

震災時における外国人観光客の避難行動モデリングに関する研究：清水寺 界限を事例に

立命館大学 酒井宏平[※]

立命館大学 鐘ヶ江秀彦

要約

土地勘のない観光客を考慮した避難支援を構築することが重要な課題となっている。従来の避難シミュレーション研究では、観光客が避難場所を目的地として移動することだけを考えてものが主流であったが、本研究では震災時に観光客がターミナル駅や交通機関の乗り場を目指して行動することを考慮したエージェントモデルを構築した。また、平成28年度には京都府を訪れる外国人観光客は前年比37.1%増加の661万に到達し、京都府を訪れる観光客数の8%を占めている。そこで、本研究では、日本人観光客だけでなく、言語や文化、習慣の違う外国人観光客を対象に意識調査を実施し、避難の際に重視する要素や情報源を明らかにし、避難行動のモデルを構築する。(2)清水寺界限を事例に、外国人観光客の避難行動と避難場所を目指さない観光客の行動を考慮したエージェントシミュレーションを構築する。

A Study on Agent Modeling of Foreign Tourist Evacuation Behavior after Earthquakes: A Case Study of the Kiyomizu Temple Area

Kohei SAKAI, Ritsumeikan University*

Hidehiko KANEGAE, Ritsumeikan University

Abstract

We have evacuation plans that assumed Japanese tourists in tourist areas. However, the number of foreign tourists is increasing and we need an evacuation plan considering their behaviors. This study shows their important points to evacuate such as information sources and behavior to develop their evacuation behavior model and develop an evacuation agent simulation using the Kiyomizu temple area.

震災時における外国人観光客の避難行動モデリングに関する研究：清水寺界限を事例に

立命館大学 酒井宏平*

立命館大学 鐘ヶ江秀彦

1. 研究の背景と目的

京都市を始め、日本には多くの観光客が訪れる観光都市がいくつも存在する。それらの都市では、観光客は地元住民よりも人数が多い場合があるにもかかわらず、観光客は土地勘がなく、地域の人との繋がりを持たないことから、適切な対応を行う必要がある。とりわけ、災害直後に行われる避難行動や避難誘導が適切に行われることで、その後に発生しうる一斉帰宅による混雑など解消し、帰宅困難者となった観光客に対する帰宅支援や滞在支援を円滑に行うことができる。

しかしながら、シミュレーションを用いた観光客避難研究¹⁾では、観光客が避難場所や安全な場所だけを目的地として行動することを前提としたシミュレーション研究が主流である。一方で、観光客は避難の際に必ずしも避難場所を目的地としていないことを示した研究も存在する²⁾。そこで、本研究においても、観光客が必ずしも避難場所だけを目指すとは限らないことを前提とした避難シミュレーションの構築を行う。

また、近年では日本人観光客のみならず、外国人観光客の増加も顕著なものとなっているものの、外国人観光客と日本人観光客の行動や意識の違いを考慮した研究は少なく、避難シミュレーション研究においても同様である。そこで、本研究では、外国人観光客に対しても行動意識調査を行い、観光客の避難行動モデル構築を行う。

2. 災害時観光客の行動調査

2.1. 調査概要

本研究では、地震災害時における避難行動に関する意識調査を実施した。調査の概要は表1に示した通りである。

2.2. 行動開始の際に重要な要因

災害発生時の行動開始にあたって、どのような行動をするのかを明らかにするために調査を実施した。調査では、「周りの人の様子（移動している人が多い、待機している人が多い）」「誘導の有無（誘導がある、誘導がない）」「公共交通機関の運行状況（運行している、不明）」「電波の有無（電波がある、電波がない）」の4要因2水準で作られる16ケースについて、「どのような行動をとるのが最も自然であるか」という質問に対し、「避難場所へ移動する(以下、避難する)」、「ターミナル駅など公共交通機関の駅へ移動する(以下、移動す

