

3. 研究活動

3.1 共同利用・共同研究拠点

※令和2年度の共同研究採択状況、成果報告書、施設・設備利用型共同研究利用一覧は
京都大学防災研究所年報 第64号Aに掲載

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。令和3年度の各種目についての応募件数、採択件数、共同研究費、及び研究参加者数は次の表のとおりである。

3.1.1 共同研究採択状況

令和3年度

	応募件数	採択件数	共同研究費 合計 (千円)	研究 参加者数
一般共同研究(継続課題)	-	10	9,660	79
一般共同研究(令和3年度-令和4年度)	20	12	11,161	65
国際共同研究(継続課題)	-	4	5,966	36
国際共同研究(令和3年度-令和4年度)	7	4	7,216	57
一般研究集会	7	7	3,637	830
長期・短期滞在型共同研究	6	6	6,710	15
地域防災実践型共同研究(一般)(継続課題)	-	2	2,176	28
地域防災実践型共同研究(一般)(令和3年度-令和4年度)	5	3	3,096	53
地域防災実践型共同研究(特定)(継続課題)	-	1	3,724	11
萌芽的共同研究	5	5	1,228	17
重点推進型共同研究	2	2	3,150	507
拠点研究(一般推進研究)	7	6	12,432	116
拠点研究(特別推進研究)	2	1	5,000	6
特定研究集会	5	4	2,065	1017

※提出された報告書には新型コロナウイルス感染拡大の影響による繰越課題を含む。

また、これらの共同研究等の採択課題名一覧は、防災研究所要覧に掲載された。

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 **3.1.4 令和3年度施設・設備利用型共同研究利用一覧**に掲載した。

3.1.2 共同研究一覧 令和 3 年度

研究名称	課題番号	研究課題	年度	研究代表者	所属機関	所内担当者
一般共同研究	2020G-01	気候変動下における財政制約を課した海岸防護レベルの設定手法の構築	2020 2021	北野利一	名古屋工業大学	多々納裕一
一般共同研究	2020G-02	過去五千年間に琉球列島に襲来した既往最大台風の履歴と規模推定	2020 2021	後藤和久	東京大学大学院理学系研究科 地球惑星科学専攻	森信人
一般共同研究	2020G-03	相乗型豪雨災害による瀬戸内漂流物予測シミュレーター開発	2020 2021	李漢洙	広島大学大学院先進理工系科学研究科	森信人
一般共同研究	2020G-04	機械学習技術を用いた GNSS データの解析とその結果の正体に迫る	2020 2021	高橋温志	理化学研究所	橋本学
一般共同研究	2020G-05	RTK 搭載バルーンによる高密度 3 次元風速場実測	2020 2021	大風翼	東京工業大学	西嶋一欽
一般共同研究	2020G-06	最新の深層学習手法及び d4PDF データを用いた水害長期予測の高精度化	2020 2021	石田桂	熊本大学	田中賢治
一般共同研究	2020G-07	ハイスピード映像観測による火山弾・岩塊の飛翔メカニズムの解明	2020 2021	常松佳恵	山形大学	山田大志
一般共同研究	2020G-08	室内実験に基づく土石流堆積物の下底部で生じる侵食の測定と計算	2020 2021	GOMEZ Christopher	神戸大学大学院海事科学研究科	藤田正治 宮田秀介
一般共同研究	2020G-09	拡大崩壊地から蛇行河川を通じた土砂移動ダイナミクスの解明	2020 2021	大澤光	森林研究・整備機構 森林総合研究所	土井 一生
一般共同研究	2020G-10	水平一様な環境場における孤立積乱雲の発生過程	2020 2021	大東忠保	国立研究開発法人防災科学技術研究所	山口弘誠
一般共同研究	2021G-03	高知県の巨大山体崩壊「加奈木(かなぎ)崩れ」は、いつ、何回の崩壊で形成されたか?:ボーリング掘削調査に基づいて	2021	植木岳雪	帝京科学大学	山崎新太郎
一般共同研究 中間報告	2021G-01	3D プリンタを用いた 100 ドル AWS の開発	2021 2022	峠嘉哉	東北大学大学院	田中賢治
一般共同研究	2021G-02	大気海洋境界素過程に関する	2021	二宮順一	金沢大学 理工研究域	馬場康之

中間報告		る理論再構築による災害予測不確実性の低減	2022			
一般共同研究 中間報告	2021G-04	雨滴をトレーサーにした PIV/PTV による風速推定に関する研究	2021 2022	栗田剛	東急建設株式会社技術研究所	西嶋一欽
一般共同研究 中間報告	2021G-05	改良型中空ねじり試験による大ひずみ液化特性の解明と数値解析モデルの構築	2021 2022	清田隆	東京大学生産技術研究所	上田恭平
一般共同研究 中間報告	2021G-06	災害科学と輸送科学の融合による巨大災害の国際貨客輸送に与える影響評価モデルの構築とその適応に関する研究	2021 2022	竹林幹雄	神戸大学	大西正光
一般共同研究 中間報告	2021G-07	被災前後のリモートセンシング画像の AI 診断と登記情報による強風被害住宅補修の需要推定	2021 2022	高橋徹	千葉大学	西嶋一欽
一般共同研究 中間報告	2021G-08	地すべり地における押し出し流の動態解明と斜面変動予測の高精度化	2021 2022	古谷元	富山県立大学	王功輝
一般共同研究 中間報告	2021G-09	宇宙線を用いた土壌水分量把握による土砂災害の予測	2021 2022	西山竜一	東京大学地震研究所	井口正人
一般共同研究 中間報告	2021G-10	建物被害調査画像管理の一元化を可能とする建物自動分類システムの構築	2021 2022	中嶋唯貴	北海道大学	西嶋一欽
一般共同研究 中間報告	2021G-11	マルチファンを立体配置したドーム風洞による台風時の複雑な風況再現	2021 2022	友清衣利子	熊本大学	西嶋一欽
一般共同研究 中間報告	2021G-12	降雪の経年変動の地域特性に関する研究	2021 2022	谷田貝亜紀代	弘前大学理工学研究科	田中賢治
国際共同研究	2019W-03	Seismic Soil-Foundation-Structure Interaction in Unsaturated Soils	2019 2020 2021	Majid Gha-yoomi	University of New Hampshire	渦岡良介
国際共同研究	2019W-04	Restoring historical long-term meteorological, hydrological and glacier mass balance datasets in the high mountains of Kyrgyz Republic.	2019 2020	Rysbek SATYLKA-NOV	The Tien-Shan High Mountain Scientific Centre, the Institute of Water Problems and Hydropower Academy of Science of Kyrgyz Republic	田中賢治

国際共同研究	2019W-05	US-Japan Joint Research on Improved Evaluation Method for Site Amplification and Underground Structures	2019 2020	Alan YONG	United States Geological Survey, Pasadena	川瀬博
国際共同研究	2020W-01	On the rock pulverization during shearing and its implication for the initiation of catastrophic rock avalanches and larger earthquakes	2020 2021	HU Wei	State Key Laboratory of Geohazard Prevention and Geoenvironment Protection, Chengdu University of Technology, China	王功輝
国際共同研究	2020W-02	Study of the Seismic Heterogeneity in the Gerede Segment of the North Anatolian Fault, Turkey	2020 2021	Serif BARIS	Department of Geophysics	MORI, James Jiro
国際共同研究	2020W-03	土砂災害によるネパール南部平原での河川地形の応答	2020 2021	Umesh Singh	Hydro Lab	竹林洋史
国際共同研究	2020W-04	Large-scale temporal assessment of tsunami threats in the Pacific Mexican coast	2020 2021 2022	Néstor Corona Morales	El Colegio de Michoacán A.C.	森信人
国際共同研究 中間報告	2021W-01	中国沿岸平野の低湿地・河口干潟における洪水流入土砂の調節および生態機能の評価に関する研究	2021 2022	郝愛民	温州大学	角哲也
国際共同研究 中間報告	2021W-02	Flood risk assessment with high dimensional vine copulas: A methodology considering spatial-temporal correlation of rainfall	2021 2022	Xinyu Jiang	Wuhan University of Technology	多々納裕一
国際共同研究 中間報告	2021W-03	Seismic soil-pile-structure interaction in liquefiable soils considering nonlinearity of pile response	2021 2022	Majid T. Manzari	George Washington University	上田恭平
国際共同研究 中間報告	2021W-04	Estimation of Bedrock Characteristics Considering Uncertainties of P- and S-wave velocity structures beneath the Japan Islands Inferred from high-density seismic stations	2021 2022	Mostafa Thabet Mohammed Thabet	Geology Dept., Science Faculty, Assiut University, Assiut 71516, Egypt	長嶋史明
一般研究集会	2020K-01	これからのスロー地震学が南海トラフ巨大地震の理解に資する役割	2021	横田裕輔	東京大学生産技術研究所	伊藤 喜宏 山下 裕亮

一般研究集会	2020K-07	津波解析ハッカソン	2020	高橋智幸	関西大学	森信人
一般研究集会	2021K-01	東日本大震災教訓に学ぶ『復興まちづくり 10 年の検証』	2021	武藤裕則	徳島大学大学院社会産業理工学研究部	米山望
一般研究集会	2021K-02	新しい生活様式下での災害リスクガバナンス再構築のための研究集会(防災計画研究発表会 2021/災害コミュニケーションシンポジウム 2021)	2021	高木朗義	岐阜大学 工学部	畑山満則
一般研究集会	2021K-03	災害メモリアルアクション KOBE2022	2021	河田恵昭	(公財)ひょうご震災記念 21 世紀研究機構人と防災未来センター	牧紀男
一般研究集会	2021K-04	発生頻度の低い土石流による大規模攪乱後の溪流環境の変遷の追跡	2021	権田豊	新潟大学農学部	藤田正治 宮田秀介
一般研究集会	2021K-05	変容する気候系における気象・気候災害の予測とその発現過程の理解	2021	山崎哲	海洋研究開発機構	榎本剛
一般研究集会	2021K-06	台風予報と防災情報に関する研究集会	2021	宮本佳明	慶應義塾大学環境情報学部	竹見哲也
一般研究集会	2021K-07	水中災害遺構の研究を先導する自然科学者と歴史学者の共同研究集会, および現地検討会の実施	2021	谷川亘	国立研究開発法人海洋研究開発機構	山崎新太郎
長期滞在型 共同研究	2020L-01	ダムの安全性と長期持続可能性を高めるための 3 次元数値モデルを用いたダムの通砂操作の効果評価	2020	Taymaz Esmacili	Islamic Azad University of Gorgan	角哲也
長期滞在型 共同研究	2020L-02	Assessment of Historical Seismological Records at Kyoto University and Steps Towards Digitization	2020 2021	Miaki Ishii	Department of Earth & Planetary Sciences, Harvard University	MORI, James Jiro
長期滞在型 共同研究	2020L-03	A Transnational Study of Community Recoveries from Hurricanes and Typhoons	2020 2021	Daan Liang	University of Alabama, the United States of America	西嶋一欽 大西正光
短期滞在型 共同研究	2020S-02	日台における土砂災害対策の違いを形成する地域社会要因に関する研究	2020	巫仲明	Construction and Disaster -Prevention Research Center, Feng Chia University	矢守克也

長期滞在型 共同研究	2021L-01	歴史的な地震記録の研究と オンライン講義	2021	金森博雄	カリフォルニア工科大学	山田真澄
長期滞在型 共同研究	2021L-02	Effects of land cover change on the regional climate of Para- guay and its role in climate change	2021	Alicia PAVET- TI INFANZON	Department of Civil, Indus- trial and Environmental En- gineering, Faculty of Science and Technology, Catholic University of Asuncion	田中賢治
長期滞在型 共同研究	2021L-03	Application of Diffuse-Field Theory for Velocity Inversion of K-Net Stations by J-SHIS Data and a Telescopic Evolu- tionary Algorithm (TEA).	2021	Iman Ashayeri	Razi University, Kerman- shah, Iran	川瀬博
短期滞在型 共同研究	2021S-01	Understanding Climate In- duced Ground Water Drought in Northeast Bangladesh: A Meteorological Study	2021	Md. Kamruz- zaman	Department of Civil Engi- neering, Rajshahi University of Engineering & Technolo- gy (RUET)	榎本剛
地域防災実践型 共同研究 (一般)	2019P-01	大規模噴火に伴う大量降灰 に対する病院避難体制の構 築	2019 2020	高間辰雄	鹿児島大学病院	井口正人
地域防災実践型 共同研究 (一般)	2019P-02	市民共働のための河川水位 センサーの開発と予測シス テムの開発	2019 2020 2021	森山聡之	福岡工業大学	中北英一
地域防災実践型 共同研究 (一般)	2020P-01	南海トラフ地震「臨時情報」 の有効活用を目指した地区 防災計画策定研究	2020 2021	徳廣誠司	高知県黒潮町役場	矢守克也
地域防災実践型 共同研究 (一般)	2020P-02	地域特性に応じた小技術を 用いた治水・環境調和型の河 道維持手法の開発	2020 2021	瀧 健太郎	滋賀県立大学 環境科学部	田中賢治
地域防災実践型 共同研究 (一般) 中間報告	2021P-01	学校再編後も持続発展する 地域防災実践に関する研究	2021 2022	西岡健二	四万十町危機管理課	中野元太
地域防災実践型 共同研究 (一般) 中間報告	2021P-02	「災害取材映像」の防災啓発 効果とその活用に関する研 究	2021 2022	木戸崇之	朝日放送テレビ	矢守克也
地域防災実践型 共同研究 (一般) 中間報告	2021P-03	被災当事者による災害伝承 についての実践研究	2021 2022	宮本匠	兵庫県立大学大学院減災 復興政策研究科	矢守克也

地域防災実践型 共同研究 (特定)	2020R-01	漸増型巨大災害リスクに対 応する地域防災体制の構築	2020 2021	生田英輔	大阪市立大学	西野智研
萌芽的共同研究	2021H-01	COVID-19 時代における地 域防災と復興の取り組み～ 日本と台湾の比較を通じて ～	2021	李勇昕	日本学術振興会・茨城大学 地球・地域環境共創機構	矢守克也
萌芽的共同研究	2021H-02	児童による雪結晶の観察を 組み合わせた雪氷防災教育 と雪崩研究への活用	2021	宮田秀介	京都大学防災研究所	-
萌芽的共同研究	2021H-03	自然言語処理技術を用いた 全国市町村の地域防災計画 の特徴抽出と課題発見手法 の開発	2021	和泉志津恵	滋賀大学 データサイエンス学部	畑山満則
萌芽的共同研究	2021H-04	土砂の細粒分による流動性 崩壊の発生・運動機構への影 響について	2021	Chao Huang	Graduate School of Science, Kyoto University	王功輝
萌芽的共同研究	2021H-05	地域防災の連携を目指した 児童館を結節点としたアク ションリサーチー高知県黒 潮町大方児童館を事例とし てー	2021	岡田夏美	京都大学防災研究所	-
重点推進型 共同研究	2021N-01	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活用 と国際展開に関する研究	2021	奥村誠	自然災害研究協議会 (東北 大学災害科学国際研究所)	五十嵐晃 西野智研
重点推進型 共同研究	2021N-02	突発災害時の初動調査体制 のさらなる強化および継続 的調査研究の支援	2021	奥村誠	自然災害研究協議会 (東北 大学災害科学国際研究所)	五十嵐晃 松四雄騎
拠点研究 (一般推進)	2020A-01	乾燥・半乾燥地域における世 界遺産の洪水リスクマネジ メントに関する 国際研究 拠点形成	2020	角哲也	京都大学防災研究所	-
拠点研究 (一般推進)	2021A-01	地震予測情報に基づく事前 の津波避難の〈評価システ ム〉に関する文理工融合型国 際比較研究	2021	矢守克也	京都大学防災研究所	-
拠点研究 (一般推進)	2021A-02	シームレスな水害リスクの 軽減を目指した流域治水の	2021	角哲也	京都大学防災研究所	-

		ための学際的研究拠点の形成				
拠点研究 (一般推進)	2021A-03	大規模再活動地すべりにおける新しいすべり面の形成と長距離運動機構の解明	2021	王功輝	京都大学防災研究所	-
拠点研究 (一般推進)	2021A-04	宇宙線生成核種の深度プロファイリングによる変動地形の形成年代決定法の確立と適用	2021	松四雄騎	京都大学防災研究所	-
拠点研究 (一般推進)	2021A-05	地震動データおよび被災データの逐次変化に基づく都市地震リスク軽減に向けた先進的フレームワークの構築に関する研究	2021	後藤浩之	京都大学防災研究所	-
拠点研究 (一般推進)	2021A-06	光ファイバ通信ケーブルをセンサーとする革新的技術を用いた自然地震観測と活断層調査、インフラ構造のモニタリング	2021	宮澤理稔	京都大学防災研究所	-
拠点研究 (特別推進)	2021B-01	次世代型圧力計測技術の確立	2021	西嶋一欽	京都大学防災研究所	-
特定研究集会	2020C-03	第 6 回表層地質が地震動に及ぼす影響に関する国際シンポジウム	2021	岩田知孝	京都大学防災研究所	-
特定研究集会	2021C-01	第 5 回世界防災研究所連合サミット (オンライン)	2021	多々納裕一	京都大学防災研究所	-
特定研究集会	2021C-02	第 4 回世界防災研究所連合公開討議フォーラム	2021	Subhajyoti Samaddar	京都大学防災研究所	-
特定研究集会	2021C-03	「宅地の未災学」の確立に向けて	2021	釜井俊孝	京都大学防災研究所	-
特定研究集会	2021C-04	第 11 回総合防災に関する国際会議	2021	横松宗太	京都大学防災研究所	-

3.1.3 成果報告書 令和 3 年度

一般共同研究 (課題番号 : 2020G-01)

課題名 : 気候変動下における財政制約を課した海岸防護レベルの設定手法の構築

(Coastal defense adaptation considering financial constraints with climate changes)

研究代表者 : 北野利一

所属機関名 : 名古屋工業大学

所内担当者名 : 多々納裕一

研究期間 : 令和 2 年 4 月 1 日 ~ 令和 4 年 3 月 31 日

研究場所 : 京都大学防災研究所, 名古屋工業大学および各研究機関

共同研究参加者数 : 27 名 (所外 22 名, 所内 5 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 [数値シミュレーションの実行ならびに出力結果のデータ整理とともに, 共同研究者の教員の指導のもとで修士論文の題材となるような参加形態]

研究及び教育への波及効果について

津波ハザードに関するリスク評価手法, 津波防災地域づくりに必要な防災・減災対策決定のプロセスに関する研究成果をまとめ, 2021 年 6 月 土木学会より, 「津波に対する海岸保全施設整備計画のための技術ガイドライン」を発刊するとともに, 10 月末にオンラインでのセミナーを開催した。セミナーには, 自治体, 建設コンサルタントなどの実務者の多数の参加があった (参加者数 : 337 名)。現在, 社会実装に向けて, いくつかの自治体と検討している。

研究報告

(1) 目的・趣旨

東日本大震災以降、比較的発生頻度が高い津波 (L1 津波) に対してはハード対策を基本として被害の防止に取り組み、発生頻度は低いものの甚大な被害をもたらす最大クラスの津波 (L2 津波) に対しては人命を守るという考え方 (「二段階の外力レベルの設定」) に基づき、施設整備、土地利用、避難を組み合わせた多重防御が図られてきた。また、減災効果を目指す「粘り強い堤防」の導入や L1 津波に対する堤防の段階的整備も行われている。このような複合的な防災対策の考え方を社会実装するためには、適切なリスク評価のもと多重防御の方策を社会的公平性や経済的効率性等の観点から総合的に比較・評価する手法を開発する必要がある。

また、沿岸部の防災・減災対策を論じる上で、津波対策に併せて、高潮・高波の防護対策が必要である。気候変動の影響により、高潮等による沿岸災害が増加傾向にある。一方、人口減少時代を迎え、災害対策費の調達は今後より一層困難になると考えられる。実際、東日本大震災の被災エリアでは防潮堤建設が進む一方、南海トラフ沿いの各自治体においては、今後 30 年以内のレベル 1 津波対応が想定できない予算状況である。そこで、防災・減災予算を効率的および公平性をもって確保することが必要になる。予算規模の決定材料として、災害の生起確率分布とその信頼性評価と、長期影響を含めた投資対効果、そして財源の調達費用の考慮が重要である。

従来研究では、高潮や津波の設計外力の設定に際し、既往最大値を踏まえた上で、想定範囲の最大値を採用する傾向にあった。そのため、高潮や津波の発生確率の客観的評価がほとんどなされていない。そこで本研究では、まず気候変動の影響を考慮した外力 (高潮) の頻度 (再現期間のみならず遭遇確率) を推計する。また、津波規模と生起頻度との関係を定量化する方法を開発する。次に、その外力から都市を防護するための対策の財源調達の方法を検討するために、整備を行う主体の財政制約を考慮す

る。この財政制約の考慮により財源調達コストが決定されるため、防護レベルもこのコストと同時に決定される。このような財源調達手段まで考慮した防災施設整備の在り方を都市システムにおいて検討する研究は、特に財源不足に陥っている自治体に有用である。また、このような海岸工学、都市計画および都市経済学の観点を取り入れた学際研究はなく、学術研究としても重要である。

(2)研究経過の概要

令和2年度から令和3年度前半では、沿岸部のリスクの1つとなる津波による浸水被害とその対策となるまちづくりについて検討を行なった。確率津波シミュレーションならびに津波による浸水計算に関しては、ランダムフェーズモデルを用いて、地震を引き起こす滑り面を確率的に与えて得られる津波高のアンサンブルシミュレーションを偶然的不確定性として、ロジックアプローチに組み込むことにより、より合理的な手法（coRaL法）を構築した。津波の浸水計算に関しては、津波による防護施設の脆弱性を考慮するため、防護施設の損傷率に応じて越流量を変化させるモデル（フラジリティモデルと呼ぶ）を導入し、三重県沿岸（志摩半島の二見から、尾鷲ならびに紀宝町にかけて）の浸水計算について、スパコンを用いて実施した。この計算結果に基づいて、再現期間に対する浸水深の空間分布を求めた。浸水深の空間分布の計算結果に基づいて被害額を算定し、整備コストも求め、その際に、浸水深に応じた土地利用の変化も考慮し、人的被害に関しては避難率も考慮するなどの工夫も検討しており、さらに、景観などの外部性を含めた検討を行った。地域の実情に応じて、海岸堤防によるハード対策、避難計画、土地利用計画の組合せを適切に選択するために必要となる検討すべき項目と考え方をまとめた。また、三重県南部地域（紀宝町）における津波避難計画に関して、地域の危機管理を担当する部署、地区の自主防災班や、避難訓練を行なった住民の協力を得て、具体的な検討を行なった。

令和3年度前半から、沿岸部の浸水リスクのもう1つの要因となる高潮について、津波による浸水リスクとの相違点と類似点に留意して、気候変動による沿岸ハザードの将来変化予測情報に基づいたリスク評価、気候変動の不確実性を考慮した堤防嵩上げの動的計画、気候変動の不確実性を考慮した治水施設整備のリアルオプション分析についての技術的な可能性について、海岸行政における現状の実態も併せて論点を掘り下げた議論を行った。これらの具体的な検討は、土木学会海岸工学委員会・計画学研究委員会の合同小委員会「沿岸まちづくりにおける経済学的手法検討小委員会」で継続する。

(3)研究成果の概要

海岸保全施設の整備計画の策定にあたり、まずは、津波ハザードに対して、頻度に応じて想定される津波高、津波到達時間、浸水範囲、浸水深などを推算し、そのような津波によって起こりうる人的被害や資産被害を把握し、防災・減災対策の検討や対策実施区間の設定および優先順の設定など海岸保全施設整備計画の代替案設計手順を定め、その方法論として、1) 津波水位の設定に、積極的に不確定性（偶然的な不確定性、認識論的な不確定性）を取り込み、より合理的な手法となる coRaL 法の構築、2) 津波浸水計算においては、防護施設の脆弱性や粘り強さを考慮するため、防護施設の損傷率に応じて越流量を変化させるフラジリティモデルの導入、3) 被害計算では、差分の差分法を用いた土地利用の将来変化の推計、避難率と死亡率の設定により得られる死亡リスク軽減の経済価値などを算出して、海岸堤防の高さ毎の整備コストから経済効率性の照査を行う。このように一般の公共事業との整合性も考慮して対策による効果を貨幣化の手法を取りながらも、貨幣化しにくい景観・利用・環境については、外部性として、複数の選択肢（組合せ）の感度分析に取り込む工夫を行った。

気候変動に伴って変化する沿岸ハザードとなる高潮については、気候変動による沿岸ハザードの将来変化予測情報に基づいたリスク評価、気候変動の不確実性を考慮した堤防嵩上げの動的計画、気候変動の不確実性を考慮した治水施設整備のリアルオプション分析について検討し、将来のどの時点でどこまでの対策を行うべきであるかについて、リアルオプション分析を行うために必要となる論点の検討を行った。

(4)研究成果の公表

次のとおり、報告6、論文20、口頭発表3、新聞記事1の合計30件である。

[報告]

1. 北野利一・安田誠宏: 土木学会減災アセスメント小委員会の取組み – 「津波に対する海岸保全施設整備計画のための技術ガイドライン」の発刊について, 河川, [特集] 海岸の新たな利用, No.901, pp.39-43, 2021.
2. 安田誠宏・北野利一: 減災アセスメントについて「津波に対する海岸保全施設整備計画のためのガイドライン」, 海岸, 全国海岸協会, 58, pp.5-8, 2021.
3. 座談「減災アセスメントガイドラインの公表にあたり」, 海岸, [特集] 東日本大震災から10年を迎えて – 海岸の復旧・復興と今後の津波災害への備え, 全国海岸協会, 58, pp.9-20, 2021.
4. 土木学会減災アセスメント小委員会: 津波に対する海岸保全施設整備計画のための技術ガイドライン, 214p., 2021.
5. 安田誠宏, 吉田京香, 河野達仁.: 平成30年7月豪雨時の京都市西京区における避難指示(緊急)発令区域における住民の避難行動調査. 自然災害科学, 39(3), 191-206, 2021.
6. 北野利一, 多々納裕一: まちづくりの視点も取り込んだ津波に対する統合的減災の考え方と社会実装(土木学会 海岸工学委員会+土木計画学研究委員会), 東日本大震災からの十年とこれから – 58学会、防災学術連携体の活動-, 日本学術会議, pp.32-33, 2021.

[論文]

7. Ha, S., Tatano, H., Mori, N., Fujimi, T., & Jiang, X.: Cost-benefit analysis of adaptation to storm surge due to climate change in Osaka Bay, Japan. Climatic Change, 169(3), 1-20, 2021.
8. Goda, K., De Risi, R., De Luca, F., Muhammad, A., Yasuda, T., Mori, N.: Multi-hazard earthquake-tsunami loss estimation of Kuroshio Town, Kochi Prefecture, Japan considering the Nankai-Tonankai megathrust rupture scenarios, International Journal of Disaster Risk Reduction, Volume 54, 17p., doi: 10.1016/j.ijdr.2021.102050, 2021.
9. Muhammad, A., De Risi, R., De Luca, F., Mori, N., Yasuda, T., Goda, K.: Are current tsunami evacuation approaches safe enough?, Stochastic Environmental Research and Risk Assessment, 35, 759–779, doi: 10.1007/s00477-021-02000-5, 2021.
10. 安田 誠宏, 飯塚 麻莉, 横山 彼杜, 金 洙列: 大阪湾における台風21号 Jebi による高潮および想定最大規模高潮の再現期間の推定, 土木学会論文集 B2(海岸工学), 77 巻 2 号, pp.I_67-I_72, 2021.
11. 福谷 陽, 北野 利一, 安田 誠宏, 有川 太郎, 山中 亮一: 確率論的津波ハザード評価手法 (coRaL 法) の構築とそれによる津波浸水評価, 土木学会論文集 B2(海岸工学), 77 巻 2 号, pp.I_175-I_180, 2021.
12. 宮下 卓也, 倉田 一輝, 安田 誠宏, 森 信人, 志村 智也: 確率津波モデルを用いた南海トラフ巨大地震による津波高の不確実性評価, 土木学会論文集 B2(海岸工学), 77 巻 2 号, pp.I_181-I_186, 2021.
13. 有川 太郎, 宮内 俊晴, 北野 利一, 福谷 陽, 渡部 真史: 防護施設の脆弱性の違いによる背後地域の津波浸水確率への影響, 土木学会論文集 B2(海岸工学), 77 巻 2 号, pp.I_223-I_228, 2021.
14. 吉田 京香, 安田 誠宏, 河野 達仁: 高潮災害時の避難行動における認知的不協和に関する研究, 土木学会論文集 B2(海岸工学), 77 巻 2 号, pp.I_1057-I_1062, 2021.
15. 吉田京香, 安田誠宏, 河野達仁: 住民の津波避難意思決定に及ぼす防潮堤整備と防災教育の影響評価. 土木学会論文集 D3 (土木計画学), 76(5), I_141-I_153, 2021.
16. 河野達仁, 多々納裕一, 牛木賢司, 中園大介, 杉澤文仁: 津波浸水想定公表による産業別企業立地変化の把握. 土木学会論文集 D3 (土木計画学), 77(4), 301-315, 2021.
17. 原田 弥子, 渡部 真史, 松本 幸久, 森下 和帆, 大西 将之, 木原 一禎, 有川 太郎: 可動式防波堤の台風来襲時における被害軽減効果の検討, 2021 年 77 巻 2 号, pp.I_823-I_828, 2021.
18. 北野利一: 極端事象の重畳の度合いを示す新たな指標, 土木学会論文集 B2 (海岸工学) Vol.77, pp.I_73-I_78, 2021.
19. Goda, K., Yasuda, T., Mori, N., Muhammad, A., De Risi, R., De Luca, F., Uncertainty quantification of tsunami inundation in Kuroshio, Kochi Prefecture, Japan, using the Nankai-Tonankai megathrust rupture scenarios, Natural Hazards Earth System Sciences, 20:11, 3039–3056, doi: 10.5194/nhess-20-3039-2020, 2020.

20. 北野 利一, 安田 誠宏, 福谷 陽: 確率津波シミュレーションに係るサンプルサイズの決め方, 土木学会論文集 B2(海岸工学), 2020 年 76 巻 2 号, pp. I_361-I_366, 2020.
21. 安田 誠宏, 田中 晴規, 繁田 航平, 谷口 純一, 北野 利一: ランダムフェーズモデルを用いた徳島県沿岸の津波水位の確率評価に関する研究, 土木学会論文集 B2(海岸工学), 76 巻 2 号, pp. I_367-I_372, 2020.
22. 福谷 陽, 森口 周二, 寺田 賢二郎, 鳴原 良典: 津波荷重評価に用いる水深係数のモード分解による空間的不確実性評価, 土木学会論文集 B2(海岸工学), 76 巻 2 号 p. I_295-I_300, 2020.
23. 横山 彼杜, 安田 誠宏, 金 洙列, 中條 壮大, 志村 智也: 確率台風モデルを援用した瀬戸内海における高潮の統計的予測手法に関する研究, 土木学会論文集 B2(海岸工学), Vol.76, No.2, pp. I_1087-I_1092, 2020.
24. 坂田 祐介, 鈴木 亘, 有川 太郎, 青井 真: 津波シナリオバンクを用いた避難経路探索手法の検討, 土木学会論文集 B2(海岸工学), 76 巻 2 号 p. I_1249-I_1254, 2020.
25. 朝比奈 朋美, 安田 誠宏, 河野 達仁, 尾野 薫, 山中 亮一: 防災公園と避難高台の比較に基づく津波避難施設の日常利用価値の評価分析, 土木学会論文集 B2(海岸工学), 76 巻 2 号 p. I_1273-I_1278, 2020.
26. 平井 翔太, 安田 誠宏: 主要湾を対象とした高潮災害の年集積リスクの評価方法に関する研究, 土木学会論文集 B3(海洋開発), Vol.76, No.1, pp.1-11, 2020.

[口頭発表]

27. 安田誠宏: 海側と陸側の両方の論理による海岸防災・減災対策決定プロセス, 第26回関西大学先端科学技術シンポジウム講演集, pp.72-75, 2022.
28. 安田誠宏, 朝比奈朋美, 田中晴規: 費用便益分析を用いた最適海岸堤防高の設定方法に関する検討, 第25回関西大学先端科学技術シンポジウム講演集, pp.32-35, 2021.
29. 北野利一: 風水害のハザードとリスクを考える, 名古屋市域石油コンビナート等特別防災協議会 防災講習会, 2021.11.04.

[新聞記事]

30. 朝日新聞: 防潮堤高の決め方、見直しを提言「巨大化」批判を反省, 2021.09.12.
<https://digital.asahi.com/articles/ASP9C6STMP8NUNHB00P.html>

一般共同研究（課題番号：2020G-02）

課題名：過去五千年間に琉球列島に來襲した既往最大台風の履歴と規模推定

研究代表者：後藤和久

所属機関名：東京大学大学院理学系研究科地球惑星科学専攻

所内担当者名：森信人

研究期間：令和2年4月1日～令和4年3月31日

研究場所：琉球列島各島の沿岸部，防災研（実験施設含む）

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：4名（修士2名，博士2名）（内数）
- ・大学院生の参加形態 [現地調査，防災研での研究指導]

研究及び教育への波及効果について

本課題は、海岸工学、地質学、地形学等による学際的研究となっており、古台風研究において防災研が中核となり新しい共同研究枠組みを構築することができた。また、本課題に密接に関係する研究に取り組む博士課程学生の参加により、次世代の人材育成にも貢献することができた。

研究報告

(1) 目的・趣旨

過去の台風は、どれほど巨大になりえたのか。地球温暖化に伴い台風被害予測の見直しが迫られる一方で、将来予測には不確実な要素が多い。その中で、確かな物証に基づく過去の気候条件での最大台風規模と頻度の把握は、適切なリスク評価を行う上で極めて重要である。数千年前まで遡り過去台風の強度を復元するためには、台風の高潮・高波により沿岸に形成された堆積物等の地質情報の活用が重要な鍵となる。しかしながら、地質情報から過去の台風規模を復元するには高度な数値計算技術が必要であり、モデルの精度検証を含む手法開発から行う必要がある。また、地質情報から既往最大台風を復元できたとして、次に数千年スケールでの発生確率を推定するためには、超長期の台風データセットの作成が必要である。そこで本研究では、台風の来襲頻度が高く規模も大きい琉球列島を対象に、沿岸の地質痕跡の踏査と、防災研の実験施設及び確率台風モデルを使用して過去数千年間の台風データセットを作成し、既往最大台風の規模と来襲頻度の推定を行う。

(2) 研究経過の概要

令和2年度は、沖縄県与那国島において巨礫の現地調査を行なった。一方、新型コロナウイルスの影響による行動制限があり、離島では医療体制が脆弱であることから、これ以上の調査は控え数値計算に基づく台風規模復元の手法開発に注力した。令和3年度には、沖縄県沖縄本島、久米島、久高島、石垣島、鹿児島県奄美大島、沖縄県那覇市において調査を行なった。LiDARによる計測技術を改良し、巨礫形状・サイズの高精度推定を可能とした。防災研において巨礫を用いた台風規模復元法について検討を行うとともに、森教授の指導のもと確率台風モデル計算を実施した。

(3) 研究成果の概要

今回の一連の現地調査の結果から、琉球列島各島の巨礫分布は分布距離に違いがあることがわかった。巨礫を制約とした数値計算によると、琉球列島北部に位置する奄美大島に比べ、中部に位置する久高島の方が、リーフフラットの形成以後の過去数千年間における最大波浪が大きかったことが示唆された。また、確率台風モデル計算の結果から、各島の台風に対する暴露リスクが異なることがわかった。これらの結果を比較しても、琉球中部に位置し太平洋側に面する久高島は巨礫の分布距離が長く、かつ台風の暴露リスクも高い。東シナ海側に面する久米島は巨礫の分布距離が短く、かつ台風の暴露リスクが低い。このように、琉

琉球列島広域の巨礫分布には過去数百年から数千年スケールの台風の影響が反映されている可能性があり、本研究の結果は確率モデル計算が巨礫分布に与える影響を評価するために有効であることを示した。

(4)研究成果の公表

南館健太, 後藤和久, Volker Roeber, 琉球列島広域における高波起源の巨礫の堆積学的特徴の相違性, 日本堆積学会 2022 年オンライン大会 (2022 年 4 月 23 日, オンライン, 口頭).

南館健太, 後藤和久, 鹿児島県奄美大島の巨礫分布に基づく台風による高波の最大規模推定, 2021 年度津波堆積物研究会 (2021 年 12 月 5 日, 大分, 口頭).

後藤和久, 渡部真史, 南館健太, 菅浩伸, 高精度地形・地質データを用いた沿岸波浪災害研究の 5 年間の成果と今後の課題, 沿岸域の先進的学際研究ワークショップ 2021, (2021 年 3 月 6 日, オンライン, 口頭).

一般共同研究（課題番号：2020G-03）

課題名：相乗型豪雨災害による瀬戸内漂流物予測シミュレーター開発

研究代表者：李 漢洙

所属機関名：広島大学大学院先進理工系科学研究科

所内担当者名：森 信人

研究期間：令和 2 年 4 月 1 日 ～ 令和 4 年 3 月 31 日

研究場所：広島大学

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：2 名（学部生 1 名，博士 1 名）（内数）
- ・大学院生の参加形態 [卒業論文と博士論文の研究テーマとしてメイン研究者で参加した。]

研究及び教育への波及効果について

2018 年西日本豪雨災害のような相乗型豪雨災害に対し、河川流出量の予測、沿岸域高解像度 3D 循環モデリングと流出物（土砂、流木、漂流ゴミ）の挙動予測を行うことで、瀬戸内海沿岸環境・災害に関する基盤情報の生産と発信に貢献できる。

研究報告

(1) 目的・趣旨

沿岸域における正確な海況予報は、環境影響評価・海洋環境モニタリング・港湾管理・海洋建設・漂流物回収・漁場管理・航路選択など、様々な分野から期待されている。しかしながら、瀬戸内海のような内湾における流動や水質は、局地気象、河川からの淡水流入、黒潮流路変動に代表される外洋流動などの影響を強く受けて複雑に形成されるため、ごく単純な潮流などを除くと十分な再現性が得られないことが少なくない。「平成 30 年 7 月豪雨」による災害は、土石流や洪水氾濫などの複合的な要因によって、被害がさらに拡大する「相乗型豪雨災害」であり、大量の土砂や漂流物が流れ、広島湾および瀬戸内海に流された大量の漂流物（流木、ゴミ）の回収においても、船舶事前調査と回収にタイムラグがあり、漂流物の効率的な回収ができなかった事例がある。その根本的な原因の一つとして、海況情報や海況予報の不在が挙げられる。本研究では、瀬戸内海および広島湾の複雑な海岸線や沿岸地形を考慮できる、非構造格子に基づく波・流れ・漂流物結合モデルを開発し、相乗型豪雨災害における漂流物挙動予測シミュレーターとして役立つともに、ひいては瀬戸内海における海況情報を常時発信する瀬戸内海環境研究基盤プラットフォームを構築する。このプラットフォームでは、従来の数値シミュレーション研究で、目的や仮定によって制約されることが多かった、物理的外力（河川流入、外洋潮位、大気境界フラックス、波）をすべて考慮し、様々な環境影響評価および防災・減災への貢献することを目的とした。

(2) 研究経過の概要

本研究課題の研究経過は、令和 2 年（フェーズ 1）においては、河川流出および土砂流出解析、漂流物予測シミュレーターの開発であり、平成 30 年 7 月豪雨を対象に、Cell Distributed Runoff Model (CDRM) による中国地方 7 河川流域における河川流出量の再現計算と検証を行った。また、2019 年台風 19 号ハギビスによる降雨を対象に、関東地方 9 河川流域における河川流出量の再現計算と検証を行い、豪雨災害による河川流出における CDRM モデルの適用性を確認した。

令和 3 年（フェーズ 2）では、JMA の気象モデル（MSM）の降雨予測結果と CDRM モデルによる河川流出量の予測実験を実施し、豪雨災害時の河川流出可能性を示した。一方、非構造格子を採用した 3 次元循環モデル SCHISM を用い、広島湾における高解像度 3 次元流動モデルを構築し、広島湾における内部サージによる異常潮位の再現計算を行った。3 次元流動モデリングでは、太田川からの時別流出量、JMA の MSM 気象モデルからの風速と気圧場、開境界における潮汐、広島湾現地観測データによる水

温と塩分の鉛直分布を初期と境界条件として与え、2011 年 9 月の広島湾異常潮位現象の再現実験を行った。

(3)研究成果の概要

令和 2 年に行われた、CDRM モデルによる豪雨事象再現計算では、中国地方と関東地方のすべての河川流出計算におけるカリブレーションと検証において、統計指標 (R^2 , NSE) に基づきかなり良い成果が得られ、CDRM モデルの適用性を検証した。また、気象モデルからの降雨予測結果を用いた河川流出の予測実験においても、高い予測可能性を確認した。

令和 3 年に行われた、高解像度 3 次元流動モデリングでは、非構造格子を用いることで、これまでのない 3 次元流動場の計算が可能となった。さらに、2011 年 9 月広島湾における内部サージによる異常潮位の再現計算では、リモート台風通過に伴う湾内の北風による異常潮位の発生機構が確認でき、厳島神社の回廊冠水の原因とそのメカニズムが明らかになった。さらに、今後、3 次元モデルを瀬戸内海全域へ拡大することで、瀬戸内海における環境と防災・減災に関する研究基盤構築が可能であることが確認できた。

(4)研究成果の公表

研究成果は以下の研究論文（出版済み：1 編、査読中：1 編、準備中：1 編）と学会発表（発表済み：7 件、発表予定：1 件）、卒業論文（1 編）を通して公表した。

研究論文：

1. Trošelj J. and Lee H.S. 2021. Modelling Typhoon-induced Extreme River Discharges: A case study of Typhoon Hagibis in Japan. *J. Hydrol.-Reg. Stud.*, 34. 100766. [Open access](#)
2. Trošelj J. and Lee H.S. 2022. From hindcasting and parameterizations to nowcasting for flash flood early warning systems in the Chugoku Region, Japan, using the Cell Distributed Runoff Model. *J. Hydrol.* (under review)
3. Jeong J-S., Lee H.S. and Mori N. 2022. Abnormal high tides and flood in Hiroshima Bay due to a remote typhoon-induced internal surge. 土木学会論文集 B2(海岸工学) (in preparation)

学会発表：

1. Trošelj J. and Lee H.S. A Method to Forecast Extreme River Discharges from Typhoon Hagibis 2019 and western Japan Floods 2018. *JpGU-AGU Joint Meeting 2020*, Virtual Meeting, 12-16 July, Japan.
2. Trošelj J. and Lee H.S. Hydrological hindcasts and parameterizations for flash floods real-time forecasting in the Chugoku Region of Japan. *JpGU-AGU Joint Meeting 2021*, Virtual Meeting, 30 May-6 June, Japan
3. Trošelj J., Lee H.S., and Mori N. Hydrometeorological Nowcasting for flash flood early warning systems in the Chugoku Region in Japan, The DPRI Annual Meeting 2021 (online), 22nd Feb. 2021, Kyoto, Japan
4. Trošelj J. and Lee H.S. Hydrological hindcasts and parameterizations for flash floods real-time forecasting of Typhoon Hagibis 2019 in Japan. *JpGU-AGU Joint Meeting 2021*, Virtual Meeting, 30 May-6 June, Japan
5. Trošelj J., Lee H.S., Hussainzada W., Oizumi T., Duc L., Khaleghi M., Haider S.Z., Mori N.. Hydrometeorological Real-Time Forecasting for Flash Flood Early Warning Systems in the Chugoku Region of Japan. *Asia Oceania Geosciences Society (AOGS) 18th Annual meeting (2021)*, Virtual, Singapore, 01-06 August.
6. Jeong J.S., and Lee H.S. Abnormal high tides and flooding induced by internal surge in Hiroshima Bay due to a remote typhoon, AGU OSM 2022 (online), 3 Mar. 2022.
7. Jeong J.S., Lee H.S., and Mori N. Abnormal high tides and flood induced by internal surge in Hiroshima Bay due to a remote typhoon, The DPRI Annual Meeting 2022 (online), 21-22 Feb. 2022, Kyoto, Japan.

8. Jeong J-S., Lee H.S. and Mori N. 2022. Effects of remote typhoon intensities on abnormal tides in Hiroshima Bay. *Asia Oceania Geosciences Society (AOGS) 19th Annual meeting (2022)*, 01-05 August 2022, virtual conference. (accepted)

卒業論文：

1. 坂口 駿斗. 広島湾における内部サージによる異常潮位に関する研究、2022. 広島大学工学部

一般共同研究（課題番号：2020G-04）

課題名：機械学習技術を用いた地殻変動データの解析

研究代表者：高橋 温志

所属機関名：理化学研究所

所内担当者名：橋本 学

研究期間：令和 3 年 4 月 1 日 ～ 令和 4 年 3 月 31 日

研究場所：京都大学防災研究所・理化学研究所

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：1 名 (修士 0 名, 博士 1 名) (内数)

・大学院生の参加形態 [技術補佐員としての雇用：令和 4 年 1 月 1 日～令和 4 年 3 月 31 日。地殻変動データの解析結果の可視化プログラムの開発に従事した。業務内容は大きく分けて①Unity エンジン上で地形の表現方法の工夫, ②地形や活断層と衛星画像の位置合わせ, ③インタラクティブなユーザーインターフェースの実装, の 3 つに取り組んだ。]

研究及び教育への波及効果について

GNSS データのクラスタリング結果を地形や活断層と一緒に可視化するビジュアライザーの開発のため、東京電機大学からコンピューターグラフィックスを得意とする博士課程の大学院生を 1 名技術補佐員として雇用した。地殻変動分野が専門ではない学生の参加であったが、議論を通して要点をつかみ最終的に有効な地殻変動データの可視化方法を実装することが出来た。研究への参加を通じた異分野連携の経験は今後の研究活動に役立つと考えられる。

研究報告

(1)目的・趣旨

ニュージーランドはオーストラリアプレートと太平洋プレートが行き違うプレート収束帯に位置し、南北に地殻変動の特徴が変化する。ニュージーランドでは GNSS による地殻変動観測が行われている。Beavan et al. (2016)は約 20 年にわたる GNSS キャンペーン観測データを統合し、地殻変動の分布を面的に捉えられるデータを発表した。本研究は面的に得られた GNSS 地殻変動データをクラスタリングすることで、地質情報とは独立に運動学的な境界を取得し、地質情報と比較することで相対的に防災上重要な構造の発見に資する。

(2)研究経過の概要

まず、多くの論文で実績のある速度空間での GNSS データのクラスタリングを行った。この方法は地球が平板であるとの仮定に基づいている。しかし、先行研究で実績のあるサンフランシスコ・ベイエリアや台湾に比べて、ニュージーランドは空間的に 3 倍以上の大きさがあるため、球体と平板とのズレが結果に大きく影響する可能性がある。次に、この問題を補えるオイラー極を基にしたクラスタリングを行った。さらに、2つの手法から得られた結果を地形や地質情報と共に可視化するビジュアライザーを作成した。

(3)研究成果の概要

ニュージーランド北島では、階層クラスタリングでは北島右ずれ断層帯の重要性が指摘される一方、オイラー極クラスタリングではタウポ火山帯の重要性が指摘された。南島では、地殻変動はマルボロ地域では広域で起こっており、南下するにつれてアルパイン断層へ収束していく分布を示した。ビジュアライザーは地形と地質構造とともに、観測点をクラスタリング結果に色分けしたシンボルで表示する。さらにシンボルを地表の運動速度に応じて地図上をわずかに動くような可視化モードも作成した。ニュージーランドの解析結果に適用したところ、北島の前弧域ではシンボル同士の間隔が変化せず、剛体的に時計回りに回転する GNSS 速度場の様子が明瞭に示された。南島では、シンボル同士の間隔が詰まる様子からシアによる変形が起きている様子が

観察された。このような地殻変動データの可視化は、両地域の地殻変動の違いを直感的に捉えられるため、専門知識を持たない段階での教育にも貢献できると考えられる。

(4)研究成果の公表

オイラー極を基にしたクラスタリングの結果は、*Journal of Geophysical Research, Solid Earth* 誌へ投稿するための論文にまとめ、現在投稿中である。クラスタリングの結果の可視化装置は、教育向けのアプリケーションとしての公開を目指し、防災研年報への掲載を目標に論文にまとめている。

一般共同研究（課題番号：2020G-05）

課題名：RTK 搭載バルーンによる高密度3次元風速場実測

研究代表者：大風 翼

所属機関名：東京工業大学

所内担当者名：西嶋 一欽

研究期間：令和2年4月1日 ～ 令和4年3月31日

研究場所：東京工業大学、京都大学防災研究所、京都大学防災研究所附属火山活動研究センター桜島観測所

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：2名（修士2名，博士1名）（内数）
- ・大学院生の参加形態 [バルーン放球実験補助]

研究及び教育への波及効果について

本研究で開発する手法は、将来的に、降雨の衝撃力の考慮により、降雨を伴う台風時の都市上空の風速の空間分布が取得可能となり、地上の突風発生メカニズム解明や数値モデルの精度向上など、大型化するとされている台風被害の低減に大いに寄与する。海風の空間構造の把握への展開も期待され、ヒートアイランド緩和への活用など、風工学・気象学への本研究の波及効果は極めて大きい。

研究報告

(1)目的・趣旨

本研究では、RTK（Real Time Kinematic）法による衛星測位センサを搭載したバルーンを複数地点で放出し、地上200m程度までの大気境界層内の流れ場の3次元構造を把握する手法を開発する。

(2)研究経過の概要

1年目は、RTK 搭載バルーン的设计および試作、試作した RTK 搭載バルーンを用いた予備的実験、予備的実験で得られたバルーン飛行軌跡データに基づく風速推定精度の検討を実施した。

2年目は、1年目に開発した RTK-GNSS 搭載バルーンのモジュール構成や回収装置の機構を見直を行った後、バルーン5つを、周辺に気流障害物の少ない裸地の大気境界層に放球し、バルーンの軌跡から地上200m程度までの大気境界層の平均風速の鉛直分布を推定した。また、推定された風速について、ドップラーライダーによる観測結果との比較から、妥当性の検討を行った。

(3)研究成果の概要

1年目は、RTK 法による衛星測位を行うための通信を行い、測位データを記録するバッテリー駆動モジュールを作成し、バルーンに組み込んだ。また、実験場所でオンデマンドに RTK 測位のための基準局を設置し、RTK 搭載バルーンに信号を送信する手順を確立した。続いて、2020年12月10日から11日にかけて京都大学防災研究所潮岬風力実験所敷地内にて RTK 搭載バルーンを放球し、バルーンの飛行軌跡データを取得した。同所本館屋上に設置されている風速計のデータとの比較から、バルーンの移動速度が概ね、風速計による風速と同程度であることを確認した。

2年目は、RTK モジュールの基準局と移動局との通信について、インターネット回線を用いない手法（920MHz帯による直接通信）へ変更し、RTK 搭載バルーン5つを周囲が開けた土地で放球し、バルーンの5つ飛行軌跡データをアンサンブル平均することで、平均風速の鉛直分布を推定した。実験は、2021年11月15日～17日にかけて鹿児島県桜島黒神地区で実施した。弱風下で係留用糸の張力の影響はあったものの、バルーンの軌跡より推定した風速は、放球地点近傍に設置したドップラーライダーと概ね同様の傾向を示していた。

(4)研究成果の公表

西嶋一欽，大風翼，中嶋唯貴，RTK-GNSS 搭載バルーンの飛行経路に基づく風速観測の基礎的検討，令和 2 年度京都大学防災研究所研究発表講演会梗概，B301，2021

大風翼，西嶋一欽，中嶋唯貴，RTK-GNSS 搭載バルーンの軌跡情報による風速推定の可能性，令和 3 年度京都大学防災研究所研究発表講演会梗概，D212，2022

一般共同研究（課題番号：2020G-06）

課題名：最新の深層学習手法及びd4PDFデータを用いた水害長期予測の高精度化

研究代表者：石田 桂

所属機関名：熊本大学

所内担当者名：田中 賢治

研究期間：令和2年4月1日～令和4年3月31日

研究場所：熊本大学

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：名（修士 名，博士 名）（内数）

・大学院生の参加形態 []

研究及び教育への波及効果について

本研究は近年様々な分野で活用が進んでいる深層学習を水害の長期予測に利用した。本研究で用いた手法は2次元・3次元データを入力とする水工学分野の他の様々な問題にも適用可能である。特に一つの問題に対し様々な方法で精度向上を目指しており、他問題への応用時にも参考になるとと思われる。

研究報告

(1)目的・趣旨

近年、水害の甚大化・高頻度化が国内外で深刻な問題となっており、防災・減災を行う上で予測は重要な要素であり、水害予測の高精度化が急務となっている。昨今、「深層学習」と呼ばれる機械学習手法がさまざまな分野で注目を集めている。情報科学分野で画像処理や自然言語処理などで大きな成功を収めた後、他の分野においても日進月歩で取り入れられ著しい発展を遂げている。科学分野においてもここ1、2年で深層学習手法の適用例が増加している。そこで、本研究では深層学習手法を用いて水害予測の高精度化を目指す。月単位のデータを必要とする現象に対して十分な学習用データを入手することが困難であると問題提起している。そこで、データ不足を行うために豊富なデータを有するd4PDFを活用し、最新の深層学習手法を取り入れることにより水害の長期予測の高精度化を図ることを目的とする。

(2)研究経過の概要

本研究では深層学習手法を用いてd4PDF等から得られる月平均の大気データを入力とし月単位の降水量の予測を行う。対象地は信濃川流域及び北海道全域とした。まず既存の研究にあるENSOの長期予測に用いられているConvolutional Neural Network (CNN)による予測モデルを行った。ここで、CNNは畳み込み層やプーリング層等の様々な層で構成される。そして、それぞれの層にはカーネルやスライド幅、それぞれの層の数・組み合わせ等のハイパーパラメータと呼ばれる設定変数が重要となる。また、入力として用いる大気変数（気温、大気中水分量、気圧、海面温度を含む地表温度等）の組み合わせや、絶対値もしくは相対値を用いるかの選定も重要となる。予測方法も、多雨・少雨を分ける分類と降水量を直接予測する回帰が存在する。そこで、本研究ではこれらの様々な組み合わせを試し精度の向上を図った。次に、画像処理分野などで高い評価が得られているCNNベースの手法であるResNetを用いた。複数の種類のResNetと、上記の大気変数の組み合わせ等を試した。最後に、決定木系の手法で近年高い評価が得られているXGBoostを用いた。XGBoostも固有の様々なハイパーパラメータが存在する。同様に、これらと大気変数の組み合わせ等を試した。

(3)研究成果の概要

本研究では様々な深層学習手法を用いて月平均の大気データを入力とし月単位の降水量の予測モデルを構築した。ハイパーパ

ラメータ、分類・回帰等、学習条件により違いはあるが標準的な CNN より ResNet の方が精度が高くなる傾向が示された。さらには、XGBoost はトレーニングデータに対しては比較的高い精度が得られるが、検証・テストデータに対しては標準的な CNN や ResNet と比べ明確な精度情報は得られなかった。総括として、物理モデルでの長期予報と同様に深層学習によっても精度の高い降水量の長期予報は困難であることが示された。時間解像度の気象データを入力に用いるに非現実的な計算資源が必要となるが、月平均の気象データから得られる情報と降水量との相関が不十分であることが考えられる。

(4)研究成果の公表

なし

一般共同研究（課題番号：2020G-07）

課題名：ハイスピード映像観測による火山弾・岩塊の飛翔メカニズムの解明

研究代表者：常松 佳恵

所属機関名：山形大学

所内担当者名：山田 大志

研究期間：令和2年 4月 1日 ～ 令和 4年 3月 31日

研究場所：桜島火山

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，博士 0名）（内数）
- ・大学院生の参加形態 [観測補助]

研究及び教育への波及効果について

本研究では桜島火山における火山弾・岩塊の複数の放出を2方向から捉えることに成功した。これは今までストロンボリ式火山でしか成功しなかった3次元軌跡の復元を可能にする。また、観測の際に爆発的噴火の瞬間を取り逃さないように地震を用いてカメラのトリガーを自動的にかけるシステムを開発した。火山弾・岩塊の防災システムを考えて行く上で常時観測に結び付けられるような観測システムの自動化が進んだことで、社会へ貢献する結果が得られた。

研究報告

(1)目的・趣旨

火山弾・岩塊（以降「岩塊」とする）は爆発的噴火に伴い放出され、弾道を描いて火口周辺に着地する。このような岩塊は着地時に大きなエネルギーを持ち、火口周辺で人的・建物被害をもたらす。将来の噴火に伴う放出岩塊被害を事前に評価するには、どの大きさの岩塊がどこまで到達しうるのかを予測する必要がある。よって、本研究ではまず、岩塊の噴出速度と着地速度および着地時のエネルギーを実際に起こった噴火から予測することを目的とする。また、岩塊に特化した被害予測を行うため、被害予測の際に必要な岩塊の大きさや噴出速度、飛翔中の振る舞い等を観測する。岩塊の観測では、精度良く噴出速度を推定するため、高速の現象を記録できるハイスピードカメラによって映像観測を実施し、3次元の軌跡の取得を行うことを目指す。

(2)研究経過の概要

2020年（本研究1年目）の6月に発生した桜島の噴火によって噴出した岩塊が居住地区に落下したことを受けて、その岩塊の噴出速度と着地速度を推定した。また、2021年1月の末には、2台のハイスピードカメラを全てハルタ山観測室に設置して5日間のキャンペーン観測を行った。この観測中に起きた1回の爆発を画像に収めることができた。ただし、観測できたのは焦点距離800mmというズームレンズを用いて観測していたカメラのみで、焦点距離130mmのズームレンズでは岩塊を画像として捉えることができなかった。そのため、2年目は2台のカメラを焦点距離800mm相当のレンズで観測することとし、2台両方で岩塊を捉えることができた。また、1年目の観測の経験から、人間が観測を検知した地震波を目で見てカメラのトリガースイッチを押したのでは遅すぎたり、噴火を撮り逃がしてしまうこともあることが分かったため、爆発地震の検知によってトリガーがかかるように、カメラのトリガーの仕組みを自動化した。さらに、より3次元の軌跡を取得しやすくするため、ステレオビジョン法で3次元を合成するために理想的な角度とされる、視野角約10°の2地点で観測を行った。2022年1月に行ったキャンペーン観測では、この自動トリガーと視野角10°を保った観測手法で、桜島における爆発的噴火を1回捉えることができ、二台のカメラで岩塊の飛翔する様子が撮影された。

(3)研究成果の概要

2020 年 6 月の噴火によって噴出した岩塊の噴出速度は、画像解析と数値シミュレーションを組み合わせることにより、約 110 m/s と見積もることができた。この噴出速度の場合、居住地区に落下した岩塊の地面に対する衝突速度は 150 m/s 以上であったことが推定される。この場合、衝突エネルギーは $10^7 \sim 10^8$ J となり、鉄筋コンクリートの屋根を貫通すると考えられている 10^4 J をはるかに超える値であった。

2021 年のキャンペーン観測で得られた画像からは、岩塊の噴出速度は約 30 m/s であり、2020 年の 6 月の噴火で推定された値よりもかなり小さい値であった。これは爆発そのものが様々な規模のものがあることを示している。また、キャンペーン観測で得られた画像は岩塊の軌道のトップ付近の一番速度が小さくなる時点の軌跡であったことも、小さな噴出速度が推定された原因と考えられる。

2021 年 1 月のキャンペーン観測中に行った噴火では、1 台のカメラでしか岩塊を捉えられなかったことから、3 次元の軌跡を復元することができなかった。そこで、2022 年 1 月の観測では 2 台のカメラにどちらも高倍率ズームのレンズを用いた。さらに、3 次元軌跡を得るために理想的とされる視野角 10° を保った 2 地点での観測を行った。また、噴火のタイミングを確実に捉えて映像を記録するため、トリガーの自動化を行った。自動化においては、地震検知によるトリガー信号の発信、ネットワークを介してトリガー信号を 400 m 離れた観測地点に送る仕組み、それと同時にカメラに実際にトリガーを送った時刻の 1/1000 秒までの高精度取得の仕組みを開発した。このシステムを 2022 年 1 月のキャンペーン観測で用いることができ、2 台のカメラで岩塊が観測され、両方のトリガー時刻も高精度に得ることができた。

(4)研究成果の公表

常松 佳恵、猿田 周朔、山田 大志、井口 正人(2021)桜島火山における放出岩塊のハイスピード映像観測と数値モデル. 日本地球惑星科学連合 2021 年大会, 千葉市

一般共同研究（課題番号：2020G-08）

課題名：室内実験に基づく土石流堆積物の下底部で生じる侵食の測定と計算

研究代表者：GOMEZ Christopher

所属機関名：神戸大学大学院海事科学研究科

所内担当者名：藤田正治、宮田秀介

研究期間：令和 2 年 4 月 1 日 ～ 令和 4 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

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：2 名（修士 2 名，博士 名）（内数）
- ・大学院生の参加形態 [水路実験およびその解析]

研究及び教育への波及効果について

大学院生 2 名は、2020 年度は学部卒業論文として、宇治川オープンラボラトリーの水路において土石流の堆積実験を実施した。さらにその知見を活かすために穂高砂防観測所のヒル谷観測流域で発生した土石流の堆積物についての調査を実施することで実験スケールの知見を現地スケールに活用する方法について実地で学ぶことができた。

研究報告

(1) 目的・趣旨

近年、激しい雨が局地的に降るゲリラ豪雨や、梅雨時の大雨が増える等、我が国の降雨規模は増大している。国土交通省の調べでは、雨量の増加に伴って国内の土砂災害の発生件数も増加しており、激しい豪雨の際は甚大な被害を受ける場合があることがわかっている。毎年 1000 件前後の土砂災害が発生しており、2018 年 7 月豪雨では、土砂災害発生件数 2581 件、死者 119 人件となっていることから、土砂災害を防止・軽減することが近年の重要な課題となっている。本研究では、これら土砂災害の一つである土石流の形成に着目している。研究代表者はこれまでの研究で、このような侵食が発生することを地中レーダーを用いて発見したが、その現象の解明や定量的な把握にはコントロールされた環境である実験が最適である。そこで本研究の目的は土石流が堆積する際におこる侵食現象を明らかにすることである。

近年、レーザー技術や写真測量技術が急速に発展し安価に使用できる環境がととのってきており、土石流発生前後の地形差分から土砂の収支や移動量を計測することが可能になってきた。表面地形の測定精度がセンチメートルスケールであるのに対し、土砂の正味体積を見積もるための土塊の密度の情報は見過ごされており、一定値を仮定する処理が一般的に行われている。仮定された密度の代表制に関する知見がほとんどないため、推定された土砂の正味体積の信頼性が乏しいもしくは検証できないのが現状である。土砂災害に関する計測技術は科学的なアプローチを併用することでさらに有益な情報をもたらす可能性があると考えられる。

(2) 研究経過の概要

実験は宇治川オープンラボラトリーの幅 20cm、長さ 519cm、勾配 19.41° の水路で行った。この水路下流端（河口）は、土石流扇状地を模し 200cm 四方、勾配 0.71° の水路（土台）に接続されている。ここにカラーサンドを用いた土石流のシミュレーションを行い、堆積の様子を観察した。土台に敷く土砂（厚さ 3cm）には赤色のカラーサンドを用い、3 回の土石流をそれぞれ実験 1（緑色のカラーサンドを使用）、実験 2（黄色）、実験 3（茶色）と名付けた。各実験の土石流が堆積した後に、堆積物全体の連続写真を撮り、3 次元モデルから DEM データを作成した。また実験 3 の終了後、堆積土砂の各層の厚さを断面より計測した。加えて、一辺が約 2 cm のプラスチックボックスにより堆積物のサンプルを採取し、間隙率を計測した。

実渓流での土石流堆積物の密度計測は穂高砂防観測所のヒル谷観測流域で行った。ヒル谷では 2020 年 7 月に土石流が発生し、

観測堰堤より下流に土石流が堆積した。この堆積物や流域内の森林土壌の密度を計測対象とした。密度を求めるには体積と乾燥重量が必要である。体積はサンプル採取前後で多くの写真を撮影し、SfMによりサンプル採取前後のDEMを作成して差分をとる手法を提案した。乾燥重量は採取したサンプルを実験室に持ち帰って計測した。

(3)研究成果の概要

水路実験では、土台に敷いた土砂の上に続けて供給した土石流が層状に堆積することがされた。実験1、実験2、実験3の順に堆積する範囲が狭くなっていた。また、層状の堆積物の境界では両者が混じりあっており、土石流が侵食しながら堆積しており、地形変化を解析する際にこのような侵食と堆積が同時に起こることを考慮に入れる必要があることが示唆された。

本研究で提案した堆積物や土壌の密度を計測する手法を用いることで、従来の方法に比べて多くの計測ができるだけでなく測定精度を定量的に示すことができた。今回の計測では、森林土壌にくらべて土石流堆積物の密度が約2倍大きかった。この結果は、表面地形の差分だけでは土砂移動プロセスを見誤る可能性が示唆された。

(4)研究成果の公表

本研究の一部は

ゴメス クリストファー，宮田秀介，片岡幹人，足利健介，金井彩佳，ブラダク バラージュ，藤田正治：粗粒な未固結堆積物かさ密度測定のためのフィールド SfM-MVS 法 ―ヒル谷観測流域での調査―
として砂防学会誌に投稿中である。

一般共同研究（課題番号：2020G-09）

課題名：拡大崩壊地から蛇行河川を通じた土砂移動ダイナミクスの解明

研究代表者：大澤 光

所属機関名：森林研究・整備機構 森林総合研究所

所内担当者名：土井 一生

研究期間：令和2年 4月 1日 ～ 令和4年 3月 31日

研究場所：静岡県静岡市小河内地区、静岡県静岡市東河内地区（筑波大学井川演習林）、京都大学防災研究所

共同研究参加者数：9名（所外6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 [現地調査補助]

研究及び教育への波及効果について

大規模地すべり地内の線状凹地における地下構造探査手法として、常時微動探査および表面波探査の適用可能性を実証的に明らかにした。また、山地上流部の蛇行河川の成因として地質構造が影響している可能性を明らかにした。本成果は深層崩壊発生ポテンシャルの高い付加体堆積岩地帯の斜面変動場における防災・減災に資することが期待される。また、地震学・地形学・地質学・地すべり学・砂防学のそれぞれの見地から学際的議論が進んだことによって土砂移動に関する理解が大きく進んだ。一方、大学院生に対して、地震学的な探査手法を地すべり地に応用した現地調査の補助を通じて地すべりや線状凹地の内部構造の調査方法を教示することで教育効果を果たした。

研究報告

(1)目的・趣旨

近年、巨大地震や集中豪雨に伴い深層崩壊や大規模地すべりが相次いで発生し、土石流化することで国民の生命や財産を奪い、社会問題となっている。この被害軽減の点から崩壊の前兆として知られる斜面内の凹地と崩壊の関係性について明らかにすることが求められている。また、崩壊発生に伴い土砂が河川を流下する際には、直線的な流路に比べ、蛇行域を挟むことで河道内における土砂の堆積・移動が顕著となることが推察されるが、流域単位にて河道内の土砂の堆積場の把握が必要とされる。そのため、本研究では、大規模崩壊発生場の素因となる凹地の構造と流下土砂の堆積場を明らかにすることを目的とする。

(2)研究経過の概要

崩壊発生の素因となる凹地と崩壊の関係を明らかにするため、静岡県の大井川上流の小河内流域の崩壊地を対象とし、線状凹地内外の横断2測線・縦断1測線において表面波探査を行った。また、隣接する大規模地すべり地内3地点において、常時微動探査を行った。上記の崩壊地および地すべり地周辺において、地質構造を明らかにするため、地質踏査を行った。

流下土砂の堆積状況を明らかにするため、小河内流域に隣接する東河内流域を対象として、GIS解析および地質調査、河相状況（川幅・段丘堆積物の位置）の把握をおこなった。

(3)研究成果の概要

地質調査の結果、崩壊地及び地すべり地内は断層を境に地質が大きく異なった。断層の上位は緑色の玄武岩質ハイアロクラスタイトで覆われ、部分的に赤色泥岩が取り込まれていた。灰白色の断層ガウジをX線回折分析にかけた結果、緑泥石・滑石・方解石が多量に含まれていた。3地点の微動探査の結果、S波速度の鉛直プロファイルから360-430 m/sのA層、560-640 m/sのB層、830-1040 m/sのC層、1500-1860 m/sのD層の4層に区分された。A層に相当する露頭の観察の結果、多数の亀裂が発達しており、低速度の結果と整合的であった。B層は変形や風化を受けているが、A層ほど顕著でなく、C層およびD層は基盤岩に

相当することが推定された。凹地を横断する 2 測線・縦断 1 測線の表面波探査の結果、S 波速度は地表から深さ 3 m 程度までが 160 m/s 以下、深さ 3-6 m 程度で 200-300 m/s、深さ 7 m 程度で深部 400 m/s であった。この結果と地質断面を比較したところ、それぞれ、土層、風化岩盤、基岩に対応することが推定された。横断測線において、凹地部と凸部の S 波速度が 160 m/s となる深さを比較したところ、凸部が 1.6 m に対して凹部は 2.8 m であり、凹地内が深くなることが分かった。この傾向は横断方向 2 測線において共通した。また、凹地内の縦断測線の結果、S 波速度が 160 m/s、300 m/s となる深さはそれぞれ 1.4-2.5 m、3.3-6.4 m であり、斜面に対して直交する方向に連続する凹地内においても速度のばらつきがあることがわかった。

一方、東河内川の地質調査の結果、主に頁岩優勢の砂岩頁岩互層、砂岩優勢の砂岩頁岩互層、頁岩、砂岩の整然層からなり、いずれも大局的には北西方向に急傾斜する構造を示し、層理面の走向と河川の流下方向はおおむね一致した。蛇行区間の河相は、2 m 以上の巨礫が集積する区間、岩盤が露出する区間、細粒な礫が河床を広く覆う区間、薄い砂礫層に覆われた比高 20 m 以下の侵食段丘が発達する区間と多様であった。蛇行区間の川幅はほとんどの場所で 30 m 以下と他の区間よりも相対的に狭く、勾配は 0.02-0.04 と緩い区間が連続している。頁岩優勢の砂岩頁岩互層が広く分布する蛇行区間は、大局的な地質構造である北西に急傾斜する層理面を示す区間と、90° 東に回転して北東方向に急傾斜する層理面をもつ区間が繰り返して出現し、他の区間とは異なる複雑な地質構造を示した。シュミットロックハンマーを用いた岩盤強度の測定結果から、蛇行区間の岩盤強度は他の区間と同様の値を示すため、高角な層理面をもつ山地上流の蛇行発達には、地質構造と勾配の組み合わせといった流域内部に存在する要因が重要であることが示唆された。

(4)研究成果の公表

大澤 光、土井 一生、荒井 紀之、山川 陽祐、渡壁 卓磨: 崩壊斜面源頭部に広がる線状凹地の地下構造の推定、日本地球惑星科学連合 2021 年大会、2021 年 6 月

渡壁 卓磨、大澤 光、荒井 紀之、土井 一生、山川 陽祐: 山地上流において穿入蛇行河川が形成される条件-高角な層理面が分布する東河内川の事例-、日本地球惑星科学連合 2021 年大会、2021 年 6 月

大澤 光、土井 一生、荒井 紀之、山川 陽祐、渡壁 卓磨: 線状凹地の発達する大規模地すべり地における地下構造の推定、令和 3 年度 京都大学防災研究所研究発表講演会、2022 年 2 月

一般共同研究（課題番号：2020G-10）

課題名：水平様な環境場における孤立積乱雲の発生過程

研究代表者：大東 忠保

所属機関名：国立研究開発法人防災科学技術研究所

所内担当者名：山口 弘誠

研究期間：令和2年4月1日 ～ 令和4年3月31日

研究場所：防災科学技術研究所、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：2名（修士2名，博士0名）（内数）
- ・大学院生の参加形態 [LES モデルを用いた数値シミュレーション]

研究及び教育への波及効果について

積乱雲スケールに対して水平一様とみなせる環境場においても、先行する小規模な上昇流や雲が局所的に環境場を作り変えることで積乱雲発生に有利な環境場が形成されることがわかった。このことは、短時間強雨をもたらす積乱雲の発達過程の理解とその予測に寄与する。

研究報告

(1)目的・趣旨

夏季、強い日射によって積乱雲が発生し、1時間程度の短時間ながら非常に強い雨がもたらされ、過去には死亡事故も起きている。このため、夏季の積乱雲の発生・発達のプロセスを明らかにすることは防災上重要である。積乱雲は、海陸風等の積乱雲よりも大きなスケールの水平非一様な大気場による下層収束・上昇流によって形成されるだけでなく、一見すると水平一様な場において発生することも多い。本研究課題においては、このような一見すると水平一様な場において生じる孤立積乱雲の発生過程を明らかにすることを目的とする。

(2)研究経過の概要

10km 程度のスケールをもつ積乱雲はさらに細かな大気、雲の構造が時間発展して形成される。このため、大気と雲の微細構造を表現できる LES モデルを用いたシミュレーションを行った。また、タイムラプスカメラを用いた時間分解能の高い雲画像観測データを用いて積乱雲の発達過程を調べた。本課題では孤立積乱雲を対象とするが、豪雨をもたらす雲システムを構成する個々の積乱雲で同様の発達過程が見られるか雲画像等を用いて調べた。

(3)研究成果の概要

LES モデルを用いた夏季の日射による上昇流、雲の発達のシミュレーションからは、雲を発達させるような上昇流は、その強さや水平スケールがそもそも大きいことがわかった。また、先行して上昇した上昇流が局所的に環境場を変化させることによって、あとに続く上昇流の上昇が阻害されないようになり発達していたことがわかった。タイムラプスカメラの観測では、雲頂部において雲の細かな組織が間欠的に上昇と下降を繰り返した後に雲が発達する事例が確認された。これは、先行する雲が後に続く雲の環境場（水蒸気場）を発達に有利なように改変していることを示していると考えられた。

孤立積乱雲ではないが、2020年7月3日から4日に熊本県南部で生じた豪雨システムの解析においても、衛星画像において、システム近傍で生じた背が低く水平スケールも小さい雲が、背が高く発達しシステムに合流するものとそうではないものが確認された。この豪雨システムは、中層の非常に乾燥した空気と湿潤な空気の境で形成されており、雲が上方に発達する際に混合する周辺空気の水蒸気量の非常に微妙な違いが、雲の発達を大きく変えている事を示唆している。

近年の海外の観測プロジェクトでは、積乱雲発生・発達環境場を観測するゾンデ観測点を多地点密集させた上で高頻度の観測を行い、環境場自体の時空間変動を詳しく観測する取り組みも実施されている。高解像度の数値シミュレーションに加えて、これまでにない緻密な観測が今後必要とされる。

(4)研究成果の公表

村瀬公崇・山口弘誠・花土 弘・川村誠治・金丸佳矢・相馬一義・中北英一, 2021: 地デジ放送波と GNSS を用いた積乱雲における大気中層水蒸気が降水増幅に与える影響解析. 水文・水資源学会/日本水文科学会 2021 年研究発表会, オンライン, 9 月 15-18 日.

Ohigashi, T., T. Maesaka, S. Suzuki, Y. Shusse, and N. Sakurai, 2021: Comparison between developed and non-developed summer convective clouds in the Tokyo metropolitan area observed by scanning cloud radars. International Conference on Clouds and Precipitation 2021 (ICCP2021), virtual, August 2-6.

大東忠保・三隅良平・飯塚 聡・鈴木真一・前坂 剛・出世ゆかり・櫻井南海子・下瀬健一・栃本英伍・清水慎吾・岩波 越, 2020: 2020 年 7 月 3 日-4 日熊本県南部における豪雨のメソスケール環境場と雲発達過程. 日本気象学会 2020 年度秋季大会講演予稿集, 203 (PR-19), オンライン, 10 月 25 日-31 日.

千賀幹太・山口弘誠・中北英一, 2021: 都市気象 LES モデルを用いた豪雨の種となる熱的上昇流と渦管の組織化の解明. 日本流体力学会年会 2021, オンライン, 9 月 21-24 日.

山口弘誠・村瀬公崇・中北英一, 2021: 積乱雲周辺の対流圏中層水蒸気が降雨強化へ及ぼす影響と指標化. 土木学会論文集 B1 (水工学), 77, pp.I_1141-I_1146.

一般共同研究（課題番号：2021G-03）

課題名：高知県の巨大山体崩壊「加奈木(かなぎ)崩れ」は、いつ、何回の崩壊で形成されたか？

：ボーリング掘削調査に基づいて

研究代表者：植木岳雪

所属機関名：帝京科学大学

所内担当者名：山崎新太郎

研究期間：令和 3 年 4 月 1 日 ～ 令和 4 年 3 月 31 日

研究場所：高知県室戸市

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：0 名 (修士 名, 博士 名) (内数)
- ・大学院生の参加形態 []

研究及び教育への波及効果について

西南日本外帯における古期深層崩壊の年代を蓄積するとともに、歴史時代に発生したとされる深層崩壊でもより古医時代に発生したものがあり、深層崩壊のリスクを過大評価する場合があることがわかった。そのため、古期深層崩壊の発生時期は、史料を信じるのだけでなく、ボーリング掘削を含む地質調査も必要である。

研究報告

(1)目的・趣旨

近年、深層崩壊の素因については、航空レーザー測量技術が発達し、山地稜線の重力変形地形の抽出できるようになり、発生場所が予測できるようになってきたが、誘因については、深層崩壊の発生時期・頻度を決めることが難しいため、ほとんどわかっていない。本研究の目的は、日本有数の山体崩壊である高知県の「加奈木崩れ」の形成過程を明らかにすることである。加奈木崩れは、1707 年の宝永地震によって発生したとされているが、史料の信頼性に疑問があった。従来、申請者は崩壊堆積物が支流のせき止めた場所において、地表近くの礫層から江戸時代の放射性炭素 (^{14}C) 年代を得たが、最近、礫層を深度 5 m までボーリング掘削した結果、後期更新世に遡る複数の ^{14}C 年代を得た。本研究では、せき止めた場所における堆積物を基底までボーリング掘削して層相記載を行い、その堆積物基底部の ^{14}C 年代から初生的崩壊の発生時期を推定する。

(2)研究経過の概要

2021 年度前半は、大学などでの新型コロナウイルス感染症の防止措置により、出張を伴う調査を行うことができなかった。10 月 29～31 日に現地調査を行い、ボーリング掘削の地点を決定した。その後、室戸市役所、地権者、安芸森林監督署などへ、土地の立ち入りや掘削の許可申請を行った。一方、新型コロナウイルス感染症に伴って公共工事が集中し、ボーリング業者を見つけることが困難であった。そこで、地質コンサル業者を通して、ボーリング業者を確保し、3 月上旬にボーリング掘削を行うことができた。その後、ボーリングコアを記載し、専門業者に委託してコアの 2 層準から ^{14}C 年代測定を行った。

(3)研究成果の概要

崩壊堆積物が支流のせき止めた場所において掘削されたボーリングコアは、以下の 5 層に区分される。深度 0～0.23 m は腐植質土壌である。深度 0.23～9.49 m は、層厚 10 cm 程度の砂層を挟む角礫層からなり、天然ダムが埋積された後の支流の堆積物である。従来、9,230～21,720 年前の ^{14}C 年代が得られている。深度 9.49～17.70 m は砂層、シルト層からなる天然ダム堆積物である。今回、深度 10.33～10.36 m の植物片を含むシルトから、17,500 年前の ^{14}C 年代が得られた。深度 17.70～19.58 m は、天然ダムが海成される前の礫層からなる支流の堆積物である。今回、深度 17.63 m の木片からは 710 年前の ^{14}C 年代が得られたが、こ

れは孔壁の上部から落ち込んだものと思われる。深度 19.58～21.20 m は基盤岩である。

今回、崩壊堆積物が支流のせき止めた場所において、初めて層厚 8 m 以上の天然ダム堆積物が見出された。天然ダム堆積物から得られた 17,500 年前の ^{14}C 年代とそれを覆う支流の堆積物から得られた 21,720 年前の ^{14}C 年代は逆転しているが、後者には古い炭素が含まれていたためと考えられる。いずれにしても、天然ダム堆積物の年代は後期更新世に遡り、加奈木崩れの初生的崩壊の発生時期は、江戸時代よりも大幅に古くなることが明らかになった。現在、天然ダム堆積物の別の層準を、 ^{14}C 年代測定に追加で供している。今後、それらの ^{14}C 年代を踏まえて、加奈木崩れの初生的崩壊の発生時期を特定する予定である。

(4)研究成果の公表

現在まで成果の公表は行っていない。天然ダム堆積物から追加の ^{14}C 年代が得られた時点で、学会発表と論文化を行いたい。学会発表は、2022 年秋または 2023 年春の日本地理学会を想定している。

一般共同研究 中間報告（課題番号：2021G-01）

課題名：3D プリンタを用いた 100 ドル AWS の開発

研究代表者：峠 嘉哉

所属機関名：東北大学大学院

所内担当者名：田中賢治

研究期間：令和 3 年 4 月 1 日 ～ 令和 5 年 3 月 31 日

研究場所：東北大学

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（修士 0 名、博士 0 名）（内数）
- ・大学院生の参加形態 []

令和 3 年度 実施状況

令和 3 年度は、気温・湿度・気圧について観測器の開発・試験観測を実施した。観測器の電子部には、マイコンに Arduino を採用し、センサー素子として MCP9808 と BME280 を接続した。BME280 は気温・湿度・気圧の観測ができるが、気温の観測精度が 1℃程度とやや精度に劣るため、0.25℃精度で気温を観測できる MCP9808 を併用することとした。放射シールドは 3D プリンターで作成し、そのフィラメントには直射日光に強い ASA を筐体外側、取り扱いが容易で造形精度が高い ABS や高密度 PLA を筐体内部に用いた。現状のシステムの構築に要する金額は約 5000 円程度である。初期観測は仙台市青葉区の東北大学青葉山気象観測所で実施し、FieldMark-WXT536 で検証した。その結果、特に午前中の日射量が増加する際に温度を過大評価することが分かった。その理由は、3D プリンターで作成した筐体が直射日光により温度上昇しやすく、筐体内部の温度環境が高まったためと考えられた。また、水滴等による故障で長時間の観測ができず、耐久性にも課題が見られた。また本年度は、情報分野・農業分野・災害分野・植物生態分野等の研究者・企業と議論し、各分野・各目的において必要な観測項目について調査した。

令和 4 年度 実施計画

令和 4 年度は、観測項目に風向・降水量を含めた上で測器のプロトタイプの開発・試験観測を進める。温湿度計には DC モーターを用いた強制通風機能を追加し、日射量が高い環境下でも筐体内部の温度上昇の抑制を試みる。風速計は、まず風速の強度を数レベルに分けた上で風杯の回転数から各レベル値を推定するよう設計する。次に風速値自体を回転数から求めるが、その統計的関係性を仙台市青葉区の東北大学青葉山気象観測所で FieldMark-WXT536 による観測結果との比較から導く。複数の測器による同時観測を行い、作成時に生じる測器ごとの僅かな形状の違いによる誤差を定量的に求める。転倒桁型の降水量計のセンサー一部は感圧センサーを用いて開発する。前年度に引き続き、東北大学青葉山観測所で試験観測・検証を進める。また、宮城県内の試験林内で多地点観測を実施する。斜面方位・樹種・LAI 等の条件が異なる山内で温湿度条件の違いを観測し、多地点観測の有用性を検討する。耐久性試験の位置づけでもあり、故障した場合の原因特定と改良を継続的に実施する。特に電子部の防水性能は令和 3 年度の試験観測時でも課題だったため、センサー素子の基盤部を中心に対策を検討する。

一般共同研究 中間報告（課題番号：2021G-02）

課題名：大気海洋境界素過程に関する理論再構築による災害予測不確実性の低減

研究代表者：二宮 順一

所属機関名：金沢大学 理工研究域

所内担当者名：馬場 康之

研究期間：令和 3 年 4 月 1 日 ～ 令和 5 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）、金沢大学、北海道大学、神戸大学、土木研究所寒地土木研究所、電力中央研究所

共同研究参加者数：14 名（所外 8 名、所内 6 名）

- ・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 [データ解析、観測機器設置]

令和 3 年度 実施状況

京都大学田辺中島高潮観測塔を使用して気象海象の集中観測を行うとともに、観測結果の解析によって以下の成果が得られた。

(1) 気象海象集中観測の実施

コロナ禍での移動制限によって、観測機器の設置・撤去に大部分の共同研究参加者が現地入りできなかったため、観測体制の構築に時間を要したが、新規の計測器（パーティクルカウンタ、Sodar）の設置を進めた。パーティクルカウンタは常時観測体制を確立し、Sodar は本観測に向けた測器の調整を行っている。

(2) 砕波による海洋表層混合パラメタリゼーションと台風への影響

田辺中島高潮観測塔での観測結果から、波浪の砕波から海洋に流入する乱流エネルギー（TKE）を推定する TKE フラックス係数の最適化を実施した。風向きと波向きの関係に依存した新たなパラメタリゼーションが得られ、このパラメタリゼーションを適用した大気海洋波浪結合領域モデルを用いて台風シミュレーションを行った。従来モデルと比較した海洋表層における水温変動、それに伴う台風強度の変化が見られた。（土木学会論文集 B2 1 編, Coastal Engineering Journal 1 編）

(3) 海洋エアロゾル、雨滴に対する電磁波散乱理論の適用性

熱や化学物質の輸送に重要な働きをするエアロゾル、雨滴に対して、レーダー観測で適用される電磁波散乱理論の感度解析を実施した。単一粒子に対する解析で粒子径に依存する結果が得られたため、今後複数粒子による散乱について検討を進める。（水文・水資源学会 2021 年度研究発表会要旨 1 編, 第 17 回北海道気候変動適応会議で発表）

令和 4 年度 実施計画

当初計画のとおり、前年度に引き続いて田辺中島高潮観測塔における気象海象集中観測を実施する。観測結果を解析することで、海面パラメタリゼーションと気象、海象諸元との関係を統計的に明らかにする。さらに、台風シミュレーションによって新たなパラメタリゼーションの感度解析を実施する。

(1) 気象海象集中観測の実施

京都大学田辺中島高潮観測塔において台風時期の気象海象集中観測を実施する（2021 年度と同様に、コロナ禍に伴う移動制限に留意する）。Sodar による風向風速の鉛直分布計測と並行して、ADCP による海中の流向流速および波浪の観測を実施する。また、観測塔において降雨の有無を検出するための雨量計を設置する。

(2) 海面パラメタリゼーションの統計的解析

大気と海洋間の運動量、熱輸送に重要な海面抵抗係数、海面熱輸送係数に注目した解析を実施する。集中観測によって得られた気象、海象諸元との関係を統計的に明らかにし、特に強風時における特徴を解明する。

(3) 台風シミュレーションによる感度解析

大気・海洋間の運動量・熱輸送が活発になる台風のシミュレーションにおいて新たなパラメタリゼーションの影響について定量的に検討する。既存のパラメタリゼーションとの比較によって大気、海洋、それぞれへの影響評価を行う。

一般共同研究 中間報告（課題番号：2021G-04）

課題名：雨滴をトレーサーにした PIV/PTV による風速推定に関する研究

研究代表者：栗田 剛

所属機関名：東急建設株式会社技術研究所

所内担当者名：西嶋 一欽

研究期間：令和 3 年 4 月 1 日 ～ 令和 4 年 3 月 31 日

研究場所：京都大学防災研究所，東急建設株式会社技術研究所，東京工芸大学

共同研究参加者数：8 名（所外 6 名、所内 2 名）

- ・大学院生の参加状況：1 名（修士 1 名、博士 名）（内数）
- ・大学院生の参加形態 [防災研での PTV 実験を担当]

令和 3 年度 実施状況

令和 3 年度の活動として、以下の 3 項目を実施した。

（1）一様流下での水滴を用いた PIV/PTV 技術の適用の検討：防災研究所の風洞を利用して、風洞内に風を吹かせた状態で、降雨状態を模擬するための水滴生成装置から水滴を落下させ、水滴の軌跡を撮影した。撮影動画から水滴の 3 次元座標データを取得し、座標データから速度および加速度を求め、水滴に働く抗力から運動方程式を解くことで各位置における風速値を推定した。熱線風速計による計測値と水滴の軌跡から推定される風速値は概ね一致することが確認できた。

（2）実験室内での実スケールの粒径分布を用いた乱流場における風速場の測定と解析：東急建設（株）技術研究所の人工気象室において降雨装置および送風装置を用いて、人工的な降雨と風を再現した状況下で画像を撮影し、その画像に対して PIV を適用することで雨滴の移動速度を推定し、風速を推定する際の課題を抽出した。

（3）既知の粒子径の空間的な P T V 技術の適用の検討：東京工芸大学所有の竜巻状気流シミュレータを用いて、飛散する物体を 2 台の高速度カメラで撮影し、飛散物の挙動に対して 3 次元運動解析が可能かどうかを試みた。

（4）水滴移動速度に基づく風速場の推定精度の向上：水滴が反射する光の輝度の違いによって水滴の粒径を推定する手法を検討した。

（1）、（2）の 2 項目について、防災研研究講演発表会にてそれぞれ 1 編発表した。

令和 4 年度 実施計画

令和 4 年度の活動は、以下の 3 項目を予定している。

（1）水滴移動速度に基づく風速場の推定精度の向上：粒径を正確に推定できれば速度の推定精度の向上につながると考えられる。そこで、撮影画像の輝度による水滴の粒径推定の可能性を検討する。

（2）屋外での降雨時における風速場の測定と解析：降雨時に屋外において雨滴の画像を撮影し、超音波風速計との同時計測により、推定風速の精度を検証する。

（3）雨滴以外の粒子をトレーサーとした場合の風速場の測定と解析：例えば雪結晶や霧粒子といった光に反射するものをトレーサーとして、屋外のフィールドにおいて画像を撮影し、風速推定できるかを実証的に検討する。

一般共同研究 中間報告（課題番号：2021G-05）

課題名：改良型中空ねじり試験による大ひずみ液状化特性の解明と数値解析モデルの構築

研究代表者：清田隆

所属機関名：東京大学生産技術研究所

所内担当者名：上田恭平

研究期間：令和3年4月1日～令和5年3月31日

研究場所：東京大学生産技術研究所・京都大学防災研究所

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：1名（修士0名、博士1名）（内数）
- ・大学院生の参加形態 [室内土質試験の実施]

令和3年度 実施状況

- ・大ひずみ液状化特性を解明するために、供試体サイズや相対密度 D_r が異なる豊浦砂を用いて実施された改良型中空ねじり液状化試験結果を対象として、繰返しせん断応力の载荷に伴う $g_{DA}=20\%\sim 100\%$ に達する領域における挙動を確認した。その結果、いずれの供試体においても、液状化による流動的挙動に加えてせん断帯の発達を伴う挙動と解釈できるせん断強度の低下現象が、限界せん断ひずみ g_L (供試体に局所化が発生するせん断ひずみ) を超える領域で確認された。
- ・大ひずみ液状化特性の一つとしてこの挙動に着目し、「繰返し荷重に伴うエネルギー損失と ϕ の低下率 ϕ/ϕ_f の関係」として整理した。その結果、限界せん断ひずみ g_L 発生に到達するまでのエネルギー損失は相対密度が小さいほど少なく、また、 g_L よりも大きなひずみ領域においては、相対密度が小さくなるほど累積損傷エネルギー $\Sigma W/\sigma'_c$ が小さい段階で ϕ/ϕ_f の低下が発生する傾向を確認した。さらに、同傾向に基づいて D_r と関連付けた2つの係数からなる定式化を試みた。

令和4年度 実施計画

次年度は下記の計画を予定している。

- ・大ひずみ液状化試験の実施ならびにその分析の継続
- ・今年度成果ならびに上記の分析結果を踏まえた有効応力大変形解析プログラム FLIP TULIP の拡張
- ・拡張した FLIP TULIP の主要パラメータの設定方法の検討および妥当性の検証（既往遠心模型実験結果を対象とした上記改良プログラムの妥当性確認のための再現解析等）

一般共同研究 中間報告（課題番号：2021G-06）

課題名：災害科学と輸送科学の融合による巨大災害の国際貨客輸送に与える影響評価モデルの構築とその適応に関する研究

研究代表者：竹林幹雄

所属機関名：神戸大学

所内担当者名：大西正光

研究期間：令和3年6月1日～令和5年3月31日

研究場所：神戸大学、京都大学防災研究所

共同研究参加者数：4名（所外1名、所内3名）

・大学院生の参加状況：0名（修士名、博士名）（内数）

・大学院生の参加形態 []

令和3年度 実施状況

今年度は「巨大災害時の航空輸送、海上貨物輸送への影響に関する研究」に重点を置き、研究を遂行した。まず航空輸送に関しては火山噴火による火山灰被害を対象として、フライトの経路情報に関する分析を行った。これは国際的な航空データベースであるFlightradar24を用いて、2020年1月のフィリピン・タール山噴火を対象として、経路変更などの影響を分析した。結果として噴火発生後24時間までに出発時間を迎えるフライトに関しては、キャンセルあるいは大幅な経路変更が行われており、24時間後から27時間後まではキャンセル・経路変更を行うものを行わないものが混在し、27時間以降はほぼ正常経路に戻る傾向にあることがわかった。また、空港における火山災害対策についての実態調査を行った。これらを元にして退避行動モデル・空港の復旧計画のモデル化作業に現在は入っている。一方、海上輸送に関わる研究については、2022年8月に発生した福徳岡の場の海底火山噴火による軽石被害について沖縄本島を対象に複数回実地調査を行った。今後は次年度において港湾における減災マネジメントを検討する上で必要となる、海上輸送における被害レベルシミュレーションにつなげることを検討している。

令和4年度 実施計画

令和4年度は研究の最終年度に当たるため、前年度に得られた知見を元に最終的には港湾・空港における減災マネジメント手法の提案につなげる予定である。具体的には以下の通りである。まず航空輸送に関しては、火山噴火による災害を対象として、一時的な航空輸送ネットワークの変化を予測し、実際に起こりうる社会経済被害を推計する方法論の構築を行う。ここでは動的な退避行動モデルとネットワークモデルを連動することを想定し、最終的には地域の社会経済活動への影響が計測できる方法論として提案する。具体的には前年度に行った航路変更に関する分析に基づき深層学習をベースとしたシミュレーションモデルを開発し、安永の大噴火レベルを想定した桜島の大噴火時に起こりうる退避行動を予測し、その経済への影響を計量経済分析に基づき行うことを想定している。海上輸送についても同様に軽石等漂着による船舶・港湾施設への被災に端を発する輸送途絶による経済被害予測を行うとともに、輸送途絶の影響を最小限にとどめるための方法論、特に施設配置論への展開を考えている。

一般共同研究 中間報告（課題番号：2021G-07）

課題名：被災前後のリモートセンシング画像の AI 診断と登記情報による強風被害住宅補修の需要推定

研究代表者：高橋 徹

所属機関名：千葉大学

所内担当者名：西嶋 一欽

研究期間：令和3年4月1日 ～ 令和5年3月31日

研究場所：千葉大学、京都大学、熊本大学、神戸大学

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：1名（修士0名、博士1名）（内数）
- ・大学院生の参加形態 [AI 診断の訓練補助]

令和3年度 実施状況

被災後のリモートセンシング画像から被災屋根を特定するために、ドローンで取得したオルソ画像から屋根の輪郭と被害部位を検出する技術、屋根形状を判別する技術と、屋根葺き材を特定する技術の開発を行った。具体的には、ドローンで撮影した多数の画像から点群データを生成し、そこから得られた屋根の傾斜角を基に、屋根形状の特定を機械学習により 64%程度の正解率で推定することに成功した。また、画像のコントラストを高くする操作を経た教師データにより、屋根葺き材の種別を 76%程度の正解率で推定することに成功した。さらに正解率を高める努力は必要であるが、この結果を用いることにより、どのような形状の、どのような屋根葺き材の屋根で、どの程度の被害が発生しているのかを、高速に判定可能となる。

これらの成果を、竹内 崇・友清 衣利子・高橋 徹・西嶋 一欽：被害調査および分析のためのドローン空撮写真に基づく建物輪郭抽出、友清 衣利子・高橋 徹・竹内 崇・西嶋 一欽：ドローン空撮写真から生成される3次元点群データを用いた住宅屋根の自動分類、としていずれも京都大学防災研究所令和3年度研究発表講演会にて発表した。

令和4年度 実施計画

AI 診断の正確さを向上させるために、画像処理（回転や反転、コントラスト処理）を援用するなどして、教師データの数を増やす作業を行い、正解率を 85% 程度以上にすることを目指す。正解率の向上は、補修需要の推定の正確さに直結するので、本研究課題の信頼性を向上させる根幹となる。

次に、被害程度に対応した補修金額の対応について、2019 年台風 15 号の被災写真と調査結果をもとに、仮想的な被災状況を作成して、これらをいくつかの工務店に提示して聞き取り調査を行い、2018 年台風 21 号の補修実績データと照合して、構築したシステムの信頼性を検証する。

なお、2022 年 6 月には航空法の改正によりドローンを用いた被害調査の手順が変わることが明らかなので、法改正に対応した被害調査マニュアルを策定し、本研究による推定法が今後の台風被害時に確実に応用可能となるようにする。

