

科学研究費助成事業 研究成果報告書

平成 28 年 6 月 22 日現在

機関番号：33704

研究種目：若手研究(B)

研究期間：2013～2015

課題番号：25870863

研究課題名(和文) マイクロジオデータを用いた災害時帰宅困難者対策ガイドラインに関する研究

研究課題名(英文) A Study on Guidelines for Managing Stranded Commuters Problem Using Micro-Geographic Data

研究代表者

森田 匡俊 (Morita, Masatoshi)

岐阜聖徳学園大学・教育学部・講師

研究者番号：90566720

交付決定額(研究期間全体)：(直接経費) 3,200,000円

研究成果の概要(和文)：大規模災害発生時には、多くの帰宅困難者の発生が危惧されているものの、主体単位(例えば、一企業や一学校)での帰宅困難者対策については実施事例が乏しく、具体的にどのような対策をとれば良いのかわからない点が多かった。本研究では、主体構成員の居住地データを用いた帰宅困難者数の推計等を通じて、各主体が帰宅困難者対策を実施する上での課題把握とその解決法を検討した。また、複数の小中学校を調査対象として、帰宅困難者対策を含む防災教育のあり方についての検討を行なった。

研究成果の概要(英文)：In the event of a large-scale disaster, there is a concern about a lot of stranded commuters, but the number of case examples of measures for stranded commuters implemented by each subject (such as a company or school) is insufficient, so it has been generally unclear specifically what measures they should take. This study, through the data like the number of stranded commuters estimated by utilizing the residence location data of the members of subjects, discussed the challenges to grasp and the solutions for them when each subject conducts measures for stranded commuters. Also, focusing on several elementary and junior-high schools, the way of disaster-prevention education including the measures for stranded commuters was discussed.

研究分野：人文地理学，地理情報科学

キーワード：帰宅困難 グループ帰宅 道直比 集団避難行動 防災マップ 学校防災 マイクロジオデータ

1. 研究開始当初の背景

平成23年3月11日の東北地方太平洋沖地震(以下、東日本大震災)により首都圏では500万人以上の帰宅困難者が発生した。将来、南海トラフ巨大地震や大都市で直下地震などが起こった際には、再び多くの帰宅困難者の発生することが危惧されている。内閣府および東京都による首都直下地震帰宅困難者対策協議会は、東日本大震災を教訓に首都直下地震発災時を想定した場合に必要な対策として「一斉帰宅の抑制」、「一時滞在施設の確保」、「帰宅困難者等への情報提供」、「駅周辺等における混乱防止」、「徒歩帰宅者への支援」、「帰宅困難者の搬送」などについて検討し、帰宅困難者対策を実施する際のガイドラインを作成していた(首都直下地震帰宅困難者対策協議会2012)。

こうしたガイドラインを参考にした各主体の取り組みにより、社会全体における帰宅困難者対策をはじめとした防災活動の底上げが期待された。しかしながら、たとえば、各主体が帰宅困難者対策に取り組む上で最も基礎的なデータとして必要な帰宅困難者数の推計作業ですら、推計に必要な分析上の煩雑さなどから、容易に実施できるものではないことや、またそもそも個別の主体単位での対策についてはこれまでの実施事例が乏しかったり、実施されていたとしても外部に公開されていなかったりしたため、取り組みを始める際の手掛かりが少ないことといった課題から、結果として取り組みが広く普及していかないという状況であった。

2. 研究の目的

本研究では、民間企業や大学、小中学校を対象主体として、個々の主体が帰宅困難者対策をはじめとする防災活動にどのように取り組んでいるのかを事例収集し、さらに個々の主体が対策を立案・実行する上での課題抽出とその解決方法の検討を実施することとした。また、調査研究を行った主体の取り組み事例については、ウェブサイト等を通じて広く一般に公開し、多種多様な主体が今後、防災活動に取り組む上でのガイドラインとして共有出来るようにすることを目的とした。