表 1. 調査概要

	内容
調査期間	2018年8月23～8月31日
対象	京都市下京区にある観光客向けの着物レンタルショップを利用した観光客
有効回答数	50（日本人観光客33名、外国人観光客17名）
調査方法	自記式の調査票を使用（日本人観光客向けは日本にて、外国人観光客向けは英語にて実施）
質問内容	<ul style="list-style-type: none"> 避難開始意識に関する質問（3問） 災害後に避難場所へ行く際に重要視する経路選択基準 災害後にターミナル駅などに行く際に重要視する経路選択基準

表 2 4 要因 2 水準の概要

4 要因	2 水準	
周りの人の様子	0. 待機している人が多い	1. 移動している人が多い
誘導の有無	0. 誘導がない	1. 誘導がある
公共交通機関	0. 不明	1. 運行している
電波の有無	0. 電波がない	1. 電波がある

る)、「その場に留まる(以下、待機する)」の3つの選択肢から1つ選んでもらった(表2)。なお、16 ケース全てへの回答は観光客の負担になると考えたため、一人につき3 ケースずつのみ尋ねた。

得られた調査結果と回答者の種別(日本人観光客、外国人観光客)から決定木分析を用いて樹形図を作成した。なお、決定木分析には統計解析ソフト R の rpart を使用した。図 1 のモデル図より、5 つに分岐することがわかる。例えば、「誘導がない」、「日本人観光客」、「電波なし」の状況では、4% の確率で避難を目指し、17%の確率で待機し、79%の確率でターミナル駅や交通機関の乗り場を目指すことを表す。

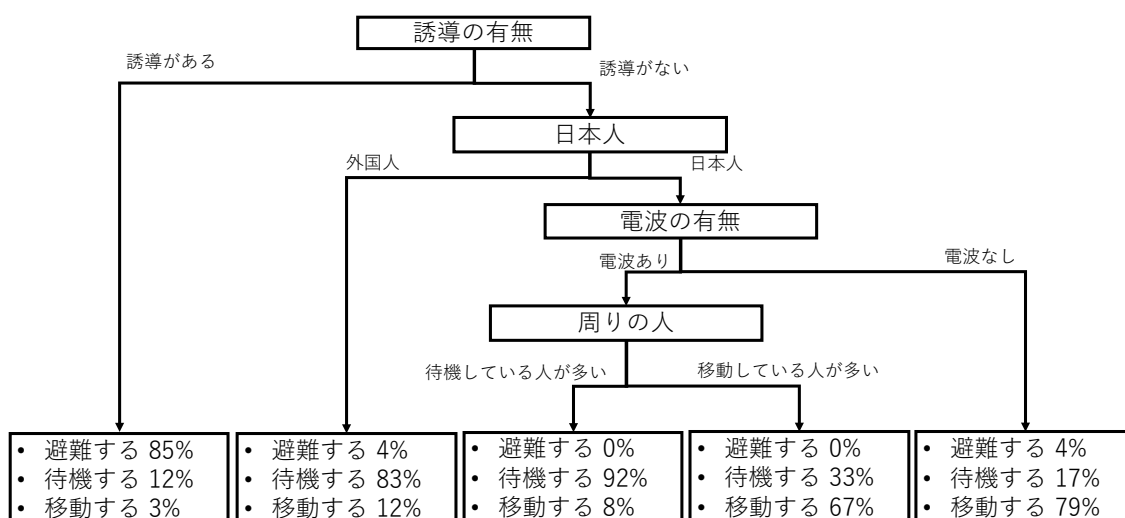


図 1 決定木分析による行動開始に関するルール

決定木分析より、外国人観光客は誘導がない場合においては「待機する」を選択する傾向があるのに対し、日本人観光客は誘導がない場合においても、電波の有無や周りの人の様子から様々な行動をする傾向が見られる。外国人観光客は日本人観光客以上に土地勘や日本の災害についての知識がないために、すぐに移動するのではなく待機して様子を見る傾向があると考えられる。

