

# SNS を用いた大規模災害発生後の交通政策 に対する住民感情抽出手法に関する基礎的研究

渡邊 芳樹<sup>1</sup>・神田 佑亮<sup>2</sup>

<sup>1</sup>学生会員 呉工業高等専門学校 専攻科 (〒737-8506 広島県呉市阿賀南 2-2-11)  
E-mail: S19-hrtd@sd.kure-nct.ac.jp

<sup>2</sup>正会員 呉工業高等専門学校教授 環境都市工学分野 (〒737-8506 広島県呉市阿賀南2-2-11)  
E-mail: y-kanda@kure-nct.ac.jp

本研究は、交通施策の早急な展開が課題である大規模災害発生時において、SNS から抽出した「交通サービス」に対する住民感情を交通施策の進展に応じて分析したものである。

Twitterを対象に、平成30年7月豪雨災害により広域的に道路交通インフラが被災した広島県内の公共交通確保策に関するキーワードで抽出したツイートを、自然言語処理により定量的に分析し、感情を抽出することで災害時の交通施策に対するフィードバックを得ることを目的に分析を行った。具体的には、ツイートを形態素解析し、Plutchik(1980)が提唱した感情理論モデルに基づき、動詞・形容詞に限定し、感情極性値を付与した上で、文章毎の感情極性値を算出した後、フェーズ毎の感情極性値を算出し、評価した。結果として、投稿者の感情は交通網の変遷に応じて変化していることが検出された。これにより、SNSで発信された情報が災害による大規模交通障害に対する交通施策を講じる際の施策決定等のマネジメントにおいて、有益な参照情報であることが示された。

**Key Words :** *Traffic in case of disaster, public policy, social networking service, residents' feelings, NLP*

## 1. はじめに

住民にとって確実に利用できる交通手段の確保は重要である。交通の機能を確保するためには、常時より高速道路や一般道、鉄道等の交通インフラをソフト・ハードの面から対策を講じていくことは勿論のこと、災害時等の緊急時にも交通手段が通常時と同等のサービスで機能することが望ましい。しかしながら、災害により予期せぬタイミングや想定以上の規模で交通手段は遮断されてしまうことが、近年頻発している。災害時の交通の突然の断絶は、平常時の交通状況とは大きく異なり、被害の現状と課題を把握し、対応策を迅速に検討・展開することが求められる。

このような緊急時の交通において考慮すべき課題は少なくとも2つある。1点目は、住民、関係者の移動ニーズに対応した交通施策を速やかに講じることである。災害時の交通に対するニーズを住民、関係者から得た上で施策を展開するとともに、特に「(広義の)被害者の感情」にも配慮することが求められる。通常時であれば住民等

のニーズを把握する方法として、一般的にはアンケート調査が用いられるが、災害が発生した直後では、災害時の非常に現場が混乱している中で、実施体制面、迅速性、また特に被害者感情の面でも適切な方法であるとは必ずしも言い難い。

2点目は効率的かつ確実な交通情報の拡散である。災害時等の緊急時には交通状況は度々変動する。その情報を一刻も早く知りたい利用者のニーズに対応し、情報を早急かつ幅広く拡散し周知しなければならない。そのような面では、TwitterやFacebook等のSNSサービスが有効な手段と認識され、災害情報の発信にも実装されつつある。例えば、中国地方で約7割(H29時点)の自治体がSNSを活用した災害情報の発信を行っている<sup>1)</sup>。

筆者らは、平成30年7月豪雨において、JR在来線(呉線)、都市間自動車専用道路が長期通行止めとなり、公共交通での往来が困難となった広島市~呉市間において、応急的な公共交通サービス確保のための検討および展開などの一連の災害時交通マネジメントに携わった<sup>2)</sup>。その際、施策に対する市民の反応について、実際にSNSで

の投稿も参考にしつつ展開した。本研究では、平成 30 年 7 月豪雨での災害時交通マネジメントおよび、その反応を SNS で把握した実践により得た知見を基に、災害発生後の施策展開による反応を迅速に把握できる手法の開発を目的に、SNS テキストデータを自然言語処理を用いて分析し、今後同様の災害への活用可能性を考察する。

## 2. 既往研究・事例のレビュー

大規模災害時に於いて、発生から復旧・復興まで、情報収集や発信は一貫して重要性が高い。中でも、SNS に関する研究は、災害時の動向に即して展開されてきた。本節では、災害時 SNS の活用方法を検討した研究、災害時に限らず SNS や新聞等のテキスト情報から投稿者や筆者の感情の抽出を試みた研究、この 2 つに関して取り纏める。

### (1) 災害時の SNS 活用方法を検討した研究

災害時の SNS に関して注目を集めるようになったのは、2011 年 3 月に発生した東日本大震災以降のことであり、その後の 2016 年の熊本地震や 2018 年の北海道胆振東部地震等においても様々な分析が成されており、関連研究は数多く報告されている。

災害時に SNS の活用方法を検討する上で、その基本特性を整理した研究では、加納(2011)<sup>9)</sup>は、Twitter 上での発言を対象に、「地震」「震災」「津波」を含むツイートを Tweet Sentiments を用いて、発言（ツイート）の量、傾向を分析し、甚大な被害を受けた地域のツイートが多いことを明らかにしている。また、三浦(2012)<sup>10)</sup>は、人間の情報行動の特徴を分析している。ユーザーは自らの抱く強い不安感情を多く開示し、自らの得た情報を他者と共有しようとしていたことを明らかにしている。同様に、三浦ら(2016)<sup>11)</sup>は、緊急事態における人間行動を捉えることを目的として、ネガティブ感情、あるいは活感情語を含むツイートが多かったことを明らかにしている。

こうした特性を踏まえ、SNS 活用方法を検討した研究としては、勝田ら(2013)<sup>12)</sup>は、Twitter から救助要請の内容を収集・分析することで、救助資源配分に必要な被災地の状況を迅速に把握する方法を検討している。結果として、救助要請情報を抽出し、内容を地図上にマッピングすることで、救助資源配分に必要な情報を迅速且つ分かり易く取得出来る事を確認した。また、高木ら(2014)<sup>13)</sup>は、Twitter の GPS 機能を用いる事で避難状況を容易に把握出来ること考えた背景から、位置情報を用いたハザードマップを開発することを試みている。結果として、周辺の被害状況を容易に把握出来ることが、より安全に避難出来ることに繋がるとしている。

他方、河邊ら(2014)<sup>14)</sup>は、災害時の鉄道運行情報提供の即時性向上を図る為、通常時の全国の鉄道路線運行情報を対象に、SNS に投稿された情報からリアルタイムの運行情報をユーザーに提供するシステムの構築を試みている。これらは、災害を題材に SNS との関係性から論じたものである。これらの研究は、東日本大震災を契機として得られた知見をより有効活用しようと試みるものが多かった。

### (2) テキスト情報から感情の抽出を試みた研究

新聞やニュース、WEB サイト、更に SNS 投稿からテキスト情報を得て、投稿者や筆者の感情を推定する関連研究も、数多くなされている。

SNS 以外を対象に実施した研究に関して、高村ら(2006)<sup>15)</sup>は、文章中の複数語から成る感情極性は、その構成語の感情極性を単純に合算するだけでは算出が困難であることから、毎日新聞の記事を対象に、感情極性を算出する為の隠れ変数を導入したモデルを提案している。結果として、隠れ変数を導入したモデルは評価表現分類において、高い正解率を得ることが出来ることを明らかにしている。しかしながら、出現頻度が低い単語への対応が課題として挙げられる。同様に、菅原ら(2009)<sup>16)</sup>は、ニュース記事 [YOMIURI] を対象に、日本語テキストから感情を抽出する手法を提案している。本手法の特徴として、入力テキストを語・句・文レベルと段階的に抽出を行っている点である。データベース内の感情関係語が充分ではない結果、感情を抽出出来ないことの例が目立っている。課題として、複数の語句で感情的意味を成すケースを分析することを挙げている。

