

科学研究費助成事業 研究成果報告書

平成 27 年 6 月 5 日現在

機関番号：14501

研究種目：基盤研究(B)

研究期間：2012～2014

課題番号：24360208

研究課題名(和文)大都市災害時におけるソーシャルメディアと交通行動

研究課題名(英文) ANALYSIS OF RELATIONSHIP BETWEEN SOCIAL MEDIA INFORMATION AND RETURNING HOME IN DISASTERS

研究代表者

小池 淳司 (KOIKE, ATSUSHI)

神戸大学・工学(系)研究科(研究院)・教授

研究者番号：60262747

交付決定額(研究期間全体)：(直接経費) 6,300,000円

研究成果の概要(和文)：東日本大震災時、ソーシャルメディアが活発に利用され注目を浴びた。なかでもTwitterは、従来のマスメディアでは扱いきれない情報が多くやり取りされ、被災者の情報支援に役立った。しかし一方で、Twitterで発信される情報の信頼性は必ずしも担保されていない。そのような状況下で、Twitterにおけるテキスト情報が人々の行動にどう影響しているかは明らかではない。本研究では、ソーシャルメディア情報を用いて災害時の避難行動を誘導する新たな施策立案に資する情報を提供するという立場から、両者の間の関連性を定量的に把握した。

研究成果の概要(英文)：The aim of this study is to clarify the relationship between social media information and returning home behavior in disaster. In order to analyze Twitter's textual data, which is tweeted in the Great East Japan Earthquake on 11 March, 2011, this study applies text-mining approach. The results of text-mining confirm the trend of collocation's network among terms after the Earthquake happened, and the distribution of term co-occurrence frequency. On the other hand, using the returning home data sets on 11 March, 2011 collected, this study calculate the differences of estimated population between one point and the former point. Moreover, using the two data sets, this study analyzed the relationship between both using a canonical correlation analysis. Term co-occurrence frequency in Social Media and behavior of returning home is applied to two sets of variables in canonical analysis, and the estimation results demonstrated that these two are significantly interdependent.

研究分野：土木計画学

キーワード：帰宅困難者 SNS Twitter 交通行動分析 東日本大震災

1. 研究開始当初の背景

東日本大震災時、ソーシャルメディアが活発に利用され注目を浴びた。なかでも Twitter は、従来のマスメディアでは扱いきれない情報が多くやり取りされ、被災者の情報支援に役立った。しかし一方で、Twitter で発信される情報の信頼性は必ずしも担保されていない。そのような状況下で、Twitter におけるテキスト情報が人々の行動にどう影響しているかは明らかではない。本研究では、ソーシャルメディア情報を用いて災害時の避難行動を誘導する新たな施策立案に資する情報を提供するという立場から、両者の間の関連性を定量的に把握することを目的とする。

2. 研究の目的

不特定多数との情報のやり取りを可能にしたソーシャルネットワーキングサービス（以降、SNS）は、個人のライフスタイルにおいて無視できない重要なメディアとなっている。さらに昨今は、リアルタイムでメッセージを発信する Twitter、実名登録で誰でもつながりが持てる Facebook、携帯電話の電話帳を利用したクローズドなコミュニケーションを提供する LINE など新しい SNS が急成長しており、日本国内での利用者は、2012年3月時点で Twitter が 1400 万人、Facebook が 1490 万人、2012年11月時点で LINE が 3600 万人といわれている。スマートフォンなどのモバイルデバイスの急速な普及による利用機会や利用場所の拡大などもあり、ソーシャルメディア利用者は今後さらに拡大すると予想されている。

SNS を利用した情報（以降、ソーシャルメディア情報）は、誰でも容易に情報を発信でき、従来のメディアに比べ情報伝播力が強いという有用性から、日常時だけでなく、非常時の新たな情報交換ツールとして注目されている。これは東日本大震災時には、各個人が発生源となる SNS を利用したソーシャルメディア情報が多く行き交い、緊急時の情報伝達手段として機能し得ることが十分に証明されたためである。特に、Twitter は震災直後に広く利用された。Twitter とは、Tweet（つぶやき）と称される 140 字以内の短文を投稿することができる情報サービスである。他のユーザーはフォローすることでそれを閲覧できるだけでなく、140 字以内でコメントをつけることができ、これを繰り返すことでコミュニケーションをとる。また、他のユーザーの Tweet を ReTweet することで自分のフォロワー、すなわち自分の Tweet を見ることができるユーザーにも知らせることができる。リアルタイムでのメッセージとしてはチャ

