

# 過去の災害対応記録による災害支援エキスパートシステムの構築

大柳達哉<sup>1,a)</sup> 石田智行<sup>2,b)</sup> 内田法彦<sup>2,c)</sup> 柴田義孝<sup>3,d)</sup>

本研究では、大規模災害発生時の災害対策本部職員に向けた災害支援エキスパートシステムを構築する。本システムは平常時または災害発生時に災害対策本部が意思決定を行った災害対応を災害対応記録としてデータベース内に蓄積することで、災害状況に応じた適切な災害対応記録を提示する。これにより、災害対策本部の迅速かつ適切な災害対策活動を支援する。本システムは災害情報を蓄積する災害蓄積システムと蓄積された災害情報を可視化し意思決定を支援する災害可視化システムから構成される。また、本システムにおいては、ソーシャル・メディア情報の蓄積・提示機能も災害対策本部に提供する。

## 1. はじめに

### 1.1 背景

日本は2011年3月に発生した東日本大震災に代表される地震や津波、2014年9月に発生した御嶽山噴火に代表される火山噴火、最近では2018年7月に発生した西日本豪雨に代表される豪雨被害など、自然災害が多発する自然災害発生大国である。World Risk Report<sup>1)</sup>によると、日本の自然災害(地震、台風、洪水、干ばつ、海面上昇を指す)発生リスクは世界第4位に位置付けられており、世界から見ても有数の自然災害発生大国となっている。このような有事において災害対策の中心的役割を担うのが災害対策本部である。災害対策本部は各種災害情報の収集・処理・伝達、災害対策の審議・決定、災害応急活動の指揮を機能として有しており、タイムリーかつ適正な災害対策を行うためには、災害対策本部が有効に機能している必要がある。

しかしながら、沼田ら<sup>2)</sup>の指摘によれば、災害対策本部の活動は多岐に渡るうえ、自治体庁舎や職員の被災による自治体機能の低下に伴う情報収集・共有・発信への支障が大きな問題となっており、重要な課題として挙げられている。こうした中で、最新技術を駆使した災害予測・予防・対応と情報共有による「レジリエント(被害を最小限にとどめると共に被害からいち早く立ち直り元の生活を再現する)」な防災・減災技術の研究開発は重要なテーマの一つとなっている。

### 1.2 従来研究

従来研究として、我々は災害情報管理システムと災害情報共有システム<sup>4,5)</sup>、災害対策用意思決定支援クラウドシステムを構築した<sup>6,9)</sup>。災害情報管理システムは住民や防災関係機関から報告されたリアルタイムな情報を災害情報毎に登録可能な機能を実現しており、災害情報共有システムは、

電子化された各種災害情報の整理、必要な災害情報の共有機能を提供する。また、ソーシャル・メディアに投稿された情報をシステム上で確認することも可能である。しかしながら、これらのシステムは、複数の自治体のヒアリングを通じて、全体最適を考慮した上で構築したシステムであることから、機能が複雑な仕様となってしまう、自治体職員が操作方法を習熟しておく必要があった。

また、意思決定支援クラウドシステムは大規模高精細ディスプレイを用いることで、災害情報の入力・出力・発信機能に加えて携帯端末とのインタラクティブな情報共有を実現した。しかしながら、本システムも機能が複雑であり、システムを利用する敷居が高いことや、他防災システムとの連携機能を備えていないことが評価実験を通じて明らかとなった。

### 1.3 ヒアリング調査

地方自治体における災害対応の在り方やソーシャル・メディア情報の利用状況などを明確にするために、茨城県の3市町村に対してヒアリング調査を実施した。

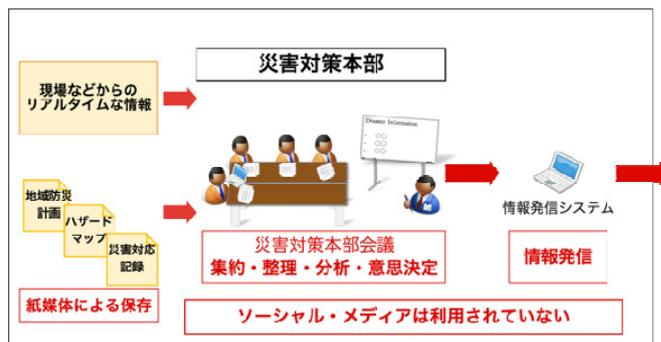


図 1. ヒアリング調査結果による本部内の意思決定

調査結果を図1に示す。災害対策本部においては、庁舎内に保存されている災害対応記録やハザードマップ、地域防災計画などの紙媒体の記録や防災関係機関から寄せられた情報を本部会議にて整理・分析し、対応を確定したのち、防災システムを通じて情報発信を行っている。一方、情報の整理・分析は未だアナログ的手法を用いていることが明らかとなった。これは、災害対策に用いられる資料の多く

