

大地震災害における自宅被害の推定および避難者の自宅復帰モデルの検討

A Study on Estimation of House Damage and Development of Home-Return Model in Large Earthquake Disasters

学籍番号 47-166738

氏名 佐藤 大誓 (Sato, Taisei)

指導教員 柴崎 亮介 教授

1. 研究の背景と目的

我が国では30年以内にM8~9クラスの地震が70%程度の確率で発生すると予測されている南海トラフ沖地震[5]をはじめ、地震災害に対策は急務である。災害対策において、迅速で詳細な被害把握および回復過程における避難者の解消過程の把握が課題となっている。そんな中、近年位置情報を用いたビッグデータの蓄積によって、災害分野においても、より詳細で複合的な解析が行えるようになりつつある。

そこで本研究では、GPS人流データやマイクロジオデータといった位置情報ビッグデータを活用し、大地震災害における「迅速で詳細な被害把握のための被害推定手法の検討」および、「自宅復帰に関わる複合的な要因から自宅復帰時期の推定モデルの検討」を行うことを本研究の目的とする。

2. 地震災害における迅速で詳細な被害推定

2.1 使用データおよび手法

発災後5~10分程度で整備される気象庁の1kmメッシュの計測震度を示す、推計震度分布図を用いた。また、全国的に整備されているCSIS保有の、建物単位のポイントデータである建物マイクロジオデータを用いた。同データには建物単位で建築年代

や建築構造、居住者数などの推定値が格納されている。これらを用いて、築年代や建築構造による分類ごとに計測震度の割合によって倒壊率を推定する倒壊率テーブル[24]に適用し、建物単位の被害推定を行った。また、全壊建物は居住者全員、半壊建物は約半数の居住者が避難を行うと考え[27]避難者数の期待値を求めた。

2.2 推定結果と検証

推定結果は図1および図2のようになった。推定値と実被害データ[25][26]との比較では両者の間に有意な相関関係が得られた。そのため、推計震度分布図は発災直後に得られることから、本研究の手法を用いることで発災直後に迅速かつ詳細な被害の推定が期待できるといえる。

