

地下鉄新設地域における交通手段転換とパーク・アンド・ライド導入効果分析

Modal Choice Behaviour and P&R Introduction Effect before and after Subway nstallation

金 東炫*, 塚口博司**

Donghyun Kim, Hiroshi Tsukaguchi

1. 研究の目的と背景

自動車交通に大きく依存した今日の都市においては都心部への自動車交通の集中により道路交通混雑、駐車問題などの多くの交通問題が生じている。このような都市交通問題を緩和し、モビリティの水準を保ちつつ、環境負荷ができるだけ小さい交通システムを構築することは持続的な社会を維持するために非常に重要である。このような交通システムを構築するためには種々のアプローチがあるが、公共交通システムの整備拡充および各種TDM手法はその重要なものである。

TDM手法の主要施策であるP&Rシステムに関しては、欧米諸国においてはすでに定着したシステムとなっているが、日本においては神戸市等における極少数の事例を除き、導入事例は極めて少ない。もっとも、日本においても1970年代からP&Rに関する研究が行われてはきた。しかしながら、これらの研究成果の多くは、地価高騰に伴う用地取得難等によって、P&Rシステムの導入が進まなかったため、実社会では生かされなかった。近年、都市域における交通混雑の緩和あるいは環境負荷の低減等のために、TDMの議論が盛んになり、P&Rの研究も再び活発に行われるようになってきた。ここ数年の研究事例を整理すると、P&R用の駐車場整備と都心部の駐車整備の関連を分析し、P&R駐車場の機能論の観点より都心部駐車対策のあり方を検討した研究¹⁾、主要都市間P&Rの実現可能性に関する研究²⁾、月極駐車料金を政策変数として都心部への自動車流入量の削減とエネルギー消費量の削減との関係を取り上げた研究³⁾、さらに鉄道の端末交通機関として自動車を利用するP&R

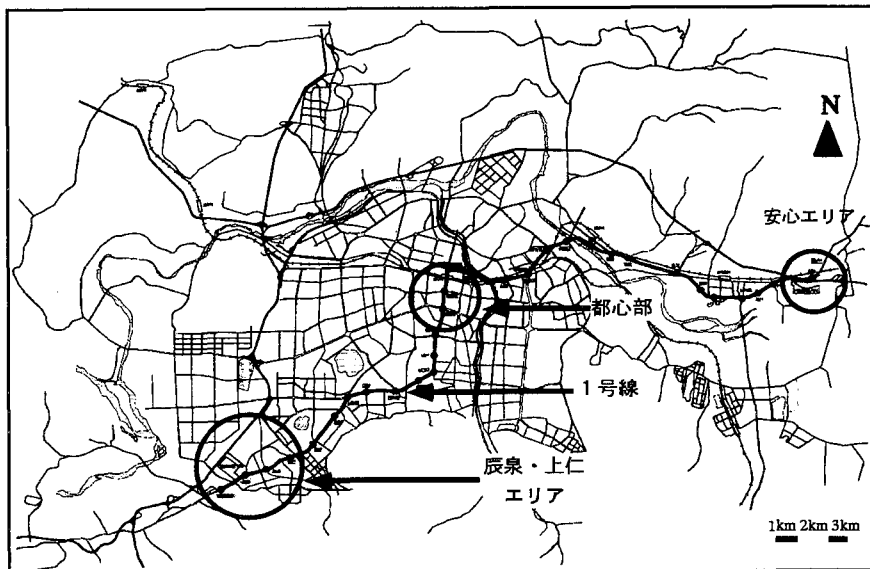


図1 大邱市地下鉄路線図

利用者の特性を分析した研究⁴⁾、P&Rサービス水準の改善に伴う将来需要の変化を取り上げた研究⁵⁾などが挙げられる。しかしながら、P&Rの導入に伴う都心部における駐車需要の削減効果と都心部への流入交通量の削減効果とを総合的に検討した研究は行われていないと思われる。

本研究では、上記の視点から、最近地下鉄が導入された都市において、地下鉄始発駅周辺地域の居住者の地下鉄導入前と導入後の通勤交通手段選択に関する意識・行動を分析し、選択行動モデルを構築するとともに、自動車から転換した地下鉄利用者の特性を調べた。次に、いくつかの交通対策の実施を考慮しながら都心部における駐車需要ならびに流入交通量の変化について検討した。

2. 調査対象地域ならびに調査の概要

(1) 調査対象地域の概要

大邱市は韓国の東南部に位置する人口約250万人、自動車保有台数が約60万台の韓国第3都市である。大邱都市圏の交通状況をみると、経済発展に伴う国民所得の向上により、人口の都市集中と自動車利用の急激な増加などで道路を中心とした交通基盤施設