上谷ら(2016)<sup>17)</sup>は、価格.com、トリップアドバイザー、食べログのロコミを対象に、印象量を算出し、各サイトに適した印象量の表現方法の考察を行っている。結果として、既存の感情語辞書よりもロコミ分析に適した辞書の構築に成功している。更に、印象量を取り扱うことによって、対象物の特徴や印象をより明確にすることも可能にしている。

一方、SNS を対象に分析した研究に関しては、内藤ら(2012)<sup>18)</sup>は、Twitter において、社会的事象に対するコメントに共感させ、自発的な発言を促進させることを目的とした分析を行っている。ニュースや事件等の社会的重要性が高いコンテンツに関連する Tweet（感情語を含む 1,500 件）を対象に、感情語を含むツイートと感情語を含まないツイートは、どちらが共感出来るか（共感コメントを得られるか）を調査した。結果として、コメント中に感情語を含む方が共感が促進される事を明らかにした。同様に、山内ら(2012)<sup>19)</sup>は、Twitter で流行している、TV を見ながらツイートをして他視聴者と感情を共有する現象に着目して分析を行い、番組関連の Tweet を解析

することで、録画された番組に対する視聴者の感情を推定することを試みている。結果として、提案したモデルの感情推定精度は一定程度得られたと結論づけている。一方、課題として、感情語だけではなく、「すごく」「少し」等の程度を表現する副詞による重み付けを行い、精度を向上させていくことが挙げられる。

三和ら(2014)<sup>14)</sup>は、2714 件の tweet を対象に、「感情語辞書」と副詞表現に着目した「影響値辞書」を作成することで、tweet 毎の感情を判定することを試みている。結果として、文章中の感情語の位置と副詞表現の重み付けを考慮することで、感情推定精度を向上させている。

その他、日英対訳辞書を用いた分析(佐伯ら(2003)<sup>15)</sup>)、マイクロブログコンテンツに関する分析(桑原ら(2009)<sup>16)</sup>)も行われている。

以上のように、テキスト情報から投稿者や筆者の感情を抽出しようとした研究は数多く報告されている。

こうした中で、一般的な感情抽出手法としてよく用いられているのが、1980年に Robert Plutchik が提唱した「感情理論モデル」<sup>17)</sup>を適用した手法である。このモデルに基づき人間の感情の推定を試みた研究も多い。例えば、田口ら(2014)<sup>18)</sup>は、Twitter の「通常投稿(ツイート)、非公式リツイート、メンション、リプライ」を対象に、Plutchik 感情理論モデルの 8 つの基本感情を用い、大衆が抱く感情の時系列変化を「感情天気図」と称し、視覚的に表現することを行っている。結果として、実データの適用により、有用性を確認している。杉本ら(2015)<sup>19)</sup>は、価格.com、coneco.net、トリップアドバイザーの 3 つの Web サイトに投稿された口コミを対象に、Plutchik 感情理論モデルを用いて感情語の分類を行っている。結果として、提案した感情分類では、個々の対象物の感情傾向について、各カテゴリのばらつきが大きくなっていることから、感情傾向がより特徴を持った状態で得られることを明らかにしている。加えて、魚住ら(2018)<sup>20)</sup>は、ネガティブな感情を生起する要因を収集し、言語表現上では表現し切れない「皮肉表現」を検出している。

桂ら(2018)<sup>21)</sup>は、ニュース記事を対象に、記事に内在する感情を抽出するシステムの構築を試みている。結果として、感情分類に既存の言語資源を用いるだけでなく、単語をカテゴリ別にアノートする事で解析精度を向上させていることに成功している。また、武内ら(2019)<sup>22)</sup>は、自動的に多数の感情を推定する手法の提案を行い、単語と感情の情報を結び付けた辞書の構築を行っている。結果として、特定の感情が強すぎる場合や、感情語の使い方が難しい場合には、感情推定精度が十分に発現しないとしている。課題として、辞書規模の拡大、学習頻度の低い単語の学習の底上げを行い、解析精度の向上を挙げている。

### (3) 既往研究を踏まえた本研究の位置付け

以上、関連研究を整理した。SNS は、災害発生後に被災地の状況をリアルタイムに発信する上で重要な役割を果たしており、現在では大規模災害時の情報発信ツールとして定着してきている。一方で、住民の感情や反応をリアルタイムに捉えること事も可能であり、緊急を要するものの慎重な対応が求められる災害発生後の交通施策の検討と実行に役立つ為、SNS 投稿から災害時の交通に関する住民感情の分析をすることにより、災害時の交通施策の中でニーズにフィットした策、改善の余地がある施策等を割り出せると考えられ、今後の災害復旧に活用できると思われる。しかしながら、このような目的で分析を試みた研究は筆者の知る限り無い。

このような背景から、本研究では、平成 30 年 7 月豪雨災害により大規模な交通障害が生じた広島〜呉間の公共交通輸送について、7 月初頭から翌月 8 月末までの Twitter の投稿テキスト情報(ツイート)ビッグデータを活用し、災害発生当時の SNS 投稿者の感情を推定する事とする。また本研究は、SNS 投稿を対象に災害時の「交通サービス」にフォーカスし、災害時交通施策のフィードバックを得る目的で、投稿者の感情推定を行っている点で意義があると言える。

## 3. 分析手法

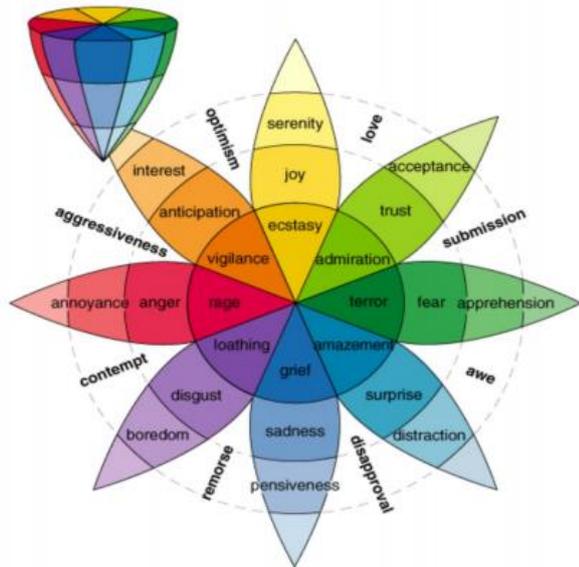
### (1) 分析の考え方

ツイートテキストデータを用いて投稿者の感情を抽出し、分析することにより、当時の交通施策、交通サービスに対する満足感や、不満等の住民感情を検出可能であるという仮説のもと、その投稿を詳細に考察していくと、豪雨災害当時にとられた施策の良い点、改良点を見出し、将来同様の災害時に活用できる可能性が高い。加えて、その分析手法が確立され、迅速に分析ができる様になれば、災害対応の現場において施策の評価とさらなる対策の検討・実施をよりの確にすることが期待でき、被災地の住民の行動制約の迅速な緩和に繋がり得るであろう。

