

Twitterからの犯罪情報抽出の可能性調査

古川 忠延 阿部 修也 安藤 剛寿
岩倉 友哉 志賀 聡子
高橋 哲朗 井形 伸之^{†1}

本研究では、センサーや統計等を通じては獲得できない社会的現象の抽出と活用の可能性調査を目的として、犯罪情報を対象に Twitter 投稿の分析をおこなった。分析を通じ、(1) Twitter 上の犯罪関連投稿には、投稿者自身の犯罪の目撃や被害に関する投稿、公共・公的機関が発表した情報等を引用した投稿、ニュース記事の引用という3種類が存在すること、(2) それらの間で記述されている犯罪種別傾向の違いから、Twitter からのみ抽出できる犯罪情報が存在していること、が分かった。また、犯罪関連投稿を自動抽出する実験結果についても報告する。

An Investigation for Crime Information Extraction from Twitter

TADANOBU FURUKAWA, SHUYA ABE, TAKAHISA ANDO,
TOMOYA IWAKURA, SATOKO SHIGA, TETSURO TAKAHASHI
and NOBUYUKI IGATA^{†1}

We analyzed criminal Twitter posts. The purpose is to investigate the possibility of extraction of various social phenomena which can not be acquired by a sensor or statistical prediction. Through the analysis, our findings are: (1) There are three types of criminal tweets: user's experience, announce by public institution, and cited news article. (2) By analyzing the difference between these three types of criminal tweets, there may be criminal information existing only on Twitter. We also show the result of an experiment to extract criminal tweets automatically.

1. はじめに

近年、利用者が爆発的に増加しているマイクロブログサービス Twitter^{*1}では、2010年6月現在で、世界中で一日に2億もの「ツイート」と呼ばれる投稿がなされている^{*2}。多くのユーザの経験がリアルタイムに投稿されている Twitter は、社会の事象を俯瞰できる一種のセンサーと捉えられ、Twitter を社会のセンサーとして見立てた研究が多くおこなわれている。最近では、地震の予測・花粉の広まりのような現実のセンサーから得られる情報や、インフルエンザ流行のような統計的に推測される情報等との、相関があるデータを抽出できることが示されてきた¹⁾⁻³⁾。

こうした研究を通じ、Twitter のからは実際の社会情勢を反映したデータが得られることが示されてきたが、センサーや統計等を通じては獲得できない社会的現象の抽出ができれば、新たな価値となるであろう。そこで我々は、犯罪という社会的現象に着目し、投稿の中から犯罪に関する情報抽出ができるか、その可能性を調査する。犯罪は必ずしもセンサーで認識できるものではなく、また、統計的に規模を予測すればよいものでもない。犯罪を未然に防ぐ上では、情報を増やしてより多くの犯罪事象を把握すること自体が価値となるものである⁴⁾。

本稿のポイントは以下の2点である。

- Twitter 上の犯罪関連投稿として経験・公的・参照投稿の3種類の分類を提案し、それぞれの特徴を示すこと
- 前述の中で Twitter 独自の投稿である経験投稿では、他の2つと異なる特徴をもっていることを示すこと。

この結果は、Twitter からの情報抽出の可能性を示すものである。

以降では、2章で Twitter からの犯罪情報抽出方法と、経験・公的・参照投稿に分類した3種類の犯罪関連投稿について説明する。3章で、経験投稿に注目し、公的投稿との含まれる犯罪情報の違いを検証することで、Twitter からの犯罪情報抽出の有用性を示す。4章にてデータ抽出の自動化や応用に関する議論をおこない、5章にて本稿をまとめる。

^{†1} 株式会社富士通研究所

Fujitsu Laboratories Ltd.

