

## 平成28年熊本地震後の人ロ移動との比較による震災時疎開シミュレーションの検証

正会員

○齊藤 健太<sup>\*1</sup>

同

廣井 悠<sup>\*2</sup>

同

福和 伸夫<sup>\*3</sup>

人口流出

震災時疎開シミュレーション

ビッグデータ

## 1.はじめに

地震災害の被災地で、急激な人口減少が生じることがある。東日本大震災の被災地の一つである宮城県女川町では2015年の人口が2010年比で37.0%減少した<sup>1)</sup>。平成28年熊本地震(以下、熊本地震と呼ぶ)が発生した熊本県では前年と比べて転出者数が増加し、転入者数との差である「社会減」が前年より2500人以上増えた<sup>2)</sup>。被災地の人口減少は、復興後の地域のあり方に大きな影響を及ぼす。災害後の人ロ変動を定量的に推計する手法を提案できれば、人ロ変動を考慮に入れた災害対応策を立案する材料を提供できるものと考えられる。

筆者らは、南海トラフ巨大地震を対象とした震災時疎開シミュレーション<sup>3)</sup>の手法を提案している。本論では、発災から2~3ヶ月が経過したときの世帯分布を推計する「疎開シミュレーション」の結果と熊本地震後の携帯電話による夜間人口の統計データを比較し、結果の妥当性を検討する。

## 2.疎開シミュレーションの概要

本シミュレーションのアウトプットは、地震発生から数か月経過した際の市区町村間の移動世帯数である。昨年実施したアンケート調査の結果から最尤推定法を用いて各市区町村間で疎開することによって得られる効用を求める。表1に効用算出のパラメータを示す。求めた効用からロジットモデルを使って疎開する確率を算出し、モンテカルロ法を用いて移動世帯数を算出する。移動世帯数は、市区町村*i*から*j*へ疎開して賃貸住宅に入居する世帯数*t<sub>ij,rent</sub>*と、仮設住宅に入居する世帯数*t<sub>ij,temp</sub>*を区別して考え、式(1)と式(2)、式(3)を満たすように決定する。

$$\sum_i (t_{ij,rent} + t_{ij,temp}) = O_i \quad \cdots (1)$$

$$\sum_j t_{ij,rent} \leq D_{j,rent} \quad \cdots (2)$$

$$\sum_j t_{ij,temp} \leq D_{j,temp} \quad \cdots (3)$$

ここで、*O<sub>i</sub>*は各市区町村における全壊世帯数であり、*D<sub>j,rent</sub>*は地震後も供給可能な賃貸住宅の戸数、*D<sub>j,temp</sub>*は供給される仮設住宅の戸数である。なお、本シミュレーションでは、住宅・土地統計調査のデータが公表されている自治体のみを対象とする。

熊本地震後の県民の世帯移動を再現するため、これらのパラメータは以下のように定めた。*O<sub>i</sub>*の値は、熊本市では行政区ごとの全壊世帯数<sup>4)</sup>を、熊本市以外の県内市町村について市町村ごとの全壊世帯数<sup>5)</sup>とし、県外の市町村は0とした。*D<sub>j,rent</sub>*の値は、平成25年の賃貸空き家の戸

