

**科学研究費助成事業 研究成果報告書**

平成 29 年 6 月 22 日現在

機関番号：34315

研究種目：基盤研究(C) (一般)

研究期間：2014～2016

課題番号：26420524

研究課題名(和文) 『迷い行動』の分析に基づいた歩行者サインシステムの高度化に関する研究

研究課題名(英文) Study on improved pedestrian roadside sign system based on an analysis of way-finding behavior

研究代表者

塚口 博司 (Tsukaguchi, Hiroshi)

立命館大学・理工学部・教授

研究者番号：80127258

交付決定額(研究期間全体)：(直接経費) 3,800,000円

研究成果の概要(和文)：サインシステムは地理に不案内な来訪者に適切な情報を与えるために整備されており、サインシステムは来訪者の回遊行動を支援する重要な役割を果たしている。本研究は、サインシステムの整備によって、来訪者は以前に比べて観光スポットを容易に訪問することができ、またより多くの施設を訪問できることを詳細な実態調査から明らかにした。同時に、来訪者がより多くの観光スポットを訪問すれば、彼らが道に迷う可能性が高まることも示した。このような分析を通して、本研究は、来訪者の回遊行動とルート選択エラーの関係を分析するとともに、歩行者サインシステムの高度化について検討した。

研究成果の概要(英文)：Sign systems in tourist areas are installed in order to give correct information of the areas to visitors who consist of familiar or unfamiliar persons with the areas. The sign systems play an important role to assist visitor's circulation behavior. This study makes clear that visitors can visit attractions easily and they can visit more attractions than before based on precise surveys. At the same time, this study explains when visitors visit more attractions, there is a possibility they slightly lose their ways. Considering these findings, this study has investigated the relationship between visitor's circulation behavior and their path finding errors, and has proposed effective ways to up-grade the sign system.

研究分野：交通計画

キーワード：サインシステム 回遊性 迷い行動 観光地

## 1. 研究開始当初の背景

観光地においては、土地勘が乏しい来街者が少なくなく、またある程度の土地勘はあっても、目的地の位置とそこへの経路に関する確かな情報は必要であるから、サインシステムは重要である。近年、GPSを用いた携帯端末によって多様な状況提供が行われているが、現地でのサインシステムの重要性は依然として高いと考えられる。

主要な観光地には来訪者向けのサインシステムが既に設置されていることが多い。しかしながら、これらのサインシステムは必ずしも効果的に設置されているとは言えない場合が少なくない。このため、サインシステムの効果的な整備を評価することが必要となっている。一般に、サインシステムの有効性に関する評価手法は、(a)サインシステム構成の合理性からみた評価、ならびに(b)来訪者の意識および行動変化に基づいた評価に大別できよう。

(a)の視点は、サインの提示内容の適否、提示内容の連続性、サインボードの視認性等から見た評価である。サインが一応設置されていても、例えば、サインの提示内容が十分に吟味されていなかったり、連続性が欠けていたりすることもあるから、システム構成の合理性の視点からの評価は重要である。しかしながら、サインシステムの役割は、来訪者が安心して希望施設を回遊する際に、道に迷うことなく、目的地にスムーズに到達できるように支援することであるから、これが達成されていることを直接示すことがさらに重要である。したがって、(b)の視点からの評価が不可欠である。そこで、本研究では、後者の視点からサインシステムの評価にアプローチする。

研究代表者は長年に亘り、歩行者の行動特性を分析してきた。そこでは、歩行者は、現在の進行方向を維持しようとする傾向(方向保持性)および、目的地方向に近付こうとする傾向(目的地指向性)があり、それらの特性は、それぞれ進入方向角度および目的地方向角度で表せることが示されている。さらに、それらの角度を用いて、経路選択行動モデルを構築した。

歩行者にある程度の土地勘がある場合には、目的地指向性の方が強い影響を与えており、一方、土地勘がない歩行者の場合には、方向保持性の影響が強いことを明らかにした。

観光地において道に迷った来訪者の行動は、後者に近いのではないかと考えられる。迷い行動の特性を経路選択行動モデルのパラメータを調べることによって定量的に表わせるのではないかとこの発想が本研究の原点である。