2.3. 経路選択の際に重視する要因

続いて、行動を開始したのちに行う、経路選択に関する質問項目に関しては、「災害後、避難場所へ行く際にどのような経路を重視しますか」という質問と「災害後にターミナル駅や交通機関の乗り場に行く際にどのような経路を重視しますか」という質問に対して、「誘導された道」、「歩いたことがある道」、「多くの人が選んだ道」、「道幅の広い道」の4つの要因の選択肢に重み(合計10点)を配分してもらった。

表3は重みを割合で(合計1点に換算して)示したものである。t検定による比較を行った結果、避難場所を目指す場合とターミナル駅などの交通機関の拠点を目指す場合とでは、重視する経路要因が違ってくる事が明らかとなった。特に、ターミナル駅や交通機関の乗り場に戻る際には、「歩いたことのある道」「多くの人が選んだ道」の得点が高くなっている。「歩いたことある道」を戻ることによって観光客自身が利用した交通機関の乗り場やターミナル駅に戻ることができることや、東日本大震災においても一斉帰宅により多くの人がターミナル駅へ殺到したことから、「多くの人が選んだ道」を選ぶことでターミナル駅へたどり着けるといふ観光客の考えが表れていると考えられる。

3. 清水寺を事例とした避難シミュレーション

3.1. 避難シミュレーションの設計

本研究では、SOARS(Spot Oriented Agent Role Simulator)を用いて、シミュレーション構築を実施した。本研究では京都市で最も多くの観光客が訪れる清水寺界隈を事例として、経路ネットワークを構築した(図2)。

表3 経路選択の際に重視する経路要因の回答結果(n=50)

	目的地が避難場所の場合の得点の平均値	目的地がターミナルの場合の得点の平均	t検定の有意確率
誘導された道	0.459	0.401	0.000 **
歩いたことがある道	0.170	0.223	0.000 **
多くの人が選んだ道	0.140	0.162	0.021 **
幅の広い道	0.229	0.212	0.003 **

※小数点第4位以下切り捨て

** p<0.01, * p<0.05

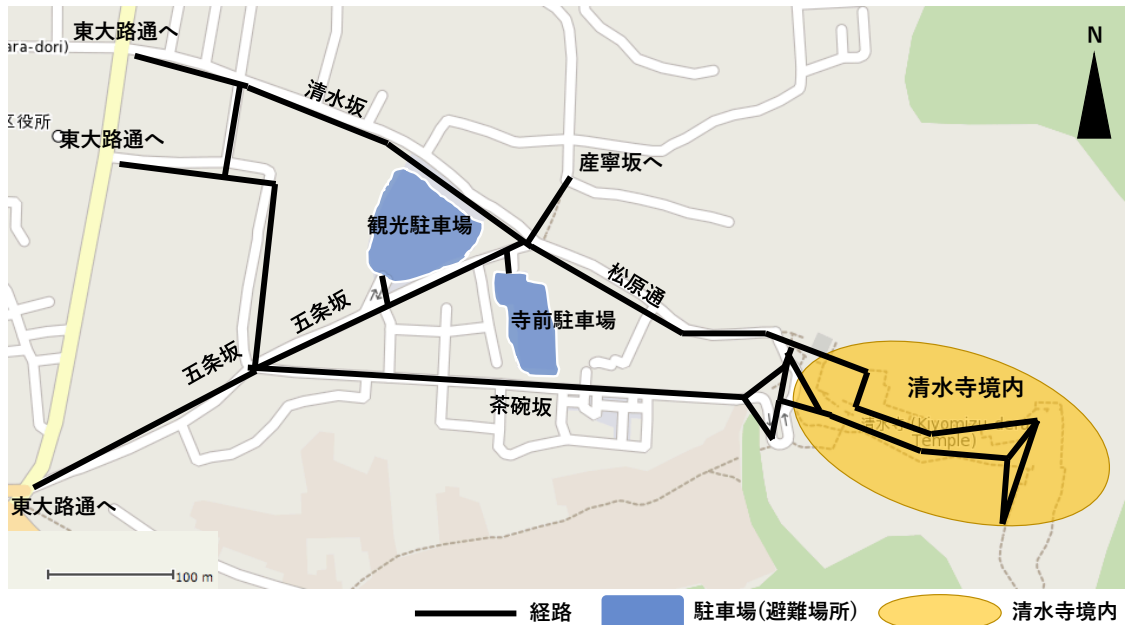


図2 シミュレーション上の経路ネットワーク (Yahoo!地図より著者作成)

