

大規模災害時の意思決定支援を目的としたグローバルモニタリングシステムの構築

代表研究者

内 田 理

東海大学 情報理工学部 教授

1 はじめに

日本では毎年のように大規模自然災害が発生しているが、インターネットやスマートフォンが広く普及して情報の伝達・共有が容易となり、かつ気象予測の精度が著しく向上した現代においても、いまだ逃げ遅れによる犠牲者が多数生じるケースが後を絶たない。2018年7月の「平成30年7月豪雨」の犠牲者の多くは避難勧告・指示が発表された後も避難せずに自宅に留まっていたために犠牲となったとされている[1]。過去には避難情報の発表が遅れたために被害が拡大したケースもあり、例えば2013年の伊豆大島土砂災害（死者・行方不明者39名）の際には大島町から避難勧告、避難指示は発出されていなかった[2]。2019年よりわかりやすさを念頭に「警戒レベル（5段階）」を用いた防災情報の提供が始まったが、2019年の東日本台風（令和元年台風第19号）時[3]や2020年7月の九州での豪雨災害（令和2年7月豪雨）時にも犠牲者が多数出ている[4]。このように、災害時の「逃げ遅れ」対策はいまだ十分ではなく、その問題解決は喫緊の課題であるといえる（なお、2021年4月28日に避難勧告が廃止され避難指示に一本化される災害対策基本法の改正案が参議院で可決され、同年5月20日付で施行された）。

そこで、広範囲の災害被害状況把握に適した衛星データ（グローバルデータ）と地域の詳細な災害被害状況把握に利活用可能なソーシャルメディアの情報（ローカルデータ）を結合し、それらを理解容易な形式で提供する「災害時の意思決定支援を目的としたグローバル災害モニタリングシステム」の構築を目標として研究を実施した。本研究ではまず、災害時にソーシャルメディアに投稿された情報（ツイート）を可視化するシステム（ローカルモニタリングシステム）の構築を行った。次に、衛星データとソーシャルメディア情報を統合表示するグローバル災害モニタリングシステムのプロトタイプを構築した。

2 災害時に投稿されたソーシャルメディア情報の可視化（ローカルモニタリング）システム

2-1 災害とソーシャルメディア

災害時に被害を最小限に食い止めるためには、迅速、かつ的確な災害関連情報の収集、発信、共有が重要であり、そのような観点から、災害時のソーシャルメディア利活用に注目が集まっている[5][6]。日本では、2011年3月11日に東日本大震災が発生した際にソーシャルメディアが情報共有や安否確認等に利用された[7]–[10]ことが注目され、それ以降、大規模災害時の情報伝達ツールとしての利活用が定着したと考えられる[11]。東日本大震災発生直後には、大規模なふくそうの発生により携帯電話（音声）の発信規制が行われたが[12]、その一方でパケット通信に対する規制はほとんど行われなかった。そのため、ソーシャルメディアが活発に利用された。震災当日（2011年3月11日）のTwitterの投稿数は約3,300万件にもものぼった（NECビッグロブ株式会社，“東日本大震災におけるツイッターの利用状況，”ビッグロブ株式会社，<http://www.biglobe.co.jp/pressroom/release/2011/04/27-1>）。2018年6月に発生した大阪府北部を震源とする地震の際には、地震発生直後の午前8時から10分間の間に「地震」という単語を含むツイートが少なくとも27万件以上投稿されていたことが、我々の調査により明らかになっている[13]。2018年7月の西日本の豪雨災害（平成30年7月豪雨）や2019年10月の東日本台風（令和元年台風第19号）、2020年7月の豪雨災害（令和2年7月豪雨）の際には、救助を要請するツイートが多数投稿されていた[14]–[17]。

近年では、国や地方自治体などの行政機関にも災害関連情報の発信や収集にソーシャルメディアを活用しようという動きが見られる。例えば埼玉県和光市や茨城県かすみがうら市などでは、災害情報を効率的に収集することを目的として「#〇〇市災害」という形式のTwitter用ハッシュタグを公式に定め、市民に活用を呼び掛けている。2014年2月に関東・甲信越地方で豪雪災害が発生した際には、長野県佐久市において市長自らがTwitterを使って除雪状況の報告を依頼し、多くの市民がそれに応じた。2016年4月に発生した熊本地震の際には、熊本市長が漏水箇所の情報提供をTwitterで呼びかけた。また、2019年東日本台風（令和元年台風第19号）時には、Twitterの長野県防災アカウントが被害情報の提供を呼びかけ、救助を要請するツ

イトが投稿された際には、投稿者に対してリプライ機能による返信を行った[16]。なお、内閣官房情報通信技術（IT）総合戦略室は、「災害対応における SNS 活用ガイドブック」を作成し、地方自治体に災害時のソーシャルメディア活用を促している。

2-2 災害ツイート可視化システム

災害時に Twitter をより有効に活用するためには、災害時に投稿されたツイートの特徴を分析することが重要であると考えられる[18]。代表研究者のグループはこれまで、大阪府北部地震、平成 30 年 7 月豪雨、平成 30 年台風第 21 号などについて、ツイート数の変動や利用されているハッシュタグ、絵文字の分析、並びに共起ネットワークによるツイートの可視化手法の提案と実装を行ってきた[13][19][20][21]。

本研究では、共起ネットワークと関連情報（降水量などの気象情報、ツイートに添付された画像）を同時に表示する、災害ツイート可視化システムを構築した。また、実装したシステムを利用して、実際の災害時に投稿されたツイートデータの分析を行った。

（１）分析対象のツイートデータ

本研究では、Twitter search API を利用した収集した令和元年東日本台風（台風第 19 号）と令和 2 年 7 月豪雨に関するツイートを分析対象とした。

令和元年東日本台風に関しては、2019 年 10 月 12 日～13 日に投稿された「千曲川」を含むオリジナルツイート（リツイートではないツイート）のみを対象とした。ツイート数は 64,813 件で、そのうち添付画像付きツイートは 4,755 件であった。さらにニュース記事と思われるツイート（URL 付きのツイート）を取り除き、最終的には 4,209 件を対象データとした。令和 2 年 7 月豪雨に関しては、2020 年 7 月 4 日～9 日に投稿された「大雨」という単語を含むオリジナルツイート 476,084 件を対象データとした。