キーワード：交通手段選択、交通規制、P&R、交通管理

*学生員 工修 立命館大学大学院環境社会工学専攻

**正員 工博 立命館大学環境システム工学科

〒525-8577 滋賀県草津市野路東1-1-1

TEL 077-566-1111 FAX 077-561-2667

の容量が限界に近づき、自動車交通による都市部における慢性的な交通混雑、交通公害、交通事故の増大というような多くの交通問題・都市問題が発生している。そして、50%以上の輸送を分担しているバス交通の問題も益々深刻な状況になると予想される。そこで、大邱市ではこのような都市交通問題を根本的に解決するための対策として、地下鉄建設が計画され、1997年11月26日に地下鉄1号線が開通した。図1に示すように、地下鉄1号線は、当初は辰泉と都心とを結ぶ11.4kmで開業したが、1998年5月に都心から安心までの16.2kmが延長されている。なお、本研究では地下鉄1号線が辰泉と都心までの区間で開業した時点を対象としている。

本研究における調査対象地域は地下鉄始発駅の辰泉（ジンチョン）駅から半径1km～4km程度のエリアであり、対象地域に含まれている地下鉄駅は始発駅の辰泉（ジンチョン）駅、月背（ウォルベ）駅、上仁（サンイン）駅である。

（2）実態調査の概要

本研究では地下鉄開業前と開業後に駅周辺居住者に対するアンケート調査を実施するとともに、開業後には地下鉄利用者に対するアンケート調査を行った。駅周辺居住者に対する調査は、上記地域内の8つのマンション団地を選び、地下鉄開業前の1997年11月24、25日の2日間と、開業後の1998年2月14日に、調査員が各家庭を訪問してインタビュー方式により行った。地下鉄利用者に対する調査は、1997年11月30日に、調査員が地下鉄に乗り、乗客にインタビューする方式で行った。被験者数は開業前居住者調査（事前調査と呼ぶ）188人、地下鉄利用者調査（利用者調査と呼ぶ）412人、開業後居住者調査（事後調査と呼ぶ）222人である。調査項目は表1に示すように、性別・年齢などの個人特性、開業前後の利用手段に関する項目ならびに地下鉄利用に関する項目である。なお、地下鉄利用に関する調査項目には所要時間、通勤費用に関するSP項目も含まれている。所要時間に関しては、乗用車は60分と80分、P&Rは45分と50分とした。通勤費用は乗用車の場合20万ウォンとし、P&Rは7.5万ウォン、8.5万ウォン、10.5万ウォンの3レベルを考えた。調査に当たっては、これらを組み合わせてSP条件を設定した。

3. 交通手段転換に関する定性分析

（1）地下鉄開業前後の交通手段

調査対象地区の居住者の通勤手段については、事前調査では、73.9%が乗用車、16.0%がバスを利用しており、事後調査対象者に対して以前の通勤手段を調べる

表1 アンケート調査項目

調査項目		調査
個人属性	性別、年齢、職業、収入	A, B, C
地下鉄	導入前手段・通勤費用・所要時間	A, B
開通前後	導入後手段・通勤費用・所要時間、	A, B, C
通勤手段	通勤費補助の有無	
地下鉄に	地下鉄利用有無、望ましいP&R駐車場料金	A, B
関する	費用と所要時間に関するSP項目	C
項目	駅までのアクセス手段	B, C
A: 事前調査－サンプル数: 188人		
B: 利用者調査－サンプル数: 412人		
C: 事後調査－サンプル数: 222人		

と、乗用車が65.3%、バスが34.7%であり、両者に若干の相違が見られるが、いずれにしても自動車利用が卓越していたことがわかる。事前調査対象者の地下鉄利用意向は「利用する」53.2%、「条件次第利用」20.1%、「利用しない」26.7%であることから、対象地域が公共交通不便地域であり、地下鉄整備への期待が大きかったことがわかる。

事後調査においては、図2に示すように地下鉄開通後の地下鉄選択率は25.2%であり、都心への通勤交通に関しては、地下鉄の利用がかなり多いことがわかる。そして、地下鉄利用者調査から、地下鉄利用者の以前の通勤手段が自動車34.2%、バス59.5%であったことから、自動車からの転換もかなり多いことがわかる。

