

令和3年度厚生労働行政推進調査事業費（健康安全・危機管理対策総合研究事業）
「オールハザード・アプローチによる公衆衛生リスクアセスメント及び
インテリジェンス機能の確立に資する研究」

分担研究報告書

デジタル空間社会の構築とオールハザードへの活用に関する研究

研究分担者 関本義秀

（東京大学空間情報科学研究センター・教授）

研究要旨

本研究では様々な災害が発生した際に人の行動を含めどのような対応や行動変容があったかについて、3つのケーススタディを通じて、とくに、周囲の様々な地理空間情報を用いて分析や最適化を行った。

A. 研究目的

本研究では感染症のパンデミックを含む様々な健康危機・災害が発生した際に人の行動を含めどのような対応や行動変容があったかについて、3つのケーススタディを通じて、とくに、周囲の様々な地理空間情報を用いて分析や最適化を行った。

B. 研究方法

1. 新型コロナウイルス感染症のクラスター発生個所予測に関わる人流とウェブ検索データの統合

都市内の新型コロナウイルス感染症のクラスター発生個所を予測するために、従来から使われている人流データ（＝人々の接触密度）に加えて、ウェブ検索データを用いた感染リスクのスコアを統合し活用する手法を提案した。

2. 携帯電話を用いた感染拡大リスク低減のための新たな接触確認技術 CIRCLE 法の提案

次に、携帯電話を用いて感染拡大リスクを下げる新たな接触確認技術 CIRCLE 法 (Computation of Infection Risk via Confidential Locational Entries) を提案し、

「プライバシーに配慮しながら、地域住民に感染のリスクを通知する」という課題について検討した。

3. 広域水害後の道路復旧作業の最適化における人流を考慮した深層強化学習モデリング

2018年の西日本豪雨の事例を用いて、広域水害後の道路復旧作業の最適化において、人流を考慮した深層強化学習モデリングの開発を行った。

（倫理面への配慮）

手法開発および公開情報を用いたシミュレーションであり、人を対象とした研究ではないため該当しない。

C. 結果と考察

1. 新型コロナウイルスのクラスター発生個所予測に関わる人流とウェブ検索データの統合

2020年にヤフージャパンが収集したデータを用いて、実際にクラスターが発生したと新聞等で報告された品川、池袋などの都内8か所を1-2週間前に予測できることができた。今後さらに人々の行動に関する多種

のデータを統合することによって、より高精度な感染流行の予測ができる事が期待される。

2. 携帯電話を用いた感染拡大リスク低減のための新たな接触確認技術 CIRCLE 法の提案

CIRCLE 法では、公衆衛生当局は、携帯電話会社に対して、秘密保持契約を締結したうえで、匿名化した患者の行動履歴を提供する。住民が感染を懸念した際は、そのリスクを携帯電話会社に問い合わせる。携帯電話会社は、この利用者の携帯電話の位置情報履歴と患者行動履歴とを用いて接触の有無を計算し、結果のみを利用者に回答する。感染の可能性が高い場合は、保健所に問い合わせを行い、診察や検査などの対応を行うことになる。この方法では、公衆衛生当局は、患者の行動履歴を一般公開する必要がない。また、住民側は、自らの位置情報履歴を不必要に行政に渡す必要がない。

この手法は、携帯電話を保有する住民それぞれに対して、新型コロナウイルス感染症にとどまらず、麻疹や結核といった、感染力が強く特別な対応が求められる感染症に罹患したリスクを、患者・利用者双方のプライバシー情報を守りながら通知するための仕組みである。この方法は、携帯電話会社が保有する携帯電話の位置情報履歴と、保健所が保有する陽性患者の行動履歴を用いるもので、感染症対策において Bluetooth 法と比較し、多くの利点を有している。一方、この方式には、携帯電話の位置情報履歴が粗い場合、実際に接触していない多くの住民を感染リスクがあるものと過剰に判定してしまう課題がある。今回の研究では、特性の異なる接触リスク計算を組み合わせることにより、計算に要するコストを抑制しながら、高精度な接触リスク計算が可能であ

ることを示した。

3. 広域洪水後の道路復旧作業の最適化における人流を考慮した深層強化学習モデリング

2018 年の西日本豪雨を対象に、実際の人流・交通状況を考慮しつつ、約 10^5 のケースから約 3 時間で最適な道路復旧戦略を抽出できるように行った。これにより道路管理者は災害直後に、適切な時間で、より効率的な道路復旧計画ができる事が期待される。

D. 結論

本研究では感染症のパンデミックを含む様々な災害が発生した際に人の行動を含めどのような対応や行動変容があったかについて、3 つのケーススタディを通じて、特に、周囲の様々な地理空間情報を用いて分析や最適化を行うことができた。

E. 健康危険情報

なし

F. 研究発表

1. 論文発表

- Takahiro Yabe, Kota Tsubouchi, Yoshihide Sekimoto, Satish V. Ukkusuria. Early warning of COVID-19 hotspots using human mobility and web search query data, *Computers, Environment and Urban Systems*, Elsevier, Vol. 92, March 2022, 101747
- Junko Ami, Kunihiro Ishii, Yoshihide Sekimoto, Hiroshi Masui, Ikki Ohmukai, Yasunori Yamamoto, Takashi Okumura, *Computation of Infection Risk via Confidential Locational*

Entries: A Precedent Approach for Contact Tracing With Privacy Protection, IEEE Access, vol. 9, pp. 87420-87433, Jul. 2021

- Soo-hyun Joo, Yoshiki Ogawa, Yoshihide Sekimoto, Road-reconstruction after multi-locational flooding in multi-agent deep RL with the consideration of human mobility - Case study: Western

Japan flooding in 2018 -, International Journal of Disaster Risk Reduction, Elsevier, 70, Jan. 2022, 102780.

H. 知的財産権の出願・登録状況 (予定を含む。)

1. 特許取得 : なし
2. 実用新案登録 : なし。
3. その他 : なし