

公共施設における人流誘導のための動的案内サインの検討

片岡春乃^{†1} 橋口恭子^{†1} 和合加愛^{†1} 市川裕介^{†1} 手塚博久^{†1}
山下慎一郎^{†2} 久原勇作^{†2} 秋山哲男^{†3}

概要: 2020年に向けて訪日外国人が増加し、空港、駅、など公共施設の混雑機会も増えている。施設の安全性、快適性を維持するため、人々を安全かつ快適に誘導し、動きや流れを制御する技術が求められている。我々は、刻々と変化する施設の混雑状況や、利用者の母国語、年代などの属性の割合に応じて柔軟に提示を変更できる、動的案内サイン「プロジェクションサイン」を提案、検討する。本稿では実際に羽田空港国際線旅客ターミナル 3F 出発ロビーにおいてプロジェクションサインを投影し、旅行者 101 名にアンケート調査した結果、利用者の国籍や年代によってサインの気づきの有無や、役立つ情報内容が異なることが明らかになったので報告する。

キーワード: サインシステム, 人流誘導, 動的案内サイン, プロジェクションサイン

Dynamic Guide Signs Control Pedestrians of Public Facilities.

HARUNO KATAOKA^{†1} KYOKO HASHIGUCHI^{†1} KAE WAGO^{†1}
YUSUKE ICHIKAWA^{†1} HIROHISA TEZUKA^{†1} SHINICHIRO YAMASHITA^{†2}
YUSAKU KUHARA^{†2} TETSUO AKIYAMA^{†3}

Abstract: Toward 2020, the number of foreign visitor increases, this rise the frequency of public facilities congestion. To maintain its safety and comfortableness, we proposed Dynamic Guide Signs called “Projection Sign” to control pedestrians. It can change content and information based its situation. In this paper, we projected Dynamic Guide Signs to examine its effectiveness at Haneda international airport departure terminal. And we found that eye attractively and useful information of signs is influenced by language and age.

Keywords: Sign System, Pedestrians Control, Dynamic Guide Signs, Projection Sign

1. はじめに

2020年に向けて日本を訪れる外国人観光客が増加しており[1], 空港、駅、スタジアムなどの公共交通機関、公共施設の利用者の増加、混雑発生機会の増加が予想される。施設の安全性、快適性を維持するためにも、人々の動きや流れを適切に制御する技術が求められている。

利用者の増加に合わせて施設を増築する対応方法も考えられるが物理的な限界があるうえ、利用者減少時に柔軟に対応できない。さらに公共施設では、外国人利用者や高齢者、障がい者、ベビーカーや大きなスーツケースを伴う移動制約者など様々な利用者層が混在することを想定しなければならない。施設の状況も様々であり、混雑時だけではなく、災害発生時などを考慮する必要がある。

従来から利用者に施設案内や誘導を行う情報案内メディアとして、案内サインが設置されている。しかし、従来の案内サインは案内内容や文面、表現が固定されており、施設状況に応じて案内サインの変更ができなかった。

そこで、我々はプロジェクタを用いて状況に応じて動的

に案内を切り替える、動的案内サイン「プロジェクションサイン」を提案する。プロジェクションサインは、例えば、刻々と変化する施設の混雑状況や、施設利用者の母国語、年代などの属性の割合に応じて、柔軟に提示する案内サインを変更することができる。例えば、外国人利用者向けには特定の言語でのサイン、聴覚障がい者向けには施設内の音声アナウンスを可視化したサインなどが考えられる。そのため、空港や駅のような様々な利用者層が混在する公共施設における情報案内メディアとして、有用であると考えている。

本稿では、プロジェクションサインの誘導案内効果と、利用者の属性による案内すべき情報の差異について、羽田空港国際線旅客ターミナル 3F 出発ロビーでの投影実験を通じて確認する。

2. 関連研究

2.1 状況に応じた誘導システム

人の流れを解析し、状況に応じて誘導するシステムが研究されている。山下ら[2]は、大規模群集流動の制御に向けた統合支援サービスとして、花火大会における入場規制時に、混雑中であることを案内する「ガイドプロジェクション」を提案している。しかしながら、群衆流動シミュレーションのための人流データ蓄積が目的であり、ガイドプロ