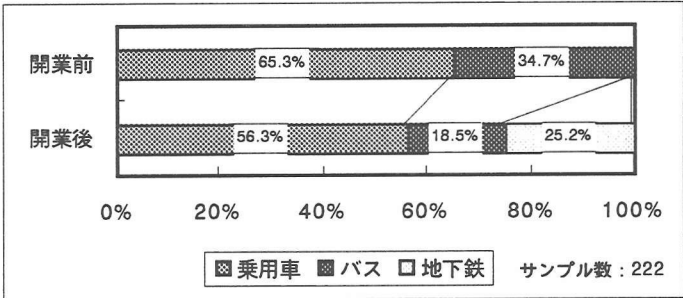
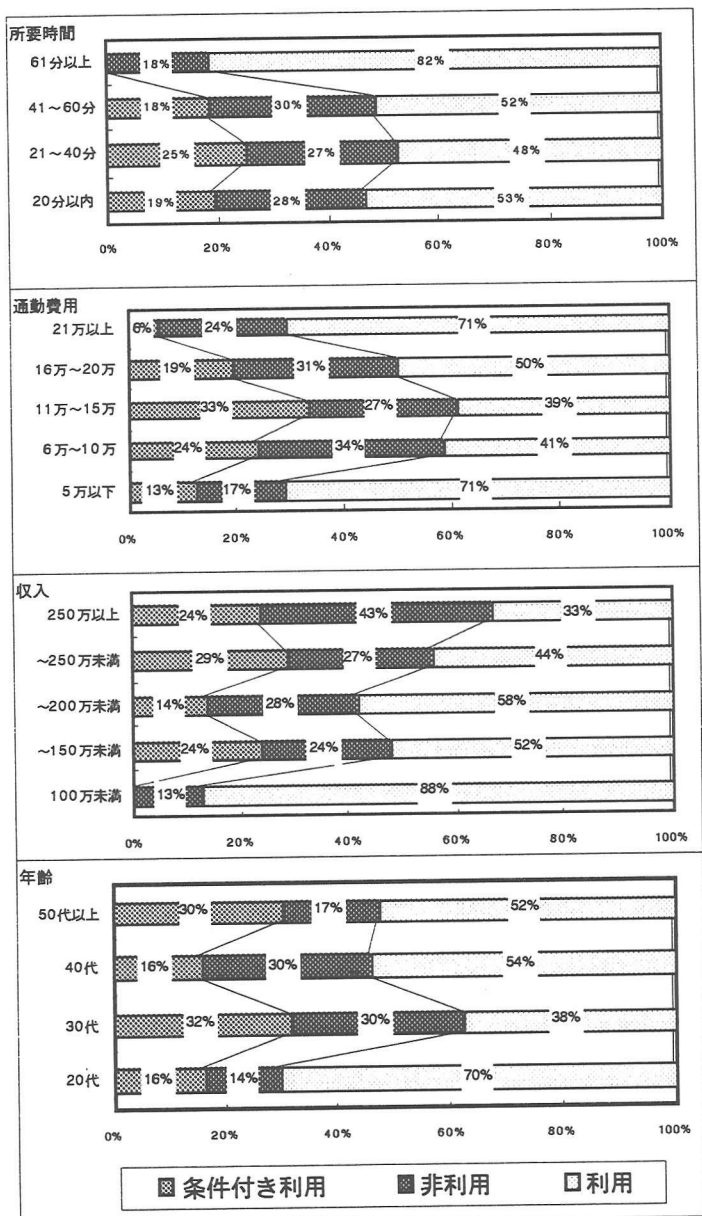


図2 地下鉄開業前後の利用手段（事後調査）

（2）個人特性からみた地下鉄利用状況

事前調査結果に基づいて、駅周辺居住者の個人特性と地下鉄利用に関する意識との関係をみてみたい。まず、地下鉄利用に関する意識と各被験者の通勤所要時間、通勤費用、収入、および年齢との関係を調べた。その結果、図3に示すように、「利用する」と答えた被験者の所要時間は61分以上が多くなっている。通勤費用に関しては1ヶ月あたり5万ウォン以下の公共交通利用者層と21万ウォン以上の自動車利用者層に地下鉄への転換意向が高いことがわかる。収入からみると、収入が低い層の方が地下鉄への転換意向が強く、年齢に関しては、若年層の方が転換意向が強くなっている。

