

2025 Disaster Resilience Co-Creation Research Project

| | | | |
|----------------|---|----------------|------|
| Research Title | Crowd Prediction and Simulation in Disaster Scenarios Based on Geographical Foundation Models | Research Topic | 2-QR |
| Name | Yao Yao | Job Title | |
| Affiliation | China University of Geosciences (Wuhan) | Professor | |

Research members (Select "○" for faculty member in charge at IRIDeS)

| Name | Affiliation |
|--------------------------------|---|
| <input type="radio"/> Wei Yuan | International Research Institute of Disaster Science (IRIDeS), Tohoku Unive |

| | | | |
|-----------------|--------------------------------|---------------|---------|
| Research Period | June 1, 2025 to March 31, 2026 | Budget Amount | 496,000 |
|-----------------|--------------------------------|---------------|---------|

(JPY)

Brief Description of Research Outline

Predicting crowd flow under disaster scenarios remains challenging due to the complex coupling of geographic environments, human mobility, and disaster-induced disruptions. To address this, the project developed a geographic foundation model–based intelligent prediction framework, leveraging multi-source spatio-temporal data and digital twin–enabled simulation. We first constructed MGIM (Masked Geographical Information Model), a self-supervised framework for parcel-level geo-inference that fuses multi-source spatio-temporal data and supports trajectory inference, people-flow inference, event identification, and land-parcel function analysis. To validate the framework on a real megacity, we developed STAF-Net, a deep-learning model that integrates POI semantics with human-mobility patterns; applied to Tokyo's 23 wards, it classified the functions of over 93,000 buildings with 90.27% accuracy (Kappa = 0.8858), providing essential built-environment information for evacuation planning. To make these geospatial assets accessible to non-expert users, we further built Monkuu, an LLM-powered natural-language interface for geospatial databases that achieves 56.2% execution accuracy on KaggleDBQA (a 13.8-point improvement over ZeroNL2SQL) and 82.4% recall in geographic disambiguation. Together, these three components form an end-to-end pipeline in which MGIM provides the foundation model for people-flow inference, STAF-Net delivers the fine-grained urban context required for evacuation analysis in Tokyo, and Monkuu enables intuitive querying of disaster-related geospatial data—jointly supporting disaster crowd-flow prediction and emergency decision-making.

Concrete outcomes and social impacts of this research

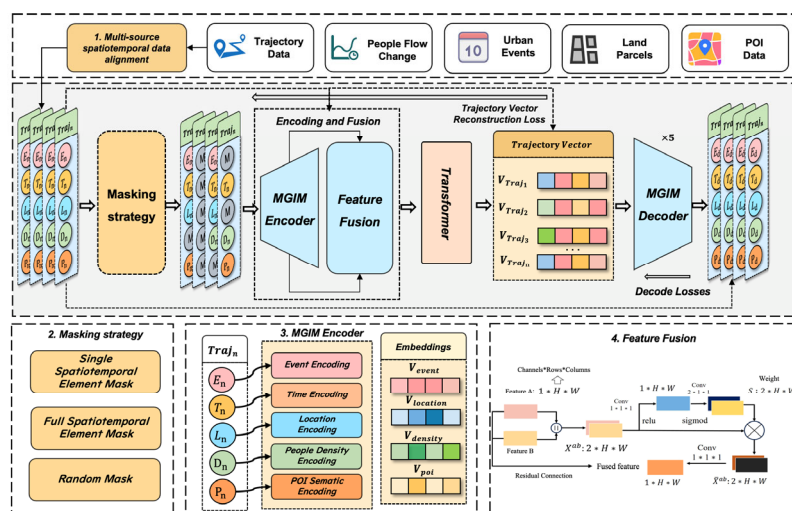
Academic outputs. This project produced three peer-reviewed publications in leading international journals (two in International Journal of Geographical Information Science, one in Cities), corresponding to three complementary components of the proposed framework: a self-supervised geographic foundation model (MGIM), a deep-learning model for fine-grained urban analysis in Tokyo (STAF-Net), and an LLM-powered natural-language interface for geospatial databases (Monkuu).

Methodological contributions. MGIM is, to the best of our knowledge, the first masked-modeling framework that operates at the land-parcel scale and unifies trajectory inference, people-flow inference, event identification, and land-parcel function analysis under a single self-supervised paradigm. STAF-Net provides systematic empirical evidence that human-mobility signals materially improve building-function classification beyond conventional POI- and remote-sensing-based approaches. Monkuu addresses the long-standing schema-truncation problem in LLM-driven geospatial querying through a dynamic, context-aware schema-mapping mechanism.