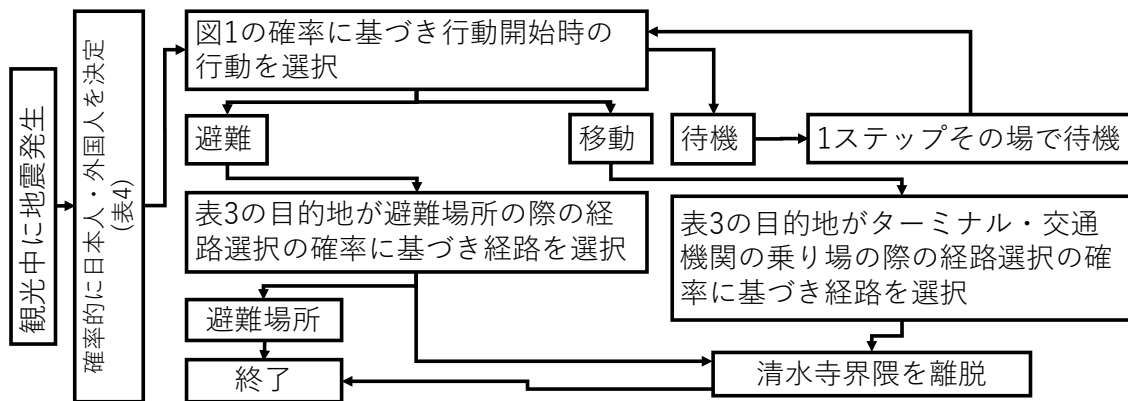


図3 エージェントの行動ルール

観光時、観光客は産寧坂、清水坂、五条坂から松原通を通り清水寺を観光したのち、同じルートを通して清水寺界限から離脱する 3 つのルートと、五条坂から茶碗坂を通り清水寺観光を行い、同じく茶碗坂、五条坂を通して清水寺界限から離脱する 1 つのルートの合計 4 つの観光経路に従って回遊する。その際の歩行速度は 0.5m/s とする。災害発生時には、坂道や階段の上りでは 0.78m/s、その他では 1.3m/s を採用した⁴⁾。また、災害発生時には、図 2 の観光駐車場と門前駐車場が避難場所として使用されることになっており、本シミュレーションにおいてもこれらの場所に到着した場合、避難完了となる。

次に、調査結果を考慮した避難行動ルールをエージェントの行動ルールに実装した(図 3)。エージェントは地震発生から避難完了、もしくは清水界限を離脱するまでの図 3 に示した

表4 日本人観光客、外国人観光客の割合

京都観光総合調査 ⁵⁾		本研究における割合	
外国人宿泊客数	353万人	外国人観光客	77.3%
日本人宿泊客数	1204万人	日本人観光客	22.6%

行動ルールを繰り返す。また、本シミュレーションにおける外国人観光客、日本人観光客の割合は、表4に示した京都市における外国人宿泊客数と日本人宿泊客数の割合を用いた。

なお、本シミュレーションは日本人観光客、外国人観光客などの観光客の特徴や観光客の目的地が避難場所とは限らないことに着目したシミュレーションであり、現時点では経路閉塞や建物の崩壊などの機能は実装していない。

3.2. シミュレーションケースの設定と結果の考察

ここでは、表5に示したケース1(「誘導がない」「電波がない」状態)におけるシミュレーション実験の結果のみを示す。その他のケースによる結果と考察は発表当日に行う。シミュレーション回数は2回である。なお、シミュレーション上の災害発生時には、約4000人の観光客が図2の経路ネットワーク上に滞在しており、先行研究にて実施されていた人数計測結果(表6)と比べても大きな差はないと判断した。

