

巨大災害研究の現状と展望 (8)

Present and Future Research in Disaster Reduction Systems (8)

畑山満則・矢守克也・Ana Maria CRUZ・土佐尚子⁽¹⁾・
廣井慧・中野元太⁽¹⁾・杉山高志⁽²⁾・岡田夏美⁽¹⁾・
Miranda DANDOULAKI⁽³⁾・James D. GOLTZ⁽⁴⁾

Michinori HATAYAMA, Katsuya YAMORI, Ana Maria CRUZ,
Naoko TOSA⁽¹⁾, Kei HIROI, Genta NAKANO⁽¹⁾,
Takashi SUGIYAMA⁽²⁾, Natsumi OKADA⁽¹⁾,
Miranda DANDOULAKI⁽³⁾ and James D. GOLTZ⁽⁴⁾

(1) 京都大学防災研究所巨大災害研究センター

(2) 九州大学大学院人間環境学研究院

(3) ギリシャアテネハロコピオ大学地理学科

(4) 米国コロラド大学ボルダー校行動科学研究所自然災害センター

(1) Disaster Prevention Research Institute, Kyoto University, Japan

(2) Graduate School of Human-Environment Studies, Kyushu University, Japan

(3) Department of Geography, Horokopion University of Athens, Greece

(4) Natural Hazards Center, Institute of Behavioral Science, University of Colorado Boulder, USA

Synopsis

The objective of this paper is to summarize the research activities of the Research Center for Disaster Reduction Systems (DRS), DPRI. The activities include research seminars inviting guest speakers from various fields such as disaster risk manager of the public sector, researchers, education sector and mass-media. Camping involving academic staffs as well as students is also a highlight of our activities. Research projects funded by the government as well as outside funding bodies are introduced.

キーワード: 防災・減災研究, Natech

Keywords: Disaster Prevention/Risk Reduction Research, Natech

1. Introduction: Natechs, are they a problem?

Natechs refer to natural hazard-triggered technological accidents (Cruz 2003, Murray 2023). Increased population in highly urbanized industrial areas subject to natural hazards has increased exposure to potential Natech events. According to a recent study, published in Nature, the authors found that the world population exposed to

tropical cyclones increased from 408 million to 792 million people annually over the period 2002 to 2019 (Jing et al. 2024). The authors note that the highest increase is in Asia, although Europe and other areas have seen increased exposure as well. This increase in tropical cyclone exposure has been accompanied by global increases in chemicals production (Statista 2024), with the highest growth expected in China (BASF 2023).

Recent work by Luo et al. (2020, 2024), found that

the incidence of Natech events is also increasing. The authors found an increase in the number of Natech events over the period from 1990 – 2017 (Luo et al. 2020), and further analysis up to 2023 showed a similar trend (Luo et al. 2024). In particular, tropical cyclone related Natechs have had the largest increase.

Industrial installations and other infra-structure that handle hazardous materials may be affected by more intense or prolonged tropical storms due to climate change (Mudd et al. 2014a, b; Ting et al. 2019). Understanding the probability of future Natech events due to tropical cyclones is crucial for Natech risk assessment and risk reduction. Luo (2023) developed a methodology to estimate the empirical probability of tropical cyclone related Natech (TSNatech) events using chemical accident data from the United States National Response Center (NRC) database, and climate data from the Scenario Model Intercomparison Project (ScenarioMIP), using wind energy as a proxy. ScenarioMIP data were simulated under different Shared Social-economic Pathways (SSP) scenarios, developed in the 6th version of the Coupled Model Intercomparison Project (CMIP 6) at a regional scale. Based on the proposed methodology, TSNatech probabilities were forecasted for the period 2021–2100, using the ScenarioMIP data. The study results showed weak changes in TSNatech probabilities for 2021–2100, although, compared to TSNatech probabilities for 1990–2017, TSNatech event occurrence probabilities increased significantly around the Gulf of Mexico, and along the United States east coast. Moreover, in a warming climate, the counts of extreme TSNatech probability could increase, and the clustered TSNatech event occurrences could also become more serious. Although we were able to conclude that the TSNatech occurrence probabilities change with different trends / pathways under different future climate scenarios the mechanism of how the elements in these scenarios affect the changes in TSNatech probability have remained unclear—making this a very important future research direction. Most importantly, the work demonstrates that Natech incidence in areas subject to tropical cyclones is likely to increase, and that this increase coupled with higher population density and increased exposure of chemical installations due to the forecasted growth of the chemical sector, may lead to increased risk.

Governments, industry, researchers, and other stakeholders will need to make efforts to better document the impacts of climate change on chemical industry, strengthen risk treatment and risk reduction measures

considering those potential impacts, and build in flexible and adaptive systems based on concepts of resilience engineering. Furthermore, efforts could be supported through Natech education programs to help raise awareness concerning Natech risk. A better understanding of Natech risks can contribute to promoting more resilient industries (Cruz and Suarez-Paba, 2019).

2. 総合防災セミナー

巨大災害研究センターでは、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「DRS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。2023年度は下記の通り21回のセミナーを開催した。多くのセミナーをハイブリッド開催とし、総合防災グループの教員や客員教員、総合防災グループ研究室の訪問者らが講演し、防災研究所教員・学生および学外の研究者らの参加によって活発な議論が行われた。各回20名から30名が参加した。以下がセミナー一覧である。調整時期の都合により、開催日程が一部前後している。

【第70回総合防災セミナー】

日時：4月7日（金）15時00分～16時30分

場所：連携研究棟301／オンライン

言語：英語

講演者：Pierre-Yves Bard (ISterre, Institute of Earth Sciences, University Grenoble-Alpes, Grenoble, France, Visiting Professor of the Research Division of Disaster Management for Safe and Secure Society, DPRI)

題目：Site amplification factors for generic to site-specific seismic hazard assessment: an overview of recent and ongoing developments in France and Europe

【第71回総合防災セミナー】

日時：4月13日（木）15時00分～16時30分

場所：S519D／オンライン

言語：英語

講演者：Rob Goble (Research Professor of Environmental Science and Policy, George Perkins Marsh Institute, Clark University, Worcester, Massachusetts, USA)

題目：Some implications of the social amplification of risk framework (SARF) for disaster risk management

【第72回総合防災セミナー】

中止

【第73回総合防災セミナー】

日時：6月2日（金）15時00分～16時30分

場所：S207D／オンライン

言語：英語

講演者：John Selker（Oregon State University
Department of Biological and Ecological Engineering）

題目：Moving a discipline forward: Education,
Measurement, and Modeling of hydrological Systems

【第74回総合防災セミナー】

日時：6月12日（月）15時00分～17時00分

場所：S519D／オンライン

言語：英語

講演者：南出将志（東京大学工学部社会基盤学科助教）

題目：Predictability of moist convection and tropical
cyclones: insights from all-sky satellite radiance
assimilation

【第75回総合防災セミナー】

日時：7月20日（木）15時00分～17時00分

場所：N441D／オンライン

言語：英語

講演者：Xiaolong Luo（Institute for Disaster Management
and Reconstruction, Sichuan University, China）

題目：What is the role of climate change in the incidence
of Natech?

【第76回総合防災セミナー】

日時：8月3日（木）13時30分～15時30分

場所：S519D

言語：英語

講演者：Daniel P. Aldrich（Professor, Department of
Political Science and School of Public Policy and Urban
Affairs, Director, Security and Resilience Studies
Program, and Co-Director, Global Resilience Institute,
Northeastern University, Boston, MA, USA）

題目：How Social Infrastructure Builds Resilience?

【第77回総合防災セミナー】

日時：8月3日（木）9時00分～10時30分

場所：S519D

言語：英語

講演者：Subir Sen（Associate Professor, Department of
Humanities and Social Sciences, Indian Institute of
Technology Roorkee, Roorkee, India）

題目：An Assessment of Economic Impact due to
Disasters: The case of India

【第78回総合防災セミナー】

日時：9月1日（金）15時00分～16時30分

場所：S207D

言語：日本語

講演者：松島格也（京都大学防災研究所社会防災研
究部門特定教授）

題目：応用都市経済モデルによる政策評価と災害リ
スク評価への展望

【第79回総合防災セミナー】

日時：9月12日（火）15時30分～17時00分

場所：S519D

言語：英語

講演者：Kaushal Keraminiyage（Associate Professor,
Centre for Disaster Resilience, School of Science
Engineering and Environment, University of Salford, UK）
題目：Modelling Barriers and Enablers to Participatory
Risk-Sensitive Urban Developments in Sri Lanka – a
Total Interpretive Structural Modelling Approach (TISM)

【第80回総合防災セミナー】

日時：10月5日（木）10時30分～12時00分

場所：S519D

言語：英語

講演者：Caroline Gevaert（Assistant Professor, Faculty
of Geo-Information Science and Earth Observation (ITC),
University of Twente, Netherlands）