3. 研究の方法

研究の方法は下記のとおりである。

(1) 帰宅困難者対策における課題把握

大学、企業、小中学校を対象に、帰宅困難者対策を含む防災活動全般についてヒアリング調査を実施し、実際に何らかの対策を立案・実施する上での課題把握を行った。

(2) マイクロジオデータを用いた課題克服方法の検討

①事例主体の構成員居住地点データを入手し、複数の手法による帰宅困難者数の推計結果の比較検証を行ない、より実態に即した推計手法について検討した。

②より安全な徒歩帰宅実現のための構成員グルーピング手法を開発し、事例企業のデータを用いた実証研究を実施し、開発した手法の有効性と課題を検討した。

③事例大学の学生に対するアンケート調査から、構成員の帰宅意志について把握した。また帰宅意志と居住地点データ等を用いて、帰宅意志の規定要因や属性との関係を探った。この結果から、帰宅困難者の一般的な傾向の把握を試みると同時に、結果を①に反映させることで、より精度の高い帰宅困難者数の推計を試みた。

(3) 簡易的な帰宅困難者推計手法の検討

帰宅困難者数の推計等の作業をより簡便なものとするため、距離計測を直線距離で実施した場合にどの程度の精度を得られるのか、さらには、直線距離による推計の適用可能範囲を知るための検証分析を実施した。具体的には、全国主要都市における道路距離と直線距離との比の検証作業、および愛知県豊田市を対象地域とした実証研究を行った。

(4) より効果的な防災活動のためのGPS活用

①避難訓練等を利用して主体構成員の移動履歴データをGPS機器により取得し、災害発生時を想定した行動分析およびそのための分析手法の開発を行った。

②個々の主体による防災活動時(例えば、避難訓練や防災マップづくり)に容易に活用できる位置情報取得ツールを開発した。開発したツールは複数の主体の防災活動を利用して実証実験を行い、課題把握と改善に努めた。

(5) 主体単位での対策共有

個別の主体単位で実施している帰宅困難者対策等を広く共有すること、および研究機関が個別の活動にどのように関わることができるのかをテーマとしたシンポジウムを開催した。さらに、アンケート調査等を通じて参加者からのフィードバックを得た。

以上の研究方法を通じて、帰宅困難者対策をはじめとした、防災活動に個別の主体単位で取り組む際の必要事項や問題点、改善策などについて検討を行なった。

4. 研究成果

(1) 帰宅困難者対策における具体的課題

複数かつ多様な主体へのヒアリング調査を通じて、各主体の防災担当者が対策を実施したり、計画を立案したりする上で直面する事柄を把握し、今後、個々の主体が帰宅困難者対策を進める上で克服すべき課題、言い換えると研究すべきテーマを明確にすることができた。そのうち、本研究で取り組んだテーマは下記のとおりである。

- ・帰宅困難者数推計とその簡便化(2(2)①)
- ・徒歩帰宅者への対策(2(2)②)
- ・災害時の帰宅意志(2(2)③)
- ・集団での避難行動の改善(3(3)①)
- ・情報収集手段(3(4)②)

(2) マイクロジオデータを用いた課題克服方法の検討

①帰宅困難者数推計とその簡便化

各主体が保有する構成員のマイクロジオデータ（主に居住地地点情報）を用いた帰宅困難者数推計の方法を、愛知県豊田市に所在するA大学と愛知県に所在するA社を事例に検討した。具体的には、居住地までの直線距離による推計と道路距離による推計、帰宅経路の被害を想定した推計、経由地を考慮した推計を試行した。また、施設滞在者数を考慮することにより、推計値の精緻化を図った。本作業を通じて、一主体における帰宅困難者数推計の方法を検討すると同時に、実際に各主体が推計を行う際にネックとなる事柄を把握した。結果、主要な課題として、直線距離を用いた簡便な推計は各主体担当者により実施可能ではあるものの、さらにより精緻な推計については作業負担等から一主体で実施するのは難しい場合の多いことが明らかになった。

