

携帯電話人口統計を援用した大規模停電を伴う地震災害の避難行動推定

小野塚仁海*・橋本雄一**

Estimation of Evacuation Behavior after the Earthquake with Electric Power Failures by Using Spatial Statistics of Mobile Phones

Masami ONOZUKA*, Yuichi HASHIMOTO**

Abstract: This study has developed a method for estimating evacuation behavior during a disaster by combining spatial statistics of mobile phones and SNS data. The disaster that this study used as an example is the 2018 Hokkaido Eastern Iburi Earthquake. Despite the long blackouts, the number of mobile phones counted in the statistics was enough to analyze. As a result of the analysis, this study revealed that there are some people who do not stay in the evacuation site but stay in the underground passage at night in central Sapporo after the earthquake.

Keywords: 胆振東部地震(Hokkaido Iburi Eastern Earthquake), 携帯電話位置情報(mobile phone GPS data), SNS (social networking service),

1. はじめに

GPS 機能付き携帯電話及び各種 web サービスの普及により、近年位置情報に関するビッグデータを研究に活用することが可能になっている。これらのデータは各端末から常時発信される位置情報データをもとにした統計データであり、平常時・異常時間問わず活用することが可能である。この GPS ログデータを用いて、防災研究の分野では Hara and Kuwahara(2015)が 2011 年東日本大震災発生直後の石巻市街における交通を分析している。また、山口ら(2017)は、携帯電話人口統計データを用いて 2016 年熊本地震発生後の行動パターンの変容を明らかにしている。このように、携帯電話人口統計データを活用して災害時の人口分布や行動を分析した防災研究が蓄積されつつある。しかしながら、これらの統計データのみでは、人口分布や行動を量的に明らかにすることは可能であっても、災害に直面した人々の行動選択の過程や主観的情報を扱うことは困難である。

携帯電話が普及することで、位置情報だけでなく

SNS などによる個人情報の蓄積も進んだ。このような個人の主観的情報も災害研究のデータとして活用されつつある。中でも、短文投稿サービスである Twitter では、災害時などに活発な情報発信が行われている。災害に直面した人々の投稿を含むこれらの SNS データを収集することにより、人々がいかなる状況に直面し、どのような印象を持ち、どのように考えて行動を選択したのかを分析することが可能になる。ただし、位置情報と紐づけることができる SNS データは限定的であり、災害時の行動について空間的に集計して分析することは難しい。

そこで本研究では、2018 年北海道胆振東部地震を事例に、携帯電話人口統計データと SNS 上のデータを組み合わせることで、災害時の人々の行動についてより詳細に明らかにする方法を構築する。これらのデータを合わせて用いることで、統計データの分析結果に表れる事象について、SNS データを用いて説明することなどが可能になると考えられる。

2018 年 9 月 6 日未明に発生した北海道胆振東部地震においては、震源地付近で大規模な土砂災害が

* 学生会員 北海道大学文学院修士課程 (Hokkaido University)

〒060-0810 札幌市北区北 1 0 条西 7 丁目 E-mail: oniten@eis.hokudai.ac.jp

** 正会員 北海道大学大学院文学研究院 (Hokkaido University)

発生し、また広範囲で家屋への被害が見られたほか、放送電施設への被害に伴い地震後数十時間にわたって北海道全域で停電する「ブラックアウト」が発生した。大規模な停電の結果、地震の直接的な被害が及ばなかった地域においても避難所へ避難する動きが見られた。

本研究では、地震直後の北海道札幌市中心部を事例に、携帯電話人口統計の一つである混雑統計[®]と、短文投稿型 SNS である twitter における投稿状況を合わせて用いることで、大規模な停電を伴う地震災害発生後の避難行動および都市活動の変化について明らかにする。(1) まず、混雑統計[®]の五次メッシュ統計を用いて、地震発生後の札幌市中心部における混雑度およびヒトの集まりかたの変化について推計する。(2) 次に、札幌市中心部の主な施設名をキーワードとして twitter 上を探索し、ツイート数やツイート内容の時系列的变化を明らかにする。(3) 最後に、混雑統計[®]と twitter データの分析をあわせ、地震発生後の札幌市中心部における避難者の行動・都市活動の変化を考察する。

