

## 避難行動モデルの定量的評価プラットフォーム構築に関する考察 Consideration for a Construction of a Quantitative Evaluation Platform for Evacuation Behavior Models

○伊藤 達彦・廣井 慧・畑山 満則

○Tatsuhiko ITO, Kei HIROI, Michinori HATAYAMA

Although many studies have been conducted on evacuation behavior models during heavy rainfall disasters, there have been insufficient attempts to apply these studies to actual disaster response. One of the reasons for this is the lack of sufficient validation. In addition, natural phenomena are often reproducible, but we do not know whether individual evacuation behaviors are reproducible. Therefore, it is difficult to validate models using experiments and questionnaires, and to validate models using data on individual evacuation behaviors. In this study, we discussed the construction of a quantitative evaluation platform for evacuation behavior models using mobile spatial statistics for validation. In addition, we have evaluated several evacuation behavior models and further discussed the platform. As a result, we were able to understand the importance of mesh features and the conditions under which mobile spatial statistics can be used for evaluation.

### 1. はじめに

これまで多くの避難行動モデルが作成されてきた。しかし、これらの避難行動モデル(例えば[1])は作成に使用したアンケートデータ以外を用いた適切な妥当性評価がされていない。また、使用されるアンケートデータも研究独自のものが多く、他の災害事例で検証することが難しい。以上のことから、本研究では避難行動モデルの妥当性評価のための、モバイル空間統計 [2]を使用した定量的評価プラットフォームを開発することを目的とする。

### 2. 先行研究

定量的評価による妥当性評価は、自然現象シミュレーションで多く扱われる。佐山ら [3]は観測データを用いて妥当性評価を行った。避難行動に関する妥当性評価では、掛川ら [4]が避難訓練時の動きが災害時を再現していると仮定して妥当性評価を行った。しかし、自然現象とは違い、個々の人の動き、ましてや避難行動に必ずしも再現性があるとは限らない。そのため、実験や災害後のアンケート調査を使用した妥当性評価や、詳細な個人の動きを対象とした妥当性評価では適切に評価できているとは言えない。

### 3. 定量的評価プラットフォーム

#### 3.1 概要

提案するプラットフォームの概要を図 1 に示す。

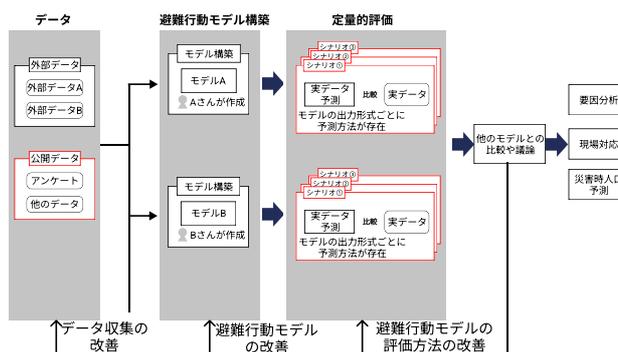


図 1 定量的評価プラットフォームの概要

プラットフォームは、データの公開と避難行動モデルの定量的評価の機能を提供する。定量的評価の結果を用いて、他のモデルとの比較や議論をすることで得た知見を公開データや避難行動モデル、定量的評価手法などにフィードバックする。

定量的評価では、災害の種類や時期、地域が異なるあらゆるシナリオごとに評価を行う必要がある。一つの避難行動モデルに対して複数シナリオによる評価をすることで、一つのシナリオに依存した評価になることを防ぐ。また、これらを比較することにより、シナリオごとの避難行動モデルの特徴把握も可能となる。

また、避難行動モデルのインプットデータに使用可能なデータを公開データとプラットフォームが入手可能な外部データに限定することで、研究独自のデータをなくし、定量的評価がより簡単にな

