

機械学習を用いた避難状況把握の研究

社会防災研究領域 総合防災情報センター／防災情報研究部門 花島誠人・佐野浩彬（NTTドコモとの共同研究）

Point

- 災害時における指定外避難場所の把握について実証研究を実施
- NTTドコモ社のモバイル空間統計を活用し，人口分布の異状から指定外避難場所を推定する手法を開発
- データ解析に機械学習を用いることにより既存の手法より検出精度が向上

概要

2016年4月に発生した熊本地震では，全県で開設された避難場所のうち約60%が事前に計画されていない指定外避難場所であったことがわかっている（防災科研調べ）．2024年1月に発生した能登半島地震でも，地元の基礎自治体が把握できない避難場所が多数存在し，応急対応や生活支援が行き届かないケースが発生した．

このように繰り返される避難状況把握の課題に対して，防災情報研究部門では，2021年度よりNTTドコモと共同実証実験契約を締結し，同社が作成しているモバイル空間統計を用いて，災害時における避難状況を即時に把握する手法の研究に取り組んできた．

モバイル空間統計は，携帯電話地局の運用データを用いて500mメッシュごとの人口分布をリアルタイムで推計したデータである．総人数だけでなく，男女別，居住地別の人数を知ることができるという特徴がある（匿名化された推計値なので個人情報と紐付くことはない）．本研究では，平常時と発災時の人口分布の変動をオートエンコーダ(Auto Encoder)というアルゴリズムを用いた機械学習により解析し，閾値を越える変動があったメッシュを人口分布異状として検出する手法を開発した．熊本地震発生前後のモバイル空間統計データを用いて，

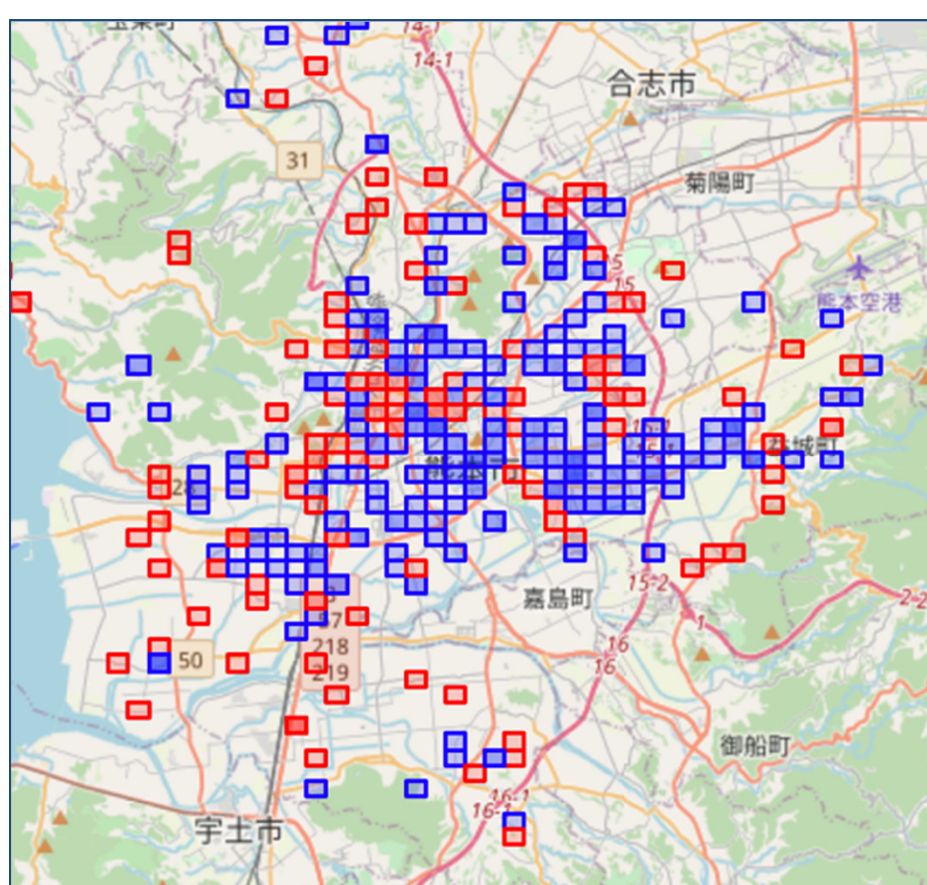
検出した人口分布異状メッシュと実際に指定外避難所が存在したメッシュを照合して精度を検証した結果，F値が0.4となり，従来の統計的手法(0.18)より良好な精度を得た※1．続いて一般性を評価するため，熊本地震，北海道胆振東部地震，大阪北部地震の3つの事例を対象に，これらのうち2つの事例でモデルを学習し，残りの1つの事例で人口分布異状を検出する方法で精度検証を行った結果，本手法には以下の特性があることがわかった．