このような観点から、災害時の SNS 投稿を自然言語処理アプローチにより解析することで、定量的に住民感情を分析し、そして、その投稿内容の詳細を質的に分析していくことで、投稿者の詳細なニーズ、意識を抽出する。総じて、住民ニーズを把握する上で、合理的且つ的確な分析を可能とした。

### (2) Plutchik 感情理論モデル

人間の感情・情動に関しては、心理学に資する領域で既に数多くの研究が成されている。中でも、本研究で用

図-1 感情の環 (R.Pultchik) <sup>23)</sup>

いるPultchik感情理論モデルに関する詳細を記述する。Pultchikによれば、人間の感情は8つの一次感情（喜び、信頼、驚き、期待、恐れ、悲しみ、嫌悪、怒り）で構成されていると考えた。そして、これら一次（基本）感情の強度と組み合わせで、多岐に渡る混合（派生）感情が生成されるとしている。人は立体的な感情構造を持っていると想定している。以上より、人間を含む動物の感情に関して、構造的に且つ視覚的に言及していることから、本研究では本理論を用いて、感情分析を実施することとした。

### (3) 分析の枠組み

本研究では、三和ら(2014)<sup>14)</sup>や上谷ら(2016)<sup>11)</sup>の手法を参考に、SNSでの投稿を定量化する。具体的には、感情を表現している単語で構成される「感情語辞書」と文章の強弱表現である副詞のみで構成される「影響値辞書」を作成することにより、ツイートの感情極性値を算出する。三和らは文章中の感情語の単語位置を考慮しない手法、単語位置を考慮した手法、単語位置・強弱表現を考慮した手法、の3つの手法を提案している。また、上谷らは、選定した語彙を「喜び」「楽しさ」「安心」「好き」「驚き」の5つの感情カテゴリに振り分け、印象量（=単語数）を算出している。そして、印象量が最大となったカテゴリの感情値で、各感情の印象量を除することによって、文章の特徴量を、最大を1とする比率で算出している。

表-1 感情点数決定詳細

パターン	2人選択時(点)	3人選択時(点)
1	0.5	1.0
2	1.0	1.0

本研究では、三和らの手法における「感情語辞書」を作成し、文章毎の感情極性値を算出する点と、上谷らの手法における各感情カテゴリの特徴量を比率で評価する点を取り入れて、感情抽出・定量化を行う。分析手順の概略は、まず、ツイートを単語に分解し、形態素解析した後、感情語辞書を作成し、その後、文章毎に感情極性値を算出する。その後、本研究で設定したフェーズ毎に感情極性値を評価する。そして、災害時の交通政策に対する住民感情を抽出する目的で確立を図った手法の活用可能性に関して考察する。

### (4) 分析の具体的手順

#### a) 収集したツイートを形態素解析

第1段階として、形態素解析プログラム「Web茶まめ<sup>24)</sup>」を用いて、ツイート本文に対し、形態素解析を実施する。その後、品詞を「動詞」「形容詞」に限定して抽出する。

#### b) 感情語辞書作成

##### ・感情極性の決定

(1)で抽出した「動詞」「形容詞」について、感情極性を決定する。客観性を持たせる為に3人（20代男性、20代女性、40代女性）に協力を依頼し、単語1つ1つについて、Pultchik感情理論モデルの8つの基本感情に基づき、感情極性（8つの基本感情のうちから1つの感情種類）を決定した。

##### ・感情点数の決定

点数の決定は、2パターン実施した。具体的な方法として、形態素解析した単語を見て、その感情カテゴリを選択した人数の相違により点数を決定していった。詳細を表-1に示す。パターン1は、2人が同じ感情を選択した際にはその単語の持つ感情の強さは3人の時と比較して弱まるものと考え、点数に強弱を付けた。他方、パターン2は、3人中2人以上選択した際には、過半数選択したということから単語は全て同等の感情の強さを持つものとしてカウントした。

#### c) 再度形態素解析し、ツイートを分かち書き

1, 2段階で、感情語辞書（総単語数 171）を作成した。そして、本段階で再度ツイート本文に対し、形態素解析を行う。この際、形態素解析器「Mecab」を用いて解析した。これは次の段階で、ツイート本文と感情語辞書を照合する際に、相違なく機械的に照合することを可能とする為に行う段階である。

d) 分かち書きツイートと感情語辞書を照合し、文章毎の感情極性値を算出

前段階で分かち書きしたツイートと作成した感情語辞書を照合する。感情極性と感情点数を付与した形容詞、動詞を照合することにより、文章中に含まれる感情語を探索する。次に、文章毎の感情極性値を算出する。本研究では、感情極性値=各単語極性値/文章の感情極性値合計、で評価した。

$$S_{ij} = C_{ij} / \sum_{k=1}^8 C_{ik} \quad (1a)$$

S<sub>ij</sub>=文章 i, 感情カテゴリ j の感情極性値

C<sub>ij</sub>=該当感情カテゴリの感情点数

e) 最終感情極性値算出（フェーズ毎）

上記で算出した感情極性値を、本研究で設定したフェーズ毎の平均を取ることによって評価した。そして、交通網の変遷に伴う住民感情の変化の様子を分析した。

4. 分析対象

(1) 対象とする大規模災害（概要）

本研究の対象とする平成30年7月豪雨災害は、西日本を中心に広い範囲で記録的な大雨となり、1府10県に特別警報が発表されると共に、各地で河川の氾濫や土砂災害が相次ぎ、1府13県で200名を超える死者・行方不明者が発生する等甚大な被害が発生した<sup>26)</sup>。本災害は、土石流や洪水氾濫等が複合的に発生し、広域的且つ深刻な被害をもたらす「相乗型豪雨災害」であることが最大の特徴である。とりわけ広島県内では、道路・鉄道の交通インフラが断絶等の被害を被ったことにより、広島～呉間の公共交通輸送に大規模な交通障害を生じさせた<sup>26)27)</sup>。

(2) 対象期間とデータ収集

分析の対象とするSNS投稿データは、平成30年7月豪雨が発生した期間で、7月1日から8月31日までの2ヶ月間のTwitter投稿を対象とし、災害時BRT等の公共交通輸送確保策に関連する6つのキーワード「31号線(317件)」「クレアライン(548件)」「呉線(451件)」「代行バス(314件)」「災害時BRT(157件)」「緊急輸送バス(44件)」を文章中に含む投稿を抽出した。抽出の結果、合計1,831件の投稿が得られた。

そして、大規模な自然災害の発生後は、発生から被災地の状況は刻々と変化する。災害発生直後には人命救出や被害状況把握が最優先となり、通勤・通学等の生活交通行動の殆どは一旦停止する。その後次第に復旧し、人々の日常生活や経済活動が徐々に再開する。また被災