^{†1} 日本電信電話(株) NTT サービスエボリューション研究所
NTT Service Evolution Laboratories

^{†2} 東京国際空港ターミナル(株)
Tokyo International Air Terminal Corporation

^{†3} 中央大学研究開発機構
Research and Development Initiative, Chuo University

ジェクションの案内の有効性については言及されていない。寺西ら[3]は、映像解析による大規模避難誘導システムとして、災害発生時、大規模施設内の歩行者の流れを映像解析によって取得することで避難状況を把握し、適切な経路を歩行者に案内することを提案している。システム評価はマルチエージェントシミュレータを使用し、得られた避難状況に基づいて施設内の分かれ道で誘導者が最も効率的な経路を誘導案内することで、避難時間が短縮されたことを確認している。

このように、周辺環境や施設内の状況として人の流れを推定する技術は広く検討されている。しかしながら、案内の有効性について、シミュレーションによる評価はあるが、実フィールドにおける評価は行われていない。

2.2 属性を考慮した経路生成、サイネージシステム

松田ら[4]は、ユーザの属性（性別、年齢、子の有無、乳幼児の有無など）による経路の嗜好性を考慮した経路生成手法を提案している。携帯電話端末を利用したパーソナルナビゲーションの確立が目的であるが、ユーザの属性と選択する経路の嗜好性に相関があることが示唆されている。

さらに、デジタルサイネージの分野では、画面を見ている人の数やその性別年代を推定することで、広告効果を高めるために属性に応じて広告コンテンツを切り替える仕組みが広く利用されている[5],[6]。

このように、ユーザの属性によって経路に嗜好性があること、ユーザの属性によって広告効果が異なることは知られている。しかしながら、施設内での案内サインについて、施設利用者が求める情報内容が、属性によって異なる可能性についての評価は行われていない。

3. 羽田空港への適用検討

3.1 システム基本構成

プロジェクションサインは、施設内の状況を推定する状況推定部と、その結果に応じて投影するサインコンテンツを決定するコンテンツ制御部、そして、サインコンテンツを投影するプロジェクタおよびプロジェクタ管理部からなる。システムの基本構成を図1に示す。施設内の状況は、カメラやビーコンなどのセンサや、例えば空港であればフライト情報などの外部情報を用いて推定することができる。そして推定した結果に基づいて状況に合わせたサインコンテンツを投影する。

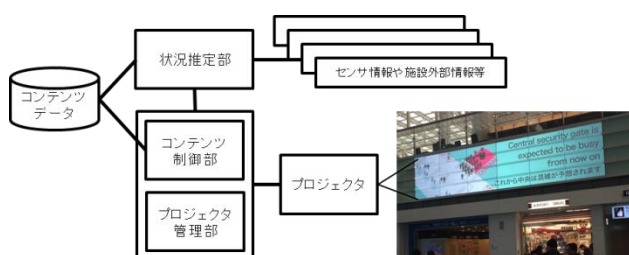


図1 システム基本構成

しかしながら、取得すべき状況の種類によって、状況推定に用いるべきセンサや外部情報が異なる。また、2章の関連研究でも挙げた通り、施設内の人の流れなどの状況を推定する技術は広く検討されている。

そこで我々は、どのような施設状況の変化に基づいてプロジェクションサインを提示すべきか、また、どのような情報内容であれば人はプロジェクションサインに従い行動を変えるのかに焦点を当てて検討を進める。具体的には、様々な利用者層が混在する公共施設である、羽田空港国際線旅客ターミナル 3F 出発ロビー（以下、出発ロビー）を対象として、実際の空港で発生し問題となっている施設の状況変化と、出発ロビー利用者の情報ニーズを調査する。そのうえで、従来の固定サインの設計手法[7]に基づいて、プロジェクションサインの情報内容、空間上の位置、表現様式を設計、検討し、実際に投影実験を行うことで効果の確認を試みる。

3.2 情報内容の検討

まず、空港関係者にヒアリング調査を行った。その結果、出発ロビーに設置されている保安検査場である「北側出国口」および「中央出国口」の混雑状況に偏りがあり、多くの人が中央出国口を利用するが、北側出国口を利用する人は少ないことが課題として挙げられた。

