. of the 4th Int'l Symposium, pp289-300	Kumai, S.
1994	Validation of Zone Models; Entrainment rate and convective heat losses from atria tests	Fire Safety Science, Proc. of the 4th Int'l Symposium, pp481-492	Delichatios, M.A., Ishino, O.
1994	A Model for Predicting Concentration of Carbon Monoxide in Building Fires	Fire Safety Science, Proc. of the 4th Int'l Symposium, pp539-550	Yamada, S.
1994	An Empirical Model of the Yield of Carbon Monoxide in Fire	Fire Science and Technology, Vol. 14, No.1-2, pp19-29	Yamada, S.

発表年	論文名	発表誌名	共著者
1994	Concept and Framework of a Performance Based Fire Safety Design System of Buildings	Applied Fire Science, Vol. 3, No.4, pp335-358	
1995	The Outline of a Performance Based Fire Safety Design System of Buildings	UNCRD Proc., Series No7, (Tokyo, Japan)	
1995	ボイド空間における煙流動性状	日本建築学会計画系論文報告集, No.469, pp1-8	熊井直・福田晃久・吉沢昭彦・石野修・若松孝旺
1995	区画内に於ける可燃物の燃焼速度と噴出火炎の発生限界	日本建築学会構造系論文報告集, No.469, pp149-158	大宮喜文・佐藤雅史・若松孝旺
1995	区画内火災性状の簡易予測法	日本建築学会構造系論文報告集, No.469, pp159-164	松山賢・藤田隆史・金子英樹・大宮喜文・若松孝旺
1995	避難安全規定の国際比較	日本建築学会計画系論文報告集, No.470, pp1-10	萩原一郎
1995	換気支配型火災時の可燃物への入射熱流束と燃焼速度	日本建築学会構造系論文報告集, No.472, pp169-176	大宮喜文・佐藤雅史・若松孝旺
1995	ボイド空間における煙流動性状（その2 火源がボイド空間の壁際または隅角部にある場合）	日本建築学会計画系論文報告集, No.478, pp1-8	福田晃久・吉沢昭彦・熊井直・石野修・若松孝旺
1996	実態調査に基づく可燃物量とその表面積の分析	日本建築学会計画系論文報告集, No.483, pp1-8	油野健志・山仲秀利・大宮喜文・高橋清・若松孝旺
1996	可燃物量を考慮した区画火災性状予測モデルの構築	日本建築学会計画系論文報告集, No.487, pp1-8	大宮喜文・若松孝旺
1996	火災室及び廊下の温度の簡易予測式	日本建築学会構造系論文報告集, No.489, pp137-145	佐藤雅史・若松孝旺
1996	Burning Rate of Fuels and Generation Limit of the External Flames in Compartment Fire	Fire Science and Technology, Vol. 16, No. 1 & 2, pp1-12	Ohmiya, Y., Wakamatsu, T.
1996	A Case Study Using the Performance Based Fire Safety Design System in Japan	Proc. of the Int'l Conference on Performance-Based Codes and Fire Safety Design Methods, (Ottawa, Canada)	Hokugo, A., Hagiwara, I., Harada, K., Ohmiya, Y., Koya, K
1997	Rational Framework for Fire Resistance Requirement Based on Relative Risk Concept	2nd Int'l Seminar on Fire-and-Explosion Hazard of Substances and Venting of Deflagrations, (Moscow, Russia)	Harada, K., Morita, T.
1997	Analyses of Some of The Fire Induced Flows Using Non-Dimensional Heat Source Q*	2nd Int'l Seminar on Fire-and-Explosion Hazard of Substances and Venting of Deflagrations, (Moscow, Russia)	Yamaguchi, J. and Wakamatsu, T.

発表年	論文名	発表誌名	共著者
1997	ボイド空間における煙流動性状（その3 空間底部に給気口がある場合）	日本建築学会計画系論文報告集, No.491, pp9-16	福田晃久・若松孝旺
1997	居室における2以上の避難出口の要求（2方向避難経路の基準に関する性能的考察 その1）	日本建築学会計画系論文報告集, No.491, pp17-22	萩原一郎・三村由夫
1997	小規模区画における火災初期の対流熱伝達	日本建築学会計画系論文報告集, No.491, pp1-8	山田茂・吉野博
1997	A Consideration on Common Path Length and Single Stairway	Fire Safety Science, Proc. of the 5th Int'l Symposium, pp759-770	Hagiwara, I., Mimura, Y.
1997	Experiments on Smoke Behavior in Cavity Spaces (Part 2 The case of a cavity with an opening at the bottom)	Proc. of the 5th Int'l Symposium, pp759-770	Fukuda, T., Wakamatsu, T.
1997	熱伝達率と発熱速度及び区画規模との関係（小規模区画における火災初期の対流熱伝達 その2）	日本建築学会計画系論文報告集, No.495, pp1-8	山田茂・吉野博
1997	単一の避難経路が許容される条件（2方向避難経路の基準に関する性能的考察 その2）	日本建築学会計画系論文報告集, No.498, pp7-14	萩原一郎・三村由夫
1997	Simple Formula for Ventilation -Controlled Fire Temperatures	J., Applied Fire Science, Vol. 6, No. 3, pp269-290	Sato, M., Wakamatsu, T.
1997	堅シャフトの加圧防煙に関する研究—加圧堅シャフトの煙突効果の経時変化に関する模型実験及び解析式	日本建築学会構造系論文報告集, No.499, pp155-162	吉澤昭彦・榎本篤・石野修・片山潤・若松孝旺
1997	区画火災における開口噴流の流量測定	日本建築学会計画系論文報告集, No.501, pp1-7	山口純一・山田茂・若松孝旺
1997	火災ブルーム先端の上昇時間に関する研究	日本建築学会計画系論文報告集, No.502, pp1-8	藤田隆史・山口純一・若松孝旺
1997	性能的火災安全設計法によるテナントオフィスビルの防災設計	日本建築学会技術報告集, 第5号, p.138	小屋かおり・大宮喜文・原田和典・北後明彦・萩原一郎
1998	A Consideration on Required Number of Exits in a Room	J., Applied Fire Science, Vol. 7, No. 1, pp3-16	Hagiwara, I., Mimura, Y.
1998	A Room Fire Model for Predicting Fire Spread by External Flames	Fire Science and Technology, Vol. 18, No.1, pp11-22	Ohmiya, Y., Wakamatsu, T.
1998	A Simple Predictive Method for Room Fire Behavior	Fire Science and Technology, Vol. 18, No.1, pp23-32	Matsuyama, K., Fujita, T., Kaneko, H., Ohmiya, Y., Wakamatsu, T.
1998	A Pilot Case Study of a Performance-Based Fire Safety Design Method to a Multi-Tenant Office Building	Fire Science and Technology, Vol. 18, No.1, pp43-69	Koya, K., Ohmiya, Y., Harada, K., Hokugo, A., Hagiwara, I.
1998	開口噴流ブルームの巻き込み性状に関する研究	日本建築学会計画系論文報告集, No. 511, pp1-7	山口純一・細沢貴史・若松孝旺

発表年	論文名	発表誌名	共著者
1998	開口噴出気流温度の相似則としての無次元温度の適用性	日本建築学会計画系論文報告集, No. 513, pp1-8	山口純一・岩井裕子・原田和典・大宮喜文・若松孝旺
1998	Performance-Based Fire Safety Design Standards and FSE Tools for Compliance Verification	Proc., First International Symp. on Engineering Performance-Based Codes (Hong Kong), pp.32-46	
1998	Reduced Scale Experiments for Convective Heat Transfer in the Early Stage of Fires	Proc., First International Symp. on Engineering Performance-Based Codes (Hong Kong), pp.32-46	Yamada, S.
1999	火災区画内の対流熱伝達に及ぼす換気の影響	日本建築学会計画系論文報告集, No. 515, pp1-8	山田茂・吉野博
1999	Hand Calculation Method for Air Supply Rates in Vestibule Pressurization Smoke Control System	International Journal on Engineering Performance-Based Fire Codes, Vol. 1, pp.27-41	Kujime, M., Matsushita, T.
1999	Investigations into Flow Rates of Opening Jet Plumes from A Fire Space	Fire Safety Science, Proc. of the 6th Int'l Symposium, pp1113-1124	Yamaguchi, J.
1999	性能的火災安全設計法による超高層オフィスのケーススタディー	日本建築学会技術報告集 第8号, pp.107-110	水野雅之・松山賢・萩原一郎・原田和典・大宮喜文・富松太基
1999	Survey and Analysis on Surface Area of Fire Load	Fire Safety Science and Technology, Vol.19, No1, pp11-26	Aburano, K., Yamanaka, H., Ohmiya, Y., Suzuki, K., Wakamatsu, T.
1999	Outline of A Performance-Based Fire Safety Design Method of Buildings in Japan	Int'l Workshop on Fire Risk Assessment, OECD Nuclear Energy Agency, Committee on the Safety of Nuclear Institutions, STUK, Helsinki, Finland	
2000	Preliminary Model for Urban Fire Spread - Building Fire Behavior Under The Influence of External Heat and Wind	15th Meeting of the UJNR Panel on Fire Research and Safety, NSTIR 6588, Vol.2, pp309-319	Himoto, K.
2000	Necessity of Design Methodology in the Framework of a Performance-based Fire Safety Design System	15th Meeting of the UJNR Panel on Fire Research and Safety, NSTIR 6588, Vol.1, pp435-440	
2000	A Trial for Risk Based Fire Safety Standards of Buildings	PSAM5 -Vol.3/4, pp1743-1750, Universal Academy Press, Inc.	Ohmiya, Y.
2000	Investigation into Rise Time of Buoyant Fire Plume Fronts	International Journal on Engineering Performance-Based Fire Code, Vol.2, No.1, pp14-25	Fujita, T., Yamaguchi, J.
2000	附室加圧煙制御システムにおける給気量の手計算方法	日本建築学会計画系論文報告集, No. 531, pp1-8	久次米真美子・松下敬幸

発表年	論文名	発表誌名	共著者
2001	事務所ビルにおける附室加圧煙制御に対する扉の開口条件による影響	日本建築学会計画系論文集, No. 540, pp1-7	久次米真美子・松下敬幸
2001	複合商業施設の火災安全設計ケーススタディー	日本建築学会技術報告集, 第13号, p.p91-94	水野雅之・南部晶子・若松佳世子・松山賢・野竹宏彰・大宮喜文・小林秀雄・富松太基・原田和典
2002	リスク概念に基づく建築物の設計可燃物密度	日本建築学会計画系論文集, No. 551, pp1-8	大宮善文・野竹宏彰
2002	A Physically Based Model for Urban Fire Spread, Fire Safety Science	Fire Safety Science, Proc. of the 7th Int'l Symposium, pp129-140	Himoto, K.
2002	A Formula for Prediction of Ceiling Jet Temperature in Two Layer Environment	Fire Safety Science, Proc. of the 7th Int'l Symposium, pp431-442	Watanabe, J., Shimomura, S., Aoyama, Y.
2002	Influence of Doorway Opening Conditions on Vestibule Pressurization Smoke Control in Office Buildings	Fire Safety Science, Proc. of the 7th Int'l Symposium, pp741-752	Kujime, M., Matsushita, T.
2002	A Multi-Layer Zone Model for Predicting Fire Behavior in a Single Room	Proc. of the 7th Int'l Symposium, pp851-862	Suzuki, K., Harada, K.
2002	Study on the Estimation of the hazard to Evacuation Due to Wind-blown Fire Flow Induced by Urban Fire	Fire Safety Science, Proc. of the 7th Int'l Symposium, pp851-862	Nakao, M.
2002	高温乱流場における風速・温度の計測 一乱流境界層内の二次元火炎後方熱流場の気流・温度性状に関する実験的研究 (その1)	日本建築学会計画系論文集, No. 557, pp	丸山敬
2003	A Short History of Fires in Kyoto	Proc. of International Symposium on Protection of Cultural Heritage Buildings from Fire, pp1-17	
2003	炭化層を形成する可燃物の経時的な燃焼モデルと区画火災への適用	日本建築学会計画系論文集, No.568, pp9-16	樋本圭佑
2003	区画間の火災拡大を考慮した建物燃焼性状予測モデル	日本建築学会環境系論文集, No.573, pp1-8	樋本圭佑
2003	耐火性能設計における無耐火被覆鋼材の温度算定方法に関する提案	日本建築学会環境系論文集, No.573, pp17-24	角谷三夫・吉田俊之・中道明子・北後明彦
2003	高層ホテルの性能的火災安全設計ケーススタディー	日本建築学会技術報告集, 第17号, pp.185-190	中道明子・南部晶子・大松俊祐・北後明彦・野竹宏彰・山口純一・松山賢・富松太基・大宮喜文・萩原一郎・原田和典

発表年	論文名	発表誌名	共著者
2003	開放駐車場の性能的火災安全設計ケーススタディー	日本建築学会技術報告集, 第17号, p191-196	南部晶子・中道明子・大松俊祐・北後明彦・野竹宏彰・山口純一・松山賢・富松太基・大宮喜文・萩原一郎・原田和典
2004	BRI2002: Two Layer Zone Smoke Transport Model	Fire Science and Technology, Vol.23, No.1 (Special Issue)	Yamada, S.
2004	Experimental Investigation into Penetration of a Weak Fire Plume into a Hot Upper Layer	Journal of Fire Sciences, Vol. 22, NO.5, pp. 405-420	Watanabe, J.
2004	A Burning Model for Charring Materials and Its Application to the Compartment Fire Development	Fire Science and Technology, Vol.23, No.3, pp170-191	Himoto, K.
2004	Physically-based Modeling of Fire Spread in Urban Area	Proc. of the 2nd Int'l Symposium on New Technologies for Urban Safety of Mega Cities in Asia, Univ. of Tokyo, pp103-110	Himoto, K.
2004	Temperature Profiles of Window Jet Plume	Proc. of the 6th Asia-Oceania Symposium, Daegu, Korea, pp63-71	J. Yamaguchi
2004	Simple Verification Method of Building Fire Safety Performance - Required width of opening at corridor of condominium -	Proc. of the 6th Asia-Oceania Symposium, Daegu, Korea, pp453-458	M. Kadoya, M. Kujime, A. Nakamichi
2004	Visibility of Text Information Functioning as Urban Disaster Prevention - The Visivility of Emergency Signs in the Deague Subway Fire, Korea -	Proc. of the 6th Asia-Oceania Symposium, Daegu, Korea, pp569-578	Y. Akuzuki
2004	An Application of a Multi-Layer Zone Model to a Tunnel Fire	Proc. of the 6th Asia-Oceania Symposium, Daegu, Korea, pp569-578	Suzuki, K., Harada, K., Yoshida, H.
2004	Some Improvement of Smoke Movement Prediction Using BRI2002	Proc. of the 6th Asia-Oceania Symposium, Daegu, Korea, pp669-680	Yamada, S.
2004	Reconstruction of Post-Earthquake In Inariyama Post Town	Proc. of the 6th Asia-Oceania Symposium, Daegu, Korea, pp901-912	Nakao, M.
2004	初期火災時における煙層下端高さの簡易予測式	日本建築学会論文集 No.581 (環境系)	山口純一
2004	火災空間における垂直温度分布の予測モデル 多層ゾーン煙流動予測モデルの開発 その1	日本建築学会論文集 No.582 (環境系), pp1-7	鈴木圭一・原田和典・吉田治典

発表年	論文名	発表誌名	共著者
2004	災害時の避難誘導に関する行政管轄下の標識の視認性 -京都市東山区を対象とした実態調査-	都市計画論文集 No.39-3, pp589-594	秋月有紀・岩田美千子
2004	必要排煙量に基づいた居室避難安全評価手法	日本建築学会環境系論文集, No.586, pp1-8	久次米真美子
2005	区画火災鉛直温度分布予測モデルの拡張と検証および火災ブルームへの連行を考慮した天井ジェット温度予測 多層ゾーン煙流動予測モデルの開発 その2	日本建築学会論文集 No.590 (環境系), pp1-7	鈴木圭一・原田和典・吉田治典
2005	Calculation Method for Visibility of Emergency Sign in Fire Taking into Account of Smoke Adherence	Fire Safety Science, Proc. of the 8th Int'l Symposium, pp1093-1108	Akizuki, Y, Suzuki, H. and Tsuchihashi, T.
2005	Transport of Disk-shaped Firebrands in a Turbulent Boundary Layer	Fire Safety Science, Proc. of the 8th Int'l Symposium, pp433-444	Himoto, K.
2005	Prediction of Ceiling Jet Smoke Concentration under Two Layer Environment	Fire Science and Technology, Vol.24, No.3, pp151-164	Watanabe, J.
2005	給気した火災室の開口から噴出する火炎・熱気流の温度と軌跡～開口噴出火炎・熱気流による火災拡大に関する研究 その1	日本建築学会環境系論文集, No.598, pp.1-8	樋本圭佑・土橋常登・田中義昭
2005	国際鉄道ターミナルビルの性能的火災安全設計ケーススタディー	日本建築学会技術報告集, 第22号, pp.231-234	角谷三夫・名取晶子・中村三智之・野竹宏彰・山口純一・中道明子・福井潔・山田俊之・富松太基・原田和典・大宮喜文・松山賢・竹市尚広・萩原一郎・海老名学
2006	A Consideration on Determination of Design Fire Based on Fire Risk Concept	Fire Science and Technology, Vol. 25, No.2 (Special Issue), Tokyo University of Science, 115-132	Yamaguchi, J.
2006	Tunnel Fire Simulation Model with Multi-Layer Zone Concept	International Conference, Tunnel Management International, pp.193-202	Suzuki, K., Harada, K
2006	AIJ Recommendations on Performance-Based Fire Safety Design of Buildings	6th Int'l Conference on Performance-Based Codes and Fire Safety Design Methods, Tokyo	Kadoya, M.

発表年	論文名	発表誌名	共著者
2006	Selection of Design Fire Scenarios in Performance Based Fire Safety Design of Buildings	6th Int'l Conference on Performance-Based Codes and Fire Safety Design Methods, Tokyo	Yamaguchi, J.
2006	災害時におけるヘリコプターの効率的な活用方法と必要な運航支援体制のあり方 (1) 新潟県中越地震におけるヘリコプター運航状況の調査と分析	自然災害科学24-4, pp387-407	小林啓二
2006	開口上方壁面の影響を考慮した噴出火炎・熱気流の軌跡モデル、開口噴出火炎・熱気流による火災拡大に関する研究 その2	日本建築学会環境系論文集 No.607, pp1-8	樋本圭佑, 土橋常登, 田中義昭
2006	都市火災の物理的延焼性状予測モデルの開発	日本建築学会環境系論文集 No.607, pp15-22	樋本圭佑
2006	放水の物理的火災抑制効果に着目した地域住民の消火モデル	日本火災学会論文集, Vol.56, No.3, pp9-20	樋本圭佑・幾代健司・秋元康雄・北後明彦
2007	延焼シミュレーションによる歴史的市街地の火災安全対策の検討	歴史都市防災論文集, Vol.1, pp21-26	樋本圭佑
2007	Simulation of Fire Spread in the Sakata Fire and Involved Fire Fighting Activities	7th Asia-Oceania Symposium on Fire Science & Technology	Himoto, K., Sekizawa, A.
2007	Evacuation Behaviors of Residents in the 1934 Hakodate Fire Using Computer Simulation	7th Asia-Oceania Symposium on Fire Science & Technology	Nasuno, A, Tsuburaya, S.
2007	Computation of Smoke Spread in a Building Fire by Multi-Layer Zone Model	7th Asia-Oceania Symposium on Fire Science & Technology	Suzuki, K., Harada, K.
2007	Experimental Study on Walking Speed in Escape Route Considering Luminous Condition, Smoke Density and Evacuee's Visual acuity	7th Asia-Oceania Symposium on Fire Science & Technology	Akizuki, Y., Yamao, K.
2007	Selection of Design Fires in Evacuation Safety Designs of Buildings Based on Fire Risk Concept	7th Asia-Oceania Symposium on Fire Science & Technology	Yamaguchi, J.
2007	Overview of Performance-Based Design - In case of the Fire safety Design Method and Practices in Japan-	7th Asia-Oceania Symposium on Fire Science & Technology	
2007	Fire risk Assessment of Japanese Traditional Wooden District Based on Physics-Based Model for Urban Fire Spread / A Study on Effectiveness of Fire Fighting Activities of Community Residents in Kyoto Sanneizaka District	7th Asia-Oceania Symposium on Fire Science & Technology	Akimoto, Y., Ikuyo, K., Himoto, K., Hokugo, R., Sugimoto, R.

発表年	論文名	発表誌名	共著者
2008	Risk and Behavior of Fire Spread in A Densely-built Urban Area	Fire Safety Science, Proc. of 9th Int'l Symposium, pp ,	Himoto, K., Akimoto, Y., Hokugo, A.
2008	A Study on the Estimation of Evacuation Behavior of Tokyo Residents in the Kanto Earthquake Fire	Fire Safety Science, Proc. of 9th Int'l Symposium, pp	Nishino, T., Tsuburaya, S., Himoto, K.
2008	Tunnel Fire Simulation Model with Multi-Layer Zone Concept	Fire Safety Science, Proc. of 9th Int'l Symposium, pp ,	Suzuki, K., Tanaka, T. and Harada, K.
2008	Calculation Model for Travel Speed and Psychological State in Escape Routes Considering Luminous Condition, Smoke Density and Evacuee's Visual Acuity	Fire Safety Science, Proc. of 9th Int'l Symposium, pp	Akizuki, Y., Yamao, K.
2008	Risk-Based Selection of Design Fires to Ensure an Acceptable Level of Evacuation Safety	Fire Safety Science, Proc. of 9th Int'l Symposium (Invited Keynote)	
2008	伝統的木造密集市街地の延焼火災リスク評価に関する基礎的検討	歴史都市防災論文集, Vol.2, pp7-14	樋本圭佑・秋元康男・北後明彦
2008	Development and Validation of A Physics-based Urban Fire Spread Model	Fire Safety Journal, Vol. 43, No.7, pp.477-494	Himoto, K.
2008	地域防災力評価のための消防用可搬ポンプを利用した消火活動実験	日本建築学会計画系論文集, No.634, pp	樋本圭佑・西田幸夫・諸隈貴寛・芝真理子・秋元康男・北後明彦・関澤愛
2008	リスクの概念に基づく避難安全設計火源の決定方	日本火災学会論文集, Vol.58, No.3, pp ,	山口純一・伊藤彩子
2009	Modeling the Trajectory of Window Flame with regard to Flow Attachment to the Adjacent Wall	Fire Safety Journal, Vol.44, No.2, pp.250-258	Himoto, K., Tsuchihashi, T., Tanaka, T.
2009	Modeling Thermal Behaviors of Window Flame Ejected from a Fire Compartment	Fire Safety Journal, Vol.44, No.2, pp.250-258	Himoto, K., Tsuchihashi, T., Tanaka, T.
2009	リスクの概念に基づく避難安全設計火源の決定方法	日本火災学会論文集, Vol.58, No.3, pp.57-66	山口純一・伊藤彩子
2009	関東大震災における東京市住民避難性状の推定に関する研究 - ポテンシャル法に基づく地震火災時の避難シミュレーションモデルの開発 -	日本建築学会環境系論文集 NO.636 pp.105-114	西野智研・円谷信一・樋本圭佑
2009	GISを用いた市街地火災延焼リスク評価システムの入出力データ管理手法に関する検討	歴史都市防災論文集, Vol.3, pp.211-216	横山昇平・樋本圭佑
2009	準定常的な計算による都市火災延焼性状の簡易予測モデルの開発	歴史都市防災論文集, Vol.3, pp.5-12	西野智研・円谷信一・樋本圭佑
2009	立体角投射率を用いた避難経路のサイン設置状況の把握 円滑な避難誘導のための視環境計画に関する研究 その1	日本建築学会環境系論文集 NO.641, pp767-773	秋月有紀・岩田三千子・奥田紫乃

発表年	論文名	発表誌名	共著者
2010	準定常的な計算法を用いた都市火災延焼性状の簡易予測モデルの開発	日本建築学会環境系論文集 No.647号, pp.9-18	西野智研・円谷信一・樋本圭佑
2010	地震動による建物構造被害と火災加熱による損傷の進行を考慮した地震火災延焼性状予測モデル	日本建築学会環境系論文集, Vol.175, No.653, pp.543-552	樋本圭佑・向坊恭介・秋元康男・黒田良・北後明彦
2010	木造文化都市を守る「延焼抑止放水システム(WSS)」の配置計画に関する研究 ～京都市清水周辺での延焼シミュレーションによる評価を通して～	歴史都市防災論文集, Vol.4, pp.21-28	井元駿介・大窪健之・樋本圭佑
2010	建築部材単位の耐火性向上や防災水利整備といった歴史都市に適用可能な延焼火災対策とその評価支援システム	歴史都市防災論文集, Vol.4, pp.13-20	横山昇平・樋本圭佑
2010	住民による消火活動を考慮した飛び火現象の確率的予測モデルの開発	日本火災学会論文集, Vol.60, No.2, pp.11-20	西野智研・樋本圭佑
2010	A Probabilistic Model of Spot Fires in Urban Fire Considering Resident Firefighting	Fire Sci. Tech., Proc. 8th Asia-Oceania Symp	T. Nishino, K. Himoto
2010	The Risk-based Evacuation Safety Design Method and Its Practicability in the Safety Verification of Realistic Buildings	Fire Sci. Tech., Proc. 8th Asia-Oceania Symp.	Nii, D., Yamaguchi, J., Notake, H., Ikehata, Y.
2010	Analysis of Fire Statistics for Establishing Benchmark Fire Risk for Evacuation Safety Designs of Buildings	8th SFPE Symposium, Lund, Sweden	Ikehata, Y., Notake, H., Yamaguchi, J.
2010	Risk-based Selection of design Fire Scenarios in Performance based Evacuation Safety Designs of Buildings	8th SFPE Symposium, Lund, Sweden	Nii, D., Yamaguchi, J., Notake, H., Ikehata, Y.
2010	A Study on Risk-based Evacuation Safety Design Method for Office Buildings	Interflam 2010, Nottingham, UK	Nii, D., Yamaguchi, J., Notake, H., Ikehata, Y.
2010	Evaluation of the Fire Safety Performance of Kyoto City in Post-earthquake Fire Scenarios	Interflam 2010, Nottingham, UK	Nishino, T., Himoto, K.
2010	A Day-long Spatio-temporal Distribution of Commuters in Kyoto-Osaka-Kobe Metropolitan Area	J. of International City Planning, (Nara)	Kimata, J., Mishino, T., Himoto, K.
2010	A Study on Installation Planning of the “Water-shield System” –An Area-wide Water Discharge System for Protecting Historical Wooden City from Post-earthquake Fire Spread	J. of International City Planning, (Nara)	Imoto, S., Okubo, T.
2010	Burn-down Risk of Designated Historical Buildings in Kyoto City under an Expected Post-earthquake Fire Scenario	J. of International City Planning, (Nara)	Himoto, K., Yukimoto, T.

発表年	論文名	発表誌名	共著者
2011	既存土壁を生かした防火改修方法の実験的検討	日本建築学会論文集No.660, pp97-103	水上点晴・北後明彦
2011	地震火災時における住民の避難先選択のモデル化	日本建築学会環境系論文集第76巻 第663号, pp467-474	西野智研・樋本圭佑
2011	Modeling of Recognition Degree of Refuges by Kyoto City Residents in Post-earthquake Fire Event	Fire Safety Science, Proc. of 10th Int'l Symposium, pp.173-186	Nishino, T., Himoto, K.
2011	A Post-Earthquake Fire Spread Model considering Damage of Building Components due to Seismic Motion and Heating of Fire	Fire Safety Science, Proc. of 10th Int'l Symposium, pp.1319-1332	Himoto, K., Mukaibo, K., Akimoto, Y., Kuroda, R., Hokugo, A.
2011	Estimation of Design-based Benchmark Fire Risk Derived from Statistical Analysis by Type of Buildings – Study on Risk-based Evacuation Safety Design Method	Fire Safety Science, Proc. of 10th Int'l Symposium, pp.1073-1086	Notake, H., Ikehata, Y., Yamaguchi, J.
2011	Statistical Estimation of Distribution of Fire Growth Factor – Study on Risk-based Evacuation Safety Design Method	Fire Safety Science, Proc. of 10th Int'l Symposium, pp.1087-1100	Deguchi, Y., Notake, H., Yamaguchi, J.
2011	水分を含む壁体の遮熱性の数値解析と公式化	日本建築学会論文集, No.668, pp871-878	水上点晴
2011	住宅・共同住宅火災の統計的分析に基づく設計避難リスクの算出－火災安全設計における設計避難リスクに関する研究－	日本火災学会論文集, Vol.61, No.2, pp1-12	野竹宏彰・池島由華・山口純一
2011	加圧防煙に関する改正告示（平成21年9月）の特別避難階段の付室への適用に関する検討－告示の読み解きと付室加圧煙制御設計の手順－	日本建築学会技術報告集 第37号 pp.921-926	森山 博, 角谷三夫, 久次米真美子
2011	木造家屋群に取り囲まれる文化財建造物の地震延焼火災による焼失リスク	日本建築学会計画系論文集 NO.669 pp.2135-2146	樋本圭佑
2011	統計データに基づく用途別の避難リスクの算出－火災安全設計における設計避難リスクに関する研究－	日本火災学会論文集, Vol.61, No.2, pp37-46	池島由華・野竹宏彰・山口純一
2012	Evaluation method for easy wayfinding of escape routes by configuration factor – Study on the visual environment designs for smooth evacuation guidance No. 2 -	日本建築学会環境系論文集 No.669, pp.231-238	秋月有紀・奥田紫乃・岩田三千子
2012	加圧防煙に関する改正告示（平成21年9月）の特別避難階段の付室への適用に関する検討	日本建築学会技術報告集 第39号 pp.589-594	小林陽一・角谷三夫・吉田俊之・森山博
2012	市街地避難の性状を支配する不確定要因の影響を考慮した地震火災リスクの評価に関する基礎的検討	日本建築学会計画系論文集第77巻 第676号, pp1265-1272	西野智研・北後明彦
2012	リスクの概念に基づく居室避難検証法に関する研究	日本建築学会環境系論文集, No.676, pp443-450	池島由華・山口純一・仁井大策

総 説

発表年	論文名	発表誌名	共著者
1978	住宅の防火安全性に関する評価方法	秋季講演梗概集, 建設省建築研究所	
1979	住宅の防火安全性の評価	季刊カラム, No. 74, pp39-43, 新日本製鐵	
1984	総合防火設計法における避難設計の考え方	月刊消防, 9月号, pp1-11, 東京法令出版	塚越功
1984	多数室の建物を対象とした火災拡大モデル	災害の研究, 第15巻, pp174-188, 日本損害保険協会	
1985	模型箱試験の開発と酸素消費法	GBRC, Vol. 10, N0.4, 日本建築総合試験所	吉田正志
1986	建築材料の燃焼毒性評価試験に与えるべき燃焼条件について	災害の研究 第16巻, pp140-151, 日本損害保険協会	仲谷一郎・吉田正志
1986	実火災性状の解析例(S病院の場合)	災害の研究, 第16巻, pp174-187, 日本損害保険協会	若松孝旺・山名俊男
1986	大規模な空間に於ける煙の制御(単純な煙制御問題の解析理論)	災害の研究, 第16巻, pp142-151, 日本損害保険協会	山名俊男
1986	建物火災のモデリングの現状と展望(その1 建物火災モデル開発の経過と現状)	火災, Vol. 36, No. 5, pp1-11, 日本火災学会	
1986	建物火災のモデリングの現状と展望(その2 建物火災モデルの近未来予測)	火災, Vol. 36, No. 6, pp1-9, 日本火災学会	
1986	総プロ・建築物の防火設計法の開発 - 避難安全設計法の考え方	建築防災, '86. 1, pp5-13, 日本建築防災協会	
1986	建築空間における火災時の煙の挙動と制御	あらか(建築研究成果撰) 4, 建設省建築研究所	
1986	総プロ「防火設計法の開発」	建築技術, No. 415, pp125-128	
1986	避難安全設計と煙制御	季刊カラム, No. 101, pp13-18, 新日本製鐵	
1987	科技博パビリオンにおける実大排煙実験	災害の研究, 第17巻, pp142-151, 日本損害保険協会	
1989	建築物の避難安全基準の国際比較	あらか(建築研究成果撰) 8, 建設省建築研究所	
1990	二層ゾーン煙流動予測計算法	季刊カラム, No. 116, pp55-59, 新日本製鐵	
1992	地下空間の防災技術の開発	建築防災, '90.10, pp25-31, 日本建築防災協会	
1992	住宅の不燃化略史	住宅金融月報, No. 491, pp10-19, 日本住宅金融公庫	
1993	米国・世界貿易センタービル爆発による煙の挙動	建築防災, '93.9, 日本建築防災協会	
1993	火災モデルの発展の経過と将来の方向	火災, Vol. 43, No. 5, pp14-23, 日本火災学会	

発表年	論文名	発表誌名	共著者
1993	性能的火災安全設計の可能性と防・耐火試験法開発の課題	あらか (建築研究成果撰) 11, 建設省建築研究所	
1994	新しい建築防火設計体系の考え方	あらか (建築研究成果撰) 12, 建設省建築研究所	
1995	煙挙動に関する簡易な問題と予測方法	建築設備と配管工事, 第33巻第8号日本工業出版	
1995	建築物の防火設計のあり方	公共建築, Vol. 37, No. 145, pp12-15, 公共建築協会	
1998	技術ノート・性能規定と防火/1 性能的火災安全設計法の概要	建築雑誌 1, Vol. 113, No. 1417, pp062-065	
1998	建設省総プロ「建築物の総合防火設計法」の考え方	建築知識11, pp122-123	
2000	火災モデルと火災安全設計方法論について	火災, Vol. 50, No. 1	
2000	性能的火災安全基準の意義と今後の火災安全設計	建築技術 No.609	
2001	建築物の性能的火災安全設計あれこれ	空気調和・衛生工学, 第75巻, 第5号	
2002	煙制御に関わる予測計算 煙制御の計画	建築技術 2002.12	久次米真美子
2003	伝統的建築物の防火対策の必要性	火災, Vol. 53, No. 5, pp8-13, 日本火災学会	
2003	善光寺地震 町の復興・ひとの再生	ドキュメント災害史1703-2003, 国立歴史民俗博物館, pp131-141	北原糸子
2005	都市火災の延焼予測シミュレーションの現状と課題	地質と調査, Vol.106, pp.43-48	樋本圭佑
2007	建築火災時の煙流動と制御1	理大 科学フォーラム, Vol. 274	
2007	建築火災時の煙流動と制御2	理大 科学フォーラム, Vol. 275	
2007	建築火災時の煙流動と制御3	理大 科学フォーラム, Vol. 276	
2009	建築防災からみた消防用設備の規制	消防研修 第86号, pp76-103, 消防大学校	
2011	建築物の防火設計と防災設備	建築と社会 2011.10, 日本建築協会	
2012	東日本大震災に伴う火災の調査から得られる教訓	消防科学と情報, No. 108, pp21-25, 消防科学総合センター	

著 書

発表年	著書名	発表誌名	共著者
1975	建築の防火・排煙・消防設備（1）	オーム社	共著
1977	建築設計資料集成(増補版)設備設計編	日本建築学会編, 丸善	共著
1978	建築設計資料集成(1)環境	日本建築学会編, 丸善	共著
1980	防火及び消火設備（新訂版） - 日本建築学会 設計計画パンフレット 20/21	日本建築学会編, 彰国社	共著
1985	新建築防災計画指針	建設省建築指導課監修, 日本 建築センター	共著
1987	新排煙設備技術指針	建設省建築指導課監修, 日本 建築センター	共著
1987	安全性の評価手法	日本建築学会建築計画委員 会, 彰国社	共著
1989	建築物の総合防火設計法 第3巻 避難安全 設計法	国土開発技術センター編, 日 本建築センター	共著
1991	新建築防災計画指針	建設省建築指導課監修, 日本 建築センター	共著
1991	耐震防火ハンドブック (pp765-798)	建設産業調査会	共著
1993	建築火災安全工学入門	日本建築センター	単著 (257頁)
1994	新版 建築防火	朝倉書店	共著
1995	新 建築防災計画指針	日本建築センター	共著
2001	防災学ハンドブック（7. 市街地火災）	彰国社	共著
2002	改定版 建築火災安全工学入門	日本建築センター	単著 (357頁)
2002	建築物の火災安全設計指針	日本建築学会	共著
2002	防災事典	日本自然災害学会監修、築地 書館	共著
2005	火災と消火の理論と応用	日本火災学会監修、東京法令 出版	共著
2008	文化遺産防災学「ことはじめ」（Ⅱ. 地震と 火災）	立命館大学文化遺産防災学 「ことはじめ」篇出版委員会 編、丸善	共著
2008	The SFPE HANDBOOK OF Fire Protection Engineering, 4th Edition, Chapter 2-3 Vent Flow	Society of Fire Protection Engineers	共著

発表年	著書名	発表誌名	共著者
2010	“Introductory Volume” to Cultural Heritage Disaster Mitigation Studies	Res. Center for Disaster Mitigation of Urban Cultural Heritage, Ritsumeikan Univ.	共著
2011	建築物の煙制御計画指針（案）	日本建築学会	共著
2011	自然災害と防災の事典	京都大学防災研究所 監修、丸善	共著

建築・都市における火災の性状とリスクの制御

田中哮義

要 旨

本稿は、平成23年度京都大学防災研究所研究発表会における退職教授特別講演の趣旨にそって、筆者が1973年に建設省建築研究所に採用されてから2012年の京大退職までの39年間に行った火災研究の概要を記述したものである。建築研究所での約24年間は専ら建築の火災安全設計法に関する研究に従事した。京大での約15年間は都市火災に関する研究を主課題としながらも建築火災の課題にも依然として関った。従って、両課題に関する研究は時系列的には分離し難いが、本稿は課題別に纏める構成とした。

キーワード：火災安全設計，建築火災，都市火災，火災モデル，火災リスク

1. はじめに

私は京大卒業後の職業としてエンジニアを考えていた。研究者とか科学者などと言う高尚な感じのある職業は自分とは縁遠いものと思っていたので、そのような職に就けると想像もしていなかった。修士課程終了後、建設省建築研究所（建研）に入ったのも一寸した好奇心と国家公務員試験に合格していたというひょんな偶然でしかない。このため、研究とは何をしたら良いものか全くと言ってよいほど分っていなかった。というより、京大を退職した今になっても、研究とはこう言うものだと言い切る自信はない。もしかしたら、建研に入ってから京大を退職するまでの39年間、科学者という意識はあまりなく、エンジニアであり続けたのではないかとも思う。

建研に入ったときは、世界的に有名な防火研究者である川越先生が所長を退職して大学に移ったばかりであったが、川越先生は「建研では純粋に研究に没頭していれば良く、行政対応など社会のことは気にしないで良い」と言うのが持論であった。実際、建研の研究室の雰囲気は大学と余り変わらなかった。しかし、私は大先生の高邁な御考えに楯突くようであったが、社会への貢献を考えないような研究所に対し、社会がただ研究者の学術的名声を高めるためだけのために給与や研究費を提供し続ける義務が何故あるのか？研究者はどんな資格があってそんな特権があるのか？と自問していた。京大に移って後も退職した今もその気持ちは変わらない。

工学系の研究は、電気、機械、化学、土木・建築

等いずれの分野をとっても各々対応する産業活動と関連を持っている。それぞれの産業の、国民生活の視点も含めた広い意味での、ニーズに有益な研究成果で応えるのが研究の基本的な任務である。

では火災研究の主要な任務とはなにか？それは建築や都市の安全に関わる国や地方の行政、消防および建築や都市の建設に関わる建設産業に有用な研究成果を提供することである。これによって安全で魅力的な建築や都市を経済的に実現出来るようになることが公共の福祉の増進につながる。

私が建研に入った時には、火災研究は社会との連携が円滑ではなかった。仮に優れた研究成果を得たとしても、研究社会の中だけの自己満足でしかなく、それを社会のために生かす術が殆どなかった。私が性能的火災安全設計法の開発に拘ってきたのは防火研究の成果が行政や建設産業のために生かされるための仕組み・技術基盤を整備したかったことによる。

2. 火災のモデリング研究

2.1 建研の火災研究の背景

従来、建築物の防火設計は建築基準法や消防法に定められる仕様書的基準に基づいて行われてきた。これらの基準は過去に起こった多くの火災事故から建築物の火災に対する弱点を学びながら専門家の経験的判断によって制定されたもので、火災性状に関する科学的・工学的基盤の薄弱さが指摘されていた。火災性状に関する科学研究は、主として東京大学によって関東大震災の頃から行われて来た。当時は

地震火災以外にも日本各地で都市大火が頻発しており、また昭和も10年代に入って日米開戦の可能性が高まってくると本土空襲に備えた防空対策も重要になってきたこともあって、戦前の研究対象は主として都市大火であった。

俗にビル火災と言われる耐火建築物の火災について研究が始まったのは戦後の事であり、その研究は大蔵省、戦災復興院を経て建設省に引き継がれた建築研究所（建研）を中心として行われた。第二次大戦は世界各国で膨大な破壊をもたらしたので、それからの速やかな復興のために戦後多くの国で建設技術の研究のための研究所が設立された。建研も同様な目的で設立されたものであり、昭和54年（1979）につくばに移転するまでは新宿区百人町の旧陸軍の研究所の跡地にあった。

戦時中のB29戦略爆撃機による空襲によって、日本の主要都市の殆どは焼け野原となり、そこに残ったものは火災に曝された焼けビルのみとって過言ではなかった。また戦争によって失われた膨大な家屋を速やかに回復する必要があったが、建築資材を始めあらゆる資材の不足する中で良質な家屋を供給することは不可能であり、低質な家屋で復興された日本の都市では各地で大火が頻発していた。このため、建研で始まった防火研究は、焼けビル再利用のための火害診断を行う上で必要となる建物火災性状の解明、市街地大火性状の解明を課題としていた。これらの研究に携わった第一世代の研究者からは、藤田金一郎（後の所長、東北大学教授）、川越邦雄（後の所長、東京理科大学教授）、横井鎮男、戸川喜久二など世界的業績を上げた著名な研究者が輩出された。因みに、後に京大の建築学科教授から京大総長になった前田敏男先生も戦地からの引き上げ後、建研第5研究部長を務められ、火災研究の指導にも当たられたことは特筆して良いと思う。

2.2 建築火災のモデリング研究

(1)建研の火災研究

言うまでもなく、モデリングは理系の研究においては一般的な手法であり、建研の第一世代の研究者たちも種々のモデルを提示していたが、火災研究一般には法規などに規定される試験法などによって実験結果を出すと言った類のものが主であった。

私が建研に入った1973年頃には、千日前デパートビル火災を始めとする重大なビル火災の頻発を受けて、研究の主テーマもビル火災に移っており、研究者も既に第2世代に入って、若松孝旺（後に第5研究部長、東京理科大学教授）、斉藤文春（後に試験室長）と言った方々が中心となっていた。若松先生は火災時の建物内煙流動モデルの開発で有名であるが、そ

の他にも耐火部材の温度予測などで理論的アプローチの研究を多く手がけていた。一方、斉藤（文）先生は、実験的アプローチで建材の燃焼性や発煙性の研究を精力的に行っていた。

因みに、若松先生は建研の防火研究体制の拡充についても大きな功績のあった方で、建研には当初防火研究室しかなかったが、防煙研究室、防火研究調整官などが新設された。当時も組織の拡大には厳しいハードルがあったので、これらは稀有のことであり、先生による火災時の防煙研究の業績が非常に高い評価を受けていた結果である。

(2)火災シミュレーション研究会

同時期、東京大学の秋田一雄先生は火災研究分野で理論的研究を進める必要があると考えられていたようで、建研、消防研究所（消研）、東大などの研究者に火災シミュレーション研究会を呼びかけた。これに私自身、長谷見（建研、後に早稲田大学教授）、平野敏右（東大助教授、後に教授）、斉藤孝三（成蹊大、後にケンタッキー大教授）などの若手研究者が多く集まり、回り持ちで互いのモデルを発表しながら勉強した。建研に入ったばかりで学生の延長でしかなかった私にとって、この研究会から教えられたことは多いが、特に印象づけられたことは2つある。その1つは、モデルあるいは理論は自分のアイデアで自ら作るものであると云うことである。それまでの自分は、理論は誰かとしてつもなく偉い人が作って、自分のような凡人はそれを習うのだと思っていた。また2つ目は、秋田先生の言われたことだが、「他人がやっていることをやっても詰まらない。他人がやってないことをやれ」と言う言葉である。大学卒業までは他人と同じ問題をどれだけ旨く出来るかという取り組みに慣れてきた自分には衝撃でもあったが新鮮でもあった。他人もやったことが無いことをやる限り、やり方が正解かどうかを知るものは何処にもいない。従って自分自身の判断で進めてみるしかない。孤独ではあるが、他人に逐一判断を求める必要が無い点で自由であるし、またやり方がベストでなくても目的とする結果が得られさえすれば足りることは気楽である。

(3)UJNR防火部会

そのうち1975年からは天然資源の開発と利用に関する日米共同会議（UJNR）に防火分科会が設置されることになった。米国商務省国立標準局（NBS）のQuintireに初めて会ったのは彼が新宿の建研を訪れたときで、確かUJNR防火部会設置の前年くらいと記憶する。UJNR防火部会が始まってみると、米国の火災研究においても種々の課題で火災のモデリングが始められていることが分かった。特に、20世紀末までに火災による死者を半減するという目標を掲げた

Home Fire Projectは、このプロジェクトを提唱したEmmons教授の率いるHarvard大学のチームが二層ゾーンの区画火災モデルの開発を先導していた。この点で、予め火災シミュレーション研究会を持っていたのは幸運であった。もしこの研究会が無ければ、いつまでも米国研究の後追いを続けて行かなければならなかったかも知れない。

因みに、このUJNR防火部会の設立を米国議会に働きかけ実現したのもEmmons教授であり、この枠組みの中で、私自身も含め日本から多くの火災研究者がNBSなど米国の研究所・大学での研究経験を持つことが出来た。この意味で日本の火災研究の発展についてEmmons教授には深く感謝しなければならない。Emmons教授は戦時中に焼夷弾の研究を行っており、そのことが結果として日本に甚大な被害と苦痛を与えることに繋がってしまったことを悔いておられたと聞いている。Emmons教授はHome Fire Projectが開始されるに先立って世界各国の火災研究所を歴訪しているが、共同研究の相手として最終的に日本を選んだのは、秋田一雄、川越邦雄など多くの著名な研究者が居たことに加えて、先のような思いが反映されていたのかも知れない。

3. ゾーン煙流動モデルの開発

3.1 開発の背景

建築研究所に採用されて2年目だったと思います。建設省総合技術開発プロジェクト（総プロ）：「住宅性能評価技術の開発」が始まった。私は若手と言うことで、その部会の1つである「住宅防火性能評価技術部会」の幹事をやらされることになり、最初1000万円の予算計画を作成させられることになり、急に偉くなった気がしたが、その後変更々々でその度毎に予算書を作り直させられ不愉快になった覚えがある。結局最終的には400万円位に減額されてしまったが、当時の私の月給は4万円余りだったので、今から思えば、それでも結構な額だったと思う。

さて、その部会では住宅の防火性能の1課題として、延焼防止性能の評価方法を開発する必要があった。しかしプロジェクトの中間年度まで委員会で議論しても一向にこれといった良い手法が出て来なかった。そこで、いっそのこと物理的な延焼予測モデルを作ってみることにした。住宅内の延焼を予測する目的なので、モデルは複数室を対象とし、階も少なくとも2階程度は扱える必要があった。また、延焼現象をモデル化するためには、出火室で空気が不足するために燃焼し切れなかった未燃ガスの伝播も追跡する必要があり、このモデル化にも相当力を入れた。こうして開発したのが複数室、複数階を対象

とする2層ゾーンの火災モデルである。このモデルは延焼予測モデルとしては不十分なところもあり、また手続きとしても複雑過ぎたこともあって、結局総プロの延焼防止性能評価手法に使われることはなかったが、後に「小規模建築物の火災のモデル化に関する研究」としてまとめ、京大から工学博士の学位を授与して貰った。

3.2 米国の火災研究との関わり

このモデルは、初めて海外出張した1978年のUJNR防火部会で発表したところ、随分と高い評価を受けた。当時米国ではHarvard大学、その他で二層ゾーンの火災モデルの開発に力を入れており、Emmons教授が再三強調していた言葉によれば、将来の目標は「建物内のどの室でどのような条件の火災が発生しても、その火災が任意の室に引き起こす環境を予測出来るようにする」ことであったが、まだ単室のみしか対象に出来ていなかった。因みに、当時Harvard大学のチームがこの研究のために受けていたGrantは35万ドル、当時の為替レートは凡そ250円/ドルであったから約9千万になる。一方、私の方ではこのモデル開発は殆どデスクワークだったので、殆ど給与のみで、よく覚えていないが多分200万円にもなっていないと思う。ただ、この期間は頭をかなり酷使したことは確かで、前日考えたことが翌日に途切れないように、夜遅く帰宅して朝早く帰り、妻とも殆ど口をきかずモデルのことばかり考えていた。

その後、1980年1月から翌年4月まで、NBS火災研究センターの建物火災モデル研究室の室長になっていたQuintiere先生（後にメリーランド大教授）の下に、パートタイムのNBS職員と言う形で留学する機会を得た。ここではMcCafferyの火災プルームモデルやModakの煙粒子・ガス混合体の輻射率計算手法など火災モデル改良に関連する研究情報を始め、非常に多くの情報が得られ、帰国後の様々な研究テーマのヒントとしても大いに役立った。

それにしても機械、数学、物理などの優秀なメンバーが集まったHarvardチームは知識の量が多すぎたのかも知れない。実際、Harvardモデルに関する論文を幾つか読んだが、難し過ぎて自分には歯が立たなかった。建築出身の私は燃焼や数学などに彼らほど豊富な知識を持たなかったので、最善の方法かどうかは分からなかったが、自分に分かる方法でモデルを作ったということである。NBSのシニア研究員でHarvard大学と協力してモデル開発に携わっていたRockett氏は私の論文に興味を持ってじっくり読んでくれ、‘簡単に言えば確かに田中さんの言う通りだ。我々は不必要に難しく考えすぎたのかも知れない’と評価してくれた。このときは、色々と不備の

多いモデルながらも、火災モデリングの研究に一応の貢献が出来た感じがして嬉しかった。因みに、彼はNBSを退職してコンサルタントになった後にも、私のモデルを盛んに使うと同時に、他の米国内のコンサルタント会社などにも推薦してくれた。また、モデルの改良のためのアイデアも沢山くれたが、その頃は性能的火災安全設計法の仕事が忙しくて殆ど対応出来ず、折角の好意を無駄にする結果となったのは申し訳なかったと思っている。

3.3 NBSにおけるゾーンモデルの開発

私がQuintire先生のところへ留学した時、同じ研究室に最近海軍研究所から移ってきたJonesという人が居た。彼は化学出身のコンピューティングに強い人であったが、移って来たばかりということもあって対象とする研究テーマを模索している段階であった。その頃存在していた幾つかのゾーンモデルをNBSでの実験結果と比較対照して検証したのが恐らくNBSでの彼の最初の仕事だったと思う。その結果、種々の条件に対して最も矛盾なく、精度良く実験結果に合致したのは私のモデルだったのである。それで気に入ったのか、Jonesは私のモデルをベースに変更・改良を加えFAST, CFAST (Consolidated Fire and Smoke Transport) モデルを開発して行った。また、この開発のためにNBSには研究室が新たに設置され、避難モデルを加えたパッケージとしてHAZARD-Iなどのモデルも開発された。因みに、CFASTは、ユーザーインターフェースを備えていたこともあって、米国内のみならず世界中に普及した有名なゾーンモデルとなった。

火災研究の中心となったNBSには世界各国から多くの研究者が客員研究員として滞在したが、ゾーンモデルについて学習する者も少なくなかった。彼らによって、例えばフランスのCiFiなど類似のモデルの開発も進められた。

3.4 その後の二層ゾーンモデルの改良

Quintire先生はNBS滞在をもっと延長して好きなだけでも良いと言ってくれたが、建研からは総プロが始まるので帰って来いと言う命令があって、結局1年と3ヶ月余りの滞在で帰国した。その年から始まった総プロ「建築物の防火設計法の開発」には、ゼネコンなどから技術者が部外研究員として派遣されて来てくれたので、その協力によって設計法開発に並行してゾーンモデルの改良を継続することが出来た。それまでのモデルの大幅な書き換えで多大な貢献してくれたのは中村和人さん(清水建設)である。新たな知見を入れた物理モデルや数値計算手法の改善は私自身も頭に入れていたが、彼が組み込

んでくれた排煙機能や開口条件のスケジューリングなど迄は想定していなかった。しかし、これらの機能を組み込むことでモデルは実際の設計で非常に有効に使えるものとなり、その後幾度かの改良は行われたものの基本的な構成は変わらないまま、現在まで既に30年以上も使われている。因みにBRI2のモデル名は中村さんが名づけたものである。

その後、BRI2の改善に多大な貢献をしてくれたのはやはり部外研究員として来てくれた山田茂さんである。その1つはCOの予測機能の導入である。周知のようにCOは火災時の有毒ガスの中で最も重要なものであるが、発生が燃焼材料の特性より寧ろ燃焼環境に依存する。そこでGlobal EquivalenceとCO発生の関係に関する実験結果をベースのCO発生をモデル化しBRI2に組み込んだ。他の1つは火災室内の対流熱伝達である。対流熱伝達については機械工学分野で多くの研究蓄積があるが、対流形態が強制対流と自然対流の2つに明確に分類されている。しかし火災室内での対流は周壁と火災室内ガスとの温度差に伴う自然対流的なものもあれば、火災ブリュームや開口流によって引き起こされる強制対流的なものも混ざっていて、いずれとも区別が出来ない性格のものであり、測定するにしても手法の方針が立てにくい。そこで火災区画内でのグローバルな熱損失量を室内圧の変化、およびそれに伴う空気の流出量から求める方法を考案し、火災区画サイズと発熱速度をパラメータとする無次元数の関係として対流熱伝達率を求めた。これらを順次組み込んでBRI2の改定バージョンであるBRI2000シリーズが作成された。

ゾーンモデルでは市販のグラフィック表示ソフトが無いので、データの入出力に幾分の習熟と手間が必要であった。これに見通しがついたのは京大に移ってから暫く後のことである。平成17年(2005)学部卒業の金井良智君はプロに匹敵するプログラミング技術を持った学生であり、卒論研究でBRI2000のGUI(Vprestと名付ける)を開発してくれたことでゾーンモデルが格段に利用し易くなったと言える。

3.5 多層ゾーン煙流動予測モデル

建物火災時の煙流動性状を解析する手法としては、ゾーンモデルの他にCFD (Computational Fluid Dynamics)モデルも頻繁に用いられる。しかし、CFDの欠点は計算に時間が掛かり過ぎることである。建築物の避難安全設計において煙流動予測を行う目的は、避難経路の寸法や排煙・煙制御設備の能力の設計値などが適切か否かを調べることであり、この作業においては火災時に起こりうる種々のシナリオに対しての検討を網羅することが精緻な予測を行うこと以上に重要となる。建築設計が最終的に固まるま

では頻繁な変更が生ずることもあって、1回の予測に何十時間も要する計算を逐一行うことは実際的ではない。この意味で計算時間の負担を殆ど意識なくして良いゾーンモデルは避難安全設計実務に使う上で頗る便利なツールと言える。

しかし二層ゾーンモデルは上・下の2層がそれぞれに一樣と見なしているため、何らかの評価を行う目的で温度分布を把握したい場合には使えない。また、火災プルームが上部層に流入すると瞬時に上部層と混合するという仮定も荒すぎると前々から思っていた。そこで、鈴木圭一さん（本学建築卒、清水建設）の博士研究のテーマとして多層ゾーン煙流動モデルの開発をして貰うことにした。このモデルでは建築物の任意の室内を複数の水平の層に分割し、火災プルームはそれらの層を貫通しながら室の天井まで達するとしている。

多層ゾーンモデルは、火災室その他の室における高さ方向の温度分布などを、世界で最も良く使われているCFD火災モデルであるFDSと遜色無い精度で予測できる。一般に煙流動の計算では最も時間を要するのは圧力を反復計算で解く部分であるが、多層ゾーンモデルでは、層の数は多くても、各層のエネルギー保存式を合計することで、各室に1つずつの圧力を変数とする圧力支配方程式が得られる。このため、計算負荷は二層ゾーンモデルと同様にCFDモデルとは比較にならないほど軽い点が大きなメリットである。

このような多層ゾーンモデルの計算の軽さは、トンネルや地下鉄火災など、土木的的巨大空間での火災の場合の煙流動解析を対象とした場合にも、CFDモデルと比較して大きな優位性を持つと考えられる。このため、多層ゾーンモデルをトンネル空間に展開し、模型トンネルでの実験結果で検証しながら、トンネル火災時の煙流動予測モデルを開発した。

4. 性能的火災安全設計法に関する研究

都市が伝統的に木造家屋で営まれてきた日本は元来都市大火の国であった。江戸における大火の頻発は周知のことであるが、大火は日本のどの都市においても日常の脅威であり、明治以降欧米との交流が盛んになってからは、耐火建築によって不燃都市を建設することが悲願となった。しかし、経済的、技術的制約のために不燃建築の建設は当初遅々として進まず、やっと目に見えて増加し始めたのは戦災復興期からと言って良いであろう。戦時中の空襲火災による被害が深刻であったことから、戦後の復興では耐火建築促進法を始め種々の不燃ビル建設奨励策がとられた。これによって我が国にも次第に不燃

建築が増加して来たが、それは反面で、ビル火災による大事故を増やす結果にもなり、我が国におけるビル火災対策に対する経験の不足と防火基準の不備を露呈することになった。このため特に1960年代に入ってから1970年代の初めにかけては、相次ぐ重大火災事故を受けて、建築基準法や消防法の規定が矢継ぎ早に強化された。そして、その一連の防火基準強化の結果、施主や設計など建設側では防火基準の過重感が生じ性能的設計の要望が出されるようになって来ていた。

4.1 防火総プロ

性能的防火設計法を望む声が高くなって来たのは、防火基準に過重感が出来たことと同時に、仕様書的に書かれている基準の目的や担保される性能が理解しにくいということにもあったと考えられる。一方、1980年頃までには建研、消研、大学等での火災研究がかなり進み、またUJNR防火部会を通じて多くの研究成果・情報が入手できるようになって来ていた。建設省総合技術開発プロジェクト「建築物の防火設計法の開発」（通称：防火総プロ）はこのような状況を受けて1982～1986年の5カ年の研究として実施された。このプロジェクトには総合防火設計法、出火拡大防止設計法、避難・煙制御設計法、耐火設計法の4部会と既存建築物の防火改修の、合わせて5部会が設けられたが、私は避難・煙制御設計法および既存建築物の防火改修の2部会について建研幹事を割り当てられた。自分としては新規設計を対象とした避難・煙制御設計法に集中したかったので、既存建築物の防火改修部会の世話に時間を削られるのは正直なところ迷惑に思っていたが、結局これも良い経験にはなった。

既存建築物の防火改修が防火総プロに付け加えられたのは、先年の法規改正で導入された新たな規定が、消防法関係は既存建築物に遡及適用されるが、建築基準法関係は遡及されないことに原因している。建設省では、遡及適用が見送られたことの代替措置として防火改修指針を作成し、行政指導によって改修を誘導することになった。指針の内容を調べると、改修について複数のオプションが示されており、実情によってやり易い方法を選択することが出来るので、それ程困難は無いように思われた。しかし、それでも経済的な困難があって改修が進められない既存建築物が少なくなく、中には改修が無理なため廃業するとした病院なども有ったのである。安全基準を厳格にすることが‘角を矯めて牛を殺す’ことに繋がる危険について考えさせられた部会であった。

避難・煙制御部会は京大建築学科教授の寺井俊夫先生に部会長をお願いし、委員として大学やゼネコ

ンなどから多くの参加を頂いた。最初は設計の手順のようなものを考え、そのフローチャートを色々と検討していたが、その中に、性能と言う共通の言葉で意味することが、人により千差万別であることが明らかになった。そこでまず、防火設計は本来何を目的とし、どの程度の安全レベルを達成しようとするものなのかを明確にする必要があると考え、プロジェクトの3年目くらいから、部外研究員の高橋清さん（フジタ）に協力して貰いながら、建築基準法の規定の内容、制定された歴史的な経緯の分析を行った。この中で高橋さんの整理してくれた建築基準の変遷に関する研究資料は、建研の研究報告として出版しておこうとしたが残念ながら査読を通らなかった。理由は良く分からない。仕方がないので原稿のまま持っていて今迄何度も参考にしてきた。

ともかくも、このような分析によって建築基準法の意図するところを同定・抽出し、‘建築物の火災安全上の要件’として整理した。この要件の抽出は避難・煙制御設計に関わる分だけに限定して行うことは出来ない。建築基準法の規定では、一つの仕様規定が複数の目的や性能の達成に当てられていることが少なくないからである。例えば、ある条件の空間に防火壁を要求されるとすれば、それは避難安全のためでも、財産保護のためでも、建物倒壊防止のためでも、また消火活動の容易化のためでも有り得るし、またその壁の仕様が10cm厚のコンクリートであれば、火災加熱による壁の破壊を防止し、熱の伝導を遮断し、また煙の伝播を防ぐ性能を兼ねているかも知れない。

この分析の結果建築基準法の防火規定の目的として抽出されたのは①出火防止、②人命安全、③第三者の権利保護、④消防活動の確保、⑤市街地火災の防止、である。この枠組みは、表現に若干変更はあるが、建築基準法の性能規定化を目指した2000年の改正に受け継がれた。

建築基準法の仕様規定の中には、上記のような目的を達成するために、建築物はどのような要件を満たすべきかと言う指示が埋め込まれている。例えば‘③人命安全’の目的だけを掲げておいて、後は勝手に考えろと言っている訳ではない。これらは、建築物の火災という条件を考えた場合、人命安全を図る手段として概ね現実的な解になっている。上記の‘建築物の火災安全上の要件’の抽出は、③人命安全のみならず全ての目的について行った。

しかし言うまでもなく、要件を文章化しただけでは実際の建築物が要件に適合しているか否かを客観的に判断することが出来ない。具体的な寸法、材料、設備等を選択した建物の設計の適合検証のためには、具体的にどのような条件の下でどのような性能を満

たせば良いかを具体的・客観的に示すための技術的基準が必要である。建築基準法はそのような技術的基準を規定する法規であるが、性能設計のメリットを生かすためには、これらの技術基準は出来るだけ性能的基準に変換する必要がある。火災安全設計の場合、その性能基準は‘設計火源’と‘安全判定基準’の対で与えられるのが自然である。避難・煙制御設計法に関する各要件については、このような性能基準を含め、何らかの形で技術基準が少なくとも1つは検証のため利用可能なように作成した。

防火総プロの成果は総合防火設計法というタイトルの4分冊の書籍として出版された。私としては性能的火災安全設計法として不備が多く未完成と思っていたが、意外な大人気となり、性能的防火設計は活況を呈することになった。特殊な建設方法について大臣の許可が得られる38条の規定は建築基準法の制定の最初から存在したが、防火関係の申請はそれまで時折ある程度で殆どの年は申請0に近い状況であった。それが防火総プロの最終年度1986年位から急速な増加を始め、建築基準法の改正により38条が廃止される2000年の近年には年間150~200件のペースで申請がなされるようになっていた。

この成功の原因を考えて見れば、先ず背景として現行法規による制約に飽き足らず新たな設計の可能性を希求する建築界があり、そこに防火総プロが火災性状予測に関する様々な技術を紹介したこと、および設計火源や許容安全基準の形で明示的な判断基準を提供し、安全検証の手続きを大幅に透明化したことが挙げられよう。

4.2 海外における性能的火災安全設計法

日本における性能的火災安全設計法の成功はUJNR防火部会を通じて米国の着目するところとなった。米国の火災研究は多様な課題を扱っていたが、元々Home Fire Projectが中心であったことでも窺えるように、死者が最も多い住宅火災を対象としており、日本でのように特殊建築物（Unusual building）は念頭に無かったようである。先述のように、米国留学から帰った後は防火総プロで設計法の開発を中心に研究していたが、米国研究者には私は火災モデリング屋のイメージが定着していたようで、最近では設計法をやっていると話すと、設計法？それは何だ？というような反応であった。性能的火災安全設計法について米国側が興味を持ち出したのは、多分UJNR防火部会が日本で開催された時、性能設計特別シンポジウムを那須温泉で開催しゼネコンなどによる設計例の紹介をやって貰った頃からである。因みに、その頃のUJNR防火部会は、米国で開催される場合は会場が回ごとに色々な都市に移って楽しめたが、

日本開催の場合はつくばの建研ばかりであったので、少しは景勝地で楽しんで貰おうと言う配慮もあった。そのためにゼネコンの方などには高い参加費を負担頂き、また自分でも開催費の工面をしなくてはならず結構苦労したが、同伴者も含めてそのときの参加者が後々までも‘那須のシンポジウムは素晴らしかった’と言って喜んで貰ったので、苦労の甲斐があったと思っている。

閑話休題。程なく、米国側は「総合防火設計法」全4巻を英訳したいと言い出した。私は‘未完成なので薦めないよ’と再三止めたけれども結局は英訳してしまった。落胆したところも多かったと推測するが、Center for Fire ResearchのSnell所長が‘分かった、分かった。要はDesign fireとSafety criteriaだろう’と言っていたところをみると、ある程度の役には立ったのであろう。ともあれ、米国でも性能設計の議論が活発になり、それはやがてヨーロッパなどにも波及していった。現在では、仕様規定の経験さえない途上国も一足飛びに性能設計に走っており、寧ろ過熱気味で不安なところもある。

4.3 火災リスクの観点からの防火法規の分析

防火総プロは性能設計の端緒を開いたと言う意味で大きな意義を持ったが、未だ多くの点で不備を残していることは認識していた。その1つは基本要件への適合検証に必要となる技術基準が、避難・煙制御設計に関わる部分以外は未作成だったことである。そこで殆ど防火総プロ終了直後から、場を日本建築学会防火委員会傘下の火災安全設計小委員会に移して、これらの欠落部分を補い「総合防火設計法」を真に建築基準法の防火規定に代替し得る自立的な設計法として完成させる作業を行った。しかし、学会での作業は基本的にはボランティアであるから各自の仕事の関係もあり、必ずしも順調には進捗しない。一時熱心にやってくれる人も途中から出席しなくなって、代わりに新たに参加する人があり、などの繰り返しで、まるで‘青の洞門’（菊池寛「恩讐の彼方に」参照）さながらの作業であった。やっと「建築物の火災安全設計指針」として出版した時には既に2002年になっていた。

しかし、この作業に時間が掛かった原因はそれだけではなく、技術基準の作成作業の段階で、設計火源と安全基準の他にリスクの観点を入れて定めるべき基準があることを感じたためである。例えば、火災時の避難経路計画では2方向避難の原則があり法規にも反映されているが、法規は規模が一定以下の場合には、避難出口が1ヶ所しかない室、階段が1つしかない建築物を認めている。

このような仕様規定の適切性については、建築基

準法だけ見ても分からないので、先ず諸外国ではどう規定されているか調べて比較したいと防火総プロの実施中から考えていた。そこで、フランス政府の給費留学生制度に応募して防火総プロが終了した年の8月から1年間CSTB（フランス建築科学・技術研究センター）に留学して各国の資料を集めた。

建築の防火基準についてはロンドン大火(1666)の後で作成された基準は有名であり、また言語、知人の存在などの面からも、資料調査にとって最も適切なのは英国と考えたが、留学のための費用を提供してくれるシステムが無かったのがフランスを選んだ理由である。フランス政府給費留学生については勿論選考に受かる必要があったが、建研に既に留学経験者が5～6名は居て、話を聞く限りある程度フランス語が出来ればチャンスは有るように感じた。そこで、科学技術庁が提供していたフランス語研修に、防火総プロの期間中であつたが、10ヶ月ほど通って勉強した。しかし後で知ったことだが、私が応募した時にはフランス政府の予算削減で留学生数は以前の1/3に減らされており、思わぬ難関となっていた。応募の前には、書類選考で通れば先ず合格と経験者から聞いていたので、東京での試験で顔を合わせた人（工学分野で10人くらい、全国で何人かは不明）は全て合格するものと思っていたが、蓋を開けてみれば工学分野での最終合格者は全国で僅か3人に過ぎなかった。つたないフランス語能力で良く合格したものだと思う。こんな激戦を始めから知っていれば最初から諦めていたであろうから、知らなかったことが幸いしたと言える。これも後で知ったことだが、受け入れ先のCSTBの研究者が火災モデルの研究で米国NBSに滞在していたことがあり、面識は無かったが名前では私を良く知っていてくれたため、フランス政府からの受け入れの問い合わせに相当好意的にレスポンスしてくれた様子である。

ヨーロッパに各国の防火法規を調べている内に、全国レベルの近代的法規の制定は意外と遅く、早いものでも1970年代、大半は1980年に入ってから制定であることが分かった。これは日本では1920年代から既に市街地建築物法などを発展させていたことが頭にあった私には意外な発見であった。また、近代的防火法規の制定に当たってはLife Safety Codeなど結局米国で作成された規定が大幅に参考にされていることも明らかになった。このため、仕様書規定の意味を探るには米国の防火規定の制定過程を歴史的に追ってみる必要を感じたが、日本に帰ってから調べてみると、NBSの図書館にNFPAのSafety to Life Committeeの議事録やBoard of Underwriters, New YorkのBuilding Codeなど、1900年頃からの資料が多数あることが分かった。そこで、それらのコピーを

貰い、萩原一郎さん（建研）と一緒に調べた。

これによって色々な防火基準が定まってきた事情については大分良く分かってきたが、専門家の判断とは言え経験的に作成した基準なので、その根拠は薄弱に感じられるものも少なくない。また、米国に倣ったとはいえ、各国でまた専門家による味付けが入っていて、類似の規定でも国により結構差が見られる。つまり、多くの基準が何か決めなければならないことは皆が思っているが、どう決めれば良いかの切り札が無いという困った状況にある。そこで、ある防火基準が想定しているリスクを許容値以下にするという観点から基準を定められないかと考え幾つかの分析を行った。このような分析を行った基準に、居室避難出口の数、単一階段が許される建物の条件、行き止まり廊下の許容条件、耐火設計における設計可燃物密度がある。この結果、仕様書基準の不合理ばかりではなく、経験的に定めたとしても結果的に合理性が高いと考えられるものも見出された。仕様書的に一意に定めるより許容リスクに基づいて決める方が設計上の柔軟性もあり、重要性の度合いも理解し易いので、他の基準についても同様な手法の可能性を探るべきだと思う。

4.4 リスク基盤の避難安全設計法

性能規定化を目指した 2000 年の建築基準法改正は、防火総プロの時代から求められてきたものの集大成かと思われたが、最近は何種の問題点があらわになり、寧ろ性能設計の後退を招くようになっている。この原因は色々考えられるが、最大の原因は火災リスクの観点の欠如と考えてきた。この点については京大に移ってから建研などに再三指摘し検証法の改善を求めてきたが中々進捗しないことから、自分でリスク基盤の避難安全設計法の開発に着手することにした。

建物火災時の避難リスクは、居室避難に関しては多くの場合非常に低い。一方、階避難、全館避難での避難リスクは居室避難に比較して潜在的に非常に高い。これは、特定の空間での出火率や在室者は少なくても、階や建物には複数の空間があるため、その数に比例して出火率や潜在的避難者数が増加するためである。例えば、各階に 10 世帯が入る 10 階の共同住宅では、出火率と在館者数は 1 世帯の場合に対してそれぞれ 10 倍、100 倍になり、潜在的人命リスクは 100 倍、10,000 倍となる。伴って避難安全対策の重要性が高くなるのは当然である。

しかし、2000 年の建築基準法改正に伴い導入された避難安全検証では重点が完全に逆転しており、居室避難の検証に多大の労力と時間が費やされる一方で、階避難や全館避難は非常に軽く扱われている。

この原因の 1 つは、火災リスクの観点が欠けているためである。従来の法規では小規模な空間に対する規制は緩やかに、大規模な空間、共用廊下、階段などやの制限は厳しくなっており、経験的ながらも火災リスクに対する考慮が働いていた。

潜在的リスクの大きい空間に対しては防火戸、煙制御設備、スプリンクラー設備などの防災設備が設けられるが、これらのいずれも信頼性は 100%ではない。このため、従来の法規で複数の設備を要求し、これらの組み合わせで生まれる防災システムの冗長性 (redundancy) により信頼性を高めることが意図されていたと考えられる。しかし、検証法では、防火戸の閉鎖は 100%信頼する反面でスプリンクラーは無視しているなど、防災設備の扱いにバイアスがあり、これが避難安全検証に不合理を生じている。不自然な前提が火災安全設計の在り方を歪めているのである。スプリンクラー、防火戸、排煙・煙制御設備など火災時の避難安全に影響が大きい防災設備の効果は、それらの各避難段階における信頼性のレベルを考慮しながら評価に組み込むことで防災設備の役割がより良く理解され、合理的、効果的な設備設計につながる。

ここでリスク基盤の避難安全設計法の詳細を示すことは出来ないが、要点だけ述べると、この設計法は

- 火災時の避難リスクを安全側に許容レベル以下に抑制する方法である
- 性能設計における決定論的検証手続きは変更しない
- 避難安全検証に用いるべき設計火源とシナリオを対で組織的に決定する
- いずれのシナリオにおいても避難不能者は 0 とすることが求められる
- 下記を基本要素とする
 - ① 設計ベースの許容避難リスク
 - ② 防災設備の作動/不作動に基づくシナリオイベントツリー
 - ③ 火災成長係数の確率密度分布
- 設計ベースの許容避難リスクは対象空間の規模、用途に伴う出火率から計算される
- 各シナリオへは対象空間の許容避難リスクが部分許容避難リスクとして分配される
- 部分許容リスクと在館者数から決定される設計火源の下で避難不能者が 0 となることを検証する

避難安全に関連する防災設備の数は居室避難では少ないが階避難、全館避難では必然的に多くなるので、これに従ってシナリオの数が増加する。しかし、最も不利なシナリオについて検証すれば自動的に安

全側に検証済みになるシナリオも多いので、実際に検証計算が必要なシナリオの数は大幅に減らすことが出来る。各シナリオへの許容リスクの分配および実際に検証を必要とするシナリオの見極めは、検証の論理と防火設備の特性に対する防火技術者の知識に依存するが、それは本来防火技術者が備えていなければならない知識・技術である。

リスク基盤の避難安全検証によって、防火設備の信頼性の向上策や防災システムへの冗長性の付与も避難安全設計の重要な部分であることが客観的に理解される。それは防火設備システムの総合的計画を促し、ひいては防火技術者が建築設計の早い段階から防災設計に関わって行く契機になると考える。

5. 火災安全工学ツール（計算式）の開発

性能的火災安全設計では、与えられた設計火源とシナリオの下で安全基準が満足されることを設計段階で検証しなければならない。このために火災の諸側面に亘る現象を工学的に評価するための解析手法が必要となる。

世界的には火災性状の予測にはコンピュータモデルの使用が人気があるが、検証方法の透明性が必要な適合確認においてはブラックボックスになり易いコンピュータモデルの使用には出来る限り慎重でありたい。この点、簡易な計算式は、複雑な条件下の解析は難しいが、設計は科学ではないので計画内容の安全検証は保守的に行えば足りることを考えれば有効に利用できるものが多い。また、建築設計では、建物の完成までに頻繁な変更が生ずるが、その度にコンピュータモデルで再計算するのは計算のための労力が大きすぎる。

更に、簡易な計算式は、例えば火源の発熱速度や空間のスケールなど、現象に関連する量が結果にどの程度影響するかについての本質的な理解を防火技術者に与えてくれるが、コンピュータモデルの濫用はその能力を養わない。構造工学でも機械工学でも、コンピュータ時代以前から工学技術を発達させた分野では様々な計算式の蓄積が存在し、技術者が現象の本質を理解する上での助けとなっている。一方、工学的技術の発展がコンピュータ技術の発展とほぼ重なってしまった火災安全工学の分野では、火災高さや火災プルームなど一部の対象に集中して多くの計算式が存在するものの、一般には計算式の蓄積が乏しい。‘個体発生は系統発生を繰り返す’と言われるが、防火技術者の成長についても同様であり、火災現象の本質を教える計算式などの火災安全工学ツールの蓄積が必要と考えた。

5.1 煙流動と制御に関する計算式

(1) 出火室での煙制御

建物火災時の避難安全の検証には煙流動性状と煙制御システムの効果の予測は欠かせない。このため最初に作った計算式は火災室内における煙層の自然降下予測式である。煙層降下は火災室での避難との関係で速度が問題となる。火災プルームの性状については多くの提案式があるので、これを利用して空間上部に発達する煙層の降下式を導いた。煙層温度を一定と見做した比較的簡単な式であるが、発熱速度、空間面積、天井高さが煙降下時間にどう影響するかを知ることが出来る。因みに、このとき機械排煙が作動している条件での煙降下式も導いたのだが、こちらは少々式が複雑になって関連パラメタとの関係が直観出来ないので数値計算と比較してメリットがなかった。

建築基準法に規定される排煙方法には自然排煙と機械排煙があり、それぞれ排煙口面積および機械排煙風量が床面積に対して規定されている。しかし、規定される自然排煙口面積と機械排煙風量は同性能なのか、あるいはどんな性能を持つのか全く分からない。これらの効果を評価するためには、煙層に対する質量および熱量の保存、圧力と流量の連立方程式を解かなければならないので、一般には反復計算を必要とする。しかし、一般の条件で計算が難しくても、設計目標が明確にされれば容易に解ける場合がある。排煙の問題では、‘想定する火源の発熱速度の下で避難や消火のために必要な煙層高さを維持する’などが妥当な目標である。そうすると、そのために必要な自然排煙口面積なり機械排煙風量を芋づる式に簡単に求めることが出来る。これらは、いずれも簡単な計算式あるいは計算手順であるが、火災安全工学の初学者に有用と考えられたのか、外国の教科書などに取り入れられている。

(2) 付室加圧煙制御

高層建築物では階段に火災の煙が侵入すると重大な結果に繋がるので、建築基準法では排煙設備を有する付室を設けた特別避難階段を要求している。この付室における排煙の代わりに、給気加圧することで煙の侵入防止を図る付室加圧煙制御方式は、38条の時代に設計側から発案されたもので、建設大臣の許可の制度を通じて広く普及した。この当時の付室加圧方式の安全検証は、先ず付室への給気量の値を経験的に与え、コンピュータモデルによる計算で付室への煙侵入が起らないことを確かめる方法であった。京大に移ってから立ち上げていた日本建築学会近畿支部に加圧防煙研究会では、この設計法をより合理的なものにしようと考え、付室への必要給気量をコンピュータモデルに頼らないで計算する方法

を開発することにした。

この場合には火災室、廊下、付室、堅穴空間などでの質量および熱量の保存、開口における圧力と流量の連立方程式を解くことが計算法の前提となる。これを一般的な条件で解く事は火災室の排煙の場合以上に難しいので、通常はコンピュータモデルに頼ることになる。しかし、設計目標として付室に煙を入れないための条件、いわゆる遮煙条件が予め定まるため、火災室の排煙の場合と同様に、芋づる式に各室の圧力と開口流量が求まり、最終的に付室への必要給気量を求めることができる。寧ろ難しいのは、開口の開放程度をどう設定すれば良いかというシナリオ選択の問題であったが、これについても検討して付室への必要給気量の点で最も不利な条件を見出すことで解決した。この研究では研究会メンバーの皆で議論したが、日建設計の久次米真美子さんが最も頑張ってくれた。

この計算法は、東京では近畿支部方式と名づけて、消防法の性能規定化のときに消防排煙の計算方式として取り入れられている。

その後、建築基準法にも付室加圧煙制御の告示が規定されることになった。これに似たものは、2000年の改正の時に押し出し排煙の名で導入されていたが、付室を守るための煙制御方式としては考え方が中途半端であったし、給気風量が小さ過ぎて役に立ちそうもなく、また消防排煙とも矛盾した方式であったため、これらの矛盾を解消しようとしたものである。しかし、この告示もまた実際の建物での運用を難しくする規定を盛り込んでいた。それは給気による過剰圧力を防止するために廊下あるいは一般室に規定の大きさの圧力逃し口を設けることとされている点である。最近の大規模な建物では廊下が外気に面しておらず、外周も嵌め殺し窓になっていて、規定の大きさの圧力逃し口を設けることが中々に難しい場合が多い。そこで、圧力逃し口は一般室に設けてもよいとされる点と有効な機械排煙がある場合はその風領分圧力逃し口の面積を減らせるとされている点を有効に活用できるよう、様々なケースの解決方法を検討し、また通常の機械排煙を有効な排煙と出来る手法を考案した。この検討で取り分け頑張ってくれたのは角谷三夫さん（関西建築防災研究所）である。

(3) 階段加圧煙制御

高層建築の階段は火災時には在館者全員を収容する避難空間として位置づけられて来た。その階段への煙侵入防止のために、海外では階段室に機械給気する階段加圧が採用されることが多い。反面、この方式が日本で殆ど採られないのは、階段室各所の隙間からの空気の漏れが大きく、煙侵入防止に必要な

圧力を出すための風量が大きくなり過ぎると考えられているためである。必要風量の算定には煙突効果をもたらす階段室の温度想定も関わっており、給気したとき初期の内外圧力差分布が保たれたまま煙侵入防止に必要な値まで圧力を上げなければならないとすると、給気された空気の漏れ量も大きくなってしまふのである。

しかし、給気をすることは低温の外気を階段室に導入することなので、給気自体が温度低減効果を持つ筈である。そこで給気による温度低下の予測式を導いた。この式は模型実験での比較では、実験値と良好に一致したものの思ったほど大きな低減効果は得られなかった。階段周壁からの対流熱伝達の影響は結構大きいのである。予測式を実大建物に適用して見ると模型の場合より温度低減効果はかなり上がるようであるが、実験での実証は出来ないでいる。

5.2 火災プルームの性状に関する計算式

火災プルームに関係する性状は火災研究分野において最も多くの研究蓄積があるテーマの1つである。しかし、これらは殆ど機械工学あるいは物理出身の研究者によって行われて来たためか、殆どが自由空間中の火源からのプルームに集中しており、建築空間の条件との関係で性状を扱ったものは少ないので火災安全設計への応用と言う面で物足りないところがある。建築火災安全設計では色々な場面で火災プルーム関係の現象を扱う必要が生ずるため、その便宜を考えて次のような問題に対する計算ツールを開発した。

(1) 開口噴流プルーム流量

火災室の開口などから温度の高い煙が他の空間に噴出すると、浮力プルームとなって周囲から空気を連行しながら上昇する。そのプルーム流量の把握は建物内の煙伝播の予測や制御の上で重要である。この研究ではスケールの異なる2つの模型火災室を作り、種々の発熱速度と開口幅について開口噴出プルームの流量を測定し、一般的に適用できる流量計算式を無次元巻き込み高さと無次元流量の関係として導いた。この実験手法での主な工夫は、小規模実験で開口流量やプルーム流量を精度良く測定することは難しいので、ガス分析と集煙ダクトの流量から求めたこと、および巻き込み高さを明確にするため火災プルームからの煙を溢れさず小フードを設けたことである。

(2) 開口噴流の相似則

開口噴流が屋外側に流出すると上階の窓がその熱に曝され上階延焼を引き起こす恐れがある。このため建築基準法では90cmのスパンドレルを設けることが規定されているが、噴出気流の性状は開口部の形

状に大きく影響されるので条件によらず90cmで大丈夫という訳ではない。外壁の条件が典型的な場合の噴出気流の性状については多くの研究があるが、考え得る種々のデザイン条件に対する性状を一般化することは勿論難しい。しかし模型と実大との相似則があれば、特定の外壁デザインの場合の気流性状を縮尺模型実験で調べ実大に換算できると考え、規模の異なる模型で異なる火源発熱速度、開口条件、外壁形状に対する実験を行い、無次元相似則の有用性を確認した。

(3) ボイド空間の煙性状

建築物には、ボイド、光庭、中庭などの名で屋根の無い空間が組み込まれることが少なくない。このような空間は面積が広く、高さが小さい場合には通常の外部空間と同様に考えて良いが、細長い井戸のような空間になると竪穴空間のように建物内への煙伝播経路となる恐れがある。しかし、外気同等空間か竪穴空間かの判断は建築主事によって感覚的になされている。そこで、このようなボイド空間の煙性状を模型実験で調べ、空間の幅、高さ、火源の発熱速度からプルーム温度を予測する無次元式を確立した。また、このプルーム性状はボイドの底部に給気口を設けることでも影響を受けるので、その影響の程度も調べた。

因みに、この結果は東京消防庁のボイド空間を有する集合住宅の煙に対する安全指針に反映された。

(4) 火災プルーム先端の上昇速度

ゾーンモデルでは火災プルームが上部層に到達するまでの時間は無視しているが、実際には幾分の時間が掛かる。従って、火災プルームの上昇時間は天井高の大きい空間における火災感知時間にも関係するが、室内煙性状の基礎的情報の一部としても意味がある。この研究では模型実験結果を基に、空間の幅、火源からの高さ、発熱速度と火災プルーム先端の上昇時間の関係を表す無次元式を確立した。竪穴空間では頂部の開口があるか無いかで上昇時間の傾向が変わるが、空間の幅が一定以上大きくなると自由空間の上昇時間になることは勿論である。

(5) 二層環境下の天井ジェット性状予測

建築空間に設置されるスプリンクラーや火災感知器は、火災プルームが天井に衝突した後水平に広がる天井ジェットに反応して作動する。この天井ジェットの性状についてはAlpertによる有名な研究があり温度や流速などの予測式が確立しているが、これは天井の周囲が開放されている条件で適用可能なものである。一方で、建築空間の天井は周囲が壁で閉じられているので、火災プルームや天井ジェットは室の上部に蓄積される煙層の中を挙動することになり、温度や煙濃度は煙層の影響を受ける。

この研究では、煙層内でのガス巻き込みを考慮したプルームのエネルギー保存を考えることで、天井ジェットの温度や煙濃度の予測式を導いた。この温度の予測式は、煙層の寄与分と開放天井に対するAlpertの予測式を足し合わせると言う非常に簡便なものになった。また、煙濃度の式も同じ構成だが、天井ジェット中の煙濃度の予測式を必要とせず、Alpertの式に煙発生量に関するパラメータを掛けて使うことが出来ることを見出された。

(6) 高温層への火災プルーム貫入

アトリウムなどが日射を受ける場合を始め、天井高さの大きい空間では通常時上部に温度の高い層が形成されている場合がある。このような空間で火災が発生したとき、火源の発熱速度が小さい段階では火災プルームは浮力が小さいため高温の層を貫通して天井まで達しない可能性が出てくる。すると天井に設置された感知器が作動せず、火災感知が遅れる可能性が生ずる。そこで、このプルームの貫入条件を把握する研究を行った。実験では、予めメタノールを火源として上部層の温度を高くしておいた後火源を取り除いて、新たに設置した定常火源からの火災プルームが上部層の温度低下とともに上部層内に貫入する高さを測定した。一方で理論的には、煙層境界高さにおいて火災プルームが持つ運動エネルギーと上部層貫入後にプルームが高温の上部層から受ける負の浮力によるエネルギーの関係から、貫入高さを支配する関係を導いた。

5.3 換気支配火災の温度予測式

火災区画の火盛り期温度の予測は耐火設計の基盤であり、従来から多くの予測式が提案されてきたが、適用限界がはっきりしないものも多かった。一方、比較的近年になって半経験的であるが火災温度予測にMQH手法が出され、また酸素消費法の理論が出されたこともあって換気支配時の火災室内での最大発熱量が抑えられるようになった。そこで、これらの知見を利用して換気支配火災時の火災室最大温度上昇と隣接廊下の温度上昇を予測する式を導いた。MQH式では輻射失熱の影響が入っていないので、火災室が著しい高温になるときは補正が必要であったが、この式はSFPE (Society of Fire Protection Engineers)基準の第1号となったと米国の友人から聞いている。また、同様の計算式は2000年の建築基準法改正で導入された耐火性能検証法でも用いられている。

6. 都市火災性状の研究

私が防災研究所に来たのは1997年、阪神大震災の2

年後であった。恐らくは阪神大震災で大規模な火災が数多く発生したので防災研にも火災の専門家が1人くらいは必要と言うことだったのであろう。私は卒論と修論で地震火災対策に関連して市街地火災延焼と住民避難の関係の研究を少しやったことがあるが、建研に就職してからは専ら建築単位の火災を扱っていたので市街地火災に関する知見は殆ど無いと言ってよかった。しかし、配属が巨大災害研究センターと銘打つ分野であるし、また建研でのような実験施設も全く無いので、やるとすれば大規模火災を扱ったソフトな手法の研究だろうと考えた。と言うわけで、修士卒業以来24年ぶりにまた奇しくも延焼モデルと住民避難モデルという同じテーマを扱うという巡り合わせになった訳である。しかし、このテーマに関して先行する研究や類似の研究は内外のどこにも存在しないことから、開発までに時間がかかることも覚悟していた。退職までの何とか形を着けられたのは偏に優秀な学生に恵まれたお陰であり、幸運に感謝している。しかし、モデルは飽くまで安全な都市を実現するという目標のための支援ツールに過ぎない。この目標のためには退職後も微力を尽くす積りではあるが、やはり若い世代に自分のこととして取り組んで貰う必要がある。

6.1 物理基盤の市街地火災延焼予測モデル

戦後の復興が進むとともに市街地大火は劇的に減少したが、地震火災のリスクは潜在的に存在しているので、その被害予測のために幾つかの市街地火災延焼モデルは使われていた。しかし、それは基本的に「浜田式」と呼ばれる、過去の大火における延焼速度と風速との統計的関係を基に作成された経験的モデルを基盤にしたものであった。一方、現在の市街地の条件は、大火が頻発していた過去の市街地とは色々な面で大きく変貌しており、統計的モデルの予測妥当性が疑われる状態になっている。しかし、大火が稀な現在では、モデルを更新するための統計的データも得られないことは明らかである。

反面で現在は建築火災性状に関する多くの知見と工学技術が蓄積されており、市街地火災の性状予測モデルの構築にもこれらが応用できるであろうと言う予想があった。また、コンピュータの計算能力の向上が著しいことから、多数の建築物の火災を対象にしても実務的時間内に予測計算を可能とする条件が出てきている。加えて、近年では延焼予測に必要な都市データなど、多くのデータが電子データで提供されるようになってきていることも大きな便宜である。

このような開発環境を考えて、従来のモデルとは全く異なる物理基盤の市街地火災延焼予測モデルを次のような概念で開発することにした。

- ① 市街地火災を個々の建物の火災の集合と考える
- ② 個々の建物は他の建物の火災からの熱的影響の下で燃焼する
- ③ 個々の建物の各室を一層ゾーンの検査体積として物理量の保存を考える

このうち①は考えて見れば最も素直な考え方であり、ただ統計的モデルでは都市をマクロに観ていたので考えられることがなかっただけである。②は建築単体の火災性状予測には出てこない、市街地火災の問題で独自に考えねばならない項目である。③は建築火災工学ではお馴染みの手法である。

以上のように市街地火災延焼モデルの開発は、可能性はあると思っていたが、何しろ初めての試みなので、当初は2~300棟程度の市街地が扱えれば一応の成功かなと考えていたのが正直なところであった。しかし、卒論から私の研究室に迷い込んで来て、結局博士課程まで居てくれた樋本圭佑君（現防災研究所助教）の意欲的研究のお陰でモデルは長足の進展を遂げ、現在では2~3万棟の市街地の延焼予測が通常のパソコンを使って30分程度で出来るようになってきている。因みに地震火災時の住民避難モデルを作ってくれた西野智研君（現神戸大学助教）は避難モデルに関連して樋本君の詳細モデルを基に少し簡易化した延焼モデルを開発したが5~60万棟ある京都市全域の延焼予測を10分程度でやっているようである。

樋本モデルは密集木造市街地、伝建地区、京都の文化財建築の地震火災リスクや防火対策の検討に頻繁に使われるようになって来ている。また何しろ世界初の斬新なモデルなので世界的知名度も高くなってきており、台湾や韓国では既に使われているが、色々な国からの問い合わせも増えているようである。一般が自在に使えるようになるには、GUIの開発が少し課題として残っているが、実務者が地震火災に関する色々なシナリオに対して、延焼予測モデルを軽快に使いながら、対策を考えることが出来るようになるのも遠くないだろうと思う。

6.2 地震火災時の都市避難予測モデル

都市大火では避難者の人的被害は一般に少ないと思われがちであるが、江戸時代の大火は言うに及ばず、比較的近年でも関東大震災(1923)や函館大火(1934)、更には戦時中の空襲などでは非常に多くの犠牲者が出ている。市街地火災の延焼速度は比較的大きい場合でも100m/h程度なので、避難者の歩行速度に比較して著しく遅いにも関わらず多数の犠牲者が出ることは何故なのかは疑問であった。一方、多数の犠牲者が出る市街地火災は例外なく強風下の火災である。このような場合には飛び火によって延焼拡大が大きくなることも影響するであろう

が、強風下の市街地火災での避難者にとって最大の危険は、建築火災でもそうであるように、煙ではないか、と考えたのがこの研究の契機である。

この研究は卒論や修論のテーマとして繰り返し上げながら少しずつ進めていたが、学生がコンスタントに得られないので滞りがちであり、防災研在職中での発展は諦めかかっていた。状況が一変したのは西野智研君が卒論で迷い込んで来てくれたことが大きい。彼が博士課程まで居て、精力的に研究してくれたことで、地震火災時の住民避難モデルは一気に進展し、目標としていた関東大震災における130万人の避難の全容の予測が可能になった。このような大規模な避難の全容を正確に知るためには様々なデータが不足しているので、もちろん精度高くということは望めなおもの、犠牲者の発生位置の分布傾向は予測と調査でかなり良く一致している。なお、この研究で出された予測データの一部は米国で出版される著書に掲載される予定である。

因みに、近年は諸外国でも災害やテロとの関係で群集避難 (Mass evacuation) の研究が盛んになりつつあり、西野モデルにも関心が持たれているようである。今後、このモデルが地震火災時の住民避難を始め、様々な災害時の避難対策を策定するための有効なツールとして発展して行くことを期待している。

7. おわりに

私が建研に採用されてから京大防災研を退職するまでの39年間に携わってきた火災研究の概要について述べた。このうち性能的火災安全設計法に関するは火災研究の成果を社会に還元するための基盤整備を目的としていた。火災モデルなどの個別課題に関する研究と火災安全設計の枠組みとは唇歯輔車の関係にあり、並行的に進める必要があった。それは性能の高い車が開発されることで道路を整備する事業の効果が高まり、また道路の整備が進むことによって更に性能の優れた車の開発が触発されると同様である。

京大防災研に来てからは地震火災の問題に関わったが、この分野でもやはり延焼モデルなどのツール開発から始める必要があり、これに約15年間を費やした。都市規模の事象を扱う課題では、GISを始め様々な最先端技術を使いこなす必要があるが、それらの習熟に要する時間を利用のために残された時間を比較すると、私の齢ではとても割に合わないと感じず。都市の防災設計・計画の枠組みをどう構築して行くかは今後の重要課題として残されているが、若い世代に期待したいと思う。

謝 辞

こうして改めて振り返ってみると、つくづく1人でやれる研究は僅かではないことを感ずる。非才ながらも私が何とかやって来られたのは、諸先輩、同僚、建築学会や火災学会の友人の方々と言うまでも無く、建設企業、設計事務所などの実務者の方々、更には京都大学や東京理科大学の学生諸君に様々な場面で協力して御蔭である。ここに記して深謝の意を表したい。また本稿の構成の中では割愛せざるを得なかったが、文化財、都市景観、災害対応などの研究を手がけた中でも多くの方の協力を頂いた。合わせて感謝したい。

参考文献

[ゾーン煙流動モデルの開発]

- 田中哮義 (1979) : 小規模建築物の火災のモデル化に関する研究; (1)小規模建築物の火災の基礎的モデル, 日本火災学会論文集, Vol.29, No.2, pp11-20.
- 田中哮義 (1979) : 小規模建築物の火災のモデル化に関する研究; (2)火災時の熱移動のモデル化, 日本火災学会論文集, Vol. 29, No.2, pp21-31
- 田中哮義 (1980) : 小規模建築物の火災のモデル化に関する研究; (3)火災時の流れに関するモデル化, 日本火災学会論文集, Vol. 30, No.1, pp7-18
- 田中哮義 (1980) : 小規模建築物の火災のモデル化に関する研究; (4)モデルに基づく計算と模型実験との比較, 日本火災学会論文集, Vol. 30, No.1, pp19-29
- 田中哮義 (1980) : 小規模建築物の火災のモデル化に関する研究; (5)シミュレーションによる初期火災性状の検討, 日本火災学会論文集, Vol. 30, No.2, pp1-12
- Tanaka, T. (1983): A Model of Multiroom Fire Spread, *Fire Science and Technology*, Vol.3, No.2, pp105-121
- Quintiere, J. G. and Tanaka, T. (1983): Some Analyses of FAA Post Crash Aircraft Fire Scenario, *Fire Technology*, Vol. 19, No.2, pp77-89
- 中村和人, 田中哮義, 山名俊男 (1989): 科技博展示館に於ける排煙実験; (1)UN館に於ける蓄煙実験, 日本火災学会論文集, Vol. 37, No.1, pp1-11
- Tanaka, T. and Nakamura, K. (1987): Refinement of A Multiroom Fire Spread Model, *Thermal Engineering*, Vol. 1, ASME (1987 ASME-JSME Thermal Engineering Conference), (Hawaii, USA)
- Nakamura, K. and Tanaka, T. (1989): Predicting Capability of a Multiroom Fire Model, *Fire Safety Science*, Proc. of the 2nd Int'l Symposium, pp907-916
- 田中哮義, 中村和人 (1989) : <二層ゾーン概念に基づく>建物内煙流動予測モデル, 建築研究報告, No. 123, 建設省建築研究所
- 田中哮義, 山田茂 (1993) : 火災時の一酸化炭素生成予測モデル (火災時における建物内の一酸化炭素濃度予測に関する研究 その1), 日本建築学会計画系論文報告集, No.447, pp1-8.