題目：Accelerating Earth Observation Services for
Resilient Development - the Digital Earth Partnership

【第81回総合防災セミナー】

日時：11月2日（木）15時00分～17時00分

場所：連携研究棟301／オンライン

言語：英語

講演者：Gernot STÖGLEHNER（Univ.-Prof. Dipl.-Ing.
Dr. University of Natural Resources and Life Sciences
Vienna, Department of Spatial, Landscape and

Infrastructure Sciences, Institute of Spatial Planning,
Environmental Planning and Land Rearrangement,
Austria)

題目：Community-University-Interaction for sustainable
spatial development - The Case of integrated spatial and
energy planning in Austria

【第82回総合防災セミナー】

日時：11月9日（木）14時00分～15時30分

場所：連携研究棟301／オンライン

言語：英語

講演者：James Goltz（Guest Scholar of Research Center
for Disaster Reduction Systems, DPRI）

題目：The Ojai California Earthquake of August 21, 2023:
Earthquake Early Warning Performance in the M5.1
Event

【第83回総合防災セミナー】

日時：12月1日（金）15時00分～17時00分

場所：連携研究棟2階

言語：英語

講演者：Khalid M. Mosalam（Professor, Taisei Prof. of
Civil Engineering & PEER Director, University of
California, Berkeley, USA）

題目：PEER Overview & NLP Approach for Rapid
Earthquake Reconnaissance

【第84回総合防災セミナー】

日時：12月14日（木）13時30分～15時00分

場所：S519D／オンライン

言語：日本語

講演者：佐藤ゆかり（岡山県立大学保健福祉学部現
代福祉学科准教授，防災研究所巨大災害研究センタ
ー非常勤講師）

題目：災害時要配慮者における避難意思の類型化と
避難行動の実態

【第85回総合防災セミナー】

日時：1月11日（木）15時00分～17時00分

場所：S519D／オンライン

言語：英語

講演者：Josué Tago Pacheco（Associate Professor, School
of Engineering, National Autonomous University of
Mexico）

題目：Underlying Physics of the Tectonic Kinematics in

Mexico

講演者：Martín Cárdenas-Soto（Professor, School of
Engineering, National Autonomous University of Mexico）

題目：Strong Ground Motion Variation due to Local
Complex Geology During the Earthquake of September
19, 2017 (Mw 7.1)

【第86回総合防災セミナー】

日時：1月9日（火）16時30分～18時00分

場所：連携研究棟203

言語：英語

講演者：Kaori Kitagawa（Associate Professor Institute
of Education, University College London (UCL), UK）

Masayoshi Inoue（Faculty of Education, Ehime University）
題目：Learning and Teaching of Climate Change,
Sustainability and Disaster Risk Reduction in Teacher
Education in England and Japan

【第87回総合防災セミナー】

日時：2月14日（水）15時00分～17時00分

場所：N519D／オンライン

言語：英語

講演者：Miranda Dandoulaki（Visiting professor of
Research Center for Disaster Reduction Systems）

題目：Enabling knowledge for disaster risk management
implementation: Evidence from Samos（Greece）
becoming tsunami-ready

【第88回総合防災セミナー】

日時：2月15日（木）15時30分～17時00分

場所：S519D／オンライン

言語：日本語

講演者：林怡資（台湾国立暨南国際大学リベラルア
ーツセンター助教授，台湾）

題目：地域での実践を取り入れた防災カリキュラム
設計

【第89回総合防災セミナー】

日時：3月4日（月）16時00分～18時00分

場所：S519D／オンライン

言語：英語

講演者：Hamilton Bean（Professor, Department of
Communication, University of Colorado Denver, USA）

題目：The Problems and Prospects of Mobile Public
Warning in Japan and the United States: A Sister Cities

Collaboration

【第90回総合防災セミナー】

日時：3月13日（水）15時30分～17時00分

場所：S519D／オンライン

言語：英語

講演者：Thian Yew Gan (Professor Emeritus, University of Alberta, Edmonton, Canada, Lead Author, AR6-WGI, Intergovernmental Panel of Climate Change (IPCC), Research Ambassador, German Academic Exchange Service (DAAD))

題目：Impact of climate change on precipitation extremes across Japan and east Asia

【第91回総合防災セミナー】

日時：3月29日15時00分～17時00分

場所：S519D／オンライン

言語：日本語

講演者：竹内孝（京都大学情報学研究科講師）

題目：深層学習を用いた時空間データ解析技術の研究の紹介

3. 防災減災デジタルツインの構築を目指したマルチモーダルデータプラットフォームの開発

3.1 研究背景と目的

本研究は、古河電工との共同研究であり、情報技術を用いて地域防災力の高い未来都市像を作ることを見長期目標とし、災害対応での実践課題をとして、水害・土砂災害の早期自主避難の実現に向けた短期課題を設定している。短期課題としている土砂災害は、日本全国で約70万箇所の警戒区域があるにもかかわらず、他の災害に比べて避難情報を出すタイミングが最も難しい災害と認識されている。このため、土砂災害リスクの高い地域では、住民自身が危険を察知し、自主的な避難行動をとることが望まれている。さらに、近年の豪雨災害において、多発している被害形態として、流木集積による橋梁閉塞に起因する氾濫を取り上げた。

3.2 研究内容と成果

令和4年度に実施した技術開発とアクションリサーチは、以下ようになる。

- (1) 土砂災害情報関連情報を利用したリスクコミュニケーションシステム開発

リスクコミュニケーションは、日本リスク学会の

発行するリスク辞典において、「科学技術を含めて世の中のあらゆる事象には、利便性と危険性が含まれている。したがって、その危険性から市民を守るために、情報の所有者である行政や企業は、事象の持つ利便性と危険性を市民に伝え、ともに対応を考える必要がある。このように、対象の持つポジティブな側面だけではなく、ネガティブな側面についての情報、それもリスクはリスクとして公正に伝え、関係者が共考し得るコミュニケーションのことを「リスクコミュニケーション」という。また、リスクマネジメントを人間集団としてリスクと付き合う作法と解し、このための人々の情報、体験、感性、叡智の交流と相互理解をリスクコミュニケーションと呼ぶ。リスクに直面した場合は、その回避や被害の削減、緩和などのために戦略的なマネジメントを志向することも多く、そのために積極的な情報提示や意見の相互交流などによりリスクコミュニケーションがはかれる。リスクコミュニケーションは関係者の参加・参画を進展させながら、リスクの理解とそれへの対処の行動についての双方向の交流を進めることでもある。」と定義されている。リスクコミュニケーションのモデルについては、様々な提案がなされているが、本研究では、RowanのCAUSEモデル（2013年改訂版）を取り上げた。CAUSEモデルはリスクコミュニケーションを進めるためのステップを以下の、5段階で示したものであり、各段階を示す単語の接頭キャラクターをとって名付けられたものである。

- Confidence（ステークホルダー間での信頼の構築）
- Awareness（リスクへの気づき）
- Understanding（リスクへの理解を深める）
- Satisfaction (with proposed solutions)（提案される解決策への満足）
- Enactment（解決策の実施）

本モデルのうちAwareness, Understandingにあたる部分と解決策を議論するために、土砂災害情報基盤システムや河川レーダは活用されることとなる。解決策は、関係者の満足、つまり、関係者に効果があると見込まれ、実施可能であると考えられることが求められる。効果があり、かつ、実施可能な解決策を作成することは大変困難であり、外部支援者（有識者を含む）が参加する場合、実現可能性は考慮しない解決策が提示され説明されることが多い。

本共同研究では、このような住民にとって有難迷惑な解決策ではないものを模索できるシステムの開発を目標とした。情報システムとしては、ステークホルダーである住民が、お互いに話し合いをできるチャットベースのシステムを提供することとしてい

る。このシステムには、土砂災害に関連する雨量や土壌含水率の情報がシステム管理者側から提供されることに加えて、参加者が独自に計測している24時間雨量を入力し、参加者と共有することができる。これらの情報が共有されることで、災害の危険性が高まった際には、情報交換に利用され、かつ、チャットにより避難所の自主開設などの追加情報を共有でき、避難行動のタイミングについて意見を求めることが可能となる。また、これらの一連の行動が終わった後には、参加者の行動に関してフィードバックと次の災害に向けて住民が満足できる解決策の議論が可能となる。

さらに、この解決策の議論のツールとして四面会議システムの導入について議論を行った。四面会議システムは、鳥取県智頭町の1/0まちおこし活動の際に寺谷・岡田により開発・活用されたシステムであり、利害対立のある2つの業務をロールプレイによるディベートを通じて実行可能な計画に落とし込むことに活用される。どのような課題に対しても活用可能な対立軸としては「人—もの」「金（管理）—情報（広報）」という2つの軸が紹介されているが、課題が特定されている場合には、独自の対立軸を設けることも可能である。対立軸の作り方については、会議の進め方が大きく関係してくるため、本共同研究では、まず会議の進め方について、関係者間にレクチャーを行った。会議は、対立軸の関係者が対面にくるように配席することが重要である。会議の進め方は、以下の4段階となる。

