

2011年東北地方太平洋沖地震津波における 位置情報付きツイート情報による電力の停止・復旧情報把握の試み

Obtaining Information on Damage to Electric Power Infrastructure Using Location-Based Tweet Data in the 2011 Tohoku Japan Earthquake and Tsunami

大平 尚輝¹, 楊 一帆¹, 名倉 航大¹, 郷右近 英臣¹

Naoki OHIRA¹, Yifan YANG¹, Kodai NAGURA¹ and Hideomi GOKON¹

¹北陸先端科学技術大学院大学 先端科学技術研究科

Division of Advanced Science and Technology, Japan Advanced Institute of Science and Technology

Twitter, one of the social media, is expected to be utilized in times of disaster. The purpose of this study is to obtain information on damage to Electric Power Infrastructure using Location-Based Tweet Data in the 2011 Tohoku Japan Earthquake and Tsunami. We created a co-occurrence network by mechanically extracting words with high frequency from the tweet information, and visualized them on a map based on classification by visually deciphered labeling. As a result, it was found that there is a possibility to obtain information on the situation of the disaster area inferred from the tweet information, and to obtain information on the areas where power outage or restoration of electricity occurred from the tweets with location information.

Keywords: Twitter, text mining, co-occurrence networks, tsunami, GIS

1. はじめに

2011年東北地方太平洋沖地震（以降、東日本大震災）では、各地方自治体の災害対応力を超えるハザードが発生し、公助主導の防災対応には限界があることが判明した¹⁾。今後、我が国では、少子高齢・人口減少が進行することで、ますます自助・共助の重要性が増すとともに、低コストで高い価値を生み出す防災対策の必要性が増加することが想定される。

ところで近年、平時にも災害時にも応用可能という一石二鳥の商品やコンセプトを積極的に活用しようという「フェーズフリー²⁾」の概念が普及しつつある。平時にも災害時にも活用可能なツールとして、TwitterやFacebookのようなソーシャルメディアがフェーズフリーの機能を有するものと考えられる。例えば、平時には情報の発信と共有のプラットフォームとして機能し、自身の意見やアイデアの発信や他の利用者との交流をすることが可能である。一方、災害時には、災害情報の発信や取得、共有するツールとして利用することが可能である。これまでも被災した自治体や関係機関では、ソーシャルメディアを災害情報や避難勧告などの緊急性の高い情報の発信に活用してきた³⁾。また、被災者や被災状況に関心を持つ個人としても、自治体が発信する情報の取得に加えて、自身の安否情報や被災地の状況を発信（投稿）、話題性の高い情報の共有（拡散）をすることが可能である。

ソーシャルメディアが我が国で災害時に活用される契

機となったのは、東日本大震災である。2011年には、3Gと呼ばれる通信規格が主流であり、スマートフォンの個人保有率は9.7%（2011年末時点）であり、ソーシャルメディアの利用率も現在ほど普及はしていなかった⁴⁾。その年に東日本大震災が発生し、電気や水道、ガスといったライフラインの断絶や、通信設備や基地局などの損傷による通信・放送インフラの断絶など、大規模かつ甚大な被害が発生した。その状況の中で、ソーシャルメディアのひとつであるTwitterが、情報の発信や収集の際に、大きく社会に貢献した。東日本大震災のときには、発災後すぐに被災地の自治体や地元メディアは積極的にTwitterを活用し、災害情報を発信した。被災地での活用を通じて、フォロワー数は急激に増加した⁴⁾。その後、防災対応にTwitterを含めたソーシャルメディアを活用する議論や研究が多くされるようになっていった。

特にTwitterは情報の発信や収集に限らず、ツイート内容をデータとして取得し、ツイートの本文や位置情報、個人属性情報などを分析することで新たな知見を得た研究事例がある。例えば、停電が発生した特定の市において、停電や電力復旧に関するツイートを対象に、空間的な可視化を行い、その特徴をまとめた研究がある⁵⁾。他にも、2011年東北地方太平洋地震時のツイート情報からツイート内容の傾向や人々の帰宅行動の関係性を明らかにした研究^{6,7)}、2016年熊本地震発生時のツイート情報から人々の不安や心配のような感情極性を時空間的に明らかにした研究⁸⁾、コロナ禍のツイート情報から人々の心理的不安やストレスの実態を明らかにした研究⁹⁾などが

ある。このように既往研究では、地震や津波をはじめとする自然災害、新型コロナウイルスのような感染症に対し、それらに晒された被災者が、心理的にどのような状況におかれているのかということや、ある特定の感情を有している被災者がどこに分布し、その分布が時間の経過に伴いどのように変化するかということについて、ツイート情報から推定する試みが行われてきた。これらの知見を活かすことで、防災上の意思決定が、さらに効果的に行われるようになることが期待される。

その一方で、防災へのTwitterの利用については、以下の理由から有効ではないと主張する研究事例もある¹⁰⁾。

- ツイートの投稿の際に位置情報を付与するユーザーは極めて少ないため、特定の被災地からの位置情報付きツイート情報を取得することが難しい。
- 被害状況や被災地のニーズの把握に関するツイート情報は存在するものの、その数は極めて少ない。