2. 混雑統計[®]を用いた分析

2-1. 混雑統計[®]について

混雑統計[®]とは、NTT ドコモ社が提供する携帯電話人口統計データである^(注)。本研究では、胆振東部地震が発生した 2018 年 9 月の北海道におけるデータについて、混雑度データおよび OD データの形で取得、利用した。混雑度データとは、集計エリア内における滞在時間によって重みづけされた、一時間あたりの滞在人口を示す統計データである。今回は、「朝 (6 時～9 時)」「昼 (11 時～14 時)」「夕 (17 時～20 時)」「深夜 (23 時～26 時)」および「その他」、「NA 合算」の 6 つの時間帯区分についてのデータを取得した。また、OD データについては、2018 年 9 月の各日について、および「NA 合算」の計 31 区分についてのデータを取得した。混雑度・OD とともに五次メッシュでの集計である。

2-2. 地震・停電のサンプルへの影響

胆振東部地震においては、北海道全域で大規模な

停電が発生した。停電状況下における携帯電話人口統計を扱うため、平常時と地震直後のサンプルについて、混雑度データを用いて検証する。なお、本研究においては、平常時のデータとして 9 月 3、4、5 日および 18～21 日、25～28 日のデータを用いる (表 1)。混雑度データの UU (ユニークユーザー数) について、平常時の平均値、最大値、最小値について集計したものが表 2、地震直後の 6 日、7 日について集計したものが表 3 である。

表 1 2018 年 9 月の暦

日	月	火	水	木	金	土
						1
2	3	4	5	6	7	8
9	10	11	12	13	14	15
16	17 (祝)	18	19	20	21	22
23	24 (祝)	25	26	27	28	29
30						

緑色:平常時データに用いた日

黄色:地震発生当日

表 2 平常時の UU 数※

	平均 UU	最大 UU	最小 UU
朝	122536	143093	69923
昼	145823	153030	135269
夕	151729	168377	120921
深夜	42063	45158	36900

※時間帯を秘匿されていないデータのみ

「混雑統計[®]」©ZENRIN DataCom CO., LTD.

表 3 地震直後の UU 数※

	6 日_UU	7 日_UU
朝	135521	187628
昼	139175	157081
夕	159345	117946
深夜	41897	51238

※時間帯を秘匿されていないデータのみ

「混雑統計[®]」©ZENRIN DataCom CO., LTD.

表 2 と表 3 より、地震発生から翌 7 日昼にかけて UU 数は平常時の範囲内で推移しており、7 日夕には平常時より少なく、7 日深夜には平常時より多くなっていることがわかる。地震当日である 6 日には停電の影響によると思われるサンプル数の大幅な変動は見られなかったため、本研究においては停電の影響を加味した値の補正は行わない。

2-3. 地震当日における混雑度変動の算出

先行事例である舩越・畑山 (2016) では、災害時の混雑度を分析するため、平常時 1 年分の値を集計しその標準偏差を用いているが、本研究で利用したデータの期間は 1 か月と短く、平常時の値として利用するのは最大 11 日（日毎に秘匿処理の有無が変わるため実際にはより少ないエリアが多い）と少ないため、平常時の平均値と地震当日の値の比 R を用いて分析することとした。

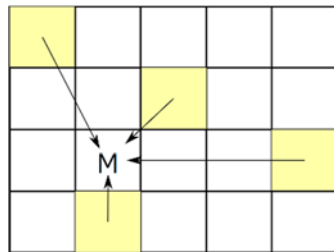


図 3

また、分析対象とするエリアは、平常時の各時間帯について、5 日分以上のデータが得られるメッシュに限定した。各メッシュにおける平常時の値と地震当日の混雑度の比 R を地図上にしめたものが図 2,3 である。

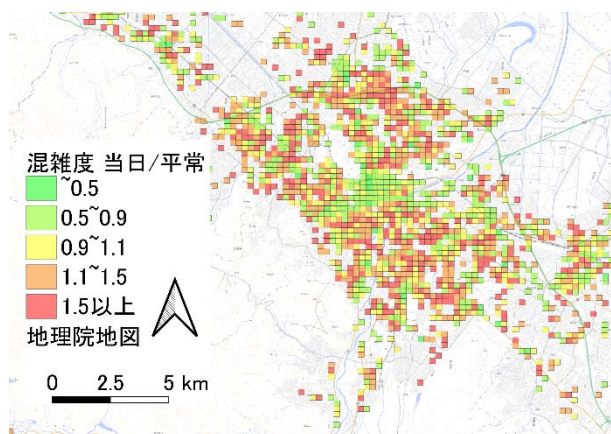


図 1 平常時に対する地震当日朝の混雑度合い

「混雑統計®」©ZENRIN DataCom CO., LTD.