- 山田茂, 田中哮義 (1993): 一酸化炭素濃度の非定常予測モデル(火災時における建物内の一酸化炭素濃度予測に関する研究 その2), 日本建築学会計画系論文報告集, No. 458, pp1-8
- Yamada, S. and Tanaka, T. (1994): A Model for Predicting Concentration of Carbon Monoxide in Building Fires, Fire Safety Science, Proc. of the 4th Int'l Symposium, pp539-550
- Tanaka, T. and Yamada, S. (1994): An Empirical Model of the Yield of Carbon Monoxide in Fire, Fire Science and Technology, Vol. 14, No.1-2, pp19-29
- 山田茂, 田中哮義, 吉野博 (1997): 小規模区画における火災初期の対流熱伝達, 日本建築学会計画系論文報告集, No.491, pp1-8
- 山田茂, 田中哮義, 吉野博 (1997): 熱伝達率と発熱速度及び区画規模との関係(小規模区画における火災初期の対流熱伝達 その2), 日本建築学会計画系論文報告集, No.495, pp1-8
- 山田茂, 田中哮義, 吉野博 (1999): 火災区画内の対流熱伝達に及ぼす換気の影響, 日本建築学会計画系論文報告集, No. 515, pp1-8
- Tanaka, T. and Yamada, S. (2004) BRI2002: Two Layer Zone Smoke Transport Model, Fire Science and Technology, Vol.23, No.1(Special Issue)
- Suzuki, K., Harada, K. and Tanaka, T. (2002): A Multi-Layer Zone Model for Predicting Fire Behavior in a Single Room, Fire Safety Science, Proc. of the 7th Int'l Symposium, pp851-862
- Akizuki, Y, Tanaka, T., Suzuki, H. and Tsuchihashi, T. (2005): Calculation Method for Visibility of Emergency Sign in Fire Taking into Account of Smoke Adherence, Fire Safety Science, Proc. of the 8th Int'l Symposium, pp1093-1108, Beijing, China
- Akizuki, Y., Tanaka, T., Yamao, K. (2008): Calculation Model for Travel Speed and Psychological State in Escape Routes Considering Luminous Condition, Smoke Density and Evacuee's Visual Acuity, Fire Safety Science, Proc. of 9th Int'l Symposium, pp365-376, Karlsruhe, Germany
- 鈴木圭一, 田中哮義, 原田和典, 吉田治典 (2004): 火災空間における垂直温度分布の予測モデル 多層ゾーン煙流動予測モデルの開発 その1, 日本建築学会論文集 No.582 (環境系), pp1-7
- 鈴木圭一, 田中哮義, 原田和典, 吉田治典 (2005): 区画火災鉛直温度分布予測モデルの拡張と検証および火災プルームへの連行を考慮した天井ジェット温度予測 多層ゾーン煙流動予測モデルの開発 その2, 日本建築学会論文集 No.590 (環境系), pp1-7
- Suzuki, K., Tanaka, T., Harada, K. (2008): Tunnel Fire Simulation Model with Multi-Layer Zone Concept, Fire Safety Science, Proc. of 9th Int'l Symposium, pp713-726
- [性能的火災安全設計法に関する研究]
- 国土開発技術センター編 (1989) 建築物の総合防火設計法 第3巻 避難安全設計法, 日本建築センター, (共著)
- 建築物の火災安全設計指針 (2002), 日本建築学会, (共著)
- Takahashi, K., Tanaka, T. and Kose, S.(1989): An Evacuation Model for Use in Fire Safety Design of Buildings, Fire Safety Science, Proc. of the 2nd Int'l Symposium, pp551-560
- 田中哮義, 高橋清 (1989): 建物火災時の避難性状予測モデル, 建築研究報告, No.119, 建設省建築研究所
- Tanaka, T. (1991): A Study for Performance Based Design of Means of Escape in Fire, Fire Safety Science, Proc. of the 3rd Int'l Symposium, pp729-738
- Bukowski, R.W. and Tanaka, T. (1991): Toward the Goal of a Performance Fire Code, Fire and Materials, Vol.15, pp175-180
- Tanaka, T. (1994): Concept and Framework of a Performance Based Fire Safety Design System of Buildings, J., Applied Fire Science, Vol. 3, No.4, pp335-358
- Hagiwara, I. and Tanaka, T. (1994): International Comparison of Fire Safety Provisions for Means of Escape, Fire Safety Science, Proc. of the 4th Int'l Symposium, pp633-644
- 萩原一郎, 田中哮義 (1995): 避難安全規定の国際比較, 日本建築学会計画系論文報告集, No.470, pp1-10
- 油野健志, 山仲秀利, 大宮喜文, 高橋清, 田中哮義, 若松孝旺 (1996): 実態調査に基づく可燃物量とその表面積の分析, 日本建築学会計画系論文報告集, No.483, pp1-8,
- Koya, K., Ohmiya, Y., Harada, K., Tanaka, T., Hokugo, A. and Hagiwara, I. (1998): A Pilot Case Study of a Performance-Based Fire Safety Design Method to a Multi-Tenant Office Building, Fire Science and Technology, Vol. 18, No.1, pp43-69
- 小屋かおり, 大宮喜文, 原田和典, 田中哮義, 北後明彦, 萩原一郎 (1997): 性能的火災安全設計法によるテナントオフィスの防災設計, 日本建築学会技術報告集, pp138-143
- 水野雅之, 松山賢, 田中哮義, 萩原一郎, 原田和典, 大宮喜文, 富松太基 (1999): 性能的火災安全設計法による超高層オフィスのケーススタディー, 日本建築学会技術報告集 第8号, pp107-110
- 田中哮義, 萩原一郎, 三村由夫 (1997): 居室における2以上の避難出口の要求(2方向避難経路の基準に関する性能的考察 その1), 日本建築学会計画系論文報告集, No.491, pp17-22
- 萩原一郎, 田中哮義, 三村由夫 (1997): 単一の避難経路が許容される条件(2方向避難経路の基準に関する性能的考察 その2), 日本建築学会計画系論文報告集, No.498, pp7-14
- Hagiwara, I., Tanaka, T. and Mimura, Y. (1997): A Consideration on Common Path Length and Single Stairway, Fire Safety Science, Proc. of the 5th Int'l Symposium, pp759-770
- Tanaka, T., Hagiwara, I. and Mimura, Y. (1998): A Consideration on Required Number of Exits in a Room, J., Applied Fire Science, Vol. 7, No. 1, pp3-16, 1997-98.
- Aburano, K., Yamanaka, H., Ohmiya, Y., Suzuki, K.,

Tanaka, T. and Wakamatsu, T. (1999): Survey and Analysis on Surface Area of Fire Load, Fire Safety Science and Technology, Vol.19, No.1, pp11-26, 1999
 大宮善文, 田中哮義, 野竹宏彰 (2002) リスク概念に基づく建築物の設計可燃物密度, 日本建築学会計画系論文集, No. 551, pp1-8
 山口純一, 伊藤彩子, 田中哮義 (2008): リスクの概念に基づく避難安全設計火源の決定方法, 日本火災学会論文集, Vol.58, No.3
 Tanaka, T., Nii, D., Yamaguchi, J., Notake, H., Ikehata, Y.(2010): The Risk-based Evacuation Safety Design Method and Its Practicability in the Safety Verification of Realistic Buildings, Fire Sci. Tech., Proc. 8th Asia-Oceania Symposium
 野竹宏彰, 池島由華, 山口純一, 田中哮義 (2011): 住宅・共同住宅火災の統計的分析に基づく設計避難リスクの算出—火災安全設計における設計避難リスクに関する研究—, 日本火災学会論文集, Vol.61, No.2, pp1-12
 池島由華, 野竹宏彰, 山口純一, 田中哮義 (2011): 統計データに基づく用途別の避難リスクの算出—火災安全設計における設計避難リスクに関する研究—, 日本火災学会論文集, Vol.61, No.2, pp1-12
 Tanaka, T. (2011): Integration of Fire Risk Concept into Performance-Based Evacuation Safety Design of Buildings (Howard Emmons Invited Plenary Lecture), Fire Safety Science, Proc. of 10th Int'l Symposium, pp3-21, Maryland, USA

[火災安全工学ツール（計算式）の開発]

建築火災安全工学入門(1993), 日本建築センター, (単著, 257頁)
 改定版 建築火災安全工学入門(2002), 日本建築センター, (単著, 357頁)
 The SFPE HANDBOOK OF Fire Protection Engineering, 4th Edition, Chapter 2-3 Vent Flow (2008), Society of Fire Protection Engineers (共著)
 (社) 日本火災学会監修: 火災と消火の理論と応用 (2005), 東京法令出版 (共著)

(煙流動と制御に関する計算式)

Tanaka, T. and Yamana, T.(1985): Smoke Control in Large Scale Spaces; (Part 1 Analytic theories for simple smoke control problems), Fire Science and Technology, Vol.5, No.1, pp31-40
 Yamana, T and Tanaka, T. (1985): Smoke Control in Large Scale Spaces; (Part 2 Smoke control experiments in a large scale spaces), Fire Science and Technology, Vol.5, No.1, pp41-54
 山口純一, 田中哮義 (2004): 初期火災時における煙層下端高さの簡易予測式, 日本建築学会論文集 No.581 (環境系)
 石野修, 田中哮義 (1993) アトリウム空間の自然排煙効果に関する研究, 日本建築学会構造系論文報告集, No. 451, pp137-144
 吉澤昭彦, 榎本篤, 石野修, 片山潤, 田中哮義, 若松孝旺 (1997): 堅シャフトの加圧防煙に関する研究

—加圧堅シャフトの煙突効果の経時変化に関する模型実験及び解析式—, 日本建築学会構造系論文報告集, No.499, pp155-162
 Kujime, M., Matsushita, T. and Tanaka, T. (1999): Hand Calculation Method for Air Supply Rates in Vestibule Pressurization Smoke Control System, International Journal on Engineering Performance-Based Fire Codes, Vol. 1, pp.27-41
 久次米真美子, 松下敬幸, 田中哮義 (2000): 附室加圧煙制御システムにおける給気量の手計算方法, 日本建築学会計画系論文集, No. 531, pp1-8
 久次米真美子, 松下敬幸, 田中哮義(2001): 事務所ビルにおける附室加圧煙制御に対する扉の開口条件による影響, 日本建築学会計画系論文集, No. 540, pp1-7
 Kujime, M., Matsushita, T. and Tanaka, T. (2002) Influence of Doorway Opening Conditions on Vestibule Pressurization Smoke Control in Office Buildings, Fire Safety Science, Proc. of the 7th Int'l Symposium, pp741-752
 久次米真美子, 田中哮義 (2004): 必要排煙量に基づいた居室避難安全評価手法, 日本建築学会環境系論文集, No.586, 1-8
 角谷三夫, 吉田俊之, 中道明子, 北後明彦, 田中哮義 (2003): 耐火性能設計における無耐火被覆鋼材の温度算定方法に関する提案, 日本建築学会環境系論文集, No.573, pp17-24
 森山 博, 角谷三夫, 久次米真美子, 田中哮義 (2011): 避難階段の付室への適用に関する検討—告示の読み解きと付室加圧煙制御設計の手順—, 日本建築学会技術報告集 第 37 号, pp921-926
 小林陽一, 角谷三夫, 吉田俊之, 森山博, 田中哮義 (2011): 加圧防煙に関する改正告示 (平成 21 年 9 月) の特別避難階段の付室への適用に関する検討, 日本建築学会技術報告集, 第 39 号, pp589-594

(火災プルームの性状に関する計算式)

Delichatios, M.A., Ishino, O. and Tanaka, T. (1994): Validation of Zone Models; Entrainment rate and convective heat losses from atria tests, Fire Safety Science, Proc. of the 4th Int'l Symposium, pp481-492
 田中哮義, 熊井直, 福田晃久, 吉沢昭彦, 石野修, 若松孝旺 (1995): ボイド空間における煙流動性状, 日本建築学会計画系論文報告集, No.469, pp1-8.
 福田晃久, 吉沢昭彦, 熊井直, 石野修, 田中哮義, 若松孝旺 (1995): ボイド空間における煙流動性状 (その2 火源がボイド空間の壁際または隅角部にある場合), 日本建築学会計画系論文報告集, No.478, pp1-8.
 福田晃久, 田中哮義, 若松孝旺 (1997): ボイド空間における煙流動性状 (その3 空間底部に給気口がある場合), 日本建築学会計画系論文報告集, No.491, pp9-16
 Tanaka, T. and Kumai, S. (1994): Experiments on Smoke Behavior in Cavity Spaces, Fire Safety Science, Proc. of the 4th Int'l Symposium, pp289-300
 Fukuda, T., Tanaka, T. and Wakamatsu, T. (1997): Experiments on Smoke Behavior in Cavity Spaces (Part 2 The case of a cavity with an opening at the bottom),

- Fire Safety Science, Proc. of the 5th Int'l Symposium, pp1305-1316
- 山口純一, 山田茂, 田中哮義, 若松孝旺 (1997): 区画火災における開口噴流の流量測定, 日本建築学会計画系論文報告集, No.501, pp1-7
- 藤田隆史, 山口純一, 田中哮義, 若松孝旺 (1997): 火災ブルーム先端の上昇時間に関する研究, 日本建築学会計画系論文報告集, No.502, pp1-8
- 山口純一, 細沢貴史, 田中哮義, 若松孝旺 (1998): 開口噴流ブルームの巻き込み性状に関する研究, 日本建築学会計画系論文報告集, No. 511, pp1-7
- 山口純一, 岩井裕子, 田中哮義, 原田和典, 大宮喜文, 若松孝旺 (1998): 開口噴出気流温度の相似則としての無次元温度の適用性, 日本建築学会計画系論文報告集, No. 513, pp1-8
- Tanaka, T. and Yamaguchi, J. (1999): Investigations into Flow Rates of Opening Jet Plumes from A Fire Space, Fire Safety Science, Proc. of the 6th Int'l Symposium, pp1113-1124.
- Tanaka, T., Fujita, T. and Yamaguchi, J. (2000): Investigation into Rise Time of Buoyant Fire Plume Fronts, International Journal on Engineering Performance-Based Fire Code, Vol.2, No.1, pp14-25
- Watanabe, J., Shimomura, S., Aoyama, Y. and Tanaka, T. (2002): A Formula for Prediction of Ceiling Jet Temperature in Two Layer Environment, Fire Safety Science, Proc. of the 7th Int'l Symposium, pp431-442
- Watanabe, J. and Tanaka, T. (2004): Experimental Investigation into Penetration of a Weak Fire Plume into a Hot Upper Layer, Journal of Fire Sciences, Vol. 22, NO.5, pp. 405-420
- J. Watanabe and T. Tanaka (2005): Prediction of Ceiling Jet Smoke Concentration under Two Layer Environment, Fire Science and Technology, Vol.24, No.3, pp151-164
- (換気支配火災の温度予測式)**
- Nakaya, I., Tanaka, T., Yoshida, M. and Steckler, K.D. (1987): Doorway Flow Induced by a Propane Fire, Fire Safety Journal, Vol. 10, No.3, pp185-195
- 大宮喜文, 佐藤雅史, 田中哮義, 若松孝旺 (1995): 区画内に於ける可燃物の燃焼速度と噴出火炎の発生限界, 日本建築学会構造系論文報告集, No.469, pp149-158
- 大宮喜文, 佐藤雅史, 田中哮義, 若松孝旺 (1995): 換気支配型火災時の可燃物への入射熱流束と燃焼速度, 日本建築学会構造系論文報告集, No.472, pp169-176
- 大宮喜文, 田中哮義, 若松孝旺 (1996): 可燃物量を考慮した区画火災性状予測モデルの構築, 日本建築学会計画系論文報告集, No.487, pp1-8
- 松山賢, 藤田隆史, 金子英樹, 大宮喜文, 田中哮義, 若松孝旺 (1995): 区画内火災性状の簡易予測法, 日本建築学会構造系論文報告集, No.469, pp159-164
- 佐藤雅史, 田中哮義, 若松孝旺 (1996): 火災室及び廊下の温度の簡易予測式, 日本建築学会構造系論文報告集, No.489, pp137-145
- Ohmiya, Y., Tanaka, T. and Wakamatsu, T. (1996) : Burning Rate of Fuels and Generation Limit of the External Flames in Compartment Fire, Fire Science and Technology, Vol. 16, No. 1 & 2, pp1-12
- Ohmiya, Y., Tanaka, T. and Wakamatsu, T. (1998): A Room Fire Model for Predicting Fire Spread by External Flames, Fire Science and Technology, Vol. 18, No.1, pp11-22
- Sato, M., Tanaka, T. and Wakamatsu, T. (1997): Simple Formula for Ventilation -Controlled Fire Temperatures, J., Applied Fire Science, Vol. 6, No. 3, pp269-290, 1996-97.
- Matsuyama, K., Fujita, T., Kaneko, H., Ohmiya, Y., Tanaka, T. and Wakamatsu, T. (1998): A Simple Predictive Method for Room Fire Behavior, Fire Science and Technology, Vol. 18, No.1, pp23-32
- [都市火災性状の研究]**
- (物理基盤の市街地火災延焼予測モデル)**
- Himoto, K. and Tanaka, T.(2002): A Physically Based Model for Urban Fire Spread, Fire Safety Science, Proc. of the 7th Int'l Symposium, pp129-140
- 丸山敬, 田中哮義 (2002): 高温乱流場における風速・温度の計測 —乱流境界層内の二次元火災後方熱流場の気流・温度性状に関する実験的研究(その1), 日本建築学会計画系論文集, No. 557
- 樋本圭祐, 田中哮義 (2003): 炭化層を形成する可燃物の経時的な燃焼モデルと区画火災への適用, 日本建築学会計画系論文集, No.568, pp9-16
- 樋本圭祐, 田中哮義 (2003): 区画間の火災拡大を考慮した建物燃焼性状予測モデル, 日本建築学会環境系論文集, No.573, pp1-8
- K. Himoto and T. Tanaka (2004): A Burning Model for Charring Materials and Its Application to the Compartment Fire Development, Fire Science and Technology, Vol.23, No.3, pp170-191
- K. Himoto and T. Tanaka (2005): Transport of Disk-shaped Firebrands in a Turbulent Boundary Layer, Fire Safety Science, Proc. of the 8th Int'l Symposium, pp433-444, Beijing, China
- 樋本圭祐・土橋常登・田中義昭・田中哮義 (2005): 給気した火災室の開口から噴出する火炎・熱気流の温度と軌跡～開口噴出火炎・熱気流による火災拡大に関する研究 その1～, 日本建築学会環境系論文集, No.598, pp.1-8
- 樋本圭祐, 土橋常登, 田中義昭, 田中哮義 (2006): 開口上方壁面の影響を考慮した噴出火炎・熱気流の軌跡モデル, 開口噴出火炎・熱気流による火災拡大に関する研究 その2, 日本建築学会環境系論文集 No.607, pp1-8
- 樋本圭祐, 田中哮義 (2006): 都市火災の物理的延焼性状予測モデルの開発, 日本建築学会環境系論文集 No.607, pp15-22
- 樋本圭祐, 幾代健司, 秋元康雄, 北後明彦, 田中哮義 (2006): 放水の物理的火災抑制効果に着目した地域住民の消火モデル, 日本火災学会論文集, Vol.56, No.3, pp9-20
- 樋本圭祐, 田中哮義 (2007): 延焼シミュレーションによる歴史的市街地の火災安全対策の検討, 歴史都市防災論文集, Vol.1, pp21-26

- Himoto, K., Akimoto, Y. Hokugo, A. Tanaka, T. (2008): Risk and Behavior of Fire Spread in A Densely-built Urban Area, Fire Safety Science, Proc. of 9th Int'l Symposium, Karlsruhe, Germany
- 樋本圭佑, 秋元康男, 北後明彦, 田中哮義 (2008): 伝統的木造密集市街地の延焼火災リスク評価に関する基礎的検討, 歴史都市防災論文集, Vol.2, pp7-14
- Himoto, K., Tanaka, T. (2008): Development and Validation of A Physics-based Urban Fire Spread Model, Fire Safety Journal, Vol. 43, No.7, pp.477-494
- 樋本圭佑, 西田幸夫, 諸隈貴寛, 芝真理子, 秋元康男, 北後明彦, 関澤愛, 田中哮義 (2008): 地域防災力評価のための消防用可搬ポンプを利用した消火活動実験, 本建築学会計画系論文集 No.634, pp2665-2672
- Himoto, K., Tsuchihashi, T., Tanaka, T., Tanaka, T. (2009): Modeling the Trajectory of Window Flame with regard to Flow Attachment to the Adjacent Wall, Fire Safety Journal, Vol.44, No.2, pp.230-240
- Himoto, K., Tsuchihashi, T., Tanaka, T., Tanaka, T. (2009): Modeling Thermal Behaviors of Window Flame Ejected from a Fire Compartment, Fire Safety Journal, Vol.44, No.2, pp.250-258
- 横山昇平・樋本圭佑・田中哮義 (2009): GIS を用いた市街地火災延焼リスク評価システムの入出力データ管理手法に関する検討, 歴史都市防災論文集, Vol.3, pp.211-216
- 樋本圭佑, 向坊恭介, 秋元康男, 黒田良, 北後明彦, 田中哮義 (2010): 地震動による建物構造被害と火災加熱による損傷の進行を考慮した地震火災延焼性状予測モデル, 日本建築学会環境系論文集, Vol.175, No.653, pp.543-552
- 井元駿介, 大窪健之, 樋本圭佑, 田中哮義 (2010): 木造文化都市を守る「延焼抑止放水システム (WSS)」の配置計画に関する研究 ~京都市清水周辺での延焼シミュレーションによる評価を通して~, 歴史都市防災論文集, Vol.4, pp.21-28
- 横山昇平, 樋本圭佑, 田中哮義 (2010): 建築部材単位の耐火性向上や防災水利整備といった歴史都市に適用可能な延焼火災対策とその評価支援システム, 歴史都市防災論文集, Vol.4, pp.13-20
- 樋本圭佑, 田中哮義 (2010): 木造家屋群に取り囲まれる文化財建造物の地震延焼火災による焼失リスク, 日本建築学会計画系論文集, No.669, pp2135-2142
- Himoto, K., Mukaibo, K., Akimoto, Y., Kuroda, R., Hokugo, A. and Tanaka, T. (2011): A Post-Earthquake Fire Spread Model considering Damage of Building Components due to Seismic Motion and Heating of Fire, Fire Safety Science, Proc. of 10th Int'l Symposium, Maryland, USA, pp1319-1332
- 水上点晴, 北後明彦, 田中哮義 (2011): 既存土壁を生かした防火改修方法の実験的検討, 日本建築学会論文集 No.660, pp97, 2011.1
- 水上点晴, 田中哮義 (2011): 水分を含む壁体の遮熱性の数値解析と公式化, 日本建築学会論文集, No.668, pp871-878
- (地震火災時の都市避難予測モデル)
- Nakao, M. and Tanaka, T. (2002): Study on the Estimation of the hazard to Evacuation Due to Wind-blown Fire Flow Induced by Urban Fire, Fire Safety Science, Proc. of the 7th Int'l Symposium, pp679-690
- Nishino, T., Tsuburaya, S., Himoto, K., Tanaka, T. (2008): A Study on the Estimation of Evacuation Behavior of Tokyo Residents in the Kanto Earthquake Fire, Fire Safety Science, Proc. of 9th Int'l Symposium, pp.453-464, Karlsruhe, Germany
- 西野智研, 円谷信一, 樋本圭佑, 田中哮義 (2009): 関東大震災における東京市住民避難性状の推定に関する研究 -ポテンシャル法に基づく地震火災時の避難シミュレーションモデルの開発-, 日本建築学会環境系論文集 NO.636, pp105-114
- 西野智研, 円谷信一, 樋本圭佑, 田中哮義 (2009): 準定常的な計算による都市火災延焼性状の簡易予測モデルの開発, 歴史都市防災論文集, Vol.3, pp.5-12
- 西野智研, 円谷信一, 樋本圭佑, 田中哮義 (2009): 準定常的な計算法を用いた都市火災延焼性状の簡易予測モデルの開発, 日本建築学会環境系論文集 No.647号, pp.9-18
- 西野智研, 樋本圭佑, 田中哮義 (2010): 飛び火現象の確率的予測モデルの開発, 日本火災学会論文集, Vol.60, No.2, pp.11-20
- T. Nishino, K. Himoto and T. Tanaka(2010): A Probabilistic Model of Spot Fires in Urban Fire Considering Resident Firefighting, Fire Sci. Tech., Proc. 8th Asia-Oceania Symposium
- Nishino, T., Himoto, K. and Tanaka, T. (2011): Modeling of Recognition Degree of Refuges by Kyoto City Residents in Post-earthquake Fire Event, Fire Safety Science, Proc. of 10th Int'l Symposium, Maryland, USA
- 西野智研, 樋本圭佑, 田中哮義 (2011): 地震火災時における住民の避難先選択のモデル化, 日本建築学会環境系論文集, 第76巻 第663号, pp467-474
- 西野智研, 田中哮義, 北後明彦 (2012): 市街地避難の性状を支配する不確定要因の影響を考慮した地震火災リスクの評価に関する基礎的検討, 日本建築学会計画系論文集, 第77巻, 第676号, pp1265-1272
- 秋月有紀, 田中哮義, 岩田美千子 (2004): 災害時の避難誘導に関する行政管轄下の標識の視認性 -京都市東山区を対象とした実態調査-, 都市計画論文集 No.39-3, pp589-594
- 秋月有紀, 岩田三千子, 奥田紫乃, 田中哮義 (2009): 立体角投射率を用いた避難経路のサイン設置状況の把握 円滑な避難誘導のための視環境計画に関する研究 その1, 日本建築学会環境系論文集 NO.641, pp767-773

Prediction of Behavior and Risk Control of Building and Urban Fires

Takeyoshi TANAKA

Synopsis

This paper outlines the 39 years of fire research activities of the author since starting to work at the Building Research Institute, Ministry of Construction in 1973 to retiring from Kyoto University in 2012, enriching the special talk by retiring professors at the DPRI annual meeting in March, 1923. The author's researches in 24 years of the service at the Building Research Institute were basically for constructing a performance-based fire safety design method of buildings. The main topic of researches after having moved to Disaster Prevention Research Institute, Kyoto University, shifted to urban fire, while the author continued to be involved various topics on building fires. Although the author's research activities on two main topics, i.e. building fire and urban fire, cannot be separated in terms of timeline, the manuscript is organized in terms of topics for readability.

Keywords: building fire, urban fire, fire model, fire risk



河井 宏 允 名誉教授

河井 宏允 教授 略歴

(学歴・職歴)

昭和	22年	5月	9日	石川県金沢市に生まれる
	41年	4月		京都大学工学部建築第2学科入学
	45年	3月		京都大学工学部建築第2学科卒業
	45年	4月		京都大学工学部工学研究科建築学専攻修士課程入学
	47年	3月		京都大学工学部工学研究科建築学専攻修士課程修了
	47年	4月		京都大学防災研究所助手(耐風構造研究部門)
	52年	4月		東京電機大学理工学部建設工学科助教授
平成	3年	4月		東京電機大学理工学部建設工学科教授
	11年	4月		東京電機大学理工学部建設環境工学科教授
	12年	9月		京都大学防災研究所教授(耐風構造研究分野)

(学会・委員等歴)

昭和	52年	4月		日本建築学会風荷重小委員会委員(現在に至る)
	57年	5月		日本風工学会運営委員会委員(平成3年5月まで)
平成	3年	5月		日本風工学会表彰委員会委員(平成7年5月まで)
	7年	5月		日本風工学会編集委員会委員(平成10年5月まで)
	8年	4月		日本建築学会荷重運営委員会委員(現在に至る)
	8年	4月		日本風工学会監事(平成10年3月まで)
	10年	5月		日本風工学会理事(現在に至る)
	14年	5月		日本風工学会表彰委員会委員長(平成16年5月まで)
	16年	5月		日本風工学会編集・広報委員会委員長(平成20年5月まで)
	20年	5月		日本風工学会運営・学術委員会委員長(平成22年5月まで)
	20年	4月		日本建築学会風荷重小委員会委員長(平成24年3月まで)
	21年	4月		日本建築学会荷重運営委員会主査(現在に至る)
	21年	5月		日本風工学会副会長(平成22年5月まで)
	22年	5月		日本風工学会会長(平成24年5月まで)

河井 宏 允 研 究 業 績

論 文

発表年	論文名	発表誌名	共著者
1980	Characteristics of Pressure Fluctuations on the Windward Wall of a Tall Building	Wind Engineering	J. Katsuta, H. Ishizaki
1981	乱流中における2次元角柱の風上面に作用する風圧変動について	日本建築学会論文報告集	石崎滄雄
1981	2次元角柱の風上に作用する風圧変動の特性の迎角による変化について	日本建築学会論文報告集	石崎滄雄
1982	角柱の風上における乱れと風上面に作用する風圧変動の特性について	日本風工学会誌	
1983	Pressure Fluctuation on Square Prisms	Journal of Wind Engineering and Industrial Aerodynamics	
1990	A Discrete Vortex Analysis of Flow around a Vibrating Cylinder with a Splitter Plate	Journal of Wind Engineering and Industrial Aerodynamics	
1990	A Discrete Vortex Simulation for Flow around a Cylinder with a Splitter Plate	Journal of Wind Engineering and Industrial Aerodynamics	
1990	A Review of Velocity and Pressure Fluctuations in Turbulent Flows around Bluff Bodies	Journal of Wind Engineering and Industrial Aerodynamics	J.C.R. Hunt, S.R. Ramsey, G. Pedrizetti, R.J. Perkins
1991	ガスト影響係数法の簡略化について	日本風工学会誌	
1992	Vortex Induced Vibration of Tall Buildings	Journal of Wind Engineering and Industrial Aerodynamics	
1993	Vortex Induced Vibration of Circular Cylinder	Journal of Wind Engineering and Industrial Aerodynamics	
1993	Bending and Torsional Vibration of Tall Buildings in Strong Wind	Journal of Wind Engineering and Industrial Aerodynamics	
1994	テーパーつき円柱の渦励振	日本風工学会誌	
1995	Effect of Angle of Attack on Vortex Induced Vibration and Galloping of Tall Buildings in Smooth and Turbulent Boundary Layer Flow	Journal of Wind Engineering and Industrial Aerodynamics	
1996	Wind load and wind-induced response estimations in the Recommendations for Loads on Buildings, AIJ 1993	Engineering Structures	Y. Tamura, Y. Uematsu, H. Marukawa, K. Fujii, Y. Taniike
1996	Characteristics of Fluctuating Suction and Conical Vortices on a Flat Roof in oblique Flow	Journal of Wind Engineering and Industrial Aerodynamics	G. Nishimura
1998	A Study on Wind-Induced Vibration of Super High-rise Building by Multi-degree-of Freedom Model	Journal of Wind Engineering and Industrial Aerodynamics	R. Yoshie, M. Shimura, R. Wei

発表年	論文名	発表誌名	共著者
1998	Structure of Conical Vortices Related with Suction Fluctuation on a Flat Roof in Oblique Smooth and Turbulent Flows	Journal of Wind Engineering and Industrial Aerodynamics	
1998	Effects of Corner Modifications on Aeroelastic Instabilities of Tall Buildings	Journal of Wind Engineering and Industrial Aerodynamics	
1999	Wind-induced Response of a Large Cantilevered Roof	Journal of Wind Engineering and Industrial Aerodynamics	R. Yoshie, R. Wei, M. Shimura
2000	Local Peak Pressure on a Flat Roof – Mechanism and Reduction-	Proceedings of International Symposium on Wind and Structures for the 21 st Century	
2000	Response of Structure during a Typhoon Wind	Proceedings of 8 th ASCE Specialty Conference on Probabilistic Mechanics and Structural Reliability	
2001	Characteristics of Static Pressure on the Ground	Journal of Wind Engineering and Industrial Aerodynamics	Y. Okuda, J. Katsura
2002	Local peak pressure and conical vortex on building, Journal of Wind Engineering & Industrial Aerodynamics	Journal of Wind Engineering and Industrial Aerodynamics	
2003	2001年6月から7月にかけて発生した強風被害について	日本風工学会誌	丸山敬・石川裕彦・荒木時彦
2004	フラクタル幾何学に基づく積層アーチの風荷重に対する力学的性質に関する研究	日本建築学会環境系論文集	前 稔文・朝山秀一
2004	Field measurement of wind pressure on buildings	Journal of Wind Engineering	
2005	台風0418号による厳島神社の被害について	日本風工学論文報告集	丸山 敬, 益田健吾, 田村幸雄, 松井正宏
2006	台風0418号通過時の宮島周辺の強風場に関する数値シミュレーション	日本風工学論文報告集	丸山 敬・石川 裕彦・内田 孝紀・大屋 裕二
2007	平成18年7月2日に岐阜県瑞浪市と恵那市で起こった強風被害について	日本風工学論文報告集	丸山 敬
2009	外装材耐衝撃性能試験用エアークャノン	日本風工学会論文報告集	丸山 敬・西村宏昭・加茂正人
2010	陸屋根をもつ低層建築物屋根上の円錐渦のスイッチング	日本風工学会論文報告集	西村宏昭
2012	Near wake structure behind a 3D square prism with an aspect ratio of 2.7 in a shallow boundary layer flow	Journal of Wind Engineering and Industrial Aerodynamics	Y. Okuda , M. Ohashi

総 説

発表年	論文名	発表誌名	共著者
1989	建築から見た風	橋梁と基礎	
1994	風と構造	建築技術	
1994	風洞実験の相似則－建築物の空力弾性実験に関連して－	日本風工学会誌	
2000	風の力学－基本から学ぶ「風」のすべて	建築雑誌	
2001	改正建築基準法と風荷重－建築と風の基礎知識	J S S C (日本鋼構造協会)	
2002	高層ビルが風によって揺れやすいのは本当か－風と上手に付き合う	建築雑誌	
2004	風と生活	こうしょう	
2007	設計に役立つ風工学の知識, 第1章対風現象の種類	日本鋼構造協会	
2008	竜巻等の突風による外装材の耐衝撃評価と試験方法	日本風工学会誌	丸山敬, 西村宏昭
2008	円錐渦と局部負圧	日本風工学会誌	

著 書

発表年	著書名	発表誌名	共著者
1982	建築物荷重指針	日本建築学会	第6章分担執筆
1993	建築物荷重指針	日本建築学会	第6章分担執筆
2004	建築物荷重指針	日本建築学会	第6章分担執筆
1997	構造物の耐風工学	東京電機大学出版局	第2章分担執筆
1994	実務者の為の建築物風洞実験ガイドブック	日本建築センター	第3章執筆
1994	可視化情報学入門	東京電機大学出版局	第4章分担執筆

強風災害と耐風設計

河井宏允

要 旨

伊勢湾台風による強風被害調査をはじめとして、過去50年以上にわたって京都大学防災研究所で行われた強風被害調査を概観し、強風被害の実態と変遷を調べるとともに、強風被害から明らかにされた教訓を、構造物の耐風設計との関連において検討した。また、竜巻などの小規模擾乱による強風被害と台風による強風被害を比較し、小規模擾乱における耐風対策について検討した。また、強風による人的被害を防ぐための心得を示した。

キーワード: 強風被害, 台風, 竜巻, 人的被害, 飛散物

1. はじめに

台風、竜巻あるいは地震などによって生じる被害を低減するには、被害の実態を知るとともに、被害を起こした要因を調べ、それらに基づいて対策を考え実践することが必要である。防災研究所では、1951年の発足当初から、自然災害による被害調査を実施するとともに、自然の脅威が建物や人などの地物に及ぼす影響を研究してきた。私の所属する耐風構造分野でも、その発足以前から、強風の観測および強風が建物などの地物に与える効果を自然風中で調べるとともに、大きな強風災害が生じるたびに、被害調査を実施し、その成果を社会に還元すべく活動を行ってきた。

ところで、災害を低減するには、被害調査から浮かびあがった被害状況から、被害要因を推定し、それに基づいて適切な対策を提案、実施することが必要となる。適切な対策をたてる際に重要なのは、強風が建物や人などにどのような効果を及ぼすかを正確に把握することである。すなわち、有効な対策を立てるにはどのような観測や実験が必要となるかを被害調査から導き、それに基づいて観測や実験を実施することが肝要である。また、実施された観測や実験から、これらの結果を有効な対策に結びつける手順や方法を提案しなければならない。

強風災害を低減するには、被害調査から強風による建物などの地物の脆弱性とその原因を見だし、脆弱性の克服のための観点と方法を検討することになる。この場合に重要なのが、建物の耐風設計であり、その基本となる指針の作成である。本稿では、

防災研究所で実施された強風被害調査に基づいて振り返るとともに、それを耐風設計に結びつける方法を検討する。

2. 強風被害

2.1 台風による強風被害

防災研究所年報には、1957年の伊勢湾台風の被害報告をはじめとして現在までに20以上の強風被害の報告が掲載されている。ここでは、その主なものを紹介しながら、それぞれの調査によって何が明らかになったかをまとめることにする。なお、私が所属していた耐風構造研究分野の前身である耐風構造研究部門が発足したのは1961年であるから、伊勢湾台風はそれよりも4年前ということになる。

伊勢湾台風は、死者・行方不明者あわせて5000名以上という、強風災害では室戸台風と並ぶ日本で最大級の被害を出した台風であり、人々の記憶の中に今でも残っている台風の一つである。伊勢湾台風による被災者数は全国で153万人に及び、後の災害対策基本法制定の契機となった。被害調査では、最も被害が著しかった愛知県、三重県、和歌山県における台風時の最大風速および最大瞬間風速が調査され、詳細なマップが作成された(石崎ら, 1961)。また、愛知、三重、岐阜、長野の各県における家屋の被害数も調査され、全壊率が風速マップとほぼ対応していることが報告されている。家屋の被害は最大風速ではなく、最大瞬間風速に関係が深く、全壊率は風速の5乗に比例して増大することが報告されている

(Fig. 1 (石崎ら, 1976))。また, 市街地の被害率は郡部の被害率より小さいことが報告されている。上記の結果は, 後の被害調査でも繰り返し見いだされている。

日本最大の風速 (最大風速60.8m/s, 最大瞬間風速85.3m/s) を記録した第2宮古島台風, その2年後に宮古島を来襲した第3宮古島台風では, 市町村ごとの被害の詳細なマップが作成され地形や風速および風向などの影響が検討された (石崎ら, 1968,1970)。この報告の中で注目すべきは, Fig. 2に示した狩俣地区の被害に現れた地形の影響である。狩俣地区は宮古島の北部の半島の先端にあり, 東側の海岸から50mの切り立った崖の背後に広がっている。被害時の風向は北西で, Fig. 2の奥から手前に向けて, 崖に当たるように吹いたと推定されている。Fig. 2に示されているように, 崖の直ぐ後ろでの被害がもっとも著しく, 地形による風速の増速の影響が現れている。尾根や山の頂上付近では風速が大きく増速されることが分かっているが, 崖や山の後ろでも風速が増速されることがあることは, あまり報告されていない事例として留意すべきであると思われる。また, 第3宮古島台風時に観測された強風は, Table 1に示したように第2宮古島台風時の風速より5m/s程度小さいが, 全壊戸数は1/3以下となっている。全壊率は風速の5乗に比例して増大すると言われているが, この関係で補正をしても全壊戸数は1266戸で半分以下となる。この原因は, 第2宮古島台風によって脆弱な家屋が壊れてしまったことによると思われる。なお, 平成3年に宮古島を襲った台風0314号による被害は, 第2, 第3宮古島台風による被害よりもはるかに小さい。これは, 第3宮古島台風の後, 宮古島では木造からコンクリートへの家屋の建て替えが進んだ結果である (丸山ら, 2004)。なお, 重軽傷者は台風0313号の時の方が大きいことも注目に値する。

私は1972年に防災研究所の助手に採用されたが, 私が初めて本格的な強風被害調査に参加したのは, 1975年に八丈島を襲った台風7513号による強風被害調査である。八丈島は2つの山の間の平地に住宅が立ち並んでおり, 山の谷間を抜ける強風によって, 大きな被害が生じている。八丈島の家屋の屋根は波形亜鉛鉄板 (いわゆるトタン) 葺きである。Fig. 3は, 家屋のどこが被害を受けたかを円グラフで表示したものである (石崎ら, 1976)。これによると屋根の被害が62パーセントと非常に大きいことがわかる。したがって, 屋根の耐風性能の向上が強風被害低減の鍵である。また, Fig. 4は調査した窓が何が原因で破壊したかを円グラフで示したものである。Fig. 4に示されているように, 風圧が34%, 飛散物が41%と

なり, 飛散物に対する防御が非常に重要であることがわかる。飛散物に対する防御の必要性は, この後の調査によっても明らかとなっているが, 残念ながら現在でもまだ日本では飛散物防御の指針などはない。そのため, 防災研究所では, 現在, 窓ガラスや外壁などの衝撃試験を実施し, どの程度の耐衝撃性があるかを調査中である (丸山ら, 2009)。

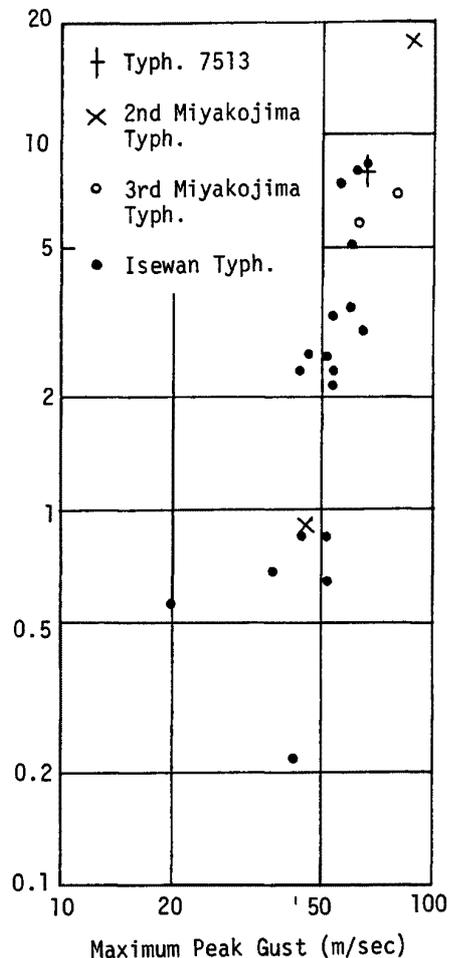


Fig. 1 Relationship between the rate of completely destroyed houses and the maximum peak gust.

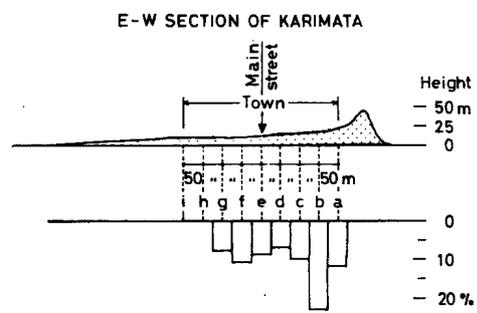


Fig. 2 East-west section of Karimata and the rate of completely destroyed houses.

Table 1 Statistics of maximum wind speed and peak gust and damage caused by four typhoons attacked Miyakojima Island.

年月日	台風名称 (英語名)	最大風速	最大瞬間 風速	最低気圧	宮古島地方の被害
		風向	風向		
1959(昭和34) .9.15	宮古島台風 (サラ)	53.0m/s	64.8m/s	908.1h P a	死者：7 重軽傷者：83 全壊：2501戸 半壊：2702戸
		南西	北		
1966 (昭和41) 9.5	第2宮古島台風 (コラ)	60.8m/s	85.3m/s	928.9h P a	死者：0 重軽傷者：30 全壊：2977戸 半壊：4756戸
		北東	北東		
1968 (昭和43) .9.22	第3宮古島台風 (デラ)	54.3m/s	79.8m/s	942.5h P a	死者：3 重軽傷者：10 全壊：907戸 半壊：2751戸
		北東	北東		
2003 (平成15) .9.11	台風14号 (セミ)	38.4m/s	74.1m/s	912.0h P a	死者：1 重軽傷者：94 全壊：18戸 半壊：86戸
		北	北		

また、本調査の結果、家屋の被害は、家屋が位置する周辺の状況によって大きく異なることも明らかになった。当然のことながら、風上が開けている場所に建つ家屋、平屋の家屋の中にある2階建ての家屋、丘の上に建つ家屋などは被害を受けやすいが、意外だったのは、風上に比較的大きな鉄筋コンクリートの建物がある場合、その直ぐ後ろでは全く被害がないが、少し離れると大きな被害が生じていたことである。被害を受けた建物は、風上側の建物を超える流れが下降し再付着する位置にあり、この下降流と建物の側面を回り込む流れの干渉によって、極めて大きな乱れが形成され、これが被害の原因となったと考えられる。周囲の状況を良く観察し、強風被害が生じる予想される家屋では事前の対策が重要である。

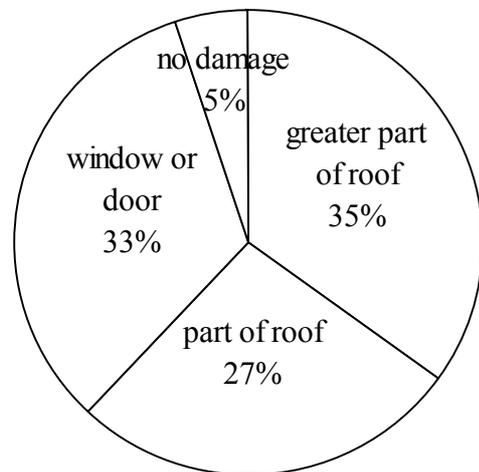


Fig. 3 Damaged part of houses

1980年代は台風による大きな被害はなく、比較的な静穏な10年間であった。しかし、1990年代以降は、強い台風が次々に日本に襲来し、大きな被害をもたらした。特に1991年に、九州に上陸後日本海を北上した台風9119号は日本各地に甚大な被害をもたらした。この台風に関する被害調査結果は、科学研究費突発災害研究成果報告（光田ら、1992）にまとめられているが、この中で従来の強風災害ではあまり調査されなかった強風による死亡原因が桂によって解析されFig. 5に示されている。Fig. 5によれば、風で飛ばされた者が19名(31%)、物の下敷きになった者が18名(29%)、物にあたった者が14名(23%)で残りの10名(16%)が海に落下した者であった。Fig. 5に示された人々がどこにいたかは不明であるが、家の中にいた人はほとんどいないと思われるので、台風などの強風時に家の外にでることは極めて危険である。

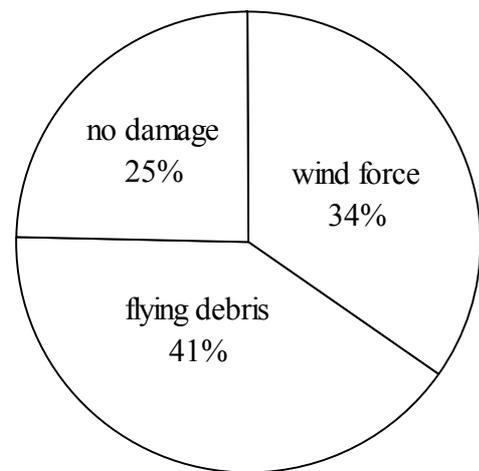


Fig. 4 Causes of damage

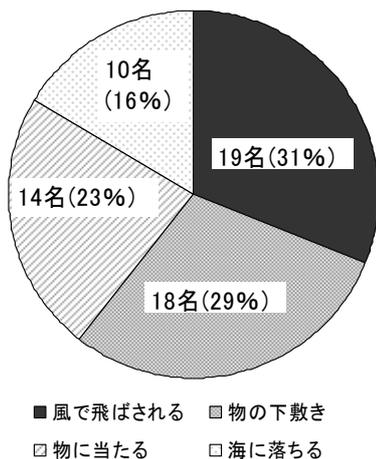


Fig. 5 Cause of dead persons in Typhoon 9119

ことがわかる。台風通過後、屋根の点検や修理をして吹き飛ばされるといった例や、台風時に田畑などの見回りに行って用水路に転落したり、海に落ちたりする例も多い。強風時には、飛散物も多く、また樹木なども倒れるので、外に出ないようにすることが重要である。

前述したように台風時の全壊率は最大瞬間風速の5乗に比例して増大するが、被害調査の結果から9119号台風による全壊率は、これまでの台風による全壊率よりも一桁以上小さい。後述するように2004年に我が国に来襲した台風0418号は、9119号とほぼ同じ強さで同じコースを移動したが、この時の全壊戸数は9119号の時よりも更に小さく、近年、日本の家屋の耐風性能が著しく向上していることが明らかとなった。

1990年代の後半には相次いで大きな台風が日本に来襲した。近畿地方に甚大に被害をもたらした台風9807号では、室生寺の五重塔をはじめ多くの歴史的建造物が強風被害にあった。奥田は、この台風に伴う市街地の強風を、消防署の気象観測網を用いて詳細に解析し、台風中心の左側と背後に2つの強風域があることを明らかにした(奥田ら, 1999)。後者は、台風通過後、奈良盆地をはじめ近畿地方中部に甚大な被害をもたらしたと述べている。奈良盆地で最も大きな被害がでたのは、台風が琵琶湖にあったときである。台風の通過後は安心しがちなものであるが、状況によっては台風の通過後の方が強い風が吹くことがあり、十分な注意が必要である。

1999年には台風9918号が八代海沿岸を襲い、不知火町では高潮によって30名以上の人命が失われた。この台風では、鹿児島県下甕島で最大瞬間風速83.9m/sを記録している。80m/sの強風は第2宮古島台風で観測されて以来であった。下甕島の被害も甚大であり、台風時でも80m/s以上の強風が吹くことがあ

ることを肝に命じ、学校や病院など重要な施設では余裕をもたせた耐風設計を行うことが肝要であろう。

私は2000年の9月に防災研究所に戻ったが、その後も次々と台風が日本を襲った。前述したように、2003年には台風0314号が宮古島を襲い、最大瞬間風速が80m/sに達する強風が吹いた。この台風の被害で特筆されたのは、宮古島に設置された風車7台すべてが被害を受け、そのうちの3台が倒壊したことである(丸山ら, 2004)。この被害が契機となり、風車の耐風設計の重要性が認識され、風車は建築基準法・同施行令の工作物として適用を受けることになり、その耐風性能が建築主事や評価機関などによってチェックされることになった。なお、前述したように、この台風による家屋の被害は、第2、第3宮古島台風時に比べ激減し、家屋の著しい耐風性能の向上が確認された。

また、2004年には気象庁が1951年から上陸した台風数を正式に発表するようになって以来最大の10個の台風が日本に上陸した。これまでの最大が6個であったから、10個は異常に多いように思われ温暖化の影響も懸念されたが、最近の研究により温暖化は上陸回数をむしろ減らす効果をもつ可能性が高いことが分かっている。

2004年に来襲した台風は我々に幾つかの教訓を残した。最初の被害をもたらしたのは台風0406号であった。この台風は室戸岬付近に上陸し淡路島を通り若狭湾に抜けたが、台風被害は中心から60km以上も離れた琵琶湖の東岸で発生した。国道8号線沿いのホテルの屋根(9m×40m)が飛んで新幹線の架線に引っ掛かり、新幹線が6時間にわたり不通になった(河井・西村, 2005)(Photo 1)。幸いにして新幹線は強風の為に事前に運行を見合わせおり、大事故には至らなかったが、もし運行中に屋根が飛ばされたとしたら大事故に繋がるどころであった。新幹線にかぎらず、鉄道の線路脇には強風で飛散しやすい地物も多く、この被害は我々に近代社会のもつ災害への脆弱性の一端を見せた。後で述べる例のように、強風で列車そのものが転倒することがなくても、周りの地物の飛散によって、大きな事故が生じる恐れがあり、至急点検が必要だと思われる。

ところで、この時に被害のあった屋根は、被害のほぼ直前に改修したもので、既存の屋根に鉄骨造の新しい屋根を設置したものであった。屋根そのものはかなり頑丈に作られてはいたが、既存の構造体との接合が不十分なことが原因で飛散に至ったものである。この屋根の質量は7t程度であるが、ただ置いただけの場合には揚力係数を-1とすると18m/s程度の風で飛散する。このように、重量のみで風の力に抗することは極めて難しく、確実に構造体に接合す

ることが重要である。既存の屋根に新しい屋根をかぶせる置屋根は北海道では良く見られるが、この年の台風0418号によって、多くの置屋根に同様の被害が発生した。

2004年で最も大きい被害をもたらした台風は0418号である。この台風は9119号とほぼ同じコースをたどって日本海を北上し北海道に再上陸した台風である。この台風での被害の教訓は、スプリングエイト、山口情報センター、出雲ドームなどの現代建築の屋根が大きく飛散したことである。これらの被害は我々にあらたな問題を提起した。

スプリングエイトの屋根は2重の金属屋根の間に断熱材が挟み込まれた構造を有していたが、強風で飛散する前に金属板を構造体に接合するボルトが、日射などの温度変化に伴う屋根葺き材の収縮によって疲労し破断あるいは強度が著しく低下していた。被害は強風によって発生したものの、原因は強風よりも屋根システムそのものに欠陥があることが明らかとなったわけである。このような温度変化に伴う葺き材の収縮による接合部のボルトなどの疲労破壊に伴う屋根の飛散は、その後も数多くの屋根で生じている。

また、山口情報センターの被害では、コンクリートの下地の上に貼られた長尺の金属薄板が大きく飛散した。近年、施工技術等の革新によって、100mもの広い範囲にわたって金属薄板を葺くことが可能になっている。強風によって、これらの金属薄板を止めている留め具（ファスナー）が一箇所でもはずれると、他のファスナーに大きな力がかかることになり、金属薄板は広範囲にめくれてしまう。山口情報センターの場合、大きな負圧が生じる屋根端部で、金属薄板が木網セメント板にバタフライビスで留められており、一部のビスの留めつけが不完全だったため飛散にいたったものである。

なお、2004年の台風では、その年に起きた新潟中越地震の死者の5倍の200名以上の死者を出した。強風による被害は、強風が原因となって生じた船の転覆などや高波を含めて、半数以上に上ると推定されている。また、60才以上の高齢者の死者の割合が、9119号台風では30%程度だったのにたいして、0418号では85%と激増したことも注目された。地震や津波にも同様の傾向が現れており、高齢化社会が進むにつれて、この傾向はますます拍車がかかると予想される。

この台風の被害で注目すべき点として、Fig. 6に示したように、北海道を除く九州、四国、本州ではほとんどの気象観測点の最大風速が設計風速以下だったにも係わらず、家屋を含め多くの地物が被害を受けたことである。スプリングエイトや山口情報セ



Photo 1 Blown roof of a hotel onto JR track.
(Yomiuri news paper, 2004/6/22)

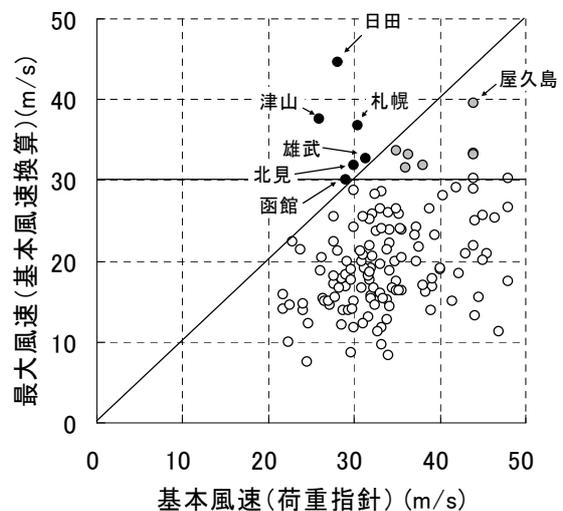


Fig. 6 Comparison of the maximum wind speed with design wind speed defined in AIJ Recommendation.

ンターの場合でも、最大風速は設計風速をかなり下回っていたにも係わらず、大きな被害となってしまった。このことは、家屋等が必ずしも建築物荷重指針・同解説などに示されている風荷重にたいして壊れないようには作られてはいないことを示している。特に強風による被害の多い外装材では、必ずしもその耐力が十分ではないのではないかとと思われる。

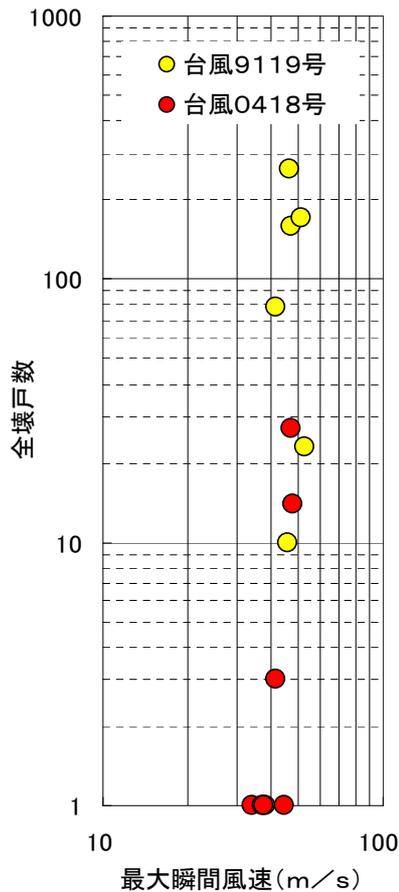


Fig. 7 Relationship between the rate of completely destroyed houses and the maxim peak gust in Typhoon 9119 and 0418

Fig. 7は0418号台風の九州の各県の全壊戸数と最大瞬間風速を9119号台風と比較したものである。Fig. 7では全壊率が小さいため全壊戸数で示してあるが、最大瞬間風速50m/sでの全壊率は0.02%程度で、前述した伊勢湾台風時と比較して2桁程小さく、この20年~30年程の間に建物の強度が大きく増加したことが伺える。しかし、注意すべきは、最大瞬間風速のわずかな差が全壊戸数の大きな差につながっていることである。伊勢湾台風時には、全壊率は風速の5乗に比例して増大したのに対して、この2つの台風の被害戸数は最大瞬間風速の実に12乗に比例して増大する。したがって、最大瞬間風速が70m/sでは全壊率は1%、80m/sでは5.6%、90m/sでは23%に達する。90m/sの強風は、フジタスケール3程度の竜巻に匹敵する風速ではあり、竜巻によって多くの建物が破壊されている現状をみれば、この程度の被害ができることは別に不思議ではない。台風で果たして80m/s以上の風が吹くことがあるかどうかということについては、過去に第2、第3宮古島台風や台風9918号、台風0313号で最大瞬間風速が80m/s以上に達する強

風を経験しており、今後、日本で吹かない強風とは言えないであろう。もし、このような強烈な台風が来襲すれば、伊勢湾台風や室戸台風なみの被害は、現在でもなお発生する恐れがあると言える。

2.2 竜巻等の小規模擾乱による強風被害

近年、竜巻等の強風による建物などの被害が、地震とならんでマスコミに大きく取り上げられるようになってきている。今年の5月の連休中に茨城県や栃木県を竜巻が襲い、死者2名を含む多くの被害を出したことは記憶に生々しい。しかし、竜巻等の被害は近年になって急増したわけではない。防災研究所では、早くから竜巻を含む様々な小規模擾乱による被害調査を行ってきた。1969年12月7日に愛知県豊橋市を襲った竜巻は、死者1名、重軽傷者69名、住家の全半壊69名という被害を出すとともに、東海道新幹線を初め多くの交通機関が不通になり社会に大きな影響を及ぼした(石崎ら, 1971)。竜巻の調査では、被害の分布の他、竜巻時の強風予測、竜巻発生時の気象状況の調査などが実施される。当時私は大学院の1回生であったが、調査に参加することができた。多くの被害から竜巻の破壊力の凄さを実感するとともに、竜巻時に発生する強烈な揚力によって、鉄骨造のドライブインの屋根が大きく折れ曲がったことにショックを受けた。当時の建築学会発行の鉄骨構造基準に掲載されていたトラス組の山形ラーメンの設計例では、屋根面を支えるトラスの下限材の座屈の計算は示されていない。トラスの上限材は母屋で区切られており、座屈長さは下限材に比べて短く、雪などの鉛直荷重に安全なように、その座屈がチェックされていたが、下限材については、どのような計算もなされていない。しかし、目にした光景は、トラスの下限材が大きく座屈、屋根がめくりあがった状況であった。勿論、当時の構造設計にも風荷重の影響は考慮されていたが、下限材の座屈は盲点のような気がした。なお、鉄塔の斜材の座屈から計算された竜巻時の風速は80m/s以上と極めて大きなものであり、推定された風速分布や被害分布から、最大風速半径が20m程度で、竜巻時の風速がFig. 8に示したように、ランキン渦によって近似できることが明らかとなった(石崎ら, 1971)。ランキン渦による竜巻時の風速のモデル化の有効性はその後の竜巻の調査でも実証されている。

石崎らは1972年夏に起こった竜巻、サンダーストームなどの3つの小規模擾乱による被害を調べ、被害を受けた建物のほとんどが基準以上の強度を持っておらず、壊れるべくして壊れたと結論付けている(石崎ら, 1973)。先に述べた2004年の台風による

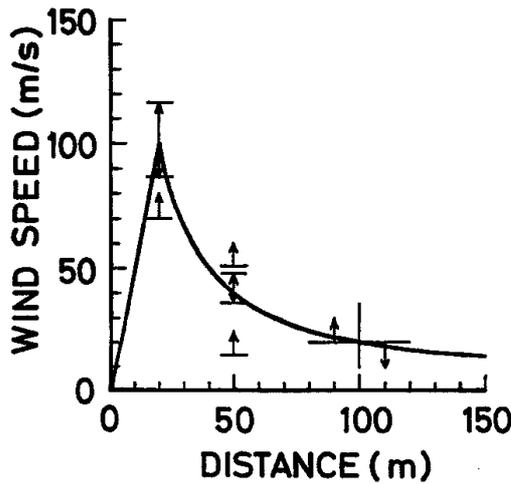


Fig. 8 Relation between wind speed estimates and distance from the Tatsumaki center.

被害も同様の結果となっており、基準を作るだけでは、建物に十分な強度が担保されたことにはならない。また、新しい基準によって適切な風荷重を定めたとしても、新基準改定前に作られた建物は、依然として強度が不足しており、これらに対する適切な対策がなければ、被害の低減に結びつかないことも明らかである。また、この時の教訓として、建設中の強度の弱い建物では、ネットで覆い飛散物を出さないことが薦められている。ネットで覆うことは一考に値するが、ネットにより風圧力が増大し、かえって建設中の建物が壊れ易くなることを考えると、建設中の弱い建物でどのような対策がとれるかは、ケースバイケースで考えることが必要であろう。竜巻などの強烈な強風に対する対策として、重要施設はなるべく分散して配置することが良いのではないかという提案もなされている。

翌年の1973年に石川県の押水町で起こった竜巻の被害調査は、私の郷里が石川県金沢市であったことから、私が中心になって被害調査をした初めてのものであった。この時の調査では、戸や窓が家の外側に向かって飛び出したりしていることや、飛散した瓦が少なく屋根上で叩きつけられるように破壊していることが判明した。竜巻被害の主要因は、竜巻に伴う強風と竜巻中心付近の気圧の低下だと言われている。その時の調査では、後者の結果がどのような影響を建物にもたらすかを理論的に検討した(石崎ら, 1974)。Fig. 9はその結果を示したもので、竜巻をランキン渦と仮定した場合、竜巻通過時の気圧の変化によって建物にどのような力がかかるかを示している。Fig. 9中のKは、建物の壁の隙間の状態と竜巻時の気圧降下、最大風速半径、移動速度などで決まる定数であり、一般の家屋で0.003から0.06程度で

ある。気密性の高い建物では竜巻通過時にも建物内の内圧の変化は小さいため、竜巻の急激な気圧降下によって外向きに大きな力が作用する。一方、気密性のない建物や窓などが開いたり壊れたりした場合、建物の内圧は外部の圧力に追従するため、建物にはあまり大きな力は作用しない。ただし、内圧の変化は常に竜巻に伴う気圧降下に遅れるため、竜巻が近づく時には外向きに、竜巻の通過後は内向きに作用することになる。このことが、屋根瓦が叩きつけられるように割れたことと関係があったのかも知れない。なお、Fig. 9の計算は電卓を用いて逐次数値計算をした結果である。

近年になって竜巻やダウンバーストなどの小規模擾乱による強風被害がマスコミによって大きく報道されるようになった契機は、死者5名を出した2005年12月25日に起きた山形県でのJR羽越本線・特急いなほ14号の転覆、及び死者3名を出した2006年9月17日の宮崎県でのJR日豊本線特急にちりん9号の脱線転覆であると思われる。列車は、強風が観測されると停止する仕組みになっているが、竜巻等ではその来襲が突然で、風速が急上昇するため、列車が停止できないことが多い。また、2006年11月7日には、北海道佐呂間町でフジタスケール3という強烈な竜巻が発生、プレハブの工事事務所が吹き飛ばされ9名の方々の命が失われた。相次ぐ竜巻による被害を受けて、その年の科学研究振興調整費によって「竜巻等の実態および発生予測と対策」(田村ら 2007)に関する研究が行われた。現在行われている竜巻のノウハウキャスト予報は、この研究の成果の一部として実用化されたものである。

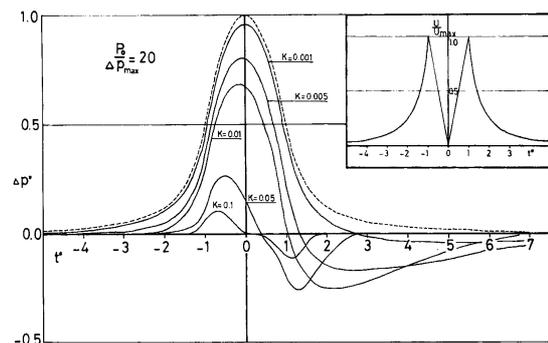


Fig. 9 Time history of explosive pressure by the pressure drop of a tornado.

竜巻ばかりではなく、突然襲う小規模擾乱による突風は様々な危険をはらんでいる。たとえば、2008年7月27日に発生した敦賀市の突風では、幅40m、奥行き10m、高さ3.5mのイベント用大型テントが吹き飛ばされ、死者1名、負傷者9名の被害を出した。このテントは幅1mのコンクリートの立方体ブロッ

ク（質量300kg）8個で押さえられていた。しかし、風洞実験より求めた風力係数を用いた計算の結果、このテントは10m/s程度の風で浮き上がることが判明した（河井・西村，2009）。このように、一見しっかりと押さえられているように見えても、風の力は意外に大きく、結構簡単に吹き飛ばすことが分かる。テントに限らず、イベント用の遊具などは風で簡単に吹き飛ばしてしまうものも多いので十分に気をつける必要がある。

また、クレーンや足場なども風に弱い。これらは、期間が限定されていることを理由に、設計で仮定した以上の強風が吹くと予想される場合には、風荷重をかからないようにする、例えば足場を覆う布などを外す、ことを前提として、設計風速が低減されている。しかし、小規模擾乱に伴う突風では、そのような対策を施す間もなく、強烈な強風にさらされるため被害が後をたたない。ゴルフ場あるいはゴルフ練習場のフェンスも同様の思想で設計風速を低減しているが、これらも突然の強風に弱く、頻繁に大きな被害を出している。幸運なことにいまだ人身事故には至ってはいないが、放置して良い問題ではないと思われる。

3. 強風被害の教訓と耐風設計

前章では、主に防災研究所年報に掲載された強風の被害調査報告に基づいて、強風被害の特徴について述べた。これらの被害の特徴を耐風設計と関連してまとめると以下ようになる。

- (1) 建物などの被害では屋根の被害が全体の60%以上を占める。屋根の被害は、葺き材の飛散から、小屋組の飛散まで、様々な形態があるが、被害のほとんどが葺き材および部材の接合部で生じており、接合方法の工夫によって、被害の多くは低減できると予想される。
- (2) 既存の屋根に新たな屋根を置く置屋根では、置屋根をしっかりと構造体に緊結することが、耐風安全性を担保するための鍵である。
- (3) 窓や戸では、半分あるいはそれ以上が、風圧ではなく飛散物によって破壊する。したがって、飛散物から建物を防御することは強風被害低減にとって不可欠であると考えられる。窓ガラスなどが飛散物によって壊れると、室内圧が上昇し屋根が壊れる原因になるとともに、屋内にいる人にも大きな危険が生じる。残念ながら、現在の基準や指針には飛散物からの防御に関する記述がなく、飛散物からの防御の重要性が十分認

識されているとは言えない。これについて早急に指針などを整備し、飛散物に対する外装材の防御を徹底する必要がある。

- (4) 家屋の被害率は最大瞬間風速と密接な関係がある。1970年頃までの被害調査の結果からは、全壊率は最大瞬間風速の5乗に比例して増大していたが、近年の家屋は建物強度の上昇によって、最大瞬間風速50m/sでの全壊率は2桁程度低下している。一方、全壊率は風速の約12乗に比例して増大し、わずかな風速の増加によって、全壊する家屋が急速に増大するようになっている。もし、80m/s以上の最大瞬間風速が吹くことになれば、現在でもなお、5%~10%程度の家屋は全壊を免れないかも知れないことに留意して、被災後の対策を検討すべきである。
- (5) 風速には地形の影響が極めて大きい。荷重指針等で示されている崖、丘、尾根の頂部付近は勿論のこと、丘の麓であっても、風が丘に平行に吹く場合には、風速が増大することを頭に入れておく必要がある。
- (6) 地形だけではなく、周りの状況や他の建物の位置関係も、被害に大きく影響する。風が開けた場所や、周りの建物よりも高い建物、例えば2階建家屋の中に3階建て家屋が建つ場合など、には注意が必要である。また、大きな建物から少し離れた場所に建つ家屋は、思わぬ強風に見舞われることがあるので注意が必要である。
- (7) 人的被害の多くは屋外にいる時に生じる。したがって、強風時には室内に留まるべきである。ただ、窓ガラスなどの防御が十分でないと、ガラスの破壊によって思わぬ怪我に繋がる恐れがある。
- (8) 竜巻による風荷重を評価するには、建物の室内圧が竜巻によってどのように変化するかを、窓などが壊れた場合を含めて明確にすることが重要である。
- (9) テントやイベント用の遊具など、耐風設計の対象でないものは、風で簡単に飛ばされる危険がある。強風によるこれらの事故を未然に防ぐには、行政に働きかけ、イベントの主催者に事前にレクチャをすることが有効かも知れない。テントなどの固定方法の改善、風荷重を減らしリスクを低減する方法、飛びそうな時の対処などについては、専門家のもつ知識を有効に活用することができそうである。
- (10) 強風被害を減らすには、合理的な耐風設計

法の提案とともに、その普及が肝心である。2004年の強風被害にみられるように多くの被害が基準や指針に示された設計風速以下で生じていることから、強風に弱いところを分析し、それを改善する方法を見いだし広く普及させることが肝心である。

4. 強風から身を守るために

桂が調べたように、死亡や重軽傷などの人的被害の多くは屋外で生じる（科学研究費突発災害研究成果報告（光田ら、1992））。ここでは、台風や竜巻などがもたらす強風から身を守るためには、どのような知識及び心構えが必要で、強風時には如何に行動すべきかを箇条書きでまとめた（日本風工学会2011）。

その1 風の力は想定外？

我々の生活にとって風は非常に馴染み深い自然現象の一つである。ただ、風が吹いたときにどんな力が生じるかは、ほとんどの人は分かっていない。しかし、風の力は多くの人が想像する以上に大きく、20m/s程度の風でも人は立っていることは困難で、多くの場合、風の乱れによって転倒してしまう。また、敦賀市で起きたテントの飛散事故の例にあるように、大型のテントは10m/s程度の風でも、場合によっては簡単に吹き飛ばされてしまい、これを人の力で押さえることは極めて危険である。

その2 強風時の屋外は飛散物の嵐？

強風時の屋外には風によって被害を受けた木や家などから発生した飛散物が、我々に向かって高速で飛んでくる。どこから飛んでくるか予測できない高速の飛散物をよけることは、余程の反射神経の持ち主でないと不可能である。また、根が腐っている街路樹や根が十分に張っていない街路樹は、見た目は立派でも風速20m/s以下の風で倒壊してしまうので注意が必要である。

その3 情報は防災の基本、目、耳を働かせ災害を防げ！

竜巻は地震と同様突然予告なしにやってくるものと思われがちである。しかし最近、竜巻等突風の発生可能性のある大気環境が認められる場合、竜巻注意報やナウキャストと呼ばれる短時間警戒情報が出されているので、予め警戒することができようになった。警戒するのとしめないのでは、襲われたときの行動に大きな差が出る。

台風は数日前から進路予想が報道されるので事前

に準備をしておくことができる。屋外の風で飛ばされそうなものを片付け、強風注意報が発令されたら、早めに帰宅し雨戸やシャッターを閉める。暴風警報が出たら屋外に出ない。

また、台風時の風は中心よりも数10kmも離れた場所の方が強いので、自宅が予想されている台風の進路上から多少はずれているように思っても警戒を怠らないことが重要である。

その4 台風は通り過ぎても安心は禁物、思わぬしっぺ返しを待っている、辛抱、辛抱！

台風来襲の前後に雨漏りの修理などで屋根に上り吹き飛ばされる人が後を絶たない。台風が通り過ぎた後も吹き返しの強い風が吹く恐れがある。前述したように、1998年の台風9807号来襲時には、台風が過ぎ去った後に、吹き返しの強風によって奈良県では室生寺をはじめ各地で大きな被害を受けた。完全に台風が通り過ぎ、強風の吹く恐れがないことが気象情報で確認できるまでは、家の中にとどまった方がよい。慎重すぎるに越したことはない。

その5 強風時には壊れた窓ガラスは凶器に変身！

ガラスは飛来物の衝突に弱く強風時には容易に壊れる。壊れたガラスは宙を舞い人を襲う。したがって、窓ガラスを衝撃に強い合わせガラスにしたり、窓を雨戸などで覆ったりして、飛来物から窓ガラスを防御することは重要である。防御できない場合には、強風時には窓のそばには近づかないことが肝心である。君子、危うきには近寄らず。

その6 おかしいなと思ったら逃げる、隠れる！

竜巻等の突風のように突然襲うものでも、竜巻注意報やナウキャスト情報で事前に警戒していれば、空が突然暗くなる、あられが降るなどの前兆を捉え、しっかりした建物に隠れるなどの対策がとれる。竜巻注意報やナウキャスト情報を事前に知らなかった場合でも、普段には見られない黒い雲が近づき樹木等がざわめきたり雷が降ったりした時には、頑丈な建物の中に逃げ込む慎重さが命を救う。

その7 怖いもの見たさは怪我のもと！

竜巻の移動速度は時速20~60km/sで、我々が日頃思っている以上に速い速度で移動する。遠くにある竜巻も近づいてきたらと思ったら、気がついた時には巻き込まれている。豊橋の中学校の被害では多くの生徒が窓から竜巻を見ているうちに襲われてしまった。竜巻は見せ物ではない。

参考文献

- 石崎潑雄・川村純夫・許昌九（1961）：伊勢湾台風による建築物の風害分布について，京都大学防災研究所年報，No. 4, pp. 95-104.
- 石崎潑雄・桂順治・室田達郎（1968）：第2宮古島台風による建物の被害について—第2宮古島台風被害調査報告Ⅱ—，京都大学防災研究所年報，No. 11A, pp.517-533.
- 石崎潑雄・山元龍三郎・光田寧・室田達郎（1970）：第3宮古島台風による家屋の風災害について，京都大学防災研究所年報，No. 13A, pp. 449-461.
- 石崎潑雄・光田寧・川村純夫・室田達郎・木本英爾（1971）：1969年12月7日，豊橋市を襲った「たつまき」に関する調査研究，京都大学防災研究所年報，No. 14A, pp. 481-500.
- 石崎潑雄・成仁煥・吉川祐三・藤谷徳之助（1973）：1972年夏に起こったSEVER LOCAL STORMによる被害について，京都大学防災研究所年報，No. 16B, pp. 273-284.
- 石崎潑雄・河井宏允，成仁煥・森武雄（1974）：龍巻による建物の被害について—1973年5月21日石川県押水町を襲った竜巻の被害調査—，京都大学防災研究所年報，No. 17B, pp. 209-217.
- 石崎潑雄・桂順治・吉川祐三・河井宏允（1976）：台風7513号による八丈島の構造物の被害について，京都大学防災研究所年報，No. 19B, pp. 279-292.
- 光田寧他（1992）：1991年耐風19号による強風災害の研究，平成3年度文部省科学研究費突発災害調査研究成果報告，1991 No.B-4
- 奥田泰雄・桂順治・藤井健・林泰一・石川裕彦・丸山敬（1999）：台風9807号による強風災害について—その1：消防署で観測された気象要素—，京都大学防災研究所年報，No. 42B-1, pp. 247-265.
- 丸山敬・河井宏允・奥田泰雄・林泰一（2004）：宮古島を来襲した台風0314号について—その2 被害の特性—，京都大学防災研究所年報，No. 47B, pp. 491-502.
- 河井宏允・西村宏昭（2005）：台風0406号による近江八幡市ホテルの屋根の被害，京都大学防災研究所年報，No. 48B, pp. 579-586.
- 田村幸雄他（2008）：竜巻等の実態および発生予測と対策，平成19年度科学技術振興調整費補助金-重要政策課題の推進-研究成果報告書
- 丸山敬・河井宏允・奥田泰雄・林泰一（2009）：試作された耐衝撃性能試験用エアークャノンの性能，京都大学防災研究所年報，No.52B, pp. 481-489.
- 日本風工学会（2011）：強風災害の変遷と教訓—第2版（2011）

Strong Wind Induced Damages and Wind Resistant Design of Houses and Buildings

Hiromasa KAWAI

Synopsis

The investigations of damage induced by strong wind like typhoon, tornado and other local severe storms which have been carried out by the wind research group in DPRI since 1960's, are reviewed in the paper. A lot of lessons can be extracted from the investigation to improve wind resistant design of houses and buildings. Most vulnerable part of houses to wind is a roof and claddings. As more than half of damage of window and doors are induced by flying debris, it is very important to protect wind glasses from the flying debris by shutter or other measure e.g. use of laminated glass. Most of accident to peoples happens outdoor, so it is safe for us to stay in a house and a building when typhoon or tornado is approaching. Ten lessons and seven directions to be safe in strong wind are given in the paper.

