

# バス停を活用した災害時避難誘導システムの提案

佐藤 利紀<sup>†</sup> 泉 朋子<sup>‡</sup> 仲谷 善雄<sup>‡</sup>

立命館大学大学院 情報理工学研究科<sup>†</sup> 立命館大学 情報理工学部<sup>‡</sup>

## 1 はじめに

日本は地震をはじめ、火山や台風など、世界の中でも災害が多発する国であると言える。特に地震については、今後 30 年以内に東海・南海・南海地震が連動する南海トラフ型巨大地震や首都直下地震などの巨大地震が発生すると予想されている。そのため日本では地震対策への関心が高まり、行政によるさまざまな対策が取られようとしている。

一方で、日本は観光立国を目指しており、観光産業を重要な政策と位置付けている[1]。特に京都市は年間 5,000 万人（1 日 13 万人）の観光客が訪れる世界的観光都市である[2]。海外からの観光客が増加傾向にあり、経済面で好調なアジアを中心に大幅な増加が見込まれる。このような観光都市で地震などの災害が発生した場合、多くの観光客が被災することが予想される。しかし現状では行政が行う防災の対象は地域住民であり、観光客等の地域外部から非定期に訪れる地理的不案内者についての対策は近年始まったばかりである。観光都市にとって観光客の安全は無視できるものではなく、その安全を守ることは国や地域としての責務であるといつてよい。

大規模災害時には、道路や鉄道等の被害、交通規制等により、公共交通機関の停止や自動車の通行止めなどの影響で、非定期で訪れる観光客やビジネスマンなどは自宅への帰宅が困難となる可能性がある。膨大な数の帰宅困難者が発生した場合、避難に関する情報収集や安全な場所への移動、帰宅を望む帰宅困難者で主要な駅などに多数の人が押し寄せ二次災害が発生する危険がある。このような二次災害を防ぐために、帰宅困難者を集中させず、公園などの分散設置された一時避難場所に帰宅困難者を誘導する試みが始まっている。京都市では広範囲に点在する観光地にいる観光客を安全に避難させるため、周縁部の観光地から中央部へ流入しようとする

観光客を一時避難場所に一時滞留させ、災害対応をする誘導方法が検討されている。このような取り組みが効果を発揮するためには、災害発生時に避難者にこれらの避難行動や移動すべき一時避難所について知ってもらい、かつそれに従ってもらうことが重要となる。

そこで本研究では、帰宅困難者を対象に災害情報の提供と、各地点の帰宅困難者を各一時避難所に円滑に誘導する避難誘導システムの提案を行う。一時避難所は分散設置されているため、避難者の位置に応じて安全に、かつ避難者が指示に従う方法で誘導を行う必要がある。位置に応じた誘導を行うため、本研究では多くの街にある程度等間隔に設置されているバス停に着目し、バス停ごとに避難誘導に関する情報を提示する。また安全でかつ避難者からの信頼を得るための誘導指示を行うための各バス停から向かう避難所を決定する手法を提案する。

## 2 研究動向

### 2.1 東日本大震災における帰宅困難者の行動分析

平成 23 年 3 月 11 日に発生した東日本大震災では、東北地方が主に被災したが、首都圏においても交通機関に大きな影響があり、多くの帰宅困難者が生じた。東日本大震災の際の首都圏を中心とした被災者の行動分析については[3]で報告がなされている。徒歩帰宅者のうち約 43% が自宅に到着するまでにどこかに立ち寄り、立ち寄った場所は「駅・駅周辺」が 30.3% と最も高く、次に「コンビニエンスストア」となっている。

このようにどこかで立ち寄ることで情報を得ようとする帰宅困難者は少なくない。本研究では、徒歩で移動可能な距離間隔で存在するバス停で避難に関する情報を発信することで、立ち寄った帰宅困難者に向けた情報を発信することを狙っている。

### 2.2 観光客避難誘導方法の評価支援システム

立命館大学大学院の衣笠らが提案したシステムは、災害発生時に、避難者をどのように避難誘導すれば安全かつ効率的な避難を実現できるか検討するためのツールである[4]。観光客の行動モデルを実装し、避難者数、避難先、避難経路、一時滞留場所、目的地などを指定すること

Proposal of Evacuation Guidance System at The Time of Disaster using The Bus Stop