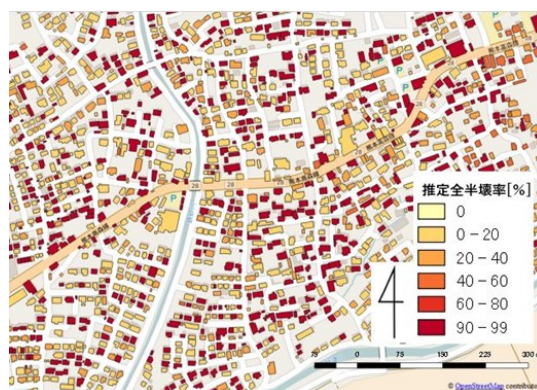


図1：建物単位の推定全半壊率

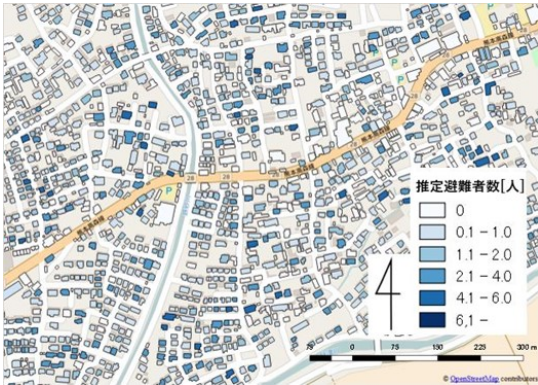


図 2：各建物からの推定避難者数

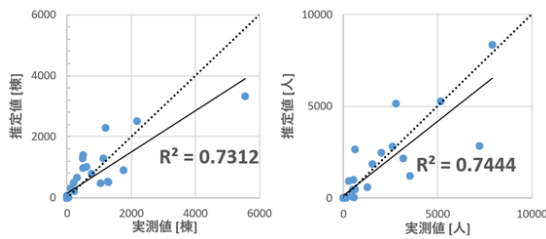


図 3：推定全半壊棟数（左）および推定避難者数（右）の検証結果

3.津波被害における発災後日数ごとの自宅復帰率推定モデルの作成

3.1 使用データおよびデータ処理

混雑統計データ東日本大震災における発災後の人々の自宅復帰状態の推定を行うため、GPS 人流データである、株式会社ゼンリンデータコムが提供する「混雑統計®」データを用いた。「混雑統計®」データは、NTT ドコモが提供する「ドコモ地図ナビ」サービスの オート GPS 機能利用者より、承諾を得た上で送信される携帯電話の位置情報を、NTT ドコモが総体的かつ統計的に加工を行ったデータである。本研究では Akiyama[34]の手法によって、居住者の推定居住地を推定し、各個人の自宅の復帰タイミングについて分析を行った。また、個人の推定居住地座標を用いて、復興支援調査アーカイブ[29]による建物被害データと

の結びつけを行い、自宅被害状況ごとの推定自宅復帰率の推移の分析を行った(図 4)。その結果、自宅被害程度の違いが自宅復帰の時期に影響を与えることが定量的に示された。

そのほか、本研究では、自宅復帰時期に影響を与える様々な要因についての検討を行うために、復興支援調査アーカイブの津波浸水深データ、気象庁の推計震度分布図、上水道被害状況データ[31]、国勢調査データを用いて、モデルの作成のための各説明変数(表 1)に関して市区町村単位での算出・集計処理を行った。

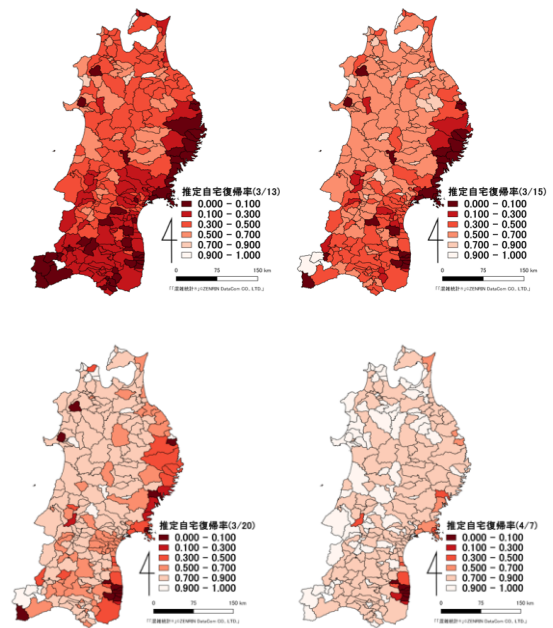


図 4：各日付の推定自宅復帰率

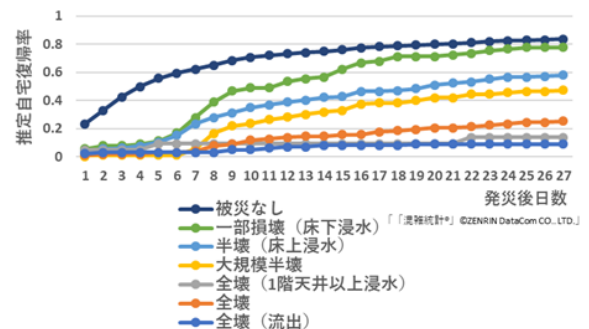


図 5：自宅被害状況別の推定自宅復帰率

3.2 モデルの作成と検証

発災後日数の自宅復帰率を、ベータ累積分布を仮定してリンク関数をロジスティック関数として回帰することでモデルの作成を行った（下式）。その結果、 $r=0.856$ の強い相関関係を得られた。また $RMSE=0.106$ であり誤差 10%程度の精度が示された(図 6)。なお、自宅復帰に関して、地震動、建物倒壊、津波浸水被害、避難者の属性といった複合的な要因を考慮した推定モデルを作成するために、以下の変数を用いた(表 1)

$$y = \frac{1}{1 + e^{-1(\alpha + \beta_1 x_1 + \beta_2 x_2 + \beta_3 x_3 + \dots + \beta_n x_n)}}$$

n: 説明変数の数

y: 予測する事象の生起確率 ($0 \leq y \leq 1$)

x_n: 説明変数

α 切片 (定数)