1 茨城大学大学院理工学研究所  
Graduate School of Science and Engineering, Ibaraki University  
2 福岡工業大学情報工学部  
Faculty of Information Engineering, Fukuoka Institute of Technology.  
3 岩手県立大学研究・地域連携本部  
Research and Regional Cooperation Division, Iwate Prefectural University.  
a) 17nm704@vc.ibaraki.ac.jp  
b) t-ishida@fit.ac.jp  
c) n-uchida@fit.ac.jp  
d) shibata@iwate-pu.ac.jp

が紙媒体で保存されている点や、職員一人一人が利用できる情報端末が配備されていない点が要因としてあげられる。また、災害時におけるソーシャル・メディア情報の活用に関しては、ヒアリング調査を実施した3市町村のいずれも利用していないことが明らかとなった。これは、ソーシャル・メディア上に発信される情報は非常に多く、その全てにおいて真偽を確認するよりも現場の職員から寄せられる情報を優先して業務を遂行しているからである。

## 2. 研究の目的

本研究では、災害対策時に報告された災害対応記録をデータ化し蓄積しておくことで、新たな災害が発生した際には類似した災害情報を動的に提示することで災害発生直後における意思決定を支援する災害支援エキスパートシステムを構築する。システムの起動時に得られる時間情報、位置情報に加えてユーザ側から災害の分類を入力してもらうことで、システムがデータベース内に蓄積された災害情報と災害対応記録を検索し、類似しているデータを抽出し、ユーザインタフェース上へ可視化する。これにより、発災直後における災害情報の集約・整理・分析が完了していない状況下においても迅速な意思決定の支援を可能とする。ここで、ユーザが選択する災害の分類に応じて抽出される災害対応記録も変化することから、台風、地震、津波などの多種多様な災害の発生時においても利用可能である。また、本システムを持続的に利用するためには新規データの登録が必要不可欠である。そこで、災害事例ならびに災害対応記録の登録システムも搭載する。この時、ユーザの操作を最低限に抑えるために、テキストファイルの解析機能を搭載する。これにより、ファイルのアップロードを行うだけで、ファイル内のテキストを自動的に入力する。加えて、Twitter APIを用いることでリアルタイムに発信されているツイート情報の取得・登録を可能とする。この際、検索条件を付与することで該当するツイート情報の取得を支援する。本システムはクラウド環境で動作することを想定しており、これにより職員が所有する情報端末からシステム内へのアクセスを可能とする。

## 3. 関連研究

野中ら<sup>10)</sup>が開発した災害時における意思決定支援システムは、IF-THENルールによる能動的な情報の提示を可能としたシステムである。これは防災計画をあらかじめ電子化しておくことで災害対策業務の迅速かつ確実な実行を支援する。しかしながら、このシステムはスタンドアロンなシステムであることから、緊急時の他端末での利用が困難であり、防災計画を後発的に追加することが難しい。

鈴木ら<sup>11)</sup>が開発した市町村用災害対応管理システムは、

地方自治体の災害対応を情報共有の観点から支援するシステムである。災害対応業務に精通・熟練した職員から要件を抽出し、実用的なシステムとして開発された。定型文を用いた情報発信機能や共有データベースを用いた連携機能を有する。しかしながら、本システムはリアルタイムな災害情報による災害対応を行うものであり、蓄積された情報を再利用するものではない。

長屋ら<sup>12)</sup>が開発した即時侵害推測システムは、地震発生直後の情報が少ない段階においてインフラ施設の被害推測情報などを提供するシステムであり、インフラ施設などの被害推測を行う。また、被害推測時には発生した地震の特性、地震動の強さと広がり、発生区域から類似した地震(参照地震)を抽出し、表示する機能を持つ。一方で、本研究はユーザの選択した災害分類と環境情報による対応記録の半自動抽出に加えて、災害分類選択機能による、多種多様な災害対策への対応支援が可能である。