地理院地図より筆者作成

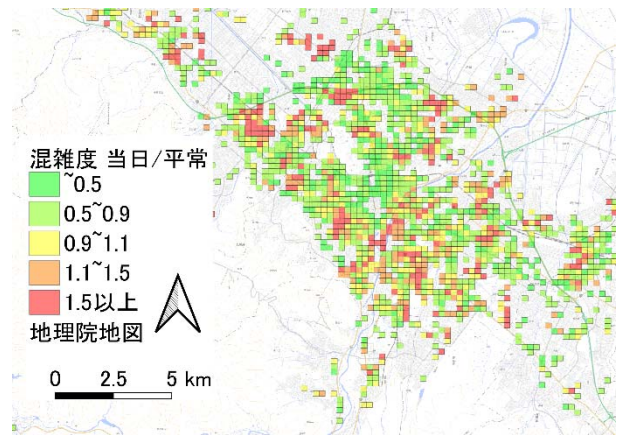


図 2 平常時に対する地震当日夕の混雑度合い

「混雑統計®」©ZENRIN DataCom CO., LTD.

地理院地図より筆者作成

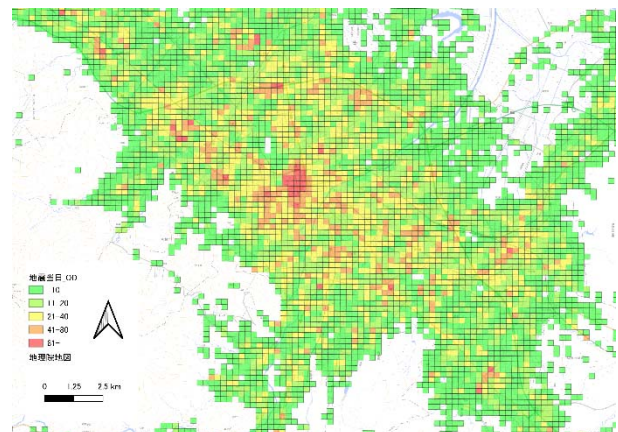


図 4 地震当日各メッシュにおける影響圏

「混雑統計®」©ZENRIN DataCom CO., LTD.

地理院地図より筆者作成

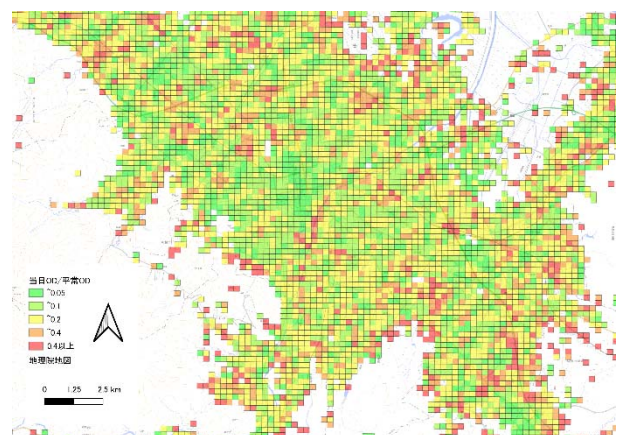


図 5 影響圏の平常比

「混雑統計®」©ZENRIN DataCom CO., LTD.

