

人流データ及びSNS情報を利用した 災害時における都市と人の状況分析

連 惇*¹・五十嵐 さやか*¹・内山 泰生*¹

Keywords : BCP, human flow data, social media information, damage assessment, disaster response, 2018 Osaka earthquake
事業継続計画, 人流データ, SNS 情報, 被害状況把握, 災害対応, 2018 年大阪府北部の地震

1. はじめに

近い将来、首都直下地震や南海トラフ地震などの大規模災害の発生により、都市部の人口密集地域における甚大な被害や国内における広域的な被害が発生することが懸念されている。そのような大規模災害時には、限られた人的・物的リソースで復旧活動を進めなければならないという状況が生じるため、復旧活動を指揮する災害対策本部や復旧対応にあたる人員の間で、被害状況を正確かつ迅速に把握し、対策の立案や人員・資機材の配置に関する意思決定を適切かつ効果的に実施できる体制を整えておく必要がある。

このような背景により、近年多くの企業や自治体では「防災DX」の取り組みの一環として、災害発生時に種々の情報をリアルタイムで収集・分析し、地理情報システム（GIS）上に情報を集約する災害情報プラットフォームの整備が進められている。また、近年のIoT技術の進歩やスマートデバイスの普及により、GPS情報から人々の移動経路を追跡可能である人流データや、SNS情報が取得できるようになり、防災への利活用について検討されるようになってきた^{1)~4)}。

本研究では、人流データやSNS情報を活用し、災害時におけるクライアント企業の業務継続に必要な災害状況の把握を行うことを目的とした。中でも通勤困難者の現在位置や、通勤の可否といった社員の状況把握は社員への行動指示を行う上で重要である。そこで、人流データやSNS情報から得られる、災害発生時の通勤時間帯での都市の様子や被災者の行動について分析を行った。そのうえで、企業BCPにおける社員へ

の行動指示への、これらのデータの利活用可能性について検討した。

2. 災害の概要

本研究では、過去の災害事例として、2018年6月18日午前7時58分に発生した大阪府北部の地震を分析対象とした。震央位置、推計震度分布⁵⁾、及び揺れの

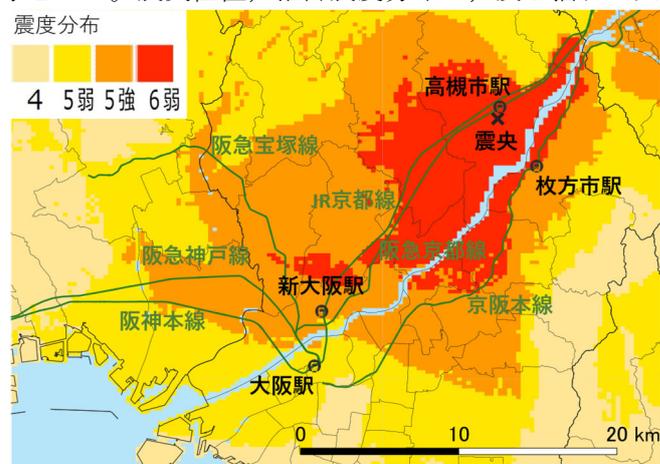


図-1 大阪府北部の地震による推計震度分布⁵⁾

Fig.1 Seismic intensity of 2018 Osaka earthquake

表-1 主な鉄道路線の復旧状況

Table 1 Restoration status of major railroad lines

事業者名	線名	運転休止区間	運転再開	
京阪電気鉄道	京阪本線	全線	6/18	14:10
阪急電鉄	神戸線	全線	6/18	14:40
阪神電気鉄道	本線	全線	6/18	15:00
阪急電鉄	宝塚線	全線	6/18	16:01
西日本旅客鉄道	京都線	全線	6/18	21:00
阪急電鉄	京都線	全線	6/18	22:35