事後調査において、地下鉄を実際に利用して通勤し



注) サンプル数 利用：50、条件付き利用利用：38、非利用：100

図3 個人特性からみた地下鉄利用有無（事前調査）

ていると答えた人は先に述べたように25.2%であったが、これらの人々の利用理由は、「費用節約」が48.2%で最も多く、次に「所要時間の短縮」が39.3%であり、12.5%が「地下鉄のサービスが良いから」を指摘している。これを利用者調査からみると、「早くて便利」と答えた被験者が83.5%で最も多く、「バスが不便」が3.9%、「費用節約」が2.4%であり、世帯配布された事後調査とは結果がかなり異なっている（図4）。次に、地下鉄開通前後の手段を車から地下鉄、車から車、バスから地下鉄、バスからバスの4つのパターンで比較してみた（表2）。開通前に車を利用していたもののうち、比較的収入の低い層が地下鉄へ転換し、また開通前のバス利用者に関しても、同様の傾向が読みとれる。勤務先に関しては、当然のことながら都心に勤務先がある人が地下鉄に転換している。

「条件次第利用」と答えた回答者に関しては、「通勤以外に車を利用」が26.3%で一番多く、次に「飲酒時や車両ナンバーデーの日^{注1)}など」21.1%が続き、「新しい路線が出来たら」が15.8%であった。地下鉄を「利用しない」と答えた被験者の理由を調べると、図5に示すように、「駅までのアクセスが不便」が最も多く、「業務のため」、「現手段に満足」等が続いている。なお、事前調査結果からみると、「駅までのアクセスが困難」と「目的地まで路線がない」が多く挙げられており、事後調査結果とほぼ同様の傾向を示している。

これらの結果から、収入、所要時間（通勤先や駅までのアクセスに関係）、さらに業務での自動車利用といった事項が地下鉄開通後の交通手段選択に影響が大きいことがうかがえる。

表2 手段変更者と非変更者の個人特性（事後調査）

		車から鉄道	車から車	バスから鉄道	バスからバス
被験者数	全体	20名	125名	36名	41名
性別	男	90.0%	89.6%	52.8%	51.2%
	女	10.0%	10.4%	47.2%	48.8%
補助有無	補助無し	55.0%	57.6%	75.0%	53.7%
	一部補助	45.0%	38.4%	22.2%	43.9%
	全額補助	0.0%	4.0%	2.8%	2.4%
収入	100万以下	10.0%	7.2%	36.1%	24.4%
	～150万以下	35.0%	26.4%	50.0%	53.7%
	～200万以下	35.0%	36.0%	8.3%	14.6%
	～250万以下	20.0%	18.4%	5.6%	2.4%
	251以上	0.0%	10.4%	0.0%	4.9%
勤務地	都心	70.0%	25.6%	55.6%	24.4%

注1) 車両ナンバーデーの日：条例で決められたものであり、交通混雑の改善のために車両ナンバーの末番号と日付の末数が同じ日には公共駐車場あるいは官公所等に駐車できなくなる制度

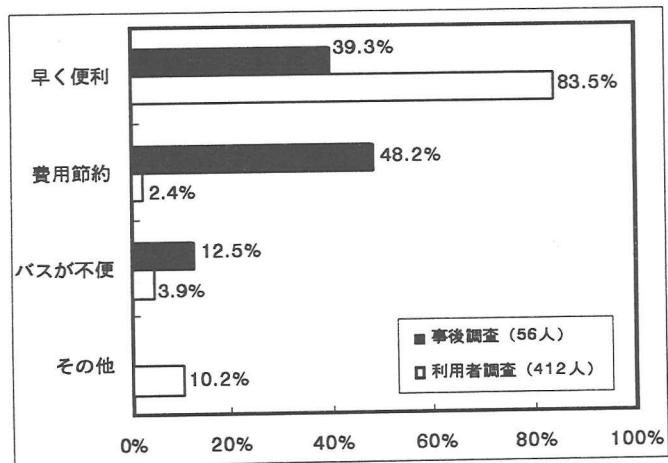


図4 地下鉄利用理由（事後調査、利用者調査）

(3) P&Rの実態

地下鉄駅までのアクセス手段については、徒歩が76.8%で圧倒的に多く、アクセス時間は10分以内が21.4%、11分～20分以内が50.0%、そして21分～30分以内が28.6%であった。

当地下鉄計画には、1998年12月までに、P&R用の駐車場を整備することが盛り込まれている。駐車場がまだ整備されていない調査時点でも、利用者調査において、開通前の手段が乗用車である141人の中から23人(16.3%)が駅まで自動車でアクセスしており、そのうち、13人がP&R(路上駐車)、10人がK&R利用者である。事後調査においても乗用車から地下鉄へ転換した20人のうち、3人(15.0%)が駅まで自動車でアクセスしている。このように、P&RおよびK&Rが地下鉄導入当初から自然発生的に生じていることは興味深いことである。

