大規模交通ターミナル地区における行動分析に基づいた歩行者サインシステムに関する研究

森　圭右[1]・鬼木　渉[2]・安　隆浩[3]・塚口　博司[4]

[1]正会員　西日本高速道路株式会社（〒530-0003 大阪市北区堂島1-6-20）
[2]学生会員　立命館大学大学院理工学研究科（〒525-8577 滋賀県草津市野路東1-1-1）
[4]正会員　立命館大学理工学部（〒525-8577 滋賀県草津市野路東1-1-1）
[4]フェロー会員　立命館大学理工学部（〒525-8577 滋賀県草津市野路東1-1-1）
E-mail:tsukaguc@se.ritsumei.ac.jp

近年，大都市都心部の大規模交通ターミナルは，交通結節点としての機能だけでなく，商業施設の集積によって，複雑な多層構造となる傾向がある。人々は、多様な目的でこれらの交通ターミナルを利用するから、誰にでも分かりやすいサインシステムの構築が必要不可欠である。本研究は、大規模交通ターミナル地区において、歩行者サインの整備量、整備位置、ならびにそれらの利用状況を詳細に把握するとともに、これらの歩行者サインシステムが来街者の行動に与える影響について基礎的な分析を行うことを目的とするものである。

Key Words : *large transportation terminal,sign system, recognition and observance rate of sign*

1. はじめに

大規模な交通ターミナル地区では、鉄道駅、主要な商業施設、公共施設が地上および地下に多数存在しているため、多様な来街者に対して、誰にでもわかりやすいサインシステムの構築が必要不可欠である。最適なサインシステムを導入するためには、様々な歩行者の行動を把握する必要がある。中でも土地理不案内者の行動を把握し、歩行者誘導サインが経路選択に与える影響を把握することが有用なサインシステムを構築することに繋がると考えられる。

サインシステムに関する研究としては、金ら[1]は、誘導サインの配置、管理、デザイン等の整備計画を検討している。緒方ら[2]は、誘導サインの設置位置について論じている。横田ら[3]は、歩行者の空間認知の視点から、経路が把握しやすい地下街を計画するために必要となる建築空間・施設配置・サイン設置など基礎的な条件を明らかにしている。

連結信頼性に関する研究としては、若林[4]は、信頼性からみた道路網の質的な整備水準を計量化しようとする立場から、交通工学的諸特性を考慮にいれた信頼性評価解析法を提案している。

本研究は、JR大阪駅等を中心とする大規模交通ターミナル地区を対象とし、当該地区におけるサインシステムの設置状況と来街者の経路選択行動との関係を把握し、有効なサイン整備について検討することを目的とする。

2. 調査対象地区およびに調査概要

(1) 調査対象地区の概要

本研究で対象とする大規模交通ターミナル地区には、JR 大阪駅、JR 北新地駅、阪急梅田駅、阪神梅田駅、地下鉄梅田駅、同東梅田駅、同西梅田駅の 7 駅が存在している。本研究ではこの地区を「大阪梅田ターミナル地区」と呼ぶことにする。大阪梅田ターミナル地区を図-1、図-2 に示す。

大阪梅田ターミナル地区においては、梅田ターミナル地域サイン整備連絡会等での議論を考慮して、サインの整備が行われている。また、大阪梅田ターミナル地区においては、阪急百貨店の改修、グランフロント大阪の開業を契機に新たなサインが設置されている。

大阪梅田ターミナル地区の地下部分には、地下街が形成されている。これらは複数の独立した地下街によって構築されているが、本論ではこれらの地下空間を「梅田地下街」と呼ぶことにする。大阪梅田ターミナル地区には地上と地下にそれぞれ歩行者空間ネットワークが整備されている。地上のネットワークは幹線街路の歩道、ペデストリアンデッキ、建物内の通路から形成されており、地下には地上の街路網を概ねベースとした地下通路が整備されている。

当該地区の来訪者は、地上空間と地下空間の双方を利用して目的地に向かうことが多く、複雑な 3 次元空間における経路選択を行っている。このため、周辺地理を熟知した歩行者でない限り、目的地までの適切な経路を見

出すことは容易でない。さらに、2011 年 5 月には、大阪ステーションシティが完成し、JR 大阪駅 3F に新たな改札口が設けられるとともに、付近一帯には大規模商業施設が開業した。その結果、主要な動線が形成されている JR－阪急間等に 2 回以上の上下移動が必要となった。また、2013 年には JR 大阪駅北側にグランフロント大阪が開業し、大阪梅田ターミナル地区は一層複雑な構造になったと言えよう。

図-1 大阪梅田ターミナル地区地上街路網

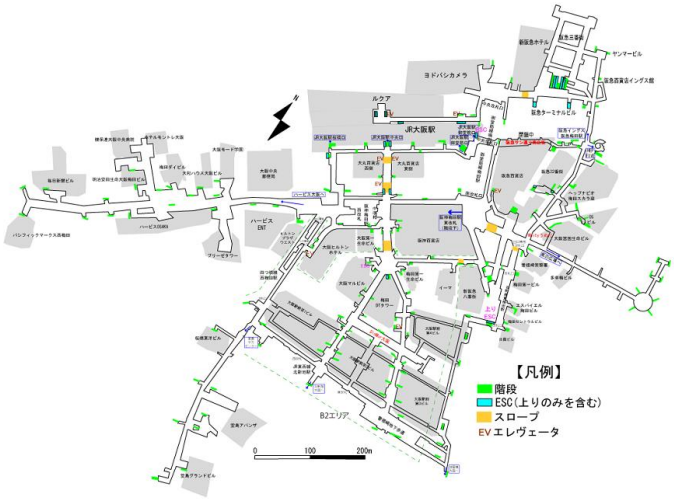

図-2 大阪梅田ターミナル地区地下街路網

(2) 調査の概要

本研究では、歩行者サイン実態調査、およびサイン整備状況下における歩行実験を行った。

a) 歩行者サインの実態調査

歩行者用サインを設置場所から、設置位置を天井からの吊り下げサイン、壁面に設置されているサイン、床に設置されているサインに区分した。また、表記内容から、地図サイン、矢印サイン、文字サインの3つに区分した。