*1 技術センター 都市基盤技術研究部 防災研究室

きかった地域における主な鉄道路線を図-1 に示す。この地震は、大阪府北部を震源とするマグニチュード 6.1 の地震であり、大阪市北区や高槻市など多くの地域で最大震度 6 弱を観測した。また、本地震は平日朝の通勤・通学時間帯に発生したため、各鉄道路線の運休により多くの通勤・通学困難者が発生した。主な鉄道路線の地震発生当日における復旧状況を表-1 に示す。京阪本線は当日 14 時 10 分に復旧したが、JR 西日本京都線の復旧は当日 21 時、阪急電鉄京都線の復旧は当日 22 時 45 分までかかった⁶⁾。鉄道路線の運休に伴い、近畿各地の幹線道路で激しい渋滞が発生した。

3. 分析データの概要

本研究で用いた人流データと SNS 情報について、データの概要を示す。

人流データには、国際航業株式会社⁷⁾の Wi-Fi 人口統計データを使用した。Wi-Fi 人口統計データは、利用許諾を得たユーザのスマートデバイスがフリーWi-Fi に接続した際の GPS データ及び日時と、ユーザの個別 ID、推定居住地、推定勤務地、性別、年代等の各種登録データとが紐づいたデータである。本研究では、平常時と地震時の比較を行うため、曜日による人流トレンドへの影響を鑑みて、地震発生と同曜日である 6 月 11 日のデータを平常時として使用した。

SNS 情報には、災害リスク・危機に関する情報配信サービス Spectee Pro⁸⁾によって配信された SNS 情報のうち、当該地震により最大震度 4 以上を観測した 10 都府県（大阪、京都、兵庫、滋賀、愛知、三重、奈良、岐阜、福井、香川）⁹⁾において地震後に配信されたデータを使用した。

4. 人流データ及び SNS 情報を用いた都市の状況分析

4.1 検討対象

本章では、大阪駅を中心とした都市部の地震時の状況について確認することを目的として分析を行った。推定勤務地が大阪駅周辺（大阪駅から凡そ半径 3km 程度）であるとされ、平常時と地震時の両日で位置情報が得られた 4201 名のユーザについて、平常時と地震時の人流の傾向分析と、地震時に投稿された地震に関連する SNS 情報の分析を行った。

以降に、位置情報取得件数と SNS 投稿数の時間変化の傾向、地震時の都市部の混雑状況について、分析し

た結果を示す。

4.2 分析結果

4.2.1 位置情報取得件数と SNS 投稿数の時間変化

平常時と地震時に、スマートデバイスからフリーWi-Fi にアクセスしたことにより取得された、位置情報を含むポイントデータ数の時間変化を図-2 上段に、地震に関する SNS 投稿数の時間変化を図-2 下段に示す。

ポイントデータ数の時間変化について、図-2 上図の青線で示す平常時については、通勤ラッシュの時間帯の 8 時ごろ、昼休みの時間帯の 12 時ごろ、及び帰宅ラッシュの時間帯である 18 時ごろにデータ数のピーク（山）があり、これらの時間帯に多くのユーザがインターネットに接続する傾向が確認された。一方、赤線で示す地震時のポイントデータ数については、平常時と同様のピークが見られるものの、地震発生直後にデータ数が急増し、その後夕方までは平常時と比較してデータ数が多く推移する傾向が見られた。これは、地震発生時にユーザが積極的にインターネットに接続し、情報収集を行っていたためであると考えられる。

SNS 投稿数については、地震発生後から 12 時頃までは投稿数が徐々に増加していき、それ以降は減少傾向となり、24 時頃には投稿数はほぼ 0 となる。SNS 投稿数についてもポイントデータ数と概ね近い時間帯に増加する傾向がみられ、特に 18 時頃のピークはポイントデータ数が増加する時間と一致する（図-2 中緑線）。これは、帰宅時間帯に鉄道や道路などの帰宅経路に関する情報を収集・発信したためである。