従来、サインシステムの効果に関しては、先述の(a)ならびに(b)の意識に基づいた評価が各地で実施されているが、上記のような来

訪者の行動特性からアプローチした研究は少ない。そのような中で、本研究の研究協力者である Dr. Vandebona はサイン(矢羽根型のサイン)設置場所と歩行者の行動の関係について論じている。もっとも、この研究はシミュレーションによるものであって、来訪者の行動特性を実態調査によって把握したものではない。本研究のように、サインシステム整備による来街者の行動変化を実態調査に基づいて分析し、その知見をサインシステム計画に活用した研究事例は国内外の研究を概観してもほとんど存在しないと言える。

来訪者意識に基づいた評価は、実社会で一般に実施されているものである。しかし、意識変化が生じたプロセスがブラックボックスになっていることが多い。そこで、本研究では、来訪者の行動変化に基づいて歩行者サインシステムを評価することとした。まず、歩行者サインシステムの改善に伴って変化する来訪者の行動特性に着目し、その変化を実態調査から明らかにすることによって、サインシステムの効果を定量的に示す手法を提案することが望まれる。そして、この手法に基づいてサインシステムを整備・改善するための方法が求められている。

## 2. 研究の目的

観光地等において土地勘の乏しい来訪者に対して的確な情報を与える歩行者サインシステムは、地域の魅力を高めるために重要である。歩行者サインシステムは従来、主としてシステム構成の合理性の視点から評価されてきたが、真に効果的なサインシステムを整備するためには、サインシステムによって来訪者が円滑に行動できるようになっていることを示すことが必要であろう。本研究は、サインシステム整備による来訪者の行動変化について、回遊できる観光スポット数の増加、および迷い行動の減少という視点から捉えることとし、特に迷い行動の特徴を来訪者の経路選択行動によって把握する手法を提案するとともに、これを用いて、サインシステムの効果的な整備について論じることを目的とする。

具体的には、本研究は2つの目的を持っている。

本研究では来訪者の行動変化に基づいて歩行者サインシステムを評価することとし、まず、歩行者サインシステムの改善に伴って変化する来訪者の行動特性に着目し、その変化を実態調査から明らかにすることによって、サインシステムの効果を定量的に示す手法を提案することを第1の目的とする。続いて、この手法を用いて、サインシステムを整備・改善するための方法を示すことを第2の目的とする。

第1の目的を達成するために、来訪者の回遊行動ならびにその過程で生じる恐れのある迷い行動に注目する。サインシステムの整

備・改善によって来訪者の回遊性ポテンシャルが向上すると予想されるので、これを吸収マルコフ過程の考え方に基づいて定量的に示す。一方で、回遊性が高まると、迷い行動が発生する機会に遭遇することも考えられる。そこで、迷い行動の発生状況を定量的に把握する。具体的には、迷い行動を行っている時の来訪者の経路選択特性と通常時の経路選択特性とを比較することによって、迷い行動の特性を明確にする。サインシステムの内容、来訪者の回遊行動、迷い行動の関係の分析を通して、サインシステムの効果を定量的に評価する方法を提案する。

第2の目的に関しては、一つの時間断面の調査結果に基づくのではなく、「研究計画・方法」で述べるように、研究代表者は研究対象地区において過去に実施したデータを保有しているから、本研究で実施する調査結果と比較することができる。すなわち、対象とするサインシステムが、年度を追って整備されてきた状況を整理した上で、その段階に応じて実施された数度に亘る調査結果を用いて、上記の手法に基づいてサインシステムを改善する方法を明らかにする。