一般共同研究 中間報告（課題番号：2021G-08）

課題名：地すべり地における押し出し流の動態解明と斜面変動予測の高精度化

研究代表者：古谷 元

所属機関名：富山県立大学

所内担当者名：王 功輝

研究期間：令和 3 年 4 月 1 日 ～ 令和 5 年 3 月 31 日

研究場所：西井川地すべり・富山県立大学・新潟大学・群馬大学・徳島地すべり観測所

共同研究参加者数：8 名（所外 6 名、所内 2 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 [稠密観測結果のデータ解析，地下水の押し出しの再現に関する予備実験]

令和3年度 実施状況

西井川地すべり地，および徳島地すべり観測所にて地温（1 m 深・多深度）の稠密観測と気象観測を実施した。これらの観測結果より，西井川地すべり地で確認されている豪雨時の地温異常は，E7 測点では約 8 日程度の先行雨量，I1 測点では約 3 日程度の先行雨量と地温変化量との間に明瞭な正の相関を有する特徴が明らかになった。既存の伸縮計と孔内水位のデータを用いて，質点系ダンパーモデルに基づいた地すべり移動量の推定に関する検討を実施した。その結果，S16 測点の移動量を概ね再現できることが分かった。また，同地すべり地の中腹部にて，新規のクラックが発生したため，フレキシブル伸縮計とインターバルカメラを新たに設置し，移動観測を開始した。地下水の押し出しの再現に関する室内実験用の試験機を作成し，予備実験を実施した。この実験を通じて，地すべり土塊と水みちを 2 本の円筒管とこれらの底部をホースで連結した構造で概ねモデル化できると判断した。なお，各大学で新型コロナ禍の移動制約が長引いたために，物理探査による地すべり土塊の可視化と深部地下水の水質測定に関しては，既存資料の検討と探査および採水計画のみに終わった。

令和4年度 実施計画

地温の稠密観測を継続してデータを蓄積するとともに，前年度に実施できなかった 1）複数測線で物理探査を展開して地すべり土塊を可視化し，2）豪雨直後と乾燥時期で地下水を採水して地下水中の溶存イオンと酸素・水素同位体比を測定し，国内の他事例との比較，SF₆ の測定値から西井川地すべりの地下水涵養年代を見積もる。さらに今年度は，1）地下水の押し出しの再現に関する本実験により，降雨・浸透に伴う地下水の押し出しの発生条件と土塊内の間隙水圧（孔内水位）の上昇過程の再現，2）現地観測結果に基づいて，豪雨時に時々刻々と変化する地下水の押し出しに伴う地すべり土塊の活動の伝播（破壊の進行）を 3 次元弾塑性有限要素法による再現を実施する。さらに，以上の結果を総合して，地すべり地における山体地下水の流動系のモデルを提示するとともに，地すべり土塊へ流入する地下水に起因して発生する斜面の破壊（移動），およびその進行過程について解明し，地すべりや深層崩壊に代表される斜面の破壊現象の予測，危険度評価手法を提案する。

一般共同研究 中間報告（課題番号：2021G-09）

課題名：宇宙線を用いた土壌水分量把握による土砂災害の予測

研究代表者：西山竜一

所属機関名：東京大学地震研究所

所内担当者名：井口正人教授

研究期間：令和 3 年 4 月 1 日 ～ 令和 5 年 3 月 31 日

研究場所：桜島火山観測所郡山観測室

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：0 名（修士 名、博士 名）（内数）
- ・大学院生の参加形態 []

令和 3 年度 実施状況

本研究は、宇宙線電磁成分の強度を坑道の中で測定することにより、坑道の上にある土被りの中の水分量を定量的に評価することを目指している。令和 3 年度は、桜島火山観測所郡山観測室の坑道に宇宙線検出器を移設し（4 月）、稼働させた（7 月）。宇宙線検出器は、プラスチックシンチレーター・光電子増倍管（PMT）・PMT の信号を処理する ADC 基板・小型コンピューター・WiFi ルーター・無停電装置から構成される。予察的な解析結果によると、宇宙線カウント数は、①観測地点の気圧に応じて変動し、かつ②降雨イベントに呼応してわずかに減少することが確認できた。これは、桜島有村坑道での観測（2014～2019 年）で得られた知見と整合する。

共同研究者同士の議論の中で、宇宙線電磁成分の強度は大気中の水分量（湿度）にも関係する可能性が指摘された。この効果は土壌水分量の測定を目指す本研究では重要な誤差要因となり得るため、慎重に検討する必要がある。宇宙線の生成・伝播を計算する Monte Carlo シミュレーションの結果によると、大気中の水分量の増加は大気の平均原子組成（ $\langle Z/A \rangle$, Z : 原子番号, A : 質量数）を変え、宇宙線の強度にわずかな変化を生むことを確認した。過去の桜島有村坑道での観測とシミュレーション結果については、本研究の初報としてまとめている最中である（武多・西山ほか：準備中）。

令和 4 年度 実施計画

令和 4 年度は前年度の観測を継続し、特に多雨期（梅雨時～秋）にかけてのデータを蓄積する。また、宇宙線検出器の構成にも若干の変更を加える。具体的には、宇宙線検出器の位置や、検出器を構成するプラスチックシンチレーターの配置を変更する予定である。また、信号のトリガー条件の最適化や、データの較正に用いる気圧データを収録するための簡易気圧計の設置などを行いたい。これらの観測によって多雨期のデータが収集できれば、土被りの分厚い（～5 m）郡山坑道における宇宙線強度のデータセットが揃うことになる。宇宙線強度がどの程度の時定数での累積雨量と相関するのかを調べ、雨水が土壌に浸透し散逸していく過程を定量的に議論する予定である。また、坑道内に設置された水管傾斜計も降雨イベントに応じて特徴的な傾斜変化を示すので、宇宙線・傾斜データの双方を比較することで、土壌水分量の時空間的な把握が可能になると考えている。地すべり等の土砂災害の発生条件には、土壌中の水分量が大きく関係している。宇宙線（電磁成分）強度を観測することが、土砂災害のリスク評価を行う上の重要な指標を与えることを本研究によって実証していきたい。

一般共同研究 中間報告（課題番号：2021G-10）

課題名：建物被害調査画像管理の一元化を可能とする建物自動分類システムの構築

研究代表者：中嶋唯貴

所属機関名：北海道大学

所内担当者名：西嶋一欽

研究期間：令和 3 年 4 月 1 日 ～ 令和 5 年 3 月 31 日

研究場所：北海道大学・京都大学・熊本大学

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：1 名（修士 1 名、博士 名）(内数)
- ・大学院生の参加形態 [自動特定アルゴリズムの開発]

令和 3 年度 実施状況

本研究においては、被害調査の中でも建物被害調査による画像情報に焦点をあて、RTK ドローン画像を用いた高精度な位置情報と建物情報を用い、三次元位置情報を持つ点群データを作成し、建物ポリゴンを含む基盤地図を作成する。加えて、建物ポリゴンごとの地上写真の自動分類手法を構築する。また、建物一棟ごとに自動的に分類することに加え、調査日時の異なる他の研究者による画像も追加可能なシステムを開発する。初年度である本年度は、(1) 2019 年台風 15 号の館山市において、ドローン DJI mini 2 を飛ばし、撮影した画像から緯度・経度・高さ方向の三次元位置情報を持つ点群データを作成した。また、DG-PROIRWS により RTK 機能を付したタブレットを用い、地上からの画像も撮影した。(2) 取得したドローンによる点群データより建物の輪郭抽出を実施し、建物ポリゴンの自動作成を行った。また、ポリゴンの面と撮影方向ベクトルの交差を内積で判別することで画像内に写っている建物の自動特定を実施した。(3) 自動特定された建物・部位の特定精度の確認を実施し、80%に近い精度となっていることを確認した。これらの成果を、2021 年度京都大学防災研究所研究発表講演会で発表した。また、令和 4 年 5 月に開催される 2022 年地域安全学会春季大会においても発表予定である。

令和 4 年度 実施計画

スマホやデジタルカメラ等で撮影した写真に付与される一般的な GPS による位置情報は数 m 程度ずれる場合があることが知られている。本研究においてはこれらの写真についてもシステムに追加可能とすることを目指し、画像内の建物の場所とオルソ画像内のポリゴンの位置とを比較し、GPS による位置情報を修正したのち、建物を自動分類する。また情報を有していない画像に関しては、撮影者に撮影位置と方向を入力していただく。あとは、GPS 付き画像と同様な扱いとすることで自動分類が可能となる。加えてドローンにより作成した基盤地図内の建物ポリゴンを選択することで、その建物における被害調査画像を表示する機能を GIS システムに追加する。

一般共同研究 中間報告（課題番号：2021G-11）

課題名：マルチファンを立体配置したドーム風洞による台風時の複雑な風況再現

研究代表者：友清 衣利子

所属機関名：熊本大学

所内担当者名：西嶋 一欽

研究期間：令和 3 年 4 月 1 日 ～ 令和 5 年 3 月 31 日

研究場所：熊本大学、京都大学防災研究所

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：0 名（修士 0 名、博士 0 名）（内数）
- ・大学院生の参加形態 []

令和 3 年度 実施状況

ドーム型マルチファン風洞作成のために以下の課題に取り組んだ。①マイコン(Arduino)を用いて PWM 制御で複数ファンの同時制御を試みた。ファンに入力する平均電力を周期的に変化させた場合、ファンの回転数も周期的に変化したが、回転数の増加時と減少時には変化の性状が異なり、ファンの特性を把握した上で、目的とする気流を生成するためのファンの回転数制御を行う必要があることが分かった。②軸流ファンからドームの流入面までを接続し、整流と縮流を行う小型送風洞を作成し、気流性状を確認した。ファンの正方形フレームから円断面への拡散洞を介して、ドームを形成する三角形面 6 次曲線で縮流を行う。曲面の形状は 3D CAD で作成し、3D プリンタで出力した。整流グリッドを円形断面位置に挿入すると、三角形の流出面位置で、おおむね一様な風速の比較的乱れの小さな気流になることを確認した。③数値流体解析により、ドームの三角形面から気流を流入させてドーム内部に生成される風況を確認した。目標とする変動風を基準の流入風として、流入面位置や気流の変動性状を調整することで、ドーム中央付近でおおむね目標の風況を再現できることを確認した。以上の内容のうち①と②は、京都大学防災研究所研究発表会で報告した。

令和 4 年度 実施計画

アルミ材を接合し、ドームフレームを作成するとともにフレームと小型送風洞の接続方法を検討する。同時にドームへの流入風を目標通りに生成するため、ファンの性能比較と制御方法の検討を行う。

次に小型送風洞装置を増設しドームフレームに接続して、ドーム内水平面の風況を風速計測機器で確認する。さらにファンを 3 次元的に配置し、ドーム風洞内部の風向風速変動、および乱れの強さの分布を確認する。また、流出口の形態による測定洞内の風況への影響を検討する。

ドーム風洞内の風況を把握したのち、測定洞に一边 50mm の立方体模型を設置して模型前面での風況を計測する。計測した風向風速の変動と、立方体形状の建物周辺で観測された実風況とを比較し、実測風況を再現するための適切な複数ファンの制御手法を確立する。ファンの制御手法の検討では、数値流体解析の流入面に小型送風洞での出力結果をさまざまな組み合わせで入力し、ファンの回転数とドーム内風況を結び付ける伝達関数、または機械学習モデルの作成を目指す。ドーム内風況による実風況の再現性を確認したのち、模型表面圧力を計測し、実風況下で計測された建物表面圧と比較を行って、生成した風況の妥当性を検証する。

一般共同研究 中間報告（課題番号：2021G-12）

課題名：降雪の経年変動の地域特性に関する研究

研究代表者：谷田貝亜紀代

所属機関名：弘前大学理工学研究科

所内担当者名：田中賢治

研究期間：令和 3 年 4 月 1 日 ～ 令和 5 年 3 月 31 日

研究場所：弘前大学, 防災科学技術研究所（雪氷防災研究センター）

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： 名（修士 名、博士 名）（内数）

・大学院生の参加形態 []

※学部 4 年生が卒業論文研究にて積極的に共同研究に参加した。

令和 3 年度 実施状況

- ①日本について、捕捉率補正と気象研究所非静力学地域気候モデル（NHRCM）の出力値による降水気候値を組み合わせた、補正日降水量グリッドデータを作成した。
- ②日本海側豪雪地帯（北海道から東北・北陸・中国地方）について、降水量データを用い、主風向と山岳降水、その経年変動傾向を調べた。
- ③中央アジア、トルコ、ロシアなどの降水量観測データの整備を継続した。
- ④弘前周辺の降雪の変動傾向、水蒸気輸送、大規模場の関係を明らかにするために、降水サンプリングを行った。R1 年度は暖冬小雪、R2 年度は日本各地で豪雪があったので、両冬季の降水特性を、降水同位体比特性もあわせて解析した。その結果について、異常気象研究会（京都大学防災研究所共催）にて発表したほか、総合地球環境学研究所の発行する書籍に分担執筆した。また、2021 年 2 月 15-16 日に、弘前は急激に発達する低気圧による多量の降水と、非常に同位体比の低い（軽い）水が観測され、この特徴について上野（学部学生）らと解析をすすめ、気象学会東北支部研究会で発表したものが受賞した。
- ⑤本研究のきっかけとなった、札幌の降水の地域性とエルニーニョ・ラニーニャとの関係について、2021 年度京都大学防災研究所研究発表会にて発表・意見交換し、投稿論文としてとりまとめた（英文校閲まで完了、4 月中に投稿予定）。
- ⑥分担者の山口らは、防災科学研究所が所持する日本の山岳域の積雪重量観測データと Radar AMeDAS 解析雨量（RA）を比較し RA の過小評価について統計的に明らかにし、論文投稿準備中である。

令和 4 年度 実施計画

上記の①、②、⑥の知見を統合し、日本の冬季降水について定量的に優れたグリッド降水データを作成する。山岳雪氷水資源の経年変動特性を水蒸気輸送場や ENSO、シベリア高気圧の変動とあわせて解析する。R3 年度 3 月に本予算で購入設置（弘前大学に借用）した降水サンプラーで、弘前における降水観測を継続する。4 冬季（2019/20, 2020/21, 2021/22, 2022/23）分の降水同位体比や水蒸気同位体比資料も併用し、北日本の日本海側山岳地域の降水にあたる水蒸気輸送、水蒸気源を明らかにし、それらにあたるグローバルシグナルの経年変動傾向との関係を整理し、今後の防災、予測、温暖化適応のための提言をまとめる。

国外については、中央アジア、トルコ、サハラなど、メンバーがつながりを有するアジアの山岳にて③データ整備を継続し、NHRCM 気候値を計算できる場合にはそれによる補正を行い、グリッドデータを作成した上で、グローバルシグナルの局所的な山岳降水に与える影響を評価する。

International Collaborative Research (Project No.: 2019W-03)

Project name: **Seismic Soil-Foundation-Structure Interaction in Unsaturated Soils**

Principal Investigator: Majid Ghayoomi

Affiliation: University of New Hampshire

Name of DPRI collaborative researcher: Ryosuke Uzuoka

Research period: June 1, 2019 ~ March 31, 2022

Research location: Disaster Prevention Research Institute and University of New Hampshire

Number of participants in the collaborative research: 4 (DPRI: 2 non-DPRI: 2)

- Number of graduate students: 1 (Masters: Doctoral students: 1) (Included number)
- Participation role of graduate students [Performing the experiments including centrifuge tests, running the data analyses, and writing papers and publications]

Anticipated impact for research and education

Soil-Foundation-Structure Interaction (SFSI) evaluates the collective seismic response of a system containing the super-structure, foundation, and surrounding soil given the earthquake motion at the ground surface. For SFSI analysis, regardless of the approach, surrounding soil plays a critical role, as it impacts both the site response and the motion transferred to the foundation. The behavior of unsaturated soil is complex and differs from dry and saturated soil deposits, because inter-particle suction stresses increase the effective stress and change the dynamic characteristics of soils. Despite the proven significant effects of degree of saturation on dynamic soil properties, current practice relies on procedures that do not directly include partially saturated soil conditions at system level; especially considering the seasonal and climatic-driven fluctuation of water table. Consequently, this uncertainty would be extremely critical in improving SFSI analysis procedures. The research and education initiatives in this project will advance the state of the art in design and performance assessment of both rocking foundations and column-yielding systems, especially under fluctuating water levels.

Research report

(1) Purpose

The project aims to study the effects of unsaturated soils and fluctuation of ground water level on seismic response of soil-foundation-structure systems.

(2) Summary of research progress

In this research, thus far, two series of centrifuge experiments have been performed. In the first set, the performance of a slender single-degree-of-freedom rocking shallow foundation embedded in sandy silt with varying groundwater table conditions was investigated. The tests included six successful target tests (dry, saturated, and partly saturated) out of ten trials and calibration tests. In partly saturated tests, water level was lowered from the soil surface by adjusting the drainage valves at the bottom of the laminar container and monitoring the pore pressure profile. Given the complex nature of soil-foundation-structure interaction systems and to better understand the contrast in yielding soil-foundation versus yielding structure, the second set of centrifuge experiments was to investigate the performance of a more conventionally designed structure placed on variably saturated soil conditions. The same sample preparation and testing protocol were followed except with a different structural system. The system encapsulated structural fuses at the column base connections to isolate and guide the weak plastic sections.

Due to COVID19-related travel restrictions, the team could not continue the project and the experimental program was halted for

almost two years. However, a third set of centrifuge experiments is designed, and the associated physical model is built. This set will simulate the response of a single-lane, two-span bridge system which basically comprises of three rocking foundations connected by the bridge deck. Like previous sets, the effect of water level fluctuation on the system response will be investigated. If the travel is allowed, the team will use other sources of funding for travel support to execute this set of tests and complete the project.

(3) Summary of research findings

The data suggested that as the depth of the groundwater level increased the free-field soil and foundation settlements both decreased, regardless of input motion intensity. Also, by increasing the depth of the water level, the cumulative residual rotations decreased in rocking foundations and the seismic demand increased. Therefore, the importance of considering water table fluctuation in rocking isolated designs is important while lowering the water table elevation may reduce the foundation deformations when compared to both fully saturated and dry conditions but increase the demand on structure. Greater flexural drifts often resulted in higher recorded bending strains at the base of the columns in the instrumented structural fuse locations. This study highlighted the potential trade-offs of founding a structure on soil with variable water table depths. Shallow water table elevations give rise to greater deformations, in terms of settlements and rotations, and associated nonlinearity at the soil-foundation interface. Meanwhile greater water table depths lead to greater deformations, in terms of flexural drifts and bending strains, and associated nonlinearity in above-ground superstructure locations.

(4) Publications of research findings

The following publications are either published, In-Press, or under review as a result of this research:

Journal Papers:

- Turner, M.M., Ghayoomi, M., Ueda, K., and Uzuoka, R. (2022) “Soil-Foundation-Structure Interaction of Inelastic Structural Systems on Unsaturated Soil Layers”, *ASCE Journal of Geotechnical and Geoenvironmental Engineering*, (In-Press).
- Turner, M.M., Ghayoomi, M., Ueda, K., Uzuoka, R. “Performance of Rocking Foundations on Unsaturated Soil Layer with Variable Groundwater Levels”, *Geotechnique*, 1-14; DOI: <https://doi.org/10.1680/jgeot.20.P.221>.

Conference Papers:

- Turner, M.M., Komolafe, O., Ghayoomi, M., Ueda, K., and Uzuoka, R. (2022). “Centrifuge test to assess K0 in unsaturated soil layers with varying groundwater table levels”, 10th International Conference on Physical Modeling in Geotechnics (ICPMG), Daejeon, Korea, 2022 (Under Review)
- Turner, M.M., Ghayoomi, M., Ueda, K., and Uzuoka, R. (2022). “Centrifuge modeling of a rocking shallow foundation on variably saturated ground”, 20th International Conference on Soil Mechanics and Geotechnical Engineering (ICSMGE), Sydney 2022, 6p (In Press).
- Turner, M.M., Ghayoomi, M., Ueda, K., and Uzuoka, R. (2022). “Centrifuge Modeling to Evaluate the Seismic Response of Elastic and Inelastic Structures Embedded in Unsaturated Soil”, *GeoCongress 2022*, Charlotte, NC, 10p.

International Collaborative Research (Project No.: 2019W-04)

Project name: Restoring historical long-term meteorological, hydrological and glacier mass balance datasets
in the high mountains of Kyrgyzstan

Principal Investigator: Rysbek SATYLKANOV

Affiliation: The Tien-Shan High Mountain Scientific Centre, the Institute of Water Problems and Hydropower
Academy of Science of Kyrgyz Republic

Name of DPRI collaborative researcher: Kenji Tanaka

Research period: 6 1, 2019 ~ 3 31, 2022

Research location: Tien-Shan high mountain area of Kyrgyz Republic

Number of participants in the collaborative research: 7 (DPRI staff: 2, non-DPRI staff: 5)

- Number of graduate students: 3 (Master students: 2, Doctor students: 1) (Included number)
- Participation role of graduate students [Support for field observation and data analysis, model development]

Anticipated impact for research and education

The project studies processes of water resources formation in snow-glacier basins and develops a framework to quantify available resources. It studies the impacts of climate change impact to the glacier retreatment in the high mountainous areas of Central Asia while recovering missing observation information on the glaciers themselves.

The project helps to better understand sources of glacier melting, collect data for describing glacier accumulation and melting seasons, and the main parameters impacting them with help from Kyoto University's team. This in turn helps to assess currently available resources and provides a base for qualitative forecasting of the water resources in Kyrgyzstan's Issyk-Kul Lake basin.

Secondary tasks include restoration of the observation of the glaciers and recovery and reproduction of the data for the snow and glacier melting in high mountains. Provide this information for better forecasting of the disasters related to flash floods and droughts in the region. Develop and help to educate young human capital in meteorology, glaciology, and data processing for future cooperation.

Research report

(1) Purpose

After the collapse of the Soviet Union funding for the hydro-meteorological observation has declined significantly in Central Asia. In Kyrgyzstan, high mountains cover more than 60% of the country and meteorological data play an important role not only for the Kyrgyz Republic but also for the whole Central Asian region. Studies of the climate change impact have shown that the physical process of the high mountainous areas should be studied more and current observation limitation in this area does not provide enough data to address these shortcomings. However, there are several periods (1998-2013) when many stations haven't functioned due to limited funding. The project's main objective is to recover missed gaps in meteorological, hydrological, and glacier mass balance datasets and preparation of long-term meteorological and hydrological datasets in the Issyk-Kul Lake basin of Kyrgyz Republic, particularly in the high mountainous regions. Another goal is to establish an education framework to share collected results with the local scientific community and expand collaboration with the Japanese side.

(2) Summary of research progress

During the project period, constant monitoring of the Karabatkak and Bordu glaciers in Kyrgyzstan was carried out. Calibrations of the station data were done using collected data from the ablation stakes and historical archives collected from the period of 1960th. Observation of the glaciers requires intensive labor resources, as it requires continuous work on monitoring ice melting processes and ascending to the location sites. The staff of the TShMRC has held constant field trips to the glacier ablation and accumulation zones to install ablation stakes, which were further

used for the mass balance calculation of the Karabatkak glacier. Results were compared with the sensor data from an automatic weather station and observation ablation stakes on the glacier. During the intensive melting of the glacier, the sensor recording sometimes gave incorrect values due to the inclination of the station pillar. Some gaps in the data have been reconstructed based on observed data conducted by TShMRC and Kyoto University team.

On 20-25th of August 2021, a summer School camp for young researchers and students was carried out. During summer school, trainees were trained to collect, analyze and process meteorological and hydrological data for their research. Participants were familiarized by staff with various sensors installed in the basecamp of Tian Shan High Mountains Research Center in Kyzylsu, Issyk Kul Lake, and Karabatkak glacier including automatic weather stations installed by Kyoto University. Students from Kyrgyzstan, Japan, Russia, Belgium universities, and other research institutes have participated in the hybrid event.

(3) Summary of research findings

Using the APHRODITE climatology algorithm and incorporating in-situ observations, a new dataset was created to analyze results. Additionally, historical altitude/precipitation dependency was incorporated into current observation results. The glacier component is modeled using a temperature index model derived from the observed data of the Karabatkak glacier. Modeled ice melt has a good correlation and relatively low error compared to observed ice melt. Modeled snowpack tends to disappear in the spring season and remains sparse in high altitudes during the summer. Fluctuations of Issyk-Kul Lake level are estimated by satellite altimetry and indicate changes in the water balance of the lake. The best modeling results are obtained using a combination of ERA5 as forcing, modified APHRODITE data as precipitation input, and glacier component based on observed data.

(4) Publications of research findings

O. O. Rybak, R. Satylkanov, E. A. Rybak, A. S. Gubanov, I. A. Korneva, K. Tanaka (2021): Parameterization of Shortwave Solar Radiation in Glaciological Applications, Russian Meteorology and Hydrology, Vol.46, No.8, pp.495–506.

Sanjar Sadyrov, Kenji Tanaka, Temur Khujanazarov, Rysbek Satylkanov, Daniyar Sayakbaev : Meteorological Data Importance and Policy Challenges in Mountainous Regions of Central Asia, 2021 NU GSPP Online International conference on Policy change and sectoral reforms in Eurasia.

Sanjar SADYROV, 田中賢治, 田中茂信, Temur KHUJANAZAROV : 氷河涵養されるイシクル湖集水域の水文モデリング, 水文・水資源学会／日本水文科学会 2021 年度研究発表会, OP-6-03, 2021.9.16

田中賢治 : 中央アジア地域における水文気象観測計画, 水文・水資源学会／日本水文科学会 2021 年度研究発表会, OP-P2-06, 2021.9.16

岩川岳史, 田中賢治, 田中茂信 : 陸面過程モデル SiBUC における氷河熱収支の改善, 水文・水資源学会／日本水文科学会 2021 年度研究発表会, PP-A-08, 2021.9.15

Rysbek Satylkanov, Daniyar Sayakbaev, Bakytbek Emenbaev, Bakyt Jakeev, Kenji TANAKA, Temur Khujanazarov, Sanjar Sadyrov, Chihiro Hiraoka, 2021 : Glaciological and Hydro-meteorological Monitoring in the Inner Tien Shan, 令和 2 年度京都大学防災研究所研究発表講演会, P212, 宇治, 2021.2.24

Sadyrov S., Tanaka S., Tanaka K., Khujanazaov T., 2020 : Hydrological assessment of precipitation products over high mountain regions: case study of Issyk-Kul Lake, The 8th International Symposium on Water Environment Systems with Perspective of Global Safety (November 13th – 14th, 2020). Sendai, Tohoku.

Chihiro Hiraoka, Kenji Tanaka, Shigenobu Tanaka, Temur Khujanazarov, Sanjar Sadyrov and Rysbek Satylkanov (2019): Analysis on Glacier Meteorological Forcing Data in the Tian Shan in Kyrgyz Republic, AGU 2019 fall meeting, C51B-1263, San Francisco, 2019.12.13

International Collaborative Research (Project No.: 2019W-05)

Project title: U.S.-Japan Joint Research on Improved Evaluation Method for Site Amplification and Underground Structures

Principal Investigator: Alan YONG

Affiliation: United States Geological Survey, Pasadena

Name of DPRI CP (contact person): Hiroshi KAWASE

Research period: April 1, 2021 ~ March 31, 2022

Research location: DPRI and United States Geological Survey, Pasadena

Number of participants in the collaborative research: 10 (DPRI: 3 non-DPRI: 7)

- Number of graduate students: 4 (Masters: 2 Doctoral students: 2) (Included number)

- Participation role of graduate students [field data acquisition, processing, and analyses]

Anticipated impact on research and education

Results from this DPRI and USGS collaboration have the potential to drastically improve on the state-of-practice for estimating inputs, such as the site shear-wave velocity (V_S) profile and the time-averaged V_S of the upper 30 meters from the surface (V_{S30}), which are critical for estimating seismic site response by the earthquake engineering community.

Research report

(1) Purpose

We report on preliminary results from our study of seismic site characterization methods applied to data acquired at strong motion (SM) observation sites in southern California, which findings are directly related to a number of ongoing U.S. Geological Survey (USGS) efforts, including improvements to the U.S. National Seismic Hazard Map (NSHM). For the USGS NSHM Program, the coupling of site dominate frequencies (f_d) with shear wave velocity (V_S ; as well as the time-averaged V_S of the upper 30 m from the surface, V_{S30}) measured at SM sites is necessary to reliably estimate the character of SM induced during future earthquakes. This is because near-surface V_S represents material stiffness and f_d describes reverberations observed in SM; both factors fundamentally affect three main characteristics of earthquake motions that are important for assessing seismic hazards: amplitude, frequency content, and duration of the motion. Thus, the P.I. and his U.S.-based collaborators evaluated V_S and f_d measurements using various types of independent array-based non-invasive methods in California and the Central and Eastern U. S. The overall objective of this project is to test a V_S inversion technique, previously developed by the members of the Kawase Laboratory at DPRI (Kyoto University) for site characterization, on data recorded in the U.S. and assess the effectiveness of the approach primarily established in Japan. Upon determining the optimal combination(s) of techniques for site characterization and velocity inversion, we expect to substantially improve the state-of-practice for evaluating the potential of site amplification and thus, substantially reduce the variance in strong motion prediction.

(2) Summary of research progress and (3) findings

In our collaborative research, we analyzed records of microtremors and earthquakes from SM stations located in the seismically active Anza and Imperial Valley regions of California to obtain their horizontal-to-vertical spectral ratios (HVSr). We then applied these results as input to the V_S inversion method previously established by Kawase Laboratory. We performed the following activities in the first year of 2019:

- Compiled strong motion and site condition data for U.S. sites (Fig. 1),
- Compared and evaluated data from U.S. against data in Japan, and

- Array measurements at the target sites in southern California.

As shown in Fig. 2, we began with analyses of site data in southern California. One such site, Desert Research Center (DRE), nests on the southern portion of the Imperial Valley sedimentary basin and another in the Peninsular Mountain Ranges at Pinyon Flat Observatory (PFO), which rests on the rock conditions. The resultant Earthquake-to-Microtremor ratios (EMR) at DRE (in orange) is determined to be quite similar to that observed

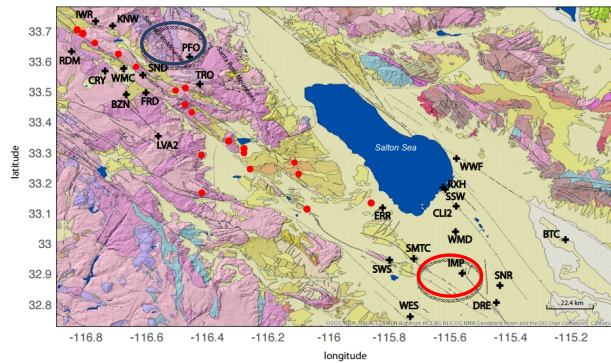


Fig.1 Geology and locations of two sites.

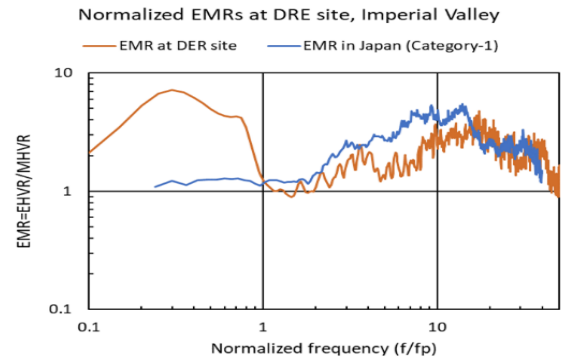


Fig.2 EMR, correction factor for MHVR. in Japan (in blue) (Fig. 2).

During field measurement surveys conducted 4–9 March 2020, Japan-based DPRI members were not able to participate because of the rapid and chaotic effects of the COVID-19 pandemic emerging worldwide. Although a suboptimal situation, the P.I. and his U.S.-based collaborators were nevertheless able to adjust plans accordingly and successfully conducted array-based measurements at PFO and two sediment sites near DRE (namely at: Elmore Ranch, ERR; and, Schaefer Farms, SNR) (Fig. 3). Preliminary analyses of the phase velocities calculated for the SNR site (Fig. 4) and the velocity inversions show promising results that track towards our goal.

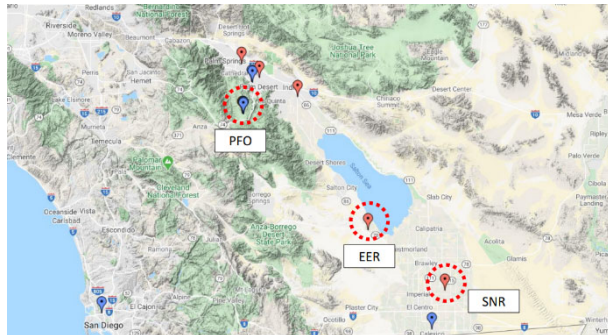


Fig.3 Locations of PFO and two measured sites near DRE (ERR and SNR).

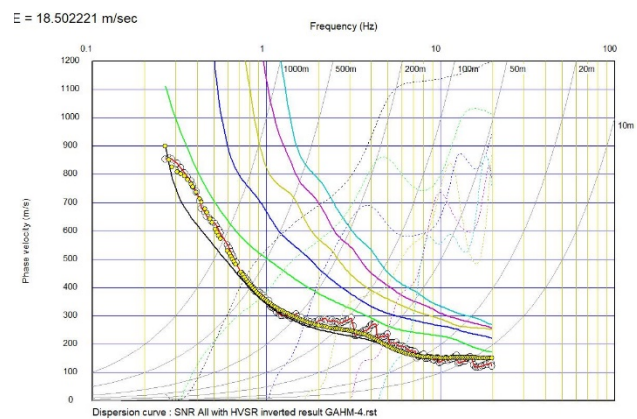


Fig.4 Measured phase velocity and that of the inverted velocity model at SNR.

Due to the continuing effects of COVID-19, no field (or travel related) activities occurred in 2021. Nevertheless, we performed the V_S inversion method, which yielded earthquake-HVSR based V_S profiles for 17 SM recording sites in the Anza and Imperial Valley region (Fig. 5).

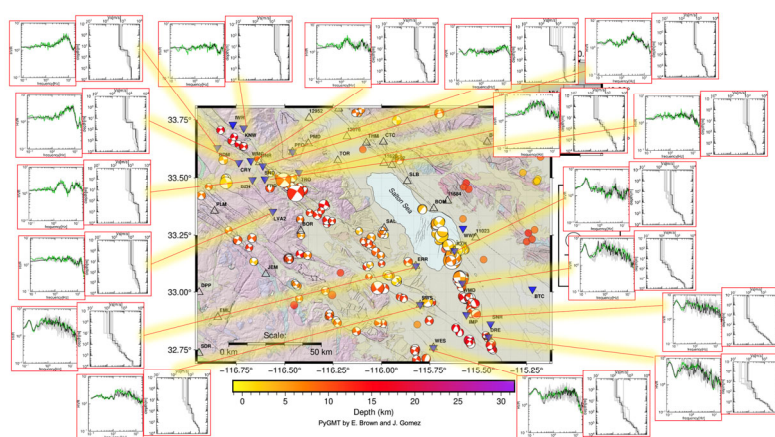


Fig.5 Locations of 17 SM sites locations in the Anza and Imperial Valley region where earthquake-HVSR spectra (left of subplots) are used to invert for V_S profiles (right of subplots).

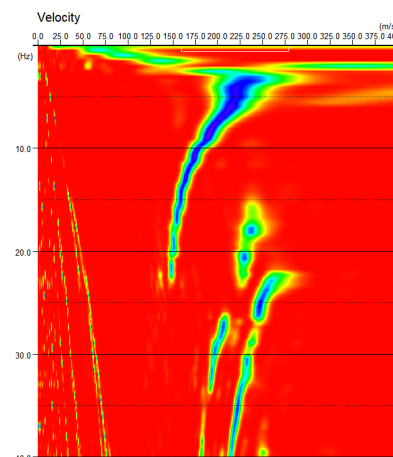


Fig.6 Plot of Rayleigh-wave based multi-channel analysis of surface wave dispersion data in frequency (Hz) vs. phase velocity (m/s) as recorded at RDM.

During field measurement surveys conducted 13–19 March 2022, Japan-based DPRI members were also not able to participate because of the lasting effects of the COVID-19 pandemic that remained worldwide. Again, this is another suboptimal situation, which the P.I. and his U.S.-based collaborators were nevertheless able to continue to adjust plans accordingly and successfully conducted array-based measurements at five additional SM stations: at PFO (for additional data acquisition and analyses) and two other sites (Keenwild, KNW; and Red Mountain, RDM) on rock-like conditions in the mountainous Anza region, as well as sites (Imperial, IMP; and Westmoreland, WMD) on soil conditions in the sedimental basin of the Imperial Valley. Preliminary analyses of the phase velocities calculated for the RDM site (Fig. 6) show results that also track towards our goal for assessments of the widest possible range of seismic site conditions.

We plan to report the aforementioned outcomes, as well as additional findings, by submitting a manuscript to the special issue of the 6th Effects of Geology on Seismic Motion, to be published by the Journal of Earth, Planets and Space (<https://earth-planets-space.springeropen.com/esgsm>).

(4) Publications of research findings

As seen above, they are in preparation.

International Collaborative Research (Project No.: 2020W-01)

Project title: On the rock pulverization during shearing and its implication for the initiation of catastrophic rock avalanches and larger earthquakes

Principal Investigator: HU Wei

Affiliation: State Key Laboratory of Geohazard Prevention and Geoenvironment Protection, Chengdu University of Technology, China

Name of DPRI CP (contact person): WANG Gonghui

Research period: April 1, 2020, to March 31, 2022

Research location: Research Center on Landslides, DPRI, Kyoto University; Daguangbao Giant landslide triggered by 2008 Wenchuan Earthquake, China

Number of participants in the collaborative research: 11 (DPRI staff: 3, non-DPRI staff: 8)

- Number of graduate students: 7 (Masters: 2; Doctoral students: 5) (Included number)
- Participation role of graduate students [Field trip, assistance in laboratory tests, discussion, data analysis]

Anticipated impact on research and education

Seven graduate students participated in this project, two of them from the graduate school of science, Kyoto University, and five from Chengdu University of Technology. Through involving this project, the students elevated their understanding not only of the initiation and movement mechanisms of landslides during earthquakes but also of the methodology for conducting scientific research. The results make a significant contribution to landslide science and may help us better the risk assessment of landslide hazards.

Research report

(1) Purpose

This study aims at examining the shear failure behavior of rocks with wide grain size distribution (from gravel to Nano size) under different shear rates (from 0.001 mm/s to 2.3 m/s). Although the pore-fluid pressure and frictional heating are widely accepted as the mechanisms for frictional resistance reduction in faults and landslides, this study will try to examine the role of associated intense rock pulverization on the shear behavior of earth materials, and then understand the mechanism resulting in a reduction in the friction from a different point of view. We propose experiments with dense granular flows to determine levels of grain-breakage intensity at which recycled elastic wave energy reduces shear resistance. By listening to breaking rocks, we expect to learn how they help lubricate earthquakes and landslides.

(2) Summary of research progress

To achieve the above-mentioned research targets, we conducted field surveys at first on some mega-landslides triggered by the 2008 Wenchuan earthquake in Sichuan, China, examined the internal structures of the landslide deposits and took samples from the layers near the sliding surface. We also took samples from the fault gauges of the Median Tectonic line that outcropped in Awa-Ikeda, Tokushima, Japan. The grain sizes of these samples had been performed. By using the almighty ring shear apparatuses developed by Disaster Prevention Research Institute, Kyoto University, and using high-speed rotary machine, we also conducted fast shear tests on the sample taken from a mega landslide in Sichuan, China, on halite (~5 mm in diameter) and nano-materials (Nano-silica material, and tube-shaped halloysite). Through shearing these samples under different conditions, the effects of initial normal stress, shear displacement rate, and shear displacement on the shear behaviors of these materials were examined. AE sensors were installed to monitor the progress of shear failure from the point of view of acoustic emission. Shear

tests had also been conducted on the same sample repeatedly to examine the recovery of sheared samples and to examine the dissipated energy during the shear process. By using a 3D X-ray CT, the internal structure of the shear zones formed during the shear tests on clayey material and halite had been examined and analyzed. Based on these results, the possible mechanism for the shear weakening of shear resistance with shear rates had been examined.

(3) Summary of research findings

The main results could be summarized as follows.

- (a) High-speed rotary tests on samples of granular materials of different hardness (granulated quartz, dolomite, fluorspar, and halite) revealed the existence of a new trend of dense granular flow behavior above 0.3 MPa with weakening at a high strain rate. Experimental results for a given shear rate at normal stresses between 0.3 and 1 MPa show a bifurcation in shear-resistance behavior. The trend of all our data deviates obviously from the traditional rheological model. We identified three regions of dense granular flow: a static region, an inertial region, and a weakening region at increasing strain rate in grain flows that result in widespread grain breakage. For gravitational flows, it is possible for unstable flows to occur for certain combinations of normal stress and shear strain rate. An underlying mechanism of grain crushing may greatly reduce the shear resistance due to thixotropy, which accelerates the flow and in turn causes more crushing and additional resistance reduction. The profound weakening provides a natural explanation for the observed high mobility in such geophysical behavior as the long runout of rock avalanches, fault weakening, impact-crater evolution, and pyroclastic flows.
- (b) The results of ring shear tests on different nanomaterials showed that not all the nanomaterials exhibit a rate effect in the high-velocity shear test. Some nanomaterials maintain high strength even in high-speed motion (~ 2.3 m/s). The shape and dehydration of materials (such as halloysite) during shearing may play a key role in the mobilized friction. Changes in the shear model with shear rate may also result in a significant reduction in shear strength.
- (c) Ring shear tests on halite showed that in all the tests, an annular shear zone was formed. Observation in three-dimensional space by means of X-ray micro-CT (XCT) showed that long shear displacement or high shear velocity leads to a multi-layered (Y shears) shear zone. These Y shears are the potential sliding surfaces of landslides and can be also related to bedding structures as well as repeated seismic slips within strike-slip faults. Higher normal stress will otherwise prevent the development of Y shears.
- (d) Repeated shear tests on the same sample of halite showed that the shear strength of the sheared halite can be recovered quickly with the peak strengths at each shear time being the same approximately. However, the dissipated energy from the peak shear strength to the residual shear strength becomes smaller with shear times. This provides us with an approach to evaluate the possible post failure mobility of landslides or the initiation of larger earthquakes.

(4) Publications of research findings

1. Shengshan Wu, Gonghui Wang (2022): On the shear behavior of nanomaterials and its implication to landslide hypermobility. 2021 Disaster Prevention Research Institute (DPRI) Annual Meeting, Kyoto Univ., D101
2. Bingcheng Liu, Gonghui Wang (2022): Development of micro-fractures within shear zone revealed by X-ray micro-CT Scan: examples from rock halite in ring-shear experiments. 2021 Disaster Prevention Research Institute (DPRI) Annual Meeting, Kyoto Univ., P17
3. Wei Hu, Gonghui Wang (2022): A weakening rheology of dry granular flows with extensive brittle grain damage. 2021 Disaster Prevention Research Institute (DPRI) Annual Meeting, Kyoto Univ., D105
4. Wei Hu, Yan Li, Qiang Xu, Runqiu Huang, Mauri McSaveney, Janusz Wasowski, Gonghui Wang, Yu Fan, Yangshuai

Zheng (2022): Flowslide high fluidity induced by shear thinning. *Earth and Planetary Science Letters* (submitted on April 6, 2022).

International Collaborative Research (Project No.: 2020W-02)

Project title: Study of the Seismic Heterogeneity in the Gerede Segment of the North Anatolian Fault,
Turkey

Principal Investigator: Serif BARIS

Affiliation: Department of Geophysics

Name of DPRI CP (contact person): MORI, James Jiro

Research period: April 01 2020 ~ March 31, 2022

Research location: Bolu-Gerede, Turkey

Number of participants in the collaborative research: 10 (DPRI: 3 non-DPRI: 7)

- Number of graduate students: 1 (Masters: 0 Doctoral students: 1) (Included number)

- Participation role of graduate students [Planned analyses of seismic data]

Anticipated impact on research and education

Investigate the fault structure and seismological heterogeneity in the area of the 1944 Bolu-Gerede earthquake, This evaluation of the local regions will be used to evaluate future strong ground shaking in the anticipated reoccurrence of this earthquake.

Research report

(1) Purpose

Understand the fault structure and provide hazard information for the expected large earthquake on this segment of the North Anatolian Fault., We had planned a temporary dense seismic network to evaluate the current earthquake activity, clarify the fault structure and identify likely locations of asperities (local areas of large slip during a large earthquake that produce the most severe shaking).

(2) Summary of research progress

Because of the Corona virus situation we were unable to carry out the seismic and related resistivity observations along the North Anatolian Fault in Turkey. The resistivity survey is re-scheduled for August 2022.

We had conference calls 1 to 3 times a month with the Japan and Turkey participants of the project, to discuss the situation. We had several unsuccessful attempts to arrange field observations during the past 2 years.

Funds that were designated for travel and field deployment were mostly used for hardware purchases. We bought one broadband seismometer and recording system that is currently being installed in Bolu city close to the Bolu-Gerede segment of the North Anatolian Fault, which is the region of the anticipated large earthquake. Also, computers were purchase that are being used for analyses of seismic and magnetotelluric data at Kocaeli University and Istanbul University.

(3) Summary of research findings

Installation of the broadband seismometer is being done with cooperation with the city of Bolu.

We have been re-evaluating the location and mechanisms for the 1944 earthquake. We have re-examined studies about the surface rupture and fault creep along the fault trace.

(4) Publications of research findings

国際共同研究（課題番号：2020W-03）

課題名：Morphological response of river in southern plains of Nepal in the case of sediment disaster

土砂災害によるネパール南部平原での河川地形の応答

研究代表者：Umesh Singh

所属機関名：Hydro Lab

所内担当者名：竹林洋史

研究期間：令和2年6月1日～令和4年3月31日

研究場所：Nepal and Japan

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（修士0名、博士0名）（内数）

・大学院生の参加形態 []

研究及び教育への波及効果について

本研究により、流路の分岐・合流が発生する場の河床変動の数値シミュレーション法が示されるとともに、流路変動が活発な場の河川・氾濫原の一つの整備方法を示すことができ、沖積地の今後の河床変動解析および河川整備に大きな影響を与えることが期待される。

研究報告

(1)目的・趣旨

ネパール南部に位置する Terai Landscape と呼ばれる平野部は、生物多様性と経済的価値の両面で重要な地域である。Terai には約 164 の河川が流れている。これらの河川の多くは、ヒマラヤの麓の丘陵地帯である Chure 地域に源を発している。Chure 地域は地殻変動が活発な地域に位置しているため、地盤が脆弱である。また、降雨量が多いことなどによって、斜面崩壊や土石流などによる土砂生産が非常に活発である。その結果、地盤勾配が緩やかであるとともに横断方向に開けている Terai では、流路変動、河岸浸食、土砂の氾濫・堆積などによって河川および氾濫原の地形変化が発生し、インフラや居住地に大きな影響を及ぼしている。これらの影響を軽減するためにこれまで行われてきた河川整備は、流路形状の変動特性に関する理解が不足しているため、あまり効果的ではなかった。そこで本研究では、河床勾配及び氾濫原幅の急変地域における流路変動特性を現地調査および数値シミュレーションで明らかにし、Terai における効果的な河川・氾濫原整備方法について検討する。

(2)研究経過の概要

ネパール、日本両国において covid-19 による感染が広がったため、両国をお互い訪問することが困難であったため、研究打合せ及び情報交換は zoom を用いたオンラインで実施した。また、研究対象地点は、ネパール南部のインド国境付近に位置しており、ネパール国内でも最も covid-19 の感染者数が多い地域であったため、ネパール国内の研究者でも現地に行くことが困難であった。そのため、現地調査による検討の代わりに数値シミュレーションによる検討を主として研究を実施した。

(3)研究成果の概要

研究対象地点の流路変動特性を解析するため、平面二次元の河床変動シミュレーションモデルを開発した。研究対象地点は河床勾配及び氾濫原幅の急変地点であり、土砂の堆積に伴う流路変動が活発な地点である。また、浸透流が比較的多く、瀬切れも発生する。そのため、表面流と浸透流の両方の流れを同時に解析し、流路の時空間的な変動特性を再現できるような数値シミュレーションモデルとした。また、氾濫原幅の拡大に伴って格子形状を歪ませて解析領域も拡大する必要があるため、数値シミュレーションに用いた基礎方程式は一般座標系によって記述された式を用いた。

数値シミュレーションでは、河道内の土砂の堆積や河岸浸食によって流路の分岐・合流が発生する過程が再現され、流路形状の変動が非常に活発であることが示された。流路の分岐・合流が頻繁に発生する場合、流路の変動過程の不確実性が高くなる。そのため、流路変動過程の不確実性を抑制するとともに流路変動の影響をほとんど受けない場を氾濫原に作り出すような河川整備について検討した。

(4)研究成果の公表

研究成果については、現在、国際ジャーナルへの論文の投稿準備をしている。

International Collaborative Research (Project No.: 2020W-04)

Project name: Large-scale temporal assessment of tsunami threats in the Pacific Mexican coast

Principal Investigator: Néstor Corona Morales

Affiliation: El Colegio de Michoacán A.C.

Name of DPRI collaborative researcher: Nobuhito Mori

Research period: April 20, 2020 ~ April 20, 2022

Research location: Mexico

Number of participants in the collaborative research: 10 (DPRI: 6 non-DPRI: 4)

- Number of graduate students: 0 (Masters: 0 Doctoral students: 0) (Included number)

- Participation role of graduate students [0]

Anticipated impact for research and education

The historical review revealed at least eleven records of probable earthquakes and one tsunami from 1563 to 1816. These events may improve earthquake and tsunami hazard assessments on the Colima Coast.

The high transcendent to explore the fluvial and coastal landscapes before the potential evidence of past earthquakes and tsunamis are destroyed or banished by the farming industry and the land-use changes.

Research report

(1) Purpose

This project pretended to enlarge the records of earthquakes and tsunamis on the Colima coast. By the combination of historical, geomorphological, sedimentological, and modeling.

(2) Summary of research progress

The historical findings require a profound cross-validation review of complementary historical repositories driven to map earthquake intensity and derive the possible source seismic mechanisms. This data constitutes the input to the earthquake and tsunami modeling approach.

Geomorphological activities derived in a medium resolution map that reflects the complex fluvial and coastal processes had been acting on the study area. It was possible to delineate some of the major morphological features of the medium and low sections of the Armeria, Coahuayana rivers, and secondary streams and channels. The high level of anthropogenic disturbances transformed extended areas and eroded potential morphological features produced by ancient earthquakes and tsunamis. Farming and industrial land transformations threaten the morphological and sedimentological repositories.

A finest geomorphological analyst will be required to identify discrete morphological relicts of earthquakes and tsunami features. It, ideally, must be done with topographical models acquired from lidar or high-resolution DSM derived from UAV flights. This phase should provide the required input data for the sedimentological site sampling. It allows for a clear scope of tsunami deposits.

The sedimentological approach is still in progress. At the ending of 2021 we conducted a fieldwork. The objectives were: to validate geomorphological settings, recognize potential sampling environments, and collect soil samples (induvial and column profile samples). These samples are still waiting for physical description, textural analysis, and the corresponding interpretation. As with the morphological theme, we detected strong level of disturbance due the intensive farming practices, and the emerging aquacultural industry close to the shoreline.

The modeling approach is still pending. A local bathymetric data, provided by the Mexican Navy, were achieved. This data will be useful to consider the morphology of the continental shelf. The extended ocean basin will be described for GEBCO_2021 Grid on a 15 arc-second interval grid. On the other hand, a topographical model at 5 m of spatial resolution will be included. The earthquake and tsunami modeling are conditioned to solve the previous approaches.

(3) Summary of research findings

The historical review revealed at least eleven mentions of records of probable earthquakes since 1563 to 1816 and one tsunami.

The geomorphological approach exposes the high level of anthropic transformation in the surface and the risk of losing possible tsunamigenic and seismic-related features close to the shoreline.

(4) Publications of research findings

We proposed to prepare at least one paper related to the seismic risk scenario exploring the influence of the extended historical data PSHA and stochastic modeling.

A second paper, probably entitled "The fluvial, coastal and anthropogenic forces against paleo-earthquake and paleo-tsunami settings". In this paper, we propose to discuss how the mentioned driven forces banished the potential reservoirs of pieces of evidence of past earthquakes and tsunamis. The goal is to point out the inherent difficulties in the paleo-research on this type of environment and posing the importance of protecting specific landscapes capable to provide invaluable data.

国際共同研究 中間報告（課題番号：2021W-01）

課題名：中国沿岸平野の低湿地・河口干潟における洪水流入土砂の調節および生態機能の評価に関する研究

研究代表者：郝 愛民

所属機関名：温州大学

所内担当者名：角 哲也

研究期間：令和 3 年 4 月 1 日 ～ 令和 5 年 3 月 31 日

研究場所：中国浙江省温州市、紹興市、湖州市、杭州市及びその周辺

共同研究参加者数：13 名（所外 8 名、所内 5 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 [会議での発表、調査分析の実施]

令和 3 年度 実施状況

中国浙江省の沿岸部では、良好な湿地や河口干潟が埋め立てられずに残されているが、近年の経済発展により環境が大きく変化している。本課題は、低湿地や河口干潟が、洪水流入土砂を受け止めて調節し、生態機能の場として高いポテンシャルを持つこと、湿地や河口干潟の維持再生の意義を日本と中国の比較を通じて明らかにすることを目的とする。一年目は、①オンライン会議を 5 月から数回開催して、温州大学と京都大学で研究の議論を重ねるとともに、研究の連携や学生交流の可能性について確認し、②温州市周辺の河川、干潟、湿地を中心に、これまでの関連研究や過去から現在までの水質や生態系、土砂動態の変化についての資料を収集し、環境の現状とこれまでに分かっている問題点について整理し、③研究候補のいくつかの湿地や干潟を現地確認してその中から複数の調査地（楠溪江流域、瓯江河口干潟、三洋湿地など）を選定し、その後水質、生物、土砂に関する現地調査を開始し、④これまでに得られたデータを踏まえて今後の研究の方向性についての検討を行った。また、資料整理と現地調査の結果を踏まえて、2 年目の研究特に現地調査に必要な物品を準備した。また、本課題に関連する資料を整理し、成果として国際誌に発表した。

Kobayashi, S., Kantoush, S. A., Al-Mamari, M. M., Tazumi, M., Takemon, Y., & Sumi, T. (2022). Local flow convergence, bed scour, and aquatic habitat formation during floods around wooden training structures placed on sand-gravel bars. *Science of The Total Environment*, 152992.

令和 4 年度 実施計画

一年目に引き続き温州大学と京都大学のオンライン会議を定期的に行い、研究成果の確認や学生の交流をはかり、今後の大学間の連携の進め方などを話し合い、さらに年度後半にコロナの状況が落ち着く状況になった場合には、温州に日本の研究者や学生を招いた大学間の交流事業を行う。一年目に選定した調査地で水質や生物、土砂に関する定期的な現地調査と室内分析を実施する。また湿地干潟の生態機能に関する追加の情報収集、水質水文の既存データや衛星画像による水質や土砂に関する資料収集や分析を進める。湿地や干潟の環境を評価する上で重要な指標となる生物や場を明らかにし、環境の良好さや自浄作用などの生態機能の大きさを評価し、生態系の維持や劣化や人為的変化に関わる要因をしぼる解析を行う。こうした調査分析の結果を踏まえて、湿地や干潟の現況と歴史的変遷、生態系の形成維持や人為的変化のプロセス、現在の問題点と可能な改善策、湿地・干潟の現状や保全活動における日本との共通点や違いについて整理し、最後に研究成果として生態系機能の評価手法や改善策について学会や国際誌に発表する。

International Collaborative Research (Project No.: 2021W-02)

Project title: Flood risk assessment with high dimensional vine copulas: A methodology considering spatial-temporal correlation of rainfall

Principal Investigator: Xinyu Jiang

Affiliation: Wuhan University of Technology

Name of DPRI CP (contact person): prof. Hirokazu Tatano

Research period: Apr. 1st, 2021 ~ March 31st, 2023

Research location: Wuhan University of Technology; Kyoto University; Online communication

Number of participants in the collaborative research: 6 (DPRI staff: 2, non-DPRI staff: 4)

- Number of graduate students: 3 (Master students: 2, Doctor students: 1) (Included number)

- Participation role of graduate students [assistant in data collection, data pre-processing, field survey]

Implementation status in FY2021

The purpose of this study is to develop a methodology of flood risk assessment considering spatial correlation of rainfall. We finished around a half of research works of original plan in FY2021.

- 1) Data collection: In China, we select Hubei province as case study area. Therefore, the rainfall gauging data, river data, DEM, landuse and other necessary information of 17 cities in Hubei are collected. A field survey to historical flood affected area are also conducted. We planned to have another case study area in Japan, however, the study area is not finally determined. We collected some data from Osaka prefecture and Aichi prefecture. We also downloaded simulated rainfall data from the D4PDF dataset.
- 2) Methodology development: The methodology framework has been roughly established. Taking Wuhan city in Hubei province as a case study area, the feasibility of methodology is demonstrated. The methodology is consist of three main parts: 1. Pre-processing rain gauging time series data to rainfall event data. 2. Checking the temporal and spatial correlations with different correlation coefficients. 3. Evaluating the spatial-temporal dependence structure of rainfall events with Vine copula, and fitting the marginal distributions of rainfall events. 4. Random generate rainfall events considering the spatial-temporal correlations given certain criterion. A set of R codes are programed to realize the analysis procedure.

Implementation plan in FY2022

In FY2022, we will continue this research from the following two aspects the same as FY2021:

- 1) Data collection: Data is very important for our research project. In 2021, we collected data in China. We also planned to conduct a case study in Japan in 2022. The principal investigator will visit DPRI to have a discussion about the detail of the case study in Japan, include study area, data requests, the way of data collecting, the assistant who help collecting data. etc.
- 2) Methodology development: Based on the methodology framework what developed in last year, more in-depth research will be conducted:
 - Optimizing the program. Taking advantage of the set of r codes which have been programed, we plan to build an R-package for such procedure of rainfall analysis. It will be convenient for case studies and methodology promotion.
 - Some small problems in the methodology worth to be further discussed. For example, selecting spatial correlation variables. In the current method, two ways of selecting spatial correlation variables are proposed: maximum hourly rainfall of rainfall event a place and joint-probability of rainfall event of a place. There is no comparison between two methods. It should be further investigated. Another example is that should marginal distributions be the same for different variable.

- From gauging rainfall data to GCM grid rainfall data. In the case study of Wuhan, we suggested that temporal correlation should be prior to spatial correlation in rainfall generation. It probably because of the long distance between rain gauging stations. GCM grid is relative smaller than the distance between rains gauging station. Will this assentation still hold worth to be further discussed
- Finally, the flood simulation will be conducted to check the spatial-temporal rainfall generation method.

International Collaborative Research (Project No.: 2021W-03)

Project title: Seismic soil-pile-structure interaction in liquefiable soils considering nonlinearity of pile response

Principal Investigator: Majid T. Manzari

Affiliation: George Washington University

Name of DPRI CP (contact person): Kyohei Ueda

Research period: April 1, 2021 ~ March 31, 2023

Research location: Kyoto University, George Washington University, and Rensselaer Polytechnic Institute

Number of participants in the collaborative research: 3 (DPRI staff: 1, non-DPRI staff: 2)

- Number of graduate students: 2 (Master students: 1, Doctoral students: 1) (Included number)
- Participation role of graduate students [Performing centrifuge model tests and laboratory tests]

Implementation status in FY2021

The main objective of this research is to investigate the seismic response of pile foundations in liquefiable soils, considering the nonlinearity of pile response and the interaction with the superstructure. While seismic interaction of pile foundations in liquefiable soils has been the subject of extensive research in recent years, the effects of nonlinearity of the pile response in its interaction with the surrounding soil, including the formation of plastic hinges under extreme conditions, is not well understood. The research project aims at identifying/quantifying these effects through centrifuge modeling and numerical simulations. Over the past year, the project team has completed four of the nine components of the research as follows:

1. Developed finite element models of a bridge pier foundation with the corresponding superstructure. The stability of the structural element representing the pile foundation was studied extensively using a variety of analysis methods ranging from small strain-small displacement linear elastic approaches to finite deformation-finite displacement elastoplastic solutions. These preliminary analyses were used to assess and verify the accuracy of the numerical solution methods used to model the pile in soil-pile-structure interaction analyses performed later.
2. Conducted preliminary numerical simulations of the response of the pile foundation with the corresponding superstructure using two soil constitutive models that are capable of modeling stress-strain-strength response of liquefiable soils in cyclic loading. These initial simulations are intended to inform the design of a scaled model of the system to be tested in the next phase.
3. Designed and constructed properly scaled models of the bridge foundation and the superstructure for centrifuge testing at KyU (DPRI) centrifuge facility. So far, three centrifuge tests have been conducted. These tests revealed a few important characteristics of soil-pile-interaction in the presence of liquefaction. One of the tests conducted on pile elements without the surrounding soil was used to validate the approach used for modeling of pile.
4. To assess the stress-strain-strength properties of the soil used in the experiments (Toyoura sand), a large number of characterization tests were conducted at GWU. DPRI researchers performed a series of torsional shear tests to evaluate the stress-strain-strength of Toyoura sand. GWU researchers also conducted a series of cyclic direct simple shear (CDSS) test on Toyoura sand.

Implementation plan in FY2022

1. The stress-strain-strength response of Toyoura sand measured in CDSS and torsional shear tests will be used to calibrate the selected constitutive models.
2. Additional centrifuge tests will be conducted to further investigate the role of the pile axial force on the stability of the pile foundation during seismic loading and in the presence of liquefaction.
3. Develop discrete element model of a bridge pier foundation-soil system supporting a superstructure.

4. Analyze the stability of the pile foundation under various conditions ranging a single free pile to a pile embedded in liquefiable soil using a couple hydro-mechanical model.
5. Using the validated model of the pile elements and the calibrated soil constitutive models for soils, type-A simulations of the new centrifuge tests will be conducted at KyU (DPRI), GWU and RPI. The simulation results will be compared with the responses observed in the centrifuge tests.
6. Depending on the observations made in the type-A simulations, the model parameters might be adjusted to carry out a series of type-C simulations that can potentially simulate the experimental observations more closely. The adjusted parameters would also be used in the subsequent parametric studies
7. Evaluate the significance of inertial and kinematic interactions using additional parametric studies targeting these specific aspects of the system response.
8. Conduct additional parametric studies to further delineate the role of geometric nonlinearity on the potential collapse of the pile foundation.

Based on the results obtained so far, a Master's thesis at the Kyoto University has been completed.

- Tang, Zhiyuan (2022). "Centrifuge and numerical modeling of buckling instability of piles during earthquake-induced liquefaction." Graduate School of Engineering, Kyoto University, Disaster prevention engineering course.

Additional publications are expected to be submitted for publication in scientific venues.

International Collaborative Research (Project No.: 2021W-04)

Project title: Estimation of Bedrock Characteristics Considering Uncertainties of P- and S-wave velocity structures beneath the Japan Islands
Inferred from high-density seismic stations

Principal Investigator: Mostafa Thabet Mohammed Thabet

Affiliation: Geology Dept., Science Faculty, Assiut University, Assiut 71516, Egypt

Name of DPRI CP (contact person): NAGASHIMA Fumiaki

Research period: April 1st, 2021 ~ March 31st, 2023

Research location: ONLINE - Egypt (Assiut University) and Japan (DPRI, Kyoto University)

Number of participants in the collaborative research: 4 (DPRI staff: 3 , non-DPRI staff: 1)

- Number of graduate students: (Master students: 0 , Doctor students: 0) (Included number)

- Participation role of graduate students [0]

Implementation status in FY2021

During the first year, the procedure to group earthquakes and calculate the Horizontal-to-Vertical spectral Ratio of earthquake (EHVR) was set up and examined using several test sites in Japan. This procedure is composed from the following systematic and consecutive steps. First, earthquakes with PGA between 1.0~50.0 gal are selected to imply that linear behaviour is prevailing and to avoid later modification due to nonlinear response. Then, the selected earthquakes are grouped based on source distance (*i.e.* $S \leq 50$ km, $50 \text{ km} < S < 200$ km, and $S \geq 200$ km) and source depth (*i.e.* $D \leq 25$ km, $25 \text{ km} < D < 60$ km, and $D \geq 60$ km) to nine groups. Groups A, B, and C has $S \leq 50$ km and $D \leq 25$ km, $25 \text{ km} < D < 60$ km, and $D \geq 60$ km, respectively. Groups D, E, and F has $50 \text{ km} < S < 200$ km and $D \leq 25$ km, $25 \text{ km} < D < 60$ km, and $D \geq 60$ km, respectively. Groups G, H, and I has $S \geq 200$ km and $D \leq 25$ km, $25 \text{ km} < D < 60$ km, and $D \geq 60$ km, respectively. After that, DC the offset was removed, and the *S*-waves and coda waves time windows are picked automatically using Kurtosis function applied on these selected and grouped earthquake records. These picked time windows are processed using 5% tapering and zero padding after the windowed part to make the whole time series length suitable for the consequent Fourier spectra calculation. The calculated Fourier spectra for the EW, NS, and UD components are smoothed using Parzen window function with 0.1 Hz width. Then, the EHVRs for each earthquake are calculated. Finally, at each frequency point of the spectra, only EHVRs with high signal-to-noise ratios (SNR) are stacked and geometrically averaged. In other words, EHVRs with their corresponding low SNRs are excluded from further calculation due to non-stationary at these frequency points, which may significantly affect the physical meaning of the EHVRs. The resulting stable EHVRs are used in the inversion based on Diffuse Field Concept for earthquakes to back-calculate the sub-surface velocity structures beneath each studied site reaching the seismic bedrock depth.

Implementation plan in FY2022

During the second year, the already set up procedure in the first year (FY2021) will be implemented on the all seismic stations of KiK-net and K-NET. As a result, detailed subsurface velocity structures will be obtained at each site beneath the Japan Islands taking advantage from this high-density seismic stations. Additionally, the uncertainty of the resulting subsurface *P*- and *S*-wave velocity structures will be assessed. The bedrock characterization will be estimated aiming to establish a new site classification for the nonlinear regression relationships between bedrock (geotechnical or engineering, and seismic) depths, and *P*- and *S*-wave resonant frequencies.

一般研究集会（課題番号：2020K-01）

集会名： これからのスロー地震学が南海トラフ巨大地震の理解に資する役割

主催者名： 新学術領域「スロー地震学」 ※共催の場合

研究代表者：横田 裕輔

所属機関名：東京大学生産技術研究所

所内担当者名：伊藤 喜宏・山下 裕亮

開催日：令和 3 年 9 月 14～16 日

開催場所：奈良春日野国際フォーラム 麓 → 緊急事態宣言発令のためオンライン開催に変更

参加者数：195 名（所外 179 名、所内 16 名）

- ・大学院生の参加状況：46 名 ※修士、博士の区別は情報なし
- ・大学院生の参加形態 [口頭発表、ポスター発表、聴講、運営補助]

研究及び教育への波及効果について

国際研究集会において、将来の発生が予測される南海トラフ巨大地震の本震と周囲で発生するスロー地震との関連性について最新の知見を共有することができた。特に、国内外の観測・調査・実験・技術開発・理論・モデリングについて、地震学・測地学・地質学・物理学分野など、学際的な視点で議論を行右ことができた。研究集会は、主として英語で行われ、大学院生や若手研究者からも積極的な発言が得られた。若手研究者らの多くは、令和3年10月より採択された学術変革領域研究(A)「Slow-to-Fast 地震学」に分担者・研究協力者として参加しており、彼らの人的ネットワーク構築に際して本研究集会が大きく貢献した。また、大学院生からは研究者としてのキャリア構築に向けた動機付けやビジョンの構築において本研究集会が有意義であったとの意見が多く寄せられた。

研究集会報告

(1)目的

過去に繰り返し発生してきた南海トラフ巨大地震の将来の発生を見据え、同一のプレート境界で発生する巨大地震とスロー地震との関連性についての理解を深めることを目的とする。観測・調査・実験・技術開発・理論・モデリングなど、様々なアプローチによる国内外の最新の結果および情報を持ち寄り、地震学・測地学・地質学・物理学分野の垣根を超えたスロー地震学研究成果の有機的な共有、結合が図れるような議論の場とする。

(2)成果のまとめ

本研究集会は、新学術領域「スロー地震学」および東京大学地震研究所共同利用研究集会との共催で実施された。昨年度、奈良での現地開催ができなかったこともあり、今年度改めて奈良での現地開催を目指して準備を進めてきたが、緊急事態宣言が発令されたこともあり、やむなく昨年度に引き続き完全オンライン形式での開催となった。科研費新学術領域研究「スロー地震学」（代表：小原一成）の最終年度となり、成果のとりまとめも含めた活発な議論が国内外の研究者によって行われた。また、南海トラフをはじめとする将来の巨大地震とスロー地震との関連についても議論が行われ、今後は新学術領域研究の後継課題である学術変革領域研究(A)「Slow-to-Fast 地震学」に引き継がれ、研究をさらに発展させた形で理解を深めていくこととなった。

(3)プログラム

別紙参照。

(4)研究成果の公表

研究集会の概要やアブストラクトについては、以下のサイトから参照・ダウンロード可能となっている.

日本語 <https://sites.google.com/g.ecc.u-tokyo.ac.jp/slow-earthquake-wp-2021/>

英語 <https://sites.google.com/g.ecc.u-tokyo.ac.jp/slow-earthquake-wp-2021/english?authuser=0>

一般研究集会（課題番号：2020K-07）

集会名：津波解析ハッカソン / Hackathon for Tsunami Analysis

主催者名：土木学会 海岸工学委員会 津波作用に関する研究レビューおよび活用研究小委員会

研究代表者：高橋 智幸

所属機関名：関西大学

所内担当者名：森 信人

開催日：2020 年 9 月 1 日 - 3 日

開催場所：オンライン（コロナにより現地開催ができなくなりました）

参加者数：160 名（所外 156 名、所内 4 名）

- ・大学院生の参加状況：20 名（修士 16 名、博士 4 名）（内数）
- ・大学院生の参加形態 [発表および発表補助]

研究及び教育への波及効果について

研究者、技術者、学生などの参加者は、相互の経験やノウハウを共有し、参加者全体で津波解析技術の向上に資する経験ができた。用いられた実験データや計算結果、取り組み内容は専用ホームページや論文として公開した。そのため、今後は誰でも所有している解析プログラムの精度を客観的に検討することができ、津波解析分野の解析技術の持続的な発展が期待される。さらに、これはソフトウェア開発の分野で始まったハッカソンを津波解析の分野に応用した新しい形の研究集会であり、今後防災工学の幅広い分野への応用も期待される。

研究集会報告

(1) 目的

津波に関する研究や防災・減災実務において、コンピュータ・シミュレーションは不可欠な技術となっている。その精度向上には水理実験が重要な役割を果たすが、十分に活用されていないものがたくさん存在する。本研究集会の目的は、津波解析技術の向上である。集会開催期間中に、参加者は選択した課題に対する再現計算の結果を、同じ課題を選んだ参加者同士で発表し合い、その後、プログラムの改良・再計算を経て再発表まで行う。

(2) 成果のまとめ

本研究集会では、海洋開発研究機構、防衛大学校、関西大学、鹿児島大学などから 7 つの課題が提供された（詳細は表 1 参照）。「模型実験による詳細な市街地氾濫過程とその水理諸量」、「一様勾配斜面上を崩落する物体により生成される津波」などいずれも津波防災分野における研究や実務で解析されることが多い課題である。

それぞれの課題に対して 3～6 チームの参加申し込みがあった。計算チームは事前に提供された初期条件や境界条件のデータを用いて解析を行った。各チームの計算結果と実験結果は、研究集会初日に初めて共有され、比較された。取りまとめ役による紹介の後、再現精度がすべてのチームで低いところや高いところ、バラツキが大きいところなどに注目して、その要因について議論が交わされた。なお、この議論の狙いは各チームが用いている解析手法の優劣を競うことではなく、使用された支配方程式によってどこまで結果に差が生じるのか、また、通常、論文に記載しない計算テクニックの影響がどの程度現れているのかなど、学会や論文上では十分に議論できないが、津波解析技術の発展に極めてクリティカルな問題について議論を交わすことにあった。また、新たに解析に取り組もうとしている参加者やまだ経験が浅い参加者からは、暗黙知となっている津波解析に関わる技術や知恵が共有されたことに対して多くの歓迎の声が聞かれた。

初日の議論を踏まえ、参加チームは、主催者側が用意したスーパーコンピュータ等を用いて再計算を行い、2 日目や 3 日目に再計算結果の比較も行われ、短期間に解析技術の向上や理解の深化が図られた。

表 1 用意された課題と提供者一覧

課題 1	模型実験による詳細な市街地氾濫過程とその水理諸量	今井健太郎（海洋研究開発機構）、鳴原良典（防衛大学校）、安田誠宏（関西大学）
課題 2	一様勾配斜面上を崩落する物体により生成される津波	柿沼太郎（鹿児島大学）
課題 3	防潮壁に作用する孤立波の波圧	有川太郎（中央大学）、三井順（不動テトラ）
課題 4	陸上構造物へ作用する津波波圧	川崎浩司（ハイドロ総合技術研究所）、三井順（不動テトラ）
課題 7	津波遡上に伴う陸域堆積物の形成	原田賢治（静岡大学）
課題 8	津波（孤立波）による漂流物挙動	盛田理子（中央大学）、有川太郎（中央大学）
課題 9	段波津波の作用下におけるコンテナの漂流挙動	高畠知行（早稲田大学）、イオアン・ニストール（オタワ大学）、ジェイコブ・ストル（ケベック大学）

(3) プログラム

9月1日（火）

9:00～ 9:15 開会挨拶【越村俊一（東北大学）】

9:15～14:35 発表セッション

9:15～10:10 課題 1 パート【司会：安田誠宏（関西大学）】

10:10～11:00 課題 2 パート【司会：柿沼太郎（鹿児島大学）】

11:00～11:45 課題 3 パート【司会：三井順（不動テトラ）】

11:45～12:25 課題 4 パート【司会：三井順（不動テトラ）】

12:25～13:10 課題 7 パート【司会：原田賢治（静岡大学）】

13:10～13:50 課題 8 パート【司会：有川太郎（中央大学）】

13:50～14:35 課題 9 パート【司会：高畠知行（早稲田大学）】

14:50～ 作業セッション

14:50～15:50 コアタイム【司会：各課題担当者】

15:50～ 作業タイム

16:00～18:00 リアルタイム実験「津波（孤立波）による漂流物挙動」【中央大学海岸港湾研究室】

9月2日（水）

9:00～13:45 発表セッション

9:00～ 9:50 課題 1 パート【司会：安田誠宏（関西大学）】

9:50～10:35 課題 2 パート【司会：柿沼太郎（鹿児島大学）】

10:35～11:15 課題 3 パート【司会：三井順（不動テトラ）】

11:15～11:50 課題 4 パート【司会：三井順（不動テトラ）】

11:50～12:30 課題 7 パート【司会：原田賢治（静岡大学）】

12:30～13:05 課題 8 パート【司会：有川太郎（中央大学）】

13:05～13:45 課題 9 パート【司会：高畠知行（早稲田大学）】

14:00～ 作業セッション

14:00～15:00 コアタイム【司会：各課題担当者】

15:00～ 作業タイム

9月3日（木）

9:00～13:45 発表セッション 3

9:00～ 9:50 課題 1 パート【司会：安田誠宏（関西大学）】
9:50～10:35 課題 2 パート【司会：柿沼太郎（鹿児島大学）】
10:35～11:15 課題 3 パート【司会：三井順（不動テトラ）】
11:15～11:50 課題 4 パート【司会：三井順（不動テトラ）】
11:50～12:30 課題 7 パート【司会：原田賢治（静岡大学）】
12:30～13:05 課題 8 パート【司会：有川太郎（中央大学）】
13:05～13:45 課題 9 パート【司会：高畠知行（早稲田大学）】
13:50～14:00 閉会挨拶【原田賢治（静岡大学）】

(4)研究成果の公表

研究会で得られた成果は特設ホームページ (<https://tsnmhack.github.io/index.html>) で公表した。さらに, Journal of Disaster Research (JDR) の Vol.16 No.7 (2021 年 10 月 1 日発行) において, 特集号「Tsunami Numerical Modeling Benchmarks – Challenges of Tsunami Modeling Hackathon –」として, 5 編の原著論文として取りまとめた。

一般研究集会（課題番号：2021K-01）

集会名：東日本大震災教訓に学ぶ『復興まちづくり10年の検証』

主催者名：日本自然災害学会、京都大学防災研究所、徳島大学環境防災研究センター

研究代表者：武藤 裕則

所属機関名：徳島大学大学院社会産業理工学研究部

所内担当者名：米山望

開催日：令和3年9月10日

開催場所：オンライン開催(zoom)

参加者数：150名(所外 147名、所内 3名)

・大学院生の参加状況：15名(修士8名、博士7名)(内数)

・大学院生の参加形態 [運営補助および聴講]

研究及び教育への波及効果について

フォーラム終了後、WEBでフォーラムの内容などについてアンケートを実施した。回答者数は40名(回答率27%)と少なかったが、大半の回答者はフォーラムで対象とした一般の方々であった。以下の結果から、回答者フォーラムへの満足度は高く、テーマに対する関心、理解度も高まったと思われる。また「東日本大震災の復興についての理解度」に関する目標1については70%の回答者が、「南海トラフ巨大地震に対するイメージをもつこと」に関する目標2については92.5%の人が、それぞれ講演を聞くことで向上したと回答しており、目標は達成されたと思われる。

問1 基調講演の内容について

①わかりにくかった(5.0%)、②どちらとも言えない(7.5%)、③わかりやすかった(87.5%)

問2 パネルディスカッションの内容について

①わかりにくかった(10.0%)、②どちらとも言えない(0.0%)、③わかりやすかった(90.0%)

問3 満足度について

不満足 1(0.0%) — 2(0.0%) — 3(20.0%) — 4(47.5%) — 5(32.5%) 満足

問4 印象に残った内容(40名中30名の方から回答があった)

- ・災害は平時の問題が顕在化するので、平時から課題解決に取り組むことが必要で、その取り組みの延長線上で事前復興や災害後の復興があるという点。
- ・いずれの講演・パネリストの方々のお話にも、①災害はその発生以前の様々な課題を時間を凝縮してより顕著な形で出現させる、②我が事として取り組むことの重要性の2点が共通して重要だとお話いただいたこと。
- ・私自身が地区防災計画関連の取り組みに関わっていることもあり、井若様のご発表内容がとても興味深かったです。よいヒントをいただきました。
- ・東北震災の復興の現状を垣間見れたこと。そして、事前復興により、被害を最小化できるのではと希望が持てたこと。
- ・美波町の事前復興まちづくりがいかにか最先端なのかということ。阪神淡路大震災、東日本大震災は想定外だったかもしれないが、たしかに次に起こる南海地震は想定外ではなく、想定内。四国地域特有の教訓や伝承も多く残っているので、参考にしながら、できることをやっていかなければいけないと思った。
- ・最後の井若さんのお話が印象に残りました。具体的な計画を分かりやすく説明して下さい、全てすんなり聞くことができました。ありがとうございました。
- ・質疑応答で、姥浦先生が普段やっている延長線上に復興があるという言葉が印象強いのこりました。
- ・全てに満足しております。地区防災計画をより進めるために非常に参考になりました。

- ・ 事前復興など平時での取り組みが大事という事や災害が起こる前の課題が災害時に浮き彫りになるように感じました。東北大学の先生がおっしゃっていた本来その地域にいる必要のない人が移動することがあるとの話は印象に残りました。
- ・ 「コミュニティによる事前復興の取り組み」で紹介された取り組みは興味深かった。
- ・ 災害は、今までの課題を瞬時に出現させる。事前復興の大切さ。
- ・ まちづくりにおいて、現在の課題がそのまま被災後の課題となり、事前にその課題を解決することが復興進捗に大きく影響しているということ。
- ・ 復興街づくりの現況が分かり、人口減少のなかで地域の魅力を創出したエリアマネジメントの実施が難しいと感じた

【目標 1】フォーラムを聞いて、東日本大震災の被災地の復興について具体的に一つ以上説明することができるようになりましたか？あるいは以前よりも説明できるようになりましたか？

全く思わない 1 (0.0%) →2 (2.5%) →3 (27.5%) →4 (50.0%) →5 (20.0%) 思うようになった

【目標 2】本フォーラムを聞いて、あなたが、南海トラフ巨大地震に被災する具体的なイメージをもち、「よりよい復興」について考えていこうと思うようになりましたか？あるいは、以前よりもより思うようになりましたか？

全く思わない 1 (0.0%) →2 (5.0%) →3 (2.5%) →4 (57.5%) →5 (35.0%) 思うようになった

研究集会報告

(1)目的

東日本大震災の被災地での10年間の復興まちづくりに学び、近い将来、南海トラフ巨大地震が発生するとされる四国、徳島での「望ましい復興」について議論する。フォーラムは、2つの目標を設け、それらを講演者と共有し、実施した。

(2)成果のまとめ

I 部 基調講演（姥浦道生東北大学教授）の要約

- 復興の形態と課題について、①危険地域からの集団移転、②個別移転、③原位置における嵩上げ再建、④個別再建があり、「エリアマネジメントとの一体性」に課題がある。
- 災害は、その発生以前のさまざまな課題を時間を凝縮してより顕著な形で出現させ、発災以前に解決できなかった問題は発災後も解決は困難となる。
- よりよい復興のためには、事前の復興まちづくりへの準備が大切である。

II 部 パネルディスカッションでの話題提供の要約

①姥浦道生：まず死なないこと、平時のまちづくりがよりよい復興へつながる。事前に、「意思決定のルール」を明確にしておくことである。

②福島奨：四国整備局では、「四国地震防災基本戦略」に基づく各団体の適切な役割分担と取り組みを加速化させていく。内容としては、被害の最小化、迅速な応急対策、早期復旧の実施体制の構築を推進する。また住民と関係機関があらかじめ認識を共有し、連携できる体制を整備しておくことが重要である。

③坂東淳：平時から地域が抱える課題（人口減少、産業衰退など）は災害によって加速する。災害イメージの共有、平時の課題と向き合うことが重要であり、これらは事前復興を考える上での基本である。またコロナ禍からの復興は事前復興の試金石とも言える。

④井若和久：地域においては、「個人・家族」のよりよい復興と「地域・まち」のよりよい復興の両立をどのように図っていくのか？を課題として、「住民・コミュニティ」主体による平時からのまちづくりの仕組みを確立し、事前復興の活動を進めている。

(3)プログラム

1 部 基調講演

姥浦道生（東北大学）「東日本大震災からの復興まちづくりの検証」

2 部 各講師からの話題提供

福島奨（国土交通省四国地方整備局総括防災調整官）「四国地方整備局における防災への対応について」

坂東淳（徳島県危機管理環境部危機管理事象統括監）「徳島県の復興指針について」

井若和久（徳島大学人と地域共創センター、(一社)さいわい代表）「コミュニティによる事前復興の取り組み」

3 部 パネルディスカッション

テーマ 「よりよい復興まちづくり」にするための取り組み、重要なこと」

(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、報告として本研究成果を公表する予定である。
- ・フォーラムの様子が図-1 の通り、翌日の徳島新聞で紹介された。



図-1 徳島新聞記事(9月11日)

一般研究集会（課題番号：2021K-02）

集会名：新しい生活様式下での災害リスクガバナンス再構築のための研究集会

（防災計画研究発表会 2021/災害コミュニケーションシンポジウム 2021）

主催者名：国際総合防災学会 IDRI Society

研究代表者：高木 朗義

所属機関名：岐阜大学 工学部

所内担当者名：畑山 満則

開催日：令和 3 年 9 月 26, 27 日（防災計画研究発表会 2021）

令和 3 年 12 月 24 日（災害コミュニケーションシンポジウム 2021）

開催場所：オンライン

参加者数：82 名（所外 77 名、所内 5 名）（防災計画研究発表会 2021）

- ・大学院生の参加状況：19 名（修士 17 名、博士 2 名）（内数）
 - ・大学院生の参加形態：[発表者 0 名、運営補助 0 名、その他は聴講参加]
- 25 名（所外 23 名、所内 2 名）（災害コミュニケーションシンポジウム 2021）
- ・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：[発表者 0 名、運営補助 2 名、その他は聴講参加]

研究及び教育への波及効果について

本研究集会・シンポジウムは、産官学からの参加者が、防災・減災に関する課題に理論的、実践的にアプローチした際のプロセスを重視した研究発表講演会である。災害前、災害復旧期、災害復興期に行政・地域での支援型研究を実施した研究者の知見の集積を図ることで新たに露見された防災・災害対応の課題を認識し、総合防災研究のすそ野を広げる効果が期待できる。

研究集会報告

(1)目的

災害の大規模化、広域化、複合化に加えて新型コロナウイルス感染症の世界的流行で防災・減災に係る課題は、これまで以上に多岐に亘りかつ複雑となった。本発表会では、国難クラスの巨大災害までを見据え、土木、建築、情報、社会心理、医療、保健、福祉などの専門家と非専門家である実務者が分野を超えて融合し、ウイズコロナ時代の新しい生活様式の下で災害対応・復旧・復興フェーズにおいて国民が一体となって減災に取り組むための災害リスクガバナンスを再構築するための方策について、実践的・理論的な視点から議論することを目的とする。

(2)成果のまとめ

防災計画研究発表会 2021 は、阪神・淡路大震災以降の災害の復旧・復興活動を通して立ち上がった NPO やその支援研究者、国際総合防災学会に所属する国際防災実践を行う研究者に加えて、データサイエンスの観点から防災に取り組む研究者も参加した。COVID-19 の対応で活用が以前より進んだオープンデータについて、危機管理の観点からパンデミックとの比較した議論がなされた。さらに、今後、訪れることが予測される「With コロナ」における新しい生活様式において、避難や災害対応の考え方をどのように変化させていくべきかについて議論がなされ、極めて社会的意義の大きな研究集会となった。

災害コミュニケーションシンポジウム 2021 は、情報系の災害対応研究者、民間企業、災害支援 NPO が参加した。東日本大震災時に、地図情報集約のプラットフォームとして活用された Sahana のその後について 2 人の先生に講演いただき、来るべき大災害への課題について議論がなされた。さらに、災害対応の DX に関して 2 つの講演をいただき、ICT を用いた新しい防災を実

現するための議論もなされた。また、恒例となった ISCRAM (IT を活用した危機管理に関する国際会議) の講演論文を紹介する勉強会も行われ、世界の動向も意識したシンポジウムとなった。

(3) プログラム

● 防災計画研究発表会 2021

9月26日(日)

10:20-10:30 オープニング

セッション1 司会：杉浦聡志（北海道大学）

10:30-11:00 畑山満則（京都大学） 災害データサイエンスの現在と今後

11:00-11:30 村上大輔（統計数理研究所） COVID-19 流行の地理的要因の解明に向けた統計モデリング

11:30-12:00 後藤真太郎（立正大学） 点群データおよび機械学習を用いた災害時の被災状況早期検知システムの実装

セッション2 司会：畑山満則（京都大学）

13:00-13:30 杉浦聡志（北海道大学） 被災予測に基づく水害避難困難人口の推定

13:30-14:00 奥村誠（東北大学） 近年の都道府県別自然災害統計の構造分析

14:00-14:30 高橋秀幸（東北学院大学） 沿岸部地域向け避難行動支援システム開発に向けた取り組み

セッション3 司会：高木朗義（岐阜大学）

14:40-15:30 伊藤秀行（減災ロジスティクス研究所） 山本俊行（名古屋大学）

救援物資サプライチェーン再編に向けた研究と実務の融合

15:30-16:00 神田佑亮（呉高専） 平成30年7月豪雨の経験からのモビリティのレジリエンス向上の取り組み
～MaaS・ガバナンス・プラットフォーム～

16:10-17:00 全体討議（発表者を交えての討議）

9月27日(月)

セッション4 司会：廣井慧（京都大学）

9:00-9:30 高木朗義（岐阜大学） ハザードマップ確認と災害リスク認知と住民避難行動の関係性

9:30-10:00 吉澤源太郎（大阪市水道局） 災害リスクコミュニケーションを通じた地域医療と水道事業のBCP連携

10:00-10:30 竹内裕希子（熊本大学） 災害時における民生委員活動と 平時の地域防災の連携に関する研究

セッション5 司会：畑山満則（京都大学）

10:40-11:10 佐々木和之（水色舎／滋賀県立大学）

想像からはじめる防災～自治会との連携による取り組み

11:10-11:40 大西正光（京都大学） 流域治水のガバナンスに関する一考察

11:40-12:10 磯打千雅子（香川大学） 平成30年7月豪雨被災地における地区防災計画活動

セッション6 司会：大西正光（京都大学）

13:00-13:30 廣井 慧（京都大学） CyReal センサエミュレータによる災害データ解析の可能性

13:30-14:00 宮川祥子（慶応義塾大学） 災害対応を行う民間支援団体向け情報システム構築の課題

14:00-14:30 多々納裕一 (京都大学) 防災実践科学をどうとらえるか : IDRIM2021 の議論を踏まえて
14:40-15:40 全体討議 (発表者を交えての討議)
15:40-15:50 クロージング

● 災害コミュニケーションシンポジウム 2021

09:50 - 10:00 開会の辞

10:00 - 11:30 ISCRAM 勉強会

1) A Qualitative Risk Identification Framework for Cyber-Physical-Social Systems

五郎丸 秀樹 (千葉工業大学)

2) Identifying Information Requirements for Improving the Common Operational Picture in Multi-Agency Operations

爰川 知宏 (東京国際工科専門職大学)

3) GIS Based Emergency Management Framework for Large-scale Events: A Case Study of the Torch Relay Activity

川村 崇也 (滋賀大学)

4) Towards Using Remote Sensing and Social Media Data for Flood Mapping

内田 理 (東海大学)

5) COVID-19 Named Resources on Facebook, Twitter, and Reddit

宇津 圭祐 (東海大学)

6) Augmenting Google Sheets to Improvise Community COVID-19 Mask Distribution

木津谷 諒 (岩手県立大学)

7) Communications and Technology Challenges to Situational Awareness: Insights from the CR16 Exercise

村山 優子 (津田塾大学)

11:30 - 12:00 IFIPWG5.15 関連報告および ITDRR2021 報告

村山 優子 (津田塾大学)、佐々木 淳 (岩手県立大学)

13:00 - 14:00 <基調講演 1> 英語によるご講演

ITU-T X.1303 Standardized Sahana Alerting Broker: Connecting First-Mile Communities

Nuwan Waidyanatha (Sahana Foundation)

14:00 - 14:50 <基調講演 2>

東日本大震災時の SAHANA の導入と運用 -避難所への物資配送における利用例から-

吉野 太郎 (関西学院大学)

15:00 - 15:50 <基調講演 3>

防災チャットボット SOCDA-情報発信と情報収集の融合による防災 DX の実現-

萩行 正嗣 (株式会社ウェザーニューズ)

15:50 - 16:40 <基調講演 4>

災害対応と DX : 課題とアプローチ

畑山 満則 (京都大学 防災研究所)

16:40 - 17:40 パネルディスカッション

17:40 - 17:50 閉会の辞

(4)研究成果の公表

<https://sites.google.com/dpri.kyoto-u.ac.jp/dmp2021/> にて概要を公開中

一般研究集会（課題番号：2021K-03）

集会名：災害メモリアルアクション K O B E 2 0 2 2

主催者名：※共催の場合

研究代表者：センター長 河田 恵昭

所属機関名：(公財)ひょうご震災記念 21 世紀研究機構人と防災未来センター

所内担当者名：牧 紀男

開催日：令和 4 年 1 月 8 日（土）

開催場所：オンライン開催

参加者数：306 名（所外 74 名、所内 2 名、フェイスブック 230 名）

- ・大学院生の参加状況：0 名（修士 名、博士 名）（内数）
- ・大学院生の参加形態 []

研究及び教育への波及効果について

阪神・淡路大震災を経験していない学生が本研究集会に参加することで、震災の教訓を教え伝える立場になるための人材育成になることや、地域の防災活動参加による震災の記憶継承、未来へ続く防災・減災への貢献を期待する。

研究集会報告

(1) 目的

阪神・淡路大震災を経験していない学生が、様々な地域や学生同士の交流のなかで震災を追体験し、震災から何かを受け取り何をどう伝えていくべきかを考える場とします。

「わたしたちが『聴く』ことって・・・」というテーマでパネルディスカッションを行い、未災者から未災者へと語り継ぐことを目指す災害メモリアルアクション K O B E において、体験者に聴く、身近な先生に聴く、過去の記録に聴く、社会に聴くなど様々な「聴く」スタイルを実践するメモリアルアクションの学生たちにとっての未災者の「聴く」を語り合います。報告会は、できるだけ会場のみんなでディスカッションできる活発な意見交換の場とします。

(2) 成果のまとめ

「阪神・淡路大震災」を経験した世代が教訓と提言をまとめた「メモリアルコンファレンス・イン神戸（1996～2005 年）、その教訓を次世代に伝える「災害メモリアル K O B E（2006～2015 年）に続く発展的な取組として、2016 年からは「災害メモリアルアクション K O B E」の取組を実施しています。「災害メモリアルアクション K O B E」は、大人だった世代が少なくなるさらに次の 10 年を見据えて、今後使える方法やしくみを試行錯誤し、発見しつくる 10 年として位置づけています。今回は、当時まだ生まれていない・経験していない世代間においてどうやって震災を語り継いでいけばいいか、様々なアプローチをする学生たちの報告の場となりました。また、新型コロナウイルス感染症の急拡大の中での実施となったため、オンライン開催となりましたが、フェイスブックでの公開も実施し、これまで以上に広く一般のかたにも見ていただけました。遠方の学校も参加ができ、様々な工夫された活動状況を相互に知り合える、学生や参加者にとって興味深い会とすることができました。

(3) プログラム

- 10:00 開会挨拶 災害メモリアルアクション K O B E 企画委員会委員長 人と防災未来センター上級研究員
京都大学防災研究所教授 牧 紀男
- 10:05 活動発表 兵庫県立舞子高等学校
兵庫県立明石南高等学校
滋賀県立彦根東高等学校

国立明石工業高等専門学校 D-PRO1135° (明石高専防災団) 地域連携チーム・開発チーム
神戸学院大学 現代社会学部 社会防災学科 安富ゼミ・コースアップ 社会研究会
関西大学 社会安全学部 奥村研究室
兵庫県立大学防災リーダー教育プログラムチーム

12:00 パネルディスカッション「わたしたちが『聴く』ことって…」

コーディネーター 京都大学防災研究所 巨大災害研究センター 助教 中野 元太
人と防災未来センター 研究員 林田 怜菜

グラフィックファシリテーション 株式会社たがやす 出村 沙代
大阪防災プロジェクト共同代表 多田 裕亮

パネリスト 災害メモリアルアクション KOBE 各参加団体代表者

12:55 講評・閉会挨拶 災害メモリアルアクション KOBE 企画委員会顧問

人と防災未来センター長 河田 恵昭

(4)研究成果の公表

報告会で発表された内容等を報告書にまとめ、関係者に配付するとともに、人と防災未来センターHPに掲載。

一般研究集会（課題番号：2021K-04）

集会名：発生頻度の低い土石流による大規模攪乱後の溪流環境の変遷の追跡

主催者名：※共催の場合

研究代表者：権田豊

所属機関名：新潟大学農学部

所内担当者名：藤田正治，宮田秀介

開催日：令和 3 年 12 月 4—5 日

開催場所：穂高砂防観測所（中尾公民館）

参加者数：31 名（所外 26 名、所内 5 名）

- ・大学院生の参加状況：6 名（修士 6 名、博士 0 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

ヒル谷および足洗谷で実施されてきた調査・観測手法，得られている成果や研究遂行上の課題について情報が共有された。さらに，砂防学，土砂水理学，河川生態学，河川工学，地形学・応用測量学など研究者・技術者から関連の深い調査・観測事例が紹介された。話題提供の内容を踏まえて，これらヒル谷における研究課題を解決するための研究上の連携・共働のあり方や，紹介された新技術の活用法方などについて議論が行われた。また，集会には大学院生・進学や関連分野への就職を予定している学生が多く参加した。参加学生には，自らの研究を口頭発表し，他の参加者と議論する場を提供した。これにより本研究分野を担う次世代の育成にも貢献することができた。

研究集会報告

(1) 目的

土石流による大規模攪乱を受けた溪流では，溪流の物理的な構造が改変され，水・土砂の流出特性や生物相などが大きく変容する。攪乱後の溪流環境の回復過程を継続的に観測し知見を蓄積することは，河川生態系へ配慮した河川・砂防事業を実現する上で不可欠であるが，観測事例は少ない。本研究集会では，約 20 年ぶりに土石流の発生した足洗谷流域などを対象とする研究者・技術者が研究成果を共有するとともに，関連する研究分野の研究者・技術者を招聘し，先端的な観測・研究事例を紹介してもらうことにより，今後の連携・共働のあり方について模索する。