このような自然発生的P&RおよびK&R利用者(26人)と地下鉄導入後にも乗用車を利用する者(125人)との個人特性を比べてみる。図6に示すように、前者には、乗用車利用者と比べて女性の割合が多い。年齢に関しては、P&RおよびK&R利用者に20代、30代の若年層が多く、収入に関してはやや収入が少ないという傾向がある。

都心部における道路交通混雑緩和と駐車需要削減のために、P&RおよびK&Rは有効な手法と考えられるが、P&Rを促進するためには、P&R用駐車場の料金が大きな影響を及ぼすと考えられる。利用者が希望するP&R用駐車場の料金については、事前調査と利用者調査の被験者全体(600人)のうち、都心部平均駐車料金の12万ウオンを念頭において、「3万ウオンまで」が望ましいとする被験者が45.8%であり、33.5%が「4万～6万ウオンまで」と答えており、全回答者の約8割以上が都心部の駐車料金と比べてP&R用駐車場の利用料金が半分以下になるのが望ましいと考えているようである(図7)。

4. 交通手段選択モデルの構築

(1) モデル構築の考え方

本研究では、地下鉄整備に伴って変化する都心部における駐車需要を推定することとしている。このため、乗用車利用者から地下鉄への転換を推定することが重要である。

そこで、本章では、地下鉄開業以前に自動車

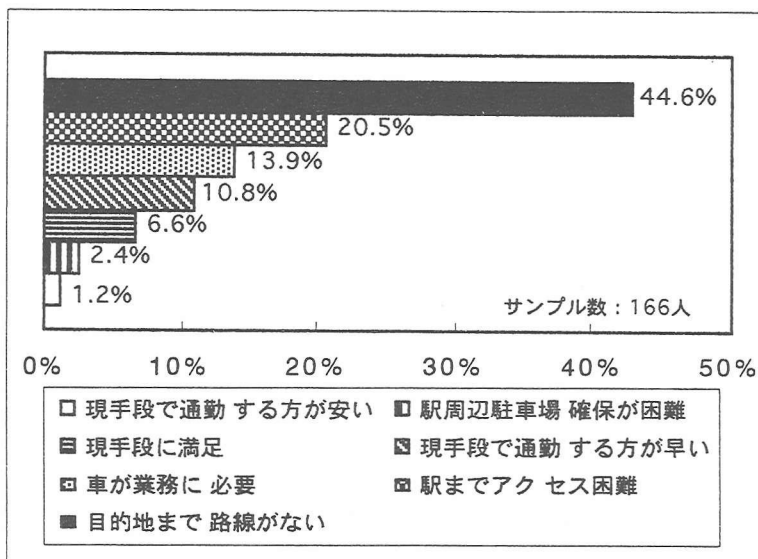


図5 地下鉄利用しない理由 (事後調査)

