



社会・産業の発展を支える「モバイル空間統計」
—モバイルネットワークの統計情報に基づく人口推計技術とその活用—

モバイル空間統計の防災計画分野への活用

首都直下地震に起因する帰宅困難者問題に対して活発な議論が進められている。帰宅困難者対策の事前計画には人口統計情報が活用されており、モバイル空間統計の活用が期待できる。本研究では、首都直下地震時に東京都で発生が予想される帰宅困難者数や、外出先で帰宅困難者となる住民の数を推計、さらには、発災後に徒歩で帰宅する徒歩帰宅者数を計算し、モバイル空間統計の有用性を検証した。なお、本研究は工学院大学建築学部 村上研究室（村上正浩准教授）との共同研究により実施した。

先進技術研究所
すずき としひろ やました まさし
鈴木 俊博 山下 仁
てらだ まさゆき
寺田 雅之

1. まえがき

2011年3月11日の東日本大震災に起因した、首都圏での大量な帰宅困難者の発生は記憶に新しい。首都圏では、首都直下地震発生に伴う公共交通機関の麻痺によって引き起こされる帰宅困難者問題に対して、活発な議論が進められている。内閣府では、2005年7月に中央防災会議「首都直下地震対策専門調査会」で被害想定が明らかにされ[1]、その後2008年10月に「首都直下地震避難対策等専門調査会」で帰宅困難者が安全に帰宅するための基本指針が示されている[2]。同様に、東京都からも、2006年5月に「首都直下地震による東京の被害想定」で帰宅困

難者の影響が報告された[3]。さらに、東京都ではモデル事業として、区市と共同で駅周辺の事業者・学校などからなる協議会を設立し、発災後、公的支援が本格的に開始されるまでの間、駅周辺の混乱防止を図るために、地域の行動ルールを策定するなど駅前滞留者対策に取り組んでいる。最近では、3.11を契機に内閣府と東京都を中心とした「首都直下地震帰宅困難者等対策協議会」が設置されるなど、帰宅困難者問題に対する検討の具体化が急速に行われている。

東京都の2006年の被害想定[3]によれば、首都圏で震度5強以上の地震が12時に発生した場合、市内には約1,144万人の滞留者が発生し、

そのうち約392万人が帰宅困難者となるとされている*1。本想定は、10年に1度平日を対象として実施されるパーソントリップ調査*2[4]に基づくものであるため、

- ① パersonトリップ調査が実施された1998年以降の都市構造・人口構成などの変化が反映されていない
- ② 平日の特定の時間帯の想定しかできていない
- ③ 近隣県以外からの観光者などは考慮されていない
- ④ 他地域と連携した時差帰宅や災害時要援護者の支援といった帰宅困難者対策を具体化するための性別や年齢層別の情報が不足している

などの課題を有している。

以上の状況をかんがみ、帰宅困難者対策の事前計画にモバイル空間統計を活用できないか検討を進めている。本研究では、東京都を検証フィールドとし、首都直下地震時に各区市で発生が予想される帰宅困難者数や、外出先で帰宅困難者となる住民の数などを推計した。さらに、発災後に近隣居住者も含め帰宅困難者が自宅まで徒歩で帰宅する際に各区市に流入、通過する徒歩帰宅者数を計算した。既存の推計値に比べ、モバイル空間統計を活用した推計値は、データ鮮度が良く、曜日別や時間帯別に推計できる時間的継続性などの特長があり、帰宅困難者の事前計画に活用できることを確認した。本稿では、こうした推計結果を紹介し有用性を示すとともに、新宿区をモデルケースとした帰宅困難者等対策を検討した結果を報告する。

なお、本研究は工学院大学 村上研究室と共同で検討を行った。

2. モバイル空間統計を活用した分析

これまで内閣府や東京都は、平日限定の人口統計情報である1998年に実施されたパーソントリップ調査を基に被害想定を行っており、公表されている推計結果は平日の特定時間帯の結果のみである。一方、本研究では、モバイル空間統計を活用し、平日・休日ならびに性別・年齢層別・発災時間帯別（1時間ごと）にみた帰宅困難者数を都内の区市町村ごとに推計した。なお、本研究で