(2) 成果のまとめ

12 月 4 日は，ヒル谷流域などを対象とする研究者・技術者および，関連する研究者・技術者による研究発表とそれらに関する議論が行われた。

話題提供では，まず京都大学防災研究所の宮田准教授から，土石流発生前に観測された地震計，水位計，ハイドロフォンの結果，土石流発生後に実施された Lidar，UAV，地中レーダによる観測結果が説明され，それらを総合的に解析することにより判明したヒル谷の土石流の発生・流下・堆積過程が説明された。

新潟大学農学部の北條氏からは，土石流発生後から 1 年間に地形の微地形測量を実施した結果の概要が説明され，解析の結果明らかになった，ヒル谷に卓越する Step-Pool 構造および土石流発生後の動態の特徴が説明された。

京都大学防災研究所の山野井助教からは，山地流域における水と土砂の動態を予測可能な，複合土砂災害シミュレータ SimHIS の概要および，本モデルをヒル谷に適用した計算事例が紹介された。

静岡大学農学部の高山助教からは，ヒル谷においてこれまでに実施された天然ダム決壊実験の概要が紹介され，決壊タイプの違いが天然ダムからの流出ピーク流量に与える影響が説明された。

岐阜大学地域環境変動適応研究センターの永山助教からは、北海道の山地溪流における治山ダムの切り下げ後の土砂移動とそれともなう河床変動、生物の生息場を経年的に観測した研究事例に加えて、山地河川において効率よく生物分布を把握する手法として注目されている、環境 DNA を用いた推定手法の概要および、この手法を利用する場合に必要な、環境 DNA の検出限界距離とそれに影響を与える要因が説明された。

寒地土木研究所の布川研究員からは、溪流を利用する魚類の数を長期自動計数する魚カウンターの概要を説明された後、岐阜県の小溪流において魚カウンターによりイワナの遡上・降下数を長期観測した事例が紹介され、従来のトラップ等を用いた調査では把握が困難であったイワナの動態が明らかになるなど、魚カウンターの有用性が説明された。

アジア航測株式会社の西村氏・澤氏からは、GPS が使用できないことが多い山間部における高精度な地形計測手法として期待されている SLAM 技術について、その原理、特徴、砂防分野における計測事例が紹介された。さらに、経時的な地形観測に使用しようとした場合の注意点等が説明された。

総合討論では、ヒル谷において今後研究を遂行する上での課題が整理され、それらの課題解決のために今回紹介されたような新技術をどのように活用法すればよいか、研究者・技術者がどのように連携・共働がすべきかなどについて議論が行われた。

12 月 5 日は、研究集会に参加した学生から、現在本人および研究室で取り組んでいる研究課題について紹介していただき、意見交換を行った。提供された話題は、海底土石流のメカニズム、足洗谷で発生した土石流、水文観測による深層崩壊の発生予測、画像解析による土砂濃度計測、地震が斜面の及ぼす影響、崩壊発生危険度評価の高度化に向けた研究など、多岐にわたるのであった。それぞれの話題に対して、参加学生間で非常に活発な質疑応答が行われた。

話題提供・意見交換の後に、2020 年に土石流が発生したヒル谷へ徒歩で移動し、土石流が流下・氾濫した地点を見学した。現場では、参加した学生、研究者・技術者が自然といくつかの小グループに分かれ、グループ内で活発な意見交換が行われた。

(3) プログラム

12 月 4 日 (土)

13:25~13:30 開会の挨拶、趣旨説明 (新潟大学・権田豊)

13:30~13:50 2020 年に発生した土石流の概要 (京都大学・宮田秀介)

13:50~14:10 大規模攪乱後の Step-Pool の経時変化 (新潟大学・北條杏梨)

14:10~14:30 流域土砂動態モデルの改良 (京都大学・山野井一輝)

<休憩>

15:00 ~15:20 足洗谷流域ヒル谷での天然ダム決壊に関する現地実験 (静岡大学・高山翔輝)

15:20~15:50 山地河川における土砂と魚類の深い関係、ならびに環境 DNA で見る魚類の時空間動態 (岐阜大学・永山滋也)

15:50~16:10 魚カウンターを用いた溪流域における魚類動態観測 (寒地土木研究所・布川雅典)

16:10~16:30 砂防分野における SLAM 技術の活用 (アジア航測・西村直記、澤陽之)

16:30~17:00 総合討論

17:00 頃 解散

12 月 5 日 (日)

9:00~10:00 参加学生による話題提供・意見交換

話題提供タイトル (発表者)

二層浅層流モデルに基づく海底土石流の流れの遷移の表現 (京都大学大学院 酒井祐一)

焼岳噴火後の足洗谷における土石流発生の長期的変化 (京都大学大学院 小林正直)

湧水観測を用いた四万十帯でのタンクモデルパラメータの調整 (三重大学農学部 八木雅子)

画像解析を用いた土砂濃度測定手法の研究 筑波大大学院 (佐藤光)

火山灰地域における斜面の安定性に大規模地震が与える影響（信州大学大学院 高橋和樹）
分布型崩壊概念モデルの実用化に向けた検討（新潟大学大学院 佐藤和歌子）

10:00～12:30 2020 年に土石流が発生したヒル谷の見学
12:30 解散

(4)研究成果の公表

一般研究集会（課題番号：2021K-05）

集会名： 変容する気候系における気象・気候災害の予測とその発現家庭の理解

主催者名： ※共催の場合

向川 均（京都大学大学院教授）、廣岡俊彦（九州大学大学院教授）、渡部雅浩（東京大学大気海洋研究所教授）、
榎本 剛（京都大学防災研究所教授）、気候形成・変動気候研究連絡会、新学術領域研究「変わりゆく気候系におけ
る中緯度大気海洋相互作用 hotspot」

研究代表者： 山崎 哲

所属機関名： 海洋研究開発機構

所内担当者名： 榎本 剛

開催日：令和3年11月25日

開催場所：京都大学宇治キャンパス S棟2階会議室（S-207D）・オンライン

参加者数： 153 名（所外 140名、所内 13名）

・大学院生の参加状況： 32 名（修士 22名、博士 10名）（内数）

・大学院生の参加形態 [オンラインでの発表及び聴講]

研究及び教育への波及効果について

オンラインで実施したため全国から気象庁職員や、多数の研究者が参加し、口頭やチャット、スライドへのコメントで活
発な討論が行われた。学生の参加者も多く、参加する敷居が低かったものと思われる。一方オンラインの制約もあること
から、今後は感染対策を徹底した上で、対面での開催も検討していきたい。

研究集会報告

(1)目的

多階層的な大気海洋のスケール間相互作用によって発現する豪雨・豪雪や暖冬・冷夏などの気象・気候災害についての予測可能
性とその発現過程の包括的な理解を目指す。さらに、温暖化が進行する気候系において、それらの災害の予測精度や過程・頻度
などがどのように変化し得るのかについて、大気海洋相互作用の観点と、数値予報モデルを使ったアプローチからの研究を総括
する。

(2)成果のまとめ

「夏季の循環変動」、「冬季の循環変動」、「成層圏変動とその影響」、「同化・力学・予測可能性」に関する講演が24件あり、2020
年度の約5割増の150名の登録があり、多階層的な大気海洋のスケール間相互作用について活発な議論が行われた。

(3)プログラム

セッション1「夏季の循環変動」座長 直江寛明 10:00～11:45

1. 佐藤均・佐藤大卓・後藤敦史・小野茉莉花・竹村和人 2021年夏の大気循環場と日本の天候
2. 竹村和人・中江祥浩・藤原義寿・佐藤大卓・佐藤均・後藤敦史 2021年の西日本での記録的に早い梅雨入りと
関連する大気循環場の特徴
3. 植田宏昭・本田明治・倉持将也・井上知栄・高谷康太郎 2021年8月の記録的大雨をもたらした寒冷渦と熱帯
起源のテレコネクション
4. 山田将喜・釜江陽一 夏季に日本を通過する大気の流れに対する台風の遠隔影響
5. 天野未空・立花義裕・安藤雄太 災害級の冷夏が近年発生していない理由とは？

6. 直江寛明・榎本剛・今田由紀子 北半球夏季のダブルジェットと移動性擾乱
7. 茂木厚志・渡部雅浩 夏季極前線ジェット上の準定常ロスビー波列の力学

セッション2「冬季の循環変動」座長 菅野湧貴 13:00~14:45

8. 倉持将也・植田宏昭 対流熱源の位置の差異による冬季北西太平洋における2種類のテレコネクションパターン
9. 塩崎公大・榎本剛・高谷康太郎・時長宏樹・森正人 ENSO 発生時における2種類の冬季遠隔影響 ―d4PDF を用いた評価―
10. 谷田貝亜紀代 弘前の雪と水蒸気の同位体比からみた2020/2021 冬季モンスーンの特徴
11. 富田涼介・榎本剛 2020/2021 年度冬季における降雪量と爆弾低気圧の関係
12. 平田英隆・川村隆一・野中正見 黒潮大蛇行に対する爆弾低気圧の応答プロセス
13. 春日悟・本田明治・浮田甚郎・山根省三・川瀬宏明・山崎哲 寒冷渦を抽出・追跡する新手法の紹介と日本域へ到来する寒冷渦の経路の調査
14. 土井威志 SINTEX-F 季節予測システムでみた日本の2ヶ月先の月平均気温の予測可能性

セッション3「成層圏変動とその影響」座長 山崎哲 15:00~16:15

15. 木下武也・荻野慎也・鈴木順子・城岡竜一・杉立卓治・清水健作 大型ゴム気球を用いた成層圏上層の多地点・定常観測網の実現に向けて
16. 河谷芳雄・堀之内武・佐藤尚毅 上部対流圏―成層圏の温暖化レスポンス差が日本周辺の気候場を与える影響
17. 野口峻佑・小寺邦彦・水田亮・行本誠史 2019/2020 年冬季の成層圏周極渦強化状態とその対流圏・海洋への影響
18. 佐竹陸・廣岡俊彦・江口菜穂 2020 年南極オゾンホール of 長期間維持について
19. 中村東奈・廣岡俊彦・秋吉英治 オゾンを同化した初期値を用いた化学気候モデルによる春季南半球オゾン場および力学場の予測可能性について

セッション4「同化・力学・予測可能性」座長 榎本剛 16:30~17:45

20. 中下早織・榎本剛・竹村和人 気象庁 GSM を用いた2019 年台風第19 号の再予報実験
21. 本田匠・佐藤陽祐・三好建正 雷観測の観測システムシミュレーション実験:2017 年九州北部豪雨事例
22. 小笠原宏司・榎本剛 計算量を削減したガウス型RBF 浅水波モデルの性能評価実験
23. 菅野湧貴・岩崎俊樹 MIM に基づく大気エネルギーサイクルの将来変化
24. 山崎哲・野口峻佑 両半球での2019 年成層圏突然昇温の LETKF 再解析システムでの再現性

(4)研究成果の公表

- 京都大学共同利用「研究成果報告書」(CD-ROM 版)2021 年度「異常気象と長期変動」研究集会報告を作成する。
- 京都大学学術情報リポジトリで講演要旨を公開する。
- 日本気象学会機関誌「天気」に報告を投稿する。

一般研究集会（課題番号：2021K-06）

集会名： 台風予報と防災情報に関する研究集会

Workshop on intensity prediction of typhoon and information on disaster prevention

主催者名： 京都大学防災研究所 ※共催の場合

研究代表者： 宮本佳明

所属機関名： 慶應義塾大学環境情報学部

所内担当者名： 竹見哲也

開催日：令和 3年 9月 16日・17日

開催場所： オンライン

参加者数： 79名（所外 63名、所内 16名）

- ・大学院生の参加状況： 15名（修士 4名、博士 11名）（内数）
- ・大学院生の参加形態 [発表者／聴講者]

研究及び教育への波及効果について

大学・民間企業・一般の方々による研究成果の発表がなされ、活発な議論が行われた。台風による災害を少しでも軽減するためには、このように多くの分野の人たちが結集することが重要であることを改めて認識することができた。また、多くの学生も参加し、うち数名は自身の研究成果の発表も行った。学生にとっても、同じテーマを探究する研究者と交流することは今後の糧になったと期待される。

研究集会報告

(1)目的

近年さらに激甚化する台風災害を背景に、台風予報と防災情報との関係を整理することが大事である。そこで、台風に関する多分野の専門家・実務担当者が集い、防災対策に資する議論を行う。

(2)成果のまとめ

コロナの影響でオンライン開催となったにも関わらず、22件の研究発表が行われ、79名が参加した。台風のメカニズムを調べる研究から、波浪モデルの研究、人工制御の研究まで、様々な内容の研究が紹介され、活発な議論が行われた。

(3)プログラム

9/16 12:30 開場

13:00-13:10 趣旨説明・事務連絡（慶應義塾大学 宮本佳明）

13:10-14:25 セッション1（座長：林昌宏）

- 航空機観測で捉えられた2017年台風第21号の暖気核構造の維持に関わる熱力学的特徴（琉球大学 山田広幸）
- ハイパースペクトル赤外サウンダを用いた台風中心部の大気プロファイル解析（気象研究所 林昌宏）
- 静止気象衛星を用いた台風強度推定に向けて—SAR海上風との比較検討—（北海道大学 塚田大河）
- 台風発生時に活発化する雷活動について（北海道大学 久保田尚之）
- 回転水槽を用いた台風壁雲構造の再現実験（横浜国立大学 菱沼美咲）

14:25-14:40 休憩

14:40-15:40 セッション2（座長：江口菜穂）

- 全天候赤外データ同化による台風の急速発達予測可能性 (東京大学 南出将志)
- 2019 年夏季の熱帯低気圧の発生・発達への成層圏力学場の影響 (九州大学 江口菜穂)
- WRF 物理アンサンブル実験を用いた台風 Lionrock(2016)の距離による構造変化の違いについて (京都大学 入江健太)

- ClimCORE 日本域再解析計画について (東京大学 隈健一)

15:40-15:55 休憩

15:55-16:55 セッション 3 (座長: 高村奈央)

- 台風急発達環境場の多様性 (気象研究所 嶋田宇大)
- 台風における鉛直シアと傾圧性の影響について (気象研究所 柳瀬亘)
- 2018-2019 年における熱帯低気圧の温帯低気圧化の特徴と中緯度偏西風の変動との関係 (気象庁 高村奈央)
- 大気海洋 3 次元温暖化差分を用いた台風 Haiyan の擬似温暖化実験 (金沢大学 二宮順一)

9/17 09:15 開場

09:45-10:15 セッション 4 (座長: 筆保弘徳)

- タイフーンショット計画 ～台風制御に向けて～ (横浜国立大学 筆保弘徳)
- 高解像度数値シミュレーションを用いた台風制御の考察 (横浜国立大学 稲垣滉)

10:15-11:00 セッション 5 (座長: 和田章義)

- (仮) 台風強度・構造変化における台風海洋相互作用の役割 (気象研究所 和田章義)
- CMIP6 実験にもとづくスラブ海洋結合全球大気気候モデルを用いた気候変動の台風への影響評価 (京都大学 岡田智晴)
- Faxai(2019)および Hagibis(2019)による海面水温低下の解析 (横浜国立大学 飯田康生)

11:00-11:15 休憩

11:15-12:15 セッション 5 (座長: 豊田将也)

- 2018 年台風 21 号による高潮の河川遡上に関する再現実験 (豊橋技術科学大学 豊田将也)
- 台風経路アンサンブルシミュレーションを用いた日本沿岸における波浪リスクの算出 (横浜国立大学 鈴木創太)
- 波浪結合全球大気気候モデルによる波向一風向のずれを考慮した海面抵抗係数の台風統計量への系統的影響評価 (京都大学 志村智也)
- 2019 年台風第 15 号による本牧の波浪 (和田光明)

12:15-12:30 閉会の言葉 (京都大学 竹見哲也)

(4)研究成果の公表

提出した報告書で各発表の内容を公表する。

一般研究集会（課題番号：2021K-07）

集会名：水中災害遺構の研究を先導する自然科学者と歴史学者の共同研究集会、および現地検討会の実施

主催者名：国立研究開発法人海洋研究開発機構 ※共催の場合

研究代表者：谷川 亘

所属機関名：国立研究開発法人海洋研究開発機構

所内担当者名：山崎 新太郎

開催日：令和 3 年 7 月 26 日～7 月 28 日

開催場所：北塩原村役場自然環境活用センター

参加者数：11 名（所外 10 名、所内 1 名）

・大学院生の参加状況：0 名（修士 名、博士 名）（内数）

・大学院生の参加形態 []

研究及び教育への波及効果について

本研究集会で得られた知見は、将来、水中遺跡から過去に発生した自然災害の痕跡、被害状況、発生過程を評価するという新たな「水中考古学」を創成することにつながる。

また、これまで陸上の遺跡を中心に調査研究が行われてきた考古学分野に対して、新たな水中調査手法の提案や教育プログラムを提案することにより、水中を対象とした考古学研究の発展が期待される。

研究集会報告

(1)目的

今日、水中の災害遺構が次々と発見されつつあり、今後未知の災害史が解明される可能性がある。一方で、水中は調査困難であるが故にあまり研究が進んでいない。また、歴史災害メカニズムの解明には歴史考古と自然災害分野の研究者の共同研究が必要であるが、その連携もうまくとれていない。そこで、本研究集会では水中考古学と自然科学の分野の専門を交えて、水中遺構を対象とした災害研究の将来について議論する。また、「桧原湖底遺跡」を対象としたフィールドワークと水中調査のデモンストレーションを同時に実施する。

(2)成果のまとめ

福島県北塩原村の「桧原湖湖底遺跡」を対象として自然災害研究の将来について議論した結果、歴史考古分野と自然災害地質分野の研究者による協力体制のもと研究を進めることで、水中遺跡から過去の災害の履歴や発生メカニズムを議論する「水中災害考古学」分野の新たな創設が期待できることがわかった。桧原湖湖底遺跡は、1888 年の磐梯山噴火により発生したせき止め湖の形成に伴い水没した旧宿場町（桧原宿）であることが分かっている。つまり、この水中遺跡は、国内の他の水中遺跡と異なり、形成過程と遺跡の歴史背景が明確であることから、研究模式地として多種多様な調査手法の試行と開発が期待でき、かつ水中考古研究者を教育・育成する場所としても活用が期待できる。特に、水中考古研究者が水中ドローン、サイドスキャンソナーなどの工学機器を活用することにより、これまで潜水調査が主体であった調査方法の大きな変革につながる。その結果、水中考古学分野の裾野を広げ、これまで未知であった水中災害遺跡の発見にもつなげられることが提言としてまとめられた。

(3)プログラム

開催日：2021 年 7 月 28 日（水）

時間	発表者	発表タイトル
9:00-9:15	谷川 亘	桧原湖湖底遺跡研究の立案

9:15-9:45	山崎 新太郎	サイドスキャンソナーの特徴とその可能性
9:45-10:15	中川 永	桧原湖調査に期待される遺構・遺物と他の水中遺構との違い
10:15-10:30	島田 章広	桧原湖底遺跡から出土した遺物の特徴と分析方法について
10:30-10:45	佐々木 蘭貞	水中遺跡を対象とした探査機器の紹介、および水中遺跡の保存と活用に関する一考
10:45-11:00	休 憩	
11:00-11:10	山本 裕二	遺構が水没した年代を評価する手法の紹介
11:10-11:20	井尻 暁	堆積物コアによる桧原湖形成過程復元の可能性
11:20-11:30	廣瀬 丈洋	高速すべり実験から磐梯山の山体崩壊—岩屑なだれの実像に迫れるか！？
11:30-11:50	全 員	ディスカッション・意見交換
11:50-12:00	谷川 亘	まとめと今後の方針

(4)研究成果の公表

なし

長期滞在型共同研究 (課題番号 : 2020L-01)

課題名 : Assessing the Effectiveness of Sediment Sluicing Operation to Increase Dam Safety and Long Term Sustainability Using
a Three-Dimensional Numerical Model

(ダムの安全性と長期持続可能性を高めるための3次元数値モデルを用いたダムの通砂操作の効果評価)

研究代表者 : Taymaz Esmacili

所属機関名 : Islamic Azad University of Gorgan

所内担当者名 : 角 哲也

滞在者 (所属) : Taymaz Esmacili (Islamic Azad University of Gorgan)

滞在期間 : 令和 2 年 6 月 1 日 ~ 令和 4 年 3 月 31 日 の間に随時 (オンラインで討議)

滞在場所 : オンライン討議

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 : 1 名 (修士 1 名, 博士 1 名) (内数)
- ・大学院生の参加形態 [リモートでの研究打合せへの参加、データ作成補助]

研究及び教育への波及効果について

ダムの土砂堆積問題は世界的に共通の課題であり、ダムの長寿命化とダム下流の河川環境改善に貢献する効果的な土砂のスルーシング (通砂) 技術の確立は喫緊の課題である。本長期滞在型共同研究は、京都大学で黒部川の排砂・通砂プロセスを研究して博士 (工学) を取得した T.Esmacili 博士の博士研究を発展させて、同様な試みを開始している宮崎県耳川のダムを対象に3次元の排砂シミュレーション計算モデルを構築しようとしたもので、その研究的価値はもとより、社会的意義も高い。今回の研究はオンライン中心で行われたが、同様な数値計算モデルを研究する留学生も参加しており、計算モデルのチューニング、キャリブレーション、シナリオ設定、計算結果の評価の各段階の進め方において貴重な経験を積むことができた。

研究報告

(1) 目的・趣旨

日本では、東日本台風 (HAGIBIS) が東日本地域に大量の降雨と洪水被害をもたらした。現在、貯水ダムによる洪水軽減機能の重要性が高まっている。しかし、これらのダムは貯水池内の土砂堆積を引き起こし、有効貯水量の減少、上流河床の上昇および下流河床の低下や河道環境の悪化などの問題を引き起こす可能性がある。ダムの安全性を高め、貯水池の有効寿命を延ばすためには、堆積した土砂を取り除くことが不可欠であり、富山県黒部川では、貯水池土砂管理の重要な先行プロジェクトとして、2 ダム連携による連携排砂 (フラッシング)・通砂 (スルーシング) が成功裏に実施されている。

同様に、宮崎県耳川水系でも独自の革新的な土砂管理技術が導入されている。2005 年の台風災害により中流部の山須原ダム上流で土砂堆積による洪水リスクが発生し、今後これを低減し、ダムの安全性を高めるために、ダムの古い余水吐を変更し、より深い余水吐に置き換えて、流入する土砂を可能な限り通過させるための土砂スルーシング効率を改善した。その運用を最適化するために、貯水池内の土砂の侵食・輸送プロセスを予測することが重要であり、今回、京都大学で黒部川の排砂・通砂プロセスを研究して博士 (工学) を取得した T.Esmacili 博士の博士課程の研究に基づいて3次元の排砂シミュレーション計算を行った。

(2) 研究経過の概要

3次元河床変動計算モデル (SSIIM モデル) を使用して、耳川の大内原ダムにおける土砂のスルーシング過程を計算することを試みた。そのために、水位低下前後の河床地形、河床堆積物の粒度分布、貯水池運用ルール (流量と水位変化記録) による境界条件、流入土砂量など必要な入力データを収集した。これらを用いてモデルキャリブレーションの後、種々の水位低下運用ル

ールのシナリオを準備し、貯水池から流出する土砂の質と量の改善効果を比較検討した。

(3)研究成果の概要

タイムスケジュールは下記のとおりであった。

期間 1 : 2020/07/30～2020/010/31 (オンライン)

耳川（大内原ダム貯水池など）における現地データを管理者である九州電力に依頼して収集。九州電力との協議

期間2：2020/11/1 から 2021/03/31（オンライン）

収集データをもとに数値計算モデルを構築し、感度分析とモデルキャリブレーションを実施

期間 3 : 2021/04/01 から 2022/03/31 (オンライン)

数値計算モデルを用いて、さまざまな運用ルールに伴う土砂スルーシグ効果の比較。

研究成果を要約し、土砂スルーシグ操作を改善する方法について九州電力と討議。

今回、本人の来日が叶わず、現地データの取得、数値計算モデルへの活用、成果のフィードバックが十分な形で実施できなかった。計算モデルの原型は作成できており、新型コロナウイルスの条件の改善を待って、改めて本人の来日と研究の本格化を改めて企画したい。

(4)研究成果の公表

黒部川の宇奈月ダムを対象とする研究成果は下記に公表を行った。今後、同様の研究成果を耳川の土砂スルーシングについても行い、成果を英文ジャーナルなどに投稿していく予定である。

Esmaeili, T.; Sumi, T.; Kantoush, S.A.; Kubota, Y.; Haun, S.; Rüther, N. Numerical Study of Discharge Adjustment Effects on Reservoir Morphodynamics and Flushing Efficiency: An Outlook for the Unazuki Reservoir, Japan. *Water* **2021**, *13*, 1624. <https://doi.org/10.3390/w13121624>

Long-term Research Visit (Project No.: 2020L-02)

Project title: Assessment of Historical Seismological Records at Kyoto University and Steps Towards Digitization

Principal Investigator: Miaki Ishii

Affiliation: Department of Earth & Planetary Sciences, Harvard University

Name of DPRI CP (contact person): MORI, James Jiro

Research period: April 01 2020 ~ March 31, 2022

Research location: DPRI, Uji Kyoto

Number of participants in the collaborative research: 3 (DPRI: 1 non-DPRI: 2)

- Number of graduate students: 1 (Masters: 0 Doctoral students: 1) (Included number)

- Participation role of graduate students [Analyzing historical seismograms]

Anticipated impact on research and education

Improve seismological information from old seismograms of earthquakes in Japan using the archive of old records at DPRI's Abuyama Observatory.

Education and outreach efforts for high school students in Japan, This is a continuing project that teaches students about earthquakes using the historical seismograms.

Research report

(1) Purpose

To evaluate the collection of old earthquake records stored at Abuyama Observatory of DPRI and initiate studies about specific earthquake of interest.

(2) Summary of research progress

Because of the Corona virus situation, Prof. Ishii was not able to come to Kyoto for the planned visit.

We corresponded by phone and email about archives of old seismograms at Abuyama observatory and the collection at Harvard University.

We carried out some studies of two specific events, 1 February 1944 North Anatolian Fault, Turkey (M7.2) and the US nuclear explosion on 4 May 1956

Because the travel funds were not used, computers were purchased for use in the outreach project for high school students to study the historical Japanese seismograms.

(3) Summary of research findings

We evaluated the film scans and digitization potential for the two events. The data are good quality and other earthquakes and seismic events in the Abuyama collection will be very suitable for future research.

The earthquake in Turkey is currently being analyzed to obtain better information about the extent of the faulting in the 1944 Turkey earthquake

(4) Publications of research findings

Long-term Research Visit (Project No.: 2020L-03)

Project title: A Transitional Study of Community Recoveries from Hurricanes and Typhoons

Principal Investigator: Daan Liang (梁大安)

Affiliation: University of Alabama, the United States of America

Name of DPRI CP (contact person): Kazuyoshi Nishijima, Masamitsu Onishi

Research period: 04.01, 2020 ~ 03.31, 2022

Research location: USA, Japan, online

Number of participants in the collaborative research: 3 (DPRI:2 non-DPRI:1)

- Number of graduate students: 0 (Masters: Doctoral students:) (Included number)

- Participation role of graduate students []

Anticipated impact on research and education

The comparative study on damage and recovery processes by hurricanes/typhoons between US and Japan conducted in this research will facilitate to identify key issues for minimizing damage and enhance recovery processes by “analyzing” factors with a broader perspectives and “borrowing” ideas on schemes exercised in each of the countries.

Research report

(1) Purpose

The objective of the proposed research project is to study the process of community recovery from hurricanes and typhoons at the intersection of public infrastructures and economic activities, focusing on the U.S. and Japan. As highly industrialized nations, the U.S. and Japan differ in demographics, political systems, engineering practices, and business operations all of which are deemed critical factors of determining the trajectory of post-disaster recoveries.

(2) Summary of research progress

The planned long-term stay at DPRI of the PI was cancelled due to the COVID-19 situation. However, starting with multiple e-mail communications, monthly online communications were established. During these online communications similarities and differences in the damage patterns, evacuations, recovery processes, and roles of municipalities, insurances and other were discussed. Based on these, joint questionnaire surveys were developed and have been conducted. The research members have identified common interests and agreed to develop further joint research project.

(3) Summary of research outcomes

US and Japan research team have received 520 responses for Hurricanes Ida and Laura in the US, and 828 responses for Typhoons Faxai and Hagibis.

(4) Publications of research findings

The outcomes and analysis of the abovementioned question survey will be planned to submit a research journal.

短期滞在型共同研究（課題番号：2020S-02）

課題名：日台における土砂災害対策の違いを形成する地域社会要因に関する研究

研究代表者：巫仲明

所属機関名：Construction and Disaster -Prevention Research Center, Feng Chia University

所内担当者名：矢守克也

滞在者（所属）：

滞在期間：令和 年 月 日 ～ 令和 年 月 日

滞在所：

共同研究参加者数：7 名（所外 5 名，所内 2 名）

・大学院生の参加状況：名（修士 名，博士 名）（内数）

・大学院生の参加形態 []

研究及び教育への波及効果について

本研究は日台の研究者が構築できた研究体制や成果を活用し、高知県四万十町や台湾の土砂災害における研究現場から、地域間交流ワークショップオンライン「地域防災プラス交流会」を開催する企画につながった。「地域防災プラス」とは、地域で単に防災の取り組みを実施することではなく、地域が行われてきたまちづくり活動と防災を組み合わせることである。以上の地域間交流を通じて、日本と台湾の地域防災におけるそれぞれの課題解決や研究に対する知見共有を目指す。また交流会の準備や開催、両地域の住民が防災の取り組みに対するモチベーションの向上につながると考えられる。交流会は新型コロナウイルスの影響を受けて延期となり 2022 年夏頃に開催予定である。

研究報告

(1)目的・趣旨

本研究の目的は、日本と台湾の研究者が連携し、両国の土砂災害の地域防災がどのような社会的要因から実施され、どのような特徴を持つのかを分析することを通して、土砂災害に対するコミュニティ防災政策の差異を明らかにするとともに、互いに今後必要な政策や視点について探求することである。

(2)研究経過の概要

令和 2 年度は、新型コロナウイルスによって国際的な移動の制限があるため、本来予定の台湾の研究者を日本に招聘することが遂行できなかった。その代わりに、月 1 回計 9 回のオンライン会議を開催し、日本と台湾の土砂災害の制度を比較・議論した。

令和 3 年度では、日台は新型コロナウイルスの蔓延・拡大で、国際的な移動の制限で招聘が実施できなかった。その対策として、日台の研究者が高知県四万十町や台湾の雲林県古坑郷などの土砂災害における研究現場から、地域間交流オンラインワークショップ「日台地域防災プラス交流会」の開催を計画した。「地域防災プラス」とは、地域で単に防災の取り組みを実施することではなく、地域が行われてきたまちづくり活動と防災を組み合わせることである。プラスの意味とは、①「平常時」のまちづくり活動によって結成されるネットワークや備蓄される資機材が「災害時」に力を発揮すること、②住民は自分たちにとってのプラスとは何かを考えることである。ワークショップの内容は、地域住民の避難訓練の中継、防災ゲームの共同実施、関係者の意見交換等を検討した。2022 年 2 月 17 日に開催予定だったが、蔓延防止等重点措置により、延期となった。2022 年の夏に開催を予定している。

(3)研究成果の概要

本研究では、日台の研究者が土砂災害にかかわる社会的背景、制度、法律、歴史をふまえた議論を継続し、両者の視点について

て、以下のようにまとめた。日本では、消防団や自主防災などの地域内で防災活動を行う歴史が長く、住民が主体となった防災活動の体制が構築されている。その中で、自治体や専門家の役割は地域の要請に応じて、サポートする立場となる。また、地区防災計画などの地域防災に関わる制度が生まれ、「制度」を中心に地域防災の活動が継続している。台湾では、日本に比べ地域防災の取り組みを始めて日が浅い。中央政府と地方政府そして自治体が専門家チームを派遣し、地域の防災活動をリードする。一方、地域内では、土石流防災専員、村長の特定の「人」が中心に地域の防災を活発化させ、避難体制の整備を対応できる柔軟性がある。しかし、制度が十分に整っておらず、活動を継続する基盤が不足している。他方で、日本は自主防災組織の衰退や行政・専門家と地域住民の連携不足などの課題がある。そこで、特定の「人」を中心とした地域の防災避難体制を作ってきた台湾の手法は参考になる。防災活動の継続力が不足している台湾の問題については、地区防災計画のような地域防災を制度化する日本の在り方から学ぶ部分がある。

(4)研究成果の公表

Fuhsing LEE・竹之内健介・巫仲明・許瓊文・矢守克也，社会文化の視点からみる地域土砂災害の防災制度一日台比較を通じて，令和2年度京都大学防災研究所研究発表講演会，2021年2月24日

李翥昕・竹之内健介・巫仲明・許瓊文・矢守克也，土砂災害に対する地域防災のステークホルダーの関係性について一日台の比較を通じて，第40回日本自然災害学会学術講演会，2021年9月12日

長期滞在型共同研究 (課題番号 : 2021L-01)

課題名 : 歴史的な地震記録の研究とオンライン講義

研究代表者 : 金森 博雄

所属機関名 : カリフォルニア工科大学

所内担当者名 : 山田 真澄

滞在者 (所属) : 滞在なし

滞在期間 : 滞在なし

滞場所 : 滞在なし

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 (修士 0 名, 博士 0 名) (内数)

・大学院生の参加形態 []

研究及び教育への波及効果について

地震や火山、建築など分野を超えた研究者とオンラインで交流することにより、異分野間での有意義な情報交換ができた。
本共同研究により、学際的な研究を行うためのネットワークづくりができた。

研究報告

(1) 目的・趣旨

本研究では、京都大学防災研究所阿武山観測所における地震波形記録の収集・解析を行うこと、防災研究所において地震学および歴史的な地震観測記録に関する講義を行い、講義の様子をビデオ撮影してオンラインの講義資料としてアーカイブすること、また地震学者と地震工学の研究者との議論を通じて、学際的な研究の推進を行う。近年では地震の解析はデジタルデータを利用して行われているが、地震波形がデジタルで記録されるようになったのは阪神大震災以降であり、古い地震の解析結果は非常に限られている。紙の記録を利用する事により、古い巨大地震の解析が可能となり、再現期間の非常に長い地震の将来の予測に貢献できる。阿武山観測所は 1930 年に創設され、1933 年からウィーヘルト地震計での観測が行われてきた。これらの記録を利用して、世界の M8 以上の巨大地震や、日本近辺での M7 クラスの地震の解析を行う。

(2) 研究経過の概要

本年度の渡航を検討したが、コロナ禍のためアメリカからの渡航が困難で滞在はできなかった。そのため、オンラインでの議論やミーティングを行った。古い地震波形記録を補完する阿武山観測所に行くことはできなかったため、1883 年アタク・クラカタウ火山 (インドネシア) の噴火記録や 1991 年ピナツボ火山 (フィリピン) の噴火記録、1980 のセント・ヘレンズ山 (アメリカ) の噴火記録についての議論を行った。また、京都大学工学研究科や大崎総合研究所、防災研究所と合同でオンラインセミナーを行った。

(3) 研究成果の概要

2022 年トンガの火山噴火は、1883 年アタク・クラカタウ火山の噴火と同様、火山によって発生した衝撃波が地球表面を伝播するときに津波を発生させたことが分かった。この衝撃波は通常の津波よりも距離による減衰が小さいため、日本のような遠方で

も 1m を超える大きな津波が観測された。

オンラインセミナーでは、大阪(日本)の耐震設計の取り組みについて工学研究科の林教授が研究発表を行った。地震動をいかに想定するか、またどのように耐震設計に生かすかについて、活発な議論が行われた。

(4)研究成果の公表

学会等で 2022 年トンガの火山噴火に関する解析結果を発表する予定である。

Long-term Research Visit (Project No.: 2021L-02)

Project title: 土地被覆変化がパラグアイの地域気候に及ぼす影響とその気候変動における役割

Effects of land cover change on the regional climate of Paraguay and its role in climate change.

Principal Investigator: Alicia PAVETTI INFANZON

Affiliation: Department of Civil, Industrial and Environmental Engineering, Faculty of Science and Technology, Catholic University of Asuncion

Name of DPRI CP (contact person): Kenji TANAKA

Research period: 08.16, 2021 ~ 02.20, 2022

Research location: Asuncion, Paraguay (visit to DPRI was not realized due to COVID-19 pandemic)

Number of participants in the collaborative research: 2 (DPRI: 1 non-DPRI: 1)

- Number of graduate students: - (Masters: Doctoral students:) (Included number)

- Participation role of graduate students []

Anticipated impact on research and education

Better understand the impact of observed land cover change on regional climate, specifically in the Paraguay region, considering the effects of different hydrometeorological conditions. Further understanding of the role of land cover change as human-induced climate forcing and its influence on climate change through land-atmosphere interaction.

Research report

The purpose of this research is to assess the impact of observed land cover change on the climate of Paraguay and understand the role of landscape transformations as a human-induced climate forcing along with its influence on climate change through land-atmosphere interactions. The methodology involves running a numerical weather prediction model coupled to a land surface model, known as CReSiBUC, to perform simulation experiments with different land cover scenarios and atmospheric forcing (i.e., present conditions and/or past conditions), and thus isolate the effects of land cover change in the study region over its climate while also studying the role of the transformations of the landscape in climate change.

Research of this nature requires special attention to the preparation of input fields, such as static parameters and atmospheric forcing, and initial conditions, in particular initial soil moisture. This is mainly because the veracity of model simulation is only as good as the accuracy of the input data, thus improper initialization of soil moisture in land surface models, and in consequence in land-atmosphere coupled models, can lead to false trends or inaccurate outputs.

In order to address this issue, we opted to perform a series of off-line simulations with SiBUC, which is the land surface model that resolves the physical processes that partition precipitation and solar radiation in the ground, and it is an integral part of the land-atmosphere coupled model CReSiBUC. These simulations were performed in a period that spans 10 years, from 01/01/2001 to 31/12/2010, at a spatial resolution of 20km for a domain that covers all South America (latitude 60°S to 10°N, longitude 120°W to 0°) and will be used as initial state fields for the land use change simulation experiments with CReSiBUC. The reason behind this approach is based on the literature that stated that the climatology of models is highly determined by its physics and thus the most suitable initial conditions are not always those observed in nature as perfect depiction of the earth but rather sets of state fields derived from long-term simulations of a stable land surface model. Furthermore, mesoscale simulations that cover large domains such as the one defined in this research, which have a vast spatial variation in soil types, vegetation class and cli-

mate, do require additional efforts to produce suitable initial conditions that ultimately will improve the quality and accuracy of the outputs from the simulations with the land-atmosphere model since these types of settings often need more time to approach adequate soil moisture, specially arid regions with overly wet or dry initialization environments.

In conclusion, through online discussions and exchanges on the effects of proper initialization of surface states and the implementation of land surface models as a tool to enable better overall outcomes, the activities performed at this stage of the research were mainly focused on the production of adequate initial soil states for the CReSiBUC model and the land-use change simulation experiments. Due to COVID-19 pandemic, the long-term visit to DPRI was not realized in the project period. We tried to communicate through online meeting and emails to exchange the idea and solve technical problems on new numerical codes for initialization process. So, the fund for this long-term visit was used to buy high performance computer. This computer will be utilized for the series of numerical experiments by land-atmosphere coupled model CReSiBUC in 2022.

Long-term Research Visit (Project No.: 2021L-03)

Project title: Application of Diffuse-Field Theory for Velocity Inversion of K-Net Stations by J-SHIS Data and a Telescopic Evolutionary Algorithm (TEA)

Principal Investigator: Iman Ashayeri

Affiliation: Razi University, Kermanshah, Iran

Name of DPRI CP (contact person): Hiroshi Kawase

Research period: June 1, 2021 ~ March 31, 2022

Research location: Razi University, Kermanshah, Iran and DPRI, Kyoto University, Uji, Japan

Number of participants in the collaborative research: 3 (DPRI: 2 non-DPRI: 1)

- Number of graduate students: (Masters: 0 Doctoral students: 0) (Included number)

- Participation role of graduate students []

Anticipated impact on research and education

A new inversion algorithm for shear wave velocity of subsurface structure was developed and examined in 7 K-NET/KiK-net stations.

Research report

(1) Purpose

A geophysical analysis of observed strong motions provides insight into the ground structure that is essentially needed for the earthquake risk identification of populated and/or industrial cities. This research will investigate the strong motion records at selected sites of K-Net/KiK-net stations and applies a newly developed algorithm for ground structure identification based on diffuse-field concept by Kawase et al. (2011).

The new evolutionary algorithm that is named telescopic evolutionary algorithm (TEA), is developed for the inversion of the spectral ratio of the horizontal to vertical components of the strong motions (eHVSr), based on the diffuse-field concept (DFC). We verified TEA by the synthetic eHVSr curves from the literature, and examine its convergence stability with respect to the independent variables of the algorithm. Furthermore, this study presents application of TEA in the inversion of eHVSr curves for the shear wave velocity of the subsurface structure down to the seismic bedrock at seven stations of K-NET/KiK-net strong motion networks in Japan. In the course of this study, the corresponding geological maps of the regions from Geological Survey of Japan (GSJ) as well as the site condition database of K-NET/KiK-net, and Japan Seismic Hazard Information Station (J-SHIS), are processed. Afterward, TEA is applied to retrieve Vs profiles of the subsurface structures at these stations, in order to highlight the performance of TEA at various geological settings.

Seven stations of this study are in Hokkaido (HKD073), Miyagi (MYG001, MYG006, MYG014), Chiba (CHB001, CHBH14), and Gunma (GNM016) prefectures (Fig. 1).

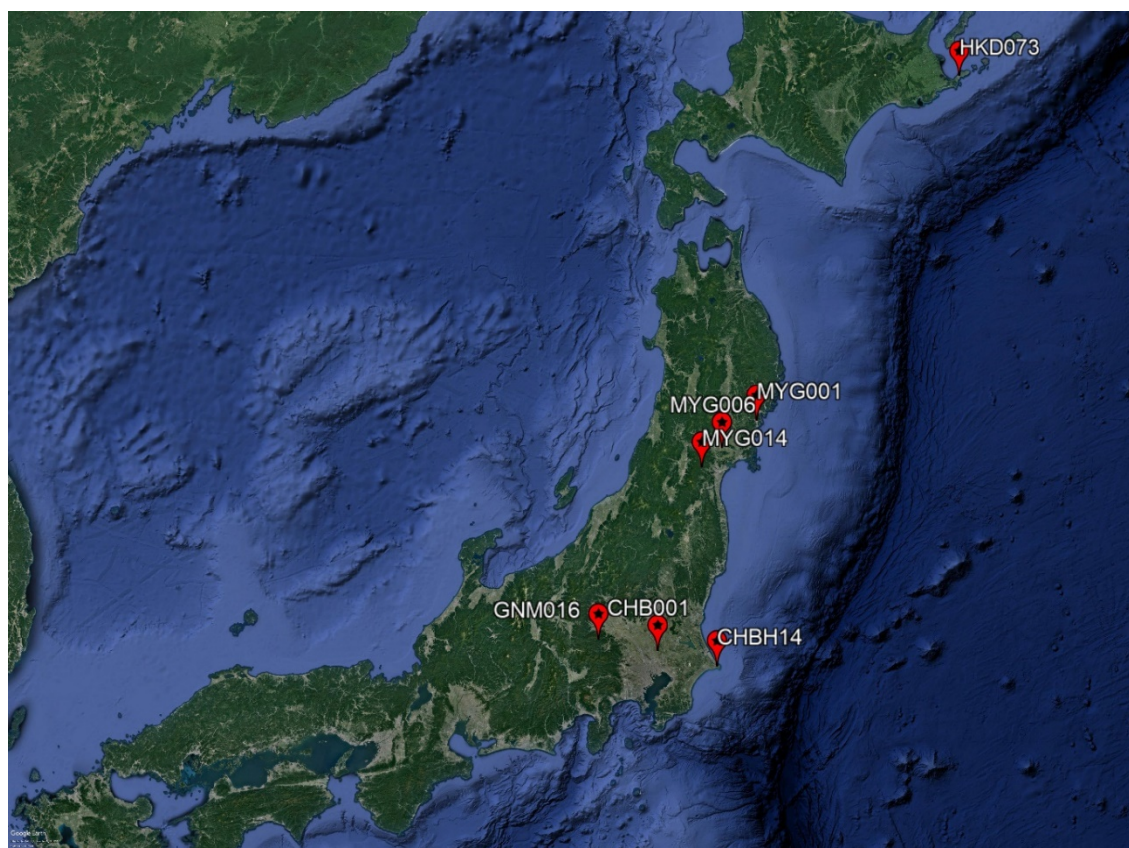


Fig. 1, The location for the K-NET and KiK-net stations of this study

The project investigates the following aims.

- a) Calibration of J-SHIS' maps of subsurface structure at selected stations.
- b) Evaluate the 2D site structure by observing inversion of eHVSr at two directions (i.e., NS/UD and EW/UD) by the application of TEA.
- c) Comparing TEA and Hybrid Heuristic Search (HHS, Yamanaka 2007) at some of the selected stations.
- d) Presenting important site proxies from the retrieved subsurface structures at the stations.

(2) Summary of research progress

With respect to pandemic conditions of COVID-19 throughout the world, the researchers of the project decided to perform most of the jobs remotely. Hence, full investigation was performed for the seven stations in Fig. 1. A manuscript was prepared and submitted to the high rank Journal of Soil Dynamics and Earthquake Engineering (Elsevier) that is taking review process since 20 March 2022.

It was planned and arranged that the PI can visit DPRI and perform some site investigations with the following aims.

- a) Negotiating with research hosts in DPRI on the development of TEA.
- b) Performing a couple of site visits from additional K-NET/KiK-net stations in Kyoto district (e.g., KYT012 and KYTH08) and performing measurements of microtremors.
- c) Performing eHVSr analysis as well as mHVSr for these stations from strong motion and microtremor records, respectively.
- d) Applying TEA and HHS for the velocity inversion at these stations. Comparing the results, drawing conclusions and applying required modifications.
- e) Applying the inverted velocity structure of these stations for deconvolution of strong motion records to bedrock.
- f) Preparing the visiting report and draft of a manuscript.

The visiting period was arranged by PI and the hosts at DPRI from January to February 2022, but it was suspended because of the Japan's border ban at that period. The researchers agreed to arrange the visiting as soon as the tough pandemic situation is removed, like in August-September 2022.

(3) Summary of research findings

The authors would like to highlight the remarks of their study as followings.

- TEA is a new algorithm for solving the problem of velocity inversion with verified and stable results and adequate flexibility of performing precise and costly or rough and fast analyses.
- TEA is able to provide reasonable velocity profiles from eHVSr down to the seismic bedrock that is more important for the identification of deep-bedrock subsurface structures.
- TEA can be used as a tool to retrieve important site proxies for strong motion stations that will help future investigations on seismic microzonation and development of site specific design spectra.
- TEA was examined to be applicable for the velocity inversions at sites with wide range of geological conditions as long as we have three components of seismic motion data along with suitable geological and borehole data.

(4) Publications of research findings

The manuscript is attached to this report. However, this manuscript is now under review so that it is not appropriate to post on the website, including Kyoto University's repository at this moment.

Short-term Research Visit (Project No.: 2021S-01)

Project title: Understanding Climate Induced Ground Water Drought in Northeast Bangladesh: A Meteorological Study

Principal Investigator: Md. Kamruzzaman

Affiliation: Department of Civil Engineering, Rajshahi University of Engineering & Technology (RUET)

Name of DPRI CP (contact person): Enomoto, Takeshi

Research period: Jan. 05, 2022 ~ Jan.24, 2022

Research location: Department of Civil Engineering, Rajshahi University of Engineering & Technology (RUET), Rjshahi – 6204, BANGLA-
DESH

Number of participants in the collaborative research: 5 (DPRI: 2, non-DPRI: 3)

- Number of graduate students: 1 (Masters: 1, Doctoral students: 0) (Included number)

- Participation role of graduate students [Data Analysis]

Anticipated impact on research and education

Prediction of acceleration of groundwater drought will arouse people a sense of crisis, and drive authorities to countermeasures against the drought such as digging ponds and canals.

Research report

(1) Purpose

The purpose of our research is to investigate how past climate change has accelerated groundwater drought (GWD) in the Northwestern districts of Bangladesh and to forecast how future climate change accelerate GWD in the area.

(2) Summary of research progress

In Barind tract, which is suffering from terrible shortage of drinking and domestic water, three representative districts are chosen as the study area. About the area, change in land cover has been analyzed by classifying satellite images. Then the progress of water scarcity was simulated using the depletion of groundwater table data and the change in land cover. The results were also cross checked with hydrological data.

(3) Summary of research findings

The result of the research indicates a foreseeable drought scenario with the transitional climate change in northwestern Bangladesh.

(4) Publications of research findings

The following papers will be published.

“Assessing the Spatial Interconnection between Climate Change and Ground Water Depletion in Rural Bangladesh”

“Climate-Induced Groundwater Drought Monitoring in Northwestern Bangladesh Using GIS and Remote Sensing”

“Ground Water Drought Monitoring by Land Cover and Meteorological Data Analysis in Northern Bangladesh”

地域防災実践型共同研究（一般）（課題番号：2019 P-01）

課題名： 大規模噴火に伴う大量降灰に対する病院避難体制の構築

Establishment of hospital evacuation system in case of heavy ashfall due to large volcanic eruption

研究代表者： 高間辰雄

所属機関名： 鹿児島大学病院

所内担当者名：井口正人

研究期間：平成31年 4月 1日 ～ 令和 3年 3月31日

研究場所：鹿児島大学病院 鹿児島市立病院

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）

・大学院生の参加形態 []

研究及び教育への波及効果について

<教育への波及効果>

（1）2021年12月11日 南海日日新聞 2022年1月16日号

奄美市立小宿小学校 避難所運営ゲーム施行

病院避難のシナリオを盛り込み、災害啓発を行ったことにより、教育的効果を見出した。これには、火山版避難所運営ゲームを行っている、始良市ジュニアリーダーも講師として参加しており、県内全体での小学生・中学生・高校生からの防災教育につながっている。

（2）2021年1月9日 第51回桜島火山爆発総合防災訓練 城西中学校（グラウンド）

火山防災教育および展示訓練を行い防災教育をおこなった。桜島横山町・桜島小池町住民及び開催の城西中学校校区の原良・西田地区住民と、防災関係機関 35 団体・約 280 人の中の 1 団体として展示訓練を施行した。訓練見学者は、城西中学校の生徒（約 740 人・時間帯を分散して見学）であった。ブースを見学してくれた中学生に対し、桜島版避難所運営ゲームの説明および病院避難となりうるシナリオを提示することができ防災教育としての教育効果を生み出している。

（3）2022年3月7日（月）旭化成ファーマ社員研修会 講師：高間

（株）旭化成ファーマの社員 24 名に向け、Web 講演会を開催した。講師：高間辰雄 鹿児島における災害「桜島大規模噴火・離島における津波災害」に関して、と題して講演を行い、病院避難シナリオを提示し、桜島大規模噴火時の対応に関し、成人教育を行い、防災教育としての教育効果を生み出している。

（4）2019年11月22日 第5回大隅地区救急カンファレンス 池田病院 での講演 講師：高間

「南海トラフ地震」発生時、東海、近畿、四国地方のほか、大隅地域も津波による大きな被害が予想されること、さらに最近活動を活発化させている桜島が、「大正大噴火」並みの噴火を起こした場合、大量の降灰により主要道路が寸断され大隅地域が孤立し、病院避難が発生する恐れがあることを講演し、池田病院職員、大隅地域の救急救命士、消防職員、市内看護学生など約 130 名に、防災教育を行った。

（5）2021年8月4日 奄美新聞

広域災害救急医療情報システム「EMIS」（イーミス）入力訓練・講演会を県立大島病院救命救急センターで行った

(講師：高間)。「鹿児島県の災害 孤立との闘い」と題してについて講演し、「南海トラフ地震」や「桜島大規模噴火」における病院避難シナリオに関して、講演の後、実際に EMIS を行って実地訓練を行った。奄美群島の病院等 9 医療機関と奄美市などの行政、消防関係者ら約 40 人が参加。病院避難シナリオの実地訓練を行うことで、防災教育を行った。

(6) 2021 年 7 月の Progress in Medicine 41 巻 7 月号 (ライフ・サイエンス 東京) 著者：高間辰雄
紙上において桜島大規模災害時の降灰における健康被害と、降灰による病院機能の停止、薬剤の枯渇に関して言及し、桜島大規模噴火における防災教育を行った。

(7) 2021 年 6 月 20 日、2022 年 3 月 26 日 27 日 「こども消防士育成プロジェクト」
始良市消防本部および始良市教育委員会にて開催された上記プロジェクトにおいて、桜島大規模噴火を想定した避難所運営ゲームを行い、病院避難シナリオを提示。(講師：高間) 小学生 34 名を対象に桜島大規模噴火時に生じる、病院や社会の孤立に関して、防災教育を行った。

<社会への波及効果>

これらの取り組みの結果、2021 年度日本医師会防災訓練(災害時情報通信訓練) 桜島噴火災害想定訓練が 2022 年 3 月 18 日に日本医師会全体の訓練として WEB 開催で行われた。桜島大規模噴火が全国規模の災害訓練の想定シナリオとなるのは、平成 30 年度九州・沖縄ブロック DMAT 訓練(2018 年 11 月 10 日)以来であり、全国の医師会会員に対して、桜島大規模噴火が医療にもたらす様々な問題を提示することとなり、桜島大規模噴火における、全国からの支援体制構築に関する大きな一歩となった。

研究報告

(1)目的・趣旨

桜島の大規模噴火に伴う大量降灰時に発生しうる病院の機能低下と、それに伴う病院避難に関して、鹿児島県下の各病院への調査を中心に行い、大量降灰下の病院避難体制の構築を図ることを目的とする。また、予測される病院避難の状況を医療従事者に周知し、備蓄体制や受援体制の強化を図り、強靱な災害時医療体制の構築を目指すものである。

(2)研究経過の概要

2019 年より研究を開始。研究対象として、広域災害救急医療情報システム「EMIS」(イーミス)に入力された鹿児島県下の各医療機関の基本情報をもとに調査を行った。また、2019 年にイタリアのナポリにおけるヴェスビオ火山災害時の医療体制の見学、インドネシアのメラピ山火山災害時の医療体制の見学を行い、都市部に近い火山の噴火における災害時医療体制に関して知見を深めることができた。これらをもとに、桜島大規模噴火災害時における医療体制の研究・構築を行う予定である。

(3)研究成果の概要

これに先立ち、鹿児島県医師会にて EMIS 入力訓練を行い、基本情報を広く多くの病院に入力していただいた。基本情報入力率 81% (前年 60%) であり、多くの病院が、食料・水・燃料に関して 3 日分の備蓄を有し、孤立に対して 3 日間は耐えることができることが判明した。また、イタリアのナポリにおけるヴェスビオ火山災害時の医療体制の見学、インドネシアのメラピ山火山災害時の医療体制の見学から得た知見をもとに、鹿児島における災害医療体制の問題点を考察し、各種学会に報告した。

今後の研究の方向

令和 2 年の鹿児島県・熊本県豪雨災害等により、よりリアリティのある基本情報が入力されたことにより、再度データを取得し、

精度の高い備蓄状況を確認し、集計を行っていく。また、2018年に施行された、鹿児島市桜島道路啓開作業検証実験の結果をもとに、県内各地の主要道路啓開に至る日数を算定し、本当に必要な備蓄の日数を計算していくこととする。

(4)研究成果の公表

論文

(1) 災害時（大震災や集中豪雨など）の経験から学ぶ漢方の役割 高間辰雄 Progress in Medicine : 2021,41.p44-49

(2) 桜島大規模噴火を想定した事前病院避難訓練の報告 九州救急医学雑誌:2019,19.1.p68-71

学会発表

2019年6月 日本救急医学会九州地方会 北九州市

「大量軽石・火山灰を想定した車両走行・道路啓開作業検証実験が鹿児島の災害医療にもたらしたものと今後の展望」
黒岩賢彦 高間辰雄 石峯康浩 馬場瑞樹 中 豊司 星野泰啓 吉原秀明¹

2019年6月 日本救急医学会九州地方会 北九州市

「桜島大規模噴火を想定した事前病院避難訓練の報告」
永田千代美 有蘭京子 高間辰雄 吉原秀明 山本むつみ

2019年3月 日本災害医学会総会 鳥取

「桜島噴火に伴う降灰災害時における病院食糧備蓄量の検討」
高間辰雄 梅田幸希 下野謙慎 大西広一 吉原秀明

2019年3月 日本災害医学会総会 鳥取

{桜島噴火を想定した病院災害訓練}
高間辰雄 梅田幸希 下野謙慎 大西広一 吉原秀明

2020年2月 日本災害医学会総会 神戸

「大規模噴火時における火山災害医療のリアリティ 鹿児島と、姉妹都市ナポリの比較から」
高間辰雄 吉原秀明

2020年2月 日本災害医学会総会 神戸

「火山版避難所運営ゲーム（HUG）の作成 火山防災トップシティとしての取り組み」
高間辰雄 松成裕子 今村圭子 垣花泰之 中 豊司 幸福 崇 前野律江 山内博之 大山あゆみ 吉原秀明

2021年10月 高カリウム血症 Online Symposium ～災害・救急対策を中心に～ パネルディスカッション

「災害時における高カリウム血症対策について」
高間辰雄

地域防災実践型共同研究（一般）（課題番号：2019 P-02）

課題名：市民共働のための河川水位センサーの開発と予測システムの開発

研究代表者：森山 聡之

所属機関名：福岡工業大学

所内担当者名：中北 英一

研究期間：平成31年4月1日～令和4年3月31日

研究場所：二級河川樋井川（福岡市）

共同研究参加者数：2名（所外1名，所内1名）

・大学院生の参加状況：0名（修士 名，博士 名）（内数）

・大学院生の参加形態 []

研究及び教育への波及効果について

コロナ禍のため「市民共働」の部分はほとんど実施できなかったため、段波対応の水位センサーの開発を行い、製品化へ大きく前進した。

研究報告

(1)目的・趣旨

平成30年度西日本豪雨のみならず平成29年北部豪雨も含め、近年の豪雨災害では、以下の様な現象が注目されている。

- 1 土石流が途中で停止せず、河道を流下して甚大な被害を出したこと。
- 2 天然ダムが形成された後、それが崩壊して通常の洪水より大規模な段波現象になり、被害が拡大したこと。
- 3 ダムからの放流が急激な段波現象になり、放流の情報の伝達の不備(遅延)と相まって、被害を出したこと。
- 4 避難遅れによる、甚大な被害が発生していること。以上のような段波発生直後に、それを感知し、被災が想定される地区へ情報伝達し、ぎりぎりでの回避行動を促すことが最終手段として必要と考えられる。このために、安価な河川水位センサーを多数配置し、下流側の水位を予測し、これを住民に直接伝達するシステムの調査研究を行う。ここで、住民の逃げ遅れが指摘されていることから、住民に防災の一翼を担っているという意識を持っていただくために、住民でも安価に設置・管理が可能な水位センサーを開発する。ここまでは多くのIoT技術者が考え付くことであり実際に <http://river.network/>では既に実現している。さらに上流側の河川水位の変動と流下速度から下流側の水位変動と時刻を予測することは容易では無い。

(2)研究経過の概要

流域治水で2010年ごろから市民と連携していた樋井川流域で、本研究を住民とともに実施しようとしたが、残念ながらコロナ禍で果たせず、また学内における実験も、なかなか行えなかった。3年目ようやく人間を段波に見立てて学内で実験を行い、2つのセンサーの時間差で速度の検出を試みた。

(3)研究成果の概要

消費電力が少なく、リアルタイムOSで動作するため安定であるSONY SPresense CPUボードで開発を行った。GNSS受信機を内蔵しているため、リアルタイムクロックを高精度で校正しつつ、水位を非接触で測定することができた。これを2台約4メートル野市に設置して、人間に反射板を掲げさせ、歩行したところ、ピークの時間差から約1m/sで移動していたことが検出できた。

(4)研究成果の公表

中島暁翔・森山聡之、Spresense による IoT 水位計の開発、信学技報, vol. 121, no. 326, ICTSSL2021-42, pp. 60-63, 2021

中島暁翔・森山聡之、IoT 水位計の改良について、令和 2 年度自然災害研究協議会西部地区部会発表論文、pp21-24 2022

地域防災実践型共同研究（一般）（課題番号：2020 P-01）

課題名：南海トラフ地震「臨時情報」の有効活用を目指した地区防災計画策定研究

研究代表者：徳廣誠司

所属機関名：高知県黒潮町役場

所内担当者名：矢守克也

研究期間：令和2年4月1日 ～ 令和4年3月31日

研究場所：高知県黒潮町

共同研究参加者数：10名（所外6名，所内4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 [地域防災活動に関する参与観察、ヒアリング調査、資料整理・分析など]

研究及び教育への波及効果について

研究面では、黒潮町役場と防災研究所の所内担当者が所属する研究室で継続的に実施している「黒潮町地区防災計画プロジェクト」を補完する形で、特に、臨時情報の普及・啓発を軸とした地区防災計画プロジェクト（産官学連携プロジェクト）の推進に大きなインプットとなった。また教育面では、計6名の大学院生が本プロジェクトに実質的に参加し、特に、うち2名は本プロジェクトによる研究成果が修士論文および博士論文の内容に生かされており、こちらの面でも大きな波及効果があった。

研究報告

(1)目的・趣旨

南海トラフ地震・津波による被害の軽減は、日本社会にとって最大の防災課題の一つである。「臨時情報」は被害を大幅に軽減しうる仕組みとして、2017年11月に導入され、その後、政府から「防災対応検討ガイドライン」も公表された。本情報は一種の地震予測情報であるため、大きな減災効果をもたらすと同時に、情報をめぐる流言、パニック的な避難行動、経済活動への打撃など大きな副作用も伴っている。そこで、本研究では、「臨時情報」を減災に資する情報として有効活用するための方策を、特に避難困難者の（事前）避難プランに焦点をあて、コミュニティ単位の「地区防災計画」として策定するための地域防災実践研究を進めた。

(2)研究経過の概要

(a)上述の「黒潮町地区防災計画プロジェクト」と歩調を合わせて、「臨時情報」に関する普及・啓発マテリアルの開発作業を行った。

(b)別途開発した津波避難訓練支援アプリ「逃げザトレ」を利用した「臨時情報」発表時の事前避難の必要性に関する診断を行うための〈評価システム〉の開発研究を行った。

(c)「臨時情報」対応だけでなく、行政と地元住民が共同で地区防災計画プロジェクトを推進することができる参加型対応計画策定のフレームワークを提案し、それを水平展開させるためのツールの開発を行った。

(3)研究成果の概要

(a)「臨時情報」に関する普及・啓発マテリアルの開発作業については、ビデオ教材の「臨時情報、どうする、あなた？」（高知県黒潮町）を完成させ、その効果に関する検証作業を実施した。

- (b)《評価システム》の開発については、防災科学技術研究所の協力のもと、南海トラフ地震に関する膨大な想定シナリオの中から、臨時情報発表時（「半割れ」ケース）に発生する確率が高いシナリオを「R 想定」として同定した上で、それを実装した《評価システム》のプロトタイプを完成させた。
- (c)地区防災計画プロジェクトを推進に資する参加型対応計画策定のフレームワークを水平展開させるためのツールとしては、「地区防災計画ビデオシリーズ：まねっこ防災のアプローチ」として計 6 本のビデオ教材を完成させた（黒潮町公式ホームページ上で公開済）。また、防災活動と地域振興の同時推進を図ることをねらいとしたナッジ型ツール（スマートフォンアプリ）も開発した。

(4)研究成果の公表

上記の研究成果は、以下の論文、報告等を通じて公表した。

- ・中野元太・矢守克也・クラウ, L. (印刷中) 防災ナッジの概念整理～Nudge or Judge? それが問題だ～ 自然災害科学, 41
- ・Clau, L., Nakano, G. and Yamori, K. (2022). Investigating the acceptability and effectiveness perception of nudges for disaster risk reduction efforts in Japan. *Journal of Integrated Disaster Risk Management*, 11(2), 57-77.
- ・杉山高志・矢守克也・ト部兼慎・西野隆博・中村洋光・土肥裕史 (2021) 南海トラフ地震の「臨時情報」発表時における事前避難分析ツールの開発—自治体職員に対するインタビュー調査を踏まえて— 信学技法, 121(49), 26-31.
- ・矢守克也・中野元太 (2022) 「ポスト東日本大震災／プレ南海トラフ地震」について再考する 自然災害科学, 40, 427-439.
- ・矢守克也・杉山高志 (2021) 「クロスロード」を用いた〈二者択一〉の克服—新型コロナ感染症と南海トラフ地震の臨時情報対応をめぐって— 地区防災計画学会誌, 21, 64-74.
- ・矢守克也・舟橋宗毅・岡田夏美・原夕紀子・中野元太 (2021) 巣ごもりフィールドワーク—コロナ禍におけるリモート防災実践の現場から— 質的心理学研究, 20, S16-S21.

地域防災実践型共同研究（一般）（課題番号：2020 P-02）

課題名：地域特性に応じた小技術を用いた治水・環境調和型の河道維持手法の開発

研究代表者：瀧 健太郎

所属機関名：滋賀県立大学 環境科学部

所内担当者名：田中賢治

研究期間：令和2年4月1日 ～ 令和4年3月31日

研究場所：家棟川（滋賀県野洲市）、大宮川（滋賀県大津市）、吉川川（滋賀県守山市）

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： 名（修士 名，博士 名）（内数）

・大学院生の参加形態 []

研究及び教育への波及効果について

本研究には学部生が積極的に参加した（参加学生の複数が大学院に進学）。また、ほとんどの活動には社会人だけではなく小学生～高校生、他大学の学部生・大学院生も多数参加し、河川技術を習得・活用した。将来の進路選択に影響を与えていると期待される。また、滋賀県では令和3年度から環境配慮型河道管理マニュアルの検討が進められており、本共同研究の成果が活用されている。このほか、研究成果の一部について、土木学会河川技術論文集に投稿するとともに（投稿中）、令和4年度河川技術シンポジウムで発表する予定である。

研究報告

(1)目的・趣旨

中小河川では維持管理費が慢性的に不足しており、効果的・効率的に河道を維持管理するための体制・技術の確立が求められている。このような中、研究機関・住民団体等との連携と、それを支える「小さな技術」（臨機応変に小規模掘削や簡易な構造物（魚道・水制工等）設置を行う等）の活用が注目されている。本研究は、滋賀県周辺の中小河川での事例研究を通じ、一般に適用可能な「小さな技術」による協働型河道維持管理システムのあり方を模索する。

(2)研究経過の概要

令和3年度は、大宮川、家棟川・童子川・中ノ池川、吉川川（滋賀県）、岩屋川（京都府）において、地域住民・団体および行政と連携し、「小さな自然再生」（<http://www.collabo-river.jp/>）の技法を活用した河道管理を実地に試行した。その際には、京都大学防災研究所が所有する emRiver（<https://emriver.com/>）を用いた模型実験および iRIC（<https://i-ric.org/>）を用いた数値実験を積極的に活用した。令和4年度は上記に加え、米川（滋賀県）、大手川、美山川（京都府）にも支援範囲を拡大した。また、各地の実践例を踏まえ、地域住民・団体が主体的に実施する河道維持管理の要点を整理した。

(3)研究成果の概要

研究機関・住民団体等が「小さな技術」で河道管理に参画することで、バランスよく治水・環境を両立した維持管理を持続できることが分かった。また、emRiver、iRIC などの一般に利用しやすい実験・解析ツール（以下、「小さな道具」）の活用は、参加者の興味・関心と現象理解を深め、行政（河川管理者）との議論・協働のベースを与えた。各地で進捗の差はあるが活動は継続され河川環境の改善がみられる。また、各地で共通することは、実験・解析と試行の繰り返しを通じ、“改善し続けるプロセス”があることと、そのプロセスを通じて活動を拡大している点である。周辺住民と顔が見える関係の中で、現地でチャレンジを繰り返す（努力する様子・楽しむ様子を見せる）ことで理解・共感・協力が得やすくなる。試行錯誤が参加プロセスそのものである。

り、行政・地域を含めた合意形成のプロセスをも代替する。「身近な河川×小さな技術×小さな道具」が担い手の裾野を広げ、中小河川が抱える慢性的な課題を解決する切り札になるという重要な成果が得られた。

(4)研究成果の公表

- ・佐藤祐一・瀧健太郎・藤岡康弘・水野敏明，中小河川における「小さな自然再生」推進に向けたプロセス構成要素の把握と適用，河川技術論文集，28，2022（投稿中）

地域防災実践型共同研究（一般） 中間報告（課題番号：2021P-01）

課題名：学校再編後も持続発展する地域防災実践に関する研究

研究代表者：西岡健二

所属機関名：四万十町危機管理課

所内担当者名：防災研究所 中野元太

研究期間：令和 3 年 4 月 1 日 ～ 令和 5 年 3 月 31 日

研究場所：高知県高岡郡四万十町

共同研究参加者数：8 名（所外 6 名、所内 2 名）

- ・大学院生の参加状況：0 名（修士 名、博士 名）（内数）
- ・大学院生の参加形態 []

令和 3 年度 実施状況

本共同研究は、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する。今年度は、これまで地域防災の一翼を担ったものの令和 2 年度末で廃校した興津中学校（四万十町興津地区）を、興津ぼうさいミュージアムとして整備し、地域防災活動の拠点化を進めた。同ミュージアムの第一の狙いは、興津地区外の地域・学校が実践の先進事例を学習できる場とし、興津地区外に興津防災を水平展開することにある。第二の狙いは、ミュージアムを興津地区内の防災活動拠点とすることである。今年度は、興津地区の防災実践をまとめたミュージアム館内パンフレットを制作し、地区内外の地域・学校が防災学習で訪問しやすい環境を整えた。結果、地区外から中学校 2 校、小学校 3 校、地区内の小学校や保育所、ガールスカウトなど計約 300 名がミュージアムを訪問した。加えて、同ミュージアムが興津地区内の拠点となるには、防災活動以外の目的でも地域の人々が集う場とすることが望ましい。そこで、興津地区の歴史写真展を興津小学校児童と保護者を対象に実施したところ、地域内でも話題となった。このことから、歴史写真展の実施を介したミュージアムの地域拠点化の可能性を確認した。

令和 4 年度 実施計画

令和 4 年度は 2 つのことに取り組む。一つ目は、興津ぼうさいミュージアムを興津地区内の地域防災拠点化する活動である。令和 3 年度に行った歴史写真展が地域住民らの関心を集めたことから、それをより拡大した歴史写真展を興津ぼうさいミュージアム館内にて実施する。写真展は自主防災組織や興津小学校に加えて京都大学や役場がメンバーとなっている「地域ぐるみの会」が企画・実施を担うことで、ミュージアムの活動拠点化を進めることができる。さらに、訪れる興津地区住民は、写真の観覧とともに興津地区での地域防災実践を知ることができる。

もう一つの取り組みは「教育・防災間連携」から「福祉・防災間連携」への転換を目指すものである。これまで前提としてきた教育（学校）と地域防災の連携は、学校統廃合によって機能しなくなる。そこで、福祉・防災間の連携へと転換する方策を進める。興津地区では、すでに、高齢者の健康づくりに防災対策を組み込む試みを開始している。これをさらに進め、津波避難できる歩行能力の維持・促進を目的としたウォークラリープログラムの作成や、歩行能力に応じた津波避難可能距離を示すマップの作成を進める。これらの取り組みを通して、学校廃校後も持続発展する地域防災体制の構築を行う。

地域防災実践型共同研究（一般） 中間報告（課題番号：2021P-02）

課題名：「災害取材映像」の防災啓発効果とその活用に関する研究

研究代表者：木戸 崇之

所属機関名：朝日放送テレビ

所内担当者名：矢守 克也

研究期間：令和 3 年 4 月 1 日～令和 5 年 3 月 31 日

研究場所：朝日放送グループホールディングス本社 および 協力大学等

共同研究参加者数：15 名（所外 13 名、所内 2 名）

- ・大学院生の参加状況：0 名（修士 名、博士 名）（内数）
- ・大学院生の参加形態 []

令和 3 年度 実施状況

新型コロナウイルスの蔓延により、対面で積極的に意見交換を行うような研究会は行えなかったが、共同研究者が受け持つ授業にて、本研究が題材とする「阪神淡路大震災取材映像アーカイブ」の一部を視聴してもらい、大学生らから感想を集めた。多くは被害の現実には驚き、映像から災害のリアリティを感じつつ教訓を拾い上げており、取材映像には一定の防災啓発効果があることがわかった。しかし一部には、映像の内容に衝撃を受けたという内容もあり、視聴にあたっては心理的な負担があることも明らかになった。

定量的なデータの取得を目指して「阪神淡路大震災の取材映像アーカイブ」のおよそ 2000 クリップの中から、主な被害のテーマ「火災」「建物倒壊」「避難所」「救助」「学校」の 5 つのジャンルに「地震発生の瞬間」を加えた 30 の映像を視聴して、その意義と心理的負担を評価するアンケートサイトを構築した。この調査については、全国の市町村教育委員会や、人口密度が高く都市型震災の被害の恐れがある自治体に案内を送って協力を求め、様々な属性の方に視聴してもらってデータの収集を始めている。

令和 4 年度 実施計画

本年度も共同研究者が受け持つ授業（神戸学院大学・兵庫県立大学・近畿大学・関西大学・京都芸術大学ほか）にご協力を賜り、前年度に構築したアンケートサイトから動画を視聴してもらって、動画ごとの学びや心理的負担の度合いをについてデータを集め、年齢や被災経験の有無などを基準に分類整理する。映像を視聴した後、「大震災で起こること」の具体例として「学び」や「発見」はあったか、映像を見て心に負担は感じたかという 2 つの質問に答えてもらう形式だが、早期に中間集計を行って、データの取り方について再検討し、より標準的に映像評価ができる方法を導き出すことを目指す。

上記の成果を用いて、各動画についてより詳細に評価・分析を行い、「防災動画 e ラーニングサイト」の完成を目指す。翌年度以降、実際の防災講習会や防災授業等で試行して効果を確認し、別の災害の取材映像にも応用できるようにするなど汎用化を視野にブラッシュアップを行う。

地域防災実践型共同研究（一般） 中間報告（課題番号：2021P-03）

課題名：被災当事者による災害伝承についての実践研究

研究代表者：宮本匠

所属機関名：兵庫県立大学大学院減災復興政策研究科

所内担当者名：矢守克也

研究期間：令和3年4月1日～令和5年3月31日

研究場所：宮城県、岩手県、福島県

共同研究参加者数：30名（所外29名、所内1名）

- ・大学院生の参加状況：0名（修士0名、博士0名）（内数）
- ・大学院生の参加形態 []

令和3年度 実施状況

令和3年度は、まず計7回の研究会（5月26日、6月15日、7月20日、9月3日、10月22日、12月16日、1月28日）を主にオンラインで開催し、被災当事者による災害伝承の媒体として、短文形式による手法の意義と可能性について、実際に短文を作成しながら検討を行い、本手法を「3.11からの独り言」と名づけ、それを紹介するパンフレットの作成を行った。また、一般社団法人みやぎ連携復興センターのスタッフ間で「独り言」を作成することで、組織内の相互理解や組織のミッションの確認のようなワークショップ手法としての可能性を検討する場を10月27日に開催した。さらに、町内会やまちづくり組織での活用可能性を検討するために、2月15日には、鹿折まちづくり協議会の会合にて本手法を紹介し、次年度のまち協の活動で本手法を活用してもらう準備を行った。また、これまでの経緯と本手法の意義を検討した論文を、査読付き学術雑誌である質的心理学研究に投稿し、掲載採択が決定した。さらに、2月22日に開催された令和3年度京都大学防災研究所研究発表講演会において、これまでの活動から見てきた研究結果について発表を行った。

令和4年度 実施計画

次年度は、「3.11からの独り言」を、研究会メンバーがそれぞれもつ現場に展開していくことを予定している。すでに、気仙沼市鹿折まちづくり協議会では、まち協に関連する団体のお茶会等での活用を検討が始まっている。また、各地の伝承施設を拠点とした「独り言」の作成WSも呼びかけていく計画であり、気仙沼市東日本大震災遺構・伝承館ではその検討をお願いしているところである。また前年度に作成した本手法を紹介するパンフレットを、より分かりやすい形にデザインし、配布を行いたい。また、本手法に関連するような短文形式での伝承を行ってきた団体や個人が存在することもわかってきたため、それらの取り組みを調査しつつ、当事者にとって本手法のような災害伝承がどのような意味を持つのかについて更なる考察を行い、学会大会等でその結果について報告を行う予定である。

地域防災実践型共同研究（特定）（課題番号：2020R-01）

課題名：漸増型巨大災害リスクに対応する地域防災体制の構築

研究代表者：生田 英輔

所属機関名：大阪市立大学

所内担当者名：西野 智研

研究期間：令和 2 年 4 月 1 日 ～ 令和 4 年 3 月 31 日

研究場所：大阪市立大学・関西大学・兵庫県立大学・人と防災未来センター

共同研究参加者数：10 名（所外 8 名、所内 2 名）

・大学院生の参加状況：0 名（修士 名、博士 名）（内数）

・大学院生の参加形態 []

研究及び教育への波及効果について

南海トラフ地震の発生確率評価が引き上げられ、発生までの切迫感の高まる中、実効的かつ計画的な地震対策を地域のステークホルダーが立案する為の基礎的な研究として、地域防災における漸増型巨大災害リスクに対する認識と対策の現状を明らかにした。研究成果は企業および行政機関に還元し、南海トラフ地震対策の促進に貢献した。

研究報告

(1)目的・趣旨

南海トラフ地震のような海溝型地震の特徴は、時間の経過とともに発生リスクが増加する「漸増性」にあり、時期に応じた対策実行を行うことが理想的であるが、その計画・対策論が確立されていない。本研究では自治体、企業、住民を対象に調査やワークショップを実施し、研究成果の還元から漸増型災害リスクに対応した地域防災の促進を目指した。具体的な防災計画・対策論が不十分な南海トラフ地震対策において、ステークホルダーごとに課題を明らかにし、対策を促進することを目指す意義深い研究である。

(2)研究経過の概要

研究対象とするステークホルダーごとに3つのグループを設置した。自治体グループでは、2020年度に関西及び四国の11府県322市町村（11府県、298市町村回答）を対象とした質問紙調査を実施したうえで、2021年度は和歌山県内のモデル自治体でのデータ整備、ワークショップを実施した。企業グループでは、2020年度に近畿圏上場企業655社（93社回答）への質問紙調査及び11社へのヒアリング調査を、2021年度に全国の中小企業337社（109社回答）への質問紙調査を実施した。住民グループでは、2020年度に大阪府、和歌山県の沿岸18市町の住民1,000名を対象にWEBアンケート調査を実施した。3グループの研究成果を基に、漸増型災害リスクを有する南海トラフ地震対策に適した対策を検討した。

(3)研究成果の概要

各種計画は府県と市町村では整備状況に差がみられた。和歌山県内の2市、2町をモデル自治体として抽出し、各地域の社会・地域環境を予測した資料作成した。ワークショップは和歌山A町の職員が参加し、将来予測データを基にシナリオプランニングとシナリオごとの目標・戦略を検討した。

大企業である近畿圏上場企業では、約40%の企業は南海トラフ地震における事前対策としての戦略・長期計画を有していた。また、BCPでは60%の企業はマグニチュード9クラスの南海トラフ巨大地震も想定していた。一方、中小企業においては、今後数年～数十年で発生する災害に体しては約90%が考慮すると回答したのに対して、今後数百年に一度程度の災害を考慮する回答したのは30%にとどまった。

南海トラフ地震の想定生起時期は内陸直下型地震と同傾向であり、住民レベルではリスク漸増への認識は低いことがわかった。

(4)研究成果の公表

1. 生田英輔, 紅谷昇平, 寅屋敷哲也, 西野智研: 漸増型巨大災害リスクに対する個人の意識と対策, 令和 2 年度京都大学防災研究所研究発表講演会, 2021.2
2. 寅屋敷哲也, 紅谷昇平, 生田英輔, 西野智研: 近畿圏の大企業における将来の災害リスクに備えた事業継続マネジメントの対応実態, 令和 2 年度京都大学防災研究所研究発表講演会, 2021.2
3. 生田英輔・紅谷昇平・寅屋敷哲也・西野智研: 南海トラフ地震に対する個人のリスク認知の時系列分析, 地域安全学会梗概集, No.48, pp.1-4, 2021.5
4. 寅屋敷哲也・紅谷昇平・生田英輔・西野智研: 近畿圏の上場企業における南海トラフ地震に備えた戦略的な事前対策の実態, 地域安全学会梗概集, No.48, pp.109-112, 2021.5
5. 寅屋敷哲也, 紅谷昇平, 生田英輔, 渡辺研司: 近畿圏の上場企業における防災・事業継続の体制と方法—南海トラフ地震に備えた事前対策に着目して—, 地域安全学会論文集, No.40, pp.1-11, 2022.3

萌芽的共同研究（課題番号：2021H-01）

課題名：COVID-19 時代における地域防災と復興の取り組み～日本と台湾の比較を通じて～

研究代表者：李粵昕

所属機関名：日本学術振興会・茨城大学地球・地域環境共創機構

所内担当者名：矢守克也

研究期間：令和 3 年 4 月 1 日 ～ 令和 4 年 3 月 31 日

研究場所：茨城県大洗町、台湾、京都大学防災研究所

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： 名（修士 名，博士 名）（内数）
- ・大学院生の参加形態 []

研究及び教育への波及効果について

本研究は、日本と台湾の被災地における地域防災の取り組みの発展に対して COVID-19 という災害が及ぼす影響を比較し、課題解決に向けた提言を行うことを目的とする。日台の地域社会におけるコロナ禍への対応の違いを比較することで、レジリエントなコミュニティの構築に向けた住民主体の在り方を模索する。本研究に知見は、同じ課題を持つ日台の他の市町村において参照できる。また、現地の住民が防災意識啓発活動を実施できるよう、本研究成果を台湾雲林県の 11 個の自主防災組に発表し、住民から高い評価を得ていた。

研究報告

(1) 目的・趣旨

本研究は、日本と台湾の被災地における地域防災の取り組みの発展に対して COVID-19 という災害が及ぼす影響を比較し、課題解決を提言することである。被災地が、復興過程で必要とされる経済復興、外部者による支援、防災の取り組みなどが、コロナ禍によって停滞している。このような深刻な状況に対して、本研究は、被災地のコミュニティが感染防止や地域防災に関して、主体的な取り組み姿勢があるのかを明らかにする。具体的には、復興過程における東日本大震災の被災地である茨城県大洗町と台湾 1999 年集集大地震の被災地である古坑郷華山村を調査する。

(2) 研究経過の概要

まず、被災地の復興、防災の活動が COVID-19 によってどのような影響が生じたのかを把握する。次に、地域社会・コミュニティはどのように対応したのかを明らかにする。調査方法について、COVID-19 の感染状況の拡大により、すべての調査対象にオンライン調査を行った。震災前後および COVID-19 前後の時期を分けて、ステークホルダー間に形成されたネットワーク及びそれぞれの時期に、復興、防災に関する取り組みの過程と成果、そして新たに生じた課題を整理した。大洗町における調査対象はコミュニティリーダー、自主防災組織・観光協会、行政担当者など計 4 人である。台湾における調査対象は行政担当者、大学関係者 3 人である。

(3) 研究成果の概要

大洗町では、震災後東京オリンピックに向けて、対外の観光収入、イベント開催への依存傾向が強い。一方、地域人口の減少により、アニメのファンや外国観光客を受け入れる体制を整えることは困難だった。大洗町（青年商工会）はコロナ禍において、東日本大震災の復興過程での「風評被害」への対策、主体的に外部支援を得る方法などを活かしている。COVID-19 蔓延以降、対外志向から対内志向という復興の方向性を転換していることに特徴がある。地域向けの取り組みが展開し、地域内部の人間と自然環境とのつながりを再建する契機となった。

台湾では、SARS や集集大地震、モラコット台風などの大型災害の経験を糧にし、日本のように個人単位ではなく、コミュニティ単位（村・里）で防災・防疫の情報を伝達し、対策を実施する。コミュニティリーダー（村長・里長）と自主防災組織が、「3密にならない」ルールに従った上で、地域の特性を活かし、コミュニティ活動を継続した。COVID-19 に対して、政府が抑え込むための厳しい対策を実施している。他方で、地域内で、地域リーダーが積極的にリスクコミュニケーションをとり、住民の不安や混乱を解消した。

以上、日本と台湾の事例から、コロナ禍での地域復興・地域振興では、地域のキャパシティーを超える取り組みを行うことに限界があるという反省点が浮かび上がることである。地域の本来の特性を生かし、感染症対策を含めて、災害に対応できるスタイルを形成していくことである。

(4)研究成果の公表

学会発表

LEE FUHSING, 矢守克也, [復興の次の復興—茨城県大洗町を例に—](#), 令和 3 年度京都大学防災研究所研究発表講演会 2022 年 2 月 22 日

李フシン・矢守克也, [COVID-19 時代における東日本大震災の復興 —茨城県大洗町を例に—](#), 日本質的心理学会第 18 回大会 with ソウル（オンライン）2021 年 10 月 24 日

李勇昕, 動く市民ボランティア—アメリカ・イタリア・台湾・ニュージーランドの国際比較—台湾における市民ボランティア活動—日本災害復興学会 2021 大会分科会 2021 年 9 月 19 日

萌芽的共同研究（課題番号：2021H-02）

課題名： 児童による雪結晶の観察を組み合わせた雪氷防災教育と雪崩研究への活用

研究代表者：宮田秀介

所属機関名：京都大学防災研究所

所内担当者名： 宮田秀介

研究期間：令和3年4月1日 ～ 令和4年3月31日

研究場所： 穂高砂防観測所および高山市立栴尾小学校

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： 名（修士 名，博士 名）（内数）（大学生1名）
- ・大学院生の参加形態 [防災教育の参加およびぼうさい空日記の解析]

研究及び教育への波及効果について

卒業研究の一部として防災教育に参加し、防災教育および関連する取り組み（ぼうさい空日記）による児童間の防災意識のばらつきを解析し、防災教育の効果についても解析した。本共同研究により学生に研究の場を提供するとともに、共同研究者との議論を通じて教育への波及効果があったと考える

研究報告

(1)目的・趣旨

雪崩は時に大きな人的被害をもたらすが、多くは居住地域から離れて発生するため、一般には危険性への認識は低い。穂高砂防観測所の地域では日本最大の雪崩災害である H12.3.27 左保谷雪崩災害が過去に起こっており、土砂災害とともに雪崩災害も防災の重要な対象である。そこで、小学校で雪氷災害に関する防災教育を行うとともに、その成果を雪崩の危険度予測へ活用する手法を開発する。

(2)研究経過の概要

穂高砂防観測所では2017年以降、近隣の高山市立栴尾小学校4年生防災学習において宮田（研究代表者）、竹之内（共同研究者）らが土砂災害に関する授業を4回/年実施してきた。この中では降雨の規模と災害に関する感覚を養うことを目的として、児童が雨の記録をつける活動（「ぼうさい空日記」）も並行して実施してきた。また「ぼうさい空日記」の冬期版として、毎日、児童が学校グラウンドの積雪を採取してデジタルカメラでマクロ撮影する「ぼうさい雪日記」を実施した。これらの活動を通じて、積雪層の中と雪崩の危険性が高くなる気象条件の感覚を児童が身につけることを目指すとともに、日常生活における雪崩に対する意識の変化を確認した。児童が「ぼうさい雪日記」で撮影した積雪結晶について画像解析を行い、結晶構造（粒子のつながり、形状など）の定量評価を試みた。また穂高砂防観測所に安価な降雪粒子観測装置を設置し、降雪の粒子数および粒径分布を観測した。

(3)研究成果の概要

2021年12月10日に栴尾小学校において、雪崩が発生しやすい状況やその素因となる積雪層内の雪粒子の結晶についての授業とぼうさい雪日記のための積雪の採取および積雪粒子撮影方法の実習を行った。今年度は栴尾小学校でも12月より降雪がみられ、児童による毎日の積雪粒子の撮影を実施できた。撮影結果と児童による雪粒子の分類に対して、勝島よりフィードバックすることができた。児童による撮影結果から、雪粒子の形状の種類（雪質）が確認され、児童が撮影した写真は雪質の目視判別に供するものであることを確認した。児童による雪質の分類結果は専門家による分類と概ね一致しており、雪質ごとの形状の特徴を端的に教授することで、児童がこれを理解し分類することが可能であることを確認した。穂高砂防観測所屋上に設置した降雪

粒子観測装置では、複数の降雪事例における降雪粒子の終端速度と粒径との関係を観測した。今後は、児童の写真から結晶構造の解析を進め、市民科学的手法で得られた積雪結晶構造変化情報の雪崩危険度予測技術への活用の可能性について考察する予定である。

(4)研究成果の公表

児童による積雪結晶の撮影と雪粒子の分類の教育的効果について、雪氷研究大会（2022・札幌）にて公表を予定する。

萌芽的共同研究（課題番号：2021H-03）

課題名：自然言語処理技術を用いた全国市町村の地域防災計画の特徴抽出と課題発見手法の開発

研究代表者：和泉 志津恵

所属機関名：滋賀大学 データサイエンス学部

所内担当者名：畑山 満則

研究期間：令和3年4月1日 ～ 令和4年3月31日

研究場所：滋賀大学／京都大学防災研究所

共同研究参加者数：10名（所外1名，所内9名）

- ・大学院生の参加状況：7名（修士6名，博士1名）（内数）
- ・大学院生の参加形態 [データ収集、データ整理、データ分析]

研究及び教育への波及効果について

本研究では、AI技術による地域防災計画の問題点の指摘の実現の可能性を示した。地域防災計画は、その検討プロセスも（あるいはそのプロセスこそが）重要であるため、AIによる地域防災計画の自動作成は、現状では期待は大きくない。しかし、多くの自治体では作成した地域防災計画に抜けや漏れがないかの不安がある。これらの不安に対し、本研究の成果は、被災自治体を含む他自治体地域防災計画からの網羅的なアドバイスが可能となるシステムの構築を可能とする。自然災害の巨大化、広域化、複合化が現実になる中で、このような研究の意義は高いと考える。このプロジェクトで収集・蓄積された全国市町村の地域防災計画の電子データは、将来、データサイエンス教育にも有効に使えると考えられ、今後の教育への波及が見込まれる。

研究報告

(1)目的・趣旨

行政における災害対応は、災害時の被害軽減や復旧の迅速さ（レジリエンシー）を決める大きな要素である。レジリエンシー向上のためには、基本的な行政の対応行動を規定する地域防災計画が重要となる。地域防災計画は、災害対策基本法に基づき、防災会議が策定する計画であるが、その実効性については、十分な検証がなされていない。被災市町村では、被災経験をもとに修正が行われるが、顕在化した問題に特化されてしまう傾向にあり、網羅的に実効性が向上しているとは言い難い。本研究では、テキストマイニング技術を活用したアプローチでこのような課題の解決を試みる。具体的には、全国の市町村の地域防災計画を収集し、自然言語処理技術を用いて、市町村の地域防災計画の特徴ある単語や類似の計画のクラスタリングを行うことで、地域防災計画が備えるべき要件の分析を行うことを目的とする。

(2)研究経過の概要

全国の地域防災計画を分析するためのデータセットは存在しないため、全国の市町村の防災計画を収集し、災害廃棄物処理に関する内容を抽出することで、データセットを構築した。計画の課題発見支援手法の開発を目指し、計画の網羅性と検討の程度に着目し、自然言語処理による分析を行った。網羅性分析においては、文書同士の比較分析により収集した知見が各計画に含まれているかをチェックし、記載不足発見支援に活用する。他の地域防災計画を参考にする過程で記述を模倣したために、計画の実効性が低下している場合があるとの考えから、類似性分析を行った。

(3)研究成果の概要

網羅性分析においては、不足内容の発見に至った。類似性分析においては、異なる都道府県内にあるにも関わらず、非常に類似した記述を含む文書組を複数発見した。加えて、この類似した文書組の中には、下部計画と整合性の取れない箇所が存在した。

ヒアリングによる検証の結果、網羅性分析においては、自治体側でも想定していない内容の発見ができていたことが確認された。一方、類似性分析においては、専門家を対象とした分析手法としての可能性は期待できるが、現場での活用は現時点では困難との考察が得られた。

(4)研究成果の公表

富江 伸太朗、廣井 慧、畑山 満則：自然言語処理技術を用いた地域防災計画における災害廃棄物処理の特徴抽出，情報処理学会研究報告，2021-IS-158，No.2，pp.1-8，2021.11.

富江 伸太朗、廣井 慧、畑山 満則：自然言語処理技術を用いた地域防災計画における課題発見支援手法の提案と評価，情報処理学会研究報告，2022-IS-159，No.4，pp.1-8，2022.2.

富江 伸太朗、廣井 慧、畑山 満則：地域防災計画改定のための課題発見支援手法の開発－災害廃棄物処理を対象として－，情報処理学会第 84 回全国大会講演論文集，pp.4-913-4-914，2022.3.

New Exploratory Research (Project No.: 2021H-04)

Project title: Effect of fines on the initiation and movement mechanisms of fluidized landslides

Principal Investigator: Chao Huang

Affiliation: Graduate School of Science, Kyoto University

Name of DPRI CP (contact person): Gonghui WANG

Research period: 06.01, 2021 ~ 03.31, 2022

Research location: Research Center on Landslides (Laboratory: N-157D and S-116D)

Number of participants in the collaborative research: 5 (DPRI: 1 non-DPRI: 4)

- Number of graduate students: 4 (Masters: 1; Doctoral students: 3) (Included number)

- Participation role of graduate students [Experimental tests; Lab assistance; Data analysis; Discussion]

Anticipated impact on research and education

By now, most understanding of non-plastic fines effect has relied almost entirely on element testing of small specimens under idealized conditions, lack of landslide physical modeling experiments verification and physical mechanism research. This study provides valuable insights into post-failure behavior of fluidized landslides and then enhances understanding for catastrophic geohazards, which could provide information for understanding the whole progress hazard chain of landslide hazards.

Research report

(1) Purpose

This study aims at examining the effect of non-plastic fines content on the initiation and movement of rainfall-induced fluidized landslides.

(2) Summary of research progress

Sandy slope was made in a large-scale flume, and then landslides were triggered on the slope through sparkling water from above. The sandy slope was made by different samples that are mixture of silica sand No. 7 with differing contents (0 %, 10 %, 20 %, 30 %, 40 %) of silica powder by weight. Different sensors for measuring the soil layer tilting, displacement and pore water pressure were installed at different locations of the soil slope. A camera was used to monitor the landsliding phenomena. On the other hand, ring shear tests were also conducted to examine the liquefaction potential of these materials with different contents of fines.

(3) Summary of research findings

The varying non-plastic fines content has a remarkable effect on the initiation and movement of rainfall-induced landslides when their relative densities are approximately the same. When the fines content on the sample is the same, the relative density shows significant effects on the landsliding behavior. Transformation from retrogressive landslide type to fluidized landslide type was clearly identified by tilt sensor and displacement sensor. Equivalent void ratio could be used to better explain the behavior of mixtures with fines. It is inferred that the addition of fine particles into coarser grains alters the internal contact microstructure of matrix. In the mixtures with fine content less than a possible threshold, the mechanical behavior is dominated by the coarser particles contact, fine grains have a secondary role in the transfer of inter-grain forces. However, once fines content exceeds the threshold, the behavior of mixtures is primarily affected by fine-grains contacts, and the role of coarser particles becomes less important.

