

災害情報の分類の妥当性の評価

Assessment of Classification of Information for Disaster Situation

馬場 正剛^{*1} 鳥海 不二夫^{*1} 榊 剛史^{*1} 篠田 孝祐^{*2} 栗原 聡^{*3}
 Seigo Baba Fujio Toriumi Takeshi Sakaki Kosuke Shinoda Satoshi Kurihara
 風間 一洋^{*4} 野田 五十樹^{*5} 大橋 弘忠^{*1}
 Kazuhiro Kazama Itsuki Noda Hirotada Ohashi

^{*1}東京大学 The University of Tokyo
^{*2}慶應義塾大学/理化学研究所 Keio University/Riken
^{*3}電気通信大学 The University of Electro-Communications
^{*4}和歌山大学 Wakayama University
^{*5}産業技術総合研究所 The National Institute of Advanced Industrial Science and Technology

During a disaster, it's important to collect information appropriately to save own lives. Under the disaster situation, victims require information which shows place of shelters or danger points. However, it is difficult to collect such local information from mass media, such as TV, Newspapers, which contains information for the general public. On the other hand, social media which can provide that local information is attracting a great deal of attention. In this paper, we propose new method of classification of information for disaster situation spread by Twitter not by using text-mining but by considering retweeted information. Retweeted information means that users of Twitter have interested in the information. Therefore we can classify information that was diffused widely on Twitter to clarify what kind of information is required by victims and construct the retweet-network, basing on the action, retweet. By analyzing the network of similar tweets using clusters which calculated by the Newman method, we classified each tweet from the viewpoint of users who have similar interests.

1. 背景・目的

災害時には避難所や危険な地域などの個人が具体的に必要としている情報を正確に素早く集めることが、身の安全を確保するために重要である。広く一般大衆向けの情報を提供するマスメディアと異なり、ソーシャルメディアは、個人の求める情報の迅速な提供を可能にすると、注目を浴びてきている。

本研究ではソーシャルメディアの1つであるTwitterに注目し、鳥海らの手法 [1] に基づき、テキストデータを使用することなしに、ユーザーのリツイート行動のみに注目し、東日本大震災時にTwitterによって拡散・共有された情報の分類手法を提案する。すなわち、単に言語情報的な類似性に基づくのではなく、ユーザーが今まさに興味を持った故のリツイート行動に着目することで、ツイートデータをネットワーク化し、内容の類似性があるツイートのクラスタリングを行う。更に、本分類手法の妥当性を検証する。

2. 関連情報ネットワークの構築

ある2つのツイートに対して同時にリツイートを行ったユーザーが複数人存在した場合、その2つのツイートには内容の類似性があると推定される。このとき、リツイートしたユーザーの重複度の高いツイート同士をリンクで結ぶことで、内容の類似性に基づいたリツイートネットワークの構築が可能である。なお、ある程度以上の規模で拡散された情報のみを扱うため、今回はリツイートされた回数が100回以上のツイートのみを対象としてリツイートネットワークを構築した。

2つのリツイート rt_i, rt_j のユーザー群 U_i, U_j の重複率は、Jaccard 係数を用いて次のように求められる。

$$O_{ij} = \frac{|U_i \cap U_j|}{|U_i \cup U_j|} \quad (1)$$

重複率 $Q_{i,j}$ が閾値 $th=0.05$ 以上の2つのリツイートをリンクで結ぶことで、ネットワークを構築した。また、他のリツイートとリンクで結ばれてないリツイートすなわち独立したノードは、今回は分析の対象から除外した。リツイートされた回数が100以上のリツイートの内、重複率 O_{ij} が $th = 0.05$ 以上のペアを持つリツイートは11,494件であった。ここで、得られたネットワークを図1に示す。得られたネットワークは、リツイートをノード及び重複率の高いリツイート同士をつなぐリンクによって構築されたネットワークである。下部にはノード数が少ないコミュニティが存在する一方で、ノード数が非常に多いコミュニティが上部に存在している。

3. リツイートのクラスタリング

3.1 リツイートネットワークに基づく情報のクラスタリング

ここで、前章で得られたコミュニティに対して、更に細かい話題毎に基づいたクラスタを得るためにクラスタリングを行った。クラスタリング手法には Modularity を基準とする Newman [2] 法を用いた。