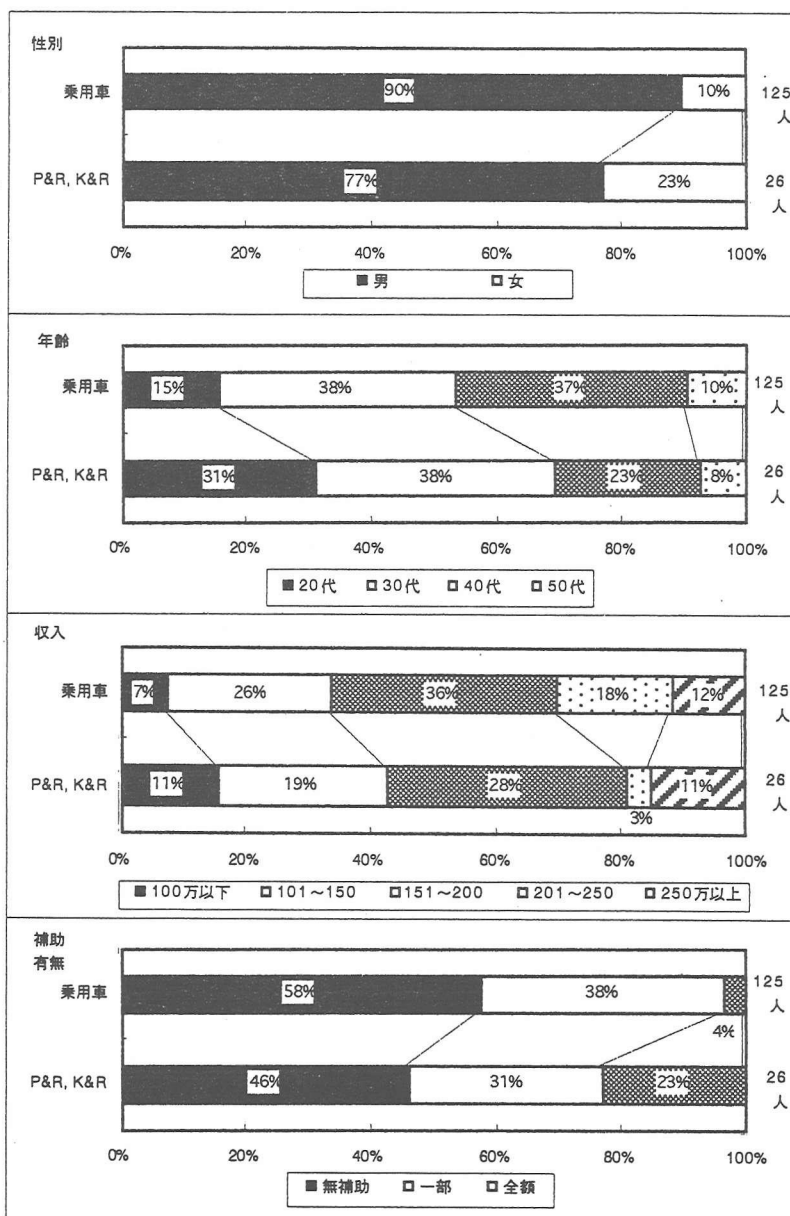


図6 乗用車利用者とP&R・K&R利用者の比較

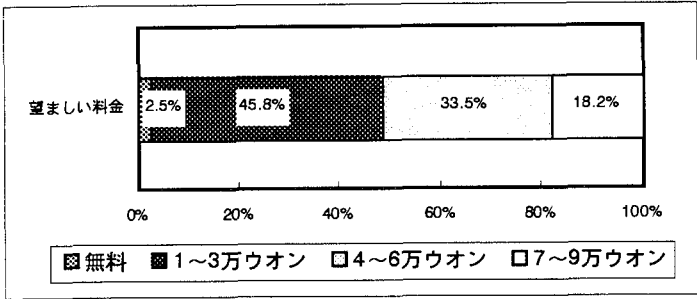


図7 望ましいP&R用駐車料金

表3 SP条件設定

	所要時間(分)	通勤料金(ウオン)
乗用車	60分、80分	20万
P&R	45分、50分	7.5万、8.5万、10.5万

を利用していた被験者のなかで、地下鉄を利用する可能性が高い都心への通勤者(75名)を抽出して交通手段選択モデルを構築した。ここで用いたデータは、SP調査から得られたものである。交通手段の選択肢はP&Rと乗用車とし、SP条件に関しては、先に述べたように、表3に示す所要時間と費用を組み合わせで設定した。

(2) パラメータの推定結果

パラメータの推定結果を表4に示す。所要時間および通勤費用、職業、収入等が通勤者の手段選択に大きい影響を及ぼすことがわかる。本モデルの的中率は79.6%であり、尤度比が0.3616であること、 χ^2 値が14.067(有意水準; 95%)より大きいことから交通手段選択モデルとして有効であると言える。

また、所要時間と通勤費用パラメータの符号が(－)であり、モデルの時間価値(1,620ウオン/時間)を実際の時間価値すなわち、最低賃金基準として用いられる2,000ウオン/時間と比べてみても大差はなく、このモデルの適合性はよいと考えられる。

表4 パラメータ推定結果

説明変数		推定パラメータ	t-値
共通変数	総所要時間	-7.280×10^{-2}	-3.8660
	総通勤費用	-2.671×10^{-3}	-3.4406
個人属性	性別	7.978×10^{-1}	1.5736
	年齢	4.258×10^{-1}	1.7140
	職業	1.435	3.1755
	収入	8.782×10^{-1}	2.0931
定数項		4.288	2.9802
サンプル数		225	
χ^2		112.41	
尤度比		0.3616	
的中率		79.6	

注) 性別 男: 1 女: 0 年齢 40以上: 1 40未満: 0
 職業 運送業・サービス業・建設業: 1 その他: 0
 収入 200万以上: 1 200万未満: 0

5. 地下鉄整備による駐車需要ならびに都心部流入交通量の変化

(1) P&Rによる都心部駐車需要の変化

本研究では、P&Rシステム導入効果を都心部駐車需要の変化および都心部への主要な流入経路における交通量の変化について分析することとした。

P&Rの利用対象となるODペアには多くのものがあるが、本研究では、始発駅周辺地域と都心間の通勤交通を対象とした。具体的には、前者は辰泉・上仁駅の半径3km圏、後者は中央駅の半径1km圏とした。