*1 <http://twitter.com/>

*2 <http://blog.twitter.com/2011/06/200-million-tweets-per-day.html>

表 1 データの関係．括弧内は投稿数．

全投稿 (34,513,667 件)	
犯罪関連語 (+ 都内位置情報) を含む投稿 (1,667 件)	
犯罪関連投稿	経験投稿: 投稿者自身が体験, 遭遇したものの (673 件)
	公的投稿: 公共機関が発表したもの (35 件)
	参照投稿: ニュース記事もしくはその引用 (149 件)
犯罪無関連投稿	犯罪でないもの (810 件)

2. 分析対象とするデータの抽出

本稿で分析対象とするデータは, 表 1 のうち, 犯罪関連投稿, 特に経験投稿, 公的投稿に分類されるものである. 本章では, Twitter データからのこれらの投稿の抽出方法について述べる. 我々は Twitter Streaming API^{*1} を用いて取得した, 2010 年 4 月 27 日から 10 月 4 日までの日本語の投稿 34,513,667 件を分析に用いた. この全投稿からの経験投稿, 公的投稿の抽出を,

- (i) 犯罪関連投稿の抽出
- (ii) 犯罪関連投稿の分類

の 2 ステップでおこなった. 以下, 順に各節にて述べる.

2.1 犯罪関連投稿の抽出

まず, 犯罪関連投稿候補を得るため, 犯罪関連語を含んだ投稿を抽出した. 犯罪関連語とは「盗難」「侵入」等の犯罪を連想させる語である. 言語資源 ALAGIN の「負担・トラブル表現リスト」^{*2}を参照し, 登録されている 20,115 語のうち, 事件・危険・迷惑等に分類される語群を犯罪関連語として使用した.

抽出された犯罪関連投稿候補の例を以下に示す (下線部が犯罪関連語)

- (1) 【お願い】新宿区若松町で自転車 盗難 にあいました. 4 月 25 日 19 時-24 時. 都内などで...
- (2) [犯罪発生] 荻窪警察署 (ひったくり): 6 月 4 日 (金), 午後 8 時 00 分ころ, 杉並区今川 4 丁目付近で, オートバイ利用による ひったくり 事件が発生しました.
- (3) 東京・新宿区の自転車 泥棒 が逮捕されたそうです. [http://www.fnn-news.com/...](http://www.fnn-news.com/)

*1 <https://dev.twitter.com/docs/streaming-api>. 取得できるのは, 予めサンプリングされた一部の投稿のみである.

*2 <http://alaginrc.nict.go.jp/resources/nictmaster/resource-info/abstract.html>

- (4) 神宮球場だったらファンが 暴動 を起こしていたかもしれないな
- (5) 遅くまで営業していいよね新宿 これからルミネに 侵入!
- (6) 模倣犯, 読んでいて腹がたつ. 面白い証拠だけどさ. 犯人 役が憎い.

これらのうち, 実際に起きた犯罪に関する投稿は, (1), (2), (3) である. これらを犯罪関連投稿と呼ぶこととする. 対して, (4) における犯罪は仮定の話であり, (5) は単に入店することを比喩的に犯罪関連語で述べたもの, (6) は架空のキャラクターに関する記述である. これらの, 犯罪のことを述べていない投稿を犯罪無関連投稿と呼ぶ.

犯罪関連投稿と犯罪無関連投稿の分類については, 一件ずつ投稿内容をチェックし, 実際に起こったと思われる犯罪かどうかの観点からおこなった^{*3}.

2.2 犯罪関連投稿の経験/複製/参照投稿への分類

前節 (1), (2), (3) にて犯罪関連投稿の例を示したが, これらはいずれも異なる性質を持つものである. 本研究の目的の一つは, 公的な情報やニュースなどの情報からは取得できない, Twitter 上の経験投稿の抽出可能性調査である. よって, 本稿では, 犯罪関連投稿をさらに以下に示す 3 種類に分類する.