このように、ツイート情報から被災者が晒されている状況に関して有用な情報が得られるものの、それらを被災後の災害対応に活かすためには、そのツイートがされた位置をある程度特定するとともに、そのツイート情報は、被災地支援に関わる意思決定を行うのに十分な密度を有する必要がある。その位置情報付きツイート情報の件数が少ないことから、Twitterの災害利用については、意見が二分してしまっている状況である。また、Twitterの投稿者自身が、必ずしも同じ場所に止まり続けるとも限らないので、ツイートを投稿した場所や時間と、Twitterで投稿された内容を感じた場所や時間が、乖離する可能性も高い。このような事情により、位置情報付きツイート情報から、時々刻々と変化する被災者のニーズやその心理状態の空間分布を把握することは、一定の困難さを有する。その一方で、位置情報が付与されたツイート情報の数は非常に限られているが、これらは被災者の実際の訴えを吸い上げるための重要な手がかりとなる。そのため、これらの断片的な位置情報付きツイート情報から、いかにして被災地で起きている状況やニーズに関する手がかりを得るのかについて考えることは、適切な被災者支援につなげるためにも重要であると考えられる。

本研究では、2011年東日本大震災で投稿された電力インフラに関する位置情報付きツイート情報から、被災地における停電や電力復旧の実態を把握することを目的とする。具体的に、ツイート情報の本文から出現頻度が高い単語の機械的な抽出および目視判読したラベル付けによる分類を行い、被災者の電力インフラの被害に関する

ツイート情報の本文の傾向を把握する。また、ツイート情報の日時と場所の情報および災害対応時に使用された停電情報と比較して、被災者が発信する傾向を時空間的に把握する。さらに、得られた傾向を踏まえて、位置情報付きツイート情報から得られる情報の災害対応への活用について、総合的な検討を行う。

2. 使用したデータ

(1) Tweet API により取得したツイート情報

2011年東日本大震災を対象とし、災害発生直後の被災地の電力インフラの停電と電力復旧の実態を把握するために、位置情報付きツイート情報の分析を行った。ツイート情報の取得には、Tweet社が提供するTweet API for Academic Research¹¹⁾を使用した。取得期間は、地震が発生した2011年3月11日14時46分から2011年5月31日までとし、表 1に示す本文、および投稿された日時と場所を有するツイート情報を取得した。取得地域は、電力インフラの被害が甚大であった宮城県内とした。またbotにより連続してツイートが投稿されたものは除外した。その結果、43,682件のツイートを取得した。取得されたツイート情報の一部を表 2に示す。

本研究では、災害時の電力インフラに関する個人のツイート情報を対象としたため、取得された全位置情報付きツイート情報のツイート本文に「電気」「停電」「復旧」のいずれかのキーワードが含まれる326件のツイート情報を分析対象とした。

(2) 停電情報

2011年東日本大震災の多くの被災地では、地震の揺れや津波の波力により電力設備が損傷した。それにより、2011年3月11日20時時点では、東北電力管轄内の東北6県において合計約450万戸が停電した。その停電は、発災後3日で約80%の停電を解消、発生後7日で約94%が解消された¹²⁾。本研究では、その停電に関する情報とツイート情報を照らし合わせることで、被災者個人によるツイート情報が、自治体が災害対応で使用した停電や電力復旧に関する情報をどの程度適合しているか確認した。停電情報には、宮城県東日本大震災災害対策本部会議が公開した宮城県内の市町村別の停電情報を使用した¹³⁾。本停電情報は、災害時に実際の意思決定に使用されたものであり、全95回行われた対策本部会議の資料が公開されている。本資料には、市町村から報告された日時とともに、電気やガス、水道のライフラインの被害状況も掲載されており、大半は「全域」「一部」のような分類方法で整理されており、一部は具体的な停電戸数で示されている。停電情報の例として、2011年3月14日9時00分に行われた第12回宮城県災害対策本部会議での停電情報を表 3に示す。本研究では、ツイート情報からわかった停電もしくは電力復旧があったとされる地域を、ツイートが投稿された後に使用された市町村別の停電情報と比較した。

3. 分析方法

本研究では、形態素解析により抽出した頻出単語から共起ネットワークを構築する。その結果から、被災者個人が電力インフラの情報をツイート投稿する際に、どのような単語を使用するか、また、電力インフラの情報から読み取れる別の状況について、ツイート情報の本文を

表 1 取得したツイート情報

データ名	説明
tweet	ツイート本文
created_at	ツイート日時
geo: coordinates	ツイート場所 (緯度・経度)

表 2 取得されたツイートの一部 (位置情報：省略)

ツイート本文	ツイート作成日
停電くらっています	2011/3/11 15:12
電気が復旧した	2011/3/13 18:45
太白区泉崎1丁目はまだ電気も復旧してない	2011/3/14 15:31
電気復旧なうー。やっと通信が出来るようになります！無事ですー。	2011/3/14 18:19