ットにも近く、速報的な情報のやり取りに特化したツールである。しかし一方で、情報発信源が不特定多数で、誰にでも手軽に情報を発信することが可能であることは、不確実性を孕んだ情報の拡散を誘発する要因にもなり得るという欠点も意味する。すなわち、誤った情報が拡散されやすく、情報の信頼性が必ずしも担保されるとは限らない。多くの論者が指摘するように、震災直後のツイッターはデマや流言が広まる母体ともなった。本研究では、災害が起こった場合、ソーシャルメディア情報を適切に扱うことで、人々の混乱を避けるような誘導策の検討を行うことを目的とし、その第一段階として、災害時のソーシャルメディア情報と、人々の行動の関係性を明らかにすることを目的とする。具体的には、複数ある SNS の中でも、速報な情報のやり取りに特化したツールである Twitter に着目し、交通機関が麻痺したことで、日常的に利用している帰宅ルートを利用できない人（以下、帰宅困難者）が多く発生したと考えられる東日本大震災時の東京首都圏を対象に、震災後に発信された Tweet のテキスト情報と災害時の行動データの分析を行い、ソーシャルメディア情報と人々の行動の関連性を明らかにする。

3. 研究の方法

(1) 本研究の位置づけ

ソーシャルメディアには有用性と脆弱性という特徴が対立している。東日本大震災以降、この問題に関する研究は多くなされており、ソーシャルメディアの有用性、脆弱性について調査はされている。しかし、いずれの研究も、現状把握にとどまっており、将来同様の災害が起こった時の対策について議論するまでには至っていない。一方で、ソーシャルメディアの多くはテキスト形式で情報が蓄積されている。そのため、いずれ来る災害時に備えるため、膨大なテキストデータから減災のための有益な情報を取り出す必要があり、これはテキストマイニング技術を用いることで可能となると考えられる。震災時にソーシャルメディアが活発に利用されたことが確認されており、ソーシャルメディア情報を受け取った人のその後の行動に影響を及ぼしているとも十分に考えられる。しかし、災害時のソーシャルメディア情報を対象としたテキストマイニングを行った分析はなされていても、ソーシャルメディアのテキストデータが人々の行動への影響に着目した研究はなされていない。本研究では災害時のソーシャルメディアのテキスト

データをテキストマイニングによって分析し、災害時のソーシャルメディア情報と、帰宅困難者の行動の関係性を把握することを目的とする。

(2) 使用データの概要

ソーシャルメディア情報に関するデータ

本研究では、東日本大震災時に発信された Twitter のテキストデータを用いる。Twitter のテキストデータは全国各地で発言されたものが、どこで発言されたかという地理的属性を有せずに蓄積されている。そのため、本研究が対象とする帰宅困難者の分析には、何らかの方法で災害発生時に対象地域である東京首都圏で発言されたもののみを抽出する必要がある。そこで、当時の状況から公共交通の機能が麻痺したことで、多くの帰宅困難者で溢れたと予想される「駒沢通り」「目黒通り」および「六本木通り」をキーワードとする Tweet データを抽出することとした。

帰宅行動に関するデータ

本研究では、帰宅行動に関するデータとして東日本大震災時の表-1 に示すような人口流動メッシュデータを用いる。3.1 節で述べたように、Twitter のテキストデータは「駒沢通り」「目黒通り」「六本木通り」の3つの「通り名」で抽出した。帰宅行動データは、3つの通りと地理的に近い場所にある東横・目黒沿線に着目し、関東圏在住で、震災発生約1週間前の2011年3月4日、5日に東横、目黒沿線を1回以上利用した人のみを抽出した。東横、目黒沿線利用者に限定することで、震災による公共交通の麻痺によって徒歩で帰宅を検討する際、3つのいずれかの通りを利用する可能性が高いサンプルの行動データを分析対象としており、旅行や出張できている来訪者、あるいは、3つの通りとは馴染みが薄いと考えられる人はサンプルから除外している。

表-1 人口流動メッシュデータ

対象者	関東圏居住者
対象期間	2011年3月11日14時から2011年3月12日23時まで
抽出方法	2011年3月4日、5日に1回以上東横・目黒沿線を利用した人
メッシュ間隔	250m
総メッシュ数	86,570メッシュ
サンプル数	1,973
データ提供元	株式会社ゼンリンデータコム

(3) テキストマイニングによる Tweet 内容分析

テキストマイニングとは、テキスト情報を定量的に分析する手法である。本研究では、形態素分析、共起分析を行い、1時間ごとの単語間の関連性をネットワーク図（以降、単語間ネットワーク）として可視化したうえで、その時間的推移を把握した。

