

巨大災害研究の現状と展望 (9)

Present and Future Research in Disaster Reduction Systems (9)

畑山満則・矢守克也・Ana Maria CRUZ・土佐尚子・
松田曜子・廣井慧・中野元太⁽¹⁾・杉山高志⁽²⁾・岡田夏美⁽³⁾・
Philippe QUEVAUVILLER⁽⁴⁾

Michinori HATAYAMA, Katsuya YAMORI, Ana Maria CRUZ,
Naoko TOSA, Yoko MATSUDA, Kei HIROI, Genta NAKANO⁽¹⁾,
Takashi SUGIYAMA⁽²⁾, Natsumi OKADA⁽¹⁾,
and Philippe QUEVAUVILLER⁽⁴⁾

(1) 京都大学防災研究所巨大災害研究センター

(2) 九州大学大学院人間環境学研究院

(3) 山梨県富士山科学研究所富士山火山防災研究センター

(4) 欧州委員会社会のための民間安全保障研究プログラム

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

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

(3) Mount Fuji Research Institute, Yamanashi Prefectural Government, Japan

(4) Civil Security for Society Research Programme, European Commission, France

Synopsis

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

キーワード: 防災・減災研究, Natech

Keywords: Disaster Prevention/Risk Reduction Research, Natech

1. はじめに—都市のデジタルツインと防災

「デジタルと物理の双子からなる統合体を作る」という「デジタルツイン (Digital Twin)」の概念は、2002年にMichael Grievesにより提唱されたとされる。同氏は2014年に「Digital Twin」をタイトルとして使ったWhite Paperを発表し (Grieves 2014)、このWhite Paperが多数参照される形で、その概念は、世界のトレンドとなった。White PaperではGrievesは、製品ラ

イフサイクル管理を対象として概念を説明していることもあり、この概念の事例のほとんどは製品開発に関するものであり、デジタルツインが制御可能な環境を対象として注目を浴びてきたことを示している。これらの事例では従来から存在するシミュレーションに似た応用がなされているが、シミュレーションが、リアルタイムデータを用いずに、特定の1つの事象を対象とする傾向にあるのに対して、デジタルツインは、現実世界と仮想世界の間で情報をタイ

ムリーに同期することによって稼働し、複数の事象を対象とし、様々なプロセスの分析に活用される傾向にあるという違いがあるとされている (Surender 2024)。ただ、デジタルツインという用語は、年々進化しているようなので、定義が明確に定まっていないという特徴もある。Kritzingerらは、製造業におけるデジタルツインについての論文レビューを行い、デジタルツインをデータ統合の観点から3つのサブクラス(デジタルモデル、デジタルシャドウ、デジタルツイン)に分類している(Kritzinger 2018)。これらの違いは、物理オブジェクト(現実のオブジェクト)とデジタルオブジェクト(仮想のオブジェクト)の変化を自動的に反映できるかという点であり、手動をデジタルモデル、現実から仮想への反映のみが自動化したものをデジタルシャドウ、双方向で自動化したものをデジタルツインとしている。これらは、デジタルツインの定義が定まっていないことを示すとともに、その実現にはいくつかの段階が存在することを示しているとも捉えられる。

このような概念は、都市にも適用できる可能性を秘めている。1991年にDavid Gelernterにより提唱されたMIRROR WORLDS(Gelernter 1991)は、Grieviesが提唱する前にもあったデジタルツインのアイデアとして紹介されるが、事例として交通パターンを完備した街が挙げられており、都市も想定していたことが伺える。さらに、IoTやAIなどによって現実空間のリアルタイムセンシングや短時間予測の精度が向上したこと、低遅延でデータ伝送が行えるインターネット環境が整備されたことで、都市のデジタルツインに注目が集まることとなった。製造業でのデジタルツインは、「現実を予測する、または現実と相互作用するために利用できる何かの仮想コピーとそれに関連するプロセス」と捉えられることもある。このような解釈で都市のデジタルツインが実現像を考えてみると、都市で発生する課題に対応することを目的とした実際の都市と双子のデジタル都市プラットフォームと捉えられる。ただ、都市は、工場のような限定された組織の制御下にあるものではないため、産業でのデジタルツインや、建物内部のデジタルツインのように、現実と仮想空間を同期させることは難しい。同期の遅れは大きくなればデジタルツインの特徴を消してしまうため、都市の変化に対するデータ更新を保証することが求められる。一方で、近年、モバイル空間統計をはじめとする人流データの活用が進み、今後はこれらの情報のリアルタイム提供も検討されている。また、自動運転が社会実装されれば、現状MMS(Mobile Mapping System、高精度GPS、3次元レーザスキャナ、360度カメラなどを搭載した計測車両)を用いなければ得られなかった3次元

空間情報が、自動運転車両からリアルタイムで収集できる可能性もある。すでに大きな危険を伴う巨大災害からの復旧現場ではi-Construction(国交省が進める「ICTの全面的な活用(ICT土工)」等の施策を建設現場に導入することによって、建設生産システム全体の生産性向上を図り、もって魅力ある建設現場を目指す取組)が導入され、情報化施工、無人化施工による復旧作業が行われている。都市を構成する要素のリアルタイム計測と共有が徐々に進み、都市の特別な領域ではデジタルツインを前提とした作業(復旧工事)が行われている。これらを都市全体に広げるため技術の開発やデータのオープン化に期待しつつ、できる範囲で共通プラットフォームでのシミュレーションを実施していくことで都市のデジタルツインの構築を加速させることができると考えている。

防災分野でのシミュレーション活用は、これまでも行われており、それらの高度化のためAIの導入も積極的に行われている。しかし、実際の災害対応の現場では、これらの新たな技術が積極的に使われているとは言えない状況である。高度な都市のデジタルツインが構築されれば、これまで主に事前防災に活用されてきたシミュレーションにリアルタイム情報を提供し、短期間予測の精度や信頼性を向上させる可能性がある。信頼性の高い短期間予測結果は、特に巨大災害対応で求められる時宜を得た意思決定を支援することができると考えている。新技術は、これまでの災害対応で不可能とされていたことを可能にする。気候変動の影響で巨大化、広域化、複合化する災害に対応するために、今以上にAI、デジタルツインの活用が求められることになると思われる。

2. 総合防災セミナー

巨大災害研究センターでは、当センターの教員・研究員および客員教員や非常勤講師等によるオープンセミナー「DRSセミナー」を開催してきた。2010年度からは本セミナーを発展させ、防災研究所社会防災研究部門との共催で「総合防災セミナー」として開催している。2024年度は下記の通り10回のセミナーを開催した。多くのセミナーをハイブリッド開催とし、総合防災グループの教員や客員教員、総合防災グループ研究室の訪問者らが講演し、防災研究所教員・学生および学外の研究者らの参加によって活発な議論が行われた。各回20名から30名が参加した。以下がセミナー一覧である。また、第100回記念総合防災セミナーは、巨大災害研究センターのAna Maria Cruz教授の最終講義として実施した。

【第92回総合防災セミナー】

日時：5月15日（水）16時00分～17時30分
場所：宇治キャンパス本館S519D
言語：英語

講演者：Ortwin Renn（University of Stuttgart）
題目：Coping with Polycrisis: The concept of systemic risks and its contribution to risk management and communication

【第93回総合防災セミナー】

日時：6月7日（金）15時00分～17時00分
場所：宇治キャンパス本館S519D／オンライン
言語：英語

講演者：Yoko Matsuda（DRS, DPRI, Kyoto University）
題目：Where can we find those who can protect their own lives by themselves?

【第94回総合防災セミナー】

日時：6月25日（火）15時00分～16時30分
場所：宇治キャンパス本館S519D／オンライン
言語：英語

講演者：Ethan Yang（Civil and Environmental Engineering, Lehigh University）
題目：Catastrophe modeling within complex adaptive water systems

【第95回総合防災セミナー】

日時：8月20日（火）13時00分～14時30分
場所：宇治キャンパス本館N441D／オンライン
言語：日本語

講演者：諏訪博彦（奈良先端科学技術大学）
題目：インターネット壊滅時における避難所情報共有システムの構築

【第96回総合防災セミナー】

日時：10月25日（金）15時00分～17時30分
場所：宇治キャンパス本館S209D
言語：日本語

講演者：田中智大（京都大学防災研究所）
題目：低頻度な洪水災害リスクの評価と適応に向けたシミュレーションによる学際的研究

【第97回総合防災セミナー】

日時：11月1日（金）16時00分～17時30分

場所：宇治キャンパス本館S519D

言語：日本語

講演者：Jae Eun Lee（Department of Public Administration, Chungbuk National University, Korea）
題目：How to Enhance Disaster Resilience and Use the Core System Model in the Era of Climate Crisis

【第98回総合防災セミナー】

日時：11月11日（月）15時00分～17時00分
場所：宇治キャンパス本館S519D
言語：英語

講演者：Jae Eun Lee（Department of Public Administration, Chungbuk National University, Korea）
題目：How to Enhance Disaster Resilience and Use the Core System Model in the Era of Climate Crisis

【第99回総合防災セミナー】

日時：1月14日（火）13時30分～15時00分
場所：宇治キャンパス 総合研究実験1号棟NW401／オンライン
言語：英語

講演者：Carole Faucher（DRS, DPRI, Kyoto University, Visiting Professor, UNESCO Chair and WHO Collaborative Center “Global Health and Education”）
題目：Mental health promotion and disaster risk reduction education: an effective combination?