第1段階

対象となる課題において各軸としてやるべきことを各軸の参加者がまず考え、付箋紙などを使って書き出す。さらにそれらを、実施のタイミング（すぐに実施、短期間（1年以内など）で実施、長期間（5年以内など）で実施）により整理する。

第2段階

各対立軸で内容説明と質疑（一部ディベート）を行う。第1段階での作業内容を説明し、対面の軸の参加者を中心に議論を行う。必要であれば実施項目を増やし、タイミングを変更する。この段階では、「抜け、漏れ、落ち」の確認、相互関係のある作業の実施タイミングの調整が主である。利害対立関係者からの質問となるので、いくつかの作業に関しては折り合いがつかない場合もあるが、ここで結論を求める必要はない。

第3段階

軸はそのままに、参加者は対面軸に移動し、対立軸の参加者が作成した実施内容について、軸の実施者の立場で説明を行う（ロールプレイ）。その後、第2段階と同じく対立軸に座っている人からの質問を

受ける。必要であれば実施項目を増やし、タイミングを変更することになるが、作成した業務内容について作成者が質問することになるため、弱点をついた本質的な質問を浴びせることができ、より活発なディベートとなる。

第4段階

席は元に戻り、第2、3段階でのディベートの結果をもとに全体の計画を全員で再編集する。

対象となる「土砂災害への備え」に対して、地区防災計画の作成のために地域住民同士が議論をすすめるためのツールとして採用することとなった。

(2) 複数データの一元管理可能なプラットフォームの開発事例の技術動向分析

地域防災に関する議論に必要なデータを対象として、複数データを一元管理するプラットフォームについて動向調査を行った。本共同研究で対象としている土砂災害は、命の危険の回避することが重要であり、そのためには立ち退き避難のタイミングがキーとなる。阪神・淡路大震災以降、防災では空間情報の有効性が議論されてきたが、畑山らは空間に加えて時間情報がさらに重要であることを主張していることから、ここで対象とするデータは、位置が付加されたもの（空間データ）、さらに時間が付加されたもの（時空間データ、地理空間情報）までを対象とする。

災害リスクは、Hazard（異常な自然現象の起こりやすさ）-Exposure（晒されている人口や資産）-Vulnerability（脆弱性）の3つの要素からなると定義すると、地域防災に必要な情報は、それぞれの要素として以下のようなものが想定される。

Hazard

想定浸水区域やその場所における浸水深、流体力、土砂災害の危険区域といった情報に加えて、水害、土砂災害の素因となる地形、土質や河川流域、沢筋などと情報と、誘因となる降雨量の情報があげられる。

Exposure

人口や守るべき資産の分布、すなわち、国勢調査などの人口分布情報、学校や役所など公共施設の情報、重要物流経路、化学プラントなど危険物を扱う施設、避難所、避難経路の情報などがあげられる。

Vulnerability

地域の自然災害に対する脆さは、地域の防災力と双対である。すなわち、災害対策にかかわる情報が求められる。具体的には、河川堤防やダム（治水、利水、砂防）や土砂災害の対策工事といったハードな対策に加えて、災害タイムラインや災害対応のための各種の計画、マニュアル、取り決めなどのソフト対策があげられる。

これらの情報は、場所と対応することで価値を増すものがほとんどであるため、プラットフォームには位置を可視化できるツールが用いられていることが多い。このようなデータ管理システムには、①スプレッドシート型のデータベースを用いたもの（位置情報の可視化にはGISではなく、デフォルトされた地図画像を使う）、②スプレッドシート型のデータベースで、可視化のみをGISで補ったもの、③GISにより空間データベースとして管理するものの3つのタイプがある。新型コロナウイルス感染症の蔓延時に各県の現状や対策をまとめ注目を浴びたダッシュボードシステムは、①②で構成されていることが多い。これらのシステムにおいては、複数の統計データを取り扱っており、ユーザの求める情報を十分に提供できるものとして認知されている。③に相当するものはパッケージ化されたWebサービスとして提供されることが多い。管理機能についてもサービスとして提供されているため独自の分析機能を付加することが技術面、コスト面からも難しくなっている。

（3） 複数データの一元管理可能なプラットフォームの開発

共同研究を進めている古河電工では、（2）における①タイプによる複数データ管理用プラットフォームが開発され、土砂災害情報基盤システムを拡張し、開発された河川レーダやマイタイムラインなどのデータを住民で共有するアプリ（スマホ、タブレット対応のダッシュボードシステム）が構築された。（4）での実証実験先にこのアプリを導入し、その有効性の検証が試みられた。構築されたアプリは、京都市山科区安朱学区で行われている自主避難ができる地域づくりプロジェクトで活用しているLINEによる情報共有システムを参考に、情報参照と情報共有のための機能をダッシュボードに統合したものであり、日々の降雨量や土壌含水率などが参照できる。また、チャット機能により緊急時の情報共有も迅速に行うことができるシステムとなっている。京都大学では、このような時空間に対応できるプラットフォームの設計を行った。時空間を管理するために位相構造を明示しないデータ構造と位相構造を必要に応じて算出する機能をもったGISを提案している。

（4） 開発したプラットフォームを活用したワークショップの実施

ワークショップは、1か所につき3回行うこととして、下記のステップを設けた。

第1回：地域の憂慮事項を表出化させるワールドカフェ（Awareness）

第2回：自助として行う行動を表出化させ、共有するマイタイムライン作成（Understanding）

第3回：地域課題の解決策とそのためのプロセスを検

討する四面会議、地区防災計画ひな形作成（Satisfaction）

それぞれの回の目的は、CAUSEモデルにおけるAwareness, Understanding, Satisfactionに相当すると考えられる。また、全体を通しての目標として、3回のワークショップでの最終的な決定事項を地区防災計画に落とし込むことを掲げた。本来ならば、これらの各段階は時間をかけて浸透させていく必要があるが、本共同研究では、外部者が事業として1年間で実施するための構成とした。ケーススタディとして、2022年には島根県3地区、長野県3地区、鹿児島県1地区で、2023年度には島根県1地区（2022年度とは別の地区）でワークショップが実施された。

これらのワークショップから地域住民の土砂災害に対する知識の習得や行動の表出化には、一定の成果が得られた。しかしながら、2022年度は、次の行動につなげるための計画策定を目的とした四面会議（第3回WS）は、十分な成果をあげられたとは言えなかった。これは、時間の制約による部分が大きい。1回あたりのワークショップは1.5～2時間に想定して計画されたが、この制限時間では、四面会議における第3段階（入れ替わりディベート）が実施できなかった。最も盛んに実行可能性の高い改善案についての議論がなされることが期待される段階を、実施しなかったことで計画として実施する項目が具体的に表出できなかったと考えられる。本来、四面会議は、もっと十分な時間をかけて行うものであるが、参加者がテーマに対して積極的な姿勢を持っていない場合、長時間の議論には耐えられなくなることも事実である。これを改善するには、地域防災に取り組む地域住民の「姿勢」を醸成することにも注力する必要がある。これは、CAUSEモデルにおけるConfidenceに相当する部分を、どのようにデザインするかにもつながる課題であると考えられる。2023年度は、これらの課題に対応するため、四面の役割を、「自治体職員—自治会長—自治会—助けて欲しい人」というくりから、「総合マネジメント—広報・情報—一人一物 施設」に変更し、ロールプレイの要素をわかりやすくした。また、「災害について考えるとき、専門家が正しい解を知っていて、それを教わろうというのではなく、その場で自分たちが考えて「成り立つ解」が結局、正しい解になる」という「成解」の考え方を紹介し、議論の方向性を示すこととした。これにより、テーマに積極的な姿勢を持ってもらうという点については改善の傾向を見せたが、まだ十分とは言えないため、今後も改善方法を模索する必要がある。

4. メキシコ・エルサルバドルでの地震・津波研究

4.1 SATREPSプロジェクト概要

地球規模課題対応国際科学技術協力プログラム (SATREPS) 「北中米太平洋沿岸部における巨大地震・津波複合災害リスク軽減に向けた総合的研究」が2023年度暫定採択となり、2024年度より正式化見込となった。そのため、当該年度はその準備期間となった。

メキシコ及びエルサルバドルの太平洋岸は地震・津波リスクがあるが、同時に経済活動の結節点となる国際港湾都市が位置している。そこで同研究課題は、エルサルバドルの港湾都市であるアカフトラと、メキシコの港湾都市マンサニージョを対象に、地震・測地観測と地震・津波複合災害リスク評価に基づいて、ハードウェア・ソフトウェア両面からリスク軽減策を提案・実装することを目的とする。まずは、エルサルバドル沖合の中米海溝を対象に、海底・陸上・測地観測結果から地震シナリオを作成し、強震動モデリングと津波浸水シミュレーションにより、国際港湾都市の直接被害の推定を行う。これに基づき地震・津波による火災拡大シミュレーションや化学物質の流出シミュレーション、港湾が被害を受けることによって考えられるサプライチェーンを介した経済影響評価を行う。さらに、リスク軽減のための工学的対策や効果的な津波避難戦略を提案するとともに、各関係機関や住民との、その地域に合わせたリスクコミュニケーション手法を開発し、社会全体の防災力向上に貢献することを目指す。

