

卒業論文 2011 年度（平成 23 年度）

個人ユーザが発信するセンサー情報の
収集統合プラットフォーム

慶應義塾大学 環境情報学部

氏名：吉原 洋樹

担当教員

慶應義塾大学 環境情報学部

村井 純

徳田 英幸

楠本 博之

中村 修

高汐 一紀

Rodney D. Van Meter III

植原 啓介

三次 仁

中澤 仁

武田 圭史

平成 24 年 2 月 14 日

個人ユーザが発信するセンサ情報の 収集統合プラットフォーム

モバイル端末の普及、情報技術の発展に伴い、ネットワーク上で個々のユーザが情報の送受信を行うことが容易となった。これにより、テキストを初めとした写真・動画等の様々な情報を発信する事で、あたかも個人単体を実空間上のセンサとしての役割を果たすようになった。発信されたそれら単体の情報量は少ないが、統合すると膨大なデータであるとして、ユーザによる所感等の情報は既に多くのメディアや機関では価値に注目され始めている。専門機関主導のみで収集された情報はそれに比べ、物理的限界が生じるからである。

本論文では、ユーザによってソーシャルネットワーク上に発信されたセンサー情報を収集、統合することにより、専門機関の測定結果との差異を図り、その価値を提示する。扱うセンサ情報は、専門機関のみでは人員等の物理的限界を解消しつつも、情報量を確保する為にユーザも一定の関心を寄せるトピックである情報であることが求められる。そこで、危機管理の意識が必要とされる自然災害に着目し、2011年3月11日の東北地方太平洋沖地震の影響を受けた福島第一原子力発電所のメルトダウンによる残留放射能に関連した情報に着目し、Twitterで発信された放射線測定情報を収集、統合するプラットフォームの開発を提示した。本論文でプロファイルした主な情報は、放射線測定情報、時間情報、位置情報の三つである。これらの情報によって、センサー情報を個人が発信する意味への意識及び、ネットワーク上でのセンサ情報の価値の向上が見込まれる。そして、提示した手法を実証する為に、各情報を収集・解析するシステムを実装し、システムの精度、専門機関との測定値の差異の確認を行った。

本研究によって、目的が限定されないSNSにおける大量の情報の中から、センサ情報の抽出、またそれらの情報によって専門機関の測定結果と類似した結果の取得が可能である事を示した。

キーワード:

1. ソーシャルネットワーク, 2. 放射線測定, 3. センサーネットワーク, 4. 個人検知, 5. ガイガーカウンタ,

慶應義塾大学 環境情報学部

吉原 洋樹

A platform for collecting and combining sensor information sent from individual users

As mobile terminal spread and information technology advance, it is becoming much easier for individual users to send and receive information over the internet. From this, many kinds of information such as plain text, photos, movies and more are being sent, making each individual users to possibly become the role as pseudo sensors. These sent information alone are small but when looked at as a combined information, it is an enormous amount of data. The enormous amount of data gives a strong impression to many media and organizations, making them think about its real value. This is because the information sent from specialized organization creates a physical limit compared to the information from individual users.

In this paper, we collect the sensor information sent over social networks and unify them, allowing us to calculate the difference between how the specialized organizations sees this value. The sensor information used has two requirements. First, the sensor information is required to be physically impossible for specialized organizations alone to handle, for example a limit in human resource. Second, the user side needs to have a constant interest in the received information. Considering these requirements, we pay close attention to natural disasters which needs an awareness of crisis management. This paper will look at the radiation measurement information from Twitter, collected around the 2011 earthquake off the Pacific coast of Tohoku which occurred on March 3rd 2011, and create a platform for unifying these information. This paper profiles 3 types of data, radiation measurement, time, and its location. With these information, we expect an improvement of the meaning of sending information and the value of sensor information over the network. To demonstrate the method proposed, we implement a system to gather and analyze each information, allowing us to confirm the accuracy of this system and calculate the difference between the result of specialized organizations and this system.

From this paper, it is possible to extract sensor information from large amounts of information which does not have a specific purpose from SNS. Also, by using these information, it is possible to retrieve similar results compared to research facilities.

Keywords :

1. Social Network, 2. Radiological Measurement, 3. Sensor Network, 4. Individual Detection, 5. Geiger Counter,

Keio University, Faculty of Environment and Information Studies

Hiroki Yoshihara

目次

第1章 序論	1
1.1 モバイル端末による個人への情報の送受信量の増加	1
1.2 問題点	2
1.3 本研究の目的	3
1.4 本論文の構成	3
第2章 SNSによるユーザ発信情報と放射線情報	4
2.1 ホットスポットによる残留放射線の影響	4
2.2 放射線測定の実状	4
2.2.1 焼却灰に付着した放射線の分布	4
2.2.2 市民からの情報の収集	5
2.3 公共機関による放射線情報	6
2.3.1 震災後の各省庁の対応	7
2.3.2 問題点	8
2.4 ユーザ発信の情報の現状	9
2.4.1 各SNSにおけるソーシャルデータの特徴	10
2.4.2 Twitterにおける放射線測定の動き	12
2.4.3 ハッシュタグの乱立	12
2.4.4 フォーマットの不統一	13
2.4.5 放射線計測器	13
2.5 本論文の着眼点	16
2.6 まとめ	17
第3章 関連研究	18
3.1 携帯電話端末を用いた個人の気象観測情報の収集	18
3.1.1 測定情報収集手法	18
3.1.2 減災プロジェクト	19
3.2 ソーシャルネットワークによる測定機器不所持の解消	20
3.3 観測情報共有アプリケーション	22
3.4 iOSを用いたガイガーカウンター	22
3.5 Web上におけるネットワークサービスの信頼性	23
3.6 まとめ	24

第4章	センサ情報収集のアプローチと設計	25
4.1	設計概要	25
4.2	収集処理の機能要件	26
4.2.1	TwitterAPI	26
4.2.2	収集項目の選定	28
4.3	抽出処理の機能要件	30
4.3.1	放射線測定情報	31
4.3.2	テキスト内の時間情報	31
4.3.3	統合位置情報	31
4.3.4	その他の詳細な情報	32
4.3.5	整形後用のテーブル挿入項目	33
4.4	統合センサ情報の出力	33
4.4.1	CSV 出力による数値データ	33
4.4.2	マップによる測定値の可視化	33
4.5	情報統合によるリスク	34
4.6	まとめ	34
第5章	収集統合プラットフォームの実装	35
5.1	開発環境および動作環境	35
5.2	実装概要	35
5.3	放射線ツイートクライアント	37
5.4	収集処理機能	37
5.5	抽出処理機能	38
5.5.1	位置情報	38
5.5.2	時間情報	38
5.5.3	測定情報	39
5.5.4	ハッシュタグ	39
5.5.5	データベース	40
5.6	出力処理機能	40
5.7	まとめ	40
第6章	評価と考察	43
6.1	要求事項	43
6.2	数値データによる関連研究との比較	44
6.2.1	収集検知精度の定数評価	44
6.2.2	抽出検知精度の定数評価	44
6.2.3	時間毎の測定数の考察	45
6.3	測定値可視化による関連研究との比較に対する考察	45
6.3.1	公共機関によるモニタリング情報との比較	46
6.3.2	民間機関におけるモニタリング情報	47

6.4	まとめ	47
第 7 章	結論	51
7.1	まとめ	51
7.2	今後の展望	52
	謝辞	53

目 次

2.1	焼却灰のセシウムマップ	5
2.2	safecast map	6
2.3	乗車による放射線計測 (福島市)	7
2.4	福島県環境放射線モニタリング・メッシュ調査 (第2回) 結果に基づく空間 占領率マップ [1]	9
2.5	#jp-geiger のツイート例	14
2.6	放射線計測器	16
3.1	ウェザーリポートシステム図	20
3.2	減災プロジェクト	21
3.3	測ってガイガー! [2]	22
3.4	観測系アプリケーション	23
3.5	SCO-RDTX-PRO[3]	24
4.1	収集・統合プラットフォーム システム設計図	26
4.2	OAuth 認証のセッションの流れ	27
4.3	#Jp-geiger(上)・#Gctjp(下) の1ヶ月間, 1日あたりのツイート数 [4]	30
4.4	位置情報抽出	32
5.1	mecab で位置情報の抽出しきれないツイートの例外処理	36
5.2	Mecab で位置情報の抽出しきれなかった場合の例外処理までの流れ	39
5.3	本プラットフォームによって出力されたツイートマップ (実験期間全て)	41
5.4	ピン毎の詳細情報の反映	42
6.1	本プラットフォームによって取得した時間毎の測定数	46
6.2	文部科学省による航空機モニタリングと本プラットフォームの測定範囲比較	47
6.3	福島県内のモニタリングの詳細な分布	48
6.4	safecast の測定範囲	49

表 目 次

2.1	代表的な放射線測定ハッシュタグ毎に使われている単位 (同一ユーザによる複数ハッシュタグの重複を含む)	14
2.2	放射線の検出方法と測定器の種類	15
4.1	TwitterAPI の種別	28
4.2	代表的な放射線測定ハッシュタグ毎の各合計 (2012/01/18 より) [4]	30
5.1	実装環境	36
5.2	本プラットフォームを用いたハッシュタグ毎の各合計 (2011/12/28 - 2012/01/19) *重複ツイート, リツイートを含む	37
6.1	収集ツイートの取得可能情報数	44
6.2	抽出ツイートの取得可能情報数	45
6.3	測定数上位 3 都道府県と福島県の 1 日平均の比較	45

第1章 序論

本章では、モバイル端末の普及に伴い、ユーザがインターネット上に発信する情報が増加し、それらの重要度が増していることを述べる。そして、新しいデジタル通信時代においてユーザが発するセンサー情報を適切に収集、処理する事により価値のある情報を得る事が可能であること、及びその手法を示す。

1.1 モバイル端末による個人への情報の送受信量の増加

近年、携帯電話、フィーチャーフォン・スマートフォンといったインターネット接続可能なモバイル端末が増加し、ユーザによって様々な情報が、インターネット上で送受信されるようになった。特にスマートフォンは発売当初から数年しか経っていないものの、既に携帯電話市場の約10% [5] を占めている。同様に、それまでのフィーチャーフォンはメールのような個人同士のやり取りが主であったが、Social Networking Service(SNS)等のコミュニケーションツールの登場により、通信量が大幅に増加し、情報はさらに多様化した。SNSでは、mixi[6]、facebook[7]、Twitter[8]が日本では広く普及した。そして、スマートフォンの登場により、特徴でもある専用アプリケーションによる手軽なインターネット接続が、これらSNSによるコミュニケーションをより活発化し、写真の共有や動画の投稿を容易にした。結果、ユーザがモバイル端末により発信した情報は膨大な物となったが、それらはあくまで個人の責任の範囲内で流されたものであり、匿名性の高い社会的責任を持たない情報が増加した事も意味する。

しかし、近年ではむしろそれらの情報が有効的に使われている。例としては、インターネット通販サイト、価格.com[9]やamazon[10]では商品購入者が良かったか・悪かったかについて商品の総評価を5段階評価の元、コメントを記している。価格.comでは特定の品目によって評価項目が設けられている他、口コミ情報や、評価が参考になったかどうかまでも評価している。

今まで同様、ユーザは商品を選ぶ際、基本的にスペックから正確な情報のみを得る事に加え、それらと同様にこれらの不確かな情報は購入に際しての有効な判断基準として用いているのである。商品を売り出している販売者以外の情報、第3者の意見の実体験がこれから購入するユーザに安心感を生み出させる。インターネットが普及した今、個人から情報を大量に吸い上げる事が可能になった今、それら不確かな情報が一つの判断軸として成立することになったわけである。

本来、このような不確かな情報はインターネットが普及する以前は、「口コミ」程度に留まり、公表される情報は公平性に信頼がある専門機関が統計等を取り行い、然るべき結

果が出すものであった。飲食店であれば、評価を行う上では伝統と信頼があるミシュランガイド [11] のような書籍で、全ての飲食店が評価を下される事が望ましかった。しかし、それは人員、資金、時間等のコストがかかりやすい。その点、インターネット上ではユーザが不確かな主観的情報と知りながら、他ユーザの評価を受け取るので、判断はユーザ自身に任される上、一つの機関がコストを割くよりもより多くの種類の商品等の評価情報が手に入ることになる。

一般ユーザからの情報の中でも、特に災害時の個人による情報の価値は高い。災害時には二次災害等の危険性を含めて、一刻も早い情報の収集が求められるが、公共の機関等がマヒして、各地の情報のやり取りが難しくなる中では、一般人による各地の情報の提供が必須となるからである。例えば、地震の際には土砂崩れ、道路の亀裂等、マヒした公共機関についての情報は救助活動や安否確認に役立つが、それらを素早く集めるのは民間からの協力なくしては出来ない。行政単位で行うにしても、調査する種類数に限りがある以上、総じてその調査の規模が大きくなればなるほど、統計数とその精度は専門機関の規模に左右される。現在は専門機関が重要度が高いものを、低いものを個人がインターネット上に発信する形が自然と大まかに取られているが、災害等の危機管理を行う上ではより多くの情報が必要である。

例を挙げると、2008 年 5 月 12 日の中国の四川大地震では Twitter がマスコミより先に地震の発生が書き込まれるという伝達の早さを見せた他 [12]、2011 年 3 月 11 日東北地方太平洋沖地震では、多くの電話回線が混雑していた中、Twitter ではサーバが落ちる事なく通信が可能等、安否確認に大きく役立った。[13]

現在も残っている災害として太平洋沖地震による、福島第一原子力発電所の汚染事故の問題があげられる。炉心融解による、放射能の漏れは 12 月現在も東京電力の測定結果によると止まっておらず、残留放射能が依然残っている状態となっている。政府や専門機関は各所で測定を行っているが、各所により測定の仕方によらつきがあることや、発表の対応が遅かった事から、Twitter 等の各 SNS では一般ユーザによる、より詳細な地域の放射線情報が交換されている。

1.2 問題点

モバイル端末が普及した今、ユーザ一人一人を擬似的にセンサとしてみなし、協力を得て各地からより大量の観測・測定情報を集める事は可能となった。よって、それらの情報を処理していくには、主観的な情報は処理の面から人員やコストの問題があがることが推測され、収集の段階で数値や画像、動画情報等の、ユーザによる恣意が含まれにくい情報の選択が求められる。しかし、これまで観測・測定情報は専門機関主導の元、収集が行われてきたことに対して、ユーザによるセンサ情報は信頼性が薄い。専門機関の情報と比べて、人員・費用・機器面等に劣り実績による信頼が確保されていない上、測定器等を必要とした場合に個々の測定器の精度によってばらつきが生じる。特に災害時には、より多くの情報が必要とはいえ、混乱にそれらによる情報の錯綜が加わる事は許されない為、専門機関がそれらを活用することは困難といえる。またユーザ側からも協力を得られるかの問

題もあがる。

1.3 本研究の目的

本研究の目的はモバイル端末が普及した時代における新しい個人の情報発信の価値の可能性を提示するものである。これまで専門機関に頼ってきた測定情報を、目的を限定しない大規模な SNS における大量の情報の中から、ユーザによる測定情報の取得、またその情報の精度について検討する。

センサ情報として依然、現在まで残留放射能の危険性がある放射線の測定を用い、一般ユーザがインターネット上で発信している情報と、専門機関、専門機関等による公式の結果と照らし合わせ、どこまでの差異が発生するか調査・実証する。この取り組みによって、発信した放射線情報の測定結果の精度、及び取り扱いについて検討する。SNS には大量のユーザからのセンサ情報の抽出に着目し、140 字で端的な情報が取得可能である Twitter を用いる。

本研究では Twitter における放射線測定の統計結果、またそれをマップ分布として反映し、個人が測定した結果と専門機関による測定結果を数値的、視覚的に比較し、SNS におけるセンサ情報の精度・取り扱いを検討する。

1.4 本論文の構成

本論文は全 7 章から構成される。第 2 章では、モバイル端末の普及に伴い SNS にもたらされるユーザ発信の情報の現状と、各機関による放射線情報とその測定手法による発信情報についての現状について述べる。第 3 章では、第 2 章で述べた課題に取り組む関連研究を紹介する。第 4 章では、Twitter 上の個人が測定した放射線情報を含んだツイートを収集するプラットフォームの設置を設計する。第 5 章では、第 4 章で述べた手法を実際に適用し、実装結果を述べる。第 6.2.3 章で政府の情報と関連機関の情報とを統計比較し、評価・考察を行い、最後に第 7 章で本論文の結論と今後の展望を述べる。

第2章 SNSによるユーザ発信情報と放射線情報

本章では、東日本太平洋沖地震の影響による残留放射能の汚染の現状について述べると共に、その情報の収集に務める研究機関、政府、民間の機関について比較する。本論文は、民間のツールによって個人が発信する放射線情報の収集について着目することを示した。

2.1 ホットスポットによる残留放射線の影響

2011年3月11日の東日本太平洋沖地震の影響から、福島第一原子力発電所による放射線汚染が問題となった。政府による発表の遅延の問題も発覚し各メディアで取り上げられ、一般市民による不信感は募ることとなった。このことから、これまで放射線に対して興味を持たなかった一般市民も、日々の生活の安全の為に放射線に対する知識を深める事になった。インターネット上で放射線についての知識の習得情報に始まり、居住する近隣の放射線値について収集するようになったのである。放射線の数値が半減する半減期についても、あらゆる場所で議論が起こっているが、残留放射能の影響は現在でも依然続いている。一般ユーザの間では放射線に関する情報をやり取りする量は震災以前よりも飛躍的に上がったと言える。

2.2 放射線測定の実状

福島第一原子力発電所の汚染事故以前までは、放射線値の測定は医療機関等の研究用途、専門機関並びに行政の機関による全国と原子力発電所付近の汚染漏れに対する測定が主であった。しかし、汚染が2011年3月に始まって以来、一般人の生活の安全を脅かすことから、測定器の各所設置他、大学等の研究官の調査、食品の汚染調べ等、現状では特に政府による各都道府県等、各所に設置された測定結果が必要不可欠となっている。