Keywords: wind induced damage, typhoon, tornado, flying debris,

2010年インドネシア・メラピ火山噴火災害

藤田正治・宮本邦明⁽¹⁾・権田豊⁽²⁾・堀田紀文⁽¹⁾・竹林洋史・宮田秀介
Djoko LEGONO⁽³⁾・Muhammad SULAIMAN⁽³⁾・Faisal FATHANI⁽³⁾・Jazaul IKHSAN⁽⁴⁾

(1) 筑波大学大学院生命環境科学研究科

(2) 新潟大学農学部生産環境科学科

(3) Department of Civil and Environmental Engineering, Gadjah Mada University

(4) Department of Civil Engineering, University of Muhammadiyah Yogyakarta

要 旨

インドネシアのメラピ火山は、2010年10月26日に噴火し、その後11月まで大小の噴火が継続した。火砕流や土石流による死者は約400人にのぼる大災害であった。生産土砂量は1億4千万m³と推算されており、それらは火砕流または火山灰として南斜面と南西斜面に流出した。著者らは噴火後2010年11月、12月、2011年1月および2012年1月に調査を行い、とくに、火砕流が流出した南斜面流域と火山灰が流出した南西斜面流域での土砂災害の違いに着目して、その原因、特性、対策について検討した。その結果、南斜面では、火砕流の流下・堆積による河川の上流部での地形変化により、降雨流出特性が顕著に変化し、これまで洪水の少なかった河川で洪水による橋梁の流失が生じたことや、火山灰が堆積した南西斜面では、火山灰堆積物のクラスト化によって降雨流出率が増加したことが原因で大洪水が発生し、土砂災害が生じたと考えられる事例があることがわかった。

キーワード: メラピ火山, 噴火, 火砕流, 土石流, 土砂災害, インドネシア

1. はじめに

メラピ火山はインドネシア・ジャワ島中部のジョクジャカルタ市の北約30kmに位置する標高2968mの火山で、インドネシア語で「火の山」を意味するほど噴火活動が活発である。噴火時に発生する火砕流はメラピ型火砕流と呼ばれ、安山岩質の溶岩ドームが崩落することで発生する。

2010年の夏以降、メラピ山の火山活動が活発し、噴火の発生が懸念されていたが、同年10月26日に噴火し、その後11月まで大小の噴火や火砕流が継続した。今回の火砕流は溶岩ドームが崩落するタイプではなく、爆発的噴火による火砕流であり、大規模な土砂災害の発生が危惧された。死者は約400人、避難者も13万人に達し、1930年以来の大災害になった。日本外務省の推算によると総損害額は約7000億ルピア(約70億円)、メラピ火山があるスレーマン県の総損害額は約5400億ルピア(約54億円)と見積もられている。



Fig.1 Mt. Merapi region

著者らは10月26日の噴火後数回にわたり現地に入り、火砕流災害の状況調査、噴火後の降雨による土砂災害について調査を行った。調査メンバーは、宮本邦明、堀田紀文(以上、筑波大学)、権田豊(新潟大学)、竹林洋史、宮田秀介(以上、京都大学防災研究所)、Djoko Legono、Faisal Fathani、Muhammad Sulaiman(以上、ガジャマダ大学)、Jazaul Ikhsan(ジョクジャカルタ・ムハマディア大学)である。

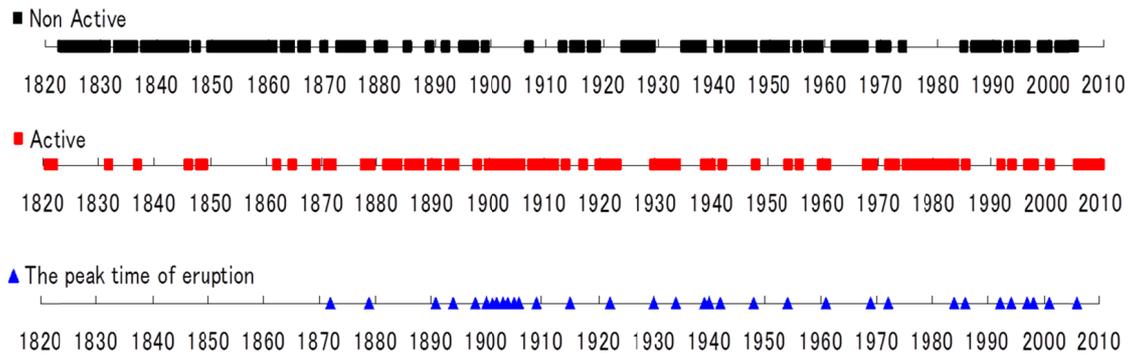


Fig.2 Active and non-active period of Mt. Merapi and occurrence year of the eruption

2. メラピ火山の概要

2.1 メラピ火山地域

Fig. 1はメラピ火山地域を示したものである。この図に示すように南斜面からは、オパ川、ゲンドル川、クニン川、ボヨン川などが流れる。オパ川は世界遺産のプランバナン寺院の方向に流れ、クニン川はジョクジャカルタ空港に向かって流れる重要な河川である。南西斜面からは、プチ川、パベラン川などが流れるが、これらの河川はジョクジャカルタとスマランを結ぶ国道を横切るため、交通網の防災上重要な河川である。また、ボヨン川下流のチョデ川は、ジョクジャカルタ市の中心部を流れる都市防災上重要な河川である。これまで、メラピ火山では主に南東斜面から時計回りに北西斜面まで火砕流が流出しており、これらの河川流域はかつて幾度となく火砕流の被害を受けている。

これらの流域の山地部では農業や果物の栽培が盛んで、山の中腹まで生活圏が広がっている。山地部ではその他に砂利採取が盛んで、副業としている住民も多く、雇用と地方政府への税収入の大事な事業となっている。この地域の住民は、火山噴火を災害としてだけでなく土砂資源の提供としても同様に見ており(Jazaul Ikhsan, 2010)、多量の土砂を供給する噴火後、砂利採取事業が活性化する傾向がある。以上のようにメラピ火山からの土砂流出は、ジョクジャカルタ市周辺の地域の社会・経済に大きな影響を与えている。

2.2 噴火活動

Fig. 2はメラピ火山の活動が活発な時期と主な噴火の発生年 (Jazaul Ikhsan, 2010) を示したものである。これからメラピ火山は数年に1回の割合で噴火していることがわかるが、1006年、1672年、1872年、1930年の噴火では千人を超える死者が発生し、最近では1966年に死者64人、1994年に60人を数えている。



Photo 1 Bunker buried by the pyroclastic flow 2006 where two people were dead

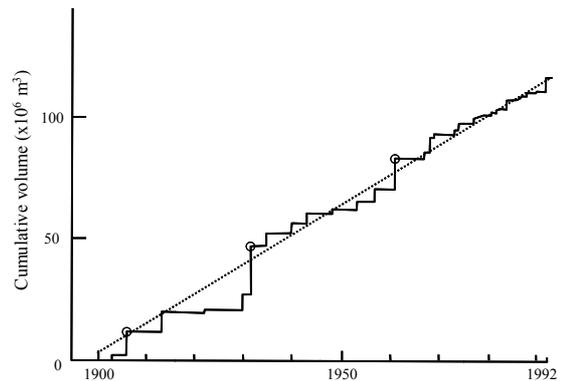


Fig.3 Cumulative volume of lavas from Merapi volcano since 1890 (Siswamidjono *et al.*, 1995)

Table 1 Events of Eruption 2010 at Mt. Merapi

年月日	出来事
2010/09/20	メラピ火山活動：注意
2010/10/21	メラピ火山活動：警戒、避難を開始する村も
2010/10/25	メラピ火山活動：避難（10km以内）
2010/10/26	噴火・火砕流（ゲンドル川の方向） 死者40人（キナレジョでは、マリジャン他17人）
2010/11/03	大規模な火砕流が1.5時間続く。ゲンドル川にそって山頂から9km地点まで、避難区域10kmから15kmに
2010/11/05	最大規模の火砕流により、死者222人 避難区域が15kmから20kmに
2010/11/06 ～11/09	噴火と火砕流が断続的に発生 火砕流はウォロ、ゲンドル、クニン、ボヨン、クラサク川に
2010/11/10 ～11/12	火砕流は1日に1,2回に
2010/11/19	避難区域地域毎に縮小
2010/12/03	メラピ火山活動：注意

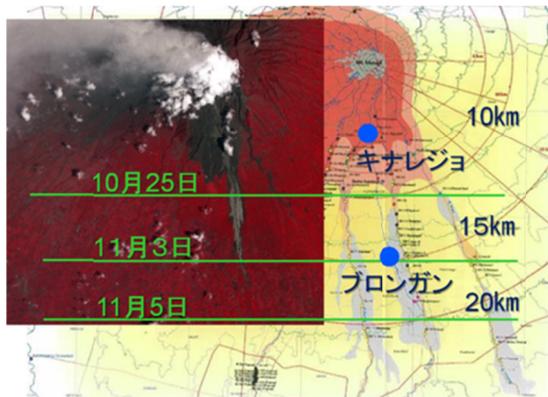


Fig.4 Evacuation zone

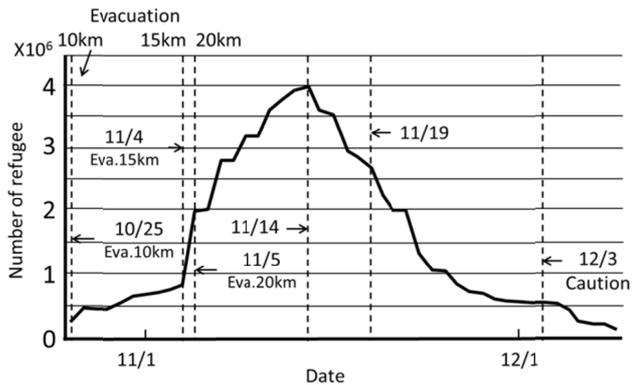


Fig.5 Number of refugee

2006年5月の大規模な火砕流では、避難壕(Bunker)の中で2人が死亡している。Photo 1は、その避難壕を掘り出した後の状況を撮影したものである。

2.3 土砂生産量

Fig. 3は1900年以降のメラピ火山の噴出土砂量の累積値を示したもの (Siswamidjono et al., 1995) で、土砂生産量の大きさを示すものである。この図から数年に一度噴火による土砂生産があり、その中で10年から20年に一度大噴火による多量の土砂生産があることがわかる。平均すると年間約12万 m^3 の土砂生産量であるが、1930年の噴火では約2000万 m^3 の土砂生産があったものと読み取れる。インドネシア国家防災庁 (BNPB) の推算では、2010年の噴火では土砂生産量は約1億4千万 m^3 である。

2.4 調査地域

調査は火山噴火の影響を受けた全地域で行われたが、主な流域はFig. 1に示す河川流域である。今回の土砂災害の特徴は、火砕流の影響を受けた南斜面と火山灰流出の影響を受けた南西斜面で異なる。そこで、南斜面から流れる河川の内、オパ川、ゲンドル川を調査対象にした。南西斜面から流れる川としては、プチ川、パペラム川、さらには、ジョクジャカルタ市内を流れる河川としてチョデ川を対象とした。

3. 2010年の火山活動と土砂災害

3.1 火山活動

Table 1は今回の噴火に関する主な出来事をまとめたものである。2010年9月20日、インドネシア政府はかねてから活動が活発になっていたメラピ火山に対して、警戒避難レベルを注意に上げた。10月21日にレベルが警戒にさらに上がると、自主避難する村も現れてきた。10月25日には、政府は活発な火山性地

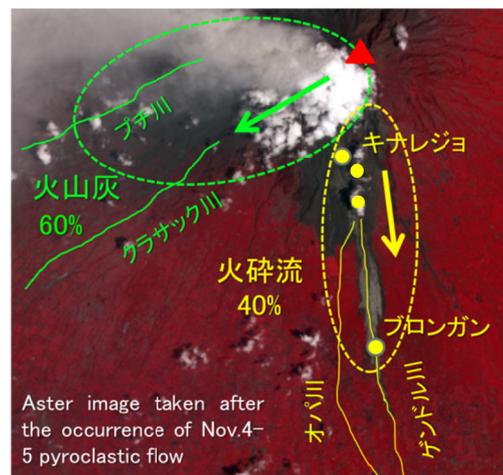


Fig.6 Direction of pyroclastic flows and volcanic ash fall area

震の状況を踏まえ、メラピ山に4段階のレベルを最高度に引き上げ、山頂から10km以内の村に避難勧告を出した。Fig. 4は山頂からの等距離円と避難エリアの発令日を示したものである。翌10月26日にメラピ火山が1回目の噴火を起こし、火砕流がゲンドル川の方向に流れた。メラピ火山南斜面中腹のキナレジョ村では火砕流が村を直撃し、メラピ火山の守人を務めるマリジャンをはじめ17人が死亡した。その多くはマリジャンに従って避難しなかった住民や取材記者であったとされている。11月3日には大規模な火砕流が1.5時間続き、山頂から9km地点まで到達した。そのため避難区域は10kmから15kmに拡大された。11月5日の噴火は今回の一連の噴火の中で最大規模のもので、山頂から18km離れた村などで222人が死亡した。そのため政府は避難区域を20kmまで広げた。11月6日から9日にかけては、噴火と火砕流が断続して起こり、火砕流はウォロ、ゲンドル、クニン、ボヨン、カラサック川の方向に流出した。12月3日に警戒避難レベルがようやく注意に下がった。

Fig. 5は、国家防災庁 (BNPB) が発表した10月26



(a) Near Kinarejo (b) Near Kaliadem just after the eruption 2006 (left) and 2010 (right)



(c) Community center in 2006 and consumption due to the pyroclastic flow 2010 (d) Headwater area of Opak River

Photo 2 Situation of upper Gendol River

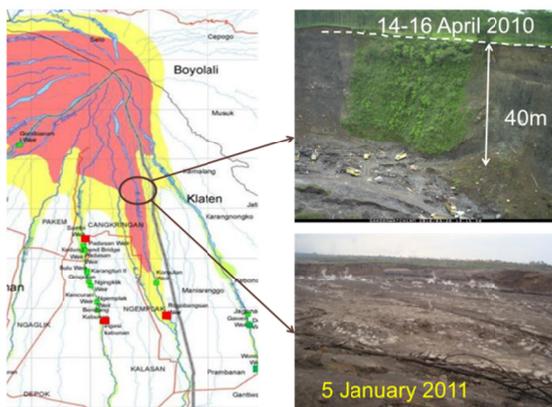


Photo 3 Sand mining activity before the eruption 2010 and sediment deposition of the pyroclastic flow

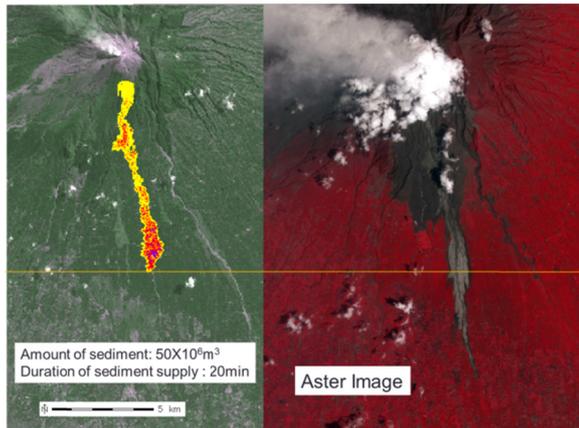


Fig.7 Simulation of the pyroclastic flow 2010

日以降の避難者数の推移と避難区域を示したものである。11月3日の噴火で急速に避難者数が増加し、ピーク時には40万人に達している。その後、部分的に避難解除が発令され、避難者数が減少し、12月までにかかなり減少している。

3.2 南斜面の土砂災害

Fig. 6は、11月5日の噴火後のメラピ火山地域のアスターによるイメージ画像である。メラピ火山からゲンドル川に沿って南側に細長く土砂が堆積し、南西斜面には広範囲に土砂が堆積していることがわかる。前者は主に火砕流による土砂であり、後者は火山灰によるものである。この土砂流出の違いは直接的な災害だけでなく、後述のように噴火後の降雨に

よる土砂災害の特徴にも差異をもたらした。一連の噴火による土砂生産量は約1億4千万 m^3 であるが、Fig. 6に示すように、その40%は火砕流で残りが火山灰であると見積もられている。

Photo 2は、2010年の噴火後のゲンドル川上流域の被災状況を2006年の火砕流後の状況と比較しながら示したものである。まず、Photo 2(a)は2011年1月29日のキナレジョ村の様子である。この村にはメラピ火山の守人であるマリジャンが住んでいて、2006年の噴火の際にも火砕流がゲンドル川の方向に流下したが、その際にも祈祷をしていた。結果的に、火砕流の規模が小さく被害はなかった。今回も村に留まっていたが、火砕流によりそれに従った村人や新聞記者などとともに失命した。災害後、写真に見られ



Photo 4 Situation of middle reaches of Gendol River and Opak River

るように、多くの方がこの村を訪れているようであった。

Photo 2(b)はゲンドル川上流のカリアダム村からメラピ火山の方向を見たものである。左の写真が2006年の火砕流の後の状況、右の写真が2010年1月29日の状況である。この位置は、ゲンドル川が山地から火砕流堆積物の台地への出口にあたる。写真を比べると、堆積土砂量は今回の方が圧倒的に多いことがわかる。2006年の災害では、出口付近の砂防ダムが埋没せずに機能している様子も見てとれる。しかし、今回の噴火ではこの砂防ダムは完全に埋没している。Photo 1の避難壕はPhoto 2(b)の少し下流に位置する。この辺りは有名なキャンプ場であり、ガジャマダ大学も野外学習のためによく利用していた。2006年の災害では、これらの施設は大破し土砂で埋没していたが、部分的に構造物は残っていた。しかし、今回の災害では残存するものは確認できなかった。

Photo 2(c)の左の写真はJICAの援助でカリアダム村につくられたコミュニティーハウスである。右の写真は多分この建物の鉄骨の一部と思われるもので、今回の火砕流の規模が2006年に比べて非常に大きいことがわかる。

Photo 2(d)は、カリアダム村付近のオパ川の源頭部の2010年の噴火後の状況を示したものである。ゲンドル川はこのすぐ東側を流れている。火砕流の流下と堆積により、この辺りの地形が大きく変化し、オパ川とゲンドル川の流域が変化した。噴火前はほとんど流水がなく洪水のなかったオパ川に度々洪水が発生するようになったが、原因はこの地形変化にあると思われる。

Photo 3はFig. 6のジャンプ村近くのゲンドル川の噴火前後の河道の状況を示したものである。40m位の深さの溪谷が噴火後土砂で満杯状態になっている。噴火後2ヶ月くらいたっているが、堆積土砂からはまだ蒸気が上がっている。噴火前の写真には、砂利採取のためのトラックが多数見える。噴火前ゲンドル

川で砂利採取が盛んに行われていたことがわかる。

Fig. 7の左図は、共著者の宮本らの計算モデルを用いて火砕流をシミュレーションした結果を示したものである。土砂量は前述した国家防災庁の見積もりを考慮して5000万 m^3 、内部摩擦角は0.5、粒径は0.1m、火砕流の流出時間は20分としている。右のアスターのイメージ画像と比べると計算では流下距離が過小評価されており、精度向上は今後の検討課題である。

Photo 4は、ゲンドル川およびオパ川の中流域の噴火後の状況を示したものである。Photo 4(a)は2011年1月29日のブロンガン付近のゲンドル川の状況で、11月3日、4日の火砕流は河川から溢れ集落に広がり、多くの人命が失われた。その結果、政府は避難区域を山頂から20kmまで広げた。Photo 4(b)は2010年11月29日のブロンガンの下流のゲンドル川の様子で、この辺りまで火砕流が到達したものと考えられる。

オパ川では噴火後の洪水により、Photo 4(c)に示すように橋梁が流失した。この写真の橋はその後取り付けた橋である。オパ川には火砕流はほとんど流入しておらず、土砂の供給は大きくないが流量だけが増加したため河床が低下し、橋梁が流失したものと考えられる。流量の増加は、前述したように、源頭部での地形変化による流域の変更と関係があると思われる。その後、オパ川の源頭部の地形が再変化し、オパ川の洪水は減少した。

このように南斜面の流域では、火砕流による直接的な災害と、火砕流による地形変化に伴う流域改変に伴う流量増加による河床低下に起因する河川災害が特徴的である。

3.3 南西斜面の土砂災害

Fig. 6に示すように、生産土砂の60%の8400万 m^3 は火山灰であり、それは南西斜面方向に流出した。Fig. 8は国家防災庁が調査した主な噴火時の火山灰の堆積分布を示したもので、黒がおよそ4cm程度の堆積深を表す。風向きの影響があるが、その多くは南西斜面方向に流出し、プチ川やパペラン川の源頭部

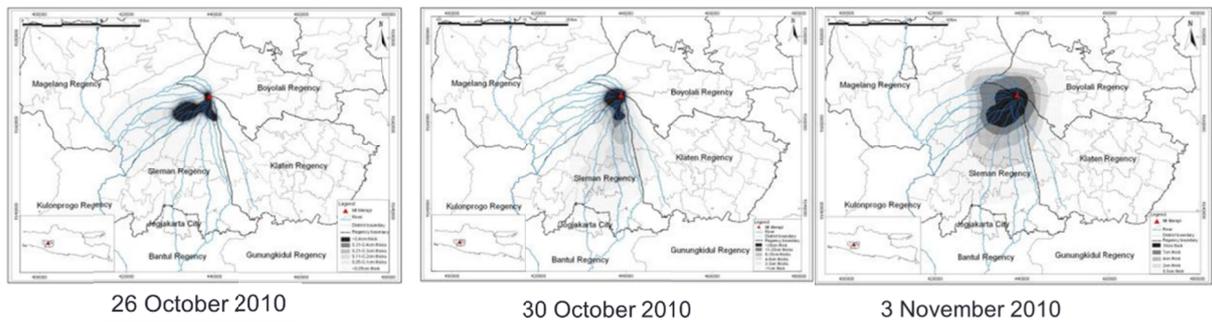


Fig.8 Distribution of volcanic ash deposit



Photo 5 Gully on south-west slope



Photo 6 Damaged palm trees and Salaks



(a) Hard and low permeable surface



(b) Collapsed crust



(c) Permeability test

Photo 7 Crust of volcanic ash deposit

に堆積している。Photo 5は2011年1月30日の南西斜面の状況を示したもので、斜面にガリが発達している様子がわかる。ただし、これらのガリが噴火前のものかどうかは定かではない。

火山灰は樹木や農産物へ被害をもたらした。Photo 6は火山灰の堆積で葉の部分が折れ曲がったヤシとメラピ火山周辺栽培している果物のサラックの被害様子を示したものである。

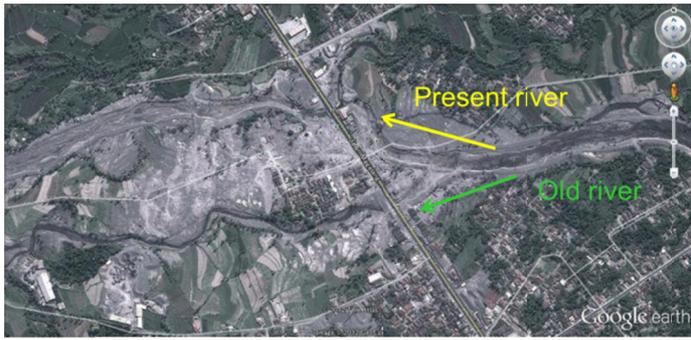
火山灰が堆積するとその表面にはクラストが形成されて硬くなることが知られている。Photo 7(a)は火山灰堆積物の表面がクラスト化した状況と(b)はその一部が破壊された状況を示したものである。このように堆積物の表面がクラスト化すると透水性が低下し、少しの雨でも洪水が発生することが知られている。そこで、Photo 7(c)に示すような方法で現場透水試験を行った。その結果、クラスト化した火山灰堆積物の表面で透水係数は $3.2 \times 10^{-4} \text{cm/s}$ 、地表から5cm



Fig.9 Location of airports affected by the eruption 2010

下で $4.9 \times 10^{-4} \text{cm/s}$ 、噴火前の地表面で $1.0 \times 10^{-3} \text{cm/s}$ となり、クラスト化した部分と噴火前の土層で透水係数が1オーダー異なっていた。

以上のように、南西斜面では、火山灰による樹木や農産物への直接的な影響と、火山灰堆積物のクラスト化による透水性の低下とそれによる洪水の発生が特徴的である。洪水による土砂災害については4章で述べることにする。



(a)



(b)



(c)



(d)



(e)



(f)



(g)



(h)

Photo 8 Damaged areas where Putih River crosses the national road

3.4 航空被害

2010年の噴火では、火山灰の影響で多くの空港が閉鎖され、航空便の欠航が相次いだ。ジョクジャカルタ空港とソロ空港はFig. 9に示すようにメラピ火山の南側と東側に位置し、当初、火山灰の流出する方向を考慮して、どちらかで代用していたが、11月5日にジョクジャカルタ空港は閉鎖された。11月6日にはジャカルタ郊外にも降灰が及び、多くの航空会社はジャカルタへの定期便を休止した。11月20日ようやくジョクジャカルタ空港は再開された。

4. プチ川での土砂災害

4.1 プチ川

プチ川はFig. 1に示すようにメラピ火山の南西斜面から流れる河川で、これまで幾度となく火砕流が流出している。そのため河床には火砕流または土石流の土砂が厚く堆積していると考えられる。そのた

め床固め工や砂防ダムなどの施設が連続的に設置されているが、基礎はフローティングタイプのものである。また、土砂資源も豊富であるので、砂利採取事業も活発であるが、それによる河床低下も社会問題になっている。

2010年の噴火で南西斜面に火山灰が堆積し、その表面のクラスト化によって降雨流出率が増加した。洪水は11月10日の噴火後1週間から始まり、10個の土石流が2週間以内で発生した。そのため、プチ川の22個の砂防ダムなどの横断構造物は破損、破壊、埋没した。橋梁の流失も見られた。ここでは、プチ川の土砂災害について調査した結果を取りまとめる。

4.2 国道付近の土砂災害と対策

Photo8(a)は、プチ川が国道を横切る箇所の周辺を示したものである。Photo 8(b)は国道の様子を示したもので、災害復旧工事のため、2010年11月の調査時、交通渋滞が続いていた。この写真から国道の下

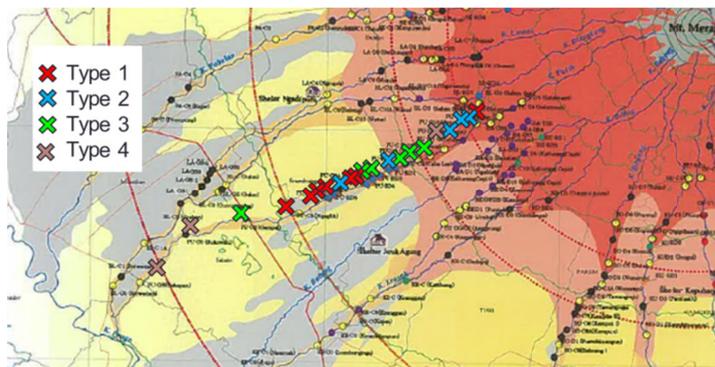


Fig.10 Distribution of damaged types



Photo 9(a) Collapse type 1



Photo 9(b) Collapse type 2



Photo 9(c) Collapse type 3



Photo 9(d) Collapse type 4



Photo 10 Sediment deposition in Code River



Photo 11 Community-based warning system in Code River



Photo 12 Monitoring tower by NGO in Gendol River

流側で土砂が氾濫している様子が伺える。写真には、現河道と旧河道が示されている。災害前は、旧河道はほとんど水枯れ状態の河川であったが、土砂の一部は旧河道にも流入している。現河道の線形は国道の手前で国道に沿って流れ、その後国道を横切る形となっており、平面形状的には氾濫しやすい形状であり、治水上の一つのウィークポイントであったと考えられる。

Photo 8(c)および(d)は氾濫した土砂で破壊された家屋の写真である。粒径1m以上の巨礫も流れてきたことがわかる。Photo 8(e)は国道の西側での土砂堆積の状況を示したもので、比較的小さい粒径の土砂が数度の勾配で平坦に下流方向に堆積していた。

Photo 8(f)は2011年1月29日の国道より上流の箇所の現河道の状況を示したもので、洪水対策のため河道掘削を行って、通水断面を確保していた。前述したようにこの箇所は洪水に対するウィークポイントであり、河道を旧河道に戻す事業が開始していた。

Photo 8(g) は現河道と旧河道の分岐点を示し、Photo 8(h)は旧河道の拡幅工事の様子を示したものである。

4.3 砂防ダム等の破壊・破損

(1) 砂防ダム等の破壊・破損のタイプ

砂防ダムや床固め工の破壊・破損のタイプを4つに分類した。

① タイプ1

堰堤の水通し部やクレストが摩耗または小規模の損傷をしているものである。Photo 9(a)はPU-RD7の被災状況である。堰堤本体は損傷しているが袖部はあまり壊れていない。本体下流のエプロンの部分と副堰堤の一部が土砂で埋まっている。いくつかの砂防ダムでは、副堰堤が破壊され、クレスト部が少し傷ついているものもあった。

② タイプ2

堰堤本体の下流の基礎の下が侵食されることで、大きなダメージを受けているタイプである。河床低下

が原因で副堰堤が破壊され、河床低下が上流に進み本体の基礎部も破壊されたものと考えられる。しかし、ダムが転倒するほどの破壊ではない。Photo 9(b)に示す床固め工PU-C14は典型的なタイプ2である。この床固め工は高さ4.0m、幅61.5mで、堰堤本体の基礎は壊れているが、本体はクレストがわずかに損傷した程度である。河床低下の深さは、堰堤下流でクレストから8.5m程度である。

③ タイプ3

副堰堤、堰堤本体ともに破壊されている。袖部のみが残っているものもある。Photo 9(c)に示す砂防ダムPU-D1は典型的なタイプ3である。高さは7.5m、幅は53.0mで、袖部のみが残っている。河床低下は5m以上に及んでいる。副堰堤と堰堤本体の間のエプロンは完全に破壊され、流されている。

④ タイプ4

いくつかのダムは土砂で埋没していた。このタイプをタイプ4と呼ぶ。このタイプは勾配の緩い最下流付近で見られた。Photo 9(d)に示すPU-C0はプチ川の最下流に位置する。堰堤本体は完全に埋没し、ダムクレストから2m程度土砂が堆積している。

(2) 各タイプの分布特性

Fig. 10は各タイプの流下方向の分布を示したものである。一概には言えないが全体的に見ると、上流からタイプ2、3、1、4の順に分布している。この図の背景は火砕流のハザードマップであるので、色の変化点は勾配変化点を表すと見なされる。黄色の部分の緩勾配であると考え、緩勾配区間でタイプ1と4、勾配が急な個所でタイプ2と3が見られる。また河床低下による砂防ダム等の破壊(タイプ3)が上流に向けて連続し、さらに堰堤本体の基礎部が洗掘されるタイプ2が上流に連続している。

(3) 砂防ダム群の破壊過程

これらのことから砂防ダム群の破壊過程の可能なシナリオとして、次のようなことが考察される。

プチ川の砂防ダムの基礎は浮き基礎タイプであるので、激しい河床低下に弱い構造である。床固め工を含めて連続する構造物がすべて健全であれば、群としても健全な状態を維持することができるが、たとえば一つの床固め工が破壊すると、河床低下が上流に広がり、浮き基礎であるがゆえに下流側から順に構造物が破壊されることが考えられる。今回の噴火後、火山灰堆積物表面のクラスト化により洪水流量が大きくなり、とくに勾配が急で流砂量の大きい箇所の構造物下流で河床低下が進行し、まず一つあるいは複数の構造物が破壊したと考える。そうすると、これがきっかけとなり、河床低下が上流に進行し、構造物が連続的に破壊される。しかし、時間的

な理由と山地からの土砂供給のために、最上流域の砂防ダムでは基礎部の侵食は進んだが、破壊にまでは至らなかった。勾配の緩い箇所では、土砂を高濃度に含む洪水によって水通し部が摩耗し、部分的に破損するタイプ1になり、さらに下流では勾配が緩いため土砂が堆積し、砂防ダムが埋没するタイプが発生した。以上のようなプロセスが実際に起こったかは、現地調査や数値計算などから詳細に検討する必要がある。

プチ川のように、浮き基礎の砂防ダム等が連続する場合、土砂供給量が少ない条件(砂防ダムへの堆積のため下流への土砂供給が少なくなる場合や砂利採取で河床低下が進み、その区間の下流での土砂供給が少なくなるような場合も含む)では、河床低下が著しくなる可能性があり、今回のような連続的な破壊過程が生じる可能性がある。もしも、連続する砂防ダムの中に河床低下に強いダムがあれば、連続的な破壊はそこで停止すると考えられるため、連続する砂防ダムのいくつかを河床低下に強いキー砂防ダムとすることが重要であろう。

5. その他の調査結果

5.1 チョデ川の調査結果

チョデ川はジョクジャカルタ市街地を流れ、氾濫すると都市機能に障害が生じる。上流のボヨン川には火砕流があまり流入していないので、チョデ川への土砂供給量があまり大きくなかった。しかし、Photo 10に示すように、2010年11月29日時点でチョデ川は土砂堆積で河床が上昇し、氾濫の危険性が高まっていた。地域のコミュニティは洪水に警戒して、Photo 11のように危険水位をペンキでマークして備えていた。

5.2 ゲンドル川のその後

ゲンドル川上流の区域は現在住宅等の建設を規制している。Photo 12はNGOがメラピ火山監視のために作ったタワーであり、2012年1月29日の時点で、基本的にこれより上流へは車両規制がなされていた。カリアダム周辺は以前キャンプ場であったが、再開発はされないようである。

5.3 砂利採取事業の役割と管理

メラピ火山地域では砂利採取が盛んであるが、火山噴火後、砂利採取は過剰な堆積土砂の除去と河道形成のための緊急対策として位置付けられる。すなわち、洪水の疎通能力を高めるための河道掘削と堤防の仮設のための砂利採取である。しかし、この地域のこれまでの状況を見ると、過剰な土砂堆積→緊

急的な除石（砂利採取）→砂利採取事業の活性化→過剰な砂利採取→地域の荒廃という構図があり、今後、防災と利用、環境面から長期的な土砂管理を適切に行うことが必要である。

6. おわりに

2010年のメラピ火山噴火は、1億4千万m³の土砂を生産する非常に大規模なものであり、その結果流域に直接的または間接的な被害をもたらした。直接的な被害としては、火砕流によるものであるが、最近発生した火砕流に比べて流出範囲が大きく、避難が後手に回ったことは否めない。火砕流の土砂量の予測ができれば、その流出範囲はシミュレーションである程度予測することができるが、的確な警戒避難のためには土砂量の予測が重要であると思われる。

火砕流による地形変化や火山灰の堆積による降雨流出率の増加は、洪水がこれまで少なかった河川に大洪水を引き起こし、また洪水流量の増加をもたらす。これらによる災害は、噴火の間接的な影響と考えることができる。2010年の噴火によって、同様のプロセスで土石流の発生と土砂氾濫、橋梁の流失などが発生したが、幸いにもこれらによる死者はほとんど無かった。土砂災害常襲地域であることから、地方政府や住民の土砂災害に対する防災意識が高いことがこの要因の一つであると思われる。

特徴的な土砂災害として、プチ川で発生した連続する砂防ダム等の連鎖的な破壊・破損が挙げられる。通常の洪水に対する土砂流出の制御には効果を発揮するが、極端な河床低下により床固め工が破壊すると河床低下が上流に広がり、連鎖的に砂防ダム等が破壊・破損するというプロセスが推測されたが、原因究明を詳細に行い、それを今後の防災対策に活かす必要がある。

謝 辞

本調査は、一部、防災研究所突発災害調査経費、防災フォーラム海外災害調査経費、砂防学会海外調査費を使用して行った。関係各位に心から感謝する。

参考文献

- Jazaul Ikhsan(2010): Study on Integrated Sediment Management in an Active Volcanic Basin, Doctor Thesis, Kyoto University.
- Siswowardjoyo, S., Suryo, I. and Yokoyama, I. (1995): Magma eruption rates of Merapi Volcano, Central Java, Indonesia, during one century (1890-1992), Bulletin Volcanology, Vol.57, pp.111-116.

(論文受理日：2012年6月7日)

Sediment Disasters due to Mt. MERAPI Eruption 2010

Masaharu FUJITA, Kuniaki MIYAMOTO⁽¹⁾, Yutaka GONDA⁽²⁾, Norifumi HOTTA⁽¹⁾, Hiroshi TAKEBAYASHI, Shusuke MIYATA, Djoko LEGONO⁽³⁾, Muhammad SULAIMAN⁽³⁾, Faisal FATHANI⁽³⁾ and Jazaul IKHSAN⁽⁴⁾

(1) Graduate School of Life and Environmental Sciences, Tsukuba University

(2) Department of Production and Environmental Science, Niigata University

(3) Department of Civil and Environmental Engineering, Gadjah Mada University, Indonesia

(4) Department of Civil Engineering, University of Muhammadiyah Yogyakarta

Synopsis

Eruptions of Mt. Merapi, Yogyakarta, Indonesia produced a lot of pyroclastic flows in 2010. The pyroclastic flows directly killed more than three hundred people in south slope area and the topographical change due to the pyroclastic flows caused some severe floods in Opak River where little flood had occurred before the eruption. The widely deposited volcanic ash on south-west slope caused several large floods up to the end of rainy season in 2011. Particularly, the change in rainfall runoff process due to the deposition of volcanic ash seems to be one of the reasons why the large floods occurred frequently after the eruptions. As a result a lot of infrastructures such as roads, bridges and sabo structures were severely damaged in the tributaries of Progo River and Opak River.

Keywords: Merapi Volcano, eruption, pyroclastic flows, debris flows, sediment disasters, Indonesia

東日本大震災の津波による建築被害

田村修次

要 旨

東日本大震災では、津波によって無数の建物が流され、壊滅的な被害を受けた。本稿では、地震発生から約1ヶ月後に行った女川町、気仙沼市、陸前高田市、石巻市の地震被害調査をもとに、津波による建築被害を報告する。戸建て住宅は基礎のみを残して流され、鉄骨造建物では外装材が流され柱・梁・床のみ残されるケースが多い。津波による構造的被害は鉄筋コンクリート造建物で最も軽微であった。ただし、フーチングと杭基礎の接合部が破壊して鉄筋コンクリート建物が流され転倒したケースがあった。津波避難ビルでは、基礎構造にも十分に留意する必要がある。

キーワード：2011年東北地方太平洋沖地震、津波、建物被害、基礎構造

1. はじめに

2011年東北地方太平洋沖地震では、津波によって無数の建物が流され、壊滅的な被害を受けた。本報告は、地震発生から約1ヶ月後に行った宮城県および岩手県沿岸部の地震被害調査をもとに、津波によ

る建築被害を報告するとともに、建物が転倒した要因を地盤・基礎構造の観点から考察する。なお、被害調査を行った日程は下記である。

4月14日、5月5日：女川町

4月15日：気仙沼市、陸前高田市

4月16日：石巻市



Photo 1 RC 4-story building A, tsunami reached 4th floor (Rikuzentakada-city)



Photo 2 Damage to building A possible caused by floating wreckage



Photo 3 RC 4-story building B, tsunami reached 4th floor



Photo 4 Scour around building B

2. 岩手県陸前高田市における建物被害

東北地方太平洋沖地震津波合同調査グループによると、陸前高田市の浸水高さは15mに達した。市内の低地は壊滅的な被害を受けた。

2.1 鉄筋コンクリート造建物の被害

Photo 1は、岩手県立T病院である。4階まで浸水している。浸水高さが14~15m程度であったことが分かる。洗掘によってフーチングが露出しているものの、建物の沈下・傾斜はない。漂流物の衝突によると思われる損傷があった (Photo 2)。ただし、構造体の損傷は軽微であった。

Photo 3は、鉄筋コンクリート造4階建ての集合住宅である。4階まで浸水し、建物4隅の周辺地盤に洗

掘の跡 (Photo 4) があるものの、構造体の損傷は軽微である。

住宅を思われる鉄筋コンクリート2階建ての建物が転覆していた (Photo 5)。Photo 6に示すようにフーチングには、杭の痕跡があった。フーチングと杭基礎との接合部は脆弱である。地震または波圧によって、フーチングと杭の接合部が破壊し、浮力によって浮上り、流され転覆したと思われる。周囲は瓦礫で覆われ、建設場所は不明である。同様に転覆した小規模RC建物は陸前高田市役所の近傍にもあった (Photo 7)。Photo 8は転倒した鉄筋コンクリート2階建て (直接基礎) である。

以上のように、中層の鉄筋コンクリート造では、柱・梁などの構造体の被害は軽微であった。ただし、小規模な鉄筋コンクリート造建物では浮力によって流さ



Photo 5 Overturned building C



Photo 6 Pile cap of building C



Photo 7 Overturned building



Photo 8 Toppled building



Photo 9 Damage of cladding of building D (Sea side)



Photo 10 Building D (Mountain side)



Photo 11 Damage to steel structure



Photo 12 Damage to steel structure



Photo 13 Damage to steel structure



Photo 14 Remained house's foundation

れ、転倒・転覆したケースがあった。

2.2 鉄骨造建物の被害

大型ショッピングセンターである鉄骨造3階建てでは、壁が破壊されていた(Photos 9, 10)。海側の壁は、外向き(山から海側)に破壊していた。鉄骨造の戸建て住宅の多くは、Photos 11, 12のように、外装材が流され柱・梁・床のみを残していた。また、Photo 13のように柱が塑性しているケースもあった。

2.3 木造家屋の被害

木造家屋は、Photo 14に示すように基礎のみを残し、流されるケースがほとんどであった。

3. 宮城県気仙沼市および石巻市における建物被害

浸水高さが5mに達する南気仙沼駅の周辺では、Photos 15, 16のように多くの木造家屋が流され、壊滅的な被害を受けた。鉄筋コンクリート3階建ての建物では2階まで浸水した(Photo 17)。2階の窓から脱出した形跡があった。1階からの脱出が水圧や瓦礫のため困難だったと思われ、また、気仙沼市では火災も発生し、Photo 18に示すように黒く焼けた建物が点在

していた。また、鉄骨造3階の鉄骨が折れ曲がっていた(Photo 19)。気仙沼港の近くでは、Photo 20に示すように大型船や漁船が陸に打ち上げられていた。

石巻市では地盤が流失し道がなくなり、建物が浸水していた(Photos 21, 22)。古地図によると、この場所は埋立地で、明治期には小川の河口に対応する。液状化して地盤のせん断剛性が低下した状態で、津波で来た可能性も考えられる。石巻市では、多くの戸建て住宅が津波によって流された。ただし、大型鉄筋コンクリート造建物(石巻市立病院)の背面(山側)の区画では、木造戸建て住宅が残っていた(Photo 23)。一方、その山側では、基礎を残して大部分の戸建て住宅が流された(Photo 24)。この隣接する2つの場所で浸水高さが異なっていたとは考えられず、大型鉄筋コンクリート造建物によって津波の影響が軽減した可能性が考えられる。

4. 宮城県女川町における建物被害

4.1 女川町における被害概要

Photos 25-28は、町立女川病院の駐車場から撮影した被災地の様子である。多くの建物が流失し、転倒した中層建物が点在していることが分かる。町立女川病院は、Photo 29に示すように標高15m程度の高台に位



Photo 15 View of Kesennuma-city



Photo 16 View of Kesennuma-city



Photo 17 RC 3-story building, tsunami reached 2nd floor



Photo 18 RC 3-story building, damage caused by Tsunami and fire



Photo 19 Damage to steel structure



Photo 20 Ship on land

置するが、その1階まで津波は到達した。低地の3階建て建物の屋上に車が残されていた(Photos 31)。東北地方太平洋沖地震津波合同調査グループによると、女川町の浸水高さは19mに達した。女川町では、建物の基礎構造に着目して建物被害を報告する。

4.2 杭基礎建物の被害

女川町では、杭基礎で支持された鉄筋コンクリート4階建ての建物が転倒していた(Photo 32)。この建物は、建設場所から山側に70m程度流され、転倒した(Photo 33)。Photo 34に示すように連続したフーチ

ングに直径300mmのPC杭基礎が1本ぶら下がっていた。この杭はほぼ無傷であった。それ以外の杭は、すべてフーチングと杭頭の接合部で破壊していた。建設地点には杭基礎が突出した状態で残されていた。残された杭基礎の破壊形態から曲げと引き抜き力が杭に作用したと思われる。

杭基礎で支持された鉄骨造4階建ての建物が山側に10m程度流され転倒した(Photos 35, 36)。建設場所と転倒場所の間に位置する駐車場では、建物が流された時にできたと思われる亀裂が1つあるものの、それ以外に目立った損傷はない(Photo 37)。これから、建物



Photo 21 Road washed away by tsunami
(Ishinomaki-city)



Photo 22 Road washed away by tsunami
(Ishinomaki-city)



Photo 23 Remained houses behind RC building



Photo 24 Remained house's foundation

は津波による浮力で浮き上がって移動した後、転倒したと思われる。この建物の基礎は、フーチングを杭が2本ないし3本で支持する形式である (Photo 38)。建物の基礎には、直径300mmのPC杭基礎が1本ぶら下がっていた。それ以外の杭は、すべてフーチングと杭基礎の接合部で破壊していた。この杭基礎のフーチングの接合部は、中詰めコンクリートであり、ぜい弱である。ほとんどの中詰めコンクリートが破壊し、鉄筋のみが残されていた。杭頭接合部が地震で損傷し、その後の津波で破断した可能性が考えられる。

杭基礎で支持された2階建ての鉄筋コンクリート建物(冷蔵倉庫と思われる)が転倒した (Photo 39)。この建物の基礎は、1つのフーチングを杭が4~5本で支持する形式である。この建物も海側から山側に7m程度流されて転倒した。その途中には高さ1m程度の壁があったが、それを乗り越えている。これから、1m以上浮上って流されて転倒したと考えられる。この建物の杭とフーチングの接合部もPhoto 40に示すように極めて脆弱なものであった。全ての杭がフーチングとの接合部で破断していた。

杭基礎で支持された2階建ての鉄筋コンクリート建物が転倒した (Photo 41)。この建物は、海からほぼ直角の方向に倒れていた。Photo 42に示すように、フーチングとの接合部で破壊した杭と接合部から1m

程度下で破壊した杭が混在していた。

Photo 43は海岸に隣接した大規模な観光施設(鉄筋コンクリート3階建て)である。この建物は竣工1994年 (Wikipedia)である。海に面していることから、津波の直撃を受けたと考えられる。基礎周辺では洗掘が激しく (Photo 44)、地盤も一部流失しているものの、傾斜や建物の移動はない。構造体の損傷も確認できなかった。

日本の建築物の耐震性能は、1981年の新耐震設計法の導入で飛躍的に高まった。しかし、杭基礎の耐震設計は義務化されず、杭の性能は鉛直支持性能だけで決まっていた。杭基礎の耐震設計は1984年から推奨され、2001年に建設省告示で義務化された。陸前高田市や女川町で杭が破壊された転倒した建物は、建設年代の古いものであった。一方、建設年代の新しい中層鉄筋コンクリート造建物の多くは津波に直撃されても残っていた。これは、杭の耐震設計が行われていたか、否かによる違いが大きかったと思われる。

4.3 直接建物の被害

直接基礎(べた基礎)で支持された3階建て鉄筋コンクリート建物が山側から海側に流され転倒した (Photo 45)。基礎の根入れ深さは1m程度であった。



Photo 25 View of Onagawa-chou



Photo 26 View of Onagawa-chou



Photo 27 View of Onagawa-chou



Photo 28 View of Onagawa-chou



Photo 29 Camera station of Photos 21-24



Photo 30 Car on steel 3-story building



Photo 31 Car on RC 3-story building



Photo 32 Toppled RC 4-story building E



Photo 33 RC building E carried 70 m away and toppled



Photo 34 Pile of toppled building E



Photo 35 Toppled steel structure 4-story building F



Photo 36 Estimated location of building F



Photo 37 Toppled building F



Photo 38 Pile of toppled building F



Photo 39 Toppled RC 2-story building G



Photo 40 Pile cap of toppled building G



Photo 41 Toppled building H



Photo 42 Piles of toppled building H



Photo 43 RC 3-story building I at sea-side



Photo 44 Extensive scour around building I



Photo 45 Toppled RC 3-story building



Photo 46 RC exterior walls out-of-plane failure



Photo 47 Building J at sea-side



Photo 48 Extensive scour around building J



Photo 49 Damage to steel structure



Photo 50 Damage to steel structure



Photo 51 Tilted steel structure building K



Photo 52 Extensive scour around building K



Photo 53 Remained house's foundation



Photo 54 Damage to steel structure



Photo 55 Ground settlement around building nearby building E



Photo 56 Ground settlement around building nearby building H

4.4 建物の構造種別と津波被害

鉄筋コンクリート構造では、壁が破壊 (Photo 46) される被害があったものの、柱や梁などの構造体が破壊して倒壊したケースは無いと思われる。女川港に隣接した鉄筋コンクリート造2階建てでも、基礎周辺地盤に激しい洗掘の跡があったものの、構造的被害は軽微であった (Photos 47, 48)。

鉄骨造では、柱、梁の構造体を残し、壁が破壊されて流されるケースが多く見られた (Photos 49-52)。Photo 49のように、隣接する鉄筋コンクリート造建物では構造的被害が軽微なケースもあった。鉄骨造の津波に対する性能は、鉄筋コンクリート造に比べて劣ると思われる。なお、Photo 51の建物は、洗掘された跡に建物が落ち込み (Photo 52)、大きく傾斜していた。

木造家屋は、Photo 53に示すように基礎のみを残して流されるケースが多く見られた。女川町では津波の浸水域は、ほとんどの木造家屋は流されており、数m以上の浸水高さの津波に対しては、木造家屋は流されるリスクが極めて高い。なお、列車が丘の上まで流されていることが分かる。

4.5 建物に作用した荷重

女川魚市場の山側に位置する鉄骨造2階建て建物では、Photo 54に示すように、2階が塑性変形し、1階は概ね弾性変形だった。この建物の構造体の寸法を実測し、1階と2階の耐力を算定したところ、外力を20~25kN/m²程度の動水圧(等分布)と仮定すると、実被害を説明することができた。一方、静水圧(三角形分布)を仮定すると、1階が弾性で、2階が塑性というモードの説明は困難であった(林, 田村, 2012)。動水圧が建物に対する津波荷重で卓越するという考えは、前述の石巻市で大型鉄筋コンクリート造建物の背面(山側)の区画で、木造家屋が流されずに残ったことと整合する。建物に作用する津波荷重については、更なる検討が必要である。

4.6 液状化の影響

女川町では、明治以降、沿岸部で埋立が行われた。前述の転倒した建物は、1949年以降に埋立されたエリアに集中している。埋土は標準貫入試験によると、N値3~7の「粘性土を多く含む砂礫」であり、液状化の危険性は高い(国総研, 建築研究所, 2012)。また、支持杭と思われる建物の周辺地盤は沈下しており (Photos 55, 56)、液状化したことを裏付けている。地盤のせん断剛性が著しく低下したときに、津波による水平力、浮力が作用すれば、杭基礎がほぼ無傷で引き抜かれたことも説明できる。ただし、女川原発で最大津波を観測した時刻は15:29であり、本震の発生から43分後である。15:06にはM7.4の余震(125 gal, K-

Net 石巻)が観測されており、余震で再度、過剰間隙水圧が上昇した可能性が高い。また、残った建物の周辺地盤で洗掘が激しく起きており、津波によって表層の砂地盤で有効上載圧の低下、過剰間隙水圧の上昇した可能性もある。液状化と津波の複合災害は、今後の課題である。

5. 津波避難ビルについて

東日本大震災では、防波堤・防潮堤等では想定外の大津波を防ぎきれないことが明らかになった。人命を守るには、津波時に避難する建物(津波避難ビル)が重要になる。今回の津波被害から、津波避難ビルに求められる要件を下記に述べる。

①建物の高さが津波よりも高いこと。

東日本大震災では4階まで津波が到達した。

②構造は鉄筋コンクリートとする。

波圧の設定は更なる検討が必要であるが、被害事例からは、ある程度の規模の鉄筋コンクリート建物では、新耐震レベルの耐震性があれば上部構造体の致命的な損傷は免れている。

③基礎は杭基礎とし、支持力に問題がなくても直接基礎としない。

杭基礎は、地震時における水平力のみならず、浮力による引抜き力に耐えるようにする。特に、フーチングと杭の接合条件や、既製杭の継ぎ手の強度にも十分な配慮が必要である。液状化の危険性が高い地盤条件では、液状化地盤内の周面摩擦をゼロとして、浮力に相当する引抜き力を考慮して設計する。

6. 津波による建物被害のまとめ

(1)女川や陸前高田では、杭基礎が破壊して鉄筋コンクリート建物が流され転倒した。杭の破壊の多くは、フーチングと杭の接合部で発生していた。転倒した鉄筋コンクリート建物の建設年代は古く、杭基礎の耐震設計はされていない。そのため、フーチングと杭頭の接合部は脆弱であったためと考えられる。

(2)アスペクト比の小さい2階建て鉄筋コンクリート建物が転倒・転覆した事例が多くみられた。転倒した建物は、津波波圧のみならず浮力が大きく作用していたと考えられる。

(3)女川町ではPC杭がほぼ無傷で引き抜かれていた。周辺地盤が沈下しており、液状化した可能性が高い。地盤が液状化して、地盤のせん断剛性が著しく低下しているときに津波による水平力、浮力が作用することを考えると、杭基礎がほぼ無傷で引き抜かれたことも説明できる。

(4)建設年代の新しい大規模な鉄筋コンクリート造建

物では、津波の直撃を受けても建物の移動、傾斜は無く、基礎を含む構造体の損傷が確認されなかった。

(5) 女川町の鉄骨造2階建物の被害モードは、20～25kN/m²程度の動水圧(等分布)と仮定すると説明することができた。

謝 辞

被害調査は、京都大学防災研究所の林和宏博士 (JSPS特別研究員)、保木和明博士 (北九州大学講師、元防災研究所特定研究員)、鍾育霖博士 (台湾国立高雄応用科技大学、元JSPS外国人特別研究員)、古川幸博士 (東北大学助教、元京都大学大学院生)、伊藤麻衣博士 (防災研究所特別研究員、元京都大学大学院生)、榎田竜太博士 (京都大学特別研究員、元京都大学大学院生)、京都大学大学院生の栗木周君と行った。記して、感謝します。

参考文献

- 林 和宏, 田村修次 (2012) : 東北地方太平洋沖地震における津波が小規模建物に及ぼした水平力, 構造工学論文集, Vol.58B, pp.117-123.
国土技術政策総合研究所, 建築研究所 (2012) : 平成23年 (2011年) 東北地方太平洋沖地震被害調査報告, 国総研資料第674号, 建築研究資料第136号

(論文受理日 : 2012年6月25日)

Building Damage caused by Tsunami of the 2011 Great East Japan Earthquake

Shuji TAMURA

Synopsis

An innumerable number of houses were destroyed by tsunami of the 2011 Tohoku-Chiho taiheiyo-Oki Earthquake. This paper reports the building damage caused by the tsunami at Onagawa-cho, Isinomaki-city, Kesennuna-city and Rikuzentakada-city. In the investigated area, where tsunami was extremely high, many wooden houses were washed away, excepted houses on high ground. Most of the exterior walls of steel buildings were destroyed and washed away. Structural damage of RC building was relatively limited. However, RC 4-story building was swept away and topple, because the pile cap-pile joints were collapsed. This indicates that the seismic design of pile foundations is important for tsunami refuge buildings.

Keywords: The 2011 off the Pacific coast of Tohoku Earthquake, Tsunami, Building damage, Pile foundation

2011年台風12号による深層崩壊

千木良雅弘・松四雄騎・ツォウ チンイン・
平石成美⁽¹⁾・松澤真⁽²⁾・松浦純生

(1) 財団法人深田地質研究所

(2) パシフィックコンサルタンツ

要 旨

台風12号は、2011年9月2日から5日にかけて西日本を横断し、特に紀伊山地に2000mmを超える降雨をもたらし、主に四万十帯で50以上の深層崩壊を発生した。発生したものの内大規模な14の深層崩壊について、発生前後の1m-DEM解析および空中写真観察、さらに地質調査を行った結果、いずれも発生前に将来冠頂となる位置に重力変形による小崖または線状凹地を伴っていたことがわかった。これらの小崖は、比高2mから50mで、空中写真では極めて注意深く観察して見出されるものが多い。斜面傾斜方向断面で考えると、その水平長と崩壊斜面水平長との比は5~21%であり、これは発生前の斜面変形程度が小さかったことを示している。これらの斜面変形の多くは、楔形不連続面に沿うすべりによるものである。発生時の特定された19の深層崩壊は、レーダーアメダス解析雨量によれば、3日間での累積雨量が約700mmを超えるあたりから発生した。

キーワード: 台風12号, 深層崩壊, 航空レーザー計測, 小崖, 重力斜面変形

1. はじめに

2009年に台湾で発生した小林村の深層崩壊以来、深層崩壊が強く注目されている。小林村の崩壊は、台風モラコットによる豪雨によって発生したもので、一つの崩壊がたった92秒間に村を全滅し、400人以上の人命を奪った(Tsou et al., 2011)。このように深層崩壊は極めて短時間に、かつ大規模に発生するものであるため、災害軽減のためには、その発生場所を予測することが極めて重要である。我が国では、2001年の土砂災害防止法施行以来、各自治体で土砂災害危険個所の調査・指定が行われてきているが、この対象は土石流、崖崩れ、地すべりであり、足の長い深層崩壊は対象とされていない。そのため、少なくとも発生場所を予測する技術を確立することは急務である。従来の研究で、重力による斜面の変形が深層崩壊に移り変わるとの研究があるが(Chigira et al, 2003 ; Crosta, et al., 2006), 未だに深層崩壊の発生場所予測手法は確立されていない。これは、主に、その発生が稀であることと、発生前の地形的特徴のデータが乏しいことによる。

2011年台風12号は、9月2日から5日にかけて、四国

と中国地方を横断した。そして、台風の進行方向右側にあたる紀伊山地では大量の降雨が生じ、多数の深層崩壊が発生し、天然ダムが形成され、それらの内5か所では残存した天然ダムの決壊が強く懸念された。この台風の結果、奈良県と和歌山県では、土砂災害による死者47名、洪水による死者12名、その他の死者22名を含めて、合計81名の犠牲者が生じた。土砂災害による死者は、土砂の直撃を受けたものと、増水した川への土砂の突入による“津波”によるものがあつた。

ここでは、深層崩壊に焦点を絞り、発生前の地形および地質構造を明らかにし、また、発生に至った降雨量についてまとめる。そのために、1) 国土交通省、奈良県、和歌山県等が取得した航空レーザー計測(LiDAR)データおよび国土地理院撮影の空中写真を用いた地形解析と崩壊地の判読、2) ヘリコプターによる空中からの観察、3) 主要な深層崩壊地についての現地調査、4) レーダーアメダス解析雨量の分析を行った。

2. 地形・地質の概要

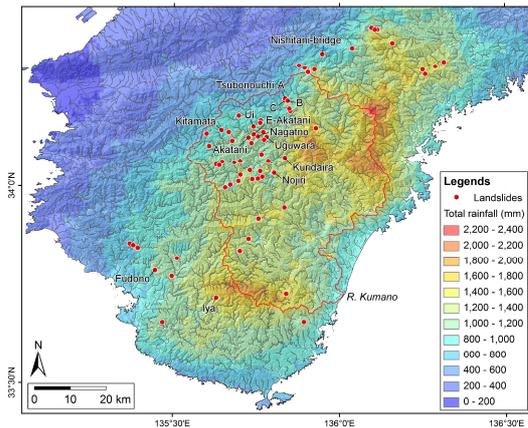


Fig. 1 Distribution of deep-seated landslides and cumulative rainfall from 31 August to 5 September, 2011.

紀伊山地は標高1915mの八経ヶ岳を最高峰とする山地で、そこに分布する山稜頂部は比較的標高がそろっている。紀伊山地の中央部には熊野川と北山川が北から南に向けて流れている (Fig.1)。紀伊山地の大部分はこれらの水系の流域となっており、北部を西流する紀ノ川水系の流域は狭く、その流域と熊野川流域および北山川流域との流域界は北部に偏っている。平石・千木良 (2011) は、熊野川上流の十津川支流の中原川で地形解析を行い、高標高部に古地形面が広く分布し、それを河川が下刻し、谷中谷が形成され、この下刻に伴って足元をすくわれた斜面、特に流れ盤斜面で重力による斜面変形と崩壊が発生していることを報告した。そして、この古地形面が広く広がり、このような地形プロセスが紀伊山地一帯にあるであろうことを指摘した。

紀伊山地の主体は東西に延びる中央構造線よりも南側の西南日本外帯に位置し、最北部に三波川帯と秩父帯が分布し、その南側の広い範囲は四万十帯となっている。今回の災害発生発生の主要部は四万十帯に位置し、北部の一部の崩壊は秩父帯に位置している。四万十帯は御坊—萩構造線を境に、白亜系の付加コンプレックスからなる北帯 (日高川帯) と古第三系の付加コンプレックスとに分けられる。白亜系と古第三系とは、紀伊半島中央部東寄り以南に長い中新世の大峰花崗岩に貫かれ、その周囲はホルンフェルス化している (志井田他, 1989)。大局的な地形をみると、この花崗岩とホルンフェルスの分布域が紀伊山地で最も高い地域となっている。また、白亜系部分に比べて古第三系部分で山陵の標高は低下している。古第三系分布域の南西側と南東側とは、それぞれ中新世の田辺層群と熊野層群とが分布している (田辺研研グループ, 1984; 棚井・水野, 1954)。

3. 深層崩壊の発生と降雨

8月30日17時からの総降水量は、紀伊半島の広い範囲で1000mmを超え、奈良県北山村では降り始めの8月30日から9月5日までの総雨量が2439mmを記録した (竹林他, 2011)。AMeDASによる過去30年間の観測によれば、紀伊半島の年平均降水量は北西部で約1300 mm、南東部の多雨地域で3000 mmを超える。台風12号による崩壊発生の特徴は、表層崩壊が少なく、深層崩壊が散点的に発生したことである。このことは、ヘリコプターによる空からの観察でも明らかであり、また、2005年の台風14号による九州山地での崩壊発生状況と同様であった (Chigira, 2009)。その発生は、メディアの報道や聞き取り調査など様々な資料をもとにすると、9月3日午後6時頃の野尻の崩壊に始まり、4日の夕刻にかけて発生した (付録 Table A-1, 2)。深層崩壊は50か所以上で発生し (Fig. 1)、それらの内、5か所 (赤谷, 長殿, 北股, 熊野, 栗平) では天然ダムが形成・残存し、その決壊が強く懸念され、改定土砂災害防止法に基づいて、国土交通省による緊急調査が実施された。また、十津川村野尻では崩壊土砂が増水した十津川に突入し、河川水の流路を対岸に押し付け、そこにあった家屋が流失し、8名が犠牲となった。十津川村宇宮原では、やはり崩壊土砂が増水した十津川に突入し、おそらく河川を一時的にせき止め、結果的に上流に向かう“津波”を引き起こし、それが突入箇所から1km上流にある長殿発電所を破壊した。五條市宇井地区では、対岸の崩壊土砂に襲われ、11名が犠牲となった。

台風による累積雨量は、紀伊山地の東側と南側で多かったが (Fig. 1)、深層崩壊の発生はむしろ、紀伊山地の中央部で、累積降雨量は相対的には少ない範囲であった。これは、単に累積降雨量が深層崩壊の発生場所を決めたのではなく、地域の“雨慣れ”も反映していることを示唆している。

我々は、地震波形解析 (Yamada et al., in press) および聞き取り調査や報道資料などにより、19の崩壊について、それらの発生時を特定した。それらについて、1 kmメッシュのレーダーアメダス解析雨量の正時値を用いた共一次内挿法によって、深層崩壊発生地点にもたらされた降水の経時変化を復元したものがFig. 2である。これによれば、深層崩壊の発生が降雨終了間際から終了後10時間以内に発生したこと、また累積雨量が700mm以上に達したあたりから生じたことが明確になった。これだけ多くの深層崩壊について、発生までの累積雨量が正確に求められたのは初めてである。

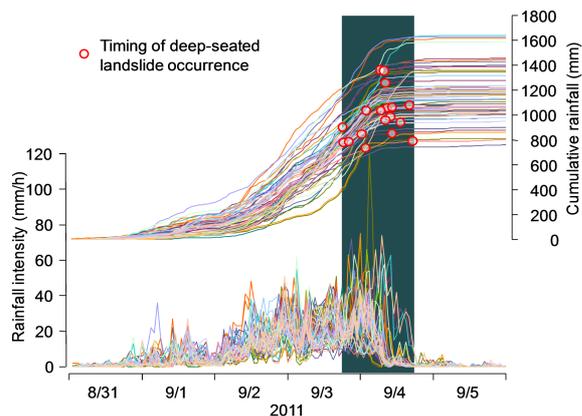


Fig. 2 Hourly rainfall intensity and cumulative rainfall and the occurrence of deep-seated catastrophic landslides. Dots on the cumulative rainfall lines indicate the occurrence of the landslides.

4. 深層崩壊の規模

深層崩壊は、Fig.1に示したように50か所以上で発生したが、地形と地質の調査対象としたのは、それらの内大規模な深層崩壊14か所である。これら14の崩壊の内9か所については近畿地方整備局あるいは奈良県によって崩壊発生前後の1mメッシュDEM (Digital Elevation Model, 数値地形モデル) データが取得されており、また、1か所(西谷橋)については崩壊発生前のみ1mメッシュの詳細DEMデータが近畿地方整備局によって取得されていた (Table 1)。

これらのDEMデータを用いて地形解析を行った。さらに、詳細DEMデータがない個所については、国土地理院が1976年に撮影したカラー空中写真を用いて崩壊発生前の地形を観察した。

崩壊地の面積を1mメッシュのDEM または国土地理院発行の10mメッシュのDEMを用いて計測した。その結果、最大規模のものは、548500m²の栗平の崩壊、次いで赤谷の崩壊423700m²、これらのうち最も小規模のものは坪内Aの崩壊で、面積35800m²であった (Table 1)。従来、大規模崩壊は規模が大きいくほど発生頻度が少なくなることが知られており (羽田野, 1968; 平野・大森, 1989), 規模と発生頻度の図に台風12号による深層崩壊をプロットしたのがFig. 3である。この図から、今回の崩壊は平野・大森 (1989) が指摘した明治22年の十津川災害の際に発生した崩壊と同様の領域にプロットされることがわかる。このことは、崩壊発生域の地質が類似していること、また、両者ともに降雨によって発生したことを反映していると考えられる。

発生前後のDEMから崩壊源の範囲を読み取ると、最大のものはやはり栗平の崩壊で、373,600m²であった。各崩壊地について断面図を複数作成し、堆積物に覆われた崩壊分離面を推定して崩壊体積を算出した結果がTable 1に示してあるが、それによれば、最大の崩壊は栗平の崩壊 (約1400万m³)、次が赤谷の崩壊 (約800万m³) であった。栗平の崩壊体積は、2009

Table 1 A list of landslides induced by typhoon 1112

Landslide	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	
	Akatani	Akatani-E	UJ (Ooto-Shimizu)	Nagatono	Tsubonouchi			Kitamata	Ugahara	Nishitani-bridge	Iya	Nojiri	Kuridaira	Fudono	
Scale	Landslide area (m ²)	423,700	221,400	132,300	220,700	35,800	41,000	112,900	89,900	246,800	104,300	336,900	266,100	548,500	51,700
	Source area (m ²)	297,900	191,200	50,500	297,900	23,900	35,000	76,000	46,500	122,600	62,500	173,700	134,300	373,600	20,100
	Average depth (m) (Half of maximum depth)	35	25	25	30	12	10	15	15	15	Unknown	35	13	40	10
	Volume (m ³ , from profiles)	8,200,000	2,100,000	930,000	4,100,000	240,000	340,000	1,200,000	880,000	1,600,000		5,200,000	1,800,000	14,000,000	240,000
Landform before the events	Landslide dam	Remained	Breached	Breached	Remained	Breached	Breached	Breached	Remained	Breached	No	Remained	Breached	Remained	No
	Arcuate scarplet angle (Horizontal length, d)	Yes	Yes (obscure)	Yes	Yes	Yes	Yes	Yes							
	Linear depression	No	Yes (32 m wide)	No	No	No	No	No	No						
	Horizontal slope length (L)	902 m	990m	360m	600 m	195 m	306 m	255m	312 m	606 m	481m	—	—	—	—
	Σ d/L (%)	5	—	16	17	13	21	18	14	—	6	—	—	—	—
	Slope angle (line connecting the crown with the foot)	34	33	36	34	32	31	30	32	34	31	27	28	31	32
	Previous failure at lower part	Yes	No	Yes	No	Δ (Steep slope)	Yes	Δ (Steep slope)	No						
	Within a large gravitationally deformed slope	No	No	No	No	Yes	Yes	Yes	No	No	No	Yes	No	No	No
	Apparent friction angle (°)	23	23	19	25	23	28	20	20	20	24	19	19	24	17
	Equivalent coefficient of friction	0.42	0.42	0.34	0.47	0.42	0.53	0.36	0.36	0.36	0.45	0.34	0.34	0.45	0.31
Geology	Formation	Hidakagawa Fm in the Shimanto Belt	Takahara Fm in the Chichibu Belt	Muro Fm.	Hidakagawa Fm in the Shimanto Belt	Hidakagawa Fm in the Shimanto Belt	Otonashi-gawa Fm.								
	Lithology	Chaotic rock	Chaotic rock	Chaotic rock	?	Chaotic rock	Chaotic rock and red shale	Chaotic rock	Chaotic rock	Chaotic rock (and debris)	Chaotic rock	Ss, Ss-Ms altn.	Chaotic rock	Chaotic rock	Chaotic rock, Ss-Ms altn.
	Wedge	Yes (small)	Probable	Yes	Yes	Yes	Yes	Yes	No	Yes	Yes	No	Probable	Probable	Yes
	Buckling	No	No	No	No	No	No								
High-resolution DEM	Flexural toppling	No	Yes	No	No	No	No	No							
	1m-DEM before the events	KKR*	KKR*	No	No	No									
	1m-DEM after the events	FY2009 Nara Pref. (Gojo office)	FY2009 KKR*	FY2009 Nara Pref. (Gojo office)	FY2009 KKR*	FY2009 Nara Pref. (Gojo office)	FY2005 No	—	—	—					
		7 Sept. 2011	23 Sept. 2011	7 Sept. 2011	7 Sept. 2011	7 Sept. 2011	7 Sept. 2011	7 Sept. 2011	23 Sept. 2011	7 Sept. 2011	—	7 Sept. 2011	7 Sept. 2011	23 Sept. 2011	

* KKR: Kinki Regional Development Bureau, Ministry of Land, Infrastructure, Transport and Tourism

年台湾小林村の崩壊 (2,500万 m^3 , Tsou et al., 2011) の半分強, 2005年の台風14号による耳川流域の最大の崩壊 (330万 m^3 , Chigira, 2009) の5倍程度であった。

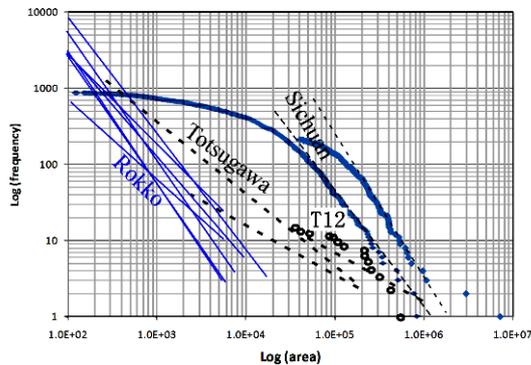


Fig. 3 Cumulative landslide frequency and the landslide size. Data of Totsugawa and Rokko is from Hirano and Ohmori (1989), Sichuan from Tsou et al. (2011). Open circles with T12 indicates the landslides by typhoon 1112 (Talas).

5. 崩壊発生前の微地形

崩壊発生前後の詳細DEMデータが取得されている9つの崩壊について、傾斜図を作成して、崩壊発生前の地形と崩壊の輪郭とを詳細に比較すると、いずれの深層崩壊もその頭部となる部分に小崖あるいは線状凹地を伴っており、それらが崩壊の輪郭にほぼ沿っていることが明らかとなった (Figs. 4, 5, 6)。これらの小崖や線状凹地は斜面が発生前に重力的な変形を受けていたことを示している。宇宮原の崩壊では、当初小崖は認められないように思われたが、それは崩壊発生前のデータ密度が粗かったためであり、おそらく小崖があったものと考えられる。これらの中には赤谷や赤谷東, 熊野, 坪内Cのように空中写真で比較的容易に重力変形地形として認識できるものもあるが、その他のものは空中写真ではよほど注意深くしてようやく認識できる程度のものである。ただし、防災科学技術研究所の地すべり地形分布図「和歌山・田辺」(清水他, 2005)には、熊野, 坪内Cとともに宇井や坪内A, Bの重力変形も地すべり地形として図示されている。

上記の小崖は、比高2mから50m, 傾斜33°から45°であった。斜面の重力による変形は物質の斜面下方への移動によるとすると、斜面の上部に地形的に変形が表れることは自然なことである。ただし、Table 1に示すように、多くの崩壊で、事前に斜面下部に崩壊がすでに発生していたことが地形的に認められ、これらの斜面では斜面の変形が進んでいたのと同時に、斜面下方から不安定化も進んでいたと理解され

る。

崩壊発生前後の地形を比較し、崩壊に先だった変形量と斜面全体の大きさとの比、つまり“ヒズミ”を求めた。小崖の傾斜方向の水平長さと崩壊した斜面の水平長さとの比をとると、5~21%であった (Fig. 7)。ここで、小崖が複数ある場合には、それらの長さの和をとっている。また、北股の場合には、線状凹地の幅を小崖の水平長さに算入した。崩壊した斜面の傾斜 (崩壊後の冠頂と脚部を結んだ線の傾斜) は、27度から34度であった (Table 1)。

Chigira(2009)は、2005年の台風14号による九州耳川の5つの深層崩壊を調査し、事前の空中写真判読から、これらの崩壊が重力斜面変形のあった斜面に起こったことを明らかにし、それらのヒズミが1から16%にあったと見積もり、この程度のヒズミが降雨による深層崩壊発生の限界ヒズミであると考えた。しかしながら、この結果は空中写真判読結果を基礎としており、定量的な信頼性は弱かった。つまり、今回の台風12号による深層崩壊群が、発生前の地形に表れたヒズミが明確に捉えられた初めてのものである。ここで得られたヒズミの5から21%は、台風14号による深層崩壊の場合と同等の値である。

森脇 (2001) は、土質実験および地表面移動量実測値をもとに、崩壊発生の限界ヒズミが0.6%から2%の間にあり、2%を超えた場合には、斜面はすでに崩壊して安定化していると考えた。しかしながら、その野外観測データは、目に見える移動が開始してからのデータであり、それ以前のヒズミは必ずしも明らかになっていなかった。今回の台風で発生した深層崩壊では、斜面は崩壊以前に極めて緩慢に長期的に変形しており、それが斜面上部の小崖に表れていた。このように長期的かつ大規模な変形の場合には、限界ヒズミも大きくなるように考えられる。森脇 (2001) は、地すべり地形分布図「八幡平」から読み取ったヒズミは7%から81%の間にあり、いずれの地すべりも安全側にあると考えた。そして、これが空中写真判読の限界であり、もっと小さなヒズミの状態にある斜面が危険であると考えた。今後、限界ヒズミに対する時間やスケールの影響について明らかにする必要がある。

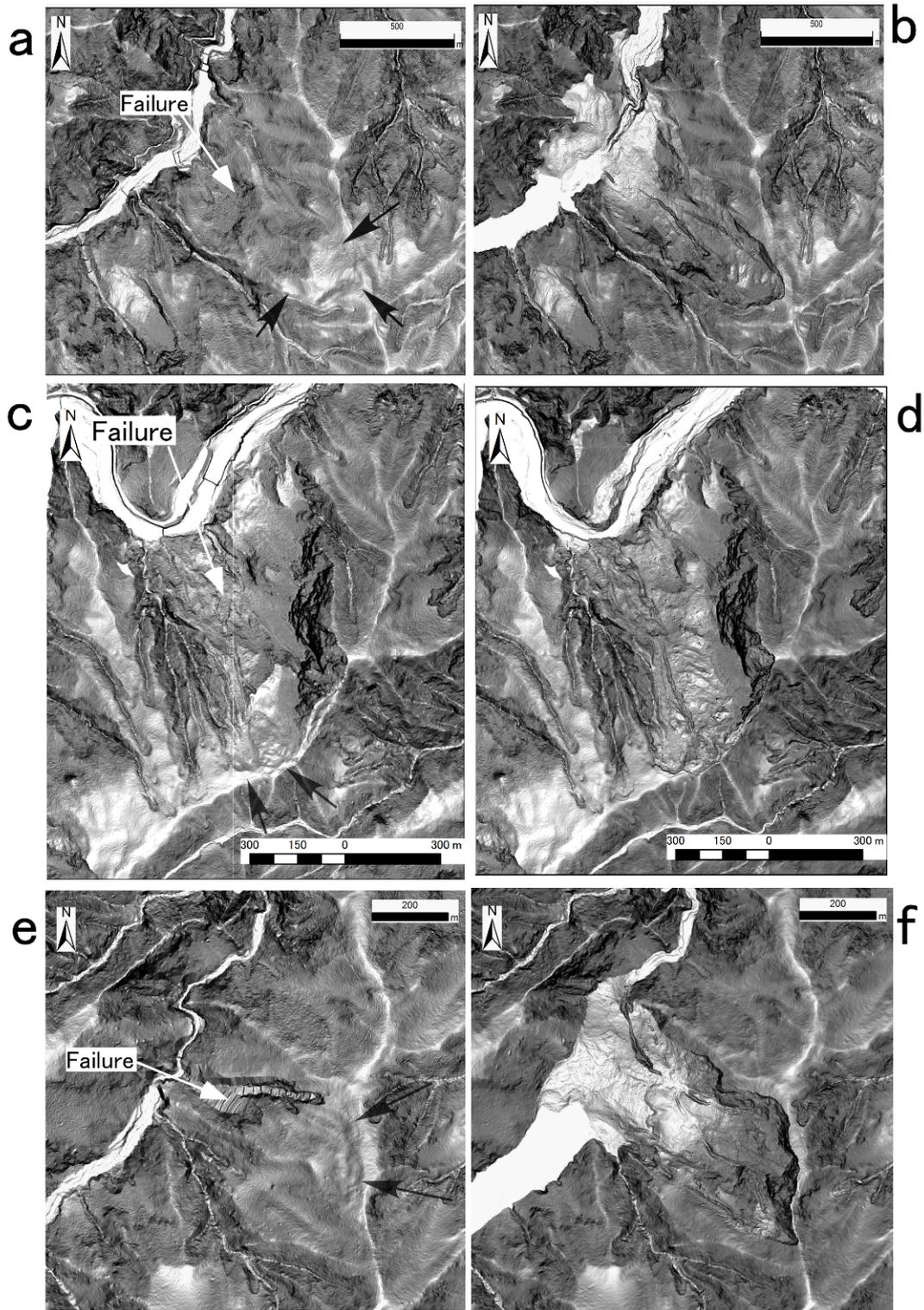


Fig. 4 Slope images of the landslides Akatani (a, b), Akatani-E (c, d), and Nagatono (e, f). Left figures are before the events and right are after. Darker is steeper and arrows indicate scarplets before the landslide..

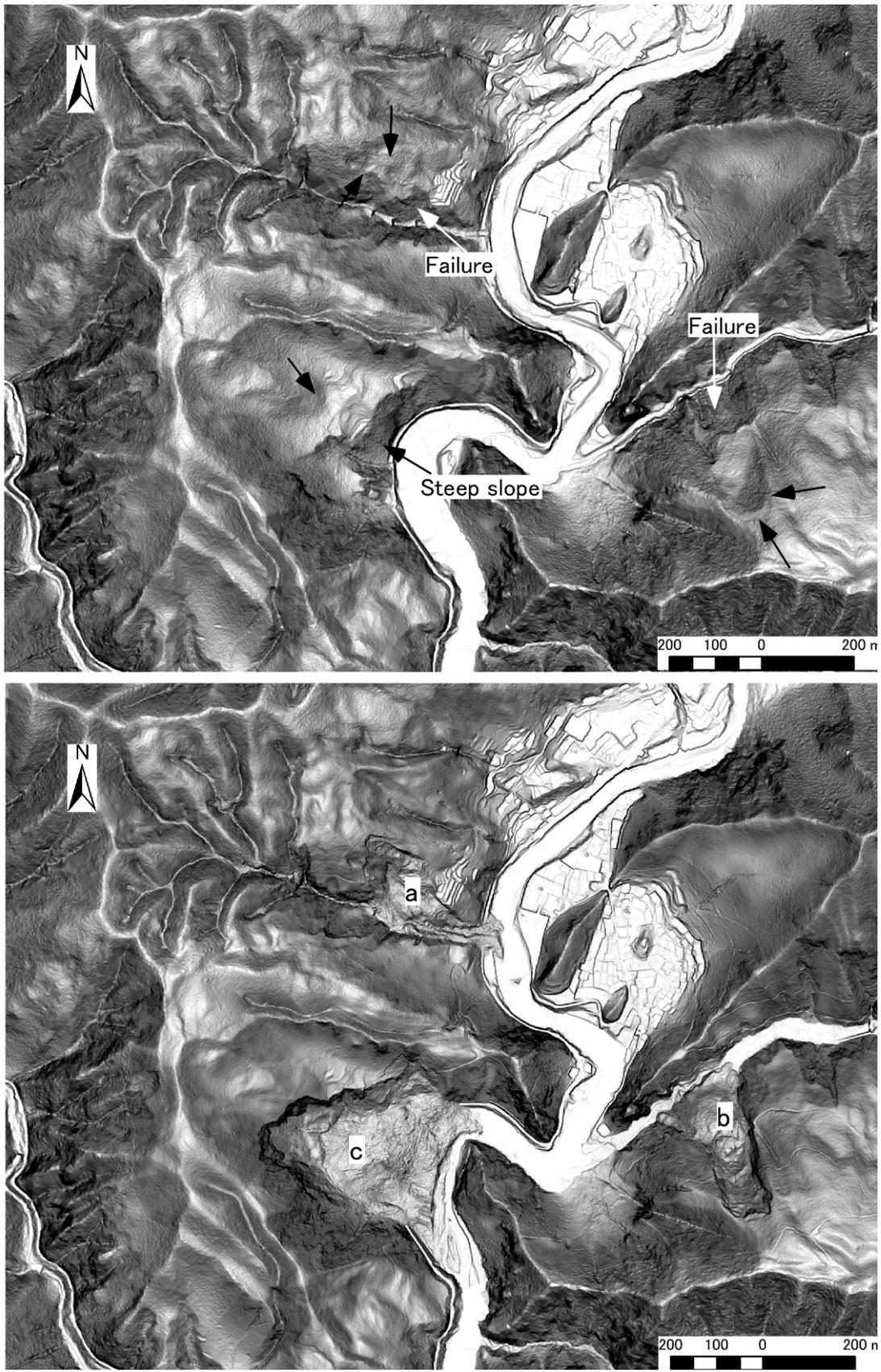


Fig. 5 Slope images before (upper) and after (lower) the Tsubonouchi landslides A, B, and C. Arrows indicate scarplets before the landslide.

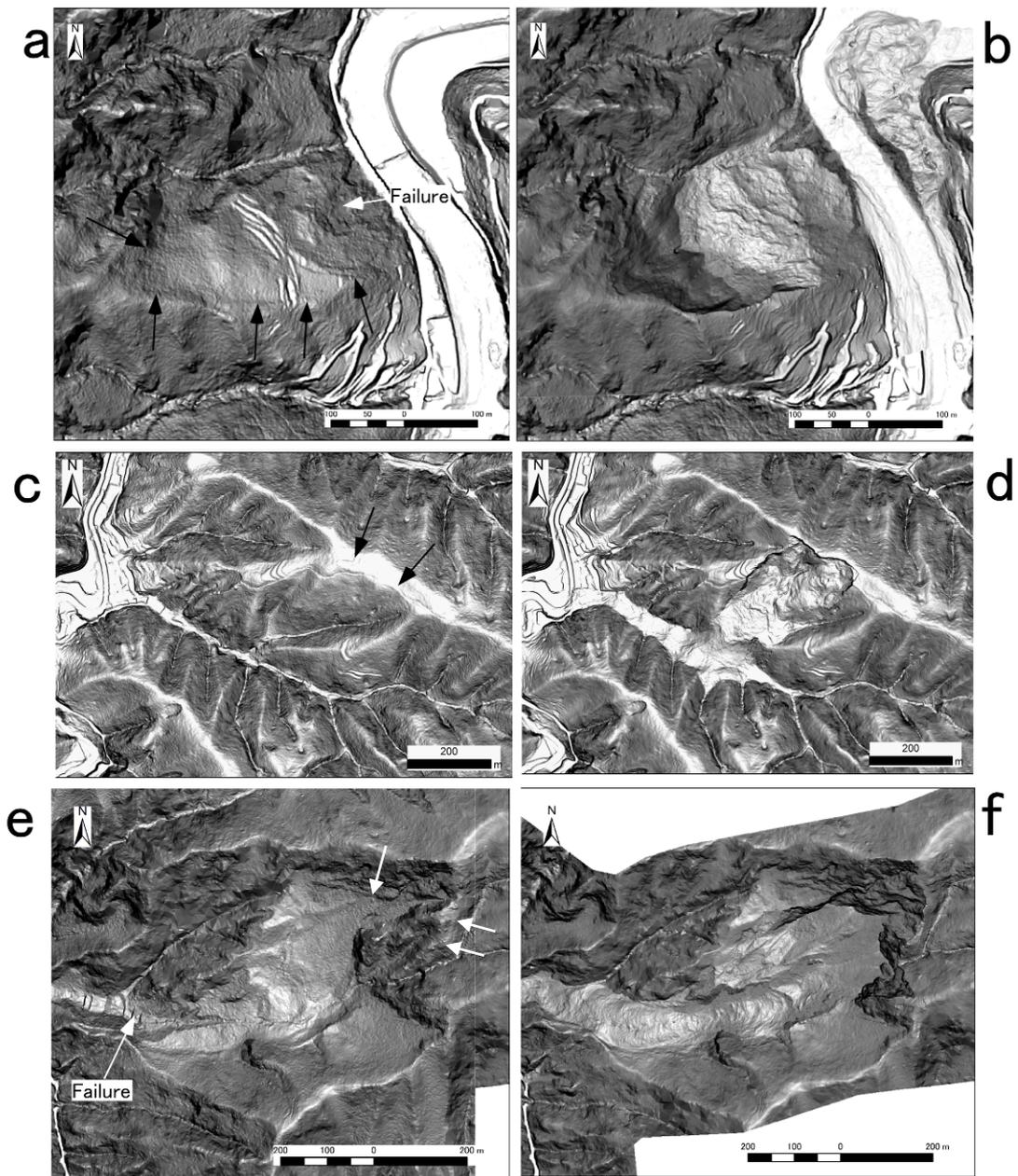


Fig. 6 Slope images of the landslides of Shimizu (a, b), Kitamata (c, d), and Uguhara (e, f). Arrows indicate scarplets (a, c) and a linear depression (b) before the landslide.

