

日本-米国研究交流

「SDGs や仙台防災枠組の優先行動に即し、人間中心のデータを活用したレジリエンス研究」領域 事後評価報告書

1 共同研究課題名

「逐次決定分析とその洪水リスク軽減および避難指示の最適化への応用」

2 日本一相手国研究代表者名（研究機関名・職名は研究期間終了時点）：

日本側研究代表者

マス エリック（東北大学災害科学国際研究所 准教授）

米国側研究代表者

Zhijie DONG（Assistant Professor, University of Houston）

3 研究概要及び達成目標

大雨や台風によって刻々と変化する洪水のリスクに対処し、被災者の数を最小限に抑えるために、モバイルの空間統計データと洪水シナリオを用いて、確率的プログラミング法と強化学習を組み合わせた「逐次型意思決定分析」の新しい枠組みを構築し、避難指示発令の最適なタイミングを特定し、避難時間を最大化する。

日本側のチームは、モバイル統計データと洪水シナリオを用いて、避難シミュレーションの強化学習枠組みの中で、人口曝露と避難指示発令の最悪シナリオを評価する。

一方、米国側のチームは、同課題を確率的プログラミング法で捉え、オペレーションズ・リサーチや機械学習の手法の利点と限界を議論することを課題とする。

両国の分析結果を活かして、様々な人口分布や洪水の状況下で最適な避難指示発令のタイミングを特定するための新しい「逐次的な意思決定分析」枠組みに統合し、開発することを目指す。

4 事後評価結果

4.1 研究成果の評価について

4.1.1 研究成果と達成状況

デジタルツインの最新の手法を用いながら（モバイルの空間統計データと洪水シナリオ）、確率的プログラミング法と強化学習を組み合わせた「逐次型意思決定分析」の新しい枠組みを構築し、台風 19 号襲来時の郡山市の事例を用いて避難指示発令の最適なタイミングを特定し、避難時間を最大化することの基礎を構築できたと言える。データを丁寧に扱いながらリアルタイムの人口曝露マッピングおよび動的洪水リスクマッピングのプロダクト、さらには強化学習を取り入れたエージェントベースの避難モデルを開発したことは工学的なアプローチを「人間を中心としたデータの活用」に適応したことが特に評価される。

一方で、開発された避難モデルが果たしてどれくらいリアリティと実効性があるのかの検討が不十分であるとの指摘があったが、本研究では、主眼はプロトタイプの開発であったので今後の課題としてあげておきたい。

調整会議を毎月実施したとあるが、ワークショップ、研究交流を併せて限定的な活動に留まっており、交流のための場の醸成にもう少し力点をおくべきではなかったかとの指摘があった。もう少し最終報告書に反映させるべきであったように思う。

4.1.2 国際共同研究による相乗効果

日本側は主に工学と防災学、また米国側は主にオペレーションリサーチ、ロジスティクスに強く、それぞれの得意分野を活かし補完しながら協働してモデル開発と分析の連携を密に行っている点が相乗効果として認識された。また、研究交流としてのうち合わせを頻繁に実施しながら、各段階における方法論、使用データ、インプットとアウトプットの形式、成果の検証を実施している点も評価できる。

4.1.3 研究成果が与える社会へのインパクト、我が国の科学技術協力強化への貢献

デジタルツインの防災分野への応用が望まれる中、工学的なアプローチと人間を中心としたデータのマリアージュを実施することで、具体的な避難行動のタイミングを計算することができるソリューションを提供する貴重な取り組みと言える。この分野での日米のトップレベルの研究者が補完し合って共同研究をする関係構築ができたことで将来の成果を期待したい。

4.2 相手国研究機関との協力状況について

主任研究者の月例会議はプロジェクト終了後も実施されており、今後の展開として、人間中心のソリューションに焦点を当てたデジタルツインの開発という展望を醸成しており、交流活動の成果が研究活動の基盤を築いた点が評価できる。

4.3 その他

避難指示を出すかどうかのタイミングは、基準を決めることが非常に難しい問題である。行政は避難指示を出さずに災害が発生した場合に責任問題となるので、慎重を期してかつ早めに避難指示を出す傾向にあるが、工学的に人間中心のデータを用いて、最適解を計算することはなかった。この手法が進展することで、洪水だけでなく、津波や山火事等、早期警報システムで裨益する見込みの高いハザードから人命を守ることに繋がる。このことは仙台防災枠組の実施にも貢献するものである。欲を言えば、自力で避難の難しい人達のことにも視野に入れて取り組んで欲しい。