

疑似人流データを用いた大規模地震発生時における帰宅困難者の推定

山本大心*・米澤 剛*・杉本 賢二*

Spatiotemporal Analysis of Stranded Commuters During Large-Scale Earthquakes Using Pseudo People Flow Data

Taishin YAMAMOTO*, Go YONEZAWA *and Kenji SUGIMOTO *

*大阪公立大学大学院工学研究科 Graduate School of Engineering, Osaka Metropolitan University, 3-3-138 Sugimoto Sumiyoshi-ku, Osaka 558-8585, Japan.
E-mail:sr25491d@st.omu.ac.jp

キーワード：疑似人流データ、ネットワーク解析、帰宅困難者、GIS、防災

Key words : Pseudo People Flow Data, Network Analysis, Stranded Commuter, GIS, Disaster Prevention

1. はじめに

東日本大震災では、首都圏において公共交通機関が全面停止し、多数の帰宅困難者が発生し、都市機能の集積と交通網への依存がもたらす大都市の脆弱性を浮き彫りにした。今後想定される南海トラフ地震などの大地震においても、首都圏に限らず、鉄道網に依存する近畿圏や中京圏で同様の事態が懸念されるため、都市構造や交通特性を踏まえた事前の予測と防災対策の検討が重要である。

既往研究では、首都圏を中心に帰宅困難者数の推計や行動特性（大佛，2016）、支援施設需要に関する分析（吉田ほか，2021）が行われてきた。特に、人流データやアンケート調査、マイクロシミュレーションを用いた研究により、災害時の行動や施設混雑の実態が明らかにされている。一方で、時間帯別の人流変化を考慮し、将来的に帰宅困難者の数や空間分布を分析する研究は限定的である。そこで本研究では、大阪市の2区を対象に人流データとGISを用い、大規模地震発生時の帰宅困難者数を時間帯別に推定する手法を構築するとともに、その時空間的分布特性を明らかにすることを目的とする。

2. 使用データ

実際の人流データは入手が困難であり、かつデータ量も膨大であることから、本研究では東京大学空間情報科学研究センター（CSIS）が運営する共同研究支援システム JoRAS が提供する疑似人流データを用いた。本データは、公的統計及び商業データを基に、全国の典型的な平日における24時間の人流を再現した合成データである。本研究では疑似人流データの中の「疑似人流活動データ」を用いることとする。活動データには、個人ID、年齢、性別、活動開始時間、活動継続時間、活動場所（緯度・経度）、就業状態、活動内容、市区町村コードの項目が含まれている。

また本研究では、対象者に帰宅経路推定に用いる道路ネ

ットワークとして、住友電気工業株式会社の拡張全国デジタル道路地図データベース（DRM）を用いた。本データは道路をノード（結節点）とリンク（道路区間）として表現した構造を有し、ネットワーク解析が可能な構造となっており、DRMを用いたネットワーク解析により、個人ごとの帰宅経路の推定をGIS上で行う。

3. 研究対象

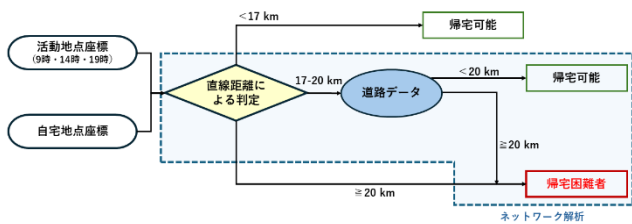
本研究では、データ量および解析負荷を考慮し、マイクロスケールでの分析を行うため、大阪市内において交通結節性と居住機能を併せ持つ地域である天王寺区・阿倍野区を対象地として設定した。当該地域は第1図のように複数の鉄道路線が集積する一方、住宅地を多く含み、時間帯による人口流動の変化を捉えやすい地域特性を有する。分析対象は、当該地域に居住する15~79歳の就業・就学者とした。対象時刻は、通勤・通学ピーク後を代表する9時、昼間の活動が活発な時間帯を代表する14時、帰宅行動が顕在化する19時の3時刻を設定した。

	天王寺区	阿倍野区
基本情報	<ul style="list-style-type: none">人口：88,889人(2026推計)人口密度：18.365(人/km²)(2026推計)昼夜間人口比：144.8(2020推計)※北区：301.6、中央区：443.1	<ul style="list-style-type: none">人口：113,377人(2026推計)人口密度：18.953(人/km²)(2026推計)昼夜間人口比：106.2(2020推計)
特徴	<ul style="list-style-type: none">データ人口：70633人対象人口：38289人※15-79歳の就業者	<ul style="list-style-type: none">データ人口：101140人対象人口：50779人
交通結節性	<ul style="list-style-type: none">主要駅：天王寺駅：JR大阪環状線・大和路線・阪和線、Osaka Metro御堂筋線・谷町線大阪阿部野橋駅：近鉄南大阪線阿倍野駅：Osaka Metro谷町線、阪堺電気鉄道（上町線）大阪市内外を結ぶ主要ターミナル地区のひとつ一日の平均利用者数：75万人（JR天王寺駅）	

「居住地×交通結節点」=時間帯別人流変化の分析に適した地区
第1図 天王寺区・阿倍野区の概要

4. 研究の流れ

本研究では、大規模地震発生時に公共交通機関が全面的に停止し、徒歩による帰宅のみ可能となる状況を想定し、疑似人流データを用いて帰宅困難者の推定を対象時刻ごとに行った。まず、Pythonを用いて各対象時刻における活動地点および個人ごとの自宅地点を抽出し、GIS上で可視化した。次に、活動地点と自宅地点の直線距離を算出し、20 km以上の対象者を帰宅困難者と判定した。さらに、直線距離が17 km以上20 km未満の対象者については、道路ネットワークを用いた経路解析により実際の帰宅距離を算出し、その距離が20 kmを超える場合に帰宅困難者と判定した。最後に、直線距離および道路距離による判定結果を統合し、帰宅困難者数および空間分布を時刻別に整理・可視化した(第2図)。