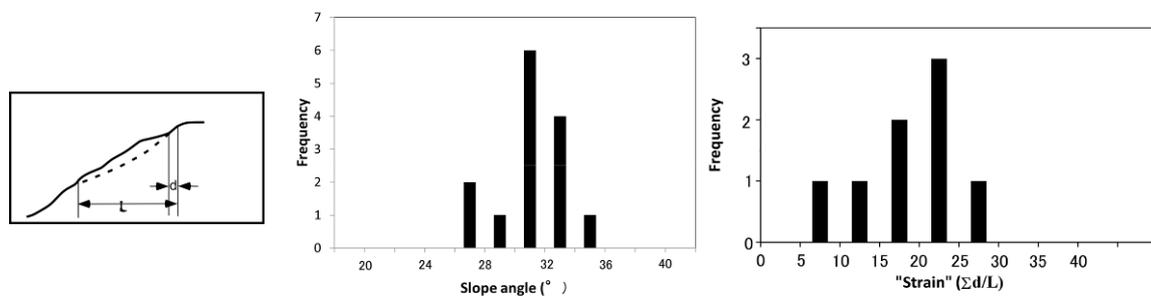


Fig. 7 "Strains" and slope angles measured from the 1-m DEM of landslides induced by typhoon Talas.

6. 地質構造

前述したように、いずれの崩壊も重力変形斜面に発生したものであり、これらの重力変形は、現地調査によれば、次の3タイプに分けられる。それらは、くさび状分離面に沿うすべり、曲げトップリング、流れ盤の地層の座屈である。

1) くさび状分離面に沿うすべり

このタイプの重力斜面変形は最も多くの崩壊に見られたものであり、顕著に認められたのは、赤谷の崩壊である。赤谷の崩壊の地質図と断面図とをFig. 8に示す。Fig. 8に示したように、崩壊前後の地形と崩壊後に露出した地質から、赤谷の崩壊の最上部の小崖は、断層沿いおよび面構造沿いのずれとして生じていたことがわかる。

赤谷、長殿、清水、坪内Bの崩壊について、層理面、面構造、および断層の構造と斜面の傾斜方向をステレオネットに投影したものをFig. 9に示す。その他の11の崩壊でもおそらく同様の地質構造であったと推定される。赤谷の崩壊の場合には、崩壊の両側を限る面が明瞭かつ大規模であり、また、長殿の崩壊でも同様であったが、他の崩壊の場合、くさび状をなす不連続面が複数存在し、複数の楔を形成していたと考えられる。

2) 曲げトップリング

このタイプの重力斜面変形は、北股の崩壊で推定されたものである。北股の崩壊では、崩壊斜面上縁に沿って線状凹地が形成されており、崩壊によって、その線状凹地の下方延長に等高線方向の走向で斜面下方に急傾斜する複数の断層が表れた。崩壊の北西縁(右側方崖)では、地層は斜面上方に傾斜していること、また、断層はほぼ層理面に沿っていたことから、崩壊地の斜面構成層は、崩壊前に斜面下方に倒れるように曲げトップリングを生じており、その斜面上縁に引っ張り応力下での線状凹地が形成されていたことが推定される(Fig. 10)。曲げトップリングは大規模な崩壊に至らない場合もあるが、北股では斜面上方の断層があったために、それがすべり面となり、急激な崩壊が発生したものと考えられる。

3) 流れ盤の地層の座屈

このタイプの重力斜面変形は、大規模なものは熊野(いや)で認められた。熊野の崩壊では、崩壊した地層は砂岩および泥岩主体の泥岩砂岩互層からなり、崩壊斜面下部の右側方でこの互層の逆転構造が認められた(Fig. 11)。逆転した地層には開口割れ

目は発達していなかったため、重力変形の前にすでに造構運動に伴った褶曲があった可能性もあるが、それが重力によってさらに進行していたと考えられる。熊野の崩壊は、発生前に斜面下部に緩傾斜斜面が広がっており、この緩斜面が地層の座屈によって生じたものと推定される。赤谷の崩壊でも、崩壊発生後に露出した岩盤表面(崩壊前の深さ約40m)で地層の座屈が認められたが、これは地層の小規模な湾曲であり、熊野や台湾の小林村(Tsou et al., 2011)で見られたような地層の横倒し褶曲にまでいたるようなものではなかった。

7. おわりに

2011年の台風12号によって紀伊山地に発生した深層崩壊の発生場を崩壊前後の1mメッシュのDEMから作成した傾斜図と地形断面図を中心として解析した。その結果、ほとんどの崩壊は発生前に斜面上部に小崖を有し、1か所では線状凹地を伴っていたことがわかった。これらの小崖と線状凹地は斜面の重力変形によって形成されたものであり、崩壊の前に斜面がわずかに変形していたことを示している。小崖のスケールは斜面全体のスケールに比べて小さく、傾斜方向断面で、水平方向長さの比は5~21%であった。この程度のヒズミが豪雨による深層崩壊発生前の限界ヒズミであると考えられる。これらの小崖等は、空中写真では極めて注意深く観察して発見できる程度のもも多く、それらを客観的に抽出するには詳細DEMが有効である。つまり、今後の深層崩壊発生個所の予測には、航空レーザー計測による詳細DEMを用いる必要がある。

崩壊後に露出した地質の調査によれば、上記の小崖や線状凹地を形成した重力斜面変形の構造には次の3タイプがあった。楔形の不連続面に沿うすべり、曲げトップリング、座屈である。これらの内、楔形の不連続面に沿うすべりが最も多かった。

地震記録や証言記録をもとにして発生時間を特定できた19の崩壊についてレーダーアメダス解析雨量を分析した結果、これらの崩壊は3日間での降雨が約700mmに達したあたりから発生したことがわかった。深層崩壊発生に至る降雨は地域ごとに異なると考えられるが、紀伊山地、さらには、そこと同様の地質・地形条件を持つ西南日本外帯の四万十帯では、この程度の降雨が深層崩壊発生の目安になる可能性がある。

謝 辞

本研究を進めるにあたり、国土交通省近畿地方整備局および奈良県には貴重な航空レーザー計測による1mメッシュのDEM(数値地形モデル)データを提供いただいた。また、現地調査にあたっては、五条市、

十津川村、田辺市の関係各位に便宜を図っていただいた。京都大学防災研究所の山田真澄氏には、地震計記録による崩壊発生場所特定などに協力いただいた。ここに謝意を表す。

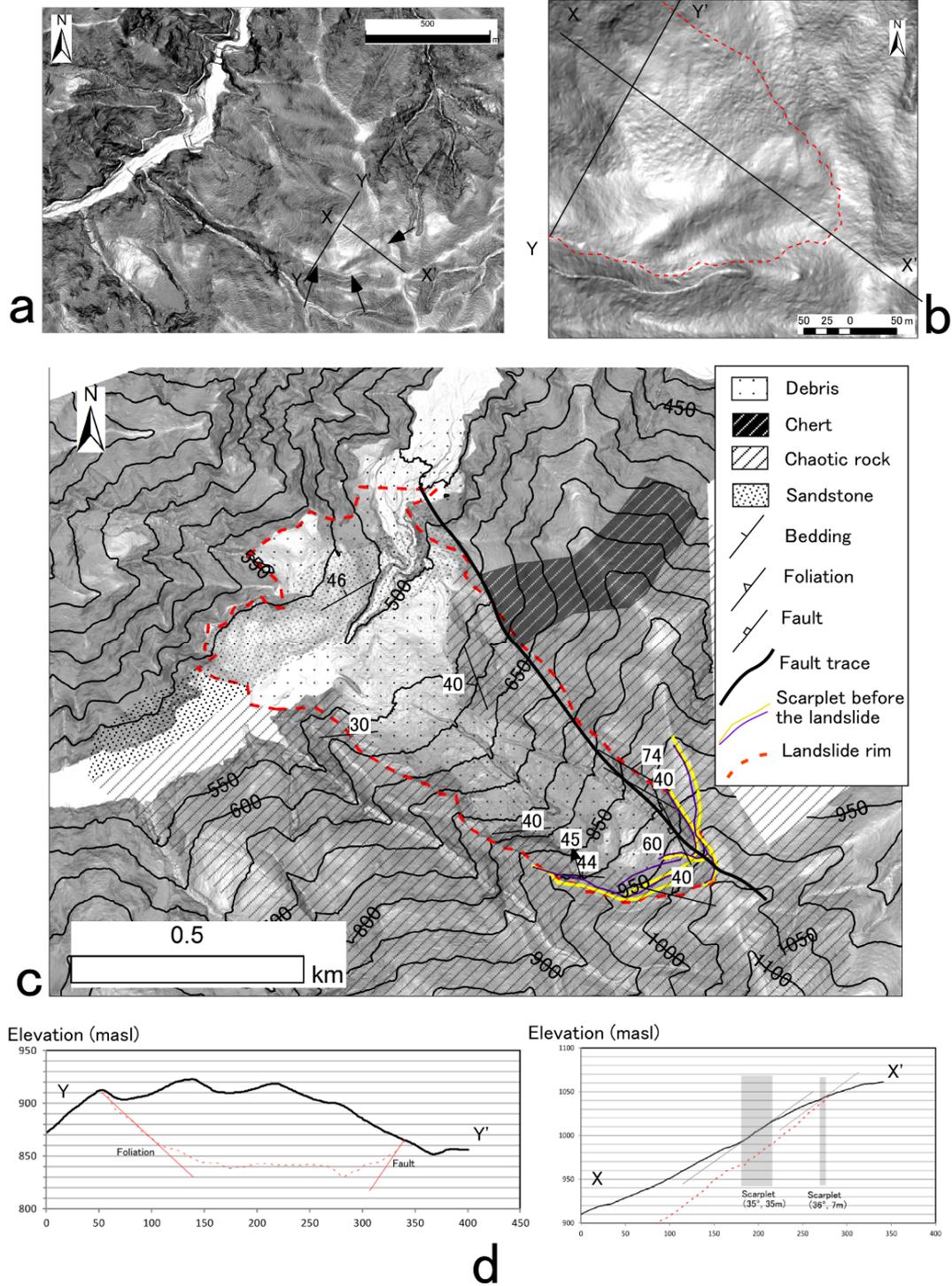


Fig. 8 Geomorphic features and geology of the Akatani landslide. A: Slope image before the landslide (darker is steeper and arrows indicate scarplets). B: Close up of the landslide crown before the landslide (dotted line delineate the landslide). C: geologic map. D: Geologic cross section (lines are shown in a).

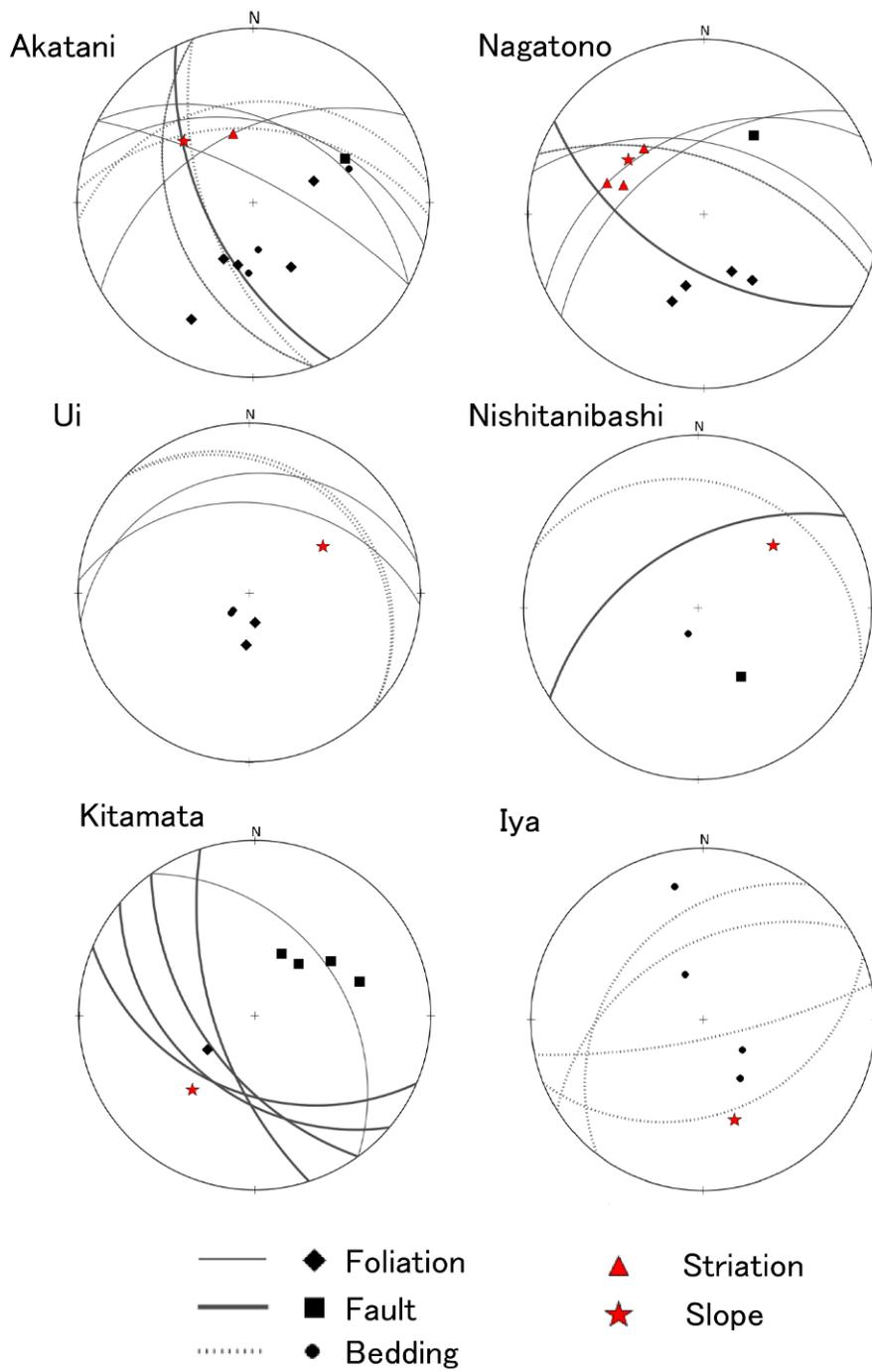


Fig. 9 Stereonet projections of discontinuities, slopes, and striations on slip surfaces. Equal angle projection in the lower hemisphere.

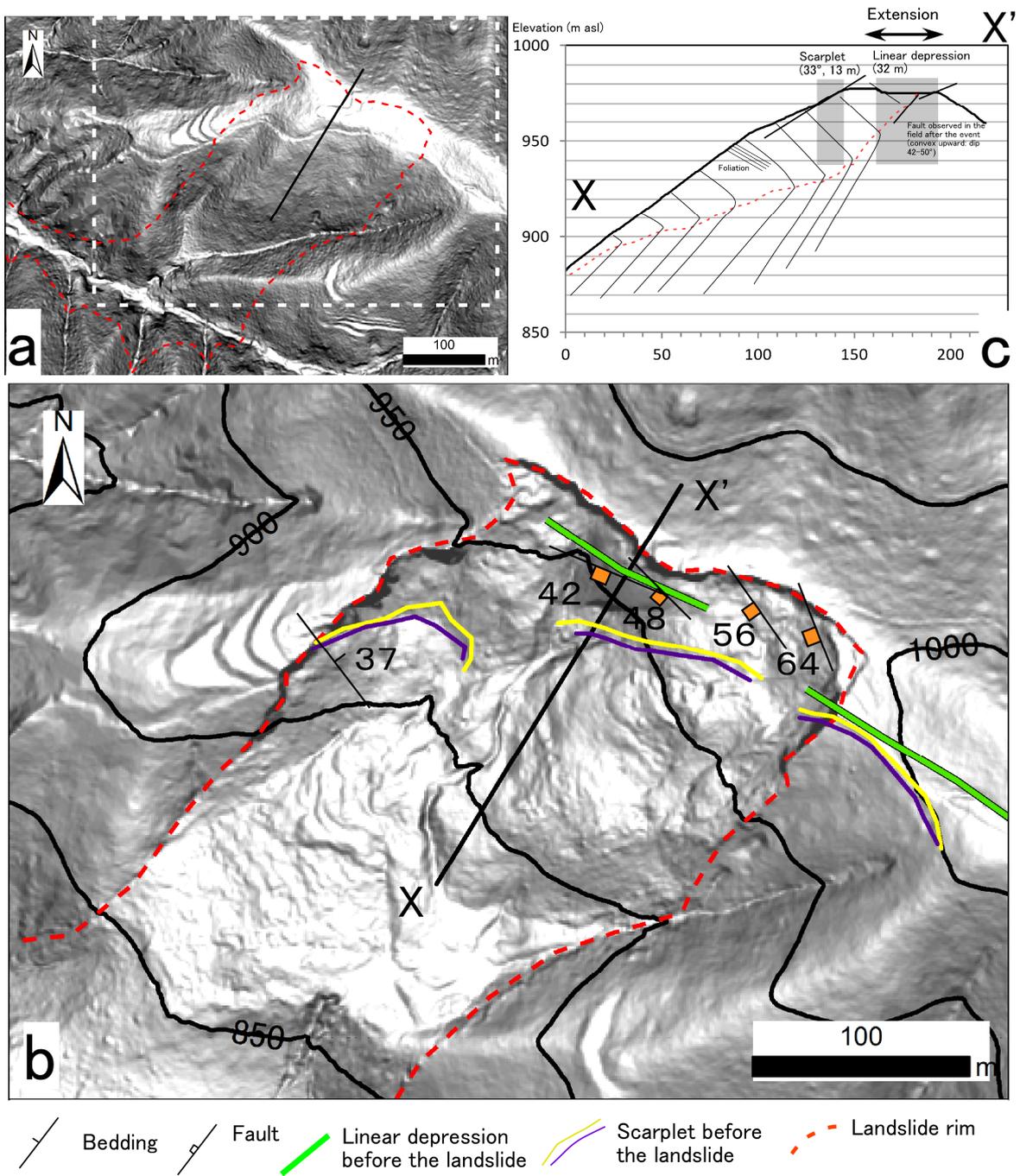


Fig. 10 The Kitamata landslide. A: slope image before the event. B: slope image and geologic features exposed after the landslide. Topographic features are before the landslide are also shown. C: Geologic cross section.

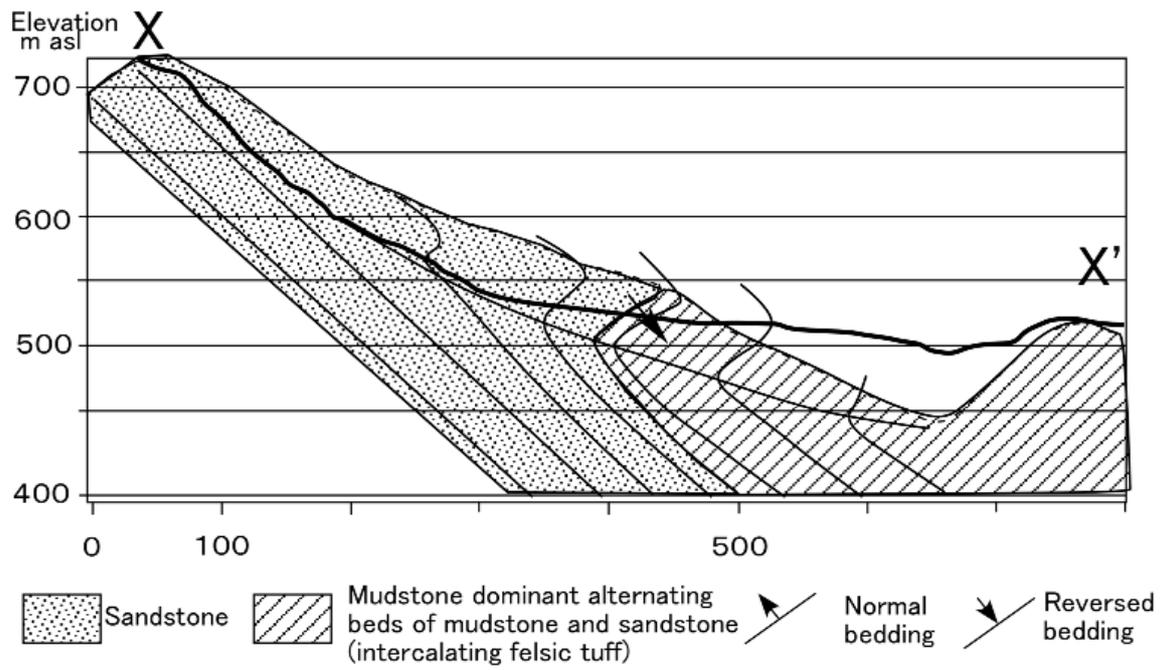
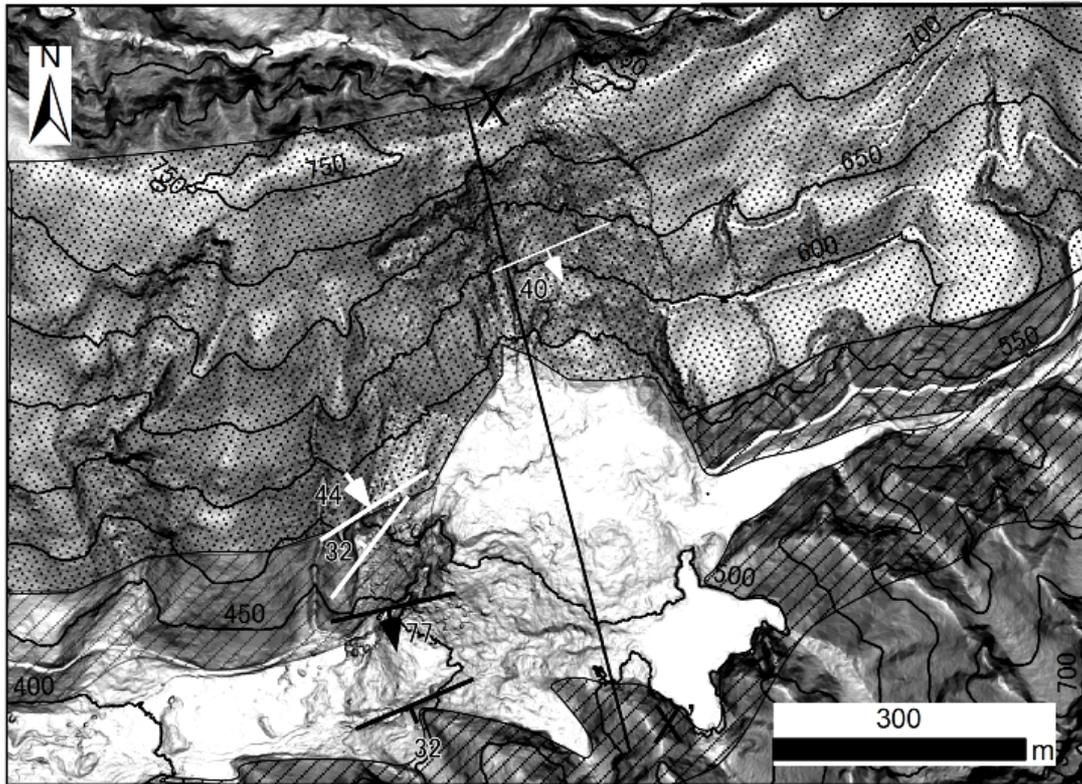
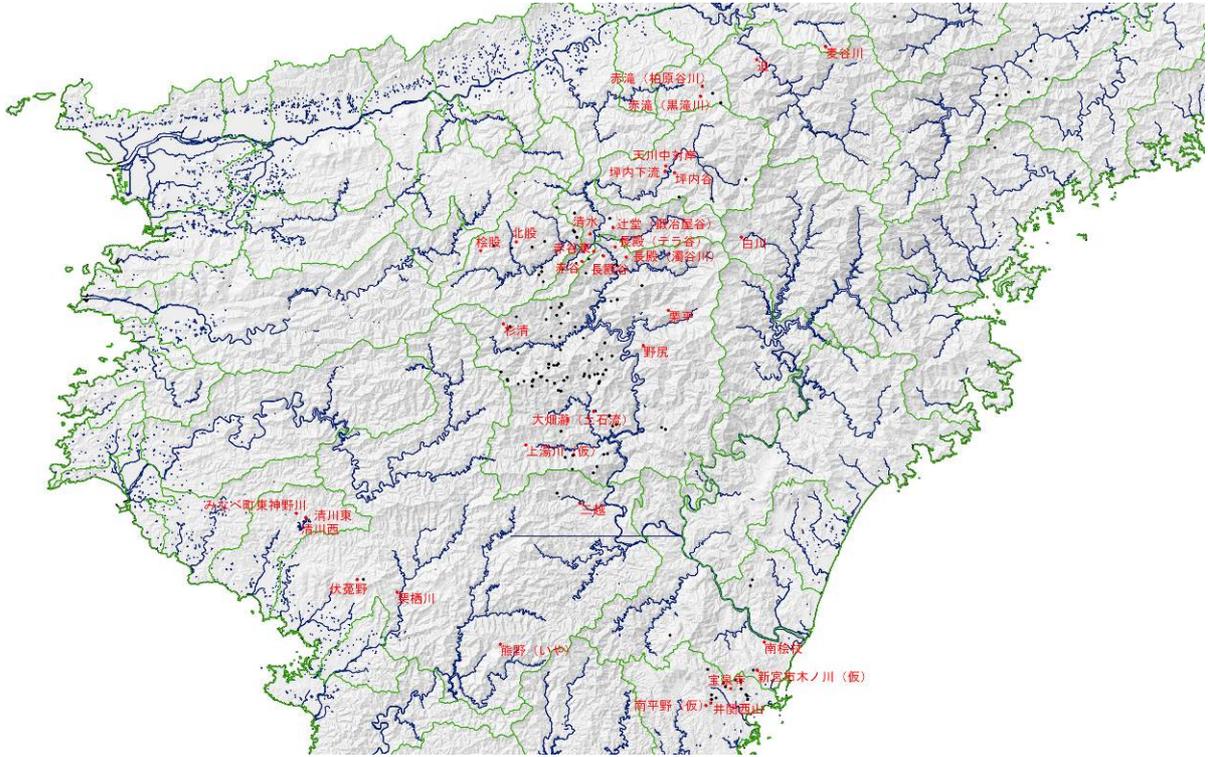


Fig. 11 Geologic map and cross section of the Iya landslide.

付録



付図-1 台風12号による災害発生個所 (付表-1, 2に対応)

付表—1 災害時系列

No.	崩壊の名前	人的被害(名)	県	住所	発生日時	天然ダム	発生日時ソース
1	上湯川	1	n	十津川村上湯川	9/3 9:58頃		・11/2 奈良県防災統括室報道資料「台風12号及び15号に関する被害状況等について(第97報)」 ・9/8産経「不明の兄どこに…心傷める妹 奈良・十津川」
2	野尻	8	n	十津川村野尻	9/3 18時半頃	一部閉塞	
3	赤谷東		n	五條市大塔町清水	9/3 18:46	一時閉塞か	・Yamada et al., in press
4	天川右岸(小)	1	n	天川村坪内	9/3 20時頃	一部閉塞	・9/28平成23年台風12号による紀伊半島における地盤災害合同調査団調査速報(奈良県班, 9月23~25日)
5	井関西山	4	w	那智勝浦町井関	9/3 夜		・9/26産経「長男を亡くした老母 土石流の夜, 「引っ張ってでも連れ戻せば良かった」」 ・9/4毎日「台風12号: 和歌山・田辺の山崩れ…1遺体を発見」
6	伏菟野	5	w	田辺市伏菟野	9/4 0:40頃		・9/5紀伊民報「各地で崩土や土石流、家全壊し1人死亡 みなべ町清川」
7	清川西	1	w	みなべ町清川	9/4 2時頃		・9/21紀伊民報「法手見トンネル、土砂の撤去開始 みなべ町清川・国道424号」
8	清川東		w	みなべ町清川	9/4 2時-3時		
9	宇宮原(濁谷川)	3	n	十津川村宇宮原	9/4 2:13	一部閉塞	・Yamada et al., in press
10	木ノ川	1	w	新宮市木ノ川	9/4 未明		・9/23紀南「新宮市木ノ川で行方不明の白川さん「少しでも早く発見したい」 自衛隊、警察、消防が合同捜索」
11	紀宝町浅里	1	m	紀宝町浅里	9/4 未明		・9/12中日「紀宝町の孤立が解消、捜索本格化」
12	南桧杖	4	w	新宮市南桧杖	9/4 3:10頃		・10/13MBS放送「台風被災地 “山津波”の猛威と周期」
13	辻堂(鍛冶屋谷)		n	五條市大塔町辻堂	9/4 2時半-早朝	一部閉塞	・9/5毎日「台風12号: 土砂災害相次ぐ 県内3人死亡、救出難航 行方不明者も多数 /奈良」 9/7産経【台風12号】傾斜地の危機意識 住民救う 奈良・大塔町辻堂地区」
14	熊野	3	w	田辺市熊野	9/4 6:54	緊急調査対象	・Yamada et al., in press ・9/5紀伊民報「各地で崩土や土石流、家全壊し1人死亡 みなべ町清川」
15	宇井(清水)	11	n	五條市大塔町清水	9/4 7:06	一部閉塞	・Yamada et al., in press ・9/6毎日「台風12号: 「一緒にいれば」出勤直後、家流れ妻不明」
16	栗平		n	十津川村小森	9/4 8:06	緊急調査対象	・Yamada et al., in press
17	坪内谷		n	天川村坪内	9/4 8時頃	一部閉塞	・9/28平成23年台風12号による紀伊半島における地盤災害合同調査団調査速報(奈良県班, 9月23~25日)
18	三越		w	田辺市本宮町三越	9/4 8:30頃	一部閉塞	・和歌山県調べ(土木研究所小山内氏講演資料「台風12号による土砂災害とその対応について」)
20	桧股		n	野迫川村北股	9/4 9:45	閉塞後決壊	・野迫川村役場へ聞き取り(松四氏)
21	長殿谷		n	十津川村長殿	9/4 10:45	緊急調査対象	・Yamada et al., in press
22	北股		n	野迫川村北股	9/4 10:10	緊急調査対象	・野迫川村役場へ聞き取り(松四氏)
23	天川右岸(大)		n	天川村坪内	9/4 13時頃	一部閉塞	・9/28平成23年台風12号による紀伊半島における地盤災害合同調査団調査速報(奈良県班, 9月23~25日)
24	赤谷		n	五條市大塔町清水	9/4 16:22	緊急調査対象	・9/12防災科学技術研究所プレス発表資料「台風12号の土砂災害域からの地震波を観測」 ・Yamada et al., in press
25	迫		n	川上村迫	9/4 17:25		・Yamada et al., in press ・9/5asahi「山が川が住宅襲う/台風12号」

※天然ダムの状況については以下を参照。

・「台風12号の豪雨に伴う河道閉塞箇所数について」国土交通省(9月13日)

http://www.kkr.mlit.go.jp/scripts/cms/plan/info/infoc2/data/pdf/info_16/20110929_08.pdf

・「台風12号による河道閉塞等の状況」奈良県土木部(9月15日)

<http://www.pref.nara.jp/secure/2805/00kadouheisokujoukyou.pdf>

・「河道閉塞形成箇所の調査結果(詳細情報)」奈良県土木部(9月15日) http://www.pref.nara.jp/dd_aspx_menuid-25587.htm

・「平成23年台風12号による紀伊半島における地盤災害合同調査団 調査速報(奈良県班, 9月23~25日)」(9月28日)

<http://www.jiban.or.jp/file/file/nara0928.pdf>

以下は、発生日時刻の情報なし。

	南平野	1	w	那智勝浦町南平野			
	麦谷川		n	東吉野村麦谷		一部閉塞	
	大畑瀬(土石流)		n	十津川村重里		一部閉塞	
	みなべ町東神野川		w	みなべ町島之瀬大久保谷		一部閉塞	
	栗栖川		w	田辺市中辺路町栗栖川		一部閉塞	
	白川		n	上北山村白川		閉塞, 越流中(9/13)	
	杉清		n	十津川村杉清(小井谷)		閉塞, 越流中(9/13)	

付表-2 災害時系列 (情報あり)

日時		斜面崩壊等			人的被害	
日付	時刻	発生日時ソース	和歌山県・三重県	奈良県	和歌山県・三重県	奈良県
2011/9/3	9:55ごろ	・9/3毎日「台風12号、動き遅く被害拡大 12万人に避難勧告」			【その他：1名】新宮市熊野川町篠尾(ささひ)、台風対策の水道管工事を実施していた男性(62歳)が足をすべらせ川に転落、行方不明に(9/3NHK)。→9/10下流で遺体発見(11/6産)	
	9:58ごろ	・11/2奈良県防災課報道資料「台風12号及び15号に関する被害状況等について」(第97報)		十津川村上湯川で土砂崩れ。		【土砂：1名】十津川村上湯川、斜面に建つ民家の裏の畑が崩壊。住民の男性(73歳)が民家ごと土砂に巻き込まれた。午前11時すぎに発見されるも死亡を確認(9/3NHK、9/7奈良県)
	18:30ごろ	・9/8産経「不明の兄どこに…心傷める妹 奈良・十津川」		十津川村野尻で山の斜面が崩れ、川に土砂が流入。		【土砂洪水：8名(6名)】十津川村野尻、山の斜面が崩れ、川に土砂が流入。溢れた水が木造2階建ての住宅2棟を押し流し、住民8名と訪問中の親戚3名の計11名が「押し出された。4人が救助されたが、うち女性(36歳)は搬送先の病院で死亡。7人が行方不明に(9/4NHK、9/7奈良県)。→9/7午前、十津川村小原の河川敷で男性(57歳)の遺体を発見(9/8奈良、9/12奈良県)。男性(33歳)、男性(4歳)、女性(1歳)、男性(33歳)、男性(11歳)、女性(70歳)はいまだ行方不明
	18:46	・Yamada et al., in press		大塔町清水の赤谷で斜面が崩壊(赤谷東)。		
	20:00ごろ	・9/28平成23年台風12号による紀伊半島における地震災害合同調査団調査速報(奈良県班、9月23～25日)		天川村坪内の天川中学校対岸の斜面が崩壊(天川右岸(小))。		
	22:30ごろ?	・9/16産経「3人犠牲…急なダム放流2.6倍が原因だ 住民不信、データ公開要求」				【洪水：2名】日高川町小釜本、日高川沿いの工場で従業員の男性2名(65歳、52歳)が台風に乗って作業車を移動していたところ、増水した川に流されたとみられる(9/16産経)。→9/4日夕方、工場近くと約1km離れた日高川で近所の人や自衛隊員らが2人の遺体を発見(9/6日高)。
	22:50ごろ	・9/5朝日「山が川が住宅襲う/台風12号」				【土砂洪水：1名】天川村坪内、20時ごろの崩壊(天川右岸(小))により天ノ川の流路が変わっていたところに河川が増水し、住宅2棟(鉄筋モルタル2階建ての教職員住宅と隣接する木造2階建ての村営住宅)が流された。中にいた中学校講師の女性(39歳)が行方不明に(9/Sasahi)。→9/14猿谷ダムにて遺体発見(9/20奈良県)
夜	・9/26産経「長男を亡くした老母 土石流の夜、引っぱたいても運れ戻せば良かった」	那智勝浦町井関西山で山崩れ。			【土砂：4名(1名)】那智勝浦町井関西山地区、山崩れにより4名が行方不明に(9/5和歌山県)。後に男性2名の死亡を確認(9/12、9/15和歌山県)。うち1名是那智川河口付近で9/4に発見された男性(54歳)(9/15テレビ和歌山)。さらに女性1名の遺体を浜の宮で発見(9/29和歌山県)。女性1名はいまだ行方不明	
2011/9/4	00:40ごろ	・9/4毎日「台風12号、和歌山・田辺の山崩れ…1遺体を発見」	田辺市伏見野で斜面が崩壊。		【土砂：5名】田辺市伏見野、山の斜面が崩壊し、複数の民家が土砂に巻き込まれ6名が行方不明に。その後、女性1名(14歳)が救助。4日昼に女性(69歳)の遺体を発見(9/5紀伊)。→6日午後1に女性(38歳)の遺体を発見(9/7産経)。10日、女性(88歳)、男性(17歳)、男性(16歳)の遺体を発見(9/10Asahi)。	
	1:00ごろ	・9/6日高「台風12号、日高地方で死者4人、行方不明1人」			【洪水：1名】日高川町川原河、避難所に向かっていた乗用車が冠水した道路に侵入して立ち往生。女性1名(70代)は自力で脱出。男性1名(80歳)は逃げ出せず、車が水没して死亡(9/4産経)。	
	1:30ごろ	・10/12紀南「洪水、土砂崩れの複合型災害 台風12号 紀伊半島豪雨を検証」	那智勝浦町井関にて那智川水位低下、崩壊土砂による堰き止めか。			
	2:00ごろ	・9/5紀伊「各地で崩土や土石流、家全壊し1人死亡 みなべ町清川」	みなべ町清川で土砂崩れ。		【土砂：1名】みなべ町清川、住宅の裏山で土砂崩れが起き1棟が倒壊。6時間後に中から男性(28歳)が運び出されたが死亡を確認(9/5東)	
	2:00-3:00	・9/21紀伊「法手具トンネル、土砂の撤去開始 みなべ町清川・国道424号」	みなべ町清川で崩壊、2:00ごろの崩壊の隣。			
	2:00ごろ	・9/7aaron artsのブログ http://blog.murabio.jp/art9/date/2011-09-07.html				

2:13ごろ	・Yamada et al., in press		十津川村宇宮原で斜面崩壊。		【土砂洪水:3名】十津川村宇宮原、山の斜面が崩壊し土砂が十津川に突入、上流の十津川村長殿へ高波が押し寄せたことにより家屋が流され、住民2名と近所から避難していた1名が行方不明に(9/4NHK、12/4読売)。→9/5、長殿の河川敷で男性(82)が心肺停止状態でみつかり午後死亡を確認(9/5朝日)。9/26風屋ダムで女性(79)の遺体を発見(9/26産経関西)。10/19風屋ダムで女性(90)の遺体を発見(10/26産経)。
2:00すぎ?	・9/4読売「結納の日、町長の娘「流された」…連絡の妻不明」	那智勝浦町市野々で土石流。		【土砂:5名】那智勝浦町市野々、土石流により一家5名が流され行方不明に(9/5和歌山県、9/9産経)。→9/8下流で男性(7歳)の遺体を発見(9/9産経)。9/12男性(45歳)、女性(46歳、14歳、13歳)の遺体を身元確認(9/12和歌山放送)。	
未明	・9/23紀南「新宮市木ノ川で行方不明の白川さん「少しでも早く発見したい」自衛隊、警察、消防が合同捜索」	新宮市木ノ川上流部で土砂崩れ。		【土砂:1名】新宮市木ノ川、木ノ川上流で土砂崩れ。民家が土砂に巻き込まれ1人暮らしの男性(52)が行方不明に(9/5消防庁、9/23紀南)。→9/22木ノ川の河原で遺体を発見(9/25産経)。	
	・9/12中日「紀宝町の孤立が解消、捜索本格化」	紀宝町浅里で土石流。		【土砂:1名(1名)】紀宝町浅里、4日未明、大和田川で土石流が発生。民家6件が流され男性(87)が行方不明に(9/7消防庁、9/12中日)。いまだ行方不明	
	・10/12紀南「洪水、土砂崩れの複合型災害 台風12号 紀伊半島豪雨を検証」	那智勝浦町で土石流と那智川の氾濫。		【洪水:1名】那智勝浦町井関、氾濫水が民家を押し流し、男性(15歳)が行方不明に(9/7産経)→9/9遺体を発見(9/11asahi)。	
3日夜~4日未明	・12/5産経「被災地の音長に聞く(3)「1人でも多くの人が来てほしい」和歌山県那智勝浦町 寺本真一町			【洪水:1名】那智勝浦町井関、氾濫水が民家を押し流し、女性(66)が行方不明に(9/8産経)→9/6遺体の身元を確認(9/8産経)。	
未明?	・9/10産経「去るか残るか 住民苦悩 水没の和歌山・熊野川町」 ・9/13紀伊「至る所にごみの山、甚大な被害にあせん ルポ・新宮市熊野川町」 ・11/2毎日「記者の目・紀伊半島豪雨と災害弱者＝熊本桂司(和歌山交番)」 ・産経ニュースwest(中)「紀伊半島豪雨 高齢化、支援者が不足」	熊野川町で河川氾濫		【洪水:1名】新宮市熊野川町西敷屋、9/3夜、自宅に水が入ったため畳を挙げていと知人に電話で伝えた後、連絡が途絶えた男性(85)を、9/4朝、自宅2階で溺死の遺体で発見。(11/2毎日)	
				【洪水:1名】新宮市熊野川町西敷屋、男性(81)が自宅で浸水により溺死(9/12和歌山放送局、12/7産経ニュースwest)。	
				【洪水:1名】新宮市熊野川町日足、水が押し寄せたとみられる自宅で男性(72)の遺体を9/5朝発見。(9/5スポニチ)。	
				【洪水:1名】新宮市熊野川町日足、女性(75歳)の遺体を自宅で発見。浸水から逃げ遅れたもよう(9/5和歌山県、9/10産経、9/12和歌山放送局)。	
				【洪水:1名】新宮市熊野川町日足、女性(86歳)の遺体を自宅で発見。浸水から逃げ遅れたもよう(9/5和歌山県、9/12和歌山放送局、1/28紀伊)。	
	・9/4産経ニュース「氾濫30人超が孤立 三重・紀宝町、自衛隊要請」	紀宝町で相野谷川が氾濫。同町の耐田、高岡、大里の3地区で民家が浸		【洪水:1名】紀宝町大里、9/4夕方、水が引いた住宅から男性(87)の遺体を発見(9/5News24)。	
				【その他:10名】那智勝浦町(主に井関)、9/4以降、10名の遺体を発見(9/5~和歌山県)。男性5名(69歳、87歳、78歳、63歳、56歳)、女性5名(64歳、80歳、3名は年齢不詳)。	
3:10ごろ	・10/13MBS「台風強襲地 山津波」の猛威と周知」	新宮市南松林で土砂崩れ。		【土砂:4名】新宮市南松林、熊野川の増水を受け農機具小屋に避難していたところ、裏山が崩れ4名が小屋ごと土砂に埋まった。その後、男性2名(68歳、64歳)、女性2名(89歳、65歳)の遺体を発見(9/5時事)。	
2:30-早朝	・9/7産経【台風12号】傾斜地の危機意識 住民救う 奈良・大塔町立堂地区」 ・9/5毎日「台風12号、土砂災害相次ぐ 県内3人死亡、救出難航 行方不明者も多数」 ／奈良」		大塔町立堂で土石流。		
4:30ごろ	・9/5ys「台風12号、21人死亡・61人不明」			【洪水:1名】那智勝浦町湯川、軽自動車を運転中に濁流にのまれたらしく、男性(54歳)が車ごとゆかし湯湖に転落。9/4正午に水没車両から遺体を発見(9/4朝日)。	

	未明～明け方	・9/6毎日新聞「台風12号、御浜町沖で防波堤決壊 89歳死亡」突然洪水、逃げる間なく「三車」 ・2/22紀南高校コミュニティ通信No.11紀南の嵐			【洪水:1名】御浜町阿田和、尾呂志川の堤防が決壊。住宅に流れ込んだ土砂混じりの濁流に巻き込まれたらしい女性(89)の遺体を9/4日朝、自宅前で発見(9/4産経ニュース)。	
	3日夜～4日明け方?				【洪水:1名(1名)】新宮市相賀、大前商店が流され女性1名が行方不明に(9/7和歌山放送)。いまだ行方不明	
	3日夜～4日明け方?				【その他:2名】新宮市相賀、横続きの住宅に住んでいた男性(79歳)と女性(81歳)の遺体の身元を確認(9/6和歌山放送)。	
	3日夜～4日明け方?		那智勝浦町南平野で土砂崩れ。		【土砂:1名】那智勝浦町南平野、土砂崩れによる家屋損壊で男性(68歳)が死亡(9/5和歌山県、9/5時事)。	
	3日夜～4日明け方?				【その他:1名】那智勝浦町井関、自動車で移動していたところ田圃に車両が横転。車中で男性(65歳)が死亡(1/3朝日)。	
	5:40ごろ	・9/4NHK「増水的那智川鉄橋が崩落」				
	6:54ごろ	・9/5紀伊「各地で崩土や土石流、家全壊し1人死亡みなべ町清川」 ・Yamada et al. in press	田辺市熊野で崩壊、土石流。		【土砂:3名(1名)】田辺市熊野、山の斜面が崩れ、土砂が土石流となって流れ下り、3名が住宅ごと巻き込まれ行方不明に。→9/6女性(90歳)の遺体を発見、9/8女性(71歳)の遺体を発見(9/14産経)。男性(50歳)はいまだ行方不明	
	7:06ごろ	・9/6毎日「台風12号、「一緒にいれば」出勤直後、家流れ妻不明」 ・Yamada et al., in press		五條市大塔町清水で土砂崩れ。		【土砂:11名(4名)】五條市大塔町清水、山の斜面が崩壊。土砂が河川の水とともに対岸に押し寄せた。川の様子を見に行った女性(67歳)が土砂にのまれ、救出されるも午後後に死亡を確認(9/5Asahi9/4読売)。住宅が流されるも午後10人が行方不明に(9/5NHK)。9/7に宇井で女性(68歳)の遺体を発見(9/11奈良)。9/10に十津川村川津の河川敷で女性(76歳)の遺体を発見(9/15Yahoo)。9/25に宇井で女性(78歳)の遺体を発見(9/27産経)。9/24に宇井で女性(72歳)の遺体を発見(10/1産経関西)。10/18に風屋ダムで女性(70歳)の遺体を発見(10/18産経)。10/26に宇井で男性(39歳)の遺体を発見(10/27産経)。男性3名(80歳、73歳、78歳)、女性1名(37歳)はいまだ行方不明。
	8:00ごろ	・9/28平成23年台風12号による紀伊半島における地盤災害合同調査団調査速報(奈良県班、9月23～25日)		天川村坪内谷で崩壊発生。		
	8:06	・Yamada et al., in press		十津川村小森で斜面崩壊(栗平)。		
	8:30ごろ	・9/6紀伊民報「集落が壊滅 本宮町奥番地区」 ・和歌山県調べ「土木研究所小山内氏講演資料」台風12号による土砂災害とその対応について」			【その他:1名】本宮町三越、奥番集落の高台から道路に転落したとみられる住民の女性(86歳)の遺体を発見。転落は土砂崩れの前(10/9産経)。	
	8:30ごろ	・和歌山県調べ「土木研究所小山内氏講演資料」台風12号による土砂災害とその対応について」	本宮町三越奥番で崩壊。			
	9:00ごろ	・9/4朝日「水力発電所2カ所が停止 大雨で川が増水し水没 開電」				
	9:45ごろ	・野迫川村役場へ聞き取り。		野迫川村松股で崩壊。		
	10:10ごろ	・野迫川村役場へ聞き取り。		野迫川村北股で崩壊。		
	10:45	・Yamada et al., in press		長殿谷で崩壊。		
	13:00ごろ	・9/28平成23年台風12号による紀伊半島における地盤災害合同調査団調査速報(奈良県班、9月23～25日)		天川村坪内で天ノ川右岸が崩壊(天ノ川右岸(大))。		
	14:00ごろ	・9/6産経関西「台風12号」十津川の土砂崩れで倉水火薬と雷管流出				

	16:22	・9/12防災科研プレス発表資料「台風12号の土砂災害圏からの地震波を観測」 ・Yamada et al., in press		大塔町清水で崩壊(赤谷)。		
	17:25	・9/5Asahi「山が川が住後う」台風12号」 ・Yamada et al., in press		川上村迫で崩壊。		
2011/9/3～2011/9/4					【洪水:1名(1名)】日高川町田尻、日高川沿いの別荘を訪れていた男性(69歳)が濁流にのまれたらしく行方不明に(9/6日高)。いまだ行方不明	
2011/9/5					【その他:1名(1名)】有田市新堂、男性が行方不明に(9/5和歌山県)。いまだ行方不明	
2011/9/5					【その他:1名】那智勝浦町、3日那智川の氾濫で取り残されたところを翌4日に県警へ呼び救助された女性(90代)が5日に心不全で死亡。災害関連死亡(10/20和歌山県)。	
2011/9/6					【その他:1名】那智勝浦町、3日、那智川の氾濫で取り残されたところを、翌4日に県警へ呼び救助された男性(90代)が6日に心不全で死亡。災害関連死亡(10/20和歌山県)。	
2011/9/3～2011/9/18					【その他:1名】古座川町、女性(80代)が被災後、十分に以前のような介護が受けられない等のため体力が衰え、死に至った。災害関連死亡(3/1和歌山県)。	
2011/9/3～2011/9/18					【その他:1名】古座川町、男性(70代)が被災後、ガス・ボイラーなどが使用できず水風呂での入浴生活を送り肺炎に、入院したが病状が悪化、死亡に至った。災害関連死亡(3/1和歌山県)。	
#####					【その他:1名】那智勝浦町、男性(76歳)が被災後、自宅全壊のため近所の家で避難生活を送り復旧活動にあたっていたが、心筋梗塞で死亡。災害関連死亡(3/1朝日)。	

人的被害の主要因と人数	
土砂	49
洪水	16
その他	22
合計	87

※主要因が不明のケースおよび土砂にも洪水にも起因しないケース。

引用文献

- 奥田節夫 (1984)歴史的記録からみた大崩壊の土石体堆積状態の特性. 京都大学防災研年報 27B: 352-368.
- 志井田功・諏訪兼位・梅田甲子郎・星野光雄 (1989) 5万分の1地質図幅「山上ヶ岳」. 地質調査総合センター.
- 清水文健・井口隆・大八木規夫 (2005) 地すべり地形分布図 第23集「和歌山・田辺」. 防災科学技術研究所.
- 竹林洋史・藤田正治・宮田秀介・堤大三(2011) 2011年9月紀伊半島豪雨災害調査速報. 自然災害科学 99, 30, 369-379.
- 棚井敏雄・水野篤行 (1954) 紀伊半島東南, 熊野炭田付近の地質構造について—紀伊半島南部の地史学的研究, その1—, 地質学雑誌, 60, 28-39.
- 羽田野誠一 (1968) 地すべり大規模崩壊と地形条件—和歌山県有田川上流の例—第5回災害科学総合シンポジウム, 24-25.
- 平石成美・千木良雅弘 (2011) 紀伊山地中央部における谷中谷の形成と山体重力変形の発生. 地形, 32, 389-409.
- 平野昌繁・大森博雄 (1989)土砂移動現象における規模・頻度分布特性とその地形学的意義.地形 10-2: 95-111.
- 森脇寛 (2001)地表面移動量を指標とする地すべり斜面の崩壊危険度評価. 地すべり, 38, 115-122.
- Chigira, M. (2009) "September 2005 rain-induced catastrophic rockslides on slopes affected by deep-seated gravitational deformations, Kyushu, southern Japan." *Engineering Geology* 108(1-2): 1-15.
- Chigira, M., Wang, W.-N., Furuya, T., Kamai, T. (2003) Geological causes and geomorphological precursors of the Tsaoling landslide triggered by the 1999 Chi-Chi Earthquake, Taiwan. *Engineering Geology* 68, 259-273.
- Chigira, M., X. Y. Wu, et al. (2010) Landslides induced by the 2008 Wenchuan earthquake, Sichuan, China. *Geomorphology* 118(3-4): 225-238.
- Crosta, G.B., Chen, H., Frattini, P. (2006) Forecasting hazard scenarios and implications for the evaluation of countermeasure efficiency for large debris avalanches. *Engineering Geology* 83, 236-253.
- Hsü, K.J. (1975) Catastrophic debris streams (sturzstroms) generated by rockfalls. *Geological Society of America Bulletin* 86, 129-140.
- Tsou, C. Y., Z. Y. Feng, et al. (2011) Catastrophic landslide induced by Typhoon Morakot, Shiaolin, Taiwan. *Geomorphology* 127(3-4): 166-178.
- Yamada, M., Matsushi, Y., Chigira, M. and Mori, J., (in press) Seismic recordings of landslides caused by Typhoon Talas (2011), Japan. *Geophysical Research Letters*.

論文受理日 (2012年7月12日)

Deep-seated Catastrophic Landslides Induced by Typhoon 1112 (Talas)

Masahiro CHIGIRA*, Yuki MATSUSHI*, Ching-Ying TSOU, Narumi HIRAIISHI**, Makoto MATSUZAWA *** and Sumio MATSUURA*

* Disaster Prevention Research Institute, Kyoto University

** Fukada Geological Institute

*** Pacific Consultants Co. Ltd.

Synopsis

Typhoon 1112 crossed the Japanese Islands from 2 to 5 September in 2011, brought more than 2000 mm rainfall, and induced more than 50 deep-seated catastrophic landslides of Jurassic to Palaeogene sedimentary rocks. We studied fourteen landslides by using 1m-DEMs or aerial photographs and field survey to clarify that all of these occurred on slopes with scarplets or a linear depression along their future crowns. These scarplets and a linear depression were 2 m to 50 m high, and are scarcely observable on the aerial

photographs without particular attention. Horizontal length ratio between the scarplets and slopes along slope lines were 5 to 21 %, suggesting that “strains” before the failure were relatively small. Gravitational deformations were mainly due to sliding along wedge-shaped discontinuities. Nineteen landslides that have been specified for their occurrence time, were preceded by rainfalls exceeding 700 mm on the basis of amount of precipitation analyzed by rader-AMeDAS.

Keywords: Typhoon 1112, Deep-seated catastrophic landslide, Lidar, scarplet, gravitational slope deformation

防災問題における資料解析研究 (39)

林 春男・矢守克也・牧 紀男・鈴木進吾

要 旨

巨大災害研究センターでは、所員それぞれの研究テーマ以外に、センター全体に関わる活動を継続し、研究成果のアカウンタビリティの向上に貢献している。本年は、1) 総合防災セミナー、2) 第17回地域防災計画実務者セミナー、3) 災害対応研究会、4) 第12回比較防災学ワークショップ、5) 第8回ワークショップ「災害を観る」、6) 阿武山地震観測所オープンラボ、7) 自然災害データベースについて内容を紹介する。

キーワード: データベース, 比較防災学, セミナー, ワークショップ, オープンラボ

1. 総合防災セミナー

巨大災害研究センターでは過去10年以上にわたって、当センターの教員・研究員および客員教員や非常勤講師等によるオープンセミナーを開催してきた。2010年度からは本セミナーを発展させ、防災研究所社会防災研究部門との共催で総合防災セミナーとして開催している。

2011年度の開催日と講演者およびタイトルは以下のとおりであり、総合防災グループをはじめとして防災研究所の関係教官、学生、さらに特別講義として公開している情報学研究科の大学院生、一般の聴講希望者が参加し、毎回活発な議論が重ねられた。

- ・ 第1回 (2011年6月3日)

「重要社会基盤のリスク管理問題」

寄付研究部門防災公共政策研究分野 梶谷義雄特定准教授

- ・ 第2回 (2011年12月2日)

“On the use of average horizontal to vertical spectral ratios of earthquake data for one dimensional velocity structure inversion”

Dr. Ariane Ducellier, engineer, BRGM, Risks Division, Seismic Risk unit

“Resiliency and Adaptation: How San Francisco and Berkeley California Protect Themselves”

Dr. Prof. William Siembieda, DPRI, Kyoto University

- ・ 第3回 (2012年3月2日)

「歴史災害の復原とそれから抽出される減災の知恵」

立命館大学文学部地理学教室・立命館大学歴史都市防災研究センター 吉越昭久 教授

- ・ 第4回 (2012年3月26日)

「参画型計画論としてみた総合防災学」

巨大災害研究センター災害リスクマネジメント研究領域 岡田憲夫 教授

「建築物の火災リスクと火災安全基準」

社会防災研究部門都市防災計画研究分野 田中哮義 教授

2. 第17回地域防災計画実務者セミナー

「地域防災計画実務者セミナー」は、自治体の防災担当職員を主たる対象者として都市防災・地域防災についての理解を深める一助として、阪神・淡路大震災が起こった1995年8月に3日間にわたって第1回セミナーを開催して以来、毎年開催を続けている。セミナーでは、自然災害の外力の特性を理解すること、災害対策を危機管理の立場から実施すること、およびその実例を紹介することを目的として、毎年講演題目を組み立てている。

第17回目を迎えて、本年度は3月11日に発生した東日本大震災においてどのような対応が行われたのかを検証し、来るべき東海・東南海・南海地震の災害対策の充実について考えた。初日に東日本大震災対応に関わる基礎知識について、2日目、3日目には主

として命を守るための活動，生活支援活動が行われる1000時間までの岩手県の対応を紹介した。京都大学百周年時計台記念館2F会議室Ⅲに於いて3日間にわたって以下のプログラムで開催した。セミナー参加者の関心も高く，初日60名，2日目60名，最終日50名の参加を得た。

■第1日目（平成23年10月24日）プログラム

13:00 挨拶（京都大学防災研究所 巨大災害研究センター 教授 林 春男）

13:05 講義1（～14:20）

「東北地方太平洋沖地震と東海・東南海・南海地震」（京都大学大学院理学研究科地球物理学教室 教授 平原和朗）

14:30 講義2（～15:45）

「東日本大震災の津波被害」（京都大学防災研究所 巨大災害研究センター 助教 鈴木進吾）

16:00 講義3（～17:15）

「東日本大震災の災害対応」（京都大学防災研究所 巨大災害研究センター 准教授 牧 紀男）

17:15 終了

■第2日目（平成23年10月25日）プログラム

9:30（～11:00）

「東日本大震災復興構想会議および東北地方太平洋沖地震を教訓とした地震・津波対策に関する専門調査会の活動について」（関西大学社会安全学部 教授 河田恵昭）

●被災地の1,000時間

11:15（～12:00）

「大船渡市の1,000時間」（大船渡市総務部長 兼 防災管理室長 佐藤悦郎）

12:00（～13:15）昼食

13:15（～14:00）

「平成23年3月11日東日本大震災に関する釜石市の対応と課題」（釜石市市民生活部 防災課長 山田守）

●後方支援拠点遠野の1,000時間

14:15（～15:00）

「後方支援拠点としての遠野」（遠野市 市長 本田敏秋）

15:00（～15:45）

「静岡県の地震対策と東日本大震災の対応について」（静岡県危機管理部 危機調整監 小平隆弘）

●県庁災害対策本部の1,000時間

16:00（～16:45）

「東日本大震災における政府の対応～岩手県政府現地連絡対策室の活動を中心に～」(内閣府 政策統括官(防災担当) 付参事官(地震・火山・大規模水害対

策担当)付企画官 西口 学)

16:45（～17:30）

「岩手災害医療，1000時間」（岩手医科大学医学部 救急医学講座 岩手県高度救命救急センター 助教 秋富慎司）

17:30 終了

■3日目（平成23年10月26日）プログラム

9:30（～10:15）

「災害時における自衛隊地方協力本部と県庁の関係—大震災における自衛隊の行動—」（自衛隊岩手地方協力本部長 一等陸佐 高橋俊哉）

10:15（～11:00）

「東日本大震災の初動対応における課題と教訓（岩手県災害対策本部の1,000時間）」（岩手県総務部総合防災室 特命参事 越野修三）

11:15（～12:45）パネルディスカッション

コーディネーター：京都大学防災研究所 林 春男
パネリスト：話題提供者全員

12:45（～12:50）

閉会の挨拶（京都大学防災研究所 巨大災害研究センター 教授 林 春男）

12:50 終了

3. 災害対応研究会

3.1 概要

平成10年4月17日から，災害発生後の災害過程について体系的な理解を確立することを目的とし，毎年4回，開催してきたセミナーである。話題提供者は各回2名で，出席者は当センターの関係教員をはじめ，行政の防災関係者，研究機関の教員，医療関係者，教育関係者，防災関係企業，NPO，マスコミ関係者等と多岐にわたり，活発な議論を重ねている。

平成23年度の研究会では東日本大震災の発生を受けて，従来の形式をとらずに，通年を通して“「災害原因の科学調査（FORIN）」手法を使った東日本大震災の検証を実施した。開催日時と講演者名及びタイトルは，以下の通りである。

ただし，平成24年1月には，神戸国際会議場で行われた神戸市主催の第5回「災害対策セミナー in 神戸」に参加し，比較防災学ワークショップ(本章「4. 比較防災学ワークショップ」を参照)と共催にて，“東日本大震災における関西広域連合の活動を検証する”をテーマとして，公開シンポジウム形式で実施した。

詳細については，以下を参照されたい。

<http://www-drs.dpri.kyoto-u.ac.jp/top.html>→プロジェクト紹介→災害対応研究会。

3.2 「災害原因の科学調査 (FORIN)」とは

2008年に国際科学会議 (ICSU) が「科学は進んでも災害被害が減らないのはなぜか」を科学的課題として、国際社会科学会議 (ISSC)、国連防災統合戦略 (UNISDR) と共催で、「災害リスク統合研究 (IRDR: Integrated Research for Disaster Reduction)」を立ち上げた。

IRDRの根本的な問いかけは、科学技術が進歩しているのになぜ大規模災害の発生が頻繁化し、損失が急速に増加し続けるのか、という難問である。過去50年ほどの間に自然災害についての知識はかなり豊かになったにも関わらず災害による損失の増大が起きたことは、人口増加と経済力の向上に帰せられる部分も多いのも事実である。また科学技術が世界中でだれでも・どこでも・いつでも活用できるわけでもない。しかし、大規模災害が、先進国で発生し続けているという事実は、科学技術だけでは説明できない要因の存在を示唆している。災害は多くの国や地域にとって社会的、経済的発展の妨げの主たる要因であり、災害リスクのマネジメントの改善は緊急に取り組むべき課題であるという認識をもとにIRDRが開始された。

大規模な災害の後には、現在でも調査が行われ、災害の因果関係について新しい研究がなされているが、特定の分野に集中しがちで、災害の全容を明らかにし、「災害の根本的な原因まで深く掘り下げて調査されることはまれ」である。こうした状況に対して、IRDRでは防災の「統合的」なアプローチの実践研究例として、「災害の科学捜査 (FORIN: Forensic Investigations)」プロジェクトを開始することを提案している。これは過去に起きた実際の災害事例をとりあげ、防災関連の理工学分野、人文・社会科学分野および生命科学分野の連携によって、犯罪捜査、火災調査や事故調査の分野のように、なぜそのような災害が発生したのかの原因を明らかにし、将来の災害発生を未然に防ごうとするものである。その具体的には、各分野が協力して、災害の発生原因調査にあたって活用する標準的な問診票の作成を計画しています。

“Forensic Investigations” という名称の由来は、犯罪捜査においてさまざまな科学技術が組み合わせられ、真犯人が特定される過程を、災害原因の調査においても実現したいという想いの反映である。いいかえれば、FORINは、真の災害原因を明らかにするために、学際的な手法を用いて、災害原因に関する仮説を根本から厳密に調査することを目指している。しかしFORINは「過去の失敗や過失」だけに着目しよ

うとするものではなく、被害を未然に防ぐことができた事例や、地域に組織によって被害程度に違いが出ることについても、科学的な調査の対象として、良い実践例を蓄積し、成功要因を同定することも活動に含まれている。

FORINアプローチの目的は以下のとおりである。

- i) 被害や損失が生まれた状況、原因、結果を調査し、それを未然に防ぐ、あるいは減少させた条件を確定する。
- ii) 被害の因果関係について仮説群を操作化し、検証する (初期ならびに二次的ハザード、住居形態、土地利用、構造物、開発の経緯等を含む)。
- iii) 過去数十年の災害において被害や損失が増大させる主な要因を認識し、それと災害やリスクの関係を示す。
- iv) 災害リスクの評価とマネジメントに関する既存の科学知識の活用状況について調査する。

上にあげた目的を達成するためにFORINは、相互に補完しあう次の4つの研究方法を標準的な研究方法として提案している。過去の重要な災害について、あるいは今後も再発し、大きな被害が予想される災害にこの方法を適用して、災害の原因究明を図り、防災・減災を実現しようとするものである。

1) 主要原因分析 (Critical Causal Analysis)

FORINの中心となる研究方法が主要原因分析であり、他の3つの方法が補完することを目指している。重要な被害や損失に着目し、その因果関係をハザードとの関連も含めて明らかにし、それを拡大、もしくは縮小させた発生時の状況、条件につきとめ、将来の防災・減災対策に反映することを使命としている。

2) 既存文献と新規の研究を含むメタ分析 (Meta-analysis)

メタ分析は、既存の文献を体系的に見直し、多様な研究の中から一貫した所見を同定し、(可能であれば) 定量化するものである。メタ分析は、観察 (e.g. ケーススタディー) の結果をコード化し、原因の連鎖、要因 (独立変数と従属変数) 間の関係性の強さ、そして事態介入の有効性を、統計学的に分析していく手段である。

3) 縦断的分析 (Longitudinal study)

縦断的分析は、ある特定の災害について、同じ場所あるいは類似した特性を持つ場所を繰り返し襲う災害を対象として詳細に行う再分析である。

4) 災害のシナリオ (Disaster Scenario)

意思決定者が、事前に災害リスクを削減するために、

シミュレーションにもとづく将来的に発生し得る災害の精密な評価である。

3.3 開催日程

・第1回<「災害原因の科学調査（FORIN）」手法を使った東日本大震災の最初の1か月間の検証>

日時：平成23年4月28日(木)13:30～16:30

場所：堂島リバーフォーラム

参加者数：28名

主旨：（開催案内より）

FORINとは“Forensic Investigations”の略です。この名称の由来は、犯罪捜査においてさまざまな科学委術が組み合わされ、真犯人が特定される過程を、災害原因の調査においても実現したいという想いの反映です。いいかえれば、FORINは、真の災害原因を明らかにするために、学際的な手法を用いて、災害原因に関する仮説を根本から厳密に調査することを目指しています。しかしFORINは「過去の失敗や過失」だけに着目しようとするものではありません。被害を未然に防ぐことができた事例や、地域に組織によって被害程度に違いが出るということについても、科学的な調査の対象として、良い実践例を蓄積し、成功要因を同定することも活動に含まれています。

たとえば、福島第1原発の問題を取り上げると、同じようなハザードに見舞われたのに事故が起きなかった福島第2原発と何が違うのかを明らかにする、方法です。

今回の震災で良かった例と良くなかった例を取り出し、それを比較して、何がその差を生み出したのかを突き止めようとするものです。

今年の災害対応研究会では、東日本大震災でとられた対応についてみんなでFORINしたいと思います。4月28日は最初の1か月を取り上げます。

そこで、ご参加いただける皆さんにおかれましては、

- 1)ご自分が関心を持つ分野で、東日本大震災が発災してから最初の1か月間で、
- 2)比較すべき良かった例と良くなかった例の実例をお示しく下さい。
- 3)そして、そうした差がなぜ生まれたかについての、ご自身のお考えを教えてください。以上3点について、A4版1枚の資料におまとめいただき、全員にご発表いただきたいと思っています。

プログラム

「開会挨拶」 京都大学防災研究所 林 春男

「参加者発表」

齊藤卓二／本荘雄一／林国夫／東田光裕／井上聡／渡辺千明／中地弘幸／太田敏一／甲斐達朗／大森勝之／水谷和郎／ト部兼慎／相良幸輝／平野昌／木

村玲欧／細川顕司／市田重宏／林勲男／倉田貴史／小坂忠英／中澤幸介

「ワークショップー各班からの発表」

・第2回<「災害原因の科学調査（FORIN）」手法を使った東日本大震災における最初の100日の検証>

日時：平成23年7月29日(金)13:30～16:30

場所：堂島リバーフォーラム

参加者数：21名

主旨：（開催案内より）

FORINとは“Forensic Investigations”の略です。この名称の由来は、犯罪捜査においてさまざまな科学委術が組み合わされ、真犯人が特定される過程を、災害原因の調査においても実現したいという想いの反映です。いいかえれば、FORINは、真の災害原因を明らかにするために、学際的な手法を用いて、災害原因に関する仮説を根本から厳密に調査することを目指しています。しかしFORINは「過去の失敗や過失」だけに着目しようとするものではありません。被害を未然に防ぐことができた事例や、地域に組織によって被害程度に違いが出るということについても、科学的な調査の対象として、良い実践例を蓄積し、成功要因を同定することも活動に含まれています。

たとえば、福島第1原発の問題を取り上げると、同じようなハザードに見舞われたのに事故が起きなかった福島第2原発と何が違うのかを明らかにする、方法です。

今回の震災で良かった例と良くなかった例を取り出し、それを比較して、何がその差を生み出したのかを突き止めようとするものです。

今年の災害対応研究会では、東日本大震災でとられた対応についてみんなでFORINしたいとお声掛けをし、4月28日は最初の1か月を取り上げました。21人の方が宿題に答えていただき、大変盛り上がった会になったと思います。7月は二匹目のどじょうを狙います。今回は時間的なスコープを最初の100日まで広げて、人命救助に関わる対応、各種の応急対応、そして復旧・復興に向けた早期の試みのいずれも対象としたいと思います。

そこで、ご参加いただける皆さんにおかれましては、

- 1)ご自分が関心を持つ分野で、東日本大震災が発災してから最初の100日間で、
- 2)比較すべき良かった例と良くなかった例の実例をお示しく下さい。
- 3)そして、そうした差がなぜ生まれたかについての、ご自身のお考えを教えてください。以上3点について、A4版1枚の資料におまとめいただき、全員にご発表い

ただきたいと思っています。

プログラム

「開会挨拶」 京都大学防災研究所 林 春男

「参加者発表」

中地弘幸／富田尚美／柿本有人／細川顕司／東田光裕／牧紀男／渡辺千明／南敏彦／太田敏一／林国夫／人見実男／中澤幸介／本荘雄一／井上聡／西村明儒

「ワークショップー各班からの発表」

・第4回「災害対応研究会」公開シンポジウム

比較防災学ワークショップとの共催にて、平成24年1月20日～21日に開催した。(本章「4.比較防災学ワークショップ」を参照)

4. 第12回比較防災学ワークショップーみんなで防災の知恵を共有しようー 12th Workshop for “Comparative Study on Urban Mega Disaster Management”

4.1 開催趣旨

自然災害は、自然現象であり、同時に社会現象でもある。阪神・淡路大震災をきっかけとして、「災害に強い社会」を作るためには社会現象としての災害についての研究の必要性が明らかになった。

阪神・淡路大震災をはじめ、米国・ノースリッジ、台湾・集集、トルコ・マルマラ地震災害による都市地震災害、2001年の911WTCテロ災害や国内での有珠山、三宅島、雲仙・普賢岳などの噴火災害、2004年9月5日に発生した紀伊半島南東沖地震、10月23日に発生した新潟県中越地震、12月26日に発生したスマトラ島沖地震・津波災害、また、風水害については1998年と1999年の全国的な氾濫災害と土砂災害、さらに、2004年に日本各地を襲った風水害や2008、2009年には全国的にゲリラ豪雨災害が多発した。2011年に発生した東日本大震災は改めて防災・減災に関する社会的関心を高めた。これらに共通することは被害様相が国や地域によって大きく異なる特徴をもっているということである。

このワークショップは地域によって異なる様相を示す災害について、さまざまな角度から比較・検討する場を作ろうとする試みである。地域、文化、時間、季節、立場、年齢、男女等の比較を通じて、生活と防災に関する新しい発見が生まれることが期待されている。

2001年から始まったこのワークショップは、当時進行していた都市地震災害に関する日米共同研究の成果を共有する場として、特に災害の社会的側面に焦点を当てた研究に関するワークショップとしてス

タートした。第1回比較防災学ワークショップは神戸国際展示場で、2001年1月18日・19日に、第2回は、神戸国際会議場で2002年2月14日・15日、第3回は、神戸国際展示場で2003年1月30日・31日に開催した。

都市地震災害に関する日米共同研究の終了後も、比較防災学の推進の必要性は何ら減ずる訳ではなく、むしろこうした機会を継続する必要性は一層高まったと考え、以下に述べるようにこのワークショップの性格を明確化した上で、今後も毎年1月、または2月に神戸で開催することを決定した。

- [1] 従来のワークショップと違い、講演を中心とするのではなく、広く会場から意見の提出を求め、それを集約するやり方で会場運営し、全参加者の能力向上を目指すユニークな試みである。
 - [2] 比較防災学に関するワークショップは世界で初めての開催であり、21世紀の初めにそれを開催し、継続するインパクトは大きい。
 - [3] 会場が毎年、同じ場所に固定されており、継続性の高いワークショップである。
 - [4] メモリアル・カンファレンス・イン神戸（現在、「災害メモリアル神戸」として継続中）とセットで、1つの震災記念事業として位置づけられる。
 - [5] 研究者のみならず、行政の防災担当者、災害情報分野の民間企業の社員などが、これまでになかったオープンな雰囲気でも活発な意見交換ができる。
- 以上の方針にもとづいて、第4回を神戸国際展示場で2004年1月29日・30日、第5回を神戸国際展示場で2005年1月20日・21日、第6回を神戸国際展示場で2006年1月17日・18日、第7回を神戸国際会議場で2007年1月18日・19日、第8回を神戸国際会議場で2008年1月16日、第9回を神戸国際会議場で2009年1月16日、第10回を神戸国際会議場で2010年1月19日・20日、第11回を神戸国際会議場で2011年1月19日・20日に開催した。今年度も第12回として、また第10回よりは、災害対応研究会（本章「3.災害対応研究会」参照のこと）との共催で、神戸国際会議場にて2012年1月20日・21日に開催した。

4.2 開催日時

2012年1月20日(金)14:00～16:30、1月21日(土)9:30～16:15

4.3 開催場所

神戸国際会議場5階501会議室

4.4 プログラム

「東日本大震災における関西広域連合の活動を検証する」

<2012年1月20日>

「関西広域連合についてまなぶ」

14:00～14:15

開会挨拶

関西大学 社会安全学部長・社会安全研究科長・教授
河田恵昭

14:15～15:15

講演1 「関西広域連合がめざすもの一理念・誕生経緯・活動」

関西広域連合本部事務局長(兵庫県参事)中塚則男

15:15～15:30

(休憩)

15:30～16:30

講演2 「東日本大震災における関西広域連合の活動の概要」

関西広域連合広域防災局長(兵庫県防災監)藤原雅人

<2012年1月21日>

「東日本大震災における関西広域連合の活動をふりかえる」

9:30～10:10

「岩手県支援－和歌山県」

和歌山県 危機管理局長 半田和雄

10:15～10:55

「岩手県支援－大阪府」

大阪府 危機管理監 藤岡巧一

11:00～11:40

「宮城県支援－徳島県」

徳島県 危機管理部 南海地震防災課長 楠本正博

11:40～12:40

(昼食休憩)

12:40～13:20

「宮城県支援－鳥取県」

鳥取県 危機管理局長 城平守朗

13:25～14:05

「宮城県支援－兵庫県」

兵庫県 企画県民部災害対策局災害対策課 被災者支援参事 山田聖一

14:10～14:50

「福島県支援－滋賀県」

滋賀県 防災危機管理局 副局長 勝身真理子

14:55～15:35

「福島県支援－京都府」

京都府 危機管理監 山田清司

15:40～16:10

パネルディスカッション「東日本大震災での対口支援を通して学んだこと」

モデレーター：

関西大学 社会安全学部長・社会安全研究科長・教授
河田恵昭

パネリスト：話題提供者全員

16:10～16:15

閉会挨拶

京都大学防災研究所・教授 林 春男

4.5 研究成果

[1] 延べ146名が参加した。

[2] 2011年3月11日に発生した東日本大震災は広範な地域に被害をもたらし、阪神・淡路大震災とは異なる新たな多くの課題を私たちに突きつけた。その中で2010年に創設された関西広域連合は、中国・四川地震で実施された自治体と自治体をペアリングするという「対口支援」の枠組みを取り入れ、岩手県：大阪府・和歌山県、宮城県：兵庫県・鳥取県・徳島県、福島県：京都府・滋賀県という組み合わせで系統的な被災地支援を行い高い評価をている。本シンポジウムでは、関西広域連合による東日本大震災の支援活動を取り上げ、1) 実際にどういった活動が行われたのか、2) 今後改善すべき活動上の課題、について検討することで、今後の広域災害時の自治体支援のあり方について検討した。

[3] 研究成果の詳細をまとめた第12回比較防災学ワークショップProceedingsを刊行した。

5. 第8回ワークショップ「災害を観る」

巨大災害研究センターでは、1998年から2年に1回「災害を可視化する」をキーワードに災害・防災研究における「可視化」に関する様々な事例について共有することを目的としたワークショップを開催している。今回、第8回目となる「災害を観る8」を、2012年1月19日～20日にかけて神戸国際会議場において開催された。大学、企業、自治体から63人が参加し、活発な議論が行われた。

1日目のセッションでは、企業・大学で開発されている最先端技術を使った取り組みが紹介され、2日目のセッションでは主として中央省庁の取り組みが報告された。

このワークショップは、座長がコーディネーションを行いその分野における新しい試みを紹介するコーディネーションセッションとパネルディスカッションから構成されている。コーディネーションセッションでは「東日本大震災におけるEMTによる国レベルでの状況認識の統一」（座長：井ノ口宗成・新潟大学）、「プローブデータの活用」（座長：須藤三十三・iフォーラム会長）、「生活再建支援過程におけるMashUpの可能性」（座長：秋富 慎司・岩手医科大学）、「クラウドを活用した空間情報MashUp

の可能性」(座長:井川 明彦・ESRIジャパン株式会社),「中央省庁の取り組み」(座長:田村圭子・新潟大学)という5つのテーマについて最新の「可視化の取り組み」が紹介された。また、最後のパネルディスカッションでは「広域かつ官民ではたすべき役割が複合災害におけるMashUpの果たすべき役割」について議論された。

■第1日目(平成24年1月19日)

●10:00-10:15

開会挨拶 京都大学 防災研究所・教授 林春男

●10:15-12:00

東日本大震災におけるEMTによる国レベルでの状況認識の統一(座長:新潟大学 災害・復興科学研究所 災害情報通信分野 助教 井ノ口宗成)

10:15-10:25

座長による本分野のレビュー

10:25-10:40

専門知識の空間統合:「ライフライン復旧状況の見える化」

岐阜大学 工学部社会基盤工学科 教授 能島 暢呂

10:40-10:55

各省庁の被害報を用いた「被害実態の見える化」

NPO法人地域自然情報ネットワーク(GCN) 平城 尚史

10:55-11:10

「資源投入の見える化」

株式会社パスコ システム事業部 営業開発部 営業開発一課 公塚 裕幸

11:10-11:25

シミュレーションを活用した「見えない状況の見える化」

(株)インターリスク総研 研究開発部 主任研究員 堀江 啓

11:25-11:40

専門知識の空間統合:「応援態勢の見える化」

京都大学 防災研究所 准教授 畑山 満則

11:40-11:55

EMTの成果の情報発信

株式会社 GK京都 ト部兼慎

11:55-12:00 まとめ

●13:00-14:15

プローブデータの活用(座長:iフォーラム会長 須藤 三十三)

13:00-13:10

座長による本分野のレビュー

13:10-13:25

プローブ情報を活用した3.11での取り組み

本田技研工業株式会社 参事 インターナビ事業室

室長 今井 武

13:25-13:40

プローブ情報の活用に係る経済産業省の取り組み

経済産業省自動車課 課長補佐 山下 毅

13:40-13:55

ITS Japanの取り組み紹介

ITS Japan 常務理事 林 昌仙(日産自動車)

13:55-14:10

東日本大震災災害支援情報提供の取り組み経緯

Agoop社 取締役 柴山 和久

14:10-14:15 まとめ

●14:25-15:25

生活再建支援過程におけるMashUpの可能性

(座長:岩手医科大学医学部救急医学講座

岩手県高度救命救急センター 助教 秋富 慎司)

14:25-14:35

座長による本分野のレビュー

14:35-14:50

「被災地はどこか」を見える化する

兵庫県立大学 環境人間学部 准教授 木村 玲欧

14:50-15:05

「仮設住宅の実態」を見える化する

横浜国立大学 安心・安全の科学研究教育センター

講師 古屋 貴司

15:05-15:20

GeoPortalの実装

京都大学 防災研究所 助教 鈴木 進吾

15:20-15:25 まとめ

●15:35-16:50

クラウドを活用した空間情報MashUpの可能性

(座長:ESRIジャパン株式会社 井川 明彦)

15:35-15:45

座長による本分野のレビュー

15:45-16:00

WebGISを活用した避難所情報等の状況認識の共有について

酪農学園大学 准教授 小川健太

16:00-16:15

ぼちぼちプロジェクト

ESRIジャパン株式会社 名和 裕司

16:15-16:30

EMT-江別

江別市消防本部 警防課 消防士長/主任 目黒 茂樹

16:30-16:45

Developing an integrated information system for Disaster Management

National Science & Technology Center for Disaster

Reduction 教授 周學政(Prof. Hsueh-Chen CHOU)

16:45-16:50 まとめ

16:50-17:00 初日のクロージング

■第2日目（平成24年1月20日）

●9:30-10:45

中央省庁の取り組み

（座長：新潟大学 危機管理室/災害・復興科学研究
所 教授 田村 圭子）

9:30-9:40

座長による本分野のレビュー

9:40-9:55

東日本大震災における国土地理院の取り組み
国土交通省 国土地理院 企画部 研究企画官
大木 章一

9:55-10:10

空間データの整備 (JAXA)

宇宙航空研究開発機構(JAXA)衛星利用推進センター
防災利用システム室 麻生 紀子

10:10-10:25

災害対応と総合防災情報システム

内閣府 参事官（総括担当） 小滝 晃

10:25-10:30 まとめ

●10:40-11:40

パネルディスカッション

「広域かつ複合災害におけるMashUpの果たすべき
役割」

コーディネーター

京都大学 防災研究所 教授 林 春男
パネラー（各セッションの座長+国の関係省庁から）
各セッションの座長は1日目の発表内容をふりかえ
る（課題と今後にむけて）

●11:40-12:00

総括：Web-based-MashUpに期待すること

京都大学 防災研究所 教授 林春男

●12:00-12:05

閉会挨拶 京都大学 防災研究所・教授 林春男

6. 阿武山観測所オープンラボ

東日本大震災の発生をうけて、防災に対する人び
との関心が強まるなか、「アウトリーチ」への期待
が高まっている。これをうけて、巨大災害研究セン
ターでは、平成23年度から、阿武山観測所を舞台に
これまでにないユニークなアウトリーチ活動（「阿
武山観測所オープンラボ」）を開始した。これは、
巨大災害研究センターに所属する教員（矢守）が、
平成22年度末から、同観測所にも兼務（ダブルアポ
イントメント）したことを、ひとつの契機としてい
る。

「阿武山観測所オープンラボ」は、80年もの歴史

と伝統をもつ現役の地震観測所を、サイエンスミュ
ージアム（地震学に関する博物館）としても活用し
ようという試みで、同観測所長の飯尾能久教授、米
田格技術職員、片尾浩准教授（地震予知研究センタ
ー）を中心とするチームとの共同事業である。「オ
ープンラボ」では、日本の地震研究の黎明期に活躍
した歴史的な地震計から最新型の地震計まで、観測
所に保存展示されている資産をフル活用し、地震学
のイロハー地震学の最新成果と同時に直面する課題
まで一をわかりやすく伝えている。

昨年度、「阿武山オープンラボ」と銘打った大型
のイベントは、下記の合計4回開催した。

■阿武山オープンラボ第1回（2011年4月3日）

参加者数：161名

13:00～14:00 阿武山地震学オープン・セミナー『地
震学の誕生・歩みと、最先端研究』

飯尾能久（京都大学防災研究所教授・阿武山地震観
測所所長）

14:15～15:15 地震観測機器の歴史・歩み 保存展示
室 特別解説ツアー

展示解説：米田格（京都大学防災研究所技術職員）
ほか

※随時：地震学 展示・参加体験コーナー、阿武山
ラボ・カフェ、プチ！おみやげショップ

■阿武山オープンラボ第2回（2011年7月31日）

参加者数：224名

10:15～12:00 & 13:30～15:15 地震計ワークショッ
プ（ペットボトル地震計を作ろう！）

城下英行（関西大学社会安全学部助教）&岩堀卓弥
（京都大学大学院情報学研究科）

※随時：地震観測機器の歴史・歩み 保存展示室 特
別解説ツアー、シンサイミライノハナを咲かせよ
う！ オープンカフェ、プチ！おみやげショップ

■阿武山オープンラボ第3回（2011年11月6日）

参加者数：43名（定員制）

13:00～14:30 阿武山に見る地震学の歩み・最先端研
究と文化的価値

飯尾能久（京都大学教授・阿武山地震観測所所長）

14:40～15:20 学びの場と方法をデザインする、今日
のサイエンスミュージアム

平林英二（人と防災未来センター企画ディレクター）

15:20～16:00 防災教育×市民・ボランティア活動、
3.11から未来への期待

岡田憲夫（京都大学防災研究所教授）&矢守克也（京
都大学防災研究所教授）

16:10～17:10 阿武山から発信する学び、これからの

可能性

城下英行（関西大学社会安全学部助教）

※随時：阿武山ラボ・カフェ，プチ！おみやげショップ

■阿武山オープンラボ第4回（2012年2月15日）参加者数：90名

14:00～15:30 & 15:30～17:00

地震学の誕生・歩みと，最先端研究「満点計画」について保存展示室 特別解説ツアー

飯尾能久（京都大学防災研究所教授・阿武山地震観測所所長）

展示解説：米田格（京都大学防災研究所技術職員）

ほか

※随時：阿武山ラボ・カフェ，プチ！おみやげショップ

これらに加え，観測所職員の努力によって通常の施設公開日も従来よりも回数を大幅に増やし，「阿武山観測所見学会」として合計8回開催した。これらの取り組みの結果，昨年度，阿武山観測所を訪問いただいた方は，合計1059名にも上った。

さらに，阿武山観測所では，現在，「アウトリーチ」の活動を一般の方々にも共に支えていただくために，サポートスタッフを募集し養成する取り組みを開始している。つまり，一般の方々に，ゲストとして観測所を訪れてもらうだけでなく，お客様を迎える側（ホスト）としても活躍してもらうことで，阿武山観測所をより広く社会に開かれたものに変貌させようとしている。

7. 自然災害データベース

7.1 データベース“SAIGAI”

巨大災害研究センターでは，その前身である旧防災科学資料センターの設立当初より，国内における災害関連資料の収集・解析を行い，これらの資料をもとに比較災害研究，防災・減災などに関する研究を実施してきている。これに基づき，昭和57年度よりデータベース“SAIGAIS”が構築され，旧防災科学資料センター所蔵の論文ならびに災害関連出版物の書誌情報が登録されてきた。この“SAIGAIS”は，平成元年度に科学研究費（研究成果公開促進費）の補助を受けて全国的な文献資料情報データベース“SAIGAI”として拡充された。現在，本センターを中核として，全国各地資料センター（北海道大学・東北大学・埼玉大学・名古屋大学・九州大学）の協力のもとでデータの追加作業が継続されている。

昭和58年に文献検索に資するため，科学研究費・

特別研究「自然災害」の補助を受けて「自然災害科学キーワード用語集」が刊行された。平成2年に検索サービスは，京都大学大型計算機センターのデータベースへ移行し，大学間ネットワーク（N1システム）に加入している大学であれば，日本語端末を用いて資料の検索が可能になった。平成6年には，キーワードの追加・体系化を行った改訂版が「自然災害科学キーワード用語・体系図集」が刊行された。平成10年，平成20年，平成24年に，データベースの処理能力増強を目的とした計算機システムの更新を行った。検索システムはWWW上に構築され，各ユーザーはパーソナル・コンピュータなどのwebブラウザから自由にアクセスが可能となっている。平成23年度には新たに約1万件の資料を登録し，登録されているデータは，平成23年3月現在で12万5059件に達した。なお，データベース“SAIGAI”はURL，<http://maple.dpri.kyoto-u.ac.jp/saigai/>でアクセス可能である。

7.2 災害史料データベース

巨大災害研究センターでは，昭和59年度より歴史資料に現れる災害及びその対応等の関連記事をデータベース化するプロジェクトを実施している。

その成果として蓄積されてきた史料とその現代語訳データは「災害史料データベース」として，公開している。平成16年に，データベースをウェブ上で検索可能にし，表示できるようにする公開用プラットフォームが科学研究費補助金の交付を受けて作成され，データベースにはURL，<http://maple.dpri.kyoto-u.ac.jp/saigaishiryo/>でアクセス可能となっている。災害史料データベースに登録されている史料データは，平成24年3月現在で，西暦599年～1615年までの1万3632件に達し，1259年までの現代語訳が完了した。平成23年度は南海トラフで発生した歴史地震津波を対象として，1707年宝永地震，1854年安政地震後の記述を収集した。その内容は次のとおりである。

[1] 1707年宝永地震については，大阪，四国，九州，静岡，紀伊長島，伊勢，江戸，京都における，発災から1722年までの，津波被害とその後の対応，復興に関連する記事やデータが各地の郷土資料などから収集された。

[2] 1854年安政東海地震については，静岡，安政南海地震については瀬戸内における，発災から3年分の資料が，同様に郷土資料等から集められた。

（論文受理日：2012年6月7日）

Information Analysis in the Field of Natural Disaster Science (39)

Haruo HAYASHI, Katsuya YAMORI, Norio MAKI, and Shingo SUZUKI

Synopsis

The objectives of this paper are to summarize the research activities of Research Center for Disaster Reduction Systems, DPRI. They are systematically organized by not only our staff members but also many researchers and practitioners who do voluntary work in some workshops and symposia. Open symposia were held monthly with large audience. The 17th Seminar for Regional Disaster Prevention Plan was held focusing on the 2011 Great East Japan Earthquake Disaster. The 12th Workshop on Comparative Disaster Studies was held to discuss the pairing assistance of the union of Kansai governments. The 8th Workshop on Visualization of Disaster shared visualization experiences for the responses of 2011 Great East Japan Earthquake Disaster. We are also upgrading and expanding the database SAIGAI and historical disaster database.

