

【令和5年度実績】

1. 災害デジタルツインの創成

「研究」

No.20 (2)-1 社会の要請に応える研究の推進

実績報告

環境・社会動態のセンシング手法の高度化, モニタリングデータの大規模化とリアルタイム流通, 計算機性能・シミュレーション手法の高度化, 機械学習を核とするデータ駆動科学の進展を背景に, 災害科学にデジタルツインの方法論を先駆的に導入し, 「災害デジタルツイン」として提唱し, その学理の確立と深化に取り組んでいる. 特に顕著な業績として以下を列挙する.

学術の先導

土木学会海岸工学委員会の下に設置された「沿岸災害デジタルツイン小委員会」(小委員長:越村俊一)を母体とし, 令和5年度重点研究課題に採択「沿岸災害デジタルツインの創成に関する研究」. 沿岸環境を対象に物理世界と仮想世界を連携させたサイバー・フィジカルシステム (Cyber-physical systems)を構築し, 物理世界では時間的・コスト的に不可能といえるような様々な検討, 設計, 最適解探索を仮想世界で実行しそれを物理世界にフィードバックするという「デジタルツイン」のパラダイムを, 土木工学, 特に海岸工学に導入し, 関連の学術を先導している. その成果として, Elsevier の“Digital-twin Paradigm for Disaster Risk Reduction and Resilience”と題した Book Chapter を執筆・発刊した(発刊は2024年予定).

2023年4月に欧州で開催された European Geoscience Union (EGU) General Assembly において, 越村が発表した” Digital twin computing for enhancing resilience of disaster response system”[\[Link\]](#)が自然災害の AI 研究セッションにおいて[ハイライトされ](#)[\[Link\]](#), 大きな注目を集めた.

台湾(2023年10月), 中国(2023年12月)での国際会議, および日本学術会議(2023年9月), 日本計算機統計学会(2023年11月)における招待講演を行い, 先駆的な取り組みとして高く評価されている.

国際的には, 地球観測に関する政府間会合 (Group on Earth Observations)の Disaster Risk Reduction (DRR) Working Group に越村が委員として就任(2021年～). Sentinel Asia Co-chair of Tsunami WG(2015年～)を務めるなど, 津波のリアルタイム予測の世界展開に向けた国際的な活動も展開中.

Asia Oceania Geosciences Society2023(2023年8月)において“Digital Twin Paradigm for Disaster Resilience”というセッションを開催し, 国際的な情報発信と国際学術ネットワーク形成を行った.

2023年度に出版した国際ジャーナルは以下の通り.

IEEE Journal of Selected Topics in Applied Earth Observations and Remote Sensing (IF5.5)

Scientific Reports (IF4.6)

International Journal of Multiphase Flow (IF3.8)

Computers and Mathematics with Applications(IF2.9)

International Journal of Disaster Risk Reduction (IF5.0)

大型研究プロジェクトの推進

科学研究費補助金, 基盤(S)(2021年度～2025年度, 直接経費 188,630 千円), 理・工・医学の連携による災害医療デジタルツインの開発と医療レジリエンスの再構築, 代表者:越村俊一. リアルタイムシミュレーション, センシングの融合による広域被害把握, 被災地内外の人の移動と社会動態把握, 医療需要および被災地の医療活動状況を入力としたマルチエージェントシミュレーションで構成する仮想世界での what-if の分析を通じて, 物理世界となる被災地での災害医療チームの活動を支援するための「災害医療デジタルツイン」を構築している.

SIP3 期スマート防災ネットワークの構築(2023 年度～2027 年度, 直接経費 749,800 千円), 「津波災害デジタルツインの構築とスマート・レジリエンスの実現」, 代表者:越村俊一. SIP3 期のスマート防災ネットワークの核となる防災デジタルツイン技術において, 国難災害である地震津波災害をターゲットにしたリアルタイムハザード予測, 被害・社会影響予測, 災害対応の最適化を可能とする「津波災害デジタルツイン」を構築し, その活用と社会実装を通じて, Society5.0 の災害レジリエンス＝スマート・レジリエンスを実現することを目的としたプロジェクトを推進している.

