

既存の地下交通結節点の改善方策の提案とその 検証手法に関する基礎研究 ～大阪梅田地下街を事例として～

藤本靖央^{1*}・水野成容²・坂本仁昭³・粕谷太郎⁴

¹非会員 株式会社オオバ大阪支店 まちづくり部 (〒541-0047 大阪市中央区淡路町1丁目7番3号)

*E-mail:fujimoto-y@k-ohba.co.jp

²非会員 大阪ガス株式会社 近畿圏部 (〒541-0046 大阪市中央区平野町4丁目1番2号)

³非会員 株式会社日建設シビル 設計管理部 (〒541-8528 大阪市中央区高麗橋4丁目6番2号)

⁴フェロー会員 都市地下空間活用研究会 (〒112-0013 東京都文京区音羽2丁目2番2号)

地下街・地下通路は、歩車分離の観点から地下歩道として整備されるだけでなく、地下街として商業・飲食施設が整備されるなど、社会基盤の強化・周辺地域活性化等の目的からも建設が進められている。その地下街・地下通路の交通結節点には、地下広場が計画・整備され、地下鉄道駅をはじめとする多くの利用者がこの地下広場を介して目的地に向う他、待ち合わせ場所としても利用されている。しかし、既存地下広場では、動線が交錯し、利用者にとって利用しやすい空間になっていると言いつつも難しい部分も多々見受けられる。

そこで、第一に利用者の多い既存地下広場の利用状況の把握と、改善方策の検討を行った。第二に、その結果について、コンピューター・シミュレーションを用いて検証を行った。本論文では、これら状況把握と検証を行うことで、利用者の多い地下広場の改善方策を探ることを目的としている。

Key Words : *Underground spaces, Underground passages, Transportation nodes, Simulation of pedestrian flow*

1. 研究概要

(1) 研究目的

交通結節点として利用者が多く人の動線が錯綜している地下広場の改善策を探ることを目的としている。

(2) 研究方針

本本研究では、鉄道利用者や商業施設利用者などの利用者の非常に多い大阪梅田の地下広場を研究対象とした。利用者が利用しやすい空間を検討するためには現状を把握する必要があるため、地下広場の通行量の調査と錯綜している動線の調査を行い、その上で、利用者の歩きやすさを改善するための検討を行った。

また、その検討結果について効果の検証方法は、対象広場にて社会実験を行うことやコンピューターによるシミュレーションを行うことなどが考えらるが、本研究では、コンピューターによるシミュレーションを用いて検証を行った。

2. 研究対象地域の概要

(1) 研究対象エリアの都市概要

研究対象エリアは、JR大阪駅南側で図-1に示す7つの路線の駅が集積した交通結節点になっている。

その各駅を繋ぐように、地下街・地下道が整備され、その床面積は、約82,000m²であり、この周辺に訪れる人々の重要な歩行者ネットワークになっている。

また、7つの路線の1日あたりの乗降客数は240万人(平成19年都市交通年報¹⁾より)で、研究対象地下広場には1時間あたり2万人もの利用者が6方向から流入する世界でも珍しい地下広場である。

(2) 既存地下広場の概要

対象の既存地下広場は、混雑がひどく、利用者にとって非常にストレスを感じる場所になっている。混雑する理由としては、地下広場周辺に7つ駅の駅が点在しており、各鉄道駅への乗換える場合にこの地下広場を介して目的方向に向かうルートが、最短ルートであることから、