それぞれのツイートデータに対して、10 分ごとにツイート数を集計した結果を図 1、2 に示す。令和元年東日本台風（図 1）では、10 月 12 日 20 時 50 分頃、および 13 日 6 時 50 分頃にピークがあるが、前者は千曲川の氾濫、後者はテレビニュースで被害状況、特に新幹線の車両基地が水没した映像の報道が注目を浴びたことの影響であると考えられる。令和 2 年 7 月豪雨（図 2）では、7 月 4 日 4 時頃（熊本県と鹿児島県に大雨特別警報）、6 日 16 時頃（長崎県、佐賀県、福岡県に大雨特別警報）、および 8 日 6 時頃（岐阜県と長野県に大雨特別警報）にピークがあることがわかる。

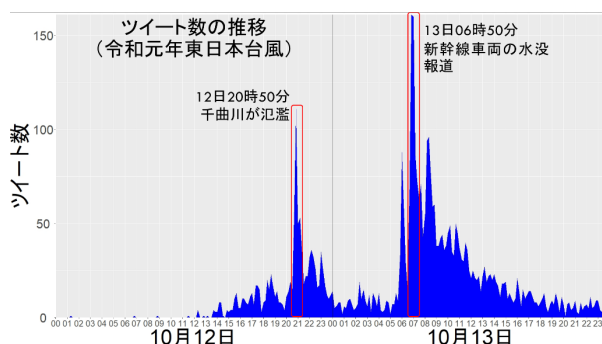


図 1 ツイート数の推移（令和元年東日本台風）

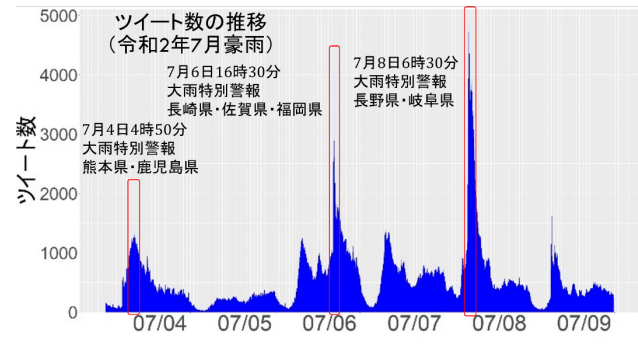


図 2 ツイート数の推移（令和 2 年 7 月豪雨）

（２）共起ネットワークによるツイート内容の可視化

ツイート内容の可視化の手法として、共起ネットワークを利用する[20][21]。本研究では連続する単語 A と単語 B に対して共起($A \rightarrow B$)を抽出し、出現頻度と単語 A、単語 B それぞれに対する共起率を求めた（例：千曲川 $\rightarrow$ 氾濫）。

$$\text{共起率}(A \rightarrow B|A) = \frac{\text{共起}(A \rightarrow B)\text{の出現頻度}}{\text{単語}A\text{の出現頻度}}$$

$$\text{共起率}(A \rightarrow B|B) = \frac{\text{共起}(A \rightarrow B)\text{の出現頻度}}{\text{単語}B\text{の出現頻度}}$$

共起の出現頻度や共起率に以下の条件を付け、共起ネットワークに表示する共起を抽出した。

条件①：共起率($A \rightarrow B|A$)または共起率($A \rightarrow B|B$)が 0.9 以上

条件②：共起の頻度が上位 100 位以内

条件③：3 単語以上の矢印がつながる共起（例：共起（台風→19）と共起（19→号）で「台風→19→号」）

2019 年 10 月 12 日 13 時台のツイートデータ（令和元年東日本台風）で作成した共起ネットワークを図 3 に示す。円の大きさは単語の出現頻度、矢印の太さは共起の出現頻度、矢印の濃さは共起率($A \rightarrow B|A$)の高さを表している。図 3 より、「千曲川 → 増水」や「想像 → 超える」など、川の状態についての投稿が多数あったことがわかる。千曲川の氾濫は 20 時 50 分頃とされているが、13 時台の時点でも危険な状態であったことも推測される。