(4) Publications of research findings

- Huang C, Wang G H. (11, 2021): Effect of non-plastic fines content on the initiation and movement of rainfall-induced fluidized landslides, サイエンス倶楽部デイ 2021, Kyoto Univ., Online
- Huang C, Wang G H. (2, 2022): On the Rainfall-induced Landsliding Behavior of Sandy Materials with Different Fine Particle Contents in Flume Tests, 2022 DPRI Annual Meeting, Kyoto Univ., D104

萌芽的共同研究（課題番号：2021H-05）

課題名：地域防災の連携を目指した児童館を結節点としたアクションリサーチ—高知県黒潮町大方児童館を事例として—

研究代表者：岡田夏美

所属機関名：京都大学 防災研究所

所内担当者名：

研究期間：令和 3 年 4 月 1 日 ～ 令和 4 年 3 月 31 日

研究場所：高知県黒潮町大方児童館

共同研究参加者数： 1 名 (所外 名, 所内 1 名)

・大学院生の参加状況： 名 (修士 名, 博士 名) (内数)

・大学院生の参加形態 []

研究及び教育への波及効果について

地域防災活動における関係機関の連携不足という課題を克服するために、児童館における防災教育のあり方を議論することで、児童館を中心とした学校・家庭・地域を巻き込む新しい地域防災活動ネットワークを構築することができた。関係機関それぞれの活動が相互に連携するネットワークの構築により、より複層的で実践的な防災活動の実施として、他地域への波及が期待できる。

研究報告

(1) 目的・趣旨

防災活動や防災教育を推進していく上で、多様な関係主体の連携が重要視される。防災活動における関係主体の相互連携が重要なのは、各主体での活動が相互の連携を欠いたままバラバラに展開されると、その狭間が「空白点」となってしまう危険性があるからである。本研究では、学校・家庭・地域の狭間に位置すると考えられる「児童館」を取り上げた。児童館が、関係主体の「結節点」として機能すれば、それぞれ単独では達成しがたい防災上の効果も期待できる。この意味で、地域防災活動における児童館の存在意義は非常に大きい。

そこで、本研究では、児童館における防災教育のあり方を議論することで、児童館を主として学校・家庭・地域とが結ばれる、新しい地域防災活動ネットワークの構築を目指すことを目指した。これまで「点」で行われるにとどまっていたそれぞれの活動が相互に連携することで、より複層的で実践的な防災活動の実施が期待できる。

(2) 研究経過の概要

本研究で研究対象地とした黒潮町大方児童館では 2016 年から「児童館防災プロジェクト」を展開してきた。その中で、関係主体が、児童館の防災活動に対する認識を深め、それを評価し、協力体制を構築することはできてきたが、一方で、役場の防災担当や地域住民の防災活動への参加が十分ではなかった（課題①）。さらに、児童館での防災活動は、5 年以上が経過するが、それが児童に対してどのような学習効果をもたらしているかについて、その検証が不十分であった（課題②）。こうした 2 つの大きな課題を克服するためのアクションリサーチを実施した。

(3) 研究成果の概要

課題①の克服：コロナ禍での制限とリモートの活用がもたらした効果

2016 年から 2019 年までの 4 年間で実施された計 14 回の防災活動では、役場防災担当の参加は 1 回のみであった。しかし、コロナ禍であることを理由に、防災活動にリモート中継を導入したことで、2020 年と 2021 年の 2 年間で行われた 8 回の防災活動では、7 回もの参加があった。コロナ禍のために、地域との連携という、対面での活動には制約が生じたが、リモートという手

段を実装できたことで、“参加”の幅を広げることができた。今後、こうした手法を応用すれば、幅広い関係者の“参加”が期待できる。

課題②に対する調査：学習効果を測るための調査

これまでの教育が、児童に対して、どのような効果を発揮しているかを検証する必要がある。そこで、児童に対して、「今までに取り組んだプログラムの中で、印象深かったものはなにか」、「実際に家庭で取り組んだことはあるか」というようなヒアリング調査を行った。さらに、家庭の中で、児童と保護者が、どの程度、防災に関する会話を行っているかを測るための親子を対象とした意識調査を実施した結果、防災に関する会話はあるものの、避難行動に対して認識の相違がある家庭が多いことがわかった。

こうした結果を整理することで、児童館での防災活動を通して、地域防災活動における関係主体の連携を目指したフレームワークの構築のために、引き続き、関係者へのインタビューや聞き取り調査、意識変容などの記録・分析を通して地域防災活動における児童館の役割の重要性や、そのあり方についての提言につなげていく。

(4)研究成果の公表

・岡田夏美・矢守克也(2020),児童を結節点とした地域防災における連携のためのアクションリサーチ—高知県黒潮町大方児童館を事例として—,令和3年度京都大学防災研究所研究発表講演会 於京都大学防災研究所

重点推進型共同研究（課題番号：2021N-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活用と国際展開に関する研究

研究代表者：奥村誠

所属機関名：自然災害研究協議会（東北大学災害科学国際研究所）

所内担当者名：五十嵐晃、西野智研

研究期間：令和 3 年 4 月 1 日 ～ 令和 4 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：500 名以上（自然災害研究協議会本部および各地区におけるシンポジウム等参加者数把握分総計）

- ・大学院生の参加状況：100 名以上
- ・大学院生の参加形態 [シンポジウムの聴講、開催補助等]

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各地区部会において主催等された研究シンポジウム・研究集会への参加により、広範研究分野に根ざす自然災害研究者間での学際的・専門的議論に触れることにより、総合科学としての自然災害科学の位置付けを再認識し、各自の研究の位置付けを俯瞰的に見る契機となっている。また、研究シンポジウム・研究集会の企画、運営に携わった学生は、同種のシンポジウム等の実施方法と研究者ネットワーク構築方法を実践的に学ぶこととなり、次代の研究者へ育っていく糧となったと期待する。

研究報告

(1)目的・趣旨

自然災害研究協議会のマルチハザード、多分野に渡る研究者ネットワークと、防災に関わる様々なステークホルダーとの協働を推進することにより、総合防災学確立のための活動を行うとともに、将来の自然災害に備えた総合防災学の確立を目指すことを目的とする。加えて、世界防災研究所アライアンス（GADRI）と連携し、海外の研究機関との共同研究の中核となるべく、国際展開を図る。

(2)研究経過の概要

第 58 回自然災害科学総合シンポジウムを令和 3 年 9 月 13 日にオンライン形式で開催した。科研費特別研究促進費（突発災害）報告、自然災害研究協議会による突発災害調査研究、および防災研究所共同研究・地域防災実践型共同研究の調査報告、進捗状況報告がなされ、情報共有と意見交換を行った。参加者は 85 名であった。また、土木学会水工学委員会との共催による「河川災害に関するシンポジウム」を令和 4 年 2 月 9 日にオンライン形式で開催し、本年度に発生した水害・土砂災害の調査報告、水害・土砂災害に関連した研究活動などに関する講演がなされ、277 名の参加があった。各地区部会においても研究情報の交換、成果の普及・防災知識の啓発を目的として、各種研究シンポジウム、講演会、研究会を企画・開催した。主なものを以下に示す。北海道地区部会特別講演会（オンライン開催、令和 4 年 3 月 16 日、講演 3 件）、2021 年度地震火山研究観測センターシンポジウム（オンライン開催、令和 4 年 3 月 21 日、講演 4 件）、東北地域災害科学研究集会（オンライン開催、令和 3 年 12 月 17～18 日）、“彩の国”市民科学オープンフォーラム「災害につよいまちづくり」（令和 3 年 12 月 11 日、埼玉大学、参加者 97 名+オンライン 67 名）、三重大学・北勢防災アカデミー（令和 4 年 1 月 10 日、23 日、30 日、川越町役場およびオンライン、参加者延べ 76 名）、斜面災害シンポジウム—近年の激甚化する斜面災害からのリスクを低減させるために（令和 3 年 12 月 24 日、オンライン開催、参加者 83 名）、災害メモリアルアクション神戸 2022（令和 4 年 1 月 8 日、オンライン開催）、2021 年度中国地区部会研究発表会（令和 4 年 3 月 13 日）、令和 3 年度西部地区部会研究発表会（令和 4 年 2 月 4 日、オンライン開催、研究発表 10 件）。なお、今年度も引き続き新型コロナウイルスの感染対策の事情でオンライン開催が多数となった。

(3)研究成果の概要

第 58 回自然災害科学総合シンポジウムの概要を記す。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では、「令和 2 年 7 月九州豪雨災害の総合調査・研究」（令和 2 年度，大本照憲教授，熊本大学大学院先端科学研究部）について報告がなされた。続いて令和 2 年度に自然災害研究協議会から突発災害初動調査等に関してサポートを行った調査研究では、「2021 年 2 月 13 日に発生した福島県沖の地震被害調査と発生した地震動」（境有紀教授・京都大学防災研究所），「2021 年 2 月 13 日福島県沖地震の被害調査と余震観測」（森伸一郎教授・愛媛大学大学院理工学研究科）について報告がなされた。さらに令和 1・2 年度の採択課題である防災研究所共同研究・地域防災実践型共同研究(2020R-01)「漸増型巨大災害リスクに対応する地域防災体制の構築」（生田英輔教授・大阪市立大学生生活科学研究科）について報告がなされた。以上の報告に基づき，活発な意見交換がなされた。

(4)研究成果の公表

第 58 回自然災害総合シンポジウムの発表内容は第 58 回自然災害総合シンポジウム講演論文集として公表済みであり，京都大学学術情報レポジトリでも公開されている。また，河川災害に関するシンポジウムや地区部会主催の研究シンポジウム等で多数研究発表がなされ，講演集として発刊されている。

重点推進型共同研究（課題番号：2021N-02）（自然災害研究協議会企画）

課題名：突発災害時の初動調査体制のさらなる強化および継続的調査研究の支援

研究代表者：奥村 誠

所属機関名：自然災害研究協議会（東北大学災害科学国際研究所）

所内担当者名：五十嵐晃，松四雄騎

研究期間：令和 3 年 4 月 1 日 ～ 令和 4 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：7 名（所外 4 名，所内 3 名）

- ・大学院生の参加状況：2 名（修士 2 名，博士 0 名）（内数）
- ・大学院生の参加形態 [現地調査補助，災害データ収集]

研究及び教育への波及効果について

現地調査に同行し，調査補助や災害データ収集を行うとともに，同行した研究者との意見交換により災害調査を実践した。

研究報告

(1) 目的・趣旨

自然災害発生後の被災地等での種々の調査は，その自然災害の発生要因を明らかにするのみならず，その後の防災・減災対策の立案に極めて重要な意味を持っている．大規模な被害やインパクトのある被害が生じた場合の被災調査については，科学研究費補助金（特別研究促進費）による調査が行われる場合があるが，(1) 発災から数日程度までの初動調査研究，(2) ハザードとしては小規模であるが局所的に大被害が生じた災害の調査研究，(3) 科学研究費補助金等による調査の終了後も長期にわたって継続されるような時間を要する調査研究などの調査研究は，その重要性を認識しながらも十分なサポートがされてこなかった．本研究課題は上述のような災害研究の空白とも言うべき隙間を埋めることにより，これまで以上に緻密かつ詳細に災害現象を理解し，今後の災害対策や減災技術の高度化に資する新しい知見を得ることを目的とする．

(2) 研究経過の概要

令和 3 年度は以下の 5 件の調査を実施した．

- 1) 2021 年 Cyclone Seroja による東ティモールの豪雨災害に関する調査（代表：朝位孝二教授・山口大学，他 1 名）
- 2) 熱海市で発生した土石流と土砂災害に関する調査（代表：松四雄騎准教授・京都大学，他 1 名）
- 3) トンガの噴火による非地震性津波に対する避難に関する調査（代表：有川太郎教授・中央大学，他 1 名）
- 4) トンガの噴火により四国沿岸で発生した漁船被害等に関する調査（代表：田中健路教授・広島工業大学，他 1 名）
- 5) 3/16 福島県沖の地震で発生した地震動と建物被害の対応に関する調査（代表：境有紀教授・京都大学，他 4 名）

(3) 研究成果の概要

- 1) 2021 年 Cyclone Seroja による東ティモールの豪雨災害に関する調査（代表：朝位孝二教授・山口大学，他 1 名）

2021 年 3 月末からティモール島北西のサウ海で発達した低気圧がサイクロン Seroja へと発達，暴風を伴う大雨により東ティモールでは鉄砲水や地すべりが発生し，各地で浸水が発生し，東ティモール独立後最大の災害となった．新型コロナウイルス対応の社会情勢から現地における被災情報の収集は難航したため，衛星リモートセンシングを応用した被災調査を行った．

ディリ近郊の土石流痕跡を Sentinel-2 マルチバンド衛星の観測データを利用して検出し，発災前後の観測データは EU の

Copernicus プログラムの枠組みで運用されている Copernicus Open Access Hub を利用して入手した。コモロ川中流域から上流域にかけて非常に多くの斜面災害の痕跡が検出された。谷間の集落では、田畑の被害のみならず土石流による家屋被害も確認された。また、ディリ市街の被災痕跡を Pleiades 衛星の観測データを利用して検出することができた。

2) 熱海市で発生した土石流と土砂災害に関する調査 (代表：松四雄騎准教授・京都大学, 他 1 名)

盛土が造成された事が局所的な要因として強く働き水の流れに影響した可能性に基づき、地形地質的な条件や過去の雨の履歴など背景に関する検討を行った。

3) トンガの噴火による非地震性津波に対する避難に関する調査 (代表：有川太郎教授・中央大学, 他 1 名)

2022 年 1 月に発生したトンガの海底火山噴火に起因する津波 (潮位変化) 災害に関し、今回の事象のような非地震性津波に対する避難状況の確認調査を行った。三重県紀宝町を南海トラフ側の調査対象地点として選定し、過去に大きな津波の来襲を経験した大槌町との意識の違いを比較検討した。

4) トンガの噴火により四国沿岸で発生した漁船被害等に関する調査 (代表：田中健路教授・広島工業大学, 他 1 名)

2022 年 1 月のトンガの海底火山噴火に起因する津波 (潮位変化) により高知県、徳島県沿岸で発生した漁船転覆等の災害が発生しており、その状況に関する現地調査を実施し、情報を収集した。複数の港湾に共通する特徴として、漁港内では 10 分前後程度の比較的短周期での海面変動が見られたこと、引き波の際に漁港の出入口付近に渦ができ、渦の流れに引っ張られる形でロープが切れたことが挙げられる。高知県室戸市佐喜浜漁港では、漂流した 2t 級の漁船が小型漁船に衝突し、小型船の船体が破損する被害が発生するなど、8 隻が転覆、流失被害を受けた。徳島県海陽町穴喰漁港においては、漁港内は大きく振動しているのに対し、漁港のすぐ横を流れる河川では顕著な海面変動が見られなかったなどの情報を明らかにした。

5) 3/16 福島県沖の地震で発生した地震動と建物被害の対応に関する調査 (代表：境有紀教授・京都大学, 他 4 名)

2022 年 3 月 16 日に発生した福島県沖の地震における、被害調査を実施した。瓦屋根の被害、外壁の被害といった軽微な建物被害は見られたが、全壊・大破という大きな被害を受けた建物は見られなかった。発生した地震動の多くは、震度と相関がある周期 1 秒以下の成分が大きい一方、建物の大きな被害と相関がある周期 1-2 秒の成分は小さく、震度 6 強という大きさにも関わらず、周辺で全壊・大破などの大きな被害を受けた建物が見られなかったものと考えられた。

(4)研究成果の公表

1) 白水元, 朝位孝二: 2021 年 4 月サイクロン Seroja による東ティモール首都ディリの被災: 衛星リモートセンシングによる調査, 自然災害研究協議会中国地区部会研究論文集, 第 8 号, 29-32, 2022.

2) 田中健路, 石丸克弥: フンガ・トンガーフンガ・ハアパイ火山噴火に伴う空気振動に誘発された津波について, 自然災害研究協議会中国地区部会研究論文集, 第 8 号, 35-38, 2022.

拠点研究（一般推進）（課題番号：2020A-01）

課題名：乾燥・半乾燥地域における世界遺産の洪水リスクマネジメントに関する国際研究拠点形成

研究代表者：角 哲也，京都大学防災研究所，教授

研究期間：令和2年4月1日～令和3年3月31日（令和4年3月31日まで延長）

共同研究参加者数：20名（所外8名、所内12名）

- ・大学院生の参加状況：7名（修士4名、博士3名）（内数）
- ・大学院生の参加形態 [データ分析，数値計算，シンポジウム発表など]

研究報告：

[研究目的・趣旨]

ワジのフラッシュフラッド対策では，ソフト対策（降雨－流出モデルに基づく予警報システムの導入，土地利用計画など）とハード対策（洪水貯留施設などの建設）を組み合わせた多面的なアプローチが重要である。そこで，本拠点研究では，ヨルダンやエジプトなどを対象地とし，特に，世界遺産の所在地を中心に，①過去の災害履歴を整理するとともに，②近年の降雨発生情報をもとに，降雨－流出モデルを開発して洪水再現を行うとともに，洪水リスクマップの作成を試行し，③UNESCO，日本の外務省や旅行業界などの関係者にリスク情報を提供するためのツールを検討した。

[研究経過]

2020年度は，2020年2月に京大桂キャンパスで実施した「第5回ワジのフラッシュフラッドに関する国際シンポジウム」に引き続き，ヨルダンで開催する「第6回国際シンポジウム」に向けて関係者の連携を進めたが，新型コロナウイルスの影響で海外渡航が全面的に困難となり，オンラインでの打合せ協議が中心となった。2021年度は，2021年9月25-26日にヨルダン（アンマンおよびペトラ）で「第6回国際シンポジウム（6th ISFF）（BUILDING RESILIENCE, BUILDING CONFIDENCE）」を開催した。会議事務局はInter-Islamic Network on Water Resources Development and Management (INWRDAM)およびPetra Development & Tourism Region Authority (PDTRA)であり，Hybrid形式での開催とした。

[研究成果]

第6回国際シンポジウムにおける主な討議テーマは，これまでに獲得されたフラッシュフラッドのモニタリングやモデリング，また，被害軽減対策（洪水予警報，洪水貯留ダムなどのハード対策），また，洪水リスクを踏まえた土地利用計画への反映などであった。その上で，第7回国際シンポジウム以降のロードマップについても討議を行った。得られた成果として，以下の視点をとりまとめた。

- Need for data monitoring and sharing through open platforms for Flood risk management
- Multi-level hazard mapping is useful to encourage public preparedness.
- Real-time risk mapping based on rainfall data is an advanced technology for EWS.
- 3L Water Level Gauges is new products for evacuation.
- Regarding flood mitigation by dams, dam upgrading, integrated reservoir operation using rainfall prediction as well as reservoir sedimentation management are the new challenges.
- Importance of integrating participatory approach and social aspects to tackle flood vulnerability
- Importance of developing methods to estimate accurate storage in depressions by investigating long storm events considering infiltration rate change in space and time
- Building Information Modeling BIM is a powerful innovative technology for enhancing buildings flood resilience in design, construction and exploitation phases (combining VR technologies, Modelling software's, Cloud platforms)

- BIM can for as a tool prevention to assess possible flood damage (FDA) on an existing construction: tool for insurance companies
- BIM is a tool for heritage sites conservation: risk assessment and prevention methods

また、今後の以下の事項について協力しながら推進することを確認した。

- Platform and center of excellence for sharing data and information on wadi hydrology
- Impact of climate change on the variability of wadi hydrology
- Integrated flood and sediment management
 - Measurements, modelling and trapping techniques (debris dams).
 - Assessment of sediment transport and deposition during and after flash floods and long-term accumulation/loses in the reservoir
- Flood maps should be updated in hot spot regions (i.e. with rapid urbanization as in Morocco)
- Paradigm shift from reactive to proactive approach in DRR.
- Unified regional early warning system in the Arabian region
- Educational and awareness programs for community based risk awareness and preparedness.
- New methodologies.
 - Ensemble rainfall prediction
 - Real time monitoring imaged based techniques
 - Estimation of paleo flood and morphological changes with satellite data

[研究成果の公表]

会議の成果については、論文集を作成するとともに、会議の様子は現地のマスコミなどで広く報道された。また、現地で出席した Sameh Kantoush 准教授は、9 月 28 日に嶋崎郁雄駐ヨルダン大使と面談し、今後の日本の協力方策について意見交換を行った。

<https://www.nidaalwatan.com/article/59555-inwrdam-%D9%86%D9%88%D8%A7%D9%81%D8%B0-%D8%A3%D9%85%D9%84-%D9%84%D9%85%D8%B3%D8%AA%D9%82%D8%A8%D9%84-%D8%A2%D9%85%D9%86>

<http://afedmag.com/english/ArticlesDetails.aspx?id=124>

本研究拠点の活動に関連して、かねてから準備を行ってきた研究成果が、書籍 (Wadi Book (Wadi Flash Floods - Challenges and Advanced Approaches for Disaster Risk Reduction and Water Harvesting in Arid and Semi-Arid Regions)) として Springer Nature から刊行した。本書籍はオープンアクセスであり、広く国内外の研究者および実務担当者、学生などに、これまでの研究成果が活用されることが期待される。 <https://link.springer.com/book/10.1007/978-981-16-2904-4>



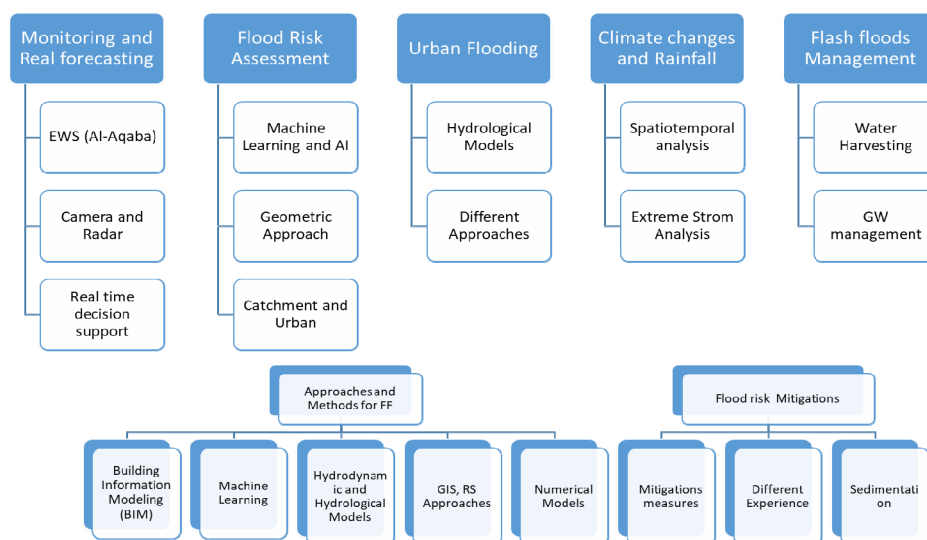
The 6th International Symposium on Flash Floods in Wadi Systems (ISFF-2021)

Themes & Topics ● Flood risk in Urban Areas ● Flash flood risk at UNESCO World Heritage Sites ● Real-time hydrometeorological monitoring and forecasting ● Turning flood risk into opportunity ● Flood Risk mapping and analysis ● Socio economic impacts of floods ● Disaster Risk Reduction and Early Warning Systems ● Transboundary Floods	BUILDING RESILIENCE, BUILDING CONFIDENCE	Registration Registration will be available at the following website. http://inwrdam.org.jo/isff/										
Date Conference & Venue The 6th ISFF-2021 will takes place at: Amman, Jordan. 26th-30th September 2021	Contact INWRDAM http://inwrdam.org.jo/ phone: +962 (06) 5332993 P.O.Box1460, Jubeiha, Amman PC 11941, Jordan inwrdam@nic.net.jo											
Steering Committee <table style="width: 100%; text-align: center;"> <tr> <td style="background-color: orange; color: white; padding: 5px;">01</td> <td style="background-color: orange; color: white; padding: 5px;">02</td> <td style="background-color: red; color: white; padding: 5px;">03</td> <td style="background-color: pink; color: white; padding: 5px;">04</td> <td style="background-color: purple; color: white; padding: 5px;">05</td> </tr> <tr> <td>Prof. Marwan Al-Raggad (INWRDAM)</td> <td>Prof. Sameh (Kyoto University, Japan)</td> <td>Prof. Elias Salameh (NCRD, Jordan)</td> <td>Prof. Markus Disse (Tum University, Germany)</td> <td>Prof. Hussien Alhassnat (Petra, Jordan)</td> </tr> </table>			01	02	03	04	05	Prof. Marwan Al-Raggad (INWRDAM)	Prof. Sameh (Kyoto University, Japan)	Prof. Elias Salameh (NCRD, Jordan)	Prof. Markus Disse (Tum University, Germany)	Prof. Hussien Alhassnat (Petra, Jordan)
01	02	03	04	05								
Prof. Marwan Al-Raggad (INWRDAM)	Prof. Sameh (Kyoto University, Japan)	Prof. Elias Salameh (NCRD, Jordan)	Prof. Markus Disse (Tum University, Germany)	Prof. Hussien Alhassnat (Petra, Jordan)								

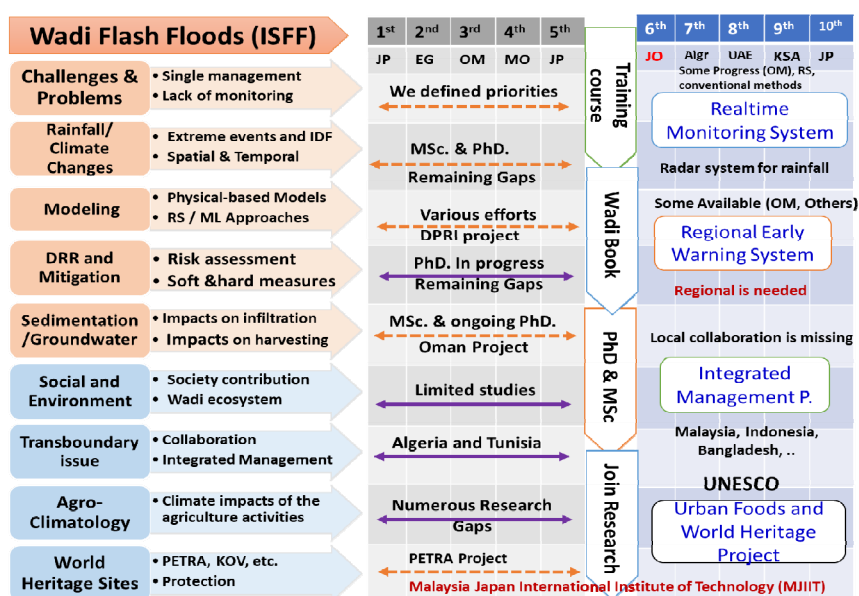
2020 June 30	2020 Dec 31	2021 Mar 31	2021 May 31	2021 Aug 15
Call for Abstract	Deadline of Abstract Submission	Notification of Abstract Acceptance	Deadline of Extended Abstract Submission	Deadline of Early Bird Registration & Technical Tour Registrations





Major Topics of the 6th ISFF



Roadmap of the ISFF and Research Themes

6th ISFF Detailed Program

26th – 30th September 2021, Amman, Jordan

Sunday, September 26th, 2021

09:00 – 16:40	Official Opening of the Symposium
09:00 – 10:00	Registration and reception
10:00 – 10:10	Welcome note and opening by Dr Dia-Eddin Arafah, Board Secretary General HCST
10:10 – 10:20	Disasters and Human Security by Prof. Dr. M. Iqbal Choudhary, Coordinator General COMSTECH
10:20 – 10:30	Floods and UNESCO Heritage sites by H.E. Mr. Shimazaki Kaoru, Ambassador of Japan to Jordan
10:30 – 10:40	OIC water status summary and INWRDAM's areas of focus by Dr Marwan Alraggad, Executive Director of INWRDAM
10:40 – 11:30	Session 1: Roundtable on success stories and opportunities of WEF Nexus in the OIC.
11:30 – 12:00	Keynote by HRH Prince El Hassan bin Talal
12:00 – 12:30	Discussion: Q and A, Moderated by INWRDAM
12:30 – 13:00	Break and Group Photo
13:00 – 14:00	Session 2: Creating a powerful WEF knowledge base (Connecting the dots) Participants: Jordan, Iraq, Malaysia, Union for the Mediterranean, Academia, Netherlands
14:00 – 15:00	Lunch Break
15:00 – 16:00	Session 3: WEF Nexus for Human security. Participants: Pakistan, Saudi Arabia, Egypt, Tunisia, Tajikistan, FAO, Sweden, NRC.

Monday, September 27th, 2021

09:00 – 10:30	Session 4 - Part 1: Disaster risk reduction and early warning systems	Tetsuya Sumi, Dalila Loudyi
09:00 – 09:30	Keynote Lecture: Flash floods disasters in the MENA Region	Sameh Kantoush
09:30 – 09:50	Flash Flood Index Maps for Bavaria (Germany) using tree-based classifiers	Markus Disse
09:50 – 10:10	Flash floods mitigation in Oman actions taken by Oman water society	Ahmed Al Barwani
10:10 – 10:30	Impact of Urban Hydrology on The Formation of Shallow Perched Aquifers: Sharing Experience from Oman	Ali Al-Maktoumi
10:30 – 11:00	Coffee Break	

11:00 – 12:20	Session 4 - Part 2: Disaster risk reduction and early warning systems	Sameh Kantoush Marwan Alraggad
11:00 – 11:20	Integrated vulnerability analysis for flash flood risk management in Jordan	Katja Brinkmann
11:20 – 11:40	First-order quasilinear equations to model flash floods with non-dissipative wavefronts	Koichi Unami
11:40 – 12:00	A new tool for depression storage assessment in runoff modeling	Ashraf Elmoustafa
12:00 – 12:20	Flood risk mapping using a couple of hydrologic model WMS and hydraulic model Hecras in the Wadi Tataouine watershed Southern Tunisia	Jalel Aouissi
12:20 – 13:25	Poster Presentation (Part 1): 16 posters	4 minutes for each poster
13:25 – 14:20	Lunch Break - Poster Session 1: 16 posters	Evaluation of the poster
14:20 – 16:00	Session 5: Real-time hydrometeorological monitoring and forecasting	Markus Disse Koichi Unami
14:20 – 14:40	Flash flood simulation using hydrodynamic rainfall-runoff modeling	Karl Broich
14:40 – 15:00	Experimental rainfall-runoff data towards improving the model conception	Boutaghane Hamouda
15:00 – 15:20	Evaluation of Rainfall-Runoff Inundation Model over the Nile River Basin: Example from 2020 Flooding Event in Sudan	Hadir Abdelmoneim
15:20 – 15:40	Machine Learning Approaches for Flash Flood Risk Assessment in different climatic regions	Mohamed Saber
15:40 – 16:00	Daily Rainfall-Runoff Modeling Using Machine Learning Models Forced by Satellite-Based Precipitation Datasets in a semi-arid region: Case of transboundary Mellegue basin	Tayeb Boulmaiz

Tuesday, September 28th, 2021:

09:00 – 10:50	Session 6: Flood Risk Management	Ali Al-Maktoumi Chérifa Abdelbaki
09:00 – 09:30	Keynote Lecture: Flood Risk Management in Japan	Tetsuya Sumi
09:30 – 09:50	The hydrogeological conditions of wadi terrains in arid climate and effects of flash flood	Ahmed Murad
09:50 – 10:10	The impact of the increased flash flood frequency and their corresponding sedimentation problems on the water supply intakes	Abdelaziz Zaki
10:10 – 10:30	Investigation of shallow zone soil properties of Wadi Al Ain and Al Suleime and its role in the mitigation of flash flood hazards,	Saber Hussein

Al Ain city, UAE

10:30– 10:50	Rainwater harvesting for flash flood mitigation and sustainable water management in Egypt	Tamer A. Gado
10:50 – 11:20	Coffee Break	
11:20 – 13:00	Session 7: Flood Risk in Urban Areas	Ahmed Murad Ahmed Al Barwani
11:20 – 11:40	Building information modeling for enhancing construction flood resilience	Dalila Loudyi
11:40 – 12:00	Flash flood in Gabes City (Tunisia): hazard mapping and vulnerability assessment	Habib Abida
12:00 – 12:20	Management of sewer systems for protection against flooding in urban areas - Case of Boutlelis, Algeria	Chérifa Abdelbaki
12:20 – 12:40	Urban Flash Flood Modeling for Typical Sudanese City: Case Study of Kassala City, Sudan	Elhadi Adam
12:40 – 13:00	Parametric approach for land use planning as a flood risk reduction measure, case study: Egyptian city	Bahaa Elboshy
13:00 – 14:05	Poster Presentation (Part 2): 16 posters	4 minutes for each poster
14:05 – 15:00	Lunch Break + Poster Session 2: 16 posters	Evaluation of the poster
15:00 – 15:50	Closing Session	
15:00 – 15:30	Summary of the 6th ISFF	Sameh Kantoush and Marwan Al-raggad
15:30 – 15:50	7th ISFF Announcement	Chérifa Abdelbaki

拠点研究（一般推進）（課題番号：2021A-01）

課題名：地震予測情報に基づく事前の津波避難の〈評価システム〉に関する文理工融合型国際比較研究

研究代表者（氏名，所属，職名）：矢守克也，京都大学防災研究所巨大災害研究センター，教授

研究期間：令和3年4月1日 ～ 令和4年3月31日

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：5名（修士 3名，博士 2名）（内数）
- ・大学院生の参加形態 [データ収集・解析、ワークショップ実施の補助など]

研究報告：

[研究目的・趣旨]

南海トラフ地震の「臨時情報」（日本）やCalifornia Earthquake Advisory Plan（米国）など、地震予測情報に基づく事前の津波避難は大きな減災効果を期待できる反面で、情報の不確実性に伴う社会的混乱（空振りなど）を引きおこす危険も伴う。この功罪両面を合わせもつ情報を効果的に活用するため、事前避難の要不要を診断する〈評価システム〉の開発・実装研究を、地震・津波予測シミュレーション（理）、〈評価システム〉開発（工）、文化差も考慮した〈評価システム〉の社会実装（文）の文理工融合型国際比較研究として実施した。

[研究経過]

(1)上記の〈評価システム〉で利用する臨時情報発表時に想定される津波（「R想定」と呼称）の想定作業を、防災科学技術研究所の協力のもと進めた。

(2)別途開発済の避難訓練支援アプリ「逃げトレ」に上記「R想定」を実装するための準備作業を実施し、「逃げトレ」から得られる多数の避難訓練データをビッグデータとして集積かつ可視化し、臨時情報発表時の事前避難の要不要を診断する〈評価システム〉の開発研究を実施した。

(3)施行後数年を経ても認知率や理解度が低い「臨時情報」に関する教育・啓発に資するツール（ビデオ映像、展示など）の開発研究を高知県黒潮町、四万十町で実施した。

[研究成果]

(1)防災科学技術研究所の協力のもと、南海トラフ地震に関する膨大な想定シナリオの中から、臨時情報発表時（「半割れ」ケース）に発生する確率が高いシナリオを「R想定」として同定することができた。

(2)上記「R想定」を「逃げトレ」に実装するための準備作業を完了し、さらに、〈評価システム〉のプロトタイプを完成させた。〈評価システム〉には、集積された実際の訓練データにもとづく評価機能だけでなく、避難のタイミングや移動速度を変化させるシミュレーション機能も盛り込んだ。

(3)「臨時情報」の普及・啓発に資するツールとして、ビデオ教材の「臨時情報、どうする、あなた？」（高知県黒潮町）、および、コミュニティ・ミュージアムの「興津ぼうさいミュージアム」（高知県四万十町）を完成させ、その効果に関する検証作業を実施した。

[研究成果の公表]

上記の研究成果は、以下の論文、報告等を通じて公表した。

- ・杉山高志・矢守克也・ト部兼慎・西野隆博・中村洋光・土肥裕史（2021）南海トラフ地震の「臨時情報」発表時における事前避難分析ツールの開発—自治体職員に対するインタビュー調査を踏まえて— 信学技法, 121(49), 26-31.
- ・矢守克也・中野元太（2022）「ポスト東日本大震災／プレ南海トラフ地震」について再考する 自然災害科学, 40, 427-439.
- ・矢守克也・杉山高志（2021）「クロスロード」を用いた〈二者択一〉の克服—新型コロナウイルス感染症と南海トラフ

地震の臨時情報対応をめぐって— 地区防災計画学会誌, 21, 64-74.

• Yamori, K. & Goltz, J. (2021). Disasters without borders: The coronavirus pandemic, global climate change and the ascendancy of gradual onset disasters. *International Journal of Environmental Research and Public Health*, 18(6). [DOI: <https://doi.org/10.3390/ijerph18063299>]

拠点研究（一般推進）（課題番号：2021A-02）

課題名：シームレスな水害リスクの軽減を目指した流域治水のための学際的研究拠点の形成

研究代表者（氏名，所属，職名）：角 哲也，京都大学防災研究所水資源環境研究センター 教授

研究期間：令和 3 年 4 月 1 日 ～ 令和 4 年 3 月 31 日

共同研究参加者数：16 名（所外 5 名，所内 11 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 [修士・博士研究の一部として取り組み、研究打合せに参加]

研究報告：

[研究目的・趣旨]

近年、大規模水害が頻発しており、将来の気候変動に伴う外力の増大も踏まえて、これまでの治水対策に加えて、集水域と河川区域のみならず、氾濫域も含めて流域の関係者全員が協働して、「氾濫をできるだけ防ぐ・減らす対策」「被害対象を減少させるための対策」「被害の軽減、早期復旧・復興のための対策」を、ハード・ソフト一体となって多層的に取り組む「流域治水」が推進されている。中でも「氾濫をできるだけ防ぐ・減らす対策」として、治水ダムの建設・再生や堤防の強化に加えて、雨水貯留浸透施設の整備、田んぼやため池の治水利用、利水ダム等において貯留水を事前放流する洪水調節活用、堤内地の土地利用と一体となった遊水機能の向上などが提案されている。

ここで、このような流域治水対策を関係者のコンセンサスを得ながら計画的に実施するためには、各対策の効果を多様な視点から定量的に評価することが重要である。そこで本拠点研究では、今後の「流域治水」を実現させるための技術的・政策的基盤を構築するために、1) 流域治水検討用の一体型モデル、2) 一体型モデルを活用した流域治水対策の評価技術、3) 流域治水の適用にあわせた流域生態環境の保全・再生のあり方、4) 流域治水計画論の概念整理、5) 流域治水を社会実装するための法制度・インセンティブの検討、の 5 つの項目について検討を行った。

[研究経過]

本拠点研究の基本的な問いは、流域治水のカバーすべき洪水規模は、計画規模か超過洪水か、気候変動影響をどのように捉えるか、治水機能と土地利用をいかに調和させるか、流域治水の経済合理性をいかに評価するか、治水機能強化と流域環境保全あるいは自然再生をいかに協働させるか、などであった。そこで、本拠点研究の目指す方向性、土地政策・経済性の視点、環境の視点、これらを踏まえた一体型モデルの視点について、2021年7月21日に打ち合わせ会議を開催して意見交換を行った。

その上で、担当ごとに研究を進めるとともに、2022年4月6日にその後の論点整理を行うための意見交換会を開催した。そこでは、拠点研究の狙いについて再確認を行うとともに、国交省河川砂防技術研究開発課題として新規に採択された、瀧健太郎客員准教授（滋賀県立大学）が研究代表者の研究課題「流域治水検討用一体型モデルの開発と実用化に関する研究」に加えて、流域治水と生態系管理、流域治水と土砂動態解析に関して話題提供を行い、意見交換を行った。その上で、今後に向けた研究の継続方針を確認した。

[研究成果]

本研究課題は、国土交通省の新規政策課題であり、研究テーマとしても新たな取り組み分野である。その中では、本拠点研究での議論を踏まえて上述の瀧健太郎客員准教授の研究課題が国交省河川砂防技術研究開発課題として新規に採択されたことは大きな成果である。その中では、京都大学農学研究科の中村教授・濱准教授らのグループが進める、球磨川流域の田んぼダムの機能評価（現地観測およびモデル化）や、佐山准教授や川池教授らの連携による本川と支川、さらには、遊水地や田んぼダムを含む氾濫原とのシームレスな計算モデルの結合方策について今

後検討を進める予定である。

[研究成果の公表]

研究成果については、2022年秋に水資源環境研究センター主催による「水資源セミナー」を企画し、国土交通省関係者にも広く参加を呼び掛けて意見交換を行う予定である。また、土木学会や水文・水資源学会、応用生態工学会、ダム工学会などに論文投稿を進める。

拠点研究（一般推進）（課題番号：2021A-03）

課題名：大規模再活動地すべりにおける新しいすべり面の形成と長距離運動機構の解明

研究代表者（氏名，所属，職名）：王功輝、斜面災害研究センタ、教授

研究期間：令和 3 年 6 月 1 日 ～ 令和 4 年 3 月 31 日

共同研究参加者数：13 名（所外 8 名，所内 5 名）

- ・大学院生の参加状況：7 名（修士 2 名、博士 5 名）（内数）
- ・大学院生の参加形態 [室内土質実験、討議]

研究報告：

[研究目的・趣旨]

「再活動地すべり」とは、過去に移動した地すべり土塊が再び動き出すことを意味しており、その特徴としては、規模が大きいものの、移動速度が速くなく、突発災害にあまりならないことが一般的に受け入れられている。しかし、近年の地震時に生じた幾つかの大規模再活動地すべりに対する調査事例より、この種の地すべりにおいても、既存のすべり面を使わず、より深部に新しいすべり面が形成されることが分かった。

本研究では、地震時に発生した大規模再活動地すべりに対する現地調査及び室内実験研究を通じて、その発生・運動機構を解明し、同じ地質及び地形特徴を有する地域の地震、或いは降雨による再活動とする地すべりの高速長距離運動危険度評価手法を開発することを目的とする。具体的には、地震時に発生した大規模再活動地すべりに対する詳細な現地調査及び室内実験研究を通じて、過去の地すべり活動の誘因を調べて、対象地域における地すべりの再活動条件を明らかにする。また、斜面の地質・地形、地震動特徴、及びすべり面の土層構造と力学せん断特性を調べて、高応力かつ極めて高密度状態下での地層における新しいすべり面の形成、及びこれに沿った地すべり土塊の高速移動機構を解明する。さらに、同じ地質と地形特徴を有する地域における地震・降雨による再活動とする地すべりの高速長距離運動危険度評価手法の開発を試みることである。

[研究経過]

上記の目的を達成するために以下の研究を展開した。

- ① 2008年の岩手・宮城内陸地震時に発生した荒砥沢地すべり、及び2018年北海道胆振東部地震時に日高幌内川地区で発生した大規模岩盤地すべりに対する現地調査と情報収集を行い、これらの地すべりにおける移動様式の違いの形成原因と地質構造・地形の関係を検討した。また、既存のすべり面と新しく形成されたすべり面、及びすべり面を含むせん断帯の構造に対する観察を行うと共に、土質試験用試料を採取した。
- ② 上記の地すべり地から採取した試料に対して地震時高圧非排水リングせん断試験を行い、斜面土層の物理特性と地震载荷の特徴（周波数、最大加速度等）より、新しいすべり面の形成条件と形成過程を調べた。
- ③ 高性能走査電子顕微鏡を用い、高応力+極めて高密度状態における土層内部でのせん断により形成されたすべり面を含むせん断帯の内部構造、粒子の破碎状況や形状及び配列を観察し、せん断に伴うすべり面土層構造の変化から大規模再活動地すべりの高速・長距離移動機構を調べた。
- ④ 2019年10月の台風19号に伴う豪雨により新潟県上越市名立区東蒲生田地区（泥岩地域）において発生した流動性の高い地すべりに対する現地調査及び室内実験を実施し、その運動機構を調べた。

[研究成果]

得られた主な研究成果は以下の通りである。

1. 2008年岩手・宮城内陸地震によって発生した荒砥沢地すべりは、傾斜約2度の水平に近いすべり面上を長距離運動した大規模地すべりである。この地すべりの移動土塊は、すべり面付近の土層のみが局所的に攪乱されてい

たが、土塊内部の土層構造は基本的に壊れていないことが分かった。地すべりのすべり面を形成した地層から採取した土試料に対して飽和非排水リングせん断試験を実施した結果、土試料の非排水せん断強度が極めて低くなることが分かった。また、繰り返し載荷試験の結果より、高い初期水圧がなければ、或いは、すべり土塊が大規模でなければ、極めて緩いすべり面の勾配で地すべりが発生することがないと考えられた。

2. 2018年北海道胆振東部地震時に日高幌内川地区（砂岩泥岩互層地域）で発生した大規模岩盤地すべりは、層理面に沿った低角度（ $\square 10$ 度）すべり面上を高速かつ長距離で並進したと考えられた。すべり面付近の土層から採取した試料に対して飽和・非排水せん断実験を実施した結果、すべり面液状化現象による地すべり土塊の高速長距離変動機構が検証された。
3. 東蒲生田地すべりの源頭部から採取した試料に対する飽和非排水せん断実験を実施した結果、斜面崩壊が発生した後に、崩土の運動に伴って更なる高い水圧が発生し、崩壊土砂を流動化させたと考えられた。このことより、泥岩地域において発生した地すべりも高い流動性を示すことが分かった。また、同試料の残留強度が、せん断速度の増加に伴って大きくなることは判明された。これは、大幅な地下水位の上昇などの誘因がなければ、同じ土質条件を持つクリープ変動中の地すべりが高速すべりに変遷する可能性が低いことを示唆した。
4. 複数名の大学院生が研究への参加を通じて、彼らの地震時地すべりの発生・運動機構に対する理解が深まった。すなわち、教育へ大きな波及効果があったことが言えた。

[研究成果の公表]

1. 講演による成果発表

- 王功輝(2021): 頻発化・激甚化・多様化する斜面災害の脅威に備えて。2021年京都大学防災研究所公開講座。
- 王功輝・渡部直喜・星川圭介・古谷元・蔡飛 (2022): 粘性土における多様なせん断挙動と地すべり変動現象について。令和3年度京都大学防災研究所研究発表講演会、D107。

2. 学術論文の投稿

- Gonghui Wang (2022): Some recent coseismic landslides in Japan. In: Coseismic Landslides - Phenomena, Long-Term Effects and Mitigation (Towhata, Wang, Xu, Massey, eds), Springer (編集出版中)
- 主な研究成果を纏めた学術論文は投稿準備中である。

拠点研究（一般推進）（課題番号：2021A-04）

課題名：宇宙線生成核種の深度プロファイリングによる変動地形の形成年代決定法の確立と適用

研究代表者（氏名，所属，職名）：松四 雄騎, 防災研究所地盤災害研究部門, 准教授

研究期間：令和 3 年 4 月 1 日 ～ 令和 4 年 3 月 31 日

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：2 名（修士 1 名，博士 1 名）（内数）
- ・大学院生の参加形態 [解析補助]

研究報告：

[研究目的・趣旨]

本研究では，地表近傍の造岩鉱物中に生成・蓄積する宇宙線由来の同位体（地上宇宙線生成核種: TCN: terrestrial cosmogenic nuclides）を用いて，地形の形成年代を決定する手法を確立し，それを変動地形の発達史復元に適用して，活断層の長期的な変位速度の評価に応用することを目的とする．確度の高い地形形成年代値を得るため，TCN 深度プロファイリングと呼ばれるアプローチを採用し，新しい核種蓄積の数理モデルを構築するとともに，それを現実の地形に応用して方法の適用性を精緻に検討する．

[研究経過]

研究対象として，活動度が高いと推定される一方で，その確実な評価が未だ定まっていない濃尾断層帯の北方域を選定し，根尾谷断層および温見断層によって切断された河成段丘を手法適用の対象に選定した．まず，航空レーザー測量に基づく細密地形情報を参照しながら地形の形成過程を定性的に復元したうえ，段丘面において試孔を掘削し，複数深度で段丘堆積物を採取して，石英中の TCN である ^{10}Be を加速器質量分析により測定した．次に，得られた TCN 深度プロファイルに対し，モデルカーブをフィッティングさせることで，段丘面の離水後の風成物による埋積および離水前の土砂の生産輸送履歴を反映した継承核種量を考慮した，高確度・高精度の段丘離水絶対年代を得た．

[研究成果]

分析の結果，段丘堆積物中の石英に含まれる ^{10}Be の濃度は，深度方向に指数関数的に減衰し，ゼロに漸近するプロファイルを示すことが明らかとなった．このことは，堆積物の定置時点での継承核種量がおおむね無視できる程度であったことを示唆する．解析の結果，対象とした河成段丘は，最終氷期最盛期に離水したことが明らかとなった．段急崖と段丘面の変位量に基づき，断層の活動度を定量的に評価したところ，従来よりも有意に確度の高い横ずれ変位速度を決定することができた．本プロジェクトにより，変動地形学における TCN の有用性が示され，さらに大型のプロジェクト立案と研究費獲得へとつながった．宇宙線生成核種の生成率算出やモデル解析の補助として参加した大学院生に対する教育的波及効果も大いに得られた．

[研究成果の公表]

学会発表 1 件（15th International Conference on Accelerator Mass Spectrometry（AMS-15），Online, Nov. 2021）． ^{10}Be の分析感度の向上に関する論文を，国際誌に投稿した（Matsushi Y., Matsuzaki H.: A method for background correction in ^{10}Be detection: evaluation of indirect isobaric interference by ^7Be generated at the entrance window of a gas counter. Proceedings of the AMS-15 Conference, Special Issue in Nuclear Instruments and Methods in Physics Research B, submitted）．

拠点研究（一般推進）（課題番号：2021A-05）

課題名：地震動データおよび被災データの逐次変化に基づく都市地震リスク軽減に向けた先進的フレームワークの構築に関する研究

研究代表者（氏名，所属，職名）：後藤浩之，地震災害研究部門，准教授

研究期間：令和 3 年 5 月 1 日 ～ 令和 4 年 3 月 31 日

共同研究参加者数：44 名（所外 25 名，所内 19 名）

- ・大学院生の参加状況：16 名（修士 12 名，博士 4 名）（内数）
- ・大学院生の参加形態 [研究補佐，データ分析，実験補助]

研究報告：

[研究目的・趣旨]

近年，2018 年大阪府北部の地震では，壊滅的な地震被害には至らないものの都市直下で発生するような地震に関する地震動データと引き起こされた被害データが得られた．また，2016 年熊本地震や 2018 年胆振東部の地震，2019 年リッジレスト地震のように断層近傍での特徴的な地震動データや地盤データも収集されるようになってきた．このような地震に関するデータはこれまでシミュレーション技術の高度化やモデルの精緻化等に貢献をしてきたと言えるが，データの質や量が時々刻々と変化するプロセスを意識した手法やモデルは少ない．自治体や企業の発災後のオペレーションは時々刻々と変化する情報に基づいた意思決定が本質であるため，データに応じた動的な方法論に対する需要は高いと言える．本研究は，データの質や量が逐次変化するような状況を想定し，理学・工学の最新の知見を踏まえることによりどのような先進的な技術が可能になるかを検討するものである．そしてこれらを統合し，最新の知見とデータに基づく都市地震リスク軽減に向けた適応型の先進的フレームワークについて検討するものである．

[研究経過]

本研究では上に掲げた研究目的を達成するため，所内・所外研究分担者と密に連携を取りながら，以下の 3 項目について研究を進めた．1) 各研究分野における最新の知見の集約：断層近傍の地震動特性，不確実情報下での予測提示法，危機耐性を考慮した新しい構造形式など，地震学，建築学，土木工学，地盤工学，経済学，防災学における現在の最新到達点を確認して分野間で共通認識を持つ．2) 利用可能なデータフローの整理とモデリング手法の再考：物理的，社会的制約によりデータは時間とともに質・量ともに変化する．このようなデータフローを把握し，現在利用可能なデータ群に対する共通認識を持つ．また，機械学習を取り入れること等によって新たに実現可能となる先進的な技術について検討する．その上で，データ群を都市システムと有機的に連携させる方法や先進的な技術を実現するために必要なデータについて改めて整理する．3) 社会実装に向けた課題抽出 データが不確実性を持ちながら時々刻々と変化する中で，小さな PDCA サイクルをシーケンスとして実装させることで，新しいフレームワークとして実現できる可能性を検討し，その課題を抽出する．

[研究成果]

震源近傍の地震動データに基づき，破壊伝播項を入れることで，破壊伝播様式の推定と震源特性（応力降下量）の安定した推定方法を提案した．現行の緊急地震速報の震源決定精度向上のため，簡便な P 波検知手法を開発した．高密度で都市部に展開された地震計ネットワークによるデータを分析することにより，地震動データ及び地盤震動特性そのものの本質的なばらつきがその評価に一定の影響を与えることを明らかにした．また，広く地震動データを収集して深層学習モデルを訓練させることにより，即時的に地震動分布をシミュレーションする方法論の研究を

進めている。

邑知潟平野の盆地端部における地盤の不整形性を把握するために、常時微動観測記録に基づいて地下構造を調べた。2018年北海道胆振東部地震時に群発した斜面崩壊地における微動計測と長期地震動観測を行い、現地から採取した試料を用いた地震時地すべり再現実験を実施した。その結果、厚真地区の斜面振動特性を明らかにした。また、地震時崩壊斜面における地震動は近くの地震観測点 (K-NET: HKD125) で計測された地震動より強いことが推測される。また、靱性能が耐力に依存する非線形木造建物群モデルを設定して地震被害推定を行い、実際の被害データを精度良く説明できた。また、実大実験データで耐力と靱性能の関係を確認した。

地震動／被災データの空間特性をモデル化するため、データに含まれるばらつき（不確実性）を考慮できる表現法の理論的枠組みを整理し、いくつかの事例について実際に評価を行った。事業継続計画（BCP）の枠組みを整理することによって、事前に収集可能なデータの利活用及びシミュレーションの利活用に関する方向性を示した。

[研究成果の公表]

浅野晃太，後藤浩之，奥村与志弘，澤田純男：2018年大阪府北部の地震における高槻市・茨木市の建物被害分布に影響を与えた要因分析，令和3年度 京都大学防災研究所 研究発表講演会，2022/2/21-22。

浅野晃太，後藤浩之，奥村与志弘，澤田純男：2018年大阪府北部の地震における高槻市・茨木市の建物被害分布と要因に関する地理学的考察，土木学会論文集A1（構造・地震工学），Vol.77, No.4, pp.I_638-I_648, 2021。

大西正光：BCP（事業継続計画）のフレームワーク，都市地震リスク軽減に向けたデータ駆動型研究の最前線 2022年3月15日

王功輝：降下火砕物斜面における地震時地すべりの発生・運動機構について：日本で近年発生した土砂災害を例として，2021年度 土砂災害予測に関する研究集会，2021年11月10日，概要：2P，2021。

後藤浩之，Anirban Chakraborty：隣接値の有意差を反映した空間確率場の表示法，土木学会論文集A1（構造・地震工学），印刷中。

Hiroyuki Goto, Anirban Chakraborty: Uniform Uncertainty Mapping Application to Seismology and Earthquake Engineering Problems, AGU Fall meeting 2021, S15B-0251, 2021/12/13-17

Hiroyuki Goto, Anirban Chakraborty: Uncertainty projected mapping with application to regional seismic hazard analysis, 17th World Conference on Earthquake Engineering, No.1g-0002, 2021/9/27-10/2.

Hiroyuki Goto: Bayesian posterior mean velocity modeling as alternative to resolution guaranteed imaging, the 6th IASPEI/IAEE International Symposium: Effect of Surface Geology on Seismic Motion, 2021/8/30-9/1.

Anirban Chakraborty, Hiroyuki Goto: Visualizing data saturation in geospatial mapping with application to earthquake engineering, 17th World Conference on Earthquake Engineering, No.1d-0004, 2021/9/27-10/2.

Ryota Otake, Jun Kurima, Hiroyuki Goto, Sumio Sawada: Deep learning model to predict real-time seismic intensity, 17th World Conference on Earthquake Engineering, No.9c-0003, 2021/9/27-10/2.

ショーバック ジェイコブ英輔，後藤浩之，栗間淳，三上武子，吉田望，澤田純男：深層学習と物理モデルの組み合わせによる土の繰返しせん断特性の表現，令和3年度土木学会全国大会，2021/9/9-10。

染井・浅野・岩田：Development of a New Spectral Inversion Method Considering with Rupture Directivity, JpGU2022, SSS04-03.

中山智貴・松島信一：邑知潟平野の地盤構造推定とそれを用いた強震動予測に関する研究、京都大学防災研究所 令和3年度研究発表講演会、B118, 2022

中山智貴・松島信一：常時微動を用いた邑知潟平野の地盤構造推定、日本 地震工学会・大会—2021、B-4-7, 2021
Yamada, M. and J. Mori: P-wave picking for earthquake early warning: Refinement of a Tpd method, Geophysical Journal In-

ternational, ggab349, 2021.08.

Yamada, M., K. Tamaribuchi, and S. Wu: IPFx: Extended integrated particle filter method for achieving high-performance earthquake early warning system. Bulletin of the Seismological Society of America, 111(3), pp.1263-1272.

研究集会：

「都市地震リスク軽減に向けたデータ駆動型研究の最前線－拠点研究（一般推進）2021A-05」

日時：令和4年3月16日（水）13:00～18:00

会場：防災研究所 連携研究棟3階 301号室（会議室）およびオンライン配信

プログラム

開会挨拶：松島信一（京大防災研）

山田真澄 「Tpd法を利用した簡便なP波検知手法」

孫ジカイ 「動的破壊シミュレーションによる熊本地震の震源モデル」（英語発表）

染井一寛 「断層破壊指向性を考慮した新しいスペクトルインバージョン手法の開発」

縣亮一郎（JAMSTEC）「地下構造の不確かさを考慮したベイズマルチモデル断層すべり推定」

王功輝 「微動計測および長期地震動観測から推定される厚真地区の斜面振動特性」

境有紀 「地震被害推定を目的とした非線形木造建物群における耐力と靱性能の関係」

多幾山法子（東京都立大）「既存木造住宅のアラミド繊維シート補強法の開発と地震後の継続使用性簡易判定」

松本雄馬，糸井達哉（東京大）「データ駆動型地震工学のための地震動波形データベース構築に関する研究」

後藤浩之 「超高密地震観測による不確実性の認知とハザード表現への展開」

大西正光 「BCP（事業継続計画）のフレームワーク」

寅屋敷哲也（人と防災未来センター）「災害時の企業の事業継続に活用されるデータ」

閉会挨拶：岩田知孝（京大防災研）

拠点研究（一般推進）（課題番号：2021A-06）

課題名：光ファイバ通信ケーブルをセンサーとする革新的技術を用いた自然地震観測と活断層調査、インフラ構造のモニタリング

研究代表者（氏名，所属，職名）：宮澤理稔，地震予知研究センター，准教授

研究期間：令和3年4月1日 ～ 令和4年3月31日

共同研究参加者数：7名（所外5名，所内2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 [記録の解析]

研究報告：

[研究目的・趣旨]

京都西山断層帯(京都盆地西部)を跨ぐ国道沿いに敷設されている光ファイバ通信ケーブルに、分散型音響センシング(Distributed Acoustic Sensing(DAS))の技術を適用し、光ケーブルの連続伸縮測定を行った。これにより光ケーブルを用いた地震観測の可能性の検証を行ったほか、交通ノイズを用いた地下構造や浅部地盤・橋梁等構造物のモニタリングに向けた調査と技術開発を目指した。現在の地震観測網に取って代わる次世代地震観測網への礎を築くと共に、これらのデータ解析を通じて地球科学、土木工学、情報工学の連携による新たな防災研究の融合を目指す研究である。

[研究経過]

京都大学防災研究所と近畿地方整備局京都国道事務所との間で締結された「光ケーブルをセンサーとした観測の共同研究に関する覚書」（2021年2月16日）に基づき、一般国道9号に敷設された光ケーブル1芯に対してDAS測定を行った。2021年8月23日に京都国道事務所内にDAS機材を設置し、約1か月間にわたり光ケーブルの伸縮を測定し、9月24日に機材の撤収を終えた。測定条件は約50 km長の光ケーブルに対し、時間サンプリング500 Hz、空間サンプリング約5.1 m、ゲージ長約40.8 mである。これは用いた光ケーブル沿いの9,788箇所での振動測定を行う事に対応する。一日当たり約0.9 TBのデータが蓄積された。DASによる測定期間中、測定値を検証する目的で、国道9号沿いの老ノ坂スノーステーション付近の路肩に三成分短周期地震計1台を設置して並行観測を行った。なおコロナ感染症対策のため、京都国道事務所内におけるDAS測定機器の設置・撤去作業の立会や、地震計による観測などは研究代表者のみが参加して行った。データは直ちに共同研究参加者間で共有した。

[研究成果]

国道の光ケーブルを利用した観測事例は数例しかなく、その中でも本研究はS/Nの良好な地震を始めとする自然・人工信号を捉える事に成功した。今後の光ファイバケーブルを用いた本格的な観測研究に繋がる布石となった。

地震観測に関しては、光ケーブルが設置された付近の領域で発生し、気象庁一元化カタログに記載されていた微小地震の多くは、今回のDAS測定によっても観測されていた。特にケーブルの真下で発生したM2.8の地震については、下部地殻からの明瞭な反射波が捉えられた。これまで疎らな観測点において数多くの地震記録を解析することにより漸く検出可能であった反射面の存在を、たった一度の観測で捉える事ができた例である。既存の記録を使った研究結果を補うデータとして活用が進められた。また約300 km離れた能登半島の一連の群発地震のうち、現時点で最大規模のM5.1の地震の揺れも捉えることに成功した。これらの結果は震源決定や、地殻内部構造の調査に繋がる成果である。

測定された背景ノイズについて、信号の大きさが光ケーブルに沿って空間的に変化していることを見出した。これらは浅部地盤構造の違いを表していると考えられ、この構造調査のために、共同研究参加者が別の国道で測定したDAS記録との比較を通じて解析を進めた。

この他、これまでの観測方法では得られない波動場を実際に捉える事ができたため、この膨大な記録を活用する試みも行われた。この中において、交通ノイズを用いた解析を進めたほか、橋梁部における降雨時の信号の変化などを見出した。

データの解析には大学院生が積極的に関与しており、最先端の技術による大規模記録を最新の手法で解析していくことで、解析技術の高度化を進めるとともに高い教育効果をもたらすことができた。なお現時点で共同研究参加者に加わっていない所内外の研究者に対しても、研究テーマに応じて記録の提供を行っていくことで、研究の発展性と共同研究の幅を見出して行く予定である。

[研究成果の公表]

宮澤理稔・江本賢太郎・中原恒・辻健 (2022). 光ケーブルを利用した京都国道9号沿いにおける超高密度地震観測, B206, 令和3年度京都大学防災研究所研究発表講演会

拠点研究（特別推進）（課題番号：2021B-01）

課題名：次世代型圧力計測技術の確立

研究代表者（氏名，所属，職名）：西嶋 一欽，気象水象災害研究部門，准教授

研究期間：令和3年4月1日 ～ 令和4年3月31日

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1名，博士1名）（内数）
- ・大学院生の参加形態 [実験補助]

研究報告：

[研究目的・趣旨]

本研究の目的は、金属ナノ粒子集合系の光応答の感性性を利用した新原理に基づく圧力計測技術を確立することである。特に本申請研究では、分光イメージングカメラを用いて高分解能で光スペクトルのピークシフトを観測することで、粒子集合系のマクロ・ナノ構造特性とピークシフトの関係を明らかにし、計測圧力レンジに応じた粒子集合系を最適設計する。成果が実用化されれば、風洞実験や水理実験に利用可能な革新的圧力計測手段を提供できる。

[研究経過]

本研究期間の具体的な進捗は、分光イメージングカメラ（測定波長範囲400-1000nm、波長分解能3.3nmの性能を有するハイパースペクトルカメラ）を導入し、印加圧力と反射光スペクトルの関係をマクロスケールでリアルタイムに計測する仕組みを構築したことである。これにより、これまではRGBの3バンドでのみ確認していた印加圧力による反射光（色）の変化をより詳細にとらえることが可能になった。また、マクロスケールで反射光スペクトルを測定することが可能になったので、これまでに製作してきたマイクロ水洞実験装置への組み込むことで、流体中に置かれた模型表面の反射光スペクトル（色）さらには作用圧力の変化を捉えることが可能になった。

[研究成果]

直接的な成果は上記の通りであるが、本研究期間中の交流（オンラインでの意見交換ならびに京都大学防災研究所での研究成果報告会）を通じて、大阪府立大学LAC-SYS研究所執行部および若手研究者（学生を含む）との研究ネットワークを発展させた。また、学生には本研究に必要な不可欠な感圧粒子の調整・最適化に取り組んでもらうなど、積極的に異分野協働研究に参画する機会を創出した。さらに、本研究の取り組みを「縮尺模型実験の新展開」として位置付けることで、防災研究所内の他の大型実験施設を用いて縮尺模型実験を行っている研究者と定期的に意見交換する機会を持ち、防災研究所の大型実験施設の将来展望を検討した。

[研究成果の公表]

現在それぞれの分野（光物性と風工学）での研究論文の投稿を準備中である。

特定研究集会（課題番号：2020C-03）

集会名：第6回表層地質が地震動に及ぼす影響に関する国際シンポジウム

研究代表者：岩田知孝

開催日：令和 3 年 8 月 30 日～9 月 1 日

開催場所：オンライン開催

参加者数：178 名（所外 163 名、所内 15 名）（国内 117 名、国外 61 名）

・大学院生の参加状況：32 名（修士 名、博士 名）（内数）

・大学院生の参加形態 [研究発表, 聴講]

研究及び教育への波及効果について

地震動は表層地質条件によって増幅・伸長することから、地震動予測の高度化に関する研究は、その地震動増幅の解明から地震災害軽減に資する目的のため広範に実施されている。本国際シンポジウムは第 1 回から約 5 年毎に実施されてきて、その時点での最新の研究成果を持ち寄り議論することで、国際的な地震動予測手法の高度化に貢献してきた。今回も近年に起きた 2016 年熊本地震などの被害地震の教訓を踏まえて最新研究の情報共有が行われた。加えて大学院生を含む若手研究者が参画し、本研究分野の意義を知り、将来展開していくことに寄与した。

研究集会報告

(1)目的

地震動は特に表層地質条件によって増幅・伸長する特徴があることから、地震被害の軽減を目指した地震動予測の高度化を進めるため、1988 年に第 1 回の国際シンポジウム（Effects of Surface Geology on seismic motions(ESG)表層地質が地震動に及ぼす影響）が始まってから、約 5 年に 1 回の頻度で国際シンポジウムが開催され、その時点での最新の研究成果を持ち寄り、情報共有して議論をするとともに、将来展望を議論してきている。その間に起きた国内外の数々の被害地震の教訓を踏まえて、地震動に影響を及ぼす震源特性や地震波伝播経路特性もテーマに含まれて総合的な地震動研究シンポジウムとなってきた。また、本シンポジウムの特色として、Blind Prediction（あるサイトのある地震による観測地震動を隠しておいて、その地震の震源特性やそのサイトの地盤特性に関する情報を提供して、参加者が各々の方法でその観測地震動を「予測」し、観測地震動と比較、結果を評価する）を実施している。この目的は、我々の各時点の研究成果をもとに、どの程度正確に予測ができるか、また予測を高度化するには何が必要かを理解することで、次の研究展開を考えるためである。今回はシンポジウムテーマとして「ESG 研究 30 年の歩み：我々はサイト増幅をどこまで精確に予測できるか？」として、サイト増幅を中心とした最新の理論及び観測研究を持ち寄り、議論するとともに、Blind Prediction の課題としては、2016 年熊本地震を対象として、地震動予測のみならず、微動アレイ観測データを提供してサイトの地下構造モデルの構築に関する課題を実施した。

(2)成果のまとめ

全発表は、シンポジウム・プロシーディングスとして参加者に共有された。ブラインドプレディクション結果については、会議で概要が報告されるとともに、以下に記載する Earth, Planets and Space 誌の ESG 特集号にとりまとめた論文投稿して公表することになっている。

(3)プログラム

基調講演 8 件、招待講演 31 件を口頭発表とした（添付）。この他、一般発表 95 件をポスター発表とし、合計 134 件の発表があった。

(4)研究成果の公表

全発表は、シンポジウム・プロシーディングスとして参加者に共有された。また、ESG 研究に関する特集号を *Earth, Planets and Space* 誌に提案して了承され、シンポジウム参加者に研究成果の論文投稿を広く呼びかけた。

特定研究集会（課題番号：2021C-01）

集会名：第5回世界防災研究所連合サミット

研究代表者：多々納 裕一

開催日：令和 3 年 8 月 31 日 - 9 月 1 日

開催場所：オンライン

参加者数：640 名 (所外 587 名、所内 53 名)

- ・大学院生の参加状況：90 名
- ・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

第5回サミットを開催するにあたって、事前にメンバー機関に対して、各機関の仙台枠組みに対する取り組み等に関しての調査を行い、本サミットにて各機関で推進される防災科学技術の推進状況やその成果として得られた知見等が共有された。学生や研究者による53件のポスター発表や、“Needs and Seeds”と題した研究の需要と共有を結びつけるセッションも企画し、多くの参加があった。このような一連の活動を通じて、防災科学を政策につなげ、各国研究機関や GADRI が、災害リスク軽減等の政策に科学的側面から貢献するための提言が共有された。

研究集会報告

(1) 目的

2011 年防災研究所設立 60 周年を記念して開催され、第2回サミットで設立された世界防災研究所連合(GADRI)は、53 ヶ国より 210 の機関が加盟するネットワークへと成長してきた。今回の第5回サミットでは、英国、ヨーロッパ、アフリカ、北米、南アジアなど各地域に形成されたアライアンスがローカルホストとなり、ヴァーチャルな地球規模の会議となった。対面会議では実現できない各地域での成果や課題の共有や、地域を超えたグローバルな意見交換が可能となり、多くの加盟研究機関の意見を結集した成果が期待された。討議の結果得られた声明は、GADRI メンバー機関が行っている研究活動を評価・共有し、2016 年科学技術ロードマップと整合させ、GADRI 理事会を通じて国連の防災プラットフォーム会議等の場で共有を図る。

(2) 成果のまとめ

第5回サミットでは、サブテーマを「行動と共にある科学(Engaging Science with Action)」と掲げ、科学技術ロードマップや仙台防災枠組み 2015-2030 への GADRI の貢献、SDGs と気候変動に関する研究発表、また政策立案者、政府、地方自治体などの間で研究の方向性に影響を与えるためにどのような関与の仕組みや研究連携が必要であるか、またそのための研究資金（正しい分野、人材に投資されているのか）等に関する議論が地域ごとで議論された。53 件のポスター発表や、国連防災機関(UNDRR)の代表である水鳥真美氏のビデオメッセージを含む 15 名による基調講演、70 名を超える発表者とパネリストを迎え、71 ヶ国より合計参加者数 640 名とサミットは大成功を収めた。ここでの成果はイギリスのグラスゴーで開催された COP26 や 2023 年 5 月にインドネシアで開催される国連防災プラットフォームで共有され、GADRI の国際社会での役割もより一層高まるものと期待される。

(3) プログラム

添付

(4) 研究成果の公表

Proceedings of 5th Global Summit of GADRI

GADRI ニュースレター

GADRI HP (<https://gadri.net/>)

Topical Research Meeting (Project No.: 2021C-02)

Meeting title: 4th Open Discussion Forum of GADRI

Principal Investigator: Subhajyoti Samaddar

Dates of meeting: March 15, 2022

Venue for the meeting: Online

The number of participants: 73 persons (DPRI14, Non-DPRI 59)

Number of graduate students: 1 (Masters student)

Anticipated impact for research and education

The Fourth Open Discussion Forum of GADRI: Achieving the Objectives of the Charter of GADRI, brought in GADRI community to discuss and share their viewpoints in the formation of the five committees:

- to deepen the understanding of disasters and find implementable solutions to achieve disaster resilience
- Engage, communicate, share research outcomes
- Dissemination of evidence-based research results to influence decision-makers
- To study policies and implementations on applying science and technology for DRR through finding gaps and needs
- To understand required and necessary elements for short-term, mid-term and long-term recovery (to learn lessons from successes and failures)
- To learn skills and the best practices for leading a team of policy making, emergency response or on-field operations (to educate scientific disaster manager)
- To explore contributions on DRR by private sector and policy to engage them at different phases of disaster management. (to channel DRR knowledge to stakeholders)
- bridging knowledge gaps through activating data and information for utilized knowledge
- Collaboration of existing youth led initiatives and create a platform for youth participate and leaderships
- Opportunities to work closely with different types of media and generate media and advocacy strategy
- Encouragement of networking through social media with various stakeholders to foster communication and exchanges to promote disaster research

Research meeting report

(1) Purpose

The Global Alliance of Disaster Research Institutes (GADRI) was established during the 2nd Global Summit held in March 2015. Since its inception, GADRI has gained international recognition and now boast of a membership of 210 organizations from 54 economies around the world (as of today). GADRI steadfastly continue its contribution to the implementation of United Nations Sendai Framework for Disaster Risk Reduction and Science and Technology Roadmap.

At the 4th Open Discussion Forum of GADRI under the sub-theme of Achieving the Objectives of the Charter of GADRI, in addition to other GADRI members, the existing Board of Directors and the new Board of Directors from April were invited and discussed how to attain the GADRI objectives.

(2) Summary of findings

4th Open Discussion Forum of GADRI was scheduled to be held at the Clock Tower Exchange Hall, Kyoto University in November 2021. GADRI was planning to invite researchers, practitioners, and policymakers from home and abroad for the event. Unfortunately, due to the influence of the COVID-19, the Forum had to be held online on 15 March 2022.

Missions of the five committees are summarized below:

1. Committee on S&T Roadmap

Chair: Prof. Sumit Sen, IIT, Roorkee, India
Presenter: Dr. Stefan Hochrainer-Stigler, IIASA, Austria

The Science and Technology Roadmap is a much-discussed area and much work has already been done by the UNDRR. Many reviews and documents are available online too.

The GADRI Committee on Science and Technology Roadmap plans:

- to work on missing research gaps
- seek opportunities for improvements
- to address science and technology from a global vantage point
- to promote foresight and techniques of foresight

2. Committee on Institutional Capacity Building

Chair: Dr. Indrajit Pal, AIT, Thailand
Presenter: Prof. Wei-Sen Li, NCDR, Chinese Taipei

Directions to work together on DRR (1/2) - through Institutional Capacity Building

- Case studies on evidence-based disaster risk reduction
- Build back better- trend & policy on post-disaster recovery
- Leadership and decision making on disaster management
- Role of NGO, NPO & business by public-private partnership

- Regional and global mechanisms **and resources for DRR, CCA and SDGs**

3. Committee Data and Information Sharing

Chair: Dr. Rodrigo Cienfuegos, CIGIDEN, Chile

Presenter: Prof. Andrew Collins, UKADR; and DDN, Northumbria University, UK

Current Vision: An action based, dynamic, multi-voice data information system

Principles:

- bridging knowledge gaps through activating data and information for utilized knowledge.
- Bridging of knowledge gaps through a whole of society objective, influencing social and behavioural change to enable disaster risk reduction.
- Identifying the keys to a more comprehensive bridging of knowledge gaps through activating data and information for utilized knowledge
- Learning how GADRI institutions use their disaster research data processes to have more impact in disaster risk reduction
- Transfer of the UNDRR DwG (2020) concluding orientation into GADRI Data Sharing Committee: key elements

4. Committee on Advocacy

Chair: Prof. Paul Kovacs, Chair, GADRI; and Executive Director, ICLR, Adjunct Research Professor, Economics, Western University, Canada

Presenter: Prof. Rajib Shaw, Fujisawa Campus, Keio University, Japan

Objective 5: to serve as an advocacy organization presenting evidence-based approaches that influence decision-making processes

- Where is the gap in advocacy?
- Fulfilling the Institutional Void by promoting partnership
- Global-regional-national-local-thematic
- Youth involvement
- Media and communication

5. Committee on Networking

Chair: Prof. Ortwin Renn, IASS, Potsdam, Germany

Presenter: Prof. Charles Scawthorn

Networking: *the action or process of interacting with others to exchange information and develop professional or social contacts* (GADRI context): ***“fostering [mechanisms and actions for] communication and exchanges to promote disaster research”***

The Committee on Networking is more about communicating with people not organizations.

Possible activities being considered:

- Some sort of **blog on disaster research** (time intensive, need a natural blogger)
- Or, **aggregate other blogs related to disaster research** (ditto)
- Develop and promote a **template for personnel exchanges (“GADRI Scholars”)** (funding?)
- Create a scholarly *journal of disaster research* (what is GADRI already doing?)
- Better utilize social media

Each chair of the presented the objectives for their respective committee. The subsequent discussions brought in valuable inputs and ideas to improve and implement the set goals.

In the future, GADRI will invite members from GADRI community to join the committees.

The progress of the committees will be shared at the biennial Global Summits of GADRI.

The 6th Global Summit of GADRI is planned to be held from 15 to 17 March 2023 at the Disaster Prevention Research Institute (DPRI), Kyoto University, Japan.

(3) Program

Attached

(4) Publication of research findings

GADRI Newsletter

<https://gadri.net/>

特定研究集会（課題番号：2021C-03）

集会名： 「宅地の未災学」の確立に向けて

研究代表者： 釜井 俊孝

開催日：令和4年3月5日

開催場所： 京都大学宇治キャンパスきはだホール および オンライン会議システム Zoom

参加者数： 47名（所外35名、所内12名）

- ・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 [聴講・議論]

研究及び教育への波及効果について

これまでの宅地防災においては、災害発生メカニズムの理解や対策などの理学・工学的なアプローチと、未然に災害を防ぐための国民に対する啓蒙や法整備が、綿密に双方の知見や要求について意志疎通することなくおこなわれてきた。そのため、理学・工学的な知見が実効的な社会体制や国民の行動に残念ながら反映されていない。本研究集会では、各分野に携わる最先端の人物が知見を紹介し、問題点を洗い出すとともに、どのような解決策があり得るかについて議論した。本研究集会がなければ、参加したメンバーが一堂に会する機会を持つことはない画期的なものであった。実際にメンバー相互に多様な議論が交わされ、宅地の未災学に関する多面的な研究の芽が生まれた。また、斜面崩壊の発生メカニズムを研究する大学院生も研究集会に参加し、このような議論に触れることで、自身の研究の意義や将来の方向性などについて顧みる機会となったと考えられる。

研究集会報告

(1)目的

谷埋め盛土などの宅地において、近年の豪雨や地震によって繰り返し大きな被害が発生している。今後の宅地の防災を考える上で「未災」の観点から調査や対策、社会体制の整備や教育を実施していくことが必要である。本研究集会では、このような立場から、理学・工学の研究者だけではなく、法学の研究者や報道、法曹などの最前線で活躍するスペシャリストを招き、現代の宅地が抱える土砂災害リスクとその対応策について議論する。

(2)成果のまとめ

各講演者からは、「宅地の未災学」の構成要素、盛土における観測や実験に基づく地震時の崩壊メカニズムの理解、遺跡調査に基づく災害の記憶の伝承、宅地リスクについての取材活動、防災報道のあり方、行政の不作为に対する裁判所の見解、危険不動産への今後の対策の提案、災害や減災についての教育方法などについて幅広い話題提供がなされた。これらを踏まえ総合討論においては、地盤品質管理士制度の成功点と問題点、神奈川県のマンスションの敷地内における擁壁の崩落事故も参考にした盛土の共同管理についての提案や問題点、盛土の観測・調査事例の活用方法、盛土リスクの周知方法やジオパークの活用、国外の動向など多様な議論が交わされ、予定時間を超過してもまだ議論が出尽くさなかった。講演や総合討論を経て「宅地の未災学」の幅広い可能性と、さまざまな学問的なシーズを確認することができた。

(3)プログラム

（座長： 王功輝（京都大学））

セッション1 導入 9:15～9:30

趣旨説明

宅地の未災学とは

釜井俊孝（京都大学）

セッション2 科学的な知見 9:30～10:10

現地観測データの解析から推察される谷埋め盛土の地震時の振る舞い

ー東京都目黒区と神奈川県横浜市の事例ー

土井一生（京都大学）

遺跡の発掘調査からみた災害と災害前後の地域社会

-大分県横尾貝塚・福島県浜通り北部(南相馬市域)の事例から-

古川匠（京都府）

「宅地の未災学」の確立に向けた模型実験から得られる知見

村尾英彦（(株)村尾地研）

セッション3 社会問題としての実像 10:10～10:55

東京の「隠れ盛り土」問題

畠山哲郎（毎日新聞）

被害救済・法整備の未来像

吉岡和弘（欠陥住宅被害全国連絡協議会）

「宅地の未災学」と不動産取引

ー危ないところだけが危ない現実をどう解決するかー

太田英将（太田ジオリサーチ）

セッション4 未災の段階でのアプローチ 11:10～11:55

里山の開発と法・政策

牛尾洋也（龍谷大学）

防災・減災報道の現状と課題 ～宅地防災の観点から

島川英介（NHK）

宅地の価値の共有と SDGs

目代邦康（東北学院大学）

総合討論 12:05～13:00

講演者全員、モデレーター（土井一生、京都大学）

(4)研究成果の公表

京都大学防災研究所特定研究集会「『宅地の未災学』の確立に向けて」講演スライド・要旨集、126 pp.

特定研究集会（課題番号：2021C-04）

集会名： 第11回総合防災に関する国際会議（オンライン）

研究代表者： 横松 宗太

開催日： 令和3年9月23日～9月24日

開催場所： オンライン

参加者数： 258名（所外 222名、所内 36名）

・大学院生の参加状況： 71名（所外 56名、所内 15名）

・大学院生の参加形態 [研究発表 / 発表聴講]

研究及び教育への波及効果について

本年度は20回目の記念大会となった。当初は当記念大会を2020年度に京都にて開催する予定であったが、新型コロナウイルスの感染拡大によってオンラインの特別企画へと切り替えられた。感染は2021年も継続したが、今回はオンライン形式で定例のスケールの参加者数や発表数をもつ年次会議を開催することになった。

テーマは「総合防災研究イニシアチブの有効性を検証する：2001年からの20年を振り返って(Reviewing the Effectiveness of Integrated Disaster Risk Management Initiatives～ Saga from 2001 to 2021 ～)」と設定された。新型コロナ・パンデミックなどを含む新しい問題への視点や発見、見解も取り込みながら、過去20年間の知見の体系化を目指す議論が行われた。世界の一線の防災研究者や実務者達が、複雑化する災害に対して、いかに量的・質的データや経験知をストックし、実践の現場にて適切に利用していくべきか、どのように「総合防災」の概念を体系化し、次の20年間に発展させていくべきかを討議したことは、防災分野の発展にとって極めて有意義であったと考えられる。また、恒例の若手研究者セッションでは、博士課程学生たちが口頭発表セッションと、討議セッションの二通りの形式で発表と議論を行い、シニアの研究者から熱心なコメントや指導を受けた。優秀な発表への表彰も行われ、学生達は今後の研究活動に向けてさらに意欲を高めていた。

研究集会報告

(1)目的

国際総合防災学会は岡田憲夫教授（当時の本所の教授、現在は名誉教授）を会長、多々納裕一教授を副会長として2010年に設立された。2022年1月現在も防災研究所より、アナマリア・クルーズ教授（会長）、多々納裕一教授（副会長）、畑山満則教授、横松宗太准教授（会計）の4人の理事を輩出している。

学会の前身は、2001年に創始された「総合防災に関するIIASA-DPRI国際会議」であり、そこから数えると今回の年次会議は20回目の記念会議になる。（2020年の会議は特別企画であったためカウントから省かれる。）近年は約20カ国から200人を超える数の研究者や実務者、博士課程学生らが集い、災害のリスクガバナンスの構築のための学際的・分野横断的な議論を行っている。世界に総合防災のネットワークを拡張することを目的として、開催地を毎回移して、現地から多くの新しい参加者を得ている。

今回も、前年度の特別企画に引き続き、新型コロナウイルスの感染拡大によってオンラインの開催となった。テーマは「総合防災研究イニシアチブの有効性を検証する：2001年からの20年を振り返って(Reviewing the Effectiveness of Integrated Disaster Risk Management Initiatives～ Saga from 2001 to 2021 ～)」と定められ、「総合防災」の概念や知見の体系化を目的とした議論が行われた。

恒例の若手研究者セッションには、毎年、防災研から多くの大学院学生が参加して、国際的な研究者を目指す足がかりとして貴重な機会となっている。今年はオンラインであるがゆえに、費用面において学生は参加しやすかった。

同学会には国際応用システム分析研究所(IIASA)など、GADRIに参画している機関も多く、それらとの連携が強化されること

も期待される。

(2)成果のまとめ

今回は「総合防災研究イニシアチブの有効性を検証する：2001 年からの 20 年を振り返って(Reviewing the Effectiveness of Integrated Disaster Risk Management Initiatives～ Saga from 2001 to 2021 ～)」をテーマとした。基調講演の講演者とタイトル、パネル討論のテーマを以下に記す。

<基調講演>

1. 岡田憲夫博士「IDRiM Society の 20 年の旅：過去と未来を見据えて (Two decade-long journeys of IDRiM Society: Looking back and looking ahead)」
2. Joanne Rinnerooth-Bayer 博士「過去を振り返り、未来を見る：総合防災の自然に基づく解決法 (Looking Back and Looking Forward; Nature-based solutions for integrated disaster risk management)」
3. Qudsia Huda 博士「衛生上の緊急事態と防災を私達全員の問題ととらえる為に (Making Health Emergency and Disaster Risk Management as Everybody's Business)」
4. Stephane Hallegatte 博士「自然災害の真の経済的影響：分配への影響と貧困に関する含意 (The real economic impact of natural disaster: accounting for distributional impacts and implications for poverty)」
5. Stefan Hochrainer-Stigler 博士「個人、複合、およびシステムリスクに関するシステム依存性 (A Systems Dependency Perspective for Individual, Compound and Systemic Risks)」
6. Ilan Noy 博士「テキサス州ハリス郡のハリケーンハービーの際の気候変動による洪水の不平等：気候変動に関連した研究 (Inequalities in Climate Change-Fueled Flooding during Hurricane Harvey in Harris County, Texas: A climate change attribution study)」
7. William Siembieda 博士「カスケード災害：相互に作用し連結するリスクについての理解を深める (Cascading disasters: improving our understanding of interacting and interconnected risk)」
8. 多々納裕一博士「災害の経済的影響評価：現状と将来の課題 (Economic Impact Assessment of Disasters: current status and future challenges)」
9. Bijay Anand Misra 博士「IDRiM の拡大する領域：認識と意思決定；変化する世界的な災害リスクシナリオにおける展望とベンチマークアクション (The Expanding Realm of IDRiM: Perception & Decision Making; Prospects & Benchmark Action in the Changing Global Disaster Risk Scenario)」
10. Mohse Ghafory-Ashtiany 博士「災害リスク科学の効果的な実施のための将来の課題 (Future challenges for effective implementation of Disaster Risk Science)」

<討論セッション>

1. Andrew Collins 博士、Bijay Anand Misra 博士、Mohsen Ashtiany 博士 他 3 名「IDRiM Society にとっての 20 年 (Looking back for 20years of IDRiM)」
2. 山泰幸博士、Linping Fang 博士、Myriam Merad 博士 他 3 名「重要だがまだ未対応な分野 (Explore areas that are important but not yet fully addressed)」
3. 望月純子博士、Hamilton Bean 博士、北川香博士 他 4 名「今後 10 年の総合災害科学の課題 (Challenges of Integrated Disaster Science for upcoming decade)」

また、103 個の口頭発表セッション、15 個のスペシャルセッション、3 個の討論型セッション、35 個の発表を含む若手セッションが行われた。本会議の議論の成果を素に IDRiM Journal に特集号を企画している。これまでの取り組みによって、総合防災(Integrated Disaster Risk Management, IDRiM)のコンセプトや重要性への認知や理解は着実に向上している。

(3)プログラム

添付ファイル

(4)研究成果の公表

<http://idrimjournal.com/>

<http://idrim.org/>

<http://idrim2021.com/>

3.1.4 施設・設備利用型共同研究利用一覧 令和3年度

利用者氏名	利用者所属機関	施設、設備・装置・機器、資料
末峯 章		徳島地すべり観測所
後藤忠徳	兵庫県立大学大学院生命理学研究科	B-4 広帯域電場磁場観測装置 (3 式)
仲谷幸浩	鹿児島大学 地震火山地域防災センター 附属南西島弧地震火山観測所	宮崎観測所 海底地震観測用船上音響装置 SCM-11D IRIG 時計ロガー SC-EDGELOG2
石川 尚人	富山大学 都市デザイン学部 地球システム科学科	B-4 広帯域電場磁場観測装置 (空中磁気探査用 小型システム3式)
松四 雄騎	防災研究所地盤災害研究部門	宇治川オープンラボラトリー
末峯 章		徳島地すべり観測所
増田 覚	(株)ニュージェック河川グループ 流域マネジメントチーム	宇治川オープンラボラトリー
澤井 健二	水辺に学ぶネットワーク	宇治川オープンラボラトリー
クリストファー ゴメス	神戸大学大学院海事科学研究科	宇治川オープンラボラトリー 急勾配水路
山路 昭彦	防災研究所気象・水象災害研究部門	宇治川オープンラボラトリー 観測用ドローンお よび観測機材一式
梅野 健	京都大学大学院情報学研究科	潮岬風力実験所 (1)GNSS 受信装置及びアンテ ナ(Javad Delta 3N)及び(2)イオノゾンデ受信装置
伊藤 芳樹	株式会社 ソニック	潮岬風力実験所 持込機材：2次元超音波風向風 速計、風車型風向風速計(比較用)、ケーブル(50m) × 2、データ収録用 PC および周辺機器
成田 知巳	湘南工科大学工学部電気電子工学科	潮岬風力実験所 VLF 帯雷放電観測装置
長尾 大道	東京大学地震研究所	潮岬風力実験所 微気圧データ同化システム (気 圧センサーNanoBaro 等)
悪原 岳	東京大学地震研究所	宮崎観測所 海底地震観測用船上音響装置 SCM-11D
末峯 章		徳島地すべり観測所
中谷 加奈	京都大学大学院農学研究科	宇治川オープンラボラトリー 天然ダム越流崩壊 実験水路
中谷 加奈	京都大学大学院農学研究科	宇治川オープンラボラトリー 20cm 幅流砂基礎 実験水路
淀 大輔	株式会社 OTS	宇治川オープンラボラトリー バルーン式浸水防 止対策装置

山路 昭彦	防災研究所 気象・水象災害研究部門	宇治川オープンラボラトリー 観測用ドローン及び観測機材一式
末峯 章		徳島地すべり観測所
立花 章裕	製品開発課	宇治川オープンラボラトリー 雨水流出実験装置
山路 昭彦	防災研究所 気象・水象災害研究部門	宇治川オープンラボラトリー 観測用ドローン及び観測機材一式
古本 淳一	メトロウエザー株式会社	宇治川オープンラボラトリー 気象観測鉄塔および付属の気象観測機器
駿河 純	鹿児島県立青少年研修センター	火山活動研究センター館内の観測機器、資料の見学
駿河 純	鹿児島県立青少年研修センター	火山活動研究センター館内の観測機器、資料の見学
井野川 知彦	大阪市立大学理学部地球学科 都市地盤構造学研究室	徳島地すべり観測所
古谷 元	富山県立大学	徳島地すべり観測所
末峯 章		徳島地すべり観測所
山路 昭彦	防災研究所 気象・水象災害研究部門	宇治川オープンラボラトリー 観測用ドローン及び観測機材一式
仲谷 幸浩	鹿児島大学 地震火山地域防災センター 附属南西島弧地震火山観測所	宮崎観測所 海底地震観測用船上音響装置 SCM-11D IRIG 時計ロガー SC-EDGELOG2
井野川 知彦	大阪市立大学理学部地球学科 都市地盤構造学研究室	徳島地すべり観測所
末峯 章		徳島地すべり観測所
中谷 加奈	京都大学大学院農学研究科	宇治川オープンラボラトリー 実物大階段模型、土石流実験水路、浸水体験装置地下空間浸水実験装置、津波再現水槽
尾崎 嘉彦	京都市立塔南高等学校	宇治川オープンラボラトリー
原井 佑輔	NHK 神戸放送局	宇治川オープンラボラトリー 雨水流出実験装置
末峯 章		徳島地すべり観測所
内田 桃孔	株式会社 ニュートンプレス	火山活動研究センター 桜島火山 1991 年 5 月の噴火時の写真
望月 公廣	東京大学地震研究所	宮崎観測所 海底地震観測用船上音響装置 SCM-11D IRIG 時計ロガー SC-EDGELOG2
西嶋 一欽	京都大学防災研究所	潮岬風力実験所 風圧実測システム
山路 昭彦	防災研究所 気象・水象災害研究部門	宇治川オープンラボラトリー ドップラーライダー、ドローン及び観測機材一式

山路 昭彦	防災研究所 気象・水象災害研究部門	宇治川オープンラボラトリー ドップラーライダー、ドローン及び観測機材一式
山路 昭彦	防災研究所 気象・水象災害研究部門	宇治川オープンラボラトリー ドップラーライダー、ドローン及び観測機材一式
堀口 光章	防災研究所 気象・水象災害研究部門	宇治川オープンラボラトリー 局地異常気象観測解析装置
吉田 聡	防災研究所流域災害研究センター 白浜海象観測所	白浜海象観測所 第4実験棟観測室、中央広場（駐車場付近）本館近くの実験棟（第1、第2、第3のいずれか）
古谷 元	富山県立大学	徳島地すべり観測所
井野川 知彦	大阪市立大学理学部地球学科 都市地盤構造学研究室	徳島地すべり観測所
児玉 博史	鹿児島市危機管理局危機管理課	桜島火山観測所 「始良カルデラの地盤の上下変動」グラフ
堀口光章	防災研究所 気象・水象災害研究部門	宇治川オープンラボラトリー 局地異常気象観測解析装置
堀口光章	防災研究所 気象・水象災害研究部門	宇治川オープンラボラトリー
坂崎貴俊	京都大学大学院理学研究科 地球惑星科学専攻	宇治川オープンラボラトリー第4実験棟観測室、観測鉄塔まわりの露場、駐車場西側の草地
堀口光章	防災研究所 気象・水象災害研究部門	宇治川オープンラボラトリー
中谷加奈	京都大学大学院農学研究科	宇治川オープンラボラトリー 土石流実験水路
正田要一	中部地中線技術研究会	宇治川オープンラボラトリー 雨水流出実験装置、浸水体験実験装置、流水階段実験装置
西嶋一欽	京都大学防災研究所	宇治川オープンラボラトリー
末峯 章		徳島地すべり観測所
井上 航	西日本高速道路エンジニアリング 四国株式会社	宇治川オープンラボラトリー 雨水流出実験装置
中谷加奈	京都大学大学院農学研究科	宇治川オープンラボラトリー 20cm 幅流砂基礎実験水路
中谷加奈	京都大学大学院農学研究科	宇治川オープンラボラトリー 天然ダム越流崩壊実験水路
坂崎貴俊	京都大学大学院理学研究科 地球惑星科学専攻	宇治川オープンラボラトリー第4実験棟観測室、観測鉄塔まわりの露場、
末永 祐介	積水テクノ成型株式会社	宇治川オープンラボラトリー 浸水体験実験装置
新井宗之	名城大学理工学部 社会基盤デザイン工学科	宇治川オープンラボラトリー 56m 直線水路等

新井宗之	名城大学理工学部 社会基盤デザイン工学科	宇治川オープンラボラトリー 56m 直線水路等
末峯 章		徳島地すべり観測所
堀川晴央	国立研究開発法人 産業技術総合研究所	阿武山観測所等で収録された地震記録
稲田浩也	株式会社 TBS スパークル	桜島火山観測所 桜島の爆発映像・ビデオテープ・写真
松島 健	九州大学大学院理学研究院 附属地震火山観測研究センター	宮崎観測所 伊佐観測坑道伸縮計データ
大久保 修平	東京大学地震研究所	宮崎観測所 伊佐観測坑道伸縮計データ
氏家恒太郎	筑波大学生命環境系 地球進化科学専攻	宮崎観測所
新井宗之	名城大学理工学部 社会基盤デザイン工学科	宇治川オープンラボラトリー 56m 直線水路等
新井宗之	名城大学理工学部 社会基盤デザイン工学科	宇治川オープンラボラトリー 56m 直線水路等
新井宗之	名城大学理工学部 社会基盤デザイン工学科	宇治川オープンラボラトリー 56m 直線水路等
新井宗之	名城大学理工学部 社会基盤デザイン工学科	宇治川オープンラボラトリー 56m 直線水路等
坂崎貴俊	京都大学大学院理学研究科 地球惑星科学専攻	宇治川オープンラボラトリー第 4 実験棟観測室、 観測鉄塔まわりの露場、駐車場西側の草地
川村健太	京大オリジナル株式会社	宇治川オープンラボラトリー 浸水体験実験装置、 津波再現水槽、実物大階段模型、浸水車
渡邊 達也	北見工業大学	徳島地すべり観測所
末峯 章		徳島地すべり観測所
篠原雅尚	東京大学地震研究所	宮崎観測所 海底地震観測用船上音響装置 SCM-11D IRIG 時計ロガー SC-EDGELOG2
坂崎貴俊	京都大学大学院理学研究科 地球惑星科学専攻	宇治川オープンラボラトリー第 4 実験棟観測室、 観測鉄塔まわりの露場、駐車場西側の草地
淀大輔	株式会社 OTS	宇治川オープンラボラトリー バルーン式浸水防 止対策装置
濱田 英外	防波システム研究所	宇治川オープンラボラトリー 津浪再現水槽なら びに付属計測器
末峯 章		徳島地すべり観測所

坂崎貴俊	京都大学大学院理学研究科 地球惑星科学専攻	宇治川オープンラボラトリー 第4実験棟観測室、 観測鉄塔まわりの露場、駐車場西側の草地
末永 祐介	積水テクノ成型株式会社	宇治川オープンラボラトリー 浸水体験実験装置
田中愛幸	東京大学大学院理学系研究科	宮崎観測所
河井恵美	中電技術コンサルタント株式会社	火山活動研究センター 桜島火山観測データ（地 震・地盤変動）
阪本真由美	兵庫県立大学大学院 減災復興政策研究科	桜島火山観測所 観測装置（地震計、煤がき地震 計等）
石川 尚人	富山大学 都市デザイン学部 地球システム科学科	B-4 広帯域電場磁場観測装置（空中磁気探査用 小型システム3式）
三橋 郁雄	個人事業主（協力機関：日本港湾コン サルタント）	宇治川オープンラボラトリー 津浪再現水槽およ び付属解析装置
坂崎貴俊	京都大学大学院理学研究科 地球惑星科学専攻	宇治川オープンラボラトリー まわりの露場、駐 車場西側の草地
山路 昭彦	防災研究所 気象・水象災害研究部門	宇治川オープンラボラトリー ドップラーライダ ー及び観測機材一式
山路 昭彦	防災研究所 気象・水象災害研究部門	宇治川オープンラボラトリー 観測用ドローン及 び観測機材一式
勝島隆史	国立研究開発法人森林研究・整備機構 森林総合研究所	穂高砂防観測所
石原 靖	国立研究開発法人 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 薩摩硫 黄島観測室
志村智也	防災研究所沿岸災害研究分野	白浜海象観測所 田辺中島高潮観測塔の観測デー タ
松四 雄騎	防災研究所山地災害環境研究分野	宇治川オープンラボラトリー 那智川流域におけ る岩盤ボーリングコア（紀伊山系砂防事務所所管）
伊東 和彦	京都先端科学大学バイオ環境学部	阿武山観測所 8000kNプレス装置・酸化物 単結晶引上装置