シミュレーションの結果を表7に示す。従来の清水寺界限を事例とした研究¹⁾では、観光駐車場や門前駐車場には合計2000人を超える観光客が避難し、清水寺自体を避難場所として使用しているため、3500人全員が避難場所へ避難することが可能となっている(表8)。しかしながら、本研究では、観光客の目的地が避難場所であるとは限らないことを考慮した結果、今回のケース1に関しては、約1900人の観光客が清水寺界限の外へ移動することが明らかとなった。

表5 シミュレーションのケース設定

	誘導の有無	電波の有無	内容
1	なし	なし	避難を促す人はいない。電波も入らない。
2	なし	あり	避難を促す人はいない。電波は入る。
3	あり	なし	<ul style="list-style-type: none"> 経路内に避難を促す誘導員を配置 観光駐車場入口、門前駐車場入口に指差し誘導を行う誘導員を設置
4	あり	あり	<ul style="list-style-type: none"> 経路内に避難を促す誘導員を配置 指差し誘導員の設置なし

表6 人数計測と本シミュレーションの比較

	人数計測結果(5回分の平均) ¹⁾	シミュレーション(2回分の平均)
五条坂	253人	259人
清水坂	561人	513.5人
松原通	1122人	838人
茶碗坂	298人	295人
全体	3500人	3978人

表7 地震発生1時間後における避難者数と清水寺界限から離脱した観光客数（平均値）

	観光駐車場避難者数	門前駐車場避難者数	清水坂からの離脱者数	五条坂からの離脱者数	産寧坂からの離脱者数	清水坂と五条坂の中間の道からの離脱者	経路内に残っている観光客数
1(n=2)	916.5人	503.5人	484.5人	937人	200.5人	270.5人	666人

表8 先行研究¹⁾における避難完了者数の一例

	清水寺 (発災22分後)	観光駐車場 (発災15分)	門前駐車場 (発災8分)
通常避難の場合	1446(41.3%)	1868(53.3%)	186(5.3%)
門前駐車場へ誘導の場合	1257(35.9%)	1843(52.6%)	204(5.8%)
経路選択確率変更	1303(37.2%)	1857(53.0%)	340(9.7%)

※ ()内は観光客全体に占める割合を示す

4. まとめ

調査データを用いて観光客避難行動エージェントモデルの設計を行った。日本人観光客だけでなく外国人観光客の行動を対象に調査を実施し行動ルールを作成した。さらに避難場所を目的地としない観光客の避難行動もシミュレーションに実装し、より避難時の状況を再現したシミュレーションを構築できる見通しを得た。

本研究の課題として以下の二つがあげられる。一つ目は、本研究において行った意識調査は清水寺を訪問する観光客から取得したものではなく、また外国人観光客に対しては英語の調査票を用いたため、英語が使用可能な観光客のみが対象となり、サンプリングに偏りがあることは否定できない。二つ目は、本シミュレーションでは、エージェントの避難行動モデル構築に重点をおいたため、群衆密度や道路閉塞などの外的な要因が考慮されていない。また、観光経路のパターンなどは著者の経験則によるものであり、シミュレーション精度の向上のためには実態調査が不可欠である。

5. 参考文献

- 1) 杉山貴教, 大窪健之, 金度源, 林倫子 (2015) 清水寺周辺における帰宅困難観光客避難誘導計画の改善に関する研究: 避難シミュレーションを用いた検証を通して. 歴史都市防災論文集 9:127-134
- 2) 崔青林, 豊田祐輔, 谷口仁士, et al (2013) 地震時における避難行動の意思決定プロセスに関する研究: 京都清水寺周辺地域をケーススタディとして. 歴史都市防災論文集 7:23-30
- 3) 京都市産業観光局 MICE 推進室. “平成 28 年)京都観光総合調査”. 京都市. <http://www.city.kyoto.lg.jp/sankan/cmsfiles/contents/0000222/222031/kyoto.pdf>(参照 2018-09-07)
- 4) 建設省: 階避難安全検証法に関する算出方法等を定める件, 建設省告示第 1441 号, 第 2 (歩行速度), 2000 年