【第100回記念総合防災セミナー】

日時：3月3日（月）16時30分～17時45分
場所：きはだホール／オンライン
言語：英語

講演者：Ana Maria Cruz（DRS, DPRI, Kyoto University）

題目：From soap factory engineer to “Natech queen”: My journey around the world

【第101回総合防災セミナー】

日時：3月5日（水）14時00分～17時00分
場所：宇治キャンパス本館S519D
言語：英語

講演者：Funda Atun（ITC Department of Urban and Regional Planning and Geo-information Management, University of Twente）

題目：An open and online, user-centered platform for systemic risk assessment, co-designed with stakeholders and addressing physical, socio-economic, and environmental aspects

講演者：Xinyu Jiang (School of Government, Nanjing University, China)

題目：Methods for Disaster Economic Impact Assessment: Statistical Methods, Economic System Modeling and Multi-agent Simulation

3. 地域・行政の災害対応能力向上に関する研究

3.1 地域内コミュニケーションによる災害対応能力向上に関する研究

3.1.1 研究背景と目的

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

3.1.2 土砂災害情報関連情報を利用したリスクコミュニケーションシステムの社会実装

本研究では、下記に示すRowanのCAUSEモデル(2013年改訂版)をベースに地域防災力の向上を目指したワークショップ手法を提案してきた。

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

ワークショップは、CAUSEモデルのAwareness, Understanding, Satisfactionを意識した下記の3回を1サイクルとして行われる。

第1回：地域の憂慮事項を表出化させるワールドカフェ (Awareness)

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

第3回：地域課題の解決策とそのためのプロセスを検討する四面会議、地区防災計画ひな形作成 (Satisfaction)

また、第1回には、地域住民がコミュニケーションできるチャットベースのシステムを提供することとしている。このシステムには、土砂災害に関連する雨量や土壌含水率の情報がシステム管理者側から提供されることに加えて、ワークショップ参加者である住民が独自に計測する24時間雨量(ペットボトル雨量計を提供)を入力し、他の参加者と共有することができる。これらの情報が共有されることで、災害の危険性が高まった際には、情報交換に利用され、かつ、チャットにより避難所の自主開設などの追加情報を共有でき、避難行動のタイミングについて意見を求めることが可能となる。

全体を通しての目標として、3回のワークショップでの最終的な決定事項を地区防災計画に落とし込むことを掲げている。本来ならば、これらの各段階は時間をかけて浸透させていく必要があるが、本共同研究では、外部者が事業として1年間で実施するための構成としている。

2022年には島根県美郷町2地区(沢谷地区、都賀本郷地区)、長野県長野市3地区(往生寺地区、茂菅地区、狐池地区)、鹿児島県薩摩川内市1地区(サンビレッジ自治会)で、2023年度には島根県美郷町1地区(都賀行地区)で社会実装を行ってきたが、2024年度は島根県美郷町2地区(長藤地区、浜原地区)でワークショップを実施した。令和6年能登半島地震が発生したこともあり、地域防災力向上の意識が高まったことから、積極的な議論が行われることとなった。また、導入したシステムを用いて平常時から獣害対策などの情報交換がなされるようになり、システムが地域に根付く可能性を示している。

3.1.3 地域・行政合同防災訓練の設計と実施

島根県江津市の5つの地区と行政を対象に豪雨災害を想定した合同訓練の設計を行った。訓練は、情報伝達を中心とした対応訓練であり、気象情報、ダムや河川の様子などの自然現象のシナリオに加えて、地区内の集落での出来事を時系列に提示し対応していく形式で行われた。自然現象のシナリオを想定し避難行動をメインにした訓練は古くから行われているが、近年の災害の巨大化、広域化、複合化に対応するため、より実践的な訓練が求められている。阪神・淡路大震災以降では、集団模擬型の実技訓練と並行して、模擬的な災害状況を付与し、そこでの対応や意思決定を試す事によって、時々刻々変化する災害状況のイメージを具体的に描き、迅速かつ的確な対応や意思決定のあり方を習得することを目的に机上で行う状況付与型の図上訓練が行われるようになって

た。しかし、市町村や都道府県に閉じたレベルで行われるものが多く、改善の余地がある状態である。熊本県は、2016年熊本地震の経験を踏まえて、全市町村、自衛隊、消防、警察、その他の関係機関が参加する連携型の図上訓練を行っており、行政機関では最先端の図上訓練と考えられる。しかし、この訓練でも、住民組織はコントローラと呼ばれる訓練実施側としての参加となっている。

今回の江津市の合同防災訓練では、住民組織と江津市が連携する図上訓練であり、シナリオ作成を外部協力機関である古河電工が京都大学防災研究所のアドバイスを基に担っている。状況付与は、時系列で変化していく気象情報に加えて、地域住民の避難行動が準備され、住民組織も状況付与訓練を行うこととなっている。訓練では、行政の災害対応システムの運用課題など様々な課題が表出しており、行政、地域組織ともに有意義な活動となった。

3.1.4 リアルタイム流木検知システムの構築

近年の豪雨災害で課題となっている流木による浸水被害を防ぐために必要となる技術開発研究であり、流域災害研究センター山上教授と共同で検討を進めた。

流木は、山林管理が十分に行われなくなったことで、豪雨発生時の斜面崩壊等で大量に発生するようになり、これらが河川に流出し、橋と交錯することで想定外の被害につながっている。令和2年7月豪雨では熊本県球磨川流域において17橋が流失して大きな注目を集めたが、2024年9月に発生した能登半島豪雨においても橋梁流失が確認されており、今後の対策が求められている。橋と流木の交錯は、橋の流失に加えて、予期しないタイミングでの外水氾濫にもつながるため、事前にハザードマップを使って検討していた避難のタイミングや安全な避難経路に想定外の影響を与える。この影響を考慮せず作成した事前対策を信頼した行動は、人命を脅かす可能性を持つため、人命に関わる課題とも捉えられる。被害後の流木の挙動解析については先行研究が存在するが、流木挙動の自由度が大きいこと事前の想定に組み込むことが難しいのが現状である。そこで流木をリアルタイム検知する技術を開発することで、適用的な対応を行えるようにすべく、リアルタイム流木検知システムの構築を目指すこととした。

本システム構築のため、下記の研究を企画した。

① レーダ計測による河川流速の観測技術の評価

レーダ技術を用いた河川水位の観測はすでに実装されているが、流速計測についてはまだ実装されたものがない。そこで、屋外水理実験施設と実際の河川においてレーダを用いた流速計測実験を行い、社会実装の可能性について評価を行う。

② 流木周囲の流速観測によるリアルタイム流木検知の可能性評価

①で行った実験施設に流木に見立てた木材を流し、その周囲や、交錯した際の橋の上下流での流速の変化を計測することでリアルタイムに流木を検知するシステムを構築する。

③ 流木と橋の交錯による予期せぬ河川氾濫シナリオの生成と対応策の検討

①、②の成果を用いてリアルタイムに流木が検知できた際に予期せぬ河川氾濫に行うべき効果的な対応策について考察する。

①、②については、2023年度まで進めてきた河川レーダを用いて、宇治川OLなどの実験施設での検証実験を行ってきたが、特に②の流木集積の模擬環境構築が難しく2024年度には十分な検証は行えなかった。③については、避難計画策定時から状況に応じて避難行動を変えていくことを意識するため、経路に距離だけでなく重みを設定したネットワークボロノイ分割を行うことができるシステムを構築し、滋賀県彦根市を対象として浸水タイミングと安全な避難経路の関係を明らかにした。

3.2 都市デジタルツイン・メタバースを用いた災害対応能力向上に関する研究

本研究は、TOPPANとの共同研究であり、都市のデジタルツインやメタバースを活用して地域防災力の高い未来都市像を作ること目標としている。

令和6年能登半島地震では、最大震度7の群発地震に加えて液状化、土砂災害による交通網の寸断が奥能登全体に広がり、津波、火災も発生する複合災害となったため、適切な災害対応が行うことができず、復旧の効率は著しく低下した。このような市町村の災害対応能力を超える災害（以下では巨大災害と呼ぶ）は、阪神・淡路大震災発生以降10年に1度程度の頻度で発生しており、今後は南海トラフ巨大地震や首都直下地震の発生が懸念されている。巨大災害時に適切な災害対応を実行し、災害からの早期復旧を実現するためには、レジリエンシーの強化が必要であり、国、都道府県、市町村に加えて自衛隊、NPOなどの民間支援団体の個別の対応能力を向上させること、さらにそれらが円滑に、手戻りが極めて少ない状態で連携できることが求められる。特に、被災エリアを含む都道府県庁、市町村役場における行政職員の災害対応能力の向上は急務である。

阪神・淡路大震災以降、災害発生時における行政職員の災害対応能力の向上のためには、初動マニュアルの作成や災害対応の標準化などの規範的なアプローチが積極的に行われてきた。このアプローチは、巨大災害に至らない災害では大きな成果を上げてき

たため、研究者を含む専門家は、マニュアルをさらに強化し、標準化により他自治体の職員を即戦力として導入することで、巨大災害でも対応できるとしてきた。令和6年能登半島地震では、この手法による対応が大規模に行われたが、現地で支援活動を行いながら調査したところ、「適切な(=期待される)タイミング」という時間的制約側面に対して、期待されるほどの成果が挙げられていない現場が多いことや、規範的なアプローチを強化したことによる弊害が一部にあることが確認された。このような実態から、10年に1度程度、日本のどこかで発生する巨大災害に対して、規範的なアプローチにこだわりすぎず適応的アプローチを積極的に取り入れることができる運用体制を構築するための手法を開発することを考えた。このためには、適応的アプローチで現場を運営できる人材の開発が必須と考え、問題点の明確化と代替案の提案を行った。