そこで、混雑に偏りが生じる原因を探るため、空港を利用している旅行者40人（日本人28人、外国人12人）にアンケート調査を実施した。それぞれの出国口の前で、この出国口を選択した理由を質問したところ、40人中22人はそもそももう一方の出国口の存在を知らなかったこと、さらに、出国口を選ぶ理由として40人中19人はより空いていることを挙げ、11人がチェックインカウンターから近いことを挙げた。また、出国口の選択に寄与する情報内容として、混雑情報の次点は2名の少数意見ではあったが、自分が利用する予定の搭乗口に近い出国口であることが挙げられた。

以上の調査結果から、プロジェクションサインで提示する情報内容は、第一に北側出国口、中央出国口の2つの出国口の存在とその位置を示すこと（以下、存在情報）、第二に2つの出国口の混雑状況を示すこと（以下、混雑情報）に決定し、出国口の混雑平準化を目指すことにした。なお、搭乗口に関する情報は4章で述べるアンケート調査の中で、出国口を選ぶうえで役立つ情報内容の項目の一つとした。

3.3 空間上の位置の検討

3.2節で検討した情報内容を提示するのに適した空間上の位置を検討した。検討に際して出発ロビーで33組の行動観察を行った。出発ロビーに到着してから各航空会社のチェックインカウンターまでは滞りなく向かうことができること、チェックインカウンターは特にエコノミークラスの窓口において待ち行列が発生することが観察された。

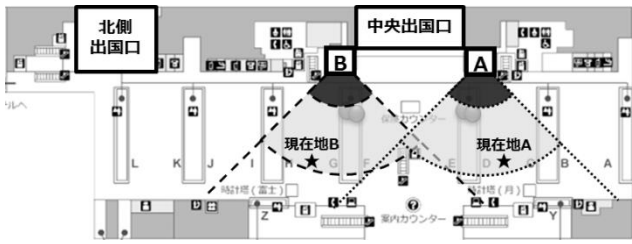


図 2 投影位置

観察の結果および出国口がチェックイン後に向かう場所であることから、投影面はチェックインカウンターの前方、待ち行列から見える高さ約4mの施設壁面、縦1.8m横6mサイズを選定し、それぞれに対して18000ルーメンの大型プロジェクタを2台ずつ設置することで、投影環境を構築した。図2に投影位置を示す。図2中のA、Bがそれぞれ投影面であり、投影面から広がる扇形の範囲が設備に遮られない場合に理論上投影面を見ることができるとなる[7]。投影面Aが見える範囲を点線、投影面Bが見える範囲を破線で表す。

3.4 表現様式の検討

出発ロビーに既設されている固定サインの表現様式を考慮しながら、静止画、アニメ、実写の3つのパターンを選定した。

静止画では、標準案内用図記号[8]を参考にピクトグラムと矢印、出国口までの距離を示すことで存在情報を表し、混雑情報は1-5つの人型ピクトグラムで表現した。

アニメでは、出発ロビーのフロアマップをズームおよびパン操作し、ピクトグラムを組み合わせて、図2に記載の星印を施設利用者の現在地として想定し、現在地と案内する出国口との位置関係を表現した。混雑情報は、出国口に人が多くいる様子をピクトグラムの数と動きで表現した。

実写では、現在地から出国口までの経路がどのように見えるかを施設利用者の目線の高さからビデオ撮影し、動画の中に向かう方向を示す矢印、出国口名などを重畳して表

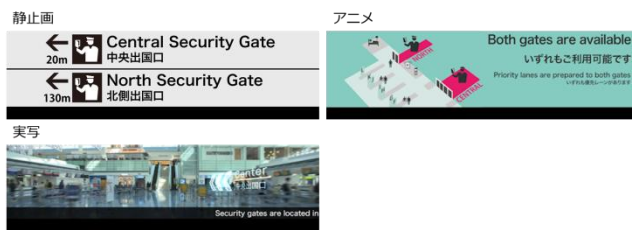


図 3 存在情報を示したサイン



図 4 混雑情報を示したサイン

現した。混雑情報では、静止画と同様に1-5つの人型ピクトグラムを追加して表現した。

サインには、英語と日本語を使用した。存在情報を示したサインを図3に、混雑情報を示したサインを図4に示す。なお、表現様式に関する検討の詳細および実験、評価結果に関しては、第63回日本デザイン学会春季研究発表大会にて報告予定[9]である。