- 経験投稿

一般市民である投稿者による投稿で, 社会をセンシングしている, 特に防犯という観点から有用であると考えられるものを経験投稿と定義する. 具体的には, 投稿者自身が現場で見聞きした, 被害に遭った, もしくは, それが現在進行形である^{*4}, のいずれかに該当する犯罪に関する投稿が対象である. 前節の例 (1) が該当する.
- 公的投稿

Twitter 上には, 警察や市町村等の公共的な組織がウェブサイトや SNS で発信した情報を, 複製して投稿しているアカウントが存在している (場合によっては, それらの団体が直接 Twitter で発信している場合もある.) こうした投稿の中に存在する犯罪関連投稿を, 公的投稿と定義する. 前節の例 (2) が該当する.
- 参照投稿

Twitter 外のニュース記事やブログ記事等に記載された犯罪を参照し, それに関する投稿者のコメントを述べている投稿を, 参照投稿と定義する. 前節の例 (3) が該当する.

*3 デマである可能性も含まれているが, 本稿においてデマかどうかの判定は議論の対象外として, 文字列から判別できるレベルのチェックのみをおこなった.

*4 文献 (3) に倣い, 1 日以内に起きたことが分かる犯罪を対象とした. もしくは解決のための呼びかけが現在おこなわれているものも対象とした.

また、Twitter の機能としてリツイートがある。これは、投稿者が興味を持った他者の投稿を引用し、必要に応じて新たなコメントを追加して再投稿するものである*1。上記の3つの分類においては、それぞれそのリツイートについても、同一種類として分類した。

以降では、これらのうち Twitter 上のみ存在している可能性が高いデータである経験投稿に着目し、公的投稿との違いを中心に調査をおこなう。また、参照投稿は犯罪に関する投稿ではあるが、参照しているニュースの内容が古く、社会情勢をセンシングするという意図からは外れる場合があるため、今回は分析の対象外とした。

これら3種類の投稿についても前述の観点から手動で分類をおこなった。なお、以降において、実験の関係から都内に関する位置情報を含んだ投稿のみを対象としている。位置情報とは「投稿自体に付与される GPS による投稿者の位置情報（投稿者が付与を設定している場合に限る）」、「投稿内に記された地名」を指し、いずれかの形式で都内に関する位置情報を含んだ投稿を用いて分析をおこなう。以上より、表1に示す件数の各投稿を得た。

3. 経験投稿の特徴分析

本章では、経験投稿について、その特徴分析を、公的投稿との比較を通じておこなう。経験投稿は、図1に示す通り、期間中、少量であるが定期的に投稿されていた。一方で、公的投稿は全体で35件と少なく、分析に不十分な量であった。そこで本章では、公的投稿を発信しているアカウントの投稿データを、直接収集し、獲得した1,962件の投稿を追加して実験をおこなった。

3.1 犯罪の内容

まず、どのような種類の犯罪に関する情報が存在しているのかを調査した。投稿の内容を確認し、表2に示す14の犯罪および迷惑・危険行為、アクシデントに関する種別を列挙した*2。

経験投稿、公的投稿それぞれについて、各犯罪種別に関する投稿数の集計をおこなった結果が、表3である。総数が表1と比べ少なくなっているのは、リツイートによる同一の話題に関する投稿は、それら全てで1とカウントしているためである。

全体としてまず、公的投稿が主に3種類の犯罪（盗難、公然わいせつ、声かけ）を扱っているのに対して、経験投稿は幅広い犯罪種別をカバーしている。不審に関する経験投稿は、