## 4. プロトタイプシステム

### 4.1 システム構成

図2に災害支援エキスパートシステムのシステム構成を示す。本システムはユーザを除くと災害蓄積システム、災害可視化システム、Web API、データベース、Twitter API から構成される。

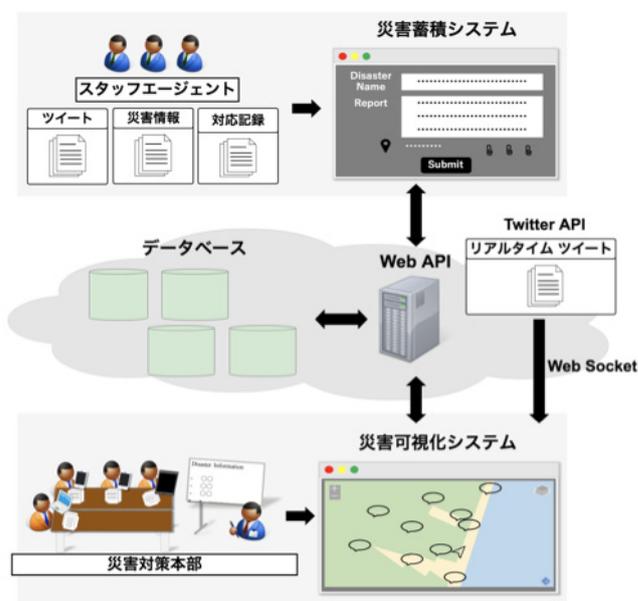


図 2. システム構成

災害蓄積システムと災害可視化システムはスタッフエージェント並びに災害対策本部が利用するユーザインタフェース(UI)の名称である。各ユーザはデータの登録・編集・削除・検索のような処理はこのUIを通じて行う。Web APIはUIから要求された処理を行う。本システムはUIと処理

部分を分離し、処理部分を独立した API として構築している。API は処理結果を UI へ提供する。このような仕組みとすることで、API を呼び出しさえすればどのようなアプリケーションでも同一の結果を得ることが可能となり、他システムとの連携が容易となる。例えば、他の災害管理システムで本システム内のデータを利用したい時なども指定の API を呼び出せば任意の処理結果を受け取ることが可能となる。また、本システムでは Twitter 上の情報を利用するため、Twitter API と連携する。災害蓄積システムを通じて入力されたデータはそれぞれデータベースに蓄積される。Web API は必要となるデータをデータベースより入手し処理を行う。

#### 4.2 システムアーキテクチャ

図 3 に本研究で構築するシステムのアーキテクチャを示す。本システムはデータベースに MySQL, NoSQL Database (NoSQL) を利用する。また、図 2 で述べた Web API と災害蓄積システム、災害可視化システムとのデータ通信には非同期通信技術を用いる。加えて、本システムは適切な過去の災害対応記録を抽出するために、オープンソースで提供される全文検索エンジンの一つである Elastic Search [14] を利用する。全文検索を利用することで、MySQL などが提供する部分一致検索に比べて高精度なデータ抽出を実現する。

フェース。各種操作が行われると Web API へ非同期通信によりリクエストを行う。データの登録・編集・削除機能に加えて削除機能や GIS (Geographical Information System) 機能も持つ。また、ユーザがより直感的に操作できるようにページローディングを行わずに画面の更新やイベント処理が実行できるシングルページアプリケーションによりシステムが構築されている。