現状、防災に関する人材の育成では、知識の蓄積、業務の標準化に加えて、防災訓練による研修が行われている。防災訓練の中でも状況付与型の図上訓練が行われることが多く、2016年熊本地震や令和2年7月豪雨で大きな被害を受けた熊本県は、県庁だけでなく、県下の市町村、消防、警察、自衛隊などの機関を参加者とした訓練を行っている。この防災訓練を見学し、その有効性を確認すると同時に、①訓練シナリオの多様性、②訓練頻度に課題があると感じた。巨大災害のような低頻度高被害災害への対応の難しさは、規範的なアプローチを進めると効率の良い対応が可能な高頻度低被害の災害中小規模の災害からモードチェンジするところにある。特に災害対策本部と被災地域が距離的に離れている場合は、現地の状況がわからず対応することを求められる。このような場合にでも、初期に収集された情報をもとにタイミングよくモードチェンジできるよう訓練することが必要であるが、そのためにはモードチェンジしない場合も行う必要があり、モードチェンジする場合をある程度の頻度で行うためには、訓練の頻度を上げる必要がある。これが②の課題となる。参加者が多くなるとスケジュールの調整が難しくなるため、実践的な訓練を目指すほどに頻度を上げることは難しくなる(年に1回程度が一般的)。これらのことから課題解決のためには、訓練シナリオを多様化させ、巨大災害以外の訓練シナリオを含めることが求められ、このためには訓練の頻度を上げる必要があるということとなる。

これらの課題を解決するためには、多くの機関が参加するという制約条件を外すことを考える。参加者が少なくなれば頻度を上げることが可能となるためであるが、デメリットとして、部署内、部署間、機

関間の連携の訓練ができなくなる。このデメリットに対する代替案として、訓練の場を仮想空間上に移し、協働する関係機関職員をAIエージェントとして実装することを考えた。仮想空間としては、新型コロナウイルス感染症対策時に様々なサービスが展開されたメタバースを使うことを考える。メタバースは、コミュニケーションを主な対象とすることから、図上訓練の仮想化には適している。TOPPANでは「メタパ」という独自のメタバースサービスを展開しており、その他のメタバースサービスに関しても詳しいことから、上記のようなシステム構築のために必要な技術的課題について議論を重ねた。結果として、メタバース上に行政職員となるアバターをAIエージェントとして実装することが技術的にクリアしなければならない課題であることが確認できた。

4. メキシコ・エルサルバドルでの地震・津波研究

4.1 プロジェクト概要

地球規模課題対応国際科学技術協力プログラム(SATREPS)「北中米太平洋沿岸部における巨大地震・津波複合災害リスク軽減に向けた総合的研究」が2024年度よりスタートした。

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

4.2 キックオフミーティング

プロジェクト開始式を2024年6月にメキシコ国立自治大学(UNAM)およびエルサルバドル国立大学(UES)で実施した。UNAMで開催した開始式で

は、UNAMと京都大学の研究参加者に加えて、在メキシコ日本大使館、JICAメキシコ事務所、メキシコ外務省国際協力開発庁、メキシコ国立防災センター、メキシコ日本商工会議所、メキシコ海軍津波警報センター、在メキシコ・エルサルバドル大使館、エルサルバドル国立大学から出席があった。UESで実施したプロジェクト開始式では、UESと京都大学の研究参加者に加えて、環境天然資源省環境監視総局、総務省市民防災局、JICAエルサルバドル事務所、UNAM、メキシコ国立防災センターから出席があった。双方の開会式において今後の研究計画の共有が図られ、研究の進め方についても議論を行った。

4.3 人的交流・関係構築

本プロジェクトの特徴は、3か国間の研究者交流である。当該年度は、日本側研究者延べ13名が約150日間（合計延べ日数）メキシコ及びエルサルバドルに滞在した。さらに、メキシコ側研究者3名が11日間エルサルバドルに滞在、エルサルバドル側研究者延べ6名が29日間（合計延べ日数）メキシコに滞在するなど、相互交流が図られた。また以下は派遣日数には含まれていないが、UNAMで博士学位を取得した若手研究者を、ポスドク研究員として2024年9月から東京大学で受け入れを開始した。2024年10月からは、JICA課題別研修「地震学・耐震工学・津波防災」（修士課程プログラム）と連携し、建築研究所においてエルサルバドルの研究者1名を受け入れている。また、カウンターパート機関であるメキシコ国立防災センターの元職員を2024年12月より当センターでポスドク研究員として受け入れを開始した。さらに、2025年1月には、京都大学およびUNAMの研究者がエルサルバドルを訪問し、UESにおいて海底地震観測手法に関する技術移転を行った。2025年2月には、UESとエルサルバドル環境天然資源省環境監視総局の研究者ら3名がUNAMに約1週間滞在し、GeoClawやJAGURSを用いた津波モデリング手法についての研修を受けた。このように、三か国間での人的交流が推進されている。

本プロジェクトの目標は、リスク評価と被害軽減策の提案を行うことにある。その提案先となる、メキシコ・エルサルバドルの港湾管理当局、自治体、防災政策の実施を担う政府機関、メキシコに拠点を置く日本企業と面談を行って、本プロジェクトを紹介するとともに、社会実装フェーズにおける連携を確認した。また、それぞれの組織が持つ権能や防災政策のデマケーションについての情報収集を進め、工学的・社会科学的被害軽減策の適切な提案先を把握した。特に自動車関連の日本企業は、メキシコの研究対象地域であるマンサニョ港を利用している。

そのため、2025年3月に、メキシコ日本商工会議所と連携して、メキシコに拠点を持つ日本企業（50社～60社、約140名）を対象として、地震・津波リスクとサプライチェーンへの影響についての講演を行い、産学が連携して、メキシコの関係機関に対してマンサニョ港の地震・津波対策を推進することを訴える必要性を確認し、企業BCPの策定状況についても情報収集を行った。

4.4 国連世界津波の日記念セミナーの開催

さらにプロジェクトの紹介、人的交流、市民レベルでの地震・津波対策推進を目的として、国連世界津波の日（11月5日）にマンサニョ市にあるコリマ大学キャンパスにおいて、世界津波の日記念セミナーを開催した。本プロジェクトからは、当研究センターに所属する教員・研究員3名が登壇したほか、エルサルバドル側研究者1名、メキシコ側研究者1名も登壇した。そのほかにも、社会実装先の候補でもあるメキシコ国家港湾システム管理局（ASIPONA）、メキシコ海軍津波警報センター、コリマ州市民防災局も登壇した。このセミナーには、コリマ州知事とマンサニョ市長も出席しており、本プロジェクトの意義を説明する機会となった。主に基礎自治体の市民防災局職員や防災に取り組む若者ら約200名が参加した。

5. 阿武山観測所プロジェクト

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

5.1 プロジェクトの概要

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

この間、この計画に関心を寄せてくれた市民のボランティア有志が「阿武山サポーター会（阿武山サイエンス・コミュニケーター）」、および、「阿武山グリーンクラブ」を組織化し、ミュージアムとしても機能する施設のガイド役やイベントの運営、京大防災研究所が推進する実際の地震観測研究の支援、また、施設を含む広域な敷地内の豊かな自然の管理

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

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

コロナ禍の影響で、ここ数年は、特に、サイエンスミュージアムとして再編した観測所の見学活動等、対面での交流活動は停滞を余儀なくされた。それでも、過去数年で言えば、サイエンスミュージアムを訪問した一般見学者の数は、2020年は418人（コロナ禍）、21年は1200人、22年は1526人、23年は2096人、2024年は2478人と増加し、コロナ禍以前の水準（2019年は2465人だった）に回復した。

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

5.2 「阿武山サポーター×有珠山火山マイスター」交流事業

2024年度（令和6年度）の活動として特筆すべきことに、阿武山観測所のボランティアスタッフ「阿武山サポーター」が、北海道の有珠山周辺でジオパークにおけるガイド活動や同地域の防災・減災活動などに従事してきた「洞爺湖有珠火山マイスター」と、初めて本格的な交流会を催した点がある。

昨年度版の本稿で記したように、目下政府は、「オープンサイエンス（シズンサイエンス）」の活動を推進している。「オープンサイエンス」とは、一言で

表現すれば、「科学的な研究を市民（非専門家）により開かれた活動へと変革する運動」である。狭義には、より多くの人々が科学研究の基礎となるデータや成果にアクセス可能とすること（オープンデータ）を指すことが多く、また広義には、従来の科学コミュニケーションを拡張して、市民を含めより多くの人々が協力し、より多くの人々を巻きこみ、人々から信頼される科学研究を実現するための科学論・教育論を構築すること、とされる。「阿武山サポーター」も、「洞爺湖有珠火山マイスター」も、こうした動向の、言わば先駆けと言える存在であり、両者が相互交流を図る意義は大きい。

交流会の詳細は、Fig.5-1の通りである。一般市民が



Fig.5-1 Poster of the first exchange meeting of Toyako and Usu Volcano Meister and Abuyama Earthquake Observer Supporter.