4.2.2 地震時の都市部の混雑状況

平常時と地震時の人流データの比較を図-3 に示す。ここでは、地震発生後の各時間帯（4 時間毎）において、分析エリアの各メッシュ（0.01 度刻み、約 1km 四方）における平常時と地震時のポイントデータ数の差分をとり、平常時に対して地震時にデータ数が増加した箇所を赤、減少した箇所を青で示した。また、運休した鉄道路線を黒線、運転が再開した鉄道路線を赤線で示した。さらに地震時に得られた SNS 情報のうち、混雑状況や人の流れに関する投稿場所、及び投稿内容の概要についても併せて示した。

図-3(a)に示す地震発生直後（8-12 時）の結果については、各地でポイントデータ数が平常時よりも増加する傾向がみられた。その理由としては、各地で鉄道が運休となり人の滞留が発生したことや、ユーザが積極的に情報を取得しようとした事が要因として考えられる。それ以降の時間帯については、概ね復旧直後の鉄道路線周辺において人流が増加している傾向がみられ

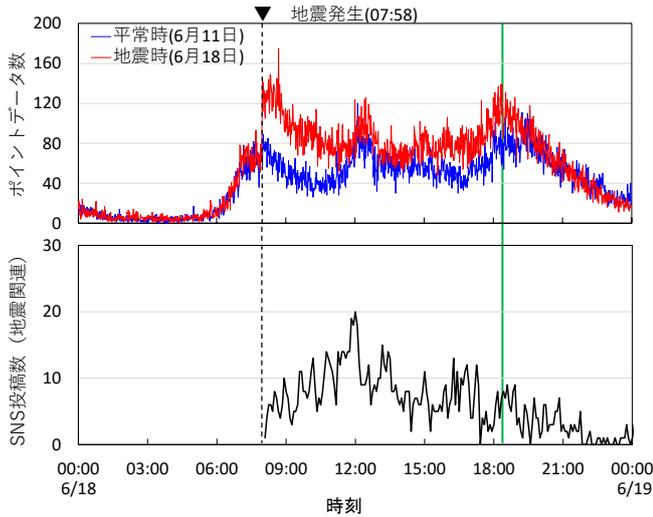


図-2 ポイントデータ数と SNS 投稿数の時間変化

Fig.2 Time-series transition in the number of point data and posts to social media

たが、図-3(d)に示す20-24時の結果においては、大阪駅周辺においてポイントデータ数が平常時よりも減少している傾向がみられ、地震当日は早めに帰宅する人々の行動が確認された。

SNS 情報からは、鉄道やバスといった公共交通機関、徒歩経路やタクシー乗り場における混雑状況を投稿テキスト、写真や動画で具体的に知ることができる。例えば図-3(c)に示す16-20時の結果において、平常時に比べポイントデータ数が増加している京阪枚方市駅付近では、高槻市駅方面のバスロータリーの混雑に関する投稿が、また淀川大橋付近では、徒歩で橋を渡る帰宅者による混雑状況に関する投稿が、その場所の写真とともに配信されていることが確認された。また20-24時の時間帯では、飲食店が空いているといった投稿など、個々の投稿者が感じた混雑状況に関する普段との違いに関する情報も確認された。