- ・メッシュあたりの人口が多いほど検出精度が向上する
 - ・一方で人口密度が低い中山間地域では検出精度が落ちる
- 現在，本手法により自動的に人口分布異状を検出するプログラムが稼働しており，先の能登半島地震における人口分布異状推定も実施している．推定結果の精査が完了次第，学会等にて報告する予定である．

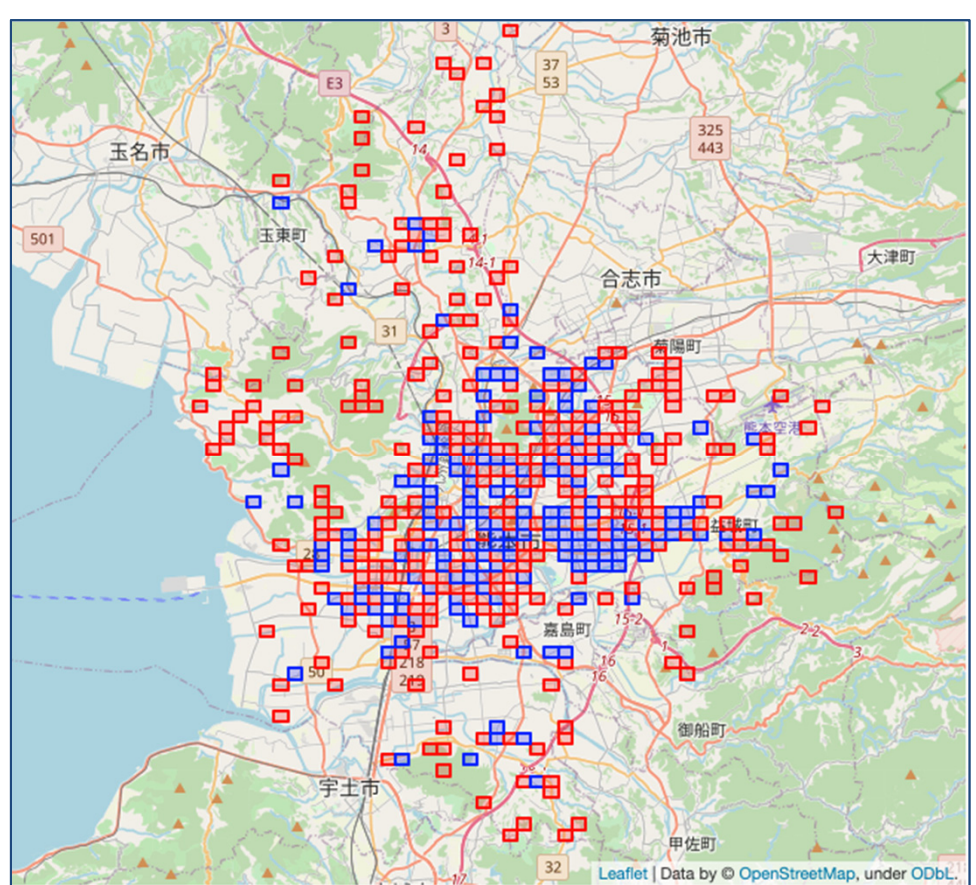
今後の展望・方向性

今後，実用化へ向けて以下の課題に取り組む必要がある．

- 実際の災害時における検証結果を蓄積しモデルを改善
- 発災から結果表示までのタイムラグを可能な限り短縮
- 推定結果の意味を誤解なく伝えるための表現を工夫



熊本地震検出結果(Recall)
青：異常として検出、避難所あり
赤：異常として未検出、避難所あり



熊本地震検出結果(Precision)
青：指定または指定外避難所あり
赤：避難所なし

Method	Precision	Recall	F1
統計的手法			
Statistical Method [25]	0.217	0.158	0.183
AE w/Maximum Threshold	0.380	0.373	0.377
AE w/p-quantile Threshold	0.268	0.703	0.388
AE w/k-Sigma Threshold	0.380	0.370	0.375
AE w/cross validation	0.251	0.739	0.375
AE w/proposed method	0.304	0.584	0.400

精度検証結果の手法間比較

オートエンコーダ

※1：Ochiai, K., Terada, M., Hanashima, M., Sano, H., Usuda, Y., 2024. "Detection of non-designated evacuation shelters from real-time population dynamics using autoencoder-based anomaly detection." ACM Trans. Spat. Algorithms Syst. <https://doi.org/10.1145/3643679>