4.2 暫定期間中の活動

当該プロジェクトは、メキシコ国立自治大学とエルサルバドル国立大学、そして多くの政府機関と協働関係にある。まずは正式採択に向けて必要な手続きとして、各カウンターパート機関との研究内容や実施手続きの合意形成を行って、討議議事録 (Record of Discussion) と共同研究契約 (Collaborative Research Agreement) の締結を進め、正式採択の条件を満たしたことから、2024年度より正式開始となった。

当該年度は、特に当センターとかがわりのある項目として、2つのイベントを開催した。一つは、世界津波の日記念セミナーの開催である。11月5日が国連世界津波の日であることから、2016年度よりメキシコ国立防災センターと共催を続けている。当該年度も11月5日にオンライン開催し、メキシコ国立防災センター、メキシコ津波警報センター、ゲレロ州防災局、巨大災害研究センターの中野らが登壇し、メキ

シコにおける地震・津波対策の現状やメキシコで実績のある効果的なリスクコミュニケーション手法についての発表がなされた。主な参加者はメキシコの大学研究者、政府・州・市の防災局関係者、学校教員らであり、次年度以降もSATREPSプロジェクトの活動として継続していく予定である。

もう一つのシンポジウムは、国際シンポジウム「災害の描かれ方—ポピュラーアートがむすぶTLC」の開催である。TLCとは、それぞれ時間 (Time)、場所 (Locality)、文化 (Culture) をあらし、異なるTLCで描かれてきた災害は日本とメキシコのリスクコミュニケーションの現場でそれぞれ接続可能なのかを検討するとともに、ポピュラーアートやアートを用いた防災教育を共有し、今後のリスクコミュニケーション手法の開発に生かすことを目的とした。メキシコの事例として、奉納画として知られるレタブロへの災害についての描写や、住民の災害体験を住民が脚本を書いてラジオ放送用ドラマを制作して放送する取り組みなどが取り上げられたほか、日本側からも鯨絵などの災害の描写が紹介されている。またこれらの成果はパンフレットにまとめられ、日本とメキシコの災害の描かれ方についての議論を記録している。同シンポジウムには、メキシコ、日本、エルサルバドルから政府および地方自治体関係者、文化人類学者や防災関わる研究者ら合計565名が参加・聴講した。また同シンポジウム開催のため、京都大学分野横断プラットフォームの支援も得た。

5. 阿武山観測所プロジェクト

本節では、2011年度以来、10年以上にわたって継続している阿武山観測所を中心としたサイエンスミュージアムプロジェクトについて記す。

5.1 プロジェクトの概要

1930年に設立された京都大学防災研究所阿武山観測所は、日本の地震観測研究の最先端施設として、長年にわたり地震研究をリードしてきた。2011年以降は、地震観測・研究の黎明期からの進化過程における数々の貴重な地震計群を保有する利点を生かし、現役の観測施設であると同時に地震研究の今と昔について学べる地震サイエンスミュージアムとしての機能を付加し、さらなる発展を期してきた。

この間、この計画に関心を寄せてくれた市民のボランティア有志が「阿武山サポーター会 (阿武山サイエンス・コミュニケーター)」、および、「阿武山グリーンクラブ」を組織化し、ミュージアムとして活用する施設のガイド役やイベントの運営や京大防災研究所が推進する実際の地震観測研究の支援、ま

た施設を含む広域な敷地内の豊かな自然の管理保全を含む環境整備を担う等、独自の活動を展開するに至った。この活動は、社会全体として科学を進めようとする活動（「オープンサイエンス」「シチズンサイエンス」）とも軌を一にするもので、防災研究所のアウトリーチ活動を支える役割も果たしている。

また、大阪府の「注目すべき近代化遺産」にも選定され建築物としても注目される本観測所の建物屋上からは、大阪平野を一望する眺望を楽しむことができるほか、藤原鎌足が埋葬されているとされる阿武山古墳とも敷地を接して観測所は立地している。そのため、本観測所は、地震研究の拠点、サイエンスミュージアムとしてのみならず、自然環境、建築物、歴史・考古学など多様な観点から注目されている。

コロナ禍の影響で、ここ数年は、特に、サイエンスミュージアムとして再編した観測所の見学活動等、対面での交流活動は停滞を余儀なくされた。それでも、過去数年で言えば、サイエンスミュージアムを訪問した一般見学者の数、および、見学者の対応（地震学の基礎に関する講義や施設の観覧ガイド）や地震観測データの整理等の業務にあたったボランティアスタッフ（「阿武山サポーター」）の数は、2020年は前者が1514人、後者がのべ1130人、2021年は前者が2348人、後者がのべ1271人、2022年は前者が2774人、後者が1335人、2023年は前者が3426人、後者が1537人と増加し、コロナ禍以前の水準に回復した。

さらに、2023年度（令和5年度）の最新の動きとして、本プロジェクトが母体となって発足したNPO「特定非営利活動法人阿武山地震・防災サイエンスミュージアム」が本格的に活動を開始したことを明記しておかねばならない。同NPO法人の概要や活動について詳しくは、公式ホームページ<https://www.npo-abuyama.org/>を参照されたい。これまで実施してきたサイエンスミュージアムの中核的活動である観測所施設を利用した地震学のアウトリーチ活動等が同NPO法人を中心とした活動に移管されたほか、NPO主催の講演会の実施、地震学に関する独自の出版物の発行、および、京都大学防災研究所桜島火山観測所のアウトリーチ活動にNPO法人に関与する新しいプロジェクトも開始され、地震・火山学のアウトリーチ活動、防災リテラシー向上のための新たな動きとして注目されている。

5.2 「オープンサイエンス」研究

先述の通り、阿武山観測所サイエンスミュージアムプロジェクトは、政府が「国際的動向を踏まえたオープンサイエンスの推進に関する検討会」を設置するなど、総合的な科学技術政策の柱の一つとして推進している「オープンサイエンス」の観点からも

注目される。「オープンサイエンス」とは、一言で表現すれば、「科学的な研究を市民（非専門家）により開かれた活動へと変革する運動」である。狭義には、より多くの人々が科学研究の基礎となるデータや成果にアクセス可能とすること（オープンデータ）を指すことが多く、また広義には、従来の科学コミュニケーションを拡張して、市民を含めより多くの人々が協力し、より多くの人々を巻きこみ、人々から信頼される科学研究を実現するための科学論・教育論を構築すること、とされる。

こうしたことを背景に、同時に、これまでのサイエンスミュージアム活動の成果と課題を踏まえて、「オープンサイエンス」に関する学際的な研究会（科学研究費「挑戦的開拓」による支援）を開催している。そこでは、地震学と社会（地震学者と市民）との間の溝を埋めるため、「オープンサイエンス」の観点に立って、科学者と一般市民とが「共になす」科学として地震学を再構築することを目指したアクションリサーチを実施している。

その成果をもとにし、ここで紹介している阿武山観測所プロジェクトについても詳細にレポートされている単行本『天変地異のオープンサイエンス』（仮、新曜社）が刊行予定である。本書では、新型コロナウイルス感染症の蔓延、巨大地震・津波と原発事故、そして地球環境の変動による大規模な風水害などを経験する中で、あらためて問い直されている天変地異をめぐるサイエンス（科学）に焦点をあて、科学と社会の関係性、言い換えれば、科学者と市民の関係性をより開かれたものへと革新しようとする「オープンサイエンス」について主題的に論じている。現代社会において、天変地異は、一方で、科学の限界や暗部を暴き出したが、他方で、こうした災厄の克服も結局は科学に頼るほかないとの印象を生んでいる。その意味で、今こそ、上述のアンビバレントな感覚を念頭におきつつ、天変地異をめぐる科学と社会の関係について新たなあり方を模索する必要がある。

具体的には、同書書では、まず、「オープンサイエンス」（ないし、それと類似の概念である「シチズンサイエンス」）の概要がおさえられている。次に、地震学、気象学、天文学といった自然科学と、心理学、宗教学、教育学、社会学といった社会科学の見地とを融合した観点に立って、天変地異のオープンサイエンスの具体像がいくつか紹介される。その一部が阿武山観測所プロジェクトの成果である。最後に「オープンサイエンス」の光と陰について、科学者と市民の対話（サイエンスコミュニケーション、参加的意志決定）、科学政策をめぐる合意形成、科学と宗教の関係など多様な観点から考察されている。