本章では民間の機関による、放射線情報の調査の結果を述べる。

2.2.1 焼却灰に付着した放射線の分布

機器による測定情報はこれまで放射性物質そのものを測るものがほとんどであったが、直接的に放射性物質という標的を用いず、焼却灰という別媒体による測定でマップ化が試みられている。これまでの放射能分布は各地域での放射能計測機器によりセシウム等の

焼却灰のセシウム

purple 紫 30,000-99,999

red 赤 10,000-29,999

orange 橙 1,000-9,999

yellow 黄 100-999

green 緑 30-99

water 水 0-29

(飛灰、Bq/kg)

「16都県の一般廃棄物焼却施設における焼却灰の放射性セシウム濃度測定結果」環境省、2011年8月24日
<http://www.env.go.jp/jishin/attach/waste-radioCs-16pref-result20110829.pdf>

一般公開・表示回数 72,896

11月6日作成・投稿: pino・11月8日更新

★★★★★ 3 件の評価・コメント 3・KML

9

盛岡市

980

八幡平市

320

雫石

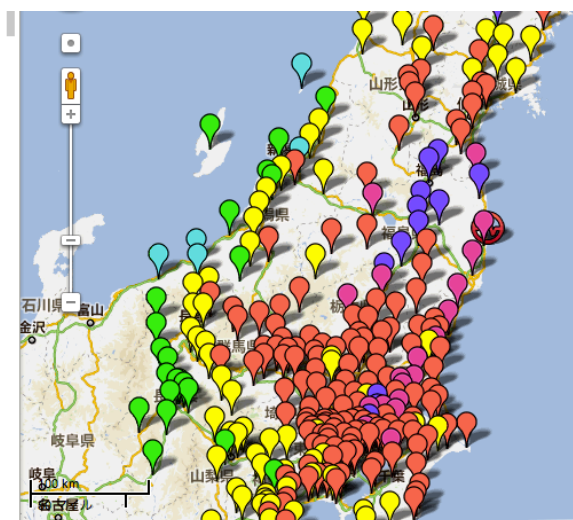


図 2.1: 焼却灰のセシウムマップ

放射性物質自体の数値結果を測って地図を作成していくものであった。群馬大学教育学部、早川由紀夫教授のブログによれば、火山灰の分布が放射能分布に応用出来るとしている。

早川教授の放射能汚染マップと文部科学省放射能汚染マップを比較すると、分布の仕方が酷似していることがわかる。これは放射性物質が風で運ばれ、雨で地表に落とされ、地表近くを盆地等に沿って流れた結果である。

また早川教授は環境省の2011年8月24日発表の「16都県の一般廃棄物焼却施設における焼却灰の放射性セシウム濃度測定結果」もマップにプロットしている。[14] こちらの焼却灰マップも文部科学省のマップと比較して、広がり方が似ていることがわかる。2.1

放射性物質のみでなく、放射性物質が付着した物体の動向を探る事で、結果を得たといえる。

2.2.2 市民からの情報の収集

観測情報は機器によって、測定値が左右されるが、空間線量を計測する際に、周りの地形等によって放射線量は大きく変わる。例えば、雨水が溜まりやすい地形、箇所は雨水に付着した放射線が雨水とともに溜まる為、放射線量が周りに比べて高くなる事が多い。専門機関や公共機関の多くは固定式のモニタリングポストを用いて、定点観測を行っており、定期的に動的観測も人員を使う測定もするが、それでも全ての放射線が溜まりやすい地形を計測することは困難であり、人員もコストも足りなくなる。そこで一般市民に放

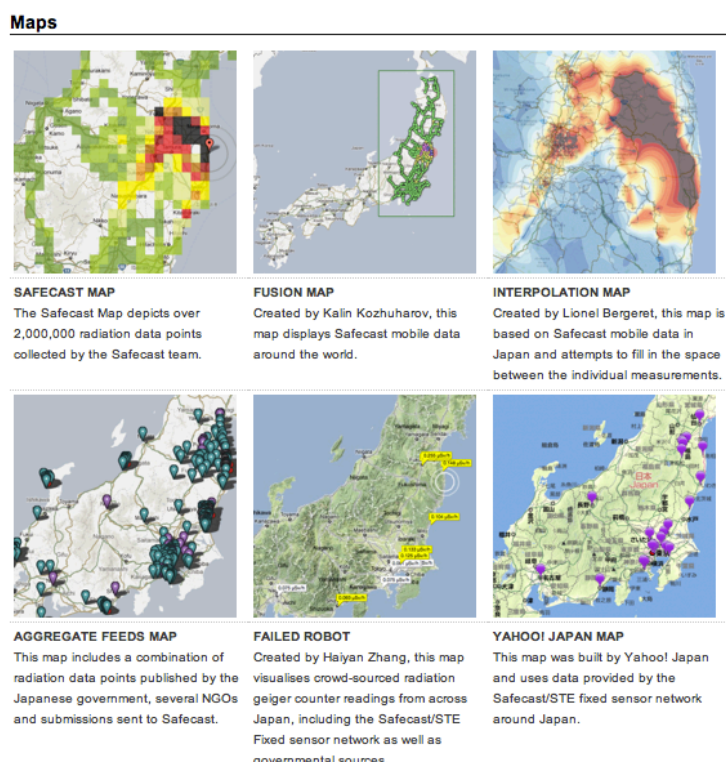


図 2.2: safecast map

放射線測定器を無料もしくは有料で貸し出しする、市区町村の役所や、専門機関が現れた。中でも Safecast[15] は、情報通信技術を用いてデータを共有するプラットフォームを構築し、世界中の放射線データを共有するプロジェクトを行っている。Safecast は自身も計測活動を行っている組織の為、専門機関の計測と合わせ市民からの協力も募って、二つの測定媒体によって情報の精度を高める形をとっている。しかし、一般市民に計測の協力を募る形はガイガーカウンタを貸し出すことで精度には問題ないものの、一般市民による計測では誤った測定手法を行う可能性は残る。その点、Safecast ではデータ一つ一つの精度よりもむしろ情報量の多さを支持する形をとっている。また、Safecast に対して多くのプロジェクトが市民同様に参加しており、技術提供として Scanning the Earth Project[16] では走行中に計測を行うこと 2.3 や固定センサーのみならず、敷設する限界を考慮して、空間を網羅する為に情報毎の特徴をふまえた補完技術の開発を行っている。

2.3 公共機関による放射線情報

震災以前までは原子力施設からの放出される放射線レベルを監視するため、固定型の空間上放射線量率測定装置は主に事業所周辺や近隣の居住地域の地点に設置されていた。固定式の為、原子力施設から何らかの事由により放射性物質・放射線の汚染が広まった際に、連続的に放射線量を把握できる為、放射能による汚染の早期発見において有効であ

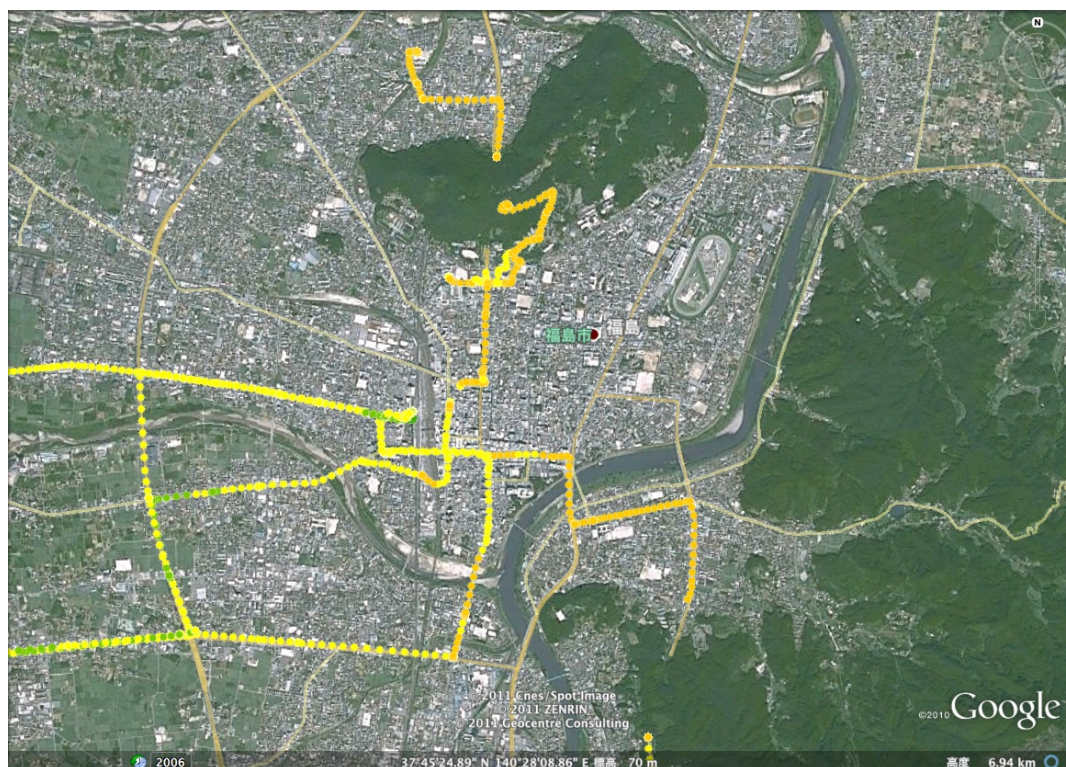


図 2.3: 乗車による放射線計測 (福島市)

る。震災後、東北地方周辺を中心に各都道府県、各施設が設置した。

2.3.1 震災後の各省庁の対応

インターネット上では各省庁に分けて、種類別に異なる担当の測定情報を公開している。一義的ではないが、種目によっては省庁同士で担当が重なることがわかる。本項では、種類別に担当されている省庁の種類と大まかな測定手法、開始時期等を検討する。また、本項では、今回の事故により、福島県とその自治体はほとんどで関係しているが、担当部署について一つ一つ挙げる事はしない。

- 環境一般等のモニタリング
文部科学省が主に行っており、全国的な空間線量率の調査のため、航空機によるモニタリングや他省庁が行わない離島等の例外的な場所で周辺より高い放射線量が確認された場合等、また福島県を中心とした様々な調査を行っている。
- 港湾、空港、公園、下水道等
国土交通省が主に行っており、港湾では各港湾局・整備局の測定結果を始めとして、航路の大気、海水、空港、下水汚泥、観光地、都市公園の測定を取りまとめている。毎日結果が出ているものとして、空港は首都圏の空港として、成田空港と羽田空港

についての結果が挙げられ、成田空港では設置高 25.3m の測定結果を一日 2 回、羽田空港では神奈川県安全防災局危機管理対策課環境放射線モニタリングシステムによる過去の結果を一ヶ月まで遡ってグラフで見る事が出来る。

- 水環境, 廃棄物

環境省が主に行っており、水環境(河川, 水源地, 湖沼等), 一般・産業・災害廃棄物の測定が行われている。特に水環境は測定地点が詳細に明記されており、汚染を受けた水の流れがよくわかるが、2011 年 12 月の段階で福島県, 宮城県, 茨城県, 宮城県, 栃木県, 山形県の福島県を中心とした 6 県のみを河川を意識した調査であり雨水は考慮していないと推測される。福島県を除く県は 1ヶ月間しか調査していない。また廃棄物に関してはどれも 1 度の調査で終わっている。

- 農地土壌, 林野, 牧草

農林水産省が主に行っており、農地土壌については水環境と同様の 6 県について 8 月までの調査結果のみが Web で記載されている。林野については 7 月までは数箇所で行われた調査が 8 月以降は一箇所の調査に減っている。また「福島森まっぷ」と福島の放射線量を県民が投稿するサービスも県主導で行われているが、ほとんど投稿がなく機能していない。

- 食品, 水道

主に厚生労働省, 農林水産省が行っており、水環境や農地と違い、こちらは内部被曝を考慮した調査となっている。食品に関しては暫定規制値等の対応に関する文言が多く、実際の食品の測定値の結果は月毎に取っておらず、何ヶ月間かまとめたものとなっている。水道水は福島県, 近隣 10 都県の測定値が月曜日にほぼ毎週更新されている。

2.3.2 問題点

各省庁は統括しているだけで実際の調査を行っているのは、委託された民間機関や各都道府県の役所である。特徴として挙げられるのは、内部被曝にあたっての調査は、毎週継続的に行われているが、外部被曝では一度限りで終わる調査が多い。また、1 度で終わらずとも期間がどれも 2011 年 8 月以降、半分以上の調査の再実施が行われていない。それに加え、放射線は場所によって蓄積する量も異なるが、定点調査が多い為、それに対応できていない。

汚染事故から数ヶ月の間で、それまで放射線を測定していなかった公共機関や食品流通業者は測定器の導入を迫られた。中には対応が遅れる機関もいくつかあった。例としては、厚生労働省が国立医薬品食品衛生研究所の食品部で埼玉, 千葉県等の茶等の品目で採取日が平成 23 年 5 月であったことに対し、結果判明日が同年 8 月、公開が 9 月と対応の遅さが浮き彫りとなったことが挙げられる。[17] この事件は、Twitter を含む各メディアで話題となり、採取からのおよそ 3ヶ月間、回収されるはずの食品が回収されず、流通し

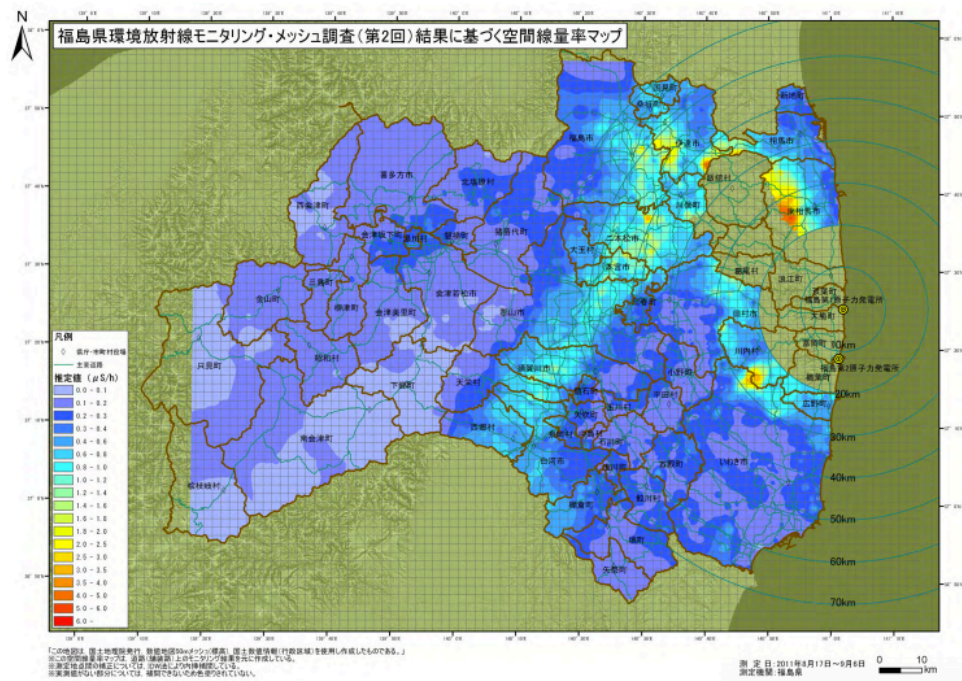


図 2.4: 福島県環境放射線モニタリング・メッシュ調査(第2回)結果に基づく空間占領率マップ [1]

ていた事実は、一般人の危機意識を煽った。そのため、日々の生活の為には、一般人も食品を含めた放射線物質の測定結果を自らの力で得る必要性が出てきた。

東北地方の食品を購入していた消費者や、特に福島県近隣の都道府県は外部被曝だけでなく内部被曝にも注意する必要が出て来たのである。

2.4 ユーザ発信の情報の現状

今日、デジタル技術の発展に伴ったインターネットサービスの普及によって、情報の収集方法は多岐に渡るようになった。これにより、サービス側はユーザに応じたサービスを提供すると共に、ユーザ同士の情報交換を行うことを可能にさせることで活発化を図った。結果、サービス側でジャンルを限定するタイプの通販型サイト、口コミサイト等が出来上がるとともに、逆にジャンルをあまり限定しない形で交流の基盤だけサービス側で用意し、中身をユーザに任せる形の SNS が生まれた。

これらの登場により、インターネット上で扱われる情報の種類は多岐に渡ることになり、増加とともに重要性が増した。しかし、これらの情報には個人の恣意が含まれていたり、デマ等の誤情報も多くあり、処理されるべき情報を選別する必要があり、コメント・画像・動画等を処理するには人手もコストもかかる。

そこで機器による測定によって、恣意が含まれず比較的処理しやすい数値情報の扱いを検討する。

本章では各サービスの特徴を比較した上で、個人の機器の測定によるセンサー情報に適しているサービスを検討する。

2.4.1 各 SNS におけるソーシャルデータの特徴

これらは日本国内で使用されている代表的な SNS である。本節では放射線による知識や測定結果、議論等を取り上げていることに着目し、それぞれの特徴について述べる。

- 総合系 SNS

Facebook は世界最大の SNS であり、今日では約 6 億人のユーザがいる。Twitter のようなタイムラインに近いニュースフィードが、主な流通情報となる。個人の自分のしていることを考えていることを友人に知らせる呟き機能から、写真・動画の共有、レコメンドのシェア機能等をハイライトに多種類の情報がやり取りされる上、Twitter に比べて一つ一つの情報が大きく表示され、情報を後追いするのが難しい。しかし、最大のユーザ数を誇ることからやり取りされる情報量も最大と言える。また、公開範囲がサービス内に留まるため、登録してログインしない限りは、検索にヒットしない。

