

3.4 COE 活動

3.4.1 COE 関連研究の概要

COE とは、卓越した研究拠点 (Center of Excellence, COE) の略称で、特定課題の中核的研究機関であることを示す。我が国における研究活動の活性化のために特定研究課題の「卓越した研究拠点、COE」の必要性が平成 7(1995)年に学術審議会から文部省に建議された。文部省はこの建議に基づき平成 8 年度から中核的研究機関支援プログラムを開始した。COE 研究機関は、優れた研究者、研究環境、研究資金があり、国内外から研究者が集い、一層の研究の推進を図るための支援プログラムの適用を受けることができる。

防災研究所は自然災害およびその防災に関する多くの研究成果のみならず国内外において主導的役割を果たしてきたことが評価され、平成 9 (1997) 年に自然災害研究の「卓越した研究拠点

Center of Excellence、」の研究機関として認められた。COE 機関としての中核的研究機関支援プログラムは、研究高度化推進経費、非常勤研究員経費、外国人研究員経費(COE 分)、国際シンポジウム開催経費、などからなる。平成 10、11 年度の予算実績は表に示される。以下に、COE 関連経費による研究活動について報告する。

3.4.2 研究高度化推進費

(5102)COE 条件付時空間場のシステム同定とそれを用いた構造物の自動損傷検出システムの開発

研究組織

佐藤忠信(耐震基礎分野 教授)

鈴木祥之(都市空間構造分野 助教授(現教授))

澤田純男(耐震基礎分野 助教授)

三村 衛(地盤防災解析分野 助教授)

本田利器(耐震基礎分野 助手)

(a) 研究の背景と目的

構造工学の分野でシステム同定の理論が応用されるようになったのは、昭和 50 年代の後半からであるが、実用的に使えるシステムとして運用され成功を収めているものは情報化施工システムの代表的な例であるシールドトンネルの掘削制御や地震の外乱に対する構造物の振動制御技術だけであり、ここで開発しようとしている構造物の健全度を実時間でモニターするようなシステムはわが国のみならず諸外国においても成功していない。このシステムを開発するためには、他の領域で開発されたシステム同定アルゴリズムだけでは不十分であるので、独自のシステム同定アルゴリズムの開発が必要となる。

本研究では、研究者がこれまでに蓄積したシステム同定のノウハウを持ち寄り、時空間場のシステム同定方を体系化するとともに構造物の健全度と損傷度を自動的に検出できるシステムを開発する。そのためには、感度解析・数値解析の安定性評価・解の存在性等、理論的に取り組まなければならない問題は山積している。本研究では、現実の構造工学問題に同定アルゴリズムを適用できるシステムを整備し、それを公開することによって、研究成果を国際社会に還元することを目的としている。

(b)研究の方法

前述のような背景に鑑み、構造システム同定に利用されている既存のアルゴリズムについての現状を調査し、集大成した後、研究分担者が独自に開発している適応型カルマンフィルター、忘却機能を有するニューロカルマンネットワーク、時空間場の条件付きシステム同定アルゴリズム等の最新のシステム同定アルゴリズムを高速演算処理装置上で実行できるシステムを開発する。開発したシステムを用いて、構造物の健全度と損傷をリアルタイムで自動的に検出できる可搬型のシステムを構築する。

(c)研究成果の概要

適応型カルマンフィルターを用いて非線形構造系の動特性を実時間で同定するためのアルゴリズムを開発しその有効性をシミュレーションで確認した。さらに、H無限大フィルターに観測データの忘却機能を付加したアルゴリズムを開発し、非定常特性を有する構造系の動特性を時々刻々と同定するための方法論を確立した。また、振動台を用いた模型構造物の振動実験結果を利用して、開発した構造同定アルゴリズムの有効性を検証した。

(d)成果の公表

本研究の研究成果は以下のようにまとめられる。
T. Sato and K.Takei ; Development of a Kalman Filter with Fading Memory, Structural Safety and Reliability, pp.387-394, 1998.
T. Sato and K.Qi ; Adaptive H Filter : Its Application to Structural Identification, ASCE Journal of Engineering Mechanics, Vol.124, No.11, pp.1233-1240, 1998.
K.Qi and T. Sato ; Structural Identification Using Neural- H Filter,第 10 回日本地震工学シンポジウム論文集, pp.2297-2302, 1998.
T. Sato and S.Tanaka ; A Hybrid Structural Control Experiment Using Variable Damper,

Proceedings of the Second World Conference on Structural Control, Vol.1, opp.387-396, 1998.