本報告と併読いただければ幸いである。

6. 黒潮町での研究

6.1 コロナ禍と地区防災計画

黒潮町と京都大学防災研究所・矢守研究室は、2015年度から2023年度までの9年間にわたって「地区防災計画プロジェクト」に共同で取り組み、2024年度も10年目のプロジェクトとして継続中である。2020年以降コロナ禍になり、感染症対策に留意しつつコロナ禍以前の地区防災計画の活動を再開しつつある。このような状況の中で、コロナ禍に順応した新たな防災活動が生まれた。

例えば「車両津波避難訓練」である。「車両津波避難訓練」とは、文字通り、津波災害時における車両による避難を行う訓練のことである。2011年に発生した東日本大震災などの津波災害の際に車両の渋滞が生じたことから、ほとんどの自治体では津波災害時に原則徒歩による避難を奨励している現状である。黒潮町も例外ではなく、津波災害時に徒歩による避難を奨励しているため、毎年定期的実施している津波避難訓練では徒歩による訓練を実施している。その一方で、実際に黒潮町で発生した地震災害時には車両避難を行っている住民が一定数存在していた。例えば、2024年04月17日23時14分頃に発生した地震で黒潮町では震度4を記録し、その際に車両避難を行った住民が存在していた。その他、2014年3月14日2時6分頃に発生した地震で黒潮町では震度4を記録し、その際にも車両避難を行った住民が存在し、黒潮町内の一部では車両避難による渋滞が生じていた。これらのことから、車両津波避難には大きなリスクがあるものの、実際の災害時には車両津波避難を選択した住民が一定数確認できたことから、実質的な津波防災の方策を考えるためには車両津波避難の方策を検討する必要があるといえる。そこで、黒潮町錦野地区では、車両津波避難を誘導するための横断幕制作を地元高校生と協働して実施した。2014年3月14日に発生した地震では、錦野地区が想定していた避難経路上で車両渋滞が発生した。これは経路上に複数存在する曲がり角で車両がブレーキをかけるなどの減速を繰り返したことが原因と想定される。そのため錦野地区で車両避難を検討する場合、経路を直進して高台を目指すよう車両を誘導する必要がある。過去の避難訓練では地区住民が避難経路の曲がり角に立って車両誘導することも試行されたが、人員不足や予測の困難さから、本活動では設置型の誘導方法として横断幕の設置を進めた。横断幕の設置後には車両津波避難訓練を実施し、横断幕の可読性やその改善方法についての検証を行った。

さらに、「お泊り訓練」という活動も実施された。具体的には、津波避難場所になっている町地区や浜町地区、浜の宮地区などの津波避難タワーの避難スペースで避難後の生活を疑似体験する訓練を実施した。生活しやすい6月や11月、猛暑の8月や9月、極寒の2月にお泊り訓練を実施し、避難生活の課題と資機材整備の必要性を検証した。特に、2月の訓練ではサーマルカメラを利用し、テントや毛布、スウェーデントーチなどの用具を用いた体温維持の方策を検討した。津波避難タワーに備蓄されている資機材を工夫すれば、暑さや寒さの対策をできるという成果を確認したと同時に、長期間の避難生活になるとトイレや食糧の資機材に限りがあるという課題も明らかになった。加えて、電力を確保すれば津波避難タワーでの避難生活の質をさらに向上させられる可能性が示唆されたことから、津波避難タワーの上階に小型の風力発電や太陽光発電を設置することも検討された。お泊り訓練を定期的実施することで、津波避難タワーの備蓄を拡充していく予定である。

その他、本プロジェクトでは、避難所運営訓練、非常持出袋の勉強会、個別避難計画の作成・検証、中学生による要配慮者への訪問活動、夜間避難訓練、タワー降下訓練、避難マニュアルの再確認、防災備蓄の点検、避難道の整備活動、スマホアプリを活用した防災活動、家具固定の呼びかけ、個人ボックスを活用した防災備蓄、高校生と連携したタワーの清掃、児童館と連携した防災活動、エクストレッチャーを使った搬送訓練、EV車を活用した避難所訓練、避難カルテの更新活動、昭和南海地震の被災経験談の収集、リヤカーを使った要配慮者の搬送訓練、避難所運営マニュアルの改定、女性グループと連携した防災活動、消防団と連携した防災活動、非常食を試食する勉強会、防災ツーリズムを通じた防災活動、聴覚障害者の津波避難対策、未来へのメモワールという聞き取り活動を通じた防災教育、津波避難場所の新設活動などを立案・支援し、黒潮町の地区防災計画の活動を進展させた。以上のように、感染症対策を十分に行いつつ、工夫を凝らして防災活動を推し進めた。

6.2 臨時情報対応と地区防災計画

2024年8月8日16時43分頃に発生した地震で、臨時情報(巨大地震注意)が発表された。臨時情報の制度運用が始まって以来、初めて臨時情報が発表され、黒潮町でも迅速な対応が行われた。例えば、避難所開設や備蓄の見直し、イベントの延期、要配慮者の見守りといった対応が行われた。臨時情報の対応は地区防災計画の活動と密接に関連していることから、コロナ禍前から黒潮町の地区防災計画の一貫と

して臨時情報についての勉強会やワークショップが行われていた。黒潮町の一部の地区では、臨時情報に関するアンケート調査や対応マニュアルの作成を実施しており、これらの事前の対策が臨時情報の発表時に有効に機能したか今後検証する必要がある。臨時情報はこれからも発表される可能性があり、地区防災計画で臨時情報の対応をする可能性について引き続き模索していく。

7. 四万十町地域防災実践プロジェクト

7.1 プロジェクトの背景

本プロジェクトは、これまで全国で推進されてきた学校－地域協働型の地域防災実践フレームワークを見直し、過疎化が進む地域において、学校統廃合後も持続発展する地域防災実践の方策を検討することを目的として展開されてきた。

2012年から京都大学防災研究所矢守研究室が防災活動を通じて関与している高知県四万十町興津地区では、2020年度末に興津中学校が閉校し、2023年度末には興津小学校が閉校した。興津地区における防災活動は、これら学校教育と児童・生徒らの防災活動が大きく関与することによって後押しされてきた側面がある。防災情報の発信、防災教育活動、防災活動の先導など、多くの面で学校教職員、児童・生徒らの役割は大きかった。そのため、学校閉校に伴って、地域防災活動の衰退・停滞が懸念されている。

今後も防災について継続して学べる場を確保し、情報共有できるコミュニティを保持することが求められる。さらに近年では、高齢化が進む中で、自力で避難することが困難な人やそうした要支援者の減少も懸念されていることから、単独で避難行動をとることができる人の数を増加または維持するために、健康増進・介護予防を防災と連携させて推進することが必要である。

これらの課題に対して、学校閉校後も地域防災活動を推進するため、地域内の防災に資するリソースを強化することをめざし、3つのアプローチを通して、「興津防災力の向上」フレームワークの構築が進められている。一つめが、情報発信を主な目的とする「興津ぼうさいミュージアム」プロジェクト、二つめが、健康増進を主な目的とする「防災リハ教室」プロジェクト、三つめが、情報共有・防災教育を主な目的とする「ざっくばらんな防災の会」プロジェクトである。これらはすべて旧興津小学校を活動の拠点としている。それぞれのプロジェクトが連動することで、新しい地域防災フレームワークの構築をめざす。

7.2 「興津防災力向上」をめざす3つのアプローチ

(1) 情報発信：「興津ぼうさいミュージアム」プロジェクト

興津ぼうさいミュージアムに関しては、畑山ほか(2020)に詳しい報告があるため、そちらを参照されたい。本稿では、ミュージアム運営に関する現状と、今後の展望について報告する。

畑山ほか(2023)で報告されているように、ミュージアムへの見学希望者を地域住民がガイド対応し、運営に携わる仕組みの構築が進んでいる。現在、興津小学校を卒業した2人の子どもを持つH氏が、このミュージアムガイドとして活躍している。

H氏はこれまでに4回のガイド活動を経験した。見学者からも、「地域の人のお話を聞いて、興津地区の防災の取り組みへの思いがよくわかった」という感想を得ている。こうしたコメントからも、地域住民がガイドを行うことのメリットを認めることができる。自分の地域で行われてきた実際の活動を住民自身が説明することで、実感と経験が伴ったリアルな解説が可能となり、その熱意が地域外に拡大することが期待できる。さらに、そうしたガイドを行うためには、ガイド自身も地域の防災を学ばなければならない。特にこれまでに学校教育で展開されてきた防災教育やその成果は、新しく学び直す必要がある。このようなプロセスからも、ガイド役を増やすことで、地域内の住民の防災の知識が向上することが期待できる。

今後はH氏を通してガイド役を増やしていく準備も同時に進めており、H氏にはそのリーダーとしての活躍が期待されている。同時に、地域住民がガイドを実施することによる来館者への学習効果の検証も進めていく。