- 写真共有サービス

2004 年に開始された Flickr[18] はインターネット上の写真共有サービスである。ユーザは撮影した写真データをアップロードし、保存・管理する事が出来る。公開された写真は、誰でも閲覧可能であるため、本サービスを利用しないユーザも見ることが可能な為、外部サービスとの連携もとられやすい。写真に対するコメントを付加させたり、タグにより任意のキーワードを付与し、画像データを効率的に検索することが出来る。公開権限の設定も出来るため、写真を非公開で限られたユーザでのみ共有も出来る。写真という画像データのみ、またそれに付加させるコメントのみであるので、非常にシンプルであり、テキストデータにこだわった Twitter と非常に似ているといえる。

- ブログサービス

Ameba[19] はブログと Pigg(ピグ) と呼ばれる自分を模したアバターを操るコミュニケーションツールが中心のサービスである。Pigg はアバターを用いての会話・ゲーム・イベントが主なので、情報のやり取りはほとんどがリアルタイムチャットに限定されることから、会話の情報はログインしている間の短期間しか保存がされず、情報を蓄積するには向かない。また、ガラケーでは扱えない為、モバイル性が薄い。あくまで一時的な情報のやり取りであり、個人の情報を蓄積するには、ブログサービスを用いる事になるが、ブログでアクセス率の上位を占めているのが、芸能人等の有名人が多い事、サービス側もそれに力を入れていることから、ゴシック記事としての意味合いが強い。個人同士のブログ間でのやり取りも多いが、これは他 SNS

に比べて公開情報に秘匿性が高いことから、ユーザ間での知り合いは本サービスを利用するオンライン上に限定された知り合いが多いと言える。結果、ブログサービスからの情報のやり取りが主になる為、ジャンル等を限定することで他 SNS よりもより一つのユーザから情報を吸い上げることは可能であるが、多くのユーザから情報を集めることには不向きである。

- リアルタイムチャット・簡易ブログ

Twitter はツイートと呼ばれる最大 140 字でメッセージをブロードキャストするサービスである。無作為に全ての知り合いに向けてメッセージを発する為、チャットサービスが拡大し、さらにブログのように日記感覚で残していくものに近いといえる。タイムライン上はほとんどが文字情報である為、サーバ側の負担が少なく、トレンドによるユーザの大量の同時投稿で落ちることを除いて、可能な限りリアルタイムでの情報交換が可能となる。写真・動画の共有はあくまで外部のサービス・アプリケーションに依存している。情報自体が必ず、他ユーザとのコミュニケーションを目的とするわけではないので、他 SNS に比べて扱われる情報が多岐に渡るが、ハッシュタグを用いてある程度の情報の選別が出来る。それぞれのツイートのテキスト情報に意味があるかを除けば、情報の整理性と短文によるそれぞれの情報の端的さから、多数のユーザから情報を把握しやすいツールといえる。

- 電子掲示板サービス

2ちゃんねる [20] は日本国内最大手電子掲示板サービスである。タイトルやテーマ等を決め、参加者が書き込み、画像・動画を投稿していくことで情報の交換をするものである。議論が主であるが、感情的なやり取りも少なく、「荒らし」と呼ばれる嫌がらせ等の誹謗中傷のようなや情報としては全く無意味といえる投稿も多い。同様に、議論の中には有益な情報、興味・関心を引く投稿も多く、無駄な情報を省いたまとめ掲示板も存在する為、情報を収集する為にはこちらの方が効率的といえる。しかし、テーマが多岐に渡り、目的の情報を得る為の利便性が低い。また匿名性が高いことで、情報の信頼性がアカウント等で個人が特定された情報よりも低い。

- 知識検索サービス

yahoo 知恵袋 [18] では、電子掲示板を用いて、利用者同士が知識や知恵を教え合うことや、議論・アンケートを行う。2ちゃんねるのような掲示板サービスと違い、質問の開設者の知識が満たされた時点で回答の投稿が打ち切られることとなるので、情報の発展・応用性が薄いといえる。また個人の質問が主であるため、その質問量は膨大であり、質問のタイトル・内容が他ユーザに対して不明瞭であると回答自体が行われなかったり、ジャンル分けされているが別ユーザによる重複投稿も少なくない。情報のやり取りが短期的であり、過去の質問とその回答の情報が大量の他の情報に埋もれてしまう為、1週間もすると新たな回答が得にくく質問の「新鮮さ」が要求される。一つ一つの質問の情報量も多い為、情報の収集の即時性が低い。単語によるタグ付けも行われているが、これは Twitter のハッシュタグとは異なり、ユーザが自身でつける物ではなく、質問・回答からサービス側が単語を抽出しているに

過ぎない為、情報があまり整理されていない。

以上から、数値情報を多くのユーザから端的に更新してゆく見やすさを考慮すると、リアルタイムチャット、電子掲示板サービスが挙がる。どちらも公開範囲がサービス内外である上、情報のまとめに適している。しかし、より端的な情報の見やすさから、ハッシュタグの使用が可能であるリアルタイムチャットの Twitter が機器による測定情報に適していると判断した。また、第 3.5 章で述べるが、既存研究では Twitter は既存メディアと同様ほどの信頼性の高さがあるとされており、情報の有効性が期待される。

2.4.2 Twitter における放射線測定の動き

第 2.4 章で述べた、Twitter は個人が呟くリアルタイムの情報を発信させることから、震災後から日本では放射線に関するツイートが圧倒的に増えた。2011 年 4 月の月刊利用者数は 2300 万人である程、日本の利用率が元々かなり高いことも一因である。

ツイートの内容は汚染が発覚した直後は、放射線についての知識を共有するものが多くあった。第 2.3 章で述べたように、中には政府の情報が遅く、食品の被曝に対する認識が遅れた等の問題もユーザの危機感を煽った。そのため、元々放射線に興味を持っていたユーザ、生活に不安を覚えたユーザ等が、ガイガーカウンターを購入する事になり、現在自派的に各々が住む地域の数値結果を共有している。

Twitter 上ではそれぞれが所有するガイガーカウンターで計測した数値結果をツイートとしてハッシュタグでグループ付けし、位置情報も含めて流している。Twitter は日本人の割合が、他国のユーザと比べても比較的多く、スマートフォンの購入者の増加に伴い、Twitter を始めるという人も多い。手軽に写真、動画データをタイムライン上に流すことが可能であるから、個人の情報の共有が行いやすいのである。用途が限定された SNS と比べて、より多くの興味をまだ持っていない人達に危機管理を促せることも大きい。大学で放射線を研究しているような専門機関の定期的なツイートもあるので、信頼性もある程度確保されていることになる。

2.4.3 ハッシュタグの乱立

各々の自発的な行動から派生した動きであることで、統一されないハッシュタグの増加は情報の拡散を妨げている。放射線の測定結果のような情報は、出来るだけ多くのユーザに知ってもらうのが好ましい。ツイートする際はフォロワーに対して、グループ分けする為に、ハッシュタグを用いるが、放射線値の測定に関するツイートでは統一したハッシュタグを用いられていないのである。

現在使われているハッシュタグが主な物をあげるだけでも十数種類が挙げられる。ハッシュタグは地域・放射線の種類等の用途に分けたグループ分けであれば効果的であったが、この場合用途分けはあまりされておらず、放射線についての知識を共有するツイートを除き、放射線の数値測定情報、位置情報、時間情報の 3 つがどのツイート内に含まれており、あまり明確な区分が付加されていない。各々が思い思いにつけたタグを使うのみと

なっており、ソーシャルメディアとしてハッシュタグを制限せず自由につけていく形は正しいといえるが、有効活用するという意味では非常に非効率的といえる。

タイムライン上ではその多さを考慮して、複数のハッシュタグを利用しているユーザもいるが、無駄に文字数を減らしているといえる。例を挙げると、5 種類を使うだけでも 140 字のうち、約 40 文字は消費されてしまっており、情報を詳細に書く可能性を自らで狭めている。

また放射線関連のツイートだけでなく、#tokyo・#akiba のように地域・都市名のハッシュタグを用いているユーザもあり、これは用途がはっきりしているが中には、地域名のハッシュタグを用いているユーザもあり、放射線の測定情報を収集しているユーザには認知されにくい。

2.4.4 フォーマットの不統一

ハッシュタグでグループ化されていても、表記の仕方もユーザによって異なる情報の把握を妨げる。図 2.5 は #jp_geiger のツイートをユーザ毎に抜き出した例であるが、位置情報の記載が街区で行われているものや、放射線量の 1 時間あたりの値を出したものから 1 日の平均までそれぞれが独自のルールを用いてツイートを行っている。どのユーザにもツイート内でほとんど共通しているのは、位置情報・時間情報・放射線測定値を記載していることである。例外としては、天気・ガイガーカウンターの種類・屋内か屋外か、複数の場所の計測を一つのツイートに全て記載する等様々である。単位一つを例にとってみても、全角半角等で表記の仕方が変わる。表 2.1 は、ガイガーカウンターの測定で基本となる μSv を除いた放射線関連のツイートでハッシュタグ毎に使われている放射線の単位の例である。

2.4.5 放射線計測器

放射線計測器 (サーベイメータ) は空間線量率の測定、表面汚染の検査等に用いられるが、日本で一般的にガイガーカウンタと呼ばれるのは、空間線量率計測を目的とした小型で可搬型のガイガーミュラー計数管 (GM 計数管) を指すことが多い。他にシンチレータを用いて放射線の回数のみ数えるガイガーカウンタもある。また研究機関等でよく用いられるのは、スペクトロメータと呼ばれる放射線のエネルギーを測定して放射性物質の種類の特定が出来る機能がある測定器である。このスペクトロメータは GM 計数管やシンチレータ式に比べると、サイズが大型であり、持ち運びは可能な機種もあるものの高額で一般ユーザが持つことには適していない。表 2.2 から分かるように、1 種類の測定から複数の測定を搭載している機種等、様々ありそれぞれ計測可能である放射線や、それは測定方法が同じでも感度は変わる。測定方法は大きく分けて 3 種類あり、表面汚染測定、空間汚染測定、積算線量測定がある。測定器はそれぞれいずれかの測定方法を用い、GM 管、比例計数管式を利用して表面汚染測定では β 線を、シンチレータを利用して空間・積算線量測定では γ 線を、主に測る機種が多い。熱中性子の測定には比例計数管式を用いる。

- 【報告】測ってガイガー!広島県三原市中之町7丁目付近の放射線測定値 (0.21 μ Sv/h) が投稿されました!
<http://hakatte.jp/spot/31038> #hakatta #geiger #jp_geiger
- [日報] 昨日(10日)の放射線量平均は、0.0525[μ Gy/h] でした。前日に比べ、0.326%増加しています。 <http://trda.mariyudu.net/> #Jp_geiger
- 神奈川県藤沢市東部1F和室:0.099 μ Sv/h (2012/1/11 22:00 曇 RADEX1706 使用アルミ遮蔽無し ($\beta + \gamma$) 14 回測定平均 個々の測定値 0.07~0.12) #Gctjp #Jp_geiger #fujisawa_save
- 東京都千代田区の放射線量@秋葉原 2012/01/12 09:00:48 12.579CPM (0.105 μ Sv/h) #Jp_geiger #Gctjp #Gwatcherver2 #tokyo #akiba

図 2.5: #jp-geiger のツイート例

ハッシュタグ	放射能単位
#jpgeiger	μ S v / h μ Gy/h CPM cpm (単位無し)
#Gwatcherver2	nGy/h CPM cpm
#hakarū	マイクロシーベルト マイクロシーベルト / h マイクロシーベルト / 時 (単位無し)

表 2.1: 代表的な放射線測定ハッシュタグ毎に使われている単位 (同一ユーザによる複数ハッシュタグの重複を含む)

本論文ではユーザの脅威となる β 線・ γ 線を放射線情報として扱い、小型で持ち運びにも適した GM 計数管式、シンチレータ式等を採用したガイガーカウンタを用いた測定結果を、個人による放射線情報とする。市場に出回っている一般ユーザが購入出来るガイガーカウンタには、表面測定に適した GM 計数管式であっても空間線量を測定可能としてい

検出方法	測定器
気体の電離作用を利用するもの	電離箱
	電離箱
	比例計数管
	GM 計数管
個体の電離作用を利用するもの	半導体検出器
蛍光作用を利用するもの	シンチレーション検出器
	熱ルミネセンス線量計 (TLD)
	ガラス線量計
写真作用を利用するもの	フィルムバッジ

表 2.2: 放射線の検出方法と測定器の種類

[21]

るものなどがある。本来は測定する際には正しい扱いが求められるが、ユーザの放射線に対する知識や値段等からそれらの購入がされることがある。そのため、ユーザは購入・使用に対し正しい知識を持たなければならない。放射線測定には蒸発乾固法などの各種手法を用いて測定試料を作成し、 β 線を測定装置で測る方法もあるが、一般ユーザには専門知識が必要であり難しい為、本論文では実現性からみて除外する。また、内部被曝は測定がガイガーカウンタのみでは困難な為、ユーザの実空間上での放射線の脅威を外部被曝のみとする。これらを考慮した上で、ガイガーカウンタの種類の検討を行う。

個人によるガイガーカウンタ、ハンディタイプのサーベイメータでの測定は大きく分けて、3つある。震災後からユーザ自身の手で放射線を測るニーズが高まっているが、測定機器・手法によっても違いが出るものである。ガイガーカウンタの種類毎に検出される放射性物質の数が違うことや、測定時間も何十秒間測るものから何回か測り平均化するもの、精度の信頼性が薄い数千円から一万円程の低価格のガイガーカウンタも販売されている等、ユーザは購入に際して最低限の機種種の知識が必要とされる。本項では、3つに分けたガイガーカウンタの特徴を述べ、ユーザが普段から測定する事に適した機種を比較する。

- エンドウインドウ型

物や人の表面についた汚染を測るのに適しており、精度が高いが値段が2,30万円以上する。GM管の窓が雲母で作られることが多く、 β 線が通るほど薄い上、窓を遮断して γ 線だけの抽出も可能である。専門機関ではよく使われるが一般ユーザには敷居が高いといえる。

- サイドウォール型

GM管の窓がなく、陰極の厚みで β 線も γ 線も入り方が異なる。 β 線・ γ 線共に精度は悪くない。

- パンケーキ型



図 2.6: 放射線計測器

エンドウインドウ型に比べ値段が低いが、低い物になるほど粗悪品が増え、逆に値段が高くても精度がよくないものもあるため、ユーザは適した機種を選ぶ必要がある。測定の精度は β 線を測るのには適しているが γ 線の感度があまりよくない。

2.5 本論文の着眼点

本論文は、第 2.4.2 で述べた、SNS によるユーザが発信する情報の中でも整理性が比較的簡易でありリアルタイムの情報の抽出に優れた Twitter に着目し、中でも第 2.1 章で述べた残留放射線を対象とする。震災後の汚染により放射線情報は、SNS でやり取りされる数少ない個人の測定による数値情報の中でも、ユーザの実空間上を脅かす可能性が高いためである。また、測定機器であるガイガーカウンターが必要な放射線情報だが、ユーザ自身のリスク回避による興味・関心が高いトレンドであることから、購入者が震災後増加しているので、情報の取得が容易であることも一因である。これらの理由から、本論文ではユーザにより発信された情報を地域毎の特性、測定機器毎の特性、ユーザ毎の特性等を考慮・補正しつつなるべく正確な計測及び集計処理を実現する。これらの情報を利用することによって、ユーザが SNS を利用して発信している放射線の数値情報が専門機関の結果と比較して有益であるかの可能性を検討する。

2.6 まとめ

本章では、ユーザが発信する情報を利用者数と手法の違いから代表的な SNS から分類し、その中で扱われる情報の種類について具体的な例を挙げた。また、震災後から放射線についてインターネット上で扱われる情報量が増加し、政府・放射能を研究する専門機関による測定がユーザの実空間上の安全を図っているが、情報を挙げる遅さ等により安全を脅かす場合があることを示した。しかし、一般ユーザには高額な測定機器の購入は不可能であり、信頼性が減っても個人より専門の機関からの情報は正確であるし不可欠である。対して、ユーザは自身で放射線情報を発信し他ユーザとやり取りする中にはガイガーカウンタの性能等によって、不正確な結果は少なからず存在する。そこで、ユーザは自身のリスク回避をするための情報が、正確かどうかの信頼性を確認するための情報技術が必要である。そして、どのような情報と組み合わせて放射線に対するリスク回避になるかを検証する。

第3章 関連研究

本章では、既存のインターネット上の個人の情報の収集と、放射線情報の測定手法の既存研究について述べる。また、既存の情報統合に対する対策についても言及する。

3.1 携帯電話端末を用いた個人の気象観測情報の収集

気象の予報業務では、本来は国民生活や企業活動等に密接に関係しており、観測情報は専門の機関、気象予報士が技術的な数値の裏付けを元に行うものであった。その為、気象庁では事業者が天気や波浪等の予報の業務を行う場合は、技術的に裏付けの無い予報から社会に無用な混乱をもたらさないように、気象業務法第17条の規定により、気象庁長官の許可を必要としている。民間の業者が、予報業務を的確に行う為の予報資料等の収集及び解析に関する施設や要員を置く等するには、気象業務法第18条で定められている許可の基準を満たしていなければならない。

気象庁に認可を受けた気象・波浪に関する予報業務の事業者は59件と少ない。それだけ天気予報には情報を発信する際、観測、予報に社会的責任がかかることになる。

しかし、近年インターネットの普及に連れて、より詳細に地域の観測が可能となった。これまではコンピュータの発展により数値予報インフラの整備、向上に頼ってきたが、インターネットの普及、個人の携帯電話端末の所有の増加により、気象庁の公式発表でカバー出来ない情報を民間の予報業者が集める事が可能となった。各地域に散らばるユーザから各観測場所毎の写真データ、動画データを得ることにより、気象の実況の意味ではより細部まで、予報としては観測データの量が莫大に増えた。