K.Qi and T. Sato ; H Filtering Technique and Its Application to Structural System Identification, Proceedings of the Second World Conference on Structural Control, Vol.3,pp.2149-2158, 1998.

文化遺産など社会的価値の高い地区における地すべり災害予測の研究

研究組織

研究代表者

佐々恭二(地すべりダイナミクス分野 教授)

研究分担者

千木良雅弘(山地災害環境分野 教授)

奥西一夫(傾斜地保全分野 教授)

福岡 浩(地すべりダイナミクス分野 助教授)

末峯 章(災害観測実験研究センター 助教授)

(a)研究の背景と目的

IDNDR 特別事業の一環として実施してきた「華清池の地すべり災害予測」の研究が世界的に評価され、この研究を発展される形でユネスコと国際地質学連合(IUGS)合同の国際地質対比計画「文化遺産及びその他の社会的価値の高い地区の地すべり災害予測と軽減のための国際共同研究(IGCP-425)」が採択され、京都大学防災研究所地盤災害研究部門を中心に世界 30 ヶ国の参加を得て、平成 10 年度より開始されている。本研究においては、これまでに開発した地震地すべり再現試験機や地すべり計測機器を用いて、IGCP-425 の中心課題である 1) 長距離運動地すべりの運動速度・運動距離の予測法の確立 2) 地すべりの発生規模、発生危険度を予測するための実用的かつ高精度の斜面監視システムの確立、3) 地すべり前兆現象及び地すべり危険個所の地質学的

判定方法の開発、の研究を現地調査、観測、室内試験に基づいて実施した。

(b)研究の方法

本研究は、その研究の中核となる地すべり運動予測のための試験機「地震時地すべり再現試験機」が、防災研究所によって開発され、すでに実用段階にあることから、今後の研究の実施により飛躍的に発展しうる態勢にある。また、本研究は、IDNDR 後の主要な研究テーマとして国際的注目を集め、京都大学防災研究所を中心として世界的な研究協力体制が確立されており、国際的な支援を受けた強力な研究の推進と研究成果の世界的活用が期待できる。

(c)研究成果の概要

- 1)福島県豪雨災害における西郷村の長距離運動地すべりや地震時に発生する高速長距離運動地すべりを対象として、運動速度・運動距離の予測法の確立を目的としてリングせん断試験を実施し、すべり面液状化の発生条件、発生メカニズム、すべり面液状化から全層液状化に至るメカニズムについて調べた。
- 2)徳島県善徳地すべり地で長期実施している精密地すべり移動観測結果と水文、地下浸食量観測に基づき、長期クリープの原因として地下浸食が作用していることを実証した。
- 3)ペルーマチュピチュ遺跡の大規模地すべり、中国華清池地すべりおよび、岡山県備中松山城の岩盤崩落の現場を調査し、地すべり前兆現象及び地すべり危険個所の地質学的判定方法の開発のための基礎調査を行った。

また、IGCP-425 グループの研究成果の発表会および研究打ち合わせを1999年9月にパリのユネスコ本部において開催し、研究成果をユネスコアーカイブとして出版した。

(d)成果の公表

Furuya, G., K. Sassa, H. Hiura, and H. Fukuoka :
Mechanism of creep movement caused by land-

slide activity and underground erosion in crystalline schist, Shikoku Island, southwestern Japan, *Engineering Geology*, Vol. 53, pp.311-325, 1999.

Furuya, G., K. Sassa, H. Hiura, and H. Fukuoka :
The mechanism of creep movement caused by landslide activity and underground erosion in crystalline schist, Zentoku, Shikoku, Japan, *Proc. International Symposium on Slope Stability Engineering-IS-Shikoku' 99*, Matsuyama, Japan, "Slope Stability Engineering," A.A.Balkema, Vol.2, pp.1169-1174, 1999.

Okada, Y., K. Sassa and H. Fukuoka: Stress condition and consequence of liquefaction on weathered granitic sands. *Proc. International Symposium on Slope Stability Engineering-IS-Shikoku ' 99*, Matsuyama, Japan, "Slope Stability Engineering," (Yagi, N., T. Yamagami and J.C. Jiang, eds.) A.A. Balkema, Vol.1, pp.577-582, 1999.