3.2 クラスタリング結果

クラスタリングを行った結果、2001件のクラスタが得られた。得られたクラスタ毎の話題をテキストデータを用いて確認したところ、クラスタ毎にある程度話題は限定されており、クラスタリングはおおむね成功していたといえる。ここで、ノード数が上位5件のクラスタの主な内容を表1にまとめる。

連絡先: 馬場正剛, 東京大学工学系研究科システム創成学専攻, 〒113-8656 東京都文京区本郷 7-3-1 工学部 8 号館 526, TEL: 03-5841-6991, E-mail: baba@crimson.q.t.u-tokyo.ac.jp

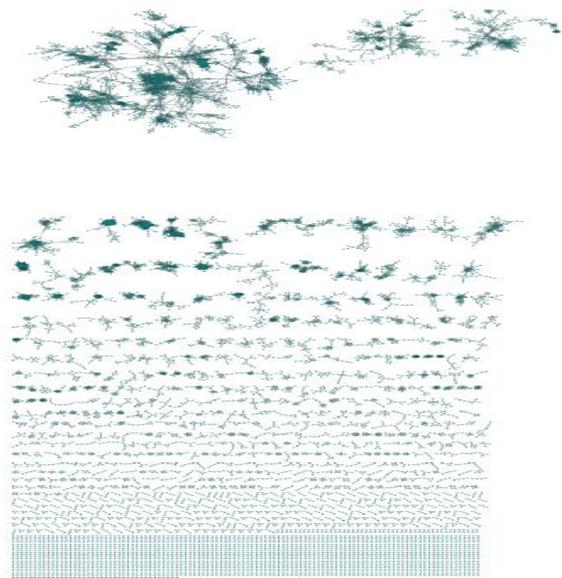


図 1: リツイートネットワーク

ノード数が下位のクラスタも含めて全クラスタを確認したところ、その内容はクラスタごとに概ね統一されていた。例えば、

- 避難所の案内や被災地の人々への生活のアドバイス
- 震災直後の電車の復旧情報
- 東京電力の対応への意見
- 放射線に関する情報
- 励ましのメッセージ
- 節電の呼びかけ
- 海外からの支援に関する情報
- 各種チャリティイベントの告知
- 義捐金・募金に関する情報
- 行方不明者の捜索願い
- 原子力発電への意見

といった内容を含むクラスタが存在した。また、震災情報に関係のない、有名アニメに関する情報、キャラクターの台詞・名言、テレビ番組に関する情報などをそれぞれまとめたクラスタも多数存在した。これはリツイートしたユーザーの興味に従ってクラスタリングされた結果だといえる。

一方で、内容の類似性はあまり認められず、著名人の発言をまとめたクラスタも存在した。例えば、有名バンドボーカルの発言をまとめたクラスタなどである。これは、著名人はフォロワーが多いため、著名人の発言はリツイートされやすく、クラスタを形成しやすいためだと考えられる。同様の理由で著名人がリツイートしたツイートもフォロワーによってリツイートされやすい。よって著名人へのリプライを著名人がリツイートすることで、著名人へのリプライも広まりやすく、実際に著名人へのリプライをまとめたクラスタも多数確認された。

4. クラスタリングの妥当性の評価

4.1 ハブアカウントの影響

3.2 節で確認したように、おおまかには内容の類似性に基づいたクラスタリングは成功したといえる。一方でフォロワーが多いハブアカウントによって形成されたと考えられるクラスタも多数存在する。ハブアカウントのツイートは多くのフォロワーによってリツイートされやすく、クラスタを形成しやすい。そこで、ハブアカウントによるクラスタ形成への影響を調べるために、平均情報量を用いて、各クラスタの発信者と受信者の

表 1: ノード数上位 5 件のクラスタ

	ノード数	主な内容	主な発言者
1	476	避難所での生活諸注意やボランティアの募集	朝日新聞社会部
2	271	計画停電に関する情報	NHK 生活情報部
3	257	東京電力や政府関係者の対応に関する情報や批判	政治家, 一般ユーザー
4	244	励ましメッセージや募金の情報	有名俳優
5	212	放射線に関する情報	東大病院放射線治療チーム, 大学教授