どのような経緯で、どのような動機で、また、どのような形で地震および火山サイエンスの領域に参入してきたのか。そして、それを科学者（専門家）たちはどのように支援してきたのか。これらの点について、専門家、一般市民双方が参加して議論がなされている。なお、本交流事業は、翌年度にも、場所を有珠山周辺に変えて、さらにグレードアップした形で継続されることになる。その詳細については来年度報告することにした。

6. 黒潮町でのアクションリサーチ

6.1 地区防災計画と南海トラフ地震臨時情報

2015年度から2024年度までの10年間にわたって黒潮町と京都大学防災研究所・矢守研究室は「地区防災計画プロジェクト」に共同で取り組み、2025年度も11年目のプロジェクトとして継続中である。感染症対策に留意しつつコロナ禍以前の地区防災計画の活動を再開しつつある。

例えば、南海トラフ地震臨時情報と関連した地区防災計画の活動である。2024年8月8日16時43分頃に日向灘で発生した地震で、臨時情報（巨大地震注意）が発表された。臨時情報の制度運用が始まって以来、初めて臨時情報が発表され、黒潮町でも迅速な対応が行われた。例えば、避難所開設や備蓄の見直し、災害時要配慮者の見守りといった対応が行われた。コロナ禍前から黒潮町の地区防災計画の一貫として臨時情報についての勉強会やワークショップが行われていた。黒潮町の一部の地区では、臨時情報に関するアンケート調査や対応マニュアルの作成を実施しており、これらの事前の対策が臨時情報の発表時の対応で有効に機能していた。

黒潮町では上記以外にも、臨時情報に関する多様な実践が展開された。具体的な実践の一つとして、臨時情報が発表された際に災害時要配慮者がどのような行動をとるべきかを明記したチラシを作成し、該当する住民一人ひとりに対して個別に配布する取り組みが挙げられる。このチラシには、避難の判断基準や連絡先などが明示されており、災害発生時に要配慮者が迅速かつ的確に避難行動をとるための具体的なガイドラインが示されている。こうした資料をあらかじめ配布することで、行政職員が災害時に実施する避難意向の確認作業にかかる負担を軽減することが期待されている。すなわち、従来のように避難の意思を個別に確認する必要がなくなり、限られた人的資源をより優先度の高い支援活動に集中させることが可能となる。

さらに、ある地区では災害時要配慮者に対して、臨時情報（巨大地震警戒）が発表された段階で、事前避難を行う際の避難先をあらかじめ地区の役員に連絡するよう求める運用方針が策定された。これは、災害時要配慮者自身が避難の意思と避難先を事前に明確にすることで、発災時に地区の役員や行政職員が混乱することなく迅速な安否確認と対応を行えるようにすることを目的としている。特に、災害時要配慮者の中には、町内の指定避難所ではなく、町外に住む親戚や知人のもとへの縁故避難を希望する者が一定数存在する。そうした場合、避難先が町の行政の管理下にないため、発災後の所在確認が遅れたり、重複した支援が行われたりする懸念がある。そのため、平時から避難先情報を把握しておくことは、情報の一元化と対応の迅速化に寄与する重要な施策

であるといえる。

加えて、臨時情報発表時に避難先となる地域施設の環境整備についても、新たな課題が共有されている。2024年8月8日に実際に臨時情報が発表された際、ある避難所では施設の冷房設備が不十分であったため、高温多湿な気候の中で長期間の滞在が困難であったという経験が報告された。この反省を踏まえ、猛暑期やその他の過酷な気象条件下においても、災害時要配慮者が安全かつ安心して避難生活を送ることができるよう、事前避難先となる施設に必要な資機材（冷房機器、簡易ベッド、飲料水備蓄など）が適切に備えられているかを確認する訓練や点検活動の導入が検討されている。このような取り組みは、単に施設のハード面を整備するだけでなく、地域の防災リーダーや住民が施設の使用実態や課題を共有する機会ともなり、地域全体の防災意識の向上につながったと考えられる。

以上のように、黒潮町における臨時情報を契機とした地区防災計画の取り組みは、災害時要配慮者の実情に即したきめ細やかな対応を目指すものであり、行政・地域住民・関係者の連携によって、より実効性の高い防災体制の構築が進められている。

他にも本プロジェクトでは、黒潮町の地区防災計画の推進に向けて、多様な地域主体と連携しながら、実践的かつ継続的な防災活動の立案・支援を行ってきた。例えば、避難所運営訓練や夜間避難訓練、タワー降下訓練、リアカーやエクストレッチャーを活用した要配慮者の搬送訓練、EV車を利用した避難所訓練など、実際の避難行動を想定した訓練を複数実施した。また、避難所運営マニュアルの改定や、避難マニュアルの再確認、避難カルテの更新、個別避難計画の作成・検証といったソフト面の整備にも注力した。防災備蓄に関しては、個人ボックスの活用や備蓄品の点検に加え、非常持出袋に関する勉強会や非常食の試食会を通じて、家庭レベルでの備えの重要性を共有した。地域資源や各種団体との協働も重要な柱であった。中学生による要配慮者宅への訪問活動や、高校生と連携したタワー清掃、児童館と連携した防災啓発活動、女性グループ・消防団との協働による地域密着型の防災活動など、幅広い主体の参画が見られた。さらに、津波避難場所の新設活動や避難道の整備といったインフラ整備、家具固定の呼びかけ、スマートフォンアプリを活用した防災情報の発信など、日常的な備えと情報発信にも力を入れた。加えて、聴覚障がい者の津波避難対策の検討、「未来へのメモワール」と題した被災経験者への聞き取りを通じた防災教育、昭和南海地震の被災経験談の収集、防災ツーリズムを通じた学びの機会の創出など、災害の記憶と教訓の継承にも取り組んだ。

これらの多様な取り組みは、住民一人ひとりの防災の関心を高めるとともに、地域の実情に即した地区防災計画の深化と実効性の向上に寄与している。

6.2 「命をつなぐ」フェーズの地区防災計画

黒潮町では、地区防災計画の実効性を高めるため、従来の「命をまもる」ための避難誘導や安全確保にとどまらず、避難後の生活を見据えた「命をつなぐ」取り組みにも力を入れている。この「命をつなぐ」視点は、災害後の避難生活の継続性や、住民の尊厳を保持した生活支援を含む防災の深化を意味しており、全国的にも先駆的な取り組みとして注目される。その具体的な実践例の一つが、「お泊り訓練」と呼ばれる活動である。この訓練は、津波避難場所として整備された津波避難タワーにおいて、避難後の生活環境を実地に体験しながら検証することを目的としている。単なる避難行動の訓練ではなく、実際の避難生活に伴う課題を体感し、資機材や支援体制の整備に向けた改善点を洗い出すことに重きが置かれている。

訓練は、6月や11月といった比較的過ごしやすい季節だけでなく、猛暑の8月・9月や極寒の2月にも実施され、気象条件の異なる複数の状況における避難生活の課題が検討された。特に2月に実施された訓練では、サーマルカメラを用いて体温変化を可視化し、テント、毛布、スウェーデントーチといった防寒資機材の有効性が検証された。これにより、限られた資源の中でも、工夫次第で寒冷期の体温維持が可能であることが確認された一方で、長期避難を想定した場合、トイレや食糧といった基本的資機材の不足が深刻な課題として浮かび上がった。

また、電力の確保が避難生活の質に大きな影響を及ぼすことも明らかとなった。照明、携帯電話の充電、暖房など、電力があれば生活の快適性と安全性が飛躍的に高まることから、津波避難タワーの上階に小型の風力発電装置や太陽光パネルを設置する案も検討された。これにより、インフラが途絶した状況下でも、最低限の電力を自立的に確保することが可能となり、災害時のレジリエンス向上が期待される。

さらに、避難所として機能する学校施設においても、体育館や教室を用いたお泊り訓練が実施された。特に冬季の訓練では、断熱性の低い空間での避難生活にどのような支援が必要かを検討する機会となり、今後の避難所運営計画に具体的な知見を提供した。このように、お泊り訓練は一過性のイベントではなく、継続的な実施を通じて住民の防災意識の向上とともに、津波避難タワーおよびその他避難施設の備蓄体制の拡充につながっている。災害直後の一時的

な避難から、より長期的かつ持続可能な避難生活への備えを地域全体で担保するための実践的手法として、お泊り訓練の取り組みは今後も深化が期待される。

7. 四万十町でのアクションリサーチ

7.1 「健康×防災」

2012年から京都大学防災研究所矢守研究室が防災活動を通じて関与している高知県四万十町興津地区では、小・中学校の学校防災教育での児童・生徒らの防災活動が、地域防災活動に大きな影響を与えてきた。たとえば、防災情報の発信、防災教育活動、防災活動の先導など、多くの面で学校教職員、児童・生徒らの役割は大きかった。しかし、2020年度末に興津中学校が閉校し、2023年度末には興津小学校が閉校したことに伴って、地域防災活動の衰退・停滞が懸念されている。

特に、近年、顕著な高齢化が進む中で、自力で避難することが困難な人の減少が懸念され、自力で防災・避難行動を実行するだけの健康状態を維持することや介護予防といった観点が重視されている。興津地区では、南海トラフ地震発生時に津波の襲来が懸念されており、被害軽減のためには、迅速かつ単独で避難行動をとることできる人を増加させること、また少なくともその数を維持することが喫緊の課題である。そこで、健康増進・介護予防を防災と連携させて推進する活動を開始した。