Tokyo case study. Applied to the 23 wards of Tokyo, STAF-Net classified more than 93,000 buildings with 90.27% accuracy (Kappa = 0.8858). The resulting fine-grained, building-level functional map constitutes a transferable methodological asset for disaster-resilience planning—particularly for evacuation analysis, where accurate residential/commercial differentiation is critical for population-exposure estimation.

International collaboration and broader impact. All three publications were produced through joint Sino–Japanese authorship spanning China University of Geosciences (Wuhan), Hitotsubashi University, the University of Tokyo, LocationMind Inc., and Tohoku University (IRIDeS), embodying the cross-institutional collaboration encouraged by the Co-creation framework. The methodological framework is designed to be transferable to other megacities exposed to compound hazards (earthquakes, typhoons, urban flooding), thereby contributing a reusable pipeline for global disaster risk-reduction research.

Figure



| Publications |
|---|
| Zhang X, Yao Y*, Yu C, et al. MGIM: a masked modeling framework for land parcel-level Geo-Inference[J]. International Journal of Geographical Information Science, 2026: 1-27. DOI: 10.1080/13658816.2026.2630403 (peer-reviewed) |
| Hu Z, Yao Y*, Zhu Q, et al. From human mobility to building functions: A deep learning approach for urban building classification in Megacity Tokyo[J]. Cities, 2026, 169: 106557. DOI: 10.1016/j.cities.2025.106557 (peer-reviewed) |
| Yu C, Yao Y*, Zhang X, et al. Monkuu: a LLM-powered natural language interface for geospatial databases with dynamic schema mapping[J]. International Journal of Geographical Information Science, 2026, 40(2): 588-609. DOI: 10.1080/13658816.2025.2533322 (peer-reviewed) |

Total Publications (3)

| Symposium, Seminars and Workshops related to this study. | | | |
|--|---|-----------|----------------|
| Event Date | 2025/12/23 | Host City | Wuhan, China |
| Conference Name | Future-City Spatiotemporal Intelligence Forum | | |
| Organizers | China University of Geosciences (Wuhan) | | |
| Overview | A specialized forum on spatiotemporal intelligence co-convened by Prof. Yao Yao and Prof. Qingfeng Guan, featuring keynote talks from leading scholars (Peking University, Wuhan University, Central South University, etc.) on generative geospatial AI, spatiotemporal agents, and urban big-data modeling. The forum disseminated the project's findings on geographic foundation models and human-mobility analysis to the broader Chinese GIS community. | | |
| Event Date | 2025/11/24 | Host City | Xiamen, China |
| Conference Name | China 20th Conference on Theory and Methods of Geographic Information Science | | |
| Organizers | China Association for Geographic Information Industry; Jimei University | | |
| Overview | Premier national conference on GIS theory and methodology. The PI presented project results on parcel-level geographic foundation modeling and urban-scale crowd analytics. | | |
| Event Date | 2025/7/28 | Host City | Kunming, China |
| Conference Name | 2025 Annual Conference on Photogrammetry and Remote Sensing | | |
| Organizers | Photogrammetry and Remote Sensing Specialty Committee, Chinese Society of Surveying, Mapping and Geoinformation | | |
| Overview | Biennial national conference covering remote-sensing data fusion, urban analysis, and AI applications. The PI presented methodological work on integrating multi-source spatio-temporal data for fine-grained urban analysis. | | |

Total events: (3)

2025年度 災害レジリエンス共創研究プロジェクト

| | | | |
|---------|--------------------------------------|------|------|
| 研究課題名 | 地震発生前後の対策・復旧プロセスを包含した橋梁の災害マネジメントシステム | 研究課題 | 2-QR |
| 研究代表者氏名 | 石橋 寛樹 | 職名 | 専任講師 |
| 所属機関等 | 日本大学 工学部 土木工学科 | | |

| 研究組織 (○：災害研担当教員) | |
|------------------|----------------------|
| 氏名 | 所属機関名 |
| ○ 越村 俊一 | 東北大学 災害科学国際研究所 |
| 秋山 充良 | 早稲田大学 創造理工学部 社会環境工学科 |