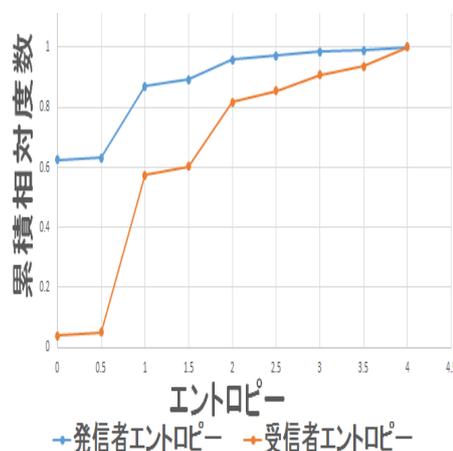


図 2: エントロピーの累積相対度数

集中度, すなわち発信者エントロピーと受信者エントロピーを評価した。平均情報量が高いクラスタとは、様々な発信者・受信者で構成されるクラスタである。 p_i を各クラスタにおけるユーザー i の存在確率として、平均情報量は以下のように表される。

$$H(A) = - \sum_i p_i \log p_i \quad (2)$$

各クラスタ (ノード数 N) における発信者エントロピーは、 $p_i = (\text{ユーザー } i \text{ の投稿数}) / N$ として計算した。また、受信者エントロピーは、 $p_i = (\text{ユーザー } i \text{ へのリプライ数}) / N$ とし、リプライツイートでないノードにはそれぞれ仮想受信者を設定し、各々の存在確率を $p_j = 1/N$ とした。ここで、発信者エントロピーと受信者エントロピーを求めた結果を図 2 に示す。図 2 からわかるように、大部分のクラスタは各エントロピーが 1.0 以下、すなわち、少数のユーザーの発言やリプライをまとめたクラスタである。

4.2 妥当性評価のための被験者実験

前章で得られた各クラスタが内容的に類似性を持っているかどうかを確認するとともに、発信者・受信者エントロピーの各

表 2: 得られたクラスタ群のノード数

クラスタ群	クラスタ数
①: 本手法で得られたクラスタ群	2001
②: 発信者エントロピーと受信者エントロピーともに閾値 $th = 1.0$ より高いクラスタ群	204
③: ①のクラスタ群から②のクラスタ群をのぞいたクラスタ群	1797

値の差はクラスタの内容の類似性に影響を与えるのかについて被験者実験で検証をした。

実験の形式は、2つの選択肢を用意し、被験者が適切な選択肢を問題文から判断して選択する形式である。問題の構成は、問題文に、あるツイートのテキストを掲載し、2つのツイートのテキストを選択肢として用意する。そして、問題文のツイートと、内容の類似性がより顕著に見られる方の選択肢を選んでもらう。2つの選択肢は、

- 問題文のツイートと同じクラスタに属するツイート
- 問題文のツイートのクラスタとは別のクラスタに属するツイート

とした。被験者は14名であり、1問当たり7名に回答してもらい、過半数である4名以上が問題文のツイートと同じクラスタ内の選択肢を選択できたのならば、その問題の評価を「正答」とした。すなわち、正答とはその問題への、本手法と被験者によるクラスタ内外の判定が一致しているという意味であり、一致率が高ければ、本手法は内容の類似性が見られる分類手法であると言える。また、発信者エントロピーと受信者エントロピーの各値の差による内容の類似性への影響を検証するために、表2のように各クラスタ群を用意した。また、問題数は各クラスタ群当たり100問とした。被験者実験の結果を図3に示す。

エントロピーが低いクラスタの方が内容の類似性が向上することがわかった。すなわち、同じ話題についての情報を収集する際は、単一の話者から情報収集の方が効率的なのがあった。一方、同じ話者の発言をまとめた複数のクラスタがあり、それらはクラスタ毎に話題が分かれているのを確認した。例えば、脳科学者の発言だけをまとめたクラスタが複数存在していたが、原子力発電に関する話題、政治批判、教育に関する話題、と話題毎にクラスタが分類されているのを確認した。これは、