JST-NSF マッチングファンド(SICORP)(2024 年度～2026 年度, 直接経費 70,000 千円)「人間中心の災害デジタルツインの構築とコミュニティ・レジリエンスの向上」, 代表者:越村俊一. 米国 UC Irvine, Boston University との共同研究により, 人間中心のデータを活用した「災害デジタルツイン」を構築するプロジェクトを開始予定.

社会実装

東北大学発ベンチャーRTi-castによる, リアルタイム津波浸水被害予測システムの開発・運用, 普及, 国際展開に取り組んでいる. これまでに, 内閣府の総合防災情報システムへの採用, 高知県への津波被害予測情報の配信など, 研究と社会実装の両輪によるレジリエンス向上への重要な貢献を果たし, 第三者から高い評価を得ている. 令和 6 年 3 月には, 民間事業者として我が国初となる津波予報業務の認可を得る予定. 国際展開としては, 津波リスクの高い諸外国(インドネシア, ペルー)の大臣級へのプレゼンテーションを実施し, リアルタイム津波浸水被害予測システムの国際展開に向けた重要な進展があった.

令和 6 年能登半島地震での対応

令和 6 年能登半島地震直後に、いち早く被災地調査を行うとともに、地殻変動観測による地震断層破壊メカニズムの解明、津波伝播・浸水被害予測、人流データ解析による避難状況の把握、航空写真を利用した家屋 13 万棟のオンライン被害調査など、データ・シミュレーション融合による災害デジタルツイン活用に向けた実践的な活動を継続している。解析結果はプレゼンテーション動画、建物被害地図など、GIS(地理情報システム)を活用した先駆的な情報発信を行い、災害対応および災害科学の深化に資する成果を創出している。

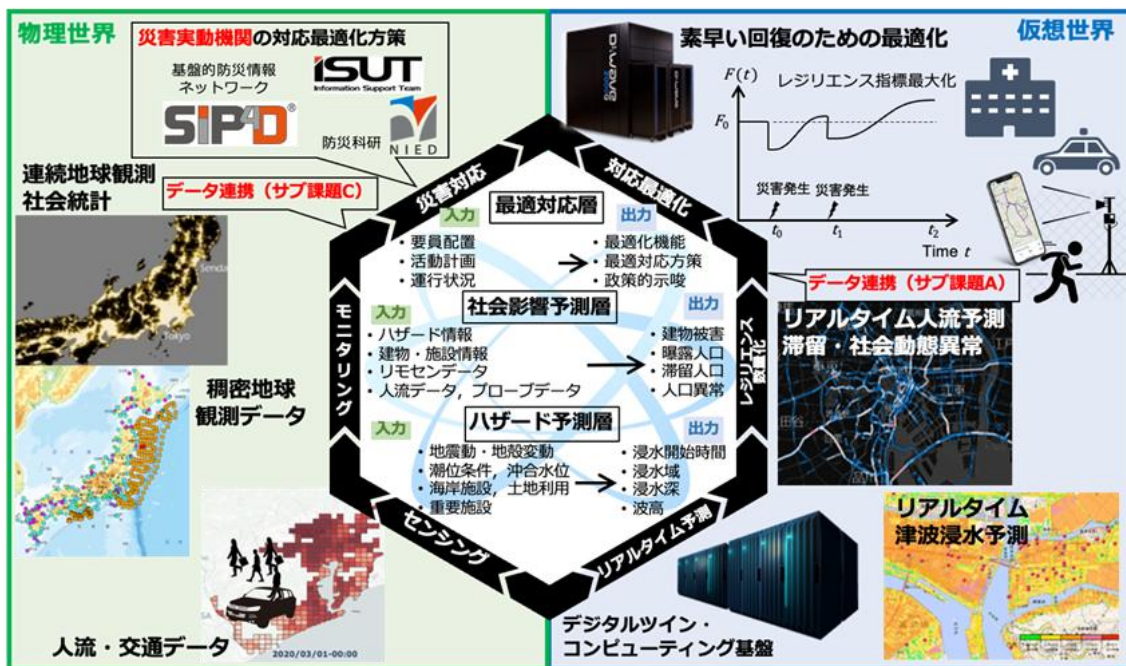


図 津波災害を主題とした「災害デジタルツイン」の構成

 [★津波災害を主題とした「災害デジタルツイン」の構成.png](#)