Keywords: database, comparative disaster studies, seminar, workshop, open laboratory

京都大学防災研究所 平成 23 年度 共同研究報告

平成 8 年度より、全国共同利用研究所として共同研究を実施している。平成 22 年度からは「自然災害に関する総合防災学の共同利用・共同研究拠点」として新たな枠組みで共同研究課題の募集を行った。応募があった研究課題は、共同利用・共同研究拠点委員会で公正な審査のうえ採択が決定される。平成 23 年度の各種目についての、応募件数、採択件数および共同研究費は次の表のとおりである。

	応募件数	採択数	共同研究費 合計
一般共同研究 (平成 22-23 年度)		10	10,618,000
一般共同研究 (平成 23 年度)	45	11	12,340,000
萌芽的共同研究	3	3	743,000
一般研究集会	16	10	5,833,000
長期滞在型共同研究	2	2	2,382,000
短期滞在型共同研究	1	1	300,000
重点推進型共同研究	2	2	3,206,000
拠点研究 (一般推進)	9	6	13,600,000
拠点研究 (特別推進)	1	1	6,000,000
特定研究集会	5	4	2,200,000
特別緊急共同研究	36	11	18,930,000

以下の報告は、平成 23 年度に実施された一般共同研究 21 件、萌芽的共同研究 3 件、一般研究集会 10 件、長期滞在型共同研究 2 件、短期滞在型共同研究 1 件、重点推進型共同研究 2 件、拠点研究 7 件、特定研究集会 4 件、特別緊急共同研究 11 件の報告である。一般共同研究及び萌芽的共同研究の参加者は 290 名、一般研究集会参加者は 773 名、長期・短期滞在型共同研究の参加者は 24 名、重点推進型共同研究の参加者は 100 名、拠点研究の参加者は 263 名、特定研究集会の参加者は 384 名である。

また、これらの共同研究等の採択課題名は、防災研究所ニュースレターに掲載される。

本研究所では、施設・設備のいくつかを所外研究者の利用に供している。それらの利用状況を本報告書の終わりに掲載した。

一般共同研究（課題番号：22G-01）

課題名：自然災害リスク下でのグローバルな重要社会基盤のリスクガバナンス戦略に関する国際共同研究

研究代表者：谷口 栄一

所属機関名：京都大学大学院工学研究科

所内担当者名：岡田 憲夫

研究期間：平成22年4月1日～平成24年3月31日

研究場所：京都大学防災研究所，京都大学工学研究科谷口研究室その他

共同研究参加者数：24名（所外17名，所内7名）

- ・大学院生の参加状況：2名（博士2名）（内数）
- ・大学院生の参加形態 [セミナー，シンポジュームの議論に参加するとともに，個別の関連研究にも従事する]

研究及び教育への波及効果について

本研究では，港湾・空港をはじめとする国際重要社会基盤のリスクガバナンス手法のプロトタイプとなる分析アプローチを提示しており，共同研究先のIRGC（International Risk Governance Council，本部スイス）との共同のレポートとして広く公開している。アイスランド火山やホルムズ海峡の問題など，この種の問題が具現化していることもあり，本研究の波及効果は大きいものと考えられる。

研究報告

(1)目的・趣旨

国際海峡，港湾，空港等のグローバル化する社会において重要と位置付けられる社会基盤（国際重要社会基盤）に関わる問題として，関係する複数の国家や当事者が存在し，被害の波及や対策のための合意形成が難しいことがあげられる。本研究では，マラッカ・シンガポール海峡等を事例に，関係諸国や海運事業者等のステークホルダー参加型のワークショップを通じて，想定すべきシナリオや被害軽減のためのロジスティクス技法等について議論し，プロトタイプとなるリスクガバナンスモデルを提案することを目的としている。

(2)研究経過の概要

2010年5月，11月に実施した国際ワークショップを通じ，マラッカ・シンガポール海峡におけるリスク評価や低減方式について議論を行った。2011年は，その主要な成果についてとりまとめを行い，IRGCのプロジェクトレポートとして公表するとともに，ICCEM（International Conference of Crisis and Emergency Management，日，韓，中，米から約50名の参加者）等の会議を通じて，Global Critical Infrastructureのセッションを設け，ロジスティクスの在り方などの緊急対応の観点から重要社会基盤のリスクについて議論を行った。

(3)研究成果の概要

国際重要社会基盤のリスクガバナンスを実施する上で，複数国家・当事者参加型の学際的ワークショップによるアプローチの有効性を示した。これにより，系統的な整理が行われていなかった海峡閉鎖や港湾機能不全の要因（災害，化学施設の内容物流出・爆発，船舶の衝突，港湾の航海・物流関連システムへのサイバー攻撃）を検討し，想定すべきシナリオ（被害の範囲，期間，災害時のロジスティクス）の共有化を行った。また，リスクガバナンスが失敗する可能性のある問題（Governance Deficit）を明確にするとともにそれを回避するための国際機関や専門家の役割，リスク評価の在り方など5つの政策的方策（Recommendation）をとりまとめた。

(4)研究成果の公表

- 1) International Risk Governance Council: Risk governance of Maritime Global Critical Infrastructures: The example of the Straits of Malacca and Singapore, IRGC Report, 61 pages, 2011 (Principal Authors: Norio Okada, Wolfgang Kroeger, et al.)
- 2) Eiichi Taniguchi, Frederico Ferrira, Yuki Nakamura: Humanitarian logistics in the Great Tohoku Disasters 2011, 5th International Conference on Crisis and Emergency Management (Session of Global Critical Infrastructure), September 24-25, 2011.
- 3) Yoshio Kajitani, Hirokazu Tatano, Kazuyoshi Nakano, Junho Choi, Nario Yasuda: Global Risk of Maritime Critical Infrastructure: Disruption Scenarios and Economic Impacts, 5th International Conference on Crisis and Emergency Management (Session of Global Critical Infrastructure), September 24-25, 2011.

一般共同研究（課題番号：22G-02）

課題名：振動台再現可能振動数帯域の飛躍的増大をめざす振動台実験手法の開発

研究代表者：梶原 浩一

所属機関名：(独) 防災科学技術研究所兵庫耐震工学センター

所内担当者名：中島 正愛

研究期間：平成22年4月1日 ～ 平成24年3月31日

研究場所：防災科学技術研究所兵庫耐震工学センター・京都大学防災研究所

共同研究参加者数：17名(所外2名, 所内15名)

- ・大学院生の参加状況：12名(修士5名, 博士7名)(内数)
- ・大学院生の参加形態 [実験補助]

研究及び教育への波及効果について

振動台実験は構造物の地震時挙動の解明に大きく貢献しているが、一方で、振動台実験は振動台の加振性能に大きく制限されている。本研究が提案する衝突振動台実験手法は既存の振動台がこれまで励起できないような高振動数を生成する手法であり、振動台の加振性能を増強する仕組みである。この実験手法を用いることで、これまでの振動台では実現不可能であった揺れも実現させることができ、その波及効果は耐震工学の発展のみならず、振動台技術のさらなる発展にも寄与する。

研究報告

(1)目的・趣旨

近年、通常の設計で想定する以上の地震動が記録されている。これら地震動には20Hz以上の高振動数成分を含むこともあり、剛性の高い構造物(例えば電力施設)の応答を刺激する懸念が高まっている。この現象を検討するためには、高振動数成分を再現できる振動台を用いた振動実験が欠かせないが、大多数の振動台の駆動源である油圧式サーボアクチュエータでは、20Hz以上の高振動数を精度よく再現することは難しい。そこで、本研究では、振動台限界以上の高振動数を励起する実験手法を開発し、既存の振動台の加振性能の増強させることを目的としている。

(2)研究経過の概要

本研究が提案する実験手法では、高振動数システムと衝突システムと称する2つのシステムを振動台上に設ける。高振動数システムは振動台の再現可能振動数以上(例えば30Hz)、衝突システムは振動台の再現可能振動数以下(例えば3Hz)の固有振動数を持つように設計する。衝突システムがある変位に達するとシステム同士は衝突し、衝突された高振動数システムに自由振動が生じ、振動台限界以上の高振動数成分が励起される。この実験手法を実際の振動台実験に応用することによって、その有効性を実験から検証した。また、衝突を応用していることから、衝突時には瞬間的に大加速度が生じてしまい、波形全体がこの衝撃加速度に大きく影響されてしまう。このような問題に対して、接触面の接触剛性と衝撃加速度との関係性を解析的に検討し、衝撃加速度の抑制方法も構築した。

(3)研究成果の概要

実際の実験システムを用いた衝突振動台実験では、継続的な衝突によって擬似的な30Hzの正弦波が実現され、衝突振動台実験手法によって振動台限界以上の高振動数を実現できることが示された。この実験手法を数値解析的に検討するために、衝突解析と振動解析を組み合わせた衝突振動解析手法を構築した。また、システム同定によって得たパラメータを参考にした数値解析モデルに実験時に振動台で計測された入力波を用いた衝突振動解析では、実験結果と等しい結果を得ることができ、衝突振動解析の信頼性も確認された。実際の実験振動台実験において極めて大きな衝撃加速度計測されていたが、接触面の接触剛性を低減させる(具体的には接触面にやわらかなゴムを導入する)ことによって衝撃加速度が低減できることが実験的にも

示された。

(4)研究成果の公表

上記の研究成果を、以下に示すように、日本建築学会が出版する日本建築学会構造系論文集（査読付）と学術梗概論文集へ投稿している。

- 1) 榎田竜太, 梶原浩一, 長江拓也, 中島正愛: 振動台の再現可能振動数を超える高振動入力を実現する衝突振動台実験手法, 日本建築学会学構造系論文集, No.657, pp.1975-1982, 2010.11. (査読有)
- 2) 榎田竜太, 梶原浩一, 長江拓也, 中島正愛: 振動台限界を超える高振動数入力を実現する振動台実験手法, 第13回日本地震工学シンポジウム, pp.2266-2270, 2010.
- 3) 榎田竜太, 梶原浩一, 長江拓也, 石運東, 山崎友也, 中島正愛: 振動台の再現可能振動数を超える応答を実現する振動台実験手法の提案 その1. 衝突振動台実験手法の概念, 学術講演梗概集 B-2, 構造 II, 振動, 原子力プラント, pp.43-44. 2010.
- 4) 山崎友也, 榎田竜太, 梶原浩一, 長江拓也, 石運東, 中島正愛: 振動台の再現可能振動数を超える応答を実現する振動台実験手法の提案 その2. 衝突振動台実験手法の実験的検証, 学術講演梗概集 B-2, 構造 II, 振動, 原子力プラント, pp.45-46. 2010.
- 5) 石運東, 榎田竜太, 梶原浩一, 長江拓也, 山崎友也, 中島正愛: 振動台の再現可能振動数を超える応答を実現する振動台実験手法の提案 その3. 衝突振動解析と実験結果の比較, 学術講演梗概集 B-2, 構造 II, 振動, 原子力プラント, pp.47-48. 2010.
- 6) 榎田竜太, 梶原浩一, 長江拓也, 石運東, 山崎友也, 中島正愛: 振動台の再現可能振動数を増強する振動台実験手法の提案, その1 衝突振動台実験手法の提案, 日本建築学会近畿支部研究報告集, 第50号・構造系, pp69-72, 2010.6.
- 7) 石運東, 榎田竜太, 梶原浩一, 長江拓也, 山崎友也, 中島正愛: 振動台の再現可能振動数を増強する振動台実験手法の提案, その2 衝突振動台実験手法の実験的検証, 日本建築学会近畿支部研究報告集, 第50号・構造系, pp73-79, 2010.6.

一般共同研究（課題番号：22G-03）

課題名：地動雑音を使用した地震波速度不連続面とその時間変化検出の試み

研究代表者：平原 和朗

所属機関名：京都大学大学院理学研究科地球物理学教室

所内担当者名：大見 士朗

研究期間：平成 22 年 4 月 1 日 ～ 平成 24 年 3 月 31 日

研究場所：防災研究所地震防災研究部門，および附属地震予知研究センター

共同研究参加者数：3 名 (所外 1 名，所内 2 名)

・大学院生の参加状況：0 名

研究及び教育への波及効果について

地動信号の雑微動部分の相関解析を行うことにより，観測点下の地震波反射面，すなわち，コンラッド面，モホ面，さらにはプレート境界面等が検出されることが示された。10 年単位以上の長期間にわたり本手法による地下の地震波反射面のモニタリングを行うことができれば，内陸地震やプレート境界地震の発生場の時間変化の検出の可能性があり，地震発生予測といった観点からの意義が深い。

研究報告

(1) 目的・趣旨

地動信号の雑微動部分の相関関数を利用して地下構造を求める手法が，Ambient Noise Seismology として飛躍的な進歩を遂げている。同手法により微小地震観測点における雑微動の長時間にわたる相関解析を行えば，観測点下の構造を求めることができ，さらに，地下構造の微細な時間変化が検出可能であると考えられている。本研究では，日本国内のいくつかの地域を選び，地殻内反射面やモホ面・プレート境界面等の地震波速度不連続面の検出，およびそれら不連続面や地震前後の活断層の構造などの時間変化の検出を試みる。本手法が国内の種々の特徴を持つ地下構造に適用可能であることが立証され，かつ，新たな地殻活動指標が提案されると，既存の稠密微小地震観測網による地殻活動モニタリングが実現し，地震発生の準備過程や歪蓄積過程の時間変化の検出の可能性があり，地震発生予測といった観点から非常に意義深い。

(2) 研究経過の概要

地震波反射面の検出対象地域としては，過去の研究により明瞭な地震波反射面が検出されている近畿地方と四国地方を選んだ。これらの地域の短周期微小地震観測網の地動雑微動部分を使用し，それらの相関解析により地震波反射面からの信号の検出を行った。また，東北地方太平洋沖地震の発生をうけて，本手法の作業仮説である，地動ノイズの相関処理により，歪・応力変化が検出可能であるかを検証するため，東北地方や中部地方を対象として，地震前後の構造変化（地震波速度構造変化）を検出することを試みた。

(3) 研究成果の概要

平成 22 年度は，近畿地方と四国地方を対象地域として，地動信号の雑微動部分の相関解析により，これらの地域の地震波反射面からの信号の検出を試みた。近畿地方では，主として Hi-net のボアホール観測点と他の観測点間の相互相関関数 (CCF) には，Rayleigh 波の基本モード以外の信号(以下，X フェイズという)が認められ，既往研究による適切な地下構造を仮定した検証を試みたところ，これらの X フェイズの走時は，概してモホ面や地殻内反射面からの反射信号として解釈可能であることがわかった。ただし，観測された振幅を説明するまでには至っていない。また，四国地方では，複数の反射フェイズを思われる信号が検出され，反射面の候補として，ユーラシアプレート（日本列島）大陸性モホ面，フィリピン海プレート上面，フィリピン海プレート海洋性モホ面などが考えられるが，走時，振幅の双方を説明するモデルを提出するまでには至らなかった。東北地方太平洋沖地震の前後の構造変化の検出については，強震動に伴う物性変化による速度変化と思われるものは検出可能

であるが、純粋に歪変化に伴う速度変化についてはその分離や検証が困難であることがわかり、今後の課題としたい。

(4)研究成果の公表

Ohmi, S., 2011, Temporal change of the seismic wave velocity in central Japan caused by the 2011 off the Pacific coast of Tohoku Earthquake, Abstract presented at 2011 Fall Meeting, AGU, San Francisco, Calif., 5-9 Dec., S23D-06.

Ohmi, S. and K. Hirahara, 2011, Detecting subsurface reflection in the Kinki district, southwestern Japan, using ambient seismic noise, Geophysical Research Abstracts, Vol.13, EGU2011-5629-1, EGU General Assembly 2011 (Wien, Austria, April, 2011).

Ohmi, S. and K. Hirahara, 2010, Detecting subsurface reflection in the Shikoku district, southwestern Japan, using ambient seismic noise, Abstract presented at 2010 Fall Meeting, AGU, San Francisco, Calif., 13-17 Dec., S33A-2061.

Savage, M. and S. Ohmi, 2010, Shear wave splitting and velocity variations measured from noise autocorrelation reveal crack healing after the 2007 Chuetsu-Oki earthquake in Japan, Abstract presented at 2010 Fall Meeting, AGU, San Francisco, Calif., 13-17 Dec., S21D-06.

大見士朗・平原和朗, 2010, 雑微動の相互相関関数による西南日本の地殻下反射面の検出, 日本地震学会 2010 年年度秋季大会講演予稿集, A32-04, (2010 年 10 月, 広島)

Ohmi, S., 2010, Detecting subsurface reflection in southwestern Japan using ambient seismic noise, Geophysical Research Abstracts, Vol.12, EGU2010-8179, EGU General Assembly 2010 (Wien, Austria, May, 2010).

一般共同研究（課題番号：22G-04）

課題名：強風時を対象とした大気・海洋相互作用観測プロジェクト

研究代表者：木原 直人

所属機関名：電力中央研究所

所内担当者名：森 信人

研究期間：平成22年4月1日～平成24年3月31日

研究場所：京都大学防災研究所白浜海象観測所

共同研究参加者数：19名（所外11名，所内8名）

- ・大学院生の参加状況：2名（修士2名）（内数）
- ・大学院生の参加形態 [データ解析，ワークショップでの発表]

研究及び教育への波及効果について

本共同研究での現地観測によって得られた気象・海象データは、気象・海象の両者について詳細に取得しているため、大気・海洋相互作用を検討する上で貴重なデータである。このため、今後、データを公開することを考えており、さまざまな研究への波及が期待できる。

研究報告

(1)目的・趣旨

大気・海洋間での運動量や熱の交換過程は、熱帯低気圧や高潮・高波の発達・減衰を支配する。特に、台風に代表される強風時において大気から海洋へ輸送される運動量は、高波や高潮災害と直結するため沿岸防災上大変重要である。大気・海洋界面過程において、強風時に主要な役割を果たすのは海面波の砕波現象であり、その複雑な混相流体運動のため十分に現象が理解されていない。本研究では、大気側・海洋側の両者を詳細に観測することにより、強風時において強化される海面近傍での乱流と、大気・海洋界面での運動量・熱を定量的に評価し、これらの関係を明らかにし、沿岸部における高波・高潮防災の減災に役立てることを目的とした。

(2)研究経過の概要

平成22年8月18日から10月17日までの2ヶ月間、田辺中島高潮観測塔において集中観測を実施した。大気側において、風速、気温、湿度、CO₂濃度を計測し、海洋側において、流速、水温、海面温度、波浪の方向スペクトルを計測した。ただし、観測期間中、強風イベントがなく、砕波現象が卓越する海面状態でのデータを取得することはできなかった。

また、平成23年3月13日に「第2回大気・海洋齟齬作用についてのワークショップ」を開催し、本共同研究の成果を公表し、また、関連研究の話題提供、情報交換を行った。

(3)研究成果の概要

平成22年の集中観測によって取得した現地観測データを用いることにより、うねりと発達中の風波が混在する湾内における運動量フラックスの算出に対して重要となる波浪スケールについて検討し、風波の飽和度が最も最適なスケールであることがわかった。また、吹送距離が短い湾内においては、抵抗係数が吹送距離に依存し、吹送距離が長くなるにつれて抵抗係数が低下することがわかった。

(4)研究成果の公表

木原直人，中屋耕，坪野考樹，松山昌史，平口博丸，森信人，鈴木崇之，武藤裕則：うねりと発達中の風波が混在する湾内における大気・海洋間運動量輸送，土木学会論文集B2(海岸工学)，第67巻，pp.51-55，2011.

森信人，田中悠祐，間瀬肇，鈴木崇之，木原直人：沿岸域における強風時の強鉛直混合についての数値実験，土木学会論文集

B2(海岸工学), 第 67 卷, pp.321-325, 2011.

森信人, 鈴木崇之, 木原直人: 海洋表層鉛直混合におよぼす風応力と波浪の影響, 土木学会論文集 B2(海岸工学), 第 66 卷, pp.311-315, 2010.

一般共同研究（課題番号：22G-05）

課題名： 台風接近時の強風被害予測技術と防災・減災のための準備手順の開発

(Development of strong wind hazard prediction technique and preparing procedure for disaster prevention and mitigation during typhoon approaching)

研究代表者：前田 潤滋

所属機関名：九州大学 大学院人間環境学研究院

所内担当者名：丸山 敬

研究期間：平成22年4月1日～平成24年3月31日

研究場所：京都大学防災研究所, 九州大学

共同研究参加者数：14名(所外5名, 所内9名)

・大学院生の参加状況：0名

研究及び教育への波及効果について

台風による強風や高潮・高波など極端気象状況を数時間から数日先まで予測し、強風被害状況を判定する技術を開発した。これにより、防災・減災のための準備体制に必要な情報が事前に得られ、また自治体防災担当者や地域自治防災組織構成員を対象に準備体制の策定手順に関する広報活動によって、台風接近時の地域防災・減災力のさらなる強化が期待できる。

研究報告

(1)目的・趣旨

台風による被害は、被害形態が多様で広範囲に及ぶため、台風に襲われるとその強さと規模に応じて社会的・経済的ダメージは大きくなる。一方、台風は地震発生などと異なり、観測・予報技術の発達によって数日前から、かなり正確な進路予測が可能になりつつある。本研究では、予報される風速や強風範囲などの気象要素から建物や都市インフラなどの被害の程度と範囲を予測する技術を開発し、台風接近時の危険度を各地点・各時刻で追跡評価することによって、その危険度に応じた防災・減災のための準備手順の枠組みを策定する。これにより、台風接近時に各地の具体的な危険度や被害の程度と範囲を事前に周知させ、準備をスムーズに行うことにより防災・減災力のさらなる強化が期待できる。また、防災・減災のための準備手順を自治体防災担当者や地域自治防災組織構成員を対象にした「防災・減災のための教育・研修プログラム」へ適用するための検討を行う。

(2)研究経過の概要

平成22年度には、メソスケール気象モデルを用いて台風接近時の気象予測を行い、建物の強風被害の程度・範囲を気象予測結果から予測するシステムを開発した。また、自治体や関連業界の防災担当者および一般市民を対象にした講演会を開催した。平成23年度には、九州全域を対象とした気象予測システムを計算機上に構築した。これによる予測情報を用いて、防災・減災のための準備手順を作成し、自治体防災担当者や地域自治防災組織構成員が実際に活用できるものとするため、熊本県宇城市と協力体制を結び、現場の実状に応じた形で適用するための準備を開始した。今後も「防災・減災のための教育・研修プログラム」の開発へ向けて宇城市との協力体制を継続し、開発を続ける予定である。

(3)研究成果の概要

九州全域を対象とした気象予測システムを計算機上に構築し、各地点・各時刻での危険度予測結果を表示するシステムを作成した。本研究成果の社会還元として、平成22年8月26日に大阪府庁において講演会「台風などの強風に伴う災害の現状と防災・減災対策に関して」を開催した。また、宇城市においても、本研究の成果の周知、および、現場からの情報収集のための勉強会を平成23年8月30日に「台風などの極端気象現象による災害は予測できるか？」として、平成23年11月30日に「高潮・高波・津波などの被害に関する勉強会」として開催した。

(4)研究成果の公表

防災研究所年次研究発表会等で発表を予定。

一般共同研究（課題番号：22G-06）

課題名：極端な豪雨時に砂質土の流動化を引き起こす過剰な間隙圧の変動特性

研究代表者：岡田 康彦

所属機関名：独立行政法人森林総合研究所

所内担当者名：福岡 浩

研究期間：平成 22 年 4 月 1 日 ～ 平成 24 年 2 月 29 日

研究場所：独立行政法人森林総合研究所、京都大学防災研究所

共同研究参加者数：5 名 (所外 3 名, 所内 2 名)

・大学院生の参加状況：0 名

研究及び教育への波及効果について

極端な集中豪雨の頻発が現実的になるとも推定される中、地すべりや斜面崩壊の流動化に及ぼす間隙圧の変動特性解明は欠かせない。土質要素試験の他に、大型斜面模型を用いた人工の集中豪雨による実証実験のさらなる実施が不可欠であることが示唆された。

研究報告

(1)目的・趣旨

温暖化に伴う集中豪雨などの極端な気象現象の頻発が危惧され、甚大な被害軽減のためにも山地土砂災害防止に資する研究の推進が必要である。

大型斜面模型を用いて、時間雨量 100 ミリの集中豪雨を人工的に与えて、砂質土層内部における間隙水圧変化ならびに土層のクリープ変形を詳細に追跡し、崩壊発生に至るメカニズムを実証的に検討する。

(2)研究経過の概要

全長 9m、幅 1m の大型斜面模型を対象に砂質土を 0.7m の土層厚で詰めて斜面を形成し、人工降雨システムにより時間強度 100 ミリの降雨を与えて斜面崩壊を発生させた。土層の内部には、深度を変えて間隙水圧計を多数埋設することにより、浸潤前線が通過して地下水面が形成されるまでの負圧ならびに地下水面が形成された後の正圧の双方を詳細に計測した。また、土層のクリープ変形を追跡するために、土層内部にマーカも多数埋設した。マーカの移動をデジタルビデオカメラで撮影することにより、後に画像解析技術により歪み変形を定量化した。間隙水圧値およびマーカ変形を検討し、崩壊メカニズムの検討を行った。

(3)研究成果の概要

大型の斜面模型を用いた人工降雨による斜面崩壊実験を通じて、以下の結果が得られた。1): 0.7m の土層厚に調整した川砂供試体を対象に毎時 100 ミリの極端な豪雨を人工的に与えたところ、降雨開始後 4,000 秒で一回目の崩壊が発生した。崩壊が発生した箇所近傍の土層内部における動水勾配の方向は、斜面の傾斜方向と調和的であることがわかり、斜面傾斜方向への地下水の浸透力が崩壊発生に寄与した可能性が示唆された。2): 一回目の崩壊が発生した箇所では、最大のせん断ひずみの方向についても斜面の傾斜方向と調和的な結果が得られた。崩壊が発生した箇所の上流側においては総じて大きなひずみ値が算出されたものの、ここでは、一回目の崩壊が発生してバランスが崩れたことに伴う二回目の崩壊が発生することどまった。3): 極端な豪雨を与えて実験を実施したものの、崩壊して流下した土層では過剰な間隙水圧の発生は認められなかった。過剰な間隙水圧は、緩傾斜部において、崩壊して流下してきた土砂に衝突され、あるいは乗り上げられた土層内部で発生が認められた。大型模型を用いた実験では、種々の制約により土砂の運動を抑止する構造であったが、仮に模型が連続していれば、流動化した土砂がより遠方まで運動した可能性が示唆された。

(4)研究成果の公表

Y OKADA, 2011: Downslope movement behavior of sand in large-scale rainfall-induced landslide experiments. Proceedings of the XIII International Conference and Field Trip on Landslides. (in printing)

一般共同研究（課題番号：22G-07）

課題名： ミューオン・ラジオグラフィーと高品位重力連続観測で、桜島火山体内マグマ移動を視る（Ⅱ）

研究代表者：大久保 修平

所属機関名：東京大学地震研究所

所内担当者名：山本 圭吾

研究期間：平成22年4月1日～平成24年3月31日

研究場所：桜島火山周辺

共同研究参加者数：12名（所外10名，所内2名）

- ・大学院生の参加状況：1名（修士1名）（内数）
- ・大学院生の参加形態 [データ解析補助]

研究及び教育への波及効果について

ミュオンラジオグラフィーと絶対重力連続観測により、桜島火山浅部のマグマの上昇・下降が捉えられつつあり、噴火予知研究に貢献している。

研究報告

(1)目的・趣旨

ミュオン・ラジオグラフィーと高品位重力連続観測を組み合わせる手法を2年間にわたり定常的に運用し、平成20年後から活発な活動を再開した桜島火山について、マグマの上昇・下降を絶対重力計を用いた連続観測から捉える。切れ目なく日々、生産される高品位の重力データを用いて、マグマ頭位の準リアルタイム決定システムを構築する。

(2)研究経過の概要

ミュオン・ラジオグラフィー観測を桜島湯乃地区で継続し、より鮮明な透視画像を得るためのデータを蓄積した。また、平成22年4月～平成23年3月中旬まで、有村地殻変動観測坑において、ほとんど欠測のない絶対重力連続観測を実現した。2011年東北地震のため、絶対重力観測は平成23年3月中旬～同年7月末まで休止のやむなきに至っていたが、同年8月に再開し11月末まで継続した。

(3)研究成果の概要

暫定的なミュオン透視画像から推定される桜島昭和火口及び南岳火口の火道径を用いて、重力の時間変動を火道内マグマ昇降でモデル化した。その結果、2010年前半においては、「マグマ頭位が上昇もしくは高い位置に留まっている時期」と「桜島爆発活動の活発な時期」とが対応していることが分かった。逆に頭位の下降期には、爆発が静穏化している。桜島では、降雨・地下水流動にともなう重力変化が明瞭にとらえられている。モデル計算を通じて、この変化を定量的に見積り、一定の効果をあげることができた。しかし、平成22年6月中旬から7月中旬の1か月間には、平年の50%に相当する1,000mmもの大規模豪雨があり、これによる8月以降の中長期的な重力変動についてはさらに検討の余地があることが分かった。

(4)研究成果の公表

Okubo, S. and HKM. Tanaka, 2012, Imaging density profile of volcano interior with cosmic-ray muon radiography combined with classical gravimetry, *Meas. Sci. Technol.*, 23, 1-16, doi:10.1088/0957-0233/23/4/042001.

Okubo, S., T. Kazama, K. Yamamoto, M. Iguchi, Y. Tanaka, T. Sugano, Y. Imanishi, Wenke SUN, M. Saka, A. Watatane, and S. Matsumoto, Absolute Gravity Variation at Sakurajima Volcano from April 2009 through January 2011 and its Relevance to the Eruptive Activity of Showa Crater, *Bull. Volcanol. Soc. Japan* (in press) {2012年内}

大久保修平・風間卓仁・山本圭吾・井口正人・田中愛幸・菅野貴之・今西祐一・渡邊篤志・坂守、桜島火山における絶対重力観測(2)、2010年度地震火山噴火予知研究計画報告書、「桜島火山における多項目観測に基づく火山噴火準備過程解明のための研究」（京都大学防災研究所）

一般共同研究（課題番号：22G-09）

課題名：最新の予測強震動による液状化地盤において杭基礎の崩壊による高層建築物の倒壊の可能性の検討

研究代表者：木村 祥裕

所属機関名：東北大学（元長崎大学）

所内担当者名：田村 修次

研究期間：平成22年4月1日～平成24年3月31日

研究場所：京都大学防災研究所，東北大学

共同研究参加者数：6名（所外4名，所内2名）

- ・大学院生の参加状況：2名（修士2名）（内数）
- ・大学院生の参加形態 [実験計画・準備・載荷，数値解析]

研究及び教育への波及効果について

京都大学と長崎大学との共同研究により，学生間の交流ができたこと，そして長崎大学の学生が京都大学防災研究所の最新の実験設備（遠心載荷実験装置など）により実験ができたことが学生への良い刺激となった。

研究報告

(1)目的・趣旨

高層建築物が乱立する都市部埋立地の地盤は極めて軟弱であり，地下数十mにまで達する杭基礎を必要とする。このような細長い杭基礎の耐震設計では，地盤による杭の水平変形拘束に期待し，杭の曲げ座屈の可能性は検討されていない。しかし，激震時に地盤の液状化が生じ，急激に地盤の水平抵抗が低下すれば，水平抵抗を失った杭基礎では曲げ座屈が生じ，さらに杭の鉛直支持力の喪失，上屋構造である高層建築物の倒壊へと展開する可能性がある。本研究では，これまで研究事例のない杭基礎の崩壊による上屋構造の連鎖的な倒壊現象を明らかにし，特に高層建築物の被害を予測する。さらに杭基礎の性能設計法を示し，安全性の高い構造システムを提案する。

(2)研究経過の概要

図1に試験体及び計測位置を示す。試験体は杭-基礎部-上屋構造物系とし，実験は全て40g場で行った。今回の実験では，予備実験として地盤拘束が無い状態で2体の実験を行い，その後液状化地盤で2体の実験を行った。液状化地盤における地盤モデルは全層液状化層とし，ケイ砂で相対密度-11%程度とした。杭頭，杭端は固定しており，基礎部の水平変位も拘束しているが，基礎部の回転は許容している。また，加振には正弦掃引波を用い，実大スケールにおいて加振開始10秒後から50秒間で入力波の周期を2.0秒から0.3秒まで下降させた。本実験においては静的解析の結果を元に，杭材中央の水平変位が材長の0.3%に達した時点で動座屈とみなす。

(3)研究成果の概要

地盤拘束が無い状態で行った実験に用いた試験体は，板バネの長さが45mmと35mmの2種類を用い，最大加速度振幅は100galで加振した。板バネが45mmの試験体の方がより大きな変動軸力が作用したため，45mmの試験体は動座屈を生じたが，35mmの試験体は動座屈を生じなかった。

液状化地盤で行った実験も同様に板バネの長さが45mmと35mmの2種類を用い，最大加速度振幅は200galで加振した。上屋構造物が共振することにより杭頭に変動軸力が作用し，杭材の軸歪が大きく変動した。それに伴い杭材の水平変位が大きくなり，最終的に動座屈により崩壊した。

曲げ歪分布はどの試験体も両端固定の境界条件に近い曲げ歪分布となった。また，杭頭の方が杭端よりも小さい値となったが，これは基礎部の回転を許容しているため杭頭の固定度が杭端よりも低いためである。また，地盤が無い場合も液状化地盤

の場合も、崩壊時の圧縮力はどの試験体においてもほぼ同程度の値となった。

地震時に地盤が液状化することで鋼管杭は動座屈を生じ、構造物が崩壊する危険性を示した。

(4)研究成果の公表

1. 武本大聖, 木村祥裕, 田村修次, 肥田剛典, 小野原公一, 時松孝次: 遠心載荷実験による鋼管部材の動座屈崩壊挙動 その1 実験概要, 第46回地盤工学研究発表会, pp.1551-1552, 2011.7
2. 武本大聖, 木村祥裕, 田村修次, 肥田剛典, 小野原公一, 時松孝次: 遠心載荷実験による鋼管部材の動座屈崩壊挙動 その2 動座屈崩壊実験結果, 第46回地盤工学研究発表会, pp.1551-1552, 2011.7
3. 木村祥裕, 小野原公一, 武本大聖, 田村修次, 肥田剛典: 鋼管杭の動座屈崩壊挙動を再現した遠心載荷実験, 日本鋼構造協会 鋼構造年次論文集, 第19巻, pp.77-82, 2011.11
4. 武本大聖, 木村祥裕: 液状化地盤において初期軸力・変動軸力を受ける鋼管杭の動座屈挙動, 第50回 日本建築学会九州支部研究報告会, pp.401-405, 2011.3
5. 小野原公一, 木村祥裕, 田村修次, 栗木周: 液状化地盤における鋼管杭の遠心載荷実験, 日本建築学会九州支部研究報告会, 2012.3
6. 武本大聖, 木村祥裕: 液状化地盤において動座屈を生じる鋼管杭の履歴吸収エネルギー評価, 日本建築学会九州支部研究報告会, 2012.3

予定:

7. 小野原公一, 木村祥裕, 田村修次, 栗木周: 遠心載荷実験による鋼管杭の動座屈崩壊挙動の再現, 第47回地盤工学研究発表会, 2012.7 発表予定
8. 木村祥裕, 田村修次, 小野原公一, 栗木周: 遠心載荷実験による液状化地盤における鋼管杭の動座屈崩壊挙動, 日本鋼構造協会 鋼構造年次論文集, 第20巻, 2012.11 掲載予定

一般共同研究（課題番号：22G-10）

課題名：都市域の強風シミュレーションに関する研究

研究代表者：田村 哲郎

所属機関名：東京工業大学

所内担当者名：河井 宏允

研究期間：平成22年4月1日～平成24年3月31日

研究場所：京都大学防災研究所・京都大学東京オフィス・東京工業大学ほか

共同研究参加者数：16名（所外11名，所内5名）

- ・大学院生の参加状況：1名（修士1名）（内数）
- ・大学院生の参加形態 [当共同研究では，都市風に関する研究会を組織し，ほぼ3か月ごとに都市風のシミュレーション技術に関する議論を行った。メンバーである大学院生は研究会に参加し，スーパーコンピュータを用いた計算により得られた研究成果を発表し，研究会で討議を経た上で，適宜研究の方向性を是正し，研究を進めた。最終的には，関連研究テーマにより修士課程を修了した（平成24年3月修了）。]

研究及び教育への波及効果について

本共同研究では，多方面の研究機関の研究者（実用研究の従事者も含めて）によって組織化された研究会において，都市風のシミュレーション技術の発展性・適用性に関する検討を行った。本研究の社会的貢献としては，実務への導入が間近であるLES技術を対象に，都市環境の評価，都市の強風被害レベルの予測から個々の建物の耐風設計にまで，広範囲での適用性を明らかにしたことである。ただし，本研究で対象とする耐風設計例としては，基本的な問題として単独の角柱状の高層建物から，より実際の耐風設計を想定した都市域で密集して立つ高層建物とし，都市形態を構成する建物群を直接的に再現した計算モデルを作成することで，実際の状況を適切に導入した。申請者らが保有する観測データを中心に，不足データに対しては風洞実験で補足しながら，計算結果との比較検討を進めた。その研究の過程から，LESの計算精度を保証するための課題とその解決法を明らかにし，最終的な成果として，実用に資するLESを構築した。また，研究会においては，実務に携わる民間研究機関からのメンバーもいたことから，参加した大学院生にとっては，建築構造学での実務的な視点も養われることとなり，修論の研究が円滑に進められ，工学的なセンスを豊富に有する修士論文研究が達成されたものと期待される。

研究報告

(1)目的・趣旨

都市域での強風防災を確立することをめざして，地表形態が複雑な都市の強風の乱流構造を，シミュレーション技術の活用より把握した。その場合，数mの建物外部空間スケールから，数10kmの都市スケール，さらには数100kmの気象学的メソスケールまで，幅広い空間スケールを対象とするため，それぞれに応じた数理モデルと数値計算手法が必要となり，また，そのスケール間の乱流構造を連続的に接続するために，変動場のフィルタリング操作に物理的な仮定を導入し，都市域の強風推定に向けて，LES(Large eddy simulation)と気象学におけるモデルとの融合を進める必要がある。そのためのシミュレーションモデルの提案も実施し，その適用性についても明らかにした。本研究の社会的意義としては，LES技術を都市の強風被害レベルの予測から個々の建物の耐風設計にまで適用したことである。

(2)研究経過の概要

以下に2年間の研究計画を示す。

平成22年度 都市域強風推定のための数理モデルの構築

共同研究参加者らは、東京の丸の内・汐留・八重洲地区での風観測、振動応答観測あるいはリモート観測装置（ライダー、ドップラーレーダ観測網など）によるデータ蓄積を進めており、それらとの比較を前提に台風などの気象学的強風イベントに対して、以下のシミュレーションを実施し、数理モデルを構築した。

- ① 都市型乱流境界層を対象とするメソ気象モデルによる高解像度詳細解析を実施し、強風の乱流構造に対する予測精度ならびに課題を明らかにした。さらに同じ都市型乱流境界層を対象にして、メソ気象モデルと LES とのハイブリッド解析手法による強風シミュレーションを実施し、結果の乱流特性の吟味から融合解析手法の妥当性を吟味した。
- ② 実際の都市を対象にして、メソ気象モデルから境界条件を与える強風の LES を実施し、観測データおよび境界層風洞実験結果との比較検討することで融合解析手法の妥当性を検討した。
- ③ 竜巻・ダウンバーストなどの突風を対象としたシミュレーションを実施した。過去のダウンバースト例のシミュレーション結果と被害分布との比較から、モデルの拡張性を検討した。

平成23年度 都市域強風シミュレーション技術の適用と強風防災への展開

- ④ 前年度構築した数理モデルを用いて、数例の都市域を対象にシミュレーションを実施し、強風の乱流構造を詳細に整理し、強風防災の視点から、都市キャノピー内で発生する瞬間的ガストの物理的特性を明らかにした。
- ⑤ 台風、発達型低気圧、突風など各種強風事例のシミュレーションを実施することから、都市域での強風特性に関するデータを蓄積した。強風被害レベルの予測を行い、都市レベルでの耐風安全性を確保するための対策を模索した。

LESにより個々の建築物の耐風設計用の風外力評価まで実施し、LES技術を耐風設計に資することの妥当性を検討した。

(3)研究成果の概要

本共同研究において得られた成果は、都市域の地表近傍キャノピー流れなどを対象とした乱流構造を推定するためのシミュレーション技術、都市内に存在する建築物の耐風設計を実現するための周辺流れあるいは風圧力・風力の評価技術などを構築したことである。さらには、自然現象下での都市域内の課題として、環境問題・防災問題などの付随的な問題も上げられ、本共同研究では、都市域で発生する熱・汚染物質・騒音などの環境問題に対する解析技術、都市防災をめざした突風・強風に対する安全性技術などにも、シミュレーション技術の幅広い展開例として取り組むこととなった。以下に項目ごとの成果を具体的に述べる。

(1) シミュレーション技術

1-1) メソ気象モデルと LES とのハイブリッド解析

都市型乱流境界層を対象にして、メソ気象モデルと LES とのハイブリッド解析手法による強風シミュレーションを実施し、融合解析手法の妥当性を示した。

1-2) 都市域建物まわりの乱流計算の高精度化

都市域に建設される建築物の強風時の耐風設計への CFD の適用を考え、想定される乱流計算の高精度化を実現するための解析モデルについて検討し、適切な解析手法の提案した。

1-3) P I V計測データに基づく風荷重算定のための LES用流入変動風の作成

乱流境界層に建つ建物の風荷重を算定するために行う LES計算のための流入変動風をステレオ P I V計測結果から作成する方法について検討した。この手法を用いると、P I V計測データから低周波成分の大きな成分が生成され、床面近傍の細かな構造は CFDから計算され、比較的短い吹走距離で乱流境界層が再現されることを確認した。

(2) 都市内の建築物の耐風設計

2-1) 都市域にある高層建物に作用する風圧力

高層建物が密集する都市域に建つ高層建物まわりの風の乱流構造と作用風圧力の LES を行い、高精度解を得るとともに、周辺建物の影響を明らかにした。

2-2) 実在市街地上空風の鉛直分布と地表面粗度との関係に関する研究

実在市街地上空風を対象とした LES を実施し、市街地建物の各種粗度パラメータとベキ指数の関係を調べた。また高さ方向に不均一な分布を考慮した指標から、ベキ指数を予測する式の提案を行った。

2-3) 高層建築物周りの流れ場と圧力

風洞実験において多点風圧計測と PIV 計測を同期することにより、高層建築物周りの流れ場と圧力の関係や高層建築物から放出されるカルマン渦の3次元構造を明らかにした。

(3) 都市風と環境

3-1) アーバンヒートアイランド

海岸近傍に建つ高層建物群の都市域への冷却風侵入への阻害に関する乱流場と温熱場のシミュレーションを行い、ヒートアイランドの特性を明らかにした。

3-2) 都市域におけるガス拡散の非定常特性

高層建物が密集する都市域におけるガス拡散問題について、風洞実験および数値解析を実施して数値解析の予測精度を検証するとともに、ガス拡散の非定常特性を明らかにした。

3-3) 低周波音計測時における風の影響について

低周波音計測時には、風の影響が音圧に出るといわれているが、その影響の度合いを風の強い場所に建つ建物での長期計測から、音圧に与える風速及び乱流強度の影響を明確にした。あわせて、低周波音計測に用いられている市販防風スクリーンの特性についても調査した。

(4) 災害と設計

4-1) 建築物の突風危険度評価に適用可能な竜巻発生装置の開発

竜巻状気流を生成できる装置を開発し、実験気流特性及び建物模型に作用する風圧特性を実験的に行った。

4-2) 東日本大震災の津波による建築物の被害と建築物に作用する津波波圧

東日本大震災の津波による建築物の被害の調査し、被害に基づいて建築物に作用する津波荷重(波圧・波力・浮力)を推定し、建築物の津波荷重を提案した。

以上の研究成果に関連する発表論文のリストを以下に示す。

都市域建物まわりの乱流計算の高精度化

- 1) Nozawa, K. and Tamura, T. : LES one-way coupling of nested grids using scale similarity model, Proc. 7th International Symposium on Turbulence and Shear Flow Phenomena(TSFP7), 1-6, 2011
- 2) 田村, 野津 (2011), 都市域建物まわりの乱流計算の高精度, 日本流体力学会年会2011

PIV計測データに基づく風荷重算定のためのLES用流入変動風の作成

- 3) 丸山勇祐, 田村哲郎, 奥田泰雄, 大橋征幹: ステレオ PIV 計測結果を流入条件とする乱流境界層の LES, 第21回風工学シンポジウム論文集, pp37-42, 2010
- 4) Maruyama Y., Tamura T., Okuda Y. and Ohashi M. : LES of turbulent boundary layer for inflow generation using stereo PIV measurement data, Proc. 13th International Conference on Wind Engineering (ICWE13), 2011
- 5) 丸山勇祐, 田村哲郎, 奥田泰雄, 大橋征幹: ステレオ PIV 計測結果を用いた乱流境界層の LES, 第60回理論応用力学講演会講演論文集, 2011
- 6) 丸山勇祐, 田村哲郎, 奥田泰雄, 大橋征幹: ステレオ PIV を用いた平板上に発達する乱流境界層の計測, 日本風工学会誌 Vol.36 No.2, pp.191-192, 2011

- 7) 丸山勇祐, 田村哲郎, 奥田泰雄, 大橋征幹: ステレオ PIV 計測結果を流入条件とする平板上に発達する乱流境界層の LES, 2011 年度日本建築学会大会 (関東) 学術講演梗概集 B-1 (構造 I), pp.89-90, 2011
- 8) 丸山勇祐, 田村哲郎, 奥田泰雄, 大橋征幹: OpenFOAM による PIV 計測データを流入条件とする平板上に発達する乱流境界層の計算, 第 25 回数値流体力学シンポジウム講演予稿集, 2011
- 9) Maruyama Y., Tamura T., Okuda Y. and Ohashi M.: LES of turbulent boundary layer for inflow generation using stereo PIV measurement data, Journal of Wind Engineering and Industrial Aerodynamics (ICWE13 Special Issue), now printing
- 10) Maruyama Y., Tamura T., Okuda Y. and Ohashi M.: LES of fluctuating wind pressure on a 3D square cylinder for PIV-based inflow turbulence, Proc. 7th International Colloquium on Bluff Body Aerodynamics & Applications (BBAAVII), under contribution

都市域にある高層建物に作用する風圧力

- 1 1) 田村哲郎, 野津剛, 岸田岳士, 勝村章, 奥田泰雄: 高層建物に作用する風圧・風力の高精度化 —非構造格子の導入—, 第 25 回数値流体力学シンポジウム, 2011
- 1 2) 岸田岳士, 田村哲郎, 奥田泰雄, 溜正俊, 中村修, 宮下康一: 周辺建物影響下にある高層建物の空力特性に関する LES, 日本建築学会学術講演梗概集, pp91-92, 2010
- 1 3) 岸田岳士, 田村哲郎, 奥田泰雄, 中村修: LES における境界層型流入変動風データベースの作成 —三次元角柱への適用—日本建築学会学術講演梗概集, pp137-138, 2011
- 1 4) Tamura, T., Okuda, Y., Kishida, T., Nakamura, O., Miyashita, K., Katsumura, A. and Tamari, M.: LES for aerodynamic characteristics of a tall building inside a dense city district, CWE2010, 2010.

実在市街地上空風の鉛直分布と地表面粗度との関係に関する研究

- 1 5) 片岡浩人, 田村哲郎, LES による市街地上空鉛直気流分布の予測, 第 24 回数値流体力学シンポジウム, D3-1, 2010
- 1 6) 片岡浩人, 田村哲郎, LES 結果による実市街地上空気流鉛直分布への粗度パラメータの影響評価, 日本風工学会誌 No.127, pp.85-86, 2011
- 1 7) 片岡浩人, 田村哲郎, LES による実在市街地上空風の鉛直分布と地表面粗度との関係に関する研究, 日本建築学会構造系論文集 (投稿中), 2012

高層建築物周りの流れ場と圧力

- 1 8) Hiromasa Kawai, Yasuo Okuda, Masamiki Ohashi, Tetsuo Tamura, Wake structure behind a 3D square prism in shallow boundary layer flow, IUTAM Symposium on Bluff Body Wakes and Vortex-Induced Vibrations, 2010, Italy, pp.13-16.
- 1 9) Hiromasa Kawai, Yasuo Okuda, Masamiki Ohashi, PIV measurements of unsteady wake structure behind a 3D square prism with aspect ratio of 2.7, Proceedings of The 5th U.S.-Japan Workshop on Wind Engineering, 2010, Chicago, USA, pp.161-170.
- 2 0) Hiromasa Kawai, Yasuo Okuda, Masamiki Ohashi, Wake structure behind a 3D square prism in shallow boundary layer flow, JaWEIK5, Proceedings of The 5th Korea-Japan Joint Seminar on Wind Engineering, 2010, Seoul, Korea.
- 2 1) 河井宏允, 奥田泰雄, 大橋征幹: 3 次元正四角柱の後流の非定常流れ場の構造について, 第 21 回風工学シンポジウム論文集, pp.245-250, 2010
- 2 2) Hiromasa Kawai, Yasuo Okuda, Masamiki Ohashi, Near wake structure behind a 3D square prism with an aspect ratio of 2.7 in a shallow boundary layer flow, Proceedings of The 13th International Conference on Wind Engineering, pp.301-308, 2011
- 2 3) 河井宏允, 奥田泰雄, 大橋征幹: 3 次元正四角柱の後流の流れ場について, 京都大学防災研究所年報, Vol.53B, 2010, 391-402

アーバンヒートアイランド

- 2 4) Nozu, T., Tamura, T., Okuda, Y., Kishida, T., Ohashi, M. and Umakawa, H.: Hybrid Approach by Meteorological and LES models for Urban Turbulence Estimation, 8th International ERCOFTAC Symposium on Engineering Turbulence Modelling and Measurements (ETMM8), Marseille, France, 2010

都市域におけるガス拡散の非定常特性

- 2 5) 野津剛, 田村哲郎: 都市における風の乱流場と拡散に関する LES, 第 24 回数値流体力学シンポジウム, 2010.
- 2 6) 野津剛, 田村哲郎: 高層建物群地域における風の乱流構造と拡散挙動-PIV 実験と LES-, 第 26 回生研 TSFD シンポジウム, 2011.
- 2 7) 野津剛, 田村哲郎: 高層建物群周辺の風の乱流構造と拡散挙動に関する LES, 日本風工学会年次大会, 2011.
- 2 8) 野津剛, 田村哲郎: 高層建物群まわりの流れ場および拡散場に関する風洞実験と LES との比較, 日本流体力学会年次大会, 2011.
- 2 9) 野津剛, 田村哲郎: 都市域でのガス拡散非定常特性の LES 推定, 第 25 回数値流体力学シンポジウム, 2011.
- 3 0) Tamura, T. and Nozu, T.: LES of turbulent wind and gas dispersion in a city, Proc. 9th UK Conference on Wind Engineering (WES2010), Bristol, UK, 2010.
- 3 1) Nozu, T. and Tamura, T.: LES of turbulent wind and gas dispersion in a city, Proc. 13th International Conference on Wind

Engineering (ICWE13), Amsterdam, Netherlands, 2011.

- 3 2) Tamura, T. and Nozu, T.: LES Prediction of Turbulent Wind and Gas Dispersion in a City, 14th International Conference on Harmonisation within Atmospheric Dispersion Modelling for Regulatory Purposes (HARMO14), Kos Island, Greece, 2011.
- 3 3) 野津, 田村 (2010), 都市における風の乱流場と拡散に関する LES, 第 24 回数値流体力学シンポジウム

低周波音計測時における風の影響について

- 3 4) 丸山勇祐, 島村亜紀子, 長船寿一, 山本稔, 野村卓史, 長谷部寛, 志村正幸, 丹羽尚史: 低周波音計測用 2 次防風スクリーンの性能試験法の検討, 日本音響学会 2011 年春季研究発表会講演論文集, pp.1197-1198, 2011
- 3 5) Maruyama Y., Shimamura A., Osafune T., Yamamoto M., Nomura T., Hasebe H., Shimura M. and Niwa H. : Study on performance test method of secondary wind screens for low frequency sound measurement with wind tunnel experiment, Proc. 40th International Congress and Exposition on Noise Control Engineering (inter-noise 2011), 2011
- 3 6) 丸山勇祐, 藤橋克己, 島村亜紀子: 風雑音が建物屋内での音響計測にあたる影響について, 日本音響学会 2011 年秋季研究発表会講演論文集, pp.1065-1066, 2011 低周波音計測用 2 次防風スクリーンの性能試験法の検討 (日本音響学会 2011 年春季研究発表会)

建築物の突風危険度評価に適用可能な竜巻発生装置の開発

- 3 7) H.Kikitsu, P.P.Sarkar, F.L.Haan, Experimental study on tornado-induced loads of low-rise buildings using a large tornado simulator, Proceedings of 13th International Conference on Wind Engineering, 2011,(CD-ROM)
- 3 8) H.Kikitsu, Y.Okuda, J.Kanda, H.Kawai : Fundamental Characteristics of Vortex Structure in a Laboratory-Simulated Tornado, Proceedings of 9th International Symposium on Particle Image Velocimetry –PIV’11, 2011,(CD-ROM)

東日本大震災の津波による建築物の被害と建築物に作用する津波波圧

- 3 9) Isao Nishiyama, Izuru Okawa, Hiroshi Fukuyama and Yasuo Okuda: Building damage by the 2011 off the Pacific coast of Tohoku earthquake and coping activities by NILIM and BRI collaborated with the administration, One Year after 2011 Great East Japan Earthquake - International Symposium on Engineering Lessons Learned from the Giant Earthquake -, 2012.3 (Tokyo)
- 4 0) 阪田 升・奥田泰雄: 改良 VOF 法による建築構造物の津波荷重シミュレーション, 第 25 回数値流体力学シンポジウム, 2011.12
- 4 1) 福山 洋・奥田泰雄・加藤博人・石原 直・田尻清太郎・壁谷澤寿一・中埜良昭: 津波避難ビルの構造設計法, 平成 23 年度建築研究所講演会テキスト, 16pp, 2012.3.9
- 4 2) 阪田 升・奥田泰雄: 津波の荷重・浸水域の予測に関する VOF 自由表面流シミュレーション, 第 61 回理論応用力学講演会梗概集, 2012.3

(4)研究成果の公表

本共同研究に基づき実施された研究の成果の公表については, 以下のとおりである。

今後の発表予定論文

丸山勇祐, 田村哲郎: ステレオ PIV 計測データベースに基づく高レイノルズ数乱流境界層の LES, 第 2 回風工学シンポジウム論文集, 2012

Hiromasa Kawai, Yasuo Okuda and Masamiki Ohashi: PIV measurements of Conical vortex around a cube, BBAA7, 2012

一般共同研究（課題番号：22G-11）

課題名：冬季対流圏における異常気象発生に対する成層圏突然昇温の影響とその予測

研究代表者：廣岡 俊彦

所属機関名：九州大学大学院理学研究院

所内担当者名：向川 均

研究期間：平成22年4月1日～平成24年3月31日

研究場所：京都大学防災研究所

共同研究参加者数：26名（所外21名，所内5名）

- ・大学院生の参加状況：19名（修士18名，博士1名）（内数）
- ・大学院生の参加形態 [データ解析の実施，数値実験の実施などを分担]

研究及び教育への波及効果について

対流圏循環変動とその予測可能性変動に成層圏突然昇温が影響していることが確認できた。
共同研究で行われた研究成果や議論は参加した大学院生の教育にも大変有用であり，彼らの研究の進展や視点の広がりをもたらし，博士論文や修士論文などの作成にも大いに寄与した。

研究報告

(1)目的・趣旨

成層圏冬季には，対流圏から上方に伝播し，そこで大きく増幅するプラネタリー波が引き起こす成層圏突然昇温現象(SSW)がしばしば発生する。突然昇温発生の前後には，ブロッキング現象を始めとする対流圏循環場の大きな変動が生じることが観測されており，これらは冬季の異常気象発生要因の一つと考えられている。本研究の目的は，成層圏突然昇温と対流圏循環の相互作用機構を，多数の事例解析と様々な数値実験に基づき明らかにし，対流圏循環変動の中長期予測に対する理論的基盤を形成することである。本研究により，成層圏突然昇温と対流圏循環の相互作用機構が明らかとなり，異常気象の解明と予測の一步となることが期待される。

(2)研究経過の概要

平成22年度は，東西波数2のプラネタリー波が引き起こした3例の大規模SSWについて，対流圏のブロッキング現象とプラネタリー波活動の関係，及びこれらと大規模場の相互作用について詳細な解析を行った。また，2009年と2010年冬季の気象庁1カ月アンサンブル予報結果，及び気象研究所/気象庁統一AGCMを用いた予報実験結果を用いて，北半球環状モード(NAM)の予測可能性に対するSSWの影響を調べた。

平成23年度は，日本の寒冬と関連して極東域で出現しやすい天候パターンを同定するため，JRA25/JCDAS再解析データを用いて，極東域における二つの主要な温度変動パターンで張られる位相空間を構築し，大気的非線形性を加味したデータ解析を行い，日本の寒冬と成層圏循環偏差の関係を調べた。さらに，気象研究所大気大循環モデルを用いた予報実験を行い，SSWが対流圏循環に及ぼす影響を解析した。

(3)研究成果の概要

東西波数2のプラネタリー波が引き起こした2009年1月の大規模SSWについて詳細な解析を行い，アラスカ付近の対流圏上層における気圧の峰の異常発達がこのSSWの要因として重要であることがわかった。さらに，このSSWは1989年2月に生じたSSWとよく似た生起プロセスをたどっていることが明らかになった。

一方，2009年と2010年冬季の気象庁1カ月アンサンブル予報結果，及び，気象研究所/気象庁統一AGCMを用いた予報実験結果の解析から，SSW後を初期値とする予報は，SSW前を初期値とする予報に比べて対流圏NAM予測スプレッドが有意に小さいことが明らかになった。この結果はMukougawa et al. (2009)と整合的である。また，SSW後における対流圏NAM指

数の予測誤差は、2009年に比べ2010年は有意に小さいことがわかった。このことから、SSWの振舞いが異なる2009年と2010年とで、SSWが対流圏NAM指数の予測可能性に異なる影響を与えている可能性が示唆される。

また、2次元位相空間を用いた解析から、西日本が寒冬となる天候パターンは、繰り返し出現しやすいパターン(レジーム)であることが示された。このパターンはWestern Pacificパターンと関連し、西日本が寒冬になるとプラネタリー波の上方伝播が制限され、成層圏での極渦は強くなることも示された。

さらに、SSWは成層圏低緯度の低温化を伴い、熱帯対流圏の対流活動が有意に活発化することが予報実験より明らかになった。

(4)研究成果の公表

「冬季対流圏における異常気象発生に対する成層圏突然昇温の影響とその予測」(代表 廣岡 俊彦), 京都大学防災研究所一般共同研究22G-11報告書.

Harada, Y., A.Goto, H. Hasegawa, N. Fujikawa, H. Naoe, and T. Hirooka, 2010: A major stratospheric sudden warming event in January 2009. *J. Atmos. Sci.*, 67, 2052–2069.

Kodera, K., H. Mukougawa, and Y. Kuroda, 2011: A general circulation model study of the impact of a stratospheric sudden warming event on tropical convection. *SOLA*, Vol.7, 197-200, doi:10.2151/sola.2011-050.

長田 翔・向川 均・黒田 友二, 2011: 成層圏突然昇温が北半球環状モードに与える影響—2009年・2010年冬季の比較解析—. 京都大学防災研究所年報, 54B, 277–281.

長田 翔, 2011: 成層圏突然昇温が北半球環状モードの予測可能性に与える影響—2009年・2010年冬季の比較解析—. 京都大学大学院理学研究科修士論文, 63pp.

山崎 哲・伊藤 久徳, 2012: ブロッキングの持続メカニズムにおける渦と渦の相互作用. 第8回「異常気象と長期変動」研究集会報告, 1–4.

直江 寛明・黒田友二・柴田清孝・廣岡俊彦, 2012: 2009年1月の成層圏突然昇温と対流圏との力学結合. 第8回「異常気象と長期変動」研究集会報告, 21–24.

馬淵 未央・向川 均, 2012: 冬季極東域で卓越する温度偏差パターンとそれに伴う大気循環場の特徴. 第8回「異常気象と長期変動」研究集会報告, 25–39.

小寺 邦彦・向川 均・黒田 友二・江口 菜穂, 2012: 冬成層圏突然昇温現象の熱帯への影響: 大循環モデル実験. 第8回「異常気象と長期変動」研究集会報告, 47–51.

馬淵 未央, 2012: 冬季極東域で卓越する温度偏差パターンとそれに伴う大気循環場の特徴. 京都大学大学院理学研究科修士論文, 67pp.

萌芽的共同研究（課題番号：23H-01）

課題名：火山噴煙に伴う微動型空気振動現象に関する研究

研究代表者：横尾 亮彦

所属機関名：京都大学大学院理学研究科

所内担当者名：井口正人

研究期間：平成23年4月1日～平成24年3月31日

研究場所：火山活動研究センター（桜島火山観測所）

共同研究参加者数：4名（所外3名，所内1名）

・大学院生の参加状況：0名

研究及び教育への波及効果について

火山噴煙放出現象による空気振動特性が観測によって明らかにされたこと，ならびに，噴煙噴出速度が噴火映像から推定されたことは，今後の火山噴煙研究の進展に大きな貢献を果たす。また，本研究の観測記録の一部が，本学理学部4回生の卒業研究の一部に使用されたことは，本研究の果たした教育的側面のひとつといえる。

研究報告

(1)目的・趣旨

火山観測研究に対して，火山噴火発生の有無，噴火規模の判定，噴煙の追跡などに対する社会的な要請があり，空振観測はその一部に貢献を果たしている。しかし，噴煙運動そのものや噴煙放出過程と空振放射の具体的なメカニズムについては，現在においても，まだ十分には理解されていない。これらの理解の糸口をつかむために，本研究では，桜島昭和火口の噴煙活動に伴う空振特性や正確な波源，噴火経過に伴う両者の時間変化などを明らかにすることを目指した。

(2)研究経過の概要

空振アレイ観測は，2011年7月末から12月にかけての半年弱，桜島昭和火口から3.3 km 東に位置する京大防災研黒神観測室近傍において，5台の低周波マイクロホン（Datamark SI102）を使用して実施した。2011年12月の数日間は，さらに4台の同型マイクロホンを使用した追加観測も行った。観測点配列は50～100 m 間隔で火口方向に直線状とし，追加観測時には，全体として十字型アレイになるよう，これに直行する方向に80～100 m 間隔でマイクロホンを配置した。データ収録には3台の近計EDR-X7000（1kHz サンプリング）を（追加観測ではDatamark LS8800 を4台；200Hz サンプリング）を使用した。噴煙挙動そのものの解析のため，7月の観測時には，現地にて可視・熱赤外映像観測も併せて実施した。一方，火山噴煙3次元数値計算を東京大学EIC 計算機システム，海洋研究開発機構の地球シミュレータを用いて実施し，種々の初期条件，境界条件に対する噴煙挙動について検討した。

(3)研究成果の概要

空振アレイ観測の結果，噴煙放出そのものに伴う微弱な空振は，0.8Hz あたりにピークを持つことが明らかになった。一方，これまで噴煙挙動と関係すると考えていた，卓越周波数1～2Hz のシグナルは，火口底下の通路ないしは地形内を，噴煙や火山ガスなどの希薄流体が通過することで形成されると考えられる。また，取得した噴火映像記録を用いて，噴煙の局所構造（渦輪）を利用した噴出速度推定法を提案するに至り，昭和火口におけるブルカノ式噴火の噴出速度を40～60 m/s と見積もった。噴煙数値計算コードの改良によって，小規模ブルカノ式噴火に対応した数値計算が行えるようになったほか，噴煙の上昇や崩壊過程などに対する火口地形や周囲風環境らが与える影響についても，定量的に明らかにすることができた。以上の研究成果により，より現実を反映した初期・境界条件下で，噴煙挙動を数値的に模擬することが可能になり，火山噴煙の噴出，拡大，上昇過程に伴う空気振動放射過程の詳細を定量的に理解するための下地ができたと考えられる。

萌芽的共同研究（課題番号：23H-02）

課題名：地震災害軽減のための建物ハザードマップの作成—宇治地区総合研究棟をモデルケースとして—

研究代表者：山田真澄

所属機関名：京都大学防災研究所

所内担当者名：同上

研究期間：平成 23 年 4 月 1 日 ～ 平成 24 年 3 月 31 日

研究場所：防災研究所

共同研究参加者数：5 名 (所外 0 名, 所内 5 名)

- ・大学院生の参加状況：4 名 (学部 1 名, 修士 3 名, 博士 0 名) (内数)
- ・大学院生の参加形態 [現地調査およびデータ整理を協力して行った]

研究及び教育への波及効果について

大学院生と協力して宇治キャンパスのリスクを考えることにより、普段は見過ごしていた危険物や安全対策について考えることができた。さらに、宇治キャンパス全教員に作成した避難支援マップを配布し、キャンパス全体の防災意識を向上させるために貢献することができたと考えている。

研究報告

(1)目的・趣旨

宇治地区には、地震時に火災や事故の発生する可能性のある実験施設等も含まれているが、地震時にはできるだけ安全なルートで避難経路を確保する必要がある。しかしながら、耐震改修に伴って移動した危険物を取り扱う場所や非常階段等の位置は、居住者間で十分に情報共有されているとは言えず、被災時には混乱をもたらす可能性がある。本研究では、宇治地区総合研究棟を対象として、危険場所等を記した建物ハザードマップを作成し、居住者の防災意識を高めると共に、地震被災時の被害を軽減することを目指す。

(2)研究経過の概要

(3)にまとめて記す。

(3)研究成果の概要

災害時避難経路を確保するために、危険実験施設や非常階段の位置などの防災情報を反映したキャンパス避難支援マップを作成した。マップには災害時に有効な物や危険な物を明記する必要があるため、消防法や高圧ガス法を調べ、危険物と高圧ガスが最も影響が大きいと判断し、その他にも消火栓や非常階段、非常口、緊急シャワー、AED を掲載の対象とした。本研究では、化学系の実験室を含む宇治地区総合研究棟を対象とし、学生と協力して総合研究棟の全部屋を調査し、場所を把握した。現地調査にて得られた情報を整理し、地震防災に関するコラムや非常時の緊急連絡網と合わせてマップに掲載した。避難支援マップと、マップや今後の取り組みに関するアンケートを一緒にして宇治キャンパスの教員全員に配布した。今後はアンケート結果を分析し、避難支援マップの改善やその他の防災対策を行うための参考としたい。

(4)研究成果の公表

作成した避難支援マップは、宇治キャンパスの学内限定ホームページにて公表されている。

<http://www.uji.kyoto-u.ac.jp/kulimit/02kitei/index.html>

萌芽的共同研究（課題番号：23H-03）

課題名：複数孤立砂堆の配置の違いによる流れへの影響に関する基礎実験

研究代表者：遠藤 徳孝

所属機関名：金沢大学理工研究域

所内担当者名：東 良慶

研究期間：平成24年4月1日～平成25年3月31日

研究場所：宇治川オープンラボラトリー 第2実験棟

共同研究参加者数：4名（所外3名，所内1名）

- ・大学院生の参加状況：1名（修士1名）（内数）
- ・大学院生の参加形態 [研究代表者である指導教員との連携のもとに，当該研究テーマについての基礎実験の実施およびその結果に関する討議]

研究及び教育への波及効果について

孤立砂堆は他の砂床形態同様，流れに対する抵抗となり，孤立砂堆の2次元配列パターンと流れ場の関連を知ることは，現実の河川，運河，砂礫排水路などでの流況予測の精密化や，構造物の設計などの防災面への寄与が期待できる。

研究報告

(1) 目的・趣旨

砂粒子が水や空気の移動によって運搬されると，砂丘や砂堆が普遍的に発生する。砂の量が底面全体を覆うのに不十分であると連続性が失われ，個々に分離した状態の孤立砂堆（孤立砂丘）ができる。このとき，ほぼ同じスケールで周囲に複数同時に発生することが多い。砂漠で孤立砂丘が複数発生する場合，直列型と，交互型の2パターンが知られているが，これらの発生に関する詳しいメカニズムは不明で，これについて水理実験から考察する。

(2) 研究経過の概要

孤立砂堆群が発生した状態を再現した底面模型を作製し，可視化粒子を流れに投入して，YAG レーザー・シート光源と高速ビデオカメラを用いて撮影した。動画をPIV解析して，流れの状況を調べる。

(3) 研究成果の概要

PIV解析の結果から，上流のバルハンによる巻き込みの流れが下流のバルハンの側部に衝突している直列配列よりも，流れがバルハン同士の間を縫うように流れ，バルハンの側部に衝突しなかった交互配列の方が系として安定であると考えられる。

(4) 研究成果の公表

データを蓄積した後，地形学関連の国際雑誌に投稿予定

一般研究集会（課題番号：23K-01）

集会名：「東日本大震災からの教訓とこれからの防災研究の展望」

主催者名：日本自然災害学会

研究代表者：目黒 公郎

所属機関名：東京大学生産技術研究所

所内担当者名：中川 一

開催日：平成23年11月18日

開催場所：東京大学生産技術研究所

参加者数：171名（所外160名，所内11名）

・大学院生の参加状況：8名（修士1名，博士7名）（内数）

研究及び教育への波及効果について

東日本大震災からの教訓とこれからの防災研究の展望について、第一線の研究者や専門家がこれまでの災害経験や研究成果を踏まえ、実際に活用可能な処方箋を述べることによって、今後の研究や教育プログラムにこれらが生かされることが期待される。

研究集会報告

(1)目的

本研究集会は、「東日本大震災からの教訓とこれからの防災研究の展望」と題し、東日本大震災から得られた教訓と今後の防災研究の展望について、一般の方々にもわかりやすく伝えるとともに、パネルディスカッションを通じて防災研究の知識の普及・啓発を図ることを目的とする。特に、東日本大震災について、津波・地盤・原子力の個別テーマと総合防災の両面から課題と教訓を整理し、これからの防災対策・研究の課題と展望について考えた。

(2)成果まとめ

東日本大震災からの教訓とこれからの防災研究の展望について、第一線の研究者や専門家が整理するとともに、これまでの災害経験や研究成果の中から、実際に活用可能な処方箋について一般の方々にもわかりやすく述べることによって、参加者が防災対策の実践に向けて新たな一歩を踏み出すことが期待される。またパネルディスカッションを通じて、産官学民の役割分担の明確化と連携強化のための具体的な取り組み方法について総合的に議論することによって、産官学民協働の自助・共助・公助による防災対策の実現に向けて、手がかりが得られることが期待される。

(3)プログラム

13:00～13:05 開会挨拶（日本自然災害学会長：中川一（京都大学））

13:05～13:15 趣旨説明（実行委員長：目黒公郎（東京大学））

13:15～15:15

第一部 基調講演「東日本大震災からの教訓」

今村 文彦（東北大学） 津波防災の観点から

小長井一男（東京大学） 地盤災害の観点から

当麻 純一（電力中央研究所） 原子力防災の観点から

岡田 憲夫（京都大学） 総合防災の観点から

15:15～15:35 休憩

15:35～16:55

第二部 パネルディスカッション「これからの防災対策・研究の課題と展望」

モデレータ：目黒 公郎（前掲）

パネリスト：第一部講演者

16:55～17:00 閉会挨拶（土木学会地震工学委員会委員長：小長井一男（前掲））

(4)研究成果の公表

自然災害学会の学会誌「自然災害科学」において、特集号と別冊として本研究成果を公表する予定である。

一般研究集会（課題番号：23K-02）

集会名： 第2回極端気象現象とその影響評価に関する研究集会 ～IPCC AR5 への貢献を目指して

主催者名： ※共催の場合

研究代表者： 鬼頭 昭雄

所属機関名： 気象研究所

所内担当者名： 中北 英一

開催日：平成 23 年 9 月 2 日～3 日

開催場所： 京都大学宇治キャンパス 宇治おうばくプラザ

参加者数： 83 名 (所外 65 名, 所内 18 名)

- ・大学院生の参加状況： 19 名 (修士 13 名, 博士 6 名) (内数)
- ・大学院生の参加形態 [発表者 8 名, 運営補助等の参加者 5 名]

研究及び教育への波及効果について

本研究集会の発表内容は、IPCC 特別報告書で多数引用され、世界的にみてトップレベルの研究が集まった研究会であったと言える。こうした世界トップレベルの研究集会が身近で開催され、大学院生が発表・議論、参加することは、大学院教育にとって、非常に効果的な教育と言える。

研究集会報告

(1)目的

本研究集会は、平成 21 年度に京都大学防災研究所研究集会として開催された「極端気象現象とその影響評価に関する研究集会」の第 2 回目の研究集会として位置づけられる。本研究集会では、多岐に亘る極端気象現象の物理機構から影響評価までを専門とする様々な研究者を一同に会し、防災政策に役立つ最新の知見と議論を共有し、気候変動に関する政府間パネル (IPCC) の次期レポート (AR5) 等を視野に、国際的な情報を発信するための場として、企画した。

(2)成果まとめ

本研究集会は、四国沿岸から紀伊半島にかけて、死者・行方不明者が 100 人を超えるという、甚大な被害をもたらした台風 12 号 (TALAS) の最中の開催となったにもかかわらず、80 名を越える参加者を迎えて開催することができた。また、前回とほぼ同数の口頭発表 35 件、ポスター発表 14 件が行われ、過密な 2 日間の日程となってしまった。研究集会では、最新の気象モデルの成果や、その結果を用いた、将来の気候変化とその対策に向けた影響評価に関する 8 つのセッションが設けられ、活発な議論が行われた。前回からおおよそ 2 年間の研究を経て、影響評価研究において、気候変動予測データの活用が十分になされ、また、低頻度な生起現象である極端気象現象の不確実性をどのように扱うかなど新たな研究に取り組まれていることなどが、異分野間で共通認識となった。この研究集会で発表された内容は、数多くの原著論文として公表され、2012 年 3 月に発行された「IPCC 気候変動への適応推進に向けた極端現象及び災害のリスク管理に関する特別報告書」では、10 編近くが、世界をリードする論文として引用されており、今後 IPCC AR5 への貢献も期待される。

(3)プログラム

- 9 月 2 日 Session 1: 超高分解能大気モデルの高度化と地球規模の気候変動評価
Session 2: 季節性降雨および大気安定度・気温構造の変化
Session 3: 気候変動影響評価のためのダウンスケーリングとバイアス補正
Session 4: 熱帯低気圧の変化および強風災害と高潮・高波災害の変化
- 9 月 3 日 Session 5: 降水特性の変化予測手法および将来変化

Session 6: 気候変動が植生・農業・陸水生態系および土砂生産に及ぼす影響

ポスターセッション

Session 7: 気候変動が洪水および渇水リスクに及ぼす影響

Session 8: 気候変動が河川流況および水資源管理に及ぼす影響

(4)研究成果の公表

1. 当日、アブストラクト集を配布。
2. 研究集会の報告: 中條, Kim, 2012.極端気象現象とその影響評価に関するシンポジウム(II) ~IPCC AR5 への貢献を目指して. 水文・水資源学会誌, 25(1), 37-41.
3. 第1回, 2回の研究集会で発表された内容で, Hydrological Research Letters に掲載された原著論文, 全22編を, スペシャルコレクションとして, 冊子媒体と Web で公表 (2012年3月)。

Web page: <http://www.hrljournal.org/special-collections/special-collection-1>

一般研究集会（課題番号：23K-03）

集会名：総合防災に関する国際会議：災害概念の再構築とリスク統治能力不足の克服を目指して

The 2nd International Conference on Integrated Disaster Risk Management: Reframing
Disasters and Reflecting on Risk Governance Deficits

主催者名：特定非営利活動法人国際総合防災学会

研究代表者：Adam Rose

所属機関名：南カリフォルニア大学経済学部

所内担当者名：横松宗太（巨大災害研究センター）

開催日：平成 23年 7月 14日～16日

開催場所：南カリフォルニア大学

参加者数：78名（所外 69名，所内 9名）

- ・大学院生の参加状況：2名（修士 1名，博士 1名）（内数）
- ・大学院生の参加形態 [研究発表]

研究及び教育への波及効果について

防災や災害復興における「ガバナンス（統治能力）」の重要性が指摘されて久しいが、その概念について必ずしも研究者間で共通の理解があったわけではない。またこれまでの個々の大災害の現場で、統治能力不足の問題がどのように異なって発生したかについての比較整理もできていなかった。本会議において、世界の一流の研究者がそれらを討議したり、情報交換や比較検討をしたりしたことは、研究者や学生を含めて、総合防災の分野の発展にとって極めて有意義であったと考える。

研究集会報告

(1)目的

災害を拡大させる要因の一つは社会の脆弱性であり、それは貧困や統治能力の不足（governance deficits）と結びついている。このため、社会の脆弱性を生み出している貧困などの他のリスクの軽減をも視野に入れ、より総合的な枠組みで「災害」を捉え直すとともに、リスク統治能力の不足箇所を見出し、よりの確なリスク管理の体制の構築を図るような総合的なアプローチが求められている。本国際会議では、「災害」概念の再構築とリスクガバナンスの欠損の克服を中心課題として総合的な災害リスクマネジメントに関する議論を行う。このために、日本や合衆国のみならず、災害の影響を最も深刻に被るアジアやアフリカの発展途上国、中南米、欧州諸国など、世界中から本研究テーマに興味をもつ、自然科学から工学、社会科学にいたる研究者、国際機関、政府関係者やNPOなどの実務家に呼びかけ、集中的な議論を行う。またアメリカ大陸における防災の一つの拠点であるカリフォルニアで開催することにより、現場の知見を取り込むとともに、学会のネットワークを拡張することを目的とする。

(2)成果まとめ

今回の国際会議では、「災害」概念の再構築とリスク統治能力不足の克服を中心課題として議論し、自然災害リスクの軽減に資する知見を得ると共に、その成果を広く世界に発信することを目指したプログラム構成とした。具体的には、4件の基調講演（総合的災害リスク管理の必要性：ハリケーンカトリーナの事例から（Kathleen Tierney）、リスク統治能力不足と総合防災（Ortwin Renn）、総合防災と実践科学（河田恵昭等）とパネルディスカッション（「災害」をどう定義するか（岡田憲夫）、リスク統治能力の不足と災害（Ortwin Renn）や、総合討論：「災害」概念の再構築とリスク統治能力不足の克服に向けて（Adam Rose, 岡田憲夫）を各日に配し、参加者全員で問題意識の共有と解決に向けた処方箋に関する議論を行った。併せて、現在までに蓄積されてきた研究成果や最近の災害

事例研究などの成果を持ち寄り，テーマに沿ったスペシャルセッションやパラレルセッションを通じて，意見交換を進めた。会議終了後には，本国際会議で得られた成果をとりまとめ，電子プロシーディングスとして Web 上で公開した。さらに，これらの成果を下に IDRiM Journal に特集号を企画し，世界に発信した。

本国際会議は，過去 9 回にわたって継続的に開催してきた「総合防災に関する IIASA-DPRI 国際会議」及び 2010 年に実施された「総合防災に関する国際会議」の成果を引き継ぎ，それを減災のための実践適応科学の始動にむけての動き出した特定非営利活動法人国際総合防災学会の 2 回目の国際学会として開催したものである。これまでの取り組みによって，総合防災(integrated disaster risk management, IDRiM)の重要性やその政策論的意義が国際的に認知されてきた。日米の研究成果のみならず，過去の会議等で培われてきた知見や最近の災害から得られた知見をもとに，関係者で協議した成果として本会議のテーマ，構成が定められており，実績からみて極めて有益な会議となったと考える。

(3)プログラム

DRIM CONFERENCE July 14-16, 2011 FINAL PROGRAM

<u>July 14</u>	
<u>Biltmore Hotel</u>	
IDRiM Society Business Meeting (all members invited):	5:30 to 7pm Heinsbergen Room
Reception:	7 to 10 pm Gold Room
Welcoming Remarks: Norio Okada (Disaster Prevention Research Institute, Kyoto University) and Adam Rose (School of Policy, Planning, and Development, University of Southern California)	7 pm
Speaker: James Featherstone (Director, City of Los Angeles Emergency Management Department)	8 pm
<u>July 15</u>	
<u>USC Davidson Conference Center</u>	
Welcoming Remarks: Gen Giuliano (USC) and Hirokazu Tatano (DPRI)	8 to 8:15 am Embassy Room
Keynote Address: George Apostolaki (Commissioner, U.S. Nuclear Regulatory Commission) Chair: Aniello Amendola (IIASA)	8:15 to 9:15 am Embassy Room
A. Plenary: <i>Implications of the Tohoku EQ & Tsunami, Part I</i> Organizer/Chair: Norio Okada (DPRI), Charles Scawthorn (Kyoto University), and Hirokazu Tatano (DPRI) a. <i>The March 11th, 2011 Eastern Japan Earthquake and Tsunami Disaster: Preliminary Overview and Implications for IDRiM</i> Norio Okada (DPRI)	9:15 to 10:45 am Embassy Room

<p>b. <i>Lifelines Aspects of the Eastern Japan Earthquake and Tsunami</i> Charles Scawthorn (Kyoto University)</p> <p>c. <i>Criticality, Complementarity and Cascading Effects: Economic Implications of the Eastern Japan Great Earthquake</i> Hirokazu Tatano (DPRI) and Yoshio Kajitani (DPRI) and Muneta Yokomatsu (DPRI)</p> <p>d. <i>Tohoku Earthquake; An unthinkable consequence</i> Masanobu Shinozuka (University of California)</p> <p>e. <i>Regulatory Implications for Nuclear Power in the United States</i> George Apostolakis (U.S. Nuclear Regulatory Commission)</p>	
Break	10:45 to 11 am
Parallel Sessions:	11 to 12:30 pm
<p>1. <i>Natech Accidents: Implications for IDRiM and Risk Governance</i> Organizer/Chair: Ana Maria Cruz (DPRI) and Elisabeth Krausmann (Joint Research Centre, European Commission)</p>	Board Room
<p>2. <i>Social Vulnerability: A Multifaceted and Interdisciplinary Concept – Definitions, Needs and Recent Examples of Geospatial Applications</i> Organizer/Chair: Christoph Aubrecht (USC) and Andrew Curtis (USC)</p>	Figueroa Room
<p>3. <i>Terrorism Risk</i> Chair: Erwann Michel-Kerjan (University of Pennsylvania)</p>	Cardinal & Gold Room
<p>4. <i>Future and Limitations of Catastrophe Models</i> Organizer/Chair: Keith Porter (University of Colorado at Boulder and SPA Risk LLC)</p>	Alumni Room
<p>Lunch Speaker: Erwann Michel-Kerjan (The Wharton School, University of Pennsylvania) Chair: Adam Rose (USC)</p>	12:30-2 pm
<p>B. Plenary: <i>Post Disaster Recovery</i> Organizer/Chair: Stephanie Chang (University of British Columbia)</p> <p>a. <i>Early Recovery Issues in Christchurch, New Zealand</i> Mary Comerio (University of California, Berkeley)</p> <p>b. <i>Small Community Strategies for Post- Disaster Recovery after the Wenchuan Earthquake</i> Ana Maria Cruz (DPRI), Miranda Dandoulaki, Antonio Pomonis, Sever Georgescu, Baofeng Di, and Nanshan Ai</p> <p>c. <i>Measuring Community Recovery in Post-Hurricane Florida, USA</i> Stephanie Chang (UBC) and Marleen De Ruiter (UBC)</p> <p>d. <i>Surveys of Post- Disaster Business Recovery in Japan</i> Yoshio Kajitani (DPRI), Hirokazu Tatano (DPRI), Kazuyoshi Nakano (Central Research Institute of Electric Power Industry) and Nario Yasuda (DPRI)</p> <p>e. <i>Long-Run Effects of Disasters: Structural Analysis</i> Yasuhide Okuyama (University of Kitakyushu)</p>	2:15 to 3:45 pm Embassy Room
Break	3:45 to 4:00 pm
Parallel Sessions:	4:00 to 5:30 pm
<p>5. <i>Resilience as an Approach to Integrated Risk Management</i> Organizer/ Chair: W. Michael Dunaway (DHS); Chair: Fynnwin Prager(USC)</p>	Board Room

6. <i>Risk Communication and Communicative Surveys</i> Organizer/Chair: Norio Okada (DPRI) Commentator: Linda Bourque (UCLA) and Akiko Sato (UCLA)	Alumni Room
7. <i>Economic Analysis of Disaster</i> Chair: Yasuhide Okuyama (University of Kitakyushu)	Cardinal & Gold Room
8. <i>Critical Infrastructure</i> Organizer/Chair: Adam Rose (USC)	Figuerola Room
Dinner Speaker: Yoshiaki Kawata (Kansai University) Chair: Norio Okada (Kyoto University)	7:00 to 10 pm Galen Center Founder's Club