(2) 健康増進：「防災リハ教室」プロジェクト

高齢化が進む同地区では、年に2回開催される、地区全体を対象とした津波避難訓練に参加しない（あるいは、参加できない）人が増加してきている。こうした地域においては、実際の避難や訓練参加を助けるための人員も限られており、自力で可能なことは自分で行うことが肝要である。たとえば、避難場所までの移動は困難でも玄関までは出てくる、時間をかけていいから避難タワーの階段下までは移動してくるといった努力である。今後も高齢化の一途をたどる中で、健康を維持すること、介護の対象にならないことを目標とする意識が防災上も必要である。

そうした目的のもと、四万十町の事業として、「四万十町津波避難のための介護予防事業」が始まった。町内の沿岸部に位置する興津地区と志和地区で同様

のプログラムが行われているが、今回は本稿に直接関係する興津地区での事例のみ取り上げる。本年度から始まったこの事業を実際に取り仕切っているのは、町内の福祉事業所である。週に1度、水曜日の午前中に実施される。具体的には、“シナプソロジー”（2つのことを同時に行うなど普段慣れない動きで脳に適度な刺激を与える活動）、筋力低下を予防し、また増進をめざす“ノルディック・エクササイズ”，ほかに、身体についての理解を深める講話や、防災に関する講話もメニューにあり、定期的な身体測定によって、身体機能の変化を評価するプログラムが組み込まれている。

これまで20回程度開催されており、平均で10名程度参加している。町が独自に定める津波を対象とした「避難レベル」が向上したり、現状維持されたりしている事例がすでに参加者の中で確認され、その一方で、レベルが低下している人はいないことから、このプロジェクトの一定の効果を認めることが可能である。ほかにも、いくつかの指標によって津波避難の成否を左右する高齢者の身体能力を特定できたことも、本アプローチの成果である。引き続き、参加者の増加をめざしながら、津波避難にとって重要な身体能力の特定および継続的なモニタリング、そして防災リハ教室の日常生活への波及効果のモニタリングを進めていく。

(3) 情報共有：「ざっくばらんな防災の会」プロジェクト

学校閉校に伴う課題の一つは、防災を主題にした地域の集まりがなくなることであった。年2回の避難訓練は継続されるが、それは防災に関する情報を得る場、発信する場、共有する場としての集まりではない。これまで、学校が授業参観の形式で防災学習発表会を開催することでそうした場の創出を担ってきた。それに代わって、防災についてざっくばらんに話すことができる地域の集まりを地域住民と検討した結果、農業女性部を中心とした「ざっくばらんな防災の会」を立ち上げた。女性部を中心に開催を案内しているが、女性に限らず地域住民の多くの参加を呼び掛けている。

これまで、2023年11月15日と2024年1月31日の2回開催された。本年度も2回の開催を見込んでおり、9月5日に第3回目が開催される予定である。名称のとおり、“ざっくばらんに”に防災のことを話すことをめざしているため、参加者の関心を聞き取りながら、気になっているけどいまひとつよく分からないこと、どうしたらいいのか悩んでいること、実際どうなるかが分からないことなどをざっくばらんに話し合い、参加者の防災の知識を増やしていくことをめざしている。第1回目は備蓄食を実際に試食しながら、災害

事象のメカニズムや、興津地区で想定される災害について話し合った。第2回目は、1月1日の能登半島地震を受けて、被災地で実際に困っていることを学び、非常用グッズを実際に使ってみる体験をした。第3回目では、8月8日に初めて発表された南海トラフ地震臨時情報（巨大地震注意）をふまえて、その時の行動を共有しながら、今後に向けた情報共有を行う予定である。このように、参加者（地域住民）の疑問を解決しながら、結果として情報共有や防災教育の場として機能することをめざしたアプローチである。

7.3 今後の展望

以上の通り、学校閉校後も地域防災活動を継続させるために、地域内のリソースを強化する3つのアプローチの役割を整理し、「興津防災力の向上」フレームワークとして展開している。今後は、これら3つのプロジェクトの相互の連関をより強化させ、それぞれが補いあうことで、総合的な地域防災フレームワークの構築をめざす。

8. 文部科学省防災対策に資する南海トラフ地震調査研究プロジェクト

8.1 プロジェクトの概要

本プロジェクトは、令和2～6年度文部科学省科学技術試験研究委託事業『防災対策に資する南海トラフ地震調査研究プロジェクト』の「サブ課題2：地震防災情報創成研究」のグループdの研究として位置づけられた取り組みである。このプロジェクトでは、南海トラフ地震臨時情報の効力を十分に引き出すために、どのような人びとが事前避難すべきかを判定するための手法を開発している。具体的には、南海トラフ地震に関する「臨時情報」を、事前避難対応に効果的に活用するために、事前避難の必要性を地域ごとに分析・判断するためのシステム（事前避難要不要判断ツール『逃げトレView』）を開発し、社会実装することを目的としている。

南海トラフ地震に関する「臨時情報」には、同地震・津波による被害を大幅に軽減することが期待されている。しかし、大きな不確実性を含む本情報の効力を十分に引き出すためには、どの地域の、どの範囲の、どのような人々が事前避難すべきなのかに関する客観的基準、および、避難先の設定、避難方法に関する知見とノウハウが必要とされる。

そこで、本サブ課題では、本ツールの効果的運用の前提となる「臨時情報」に関する認知・理解を高めるための基礎研究を実施しつつ、まず、サブ課題2 (g)で開発する地震防災基盤シミュレータの津波シミ

ュレーションをベースに、すでに開発済みの津波避難訓練支援アプリ「逃げトレ」を改良し、事前避難の要不要について分析し診断するためのツール（『逃げトレView』）を開発し社会実装することを目的とする。

8.2 2023年度（令和5年度）の研究成果

前年度までに開発した「逃げトレView」のプロトタイプをもとに、事前避難の要不要の分析アルゴリズムの確定、「集会的避難行動の解析・表示システム」（津波浸水想定の変更、避難開始までの準備時間の変更、移動速度の変更に伴うシミュレーションを含む）の分析結果の可視化方法（結果表示画面）のデザイン作業を実施した。それらの開発作業と並行して、避難訓練支援アプリ「逃げトレ」に、臨時情報発表時に想定される津波浸水想定（サブ課題2（g）と連携）など、複数の津波シミュレーションを新たに実装する仕組みを整備した。

また、「逃げトレView」で活用する個人属性情報（性別、年齢、避難時の支援の必要性など）を収集するための仕組み、および、臨時情報に関する解説動画を「逃げトレ」に実装し、「逃げトレView」を完成させるために必要なアプリ「逃げトレ」の改修作業を行った。以上の開発研究とともに、実際のフィールドで「集会的避難行動の解析・表示システム」を中核とした「逃げトレView」の実証実験を実施した。

さらに、主なユーザーとして想定される自治体職員を対象としたインタビュー調査を行い、「逃げトレView」を自治体の津波避難戦略策定業務に利用する際の課題や必要な準備作業を進めた。また、自治体職員を対象とした「逃げトレView」の「ガイドマニュアル」の素案を作成し、今後の出口戦略（自治体への実装戦略）策定に向けた足がかりとした。

9. Challenges for Natech Risk Management Implementation

9.1 Research at the Disaster Risk Management Lab

The Disaster Risk Management Laboratory was involved in several research projects during the fiscal year 2023. These include the refinement and implementation of a series game developed at Cruz lab to promote dialogue and raise risk awareness concerning natural hazards and natural hazard triggered technological (Natech) accidents.

9.2 Are serious games a good strategy to promote multi-stakeholder dialogue and risk awareness? Case study application of

EGNARIA

Improving hazard and risk-informed decision-making for the risk management of Natechs is challenging for government officials as well as citizens due to the lack of risk information disclosure for these types of hazards (Tzioutzios et al. 2022). Past studies (Yu et al.2017; Kinoshita 2014) have shown that there is little to no information provided to residents regarding chemical and Natech hazards and risks. Industry restricts access to this type of information resulting in negative effects on disaster prevention and preparedness planning for these events.

Cruz lab's previous work in the design and testing of a serious game to promote information sharing and awareness raising supports the idea that non-traditional approaches can be helpful in this regard. This is the aim of EGNARIA (Educational Game for Natech Risk Awareness) (Tzioutzios 2022), a serious game designed in Cruz lab. In 2023, we carried out several trial workshops with university students which helped to refine the game.

Later, we conducted 8 gaming workshops in 4 Colombian cities (Bogota, Medellin, Bucaramanga and Cartagena) and 1 Japanese city (Takaishi City, Osaka). We had a total of 84 participants that included representatives from national, regional and local government authorities, the chemical industry, civil society, policy and communities. Questionnaire surveys were applied before and after the workshops, and the responses analyzed.