本項では、ユーザ情報収集型の民間予報業者、whethernews [22] について、その手法と観測データの詳細について述べる。

3.1.1 測定情報収集手法

ユーザは有料会員になることで、本サービスに気象データを投稿をする権利を持つ。それらの人々をウェザーリポーターと呼ぶ。天気に関心さえあれば、誰でも参加可能であり、30万人を超えるリポーターによる情報は「ウェザーリポート」と呼ばれ、現在の天気や雲の様子、自然現象、気温・湿度といったデータから、体感の変化や自然の美しさについて等、リポーターが自分が住む場所等の天気情報を提供する。

リポートの種類はコメントに加え、写真または動画を添付することも可能であり、1日に3回まで送信可能であり、一日に届く情報は5000件に及ぶ。

投稿はウィルコム [23] を除いた携帯電話機器による whethernews 社の携帯サイトか、または iPhone・iPod touch・iPad と android 用天気予報アプリ「ウェザーニュース タッチ」から可能であり、リアルタイムに各地の情報を収集する。PC からは投稿が出来ない。

本サービスが従来のサービスと異なるのは、観測者に対し契約による金銭的責任を負わず、逆に本サービスが金銭を受け取っている側にいることである。リポーターはあくまで画像、動画データと個人による所感のみであり、専門性を要求されていない。観測機器を用いると、一般人からの敷居が高くなってしまうので、本サービスではリポーターを移動カメラとして捉えている。最終的な判断は気象予報を出している本サービス予報センターが出すので、個人所有の計測機器による数値情報よりも、リポーターに正確性は要求されずに済むので誤情報を生み出しにくい。

また、リポーターの観測意欲を促す為に、「ソラトモ」と呼ばれるユーザ間のコミュニケーションツールが用意されている。リポーター同士が各々が感じた空や季節の風景についての感動を同サービス利用の他リポーターと共有することで、仲間を増やすことが出来、加え台風や大地震等の災害時の助け合いも期待することが出来る。また投稿に熱心なユーザにはポイントを付加する制度があり、一定のポイント数を得たユーザは本サービスに簡易の気象測定機器が渡される。そこでのユーザとサービスの情報のやり取りの流れを図 3.4 に記す。

ここでは、一般ユーザ、簡易測定機器を得たユーザ、本サービスでの地域気象観測システム (アメダス) や全国の独自レーダーといった気象測定機器の 3 つから情報を吸い上げている。一般ユーザはコメントに加え、写真・動画データの投稿、簡易測定機器を所持するユーザは温度・湿度・風速・気圧・標高等の数値データ、そして本サービスの気象測定機器で大元となるデータを抽出している。各データは本サービスの予報センターに蓄積され、ユーザによるデータはサービス内のウェザーリポート Ch. と呼ばれる各地の風景画像、動画を見るサービスで使われる。また天気予報には、本サービスの測定機器の結果を元にユーザによるデータを照らし合わせながら、精度向上を図っている。数値データもほとんど、本サービス提供の測定機器によるものなので誤差の範囲等を考慮した上での結果が出せる。

3.1.2 減災プロジェクト

減災プロジェクトとは、名古屋市・千葉市・神奈川県に住民から気象災害情報を収集する取り組みである。本サービスは、日々の気象情報については有料会員からの情報の抽出であったが、本プロジェクトでは、本サービスと市と県の行政が提携を結んでおり、情報の収集は市・県職員を始めとした市民・県民であれば有料会員でなくとも参加が可能となっている。本サービスの有料会員・職員・市民・県民が観測情報を共有することにより災害による被害の軽減を目指している。

情報投稿媒体は携帯電話・パソコン両方共に可能でありメールで送信可能な為、本サービスの気象情報の収集よりも地域的に多くの情報を期待出来る。情報はマップに反映され、災害毎にカテゴリをアイコン化している。3月11日の震災でも震度5強であった千

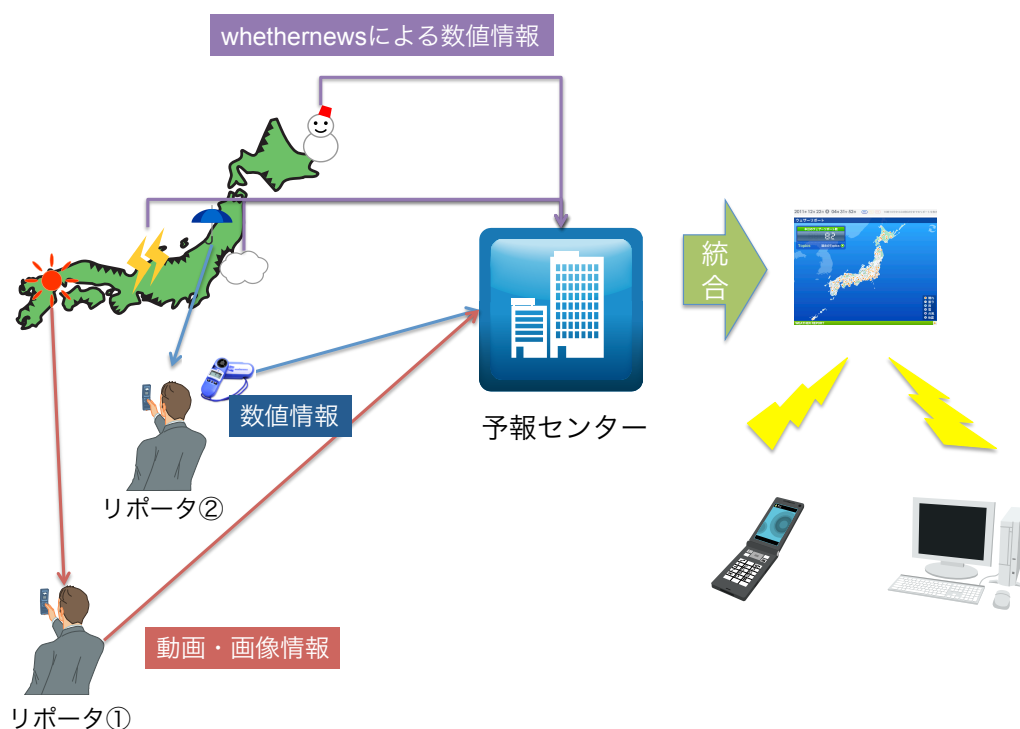


図 3.1: ウェザーリポートシステム図

葉市では建物・道路のヒビ割れ、沿岸部の液状化、製鉄所の爆発の様子が伝えられたとしている。

本プロジェクトは、サービス内に留まっていたコミュニティがよりオープンな形になり、SNSに近い形になったように見える。しかし、市・県が共同していることであり、コミュニティとしては公式な形を取る事が可能となったが、地域が限定される上、県外の会員からの情報が閉鎖的になったことで得にくくなったといえる。最終的に全国の都道府県の本プロジェクトへの参加が求められるが、現段階ではまだモデルケースの数が不十分であり、実現には遠いといえる。

3.2 ソーシャルネットワークによる測定機器不所持の解消

福島第一原子力発電所の放射線汚染事故により、ガイガーカウンタを持つ人口は事故以前より増えつつあるが、機器の扱い方等の知識や、値段を考慮すると、一般家庭では購入に至ることは難しい。図 3.3 の SNS 「測ってガイガー」では、購入が難しいが、公共が出した情報だけでも安心出来ないというユーザの為に、ガイガーカウンタを所有する人に対



図 3.2: 減災プロジェクト

して、指定した場所の放射線量の測定の依頼を可能としたボランティアサービスである。依頼や測定された放射線量は、同サイトのマップで確認する事が出来る。

ユーザ利用登録の段階でガイガーカウンタを所持せず放射線情報のリクエストのみ行う「リクエストユーザ」と、ガイガーカウンタを所持し且つリクエストも可能な「測定ユーザ」を選択する。測定ユーザは依頼がなくとも、自主的に放射線量を測定し情報を投稿することも可能である。

ガイガーカウンタの機種名を画像データと共に付加することが可能である為、ユーザは自分で信頼ある情報だけ取捨選択する事が出来る。ただし、機種名を複数選択できない為、信頼出来る情報だけの抽出は出来ない。

本サイトでの依頼の理由としてよくあるケースとして、「子供が～公園で遊んでいるが、遊んでいても大丈夫か」等がある。放射線測定器を所持していなくとも、公共の固定モニタリングポストの大まかな情報でなくとも、近隣の放射線情報が欲しい人達のニーズには応えることが出来る。

しかし、それは測定メンバーがリクエスト近隣に住んでいることが条件となる。測定メンバーがリクエストに応えられる地域に住んでいない、測定地域が人口が密集している都市に集中している場合、測定は困難である。例えば、和歌山県等は関西地方や人口、ガイガーカウンタの所持者の少なさから大きく抜けていることがわかる。

分布図としては、東北地方から遠ざかる程数値が下がることは文部科学省のマップと比較しても同じであることがわかる。



図 3.3: 測ってガイガー! [2]

3.3 観測情報共有アプリケーション

スマートフォンアプリの登場により、ワンタッチで起動するアプリケーションは様々な情報のやり取りを増進させた。

「通れた道マップ」[24] は android アプリであるが、東北地方太平洋沖地震での被災地周辺の、実際自動車が通行できた区間をインターネット上の地図上に示すサービスである。道路情報は取得に際し、様々な手法があるが広く一般に普及しているものとして、主要の道路の情報を提供している道路交通情報システム、Vehicle Information and Communication System(VICS)[25] のような道路に取り付けるセンサーやカーナビゲーションシステムにより実際に走行している車から取得するプローブ交通情報等が挙げられる。

また、セカイカメラ [26] は Augmented Reality(AR) 技術を用いることにより、バーチャル世界にエアタグでオーバーレイ表示しレコメンドを可能とした。店舗等が広告を出す事が可能なのは勿論の事、ユーザ同士での写真やコメント等の情報交換に使われている。

3.4 iOS を用いたガイガーカウンター

RDTXpro - Portable Radiation Detector for iPod and iPhone - SCO-IRAD-PRO (SCO-RDTX-PRO) は iPhone と接続して使うことが可能なガイガーカウンタである。専用ア

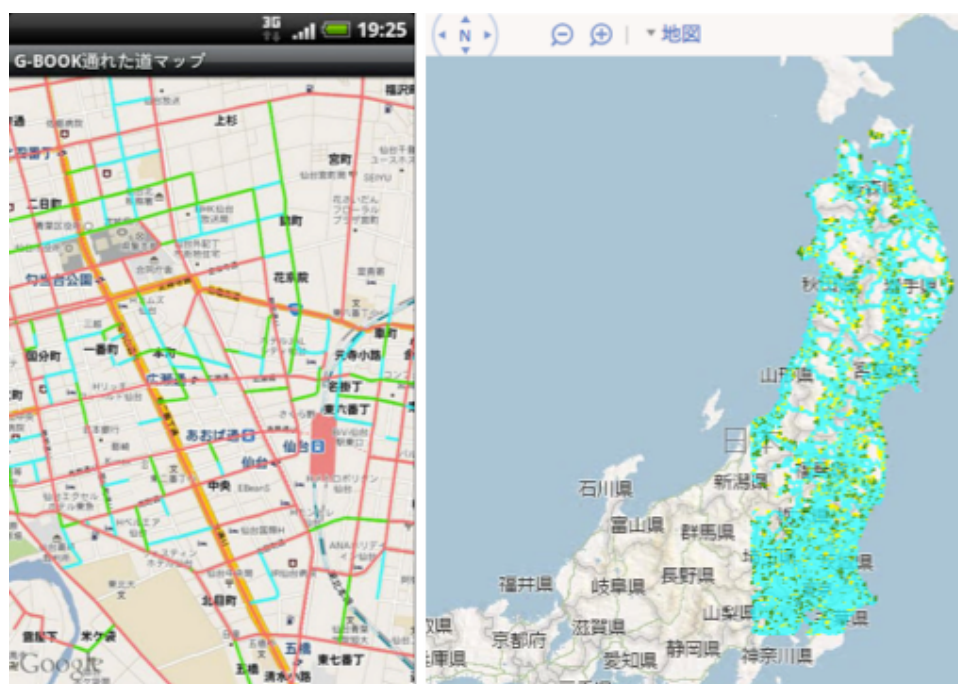


図 3.4: 観測系アプリケーション

プリを用いたロケーション共有機能があり、Twitter や Facebook 等の SNS を使用し、放射線レベルを共有することが出来る。その際、GPS と連動させ、放射線レベルを知らせるマーカーを地図に配置することが可能である。確認出来るのは、主に γ 線であり、 β 線については検出されない。しかし、マーカー機能が専用アプリでしか確認出来ず、SNS を用いていながらユーザが本機と iPhone 所持者に限られてしまうので、汎用性が低いといえる。

3.5 Web 上におけるネットワークサービスの信頼性

情報の発信はネットワーク上で様々に行われている。Twitter 上の放射線のツイートは勿論の事、Facebook 上や mixi 上で放射線に対して知識を高めたり、情報交換、放射線計測結果をアップロードする試みが行われている。しかし、本来 SNS はネットワークを介して見知らぬ人と交流を行う場であるため、このような情報は信頼性や正確性に欠けることが推測される。「What is Twitter, a Social Network or a News Media?» [27] では SNS の代表例である Twitter を用いて 4642 種の時事ニュース、1 億 4700 万のソーシャル関係等をクロールしてまとめ、既存メディアとの比較分析をしており、SNS には誤情報も多いが信頼性の高さも同じように高く、それはニュースメディアと類似しているとしている。



図 3.5: SCO-RDTX-PRO[3]

このことから，センサ情報もそれらの情報の中に含まれている可能性は非常に高く，情報の有効性が十分に考えられることが推測される．

3.6 まとめ

ユーザによるセンサ情報は一般的には気象情報によく用いられるが，その方針が具体的でない場合が多い．放射線情報を計測する手法は多くのメディアやプロジェクトで取り上げられているが，その情報やメディアを活用する際の目的が定まっていないものが多いことや収集される情報量の少なさも目立つ．放射線が危険だという理由で市民の意識を高めるだけに終わらず，収集した情報がいかに有効かを示す必要性があるといえる．

第4章 センサ情報収集のアプローチと設計

災害時において実空間上の測定器としての役割を果たし、センサ情報を発信するには、なるべくリアルタイムであり、且つ誤情報を出さない事が求められる。ユーザによるセンサ情報はどの機関よりも早く発信されるからである。また、災害時等にユーザ自身の判断を含んだ誤情報が、二次災害を起こす危険性があるから等、センサ情報はその然るべき取り扱いをされなければならない。数値情報のように、個人の恣意がなるべく含まれない、端的な最低限の情報であることが不要な混乱を招かない為に必要である。

第3章で述べたように、福島原発の放射線汚染事故から、Twitterを始めとした様々な民間の団体がWebアプリケーション等を用いて放射線に関する情報のやり取りを活発に行っている。しかし、第2章でも述べたように、Twitterは140字に限られた端的なテキストデータをボタン一つでリアルタイムに送信可能なツールでありながら、逆にただセンサ情報を送る上では自由度が高すぎる問題も抱える。放射線測定値のツイートのように個人により送信のフォーマットの仕方が変化するその自由性は、実際に情報を活用する為に大量取得する際には処理の問題が起こる。また、個人によりガイガーカウンターの種類が異なることや、測定手法の仕方の違いから、精度の信頼性は高くない。

以上の問題を踏まえ、情報収集者がユーザから放射線に関するセンサ情報を得る上で、情報を整形し直し地域・時間毎にマッピングすることで収集・統合する手法を提案した。図4.1にユーザと情報収集者ごとに分けた設計の概要を示した。

4.1 設計概要

本プラットフォームを構築する上でのシステムの流れを図4.1を参照し、述べる。まず、Twitter APIによるOAuth認証を用いて放射線ツイート専用クライアントの作成を行い、ツイート内のフォーマットの整形化を図る。そして、ユーザが発信する情報の収集を簡易化する為に専用クライアントを作成し整形ツイートと、それ以外のクライアントによる放射線を含んだツイートの2種類をAPIから抽出する。次にデータベースを放射線値、位置情報、時間情報、ハッシュタグを主として、その他各項目毎にテーブル内にカラムを設置する。そこで、さらにツイート内から測定値を抽出する等の整形化をする、整形化したデータの出力は2つの処理にわけを行い、システムの評価を行う。一つ目は数値データとそれをグラフ化した結果、二つ目はGoogle Maps APIを用いてマップの描画処理による情報の可視化を行う。その後、Web上に公開する。

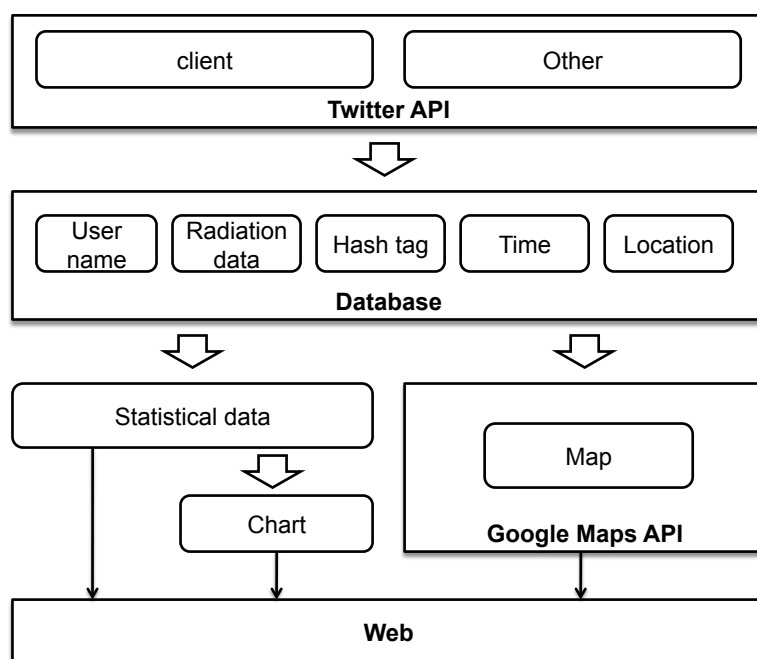


図 4.1: 収集・統合プラットフォーム システム設計図

4.2 収集処理の機能要件

4.2.1 TwitterAPI

Twitter では情報をスクレイピングすることは禁止されている。その為、設計・実装にあたっては Twitter が用意する API を用いて情報を抽出する。

OAuth

OAuth は The OAuth Community[28] が策定している認証方式の一つである。現状で、Google 等の Web サービスで採用しているもので、Twitter でも採用しており、厳密には 3-legged OAuth と呼ばれるものである。Twitter で採用している認証方式は Basic 認証、Sign in with Twitter と正確には認可方式である XAuth、OAuth の合わせて 4 つあるが、このうちサードパーティのアプリケーションにユーザのパスワードを渡す事や通信傍受等でセキュリティ上の危険性がある Basic 認証方式は 2010 年 8 月に廃止された為、現在は 3 つである。OAuth はユーザがサードパーティのアプリケーションにパスワードを渡す事なく、アカウントへアクセスの可否を決定出来る認証方式である。XAuth はブラウザでサインインしないアプリケーション、デスクトップアプリケーション等を想定している。Sign in with Twitter は Web ベースで、ユーザがオフラインのときはアカウントへのアクセスを必要としないアプリケーションに用いるが、ID とパスワードを Web アプリケーション