は2010年12月1日から12月7日までのモバイル空間統計を用いた。

2.1 帰宅困難者数の定義

帰宅困難者とは災害時に公共交通機関が運行できないことにより、帰宅したくても帰宅できない人、帰宅支援や保護を要する人など定義はさまざまである。事前対策を講じるための基礎情報としては内閣府や東京都が利用している推計方法[3][5]が一般的であり、本研究でもこの定義を用いた。具体的には、地震発生時に滞留する人口（以下、滞留者数）を居住エリアまでの距離を基準に、20kmを越える滞留者は全員帰宅困難者、一方、10km未満は全員帰宅可能とする。それ以降20kmまで（10～20kmの区間）は1kmを越えるごとに、個々人の体力などの影響で帰宅困難者になる割合が10%増加すると仮定した定義である。

2.2 徒歩帰宅者数の計算

推計した滞留者数を基に、都民と近隣県民（本研究では近隣県を神奈川県、埼玉県、千葉県、茨城県とした）の滞留者が徒歩で帰宅すると仮定した場合に区市に流入する徒歩帰宅者数を計算した。具体的には、各区市で発生する滞留者数を居住エリア別に分計し、滞留区市の面積の重心から居住区市の面積の重心まで一般道を最短経路で帰宅するモデルとし、徒歩速度は一律毎時4kmとした。なお、本研究では、エリアを国道20号線沿いの11区市（新宿区、渋谷区、杉並区、世田谷区、三鷹市、調布市、府中市、国立市、立川市、日野市、八王子市）に限定して実施した。