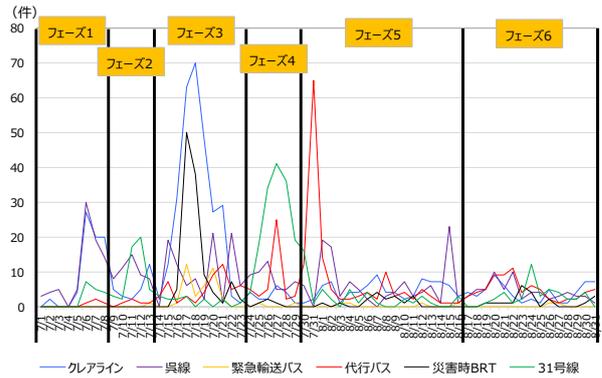


図-2 Twitterによる話題推移検証

表-2 分析対象時期のフェーズ設定

フェーズ	フェーズ名称	期間
1	発災前	7/1~7/8
2	交通寸断・主要道路一部復旧	7/9~7/13
3	交通施策第1段階(災害時 BRT 輸送)	7/14~7/23
4	交通施策第2段階 (坂本線料金所バスレーン)	7/24~7/29
5	交通施策第3段階 (JR 呉線:坂～海田市駅運転再開, 一般道バスレーン設置)	7/30~8/16
6	交通施策第4段階 (JR 呉線:広～呉駅運転再開)	8/17~8/31

状況に応じて交通状況が段階的に復旧する。

以上を踏まえ、平成30年7月豪雨が発生した月である7月の初期から、8月最後までの投稿について、災害発生後の時期や交通体系の変化に応じてフェーズを設定して以後、分析を実施した<sup>28)</sup>。日毎のTwitter投稿件数推移を検証した結果（図-2）と設定した分析対象時期のフェーズ詳細（表-2）を示す。

5. 分析結果

(1) 基礎集計

a) 感情語辞書基礎集計

全1,831文章中の感情語（形容詞、動詞）の出現回数を集計した結果を示す（表-3, 図-3）。これは、感情の8分類毎に、2人選択した感情語の出現回数、3人選択した感情語の文章中の出現回数の詳細である。結果として、全カテゴリにおいて、3人選択（全員一致）より2人選択した感情語の方が多く結果となった。

感情極性については、「悲しみ」に分類された感情語が最も多く、次いで「喜び」の感情語が多かった。「悲しみ」の感情語が多くなった背景として、対象が災害時SNSであることが挙げられる。また、「悲しみ」「喜び」は比較的日常生活で意識しやすい感情であるが故に選択しやすく、出現回数が多くなったことも考えられる。

表-3 カテゴリ別感情語出現回数

	2人選択 (回)	3人選択 (回)	計
喜び	248	72	320
信頼	21	7	28
驚き	44	17	61
期待	147	5	152
恐れ	13	2	15
悲しみ	588	27	615
嫌悪	132	2	134
怒り	1	6	7

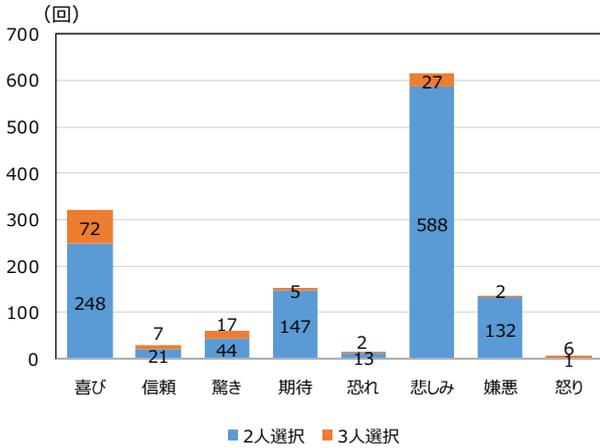


図-3 カテゴリ別感情語出現回数

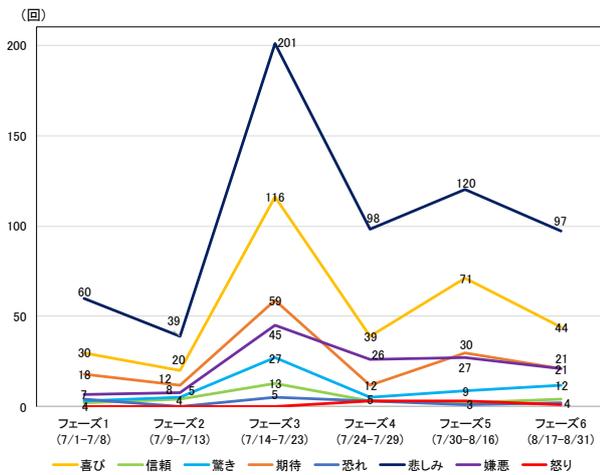


図-4 フェーズ毎の感情語出現回数

b) フェーズ毎の感情語出現回数

図-4に、フェーズ毎の感情語出現回数を示す。フェーズ3の感情語数が多いことから分かるように、投稿数の大小に伴い、感情語も多くなっていることが分かる。中でも、「悲しみ」の感情語はフェーズ1~6まで一貫して多くなっている。この要因として推察されることとして、前述した通り、分析対象が大規模災害発生時のツイートであったことが要因の一つとして挙げられる。

(2) 自然言語処理による住民感情抽出

自然言語処理により、ツイートから投稿者の感情を

抽出した結果を示す。本研究では、2パターンの点数付けにて分析を行った為、パターンごとにフェーズ毎に算出した感情極性値に関して考察する。

a) パターン1 (2人選択: 0.5点, 3人選択: 1点)

1つ目の点数付けパターンに関する結果を以下(図-5, 図-6)に示し、フェーズ毎の分析結果を示し、考察を後述する。

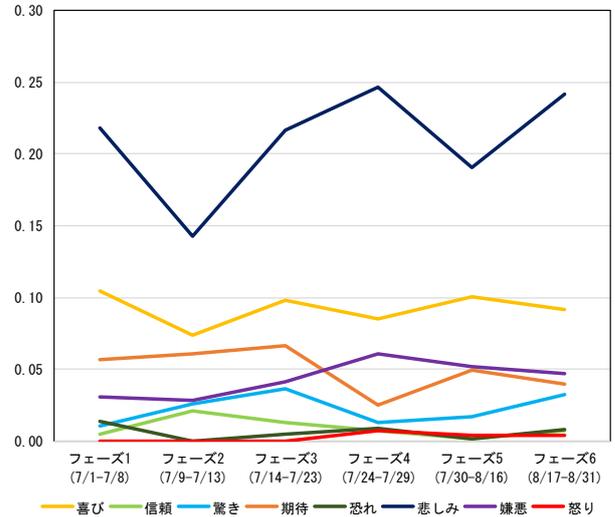


図-5 投稿者感情時系列推移 (絶対値)

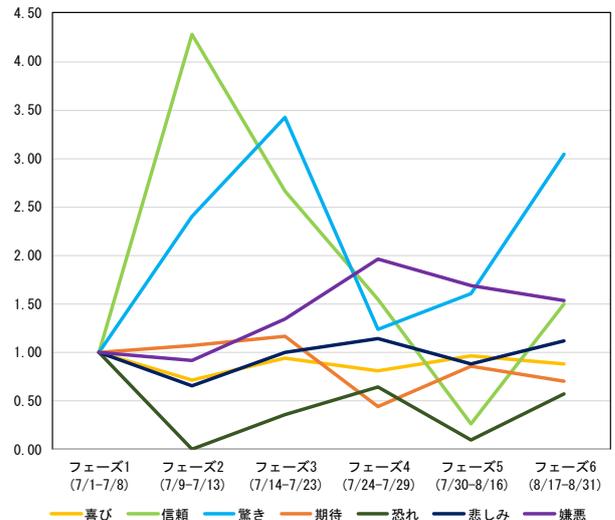


図-6 フェーズ2以降の投稿者感情時系列推移 (フェーズ1を基準とした変化率)

表-4 投稿者感情時系列推移 (絶対値)