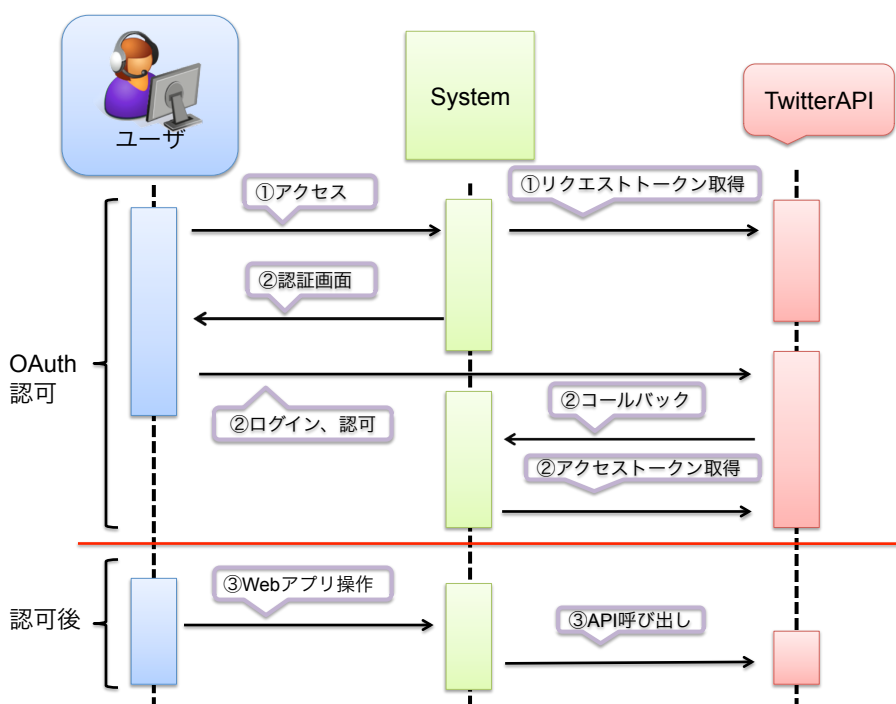


図 4.2: OAuth 認証のセッションの流れ

に渡す事になる。本論文では、セキュリティ上の観点とパスワードをアプリケーションに渡す事へのユーザの利用の障害を考慮して、OAuthを使用する。また、OAuthではダイレクトメッセージの受信が行えないが、本論文の主旨とは外れるので考慮しないこととする。図 4.2 は OAuth の認証方式の流れである。

使用 API

現在、Web アプリケーションとの連携を図る上で TwitterAPI は大きく分けて REST API, 検索 API, ストリーミング API, Web サイト向け API の 4 つある。それぞれの特徴は表 4.1 の通りである。本論文では、サービスを開始する前の過去のツイートの取得、リアルタイムのツイートの取得が主旨となる為、REST API とストリーミング API を使用する。REST API はツイートクライアントとストリーミング API を使用する以前に発信された過去のツイートを収集することに使用する。

クライアント作成による収集補助

Twitter には手軽なコミュニケーションツールとして使われる理由の一つに、140 字に限られたテキストデータ内で端的にデータを完結するリアルタイムのショートブログであることがあげられる。しかし、必要なセンサ情報だけを即時に得る上では、端的な情報であることに加え、フォーマットが統一されている状態で、関連ツイートのみ取得する事が

表 4.1: TwitterAPI の種別

API	機能	主な用途
REST API	タイムライン ツイート フォロー アカウント ダイレクトメッセージ リスト 保存した検索 トレンド 地理	モバイルアプリ
検索 API	検索	モバイルアプリ
ストリーミング API	Streamed Tweets ユーザストリーム サイトストリーム	デスクトップアプリ サービス
Web サイト向け API	フォローボタン ツイートボタン Web Intents	Web サイト

望ましい。ハッシュタグだけでは、グループ化によるツイートの種別を述べる事に留まる。そこで、あえて必要な情報だけを専用の Twitter クライアントにより制限する事から、情報の精度を一定に保つ手法として放射線ツイート専用のクライアントの作成を提案する。

専用の Twitter クライアントにより中継することによって、統一された放射線情報を取得することでサービス提供者側でフォーマットを統一させ、放射線情報の利用者の収集を簡易化することが可能となる。表 4.1 の情報を元に、クライアント側では測定結果を発信するツイート機能に加え、特定のハッシュタグのタイムラインを取得、モバイル端末での測定を考慮して GPS 機能を付加する。また自由性が完全に失われない為に、コメントの挿入も可能とする。

なお、Twitter クライアントはモバイル端末を介する場合と、PC 端末を介する場合の両者を想定したものとする。

4.2.2 収集項目の選定

ツイートの収集にあたっては、まずそれぞれの情報の必要性を検討する必要がある。本システムを構築する上では、放射線測定値が主な情報となるが、それ以外の必要項目を以下に記す。これらをデータベースのテーブルに挿入する事により、本プラットフォーム稼働後の放射線に関するツイート原文用のデータベースを構築する。

ユーザ情報

定期的にツイートしているユーザの中には、bot 等により自動化し、定点観測を行う大学の放射線研究機関等があり、それらのツイートは短期的にツイートするユーザよりも位置情報等が安定している。勿論、全ての放射線ツイートを取得を目的するが、データの精度をあげる上で分類分けする。明らかに誤情報ととれるツイートを行ったユーザも後で弾く為である。

テキスト情報

放射線測定値を吐くツイートのテキスト内に含まれるのは、測定値の他に、ガイガーカウンタを用いて測定した時間の情報である。ツイート時にほぼ同時刻にツイートするとは限られない為、API 内の時間情報も組み合わせる必要となる。また、スマートフォンで利用可能である GPS 情報や PC を用いた Wifi による位置情報は制限が多いため使用しないユーザも数多くいる。特に GPS 機能を使用は利便性が高い反面、端末により使用が限られる、バッテリーの消耗が早い、現在地を知らせることでプライバシーが漏れる恐れがある、移動を強いられた時に不向きな等様々な理由から、利用しないユーザも多い。そのため、代わりにテキスト内に位置情報を入力するユーザが数多くいる。収集の段階では、誤抽出を考慮して、ツイートのテキスト原文を取得する。

時間情報

API 内の時刻を取得する。テキスト内に時間情報を付加させるユーザもいる中、ツイートする毎に時刻を入力する事に手間を覚えるユーザはツイート時刻を測定時刻としている。よって収集の段階では、テキスト内の時刻とは別に API から取得する。

位置情報

API 内の位置情報である GPS による緯度経度の取得と Wifi によるテキスト内とは別の API 内に記述された位置情報を取得する。GPS を使用する事により詳細な位置情報がわかることや、スマートフォンの端末は持たず固定観測をしているユーザはパソコンから Wifi による位置情報を出力するので、それら二つの取得をする。

ハッシュタグ

ハッシュタグを用いてグループ化された放射線関連ツイートを検索する。本論文では日本国内の放射線情報のツイートを扱ったハッシュタグから取得する。ハッシュタグはサービス側で指定し、特定のハッシュタグのみを扱うこととする。今回、ハッシュタグの選定にはハッシュタグ数検索サービス「ハッシュタグクラウド」の統計を表 4.2, 図 4.3 の結果から、放射線値をツイートしているハッシュタグで利用者数、ツイート数等を参考に 8 つのハッシュタグを指定した。

ハッシュタグ	1ヶ月のツイート数
#Jp-geiger	17565
#Gctjp	7780
#geiger	6274
#Gwatcherver2	5684
#hakatta	5459
#houshannou	3085
#hakaruru	1305
#rdan	666

表 4.2: 代表的な放射線測定ハッシュタグ毎の各合計 (2012/01/18 より) [4]

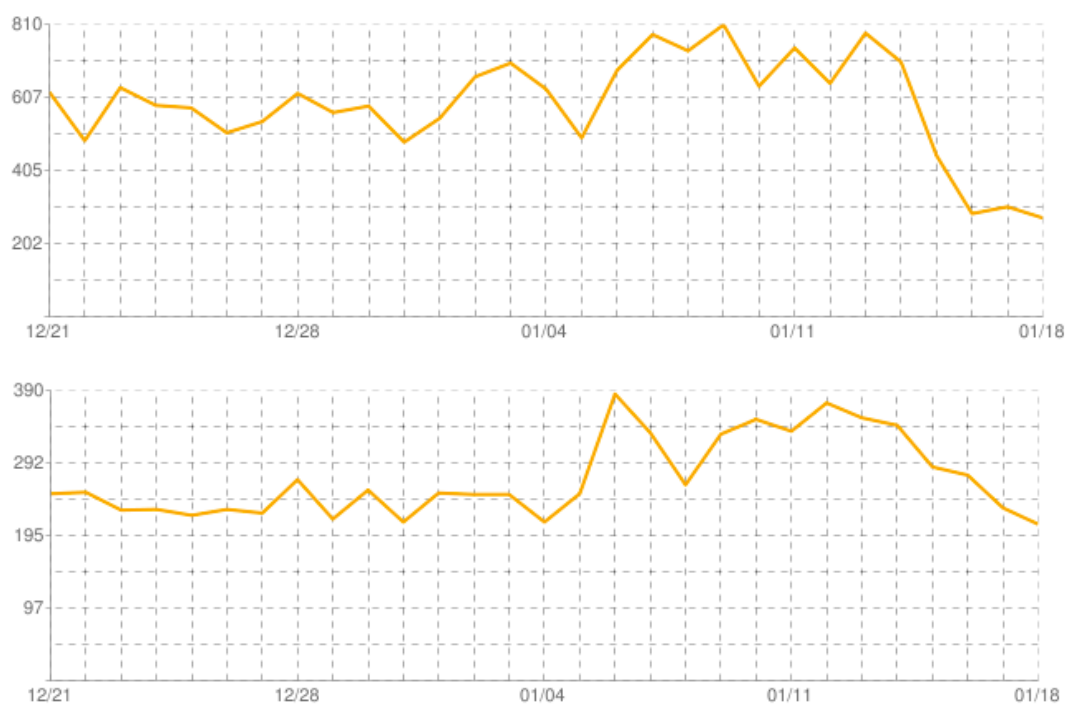


図 4.3: #Jp-geiger(上)・#Gctjp(下) の1ヶ月間、1日あたりのツイート数 [4]

4.3 抽出処理の機能要件

第 4.2.1 章で、データベース内に挿入され続けるツイートのテキスト情報は、誤抽出を防ぐ為に不統一なフォーマットである原文のままテーブルに挿入されていることは述べ

た。その為、出力処理をするにあたって、適切な情報に整形する必要がある。ツイート内から、抽出が必要とされる項目、それに加えて、重複した情報の優先度について各項目で述べる。

4.3.1 放射線測定情報

本論文では、放射線ツイートで $\mu\text{Sv} \cdot \text{cpm} \cdot \text{nGy/h}$ の 3 つの単位を用いたガイガーカウンタによる測定の頻度が高いため、その中でも特に多い $\mu\text{Sv/h}$ を取得の対象とした。これは図 4.2 で示した代表的なハッシュタグで頻繁に使われているのが、以上 3 つであるからである。他にも、放射能についての知識について等、様々なものが呟かれているが、本論文では測定値に関する情報の取得が目的であるため、それらは扱わない。

4.3.2 テキスト内の時間情報

テキスト内の時間情報が含まれていた場合、その情報は放射線測定時刻を表している。その場合、API 内に含まれるツイートした時刻の情報は、測定時刻ではなく情報発信時刻であると推測される。よってテキスト内に時間情報が含まれた場合はツイート内のテキスト時間情報を、テキスト内に含まれていなければ API 時間情報を測定時刻として扱う。また、API 時間情報はグリニッジ標準時で日本時間とのズレが 9 時間起こるが、世界中の計測結果も反映される場合もある為、世界標準時の表記を基本とする。

4.3.3 統合位置情報

ユーザによるツイートの位置情報は 3 種類あり、最終的に全てを緯度経度に置き換える。それら情報の流れは表 4.4 を参照とする。

テキスト内のデータには都道府県から指定しているものから、公園の名前のみまで多岐に渡るため全ての位置情報の抽出は困難となる。よって mecab[29] を用いた形態素解析を行う。ツイート内のテキストデータの中で品詞の種類を品詞等の情報付きの単語リストに参照し、その中で名詞、地域の品詞の抽出をする。これにより都道府県から市区町村までの位置情報の取得が可能となる。それ以上の情報、例えば「丁目」等は形態素解析では直前に半角・全角数字が入るため、地域として扱われないが、それらは各語尾を php 内での抽出処理を行うことによって解決する。

本論文では収集結果をデータとして扱う。その為、個々のデータの詳細な座標を必ずしも必要とせず、基本的には該当しなかった情報は誤情報として取り扱う。ここで該当しないツイートは全て破棄する。また例外として、頻繁にツイートしているユーザの中には位置情報をテキスト内や GPS として付加させずプロフィール等に掲載する場合もある為、特に観測地点を固定したとわかるツイートに関しては、別途位置情報をサービス側で付け加える。

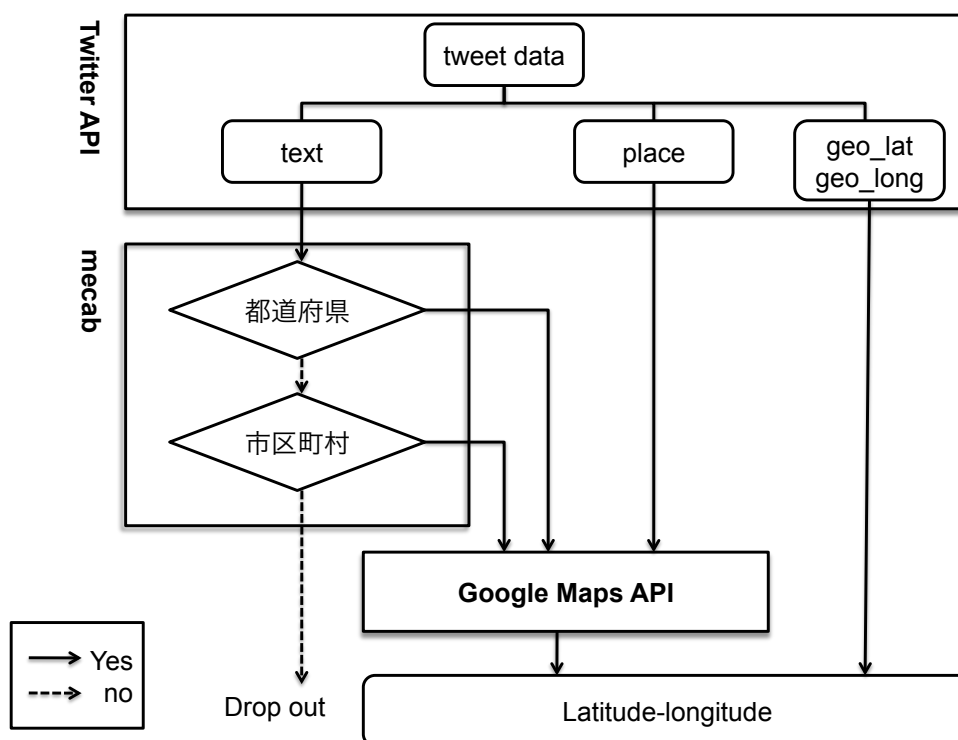


図 4.4: 位置情報抽出

Twitter APIではWiFi環境からGeoJSON[30]による大まかな地名の登録・付加と、GPSを用いた緯度経度の取得が可能となっている。WiFiでは日本の地名なら都市名まで、ローマ字表記で取得出来るのでそれをテキスト情報と合わせて、緯度経度に変換を行う。Google Maps APIから返されるXMLのデータを、PHP5のSimpleXML関数を用いてパースし緯度経度に変換する処理をかける。GPSのものはそのまま緯度経度を使う。

またテキスト、WiFi、GPSの中では、正確性を追求するため、GPS、WiFi、テキストデータの順に入力値がある物から優先して位置情報として扱う。

また、緯度経度に付け加え、屋外・屋内の判断と高度を取得する。

4.3.4 その他の詳細な情報

ツイートの中には高さ・屋内か屋外か・天気・ガイガーカウンタ機種名を述べているツイートもある。ツイートされる頻度が高い詳細情報だけを取得する。

4.3.5 整形後用のテーブル挿入項目

以上の情報を抽出した後に、第 4.2.1 章からそのまま使用する情報と合わせて、データベースの誤検知等を恐れたバックアップ用のテーブルとは別に、整形用のテーブルに挿入する。よってテーブルに挿入する情報は id, ユーザネーム, ハッシュタグ, ツイート原文, 放射線値, 放射線単位, テキスト時間情報, API 時間情報, テキスト位置情報, Wifi 位置情報, GPS による緯度情報・経度情報の 12 項目である。以上の情報を継続的に取得し、データとして出力する。