(4) Twitter 情報と帰宅行動の関連性分析

正準相関分析を用いて(3)で示した単語間ネットワークと災害時の帰宅行動の相関分析を行う。そして、得られた結果をもとに考察する。Twitter のテキスト情報には、多様な発言内容が含まれる。また、帰宅行動も、移動を行う、勤務地に留まる、自宅に到着するなど、複数の行動要素で構成されている。そのため、1つの変数（目的変数）に対する多数の変数（説明変数）の影響を分析する重回帰分析は、本研究の分析方法には適していない。そこで本研究では、重回帰分析の一般形であり、多数の変数が2つの変数群を構成するときに、変数群間の相互関係を包括的に分析することができる正準相関分析を適用する。

単語間ネットワークと帰宅行動の相関分析

正準相関分析を用いて、Twitter 発言内容と帰宅行動の関係性を明らかにする。具体的には、変数群 X を共起分析で得られた単語間の共起回数とし、変数群 Y を流動人口、自宅該当者、勤務地該当者に関する全メッシュの平均移動者割合の変化率とする。ただし、統計的有意性が高い共起回数の時間的分布を用いるために、2011年3月11日15時から12日16時までを1時間ごとに区切った全25時点を用いる。共起回数については、表-2 に示した共起パターンの中から交通に関する共起パターンの上位10組を選定した。選定した共起パターンは表-2 に示す。

表-2 正準相関分析で用いる共起パターン

	中心語	共起語
X_1	動く	ない
X_2	歩く	帰る
X_3	運転	再開
X_4	帰れる	ない
X_5	通り	渋滞
X_6	電車	動く
X_7	地震	速報
X_8	通り	歩く
X_9	人	多い
X_{10}	電車	止まる

変数群 X を 10 組の共起パターンの共起回数分布, 変数群 Y を流動人口, 自宅該当者, 勤務地該当者に関する全メッシュの平均移動者割合の変化率とし, 正準相関分析を行う。ここで, Twitter のテキスト情報と帰宅行動の関係性には, 以下の 3 つが考えられる。

(Case1) Twitter のテキスト情報が帰宅行動に, あるいは帰宅行動が Twitter のテキスト情報に, 瞬時に影響を及ぼす。このとき, 同時点の Twitter のテキスト情報と帰宅行動に関係性がある。

(Case2) Twitter のテキスト情報の影響を受けて, 帰宅行動が変化する。このとき, 帰宅行動は 1 時点前の Twitter のテキスト情報と関係性がある。

(Case3) 帰宅行動の結果を受けて, Twitter のテキスト情報が変化する。このとき, Twitter のテキスト情報は 1 時点前の帰宅行動と関係性がある。

正準相関分析は, 因果を特定するものではないが, 本研究では時点を考慮した 3 つのケースについてモデル分析を行い, モデル適合度を比較することによって, Twitter 情報と帰宅行動の時間的関係性を明らかにする。また, モデル適合度指標として AIC (Akaike's Information Criterion) を用いることとする。AIC とは, 統計的モデリングにおいてバイアスを少なくするだけでなく, バイアスとモデルの単純さのバランスを評価する指標である。AIC は式(20)によって算出される。式(1)より, AIC が低いモデルほど適合度の高いモデルと言える。

$$AIC = -2 \ln L + 2k \quad (1)$$

L : 最大尤度

k : パラメータの個数

3 つのケースごとに正準相関分析を行い, 各ケースにおける正準相関係数の算出結果を表-3 から表-5 に, AIC を算出した結果を表-6 に示す。表-6 より, Case2 の AIC が最も低く, 次いで Case1, Case3 となった。すなわち, テキスト情報と 1 時間後の帰宅行動の間の最も強い相関関係が存在することが明らかとなった。これは, テキスト情報が帰宅行動に影響を及ぼしている可能性を示唆する結果である。以下では, 最もモデル適合度が高かった Case2 についてのみ着目する。

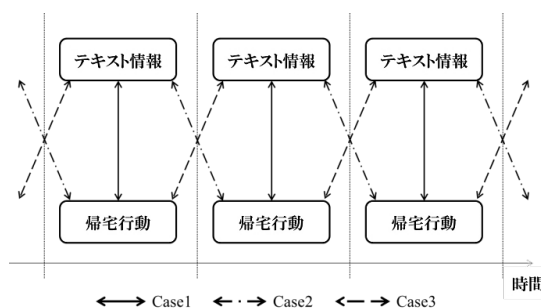


図-2 各 Case の相関関係の概要図

表-4 において, すべての正準相関係数が有意な値を示した。すなわち, 交通に関して発言された内容と帰宅行動には相関関係があることを表している。また, 各正準相関係数の寄与率に着目すると, 第 2 正準相関係数までの累積寄与率が 90%を超えており, 第 1 正準相関係数と第 2 正準相関係数でテキスト情報と帰宅行動の相関関係の 90%を説明できている。したがって, 以下では, 第 1 正準変量と第 2 正準変量についてのみ考察する。