調査対象地区の地上および地下の歩行者用全サインについて、上記事項ならびに記載内容（交通機関および商業施設の情報等）を記録するためにデジタルカメラで撮影した。調査は、2009 年 6 月および 8 月(南部区域)に実施した。なお、ディアモール等、対象地区の南部区域では JR 大阪駅改修等に伴うサインの大きな変更が見られないため、本調査結果は現状と考えて差し支えない。

b) サイン認識及び順守に関する歩行実験

サインの認識および遵守の状況を把握するために、被験者に調査対象地区の鉄道駅間を以下の条件の下で、歩くように指示した(①JR 大阪駅中央改札口→阪急梅田駅、②阪急梅田駅 2F 改札口→地下鉄谷町線東梅田駅、③地下鉄谷町線東梅田駅→JR 大阪駅、④JR 大阪駅御堂筋口→地下鉄谷町線東梅田駅、⑤地下鉄谷町線東梅田駅→阪急梅田駅）。調査は 2011 年 9 月、同 10 月、2012 年 11 月に行った。被験者には立命館大学学生 24 名を採用し、実験開始前に目的地の認知状況を確認した。

1) 被験者は、各自デジタルカメラを持ち、上記 OD 間を自由に経路選択しながら移動し、途中で目にしたサインをすべて撮影する。
2) 被験者が撮影するサインは目的地の情報が記載されている矢印、地図、文字サインのみとする。
3) 撮影されたサインの位置と通過した経路を確認するため、調査員が被験者を後方から追跡し、撮影されたサインの位置、通過経路を図-1 あるいは図-2 の地図に記入する。
4) 出発地点（改札前）では、被験者には何の情報も与えず、現地のサインだけを頼りに目的地まで向わせる。なお、駅への到着はいずれかの改札口への到着とする。

c) 歩行経路選択に関する歩行実験

歩行者の経路選択行動にサインが与える影響を把握するために、調査対象地区において特定OD（代替経路が複数あるもの）を対象にした歩行実験を2011年12月に実施した。出発地点は、JR大阪駅より南側のエリア地下（図3の赤枠1～3）に設定し、目的地は出発地点から北側のエリア（図3の青枠 阪急梅田駅改札）とした。調査方法は、前述の実験b)とほぼ同様であるが、被験者を出発地点の位置をできるだけ特定しにくいように出発地点まで誘導した。被験者には立命館大学学生22名を採用した。

3. 調査対象地区のネットワーク

本研究で用いるネットワークは図4～図7に示すとおりであり、リンク数は、地下117、1階133、2階14、3階5、5階1である。昇降リンク数は、44リンク(JR大阪、阪急近辺に設置されているもの)である。ノード数は、地下91、1階89、2階17、3階6、5階2である。