The results of the workshops demonstrated the suitability of the game to promote dialogue between different actors in a territory and raise awareness. Furthermore, the participants, both in Colombia and in Japan, found the game to be a valuable tool not only to increase risk awareness, but also to improve disaster literacy, and preparedness for these complex events.

9.3 Comparison of Mobile Public Alert and Warning for Disasters in Japan and the United States: A Sister Cities Collaboration

Both Japan and the United States have pioneered and adopted mobile phone technologies to support public warning for natural and human-caused hazards and disasters. However, both countries have experienced problems with the nonuse or misuse of these systems. With Hamilton Bean (PI) and Kensuke Takenouchi, we collaborated on a study with the aim of establishing connections between the sister cities of Yamagata, Japan

and Boulder, Colorado, USA through a series of workshops at four levels: 1) university researchers working in the area of disaster risk communication; 2) regional meteorological officials involved in natural hazard detection; 3) prefectural/county officials involved in mobile public alert and warning dissemination; and 4) Yamagata and Boulder citizens who have experienced success and/or failure in receiving mobile public alert and warning messages for imminent hazards. The study findings showed that there are shared problems and prospects regarding the appropriate level of local adaptation versus global standardization of mobile public warning. The findings can help officials who are increasingly relying on mobile public warning systems to keep communities safe amid the intensifying impacts of climate change.

9.4 Others

In 2023, based on work carried out at the lab, there were six fully refereed papers published in international journals including *Climate, Weather and Society*, *International Journal of Disaster Resilience in the Built Environment*, *Journal of Environment and Pollution*, among others. Furthermore, the lab contributed with a book chapter by Bean H., Shimizu, M., & Cruz, A. M. (2023). Mobile instructional communication for public safety and community resilience. In D. Sellnow & T. Sellnow (Eds.), *Communicating safety and risk* (pp. 339-358). Berlin: Mouton de Gruyter. Finally, the lab members participated in 14 international and domestic conferences in 2023.

10. アートイノベーション産学共同研究部門の活動

10.1 アート思考を持った人材の育成及びメタバース内でのアートミュージアムの研究 (TOPPAN との共同研究)

組織や社会にイノベーションを起こすために必要なアート思考を持った企業人材を育成するプログラムを継続して行なっている。生け花、能の家元の講義や実演を通して対象者の感性を磨いてもらう試みを行った。また研修プログラム実施側の人材を対象とした研究会を毎月開催している。

また、TOPPAN が開発したメタバース内に土佐アートを展示する土佐アートミュージアムを構築する試みを開始した。第一次のプロトタイプが完成し、今後はその改良を行うとともに、TOPPAN の新しいビジネスとするための検討を行う予定である。

10.2 アートのファッションへの応用研究およびプロジェクターの新しい利用法の研究 (エプソンとの共同研究)

エプソンのデジタル捺染技術と土佐アートを組み合わせることによるアートファッションの創出に向けたプロジェクトを継続して行なっている。SNS 上にあげていたアートファッションが、ニューヨークファッションウィーク (NYFW) の実施団体の目に留まり、NYFW での展示に招待された。これに応じて 2013 年 9 月および 2024 年 2 月の NYFW でアートファッションを披露し大変好評であった。

並行して、ビデオアートの持つ特徴の評価やプロジェクターの新しい活用法の検討を行った。前者に関しては、土佐ビデオアートの動きを被験者を用いた心理実験で評価し、上下、左右、回転などの運動が独自の効果を持つことを明らかにした。後者に関しては、プロジェクターの投影空間に鑑賞者が入ることがコンテンツとの一体感を生むという仮定のもとに、被験者が投影空間の外部と内部で鑑賞する場合の違いを心理実験によって評価する実験を行い、投影空間内での鑑賞が持つ一定の効果を確かめた。

10.3 アート的な照明を用いた仕事空間が仕事に対して与える効果の研究 (三菱電機との共同研究)

今後の創造性が求められる仕事空間ではアート的な照明が求められる。ガラスアートと光源を組み合わせたアート照明を用いた仕事空間環境で人の創造性が高まるか否かを、被験者を用いた心理評価と創造性テストの両面から評価した。心理評価の結果ではアート照明を用いた環境が通常の LED 照明環境より、人の心を前向きにして創造性が高まるという結果が得られた。一方、創造性テストの結果ではアート照明環境と LED 照明環境の違いは明白ではなく、さらに詳細な分析が必要である。

10.4 アート表示に適した没入空間の研究 (AGC との共同研究)

鏡とディスプレイの機能を持つミラーディスプレイを用いた無限に続く空間の感覚を与える没入空間システムに関し、2025 年大阪万博に展示するため、空調の設置などの改良を行った。

10.5 アートが人に与える心理・生理的な効果の研究 (島津製作所との共同研究)

上記の没入空間と土佐アートの組み合わせが人の創造性を高める効果があるという仮定のもとに、それを心理・生理実験を通して確認する研究を継続し

て行った。心理実験結果からは創造性が高まるという結果が得られたため、国内学会・国際学会で発表して研究成果のアピールを行なった。引き続き同時に測定した生理データ（心電・脳波・皮膚電位）の解析を行った。心電データの解析からは、幾何学図形提示やコンテンツ無しの場合に比較して、アート鑑賞時には人の交感神経活動・副交感神経活動いずれも抑制されるという特殊な状況が生じるという結果が得られ、今後さらにその点に関する検討を行う必要があるという活性化するという結果が得られた。

10.6 その他

研究成果は、2編の防災研年報、2編の完全査読付論文、10件の国際会議発表、5件の国内会議発表を通して行われた。

11. 先端防災 IT 研究

本節ではJSTさがけ「IoTが拓く未来」領域にて廣井が2020年11月から実施している、「IoT連携基盤による先端防災ITの実現」研究について報告する。本研究は、既存の優れた防災技術をフルに活用した、漸進的かつ柔軟に連携させる基盤技術の研究開発を目的としている。さがけでの先端防災IT研究の最終目標は、研究者、開発者のための、防災に関わる解析技術、アプリケーション、システムのテストベッドの開発である。ひとつのシステムを研究開発し実用するためには少なく見積もっても1～数年規模での開発期間が必要となる。この開発スピードを向上させるため、システム内のコンポーネントを共有、相互交換する基盤を作り研究開発環境とする。また、連携基盤に過去の災害のデータや関連システムなど必要システムをつなぐことで、コストの大きい解析技術やシミュレータの性能評価が可能なテストベッドの提供を目的としている。テストベッドとして動作させることによって、評価環境を提供し、防災に関わるシステムやアプリケーションの開発の促進を目指す。

具体的には、これまでばらばらだった異なる防災技術同士の技術連携、データ連携による被害予測の高精度化、テストベッド化を達成する。3つの研究開発項目、研究開発項目1. 多種多様な防災要素技術の漸進的な連携技術の研究開発、開発項目2. 多元的データによるデータフュージョン技術の研究開発、開発項目3. 防災ITテストベッドの開発に取り組んだ。

開発項目1では複数の異なるシミュレータ、システムに対して、データ形式の違いやタイミング制御を含めた複雑な同期とデータ交換のための連携基盤を設計、実装した。想定される4種類の利用形態に対し

て、Kubernetesを使ってデータ交換、クロックを制御、状態監視する機構を実装し、複数の異なるシミュレータ、システムを連携する基盤を構築した。

開発項目2として、氾濫解析を対象として、異なる分解能を持つデータを利用したデータ同化アルゴリズムについて、観測時系列データやソーシャルセンシングデータ等、時空間分解能の異なるデータを統合した補正手法を開発、複数の氾濫事例での精度評価を行った。氾濫解析シミュレーション結果と観測時系列データを用いて、最大浸水位において70.8%の精度となり、その後、さらにソーシャルセンシングデータを用いて補正手法によって75.0%の精度となり目標を達成した。

最後に、開発項目3として、項目1, 2の機能をもつ連携基盤を、大規模水害における防災ITテストベッドとして開発、公開した。既往/想定される4地域の大規模水害を連携基盤上に再現し、センサシステムの検証や水害時の通信障害・電力障害など7つのユースケースについてテストベッドを用いた解析を行った。さらに成果物を再現・実働・再利用可能とするため、Available, Functional, Reusableの3種類の活用形態をバッジとして付与して公開した。

今後は、JST創発的研究支援事業研究を通じて、連携するシミュレータ、システムを増やし、さまざまな実働システムに対するより複雑な連携と実用的なユースケースでの活用を目指すとともに、内閣府SIP事業スマート防災ネットワークの構築にて、実用の防災システムと連携したテストベッドの活用を進めていく。

12. Summary of the activities of Guest Scholar James D. Goltz

During the year 2023, James Goltz continued work as Principal Investigator on a project funded by the US-Japan Foundation and the Japan Society for the Promotion of Science. This project was initiated in 2022 and is funded through Kyoto University. The project personnel include six co-investigators representing Kyoto University, Doshisha University, Kansai University, Shiga University and Kyushu University. The study objectives are to assess the level of planning by 736 municipal governments for receipt of an earthquake advisory or warning from the Japan Meteorological Agency (JMA). We accomplished this objective by conducting a survey to assess whether jurisdictions had planned for receipt of “special earthquake warning information” and, if so, what the plans contained. We also conducted a series of in-depth interviews to develop a deeper understanding of the

operational forecast system operated by the JMA and follow up the survey with selected local governments with what were regarded as exceptional plans. The survey was launched in 2022 and activities during 2023 included analysis of survey data, completion of a non-technical report of findings and three journal articles published in *Seismological Research Letters*, *Disasters*, and *The Monthly Survey Report of the Miyagin Economic Research Institute*. We also published a planning guide for local disaster managers and held the first of several regional training seminars to promote planning for an operational earthquake forecast in the Nankai region.