7.2 「防災リハ教室」プロジェクト

(1) プロジェクトの経緯

少子高齢化が進む同地区では、実際の避難や訓練参加を助けるための人員も限られており、自力で可能なことは自分で行うことが求められる。たとえば、避難場所までの移動は困難でも玄関までは出てくる、時間をかけてもいいから避難タワーの階段下まではなんとか移動してくるといった努力である。しかしながら、高齢になるにつれ、身体機能の低下は避けられず、日常的な運動習慣や体力づくりのための意識づけを行っていく必要がある。特に、「健康×防災」の観点からは、現在の健康状態を維持すること、介護の対象にならないことをまず目標とする意識の醸成が求められる。

そうした観点から、四万十町の補助事業として、2024年度から「四万十町津波避難のための介護予防事業」が始まった。町内の沿岸部に位置する興津地区と志和地区で同様のプログラムが行われているが、今回は、本稿に直接関係する興津地区での事例のみ取り上げる。昨年度から始まったこの事業を実際に

取り仕切っているのは、町内の福祉事業所である。週に1度、水曜日の午前中に2時間程度実施される。2時間の具体的なプログラムは、①血圧測定、②防災学習、③“シナプソロジー”（2つのことを同時に行うなど普段慣れない動きで脳に適度な刺激を与える活動）、④お茶休憩、⑤“ノルディック・エクササイズ”（筋力低下を予防し、また増進をめざす運動）という順で実施される。②の防災学習の枠は週替わりであり、身体についての理解を深める講話や、外を出歩いたりするなど、状況と天気によって変わる。また、月に1回の定期身体測定や、半年に1回の体力検定によって、身体能力の推移をモニタリングしている（詳細は次項）。

2024年度の実施実績としては、47回の実施、トータルの参加者数はのべ424人（月平均35.3人）であった。平均で毎回10名程度は参加していることになる。ただし、同じメンバーが固定されていることは課題の一つである。

(2) 身体測定の評価

本事業の成果を評価するためには、参加者の身体能力の変化・推移を分析することが求められる。そこで、定期身体測定（以下、毎月測定）および体力検定の結果から、本事業が「健康×防災」に寄与する可能性を探る。

毎月測定は、本事業の実施場所である旧興津小学校内の階段の決められた場所まで登る時間（踊り場を含む2階まで）を記録し、足腰および体力の指標としている。体力検定は半年に1回実施されるが、2024年度は事業初年度のため、6月と9月と3月の3回実施された。いくつかの測定指標を設けて検討した結果、津波避難の成否を左右する高齢者の身体能力を特定するためには、避難場所まで歩き続けることが重視されるために、「6分間連続歩行能力」の指標が重要であるという結論を得た。

毎月測定の結果を示す。継続して複数回計測できた同一13名の結果を整理する。階段を登るスピード（秒）を測定しているため、理想は、その数値が少なくなることである。13名のそれぞれの初回計測平均は17.91秒で、最新の計測平均は15.26秒と、2.65秒も短縮される結果となった。最も変化の大きかった人は、6.56秒の短縮が見られた。特に高齢者の体力測定自体、その日のコンディションによるところが大きいため評価することは難しいが、少なくとも13名の平均値が3秒近く短縮されていることは、成果として評価してよいと考えられる。

6分間連続歩行能力は、複数回計測できた同一19名の結果から整理する。決まった時間に歩き続けられる距離（m）を計測するので、理想は、その数値が多くなることである。19名の初回と最終回の差の平均

値は、+15.3mであった。そのうち、距離が増えた人は12名で、変化なしが3名であった。距離が増えた人の中には、初回120mから、最終回220mと大幅な増加があった人もいる。大幅に数値が伸びることは理想ではあるが、健康維持という観点からは、1年弱経過しても、変化していない、すなわち現状を維持できている人がいるということも、本事業の成果として評価することができよう。

ほかにも、体力検定測定時には、参加者個人の自宅から避難場所までの個別避難訓練も行われるが、その際、「避難レベル」（役場の防災担当部署が設定している避難行動の程度を評価するレベル）が、向上ないし現状維持されることを確認できている。たとえば、CからBへの上昇は1名、BからAへの上昇2名、レベル降下は0人である。

参加者からも、「運動に参加し始めてから、身体や肩の調子が良くなった」との声があるなど、運動を継続することのメリットを自身で体感できている。ほかにも、参加当初には立位でのふらつきが多く、また運動や発言・シナプソロジーへの参加なども消極的であったが、徐々にシナプソロジーへの参加も積極的となり、笑顔も増え、動作の安定性も向上した参加者もいるなど、事業としての継続した関わりがあるからこそ、中・長期的かつ定性的な評価も得ることができている。

さらに本事業は、参加者にも、単なる健康づくりではなく、「健康×防災」に基づいたものであることは伝えられているが、参加者の防災の意識についての変化も事例を挙げることでできる。2024年4月に発生した豊後水道での地震時には、窓を開けて確認したのみだった人が、2024年8月に発生した日向灘の地震では、防災リュックを持って避難所まで避難したという。この点については、より詳細な調査を要するが、本事業への参加が影響していることが推察される。

7.3 まとめ

本事業は現在（2025年8月現在）も継続して実施されており、体力測定も、さらに詳細に分析できるだけの結果を入手することが見込まれる。引き続き参加者の増加をめざしながら、津波避難にとって重要な身体能力の継続的なモニタリング、そして防災リハ教室の日常生活への波及効果のモニタリングを進めていくことが求められる。

8. 南海トラフ地震調査研究プロジェクト

8.1 プロジェクトの概要

本プロジェクトは、令和2～6年度文部科学省科学

技術試験研究委託事業『防災対策に資する南海トラフ地震調査研究プロジェクト』の「サブ課題2：地震防災情報創成研究」のグループdの研究として位置づけられた取り組みである。

このプロジェクトでは、南海トラフ地震臨時情報の効力を十分に引き出すために、どのような人びとが事前避難すべきかを判定するための手法を開発している。具体的には、南海トラフ地震に関する「臨時情報」を、事前避難対応に効果的に活用するために、事前避難の必要性を地域ごとに分析・判断するためのシステム（事前避難要不要判断ツール『逃げトレView』）を開発し、社会実装することを目的としている。

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

そこで、本サブ課題では、本ツールの効果的運用の前提となる「臨時情報」に関する認知・理解を高めるための基礎研究を実施しつつ、本研究の関連研究として並行実施されていた「地震防災基盤シミュレータ」の津波シミュレーションをベースに、すでに開発済みの津波避難訓練支援アプリ「逃げトレ」を改良し、事前避難の要不要について分析し診断するためのツール（『逃げトレView』）を開発し社会実装することを目的とした。

8.2 2024年度（令和6年度）の研究成果

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

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

中核とした「逃げトレView」を完成させ、社会実証を終えた。アプリ「逃げトレ」とWEBシステム「逃げトレView」の全貌は、Fig.8-1に示した通りである。

なお、2024年度における特筆すべき成果として、高知県幡多地域本部のご協力により、「逃げトレView」の活用と、折から、2024年8月8日に初めて発表された「南海トラフ地震臨時情報」への対応に関連づけた研修会（県および市町村の職員対象）を実施した点が挙げられる。研修会は、10を越える自治体から自治体職員約70名が参加して、2024年11月5日に高知県四万十市内で開催され、臨時情報に対する各自治体の対応や、事前避難に「逃げトレView」を活用する方途などについて検討された。「逃げトレView」の開発研究にとっては、プロジェクト最終年にふさわしい社会実装のモデルケースとなった。



Fig.8-1 Overview of a web-based system for the analyses of tsunami evacuation behaviors, “Nige-tore View.”

9. Activities in the Disaster Risk Management Laboratory

The Disaster Risk Management Lab carried out several research, academic and international activities in 2024. Below we present some examples.

9.1 Evacuation Planning for Nuclear Power Plant Accidents

The Fukushima nuclear power plant accident following the Tohoku earthquake and tsunami on March 11, 2011 resulted in area-wide, long distance, and long term evacuations highlighting problems with evacuation planning. Following the accident, the Japanese government introduced several regulatory changes. For example, a new, independent Nuclear Regulation Authority (NRA) under the Ministry of the Environment was created, and prefectural and local governments were required to revise their disaster prevention and response plans for nuclear accidents considering the 5 km and 30 km radius zones around nuclear power plants (NPP). With H. Kusano, Y. Matsuda and A.M. Cruz, this study focused on the greater Kansai area, through the Union of Kansai Governments (UKG), to identify the key stakeholders involved in the formulation of area-wide evacuation plans, investigate the consensus building and communication process that took place during the plan development, and to understand the mental models of stakeholders involved in the process in order to identify any gaps. The study used interviews, review of official documents and meeting transcripts, and a Mental Models approach for data analysis. Mental Models (Johnston Laird, 1980) refer to belief and assumptions that individual and or groups have. It can also refer to the internal cognitive frameworks and assumptions that individuals and/ or groups have to understand, anticipate, and implement plans and actions to respond to a disaster.

The results of the study showed that efforts have been made to learn from the Fukushima nuclear power accident (new regulations, new guidelines, area wide plans). Key stakeholders included prefectural governments and local governments both requiring the evacuation of their citizens, as well as those in prefectures and local governments receiving evacuees. There was some limited citizen participation in the area-wide evacuation plans. Nevertheless, our study focused only on a few prefectures and local governments due to time and resources constraints. The analysis showed that at the time of the development of area-wide evacuation plans around 2013, key stakeholders shared similar mental models; a shared vision and goal which resulted in a relatively smooth and quick plan development process. The interviews also revealed that current mental models (2024) may be different, particularly when thinking about actual plan implementation in the case of a real crisis.