Sassa, K.: Mechanism of Flows in Granular Soils. 斜面セッション招待講演, *GeoEng 2000*, Melbourne, Australia, 32p. (in Print) 2000.

Sassa, K.: Field Investigation of the Slope Instability at Inca's World Heritage in Machu Picchu, Peru, *International Newsletter "Landslide News"*, pp.37-41, 2000.

Sassa, K. (ed.): UNESCO-IUGS IGCP Project No. 425 Landslide Hazard Assessment and Mitigation for Cultural Heritage Sites and Other Locations of High Societal Value Reports and Sub-project Proposal, UNESCO Archive CLT-99/CONF.806/proceedings, 156p. 1999.

Vankov, D.A. and K. Sassa: Dependence of pore pressure generation on frequency of loading at sliding surface. *Proc. International*

- Symposium on Slope Stability Engineering - IS-Shikoku '99, Matsuyama, Japan, "Slope Stability Engineering", A.A.Balkema, Vol.1, pp.601-606,1999.
- Vankov, D.A. and K. Sassa: Mechanism of earthquake-induced landslides on almost flat slopes studied with a ring shear apparatus. Journal of Natural Disaster Science, Vol.21, No.1, pp.23-35,2000.
- Wang, F.W., K. Sassa and H. Fukuoka: Geotechnical simulation test for the Nikawa landslide induced by 1995.1.17 Hyogoken-Nambu earthquake. Soils and Foundations, Vol.40, No.1, pp.35-46,2000.
- Wang, G.H. and K. Sassa(1999): Effects of density, stress state and shear history on sliding-surface liquefaction behavior of sands in ring-shear apparatus. Proc. International Symposium on Slope Stability Engineering - IS-Shikoku '99, Matsuyama, Japan, "Slope Stability Engineering," , A.A.Balkema,Vol.1, pp.583-588.
- 岡田康彦,佐々恭二,福岡 浩:大阪層群砂質土の液状化挙動,地すべり,Vol.36,No.3, pp.91-98,1999.
- 佐々恭二,福岡 浩,守随治雄:世界遺産インカのマチュピチュ都市遺跡(ペルー国,クスコ州)の地すべり危険度調査,(社)日本地すべり学会第39回研究発表会講演集, pp.51-52,2000.
- 佐々恭二,汪 発武,王 功輝:リングせん断による高速地すべりのメカニズム - 福島県西郷村稗返地区の高速長距離運動地すべりについて - ,地すべり学会・地すべり学会東北支部シンポジウム・地すべり発表討論会「平成10年度斜面災害・土砂災害の特徴と実態」, pp.38-49, 1999.
- 佐々恭二,汪 発武,王 功輝:リングせん断による高速地すべりのメカニズム - 福島県西郷村稗

3.4.3 非常勤研究員(COE分)による研究活動

COE 非常勤研究員の研究活動概要

(a)地震災害部門

強震動地震学:関口春子(平成 11 年度)

(現・通産省工業技術院地質調査所)

活動内容:1999 年に大きな災害を生じた巨大地震であるトルコ・コジャエリ地震と台湾・集集地震について、近地強震動波形のインバージョンによる震源過程解析を行った。トルコ・コジャエリ地震においては、破壊開始点から東方で、P 波による先行破壊(トリガー)と考えられる複雑な断層破壊過程を推定した。台湾・集集地震では、断層面上で不均質なすべり分布を得た。これらの震源過程モデルを特性化して得られるパラメータは、震源過程のスケーリング関係式を検証するのに用いることができ、強震動予測のための震源モデルの構築に更なる合理性を付与するものである。本研究は地震災害研究部門における強震動地震学に関する研究に重要な意義を持つものである。

耐震基礎:楊 峻(平成 10 年度)

活動内容:水で飽和された弾性体内を伝播する波動問題を取り扱った。特に、不飽和成層地盤内を伝播する S 並びに P 波の電波特性を詳細に検討し、不飽和度の増加に伴って 2 相系地盤内を伝播する波動の遷移現象、すなわち完全飽和状態から一相系として表現できる気乾状態に至る過程での波動の伝播速度の解析的な表現形式を求めた。また、地盤の液状化に及ぼす表層近傍の不飽和度の影響についても解析的な研究を実施して、液状化地盤であっても地震動の鉛直成分は大きく増幅されることを明らかにした。

(b)地盤災害研究部門

地すべりダイナミクス:古谷 元(平成 10 年度)

