

戦略的国際共同研究プログラム(SICORP)

日本－米国共同研究

終了報告書 概要

1. 研究課題名：新型コロナウイルス・パンデミック・総合災害管理向けのマルチモーダルデータの統合解析
2. 研究期間：令和3年10月～令和7年3月
3. 主な参加研究者名：
 - 日本側チーム

	氏名	役職	所属	研究分担
研究代表者	柴崎 亮介	教授	麗澤大学	研究統括
主たる共同研究者	宋 軒	准教授	東京大学 空間情報科学研究センター	データ収集
主たる共同研究者	姜 仁河	講師	東京大学 空間情報科学研究センター	データ分析 モデル開発
研究参加者	JEPH Puneet	特任研究員	東京大学 空間情報科学研究センター	データ分析
研究参加者	姚 尧	特任研究員	東京大学 空間情報科学研究センター	データ分析
研究参加者	史 小丹	特任研究員	東京大学 空間情報科学研究センター	データ分析
研究参加者	范 子沛	客員研究員	東京大学 空間情報科学研究センター	データ分析
研究期間中の全参加研究者数			7名	

米国側チーム

	氏名	役職	所属	研究分担
研究代表者	Shu-Ching Chen	Professor	Data Science and Analytics Innovation Center, University of Missouri-Kansas City	研究統括
主たる共同研究者	Steven Luis	Executive Director for Technology	College of Engineering and Computing, Florida International University	実証実験
研究期間中の全参加研究者数			2名	

4. 国際共同研究の概要

伝染性疾病によるパンデミックとハリケーン、台風、大雨、地震といった自然災害の同時発生（複合災害：Compound Disaster）は従来からの災害対応を一層困難なものとする。大規模な避難や避難所での高密度な滞在が、COVID-19等の感染症患者の急増を招く危険性が高い。本研究プロジェクトでは、複合災害を想定し、携帯端末による人々の移動・滞留データやソーシャルメディアデータ等に基づいて、避難による高密度滞留などを考慮しつつパンデミックの感染拡大リスクを評価し、脆弱性の高い地域コミュニティ（人口集団等）を特定し、さまざまな対策の影響を推定できるツールを開発する。これにより、複合災害を対象に効果的な災害リスク管理を自治体等が行える情報環境の構築に貢献できる。

開発を日米で共同で行うとともに、それぞれの国での実証等を行い、災害担当者等からのフィードバックを得ており、継続的に改善するプロセスを立ち上げた。日米での経験を活かして研究成果の国際展開への道筋をつける。

5. 国際共同研究の成果

5-1 国際共同研究の学術成果および実施内容

本研究では、災害時の地域コミュニティの脆弱性を評価する指標を開発した。**SafeGraph** データを「標準データ」とし、移動・滞留行動の変化をもとに日米共通の指標（**MVI: Mobility Vulnerability Index**）を設計した。実際のハリケーンや台風を対象にモニタリングの有効性を示した。日本でも同様のデータ基盤を構築する必要がある。

また、災害時の人々の移動・滞留を予測し、感染症リスクを評価する手法も開発した。これにより、避難誘導や避難所管理の最適化が可能となる。日本でも企業と連携し、同様の体制を整えることが求められる。

政策面では、標準データを導入することで、自治体の災害対応の効率化や指標の計算・訓練の標準化が進む。動的な **MVI** 指標を用いることで、従来の静的な指標よりも災害からの復旧状況を的確に把握できる。さらに、市民に対しては、データ活用による自治体の災害対応能力向上を訴え、理解を促進することが重要である。