ると考える。

また、データを公開することにより、モデルの比較や議論によって得られる知見を公開データや公開データの収集方法へフィードバックすることが可能になると考える。

### 3.2 モバイル空間統計を使用した定量的評価

定量的評価における実データにモバイル空間統計を使用した例を示す。概要を図 2 に示す。

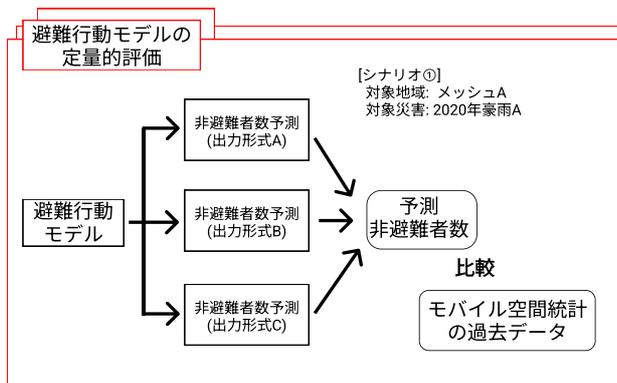


図 2 定量的評価の概要

モバイル空間統計と比較するために、対象メッシュの非避難者数を予測している。モバイル空間統計は、メッシュ単位の人口統計であるため、個人の動きよりも解像度が低く、災害時人口変化に再現性があると考えられる。また、データ取得時に携帯電話利用者の能動的な操作が必要なく、災害時でも取得可能である。そして、24 時間 365 日全国対応しているため、様々なシナリオの用意が可能である。そのため、現状では非避難者数の実データとして使用することに適していると考えられる。

### 4. プラットフォームに関する考察

プラットフォームに関する考察をするために、実際にこのプラットフォームを使用した定量的評価を行った。令和 2 年 7 月豪雨の球磨川周辺を評価対象にし、公開データにアンケートデータ [1] を使用し、非避難者の実データとしてモバイル空間統計を使用した。避難行動モデルには、梶谷モデル [1] と柿本モデル [5] を使用した。紙面の都合上、これらのモデルの説明や具体的な評価結果ついてなどは省く。

本研究の定量的評価を用いて実際に二つのモデルの評価の比較を行った結果、同災害でも別メッシュで実データからの乖離度合いが異なっており、メッシュ特徴を評価や避難行動モデルに組み込むべきであることが分かった。また、モバイル空間統計を使用した評価では、ある程度の人数が存在するメッシュでしか評価できなかった。

### 5. 結論

本研究では、避難行動モデルの妥当性評価のために、モバイル空間統計を使用した定量的評価プラットフォーム構築に関する考察を行い、実際にプラットフォームを使用した評価を行った。その結果、プラットフォームにおけるモバイル空間統計の特徴や、評価手法の改善点などを把握することができた。今後、今回の考察を参考にして適切な定量的評価手法の開発を行う。

### 謝辞

本研究で活用したモバイル空間統計は、株式会社ドコモ・インサイトマーケティングより提供いただいたものである。ここに感謝の意を示します。

### 参考文献

- [1] 梶谷 義雄, 杉浦 聡志, 畑山 満則, 高木 朗義, “災害時の避難行動に対する態度形成と避難実態に関する要因分析:平成 30 年 7 月豪雨を対象,” *自然災害科学*, 第 39 巻, 第 3 号, pp. 207-220, 2020-2021.
- [2] 株式会社 NTT ドコモ, “携帯電話ネットワークからの統計情報を活用した社会・産業の発展支援-モバイル空間統計の概要-” . [https://www.nttdocomo.co.jp/binary/pdf/corporate/technology/rd/technical\\_journal/bn/vol20\\_3/vol20\\_3\\_006jp.pdf](https://www.nttdocomo.co.jp/binary/pdf/corporate/technology/rd/technical_journal/bn/vol20_3/vol20_3_006jp.pdf). (参照 2022-01-18).
- [3] 佐山 敬洋, 建部 祐哉, 藤岡 奨, 牛山 朋来, 萬矢 敦啓, 田中 茂信, “2011 年タイ洪水を対象にした緊急対応の降雨流出氾濫予測,” *土木学会論文集 B1(水工学)*, 第 69 巻, 第 1 号, pp. 14-29, 2013.
- [4] S. KAKEGAWA and T. OHYAMA, "Verification of Evacuation Model against Tsunami Based on Evacuation Training Data," *PROCEEDINGS OF COASTAL ENGINEERING*, vol. 54, pp. 1341-1345, 2007.
- [5] 柿本 竜治, 吉田 護, “防護動機理論に状況認識の失敗を考慮した豪雨時の避難行動分析の提案,” *都市計画論文集*, 第 55 巻, 第 3 号, pp. 843-850, 2020.