この課題の克服を目指し、直線距離の代用による道路距離推計作業が、実務上適用できる範囲を検討することとした。煩雑な道路距離計測によらず、より簡便な直線距離計測のみで一定精度の値を求めることが可能となれば、帰宅困難者数の推計手順に組み込むことが可能となる。日本の主要112都市を事例とした研究および、愛知県豊田市を対象とした研究により、直線距離と道路距離との関連性を検討した結果、道路網密度が高い市街地などでは、直線距離を用いた道路距離推計方法が適用可能であることを明らかにした。一方で、山間部や半島部などでは、道路網が疎であったり、地形的に直線的な移動がほぼ不可能であったりすることから、直線距離による道路距離の推計が難しいことを明らかにした。以上のことは、帰宅困難者数推計の簡便化に貢献することとどまらず、既存研究では主に理論的な検討が蓄積されていた、直線距離と道路距離との関係性について、実証的に再検討したのものとしても意義を認められた。

②徒歩帰宅者への対策

大規模災害発生時の帰宅困難者対策の一つに「徒歩帰宅者への支援（首都直下地震帰宅困難者対策協議会，2012）」が挙げられており、行政による支援ルートの設定や、支援物資を各主体が備蓄するといった対策が進みつつある。こうした対策に加え、より安全な徒歩帰宅の実現のためには、単独で帰宅するのではなく、方向別や距離別のグループを作り、複数名で帰宅することが望ましい（廣井・中野，2014）。グループによる徒歩帰宅は道中の安全のみならず、帰宅後の安否確認をグループ単位で実施することによる情報収集の効率化や、グループごとに時間をずらして帰宅を開始させることによる「一斉帰宅の抑制」にもつながると考えられ、今後の主体単位における重要な帰宅困難者対策になるといえる。

しかしながら、大規模災害発生時を想定して、徒歩帰宅のためのグループを実際に作成

しているという事例は管見の限りなく、またどのようにグループを作成すれば良いのか、具体的な手順についても十分な検討がなされていない。出発地点からの方向や距離がグループ作成時の指針となることは明らかであるものの、具体的かつ明確な基準に基づく手法は開発されておらず、帰宅させる場合にはグループによる徒歩帰宅が推奨されるのみという現状であった。

そこで、大規模災害発生時を想定した徒歩帰宅グループの作成手法を提案し、提案した手法をA社に適用することで手法の有効性を検討した（図1）。作成手法の提案に際して重視したのは、居住地近くまでなるべく複数名となること、グループで帰宅することによる遠回りをなるべく少なくすること、加えて、主体構成員の入れ替わりによるグループ更新作業に代表される運用上の課題を克服することであった。

本研究の結果、出発地点（主体所在地）から構成員の居住地までの最短経路距離と、居住地の属する小学校区を用いたグループ作成手法の有効性を確認できた（図2）。今後の展開として、開発した手法を主体構成員数の異なる事例や、異なる地域における事例についても適用し、手法の有効性の更なる検証と改善に取り組むことである。また、グループ作成結果についての主体構成員の受け止め方をアンケート調査などから把握し、実際の運用上の課題についてもさらに把握し、改善のための手法を検討していきたい。