フェーズ	喜び	信頼	驚き	期待	恐れ	悲しみ	嫌悪	怒り
発災前	0.10	0.00	0.01	0.06	0.01	0.22	0.03	0.00
交通寸断・主要道路一部復旧	0.07	0.02	0.03	0.06	0.00	0.14	0.03	0.00
災害時BRT輸送	0.10	0.01	0.04	0.07	0.00	0.22	0.04	0.00
坂本線料金所バスレーン開始	0.08	0.01	0.01	0.03	0.01	0.25	0.06	0.01
JR呉線:坂~海田市駅運転再開, 一般道バスレーン設置	0.10	0.00	0.02	0.05	0.00	0.19	0.05	0.00
JR呉線:広~呉駅運転再開	0.09	0.01	0.03	0.04	0.01	0.24	0.05	0.00

表-5 フェーズ2以降の投稿者感情時系列推移

フェーズ	喜び	信頼	驚き	期待	恐れ	悲しみ	嫌悪	怒り
発災前	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	-
交通寸断・主要道路一部復旧	0.71	4.28	2.40	1.07	0.00	0.65	0.91	-
災害時BRT輸送	0.93	2.66	3.43	1.16	0.35	1.00	1.33	-
坂本線料金所バスレーン開始	0.81	1.54	1.23	0.44	0.64	1.13	1.96	-
JR呉線・坂～海田市駅運転再開、一般道バスレーン設置	0.96	0.26	1.60	0.86	0.09	0.87	1.68	-
JR呉線・広～呉駅運転再開	0.87	1.50	3.05	0.69	0.57	1.11	1.53	-

※「怒り」はデータが存在しなかった

### ・フェーズ1

感情極性値時系列推移（図-5）を追うとフェーズ1では、「悲しみ」の感情が大きくなっていることが明らかとなった。「悲しみ」の点数が大きくなったのは、「痛々しい」「泣く」「辛い」「死ん」「ない」等の「悲しみ」に分類された感情語が多く文章に含まれているからであると分かった。このようになった背景としては、本研究で扱ったツイートが平常時のツイートではなく、緊急時、特に災害時のツイートである為と考えられる。また、ツイートの詳細を質的に追っていくと、帰れない自分の状況や、同じような状況にある人が無事であることを願う、というようなツイートが散見された。そして、フェーズ2以降にて、「交通施策を講じた際の交通網の変遷と住民感情の変化の様子」を確認する為に、フェーズ1の感情極性値を基準とした変化率を追っていった。変化率に関して定量的に追った後に、投稿内容の詳細を追っていく事で質的に細部まで分析していった。

### ・フェーズ2

フェーズ2からは、フェーズ1を基準とした住民感情の変化率（図-6）を追っていく。抽出した投稿者の感情に関して考察していくと、本フェーズでは「信頼」と「驚き」の感情の変化率がそれぞれ急増、増加している。

「信頼」に関する投稿を詳細に追っていくと、「携わる」「教える」「頼む」等の感情語が頻出しており、変化率に影響している事が明らかとなった。投稿内容の詳細を質的に追っていくと、国道31号の復旧に関するものが多かった。国道31号の復旧に際し、坂にあるベイサイドビーチの駐車場を応急処置的に迂回路としたことについて言及しているものもあり、分析結果と肌感覚での認識がほぼ同一の結果となった。

「驚き」に関する投稿を詳細に追っていくと、「すごい」「すげー」「凄すぎる」等の感情語が頻出しており、変化率に影響していることが明らかとなった。投稿内容は、「信頼」に関する投稿と同じく、国道31号の早期復旧に関する投稿が多かった。

### ・フェーズ3

フェーズ3での投稿内容から抽出した投稿者の感情に関して考察する。本フェーズでは、「驚き」の感情の変化率が増加しており、「驚き」「やばい」「凄すぎる」等の感情語が文章中に頻出しており、変化率の増加に繋がったことが明らかとなった。投稿内容の詳細を質的に追っていくと、当時交通施策として講じられた「災害時BRT」に関する投稿が多く、災害時BRTの発案から実施までの圧倒的な速さ、発想転換の柔軟性に関して言及している投稿が多くみられた。国道31号の早急な復旧に続く、災害時BRTの運行開始に「驚き」感情を記した投稿が散見された。中には、一般車の渋滞によって緊急車両がスムーズに移動できなくて困る、といった心配、不安を示唆したものもみられた。

### ・フェーズ4

フェーズ4での、投稿内容から抽出した投稿者の感情に関して考察する。本フェーズでは「嫌悪」感情の変化率が増加している。これ迄のフェーズは、「信頼」や「驚き」感情が急増、または増加傾向にあったが、本フェーズでは、「嫌悪」感情の変化率の増加が確認された。これは、プルチック感情理論モデルの「ポジティブ」に分類される感情から、「ネガティブ」感情に分類される感情への変化である。そして投稿内容を詳細に追っていくと、「混む」「苦しむ」「ひどい」等の感情語が文章中に頻出していることが明らかとなった。投稿内容としては、国道31号での渋滞に対する嫌悪感を露わにしている投稿が多くみられた。加えて、この時期は災害から日常に戻り始めた時期であり、地域によっては、仕事や学校も再開し始めた頃であった。そこで、普段利用していた鉄道や路線バス等の公共交通が使えない状況に対する不満等の感情が抽出された。とりわけ、主要道路が国道31号のみとなり、その道路を住民が一極集中的に利用した。それ故に、自動車利用者が慢性化した渋滞に対する文句を書き記した、と推察出来るような投稿が多数散見された。

### ・フェーズ5

フェーズ5での、投稿内容から抽出した投稿者の感情に関して考察する。このフェーズでは、「驚き」感情の変化率が増加していることが明らかとなった。また、「嫌悪」に関しても引き続き比率が高い結果となった。

「驚き」に関しては、「すごい」「すげえ」「やばい」等の感情語が文章中に頻出していることが分かった。投稿内容の詳細を質的に追うと、「すごい渋滞」や「土砂崩れすごい」、といった投稿が散見された。これは、「驚き」感情よりも、比較的「嫌悪」感情に分類されるべき投稿である。こうなった背景として、文章表現的に、

嫌悪感を「すごい」等の単語を使って強調する傾向が見られたからであると推察出来た。

「嫌悪」に関しては、「混ん」「きつい」「暑い」等の感情語が文章中に頻出していることが明らかとなった。投稿内容の詳細を質的に追うと、国道31号等の主要道路の渋滞に関するものが多かった。住民の自動車利用が増加しつつあったこの時期は、渋滞が慢性化していた状況にあった。それに伴って、クエアラインの早期復旧により渋滞が少しでも緩和されるよう願う投稿も見受けられた。

・フェーズ6

フェーズ6での、投稿内容から抽出した投稿者の感情に関して考察する。本フェーズでは「驚き」感情の変化率が再度増加した結果となった。それに関して、「すごく」「すごい」等の感情語が文章中に頻出していることが明らかとなった。投稿内容の詳細を質的に追うと、公共交通インフラの復旧時期が予定よりも早まったことやそれに従事した交通事業者、土木事業者に対する驚きと、感謝を記す投稿が散見された。中には、全国から集結したバスの迫りに驚きを隠せない、というニュアンスの投稿も見られた。更には、代替輸送に使用していたバスが、全国バス事業者からの応援の賜物であることを知った投稿者が書き記した「感謝」の投稿が散見された。総じて、災害時の一連の取り組みを評価、賞賛するような投稿が多くみられた。