Following the recent Noto Peninsula earthquake and tsunami of 1 January 2024, several concerns were raised by local government and individuals regarding disaster prevention and response measures in place. For example, the earthquake resulted in damage to radiation protection facilities and extensive damage to road networks. These have called into question the seismic resilience of radiation protection facilities, the functionality of the positive pressure machines used, and the durability of roads utilized as evacuation routes. In response, the Nuclear Regulation Authority has convened to evaluate if the current guidelines and response measures for nuclear emergencies are indeed optimal, based on data from this earthquake and the current evacuation plans. The Noto earthquake and tsunami have provided new insights, and have results in the need for a careful re-evaluation of current guidelines. Furthermore, our study has pointed out the need to continue to build consensus among all stakeholders, and to promote risk communication. Future research could also address issues regarding citizen participation, as well as understand if there are differences between planning processes in the Kansai area and other areas in Japan.

9.2 EU–Japan Forum on Research and Innovation Communication in Support of Disaster Societal Resilience and Risk Governance

The EU-Japan Forum, co-organized with visiting professor Philippe Quevauviller and the European Union’s Community of European Research for Innovation and Security (CERIS) was successfully held at DPRI, Kyoto University, on 3-4 March 2025. The event was attended by more than 80 participants from Europe and Japan highlighting joint research initiatives with a focus on societal resilience and technologies for first responders.

9.3 Others

In 2024, Cruz lab published 9 refereed journal articles, and 1 refereed book chapter contribution by Cruz, A.M, and Krausmann, E., titled “Natech Hazards and Disasters,” in *The Encyclopedia of Technological Hazards and Disasters in the Social Sciences*, edited by D.A. Gill, L.A. Ritchie, and N. Campbell. London: Edward Elgar Publishing: pp. 765.

10. アートイノベーション

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

組織や社会にイノベーションを起こすために必要なアート思考を持った企業人材を育成するプログラムを継続して行なっている。生け花、能の家元の講義や実演を通して対象者の感性を磨いてもらう試みを行なっている。また研修プログラム実施側の人材の育成をめざしたアートイノベーション研究会を毎月開催している。さらに最近進歩の著しいAIを企業内でいかに使いこかすかに関する議論を行うためのAI研究会を、数ヶ月に1回の割合で開催している。TOPPAN が開発したメタバース内に土佐アートを展示する土佐アートミュージアムを構築し、TOPPAN 側が新しいビジネスとするための検討を行なっている。

10.2 アートのファッションへの応用研究およびビデオアートの持つ特徴の研究 (エプソンとの共同研究)

エプソンのデジタル捺染技術と土佐アートを組み合わせることによるアートファッションの創出に向けたプロジェクトを継続して行なっている。ニューヨークファッションウィーク (NYFW) の実施団体である Global Fashion Collective から引き続き NYFW の展示に招待された。これに応じて2014年9月および2025年2月のNYFWでアートファッションを披露した。特に2025年2月のNYFWでは、難燃性の生地を使ったファッションや災害時の視認性に優れたLED埋め込み型などの防災ファッションを披露し、大変好評であった。

並行して、ビデオアートの持つ特徴の検討を行った。アートコンテンツを床全体に投影する没入空間を構築し、被験者が異なる複数の場所から鑑賞する際に受ける感覚の違いを心理実験によって評価する実験を行った。その結果、アートが人の心に正と負の感情を同時に与えるという新しい知見を得ることができた。

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

ガラスアートと光源を組み合わせたアート照明を用いた仕事空間環境で人の創造性が高まることが心理実験で確かめられたので、アート照明に関する特許を三菱電機との共同で出願した。また被験者を用いた心理評価と創造性テストの結果に関しては、複

数の国際会議で発表し、仕事とアートの組み合わせに関する新しい研究として高く評価された。

10.4 アート表示に適した没入空間の研究 (TOPPAN, 島津製作所との共同研究)

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

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

上記の没入空間と土佐アートの組み合わせが人の創造性を高める効果があることはすでに心理実験・生理実験で確かめた。この没入空間 (没入空間1) は無限に続く空間の感覚を与えると同時に自分の姿が映り込むため没入感が減じるという欠点も持つ。そこで比較対象として大型のLEDディスプレイ4面で構成される別の没入空間 (没入空間2) を構築し、50名の被験者を用いて没入空間1, 2の比較を心理・生理実験を通して行った。まずは心理実験結果を分析したところ、没入空間1, 2という鑑賞環境の違いはアート鑑賞結果には影響しないが、比較対象として用いた単純な幾何学図形の鑑賞結果は鑑賞条件の違いに大きく影響されるという結果が得られた。これはアートが鑑賞環境を超えた価値を有することを示しており、興味深い結果である。今後は生理データ分析を行いこの結果を確認する。

10.6 その他

研究成果は、1編の防災研年報、1編の完全査読付論文、10件の国際会議発表、7件の国内会議発表を通して行われた。

11. 防災・復興まちづくりにおける多様な主体間の対話に関する研究

2024年度より松田が着任した災害リスクマネジメント研究領域では、人々が暮らしやすく、災害にも強いまちづくりのために、市民、専門家、政策立案者、NPOなど多様な主体が交わす「対話」に関心をもって研究を進めており、その一部は土木計画学の領域に、また一部は災害リスクコミュニケーションの領域に位置づけられる。

11.1 人間の相互依存性を前提とした防災まちづくり・避難に関する研究

人間の防災行動の本質は、個人の主体的な意志のみに基づくものではなく、他者への気遣いや相互依

存，応答の中でなされる「ケア」としての性質を帯びるものである。しかしながら，近年の防災施策はそのことを軽視し「自立した理性的個人」が標準的な構成員であることを前提として発展してきた。

当研究室では，「人間は誰も脆弱であり，他者への依存を必要とする存在である」という想定の下で考えられる避難施策やまちづくりの研究を進めてきた。

例えば，専門家と住民の間で垂直的な関係を築くのではなく，両者の対話のなかで，水害リスクに関する情報を専門家がわかりやすく提供する一方，専門家側も住民が避難を決めるプロセスについて丁寧に学び，自らの省察に生かす水害地域学習の取り組みは，社会的相互学習（Social Co-learning）の過程と位置づけられる（Fig.11-1）。

また，ケアについては，その概念的な整理を行い，松田（2025）にて論じた。

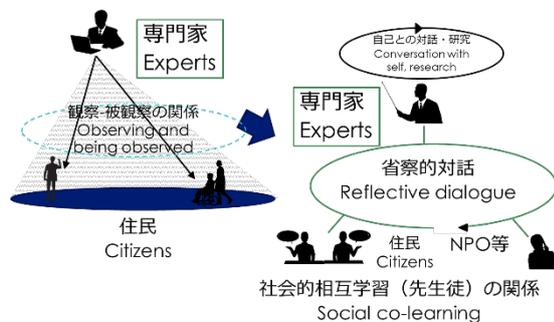


Fig. 11-1 A concept of social co-learning

11.2 防災・復興における地域知の活用・知識マネジメント

防災や復興のまちづくりのみならず，あらゆる公共の空間の維持，発展には，専門知のみならず，地域に根づく地域知（Local knowledge）の活用が不可欠である。しかし地域知は，暗黙知として存在していたり，人々がその存在や価値に気づいていなかったりして，意図的な活用には課題がある。

他方，災害からの復旧や生活再建には，過去の経験から蓄積されてきた専門知も欠かせないものである。しかしこちらも，災害を「めったに経験することがない」多くの人々に対して，わかりやすい手段で伝える方法を検討する必要がある。

当研究室では，防災におけるこのような地域知や専門知が，社会における実践において真に活用しうる知の伝え方のデザイン，住民の関わり方の方策等について検討している。

近年の研究成果として，水害被災者の生活再建に必要な専門知を，「被災者の目線から」再編成することで，リスクコミュニケーションの新たなツールが開発される事例（松田（2018））（Fig.11-2）や，SNS

で住民どうしが避難を促す会話を見ることが，公式の避難情報と同等以上に，人々の避難意思を高めることを実証した研究（中村，松田ら（2024））（Fig.11-3）などがある。

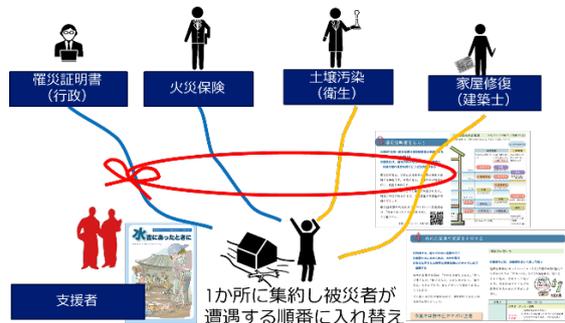


Fig. 11-2 Concept of risk communication tools through reorganization of experts' knowledge