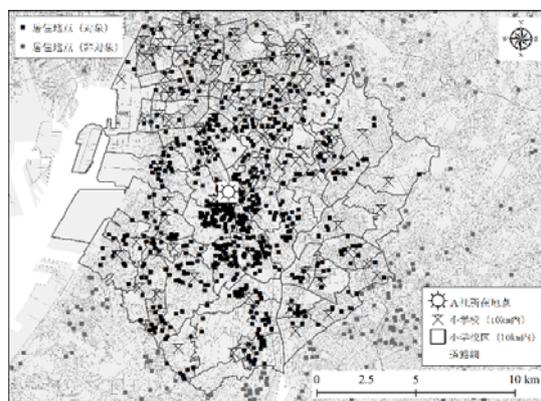


図1 利用したマイクロジオデータ

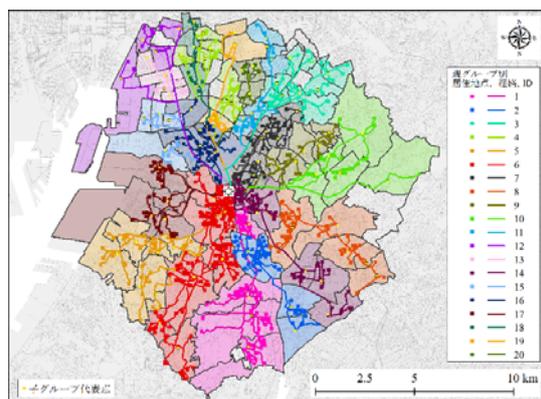


図2 開発した手法によるグループ作成結果

③災害時の帰宅意志

災害時の帰宅意志について、大学生を事例に把握した。具体的には大規模災害の発生を想定した際の、大学キャンパスからの徒歩による学生の帰宅意志についてアンケート調査を行った。対象としたのは A 大学に通う 2013 年度新入生 1,186 名である。

結果、以下の事柄がわかった。まず、交通手段が徒歩のみとなった場合には、学生の約 6 割が大学キャンパスに滞在し、約 4 割が帰宅することがわかった。備蓄品や帰宅支援物資を備蓄していく際、この値を一つの指標として利用することができる。また物資の“質”に関して、キャンパスに滞在することを選択する女性の割合が 8 割に達するため、そのことを考慮することも必要である。A 大学の場合は、女子学生が少ないため、絶対数としては目立たないものの、構成員に女性が占める割合の高い主体の場合には注意が必要である。次に、居住場所別では下宿・寮の学生の帰宅する割合が約 8 割と非常に高いことがわかった。実家から通う学生よりも居住場所がキャンパスから近いと思われるが、単身居住者の場合は帰宅することで家族の安否確認等ができるわけでもなく、帰宅する必要性は小さいと考えられる。帰宅途中や帰宅後の二次災害の危険性を考慮すると、早急な帰宅を思い止まらせるための注意喚起が必要と思われる。交通手段別では、普段から徒歩のみで通学する学生に加え、自家用車・バイク・原付・自転車によって通学する学生の帰宅する割合が 8 割弱と高くなった。彼/彼女はキャンパスからの距離を過小評価している可能性も考えられ、徒歩で帰宅する場合に途中で帰宅困難者となってしまう可能性も考えられる。距離の過小評価を防止する手段として、居住場所までの距離を“正しく”把握させるために地図や時間距離を用いた情報提供が有効である可能性が、異なるタイプのアンケート用紙を用いた結果から示唆された。統計的に有意な差異は見られなかったものの、大学に留まる事を選択する学生の割合が最も高かったのは、参考情報として地図と時間距離を提示したアンケート用紙に回答した学生たちであった。今後、居住場所の似通っている学生を二つのグループに分けるといった条件を設けてこのことについて有効性を検証していきたい。最後に、キャンパスから居住地点までの距離帯別に帰宅意志を見た結果、10-20km の学生が帰宅することを選択する割合が約 6 割となり、0-10km (約 4 割) よりも高いことが分かった。20km-で帰宅することを選択する学生 (1 割強) と併せて、無謀な帰宅とならないように注意喚起をしていく必要があることが示唆された。

(3)防災活動のための GPS 活用

①集団での避難行動の改善

帰宅困難者対策の中には、グループ帰宅のように集団での行動が生じるものもある。とりわけ、小中学校という主体においては、帰

宅困難となった児童生徒はもちろんのこと、災害が学校近くで発生した場合の避難行動も集団で実施することになる。そのため、小中学校における対策については、如何に集団行動がスムーズに実施できるかという視点が不可欠である。たとえば、児童生徒の移動履歴といったマイクロジオデータを用いれば、個々の動きは詳細に把握できるものの、集団単位での行動の良し悪しを把握することは難しく、個々の動きを集団のものとして直すような分析手法を新たに開発する必要があった。そこで、本研究では、GPS 機器により取得したデータを、集団行動を表すものに変換し、可視化する手法の開発と実証実験による手法の有効性の検証を試みた。