・全体考察

まず、フェーズ毎の感情語出現回数(図-4)を見ると、フェーズ1-6迄一貫して、「悲しみ」の感情語の出現回数が多かった。

また、投稿者の感情は、時系列で変化していることが明らかとなった。詳細に見ると、「驚き」「信頼」の変化率がフェーズ1-3まで一貫して高かった。これは、災害時の混乱した状況下で、次々と迅速に講じられていく交通施策に対する感情の表れであると解釈できる。この時期に講じられた施策には、「国道31号の早期復旧」や「災害時BRT」がある。結果からみて、これらの施策は住民に受容されていると言え、災害時交通マネジメントとして成功であったと言える。

しかし、フェーズ4・5では、「嫌悪」感情の変化率が高くなっている。これは、交通渋滞に対する文句、不満感の表れであることが分かった。平常時では利用出来ていた道路が利用出来ないことに対するフラストレーションが溜まったり、呉線等の公共交通インフラの復旧に時間を要したりしている点が原因であると推察される。

そして、最後のフェーズ6では、「驚き」「信頼」変化率が大きくなった。これは丁度、JR呉線の一部復旧、

復旧区間延線の時期と重なる。結果より、呉線等の主要交通インフラの復旧を住民は待ち望んでおり、復旧時期を予定より早めたのは良い点であることが証明された。

b) パターン2 (2人選択・3人選択 : 1点)

前述のように、パターン1では、感情語をアノテーションする際に、2人選択した際に0.5点、3人選択(全員一致)した際に1点を付与、という点数分配で感情極性値を付与した。次に、パターン2では、2人以上選択した際に1点を付与する。この方法で分析した結果を以下に示す。結果は、パターン1とほぼ相違ないものとなった。これについて、2手法間の差を調べる為にt検定を行った(表-14)。検定の結果より、2つの手法には有意差は、フェーズ3の「喜び」と「悲しみ」以外は検出されず、一致した人数で重みを付けても結果が大幅に変わるとは言えないことが示された。

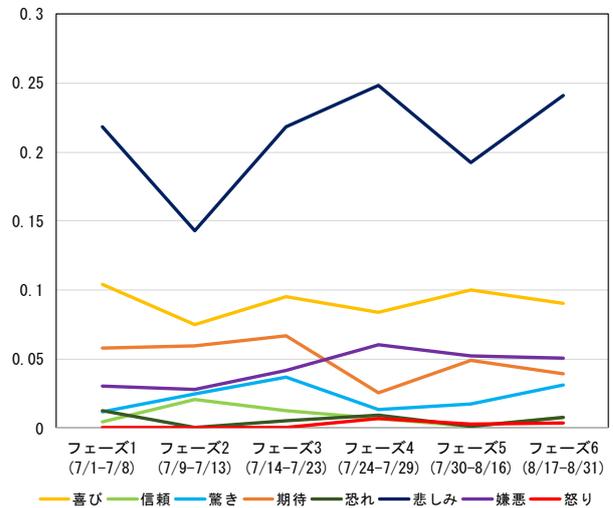


図-7 投稿者感情時系列絶対値推移 (絶対値)

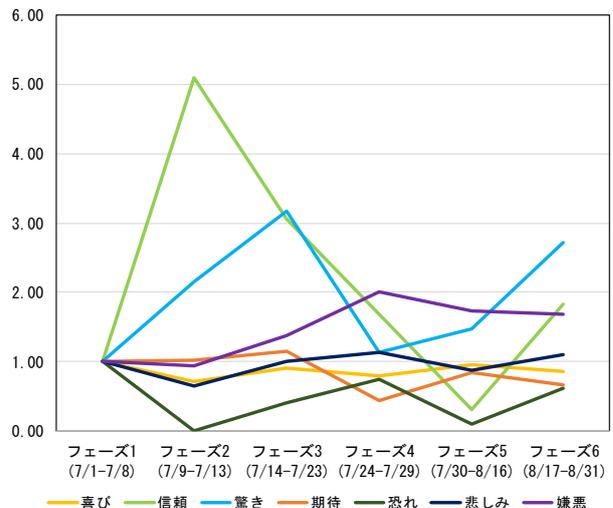


図-8 フェーズ2以降の投稿者感情時系列推移 (フェーズ1を基準とした変化率)

表-6 投稿者感情時系列絶対値推移 (絶対値)

フェーズ	喜び	信頼	驚き	期待	恐れ	悲しみ	嫌悪	怒り
発災前	0.10	0.00	0.01	0.06	0.01	0.22	0.03	0.00
交通寸断・主要道路一部復旧	0.07	0.02	0.02	0.06	0.00	0.14	0.03	0.00
災害時 BRT 輸送	0.10	0.01	0.04	0.07	0.01	0.22	0.04	0.00
坂本線料金所バスレーン開始	0.08	0.01	0.01	0.03	0.01	0.25	0.06	0.01
JR 呉線:坂~海田市駅運転再開, 一般道バスレーン設置	0.10	0.00	0.02	0.05	0.00	0.19	0.05	0.00
JR 呉線:広~呉駅運転再開	0.09	0.01	0.03	0.04	0.01	0.24	0.05	0.00

表-7 フェーズ2以降の投稿者感情時系列推移

フェーズ	喜び	信頼	驚き	期待	恐れ	悲しみ	嫌悪	怒り
発災前	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	-
交通寸断・主要道路一部復旧	0.72	5.09	2.15	1.03	0.00	0.65	0.94	-
災害時 BRT 輸送	0.91	3.06	3.16	1.14	0.40	1.00	1.38	-
坂本線料金所バスレーン開始	0.80	1.68	1.13	0.44	0.74	1.14	2.00	-
JR 呉線:坂~海田市駅運転再開, 一般道バスレーン設置	0.96	0.31	1.48	0.84	0.10	0.88	1.73	-
JR 呉線:広~呉駅運転再開	0.86	1.83	2.71	0.67	0.62	1.10	1.68	-

※「怒り」はデータが存在しなかった

表-8 フェーズ1の投稿例

7月6日 (悲しみ)	山陽新幹線あぁ…みんな生きて… 呉線絶対死んでるなあ…
7月7日 (悲しみ)	え!?!?! ついに川が氾濫したのかな!?! それにダムも危ないって!! 呉市内は、どーなってるん!?! 大丈夫!?! もうまだ呉で孤立じゃん 呉線死亡、クアラインも通行止め 下道も天応、坂は、浸水。そして、土砂崩れ、もっとゆくと焼山の人こそ、孤立しとると思うんじゃけど、大丈夫かな、…
7月8日 (悲しみ)	クアラインとJRが長期間復旧しないと、通勤や通学の人達は一体どうなるんだろうと心配になってしまふ。長期間ってどれぐらいだろう…。今の自分はほぼ使うことないけど学生時代は毎日呉線で通学してたから、あの電車一杯の人達はどうするんだろうって思う。あと父もこっちが職場だし…

表-9 フェーズ2の投稿例

7月11日 (信頼)	31号線が今日中に通れるようになるんだこんなに早く通れるようになるとは思わなかったからビックリ 呉方面の皆さんいゝニュースが入ってきましね 夜通し工事に携わって下さったみなさんに感謝です 自然には叶わないかもしれないけど、人間の力も捨てたものじゃない
7月11日 (驚き)	広島と呉をつなぐ31号線、水尻の海水浴場の駐車場に道路を作ってしまうって発想がすごいし、それをこの短期間で施工してしまうのがまことにすげーよ。いやーすげーよ。
7月13日 (驚き)	うわ!! 本当に凄いよ! 駐車場が国道になつてる!! すぐ作ったにしても凄過ぎるクアラインの水尻駅の近くの土砂崩れもこの目で見た。ほんとにガッポリ削れとるガードレールがぶら下がったままあんな崩れるところを目の前でもし起こったらって考えただけでも鳥肌が立つ。生きとって良かった。