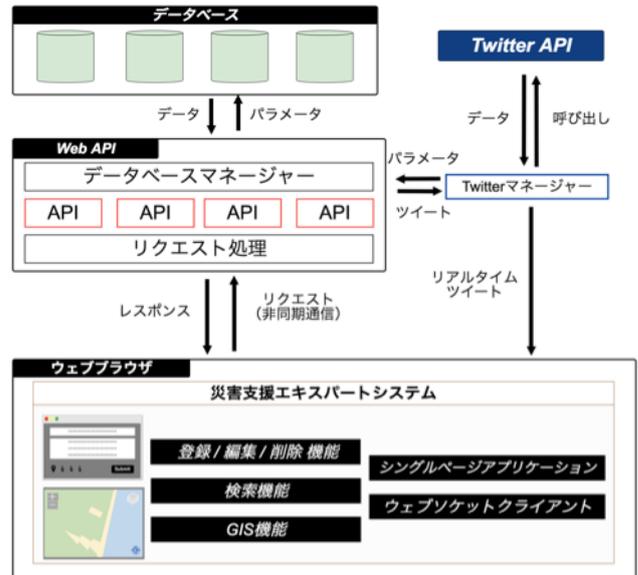


図 3. システムアーキテクチャ

- データベース

災害蓄積システムを通じて登録されたデータを保存する。本システムが取り扱う全ての情報が保存され、データを処理する際に呼びだされる。

- Twitter API

Twitter REST API や Twitter Streaming API などの API を総称したもの。本 API が呼び出されることで、パラメータに応じたツイート情報を呼び出し元に返却する。

- Twitter マネージャー

Twitter API から得られたデータを処理する。Twitter Streaming API を通じてリアルタイムに得られるツイートは災害支援エキスパートシステムへ発信する。Twitter REST API で得られた処理結果は Web API へ返却される。

- Web API

災害支援エキスパートシステムからリクエストされた処理を行う。リクエストを受信したらどの処理を実行させるか判断するリクエスト処理が行われ、結果に応じて各種 API が実行される。API はデータベースからデータを取得し、データに対して処理を行う。実行結果はレスポンスとしてシステムへ返却される。

- 災害支援エキスパートシステム

ユーザが本システムを利用するためのユーザインタ

#### 4.2.1 シングルページアプリケーション

本システムはユーザビリティ向上のためにシングルページアプリケーションを用いている。処理の流れを図 4 に示す。この技術により、ページローディングなしの画面遷移やデータ更新、ブラウザイベント処理を実現する。

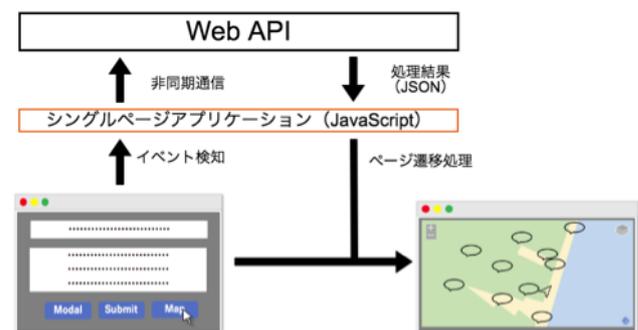


図 4. Single Page Application の処理の流れ

- ブラウザ上においてあるイベントが発生した際、JavaScript がそれを検知し、処理を行う。
- 処理に応じて Web API との通信を行う。処理結果は JSON 形式で受け渡される。
- ページ内の該当要素のみ画面を遷移または更新する。