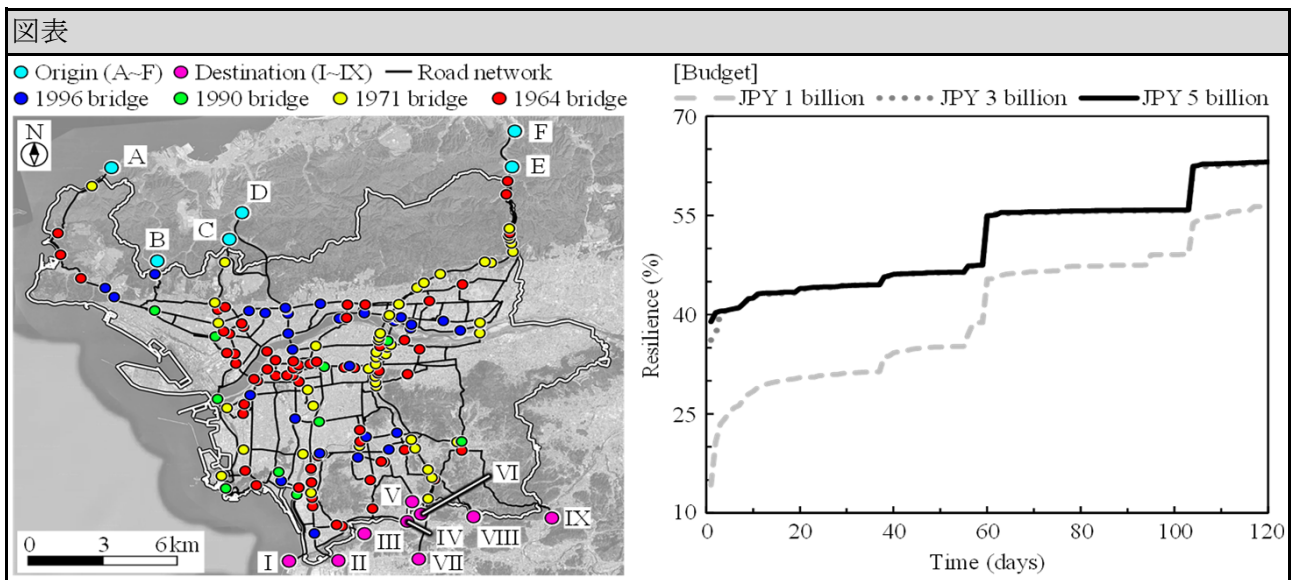
| | | | |
|-----|------------------------|-----|-----------|
| 期 間 | 2025年6月1日 ～ 2026年3月31日 | 配分額 | 350,000 円 |
|-----|------------------------|-----|-----------|

研究の概要

南海トラフ地震の影響下にある橋梁および道路ネットワークを対象に、確率論的地震・津波ハザード解析、脆弱性評価、費用対効果とレジリエンス(すなわち、道路ネットワークの交通機能)を最大化するための地震対策戦略および復旧順序の同定、における一連の評価プロセス全体を包含する災害マネジメントシステムを構築した。道路ネットワーク構造や地震動・津波の影響を考慮した橋梁地震対策の最適化に資することが期待される。

研究の具体的な成果・波及効果

地震動および津波ハザード下にある橋梁を対象に、個別橋梁に対して実施されるべき地震対策を選定する枠組みを構築した。地震対策として、従来の耐震補強に加えて、津波による上部構造流出に備えた架設部材の適用を候補とした。道路ネットワークの交通機能に基づいて定量化されるレジリエンスを目的関数とする、地震対策の組合せおよび被災橋梁の復旧スケジューリングから成る2層最適化問題を定式化した。さらに、予算制約を考慮することで、橋梁の地震対策予算と道路ネットワークのレジリエンスの関係性を明らかにした。本研究により、地震後の復旧過程を一体的に考慮したレジリエンス強化に資する橋梁地震対策の合理的な意思決定が可能となる。



| 成果として発表した論文 | |
|---|--|
| Ishibashi, H., Akiyama, M., Frangopol, D.M. and Koshimura, S.: Cost-effectiveness and road network resilience-based countermeasure strategy optimisation of bridges subjected to ground motion and tsunami, <i>Structure and Infrastructure Engineering</i> , 2025. DOI: 10.1080/15732479.2025.2593586 (査読有り) | |