地理院地図より筆者作成

2-4. OD データを用いた影響圏の算出

本研究で用いる OD データは、2つの五次メッシュ間での移動についての統計であるが、本研究の対象地域が人口密度の低い地域を広く含むため、OD については値が秘匿処理されるデータが非常に多い。今回用いたデータでは、10, 327, 219 件のデータのうち 10, 036, 835 件 (約 97%) が秘匿処理された、値が不明なデータである。そこで今回は、あるメッシュ M へ向かう OD の、その起点となったメッシュについて、その数をメッシュ M の「影響圏」とし、その面積で評価することとした。地震当日のあるメッシュ M における影響圏の求めかたは図 1 の通りである。図中の黄色いメッシュからメッシュ M への OD データが存在するとき、メッシュ M の影響圏 A_{Me} は「4」である。

平常時のメッシュにおける影響圏は、図 1 と同様に平常時各日の値を求め、それらを合計したものとする。つまり、平常時の影響圏 A_{Mw} は 11 日間を延べた値となる。

各メッシュにおける地震当日の影響圏 A_{Me} を地図上に示したものが図 4、平常時との変動を示す値 A_M を示したものが図 5 である。なお、 A_M の算出は式 (1) による。

$$A_M = \frac{A_{Me}}{A_{Mw}} \quad \text{式 (1)}$$

2-5 混雑統計[®]を用いた分析の結果

図 2 の通り、地震当日の朝 (6 時~9 時) には札幌市の中心市街地や麻生・琴似などの主要な商業地域、工業団地、大型店舗周辺などで混雑度が平常時より低くなっており、また住宅地域で高くなっている。これは、平常時に比べて仕事や買い物などによる移動が抑制された結果と考えられる。地震当日夕方 (17 時~20 時) にも、引き続き中心市街地等で混雑度が低くなる傾向が見られた。住宅地域では、朝の傾向とは異なり、混雑度が低い地域が広がった。

影響圏 (図 5) については、地震当日には中心市街地等で低水準になる様子が見られた。また、小中学校が位置する一部の地域で影響圏が高水準になっている。

3. SNS データを用いた分析

3-1. 利用するサービス

SNS サービスの一つであるツイッター上の投稿データを活用する。地震当日、翌日の tweet (投稿) について、札幌市内の避難所・主な施設の名称、呼称を含むものを検索、収集した。なお、tweet を収集するにあたっては、一般公開されているもののみを対象とし、投稿日時と本文のみを収集した。

3-2. ツイートデータの収集

9 月 6 日 (地震当日) 午前 0 時から 8 日午前 2 時までの tweet について、札幌市内の避難所・主な施設の名称、呼称を含むものを検索、収集した。

例として「チカホ」(札幌駅前通地下歩行空間の通称)、「資生館」(札幌市立資生館小学校・札幌市中心部に位置する) をキーワードとして抽出されたツイートの一部を示すと「チカホは閉鎖、北海道庁や北海道警は電気ついてて動いてる (安心)、赤れんがテラス横の郵便局も開いてる、官公庁街のコンビニはローソン以外開いてる。エクストリーム出社の勤め人と路頭に迷う観光客とで札幌中心部はわりとカオス」(9/6 12:40 投稿) や「ちょっと教えてください 南 4 条西 7 丁目 1-1 にいるのですが 資生館小学校意外に近くに小学校はありますか？ 避難所パンパンの模様で」(9/6 15:02 投稿) というように、都心部の一部施設では観光客や避難者などが混雑を感じており、避難所に入ることができなかったと訴える投稿も見られた。

3-3. 各施設等におけるツイート数の変動

札幌市中心部の主な施設であり、避難者等のツイートを検出できた施設について、ツイート数が地震当日、翌日にどのように変化したのかを図 6 に示す。

「資生館小」では、地震の直後である 6 日昼の時間帯に 14 件のツイートが検出されたほかは、10 件以下の検出であった。一方「チカホ」では、6 日夕から翌 7 日の昼にかけて各時間帯 10 件以上のツイートを検出した。「札幌駅」では、6 日朝から 7 日夕にかけて各時間帯で 100 件以上のツイートを検出し