#### 4.2.2 Tweet Filtering

ツイートのフィルタリング手法を図5に示す。以下の処理を施すことで、災害対策本部が求める情報により近いツイート情報の可視化を実現する。

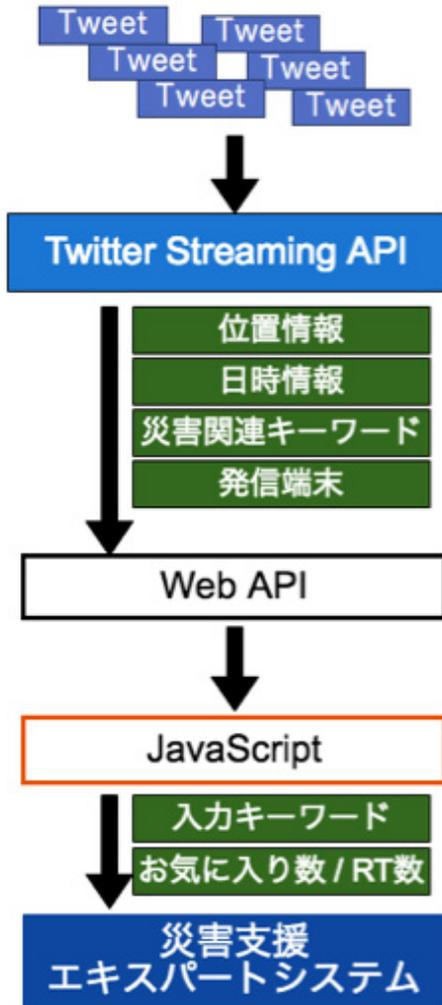


図 5. フィルタリングプロセス

- A) Twitter 上のツイートを Twitter Streaming API が取得する。この時、災害関連のキーワードや日時、位置、ツイートの発信端末などによりフィルタリングが施される。その後、Web API へ発信される。
- B) Web API は得られたツイートを Web Socket を用いてブラウザへ発信する。
- C) ブラウザ上では、得られたツイート情報を RT 数、お気に入り数、入力したキーワードに応じてフィルタリングすることが可能である。

#### 4.2.3 対応記録検索

過去の対応記録を検索する手法を図6に示す。システム起動時やユーザがキーワードを入力した際などのイベントに応じてパラメータが増減する。

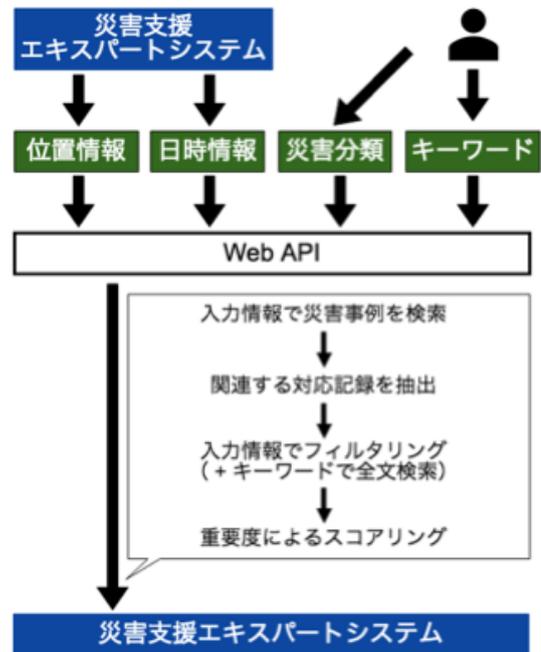


図 6. 対応記録検索プロセス

- A) Web API は災害分類、位置情報、日時情報から類似する災害事例を算出する。
- B) 災害事例に関連する対応記録を抽出する。
- C) 抽出された対応記録に対し、ユーザが入力したキーワードで全文検索を行う。その後、検索結果に対して対応記録に紐づけられた重要度によってスコアリングする。

#### 4.2.4 テキスト解析機能

テキスト解析プロセスを図7に示す。本システムはユーザの入力を易化するため、テキスト解析機能を実装している。これは災害対応を行った自治体の各部署から寄せられた報告を災害対策本部が一つに集約するための手法の一つとしてテキストアプリケーションを用いているためである。この機能により、現在テキストアプリケーションにより保管されているデータの容易な移植も実現される。

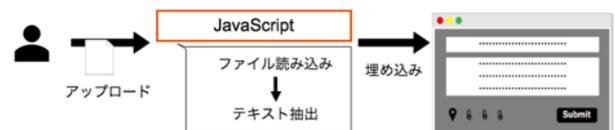


図 7. テキスト解析プロセス

#### 4.3 災害支援エキスパートシステム

本システムは災害情報を登録するための災害事例登録システムと蓄積された災害情報を可視化するための災害情報可視化システムから構成される。

### 4.3.1 災害事例登録機能

図8は災害事例を登録する画面である。災害の分類を選択し、その後災害名を入力することで登録が完了する。この時、システムが自動的に日時情報を補完し、季節を算出し、併せて登録する。