大阪駅周辺でも非常に多くの通行量のある空間になっている。

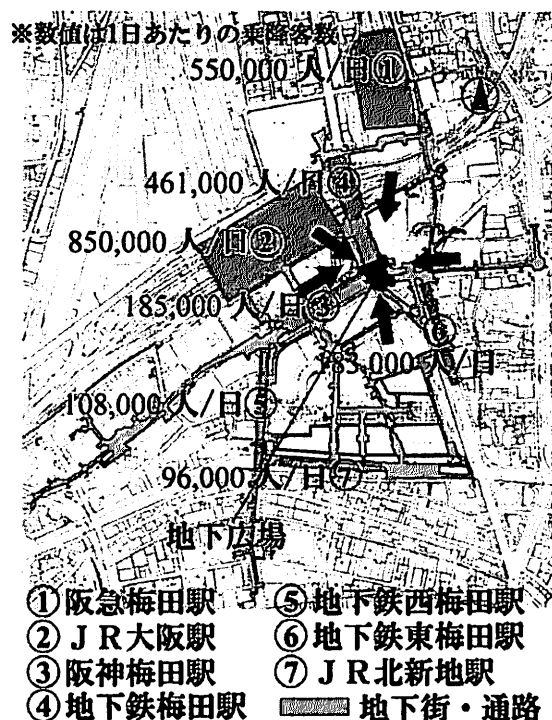


図-1 梅田地下街の概要

3. 通行量調査

(1) 通行量調査方法

通行量調査は、各流入断面の通行量を測定した。調査場所は図-2 に示した 6 か所とする。調査時間帯は、平日（朝・昼・夜）とし、阪神百貨店出入口の流出入量もあるが、広場内の人の流れと概ねの通行量を把握する上では問題無いと考え、調査対象から削除した。調査概要を以下に示す。

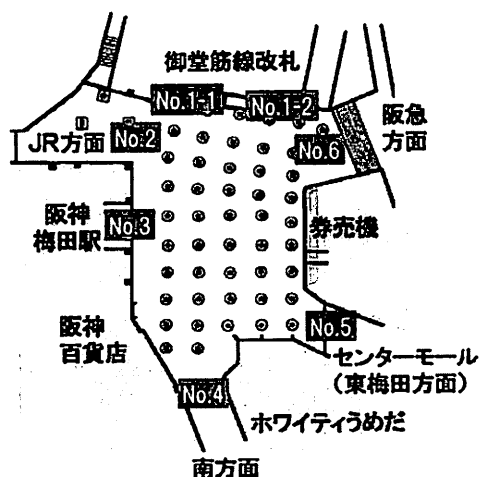


図-2 地下広場と調査位置

- ・実施日時：2010年3月9日（火）
- ・朝／8:30～9:30・昼／12:00～13:00・夜／17:30～18:30 の各時間帯の内 30 分間
- ・計測方法：各調査ポイントの地下広場への流入（I N），流出（O U T）の通行量を、5 分間×3 回交互に計測（5 分前後とし 5 分に換算）

(2) 通行量調査結果

表-1 の数値は、各時間帯 3 回の 5 分間通行量の平均値である。通行量は朝、夜、昼の順に多く、昼は朝の半分、夜は朝の 2/3 程度になっている。昼の時間帯では、観測地点間で流入出量に朝夕ほど大きな差はない。また、全時間帯を通じて、No.1 から地下広場への流入・流出が多いことが分かる。No.1 以外の調査ポイントを見ると、朝の時間帯では、流入は、No.3、No.6 が多く、流出は、No.2、No.5 が多い。夜の時間帯では、地下広場への流入は、No.2、No.5 が多く、流出は No.2、No.6 が多い。

これらのことから、朝には、郊外からの通勤者が地下鉄、JRへ乗り換えしていると推測され、夜は朝と逆の経路をたどっていると推測される。

また、朝は夜以上に観測地点間に流入出量の差が見られ、通勤目的の歩行者が集中していることが分かる。

表-1 各観測点における方面別通行量

調査ポイント (方面)	朝		昼		夜	
	IN(人)	OUT(人)	IN(人)	OUT(人)	IN(人)	OUT(人)
No.1-1	347	387	186	106	355	159
No.1-2	222	224	124	189	127	262
計	569	611	310	295	482	421
No.2	411	758	245	364	408	514
No.3	857	278	203	141	148	244
No.4	50	233	123	150	185	199
No.5	524	780	338	285	515	346
No.6	648	155	351	261	361	453
合計	3,059	2,810	1,570	1,496	2,098	2,178