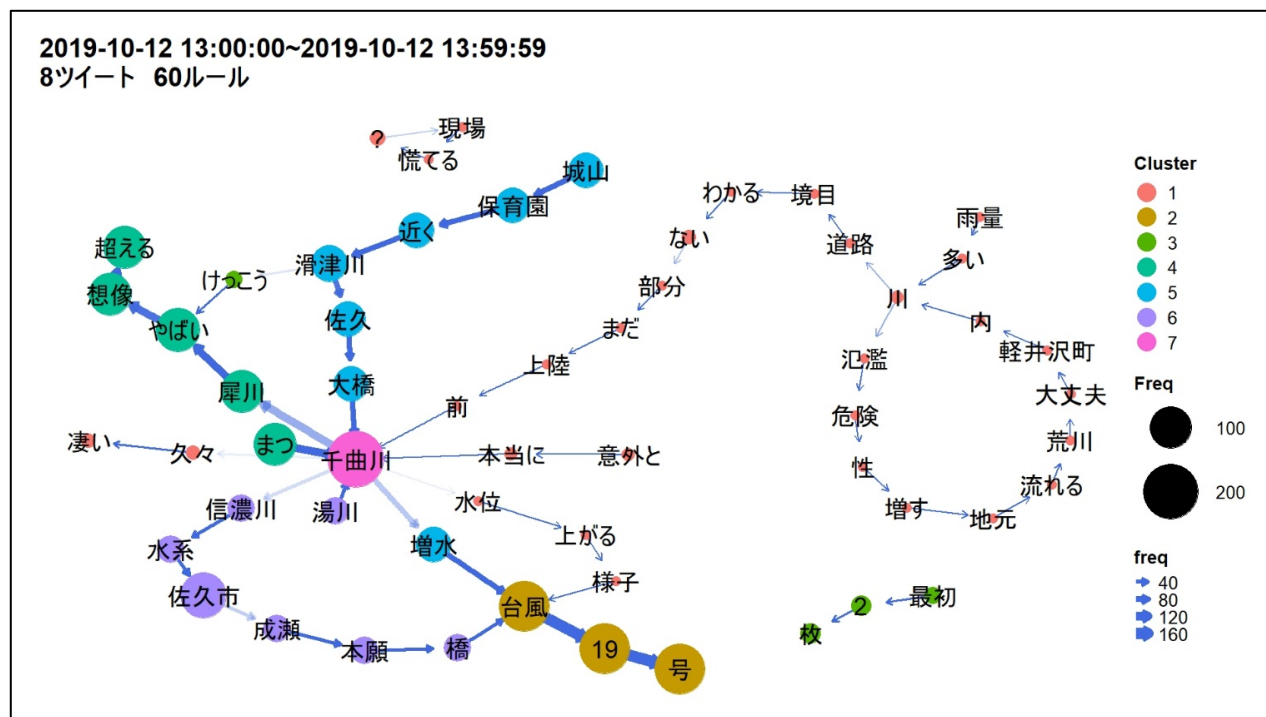


図 3 千曲川関連ツイートの共起ネットワーク（令和元年東日本台風、2019 年 10 月 12 日 13 時台）

共起ネットワークでは 1 つの単語に複数の繋がりがあるとき、前後の単語の関係が把握しづらい。特に本研究では、例えば「千曲川」はどのツイートにも出現するため、「千曲川」と共起する前後の単語の繋がり方の把握が困難である。そこで、各ツイートの単語の出現頻度を用いてクラスター分析を行い、単語のグルーピングを行った。単語は得られた共起に出現した単語を対象とした。図 3 は円の色でクラスターを表しており、「上陸」「前」「水位」「上がる」が同じクラスターに属したため、「上陸前に千曲川の水位が上がる」という繋がった文章として読み取ることができる。

（3）共起ネットワーク・ツイート添付画像同時表示システム

R の jpeg パッケージを用いてツイートデータから添付画像の抽出を行った。このとき、ツイート内容と添付画像との関係を見つけるために、各クラスターの単語が使われているツイートの添付画像を抽出した。また、ツイート内容と添付画像との関係を把握しやすくするために、共起ネットワークとツイートの添付された画像を同時に表示するシステムを構築した。

構築した共起ネットワーク・ツイート添付画像同時表示システムの表示例を図 4 に示す。画面の左側に選択した時間帯のツイートデータの共起ネットワークを表示し、右側には選択したクラスターの単語が含まれるツイートの添付画像を最大 20 枚表示する仕様となっている。画像の上部にはツイートの投稿日時と注目度（対象ツイートのリツイート数とお気に入り（いいね）数）も表示する。このシステムは、対象日時、共起率の下限、共起頻度の順位の下限、最大クラスター数、画像を表示させるクラスター番号を設定することができる。そのため、注目したい対象をインタラクティブに分析・可視化することができる。また、共起ネットワークを選択したクラスターの単語と直接繋がっている単語のみの表示する機能や、特定の一つのツイート本文とその添付画像のみを表示する機能も有している。

図4は2019年10月13日7時台のツイートデータ（令和元年東日本台風）を利用した際の出力画面である。画面左側の共起ネットワークより、「北陸新幹線車両センター」や「E7系」など新幹線水没の報道についてのツイートが多数投稿されていたことがわかる。さらに「E7系」が含まれるツイートの添付画像には、新幹線水没の様子を写した画像が多く投稿されていたこともわかる。また、図5は2019年10月12日16時台のツイートデータ（令和元年東日本台風）を用い、特定の一つのツイート本文とその添付画像のみを表示する機能で表示した例であるが、千曲川が氾濫する4時間以上前であるにも関わらず、川の流れが速く水位が上昇している写真が投稿されていたことがわかる。