P&Rへの転換率の推定には、この駅勢圏間の通勤トリップに対して4章に述べた手段選択モデルを適用した。分析には事前、事後、利用者調査の全被験者のうち、通勤手段が乗用車であり、自宅が辰泉・上仁駅勢圏、勤務地が都心部である被験者のみを取り上げた。このため、地下鉄利用時以外の所要時間、通勤費用等は、2章で述べた実態調査から得られた結果を用いた。本研究は地下鉄導入後のP&R利用について分析するものであるから、P&R駐車場の整備を基準施策(施策1)とし、それにいくつかの対策を追加して以下に示す4つ施策を検討対象とした。

施策1: 上記の始発駅等に月額3万ウオンのP&R駐車場を設ける。

施策2: 施策1に加えて、都心部における平均駐車料金(月額12万ウオン)を1割値上げする。

施策3: 施策1に加えて、上記駐車料金を2割値上げする。

施策4: 施策1に加えて、地下鉄路線に沿った幹線道路上のバス専用レーン強化し、都心部への乗用車での所要時間を1割増加させる。さらに、都心部での駐車料金を2割値上げする。

事前・事後調査の全被験者のうち、目的地が都心であるサンプルを取り上げ、P&Rへの転換率を推定した結果、施策1においては、自動車利用者のなかで、P&Rに転換するものは22.9%と推定される。施策1～4の推定結果は表5に示すとおりである。

表5 自動車利用からP&Rへの転換率

	施策1	施策2	施策3	施策4
転換率	22.9%	28.0%	33.8%	41.1%

次に、これらの施策が実施される場合における、辰泉・上仁駅と都心部の通勤トリップに関係した都心部駐車削減量の推定を試みる。ここでは、1992年度に実施された大邱市PT調査によって得られたOD表をベースとし、前述の駅勢圏の面積比を用いて修正したOD表

表6 OD別にみた駐車需要削減量

施策	O\D	11	12	13	14	15	51
施策1	73	6	19	2	14	0	2
	75	7	0	0	0	0	0
	76	1	7	1	3	3	0
施策2	73	8	23	2	17	0	2
	75	8	0	0	0	0	0
	76	1	8	1	4	4	0
施策3	73	9	28	2	20	0	2
	75	10	0	0	0	0	0
	76	1	10	1	5	5	0
施策4	73	11	34	3	25	0	2
	75	12	0	0	0	0	0
	76	2	12	1	6	5	0

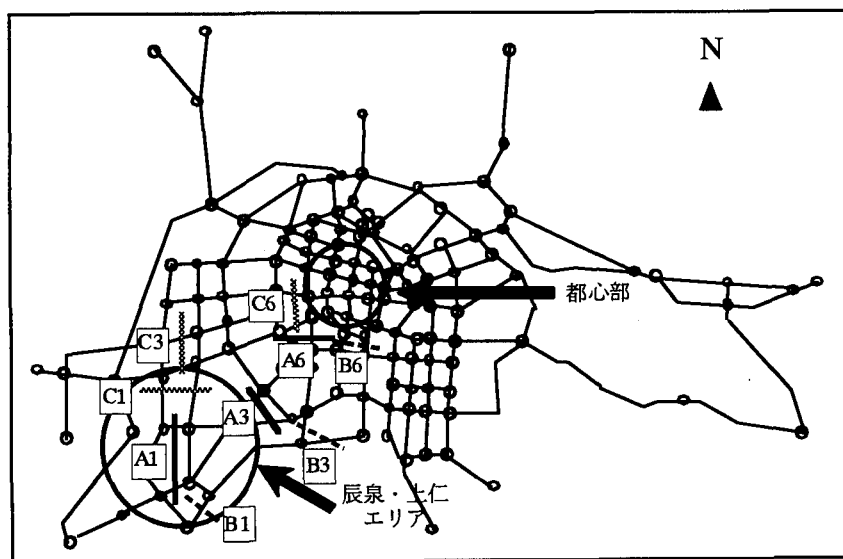
単位：台

を使用した。

4つの施策を導入した場合の都心部駐車需要の変化については、地下鉄導入前の駐車需要（1292台）に対して、施策1の場合には4.9%（63台）、施策2の場合には5.9%（77台）、施策3の場合には7.2%（92台）、施策4の場合には8.7%（113台）が削減できると推定される（表6）。

（2）P&Rによる都心部流入交通量の変化

このような都心部における駐車需要の削減が道路交通量に及ぼす影響を調べるために図8に示す大邱市の道路ネットワークにおいて交通量配分を実施した。図8の道路網のセントロイド数は45、ノード数は142、リンク数は484である。基本となるOD表は1992年度大邱