2. 企画展「仙台に残されていた関東大震災の記録：100 年の時を経て特別公開」

「研究」

No.20 (2)-1 社会の要請に応える研究の推進

実績報告

関東大震災に関する企画展「仙台に残されていた関東大震災の記録：100 年の時を経て特別公開」を、災害研棟にて一般公開で開催した(2023 年 9 月 15 日～12 月 22 日。主催：災害科学国際研究所、NPO 法人 20 世紀アーカイブ仙台、歴史文化資料保全の大学・共同利用機関ネットワーク事業東北大学拠点。共催：東北大学史料館)。同企画展においては、災害研の川内淳史准教授・佐藤大介准教授(歴史文化遺産保全学分野)が、関東大震災当時の『河北新報』記事等から重要テーマを抽出し、関東大震災が仙台・宮城へもたらした影響を考察したパネルを作成・設置した。テーマは、「被災地への出動」「不逞鮮人」被災地の混乱の波及」「大震災と『大仙台』構想」「東北帝国大学と大震災」「大震災から時が過ぎて」等、9 つである。企画展には災害研広報室も

協力し、パネルは小森光職員により市民にも見やすい形にデザインされた。さらに、NPO 法人 20 世紀アーカイブ仙台の協力を得て、仙台で保存されていた関東大震災に関する貴重な映像や当時の記事も併せて展示された。広報室の中鉢奈津子特任准教授は、全体のコーディネーションを担当した。

本企画展は、宮城県が最大で約 1 万人の避難者を受け入れたことをはじめ、宮城県も関東大震災で大きく影響を受けたことを明らかにするものであった。従来、関東大震災は東京・神奈川などの被災地を中心に議論されることが主であったが、本企画展により、関東大震災は被災地を越えた広範なスコープで捉えるべきことが示された。また、研究者と広報室が連携し、研究者の知見を市民へ伝わりやすい形で表現したことにより、同企画展はメディア（新聞・テレビ）でも大きく取り上げられることとなり、大学を越えた社会的波及効果も得られた。さらに、本企画展の内容は学会発表としてまとめられ、論文化された。

本企画展は、100 年前の大震災に関する事実を掘り起こし、同震災を捉える視点の転換をはかった点で大きな意義があった。また、本企画展は、一般市民との効果的な災害科学コミュニケーション事例ともなり、将来の首都直下地震が全国に影響を及ぼす可能性や、防災の重要性も喚起することとなった。

●学会発表

・佐藤大介、川内淳史「関東大震災と仙台市・宮城県—地域資料に見る」第 11 回歴史地震資料研究会、2023 年 11 月 18 日、オンライン、新潟大学災害・復興科学研究所「日本海沿岸地域を中心とした地震・火山現象の解明のための史料収集と解析」研究グループ

●論文

・川内淳史「〈被災〉の想像力—関東大震災と仙台・宮城」『被災学』1 号、東北学院大学、2024 年 3 月刊行予定

●メディア報道

・2023/9/19 NHK「東北大学で関東大震災と宮城の関わりを紹介する企画展」

・2023/9/27 朝日新聞「関東大震災、仙台に流れ込んだ避難者とデマ 東北大・災害研で企画展」

・2023/9/27 goo ニュース「関東大震災、仙台に流れ込んだ避難者とデマ 東北大・災害研で企画展」

・2023/10/2 河北新報「被災者、宮城に 1 万人避難 駅周辺で炊き出し 東北大・企画展 〈関東大震災 100 年〉」

・2023/11/3 毎日新聞「関東大震災の研究成果展 宮城でも被災支援」

●企画展のポスター・会場の様子

企画展 100年の時を経て特別公開

仙台に残されていた 関東大震災の記録



9 / 15 金 ~ 12 / 22 金
※ 月～金 | 10:00～16:00

関東大震災の影響は東北にも及び、被災者は宮城県を含む全国に避難し、宮城県から被災地支援も行いました。このたび、仙台に残されていた関東大震災に関する貴重な映像や記事を展示し、また、歴史学者による大正時代の河北新報記事の分析から、関東大震災が各地に与えた影響の一端を浮かび上げられます。