3.2 科研費

3.2.1 科研費採択率

令和2年度

区分	令和2年度					
	区分	件数		採択率	金額(千円)	
		応募	採択		合計 (千円)	上:直接経費 下:間接経費
科学研究費助成事業		件	件	%		
特別推進研究	新規	1	0	0.0%		0
	継続		0		0	0
新学術領域研究(研究領域提案型)	新規	0	0			0
	継続		0		0	0
学術変革領域研究(A)	新規	1	0	0.0%		0
	継続				0	0
学術変革領域研究(B)	新規	5	0	0.0%		0
	継続				0	0
基盤研究(S)	新規	3	0	0.0%		0
	継続		0		0	0
基盤研究(A)	新規	11	1	9.1%	36,010	27,700
	継続		2			8,310
基盤研究(B)	新規	12	7	58.3%	89,310	68,700
	継続		12			20,610
基盤研究(C)	新規	8	5	62.5%	18,460	14,200
	継続		10			4,260
挑戦的研究(開拓)	新規	4	1	25.0%	31,460	24,200
	継続		2			7,260
挑戦的研究(萌芽)	新規	6	1	16.7%	10,140	7,800
	継続		3			2,340
若手研究	新規	8	4	50.0%	11,050	8,500
	継続		3			2,550
若手研究(A)	新規				3,120	2,400
	継続		2			720
若手研究(B)	新規					0
	継続		0		0	0
研究活動スタート支援	新規	2	1	50.0%	1,430	1,100
	継続		0			330
研究成果公開促進費	新規	1	1	100.0%	500	500
	継続		0			0
特別研究促進費	新規	0	0		0	0
	継続		0			0
国際共同研究強化(A)	新規	0	0		0	0
	継続		0			0
国際共同研究強化(B)	新規	3	2	66.7%	23,920	18,400
	継続		2			5,520
帰国発展研究	新規	0	0		0	0
	継続		0			0
小計	新規	65	23	35.4%	225,400	173,500
	継続		36			51,900
その他の補助金等						
科学研究費助成事業を除く文部科学省の補助金	新規	0	0		0	0
	継続		0			0
文部科学省以外の府省庁の補助金等	新規	0	0		0	0
	継続		0			0
地方公共団体・民間助成団体等の研究費	新規	9	9	100.0%	13,300	13,300
	継続		2			0
小計	新規	9	9	100.0%	13,300	13,300
	継続		2			0
計	新規	74	32	43.2%	238,700	186,800
	継続		38			51,900

令和3年度

区分	令和3年度					
	区分	件数		採択率	金額(千円)	
		応募 件	採択 件		合計 (千円)	上:直接経費 下:間接経費
科学研究費助成事業	特別推進研究	新規	1	0	0.0%	
		継続		0		0
	新学術領域研究(研究領域提案型)	新規	0			0
		継続				0
	学術変革領域研究(A)	新規	2	2	100.0%	47,300
		継続		0	61,490	14,190
	学術変革領域研究(B)	新規	5	0	0.0%	
		継続		0	0	
	基盤研究(S)	新規	1	0	0.0%	
		継続		0	0	
	基盤研究(A)	新規	8	4	50.0%	47,300
		継続		2	61,490	14,190
	基盤研究(B)	新規	11	5	45.5%	63,400
		継続		2	82,420	19,020
	基盤研究(C)	新規	9	4	44.4%	14,300
		継続		12	18,590	4,290
	挑戦的研究(開拓)	新規	1	0	0.0%	8,300
		継続		2	10,790	2,490
	挑戦的研究(萌芽)	新規	12	3	25.0%	8,000
		継続		1	10,400	2,400
	若手研究	新規	5	1	20.0%	7,500
		継続		8	9,750	2,250
	若手研究(A)	新規				
		継続			0	
	若手研究(B)	新規				
		継続			0	
	研究活動スタート支援	新規	2	2	100.0%	3,300
		継続		1	4,290	990
	研究成果公開促進費	新規	0			
		継続			0	
	特別研究促進費	新規	0			
		継続			0	
	国際共同研究強化(A)	新規	0			
		継続			0	
	国際共同研究強化(B)	新規	2	1	50.0%	13,500
		継続		4	17,550	4,050
	帰国発展研究	新規	0			
		継続			0	
小計	新規	59	22	37.3%	276,770	212,900
	継続		32			63,870
その他の補助金等						
科学研究費助成事業を除く文部科学省の補助金	新規					
	継続				0	
文部科学省以外の府省庁の補助金等	新規					
	継続				0	
地方公共団体・民間助成団体等の研究費	新規	11	11	100.0%	13,378	13,378
	継続		1			0
小計	新規	11	11	100.0%	13,378	13,378
	継続		1			0
計	新規	70	33	47.1%	290,148	226,278
	継続		33			63,870

3.2.2 科研費採択課題一覧

令和 2 年度

研究代表者	研究種目	研究課題名	金額 (千円)
角 哲也	基盤研究 (A)	ダム貯水池における流木の沈木化と堆砂進行に伴う洪水吐の閉塞リスクに関する研究	19,370
丸山 敬	基盤研究 (A)	新たな建物強風被害ハザード提案に向けた積雲対流下のドップラーライダー観測	4,160
森 信人	基盤研究 (A)	波浪を考慮した大気海面境界素過程の解明と沿岸災害への影響評価	12,480
井口 正人	基盤研究 (B)	火山噴火の標準モデル構築によるハザード予測手法の開発	3,120
川池 健司	基盤研究 (B)	内・外水氾濫リスク評価モデルの高度化とその水理実験・現地観測による検証	3,380
川瀬 博	基盤研究 (B)	定量的強震動予測のための応力降下量の深さ依存性を考慮したアスペリティモデルの提案	5,720
後藤 浩之	基盤研究 (B)	評価値のばらつきに応じた空間解像度で表示するUPM理論の構築	4,160
佐山 敬洋	基盤研究 (B)	インドネシア・スマトラ島の熱帯林伐採が下流湿地を含む流域水循環に及ぼす影響評価	2,600
	基盤研究 (B)	降雨流出と河道の地域特性を反映した全国一体型の洪水予測モデリング	4,030
大門 大朗	基盤研究 (B)	自然災害における「トラウマの集合モデル」の構築：被災地間・日米墨の比較を通して	4,420
竹見 哲也	基盤研究 (B)	気候変動に伴う都市における暴風災害リスクの評価	4,810
西嶋 一欽	基盤研究 (B)	台風時の実測に基づく都市部の低層建築物に作用する風圧特性と影響因子の解明	8,970
西野 智研	基盤研究 (B)	南海トラフ地震津波による石油流出火災シミュレーションと津波避難ビルの火災被害予測	4,810
西村 卓也	基盤研究 (B)	なぜ活断層の少ない山陰ひずみ集中帯で内陸地震が多発するのか？	2,340
畑山 満則	基盤研究 (B)	リスク対応型情報システム開発・導入の知識体系RAISBOKと実践ガイドの開発	2,340
間瀬 肇	基盤研究 (B)	波の打上げ・越波・越流の遷移過程の高波・高潮相互結合モデルへの導入と実用化	5,200

松浦 純生	基盤研究 (B)	海水面状態の変化が汀線に接続した斜面の変動に及ぼす影響	9,100
山口 弘誠	基盤研究 (B)	都市気象 LES モデルによるゲリラ豪雨の「種」の解明と気候変動下の将来変化予測	5,590
山崎 新太郎	基盤研究 (B)	内陸湖に特有の地質の分析による沿岸浅水域地すべりの発生環境の解明	260
横松 宗太	基盤研究 (B)	複数災害ハザードと社会的攪乱、経済成長を考慮した防災・復興政策分析モデルの開発	3,380
吉田 聡	基盤研究 (B)	船舶搭載可降水量センサーと静止気象衛星による海洋上水蒸気量微細構造推定手法の開発	9,490
吉村 令慧	基盤研究 (B)	断層すべりの多様性は構造不均質により規定されるのか?	5,590
LAHOURNAT Florence	基盤研究 (C)	Bringing the past into the present:exploring the material culture of disaster.	1,300
浅野 公之	基盤研究 (C)	近地地震動波形記録を用いた地震波干渉法による地盤構造推定手法の標準化	1,300
池田 芳樹	基盤研究 (C)	微動と地震時の振動計測に基づく大規模低層建物の地震応答予測法の確立	1,430
岩田 知孝	基盤研究 (C)	地震波のサイト増幅特性評価の高度化とそれを用いた地下構造モデルの検証に関する研究	1,560
上田 恭平	基盤研究 (C)	固有異方性を有する地盤の動的挙動の解明とその予測モデルの高精度化	1,690
関口 春子	基盤研究 (C)	堆積盆地3次元地盤構造モデルの地震波形による修正手法の構築	260
竹林 洋史	基盤研究 (C)	土石流・泥流の数値シミュレーション技術の高度化と避難行動計画への適用	1,430
中道 治久	基盤研究 (C)	火山構造的な地震によるマグマ貫入量と噴火時刻の推定手法の確立に向けての試み	1,040
野田 博之	基盤研究 (C)	脆性塑性遷移における間隙流体圧変化の地震サイクル挙動への影響	1,300
野原 大督	基盤研究 (C)	多様な気象・水文情報の階層的な利用による流域ダム群の多目的運用の高度化	1,560

深畑 幸俊	基盤研究 (C)	地殻変動における応力の履歴に依存して発現する塑性歪みに関する研究	1,430
堀 智晴	基盤研究 (C)	豪雨の DAD 関係を考慮した洪水リスク評価と水害対応への応用	910
宮田 秀介	基盤研究 (C)	土石流の土砂濃度計測手法開発による内部機構の検討	1,170
米山 望	基盤研究 (C)	津波複合災害予測における土砂移動および物体漂流の影響度評価手法に関する研究	390
川池 健司	国際共同研究加速基金 (国際共同研究強化 (B))	バングラデシュ農村地域における水防災と環境共生技術の開発に関する研究	5,980
松島 信一	国際共同研究加速基金 (国際共同研究強化 (B))	地震動・微動観測記録に基づくミャンマー主要都市の揺れやすさマップの開発	13,520
WEBB, Adrean Andrew	若手研究	Urban shoreline amplification of storm surge during extreme tropical cyclones: Current and future flood risks.	2,600
志村 智也	若手研究	波浪を気候要素とした全球気候モデル開発と気候変動による沿岸災害評価	1,430
張 哲維	若手研究	Quantitative Evaluation of Coastal Forests on Natural Disaster Mitigation-Considering the Complexity of Vegetation Structures.	1,950
中野 元太	若手研究	支援者と被支援者との間の災害観の差異を克服する国際防災教育支援の理論と実践	520
山下 裕亮	若手研究	過去データを活用した地震活動モニタリングシステムの構築: 次の日向灘地震に向けて	2,860
山田 大志	若手研究	空振観測によるマグマ噴火と水蒸気噴火の分類手法の新提案	260
山野井 一輝	若手研究	土砂を含んだ洪水氾濫災害の予測シミュレーションの実現と発生条件の推定	1,430
土井 一生	若手研究 (A)	稠密地震観測に基づく地すべり地の揺れ方の推定と地震時安定性評価の高度化	1,170
山田 真澄	若手研究 (A)	地震波形を用いた地すべりのリアルタイムモニタリングとメカニズム解明	1,950
松四 雄騎	挑戦的研究 (開拓)	宇宙線生成核種の分析にもとづく断層活動度の新しい評価法の開発と検証	8,190
矢守 克也	挑戦的研究 (開拓)	天変地異のオープンサイエンス	5,200

五十嵐 晃	挑戦的研究 (萌芽)	実時間ハイブリッドシミュレーションによる流体－構造連成応答評価プラットフォーム	2,990
澤田 純男	挑戦的研究 (萌芽)	地表断層変位の高精度予測を可能にする新理論の構築	2,470
森 信人	挑戦的研究 (萌芽)	亜熱帯沿岸部の巨礫分布より逆推定する歴史的台風評価法の開発	1,430
CRUZNARANJO AnaMaria	特別研究員奨励費	観光客の災害の備えの改善：より精緻なリスクコミュニケーションのための実証的研究	1,100
太田 凌嘉	特別研究員奨励費	過度な森林資源の収奪による山地流域の不可逆的環境変化のモデル化：ハゲ山を捉え直す	800
小坂田 ゆかり	特別研究員奨励費	地球温暖化への適応策創出を見据えた梅雨豪雨の将来変化予測と未経験災害の推定	1,000
片上 智史	特別研究員奨励費	ゆっくり地震は面的に発生するのか？ -低周波微動の三次元断層構造の解明-	800
金木 俊也	特別研究員奨励費	プレート沈み込み帯の鉱物組成・物性値の空間不均質が生み出す地震挙動の多様性の解明	1,430
倉田 真宏	特別研究員奨励費	非構造部材を含めた不整形低層鉄骨建物の地震脆弱性評価と耐震補強	1,100
篠島 僚平	特別研究員奨励費	日本列島における 350 万年前以降の急激な東西短縮のメカニズムの定量的解明	482
塩尻 大也	特別研究員奨励費	衛星・現地観測を併用した全球規模での地下水資源量評価手法の開発	800
大門 大朗	特別研究員奨励費	災害コミュニティのボトムアップ理論の構築	3,900
豊田 将也	特別研究員奨励費	大気－海洋－河川結合モデルによる複合氾濫メカニズムの解明と脆弱性の評価	1,430
西川 友章	特別研究員奨励費	地震活動と非地震性滑りの定量的関係の解明と非地震性滑りを含む地震統計モデルの構築	1,170
福井 信気	特別研究員奨励費	地形アップスケーリングと解適合格子法を用いた全国的な高潮浸水リスクの長期評価	800
森 信人	特別研究員奨励費	高速かつ自動化された津波被害予測システムの開発	700
CRUZNARANJO AnaMaria	特別研究員奨励費 (外国人)	日本におけるリスク情報開示とリスクコミュニケーションの課題と対策	500

岩田 知孝	特別研究員奨励費（外国人）	海溝型巨弾地震による高精度地震動予測と地震早期警報に関する研究	600
川池 健司	特別研究員奨励費（外国人）	土地利用変遷を考慮した流域土砂管理のための統合型数値モデルの開発	1,100
佐山 敬洋	特別研究員奨励費（外国人）	ヒマラヤ山脈における水力発電プラント開発と気候変動が河川流況に及ぼす影響	300

令和3年度

研究代表者	研究種目	研究課題名	金額 (千円)
渦岡 良介	基盤研究 (A)	現場観測と遠心模型実験に基づくダブルデータ駆動型リアルタイム豪雨地盤災害予測	13,130
倉田 真宏	基盤研究 (A)	工学的・医学的見地から評価する地震被災地域における地域医療のクリフエッジ	9,230
角 哲也	基盤研究 (A)	ダム貯水池における流木の沈木化と堆砂進行に伴う洪水吐の閉塞リスクに関する研究	14,040
牧 紀男	基盤研究 (A)	応急仮設住宅「学」の確立	9,880
森 信人	基盤研究 (A)	波浪を考慮した大気海面境界素過程の解明と沿岸災害への影響評価	6,110
矢守 克也	基盤研究 (A)	起こらなかった豪雨災害に関する研究：ポテンシャル事例の同定と防災情報への応用	9,100
KANTOUSH Sameh Ahmed	基盤研究 (B)	ダム下流への掃流砂供給を目指した土砂還元の高効率化手法の開発	8,580
井口 正人	基盤研究 (B)	火山噴火の標準モデル構築によるハザード予測手法の開発	1,950
川池 健司	基盤研究 (B)	内・外水氾濫リスク評価モデルの高度化とその水理実験・現地観測による検証	2,210
川瀬 博	基盤研究 (B)	定量的強震動予測のための応力降下量の深さ依存性を考慮したアスペリティモデルの提案	5,070
後藤 浩之	基盤研究 (B)	評価値のばらつきに応じた空間解像度で表示するUPM理論の構築	3,770
佐山 敬洋	基盤研究 (B)	降雨流出と河道の地域特性を反映した全国一体型の洪水予測モデリング	3,250
澤田 純男	基盤研究 (B)	粒子一流体間のマイクロ力学プロセスによる土砂・地盤流動現象の統一的解釈	4,160
大門 大朗	基盤研究 (B)	自然災害における「トラウマの集合モデル」の構築：被災地間・日米墨の比較を通して	4,420

竹見 哲也	基盤研究 (B)	観測と建物解像モデリングを融合した市街地における局所降灰予測手法の確立	4,160
直井 誠	基盤研究 (B)	稠密地震観測データ解析と地震活動モデル構築による前震の意義の理解	8,970
西嶋 一欽	基盤研究 (B)	台風時の実測に基づく都市部の低層建築物に作用する風圧特性と影響因子の解明	4,680
西村 卓也	基盤研究 (B)	なぜ活断層の少ない山陰ひずみ集中帯で内陸地震が多発するのか？	910
畑山 満則	基盤研究 (B)	リスク対応型情報システム開発・導入の知識体系 RAISBOK と実践ガイドの開発	2,080
間瀬 肇	基盤研究 (B)	波の打上げ・越波・越流の遷移過程の高波・高潮相互結合モデルへの導入と実用化	2,470
松浦 純生	基盤研究 (B)	海水面状態の変化が汀線に接続した斜面の変動に及ぼす影響	4,940
松四 雄騎	基盤研究 (B)	隆起山地の地形発達モデリングと山麓堆積物コアの分析に基づくその検証	4,680
山口 弘誠	基盤研究 (B)	都市気象 LES モデルによるゲリラ豪雨の「種」の解明と気候変動下の将来変化予測	6,630
山崎 新太郎	基盤研究 (B)	内陸湖に特有の地質の分析による沿岸浅水域地すべりの発生環境の解明	910
横松 宗太	基盤研究 (B)	複数災害ハザードと社会的攪乱、経済成長を考慮した防災・復興政策分析モデルの開発	2,860
吉田 聡	基盤研究 (B)	船舶搭載可降水量センサーと静止気象衛星による海洋上水蒸気量微細構造推定手法の開発	4,290
吉村 令慧	基盤研究 (B)	断層すべりの多様性は構造不均質により規定されるのか？	1,430
LAHOURNAT Florence	基盤研究 (C)	Bringing the past into the present:exploring the material culture of disaster.	1,950
浅野 公之	基盤研究 (C)	近地地震動波形記録を用いた地震波干渉法による地盤構造推定手法の標準化	1,040
池田 芳樹	基盤研究 (C)	微動と地震時の振動計測に基づく大規模低層建物の地震応答予測法の確立	910
岩田 知孝	基盤研究 (C)	地震波のサイト増幅特性評価の高度化とそれを用いた地下構造モデルの検証に関する研究	1,430
上田 恭平	基盤研究 (C)	固有異方性を有する地盤の動的挙動の解明とその予測モデルの高精度化	910
榎本 剛	基盤研究 (C)	動径基底関数を用いた全球大気データ同化	910
大西 正光	基盤研究 (C)	オプション取引を活用した災害復旧工事の入札不調抑制に関する研究	1,300

澁谷 拓郎	基盤研究 (C)	レシーバ関数のフルウェーブインバージョンによる紀伊半島下のプレート構造の精密決定	2,080
関口 春子	基盤研究 (C)	堆積盆地 3 次元地盤構造モデルの地震波形による修正手法の構築	910
竹林 洋史	基盤研究 (C)	土石流・泥流の数値シミュレーション技術の高度化と避難行動計画への適用	1,170
中道 治久	基盤研究 (C)	火山構造成地震によるマグマ貫入量と噴火時刻の推定手法の確立に向けての試み	780
野田 博之	基盤研究 (C)	脆性塑性遷移における間隙流体圧変化の地震サイクル挙動への影響	390
深畑 幸俊	基盤研究 (C)	地殻変動における応力の履歴に依存して発現する塑性歪みに関する研究	1,300
山崎 健一	基盤研究 (C)	地殻起源磁場変動は応力磁気効果でどこまで説明できるのか	1,820
米山 望	基盤研究 (C)	津波複合災害予測における土砂移動および物体漂流の影響度評価手法に関する研究	650
廣井 慧	国際共同研究強化 (A)	シミュレーションエミュレーション連携によるリアルタイム氾濫被害予測システムの開発	-
川池 健司	国際共同研究強化 (B)	バングラデシュ農村地域における水防災と環境共生技術の開発に関する研究	4,680
角 哲也	国際共同研究強化 (B)	気候変動を考慮したワジのフラッシュフラッドのリスク分析および早期警戒システム開発	7,280
松島 信一	国際共同研究強化 (B)	地震動・微動観測記録に基づく ミャンマー主要都市の揺れやすさマップの開発	1,300
森 信人	国際共同研究強化 (B)	巨礫分布特性にもとづく 1 万年スケールのスーパー台風評価についての国際共同研究	2,730
西嶋 一欽	挑戦的研究 (開拓)	磁性ナノ粒子マニピュレーションによる乱流制御型風洞実験手法	5,590
矢守 克也	挑戦的研究 (開拓)	天変地異のオープンサイエンス	5,200
釜井 俊孝	挑戦的研究 (萌芽)	宅地の未災学-都市における土砂災害のリスクと資産評価-	3,120
後藤 浩之	挑戦的研究 (萌芽)	深層学習による地震の揺れのリアルタイム予測	2,210
土井 一生	挑戦的研究 (萌芽)	埋もれた地震波形記録の発掘 - 地震計による将来の斜面崩壊の自動検知に向けて -	1,950
宮澤 理稔	挑戦的研究 (萌芽)	光ファイバ通信ケーブルが拓く新しい活断層調査と構造のリアルタイムモニタリング	3,120
太田 凌嘉 (理学研究科)	特別研究員奨励費	過度な森林資源の収奪による山地流域の不可逆的環境変化のモデル化：ハゲ山を捉え直す	800

加藤 慎也 (理学研究科)	特別研究員奨励費	超高解像度でみる断層帯の地震学的構造：断層帯における流体分布の解明にむけて	800
金木 俊也	特別研究員奨励費	プレート沈み込み帯の鉱物組成・物性値の空間不均質が生み出す地震挙動の多様性の解明	1,300
篠島 僚平	特別研究員奨励費	日本列島における 350 万年前以降の急激な東西短縮のメカニズムの定量的解明	1,300
佐藤 大祐	特別研究員奨励費	ベイズ推定に基づく断層物理モデリングの新手法の確立、実地震の破壊停止の力学の解明	520
大門 大朗	特別研究員奨励費	災害コミュニティのボトムアップ理論の構築	3,900
福井 信気 (工学研究科)	特別研究員奨励費	地形アップスケーリングと解適合格子法を用いた全国的な高潮浸水リスクの長期評価	800
山田 真史	特別研究員奨励費	気候アンサンブルを活用した、氾濫・渇水双方を考慮する確率的リスク評価手法の開発	1,690
金 和妍 (工学研究科)	特別研究員奨励費	最先端マルチ周波数レーダーを用いた山岳流域の出水予測	800
栗間 淳 (工学研究科)	特別研究員奨励費	地盤が液状化に至る変相メカニズムの解明とその解析手法	800
WEBB, Adrean Andrew	若手研究	Urban shoreline amplification of storm surge during extreme tropical cyclones: Current and future flood risks.	910
伊藤 恵理	若手研究	海溝型巨大地震予測のための震源の短周期生成プロセスの解明とその検証に関する研究	910
志村 智也	若手研究	波浪を気候要素とした全球気候モデル開発と気候変動による沿岸災害評価	1,820
張 哲維	若手研究	Quantitative Evaluation of Coastal Forests on Natural Disaster Mitigation-Considering the Complexity of Vegetation Structures.	1,300
中野 元太	若手研究	支援者と被支援者との間の災害観の差異を克服する国際防災教育支援の理論と実践	1,170
廣井 慧	若手研究	データ同化を利用した氾濫予測に基づく通行不可能な道路予測マップの開発	1,430
山下 裕亮	若手研究	過去データを活用した地震活動モニタリングシステムの構築：次の日向灘地震に向けて	520
山田 大志	若手研究	空振観測によるマグマ噴火と水蒸気噴火の分類手法の新提案	390
山野井 一輝	若手研究	土砂を含んだ洪水氾濫災害の予測シミュレーションの実現と発生条件の推定	1,300
宮下 卓也	研究活動スタート支援	津波即時予測のための周波数特性を考慮した地形による津波増幅効果の定量化	1,300

倉田 真宏	特別研究員奨励費 (外国人)	非構造部材を含めた不整形低層鉄骨建物の地震脆弱性評価と耐震補強	300
佐山 敬洋	特別研究員奨励費 (外国人)	メコン川下流域における洪水氾濫と農業被害の統合型予測システム	1,200
森 信人	特別研究員奨励費 (外国人)	高速かつ自動化された津波被害予測システムの開発	400

3.3 産官学連携研究

3.3.1 受託研究

令和2年度

研究課題名	研究代表者	委託者	年度額
風力発電等技術研究開発／洋上風力発電等技術研究開発／ 洋上風力発電低コスト施行技術開発 (サクシオンパケット基礎施工技術実証)	渦岡 良介	日立造船株式会社	4,400,000
首都圏を中心としたレジリエンス総合力向上プロジェクト 「非構造部材を含む構造物の崩壊余裕度に関するデータ収集・整備」 ③災害時重要施設の高機能設備性能評価と機能損失判定	倉田 真宏	国立研究開発法人防災科学技術研究所	20,989,589
統合的ハザード予測	中北 英一	文部科学省	116,906,000
火山災害対策技術の開発「リアルタイムの火山灰ハザード評価手法の開発」	井口 正人	文部科学省	60,994,992
火山観測に必要な新たな観測技術の開発「位相シフト光干渉法による多チャンネル火山観測方式の検討と開発」	中道 治久	文部科学省	1,498,997
奈良盆地東縁断層帯における重点的な調査観測	岩田 知孝	文部科学省	93,860,442
タイ国における統合的な気候変動適応戦略の共創推進に関する研究	田中 賢治	国立研究開発法人科学技術振興機構	1,001,000
メキシコ沿岸部の巨大地震・津波災害の軽減に向けた総合的研究	伊藤 喜宏	国立研究開発法人科学技術振興機構	19,565,000
ブータンにおける組積造建築の地震リスク評価と減災技術の開発	大見 士朗	国立研究開発法人科学技術振興機構	3,038,100
スリランカにおける降雨による高速長距離土砂流動災害の早期警戒技術の開発	渦岡 良介	国立研究開発法人科学技術振興機構	2,520,700
気候変動下での持続的な地域経済発展への政策立案のためのハイブリッド型水災害リスク評価の活用	横松 宗太	国立研究開発法人科学技術振興機構	2,600,000
海底地震観測と構造物脆弱性の知見を活かした津波避難教育プログラムのパイオニア的実証実験	伊藤 喜宏	国立研究開発法人科学技術振興機構	62,926,974
火山噴火リアルタイムハザード予測の高度化とその社会実装に向けた実証試験	井口 正人	国立研究開発法人科学技術振興機構	23,355,800
日本海地震・津波調査プロジェクト	岩田 知孝	国立大学法人東京大学	19,810,360
日ASEAN科学技術イノベーション共同研究拠点ー持続可能開発研究の推進ー	角 哲也	国立研究開発法人科学技術振興機構	7,475,000
実世界の仮想化に基づく高臨場VR型防災教育システムの開発	畑山 満則	支出負担行為担当官	1,674,387
風と流れのプラットフォーム	丸山 敬	国立研究開発法人海洋研究開発機構	6,680,000
伝統的河川工法を用いた木津川の河床地形管理手法に関する研究	竹門 康弘	分任支出負担行為担当官 近畿地方整備局	9,828,000

火山研究人材育成コンソーシアム構築事業	中道 治久	国立大学法人東北大学	501,653
強風に対する都市災害への適応	竹見 哲也	国立大学法人北海道大学	13,000,000
アンサンブル降雨予測に基づくダム防災操作運用モデルの構築	角 哲也	国立研究開発法人防災科学技術研究所	6,813,750
日本全国の中小河川を対象とする洪水予測手法の開発	佐山 敬洋	国立研究開発法人防災科学技術研究所	18,487,860
インフラ復旧優先順位付けシステムのための並行時空管理基盤研究開発	畑山 満則	国立研究開発法人防災科学技術研究所	37,017,580
次世代型コンフリクト解決手法の開発	矢守 克也	国立研究開発法人防災科学技術研究所	4,320,000
洪水と地すべり災害における分散的異種ロボット群を用いた情報システム	畑山 満則	国立研究開発法人科学技術振興機構	2,600,000
令和2年度常願寺川流域における砂防堰堤群等の機能的な活用による土砂管理手法業務	藤田 正治	分任支出負担行為担当官 北陸地方整備局	1,859,000
アンサンブル気象予測情報の時間変化に着目した洪水管理への利用手法の開発	山口 弘誠	分任支出負担行為担当官 近畿地方整備局	1,859,000
桜島火山の地盤変動データを用いた長期的予測精度の高度化に関する委託	井口 正人	国土交通省九州地方整備局	10,395,000
令和2年度原子力施設等防災対策等委託費（火山性地殻変動と地下構造及びマグマ活動に関する研究）事業	井口 正人	支出負担行為担当官 原子力規制委員会原子力規制庁長官官房参事官	194,366,983
令和2年度原子力施設等防災対策等委託費（耐津波設計・フラジリティ評価手法の整備に係る防潮堤水理試験（砂移動影響））事業	米山 望	支出負担行為担当官 原子力規制委員会原子力規制庁長官官房参事官	58,714,742
2018 年台風 21 号に関する調査研究	西嶋 一欽	東京海上日動火災保険株式会社/東京海上日動リスクコンサルティング株式会社	0
(2020)極端気象による風水害リスクの定量的評価に関する研究	竹見 哲也	西日本旅客鉄道株式会社	1,100,000
令和2年度太平洋島嶼国マングローブ生態系の防災機能評価委託業務	森 信人	国立研究開発法人国立環境研究所	5,251,758
メキシコ沿岸部の巨大地震・津波被害の軽減に向けた総合的研究	伊藤 喜宏	独立行政法人国際協力機構	0
マルチスケール流域土砂動態モデルの開発と動的土砂災害対策への応用	竹林洋史	分任支出負担行為担当官 近畿地方整備局	2,961,000
山地流域における水文・地形プロセスのモデリングに基づく土砂移動現象の発生場・降雨閾値・生産土砂量の定量的評価	松四雄騎	分任支出負担行為担当官 近畿地方整備局	2,988,000
「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」	矢守 克也	国立研究開発法人海洋研究開発機構	39,059,000
異種データを用いた浸水予測の時空間解析手法の研究開発	廣井 慧	支出負担行為担当官総務省大臣官房会計課企画官	8,294,735
ミャンマーの都市部における災害への備えのための定量的かつ総合的な地震リスク評価	松島 信一	国立研究開発法人科学技術振興機構	1,326,000
アラブ海地域における水利用効率と塩害の制御に向けた気候にレジリエントな革新的技術開発	田中 賢治	国立研究開発法人科学技術振興機構	659,100
S I P 4 Dを活用した災害情報リアルタイム共有促進技術の研究開発	畑山 満則	国立研究開発法人防災科学技術研究所	14,950,000
防災分野の研究開発の全体俯瞰に関する調査研究	多々納 裕一	国立研究開発法人防災科学技術研究所	6,556,403

日ASEAN科学技術イノベーション共同研究拠点—持続可能開発研究の推進—	角 哲也	国立研究開発法人科学技術振興機構	4,945,000
IoT 連携基盤による先端防災 IT の実現	廣井 慧	国立研究開発法人科学技術振興機構	13,000,000
「自然災害・水資源分野を対象とした気候変動影響予測と適応策の評価」 サブテーマ2「高潮・高波等を対象とした沿岸域への気候変動影響予測と適応策の評価」	森 信人	国立大学法人茨城大学	12,350,000
流域における水資源への気候変動影響予測と適応策の評価	角 哲也 堀 智晴	国立大学法人茨城大学	2,600,000
Frame-Spine System with Force-Limiting Connections for Low-Damage Seismic Resilient Buildings	倉田 真宏	Board of Trustees of the University of Illinois	1,014,925

令和3年度

研究課題名	研究代表者	委託者	年度額
首都圏を中心としたレジリエンス総合力向上プロジェクト 「非構造部材を含む構造物の崩壊余裕度に関するデータ収集・整備」 ③災害時重要施設の高機能設備性能評価と機能損失判定	倉田 真宏	国立研究開発法人防災科学技術研究所	16,796,272
統合的ハザード予測	中北 英一	文部科学省	108,905,999
火山災害対策技術の開発「リアルタイムの火山灰ハザード評価手法の開発」	井口 正人	文部科学省	60,736,000
火山観測に必要な新たな観測技術の開発「位相シフト光干渉法による多チャンネル火山観測方式の検討と開発」	中道 治久	文部科学省	990,000
奈良盆地東縁断層帯における重点的な調査観測	岩田 知孝	文部科学省	94,597,608
タイ国における統合的な気候変動適応戦略の共創推進に関する研究	田中 賢治	国立研究開発法人科学技術振興機構	0
メキシコ沿岸部の巨大地震・津波災害の軽減に向けた総合的研究	伊藤 喜宏	国立研究開発法人科学技術振興機構	3,087,500
メキシコ沿岸部の巨大地震・津波被害の軽減に向けた総合的研究(第3期)	伊藤 喜宏	独立行政法人国際協力機構	0
メキシコ沿岸部の巨大地震・津波被害の軽減に向けた総合的研究(第4期)	伊藤 喜宏	独立行政法人国際協力機構	10,000,000
ブータンにおける組積造建築の地震リスク評価と減災技術の開発	大見 士朗	国立研究開発法人科学技術振興機構	10,445,500
スリランカにおける降雨による高速長距離土砂流動災害の早期警戒技術の開発	渦岡 良介	国立研究開発法人科学技術振興機構	6,188,000
気候変動下での持続的な地域経済発展への政策立案のためのハイブリッド型水災害リスク評価の活用	横松 宗太	国立研究開発法人科学技術振興機構	2,990,000
海底地震観測と構造物脆弱性の知見を活かした津波避難教育プログラムのパイオニア的実証実験	伊藤 喜宏	国立研究開発法人科学技術振興機構	8,060,000
火山噴火リアルタイムハザード予測の高度化とその社会実装に向けた実証試験	井口 正人	国立研究開発法人科学技術振興機構	14,614,650
伝統的河川工法を用いた木津川の河床地形管理手法に関する研究	竹門 康弘	分任支出負担行為担当官 近畿地方整備局	9,999,000
火山研究人材育成コンソーシアム構築事業	中道 治久	国立大学法人東北大学	416,702
強風に対する都市災害への適応	竹見 哲也	国立大学法人北海道大学	13,000,000
アンサンブル降雨予測に基づくダム防災操作運用モデルの構築	角 哲也	国立研究開発法人防災科学技術研究所	13,287,100
日本全国の中小河川を対象とする洪水予測手法の開発	佐山 敬洋	国立研究開発法人防災科学技術研究所	18,184,950
洪水と地すべり災害における分散的異種ロボット群を用いた情報システム	畑山 満則	国立研究開発法人科学技術振興機構	2,600,000
令和3年度常願寺川流域における砂防堰堤群等の機能的な活用による土砂管理手法業務	藤田 正治	分任支出負担行為担当官 北陸地方整備局	1,644,000
桜島火山の地盤変動データを用いた長期的予測精度の高度化に関する委託	井口 正人	国土交通省九州地方整備局	10,142,000

令和3年度原子力施設等防災対策等委託費（火山性地殻変動と地下構造及びマグマ活動に関する研究）事業	井口 正人	支出負担行為担当官 原子力規制委員会原子力規制庁長官官房参事官	166,819,833
(2021) 豪雨による内水氾濫の浸水予測方法に関する研究	川池 健司	西日本旅客鉄道株式会社	1100000
メキシコ沿岸部の巨大地震・津波被害の軽減に向けた総合的研究	伊藤 喜宏	独立行政法人国際協力機構	0
マルチスケール流域土砂動態モデルの開発と動的土砂災害対策への応用	竹林洋史	分任支出負担行為担当官 近畿地方整備局	8,437,000
山地流域における水文・地形プロセスのモデリングに基づく土砂移動現象の発生場・降雨閾値・生産土砂量の定量的評価	松四雄騎	分任支出負担行為担当官 近畿地方整備局	8,494,000
「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」	矢守 克也	国立研究開発法人海洋研究開発機構	34,853,100
ミャンマーの都市部における災害への備えのための定量的かつ総合的な地震リスク評価	松島 信一	国立研究開発法人科学技術振興機構	1,582,258
アラル海地域における水利用効率と塩害の制御に向けた気候にレジリエントな革新的技術開発	田中 賢治	国立研究開発法人科学技術振興機構	11,066,900
日ASEAN科学技術イノベーション共同研究拠点一持続可能開発研究の推進一	角 哲也	国立研究開発法人科学技術振興機構	14,490,000
IoT 連携基盤による先端防災 IT の実現	廣井 慧	国立研究開発法人科学技術振興機構	13,130,000
IoT 連携基盤による先端防災 IT の実現	廣井 慧	国立研究開発法人科学技術振興機構	3,900,000
「自然災害・水資源分野を対象とした気候変動影響予測と適応策の評価」 サブテーマ2「高潮・高波等を対象とした沿岸域への気候変動影響予測と適応策の評価」	森 信人	国立大学法人茨城大学	12,350,000
流域における水資源への気候変動影響予測と適応策の評価	角 哲也 堀 智晴	国立大学法人茨城大学	2,600,000
Frame-Spine System with Force-Limiting Connections for Low-Damage Seismic Resilient Buildings	倉田 真宏	Board of Trustees of the University of Illinois	28,701,463
データリッチな海洋への挑戦とそれに基づく台風高波の実態解明	志村 智也	国立研究開発法人科学技術振興機構	9,978,800
沿岸でのレジリエント社会構築のための新しい持続性システム	森 信人	国立研究開発法人科学技術振興機構	2,275,000
SIP4D共通APIの開発とSTEPの接続に向けた検討	畑山 満則	国立研究開発法人防災科学技術研究所	30,985,000
令和3年度山地土砂動態シミュレーションにおけるデータ同化手法の検討	宮田 秀介	分任支出負担行為担当官北陸地方整備局神通川水系砂防事務所長	1,716,000
大規模気候データを活用したこれからの河川計画策定に向けた技術開発の検討	渡部 哲史	分任支出負担行為担当官 東北地方整備局	3,975,400
風力発電等技術研究開発／洋上風力発電等技術研究開発／洋上風力発電低コスト施工技術開発（サクシオンバケット基礎施工技術実証）	渦岡 良介	日立造船株式会社	3,850,000

「長期から即時までの時空間地震予測とモニタリングの新展開」	山田 真澄	大学共同利用機関法人情報・システム研究機構	5,200,000
木曾三川における流況シミュレーションのモデル化及び評価	角 哲也	名古屋市上下水道局	2,200,000
小栗栖排水機場周辺における内水氾濫解析による浸水予測に関する研究	川池 健司	京都市	2,002,000
ブータンにおける組積造建築の地震リスク評価と減災技術の開発（再委託の事業：地震リスク評価の実施）	大見 士朗	公立大学法人名古屋市立大学	1,434,321
防災研究に関する投資効果分析手法の研究開発	多々納 裕一	国立研究開発法人防災科学技術研究所	14,953,450

3.3.2 共同研究 令和2年度

研究課題名	研究代表者	委託者	年度額
最新のレーダ情報を活用した新たな降雨予測モデルの検討	中北 英一	一般財団法人日本気象協会	550,000
ECMWF アンサンブル予測雨量を用いたダム運用検討	角 哲也	一般財団法人日本気象協会	1,100,000
長周期波対策新工法の開発に関する実験的研究	平石 哲也	日建工学株式会社	1,760,000
黒潮町地区防災計画策定に係る共同研究	矢守 克也	黒潮町	8,470,000
流域災害の軽減・防止に関する研究	中川 一	株式会社ニュージェック	1,015,000
南海トラフにおける漁業集落の事前復興	牧 紀男	日本ミクニヤ株式会社	880,000
橋脚周辺洗掘監視システムに関する実験的研究	竹林 洋史	株式会社オリエンタルコンサルタンツ	220,000
気候変動を考慮した大気・海洋・波浪解析手法の開発	森 信人	パシフィックコンサルタンツ株式会社	440,000
東川水系津門川地下貯留管流入施設水理模型実験	中川 一	(株)東京建設コンサルタント関西本社	0
地質環境の長期安定性評価に係る地形・地質・断層調査技術の高度化に関する共同研究	松四 雄騎	国立研究開発法人日本原子力研究開発機構	1,000,000
土石流危険渓流の降雨応答特性調査及び解析	山野井一輝	国立研究開発法人宇宙航空研究開発機構	438,187
帯工を用いた動的安定状態のステップ・プールの形成に関する研究	竹林 洋史	大日本コンサルタント株式会社	440,000
補強土構造物の洗掘抑制対策工に関する研究	川池 健司	一般社団法人日本テールアルメ協会	2,970,000
洪水リスク評価モデルの高度化	佐山 敬洋	SOMPOリスクマネジメント株式会社	2,681,800
雲カメラ・マイクロ波放射計による洋上気象観測の研究	吉田 聡	古野電気株式会社	165,000
ダム湖の堆砂量調査の研究	角 哲也	株式会社セア・プラス	3,300,000
移動体搭載型ドップラーライダーの開発・精度検証	丸山 敬	メトロウェザー株式会社	3,300,000

建築物の強風リスク評価の高度化に関する研究	西嶋一欽	一般社団法人日本損害保険協会、Willis Re Japan 株式会社、AIG 損害保険株式会社、エーオングループジャパン株式会社、MS&AD インターリスク総研株式会社、MS&AD インシュアランスグループホールディングス株式会社、ガイカーペンター株式会社、全国共済農業協同組合連合会、ソニー損害保険株式会社、損害保険料率算出機構、SOMPO リスクマネジメント株式会社、大同火災海上保険株式会社、東京海上日動リスクコンサルティング株式会社、東京海上ホールディングス株式会社	1,400,000
橋脚周辺の河床洗掘量と橋脚の固有振動数の関係に関する実験	竹林 洋史	株式会社構造計画研究所	220,000
火山災害情報システムに関する研究	井口 正人	日本工営株式会社	2,420,000
長周期地震動予測手法の高精度化に関する研究	川瀬 博	株式会社 安藤・間	1,100,000
レーダ雨量を用いたフラッシュフラッド等の土砂災害発生機構に関する研究	藤田 正治	一般財団法人日本気象協会	1,540,000
AI 機能を備えた感震コンセント、感震ブレーカーの研究開発	川瀬 博	株式会社日本減災研究所	非公開
実験用及び観測用の計測機器開発に関する研究	中川 一	株式会社上田メカニックス研究所	非公開
Geotechnical centrifuge tests and numerical analysis of dynamic responses of high-speed rail in Taiwan	渦岡 良介	国立台湾高雄大学	非公開
新しい高減衰ゴムを用いた免震支承の設計モデルの開発と実験的検証	五十嵐 晃	住友理工株式会社	非公開
RRI 全国モデルの高度化研究	佐山 敬洋	三井共同建設コンサルタント株式会社	非公開
RRI モデルの高度化研究	佐山 敬洋	三井共同建設コンサルタント株式会社	非公開
寒冷地における免震支承を用いた橋梁の地震時応答に関する研究	五十嵐 晃	株式会社川金コアテック	非公開
宇宙線生成核種 ^{10}Be , ^{26}Al による地形、地質変遷の推定	松四 雄騎	一般財団法人電力中央研究所	非公開
詳細洪水リスク評価に関する調査研究	佐山 敬洋	東京海上日動リスクコンサルティング株式会社	非公開
可動式木製津波減災設備の実証	平石 哲也	防波システム研究所	非公開
非公開	松島 信一	株式会社 大崎総合研究所	非公開
非公開	中北 英一	非公開	非公開

※その他、全項目非公開 1 件

令和 3 年度

研究課題名	研究代表者	委託者	年度額
最新のレーダ情報を活用した新たな降雨予測モデルの検討	中北 英一	一般財団法人日本気象協会	1,200,000
ECMWF アンサンブル予測雨量を用いたダム運用検討	角 哲也	一般財団法人日本気象協会	2,400,000
南海トラフにおける漁業集落の事前復興	牧 紀男	日本ミクニヤ株式会社	-
建築物の強風リスク評価の高度化に関する研究	西嶋一欽	一般社団法人日本損害保険協会、Willis Re Japan 株式会社、AIG 損害保険株式会社、エーオングループジャパン株式会社、MS&AD インターリスク総研株式会社、MS&AD インシュアランスグループホールディングス株式会社、ガイカーペンター株式会社、全国共済農業協同組合連合会、ソニー損害保険株式会社、損害保険料率算出機構、SOMPO リスクマネジメント株式会社、大同火災海上保険株式会社、東京海上日動リスクコンサルティング株式会社、東京海上ホールディングス株式会社	1,400,000
黒潮町地区防災計画策定に係る共同研究	矢守 克也	黒潮町	4,235,000
流域災害の軽減・防止に関する研究	川池 健司	株式会社ニュージェック	1,250,000
水害等発生時における、バルーン式浸水防止対策装置の有効性の検証	山野井 一輝	株式会社 OTS	1,649,700
風力発電設備基礎の洗掘防止工の安定性に関する共同研究	平石哲也	前田工織株式会社	2,002,000
洪水予報河川における洪水予測システム高度化に関する研究	佐山 敬洋	京都府	3,000,000
実験用及び観測用の計測機器開発に関する研究	川池 健司	株式会社上田メカニックス研究所	650,000
山地における地質・水文過程に基づいた斜面災害の研究	松四 雄騎	サンコーコンサルタント株式会社	1,500,000
WAVEWATCHIII・SWAN・ブシネスク方程式を連成した数値シミュレーションモデルの構築と沿岸災害への適用	森 信人	パシフィックコンサルタンツ株式会社	500,000
IoT を用いた土砂災害情報基盤システムの開発	畑山 満則	古河電気工業株式会社	1,400,000
排水機場操作支援のための水位予測シミュレーター開発	佐山 敬洋	クボタ機工株式会社	1,430,000
土石流危険渓流の降雨応答特性調査及び解析	山野井一輝	国立研究開発法人宇宙航空研究開発機構	487,988
地質環境の長期安定性評価に係る地形・地質・断層調査技術の高度化に関する共同研究	松四 雄騎	国立研究開発法人日本原子力研究開発機構	600,000
火山の噴煙がロケットの通信に与える電波伝搬影響の評価	井口 正人	国立研究開発法人宇宙航空研究開発機構	71,500

帯工を用いた動的安定状態のステップ・プールの形成に関する研究	竹林 洋史	大日本コンサルタント株式会社	220,000
2019 年千曲川洪水氾濫が企業にもたらした直接的・間接的経済被害の推計および過去の水害との比較分析に関する研究	多々納 裕一	国立大学法人名古屋工業大学	600,000
エネルギー事業のための中長期気象予測	榎本 剛	大阪ガス株式会社	715,000
火山災害情報システムに関する研究	井口 正人	日本工営株式会社	2,600,000
A I 機能を備えた感震コンセント、感震ブレーカーの研究開発	川瀬 博	株式会社日本減災研究所	0
洪水リスク評価モデルの高度化	佐山 敬洋	SOMPO リスクマネジメント株式会社	2,727,400
RRI モデル機能拡充に関する研究	佐山 敬洋	日本工営株式会社	5,434,000
VR 避難シミュレータと避難行動モデルの開発	廣井 慧	合同会社 World Arc Lab	330,000
既存 S 造柱脚の性能向上に関する基礎的研究	倉田 真宏	大末建設株式会社	715,000
宇宙線生成核種 ^{10}Be , ^{26}Al による地形、地質変遷の推定	松四 雄騎	一般財団法人電力中央研究所	非公開
非公開	西嶋一欽	非公開	非公開
Geotechnical centrifuge tests and numerical analysis of dynamic responses of high-speed rail in Taiwan	渦岡 良介	国立台湾高雄大学	非公開
新しい高減衰ゴムを用いた免震支承の設計モデルの開発と実験的検証	五十嵐 晃	日本鑄造株式会社	非公開
全国版 RRI モデルを用いた多段階洪水リスク評価に関する調査研究	佐山 敬洋	東京海上ディール株式会社	非公開
RRI モデルの高度化研究	佐山 敬洋	三井共同建設コンサルタント株式会社	非公開
津波低減施設 防波扉 “に作用する衝撃波力に関する模型実験	平石哲也	防波システム研究所	非公開

※その他、全項目非公開 3 件

3.3.3 共同事業

令和 2 年度

事業名	共同研究機関	契約金額
2020年度共同事業「災害の軽減に貢献するための地震火山観測研究計画(第2次)」	国立研究開発法人情報通信研究機構, 北海道大学, 弘前大学, 東北大学, 秋田大学, 千葉大学, 東京大学, 東京工業大学, 新潟大学, 富山大学, 名古屋大学, 京都大学, 神戸大学, 鳥取大学, 高知大学, 九州大学, 鹿児島大学, 兵庫県立大学, 立命館大学, 国立研究開発法人防災科学技術研究所, 国立研究開発法人海洋研究開発機構, 独立行政法人国立文化財機構奈良文化財研究所, 国立研究開発法人産業技術総合研究所地質調査総合センター, 国土地理院, 気象庁, 海上保安庁, 地方独立行政法人北海道立総合研究機構環境・地質研究本部地質研究所, 山梨県富士山科学研究所など	47,568,000

令和 3 年度

事業名	共同研究機関	契約金額
2021年度共同事業「災害の軽減に貢献するための地震火山観測研究計画(第2次)」	国立研究開発法人情報通信研究機構, 北海道大学, 弘前大学, 東北大学, 秋田大学, 千葉大学, 東京大学, 東京工業大学, 新潟大学, 富山大学, 名古屋大学, 京都大学, 神戸大学, 鳥取大学, 高知大学, 九州大学, 鹿児島大学, 兵庫県立大学, 立命館大学, 国立研究開発法人防災科学技術研究所, 国立研究開発法人海洋研究開発機構, 独立行政法人国立文化財機構奈良文化財研究所, 国立研究開発法人産業技術総合研究所地質調査総合センター, 国土地理院, 気象庁, 海上保安庁, 地方独立行政法人北海道立総合研究機構環境・地質研究本部地質研究所, 山梨県富士山科学研究所など	42,068,000

3.3.4 受託事業

令和 2 年度

事業名	代表者	契約者	契約金額
JICA イノベティブアジア事業(第2バッチ)	Ana Maria CRUZ	独立行政法人国際協力機構	637,200
JICA 研修員受入	森 信人	独立行政法人国際協力機構	318,600

令和 3 年度

事業名	代表者	契約者	契約金額
JICA 研修員受入	森 信人	独立行政法人国際協力機構	637,200
JICA 研修員受入	藤見 俊夫	独立行政法人国際協力機構	318,600
JICA 研修員受入	矢守 克也	独立行政法人国際協力機構	318,600
JICA 研修員受入	KANTOUSH SamehAhmed	独立行政法人国際協力機構	318,600

3.4 学外連携研究

3.4.1 拠点間連携共同研究一覧

令和2年度

【重点推進研究 採択課題】

課題番号	研究課題	研究代表者
2020-K-1-1	巨大地震のリスク評価の不確実性に関するパラダイム構築の推進	加藤 尚之 松島 信一
2020-K-1-2-1	ばらつきのある被害リスク評価をふまえた防災計画の検討	牧 紀男
2020-K-1-2-2	定常的地震活動の震源および地震波速度構造の精度向上による地震波動場推定の高度化	望月 公廣
2020-K-1-2-4	巨大地震による斜面災害発生個所の事前予測方法の検討	齊藤 隆志

【一般課題型研究 採択課題】

課題番号	研究課題	研究代表者
2019-K-01	不均質な断層すべり分布を考慮した津波の確率論的予測と不確実性の評価	佐竹 健治
2019-K-02	強震観測点におけるサイト特性評価手法の開発に関する多国間共同研究	川瀬 博
2019-K-04	強震動のブラインド予測のための共用地盤モデルの構築に関する研究	山中 浩明
2019-K-05	火山砕屑物からなる斜面の崩壊に対する地震とその前後の降雨の影響評価	渦岡 良介
2019-K-06	活断層における地殻変動に伴う盆地形成過程から推定される盆地端部での基盤構造を考慮した地震動増幅特性に関する研究	松島 信一
2019-K-07	建物の応答を考慮した高精度地震情報配信手法の開発	倉田 真宏
2020-K-01	テフラ堆積域における地震動に伴う斜面崩壊の発生場と規模の予測	松四 雄騎
2020-K-02	桜島大規模火山噴火を対象とした事前避難を実現するためのリスクコミュニケーション方法に関する実践的研究	大西 正光
2020-K-03	地震発生の切迫性を伝える災害情報モデルとシナリオの構築～北海道胆振東部地震からみえた新たな課題としての複合連鎖問題の解釈を通して～	岡田 成幸
2020-K-04	地震シナリオの不確実性を考慮した津波被害の確率論的評価	浅井 光輝
2020-K-05	文化財等の所在情報と災害情報の重ね合わせによる文化財等災害予測マップの構築と活用	蝦名 裕一

【一般課題型研究 研究期間延長課題】

課題番号	研究課題	研究代表者
2019-K-09	訪日外国人旅行者に対する地震・火山に関する情報提供と風評被害対策に関する事例分析 —2018 年胆振東部地震、2018 年大阪府北部地震、2018 年草津白根噴火、2015 年箱根山噴火を対象として—	秦康範

令和 3 年度

【重点推進研究 採択課題】

課題番号	研究課題	研究代表者
2021-K-1-1	巨大地震のリスク評価の不確実性に関するパラダイム構築の推進	加藤 尚之 松島 信一
2021-K-1-2-3	不確実性を考慮した浅部地盤の非線形応答評価手法の検討	上田 恭平
2021-K-1-2-4	巨大地震による斜面災害発生個所の事前予測方法の検討	齊藤 隆志
2021-K-1-2-5	即時建物被害予測技術の高度化	楠 浩一

【重点推進研究 研究期間延長課題】

課題番号	研究課題	研究代表者
2020-K-1-1	巨大地震のリスク評価の不確実性に関するパラダイム構築の推進	加藤 尚之 松島 信一
2020-K-1-2-1	ばらつきのある被害リスク評価をふまえた防災計画の検討	牧 紀男
2020-K-1-2-2	定常的地震活動の震源および地震波速度構造の精度向上による地震波動場推定の高 度化	望月 公廣
2020-K-1-2-4	巨大地震による斜面災害発生個所の事前予測方法の検討	齊藤 隆志

【一般課題型研究 採択課題】

課題番号	研究課題	研究代表者
2021-K-01	津波被害予測における震源モデルの不確実性の評価	宮下 卓也
2021-K-02	リアルタイム地震情報配信手法の高度化に向けた地盤特性の影響度評価	倉田 真宏
2021-K-03	強震動のブラインド予測結果に基づく強震動予測技術の精度と信頼性に関する研究	山中 浩明
2021-K-04	地震により被害を受けた事業継続建築物の火災リスク評価手法の開発	西野 智研
2021-K-05	1m-LiDAR DEM を用いて検出された地すべりなどの不安定土塊の微動及び地震動観 測による相対的危険度評価	齊藤 隆志
2021-K-06	邑知湯平野の推定地盤速度構造の非線形地盤応答を考慮した強震動予測	松島 信一
2021-K-07	既存在来木造建物に大きな被害を引き起こす地震動の発生要因に関する研究	境 有紀
2021-K-08	文化遺産の所在情報と災害情報の重ね合わせによる文化遺産災害情報マップの構築 と活用	蝦名 裕一
2021-K-09	ばらつきを考慮したハザード想定結果の「受け取られ方」に関する評価研究	牧 紀男

【一般課題型研究 研究期間延長課題】

課題番号	研究課題	研究代表者
2019-K-01	不均質な断層すべり分布を考慮した津波の確率論的予測と不確実性の評価	佐竹 健治
2019-K-04	強震動のブラインド予測のための共用地盤モデルの構築に関する研究	山中 浩明
2020-K-02	桜島大規模火山噴火を対象とした事前避難を実現するためのリスクコミュニケーション 方法に関する実践的研究	大西 正光
2020-K-03	地震発生の切迫性を伝える災害情報モデルとシナリオの構築～北海道胆振東部地震 からみえた新たな課題としての複合連鎖問題の解釈を通して～	岡田 成幸

3.4.2 拠点間連携共同研究実施報告書

令和 2 年度

拠点間連携共同研究実施報告書(研究実績報告書)

1. 課題番号 2020-K-1-1

2. 研究課題名 (英訳もご記入ください)

和文: 巨大地震のリスク評価の不確実性に関するパラダイム構築の推進

英文: Development of a new paradigm for more accurate seismic risk assessment for large mega-thrust earthquakes3. 研究代表者所属・氏名 京都大学防災研究所・松島信一、東京大学地震研究所・加藤尚之
(地震研究所及び防災研究所 研究分担者名)

4. 参加者の詳細 (研究代表者を含む。必要に応じ行を追加すること。)

氏名	所属・職名	参加内容
宮澤理稔	京都大学防災研究所・准教授	震源過程研究統括 (チーム 3 名)
望月公廣	東京大学地震研究所・准教授	伝播・深部地盤構造研究統括 (チーム 4 名)
飯高 隆	東京大学地震研究所・准教授	強震動予測研究統括 (チーム 6 名)
上田恭平	京都大学防災研究所・助教	浅部地盤構造研究統括 (チーム 4 名)
楠 浩一	東京大学地震研究所・教授	構造物被害予測研究統括 (チーム 6 名)
齊藤隆志	京都大学防災研究所・助教	リスク評価研究統括 (チーム 4 名)
牧 紀男	京都大学防災研究所・教授	利用者の参画研究統括 (チーム 9 名)
松島信一	京都大学防災研究所・教授	プラットフォーム構築研究統括 (チーム 7 名)
市村 強	東京大学地震研究所・教授	コンピュータサイエンス研究統括 (チーム 2 名)

5. 研究計画の概要 (申請書に記載した「研究計画」を 800 字以内でご記入ください。変更がある場合、変更内容が分かるように記載してください。)

【提案の背景】標準的な地震リスク評価手法では、震源・波動伝搬・地盤増幅・建物応答・直接的被害・社会的影響に関する研究分野からの知見を統合して、リスクが評価されるが、各研究分野に対応するそれぞれのモジュールに存在する複数モデルを組み合わせてリスクカーブ群が得られることになる。すなわち、地震リスク評価には、モデルそのもののばらつきのみならず、モデルの相違によるばらつきが伴っている可能性がある。2019 年度までにはこの点について検討するために、各研究分野に存在する多くのモデルをプラットフォームに組み込み、系統的に地震リスクを評価した。その結果、現在一般的に行われている地震リスク評価には非常に大きなばらつきを内包していることを示した。

【現状の問題点】モジュールごとのモデルの数やばらつきが採用するモデルに依存することから、複数モデルを考慮したときのモジュール間のばらつきの違いを公平に評価する統一的な手法が確立されていない。また、より詳細な計算手法を用いたプラットフォームとするためには、用いるモデルが詳細化するため、モデルごとのばらつきの比較がさらに困難となることが予想される。

6. 研究成果の概要（図を含めて1頁で記入してください。）

キーワード（3～5程度）：巨大地震、地震リスク評価、不確実性、被害予測、南海トラフ

【震源過程・強震動予測】プレート沈み込み帯で発生するプレート間大地震・巨大地震に伴う強震動の距離減衰の特徴を調べるために、2003年十勝沖地震、2011年東北地方太平洋沖地震のK-NET、KiK-netで観測された強震動を解析した。浅部地盤構造の影響をVs30により補正したほか、地震ハザード評価の側面から震源に近い前弧側の記録のみを用いた。この様にして求めたPGA及びPGVに対し、強震動生成域のMwとそこからの距離とを用いて予測するモデル式を作製した。距離減衰式の高度化に向けて、周期ごとの応答スペクトルを考慮した解析の必要性や最大変位や永久変位など問題となるテーマについて議論した。

【深部地盤・伝播経路】DONET観測点2点以上でP/S波検測値がある地震のうち、紀伊半島南東沖で実施された構造調査測線周囲の地震635個について、JMAによるDONETの検測値のみを用いて、震源の再決定を行った。この時、それぞれのDONET観測点における地震波速度構造は、南海トラフ沿いで実施された構造調査をもとに構築されたP波速度構造を参照した。さらに、堆積層による地震波到達時間の遅れについて各観測点での観測点補正值を求め、震源決定解析に適用した。解析結果として611個の地震について、震源が再決定された。これらの震源は、JMAカタログ震源よりも全体的に～10 km程度浅く、特にM6.5の地震はプレート境界付近にもとまった。

【浅部地盤構造】地盤物性の不確実性を考慮した地盤災害リスク評価のため、中空ねじりせん断試験機を用いて液化特性に関するばらつきの検討を行った。土の相対密度やせん断応力比といった定量化が可能な指標の影響に加え、実験者の違いといった定量化が難しい指標の影響についても分析した。

【構造物被害予測】建物の被害状況早期把握のため、現行の応急危険度判定手法の経緯について調査するとともに、衛星画像利用の有効性、加速度記録を用いた即時判定の有効性について確認を行った。また、これまでの鉄筋コンクリート部材の実験データベースを用いて、柱・梁・耐震壁について、損傷の生じ始める降伏点変形の推定方法とその精度について検討を行った。

【リスク評価】リスク分析および被害分析に必要なエクスポージャに関する情報に対して、UAV空撮を用いて高精度かつ半自動的に収集・整理する手法に関する基本的な検討を行なった。具体的には、広域UAV空撮画像から点群データを生成し、生成された点群データを処理することで、地域内の個々の建物に対して建物高さや平面などの基本的なパラメータを実用的な精度で推定可能であることを明らかにした。

1m-LiDAR DEMを用い特徴的な地物を認識可能な図を作成した。地震前後の二枚の図で特徴的な地物の追跡を行い、広い範囲で地表の移動方向と変位の大きさを示すことで、地震断層と考えられる地表変位と地震で変位した地すべり土塊の検出が可能となった。

【プラットフォーム構築】地震時の総合的な影響評価にむけて、過去の南海トラフ巨大地震での建物被害と現在の地震リスク評価手法により推定される建物被害を比較することで、震源域から山陰地方にかけての地域の減衰特性が過大評価されていることを示した。また、地震リスク評価の応用としてライフライン（水道管）のリスク評価を行うための被害関数について、2016年熊本地震における被害データをもとに検討した。

【コンピュータサイエンス】開発をすすめてきた低次有限要素を用いた解析コードを拡張し、また、GPUへの実装を行うことで、従来よりもさらに高速な地盤増幅解析を実現した。また、本解析手法と最適化過程を学習する人工知能を組み合わせることで高速な地盤内部構造推定のための手法を開発した。

【災害リスク情報・ステークホルダ参画】災害リスク評価結果は想定シナリオ・手法により変化するため、防災計画を策定する場合には、災害リスク評価にばらつきが存在することを踏まえる必要がある。大阪府、高知県において、震源モデルの違い、工学的基盤での地震動のばらつき、表層地盤における増幅特性のばらつき、を考慮した組み合わせによる計算を表示するシステムの開発を継続して行い、地方自治体のハザード評価結果との比較を行えるようにした。

7. 研究実績（論文タイトル、雑誌・学会・セミナー等の名称、謝辞への記載の有無）

Gehl, Pierre, Shinichi Matsushima, Shunsuke Masuda : Investigation of damage to the water network of Uki City from the 2016 Kumamoto earthquake: derivation of damage functions and construction of infrastructure loss scenarios, Bulletin of Earthquake Engineering, Vol. 19, pp.685-711, 2020.11, 謝辞有

Matsushima, Shinichi : Core-to-Core Collaborative Research between Earthquake Research Institute, University of Tokyo and Disaster Prevention Research Institute, Kyoto University during FY2014 to FY2018, Journal of Disaster Research, 15(2), 187-201, 2020.3, 謝辞有

松島信一・Pierre GEHL : 2016 年熊本地震による宇城市での被害情報に基づく水道管ネットワークの被害関数の構築、令和 2 年度京都大学防災研究所研究発表講演会、A303、2021.2、謝辞有

宮澤理稔・木内亮太・瀬瀬一起：プレート間巨大地震の強震動生成域のための距離減衰式、日本地震学会 2020 年度秋季大会、S15-13

齊藤隆志：粒子画像追跡法を用いた熊本地震前後の地表変動検出、令和 2 年度京都大学防災研究所研究発表講演会、A305、2021.2

齊藤隆志：2016 年熊本地震によってカルデラ周辺に生じた地表変動の分類と特徴、日本自然災害学会講演会予稿集、2021.3

拠点間連携共同研究実施報告書(研究実績報告書)

1. 課題番号 2020-K-1-1

2. 研究課題名 (英訳もご記入ください)

和文: 地盤物性の不確実性を考慮した巨大地震時の地盤災害リスク評価

英文: Geo-disaster risk assessment during large earthquake considering uncertainties of soil physical properties

3. 研究代表者所属・氏名 京都大学防災研究所 上田恭平

(地震研究所または防災研究所担当教員名) 市村強 (地震研究所)・松島信一 (防災研究所)

4. 参加者の詳細 (研究代表者を含む。必要に応じ行を追加すること。)

氏名	所属・職名	参加内容
上田恭平	京都大学防災研究所・助教	研究全体の取りまとめ
伊藤らな	京都大学工学部・学部生	中空ねじり試験の実施

5. 研究計画の概要 (申請書に記載した「研究計画」を800字以内でご記入ください。変更がある場合、変更内容が分かるように記載してください。)

【提案の背景】巨大地震時における地盤の強非線形領域までを含む複雑な地盤挙動 (例えば、液化化挙動) を高精度に評価するため、これまで数多くの地盤材料の構成則およびそれらを組み込んだ数値解析手法が提案されている。これらの解析モデルを用いることで、地盤災害リスクを見積ることは可能であるが、設計実務において原位置試験や室内土質試験等の不確実性に伴う地盤物性値の変動が考慮されることはほとんどない。また、地盤物性が本質的に有する空間的な不均質性 (ばらつき) も考慮されないことが多い。

【現状の問題点】現状の地盤災害リスク評価においては、解析モデルにおける上記のような地盤物性の不確実性が、その結果にどのような影響を及ぼすかが明らかになっていない。つまり、不確実性を無視している現在の地盤災害の予測法が、不確実性を考慮した場合と比べて危険側の評価となっている可能性も否定できない。

【本研究での課題】このような問題点を解決するため、まず文献調査や模型実験等を通じて地盤物性の不確実性の定量化を図る必要がある。次に、数値解析手法を用いて地盤災害リスクを評価する際に、空間的な地盤物性の不確実性に関する情報を組み込むことで、リスク評価に及ぼす不確実性の影響を検討する。特に、巨大地震時には過剰間隙水圧の変動を含めた地盤材料の強非線形性の影響が無視できないため、このような条件下で地盤物性の不確実性の影響を定量的に評価しておくことは、今後の地盤災害対策を考える上で重要となる。

【期待される成果】以上の検討により、巨大地震時における地盤災害リスク評価において、地盤の強非線形性を考慮した地盤 (および地盤・構造物系) の応答 (加速度、速度および変位等) に対して、不確実性の影響が顕著である地盤物性の抽出がなされるとともに、不確実性を考慮することで従来よりも合理的な地盤災害リスクの評価につながるものと期待される。

6. 研究成果の概要（図を含めて1頁で記入してください。）

キーワード（3～5程度）：液状化特性，不確実性，中空ねじり試験，ベイズ統計モデリング

【研究の目的】液状化のような強非線形性を伴う地盤の地震時挙動を数値解析により評価する際，土の非排水繰返し試験（三軸試験や中空ねじり試験）の結果に基づきモデルパラメータを設定することが多い．本研究では，地盤物性の不確実性を考慮した地盤災害リスク評価のため，中空ねじりせん断試験機を用いて液状化特性に関するばらつきの検討を行った．土の相対密度（ D_r ）といった定量化が可能な指標の影響に加え，実験者の違いといった定量化が難しい指標の影響についても分析した．

【中空ねじり試験】試験は京都大学防災研究所の中空ねじりせん断試験機（図 1）を用いて実施した．実験者の違いが試験結果に及ぼす影響を調べるため，実験条件は既往の文献¹⁾と同じに設定した（実験者は異なる）．応力制御で繰返し荷重を与え，両振幅せん断ひずみが 7.5%に到達したときの繰返し回数（ N_c ）と液状化強度比（ R_L ）の関係を整理したのが図 2 の黒丸である．

【MCMC を用いたベイズ統計モデリング】 R_L が D_r および N_c の関数，

$$R_L = R_{20} (N_c/20)^b \quad \text{with} \quad R_{20} = a \times D_r/100$$

により与えられるとし²⁾，中空ねじり試験の結果に基づきモデルパラメータ（ a, b ）の分布を推定した．推定にはマルコフ連鎖モンテカルロ法（MCMC）を用いたベイズ統計モデリング³⁾を適用し，実験者の違いを考慮するため，階層ベイズモデル³⁾を導入した．階層ベイズモデルの場合には，上記のモデルパラメータは a_i, b_i （ i は実験者の番号）のように実験者により異なることとなる．

実験者の違いを無視する場合，すなわち全実験者に対する非階層ベイズモデルでは，図 2 の左上に示すように，すべての結果を考慮した R_L の回帰結果が得られる．他方，階層ベイズモデルを適用した場合には，各々の実験者の特性を考慮に入れた回帰結果（ピンクの曲面）は，全実験者の回帰結果（灰色の曲面）とは部分的に異なることがわかる．階層ベイズモデルの導入により，各々の実験者のサンプル数が少なくても（この場合，単体では統計モデリングが不可能なことが多い），他の実験者の結果を参照することで，全体と個々の傾向の両者を踏まえた R_L の推定が可能になることが示された．

【参考文献】1) Vargas, R. R., Ueda, K., Uemura, K.: Influence of the relative density and K0 effects in the cyclic response of Ottawa F-65 Sand- Cyclic Torsional Hollow-Cylinder Shear Tests for LEAP-ASIA-2019, Soil Dynamics and Earthquake Engineering, Vol. 133, 106111, 2020. 2) 三上武子，吉田望，原田健二：液状化強度曲線の類型化と経験式の提案，日本地震工学会論文集，16(1)，10-18，2016. 3) 久保拓弥：データ解析のための統計モデリング入門—一般化線形モデル・階層ベイズモデル・MCMC，岩波書店，2012.



図 1 中空ねじりせん断試験機

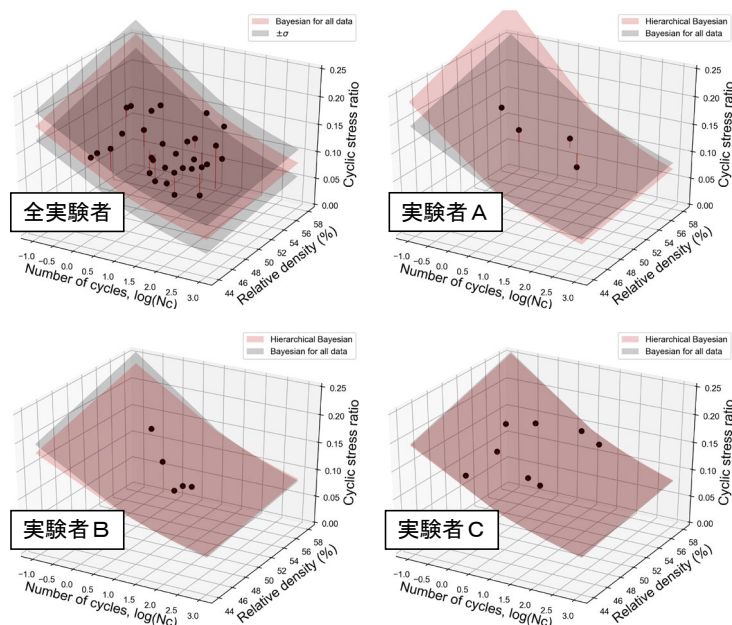


図 2 ベイズ統計モデリングによる液状化強度曲線

7. 研究実績（論文タイトル、雑誌・学会・セミナー等の名称、謝辞への記載の有無）
特になし.

拠点間連携共同研究実施報告書(研究実績報告書)

1. 課題番号 2020-K- 1-1

2. 研究課題名 (英訳もご記入ください)

和文: 実験・観測データベースを用いた被害評価の精緻化

英文: Elaboration of the damage classification based on the database of experimental test and recorded data

3. 研究代表者所属・氏名 東京大学地震研究所 楠 浩一

(地震研究所及び防災研究所 研究分担者名) 東京大学地震研究所・楠 浩一

4. 参加者の詳細 (研究代表者を含む。必要に応じ行を追加すること。)

氏名	所属・職名	参加内容
楠 浩一	東京大学地震研究所 教授	実験データ・観測データ
前田 匡樹	東北大学大学院工学研究科 教授	建物被害調査
松岡 昌志	東京工業大学 環境・社会理工学院 教授	衛星写真
中村友紀子	千葉大学大学院工学研究科 准教授	建物被害調査
倉田 真宏	京都大学防災研究所 准教授	実験データ・観測データ
中嶋 唯貴	北海道大学大学院工学研究院 准教授	観測データ

5. 研究計画の概要 (申請書に記載した「研究計画」を 800 字以内でご記入ください。変更がある場合、変更内容が分かるように記載してください。)

土木構造物や建築構造物の被害予測精度を向上させるためには、その挙動を再現するモデルの精緻化、被害分類方法の精緻化が必須である。

例えば、構造要素をとっても、その荷重—変形関係は一般的には3折線にモデル化される。しかし、その特性点をいかにして予測し、モデル化するかがリスク予測結果に大きな影響を与える。特に近年、耐震性能評価方法として世界的に採用されつつある、等価線形化法を用いた耐震性能評価方法においては、部材の降伏点の推定が極めて重要である。

また、地震直後において、ひび割れなどが発生した建物の被害分類をどのような方法で行うか、その精度をどのように評価するかは重要な問題である。例えばわが国では、地震直後に建物の利用可否を判断するために実施する「被災建物の応急危険度判定」と、恒久復旧に向けてその被災度を判定する「被災建物の被災度区分判定」が存在する。しかし、現状のこれらの方法は技術者の目視調査によって行われており、判定結果のばらつきや、残留するひび割れと損傷の関係など、不明な点も多い。一方、近年では地震前後の衛星画像や、GPS 計測値、あるいは地震応答を直接センサーを用いて測定することにより、構造物の被害程度を直接判定する技術の開発が行われている。

一方、わが国にはすでに膨大な構造実験データ、振動台実験データ、構造物の実観測データ、目視や衛星イメージを用いた被害分類結果が存在する。それらの膨大なデータを有効に分析することにより、部材のモデル化の精度や被害状況判定精度の向上を図ることができる可能性が高い。そこで本課題では、ビッグデータを用いたデータサイエンスへの発展も視野に入れて、既存のデータベースの分析方法を議論するとともに、最新の fragility 曲線に関する情報収集、部材実験データベースを用いた損傷点の予測方法の検討、地震被害写真の収集、実震動データの収集を行う。

6. 研究成果の概要（図を含めて1頁で記入してください。）

キーワード（3～5程度）：

7. 研究実績（論文タイトル、雑誌・学会・セミナー等の名称、謝辞への記載の有無）

拠点間連携共同研究実施報告書(研究実績報告書)

1. 課題番号 2020-K-1-1

2. 研究課題名 (英訳もご記入ください)

和文: 巨大地震のリスク評価にむけた地殻構造の影響および強震動評価とその高度化

英文: Research for sophistication of strong motion evaluation and crustal structure effect of large earthquakes

3. 研究代表者所属・氏名 東京大学情報学環・飯高 隆

(地震研究所及び防災研究所 研究分担者名) .

4. 参加者の詳細 (研究代表者を含む。必要に応じ行を追加すること。)

氏名	所属・職名	参加内容
飯高 隆	東京大学 (情報学環)・教授	距離減衰式の検討評価

5. 研究計画の概要 (申請書に記載した「研究計画」を800字以内でご記入ください。変更がある場合、変更内容が分かるように記載してください。)

南海トラフをはじめプレート境界で発生する巨大地震は、震源域で発生した地震動や津波が日本列島の広範囲に到達し非常に大きな被害につながる事が考えられる。そのため巨大地震のリスク評価においては、震源域による影響、波動の伝播による影響、観測点近傍の構造による影響等について調べる必要がある。

震源域による影響、地震波伝播構造による影響、構造物直下の地下構造による影響、のうち地震波伝播構造による影響、を中心に研究を行った。建造物の被害等、災害の予測に際して強震動の予測はひじょうに重要である。その際に、地震波の伝播経路や、経路における減衰などの物理パラメータは重要な情報である。その点を明らかにするため距離減衰式の調査研究等をおこなってきたが、ここではさらにその研究を進めることによって、強震動予測の高度化を進め予測精度の向上を目指した。

6. 研究成果の概要（図を含めて1頁で記入してください。）

キーワード（3~5程度）： 強震動，距離減衰式，リスク評価

南海トラフをはじめプレート境界で発生する巨大地震は，震源域で発生した地震動や津波が日本列島の広範囲に到達し非常に大きな被害につながる事が考えられる。そのため巨大地震のリスク評価においては，震源域による影響，波動の伝播による影響，観測点近傍の構造による影響等について調べる必要がある。

その際に，考慮しなければならないのは，構造物直下の地下構造による影響において大きく影響するのは地盤構造であり，地震波伝播構造による影響では伝播経路や，経路における減衰などの物理パラメータである。また，震源域による影響では，断層の大きさや滑り量，また，強震動生成域を規定した震源モデルである。そのうち，地震波伝播構造による影響において，実際の評価に主として使われているのは **Ground Motion Prediction Equation**（距離減衰式）である。一方，これまでの様々な研究から，ひじょうに多くの距離減衰式が提出されている。それぞれの距離減衰式は，用いられている震源のデータや観測点のデータ等から大きく異なり，今回のように南海トラフという限られた領域での解析に用いるためには，それぞれの式の特徴を調べ，減衰式を評価し，本研究に適しているかについて調べる事が重要である。そのため，研究成果として提案されている距離減衰式の特徴を鑑みながら，本研究に適した距離減衰式について調査した。つまり，様々な条件をもとに，それぞれの特徴を比較し，南海トラフで発生が懸念される巨大地震に適する以下の距離減衰式を選出し評価をおこなった。

司・翠川(1999), "断層タイプ及び地盤条件を考慮した最大加速度・最大速度の距離減衰式"

Kanno et al. (2006) "A New Attenuation Relation for Strong Ground Motion in Japan Based on Recorded Data"

佐藤(2010), "日本のスラブ内地震とプレート境界地震の水平・上下動の距離減衰式"

Morikawa and Fujiwara (2013), "A New Ground motion Prediction Equation for Japan Applicable up to M9 Mega-earthquake"

7. 研究実績（論文タイトル、雑誌・学会・セミナー等の名称、謝辞への記載の有無）

拠点間連携共同研究実施報告書(研究実績報告書)

1. 課題番号 2020-K-1-2-1

2. 研究課題名 (英訳もご記入ください)

和文: シナリオ・手法の組み合わせにより変化する災害リスクの理解支援システムの開発・
拡大

英文: Risk communication support system to understand variety of earthquake risk
simulation?

3. 研究代表者所属・氏名 京都大学防災研究所・牧 紀男

(地震研究所及び防災研究所 研究分担者名) 牧 紀男

4. 参加者の詳細 (研究代表者を含む。必要に応じ行を追加すること。)

氏名	所属・職名	参加内容
牧紀男	京都大学防災研究所・教授	総括
松島信一	京都大学防災研究所・教授	地震動
西嶋一欽	京都大学防災研究所・教授	リスク評価
倉田真宏	京都大学防災研究所・教授	建物被害
西野智研	京都大学防災研究所・教授	火災被害
佐伯琢磨	神戸学院大学・教授	地震動
加藤孝明	東京大学生産技術研究所・教授	防災計画
関谷直也	東京大学 総合防災情報研究センター・准教授	リスクコミュニケーション
馬場俊孝	徳島大学 学院社会産業理工学研究部・教授	津波

5. 研究計画の概要 (申請書に記載した「研究計画」を800字以内でご記入ください。変更がある場合、変更内容が分かるように記載してください。)

災害リスク評価結果は想定シナリオ・手法により変化する。したがって、防災計画を策定する場合には、災害リスク評価にばらつきが存在することを踏まえる必要がある。そのためには、災害リスク評価のばらつきを理解することが重要であり、計画の目的に応じて適切な災害リスク評価結果を選択することが重要となる。本研究では、シナリオ・手法の組み合わせにより変化する災害シナリオ評価結果を適切に理解することが可能なシステムの構築を行うことを目的とした研究を行う。

6. 研究成果の概要（図を含めて1頁で記入してください。）

キーワード（3～5程度）：南海トラフ地震、被害想定、リスクコミュニケーション

災害リスク評価結果は想定シナリオ・手法により変化する。したがって、防災計画を策定する場合には、災害リスク評価にばらつきが存在することを踏まえる必要がある。これまで、シナリオ・手法の組み合わせにより変化する災害シナリオ評価結果を適切に理解することが可能なシステムの構築を行うため、

1) 災害リスク評価のばらつきを防災計画に反映するためのハザードデータの構築手法についての基礎的検討、2) 大阪府・高知県における試行（工学的基盤の地震動、表層地盤における地震動について様々な手法による組み合わせ計算試行、度数分布）を行ってきた。今年度は、これまでの成果をふまえ、3) 自治体の被害想定結果の位置づけ評価ならびに、南海トラフ地震を対象に南海トラフ地震防災対策推進地域の自治体についての評価を実施した。

図1は高知県の被害想定結果のばらつきの中での位置づけを示したものであり、過小評価・過大評価と考えられる地域を示すことができている。図2は南海トラフ地震についてPGV100カイン以上の確立を示したものである。図1の自治体の位置づけについては、こういった要因で過大・過小評価が発生しているのかについて今後分析していく必要がある。また、今後、今年開発したシステムについてとりまとめ研究論文としてとりまとめる予定である。

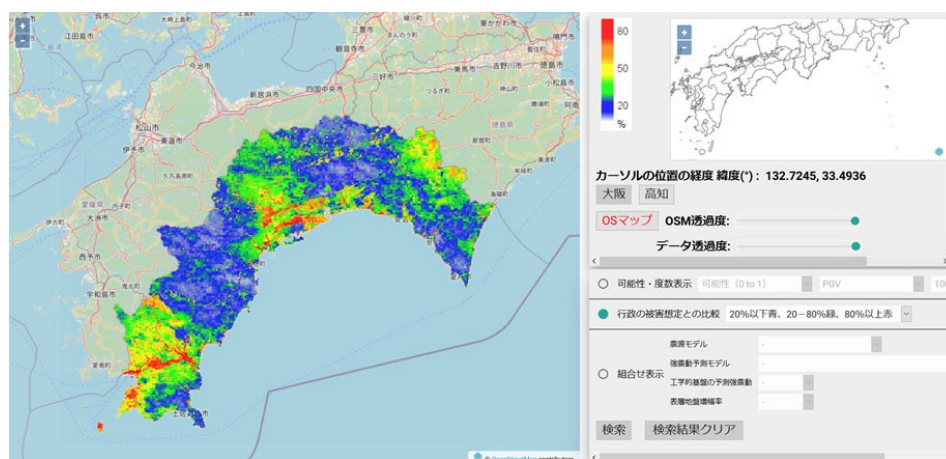


図1 高知県が実施した被害想定結果の位置づけ（本表示は青が過小評価、赤が過大評価、赤が過小評価、青が過大評価という表示も可能）

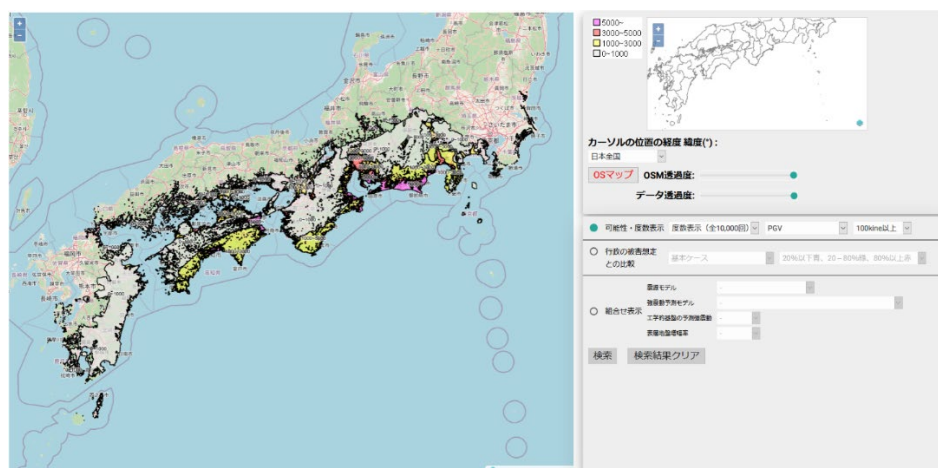


図2 PGV100カイン以上の可能性（度数表示）

7. 研究実績（論文タイトル、雑誌・学会・セミナー等の名称、謝辞への記載の有無）

牧紀男、多様なハザードシミュレーション結果を一元表示システムの構築、減災情報システム第10回
合同研究会、2021年3月22日、口頭発表のみ

拠点間連携共同研究実施報告書(研究実績報告書)

1. 課題番号 2020-K-1-2-2

2. 研究課題名 (英訳もご記入ください)

和文: 巨大地震のリスク評価の不確実性に関するパラダイム構築の推進

英文: Promotion of paradigm-construction on uncertainties of great earthquake risk assessment

3. 研究代表者所属・氏名 東京大学地震研究所・望月公廣

(地震研究所及び防災研究所 研究分担者名) 川瀬 博

4. 参加者の詳細 (研究代表者を含む。必要に応じ行を追加すること。)

氏名	所属・職名	参加内容
望月 公廣	東京大学地震研究所・准教授	研究統括・構造のコンパイル
仲西 理子	海洋研究開発機構・副主任研究員	人工震源構造調査
山本 揚二郎	海洋研究開発機構・研究員	トモグラフィー解析
高橋 努	海洋研究開発機構・主任研究員	減衰構造
悪原 岳	東京大学地震研究所・助教	レシーバー関数解析
川瀬 博	京都大学防災研究所・特定教授	研究統括
長嶋 史明	京都大学防災研究所・特定助教	
仲野 健	安藤・間技術研究所・研究員 (京都大学工学研究科博士課程)	データ解析
中島 淳一	東京工業大学理学院	研究統括

5. 研究計画の概要 (申請書に記載した「研究計画」を 800 字以内でご記入ください。変更がある場合、変更内容が分かるように記載してください。)

近年、紀伊半島から紀伊水道、四国東部沖合の南海トラフ沿いに展開されたケーブル式海底地震計の運用開始によって、本海域で発生する地震の震源決定精度が大幅に向上することが期待される。この海域では、機動的な海域地震観測によって、紀伊水道沖合を境界として地震発生深度が急激に変化するなど、地域的に特徴のある震源の分布をしていることが明らかとなっており (Mochizuki et al., 2008; Akuhara et al., 2013), このような精度の高い震源決定が、ケーブル式海底地震計によって定常観測でも可能となったといえる。一方、100~200 年間隔で繰り返し発生してきた M8 級の巨大地震のプレート境界断層周辺構造を把握するため、人工震源構造調査が精力的に行われてきた。詳細な沈み込み構造と精度の高い震源を用いることによって、数値シミュレーションを通した地震波動場推定の高度化が可能である。本研究では、海域に設置されたケーブル式海底地震計で観測された地震について、海域下の地震波速度構造を用いた震源の再決定を行い、震源と構造との比較検討を行う。

また、このケーブル式海底地震計の地震観測データにスペクトル分離手法や地震波減衰構造推定を適用することによって、地震波減衰を含む伝播特性、およびサイトの特性を求めることができる。伝播経路特性については、これまで専ら陸域に近い深い地震からの伝播経路特性が求められてきたが、浅い地震を用いれば沈み込むプレートの上面から地表面に伝播する地震波の見かけの Q 値を求めることができる。さらに分離した観測点サイト特性から、表層の速度構造を求めることもできる。海域で発生する地震について、精度よく求められた震源位置情報を活用し、陸域と海域のデータを統合して分離解析を実施し、これまでよくわかっていない付加体を伝播してくる波動の伝播特性と観測点のサイト特性を把握する。

6. 研究成果の概要（図を含めて1頁で記入してください。）

キーワード（3~5程度）：南海トラフ、震源、地震学的構造、地震波伝播特性、観測点サイト特性

本研究では、近い将来に巨大地震の発生が予想されている南海トラフにおいて、地震波動場シミュレーションと震源モデルの高度化による詳細な災害の推定およびその軽減に向けた情報の提供を目的として、近年整備された海域地震観測網で観測された地震について高精度な震源を決定し、陸域地震観測記録と合わせて地震波伝播特性を明らかにするものである。

南海トラフ沿いでは、2010年以降、ケーブル式の地震・津波観測監視システム（DONET1および2）が整備され、海域における地震活動をリアルタイムで詳細に把握することが可能となった。この海域下で発生する地震について、これまでに実施された構造調査によって得られた詳細な地震波速度構造を参照し、DONETの観測記録を用いることによって、震源の決定精度を大幅に向上することが可能となり、巨大地震発生震源域の検討や地震波伝播特性についても、詳しい議論が可能となる。一方で、熊野灘より海溝軸近辺のスロー地震が比較的頻繁に発生する場所では、DONET1と2の間に若干の観測網でカバーできていない領域も存在するため、海底地震計を用いた機動的観測を行うことによって、震源決定の精度を向上させることができる。昨年度には、この機動観測のための海底地震計を設置し、現在も観測は継続中である。

本年度は南海トラフ沿いで得られている詳細な地震波速度構造（Nakanishi et al., 2018）を参照し、DONET観測点の観測記録だけを用いて精度の良い震源決定を実施した。気象庁一元化震源カタログにある紀伊半島南島沖で実施された構造調査測線の周囲、140 km 四方で発生した地震のうち、DONET観測点2点以上でP/S波検測値がある地震を抽出し、DONETの検測値のみを用いて震源の再決定を行った。この時、それぞれのDONET観測点における地震波速度構造は、南海トラフ沿いで実施された構造調査をもとに構築されたP波速度構造（Nakanishi et al., 2018）を参照して決定した。S波速度構造はP波速度を参照して決定するとともに、堆積層中の極端に遅いS波速度については、S波到達時間に補正を施す観測点補正值を求め、震源決定解析に適用することとした。解析結果として611個の地震の震源を再決定した。これらの震源はJMAカタログ震源よりも全体的に~10 km程度浅くもまっている（図）。例えば2016年4月1日に発生した三重県南島沖のM6.5の地震については、他の詳しい解析から求められている深さ（例えば地震調査委員会資料）と整合的である。一方で、DONET観測点の検測値が3点以下の地震については、再決定された地震の分布にもばらつきが認められるため、より限定した領域の地震についての解析が必要と考えられる。

ここで決定された高精度の震源を用い、陸域地震観測網の記録と合わせることによって、地震波減衰を含めた伝播経路特性や、陸域地震観測点のサイト特性を精度よく求めることが可能である。

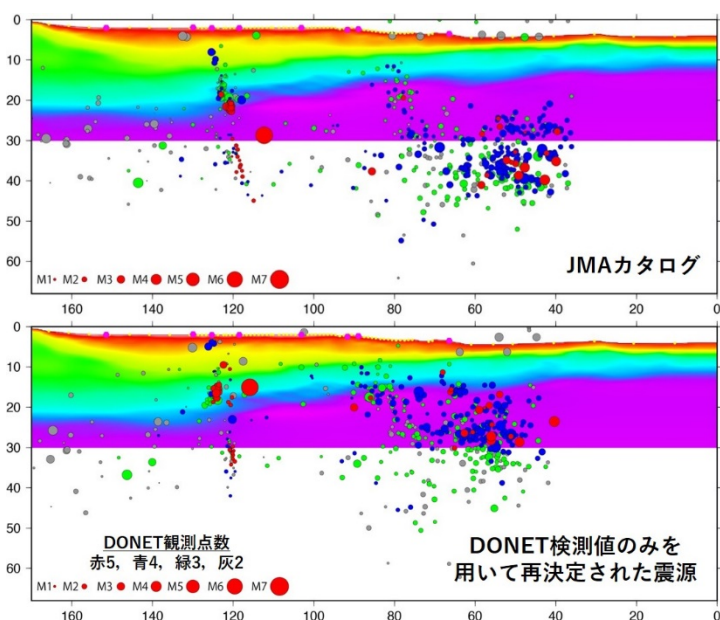


図 観測網内で発生した地震について、ケーブル式海底地震観測網（DONET1、DONET2）の観測記録のみを用いて再決定した震源の、構造調査で得られたP波速度構造断面への投影。

7. 研究実績（論文タイトル、雑誌・学会・セミナー等の名称、謝辞への記載の有無）

拠点間連携共同研究実施報告書(研究実績報告書)

1. 課題番号 2020-K-1-2-4

2. 研究課題名 (英訳もご記入ください)

和文: 巨大地震による斜面災害発生個所の事前予測方法の検討

英文: Study for detection of unstable masses trigger Geo-hazard by gigantic earthquakes

3. 研究代表者所属・氏名 京都大学防災研究所・齊藤隆志

(地震研究所及び防災研究所 研究分担者名)

4. 参加者の詳細 (研究代表者を含む。必要に応じ行を追加すること。)

氏名	所属・職名	参加内容
齊藤隆志	京都大学防災研究所・助教	GIS 解析・現地検証
中屋志津男	白浜試験・顧問	地震による斜面崩壊危険度の地質学的検討
古谷 元	富山県立大学工学部・准教授	地震による地すべり発生位置予測
新井場公德	総務省消防庁消防大学校消防研究センター・主幹研究官	斜面崩壊・地すべり土塊の到達範囲予測
飯田智之	防災科学技術研究所・客員研究員	地震による斜面崩壊危険度の地形学的検討

5. 研究計画の概要 (申請書に記載した「研究計画」を 800 字以内でご記入ください。変更がある場合、変更内容が分かるように記載してください。)

【提案の背景】地震による土砂災害リスクを評価するうえで、斜面に存在する不安定土塊の位置とその崩壊到達範囲を事前に把握することが重要である。不安定土塊の位置を検出する方法は、様々な方法が提案されているが、豪雨に対しての予測法や定性的な記述方法である場合が多く、実用に供することができていない。この特定型(その4)の代表者(齊藤)は、不安定土塊の存在位置を検出する方法として、詳細数値地図情報(1m LiDAR-DEM)を用い、地形を視覚的に理解しやすく示す方法を開発した。この手法を用い、既往の地震による土砂災害事例から、地震前と地震後の地形変化を比較し、不安定土塊として危険度の高い部分を抽出する方法を得た。それは、既往の侵食や崩壊が起こっておらず、斜面の下部からの侵食や道路建設などの人工改変による切り取りで、その上部斜面を支持物質が存在していない部分であることが判明してきている。

【事前予測のために】前出の地形の視覚化手法を用い、2016年熊本地震と2018年北海道東胆振地震の前後比較を詳細に実施することによって、地震による崩壊発生の力学的モデルを提案する。火山灰、特にハロイサイトの存在が崩壊発生に寄与するという構成物質(地質)の差に起因するという見方もあるので、比較のために地質の異なる紀伊半島の四万十帯でも事例研究も実施する。

【本研究での到達点】崩壊現象発生の初期過程に注目し、不安定土塊の存在箇所を抽出する方法を示す。また、地震動の方向性との関係や崩壊がおよぶ範囲(崩壊土塊が到達する範囲の見積もりに重要な崩壊範囲たとえば滑落崖の上端など)について力学的検討を行い、地質調査による情報をあわせて、斜面災害発生個所を地図上に明確に示したハザードマップを作成する。

6. 研究成果の概要（図を含めて1頁で記入してください。）

キーワード：2016 年熊本地震，2019 年北海道胆振東部地震，1m-LiDAR DEM，前後比較

2016 年熊本地震の前後比較

京都大学火山研究センター周辺で発生したいくつかの斜面崩壊・地すべりを事例として，地震前後に得られた 1m-LiDAR DEM を用いて，土砂移動発生箇所の地形的特徴と断層運動による地表の卓越振動方向の関係，斜面崩壊・地すべりの発生した箇所と隣接する発生しなかった箇所の斜面縦断形状を現象の前後で比較した．

重要な結果として，地表の卓越方向と発生箇所の斜面方向は，北北西—南南東とほぼ一致していた．また，崩壊が発生した箇所，斜面には，斜面下方に崖・段差などの上部斜面を支持する構造がなく，斜面上方にはいわゆる潜在不安定土層が存在していた．