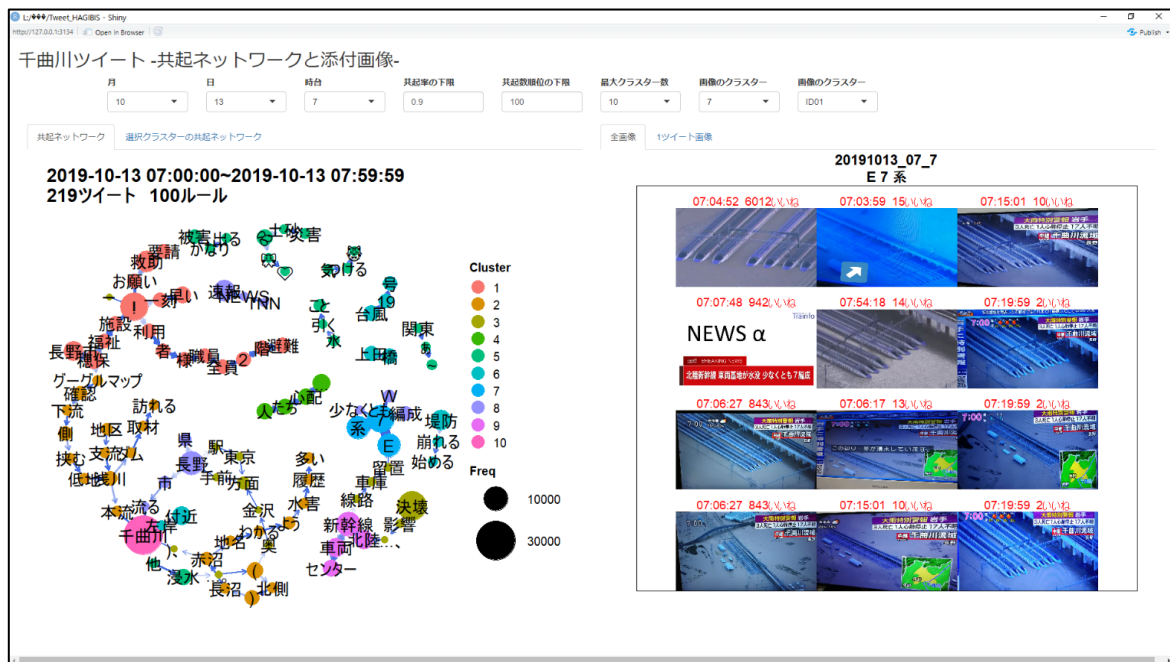


図4 共起ネットワーク・ツイート添付画像同時表示システムの表示例

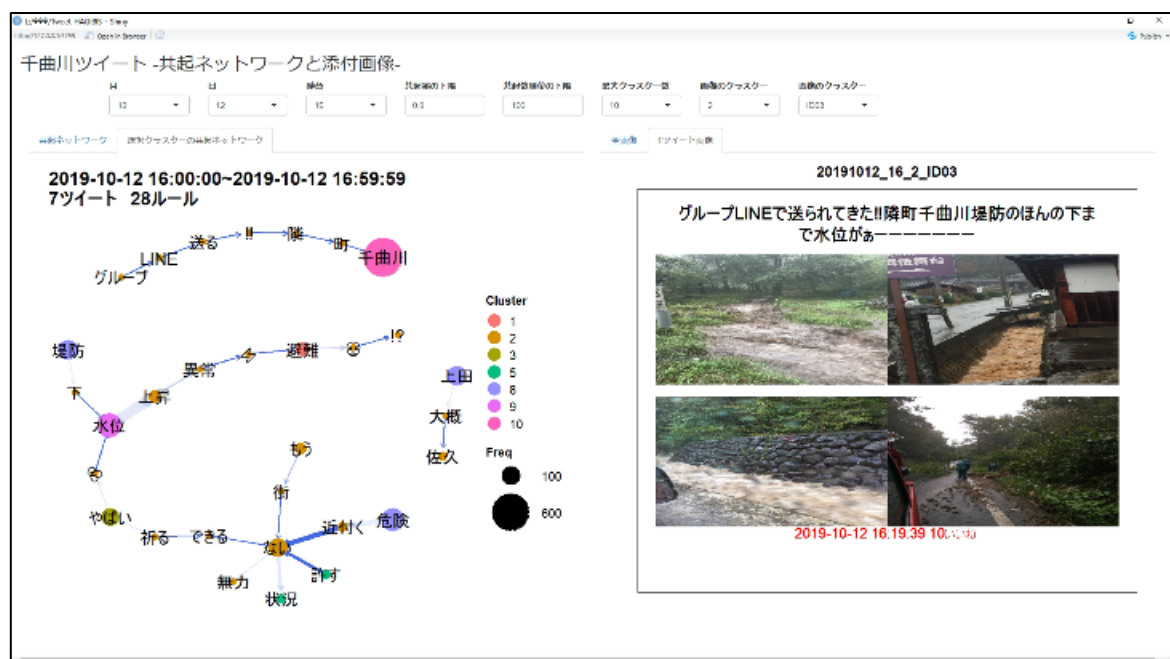


図5 氾濫前のツイートと添付画像（2019年10月12日16時台）

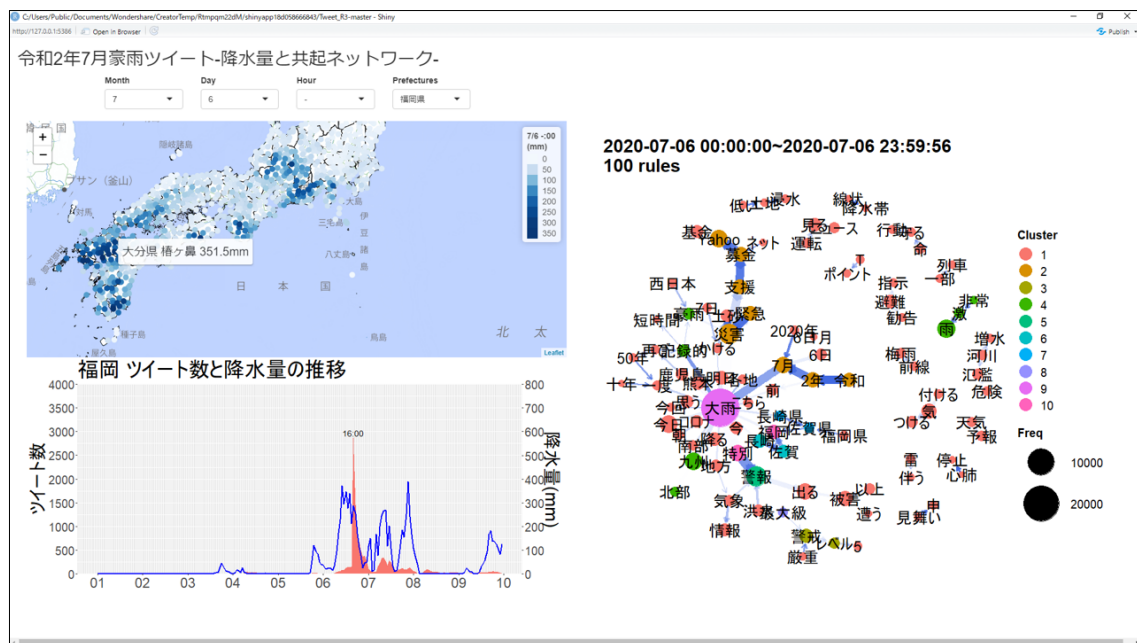


図6 共起ネットワーク・降水量同時表示システムの表示例（2020年7月6日）

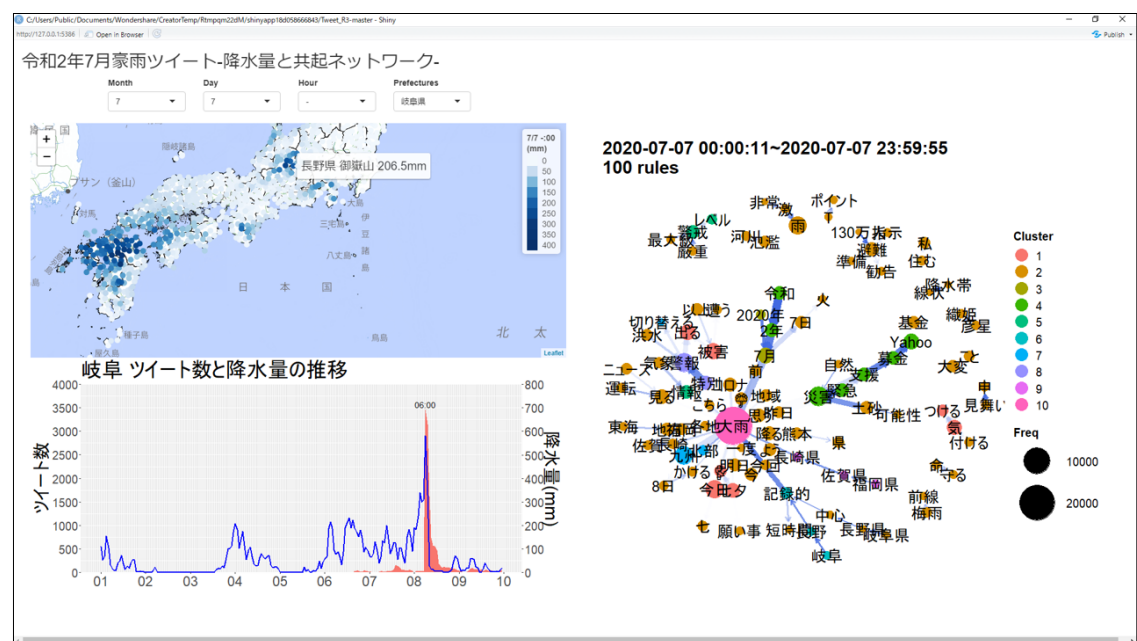


図7 共起ネットワーク・降水量同時表示システムの表示例（2020年7月7日）

（4）共起ネットワーク・降水量同時表示システム

降水量とツイートの同時表示システムを構築し、実際に令和2年7月豪雨のツイートデータを利用して検証する。降水量データは、気象庁のサイト（<https://www.data.jma.go.jp/gmd/risk/obsdl/index.php>）からダウンロードした。気象庁のサイトからは1,000以上の観測地の1時間ごとの降水量をダウンロードすることが可能であり、これを地図上にマッピングすることで、天候の変化を直感的に理解することが可能になると考えた。また、降水量とツイート数の地域による関係を見つけるために、都道府県ごとに降水量の合計値と都道府県名が含まれるツイート数を集計する機能も実装した。構築した共起ネットワーク・降水量同時表示システムの画面例を図6、7に示す。画面右側には共起ネットワークが表示され、左側上段には各観測地の降水量（日単位の時は合計値）、左側下段には選択した都道府県のツイート数と降水量の合計値の推移が表示

される（降水量は折れ線グラフで表示し、ツイート数は面グラフで表示）。各観測地の降水量は色の濃淡で表現しており、観測地にカーソルを置くと地名と降水量が表示される仕様となっている。対象日時と推移グラフで表示する都道府県は選択することができる。また、時間帯は1時間ごとの結果と1日分の結果の選択ができ、1時間ごとに結果を自動で更新する機能も有している。

図6は2020年7月6日、図7は2020年7月7日のツイートデータ（令和2年7月豪雨）を利用した際のシステムの出力画面である。図6より、福岡（県）、佐賀（県）、長崎（県）など、大雨特別警報が発令された地域の県名が「特別 → 警報」と共起していることがわかる。また、図7の共起ネットワークを見ると、「福岡 → 佐賀 → 長崎」という大雨特別警報が発令された地域の共起が見られるほか、「岐阜 → 長野 → 記録的」という、まだ大雨特別警報が発令されていない地域も話題にあがっていることがわかった。降水量を確認すると、確かに九州地方北部の降水量が多いが、岐阜県や長野県周辺においても降水量が多い地域があることがわかる。また画面左側下段に岐阜県のツイート数と降水量の推移を表示しているが、8日の大雨特別警報発表のタイミングでツイート数が急上昇していることのみならず、6日の夕方頃からツイート数が多い状態が継続していること、および降水量も少なくない状態が継続していることなどがわかる。

（4）考察