分析・解説：東北大学災害科学国際研究所 川内淳史 准教授 佐藤大介 准教授
パネル作成協力：向 広穂室（デザイン：小森光）

主催 | 東北大学災害科学国際研究所
NPO 法人 20 世紀アーカイブ仙台
歴史文化資料保全の大学・共同利用機関ネットワーク事業東北大学拠点
共催 | 東北大学史料館

会場 東北大学災害科学国際研究所
2 F 展示スペース <青葉山新キャンパス>

お問い合わせ | 東北大学災害科学国際研究所 広穂室
022-752-2049 / koho-office@irides.tohoku.ac.jp



 ★企画展のポスター.jpg,  ★企画展の会場の様子.jpg

3. 災害・健康危機管理の研究手法に関する WHO ガイダンス日本語版総監修

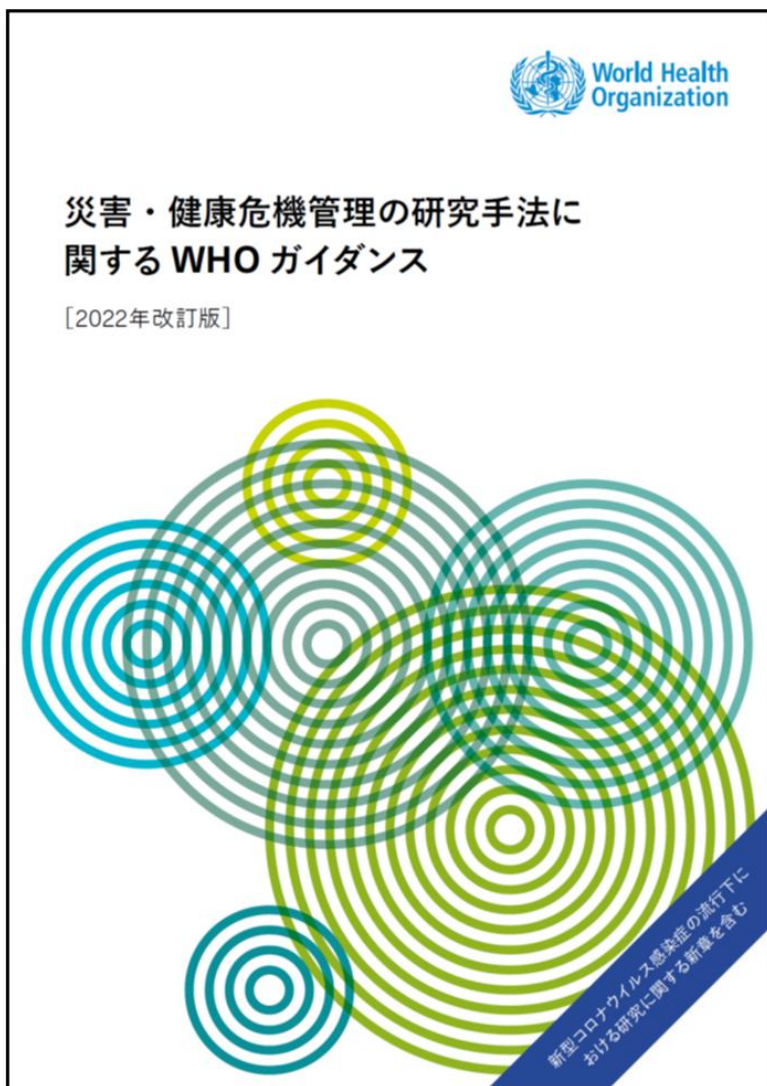
「研究」

No.20 (2)-1 社会の要請に応える研究の推進

実績報告

仙台防災枠組の健康面を社会実装するために、世界保健機関(WHO)は災害健康危機管理枠組を策定し、その学術研究を推進するために世界ではじめて災害健康危機管理の研究手法に関する WHO ガイダンスを出版しました。災害科学国際研究所の江川新一教授は、所内外の幅広い研究者・実務者とともに、わが国のケーススタディとして災害を科学的に解析し、得られた知識を社会実装する「build back better」を繰り返すことによりレジリエントな社会を実現してきたことを序論(第1章)で執筆するとともに、このガイダンスの日本語版への翻訳を総監修しました。ガイダンスは、再現することが困難な災害に対する研究課題の同定と把握(第2章)、研究スコープの決定(第3章)、研究デザイン(第4章)、研究プロセスと研究成果を論証する特別テーマ(第5章)、新型コロナウイルスパンデミック(第6章)、研究者の手引き(第7章)からなる英文 634 ページの体系的な教科書です。災害を時系列をもったスパイラルな現象としてとらえ、備えや対応を改善するための介入をどのように計画し、評価し、科学的なエビデンスにしていくかが説かれています。公衆衛生学的手法のみならず、量的研究、準実験的手法、質的研究によるエビデンスの構築、GIS(地理情報システム)、社会経済学的手法、クラウドソーシング、社会の中で弱い立場にある集団へのアプローチ、災害としてのパンデミックとその存在下での複合災害など、全社会的な現象である災害を科学的にとらえる方法論がまとめられています。よい研究者になるための考え方、グラント申請、論文の書き方、メンターのあり方にも触れています。

江川新一教授は、災害医学研究部門を中心とする国内 29 名の研究者・実務者とともにこのガイダンスを翻訳する総監修を行いました。若手研究者が災害に取り組むための足掛かりとなるよう、用語集にも日本語の参考文献をつけ、日本語と該当する英文が同時に理解できる翻訳スタイルにしています。日本語で概念を理解するとともに、災害に関する英文の言い回しを見ることで原文の意図するところを正しく理解し、健康を中心とする災害科学を推進し、国際的に発信できるようになるための研究ガイダンスです。日本語版ガイダンスは関東大震災から 100 年が経過した 2023 年 9 月 1 日にオンラインで無料公開されました。