日米共同研究の成果を活かし、国際機関などと連携した国際展開を進める計画である。これにより、災害対応のためのデータ活用がグローバルに拡大することが期待される。

5-2 国際共同研究による相乗効果

SafeGraph データを中核として、指標の開発やデータ利用手法（予測、感染リスクの評価など）の開発を日米共同で行った。さらに、この「データ+手法」のセットをそれぞれ継続的に日本とアメリカでテストできる体制が整った。日本とアメリカという背景の異なる 2 国で実験した結果・経験は国際展開を図る上で有利である。すでに国際機関などと連携をして、国際展開を開始している。共通の「標準データ」を媒介とすることで、指標開発、手法開発、経験の蓄積や日米の違いの明確化、国際展開などが一連の流れとしてつながっており、今後の一層の発展が期待できる。

5-3 国際共同研究成果の波及効果と今後の展望

1) アメリカにおいては従来から用いられてきた静的な脆弱性やリスクの指標に、モバイルデータを基礎とした動的な指標が加わる。災害担当者のニーズにより適合したものとなることから、今後の展開が期待される。**Miami Dade County** からも指摘されたように動的なデータは予測などの新しいツールを必要とすることから技術開発が加速することも期待できる。

2) 日本においては、人の移動や滞留に関する中核的なデータが標準化に向かって前進することで、さまざまな手法やツールの開発焦点が定まり大きく進捗すると期待される。

3) 国際展開をより円滑に進めるためには、知識やプラクティスの「パッケージ化」が重要であるが、標準データを中核としたアプローチは、データ取得と利用、ツール類の整備、それらを元にしたトレーニングなどか一体となることから、国際展開に適しており、国際機関などを介して海外展開を広げる道が開けると期待される。

Strategic International Collaborative Research Program (SICORP)
 Japan–U.S.Joint Research Program
 Executive Summary of Final Report

1. Project title : 「Multimodal Data Analytics and Integration for Effective COVID-19, Pandemics and Compound Disaster Response and Management」
2. Research period : Oct. 2021 ~ Mar. 2025
3. Main participants :
 Japan-side

	Name	Title	Affiliation	Role in the research project
PI	SHIBASAKI Ryosuke	Professor	Reitaku University	Overall Management
Co-PI	SONG Xuan	Associate Professor	Center for Spatial Information Science, The University of Tokyo	Data Collection
Co-PI	JIANG Renhe	Lecturer	Center for Spatial Information Science, The University of Tokyo	Data Analysis Model Development
Collaborator	JEPH Puneet	Project Researcher	Center for Spatial Information Science, The University of Tokyo	Data Analysis
Collaborator	YAO Yao	Project Researcher	Center for Spatial Information Science, The University of Tokyo	Data Analysis
Collaborator	SHI Xiaodan	Project Researcher	Center for Spatial Information Science, The University of Tokyo	Data Analysis
Collaborator	FAN Zipei	Visting Researcher	Center for Spatial Information Science, The University of Tokyo	Collaborator
Total number of participants throughout the research period:				7

US-side

	Name	Title	Affiliation	Role in the research project
PI	Shu-Ching Chen	Professor	Data Science and Analytics Innovation Center, University of Missouri-Kansas City	Overall Management
Co-PI	Steven Luis	Executive Director for Technology	College of Engineering and Computing, Florida International University	Real-World Evaluation

4. Summary of the international joint research

The simultaneous occurrence of pandemics caused by infectious diseases and natural disasters such as hurricanes, typhoons, heavy rainfall, and earthquakes—known as compound disasters—makes traditional disaster response efforts even more challenging. Large-scale evacuations and high-density stays in shelters significantly increase the risk of a surge in infectious disease cases, such as COVID-19.

This research project aims to assess the risk of pandemic spread in the event of a compound disaster by analyzing mobility and stay data from mobile devices, as well as social media data. The project will consider high-density shelter stays during evacuations and develop tools that identify vulnerable communities (such as specific population groups) and estimate the impact of various countermeasures. Through this initiative, we seek to contribute to the creation of an information system that enables local governments and other stakeholders to manage disaster risks more effectively in the context of compound disasters.