令和元年東日本台風や令和2年7月豪雨時のツイート数の推移から、大雨特別警報などの報道時にはツイートが多数投稿されることが明らかになった。共起ネットワークによってその報道内容等を抽出することができた。また共起ネットワーク・添付画像同時表示システムを利用することにより、当時の状況をより詳細に把握することができた。

本研究でわかった重要な知見としては、ツイート数が急上昇する前の時間帯に重要な情報が埋もれている可能性があるということである。図5の例のように、川の氾濫に関する報道よりも前に、川の水位が上昇している写真、川の流が速くなっている写真など、氾濫の危険性を示している投稿を発見することができた。また、図7の例のように、岐阜県や長野県では、大雨特別警報が発令される前から災害につながるような大雨が降っていたことも予想できる。降水量のマップだけでは九州地方だけに注目してしまうが、共起ネットワークと合わせて見ることで、大雨特別警報がまだ発令されていない地域の中で特に危険な地域を発見することができた。降水量とツイート数の推移を見ることで、実際には特別警報発表よりも前の段階から大雨であったことが確認できた。したがって、その時間帯の情報を素早く収集し、発信することができれば、市民の迅速な防災・避難行動を誘発・支援できると考えられる。

図6、7の共起ネットワーク・降水量同時表示システムでは、「ある特定の日の共起ネットワークに出てきた都道府県について降水量とツイート数の推移を確認する」「ある都道府県の降水量とツイート数の推移から注目すべき日の共起ネットワークを確認する」という両面からの探索的な分析が可能となっている。今回構築したシステムをより活用してもらえよう、可視化の方法や同時に表示する情報の追加などを今後検討する。

3 グローカル災害モニタリングシステムのプロトタイプ構築

グローバル災害モニタリングシステムの一つの実装例として、衛星データとソーシャルメディアデータを地図上に同時に表示するシステムのプロトタイプを構築した。対象の災害は2019年の東日本台風（令和元年台風第19号）とし、Sentinel-1衛星が観測した浸水前後の合成開口レーダ（SAR）のデータとツイートデータを利用した。

3-1 衛星データの災害時利活用

大雨時の洪水浸水域の抽出や[22][23]、津波の災害状況把握[24][25]、土砂災害の領域抽出[26][27]など、様々な災害時の状況把握に衛星データの活用が進んでいる[28]。また、災害発生時の利用のみならず、災害復興のモニタリング[29][30]への活用も試みられている。

3-2 SAR データによる浸水域推定

2019年10月7日（浸水前、図8）と同10月12日（浸水直後、図9）のSentinel-1 SARデータを利用して、阿武隈川（浸水被害が甚大であった宮城県角田市、丸森町、亘理町付近）の浸水域を推定した。図9において、阿武隈川の河川周辺に広く広がっている黒い領域が浸水域である。まず、この浸水直後の画像を二値化し、推定浸水域と水域（海・河川等）を抽出した（図10）。その領域を青色にし、浸水前の画像にオーバーレイした画像を図11に示す。河川周辺で明るい青色で示された領域は国土地理院の浸水推定段彩図