β_n 各説明変数に対する偏回帰係数 (定数)

e 自然数 (定数)

表 1: モデルに用いた各変数とパラメータ

目的変数		
Y	発災後日数の自宅復帰率	
	説明変数	パラメータ
(α)	(切片)	-112.235
X1	発災後日数	0.085
X2	計測震度の平均値	-0.094
X3	計測震度の最大値	-0.101
X4	全壊建物居住者の割合	-5.182
X5	半壊建物居住者の割合	-5.198
X6	全壊建物の割合	-0.450
X7	半壊建物の割合	11.970
X8	0-0.5mの津波浸水を受けた面積の割合	113.851
X9	0.5-1mの津波浸水を受けた面積の割合	120.476
X10	1-2mの津波浸水を受けた面積の割合	111.924
X11	2-4mの津波浸水を受けた面積の割合	109.740
X12	4-8mの津波浸水を受けた面積の割合	114.886
X13	8m以上の津波浸水を受けた面積の割合	125.422
X14	津波浸水エリアの定住人口割合	-0.609
X15	発災直後時点(発災2日後)の水道復旧率	-0.089
X16	発災後日数の水道復旧率	0.239
X17	6歳未満の世帯員のいる世帯の割合	7.882
X18	65歳以上の世帯員のいる世帯の割合	0.320
X19	6歳未満の人口割合	-28.697
X20	65歳以上の人口割合	-2.895