4.4 統合センサ情報の出力

本論文では、個人のセンサー情報を数値データとマップデータの 2 つとして出力する。出力結果からプラットフォームの評価、専門機関等とのデータの比較、およびユーザに対してデータの可視化を行う。以下で出力データの詳細を述べる。

4.4.1 CSV 出力による数値データ

CSV ファイルによって結果を反映する事で、本プラットフォームにおいてのデータの精度を図る。出力する CSV ファイルは管理者用の評価データと、外部用の評価データの 2 つである。管理者用システム評価データは、データベースから設置した 2 種類のテーブルのデータをそのまま取得する。対して外部用に本システム・Twitter によるセンサ情報評価データではユーザネームを排除した結果を取得可能にする。またデータの出力は継続的に行わない事により、検索を用いた照合によるユーザのプライバシーを守る。

4.4.2 マップによる測定値の可視化

Google Maps API を用いて、Google Map 上に測定結果を反映する。測定値毎に色分けし、ツイートされたデータを個別に確認が可能なように、ピンマップとして作る。ヒートマップを用いないのは、誤情報等も含めて、管理者は勿論、ユーザが確認する為である。ピンでは Safecast で用いているヒートマップを参考に μSv を 0.06 毎に青から赤に変化するように色づけを行う。マップには時間情報も付加させ、いつの情報の確認も行えるようにする。放射線をマップする上で、測定値以外に特に重要なのが、時間情報である。時間情報を全て平均値でとってしまうことにより、放射線の流れや半減期の確認が行うことが出来なくなるからである。位置情報はテキストから位置情報を取る為、多少の誤差は許容する。

4.5 情報統合によるリスク

検証に利用する Twitter クライアント、データベース、統合数値情報、マップを組み合わせる事により、ガイガーカウンタ毎の測定値の振れによる大幅な誤差が生じる可能性がある。しかし仮に、今回述べた手法により誤差の範囲を特定出来、情報を組み合わせることが可能になれば、Twitter 上の放射線に関する情報の有効活用が図る事が可能となる。また、他の SNS の情報を加え利用することでさらなるネットワークの拡大が可能となる。

4.6 まとめ

本章では、ユーザから必要な情報だけを取得する手法を 3 段階に分けて提示した。まず、放射線の関連情報を収集する手法、取得した情報をデータベースで整形化し分類する手法、整形したデータを出力する手法の 3 つである。第 5 章ではこれらの手法を実際に実験することにより動作の検証する。

第5章 収集統合プラットフォームの実装

本章では、第4章で述べた提案手法を元に、プラットフォームの実装を行う。

5.1 開発環境および動作環境

本論文では、クライアント側ソフトウェアに php, サーバー側に処理機能に PHP とデータベースに Mysql を使用する。そして、Twitter への入力および、取得を前提としている為、API を利用するものとする。ユーザのツイートデータは MySQL を用いてデータベースで管理するものとする。クライアント側ソフトウェアに html5 を選んだ理由としては、端末毎に放射線情報をツイートする専用 Twitter クライアントアプリケーションの開発し用意する上で、時間、コスト、更新の手間等を考慮したとき、言語が統一されていることでサービス側の負担が軽く済むからである。また、端末毎に仕様の細かな違いをあまり出さずに済むので、ユーザが端末を切り替えた時に仕様の違いを意識する負担を軽減することが可能となる。サーバー側ソフトウェアの実装言語に PHP を採用した理由としては、本論文では TwiterAPI を利用して、フォーマットし直しデータベースに格納することが前提となるので、API に対応した言語の中でスクリプト言語であり、データベースとの連携が容易でライブラリが豊富であるからである。また API のライブラリとしては Apache License 2.0 が提供する tmhOAuth を使用する。これは今回サービスを提供する上で、Representational State Transfer (REST) API でサービスを提供する以前の過去のツイートを参照する事、ストリーミング API でタイムラインをリアルタイムに取得出来る事、以上2つの要件を満たしているからである。参照用にサーバー側ソフトウェアに MySQL を採用した理由としては、オープンソースで利用が容易であり、参照用のデータベースとしても用いる上で CSV 等のファイルフォーマットとして出力することや大量のデータの検索することに適しているからである。また出力処理として Google Maps API を用いて、結果を可視化する上で、API の使用の為に Javascript の記述を付け加えた。本システムの実装環境をまとめたものを、以下の表 5.1 に示す。

5.2 実装概要

第4.1章の設計から、実装したシステムの情報の流れは図 5.1 となる。まず 1 で Twitter Server から 8 つの指定したハッシュタグを含んだツイートを API にリクエストを投げかけ抽出し、データベース内のバックアップ用のテーブルにツイート原文のまま API の時間情報等を含め挿入する。2 でそれら情報を出力情報として使用出来るよう整形化し、Web

表 5.1: 実装環境

要素名	属性	利用環境
OS	実機	Mac OS X 10.7.2(64-bit), Ubuntu
言語		PHP5, MySQL, JavaScript
コンパイラ	PHP	PHP
	Javascript	Javascript
ライブラリ	TwitterAPI	tmhOAuth
	Mecab	Mecab
	Google Maps API	
	crontab	

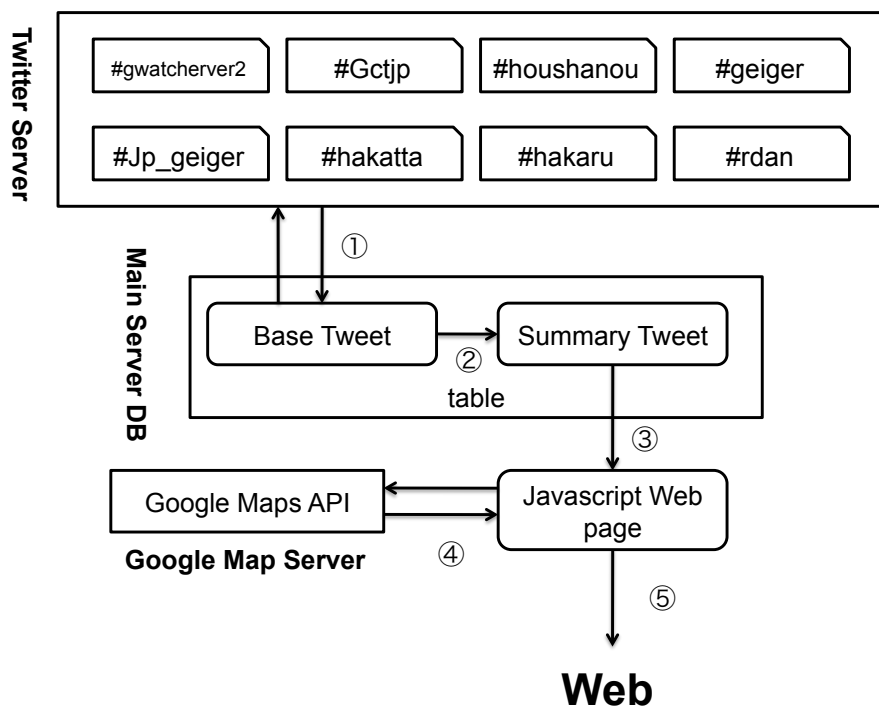


図 5.1: mecab で位置情報の抽出しきれないツイートの例外処理

発信用のテーブルに挿入する。3で Web に出力する為、センサ情報を抽出する。その後、4で放射線ツイートマップを描画する為に、Google Maps API にリクエストを投げかけ、帰ってきた結果を元に5で Web でセンサ情報を含んだマップを公開するものとする。

ハッシュタグ	ツイート数
#Jp_geiger	4439
#Gctjp	8762
#geiger	10420
#Gwatcherver2	4093
#hakatta	4726
#houshannou	1489
#hakaru	1388
#rdan	714

表 5.2: 本プラットフォームを用いたハッシュタグ毎の各合計 (2011/12/28 - 2012/01/19)
 ＊重複ツイート，リツイートを含む

5.3 放射線ツイートクライアント

放射線ツイートクライアント作成にあたっては，Twitter API による OAuth 認証を用い，セキュリティ面に考慮した上で，放射線測定値情報，日付についてタブでスクロールして行えるようにする等，利便性の追求をした．また，スマートフォンでの使用を考慮し，スマートフォン用のフレームワークも実装を行った．位置情報はスマートフォンから緯度経度情報を選択して入力する事，テキスト内にコメントと入力を分けることを可能とした．これにより，ツイート内のセンサ情報の誤検知を減らす．

5.4 収集処理機能

収集は crontab を用いて自動で収集する処理をかけ，2011 年 12 月 28 日から，2012 年 1 月 19 日まで継続して行った．本システムの収集によって 8 つのハッシュタグを含んだツイートを収集した．収集した Twitter API はユーザネーム，テキスト情報，タイムスタンプ，Wifi による位置情報，緯度情報，経度情報の 6 つである．

データベース内にはツイートが抽出処理せずにテーブルに格納されているプラットフォームにより得たツイート数は表 5.2 に示す．なお，プラットフォームにはハッシュタグを複数用いた場合に起こる重複ツイートも含んだ総数となっている．

本プラットフォームは REST API を用いた本プラットフォーム以前の各ハッシュタグのツイートを 1500 件収集した．これは REST API が検索時刻から 1500 件のみ過去のツイートを取得が可能だからである．また，Twitter によれば REST API で得られるツイートは完全ではなく抜けも生じる為，ツイートは完全でない．対してストリーミング API ではメンテナンス時を除いて，全てツイートを得る事が可能であった．

5.5 抽出処理機能

ユーザによりツイートされた不統一なフォーマットから、必要な情報のみ抽出する。収集時に用いたテーブルから、新たに抽出用のテーブルを用いデータの整形化を行う。収集処理と同じく crontab で自動化されており、収集時で得たユーザネーム、テキスト時間情報、Wifi 位置情報、緯度経度情報の 4 つはそのままのデータとして、テキスト情報からは放射線測定値、API 時間情報、位置情報、またツイート原文を挿入した。ツイート内の各情報の処理結果を本章で記す。

5.5.1 位置情報

緯度情報、経度情報、Wifi 位置情報、Mecab によるテキスト位置情報が各項目毎に結果としてテーブルに反映された。本プラットフォームでは緯度経度情報を必要とする事から、緯度経度情報が含まれていなかった場合は Wifi 位置情報を優先し、Wifi 位置情報も含まなかった場合はテキスト位置情報から緯度経度情報を取得した。緯度経度情報、Wifi 位置情報ともに、自分の現在地を発信する為か、ほとんど発信しているユーザはいない結果となった。テキスト位置情報は Mecab によるライブラリに照合しない地名は弾かれるため、ツイートに問題がない限りは最低でも都道府県名を得る事が可能であった。

しかし、テキスト位置情報を Google Maps API を用いた時、都道府県市区町村を排除した地名は、緯度経度情報に変換がされていないことが多数あった。また、「#長野」のように、ハッシュタグに地名が含まれ、またそれが市区町村毎等に分かれたハッシュタグを用い、さらに都道府県がハッシュタグの順序として最後にあたる場合等も同様に変換が行われなかった。

また、テキスト位置情報を扱う上で「文京区=0.13 中央区=0.20 杉並区=0.18」のように 2 種類以上の位置情報が書き込まれたツイートだった場合や、都道府県が付加されておらずさらに Mecab のライブラリで対応出来ない地名は図 5.2 のように例外処理を用いて、実験期間中に対処した。例外処理 1 では位置情報をまとめている為、時間情報が位置情報毎にツイートされている必要があるが、単一のテキスト時間情報でまとめているツイートには位置毎の誤差はあれど、全て同じテキスト時間情報をを反映した。例外処理 2 では Mecab のライブラリが対応しきれていないことを意味しており、特に定点観測を行っている bot 等のユーザが多かった為、それぞれ指定のユーザを検出した場合はそれぞれ同一の地名を反映した。

5.5.2 時間情報

Twitter API での時間情報はツイートをを行った時間が反映される。グリニッジ標準時を表す為、日本時間に 9 時間を足した結果に変換し日本での観測時間とする。

またテキスト内の時間情報の記述は php でスクレイピング処理をする。テキスト内で記述があった場合は、API よりも優先して使用する物とする。

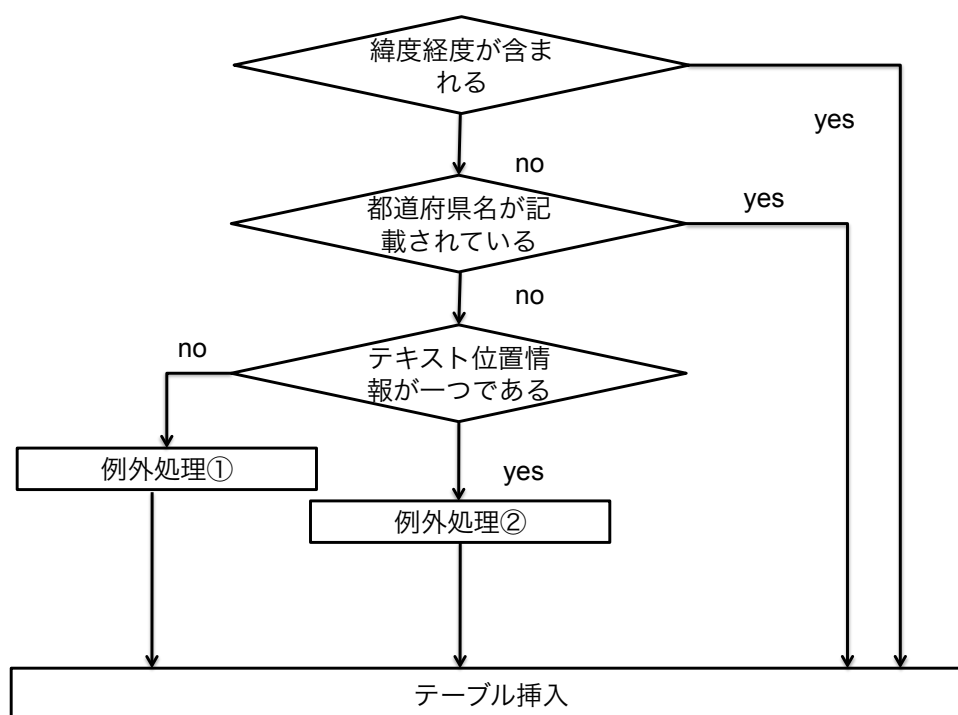


図 5.2: Mecab で位置情報の抽出しきれなかった場合の例外処理までの流れ

5.5.3 測定情報

本プラットフォームではテキスト内より、ガイガーカウンタのツイートの中でも特に多い放射線単位 $\mu\text{Sv/h}$ の記述があったツのみ数値の抽出をした。

5.5.4 ハッシュタグ

各ハッシュタグの測定数の分布を表す為、ハッシュタグの抽出を行った。抽出にあたっては、ハッシュタグを用いる際にはスペースで囲まなければならない為、そこから「#」に続く文字列を検索した。よって、ユーザがハッシュタグの使用法を誤った際、連続した文字列の中ハッシュタグを用いた際には、ハッシュタグが日本語であった場合は範囲の特定が難しく誤情報が増える事を考慮して、あえて「#」のみの収集は行わなかった。

5.5.5 データベース

データベースでは、原文用のテーブルに収集するツイートの情報は REST API による本システムを稼働する以前の過去の情報と、Streaming API による本システム稼働後のリアルタイムの情報の 2 種類を挿入した。そして Streaming API で得た情報は、第 ?? 章で述べたクライアントによる情報と、クライアントを用いない場合の情報の 2 種類に分類される。

5.6 出力処理機能

抽出機能によって、整形された情報が挿入されたデータベース内のテーブルを元に、Google Map 上に反映したのが図 5.3 となる。出力処理にあたっては、抽出処理のステップで整形しきれずに、情報が欠落したツイートは反映していない。反映しなかったツイートの種別は、放射線情報、緯度経度情報のどちらかの値がテーブルにおいて挿入されていないものである。また、同様に放射線情報において $0 \mu\text{Sv/h}$ の場合は、まったく検出されない地域は現在の日本国内では考えにくいいため、挿入は行わなかった。

また図 ?? からわかるように、ピンには日付、放射線値 ($\mu\text{Sv/h}$)、地名、緯度経度、ツイート原文を記載した。ピンには青から赤まで色が変わる毎に $0.06 \mu\text{Sv/h}$ 上昇する。赤は $0.66 \mu\text{Sv/h}$ 以上の値全てである。

5.7 まとめ

テキスト位置情報の中にはツイート内の位置を表す単語全てを抽出しても、Google Map API による緯度経度の換算が国内のツイートであることに関わらず、国外に反映されたピンもあったことから、改良の余地がまだまだあると言える。また今回、放射線測定値を手動でハッシュタグを行った事により、取りきれなかったツイートがある。本論文の目的は、センサ情報の価値を示す事にあるので、取得数が一定に届く限りでは追加は行わなかった。本章によって得た結果から、システムについての評価、関連研究との比較を第 6.2.3 章で述べる。