4. 通行経路調査

(1) 通行経路調査方法

通行経路調査については、通行量調査と同じ 6 か所から流入する通行者に対して、地下空間をどのように移動するかの追跡を行った。調査対象者の性別・年齢層の選択は、各時間帯・流入場所で多い比率の属性に対して調査を行うとともに、性別・年齢に偏りの無いように留意して行った。

- ・実施日時：2010年3月9日（火）
- ・朝／8:30～9:30・昼／12:00～13:00・夜／17:30～18:30 の各時間帯の内 30 分間
- ・計測方法：各位置の歩行者（I N）について、30 人程度を追跡し、シートに記入

・歩行者の属性区分：【性別】男・女別，【年齢層】若年（学生・フリーター等）・壮年（若年勤務者含む）・老年

(2) 通行経路調査結果

通行経路調査を行った結果は，朝・夜の調査時間帯は通勤時間帯であることから，日頃利用されている経路であり，目的意識もはっきりして，個人での移動が多く見受けられた．一方，昼の時間帯は，日頃この空間を利用していないと思われる人や，数人のグループで移動する人も目立った．各時間帯の考察を以下に示す．

- ・朝の時間帯が，広場内の経路がもっとも広範囲にわたって錯綜すると予想される．
- ・昼の時間帯も同様の傾向があるが，全体通行量が少ないため，比較的，錯綜度合が減じられる．
- ・夜の時間帯は，広場内北側部分の，経路の錯綜状態が特徴である．

また，各調査ポイントから，時間帯毎の行き先の多い方面を表-2の太字に示す．

表-2 調査ポイントにおける動線の方面

調査ポイント	行き先		
	朝	昼	夜
No.1	No.3 No.4	No.2 No.5	No.2 No.5
No.2	No.5	No.5	No.2 No.6
No.3	No.5	No.5	No.5 No.6
No.4	No.1	No.6	No.6
No.5	No.2	No.1 No.2	No.2
No.6	No.2	No.2 No.5	No.3

以上のように，各調査ポイントの経路調査結果から，No.2(JR 大阪駅・地下鉄西梅田駅)・No.5(地下鉄東梅田駅)に向かう人の多いことが分かる．

また，その両調査ポイントからの流出・流入量も非常に多いことから，No.2⇔No.5の人の動線経路をどのように誘導するかが大きな課題である．

そして，No.1(地下鉄梅田駅)は改札口であるため，地下広場への流入・流出量をどのように制御できるかと言う点も大きな課題の一つである．

5. 人流シミュレーションによる分析

(1) 人流シミュレーションの概要

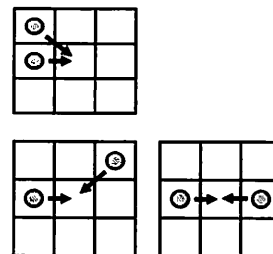
本研究で使用した人流シミュレーション機能は，セルオートマトンと呼ばれる計算モデルを用い，数万人規模の群衆行動を実時間でシミュレーション可能なモデルである．

モデルとしては，格子状に区切られたセルの状態をその周囲のセルの状態に応じて変化させることで多様な群衆の動きを再現可能である．セルに人がいる／いないという状態を割り当てて，あるセルにいる人が次にどちらに移動するかを周囲のセルの状態と人の行動特性に基づく状態遷移規則によって決定する機能を有している．