表1 シミュレーション上の効用関数

定数項	〔単位〕		賃貸住宅の仮設住宅の 係数	GIS上の役場間直線距離 [km]	GIS 賃貸空き家の戸建て率	引用元 住宅・土地統計
	1	-0.015 **				
(仮住まい)戸建て選好	0.651 **	—				
単身世帯の割合	1	-0.630 *				
夫婦世帯の割合	1	-0.596 *				
子育て核家族の割合	1	-0.396 *				
成熟世帯の割合	1	-0.19			市区町村内の 世帯属性別の 構成比	国勢調査
三世代・大家族の割合	1	-0.602 *				
高齢夫婦の割合	1	-0.088				
高齢単身世帯の割合	1	-0.555				
雇用者の割合	1	1.069			市区町村内の 人数の割合	住宅・土地統計
無職の割合	1	1.242				
通勤時間	[十分]	1	1.02		市区町村の平均値	住宅・土地統計
自動車通勤率		1	0.106 **	市区町村の通勤手段別の		
交通機関通勤率		1	0.225 **	雇用者数の割合		国勢調査
年収	[百万円]	1	0.834 **	市区町村の平均値		住宅・土地統計
居住地人口	[万人]	1	0.666 **	市区町村のデータ		国勢調査
DID人口割合		1	6.202 **			
(自宅)戸建て率		1	1.606 *	市区町村内の住宅の割合		住宅・土地統計
継続居住年数	[十年]	1	1.008 *		住宅・土地統計 <sup>6)</sup>	
(自宅)の持ち家率		1	-0.666 **	市区町村内の 世帯の割合		住宅・土地統計
(自宅)の借家率		1	-0.407 **			
築年数	[十年]	1	1.016	市区町村の平均値		住宅・土地統計
(自宅)の木造住宅率		1	-0.285	市区町村内の 世帯の割合		住宅・土地統計
(自宅)の非木造住宅率		1	-0.207			
自由度調整済み尤度比0.17				**:有意水準1% *:有意水準5%		

数<sup>6)</sup>に、市区町村内の計測震度の最大値<sup>7)</sup>に対応した全壊被害率<sup>8)</sup>をかけて全壊戸数を求め、これを除くことで求めた。このような全壊戸数の計算は通常メッシュ単位で行うものであるが、賃貸空き家戸数データの集計精度が市区町村単位であるため、計測震度の最大値を使って計算した。したがって、全壊する賃貸空き家の戸数が実際の値と比べて過大な値になっている点が課題である。*D<sub>j,temp</sub>*の値は市区町村ごとの仮設住宅の供給戸数<sup>9)</sup>とした。

シミュレーションによって、熊本県内の各市区町村の流出世帯数と流入世帯数が求まる。両者の差をとて増減世帯数を算出する。増減世帯数に、市区町村別の1世帯あたりの平均人数<sup>10)</sup>を乗じて、増減人口を算出した。熊本県外の市区町村では、流出世帯数が0のため、流入世帯数の合計値を増加世帯数とし、同様の手順で増加人口に換算した。

## 3.熊本地震後の増減人口との比較

熊本地震後の熊本県民の増減人口は、NTTドコモ社提供的モバイル空間統計(以下、空間統計と呼ぶ)のデータを用いて算出した。空間統計は、携帯電話ネットワークの運用データから生成される人口統計情報である。特定の日時における市区町村ごとの携帯電話契約者の滞在人数が把握できる<sup>10)</sup>。本稿では熊本地震の発生から3ヶ月が経過した同年7月14日の午前3時におけるデータを用いる。

熊本県内の増減人口は、空間統計上的人数と、最新の市区町村人口<sup>11)</sup>との差をとて算出する。熊本県外の増加人口については、空間統計上的人数とした。なお、空間統計は、NTTドコモの契約者である約125万人分のデータしか

ない。数値比較を行うため、空間統計の合計値が県民の総数、約 162 万人と等しくなるように換算した。

図 1 に、空間統計に基づく 7 月 14 日時点の熊本県民の増減人口を、図 2 にシミュレーションの結果に基づく増減人口を示す。灰色の地域はシミュレーションの対象外の地域である。両者ともに、大きな被害を記録した熊本県北中部で人口が減少しており、九州地方の近隣県で増加人口が大きい。増加人口については、図 2 では被災地からの直線距離に応じて小さくなっている。中国・四国地方以遠の自治体では増加がみられない。一方、図 1 では、中国・四国地方以遠の自治体でも増加が見られ、全国に県民が移動している様子が確認できる。山陽地方および首都圏の都市部において人口増加が大きい。

図 3 に熊本県内、図 4 に熊本県外の自治体について、7 月 14 日の空間統計に基づく増減人口と、シミュレーションの結果に基づく増減人口の関係を示す。図 3 では、熊本県内 25 市区町村のうち 24 市区町村で、シミュレーション結果に基づく減少人口が実際の減少人口よりも大きく見積もられていることが分かる。これは、近親者や知人宅に入居し、同一市町村内に留まる人数をシミュレーションに反映できていないためと考えられる。