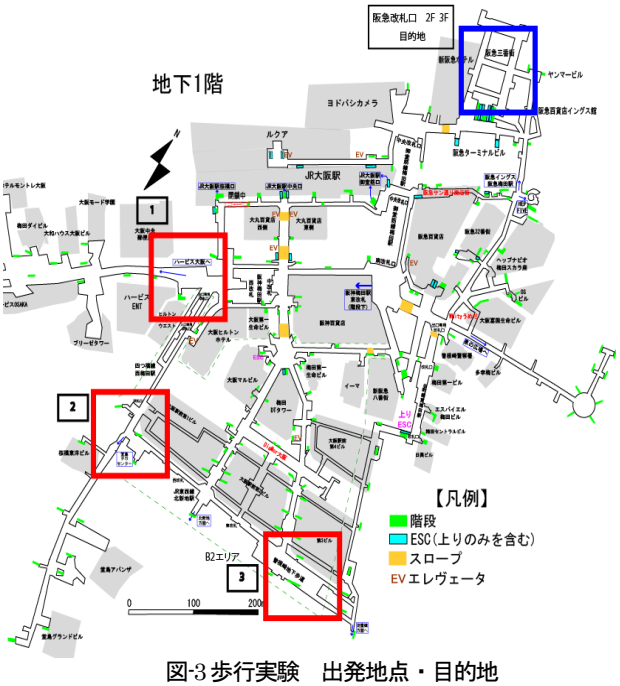

図-3 歩行実験　出発地点・目的地

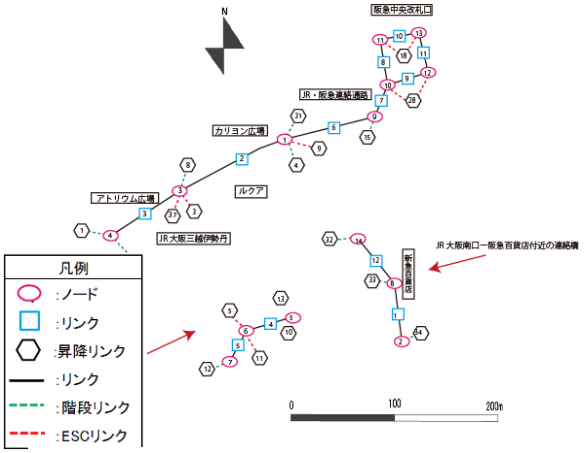

図-4　2F ネットワーク

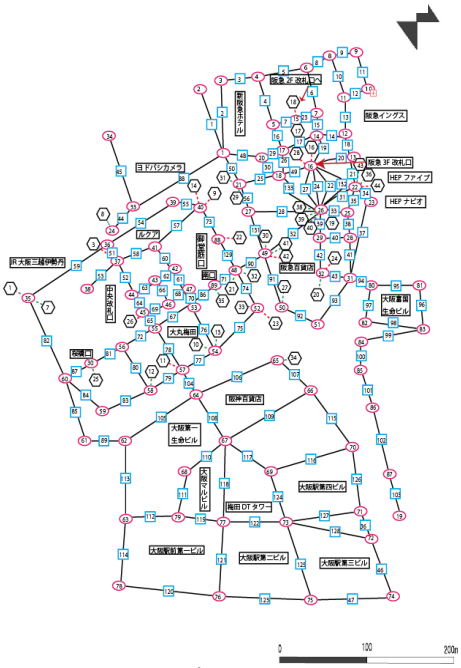

図-5 地上ネットワーク

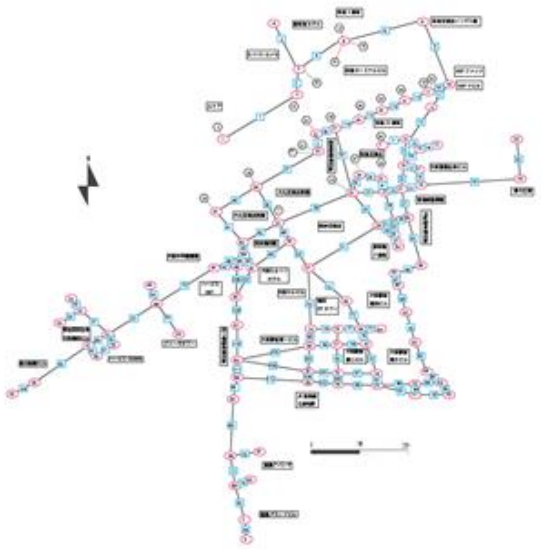

図-6　1F ネットワーク

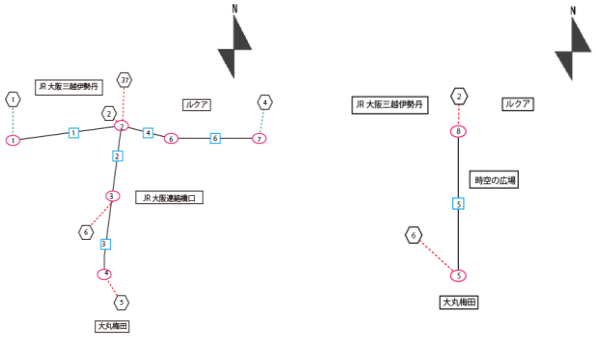

図-7　3F ネットワーク(左)および 5F ネットワーク(右)

4.　サインの認知状況・選択ルート

被験者の対象 OD に対する認知状況を表-1 に示す。また、図-8-1～図 8-9 に被験者が選択したルートを示す。

表-1 から阪急梅田駅⇔谷町線東梅田駅間や JR 大阪駅⇒谷町線東梅田駅の経路の認知状況が相対的に低い傾向にある。また、JR 大阪駅⇒阪急梅田駅の経路の認知状況が相対的に高い傾向である。

次に各被験者が実際に選択したルートについて述べる。200m～300mの歩行距離である JR 大阪駅-阪急梅田駅間ならびに JR 大阪駅-谷町線東梅田間は、ルート選択数はあまり多くなく、2～3 に絞られている。一方で阪急梅田駅-谷町線東梅田間は、最短経路を通っても約 400mあり（阪急 2F 改札なら約 500m）、ルート選択の機会も多い。

表-1　被験者の目的地に対する認知状況

経路に対する認知状況	JR→阪急	阪急→東梅田	東梅田→JR	JR→東梅田	東梅田→阪急
1 土地勘あり	15	10	16	12	10
2 土地勘多少あり	6	8	5	5	6
3 土地勘ほとんどなし	3	6	3	7	8

注）歩行実験 b)の被験者（2.（2）参照）

図-8-1 阪急→東梅田間のルート(地下)