【開発者：㈱日立製作所（共同研究者），横浜国立大学，㈱ジェイアール東日本企画，㈱モザイク】

(2) 各種指標の定義

- ①動線交差度：人流シミュレーションの対象時間中に，図-3のように二人以上の歩行者が同一セルに同時に移動しようとする状況（進路交差）が発生した回数．対象空間の歩行危険性を把握するための一つの尺度と考えることができる．
- ②動線交差最大値：人流シミュレーションの対象時間中に一つのセルで発生した進路交差の回数の最大値．動線交差の集中状況を把握するための尺度と考えることができる．
- ③動線交差率：動線交差度を総流入量で割って正規化した数値．一人の歩行者が対象空間を歩行中に動線交差に遭遇する平均回数と考えることができる．



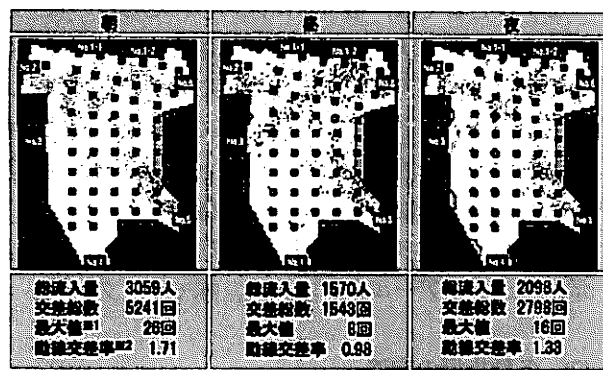
カウントする進路交差（上記の点対称，線対称の関係も含む）

図-3 シミュレーションのイメージ

(3) 人流シミュレーションによる現況の動線交差率

現地調査の状況を人流シミュレーションで再現を行い，各時間帯の動線交差率の確認を行った．図-4に各時間帯における動線交差の状況を示す．

いずれのケースでも No.5 付近，および No.2 から No.1-2 にかけてのエリアで動線交差頻度が高くなっている．各時間帯での動線交差率を見ると，朝は 1.71，昼は 0.98，夜は 1.33 となり，通行量が非常に多い朝の時間帯に，動線交差率が大きいことが分かる．



※1 最大値(=動線交差最大値)：セル毎でカウントした交差回数の最大値

※2 動線交差率：交差総数を総流入量で割った値（この空間を通過する際に一人当たり平均何回交差に遭遇するか）の値）頁以降の改善策の有効性を判断する場合の指標

※ 各分布図は最大値で正規化

図-4 各時間帯の動線交差状況図

6. 既存地下広場の改善策

改善策立案に際しては、以下の点を重視し改善策を検討する。

- ・既存地下広場に点在している待ち合わせの人々が、通行を阻害していることから、待ち合わせ場所を集約することにより、通行動線障害を解消する。

- ・No.2(JR 大阪駅・地下鉄西梅田駅)⇔No.5(地下鉄東梅田駅)間の通行量が多く、他の動線と交錯していることから、この流れを他の方向に誘導し、既存地下広場の人の流れを制御する。

(1) 待合せ場所集約設置による改善検討

既存地下広場に点在している待ち合わせ場所をまとめ、通行障害物の低減と待合せ場所を回避する動線変容による歩行快適性の改善を検討する。待合せ場所は、以下の2パターン（図-5 参照）で検討を行う。