図 4 における決定係数は 0.199 と、図 3 における決定係数 0.889 と比較して小さい。この要因として、観光客による数値変動が考えられ、純粋な避難者のみを把握できるデータの取得が課題である。図 4 をみると、実際の増加人口がシミュレーションによる見積もりよりも大きい自治体がある。県庁所在地においてその傾向が顕著であり、図中の A 点は福岡市博多区、B 点は鹿児島市、C 点は福岡市中央区、D 点は宮崎市、E 点は大分市、F 点は福岡県大牟田市であった。

誤差の要因として 2 点考えられる。1 点目は家族や親族の居住地など、人間関係に依拠した移動先の選択がシミュレーションに反映できていない点である。東日本大震災後の福島県の県外避難者では、子供が居住する首都圏などの都市部への移動が見られた<sup>3)</sup>。熊本地震においても同様の理由で近隣都市の人口が増加した可能性がある。2 点目は、政策による変動である。先述の 6 都市は避難者の受け入れ体制を表明し、公営住宅等の供給を行った都市である。被災者への政策の周知状況等については詳しい調査はなされ

ていないが、興味深い現象である。

#### 4. まとめ

本論では、シミュレーションと熊本地震後の増減人口の比較を行った。結果として、熊本地震を対象とした検証のうえでは、人口減少に関する予測はそれなりに精度が高かったものの、人口の増加は近親者の影響などをシミュレーション上で反映させる必要があることが分かった。いずれにせよ、より精度高く人口移動を表現できるよう、さらなる手法の改良を行う必要がある。

#### 参考文献

- 1) 平成 27 年国勢調査(総務省統計局)、人口等基本集計、都道府県結果、<http://www.e-stat.go.jp/>、(2017.1.閲覧)、2016.10.公表
- 2) 熊本日日新聞、2016.12.21 朝刊：県人口 1 万 1632 人減 熊本地震で転出増
- 3) 廣井悠：広域避難と震災時疎開シミュレーション(特集：都市の地震対策)、都市問題 107, pp.25-30, 2016.9.
- 4) 熊本市：第 63 回災害対策本部会議資料、[http://www.pref.kumamoto.jp/kiji\\_15459.html](https://www.city.kumamoto.jp/hpKiji/pb/default.aspx?c_id=5&id=12982&class_set_id=2&class_id=62, p13, (2017.3.閲覧)</a>、2016.9.</li>
<li>5) 熊本県：熊本地震等に係る被害状況について[第 224 報]、<a href=)、pp.3-5、(2017.3.閲覧)、2017.3.
- 6) 平成 25 年住宅・土地統計調査(総務省統計局)、都道府県編、熊本県、<http://www.e-stat.go.jp/>、2014.12.公表、(2017.1.閲覧)
- 7) 地震調査研究推進本部 地震調査委員会：平成 28 年(2016 年)熊本地震の評価、p7、[http://www.static.jishin.go.jp/resource/monthly/2016/2016\\_kumamoto\\_3.pdf](http://www.static.jishin.go.jp/resource/monthly/2016/2016_kumamoto_3.pdf)、(2017.1.閲覧)、2016.5.
- 8) 中央防災会議：南海トラフの巨大地震・建物被害・人の被害の被害想定項目及び手法の概要、[http://www.bousai.go.jp/jishin/nankai/taisaku/pdf/20120829\\_gaiyou.pdf](http://www.bousai.go.jp/jishin/nankai/taisaku/pdf/20120829_gaiyou.pdf)、(2017.1.閲覧)、2012.8.
- 9) 熊本県：応急仮設住宅一覧、[http://www.pref.kumamoto.jp/common/Upload/FileDialog.aspx?c\\_id=3&id=15918&sub\\_id=79&flid=89284](http://www.pref.kumamoto.jp/common/Upload/FileDialog.aspx?c_id=3&id=15918&sub_id=79&flid=89284)、(2017.1.閲覧)、2016.1.10)
- 10) NTT ドコモ：モバイル空間統計に関する情報、[https://www.nttdocomo.co.jp/corporate/disclosure/mobile\\_spatial\\_statistics/](https://www.nttdocomo.co.jp/corporate/disclosure/mobile_spatial_statistics/)、(2017.3.閲覧)
- 11) 熊本県：昭和 50 年～平成 28 年市町村別人口推移(総数、男女別)、[http://www.pref.kumamoto.jp/kiji\\_3279.html](http://www.pref.kumamoto.jp/kiji_3279.html)、(2017.3.閲覧)

