

GPS情報を用いたロジスティック回帰分析による 災害発生後の個々人の行動変容の理解と予測

矢部 貴大（東京大学大学院工学系研究科），

坪内孝太（Yahoo! Japan 研究所），須藤明人，関本義秀（東京大学生産技術研究所）

研究の背景・課題

頻発する災害により、都市は重大な影響を受けている。(図1)

様々な災害が発生した際の人々の行動変化を予測することで、**迅速な救助**や**混雑の解消**に活かすことができる。

近年、時空間的に高解像なGPS情報を用いて人々の災害時の行動を分析した研究が増えている。(赤: 平時比1.5倍以上の混雑)

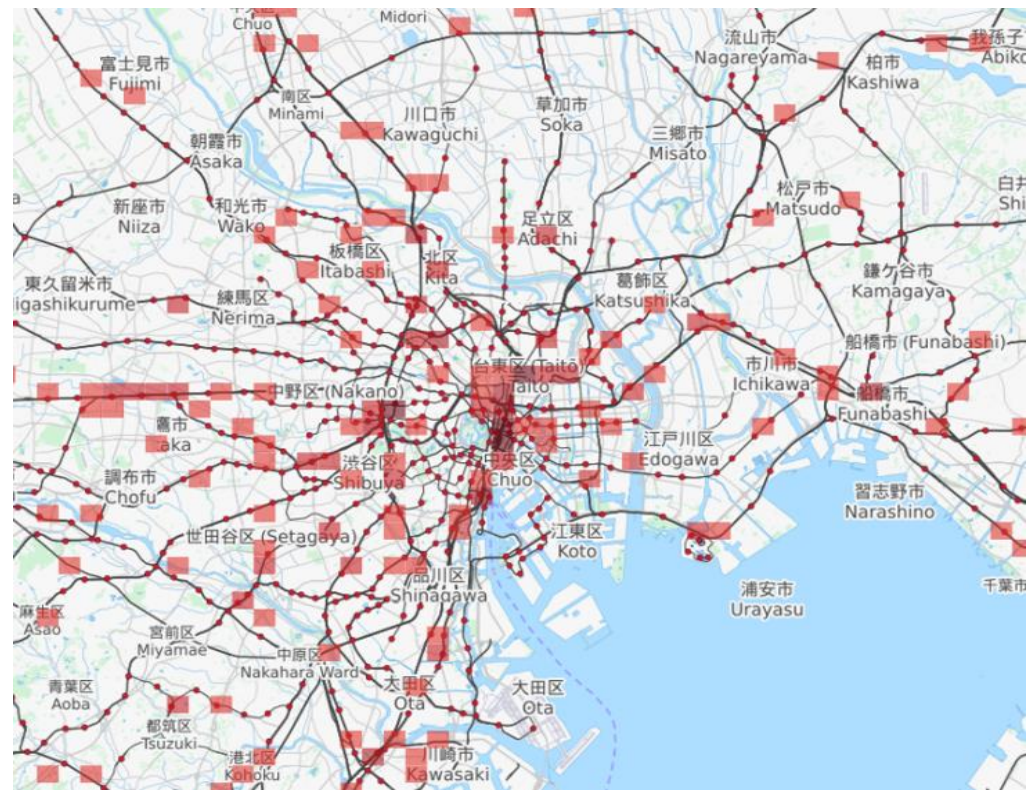


図1. 台風時の都心の混雑 (赤: 平時比1.5倍以上の混雑)

しかしながら、

- 様々な種類や規模の災害についての包括的な分析
- 行動変化の予測だけでなく、その要因についての分析が、データと手法の双方の制限により実現されていない。

提案手法

①学習データの生成

被災者の長期間
GPSデータ

災害情報
(浸水深、震度等)

地理空間情報
(人口密度、地価、土地被覆等)

学習データ

- 目的変数**
災害当日の行動変化
- 説明変数**
- ・ 平時の行動パターン
 - ・ 災害の種類・規模・発生時刻
 - ・ 周辺の人口密度
 - ・ 周辺の建物割合
 - ・ 周辺の地価
 - ・ 周辺の道路密度
 - ・ 最寄駅の乗降者数
 - ・ 自宅ー職場の距離

②ロジスティック回帰モデルを用いて学習する

$$\ln\left(\frac{P}{1-P}\right) = \beta_0 + \beta_1 X_1 + \beta_2 X_2 + \dots + \beta_k X_k$$

p : 平時比で異常に行動が変化するオッズ(目的変数)
 X : 種々の特徴量(説明変数)
 β_0, β : パラメータ

③モデルのテストと評価

- $k=5$ でクロスバリデーションを行う
- 的中率(recall)を評価する

①学習データの作成について:

本手法では、GPSデータや災害情報、多様な地理空間情報等の**多種のデータセットから学習データを作成する**。目的変数は、災害による人々の行動変化の有無であり、説明変数は図で示した様々な特徴量から構成される。

②ロジスティック回帰モデル

ロジスティック回帰モデルを用いる利点としては、**目的変数の予測だけでなく、各説明変数の結果に対する影響力の度合いを測れること**である。

③モデルのテスト・評価について

学習データをクロスバリデーションすることで、本モデルの予測性能を評価する。

東京都心における通勤行動の変化の予測

本手法の検証のため、「**東京都心で発生した約150件の台風・地震の際の人々の通勤通学行動の変化**」を予測した。

使用したデータセット・ソフト:

- Yahoo! Japan社提供の、携帯電話から取得されたGPS情報(日本全国約100万人分×2年)
- 東京大学CSIS提供の人の流れデータセット
- 気象庁提供の災害情報、国交省提供の国土数値情報
- フリーソフト「liblinear」(ロジスティック回帰分析用)

結論:

- 本手法を用いることで、既往研究よりも**高精度で災害時の人々の行動変化を予測**することができた。(表1)
- 本手法ではホワイトボックスなモデルを用いたので、人々の**行動変化の要因を解明**することができた。

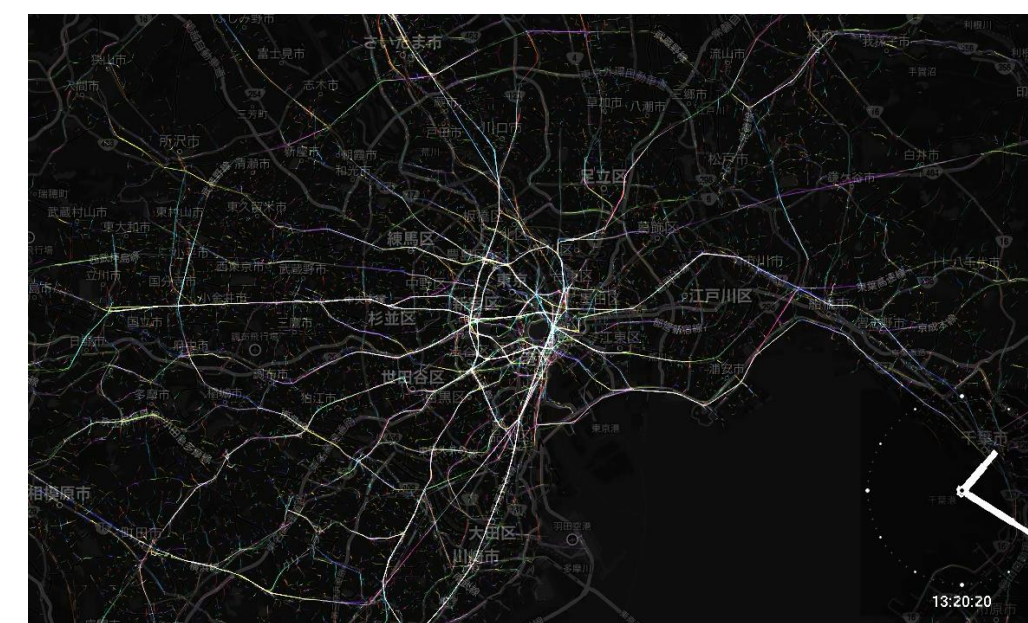
研究の目的・応用先

本研究の目的は、

- 台風・地震等の様々な災害が発生した際の**個々人の行動変化を高精度に予測**すること
- 位置情報・災害情報・土地情報等の多種の地理空間情報を用いて**行動変化の要因を理解**すること

応用先

個々人の行動をシミュレートすることで混雑を事前に予測する



(イメージ図)

危険が及ぶ個人を予測し、特別な警報を配信する



表1: 本手法と既往研究の精度比較

Disaster Type	Proposed Model (%)	Disaster Data Model (%)	PMM Model [1] (%)	MF Model [2] (%)
Earthquake	64.6	45.0	33.8	33.3
Typhoon	67.3	45.2	33.5	33.3
Average Prediction Rate	66.0	45.1	33.6	33.3

また、特徴量の分析から、災害情報の他にも「**個人の平時の行動特性**」や「**周辺の人口密度**」等も災害時の行動に影響を及ぼしていることが判った。詳しくは、論文を参照下さい。

[1] Lu, X., et al. Predictability of population displacement after the 2010 Haiti earthquake. PNAS, 109(29), 11576-11581. (2012).

[2] Cho, E., et al. Friendship and mobility: user movement in location-based social networks. Proc. ACM SIGKDD (2011)