### 3. 研究の方法

歩行者サインシステムは、来街者が道に迷うことなく目的施設に到達することを支援するものであるから、当該システムの良否は来街者の行動分析に基づいて評価することが望ましい。本研究はこのような視点から、迷い行動に注目してサインシステムを評価した。迷い現象の有無を客観的に評価する方法として、来訪者の経路選択行動をモデル化し、このモデルのパラメータを「迷い現象」の有無で比較し、迷い現象の多寡を判定する手法を提案した。サインシステムの整備効果を検証するためには、1時点での調査だけでなく、システム改善の程度に合わせて評価指標がどのように変化するかをモニタリングする。本研究ではサインシステムを近年改善し改善が継続されている奈良公園を取り上げ、取得済みのデータも活用してモニタリングを行った。今後のサインシステムの高度化の方向を示すとともに、当該手法の一般化を目指すことにした。具体的な研究方法は以下の通りである。

- (1) 奈良公園における歩行者サインシステム概念ならびにシステム構成を整理する（対象とする観光スポットの選定方法、案内に際しての優先順位、サインボードの種類とデザイン等）。
- (2) 奈良公園に設置されているサインシステムの整備状況を2008年から2016年までの期間に亘り整理する。サインシステムの連続性等に関しても再度確認しておく。
- (3) 奈良公園の来街者に対するアンケート調査を実施する。主要な調査項目は、来訪目的、訪問施設、訪問順序、施設間の利用経路、迷い行動の有無、迷った場合に

はその場所等である。研究代表者は、すでに2008年、2013年に実施した調査結果を所持しているから、本研究における調査は既往調査と整合性を保ちつつ、迷い行動に関しては精緻に分析できるように工夫する。

- (4) 調査票に記載された経路図から、図-1に示す進入方向角度と目的地方向角度を道に迷っていない場合と道に迷った場合に区分して測定する。それに基づいて、経路選択モデルを構築する。

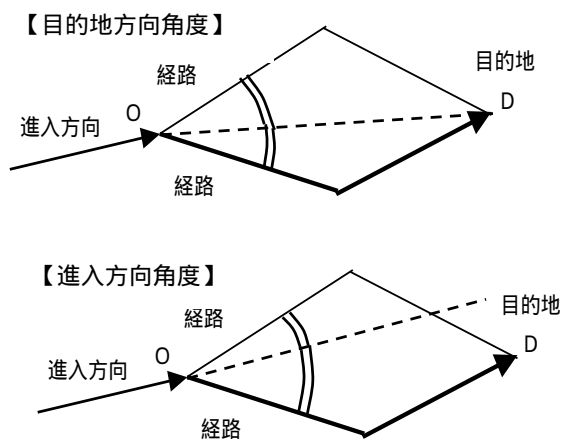


図-1 目的地方向角度と進入方向角度

- (5) 研究代表者は先に、目的地の位置に関する情報を全く持たない状況で、来訪者の行動特性を調べるための実験を行っている。来街者が道に迷った状況は、この実験結果から得られる行動特性と関係が見られるのではないかと考え、(4)の結果とこの実験結果とを比較検討し、迷い行動の特性を定量的に明らかにする。その際に(4)で作成した選択モデルのパラメータ比（進入方向角度と目的地方向角度のパラメータの比）を用いて、迷い行動の特性を考察する。
- (6) 来訪者の公園内での行動を吸収マルコフ過程の現象と捉え、サインシステムの整備状況に応じて回遊性がどの程度向上しているかを明らかにする。
- (7) 迷い行動は以下のような特徴も有する。つまり、サインが整備されると迷い行動が減少すると思われるが、一方で、サインシステムが整備されると多くの観光スポットを訪問できる機会が増加し、その結果、一時的に迷い行動が増加する恐れもある。そこで、本研究ではこのような現象も考慮して分析を進める。
- (8) 迷い行動の減少に焦点を定めて、奈良公園のサインシステムをさらに高度化する方策について検討する。
- (9) サインシステムの改善事業は今後各地の観光地で実施されると思われる。それぞれの観光地は固有の特性を有するが、本研究で提案する手法は他の観光地にも適用できると考えられる。そこで、(8)の検