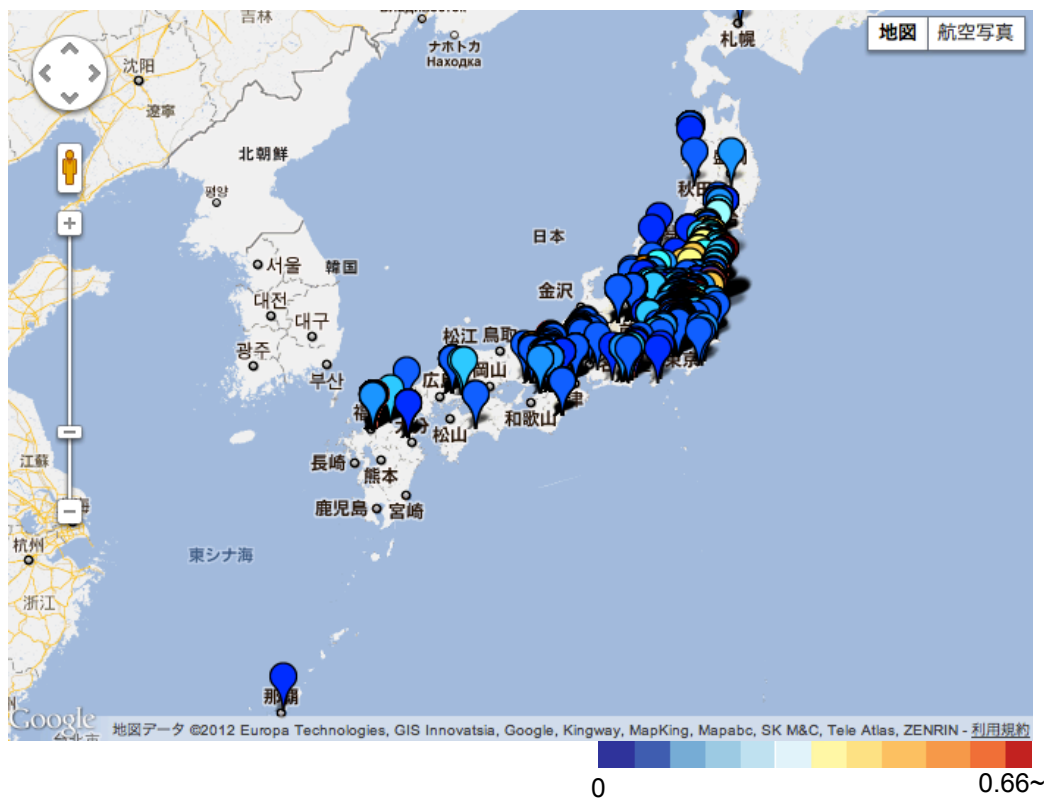


図 5.3: 本プラットフォームによって出力されたツイートマップ (実験期間全て)



図 5.4: ピン毎の詳細情報の反映

第6章 評価と考察

本章では、本論文で提案・実装した収集統合プラットフォームを用いる事によって、ユーザによるセンサ情報の有効性を示す為に、収集・抽出機能においての検知精度、処理性能の定量的評価、出力機能の定性評価を実施した。第4章で述べた抽出要件のうち、必要な機能を満たしていることを示す。ユーザによるセンサ情報の測定値としての検知精度は、規模性から国内において広域での情報が統合される文部科学省、また本プラットフォームと同じく民間からのセンサ情報を扱う safecast の2つについて、それぞれ比較し定性評価を行う。日本国内の放射線情報を収集するとき、文部科学省では役所等に設置された固定型のモニタリングポストや航空機による広域に渡る測定が行われており、いくつかの専門機関の情報も公共機関にあげられる為、情報量の規模ではかなり大規模といえる。また、Safecast は民間と専門機関が協力を結ぶ本プラットフォームのセンサ情報の有効活用への可能性と同一の方向性を持っている。よって二つの比較対象とシステムの情報を検証に利用し、統合する事により、期待される今後のプラットフォームの構成について考察を述べる。

6.1 要求事項

第4章で述べたように、本プラットフォームによるユーザによるセンサ情報はピン毎の個々の値一つに対しては着目しない。測定値に着目する場合は都道府県毎に1日平均で1ツイート以上取得した都道府県を平均値での比較対象とする。

- 測定値の近似性
ユーザによるセンサ情報においては、個々の測定値の正確性を測る事は出来ない。ユーザの測定方法が情報を発信する機械毎に、毎回同じと言えないからである。従って、平均値を割り出す事によって、測定値に対しての近似性の評価を行う。
- リアルタイム性
1日のツイート数から分布を図る。人員とコストの面を考慮すると、専門機関の調査は定点観測、もしくは一時的な移動観測がほとんどであり、突然、放射線量が高まった地域の早期発見等の事態に対して、対応が遅れる。また公共機関においては、測定対象によっては発表が遅れる事も多い。情報の発信の即時性について評価する。
- 測定地域の分布性
日本国内においての放射線測定数の分布をみる。公共機関等でよく用いられる固定

媒体	収集数（重複含む）	収集数	1 日平均	開始日時	終了日時
本システム	36031	13875	1566	2011/12/28 9:18	2012/01/19 21:34
#クラウド	47818		1542	2011/12/19	2012/01/19

表 6.1: 収集ツイートの取得可能情報数

モニタリングでは、測定地域の平均的な値を測定することは可能だが、例外的な地域に弱い。例えば、盆地等の雨水が溜まりやすい地域においての測定等は雨水に放射線が付着しており、局所的に放射線量が高くなることは頻繁に起こる。ユーザが居住する分布並びに、行動する範囲が網羅されているかを評価する。

6.2 数値データによる関連研究との比較

今回、本プラットフォームは 2011 年 12 月 28 日から 2012 年 01 月 19 日の 23 日間において実験を行った。抽出条件に従った結果前日の 1 日、1 週間分、2 週間分の 3 つのデータを平均化して参照を可能とした。評価にあたってはそれら 3 つの情報を用いる。本章では数値データを用いて、放射線に関する情報量が豊富であり精度が高いと推測される文部科学省とのデータを都度使用する。そして、本章では第 6.1 章で述べた測定値の近似性とリアルタイム性について比較する。

6.2.1 収集検知精度の定数評価

収集にあたって、収集した統計は表 6.1 の通りになった。特に一つのツイートにおいて、ハッシュタグを複数使う事によって起きる重複、また Retweet(RT) による原文の参照にハッシュタグによる情報が含まれていた事から、このような結果になった。図 4.3 の #クラウドのサービスの値を元に収集合計数と 1 日平均の結果を割り出した。この結果からほぼ全てのツイートが取れている事が伺える。

6.2.2 抽出検知精度の定数評価

表 6.2 は本システムで得た全てのデータをスプレッドシートにまとめたものである。本システムを用いた結果、時間情報の取得に問題はなく、放射線情報もテキスト位置情報もおおよそ 10 % の欠落に留まった。しかし、テキスト位置情報、また検知数がほとんどなかった Wifi 位置情報を含めて、Google Maps API によって緯度経度の変換数が半分になった。

また、都道府県別の 1 日あたりの平均測定数を地図上に反映したのが、図 ?? である。首都圏のユーザが特に多く、首都圏に限って言えば、専門機関のモニタリングポストのポイント数を超える密度の高さであることがわかる。100 件以上のデータの取得を可能としたのは福島県から南下していき人口数から首都圏の測定数が多い結果となった。また都道府

抽出可能ツイート数	放射線情報	テキスト位置情報	緯度経度	時間情報
5942	5267	4946	2493	5942

表 6.2: 抽出ツイートの取得可能情報数

媒体	福島県	東京都	茨城県	長野	期間
本システム	0.94	0.13	0.27	0.07	11/12/28-12/01/19
文部科学省	0.64	0.04	0.07	0.04	11/12/28-12/01/19

表 6.3: 測定数上位 3 都道府県と福島県の 1 日平均の比較

県別の測定数が高く、ユーザ数も 1 番多いのは東京都となり、人口数からガイガーカウンタを持つ数が多い事から推測すると、本システム分布の結果は反映されていると考えられる。

そして、測定値についての精度を文部科学省と比較した物が、表 6.3 である。測定数上位 3 都道府県のデータと福島県のデータの実験期間の一日あたりの測定値の平均をとった。結果としては、全ての都道府県で $0.2 \mu\text{Sv/h}$ 以上の差が出た。この値から、本プラットフォームの数値情報の精度が低く、測定値の基準値としては使用する事は困難である事がわかった。

6.2.3 時間毎の測定数の考察

Twitter を用いた事によって、詳細な地域毎のセンサ情報がリアルタイムで得られることは推測した。本章では本プラットフォームを用いて、抽出に成功した結果から 1 日の 1 時間毎のセンサ情報の測定数を図 6.1 にグラフ化した。なおこの時間はグリニッジ標準時ではなく、日本時刻を反映した結果である。グラフを見ると日中の時間帯は 100 になっていることに対して 18 時以降になって急激に伸びていることがわかる。このことから、仕事等で活動する時間帯は測定数が落ち込み、それ以外の時刻にユーザが活発に測定をした事になる。この結果から、夕方から朝にかけてがセンサ情報を取る上で、情報が多く取得出来ることが推測される。

6.3 測定値可視化による関連研究との比較に対する考察

本章では、第 6.1 章で述べた、測定地域の分布の精度について考察する。考察をするにあたって、本システムと比較関連研究とを重ね合わせる事により、視覚的に類似性が高いかの判断をする。

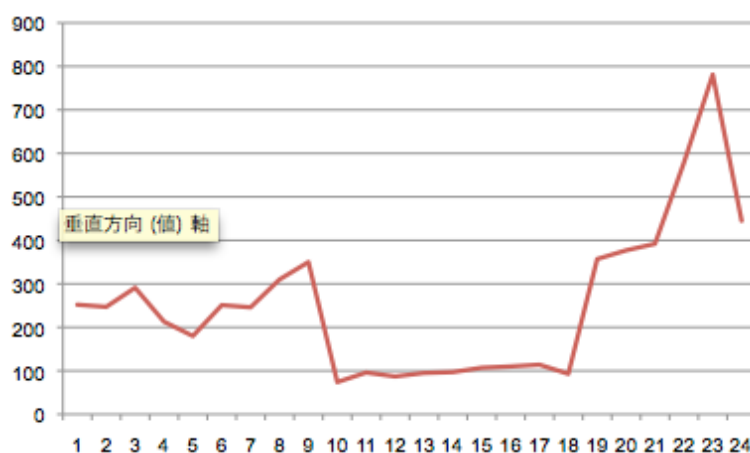


図 6.1: 本プラットフォームによって取得した時間毎の測定数

6.3.1 公共機関によるモニタリング情報との比較

図 6.3 は「第 4 次航空機モニタリングの測定結果を反映した東日本全域の地表面から 1m 高さの空間線量率」は本プラットフォームによるマップとの比較である。青から赤にかけるほど放射線測定値のグラデーションが高くなっており、文部科学省では 0.1-0.2 $\mu\text{Sv/h}$ の最低値である青以降、0.3 μSv ずつ、本プラットフォームでは 0.06 $\mu\text{Sv/h}$ 上昇する毎に色が変わり、赤は 0.66 μSv 以上の数値が出た地点で色が振り分けられている。第 6.2.2 で測定数値の近似性が出ない結果が出た為、測定値の色の移り変わりから、考察を行う。まず文部科学省によるデータだが、福島県内から南西に、そして茨城県のあたりが青が薄まっている。対して本プラットフォームにおいて青で色分けされた 0-0.32 $\mu\text{Sv/h}$ がちょうど福島県内を囲む形で色が薄まり、また赤の三角形で囲まれた福島県及び周辺地域で赤から黄色のピンがわかる。そして福島県より南下す形で青が濃くなって行く。これは風により南西に放射線が散らばり放射線がどちらも山脈に沿った形で放射線が流れたことが伺える。特に本プラットフォームでは関東平野はほとんど青がこくなっており、さらに赤になる地点が茨城県に確認出来た。

また、図 6.3 は平成 23 年 10 月 22 日から 11 月 5 日にかけての文部科学省による「第 4 次航空機モニタリングの結果 (福島第一原子力発電所から 80km 県内の地表面から 1m 高さの空間線量率)」と本システムの福島県内の放射線量モニタリングの結果を比較したものである。こちらは汚染事故が発生した福島県に着目した統計だが、左上が文部科学省の結果では赤が北西に伸びる形を取った後に伊達市周辺から南西に伸びる形になっている。対して右上の本プラットフォームの福島市を拡大した結果では分布としての全体量が少ない。よって、中央の画像データの透明度を高くし、文部科学省の結果と重ねたのが下の画像データである。北西に伸びる形は確認出来ないが、第一原子力発電所の位置が特に高い事、青に囲まれ黄色が南西に伸びる形であることがわかる。

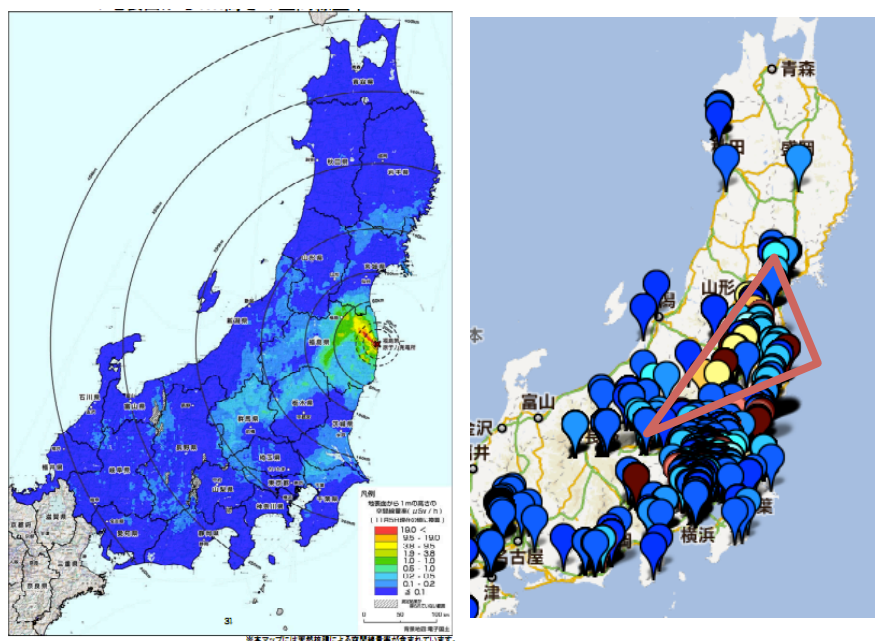


図 6.2: 文部科学省による航空機モニタリングと本プラットフォームの測定範囲比較

6.3.2 民間機関におけるモニタリング情報

第??章と同様に福島県のセンサ情報の測定値の分布を見る．本プラットフォームによって取得した日本中のセンサ情報と異なり，Safecast では測定地域を第一原発周辺の東北地方と首都圏での測定を中心に行っている．図 6.4 の左上の画像から Safecast の分布は，文部科学省のデータに比べると，一つ一つの色を大きく色付けしているが，おおよそ福島原発から北西に進んだ後，南西に伸びていることは同じである．対して本プラットフォームは分布数が少ないため，文部科学省との考察と同様に，透明度を強くし，Safecast のマップに反映した．結果的に同じピンマップであることから比較的色彩の変化の仕方が類似している．特に Safecast によって赤い地域の周辺には，本プラットフォームでほぼその近辺に赤いピンが打たれている．また北西に伸びる形はわからないが，北西に伸びる形を囲む部分が，同様に南西に伸びる形よりも低いことがわかる．

6.4 まとめ

以上から，第??章で述べた 3 つの要求事項のうち，測定値そのものの精度が低い事がわかった．しかし，放射線の測定分布は計器の精度の誤差に問題はあるものの，値の変動の動きは近く，地域毎の放射線の強さの分布は有効的であると考えられた．このような分布