3. 推計結果とその有用性

図1はモバイル空間統計を活用して推計した、平日・休日、および発災時間帯別の東京都全域での帰宅困難者数を示す。分析の結果、平日15

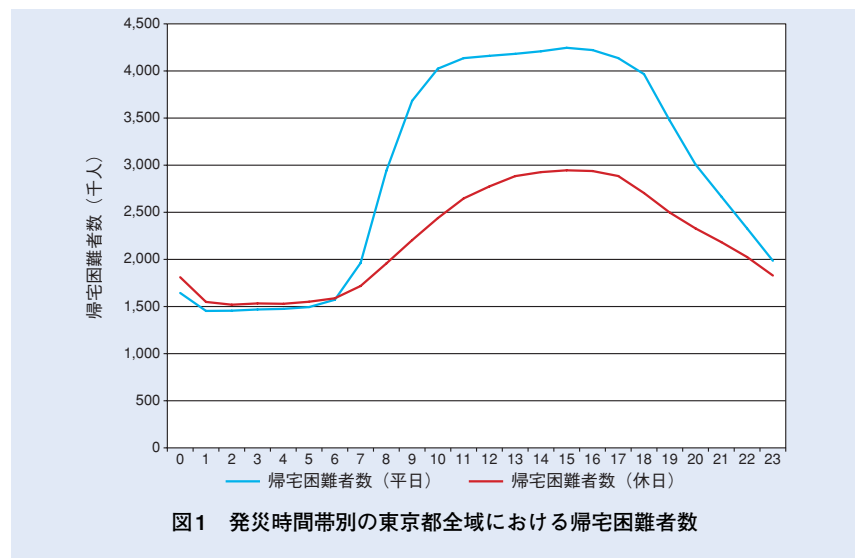


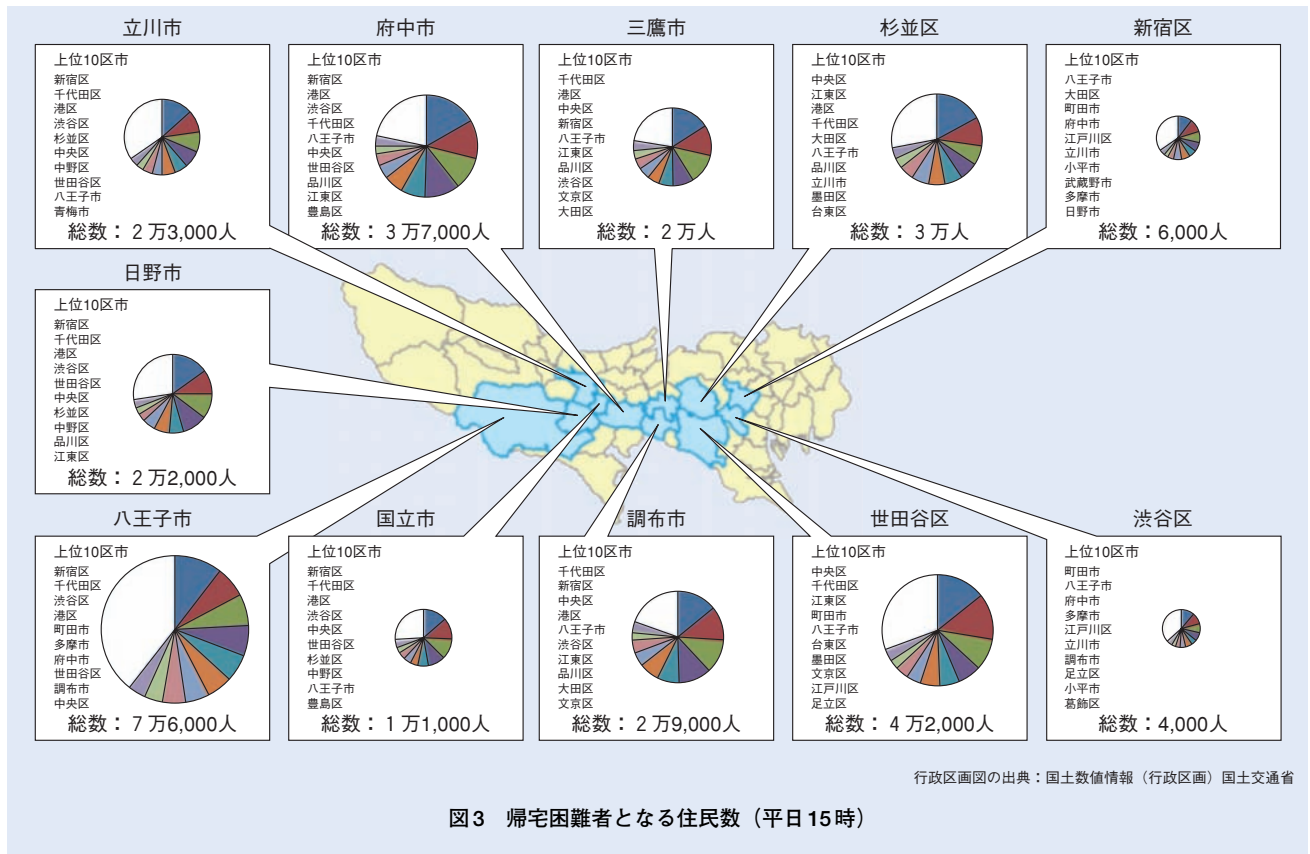
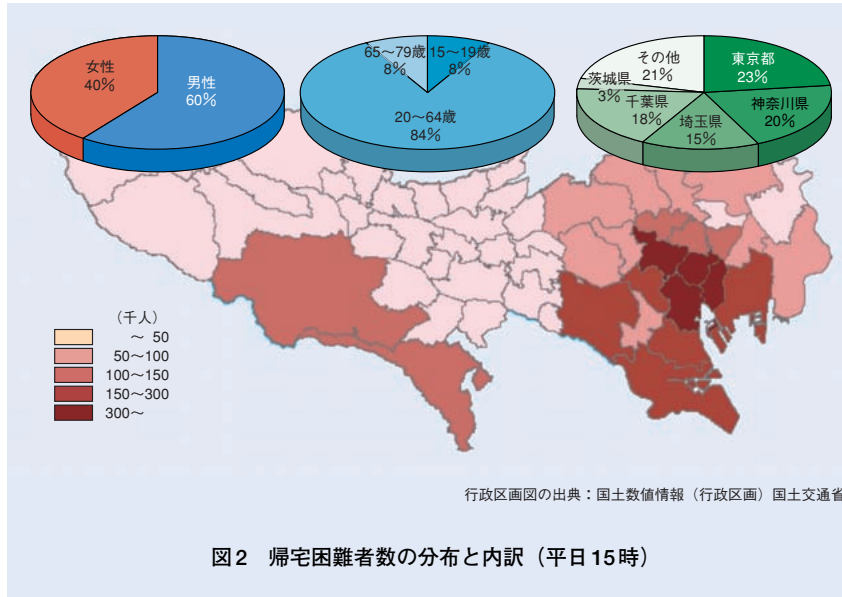
図1 発災時間帯別の東京都全域における帰宅困難者数