4. 羽田空港における投影実験

3章で設計したプロジェクションサインを実際に投影し、誘導案内効果があるか確認するため、定性評価としてサイン投影時にアンケート調査を実施し、定量評価として投影時と非投影時での各出国口を通過した人数および出国口前にて列に並ぶ待ち人数のカウンティング調査を実施した。

4.1 投影実験概要

- ・場所：羽田空港国際線旅客ターミナル3F出発ロビー
 - ・投影位置：計2か所、図2に記載のAおよびB
 - ・サインコンテンツ：計6パターン
 - ・情報内容2種類：存在情報、混雑情報
 - ・表現様式3パターン：静止画、アニメ、実写
 - ・時間長：30-57秒間
 - ・投影ルール
 - ・中央出国口と北側出国口の混雑に偏りが生じたと目視にて判断したときには混雑情報を投影
 - ・混雑に偏りが無くどちらも空いているまたはどちらも混雑していると判断したときは、存在情報を投影
- それぞれの情報内容について、3パターンの表現様式を実写、アニメ、静止画の順に投影し続けた。プロジェクションサインの投影の様子を図5に示す。

4.2 アンケート調査概要

- ・日時：2016年2月23日(火)、2月26日(金)9:00-17:00
 - ・実験参加者：計101名(日本語、中国語、英語話者)
- 当日実際に空港を利用していた旅行者に直接声をかけ、調査協力を依頼した。

アンケートは、図2で示したどちらかのサインが見える範囲で、混雑情報の投影時に「サインに気づいたか(誘目性)」「出国口の存在、位置、混雑状況が理解できたか(理



図 5 プロジェクションサイン投影の様子

解性)「サインを見た後、どちらの出国口を利用するか(行動変容性)」「両出国口の存在情報、混雑情報、近い搭乗口の情報のうち、役立つ順(役立つ情報内容)」をそれぞれ教示として与えた。

4.3 カウント調査概要

- ・日時：
 - ・2016年2月28日(日) 6:00-11:00(投影なし)
 - ・2016年3月6日(日) 6:00-11:00(投影あり)

出発ロビーの混雑は、フライトスケジュールに影響されるため、投影前後の調査は同一曜日、同一時間帯とした。

アナログカウンターを使用し、各出国口を通過した人数および出国口前にて列に並ぶ人数を目視にてカウントした。通過人数は、投影前調査では10分間に各出国口を通過した人数、投影後調査では、5分間に通過した人数についてカウントした。待ち人数は、投影前調査では10分に一度、投影後調査では5分に一度、その時に、各出国口前にて列に並ぶ待ち人数の総計をカウントした。

5. 結果と考察

5.1 アンケート調査結果と考察

アンケート調査結果を図6から図10に示す。図6は回答者の基本属性の分布を示す。回答者の母国語言語は、日本語36名、35.6%、中国語35名(北京語34名、広東語1名)、34.7%、英語13名、12.9%、その他言語17名(調査は英語で実施)、16.8%、英語その他言語合計30名、29.7%となり、回答者の言語間での人数の偏りは少ない。一方で、年齢は分散が大きく、特に60歳以上はほぼ日本語が占めた。

図7はサインへの気づきの有無を示す。投影面が見える範囲で調査実施したものの、全体としては36%がサインに気づき、64%がサインに気づかないと回答した。属性による誘目性の差異を確認するため、「母国語によってサインを気づく割合に違いがない」「年代によってサインを気づく割合に違いがない」ことそれぞれを帰無仮説としカイ二乗検定を行った結果、母国語については有意水準5%のもとで帰無仮説が棄却された。残差分析の結果、日本語の調整済み残差は、「気付く」が-2.6、「気づかない」が+2.6($p=0.0093$)で有意にサインに気が付かない傾向にあった。逆に、英語、その他では、「気づく」が+2.4($p=0.018$)、+2.2($p=0.031$)で有意にサインに気が付く傾向にあった。一方、年代については有意差が認められなかった。

この傾向は、今回のサインを英語と日本語で作成したこと起因すると考えられる。外国人旅行者は、不慣れた外国の空港でより多くの情報を得ようと注意を払うがために自分の理解できる言語で書かれたサインに気づき、日本人旅行者は、自国の空港でサイン以外にも情報を得る手段が多数存在する状況にあるがために、英語がメインに書かれたサインに対して、自分に必要な案内であることに気づき