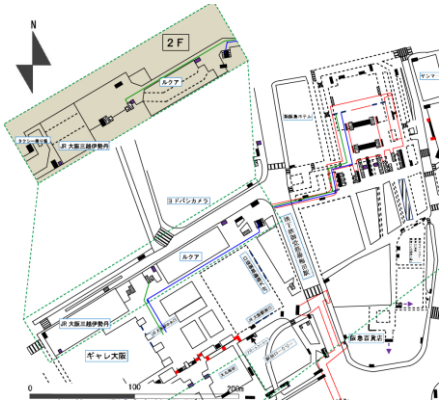

図-8-2 JR→阪急間のルート

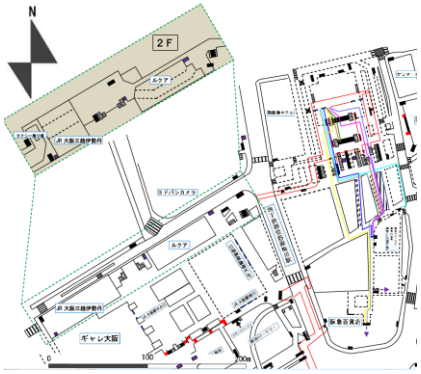

図-8-3 阪急→東梅田間のルート(地上)

図-8-4 東梅田→阪急間のルート(地下)

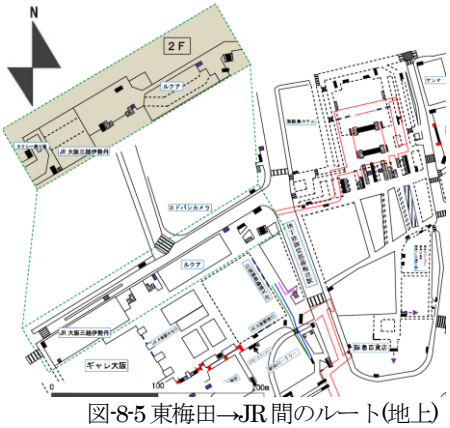

図-8-5 東梅田→JR 間のルート(地上)

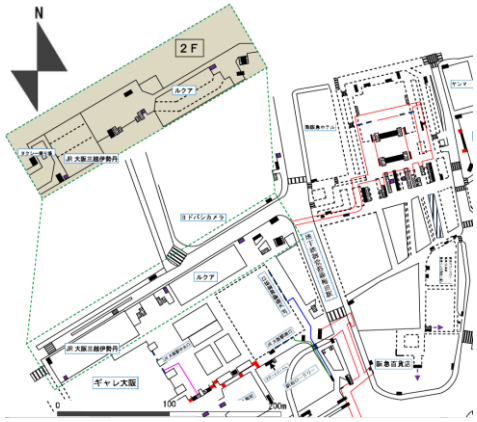

図-8-6 JR→東梅田間のルート(地上)

図-8-7 JR→東梅田間のルート(地下)

図-8-8　東梅田→阪急間のルート(地下)

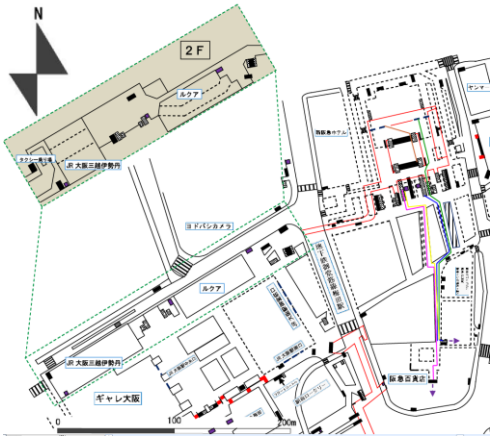

図-8-9　東梅田→阪急間のルート(地上)

地上凡例	
階段	
エスカレータ	
エレヴェータ	
2階部分	
横断歩道	
改札口	
スロープ又は同一フロア内の昇降	

5. サイン認識率および順守率

本研究では、被験者が通過したノードないしはリンク上に存在する目的地情報が記載されている全サインの中から視認したサインの割合をサイン認識率と定義した。次に被験者が視認したサインの中から、そのサインに従ったサインの割合をサイン順守率と定義した。

歩行実験で得られれた集計結果を基にして上式を用いて認識状況および階層ごとに、サイン種類、設置位置等に着目してサイン認識率を算出するとともに、サイン順守率を求め、表-2 に結果を示す。階層別のサインの認識率は 2F 部分が最も高く、1F 部分が低く、サインの種類別では地図サインの認識が低く、矢印サイン、表記サインの認識は高い傾向にある。

$$\text{サイン認識率} = \frac{\sum(\text{通過ノードの視認サイン数} + \text{通過リンクの視認サイン数})}{\sum(\text{通過ノードのサイン数} + \text{通過リンクのサイン数})}$$

$$\text{サイン順守率※} = \frac{\sum(\text{サインの指示に従ったサイン数})}{\sum(\text{通過ノードの視認サイン数} + \text{通過リンクの視認サイン数})}$$

表-2　階層別サイン認識率および順守率

1F

階層	矢印サイン認識率				地図サイン認識率	地点案内サイン認識率			サイン順守率
	全体	サインの位置1	サインの位置2	サインの位置3	サインの位置2	全体	サインの位置1	サインの位置2	
1F	27.28%	27.22%	29.97%	8.70%	3.61%	11.26%	11.26%		93.37%
2F	46.40%	49.56%	16.67%		4.17%	9.84%	28.57%	0%	100%
地下	39.37%	44.58%	28.87%	6.59%	1.87%	38.89%	43.64%	31.43%	98.49%
全体	35.34%	38.79%	28.77%	7.30%	2.37%	15.19%	18.25%	7.10%	97.14%