<sup>†</sup>Toshiki Sato: Graduate School of Information Science and Engineering, Ritsumeikan University

<sup>‡</sup>Tomoko Izumi and Yoshio Nakatani: College of Information Science and Engineering, Ritsumeikan University

で様々な避難方法が指定でき、様々な広域避難誘導方法の比較、検証が可能である。

衣笠らの研究では京都市が提唱する避難方法の検討が行われており、その結果、避難者を一時避難所に滞留させることで、避難路および主要な駅の構内の避難者の集中を抑えられることが可能であることが示されている。

### 3 システム提案

本研究では、主として帰宅困難者を対象に、災害発生時の避難情報を視覚的に認知可能なインタフェースで提供し、かつバス停ごとに帰宅困難者を各避難所に円滑に誘導するシステムを提案する。

#### 3.1 情報の提供場所

情報を提供するデバイスとしては普及が拡大し、かつ多くの人を持ち歩いている可能性が高いスマートフォンを想定する。有益な情報を取得できるシステムを地図ベースで行い、iOS・Androidの両OSで利用できるように、WEBアプリでの開発を予定している。

情報を提供する場所としてバス停に着目する。この理由は以下の三つである。

- ・都市部ではバス停は徒歩で移動可能な距離ごとに存在し、帰宅困難者でもたどり着くことができる
- ・点在するバス停ごとに各々の避難所への誘導を行うことで、自然と帰宅困難者を複数の避難所へ別々に誘導することができる
- ・避難誘導を検討する側では、任意の地点にいる帰宅困難者ではなく、バス停ごとの誘導のみを考慮すればよく検討が比較的しやすい

#### 3.2 避難所の割り当て方法

各バス停に存在する帰宅困難者を安全に各々の一時避難所に誘導させる必要がある。同じバス停にいる帰宅困難者ごとに避難先が異なれば混乱が生じるため、バス停ごとに避難する避難所を決定する。

各バス停の位置とバス停に存在する予想帰宅困難者数、および各避難所の位置と収容可能人数は与えられているものとする。また、バスには路線が存在し、多くのバスの始点・終点は鉄道の主要な駅であると仮定する。駅に向かうとする帰宅困難者を駅ではなく一時避難所に安全に向かわせるために、以下の点を考慮した割り当て方法を提案する。

- ・各避難所に割り当てられたバス停の予想帰宅困難者数の合計がその避難所の収容可能人数を超えない
- ・バス停から近い避難所に誘導する
- ・あるバス停の避難者が他のバス停の避難者

を追い越すことがない

- ・可能な限り駅に近づく方向の避難所に誘導する

具体的な割り当て方法を示す。始発点(駅)のバス停から順に避難先を決定する。各バス停を中心とした半径50mの円内に存在する避難所を推薦する(図1)。円内にバス停の予想帰宅困難者数を収容可能な避難所が存在しない場合は、100m、150mと順に円を広げていく。円内に収容可能な避難所が複数存在した場合は、駅、バス停、避難所で構成される角度が最も小さいものを割り当てる(図1)。バス停にある避難所を割り当てると、その避難所の収容可能人数からそのバス停の予想帰宅困難者数を引く。これをすべてのバス停に適用する。



図1: 避難所推薦法のイメージ図

### 4 あとがき

本論文では災害発生直後において、バス停に着目した帰宅困難者を円滑に誘導する避難誘導システムの提案を行った。

今後、バス停から最も駅に近い避難所が収容人数を超えることにより推薦できない場合、それを納得させるインタフェースを取り入れ、現在提案しているアルゴリズムと組み合わせた効率的な避難誘導システムの構築を目指す。

#### 参考文献

- [1] 国土交通省 観光庁: 観光立国推進基本法 <http://www.mlit.go.jp/kankocho/kankorikku/ku/kihonhou.html>, 2012/07/01
- [2] 京都市産業観光局: 京都市観光調査年報 平成23年(2011)、2012.
- [3] 内閣府首都直下地震帰宅困難者等対策協議会: 帰宅困難者対策の実態調査結果について ~3月11日の対策とその後の取り組み~
- [4] 衣笠成輝、泉朋子、仲谷善雄: 観光客避難誘導方法の評価支援システム、平成25年度情報処理学会第75回全国大会、2013.