表 3 第12回宮城県災害対策本部会議での停電情報

	市町村	停電情報		市町村	停電
1	仙台市	全域停電	19	川崎町	全域停電
2	石巻市	全域停電	20	丸森町	全域停電
3	塩竈市	全域停電	21	亘理町	11千戸停電
4	気仙沼市	全域停電	22	山元町	全域停電
5	白石市	全域停電	23	松島町	全域停電
6	名取市	全域停電	24	七ヶ浜町	6500戸停電
7	角田市	全域停電	25	利府町	全域停電
8	多賀城市	全域停電	26	大和町	全域停電
9	岩沼市	データなし	27	大郷町	全域停電
10	登米市	全域停電	28	富竹町	全域停電
11	栗原市	全域停電	29	大衡村	全域停電
12	東松島市	全域停電	30	色麻町	全域停電
13	大崎市	データなし	31	加美町	全域停電
14	蔵王町	全域停電	32	涌谷町	全域停電
15	七ヶ宿町	全域停電	33	美里町	全域停電
16	大河原町	全域停電	34	女川町	データなし
17	村田町	全域停電	35	南三陸町	データなし
18	柴田町	全域停電	-	-	-

確認しながら考察する。これらの分析を通じて、被災者が電力インフラに関して、停電や電力復旧のような状況が発生する際に、どのような単語をツイート投稿で使用する傾向が高いかを把握するとともに、それらの状況発生の際に、関連して投稿される可能性の高い頻出単語を特定し、共起ネットワーク図を構築した。その後、共起ネットワークを通じて電力インフラに関連する単語の関係性の特徴について考察した。さらに、ツイート情報が持つ位置情報を地図上に可視化することで、被災者が停電や電力復旧の状況におけるツイート投稿の傾向について把握した。以下に、本研究で使用した分析の詳細を記述する。

(1) 形態素解析

形態素解析とは、自然言語の文章を単語や品詞などの形態素に分割し、それぞれの形態素に対して単語の原形や活用などの文法的な情報を付与する処理である。本研究では、形態素解析器としてオープンソースであるMeCabを使用した。形態素解析に利用する辞書はデフォルトであるIPA辞書(mecab-ipadic)を使用した。IPA辞書には、品詞体系や活用形などの日本語の文法情報が豊富に提供されている。形態素解析器は、入力された文章のようなテキストデータを辞書データとして利用して解析し、形態素ごとに分割して情報を抽出した。解析手順としては、まず入力されたテキストデータを単語や句読点などの区切りに分割した。次に、各単語を形態素に分割し、辞書データを参照して品詞や活用形などの情報を取得した。

本研究では、ツイート情報の本文に対して形態素解析を行い、電力インフラに関するツイートに出現する頻出単語を抽出した。その後は、出現パターンが類似している頻出単語の関係性を可視化する共起ネットワークを構築した。その詳細を次に記述する。

(2) 共起ネットワークの構築

共起ネットワークとは、文章内での単語の出現頻度や出現パターンに基づいて単語同士のつながりを図として可視化する方法である。これを視覚化した、共起ネットワーク図は、出現パターンが類似している単語同士を線で結び、共起の程度が強い単語同士を視覚的に表現したものになる。ここで共起とは、同じ文章内で同時に出現

することを意味している。

具体的な共起ネットワークの構築方法を記述する。まず特定の品詞を対象に文章内で2回以上出現し、共起している単語を抽出した。次に、これらの単語間の共起関係を線で表現した。良い共起ネットワークは、文章の内容や分析の目的に対応して、視覚化された単語同士の関係に意味付けができるものである。そのためには、動詞や形容詞、名詞のような特定の品詞のようにひとつの単語が意味を持つものである必要がある。またテキストデータから何からの属性や状態を表す単語の関係性を知りたい場合は、形容詞や副詞を加えることが良い。さらに、ストップワードの選択も重要である。ストップワードは、文脈や意味の理解において重要ではないと考えられる単語であり、一般的には冠詞や前置詞、代名詞などが含まれる。これらは、共起ネットワークから文章内の重要な概念や関係性を知るためには不必要であることが多い。

本研究では、形態素解析により抽出した頻出単語から共起ネットワークを構築した。その結果から、被災者個人が電力インフラの情報をツイート投稿する際に、どのような単語を使用するか、また、電力インフラの情報から読み取れる別の状況について、ツイート情報の本文を確認しながら考察した。

(3) ツイート情報の可視化の前処理

位置情報付きツイートには、ツイート本文の他、ツイート投稿された日時と場所が含まれている。停電や電力復旧に関するツイート本文に含まれる頻出単語を分析した上で、それらのツイートが「停電」「電力復旧」「その他」のいずれかであるかを図1に示すフローチャートに沿って、目視で分類した。その結果を表4に示す。