<u>July 16</u>	
<u>USC Davidson Conference Center</u>	
Keynote Address: Detlof von Winterfeldt , International Institute for Applied Systems Analysis (IIASA) Chair: Reinhard Mechler (IIASA)	8:15 to 9:15 am Embassy Room
C. Plenary: <i>Integrated Risk Governance – Integrated Research for Managing Complexity of Large-scale Disasters</i> Organizer/Chair: Peijun Shi (BNU) a. <i>Integrated Risk Governance: Modeling, Simulation and Visualization</i> Adrian Gheorghe (Old Dominion University) b. <i>Lessons Learned about Lessons Learned Disasters</i> Michael H. Glantz (University of Colorado) and S.H.M. Fakhruddin (Regional Integrated Multi-Hazard Early Warning System) c. <i>Global Maritime Critical Infrastructure: Risk Governance in the Straits of Malacca and Singapore</i> Michele Bristow (University of Waterloo), Ana Maria Cruz (DPRI), Liping Fang (UOW), T. F. Fwa (National University of Singapore), Keith W. Hipel (UOW), Yoshio Kajitani (DPRI), Wolfgang Kroeger (Swiss Federal Institute of Technology Zurich) and Norio Okada (DPRI) d. <i>Community Resilience through Effective Risk Governance: The Challenges for the Developing Countries</i> Muhammad Saidur Rahman (Bangladesh Disaster Preparedness Centre)	9:15 to 10:45 am Embassy Room
Break	10:45 to 11 am
Parallel Sessions	11 to 12:30 pm
9. <i>Economic Impacts</i> Organizer/Chair: Reinhard Mechler (IIASA)	Board Room
10. <i>Risk Assessment</i> Organizer/Chair: Yoshiaki Kawata (Kansai University)	Club Room
11. <i>Assessing Disaster Impacts</i> Organizer/Chair: Adrian V. Gheorghe (Old Dominion University)	Cardinal & Gold Room
12. Disaster Communication and Governance Organizers/Chairs: Akemi Takeoka Chatfield (University of Wollongong) and Mary Barrett (University of Wollongong)	Alumni Room
13. <i>Disaster Management</i>	Figuerola Room

Chair: William Petak (University of Southern California)	
14. <i>Young Scientists</i> Chair: Muneta Yokomatsu (DPRI)	California Room
Lunch Speaker: Kathleen Tierney (Natural Hazards Center, U. of Colorado) Chair: Ana Maria Cruz (DPRI)	12:30 to 2 pm
D. Plenary: <i>The March 11, 2011 Tohoku Japan Earthquake and Tsunami: Response and Recovery Issues for Japan and the International Community</i> Organizer/Chair: Tomohide Atsumi (Osaka University) a. <i>When the "Tower of Babel" Collapsed - Reflection on Response of the East Japan Earthquake through Back Up Support in Tohno, Iwate Prefecture</i> Takumi Miyamoto (Osaka University) b. <i>Tsunami Response in California and Lessons Learned from the Tohoku-oki Earthquake and Tsunami</i> James Goltz (California Institute of Technology/State of California) c. <i>Complex Disaster Recovery Following the 3/11 Tragedy from the Perspective of Interdependent Social Systems</i> Michael Stajura (UCLA) d. <i>Wired, Mired, Inspired: What Japan's 3/11 Tragedy Taught the Media, the Government and Relief Workers about 21st Century Communication</i> Julie Makinen (Los Angeles Times)	2:15 to 3:45 pm Embassy Room
Break	3:45 to 4 pm
Poster Session, Grand Foyer of the Davidson Conference Center	3:45 to 5:30 pm
Poster - <i>Young Scientists</i> Organizers: Muneta Yokomatsu (DPRI), Stefan Hochrainer (IIASA) and Wei Xu (Beijing Normal University)	
Parallel Sessions	4 to 5:30 pm
15. <i>Mega-Cities</i> Organizer/Chair: Hilda Blanco (University of Southern California)	Board Room
16. <i>Disaster vulnerability: Space and Location</i> Chair: Ronald T. Eguchi (ImageCat, Inc.)	Club Room
17. <i>Climate Change</i> Chair: Michael Glantz (University of Colorado)	Figueroa Room
18. <i>Challenges in Field Research: Challenges in Casifica and DRH projects</i> Organizers/Chairs: Djillali Benouar (Built Environment Research Laboratory) and Hirokazu Tatano (DPRI)	Cardinal & Gold Room
19. <i>Assessment of Complex Systems Risk Assessment Methodologies</i> Organizers/ Chairs: Charles Scawthorn (SPA Risk LLC) and Dmitry O. Reznikov (Russian Academy of Sciences)	Alumni Room
General Discussion: <i>Reframing Disasters</i> (Moderator: Hirokazu Tatano (DPRI))	5:30 to 6 pm Embassy Room

Closing Session: Norio Okada (DPR) and Adam Rose (USC)	6 to 6:30 pm Embassy Room
--	------------------------------

(4)研究成果の公表

<http://idrimjournal.com/>

<http://idrim.org/>

一般研究集会（課題番号：23K-04）

集会名：桜島火山活動と能動的火山活動モニタリングの可能性

主催者名：京都大学防災研究所

研究代表者：宮町 宏樹

所属機関名：鹿児島大学大学院理工学研究科

所内担当者名：井口 正人

開催日：平成 23 年 7 月 14 日

開催場所：桜島公民館（鹿児島市桜島横山町1722番地）

参加者数：68名（所外63名，所内 5名）

・大学院生の参加状況：6名（修士 3名，博士 3名）（内数）

・大学院生の参加形態 [聴講]

研究及び教育への波及効果について

新たな研究観測手法とその成果の可能性を検討できたことで、新しい火山研究テーマを検討する機会を提供することができた。

研究集会報告

(1)目的

従来の受動的火山観測手法だけでは検出困難なマグマの動きを捉えるためには、新たな能動的観測手法を導入することが重要である。本研究集会では、桜島火山の火山活動のこれまでの研究成果を外観するとともに、アクロス、絶対重力、ミュオンによる火山体透視などの新たな火山観測手法についての研究成果をまとめ、桜島火山の火山活動に有効な能動的火山観測手法について検討することが目的である。

(2)成果まとめ

桜島火山の火山活動を理解するとともに、能動的火山観測手法を学ぶことができた。また、これらの能動的火山観測手法の導入により、どのような新たな知見が得られるか、その可能性を探ることができた。

(3)プログラム

第1部 最近の噴火活動の事例

9:05 諏訪之瀬島の火山活動—1989年以降の火山性地震と噴火活動について—

・・・為栗健・井口正人（京大防災研）

9:20 霧島新燃岳の火山活動・・・山里 平（気象庁）

9:45 Eruptive activity at volcanoes in Indonesia -Merapi, Semeru, Bromo-

・・・Hetty Triastuty, Surono and Muhamad Hendrasto (PVMBG, Indonesia)

第2部 地盤変動観測などの高精度化によるアプローチ

10:20 桜島の火山活動と観測坑道データを用いた火山噴火予測

・・・井口正人（京大防災研）

10:45 諏訪之瀬島・スメル山の山体膨脹・・・西村太志（東北大理）

11:10 浅間山の浅部構造と最近の火山ガス放出活動・・・大湊隆雄（東大地震研）

11:35 2000年三宅島噴火に伴う地殻変動・・・藤田英輔・上田英樹（防災科研）

第3部 地下の構造の変化を知る

13:00 地震波干渉法の浅間山への適応

- ・・・・西田究・長岡優・青木陽介・武尾実・大湊隆雄（東大地震研）
- 13:25 桜島火山における反復地震探査とその経過
 - ・・・・筒井智樹（秋田大）・桜島火山反復地震探査グループ
- 13:50 MT 連続観測による比抵抗変動観測・・・相澤広記（東大地震研）
- 14:15 アクロスによる地下構造の時間変化の抽出の可能性
 - ・・・・渡辺俊樹・山岡耕春（名大環境）
- 14:50 噴火推移予測のためのハイパーハイブリッド重力観測の現状と展望
 - ・・・・大久保修平・田中宏幸・風間卓仁・田中愛幸・今西祐一（東大地震研）
- 第4部 先行物質の変化を追う
- 15:25 活動期の火山における火山ガスモニタリング・・・森 俊哉（東大理）
- 15:50 火山灰付着性成分の時間変化・・・野上健治（東工大火山流体）
- 16:15 桜島火山の噴火活動様式とマグマ供給系の20世紀からの変化とその意義
 - ・・・・松本亜希子・中川光弘・宮坂瑞穂（北大理）
- 16:40 降下火山灰の自動採取によるモニタリング手法の開発
 - ・・・・嶋野岳人（富士常葉大）
- 17:05 総合討論
- (4)研究成果の公表
研究成果報告書

一般研究集会（課題番号：23K-05）

集会名：第13回地すべりに関する国際会議および現地討論会—西南日本の地質断面—

ICFL(International Conference and Field Trip on Landslides) 2011 Japan- Cross Section of Southwest Japan-

主催者名：ICFL2011 国内実行委員会

研究代表者：丸井英明

所属機関名：新潟大学災害復興科学センター

所内担当者名：釜井俊孝

開催日：平成23年 9月 4日～9月 13日（シンポジウムは9月 9日開催）

開催場所：新潟県、長野県、岐阜県、京都府、兵庫県、徳島県、高知県、シンポジウムは京都大学宇治地区

参加者数：22名（所外 19名、所内 3名）

- ・大学院生の参加状況：1名（修士 1名）（内数）
- ・大学院生の参加形態 [シンポジウム口頭発表（英語）]

研究及び教育への波及効果について

本研究集会によって、地すべり研究に関する国際的な相互理解を深めることができた。この成果は、新潟大学や京都大学理学研究科の講義にも生かされる予定である。

研究集会報告

(1)目的

国際地すべり会議及び現地討論会（ICFL）は、地すべり研究の分野では重要な国際会議の一つである。各国の研究者が開催国の代表的な地すべりを巡検し、地すべり災害・研究の現状について議論する機会を持つ事を目的とする。

(2)成果まとめ

ICFL は、1979年以降3年毎に12回開催されており、今回は日本で2回目の開催となった。前回（1985年）は東北地方の地すべりを対象としていたため、今回は地震による地すべりを中心に、中部地方から四国の地すべりを巡検した。地質的には、フォッサマグナから西南日本を横断するため、地すべりのみならず、日本列島の地質構造を理解できるようにプログラムを編成した。参加者は、欧米を中心に7カ国から26名（同伴者を含む）であった。巡検の半ばで、京都に到達し、宇治地区でシンポジウムを行った。今回の巡検においても「野外科学においては、フィールド（現地）における議論が、学問の発展のため最も重要かつ有益である」というICFLの精神が遺憾なく発揮され、移動中のバスの中でも活発な議論が展開された（それ故、参加者は同伴者も含めて30人程度に制限された）。したがって、ICFLの特徴の一つである、「その国の斜面変動現象を網羅的に理解させる」という主催者側の意図は概ね達成されたと考えられる。ICFLでは、対象地域で起きている主要な斜面変動現象を、その自然的背景のみならず社会的背景・影響も含めて議論するというスタンスが維持されてきた。そのため、これまでのICFLによって、世界各地の異なる地質的背景および誘因を有する地すべりに対する研究が深まり、国や地域の枠を超えた地すべり研究が推進されたと考えられる。今回、防災研がこの巡検とシンポを主導した事によって、わが国を代表する当該分野の共同利用・共同研究拠点であることを、国内外に強く印象づけることができた。

(3)プログラム

9/4 長岡市に集合

9/5 山古志村（2004年中越地震による地すべり）

9/6 長岡→名立崩れ→稗田山崩れ→白馬

9/7 白馬→青木湖（地すべりダム湖）→上高地（土石流）→高山

- 9/8 高山→帰雲山崩壊→町居の崩壊→京都
- 9/9 シンポジウム。口頭発表 16 件。
- 9/10 休日
- 9/11 京都→高槻（今城塚古墳地すべり）→神戸（兵庫県南部地震災害）→徳島
- 9/12 徳島→徳島地すべり観測所→善徳地すべり→高知
- 9/13 高知市にて解散

(4)研究成果の公表

シンポジウムにおいて発表された論文, ppt ファイル等は, Proceedings として CD にとりまとめ, 広く配布する。

一般研究集会（課題番号：23K-06）

集会名：第1回 ICSU 世界データシステム会議 — 世界のデータが切り開くグローバルな科学

主催者名：主催者名(国際科学会議 (ICSU), 日本学術会議, WDS-SC, 京都大学大学院理学研究科)

研究代表者：家森俊彦

所属機関名：京都大学大学院理学研究科

所内担当者名：大志万直人, 鈴木進吾

開催日：平成23年9月3日-9月6日

開催場所：京都大学百周年時計台記念館

参加者数：155名(所外149名, 所内6名)

- ・大学院生の参加状況：10名(修士8名, 博士2名)(内数)
- ・大学院生の参加形態 [講演の傍聴, 展示ブース出展, 会議HP補助, 会場の準備と進行補助]

研究及び教育への波及効果について

情報通信利活用およびネットワークおよびデータベースの利活用は、技術立国としての発展を目指す我が国の中心的な研究開発分野の一つである。特に、今後、地球規模での環境問題に国際的なリーダーシップを持って積極的に取り組むためには、高い技術力と幅広い視点を兼ね備えた人材の育成が、我が国が取り組むべき重要な課題の一つであり、この研究集会は、その方面の研究と教育に波及効果がある。

研究集会報告

(1)目的

この研究集会では、データセンターの担当者やデータを利用する研究者からの意見や提案を集約し、WDSの活動方針を確定することと、WDSが提供する多様なデータによって創成される、主として地球科学分野における新しい国際共同研究の方向を把握し、データの検索や流通などに関する情報科学研究の成果をWDSの活動に生かすことを目指す。この研究集会によってWDSが本格的な活動を開始する体勢が整い、人類共通の財産であるデータの共有と、国際的研究協力の充実に向けて、重要なステップを踏み出すこととなる。また、2010年10月に開かれたWDS科学組織委員会では、情報通信研究機構(NICT)がWDSの事務局(International Program Office; WDS-IPO)を引き受けることになり、京都大学における第一回のこの会議では、今後のWDSの発展と我が国の果たすべき役割の方向を見極める。

(2)成果まとめ

- (1) 世界各地から、WDS(World Data System)関係者と地球科学を中心とするデータ関係者(研究者・データ提供者)を交えて国際研究集会を開催することができ、両者の連携を深め、WDSの構築と科学情報の有効利用および学際領域研究を効率的に推進する基礎を作った。
- (2) 我が国内に於いても、広範な分野のデータ体制を整備する上で必要となる人的交流を深めることができた。
- (3) 科学データ流通の新しい世界的システムの構築推進における我が国および京都大学Tの大きな寄与を示すことができた。
- (4) 会議の成果はSummary and Shared Understandingsとして最終日に承認・公表した。
- (5) 世界各地、特に中国やヨーロッパ諸国から、多くの若いデータ関係者が参加した。

(3)プログラム

23K-06:第1回 ICSU 世界データシステム会議

— 世界のデータが切り開くグローバルな科学 —

開催日： 平成23年9月3日—9月6日

開催場所： 京都大学百周年時計台記念館

Saturday 3 September

10:00 – 11:10 Session 1 (S1): Opening Talks

Chairs: J.B. Minster and T. Watanabe

11:25 – 12:30 Session 2 (S2): What is ICSU WDS

Chairs: T. Watanabe

11:25-11:55 What is ICSU WDS? (Invited), J.B. Minster

11:55-12:15 Data Publication (Invited), M. Diepenbroek

12:15-12:30 WDS-IPO and NICT (Invited), Y. Murayama

13:30 – 14:30 Session 3 (S3): Partnership and coordination

Chairs: M. Mokrane

13:30-13:50 Strategic Coordination of ICSU Data Archives (Invited), P.A. Fox

13:50-14:10 WDS CODATA Partnership on Data Management (Invited), R. S. Chen

14:10-14:30 Data Needs for Earth System Science for Global Sustainability: a perspective from IGBP (Invited), M. Uematsu

14:50 – 16:10 Session 4 (Part 1) (S4.1): Activity Reports from WDS members

Chairs: D. Clark and A. Kadokura

14:50-15:10 WDS Membership Status (Invited), L. Rickards

15:10-15:30 The Global Observing Systems Information Center (GOSIC): Comprehensive Portal for Global, Climate Data and Information. (Invited), H. J. Diamond

15:30-15:50 WDS related activity of former ICSU/WDCs in Japan (Invited), T. Iyemori

15:50-16:10 The Australian Antarctic Data Centre (Invited), K. T. Finney, M. Jordan

16:30 – 17:25

Chairs: D. Clark and A. Kadokura

16:30-16:50 Providing quality-assessed oceanographic data and services to the international science community (Invited), G. Reed, L. Rickards, A. Troisi

16:50-17:10 Development of WDS Russian-Ukrainian segment (Invited), M. Shaimardanov, A. Gvishiani, M. Zgurovsky, A. Sterin, A. Kuznetsov, N. Sergeyeva, E. Kharin, K. Yefremov

17:10-17:25 Measurements of Total Radio Flux from the Sun for Sixty years, K. Shibasaki

Sunday 4 September

09:10 – 11:00 Session 4 (Part 2) (S4.2): Activity Reports of WDS Members

Chairs: L. Rickards and A. Kadokura

9:10- 9:25 The contribution of a Geophysical Data Service: the International Service of Geomagnetic Indices, M. Menvielle

9:25- 9:40 Operations of the World Data Centre for Geomagnetism (Edinburgh), S. J. Reay, E. B. Dawson, S. Macmillan, S. M. Flower, T. J. G. Shanahan, T. S. Humphries

9:40- 9:55 Activities and Plan of Center of Geophysics (Beijing) from WDC to WDS, F. Peng, J. Zhang, M. Ma, G. Chen, Y. Li, D. Wang, M. Zhang, L. Peng, X. Yuan, Y. Zhang

9:55-10:10 The International Center of Earth Tides as a WDS Service: goals and challenges, J.-P. Barriot, Y. Verschelle, A.

Gabillon

10:10-10:25 Strasbourg Astronomical Data Centre (CDS), F. Genova

10:25-10:40 Overview of the World Data Center for Space Science Beijing and Recent Activities, Z. Zou, J. Tong

11:00 – 12:00

Chairs: L. Rickards and A. Kadokura

11:00-11:15 Strategy and Current Status of Biodiversity Data Integration in Taiwan, K.-T. Shao, K.-C. Lai, Y.-C. Lin, C.-J. Ko, C.-H. Hsu, H. Lee, Y.-C. Chen, H.-W. Hsu, H.-Y. Li, L.-S. Chen

11:15-11:30 Development of World Soil Information Web Services (WoSIS), N.H. Batjes, H.I. Reuter, P. Tempel, J.G.B. Leenaars, P.S. Bindraban

11:30-11:45 Global Argo Data Management and Service in NMDIS, F. Ji, S. Lin, M. Dong

11:45-12:00 The British Geological Survey's new geomagnetic data web service, C.E.B. Dawson, J. Lowndes, P. Reddy, S. Reay

13:30 – 15:45 Session 5-A (S5.A): Data Intensive Multi-Disciplinary Science

- Disasters Data Management -

Co-convened with ICSU Integrated Risk Disaster Research (IRDR) programme

Chairs: A. Wirtz and K. Takara

13:30-13:55 Integrated Disaster Risk: From Research to Practice (Invited), J. E. Rovins

13:55-14:20 The need for data . Natural disasters and the challenges of loss data collection and management (Invited), A. Wirtz

14:20-14:40 Various database management systems available for analysis and prediction of extreme hazards and disaster reduction (Invited), K. Takara

14:40-15:00 Data Science for Reengineering of Engineerings beyond FUKUSHIMA (Invited), S. Iwata

15:00-15:15 Data Integration and Visualization for Multi-Disciplinary Disaster-related Data after Tohoku Earthquake 2011, A. Kitamoto

15:15-15:30 Full-text Database of Historical Earthquake Documents in the Ancient and Medieval Ages in Japan, S. Hara

15:30-15:45 Multi-disciplinary approaches to intelligently sharing large-volumes of real-time sensor data during natural disasters, S. E. Middleton, Z. Sabour, P. Lowe, F. Chaves, S. Tavakoli

16:00 – 17:30 Session 5-B (S5.B): Data Intensive Multi-Disciplinary Science

- Multi-Disciplinary Data Systems for Earth Science -

Chairs: T. Watanabe and F. Genova

16:00-16:20 Managing Very Diverse Data for Complex, Interdisciplinary Science -- Lessons from the International Polar Year (Invited), M. A. Parsons, O. Godoy, E. Le Drew, T. F. de Bruin, B. Danis, S. Tomlinson, D. Carlson

16:20-16:40 Data Integration and Analysis System (DIAS), a legacy for Japan's contributions to the Global Earth Observation System of Systems (Invited), T. Koike (GEOSS)

16:40-16:55 Multi-Disciplinary Data Services for the Ocean, Earth, and Polar Sciences : The Integrated Earth Data Applications (IEDA) Facility, K. A. Lehnert, S. M. Carbotte, W. F. Ryan, V. Ferrini, R. Arko, C. Chan, L. Hsu

16:55-17:10 Mathematical Tools for Geomagnetic Data Monitoring and INTERMAGNET Russian Segment, A. Soloviev, S. Agayan, S. Bogoutdinov, A. Gvishiani, R. Kulchinskiy, A. Chulliat, J. Zlotnicki

17:10-17:25 Long-term variability of winds and tides in the equatorial and low-latitude mesosphere and lower thermosphere, V.R. Narukull, T. Tsuda, D. M. Riggan, S. Gurubaran

17:25-17:40 Study on multi-disciplinary scientific expedition data integration and transect grade change analysis in North East Asia area, J. Wang, Y. Yang, Y. Yang, L. Zhu

Monday 5 September

09:10 – 10:35 Session 6 (S6): Application of information technologies to Data Systems

Chairs: B.-J. Minster, B. Yan and T. Ogino

- 9:10- 9:30 A Science Cloud for Space Weather Operations and Other Researches (Invited), K. T. Murata, S. Watari, T. Nagatsuma, M. Kunitake, H. Watanabe, K. Yamamoto, Y. Kubota, Y. Murayama, H. Kato, T. Tsugawa
- 9:30- 9:50 SPASE: The Connection Among Solar and Space Physics Data Centers (Invited), J. R. Thieman, D. A. Roberts, T. A. King
- 9:50-10:05 Proposed framework for the curation of data in the WDS, P.A. Laughton, T Du Plessis
- 10:05-10:20 Cellular automata approach for disaster propagation prediction and required data system in GIS representations, K. Arai
- 10:20-10:35 Digital Geomuseum? An Open Knowledge and Data Environment for Innovative Research, Education and Society, C. Liu

10:55 – 11:55

Chairs: B.-J. Minster, B. Yan and T. Ogino

- 10:55-11:10 Managing and Linking Scientific Data on the Web via VisualDB, Z. H. Shen, J. H. Li, C. Z Li, X. He, X. M. Su
- 11:10-11:25 Research on Spatial Distribution Patterns of Migrant Bird based on Satellite Telemetry Data and Remote Sensing Data: A Data Mining Approach, Z. Luo, Y. Zhou, M. Tang, J. Shao, B. Yan
- 11:25-11:40 Metadata Modeling of IPv6 Wireless Sensor Network in Heihe River Watershed, W. Luo, B. Yan
- 11:40-11:55 Implementation of an Integrated Management System for Global Multipoint Observation, H. Watanabe, K. Yamamoto, T. Tsugawa, S. Ishii, T. Nagatsuma, S. Watari, Y. Murayama, K. T. Murata

13:30 – 14:15

Chairs: B.-J. Minster, B. Yan and T. Ogino

- 13:30-13:45 Marine Biodiversity data: a presentation of state of the art systems for data storage, standardization, quality control, data access and visualization, K. Deneudt, B. Vanhoorne, L. Vandepitte, W. Appeltans, S. Claus, W. Decock, N. Dehauwere, R. T' Jampens, F. Hernandez
- 13:45-14:00 Space Plasma Simulation and Geospace Science Clouds, T. Ogino, A. Iwadachi, T. Umeda
- 14:00-14:15 Inter-university Upper atmosphere Global Observation NETwork (IUGONET), H. Hayashi, Y. Koyama, T. Hori, Y. Tanaka, M. Kagitani, A. Shinbori, S. Abe, T. Kouno, D. Yoshida, S. Ueno

14:35 – 15:35 Session 7 (S7): Data Publication

Chairs: M. Diepenbroek and M. Parsons

- 14:35-14:55 World Ocean Database (Invited), S. Levitus
- 14:55-15:15 Data Infrastructures at WDCC / DKRZ (Invited), M. Lautenschlager
- 15:15-15:35 Is Data "Publication" the Right Metaphor? (Invited), M. A. Parsons

15:45 – 16:45

Chairs: M. Diepenbroek and M. Parsons

- 15:45-16:05 Connecting scientific articles with research data (Invited), I.J.J. Aalbersberg
- 16:05-16:25 Opportunities and Challenges in Data Exchange: Who Cares if Data and Publications are Linked? (Invited), F.L. Murphy
- 16:25-16:45 Persistent identifiers & catalogues : DataCite ? International consortium for data citation (Invited), J. Brase

16:55 – 17:50

Chairs: M. Diepenbroek and M. Parsons

- 16:55-17:15 Quality Assurance for Data ? the Journals' Way? (Invited), H. Pfeiffenberger
- 17:15-17:35 The Legal Interoperability of Data (Invited), P. F. Uhler
- 17:35-17:50 Who is doing a good job in digital preservation? Audit and certification of repositories, D. L. Giaretta

Tuesday 6 September

9:10 – 10:45 Open Session:

Chairs: L. Horta and T. Ahino

9:10- 9:30 The WDC ? HHB, The African perspective crossroad! (Invited), D. Selematsela

9:30- 9:45 Innovations for the curation and sharing of African social science data, H.L. Woolfrey

9:45-10:00 A Maturity Model for Digital Data Centres (MM-DDC), W. Hugo, L. Lotter

10:00-10:15 Geophysical Data Stewardship in the 21st Century

Chairs: C. G. Fox and E. A. Kihn

10:15-10:30 Towards a World Data System for cold and arid regions, X. Li, Z. Nan, L. Wang, L. Wu, Y. Ding, G. Cheng

10:30-10:45 Internationally Coordinated Glacier Monitoring, M. Zemp, S. U. Nussbaumer, R. Armstrong, F. Fetterer, I. Gaertner-Roer, W. Haerberli, M. Hoelzle, A. Kaeab, J. Kargel, F. Paul

11:05 – 12:20 Session 8 (S8): ICSU WDS Members' and Partners' Open Forum

Chairs: R. Chen and R. Neilan

11:05-12:20 ICSU WDS Members' and Partners' Open Forum

12:20 – 12:40 Summary Session: Summary of the Conference

Chair: J. B. Minster

Posters (Room: ICH 1) Saturday 3 → Monday 5 September

Session 4: Activity Reports of WDS members

PS4-01 World Data Center for Geomagnetism, Copenhagen: recent developments, J. Matzka

PS4-02 Activities of the International VLBI Service, D. Behrend

PS4-03 Present status and future perspective of AE/Dst index derivation, M. Nose, T. Iyemori, M. Takeda, H. Toh

PS4-04 The Permanent Service for Mean Sea Level in the 21st Century, L. J. Rickards, A. P. Matthews, K. M. Gordon, S. J. Holgate, S. Jevrejeva, P. L. Woodworth, M. E. Tamisiea, E. A. Bradshaw

PS4-05 Activity of the WDC for Cosmic Rays in the Study of Sun - Earth Connections, T. Watanabe, T. Oginio, F. Abe

PS4-06 The Activities at WDC for Geomagnetism, Mumbai, INDIA, M. G. Doiphode, R. N. Nimje, S. Alex

PS4-07 Present status of the seafloor electromagnetic stations operating in the northwest Pacific, H. Toh, Y. Hamano, T. Iyemori, M. Takeda, M. Nose

PS4-08 WDS for Ionosphere and Space Weather - Historical Background and Current Status -, T. Nagatsuma, K. T. Murata, S. Watari

PS4-09 Expectation to WDS for global network of worldwide auroral data, A. Kadokura

PS4-10 Japanese Contribution to the World Data Center for Oceanography, A. Seta, S. Wakamatsu, T. Miyake, Y. Iwabuchi

PS4-11 Data and information activities of SERC, Kyushu University, Japan, S. Abe, K. Yumoto, A. Ikeda, T. Uozumi, George Maeda

PS4-12 Information about the World Data Centers for Solid Earth Physics and Solar-Terrestrial Physics. Regional multidisciplinary initiatives of Russian-Ukrainian World Data Centers Segment for occurrence in the World Data System, N. Sergeyeva, E. Kharin, L. Zabarinskaya, A. Rodnikov, I. Shestopalov, T. Krylova, M. Nisilevich

Session 5: Data Intensive Multi-Disciplinary Science

PS5-01 The state of polar data management; the Japanese IPY experience, M. Kanao, A. Kadokura, M. Okada, T. Yamanouchi, Natsuo Sato

PS5-02 Beyond data regulation: finding solution to a persistent problem of marine debris and sea surface temperature measurement along coastline of Lagos, Nigeria, O.A. Ediang, A.A. Ediang, T. Adelugba, R. Akpofure

PS5-03 Web-based visualization system for observational data obtained by JAMSTEC research vessels, Y. Yamagishi, S. Tsuboi, H. Gonda, S. Kinoshita, H. Saito

PS5-04 Visualization of fluxrope generation process using large quantities of MHD simulation data, Y. Kubota, K. Yamamoto, K. Fukazawa, K. T. Murata

PS5-05 Post-event Survey Data of the 2011 Tohoku Earthquake Tsunami, N. Mori (The 2011 Tohoku Earthquake Tsunami Joint Survey Group)

Session 6: Application of information technologies to Data Systems

PS6-01 Application and meta data format of Cryosphere Data Archive Partnership (CRDAP), H. Yabuki

- PS6-02 Quality Evaluation of Remote Sensing Mapping for Land Cover Based on Cartographic Specifications, S. Liao
- PS6-03 SPIDR ReST Services, E. Kihn, M. Zhizhin, P. Elespuru, R. Redmon
- PS6-04 The International Center for Earth Tides XML schema for the Global Geodynamics Project data archives, J.-P. Barriot, Y. Verschelle, A. Gabillon
- PS6-05 Standardized Materials Data Representation for Data Exchange and Electronic Reporting, T. Ashino
- PS6-06 Research environment and information service of Space Weather Cloud, S. Watari, H. Kato, K. T. Murata, K. Yamamoto, H. Watanabe, Y. Kubota, M. Kunitake
- PS6-07 Digital Database of Long Term Solar Chromospheric Variation, R. Kitai, S. Ueno, H. Maehara, S. Shirakawa, M. Katoda, Y. Hada, Y. Tomita, H. Hayashi, A. Asai, H. Isobe
- PS6-08 State Space Approach to Signal Extraction Problems in Seismology, T. Takanami, G. Kitagawa
- PS6-09 Metadata Publication and Search System in JAMSTEC, Y. Hanafusa, H. Saito, Y. Abe
- PS6-10 Solar-Terrestrial data Analysis and Reference Systems (STARS) - a powerful analysis tool for a variety of data and its high potentiality for cooperating research, M. Kunitake, K. Yamamoto, S. Watari, K. Ukawa, H. Kato, Y. Murayama, K. T. Murata
- PS6-11 Development of a data browsing system for geoscience data using geobrowsers, A. Saito, T. Tsugawa, Y. Akiya, T. Shimizu, M. Yoshikawa
- PS6-12 A Database Project at the Center for Global Environmental Research in National Institute for Environmental Studies, H. Nakajima, T. Shirai, J. Zeng, E. Maita
- PS6-13 Geospace Science Clouds, T. Ogino, A. Iwadachi, T. Hori, T. Umeda, F. Abe
- PS6-14 Multi-level approximation: a tool to integrate spatially heterogeneous and different-type geomagnetic data at local to regional scales., S. A. Tikhotsky, D. Yu. Shur

Session 7: Data Publication

- PS7-01 The No-man Geomagnetic Observatory at Abu-Simbel and Its Contribution in Industry and Environment in Egypt, H. A. Deebes, E. M. Abd_ELAI, T. A. Hamed, A. M. Lethy
- PS7-02 Publication of Atmospheric Radar Observation Database at RISH, Kyoto University, H. Hashiguchi, T. Tsuda, M. Shiotani, M. Yamamoto, T. Nakamura, H. Hayashi, J. Furumoto, M. K. Yamamoto, A. Shinbori, N. O. Hashiguchi
- PS7-03 An inspection of geomagnetic field observations at Syowa station, Antarctica, K. Takahashi, Y. Minamoto, S. Arita, Tomofumi I, A. Kadokura
- PS7-04 Solar data archive on web at Kwasan and Hida Observatories, Kyoto-U, T.T. Ishii, K. Ichimoto, R. Kitai, S. Ueno, S. Nagata, G. Kimura, Y. Nakatani, S. Morita, K. Nishida, K. Shibata
- PS7-05 A challenge to development of long-term archive for space science data at ISAS/JAXA, I. Shinohara, K. Matsuzaki, Y. Yamamoto, K. Ebisawa
- PS7-06 Application of LAS on physical oceanographic data services of the South China Sea, C. Xu, S. Li, P.C Mi
- PS7-07 An Iterative Algorithm for Selecting Optimal Domain Partitioning Models Using Graphical Data Visualization and Space Transformed Plots, K. S. Mwitondi, A. S. Hadi, R. E. Moustafa
- PS7-08 A method of digitization to extract geomagnetic one-minute data from bromide paper, N. Mashiko, T. Yamamoto, M. Akutagawa, Y. Minamoto
- PS7-09 SCOR/IODE/MBLWHOI Library Collaboration on Data Publication, L. Raymond, L. Pikula, R. Lowry, E. Urban, G. Moncoiffé, P. Pissierssens, C. Norton

(4)研究成果の公表

Data Science Journal にプロシーディングスを掲載予定。

一般研究集会（課題番号：23K-07）

集会名：「第7回南アジアにおける自然環境と人間活動に関する研究集会

ーインド亜大陸東部・インドシナの自然災害と人間活動ー

研究代表者：松本 淳

所属機関名：首都大学東京

所内担当者名：林 泰一

開催日：平成 24年 2月 4-5日

開催場所：京都大学防災研究所

参加者数：28名（所外 20名，所内 8名）

- ・大学院生の参加状況：6名（修士 4名，博士 2名）（内数）
- ・大学院生の参加形態 [発表者 5名，運営補助 2名]

研究及び教育への波及効果について

南アジアやインドシナ半島の気象に関する研究を行っている大学院生が4名参加し，またこの地域の感染症に関する研究を行っている大学院生が1名参加した。これらの研究には，気象環境が基本的な知識であり，その意味で，大きなインパクトが得られたと考えられる。

研究集会報告

(1)目的

バングラデシュで1万人を超える死者を出した2007年のサイクロン Sidr，ミャンマーで死者10万人以上となった2008年のサイクロン Nargis など，当地域では雨期の洪水とその前後のサイクロンや竜巻などのメソ気象擾乱，乾期の干ばつなどの気象災害が頻発し大きな被害をもたらしている。インド亜大陸東部とインドシナを中心に，これらの気象災害の実態を総合的に討議し被害軽減への方策を探ることがこの研究集会の目的である。

(2)成果まとめ

本集会を開催することで，気象学や気候学，水文学，土木工学，農学など，アジアにおける気象災害に関係する分野の研究者間で情報交換が促進され，台風や洪水，干ばつなどの災害に対するアジア地域での総合的な防災研究の進展，今後の災害低減対策の一層の充実に貢献することが期待される。

(3)プログラム

京都大学 防災研究所一般共同研究集会 23K-07

「第7回南アジアにおける自然環境と人間活動に関する研究集会

ーインド亜大陸東部・インドシナの自然災害と人間活動ー

共催：首都大学東京，総合地球環境学研究所，

京都大学東南アジア研究所，京都大学生存基盤科学研究ユニット，

とき：2009年 2月 4日(土) 13:20-5日(日) 13:00

ところ：京都大学防災研究所大会議室 S519D（京都大学宇治キャンパス）

プログラム

2月4日（土）

13:20-13:30 趣旨説明

松本 淳（首都大学東京）

セッション 1

座長 寺尾 徹 (香川大学)

- 13:30 センサスデータでみるインド・アッサム州ブラマプトラ川溪谷の村落分布と人口動態
○浅田晴久 (首都大学東京)
- 13:50 ブータンの地域区分について (仮題)
○内田晴夫(独) 農業・食品産業技術総合研究機構・四国研究センター)・安藤和雄
- 14:10 ミャンマーとバングラデシュの NGO 連携によるサイクロン減災プログラムのための相互啓発実践型地域研究
○安藤和雄 (京都大学)
- 14:30 The onset of summer monsoon over Bangladesh
○Roxana Hoque (Tokyo Metropolitan University)
- 14:50 バングラデシュにおける 2011 年 5~8 月の水蒸気変動と気象擾乱の関係
○村田文絵 (高知大学) ・寺尾 徹・田中幹人・田部井隆雄・林 泰一
- 15:10 Analysis of Severe Convective Storms over Bangladesh and adjoining India between 2000 and 2011 using JRA-25 reanalysis data
○Fatima Akter(Kyoto University)
- 15:30 休憩

セッション 2

座長 村田文絵 (高知大学)

- 15:40 The Influence of ENSO on the summer monsoon precipitation in Myanmar.
○Nwe Ni Lwin Htun(Tokyo Metropolitan University)
- 16:00 Contribution of tropical cyclones to rainfall in the Vietnam Coastal Region
○Nguyen Thi Hoang Ahn(Tokyo Metropolitan University)
- 16:20 Past and recent extreme rainfall events in the Philippines
○Marcelino Q. Villafuerte II(Tokyo Metropolitan University)
- 16:40 2011 年タイ洪水とモンスーンの環境場について
○木口雅司 (東京大学) ・中村晋一郎・小森大輔・沖一雄・沖大幹
- 17:00 南アジアにおける気象・水文観測データの収集方法と有効性
— 観測において利用可能な各種通信手段とそれらの比較 — ○林 夕路 (東洋電子工業株)
- 17:20 南アジアの気象観測, 気象災害の研究の現状と将来展望
○林 泰一 (京都大学)
- 18:00 懇親会 (レストランきはだ)

2月5日

セッション 3

座長 浅田晴久 (首都大学東京)

- 09:30 コロナ画像を用いたバングラデシュ・ハティア島の海岸侵食の推定
○東城文柄 (総合地球環境学研究所)
- 09:50 ベンガル・デルタ中央部における約 1300 年前の地形環境の安定期と土地開発
○宮本真二 (琵琶湖博物館) ・内田晴夫・安藤和雄・
アバニィ クマール バガバティ・ムハマッド セリム
- 10:10 ラオス南部・ラハナム地区におけるタイ肝吸虫症と生態環境 (仮)
○神松幸弘 (京都大学)
- 10:30 バングラデシュのフィラリア症重症化に関わる生活環境・職業性因子
○森岡 翠 (筑波大学) ・我妻ゆき子・門司和彦
- 10:50 全球・南アジア・バングラデシュの気象水文環境変動とダッカの下痢症
○寺尾 徹 (香川大学) ・林 泰一・A. S. G. Faruque・我妻ゆき子

11:10-11:20 休憩

セッション4

座長 東城文柄（総合地球環境学研究所）

11:20 バングラデシュの竜巻常襲地帯における被害低減のための活動

○林泰一（京都大学），田村幸雄，角崎悦子，Saidur Rahman，
小野裕一，上田和孝，Elizabeth English，山根悠介

11:40 MAHASRI, AMY and GRENE Projects

○松本 淳(首都大学東京)

12:00 閉会の挨拶

(4)研究成果の公表

一般共同研究集会報告書をCDで出版した。

一般研究集会（課題番号：23K-08）

集会名：土砂生産場から河口までを対象とした地形変動プロセスとこの予測を可能とする流砂モデルの現状と今後の展望

研究代表者：関根 正人

所属機関名：早稲田大学理工学術院

所内担当者名：藤田正治，堤大三

開催日：平成23年10月29日

開催場所：穂高砂防観測所

参加者数：27名（所外21名，所内6名）

- ・大学院生の参加状況：4名（修士2名，博士2名）（内数）
- ・大学院生の参加形態 [研究発表]

研究及び教育への波及効果について

研究発表を行った学生にとって、普段はあまり顔を合わさない外部の研究者が多数いる中での発表となり、学会での発表の場では得られないコメントや議論がなされ、これまであまり気付いていなかった研究の問題点や課題が浮かび上がったと思われる。

研究集会報告

(1)目的

近年、地球規模の気候変動ゆえに想定を超えた豪雨に見舞われ、その結果として大規模な地形変動を伴う被害が頻発するようになった。この研究集会では、こうした地形変動の実態ならびにプロセスその根底にある土砂移動現象までを対象に、これまでの研究の流れをたどりその問題点についての共通認識を得るとともに、砂防・水工学・地形学の各分野で現在進みつつある研究の最前線について議論し、その共通認識を得ることを目的とする。

(2)成果まとめ

研究集会の始めに、大学院生と研究員より、それぞれが行っている凍結融解による土砂生産、固定床上の流砂・河床変動、水制周りの河床変動に関する数値シミュレーションモデルの開発やその検証についての話題提供がなされ、土砂生産・流砂に関する研究者によって深い議論がなされた。次いで、土石流の氾濫・堆積における家屋の影響、フラッシュフラッドの発生要因、河床変動における河床材料の空隙率、火砕流の流下モデル、斜面浸食と流路ネットワークの形成等、さまざまな形態の土砂災害現象をシミュレートする手法において、新たな試みを行っている研究についての話題提供がなされ、従来の手法とは異なる視点、アプローチを含めた論点・問題点が提議され、議論がなされた。午後の部の前半は、シニア研究者3名による流砂研究に関するキーノートレクチャーがなされ、長年の研究に裏付けられた土石流理論、新たな土砂管理手法の提案等について講義がなされ、今後の流砂研究が進むべき方向性や残された研究課題等が示された。後半には、2009年の山口県土砂災害、2011年台風12号による紀伊半島豪雨災害、2011年東北太平洋沖地震による土砂災害に関する調査報告、事後検討について話題提供がなされ、実践的な土砂災害研究の視点から議論がなされた。研究集会の最後には、それまでの話題提供の内容と議論を踏まえて、土砂移動現象や土砂災害に関して残された多くの研究課題を実施していくうえで、これまで継続的に実施されてきた豊富な研究成果との融合を図り、土砂に関連する研究分野において不足しがちな若手研究者の育成と活躍の場を広げるためにも、当該研究集会のような議論の場を今後も継続して設定していくことの重要性を確認した。

翌日の午前中に、土砂生産、土砂移動の活発な足洗谷流域の現場に臨み、前日の研究集会での議題について実現象と照らし合わせながら、改めて議論がなされた。

(3)プログラム

平成23年10月29日 研究集会

時間	氏名	所属	タイトル
9:00	泉山寛明	京都大学	凍結時における風化基岩内の水分移動と熱伝導の同時解析
9:20	久加朋子	京都大学	固定床と移動床に設置した水制周りの流砂・河床変動特性
9:40	水谷英朗	京都大学	混合砂非平衡流砂モデルによる水制周辺の河床変動シミュレーション
10:00	中谷加奈	京都大学	扇状地における家屋が土石流の氾濫・堆積に与える影響
10:20	宮田秀介	京都大学	フラッシュフラッド（鉄砲水）の発生に及ぼす要因の検討
11:00	藤田正治	京都大学	河床材料の空隙率は0.4でいいのだろうか？
11:20	宮本邦明	筑波大学	2010年メラピ火山噴火に伴う火砕流に関する数値シミュレーション
11:40	関根正人	早稲田大学	降雨による斜面の浸食と流路ネットワークの形成
13:00	江頭進治	ニュージエック	流砂研究を深めるいくつかの鍵
13:50	澤井健二	摂南大学	「黄河に学ぶ」－「生命体黄河の再生」の出版と訪中報告
14:40	新井宗之	名城大学	転波列性土石流サージの生成条件、波長について
15:30	永野博之	山口大学	2009年7月防府市石原地区で発生した土石流の氾濫解析
15:50	竹林洋史	京都大学	台風12号による紀伊半島南部の豪雨災害報告
16:10	堤大三	京都大学	東北太平洋沖地震時の斜面崩壊に対する土壌水分状態の影響の検討
16:30	関根正人	早稲田大学	研究集会のまとめ

平成23年10月30日 現地検討会 解散

(4)研究成果の公表

なし

一般研究集会（課題番号：23K-09）

集会名：異常気象と低周波変動，気候変動の実態とメカニズム

研究代表者：伊藤 久徳

所属機関名：九州大学大学院理学研究院

所内担当者名：向川 均

開催日：平成23年11月8日・9日

開催場所：防災研究所連携研究棟大セミナー室

参加者数：90名（所外80名，所内10名）

- ・大学院生の参加状況：34名（修士27名，博士7名）（内数）
- ・大学院生の参加形態 [発表：12名，聴講22名]

研究及び教育への波及効果について

異常気象や気候変動の実態把握とメカニズムを解明するためには、最先端の研究を行なう大学・研究機関と現業機関である気象庁との連携が不可欠であり、本研究集会はこの3者間での共同研究を促進する機会を提供している。また、大学院学生にも研究発表の機会を与えることで、異常気象研究を担う次世代の人材を養成する場としても活用されている。

研究集会報告

(1)目的

地球温暖化が徐々に進行する中、2010年夏、日本は記録的な猛暑に襲われた。また、このような熱波だけではなく異常高温や集中豪雨、寒波や豪雪など社会・経済的に大きな影響を与える異常気象が近年頻発する傾向にあることが指摘されている。これらの異常気象の発生は地球温暖化の進行と関係していると考えられるが、異常気象やそれに関連する低周波変動の実態やメカニズムおよび温暖化との関連には依然として未解明の問題が数多く残されている。そこで、これらの問題の解明と、異常気象と海洋との相互作用や地球温暖化との関連性等に関する理解を深めるために、全国の大学・研究機関と気象庁の第一線の研究者を一同に集め、研究発表と討論を行う。

(2)成果まとめ

平成23年11月8日・9日に、異常気象と関連する対流圏における大気大規模運動の力学と予測可能性や、気候変動、成層圏-対流圏の力学結合、地球温暖化に伴う近未来の気候変動予測などに関する研究を行っている。全国の大学、気象庁及び、研究機関や企業の研究者・大学院生90名が参加し、平成23年度京都大学防災研究所研究集会(23K-09)「異常気象と低周波変動，気候変動の実態とメカニズム」を、京都大学宇治キャンパス内の防災研究所連携研究棟大セミナー室において開催した。2日間で、36件の研究発表と、それに対する大変活発な質疑応答と意見交換が行われ、盛会のうちに終了した。

これらの発表では、中高緯度域に異常気象をもたらす主要因であるブロッキングの発生メカニズムや予測可能性、2010年ロシアに過去最大級の熱波をもたらしたブロッキングに関する解析、成層圏と対流圏の結合現象とその予測可能性、中緯度黒潮領域における海面水温分布と低気圧活動との関係、南半球環状モードと短周期の中間規模波動擾乱との関連、爆弾低気圧や台風の将来変化、温暖化がもたらす日本の冬季気候への影響、低次元位相空間を用いた低周波変動の予測可能性変動に関する解析、新しいデータ同化手法やアンサンブル予報システムの開発、ダウンスケール手法を用いた地域規模の気候予測、2010年および2011年夏の異常天候のメカニズムなど、非常に幅広い分野について、大変興味深い研究成果が報告された。また、各研究発表では15分間の講演時間を確保し、各セッション間の休憩時間も増やしたため、学会とは異なり、それぞれの新しい研究成果をもとにした熱心な議論や、研究者間の率直な意見交換が活発に行われ、参加者からも大変有意義な研究集会であったとの意見を数多く頂いた。

(3)プログラム

2011年11月8日(火)

セッション 1

司会: 伊藤 久徳(九大・理)

- 13:30 趣旨説明 伊藤 久徳(九大・理)
- 13:35 ブロッキング持続メカニズムと渦と渦の相互作用
山崎 哲・伊藤 久徳(九大・理)
- 13:50 ブロッキングを含む準停滞性高気圧性偏差のエネルギー収支解析
西井 和晃・中村 尚(東大・先端研)・笹平 康太郎・天野 太史
- 14:05 2010年ロシアブロッキングの予報データの解析
藤井 晶(京大・理)・黒田 友二(気象研・気候)・向川 均(京大・防災研)
- 14:20 2010年夏季にロシアで発生したブロッキング現象の解析
高橋 良彰・木本 昌秀・渡部 雅浩・森 正人(東大・大気海洋研)
- 14:35 2009年1月の成層圏突然昇温と対流圏との力学結合
直江 寛明(気象研・環境応用気象)・黒田 友二・柴田 清孝(気象研・気候)・廣岡 俊彦(九大・理)
- 14:50 冬季極東域の気温変動と成層圏循環との関係
馬淵 未央(京大・理)・向川 均(京大・防災研)

セッション 2

司会: 山崎 孝治(北大・地球環境)

- 15:25 1ヶ月アンサンブル予報における極域大気の予測可能性変動
野口 峻佑・余田 成男(京大・理)・田口 正和(愛知教育大・地学)・廣岡 俊彦(九大・理)・向川 均(京大・防災研)
- 15:40 成層圏突然昇温現象の熱帯への影響: 大循環モデル実験
小寺 邦彦(名大・太陽地球環境研)・向川 均(京大・防災研)・黒田 友二(気象研・気候)・江口 菜穂(九大・応力研)
- 15:55 化学気候モデルを用いた成層圏 QBO の中高緯度大気への影響に関する研究
山下 陽介・秋吉 英治(国立環境研)・高橋 正明(東大・大気海洋研)
- 16:10 冬季アジアモンスーンに伴う偏差パターンの形成要因に関する研究
太田 真衣・高橋 正明(東大・大気海洋研)
- 16:25 冬季黒潮流域における SST 前線と温帯低気圧の発達について
塩田 美奈子・川村 隆一(富山大・理工)・飯塚 聡・初鹿 宏壮(富山県・環境科学センター)

セッション 3

司会: 中村 尚(東大・先端研)

- 17:00 対流圏擾乱活動と東西風分布の海洋前線帯の緯度に対する依存性
—水惑星実験から—
小川 史明・中村 尚・西井 和晃・宮坂 貴文(東大・先端研)・吉田 聡(海洋研究開発機構)
- 17:15 中間規模波動の南半球環状モードに果たす役割
黒田 友二(気象研・気候)・向川 均(京大・防災研)
- 17:30 オホーツク海高気圧における大気陸面結合の影響
松村 伸治・山崎 孝治・佐藤 友徳(北大・地球環境)
- 17:45 沖縄梅雨の気候学的時間発展と年々変動 -5月と6月の特徴の違いについて—
岡田 靖子(北大・環境科学)・山崎 孝治(北大・地球環境)
- 18:00 自己組織化マップから見る ENSO 遷移期の熱帯対流活動の非対称性
山本 一輝・川村 隆一(富山大・理工)・井芹 慶彦

2011 年 11 月 9 日 (水)

セッション 4

司会: 榎本 剛(京大・防災研)

09:40 暖候期北西太平洋域における雲・降水活動の季節進行と経年変動

佐藤 大卓・中村 尚・宮坂 貴文・西井 和晃(東大・先端研)・小守 信正・吉田 聡(海洋研究開発機構)

09:55 1 か月予報モデルにおける MJO の予測精度

松枝 聡子・高谷 祐平(気象庁・気候情報課)

10:10 冬季日本の降水イベントと爆弾低気圧活動の将来変化

山下 吉隆・川村 隆一(富山大・理工)・楠 昌司・水田 亮(気象研・気候)

10:25 大気海洋結合モデルによる台風の季節予報と近未来の台風変化予測

森 正人・木本 昌秀(東大・大気海洋研)・石井 正好(気象研・気候)・望月 崇(海洋研究開発機構)・

近本 喜光(東大・大気海洋研)

セッション 5

司会: 川村 隆一(富山大・理工)

11:00 温暖化による日本の冬の変化, 熱帯との関連

平原 翔二・萩谷 聡・村井 博一・及川 義教・前田 修平(気象庁・気候情報課)

11:15 観測データに基いたアジア域の気温長期変化

安富 奈津子(総合地球環境研)

11:30 JRA-55 長期再解析

釜堀 弘隆(気象研・気候)・海老田 綾貴・古林 慎哉・太田 行哉・守谷 昌己・隈部 良司・大野木 和敏・

原田 やよい・安井 壯一郎・宮岡 健吾・高橋 清利(気象庁・気候情報課)・小林 ちあき・遠藤 洋和(気象研・気候)・

相馬 求・及川 義教・石水 尊久

11:45 確率微分方程式による気候予測の提案

稲津 将・中野 直人(北大・理)・向川 均(京大・防災研)

セッション 6

司会: 渡部 雅浩(東大・大気海洋研)

13:30 気象庁における全球アンサンブル予報システムの開発

氏家 将志・山口 春季・経田 正幸(気象庁・数値予報課)

13:45 CFES-LETKF の開発

榎本 剛(京大・防災研)・小守 信正(海洋研究開発機構)・三好 建正(メリーランド大)

14:00 大気海洋結合モデル MIROC へのアンサンブル・カルマンフィルタの導入

小山 博司(海洋研究開発機構)・石井 正好・建部 洋晶・西村 照幸・木本 昌秀(東大・大気海洋研)

14:15 2 週目の予測情報の利活用に向けた取り組み

—農業分野に利活用するための応用技術開発について—

宮脇 祥一郎・野津原 昭二・大澤 和裕・前田 修平(気象庁・気候情報課)

セッション 7

司会: 稲津 将(北大・理)

14:50 気候感度の物理パラメータ不確実性のメカニズムと制約

塩竈 秀夫(国立環境研)・渡部 雅浩・吉森 正和・小倉 知夫・横島 徳太・

阿部 学・James D. Annan・Julia C. Hargreaves・釜江 陽一・江守 正多・野沢 徹・阿部 彩子・木本 昌秀

15:05 特異値分解解析を用いた季節予測の統計的ダウンスケーリング

今田 由紀子(東工大・情報理工)・木本 昌秀・鼎 信次郎

15:20 CMIP5 に向けた近未来気候変動予測データの検証解析

望月 崇(海洋研究開発機構)・近本 喜光・木本 昌秀・石井 正好・建部 洋晶・渡部 雅浩・森 正人

15:35 90年代後半における太平洋水温シフトの予測可能性

近本 喜光・木本 昌秀(東大・大気海洋研)・石井 正好・望月 崇・渡部 雅浩・森 正人

セッション 8

司会: 向川 均(京大・防災研)

16:10 MRI-AGCM による 2010 年夏の再現実験

遠藤 洋和(気象研・気候)・尾瀬 智昭・水田 亮・松枝 未遠

16:25 2010 年夏季における中緯度対流圏の昇温について

小林 ちあき(気象研・気候)

16:40 2011 年夏の世界の天候と大気循環の特徴

田中 昌太郎・大野 浩史・萱場 互起(気象庁・気候情報課)

16:55 2011 年夏の熱帯季節内変動と日本の天候への影響

大野 浩史・萱場 互起・田中 昌太郎(気象庁・気候情報課)

17:10 終了

(4)研究成果の公表

京都大学防災研究所 共同利用「研究成果報告書」(CD-ROM 版)を作成し公表する。

タイトル: 京都大学防災研究所 研究集会 23K-09

「異常気象と低周波変動, 気候変動の実態とメカニズム」

研究代表者: 伊藤 久徳

一般研究集会（課題番号：23K-10）

集会名：観測と実測に基づく強風被害軽減のための研究集会

主催者名：京都大学防災研究所，東京工芸大学GCOE

研究代表者：田村幸雄

所属機関名：東京工芸大学

所内担当者名：河井宏允，林泰一

開催日：平成23年11月3日

開催場所：京都大学・黄檗プラザ・きはだホール

参加者数：51名（所外42名，所内9名）

- ・大学院生の参加状況：10名（修士6名，博士4名）（内数）
- ・大学院生の参加形態 [運営補助 6名]

研究及び教育への波及効果について

海外から招待講演3件を含めて海外（中国，韓国，米国）から5件，国内から15件の発表があり，気象学，風工学，土木工学，建築学の間で強風災害の低減における実測の重要性と，その成果の活用について活発な討論が行われた。これらの発表と相互の学術交流は，国外を含めて，各分野，各研究機関の共同研究の促進に大きな役割を果たすと思われる。

研究集会報告

(1)目的

台風，竜巻による強風の発生の機構と実態の解明と強風災害の防止・軽減のため，強風観測や災害調査ならびに自然風中の各種構造物の風力および応答の実測について，気象学，風工学，土木工学，建築学，鉄道，電力等の各分野の研究者が，最新の結果を含めてこれまでの研究成果を総括し発表し相互の学術技術情報を交換することにより，防災学の発展と強風災害の被害低減に関する有効な方法の開発に寄与する。

(2)成果まとめ

国外での強風観測や各種構造物の風力および応答の実測の研究状況を把握するため，この分野で顕著な研究活動を行っている3名の研究者を国外（米国，中国，香港）から招待し，最先端の研究の状況について講演していただくとともに，国内から気象，建築，土木，電気などの各分野の研究者15名がそれぞれの分野の最近の研究について講演した。参加者は，海外17名を含めて，51名であった。発表はすべて英語で行われ，国内外の研究者間で活発な学術技術情報の交換を行った。国内外の様々な研究分野の人々の活発な討論を通じて，強風災害低減における実測の重要性についてあらためて認識するとともに，それらを如何に耐風設計や防災教育に結びつけるかについても議論をたたかわせることができた。

(3)プログラム

Opening remarks

Tamura, Yukio

Tokyo Polytechnic University

Keynote lecture 1 (Chaired by Prof. Y.Tamura)

Kareem, Ahsan

University of Nortre Dame

Performance of buildings in urban areas under winds

General presentation 1 (Chaired by Prof. H.Kawai)

Yoshida, Akihito Tokyo Polytechnic University	Full-scale monitoring of displacement of buildings by GNSS technology
Yang, Qing-Shan Beijing Jiaotong University	Full-scale monitoring on Yingxian Wooden Tower
Ito, Shinji Konoike Construction	A study on wind vector field around a real building by 3-D ultrasonic anemometers
Tamura, Yukio Tokyo Polytechnic University	Wind characteristics of a strong typhoon

Keynote lecture 2 (Chaired by Prof. A.Kareem)

Ge, Yao Jun Tongji University	Field measurement of dynamic and aerodynamic performance of a long-span suspension bridge
----------------------------------	--

General presentation 2 (Chaired by Prof. T.Maruyama)

Katsuchi, Hiroshi Yokohama National University	Full-scale measurement of wind and bridge response for design verification of long-span suspension bridge
Kimura, Kichiro Tokyo Institute of Science	An examination on wind-resistance of a bridge in high design wind speed region
Li, Mingshui and Haili Liao Southwest Jiaotong University	Some Aspects of Field Measurement of Long-Span Bridges during Erection
Shirato, Hiromichi Kyoto University	Transient aerodynamic forces on structural members due to sudden increase of wind velocity

General presentation 3 (Chaired by Prof. T.Tamura)

Kikitsu, Hitomitsu National Institute for Land and Infrastructure Management	Fundamental evaluation on fragility of V-beam steel roof deck subjected to high wind with rainfall
Kobayashi, Fumiaki National Defense Academy in Japan	Doppler radar observation of cumulonimbus initiation in the Kanto region, Japan
Maruyama, Takashi Kyoto University	Reproducibility of strong wind fields by downscaling using calculations by meteorological model
Hayashi, Taiichi Kyoto University	Comparison of several compact weather stations

General presentation 4 (Chaired by Prof. T.Hayashi)

Miyashita, Koichi Wind Engineering Institute	Characteristics of winds near ground surface based on field measurements at various sites with different terrains
---	--

Uematsu, Yasushi Tohoku University	Discussion of the disagreement between wind tunnel experiments and full scale measurements for pedestrian winds in urban areas
Yamanaka, Toru Kajima Corporation	Observations of vertical structure of strong wind in urban area
Tamura, Tetsuro Tokyo Institute of Technology	Wind velocity profiles in the center of Tokyo -full scale measurement, roughness length estimation and meteorological factors-
Kawai, Hiromasa Kyoto University	Pressure measurements on buildings and houses in Shionomisaki Wind Effect Laboratory
Closing remarks	
Kawai, Hiromasa Kyoto University	

長期滞在型共同研究（課題番号：23L-01）

課題名：災害危機管理システムの分析～2010年 Eyjafjallajökull（エイヤフィヤトラヨークトル）火山噴火のケースを対象として

研究代表者：Solveig Thorvaldsdottir

所属機関名：アイスランド大学地震工学研究センター

所内担当者名：多々納 裕一

滞在者（所属）：Solveig Thorvaldsdottir（アイスランド大学地震工学研究センター）

滞在期間：平成 23年 12月 1日 ～ 平成 24年 3月 31日

滞在場所：京都大学防災研究所

共同研究参加者数：5名（所外 2名，所内 3名）

・大学院生の参加状況：0名

研究報告

(1)目的・趣旨

The research focuses on the design and test of an analytical tool to judge and improve disaster management systems. The testing is done from the perspective of livelihoods and farming. Pre and post activities in relation to farming and the eruption in the Eyjafjallajökull volcano in South Iceland 2010 are used as empirical data for the testing. Information was also collected from Japan as part of a comparative study.

(2)研究経過の概要

The initial information indicates that the assessment, appraisal and characterization of the risk to farmers by Icelandic organizations were limited compared to what actually happened. The initial impact, cascading damages and consequences were far more complex than was communicated to those mitigating risk and preparing for an event. Furthermore, the risk that was known was not communicated to all those that responded to the event. Mitigation and preparation measures were therefore inadequate, indicating that the overall volcanic risk governance system is inadequate. The research herein involves developing an approach to capture this information for analytical purposes.

Information about the Japanese system was collected from the Internet and from a visit to the Sakurajima area. During the visit to the Kagoshima city office, the DPRI observatory and the Osuni River and Highway Office, MLIT detailed information was obtained about their activities and concerns. These stakeholders play important roles at the city, ministerial and university level. Information has also been collected about the farmer's association regarding their risk awareness in regards to consequences, which seems to be low.

(3)研究成果の概要

This research question calls for a model that places disaster risk governance in context with livelihood objectives. The objective of the model such a model threefold; to assess the level which transforming structures and processes for

1. disasters take livelihood perspectives into account;
2. livelihoods take disasters into account;
3. both groups: how they interact

The model has been developed by combining five risk frameworks into one. These are:

1. Steps of disaster risk governance (pre-assessment, appraisal, characterization, management, communication) (IRGC)
2. Sustainable Livelihood Framework
3. EPEDAT Loss estimation methodology (early post-earthquake damage assessment tool)
4. Impact chain (GTZ)
5. Analysis of disaster risk governance deficiency (IRGC)

The next steps of this effort are the following: finalize the data collection regarding the circumstances of the 2010 events, apply the information to the model and develop recommendations for improving volcanic risk governance in Iceland and Japan.

(4)研究成果の公表

The research is still ongoing and a paper for publication is expected to be ready in late 2012.

長期滞在型共同研究（課題番号：23L-02）

課題名：地震・降雨による大規模深層地すべりの変動メカニズムおよび災害軽減

研究代表者：William Schulz

所属機関名：米国地質調査所

所内担当者名：王 功輝

滞在者（所属）：William Schulz（米国地質調査所）

滞在期間：平成23年8月3日～平成23年8月17日；平成24年3月4日～平成24年3月16日

滞在場所：京都大学防災研究所斜面災害研究センター・徳島地すべり観測所・徳島県阿津江地すべり地・奈良県十津川村

共同研究参加者数：13名（所外4名，所内9名）

- ・大学院生の参加状況：3名（修士2名，博士1名）（内数）
- ・大学院生の参加形態 [実験研究・現地調査の補助およびデータ解析の参加]

研究及び教育への波及効果について

- 2011年東北地方太平洋沖地震時に記録した地震波を用いて，米国オレゴン州にある海岸沿いの二つの大規模地すべりに対して地震時地すべり再現試験を実施し，地震時における再活動型地すべりの発生・運動機構について検討した。得られた結果は，大規模地震時に発生する地すべりの予測および災害軽減策の確立に貢献できることが分かった。
- 平成23年台風12号によって発生した幾つかの斜面崩壊及び天然ダムに対して現地調査と表面波探査を実施した。その結果，越流侵食に弱いと考えられる土層がそのS波速度から検出できることが分かった。これにより，天然ダム堤体の物性を考慮した精度の高い天然ダムの安定性評価手法の開発が期待できる。
- 2名の大学院生及び1人の外国人共同研究者が室内実験と現地調査の補助およびデータの解析に参加し，共同研究と活発な議論，および指導を行った。室内および現地での研究，教育活動の他，米国における研究動向を紹介する機会ができ，人材育成の面で大きな波及効果が得られた。

研究報告

(1)目的・趣旨

近年，内陸直下型地震や異常気象時の豪雨等に伴って，世界各地で大規模な地すべり災害が多発している。しかし，地震・豪雨時における大規模地すべりの発生・運動機構に対する知見が未だに不十分であるため，この地すべりによる災害予測と災害の軽減は極めて難しい状況である。大規模深層地すべりが発生する地域性や特異性，および斜面土層の異方性を考慮し，信頼性の高い地すべり災害軽減のための対策手法を開発することは，急峻な山脈の山麓部に都市域が広がるアメリカ（特に西海岸）や日本において目下の急務である。以上の背景のもと本研究は，地震・豪雨時に米国で発生した大規模地すべりを対象に，現在展開している現地調査と計測の結果を検討すると共に，地震時地すべり再現実験を行い，これらの地すべりの発生・運動機構を解明することを目的とする。また，平成23年台風12号によって紀伊半島で発生した大規模土砂災害と天然ダムに対して，現地調査とともにダム堤体の物性を調べ，より精度の高い天然ダムの安定性評価手法の開発を行う。

(2)研究経過の概要

- **現地調査・計測の共同解析**：(a) 1700年に米国オレゴン州に起きた大規模海溝型地震により発生し，現在もその変動が続いている二つの大規模地すべりに対して，現在までに実施した現地調査・計測の結果を共同で解析し，地すべりの運動特徴について調べた。また，これらの地すべり運動機構の解明，および次の大規模地震が来襲する際の斜面変動の予測を行うために，地すべりのすべり面付近から土試料(60kg)を採取し，京都大学防災研究所斜面災害研究センターへ輸

送した。さらに、大規模海溝型地震がオレゴン州の近海地域において発生することを想定し、上記二箇所の地すべりの変動予測を検討した。この検討では、本邦においてこれら二つの地すべり地域と同様な地質であり、かつ海岸に近い K-NET 観測点を選定し、記録された地震波形を用いて、斜面の変動について分析した。(b)2011年の台風12号の集中豪雨により紀伊半島で発生した大規模斜面崩壊・地すべりおよび形成された天然ダムに対して、合同で現地調査を行い、これらの土砂災害の地質・地形および降雨特徴について調べた。また、天然ダムの堤体において、高精度表面波探査を実施し、ダム堤体の物性と安定性評価を行った。

- **実験研究**：(a) アメリカオレゴン州の地すべり地から採取した土試料に対して、京都大学防災研究所所有の地すべり再現試験機を用いて、異なる初期応力状態およびせん断速度でせん断試験を実施し、土試料せん断強度と初期応力やせん断速度の関係について調べた。また、降雨時の地下水位変化による斜面変動の発生機構について調べるために、残留状態となった土試料に対して、初期垂直応力およびせん断応力をかけている状態で、間隙水圧を上昇させてせん断破壊実験を実施した。(b) 地震時地すべり再現試験機を用い、東北太平洋沖地震時に記録された地震波形を入力して動的せん断試験を行い、地震時の地すべり再活動条件および再活動した後の変動挙動を調べた。

(3)研究成果の概要

上記の調査および実験結果を纏めると、下記ようになる。

- ゆっくりと変動している地すべりのすべり面強度は、ほぼ一定値を示すが、地震時における強度は、激しい地震動によりすべり面の土層構造が変化し、発揮するせん断抵抗が複雑となる。場合によっては、その強度がせん断変位とせん断速度により著しく低下することもある。このような理由により、再活動地すべりでも地震後に地すべり土塊が長距離運動し、大きな災害をもたらす場合もある。
- すべり面付近における土層の粘土含有率が高い場合には、土層の透水係数が低く、すべり面付近の水圧が地下水位の変動に対する反応も遅い。そのため地下水位が激しく変動しても、すべり面のせん断抵抗が変化しないか、もしくは変化が大変小さい。逆に地下水位に変化がなくても地すべり変動が続けることもある。
- 地震時に発揮される地すべりのせん断抵抗は、地震前の地すべり活動履歴および地下水位の状況などによって異なる。特に地震動により地すべり変動が発生した後、このせん断抵抗が移動距離と移動速度により大幅に変動する。
- 平成23年台風12号によって発生した伏菟野、熊野及び赤谷の斜面崩壊及び天然ダムに対して現地調査と表面波探査を実施した。伏菟野の地すべり堆積物、熊野と赤谷の天然ダム堤体において得られたS波速度構造から、越流時に侵食に弱いと考えられる土層($V_s < 200\text{m/s}$)が明瞭に認められた。

(4)研究成果の公表

研究成果の一部が米国地質学会、米国地質調査局地質災害セミナーおよび平成24年度砂防学会研究発表会において発表された。

- Schulz, W.H., Galloway, S.L., Wang, G., and Higgins, J.D., 2011, Evidence for earthquake triggering of large landslides in coastal Oregon, USA: Geological Society of America Abstracts with Programs, v. 43, no. 5, p. 215.
- Schulz, W.H., Galloway, S.L., Wang, G., Higgins, J.D., and Zhang, F., 2012, Seismogenic triggering of large rockslides in coastal Oregon. Seminar at USGS Geologic Hazards group.
- 王功輝・新井場公德・繆海波, William H. Schulz, 2012, 平成23年台風12号により紀伊半島で発生した天然ダムの内部構造と安定性評価について. 平成24年度砂防学会研究発表会論文集 (T1-05) .
また、実験結果を纏めた論文を国際学会誌に投稿中である。
- Schulz, W.H., Wang, G., and Zhang, F., Catastrophic landslide reactivation induced by earthquake ground motion. submitted to Geology (in revision after review)

短期滞在型共同研究（課題番号：23S-01）

課題名： 雨水流出実験装置を用いた水路形成実験

研究代表者： 泉 典洋

所属機関名： 北海道大学工学研究院

所内担当者名： 藤田 正治

滞在者（所属）： 泉 典洋（北海道大学）、長原 準也（北海道大学）

滞在期間：平成 23 年 11 月 8 日 ～ 平成 23 年 11 月 23 日

滞在場所： 京都大学防災研究所宇治川オープンラボラトリー

共同研究参加者数： 4 名（所外 2 名，所内 2 名）

- ・大学院生の参加状況：2 名（修士 2 名）（内数）
- ・大学院生の参加形態 [実験補助]

研究及び教育への波及効果について

本共同研究は、斜面上における水路網の形成メカニズム解明に対する重要な研究成果を挙げたばかりでなく、北海道大学大学院の大学院生の修士論文の一部として大学院の教育に大きな役割を果たした。

研究報告

(1)目的・趣旨

地面上には降雨によって表面流が発生する。表面流が発生すると地表面は流水侵食によって様々な幾何学的特徴をもった水路網が形成される。本研究では、防災研究所宇治川オープンラボラトリーが所有する雨水流出実験装置と急勾配水路を用いて、粘性土で構成された斜面上に降雨による流水侵食が生じる際に形成されるガリ群の形状や形成間隔等の幾何学的特徴を実験によって明らかにすることを目的とする。

(2)研究経過の概要

2011 年 11 月に、大学院生一人と共に防災研究所宇治川オープンラボラトリーに滞在中、雨水流出実験装置と既存の水路を用いて実験を行った。実験では、急勾配に設定できる幅 80 cm、長さ 3 m の可変勾配水路に、シルトにカオリナイトを 10 % 混合して作成した粘性土を敷き詰め、その上で雨水流出実験装置を用いて降雨状況を再現することによって斜面上に流水侵食によって生じる水路群を形成させた。斜面勾配については、5 度および 16 度、20 度、30 度の 4 ケース、降水量については 40 mm/h および 80 mm/h、120 mm/h の 3 ケースについて実験を行った。それぞれのケースで形成される水路群の幾何形状を、天井からつるしたカメラで撮影した。実験終了後は、撮影した水路群の形成間隔や幾何形状と斜面勾配や降水量との関係を分析した。現在は、幾何形状を再現する物理モデルの構築を行っている。

(3)研究成果の概要

実験によって水路群の幾何形状の特徴が降雨量および斜面勾配によって大きく変化することが明らかになった。斜面上に一樣な降雨が発生する場合、上流から下流に向かって流量が線形に増加する。それによって水路群の形成間隔は下流に行くにしたがって大きくなるため、上流側で発生した数多くの水路が下流に行くにしたがって少数の水路に合流する様子が観察された。また、斜面勾配が小さい場合、十分な底面せん断力が生じないため、侵食は主として斜面下流端で発生し、斜面下流端で発生した水路群が上流側に向かって発達する。斜面勾配が若干大きくなり、十分な底面せん断力が生じるようになると、斜面上には流下方向にほぼ平行な水路群が斜面表面から形成されるようになる。さらに斜面勾配が大きくなるとひし形状のパターンを呈する水路群が斜面表面から形成されるようになる。また、水路群の形成間隔は降雨量にほぼ比例して大きくなることが明らかとなった。

(4)研究成果の公表

2012 年度の水工学論文集に投稿予定である。また、解析結果等を合わせて土木学会論文集や Journal of Geophysical Research 等への投稿を予定している。

重点推進型共同研究（課題番号：23N-01）
（自然災害研究協議会企画）

課題名：自然災害科学に関わる研究者・ステークホルダーとの協働による総合防災学の構築に関する研究

研究代表者：寶 馨

所属機関名：京都大学防災研究所

所内担当者名：西上欽也

研究期間：平成23年4月1日～平成24年3月31日

研究場所：京都大学防災研究所ならびに自然災害研究協議会メンバーの研究機関

共同研究参加者数：45名（所外30名，所内15名）

- ・大学院生の参加状況：5名（修士3名，博士2名）（内数）
- ・大学院生の参加形態 [主としてシンポジウムへの出席として参加]

研究及び教育への波及効果について

自然災害研究協議会の新たな役割や総合防災学の確立を議論するシンポジウムを通して、災害研究者間での情報交換、多分野間やステークホルダーを交えた研究の企画・調整、それらを支える情報ネットワーク構築等に関する研究・教育上の波及効果は大きいと考えられる。

研究報告

(1)目的・趣旨

自然災害研究協議会は日本唯一のマルチハザードでの災害研究者の研究企画・ネットワークに関する組織であり、自然災害研究の企画調整、研究者ネットワークの構築・維持等を行ってきている。本研究課題では、近年の災害リスクの高まり、情報ネットワーク環境の変化、社会条件の変化等を踏まえて、多くの分野の研究者、防災に関わるステークホルダーとの協働により、自然災害研究協議会の新たな役割および総合防災学の確立のための検討を行うことを目的とする。

(2)研究経過の概要

第48回自然災害科学総合シンポジウムを平成23年9月13～14日、キャンパスプラザ京都において開催し、この中で、本研究課題による講演、討議を行った。シンポジウムの参加者数はのべ72名であった。シンポジウムのプログラムを下記に添付するとともに講演論文集を報告資料として添付する。

(3)研究成果の概要

第48回自然災害科学総合シンポジウムでは以下の3つのセッションにおいて合計9件の講演が行われた。1)「東日本大震災からの教訓」セッションでは、釜石湾口防波堤の被災メカニズムの検証、浮体式津波避難シェルターの実用化、および震災による死者・行方不明者の特徴についての調査結果が報告され、東日本大震災での津波被害を中心に各種防災対策への検証と今後への課題・新たな取り組み等についての議論が行われた。2)「きたるべき東海・東南海・南海地震に向けて」セッションでは、東日本大震災も踏まえて、南海トラフで発生する巨大地震の連動可能性についての新たなモデル提案、および徳島県における今後の地震・津波対策の検討状況について紹介された。3)「災害情報のこれからの役割」セッションでは、災害情報の伝達・媒体が近世から近代にかけて多様化してきた歴史、災害に関する情報を文書データから抽出・解析するソフト開発、災害発生時の情報処理・データベース構築の支援技術、および災害情報をマスメディアがどのように伝えるべきか、についての講演が行われ、災害情報を今後どのように伝え、利用すべきかについての活発な討議が行われた。

(4)研究成果の公表

第48回自然災害科学総合シンポジウムにおいて口頭発表されるとともに、同講演論文集に掲載された。今回のシンポジウムは、京都大学シンポジウムシリーズ「大震災後を考える」－安全・安心な輝ける国づくりを目指して－の一環としても開催され、講演内容（ビデオ）は京都大学オープンコースウェアとして京都大学HP上でも公開されている。

第48回自然災害科学総合シンポジウム

「東日本大震災を踏まえた今後の防災について」

主催：京都大学防災研究所自然災害研究協議会
日程：平成23年9月13日（火）～14日（水）
場所：キャンパスプラザ京都5F 第1講義室
京都市下京区西洞院通塩小路下ル（TEL 075-535-9111）
JR 京都駅ビル駐車場西側・京都中央郵便局西側
http://www.consortium.or.jp/category_list.php?fmCd=14-0-0-0
参加費：無料

プログラム

9月13日（火）

13:00～ 受付

13:30～13:40

開会挨拶 自然災害研究協議会議長 寶 馨（京都大学防災研究所教授）

13:45～14:45

【科学研究費補助金・特別研究促進費による突発災害調査研究

平成22年度報告および23年度速報】

司会 西上欽也（京都大学防災研究所教授）

「2011年霧島火山（新燃岳）噴火に関する総合調査」

研究代表者(代理) 森田裕一（東京大学地震研究所教授）

「2011年東北地方太平洋沖地震に関する総合調査」

研究代表者 篠原雅尚（東京大学地震研究所教授）

14:45～15:10

【平成22年度自然災害研究協議会による災害調査】

「2010年10月奄美大島豪雨災害調査報告」

研究代表者 二瓶泰雄（東京理科大学理工学部准教授）

【平成23年度京都大学防災研究所重点推進型共同研究（23-N01）自然災害科学に関わる研究者・ステークホルダーとの協働による総合防災学の構築に関する研究】（その1）

15:15～16:15

1) 東日本大震災からの教訓I

司会 小林文明（防衛大学校地球海洋学科教授）

「釜石湾口防波堤の被災メカニズムとその効果について」

有川太郎（港湾空港技術研究所上席研究官）

「浮体式津波避難シェルターの実用化に向けた取り組み」

重松孝昌（大阪市立大学大学院工学研究科
都市系専攻環境水域工学分野教授）

16:30~17:45 平成23年度第2回自然災害研究協議会(第1講義室)

9月14日(水)

【平成23年度京都大学防災研究所重点推進型共同研究(23-N01)自然災害科学に関わる研究者・ステークホルダーとの協働による総合防災学の構築に関する研究】(その2)

9:30~10:15

1) 東日本大震災からの教訓 II

司会 小林文明(防衛大学校地球海洋学科教授)

「東日本大震災に伴う死者・行方不明者の特徴」

牛山素行(静岡大学防災総合センター准教授)

10:15~12:00

2) きたるべき東海・東南海・南海地震に向けて

司会 能島暢呂(岐阜大学工学部社会基盤工学科教授)

「徳島における東南海・南海地震対策の現状」

中野 晋(徳島大学大学院ソシオテクノサイエンス研究部教授)

「東海・東南海・南海地震の連動発生に向けた総合防災研究

—東日本大震災から考える、「4連動」シナリオ—

古村孝志(東京大学大学院情報学環総合防災情報研究センター教授)

13:00~15:00

3) 災害情報のこれからの役割

司会 横松宗太(京都大学防災研究所巨大災害研究センター准教授)

「災害情報の歴史を顧みて」

北原糸子(立命館大学歴史都市防災センター教授)

「膨大な資料から社会現象としての災害を観る—TRENDREADER(TR)による言語資料の解析—」

佐藤翔輔(東北大学大学院工学研究科付属災害制御研究センター)

「災害時のデータベース構築支援技術の開発—QRコードを活用した災害情報処理—」

東田光裕(NTTサービスインテグレーション基盤研究所)

「災害におけるマスメディアの役割—“わがこと”としてどう伝えるか—」

大牟田智佐子((株)毎日放送・京都大学防災研究所非常勤講師)

15:10~16:00

自然災害に関する総合討論

司会 平石哲也(京都大学防災研究所教授)

16:00~16:10

閉会あいさつ

寶 馨(自然災害研究協議会議長, 京都大学防災研究所教授)

重点推進型共同研究（課題番号：23N-02） （自然災害研究協議会企画）

課題名： 突発災害時における初動調査体制の拡充および継続的調査研究の支援

研究代表者： 寶 馨

所属機関名： 京都大学防災研究所

所内担当者名： 西上欽也

研究期間：平成23年4月1日～平成24年3月31日

研究場所：災害発生の各地域，京都大学防災研究所および自然災害研究協議会メンバーの各研究機関

共同研究参加者数： 55名（所外40名，所内15名）

- ・大学院生の参加状況： 10名（修士6名，博士4名）（内数）
- ・大学院生の参加形態 [主として調査データの整理・解析や成果報告会への出席等として参加]

研究及び教育への波及効果について

災害発生直後の初動調査は突発災害の調査・研究にとって重要であるものの実施には困難が伴う。本研究課題では自然災害研究協議会の枠組みを利用することにより，有効に実施された。今後の突発災害調査のあり方にも影響を与えるとともに，調査による新たな知見や研究成果も期待され，研究上の波及効果は大きいと考えられる。

研究報告

(1)目的・趣旨

自然災害の発生後，急速にその痕跡が失われ，また，被災者の記憶も時間とともに曖昧になっていく。本研究課題では，災害発生直後の数日間に速やかな調査を行い，災害時の状況を精確に把握する。また，これまで十分な調査が行われなかった中小規模で局所的に集中した災害をも対象として調査を行う。これらにより，災害を理解するうえで本質的に重要な情報，あるいは災害対策につながる新たな知見を得ることをめざす。さらに，科研費等による調査の終了後も継続的な調査・研究を必要とする課題に対して支援を行い，研究の進展につなげる。

(2)研究経過の概要

自然災害研究協議会の突発災害調査委員会の枠組みを利用して，災害情報の収集や調査に関する意見交換を迅速かつ広範囲に行い，初動調査の体制を整えて実施した。具体的には，平成23年7月新潟・福島豪雨災害，平成23年9月台風12号による紀伊半島豪雨災害などに対して初動調査を行った。継続的な調査研究への支援については，2011年東北地方太平洋沖地震の継続的な災害調査・研究を対象として，自然災害研究協議会の東北地区を中心とする複数の研究者（研究課題）に対して研究実施のための支援を行った。

(3)研究成果の概要

新潟・福島豪雨災害については，主に河川災害と斜面災害の観点からの調査が新潟大学を中心とする調査グループにより実施された。紀伊半島豪雨災害については，京都大学防災研究所を中心とする調査グループにより崩壊，河川氾濫，土砂災害などの初動調査が行われた。特に，紀伊半島の数カ所で発生した深層崩壊の地質・地形的な特徴の把握が精力的に進められた。継続的な調査研究としては，東日本大震災における学校安全と防災教育に関する総合的調査研究，東北地方太平洋沖地震および最大余震時の奥州市におけるアンケート震度調査，郡山市および須賀川市のアンケート震度調査に基づく地震被害と震度の関係に関する分析，東日本大震災で被災したRC造建築物の被害と耐震性能の関係，の4研究課題が実施された。

(4)研究成果の公表

実施された災害初動調査および継続的な調査研究の成果は、関連する各学会等で発表されるとともに、第49回自然災害科学総合シンポジウム（2012年9月開催予定）において口頭発表されるとともに、同講演論文集に掲載される予定である。

拠点研究・一般推進（23A-01）

課題名：「大都市沿岸域の広域複合地盤災害」連携研究拠点構想

研究代表者：井合 進 京都大学防災研究所・地盤災害研究部門地盤防災解析分野・教授

共同研究者数：所内 6名、所外 10名

研究期間：平成 23 年 4 月 1 日 ～ 平成 24 年 3 月 31 日

大学院生の参加状況：11 名（修士 9 名、博士 2 名）（内数）

大学院生の参加形態 [研究集会参加]

研究概要：

大都市沿岸域における地震動と津波による複合地盤災害に対する脆弱性評価と被害軽減のための方法論を構築することを旨とする連携研究拠点を形成した。この研究課題は、2004 年スマトラ地震による災害事例に代表されるように、広域かつ複合的である点に特徴があり、潜在的に抱える被害の甚大さは巨大であって、地すべりなどの一般社会の目に触れやすい地盤災害をはるかに上回る。2010 年に竣工した最新鋭の遠心力載荷装置による複合地盤災害の現象解明に基づく性能設計の枠組みでの総合的な方法論の構築に独創性がある。

① 全国共同利用施設としての利用の効果

全国共同利用施設として 2010 年に竣工した最新鋭の遠心力載荷装置（有効半径 2.5m）（わが国の保有大学数は 7）に津波発生装置を付加して、地震動と津波による複合地盤災害の現象解明を行なうとともに、応募者が研究開発を進めてきたチャート式耐震診断システム（H21 土木学会技術開発賞受賞）（予め、条件を種々に設定したシミュレーションに基づき地震後の防潮堤の変形量を算定し、結果を設計チャートの形でデータベース化することにより、実際の耐震診断においては、個々の施設条件をデータ参照のみにより、簡易に変形量を予測する）に、時間的なファクターを導入して、複合地盤災害への応用を図った。

② 研究ネットワークの展開・維持

2010 年に入り、国際地盤工学会は、TC303 Coastal and River Disaster Mitigation and Rehabilitation（TC 議長：本研究代表者）を設立し、国際的な枠組みの下での研究体制を整備してきている。このように、わが国のリーダーシップへの国際的な期待が高まる今、実質的な研究体制を整備すべく、時宜を得た研究拠点構想が実現した。

③ 防災研究所内の横断的連携

防災研究所内の 5 研究分野領域（地震・火山、地盤、大気・水、総合防災の 4 グループの全て）にわたる横断的連携が実現した。

④ 今後の研究の展開

今後も、これらの連携研究がさらに大きく発展しつつあり、具体的には、H24 年度の新たな拠点研究にも反映する計画となっている。

⑤ 教育への効果

修士課程の学生の参加など、遠心力模型実験とその解析を通じて、教育において、多大な効果が見られた。

研究集会について

研究集会名：Kyoto Seminar 2012～大都市沿岸域の広域複合地盤災害について～

開催場所、開催期間：京都大学宇治おうばくプラザ・きはだホール、2012 年 1 月 12 日

関連して公表した論文、学会、研究会発表など

【論文】

① 著者名：井合 進

論文標題：ひずみ空間多重せん断モデルによる誘導異方性の表現

雑誌名 (大学の研究紀要等を含む) : 京都大学防災研究所年報

査読の有無 : 無

巻 : 54

発行年 (西暦) : 2011

最初と最後の頁 : 215-224

②著者名 : Susumu Iai

論文標題 : Induced fabric under cyclic and rotational loads in a strain space multiple mechanism model for granular materials

雑誌名 (大学の研究紀要等を含む) : International Journal for Numerical and Analytical Methods in Geomechanics

査読の有無 : 有

発行年 (西暦) : 2011

DOI (デジタルオブジェクト識別子) コード : 10.1002/nag.1091

③著者名 : Susumu Iai

論文標題 : Finite strain formulation of a strain space multiple mechanism model for granular materials

雑誌名 (大学の研究紀要等を含む) : International Journal for Numerical and Analytical Methods in Geomechanics

査読の有無 : 有

発行年 (西暦) : 2011

DOI (デジタルオブジェクト識別子) コード : 10.1002/nag.2084

④著者名 : Susumu Iai

論文標題 : Evolution of fabric in a strain space multiple mechanism model for granular materials

雑誌名 (大学の研究紀要等を含む) : International Journal for Numerical and Analytical Methods in Geomechanics

査読の有無 : 有

発行年 (西暦) : 2011

DOI (デジタルオブジェクト識別子) コード : 10.1002/nag.2087

⑤著者名 : Hideki Ohta, Atsushi Iizuka and Shintaro Ohno

論文標題 : Chapter 13 Soil Mechanics “Constitutive modelling for soft cohesive soils”

雑誌名 (大学の研究紀要等を含む) : Geotechnics and Earthquake Geotechnics Towards Global Sustainability, ed. S. Iai,
Springer

査読の有無 : 有

巻 : Geotechnical, Geological and Earthquake Engineering, Vol. 15

発行年 (西暦) : 2011

最初と最後の頁 : 231-250

⑥著者名 : 原忠, 大河原正文, 岡村未対, 渦岡良介, 大角恒雄, 山中稔, 石原行博, 常川善弘

論文標題 : 東北地方太平洋沖地震による岩手県沿岸中南部の被災の概要

雑誌名 (大学の研究紀要等を含む) : 地盤工学ジャーナル

査読の有無 : 有

巻 : 7

発行年 (西暦) : 1 (2012)

最初と最後の頁 : 25-36

⑦著者名：森 信人・田中悠祐・間瀬 肇・鈴木崇之・木原直人
論文標題：沿岸域における強風時の強鉛直混合についての数値実験
雑誌名（大学の研究紀要等を含む）：土木学会論文集 B2（海岸工学）
巻：Vol.67, No.2,
発行年（西暦）：2011
最初と最後の頁：321-325.