*1 引用された原文は「RT (または QT) @< 原文投稿者アカウント > < 原文 >」等の形で、文字整数制限にからない限り全て記載される。

*2 本稿では、迷惑・危険行為、アクシデントに関する種別についても、犯罪種別と呼ぶこととする。

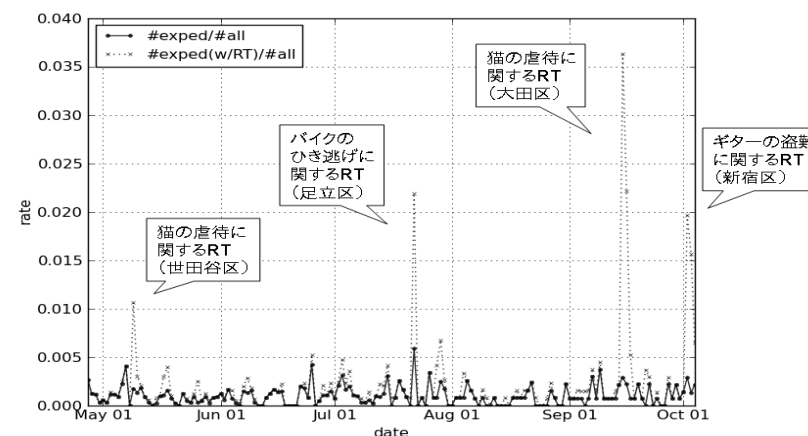


図1 経験投稿の投稿数推移（各日の投稿数の全投稿数に対する比率）。実線/点線はリツイートによる同一内容の投稿を一度だけ/全てカウントした場合。

公的投稿に比べると少ないが、特に声かけは主に Twitter を利用しているとは考えづらい子どもを対象とした犯罪であり、経験投稿からは表出しづらいものと思われる。

また、迷惑・危険やアクシデントに関する投稿は、ほぼ経験投稿にのみ出現している。これらはまだ本当の犯罪にはなっていないため、公的投稿には現れていないものである。しかしながら、将来何らかのトラブルに発展する危険性を含んだものであり、それを未然に防ぐために、市民もしくは公共が把握しておくことが重要である。

3.2 情報の広まりやすさ

次に、情報の広まりやすさという観点から分析をおこなった。Twitter 上では前述のリツイート機能により、投稿者が興味を持った他者の投稿を、新たにその投稿者のフォロワー広めることができる。情報の広まりやすさの分析のため、2章のデータ抽出で得た犯罪投稿および非犯罪投稿について、リツイートされている投稿の割合を調査した。結果を表4に示す。

経験投稿を除いた投稿のリツイート率は、最大で参照投稿の4.2%であり、これは文献5)で述べられている、一般的なリツイート率3%に近い数字である。これに対し、経験投稿は11.2%と、他の投稿に比べ倍以上の確率でリツイートされており、高確率で他者に広まっていくことが分かる。リツイートされやすい内容としては、盗難や（動物の）虐待等が多い

表 2 犯罪種別と、その経験投稿の例。

犯罪種別	経験投稿の例
(犯罪)	
窃盗・ひったくり・空き巣等	【お願い】新宿区若松町で自転車盗難にありました。4月25日19時-24...
詐欺(振り込め,取引)	警視庁から『振り込め詐欺犯人からの電話発生中!!』のメールがやたら...
動物虐待	東京大田区蒲田にて,猫の... 虐殺事件が数件おこっているようです。...
痴漢	初めて「チカンです!」という場面に遭遇した@千代田線 真偽は定かじ...
ひき逃げ	足立区加平インター付近で7:30頃バイクのひき逃げ。犯人は黒の原付ビ...
路上駐車	渋谷駅周辺にロードバイクの路駐多かったけど盗難怖くないかな
侵入(線路,施設,建物等)	撮影の帰りに世田谷公園に寄ったら,スケートパーク内に侵入して滑っ...
不審(声かけ,ストーカー等)	新宿駅のトイレに変質者がいた。俺と入れ違いで出ようとしたのにまた...
その他の犯罪	町田で殺人事件...近所だよ。そういえば昨日の夜パトカー凄かったなあ...
(迷惑・危険)	
路上喫煙	用事があってちょっと渋谷によったんだけど,歩きタバコしてる人が多...
駆け込み乗車	神保町駅。駆け込み乗車にむかつ腹!ムカつく!
暴動・騒動	渋谷が暴動みたくってらしいww #worldcup #jpn
その他(暴走族・自然災害等)	久しぶりに,珍走団がものすげえうるさい。“初日の出走走”ならぬ...
(アクシデント)	
急病,他	赤羽駅前で停車急病人救護で5分近く止まっている。いつもより早く乗っ...