本研究では、それらの分類の中で「停電」と「電力復旧」に分類されたツイート情報を投稿された日時と場所に基づき、その位置を地図上に可視化した。可視化の際は、同時帯に災害対策で使用された宮城県の災害対策本部の資料を重ね合わせることで、被災者個人が発信する被害状況が、自治体の災害把握の実態とどの程度整合しているかを評価した。

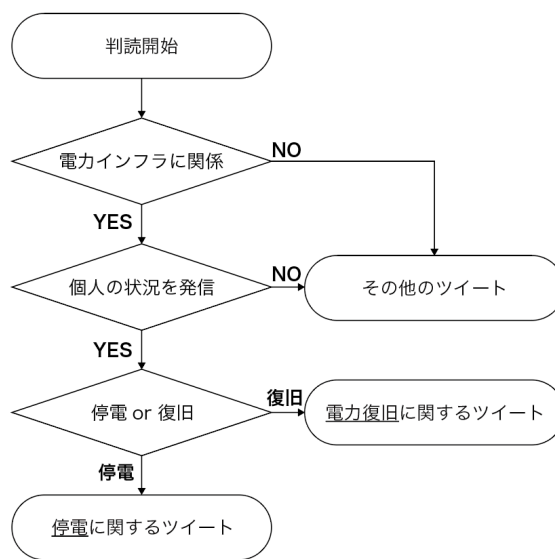


図 1 ツイート判読のためのフローチャート

4. 結果と考察

(1) 共起ネットワークによる可視化

本研究では「電気」「停電」「復旧」の特定の単語を含む位置情報付きツイート情報を取得した。それらのツイート情報に対して形態素解析を行い、出現頻度の高い上位20単語を特定した。抽出した品詞は、動詞を含めると「れる」「いる」「てる」「する」「できる」「ある」のような1単語では意味を理解できない単語が多数あり、結果の解釈を困難にさせたため、本研究では動詞を除く名詞と形容詞のみとした。抽出した頻出単語の上位20単語を表5に示す。また、その頻出単語間の共起の程度を可視化した共起ネットワークを図2に示す。ここで、共起関係は、それらの単語がひとつのツイート内容で使われることを示す。また、単語を表す円の大きさが大きいほど、その単語の出現頻度が高いことを表している。

出現頻度の高い上位3単語は、電力インフラに関するツイート情報を取得するための特定のキーワードであるため、必然とそれらの数は多く、「電気」「停電」「復旧」の順に出現頻度が低くなっている。「電気」という単語は、最も出現頻度が高く、他の多く単語との共起があり、文の主語になり得る単語として電力に関する多くの状況で使用されていたと考えられる。「停電」という単語は、「ない」「地震」「仙台」と共起があり、電気がないことを表現したり、地震後の停電の状況を表現したり、停電の状況を場所とともに表現したりするのに使用されていたと考えられる。「復旧」という単語は、「水道」「ガス」との共起があり、電気だけでなく他のライフラインの復旧を表すために使用されていたと考えられる。これらの表現の傾向は、表6に示した実際のツイート情報の文面からも確認できた。

上位3位以降は「電気」と共にツイートされることが多い単語が多く、それらの単語から「電気」に関するツイートの内容の傾向を推察することが可能である。「ない」や「無い」、「ダメ」という単語は、「停電」と同じ意味で使用されることがあり、被災者個人が停電の状況を投稿したものが多く(表7-(a))。「実家」や「仙台」、「うち」のという単語は、停電や停電の復旧の状況を投稿する際に、その状況の場所を示す言葉として使用されている(表7-(b))。また、電力を含むライフラインが復旧した時の被災者個人の安心感を表す単語として、「無事」や「大丈夫」、「良い」が使用されている(表7-(c))。頻出単語の高い上位20語には入っていないが、「電気」から派生する単語として、バッテリー不足、信号機停止による道路渋滞に関する単語がいくつか確認できた(表7-(d))。以下に、上記の傾向をまとめる。

- 発信者が「停電」に関するツイートを投稿する場合、「停電」という単語を使用する、もしくは「電力」と「ない」もしくは「ダメ」のような表現を用いる。
- 発信者が「電力復旧」に関するツイートを投稿する場合、「復旧」という言葉や、「来る」「通る」「使える」といった単語を、「電気」と組み合わせる傾向があることがわかった。
- 被災者のツイート内容から、携帯を充電できない、信号が停止し渋滞が発生するなど、電力不足によって引き起こされる状況を把握することができた。

表4 ツイート情報の目視判読の結果

ラベル	ツイート数	例
「停電」	83	停電くらっています
「電力復旧」	84	電気が復旧した
「その他」	159	私の実家がある塩竈も、電気・水道はダメ(ガスは未使用)だそうです。

表5 取得したツイート内の頻出単語

	抽出語	出現回数		抽出語	出現回数
1	電気	224	11	地震	20
2	停電	114	12	今日	19
3	復旧	69	13	被災	15
4	水道	46	14	ダメ	14
5	仙台	43	15	大丈夫	14
6	ない	37	16	うち	14
7	ガス	30	17	良い	14
8	こと	27	18	自宅	13
9	情報	24	19	携帯	13
10	無事	22	20	無い	13