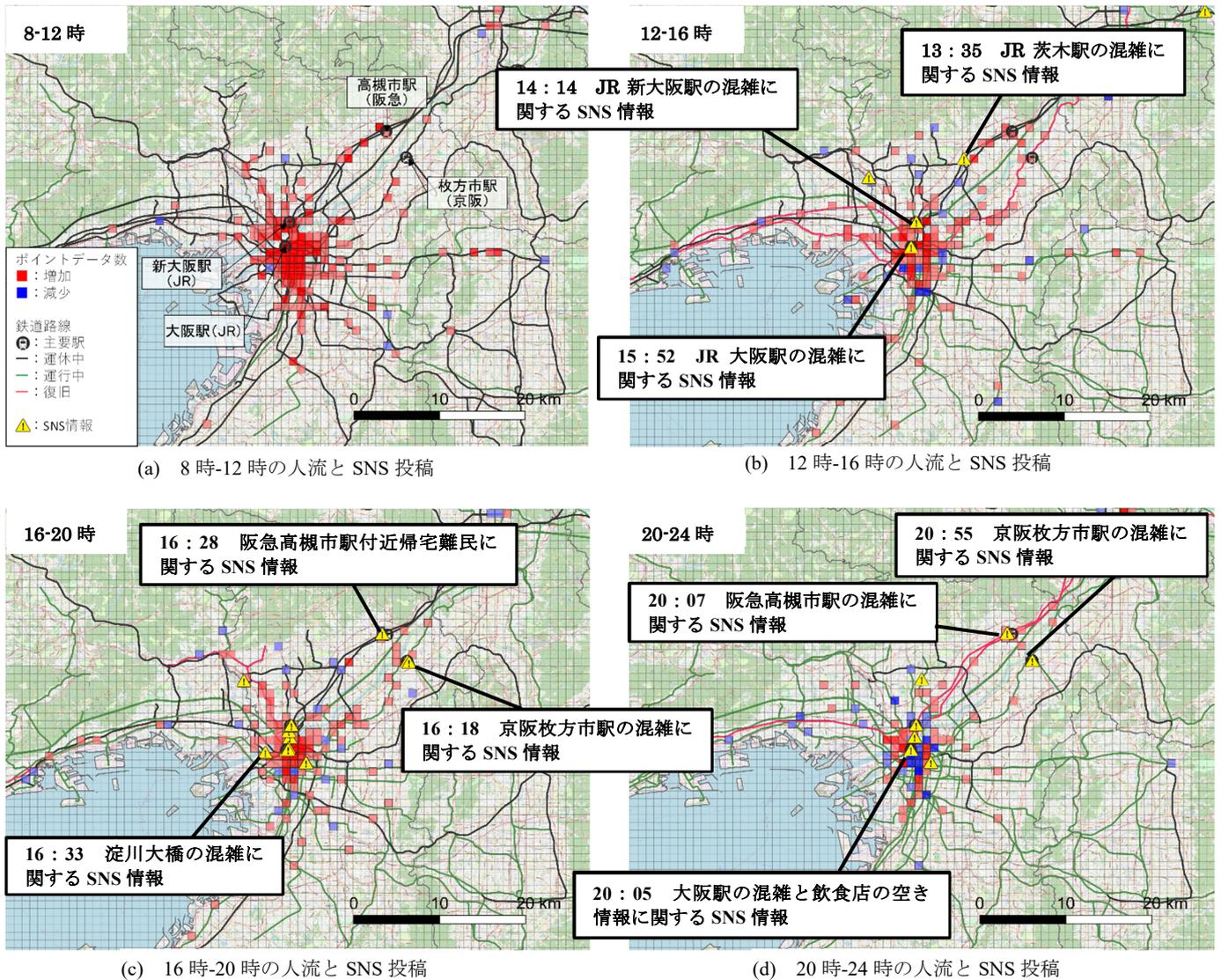


図-3 平常時と比較した地震時の人流の増減と SNS 投稿

Fig.3 Differences in human flow and posts to social media between at the time of normal and of seismic disaster

以上の分析により、人流データを平常時と地震時の比較することにより、災害時における都市の混雑具合の広域的な概況（平常時に対する相対変化）を知ることができることが分かった。さらに SNS 情報の局所的な詳細情報と組み合わせることによって情報が補完され、より具体的な状況把握が可能であることが分かった。