(表5) . 特に盗難においては, 車両番号や写真を添付して呼びかけることで, 効果的に活用されていた。リツイートは図1に示すように, 特定の話題に関して一気におこなわれており, 緊急性の高い犯罪を通知したい場合において有効であると言える。

4. 経験投稿の自動抽出と応用

4.1 経験投稿の自動抽出

前章で述べたように, 経験投稿は他の投稿にはない犯罪情報が得られる有用なデータであることが分かった。これを Twitter から自動抽出することができれば, 例えば防犯に利用することが可能となるが, これらの区別においては今回完全に手動でおこなっている通り明確な手がかりが見つけられていない。特に公的投稿や参照投稿は, その独特の書式(「警察署」「xx時xx分ごろ」等)や, リンク先URLを参照することにより比較的容易に区別できるが, 経験投稿および犯罪無関係投稿の区別は困難であった。そこで, 2.2節で抽出した経験投稿および犯罪無関係投稿を機械学習を用いて自動分類することを試みた。各投稿を形態素解析することで単語を素性とし, 機械学習アルゴリズムとしてSVM⁶⁾(線形カーネル)を用いた。

結果として, leave-one-out 交差検定により precision: 84.6%, recall: 64.7%という精度

表 3 犯罪種別ごとの, 経験投稿, 参照投稿数。括弧内はそれぞれの総数に対する比率。

カテゴリ	犯罪種別	経験投稿	参照投稿
犯罪	窃盗・ひったくり・空き巣等	120 (33.8%)	762 (38.2%)
	詐欺(振り込め,取引)	8 (2.3%)	17 (0.9%)
	動物虐待	29 (8.2%)	0 (0.0%)
	痴漢	29 (8.2%)	2 (0.1%)
	ひき逃げ	7 (2.0%)	0 (0.0%)
	路上駐車	15 (4.2%)	0 (0.0%)
	侵入(線路,施設,建物等)	12 (3.4%)	0 (0.0%)
	不審(声かけ,ストーカー等)	9 (2.5%)	1213 (60.8%)
	その他の犯罪	20 (5.6%)	1 (0.1%)
	迷惑・危険	路上喫煙	19 (5.4%)
駆け込み乗車		10 (2.8%)	0 (0.0%)
暴動・騒動		20 (5.6%)	0 (0.0%)
その他(暴走族・自然災害等)		13 (3.6%)	0 (0.0%)
アクシデント	急病, 他	46 (13.0%)	2 (0.1%)
合計		357	1997

表 4 経験投稿, 参照投稿で言及されている犯罪情報の比較(犯罪関連語含むものに限る。)

投稿種類	リツイート率(リツイートされた投稿数/全投稿数)
経験投稿	11.2% (40/ 357)
犯罪投稿	0.4% (8/1997)
参照投稿	4.2% (6/ 143)
非犯罪関連投稿	2.5% (19/ 771)

であった。前章で述べた通り, 経験投稿は犯罪種別を広くカバーしているため, 単純な単語素性だけでは判別しづらい可能性がある。今後はリツイートされやすいといった, 経験投稿の持つ特徴をさらに分析して素性とすることにより, 精度向上を期待できるのではないかと考えている。

4.2 犯罪情報俯瞰マップ

抽出した経験投稿の情報を応用して, 投稿の地理情報と時間を用いることによって, 犯罪情報俯瞰マップ(図2)を作成した。固有表現抽出技術⁷⁾を用いて場所に関する固有表現を抽出し, その場所に対する緯度経度情報を割り当てることで, 犯罪情報を Google Maps^{*1}上にマップするアプリケーションとした。

*1 <http://maps.google.com/>

表 5 リツイートが多い(10 回以上) 経験投稿の例 .