学術論文 合計 (1) 編

| 被災地、または災害が想定されている地への貢献 (国内外) | | | |
|------------------------------|---|-------|----------|
| 実施年月日 | 2025/12/3 | フィールド | 和歌山県和歌山市 |
| 活動の名称 | 南海トラフ地震に対する橋梁の地震対策戦略の提示 | | |
| 活動内容 | 南海トラフ地震による被害が懸念される和歌山市内の橋梁を対象に、費用対効果とレジリエンスに基づく最適な地震対策戦略を提示することで、対象地域の防災力強化に貢献した。 | | |

合計 (1) 件

2025年度 災害レジリエンス共創研究プロジェクト

| | | | |
|---------|-------------------------------------|------|----------|
| 研究課題名 | 助ける行動の心理学：性格と文化に基づく災害時の認知的判断プロセスの解明 | 研究課題 | 2-QR |
| 研究代表者氏名 | 竹本あゆみ | 職名 | 助教（現：講師） |
| 所属機関等 | 加齢医学研究所（現：花園大学社会福祉学部） | | |

| 研究組織（○：災害研担当教員） | |
|-----------------|---------------------------|
| 氏名 | 所属機関名 |
| ○ Erick Mas | 東北大学災害科学国際研究所 |
| 越村 俊一 | 東北大学災害科学国際研究所 |
| 高橋知恵 | University of Cambridge |
| 北村美和子 | 東北大学 |
| 三浦直樹 | 東北工業大学 |
| 菊池洋平 | 東北大学 |
| Stephen Robert | University College London |
| Julia Gerster | 東北大学 |
| Ieva Puzo | Riga Stradins University |
| TOMAS NILSSON | LINNAEUS UNIVERSITY |
| 大場健太郎 | 東北大学 |
| 松崎泰 | 東北大学（現：長崎大学） |

| | | | |
|-----|------------------------|-----|--|
| 期 間 | 2025年6月1日 ～ 2026年3月31日 | 配分額 | |
|-----|------------------------|-----|--|

| 研究の概要 |
|--|
| <p>災害時には「まず自分が逃げる」という教訓がある一方で、人は利他的に他者を助ける行動をとる場合もある。本研究は、日本・イギリス・ヨーロッパを対象に、文化差が利他的行動に与える影響を、質問紙とアイトラッカーを用いて解明することを目的とする。本年度は質問紙と自己犠牲行動タスクを組み合わせたオンライン調査を実施し、日本国内でデータ収集を行った。</p> |

| 研究の具体的な成果・波及効果 |
|--|
| <p>本研究では、災害時における自己犠牲行動に影響を与える要因を検討した。仮説として、①定量的情報は危険性の判断を明確にし自己犠牲を低下させる、②高齢者や子どもと同居する者は社会的弱者への自己犠牲が高まる、③自分と共通性の高い他者に対して自己犠牲が高まる、④共感性の高い者ほど自己犠牲が高い、の4点を設定した。日本人333名を対象にオンライン実験を実施し、特性質問紙への回答後、災害状況文（定量／定性）と動画を提示し、行動選択を求めた。動画では人種および脆弱性（高齢者・子ども／成人）を操作した。結果、対人親密度が低い場合に脆弱性の影響が強く現れたが、親密度の上昇に伴いその差は縮小した。また災害経験はこの差に影響せず、いずれの群でも脆弱性条件の方が高値を示したが、群間差は同程度であった。ただし参加者数は均等ではなかった。</p> |

| 国際交流 | | | |
|----------|--|-------|---------------------|
| 実施年月日 | 2025/11/6 | 相手方機関 | Linnaeus University |
| 交流活動の名称 | Cultural and Cognitive Perspectives on Disaster Response | | |
| 研究集会の開催 | リンネ大学および東北大学の共同研究者をスピーカーとして研究会を開催し、災害に関する研究について、工学・認知心理学・人文科学など多様な観点から意見交換を行った。研究メンバーに加え、メンバー外の参加者にも広く参加してもらい、本プロジェクトの発展に寄与した。 | | |
| 実施年月日 | 2025/11/5 | 相手方機関 | Linnaeus University |
| 交流活動の名称 | 石巻でのフィールドワーク | | |
| フィールドワーク | リンネ大学の共同研究者と石巻の津波復興記念館等に訪問し、そこの職員と議論及び資料提供をしていただいた。 | | |

合計（ 2 ）件