活動内容:結晶片岩地すべり地における伸縮計、

孔内傾斜計、三次元せん断変位計、細粒土砂流出他の観測資料の解析により、地下侵食とクリープ移動機構の関係を調べると共に、リングせん断試験機内で地下侵食を再現する試験を始めた。また、リアルタイムキネマティック GPS を用いた短時間測位による緩速地すべり移動観測法を構内および地すべり地での試験等により開発することができた。一方、イラン水土保持研究センターとの共同研究として、半乾燥地帯の泥岩層の緩速地すべり移動機構について現地調査を行い、地すべり運動に寄与する地下水を特定することができた。

地すべりダイナミクス:汪 発武(平成 11 年度)

活動内容:ユネスコ-IUGS 合同の「国際地質対比計画(IGCP-425:文化遺産と地すべり災害予測)の中核的研究「高速地すべりの予測」を推進するため、中国西安市・華清池地すべり地において電子伸縮計の設置を行った。平成 11 年 6 月の集中豪雨により発生した広島市の流動性崩壊の調査を行い、北区亀山地区の流動性崩壊災害現場の溪流源頭部より溪流堆積物を採取し、リングせん断試験機により非排水急速載荷試験を行い流動性崩壊の発生機構の研究を行った。平成 9 年の秋田県澄川地すべり、1792 年の島原市眉山大崩壊について、非排水載荷時の見かけの摩擦角の変化を考慮した地すべり運動の数値シミュレーションプログラムの開発を始めた。

(c)水災害研究部門

洪水災害分野:牛山素行(平成 11 年度)

(現・京都大学防災研究所)

活動内容:(1)1999 年 6 月広島豪雨災害、同 8 月三重県藤原町土石流災害、同 8 月長野県松本市土石流災害等における降水特性に関する調査研究および現地調査、研究関連情報蓄積のためのホームページ整備を行った。(2)普及型気象観測システムを利用したリアルタイム降水量観測・データ表示システムの実用化にむけた開発を行った。

(3)日本の豪雨記録に関するデータベースの整備およびホームページによる公開をおこなった。

(4)Internet, CATV 等による防災情報伝達の実態調査および現地調査をおこなった。

これらの研究成果は、砂防学会誌、自然災害科学学会誌に掲載され、編書「身近な気象・気候調査の基礎(古今書院)などにまとめられている。

(d)大気災害研究部門

王 自発

(中国科学院・大気物理研究所 研究員)

平成 10 年 8 月 15 日 ~ 11 年 1 月 30 日

活動内容: 地域規模対流圏輸送、反応、沈着数値モデルについて、オイラー座標系 球面座標系への変換、土壌粒子の飛散過程、雲物理、化学過程サブモデルの改良を行い、東アジア大気質の数値予測モデルを完成させた。これを用いて、1) 黄砂、大気汚染物質の長距離輸送と、2) 黄砂による中和反応を考慮した東アジア酸性雨の挙動の解明、3) 香港および台湾の気象・大気汚染実時間予測システムの構築を行った。なお、1), 3) の成果は国際学術誌に掲載が決定された。

(e)災害観測実験センター

Ruscher Christophe(ラッシャー・クリストフ)

(平成 10 年 4 月 1 日 ~ 11 月 30 日)

活動内容: (1)波浪を介しての大気運動(海上風)から海水運動(吹送流)への運動量流束の輸送機構の研究。(2)高潮観測塔で観測されたの風の乱流特性の解析。(3)メソスケールの大気乱流モデルを用いた沿岸海洋での吹送流シミュレーション。

(f)地震予知研究センター

中村恭之(平成 10 年度)

活動内容: 当センターでは、近畿およびその周辺の 6 点において広帯域地震観測を行っている。当該研究員は、これらの広帯域地震観測網からのデータ収録の自動化を完成させ、震源メカニズムの自動決定、地殻構造の研究を推進する試みを行い、

近畿地方の地震発生の性質、応力変化など地震予知の研究に大きく貢献した。それに関する研究を完成させた。また、当センターの研究会の企画や大学院生の教育補助などにおいて重要な役割を果たした。

川方裕則(平成 11 年度)

活動内容: 当センターでは、地震予知研究の一貫として地震発生機構に関する実験的研究を行っている。地震発生機構解明のために断層形成過程の実験的研究を行い、より現実的かつ具体的な地震発生モデルの構築並びに地震予知の基礎理論の構築を目的として採用された。目的に沿った研究の精力的な遂行の結果、関連課題についての研究を完成させた。また、当センターの研究会の企画や大学院生の教育補助などにおいて重要な役割を果たした。

