

日本－米国 国際共同研究 「人間中心のデータを活用した災害レジリエンス研究」 2024 年度 年次報告書	
研究課題名（和文）	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
研究課題名（英文）	Enabling Human-Centered Digital Twin for Community Resilience
日本側研究代表者氏名	越村 俊一
所属・役職	東北大学 災害科学国際研究所・教授
研究期間	2024 年 4 月 1 日 ～ 2027 年 3 月 31 日

1. 日本側の研究実施体制

氏名	所属機関・部局・役職	役割
越村 俊一	東北大学・災害科学国際研究所・教授	全体総括：日米の「人間中心のデータ」状況整理と災害デジタルツインの設計
マス エリック	東北大学・災害科学国際研究所・准教授	災害デジタルツインへのデータの組み込みと「仮想災害都市（Virtual Disaster City: VDC）」の構築
アドリアノ ブルーノ	東北大学・災害科学国際研究所・准教授	VDC のハザード環境構築（ハザードシミュレーション・リモートセンシング）
永田 彰平	東北大学・災害科学国際研究所・助教	VDC における What-if 分析と脆弱性・レジリエンス評価

2. 日本側研究チームの研究目標及び計画概要

本研究では、デジタルツインの概念を災害科学に拡大し、人間中心のデータを活用した「災害デジタルツイン」を構築し、コミュニティのレジリエンス向上に資するための研究開発を行う。

日本側チームが提唱する災害デジタルツインとマルチエージェントシミュレーションの枠組を活用し、災害時に個別なケアを必要とする高齢者に焦点を当て、米国側チームが構築している

CareDEX に整備された対応者、施設の介護者、高齢者の間で個別化されたケア情報をデジタルツインに導入する。

両国チームによる優れた技術を相補的に統合することで、困難な身体的状況（生命維持に必要な器具の必要性、運動能力低下）や認知疾患をもつ高齢者が災害時に生き延びるための政策設計を促す方策を、「仮想災害都市（VDC）」における様々なシミュレーションによって導き出すことを目指す。

3. 日本側研究チームの実施概要

研究提案時に設定した学術的問いに対して、特に災害デジタルツインの枠組みについての協議を重視して日米共同研究に取り組んだ。2024 年度の活動概要を以下に列挙する。

災害デジタルツイン（Disaster Digital Twin: DDT）の構築は、日本側が提唱している枠組み（下図）をベースとして米国側 CareDEX との連携を踏まえて設計方針を両者で確認した。

日米両国の多様な災害と高齢者ケアの状況、その共通点、相違点、災害状況下での高齢者の対応に関連する課題を整理し、仮想災害都市（Virtual Disaster City: VDC）に格納、利用可能な関連データ（地理空間データ・人間中心のデータ）を分類するための初期調査を行った。VDC には 3 つのレイヤ（Hazard、Built environment、Population）を用意することとした。

まず Hazard レイヤであるが、日米の研究チーム全体で、VDC で想定すべきハザードについて議論し、対象ハザードの発生確率に応じた規模を想定してハザードシナリオ作成計画を立案した。地震、風水害、津波、火災を対象ハザードとし、ハザードシミュレーションおよび実災害観測データの整備に取り組んだ。特に津波と洪水については、シミュレーション実行環境を整備し、想定するシナリオに対する浸水域や浸水深等の仮想ハザード諸量を出力できるようにした。

ハザード諸量に加えて重要なのは、Built environment のレイヤ、特に Virtual な被害データである。日本側の研究グループでは想定した建物被害状況に対して擬似的な人工衛星データ（SAR データ）を生成できるシミュレーションモデル（Simulated SAR）を構築した。この疑似観測データを機械学習モデルの学習データとして読み込ませることで、被害抽出のアルゴリズムの高度化が期待できる。

Human Centered Data で重要な Population レイヤのデータに関しては、ドコモ・モバイル空間統計（全国 500m メッシュ、毎時の推計人口）を VDC に取り込む方法について検討した。500m メッシュに集計された推計人口をどのように各建物に按分し、個々のエージェントとして VDC に格納するかが課題であったが、国勢データ、建物データを重みとして按分する手法を構築し、米国側と共有することにした。実災害に対しては、人流データの分析による社会動態を明らかにするための方法論を検討し、2024 年能登半島地震で検証した。

Human Centered Data のコアとなるマルチエージェントシステムについて、特にハザードシナリオに対する避難行動の最適化をユースケースとして開発を行った。特にマルチエージェントシミュレーションに強化学習の枠組みを実装し、VDC における対応最適化を導く機能を整備することができた。

米国側研究グループとのコミュニケーションは良好であり、2024 年 9 月に日本側チームの研究者を UC Irvine に派遣し、マルチエージェントシミュレーションの結合に関する協議を実施した。以降、月 2 回程度オンライン会議を開催し、各研究グループ・WP の進捗を共有している。

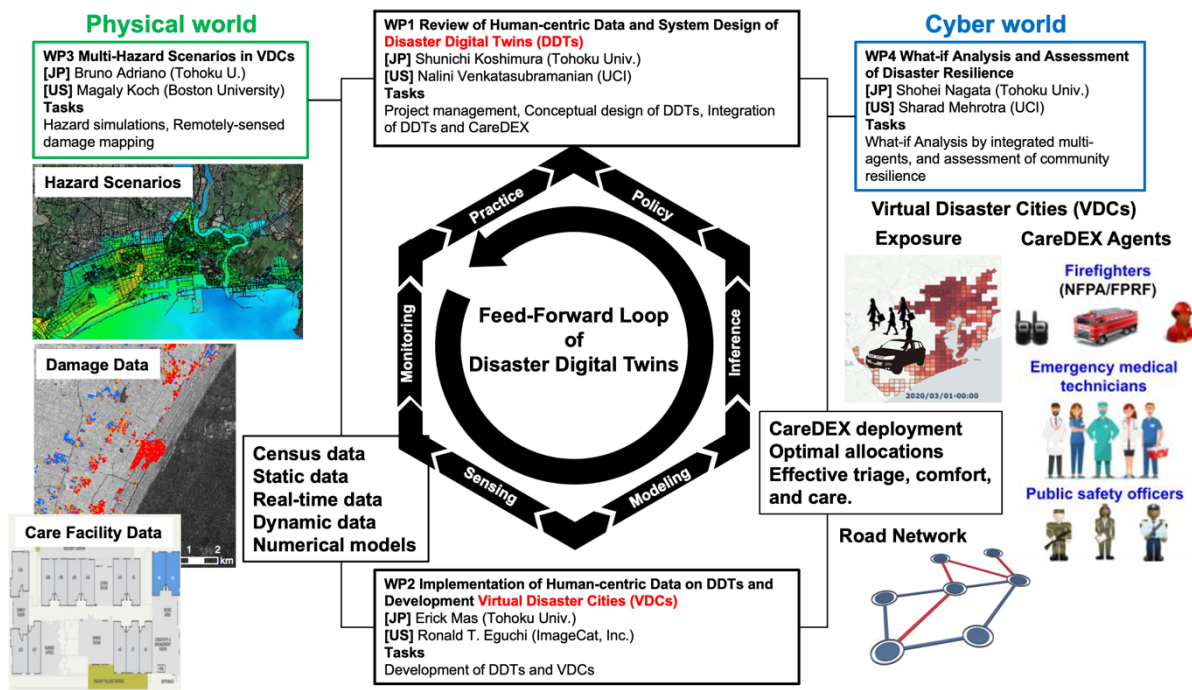


図 国際共同研究体制