The project is a joint effort between Japan and the United States, involving both collaborative development and real-world validation in each country. By incorporating feedback from disaster response professionals, we have established an ongoing improvement process. Leveraging experiences from both countries, we aim to pave the way for the global deployment of our research findings.

5. Outcomes of the international joint research

5-1 Scientific outputs and implemented activities of the joint research

This study developed an index to assess the vulnerability of local communities during disasters. Using SafeGraph data as the "standard dataset," we designed a shared Japan-U.S. index, the Mobility Vulnerability Index (MVI), based on changes in mobility and stay behavior. The effectiveness of this monitoring approach was demonstrated using actual hurricanes and typhoons. Establishing a similar data infrastructure in Japan is also necessary.

Additionally, we developed a method to predict people's movements and stays during disasters while assessing the risk of infectious disease transmission. This enables the optimization of evacuation guidance and shelter management. In Japan, collaboration with private companies is essential to establish a comparable system.

From a policy perspective, the introduction of standard data enhances the efficiency of disaster response by local governments while facilitating the standardization of index calculations and training. The dynamic nature of the MVI allows for a more precise understanding of post-disaster recovery compared to traditional static indicators. Furthermore, it is crucial to communicate to the public how data utilization can improve local governments' disaster response capabilities and to promote broader understanding.

Building on the results of the Japan-U.S. joint research, we plan to collaborate with international organizations to expand our approach globally. This initiative is expected to contribute to the widespread adoption of data-driven disaster response strategies worldwide.

5-2 Synergistic effects of the joint research

With SafeGraph data as the core, Japan and the United States have jointly developed indicators and data utilization methods, including prediction models and infectious disease risk assessments. Furthermore, a system has been established in both countries to continuously test this data + methodology framework. Conducting experiments in Japan and the U.S.—two countries with different backgrounds—provides valuable insights that strengthen the foundation for international expansion.

Collaboration with international organizations has already begun, paving the way for global deployment. By using a common "standard dataset" as a shared foundation, we have successfully integrated indicator development, methodology refinement, experience accumulation, cross-national comparisons between Japan and the U.S., and international

expansion into a seamless process. This approach is expected to further evolve and contribute to enhanced disaster response capabilities worldwide.

5-3 Scientific, industrial or societal impacts/effects of the outputs

- 1) In the United States, dynamic indicators based on mobile data are being introduced alongside traditional static vulnerability and risk indicators. As these new indicators better align with the needs of disaster response officials, further adoption and expansion are expected. As noted by Miami-Dade County, dynamic data requires new predictive tools, which is likely to accelerate technological development.
- 2) In Japan, progress toward standardizing core mobility and stay data is expected to provide a clear focus for the development of various methodologies and tools, leading to significant advancements in disaster response strategies.
- 3) To facilitate smoother international deployment, it is crucial to package knowledge and best practices. The standard data-driven approach integrates data acquisition, utilization, tool development, and training into a cohesive framework, making it well-suited for global adoption. This approach opens the door for broader international expansion through partnerships with global organizations.

国際共同研究における主要な研究成果リスト

1. 論文発表等

*原著論文 (相手側研究チームとの共著論文) 発表件数 : 計 3 件

・査読有り : 発表件数 : 計 3 件

1. Renhe Jiang, Zhaonan Wang, Yudong Tao, Chuang Yang, Xuan Song, Ryosuke Shibasaki, Shu-Ching Chen, and Mei-Ling Shyu. "Learning Social Meta-knowledge for Nowcasting Human Mobility in Disaster." In Proceedings of the ACM Web Conference 2023, pp. 2655-2665. 2023.
2. Yudong Tao, Chuang Yang, Tianyi Wang, Erik Coltey, Yanxiu Jin, Yinghao Liu, Renhe Jiang et al. "A Survey on Data-Driven COVID-19 and Future Pandemic Management." ACM computing surveys 55, no. 7 (2022): 1-36.
3. Yudong Tao, Renhe Jiang, Erik Coltey, Chuang Yang, Xuan Song, Ryosuke Shibasaki, Mei-Ling Shyu, Shu-Ching Chen, "Data-Driven In-Crisis Community Identification for Disaster Response and Management", 2021 IEEE 7th International Conference on Collaboration and Internet Computing (CIC), 2021, pp. 96-104.