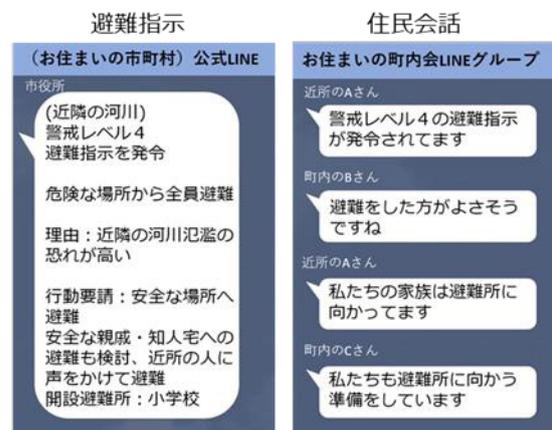


Fig.11-3 A survey framework of willingness to evacuate

12. 先端防災 IT 研究

JST創発的研究支援事業において廣井が2024年4月より実施している「防災IT連携基盤によるCrisis Computingの創出」は，2020～2023年度に実施したJSTさがけにおける研究「IoT連携基盤による先端防災ITの実現」を発展させたものであり，さがけで構築した防災ITテストベッドを基盤として，より実践的かつ動的な防災対応の実現を目指している。さがけ

け研究では、災害解析技術やシミュレータ、関連システムを相互に連携させ、研究者・開発者がそれぞれの技術の評価・検証できる基盤を構築した。これにより、防災技術同士の漸進的な連携と、データ同化・統合による解析精度の向上を実現したが、主として研究段階の要素技術を連携させるテストベッドとしての性格をもっていた。

創発研究では、このテストベッドを「災害対応を模擬・支援できるリアルタイム防災ITテストベッド」へと進化させることを目指している。具体的には、まず災害解析や避難行動解析、通信・インフラ評価など、従来は個別に研究開発されてきた防災要素技術を、リアルタイムに協調動作させるための連携制御・通信設計技術を開発する。これにより、洪水氾濫、浸水、避難行動などの現象を時間的に同期させ、シミュレータや実働システム間でのデータ交換を即時に行えるようにする。また、現実の観測データだけでは網羅できない極端事象に対応するために、Syntheticデータ生成技術を導入し、過去の降雨・地形・観測データを融合した「未知の擬似災害」を再現する。このテストベッドを通じて、研究者や開発者のみならず、行政機関・民間事業者が実際の防災システムを接続し、自らの災害対応計画や情報提供サービスを試験・検証できる社会実装型のオープンテスト環境としての機能拡張を進めている。リアルタイムに進行する災害現象と、人間の行動・社会的影響を同一空間内で再現することで、シミュレーション、訓練、実運用の各段階を連続的に結びつける「防災DXの中核基盤」として位置づけられることを目指している。

本研究の成果の一つとして、観測記録に限られ、既往事例だけではテストベッド上でのシステム評価が難しい豪雨災害に対して、地形や気象条件を考慮しながら多数の降雨分布を低コストで生成できる手法を開発した。目的は、降雨分布の再現精度を極端に高めることではなく、防災ITテストベッド上で多様な災害条件を再現し、防災システムや解析手法の開発・性能評価に活用できる環境を整えることにある。

開発した生成手法は二段階の構成をとる。第一段階では、地形や気象条件を入力とする確率モデルを用いて、降雨コアの発生分布を確率的に合成する。第二段階では、LoRA (Low-Rank Adaptation) で拡張した拡散型UNetを用い、降雨強度分布を個別に生成して統合する。これにより、地形依存性と気象場の特徴をそれぞれ独立に制御しながら、方向性と分布形状の整合性を保った降雨レーダ画像を効率的に生成できる。

日本各地の過去10件の豪雨事例（2018～2024年）

を対象に生成精度を確認した結果、降雨分布の位置や広がり、風向に対応した降雨帯の再現性など、大域的な構造を安定して再現できることを確認した。一方で、沿岸域では強雨域の境界がやや滑らかに表現される傾向があり、地形の細かな影響を反映する点に今後の改良余地が残った。これらの課題に対しては、地域ごとの特性を考慮したスケーリング手法や、風の収束や地形指標を生成過程に組み込むことで、さらに現実的な降雨分布の再現が可能になると考えられる。

また、科研費基盤研究 (B) において、氾濫拡大が通信障害および被災者の情報入手に及ぼす影響を解析し、その結果を災害情報の到達性向上に活かすことを目的として研究を進めている。災害発生時における通信の喪失は、被災者の情報取得に直接影響する重大な要因である。しかし、氾濫の進行に伴って通信網や電力網がどのように途絶していくのか、どの地域でどの時点から防災情報が受信できなくなるのかといった具体的な過程は、これまで十分に明らかにされてこなかった。本研究では、まず氾濫の進行に伴う通信・電力障害の発生過程を定量的に把握し、その知見を防災ITテストベッドに組み込むことで、災害時における防災情報の到達性を含めた総合的な検証を行うことを目的としている。

2024年度は、災害時の通信・電力障害を実際の都市構造に即して再現するための基礎的な環境整備として、通信インフラの空間分布を自動的に抽出・データ化する仕組みを開発した。これは、市街地画像をもとに、電柱やケーブル、無線基地局などの設備を自動検出し、その位置関係や接続構造を推定してネットワークとして再構成するものである。都市インフラの空間情報を効率的に整備できるようになり、都市域における通信網の構造的特徴を定量的に把握できるようになった。

次に、通信と電力の相互依存性を考慮した障害エミュレータを構築した。これは、氾濫の進行に応じて電力設備が停止し、それが通信機能の喪失を引き起こす過程を時間的に再現できるようにしたもので、このエミュレータを防災ITテストベッドに組み込み、浸水の進行に伴って通信経路がどのように分断されるかを動的に再現できるようにした。これにより、氾濫拡大に伴う情報伝達経路の途絶や、設備の階層構造に応じた障害連鎖を可視化し、災害時の通信・電力機能の脆弱性評価を実都市モデル上で行うための基盤を整備した。今後は、解析対象を複数の自治体に拡大し、都市構造や通信網配置の違いによる情報到達率の差を検証する。

13. 国際共同研究強化

本節では、オーストリア・ラクゼンブルクの国際応用システム分析研究所 (IIASA) CAT グループにおける在外研究の成果について報告する。廣井は、科研費国際共同研究強化 (A) による支援のもと、2024年10月から2025年3月まで同研究所に滞在した。本研究課題は、防災 IT テストベッドにおける被災者行動シミュレータの高度化を目的としており、あらかじめ定義されたルールに基づいて動作する従来のマルチエージェントモデルを超え、情報取得や判断の揺らぎを含むより柔軟な行動モデルの構築を目指している。そのために、被災者がどのような状況で情報を収集し、得られた情報をどのように解釈し行動に反映させるのかという、人間特有の意思決定過程の理解が重要な課題となる。

IIASA 滞在中は、この行動モデリングの基盤として、被災者の情報取得行動に影響を与える心理的要因のひとつである感情に注目した。これまでの被災者行動シミュレータの多くは、防災情報を受け取った後の行動選択に焦点を当てており、情報をどのように収集し、その過程で感情や信頼がどのように行動に影響するかを扱った研究は少ない。本研究では、この「情報収集と意思決定の相互作用」に着目し、感情状態を動的に変化させながら行動を更新するシミュレーションの実現を目指している。特に、ソーシャルメディア上の投稿に含まれる感情表現を分析対象とし、その時系列的変化や地域的偏りを抽出する手法の検討を行った。従来の情報工学分野における感情推定は、辞書ベースの手法や機械学習 (BERT など) による分類モデルが主流であるが、これらは固定的な語彙体系や事前定義された感情ラベルに依存しており、災害時のように多様で文脈依存的な心理変化を十分に表現できないという課題がある。こうした課題を踏まえ、大規模言語モデル (LLM) を用いて文脈的かつ状況依存的に感情を抽出する方法を検討した。

本研究で得られた成果は、防災 IT テストベッド内における被災者行動シミュレータの改良に直接的に寄与するものである。今後は、ソーシャルメディアから得られる感情情報をエージェントの意思決定過程に取り込み、災害情報への反応や避難行動の多様性を再現できるモデルへと発展させる予定である。さらに、将来的には、このアプローチを既存のソーシャルメディア分析にとどめず、防災 IT テストベッド上の人間行動シミュレータに応用し、各エージェントの感情状態を生成・変化させる仕組みとして活用することを構想している。これにより、固定的な意思決定ルールに依存せず、情報の受け取り方や心

理的反応の違いによって行動が変化する、より柔軟で現実的な被災者行動シミュレータを実現し、現代社会における情報取得や避難行動の多様性を再現する新たな研究基盤を形成することを目指している。

14. DPRI Activity Report (12/2024 - 03/2025)

The activities described in this report result from a visiting professor contract held at the Kyoto University's Disaster Prevention Research Institute (DPRI) under the supervision of Prof. Ana Maria Cruz from early December 2024 until the end of March 2025. The research title subject to this contract was: Science information transfer in support of Disaster Risk Governance – An EU-Japan comparative study. The aim was to focus on disaster risk governance, and more specifically on its relationship to societal resilience to disasters in Japan, exploring the way scientific findings are communicated and implemented (or not!) by local, regional and national authorities in Japan from both an academic as well as practitioners view point. Studies were designed to look at science to policy transfer at all levels, in particular awareness-raising and disaster preparedness in an "all-society approach". A comparative ground was made possible through the expertise gained in the framework of European Union Horizon Europe projects, making it possible to test some of the approaches and recommendations with various Disaster Risk Reduction (DRR) actors (policy-makers, academics, practitioners, local authorities, civil society) at different levels. The overall research findings were expected to provide insights on similarities and differences between Japan and Europe, and deliver recommendations regarding disaster risk governance as the countries move towards improved territorial resilience. The activities included the following working features: (1) Participation in Philosophical Cafés (15 December 2024 and 30 March 2025) in Higashi-myoshi, (2) Interviews of Local Communities representatives in the Noto Peninsula (4-5 January 2025), (3) Organisation of EU-Japan Workshop on Research and Innovation in support of Disaster Risk Reduction (3-4 March 2025), (4) Participation in the World Bosai Forum in Sendai and visit of the Ishinomaki area (7-10 March 2025), and (5) Elaboration of a research proposal (involving DPRI) related to Art-Science fusion in support of DRR scientific knowledge transmission under the title: "Changing the culture of risks through art-science fusion in water disaster knowledge and urban recovery". This short report gives a snapshot of the activities carried out during my visiting professorship. A

detailed version is available upon request.