認知状況	矢印サイン認識率				地図サイン認識率	表記サイン認識率			サイン順守率
	全体	サインの位置1	サインの位置2	サインの位置3	サインの位置2	全体	サインの位置1	サインの位置2	
1	31.94%	35.16%	25.15%	7.35%	1.17%	14.65%	18.83%	4.40%	98.07%
2	37.84%	41.98%	28.76%	5.56%	4.55%	14.50%	17.58%	8%	98%
3	40.11%	43.36%	35.88%	9.09%	2.37%	17.36%	17.53%	16.67%	94.93%
全体	35.34%	38.79%	28.77%	7.30%	2.37%	15.19%	18.25%	7.10%	97.14%

認識-階層	矢印サイン認識率				地図サイン認識率	表記サイン認識率			サイン順守率
	全体	サインの位置1	サインの位置2	サインの位置3	サインの位置2	全体	サインの位置1	サインの位置2	
1-1F	25.49%	24.52%	29.76%	11.11%	2.86%	10.49%	10.49%		95.83%
1-2F	40.18%	43.15%	13.64%		4.11%	12.39%	36.84%	0.00%	100.00%
1-地下	35.22%	41.45%	21.53%	6.00%	0.24%	38.46%	47.83%	25.00%	98.85%
2-1F	26.98%	29.41%	24.05%	6.67%	4.55%	11.67%	11.67%		94%
2-2F	55.06%	58.02%	25.00%		3.85%	6.82%	21.43%	0%	100%
2-地下	42.54%	46.67%	34.85%	4.76%	4.62%	33.33%	35.29%	30%	99%
3-1F	31.54%	31.28%	35.56%	7.69%	4.44%	12.68%	12.68%		88%
3-2F	55.22%	59.02%	16.67%		4.76%	3.85%	9.09%	0%	100%
3-地下	44.24%	48.39%	37.84%	10.00%	1.75%	45.83%	46.67%	44.44%	97.58%
全体	35.34%	38.79%	28.77%	7.30%	2.37%	15.19%	18.25%	7.10%	97.14%

6.　サインによる目的地到達可能性

(1)　基本的な考え方

1つのノードと隣接する前方リンクを1セグメントとする。サインの連続性については、1セグメントにサインが1つ以上あればサインは連続していると見なす。しかし、サインが存在しても歩行者がそのサインを認識しなければサインは機能しない。そこで、1セグメントに存在する形態別サインを把握し、そのサインの認識率（表-2参照）を用いてセグメント認識率を求め、次に分岐点での認識率を算出する。そして、分岐点ごとの認識率を掛け合わせることでサインによる目的地到達可能性を求める。

まず、セグメント認識率R_{nm}とすると、

$$R_{nm} = 1 - \{(1-X)^a (1-Y)^b (1-Z)^{\sum_{i=1}^{m} C_{ni}}\}$$

ここで、

n：経路番号、m：経路 n のセグメントの個数、i：サイン番号、a：矢印サイン数、b：表記サイン数、c_{ni}：経路 n におけるセグメント番号 i の地図サイン数、x：矢印サイン認識率、y：表記サイン認識率、z：地図サイン認識率

次に、分岐点でのサイン情報を認識した場合の経路選択率P_{Ti}とすると、

$$P_{Ti} = \alpha_{Ti} + (1-\alpha_{Ti}) \times 1/(N_{Ti}-1)$$

ただし、分岐点T_iで方向情報を案内する場合は$\alpha_{Ti} = R_{rm}$（R_{rm}：セグメント認識率）、分岐点T_iで方向情報を案内しない場合は$\alpha_{Ti}=0$とする。

N_{Ti}：分岐点Tiにおける経路数

$N_{Ti}-1$：分岐点Tiにおける進行可能な方向

次に、目的地到達可能性D_{Tn}とすると、

$$D_{Tn} = P_{Tn1} \times P_{Tn2} \times P_{Tn3} \times \cdots \times P_{Tni}$$

n：経路番号　i：経路iのセグメントの個数

以下では、JR大阪駅、阪急梅田駅、谷町線東梅田駅の各鉄道駅間を対象ODとし、目的地到達可能性を算出する。

(2)　目的地到達可能性の検討

a)　JR大阪駅→阪急梅田駅の目的地到達可能性

各改札口から阪急梅田駅へ向かう場合の目的地到達可能性は、比較的高い値を示していることがわかる。ただし、南口、桜橋口から阪急梅田駅へ向かう経路については、低い値を示している。これは、経路選択機会が多い地上部分を通るからであろうと考えられる。