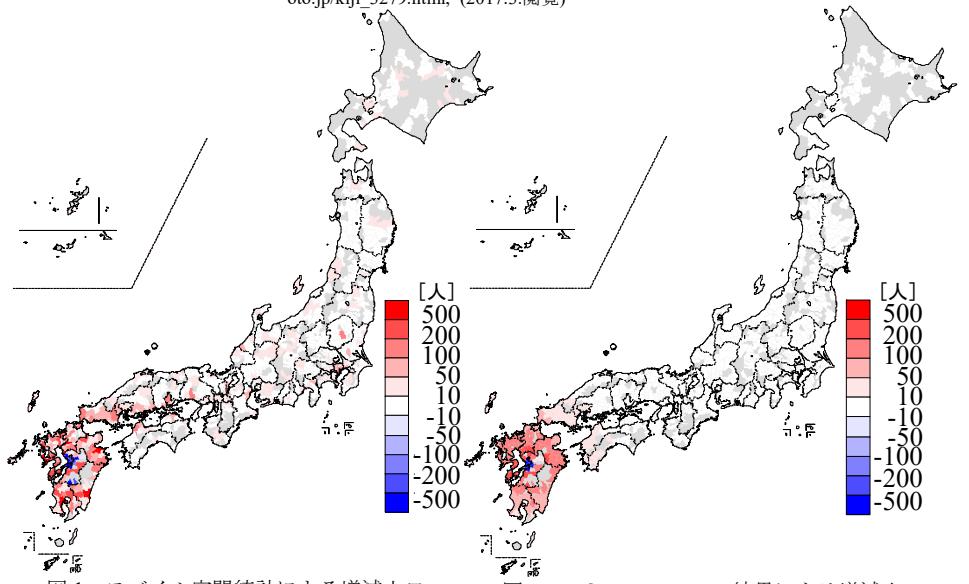


図 1 モバイル空間統計による増減人口

図 2 シミュレーション結果による増減人口

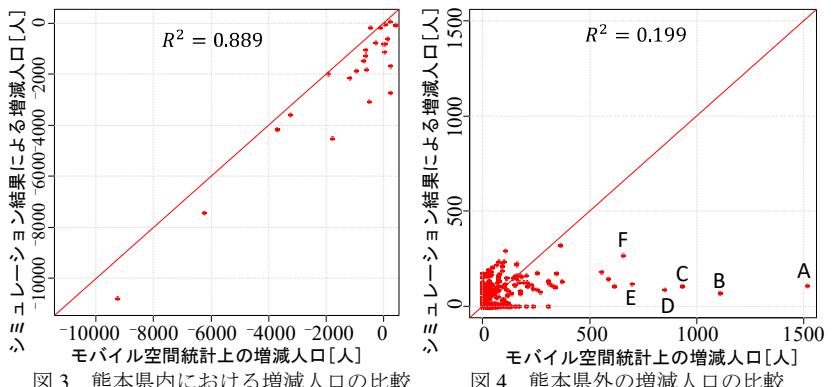


図 3 熊本県内における増減人口の比較

図 4 熊本県外の増減人口の比較

\*1 名古屋大学大学院環境学研究科・大学院生

\*2 東京大学大学院工学系研究科・准教授・博士(工学)

\*3 名古屋大学減災連携研究センター・教授・工博

\*1 Grad. Student, Grad. School of Environmental Studies, Nagoya Univ.

\*2 Assoc. Prof., School of Engineering, The Univ. of Tokyo., Dr. Eng.

\*3 Prof., Disaster Mitigation Research Center, Nagoya Univ., Dr. Eng.