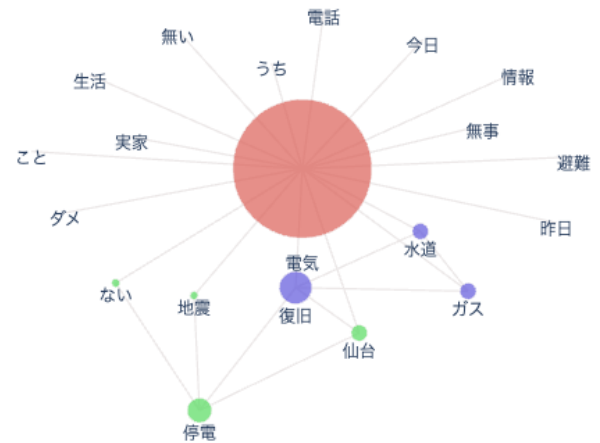


図2 共起ネットワーク

表6 上位3単語のツイート本文の一部(位置情報、日時：省略)

ツイート本文	出現単語
電気が復旧した	電気, 復旧
水道と電気復旧しました。炊き出しに並んでるなう	水道, 電気, 復旧, 炊き出し
地震ビビった(-;-;\nまた停電だし…。	地震, 停電
電気は付いているけど、ガスが止まったさ…	電気
また停電、、、	停電
地震の影響で電気や水道、ガス、いつ復旧するかわかりません。情報を知っている方、よろしくお願ひします	地震, 影響, 電気, 水道, ガス, 復旧, 情報, お願ひ
大塩も停電。	大塩, 停電

ここまでの分析により、「電気」「停電」「復旧」のいずれかを含むツイート情報の本文から、停電や電力復旧の状態や場所を表す単語が使用される傾向にあることを確認でき、ツイート情報から電力停電や復旧のための多くの手がかり把握できる可能性があることがわかった。しかし本研究の分析では、動詞は抽出の対象外としたため、「寝る」「帰る」「使う」のような具体的な行動の傾向は把握できなかった。被災者個人の潜在的な感情や欲求を把握するためには、抽出する品詞に動詞を追加することを検討する必要がある。

また、ここまでの分析では、これらのツイートがいつどこで投稿されたかは考慮していない。次は、それらツイート情報が持つ投稿の日時情報と位置情報に基づいて、停電と電力復旧の空間的な特徴の把握を試みた結果を記述する。

(2) 位置情報付きツイート情報の可視化

東日本大震災では、3月11日の地震による停電と4月7日の余震による停電の2回の大規模停電が発生し、取得した位置情報付きツイート情報の件数を時系列分布から、それらの大規模停電のときに多くツイートが投稿されていることを確認した。ここでは、「停電」「電力復旧」「その他」とラベル付けされた電力インフラに関する位置情報付きツイート(表4)から、各日の停電と電力復旧の実態について、当時の自治体が災害対応に使用した資料内の停電情報と比較することで、その空間的特徴を確認した。

a) 「停電」に関する可視化

3月11日と4月7日に発生した大規模停電について、「停電」とラベル付けされたツイート情報を可視化した結果を図3に示す。ここで可視化した期間は、停電に関するツイート情報が集中した一定期間であり、図にはツイートが投稿された場所、停電に関するツイート本文の一部、日時が含まれている。3月11日の本震後は、被災地の被害が甚大であったため、市町村単位での停電情報の収集は行われず、被災地全体で広域に停電が発生した。4月7日の余震後は、図中のポリゴンの色で示したように、宮城県災害対策本部にて市町村ごとの停電情報が報告されていた。

「停電」に関するツイート情報の可視化の結果、可視化したツイート情報の件数は限られていたものの、両日共に停電発生時間後から数時間の間に、被災地にて停電に関するツイートが被災者個人から発信されたことが確認できる。またツイート情報の多くは都市部である仙台市から投稿されており、停電の実態を位置情報付きツイートが持つ時間情報と位置情報から推定できる可能性が示唆される。また、翌日8日11時の宮城県災害対策本部会議では、仙台市内の停電情報について「調査中」と報告された。ツイート情報から具体的な停電戸数を割り出すことはできないものの、位置情報付きツイートの件数が多ければ、特定の地域の停電情報を推察することが可能であると考えられる。しかし、郊外からのツイートの投稿が極端に少なかったため、その地域の停電の実態を把握することは困難であった。

表7 上位3単語以降のツイート本文の一部
(位置情報, 日時: 省略)