14.1 PHILOSOPHICAL CAFES

The Philosophical Café's initiative came from an experience of Professor Yoshiyuki Yama in the city of Paris and the visit that he made with his students in 2009 for fieldworks in the city of Miyoshi (which later merged with the town of Higashi-Miyoshi) where they met Mr. Akiyoshi Shimao. Professor Yano, Mr. Katō from Solonawinco, and Mr. Akiyoshi Shimao met to discuss about the way Philosophical Cafes were organised in France, and they thought about organising something similar with an emphasis on the café concept, especially after the Great East Japan Earthquake. The idea came naturally, and they found it interesting to develop the concept in Higashi-Miyoshi. I participated in a Philosophical Café on 15th December 2024 in Higashi-Miyoshi. The theme chosen for the day was "Personal responsibility". Each participant was given the possibility to express their views about the theme in a 3-5 minutes exchange. The report below does not refer to individual comments, it rather provides a summary of the main ideas developed during the Philosophical Café. I attended a second Philosophical Café on 30th March 2025, following the same principle with another theme "Knowledge Transfer Between Generations", which encompassed issues such as the education of new generations, the transmission of knowledge to successors, and how history is passed down from one era to another.

14.2 MISSION IN NOTO PENINSULA

On January 4-5, 2025, one year after the earthquake which struck the Noto Peninsula in Ishikawa Prefecture, I participated in a mission which was held with a team composed of academic fellows from Kyoto University as well as Tokyo and Kansei-Gakuin universities. Meetings were organised by Professor Norio Okada with local communities who had to immediately react after the disaster(s) with few or no support from the outside in the first days owing to the impossibility to reach the devastated areas. Five interviews have been coordinated under the guidance of Prof. Norio Okada, with the participation of an academic team. Professor Okada highlighted that it is rare for academic people to have the opportunity to enter a community and talk directly to the inhabitants about their problems, their difficulties, and their thoughts. A full report provides a not-exhaustive summary of the recorded discussions.

14.3 EU-JAPAN WORKSHOP ON RESEARCH AND INNOVATION IN SUPPORT OF DISASTER RISK REDUCTION

In the framework of my visiting professorship, I organised a workshop with Professor Ana Maria Cruz' Team in cooperation with the European Union's Community of European Research for Innovation and Security (CERIS). The event took place on 3-4 March 2025 at the Uji Campus. It gathered around 80 participants with half of the audience representing +/- 10 EU projects (originating from various EU countries) and the other half represented by several Japanese universities and stakeholders. In particular, projects present at the workshop highlighted outputs from partnerships with Japanese organisations (mainly universities) with a focus on societal resilience and technologies for first responders. Discussions focussed on the way scientific findings are communicated and implemented (or not!) by local, regional and national authorities in both the EU and Japan from both an academic as well as practitioner's viewpoint. This included science to policy transfer at all levels, with an accent on education, awareness-raising and disaster preparedness in an "all-society approach". The event provided insights on similarities and differences between Japan and Europe and delivered recommendations regarding disaster risk governance as the countries move towards improved territorial resilience.

14.4 PARTICIPATION IN WORLD BOSAI FORUM

I attended the 2025 edition of the World Bosai Forum, which took place at the Sendai International Center on the 8-9 September, and met Professor Ubaura and Professor Boret with whom I visited the International Research Institute of Disaster Science (IRIDeS) on the 10th September. On the 9th September, the IRIDeS team organised a visit of the Ishinomaki area.

14.5 ELABORATION OF A RESEARCH PROPOSAL

During my stay at DPRI, building on experiences gained in missions described in this report, I drafted a proposal entitled "Changing the culture of risks through art-science fusion in water disaster knowledge and urban recovery" (under the WAKU WAKU acronym) which involves the Kyoto University DPRI as Associated Partner. It has been submitted to the European Union Creative Europe Programme, the results of which will be known by December 2025.

14.6 FURTHER STEPS

As a continuation of my professorship, I participated in a NaTech-related paper authored by Valentina di Talia, Sarah Bonvicini, Ana Maria Cruz, Yoko Matsuda and Valerio Cozzani, which was presented at the 9th International Symposium on Natural Hazard-Triggered Technological Accidents on July 2nd -4th 2025, in Beijing, China under the title “The European Union regulatory framework for addressing the risk of environmental contamination caused by Natech events: state of the art and gaps”.

Acknowledgements

The Disaster Prevention Research Institute is deeply acknowledged for its invitation, which will most certainly pave the way for future collaborations with EU research organisations. A special thanks is due to Professor Ana Maria Cruz and Mrs. Tomoko Miyauchi for their constant support along my visiting professorship.

15. データベース関連

15.1 データベースSAIGAI

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

しかし、データベース及び検索技術の発展が著しい中で、本データベースが状況に即したニーズを得られなくなってきたとの指摘を受けて、防災研究所全体で巨大災害研究センターが事務局となり「データベースSAIGAI検討所内ワーキンググループ会議」が設置された。これを受けて、自然災害研究協議会において、データベースSAIGAIで所蔵する全国の大学図書館に所属される資料が検索可能なOPACシステムからも検索できるように、防災科学研究所ライブラリー及び京都大学図書館への寄贈する方針が承認され、「防災研究所資料室 資料整理ポリ

シー」が定められた。令和1年度より、同ポリシーに従って、資料の京都大学図書館や防災科研への移管や、不要な資料の廃棄が進められている。令和2年度以降の新型コロナウイルスの感染拡大によって作業は長期、短期の中断を繰り返すことになった。また、令和2年度、3年度にそれぞれ約2,000冊ずつの資料にカビが発生していることがわかり燻蒸作業を業者に依頼した。そのような問題に対応しながら、令和4年度も順次廃棄判定作業を進め、令和6年度末時点で約65,000冊の資料の保管／廃棄判定を完了している。

15.2 災害史料データベース

巨大災害研究センターでは、昭和59年度より歴史資料に現れる災害及びその対応等の関連記事をデータベース化するプロジェクトを実施している。その成果として蓄積されてきた史料とその現代語訳データは「災害史料データベース」として公開している。平成16年に、データベースをウェブ上で検索可能にし、表示できるようにする公開用プラットフォームが科学研究費補助金の交付を受けて作成され、データベースにアクセス可能となった。

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

16. 総合防災グループ合宿

2024年10月4日～5日にグループ恒例の総合防災グループ合宿を実施した。合宿形式にて京都府城陽市のLogos Landで開催し、教員17名、学生・研究員59名が参加した。学生参加者によって口頭研究発表34件およびポスター発表15件が行われた。発表セッション後には、より深い質疑応答や議論が行われ、教員－学生間、学生間の議論やコミュニケーションをより活発にするための工夫が各所に取り入れた合宿となった。大きなトラブルはなく、全員が円滑に発表を行い、総合防災グループ合宿は無事に完了した。

参考文献

- 松田曜子 (2025) : ケアとしての避難, 自然災害科学, Vol.44, No.3 (登載決定) .
- 松田曜子 (2018) : 土木計画学における事例研究の方法論確立のための検討, 土木学会論文集D3 (土木計画学), 74(5), pp.1_155-I_163.
- 中村僚, 松田曜子, 佐野可寸志, 高橋貴生 (2024) : メッセージアプリ上の住民どうしの会話が避難意思にもたらす効果の分析, 土木学会論文集・特集号 (土木計画学), 80(20),

- <https://doi.org/10.2208/jscej.24-20119> .
- Michael Grieves (2014), Digital Twin: Manufacturing Excellence through Virtual Factory Replication, White paper, p. 1-7.
- Shweta Surender (2024): Digital Twin Revolution: Unveiling the Virtual Mirror of Reality Across Industries, MarketsandMarkets.
<https://www.marketsandmarkets.com/blog/SE/Digital-Twin-Revolution-Unveiling-The-Virtual-Mirror-Of-Reality-Across-Industries> (2025 年 4 月 15 日最終閲覧)
- Werner Kritzinger, et. al (2018): Digital Twin in manufacturing: A categorical literature review and classification, IFAC-PapersOnLine, Volume 51, Issue 11, pp. 1016-1022.
- Gelernter, D. Mirror Worlds (1991): or The Day Software Puts the Universe in a Shoebox... How it Will Happen and What It Will Mean, Oxford University Press USA.
- Johnson-Laird, P. N. (1980): Mental Models: Towards a Cognitive Science of Language, Inference, and Consciousness, Harvard University Press, *Psychology*, pp. 513.

(論文受理日 : 2025年8月31日)