愛知県豊田市の M 小学校における洪水避難訓練を調査対象とし、GPS を用いた児童の移動履歴データの取得とその可視化を実施し、集団避難行動の把握を行った。可視化に際しては、時間軸に沿った点オブジェクトとして取得される GPS データを避難経路に沿った線オブジェクトに変換する手法を開発し、複数の児童によって行なわれる集団避難行動を一つのオブジェクトとして捉えられるようにした (図 3)。結果、たとえば見通しの良い直線道路ほど、集団は間延びし、集団行動としては全体把握の点から問題が発生しやすいことなどを明らかにすることができた。これは、事前の小学校教員との打合せでは、まったく把握できていなかった事柄であり、本研究で開発した可視化手法の有効性を確認することができた。

この可視化手法をリアルタイムの GPS データに適用することができれば、たとえばグループ帰宅を実施した際に、グループ内のメンバーにグループ全体の集団としての状況を逐一知らせることが可能になる。こうした災害時の情報支援ツール開発に発展させていきたい。

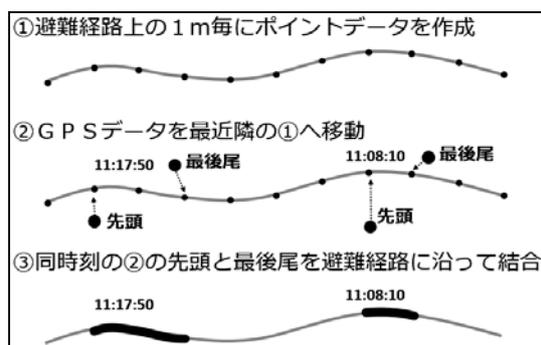


図 3 集団行動の可視化手法のイメージ

②情報収集手段

帰宅困難者対策を実施する上では、各主体周辺の被害状況の確認手段の確保や徒歩帰宅を実施する構成員の安否確認手段の確保が必要となる。一般に、そのようなシステムを導入するには費用面が大きなネックとなる。この問題を解決するため、本研究では、簡易的な情報収集手段として、災害時の利用

に特化したスマートフォンアプリ（フリーダウンロード可）の開発を試みた。開発したアプリは、小中学生による徒歩帰宅イベントや防災マップ作成のためのまち歩きイベントにて検証を重ねており、今後、より利便性の高いものへと改善していく。

(4) シンポジウムの開催

本研究を通じて得られた知見や帰宅困難者対策を含む各種防災対策についての主体単位での取り組みを広く普及、共有することを目的としたシンポジウムを開催した。テーマは「マップからはじまる学校防災」とし、主体単位での取り組みとして、小学校、中学校、大学における先進事例を取り上げた。また、構成員の居住地データやGPS機器により取得できる位置情報データといった空間的精度と網羅性の高いマイクロジオデータを、地図を通じて可視化するといった研究事例を紹介することで、今後、研究機関と小中学校との連携・協力関係の構築を企図した。

結果、学校関係者（21%）や公務員・会社員（43%）をはじめとして150名弱の参加者があった。参加者からはパネルディスカッションやアンケート調査を利用して、所属する主体における現在の課題などについての情報を収集した。今後、これらの情報を踏まえたより実践的な対策立案に資する研究テーマを設定していきたい。

<引用文献>

- ① 首都直下地震帰宅困難者対策協議会（2012）：「首都直下地震帰宅困難者等対策協議会最終報告」、<http://www.bousai.go.jp/jishin/syuto/kitaku/pdf/saishu02.pdf>（最終閲覧日：2015年10月26日）
- ② 廣井悠・中野明安（2013）：「これだけはやっておきたい！帰宅困難者対策」、清文社。