(https://www1.gsi.go.jp/geowww/201910/shinsui/13_shinsui_abukuma_kakuda-marumori.pdf)により浸水したと推定されている結果とほぼ合致した。



図8 Sentinel-1 SAR 画像 (2019 年 10 月 7 日)

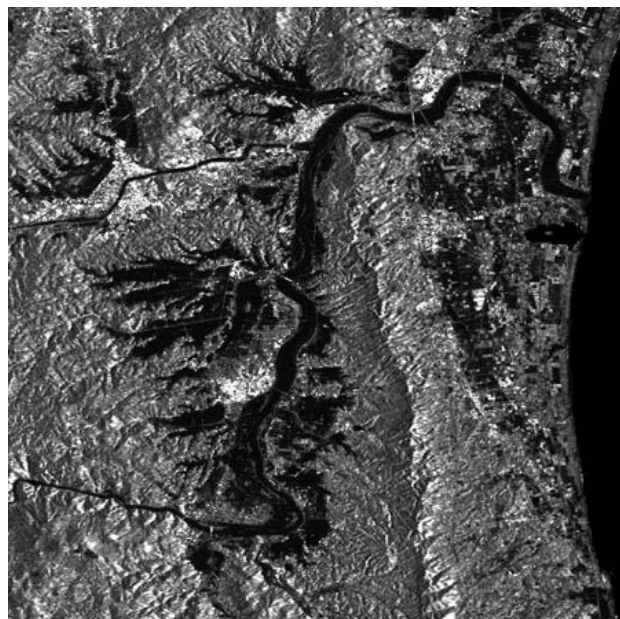


図9 Sentinel-1 SAR 画像 (2019 年 10 月 12 日)



図10 浸水後画像から水域を抽出した画像

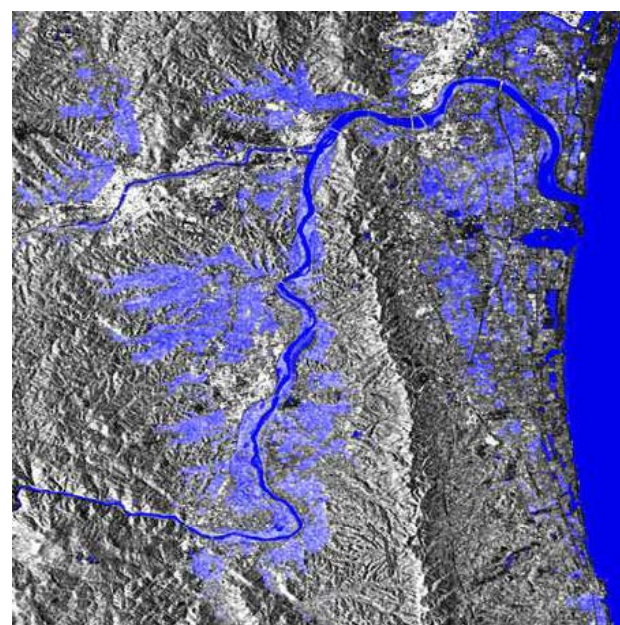


図11 推定浸水域をオーバーレイした画像

3-3 災害ツイートデータの地図へのプロット

2019 年東日本台風（令和元年台風第 19 号）が日本各地に被害をもたらした 2019 年 10 月 12 日～14 日に Twitter Search API を利用して災害関連ツイートを収集した。今回は、「阿武隈川」「千曲川」「多摩川」など、浸水被害が生じた河川名を含み、かつメタデータに位置情報が含まれるツイートのみを対象として、Google Maps API を利用して地図上にプロットした（メタデータに含まれる位置情報はツイートが投稿された際の正確な位置ではないことに注意が必要である）。ツイートを地図上にプロットした様子を図 12 に示す。図 12 に示すように、地図上のマーカーをクリックすると、その地点の投稿がポップアップ表示される。



図 12 ツイートの地図上へのプロット

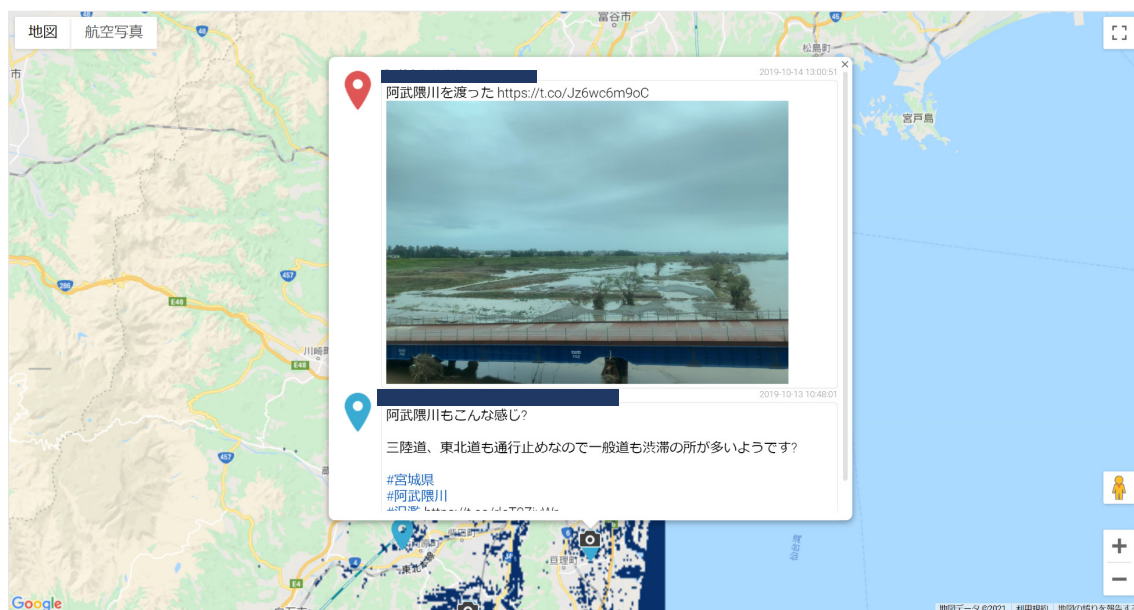


図 13 推定浸水域とツイートデータの同時表示

3-4 災害ツイートデータの地図へのプロット

3-2 の推定浸水域を 3-3 の地図に重畳して表示した結果の例を図 13 に示す。この図からわかる通り、浸水域を衛星データで把握し、その領域での詳細な現地情報を住民が投稿したツイートデータで確認できる。