第 1 正準変量においては, 表-7 の変数群 Y の正準負荷係数に着目すると, 自宅該当者数が負の値かつ負荷量が最大となっており, これが変数群 Y において第 1 正準変量を代表する変数であると言える。ここで, 表-7 の変数群 X の正準負荷係数に着目すると, 「動かない」「電車-止まる」「通り-渋滞」「人-多い」の負荷量が正の値となった。一方で, 「電車-動く」「運転-再開」の負荷量が負の値となった。このことから, 交通状況に関して悲観的な情報が多いとき, あるいは楽観的な情報が少ないとき, 自宅に帰る人の割合は低いということが分かった。また, 「地震-速報」の負荷量が正の値となったことから, 地震速報が多いとき自宅に帰る人が少ないと分かった。これは, 地震情報が多く出回ると安全のためその場にとどまる人が多いからではないかと考えられる。「歩く-帰る」の負荷量は負の値を示しているため, 帰宅に関する情報が少ないとき, 自宅に帰る人の割合が低いと分かった。これは, Twitter ユーザーが公共交通の麻痺を予想し帰宅を断念したからではないかと考えられる。

第 2 正準変量においては, 表-6 の変数群 Y の正準負荷係数に着目すると, 流動人口が負勤務地該当者数が正の値を示している。さらに負荷量が二極化していることから, これら変数群 Y において第 2 正準変量を代表する変数であると言える。

表-3 正準相関係数 (Case1)

	正準相関係数	寄与率	累積寄与率	χ^2 値
ρ_1	0.598	69.85(%)	69.85(%)	52306*
ρ_2	0.346	23.35(%)	93.20(%)	14064*
ρ_3	0.186	6.80(%)	100.00(%)	3060**

(** : 1%有意)

表-4 正準相関係数 (Case2)

	正準相関係数	寄与率	累積寄与率	χ^2 値
ρ_1	0.576	46.54(%)	46.54(%)	73582**
ρ_2	0.560	44.02(%)	90.56(%)	38654**
ρ_3	0.259	9.44(%)	100.00(%)	6027**

(** : 1%有意)

表-5 正準相関係数 (Case3)

	正準相関係数	寄与率	累積寄与率	χ^2 値
ρ_1	0.646	60.55(%)	60.55(%)	72982**
ρ_2	0.472	32.34(%)	92.89(%)	26190**
ρ_3	0.221	7.11(%)	100.00(%)	4351**

(** : 1%有意)

表-6 各 Case におけるモデル適合度

	AIC
Case1	135.5380
Case2	122.4695
Case3	135.2035

表-7 各変数群に関する正準負荷係数 (Case2)

変数群 X	u_1	u_2	u_3
X_1 : 動く-ない	1.869	-0.692	1.720
X_2 : 歩く-帰る	-0.502	3.468	0.680
X_3 : 運転-再開	-0.599	-0.208	-0.390
X_4 : 帰れる-ない	-2.241	-3.084	0.027
X_5 : 通り-渋滞	0.683	1.652	0.818
X_6 : 電車-動く	-1.476	-2.048	-0.984
X_7 : 地震-速報	0.295	-0.222	0.012
X_8 : 通り-歩く	0.340	0.788	-1.089
X_9 : 人-多い	0.752	-1.101	-1.065
X_{10} : 電車-止まる	1.591	1.322	-0.278
変数群 Y	v_1	v_2	v_3
Y_1 : 流動人口	-0.050	-0.833	-0.715
Y_2 : 自宅該当者数	-1.371	0.127	-0.016
Y_3 : 勤務地該当者数	1.033	0.906	-0.451

ここで、表-6の変数群 X の正準負荷係数に着目すると、「電車-止まる」「通り-渋滞」「通

り-歩く」の負荷量の負荷量が負の値となった。これは、交通状況に関して悲観的な情報が多いとき、もしくは楽観的な情報が少ないとき、出歩かずに勤務地に滞在する人の割合が高いことを示している。また、「地震-速報」の負荷量が負であり、地震に関する情報が少ないときも無理に出歩かずに勤務地に滞在する人の割合が高いことを示している。一方、「歩く-帰る」「通り-歩く」の負荷量は正の値となっていることから、公共交通が機能せず帰宅困難を強いられることを連想する情報が多いときもまた、出歩かずに勤務地に滞在する人の割合が高いと分かった。「帰れる-ない」「動く-ない」の負荷量は負の値となった。このことから、帰宅できるかどうかの判断材料としての情報が少ないため、状況把握ができずにその場に留まる人が多いのではないかと考えられる。