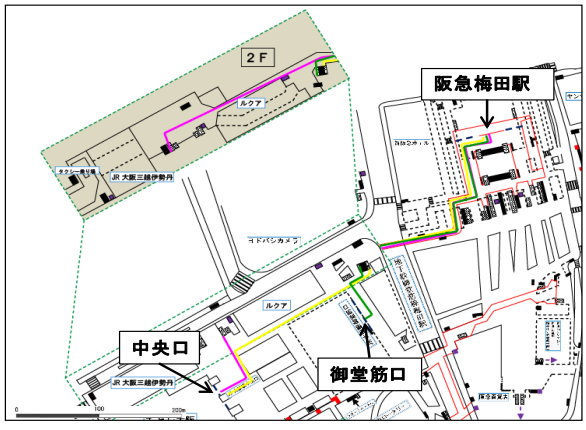

図-9 中央口・御堂筋口→阪急梅田駅

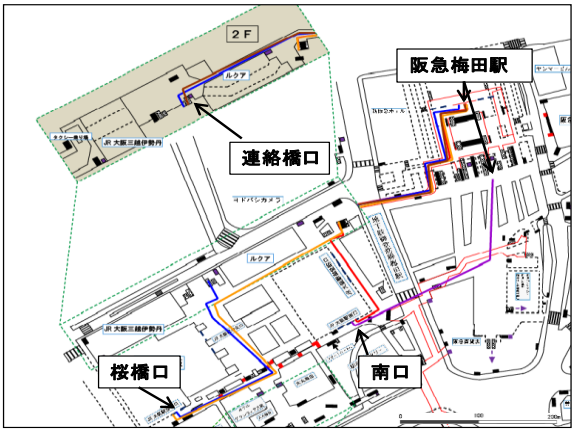

図-10 連絡橋口・桜橋口・南口→阪急梅田駅

表-3　JR大阪駅→阪急梅田駅　目的地到達可能性

各経路	目的地到達可能性
中央口⇒阪急梅田駅　経路1	85.97%
中央口⇒阪急梅田駅 経路2	69.40%
御堂筋口⇒阪急梅田駅	80.73%
南口⇒阪急梅田駅　経路1	49.37%
南口⇒阪急梅田駅　経路2	37.38%
桜橋口⇒阪急梅田駅　経路1	50.31%
桜橋口⇒阪急梅田駅　経路2	40.61%
連絡橋口⇒阪急梅田駅	89.40%

b)　JR大阪駅→谷町線東梅田駅の目的地到達可能性

中央口、連絡橋口から東梅田駅へ向かう場合の目的地到達可能性は高い値を示している。この理由としては、経路選択機会が少なく、認識率が高い3F・2F・地下を通ることが考えられる。御堂筋口、南口から東梅田駅へ向かう場合の目的地到達可能性が低い値を示している。これは、A地点(図-11参照)において多くの経路選択肢が存在するからであろうと考えられる。

c)　阪急梅田駅→JR大阪駅の目的地到達可能性

阪急梅田駅2F改札口からJR大阪駅へ向かう場合の目的地到達可能性は、高い値を示している。これは、2F部分がJR・阪急連絡通路で繋がれているからと考えられる。阪急梅田駅3F改札口からJR大阪駅へ向かう場合は、若干低い値を示しているが、経路選択機会の多い地上部分を多く通るからであろうと考えられる。

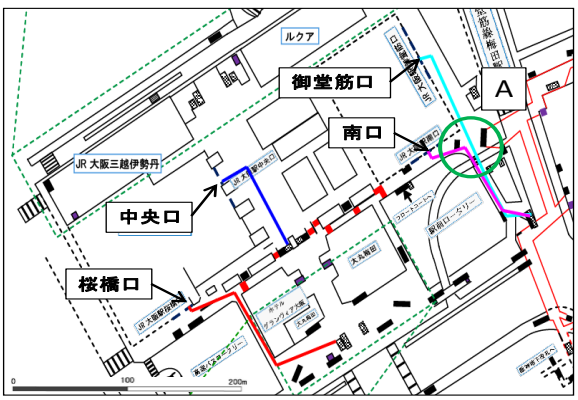

図-11 中央口・御堂筋口・桜橋口・南口→阪急梅田

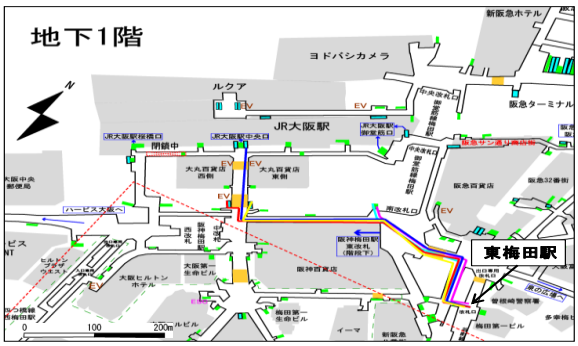

図-12 中央口・御堂筋口・桜橋口・南口→阪急梅田駅　地下

表-4　JR大阪駅→東梅田駅　目的地到達可能性

各経路	目的地到達可能性
中央口⇒東梅田駅	72.75%
御堂筋口⇒東梅田駅	58.36%
南口⇒東梅田駅	58.36%
桜橋口⇒東梅田駅	30.93%
連絡橋口⇒東梅田駅	73.31%

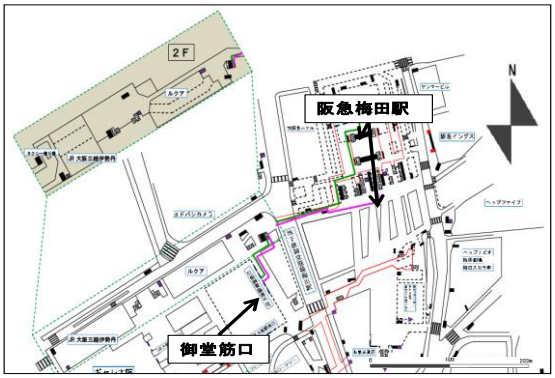

図-13 阪急梅田駅→中央口・御堂筋口・桜橋口・南口　地上

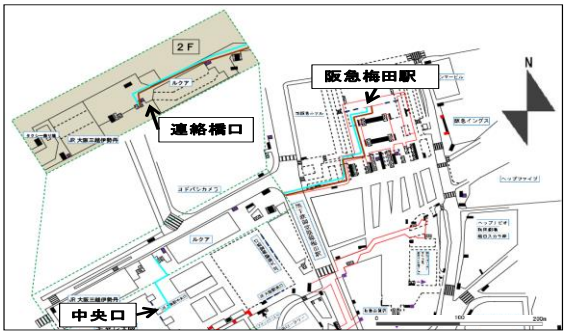

図-14 阪急梅田駅→JR大阪駅中央口・連絡橋口　地上

表-5　阪急梅田駅→JR大阪駅　目的地到達可能

各経路	目的地到達可能性
阪急梅田駅2F⇒御堂筋口	73.37%
阪急梅田駅2F⇒中央改札口	71.91%
阪急梅田駅2F⇒連絡橋口	71.91%
阪急梅田駅3F⇒御堂筋口	52.60%