(a) 「ない」や「無い」, 「ダメ」	
ツイート本文	出現単語
ガソリンが無い。電話が通じない。電気が無い。情報が得られない。孤立してしまう。	ガソリン, 無い, 電話, 電気, 無い, 情報, 孤立
最悪だね! 電気が無いのは、かなりきつい。	最悪, 電気, ない, きつい
紫雲さんも無事で本当に良かった。今実家の杉の入で難民生活。まだライフラインが全てダメ。せめて電気が通って欲しい(T_T)	無事, 良い, 実家, 杉の入, 難民, 生活, ライフライン, 全て, ダメ, 電気, 欲しい
(b) 「実家」や「仙台」, 「うち」	
ツイート本文	出現単語
実家のある高砂、中野栄はガス、電気、水、ネットもダメだけど、仙台中心部は電気復活してる。	実家, 高砂, 中野, ガス, 電気, ネット, ダメ, 仙台, 中心, 電気, 復活
仙台停電中。報告書が消えた	仙台, 停電, 報告
うちも停電です。ケガとかなかったものの、もう勘弁して欲しいー	うち, 停電, ケガ, ない, 勘弁,
(c) 「無事」や「大丈夫」, 「良い」	
ツイート本文	出現単語
会社電気使えます。水も大丈夫っぽい!	会社, 電気, 大丈夫
仙台は大丈夫(^o^)/ 電気もついてるよ!	仙台, 大丈夫, 電気
また家の中がガタガタ。停電。でも子供達が寝てくれそう。とりあえず良かった。	ガタガタ, 停電, 子供, 良い
(d) その他の単語	
ツイート本文	出現単語
震度6位らしいです。停電で、PC使え無し、揺れてますが、Twitter位しかすること無い。あ、携帯節電するか。'	震度, 停電, こと, 携帯, 節電
自宅(兼仕事場)が今朝の余震で電気系統が故障し約3時間の停電。PCも使えず、iPhoneも携帯も充電が切れそうっす。。。まだまだ仕事が進まず。こうなると紙と鉛筆がありがたいっす	自宅, 仕事場, 今朝, 余震, 電気, 系統, 故障, 時間, 停電, 携帯, 充電, 仕事, 鉛筆, ありがたい
地震の影響か信号も停電! 被災地は逃げる車なのか? 交通量が多い!	地震, 影響, 信号, 停電, 被災, 交通, 多い

b) 「復旧」に関する可視化

「電力復旧」とラベル付けされたツイート情報が短期間に集中して投稿されていた時間帯である、2011年3月13日夕方-夜と2011年4月7日夜-9日朝のツイート情報を可視化した結果を、それぞれ図4と図5に示す。ここで図中には、ツイートが投稿された場所、停電に関するツイート本文の一部、日時が含まれている。

「復旧」に関するツイート情報の可視化の結果、両日ともに、ツイートが投稿された地点は都市部である仙台市に集中しており、「停電」の可視化の結果と同様に、電力復旧の状況を位置情報付きツイートが持つ時間情報と位置情報から推定できる可能性が示唆される。

また、宮城県災害対策会議資料の停電情報と「復旧」に関するツイート情報の可視化の結果を比較すると、それらに差異があることを確認した。具体的に、図4から2011年3月13日夕方-夜の時間帯に仙台市内で復旧に関するツイートを確認できるものの、翌日3月14日9時時点の災害対策会議資料によると仙台市は「全域停電」となっている。また図5からも同様に、2011年4月7日夜-9日朝の時間帯に宮城県で復旧に関するツイートを確認できるものの、9日夜時点の災害対策会議資料によると仙台市は「調査中」となっている。これら両日も、その後の災害対策会議資料において徐々に電力の復旧が報告されていることを確認した。そのため、位置情報付きツイートにより電力復旧の状況を早期に確認できたことは、Twitterを含むソーシャルメディアのリアルタイム性から生じたものであると考えられる。しかし可視化した両時間帯以外において、郊外から復旧に関するツイートの投稿が極端に少なかったため、その地域の電力復旧の実態を把握することは困難であった。

本研究では、位置情報付きツイート情報に対して、「停電」「電力復旧」「その他」のラベル付けした後に、ツイート情報の日時と場所の情報を使用して、「停電」と「電力復旧」が短時間に集中して投稿されたツイート情報を可視化し、その結果を宮城県災害対策会議資料の停電情報と比較した。その結果、3月11日と4月7日に発生した2回の大規模停電に対して、都市部である仙台市内で停電と電力復旧の実態が位置情報付きツイートから把握できる可能性を示した。また、宮城県の災害対策本部会議で使用された停電情報よりも早く情報を収集できることといった、ソーシャルメディアが持つリアルタイム性の優位性を示すことができた。しかし、郊外から投稿された位置情報付きツイートがなく、停電や電力復旧の実態を把握することは困難であった。また、ツイート情報の本文の中に「仙台市」のような特定の市町村が含まれるにも関わらず、投稿された場所が仙台市ではないツイート情報が僅かに確認できた。本研究では結果に影響がなかったため、特別な対処は行わなかったが、位置情報付きツイート情報を扱う上では注意が必要である。

5. 結論

本研究では、2011年東日本大震災で投稿された位置情報付きツイート情報から、電力インフラに関する投稿を対象として、被災地の停電や電力復旧の実態について考察した。以下に得られた知見を列挙する。