時が最大でその数は約425万となった。
 図2に平日15時における帰宅困難

者数の分布とその内訳を示す。発災
 時間帯別に推計できることに加え、

性別、年齢層別、居住エリア別の分
 計も可能であり、本結果を利用して
 帰宅困難者を一時待機させる施設の
 必要数などの検討が可能となる。特
 に既存の被害想定では分からなか
 った性別推計値、年齢層別推計値、
 さらには近隣県以外からの外来者
 数の推計値を得ることができるた
 め、属性を考慮した支援策など、対
 策の具体化が期待できる。

図3は平日15時に地震が発生した
 場合に、国道20号線沿いの11区市
 の区市民が外出中にどこで帰宅困難
 者になるかを示した結果である。既
 存の被害想定は、どの市区で帰宅困
 難者が何名発生するのかという分析
 に限られていたが、新たに外出先で



帰宅困難者となる住民の人数を算出することで、住民を支援するための施策（代替輸送手段（バスなど）の提供など）の検討へ活用が期待できる。

図4に、平日15時に地震が発生した直後から、都民と近隣県民の滞留者が徒歩帰宅した場合に、11区市に流入する徒歩帰宅者数を示す。区市別の徒歩帰宅者数はこれまで分析されておらず、本結果は、徒歩帰宅者を支援する災害時帰宅支援ステーションの整備の過不足評価などへの応用が期待できる。

以上のとおり、モバイル空間統計を用いることで、1章で示した4つの課題を解決し、具体的な帰宅困難者対策の検討が可能になる。

4. 新宿区をモデルケースとした具体的検討の事例

東京都の被害想定では、新宿区内には約68万人の滞留者が発生し、そのうち約35万人が帰宅困難者となる。以下では、モバイル空間統計による推定結果をもとに、5つの観点から具体的な滞留者・帰宅困難者対策を検討した。

4.1 滞留者・帰宅困難者の対応と支援

図5に発災時間帯別にみた新宿区内の滞留者数と帰宅困難者数を示す。新宿区内には朝7時以降から通勤者・通学者などが急増しはじめる。平日の業務時間帯に発災した場合、業務地域を中心に、滞留者は最