改善策-1：広場中央部分に設置

改善策-2：比較的人通りの少ない広場北側と南側の2箇所に設置

本検討に際しては、歩行者が待合せ場所の存在を遠方から認識し、図-6 のように待合せ場所を避ける回避ルートを形成するものとする。

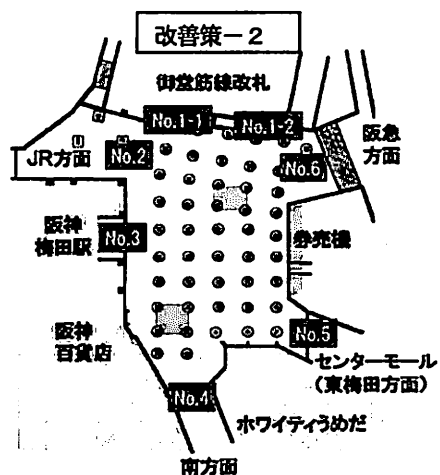
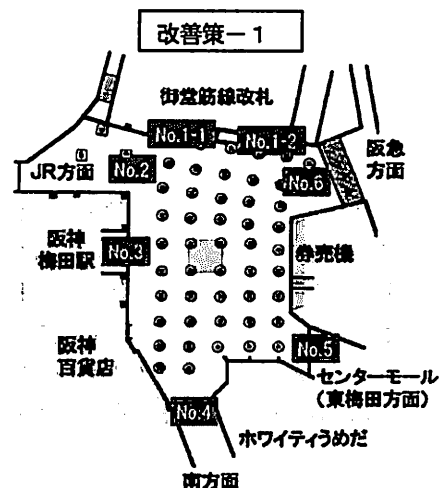


図-5 待合せ場所による改善案

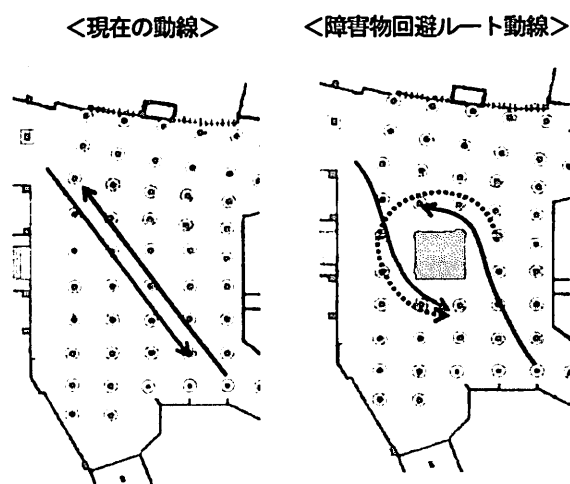


図-6 現在の動線と障害物回避ルート動線

改善策について人流シミュレーションを用いて検証した結果のイメージを図-7、時間帯毎の動線交差率を表-3に示す。

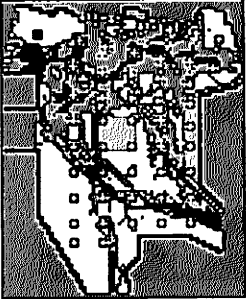
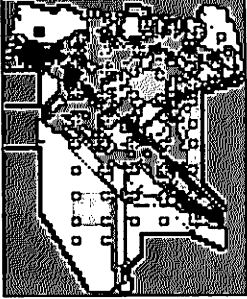
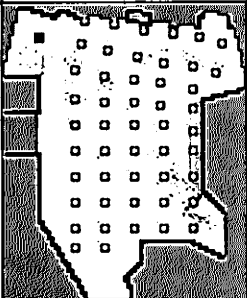
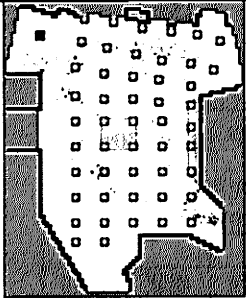
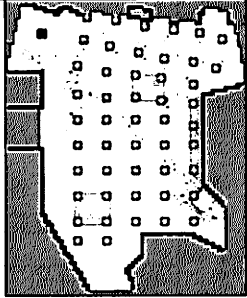
	現 状	改善策－1	改善策－2
動線密度			
動線交差発生場所の分布			
動線交差最大値	26 回	22 回	27 回
動線交差率	1.71 回	1.68 回	1.71 回

図-7 シミュレーションの結果イメージ（朝／8:30～9:30）

表-3 時間帯ごとの動線交差率

	朝			昼			夜		
	現状	改善策 1	改善策 2	現状	改善策 1	改善策 2	現状	改善策 1	改善策 2
動線交差最大値 [回]	26	22	27	8	11	9	16	15	17
動線交差率 [回]	1.71	1.68	1.71	0.98	0.95	1.00	1.33	1.29	1.39