災害・健康危機管理の研究手法に関する WHO ガイダンス

社会への波及効果

「災害が健康に被害をもたらす」という文言は 2015 年の仙台防災枠組ではじめて明記され、その健康被害の実態把握は古くて新しい課題です。このガイダンスの日本語訳が出版されたことにより、医学部、看護学部をはじめとするわが国の保健医療従事者教育のカリキュラムに早速用いられています。また、わが国の災害医療体制が阪神淡路大震災、東日本大震災を契機に研究を踏まえて進化し社会実装されてきたことは世界の中でも先進的で、ASEAN 地域の災害医療対応のモデルにもなっています。常に変化し続ける健康被害に対応して進化しつづける災害医療研究の生きた教科書として活用されていきます。

 [★災害・健康危機管理の研究手法に関する WHO ガイダンス.png](#)

4. 仙台防災枠組 2015-2030 に係る中間評価(仙台市との共同研究)

「社会との共創」

実績報告

2015年3月に宮城県仙台市で開催された第3回国連防災世界会議で採択された国際的な防災の指針である仙台防災枠組は、2023年がその折り返しの年にあたり、進捗状況を測るグローバル指標に係る議論が活発に行われている(International Science Council [ISC], 2023; UN Office for Disaster Risk Reduction [UNDRR], 2023)。他方、地方レベルでグローバル指標の評価に取り組んだ事例は、仙台市と災害科学国際研究所の共同研究で実施されたものが世界初であり、国内外の政府機関・研究機関から注目を集めた。その共同研究報告書が2023年に公開されており(図1)、仙台市におけるグローバル指標の時系列比較等を通して災害レジリエンスの推移に係る分析結果を提示している。



図1 仙台市との共同研究報告書(出所)仙台市・東北大学災害科学国際研究所(2023)

例えば、グローバル指標 E(防災戦略)に係る定量的な評価として、「地域版避難所運営マニュアル」を作成済みの避難所の割合に着目し、その経年変化について考察を行っている(図2)。地域版避難所運営マニュアルについては、2014 年以降作成が加速しており、近年ではほぼ 100%の達成率となっていることから、共同研究報告書では、仙台市におけるグローバル指標 E について「目標を達成している」と結論している。このように、当該共同研究においては、仙台市が保有する各種統計情報を用いてグローバル指標に係る分析を行い、その結果を基に仙台市における災害レジリエンスを評価するという建て付けになっている。前述の通り、地方レベルでグローバル指標を活用して災害レジリエンスの評価を行った研究は世界初であり、今後、同様の方法論を採用する研究が増えるものと思料される。