3-5 考察

グローバルモニタリングシステムの一つの実装例として、衛星データとソーシャルメディア（ツイート）データを地図上に同時に表示可能なシステムを構築した。対象の災害は 2019 年東日本台風（令和元年台風第 19 号）とし、Sentinel-1 衛星の SAR データを利用した阿武隈川の推定浸水域と河川名称を含む災害関連ツイートを同時に表示するシステムを構築した。

本研究では、Sentinel-1 衛星の SAR データを利用して 2019 年東日本台風時の阿武隈川（浸水被害が甚大

であった宮城県角田市、丸森町、亶理町付近)の浸水域を推定したが、比較的良好な結果を得ることができた。今後、他の災害時のデータも利用して同様の結果を得ることができるか検証する。また、洪水以外の災害種での衛星データ活用についても検討を行う予定である。なお、今回はツイートデータの地図上へのプロットにはメタデータの位置情報のみを利用したが、ツイートテキストに含まれる住所やランドマーク名なども利用してツイートをより正確にプロットできるよう[31]、システムの改良を行いたい。

4 まとめ

インターネットやスマートフォンが広く普及して情報の伝達・共有が容易となり、かつ気象予測の精度が著しく向上したが、いまだ災害時に逃げ遅れによる犠牲者が多数生じるケースが後を絶たない。そこで、広範囲の災害被害状況把握に適した衛星データ（グローバルデータ）と地域の詳細な災害被害状況把握に利活用可能なソーシャルメディアの情報（ローカルデータ）を結合し、それらを理解容易な形式で提供する「災害時の意思決定支援を目的としたグローバル災害モニタリングシステム」の構築を本研究で目標とした。本研究ではまず、災害時にソーシャルメディアに投稿された情報（ツイート）を可視化するシステム（ローカルモニタリングシステム）の構築を行った。次に、衛星データとソーシャルメディア情報を統合表示するグローバル災害モニタリングシステムのプロトタイプを構築した。

ローカルモニタリングシステム（災害ツイート可視化システム）は、ツイートの共起ネットワークと関連情報（降水量などの気象情報、ツイートに添付された画像）を同時に表示するシステムとして実装した。また、令和元年東日本台風（台風第19号）と令和2年7月豪雨に関するツイートを利用してシステムの有用性を検証した。本システムはリアルタイム性という観点でまだ十分な実用性を有していないが、市民の迅速な防災・避難行動の誘発・支援につながる可視化システムとしては有用性があると評価できる。

グローバルモニタリングシステムは、衛星データとソーシャルメディアデータを地図上に同時に表示するシステムとして構築した。本研究では、Sentinel-1 衛星の SAR データを利用して2019年東日本台風時の阿武隈川（浸水被害が甚大であった宮城県角田市、丸森町、亶理町付近）の浸水域を推定したが、比較的良好な結果を得ることができた。今回はツイートデータを地図上に同時に表示する仕様としてが、今後、ローカルモニタリングシステム（災害ツイート可視化システム）との融合を図り、「災害時の意思決定支援を目的としたグローバル災害モニタリングシステム」としての完成度を高めていきたい。

【参考文献】

- [1] 牛山素行, 本間基寛, 横幕早季, 杉村晃一, “平成30年7月豪雨災害による人的被害の特徴,” 自然災害科学, Vol. 38, No.1, pp. 29-54, 2019.
- [2] 石川芳治, 池田暁彦, 柏原佳明, 牛山素行, 林真一郎, 森田耕司, 飛岡啓之, 小野寺智久, 宮田直樹, 西尾陽介, 小川洋, 鈴木崇, 岩佐直人, 青木規, 池田武穂, “2013年10月16日台風26号による伊豆大島土砂災害”, 砂防学会誌, Vol. 65, No. 5, pp. 61-72, 2014.
- [3] 友清衣利子, 西嶋一欽, “2019年の台風15号および19号による人的被害と住家被害の特徴”, 日本風工学会誌, Vol. 46, No.1, pp. 29-34, 2021.
- [4] 岩船昌起, “令和2年7月豪雨における熊本県球磨村での避難行動,” 2020年度日本地理学会秋季学術大会, 2020.
- [5] 内田理, 宇津圭祐, “災害時のソーシャルメディア利活用”, 電子情報通信学会 基礎・境界ソサイエティ Fundamentals Review, Vol.13, No.4, pp. 301-311, 2020.
- [6] M. Imran, C. Castillo, F. Diaz, and S. Vieweg, “Processing Social Media Messages in Mass Emergency: a Survey”, ACM Computing Surveys, Vol. 47, No.4, Article 67, 2015.
- [7] 篠田孝祐, 榊剛史, 鳥海不二夫, 風間一洋, 栗原聡, 野田五十樹, 松尾豊, “東日本大震災時におけるTwitterの活用状況とコミュニケーション構造の分析”, 知能と情報, Vol. 25, No. 1, pp. 598-608, 2013.
- [8] 吉次由美, “東日本大震災に見る大災害時のソーシャルメディアの役割～ツイッターを中心に～”, 放送研究と調査, Vol. 61, No. 7, pp. 16-23, 2011.
- [9] 執行文子, “東日本大震災・ネットユーザーはソーシャルメディアをどのように利用したのか”, 放送研究と調査, Vol. 61, No. 8, pp. 2-13, 2011.