⑧著者名：森 信人・道前武尊・島田広昭・間瀬肇
論文標題：現地観測データに基づく最高波高の推定と Freak Wave 予測への応用
雑誌名（大学の研究紀要等を含む）：土木学会論文集 B2（海岸工学）
巻：Vol.67, No.2
発行年（西暦）：2011
最初と最後の頁：121-125

⑨著者名：辻尾大樹・間瀬 肇・森 信人
論文標題：沖波出現分布形と年数回来襲を考慮した防波堤の滑動安定性評価
雑誌名（大学の研究紀要等を含む）：土木学会論文集 B2（海岸工学）
巻：Vol.67, No.2
発行年（西暦）：2011
最初と最後の頁：761-765

⑩著者名：木村雄一郎・柳 浩敏・森西晃嗣・森 信人・間瀬 肇
論文標題：複数構造体の連成運動を考慮したフラップゲートの段波応答に関する数値解析
雑誌名（大学の研究紀要等を含む）：土木学会論文集 B3（海洋開発）
巻：Vol.67
発行年（西暦）：2011
最初と最後の頁：6p

⑪著者名：木下洋樹，一井康二，高橋裕徳
論文標題：高置換 SCP 改良地盤の地震時変形評価における改良幅の影響
雑誌名（大学の研究紀要等を含む）：公益社団法人地盤工学会中国支部論文報告集「地盤と建設」
査読の有無：有
巻：Vol.29,No.1
発行年（西暦）：2011
最初と最後の頁：19-26

⑫著者名：一井康二，角礼雄，秦吉弥，保利修
論文標題：常時微動による地震動の差異の定量的評価の試み
雑誌名（大学の研究紀要等を含む）：公益社団法人地盤工学会中国支部論文報告集「地盤と建設」
査読の有無：有
巻：Vol.29,No.1
発行年（西暦）：2011
最初と最後の頁：55-62

⑬著者名：三上武子，一井康二

論文標題：液状化試験の精度と結果の解釈についての一考察

雑誌名（大学の研究紀要等を含む）：公益社団法人地盤工学会中国支部論文報告集「地盤と建設」

査読の有無：有

巻：Vol.29,No.1

発行年（西暦）：2011

最初と最後の頁：115-124

⑭著者名：Towhata, I.

論文標題：On gigantic Tohoku Pacific earthquake in Japan

雑誌名（大学の研究紀要等を含む）：ISSMGE Bulletin

査読の有無：無

巻：5

発行年（西暦）：2011

最初と最後の頁：46-66

【学会発表】

①発表者名：Susumu Iai

発表標題：Performance based approach for mitigating hazards in coastal areas

学会等名：ISSMGE/TC303 & Indonesian Geotechnical Engineering Society（招待講演）

発表年月日：2011年5月18日

発表場所：Semarang

②発表者名：Susumu Iai

発表標題：Seismic performance of port structures: assessment and remediation

学会等名：Turkish Earthquake Engineering Society（招待講演）

発表年月日：2011年5月31日

発表場所：Istanbul

③発表者名：井合 進

発表標題：大都市沿岸域の複合地盤災害への取り組み

学会等名：地盤工学会

発表年月日：2011年7月6日

発表場所：神戸

④発表者名：Susumu Iai

発表標題：Backwards problem in geotechnical earthquake engineering

学会等名：ISSMGE/TC302

発表年月日：2011年7月14日

発表場所：大阪

⑤発表者名：Susumu Iai

発表標題：Nonlinearity in site response: Nonlinear volumetric mechanism

学会等名：IASPEI/IAEE（招待講演）

発表年月日：2011年8月25日

発表場所：Santa Barbara

⑥発表者名：浅野公之・岩田知孝,

発表標題：2011 年東北地方太平洋沖地震の広帯域強震動生成と震源破壊過程の関係

学会等名：日本地震学会 2011 年秋季大会

発表年月日：2011 年 10 月 12 日

発表場所：静岡グランシップ

⑦発表者名：Towhata, I.

発表標題：Assessment of seismic damage extent by dynamic analysis and its application to microzonation

学会等名：Int. Geotech. Symp. on Geotechnical Engineering for Disaster Prevention & Reduction (招待講演)

発表年月日：2011 年 7 月 26 日

発表場所：Khabarovsk, Russia

⑧発表者名：Towhata, I.

発表標題：Technical and societal problems to be solved in geotechnical issues

学会等名：One year after 2011 Great East Japan Earthquake - International Symposium on Engineering Lessons Learned from the Giant Earthquake –

発表年月日：2012 年 3 月 4 日

発表場所：東京

⑨発表者名：Contreras, M. and T. Iwata

発表標題：Characterization of duration and envelope shape of time-domain site-effects (0.08~0.7 s) in the Osaka basin

学会等名：日本地震学会 2011 年秋季大会

発表年月日：2011 年 10 月 14 日

発表場所：静岡グランシップ

拠点研究・一般推進（23A-02）

課題名：洪水災害防御の責任範囲とリスク配分に関する考察

－技術と法システムの連携による治水論への序章－

研究代表者：堀 智晴 京都大学防災研究所・地球水動態・教授

共同研究者数：所内 5名， 所外 9名

研究期間：平成 23 年 4 月 1 日 ～ 平成 24 年 3 月 31 日

大学院生の参加状況：韓国外事大学大学院生， シュパイヤー行政学院大学院生

大学院生の参加形態 [研究集会に参加]

研究概要

「研究目的・趣旨」

治水の枠組みを，工学的設計論と，社会・法学的責任分担論や被害救済論という両面から分析し，流域治水や自助・共助・公助といった最近の考え方の持つ価値と問題点を明らかにする。具体的には，諸外国との比較も含め，治水に関する考え方の変遷を整理するとともに，工学系研究者が治水計画策定プロセスに存在する技術的不確実性を法学系研究者に示し，それが，被害の予見や回避可能性の解釈に及ぼす影響を共同で検討する。

「研究経過」

メンバーおよび外部講師による話題提供とそれについての対話による討議を通じて論点を掘り下げていく共同研究会を定期的に開催するとともに，そこで得られた知見や工学系分野，法学系分野からの論点提起に基づいて，2 回の国際研究集会において，報告ならびに積極的な討議リードを行うという形で，プロジェクトを進めた。なお，特に前者の定期的な研究会は，平成 23 年度河川整備基金助成事業（助成番号 23-1213-013，代表：堀智晴）と有機的に連携した形で実施し，河川管理に携わる実務者等からの話題提供や問題提起も受けながら検討を進めた。

こうした取り組みによって，今回この拠点研究（一般推進）プロジェクトに参画したメンバーの間には，それぞれの分野におけるターミノロジーや論理の組み立て方に関する相互理解・共通理解の基盤が醸成された。メンバーは，工学系の研究者，法学系の研究者，法曹実務家と問題の捉え方やアプローチの方法論のまったく異なる分野から集まったが，相互の基盤を理解することに努め，共通の言葉で議論できるようになるという課題を共有して研究会を重ねることで，徐々に議論をかみ合わせることができるようになった。このプロセスはどうしても文理混合タイプとなりがちな共同研究から，少しではあるが，融合タイプの検討に足を踏み出すことのできた過程ではなかったかと思う。このようにして醸成された研究ネットワークは，小さいながらも強固なものであり，今後の展開の基礎を作ることができたものと考えている。

「研究成果」

1 年間の共同研究会の実施を通じて明確化した論点の一部を，「日本における洪水防御システムの変遷と洪水リスクマネジメント」と題した論考にとりまとめ，2011 年 11 月に韓国で，2012 年 3 月にドイツで開催された国際研究集会において報告した。また，国際研究集会における討議・情報交換を通じて，河川施設整備による設計範囲内の処理だけでなく，それに加えて街づくりを含めた洪水リスクマネジメントを実体化していく動きは不可避なものであること，しかし，そのあるべき姿は，未だ明確ではなく，さらなる検討が必要であることが確認された。

関連して公表した論文，学会・研究会発表など

堀智晴・磯村篤範・佐藤嘉典・野原大督・道広有理：日本における洪水防御システムの変遷と洪水リスクマネジメント，International Symposium on the system for preventing disaster and the improvement on the legal system of metropolitan areas in Asia, HUFS Law School Legislation Institute, Nov. 9th, pp.13-24, 2011.

磯村篤範：河川管理行政の再検討と法的課題（リスク・マネジメントの視点からの法制度の可能性，International Symposium on the system for preventing disaster and the improvement on the legal system of metropolitan areas in Asia, HUFS Law School Legislation Institute, Nov. 9th, pp.25-42, 2011.

Hori, Tomoharu: Darstellung der Bedrohungssituation und Risikovorsorge in Japan, Hochwasserschutz und Schutz gegen Überschwemmungen in Deutschland und Japan aus vergleichender Sicht, Deutsch-Japanische Arbeitstagung, Deutsches Forschungsinstitut für Öffentliche Verwaltung Speyer, 27 März 2012.

拠点研究・一般推進（23A-03）

課題名：地震による構造物損傷を即時に検知・診断する技術の提案

研究代表者：中島 正愛 京都大学防災研究所・地震防災研究部門 耐震機構分野・教授

共同研究者数：所内 6名、所外 8名

研究期間：平成23年4月1日～平成24年3月31日

大学院生の参加状況：3名（修士1名、博士2名）（内数）

大学院生の参加形態 [博士1名：スリット入り鋼板に安定した損傷明示機能を付与するために、有限要素法解析を用いて最適なスリットの形を求める方法を考案した。修士1名、博士1名：スリット入り鋼板制震壁の試験体設計・試験体製作および大型準静的載荷実験に参画した。]

研究概要

高価なセンサーに頼る現状の構造ヘルスマonitoringの問題点として、(1)センサーシステムへの初期投資・維持管理費などの費用の問題、(2)大地震時におけるセンサーへの供給エネルギーや通信の問題、(3)センサーから得られる情報の不確実性や精度の課題などがあげられる。本研究は、建築物の損傷即時検知・診断に対して現実的な回答を与える一助として、履歴型パッシブ制振装置に着目し、制振装置そのものの特性を活かした損傷判定機能を考案することにした。制振装置に残された塑性変形履歴の痕跡から装置が被った最大変形、さらにはその装置が組み込まれた層における最大変形角を推定するものである。

損傷判定機能を追加する履歴型パッシブ制振装置として、スリット入り鋼製耐震壁を選択した。この制振装置は、鋼板に縦に多数のスリットを入れることによって、2本のスリットに挟まれた部分（以下、リンク）が柱材のような曲げ変形を呈し、大きな変形性能が期待できる。スリット入り耐震壁に関する過去の報告例から、あるアスペクト比 b/h を持つリンク（幅 b 、高さ h ）は耐震壁がある層間変形角 R を超えると、横座屈することが確認されている。したがって、逆に、そのリンクが横座屈したということは、少なくとも耐震壁が層間変形角 R 以上の変形を被っている証左となる。

有限要素法を用いた事前解析により設計要件を調べた結果、リンクごとに独立して横座屈を進展させるためには、幅の細いリンクを歪の伝搬を防ぐ緩衝材として挿入する必要があることを明らかにした。

京都大学防災研究所が所有する大型試験装置を用いて、提案する耐震壁の準静的載荷実験を行った。実験では、振幅を漸増させることによりリンクの横座屈変形が進展し、視覚的に横座屈変形の有無を確認することによって、耐震壁の被った最大層間変形角を推定することが可能であることを確認した。また耐震壁は、最大耐力後も急激な耐力劣化がなく、ほぼ一定の耐力を安定して保持できた。

事前解析による設計と実験結果を比較すると、解析での予想と異なる載荷振幅で横座屈が発生する場合もみられた。今後の課題として、(1)横座屈が安定するリンク形状の同定、(2)解析モデルの実験挙動追跡精度の向上、(3)鋼板耐震壁を組み込む層の柱や梁を含めた性能の解析的・実験的検証が挙げられる。

関連して公表した論文、学会・研究会発表など

- (1) Okamura, T., Kurata, M., and Nakashima, M., “Development of Slitted Steel Shear Walls Capable of Detecting Damage States,” Proceeding of 15th World Conference of Earthquake Engineering, September, 2012.
- (2) Kurata, M., Okamura, T., He, L., and Nakashima, M., “Development of Self-Diagnosable Structural Components: Slitted Steel Shear Walls Explicitly Visualizing Damage States,” Journal of Structural and Constructional Steel Research (Under preparation).

拠点研究・一般推進（23A-04）

課題名： 土砂災害対策と連携した土砂資源管理に関する拠点研究

研究代表者： 藤田 正治（流域災害研究センター，教授）

共同研究者数：所内 4名，所外 7名

研究期間：平成 23 年 4 月 1 日 ～ 平成 24 年 3 月 31 日

大学院生の参加状況：筑波大学 1 名（修士 1 名）（内数）

大学院生の参加形態 [解析を行った。]

研究概要

複合土砂災害には色々なタイプがあるが、大規模な噴火による土砂災害に始まり、多量の土砂供給に刺激された過剰な土砂資源利用とそれによる新たな土砂災害が発生する一連の過程も複合土砂災害の一つと考えられる。このような災害に対しては、土砂災害対策と連携して土砂資源管理も行う必要があるが、インドネシア・メラピ火山地域はまさにその対象地域である。本研究は、2010 年のメラピ火山の大噴火による土砂災害とそれに引き続く適切な土砂資源利用について、調査研究するものである。研究は、代表者らが最近構築している複合土砂ネットワークを活用し、わが国とインドネシアの研究者の共同研究として行われた。

まず、噴火による土砂災害については、火山灰が流出した地域と火砕流が流出した地域の土砂災害特性の差異に着目し、火砕流による地形変化、火山灰堆積物の固化による降雨流出率の増加などがこの差異を生む要因であることがわかった。また、噴火後の洪水によって連続砂防ダム群が破壊されるプロセスについて、勾配変化点を境にして下流側が土砂の堆積、上流側が侵食ということを考慮しながら説明した。メラピ火山地域では、噴火後の過剰な砂利採取が河床低下や流域の荒廃を招き、橋脚の倒壊、利水施設の機能低下など治水や利水に極めて深刻な問題を与えている。このような問題の背景には、火山噴火が砂利採取事業を活性化させ、それに頼った社会・経済的構造が構築されていることが挙げられる。したがって、土砂災害の対策だけでは十分でなく、土砂資源利用の社会・経済効果を評価して、土砂資源を上手に管理しながら土砂災害の対策を考える必要がある。数年に一回の頻度で噴火するメラピ火山では、間欠的に多量の土砂が生産されるので、持続的な砂利採取事業が可能であろう。噴火後の緊急対策、その後の流域の安定を念頭に置いた短期・長期的な砂利採取プランを作成することが肝要である。

複合土砂災害ネットワークの国内の拠点の一つは防災研究所流域災害研究センター流砂災害研究領域であり、ここを核として海外や国内の大学の研究者とつながっている。海外の拠点は台湾・国立成功大学とインドネシア・ガジャマダ大学にある。本研究は、このネットワーク上の研究者が互いに得意な分野で連携することで、研究課題の克服に貢献するような研究体制をとった。また、この研究では、土砂資源利用の経済効果も評価できる研究者も参加する必要がある、防災研究所内の横断的な連携を図る意味からも、その分野の専門家が参画した。これにより、複合土砂災害ネットワークがさらに発展し、新たな展開が今後期待できると思われる。

研究発表

- (1) Fujita, M., Takebayashi, H., Miyata, S. and Gonda, Y.: A Study on the Process of Collapse of Sabo Structures due to Floods after Mt. Merapi Eruption in 2010, Proceedings, The 9th International Symposium on Mitigation of Geo-disasters in Asia, pp.137-144, 2011
- (2) Kuniaki, M. and Matsuyoshi, H.: Numerical Simulation of Possible Disasters Related to 2010 Eruption of Mt. Merapi, Proceedings, The 2nd International Workshop on Multimodal Sediment Disaster, pp.27-34, 2011

拠点研究・一般推進（23A-05）

課題名：阿武山観測所のサイエンス・ミュージアム化へ向けた実践的研究

研究代表者：矢守克也，防災研究所巨大災害研究センター，教授

共同研究者数：所内 8名,所外 7名

研究期間：平成23年4月1日～平成24年3月31日

大学院生の参加状況：修士1名,修士のべ10名,博士のべ5名

大学院生の参加形態 [修士大学院生1名が本プロジェクトの中核的参加者として，また修士大学院生のべ10名と博士大学院生のべ5名が，上記施設公開事業の補佐業務に従事するため参加した。]

研究概要：

歴史的な価値をもつ地震計を所蔵している防災研究所阿武山観測所を，近年その重要性が指摘されている研究活動のアウトリーチ（災害や防災に関する専門知識や研究成果の社会に向けた発信活動）の観点から，サイエンス・ミュージアムとしてより積極的に活用するための実践的研究を実施した。

具体的には，サイエンス・ミュージアム化に向けた実践として，同観測所の一般公開事業（「阿武山観測所オープンラボ」）を4回にわたって実施し，観測所公開のための資料・展示設備等の整備を図った。同時に，すでに開始していた「満点計画」（次世代型稠密地震観測活動）と小学校における防災教育とを連携させたプログラム（「満点計画学習プログラム」）と，サイエンス・ミュージアム化構想との連携を図るため，同プログラムに参加している小学校の児童・教職員の施設訪問も実施した。これにより，サイエンス・ミュージアムを，地域の防災教育や学校教育プログラムの中に位置づけるための試みについても一歩も踏み出すことができた。

またこれらの実践の成果と課題を，社会心理学，防災教育学の観点から考察し整理した。

本研究は，社会科学系の研究者（同観測所にダブル・アポイントメントされた研究代表者）を中心に，同観測所の理学系研究者，コミュニケーション論，ミュージアム論などを専門とする所外研究者も加わって，文・理・工すべてを融合した学際的アカデミズムの実践として推進されたものである。

この意味で，全国共同利用施設の有効活用，防災に関する他の博物館との研究ネットワークの展開・維持，文理工融合研究の実施による防災研究所内の横断的連携の促進，特に東日本大震災後注目を集めている防災研究のアウトリーチに関する学際的かつ実践的研究の展開へ向けた発展性，事業を通じた大学院生の教育効果など，いくつかの重要な成果が得られた。

関連して公表した論文，学会・研究会発表など：

飯尾能久・矢守克也・城下英行・岩堀卓弥 印刷中 東北地方太平洋沖地震を例とする巨大地震のメカニズムと予知に関する最先端の研究 物理教育, 60(4), (印刷中)

米田 格・矢守克也・飯尾能久・城下英行・平林英二 (2012) 阿武山観測所サイエンス・ミュージアム化構想 日本地球惑星科学連合 2012年度連合大会，幕張メッセ，2012年5月

岩堀卓弥・城下英行・矢守克也 (2011) 正統的周辺参加理論に基づく防災学習の実践—「満点計画」を通して— 第30回日本自然災害学会学術講演会，東京大学，2011年11月（第30回自然災害学会学術講演会講演概要集, p.29-30）

拠点研究・一般推進（23A-06）

課題名：高等教育機関における地震災害インパクト予測と教育活動継続プラン構築

研究代表者：川瀬博 社会防災研究部門 教授

共同研究者数：所内 14 名， 所外 6 名

研究期間：平成 23 年 4 月 1 日 ～ 平成 24 年 3 月 31 日

大学院生の参加状況：4 名（修士 3 名，博士 1 名）（内数）

大学院生の参加形態 [修士 3 名 研究を一部分担，研究集会に参加・博士 1 名 研究を分担，研究集会に参加]

研究概要：

2011 年 3 月に起きた東北地方太平洋沖地震は M9.0 の超巨大地震であり，その強震動生成と震源過程の関係を理解し，超巨大地震の強震動予測の高度化に資する研究を実施した。その結果，大すべり領域と強震動生成領域は同一地域に存在するというよりは棲み分けている分布となっている。

2011 年東北地方太平洋沖地震では，大崎市古川地区において地震動による構造物被害が他地域と比較して局所的に発生していた。2 つの観測点とが 1 km 程の近距離に設置されているが，それぞれの観測点周囲の被害状況も本震の地震動の特徴も異なっていた。そこで，古川地区中心部における地震動の空間変動や地盤震動特性の違いについての基礎的情報を得ることを目的として，高密度強震観測網を構築した。その結果，平均値からの偏差を観測点毎に求めてみると，JR 古川駅の西側は PGA，PGV とともに偏差値が高く，その北西側では逆に偏差値が低くなることがわかった。

また本研究では今回の地震で多くの地点で発生した液状化被害のシミュレーションのため，地震時土圧・側面摩擦力の評価法を応答変位法に組み込み，土圧合力・側面摩擦力の大きさ，構造物慣性力と土圧合力・側面摩擦力の位相差を考慮した杭応力評価法を提案し，遠心載荷実験を行って提案手法の妥当性を検討した。その結果，構造物慣性力と地盤変位を同時に作用させて算定した基礎部変位は，遠心載荷実験の結果と良く対応すること，推定した土圧摩擦合力の大きさ，土圧摩擦合力と構造物慣性力との位相差は，遠心載荷実験の結果と良く対応することがわかった。

平成 23 年 3 月 11 日の東北地方太平洋沖地震(M9.0)では，その震源域の太平洋沿岸を中心に津波による壊滅的な被害もたらされた。しかし，震度 7 を記録したにも関わらず，揺れによる大きな建物被害は少なかったことが報告されている。その生成原因を明らかにすることは今後の都市防災対策上極めて重要である。そこで，ここでは観測された地震動の構造物破壊能を長戸・川瀬建物群モデルを用いて計算被害率分布から求めた。その結果推定された被害率は一部観測点を除き全体に小さかった。地震動の分析から，非常に大きな加速度だったにもかかわらず被害が少なくすんだのは，地震動の性質として中低層建物に大被害を与える周期 1 秒前後の「やや短周期」成分があまり強くなかったためであることがわかった。

また本研究では，東北地方太平洋沖地震で震度 7 を観測した K-NET 築館周辺で臨時余震観測を行い，その HVR から築館地域の震動性状の把握と地盤構造の同定を行った。K-NET 築館の HVR を方位別にとると，7Hz 以上で NS 方向が EW 方向に比べ大きくなっており，地形効果の影響がみられた。また，弱震平均と本震及び最大余震を比較すると，弱震時に比べ強震時にはピーク周波数が大きく低下しており，強い非線形化がみられた。臨時余震観測点の HVR では共通して 0.3Hz と 1Hz あたりにピークが出ており，深部地盤による影響と思われる。最後に Kawase et al. (2011)に基づいて K-NET 築館直下の 1 次元構造を同定した。その結果観測 HVR をよく説明できる構造が得られた。

最後に，教育活動継続プラン AACP 策定のための第一歩として，被災した東北大学の全学共通教育を担当する部局と全学の防災・危機管理を担当する部局に出向き，聞き取り調査を実施した。その結果，宮城県沖地震に向けて十分な準備をしていた東北大学でも，想定を大きく上回る被害に対応することには多くの困難が伴ったこと，

しかしマニュアルを十分整備していなくても防災訓練等を通して準備ができていたのが臨機応変に対応できたこと、など貴重な体験に基づく基礎情報を収集することができた。

研究集会について:

①研究集会名: International Workshop on Strong Motion Evaluation and Prediction:

②研究集会の開催場所と開催期日: 防災研究所 S519D 大会議室 平成 24 年 3 月 5 日

関連して公表した論文, 学会・研究会発表など:

浅野公之・岩田知孝, 経験的グリーン関数法による 2011 年東北地方太平洋沖地震の震源モデル, 日本地球惑星科学連合 2011 年大会, MIS036-P42, 2011 年 5 月.

浅野公之・岩田知孝, 2011 年東北地方太平洋沖地震の広帯域強震動生成と震源破壊過程の関係, 日本地震学会 2011 年秋季大会, A11-06, 2011 年 10 月.

Asano, K. and T. Iwata, Analysis of Strong Ground Motion Records from the 2011 Off the Pacific Coast of Tohoku, Japan, Earthquake, Seismological Society of America Annual Meeting, Apr. 2011.

Asano, K. and T. Iwata, Strong Ground Motion Generation during the 2011 Tohoku-Oki Earthquake, AGU 2011 Fall Meeting, U42A-03, December 2011.

Suzuki, W., S. Aoi, H. Sekiguchi, and T. Kunugi, Rupture process of the 2011 Tohoku - Oki mega - thrust earthquake (M9.0) inverted from strong - motion data, Geophys. Res. Lett., 38, L00G16, doi:10.1029/2011GL049136, 2011.

Tamura, S., Adachi, K. and Tokimatsu, K.: Centrifuge tests of impulsive vertical acceleration generated by foundation uplift during strong shaking, Soils and Foundations, Japan Geotechnical Society, Vol. 51, No. 3, pp.411-422, 2011.6

田村修次, 肥田剛典: 地震時土圧と側面摩擦力を考慮した応答変位法による杭応力評価, 日本建築学会構造系論文集, Vol. 76, No. 670, pp.211502121, 2011.12.

Tamura, S., Kuriki A. and Tokimatsu, K. : Relation between overturning moment acting on shallow foundation and ultimate response of superstructure during strong earthquakes, 9th International Conference on Urban Earthquake Engineering and 4th Asia Conference on Earthquake Engineering, CUEE, Tokyo Institute of Technology, Paper No. 02-299, 2012.3.

Nagashima, Fumiaki, Kawase, Hiroshi, Matsushima, Shinichi, Sanchez-Sesma, Francisco J., Hayakawa, Takashi, Satoh, Toshimi, and Oshima, Mitsutaka : Application of The H/V Spectral Ratios for Earthquake Ground Motions and Microtremors at K-Net Sites in Tohoku Region, Japan to Delineate Soil Nonlinearity during The 2011 Off The Pacific Coast of Tohoku Earthquake, International Symposium on Engineering Lessons Learned from Giant Earthquake, "One year after the 2011 Great East Japan Earthquake", paper No.60, March 1-4, Tokyo, Japan, 2012.3.

川瀬博, 松島信一, 宝音図: 地震・地震動, 2011 年東北地方太平洋沖地震災害調査速報, 2 章(分担執筆), 日本建築学会, 2011.7.

Hiroshi Kawase, Shincih Matsushima, and Baoyintu, 2.1 Earthquake and Ground Motions, AIJ Preliminary Reconnaissance Report of the 2011 Tohoku-Chiho Taiheiy-Oki Earthquake, Springer, 2012.9.

宝音図・川瀬博・松島信一: 平成 23 年(2011 年)東北地方太平洋沖地震における長戸・川瀬建物群モデルによる予測被害率, 平成 23 年度地震学会秋季大会, B21-12, PP.58, 2011.9.

宝音図・川瀬博・松島信一: 2011 年東北地方太平洋沖地震で観測された強震動とその構造物破壊能, 平成 23 年度京都大学防災研究所研究発表講演会, D16, 2012.2.

松島信一・長嶋史明・川瀬博・早川崇・大島光貴・佐藤智美・宝音図・仲野健一: 「K-NET 築館周辺での東北地方太平洋沖地震の臨時余震観測」, 日本地震工学会・大会梗概集, pp446-447, 2011.

長嶋史明・川瀬博・松島信一: 「東北地方太平洋沖地震の観測記録に基づく基盤入射波の逆算と強震動シミュレーション」, 平成 23 年度防災研究所研究発表講演会.

Fumiaki NAGASHIMA, Hiroshi KAWASE, Shinichi MATSUSHIMA, Francisco J. SANCHEZ-SESMA, Takashi HAYAKAWA, Toshimi SATOH and Mitsutaka OSHIMA : 「APPLICATION OF THE H/V SPECTRAL RATIOS FOR

EARTHQUAKE GROUND MOTIONS AND MICROTREMORS AT K-NET SITES IN TOHOKU REGION, JAPAN TO DELINEATE SOIL NONLINEARITY DURING THE 2011 OFF THE PACIFIC COAST OF TOHOKU EARTHQUAKE」 , One Year after 2011 Great East Japan Earthquake International Symposium on Engineering Lessons Learned from the Giant Earthquake, Abstrust Volume, pp.175, 2012.

Fumiaki NAGASHIMA, Hiroshi KAWASE, Shinichi MATSUSHIMA, Francisco J. SANCHEZ-SESMA, Takashi HAYAKAWA, Toshimi SATOH and Mitsutaka OSHIMA : 「Application of the H/V Spectral Ratios for Earthquake Ground Motions and Microtremors at K-NET sites in Tohoku Region, Japan to Delineate Soil Nonlinearity」 , 15WCEE, 2012.9 (Accepted).

拠点研究・一般推進（23B-01）

課題名：開口型火道システムにおける火山噴火予知を考える

研究代表者：井口正人，火山活動研究センター，准教授

共同研究者数：所内 5 名，所外 17 名

研究期間：平成 23 年 4 月 1 日 ～ 平成 24 年 3 月 31 日

大学院生の参加状況：15 名（修士 12 名，博士 3 名）（内数）

大学院生の参加形態 [観測 - 博士 3 名, 修士 5 名, 学部 1 名(人工地震探査), 修士 5 名(測量)
研究集会 - 学部 4 名, 修士 2 名(聴講)]

研究概要：

① 全国共同利用施設としての利用の効果

本拠点研究は主として桜島における観測を主体とするものであり，防災研究所の施設である火山活動研究センター桜島火山観測所がきわめて有効に活用された例である。観測の前線基地となるだけでなく，常時観測によって得られた地震および地盤変動データは共同研究者に極めて有用な情報をもたらした。

② 研究ネットワークの展開・維持

第 1 次から第 7 次までの火山噴火予知計画及び平成 21 年度から始まった地震および火山噴火予知のための観測研究計画において火山観測に関する研究ネットワークは維持され続けてきた。本拠点研究の実施により，研究ネットワークがより強固なものになると同時に，今後，桜島火山の活発化に伴い，緊急観測や調査が必要となった段階で設置されるべき突発災害調査，総合観測班などの組織づくりができた。

③ 防災研究所内の横断的連携

本拠点研究には地震予知研究センターが参加している。今後，大正噴火級の大噴火が発生するとすれば，その前段階において桜島周辺の南九州全域において地震活動が活発化すると予想されるだけでなく，噴火発生により M7 級の内陸地震が発生することも懸念されるので，地震発生過程の研究は極めて重要である。本研究では地震予知研究センターの宮崎観測所と共同で南九州の 17 点に展開した観測点のデータを解析し，桜島および始良カルデラ下の構造を研究した。

④ 今後の研究の展開

ア．開口型火道を持つ火山への 3 つの研究戦略（地殻ひずみ把握の高精度化，地下構造変化の把握，先行マグマ物質の変化の把握）を継続するとともに他の開口型火道を持つ火山への応用。

イ．大正噴火級噴火の発生を念頭に置いた内陸地震活動の観測研究との連携強化

ウ．火山噴火発生時の災害発生予測（土石流，火山灰など）。特に桜島においては広域災害と都市型災害の視点から火山災害を再検討。

⑤ 教育への効果

本拠点研究には多くの学生が参加した。本学理学研究科の修士課程の学生は桜島で得られた地盤変動データを解析し，修士課程の論文にまとめる予定である。また，東京工業大学の修士課程の学生は桜島で得られた火山灰のデータを分析し，修士課程論文とする予定である。キャンパスにおいて講義を受け，研究を行う学生にとって現実の火山に向き合う機会はほとんどなく，噴火を自分の目で見る機会は皆無といってよい。本拠点研究は学生の研究課題のデータを与えただけでなく，多くの学生に生きている火山を見るまたとない機会となった。

研究集会について：

①研究集会名：開口型火道システムにおける火山噴火予知を考える

②研究集会の開催場所と開催期日：桜島公民館，平成 23 年 7 月 14 日

関連して公表した論文，学会・研究会発表など：

公表した論文

筒井智樹・今井幹浩・對馬和希・八木直史・井口正人・為栗 健（2011）桜島火山北東部の表層地震反射構造，火山，56，201-212.

Miyamachi, H., Tomari, C., Yakiwara, H., Iguchi, M., Tameguri, T., Yamamoto, K., Ohkura, T., Ando, T., Onishi, K., Shimizu, H., Yamashita, Y., Nakamichi, H., Yamawaki, T., Oikawa, J., Ueki, S., Tsutsui, T., Mori, H., Nishida, M., Hiramatsu, H., Koeda, T., Masuda, K., Katou, K., Hatakeyama K. and Kobayashi, T. (2012) Shallow velocity structure beneath the Aira caldera and Sakurajima volcano as inferred from refraction analysis of the seismic experiment in 2008, Bull. Volcanol. Soc. Japan (accepted).

Nishimura, T., Iguchi, M., Kawaguchi, R., Surono, Hendrasto, M. and Rosadi, U. (2012) Inflatons prior to vulcanian eruptions and gas bursts detected by tilt observations at Semeru Volcano, Indonesia, Bull. Volcanol., DOI 10.1007/s00445-012-0579-z.

Yamamoto, K., Sonoda, T., Takayama, T., Ichikawa, N., Ohkura, T., Yoshikawa, S., Inoue, H., Matsushima, T., Uchida, K. and Nakamoto, M., Vertical ground deformation associated with the volcanic activity of Sakurajima volcano, Japan during 1996 - 2010 as revealed by repeated precise leveling surveys, submitted to Bull. Volcanol. Soc. Japan.

Okubo, S., Kazama, T., Yamamoto, K., Iguchi, M., Tanaka, Y., Sugano, T., Imanishi, Y., Saka, Atsushi, M., Watanabe, Matsumoto, S., Absolute gravity variation at Sakurajima volcano, submitted to Bull. Volcanol. Soc. Japan.

学会・研究会発表

Iguchi, M., Increase in Volcanic Activity under Open Conduit System at Sakurajima Volcano in Japan, IUGG 2011, July 2011, Melbourne, Australia

Shimano, T., Yokoo, A., Iguchi, M., Miki, D., Petrological Monitoring at Sakurajima Volcano, SW Japan, IUGG 2011, July 2011, Melbourne, Australia

Minami, S., Iguchi, M., Mikada, H., Goto, T., Takekawa, J., Hydraulic modelling of magma plumbing system inferred from geodetic observations: Implications from the 2009 Sakurajima eruptive activity, IUGG 2011, July 2011, Melbourne, Australia

Yokoo, A., Iguchi, M., Tameguri, T., Yamamoto, K., Prior Processes of Outburst of a Vulcanian Eruption, IUGG 2011, July 2011, Melbourne, Australia

Mori, T., Iguchi, M., Nishimura, T., Oikawa, J., Precursory Gas Flux Change Observed Before Eruptions at Suwanosejima Volcano, Japan, IUGG 2011, July 2011, Melbourne, Australia

Okubo, S., Tanaka, H., Kazama, H., Yamamoto, K., Tanaka, Y., et al., Gravity monitoring supplemented with cosmic ray imaging measures rise and fall of magma head, IUGG 2011, July 2011, Melbourne, Australia

Iguchi, M., Increase in eruptive activity at Showa crater and 3 scenarios of forthcoming eruption of Sakurajima, Japan, Volcano Observatory Best Practices Workshop: Eruption Forecasting, September 2011, Erice, Italy

Iguchi, M., Nogami, K., Kaneko, T., Proposal for Merapi volcano from Japan Disaster Relief Team, Workshop : Lesson learned from the 2010 Merapi Eruption, November 2011, Yogyakarta, Indonesia

大島弘光・井口正人，桜島浅部の水環境，2011年日本火山学会秋季大会，2011年10月，旭川市

宮町宏樹・井口正人・山岡耕春・渡辺俊樹・八木原寛・為栗健・三ヶ田均・竹中博士・清水洋，アクロスによる桜島火山のマグマ移動検出に向けた能動的アプローチ，2011年日本火山学会秋季大会，2011年10月，旭川市

山岡耕春・渡辺俊樹・道下剛史・宮町宏樹・井口正人，桜島における ACROSS 観測可能性の検討，2011年日本火山学会秋季大会，2011年10月，旭川市

八木原寛・平野舟一郎・宮町宏樹・高山鉄朗・市川信夫・為栗健・井口正人，海底地震観測による桜島火山周辺海域の微小地震活動，2011年日本火山学会秋季大会，2011年10月，旭川市

横尾亮彦・鈴木雄治郎・井口正人，桜島における空振ラインアレイ観測，京都大学防災研究所平成23年度研究発表講演会，2012年2月，宇治市

山本圭吾・園田忠臣・高山鐵朗・市川信夫・大倉敬宏・横尾亮彦・吉川慎・井上寛之・堀田耕平・松島健・内田和也・中元真美, 桜島火山における水準測量(2011年11月), 京都大学防災研究所平成23年度研究発表講演会, 2012年2月, 宇治市

堀田耕平・大倉敬宏・井口正人, 開口割れ目モデルの桜島地盤変動への適用, 京都大学防災研究所平成23年度研究発表講演会, 2012年2月, 宇治市

特定研究集会（課題番号：23C-01）

集会名：特定研究集会(第1回世界防災研究所サミット)

研究代表者：多々納 裕一

開催日：平成23年11月24日～25日

開催場所：京都大学きはだホール・セミナー室

参加者数：135名(所外 65名, 所内 70名)

・大学院生の参加状況：12名(修士 5名, 博士 7名)(内数)

・大学院生の参加形態 [参加者]

研究及び教育への波及効果について

東日本大震災をはじめとする巨大災害からの教訓をもとに、自然災害研究の学術課題や防災実践上の課題が共有化され、新しいパラダイムを探究できた。

研究集会報告

(1)目的

3月11日に発生した東日本大震災は、超広域・巨大災害であり、その発生メカニズム、被害の連鎖・波及抑止、今後の復興政策や防災・減災計画のあり方など多くの課題を投げかけている。東日本大震災は大規模複合広域災害となり、その発生以前に「想定」されていた地震・津波のシナリオや社会の対応方策を覆すものであり、自然災害研究の歴史を画するような極めて重要な意義を持つ出来事として記憶されることになるであろうと考える。大規模災害に立ち向かうためには、自然科学、人文・社会科学、工学等の英知を結集し、取り組むべき学術課題や防災実践上の課題に対処していくための処方箋を明らかにしていくことが必要である。そこで、国内外の防災研究機関の研究者を一同に会し、東日本大震災をはじめとする巨大災害からの教訓をもとに、自然災害研究の学術課題や防災実践上の課題を共有化し、新しいパラダイムを探究することを目的として世界防災研究所サミットを開催することとした。

(2)成果まとめ

この度のサミットでは多くの方の参加と協力を得ることができ、これまで個人のつながりに依存していた世界14カ国にある52の防災研究所が組織として繋がる大変有意義な会議となった。これからも避けることのできない自然災害によって引き起こされる人命の損失や経済的被害をより少なくするため、今回のサミットでの成果やネットワークが活かされる必要があるという結論に至り、自然災害研究を標榜する研究機関の連合を日本が中心となって組織し、今後の研究や調査等の協力等を進めていく基盤を作り上げることが必要とされている。東日本大震災後の世界的な防災研究のプラットフォームを構築するさきがけとなるという目的の下、会議の成果をより確実なものとするために、各機関との調整と意見調整をし、これからの防災に向けての方向性で大きな道筋をつけた。このことは、専門分野のみの会合で達成することは難しく、より多くの専門家が集うこのようなサミットである為に達成できたものと自負している。

(3)プログラム

Day 1 (November 24th)

Registration (9:00-)

Welcome Session (9:30-10:15):

Opening remarks

Objectives and Roadmap

Self-introduction Session (10:30-12:00):

Each organization is asked for the short presentation (3 min) to introduce their activities, interests and thoughts

Keynote Lectures (13:00-14:30):

Chair: Masayoshi Nakashima (Director, DPRI)

New Findings and Scientific Challenges Based on the Lessons Learned from the Great Natural Disasters

- The Lessons Learned from the Great East Japan Earthquake and Tsunami: Issues and Lessons from the Event (Prof. Hajime Masse, Disaster Prevention Institute, Kyoto University, Japan)
- Lesson Learned from the 2010 Merapi Eruption to Improve Hazard Mitigation of Volcanoes in Indonesia (Prof. Pak Sukhyar, Geological Agency, Ministry of Energy and Mineral Resources of the Republic of Indonesia)
- Risk and Improbable Events: The Heavy Tail of the Earthquake Probability Distribution (Dr. William L. Ellsworth, Earthquake Science Center, U.S. Geological Survey, USA)

Group Discussion (15:00-17:30):

New Paradigms of Natural Disaster Research

- (1) Integrated Disaster Risk Management (Kawase)
- (2) Earthquake and Volcanic Disaster (Hashimoto)
- (3) Atmospheric and Weather Related Disaster (Hori)
- (4) Geo-Hazards (Chigira)

Day 2 (November 25th)**Keynote Lecture(2)(9:00-10:00)**

Chair: Norio Okada (DPRI)

Issues and Challenges in International Collaboration on Natural Disaster Research:

- The role of the Bristol Cabot Institute in Natural Disaster Research (Prof. David Smith, Cabot Institute, University of Bristol, UK)
- Linking Research and Field Practices through University Network: Experiences of AUEDM (Prof. Rajib Shaw, Graduate School of Global Environmental Studies, Kyoto University)
- Climate Change and Disaster Risk Management: Opportunities and Challenges in Merging Research Communities (Dr. Reinhard Mechler, International Institute for Applied Systems Analysis, Austria)

(Break 10:00-10:15)

Panel Discussion (10:15-12:15):

Coordinator: Kaoru Takara (DPRI, KU)

Exploring New Paradigms of Natural Disaster Research and Establishing Natural Disaster Research Networks

- (1) Reports from the group discussion
- (2) Panel member: one selected from each group

Overall Discussion and wrap-up (12:15-12:25)

Draft of Resolution (Jim Mori, DPRI)

Concluding remarks (12:25-12:30)

(4)研究成果の公表

<http://www.dpri.kyoto-u.ac.jp/gndw/default.html>

<http://hse.gcoe.kyoto-u.ac.jp/jp/publication/newsletter/newsletter13.pdf>

特定研究集会（課題番号：23C-02）

集会名：京のみやこの環境防災学

研究代表者：戸田 圭一

開催日：平成23年 9月22日

開催場所：京都大学防災研究所 S519D

参加者数：30名（所外 17名，所内 13名）

- ・大学院生の参加状況：3名（修士 3名）（内数）
- ・大学院生の参加形態 [聴講]

研究及び教育への波及効果について

京都の街の環境防災研究の重要性を浮かび上がらせることができた。
また参加した学生達にも興味深い話題を提供することができた。

研究集会報告

(1)目的

京都に関わる防災研究や環境研究に携わる人達が一堂に会して研究成果を発表し議論することにより、京都の街の総合的・横断的な地域防災学、環境防災学を進める「契機」とするものである。

(2)成果まとめ

外部の大学の研究者ならびに防災研究所の研究者、総勢8名から京都の防災・環境に関係する研究について話題提供をいただいた。京都を対象とした研究を長年実施してきている研究者ならではの中身の濃いものであった。発表の後、その都度、質疑応答を行うとともに、それらをもとに最後に総合討論を実施した。

本研究集会をとおして、「京都」を対象とした環境防災の研究を、総合的かつ分野横断的に進めていくことの重要性を、参加者全員が強く認識した次第である。

(3)プログラム

平成23年9月22日

オープニング

13:00-13:05 戸田 圭一（京都大学防災研究所）

第1セッション

13:05-13:35 岡田 憲夫 先生（京都大学防災研究所）

京都市朱八地区自主防災組織の皆さんとの安全・安心まちづくり支援のための実践研究

13:35-14:05 澤田 純男 先生（京都大学防災研究所）

京都で地震が起こると、どこがどれくらい揺れるのか？

14:05-14:35 三村 衛 先生（京都大学防災研究所）

京都盆地の地盤特性と地下構造

14:35-14:50 休 憩

第2セッション

14:50-15:20 細田 尚 先生（京都大学大学院工学研究科）

鴨川チドリの動態と砂州地形の関連について

15:20-15:50 竹門 康弘 先生（京都大学防災研究所）

深泥池から都市と自然の共生原理を探る

15:50-16:20 田中 尚人 先生（熊本大学政策創造研究教育センター）

京の水辺のまちづくりー日常と非日常の共存ー

16:20-16:35 休憩

第3セッション

16:35-17:05 城戸 由能 先生 (京都大学防災研究所)

京都の地下水利用と水環境

17:05-17:35 石垣 泰輔 先生 (関西大学環境都市工学部)

京都の地下街浸水と避難

総合討論

17:35-17:55

全体総括

17:55-18:00 戸田 圭一 (京都大学防災研究所)

(4)研究成果の公表

概要集を作成して、当日の参加者ならびに関係者に配布した。

特定研究集会（課題番号：23C-03）

集会名：深層崩壊の実態、予測、対応

研究代表者：千木良 雅弘

開催日：平成24年 2月18日

開催場所：きはだホール

参加者数：173名（所外 159名，所内14名）

- ・大学院生の参加状況：6名（修士2名，博士4名）（内数）
- ・大学院生の参加形態 [発表聴講または研究集会の補助]

研究及び教育への波及効果について

本シンポジウムには172名の参加を得、また、参加者は地質、地形、砂防、地すべり、産官学の様々な構成であった。とかく狭い分野の学会での情報交換や議論が多くなりがちなか、学際的な討論ができ、防災研究所として重要な研究のハブ的役割を果たすことができた。大学院生の参加は8名と少なかったが、大学教員は多く参加していたことから、それぞれの教育面で波及効果が期待できる。

研究集会報告

(1)目的

2009年の台湾小林村の深層崩壊とその報道を契機に、深層崩壊についての関心が急速に高まっている。本研究集会では、深層崩壊の研究や対応の実態と今後の方向性について討論することを目的とする。

(2)成果まとめ

別紙プログラムにあるように、本研究集会での発表は、事例研究、台風12号による深層崩壊の実態や対応、水文学的に見た深層崩壊、深層崩壊履歴、天然ダムの安定性など、多岐にわたり、それぞれの立場からの発表と討論を通じて情報を共有化できた。また、深層崩壊の発生場の予測には航空レーザー計測による詳細地形データが有効であることや、地震データによる崩壊発生場の特定、崩壊に至る降雨パターンや安全率の経時変化について、実データに基づく解析結果が報告された。これらの新しい知見は、今後の深層崩壊の研究およびその対応に反映されうるものである。集会には、報道機関の参加も得、今後の出版や報道番組の題材となる予定である。

(3)プログラム

京都大学防災研究所 特定研究集会「深層崩壊の実態、予測、対応」

日時 2012年2月18日（土） 午前11:30 - 午後6:00

場所 京都大学宇治キャンパス黄檗プラザ きはだホール

11:30 - 11:35 趣旨説明

京都大学防災研究所 千木良雅弘

11:35 - 12:35 深層崩壊事例

1. 高知大学 笹原克夫: LiDARによる深層崩壊発生斜面の地形学的検討—平成23年台風6号により高知県東部に群発した深層崩壊の事例解析—
2. 高知大学 横山俊治: 豪雨によって付加体破碎玄武岩で発生した破碎帯地すべり—2004年徳島県阿津江の辞令—
3. 鹿児島大学 地頭蘭隆: 南九州で最近発生した深層崩壊

1 : 30 - 3 : 10 台風 12 号による深層崩壊と対応

4. 京都大学 千木良雅弘：台風 12 号による深層崩壊の発生場
5. 防災科学技術研究所 井口隆：地すべり地形分布図で見る深層崩壊の実態
—2011 年台風 12 号による紀伊半島の深層崩壊を対象として—
6. 京都大学 松四雄騎：2011 年台風 12 号による深層崩壊の発生場および発生時と長期・短期的降雨履歴の関係
7. 土木研究所 石塚忠範：台風 12 号に伴い紀伊山地で発生した深層崩壊の二次災害対策について
8. 深田地質研究所 平石成美：紀伊山地における深層崩壊の発生場—地形発達過程からの検討—

3 : 20—4 : 00 水文からみた深層崩壊

9. 京都大学 小杉賢一朗：降雨による山体地下水の水位変動について
10. 国土交通省国土技術政策総合研究所 内田太郎：深層崩壊発生降雨の特徴

4 : 00—4 : 40 深層崩壊の発生履歴

11. 東京農工大学 五味隆志：深層崩壊発生頻度の推定方法検討-鰐塚山の事例を中心として
12. 徳島大学 西山賢一：テフクロロジーに基づく宮崎県鰐塚山地における深層崩壊の発生頻度

4 : 40—5 : 20 発生予測

13. 京都大学 堤大三：台湾高雄県小林村の深層崩壊に関する数値解析
14. 香川大学 野々村敦子：地形情報と比抵抗情報を併用して地震によるトップリング崩壊危険斜面を抽出する

5 : 20—5 : 40 天然ダムの安定性

15. 京都大学 王功輝：2008 年四川大地震時に発生した大規模地すべりダムの内部構造と安定性

5 : 40—6 : 00 総合討論

6 : 00—8 : 00 懇親会 (カフェレストラン きはだ)

(4)研究成果の公表

各研究参加者が逐次論文などの形で発表する予定である。

特定研究集会（課題番号：23C-04）

集会名：気象・水文予測情報の実践的活用に関する研究会

研究代表者：鈴木 靖

開催日：平成23年11月2日

開催場所：京都大学防災研究所 連携研究棟 大セミナー室（3階301）

参加者数：46名（所外35名，所内11名）

- ・大学院生の参加状況：7名（京都大学修士2名，神戸大学博士5名）（内数）
- ・大学院生の参加形態 [研究集会に出席し総合討論に参加]

研究及び教育への波及効果について

研究集会で掘り起こされた新たな研究課題の解決に向けて，申請者および官民学が連携し，気象・水文予測情報を有効活用した防災にむけた実践的研究活動が推進されることが期待される。パネルディスカッションでは活発な議論が展開され，予測情報の活用に関する課題が明らかとなった。

研究集会報告

(1)目的

降雨観測予測技術の進歩や，流域圏統合モデルによる温暖化影響予測などの技術開発を今後の運用管理に活かすためには，利用者が求める情報を提供する必要がある。本研究会では，流域圏統合モデルの活用に向けて，技術開発者と利用者からの話題提供と両者のパネラーによる総合討論により，気象・水文予測情報の革新的な利用に向けて技術とニーズのギャップを埋めることを目的とする。

(2)成果まとめ

今年の台風12号による紀伊半島の災害に関して，大雨の原因と予測可能性，警報を出した後の情報伝達の課題，河川水位や降水量の観測施設と通信の問題，ハザードマップで想定されていない災害の説明の問題，などが議論された。ダム管理における最悪シナリオの降雨予測の利用や，事前放流における治水と利水の問題点についても議論され，震災の津波の教訓から学んだこととして，治水に関してもレベル1，レベル2という最悪シナリオの議論をすることが可能となったとの指摘があった。また，気象情報に関しては，アンサンブル予報の確率的な情報への翻訳など，気象会社に求められる役割について議論があった。温暖化による豪雨災害の多発に備えることが求められるが，ダムの再開発による洪水調節容量の増強に加えて，渇水頻度の増加による利水リスクの増加にも対応する必要があるとの指摘があった。以上のような研究課題が確認され，今後もこのような官民学が連携した議論の場を設け，気象・水文予測情報の実践的な活用を図ることが必要である。

(3)プログラム

気象情報の橋渡しの必要性—目先の予測から温暖化予測まで—

鈴木 靖（京都大学防災研究所水資源環境研究センター 特定教授）

気象庁の降雨予測について

弟子丸 卓也（気象庁 予報部業務課 気象防災情報調整官）

河川情報に関する新たな取り組み

五道 仁実（国交省水管理・国土保全局 河川情報企画室長）

台風18号出水における名張川上流3ダムの洪水調節操作

神矢 弘（水資源機構 川上ダム建設所 所長）

民間気象会社の役割～開発者と利用者をいかに結びつけるか～

辻本 浩史（日本気象協会 防災事業部部长）

パネルディスカッション

パネラー 角哲也・安田成夫・弟子丸卓也・五道仁実・神矢弘・辻本浩史

コーディネーター 鈴木靖

(4)研究成果の公表

研究会の成果報告書を作成し、研究会参加機関に配布するとともに、水文環境システム研究領域のホームページ (<http://hes.dpri.kyoto-u.ac.jp/>) を通じて公表。

特別緊急共同研究（課題番号：23U-01）

課題名：福島原発事故による大気中漏洩放射性物質に対するヒト曝露評価モデルの開発

研究代表者：小泉 昭夫

所属機関名：京都大学大学院医学研究科

所内担当者名：石川 裕彦

研究期間：平成23年7月1日～平成24年3月31日

研究場所：京都大学大学院医学研究科

共同研究参加者数：10名（所外9名，所内1名）

- ・大学院生の参加状況：2名（修士1名，博士1名）（内数）
- ・大学院生の参加形態 [試料の採取，処理，分析]

研究及び教育への波及効果について

本研究に大学院学生（修士1名，博士1名）が参加し，主に食料，土壌，植物試料の処理および放射能測定補助に従事した。このうち，学生1名（修士）は現地において試料採取，空間線量率測定を行った。また，それぞれの研究成果を第82回日本衛生学会において公表した。

本研究の成果を基に，福島県里山地域住民の被曝評価と放射性物質の森林生態系動態に関する研究計画を，医学研究科，防災研究所，地球環境学堂と共同で立案し，環境省の平成24年度環境研究総合推進費新規採択課題として選定された。この共同研究には仁愛大学人間生活学部も参加予定である。また，研究者6名を研究員および技術補佐員として雇用する。

研究報告

(1)目的・趣旨

福島第一原発事故により大気中に漏洩した¹³⁷Csをはじめとする大量の放射性物質が地表に沈着し，飲料水や食料が汚染された。本研究は周辺成人住民の被ばくレベルの実態を把握するために，現地において空間線量率測定，環境試料（大気，土壌，植物）および食事試料（調理済み食品，飲料水，福島産野菜，牛乳）の採取・分析を行った。さらに大気輸送モデルを用いて，¹³⁷Cs沈着量と空間線量率の再現を行い，長期的影響が予想される森林による吸着量の推定を行った。

(2)研究経過の概要

7月2日から8日にかけて，福島県内12地点において大気粉塵を採取した。同時に福島市内1地点において，粒径ごとの採取を行った。さらに，1日量の食事セットを県内4地域の商店において購入するとともに，地域で利用されている水道水を採取した。また，福島県産の野菜，牛乳も購入した。

9月16日から20日にかけて，福島第一原発の北西，20kmから50kmの計画的避難区域を中心に，針葉樹，広葉樹の枝葉，土壌を採取し，採取場所の空間線量率の測定を行った。

採取した試料は京都大学のゲルマニウム検出器によりγ線エネルギーを測定し，放射性核種の同定，定量を行った。大気輸送モデルを用いて，¹³⁷Cs沈着量のシミュレーションを行った。原子力研究開発機構による推定排出量と気象予報モデルWRFによる気象場を，大気輸送モデルに入力して積算沈着量の分布を得て，ここから空間線量率を計算した。

(3)研究成果の概要

大気粉じん16サンプルから計算された成人の預託実効線量は最大で76.9μSv/yearであった。55組の1日量食事セット（水道水含む）における放射線量から計算された預託実効線量は最大値が83.1μSv/yearであった。従って，吸入，経口曝露による合計被ばく量は最大でも160μSv/yearであり，基準値の1mSv/yearを大きく下回った。福島県産野菜および牛乳における放射線量はいずれも基準値を下回ったが，シイタケについては基準値を上回り，最大で304Bq/kgであった。

植物中放射線量と採取場所の空間線量率には比較的高い相関がみられ，空間線量率から植物中放射線量を推定する回帰式を

得た。植物サンプルを洗浄したところ、放射エネルギーの減少はおよそ4割に留まった。

大気モデルによる空間線量率に上記の回帰式と福島県の森林統計を適用したところ、原発から20km圏内の警戒区域の森林による吸着量は、事故による総放出量のうち0.6%に相当する $7.0 \times 10^{13} \text{Bq}$ となった。このうちのおよそ6割は洗浄不可であり、長期にわたって森林生態系内を循環し、地域居住環境での被ばくを与え続けるものと考えられる。

(4)研究成果の公表

論文

Koizumi A, Harada KH, Niisoe T, Adachi A, Fujii Y, Hitomi T, Kobayashi H, Wada Y, Watanabe T, Ishikawa H., 2011. Preliminary assessment of ecological exposure of adult residents in Fukushima prefecture to radioactive cesium through ingestion and inhalation. Environ. Health Prev. Med., in press, doi: [10.1007/s12199-011-0251-9](https://doi.org/10.1007/s12199-011-0251-9).

学会発表

1. 小泉昭夫, 原田浩二, 新添多聞, 足立歩, 藤井由希子, 人見敏明, 小林果, 和田安彦, 渡辺孝男, 石川裕彦: 福島県成人住民の放射性セシウムへの経口・吸入曝露の予備的評価, 平成23年度京都大学防災研究所研究発表講演会, 京都大学, 平成24年2月22日
2. 新添多聞, 原田浩二, 藤井由希子, 足立歩, 人見敏明, 石川裕彦, 小泉昭夫: 福島県下の避難区域での森林天蓋による ^{137}Cs 吸着量の推定, 第82回日本衛生学会, 京都大学, 平成24年3月25日
3. 藤井由希子, 原田浩二, 新添多聞, 足立歩, 人見敏明, 小林果, 和田安彦, 渡辺孝男, 石川裕彦, 小泉昭夫: 福島県産野菜・牛乳の放射性セシウム測定, 第82回日本衛生学会, 京都大学, 平成24年3月25日
4. 足立歩, 藤井由希子, 人見敏明, 小林果, 原田浩二, 小泉昭夫, 和田安彦, 渡辺孝男, 石川裕彦, : 福島県成人住民の食事を介した放射性セシウムによる内部被曝の評価, 第82回日本衛生学会, 京都大学, 平成24年3月25日
5. 足立歩, 藤井由希子, 人見敏明, 小林果, 新添多聞, 原田浩二, 小泉昭夫: 福島県の森林の土壌・樹木の汚染状況と樹木中への放射性セシウムの吸収量の検討, 第82回日本衛生学会, 京都大学, 平成24年3月25日
6. 新添多聞, 原田浩二, 藤井由希子, 足立歩, 人見敏明, 石川裕彦, 小泉昭夫: 避難区域における森林天蓋による ^{137}Cs 吸着の実態調査とシミュレーション, 第82回日本衛生学会, 京都大学, 平成24年3月26日
7. 和田安彦, 小泉昭夫, 原田浩二, 新添多聞, 足立歩, 藤井由希子, 人見敏明, 小林果, 渡辺孝男, 石川裕彦: 福島県成人住民の, 食事・大気由来の放射性セシウムによる内部被曝の評価, 第82回日本衛生学会, 京都大学, 平成24年3月26日
8. 石川裕彦: 大気中に放出された放射性物質による公衆被曝, 第82回日本衛生学会, 京都大学, 平成24年3月26日
9. 渡辺孝男: 福島原発事故の現状と今後を考える—衛生学の貢献, 第82回日本衛生学会, 京都大学, 平成24年3月26日

特別緊急共同研究（課題番号：23U-02）

課題名：2011年東日本大震災津波の河川遡上による河川施設等の被災に関する研究

研究代表者：田中 仁

所属機関名：東北大学 大学院工学研究科

所内担当者名：中川 一

研究期間：平成23年6月27日～平成24年3月31日

研究場所：東日本の河川河口域

共同研究参加者数：11名（所外7名，所内4名）

- ・大学院生の参加状況：3名（修士2名，博士1名）（内数）
- ・大学院生の参加形態 [津波被害に関する現地調査とデータ整理解析]

研究及び教育への波及効果について

津波により甚大な被害を受けた東北地方河川の河口部における河川施設の被災について実態把握を進めることができ、今後の整備・管理についての提言をすることができた。教育に関しては、学部生卒業論文や大学院生の研究の中で大きな部分を占める課題を提供することができた。

研究報告

(1)目的・趣旨

津波防潮堤などにより防護された沿岸部に比べて、河口部は津波に対する脆弱性を有している。2011年3月11日に発生した東日本大地震津波においても、海から直接陸域に遡上した津波のみならず、河川を遡上した後に堤防を越流し、破堤部からの氾濫被害を甚大にした箇所も見られ、河川遡上津波に関する研究の重要性を如実に示している。河川への津波遡上に関する既往の知見としては、1983年日本海中部地震時の米代川で観測された資料や、2003年十勝沖地震時の十勝川でのデータが代表的であるが、それ以外の河川については報告事例がほとんど見られない。本研究においては、(1)河川遡上の実態を明らかにするとともに、(2)堤防、(3)氾濫、(4)堰・水門、(5)橋梁について被害の実態を明らかにし、さらに、(6)防潮林の減災効果について調査を行い、今後の津波防災計画に資するための知見を得ることを目的とする。

(2)研究経過の概要

共同研究の開始直後に電子メールにより参加者間で連絡を取り、研究分担体制を整え、また、情報交換を行った後に、現地調査についてはそれぞれのサブグループで個別に実施した。年明けの1月24日には、同じく東日本大震災での津波と河川に関連するテーマである代表梅田信准教授（東北大学）らによる研究グループ（23U-07、「東日本大震災において被災した河川下流域の環境変化に対応するための流域管理手法の検討」と合同で報告会を開催した。

(3)研究成果の概要

1) 東日本大震災津波後に見られた河口地形変化の特徴とそれが有する問題点について検討を行った。その結果、これらの河口地形の変化はいずれも周辺漂砂環境と密接に結びついていることが判明した。広域的な視点での土砂収支の検討が強く望まれる。

2) 津波による海岸堤防被災のメカニズムとして、(1)第一波押し波の破壊作用、(2)戻り流れによる侵食作用が存在した。海岸堤防の大破を防ぐには、(1)の弱点を解消するとともに、戻り流れの集中による侵食を抑制する必要がある。

3) 防潮林の被害を軽減し、その効果を高めるために防潮林前面に消波工を設置することを想定し、実験を行った。その結果、消波工と樹林との間隔を長くし過ぎても、また短くし過ぎても水平波力が大きくなり、低減効果を発揮できないことが分かった。

4) 現地調査の結果、海岸林の効果は堤防ほど大きくはないものの、堤防を越えてしまったレベルIIの津波を低減させる役

割は持つことが判明した。落ち堀れや液状化の影響で流失した海岸林も多く見られるが、流失が生じない領域において厚みをもった海岸林を整備することが重要である。また、砂丘と組み合わせることにより減災効果が増す。

5) 湖沼や旧河道を埋めて堤防を構築した場合、そこが液状化しやすい弱点箇所となる。水害地形分類図等を参考に弱点となる箇所を抽出し、液状化対策が必要である。この際に現地試験、模型実験、数値解析などの手法による検討が必要である。

6) 一般座標系で格子構成が困難となる分岐・合流部では四分木構造による格子構成が優位であり、なおかつ計算の妥当性が認められた。これは、津波の河川遡上それに伴う氾濫現象の一体的な解析に対して極めて高い有意性を有する解析手法と言える。

7) これまでに開発した三次元津波挙動解析手法を、東北地方太平洋沖地震津波の釜石市における津波挙動に適用し、その妥当性を再検討するとともに、釜石湾に設置されている湾口防波堤の効果を検討した。

8) 津波による落橋を防止するためには、海から陸への津波の伝搬計算を行い、それにより求められる波高・流速分布を用いて水平力・揚圧力を求め、それに耐える支承を設計することが重要である。今後、研究グループ、橋梁の設計者、支承制作会社を交えた、設計図・倒壊状況写真および映像の入手による詳細検討およびこれらの成果による津波に対する橋梁設計指針の制度化が必要である。

9) 地震による山地域での斜面災害については、地震の巨大さから考えると、土砂災害の規模は小さく、人的被害を伴うような土砂災害の発生場所は東西南部から関東北部にかけての地域に限定される。津波の被害と比較すると、土砂災害による被害は軽微に見えるが、24名の犠牲者は決して少なくない数である。

(4)研究成果の公表

本助成による研究成果を下記の論文として公表した。

- ・平尾隆太郎・田中 仁・梅田 信・Nguyen Xuan Tinh・Eko Pradjoko・真野 明・有働恵子: 東日本大震災津波後の河口地形変化の特徴と問題点, 土木学会論文集 B1 (水工学), Vol.68, No.4, pp.I_1735-I_1740, 2012.
- ・Hitoshi Tanaka, Nguyen Xuan Tinh, Makoto Umeda, Ryutaro Hirao, Eko Pradjoko, Akira Mano and Keiko Udo: Coastal and estuarine morphology changes induced the 2011 Great East Japan Earthquake Tsunami, Coastal Engineering Journal, Vol.54, No.1, 2012. doi: 10.1142/S0578563412500106

また、研究報告会「東日本大震災津波による河川災害と河川環境変化」(平成24年1月24日, 京都大学宇治キャンパス)において、本研究課題からは次の9件の発表を行った。

田中 仁 津波による河口地形の変化と回復過程

真野 明 3.11 津波による海岸堤防の被災のメカニズム

土屋十囀 津波による防潮林被害と水理実験による検討

田中規夫 津波時における海岸林の家屋被害軽減量の定量化

安田浩保 河道と氾濫原の効率的な一体解析法

石野和男 東日本大震災大津波による道路橋被害要因の水工学の成果を用いた考察

中川 一・川池健司 地震動による河川堤防の被災状況と今後の対策について

米山 望 三次元解析による津波氾濫挙動の再現について

堤 大三 地震による山地域での斜面災害

特別緊急共同研究（課題番号：23U-03）

課題名：地震・津波・火災に対する生活の安全性と産業の持続性を考慮した三陸沿岸都市の復興計画の提案に関する研究

研究代表者：室崎 益輝

所属機関名：関西学院大学

所内担当者名：田中 哮義

研究期間：平成23年4月1日～平成24年3月31日

研究場所：京都大学防災研究所

共同研究参加者数：11名（所外5名，所内6名）

・大学院生の参加状況：0名

研究報告

(1)目的・趣旨

東日本大震災において大被害を受けた三陸地域は大津波の常襲地帯であり、従来から津波対策には相当力を入れてきた地域であるが、それにも拘わらず未曾有の被害を出す結果となった。他の災害でも同様であるが、今回の津波による被災は人命のみならず、生活、産業基盤にも及んでいる。産業なくして生活は成り立たない。三陸の地域社会は世界有数の漁場が存在することにより、度々の津波被害にも拘わらず、存続してきたと言える。将来とも津波の脅威が去ることは無い中で、如何に被害を軽減し生活・産業を持続的に営んで行くかが大きな課題である。

本研究は、今回のような大津波に対しても、人命だけは確実に護り、また産業の根幹は被害を軽微に留めて、被災後の地域の速やかな再生を可能にするような復旧・復興計画を提案し、そのための技術・政策的課題を明らかにする。

(2)研究経過の概要

共同研究参加者による研究会を、計10回にわたって開催した。また、計3回にわたって東日本大震災によって被災した東北地方の現地調査、計4回にわたって四国地方の現地調査を行い、本研究の検討に必要な基礎情報の収集を行った。

(3)研究成果の概要

1. 津波災害に対する人命の安全と産業の持続性を考慮した復興計画に関する提案

三陸沿岸の被災地区に多く共通する津波被害状況の特徴を抽出し、将来の津波の再来に対しても地域の持続性を保つ上で一般に必要な対策を組み込んだ復興計画について検討した。

2. 東日本大震災の被害地域における初動活動―復興計画試案

2011年4月から6月までの検討初期段階、東日本大震災で被災した3市町村を対象とした復興計画試案を作成した。

3. 東日本大震災の津波被災地域での復興に向けた取り組み

東日本大震災の津波被災地域での現地調査などを通じて、津波による被災状況や、被災地域におけるこれまでの津波防災まちづくりの経過を明らかにした。また、これからの復興事業を遂行する上で、当該自治体が抱える制度上の課題について整理した。

4. 西日本大震災発生時の津波襲来地域での被害軽減に向けた取り組み

西日本大震災による津波被害が想定される2地域を対象に、津波による浸水範囲の推定と、住民の所要避難時間の推定を行い、当該地域における津波防災上の課題を整理した。

(4)研究成果の公表

研究成果を報告書としてとりまとめ、京都大学防災研究所のHPで公表した。

特別緊急共同研究（課題番号：23U-04）

課題名：被災地域の取り組みの状況を海外に正確に伝えるウェブサイトの運用と効果検証

研究代表者：秀島 栄三

所属機関名：名古屋工業大学

所内担当者名：岡田 憲夫

研究期間：平成23年5月1日～平成24年3月31日

研究場所：京都大学防災研究所巨大災害研究センターほか

共同研究参加者数：13名（所外9名，所内4名）

・大学院生の参加状況：0名

研究報告

(1)目的・趣旨

東日本大震災に見るように被災地の状況および復旧に関する情報は災害の非日常性、専門性、受け手の不安感などによってとりわけ海外においては正確に理解されにくい。一方、インターネットは多様な主体間の相互理解に不可欠な社会基盤となっているが、その効果は必ずしも十分に検証されていない。

そこで本研究では被災地の状況及び復旧を英語で伝えるウェブサイトを独自に構築し、モニタを集めて調査を実施し、反応を得ることで、被災地の状況に対し、文化的・言語的フィルタを通して理解がなされる場合のコミュニケーションの困難性や対処策を明らかにしようとした。

(2)研究経過の概要

遠隔地から被災地支援に貢献したいと考える市民団体に、災害復旧支援団体のブログ記事を英語に翻訳してもらい、独自に構築したウェブサイトより発信していく一種の社会実験を行った。同時に留学生や海外の研究者等にモニタになってもらい、レスポンスを求めた。

(3)研究成果の概要

モニタリングのみならず翻訳プロセスも含め、災害を正確に伝えることの困難に直面した。地域そのものの特徴、方言などに込められたニュアンスを理解し、被災者の受け止め方の多様性を理解する必要がある。また、翻訳団体やサイト運営者など多様な主体の間でこの認識を共有していくプロセス自体が観察に値するものとなった。またモニタリングの結果からは被災地の状況を一片の記事だけで理解することは難しく、双方向的なコミュニケーションの重要性を再認識するとともにこの観点からウェブサイトの効果検証のあり方についても有効な知見を得た。

(4)研究成果の公表

以下は途中経過の報告であり、いずれ最終的な分析結果の詳細を公表する予定である。

・秀島栄三,松田曜子,岡田憲夫:被災地の状況と復旧過程を正しく伝えるためのウェブサイトthe Voices from the Fieldの運営について,第6回防災計画研究発表会,2011.9.22.

・Eizo Hideshima, Yoko Matsuda and Norio Okada: Operation of a website "the Voices from the Field" to communicate correctly the situation and the recovery process in the disaster area, International Conference on Crisis and Emergency Management, 2011.9.25.

特別緊急共同研究（課題番号：23U-05）

課題名：超巨大災害リスクと国土構造のリダンダンシー向上に関する研究

研究代表者：小林 潔司

所属機関名：京都大学 経営管理研究部

所内担当者名：横松 宗太

研究期間：平成23年6月1日～平成24年3月31日

研究場所：京都大学防災研究所 巨大災害研究センター

共同研究参加者数：15名（所外14名，所内1名）

・大学院生の参加状況：0名

研究及び教育への波及効果について

本研究により、国土計画におけるリダンダンシー概念を明確に定義することが可能になった。
現在、国土強靱化が求められる中、国土計画の方向性を議論する上で、基礎となる枠組みを提示した。

研究報告

(1)目的・趣旨

東日本大震災クラスの超巨大災害は、直接的な被災地のみならず、電力不足による計画停電やサプライチェーンの途絶等によって、わが国の政治経済活動の中核を担う首都圏が無視できない災害リスクに晒されていることが改めて認識される契機となった。東日本大震災では、自動車部品工場が被災したため、被災しなかった自動車関連企業の操業も中断するというサプライチェーンを通じた経済的被害が顕在化した。産業の地域的集中が進む一方で、生産過程のサプライチェーンの空間的広がりが進むにつれて、代替性がない財が生産不能に陥った場合に多大な経済被害が発生するという意味で、災害に対する脆弱性が高まる。自然災害は、ある特定の地域のみが被害を受けると言う意味で集合的なリスクであり、超巨大災害を想定すれば、国土全体の産業の空間的配置を考慮したリスクマネジメントが必要となる。

災害に対する脆弱性を軽減する上で、国土構造としてのリダンダンシー（redundancy）機能に着目する。リダンダンシーとは、一般的にある特定の事象への備えとして、通常状態では不必要な余剰であると定義される。しかし、国土構造のリダンダンシーを考える分析枠組みは未だ提示されていないのが現状である。以上の問題意識から、本研究では、超巨大災害リスクと国土構造のリダンダンシー向上に資する知見と政策的示唆を導くことを目的とする。具体的には、国土構造のリダンダンシーの概念化と政策オプションを提示可能な理論モデルを、新地理経済学を基礎として提案する。

(2)研究経過の概要

本研究は、超巨大災害リスクが存在する下での、空間的な産業立地に関する問題を扱う。国際貿易理論では、国家の間での地域間交易に関する理論的枠組みを提供している。また、新地理経済学（New Economic Geography）は、都市が形成されるメカニズム、階層的な都市構造が生じるメカニズムを解明するための理論的枠組みを提供している。本研究では、国際貿易理論および新地理経済学の理論的枠組みを援用しながら、超巨大災害リスク下でのリダンダンシー機能を高めるための国土構造を扱うためのモデルを構築した。

(3)研究成果の概要

本研究の成果は、以下の通りである。

- 災害リスクの特徴（局所性）に基づく国土構造のリダンダンシー概念を明確化した。
- 国土構造におけるリダンダンシー機能は、財や生産要素の代替性を確保することと概念化できる。

また、提示したリダンダンシー概念に基づいて、リダンダンシー機能を活かした国土構造については、以下のような政策的示

唆を得ている。

- 補完性の強い財およびサプライチェーンにおける補完性の強い中間財については、空間的拡散を伴う地域的産業特化を避けるべきである。すなわち、補完性のある財が、空間的に異なる場所に産業特化すべきではない。
- 逆に代替性のある財については、空間的拡散を伴う地域的産業集積については、問題にはならない。

(4)研究成果の公表

以下の学会にて、研究成果を発表した。(添付資料参照)

- The 7th Workshop on Social Capital and Development Trends in the Swedish and Japanese Countryside
- 平成 23 年度京都大学防災研究所「研究発表講演会」

特別緊急共同研究（課題番号：23U-06）

課題名：東北地方太平洋沖地震被害調査に基づく既存不適格鉄骨造体育館の耐震改修効果の検証と課題抽出

研究代表者：植松 康

所属機関名：東北大学大学院

所内担当者名：中島 正愛

研究期間：平成23年6月1日～平成24年3月31日

研究場所：宮城県、岩手県、東北大学、京都大学防災研究所

共同研究参加者数：6名（所外5名，所内1名）

・大学院生の参加状況：0名（修士 名，博士 名）（内数）

研究報告

(1)目的・趣旨

公立学校の体育館は、そのほとんどが災害時の避難場所に指定されているため、一般の建物よりも高い安全性が求められる。しかしながら、現在の一般的な設計では、体育館の耐震性能に対して特別な配慮がなされることは希である。しかも、現存する体育館の多くが新耐震基準以前に建設された既存不適格建物である。既存不適格建物に対しては耐震改修を自治体が進めているものの、耐震改修の目標でのIs値は通常0.7であり、必要な耐震性能を有していない。そのため、東北地方太平洋沖地震により既存不適格建物の多くに被害が発生した。

本研究では、既存不適格鉄骨造体育館を対象に、耐震診断・耐震改修資料ならびに今回の地震被害の調査に基づき、1.従来の耐震改修法による耐震効果の検証、2.耐震改修で目標とする耐震性能が実際に得られたかどうかの検証、の2点を目的とする。

(2)研究経過の概要

岩手県、宮城県の各市町村の教育委員会、建築住宅センターなどを通して、公立学校の体育館の被害状況とIs値データ（岩手県349校、宮城県834校）を収集した。収集したデータの中で、振動被害を受けている小中学校体育館で、Is値が明らかになっているもののみを抽出し（岩手県147校、宮城県155校分）、それを被害ランクごとに分類し、Is値と被害ランクの関係、また被害額を指標として、耐震改修の有無による被害の有無、地震入力レベルと被害の関係をまとめた。また、被害が特に甚大であった体育館については、現地調査を実施し、被害を分析した。

(3)研究成果の概要

Is値の大きさと被害額の関係調べたところ、岩手県、宮城県ともにばらつきが大きいものの、Is値が小さいほど被害額が大きくなる傾向にあった。耐震補強を施した体育館に関しては、Is値が概ね0.8前後となっているが、耐震補強なしでIs値0.8程度の体育館と比べると被害額が大きくなっていることが分かった。被害額が大きくなっている要因としては、天井や外壁の大規模な剥離といった非構造部材の損傷が多く見られることが原因の一つであると考えられる。一方でIs値が1.0を超えている建物に関しては、被害額も小さくなる傾向がある。

また、数校に対して現地調査を実施した結果、体育館の被害箇所は比較的限定されており、柱脚、鉛直ブレース、水平ブレース、基礎部、非構造部材、設備機器（特に照明）に大別されることがわかった。ただし、耐震改修の必要がなかった体育館については、被害の多くは非構造部材と設備機器に限られる例が多いことも明らかになった。

(4)研究成果の公表

現在のところ、本研究で得られた知見を日本建築学会技術報告集、構造工学論文集に投稿するために整理、分析を更に進めている。

特別緊急共同研究（課題番号：23U-07）

課題名：東日本大震災において被災した河川下流域の環境変化に対応するための流域管理手法の検討

研究代表者：梅田 信

所属機関名：東北大学 大学院工学研究科

所内担当者名：角 哲也

研究期間：平成 23 年 6 月 27 日 ～ 平成 24 年 3 月 31 日

研究場所：名取川下流域

共同研究参加者数：9 名 (所外 4 名, 所内 5 名)

- ・大学院生の参加状況：1 名 (博士 1 名) (内数)
- ・大学院生の参加形態 [生態系評価に関する現地調査とデータ整理解析]

研究及び教育への波及効果について

津波により甚大な被害を受けた名取川の下流域の環境変化について実態把握を進めることができ、洪水や塩害、生態環境などの管理についての提言をすることができた。教育に関しては、学部生の卒業論文や大学院生の研究の中で大きな部分を占める課題を提供することができた。

研究報告

(1)目的・趣旨

宮城県の南寄りに位置する名取川の下流域は、東日本大震災の津波によりもっとも大きな被害を受けた地域の一つである。ここは従来、洪水氾濫の高リスク地域であり、河川整備計画でも堤防強化などの施策が予定されていた。しかし、震災により各種の河川構造物が被災したことに加え、地盤沈下が広域にわたって発生していることから、今後の洪水・高潮リスクが増大している。また環境面では、従来、河口部を中心に広がっていた塩湿地に、豊かな生態系が維持されてきた。しかし、津波で河口地形が変化しており、塩分環境の変化がもたらす生態系リスクの評価が喫緊の課題である。

本研究では、東日本大震災で被災した河川下流域の環境変化に対処し、乗り越えていくため、治水・生態系・土地利用を併せた総合的な観点から、流域管理の在り方の課題整理を行うとともに、復旧・復興に向けた経時的な対応策について検討を行うことを目的とした調査研究を実施した。

(2)研究経過の概要

共同研究の開始からまもなくの 7 月 18 日に参加者ほぼ全員が、東北大学へ集合し、名取川現地の状況に関して情報交換を行うとともに、本研究の実施方針について打ち合わせを行った。現地調査については、それぞれのサブグループで夏季から冬季にかけて実施した。年明けの 1 月 24 日には、同じく東日本大震災での津波と河川に関連するテーマである代表田中仁（東北大学）らによる研究グループ（23U-02、「2011 年東日本大震災津波の河川遡上による河川施設等の被災に関する研究」と）と合同で報告会を開催した。

(3)研究成果の概要

- 1) ダム管理・洪水・渇水リスク評価：名取川水系基石川の多目的ダムである釜房ダムを対象として、降雨と流入量の予測情報の精度と事前放流操作の効果との関係を分析するシミュレーションモデルを構築した。
- 2) 下流域の地形変化と塩水環境：河道内に津波によるヘドロの堆積がある程度あったが、大きな地形変化にはならなかった。一方、河口砂州のフラッシュなどのため、塩水遡上が以前より顕著になっていると考えられる調査結果が得られた。
- 3) 生態系影響評価：津波により従来と大きく異なる水域地形や湿地が河口付近に形成された。この新しい地形は、生物にとって良好な生息場を提供する可能性がある。また、津波後の数ヶ月で生息場利用が大きく進み、生態系の復元力の大きさが現れていた。

4) 地下水・塩害評価：塩水くさびと地下水涵養量の関係について，簡易化した過程に基づくモデルを構築した。解析により，水田は休田中でも湛水し，畑地にも定期的な散水により，早期に地下水涵養機能を復旧させたほうが良いと考えられる結果となった。

(4)研究成果の公表

研究報告会「東日本大震災津波による河川災害と河川環境変化」（平成 24 年 1 月 24 日，京都大学宇治キャンパス）において，本研究課題からは次の 4 件の発表を行った。

- 1) モンテカルロシミュレーションによる名取川水系釜房ダムの事前放流操作の効果分析（天井・野原・堀・角）
- 2) 名取川下流域における塩水遡上環境変化について（梅田・田中）
- 3) 名取川下流と海岸の淡水・汽水生態系の現状と課題（竹門・八重樫・大村）
- 4) 地下水涵養量が及ぼす沿岸域塩水侵入への影響（浜口・角・Kamal）

特別緊急共同研究（課題番号：23U-08）

課題名：東北地方太平洋沖地震で被災した農地・農業施設の被害調査に基づく農業復興モデルの提案

研究代表者：有田 博之

所属機関名：新潟大学 災害・復興科学研究所／自然科学系（農学部）

所内担当者名：寶 馨

研究期間：平成 23 年 7 月 1 日 ～ 平成 24 年 3 月 31 日

研究場所：岩手県、宮城県の沿岸部・沿岸平野部及び東京湾沿岸部

共同研究参加者数：20 名（所外 15 名，所内 1 名）

- ・大学院生の参加状況：4 名（修士 4 名）（内数）
- ・大学院生の参加形態 [現地調査補助，データ整理，データ解析補助など]

研究及び教育への波及効果について

被災農地の復興・再生，さらには将来の農業・地域活性化に資する研究の一助となる。
広範かつ長期にわたる災害の緊急調査，追跡調査，連携調査等，研究手法構築の一助となる。
現地調査の経験を通じ，広い視野を持つ防災若手人材の育成に資する。

研究報告

(1)目的・趣旨

農業・水産業は東北地方太平洋沖地震の被災地域における基幹産業の一つであり，被災地域はわが国有数の食料生産・供給基地でもある。他方，過疎化・高齢化が進行している地域でもあることから，大震災を契機とする廃業・離農の危機にも直面している。

津波による農地・農業施設の被災状況について調査を実施し，それぞれの農地における被災状況を整理することで全体像を俯瞰する。被災地の地形特性，土地利用状況，並びに社会的要因（農業人口，年齢構成等）を考慮した農業復興・再生モデルに資する提案を行う。

(2)研究経過の概要

津波による農地・農業施設の被災状況（津波流入経路及び土砂堆積状況，用排水施設の被害状況，塩類集積状況，地盤沈下による湛水被害状況，土壌浸食状況，防潮林の被害状況など）について調査を実施した。

湾に接続する河川の津波遡上の入射条件を考える上で極めて重要な津波の伝播状況について，東京湾を例に数値計算により再現し，湾奥部の振動特性について調査した。

被災した農地・農業施設の復旧を機に復興につながる地域形成を行おうとする場合，災害復旧制度は不適合の諸側面をもつ。現行制度の課題の所在を明らかにし，制度運用面の方策を提案した。

(3)研究成果の概要

1) 想定外の津波が来襲し，多くの海岸林・防潮林が破壊された仙台平野沿岸部のうち，荒浜地区を例として破壊因子に関する検討を実施した。その結果，沿岸の浜堤，人工水路（堀），および後背低地（湿地）という微地形環境が海岸林・防潮林の破壊に影響した可能性が高いことが明らかとなった。

2) 東京湾奥部での津波などの長波の振幅特性の解明を試みた。湾の概形に応答する振動特性だけからは湾奥部の沿岸での振動特性は十分に説明できない。その要因として，港などの局所的な地形が非常に重要な役割を果たすことが明らかとなった。数 km スケールの港の形状を持つ，幾何学形状に応答する共振の効果によって波高は最大で 2 倍程度にまで増幅されると考えられる。

3) 東北地方太平洋沖地震をはじめとして、近年、頻発している地震災害事例を俯瞰したところ、農地災害の復旧において既存制度の不適合性、適切な農地資源管理機会の逸失、および過剰・非効率な復旧投資等が認められた。このことは、農地・農業施設の災害復旧においては原形復旧の原則を基礎としつつも、柔軟に改良復旧を実施する体制の整備を検討する時期に来ていることを意味する。災害復旧においては、計画時に全体戦略を明らかにして個別復旧の位置づけ・方向を明示することが必要である。特に大規模災害時では政策実現の機会でもあり、災害関連事業等により農地の大型区画が形成できれば集団的な農地資源管理に対する合意形成の障害は減少すると考えられる。農地・農業施設は社会基盤施設とは異なるため、選択的な改良復旧の導入時に慎重な対応が必要となる。そのため改良復旧の必要性の技術検討を通じて事例の積み上げ、適切な選択ができる基準を準備する等の体制整備が必要となる。

(4)研究成果の公表

有田博之・橋本 禪 (2012) : 大規模地震災害における農地・農業施設の地域形成的復旧, 農業農村工学会論文集, No.278, 109~116.