リツイート回数	投稿内容
77	東京大田区蒲田にて、猫の... 虐殺事件が数件おこっているようです
63	告知・情報提供のお願いです!...'09 年春から続いている世田谷区中...
49	協力をお願いします! 自宅から盗難された白いスモースチワワを捜し...
45	昨日深夜新宿 Motion のビル二階に置いた、ギターと機材一式が盗難に...
14	足立区加平インター付近で 7:30 頃バイクのひき逃げ . 犯人は黒の原付...
12	【盗難ピストを捜しています】2010 年 5 月 17 日(月) PM17:00 ごろ、目...



図 2 犯罪情報俯瞰マップ(左) 犯罪の起きた場所をプロットした(右) 区ごとに集計: 色が濃い場所ほど、犯罪関連投稿が多い(c)2011 Google - 地図データ (c)2011 ZENRIN)

このように地図上に可視化することで、「どこで」「どんな」犯罪が多いか(正確には多く投稿されているか)を把握することができ、市民への防犯への意識付けなどへの利用が考えられる。犯罪減少のために満遍なくパトロールすることは非常に高コストであるが、予め重点時間帯・区域を絞っての巡回であれば、2 倍の滞在時間で犯罪を半分にできるとも言われている⁸⁾。犯罪情報俯瞰マップは、そうした対策に役立てられると考えている。

今回は犯罪事象を用いて可視化した。これを交通(渋滞や騒音など)や一般生活(街灯の有無やゴミ収集の苦情など)のような話題に拡張し、同時にそれらの情報を統合していくことで、都市計画への利用も期待できる。このように、Twitter を社会センサーとして利用することで、まだ断片的ではあるものの、「社会の中で起きた事象」を検知・把握することが可能となる。

5. 関連研究

Twitter を対象とした研究は近年多くおこなわれている。Twitter 上の動向と社会情勢の相関に関する調査としては、1 章で挙げたインフルエンザや花粉等との相関のほか、Twitter ユーザのマインドと世論の関係の類似性に関する調査⁹⁾、ヒット映画の予測¹⁰⁾等がおこなわれている。これらは実際の事象を Twitter データで代用(モデル化)できることに価値を見出しているが、我々の研究は、Twitter でのみ観測できる情報が存在しているということに注目している点で異なる。本稿では犯罪関連投稿として経験・公的・参照の 3 つに分類をおこなったが、ツイートのカテゴリとして情報共有や自身の心境のアピール、他者への質問等の 9 つに分類できるとする研究もある¹¹⁾。同一犯罪事象の判定は、リツイート関係かどうかという点からおこなったが、Textural Entailment の枠組みで解決しようという手法も提案されている¹²⁾。犯罪のような社会課題を、大量の新聞記事中から発見するための文書クラスタリング手法に関する研究もある¹³⁾。Twitter という短い文書にいかに対処するかまた、Twitter のようなソーシャルメディアにおいてはデマも含まれており、それを判定するための提案もある¹⁴⁾。特に犯罪のようなセンシティブな事象を扱う上では、取り組んでいく必要がある課題である。

サイバーテロを除く防犯のための情報抽出を、Twitter のようなウェブデータからおこなうことは新たな取り組みであると考えている。多くの防犯に関する研究は、フィールドワーク¹⁵⁾と呼ばれる現地調査に基づいておこなわれている。犯罪情報俯瞰マップのような地図として「地域安全マップ」があり、単に犯罪が起きた場所だけではなく、子どもが危険だと感じる場所をマッピングすることの重要性が述べられている¹⁶⁾。安全マップの利用においては、利用者間での意見を共有することが重要だとされており¹⁷⁾、その点で、Twitter のような不特定多数の意見が存在するメディアから情報を抽出することは、有用であると考えている。