- 被災者が停電や電力復旧のような電力インフラに関するツイートを投稿した際に、その内容に含まれる頻出語や傾向を示した。

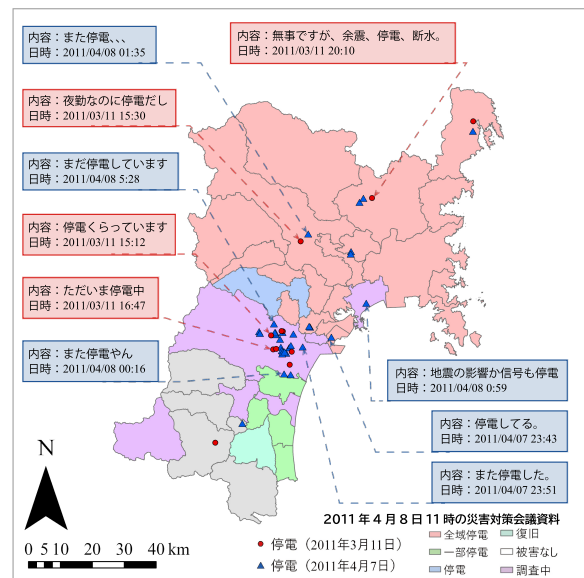


図3 停電情報

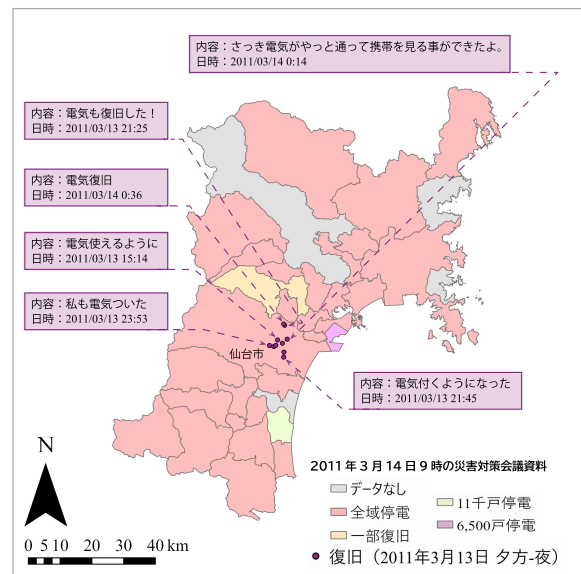


図4 電力復旧情報 [2011年3月13日夕方-夜]

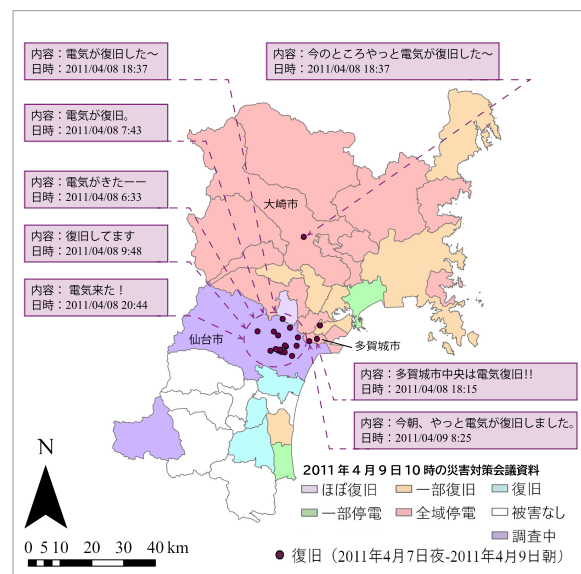


図5 電力復旧情報 [2011年4月7日夜 - 4月9日朝]

- 停電や電力復旧に関するツイート情報には、停電や電力復旧の実態に加えて、携帯の充電不足や信号機の停電による道路渋滞などの他の被害の実態を把握できる可能性を示した。
- 停電発生後や電力の復旧時に位置情報付きツイートが集中して投稿される地域において、電力の実態を把握できる可能性を示した。また、自治体が災害時に意思決定に使用した災害対策会議資料の被害情報と比較することで、ソーシャルメディアのリアルタイム性の優位性を示した。

本研究では、災害時の位置情報付きツイート情報に基づき、停電や電力復旧の実態を把握した。しかし、電力インフラの停電や電力復旧は被災地の状況の一側面に過ぎず、他の重要なライフラインである水道やガスについても、同様に実態を明らかにする必要がある。災害時に最も重要なことは、いかに迅速かつ正確に情報を収集するかである。その点で、位置情報付きツイート情報は貴重な情報源のひとつである。これらのツイート情報を用いれば、個々の被災者の被災状況を、場所と日時と共に知ることができる。これらを大量に集めることができれば、被災地全体の被害状況を理解する一助となる。