(g)火山活動研究センター

周藤正史(平成 11 年度)

活動内容: 始良カルデラおよび桜島周辺の火山岩の K-Ar 年代値を決定し、百万年前から 2 万 5 千年前のカルデラを形成した巨大噴火発生に至る火山活動の時空間分布とマグマ組成の変遷を検討した。巨大噴火直前にカルデラ北部と南東部で流紋岩質溶岩噴出が生じたことを見出した。研究成果を日本火山学会誌及び京都大学防災研究所年報に公表した。

3.4.4 招へい外国人研究員(COE分) による研究活動

招聘外国人研究員の研究活動概要

(a)地震災害研究部門

呉 世明(Shinming Wu)：同済大学(中国)・教授、
副学長

招聘期間：平成 11 年 1 月 22～31 日(10 日間)

研究概要：土の動的問題に関する共同研究プロジェクトの立ち上げに関する打ち合わせ、ならびに地盤内を伝播する表面波を利用した地盤調査法に関する研究討議を行った。

(b)大気災害研究部門

Gregory R. Carmichael: University of Iowa, Dept.
of Chemical and Biochemical Engineering・教授

招聘期間：平成 12 年 6 月 1 日～8 月 31 日

研究概要：共同研究(RAINS-Asia プロジェクト)として、アジア全域についての大气汚染硫酸化物の長距離越境輸送と環境影響の研究を行ってきた。すなわち、(1)エネルギー消費や人口に基づく、1985 年から 2030 年までの大气汚染硫酸化物排出量分布の推定、(2)硫酸化物の大气中濃度と地面への湿性沈着、乾性沈着量の予測、(3)多国間の大气汚染授受量の評価、(4)土壌酸性化の将来予測、の研究を実施してきた。本招聘期間中、これまでの研究成果のとりまとめ、学術雑誌への投稿を行った。また、この研究の発展として、大気エアロゾルによる雲物理・降水過程の変化と地球寒冷化に関する研究に着手した。

(c)水資源研究センター

Liong Shie-Yui: 国立シンガポール大学・助教授

招聘期間：平成 10 年 8 月 1 日～10 月 31 日

研究課題：ニューラルネットワークによる洪水予測・制御の研究

研究概要：データの少ない地域での洪水予測を目的としてファジイ理論、ニューラルネットワーク

の活用を図った。まず、ニューラルネットワークの入力、中間層ノードの決定に多重線形回帰式を用いて必要情報の抽出を行った。ただし、こうして決定された要素は線形モデルとして優位性があるものであり、非線形のニューロモデルではその周りの要素も含めて遺伝的演算法(Genetic Algorithm; GA)で抽出を行った。また、基本パターンには特徴があるものとして、パターン毎でのニューラルネットワークの決定とその統合化にファジイ推論を応用し、モデルの拡張性を図った。本理論は、上流域での情報がなく対象地点付近の水位と降水情報しか入手できないバングラデッシュでの水位予測に適用し、7 日以上洪水予測を高精度で達成することが出来た。

研究成果の公表：Liong S-Y., W-H. Lim, T. Kojiri and T. Hori

Advance flood forecasting for flood stricken Bangladesh with a fuzzy reasoning method
Hydrological Process 14, pp.431-448, 2000

P.P. Mujumdar: インド科学研究所・土木工学科・
助教授

招聘期間：平成 11 年 12 月 13 日～23 日

研究課題：ファジイ及び確率的水資源システムのモデル化と比較評価に関する研究

研究概要：水資源システムの最適操作にファジイ理論を導入して定式化を行うと共に、実時間での予測と操作を実施しようとするものである。灌漑時は複数の農作物に対する多目的操作となり、一般には多目的最適化を適用している。ここでは、ファジイ多目的での最適化の可能性を検討した。また、入力の不確定性には、確率 DP とファジイ LP、ファジイ DP での適用可能性を比較し、計算能力の限界を討議した。最後に、実時間操作問題として、灌漑方式を考慮した貯水池運用の定式化とファジイ推論による操作支援システムを提案した。

本検討結果は、今後の共同研究に向けての第一

段階と位置付け、インドで行われる国際会議
(2001、2002 年)などの機会を利用して協議する
ことにした。