4. 研究成果

以上の成果をまとめると、災害時のソーシャルメディアのテキスト情報と帰宅行動の間には相関があることを明らかにした。すなわち、災害時という情報の信頼性が担保されない状況下でも、ソーシャルメディアで発信された情報は人々の行動を決定する影響因子に成りえることを意味する。これは災害時にソーシャルメディアの有効な活用によって、帰宅行動による過度の混雑を分散する、あるいは混乱を減少させることができる可能性を示唆するものでもある。

本研究では、ソーシャルメディアのテキスト情報と帰宅行動の関連性にのみ着目しており、災害時のソーシャルメディア情報の信頼性、妥当性は無視している。実際の公共交通の運行情報と比較することで、災害時のソーシャルメディアの情報信頼性を考慮した分析が必要である。また、本研究では、ソーシャルメディア情報と帰宅行動の相関分析を行ったが、両者の間には、行動結果がソーシャルメディア情報に及ぼす影響と、ソーシャルメディア情報が行動意思決定に及ぼす影響の双方向因果が考えられる。この因果影響を分析するためには、対象とするソーシャルメディア情報の種類の拡張を行ったうえで、長期間継続的に取得したデータを対象とした新たな分析手法を開発する必要がある、今後の重要な課題である。

5. 主な発表論文等
(研究代表者、研究分担者及び連携研究者には下線)

〔雑誌論文〕(計 3 件)

小池淳司, 佐々木康朗, 山崎清, 全国の詳細な地域分割に基づく交通データ及び需要予測モデルを用いた効率的な地域別 CO2 削減割当ての検討, 運輸政策研究, 査読有, Vol.17 No.2, pp.2-12, 2014.

小池淳司, 佐々木剛, 佐々木康朗, 山崎清, 市町村単位の S C G E モデルを用いた東日本大震災の経済被害の空間的把握, 土木学会論文集 D3 (土木計画学), 査読有, Vol.70, No.5, I_151-I_159, 2014.

榎本甫, 桑野将司, 小池淳司, 災害時のソーシャルメディアと帰宅行動の関連性分析, 土木学会論文集 D3 (土木計画学), 査読有, Vol.70, No.1, pp.102-112, 2014.

〔学会発表〕(計 4 件)

Yuta Doen, Masaki Murata, Ryuta Otake, Masato Tokuhisa, Qing Ma, Construction of Concept Network from Large Numbers of Texts for Information Examination Using TF-IDF and Deletion of Unrelated Words, Proceedings of Joint 7th International Conference on Soft Computing and Intelligent Systems and 15th International Symposium on Advanced Intelligent Systems, 2014.12.3 ~ 2014.12.6, Kitakyushu, Japan

柳森和真, 井料隆雅, Twitter データを用いた水害時の避難情報に対する住民の反応の分析, 情報処理学会第 77 回全国大会, 2015.3.17, 京都大学(京都府)

上田綱基, 織田澤利守, 都市災害時における交通情報の信頼性と帰宅意思決定, 第 48 回土木計画学研究発表会, 2013.11.2 ~ 2013.11.4, 大阪市立大学(大阪府)

織田澤利守, 大規模災害時におけるソーシャルメディアと交通行動, 安全・安心のための防災・減災技術シンポジウム, 2012.12.20, 東北大学(宮城県)

〔図書〕(計 0 件)

〔産業財産権〕
出願状況(計 0 件)

取得状況(計 0 件)

〔その他〕 なし

6. 研究組織

(1) 研究代表者

小池 淳司 (KOIKE, Atsushi)
神戸大学・大学院工学研究科・教授
研究者番号: 60262747

(2) 研究分担者

井料 隆雅 (IRYO, Takamasa)
神戸大学・大学院工学研究科・教授
研究者番号: 10362758

村田 真樹 (MURATA, Masaki)
鳥取大学・大学院工学研究科・教授
研究者番号: 50358884

桑野 将司 (KUWANO, Masashi)
鳥取大学・大学院工学研究科・准教授
研究者番号: 70432680

織田澤利守 (OTAZAWA, Toshimori)
神戸大学・大学院工学研究科・准教授
研究者番号: 30374987

(3) 連携研究者
なし