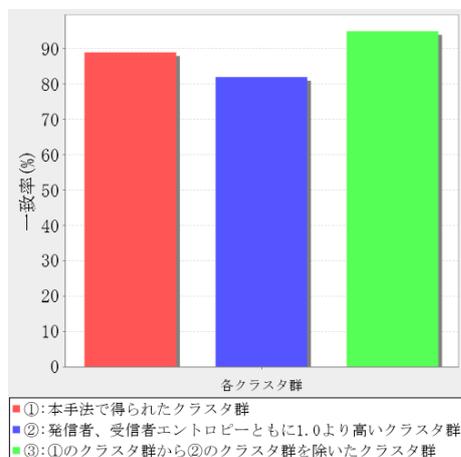


図 3: 各クラスタ群の正答率

表 3: 各クラスタ群の正解人数の度数分布

正解人数	①	②	③
0	0	1	1
1	5	1	0
2	2	10	2
3	4	6	2
4	4	2	3
5	8	6	5
6	15	19	28
7	62	55	59
6人以上	77	74	87

単一の話者の発言が、ユーザーの話題毎への興味に従って正しく分類されたためである。

また、この2択問題の性質上、問題文のツイートと選択肢のツイートの投稿者が同じ場合、話題と文体が似やすいため、選択肢として選ばれやすくなる。だが、問題文のツイートと選択肢の投稿者が違うであろうクラスタ群②においても一致率が80%を超えているのは、内容の類似性があるからと言える。

ここで、各クラスタ群の正解人数の度数分布を表3に示す。

これより、いずれのクラスタ群においても大半の問題で6人以上の回答者が同じクラスタ内の選択肢を選択していることがわかる。すなわち、どのクラスタの大部分は、万人から見て内容の類似性が確認できるといえる。

5. 形成されたクラスタの考察

ある出来事が発生すると、そこから一定の期間はそれに関することへ世間の関心が向きやすい。そこで、1時間あたりの各クラスタのノードの投稿数を整理することで、どのような特徴があるか明らかにした。

そこで、ノード数が上位100件の各クラスタのノードとなったリツイートが1時間当りに投稿された数を集計した。その中で特徴的な結果であったクラスタを以下に示す。

5.1 クラスタ1(避難所での生活諸注意やボランティアの募集)

クラスタ1の主な内容は「避難所での生活諸注意やボランティアの募集」である。図4より、このクラスタは3/15以降のリツイートで主に占められていることがわかり、特に3/17~19にピークを迎えている。これは、3/11の震災の直後ではなく、数日経過後に、避難所での生活についてや、ボランティアについて世間の関心が向いたためだと考えられる。

5.2 クラスタ2(計画停電に関する情報)

クラスタ2の主な内容は「計画停電に関する情報」である。図5より、このクラスタは3/15以降のリツイートで主に占められていることがわかり、特に3/15~17にピークを迎えている。これは、3/15以降に計画停電を行うことを総務省が3/14に発表を出したため、このようなピークを迎えたと考えられる。また、18日以降も投稿数の減衰が見られないのは、計画停電に絶えず世間の関心が向いているためだと考えられる。

5.3 クラスタ3(帰宅困難者の受け入れに関する情報)

クラスタ3の主な内容は帰宅困難者に関する情報である。図6より、このクラスタは3/11以降のリツイートで主に占めら

れていることがわかる。特に3/11夕方～深夜に非常に期間が短いピークを迎えている。これは、震災により交通網が麻痺した影響によって、自宅への帰宅が困難になった人々が多数存在し、帰宅困難者受け入れ先に世間の関心が向いたため、このようなピークを迎えたと考えられる。

5.4 クラスタ4(津波に関する情報)

クラスタ4の主な内容は津波警報に関することである。3/11の15時から16時の間に8件、16時から17時の間に投稿された計15件のツイートによって構成されたクラスタである。震災発生直後に津波情報へユーザーらの関心が向いたため、このような局所的なピークを迎えたと考えられる。すなわち、まさに津波に関する情報をユーザーが必要としている際に形成されたクラスタといえる。

5.5 考察

ある出来事が発生すると、そこから一定の期間はそれに関することへ世間の関心が向きやすく、ユーザーがその時に必要とする情報に基づいてクラスタが形成しやすいことがわかった。また、話題の変遷として、震災直後は地震や津波に関する情報をまとめたクラスタが多く、数日経過後は避難所に関する情報、放射線に関する情報、募金に関する情報などをまとめたクラスタが多いことがわかった。これはユーザーらの興味の変化によるものだと考えられる。