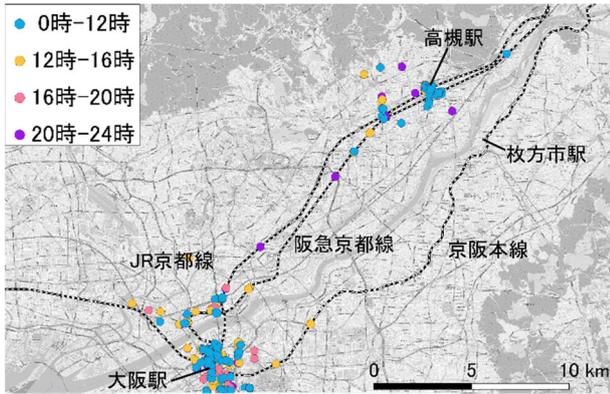
5. 人流データを用いた被災者の行動分析

5.1 検討対象

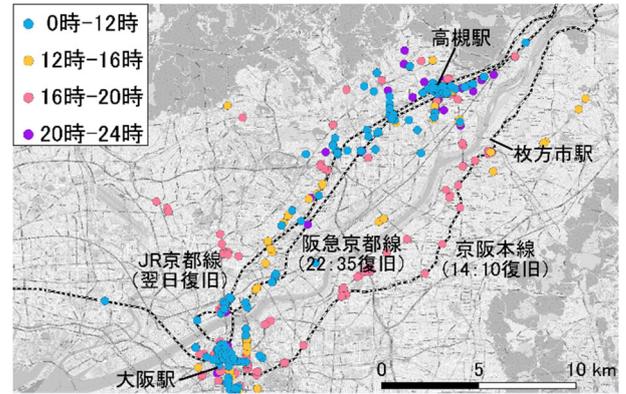
本章では、徒歩での出勤・帰宅困難者の災害時にお

ける行動把握の可能性について検討を行うことを目的とし、居住地及び勤務地を限定し、徒歩での出勤・帰宅が困難であると予想されるユーザの人流データを用いた分析を行った。一般に、徒歩による帰宅距離が20km以上となると帰宅困難になるとされている¹⁰⁾。本章では徒歩による出勤・帰宅が困難となる人物を検討対象とするため、被害の大きい大阪府北部に居住地と勤務地がありその距離が約20kmとなるよう、居住地が高槻駅周辺であり勤務地が大塚駅周辺であると推測されるユーザのうち、平常時と地震時の両日で位置情報が得られた61名のユーザを検討対象とした。

以降では、平常時と地震時の位置情報の差異、地震



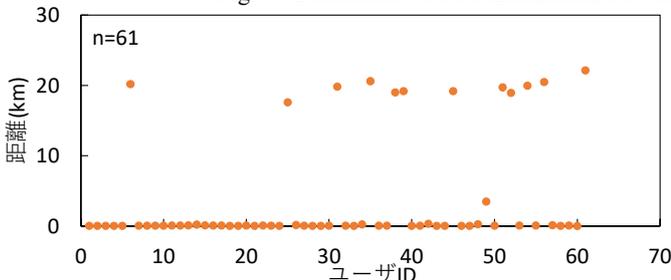
(a) 平常時の位置情報



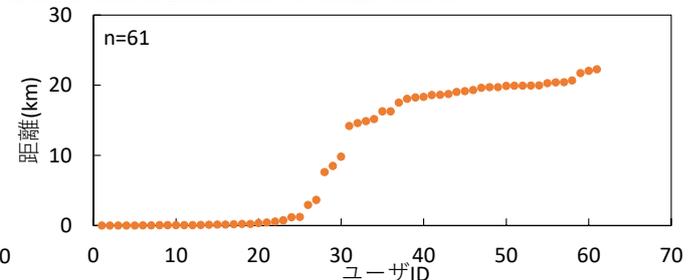
(b) 地震時の位置情報

図-4 平常時・地震時の位置情報

Fig.4 Differences of GPS information between at the time of normal and of seismic disaster