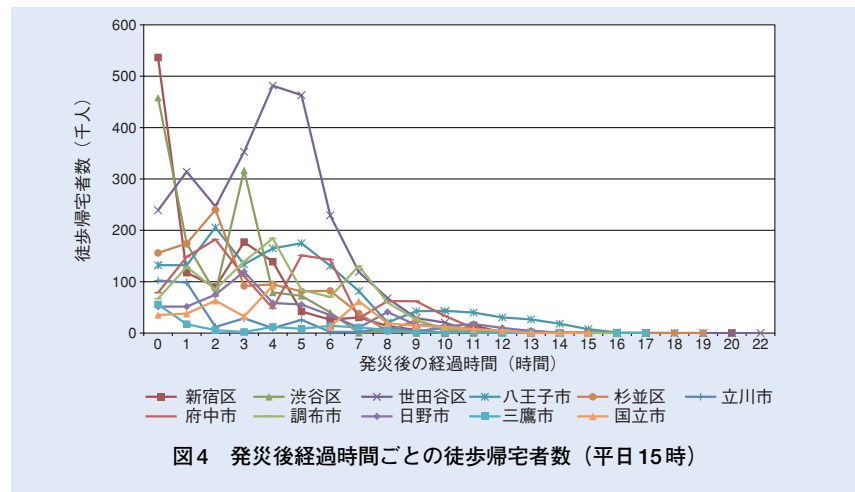


図4 発災後経過時間ごとの徒歩帰宅者数（平日15時）

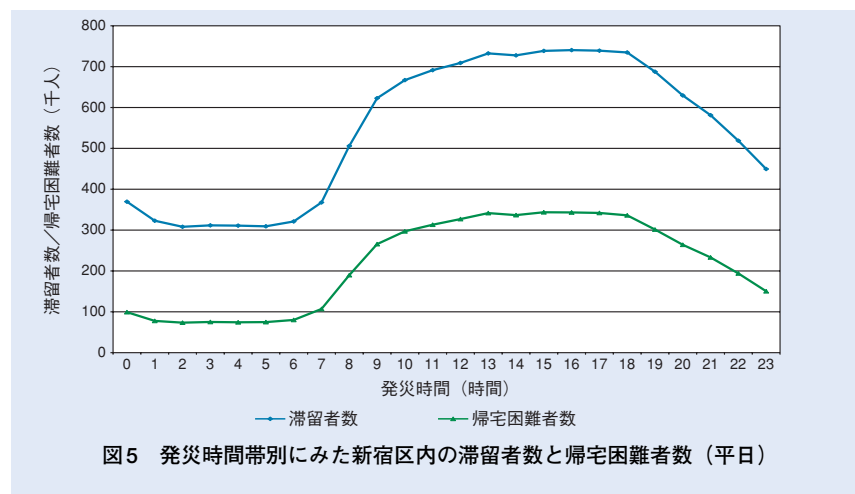


図5 発災時間帯別にみた新宿区内の滞留者数と帰宅困難者数（平日）

大で約74万人（16時）、帰宅困難者は最大で約34万人（15時）が発生する。特に業務地域では、地域が保有する防災資源（ビル内・地下空間など）を活用した一時収容、事業者が連携した混乱防止と速やかな情報提供などを行うことが必要となる。

4.2 災害時要援護者の対応と支援

平日の発災時間帯別の新宿区内の帰宅困難者数について、性別分計結果を図6に、年齢層別分計結果を

図7に、居住エリア別分計結果を図8に示す。平日の業務時間帯に発災した場合、帰宅困難者の中にはサポートを必要とする災害時要援護者となりうる女性や高齢者などが大勢含まれる（図6、7）。特に帰宅困難者は、周辺地域の安全が確認されるまでの一定期間の滞在を余儀なくされるため、受入施設ではハード・ソフト面でのバリアフリー化や災害時要援護者を念頭においた備蓄が必要となる。