本研究では、位置情報付きツイート情報から被害状況を把握することを試みたが、写真と位置情報付きを組み合わせて使用することはさらに有効であると考えられる。しかし、全てのツイート情報が被害状況の把握に有効とは限らない。日常のつぶやきや bot によるツイート、虚偽のツイートなど、被害状況の分析から除外すべきツイート情報を見分ける必要がある。また本研究では、ツイート情報を 1 つずつ目視で判読し、ラベル付けを行った。その際に、いくつかのツイートは、Twitter 特有の用語や文脈、主語の省略、誤字の入力などにより、人間の目で解釈するには問題があった。これらは高度の自然言語処理技術を活用することで解決できる可能性がある。ただし、ツイートの本文中に、「仙台市」のように特定の市町村が明記されているのにも関わらず、投稿された場所が仙台市ではないツイート情報が僅かに確認できた。このような位置情報付きツイート情報は、本研究では特別な対処は行わなかったが、誤った解釈をしてしまう恐れもあるため、慎重に利用する必要がある。

位置情報付きツイートは自治体の停電情報と併用することで、自治体のより包括的な災害対応に寄与できる可能性がある。Twitter のようなソーシャルメディアはリアルタイム性に優れており、適切に被害状況を汲み上げることで、最新の被害情報に基づいた災害対応を議論することが可能である。また被害状況の把握だけでなく、救助情報など位置情報に基づいたツイート情報を取得することで、効率的な災害対策支援が可能となる。

今後、より効率的な被害状況の把握や災害対策の議論、災害対応のためにも、位置情報付きツイートからより正確な情報を取得する技術が求められる。

謝辞

本研究は JSPS 科研費 20K15002, 23H00256 の助成を受けたものです。ここに記して、謝意を表します。

参考文献

- 1) 林秀弥：防災・現在における ICT（情報通信技術）の役割、情報の科学と技術、Vol.70, No.9, pp.440-446, 2020.
- 2) 酒井直樹, 田口仁, 六川修一：災害時にも使えるフェーズフリーな衛星データの利活用, 土木学会 AI・データサイエンス論文集, Vol.4, No.9, pp.9-18, 2023.
- 3) Sato, S., Kure, S., Moriguchi, S., Udo, K. and Imamura, F., "Online Information as Real-Time Big Data About Heavy Rain Disaster and its Limitations: Case Study of Miyagi Prefecture, Japan, During Typhoons 17 and 18 in 2015," J. Disaster Res., Vol.12, No.2, pp.335-346, 2017.
- 4) 総務省, 情報通信白書平成29年版.
- 5) 築地拓哉, 庄司学, 高橋大：2011年東北地方太平洋沖地震における停電被害調査, 地域安全学会梗概集, No.29, pp.83-86, 2011.11.
- 6) Toriumi, F., Sakaki, T., Kazama, K., Kurihara, S., Noda, I. and Shinoda, K. : "Information sharing on Twitter during the 2011 catastrophic earthquake," in Proc. WWW Companion, Rio de Janeiro, Brazil, pp. 1025-1028, 2013.
- 7) Murakami, A., Nasukawa, T., Watanabe, K. and Hatayama, M. : "Understanding requirements and issues in disaster area using geotemporal visualization of Twitter analysis", IBM J. Res. Dev., Vol.64, No.1/2, 10, 2020.
- 8) S. Yamada, K. Utsu, and O. Uchida, "An Analysis of Tweets During the 2018 Osaka North Earthquake in Japan -A Brief Report," in 2018 5th International Conference on Information and Communication Technologies for Disaster Management (ICT-DM), IEEE, pp.1-5, 2018. doi: 10.1109/ICTDM.2018.8636393.
- 9) 鳥海不二夫, 榊剛史, 吉田光男：ソーシャルメディアを用いた新型コロナ禍における感情変化の分析. 人工知能学会論文誌, Vol.35, No.4, F-K45_1-7, 2020.
- 10) Sato, S., Hanaoka, K., Okumura, M. and Koshimura, S. : "Grasp of disaster situation and support need inside affected area with social sensing - An analysis of Twitter data before and after the 2011 Great East Japan earthquake disaster occurring -," J. Disaster Res., Vol.11, pp.198-206, 2016.
- 11) 旧 Twitter 社, 学術研究向け Twitter API, <https://developer.twitter.com/ja/products/twitter-api/academic-research>, 参照 2023年7月23日.
- 12) 総務省消防庁, 公共インフラ及びライフライン等の被害, https://www.fdma.go.jp/disaster/higashinihon/item/higashinihon001_16_03-03-06_01.pdf, 参照 2023年7月23日.
- 13) 宮城県, 東日本大震災災害対策会議, <https://www.pref.miyagi.jp/life/saigaitaisakuhonbukai/index.html>, 参照 2023年7月23日.
- 14) 内閣府, 3月11日の地震により東北電力で発生した広域停電の概要, <https://www.bousai.go.jp/kaigirep/chousakai/tohokukyokun/9/pdf/sub2.pdf>, 参照 2023年7月23日.

(原稿受付 2023.8.26)

(登載決定 2024.1.20)