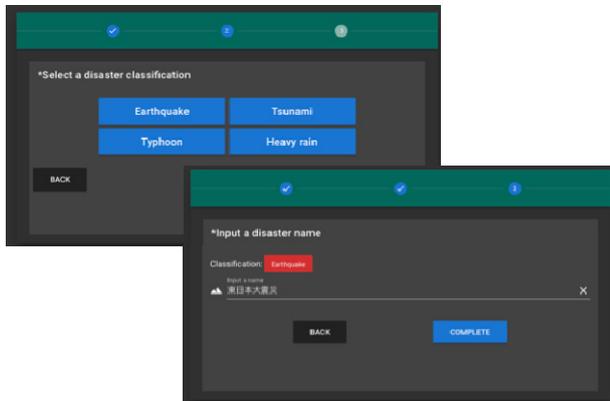


図 8. 災害事例登録画面

### 4.3.2 災害対応記録登録機能

災害対応記録の登録画面を図9に示す。この画面には災害対応を行なった日付、記録の重要度、記録の分類、記録の内容を入力する。また、画像やPDFなどのメディアコンテンツが含まれている場合、画面下部のアップロードフォームへドラッグ&ドロップすることで添付することが可能である。また、ファイルがテキストであった場合、自動的に各入力欄へテキスト情報が入力される。

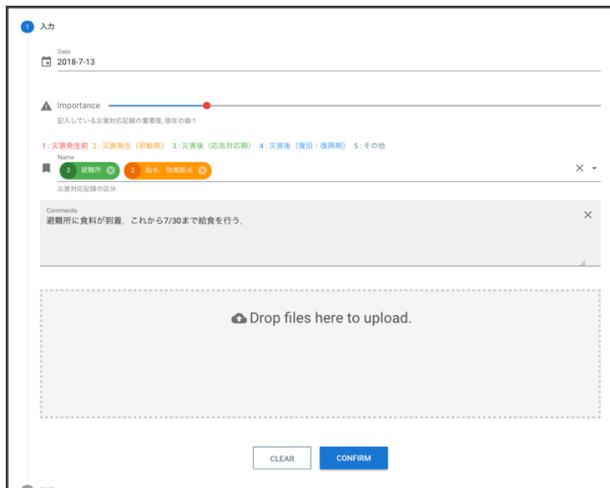


図 9. 災害対応記録登録画面

### 4.3.3 ツイート検索・登録機能

ツイート情報の登録画面を図10に示す。検索時のパラメータが設定可能で、パラメータの条件を満たしたツイートの表示が可能である。デフォルトではキーワードして、ユーザが選択した災害分類が設定されており、直近に発信された災害関連の情報を容易に確認・登録可能である。



図 10. ツイート検索・登録機能

### 4.3.4 GIS 表示機能

図11にGIS表示機能を示す。図6に示した検索機能により抽出した対応記録を地図上にマーカーを用いて可視化する。マーカーをクリックすると詳細情報が地図上の下部へ表示され、対応記録の内容を確認することが可能となる。また、マーカーは重要度毎に色分けされて表示されており、これにより過去の災害対応において重要であった記録を容易に参照することを実現し、多数ある情報からより現在の状況に合わせた情報だけを参照可能となる。画面上部には、検索窓が設置されており、キーワードを入力することで対応記録の再検索が可能となる。



図 11. GIS 表示機能

### 4.3.5 リアルタイムツイート取得機能

リアルタイムに取得したツイートを可視化した画面を図12に示す。本機能はツイート検索・登録機能とは異なり、リアルタイムに寄せられるツイートを Twitter Streaming API を通じて取得し、それらを可視化するものである。ツイートをフィルタリングするための各種パラメータは画面上部の検索欄より変更可能である。災害時に発生する地域における様々な事象の発見を、住民から寄せられるデータを利用することで迅速に行う。これにより、対応記録に記載されずに埋もれていた事項の再発見や、現場において求められている災害対応の可視化が実現される。



図 12. リアルタイムツイート取得機能

## 5. まとめ

本研究では、蓄積された過去の災害対応記録を用いた災害支援エキスパートシステムを構築した。また、本システムを構築する上で、事前に茨城県3市町村自治体へヒアリング調査を実施し、現在の災害対応プロセスにおける課題を可視化した。本システムは災害情報を蓄積するための災害蓄積システムと、蓄積された災害情報を可視化する災害可視化システムから構成される。これにより、災害発生直後におけるリアルタイムな災害情報の集約・整理・分析が完了していない状況下においても迅速な意思決定の支援を可能とした。また、システム起動時に選択する災害分類と、システムが自動取得する地理情報、時間情報を利用することで、現在地の環境に応じた災害対応記録抽出を実現し、多種多様な自然災害の対策時においてもユーザの操作を最低限にしつつ、適切な情報を参照することを可能とした。加えて、Twitter API を用いたリアルタイムなツイート情報の取得時にフィルタリングを施すことでノイズやデマ・誤情報の削除を実現した。