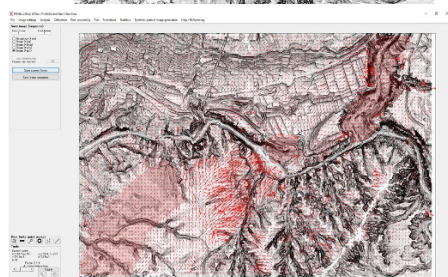
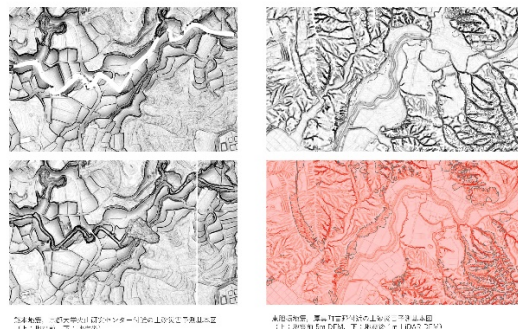
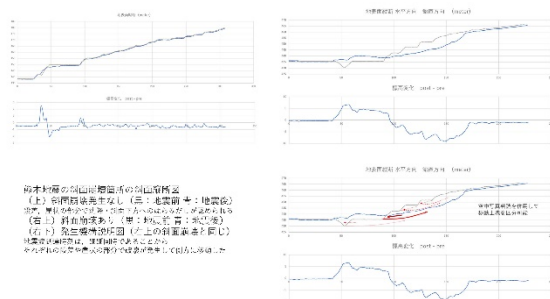
2019 年東胆振地震の前後比較

熊本地震で得られた知見をもとに，東胆振地震の前（5mDEM）と後（1m-LiDAR DEM）の比較をおこなった．震央が深く，地表の卓越振動方向と崩壊が発生した箇所に明瞭な方向の卓越性は認められなかったが，斜面崩壊・地すべりの発生した箇所には，熊本地震の結果で得られた地形的特徴が認められた．

地震前後の地表面変位の検出手法

これらの事例比較に用いた詳細数値地図情報（1m LiDAR-DEM）を用い，地形を視覚的に理解しやすく示す図（土砂災害予測基本図）は，潜在崩壊土層を検出することに有効であることも確認された．

地震前後の図（土砂災害予測基本図）を用いて，PIV（Particle Image Velocimetry）を用いて，地表面に出現した地表変位を追跡する解析をおこなった．その結果，断層運動の周辺の地表の移動方向を 2 次元で，方向と大きさを図示することが可能となった．また，これまで認識されなかった地すべり性の移動土塊の検出が可能となった．



2016年熊本地震立野地区の土砂災害予測基本図
（左上：地震前 右上：地震後）

同地区で地震前後の土砂災害予測基本図を用いて，PIV（Particle Image Velocimetry）手法で地表変位を検出した結果（左下）
この図には，平坦な地域では断層運動による右横ずれと斜面部での複雑な変位が認められる．また，これまで認識されなかった地すべり性の移動土塊が検出された．

7. 研究実績（論文タイトル、雑誌・学会・セミナー等の名称、謝辞への記載の有無）

齊藤隆志(2021), 2016 年熊本地震によってカルデラ周辺に生じた地表変動の分類と特徴, 日本自然災害学会講演会予稿集, 2021 年 3 月 19 日. 謝辞記載: 有

齊藤隆志(2021), 粒子画像追跡法を用いた熊本地震前後の地表変動検出, 京都大学防災研究所年次発表講演会, 2021 年 2 月 24 日. 謝辞記載: 有

拠点間連携共同研究実施報告書(研究実績報告書)

1. 課題番号 2019-K-01

2. 研究課題名 (英訳もご記入ください)

和文: 不均質な断層すべり分布を考慮した津波の確率論的予測と不確実性の評価

英文: Probabilistic tsunami hazard assessment and evaluation of uncertainties considering heterogeneous slip distribution

3. 研究代表者所属・氏名 東京大学地震研究所 佐竹健治
(地震研究所及び防災研究所 研究分担者名) 佐竹健治・森信人

4. 参加者の詳細 (研究代表者を含む。必要に応じ行を追加すること。)

氏名	所属・職名	参加内容
佐竹 健治	東京大学地震研究所 教授	研究総括
Iyan Mulia	東京大学地震研究所 研究員	日本海の津波の確率論的計算
三反畑 修	東京大学地震研究所 大学院生	鳥島地震津波の波源解析
Yuchen Wang	東京大学地震研究所 大学院生	津波データ同化
森 信人	京都大学防災研究所 教授	研究総括
宮下卓也	京都大学防災研究所 助教	確率津波モデル開発
志村智也	京都大学防災研究所 准教授	確率津波モデル開発
Che-Wei Chang	京都大学防災研究所 特定助教	マングローブによる沿岸災害軽減
Tungcheng Ho	京都大学防災研究所 研究員	インドネシア津波の波源解析・浸水計算
福井信気	京都大学防災研究所 大学院生	市街地における津波リスク評価

5. 研究計画の概要 (申請書に記載した「研究計画」を800字以内でご記入ください。変更がある場合、変更内容が分かるように記載してください。)

2019 年度

東大地震研の佐竹グループと京大防災研の森グループが定期的（年 3 回程度）にワークショップを開催し、確定論的な津波解析結果と確率論的な予測手法に関する情報を交換し、確率論的な手法の高度化に向けた共同研究を行う。

世界中の M9 クラスの地震について、断層面上のすべり量分布・初期水位分布がほぼ明らかになっているので、これらの結果をまとめ、すべり量分布の統計的な性質を明らかにする。さらに、それを反映した津波高の確率論的な推定方法を考案する。

日本海東縁部については、「日本海における大規模地震に関する調査検討会」と「日本海地震・津波プロジェクト」で提案されている断層パラメーターについて、断層パラメーターの不確実性（仮定された傾斜角，すべり角，断層深さやスケーリング則）を考慮して、確率論的な津波高の推定を行い、津波高推定の不確実性について定量的な評価を行う。これにより、沈み込み帯と衝突境界における地震津波の相似性および特異性についての理学的・工学的評価を行う。

2020 年度

2019 年度に引き続き、両グループ間で情報交換と共同研究を実施する。

世界の M9 クラスの超巨大地震についての研究成果に基づく確率論的な津波高の推定手法を南海トラフの地震に適用する。引き続き拠点間連携の重点推進研究に反映するための準備を行う。

日本海東縁部については、2019 年度に検討した断層パラメーターの不確実性に加えて、断層面上のすべり量分布についても定量的に考慮して、確率論的な津波高の推定を行う。

また、沿岸の津波高推定に支配的な断層パラメーターの特定やすべり量分布の抽出を行う。これらの検討をもとに、日本海沿岸における津波ハザードのホットスポットの推定と不確実性について明らかにする。

6. 研究成果の概要（図を含めて1頁で記入してください。）

キーワード（3～5程度）：確率論的津波評価、不確実性、断層すべりの不均質

令和元年度は9月19日に京大防災研において、両グループの合同セミナーを行った。東大地震研から大学院生2名・研究員2名が、京大防災研から大学院生2名、特任助教1名がそれぞれの研究内容を発表し、情報交換を行った。

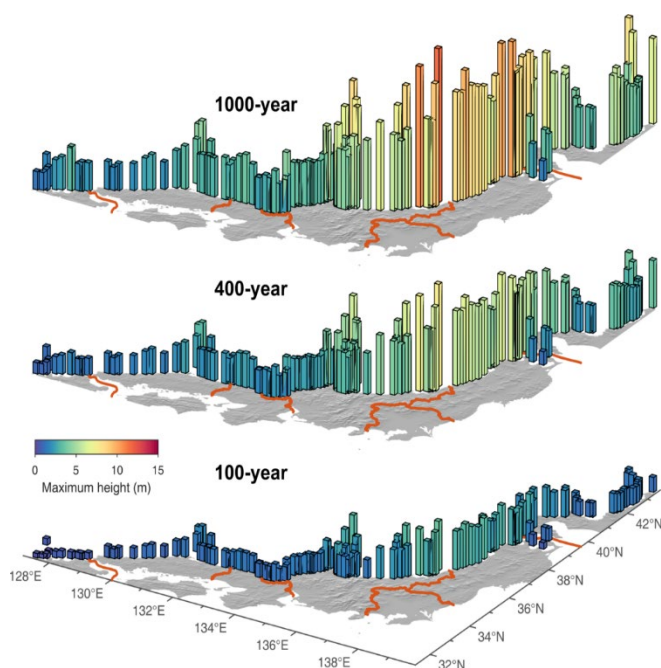
佐竹グループの大学院生だった何東政氏が9月からJSPS研究員として森グループに加わり、2018年インドネシア（スラウェシ）地震について、地震波・地殻変動（In SAR）・津波データから、そのメカニズムや断層面上のすべりの不均質性を調べ、そのモデルに基づくパル湾における津波の浸水について計算した。その結果を、森教授らの現地調査結果と比較したところ、パル湾南部のパル市周辺では、実測された浸水深や浸水距離を説明できず、断層すべり以外にも二次的な津波波源が必要であることが示された。

令和2年度は9月24日にオンラインで、両グループの合同セミナーを行った。東大関係者、京大防災研関係者それぞれ4名ずつ、合計8名が研究内容を発表し、不均質な断層すべり分布を考慮した津波の確率論的予測と不確実性の評価についての情報交換を行った。発表者と内容は以下の通り。

昨年度に東大の佐竹グループから京大の森グループへ異動した何東政氏は、2018年インドネシア（スラウェシ）地震について、断層面上のすべりの不均質性や、そのモデルに基づくパル湾における津波の浸水についての論文を改訂・投稿した。また、津波の波線追跡の新手法を開発し、津波第1波や反射波の波線と海底地形との関係を明らかにした。

日本海における60断層について、断層面上のすべり分布の不均質性を考慮した7万通り以上のシナリオを想定し、日本海沿岸の約150の市町村ごとの確率論的な津波高さを計算した（下図）。

計算ステップごとに空間解像度や時間刻み幅が動的に変化する適合格子細分化法(AMR法)の数値モデルを用いて、南海トラフ沿いで発生する巨大地震を対象に津波計算を行い、その精度検証を進めた。AMR法の格子分割基準を変化させた感度分析を行い、精度を保ちつつ計算負荷を減少させる格子分割条件を求め、水深を閾値に格子解像度のレベルに上限を設けることで、計算に要する時間を有効に削減できることがわかった。



7. 研究実績（論文タイトル、雑誌・学会・セミナー等の名称、謝辞への記載の有無）

- Ho, T.-C., K. Satake, S. Watada, I. E. Mulia, R. Y Chuang and Y. Aoki, Source Analysis for the 2018 M7.5 Sulawesi Earthquake and Tsunami, American Geophysical Union, 2019 Fall meeting, NH43D-0966.
- Ho, T.-C., S. Watada, and K. Satake, Minimum Travel-time Path for Tsunamis, American Geophysical Union, 2020 Fall meeting, NH014-0025
- Ho, T.-C., S. Watada, K. Satake, and N. Mori, Tsunami Ray Tracing Method for Shortest Travel-Time Path: Application to Near- and Far-field Tsunami and Wave Reflection, AOGS 2021 meeting abstract.
- Ho, T.-C., S. Watada, K. Satake, and N. Mori, The Shortest Travel-time Tsunami Ray Tracing Method and Application to Tsunamis near Japan, International Tsunami Symposium, abstract. 2021.
- Ho, T.-C., K. Satake, S. Watada, M.-C. Hsieh, R.Y. Chuang, Y. Aoki, I. E. Mulia, A. R. Gusman, and C.-H.Lu, Tsunami induced by the strike-slip Fault of the 2018 Palu earthquake (Mw=7.5), Sulawesi Island, Indonesia, submitted to Earth Space Science（投稿済み，謝辞に記載有）
- Mulia, I.E., T. Ishibe, K. Satake, A.R. Gusman, and S. Murotani, Regional probabilistic tsunami hazard assessment associated with active faults along the eastern margin of the Sea of Japan. Earth, Planets Space, 72, 123, 2020.
- Miyashita, T., N. Mori, K. Goda (2020). Uncertainty of probabilistic tsunami hazard assessment of Zihuatanejo (Mexico) due to the representation of tsunami variability, Coastal Engineering Journal, 62 (3), 413-428, 2020.
- Goda, K., T. Yasuda, N. Mori, A. Muhammad, R. De Risi, and F. De Luca, Uncertainty quantification of tsunami inundation in Kuroshio, Kochi Prefecture, Japan, using the Nankai–Tonankai megathrust rupture scenarios, Natural Hazards and Earth System Sciences, 20, 3039–3056. 2020.
- 宮下 卓也, GOMEZ-RAMOS Octavio, 森 信人, 適合格子細分化法を用いた南海トラフ沿いの巨大地震津波の数値計算, 土木学会論文集 B2(海岸工学), 2020, 76 巻, 2 号, p. I_289-I_294
- 千田 優, 福井 信気, 森 信人, 安田 誠宏, 山本 剛士, 漂流物と流れ場の時空間計測データを用いた複雑流れ場における津波漂流物挙動の解析, 土木学会論文集 B2(海岸工学), 2020, 76 巻, 2 号, p. I_313-I_318
- 福井 信気, 森 信人, Che-Wei Chang, 千田 優, 安田 誠宏, 山本 剛士, 沿岸市街地モデルを用いた津波・高潮浸水実験と解析, 土木学会論文集 B2(海岸工学), 2020, 76 巻, 2 号, p. I_373-I_378

拠点間連携共同研究実施報告書(研究実績報告書)

1. 課題番号 2019-K-02

2. 研究課題名 (英訳もご記入ください)

和文: 強震観測点におけるサイト特性評価手法の開発に関する多国間共同研究

英文: Multi-national joint-research on the development of the evaluation scheme for site characteristics at strong motion observation sites

3. 研究代表者所属・氏名 京都大学防災研究所 川瀬 博

(地震研究所及び防災研究所 研究分担者名) 市村 強 ・ 川瀬 博

4. 参加者の詳細 (研究代表者を含む。必要に応じ行を追加すること。)

氏名	所属・職名	参加内容
川瀬 博	京都大学防災研究所・特定教授	研究統括・米国のデータの日本式解析
長嶋 史明	京都大学防災研究所・特定助教	日本式解析の手法改良・フィールド調査
伊藤 恵理	京都大学防災研究所・特定研究員	フランスのデータの日本式解析
市村 強	東京大学地震研究所・教授	地下構造データ活用法の展開
Alan Yong	USGS パサデナ事務所・地球物理学研究員	米国のデータ収集・配布
Jaime Steidl	カリフォルニア大学サンタバーバラ校・準教授	米国式サイト解析結果の収集
Giovanna Cultrera	国立地震・火山研究所・教授	イタリアのデータ収集・配布
Daniela Famiani	国立地震・火山研究所・研究員	イタリアのデータの日本式解析
Cecile Cornou	グルノーブル・アルプ大・地球科学研究所・教授	フランスのデータ収集・配布
Emmanuel Chaljub	グルノーブル・アルプ大・地球科学研究所・教授	フランス式サイト解析結果の収集

5. 研究計画の概要 (申請書に記載した「研究計画」を 800 字以内でご記入ください。変更がある場合、変更内容が分かるように記載してください。)

我々が本共同研究で国際展開を図ろうと考えているのは、一つは弱震動記録の水平・上下比(EHVR)を用いた地下構造同定手法であり、もう一つは EHVR あるいは微動の水平・上下比(MHVR)とそれらの比 EMR から擬似 EHVR を求め、さらにそれにスペクトル分離手法で求めた上下動増幅率 VHbR を補正することにより、直接サイト増幅特性を求める方法である。いずれも拡散波動場理論に基づいており、強震観測データあるいは微動観測データがあれば比較的簡便に S 波速度構造とサイト増幅特性を評価することができる。

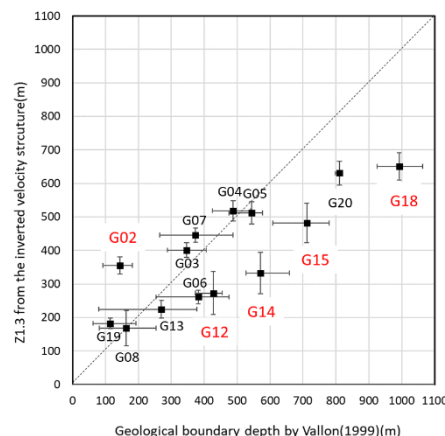
本研究計画では、米国については既に浅部地下構造調査を実施済みのカリフォルニア州の強震観測点を対象に Alan Yong 博士・Jaime Steidl 教授と共同で上記二手法を適用し、得られた地下構造を調査済み情報と比較することでその妥当性を検証する計画であった。さらに微動未観測地点に関してはブラインドで事前予測を行い、事後に地下構造調査を実施して検証する予定だったが、それらの観測点は 2019 年 11 月に Alan Yong 博士らが観測を実施したので、2020 年 3 月に Imperial Valley と Pinon Flat Observatory においてアレー微動観測を実施する計画とした。しかしその後 COVID-19 により渡米が不可能になったので米国側の研究者だけで微動観測を実施してもらった。イタリアに関しては国立地震・火山研究所の Daniela Famiani 研究員を 2019 年 9 月から約 2 カ月間日本に招聘し、先方保有のイタリア中部の強震および微動データの解析を実施した。得られた地下構造やサイト増幅特性を彼らが求めた地下構造やサイト増幅特性と比較しその妥当性を検証する予定であった。フランスに関しては伊藤恵理特定研究員が既に Grenoble 盆地での強震観測データおよび微動観測データを入手しており、2019 年度以前から解析に着手していた。その結果 MHVR から直接サイト増幅特性を推定するには Grenoble 特有の補正が必要なことを示唆する予備的結果を得ていた。本研究ではグルノーブル・アルプ大の Cecile Cornou 教授・Emmanuel Chaljub 教授と共同でその深化を図り、Grenoble 盆地の速度構造を解明する。

6. 研究成果の概要（図を含めて1頁で記入してください。）

キーワード（3~5程度）：強震動特性、微動、水平上下比、サイト増幅、堆積盆地

本研究では多国間の国際共同研究を計画していたが、コロナ禍により海外から共同研究者を招聘することも当方から先方に渡航することもかなわず、我が国で開催を予定していた ESG6 国際シンポジウムも延期を余儀なくされたので、メールによる打ち合わせで共著論文を執筆し、またウェブ開催の国際会議に投稿・参加することで研究成果の公表を推進した。

フランスとの共同研究ではグルノーブル盆地に地震動の水平上下比 EHVR を用いた逆算手法と微動の水平上下比 MHVR を用いる EMR 法を適用してその地下構造を明らかにし、さらにそれが既存の方法で得られていた盆地の速度構造とどのような関係にあるかについて詳細な解析を加えた。その結果、得られた速度構造は、それまで推定されていたように、深さ数 100m から 1km 程度のところに存在する地質学的境界で直ちに地震基盤の S 波速度 ($>3\text{km/s}$) になるのではなく、そこから速度が漸増し、地質境界の平均的に 2.5 倍の深さのところで地震基盤に達するという速度構造であることが明らかとなった。地質境界は S 波速度 1.3km/s 以上となる深さ Z1.3 に相当し、その空間分布が地質境界の深さ分布に対応することを明らかにした（図 1）。



イタリアとの共同研究では、先方の研究者がコロナ禍により、地震計観測網のメンテナンス作業に大きな時間を割く必要が生じ、アマトリーチェ地域の速度構造同定については従来手法による参照速度構造を得るに留まり、提案手法の検証までには至らなかった。今後さらに進める予定である。

米国との共同研究では南カリフォルニアにおける強震観測点のデータ解析を進め、我が国と同様な方法により、地震基盤から上の速度構造が得られることを複数地点で確認することができた（図 2）。特に DRE 観測点での周期 8 秒に達する長周期域の水平上下スペクトル比に見られる顕著なピークはその地震基盤深さが 5km 以上であることを示しており、盆地全体の構造を明らかにするのに、強震観測点の長周期域の水平・上下スペクトル比が極めて有効であることを示した。それに対して供与された微動の長周期域の水平上下スペクトル比は地震動のそれとは振幅が一致しておらず、計測システムに課題がある可能性が指摘された。これについては我々が現地に行って我々の通常のシステムで計測する以外にその妥当性を確認するすべがなく、コロナ禍の落ち着いたのを待って現地計測に再度チャレンジしたい。

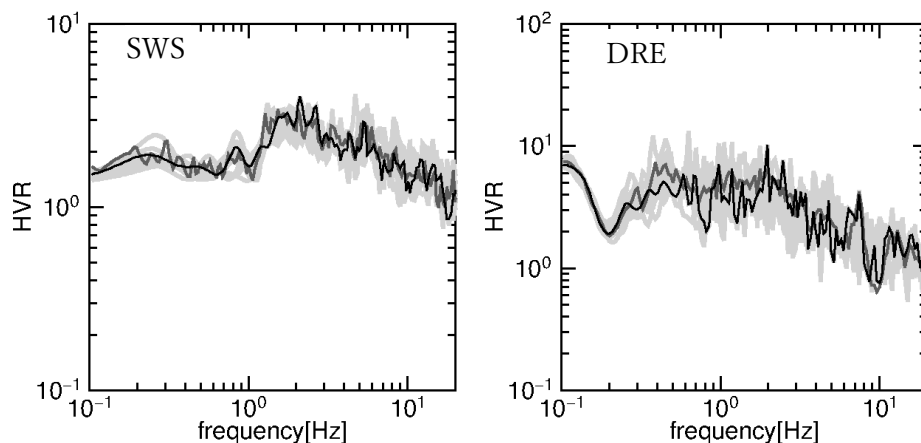


図 2 Imperial Valley 内の SWS と DRE 観測点での地震動の水平上下比（濃い灰色）とそれをターゲットに同定した最適構造の水平上下比（黒実線）および初期モデルが異なる 9 ケースの同定結果（薄灰色）

7. 研究実績（論文タイトル、雑誌・学会・セミナー等の名称、謝辞への記載の有無）

- Nagashima, Fumiaki, Mori, Yuta, Ito, Eri, and Kawase, Hiroshi: Velocity structure inversion based on diffuse field concept for earthquake, together with the earthquake-to-microtremor ratio (EMR) method for microtremors, Annual Meeting of Seismological Society of Am., 2020 (謝辞への記載無).
- Kawase, Hiroshi, Ito, Eri, Nakano, Kenichi: Empirical Horizontal Site Amplification Factor (HSAF) from Observed Earthquake Horizontal-to-Vertical Ratio (EHVR) and Vertical Amplification Correction Function (VACF), Annual Meeting of Seismological Society of Am., 2020 (謝辞への記載無).
- Ito, Eri, Cecile Cornou, Fumiaki Nagashima, and Hiroshi Kawase: Estimation of velocity structures in the Grenoble Basin using pseudo earthquake horizontal-to-vertical spectral ratio from microtremors, Bull. Seismol. Soc. Am., 111 (2): 627–653, 2021; doi: <https://doi.org/10.1785/0120200211> (謝辞への記載有).
- Ito, Eri, Hiroshi Kawase, Cecile Cornou, and Fumiaki Nagashima: Inversion of Velocity Structures in The Grenoble Basin Using Horizontal-to-Vertical Spectral Ratios, 17th World Conference on Earthquake Engineering, 17WCEE, Sendai, Japan - September 27 to October 2, 2021, Paper N °C001205 (謝辞への記載有).
- Kawase, Hiroshi: History of our understanding on the effects of surface Geology on seismic motions: can we see a new horizon? Proc. of the 6th IASPEI / IAEE International Symposium: Effects of Surface Geology on Seismic Motion, August 30-September 1, 2021, Kyoto, Japan (謝辞への記載有).
- Kawase, Hiroshi, Kenichi Nakano, and Eri Ito: Horizontal site amplification factor and earthquake Horizontal-To-Vertical ratio of S-wave part and whole duration: Needs for different corrections, Proc. of the 6th IASPEI / IAEE International Symposium: Effects of Surface Geology on Seismic Motion, August 30-September 1, 2021, Kyoto, Japan (謝辞への記載有).
- Ito, Eri, Cecile Cornou, Hiroshi Kawase, and Fumiaki Nagashima: Estimation of velocity structures in the Grenoble basin using pseudo earthquake Horizontal-to-Vertical ratio from microtremor, Proc. of the 6th IASPEI / IAEE International Symposium: Effects of Surface Geology on Seismic Motion, August 30-September 1, 2021, Kyoto, Japan (謝辞への記載有).

拠点間連携共同研究実施報告書(研究実績報告書)

1. 課題番号 2019-K-04

2. 研究課題名 (英訳もご記入ください)

和文: 強震動のブラインド予測のための共用地盤モデルの構築に関する研究

英文: Estimation of subsurface velocity model shared in blind prediction of strong ground motion

3. 研究代表者所属・氏名 東京工業大学 環境・社会理工学院・山中浩明

(地震研究所及び防災研究所 研究分担者名) 地震研究所・額田一起, 防災研究所・松島信一,

岩田知孝, 浅野公之, 川瀬 博

4. 参加者の詳細 (研究代表者を含む。必要に応じ行を追加すること。)

氏名	所属・職名	参加内容
山中浩明	東京工業大学・教授	総括
三宅弘恵	東京大学・准教授	地震動計算
高井伸雄	北海道大学・准教授	表面波探査
神野達夫	九州大学・教授	微動探査
山田伸之	高知大学点准教授	微動単点観測
地元孝輔	香川大学・准教授	地盤のモデル化
佐藤浩章	電力中央研究所・上席研究員	地盤減衰の評価
松島信一	京都大学防災研究所・教授	微動単点観測
岩田知孝	京都大学防災研究所・教授	サイト特性評価
浅野公之	京都大学防災研究所・准教授	地震記録の分析
川瀬 博	京都大学防災研究所・特定教授	地盤モデルの評価
額田一起	東京大学地震研究所・教授	地震動計算

5. 研究計画の概要 (申請書に記載した「研究計画」を 800 字以内でご記入ください。変更がある場合、変更内容が分かるように記載してください。)

2021 年 8 月（同年 3 月から変更）に京都で開催される第 6 回 ESG 国際シンポジウム（以下、ESG6）では、地震動のブラインド予測が行われ、与えられた地盤や小地震のデータから、事前に知らされていない地震動を各参加者が予測することによって地震動予測技術の信頼性や精度を明らかにすることが試みられる予定である。ESG6 では、3 ステップ・ブラインド予測と称して、BP1「地盤モデルの推定」から始めて、BP2「弱震時の地震動の推定」を経て、BP3「強震時の地震動の推定」を順次実施される。これは、各段階での地震動予測のばらつきなどを定量的に評価することを考えて計画されてものである。テストサイトは、2016 年熊本地震で本震の記録が得られた熊本市北部の強震観測点であるが、このサイトでは、PS 検層などがなく、地盤構造が十分に明らかにされていない。

本研究は、2019 年度に実施した研究の 2 年目にあたり、ESG 6 の地震動のブラインド予測で用いる熊本市のテストサイトの浅部深部統合地盤の共用 1 次元モデルを構築することを目的としている。ここでは、共用地盤モデルは、ブラインド予測の参加者に提供する地盤モデルを意味している。2019 年度には、現地観測データから、1 次元地下構造モデルを暫定的に推定した。これらの検討の結果、上述のブラインド予測への参加者に提供する微動・表面波探査のデータの案を作成し、シンポジウム関係の委員会へ提案を行った。2020 年度には、現地調査などの微動・地震データをさらに検討し、共用地盤モデルの最終案を作成する。また、テストサイトの周辺において臨時地震観測を実施し、共用地盤モデルの 1 次元性の妥当性を確認する。これらの検討によって、共用地盤モデルの精度の向上を図る。また、ESG6 の議論を通じて、地盤モデルの共用化のための研究者間の合意形成プロセスも検討する。

6. 研究成果の概要（図を含めて1頁で記入してください。）

キーワード（3～5程度）：地震動、熊本地震、地盤増幅、S波速度構造、ブラインド予測

本研究では、ESG6の強震動のブラインド予測のために、既往の地下構造情報および現地調査の結果から、熊本テストサイトの1次元共用地盤モデルの最終案を作成した。地震動のブラインド予測のBP1の地盤モデルの推定の終了後に、この1次元共用地盤モデルがブラインド予測参加者に提供され、BP2および3で可以使用することとなった。また、熊本テストサイト周辺では、既存の強震観測点が少なく、テストサイトの地震動の空間的広がりなどを検討することが難しいことを考慮して、テストサイト周辺で臨時地震観測を行った。図1に示すように、テストサイトは、熊本平野西部のJR貨物熊本駅付近の強震観測点であり、その周辺の200m程度の狭い範囲の20地点に強震計を設置した。ESG6のブラインド予測のテストサイトは、臨時観測の観測点16の近傍にある。臨時観測点の多く（観測点1～11）は、北東―南西方向に並んでいる。観測点数は少ないが、直交する方向にも観測点（観測点14～21）を配置した。また、ブラインド予測での岩盤サイトの観測点である金峰山のSEVO地点（九州大学地震火山観測研究センターの熊本地震観測点）でも臨時強震観測を行った。さらに、テストサイト近傍の3階建てのRC造建物の各階にも地震計を設置した。観測は、2020年3月から9月までの約半年間、継続された。臨時観測の記録のなかで最も震源距離が長い薩摩半島西方沖の地震（2020年5月3日20時54分、深さ10km、M6.2）の南北方向の加速度記録を図2に示す。左図は、広帯域（周期0.1～10秒）の加速度波形であり、岩盤サイトのSEVOを除いて、各地点の波形はよく類似している。周期5～10秒の長周期帯域では、位相まで含めて、各地点の波形はよく一致している。SEVOの波形も他の地点との差異が少なくなっている。一方、周期0.1～1秒の短周期成分では、波形は似ているが、振幅は地点ごとに異なっている。テストサイト近傍の観測点16に対する各地点の水平成分のフーリエスペクトルの比の空間分布を検討した。スペクトル比は、周期0.5秒以上の帯域では、ほぼ1倍であり、この周期帯域の地震動特性は、テストサイト周辺でほぼ同様であると考えられる。一方、周期0.5秒以下では、スペクトル比の変動が大きくなり、各観測点は、テストサイトの地震動特性と異なる特性を持っている。とくに、周期0.3秒付近では1倍を下回る地点が多く、周期0.2秒付近では1倍を超える地点が多い。テストサイト周辺200m程度の範囲では、地震動の特性はほぼ同じであると考えられる。テストサイト周辺では、周期0.3秒以下に影響を与える極表層部を除いて地盤構造に大きな変化はなく、1次元速度構造モデルの仮定が成り立ち、地下構造の不整形性の影響が小さいことを示唆している。なお、コロナ禍のためにESG6の開催が2021年3月から同年8月に延期になり、ESG6での議論を通じて行う予定であった地盤モデルの共用化のための研究者間の合意形成に関する検討を実施することができなかった。



図1 臨時観測点の位置（左）とテストサイトの位置（右）

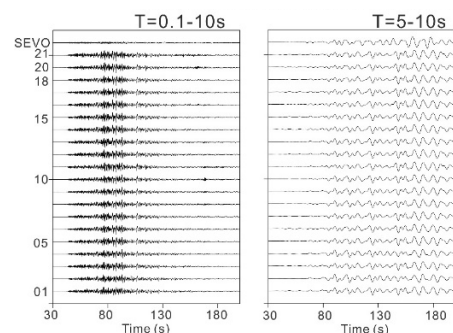


図2 観測記録（加速度）の例

7. 研究実績（論文タイトル、雑誌・学会・セミナー等の名称、謝辞への記載の有無）

山中浩明、津野靖士、重藤迪子、神野達夫、地元孝輔、松島 健、松島信一、強震動ブラインド予測の熊本テストサイト周辺での臨時強震観測、日本地震工学会第 15 回年次大会梗概集、B-5-2、2020（謝辞への記載有）

Yamanaka, H., S. Tsuno, M. Shigefuji, T. Kanno, K. Chimoto, T. Matsushima, and S. Matsushima, Temporary strong motion observation around Kumamoto test site for blind prediction of strong ground motion, The 6th IASPEI / IAEE International Symposium: Effects of Surface Geology on Seismic Motion (ESG6), August 2021（投稿済）（謝辞への記載有）

拠点間連携共同研究実施報告書(研究実績報告書)

1. 課題番号 2019-K-05

2. 研究課題名 (英訳もご記入ください)

和文: 火山砕屑物からなる斜面の崩壊に対する地震とその前後の降雨の影響評価

英文: Combined effect of rainfall and earthquake on slope stability of volcanic deposit

3. 研究代表者所属・氏名 京都大学防災研究所・渦岡良介

(地震研究所及び防災研究所 研究分担者名) 東京大学地震研究所・市村強

4. 参加者の詳細 (研究代表者を含む。必要に応じ行を追加すること。)

氏名	所属・職名	参加内容
渦岡良介	京都大学防災研究所・教授	総括、模型実験、安定性評価手法
市村 強	東京大学地震研究所・教授	安定性評価手法
Xu Jiawei	京都大学・博士後期課程	模型実験、安定性評価手法

5. 研究計画の概要 (申請書に記載した「研究計画」を800字以内でご記入ください。変更がある場合、変更内容が分かるように記載してください。)

火山性砕屑物からなる斜面の地震とその前後の降雨に対する安定性評価手法の高度化のため、模型実験及び数値解析を実施する。

2019年度は地震後の降雨を模擬した斜面の遠心模型実験を実施する。京都大学防災研究所の遠心力載荷装置を用いた模型実験を行う。火山性砕屑物からなる模型斜面を作成し事前降雨を与える。その後、加振を行い、斜面にクラックなどの変状が生じた状態で降雨を与えて、斜面の安定性を評価する。模型材料として火山性砕屑物を使用する。遠心場での降雨を再現するため降雨発生装置を使用する。実験は、事前降雨量、加振力、加振後の降雨量などをパラメータとして複数回実施し、地震とその前後の降雨が斜面の安定性に与える影響を定量的に評価する。

2020年度も2019年度に引き続き、遠心模型実験を実施するとともに、地震とその前後の降雨に対する斜面の安定性評価手法を提案する。既に開発している降雨後の地震に対する安定性評価手法を地震後の降雨の評価にも拡張する。地震後の斜面の変状(例えば、クラック量=クラック幅×個数)と地震後の降雨強度が斜面の安定性に与える影響を評価する。当初、実際に被災した斜面で採取した火山性砕屑物を使用する計画であったが、火山性砕屑物との比較のため、入手が容易であったマサ土を用いた斜面模型を作成し、加振の有無がその後の降雨時の斜面挙動に与える影響を検討した。

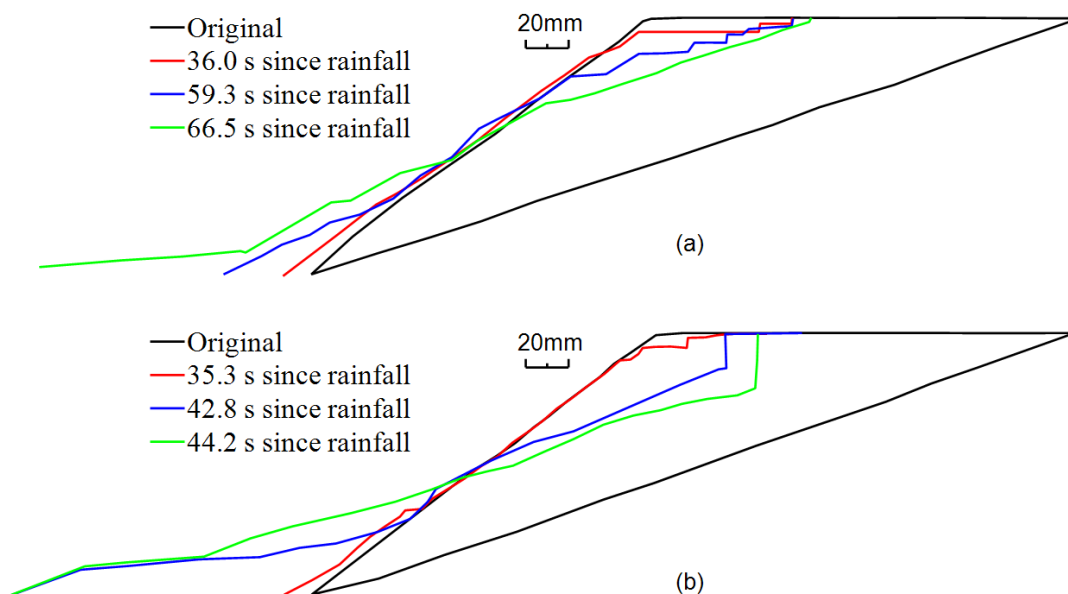
6. 研究成果の概要（図を含めて1頁で記入してください。）

キーワード（3～5程度）：斜面、地震、降雨

火山性砕屑物からなる斜面の地震とその前後の降雨に対する安定性評価手法の高度化のため、模型実験および数値解析を実施した。

2019年度は京都大学防災研究所の遠心力载荷装置を用い、年度当初の計画通り模型実験を行った。予備実験として、新たに開発した遠心場の降雨発生装置の調整を行った。本実験ではマサ土を用いた斜面模型を作成し、加振の有無がその後の降雨時の斜面挙動に与える影響を検討した。計画では火山性砕屑物を使用する予定であったが、火山性砕屑物との比較のため、入手が容易であったマサ土を利用した。結果として、今年度実施した実験条件では降雨前の加振による斜面の変状が小さかったため、その後の降雨による斜面挙動に対して加振の明確な影響はみられなかった。引き続き、事前降雨量、加振力、加振後の降雨量などをパラメータとして実験を実施し、地震とその前後の降雨が斜面の安定性に与える影響を定量的に評価する必要がある。

2020年度も引き続き、2019年度に開発した遠心場の降雨発生装置を用いて、加振の有無がその後の降雨時の斜面挙動に与える影響を検討した。斜面の密度や含水比を調整することで加振により斜面にクラックを発生させることができた。その後の降雨では、加振の有無によって降雨時の斜面の変状形態が異なる結果となり、加振ありのケースでは加振で発生したクラックを起点とした破壊が進行した。この結果は、地震後の降雨といった複合外力に対する斜面の安定性評価手法の高度化に寄与するものである。数値解析を用いた安定性評価手法では、加振による斜面の変状程度を表す指標（偏差ひずみの不変量）を導入し、その指標に基づいて加振による透水性や保水性の変化を表現する安定性評価手法を提案した。今後、提案した安定性評価手法の検証を進め、地震後の降雨がクリティカルとなる条件を明らかにする必要がある。



加振の有無による降雨時の変状の違い

(a) 加振なしでは降雨の蓄積とともに法肩の沈下やのり尻の水平変位が徐々に増加しているが、(b) 加振ありでは法肩で大きな段差がみられ変状が急激に進行した。

7. 研究実績（論文タイトル、雑誌・学会・セミナー等の名称、謝辞への記載の有無）

Jiawei Xu, Ryosuke Uzuoka, Kyohei Ueda, Centrifuge model tests on the dynamic response of slopes subjected to water storage at the toe area, Japanese Geotechnical Society Special Publication, 2020, 8 巻, 11 号, pp.459-464.

<https://doi.org/10.3208/jgssp.v08.i34>

Xu, J., R. Uzuoka, and K. Ueda, Dynamic centrifuge model tests on slopes with water in the base region, 17th World Conference on Earthquake Engineering, 17WCEE, Sendai, Japan - September 27th to October 2nd, 2021. (Abstract accepted)

Xu J., Uzuoka R., Ueda K. (2021) Response of Slopes to Earthquakes and Rainfall. In: Tiwari B., Sassa K., Bobrowsky P.T., Takara K. (eds) Understanding and Reducing Landslide Disaster Risk. WLF 2020. ICL Contribution to Landslide Disaster Risk Reduction. Springer, Cham.

https://doi.org/10.1007/978-3-030-60706-7_30

（謝辞への記載有）

拠点間連携共同研究実施報告書(研究実績報告書)

1. 課題番号 2019-K-06

2. 研究課題名 (英訳もご記入ください)

和文：活断層における地殻変動に伴う盆地形成過程から推定される盆地端部での基盤構造を考慮した地震動増幅特性に関する研究

英文：A study on the amplification characteristics of subsurface ground considering the bedrock structure at the basin edge estimated from the basin generating process by the crustal deformation due to activity of an active fault

3. 研究代表者所属・氏名 京都大学防災研究所・松島信一

(地震研究所及び防災研究所 研究分担者名) 地震研究所 市村 強 ・ 防災研究所 松島信一

4. 参加者の詳細 (研究代表者を含む。必要に応じ行を追加すること。)

氏名	所属・職名	参加内容
松島信一	京都大学防災研究所・教授	取りまとめと地盤増幅特性評価
市村 強	東京大学地震研究所・教授	強震動予測
吾妻 崇	産業技術総合研究所・主任研究員	活断層と盆地端部形状の関係把握
野澤 貴	鹿島建設・担当部長	基盤構造推定

5. 研究計画の概要 (申請書に記載した「研究計画」を800字以内でご記入ください。変更がある場合、変更内容が分かるように記載してください。)

本研究ではまず、既往の調査観測などから対象とすべき盆地を選定し、既往文献や微動観測などと活断層における地殻変動に伴う盆地形成過程を考慮し、盆地端部での基盤構造の形状や深さなどについて把握する。選定した盆地における基盤構造の形状や深さに基づいて、簡易的に増幅的干渉が起きる可能性のある地域を推定する。次に、詳細な基盤構造モデルに基づいて、波動伝播解析を行い、簡易的手法による推定との対応を確認し、盆地端部における地震動増幅特性の推定方法について検討する。

2019年度には、地震調査研究推進本部や地方自治体による重点調査観測などの地下構造調査の結果や既往の研究による地下構造の推定結果などを文献調査などに基づき、研究対象として邑知潟平野を選定した。検討対象とした盆地では、盆地境界における基盤構造の詳細に調査結果に基づき、その形状と深さを推定した。推定した基盤構造の形状や深さについて、その確からしさを確認するため、微動観測による現地調査を行った。

2020年度には、邑知潟平野の盆地端部において推定した基盤構造モデルを作成し、波動伝播解析を行い、詳細な地震動増幅特性を求める。求められる詳細な地震動増幅特性と簡易的に推定した増幅的干渉の起きる可能性のある地域との比較を行い、盆地端部の基盤構造による地震動増幅特性について、簡易的な方法の高度化とその適用方法について検討を行う。

6. 研究成果の概要（図を含めて1頁で記入してください。）

キーワード（3～5程度）： 邑知潟平野、邑知潟断層帯、常時微動、基盤構造、地盤増幅特性

邑知潟平野南西部で 2019 年度に実施した研究に引き続き、北東部の深い地盤構造を推定するため、図 1 に示す地点において常時微動単点観測を行い、1 地点で常時微動アレイ観測を行った。アレイ半径は LL:135m、L:45m、M:15m、S:5m、SS:1.5m、SSS:0.5m の 6 サイズとし、LL、L は 60 分、M、S は 30 分、SS、SSS は 15 分の同時観測とした。また、盆地を横切る方向に測線 1、2、3 の 3 測線を、盆地に沿う方向に測線 4 の 1 測線を設定し、計 32 地点で常時微動単点観測を行った。各単点観測点で独立して 30 分の観測を行った。

単点観測点での解析は以下の手順で行った。まず、観測によって得られた 30 分間分の加速度時刻歴データを 50%オーバーラップさせ、40.96 秒の小区間に切り出す。次に、切り出した各小区間で NS、EW、UD 成分のフーリエスペクトルを計算し、NS/UD、EW/UD のフーリエスペクトル比（MHVR）を算出する。このようにして算出された小区間ごとのスペクトル比の平均を MHVR とした（図 2）。ただし、ノイズの影響を取り除くため、ノイズの大きい区間を 30%除外した。

各地点での MHVR の 1 次ピーク振動数を読み取り、その分布を調べた（図 3）。ただし、ピークが不明瞭な点については無理に読み取っていない。図 3(a)～(d)を見ると、1-3～1-4、2-2～2-3、3-2～3-3 で 1 次ピーク振動数が急激に変化しており、周辺に盆地と山の境界が存在すると予想される。また、1-4 から 1-10、2-4 から 2-8 に向かうにつれて 1 次ピーク振動数が徐々に小さくなり、測線 1、測線 2 は南東に向かうにつれて地下構造が深くなることが分かる。さらに、測線 4 では 4-6 にむかうにつれて 1 次ピーク振動数が徐々に小さくなり、北東に向かうほど地下構造が深くなると推測される。

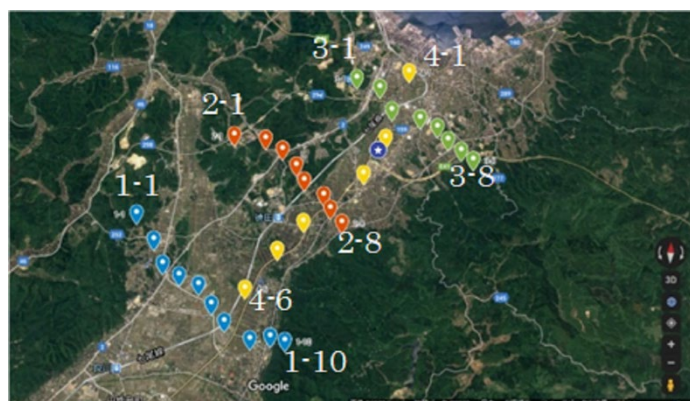
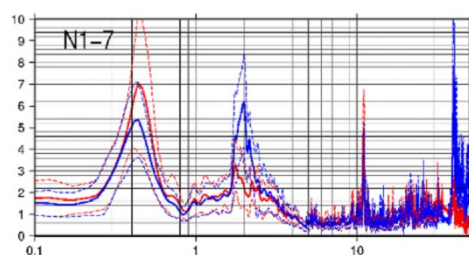
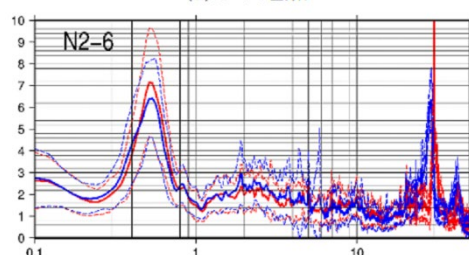


図 1 微動観測点配置(Google Map に加筆)



(a) 1-7 地点



(b) 2-6 地点

図 2 観測微動水平上下スペクトル比の例
(青：観測 NS/UD、赤：観測 EW/UD)

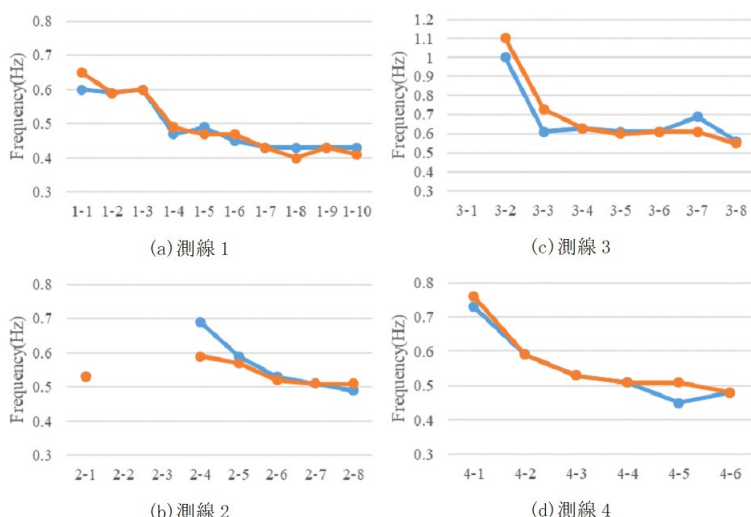


図 3 測線 1～4 の観測水平上下スペクトル比の 1 次ピーク振動数

7. 研究実績（論文タイトル、雑誌・学会・セミナー等の名称、謝辞への記載の有無）

中山智貴・松島信一：常時微動を用いた邑知潟平野北東部における地盤構造推定、京都大学防災研究所令和2年度研究発表講演会、P119、2021.2、謝辞有

拠点間連携共同研究実施報告書(研究実績報告書)

1. 課題番号 2019-K-07

2. 研究課題名 (英訳もご記入ください)

和文: 建物の応答を考慮した高精度地震情報配信手法の開発

英文: Methodology on Post-Earthquake Information Dissemination considering Individual Building Responses

3. 研究代表者所属・氏名 京都大学防災研究所・倉田 真宏
(地震研究所及び防災研究所 研究分担者名) 楠 浩一

4. 参加者の詳細 (研究代表者を含む。必要に応じ行を追加すること)

氏名	所属・職名	参加内容
倉田 真宏	京都大学防災研究所・准教授	振動収束予測手法の開発
池田 芳樹	京都大学防災研究所・教授	動的相互作用の検討
鶴岡 弘	東京大学地震研究所・准教授	即時に地震の位置・規模・メカニズムを決定するシステムの知見提供
楠 浩一	東京大学地震研究所・教授	建物内ゾーン別応答予測・建物応答観測記録の提供
山田 真澄	京都大学防災研究所・助教	揺れ継続時間の分析
鹿嶋 俊英	建築研究所・研究官	建物観測記録の提供と分析
柏 尚稔	国土技術政策総合研究所・主任研究官	地盤特性の振動特性に関する知見提供
溜淵 功史	気象研究所・研究官	緊急地震速報システムに関する知見提供

5. 研究計画の概要 (申請書に記載した「研究計画」を800字以内でご記入ください。変更がある場合、変更内容が分かるように記載してください。)

本課題では、震源特性と伝播経路特性、立地地盤の特性、建物の諸元、さらには建物内の上層階と下層階での被害差などを考慮した高精度地震情報配信手法の開発を命題に、建物の応答予測としてより確度の高い情報を提供するために、下記の2課題に取り組む。

A) 揺れ継続時間の予測：建物応答観測記録を用いた、震源特性・震源距離・地盤特性、をパラメータとした、敷地地盤の影響等を含む建物の振動特性を考慮した揺れ継続時間を分析(図1b)では、ばらつきはかなり大きい、マグニチュードが大きくなるにつれて揺れ継続時間の中央値は大きくなる。また、建物の上部階の方が、基礎よりも継続時間が長くなる傾向が見られる。建物の高さや地盤条件に対しても揺れ継続時間との相関性が一部確認されているが、理論的解釈が成立するかも含めて、詳細について検討する。さらに、建物や地表面の観測記録の多変量解析から、揺れ継続時間を予測する経験式を導出する。

B) 建物と地盤の動的相互作用のモード特性変動としての評価：建築研究所が建物内と周辺地盤で振動計測している建物20棟の記録を用いて、建物の地震応答に影響を与える建物-地盤系の動的相互作用の効果を評価する。建物-地盤系の大規模な解析モデルを使わずに、できるだけ計測のみで相互作用を評価する簡易な方法を提案し、建物耐震性評価の高度化に貢献する。具体的には、(1)地盤の計測もある建物の地震記録を整理・分析し、動的相互作用による入力低減効果を総合的に把握する。(2)建物基部の計測を入力とする従来の同定だけでなく、周辺地盤の計測を入力とする同定も行う。入力の違いによる等価モード特性の変化(固有振動数の低下と減衰の増加)を調べることで、動的相互作用を評価する。(3)地震時に建物と地盤の動特性が時間変化することを許容した評価法を新たに展開し、相互作用の振幅依存性を評価する。

6. 研究成果の概要（図を含めて1頁で記入してください。）

2020年度は、建築研究所から提供を受けた建物観測記録を用いて、地震時の建物応答の揺れ継続時間の定義を再検討し、予測式を構築した。また京都市内の病院施設への地震情報配信システムとして、データ通信専用のSIMカードを利用した方式を検討した。得られた知見は下記の通りである。

- A) 動的相互作用に振幅依存性があり、東北地方太平洋沖地震の本震では固有振動数は低下し、減衰が増加する傾向にあった（図1）。連成系（SI2O）の固有振動数は建物系（SISO）よりも低く、モード減衰は連成系の方が高い傾向であった。ただし、その増減幅は建物によって異なっていた。本震では、地震動が大きくなると固有振動数が低下する現象が見られた。本震とその30分後の余震では、固有振動数が建物系と連成系ではほぼ平行に推移しており、固有振動数の違いは時間に関係なく一定を保つ傾向があった。
- B) 建物利用者に揺れ継続時間の情報を提供するための推定式を構築するべく、既往の提案式で用いられる95%のエネルギー継続時間ではなく、震度 x 以上の継続時間、という閾値を定義に利用した。建物基礎と自由地盤で観測された揺れ継続時間を比較した結果、大きな違いはなかったため、建物基礎の記録を自由地盤の記録と同等に取り扱った。建物頂部で観測された揺れ継続時間を予測する経験式（地震のマグニチュード、震源距離、震源深さ、地盤情報、建物階数の関数）を作成した。図2に、自由地盤（Yamada2021FF）と建物頂部（Yamada2021Top）の2種類の揺れ継続時間予測式を示す。建物頂部の揺れ継続時間予測式は、建物階数を考慮した方が相関は良くなる。ただし、単純な経験式では建物の個性を十分には表現しきれず、統一的な経験式の限界も明らかとなった。
- C) 京都大学医学部附属病院で展開する地震観測網への高精度地震情報配信手法の適用を検討した。近隣地域の病院施設の情報配信や新たな観測点の設置方法について議論した結果、現地に記録収集サーバーを設けない形での観測方法を模索することとなった。具体的には、京都市左京区に位置する2病院から設置許可を得て、データ通信用SIMカードを用いて、Web上のレンタルサーバーに観測データを送信するシステムの構築を試みた。病院施設への立ち入りが制限されているため、今年度は防災研究所内で試運用するにとどめる。

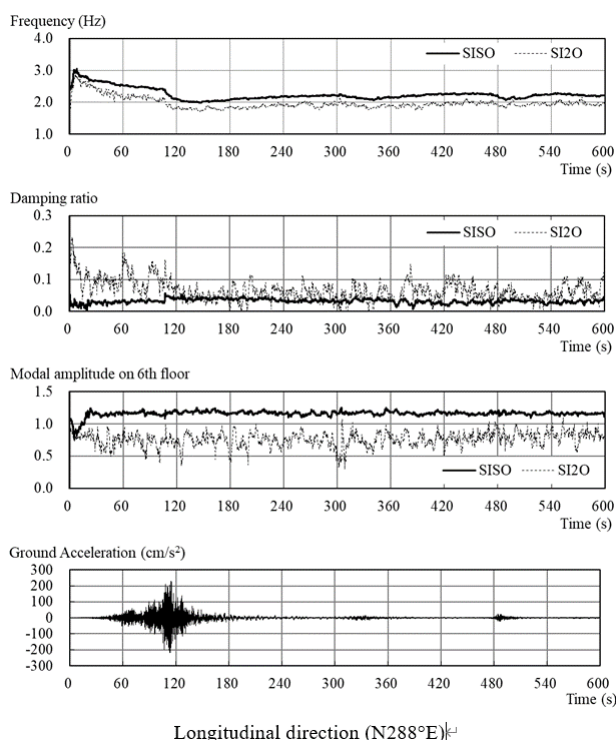


図1. 動的相互作用の振幅依存性（東北地方太平洋沖地震）

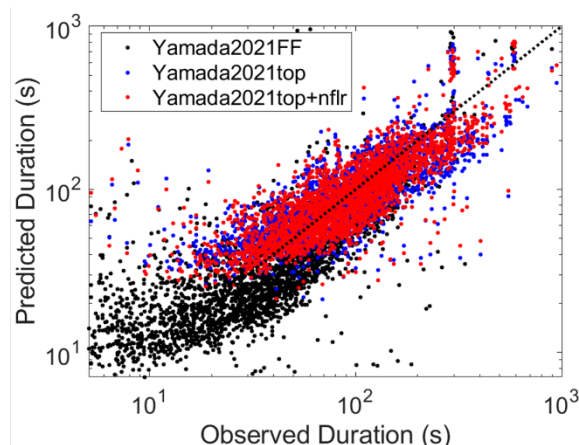


図2. 構築した揺れ継続時間予測式と観測データの比較

7. 研究実績（論文タイトル、雑誌・学会・セミナー等の名称、謝辞への記載の有無）

福澤暁人，池田芳樹，倉田真宏：建物の基部と上部および周辺地表の地震記録から同定した振動モード特性に基づく地盤と鉄筋コンクリート造建物の動的相互作用の評価, 構造工学論文集, Vol. 67B, 2021.3（査読あり，謝辞あり）

池田芳樹，倉田真宏，福澤暁人：3点の地震計測による地盤と鉄筋コンクリート造建物の動的相互作用の評価 その1 1次振動モード特性の変化, 日本建築学会大会（関東）学術講演梗概集，構造 II, pp. 265-266, 2020.9（謝辞あり）

福澤暁人，倉田真宏，池田芳樹：3点の地震計測による地盤と鉄筋コンクリート造建物の動的相互作用の評価 その2 同定した1次振動モード特性と質量の情報に基づく地盤ばね, 日本建築学会大会（関東）学術講演梗概集，構造 II, pp. 267-268, 2020.9（謝辞あり）

福澤暁人，倉田真宏，池田芳樹：地震記録から同定した振動モード特性による地盤と鉄筋コンクリート造建物 の動的相互作用の評価, 日本建築学会近畿支部研究報告集，第60号〈構造系〉，2020.6（謝辞あり）

拠点間連携共同研究実施報告書(研究実績報告書)

1. 課題番号 2020-K-01

2. 研究課題名 (英訳もご記入ください)

和文: テフラ堆積域における地震動に伴う斜面崩壊の発生場と規模の予測

英文: Prediction of location and magnitude of co-seismic landslides in tephra-covering hillslopes

3. 研究代表者所属・氏名 京都大学防災研究所・松四雄騎

(地震研究所及び防災研究所 研究分担者名)

4. 参加者の詳細 (研究代表者を含む。必要に応じ行を追加すること。)

氏名	所属・職名	参加内容
松四雄騎	京都大学防災研究所・准教授	研究の統括・調整, テフラ累層中の水文・風化過程解析, 堆積層厚の分布計算
加納靖之	東京大学地震研究所・准教授	せん断変位に伴う間隙水圧の上昇と消散モデリング
王功輝	京都大学防災研究所・准教授	テフラのせん断破壊試験
土井一生	京都大学防災研究所・助教	斜面での地震動解析
鈴木毅彦	首都大学東京都市環境学部地理環境学科/火山災害研究センター・教授	テフラの同定と堆積過程復元
後藤聡	山梨大学大学院総合研究部工学域土木環境工学系・准教授	テフラの地盤工学的性質の定量化
松崎浩之	東京大学総合研究博物館・教授	同位体の加速器質量分析
早川裕弐	北海道大学 地球環境科学研究院 環境地理学分野・准教授	崩壊発生場における空間情報解析

5. 研究計画の概要（申請書に記載した「研究計画」を 800 字以内でご記入ください。変更がある場合、変更内容が分かるように記載してください。）

テフラの給源火山の噴火史に基づき、山地の斜面におけるテフラの供給と再堆積のシミュレーションを行う。火山学的に復元されたアイソパックマップに基づくテフラの降下供給量の空間分布を入力とし、地形に依存したテフラの二次移動を計算する。熊本地震や胆振東部地震での発災地を対象に、地形条件の異なる多数地点で鉛直試孔の断面記載により実際のテフラ堆積量を測定してモデルの精度と確度の検証を行う。

テフラのもつ水理・力学的な物性についても、降下堆積以降の風化作用による透水性の減少や保水性の増大、あるいはせん断強度の低下といった斜面災害に関連する特性を定量化する。また定置後数千年程度の長い時間スケールでの、元素の溶脱やガラス基質の水和と粘土鉱物の沈殿といった化学・鉱物組成の変化が、どのような機構によって進行するのかについて、検討する。間隙水圧計と土壌水分計を用いた稠密水文観測および X 線蛍光分析と X 線回折分析による化学・鉱物分析によって、テフラ累層中での長期間にわたる間隙水の不均質な透過とそれに伴う風化変質を追跡する。また、降水浸透とともに供給され粘土鉱物に吸着蓄積する大気由来の宇宙線生成核種 ^{10}Be の加速器質量分析を行うことで、テフラの強度低下をもたらす粘土化の進行過程を解明する。

最終的に、テフラの空間的な累積を再現するモデルと、累層中での不均質な風化過程および物性変化を定量化するモデルをカップリングさせ、地形効果による震動増幅を考慮しつつ、テフラのせん断破壊が生じうる場所を予測する。具体的には任意地点におけるテフラの厚みとせん断強度にもとづき、斜面の崩壊に要する下限の水平加速度あるいは累積変位量を、地理情報システム上で表示した革新的な地震時斜面崩壊感度地図（Landslide susceptibility map）を提示する。実際の斜面崩壊分布図（Landslide inventory map）と対照し、予測の精度と確度を検証する。

6. 研究成果の概要（図を含めて1頁で記入してください。）

キーワード（3~5程度）：

テフラ、風化、ハロイサイト、ハザードマップ

本年度は、社会状況の変化によりフィールド調査の実施における制約等が生じた。多人数が参加しての調査計画を見直し、少人数・少数機関・限定期間での調査に切り替え、分析やデータ解析・モデリングに重点を置いて進めることで、内容的にはおおむね計画通りに研究を前進させることができた。

テフラの給源火山の噴火史に基づき、山地の斜面におけるテフラの供給と再堆積のシミュレーションを行うプログラムを開発し、火山学的に復元されたアイソバックマップに基づくテフラの降下供給量の空間分布を入力として、地形に依存したテフラの二次移動を計算した。本年度は胆振東部地震での発災地を対象に、地形条件の異なる多数地点で鉛直試孔の断面記載により実際のテフラ堆積量を測定してモデルの精度と確度の検証を行った。気候条件や過去の気候変動の履歴がテフラの再移動に与えた影響も考察でき、適切なパラメータを付与するうえで有益な情報を得ることができた。

テフラのもつ水理・力学的な物性についても、降下堆積以降の風化作用による透水性の減少や保水性の増大、あるいはせん断強度の低下といった斜面災害に関連する特性の定量的なデータを充実させることができた。また、定置後数千年程度の長い時間スケールでの、元素の溶脱やガラス基質の水和と粘土鉱物の沈殿といった化学・鉱物組成の変化が、どのような機構によって進行するのかについて詳細な検討を行った。間隙水圧計と土壌水分計を用いた稠密水文観測およびX線蛍光分析とX線回折分析による化学・鉱物分析によって、テフラ累層中での長期間にわたる間隙水の不均質な透過とそれに伴う風化変質を追跡した。また、降水浸透とともに供給され粘土鉱物に吸着蓄積する大気由来の宇宙線生成核種¹⁰Beの加速器質量分析を行うことで、テフラの強度低下をもたらす粘土化の進行過程を検討した。軽石を母材とするハロイサイトが、テフラ累層中に偏在することで、将来的にすべり面となりうる水理・力学的な不連続面を生じさせることが明らかとなってきた。

現在は、テフラの空間的な累積を再現するモデルと、累層中での不均質な風化過程および物性変化を定量化するモデルをカップリングさせ、地形効果による震動増幅を考慮しつつ、任意地点におけるテフラの厚みとせん断強度にもとづき、斜面の崩壊に要する下限の水平加速度あるいは累積変位量を、地理情報システム上で表示した革新的な地震時斜面崩壊感度地図（Landslide susceptibility map）を提示すべく、モデリングを進めている。

7. 研究実績（論文タイトル、雑誌・学会・セミナー等の名称、謝辞への記載の有無）

福井宏和・松四雄騎・渡邊哲弘 「還元的条件に起因した テフラの差別的風化によるハロイサイト高含有層の形成機構」 JpGU-AGU Joint Meeting 2020（謝辞記載なし）.

福井宏和・松四雄騎・渡邊哲弘 「テフラの差別風化とハロイサイト高含有層の形成に関する水文化学的研究」 2020 年度京都大学防災研究所研究発表講演会（謝辞記載なし）.

拠点間連携共同研究実施報告書(研究実績報告書)

1. 課題番号 2020-K-02

2. 研究課題名 (英訳もご記入ください)

和文: 桜島大規模火山噴火を対象とした事前避難を実現するための
リスクコミュニケーション方法に関する実践的研究

英文: A practical study on risk communication methods to realize proactive evacuation
for a large-scale volcanic eruption at Sakurajima

3. 研究代表者所属・氏名 防災研究所・大西正光

(地震研究所及び防災研究所 研究分担者名) 地震研究所・前野深

4. 参加者の詳細 (研究代表者を含む。必要に応じ行を追加すること。)

氏名	所属・職名	参加内容
大西 正光	京都大学防災研究所・准教授	総括
井口 正人	京都大学防災研究所・教授	火山学的知見に基づく情報の検討・WS 構成の検討、実施
矢守 克也	京都大学防災研究所・教授	リスクコミュニケーション分析
中野 元太	京都大学防災研究所・助教	WS 構成の検討、実施
前野 深	東京大学地震研究所・准教授	火山学的知見に基づく情報の検討
山 泰幸	関西学院大学・教授	リスクコミュニケーション分析
竹之内 健介	香川大学・准教授	WS 構成の検討、実施

5. 研究計画の概要 (申請書に記載した「研究計画」を 800 字以内でご記入ください。変更がある場合、変更内容が分かるように記載してください。)

桜島大規模噴火が発生すれば、風向き次第で、鹿児島市街地にも大量の軽石と火山灰が降り積もる可能性がある。大量降灰が生じれば、市街地全域での人流物流はストップし、救援物資の不足など避難生活さえ困難となりうる。一方、桜島では大規模噴火の予兆を示す現象がほぼ確実に観測されるであろうことが分かっている。予兆現象に基づき、噴火前に事前避難を実現できれば、大量降灰に伴う被害を大幅に軽減できる。しかし、現状では、市街地側住民に対して、事前避難を喚起するような情報提供システムは確立しておらず、事前避難を呼びかけたとしても、噴火の前段階で発信する情報が住民の避難行動に効果的に結びつかない懸念がある。

情報が意思決定に結びつくためには、フレームと呼ばれる情報と行動を関連づける文脈を、情報の送り手と受け手が共有する必要がある。フレームの共有により、情報の送り手は発信した情報が受け手の意思決定にどう結びつくかを予想することが可能になる。フレームは、アприオリに存在するわけではなく対話を通じて共創される。本研究では、リスクコミュニケーションをフレームの共創の場と位置づけ、専門家、行政、市民が対話を通してフレームを共創するメカニズムを実践的取り組みの参与観察を通じて明らかにすることを試みる。その上で、実務的知見として、フレームの共創を効果的に行うことができるリスクコミュニケーションの環境づくりの方法を検討する。

以上の研究を遂行するために、鹿児島市街地側の住民を対象としたワークショップを実施する予定であったが、新型コロナウイルス感染拡大の影響に伴い、車座となる対話形式で実施が不可能となったため、2021年度に繰り越して実施する計画である。

6. 研究成果の概要（図を含めて1頁で記入してください。）

キーワード（3～5程度）：桜島大規模噴火、事前避難、リスクコミュニケーション

上述の通り、2020年度は、新型コロナウイルス感染拡大の影響を受けて、本研究の最も主要な構成要素であったワークショップを実施することができなかったが、ワークショップが実施可能となる時期を見据えた準備を行った。具体的には、ワークショップ対象地区の選定と住民による協力の取り付け、ワークショップの実施の仕方の検討、及び議論のたたき台となる市街地側大量降灰情報の出し方に関する検討を実施した。

まず、対象地域を鹿児島市八幡校区として、同地区のコミュニティ協議会を通じて、ワークショップの実施等を含めた本研究の実施への協力を依頼し快諾を得た。その後、図-1に示すようなプログラムを策定し、実施に向けた準備を進めていた。しかし、2021年1月に発出された緊急事態宣言を受けて、やむなく延期とした。しかし、可能なコンポーネントから進めていくために、また、八幡校区においても、新型コロナウイルスの影響により、2020年度の防災訓練が実施できていなかったという事情もあり、緊急事態宣言が解除された直後の2021年3月15日に、八幡校区の防災活動の一環として、井口正人教授による鹿児島市街地における大量降灰についての講演セミナーを実施した。これにより、ワークショップ参加予定者に対して直接、本プロジェクトの趣旨と背景についての事前説明が可能となった。

また、同時に、桜島の大規模噴火による市街地側への大量降灰に関する情報が確立していないため、研究者サイドで、図-2に示すような情報のたたき台を作成した。まず、図-2は、どの季節に大量降灰が起こりやすいかを示すために、過去の1年間の風向きのもとで仮想的に大規模噴火が生じた場合の月別平均降灰厚を示した図を作成した。また、降灰厚の数値では、その影響度を理解することが容易ではないため、表-1に示すように降灰の影響度をレベル表示した。

以上のように、ワークショップの実施は叶わなかったが、実施に向けた可能な範囲での事前準備を実施した。

- ・ 冒頭挨拶及び開催趣旨（5分）
- ・ 桜島大噴火による鹿児島市市街地地域への影響に関するビデオ上映（10分）
- ・ 井口正人教授による説明（15分）
- ・ グループに分かれて、以下のようなことについて話し合う。（30分）
 - 大量降灰（軽石含む）によって、自身及び地域に何が起こりうるか？
 - 事前避難を決める際に、どのような情報があれば良いか？
 - いざ、事前避難をずとした時に予想される直面する課題は？
- ・ グループごとに話し合った内容を報告（30分）

図-1 予定していたWSプログラム(案)

図-2 大規模噴火時の月別平均降灰厚



表-1 降灰厚のレベルと影響の説明

レベル	降灰厚	説明
レベル 1	0.1cm未満	日常経験しているレベルの降灰
レベル 2	0.1cm以上~1cm未満	人力で除去可能なレベル
レベル 3	1cm以上~10cm未満	車両での移動が規制される、あるいは物理的に車両での移動が困難となる
レベル 4	10cm以上~100cm未満	軽石を多く含む、四駆車以外の車両移動は困難。当該地域の物資輸送も滞る
レベル 5	100cm以上	建物、施設の崩落の可能性があり。事前復旧も困難。

7. 研究実績（論文タイトル、雑誌・学会・セミナー等の名称、謝辞への記載の有無）

特になし

拠点間連携共同研究実施報告書(研究実績報告書)

1. 課題番号 2020-K-03

2. 研究課題名 (英訳もご記入ください)

和文: 地震発生 of 切迫性を伝える災害情報モデルとシナリオの構築

～北海道胆振東部地震からみえた新たな課題としての複合連鎖問題の解釈を通して～

英文: Construction of Disaster Information Model and Scenario Conveying the Urgency of Earthquake- Compound Chain Problem as a New Issue in the Wake of the 2018 Hokkaido Eastern Iwate Earthquake -

3. 研究代表者所属・氏名 北海道大学 広域複合災害研究センター・岡田成幸

(地震研究所及び防災研究所 研究分担者名) 京大防災研 松島信一・東大地震研 瀬戸内一起

4. 参加者の詳細 (研究代表者を含む。必要に応じ行を追加すること。)

氏名	所属・職名	参加内容
岡田成幸	北大広域複合災害研究センター・特任教授	フィールド調査並びに研究総括
中嶋唯貴	北大工学研究院・准教授	フィールド調査
松島信一	京大防災研究所・教授	微動調査
瀬戸内一起	東大地震研究所・教授	地震動解析

5. 研究計画の概要 (申請書に記載した「研究計画」を 800 字以内でご記入ください。変更がある場合、変更内容が分かるように記載してください。)

本研究グループは、2019 年度当該研究プロジェクトの援助を受け、2018 年発生 of 北海道胆振東部地震 of アンケート調査を実施し、課題名「地震発生 of 切迫性を伝える災害情報モデル構築」について多くの知見を得た。特記すべきは、同地域において北海道危機対策課により想定地震ハザード (災害誘因予測) に基づく被害評価が内閣府 of 標準手法に準拠し、なされていたことであり、当該地震は正にその検証に当たるものであった。想定地震は M7.7 であり、実際に起こった北海道胆振東部地震 (以下、胆振東部地震) は M6.6 であり災害誘因として想定した 1/30 以下のエネルギー放出であったにも関わらず、想定被害に匹敵する被害をみた。本研究はこの想定被害と実際との乖離を解釈することで、将来的被害想定及び災害情報の在り方を再検討し、方法論を提案する。研究項目は大きく以下の 3 点からなる。

- (1) 想定地震 (石狩東縁断層帯南部地震) と実際 (胆振東部地震) との乖離 of 解析
- (2) 社会変化を考慮した被害モデル構築
- (3) 対策 of 効果評価

当初計画は、被災 3 町 (厚真町、安平町、むかわ町) の被害世帯について被害～復旧状況を個別 of 追跡ヒアリング調査を通してデータを収集し、予防並びに復旧対策に必要な情報について考察を加える研究計画を想定していた。しかし、予想以上に長期にわたるコロナ禍のため個別世帯に対するヒアリングは断念せざるを得なく、復旧に関しては一端保留とし、新型予防 (事前対策) に必要な情報モデル及び評価手法 of 高度化について重点的に考察を行う。具体的には、想定地震 (石狩東縁断層帯南部地震) に対し種々の被害推定手法で試算し実際 (胆振東部地震) の被害との乖離を解釈することで、将来的被害想定及び災害情報の在り方を検討する。

6. 研究成果の概要（図を含めて1頁で記入してください。）

キーワード（3～5程度）：地震被害想定、ハザードマップ、北海道胆振東部地震、人的被害、多発性外傷重症度指標（ISS）

以下の成果を得た。

（1）想定地震（石狩東縁断層帯南部地震）と実際（胆振東部地震）との乖離の解析

北海道防災会議が2011年3月に公表した「北海道の想定地震」のうち、胆振東部地震に最も近似したパラメータを持つものは「石狩東縁断層帯南部（断層パラメータモデル 30_5）」である。想定地震はM7.7（Mw7.2）であり、実際に起こった胆振東部地震はM6.7（Mw6.6）であり災害誘因として想定した1/30以下のエネルギー放出であったが、全道の震度分布（想定震度と計測震度比較）は相似性を有していた。各地の震度絶対値は想定地震が大きいものの、厚真・安平・むかわの被災3町についてはほぼ同等であったため、木造住家被害及び人的被害についてそれぞれの評価結果の比較を行った。さらに評価手法の精度に踏み込むため、胆振東部地震の計測震度を入力とした比較も行った。

比較したのは、想定手法の日本標準である内閣府の方法（南海トラフ巨大地震の被害推定方法）と北海道の住家耐震評点に配慮した北海道防災会議の方法、並びに人的被害については住家特性と室内散乱及び居住者の避難行動能力を考慮した岡田・他(2018)の3者である。

1）木造住家被害について：想定地震の入力が若干大きいとはいえいずれも過大評価とはなっているが、内閣府の方法は全・半壊数共に被害実数の10倍以上の推定値を与えており、一方で北海道の住居特性を考慮した道防災会議の方法は実態に近い結果を与えており、被害評価において住家の地域特性に配慮する重要性が確認された。

2）人的被害について：住家被害に伴う人的被害について検討した。内閣府の方法では軽傷者はゼロで負傷者の全員が重傷者にカウントされており不自然であるが、北海道の方法は実数と想定に大きな乖離は認められない。しかし、これには注意が必要である。被害実数と言いつつも、重軽傷者の定義が曖昧に加え、対策本部が把握し公表している負傷者数は災害時において救急が当該自治体の第二次救急病院に搬送した負傷者のみをカウントしているケースが多いからである。負傷者の実態を把握すべく、当研究室が昨年度被災3町全世帯を対象に実施したアンケート調査による負傷者数を集計し、負傷率を算定した。公表値は負傷率の地域差が大きく不自然であるのに対し、アンケートによる負傷率は地域差は然程なく、他市町病院に入院した重傷患者をも捕捉していると考えられ、実態はアンケートによる回答に近いと思われる。以上よりアンケートによる負傷率を用い、被災3町の人口に乗じることで胆振東部地震の負傷者数を推定した。この推定負傷者数と想定地震による想定値とを比較した。

（2）対策に必要な被害情報モデル構築

負傷者数に関する想定と実態との乖離について検討し、必要な情報モデルについて考察を行った。まず留意すべきは、人的被害が警察出動有無判断で用いる傷度3区分(死/重傷/軽傷)で集計され、被害想定においても同様の区分による算定がなされているが、この数値が防災対策に活用されていない実態である。本来災害時においては医療情報(医療関係者必要動員数・災害時に確保されるべき二次救急病院(集中治療)搬送者数)がより重要な情報のはずであり、消防庁(災害救急)で用いる症度(重症/中等症/軽症)で判断すべきであろう。平常時においては入院加療を要する中等症であっても、大災害時においては二次救急病院における重症患者措置を必要としない可能性もある。このことに配慮できる多発性外傷重症度指標ISS評価を推奨する。本研究では当面、内臓損傷($ISS \geq 12.5$)以上を重症とする。医療処置が必要だがより症度の軽い火傷・捻挫・脱臼程度($12.5 > ISS \geq 3$)を中等症とし、擦・切傷程度の軽症($2 \geq ISS$)は通・入院治療不要から負傷者から外す。この閾値を導入し、先の岡田・他(2018)の方法で想定地震に対して人的被害を想定した。胆振東部地震のアンケートによる推定負傷者数と比較すると中等症者数（本研究では既往の軽傷者に匹敵する扱い）はほぼ同数を与えているのに対し、家屋倒壊による重症者数は5～10倍程度と大きく算定される結果となった。胆振東部地震は夜間発生のため大規模損傷の店舗併用住宅1階には居住者がいなかったため重症者発生が抑えられたことなどが考えられる。少なくとも建物被害との相関関係のみに重点を置いた内閣府の方法による人的被害評価法ではISS評価はできず、対策に十分な情報並びに精度が保証できない。「発災時の負傷者対応に必要な人的被害情報(ISS情報)」の提供は必須と考える。岡田・他(2018)による方法をより精練させていく必要がある。

（3）対策の効果評価

今年度は対策の効果評価にまでは至らなかった。次年度において必要な情報モデルに基づく被害想定及びパラメータスタディによるシミュレーションを実行し、種々の対策の効果評価につなげる予定である。

引用文献：岡田・中嶋(2018),建物倒壊及び室内散乱に伴う地域の地震時人的被害評価式の統一,AIJ大会(東北).

7. 研究実績（論文タイトル、雑誌・学会・セミナー等の名称、謝辞への記載の有無）

- (1) 篠田茜・岡田成幸・中嶋唯貴：繰り返し荷重を受ける木造建物の損傷度重畳問題の取り組み：耐震評点劣化の確率評価を用いた後続地震による2次被害シミュレーション、日本地震工学論文集，20，3，51-69，2020.
- (2) 松岡昌志・中嶋唯貴・岡田成幸：2018年北海道胆振東部地震の広域地震動分布の推定とアンケート震度との比較，日本建築学会大会学術講演梗概集（関東），21007，2020.9.
- (3) 岡田成幸・中嶋唯貴・飯田彬斗・岩崎祥太郎・竹内慎一：地震被害想定を検証－2018年北海道胆振東部地震の被害実態との比較を通して－，日本建築学会大会学術講演梗概集（関東），21008，2020.9，謝辞記載有.
- (4) 林響太・中嶋唯貴・岡田成幸・飯田彬斗：積雪寒冷期における地震津波複合災害の人的被害に与える影響評価，日本建築学会大会学術講演梗概集（関東），21009，2020.9.
- (5) 岩崎祥太郎・中嶋唯貴・岡田成幸：2018年北海道胆振東部地震における住宅再建状況調査－安平町，厚真町，むかわ町を対象として－，日本地震工学会・大会，2020.12.
- (6) 岡田成幸・中嶋唯貴・松島信一・瀬戸一起：地震発生の切迫性を伝える災害情報モデルとシナリオの構築～北海道胆振東部地震からみえた新たな課題としての複合連鎖問題の解釈を通して～，令和2年度「災害の軽減に貢献するための地震火山観測研究計画（第2次）」成果報告シンポジウム，オンライン、2021.3.16
- (7) 岡田成幸・中嶋唯貴・竹内慎一：地震被害想定を検証 その2－対策に必要な人的被害情報とその評価法－，日本建築学会大会学術講演梗概集（東海），2021.9.掲載可，謝辞記載有.
- (8) 竹内慎一・岡田成幸・中嶋唯貴・森松信雄・宮内淳一・長瀬拓也・齊藤隆典・戸松誠：北海道胆振東部地震の被害を考慮した木造被害率関数の検討－その1 地震被害情報による被害率関数のベイズ更新－，日本建築学会北海道支部研究報告集，2021.6.掲載可.
- (9) 小林純平・中嶋唯貴・岡田成幸：夜間発生地震に対する人体損傷度関数の適合性並びに応用拡張性の検討，地域安全学会梗概集，2021.5. 掲載可，謝辞記載有.

拠点間連携共同研究実施報告書(研究実績報告書)

1. 課題番号 2020-K-04

2. 研究課題名 (英訳もご記入ください)

和文: 地震シナリオの不確実性を考慮した津波被害の確率論的評価

英文: Stochastic evaluation of the tsunami hazard level
considering uncertainty of earthquake scenario

3. 研究代表者所属・氏名 九州大学大学院工学研究院社会基盤部門・浅井光輝
(地震研究所及び防災研究所 研究分担者名) 市村強 ・ 渦岡良介

4. 参加者の詳細 (研究代表者を含む。必要に応じ行を追加すること。)

氏名	所属・職名	参加内容
浅井光輝	九州大学大学院・工学研究院・准教授	津波解析技術の高度化
市村強	東京大学地震研究所・教授	地震シナリオ解析用大規模 FEM
堀高峰	JAMSTEC・センター長	地震シナリオ解析
渦岡良介	京都大学防災研究所・教授	強震動

5. 研究計画の概要 (申請書に記載した「研究計画」を 800 字以内でご記入ください。変更がある場合、変更内容が分かるように記載してください。)

観測データが著しく不足している低頻度で甚大な津波災害からの被害を最小限に抑えるべく、申請者がこれまでに開発を進めてきた地震シナリオ（地震学）から始まり、津波発生（津波学）、伝搬（津波工学）、そして地上への遡上による構造物等の被害予測（構造工学、地盤工学、地震工学）までの一連の過程をすべて物理シミュレーションする（多数の学問領域にわたる）インターディシプリナリ津波解析コードを強化する。

津波計算の結果を最も支配する要因は地震シナリオである。津波防災の実務では、内閣府（中央防災会議）が想定したわずか 11 個程度の地震シナリオごとに用意された断層パラメータ（断層方向とすべり量）を入力とした 2 次元津波解析を通し、地域ごとに最悪と思われる津波高を評価している。内閣府は平成 24 年と令和元年の 2 回、南海トラフ地震の被害推定結果を公開したが、津波高の最大値がプラス・マイナス 8m の差（たとえば 13m から 21m に増大、逆に 25m が 17m に減少した地点が存在）が生じているなど、想定・設定を少し変更するだけで大きな差が生じており、またこれらの結果は地震・津波の不確実性を考慮したものではない。

そこで、観測データが少ない巨大津波被害に対し、これまで主流であった過去の経験則に基づいた帰納的なアプローチから、高性能計算とデータ科学（スパースモデリング・サロゲートモデルなど）を融合した演繹的なアプローチによるリスク確率評価に発展させる。

6. 研究成果の概要（図を含めて1頁で記入してください。）

キーワード（3~5程度）：不確実性， Proper Orthogonal Decomposition， サロゲートモデル， 津波

発生が危惧されている南海トラフ巨大地震を対象とし，内閣府の検討シナリオ「断層パラメータ_ケース03」を採用した津波解析を事例にとりあげ， Proper Orthogonal Decomposition（POD：固有値直交分解）を使ったサロゲートモデルにより不確実性の影響を評価した例を示す．津波解析ツールとしては JAGURS を使用し，図1に示す多階層でのネスティング解析を行った．津波解析では，大きな被害が予想される沿岸部に25の観測点を設置し，地震による津波波高の観測を行った．計25の計測点で観測を実施したが，この報告では図-2に示す特徴的な結果を得た5点に今回設けた観測点の位置を赤点で示す．

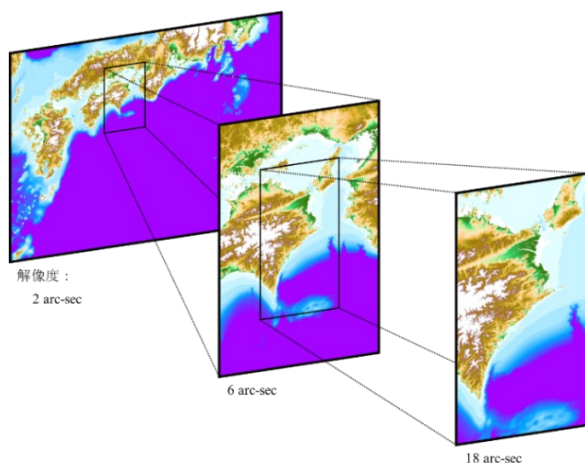


図-1 解析モデルのネスティング

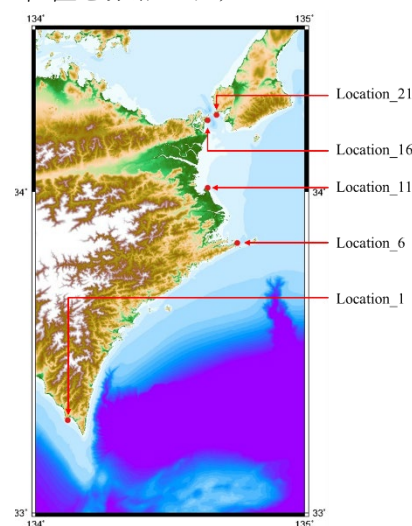


図-2 波高観測点

内閣府の検討シナリオは過去の経験や統計に基づいた予測であり，どれ程の信頼性があるかは定かではない．そこで，自然現象に対する確率論的なリスク評価を可能にするため，不確かさのパラメータ化，及びパラメータにばらつきを与えた解析を実施した．一般的な津波解析では，主に9つの断層パラメータを与える．今回は，特に変動量による結果の感度が高い2つのパラメータ（すべり角，すべり量）を変動パラメータとして，確率論的被害予測解析を実施した．

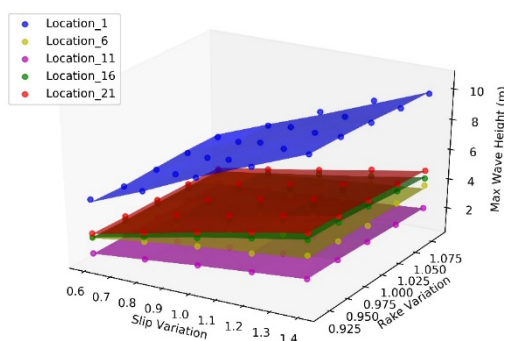


図-3 最大波高の確率変数に関する応答曲面

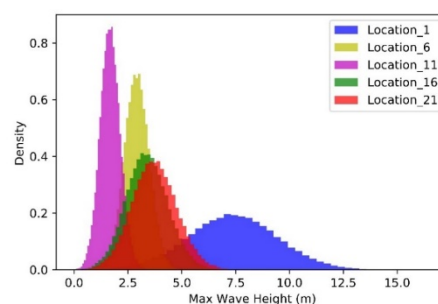


図-4 各観測点での最大波高の確率分布

各確率変数に対して， $\pm 25\%$ までの変動を与え，その中で計25のパラメータを使った津波解析を JAGURS で実施した．その結果をデータベースとし POD でそのデータ特徴量を抽出し，固有空間を介したカーネルリッジ法にて回帰分析をすることで，図-3に示す最大波高に関する応答曲面を得た．各変数が正規分布に従うものとし，あとは応答曲面（サロゲートモデル）を介して観測点での最大波高の確率分布を得た．この結果を図-4に示す．図に示す通り，各観測点での最大波高の確率分布の特徴が異なるが，提案したサロゲートモデルを介した確率被害予測ツールにより高効率で評価ができることを示した．

7. 研究実績（論文タイトル、雑誌・学会・セミナー等の名称、謝辞への記載の有無）

論文)

1. 出口翔大, 浅井光輝, 植木裕人, 竹内友紀, 川崎浩司 数値解析のサロゲートモデリングによる確率論的災害リスク評価手法の開発, 土木学会論文集 A2(応用力学)特集号, Vol.76, No.2, p. I_565-I_576, 2021, 謝辞なし

学会発表)

1. 出口翔大, 浅井光輝, 植木裕人, 竹内友紀, 川崎浩司, 確率論的災害リスク評価 - サロゲートモデルのカーネル化, 土木学会第 75 回年次学術講演会, 謝辞なし
2. 石井秀堯, 浅井光輝, 磯部大吾郎, 大谷英之, ASI-Gauss 法による都市全域の木造家屋倒壊解析手法の開発, 土木学会第 75 回年次学術講演会, 謝辞なし
3. 出口翔大, 浅井光輝, 川崎浩司, 竹内友紀, 数値解析のサロゲートモデリングによる確率論的災害リスク評価手法の開発, 第 23 回応用力学シンポジウム, 謝辞なし
4. 石井秀堯, 浅井光輝, 磯部大吾郎, 大谷英之 ASI-Gauss 法による都市全域の木造家屋倒壊解析手法の開発 第 23 回応用力学シンポジウム, 謝辞なし
5. Shota Deguchi, Mitsuteru Asai, Hiroto Ueki, Yuki Takeuchi, Koji Kawasaki, Probabilistic disaster risk evaluation with surrogate-modelled numerical simulations, COMPSAFE 2020 (online), 謝辞なし

拠点間連携共同研究実施報告書(研究実績報告書)

1. 課題番号 2020-K-05

2. 研究課題名 (英訳もご記入ください)

和文：文化財等の所在情報と災害情報の重ね合わせによる文化財等災害予測マップの構築と活用英文：Construction and utilization of a disaster prediction map that superimposes location information of cultural properties and disaster information

3. 研究代表者所属・氏名 蝦名裕一

(地震研究所及び防災研究所 研究分担者名) 加納靖之・土井一生

4. 参加者の詳細 (研究代表者を含む。必要に応じ行を追加すること。)

氏名	所属・職名	参加内容
蝦名裕一	東北大学災害科学国際研究所・准教授	研究統括・Web サイト作成
加納靖之	東京大学地震研究所・准教授	災害情報収集担当
土井一生	京都大学防災研究所・助教	災害情報収集担当
大邑潤三	東京大学地震研究所・助教	マッピング担当
西村慎太郎	国文学研究所・准教授	文化財関係情報担当
鈴木比奈子	防災科学研究所・特別技術員	災害情報収集担当
岡田健	東京文化財研究所・推進室長	文化財情報収集担当
内田俊秀	京都造形芸術大学・非常勤講師	文化財情報収集担当

5. 研究計画の概要 (申請書に記載した「研究計画」を800字以内でご記入ください。変更がある場合、変更内容が分かるように記載してください。)

本研究は、国や自治体が指定する歴史的な建造物、美術品、古文書といった指定文化財やこれに類する歴史資料、歴史的建造物について、その所在情報をデータベース化するとともに、災害発生時には国土地理院が公開する被災地の航空写真、防災科学技術研究所などで公開される震度推定マップや建物被害推定マップなどの災害情報を重ね合わせ、災害時の歴史資料レスキュー活動に資する方法を考案する。あわせて、この文化財等の所在マップを地震調査研究推進本部の公開する全国地震動予測地図、産業技術総合研究所の公開する活断層データベースのほか、各自治体で公開しているハザードマップと重ね合わせることで、各種災害に対する文化遺産の防災対策に資することにする。

所在マップのプラットフォームとしては、①Google マップ版、②防災科学研究所が開発した e コミマップ版の2種類の開発を同時並行的に進める。このマップに、災害発生時の被害推定情報マップと組み合わせ、防災および災害時における活用の用途に応じて効果的な文化遺産災害情報マップの構築を目指す。あわせて、各種災害情報を発信している防災科学研究所や東京大学地震研究所、国土地理院などの関係者と検討会を開催し、より効果的な文化遺産災害情報マップの作成と活用の手法を考案する。

完成したデータ・マップについては、文化遺産の所在情報の共有・公開は、多分に個人情報が含まれることや、災害時における盗難や破壊などに悪用される可能性をふまえて、e コミマップの閲覧制限機能を活用した登録制での公開とする。その上で、これらの情報を全国の文化財・史料保全関係者や歴史資料保全ネットワークなどに参加を呼びかけ、具体的な連携体制を考案する。あわせて、実際に災害が発生した場合には、随時文化遺産災害情報マップを活用した被害推定を実施し、現地の関連団体と情報を共有して実際の文化財レスキューに活用する。

6. 研究成果の概要（図を含めて1頁で記入してください。）

キーワード（3～5程度）：文化財マップ、令和2年熊本県豪雨、令和3年福島沖地震

本年度は、国宝・国指定重要文化財および都道府県指定文化財をあわせ約 35,000 件の指定文化財について所在情報をデータ化した。またこれらを情報公開にむけてe コミマップ版の指定文化財マップを制作した。

令和2年7月5日に発生した熊本豪雨では、球磨川氾濫をうけてその流域の人吉市・八代市・錦町の指定文化財について、国・県指定の文化財にくわえ、市町村指定の指定文化財についても随時追加入力し、国土地理院で公開された球磨川流域の浸水段彩図を重ね合わせ、7月5日夜には第1版を作成し、独立行政法人国立文化財機構文化財防災ネットワークを通じて熊本県の関係各所に情報を提供するとともに、周辺の歴史資料保全ネットワークと情報共有をおこなった。

令和3年2月13日に発生した福島県沖地震では、福島県・宮城県の国・県の指定文化財の位置情報をマッピングするとともに、市町村の指定文化財の位置情報を入力し、防災科学研究所が公開したクライシスレスポンスサイトの推定震度分布と重ね合わせ、指定文化財の被害推定マップを作成し、宮城県、福島県の歴史資料保全ネットワークや文化財防災センター、文化遺産防災ネットワーク推進会議などと情報を共有した。あわせて、宮城県の宮城資料ネットや福島県のふくしまネットといった資料保全ネットと協力し、自治体史などから得られた民間所在資料の位置情報についても情報を入力した。この文化財所在マップを活用し、2月17日には宮城資料ネットと合同により第1次現地調査を実施し、福島県新地町、相馬市、宮城県山元町、亘理町、蔵王町の被災した文化財や民間所在資料を実施した。こうした被災情報は宮城資料ネット、ふくしまネットと情報を共有して協議をおこない、3月2日に第2回現地調査、3月6日には新地町における被災文化財の民間所在資料のレスキュー活動を実施することができた。

文化財の所在情報と被災情報の重ね合わせについて、ここまでの情報の蓄積によって国・都道府県の文化財の位置情報についてはほぼ網羅することができた結果、災害発生から文化財の被害予測について第一報を発するまでの時間が大幅に短縮された。また、昨今のオンライン環境の普及とともに、災害発生時に文化財の被災予測マップを媒介としてオンラインで情報の共有や対応の協議が進められるようになり、より効果的な災害対応へ繋げることが可能となった。

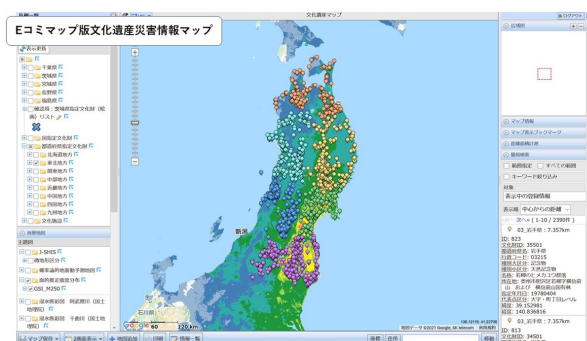


図1:e コミマップ版の文化財マップ

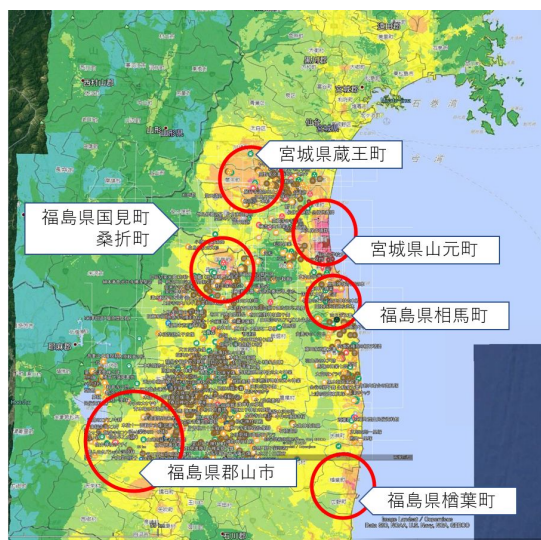


図2: 2021年2月13日の福島沖地震における文化財マップ

7. 研究実績（論文タイトル、雑誌・学会・セミナー等の名称、謝辞への記載の有無）

（研究報告）

蝦名裕一，2021.2.2，2021 年 2 月 13 日福島宮城沖地震における文化遺産マップの作成と巡回調査，
第 7 回全国史料ネット集会 2021 年 2 月 13 日福島県沖地震に関わる緊急情報交換会，東北大学（オンライン開催）。

拠点間連携共同研究実施報告書(研究実績報告書)

1. 課題番号 2019-K-09

2. 研究課題名 (英訳もご記入ください)

和文：訪日外国人旅行者に対する地震・火山に関する情報提供と風評被害対策に関する事例分析
－2018 年胆振東部地震、2018 年大阪府北部地震、2018 年草津白根噴火、2015 年箱根山噴
火を対象として－