広場中央に待合せスペースを設置した改善策 1 案の場合には、表-3 が示すように動線交差率についてある程度の改善が見られることが分かった。

一方、広場北側と南側の 2 箇所に待合せスペース設置した改善策 2 案の場合には、動線交差率の改善結果が見られないとともに、動線交差最大値が増え、歩行環境を悪くする結果になっている。この原因は、広場北側と南側の 2 箇所の待合せスペースを、動線が密なエリアと疎なエリアに設置しており、その疎なエリアは全体の人の流れに影響を及ぼすことが少ないためと考えられる。設置した待合せスペースが障害となり、さらに歩行環境を悪化させる結果となった。

(2) 地下広場の通行ルート変更効果検討

ここでは、既存地下広場に流入する大きな要素である、御堂筋線梅田駅改札口(No.1-1・2)から広場を横断する人を、サイン表示等を用いて、既存地下広場を経由しないで東梅田駅方面に誘導した場合の効果を検討する。なお、No.1 から No.4, No.5 への通行人数の半数が誘導に従うものとする。

図-8 に通行経路の迂回誘導イメージを示す。

図-8 のように、地下広場での通行ルートを変更することで、表-4 に示すように、動線交差率の改善が見られた。特に、朝の時間帯のように混雑のピーク時には、大きな効果が期待できる。以上のように、既存地下広場を横断する通行量を減らすことで、全体の動線交差率の改善が見られることから、サイン等を駆使して人の流れを変えたり、既存地下広場の動線経路を改善したりすることが、望ましいと考えられる。

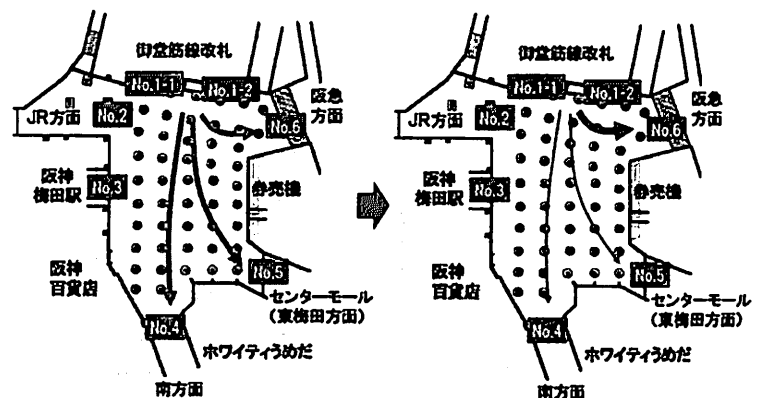


図-8 通行経路の迂回イメージ

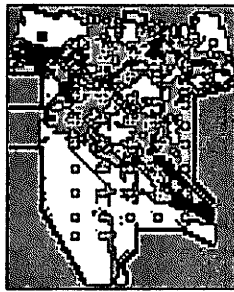
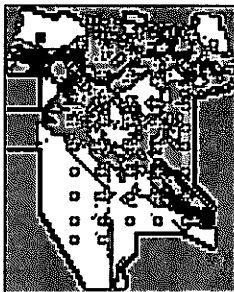
	現状	朝
動線密度		
動線交差 最大値	26 回	15 回
動線 交差率	1.71 回	1.63 回

図-9 シミュレーションの結果イメージ（朝／8:30～9:30）

表-4 迂回による通行ルートを変更した場合の時間帯ごとの動線交差率

【回】	朝		昼		夜	
	現状	迂回	現状	迂回	現状	迂回
動線交差 最大値	26	15	8	8	16	17
動線 交差率	1.71	1.63	0.98	0.95	1.33	1.26