水口大輔・星野 剛・安田浩保・山田 正 (2012) : 東京湾奥部における長波の振動特性, 土木学会関東支部第39回技術研究発表会 (講演予稿集)

その他、進行継続中の研究も合わせ、各種学会の研究発表会・学会誌にて公表する予定。

特別緊急共同研究（課題番号：23U-09）

課題名：誘発された内陸活断層地震の発生履歴から読み解く海溝型超巨大地震の再来周期

研究代表者：堤 浩之

所属機関名：京都大学大学院理学研究科地球物理学教室

所内担当者名：遠田 晋次

研究期間：平成 23 年 7 月 1 日 ～ 平成 24 年 3 月 31 日

研究場所：福島県いわき市

共同研究参加者数：3 名（所外 2 名，所内 1 名）

- ・大学院生の参加状況：4 名（修士 3 名，博士 1 名）（内数）
- ・大学院生の参加形態 [現地での地震断層調査やトレンチ掘削調査に参加し，調査の補助を行った]

研究及び教育への波及効果について

所内外の教員・研究者と現地調査を行うことで，調査研究の進め方の基礎を学ぶ機会となった。
また，国内では前例のない明瞭な正断層型地震断層を観察できる貴重な機会となった。

研究報告

(1)目的・趣旨

東日本大震災をもたらした M9 クラスの海溝型超巨大地震の発生履歴を直接求めることは難しい。本研究では，誘発された正断層大地震（2011 年 4 月 11 日の福島県浜通りの地震）の古地震学的調査から，海溝型超巨大地震の再来周期を求めることを目的とした。3 月 11 日の海溝型超巨大地震（M9）によって，東日本の広い範囲で地殻応力場が変化し誘発地震が多発している。4 月 11 日にはいわき市で M7 の内陸直下型大地震が発生し，推定活断層とされていた井戸沢断層や湯ノ岳断層に沿って明瞭な正断層型の地震断層が現れた。本研究では，この 4 月 11 日の正断層地震に着目し，その発生履歴をトレンチ掘削調査により明らかにすることで，海溝型超巨大地震の再来周期の解明を試みた。

(2)研究経過の概要

研究期間中の約 2 週間を費やして，湯ノ岳断層と井戸沢断層に沿って出現した地震断層のマッピングを行った。また 9 月上旬～中旬に，いわき市田人町黒田掛橋において井戸沢断層のトレンチ掘削調査を行った。その後，トレンチ掘削調査で得られた試料の年代測定を行い，井戸沢断層の活動履歴を検討した。得られた研究成果については，複数の学会で口頭・ポスター発表を行い，また 2 編の論文を投稿中・投稿準備中である。

(3)研究成果の概要

現地調査により，地震断層のほぼ全域のマッピングを行うことができた。その結果，湯ノ岳断層と井戸沢断層に沿って出現した地震断層の長さが共に約 15km であったことや最大上下変位量は前者が 0.9m で後者が 2.1m であったことが明らかとなった。地震断層は既存の断層変位地形に沿って出現しており，過去に同様な地震が繰り返し発生してきたことが明らかとなった。また井戸沢断層のトレンチ掘削調査では，高角度で西傾斜する正断層が露出し，2011 年の活動のひとつ前の断層活動の地質学的痕跡を確認した。トレンチ壁面から得られた試料の放射性炭素年代測定の結果，ひとつ前の活動時期が 12500～17000 年前と求められた。すなわち，2011 年地震に匹敵するような津波を伴ったと考えられている 869 年の貞観地震や 1611 年の慶長地震などの海溝型超巨大地震の際には，井戸沢断層は活動しなかったことが明らかとなった。今後，福島県浜通りの地震の震源域に分布する他の活断層の古地震調査により，これらの正断層群の活動が海溝型超巨大地震の発生とどのように関連しているのかを明らかにする必要がある。

(4)研究成果の公表

- 遠田晋次・堤 浩之・小俣雅志・郡谷順英, 2011, 東北地方太平洋沖地震に誘発された 2011 年 4 月 11 日 M7.0 いわき地震—地震断層と活構造—, 日本地震学会 2011 年度秋季大会.
- 堤 浩之・遠田晋次, 2011, 福島県浜通り地震で活動した井戸沢断層・湯ノ岳断層の断層変位地形と活動履歴, 日本活断層学会 2011 年度秋季学術大会シンポジウム, 招待講演.
- Hiroyuki Tsutsumi, Shinji Toda, and Yo Fukushima, 2011, Reactivation of inland normal faults triggered by extensional stress associated with the 2011 Mw9.0 Tohoku, Japan, earthquake, AGU Fall Meeting 2011, invited talk.
- 堤 浩之・遠田晋次, 2011, 2011 年 4 月 11 日福島県浜通りの地震に伴う地震断層のマッピングとトレンチ調査, 平成 23 年度京都大学防災研究所研究発表講演会.
- 堤 浩之・遠田晋次・安田大剛・杉戸信彦・小俣雅志・郡谷順英・森 良樹・杉山達哉・早瀬亮介, 2012, 2011 年 4 月 11 日福島県浜通りの地震で出現した地震断層の特徴と活動履歴, 日本地球惑星科学連合 2012 年大会.
- 堤 浩之・遠田晋次, 2012, 2011 年 4 月 11 日に発生した福島県浜通りの地震の地震断層と活動履歴, 地質学雑誌, 投稿中.
- Toda, S. and Tsutsumi, H., 2012, Reactivated inland normal faults of Mw6.6 11 April 2011 Iwaki earthquake triggered by the Mw9.0 Tohoku-Oki, Japan, earthquake, in preparation to be submitted to Bulletin of the Seismological Society of America.

特別緊急共同研究（課題番号：23U-10）

課題名：東日本大震災の津波被害に対して海岸林が果たした減災効果に関する研究

研究代表者：浅野 敏之

所属機関名：鹿児島大学大学院理工学研究科 海洋土木工学専攻

所内担当者名：平石 哲也

研究期間：平成 23 年 6 月 27 日 ～ 平成 24 年 3 月 31 日

研究場所：東日本大震災被災地の海岸林，鹿児島大学，京都大学防災研究所，防衛大学校

共同研究参加者数：8 名（所外 7 名，所内 1 名）

- ・大学院生の参加状況：1 名（修士 1 名）（内数）
- ・大学院生の参加形態 [データ解析，数値計算]

研究及び教育への波及効果について

東日本大震災による津波によって海岸林がどのように倒伏し、枝や幹が損壊したかは、できるだけ早い段階で現地調査を行う必要があり、緊急特別共同研究で行う意義のある研究であった。研究には森林総合研究所や被災地である東北大学の研究者も参加し、林学と海岸工学という分野の違う研究者の共同研究が実施できた。鹿児島大学の大学院生は現地調査には参加しなかったが、樹木の被災形態のデータ解析を行い教育的な効果も認められた。

研究報告

(1)目的・趣旨

今回の東日本大震災による巨大津波災害は、研究者・実務者に対して新たな津波防災対策・防災思想の構築を要請する結果となった。沿岸部の海岸林を育成保全することは、平常時には景観・環境に貢献するため、防災と環境保全を両立させる津波対策として注目を集めている。2004 年のスマトラ沖地震津波に対してはマングローブ林が津波減災効果を発揮したことが報告されている。今回は、海岸林の樹種がクロマツを中心とする温帯域針葉樹であり、マングローブ林による研究成果をそのまま適用することができない。クロマツ海岸林がどの程度、津波減災に貢献したか、樹木の津波による損壊状況はどのようであったかは、できるだけ早い段階で現地調査を行う必要があり、今回の特別緊急共同研究で実施することにした。

(2)研究経過の概要

2011 年 6 月 1～3 日に東北地方沿岸の海岸林の被災状況についての事前踏査を行い、次いで同年 8 月 17 日～20 日に、今回の津波において甚大な人的被害を受けた地区の一つである宮城県名取市閑上浜において、海岸林樹木の被害発生状況と残土盛土による海岸林の被害軽減効果の調査を実施した。汀線に直角方向に幅 2～3m のベルトトランセクトを設け、汀線から陸域まで 230～320m の範囲にわたって、海岸林の残存率、傾き・折れ・根返りなどの被害状況を調査した。

(3)研究成果の概要

胸高直径が大きな樹木に「幹折れ」・「根返り」の被害形態が多く、胸高直径の小さい樹木は「傾き」の被害が多いものの「幹折れ」・「根返り」の被害は少なかった。この理由は太い樹木ほど、樹幹、枝及び樹冠が発達しているため津波流体力に対する抵抗が大きいこと、細い樹木は若齢樹であり可撓性が大きいために津波流体力に対して撓みによって持ちこたえるためと考えられた。空間的な海岸林樹木の被害状況を調べると、測線 C は海岸林前面に標高 9m の盛土があり、この効果で津波来襲前(2008 年 5 月)に確認されたクロマツの 97.5%が残存した。一方盛土がない測線 A は 48.3%，盛土はあるがその端部に近い測線 B は 62.8%が残存するにすぎなかった。汀線からの距離による被害率には有意な差は認められなかった。

(4)研究成果の公表

寺本行芳・浅野敏之・林建二郎・多田毅・今井健太郎・坂本知己：2011 年東北地方太平洋沖地震津波発生後の宮城県名取市閑上浜における海岸林被害と盛土残土による海岸林の被害軽減効果，海岸林学会誌，(印刷中，2012 年 6 月号掲載予定)。

植村潤一・浅野敏之：津波による海岸林の被災特性と引張試験による強度評価，平成 23 年度土木学会西部支部研究発表会講演論文集，II-086, pp.321-322,2012。

特別緊急共同研究（課題番号：23U-11）

課題名：福島原子力発電所から排出される放射性物質を含む汚染水の処理技術の開発

研究代表者：芝田 隼次

所属機関名：関西大学 環境都市工学部 エネルギー・環境工学科

所内担当者名：城戸由能准教授

研究期間：平成 23 年 6 月 1 日 ～ 平成 24 年 3 月 31 日

研究場所：関西大学 環境都市工学部 エネルギー・環境工学科

共同研究参加者数：5 名（所外 4 名，所内 1 名）

- ・大学院生の参加状況：3 名（修士 3 名）（内数）
- ・大学院生の参加形態 [調査と実験の補助]

研究及び教育への波及効果について

放射性セシウムを除去する工学的研究，すなわち一定濃度のセシウムを連続的に処理して，一定量の吸着剤で処理できるセシウムの液量を予測計算できるようにする。院生には，他者と異なる観点から研究することの重要性(Breakthrough)を教育する。

研究報告

(1) 目的・趣旨

福島原子力第 1 発電所から放射性セシウムやヨウ素を含む高濃度汚染水が海に流出している。これまでに原子炉冷却のために使用された水量は 5 万トン以上に達しており，すでに魚介類の被害は起こりつつある。このような緊急事態に鑑みて，高濃度汚染水からセシウムを除去して，これを減容化して保管貯蔵する必要がある。本研究の目的は，高濃度の放射性物質で汚染された水から半減期 2 年～30 年のセシウムを分離・除去して汚染水を海に放流できるようにすることである。ゼオライトによるセシウムの陽イオン交換反応，イオン交換量や交換速度，適用する装置について検討する。セシウムを補足したゼオライトは貯蔵・保管する必要があるので，連続通水できる攪拌槽型の処理装置を設計・利用する。

(2) 研究経過の概要

平成 23 年 6 月に本研究を開始，6 月～8 月に試験用ゼオライトの合成並びに物性測定を実施した。9 月には，宮城県仙台市の東北大学多元物質科学研究所の佐藤修彰准教授の研究室を訪問し，福島県第一原子力発電所から排出される高濃度汚染水の現状および吸着材による汚染水の処理について調査を行った。また，福島県郡山市の福島県農業総合センター作物園芸部稲作科の藤村恵人副主任研究員を訪問し，現地の土壌及び水の汚染状況について調査を行った。本現地調査の終了後，関西大学においてゼオライトによるセシウムの吸着除去に関する試験を本格的に開始した。

(3) 研究成果の概要

石炭灰フライアッシュと NaOH または KOH を出発原料にして，オートクレーブ中で 120～180℃，反応時間 24 時間で水熱合成した Na-P 型ゼオライト，K-CHA 型ゼオライト，K-H 型ゼオライト，Na-HS 型ゼオライトを陽イオン交換体として使用した。放射性を持たない安定同位体であるセシウム(133)の吸着除去試験では，まず回分操作により吸着速度と吸着平衡を調べた結果，K-CHA 型ゼオライトが最も優れたセシウム吸着特性を示し，初濃度 100ppm のセシウム溶液は 5 分の滞留時間で平衡に到達，その飽和吸着量は 1.65eq/kg であることが分かった。次に，連続通水試験装置によるセシウムの通水試験（ゼオライト 1g，セシウム初濃度 100ppm，液の平均流速 14cm³/min，平均滞留時間 27 分）を実施したところ，通水初期には装置出口のセシウム濃度は入口濃度である 100ppm の 1/10 以下であり，K-CHA 型ゼオライト使用時にはセシウムの除去率 90%基準で 640cm³の処理が可能であることが分かった。さらに，K-CHA 型ゼオライトの添加量，セシウムの初濃度を変化させ通液量と装置出口濃度の関係を調べた結果，10g の K-CHA 型ゼオライトを用いて 1ppm の濃度でセシウムを含む汚染水を処理すると 500L の液量を処理することができるものと推算され，連続通水型装置を用いて極めて多量の汚染水の処理が可能であることを明らかにした。

(4) 研究成果の公表

近日中に学術誌に研究論文を投稿予定である。

一般共同研究 中間報告（課題番号：23G-01）

課題名：教育啓蒙への利活用を考慮した防災技術情報アーカイブシステムの構築

研究代表者：根岸 弘明

所属機関名：(独) 防災科学技術研究所

所内担当者名：寶 薫

研究期間：平成 23 年 4 月 1 日 ～ 平成 25 年 3 月 31 日

研究場所：京都大学防災研究所, (独) 防災科学技術研究所

共同研究参加者数：18 名 (所外 1 名, 所内 17 名)

- ・大学院生の参加状況：8 名 (修士 5 名, 博士 3 名) (内数)
- ・大学院生の参加形態 [セミナーに参加し, 実習として教育用教材作成を実施]

平成 23 年度 実施状況

本研究の目的は、世界各国から収集した様々な防災技術情報を教育啓蒙用の教材として利用するための仕組みを開発することである。平成 23 年度は、防災技術に関する研究成果を学習教材として利用するために必要な表現要素について研究を行い、既存の実務者向け防災技術情報データベースから実際にコンテンツを教材として利用するために必要な機能を開発した。また、防災を研究する国内外の学生を対象とした本成果を用いた教材作成の実習を通し実際の教材開発を行った。具体的には以下のとおり。

- ・ 防災関係者間の国際ワークショップなどを通し、防災教育教材の中で実際の災害対策技術がどのように扱われているかの実例や実務的な防災教育教材の事例に関する調査研究を行い、防災実務者向け情報と教育啓蒙向け情報とで求められる表現要素の違いや、防災技術情報に求められる要素を明らかにした。
- ・ 防災技術情報ウェブアーカイブシステムについて、各種利用に対応するためにコンテンツリスト及びコンテンツ本体を XML 形式により取得できる仕組みを開発し、さらにエンドユーザーが表示用テンプレート (XSLT) により表現形式を自由に変更できる機能を開発した。また実証実験用のサーバを稼働させ、その上で上記システムの実装を行い、仮運用を開始した。
- ・ 防災を学ぶ大学院生を対象として防災技術情報に関するセミナーを行い、その中で実務者向け防災技術情報をベースに教育用教材を作成してもらった実習を行い、実際の教材作成を行った。

平成 24 年度 実施計画

平成 24 年度は、以下の内容について取り組む。

- ・ 現在の実務者向け防災技術情報ウェブアーカイブシステムを基に、教育啓蒙向けに特化したシステムを開発する。平成 23 年度に開発した機能を中心に、蓄積されているコンテンツを自由な表現形式で発信する部分を取り出して独立した情報発信ウェブシステムを作成し、実証実験用サーバに実装する。
- ・ 実際の防災技術情報からの教材作成を引き続き行い、教材コンテンツの充実を図る。また、作成した教材コンテンツを基に表示用 XSLT テンプレートを作成し、前記情報発信ウェブシステムに登録し公開できるようにする。

一般共同研究 中間報告（課題番号：23G-02）

課題名：火山灰噴出量・拡散予測と国際人流・物流分析手法の統合による火山リスク評価モデルの構築

研究代表者：小野寺三朗

所属機関名：桜美林大学

所内担当者名：多々納裕一

研究期間：平成 23 年 4 月 1 日 ～ 平成 25 年 3 月 31 日

研究場所：京都大学防災研究所，桜美林大学，筑波大学

共同研究参加者数：7 名（所外 3 名，所内 4 名）

- ・大学院生の参加状況：2 名（修士 2 名，博士 1 名）（内数）
- ・大学院生の参加形態 [研究協力]

平成 23 年度 実施状況

平成 23 年度は合計 4 回の研究会を開催し，研究のフレームワークづくりや役割分担の明確化，実データの収集，必要となる計算モデルについて議論を行った。特に，火山灰の放出量予測，高度の分析，拡散シミュレーションモデルの連携部分について詳細な議論を行い，桜島火山を対象に，分析やモデルの評価に必要なデータベースの構築を進めた。また，衛星・ライダーによる観測技術と拡散モデルの統合についても文献調査を中心に検討を行い，火山噴火時の灰の拡散を事前，リアルタイムに把握するための方法論をレビューした。一方，2010 年のアイスランド火山噴火のケースのフォローアップのため，国際機関のその後の対応についても調査を行い，火山灰汚染地域における運航規制についての考え方について議論を行った。火山噴火や汚染地域が人流・物流へどのような影響を及ぼすかについては，桜島における既往大規模噴火の事例を参考に，定性シナリオの検討を行うとともに，定量的な影響評価のための人流・物流データベースを一部作成した。

平成 24 年度 実施計画

火山灰シミュレーションモデルについては，地上や空中の実降灰データとの比較を実施する。人流・物流影響評価モデルについても，数時間～数日を対象としたモデルを構築する。これらを統合することで，浮遊火山灰を対象とした火山リスク評価モデルを構築し，大規模火山噴火を対象にその適用を試みる。また，衛星や新型レーザーの利用などがこの種のリスク評価モデルにどのように影響を及ぼすかについても分析を行う。得られた結果をもとに，火山灰汚染域における飛行制限に関する考察，パイロットの緊急対応の方法，空港や代替輸送システムの在り方について計画論的な考察を行う。

一般共同研究 中間報告（課題番号：23G-03）

課題名：「満点計画による学習プログラム」の時間的・空間的拡大のための学習コンポーネント開発

研究代表者：城下 英行

所属機関名：関西大学社会安全学部

所内担当者名：矢守 克也

研究期間：平成 23 年 4 月 1 日 ～ 平成 25 年 3 月 31 日

研究場所：京都府京丹波町，鳥取県日野町，大阪府高槻市（阿武山観測所，関西大学社会安全学部）

共同研究参加者数：8 名（所外 3 名，所内 5 名）

- ・大学院生の参加状況：8 名（修士 4 名，博士 4 名）（内数）

平成 23 年度 実施状況

本研究の内容は、「満点地震計既設地域における新学習コンポーネント開発」並びに「阿武山観測所を活用した防災学習機会の提供」に大別できる。

前者の取り組みとして、満点計画協力校の児童に阿武山観測所訪問の校外学習プログラムを提供した。この校外学習の目的は、満点計画が地震研究の過去の蓄積の上に成り立っている最先端かつ本物の防災研究の 1 つであることを学んでもらい、普段、お世話をしている地震計が地震研究、防災研究にとって重要な 1 点であることを再認識してもらうところにある。

また、後者の取り組みとしては、阿武山観測所の活動に関心がある地域住民等を対象として阿武山クラブ（仮称）の結成を目指した。阿武山クラブの目標は、観測所を「自分の観測所」にしてもらうことである。日常生活から切り離され、専門家のものだけになってしまった感のある防災活動を再び日常生活の一部として埋め込むためには、本物の防災活動に継続的に関与する機会が必要である。平成 23 年度は、その第一段階として、4 回のオープンラボを開催し、主に地域住民を対象に阿武山観測所の取り組みを知ってもらうための活動をおこなった。

平成 24 年度 実施計画

平成 24 年度も、引き続き 2 つのテーマに取り組む予定である。

阿武山観測所関連では、引き続き、阿武山クラブの結成を目指し、ボランティアガイド養成講座を 2 回、開催する予定である。ボランティアガイド養成講座は、2 日間に渡るもので、阿武山観測所の歴史をはじめ、地震観測や地震計などについて、幅広く学習する機会を提供する。早ければ、今年度下半期からは、毎月の観測所見学会をボランティアガイドによって担ってもらいたいと考えている。

満点計画に関する学習コンポーネント開発関連では、これまでに開発してきた学習コンポーネントを整理し、1 年間のプログラム群としての統合を目指す。また、これまで、学習者が学習の過程を記録する方法がなかったので、各学習コンポーネント用のワークシートを作成する。特に小学校の児童を対象としたプログラムでは、これらのワークシートや各種資料をまとめられるような満点学習ファイルを作成し、配布する。

一般共同研究 中間報告（課題番号：23G-04）

課題名：地盤事故災害における法地盤工学の展望と提言

研究代表者：岩崎好規

所属機関名：一般財団法人地域地盤環境研究所

所内担当者名：飛田哲男

研究期間：平成23年4月1日～平成25年3月31日

研究場所：京都大学防災研究所他

共同研究参加者数：15名（所外14名，所内1名）

・大学院生の参加状況：0名

平成23年度 実施状況

平成23年7月14日～16日に大阪市・建設交流館において、国際地盤工学会（ICSMGE）と共催で、「International Symposium on Backward Problem in Geotechnical Engineering and Monitoring of Geo-Construction」を開催した。Cambridge大学のM/Bolton教授、Seoul National UniversityのMyoung-Mo Kim教授、中央大学の石原研而教授など国内外の専門家を集め、2日間にわたって24編の講演と、現場観測施工（Observational Method）の標準化に関するパネルディスカッションを行った。最終日は建設当初から層別沈下と過剰間隙水圧を計測しながら大水深海域で埋立工事を実施してきた、関西国際空港の現場見学会を実施し、現在も継続中の沈下と水圧の計測システムの視察、担当者との情報交換を行った。

平成24年1月13～14日に、京都大学防災研究所において、「地盤事故・災害における法地盤工学問題ワークショップ」を開催した。上町断層問題、活断層・判例・和解・事例・研究、活断層・地盤情報および現場観測工法の3つのセッションに17編の研究発表がなされた。研究課題の性質上、大学や研究機関の専門家に加え、法曹界から弁護士数名の参加を得て、有意義な議論が行われた。

平成24年度 実施計画

初年度の活動を通じ、以下のような成果を得た。

- ①現場観測工法が、地盤工事の安全な施工を確実にする可能性を有している。
- ②活断層などを含めた地盤情報の的確な把握とその活用も重要な課題である。ということが、地盤事故災害を防止するための重要な課題であることが判明した。

こうした成果を受け、平成24年度は、引き続いて、最近大阪市内で発生した軟弱地盤土留め事故（たとえば、阪神高速西淀川線）や、岡山県水島でのシールド工事の事故の経緯を地盤観測工法の観点から議論し、現場観測工法の標準化が可能か、あるいは、施工原理としての有効応力あるいは全応力に基づく施工法比較、大阪域における上町断層上の開発に対する紛争事例や、地盤情報の地盤災害に対応する利活用の重要性に関するワークショップを実施し、地盤災害における法地盤の有効な手立てについて考察する。

さらに、2013年1月10-12日 国際地盤工学会TC302(Forensic Geotechnical Engineering)主催の国際法地盤工学セミナー(Fourth International Seminar On FORENSIC GEOTECHNICAL ENGINEERING (Date: January, 10-12, 2013 | Venue: Bengaluru, Ind))に参加して、本研究会で得られた議論の結果を公表し、国際的な流れも総括して、今後の地盤災害における法地盤工学の展望を図る。

一般共同研究 中間報告（課題番号：23G-05）

課題名：焼岳火山の噴火対策に関する砂防・火山・地震観測研究の連携

研究代表者：水山 高久

所属機関名：京都大学大学院農学研究科

所内担当者名：堤大三，大見土朗

研究期間：平成 23 年 4 月 1 日 ～ 平成 25 年 3 月 31 日

研究場所：穂高砂防観測所，上宝観測所およびそれらの観測対象流域である足洗谷，
一重ヶ根公民館（講演会）

共同研究参加者数：10 名（所外 2 名，所内 8 名）

- ・大学院生の参加状況：4 名（修士 3 名，博士 1 名）（内数）
- ・大学院生の参加形態 [現地観測，実験，数値解析の実施・補助]

平成 23 年度 実施状況

本共同研究は、「観測網を使った情報システムの構築」，「焼岳火山防災のための情報システムの応用」，「地域住民を対象とした講演会」を実施することを目的としている。以下にそれぞれの項目に関する実施状況を示す。

1) 観測網を使った情報システムの構築

国土交通省神通川水系砂防事務所に協力を依頼し，同事務所が所有する光ファイバーケーブルを利用した穂高砂防と上宝地震の両観測所の通信経路を構築した。また，地震観測データとの参照実験のために，国土交通省所有の赤外熱映像等，焼岳関連の映像データを地震観測所に共有化するシステムを構築した。

2) 焼岳火山防災のための情報システムの応用

噴火に伴う融雪型泥流の発生プロセスの解明のための現地実験を実施し，発生予測・避難への応用のための泥流挙動に関する数値解析モデルの開発を実施した。また，GIS 情報をベースとして利用し，足洗谷流域を対象とし，恒常的な土砂生産量の予測，土砂流出解析モデルの開発を実施した。さらに，足洗谷において，ハイドロフォンを用いた掃流砂量の定量的な観測を実施した。

3) 地域住民を対象とした講演会

H23 年 4 月 18 日に，高山市旧上宝地区の住民を対象として，東北地方太平洋沖地震に引き続いて発生した焼岳付近の群発地震に関する講演会を「飛騨山脈の地震活動について」と題して実施した。傍聴者は約 80 名であった。また，H24 年 3 月 15 日に，国土交通省神通砂防事務所と共同で近隣自治体の防災担当者や技術者，一般市民を対象とした講演会を行い，「高原川流域における豪雨による土砂災害軽減に関して」と題した講演を実施した。参加者は約 30 名であった。

平成 24 年度 実施計画

H23 年度に実施した内容をさらに完成させると同時に，以下に挙げる項目について，新たに実施する計画である。

- ・焼岳周辺に複数設置されている，大学，国土交通省神通川水系砂防事務所，松本砂防事務所，気象庁等，異なる機関所有の地震計に対して，最適な運用システムの検討を行い，各機関の連携を目指した情報交換，とりまとめを行う。
- ・上記システムで生産される，岐阜・長野両県の国交省砂防事務所，気象庁，および大学等の，各種データを統合的に処理・参照できる環境の構築を図る。
- ・噴火予知の高度化に資するため，現在入手可能な観測データの利用の高度化を図るための研究会を開催する。
- ・砂防施設に設置されている振動観測データの解析による，土石流や噴火後の火砕流等の発生状況のモニタリングの可能性に向けた分析を行う。
- ・噴火時に緊急対応として行うシャッター砂防堰堤の運用手法，堰堤への堆積土砂の除去計画等の砂防手法の検討を行う。

一般共同研究 中間報告（課題番号：23G-06）

課題名：地球化学的方法による沿岸堆積物中に記録された津波、洪水イベントの歴史的評価

研究代表者：山崎 秀夫

所属機関名：近畿大学

所内担当者名：平石 哲也

研究期間：平成 23 年 4 月 1 日 ～ 平成 25 年 3 月 31 日

研究場所：和歌山県田辺市田辺湾及び防災研究所白浜海象観測所

共同研究参加者数：6 名（所外 4 名，所内 2 名）

- ・大学院生の参加状況：2 名（修士 2 名）（内数）
- ・大学院生の参加形態 [堆積物試料の処理・化学分析の補助者として研究に参加]

平成 23 年度 実施状況

和歌山県田辺湾内之浦で採取したパイプロコア試料について、堆積年代の測定と化学成分の分析を行った。内之浦中部 V5 地点で採取したコア試料（長さ 398 cm）の場合、その堆積年代は堆積物表層から深さ 120 cm までは ^{210}Pb 法で測定し、120 cm 層の ^{210}Pb 堆積年代は 1820 年と推定された。このコアの ^{210}Pb 年代は堆積物中の ^{137}Cs グローバルフォールアウトのプロファイルとよく整合していた。一方、それ以深については、原子力機構東濃地科学センターのペレトロン年代測定装置によって ^{14}C 堆積年代を推定した。堆積年代は、それぞれ深さ 235 cm : $\text{AC}1275 \pm 125$ 年, 301 cm : $\text{AC}541 \pm 117$ 年, 393 cm : $\text{BC}98 \pm 103$ 年であった。堆積物中に残る歴史的な自然現象（津波や洪水）のイベント情報は含水率や堆積物を構成する化学成分の濃度変動として記録されていると考えられるので、蛍光 X 線分析法による多元素同時定量（21 元素）を行い、合わせて自然環境や人為的影響の変遷の影響を受けやすい水銀についても加熱気化-原子吸光法で定量した。その結果、台風 10 号（1982 年）、チリ地震・伊勢湾台風（1960・1959 年）、十津川大水害（1889 年）、安政地震（1854 年）、宝永地震（1707 年）、明応地震（1498 年）等の痕跡が含水率や鉄など主成分元素濃度の変動として堆積物中に記録されていることが明らかになった。

平成 24 年度 実施計画

平成 23 年度に分析を開始した V5 コアに引き続き、田辺湾内之浦の他の地点で採取されたコア試料についても分析を実施する。V5 コアの化学分析の結果からは、津波・洪水等の歴史イベントの痕跡は堆積物の主成分元素の濃度変動として、堆積物中に記録されている可能性が高いことが明らかになってきた。一方、重金属など微量成分は津波による深海性堆積物の搬入によって濃度変動が引き起こされる可能性が示唆された。以上のことから、平成 24 年度は引き続き堆積物試料の化学分析を行うと共に堆積物構成元素間の濃度相関を統計的に処理することで、歴史イベントの痕跡を検索する方法を検討する。また、V5 コアの分析結果からは、田辺湾ではサンゴの生息数が過去 2000 年間にわたって衰退し続けていることも明らかになってきた。堆積物中の Sr/Ca 比が時代の経過と共に減少を続けていることから、サンゴの骨格成分である炭酸カルシウム（海水に対して飽和している）に固溶体として共沈殿しているストロンチウム（海水に対して飽和していない）が徐々に溶脱していることも明らかになってきた。このような事実は、太平洋に面した田辺湾の環境変遷を歴史的に評価する上で重要である。以上の観点から、本研究をさらに推進する。

一般共同研究 中間報告（課題番号：23G-07）

課題名：2009年8月台湾小林村で台風Morakotにより発生した深層崩壊に伴う複合災害発生メカニズム

研究代表者：宮本 邦明

所属機関名：筑波大学生命環境系

所内担当者名：藤田 正治

研究期間：平成23年4月1日～平成25年3月31日

研究場所：宇治川オープンラボラトリー，穂高砂防観測所，台湾小林村，筑波大学，台湾国立成功大学

共同研究参加者数：6名（所外4名，所内2名）

・大学院生の参加状況：0名

平成23年度 実施状況

降雨の地下への浸透に伴う間隙水圧（中立応力）の鉛直プロファイルの時間的変化について理論的考察を行い，小林村で生じたタイプの深層崩壊を生じうる条件について考察した。

その結果，小林村で発生したタイプの深層崩壊には長時間・高降雨強度の雨が重要な条件であることが導かれた。また，降雨強度毎の降雨継続時間と崩壊規模に関連性があることが推定されるものの，その一方で降雨開始前の地下水深が重要なパラメーターであることが導かれた。

また，斜面勾配と降雨強度，継続時間は，崩壊後の土塊の流動性（運動のしやすさ）と堆積勾配，形状に影響することが示された。

平成24年度 実施計画

平成24年度は，平成23年度の検討成果に基づき，鉛直浸透実験を行い，鉛直浸透過程の中立応力の時間変化特性が理論と一致するかを確認する。また，小林村災害の詳細な現地調査を実施している台湾国立成功大学防災研究センターから研究者2名を招聘し，ワークショップを開催する。

一般共同研究 中間報告（課題番号：23G-08）

課題名：紛争後社会における防災機能復興プロジェクト：東ティモールを事例として(Development Aid Projects for Rehabilitation of Disaster Prevention Mechanisms in Post-Conflict Societies: Case of East Timor)

研究代表者：中山 幹康

所属機関名：東京大学大学院・新領域創成科学研究科

所内担当者名：山敷 庸亮

研究期間：平成23年4月1日～平成23年3月31日

研究場所：東ティモール民主共和国（首都・ディリおよび周辺地域）

共同研究参加者数：11名（所外10名，所内1名）

- ・大学院生の参加状況：5名（修士4名，博士1名）（内数）
- ・大学院生の参加形態 [現地調査の実施およびワークショップに参加]

平成23年度 実施状況

戦争や内乱などの紛争が終結した直後の「紛争後社会」は、干ばつ、洪水、地滑り、風食、作物の病虫害などの災害に対して脆弱である。これは、防災機能の多くが紛争により破壊されるためであり、防災機能の復興は「紛争後社会」における最重要課題の一つである。本研究では、紛争後社会である東ティモール（東ティモール民主共和国）における防災機能の観点からの課題として、制度的枠組、土地所有権、飲料水供給、流域管理を取り上げる。平成23年度においては、各課題に関して、文献調査、国内での関係者からのヒアリング、現地での踏査とヒアリングを実施し、問題の所在を特定すると共に、その解決に向けた政策提言の内容について検討を行った。また、2011年10月26日には東京で International Seminar “Natural Resources Management, Infrastructure Development and Disaster Prevention in Timor-Leste as Post-Conflict Society”を、東ティモール国立大学の研究者を交えて開催し、問題への理解を深めると共に、問題解決への提言に関する討議を行った。

平成24年度 実施計画

平成24年度においては、前年度で特定された問題の所在への理解を更に深め、問題の解決に向けた適切な政策提言を行う。その為に、文献調査と国内での関係者からのヒアリングを更に進めると共に、本年度も現地での踏査とヒアリングを実施する。前年度で課題として特定された、制度的枠組、土地所有権、飲料水供給、流域管理を、本年度に於いて取り組むべき基本的な課題とするが、必要に応じて、課題の組み替えも行う。研究の成果を学術論文として投稿することに加えて、その成果を広く発信するためのセミナーを開催する。

一般共同研究 中間報告（課題番号：23G-09）

課題名：内陸地殻内地震に対する免震建物の倒壊抑止設計法の構築

研究代表者：林 康裕

所属機関名：内陸地殻内地震に対する免震建物の倒壊抑止設計法の構築

所内担当者名：中島 正愛

研究期間：平成 23 年 4 月 1 日 ～ 平成 25 年 3 月 31 日

研究場所：京都大学桂キャンパス・防災研究所

共同研究参加者数：13 名 (所外 12 名, 所内 1 名)

- ・大学院生の参加状況：6 名 (修士 4 名, 博士 1 名) (内数)
- ・大学院生の参加形態 [解析補助, 論文投稿・発表, 打合せ参加]

平成 23 年度 実施状況

2009 年度に実施した、実免震建物の擁壁衝突実験のシミュレーション解析を行い、擁壁および背後地盤の抵抗特性の評価、衝突時に生じる上部構造の最大加速度や最大応答変形、免震層の最大応答変形を高精度で予測可能な解析モデルのモデル化手法の検討を行った。その際、衝突時に生ずるロッキング変形を考慮することが、建物応答や免震ゴムの引き抜き力を推定する上で重要であることを示した。

次に、擁壁衝突時の挙動評価に関して、免震建物の設計実態を把握することを目的として、アンケート調査を行った。アンケート調査においては、関西の建設会社や設計事務所の協力を得て実施し、免震建物の用途や規模などはもちろん、免震装置の変形限界、免震建物・擁壁間のクリアランス、擁壁の寸法や背筋、擁壁との衝突位置などについて整理を行った。

内陸地殻内地震における予測地震動のような、パルス性地震動に対して、建物規模、免震建物・擁壁間のクリアランスや地震動特性（パルスの周期や振幅）をパラメータとした地震応答解析を実施した。これにより、免震建物の擁壁への衝突が生ずる場合の条件、並びに衝突が上部構造の応答に及ぼす影響を定量的に明らかとした。

平成 24 年度 実施計画

主たる検討項目は、下記の 2 項目とする。

- 免震建物の擁壁衝突時の上部構造と免震装置に生ずる変形量を、擁壁への衝突を考慮しない解析から簡易に予測するための、実用的な設計法を構築する。
- 予測された免震層の応答変形が過大となり、積層ゴムの破断が予測される場合に備えたフェール・セーフ機構を提案するとともに、設計法を構築する。

実用的な設計法の構築においては、まず、擁壁衝突時に免震建物に作用する擁壁とその背後地盤による水平抵抗力の簡易評価法構築を目指して、その復元力特性（初期剛性、骨格曲線、履歴則）の設定方法を提案する。次に、衝突前後のエネルギー一定則、あるいは、パルス波入力時におけるはりの応答理論解を利用した方法などにより、衝突後における上部構造の最大応答変形を簡略的に予測可能な方法論の構築を行う。最後に、積層ゴムの破断時に作動するフェール・セーフ機構の提案と、機構に要求される鉛直支持性能の評価式の提案を目指す。

一般共同研究 中間報告（課題番号：23G-10）

課題名： 地震ならびに洪水を想定した災害発生時の交通管理と避難計画に関する研究

研究代表者：倉内文孝

所属機関名：岐阜大学

所内担当者名：畑山満則

研究期間：平成 23 年 4 月 1 日 ～ 平成 25 年 3 月 31 日

研究場所： 京都大学防災研究所

共同研究参加者数： 6 名 (所外 5 名, 所内 1 名)

- ・大学院生の参加状況：1 名（修士 1 名, 博士 0 名）（内数）
- ・大学院生の参加形態 [文献調査補助, 研究会参加]

平成 23 年度 実施状況

平成 23 年度には、特に洪水災害発生時の避難計画を対象とした検討を進めた。研究期間内に 4 回の研究会を開催し、各研究分担者からの話題提供や研究進捗状況に関する討論を繰り返すことで、内水災害を対象とした徒歩および車での避難を想定した最適避難計画モデルの構築を行った。仮想道路ネットワークにおける適用計算によりモデルの挙動を確認した上で、内水災害の危険にさらされている岐阜市日置江地区の道路ネットワークにモデルを適用し、その有用性を確認している。さらに、異なる条件下での計算を実施するために、平成 24 年 3 月に台湾・成功大学を訪問し研究内容を発表すると共に、共同研究としてデータの借用を依頼している。平成 24 年度に台南市を対象とした適用計算を実施する予定である。また、平成 23 年度の研究成果は、平成 24 年 8 月に熊本にて開催予定の「災害マネジメントに関する国際会議 2012 (IIIRR2012)」および同年 9 月に北京にて開催予定の「総合災害リスクマネジメント第 3 回国際会議 (IDRiM2012)」にて公表する予定である。

平成 24 年度 実施計画

平成 24 年度においては、平成 23 年度に構築した洪水災害を対象とした最適避難計画モデルの改良と異なる地域への適用をすすめるとともに、地震災害を対象とした災害発生後の交通管理に関して検討を進めていく。昨年度と同様に、定期的に研究会を開催し、研究分担者とのディスカッションを通じて災害発生後の交通管理に求められる機能、要件を明らかにし、適正な交通規制方法を考究する予定である。具体的には、災害発生前の事前計画としての緊急輸送路指定や避難路の設定方法、災害発生時の避難体制などに関して議論を深める。また、台湾を対象としたケーススタディについても、台湾の研究協力者と密に連絡を取りながらすすめていく。さらに、研究成果を国内外の関連学会にて積極的に公表する予定である。

一般共同研究中間報告（課題番号：23G-11）

課題名：大気中有害化学物質に対する曝露評価モデルの開発

研究代表者：小泉昭夫

所属機関名：京都大学大学院医学研究科

所内担当者名：石川裕彦

研究期間：平成23年4月1日～平成25年3月31日

研究場所：京都大学大学院医学研究科

共同研究参加者数：10名（所外9名，所内1名）

- ・大学院生の参加状況：2名（修士1名，博士1名）（内数）
- ・大学院生の参加形態 [試料の採取，処理，分析]

平成23年度 実施状況

経済統計，工業統計などを用いて，日本，中国，韓国における短鎖塩素化パラフィン（SCCPs）の大気への排出の強度と分布を推定した。推定した排出量をオンライン型大気輸送モデル WRF/Chem に入力し，大気中 SCCPs のシミュレーションを行った。対象領域として，東西 4500km，南北 3600km，水平解像度 90km の東アジア領域と，450km 四方，水平解像度 9km の関西領域を two-way nest により結合した。これにより，中国，韓国からの越境輸送を考慮しながら，関西地方を高解像度で再現することを可能にした。

平成20年10月北京，同12月釜山，平成23年1月から3月に関西4地点で採取した大気試料を分析して SCCPs の大気中濃度を測定したところ，関西においては常に $3\text{ng}/\text{m}^3$ ほどであり，地域による差が見られなかった。釜山市では関西より若干高い程度であったが，北京市では関西より2桁ほど高かった。モデルによる計算値と比較したところ，概ね良く一致しており，実測値に見られる特徴を再現できていた。一方，モデルに日本からの排出のみを与えたところ，実測値より2桁ほど小さくなり，また地域による明確な差が現れた。

平成23年1月に瀋陽，撫順において大気試料を採取して分析したところ，北京より1桁近く小さい値であった。さらに，平成23年6月から12月にかけて，医学研究科構内において大気試料の採取を継続的に行った。

平成24年度 実施計画

平成23年度における大気中 SCCPs 濃度の実測値とモデルによる計算値との比較では，中国から日本への大気による長距離輸送を強く示唆する結果となった。そこで平成24年度は，西日本および中国沿岸部を中心に大気試料の採取を行う。また，韓国の研究者から，現地の大気試料の提供を受ける。平成23年度に採取した試料とともに分析を行い，日本，中国，韓国における大気中 SCCPs 濃度の測定データを蓄積する。さらに組成に関する分析を行い，それぞれの国における組成の共通点と違いを明らかにする。

従来の知見によれば，大気への SCCPs 排出では金属加工油使用が卓越するはずであった。ところが平成23年度に明らかになった，北京，瀋陽，撫順における大気中濃度の明確な差は，中国においては従来の知見が適用できないことを示唆するものである。そこで大気への SCCPs 排出源に関する更なる検討を行い，大気モデルによる試算を繰り返して計算値との比較を行うことにより，推定排出量の精度の向上を目指す。さらに大気モデルにおいては，SCCPs の成分ごとに大気中での性状の違いを考慮し，組成の再現ができるように改良を行う。

平成23年度 施設・設備等利用状況

利用者氏名・所属機関名		施設、設備・装置・機器、資料
冢森 俊彦	京都大学大学院理学研究科	上宝観測所（蔵注観測室）で取得された磁場3成分データ
増田 覚	(株) ニュージェック 河川グループ	実験用敷地及び循環水槽
新井 宗之	名城大学工学部建設システム工学科	長さ約58m, 幅10cmの変勾配開水路
金山 壮一郎	徳島県庁 砂防防災課	徳島地すべり観測所
日浦 啓全	山地災害研究所	徳島地すべり観測所
兼子将敏	NHK 科学・環境番組部	実物大階段模型水路
岡橋 太郎	有限会社九州ヘルメット工業所	桜島火山の噴火写真 2点
岡橋 太郎	有限会社九州ヘルメット	霧島新燃岳写真3点
今宿 晋	京都大学工学研究科材料工学専攻	桜島の火山灰試料
古谷 元	新潟大学 災害・復興科学研究所	徳島地すべり観測所 宿泊施設
平石 哲也	京都大学防災研究所流域災害研究センター	管理棟 会議室
中川 康一	大坂市立大学大学院	磁気計器持ち込み（電位計および集録装置）
山内 吉美	(社) 京都市シルバー人材センター東部支部	宇治川オープンラボラトリー構内第2実験棟西側植栽周辺
戸田 圭一	京都大学防災研究所流域災害研究センター	実物大の階段模型とその下流の水平水路
米田 宏行	朝日放送株式会社	浸水自動車模型
榎本 賢也	京都大学総務部人事課育成掛	降雨流出実験装置, 実物大階段模型, 土石流実験水路, 浸水自動車模型, 地下空間浸水実験装置, ドア模型
大石 哲	神戸大学	宇治川オープンラボラトリー会議室, 流水階段, 浸水扉実験施設

長浦 茂康	徳島県農林水産部 林業飛躍局	徳島地すべり観測所
戸田 圭一	京都大学防災研究所 流域災害研究センター	実物大の階段模型とその下流の水平水路
中川 康一	大阪市立大学大学院	磁気計器補修（電位計および集録装置再設定）
柴田 暢士	NHK報道局 災害・気象センター	雨水流出実験装置
大倉 敬宏	京都大学理学研究科地球熱学研究施設 火山研究センター	スペクトルアナライザ
大倉 敬宏	京都大学理学研究科地球熱学研究施設 火山研究センター	長周期AD変換器SC-AD1217
高橋智幸	関西大学社会安全学部	造波装置を備えた開閉型移動床水路
東 良慶	防災研究所	循環式流砂実験水路（第1実験棟） 40cm幅基礎実験水路（第2実験棟）
渡部 弘明	（株）基礎建設コンサルタント	徳島地すべり観測所
永田 一人	国土交通省 四国地方整備局	徳島地すべり観測所
川中 長治	京都市山科消防団（山科消防署内）	①降雨体験（200ミリの）②流水階段歩行体験、 ③実物大ドア体験 ④地下街模型の雨水の流入状況等
戸田 圭一	京都大学防災研究所 流域災害研究センター	実物大の階段模型とその下流の水平水路
村山 保	京都市消防局	地下空間浸水実験装置，ドア模型，車両模型及び階段模型
杉原 信男	全京都建築労働組合宇治支部	降雨流出実験装置，実物大階段模型，地下空間浸水実験装置，ドア模型
前田 昭廣	姫路市姫路東消防団	降雨流出実験装置，実物大階段模型，地下空間浸水実験装置，ドア模型
中西文雄	京都市伏見消防署	・雨水流出実験装置 ・実物大階段模型 ・浸水体験実験装置（ドア模型）
前田 洋	読売テレビ報道局	実物大階段模型
石垣泰輔	関西大学 環境都市工学部	浸水車模型

寶 馨	第16回水シンポジウム2011inきょうと実行委員会	実物大階段模型, 雨水流出実験装置, 浸水体験実験装置 (ドア模型)
市川 衛	NHK福岡放送局	氾濫実験水路 (実物大階段模型・ドア模型)
村山 保	京都市消防局	雨水流出実験装置, 実物大階段模型, ドア模型
樺山 美喜子	KKB鹿児島放送	グラフ「桜島における長期的噴火準備過程」
阿久根 栄介	NHK鹿児島放送局	「煤書き記録」 1968年5月29日早朝に, 黒神で発生した群発地震の記録
榎本 賢也	京都大学総務部人事課育成掛	宇治川オープンラボラトリー施設見学
永井 貴士	南日本新聞社社会部	桜島を上空から撮った写真
東 良慶	京都大学防災研究所	管理棟会議室, 第4実験棟セミナー室, 流水階段模型, 浸水ドア模型 降雨体験装置
田伏裕美	NHK大阪放送局	斜面崩壊実験装置および堤防/天然ダム決壊実験装置
机 美鈴	朝日新聞社	実物大階段模型
飯野 正寛	シモレックス株式会社	データ変換装置 LS-7000XT 1台
植田茉莉子	共同通信社鹿児島支局	昭和火口の上空写真
祝迫 勝之	朝日新聞	2011年9月5日に火山活動研究センター井口正人准教授が撮影した桜島昭和火口の写真
宇津木 充	京都大学理学研究科地球熱学研究施設 火山研究センター	広帯域電場磁場観測装置 1台
能勢 貴之	鹿児島市議会事務局	1. 火山活動研究センターのホームページより (1)「2006年6月4日の桜島南岳東斜面の噴火について」に用いられている桜島地図 2. 提供資料より (1)「始良カルデラ周辺の地盤の上下変動」のグラフ (2)火山体構造探査装置のイメージ図及び配置図等 (3)地震計及び観測装置写真

能勢 貴之	鹿児島市議会事務局	1. 平成23年10月18日南日本新聞掲載の昭和火口内部の画像
石垣 泰輔	関西大学環境都市工学部	実物大の階段模型とその下流の水平水路
永井 貴士	南日本新聞社	9月5日に桜島上空から撮影された昭和火口の写真
漁野 紗希	朝日放送	実物大階段模型
平石 哲也	京都大学 防災研究所	多目的造波水路
江頭進治	(株) ニュージェック	高濃度流実験水路
中谷 加奈	京都大学大学院農学研究科森林科学専攻	土石流実験水路
田中 愛幸	東京大学地震研究所	B-1 地殻変動連続観測解析システム
巽 好幸	海洋研究開発機構	火山活動研究センター桜島火山観測所
東 良慶	京都大学防災研究所流域災害研究センター	流水階段模型(第一実験棟),多目的造波水路(第三実験棟)
戸田 圭一	京都大学防災研究所流域災害研究センター	実物大の階段模型とその下流の水平水路
近藤大地	大阪市立都島工業高等学校 都市工学科	降雨流出実験装置, 実物大階段模型, ドア模型
東 良慶	京都大学防災研究所流域災害研究センター	第4実験棟セミナー室,流水階段模型,浸水ドア模型,降雨体験装置
大石哲	神戸大学	宇治川オープンラボラトリー各棟
竹林洋史	京都大学防災研究所流域災害研究センター	降雨実験装置, 浸水ドア
泉 典洋	北海道大学工学研究院	雨水流出実験装置, 小規模斜面浸食水路
森本祐司	枚方寝屋川消防組合	降雨流出実験装置, 実物大階段模型, ドア模型, 地下空間浸水実験装置
村山 保	京都府立桃山高等学校	多目的造波水路, 実物大階段模型, 浸水体験実験装置, 雨水流出実験装置, 崩壊土石流実験水路
永田 和彦	気象庁総務部企画課国際室	屋外気象観測装置, ならびにデータ収集装置

中谷 栄	大阪市東淀川消防署	雨水流出実験装置, 実物大階段模型, ドア模型, 浸水車, 地下空間浸水実験装置
平井 伸博	京都大学大学院農学研究科国際交流室・広報室	降雨流出実験装置, 実物大階段模型, ドア模型
古川 竜太	産業技術総合研究所	噴煙映像の撮影のため, 敷地内の場所使用 (約2m四方)
福島 大輔	NPO法人桜島ミュージアム	「桜島の火山活動予測を考える上で必要なデータベース」の パワーポイントファイル
遠藤 徳孝	金沢大学理工学研究域	40cm幅基礎実験水路
江頭進治	(株) ニュージェック	高濃度流実験水路
山口 覚	大阪市立大学	広帯域電場磁場観測装置 (3式)
佐生 啓	向日市民生児童委員連絡協議会	宇治川オープンラボラトリー
畑 富男	茨木市民生委員児童委員協議会	宇治川オープンラボラトリー
植田茉莉子	共同通信社	桜島の降灰量データ
石垣 泰輔	関西大学環境都市工学部	実物大階段模型とその下流の水平水路
藤澤 賢太郎	宮崎放送 報道部	新燃岳と桜島の噴火についてのパワーポイント資料 桜島の噴火映像
茂木 透	北海道大学大学院理学研究院	桜島および霧島火山での空振データ 桜島(2009年4月9日, 2010年5月30日, 2011年4月4日, 8月11日, 12月1日)
渡部弘明	(株)基礎建設コンサルタント	徳島地すべり観測所
岩木 政己	名張市消防団	実物大階段模型, 浸水体験実験装置 (ドア模型), 豪雨体験実験装置他
清田 哲	朝日学生新聞社	桜島の火口の写真 (撮影: 井口正人准教授) 桜島昭和火口の爆発的噴火の写真 (撮影: 高山鉄朗技術職員)
新井重徳	日本経済新聞	実物大階段模型

飯沼 達夫	日本工営株式会社	徳島地すべり観測所
板垣 治	日本工営株式会社	徳島地すべり観測所
塩崎 一郎	鳥取大学大学院工学研究科	B-4 広帯域電場磁場観測装置 (2式)
向 偉栄	北京自動化制御設備研究所	伸縮計・水位計・土圧計・ひずみ計他
徐 鋭	地盤災害研究室	伸縮計・水位計・土圧計・ひずみ計他
孫 全華	北京自動化制御設備研究所	伸縮計・水位計・土圧計・ひずみ計他
張 馳	奥山ボーリング株式会社	伸縮計・水位計・土圧計・ひずみ計他
陳 俊	北京自動化制御設備研究所	伸縮計・水位計・土圧計・ひずみ計他
棚田 嘉博	第一工業大学	施設建物外の地面(40m), 木製机, パイプ椅子
用貝 敏郎	鹿児島地方気象台観測予報課	黒神分室
棚田 嘉博	第一工業大学	施設建物外の地面(40m), 木製机, パイプ椅子
森 信人	京都大学防災研究所気象水象災害研究部門	潮岬風力実験所の施設見学
菊池 妙子	城陽市久世校区社会福祉協議会	第1実験棟内 降雨流出装置, 実物大流水階段模型 第2実験棟内 浸水ドア模型
藤田 正治	京都大学防災研究所流域災害研究センター	第4実験棟セミナー室, 多目的造波水路, 雨水流出実験装置, 実物大階段模型, 土石流水路, ドア模型

京都大学防災研究所公開講座（第 22 回）

巨大災害にどう立ち向かうか

—想定とその限界—

2011 年 9 月 29 日（木）
キャンパスプラザ京都 5 階第 1 講義室

司 会：矢守 克也 教授
パネリスト：山田 真澄 助教
 安田 誠宏 助教
 橋本 学 教授
 川池 健司 准教授
 多々納裕一 教授

それぞれの先生にちょうだいした質問の中から 2 件ずつ選んでいただいて、手短かに回答していただいくことにしたいと思います。それで恐らく時間が少しだけ余るのではないかと思いますので、最後に Q&A をお聞きいただいた上で、さらにこの場でどうしてもこの先生にもう一つ質問したい、あるいは防災研全体にこういう質問があるというようなことがございましたらお受けしたいと思います。

<総合討論>

（矢守） 皆様、お疲れさまでした。最後のパートに移らせていただこうと思います。もう 20 分程度しかありませんけれども、総合討論のセッションを始めさせていただきます。時間もございませんので、既に皆様から事前にいただいたご質問をそれぞれの講師の方にお渡ししてあります。実にたくさんいただいておりまして、皆様のご関心が高いことを改めて認識しました。ご協力ありがとうございます。今年の残り時間はもちろんですが、来年以降にも活かしてまいりたいと思っております。

形式としましては、先生方に前方に出ていただいてという形ではなく、講義をいただいた順番に、本当は全部の質問にお答えしたいのですが、10 件以上ご質問をいただいている先生もいらっしゃると思います、全部カバーすることはとても時間的に無理ですので、

では、山田先生から短めに、ディスクジョッキー方式で、「こういう質問をお寄せいただきました。自分はこのふうにお答えします」という感じで、全部自分で進めていただきたいと思います。申し訳ありませんが私の方では何もみませんので、よろしくお願ひします。

（山田） まず最初に、「今回、最大の問題となった原発について、緊急地震速報ではどのように対策されましたか」という原発に関する質問をいただきました。緊急地震速報は、働いている人が避難するといった目的には使われていますけれども、原子炉を止めるという機能に関しては使われていません。原子力発電所の建屋の一番下の固いところに 3 台の地震計が設置されていて、全く同じ 3 台の地震計のうち 2 台が基準値を超えた場合、原子炉を止める制御棒が入るというシステムになっています。これまで地震で 10 回以上いる

いろな原発が止まっているのですけれども、これまでのところ、そのシステムで制御棒が入らなかったといった問題は発生しておらず、今回も含めて、基準値を超えた場合にはすべて原子炉は安全に止まっています。

次の質問は、「緊急地震速報は携帯電話などで受信されていますが、携帯電話のシステムダウン等の問題について、何かインフラ対策をされていますか」という質問をいただきました。携帯電話には、例えばメールなどが大量に送られると輻輳したりして遅れるといった問題がありますけれども、緊急地震速報に関してはメールのようなシステムは使っておらず、テレビやラジオの放送と同様、警報を放送するという形で、そのエリアにあるすべての携帯が受信できるようになっています。異なったシステムを使うことによって、輻輳の問題は発生しないようデザインされているわけです。

もう1件、「花折断層で地震が発生した場合、京都市民には緊急地震速報が役に立ちますか」という質問がありました。これは「役に立つ」というのをどういうふうにとらえるかによりますが、地震が発生する前に緊急地震速報が来るという意味にとらえれば、役に立ちません。恐らく直下型地震では、強い揺れが来た後に緊急地震速報が来ると思います。ただ、ここで役に立つということの定義が問題になって、地震が発生すると、皆さんどれくらいの揺れか知りたいと思いますよね。多分、緊急地震速報は、その揺れに関して実際の観測よりも早く皆さんに情報を伝えることができます。また、今の揺れがどれくらい継続するかといった情報も速報で提供することができますので、地震情報を早く伝えるという意味にとらえれば、たとえS波（主要動）の到達よりも遅く来たとしても、意味はあると考えています。

（矢守） ありがとうございます。ご質問が大変具体的なもので、山田先生からも具体的なお話をいただいたので、参考になったとお感じいただけた方も多い

かと思います。

ご質問いただいた方でお答えできていない方も何人もいらっしゃるのですけれども、ご容赦いただきたいと思います。先ほど申し上げましたとおり、お答えできなかった質問には、後日、京都大学防災研究所のホームページの方で可能な限りお答えしたいと思っておりますので、そちらの方も後でご参照いただければと思います。

それでは、あまり打ち合わせをせずにやっているものですからどうしようかと思っていたのですが、幸い準備ができたようですので、今度は安田先生、2問くらい選んでいただいていますよね。

（安田） 質問は大きく分けて三つ、四つありました。共振の話に興味を持っていただいた方が何名いらっしゃったのでその話と、GPS 波浪計を今後整備する計画はあるかという話、携帯電話の話は私からは答えられないのでスルーして、津波の高さの定義については、少し伝えたのですが伝わっていないようなので、もう一回おさらいしたいと思います。あと、避難するときに津波高、浸水高の情報をどう使うのか、避難経路をどうするかという質問をいただきましたのでその話をします。

それからもう一つ、これがメインだと思うのですが、3連動のM9が来た場合どうなるのかということに非常に興味を持たれています。私自身も興味を持っていて、その研究が今からの課題なのですが、「大阪の津波の想定は今は3m以下で、高潮防潮ラインより低いので大丈夫だということで整備が進んでいるけれども、それで本当に大丈夫なのか」というご心配。あと、「高槻枚方線まで浸水すると名誉教授の河田先生が情報として出したと報道されたが、それはそれは本当か」という話。また、「瀬戸内海は考えられていないのではないか」「西日本の日本海ではあまり津波が起きていないことだがそれについてどうか」「阪神の被害の予想について教えてほしい」ということで、ざっ

と数分でお答えしていきますので、分からなければまたホームページで読んでください。

まず、湾の長さや水深との関係式によって、それぞれの湾における津波の到達予測時刻を求めることができます。大船渡は大体38分、釜石は22分という値が出ていますが、これは沖に湾口防波堤と呼ばれる津波防波堤がない場合の話で、それを置けば対策ができていくということになります。

では、津波防波堤をどこに設置するかというと、1960年のチリ地震のときに大船渡で共振があって、チリ地震の周期が30~40分で大船渡のそれと近い。あと、明治三陸大津波や今回の津波も大体15分か20分ぐらいで、そういうものに釜石は一致しやすいといわれているわけですが、スーパーナウファス構想というものが打ち出されていて、構想なのでどこまで進むかわかりませんが、ぐるっと日本を囲むように設置する計画があります。あとは国土交通省がどれだけお金を注ぎ込むかで、スマトラ地震の前には室戸の試験的な1点しかなかったのですけれども、スマトラの後に非常に進み、今は足摺、尾鷲と入りまし、東北にも5~6点入っていますので、今後進むとは思いますが。

次に津波高については、天文潮からの高さや地盤の高さ、あとハザードマップの話が川池先生の方からありました。これは私も紹介しなければいけなかったのですが、ソフト対策の一つとして地盤からの高さ・深さでマップが作られています。内閣府が出した結果を基に、何分後に来るとか、そのときの水深はどうだ、だからどこに逃げなさい、今避難所に指定されているところでも赤くなっているところは危ないですよという情報は、地域の人には出るようになってはいます。一とおり、和歌山などでも出されたのですけれども、これも見直しがなされるだろうということで、見直されるとなるとまた作り直さなければいけませんし、それは参考にはなるけれども、もう少し先まで行くかもしれないと考えて避難経路などを考えなければいけません。

今回の例でも、宮城の南の山元町にある中浜小学校では、坂元中学校まで避難しろと言われていたのですが、1kmくらいあるのです。そのルートでは小学生の足では結構大変だということがありました。あるいは、三陸町の方の越喜来小学校では、いったんらせん階段を下りて、また坂を登って避難することになっていたのですが、階段ができて避難が楽になって、多くの子が三陸駅の北側まで行けたということもありました。

また、宮城県南三陸町の戸倉では、浸水域にある小学校を想定を超える津波が襲って、屋上まで浸かってしまいました。3階に避難するようになっていても、危ないということです。高台にある中学校は、1階は浸水しましたが2階、3階は大丈夫だったということで、どこまで逃げるかということと、どういう避難経路をとるかということは、ハザードマップと突き合わせて考えなければいけません。津波が来る方向を考えて危ない道を避けなければいけませんし、どこまで逃げればいいのかは、人間は水がひざくらいまでくると、流されて転んでしまいます。それは防災研究所にある水路の実験などでいろいろ検討されているので、成人、男女差ありますけれども、そういうものを参考に、やはり足が水に浸からないくらいのところまで逃げなければいけません。

それから、東南海、南海のM9の話については、今はM8.7で想定されています。それでこの式をお見せしたのですけれども、単純に言えば、マグニチュードが0.2増えると津波の大きさは2倍になります。すべりの大きさは地震断層の大きさが変われば大きくなりますけれども、もし同じだとすればすべりを2倍にすると、すべる量が2倍なので海面に影響する量、つまり津波は2倍という形で単純に計算できるわけです。そこから本当は電波計算をもう一度しなさいなければいけないのですけれども、非常に困ったことに、紀伊水道や鳴門海峡は狭いので、その水塊が全部入るかどうかわからない、入らないかもしれないというのが、今、防災研の方で研究し始めていて、少し分かりかけ

ている結果です。それを考えると、単純に大阪で2倍になるかは分かりません。これからもう少し突き詰めていかなければいけないところです。瀬戸内海に津波が来ることは分かっています。大分の方でも安政地震による津波で浸水した実績があるので、その辺の対策は講じられています。温度差はありますがそういう推測もされていますし、過去にもあったということで、考えていないわけではないということです。また、日本海についてもこれから検討していかなければいけないのではないかということで、今、金沢や鳥取という海岸工学の研究者がいるところの大学の先生が音頭をとって一緒にやろうという風潮になっています。

地震が起きる前に予想されていたシナリオでは、東北では火災など起きないだろうという声もあったのですが、やはり起きたということで、東北で起きたことがどこでもほぼ起こると思っていただければいいと思います。長くなってしまいましたが、以上です。

(矢守) 最新の研究、今まさに進んでいるところも含めて、お答えいただきました。ありがとうございます。本当はもっとゆっくりやっていただきたいのですが、時間もありますので、3番目に午後最初の講義をいただきました橋本先生から、幾つかお答えいただければと思います。

(橋本) それでは、私にいただいたご質問にお答えしたいと思います。

まず最初は、やはり東海、東南海、南海の3連動の話をご質問としていただきました。名古屋の古本先生や大河内大の岡村先生たちがいろいろな研究発表をされていて、「先ほど安田先生が示されたものよりも、もっと大きな地震が来るのではないか」というご質問です。答えはイエスだと思います。ただし、その確率は極めて小さいと思います。講義の中で少し申し上げましたが、今、政府の方でも検討を始めていて、地震調査研究推進本部と中央防災会議の専門委員会で、

M9以上の断層モデルを作ろうとしています。その委員会がもう既に始まっておりまして、私は両方の委員会に入っているのですけれども、次の委員会は今度の月曜日に東京で開かれます。

一つの考え方としては、南海トラフや日本海溝など、海溝が折れ曲がる所を越えて断層運動が次の海溝まで乗り移るかどうかがキーポイントになります。もう一つは、今回の東北沖地震のように、浅いところがどれだけすべるかです。先ほど安田先生が示された絵をご覧くださいと分かるように、M8.7で、実は浅いところはすべっていないのです。GPSを使っていろいろな研究がされているのですけれども、浅いところでどれだけひずみがたまっているかは見えていません。そこがキーポイントで、それを入れるとM9ぐらいになるという研究発表を、地震研究所の古村先生がされています。

従って、政府はM9を想定したモデルを出すことになっています。12月に中間報告を出す予定になっているのですが、私は、精度の高い予測をするためには海底のデータが必要だ、拙速は避けろと主張しているのですが、それは待てないと事務局から言われています。防災の先生方も「そんなことは言わんと、出すのが役目だ」というようなことをおっしゃられているので、これからどうなるか分かりませんが、議事録が毎回発表されます。ホームページ上でご覧になることができますので、事の経緯をご覧くださいればよろしいかと思います。いずれまたパブリックコメントの紹介などもあると思いますので、「乞うご期待」という言葉がいいのか分かりませんが、それもモニターしていただければと思います。

それから二つ目が、私も見ましたが「日本沈没」という映画がありました。映画の最後に、草薙剛が潜水艦に乗って爆薬を埋めに行き、爆発させてプレートのすべりを止めてしまうというシーンがあります。実はこのアイデアは、小松左京の原著にあったかどうか、僕は読んでいないので分かりませんが、その少し前に

アーサー・クラークという「2001年宇宙の旅」で有名なSFの作家が、カリフォルニアのサンアンドレアス断層を舞台に『M10』という小説を書いている、その中に出てくるのです。そのように、「人工的に地震を起こさせないようなことをする研究が進んでいますか」という質問があったのですが、実はあります。ただし、もう既にほとんどやられておりません。あったと言った方がいいです。

一つの方法は、断層帯に水を入れるのです。水を入れるとすべりやすくなるので、マグニチュードが8とか9になるまでに断層がすべってしまっ、エネルギーが小さい段階で放出されるので、マグニチュード5とか6で収めることができるだろうという研究がされたことはありますが、地球は連続体で複雑な物質ですので、そこで一つ止めたとしても、そのエネルギーはまたどこかに行くわけです。アーサー・クラークの小説は、そのタイトルどおり、結局最後にマグニチュード10の地震が起きるということで終わっています。ですから、個人的にはそういう研究はやめた方がいいと思っています。

最後にもう一つだけ、「地震の発生確率が今後30年以内という形で出されていますが、なぜ10年とか50年ではないのですか」という質問にお答えすると、安田先生のお話にもありましたが、計算はいくらでもできます。実際に10年確率、50年確率も計算されています。しかし、行政の政策的なサイクルを考えると30年で計算され、代表的な値として公表されているという経緯があります。原発の耐用年数を考えたわけではないのですが、建物の構造の耐用年数などを考えて、30年が代表的な数値として出されていると解釈していただければいいと思います。計算式も公開されていて、エクセルで簡単に計算できますので、興味のある方は試みられてはいかがでしょうか。以上です。

(矢守) ありがとうございます。17時までで予定させていただいておりましたが、会場自体は30分

延長してもいいといわれていますので、少しだけ延長させていただいて、せっかくだいたご質問にお答えいただこうと思います。ご予約がおりの方は、もちろんご遠慮なく退出していただければと思います。

では、あとお二人いらっしゃいまして、次は川池先生、よろしくお願いします。

(川池) まず一つ目のご質問は、「災害に対するソフト対策が進む中、その情報を地域住民に有効に伝える手段について、何か提案はありますか」というもので、非常に難しい質問ですが、大事な点だと思います。

情報を伝えるという点で、平常時の情報伝達と、いざ災害が起こったときの情報伝達の大きく二つに分けられるかと思っています。多々納先生のお話にもありましたが、平常時にはやはり防災教育といいますが、学校の場合だけでなく、子どもから大人まで防災に対する関心を持ってもらう取り組みが重要だと思いますし、今、行政の方でもいろいろな情報を持っていて、発信はされていると思いますので、「こういった情報を出しています」というようなことを平常時から伝えていく取り組みも必要なのではないかと思っています。一方、実際に災害が発生している最中には、携帯電話やインターネットといったメディアを駆使するなど、活用できるものは活用して情報を伝えていくべきだと思います。私はいつも、私どもの実験所の方に見学に来られる方に「携帯電話でここにアクセスしたら、リアルタイムで豪雨災害、豪雨の発生状況が分かるようになりますよ」というようなことを宣伝するようにしています。また、そういったメディアを使うのが難しいという方もやはりいらっしゃると思いますので、複数の手段で今迫っている危機を住民に伝えていくことも必要なのではないかと思っていますし、情報を受け取る側も、積極的にテレビ・ラジオをはじめとした媒体に情報を取りに行くことも重要ではないかと思っています。こうすれば有効だという決定的な提案をすることはなかなか難しいのですけれども、そういったことで回答とさせ

ていただきたいと思います。

次にもう一つ、「なぜオランダは高潮計画が 100% 達成できているのでしょうか。国に理解があるからでしょうか」というご質問をいただきました。もちろん国の理解、国民の理解があるということも大きいとは思いますが、オランダという国は地形的に守るべき命題がはっきりしているのだと思います。国土が低平地であるため、堤防で囲って何とか高潮や洪水による浸水から国民と国土を守るのだという命題がはっきりしているのです。国も国民も動きやすいと思いますし、堤防の整備という点でも、オランダでは整備する土地を確保しやすいという状況があると思います。

それに対して、日本では河川堤防を整備しようとしても、堤防の際まで住宅地が立地していて、堤防の幅や、堤防を下げて河道断面を確保しようとしても、なかなか難しいということがあります。また、日本は洪水だけでなく、高潮や地震、津波、土砂災害、火山災害、暴風雨といったあらゆる災害から国土を守っていかねばいけないため、河川堤防だけに予算を重点配分することが難しいということも関係しているかと思っています。

(矢守) ありがとうございます。それでは最後になります。講義されてからあまり時間がなくて大変かもしれませんが、時間がなくても計画がなくても対応すると講義でもお話しになっていましたので、何とかしていただけるものと思います。よろしく願いいたします。

(多々納) 名指していただいたものが一つ、どなたでもというものを二ついただいたので、三つあります。

まず一つ目が、「防災対策には費用がかかるが、どの程度の費用なら許容できるのか。100年に1度なのか、1000年に1度なのか。原発への対応は想定外、想定不適切、サボったのではないかと思われる」。最

後の方は私もほぼ同意見なのですが、要するに、費用に対して効果がどれだけあるかということで、どこまでやってもいいかが決まってくるわけで、今は言いませんでしたけれども、例えば原発などはものすごい被害が出ているわけです。単純に、20km 圏内にどのようなエリアがあって、そこにどのくらいの人が住んでいて、どのくらい保障を出せばよいかと少し考えてみていただくと、相当大きな金額が今回支出されざるを得ないことが分かります。

被害がいったん起きるとそれぐらいの支出があるということで、それがどのくらいの率で起きそうか、1000年に1度なのであれば、原発の場合は多分単純に、1000年に1度の対応に投資するだけの価値があるとなるはずだと思いますし、それ以外のところ、後背地にあまり家がないようなところは今もう平らになってしまっていて、そういったところで今から新たに 1000年に1度の堤防を作ることは、全く合理的ではありません。今あるものを有効活用するのが一番合理的なのだろうと思います。

次に、「震災による被害からの復旧・復興を進めるに当たり、都道府県レベルでプロセスのマニュアル等も作られています。復旧計画作成の遅れによって復旧・復興自体が遅々として進んでいないように思います。復興のアウトラインまで事前に行政サイドが策定する必要がありますか。関係者の利害関係を考えると、そこまで作るの難しいかもしれませんが」という質問ですが、これは実は非常に重要な点です。

後になって土地の調整をするのは大変なので、事前にやっておきましょうという話はたくさんあります。事前復興計画あるいは災害前復興、簡単に言えば将来のまちづくりを今考えましょうという話をしておくと、災害後の復興が早いという話がありまして、そういう議論は多分これから重要だと思います。

最後は、「減災には逃げるのが有効だといわれていますが、実際にはなかなか避難活動がなされません。地域の住民が避難する有効な方法があれば教えてください」

さい」という質問ですが、危ないと分かっていたら誰でも逃げます。真剣に自分のことだと思えば逃げると思いますが、今はそうだと思えないような状況にあるということでしょう。私にはそういうことは起きない、私は死ぬことはないと思っているわけです。例えば、「災害が起きたとき、あなたは5分後にどうしていますか」と質問をすると、大抵の人が「救命救助活動をしています」と答えて、「死んでいます」と書く人はあまりいないらしいのです。この話は目黒先生からお聞きしたのですが、実際に死ぬかもしれないと思えば逃げるかもしれません。

もう一つは、チリ沖津波のときに思ったのですが、公民館に逃げて、ただ寂しそうに寒いところでじっとしているのでは、逃げていても楽しくありません。逃げて楽しいとかと変なことを言うてはいけませんが、多分、文化を変えるということが大事なのです。「逃げて、ああ、津波は来なかったけど命が助かってよかったね」という文化になればいいんだよね」と話される方がたくさんおられます。ですが、ただそれだけだと多分難しいわけで、矢守先生のお友だちの近藤さんなどの話を聞いていると、避難をする、避難をしたらバーベキュー大会をしましょう。みんなでバーベキューをしてわあっと食べているうちに2時間、3時間、4時間くらいたって、津波が終わった所に帰ればいやと、私はイメージとしてはこんな感じかなと思うのです。「集まって、命も助かって、バーベキューもできてよかったね」と、ふざけて言うてはいけないのかもしれませんが、要するに避難をするということに積極的な意味を作るような工夫が要るのではないかと思うわけです。先ほどの、アイドルの方に呼びかけるというのと似ているかもしれませんが、そのようなものも今後は必要なのではないかと思ったりもします。

(矢守) 多々納先生ありがとうございました。

では、時間が超過しておりますので、これはという方、お一人だけにしたいと思いますが、講師の側から

の返答をお聞きいただいた上でさらにというご質問、あるいは全体を通して何かご質問がある方は、どうぞご遠慮なく挙手をいただければと思います。こちらの方に所長もスタンバイしておりますので、何か防災研全体に期待とか、お叱りとか、そういうようなことでも結構ですが、いかがでしょうか。特にございませんでしょうか。

では、大体ご質問もしていただけたかと思しますので、2点だけ事務的な連絡をさせていただいた上で、会を閉じたいと思います。

1点目は、ここでお答えできなかった質問について、ホームページでお答えするという話をしましたが、私の説明が不行き届きで申し訳ございません。お手元にアンケート用紙がございます。既にお書きいただいた方もいらっしゃるかもしれませんが、アンケートでお寄せいただいたご意見を、来年以降の改善につなげてまいりたいと思いますので、ぜひともご協力いただきたいと思っております。その用紙の裏面に、7番という項目と、その少し下に連絡先と書かれた欄があります。お読みいただければご理解いただけると思うのですが、ホームページに質問の内容とお答えを掲載してまいりたいと思っておりますが、それは自由に閲覧できるような形式になっているわけではなくて、ご希望のあった方にこちらから閲覧方法を案内するメールをお送りする形式になっています。ですから、質疑応答の内容を見たいという方は、7番のところをお読みいただいて、その下の連絡先の欄にご記入をお願いしたいと思います。また、それにかかわらず、お疲れだとは思いますがアンケートにご協力いただければと思います。

2点目は、本当に小さなことですが、毎年忘れ物等がございますので、身の回りにお気をつけいただくとともに、恐れ入りますが会場の都合上、ごみ等はご自身でお持ち帰りいただきたいと思っております。

本日は朝から多数ご参加いただきまして、誠にありがとうございます。防災研究所の公開講座は、毎年1回こういう形で続けておりまして、本年も多くのご参

加をいただき、盛り上げていただいたことに感謝したいと思います。最後になりますが、講義を担当しました5名の先生方、それからご質問を口頭、あるいは紙ベースでいただいて会を盛り上げてくださった皆様、

さらにはご参加いただいたすべての皆様に対する感謝の拍手でもって会を閉じたいと思います。本日は誠にありがとうございました（拍手）。

防災研究所職員配置表

所長：中島 正愛（23. 4. 1～25. 3. 31） 副所長：中川 一・橋本 学・堀 智晴

平成24年9月1日現在

研究グループ名・部門・センター名	教授	准教授	助教	事務・技術補佐員等	非常勤研究員等
総合防災研究グループ（グループ長：矢守 克也 24. 4. 1～25. 3. 31）					
社会防災研究部門 （部門長：多々納 裕一 24. 4. 1～25. 3. 31）					
都市空間安全制御	川瀬 博	松島 信一		矢野佐永子・伊藤 晴子(tw) 岡田 達司(tw) 家長 恵子	宝音 囃(r)・飛田 幸樹(0・A)・仲野 健一(0・A) 長嶋 史明(k)
都市防災計画		関口 春子	樋本 圭佑	米川 陽子・西村 真由美	木村 直子(k)・段 偉利(r)
防災技術政策	寶 馨	山敷 庸亮		山下 敦代・宮内 智子	Samaddar, Subhajyoti(k)
防災社会システム	多々納裕一◎	畑山 満則		工藤 由佳	玉置 哲也(r)
国際防災共同研究(客員)				横尾 真由美	
防災公共政策(寄附)	安田 成夫	梶谷 義雄			
港湾物流BCP(共同研究)	小野 憲司	赤倉 康寛			
附属巨大災害研究センター （センター長：矢守 克也 23. 4. 1～25. 3. 31）					
巨大災害過程	矢守 克也◎		鈴木 進吾	清水 豊子・大橋 由季 西村有希子・酒井 順子	石津 裕之(0・A) 孫 英英(r)・LEE, Fu-Hsing(r)・呉 麗慧(r)
災害情報システム	林 春男	牧 紀男		米田 香葉	宮本 匠(特)・永井 一弘(k) 小松 瑠実(0・A)・周 瑜(0・A)・陳 燁桜(0・A) 伍 傑濤(0・A)・村上 滋希(0・A) 小谷仁務(0・A)・和田 尚之(0・A) チョウ シウ(0・A)・角元 惠理歌(0・A)
災害リスクマネジメント		横松 宗太			
歴史災害史料解析(客員)	吉越 昭久☆	山崎 栄一☆			
地域災害(客員)	渥美 公秀☆	畑田 朋彦☆			
情報ネットワーク(客員)	OLSHANSKY, Robert Bruce☆※				
地震・火山研究グループ（グループ長：Mori, James Jiro 24. 4. 1～25. 3. 31）					
地震災害研究部門 （部門長：岩田 知孝 24. 4. 1～25. 3. 31）					
強震動	岩田 知孝◎	松波 孝治	浅野 公之	浅野 幸	久保 久彦(r)・佐藤佳世子(0・A)
耐震基礎	澤田 純男	高橋 良和	後藤 浩之	岡本 彩子(s)	田中 伸明(0・A)・西村 俊亮(0・A) 河村 雄一(0・A)・稲谷 昌之(0・A) 後藤 源太(0・A)・佐々木 義志(0・A) 松倉 敏寛(0・A)
構造物震害	田中 仁史	田村 修次		荒木 紀子	
地震防災研究部門 （部門長：Mori, James Jiro 24. 4. 1～25. 3. 31）					
耐震機構	中島 正愛		倉田 真宏	蒲生 千里・塩野 敬子	野澤 貴(特)・TANG, Zhenyun(k)
地震テクトニクス	大志万直人		吉村 令慧	大石 温子	比嘉 哲也(r)
地震発生機構	MORI, James Jiro◎	大見 士朗	山田 真澄	松島 正美・和田 博夫(t)(上)	
附属地震予知研究センター （センター長：飯尾 能久 23. 4. 1～25. 3. 31）					
地殻活動	澁谷 拓郎	遠田 晋次	徐 培亮 高田陽一郎(上)	中島 智子(t)	阪口 光(g)(阿)
海溝型地震	橋本 学		福島 洋	坪内 まどか	畑 真紀(0・A)
内陸地震	飯尾 能久◎(阿)	深畑 幸俊		秋月 美佳・大川 愛(tw)	千葉 慶太(0・A)
地震予知情報	矢守 克也(兼)(阿)		加納 靖之	平尾由美香(tw)・森山富士子(tw)	
	西上 欽也		寺石 真弘(宮)	中尾愛子(鳥)・三和佐知栄	
地球計測		宮澤 理稔	森井 互	細 善信(t)	
リアルタイム総合観測		片尾 浩	山崎 健一(宮)	年見 文子(宮)	
地球物性(客員)	岩森 光☆				
附属火山活動研究センター （センター長：井口 正人 24. 4. 1～26. 3. 31）					
火山噴火予知	井口 正人◎		味喜 大介 山本 圭吾 為栗 健	島木亜矢子(t) 杉本 成美(t) 安藤 あゆみ(t) 宇治野 初美	三反田めぐみ(g)
地盤研究グループ（グループ長：千木良 雅弘 24. 4. 1～25. 3. 31）					
地盤災害研究部門 （部門長：千木良 雅弘 24. 4. 1～25. 3. 31）					
地盤防災解析	井合 進		飛田 哲男	湯山 和香	田 炳坤(r)
山地災害環境	千木良雅弘◎	松四 雄騎	齊藤 隆志	北村 和子	中野 真帆(0・A)・樋口 衡平(r)・鄒 青穎(r)
傾斜地保全	松浦 純生	寺嶋 智巳		藤野 由佳	
附属斜面災害研究センター （センター長：釜井 俊孝 23. 4. 1～25. 3. 31）					
地すべりダイナミクス	釜井 俊孝◎	福岡 浩		小関 旬子	
地すべり計測		末峯 章(徳地)	王 功輝	小野田富子(徳地)	向井 道文(g)

研究グループ名・部門・センター名	教授	准教授	助教	事務・技術補佐員等	非常勤研究員等
大気・水研究グループ (グループ長：藤田 正治 24.4.1~25.3.31)					
気象・水象災害研究部門 (部門長：間瀬 肇 24.4.1~25.3.31)					
災害気候 暴風雨・気象環境	向川 均 石川 裕彦	榎本 剛 竹見 哲也	井口 敬雄 堀口 光章	中村 貞代・西出 依子 戸田 嘉子	MA, Weiqiang (k)・新添 多聞 (k) 鵜沼 昂 (r)
耐風構造 沿岸災害 水文気象災害	丸山 敬 間瀬 肇◎ 中北 英一	森 信人 城戸 由能	安田 誠宏 山口 弘誠 (特)	登阪 美穂 才寺 香織 辻まゆみ・平沢 美登里	二宮 順一 (r) Apip (特)・YU, Wansik (r) YOON, Seong-Sim (特)・澁谷 容子 (特)
附属流域災害研究センター (センター長：藤田 正治 23.4.1~25.3.31)					
流砂災害	藤田 正治◎ (宇)	竹林 洋史 (宇)	宮田 秀介 (穂)	天野 純子 (宇)	陳 振宇 (r) ALY EL-DIEN, Ahmed Abd Elh ameed Mohamed (r)
都市耐水 河川防災システム 沿岸域土砂環境 流域圏観測	戸田 圭一 中川 一 (宇) 平石 哲也 (宇)	米山 望 川池 健司 (宇) 林 泰一 堤 大三 (穂) 馬場 康之 (白)	張 浩 (宇) 東 良慶 (宇)	森 美穂 杉村 夏世 (宇)・氷室 智子 松本 友理 (宇) 三浦 晴美	水谷 英朗 (k) GHAZANFARI HASHEMI, Samane (r)・内山 清 (k) 河内 啓 (g) (潮) 池田 葉穂 (k)・小石 和成 (k)
附属水資源環境研究センター (センター長：角 哲也 23.11.12~25.3.31)					
地球水動態 地域水環境システム 社会・生態環境	堀 智晴 角 哲也◎	田中 賢治 竹門 康弘	野原 大督 浜口 俊雄	河崎 千里 成定麻彩子 茨木 純子・肥塚 香 戸田 輝美 (t)・建部 京子 (t) 藤井かおり (t)・坂口 翠 (t)	小林 草平 (k)・崔 美景 (r) MESHKATI S., Mohammad (r)
水資源分布評価・解析 (客員) 水環境システム (寄附)	風間 聡☆ 鈴木 靖	齊藤 修☆ 佐藤 嘉展	道広 有理	田伏 久美子	中田 淳子 (特)
研究企画推進室	橋本 学室長 (兼) 川瀬 博教授 (兼)・多々納裕一教授 (兼)・安田 成夫教授 (兼)・田村 修次准教授 (兼)・寺嶋 智巳准教授 (兼) 田中 賢治准教授 (兼) 真田 泰生子 (tw)				
広報出版企画室	マネージャー：大山 達夫 (◇) 21.4.1~26.3.31				
室 員	松浦 秀起 (技術職員 兼)		東 佑香	竹内 ふき (g)	
技 術 室	技 術 職 員				非常勤研究員等
室 長	高橋 秀典				蟹口 和枝 (g)
情報技術グループ	高橋 秀典				
実験技術グループ	辰巳 賢一・松浦 秀起・澤田麻沙代 (育休)・藤木 繁男*				
機器開発技術グループ	高橋 秀典 (兼) 富阪 和秀・山崎 友也・加茂 正人・多田 光宏・川崎 慎吾・清水 博樹*・吉田 義則 (宇)*・藤原 清司 (宇)* 三浦 勉				
観測技術グループ	坂 靖範・西村 和浩・米田 格 (阿) 高橋 秀典 (兼) 園田 忠臣 (桜)・久保 輝広 (白)・市田兎太郎 (穂)・小松信太郎 (宮)・濱田 勇輝 (上) 近藤 和男 (徳)*・中尾 節郎 (鳥)*・高山 鐵朗 (桜)*・市川 信夫 (桜)*・志田 正雄 (穂)*				

◎…部門長, センター長 ☆…客員教員 ※…外国人研究員 (特) 特定教員・研究員 ◇ 特定職員 (k)…非常勤研究員 (s)…教務補佐員 (g)…研究支援推進員
(t)…技術補佐員 (r)…リサーチ・アシスタント (O・A)…オフィス・アシスタント (ta)…ティーチング・アシスタント *…再雇用職 (tw)…派遣社員
(u)…宇治勤務 (宇)…宇治川水理実験所 (潮)…潮岬風力実験所 (白)…白浜海象観測所 (穂)…穂高砂防観測所 (徳地)…徳島地すべり観測所
(大)…大渦波浪観測所 (上)…上宝観測所 (北)…北陸観測所 (阿)…阿武山観測所 (鳥)…鳥取観測所
(徳)…徳島観測所 (屯)…屯鶴峯観測所 (宮)…宮崎観測所 (桜)…桜島火山観測所 (休)…休職 (育休)…育児休業

常 勤 職 員 107				客員教員・研究 7			120														
89			一般職(一) 18	教授	准教授	外国人研究員	教授	准教授	助教	研究員	職員	再雇用職員	教務補佐員	事務補佐員	技術補佐員	非常勤研究員	研究支援推進員	T・A	O・A	R・A	派遣員
教授	准教授	助教	技術職員																		
31	30	28	18	4	3	0	3	3	2	7	1	9	1	49	10	12	6	0	17	19	6

防災研究所年報CDのご使用にあたってご留意頂きたいこと

年報CDには各論文のフルカラーPDFが収められており、ユーザーによるプリンタへの印刷は自由です。なお、著作権は各著者に属しますので、転載等をされる場合は著者に許可を得てください。各PDFファイルは京都大学防災研究所のWEBサイト(<http://www.dpri.kyoto-u.ac.jp>)においても公開しており、いつでも検索およびダウンロードすることができます。

なお、年報所収の論文を引用頂く際には、年報A、Bの種別、巻、号、ページ番号等を引用くださいますようお願いいたします。

広報出版専門委員会・委員長 澁谷 拓郎

平成24年9月30日 発行

編集者	京都大学防災研究所
発行者	
制作者	村田博宣
制作所	創文堂印刷株式会社
	福井市問屋町1-7
	電話(0776)22-1313