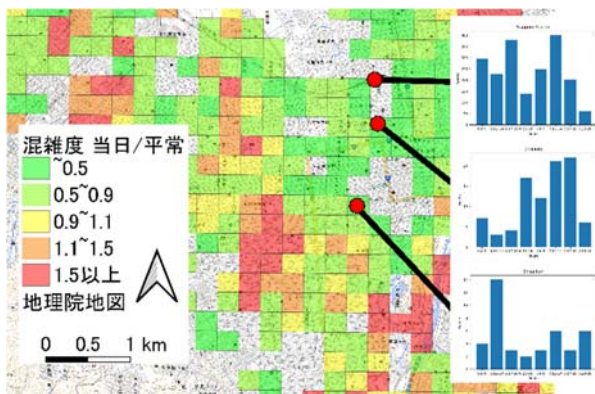


図 6 札幌市中心部におけるツイート数の変動

「混雑統計®」©ZENRIN DataCom CO., LTD.

twitter, 地理院地図より筆者作成

た。なお、札幌市中心部に位置するほかの施設のうち、札幌駅の北側に位置する「北九条小」では、対象期間を通じて 2 件の投稿のみ見られた。

4. 携帯電話人口統計と SNS データを用いた分析

混雑度の分析から、札幌市中心市街地においては地震後平常時より混雑度が低い状態が続いたことがわかる(図 2,3)。また、中心市街地においては各メッシュの影響圏も低水準になっており、人が集まらない状態になっていた(図 5)。このことから、地震翌日の札幌市では通勤や買い物をする動きが弱まったことがわかる。一方で、収集されたツイートの例からも見える通り、市街地中心部の避難所では地震当日の日中から混雑している様子が見られた。また、避難所に指定されている「資生館小」に関するツイートが急増した後の夜間に、地下歩道である「チカホ」のツイートが増加しており、夜を明かす場所を探す避難者の動きがあったことが想定される。

5. おわりに

本研究は、携帯電話人口統計と SNS データを組み合わせることで、大規模停電を伴う地震災害時の避難者の行動および都市活動の変化を明らかにすることを試みた。

携帯電話人口統計データを用いた分析では、混雑度を用いて災害時の都市活動の変化を推測したほか、新たに OD データを用いた推計を試み、一部の避難所の周辺でヒトが集中する傾向があることを示した。

さらに、SNS 上に投稿されたデータを用いることで、札幌市中心市街地の一部の避難所が混雑し、地下歩道へ避難者が移動した可能性が示された。

最後に、携帯電話人口統計の分析結果と SNS データを合わせて用い、特に札幌市中心部において、携帯電話人口統計に見られる傾向と避難者が感じた混雑度合いが異なる場合があることを示した。

以上のように本研究は、携帯電話人口統計データと SN データを組み合わせ、災害時の人々の行動についてより詳細に明らかにする手法を構築した。

付記

本研究は、文部科学省「災害の軽減に貢献するための地震火山観測研究計画(第二次)」及び JSPS 科研費 19K01166「千島海溝地震による津波の避難行動モデル化と情報統合システム構築」における成果の一部である。

(注)「混雑統計®」データは、NTT ドコモが提供するアプリケーション(ドコモ地図ナビサービス(地図アプリ・ご当地ガイド)等の一部のアプリ)の利用者より、許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。位置情報は最短 5 分毎に測位される GPS データ(緯度経度情報)であり、個人を特定する情報は含まれない。

参考文献

- Hara, Y. and Kuwahara M. (2015) Traffic monitoring immediately after a major natural disaster as revealed by probe data - A case in Ishinomaki after the Great East Japan Earthquake, Transportation Research Part A, Vol. 75, pp. 1-15
- 船越康希, 畑山満則(2016)『熊本地震を事例とした避難所の同定及び市町村をまたぐ広域避難に関する研究』『情報処理学会研究報告』Vol. 2016- IS-138, No. 14
- 山口裕通, 奥村誠, 金田穂高, 土生恭祐(2017)『携帯電話 GPS 情報から分かる熊本地震による行動パターンの被災・回復過程』『土木学会論文集 D3(土木計画学)』73(5), p. 1105-1117
- 川村壮, 鈴木大隆, 佐々木優二, 戸松誠, 立松宏一, 古屋剛, 馬場麻衣(2019)『平成 30 年北海道胆振東部地震における電源喪失状況下の SNS によるデマ情報の拡散・収束状況の把握』『研究報告情報システムと社会環境』Vol. 2019-IS-149, No. 6