7. 考察

(1) 地下広場の改善策について

今回の改善策により、表-3、表-4 に示す改善値が明確になった。

①広場中央に待合せ場所を設置する方策をとった場合には、動線交差率は朝 1.71 から 1.68 に 0.03 ポイント改善した。昼、夜はそれぞれ 0.03 ポイント、0.04 ポイント改善した。

②通行ルートを変更する方策をとった場合には、動線交差率が朝 1.71 から 1.63 に 0.08 ポイント改善した。昼、夜はそれぞれ 0.03 ポイント、0.07 ポイント改善した。

また、広場への総流入量を各方面から均等に減らしシミュレーションした結果を表-5 に示す。

総流入量を 2.5%・5%減らした結果は、それぞれ、6 章で検討した「待ち合わせ場所の改善策」と「通行ルート変更」と同程度の結果が得られた。

表-5 総流入量抑制した場合の時間帯ごとの動線交差率

時間帯	総流入 量[人]	抑制比率 [%]	交差総 数[回]	動線交 差率	改善ポ イント
朝	3,059	0.0	5,241	1.71	
	2,983	-2.5	5,005	1.68	0.03
	2,906	-5.0	4,729	1.63	0.08
昼	1,570	0.0	1,589	1.01	
	1,531	-2.5	1,469	0.96	0.05
	1,492	-5.0	1,348	0.90	0.11
夜	2,098	0.0	2,798	1.33	
	2,046	-2.5	2,667	1.30	0.03
	1,993	-5.0	2,469	1.24	0.09

これらの結果から地下広場内の動線の改善は、広場への流入量の抑制と同等の効果を得られることが推測される。

(2) 既存地下広場の円滑な行動を確保するための周辺地区との連携

本地下広場は、周辺部で接続する 7 つの鉄道駅・大規模商業施設の利用者が集中するエリアである。また、大阪駅周辺地区という、市内で最も重要な地区であることから、発生・集中交通も多く、さまざまな目的の歩行者が行き交っている。特に、朝と夜は、単に通過することが目的である通勤者が過半を占めている。

この混雑した状況を改善するためには、地下広場内だけの改善を検討するだけでなく、広場へ流入する通行量自体を減じる方策を検討することが必要と考えられる。

そのためには、地下広場内への流入ルートの変更や、さらに高い効果を得るためには、地上部との連携や広域的な歩行者の動線計画を見直す必要がある。

謝辞：本研究においてご指導いただきました、大阪工業大学 リエゾンセンター長：村橋正武教授に、この場をお借りしましてお礼申し上げます。また、シミュレーションによる検証において、本研究のために技術協力していただきました、株式会社日立製作所、大阪ガス行動観察研究所の皆様、そして、都市地下空間活用研究会大阪分科会会員の皆様にも、この場をお借りしましてお礼申し上げます。

参考文献

- 1) 運輸政策研究機構：都市交通年報，2007。
- 2) 都市地下空間活用研究会：地下交通ネットワーク整備制度研究分科会（大阪検討 G）報告書，2006 年 3 月
- 3) 都市地下空間活用研究会：大阪分科会平成 21 年度活動報告書
- 4) 都市地下空間活用研究会：大阪分科会平成 20 年度活動報告書
- 5) 都市地下空間活用研究会：大阪分科会平成 18 年度活動報告書
- 6) 都市地下空間活用研究会：大阪分科会平成 17 年度活動報告書
- 7) 坂本仁昭・門重 学・藤本靖央・河地正敏：大阪駅周辺地区の地下空間のあり方に関する基礎研究，地下空間シンポジウム論文・報告集，第 12 巻，pp77-84,2007
- 8) 藤本靖央・水野成容・坂本仁昭・粕谷太郎：既存地下交通結節点の改善方策に関する基礎研究～大阪梅田地下街を事例として～，地下空間シンポジウム論文・報告書，第 15 巻，pp53-58,2010