表-10 フェーズ3の投稿例

7月18日 (驚き)	災害時BRTすごいなあ
7月18日 (驚き)	「災害時BRT」の提案と実現 <a href="https://www.ykandalab.net/2018-07-15-dis-tempo-brt/">https://www.ykandalab.net/2018-07-15-dis-tempo-brt/</a> … すごいスピードで実現させてるのがすごい。
7月18日 (驚き)	事後の話としても、このスピード感と判断力凄い! っとなる。ひとつドラマでも書けそう。マッハプロジェクト Xみある:「災害時BRT」の提案と実現 <a href="https://www.ykandalab.net/2018-07-15-dis-tempo-brt/">https://www.ykandalab.net/2018-07-15-dis-tempo-brt/</a> …

表-11 フェーズ4の投稿例

7月25日 (嫌悪)	31号線めちゃくちゃ混んでる 最近回復したと思ったけど、仁保のところから31号線合流したら災害直後並みに進まない! #呉 #渋滞
7月26日 (嫌悪)	31号線混みすぎ! (´;`)(´;`)(´;`)
7月27日 (嫌悪)	31号線の渋滞が今日はひどい(いつも渋滞だけど)

表-12 フェーズ5の投稿例

8月5日 (驚き)	規制が無くなったところを渋滞しながら向かってるけど、思った以上にやっぱり土砂崩れすごいね… クアライン復活遅せえとか思ってたけど道路が抜け落ちて無いし地面がないんだから無理だわな… JRの線路土で埋まってるし、山肌見えるのすげえ… 大変やなこりや。
8月9日 (驚き)	呉線、まだ止まってたんですね。クアラインの復旧が早かったから、そのあたりはもう大丈夫なのかと思ってました。東広島ー呉道路の渋滞もすごいとか? まだまだ大変なようですが、ファイトです!
7月30日 (嫌悪)	現場終わり。呉から広島へ。うん、混んでるね、31号線。

表-13 フェーズ6の投稿例

8月19日 (驚き)	入船山公園が呉の代行バスの駐車場になっていて、西日本各地のバスが大集合していますすごい。
8月19日 (驚き)	すごい! 事故の影響で渋滞してて31号線の水尻の(臨時道路の)ゆくり通ったから気付けたんだけど、超山積みの土砂があつてこれ一生なくならんわ! って思ってた土砂が全部なくなつて道路が見えてた! まだ少し大きな流木みたいなんあつたけど、本当にずーっと作業してくれて感謝しかない
8月24日 (驚き)	呉線、三原ー広代行バス、路線的に芸南・備後地区のバス事業者さんだけかと思ってた、何と、おったまげた、JR北海道バスさんも走ってた! ホント、遠いところからありがとうございます。

表-14 2手法間におけるt検定 結果

	検出単語数	パターン1		パターン2		t値	
		平均値	(分散)	平均値	(分散)		
フェーズ1 (投稿 数: 173)	喜び	30	0.105	0.074	0.104	0.074	0.556
	信頼	2	0.005	0.002	0.004	0.002	1.000
	驚き	3	0.011	0.008	0.012	0.009	-1.000
	期待	18	0.057	0.035	0.058	0.036	-1.178
	恐れ	4	0.013	0.010	0.013	0.008	1.000
	悲しみ	60	0.218	0.140	0.218	0.140	-1.302
	嫌悪	7	0.031	0.026	0.030	0.025	0.784
	怒り	0	-	-	-	-	-
フェーズ2 (投稿 数: 131)	喜び	20	0.074	0.057	0.075	0.058	-1.311
	信頼	4	0.021	0.017	0.021	0.017	0.000
	驚き	5	0.025	0.019	0.025	0.019	1.000
	期待	12	0.061	0.045	0.060	0.044	1.000
	恐れ	0	-	-	-	-	-
	悲しみ	39	0.142	0.105	0.143	0.104	-0.525
	嫌悪	8	0.028	0.021	0.028	0.021	-1.000
	怒り	0	-	-	-	-	-
フェーズ3 (投稿 数: 599)	喜び	116	0.098	0.071	0.095	0.069	2.611 ***
	信頼	13	0.013	0.010	0.012	0.010	1.248
	驚き	27	0.036	0.032	0.037	0.033	-0.577
	期待	59	0.066	0.051	0.067	0.051	-0.961
	恐れ	5	0.005	0.004	0.005	0.004	-1.415
	悲しみ	201	0.217	0.142	0.218	0.143	-2.013 **
	嫌悪	45	0.041	0.028	0.042	0.028	-1.246
	怒り	0	-	-	-	-	-
フェーズ4 (投稿 数: 269)	喜び	39	0.085	0.062	0.084	0.061	0.811
	信頼	3	0.007	0.006	0.007	0.005	1.000
	驚き	5	0.013	0.010	0.013	0.010	0.000
	期待	12	0.025	0.017	0.025	0.017	-0.556
	恐れ	3	0.009	0.008	0.009	0.008	-1.000
	悲しみ	98	0.247	0.165	0.248	0.165	-1.148
	嫌悪	26	0.060	0.047	0.060	0.047	1.000
	怒り	3	0.007	0.006	0.007	0.005	1.000
フェーズ5 (投稿 数: 400)	喜び	71	0.101	0.073	0.100	0.073	0.710
	信頼	2	0.001	0.001	0.001	0.001	0.000
	驚き	9	0.017	0.015	0.017	0.015	-1.000
	期待	30	0.049	0.039	0.049	0.039	0.447
	恐れ	1	0.001	0.001	0.001	0.001	0.000
	悲しみ	120	0.191	0.134	0.192	0.135	-2.315 **
	嫌悪	27	0.052	0.044	0.052	0.044	0.000
	怒り	3	0.004	0.002	0.002	0.001	1.729 *
フェーズ6 (投稿 数: 259)	喜び	44	0.091	0.065	0.090	0.063	1.341
	信頼	4	0.007	0.005	0.007	0.005	-1.000
	驚き	12	0.032	0.027	0.031	0.026	0.988
	期待	21	0.040	0.025	0.039	0.025	1.000
	恐れ	2	0.008	0.008	0.008	0.008	0.000
	悲しみ	97	0.242	0.160	0.241	0.159	0.264
	嫌悪	21	0.047	0.034	0.051	0.036	-2.254 **
	怒り	1	0.004	0.004	0.004	0.004	0.000

\*10%有意, \*\*5%有意, \*\*\*1%有意

※「-」は、検出された感情語が無いことを示す。

## 6. 本研究のまとめ

本研究では、自然言語処理を用いて、交通サービスに対する住民感情や反応を分析する手法を考案し、また、筆者らが実践的に対応した平成 30 年 7 月豪雨発災後の広島～呉間の災害時交通マネジメント施策をケーススタディとして、交通網の変遷に伴う住民感情の変化を追った。