5. 主な発表論文等

〔雑誌論文〕（計9件）

- ① 小池則満、森田匡俊、服部亜由未、道路距離と直線距離の関連性を用いた施設配置計画策定の可能性-愛知県豊田市の場外離着陸場を事例として-、GIS-理論と応用、査読有、2016、印刷中
- ② 小池則満、服部亜由未、森田匡俊、中山間地における小学校防災教育を通じた防災意識向上に関する実践的研究～岡崎市常磐東小学校区を事例として～、土木学会論文集F6（安全問題）、査読有、Vol. 71、No. 2、2015、I_161-I_168
- ③ 森田匡俊、小池則満、岩見麻子、小林哲郎、小学校における集団避難行動の可視化と改善に関する研究、第24回地理情報システム学会講演論文集、査読無、vol. 24、E-1-3

- ④ 森田匡俊、奥貫圭一、落合鋭充、大規模災害発生時におけるグループ帰宅に関する研究-愛知県に所在するA社を事例に一、平成26年度愛知工業大学地域防災研究センター年次報告書、査読無、2015、vol. 11、76-82
- ⑤ 森田匡俊、鈴木克哉・奥貫圭一、日本の主要都市における直線距離と道路距離との比に関する実証的研究、GIS-理論と応用、査読有、2014、Vol. 22、No. 1、1-8
- ⑥ 森田匡俊、大規模災害発生時の大学キャンパスからの帰宅意志に関する研究、平成25年度愛知工業大学地域防災研究センター年次報告書、査読無、2014、vol. 10、56-61
- ⑦ 森田匡俊、小林哲郎、奥貫圭一、落合鋭充、小林広幸、大規模災害発生時の徒歩帰宅グループ作成手法の開発、平成25年度愛知工業大学地域防災研究センター年次報告書、査読無、2014、vol. 10、51-55
- ⑧ 森田匡俊、小林哲郎、奥貫圭一、大規模災害発生時における徒歩帰宅グルーピング手法の提案、第22回地理情報システム学会講演論文集、査読無、2013、Vol. 22、C-4-5
- ⑨ 森田匡俊、正木和明、奥貫圭一、落合鋭充、小林広幸、倉橋 奨、愛知工業大学八草キャンパスにおける大規模災害発生時の帰宅困難者数の推計、平成24年度愛知工業大学地域防災研究センター年次報告書、査読無、2013、vol. 9、57-64

〔学会発表〕（計6件）

- ① 森田匡俊、小池則満、岩見麻子、小林哲郎、小学校における集団避難行動の可視化と改善に関する研究、第24回地理情報システム学会学術研究発表大会、2015. 10. 10、慶応大学
- ② 森田匡俊、落合鋭充、奥貫圭一、大規模災害時における安全な徒歩帰宅実現のためのグループ作成に関する研究、2015年日本地理学会春期学術大会、2015. 3. 28、日本大学
- ③ 森田匡俊、小池則満、小林哲郎、GPSデータを用いた小学生の集団津波避難行動の分析、2014年度（第69回）立正地理学会研究発表大会、2014. 6. 7、立正大学
- ④ 森田匡俊、小林哲郎、小池則満、集団での津波避難行動に関する分析、2014年日本地理学会春期学術大会、2014. 3. 27、国士舘大学
- ⑤ 森田匡俊、大規模災害時における大学キャンパスからの帰宅意志に関する研究、2013

年人文地理学会大会、2013. 11. 10、大阪市立大学

- ⑥ 森田匡俊、小林哲郎、奥貫圭一、大規模災害発生時における徒歩帰宅グルーピング手法の提案、第22回地理情報システム学会学術研究発表大会（学術研究発表 Web 大会）、2013、慶応大学

〔その他〕

ホームページ等

AIT 防災情報ポータル

<http://aibou.mapservice.jp/group.php?gid=10133>

災害に関する地図データやコラム、研究調査情報、関連組織のウェブサイト等、帰宅困難者対策をはじめとして広く防災関連情報を収集発信するためのポータルサイト。

シンポジウム開催

「マップからはじまる学校防災」

主催：愛知工業大学

共催：岐阜聖徳学園大学

会場：愛知工業大学

日付：平成28年2月27日

参加者：147名

6. 研究組織

(1) 研究代表者

森田匡俊 (Morita Masatoshi)

岐阜聖徳学園大学・教育学部・専任講師

研究者番号：90566720