また、平日の業務時間帯には、近

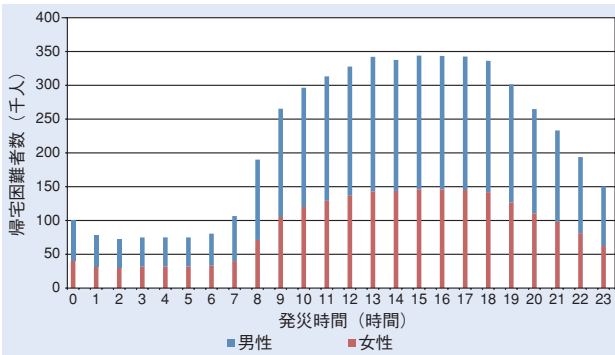


図6 発災時間帯別・性別にみた新宿区内の帰宅困難者の発生状況（平日）

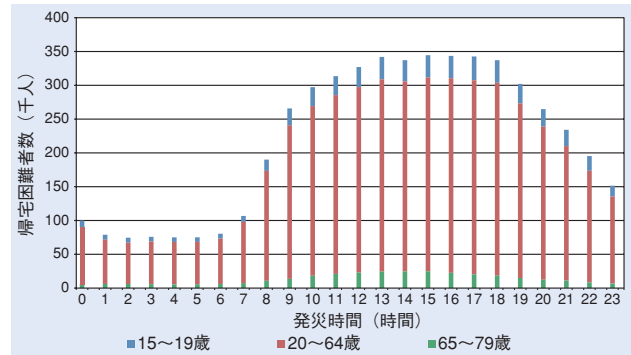


図7 発災時間帯別・年齢層別にみた新宿区内の帰宅困難者の発生状況（平日）

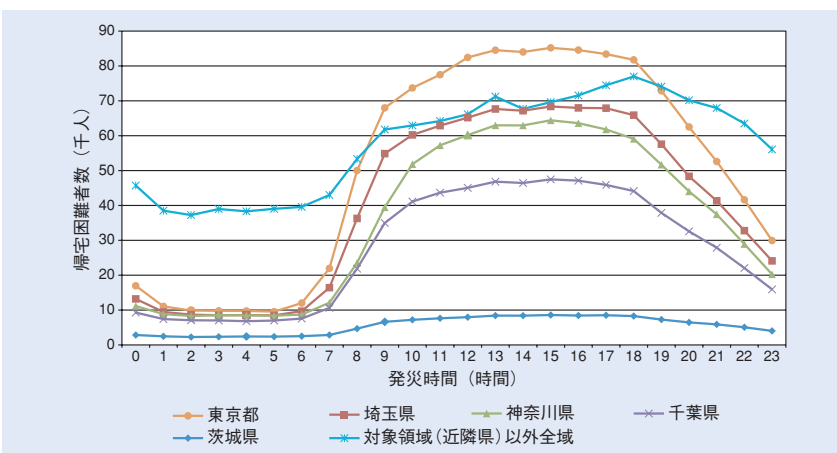


図8 発災時間帯別・居住地別にみた新宿区内の帰宅困難者の発生状況（平日）

隣県以外から多くの来訪者・観光者が訪れており、帰宅困難者が多くなる（図8）。平日18時に発災した場合、こうした災害時要援護者は約8万人にも及ぶ。特に、夜間には近隣県に居住する帰宅困難者に比べ多くなる傾向にある。東京都や近隣県に居住する帰宅困難者とは異なり、被災地外への交通機関が復旧するまでの長期にわたる対応が必要である。こうした人々が長期に宿泊できるホテルなどと連携した支援体制を整備しておくことが求められる。

4.3 近隣区市間・都県間等と連携した帰宅支援

図9に平日15時に発災した場合に、新宿区で帰宅困難者となる居住エリア別分布を示す。新宿区内には八王子市・町田市といった都内の市部に加え、市川市・所沢市といった他県の市民、さらに図8に示した通り近隣県以外の観光者などが帰宅困難者となる。そのため、広域な自治体連携による帰宅支援情報の収集と帰宅困難者への情報提供や、大規模ターミナル駅間や帰宅支援道路沿い

の帰宅支援ステーションなどと連携した時差帰宅対策など、広域が連携した帰宅支援対策が求められる。

4.4 他地域から流入する徒歩帰宅者の対応と支援

地震発生後に帰宅のために新宿区を通過する徒歩帰宅者数を発災時間帯別に集計した結果を図10に示す。区内で発生した帰宅困難者の対応に加え、帰宅途上にも新宿区を通過する徒歩帰宅者への対応も必要となる。発災時間帯により通過する徒歩帰宅者数は異なるが、例えば平日15時に発災した場合には、結果として約382万人の徒歩帰宅者が新宿区内を通過することになる（図10）。こうした通過する徒歩帰宅者に対して、一時的な受入れやトイレの提供、帰宅支援物資・情報の提供などの対応が必要となることも考えられる。こうした他地域から流入・通過する徒歩帰宅者への対応と支援のあり方も検討しておく必要がある。

4.5 区民の意識啓発

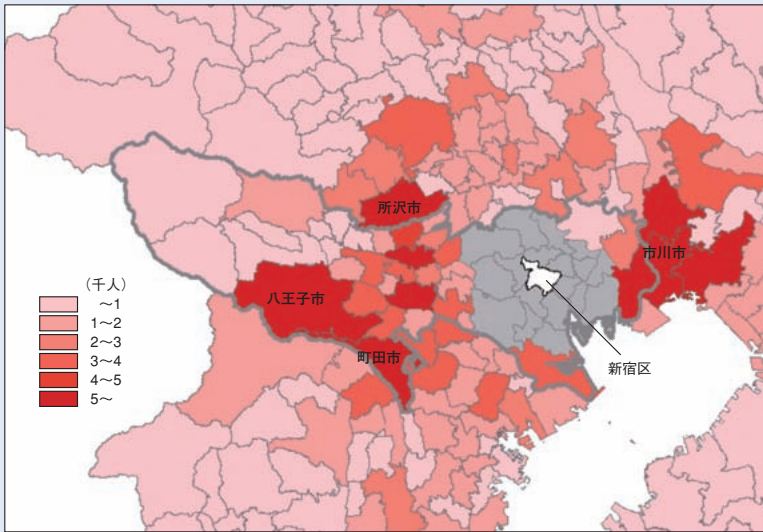
大規模な地震が発生した場合、新宿区民は東京都内や他県などのさまざまな場所で滞留し、帰宅困難者となる可能性がある。例えば、平日15時に発災した場合、新宿区民は東京都内で約6千人が帰宅困難者となり