英文：Case study on provision of information on earthquakes and volcanos to international
visitors to Japan and measures against reputation damage

3. 研究代表者所属・氏名 山梨大学 大学院総合研究部・秦康範

(地震研究所及び防災研究所 研究分担者名) 地震研究所・三宅弘恵、防災研究所・牧紀男

4. 参加者の詳細 (研究代表者を含む。必要に応じ行を追加すること。)

氏名	所属・職名	参加内容
秦 康範	山梨大学・准教授	全体総括、ヒアリング調査、質問紙設計
関谷 直也	東京大学・准教授	質問紙設計
三宅 弘恵	東京大学・准教授	全般
牧 紀男	京都大学・教授	全般

5. 研究計画の概要 (申請書に記載した「研究計画」を 800 字以内でご記入ください。変更がある場合、変更内容が分かるように記載してください。)

近年、訪日外国人旅行者は急激に増加している。2013 年推計 1,036 万人と初めて 1000 万人を突破し、2018 年推計 3,119 万人と JNTO が統計を開始して以降、過去最多を記録した。2020 年にはオリンピック・パラリンピック東京大会の開催が予定されている等、日本を訪れる外国人旅行者は今後も増加することが予測されており、外国人旅行者の災害時の安全確保は喫緊の課題となっている。外国人旅行者の特徴として、①災害の経験や知識にばらつきがある、②日本人が通常持っている災害時の基本的な知識や避難行動についての知識を有していない、③土地勘がない、④日本語によるコミュニケーションが困難、⑤文化の違いから集団行動に慣れ親しんでいない場合がある、等が指摘されており (観光庁 2014)、災害時のコミュニケーションは大きな課題となっている。すなわち、災害情報を単に多言語に翻訳するだけでは、本質的な解決とはならない。

そこで本研究では、外国人旅行者向けに地震・火山災害時の災害情報に焦点をあて、言語や文化が異なる外国人旅行者に対する情報提供の課題と処方箋を明確化し、災害時のリスクコミュニケーションの高度化を図り、さらに風評被害を軽減させる情報戦略を明らかにすることにより、災害被害の軽減に資することを目的とする。

6. 研究成果の概要（図を含めて1頁で記入してください。）

キーワード（3～5程度）：訪日外国人旅行者、地震、火山、災害情報

1. 文献調査

訪日外国人旅行者の対策は、大きく4つの視点（①要配慮者対策、②外国人対策、③観光客対策、④帰宅困難者対策、観光庁(2014)）に分類され、それぞれ①防災危機管理部局、②国際交流部局、③観光部局が主に担当し、④地域で協議会を設置することが一般的である。

災害時に外国人が直面する課題として、まず災害そのものの理解が困難なことが挙げられる。地震を知らない国で育った外国人にとっては、地震という現象そのものの理解が困難であり、沿岸部では津波に気をつけないといけないことや、余震とは何か、どのような被害が発生し、どういった影響が出るのかを想像することは困難である。震度階級の違いや、避難という言葉の意味や背景が共有されないこと、専門用語（深度低周波地震、噴火警戒レベルなど）は理解されないことに留意する必要がある。

2. ヒアリング調査

2018年胆振東部地震、2018年大阪府北部地震、2015年箱根山噴火、2014年御嶽山噴火を対象に、北海道、札幌市、大阪府、神奈川県、箱根町、温泉地学研究所、長野県、木曽町、ダイバーシティ研究所代表理事の田村太郎氏にヒアリング調査を実施し、外国人旅行者への災害情報の課題を整理した。

3. 宿泊施設への質問紙調査

2018年胆振東部地震と2018年大阪北部地震を対象に、札幌市内と大阪市内の宿泊施設を対象に質問紙調査を実施し、札幌市内から47、大阪市内から32の宿泊施設から回答（回収率37%）。地震当日は、「今、何が起きているか」と鉄道や飛行機等の交通情報ニーズが非常に高い（図1）。

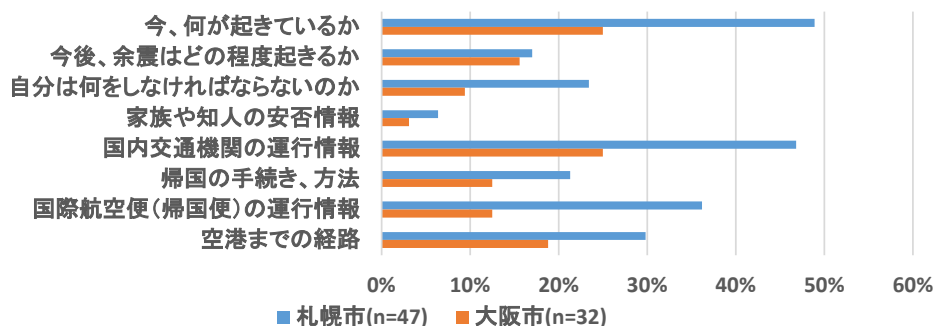


図1 地震当日に外国人宿泊客から問い合わせがあったもの

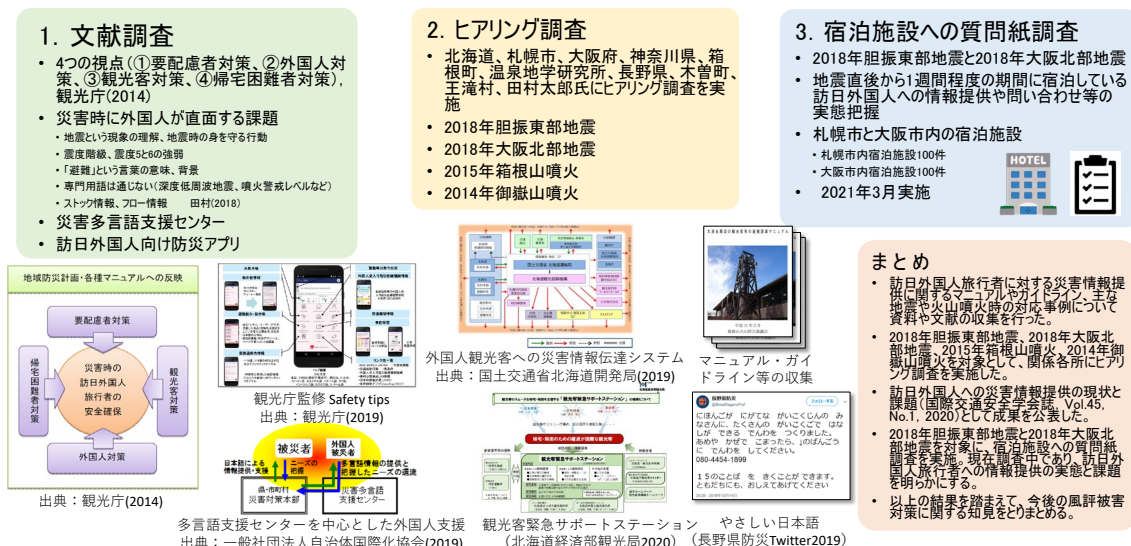


図2 実施概要と研究成果

7. 研究実績（論文タイトル、雑誌・学会・セミナー等の名称、謝辞への記載の有無）

秦康範：訪日外国人への災害情報提供の現状と課題, IATSS Review（国際交通安全学会誌）, Vol.45, No.1, pp.28-35, 2020

令和 3 年度

拠点間連携共同研究実施報告書(研究実績報告書)

1. 課題番号 2021-K-1-1

2. 研究課題名 (英訳もご記入ください)

和文: 巨大地震のリスク評価の不確実性に関するパラダイム構築の推進

英文: Development of a new paradigm for more accurate seismic risk assessment for large mega-thrust earthquakes

3. 研究代表者所属・氏名 京都大学防災研究所・松島信一、東京大学地震研究所・加藤尚之
(地震研究所及び防災研究所 研究分担者名)

4. 参加者の詳細 (研究代表者を含む。必要に応じ行を追加すること。)

氏名	所属・職名	参加内容
宮澤理稔	京都大学防災研究所・准教授	震源過程研究統括 (チーム 3 名)
望月公廣	東京大学地震研究所・准教授	伝播・深部地盤構造研究統括 (チーム 5 名)
飯高 隆	東京大学地震研究所・准教授	強震動予測研究統括 (チーム 8 名)
上田恭平	京都大学防災研究所・助教	浅部地盤構造研究統括 (チーム 2 名)
楠 浩一	東京大学地震研究所・教授	構造物被害予測研究統括 (チーム 7 名)
西嶋一欽	京都大学防災研究所・准教授	リスク評価研究統括 (チーム 4 名)
松島信一	京都大学防災研究所・教授	プラットフォーム構築研究統括 (チーム 7 名)
市村 強	東京大学地震研究所・教授	コンピュータサイエンス研究統括 (チーム 2 名)

5. 研究計画の概要 (申請書に記載した「研究計画」を 800 字以内でご記入ください。変更がある場合、変更内容が分かるように記載してください。)

【提案の背景】標準的な地震リスク評価手法では、震源・波動伝播・地盤増幅・建物応答・直接的被害・社会的影響に関する研究分野からの知見を統合して、リスクが評価されるが、各研究分野に対応するそれぞれのモジュールに存在する複数モデルの組み合わせることでリスクカーブ群が得られることになる。すなわち、地震リスク評価には、モデルそのもののばらつきのみならず、モデルの相違によるばらつきが伴っている可能性がある。2020年度までにはこの点について検討するために、各研究分野に存在する多くのモデルをプラットフォームに組み込み、系統的に地震リスクを評価した。その結果、現在一般的に行われている地震リスク評価には非常に大きなばらつきを内包していることを示した。

【現状の問題点】モジュールごとのモデルの数やばらつきが採用するモデルに依存することから、複数モデルを考慮したときのモジュール間のばらつきの違いを公平に評価する統一的な手法が確立されていない。また、より詳細な計算手法を考慮したプラットフォームとするためには、用いるモデルが詳細化するため、モデルごとのばらつきの比較がさらに困難となることが予想され、その手法について検討が必要となっている。さらに、震源モデルについては、津波によるリスク評価に用いられるものや地震サイクルシミュレーションに基づくものを取り込むために、それらの重みの想定などが課題である。

【本研究で期待される成果】モデルの違いによるモジュール間のばらつきの公平な比較についてさらに検討する。ばらつきの評価は、地震リスク評価に関する不確実性を示すには不可欠であり、地震リスク評価プラットフォームの高度化はそれに資する情報を提供することに貢献できることになる。

6. 研究成果の概要（図を含めて1頁で記入してください。）

キーワード（3~5程度）：巨大地震、地震リスク評価、不確実性、被害予測、南海トラフ

【震源過程・強震動予測】本研究で提唱した個別の強震動生成域に対する地震動の距離減衰式を、地震毎の強震動生成域に対する距離減衰式と比較するために、線形混合効果モデルにより評価を行った。前者の方が *intra-event variability* の値が有意に小さく、距離に対する分布に偏りが見られないことが確認された（図1）。【深部地盤・伝播経路】2020年に1946年昭和南海地震震源域西端にあたる豊後水道沖で、海底地震計およびハイドロホン・ストリーマーを用い、エアガンを人工震源とする屈折法・広角反射法地震波構造調査を実施した。取得された波形に対して波形インバージョンを適用し、九州パラオ海嶺の沈み込みを含む不均質構造の詳細について、解析を進めている。また、紀伊半島沖で実施している海底地震計を用いた地震観測データに対して、レシーバー関数、および表面波構造解析の適用による、海底下S波速度構造の把握を進めている。【浅部地盤構造】液状化の可能性のある地盤上に構築された盛土構造物を対象に、有効応力法に基づく逐次非線形地盤応答解析を実施した。解析では、液状化層の地盤物性を均質と仮定した確定的なケースに加え、地盤物性の空間的な不確実性を考慮した検討も行った。その結果、不確実性を考慮した場合の盛土沈下量のばらつきは、確定的なケースで地盤物性を平均値±標準偏差とすることで包含できることがわかった。【構造物被害予測】RC造建物を対象に、速度応答を指標とした地震応答解析に基づく被害率関数の構築手法に関する研究について議論を行った。研究では、被害率と重み付け速度応答積分値の関係について検討を行った。重み付け速度応答積分値とは、速度応答スペクトルのその周期帯の値である。また、重み付け速度応答積分値をPGV相当に戻して、既往の被害率関数と比較し、その有効性を確認した。また、地震被害発生後に、地震発生から建物の被害までを横断的にカバーする新しい重点研究の可能性についても議論を行った。【リスク評価】リスク評価高度化のためには、対象となるエクスポージャ情報の精密化が必要不可欠である。このために、UAV等で撮影された写真やその他のリモートセンシング情報を用いて、エクスポージャに関するパラメータを位置情報とともに取得し、地理空間情報システム上に展開するフレームワークを構築した。本年度は特に、構築したフレームワーク上に展開する一次情報として、建物フットプリントと建物高さ、二次情報として建物固有周期を検討した。【プラットフォーム構築】地震発生時の総合的なリスクに関する影響評価にむけて、南海トラフ沿いに発生する巨大地震の多くのバリエーションを考慮する方法について検討した。【コンピュータサイエンス】Capability/capacity computingにより生成された大規模データセットを用いたサロゲートAI構築手法の開発を行った。液状化現象の大規模3次元シミュレーションを多数回実行可能なGPUを活用した高速3次元動的有限要素解析手法を開発し、これを活用することで生成された液状化の大規模データセットを学習してサロゲートAIを構築することで液状化推定のさらなる低コスト化の可能性を示した。液状化をはじめとした複雑な現象のUQや最適化への適用が期待される。【災害リスク情報・ステークホルダ参画】様々な地震動想定を表示可能なシステムについて過大評価、過少評価等で推定結果を示すことが可能なシステムについて、新たな推定結果をシステムに取り組みするためのインターフェースの構築を行い、システムの改良を行った。

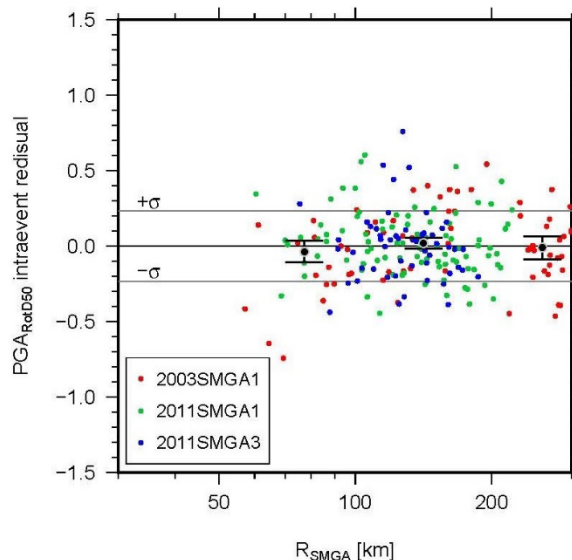


図1 線形混合効果モデルによる評価による予測地震動の *intra-event variability* の比較

7. 研究実績（論文タイトル、雑誌・学会・セミナー等の名称、謝辞への記載の有無）

宮下卓也・倉田一輝・安田誠宏・森信人・志村智也（2021）確率津波モデルを用いた南海トラフ巨大地震による津波高の不確実性評価, 土木学会論文集 B2(海岸工学), 77 巻 2 号, pp. I_181—I_186.

Ryota Kusakabe, Tsuyoshi Ichimura, Kohei Fujita, Muneo Hori, Lalith Maddeggedara, 2022, GPU-accelerated Multiphysics-based Seismic Wave Propagation Simulation and its Surrogate Model with Machine Learning, HPC Asia 2022: The International Conference on High Performance Computing in Asia-Pacific Region

齊藤隆志、2022、地震前後の地表変位から考えられる斜面崩壊・地すべりの発生メカニズム、京都大学防災研究所令和 3 年度研究発表講演会、D101、謝辞有

拠点間連携共同研究実施報告書(研究実績報告書)

1. 課題番号 2021-K-1-1

2. 研究課題名 (英訳もご記入ください)

和文: 地盤物性の不確実性を考慮した土構造物の地震リスク評価

英文: Seismic risk assessment of soil structures considering uncertainties of soil physical properties

3. 研究代表者所属・氏名 京都大学防災研究所・上田恭平

(地震研究所及び防災研究所 研究分担者名) 加藤尚之(地震研究所)・松島信一(防災研究所)

4. 参加者の詳細 (研究代表者を含む。必要に応じ行を追加すること。)

氏名	所属・職名	参加内容
上田恭平	京都大学防災研究所・准教授	研究全体の遂行
田中宣多	京都大学防災研究所・非常勤 研究員	数値解析の実施

5. 研究計画の概要 (申請書に記載した「研究計画」を800字以内でご記入ください。変更がある場合、変更内容が分かるように記載してください。)

【提案の背景】巨大地震時における地盤の強非線形領域までを含む複雑な地盤挙動(例えば、液状化挙動)を高精度に評価するため、これまで数多くの地盤材料の構成則およびそれらを組み込んだ数値解析手法が提案されている。河川堤防や道路・鉄道盛土といった土構造部の地震リスク評価においても、近年、これらの精緻な解析モデルが用いられている。しかし、鉄やコンクリートといった構造材料と比べて、地盤材料は物性値の空間的な不確実性・不均質性が大きいと、この影響をリスク評価においても適切に考慮する必要があると考えられる。

【現状の問題点】現状の土構造物の地震リスク評価において、解析モデルにおける上記のような地盤物性の不確実性の影響を考慮に入れて、検討がなされることは(特に設計実務において)稀である。つまり、不確実性を無視する地盤災害の予測法が、不確実性を考慮した場合と比べて危険側の評価となっている可能性も否定できない。

【本研究での課題】このような問題点を解決するため、まず文献調査等を通じて地盤物性の不確実性の定量化を図る必要がある。次に、土構造物の地震リスクを評価する際に、数値解析手法において空間的な地盤物性の不確実性に関する情報を組み込むことで、リスク評価に及ぼす不確実性の影響について検討する。特に、巨大地震時には過剰間隙水圧の変動を含めた地盤材料の強非線形性や、ひずみレベルが十数パーセントを超える変形領域での幾何学的非線形性の影響が無視できない。このような条件下で地盤物性の不確実性の影響を定量的に評価しておくことは、今後の土構造物の地震対策を考える上で重要となる。

6. 研究成果の概要（図を含めて1頁で記入してください。）

キーワード（3～5程度）：土構造物，地盤液状化，有効応力解析，空間的な不確実性

【地盤物性の不均質な空間分布のモデル化】

盛土下の基礎地盤の相対密度（ D_r ）を，空間的に分布する確率変数と仮定した（図1）． D_r の不均質な空間分布は，平均成分 f_m （=60%）と確率過程 f の和として与えられる¹⁾．

$$f(x, y) = \sqrt{2} \sum_{k=1}^{K_x} \sum_{l=1}^{K_y} A_{kl} \left[\cos(\kappa_{xk}x + \kappa_{yl}y + \Phi_{kl}^{(1)}) + \cos(\kappa_{xk}x - \kappa_{yl}y + \Phi_{kl}^{(2)}) \right], A_{kl} = \sqrt{2S(\kappa_{xk}, \kappa_{yl}) \Delta\kappa_x \Delta\kappa_y}$$

上式のスペクトル密度関数 S は，相関距離（ここでは， $d_x=10.0$ m, $d_y=1.0$ m）および標準偏差（変動係数10%と仮定）に応じて算定される．地盤の構成則にはひずみ空間多重せん断モデル²⁾を用い，解析領域の底面境界に1995年兵庫県南部地震の際に観測されたPI波を入力した．

【解析結果とその考察】

図2（左）に天端における鉛直変位の時刻歴を示す．赤実線は空間的な不均質性を考慮したケース，黒実線および青破線は平均値（ $D_r=60\%$ ）および平均値 $\pm 1\sigma$ （ σ ：標準偏差）を一様に用いた確定的なケースの結果である．赤実線はケースによっては黒実線より大きく／小さくなるものの，そのばらつきの幅は青破線に包含されている．この傾向は図2（右）に示す法尻の鉛直変位に関しても同様である．以上より，盛土下の基礎地盤における空間的な不均質性を精緻にモデル化する代わりに，相対密度のような地盤物性値を平均値 $\pm 1\sigma$ に設定した確定的なケースで代替的に評価できる可能性が示唆される．

【参考文献】1) Shinozuka, M. and Deodatis, G.: Simulation of Multidimensional Gaussian Fields by Spectral Representation, Applied Mechanics Reviews, ASME, 49(1), 29-53, 1996. 2) Iai, S., Tobita, T., Ozutsumi, O. and Ueda, K.: Dilatancy of Granular Materials in a Strain Space Multiple Mechanism Model, International Journal for Numerical and Analytical Methods in Geomechanics, 35(3), 360-392, 2011.

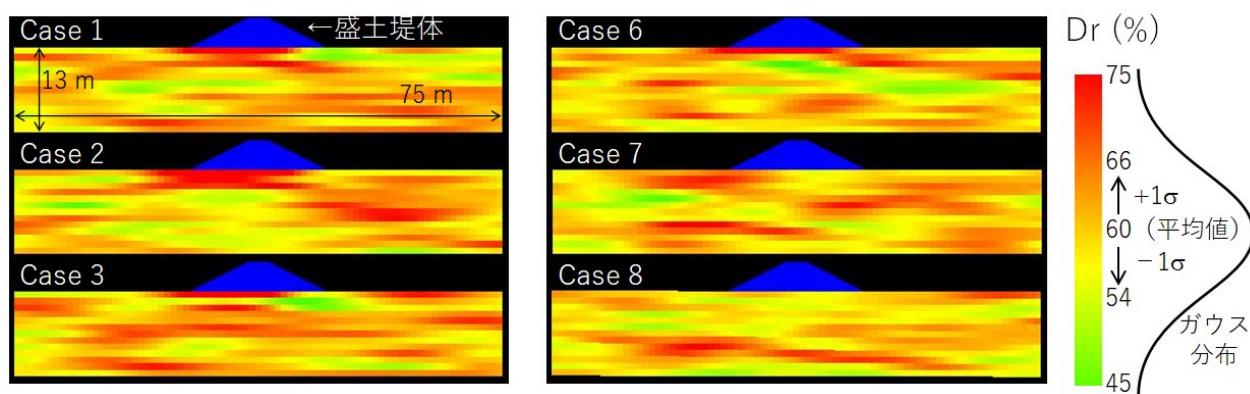


図1 相対密度（ D_r ）の空間的不均質性（Stochastic）のモデル化（一部のケースを抜粋）

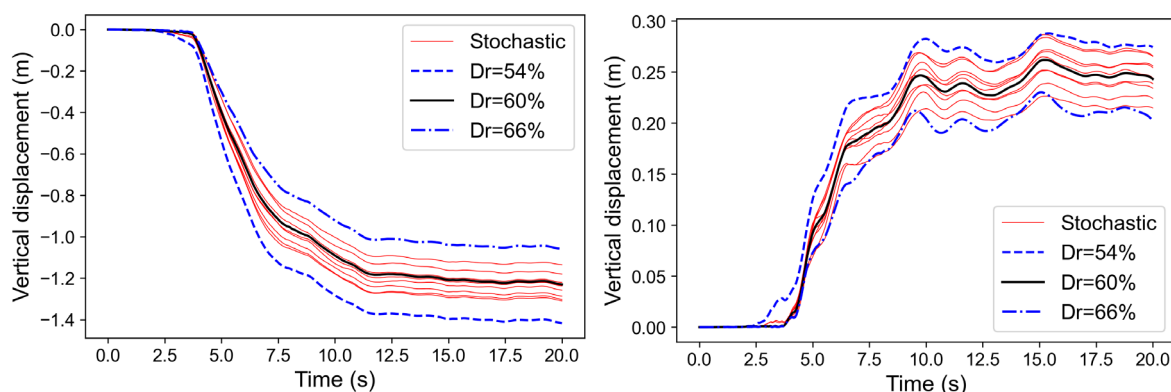


図2 天端の鉛直変位（左図）および法尻の鉛直変位（右図）

7. 研究実績（論文タイトル、雑誌・学会・セミナー等の名称、謝辞への記載の有無）
特になし.

拠点間連携共同研究実施報告書(研究実績報告書)

1. 課題番号 2021-K-1-2-3

2. 研究課題名 (英訳もご記入ください)

和文: 浅部地盤の非線形応答解析のための室内土質試験の不確実性評価

英文: Uncertainty assessment of laboratory soil tests for nonlinear response analysis of shallow ground

3. 研究代表者所属・氏名 京都大学防災研究所・上田恭平

(地震研究所及び防災研究所 研究分担者名)

4. 参加者の詳細 (研究代表者を含む。必要に応じ行を追加すること。)

氏名	所属・職名	参加内容
上田恭平	京都大学防災研究所・准教授	研究全体の遂行

5. 研究計画の概要 (申請書に記載した「研究計画」を800字以内でご記入ください。変更がある場合、変更内容が分かるように記載してください。)

【提案の背景】巨大地震時における社会インフラ施設の災害リスクを評価するためには、浅部地盤(工学的基盤から地表まで)における非線形応答を適切に評価する必要がある。地盤挙動の高精度予測に向けて、地盤材料の複雑な応力-ひずみ関係を表現可能な土の構成モデル、およびそれらを組み込んだ数値解析手法がこれまでに提案され、近年では設計実務においてもこのような数値解析が用いられている。しかし、数値解析手法の妥当性検証の際に、各種モデル化の不確実性が考慮されることは多くないのが現状である。

【現状の問題点】上記のような土の複雑な応力-ひずみ関係を表現できる構成モデルには、比較的多くのモデルパラメータが存在する。これらのパラメータの多くは、室内土質試験(繰返し三軸試験、中空ねじり試験等)の結果に基づき決定するのが望ましいとされる。一方、室内土質試験の結果にも、土の供試体のばらつきや実験者の違い等による不確実性が存在する。これが構成モデルのパラメータフィッティングの結果や、最終目標である浅部地盤の数値解析の結果にも影響を及ぼすと考えられるが、この影響について検討された事例はほとんどないのが実情である。

【本研究での課題】このような問題点を解決するため、まず文献調査等を通じて既往の室内土質試験における不確実性の要因について分析を行う。また、砂質土を対象とした一連の室内土質試験(非排水繰返し中空ねじり試験)を新たに実施する。この際、供試体の密度や外力(せん断応力)の違いに加えて、同一の試験条件下で実験者が異なる複数ケースの実験を実施することで、より詳細に室内土質試験における不確実性の因子について考察を行う。さらに、得られた室内土質試験における不確実性を構成モデルのパラメータフィッティングに反映させることで、土の応力-ひずみ関係の不確実性を考慮した浅部地盤の非線形応答評価手法を確立することを目指す。

6. 研究成果の概要（図を含めて1頁で記入してください。）

キーワード（3～5程度）：室内土質試験，液状化試験，不確実性，実験者の個体差

液状化実験で用いられることの多い豊浦標準砂を対象に，複数の実験班による一連の室内土質試験を実施した．まず，地盤工学会基準に基づき物理試験（土粒子の密度試験等）を実施することで，豊浦標準砂の物理特性に及ぼす不確実性の因子（実験者の違い等）について分析した．また，動的三軸試験装置／中空ねじりせん断試験装置を用いて液状化試験（非排水繰返しせん断試験）を実施することで，豊浦標準砂の液状化強度の評価を行った．この際，非階層ベイズモデルに加えて階層ベイズモデルを採用し，供試体の密度や外力といった定量化しやすい違いに加えて，実験者の個体差の影響についても分析した．図1には実験者毎の液状化強度と，非階層／階層ベイズモデルによる推定結果を併せて示す．実線は階層ベイズの結果，太破線はすべての実験者に対する非階層ベイズ（実験者の区別なし）の結果，細破線は個々の実験者に対する非階層ベイズの結果である．非階層ベイズ（全員）では実験者の個体差を適切に反映できない一方，非階層ベイズ（個人）では当人以外の試験結果が推定に影響を及ぼさないため，個人の特性が強く反映され過ぎる恐れがある．このような非階層ベイズの欠点が階層ベイズでは解消され，全体の平均的なトレンドと個体差の両者を適切に考慮して推定がなされている．事実，図2にベイズ推定から得られた予測区間を示すが，実験データが限られる場合に非階層ベイズ（個人）では予測区間が大きくなり過ぎるのに対し，階層ベイズでは他の実験者の結果を参照することで妥当な評価となっている．以上より，すべての実験者の平均的な傾向と実験者毎の個体差とを適切に考慮することで，試験結果に基づく液状化強度等の予測区間を従来よりも合理的に評価できることが示された．

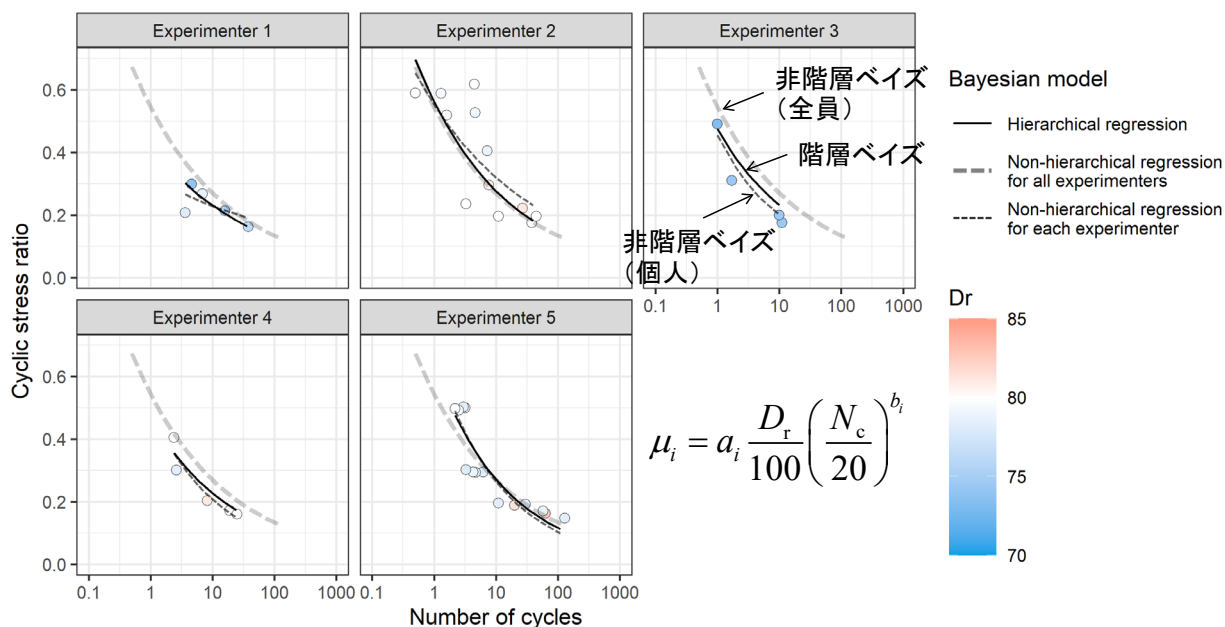


図1 実験者の個人差を考慮した階層ベイズモデルと非階層ベイズモデルとの比較

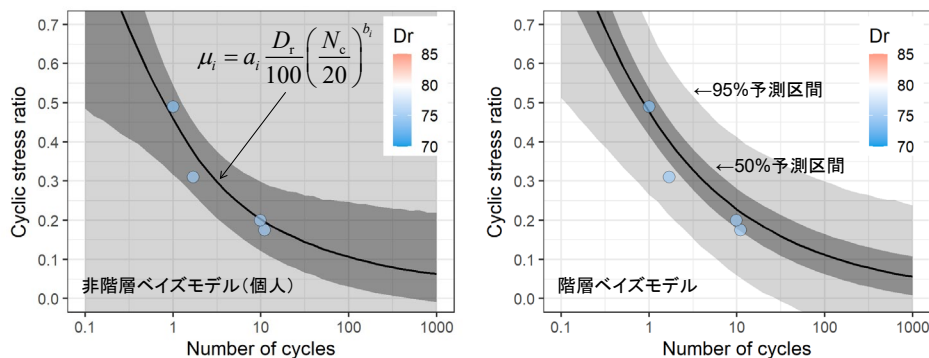


図2 非階層ベイズモデル（左図）と階層ベイズモデル（右図）における予測区間の比較

7. 研究実績（論文タイトル、雑誌・学会・セミナー等の名称、謝辞への記載の有無）

Ueda, K.: Hierarchical Bayesian approach to estimating variability of liquefaction resistance of sandy soils considering individual differences in laboratory tests, Journal of Geotechnical and Geoenvironmental Engineering, Vol. 148(2), 04021188, 2022.

拠点間連携共同研究実施報告書(研究実績報告書)

1. 課題番号 2021-K-1-2-4

2. 研究課題名 (英訳もご記入ください)

和文: 巨大地震による斜面災害発生個所の事前予測方法の検討

英文: Prediction of Locations of geohazard triggered by the Huge Earthquakes

3. 研究代表者所属・氏名 齊藤隆志

(地震研究所及び防災研究所 研究分担者名) 齊藤隆志

4. 参加者の詳細 (研究代表者を含む。必要に応じ行を追加すること。)

氏名	所属・職名	参加内容
中屋志津男	白浜試錐・顧問	地すべり・斜面崩壊発生の地質学的検討
古谷 元	富山県立大学工学部環境・社会基盤工学科・准教授	特に地すべり発生の力学的検討
筒井和男	和歌山県土砂災害啓発センター・主査	地すべり・斜面崩壊発生メカニズムの地形学的検討

5. 研究計画の概要 (申請書に記載した「研究計画」を800字以内でご記入ください。変更がある場合、変更内容が分かるように記載してください。)

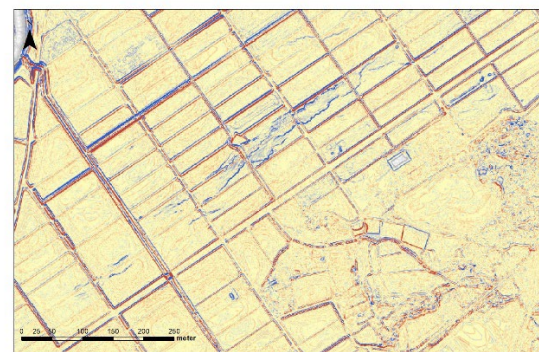
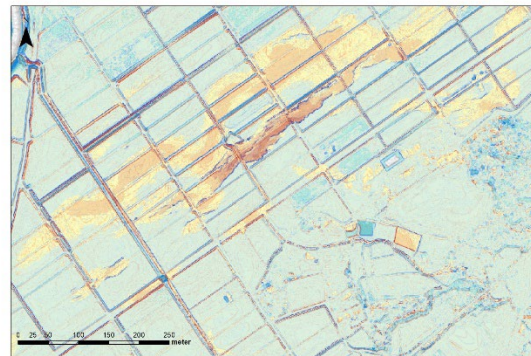
地震による土砂災害リスクを評価するうえで、斜面に存在する不安定土塊の位置とその崩壊到達範囲を事前に把握することが重要である。不安定土塊の位置を検出する方法は、様々な方法が提案されているが、豪雨に対しての予測法や定性的な記述方法である場合が多く、実用に供することができていない。この特定型(その4)の代表者(齊藤)は、不安定土塊の存在位置を検出する方法として、詳細数値地図情報(1m LiDAR-DEM)を用い、地形を視覚的に理解しやすく示す方法を開発した。この手法を用い、既往の地震による土砂災害事例から、地震前と地震後の地形変化を比較し、不安定土塊として危険度の高い部分を抽出する方法を得た。それは、既往の侵食や崩壊が起こっておらず、斜面の下部からの侵食や道路建設などの人工改変による切り取りで、その上部斜面を支持物質が存在していない部分であることが判明してきている。

【事前予測のために】前出の地形の視覚化手法を用い、2016年熊本地震と2018年北海道東胆振地震の前後比較を詳細に実施することによって、地震による崩壊発生の力学的モデルを提案する。火山灰、特にハロイサイトの存在が崩壊発生に寄与するという構成物質(地質)の差に起因するという見方もあるので、比較のために地質の異なる紀伊半島の四万十帯でも事例研究も実施する。

6. 研究成果の概要（図を含めて1頁で記入してください。）

キーワード（3~5程度）：PIV手法，2016年熊本地震，粒子追跡

2016年熊本地震の前後比較を地形を視覚的に理解しやすい方法を用いた。ここでは、阿蘇カルデラ内の狩尾地区の傾斜の小さい地域の例を示す。地震前の画像と地震後の画像を重ねて示すとその各部位の移動方向と大きさを読み取ることが可能である。また、差分では、視覚的に地震前の位置と地震後の位置を追跡が可能で、同じ点とする箇所の標高の変化から3次元粒子追跡が可能である。これは、PIV手法でもほぼ同じ結果が得られる。同様に、京都大学火山研究センター周辺で発生したいくつかの斜面崩壊・地すべり、阿蘇大橋付近での崩壊斜面周辺、白川左岸立野地区斜面でこれらの手法を適用した結果、斜面崩壊が発生した箇所には、斜面下方に崖・段差などの上部斜面を支持する構造がなく、斜面上方にはいわゆる潜在不安定土層が存在していた。また、斜面崩壊が生じた箇所と周辺の崩壊しなかった箇所いずれにも同様な斜面下方への地表の変位を検出することができた。得られた変位には、断層運動による変位と地震動による変位の寄与がある。後者はさらに地形効果分（傾斜量と斜面方向、斜面に存在する不安定土の量とその下部に不安定土を支持する構造がないことなど）と、母材効果分（不安定土周辺の母材の強度や水成地形プロセス（含水量など））に分けられると考えられ、特に地形効果分に寄与する地形的特徴（パラメータ）が明らかになった。



上：図1. 左上から反時計回りにA,B,C,D（狩尾地区）

A:地震前の地形，B:地震後の地形，C:図Aと図Bの差分，たとえば，赤い線は，地震前の田んぼのあぜの端，青は地震後の田んぼのあぜの位置を示す。約3メートル北北西に変位していることがわかる。Dは，標高値の差分で赤は沈降，青は隆起を示す。

図1Cでは，道路や田んぼの畔の端は，地震前の位置は赤（負）で，地震後は，青（正）で示されている。

7. 研究実績（論文タイトル、雑誌・学会・セミナー等の名称、謝辞への記載の有無）

地震前後の地表変位から考えられる斜面崩壊・地すべりの発生メカニズム,
齊藤隆志, 令和3年京都大学防災研究所研究発表講演会, 謝辞記載あり.

拠点間連携共同研究実施報告書(研究実績報告書)

1. 課題番号 2021-K-1-2-5__

2. 研究課題名 (英訳もご記入ください)

和文: 構造物の即時被害把握・被害予測技術に関する研究

英文: Development of the quick damage prediction/estimation technique

3. 研究代表者所属・氏名 東京大学地震研究所 楠 浩一

(地震研究所及び防災研究所 研究分担者名) 楠 浩一、倉田真宏

4. 参加者の詳細 (研究代表者を含む。必要に応じ行を追加すること。)

氏名	所属・職名	参加内容
楠 浩一	東京大学地震研究所 教授	全体取りまとめ。センサーを用いた被災度判定
前田匡樹	東北大学 教授	被災建物の被災度区分判定
松岡昌志	東京工業大学 教授	衛星を用いた被災度把握
中村友紀子	千葉大学 准教授	RC 建物の fragility 曲線
倉田真宏	京都大学防災研究所 准教授	センサーを用いた被災度把握・予測
中島唯貴	北海道大学 准教授	人的被害予測
毎田悠承	東京工業大学 助教	ドローンを用いた被害把握
丸山喜久	千葉大学教授	インフラ設備のセンサーと fragility 曲線を用いた被災度把握

5. 研究計画の概要 (申請書に記載した「研究計画」を 800 字以内でご記入ください。変更がある場合、変更内容が分かるように記載してください。)

巨大地震発生時に早期に災害対応を実施し、二次被害を軽減するためには、迅速な被害把握が不可欠である。今日では、依然として被害把握には「応急危険度判定」や「被災度区分判定」といった、技術者の目視に依る方法を用いている。これらの方法は、非常に時間がかかり、またそもそも仕上げなどにより構造体が見えな、超高層建物などで目視調査が現実的ではない、といった問題がある。

これらの問題を解決するため、今日では、①衛星画像を用いた超広域被害把握、②ドローンなどの飛行体を用いた広域被害把握、③構造物に設置したセンサーを用いた被害把握、等の方法が精力的に開発されつつある。

そこで本研究では、目視調査に代わる新たな方法として、上記①～③の手法に着目し、その概要と実現可能性について調査を行う。災害対応策として採用するためには、その精度評価が重要となるため、特に精度に関する情報の整理を行う。

③の方法の一つに、等価線形化法を応用したものがある。これは、建物脚部での地震動記録から得られる加速度応答スペクトルを縦軸に、変位応答スペクトルを横軸に取った要求曲線と、構造物の非線形応答を等価な一自由度系に縮約した性能曲線と重ねることにより、構造物の地震時の応答値を推定する方法である。この方法を援用した地震発生前に構造物の被害予測方法についても検討を行う。この手法により、従来の地表面最大加速度や地表面最大速度を用いた脆弱性曲線による被害推定に比べて、その推定精度の向上が見込まれる。また、同手法を実際に用いるために必要な、地震入力側の情報についても整理を行う。

6. 研究成果の概要（図を含めて1頁で記入してください。）

キーワード（3～5程度）：

フラジリティ曲線、センシング、衛星画像、被災度判定、構造モニタリング

地面での最大加速度や最大速度といった地震動の指標値を予測または計測し、経験的に求めたその指標値と被害率の関係をj用いて被害程度を推定する方法はこれまでも広く用いられてきた。この指標値と被害率のj関係は「フラジリティ曲線」と呼ばれ、一般的にはこれまでの地震被害における実建物の被害程度と予測・観測された最大地動加速度（PGA）や最大地動速度（PGV）のj関係から経験則として求められてきた。最近でも2016年熊本地震や2011年東北地方太平洋沖地震での被害を参考に、木造建物のフラジリティ曲線は更新されてきた。一方、近年の巨大地震では構造被害が限定的となりつつある鉄筋コンクリート造建物では、同様の手法でフラジリティ曲線をステイすることは困難となりつつある。

そこで本研究では、近年のフラジリティ曲線の検討例とともに、地震被害ではなく、非線形地震応答解析を援用したフラジリティ曲線の作成方法の開発についても、その可能性を検討した。特に、鉄筋コンクリート造については、木造建物と比較すると地震被害を受けた建物棟数が少なく、その多くが甚大な被害をもたらした兵庫県南部地震による被害であり、被害関数はこの被害に適合するように作成されていることがほとんどである。そこで、一質点系モデルの地震応答解析による被害関数の構築手法に関して検討をおこなった。RC建物モデルとしてTAKEDAモデルを用いた。建物モデルの弾性周期と降伏時ベースシア係数のばらつきは、建物階数別の棟数統計データ・既往文献をもとにそのばらつきを確率密度関数として仮定し、これらの分布に沿うような一質点系モデルを一万通り作成した。入力地震動としては観測点周りの建物被害率が求められている53か所の強震観測記録を、建物弾性周期の4倍の周期分布で重みづけした速度応答値で基準化して使用した。地震応答解析による最大応答値が閾値（ここでは塑性率4）を超えるものを大破と判定することとして、解析ケースの半数が大破となるとき被害率50%であるとして被害関数を構築しところ、既往の被害率関数に概ね対応した結果が得られた。

衛星を用いた被害把握では、人工衛星搭載の合成開口レーダ（SAR）を用いて熊本地震の全壊判定の建物の詳細被害（層破壊、傾斜、壁・屋根被害）の検出可能性について検討を行い、地震前後の位相情報の干渉性から、ある程度被害程度を分離できる可能性があることを明らかにした。まだ、ドローンを用いた被害把握では、木造建物の振動台実験をドローンにより撮影することで、振動把握の可能性について検討した。建物の被災度は、現状では目視調査による被災度区分判定を実施して、建物の被災度を無被害・軽微・小破・中破・大破・倒壊に分類する手法を開発し、振動台実験によりその有効性を確認した。インフラ設備については、2016年熊本地震の熊本市および益城町、2011年東北地方太平洋沖地震の仙台市と福島県いわき市、2007年新潟県中越沖地震の新潟県柏崎市の上水道管路の被害データを用いて、現行の被害予測式との比較を行った。具体的には、上水道管路の被害率に対する様々な要因の影響度を明らかにするために、これらの上水道管路被害データを用いて、管路被害率を目的変数とした数量化理論Ⅰ類による回帰分析を行った。その結果、PGVの影響度が最も大きく、次いで管種、液状化の影響度が大きいという結果になった。微地形、微地形境界条件の影響度はほぼ同程度で、あまり大きくないことが分かった。

7. 研究実績（論文タイトル、雑誌・学会・セミナー等の名称、謝辞への記載の有無）

1. 五月女和宏、中村友紀子、建物周期分布を考慮した地震応答解析に基づく RC 造建物の被害率関数の構築、2021 年度日本建築学会関東支部研究報告集、2022 年 3 月、謝辞あり
2. 五月女和宏、中村友紀子、速度応答を指標とした地震応答解析に基づく RC 造建物の被害率関数の構築手法に関する研究、日本建築学会学術講演梗概集、構造（Ⅱ）、pp.37-38、2021 年 9 月、謝辞なし
3. 毎田悠承、齊藤隆典、岸本航輝、宮内博之、楠浩一、坂田弘安：UAV を活用した 振動台実験の光学的動変位計測、日本地震工学会大会 2021 梗概集、T2021-011、2021.11、謝辞記載なし

拠点間連携共同研究実施報告書(研究実績報告書)

1. 課題番号 2021-K-1-2-5

2. 研究課題名 (英訳もご記入ください)

和文：高密度点群データを用いたエクスポージャーデータベースの作成および建物被害の即時判定技術
 英文：Generation of exposure data and rapid building damage estimation using dense point cloud data

3. 研究代表者所属・氏名 京都大学防災研究所・西嶋一欽

(地震研究所及び防災研究所 研究分担者名 松島信一・

4. 参加者の詳細 (研究代表者を含む。必要に応じ行を追加すること。)

氏名	所属・職名	参加内容
西嶋一欽	京都大学防災研究所・准教授	点群生成および建物特徴抽出
松島信一	京都大学防災研究所・教授	地震被害特徴分析
中嶋唯貴	北海道大学・准教授	地震被害特徴分析
友清衣利子	熊本大学・准教授	建物特徴抽出

5. 研究計画の概要 (申請書に記載した「研究計画」を 800 字以内でご記入ください。変更がある場合、変更内容が分かるように記載してください。)

詳細なリスク分析を実施するには精確なエクスポージャーデータが必須である。本研究では、近年急速に利活用が進んでいる UAV を用いて撮影された写真群を用いて市街地の高密度点群データを作成し、建物の高さや平面形状などの建物の特徴を判別する技術を構築する。また、被害調査においては、現状主として目視による被害判定が行われているが、本研究では UAV 空撮写真から生成された点群データを処理することによって得られる 2 次データの幾何学的な特徴から被害の様相を半自動的に推定する手法を構築することを目的とする。

当初、京都大学宇治キャンパスおよび北海道大学キャンパス内で実施する予定であった UAV 空撮は、これまでに多角的に分析した研究実績がある 2019 年台風 19 号で被災した千葉県南部地域を撮影した空撮写真を用いることにした。その結果、当初の想定以上に高解像度に建物部位の点群を生成できることが明らかになったので、当該点群データを用いて建物特徴一次データ (輪郭、建物高さ、屋根形状、屋根ふき材の種類等) および二次データ (固有周期等) を抽出する手法を構築することとした。また、当該データを用いて、建物被害に起因する外皮の幾何学的変化の抽出可能性を検討することとした。

6. 研究成果の概要（図を含めて1頁で記入してください。）

キーワード（3～5程度）：点群データ、幾何学的特徴抽出、自動化

本研究で構築した UAV 空撮写真から生成された点群データを処理することによって得られる2次データの幾何学的な特徴から建物の特徴を半自動的に推定する手順を図1に示す。特に、建物輪郭抽出においては、一部の建物（隣棟間距離が短いなど）では輪郭が一体的に抽出されることがあり、手作業での修正が必要であるが、おおむね自動的に建物輪郭を抽出できることが明らかになった。

続いて、点群データを用いて被害部位を特定することが可能であるかを検討した。点群データを用いて屋根の傾斜角および（屋根ふき材による）屋根の凹凸を可視化したものを図2に示す。現時点では、被害部位を自動的に抽出するアルゴリズムは完成していないが、目視レベルでは建物外皮の変化から被害部位を特定できる可能性があることを確認した。



図1. UAV を用いて撮影された写真群を用いて市街地の高密度点群データを作成し、建物の高さや平面形状などの建物の特徴を判別する技術を構築

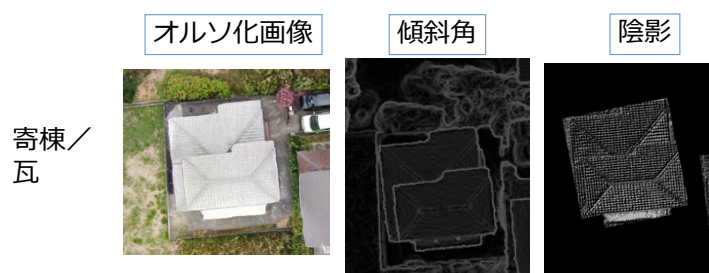


図2. UAV 空撮写真から得られたオルソ化画像および点群データから被害部位判定に用いるための幾何学的情報を視覚化

7. 研究実績（論文タイトル、雑誌・学会・セミナー等の名称、謝辞への記載の有無）

西嶋一欽，友清衣利子，竹内崇，強風被害調査のデジタルトランスフォーメーション，日本風工学会誌，47(2)，p.59-65，2022. 謝辞への記載あり

拠点間連携共同研究実施報告書(研究実績報告書)

1. 課題番号 2020-K-1-1

2. 研究課題名 (英訳もご記入ください)

和文: 巨大地震のリスク評価の不確実性に関するパラダイム構築の推進

英文: Development of a new paradigm for more accurate seismic risk assessment for large mega-thrust earthquakes3. 研究代表者所属・氏名 京都大学防災研究所・松島信一、東京大学地震研究所・加藤尚之
(地震研究所及び防災研究所 研究分担者名)

4. 参加者の詳細 (研究代表者を含む。必要に応じ行を追加すること。)

氏名	所属・職名	参加内容
宮澤理稔	京都大学防災研究所・准教授	震源過程研究統括 (チーム 3 名)
望月公廣	東京大学地震研究所・准教授	伝播・深部地盤構造研究統括 (チーム 4 名)
飯高 隆	東京大学地震研究所・准教授	強震動予測研究統括 (チーム 6 名)
上田恭平	京都大学防災研究所・助教	浅部地盤構造研究統括 (チーム 4 名)
楠 浩一	東京大学地震研究所・教授	構造物被害予測研究統括 (チーム 6 名)
齊藤隆志	京都大学防災研究所・助教	リスク評価研究統括 (チーム 4 名)
牧 紀男	京都大学防災研究所・教授	利用者の参画研究統括 (チーム 9 名)
松島信一	京都大学防災研究所・教授	プラットフォーム構築研究統括 (チーム 7 名)
市村 強	東京大学地震研究所・教授	コンピュータサイエンス研究統括 (チーム 2 名)

5. 研究計画の概要 (申請書に記載した「研究計画」を 800 字以内でご記入ください。変更がある場合、変更内容が分かるように記載してください。)

【提案の背景】標準的な地震リスク評価手法では、震源・波動伝搬・地盤増幅・建物応答・直接的被害・社会的影響に関する研究分野からの知見を統合して、リスクが評価されるが、各研究分野に対応するそれぞれのモジュールに存在する複数モデルを組み合わせてリスクカーブ群が得られることになる。すなわち、地震リスク評価には、モデルそのもののばらつきのみならず、モデルの相違によるばらつきが伴っている可能性がある。2019 年度までにはこの点について検討するために、各研究分野に存在する多くのモデルをプラットフォームに組み込み、系統的に地震リスクを評価した。その結果、現在一般的に行われている地震リスク評価には非常に大きなばらつきを内包していることを示した。

【現状の問題点】モジュールごとのモデルの数やばらつきが採用するモデルに依存することから、複数モデルを考慮したときのモジュール間のばらつきの違いを公平に評価する統一的な手法が確立されていない。また、より詳細な計算手法を用いたプラットフォームとするためには、用いるモデルが詳細化するため、モデルごとのばらつきの比較がさらに困難となることが予想される。

6. 研究成果の概要（図を含めて1頁で記入してください。）

キーワード（3～5程度）：巨大地震、地震リスク評価、不確実性、被害予測、南海トラフ

令和2年度に実施できずにいた、南海トラフ沿いで発生する地震シナリオについての意見交換会を行った。また、各研究分野の進捗状況を共有し、令和3年度に持ち越した分と令和3年度で新たに実施する研究の方針について相互に確認をした。

令和2年度にコロナ禍のための委員会等をオンラインで実施せざるを得なくなったため試行錯誤したが、それまでの経験を踏まえ令和3年度になって拠点間連携共同委員会をオンラインで実施するための体制を整えた。また、重点推進研究は多人数が関与する研究課題のため、対面とオンラインを組み合わせた研究集会を実施できる体制を整えた。

7. 研究実績（論文タイトル、雑誌・学会・セミナー等の名称、謝辞への記載の有無）

拠点間連携共同研究実施報告書(研究実績報告書)

1. 課題番号 2020-K-1-2-1

2. 研究課題名 (英訳もご記入ください)

和文: シナリオ・手法の組み合わせにより変化する災害リスクの理解支援システムの開発・
拡大英文: Risk communication support system to understand variety of earthquake risk
simulation?

3. 研究代表者所属・氏名 京都大学防災研究所・牧 紀男

(地震研究所及び防災研究所 研究分担者名) 牧 紀男

4. 参加者の詳細 (研究代表者を含む。必要に応じ行を追加すること。)

氏名	所属・職名	参加内容
牧紀男	京都大学防災研究所・教授	総括
松島信一	京都大学防災研究所・教授	地震動
西嶋一欽	京都大学防災研究所・教授	リスク評価
倉田真宏	京都大学防災研究所・教授	建物被害
西野智研	京都大学防災研究所・教授	火災被害
佐伯琢磨	神戸学院大学・教授	地震動
加藤孝明	東京大学生産技術研究所・教授	防災計画
関谷直也	東京大学総合防災情報研究センター・准教授	リスクコミュニケーション
馬場俊孝	徳島大学学院社会産業理工学研究部・教授	津波

5. 研究計画の概要 (申請書に記載した「研究計画」を800字以内でご記入ください。変更がある場合、変更内容が分かるように記載してください。)

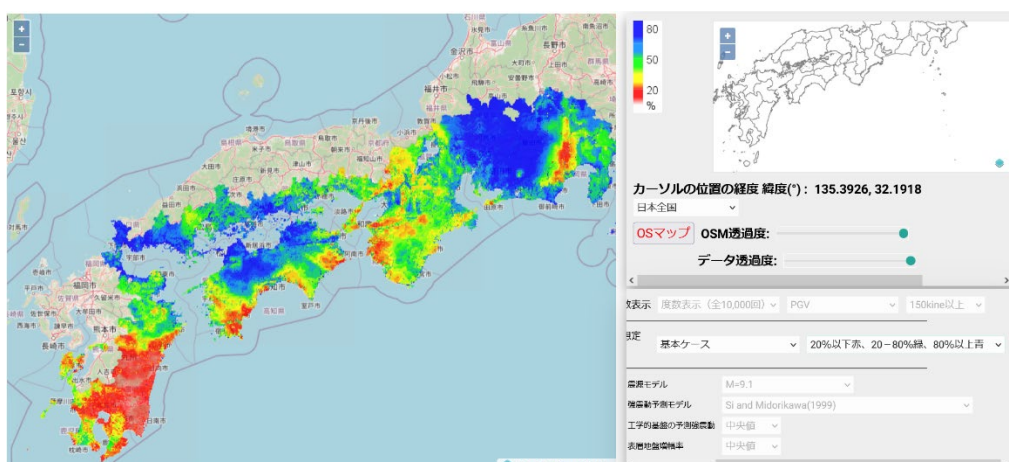
災害リスク評価結果は想定シナリオ・手法により変化する。したがって、防災計画を策定する場合には、災害リスク評価にばらつきが存在することを踏まえる必要がある。そのためには、災害リスク評価のばらつきを理解することが重要であり、計画の目的に応じて適切な災害リスク評価結果を選択することが重要となる。本研究では、シナリオ・手法の組み合わせにより変化する災害シナリオ評価結果を適切に理解することが可能なシステムの構築を行うことを目的とした研究を行う。

6. 研究成果の概要（図を含めて1頁で記入してください。）

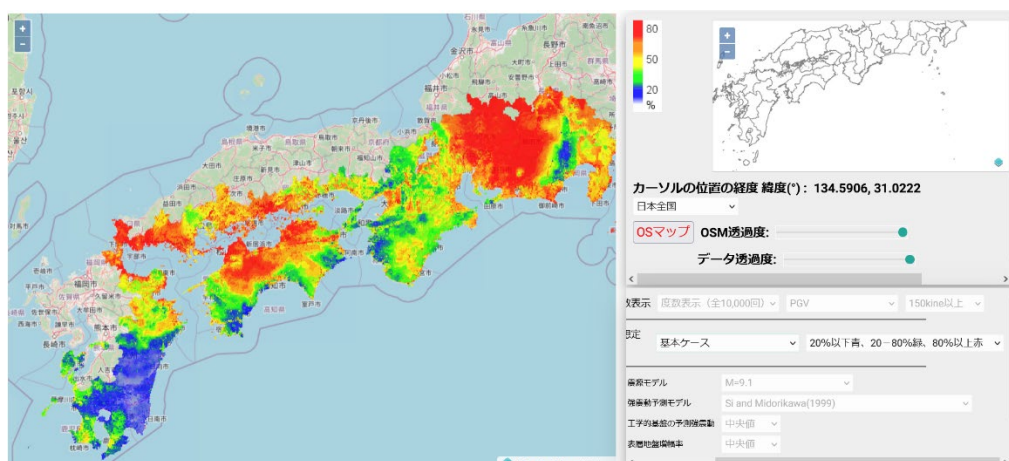
キーワード（3～5程度）：南海トラフ地震、被害想定、リスクコミュニケーション

災害リスク評価結果は想定シナリオ・手法により変化する。したがって、防災計画を策定する場合には、災害リスク評価にばらつきが存在することを踏まえる必要がある。これまで、シナリオ・手法の組み合わせにより変化する災害シナリオ評価結果を適切に理解することが可能なシステムの構築を行うため、

1) 災害リスク評価のばらつきを防災計画に反映するためのハザードデータの構築手法についての基礎的検討、2) 大阪府・高知県における試行（工学的基盤の地震動、表層地盤における地震動について様々な手法による組み合わせ計算試行、度数分布）を行ってきた。今年度は、内閣府の南海トラフ地震の位置づけについて表示可能なシステムの開発を行った（図）



過小評価を赤に



過大評価を赤に

図 南海トラフ地震の地震動評価の位置づけ（

7. 研究実績（論文タイトル、雑誌・学会・セミナー等の名称、謝辞への記載の有無）

なし

拠点間連携共同研究実施報告書(研究実績報告書)

1. 課題番号 2020-K-1-2-2

2. 研究課題名 (英訳もご記入ください)

和文: 定常的地震活動の震源および地震波速度構造の精度向上による地震波動場推定の高度化

英文: Advancement of estimation of seismic wave propagation by improving accuracy of hypocenter of regular seismicity and seismic velocity structure

3. 研究代表者所属・氏名 東京大学地震研究所・望月 公廣

(地震研究所及び防災研究所 研究分担者名) 川瀬 博

4. 参加者の詳細 (研究代表者を含む。必要に応じ行を追加すること。)

氏名	所属・職名	参加内容
望月 公廣	東京大学地震研究所・教授	研究統括・構造のコンパイル
仲西 理子	海洋研究開発機構・副主任研究員	人工震源構造調査
山本 揚二郎	海洋研究開発機構・研究員	トモグラフィー解析
高橋 努	海洋研究開発機構・主任研究員	減衰構造
悪原 岳	東京大学地震研究所・助教	レシーバー関数解析
川瀬 博	京都大学防災研究所・特定教授	研究統括
長嶋 史明	京都大学防災研究所・特定助教	
仲野 健	安藤・間技術研究所・研究員 (京都大学工学研究科博士課程)	データ解析
中島 淳一	東京工業大学理学院・教授	研究統括

5. 研究計画の概要 (申請書に記載した「研究計画」を 800 字以内でご記入ください。変更がある場合、変更内容が分かるように記載してください。)

近年、紀伊半島から紀伊水道、四国東部沖合の南海トラフ沿いに展開されたケーブル式海底地震計の運用開始によって、本海域で発生する地震の震源決定精度が大幅に向上することが期待される。この海域では、機動的な海域地震観測によって、紀伊水道沖合を境界として地震発生深度が急激に変化するなど、地域的に特徴のある震源の分布をしていることが明らかとなっており (Mochizuki et al., 2008; Akuhara et al., 2013), このような精度の高い震源決定が、ケーブル式海底地震計によって定常観測でも可能となったといえる。一方、100~200 年間隔で繰り返し発生してきた M8 級の巨大地震のプレート境界断層周辺構造を把握するため、人工震源構造調査が精力的に行われてきた。詳細な沈み込み構造と精度の高い震源を用いることによって、数値シミュレーションを通した地震波動場推定の高度化が可能である。本研究では、海域に設置されたケーブル式海底地震計で観測された地震について、海域下の地震波速度構造を用いた震源の再決定を行い、震源と構造との比較検討を行う。

また、このケーブル式海底地震計の地震観測データにスペクトル分離手法や地震波減衰構造推定を適用することによって、地震波減衰を含む伝播特性、およびサイトの特性を求めることができる。伝播経路特性については、これまで専ら陸域に近い深い地震からの伝播経路特性が求められてきたが、浅い地震を用いれば沈み込むプレートの上面から地表面に伝播する地震波の見かけの Q 値を求めることができる。さらに分離した観測点サイト特性から、表層の速度構造を求めることもできる。海域で発生する地震について、精度よく求められた震源位置情報を活用し、陸域と海域のデータを統合して分離解析を実施し、これまでよくわかっていない付加体を伝播してくる波動の伝播特性と観測点のサイト特性を把握する。

6. 研究成果の概要（図を含めて1頁で記入してください。）

キーワード（3~5程度）：南海トラフ、震源、地震波伝播特性、観測点サイト特性

本研究では、近い将来に巨大地震の発生が予想されている南海トラフにおいて、地震波動場シミュレーションと震源モデルの高度化による詳細な災害の推定およびその軽減に向けた情報の提供を目的として、近年整備された海域地震観測網で観測された地震について高精度な震源を決定し、陸域地震観測記録と合わせて地震波伝播特性を明らかにするものである。

南海トラフ沿いでは、2010年以降、ケーブル式の地震・津波観測監視システム（DONET1 および 2）が整備され、海域における地震活動をリアルタイムで詳細に把握することが可能となった。この海域下で発生する地震について、これまでに実施された構造調査によって得られた詳細な地震波速度構造を参照し、DONET の観測記録を用いることによって、震源の決定精度を大幅に向上することが可能となり、巨大地震発生震源域の検討や地

紀伊半島沖での震源決定精度向上のため、
DONET1とDONET2の間における機動的海底地震観測の実施
2019/11/13 7:38:20.6 M2.9

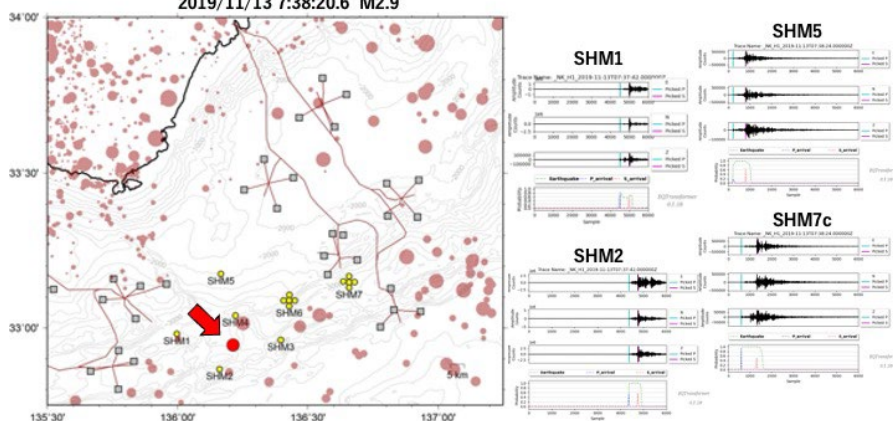


図 ケーブル式海底地震観測網（DONET1, DONET2）でカバーできない南海トラフ軸周辺において、自己浮上型海底地震計 15 台を用いた観測を実施し、2021 年 6 月に全台の回収、さらに良好な記録が得られていることを確認した。機械学習を用いた地震の検出および P 波・S 波到達時刻の検測を試行したところ、有効に良好に機能することが確認された。例として、観測近傍で発生した M2.9 の地震の検出波形、検測時刻を示している。

震波伝播特性についても、詳しい議論が可能となる。一方で、熊野灘より海溝軸近辺のスロー地震が比較的頻繁に発生す場所では、DONET1 と 2 の間に若干の観測網でカバーできていない領域も存在するため、海底地震計を用いた機動的観測を行うことによって、震源決定の精度を向上させることができる。2019 年 9 月から、この機動観測のための海底地震計を設置し、2021 年 6 月に海底地震計の回収および再設置を実施し、現在も観測は継続中である。

2021 年 6 月の回収作業では、設置していた海底地震計は全台回収され、良好な記録が取得されていることを確認した。この観測期間中に観測された地震の震源決定を行うため、機械学習を用いた地震の検出、および P 波・S 波の到達時刻検測を自動で行う手法の適用について、その手法の有効性の確認を行った。気象庁一元化震源リストから東経 135.5°~137.5°、北緯 32.5°~34°の範囲で海底地震計の観測期間に発生した地震 1036 個について、EQTransformer（Mousavi et al., 2020）を用いてその検出を試行したところ、地震のマグニチュード、および震源と観測点の距離に従って、地震波振幅が環境雑音レベルに対して大きい観測点では、検出、および P 波・S 波到達時刻の検測について良好な結果を得ることができることを確認した（図）。さらに、到達時刻の精度についての検証、およびこの検測値を用いた震源決定について試行を続けている。

海底地震計の連続記録に本手法を適用することによって、気象庁一元化震源にリストされていない地震についても検出されていることも確認され、これらの地震の震源を決定することによって、本領域で発生する地震について、より完全な地震リストの作成することができると考えられる。

7. 研究実績（論文タイトル、雑誌・学会・セミナー等の名称、謝辞への記載の有無）

拠点間連携共同研究実施報告書(研究実績報告書)

1. 課題番号 2020-K-1-2-4

2. 研究課題名 (英訳もご記入ください)

和文：巨大地震による斜面災害発生個所の事前予測方法の検討

英文：Prediction of Locations of geohazard triggered by the Huge Earthquakes

3. 研究代表者所属・氏名 齊藤隆志

(地震研究所及び防災研究所 研究分担者名) 齊藤隆志

4. 参加者の詳細 (研究代表者を含む。必要に応じ行を追加すること。)

氏名	所属・職名	参加内容
齊藤隆志	京都大学防災研究所・助教	研究代表者
中屋志津男	白浜試錐・顧問	地すべり・斜面崩壊発生地の地質学的検討
古谷 元	富山県立大学工学部環境・社会基盤工学科・准教授	特に地すべり発生地の力学的検討
新井場公德	総務省消防庁消防大学校消防研究センター技術研究部・主幹研究官	地すべり・斜面崩壊の到達範囲予測
飯田智之	国立研究開発法人防災科学技術研究所・客員研究員	地すべり・斜面崩壊発生メカニズムの地形学的検討

5. 研究計画の概要 (申請書に記載した「研究計画」を800字以内でご記入ください。変更がある場合、変更内容が分かるように記載してください。)

地震による土砂災害リスクを評価するうえで、斜面に存在する不安定土塊の位置とその崩壊到達範囲を事前に把握することが重要である。不安定土塊の位置を検出する方法は、様々な方法が提案されているが、豪雨に対しての予測法や定性的な記述方法である場合が多く、地震の場合、実用に供することができていない。この特定型（その4）の代表者（齊藤）は、不安定土塊の存在位置を検出する方法として、詳細数値地図情報（1m LiDAR-DEM）を用い、地形を視覚的に理解しやすく示す方法を開発した。この手法を用い、既往の地震による土砂災害事例から、地震前と地震後の地形変化を比較し、不安定土塊として危険度の高い部分を抽出する方法を得た。それは、既往の侵食や崩壊が起こっておらず、斜面の下部からの侵食や道路建設などの人工改変による切り取りで、その上部斜面を支持物質が存在していない部分であることが判明してきている。

前出の地形の視覚化手法を用い、2016年熊本地震と2018年北海道東胆振地震の前後比較を詳細に実施することによって、地震による崩壊発生の力学的モデルを提案する。火山灰、特にハロイサイトの存在が崩壊発生に寄与するという構成物質（地質）の差に起因するという見方もあるので、比較のために地質の異なる紀伊半島の四万十帯でも事例研究も実施する。

6. 研究成果の概要（図を含めて1頁で記入してください。）

キーワード（3～5程度）：対地震土砂災害，不安定土塊，発生位置予測，2016年熊本地震，2018年北海道東胆振地震

地震で発生する土砂災害の発生メカニズム解明のために，地震前後で計測された詳細数値地形図（1m-LiDAR DEM）を用いて，いくつかの地すべり，斜面崩壊の解析を実施したところ，広範な地域で断層運動による地表変動を検出することと InSAR解析では干渉縞が得られなかった地域で大きな地すべりと考えられる地表変動を検出することが可能であった．

対象の地震は，2016年4月14日に発生した熊本地震で，地域は阿蘇カルデラ周辺，特徴的な地すべり，斜面崩壊，斜面亀裂，地表断層を対象に，地震前後で地形を可視的に理解しやすく表現した図を用い，それら，同じ地物と考えられる点を追跡することとそれらを含むより広範な地域で，PIV手法(Thielicke and Stamhuis (2014))を適用し解析した．また，それらの結果の比較も行った．PIV 手法で得られた地表変位を示すベクトル図から，この地域での断層運動による地表変位を明確に表すことが可能であった．また，明らかな土砂移動をともなう斜面崩壊や地すべりとは異なる大きな地すべり土塊を検出することができた．

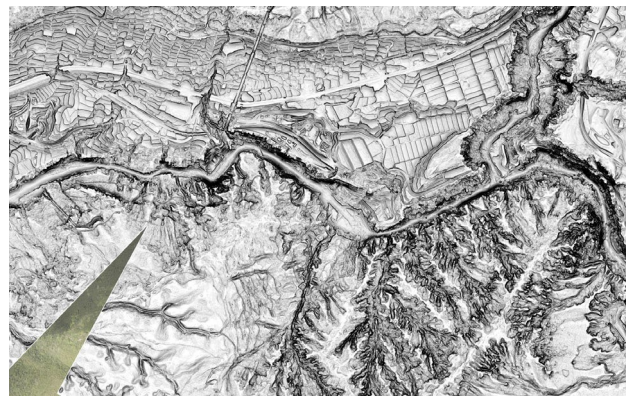


図1．立野地区周辺土砂災害予測基本図

図2．立野地区周辺土砂災害予測基本図（地震後）

（地震前）図東西方向幅は，約 3km.

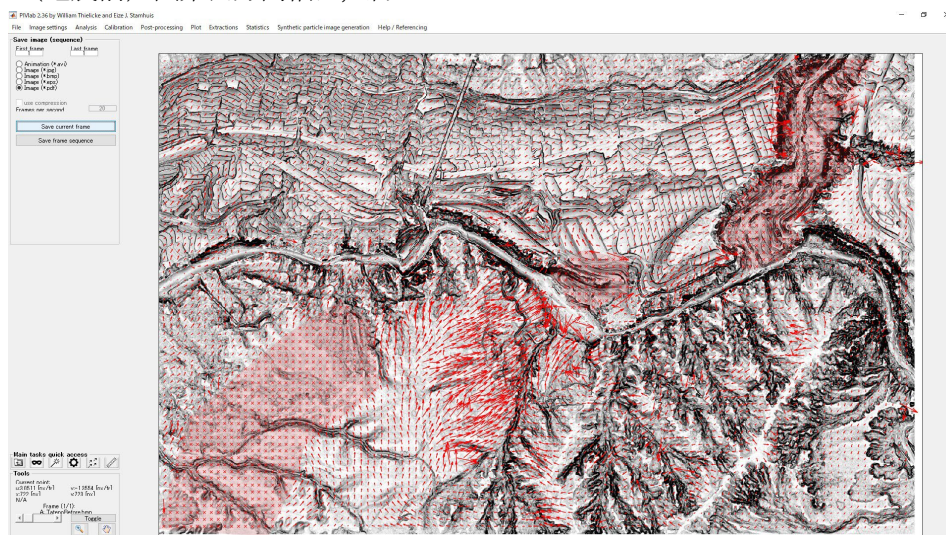


図3．PIV 手法を用いた地表変位をベクトルとして表現した図(解析結果画面のハードコピー)である

7. 研究実績（論文タイトル、雑誌・学会・セミナー等の名称、謝辞への記載の有無）

粒子画像追跡法を用いた熊本地震前後の地表変動検出 Detection of Surficial Displacement Triggered by Kumamoto Earthquake by the Use of PIV. 齊藤隆志 令和2年度京都大学防災研究所研究発表講演会，謝辞記載あり.

拠点間連携共同研究実施報告書(研究実績報告書)

1. 課題番号 2021-K-01

2. 研究課題名 (英訳もご記入ください)

和文: 津波被害予測における震源モデルの不確実性の評価

英文: Uncertainty Assessment of Earthquake Source Models for Tsunami Damage Estimation

3. 研究代表者所属・氏名 京都大学防災研究所 宮下卓也

(地震研究所及び防災研究所 研究分担者名) 佐竹健治・森信人

4. 参加者の詳細 (研究代表者を含む。必要に応じ行を追加すること。)

氏名	所属・職名	参加内容
宮下 卓也	京都大学防災研究所 助教	確率論的津波評価
佐竹 健治	東京大学地震研究所 教授	研究総括
森 信人	京都大学防災研究所 教授	研究総括
古村 孝志	東京大学地震研究所 教授	津波数値計算
綿田 辰吾	東京大学地震研究所 准教授	地震津波波源解析
佐藤 哲朗	東京大学地震研究所 研究員	津波履歴調査
志村 智也	京都大学防災研究所 准教授	巨礫評価
何 東政	京都大学防災研究所 研究員	津波逆解析
福井 信気	京都大学防災研究所 大学院生	津波浸水評価

5. 研究計画の概要 (申請書に記載した「研究計画」を 800 字以内でご記入ください。変更がある場合、変更内容が分かるように記載してください。)

東大地震研の佐竹グループと京大防災研の森グループを主体に年 3 回程度 (うち 1 回は京大防災研発表会を含める) にワークショップを開催し、確率論的な手法の高度化に向けた共同研究を行う。

南海トラフの津波想定域においては、検証を進めてきた津波数値モデルを用いて四国から関東までの広域の沿岸域や市街地を対象とした多数シナリオの津波計算を行い、確率的な津波高さを計算する。これをもとに、いくつかの市街地に着目して沿岸の津波高に支配的な領域や断層パラメータを抽出し、津波ハザードのホットスポット推定と不確実性 (津波高の推定結果のバラツキ) について明らかにする。また、南海トラフ想定震源域での観測によって得られた最新の理学的知見を整理し、これを確率的すべり分布生成過程へ反映する方法を開発する。さらに、東大地震研グループが開発している津波の波線追跡やデータ同化手法と京大防災研グループが開発している地形による津波の増幅率推定やその周波数特性評価を組み合わせ、沖合の海底ケーブル津波計や GPS 波浪計等で捉えた津波高から沿岸津波高の即時予測を行う手法を開発し、防災工学的な側面に立った社会実装のための準備を行う。

6. 研究成果の概要（図を含めて1頁で記入してください。）

キーワード（3～5程度）：津波断層モデル，確率論的津波ハザード評価，不確実性評価

令和3年度は，沿岸の津波高に支配的な領域の特定，津波数値モデルの相互比較，地形による津波の応答関数推定などにより，防災工学的な側面に立った社会実装のための準備を行った．まず，日本の太平洋沿岸域を対象に，南海トラフ巨大地震を想定した津波計算を行い，京大防災研グループが開発しているランダムにすべり分布を生成する確率津波モデルと，内閣府中央防災会議モデルの2種類の津波高の特性を比較した．確率津波モデルについては，中央防災会議のモデルと同じMw9.1の津波シナリオを300ケース生成した．全シナリオ中のシナリオ平均的な津波高は，外洋に面した高知県沿岸などについては確率津波モデルの方が大きい，大阪湾湾奥部では中央防災会議モデルの津波高さが相対的に高い傾向にあった．この傾向の差異は，評価地点に対する支配的な断層領域の平均すべり量で説明できることがわかった．この結果は，断層すべりの深さ方向の多様性が津波高の不確実性の大きな要因となりうることを示している．以上の成果は，土木学会論文集B2（海岸工学）に掲載され，海岸工学講演会で口頭発表された．

数値モデルによる浸水評価の不確実性については，和歌山県海南市の詳細な地形モデルを用いて，津波浸水に対する4つの非線形長波方程式を基礎とする数値モデルの性能を水槽実験の結果と相互に比較した．水槽実験は2018年に京大防災研グループによって行われたものである．また，比較する4つの数値モデルの中には，これまでに東大地震研グループと京大防災研グループがそれぞれ多く用いてきたJAGURSやTUNAMI-N2のモデルを含んでいる．モデル間比較によって次のような結果が得られた．(1)常に湿っている地域ではモデル間の変動は小さい．(2)wet-dry境界の伝播により浸水到達時間，最大水位，流速のモデル間変動が大きくなる．(3)浸水域と最大水位は，浸水先端部の速度や最大流速に比べてモデル間の変動が小さい．この原因は，wet-dry条件に関する詳細な実装の手法の差異と考えられる．これらの結果から，建物を対象としたシミュレーションによる浸水域と水位は比較的高い信頼性を持つが，速度の予測値はいずれも誤差が大きく，シナリオアンサンブル計算を使用する場合のみ考慮すべきである．以上の成果は，Journal of Waterway, Port, Coastal, and Ocean Engineeringに掲載された．

地形による津波の応答関数については，メキシコ太平洋沿岸と日本の駿河湾を対象に，確率津波モデルによる多数の津波計算結果から，スペクトル解析を用いて沿岸地点における周波数応答関数を推定した．さらに推定した地形による応答関数をもとに，沿岸域のスペクトルから津波波源の影響と地形による影響へ分離し，波源と地形のそれぞれが津波のエネルギーに寄与する割合を求めた．この寄与率を多数のシナリオおよび複数の地点で求め，その寄与率の範囲と空間特性の統計的特性について把握した．主要な結論は以下の通りである．沿岸地点の津波のスペクトルと波源のスペクトルの比から応答スペクトルを求め，さらに外洋・陸棚・湾と3つの異なる空間スケールの応答スペクトルの抽出を行った．求めた応答スペクトルの卓越周期は，観測データや湾の形状を考慮して概算した固有周期と概ね一致した．応答スペクトルより確率津波モデルは任意の地点での波の応答特性を求めることが可能であり，津波の地域特性評価に有用であることがわかった．この成果は国際会議 International Tsunami Symposiumで口頭発表された．現在，東大地震研グループが開発している津波の波線追跡と組み合わせ，より精緻な応答関数を求める研究を進めている．

今年度は引き続き2月21日，22日に防災研究所研究発表講演会で大学院生および博士研究員が発表を行うほか，3月29日に京大防災研で合同セミナーを行い，その後の研究成果について発表・議論する予定である．

7. 研究実績（論文タイトル、雑誌・学会・セミナー等の名称、謝辞への記載の有無）

論文（英文）

1. Fukui, N., Chida, Y., Zhang, Z., Yasuda, T., Ho, T.-C., Kennedy, A., & Mori, N. (2022). Variations in Building-Resolving Simulations of Tsunami Inundation in a Coastal Urban Area. *Journal of Waterway, Port, Coastal, and Ocean Engineering*, 148(1). [https://doi.org/10.1061/\(asce\)ww.1943-5460.0000690](https://doi.org/10.1061/(asce)ww.1943-5460.0000690) 謝辞に記載
2. Ho, T., Satake, K., Watada, S., Hsieh, M., Chuang, R. Y., Aoki, Y., Mulia, I. E., Gusman, A. R., & Lu, C. (2021). Tsunami Induced by the Strike-Slip Fault of the 2018 Palu Earthquake (Mw=7.5), Sulawesi Island, Indonesia. *Earth and Space Science*, 8(6). <https://doi.org/10.1029/2020EA001400> 謝辞に記載

論文（和文）

1. 宮下卓也, 倉田一輝, 安田誠宏, 森信人, 志村智也. (2021). 確率津波モデルを用いた南海トラフ巨大地震による津波高の不確実性評価. 土木学会論文集 B2(海岸工学), 77(2), I_181-I_186. https://doi.org/10.2208/kaigan.77.2_I_181 謝辞に記載
2. 福井信気, 森信人, 千田優, 安田誠宏. (2021). 都市地形を対象とした津波浸水時の陸域の流速場の比較検討. 土木学会論文集 B2(海岸工学), 77(2), I_211-I_216. https://doi.org/10.2208/kaigan.77.2_I_211 謝辞に記載

学会・講演会発表

1. Ho, T.-C., Satake, K., Watada, S., and Fujii, Y. (2021) What we learned from the 2011 Tohoku Tsunami that unveils the 1960 Chile Earthquake. *The 30th International Tsunami Symposium*.
2. Miyashita, T., Mori, N., and Ho, T.-C., (2021) Estimation of Tsunami Response Functions Considering Bathymetry in the Pacific Coast of Japan. *The 30th International Tsunami Symposium*.
3. 菅沼亮輔, 宮下卓也, 森信人, 志村智也 (2021) 南海トラフ地震を対象とした津波および強振動被害の複合評価, 令和3年度防災研究所研究発表講演会
4. 宮下卓也, 倉田一輝, 安田誠宏, 森信人, 志村智也. (2021). 確率津波モデルを用いた南海トラフ巨大地震による津波高の不確実性評価, 第68回海岸工学講演会
5. 福井信気, 森信人, 千田優, 安田誠宏. (2021). 都市地形を対象とした津波浸水時の陸域の流速場の比較検討, 第68回海岸工学講演会

拠点間連携共同研究実施報告書(研究実績報告書)

1. 課題番号 2021-K-02

2. 研究課題名 (英訳もご記入ください)

和文: リアルタイム地震情報配信手法の高度化に向けた地盤特性の影響度評価

英文: Enhancement of Realtime Earthquake Information Distribution Method Considering Building Site Characteristics

3. 研究代表者所属・氏名 倉田 真宏

(地震研究所及び防災研究所 研究分担者名) 楠 浩一 ・ 倉田 真宏

4. 参加者の詳細 (研究代表者を含む。必要に応じ行を追加すること。)

氏名	所属・職名	参加内容
倉田 真宏	京都大学防災研究所	微動観測, 高精度情報配信システム
池田 芳樹	京都大学防災研究所	地盤特性の影響評価
鶴岡 弘	東京大学地震研究所	即時に地震の位置・規模・メカニズムを決定するシステムの知見提供
楠 浩一	東京大学地震研究所	高精度情報配信システム
山田 真澄	京都大学防災研究所	微動観測による速度構造分析
鹿嶋 俊英	建築研究所	建物観測記録の提供と観測点の情報提供
柏 尚稔	大阪大学工学研究科	地盤特性を評価する FEM モデルの構築
溜渕 功史	気象研究所	緊急地震速報システムに関する知見提供

5. 研究計画の概要 (申請書に記載した「研究計画」を 800 字以内でご記入ください。変更がある場合、変更内容が分かるように記載してください。)

本課題では、震源特性と伝播経路特性、立地地盤の特性、建物の諸元、さらには建物内の上層階と下層階での被害差などを考慮した高精度地震情報配信手法の開発を命題に、A) 近接する建物の応答スペクトルにおける地盤特性の影響評価、B) 地盤特性の考慮による最大応答及び揺れ継続時間予測式の高度化、に取り組む。

R3 年度は、研究チームが京都市左京区内で構築を進める医療施設の観測網の対象建物 (京都バプテスト病院, 吉川病院など), を対象に、**ミニアレイ微動観測を実施し地盤特性を推定する**。具体的には、地盤の微動観測記録に自己空間相関法 (SPAC 法) を適用し、表層地盤の速度構造を探索する。**速度構造を考慮し、応答スペクトルの補正式と建物応答推定式を高度化する**。

6. 研究成果の概要（図を含めて1頁で記入してください。）

キーワード（3~5程度）：ミニアレイ微動観測、地盤特性、速度構造

R3年度は京都市左京区内の医療施設地震時応答観測網の対象建物のうち、日本バプテスト病院、吉川病院において、ミニアレイ微動観測を実施し地盤特性を推定した。図1に、病院の位置関係と花折断層の破壊により生じる地震動（PGA）の推定マップ（京都府，2010年）を重ねる。地震動の予測では、鴨川に近い京大病院と吉川病院が同等で $600\text{--}1000\text{cm/s}^2$ 程度、山間に位置する日本バプテスト病院は $400\text{--}600\text{cm/s}^2$ 程度である。

図2左は吉川病院駐車場で実施した微動アレー観測の様子である。地盤の微動観測記録に自己空間相関法（SPAC法）を適用し、表層地盤の速度構造を探索した。図2右に得られた位相曲線を示す。位相曲線から表層地盤（地表からおよそ30m程度の深さまで）の平均S波速度を推定すると 300m/s 程度と大きな値となり、吉川病院の建物応答推定においては、一般的な地盤における増幅を考慮するのみで良いと考えられる。ただし、建物の形状はL字型で特徴のある平面を有し、さらに屋上の塔屋はスレンダーな形状をしているため、建物応答が複雑である可能性が高いと判断された。そのため、無線式の小型微動計による多点常時微動計測を実施し、応答特性の分析を進めることとした。現在、観測データを分析中で詳細は割愛するが、塔屋が大きく揺れる振動モードが多く、またL字型平面に起因するねじれ振動モードも多く抽出されている。

日本バプテスト病院の敷地は斜面に位置しており、病院の入り口は1階だが、建物裏側に位置する駐車場への出入り口は3階になる。地盤の擁壁と建物の間にはスペースが設けられているが、擁壁の剛性を確保するためか、建物との間に控え壁が配置されており、建物と地盤が完全に独立していない。控え壁上部と建物の接続部には、地震に起因するとみられる亀裂が見られた。このように建物には変土圧が作用している可能性があり、多点常時微動計測を同時に実施した。現在、データを分析中である。微動アレー観測を実施した位置と位相曲線を図3に示す。地盤は予想よりも良好で、特にサイト特性による地震動の増幅が大きくなる可能性は見いだせなかった。しかしながら、敷地内で盛土造成されたとみられる一部の地盤は比較的柔らかいことが、周辺ボーリングデータから確認できた。

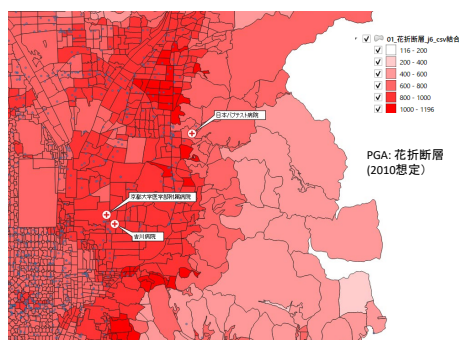


図1 観測中の医療施設

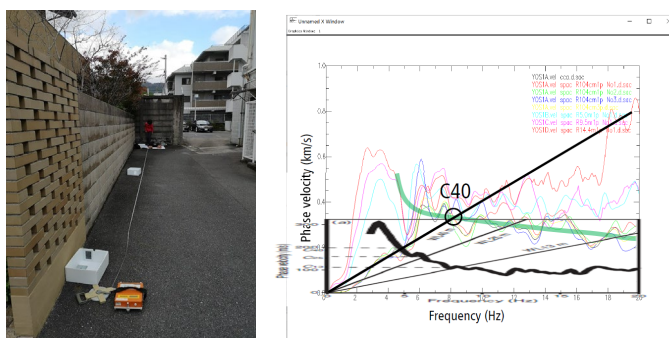


図2 吉川病院の微動観測と地盤位相曲線

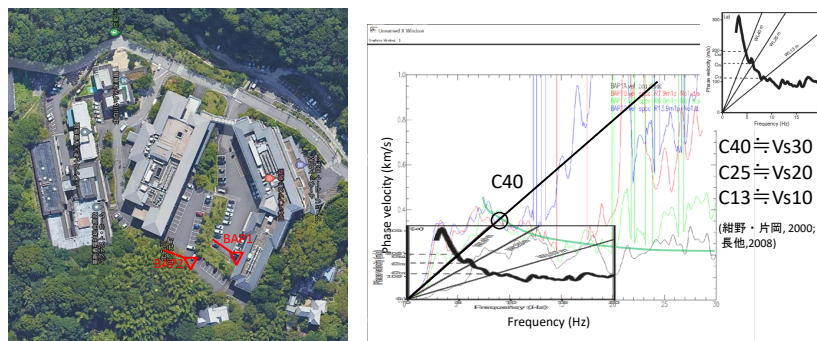


図3 日本バプテスト病院の微動観測と地盤位相曲線

7. 研究実績（論文タイトル、雑誌・学会・セミナー等の名称、謝辞への記載の有無）

福澤暁人, 池田芳樹, 倉田真宏: 建物の基部と上部および周辺地表の地震記録から同定した振動モード特性に基づく地盤と鉄筋コンクリート造建物の動的相互作用の評価, 構造工学論文集 67B 483-494 2021 年 3 月（謝辞記載有り）

Yamada, M. (2021) Development of the Empirical Function to Estimate Shaking Amplitude and Duration in Buildings Based on Strong Motion Records. 6th IASPEI/IAEE International Symposium: Effects of Surface Geology on Seismic Motion. （謝辞記載有り）

拠点間連携共同研究実施報告書(研究実績報告書)

1. 課題番号 2 0 2 1 - K - 0 3

2. 研究課題名 (英訳もご記入ください)

和文: 強震動のブラインド予測結果に基づく強震動予測技術の精度と信頼性に関する研究

英文: Research on accuracy and uncertainty of ground motion characteristics from results of blind prediction of strong ground motion

3. 研究代表者所属・氏名 東京工業大学 環境・社会理工学院・山中浩明

(地震研究所及び防災研究所 研究分担者名) 松島信一, 岩田知孝, 浅野公之, 川瀬 博, 三宅弘恵

4. 参加者の詳細 (研究代表者を含む。必要に応じ行を追加すること。)

氏名	所属・職名	参加内容
山中浩明	東京工業大学・教授	総括
高井伸雄	北海道大学・准教授	表面波探査
神野達夫	九州大学・教授	微動探査
重藤迪子	九州大学・助教	弱震記録の分析
山田伸之	高知大学・准教授	地震動の計算
地元孝輔	香川大学・准教授	地盤のモデル化
佐藤浩章	電力中央研究所・上席研究員	地盤減衰の評価
松島信一	京都大学防災研究所・教授	検層データの分析
岩田知孝	京都大学防災研究所・教授	増幅特性評価
浅野公之	京都大学防災研究所・准教授	強震記録の分析
川瀬 博	京都大学防災研究所・特定教授	予測結果のまとめ
三宅弘恵	東京大学地震研究所・准教授	震源のモデル化

5. 研究計画の概要 (申請書に記載した「研究計画」を 800 字以内でご記入ください。変更がある場合、変更内容が分かるように記載してください。)

2021 年 8 月にオンライン形式で開催された第 6 回 ESG 国際シンポジウム（以下、ESG6）では、与えられた地盤情報や小地震の地震動データから、事前に知らされていない強震動を予測する強震動のブラインド予測が行われた。主要な研究者による予測結果を用いて、地震動予測技術の信頼性や精度が議論された。本研究は、まず、熊本市のテストサイト（堆積層サイトと岩盤サイト）周辺で取得した地震観測および微動観測データの分析を行い、テストサイト周辺での地震動特性の空間的な変動に関する検討を行う。また、岩盤サイトの表層部での地震動特性への影響を評価し、ESG6 での岩盤サイトでの地震記録を用いる際に注意すべき点を明らかにする。これらの検討のために必要に応じて微動・地震観測などの現地調査も実施する。さらに、ESG6 で公表されるブラインド予測の結果に基づいて、テストサイトの地盤モデル推定および地震動予測結果の精度について検討する。まず、地盤モデルの推定と地盤増幅評価の性能での問題点を抽出し、地震動予測のための地盤モデルの構築に関する考え方を議論する。つぎに、地震動予測手法や震源・地盤モデルの設定に伴う地震動予測結果のばらつきや精度を明らかにする。さらに、ESG6 で行われる議論を踏まえ、地盤のモデル化手法や地震動予測手法の特徴をまとめ、現時点での地震動予測技術の到達点と課題を明らかにする。

6. 研究成果の概要（図を含めて1頁で記入してください。）

キーワード（3～5程度）：地震動予測，ブラインド予測，S波速度構造，2016年熊本地震

ESG6でのブラインド予測（BP）の結果と観測記録との一致の程度を定量的な指標によって評価した。ここでは、最大余震による強震動を予測するステップ2（BP2）に対して評価した結果を説明する。Fig.1には、Anderson(2004)の指標による各参加者の計算値と観測値との比較を示している。相互相関係数は、全体的に低い値であり、S波走時などの不一致による低下であると考えられる。しかし、継続時間、最大値、スペクトル特性に関する指標は、高い値である。とくに、継続時間は、BP参加者間でのばらつきも小さく、安定した強震動予測が行われていると考えられる。一方、最大値は、ばらつきが大きく、予測時の適切な仮定が必要であると考えられる。

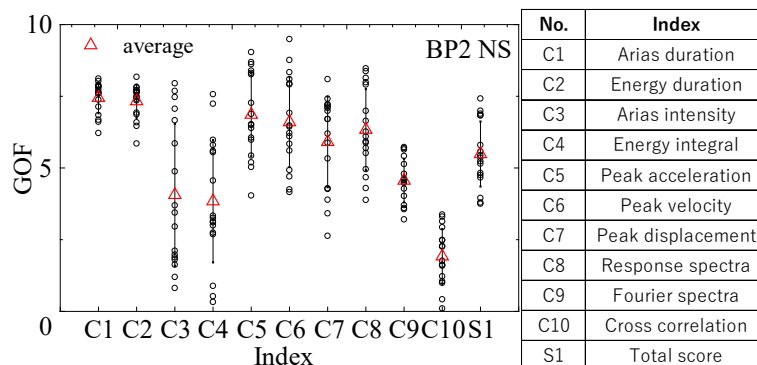


Fig.1 ESG6での強震動ブラインド予測（BP2）の結果の評価

ESG6のBPでは、岩盤サイトの特定の地下構造モデルを与えていない。上記のBPの結果のばらつきの一因には、岩盤サイトの地下構造情報が少ないことが考えられる。そこで、Fig.2に示すように、岩盤サイトにおいて微動探査と表面波探査を実施し、地下構造情報を得ることを試みた。測線1での表面波探査から、Fig.3の位相速度を得た。10～60Hzでは、周波数の増加に伴って位相速度は徐々に

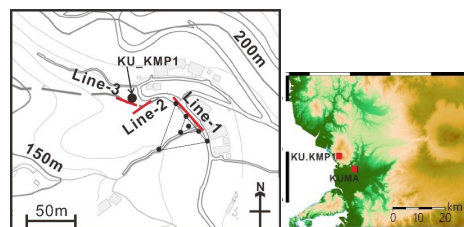


Fig.2 岩盤観測点（KU_KMP1）での表面波探査と微動探査の位置

小さくなる。60～80Hzでは、位相速度が大きくなり、高次モードの影響の可能性が高いと考えられる。しかし、この周波数帯域でも基本モードに対応する位相速度を確認できる。微動探査では、測線1付近で2つの異なるサイズのアレイで微動の上下成分の計測を行った。SPAC法による解析から、Fig.3に示す位相速度を求めた。微動探査による位相速度は、周波数7～14Hzの間で表面波探査による値とよく一致している。これらの位相速度の逆解析による1次元S波速度構造モデルをFig.3に示す。S波速度3.2km/sの地震基盤までの深度は、約150mである。一方、S波速度430m/sの工学的基盤の深さは、3m程度と浅い。極表層の厚さは、

岩盤サイト近傍でのボーリング結果と同様である。得られた地下構造モデルを用いて地盤増幅特性の特徴を検討する。各地層の影響を理解するために、モデルの最下層を順に浅くして、S波の1次元増幅特性を計算した。Fig.3に示すように、地震基盤まで含めたモデルでは、周波数3Hzでピークがみられる。最下層のS波速度を低下させると、この周波数の増幅倍率は徐々に小さく、深部地盤、とくに、1.1km/s以上のS波速度を持つ層の影響が大きいことがわかる。また、周波数8～12Hzのピークは、表層地盤のみのモデルの増幅特性でも同様に認められ、表層地盤の影響が支配的になっている。

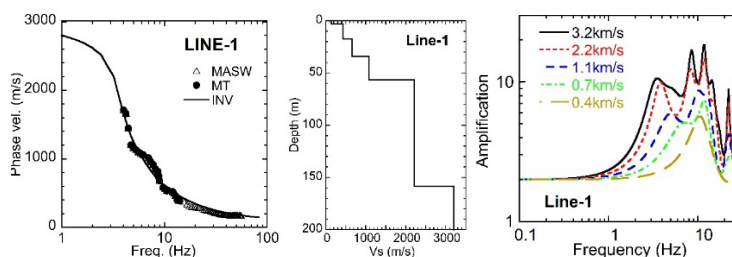


Fig.3 岩盤観測点（KU_KMP1）での表面波探査 Fig.3 岩盤サイトでのレイリー波の位相速度（左）、逆解析されたS波速度構造モデル（中）とそれに対する増幅特性。増幅特性の計算では、最下層を変えた5ケースを計算している。

度を低下させると、この周波数の増幅倍率は徐々に小さく、深部地盤、とくに、1.1km/s以上のS波速度を持つ層の影響が大きいことがわかる。また、周波数8～12Hzのピークは、表層地盤のみのモデルの増幅特性でも同様に認められ、表層地盤の影響が支配的になっている。

7. 研究実績（論文タイトル、雑誌・学会・セミナー等の名称、謝辞への記載の有無）

- Matsushima, S., H. Yamanaka, S. Tsuno, H. Sato, and Y. Inagaki, Results of borehole survey at the target site of ESG6 blind prediction exercise and laboratory tests, The 6th IASPEI / IAEE International Symposium: The Effects of Surface Geology on Seismic Motion, ext. abstract, SS101, 2021.
- Chimoto, K., H. Yamanaka, S. Tsuno, M. Shigefuji, T. Kanno, H. Sato, S. Higashi, D. Shinoyama, M. Yoshimi, T. Sugiyama, N. Takai, S. Matsushima, F. Nagashima, H. Kawase, T. Hayakawa, T. Uetake, S. Senna, Y. Inagaki, T. Hayashida, and S. Oji, Results of blind prediction step 1: Subsurface velocity structure model of Kumamoto test site, The 6th IASPEI / IAEE International Symposium: The Effects of Surface Geology on Seismic Motion, ext. abstract, SS102, 2021.
- Tsuno, S., H. Kawase, H. Yamanaka, S. Matsushima, T. Iwata, T. Hayakawa, T. Ikeura, S. Noguchi, and K. Kaneda, Results of blind prediction step 2: Simulation of weak motions observed at the Kumamoto test site, The 6th IASPEI / IAEE International Symposium: The Effects of Surface Geology on Seismic Motion, ext. abstract, SS103-BP2, 2021.
- Tsuno, S., H. Kawase, H. Yamanaka, S. Matsushima, T. Iwata, T. Hayakawa, T. Ikeura, S. Noguchi, and K. Kaneda, Results of blind prediction step 3: Simulation of strong motions observed at the Kumamoto test site, The Effects of Surface Geology on Seismic Motion, ext. abstract, SS103-BP3, 2021
- 山中浩明, 津野靖士, 重藤迪子, 神野達夫, 高井伸雄, 松島 健, 2016 年熊本地震の強震動ブラインド予測の岩盤サイトにおける S 波速度構造探査, 物理探査学会第 145 回 (2021 年度秋季) 学術講演会、63-65, 2021.