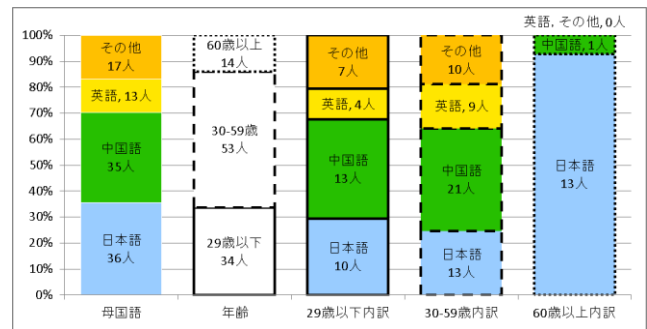


図6 回答者の基本属性の分布

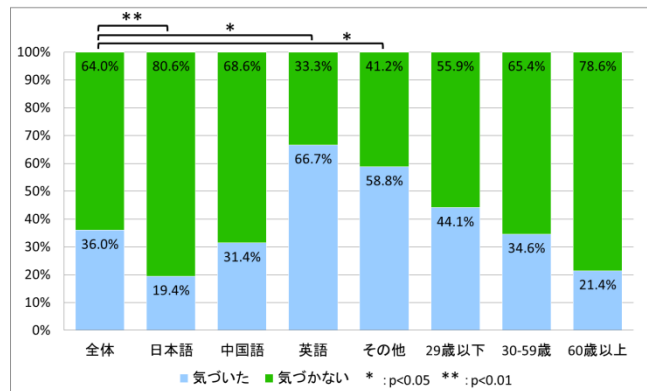


図7 サインへの気づきの有無

にくいことが考えられる。そのため、今回有意差が認められなかった中国語に関しても、サインに中国語を記載することで気づく傾向が生じる可能性が考えられる。

図8、図9は、サインを見た後に選択する出国口の割合を示す。全体としてサインを見た後は約40%の人が北側出国口に行くことと回答し、約60%の人が中央出国口へ行くことと回答した。この傾向は基本属性の言語別、年代別でも同様であった。しかしながら60歳以上においては、サインを見た後も約93%が中央出国口を選択すると回答し、北側出国口を選択する人は約7%であった。「各年代で出国口の選択割合に違いがない」ことを帰無仮説としカイ二乗検定を行った結果、有意水準5%のもとで棄却された。残差分析の結果、60歳以上の調整済み残差は+2.7($p=0.0077$)で有意に中央出国口を選ぶことが認められた。つまり、60歳以上の高齢の施設利用者には、プロジェクションサインによる北側出国口への誘導、案内は効果がないと考えられる。

また、基本属性だけではなく、サインの情報内容の理解に応じて選択する出国口が異なるかについても検定した。

「存在情報の理解可否で出国口の選択割合に違いがない」「位置情報の理解可否で出国口の選択割合に違いがない」「混雑情報の理解可否で出国口の選択割合に違いがない」ことをそれぞれ帰無仮説としカイ二乗検定を行った結果、存在情報と位置情報の理解可否が有意水準5%(存在情報： $p=0.010$ 、位置情報： $p=0.012$)のもとで棄却された。これは、存在情報や位置情報が理解できれば、北側出国口を選択し、理解できなければ中央出国口を選択すると言える。