討結果に基づいて、今後各地で改善が予想されるサインシステムの効果的な改善方策の方向について論じる。

#### 4. 研究成果

歴史や文化に育まれ、良好な環境に恵まれた大規模公園は、魅力ある観光地であり、地域活性化のための重要な資源である。多くの観光客を受け入れ、活力ある地域拠点とするためには、土地勘のない人々であっても、安心して回遊できる情報提供が重要である。種々の IT 技術が急速に進化している今日では、大規模公園における案内情報は多様な媒体から取得することができる。しかし、現地におけるサインシステムは情報提供の基盤であり、今後とも重要性は高いと考えられる。

本論で提案しているサインシステムは、社寺等の重要性、ならびに来訪者からの人気に応じて区分された観光スポットを適度の情報量を有するサインの設置によって案内するものである。サインは図解標識（地図）、指示標識（矢羽根）および周遊促進標識（写真等＋文章による説明）で構成されており、特に指示標識においては、過度の情報提供となり返ってわかりにくくなることを避けるために、矢羽根が原則として4本以下に抑えられている。

このようなサインシステムを整備することによって、以下のような来街者の行動変化が生じたことを明らかにした。

- (1) 上記のシステム構成を有するサインシステムの導入によって、施設訪問数が2008年の2.89ヶ所から2011年の3.12ヶ所に

表-1 推移確率行列

2008年調査								
	1	2	3	4	5	6	7	8
1	0.0	0.184	0.015	0.076	0.485	0.181	0.059	0.0
2	0.0	0.063	0.201	0.149	0.089	0.173	0.093	0.233
3	0.0	0.169	0.093	0.123	0.073	0.105	0.093	0.294
4	0.0	0.169	0.082	0.100	0.116	0.174	0.084	0.274
5	0.0	0.205	0.033	0.087	0.027	0.271	0.110	0.266
6	0.0	0.076	0.025	0.055	0.127	0.151	0.076	0.490
7	0.0	0.040	0.048	0.059	0.078	0.104	0.163	0.508
2011年調査								
	1	2	3	4	5	6	7	8
1	0.0	0.228	0.020	0.054	0.439	0.185	0.074	0.0
2	0.0	0.110	0.196	0.075	0.069	0.159	0.104	0.287
3	0.0	0.122	0.211	0.178	0.052	0.103	0.146	0.188
4	0.0	0.176	0.075	0.112	0.096	0.139	0.139	0.262
5	0.0	0.364	0.018	0.046	0.009	0.198	0.109	0.255
6	0.0	0.133	0.008	0.032	0.088	0.179	0.094	0.466
7	0.0	0.129	0.065	0.039	0.068	0.197	0.146	0.356

注) 表中の1-8の数字はゾーン番号を表す。ゾーン8は帰路のターミナルである。

増加していることを確認した。また、各施設から帰路の交通ターミナルへ向かう率も表-1に示すように低下している。このことから、適切なサインシステムによって回遊性が向上したことが検証された。

(2) 目的地に関する情報を全く有していない場合には来訪者は直進経路を選択する傾向がある。そこで、表-2に示す来訪者の経路選択行動モデルを作成したところ、サインシステム整備の進展に伴って、パラメータ比（目的地方向角度のパラメータ/進入方向角度のパラメータ）が増加していることがわかる。これによって、来訪者が目的施設の方向に効率的に近づいていく傾向を確認できる。