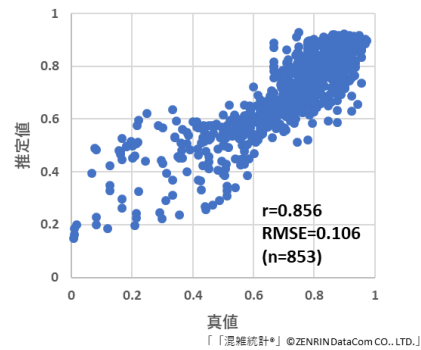


図 6: モデルによる推定値と真値の比較

4.南海トラフ沖地震におけるシミュレーション結果

4.1 使用データ

- ・確率的地震動予測図[36]
- ・津波予測データ[38]
- ・建物被害予測データ[41]
- ・上水道復旧率推定データ[44]
- ・国勢調査データ

4.2 シミュレーション結果

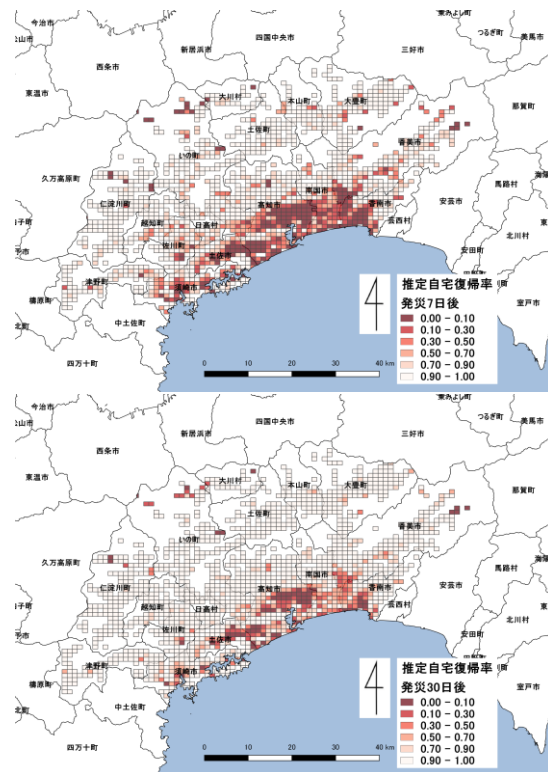


図 7 事前推定による推定自宅復帰率

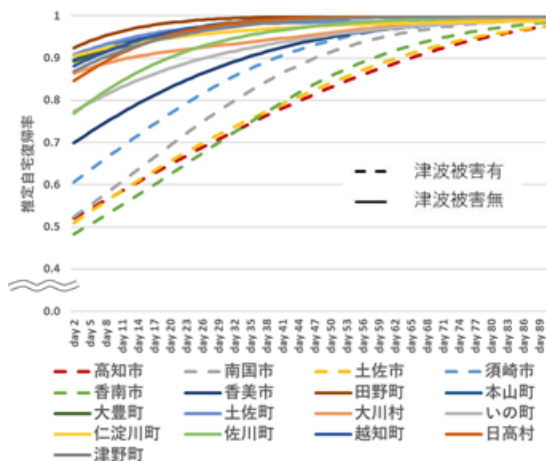


図8 市区町村ごとの推定自宅復帰率の推移

5.まとめ

本研究の手法は、迅速で詳細な被害推定の有効であることが示された。また、同手法は発災直後だけでなく詳細な事前推定にも適用が可能であり、事前対策の政策などへの貢献が期待できる。また本研究では、GPS 人流データを用いた分析によって、自宅被害程度の違いが自宅復帰の時期に影響を与えることを定量的に示した。さらに、本研究で作成した自宅復帰モデルについて誤差 10%程度の精度を得ることができた。同モデルは、南海トラフ沖地震をはじめとして、将来の被害予測および災害対応計画への貢献が期待できる。

参考文献 ([] 番号は同修士論文に準ずる)

- [5] 政府 地震調査研究推進本部2013年「南海トラフの地震活動の長期評価 (第二版)」
- [24] 東京都総務局総合防災部防災管理課 2013年「南海トラフ巨大地震等による東京の被害推定」
- [25] 熊本県災害対策本部 2016年「熊本地震に係る被害状況等について (第144報)」
- [26] 熊本県災害対策本部 2016年「第4回政

府現地対策本部会議・第7回災害対策本部会議資料」

[27] 東京都総務局総合防災部防災管理課 2012年「首都直下地震等による東京の被害想定」

[29] 復興支援調査アーカイブ <http://fukukou.csis.u-tokyo.ac.jp/>

[31] 厚生労働省2011年「平成23年(2011年)東北地方太平洋沖地震の被害状況及び対応について」2011/3/13(第11報)~2011/4/12(第46報)

[34] Akiyama, Y., Ueyama, S., Shibasaki, R. and Adachi, R., 2016, Event Detection Using Mobile Phone Mass GPS Data and Their Reliability Verification by M-DSP/OLS Night light Image, *ISPRS Annals of the Photogrammetry, Remote Sensing and Spatial Information Sciences*, II I-2, 77-84.

[36] 防災科学研究所地震調査研究推進本部, http://www.jishin.go.jp/evaluation/seismic_hazard_map/ (2018年1月7日閲覧)

[38] 東北大学大学院工学研究科災害制御研究センター <http://www.dcrc.tohoku.ac.jp/>

[41] 小川芳樹2016年「マイクロジオデータを利用した大規模地震・津波被害リスクの推定と分布から見た災害想定シナリオの重要度評価に関する研究」東京大学大学院新領域創成科学研究科 社会文化環境学専攻 博士論文

[44] 能島暢呂, 加藤宏紀 2013年「供給系ライフラインの地震時機能評価モデルの改良と再検証 - 東日本大震災を対象とした都道府県別評価 -」第5回 相互連関を考慮したライフライン減災対策に関するシンポジウム講演集, pp. 94-104.