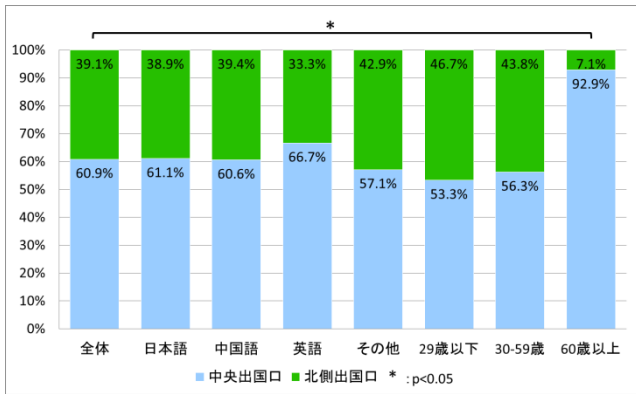


図 8 サインを見た後に選択する出国口, 基本属性別

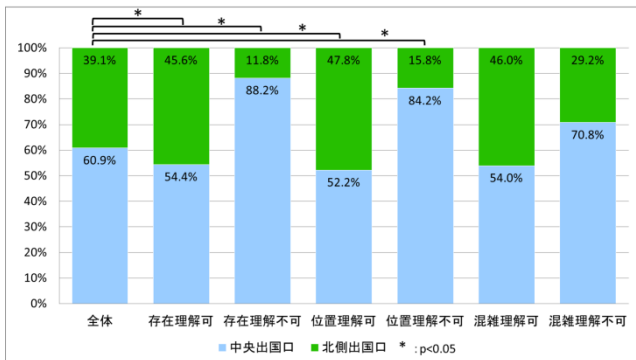


図 9 サインを見た後に選択する出国口, 情報内容理解別

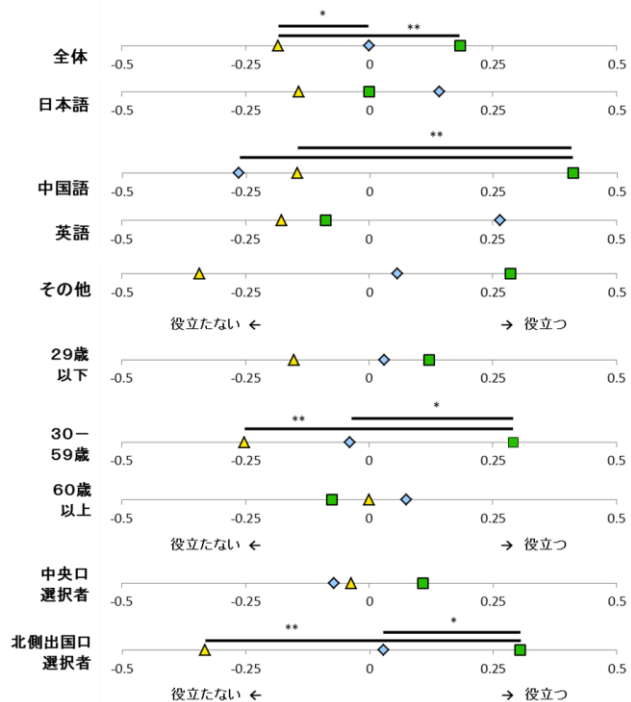


図 10 役立つ情報内容の正規化順位法評価結果

図 10 は役立つ情報内容を正規化順位法[10]で評価した結果である。基本属性およびサインを見た後に選択する出国口の違いによっても整理した。全体では、3 位の搭乗口情報が、2 位の位置情報の間に 5%の有意水準で、1 位の混雑情報との間に 1%の有意水準で、役に立たないとされた。中国語では、1 位の混雑情報が、2 位の搭乗口情報、3 位の位

置情報と 1%の有意水準で役立つとされた。また、30-59 歳と北側出国口選択者では、2 位の位置情報は 5%の有意水準で、3 位の搭乗口情報とは 1%の有意水準で 1 位の混雑情報が役立つとされた。事前に行ったアンケート調査では、搭乗口が近い出国口を選ぶとする回答もあったが、搭乗口情報は多くの属性にとって役に立たない情報であることが分かった。一方で、混雑情報は中国語、30-59 歳、北側出国口選択者に役立つ情報内容とされ、プロジェクションサインとして混雑情報を提示することで、混雑状況の偏りが緩和できる可能性が示唆された。

5.2 カウント調査結果と考察

カウント調査結果を図 11 から図 13 に示す。図 11 は待ち人数、通過人数を投影なし、投影ありでそれぞれ示し、図 12 は、中央出国口、北側出国口の待ち人数比の推移、図 13 は、非投影時、混雑情報投影時、存在情報投影時のそれぞれの、5 分毎の待ち人数の変化を示す。