d)　阪急梅田駅→谷町線東梅田駅の目的地到達可能性

各改札口から東梅田駅へ向かう場合の目的地到達可能性は、比較的高い値を示している。阪急百貨店の改修工

事にともなってサインが再整備されたことや経路選択機会が少ない地下部分を通るからであろう。

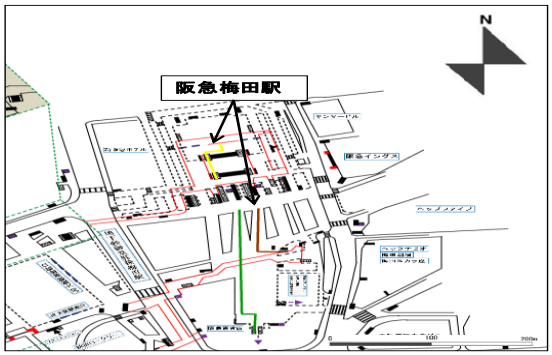

図-15 阪急梅田駅→東梅田駅　地上

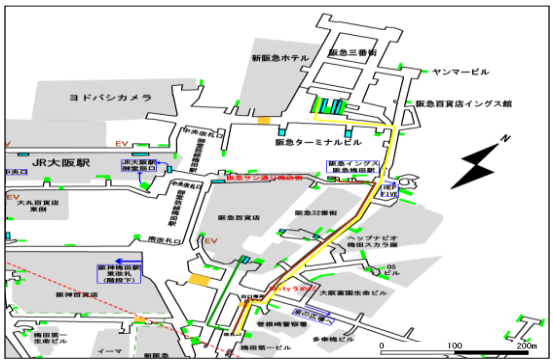

図-16 阪急梅田駅→東梅田駅　地下

e)　谷町線東梅田駅→JR大阪駅の目的地到達可能性

東梅田駅からJR大阪駅へ向かう場合の目的地到達可能性は、高い値を示している。経路選択機会が少ない地下部分を多く通るからと考えられる。また、B地点においては多くの経路選択肢が存在するがJR大阪駅構内であるため選択肢が絞ることができるからであろう。

f)　谷町線東梅田駅→阪急梅田駅の目的地到達可能性

東梅田駅から阪急梅田駅向かう場合の目的地到達可能性は、高い値を示している。C地点において目的地へのサインが密集していることや経路選択機会が少ないことなどのためと考えられる。