6. 結論

本研究では、情報転送者を考慮した関連情報ネットワークを用いて、震災時にTwitter上で共有・拡散されたツイートのク

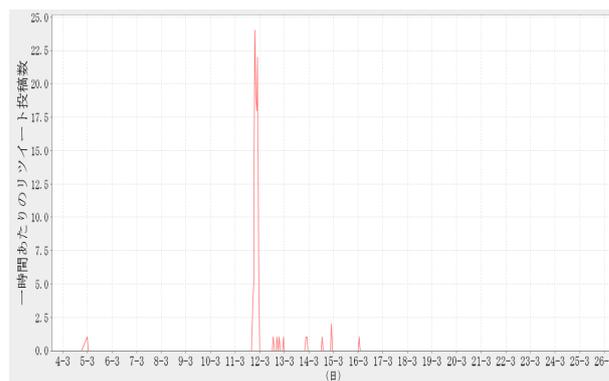


図6: クラスタ3のノードの時間分布

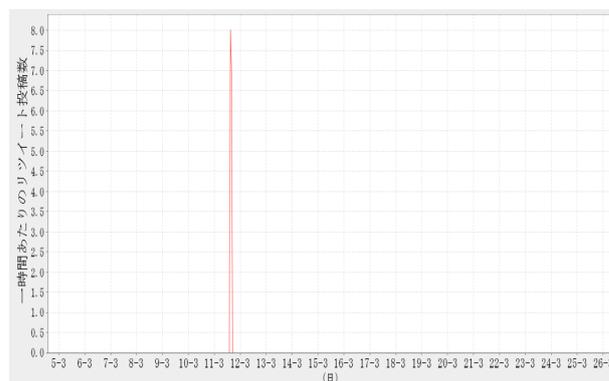


図7: クラスタ4のノードの時間分布

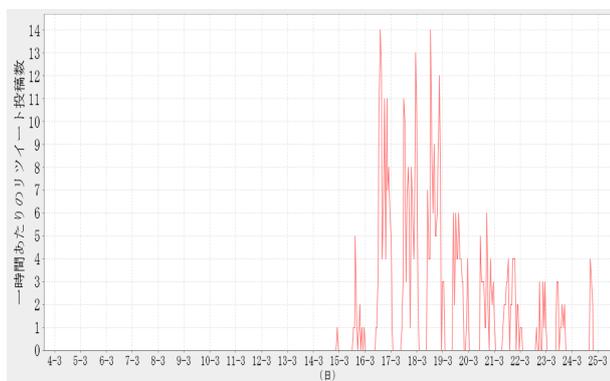


図4: クラスタ1のノードの時間分布

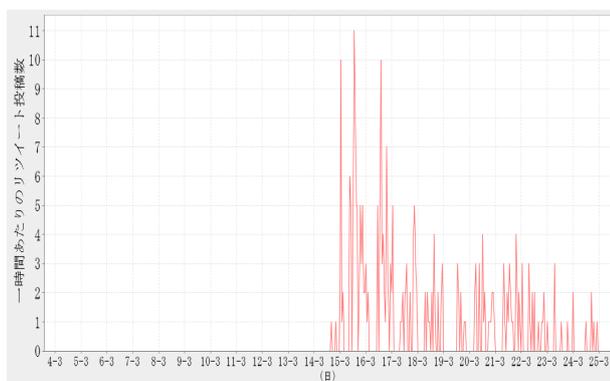


図5: クラスタ2のノードの時間分布

ラスタリングを行った。それぞれのクラスタは、著名人やマスメディアなどをハブとして、情報がまとめられていることを確認した。クラスタリングの妥当性を検証するために、被験者実験を行った結果、得られたクラスタの80%以上に内容の類似性が見られることを検証した。更には、同じ話題の情報収集には単一の話者から収集することが効率的なことから、複数の話者が混在するクラスタにおいても、話題が一致することから、クラスタリングが内容の類似性に基づいて適切な分類が行われていたことを確認した。

今後の課題としては、フォロワーネットワークを用いた情報の伝播分析、情報の信頼性と伝播との相関関係の分析などが挙げられる。

7. 謝辞

本研究を行なうにあたり、ツイートデータの収集に協力していただいたクックパッド株式会社の兼山元太氏に感謝する

参考文献

- [1] 鳥海不二夫, 篠田孝祐, 榊剛史, 栗原聡, 風間一洋, 野田五十樹: ネットワーク構造に基づく災害情報の分類 (2013)
- [2] M. E. J. Newman: Modularity and community structure in networks (2006)