各出国口の混雑ピークは、8:00-10:00 の約 2 時間であった。投影なしの 2/28 は中央出国口、北側出国口共に混雑していた。出国口内の保安検査場の容量を超えている状況であった。7-8 時は中央出国口と北側出国口の混雑状況の差が顕著であるため、サインによる誘導の平準化効果が期待できた。一方で、投影ありの 3/6 は、投影なしと比べて中央の待ち人数が減少している。図 12 の待ち人数比を見ると、混雑情報（中央出国口に偏りがある）を表示している 7:15-8:00、9:15-9:45 は、それ以外の時間帯と比べて中央の待ち人数比率が減少している。また、調査開始直後と終了直前の比率が乱高下しているが、これはほとんど待ち人数が発生せず、母数が少ないことが原因である。

図 13 の 5 分後変化量分布をみると、混雑の偏り発生時に混雑情報を提示すると北側出国口が混雑する傾向があり、混雑が発生していないか、混雑の偏りが発生していないときに存在情報を提示すると、中央が混雑する傾向があった。この傾向は、アンケート調査で明らかになった、北側出国口選択者が混雑情報を役立つと回答した結果や、より近い出国口を利用したい意向と整合性がとれる。また、混雑情

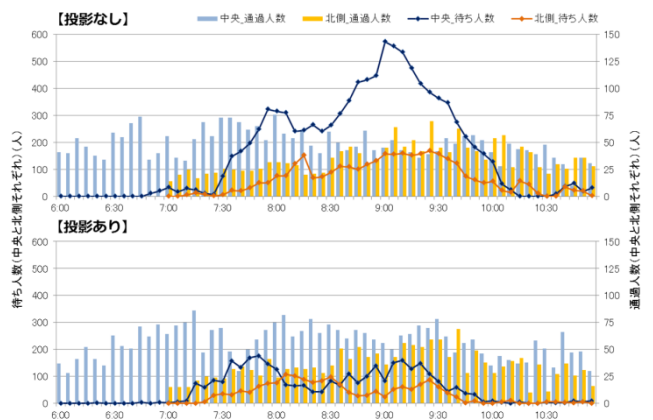


図 11 投影前後での待ち人数, 通過人数

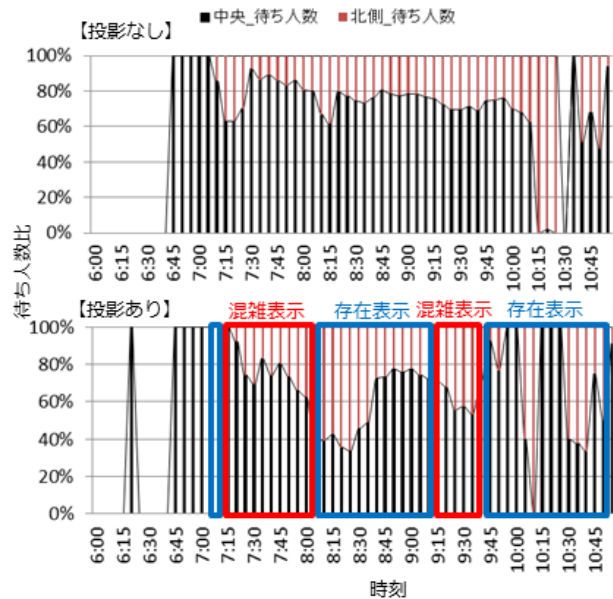


図 12 中央出国口、北側出国口の待ち人数比の推移

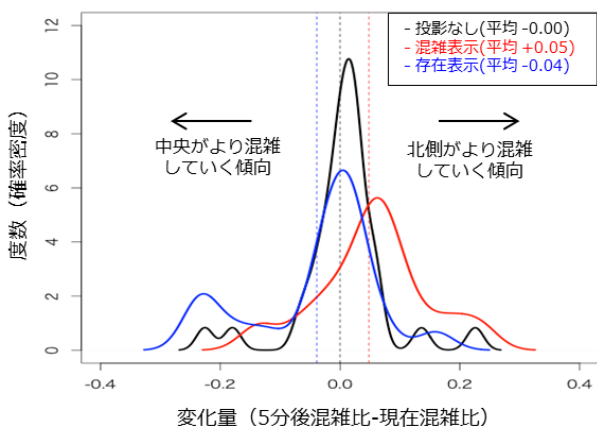


図 13 5分間での北側出国口待ち人数比の変化量分布

報と存在情報の変化量分布の間には有意差が認められたものの、非投影時との間には有意差が認められなかった。これは、観測量が少なかったことが原因と考えられる。

6. まとめと今後の課題

公共施設の状況に合わせた動的案内サインとして、プロジェクションサインを提案した。従来の固定サインの手法に基づきながら、現地でのアンケート調査、行動観察を通じてプロジェクションサインを設計した。プロジェクションサインの有効性を確認するため、羽田空港国際線旅客ターミナルにおいて投影実験を行い、アンケート調査とカウント調査を実施した。