6. おわりに

本稿では、Twitter を社会センサーと見立てての、犯罪情報抽出の可能性について検証した。Twitter には、他の情報源により発信された犯罪情報の複製のほか、投稿者自身が経験した犯罪に関する投稿も存在しており、それが他の犯罪情報と異なる性質を持っていることが分かった。両者はその対象とする犯罪の種別から、互いに補完する部分もあり、その有用性を示すことができた。

今後の課題として、犯罪情報の自動抽出と、地理情報の自動付与・精度向上が挙げられる。本稿ではまだ実験レベルにとどめているが、今後ブラッシュアップしていくことで Twitter を防犯のために活用することが可能になると考えている。また、Twitter の情報はまだ偏りがあり、実際の犯罪状況との比較も必要である。実地調査を行い、その結果と照合することで情報の価値を高めていきたい。

参 考 文 献

- 1) Sakaki, T., Okazaki, M. and Matsuo, Y.: Earthquake shakes Twitter users: real-time event detection by social sensors, *Proc. WWW '10* (2010).
- 2) 高橋哲朗, 野田雄也: 実世界のセンサーとしての Twitter の可能性, 第 2 回集合知シンポジウム (2011).
- 3) Aramaki, E., Masakawa, S. and Morita, M.: Twitter Catches The Flu: Detecting Influenza Epidemics using Twitter, *Proc. EMNLP '11* (2011).
- 4) 中野 潔, 安藤茂樹, 井出 明, 小林正啓, 瀬田史彦, 高畑 達, 田口秀勝, 西岡 徹, 宮野 渉: 社会安全システム 社会、まち、ひとの安全とその技術, 東京電機大学出版局 (2007).
- 5) Boyd, D., Golder, S. and Lotan, G.: Tweet, Tweet, Retweet: Conversational Aspects of Retweeting on Twitter, *Proc. HICSS-43* (2010).
- 6) Vapnik, V.N.: *Statistical Learning Theory*, John Wiley & Sons (1998).
- 7) Iwakura, T.: A Named Entity Recognition Method using Rules Acquired from Unlabeled Data, *RANLP'11* (2011).
- 8) 村山祐司, 柴崎亮介: 生活・文化のための GIS, 朝倉書店 (2009).
- 9) O'Connor, B., Balasubramanyan, R., Routledge, B.R. and Smith, N.A.: From Tweets to Polls: Linking Text Sentiment to Public Opinion Time Series, *ICWSM 2010* (2010).
- 10) Asur, S. and Huberman, B.A.: Predicting the Future with Social Media, *CoRR*, Vol.abs/1003.5699 (2010).
- 11) Naaman, M., Boase, J. and Lai, C.-H.: Is it really about me?: message content in social awareness streams, *CSCW '10* (2010).
- 12) Zanzotto, F.M., Pennacchiotti, M. and Tsioutsoulis, K.: Linguistic Redundancy in Twitter, *EMNLP 2011* (2011).
- 13) 橋本泰一, 村上浩司, 乾 孝司, 内海和夫, 石川正道: 社会課題発見のための文書クラスタリングとクラスタ評価指標, 人工知能学会論文誌, Vol.24, No.4 (2009).
- 14) Qazvinian, V., Rosengren, E., Radev, D.R. and Mei, Q.: Rumor has it: Identifying Misinformation in Microblogs, *EMNLP 2011* (2011).
- 15) 佐藤郁哉: フィールドワークの技法 問いを育てる、仮説をきたえる, 新曜社 (1998).
- 16) 大西宏治: 子供のための地域安全マップへの地理学からの貢献の可能性, *E-journal GEO*, Vol.2, No.1 (2007).
- 17) 高間康史, 瀬尾優太: 可視化表現共有型掲示板システムによる地域防犯活動議論支援, 知能と情報, Vol.21, No.3 (2009).