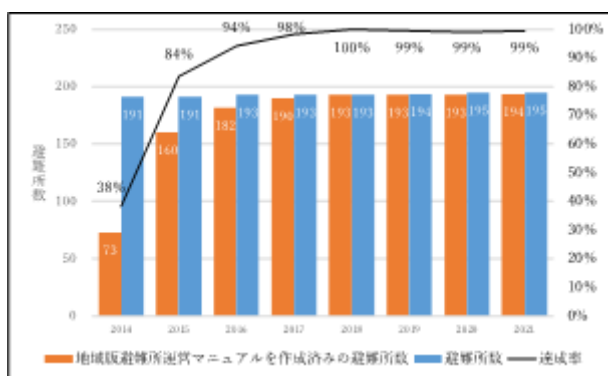


図2 グローバル指標 E(防災戦略)に係る定量的な評価の例(出所)仙台市・東北大学災害科学国際研究所(2023)

なお、グローバル指標を活用したインドネシアの地方レベルにおける災害レジリエンスの強化をテーマとし、インドネシア・アチェをフィールドに佐々木が研究代表者として令和5(2023)年度科学研究費助成事業(国際共同研究加速基金(国際共同研究強化))に申請した研究課題(渡航先機関は本学が学術交流協定を締結しているシャクアラ大学)が採択に至っており、今後、本取組の国際展開も見込まれている。

【参考文献】

International Science Council. (2023). Report for the Mid-Term Review of the Sendai Framework for Disaster Risk Reduction. <https://doi.org/10.24948/2023.01>

UN Office for Disaster Risk Reduction. (2023). The Report of the Midterm Review of the Implementation of the Sendai Framework for Disaster Risk Reduction 2015-2030. <https://www.undrr.org/publication/report-midterm-review-implementation-s...>

仙台市・東北大学災害科学国際研究所. (2023). 『仙台防災枠組 2015-2030 に係る中間評価報告書』. <https://sendai-resilience.jp/media/pdf/sfdrr2023-2.pdf>

 ★[図1仙台市との共同研究報告書.jpg](#),  ★[図2グローバル指標 E\(防災戦略\)に係る定量的な評価の例.png](#)

5. 文化遺産防災マップの構築と能登半島地震における被災推定

「研究」

No.20 (2)-1 社会の要請に応える研究の推進

実績報告

文化遺産防災マップとは、国や自治体が指定する文化財や歴史的価値を有する様々な文化遺産の位置情報をオンラインマップに登録し、ハザードマップや災害発生時の各種災害情報と重ね合わせることで、文化遺産に対する災害リスクを可視化したものである。これを活用することで、災害時の文化遺産レスキュー活動の迅速な開始を促すとともに、被災地の文化財担当者の負担軽減を目的としている。令和5年度までに、国・都道府県が指定する文化財約 35000 件の位置情報の登録を完了するとともに、市町村の指定文化財や未指定文化財の位置情報登録を進めている。文化遺産防災マップの構築と意義については ICOM-ICMS2023 東京大会にて報告した。

令和5年度は、東北大学で開発した文化遺産防災マップをベースとして、岩手県立博物館が岩手県版の文化遺産防災マップを構築し、県内の文化財関係者にむけて公開した。令和5年 11 月 24 日に県内の文化財関係者が同マップを活用して、水害の発生を想定した図上訓練を実施し、それぞれの文化財が直面する災害リスクを確認するとともに、災害時の相互連携関係について議論を深めた。



文化遺産防災マップを使った図上訓練

令和6年1月1日に発生した能登半島地震に際しては、1日夜より石川県・富山県・新潟県における被災推定作業を実施し、1月5日までに被災3県において推定震度5以上の地域に含まれる国・県指定文化財が約 1500 件にのぼることを明らかとし、特に石川県においてはここでリストアップされた約 680 件の国・県指定文化財のうち、約 200 件が推定震度6以上の領域に含まれており、極めて被災の可能性が高いことを明らかとした。独立行政法人国立文化財機構文化財防災センターをはじめとする関係各所に情報共有をおこなった。これらの分析結果については、1月9日に実施された災害科学国際研究所の令和6年能登半島地震に関する速報会において報告した。



能登半島地震に対応した文化遺産防災マップ

 [★文化遺産防災マップを使った図上訓練.jpg](#),  [★能登半島地震に対応した文化遺産防災マップ.jpg](#)