The survey was completed in early 2023 with a return rate of 64% (N=469) and the years activities included data analysis and completion and publication of a non-technical report of findings that included data from sixteen in-depth interviews. We also completed three journal articles, one in English and two in Japanese. The non-technical report of survey findings was completed, published, and submitted to our funding agencies, interested parties and the Kyoto University library. The journal article was accepted for publication in the journal with minor revisions requested by reviewers. In addition to the formal publications based on the survey and in-depth interviews, Prof. Goltz wrote an Op-Ed essay on the project that was published in the English language *Japan Times* newspaper on June 18, 2023 entitled “An Earthquake Warning System for the Pacific Coast of Japan.”

The survey and in-depth interviews identified gaps in city and prefectural planning for an earthquake advisory or warning for the Nankai region and the second objective of the project was to promote comprehensive planning in the region. This portion of the project involved two related strategies: develop a planning guideline based on best practices and conduct a series of regional training workshops to promote planning using our planning guide. During 2023, we developed and published a guideline for planning specifically for receipt of an advisory based on the occurrence of a magnitude 7 class earthquake or a slow slip event that accelerated over a short period of time or a warning based on the occurrence of a magnitude 8 class earthquake. Using the survey results and several Cabinet Office White Papers which recommended some planning elements for local jurisdictions, our group developed a comprehensive guideline for planning which was completed in August 2023. This guideline was used for the training seminars and was to be incorporated into a web portal for disaster managers planned for 2024.

The second strategy was to conduct a series of one-day training workshops in the Nankai region to promote planning for an earthquake advisory or warning. These training workshops were to be of two types: training that included multiple jurisdictions within a prefecture or workshops for individual jurisdictions. These training workshops followed a format in which members of our research group made brief presentations to introduce the subject followed by presentations by the host city or prefecture on planning already accomplished. For some training workshops the plan was to hold a session in which a scenario involving an advisory or warning was presented and to which the participants must respond, announcing what their department or division would do in response. While several training seminars were planned, during 2023, only one was conducted in Miyazaki Prefecture on August 30, 2023. By the end of the year, three additional training workshops were planned: Wakayama Prefecture on January 10, 2024; Kuroshio Town on January 30 and a special workshop for NHK on January 22nd. The project received approval for a six-month unfunded extension from April 21, 2024 until October 21, 2024.

13. REPORT ON VISIT TO KYOTO UNIVERSITY, JAPAN

Summary of activities of Dr. Miranda Dandoulaki as Visiting Professor at DPRI, Kyoto University (December 28, 2023 to March 27, 2024)

I was honored to be appointed for a second time as a visiting professor at the Center for Disaster Reduction Systems, DPRI. During my stay in Cruz Lab, I was generously supported to make the most out of my three months stay.

My visit was marked by the Noto Hanto earthquake (MJMA 7.6) at 16:10:09 JST on the first day of 2024. Being in Uji, I witnessed how Japan handles tsunami warnings and emergency information to the population. Moreover, I was offered the opportunity to visit the disaster area with Cruz Lab about one and a half months after the earthquake, on February 11-13, and to contribute to the field report. My first-hand experience was used to inform the Greek public through a press interview, and the findings of a research project on emergency evacuation in case of an earthquake that was commissioned by the Earthquake Planning and Protection Organization of Greece.

Moreover, I was fortunate enough to follow up on the emblematic reconstruction of Tohoku after the GEJE disaster. Under the knowledgeable guidance of Professor Norio Maki, with Prof. Cruz we visited the area on March 23-24, 2024. Starting from Kamaishi to Rikuzentakata and Kesenuma, and all the way to Sendai, we stopped at several places to appreciate how space was transformed through reconstruction. At Sendai, Professor Michio Ubaura, Tohoku University, was kind enough to enlighten us on developmental issues.

Other field visits, in Chizu for the “Book-reading and Café Philosophique Combined Event” (March 16-17, 2024) and in Yamagata (March 6-8, 2024), demonstrated the commitment of academia in Japan to support local communities and pursue putting science into practice.

On a day-to-day basis, taking part in the works of DRS and Cruz Lab allowed me to hold meaningful exchanges with students and colleagues, and to appreciate their high-level research. In DPRI’s enriching learning environment, my humble contribution was the 87th Sogo Bosai Seminar entitled “Enabling knowledge for disaster risk management implementation: Evidence from Samos (Greece) becoming tsunami-ready” on February 14, 2024.

For all I gained during my visit, I would like to thank profoundly the Director of DRS Professor Michinori Hatayama and all DRS faculty for inviting me and making me feel at home. I should also acknowledge Miyauchi san’s crucial assistance. Finally, I want to express my deepest gratitude to Professor Ana Maria Cruz for her companionship and the intellectual stimulation I gained from working with her.

The IDRiM2025 Conference with the topic “Advancing Disaster Risk Reduction in Islands and Remote Areas” will take place in Samos, Greece, on September 28 – October 1, 2025, and it will be my opportunity to return some of the hospitality and kindness I experienced in DPRI.

14. データベース関連

14.1 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。また、地区災害史料センター毎の蔵書を検索できるようになっている。

しかし、データベース及び検索技術の発展が著しい中で、本データベースが状況に即したニーズを得られなくなっているとの指摘を受けて、防災研究所全体で巨大災害研究センターが事務局となり「データベースSAIGAI検討所内ワーキンググループ会議」が設置された。これを受けて、自然災害研究協議会において、データベースSAIGAIで所蔵する全国の大学図書館に所属される資料が検索可能なOPACシステムからも検索できるように、防災科学研究所ライブラリー及び京都大学図書館への寄贈する方針が承認され、「防災研究所資料室 資料整理ポリシー」が定められた。令和1年度より、同ポリシーに従って、資料の京都大学図書館や防災科研への移管や、不要な資料の廃棄が進められている。令和2年度以降の新型コロナウイルスの感染拡大によって作業は長期、短期の中断を繰り返すことになった。また、令和2年度、3年度にそれぞれ約2,000冊ずつの資料にカビが発生していることがわかり燻蒸作業を業者に依頼した。そのような問題に対応しながら、令和4年度も順次廃棄判定作業を進め、令和5年度末時点で約41,000冊の資料の保管／廃棄判定を完了している。

14.2 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、データベースにアクセス可能となった。

令和3年度に、技術室の協力を得て、「さくらサーバ」への移転を行った後、令和3年度末から引き続き両データベースを公開している。

15. 総合防災合宿

2023年10月7日～9日にグループ恒例の総合防災グループ合宿を実施した。10月7日には宇治キャンパス連携研究棟，10月8,9日には合宿形式にて旧 智頭町立那岐小学校（鳥取県八頭郡智頭町）にて開催した。現地参加者として教員17名，学生44名，オンラインツールZoomにて教員1名，学生12名が参加した。学生参加者によって合計28件の口頭研究発表および28件のポスター発表が行われた。発表セッション後には，より深い質疑応答や議論が行われ，教員-学生間，学生間の議論やコミュニケーションをより活発にするための工夫が各所に取り入れた合宿となった。大きなトラブルはなく，全員が円滑に発表を行い，総合防災グループ合宿は無事に完了した。

参考文献

- 畑山満則・矢守克也・Ana Maria CRUZ・横松宗太・大西正光・廣井慧・中野元太・大門大朗・杉山高志・岡田夏美・Ilan CHABAY・Chiung-wen HSU (2020) 巨大災害研究の課題と展望—巨大災害研究の現状と展望(5)— 7 高知県四万十町興津地区での新しい「学校—地域協働型防災活動フレームワーク」の構築，京都大学防災研究所年報，No. 64, Vol. A, pp. 218-221.
- 畑山満則・矢守克也・Ana Maria CRUZ・土佐尚子・大西正光・廣井慧・中野元太・大門大朗・杉山高志・岡田夏美・Miranda DANDOULAKI・James D. GOLTZ (2023) 巨大災害研究の課題と展望—巨大災害研究の現状と展望(7)— 7 四万十町地域防災実践プロジェクト，京都大学防災研究所年報，No. 66, Vol. A, pp. 118-119.

(論文受理日：2024年8月31日)