八王子市や大田区、町田市などで帰宅困難者となる区民が大勢いる（図11）。こうした情報を区民に対して公開し、個々の自助対策を求めていくことも必要である。自助対策の推進が、区民の安全を確保することになり、ひいては一斉帰宅の混乱防止や

二次被害の防止につながっていく。

5. あとがき

本稿で報告したとおり、モバイル空間統計は、これまでの被害想定で課題であった、最近の人口構造が反映されていない、特定時間帯しか想定できていない、近隣県以外からの外来者を把握できていない、性別や年齢層別の情報が不足しているなどの課題を解決した。その結果、発災時間帯などに応じた滞留者や帰宅困難者の対応、滞留者の時差帰宅や災害時要援護者支援、さらには、他地域の流入者対応など、帰宅困難者対策の具体的検討に有用であることを確認した。ただし、推計対象日が1週間のみである、地理的な推計粒度が区市町村単位であるなど限られた条件下での検討にとどまっている。今後は、年間を通して推計することで月や季節での違いを把握したり、より細かい地理的粒度での推計を実施したりするなど、有事の際に帰宅困難者が混乱しないための事前対策立案の一助になるべく研究を進めていく。



行政区画図の出典：国土数値情報（行政区画）国土交通省

図9 新宿区内の帰宅困難者の居住地分布（平日15時）

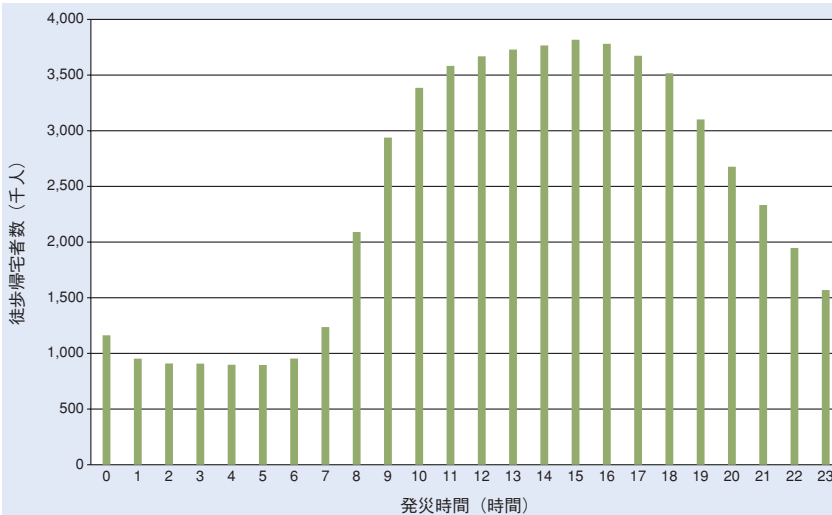


図10 発災時間帯別に見た新宿区を通過する徒歩帰宅者数（平日）

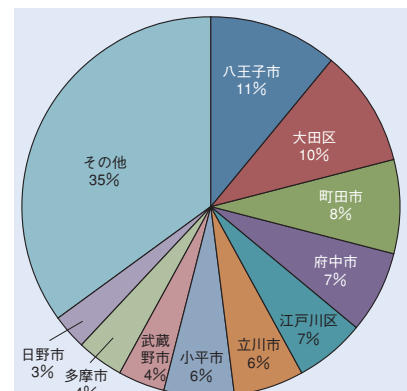


図11 東京都内で帰宅困難者となる新宿区民の内訳（平日15時）

文 献

- [1] 内閣府中央防災会議：“中央防災会議・首都直下地震対策専門調査会,” Jul. 2005.
<http://www.bousai.go.jp/jishin/chubou/shutochokka/index.html>
- [2] 内閣府中央防災会議：“中央防災会議・首都直下地震避難対策等専門調査会,” Oct. 2008.
<http://www.bousai.go.jp/jishin/chubou/shutohinan/index.html>
- [3] 東京都総務局：“首都直下地震による東京の被害想定,” May 2006.
http://www.bousai.metro.tokyo.jp/japanese/knowledge/material_h.html
- [4] 東京都市圏交通計画協議会：“パーソントリップ調査.”
http://www.tokyo-pt.jp/person/pt_gaiyou.html
- [5] 内閣府中央防災会議：“首都直下地震対策専門調査会報告,” Jul. 2005.
<http://www.bousai.go.jp/jishin/chubou/shutochokka/houkoku.pdf>