図-17　東梅田駅→JR大阪駅　地下

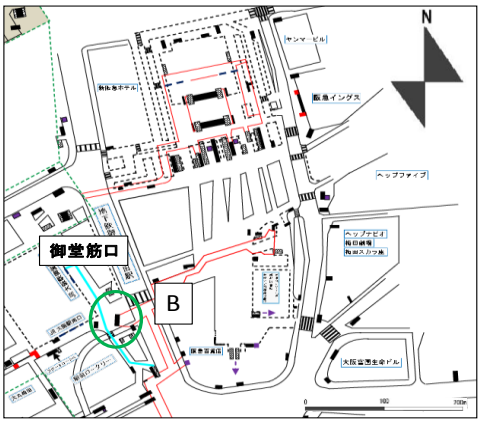

図-18 東梅田駅→JR大阪駅　地上

表-6　東梅田駅→JR大阪駅　目的地到達可能性

各経路	目的地到達可能性
東梅田駅⇒JR大阪駅御堂筋口	80.08%

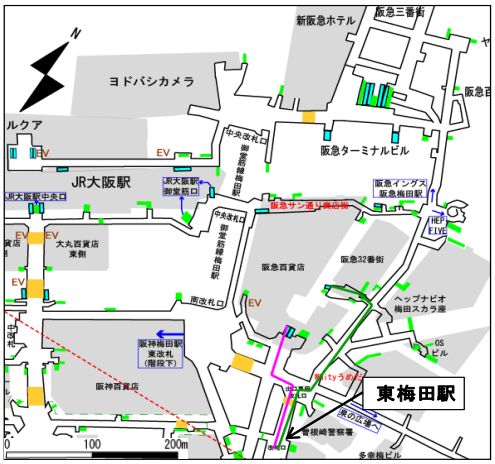

図-18 東梅田駅→阪急梅田駅　地下

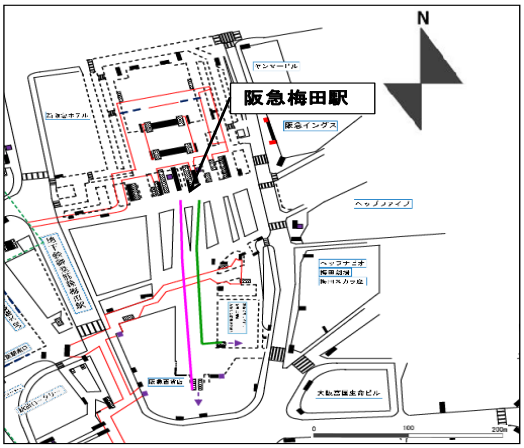

図-19 東梅田駅→JR大阪駅　地下

表-7　東梅田駅⇒阪急梅田駅　目的地到達可能性

各経路	目的地到達可能性
東梅田駅⇒阪急梅田駅3F経路1	88.21%
東梅田駅⇒阪急梅田駅3F経路2	60.31%

7. 経路選択行動モデル

(1)使用データ

目的地までの複数経路の中で選択されている経路の特性を調べるために、3肢選択ロジットモデルを構築した。当該モデルの説明変数は、全歩行距離(m)、平均幅員(m)、ならびにサイン認識率に基づいて求めた目的地到達可能性率である。

2章で述べたの実験結果に基づいて、同一ODのサンプルが2つ以上存在すること、始点から終点への移動可能な経路が3つ以上存在すること、および非選択経路を介して目的地へ移動する迂回率が極端に大きくないもの(迂回率0.4以内)を抽出した。

表-8 各 OD のサンプル数と選択された経路数

O	D	サンプル数	選択された経路数
西梅田方面	阪急梅田駅2F	19	3
堂島方面		19	3
第三ビル方面		18	3
阪急梅田駅2F	東梅田駅	26	3
東梅田駅	阪急梅田駅3F	20	3
合計		102	-

(2)パラメータ推定結果

a) 全行距離・サイン(目的地到達可能性)の場合

推定されたパラメータとパラメータのt検定値、尤度比、的中率を表-9に示す。パラメータの符号は、サインの指標が正であり、サインの整備が多い経路の方が選択されやすい結果になった。また、全行距離の符号は、負を示しており、距離が短いほど選択されやすいことが確認された。有意水準に関しては、サインの指標に関しては1%有意を満たしている。一方、全行距離の有意水準に関しては10%以上となっている。サインで誘導されている経路が必ずしも最短経路でなく、既往の研究よれば最短経路の約1.2倍程度の経路（地下街に限定すれば1.4倍）は通行されることが多いから、不合理な結果ではない。

表-9 全行距離・サインの結果

説明変数	パラメータ値	t値
全行距離(m)	-8.17.E-04	-0.218
サイン	9.35.E+00	5.588*
尤度比	0.1856	
的中率	57.84	

(*：1%有意、**：5%有意)

b) サイン(目的地到達可能性)・幅員の場合

推定されたパラメータとパラメータのt検定値、尤度比、的中率を以下の表-10に示す。パラメータの符号は、サインと幅員が正になっている。これより、歩行者はサインの整備が多く、幅員が広い経路を選択しやすいと考えられる。また、有意水準に関しては、サインと幅員ともに5%有意を満たしている。来街者はサインが整備されており、幅員の広い歩きやすい経路を重視して経路を選択していると考えられる。

表-10 サイン・幅員の結果

説明変数	パラメータ値	t値
サイン	5.65E+00	2.102**
幅員(m)	1.94E-01	1.686**
尤度比	0.1982	
的中率	57.84	

(*：1%有意、**：5%有意)

8. まとめ

本研究では、大阪梅田ターミナル地区の歩行者サインの実態調査によってサインの整備量および整備位置の把握を行った。次に、梅田ターミナル地区におけるサイン種類、設置位置、被験者の認知状況を踏まえたサイン認識率と順守率を算出した。階層別のサインの認識率は2F部分が最も高く、1F部分が低いようである。また、サインの種類別のサインの認識率に関しては地図サインの認識が低く、矢印サイン、表記サインの認識は高い傾向にある。

次にサインの認識率を用いて行った目的地到達可能性の分析では、JR大阪駅、阪急梅田駅、谷町線東梅田駅間の誘導経路において概ね高い値が得られた。

次にサインに関する指標を加味した経路選択行動モデルを構築した。これより、サインシステムが整備され、それらが来街者から視認されやすい位置に設置されていれば、来街者は的確に現地点と目的地を把握し、目的地に到達していることが確認できる。もっとも、本研究で採用した被験者は、対象地区を熟知しているわけではないが、必ずしも土地勘が全くないということではない（実験を行うに当たって、出発場所を出来るだけ特定しにくいように出発地への誘導を行ってはいる）。このため、今後は対象地区にほとんど土地勘がない人を対象とした歩行実験結果との比較が望ましいであろう。

参考文献

1) 金 賢淑、 浅野 聡、 梶島 邦江、 堀越 義章、 後藤 春彦、 戸沼 幸市：公共サインの整備計画に関する研究：東京都世田谷区における公共サインの課題と提案、日本建築学会計画系論文報告集 、No415 1990.9

2) 緒方 誠人、 材野 博司 ：都市のサイン計画に関する行動面からの研究：歩行者のサイン・空間情報収集のための行動に関する研究、日本建築学会計画系論文集 No.473 ,1995.7

3) 横田昌也、舟橋國男、奥俊信、小浦久子、木多道宏；地下街の空間認知に関する研究～大阪駅前ダイヤモンド地下街を事例として～ 日本建築学会大会学術講演梗概集、Page.865-866 1997 年 9 月

4) 若林拓史：道路網の信頼性解析に関する基礎的研究、京都大学学位論文、1989.12