## 6. 今後の展開

提案システムを強化するために災害対応記録の自動抽出機能の強化が挙げられる。現在、システムを起動した際に得られる日時情報や地理情報、ユーザが選択した災害分類を元に抽出を行なっているが、災害分類を Twitter API から取得できるトレンド機能を利用することで取得可能ではないかと考えられる。これにより、ユーザの負担を軽減し、目的の記録を迅速に揭示することが可能となる。最後に、本システムの災害時における実用性・有効性を評価するため、茨城県市町村自治体へ向けて評価実験を実施する。

## 謝辞

本研究は JSPS 科研費 JP16K00119 の助成を受けたものです。

## 参考文献

- 1) “World Risk Report 2017”.  
<https://reliefweb.int/report/world/world-risk-report-2017>, (参照 2018-07-13).
- 2) 沼田宗純, 目黒公郎. 防災プロセスシステム開発に向けた基礎的検討～福島県大吹町を事例として～, 生産研究, 2015, Vol.67, No.2, p. 227-231.
- 3) “大規模災害時におけるソーシャル・ネットワーキング・サービスによる緊急通報の活用可能性に関する検討会報告書”.  
[http://www.fdma.go.jp/neuter/topics/houdou/h25/2503/250327\\_1houdou/02\\_houkokusho.pdf](http://www.fdma.go.jp/neuter/topics/houdou/h25/2503/250327_1houdou/02_houkokusho.pdf), (参照 2018-07-13).
- 4) K.Takahagi, T.Ishida, A.Sakuraba, K.Sugita, N.Uchida, Y.Shibata, “Construction of a Mega Disaster Crisis Management System”, Journal of Internet Services and Information Security (JISIS), Vol.5, No.4, pp.20-40, 2015.
- 5) K.Takahagi, T.Ishida, A.Sakuraba, K.Sugita, N.Uchida, Y.Shibata, "Proposal of the Disaster Information Transmission Common Infrastructure System intended to Rapid Sharing of Information in a time of Mega Disaster", Proc. of the 18th International Conference on Network-Based Information Systems, pp.505-510, Sep.2015.
- 6) Y.Hirohara, T.Ishida, “Proposal of a Cloud Disaster Information Sharing System for Disaster Headquarters”, Proc. of the Visualization Society of Japan Visualization Conference (Hitachi 2016), Vol.36, No.2, B106, Oct.2016.
- 7) T.Ishida, T, Y.Hirohara, N.Kukimoto, Y.Shibata, “Proposal of a Decision Support System for the Local Government's Disaster Control Headquarters”, Proc. of the 22nd International Symposium on Artificial Life and Robotics, pp.649-652, Jan.2017.
- 8) T.Ishida, Y.Hirohara, N.Kukimoto, Y.Shibata, “Implementation of a decision support system using an interactive large-scale high-resolution display”, Journal of Artificial Life and Robotics, Vol.22, Issue.3, 2017, pp.385-390.
- 9) T.Ishida, Y.Hirohara, N.Uchida, Y.Shibata, “Implementation of an Integrated Disaster Information Cloud System for Disaster Control”, Journal of Internet Services and Information Security (JISIS), Vol.7, No.4, 2017, pp.1-20.
- 10) 野中久典, 正嶋博, “災害時における意思決定支援システム”, 人工知能学会誌, Vol.15, No.3, 2000, pp.469-476.
- 11) 鈴木猛廉, “災害対応管理システム 実災害対応に使われる情報システムの開発と普及展開”, 情報処理学会デジタルプラティクス, Vol.3, No.3, 2012, pp.192-200.
- 12) 長屋和宏, 片岡正次郎, 日下部毅明, 松本幸司, “震後対応における意思決定を支援する即時震害推測システムの開発”, 土木学会論文集 AI (構造・地震工学), Vol.72, No.4, 2016, p.I\_966-I\_974.
- 13) “Twitter API”, <https://developer.twitter.com/>, (参照 2018-07-13).
- 14) “Elastic Search”, <https://www.elastic.co/jp/products/elasticsearch>, (参照 2018-07-13).