第2図 研究フローチャート

5. 研究結果

本章では、4章で構築した推定手法に基づいて推定された帰宅困難者の人数および空間分布を中心に、活動内容や就業状態といった属性別の特徴、さらに9時・14時・19時の各時間帯における新規発生・継続・解消といった遷移の構造について、定量的に整理した結果を第3図に示す。

第3図では、各対象時刻における帰宅困難者数とその内訳に加え、活動内容別構成、就業状態別構成、時間帯間の遷移状況、および2,500 mメッシュを用いた空間分布を統合的に示している。これにより、帰宅困難者数の時間帯に

よる変化だけでなく、帰宅困難者を構成する属性の違いや時間帯間における帰宅困難状態の継続・回復の傾向、さらに、空間的な集中状況について、多角的に把握することが可能となった。

6. 結論

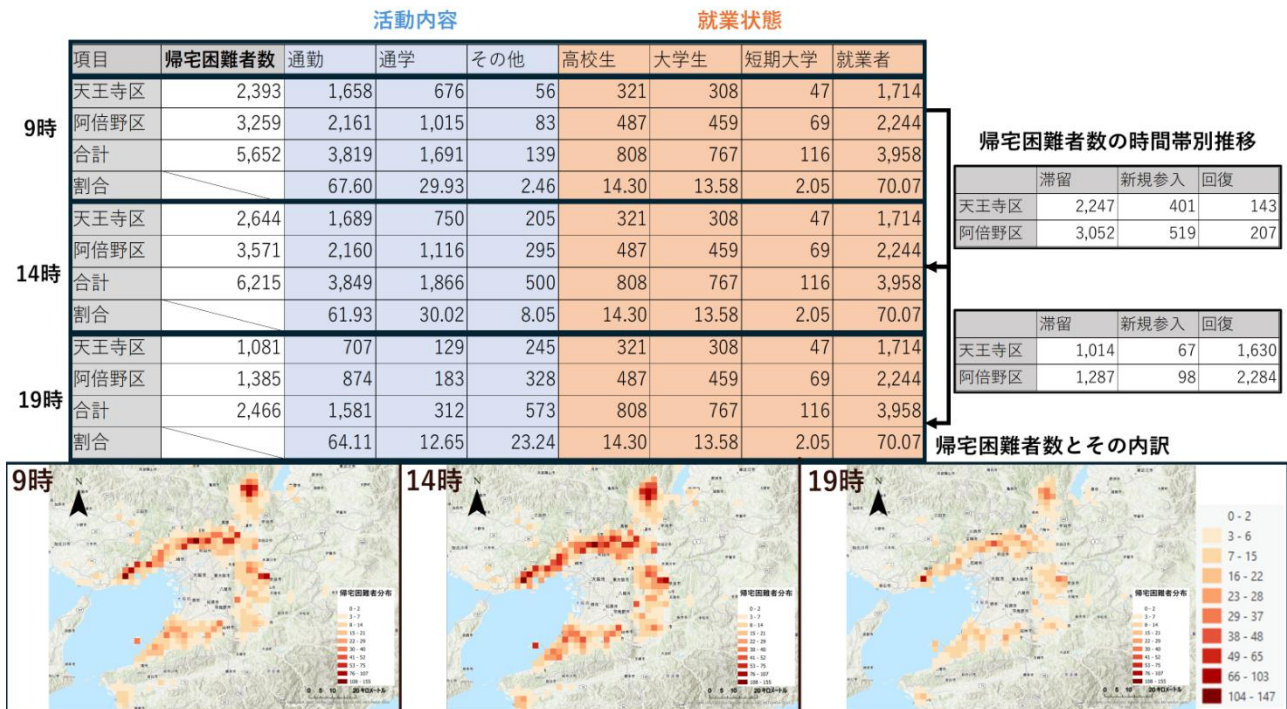
本研究では、疑似人流データと道路ネットワーク解析を組み合わせ、大規模地震時に公共交通が停止し徒歩帰宅のみとなる状況を想定して、天王寺区・阿倍野区居住者の帰宅困難者を時刻別に推定した。直線距離による一次判定と道路距離による帰宅経路の推定を段階的に用いることで、計算負荷を抑えつつ現実的な帰宅距離に基づく評価が可能であることを示した。また、帰宅困難者の発生構造を時間帯別かつ空間的の定量分析を行い、その特徴を明らかにした。

本手法は、対象地域や対象時刻を変更することで、他地域における帰宅困難者分析にも適用可能であり、帰宅困難者対策の優先地域や支援配置の検討などの防災対策に活用可能な基礎資料を提供するものである。また、将来的な都市防災施策の高度化に向けた基盤的手法の一つとなることが期待される。

文 献

吉田慎也・薄井智貴・山本俊行・森川高行(2021) 流動人口統計を用いた災害時の帰宅困難者数の推定, 土木学会論文集 D3(土木計画学), 76巻, 5号, p. I_719- I_727.
 大佛俊泰(2016) 東京都帰宅困難者対策条例を考慮した徒歩帰宅者数の推定, 日本建築学会計画系論文集, 81巻, 721号, p.705-711.
 東京大学空間情報科学研究センター(2023) 全国版疑似人流データ仕様書 Ver.2.0.
 住友電気工業株式会社(2023) 拡張全国デジタル道路地図データベース標準(ADF標準) 2023年版。

謝辞: 本研究は東京大学 CSIS 共同研究(No.1429, 1431)による成果の一部である。



第3図 研究結果(単位:人)