拠点間連携共同研究実施報告書(研究実績報告書)

1. 課題番号 2021-K-04

2. 研究課題名 (英訳もご記入ください)

和文: 地震により被害を受けた事業継続建築物の火災リスク評価手法の開発

英文: Building fire risk assessment method for post-earthquake business continuity planning

3. 研究代表者所属・氏名 京都大学防災研究所・西野智研

(地震研究所及び防災研究所 研究分担者名) 東京大学地震研究所・楠浩一

4. 参加者の詳細 (研究代表者を含む。必要に応じ行を追加すること。)

氏名	所属・職名	参加内容
西野智研	京都大学防災研究所・准教授	・地震後出火率の予測式の作成 ・使用可能床面積の算定式の導出
楠浩一	東京大学地震研究所・教授	・耐震性能の事前評価や継続使用性の即時評価との連携可能性の検討
鈴木淳一	国土技術政策総合研究所・主任研究官	・防火関連設備の地震被害率関数の作成
高橋 済	アイエヌジー株式会社・代表取締役	・地震動や建物条件を仮定した火災リスク評価
桑名秀明	鹿島建設技術研究所・主任研究員	・地震動や建物条件を仮定した火災リスク評価

5. 研究計画の概要 (申請書に記載した「研究計画」を800字以内でご記入ください。変更がある場合、変更内容が分かるように記載してください。)

地震により被害を受けた建築物の火災リスクの定量的評価手法を開発する。建築物の火災リスクを、複数の防火関連設備の奏功・不奏功の組み合わせから成る各火災シナリオの生起確率と各火災シナリオで生じる死傷者数の積の和、すなわち、日間 (または年間) 火災死傷者数の期待値と定義し、火災リスク評価に必要な①地震後の出火率、②防火関連設備の地震被害率、③防火関連設備の復旧率を予測する式を作成し統合する。さらに、地震後の事業継続性を評価するには、地震後の火災リスクを平常時のレベルに制御しながら建物を部分的に継続使用するという考え方が重要になると考え、火災リスクの観点から評価される使用可能床面積を指標とした地震レジリエンス評価手法を提案する。

6. 研究成果の概要（図を含めて1頁で記入してください。）

キーワード（3～5程度）：地震火災、火災リスク、建築設備、地震レジリエンス、継続使用

建物の地震レジリエンス性能を火災リスクの観点から定量的に評価するための枠組みを構築した。ここでの地震レジリエンス性能とは、地震後の出火率や防火関連設備の地震脆弱性に基づいて評価される地震後の火災リスクが平常時のそれと同等になるような使用可能床面積を地震からの経過日数の関数として評価したものを言う。将来的にこうした観点を事業継続計画の中に盛り込むことを目指し、①建物が極めて稀に発生する地震動（震度6強程度）を受ける場合の評価が可能であること、②火災性状や避難行動の予測によらず簡易に評価が可能であること、③建物の地震対策が地震後の火災リスクや地震レジリエンス性能に与える効果を考慮できること、を重視した枠組みを整備した。

まず、建築物の火災リスクを、複数の防火関連設備の奏功・不奏功の組み合わせから成る各火災シナリオの生起確率と各火災シナリオで生じる死傷者数の積の和、すなわち、日間（または年間）火災死傷者数の期待値と定義し、①地震後の出火率、②防火関連設備の地震被害率、③防火関連設備の復旧率をパラメータとして火災リスクを地震からの経過日数の関数として定式化した上で、地震後の火災リスクが平常時のそれと同等になるような使用可能床面積の簡易算定式を誘導した。

評価に必要な地震後の出火率については、日本火災学会の2011年東北地方太平洋沖地震の出火記録や産総研の東北地方太平洋沖地震の推定地震動マップを活用し、出火率を地震動強さ指標で説明する回帰式を作成した。防火関連設備の地震被害率については、研究代表者らが熊本地震の影響を受けた病院を対象に実施したアンケート調査データを活用し、被害件数の多かった火災感知器・スプリンクラーヘッド・防煙垂れ壁・防火戸について、それぞれの被害率を代表最大床応答加速度または代表最大層間変形角で説明する回帰式を作成した。防火関連設備の復旧率については、建築設備技術者協会による熊本地震の建築設備被災状況調査の結果を活用し、建築設備の被害事例381件の復旧日数別単純集計結果から、復旧率を地震からの経過日数の関数として近似した。

建物や揺れの条件等を仮定したケーススタディを行った。ここでは、6階建ての建物が計測震度6.2、最大地動速度0.8m/sの地震動を受ける場合を想定した。簡単のため、各階は一樣な最大床応答加速度を受けるものとし、その値に日本建築構造技術者協会が提案する建物の耐震余裕度レベルに応じた限界値（10.0, 5.0, 2.5m/s²）を設定することで、建物応答を安全限界値以下に制御することが地震レジリエンス（使用可能床面積率）の向上にどの程度つながるのかを調べた。地震から1日間は、出火率が非常に高いため、使用可能床面積率は耐震余裕度が高くても約5%となり、火災リスクの観点からはほとんどの人を屋外に退避させる必要性が示唆される。その後、約一週間程度で出火率が平常時のレベルに戻るため、耐震余裕度がない場合で約47%、耐震余裕度が高い場合で約81%まで回復する。その後は長い日数をかけて設備の復旧が期待されるため、使用可能床面積率はゆっくりと増加していく。地震による建物応答を抑えるほど設備の地震被害率が低下するため、耐震余裕度を高めることで火災リスクの観点からも建物の継続使用性が向上することが分かる。ただし、ここでの結果はあくまで計算例であり、評価に用いる防火関連設備の復旧率関数などには改善の余地がある。

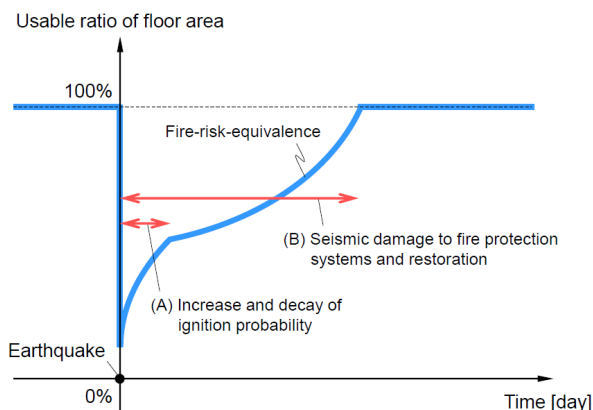


図1 火災リスクの観点からの地震レジリエンス評価の概念

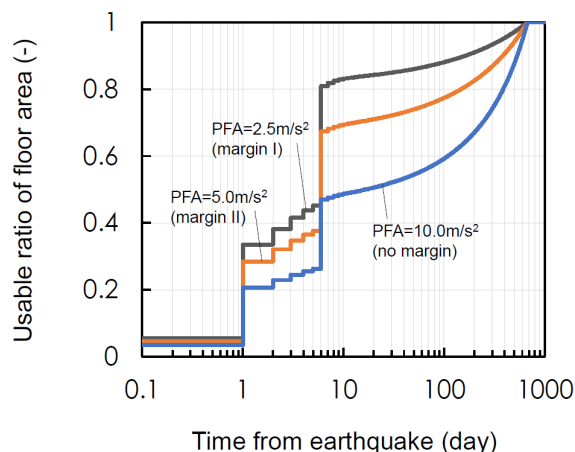


図2 計算例

7. 研究実績（論文タイトル、雑誌・学会・セミナー等の名称、謝辞への記載の有無）

拠点間連携共同研究実施報告書(研究実績報告書)

1. 課題番号 2021-K-05

2. 研究課題名 (英訳もご記入ください)

和文：1m-LiDAR DEM を用いて検出された地すべりなどの不安定土塊の微動及び地震動観測による相対的危険度評価

英文：Risk assessment of unstable masses against earthquakes that are detected by the multi-temporal 1m-DEMs

3. 研究代表者所属・氏名 齊藤隆志

(地震研究所及び防災研究所 研究分担者名) 加納靖之

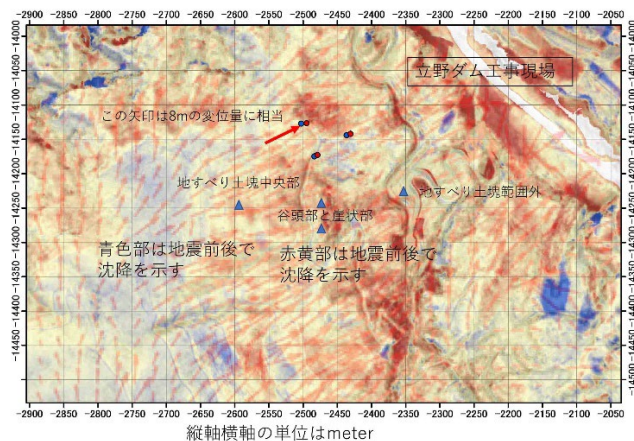
4. 参加者の詳細 (研究代表者を含む。必要に応じ行を追加すること。)

氏名	所属・職名	参加内容
齊藤隆志	京都大学防災研究所・助教	研究代表者
古谷 元	富山県立大学・准教授	微動観測の実施
中屋志津男	白浜試錐・顧問	微動観測実施範囲の地質的に脆弱な点の特定
筒井和男	和歌山県土砂災害啓発センター・主査	特に和歌山地域での微動観測実施とハザードマップ作成

5. 研究計画の概要 (申請書に記載した「研究計画」を 800 字以内でご記入ください。変更がある場合、変更内容が分かるように記載してください。)

危険度の評価は、複数の長周期サーボ型速度計 3 成分（東京測振製）により微動および地震動観測を実施して、地下構造を明らかにする。崩壊の生じた箇所と隣接する崩壊の生じなかった箇所を比較する手法を用いる。実施対象地域は、熊本地方の阿蘇カルデラ周辺の PIV 手法で検出された地すべり性の土塊、京都大学火山研究センター周辺の地すべり発生箇所周辺、および和歌山県日置川周辺での地震に対するハザードマップが作成された地域である。観測および研究は、2 年を予定し、初年度は熊本阿蘇カルデラ周辺、次年度は和歌山県日置川周辺である。（2021 年度）熊本地震前後の PIV 手法で検出された地すべり性の土塊などで観測を実施する。

図 1 熊本立野地区の地震前後 PIV による地表変位（赤い矢印）観測点など

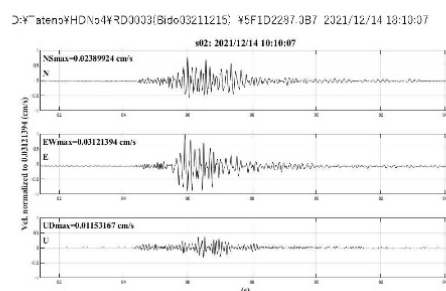
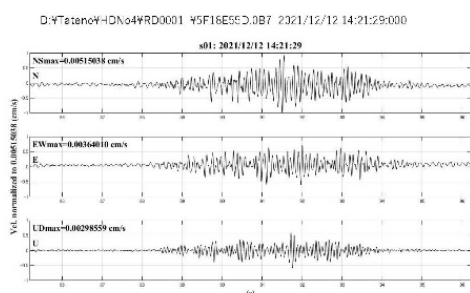
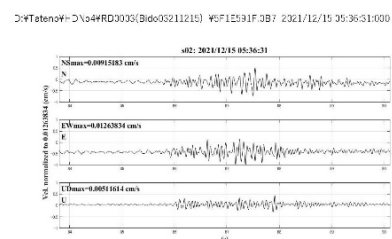
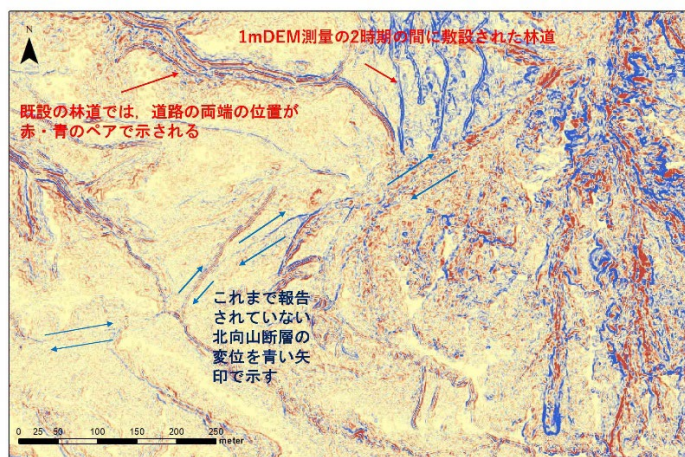


6. 研究成果の概要（図を含めて1頁で記入してください。）

キーワード：微動観測，断層検出，地すべり，北向山断層，熊本地震

初年度の研究成果は，PIV 手法で周辺よりも変位の大きいと考えられる地すべり土塊の範囲を抽出し，これに地震前後の標高変化も重ねて示すことにより，地すべり土塊は斜面上方では沈降しながら斜面下方に移動したこと，斜面下方では約 8 メートル斜面下方に移動し隆起していることが明らかになった．また，地すべり土塊の末端部では，谷状地形の部分に斜面崩壊が多発していることも現地での観察で明らかになった．これは，谷頭部では下に支持する構造が欠落していることに加えて斜面上方の土塊がこの不安定な土塊を斜面上方から押して崩壊の端緒となったと考えることができる．（図 1：前頁）

PIV 手法による変位量分布と地震前後の標高差分．この二つの量から三次元的な粒子追跡が可能となる．この作業中に，対象とした地すべり土塊の範囲外に，北向山断層による地表の永久変位を確認することができた．図 2 中に示す．図 2 は PIV 手法とは異なる変位量の検出方法で，たとえば図中の赤は地震前の特徴的な地物（例えば道路の両端や田んぼのあぜなど）の位置，青は地震後のもので，地震前後で建設された林道は，地震前の赤部がなく，青のみで示される．同様に，地震後に出現した地表断層も青のみで示される．このような斜面末端部の谷頭部，すべり土塊の中央部に近い部分また地すべり土塊の範囲外の地盤を選び，危険度の評価を実施するために，複数の長周期サーボ型速度計 3 成分（東京測振製）により微動および地震動観測を実施した．（図 1 の中に，微動観測を実施した点を▲で示す）．この斜面は，大津町の所有地であるが，立ち入りには建設省立野ダム工事所の許可が必要であった．立野ダム工事事務所指定の駐車場から斜面上方（標高差約 150 メートル）に観測機材を観測地点一点につき約 50 キロ（地震計 10 キロ，記録計 10 キロ，電源バッテリー 20 キロ，他物品 10 キロ）の物資輸送を研究分担者で実施した．当初この作業を委託する予定であったが，適当な受け手がなく，受け手を探すのに時間を要し，観測実施に遅れが生じた．この記録の一部を図に示す．詳細は，現在解析中であるが，斜面上の不安定と考えられる谷頭部や崖の縁辺と地すべり土塊の中央部，地すべり土塊の範囲外で異なる特性がとらえられている可能性があり，今年度の残りの期間に観測点を増設し計測を継続する．下左 図 2．本手法で検出された地表変位（北向山断層）他 微動観測によって得られた波形の例（3 例）



7. 研究実績（論文タイトル、雑誌・学会・セミナー等の名称、謝辞への記載の有無）

地震前後の地表変位から考えられる斜面崩壊・地すべりの発生メカニズム，2021 年度京都大学防災研究所年次講演会，謝辞記載あり（2022 年 2 月 21 日）

拠点間連携共同研究実施報告書(研究実績報告書)

1. 課題番号 2021-K-06

2. 研究課題名 (英訳もご記入ください)

和文: 邑知潟平野の推定地盤速度構造の非線形地盤応答を考慮した強震動予測

英文: Strong motion estimation considering non-linear soil response of estimated sub-surface velocity structure of Ochigata Plain

3. 研究代表者所属・氏名 京都大学防災研究所・松島信一

(地震研究所及び防災研究所 研究分担者名) 地震研究所 市村 強 ・ 防災研究所 松島信一

4. 参加者の詳細 (研究代表者を含む。必要に応じ行を追加すること。)

氏名	所属・職名	参加内容
松島信一	京都大学防災研究所・教授	研究取りまとめと線形強震動予測
市村 強	東京大学地震研究所・教授	非線形強震動予測
吾妻 崇	産業技術総合研究所・主任研究員	活断層と盆地端部形状の関係把握
野澤 貴	鹿島建設・担当部長	地盤構造推定

5. 研究計画の概要 (申請書に記載した「研究計画」を800字以内でご記入ください。変更がある場合、変更内容が分かるように記載してください。)

本研究では、まず、2020年度までの地盤構造調査で十分に把握出来なかった平野南東部の基盤構造を含む地盤構造を推定することを試みる。このため、年度の早い時期に長時間の微動観測または臨時地震観測を行う。併せて、表層地盤の詳細な推定の為、ボーリングデータの収集や極小の微動アレイ観測などを実施する。推定された地盤構造から、地震基盤から表層地盤までを含む三次元地盤構造モデルを作成する。一方、邑知潟断層帯で発生する地震の断層モデルについては、地震調査研究推進本部の長期評価および地震動予測のための断層モデルを参考に、推定した地盤構造と整合する断層モデルを構築する。

次に、推定した地盤構造と構築した断層モデルを組み合わせ、強震動予測を行う。その際、地震基盤から工学的基盤までは震源の断層モデルの不均質を考慮した線形の三次元波動伝播解析を行い、さらに、工学的基盤から地表までは非線形の地盤応答解析を行うことで、非線形強震動予測を実施する。

新型コロナウイルス感染症対策のために府県をまたぐ移動が制限された期間が長かったため、地盤構造の推定のための微動観測を実施する時期が秋口までずれ込んでしまい、地盤構造モデルを確定する時期が予想以上にずれ込んでしまった。このため、本報告現時点では強震動予測は工学的基盤相当までにとどまり、工学的基盤から地表までの非線形地盤応答解析は未実施である。

6. 研究成果の概要（図を含めて1頁で記入してください。）

キーワード（3～5程度）： 邑知潟平野、邑知潟断層帯、常時微動、基盤構造、強震動予測

邑知潟平野の地盤構造を推定するため、これまでに図1に示す地点において常時微動観測を行った。盆地を横切る方向に測線O1～O7の7測線を、盆地に沿う方向に測線O8の1測線を設定し、計99地点で独立した30分の常時微動単点観測を行った。さらに、本年度は南東側の山中でも同様に14地点の単点観測を行った。常時微動アレイ解析には微動解析プログラムBIDO (Tada et al., 2010) を用い、全アレイサイズのRayleigh波位相速度分散曲線を求めた。そして各アレイサイズに応じた周波数帯を接続したものを最終的なRayleigh波位相分散曲線とみなした。常時微動単点観測点での解析は以下の手順で行った。まず、観測によって得られた30分間分の加速度時刻歴データを50%オーバーラップさせ、40.96秒の小区間に切り出す。次に、切り出した各小区間でNS、EW、UD成分のフーリエスペクトルを計算し、NS/UD、EW/UDの微動フーリエスペクトル比(MHVR)を算出する。算出された小区間ごとのスペクトル比の平均を各地点のMHVRとした。ただし交通振動などのノイズの影響を取り除くため、ノイズの大きい区間を30～80%除外している。防災科学技術研究所の強震観測網(K-NET)4)のK-NET七尾(ISK007)とK-NET羽咋(ISK008)の土質データおよび地震ハザードステーション(J-SHIS)の深部地盤データを参考に全地点共通の層構造の物性値を定めた。次に、アレイ観測地点で観測されたMHVRと位相速度分散曲線に理論値が近づくように各層の層厚を合わせ、それを推定モデルとした。理論MHVRの計算には拡散波動場理論に基づき理論MHVRを計算し、理論位相速度分散曲線の計算には成層地盤におけるグリーン関数及び正規モード解を計算する公開プログラム(Hisada, 1995)を用いた。そして、アレイ地点での推定モデルを基準とし、単点微動観測点において理論MHVRが観測MHVRに近づくように層厚を決め、地盤構造を推定した。強震動シミュレーション用の地盤構造モデルは、推定した地盤構造における第4層～第10層の下面深さを補間することで、三次元地盤構造モデルを作成した。ただし、邑知潟平野の南東側では盆地端部から約10kmの範囲を最表層が $V_s=1100\text{m/s}$ の山地部と想定し、平野と山地部以外の地域はJ-SHIS深部地盤構造をそのまま用いた。微動観測により得られた推定地盤構造モデルをもとに、防災科学技術研究所公開の差分法プログラムGMSを用いて強震動シミュレーションを行った。計算の簡略化のため、推定地盤構造のうち層4～層10の7層をモデルとして計算に用い、各層の物性値はJ-SHIS深部地盤構造モデルv3.2と同一とした。強震動シミュレーションには、地震調査研究推進本部の公開する邑知潟断層帯の想定地震ケース2を用いた。その結果、推定地盤構造モデルを用いたシミュレーションでは、J-SHISモデルに比べて、邑知潟平野内でモデル最上面での最大速度(PGV)が大きくなる範囲が広くなり、特に邑知潟平野の中部から南西部の盆地南東端に沿ってPGVが大きくなることが分かった。推定地盤構造モデルは邑知潟平野の盆地境界部の構造についてより詳しい調査結果に基づいてモデル化したことで、J-SHISモデルと比べて盆地による地盤増幅特性がより確からしいものとなったと考えられる。

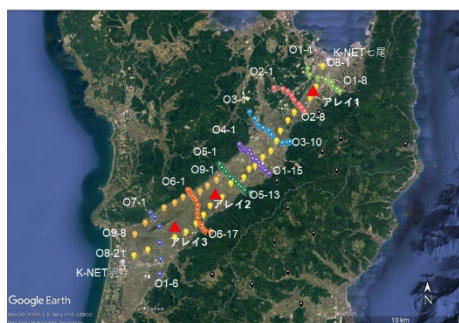


図1 微動観測点配置(Google Map に加筆)

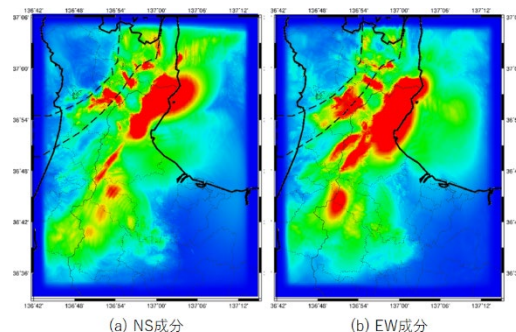


図3 邑知潟断層帯の想定地震ケース2によるモデル最上面最大速度分布

7. 研究実績（論文タイトル、雑誌・学会・セミナー等の名称、謝辞への記載の有無）

中山智貴・松島信一、2022、邑知潟平野の地盤構造推定とそれを用いた強震動予測に関する研究、京都大学防災研究所令和3年度研究発表講演会、B118（謝辞有）

中山智貴・松島信一、2021、常時微動を用いた邑知潟平野の地盤構造推定、日本地震工学会・大会－2021、B-4-7（謝辞有）

拠点間連携共同研究実施報告書(研究実績報告書)

1. 課題番号 2021-K-07

2. 研究課題名 (英訳もご記入ください)

和文: 既存在来木造建物に大きな被害を引き起こす地震動の発生要因に関する研究

英文: Study on the factors that cause earthquake motion that bring about great damage to existing traditional wooden houses

3. 研究代表者所属・氏名 京都大学防災研究所・境 有紀

(地震研究所及び防災研究所 研究分担者名) 松島信一・三宅弘恵

4. 参加者の詳細 (研究代表者を含む。必要に応じ行を追加すること。)

氏名	所属・職名	参加内容
境 有紀	京都大学防災研究所・教授	研究のとりまとめ
松島 信一	京都大学防災研究所・教授	強震動シミュレーション結果の分析
五十田 博	京都大学生存圏研究所・教授	振動実験木造試験体の策定と実施
三宅 弘恵	東京大学地震研究所・准教授	強震動シミュレーションの実施

5. 研究計画の概要 (申請書に記載した「研究計画」を800字以内でご記入ください。変更がある場合、変更内容が分かるように記載してください。)

本研究で行うことは、大きく分けて2つになる。1つは、震源と地盤構造を変えた強震動シミュレーション、もう1つは、既存在来木造を対象とした振動実験である。

まず、前者の強震動シミュレーションについては、調査が行われている100を越える全ての活断層を1年で解析とすることは不可能なので、断層タイプ(正断層、逆断層、横ずれ断層など)や規模、更には、付随する地盤構造などを考慮して10~20程度を選び出して解析を行う。こういった対象地震の選定は既に行っているが、推定された震源パラメータは、ばらつきをもつため、今年度は、これを考慮に入れた場合、発生する地震動がどの程度変化するかについて検討を行う。

後者の振動実験については、強震動シミュレーションで作成された地震動の既存木造在来建物に対する被害を評価するために既に開発した非線形建物群モデルを用いて地震応答解析を行うが、木造建物の復元力特性や全壊判定、特に後者については、未だ不明の点が多いため、耐力で3レベル程度(被害が生じるレベルを想定して、平均、平均- σ 、平均-2 σ の3レベル)の実大木造建物の復元力特性を再現する実大1層4P試験体を開発し、これを用いた振動実験を行って、非線形建物群モデルを用いた解析結果との照合を行う。

そして、両者の結果を照らし合わせて、どのような震源、地盤構造の組み合わせの時に、既存木造在来建物に大きな被害を与える地震動が生成されるかについて明らかにする。そして、その結果を、震源、地盤構造の組み合わせを震源スペクトル、伝達関数などの定量的なパラメータで表現することで、選定した断層以外の日本全国の活断層に展開することで、既存在来木造が大きな被害を受けるエリアをある程度特定できればと考えている。

以上を受けて、今年度は、大地震時発生時に被害を受ける耐力が低い建物を対象に実大1層4P試験体を開発した。

6. 研究成果の概要（図を含めて1頁で記入してください。）

キーワード（3～5程度）：既存在来木造建物，振動実験，強震動シミュレーション，非線形建物群モデル

将来発生する地震動が木造建物にどの程度の被害を引き起こすか、即ち、地震動の破壊力を測ることを目的として、実大木造建物の挙動を再現できる簡易試験体の開発を行った。今回の試験体は、大地震で被害を受ける日本に存在する木造建物の中でも耐震性能が低い $C_v=0.2$ の建物とした。まず静的実験を行い、試験体は図1に示す幅4000mm、高さ2910mmの構面で、軸組のみが1体（試験体名：FR）、壁を2ヶ所に配置したものを2体（試験体名：WL、WL-BR）作成し、配置した壁はWLがサイディングおよび石膏ボード、WL-BRがサイディング・石膏ボードおよび三ツ割筋かいとなっている。その結果を加算することで図2に示す加振方向4000mm、直交方向1925mmの1層の箱型試験体とし、外側に静的実験のFR、内側にWL-BRを配置し、振動実験を行う際の付加重量を設定、2層を1層に縮約することによる周期の違いを補正して振動実験を行った。

入力地震動の加振スケジュールと加速度応答スペクトルをそれぞれ表1、図3に示す。既存の建物は大地震を受ける前に中小地震を経験していると考え、2003年宮城県沖の地震のJMA大船渡を震度5強程度となるよう50%に縮小したものを入力した後、震度6強の大地震を入力した。具体的には周期0.5秒以下の極短周期が卓越した2003年十勝沖地震のK-NET広尾N50W方向と、建物の大きな被害と相関がある周期1-1.5秒¹⁾が卓越した1995年兵庫県南部地震のJR鷹取NS方向の2種類を用いた。K-NET広尾は震度6強であったが周辺に全壊といった大きな被害を受けた建物が見られていない一方、JR鷹取は木造全壊率59.4%と甚大な被害が生じている。なお、大地震入力前の損傷レベルを揃えるために、K-NET広尾入力後に壁の交換といった試験体の復旧を行い、ステップ加振を行って復旧できていることを確認した。

実験結果として、大地震加振時のベースシア係数と変形角の関係を図4に示す。K-NET広尾では、最大変形角は0.01radであり、サイディングの割れといった軽微な被害に留まった。JR鷹取では、最大変形角は0.25radと非常に大きく、筋かいの座屈・折損が見られ、全壊程度の大きな被害となった。以上の結果は、実際の強震観測点周辺の被害状況と対応している。

以上のように、地震動の破壊力を測るための一層箱型簡易木造試験体の開発を行った。まず静的試験を行ってその結果を重ね合わせ、想定するベースシア係数になるように錘の重量を調整、二層から一層になることによる周期を地震動の時間刻みを補正することで振動実験を行い、実際の被害を再現できることを確認した。

参考文献1) 境有紀, 2011年東北地方太平洋沖地震で発生した地震動と建物被害の対応性—建物の大きな被害をより正確に推定する地震動強さ指標—, 日本建築学会構造系論文集, 第683号, 35-40.

耐力壁：三ツ割筋かい(端部釘打)
非耐力壁表面：窯業系サイディング
非耐力壁裏面：石膏ボード (t=12.5mm)

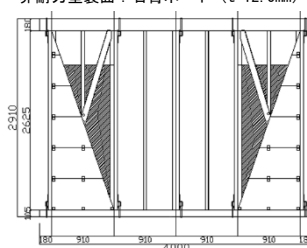


図1 試験体立面図
(WL-BR)

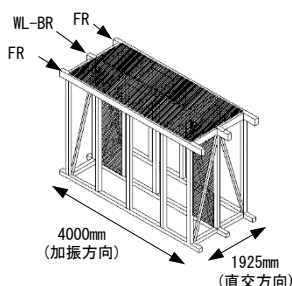


図2 振動実験試験体
鳥瞰図

表1 加振スケジュール

加振番号	入力地震動
1	2003年宮城県沖の地震 JMA大船渡方向N40E 50%
2	2003年十勝沖地震 K-NET広尾N50W方向 100%
3	試験体の復旧 2003年宮城県沖の地震 JMA大船渡方向N40E 50%
4	1995年兵庫県南部地震 JR鷹取NS方向 100%

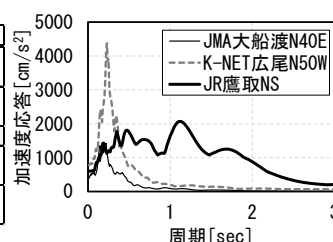


図3 入力地震動の
加速度応答スペクトル
(h:5%)

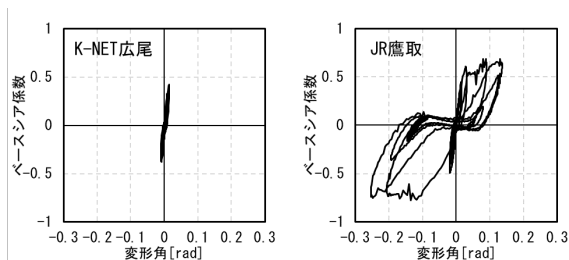


図4 ベースシア係数と変形角の関係

7. 研究実績（論文タイトル、雑誌・学会・セミナー等の名称、謝辞への記載の有無）

拠点間連携共同研究実施報告書(研究実績報告書)

1. 課題番号 2021-K-08

2. 研究課題名 (英訳もご記入ください)

和文: 文化遺産の所在情報と災害情報の重ねあわせによる文化遺産災害情報マップの構築と活用

英文: Research on the construction and utilization of maps that combine the location of cultural heritage and disaster information

3. 研究代表者所属・氏名 蝦名 裕一

(地震研究所及び防災研究所 研究分担者名) 加納 靖之 ・ 土井 一生

4. 参加者の詳細 (研究代表者を含む。必要に応じ行を追加すること。)

氏名	所属・職名	参加内容
蝦名 裕一	東北大学災害科学国際研究所・准教授	研究統括、データ収集、web サイト構築
加納 靖之	東京大学地震研究所・准教授	災害情報収集
土井 一生	京都大学防災研究所・助教	災害情報収集
大邑 潤三	東京大学地震研究所・助教	災害情報収集
西村 慎太郎	国文学研究所・准教授	文化遺産情報収集
鈴木 比奈子	防災科学研究所・特別技術員	災害情報収集
岡田 健	奈良大学 教授	文化財情報収集

5. 研究計画の概要 (申請書に記載した「研究計画」を 800 字以内でご記入ください。変更がある場合、変更内容が分かるように記載してください。)

令和3年度は、既にデータ化した国宝・国指定重要文化財および都道府県指定文化財をあわせた約35,000件に加え、市町村指定文化財に指定されている90,742件の指定文化財の所在情報の収集を進めることにする。ただし、市町村指定文化財については、自治体によって位置情報をはじめとする情報が公開されていない場合が多く存在するため、まずは自治体が位置情報を公開している指定文化財に関する情報を優先する。

文化遺産マップのプラットフォームとしては、①Google マップ版、②防災科学研究所が開発したe コミマップ版の2種類の開発を同時並行的に進め、各種災害関係情報やハザードマップの2種類を開発する。このマップに、災害発生時の被害推定情報マップと組み合わせ、防災および災害時における活用の用途に応じた効果的な文化遺産マップの構築を目指す。あわせて、各種災害情報を発信している防災科学研究所や東京大学地震研究所、国土地理院などの関係者と検討会を開催し、より効果的な文化遺産マップの作成と活用の手法を考案する。同時に、現時点で進行中の令和3年2月13日の福島沖地震について、今後展開する文化遺産レスキュー活動に、今回完成したデータ・マップについては、準備が整い次第公開・活用を目指す。この際、これらの文化遺産災害情報マップの共有・公開は、多分に個人情報が含まれることや、災害時における盗難に悪用される可能性をふまえて、e コミマップの閲覧制限機能を活用した登録制での公開とする。その上で、これらの情報を全国の文化財・史料保全関係者への参加を呼びかけ、文化遺産マップを媒介とした連携体制を構築するとともに、災害発生を想定した文化財等レスキュー活動のシミュレーションを実施するなど、具体的な連携体制の構築を目指す。

6. 研究成果の概要（図を含めて1頁で記入してください。）

キーワード（3～5程度）：文化遺産、市町村指定文化財、令和3年日向沖地震、令和4年福島県沖地震

令和3年度は、北海道・東北地方の市町村が指定する文化財、総数約18000件の位置情報を収集し、文化遺産マップへの登録作業を進めた。市町村指定文化財については、自治体別に公開の有無、情報の詳細が異なり、位置情報の把握が困難なものも多く、位置情報が判明しないものについては、周辺情報や座標情報を収集し、これらを登録した。現段階で、国指定・都道府県指定の指定文化財35000件に、今年度収集した情報を加えた約5万件のデータベースを収集し、e コミマップをプラットフォームとした文化遺産マップを構築した。また、神戸大学の資料ネットと連携し、神戸市域の指定文化財を登録した文化遺産マップを作成した（図1）。



図1：神戸市周辺の文化遺産マップ

災害時における文化遺産マップの活用例としては、令和4年1月22日に発生した日向沖地震について、気象庁の発表した推定震度分布をもとに指定文化財情報を重ねあわせた文化遺産マップを作成した。

（図2）あわせて、文化遺産マップを被災地の資料保全関係者や公的機関に共有し、1月26日には宮崎歴史資料ネットワークなど被災地の博物館関係者などとオンラインによる会議を開催し、被害情報の共有や連携体制の構築をはかった。

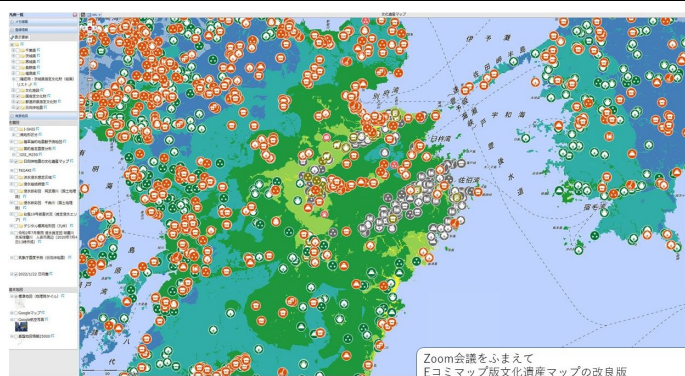


図2：令和4年日向沖地震の震度分布と文化遺産マップ

また、令和4年3月16日に発生した福島沖地震では、宮城県・福島県の指定文化財や個人所蔵の歴史資料の位置情報に推定震度分布を重ねあわせたマップを作成した。この文化遺産マップについても、宮城県・福島県の資料ネットワークと共有するとともに、3月20日に被害状況と被災文化遺産救済に向けて会議をおこなうとともに、このマップを活用して震度6を観測した地域を中心に被災した文化遺産の巡回調査を実施した。

本研究による成果により、自然災害による歴史資料への被害状況について、迅速に推定する手法を確立するとともに、これをもとに被災地と被災地外との

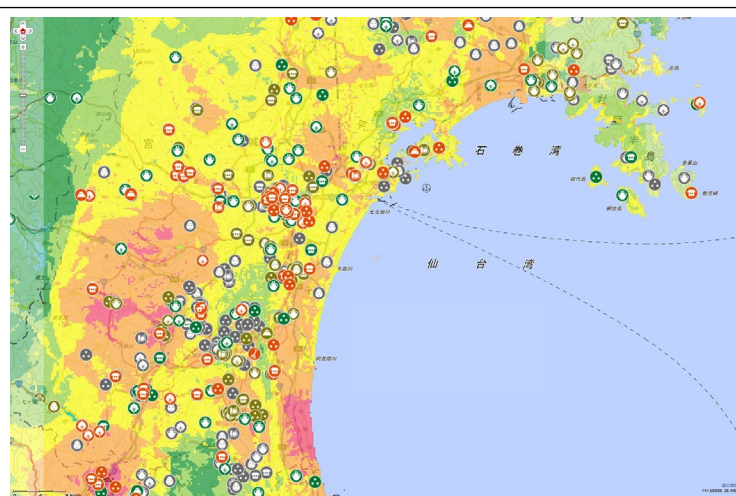


図3 令和4年3月福島沖地震の震度分布と文化遺産マップ

の情報共有・対応の協議について、近年普及したオンライン環境と併用して活用してより迅速に連携体制を構築することが可能となった。

7. 研究実績（論文タイトル、雑誌・学会・セミナー等の名称、謝辞への記載の有無）

拠点間連携共同研究実施報告書(研究実績報告書)

1. 課題番号 2021-K-09

2. 研究課題名 (英訳もご記入ください)

和文: ばらつきを考慮したハザード想定結果の「受け取られ方」に関する評価研究

英文: How the variety of hazard assessment results were acquired in risk reduction activities?

3. 研究代表者所属・氏名 京都大学防災研究所・牧紀男

(地震研究所及び防災研究所 研究分担者名) 飯高隆 ・ 牧紀男

4. 参加者の詳細 (研究代表者を含む。必要に応じ行を追加すること。)

氏名	所属・職名	参加内容
牧 紀男	京都大学防災研究所・教授	総括・自治体調査
松島 信一	京都大学防災研究所・教授	地震動シミュレーション
西嶋 一欽	京都大学防災研究所・准教授	ばらつき評価
飯高 隆	東京大学情報学環・教授	地震動シミュレーション
加藤 孝明	東京大学生産技術研究所・教授	防災計画
関谷 直也	東京大学情報学環・准教授	リスクコミュニケーション

5. 研究計画の概要 (申請書に記載した「研究計画」を800字以内でご記入ください。変更がある場合、変更内容が分かるように記載してください。)

地震ハザードシナリオに多様性、さらには多様な地震ハザードシミュレーションにおける自治体のシミュレーションの位置づけを示すことが可能なシステムについての自治体職員に対するヒアリング調査を実施し、システム改良点ならびに、システムを用いた災害シナリオの多様性の理解についての調査を行い、調査結果をもとにシステムの改良を行うとともに、災害シナリオの多様性理解を深めるためのあり方についての検討を行う予定であった。しかし、新型コロナウイルス感染症の影響でインタビュー調査を実施することが困難であったため、システムの改良の作業を行い、ヒアリング時に利用する内閣府による地震動想定結果についての見直しを実施した。

6. 研究成果の概要（図を含めて1頁で記入してください。）

キーワード（3～5程度）：南海トラフ地震、内閣府地震動想定、工学的基盤

令和3年度は、インタビュー調査実施のための標本データ、システム改良のために必要となる内閣府の南海トラフ地震の地震動想定（地表面速度）の検討を行うための解析を行った。内閣府が公表している工学的基盤の地震波データから、一般的な被害想定に利用される表層地盤の速度データを詳細にもとめるための検討を行った。図1に地表面最大速度データ作成のフローを示す。

検討の結果、最大のPGVは約1,100kineで、太平洋沿岸の広い地域で200kine程度のPGVが算出され、非常に大きな値となっていることから、補正をおこなったが最大のPGVは約680kineとなったが、全体的なPGVのレベル感や分布傾向に大きな変化は見られなかった。そのため来年度以降の課題として、工学的基盤の速度データについての検討もふまえ、来年度以降、検討を実施する必要があることが明らかになった。

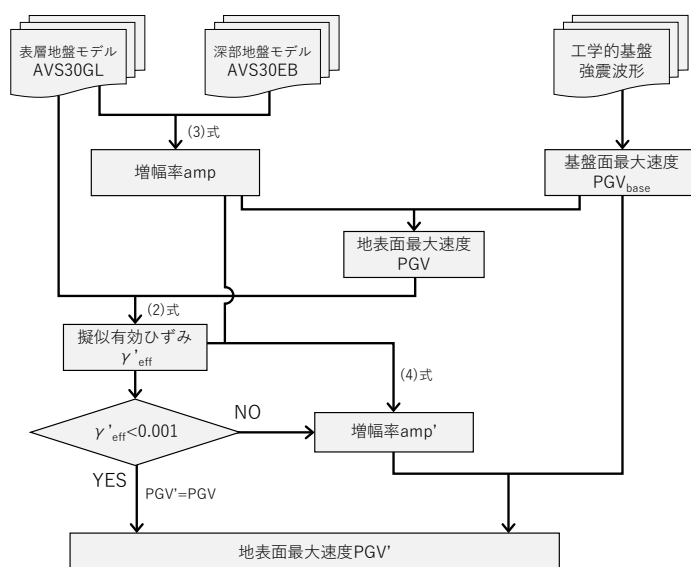


図1 地表面最大速度データ作成のフロー図

また、今年度、様々な地震動想定を表示可能なシステムについて図2に示すような形式（過大評価、過少評価等）で推定結果を示すことが可能なシステムについて、新たな推定結果をシステムに取り組むためのインターフェースの構築を行い、システムの改良を行っている。

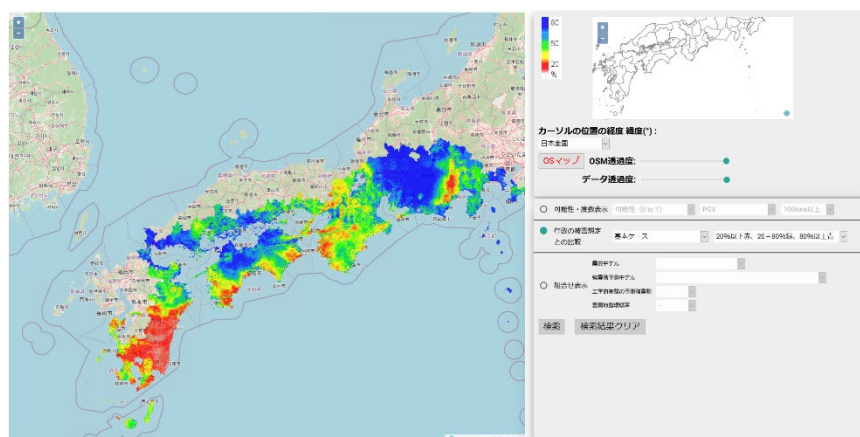


図2 多様なシナリオ表示システム
(過大評価が赤、過小評価が青で表示している)

7. 研究実績（論文タイトル、雑誌・学会・セミナー等の名称、謝辞への記載の有無）

なし

拠点間連携共同研究実施報告書(研究実績報告書)

1. 課題番号 2019-K-01

2. 研究課題名 (英訳もご記入ください)

和文：不均質な断層すべり分布を考慮した津波の確率論的予測と不確実性の評価

英文：Probabilistic tsunami hazard assessment and evaluation of uncertainties considering heterogeneous slip distribution

3. 研究代表者所属・氏名 東京大学地震研究所 佐竹健治

(地震研究所及び防災研究所 研究分担者名) 佐竹健治 ・ 森 信人

4. 参加者の詳細 (研究代表者を含む。必要に応じ行を追加すること。)

氏名	所属・職名	参加内容
佐竹 健治	東京大学地震研究所 教授	研究総括
Tungcheng Ho	京都大学防災研究所 研究員	インドネシア津波の波源解析・浸水計算
Iyan Mulia	東京大学地震研究所 研究員	日本海の津波の確率論的計算
三反畑 修	東京大学地震研究所 大学院生	鳥島地震津波の波源解析
Yuchen Wang	東京大学地震研究所 大学院生	津波データ同化
森 信人	京都大学防災研究所 教授	研究総括
志村智也	京都大学防災研究所 特定助教	確率津波モデル開発
Che-Wei Chang	京都大学防災研究所 特定助教	マングローブによる沿岸災害軽減
宮下卓也	京都大学防災研究所 大学院生	確率津波モデル開発
福井信気	京都大学防災研究所 大学院生	市街地における津波リスク評価

5. 研究計画の概要 (申請書に記載した「研究計画」を 800 字以内でご記入ください。変更がある場合、変更内容が分かるように記載してください。)

東大地震研の佐竹グループと京大防災研の森グループが定期的 (年 3 回程度) にワークショップを開催し、確定論的な津波解析結果と確率論的な予測手法に関する情報を交換し、確率論的な手法の高度化に向けた共同研究を行う。

世界中の M9 クラスの地震について、断層面上のすべり量分布・初期水位分布がほぼ明らかになっているので、これらの結果をまとめ、すべり量分布の統計的な性質を明らかにする。さらに、それを反映した津波高の確率論的な推定方法を考案する。日本海東縁部については、「日本海における大規模地震に関する調査検討会」と「日本海地震・津波プロジェクト」で提案されている断層パラメーターについて、断層パラメーターの不確実性 (仮定された傾斜角、すべり角、断層深さやスケールリング則) を考慮して、確率論的な津波高の推定を行い、津波高推定の不確実性について定量的な評価を行う。これにより、沈み込み帯と衝突境界における地震津波の相似性および特異性についての理学的・工学的評価を行う。

6. 研究成果の概要（図を含めて1頁で記入してください。）

キーワード（3～5程度）： 津波，確率論的評価，不確定性

2018年9月にインドネシア・スラウェシ島で発生した地震（ $M_w=7.5$ ）によって、パル湾南岸で浸水深約4mの津波が発生し、被害をもたらした。この地震についてまず遠地地震波形の解析を行い、震源から南へ延びる横ずれ断層上のパル湾周辺で大きなすべりがあったことを確認した。このモデルから計算した津波は、パル湾内で記録された津波波形と同程度の振幅を生じることから、この津波波形と合成開口レーダーデータを用いて、断層を3つのセグメントに分けて詳細なすべり分布を求めたところ、パル湾付近のセグメント上で大きなすべりが推定された。このすべりによって浸水深2m程度の津波は発生するが、パル湾南岸での津波を完全に再現するためには、地滑りなどの二次的な波源が必要であることもわかった。

南海トラフ巨大地震を想定した津波計算を行い、京大防災研グループが開発しているランダムにすべり分布を生成する確率津波モデルと、内閣府中央防災会議モデルの2種類の津波高の特性を比較した。確率津波モデルについては、中央防災会議のモデルと同じ $M_w9.1$ の津波シナリオを300ケース生成した。全シナリオ中のシナリオ平均的な津波高は、外洋に面した高知県沿岸などについては確率津波モデルの方が大きい。大阪湾湾奥部では中央防災会議モデルの津波高さが相対的に高い傾向にあった。この傾向の差異は、評価地点に対する支配的な断層領域の平均すべり量で説明できることがわかった。この結果は、断層すべりの深さ方向の多様性が津波高の不確実性の大きな要因となりうることを示している。

7. 研究実績（論文タイトル、雑誌・学会・セミナー等の名称、謝辞への記載の有無）

・論文・報告書等

Ho, T.-C., K. Satake, S. Watada, M.-C. Hsieh, R.Y. Chuang, Y. Aoki, I. E. Mulia, A. R. Gusman, and C.-H. Lu, 2021, Tsunami induced by the strike-slip Fault of the 2018 Palu earthquake (Mw=7.5), Sulawesi Island, Indonesia, *Earth Planets Space*, 8, e2020EA001400, doi:10.1029/2020EA001400
（謝辞への記載有）

宮下卓也, 倉田一輝, 安田誠宏, 森信人, 志村智也, 2021, 確率津波モデルを用いた南海トラフ巨大地震による津波高の不確実性評価, *土木学会論文集 B2(海岸工学)*, 77, I_181-I_186, https://doi.org/10.2208/kaigan.77.2_I_181 （謝辞への記載有）

・学会・シンポジウム等での発表

Tung-Cheng Ho, 2021, What we learned from the 2011 Tohoku Tsunami that unveils the 1960 Chile Earthquake, *The 30th International Tsunami Symposium*, e90130

Takuya Miyashita, 2021, Estimation of tsunami response functions considering bathymetry in the pacific coast of Japan, *The 30th International Tsunami Symposium*, e90039

拠点間連携共同研究実施報告書(研究実績報告書)

1. 課題番号 2019-K-04

2. 研究課題名 (英訳もご記入ください)

和文: 強震動のブラインド予測のための共用地盤モデルの構築に関する研究

英文: Estimation of subsurface velocity model shared in blind prediction of strong ground motion

3. 研究代表者所属・氏名 東京工業大学 環境・社会理工学院・山中浩明

(地震研究所及び防災研究所 研究分担者名 地震研究所・三宅弘恵, 防災研究所・松島信一, 岩田知孝, 浅野公之, 川瀬 博)

4. 参加者の詳細 (研究代表者を含む。必要に応じ行を追加すること。)

氏名	所属・職名	参加内容
山中浩明	東京工業大学・教授	総括
高井伸雄	北海道大学・准教授	表面波探査
神野達夫	九州大学・教授	微動探査
山田伸之	高知大学・准教授	微動単点観測
地元孝輔	香川大学・准教授	地盤のモデル化
佐藤浩章	電力中央研究所・上席研究員	地盤減衰の評価
松島信一	京都大学防災研究所・教授	微動単点観測
岩田知孝	京都大学防災研究所・教授	サイト特性評価
浅野公之	京都大学防災研究所・准教授	地震記録の分析
川瀬 博	京都大学防災研究所・特定教授	地盤モデルの評価
三宅弘恵	東京大学地震研究所・准教授	地震動計算

5. 研究計画の概要 (申請書に記載した「研究計画」を800字以内でご記入ください。変更がある場合、変更内容が分かるように記載してください。)

2021 年 8 月（同年 3 月から延期された）にオンライン形式で開催された第 6 回 ESG 国際シンポジウム（ESG6）では、熊本平野のテストサイトでの 2016 年熊本地震の未公開の強震動のブラインド予測が行われ、与えられた地盤や小地震のデータから、事前に知らされていない強震動を各参加者が予測することによって地震動予測技術の信頼性や精度を明らかにすることが試みられた。とくに、ESG6 では、3 ステップ・ブラインド予測と称して、BP1「地盤モデルの推定」から始めて、BP2「弱震時の地震動の推定」を経て、BP3「強震時の地震動の推定」を順次実施された。これによって、各段階での地震動予測のばらつきなどを定量的に評価された。

本研究は、上記のブラインド予測で用いる熊本市のテストサイトに対する浅部深部統合地盤の共用 1 次元モデルを構築することを目的としている。ここでは、ブラインド予測の参加者に提供する地盤モデルを共用地盤モデルということにする。2019 および 2020 年度には、現地での観測データから、1 次元地下構造モデルを暫定的に推定した。さらに、既存および新規の現地調査などの微動・地震データを検討し、共用地盤モデルの最終案を作成した。2021 年度には、ブラインド予測サイトの周辺における臨時地震観測によって得られた強震記録を用いて、共用地盤モデルの 1 次元性の妥当性を確認する。これらの検討によって、共用地盤モデルの性能および問題点を抽出し、地盤モデルの精度の向上を図る。

6. 研究成果の概要（図を含めて1頁で記入してください。）

キーワード（3~5程度）：地震動、熊本地震、地盤増幅、S波速度構造、ブラインド予測

昨年度までの研究によって、図1に示すように、ESG6の熊本テストサイト周辺の20地点における臨時地震観測によって強震記録が得られている。ESG6のブラインド予測の強震観測点は、臨時観測の観測点16の近傍にある。また、ブラインド予測での岩盤サイトの観測点である金峰山のSEVO（九州大学地震火山観測研究センターの熊本地震観測点）地点でも臨時強震観測を行った。

得られた地震記録からテストサイト近傍の観測点16に対する各点の水平成分のフーリエスペクトルの比を求めた。図3に示す水平スペクトル比は、周期0.5秒以上の帯域では、ほぼ1倍であり、この周期帯域の地震動特性は、テストサイト周辺でほぼ同様であると考えられる。一方、周期0.5秒以下では、スペクトル比の変動が大きくなり、各観測点は、テストサイトの地震動特性と異なる特性を持っている。図3には、水平成分のスペクトル比の空間的な分布が示されている。周期0.8-1.6秒の比は、空間変動が小さいが北側の地点ほど比率が小さくなっている。周期0.3秒付近のスペクトル比は、テストサイトの強震観測点から離れると、小さくなる。さらに、短周期の0.2秒付近のスペクトル比は、空間変動が大きく、テストサイトの南東側で大きくなる。周期0.3秒以上の地震動特性を評価する際に、1次元速度構造モデルの仮定が成り立ち、地下構造の不整形性の影響は小さいと考えられる。

各観測点では、地表付近のS波速度を知るために簡易な表面波探査を実施し、図4に示すレイリー波の位相速度を得た。すべての地点で位相速度は、測線長が短いために、位相速度は周波数約15Hz以上に限定されるが、ほど一定値に収束している。これは、レイリー波の高周波数の位相速度の下限値を示しており、近似的に地表付近のS波速度とみなせる。各地点での20から40Hzの位相速度を平均して、図4右の平均位相速度を求めた。テストサイトの強震観測点近傍では、130m/s以下の平均位相速度が多く、離れると150m/s程度となっている。この空間分布は、周期0.3秒のスペクトル比の分布と類似しており、地表付近のS波速度が周期0.3秒の地震動の空間的变化の原因であると考えられる。

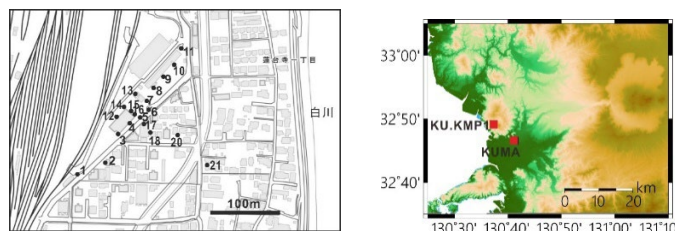


図1 臨時観測点の位置（左）と観測された地震の震央（右）

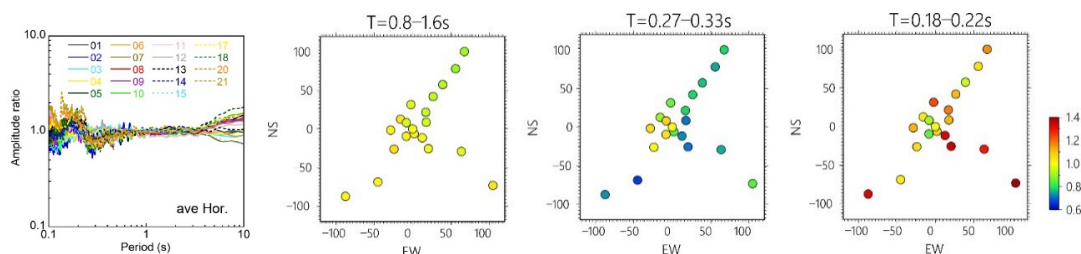


図2 観測点16に対する水平成分のスペクトル比

図3 周期毎の水平成分のスペクトル比の分布

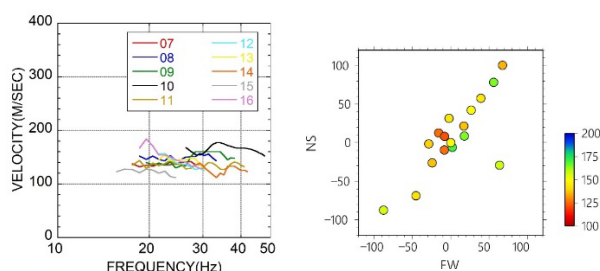


図4 各観測点での表面波探査の結果

7. 研究実績（論文タイトル、雑誌・学会・セミナー等の名称、謝辞への記載の有無）

Yamanaka, H., S. Tsuno, M. Shigefuji, T. Kanno, K. Chimoto, T. Matsushima, and S. Matsushima, Temporary strong motion observation around kumamoto test site for blind prediction of strong ground motion, The 6th IASPEI / IAEE International Symposium: The Effects of Surface Geology on Seismic Motion, ext. abstract, GS5-P36, 2021.

Matsushima, S., H. Yamanaka, S. Tsuno, H. Sato, and Y. Inagaki, Results of borehole survey at the target site of ESG6 blind prediction exercise and laboratory tests, The 6th IASPEI / IAEE International Symposium: The Effects of Surface Geology on Seismic Motion, ext. abstract, SS101, 2021.

拠点間連携共同研究実施報告書(研究実績報告書)

1. 課題番号 2020-K- 02

2. 研究課題名 (英訳もご記入ください)

和文: 桜島大規模火山噴火を対象とした事前避難を実現するための
リスクコミュニケーション方法に関する実践的研究

英文: A practical study on risk communication methods to realize proactive evacuation
for a large-scale volcanic eruption at Sakurajima

3. 研究代表者所属・氏名 防災研究所・大西正光
(地震研究所及び防災研究所 研究分担者名) 地震研究所・前野深

4. 参加者の詳細 (研究代表者を含む。必要に応じ行を追加すること。)

氏名	所属・職名	参加内容
大西 正光	京都大学防災研究所・准教授	総括
井口 正人	京都大学防災研究所・教授	火山学的知見に基づく情報の検討・WS 構成の検討、実施
矢守 克也	京都大学防災研究所・教授	リスクコミュニケーション分析
中野 元太	京都大学防災研究所・助教	WS 構成の検討、実施
前野 深	東京大学地震研究所・准教授	火山学的知見に基づく情報の検討
山 泰幸	関西学院大学・教授	リスクコミュニケーション分析
竹之内 健介	香川大学・准教授	WS 構成の検討、実施

5. 研究計画の概要 (申請書に記載した「研究計画」を 800 字以内でご記入ください。変更がある場合、変更内容が分かるように記載してください。)

桜島大規模噴火が発生すれば、風向き次第で、鹿児島市街地にも大量の軽石と火山灰が降り積もる可能性がある。大量降灰が生じれば、市街地全域での人流物流はストップし、救援物資の不足など避難生活さえ困難となりうる。一方、桜島では大規模噴火の予兆を示す現象がほぼ確実に観測されるであろうことが分かっている。予兆現象に基づき、噴火前に事前避難を実現できれば、大量降灰に伴う被害を大幅に軽減できる。しかし、現状では、市街地側住民に対して、事前避難を喚起するような情報提供システムは確立しておらず、事前避難を呼びかけたとしても、噴火の前段階で発信する情報が住民の避難行動に効果的に結びつかない懸念がある。

情報が意思決定に結びつくためには、フレームと呼ばれる情報と行動を関連づける文脈を、情報の送り手と受け手が共有する必要がある。フレームの共有により、情報の送り手は発信した情報が受け手の意思決定にどう結びつくかを予想することが可能になる。フレームは、アприオリに存在するわけではなく対話を通じて共創される。本研究では、リスクコミュニケーションをフレームの共創の場と位置づけ、専門家、行政、市民が対話を通してフレームを共創するメカニズムを実践的取り組みの参与観察を通じて明らかにすることを試みる。その上で、実務的知見として、フレームの共創を効果的に行うことができるリスクコミュニケーションの環境づくりの方法を検討する。

以上の研究を遂行するために、鹿児島市街地側の住民を対象としたワークショップを 2020 年度に実施する予定であったが、新型コロナウイルス感染拡大の影響に伴い、車座となる対話形式で実施が不可能となったため、2021 年度に繰り越して実施することとなった。

6. 研究成果の概要（図を含めて1頁で記入してください。）

キーワード（3～5程度）：桜島大規模噴火、事前避難、リスクコミュニケーション

本研究課題は、専門家と避難主体となる住民とのリスクコミュニケーションを通じて桜島大規模噴火の大量軽石火山灰降下ハザードへの備えの高度化を図る。これまでのアンケート調査を通じて、過去に桜島で大規模噴火が生じた事実は知っているものの避難等の具体的な対応の必要性について、一般市民には、ほとんど認知されていないことが分かっている。鹿児島市街地側でも、降灰厚1mにも及ぶ大量軽石火山灰降下により都市機能が麻痺する可能性があるため広域避難を含めた大規模な対応行動が必要となる。

専門家と住民の間のコミュニケーションでは、一般的に専門家が教え、住民が教えるという関係性が暗黙的に存在している。しかし、こうした関係性自体が住民の他者依存の構造を生み出すことが懸念されるため、本研究課題では、諸活動のオーナーシップは住民側にあるとの原則に基づいて進めている。また、数回のみスクール形式ではなく、都度認識された課題を継続的に議論していくこと自体に意義があると考え、明確な期限を定めず継続的に実施するという原則も共通理解としている。

2021年度も10月までは新型コロナウイルス感染拡大によるまん延防止措置期間が継続していたためワークショップの開催が困難であったが、初回のワークショップを2021年11月22日に、鹿児島市八幡校区において開催することができた。なお、2021年3月15日に、八幡校区の防災活動の一環として、井口正人教授による鹿児島市街地における大量降灰についての講演セミナーを実施した。これにより、ワークショップ参加予定者に対して直接、本プロジェクトの趣旨と背景については既に説明していた。

大量軽石火山灰降下ハザードは、少なくとも日本国内において、100年以上起こっておらず、資料も少ないため、身にどのような困難が生じるかを各自でイメージすることが必要という考えから、第1回のワークショップでは、鹿児島市が作成した桜島火山防災啓発動画の視聴した後に、専門家がフォローアップの説明を行い、1) 懸念事項と2) 今後検討していくべき事項について話し合う場を設けた。その結果、最も大きな関心事は「避難」であった。このことは、ある意味で当然であるが、住民自身の議論から避難の必要性について語られたこと自体に実践的意義がある。

その後、本ワークショップの議論を整理したメモを専門家側で整理したペーパーを住民側にフィードバックを行い、それに基づいて、専門家が参加しない住民だけの自主勉強会が2022年2月21日に開催された。自主勉強会では、まだハザードのイメージが湧きにくい、避難は実際に可能なのか、といった課題が浮かび上がった。

それを受けて、第2回のワークショップを2022年3月8日に開催し、自主勉強会で出てきた住民らの疑問に対して、専門家が1つ1つ回答し、専門家が「正解」を与えるような類いの質問ではない場合は、逆に問いかけ、一緒に考える形とした。特に、後半の時間帯は、「避難」をテーマとして、参加者に「広域事前避難をするかどうか」を問いかけた。その結果、27名の参加者中、5名が事前避難はしない、あるいはその他の行動を検討するという意見であり、必ずしも広域避難が現実的ではない、さまざまな制約が存在するという問題が浮かび上がってきた。

本研究課題は実践的研究という性格、また、短期的な研究成果を求める専門家側にこそ、リスクコミュニケーションの構造的問題が存在するという問題意識に基づいていることから、明確な研究成果が存在するわけではない。しかし、明らかになったことは、専門家が関与するスタンスは、住民の自主性に大きく影響しており、住民自身が自ら考える土壌を耕すことが可能であることを本実践的研究で示唆できたと考える。

7. 研究実績（論文タイトル、雑誌・学会・セミナー等の名称、謝辞への記載の有無）

本研究特になし

（新型コロナウイルス感染拡大のため、ワークショップの開催が年度後半になってしまった、本課題に関する実績の取りまとめが困難であったが、2022年度に取りまとめる予定）

拠点間連携共同研究実施報告書(研究実績報告書)

1. 課題番号 2020-K-03

2. 研究課題名 (英訳もご記入ください)

和文: 地震発生 of 切迫性を伝える災害情報モデルとシナリオの構築

英文: Construction of Disaster Information Model and Scenario Conveying the Urgency of Earthquake
- Compound Chain Problem as a New Issue in the Wake of the 2018 Hokkaido Eastern Iwate Earthquake -

3. 研究代表者所属・氏名 北海道大学 広域複合災害研究センター・岡田成幸

(地震研究所及び防災研究所 研究分担者名) 京大防災研 松島信一・東大地震研 三宅弘恵

4. 参加者の詳細 (研究代表者を含む。必要に応じ行を追加すること。)

氏名	所属・職名	参加内容
岡田成幸	北大広域複合災害研究センター・特任教授	フィールド調査並びに研究総括
中嶋唯貴	北大工学研究院・准教授	フィールド調査
松島信一	京大防災研究所・教授	微動調査
三宅弘恵	東大地震研究所・准教授	地震動解析

5. 研究計画の概要 (申請書に記載した「研究計画」を 800 字以内でご記入ください。変更がある場合、変更内容が分かるように記載してください。)

地震に代表される被害想定 of 目的は、減災目標 of 設定と目標達成 of ための対策検討に資することであり、そのために想定ハザードに対する被害評価がマクロ的には国 (中央防災会議、以下内閣府とも記載) が、また各地方においては地方公共団体 (都道府県、市町村) が実施し、結果が公表されている。しかし、想定されている被害内容・公開情報は減災対策検討に十分なものであるのか。その検証は十分になされているとは言えない。たとえば南海トラフ巨大地震の被害想定第一次報告 (平成 24 年 8 月 29 日、中央防災会議) には、被害想定 of 意義として以下要約するに「具体的な被害を算定し被害の全体像を明らかにすること、その上で各種 of 防災対策を立案する」とある。さらに続けて「防災対策を講ずることによる具体的な被害軽減効果を示すことで、防災対策を推進するための国民の理解を深める」とある。すなわち、被害想定と被害軽減効果は別途計算し、国民の対策への理解を求めることが被害想定 of 目的であり意義と謳われている。本研究はここに異議を唱え、本来あるべき被害想定 of 目的とそのための被害想定方法を提案し、石狩低地東縁断層帯南部 (モデル 30_5) による想定地震被害と 2018 年北海道胆振東部地震 (以降、胆振東部地震と略称) の被害実態と検証することで、中央防災会議が提唱する被害想定 of 標準方法が抱える問題点を明らかにする。

6. 研究成果の概要（図を含めて1頁で記入してください。）

キーワード（3～5程度）：地震被害想定、北海道胆振東部地震、住家被害、建物損傷度指標（Damage Index）、人的被害、多発性外傷重症度指標（ISS）

以下の成果を得た。

(1) 木造住家の被害比較と対策に必要な情報について

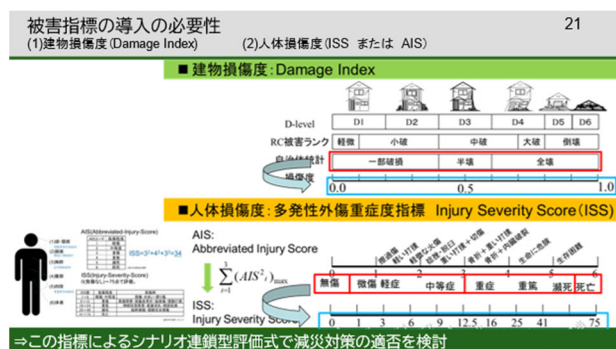
当該地震の被災3町（厚真、安平、むかわ）の木造住家についての公表被害実数と、想定地震を対象とした内閣府の方法と北海道の方法による被害を比較する。内閣府の想定手法は阪神・淡路大震災の被災地の住家築年代と被害率の関係をを用いて計算する一方、北海道の方法は当該地域の住家の耐震性能のばらつきを加味するため耐震診断値（耐震評点）を確率分布で与え、岡田・高井(2004)による損傷度関数（震度・耐震評点・損傷度の関係）を用い、より詳細な建物損傷度指標（Damage Index）による損傷度評価を行っている。胆振東部地震の被害実数との比較は、地域性の考慮のない内閣府の方法に比べ、北海道は実態に近い被害評価を与えており、木造住家の被害想定には地域性（住家耐震評点の実分布）の考慮の重要性が確認できる。さらに、必要な住家被害情報について注目したいのは実被害の判定基準である。実被害の実態公表値となる災害対策本部発表の「全壊」の定義は、「居住のための基本的機能喪失が床面積の70%以上、または経済的被害の損害割合が50%以上」とされており、罹災証明の判定基準にほぼ等しい。それに対し被害想定は一般に建築構造的損傷度により判断するものであり、両者は乖離している。罹災証明による被害認定は、その後の復旧助成に大きく関わることから、地域復旧の遅速にも影響することが予想される。災害対策の観点からは、被害想定には構造的被害に加え復旧に関わる被害認定の指標も同時に検討する重要性を指摘しておきたい。なお、建物損傷度指標（Damage Index）は罹災証明の判定区分とも相性が良い。

(2) 人的被害の比較と対策に必要な情報について

人的被害情報についても、これまで議論の中心とされてこなかった被害定義の問題を指摘しておく。災害対策本部が公表値として集計する死傷者の定義は、交通事故統計あるいは警察出動有無判断で用いる傷度3区分(死/重傷/軽傷)にほぼ近い。すなわち、当該災害が原因で死亡した者（または死亡したことが確実な者）を、災害発生時に滞在していた市町村の死者として扱い、負傷し1ヶ月以上の治療を要した者を重傷、1ヶ月未満を軽傷とする。しかし、この数値が防災対策に活用されていない実態に留意すべきである。本来災害時においては医療態勢に関わる情報がより重要なはずであり、消防庁(災害救急)で用いる症度(重症/中等症/軽症)で判断すべきであろう。平常時においては入院加療を要する中等症であっても、大災害時においては二次救急病院における重症患者措置を必要としない判断もある。症度情報は傷度情報と同様に人的被害情報として必要である。この情報は事前の医療防災対策の観点からも重要であり、想定被害情報としても有効なはずである。このことに配慮できる外傷重症度指標ISS(またはAIS)評価を推奨する。

(3) シナリオ連鎖型被害評価法の提案

市町村自治体が必要とする情報は、現状のように被害量を名義的区分尺度（建物被害〔全壊/半壊/一部損壊〕、人的被害〔死/重傷/軽傷〕）で与えるのでは対策応用性が限定されてしまうこと。改定案として定量的間隔尺度（建物被害〔Damage Index〕、人的被害〔Injury Severity Score〕）で与えることにより（図参照）、その後の種々の定量的アルゴリズム処方が可能となり活用範囲拡大のみならず精度向上に大きく寄与することを示した。さらに本提案の被害想定手法は、被害連鎖の因果関係を追跡できるため、減災の数値目標を達成するための具体的対策を合理的に提示することが可能である。



7. 研究実績（論文タイトル、雑誌・学会・セミナー等の名称、謝辞への記載の有無）

- (1) 小林純平・中嶋唯貴・岡田成幸：夜間発生地震に対する人体損傷度関数の適合性並びに応用拡張性の検討，第 48 回地域安全学会研究発表会(春季)2021. C-9
- (2) 岡田成幸・中嶋唯貴・竹内慎一：地震被害想定を検証 その 2 ー対策に必要な人的被害情報とその評価法ー，日本建築学会大会学術講演梗概集（東海），21024，2021.9.謝辞記載有.
- (3) 竹内慎一・岡田成幸・中嶋唯貴・森松信雄・宮内淳一・長瀬拓也・齊藤隆典・戸松誠：北海道胆振東部地震の被害を考慮した木造被害率関数の検討 ーその 1 地震被害情報による被害率関数のベイズ更新ー，第 94 回日本建築学会北海道支部研究発表会 2021 年 6 月 26 日. No.112
- (4) 岡田成幸・中嶋唯貴・岩崎祥太郎・竹内慎一・松島信一・三宅弘恵：北海道胆振東部地震からみえた地震被害想定情報の新たな課題，京都大学防災研究所研究発表講演会，2022.2.謝辞記載有.

3.5 学内連携研究

3.5.1 持続可能社会創造ユニット（研究連携基盤：未踏科学研究ユニット）

(1) 概要

持続可能社会創造ユニットは、2020 年度第Ⅱ期の未踏科学ユニットの一つとして設立された。生存基盤の寿命をテーマとした生存基盤科学研究ユニット、それに続く第Ⅰ期の未踏科学ユニットの一つであるグローバル生存基盤展開ユニットの伝統を引き継ぎつつ、人類の持続可能な生存に向けた研究、新たな学際領域の開拓、さらには成果の社会実装を目指して独創的な学際研究を展開するものである。また、国際連携ネットワークの構築や外国人研究員の招へい、若手研究員の育成も推進する。化学研究所、エネルギー理工学研究所、防災研究所、生存圏研究所、東南アジア地域研究研究所、地球環境学堂、経済研究所、学術情報メディアセンターの 8 部局が参画している。

(2) 組織構成（2020 年度～2021 年度）

参加部局：

化学研究所、エネルギー理工学研究所、生存圏研究所、防災研究所、経済研究所、東南アジア地域研究研究所、地球環境学堂、学術情報メディアセンター

ユニット長：

小西哲之（エネルギー理工学研究所 教授）

運営ディレクター：

青山卓史（化学研究所・教授）

野平俊之（エネルギー理工学研究所・教授）

梅村研二（生存圏研究所・教授）

藤田正治（防災研究所・教授）

甲山 治（東南アジア地域研究研究所・准教授）

森 晶寿（地球環境学堂・准教授）

清水延彦（経済研究所・准教授）

岡部寿男（学術情報メディアセンター・教授）

(3) 研究課題

2020 年度

- ① 木質バイオマスからのアルツハイマー病治療薬候補化合物群の直接合成
PINCELLA Francesca（化学研究所・講師）
- ② 新規含典型元素材料開発のための基礎・基盤技術の確立
行本万里子（化学研究所・助教）
- ③ ラマン分光法による環境調和型有機フッ素コーティング剤の簡易分析法の構築
下赤卓史（化学研究所・助教）
- ④ 自己集合性ワクチンアジュバント
上杉志成（化学研究所・教授）
- ⑤ ネガティブカーボン経済
小西哲之（エネルギー理工学研究所・教授）

- ⑥ 農村に適した再エネ電力貯蔵法の開発
野平俊之 (エネルギー理工学研究所・教授)
- ⑦ 熱帯荒廃草原の植生回復とバイオマスエネルギー生産・炭素隔離に向けたイネ科植物の育種
梅澤俊明 (生存圏研究所・教授)
- ⑧ 福島県における環境放射能解析および環境回復のための連携研究
渡辺隆司 (生存圏研究所・教授)
- ⑨ Develop an advanced eco-friendly scenario for bioethanol production
上田義勝 (生存圏研究所・助教)
- ⑩ 熱帯産材を出発物質とした芳香族化合物の製造と評価
畑 俊充 (生存圏研究所・講師)
- ⑪ 豪雨に伴う土砂災害に対する地域レジリエンスの向上のための実効的斜面ハザード評価ツールの確立と供出
松四雄騎 (防災研究所・准教授)
- ⑫ 網状流路河川周辺の都市の持続的な発展のための最適な河川整備の検討
竹林洋史 (防災研究所・准教授)
- ⑬ スマトラ島の熱帯湿潤流域を対象にした洪水・火災リスクに対する温暖化適応策
佐山敬洋 (防災研究所・准教授)
- ⑭ 熱帯泥炭地における災害および水文・気象情報の活用
甲山 治 (東南アジア地域研究研究所・准教授)
- ⑮ アジアの宗教伝統と持続可能性:歴史的遺産と法律的課題
Matteo Miele (東南アジア地域研究研究所・特定助教)
- ⑯ インドネシアでの薬物依存症に対する遠隔認知行動療法の実施可能性
山田千佳 (東南アジア地域研究研究所・特定研究員)
- ⑰ 石炭投資撤退運動・ESG 投資の金融・産業の行動変容と気候変動業績の変化
森 晶寿 (地球環境学堂・准教授)
- ⑱ 世代間衡平性の理論
原 千秋 (経済研究所・教授)
- ⑲ 電力パケットネットワークによるスマートエネルギーマネジメント
岡部寿男 (学術情報メディアセンター・教授)

2021 年度

- ① 木質バイオマスからのアルツハイマー病治療薬候補化合物群の直接合成
PINCELLA Francesca (化学研究所・講師)
- ② 新規含典型元素材料開発のための基礎・基盤技術の確立
行本万里子 (化学研究所・助教)
- ③ 環境調和型有機フッ素コーティング剤のラマン分光法による簡易分析
下赤卓史 (化学研究所・助教)
- ④ 自己集合性ワクチンアジュバント
上杉志成 (化学研究所・教授)
- ⑤ ネガティブカーボン経済
小西哲之 (エネルギー理工学研究所・教授)

- ⑥ 農村に適した再エネ電力貯蔵法の開発
野平俊之 (エネルギー理工学研・教授)
- ⑦ 熱帯荒廃草原の植生回復と資源生産に基づく炭素隔離
梅澤俊明 (生存圏研究所・教授)
- ⑧ 福島県における環境放射能解析および環境回復のための連携研究
上田義勝 (生存圏研究所・助教)
- ⑨ 先進環境調和型統合バイオリファイナリーシナリオの創成
KHATTAB Sadat Mohamed Rezk (生存圏研究所・研究員)
- ⑩ 木質バイオマスを出発物質とした芳香族化合物と熱分解残渣の製造と評価
畑 俊充 (生存圏研究所・講師)
- ⑪ 豪雨に伴う土砂災害に対する地域レジリエンスの向上のための実効的斜面ハザード評価ツールの確立と供出
松四雄騎 (防災研究所・准教授)
- ⑫ 蛇行流路河川周辺の都市の持続的な発展のための最適な河川整備の検討
竹林洋史 (防災研究所・准教授)
- ⑬ 熱帯湿潤流域を対象にした洪水・火災リスクに対する温暖化適応策
佐山敬洋 (防災研究所・准教授)
- ⑭ ベトナム・メコンデルタの農村社会の持続可能性に対する人為的および自然的要因の影響
Sameh Kantoush (防災研究所・准教授)
- ⑮ 熱帯泥炭地における災害および水文・気象情報の活用
甲山 治 (東南アジア地域研究研究所・准教授)
- ⑯ 東南アジアにおける薬物使用者の持続的な社会的包摂に向けた方策
山田千佳 (東南アジア地域研究研究所・研究員)
- ⑰ 企業の ESG パフォーマンスに及ぼす金融の役割：日本の事例
森 晶寿 (地球環境学堂・准教授)

(4) 外国人教員雇用

- ① STRULOVICI, Bruno (フランス)
経済研究所・特別招へい教授 (2020/4/10-2020/5/15)
- ② BAKR, Arby Mahmoud Abdel Azim (エジプト)
エネルギー理工学研究所・特別招へい准教授 (2021/1/1-2021/3/31)
- ③ MIELE, Matteo (イタリア)
東南アジア地域研究研究所・特定助教 (2021/1/1-2022/3/31)
- ④ YAMAMOTO, Eva Mia Siska (インドネシア)
防災研究所・特定助教 (2021/6/1-2022/3/31)
- ⑤ KHATTAB, Sadat Mohamed Rezk (エジプト)
生存圏研究所・特定講師 (2021/12/1-2023/3/31)

(5) 主な活動

令和2年度

RURSS 研究成果報告書

http://rurss.iae.kyoto-u.ac.jp/files/RURSS_report_FY2020.pdf

RURSS ニュースレター

http://rurss.iae.kyoto-u.ac.jp/files/rurss_vol1.pdf

令和 3 年度

RURSS 研究成果報告書

http://rurss.iae.kyoto-u.ac.jp/files/RURSS_report_FY2021.pdf

RURSS ニュースレター

http://rurss.iae.kyoto-u.ac.jp/files/rurss_vol2.pdf

(6) 防災研究所関係の活動

令和 2 年度

研究課題：

豪雨に伴う土砂災害に対する地域レジリエンスの向上のための実効的斜面ハザード評価ツールの確立と供出

研究組織：

松四雄騎（防災研究所・准教授）

甲山 治（東南アジア地域研究研究所・准教授）

渡邊哲弘（地球環境学堂）

山本博之（東南アジア地域研究研究所・准教授）

研究の概要：

本研究では、革新的な斜面ハザードの評価・可視化システムを開発し、地域の土砂災害レジリエンスを飛躍的に向上させることを目的とする。このシステムでは、豪雨による斜面崩壊および土石流のハザード（危険度）の時空間変化を追跡し、山麓域での土砂災害リスクを可視化することで、従来よりも格段に確度・精度の高い警戒・避難情報の発信が可能となる。また、任意の豪雨を入力としたシミュレーションを行い、地域住民とのリスクコミュニケーションのためのツールとして活用する。

研究課題：

網状流路河川周辺の都市の持続的な発展のための最適な河川整備の検討

研究組織：

竹林洋史（防災研究所・准教授）

藤田正治（防災研究所・教授）

中西嘉宏（東南アジア地域研究研究所・准教授）

Tin Tin Htwe（マンダレー工科大学・教授）

研究の概要：

河道内の砂州や氾濫原などの河川周辺の土地は、人間をはじめとする動植物の生存基盤を形成している。本研究では、社会的な要請を把握しつつ、網状流路周辺の都市の持続的な発展のための最適な河川整備の方法を検討する。その結果、マンダレー市周辺の網状流路の河川整備を実施するためには、生活環境の大きく異なる市民の河川との関わりを考慮しつつ、治水、利水を考慮した河川整備が必要であることが明らかとなった。

研究課題：

スマトラ島の熱帯湿潤流域を対象にした洪水・火災リスクに対する温暖化適応策

研究組織：

佐山敬洋（防災研究所・准教授）

山本 エバ ミア シスカ（防災研究所・特定助教）

甲山 治（東南アジア地域研究研究所・准教授）

小川まり子（東南アジア地域研究研究所・助教）

研究の概要：

世界の熱帯泥炭地のうち、約 60 %は東南アジアに位置しており、その面積は約 23 万 km² と本州に匹敵する面積を有している。インドネシア・スマトラ島のプランテーションは 90 年代に急速に開発が始まり、1985 年から 25 年間で約 25%の熱帯雨林が消失した。この研究では、気候変動や土地利用変化が熱帯湿潤流域の水循環にどのような変化をもたらし、その結果として、下流部に広がる泥炭湿地の洪水と火災にどのように影響を及ぼすかを水文モデルで予測するとともに、それらのリスクを軽減するための温暖化適応策を考究する。

令和3年度

研究課題：

豪雨に伴う土砂災害に対する地域レジリエンスの向上のための実効的斜面ハザード評価ツールの確立と供出

研究組織：

松四雄騎（防災研究所・准教授）

甲山 治（東南アジア地域研究研究所・准教授）

渡邊哲弘（地球環境学堂・准教授）

山本博之（東南アジア地域研究研究所・准教授）

研究の概要：

本研究では、地域の土砂災害レジリエンスの向上を目標に、斜面ハザードの評価・可視化システムを開発している。このシステムでは、豪雨による斜面崩壊ハザード（危険度）の時空間変化を追跡し、山麓での土石流や濁水氾濫による土砂災害リスクを可視化することで、従来よりも格段に確度・精度の高い警戒・避難情報の発信が可能となる。また、任意の豪雨を入力としたシミュレーションの結果は、地域住民とのリスクコミュニケーションのためのツールとして活用できる。

研究課題：

網状流路河川周辺の都市の持続的な発展のための最適な河川整備の検討

研究組織：

竹林洋史（防災研究所・准教授）

藤田正治（防災研究所・教授）

中西嘉宏（東南アジア地域研究研究所・准教授）

Tin Tin Htwe（マンダレー工科大学・教授）

研究の概要：

河道内の砂州や氾濫原などの河川周辺の土地は、人間をはじめとする動植物の生存基盤を形成している。本研究では、蛇行流路周辺の都市の持続的な発展のための最適な河川整備の方法を検討した。そ

の結果、新バゴー都市計画地周辺の蛇行流路の河川整備を実施するためには、現在のバゴー川の特徴を可能な限り維持しながら洪水対策を進めることができる分派流路の整備が最適な河川整備と考えられる。

研究課題：

スマトラ島の熱帯湿潤流域を対象にした洪水・火災リスクに対する温暖化適応策

研究組織：

佐山敬洋（防災研究所・准教授）

山本 エバ ミア シスカ（防災研究所・特定助教）

甲山 治（東南アジア地域研究研究所・准教授）

小川まり子（東南アジア地域研究研究所・助教）

山本完大（防災研究所・特定助教）

APIP（インドネシア LIPI 陸水学研究所）

研究の概要：

世界の熱帯泥炭地のうち、約 60 %は東南アジアに位置しており、その面積は約 23 万 km² と本州に匹敵する面積を有している。気候変動や土地利用変化に伴い、流域の水循環が変化し、熱帯泥炭地における洪水や火災などの災害リスク増大が懸念される。泥炭地でひとたび火災が発生すると、煙害や温室効果ガスの排出にも結び付く。インドネシアにおける熱帯泥炭地の持続可能な社会を考究することを目的として、衛星情報や水文モデルなどの技術や現地計測に基づいて、洪水・火災リスクの推定に関する研究を進めている。

研究課題：

Impacts of anthropogenic and natural drivers on the sustainability of rural societies in the Vietnamese Mekong Delta

研究組織：

Sameh KANTOUSH（防災研究所・准教授）

角 哲也（防災研究所・教授）

柳澤雅之（東南アジア地域研究研究所・准教授）

Doan Van BINH（ベトナム-ドイツ大学・講師）

研究の概要：

The Vietnamese Mekong Delta (VMD) faces riverbank erosion. The present study attempts to quantify the long-term eroded sediment volumes from the riverbank in the entire VMD using remote sensing (RS). To verify RS results, we conducted a field survey 7-11 October 2021 to track the bank coordinates and measure the slope along the main river. We found that the riverbanks near the estuaries are alternately eroded and deposited; however, erosion is dominant. We also found that, typically, the riverbank around the brick factories is stable; however, some places also suffer from severe erosion. Riverbank erosion is significant in the islands than in the mainland.

3.6 災害調査・野外調査

3.6.1 災害調査

令和2年度

災害名称	発生年月日	調査開始日	調査終了日	調査者名
令和2年7月豪雨	2020/07/03	2020/07/05	2020/08/31	矢守 克也
下呂豪雨災害	2020/07/07	2020/07/13	2020/07/13	竹林 洋史
令和2年7月九州豪雨災害の総合調査・研究	2020/07/05	2020/08/27	2021/03/31	竹見 哲也
ヒル谷土石流災害	2020/07/07	2020/09/24	2020/09/24	竹林 洋史
熊本豪雨	2020/07/03	2020/10/01	2020/10/01	竹林 洋史
椎葉村土石流災害	2020/09/07	2020/10/12	2020/10/13	竹林 洋史
熊本豪雨	2020/07/03	2020/10/20	2020/10/21	竹林 洋史
ピンネシリ岳雪崩災害	2020/02/01	2020/10/28	2020/10/30	竹林 洋史
2020年7月豪雨	2020/07	2020/11/23	2020/11/25	西嶋 一欽
熊本豪雨	2020/07/03	2020/11/24	2020/11/25	竹林 洋史

令和3年度

災害名称	発生年月日	調査開始日	調査終了日	調査者名
ヒル谷土石流災害	2020/07/07	2021/04/07	2021/04/08	竹林 洋史
トカラ列島悪石島近海群発地震	2021/04/09	2021/04/12	2021/04/21	山下 裕亮
熱海市泥流災害	2021/07/03	2021/07/05	2021/07/06	竹林 洋史
ピンネシリ岳雪崩災害	2020/02/01	2021/07/17	2021/07/19	竹林 洋史
2021年7月熱海豪雨災害	2021/07/03	2021/07/20	2022/03/31	竹見 哲也
2021九州北部豪雨災害	2021/08/13	2021/09/06	2021/09/07	竹林 洋史
2021年和歌山県美浜町等で発生した竜巻	2021/09/18	2021/09/19	2021/09/20	西嶋 一欽
岡谷市川岸土石流災害	2021/08/15	2021/10/08	2021/10/08	竹林 洋史
下北半島北部豪雨災害	2021/08/10	2021/10/13	2021/10/14	竹林 洋史
長野県岡谷市で発生した土石流災害	2021/08/15	2021/11/08	2021/11/08	宮田 秀介
ヒル谷土石流災害	2020/07/07	2021/11/16	2021/11/17	竹林 洋史
トカラ列島悪石島近海群発地震	2021/12/09	2021/12/14	2021/12/16	山下 裕亮

3.6.2 野外調査

令和 2 年度

調査場所	調査内容	調査開始日	調査終了日	調査者名
京都府福知山市	福知山市における豪雨災害を対象としたローカルエリアリスク情報の開発と実装に関する調査	2020/04/01	2022/03/31	矢守 克也
高知県四万十町	四万十町における地区防災計画策定と活動及び防災計画に関する調査	2020/04/01	2022/03/31	矢守 克也
高知県黒潮町	黒潮町における地区防災計画策定と活動調査	2020/04/01	2022/03/31	矢守 克也
桜島火山	桜島爆発による居住地域近傍への噴石落下調査	2020/06/08	2020/06/08	中道 治久
高知県長岡郡大豊町	地震・斜面観測の下見	2020/08/19	2020/08/19	土井 一生
北海道厚真町	2018 年北海道胆振東部地震の斜面崩壊発生メカニズム推定に関する調査	2020/09/05	2020/09/07	土井 一生
奈良県天川村	地震・斜面観測の保守、データ回収	2020/09/17	2020/09/17	土井 一生
宮崎県串間市幸島観察所	GNSS 観測（機器保守交換作業）	2020/09/10	2020/09/10	山崎 健一
焼岳	全磁力連続観測点の設置	2020/09/24	2020/09/27	吉村 令慧
北海道浜中町・厚岸町	海岸地すべり観測	2020/09/24	2020/09/25	土井 一生
宮崎県日南市	GNSS 観測（機器保守交換作業）	2020/09/28	2020/09/28	山崎 健一
高知県長岡郡大豊町	地震・斜面観測装置の設置	2020/10/05	2020/10/06	土井 一生
宮崎県西都市及び都農町	GNSS 観測（機器保守交換作業）	2020/10/07	2020/10/07	山崎 健一
奈良県五條市	地震・斜面観測の保守・データ回収	2020/10/27	2020/10/27	土井 一生
静岡県静岡市葵区	線状凹地の探査	2020/11/08	2020/11/10	土井 一生
宮崎県宮崎市生目中学校	GNSS 観測（機器保守交換作業）	2020/11/11	2020/11/11	山崎 健一
北海道釧路町	地震・斜面観測装置の設置	2020/11/21	2020/11/22	土井 一生
奈良県五條市	地震・斜面観測の修繕	2020/12/10	2020/12/10	土井 一生
愛媛県久万高原町	地震観測の保守・データ回収	2021/03/03	2021/03/04	土井 一生
宮崎県日南市鶴戸小中学校	GNSS 観測（機器保守交換作業）	2021/03/08	2021/03/08	山崎 健一
宮崎県小林市須木中学校	GNSS 観測（機器保守交換作業）	2021/03/09	2021/03/09	山崎 健一
宮崎県宮崎市赤江小学校	GNSS 観測（機器保守交換作業）	2021/03/10	2021/03/10	山崎 健一
奈良県天川村	地震・斜面観測の保守・データ回収	2021/03/10	2021/03/10	土井 一生

令和 3 年度

調査場所	調査内容	調査開始日	調査終了日	調査者名
宮崎県小林市須木中学校	GNSS 観測（機器保守交換作業）	2021/04/06	2021/04/06	山崎 健一
宮崎県延岡市	GNSS 観測（機器保守交換作業）	2021/04/21	2021/04/21	山崎 健一
北海道厚真町	2018 年北海道胆振東部地震による斜面崩壊発生メカニズムの推定に関する調査	2021/07/09	2021/07/12	土井 一生
北海道根室市、北海道釧路町	地震・斜面観測の保守・データ回収	2021/07/26	2021/07/28	土井 一生
北海道釧路町	地震・斜面観測の機器追加設置	2021/08/04	2021/08/06	土井 一生
跡津川断層周辺	地下比抵抗構造探査	2021/08/24	2021/08/30	吉村 令慧
奈良県五條市・天川村	地震・斜面観測の保守・データ回収	2021/11/01	2021/11/01	土井 一生
北海道釧路町	地震・斜面観測の保守・データ回収	2021/11/17	2021/11/18	土井 一生
能登群発地震活動域	地下比抵抗構造探査	2021/11/18	2021/12/24	吉村 令慧
熊本県南阿蘇村	斜面観測装置の設置	2021/12/06	2021/12/06	土井 一生
神奈川県横浜市	地震・斜面観測の保守・データ回収	2021/12/12	2021/12/12	土井 一生
宮崎県小林市須木中学校	GNSS 観測（機器保守交換作業）	2021/12/15	2021/12/15	山崎 健一
熊本県南阿蘇村	斜面観測装置の設置	2021/12/18	2021/12/18	土井 一生
愛媛県久万高原町	地震観測の保守・データ回収	2021/12/24	2021/12/24	土井 一生
岐阜県飛騨地方	GNSS 観測点の新設	2022/01/17	2022/01/18	西村 卓也
和歌山県潮岬	GNSS 観測点移設	2022/03/15	2022/03/16	西村 卓也
能登群発地震活動域	地下比抵抗構造探査	2022/03/22	2022/04/05	吉村 令慧
メキシコゲレロ州沖合	海底地震計の設置作業	2022/03/26	2022/04/04	伊藤 喜宏
静岡県浜松市	GNSS 観測点保守	2022/03/28	2022/03/29	西村 卓也
神奈川県横浜市	地震・斜面観測の保守・データ回収	2022/03/29	2022/03/29	土井 一生