結果として、投稿者の感情は交通ネットワークの状況変化と共に時系列で変化していったことを提案した手法では検出できており、こうした言語処理により感情分析が適用可能であることを明らかにした。また本研究では、交通網の変遷に応じてフェーズを設定し、それ毎の投稿者感情の推移を定量的に分析・評価し、さらに投稿内容の詳細を質的に追った事で、合理的かつ的確に、SNS 投稿テキストから交通サービスに対する住民感情、ニーズを抽出することを確認した。

平成 30 年 7 月豪雨以降も、地域の交通に長期にわたり甚大な影響を及ぼす自然災害が頻発しているが、復旧のフェーズに応じて代行バス等臨時の交通システムが導入される中、被災地の状況や住民の感情を考慮した交通対策を講じるにあたり、こうした情報処理分析は極めて有益である。加えて、被災地にいなくとも、どこにいても情報を得て、分析が可能となるため、現地に行かない災害支援の形で、復旧・復興に貢献することも今後可能となるであろう。

### 参考文献

- 1) 総務省：中国地方の市町村における防災ICTの整備状況（平成29年7月），総務省報道発表資料（平成29年12月20日），2017.
- 2) 神田佑亮，藤原章正，塚井誠人，力石真，三村陽一：平成30年7月豪雨時の広島～呉間の公共交通サービス確保・向上策とその効果検証，土木学会論文集B1（水工学），特集（平成30年7月豪雨災害特別企画），[https://doi.org/10.2208/jscejhe.75.1\\_340](https://doi.org/10.2208/jscejhe.75.1_340)，2019.
- 3) 加納寛子：東日本大震災におけるTweet Sentimentsによる発言分析，日本教育情報学会第27回年会論文集，pp.26-29，2011.
- 4) 三浦麻子：東日本大震災時とオンラインコミュニケーションの社会心理学:そのときツイッターでは何が起こったか，電子情報通信学会誌，95巻，3号，pp.219-223，2012.
- 5) 三浦麻子，鳥海不二夫，小森政嗣，松村真宏，平石界：ソーシャルメディアにおける災害情報の伝播と感情:東日本大震災に際する事例，人工知能学会論文誌，31巻，1号，NFC-A\_1-9，2016.
- 6) 勝田琢朗，刀川眞：大規模災害時の救助資源配分におけるTwitter活用法の検討，情報処理学会第75回全国大会講演論文集，2013(1)，pp.789-790，2013.
- 7) 高木佐彌香，田中久治，堀良影，大谷誠：Twitterの投稿位置情報を利用した被害状況共有botとハザードマップの開発，平成26年度電気関係学会九州支部連合大会講演論文集，2014(0)，pp.571，2014.
- 8) 河邊拓也，絹川博之，山田剛一：複数の鉄道運行情報を含むTweetに対応した運行情報の抽出と提供，情報処理学会第76回全国大会講演論文集，2014(1)，pp.2\_103-2\_104，2014.
- 9) 高村大也，乾孝司，奥村学：隠れ変数モデルによる複数語表現の感情極性分類，情報処理学会論文誌，Vol.47，No.11，pp.3021-3031，2006.
- 10) 菅原久嗣，アレナ ネピアロスカヤ，石塚満：日本語テキストからの感情抽出，The 23rd Annual Conference of the Japanese Society for Artificial Intelligence，pp.1-2，2009.
- 11) 上谷竜士，菱田隆彰：ロコミ解析システムのための感情語辞書の検討，「マルチメディア，分散，協調とモバイル(DICOM02016)シンポジウム」，pp.456-460，2016.
- 12) 内藤和宏，榎堀優，梶田将司，間瀬健二：Twitterコメントに含まれる感情語がイベント印象に与える影響の評価，情報処理学会インタラクティブ2012，pp.871-876，2012.
- 13) 山内崇資，中野有紀子：Twitterの感情分析に基づくTV番組シーン探索システム，人工知能学会全国大会（第26回），pp.1-4，2012.
- 14) 三和末佐希，立間淳司，青野雅樹：単語位置と強弱関係に着目したツイートの感情分析，FIT2014（第13回情報科学技術フォーラム），第2分冊，pp.227-228，2014.
- 15) 佐伯美香，徳永雅人，村上仁一，池原悟：副詞及び形容詞による感情表現性の判定，FIT2003（情報科学技術フォーラム）一般講演論文集，第2分冊，pp.117-118，2003.
- 16) 桑原雄，稲垣陽一，草野奉章，中島伸介，張建偉：マイクログログを対象としたユーザ特性分析に基づく類似ユーザの発見及び推薦方式，情報処理学会研究報告IPSJ SIG Technical Report，2009-DBS-149，No.18，pp.1-3，2009.
- 17) Robert Plutchik，Henry Kellerman：EMOTION -THEORY, RESEARCH, AND EXPERIENCE-, Volume1 Theory of Emotion, 1980.
- 18) 田口聖久，三末和男，田中二郎：大衆の豊かな感情の時空間的な分布の可視化，情報処理学会研究報告IPSJ SIG Technical Report，No.36，pp.1-8，2014.
- 19) 杉本祐介，佐藤太一，土井千章，中川智尋，太田賢，稲村浩，内藤克浩，水野忠則，菱田隆彰：ロコミを利用したレコメンドに適した感情語の分類方法の検討，情報処理学会研究報告モバイルコンピューティングとユビキタス通信（MBL），2015-MBL-74，No.50，pp.1-6，2015.
- 20) 魚住惟，内田ゆず，荒木健治：皮肉検出における感情生起要因の有効性，FIT2018（第17回情報科学技術フォーラム），第2分冊，pp.163-166，2018.

- 21) 桂凜堂, 清木康: ニュース記事を対象とした感情表現の抽出・分析方式, DEIM Forum 2018 P9-3, 2018.
- 22) 武内達哉, 萩原将文: 単語の持つ感情推定法の提案と単語感情辞書の構築 (原著論文), 日本感性工学会論文誌【早期公開記事】, 2019.
- 23) Muhammad Adul-Mageed, Lyle Unger: EmoNet: Fine-Grained Emotion Detection with Gated Recurrent Neural Networks, Proceedings of the 55th Annual Meeting of the Association for Computational Linguistics, pp.718-728, 2017.
- 24) 川口寛治, 薦田龍輝, 堤智昭: 形態素解析ソフトウェア『Web茶まめ』の改良とWeb APIの試作, 言語資源活用ワークショップ発表論文集, Vol.1, pp.265-272, <http://doi.org/10.15084/00001481>, 2017.
- 25) 内閣府防災: 平成30年7月豪雨を踏まえた水害・土砂災害からの避難の在り方について-平成30年7月豪雨災害の概要 - ( 参 考 資 料 1 ) , [http://www.bousai.go.jp/fusuigai/suigai\\_dosyaworking/pdf/sankosiry01.pdf](http://www.bousai.go.jp/fusuigai/suigai_dosyaworking/pdf/sankosiry01.pdf), 2018 (最終閲覧日: 2020年8月5日).
- 26) 中国地方整備局平成30年7月豪雨災害対応記録誌編集委員会: 平成30年7月豪雨災害-中国地方整備局災害対応の記録-, 2019.
- 27) 広島大学平成30年7月豪雨災害調査団: 平成30年7月豪雨災害報告書, 2019.
- 28) 渡邊芳樹, 神田佑亮, 重光裕介, 藤原章正: 大規模災害発生後の交通障害とその対応に関するSNS投稿特性に関する基礎的研究, 土木計画学研究・講演集, CD-ROM, Vol.60, 2019.

(Received October 2, 2020)