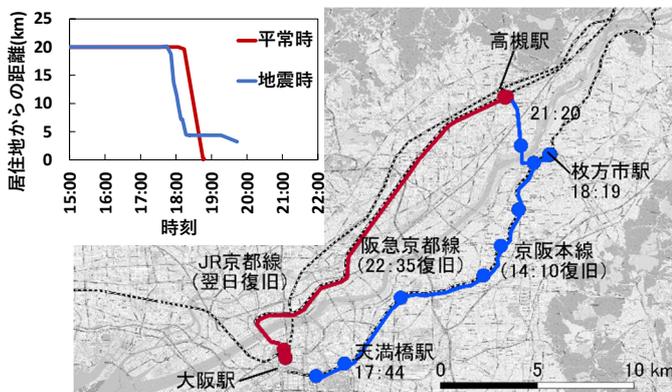
(a) 平常時の勤務地からの最小距離



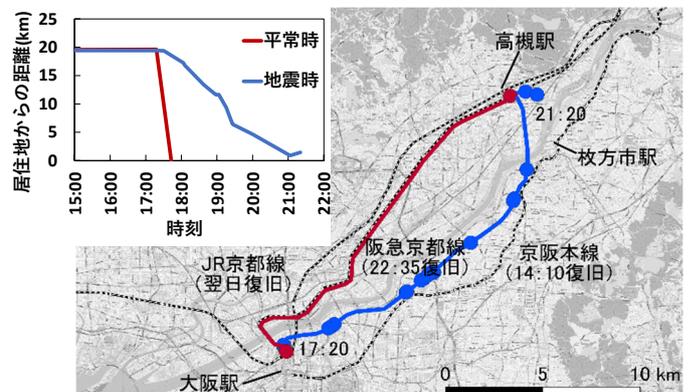
(b) 地震時の勤務地からの最小距離

図-5 勤務地からの最小距離

Fig.5 Minimum distance from place of work



(a) 帰宅経路例1 (ユーザID=4)



(b) 帰宅経路例2 (ユーザID=15)

図-6 地震時の居住地からの距離の変化及び移動経路例

Fig.6 Example of changes in distance from residence and travel routes at the time of seismic disaster

時の出勤状況の推測，平常時と比較した地震時の移動経路の変化について，分析した結果を示す。

5.2 分析結果

5.2.1 平常時と地震時の位置情報の差異

平常時と地震時で得られた位置情報を図-4 に示す。平常時では居住地（高槻駅）付近と勤務地（大阪駅）付近に集中しているのに対し，地震時には居住地と勤務地の間にも広く分散した位置情報が得られた。これは鉄道が運休となり，徒歩や自動車を利用して移動するユーザが増加したためであると考えられる。

5.2.2 地震時の出勤状況の推測

平常時及び地震時に各ユーザから得られたポイントデータの勤務地からの最小距離を図-5 に示す。高槻，大阪間の距離は約20kmであるため，出勤している場合は勤務地からの最小距離が約0km，出勤していない場合は20kmとなる。地震時に出勤したと考えられるユーザは61名中22名(36.1%)であった。一方，勤務地からの最小距離が約0kmとならず，かつ約20kmでもないユーザは勤務地に向かったものの途中で帰宅したと考えられ，61名中13名(21.3%)がこれに該当した。

以上のように，人流データに含まれる推定勤務地の情報を用いて，勤務地からの距離を分析することで，おおよその出勤状況を把握することが可能である。大阪府北部の地震発生後の行動についてアンケート調査を行った既往の研究¹⁾では，地震後勤務地に向かったのは60.8%とされているが，本研究では36.1%となった。これは既往研究では居住地が大阪府，京都府，兵庫県，奈良県の人を対象とし，勤務地を指定していないのに対し，本研究では居住地及び勤務地を共に揺れの大きかった地域に限定しているためであると考えられる。