アンケート調査結果から、利用者の年齢や母国語などの属性によって、サインの誘目性、理解性、行動変容性、役立つ情報内容が異なることが明らかになった。特に、誘目性と役立つ情報内容は母国語が影響し、サインが示す情報内容が理解されれば行動変容につながるということが分かった。一方で、60歳以上の高齢者のように、行動変容の効果が無い属性が存在することも明らかになった。

カウント調査結果から、中央出国口に混雑の偏りがあることを提示したときは北側出国口の待ち人数が増加し、混雑に偏りが無い時、両出国口の存在情報を提示すると、中央出国口の待ち人数が増加する傾向が明らかになった。このことから、施設利用者の属性を考慮し、混雑状況などに応じてサインの内容を変更することで、プロジェクションサインが施設内の混雑の平準化に寄与できる可能性が示唆された。

今後の課題としては、施設内の状況推定技術の適用と、属性に応じた情報内容を提示することの有効性評価である。

特に、今回は、施設状況として各出国口の待ち人数、通過人数を5分毎に手でカウントしたが、状況の時間変化は早く、正確な数を捉えきれていない可能性がある。施設内の状況推定技術として、人の流れを計測する技術や、予測する技術などを適用することで、出国口の待ち人数、通過人数をリアルタイムに取得し、より正確な施設の状況に合わせたプロジェクションサインの効果測定を行いたい。

また、中国語話者にとって混雑情報が役立つこと、英語で表記したサインが英語、その他言語話者に気づかれたことを考慮し、例えば中国語で表記した混雑情報を示すサインを投影することで、中国語話者がサインに従い行動するか、など、属性に応じて情報内容を変更することの有効性を確かめたい。

謝辞 羽田空港国際線旅客ターミナル内において調査にご協力頂いた皆さま、同職員の皆様に、謹んで感謝の意を表する。

参考文献

- [1] “日本政府観光局 報道発表資料”. http://www.jnto.go.jp/jpn/news/data_info_listing/pdf/160119_monthly.pdf, (参照 2016-3-31)
- [2] 山下倫央, 荒牧英治, 宮部真衣, 岩田敦之, 大西正輝, 依田育士, 野田五十樹. 大規模群集流動の制御に向けた統合支援サービスの提案, JAWS2014.
- [3] 寺西裕一, 地引 昌弘, 西永望. 映像解析による大規模避難誘導システムの設計, 2016-DPS-166(12), 1-8 (2016-02-25)
- [4] 松田三恵子, 杉山博史, 土井美和子. 歩行者の経路への嗜好を反映した経路生成, 電子情報通信学会論文誌, J87-A. No.1 pp.132-139, (2004-01-01)
- [5] J. Krumm, “Ubiquitous advertising: the killer application for the 21st century,” IEEE Pervasive Computing, vol. 10, no. 1, pp. 66-73, Jan.-Mar. 2011.
- [6] “サインネージ効果測定 ひかりサインネージ Metrics2”. <http://www.hikarisignage.net/option/option1.html>, (参照 2016-4-14)
- [7] 赤瀬達三, サインシステム計画学: 公共空間と記号の体系. 鹿島出版会(2013)
- [8] 日本規格協会, JIS Z 8210 案内用図記号(2002)
- [9] 橋口恭子, 片岡春乃, 和合加愛, 市川裕介, 手塚博久, 山下慎一郎, 久原勇作, 秋山哲男. デザインのユニバーサル性に配慮した動的サインの表現様式の研究 -羽田空港国際線旅客ターミナルでの評価実験-,第 63 回日本デザイン学会春季研究発表大会, (2016-07 発表予定)
- [10] 福田忠彦, 人間工学ガイド: 感性を科学する方法. サイエンスティスト社(2009)