- [10] 相田慎, 新堂安孝, 内山将夫, “「東日本大震災関連の救助要請情報抽出サイト」による救助活動支援”, 自然言語処理, Vol. 20, No. 3, pp. 405-422, 2013.
- [11] 藤代裕之, 松下光範, 小笠原盛浩, “大規模災害時におけるソーシャルメディアの活用-情報トリアージの適用可能性”, 社会情報学, Vol. 6, No. 2, pp. 49-63, 2018.
- [12] 佐藤大輔, “災害ふくそう対策研究 ―呼規制から行動変化誘導へ―”, 電子情報通信学会 基礎・境界サイエティ Fundamentals Review, Vol. 12, No.4, pp.301-311, 2019.
- [13] S. Yamada, K. Utsu, and O. Uchida, “An Analysis of Tweets During the 2018 Osaka North Earthquake in Japan - a Brief Report”, Proc. 5th International Conf. on Information and Communication Technologies for Disaster Management, 2018.
- [14] S. Nishikawa, O. Uchida, and K. Utsu, “Analysis of Rescue Request Tweets in 2018 Japan Floods”, Proc. 2019 International Conference on Information Technology and Computer Communications, 2019.
- [15] M. Kondo, S. Nishikawa, O. Uchida, and Keisuke Utsu, “Text Analysis of Tweets with Rescue Request Hashtags Posted during 2018 Japan Floods”, Proc. 6th International Conference on Information and Communication Technologies for Disaster Management, 2019.
- [16] K. Utsu and O. Uchida, “Analysis of Rescue Request and Damage Report Tweets Posted During 2019 Typhoon Hagibis”, IEICE Transactions on Fundamentals, Vol.E103-A, No.11, pp. 1319-1323, 2020.
- [17] 宋晨潔, 藤代裕之, “救助要請ツイートの特徴の検証-令和2年7月豪雨を対象に-”, 信学技報, Vol. 120, No. 166, NLC2020-5, pp.18-23, 2020.
- [18] 水沼友宏, 池内淳, 山本修平, 山口裕太郎, 佐藤哲司, 島田諭, “Twitter におけるバーストの生起要因と類型化に関する分析”, 情報社会学会誌, Vol. 7, No.2, pp.41-50, 2013.
- [19] S. Yamada, K. Utsu, and O. Uchida, “An Analysis of Tweets Posted During 2018 Western Japan Heavy Rain Disaster”, Proc. 2019 IEEE International Conference on Big Data and Smart Computing, 2019.
- [20] S. Yamada, K. Utsu, and O. Uchida, “Analysis of Japanese Tweets about 2018 Typhoon Jebi by Creating Co-occurrence Networks”, The 16th International Conference on Information Systems for Crisis Response and Management, 2019.
- [21] 山田実俊, 宇津圭祐, 内田理, “大規模自然災害時に投稿されたツイートの特徴分析”, 日本計算機統計学会第33回大会, 2019.
- [22] S. K. Jain, A. Saraf, A. Goswami, T. Ahmad, “Flood Inundation Mapping Using NOAA AVHRR Data”, Water Resources Management, Vol. 26, No. 6, pp. 949-959, 2006.
- [23] 本田謙一, 泉祐輔, 引地慶多, 虫明成生, 浅田典親, 津野浩一, “衛星 SAR を用いた豪雨災害時の迅速な浸水範囲および浸水深抽出の試み”, 日本リモートセンシング学会誌, Vol. 40, No. 3, pp. 158-162, 2020.
- [24] 高分解能衛星リモートセンシング研究会, “東北地方太平洋沖地震・津波災害の高分解能衛星リモートセンシング”, 日本リモートセンシング学会誌, Vol. 31, No.3, 2011.
- [25] K. Kaku, N. Aso, and F. Takiguchi, “Space-based Response to the 2011 Great East Japan Earthquake: Lessons learnt from JAXA's Support Using Earth Observation Satellites”, International Journal of Disaster Risk Reduction, Vol. 12, pp. 134-153, 2015.
- [26] 堀江陽介, 羽柴秀樹, 園部雅史, “高分解能衛星による差分画像を用いた土砂災害域抽出のための閾値補正手法の検討”, 土木学会論文集 F3(土木情報学), Vol. 75, No. 2, pp. II_53-II_61, 2019.
- [27] F. Raspini, A. Ciampalini, S. Del Conte, L. Lombardil, M. Nocentini, G. Gigli, A. Ferretti, and N. Casagli, “Exploitation of Amplitude and Phase of Satellite SAR Images for Landslide Mapping: The Case of Montescaglioso (South Italy)”, Remote Sensing, Vol. 7, No. 11, pp. 14576-14596, 2015.
- [28] 中村太一, “衛星による災害観測能力の総合的評価について(第一報)”, 日本航空宇宙学会論文集, Vol. 63, No. 4, pp. 143-149, 2015.

- [29] C.-F. Chen, N.-T. Son, C.-R. Chen, K. Cho, Y.-Y. Hsiao, S.-H. Chiang, and L.-Y. Chang, "Assessing Rice Crop Damage and Restoration Using Remote Sensing in Tsunami-Affected Areas, Japan", *Journal of Applied Remote Sensing*, Vol. 9, No. 1, 096002, 2015.
- [30] K. Cho, R. Uemachi, K. Fukue, O. Uchida, K. Terada, K. Takemura, H. Wakabayashi, T. Sato, C.-F. Chen, "Recovery Monitoring of Tsunami damaged Paddy Fields using MODIS NDVI", *Proc. 37th Asian Conference on Remote Sensing*, TS6-4, 2016.
- [31] O. Uchida, T. Rokuse, M. Tomita, Y. Kajita, Y. Yamamoto, F. Toriumi, B. Semaan, S. Robertson, and M. Miller, "Classification and Mapping of Disaster Relevant Tweets for Providing Useful Information for Victims During Disasters", *IIEEJ Trans. on Image Electronics and Visual Computing*, vol.3, no.2, pp.224-232, 2015.

〈発 表 資 料〉

題 名	掲載誌・学会名等	発表年月
令和 2 年 7 月豪雨時のツイート分析と可視化	信学技報, vol. 120, no. 202, ICTSSL2020-18, pp. 27-32	2020 年 10 月
Visualization of Tweets and Related Images Posted During Disasters	5th IFIP Conference on Information Technology in Disaster Risk Reduction	2020 年 12 月
災害時のツイート分析と関連情報の同時可視化システム	情報処理学会研究報告 情報システムと社会環境(IS), vol. 2021-IS-155, no. 3, pp. 1-5	2021 年 3 月
衛星画像とソーシャルメディアを利用したグローバル災害モニタリングシステム	信 学 技 報 , vol. 121, no. 49, ICTSSL2021-2, pp. 7-10	2021 年 5 月
Glocal Disaster Monitoring System Using Tweet Data and Satellite Images	The 7th IIEEJ International Conference on Image Electronics and Visual Computing	2021 年 9 月発表予定(採録済)