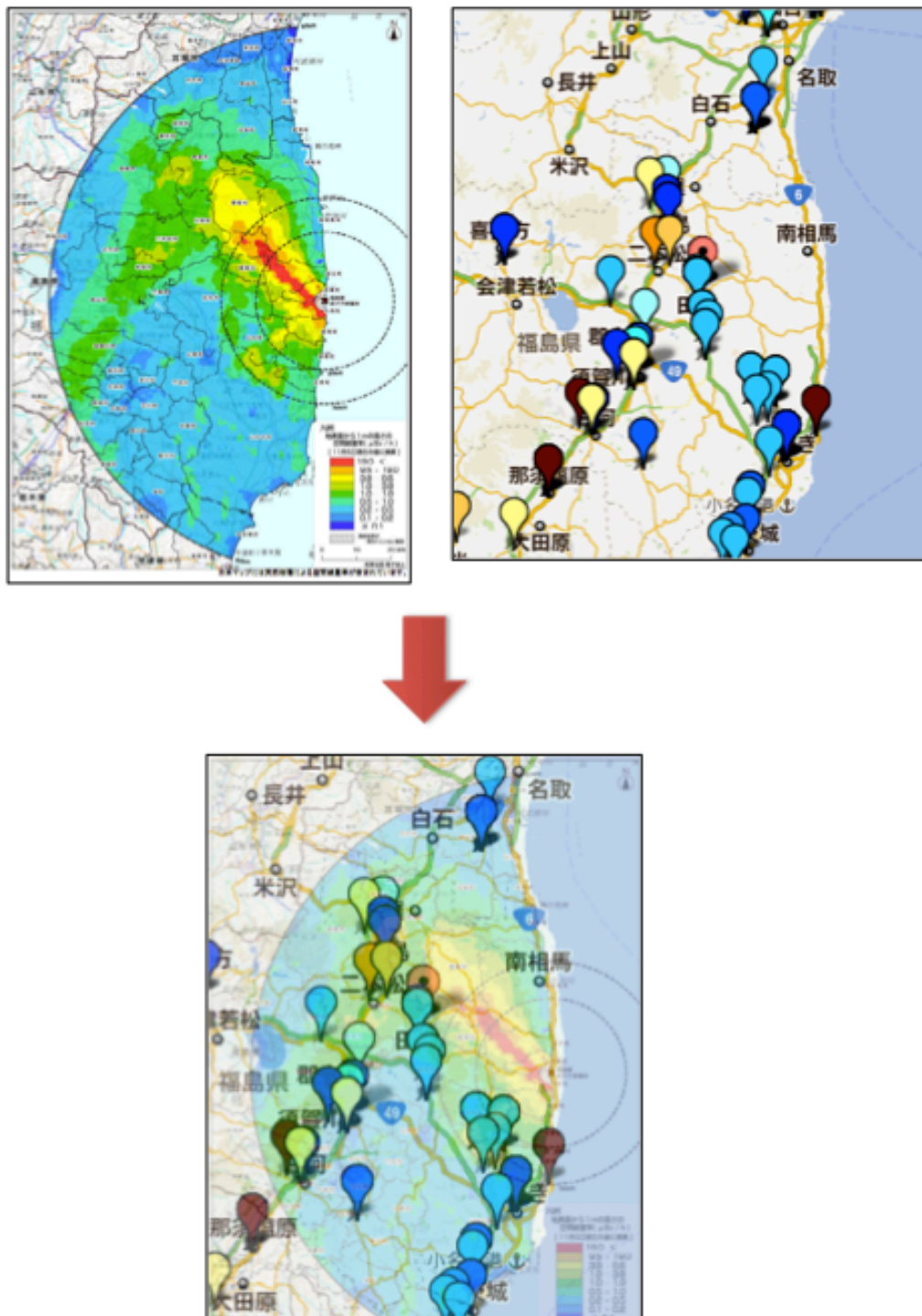


図 6.3: 福島県内のモニタリングの詳細な分布

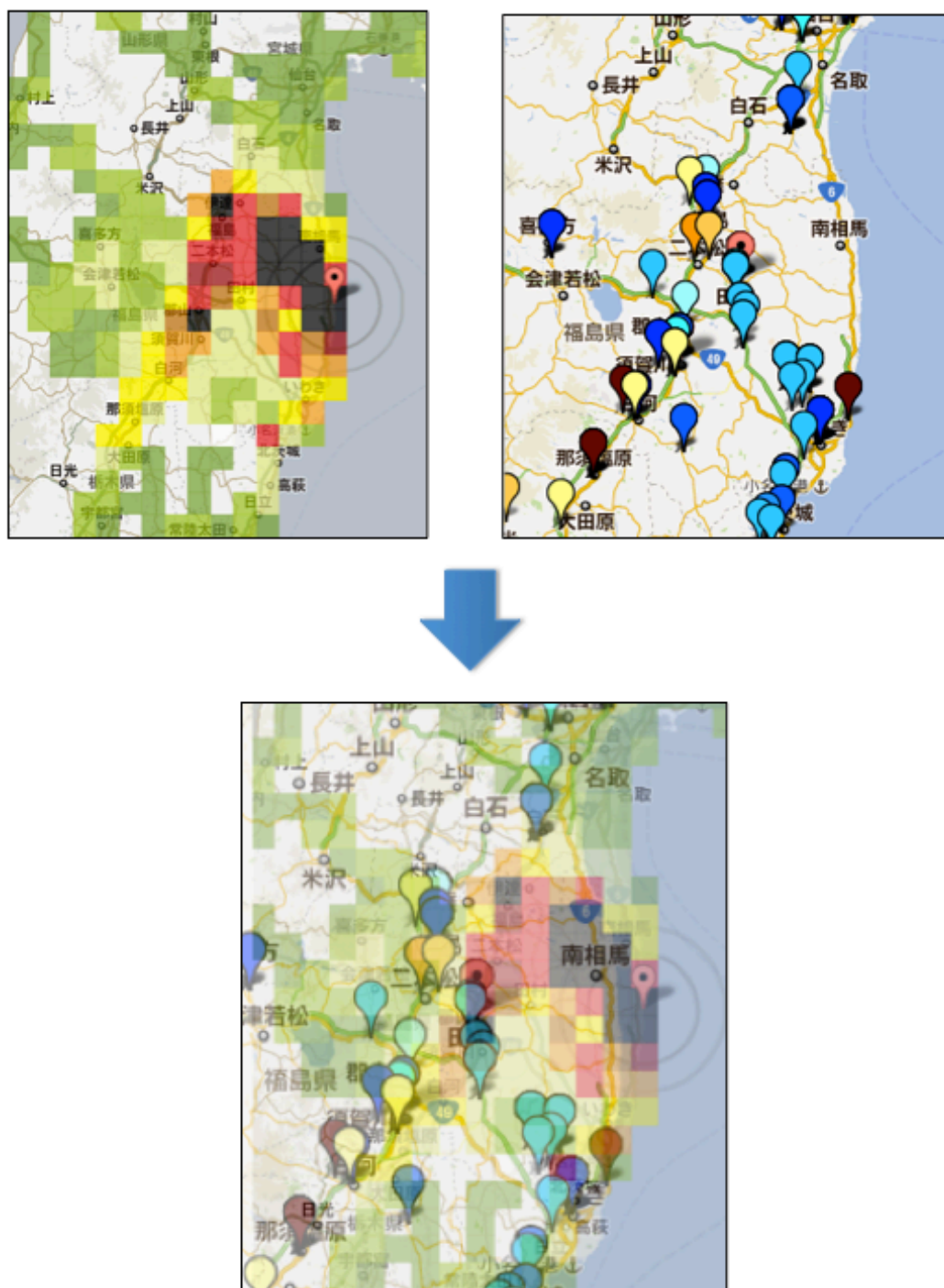


図 6.4: safecast の測定範囲

は速報としての、一早いリスク等への対応が可能と推測される。このことから異なるガイガーカウンタであっても統合すると測定値の精度に違いは出ても振れ幅としての近似の値がでることが推測された。また、類似測定に当たっての夕方から夜間にかけてのリアルタイム性が一定数以上確保されていることは、今後専門機関と測定を行うと仮定して、人員に対してコストをかけず分布のみでは分担して行う事が出来る。

センサ情報を扱う上で、全ての情報を使うことは、情報の特性を理解していないことを意味し、望まれない。今回のことから、本プラットフォームはセンサ情報の測定値の分布の振れ幅、リアルタイム性に優れていることが考えられる結果となった。

第7章 結論

本章では、本論文の成果をまとめ、第1.3節で示した目的の中で、達成された部分を述べる。そして、本論文における目的を実現するために今後の展望を述べる。

7.1 まとめ

本論文では、個人を擬似的なセンサとしてみなし、目的が制限されていない大規模な SNS である Twitter において発信されるセンサ情報に着目した。そこで、ツイートから放射線情報を収集・統合し、結果を Web において反映するプラットフォームを提案し、設計・実装した。これによって、従来の測定に加えて、取得データ量の増加が見込まれる可能性の提示を実現した。

従来の専門機関の主導による放射線測定情報では、発信が難しい場合が2つある。一つ目は継続的に広範囲の測定を行いつらい事にある。固定モニタリングによる定点観測は、計測にあたる際、測定地点の正確な測定値が計測される反面、地形全て、災害等の事象による地形の変形等例外的な測定値の変動に即座に対応しきれない。人員を派遣するにしても、広範囲な測定を要する場合、変動全てに対応する事は困難である。精度の向上から、高額な測定機器の購入を要する場合も固定モニタリングポスト数に少なからず影響する可能性がある。2つ目はセンサ情報に即時性が求められた際に対応が遅れる事である。例えば、自然災害等や突発的にあるいくつかの場所で測定値が大きく変動した場合、人員の派遣や測定値の公表に何らかの事由で対応が遅れることが予想される。

本論文では、この問題を解決するために、ユーザを擬似的なセンサとしてみなし、2011年3月11日の東日本太平洋沖地震の影響で起こった残留放射能に危険性を感じたユーザから発信された個々の動的測定による放射線測定値をセンサ情報の対象として提案した。現在、発信されているツイートはハッシュタグを用いて自発的に管理されているが、フォーマットは明確に定義されていない。その為、放射線に関するツイートの基本情報を調べた結果、放射線測定値、時間情報、位置情報の3つがあがった。

放射線測定値は空間線量の測定を目的として特にツイート数が多い $\mu\text{Sv/h}$ の1つの単位から値を取得し、時間情報は Twitter API による時間情報と、ツイート内に含まれる実際の測定時間の二つから取得した。位置情報は API 内の緯度経度情報、Wifi による位置情報、ツイート内に含まれる位置情報をそれぞれ取得し、緯度経度情報が取得出来ない場合は、Wifi 位置情報、ツイート位置情報から緯度経度を Google Maps API を用いて算出した。またそれに加え、データを多角的に見る為にユーザネームやハッシュタグの情報を取得した。それにより CSV ファイルを取得し、データを数値的に見るとともに、

Google Map にピンを放射線値の値毎にグラデーションを加える事によってデータの可視化を行った。

既存手法では、位置情報と放射線測定値のみでマップに発信を検知し、地域名毎に放射線値の平均値を算出する手法があるが、放射線の半減期を考慮することが出来ず時間情報が必要不可欠である事、また全てのデータから平均値を算出するのはリアルタイムとしてのデータの価値が薄い事から、本手法では行わないこととした。

結果、放射線測定値を含んだ特定のハッシュタグによるツイートが、都道府県別に見ても、23 日間の実験の間に 40 都道府県で行われており、非常に広範囲、そして継続的にツイートが行われていることがわかった。特に汚染源である原子力発電所から南下し、首都圏の測定数が非常に多い結果となった。しかし、測定値では測定数が特に多い上位 3 都道府県毎に平均しても、どの値も $0.2 \mu\text{Sv/h}$ 以上の差がみられ、ガイガーカウンタの精度の問題はやはりあることがわかった。ただしセンサ情報は統合すると、放射線の分布が専門機関の測定と比べて、ヒートマップの色の推移など比率としての差は非常に類似していることがわかり、速報としての価値の可能性がみられた。

7.2 今後の展望

ユーザによるセンサ情報は、ユーザの自発的な測定をする意志に情報量が反映される為、ユーザの関心が一定数集まらないと、情報としての価値が薄くなる可能性があるが、今回の放射線汚染事故のように、日々の安全を脅かすトピックに関しては、経過後 1 年弱になる現状でも継続的な測定が行われており、関心を集めやすいといえる。放射線は広まる範囲と値の情報が重要であるので、大まかな形で範囲と値がリアルタイムで反映されるセンサ情報は、情報媒体として適していたといえる。特に自然災害のように、インフラ等に障害が起き、専門機関や公共機関による広範囲での測定が難しい時に、目的を制限しない大規模な SNS におけるユーザの大量のセンサ情報は速報としての測定の効果をあげることが推測される。よって、これまでの専門機関による測定に合わせて、センサ情報を組み合わせる事でより精度の高い情報の発信を行う事を今後期待する。

謝辞

本論文の作成にあたり、ご指導頂いた慶應義塾大学環境情報学部学部長 村井純博士、同学部教授 徳田 英幸博士、同学部教授 中村 修博士、同学部准教授楠本 博之博士、同学部准教授 高汐 一紀博士、同学部准教授 三次 仁博士、同学部准教授 植原 啓介博士、同学部助教授同学部専任講師 中澤 仁博士、同学部専任講師 Rodney D.Van Meter III 博士、同学部教授 武田 圭史博士、同大学政策・メディア研究科特別研究講師齊藤 賢爾博士、佐藤 雅明博士、特任准教授 片岡 広太郎博士に感謝致します。特に武田 圭史博士は、研究で行き詰まる私に対して非常に根気強く指導していただきました。常に新しいアイデアと研究手法で私を導いていただき、何度も私に新しい視点や手本を見せていただきました。また齊藤 賢爾博士には研究についてのアドバイスを幾度も頂き、未知な研究分野を学ぶ際の重要な指針を頂きました。そして片岡 広太郎博士には本研究に取り組む上での、分野に対する知識、姿勢等、重要な基礎固めを作って頂きました。本当に感謝致します。

慶應義塾大学SFC研究所研究員 福岡 英哲氏、同研究所上席所員 小川 晃通氏に研究の進め方を指導して頂き感謝致します。特に福岡 英哲氏には卒業後、就職までの生活に勤しむ中、私の研究の実装への叱咤激励、また研究の方向性や実装の進捗等意見の相違がいくつかはありましたが、非常に刺激を与え、また最後までしっかり面倒を見て頂きました。氏の叱咤がなければ、私の研究は終わらなかったと言っても過言ではありません。

同大学院同研究科修士課程 上原 雄貴氏、重松 邦彦氏に感謝致します。上原 雄貴氏は、修士論文の執筆や論文の投稿や就職活動で多忙な身にも関わらず、親身に相談に乗って頂くだけでなく、研究の方向性を指導や実装の細やかなケアに始まり、あらゆる面で面倒を見ていただきました。氏なしでは卒論執筆だけでなく、充実した研究室生活を送れませんでした。また重松 邦彦氏は些細な悩みに始まり、研究の実装の相談等、長い期間、暖かい言葉を投げかけ続けて頂き、研究室の生活に潤いをくださいました。両氏に本当に感謝致します。

そして、本研究を進めていく上で、様々な励ましと助言、お手伝いをいただきました、村井研究室卒業生である田崎 創氏、水谷 正慶氏、峯木 厳氏、黒宮佑介氏、梅田 昇翔氏、佐藤 龍氏に感謝致します。特に田崎 創氏には研究の基礎となる問題点の捉え方、実装について深く学ばせて頂きましたことに感謝致します。

研究に協力をしていただいた、碓井 利宣、Vu Xuan Duong 氏、鴻野 弘明氏、中島 明日香氏、Doan Viet Tung 氏、相見 眞男氏、吉原 大道氏、中安 恒樹氏、三條場 直希氏、澁田 拓也氏、村上 滋希氏、倉田 彩子女史と徳田・村井合同研究室の皆様、そして研究室で苦楽を共にした相見 眞男氏、山本 知典氏、関根 冬輝氏、Pham Van Hung 氏、佐藤友紀氏、佐藤 淳哉氏、小澤 みゆき女史、山中 俊樹氏、横石 雄大氏、石崎 佳織女史、中村 遼氏、小野山 裕己氏、Pham Tien Trung 氏、藤原 龍氏、常田 彩都美女史に感謝致します。

す。彼らと一緒に研究をすることでお互いを刺激しあい、より質の高い議論や研究をすることができました。

私の大学 4 年間の中で出会えた AIESEC、藤沢剣友会、将棋研究会、ドイツ語の授業で苦楽を共にした仲間全員に心から感謝致します。また聴講でありながら暖かく指導し、私の卒論執筆を見守り続けてくれた慶應義塾大学総合政策学部教授 ティースマイヤ・リン氏と研究室の仲間に感謝致します。また 1 学期のみでしたがお世話になった同大学同学部教授常 渡辺 頼純氏と研究室の仲間にも感謝致します。彼らのおかげで心に余裕をもって卒論執筆ができたと確信しています。

最後に、大学入学からの 4 年間だけでなく 22 年間をあらゆる面で支えていただいた父、吉原 正一、母、吉原 和子、兄、吉原 智文に心から感謝致します。

参考文献

- [1] 文部科学省. 福島県による環境放射線モニタリング・メッシュ調査結果. http://radioactivity.mext.go.jp/ja/monitoring_by_Fukushima_mesh/, 12 2011.
- [2] Inc. GOGOLabs. 測ってガイガー. <http://hakatte.jp/>, 12 2011.
- [3] SYNnex K.K. Sco-rdtx-pro. <http://www.synnex.co.jp/>, 12 2011.
- [4] Pickles Inc. ハッシュタグクラウド. <http://hashtagcloud.net/>, 01 2012.
- [5] Inc. Nikkei BP Consulting. 携帯電話・スマートフォン“ 個人利用 ”実態調査 2011. <http://consult.nikkeibp.co.jp/consult/news/2011/0801mobile/>, 08 2011.
- [6] Inc. mixi. mixi. <http://mixi.jp/>, 12 2011.
- [7] Inc. Facebook. Facebook. <http://www.facebook.com/>, 12 2011.
- [8] Inc. Twitter. Twitter. <http://twitter.com/>, 12 2011.
- [9] Inc. Kakaku.com. 価格.com. <http://kakaku.com/>, 12 2011.
- [10] Inc. Amazon.com. Amazon. <http://www.amazon.co.jp/>, 12 2011.
- [11] MICHELIN. Michelin guide. <http://www.michelin.com/>, 12 2011.
- [12] J. Li and H.R Rao. Twitter as a rapid response news service: An exploration in the context of the 2008 china earthquake. *Electronic Journal of Information Systems in Developing Countries*, (42), 2010.
- [13] Yutaka Matsuo Takeshi Sakaki, Makoto Okazaki. Earthquake shakes twitter users: real-time event detection by social sensors. *Proceedings of the 19th international conference on World wide web*, 2010.
- [14] Yukio Hayakawa. 早川由紀夫の火山ブログ. <http://kipuka.blog70.fc2.com/>, 12 2011.
- [15] Safecast. Safecast. <http://blog.safecast.org/>, 12 2011.
- [16] Scanning the Earth Project. 地球環境スキャニングプロジェクト. <http://scanningtheearth.org/>, 12 2011.

- [17] 厚生労働省. 国立医薬品食品衛生研究所の検査結果.
<http://www.mhlw.go.jp/stf/houdou/2r9852000001nq2o-att/2r9852000001nq7j.pdf>,
09 2011.
- [18] Inc. Yahoo! flickr. <http://www.flickr.com/>, 12 2011.
- [19] Inc. CyberAgent. Ameba. <http://www.ameba.jp/>, 12 2011.
- [20] Inc. PACKET MONSTER. 2ch.net. <http://www.2ch.net/>, 12 2011.
- [21] 公益財団法人原子力安全研究協会. 放射線の検出方法と測定器の種類. http://www.remnet.jp/lecture/forum/sh05_01.html, 12 2011.
- [22] Inc. WHETHERNEWS. whethernews. <http://weathernews.jp/>, 12 2011.
- [23] Inc. WILLCOM. Willcom. <http://www.willcom-inc.com/ja/index.html>, 12 2011.
- [24] TOYOTA MOTOR CORP. 通れた道マップ. <http://map.g-book.com/>, 12 2011.
- [25] 財団法人 道路交通情報通信システムセンター. Vics. <http://www.vics.or.jp/>, 12 2011.
- [26] Tonchidot Corporation. Sekai camera. <http://sekaicamera.com/>, 12 2011.
- [27] Haewoon Kwak, Changhyun Lee, Hosung Park, , and Sue Moon. What is twitter, a social network or a news media? *the 19th international conference on World wide web*, 2010.
- [28] OAuth Community Site. Oauth. <http://oauth.net/>, 12 2011.
- [29] 工藤拓. Mecab: Yet another part-of-speech and morphological analyzer.
<http://mecab.sourceforge.net/>, 12 2011.
- [30] GeoJSON. Geojson – json geometry and feature description. <http://geojson.org/>,
12 2011.