*原著論文 (相手側研究チームを含まない日本側研究チームの論文) : 発表件数 : 計 5 件

・査読有り : 発表件数 : 計 5 件

4. Zhaonan Wang, Renhe Jiang, Hao Xue, Flora D. Salim, Xuan Song, Ryosuke Shibasaki, Wei Hu, and Shaowen Wang. "Learning spatio-temporal dynamics on mobility networks for adaptation to open-world events." Artificial Intelligence (2024): 104120.
5. Zekun Cai, Guangji Bai, Renhe Jiang, Xuan Song, and Liang Zhao. "Continuous Temporal Domain Generalization." In Proceedings of Advances in Neural Information Processing Systems, vol. 37, pp. 127987-128014. 2024.
6. Zekun Cai, Renhe Jiang, Xinyu Yang, Zhaonan Wang, Diansheng Guo, Hill Hiroki Kobayashi, Xuan Song, Ryosuke Shibasaki, "MemDA: Forecasting Urban Time Series with Memory-based Drift Adaptation." In Proceedings of the 32nd ACM International Conference on Information and Knowledge Management, pp. 193-202. 2023.
7. Qi Cao, Renhe Jiang, Chuang Yang, Zipei Fan, Xuan Song, and Ryosuke Shibasaki. MepoGNN: Metapopulation epidemic forecasting with graph neural networks." In Machine Learning and Knowledge Discovery in Databases: European Conference, ECML PKDD 2022, Grenoble, France, September 19–23, 2022, Proceedings, Part VI, pp. 453-468. Cham: Springer Nature Switzerland, 2023.
8. Zhaonan Wang, Renhe Jiang, Hao Xue, Flora D. Salim, Xuan Song, and Ryosuke Shibasaki. "Event-aware multimodal mobility nowcasting." In Proceedings of the AAAI Conference on Artificial Intelligence, vol. 36, no. 4, pp. 4228-4236. 2022.

2. 学会発表

*口頭発表 (相手側研究チームとの連名発表)

発表件数 : 計 1 件

*口頭発表 (相手側研究チームを含まない日本側研究チームの発表)

発表件数 : 計 3 件

*ポスター発表 (相手側研究チームとの連名発表)

発表件数 : 計 0 件

*ポスター発表 (相手側研究チームを含まない日本側研究チームの発表)

発表件数 : 計 1 件

3. 主催したワークショップ・セミナー・シンポジウム等の開催

1. キックオフミーティング、JST、オンライン、2021/10/28、参加人数 20 名程
2. JST-NSF、日米合同キックオフミーティング、オンライン、2022/4/21~2022/4/22、JST-NSF、参加人数 30 名程
3. JST-NSF、日米合同 PI ミーティング (合同中間発表会)、オンライン、2023/6/28~2023/6/29、参加人数 20 名程
4. JST、日本側サイトビジット、千葉県柏市麗澤大学、2024/9/3、参加人数 10 名程

4. 研究交流の実績 (主要な実績)

【合同ミーティング】

1. 隔週でのオンライン合同ミーティングを継続的に開催した

【学生・研究者の派遣、受入】

1. 2022 年 11 月~2023 年 3 月 : 日本研究者 1 名、頭脳循環プロジェクトに採択され、米国ジョージア工科大学に訪問
2. 2024 年 12 月 15 日~2024 年 12 月 22 日 : 米国から学生 2 名、1 週間東大空間情報科学研究センターに訪問し、現地で共同研究を行った

5. 特許出願

研究期間累積出願件数 : 0 件

6. 受賞・新聞報道等

特になし

7. その他

特になし