5.2.3 平常時と比較した地震時の移動経路の変化

図-4 から，平常時は多くのユーザはJR 京都線または阪急京都線を利用しているが，地震時は復旧済みの京阪本線を利用するか，または鉄道を利用せず通勤していることが分かる。また，地震当日夕方の帰宅経路の一例として，ある特定ユーザの平常時と地震時の帰宅経路及び居住地からの距離の時間変化を図-6 に示す。図-6(a)に示すユーザは，14時10分に復旧していた京阪本線で大阪中心部から枚方市駅へ一度移動したのちに高槻駅まで向かっている。一方，図-6(b)に示すユーザは大阪中心部から高槻駅まで鉄道を利用せずに移動している。(b)のユーザの平均移動速さは約6km/h程度であり，渋滞状況を加味すると徒歩または車で移動したと考えられる。そのため(b)のユーザは，(a)のユーザよりも帰宅に2時間程度多く要している。このことは，

災害時において，個々の被災者が道路や鉄道の混雑状況を詳細に把握し，移動方法を適切に選択することができれば，より迅速な対応（この場合は，早期の帰宅）に繋げられる可能性があるということを示唆しているものと考えられる。

6. まとめ

本研究では，2018年大阪北部の地震を事例に，近年情報の取得が可能になってきた人流データやSNS情報を活用した，災害時におけるクライアント企業の業務継続に必要な災害状況の把握可能性について分析・検証した。その結果，人流データを用いて平常時と災害時の比較を行うことで，混雑状況にあるエリアを含む普段とは異なる人流の状況を地図上で視覚的に把握することができ，それと，局所的な情報であるSNS情報と相互補完することによって，災害時に都市部で発生する各地の混雑状況に関してより具体的な状況を把握できることが分かった。また，人流データにより個人の行動分析を行うことで，通勤者の出勤状況や移動経路・手段について災害時に有効な傾向を把握することができた。今後は企業BCPへの活用方法として，これらのデータ等と自社データを組み合わせた災害時の情報共有の仕組みと復旧要員等への行動支援方法の構築を進めていく予定である。

参考文献

- 1) 榊剛史，松尾豊，鳥海不二夫，篠田孝祐，栗原聡，風間一洋，野田五十樹：ソーシャルメディアを用いた局所地域における異常検知手法の提案，The 27th Annual Conference of the Japanese Society for Artificial Intelligence, 2013.
- 2) 木南優希，澁谷長史，取手新吾，遠藤靖典：人流データを用いた機械学習による社会的混乱検知システムの基礎的検討，第36回ファジィシステムシンポジウム講演論文集，pp.431-436, 2020.
- 3) 高澤一平，森岡優輝，後藤智紀，鈴木雄也，加藤有祐，宿久洋：位置情報データを用いた災害時のオンライン異常検知について，The 34th Annual Conference of the Japanese Society for Artificial Intelligence, 2020.
- 4) 吉岡知弘，金子雄一郎：交通ビッグデータとWeb調査に基づく熊本地震発生時の地域間移動特性の分析，土木学会論文集F6(安全問題)，Vol74，No.2，I_165-I_173, 2018.
- 5) 産総研，地震動マップ即時推定システム QuiQuake (2023年3月で閉鎖) <https://gbank.gsj.jp/QuiQuake/index.html>
- 6) 国土交通省：大阪北部を震源とする地震について，https://www.mlit.go.jp/saigai/saigai_180618.html
- 7) 国際航業株式会社：Wi-Fi人口統計データ，<https://biz.kkc.co.jp/data/stat/dynamic/>
- 8) 株式会社 Spectee, Spectee Pro, <https://spectee.co.jp>

- 9) 気象庁,震度データベース,
<https://www.data.jma.go.jp/svd/eqdb/data/shindo>
- 10) 中村一樹：地震災害に起因する帰宅困難者の想定手法の
検討, 総合都市研究第 47 号, 1992.
- 11) 元吉忠寛：大阪北部の地震発生後の人々の行動, 関西大
学学術リポジトリ, 2020