表-2 経路選択モデル

	2008年調査	2010年調査	2011年調査
全データ			
目的地方向角度	-0.0134 (-10.4)	-0.0149 (-8.95)	-0.0213 (-18.6)
進入方向角度	-0.0155 (-19.89)	-0.0145 (-15.6)	-0.0154 (-23.8)
パラメータ比	0.866	1.03	1.38
尤度比	0.306	0.250	0.387
的中率	0.791	0.753	0.819
ビギナー			
目的地方向角度	-0.0127 (-4.23)	-0.0114 (-4.65)	-0.0171 (-7.32)
進入方向角度	-0.0169 (-9.13)	-0.0137 (-9.63)	-0.0144 (-11.0)
パラメータ比	0.747	0.835	1.19
尤度比	0.329	0.214	0.303
的中率	0.803	0.748	0.791
リピーター			
目的地方向角度	-0.0136 (-9.44)	-0.0175 (-7.71)	-0.0226 (-17.0)
進入方向角度	-0.0151 (-17.7)	-0.0151 (-12.3)	-0.0157 (-21.0)
パラメータ比	0.897	1.16	1.44
尤度比	0.300	0.300	0.413
的中率	0.787	0.787	0.824

- (3) 迷い行動に関しては、ビギナーの「迷い行動」が減少しているが、リピーターの迷い行動は減少していない。したがって、サイン改善によって「迷い行動」が減少したとは言えないであろう。これについては、回遊性の向上に伴い訪問箇所数が増加するためにルート選定に迷いが生じるためではないかと推測されるが、情報提供による回遊性の向上と迷い行動の関係については、今後さらに検証を行う必要がある。
- (4) 来訪者の訪問箇所と使用された経路の関係を詳細に分析したところ、迷い行動の発生が多い箇所を特定することができた。これらの箇所の特徴は奈良県が改良したサイン（システムティックな構成）と社寺が独自に設置したサイン（システムティックな構成となっていない）が混在している箇所や、図解標識（地図）と指示標識（矢羽根）の選定に改善の余地がある箇所等であって、今後のサイン改善に有用な知見が得られた。

## 5. 主な発表論文等

〔雑誌論文〕(計 3 件) 査読あり

塚口博司：大規模歴史公園における歩行者サインシステムの改善による観光客の行動変化に関する研究、日本都市計画学会、都市計画論文集 Vol.51, No.2, pp.174-183, 2016 年。

Tsukaguchi, H., Vandebona, U., Mukai, H., and Ahn, Y. (2015): Analysis of path finding errors of pedestrians following introduction of a new direction sign system, Journal of the Eastern Asia Society for Transportation Studies, Vol.11, pp.1221-1239.

安隆浩・塚口博司：大規模交通ターミナルにおける歩行者流動の推計手法，交通工学論文集 第 1 巻 第 5 号 pp1-9, 2015.

〔学会発表〕(計 5 件)

Tsukaguchi, H., Vandebona, U., Ahn, Y., Miyamoto, T., Wu, K., Planning roadside sign system for a historical park to minimize path finding errors, Proceedings of EASTS, Sep., 2017, Vietnam.

Ahn, Y., Kowada, T., Tsukaguchi, H., Vandebona, U., Estimation of Passenger Flow for Planning and Management of Railway Stations, WCTR, July 13, 2016, Shanghai.

呉海姿、宮本聖、安隆浩、塚口博司：奈良公園における観光客の迷い行動に関する分析、土木計画学研究・講演集, Vol.53, pp.2243-2249, 2016 年, 5 月 29 日, 「北海道大学(北海道・札幌市)」

宮本聖、塚口博司、安隆浩：奈良公園来訪者の迷い行動の分析、土木計画学研究・講演集 Vol.52, pp.1948-1955, 2015 年, 11 月 23 日, 「秋田大学(秋田県・秋田市)」

塚口博司、宮本聖、安隆浩、林功：歴史公園における観光客の回遊行動および迷い行動に関する研究、土木計画学研究・講演集, Vol.51, No.413, 2015 年, 6 月 7 日, 「九州大学(福岡県・福岡市)」

## 6. 研究組織

### (1) 研究代表者

塚口 博司 (TSUKAGUCHI, Hiroshi)

立命館大学・理工学部・教授

研究者番号：80127258

### (2) 研究分担者

安 隆浩 (AHN, Yoongho)

立命館大学・理工学部・助教

研究者番号：20525505

### (3) 研究協力者

ウパリ ヴァンデボナ (Upali Vandebona)

University of New South Wales, School of Civil and Environmental Engineering, Senior lecturer