注) □ : 図10に示したリンク番号

図8 大邱市配分ネットワーク

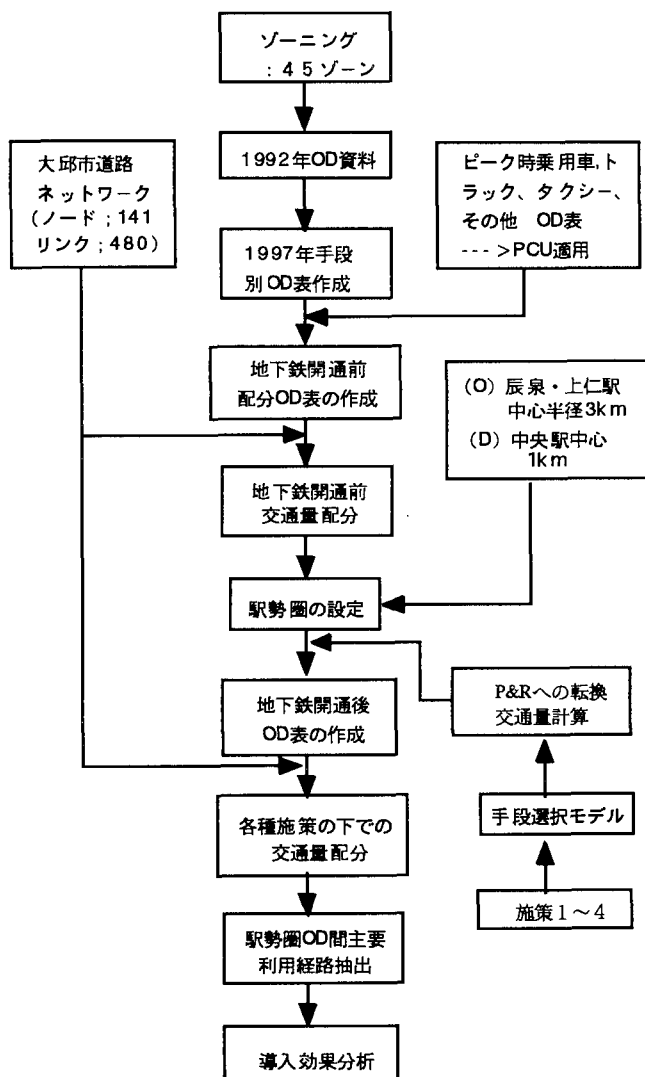


図9 都心部流入交通量の分析フロー

市PT調査資料に基づいて求められたピーク時（8～9時）OD表であり、このOD表から前節で述べた4施策によって削減される自動車トリップを除いて配分対象OD表を作成した。分析フローは図9に示す通りである。

配分結果に基づいて、地下鉄路線および周辺道路のリンクにおいてOD内訳を求めて、辰泉・上仁駅勢圏から中央駅勢圏に流入する交通の主要ルート^{注2)}を3つ選び、各施策実施時の断面交通量を比較した。なお、これらの断面は図8に示した通りであり、各ルートの断面交通量の増減率は図10に示す。

辰泉・上仁エリアにおいて地下鉄路線に沿ったルートAでは、始発駅に近い区間で交通量が大きく減少している。このルートでは全区間を通じて施策2～4の

注2) ここでは、一部を除いて、隣接する2ルートをまとめて、ルートと表現している。

効果が大きくなっている。もっとも、施策1に関しては始発駅に近い区間で交通量が減少しているが、その他では交通量の減少効果はほとんど生じていない。次に、都心に近いエリアで地下鉄の導入空間となっているルート2では、大きな効果が生じていない。一方、地下鉄路線の南側に位置するルート3に関しては、郊外部ではやや交通量が増加している場合があるが、その他のエリアでは施策1、4の効果が大きくなっていることがわかる。

このように、すべてのルートにおいて効果が生じているわけではないが、施策1の場合にはルート3における効果が大きく、施策2～4の場合にはルート1における効果が大きくなっている。

6. まとめ

本研究においては、新たに地下鉄が整備された都市を取り上げ、地下鉄開業前後の交通手段選択状況について分析し、P&R等の施策による都心部における駐車需要の削減ならびに都心流入交通量の削減などについて試算した。韓国では、現時点では一般市民にはP&Rの概念が浸透していないが、P&R行動は自然発生的に生じているから、今後、郊外の駅にP&R用の駐車場を設け、この行動を定着させていくことが重要であろう。

また、地下鉄開通当初から地下鉄に転換した利用者の特性を調べれば、このような利用者の手段選択要

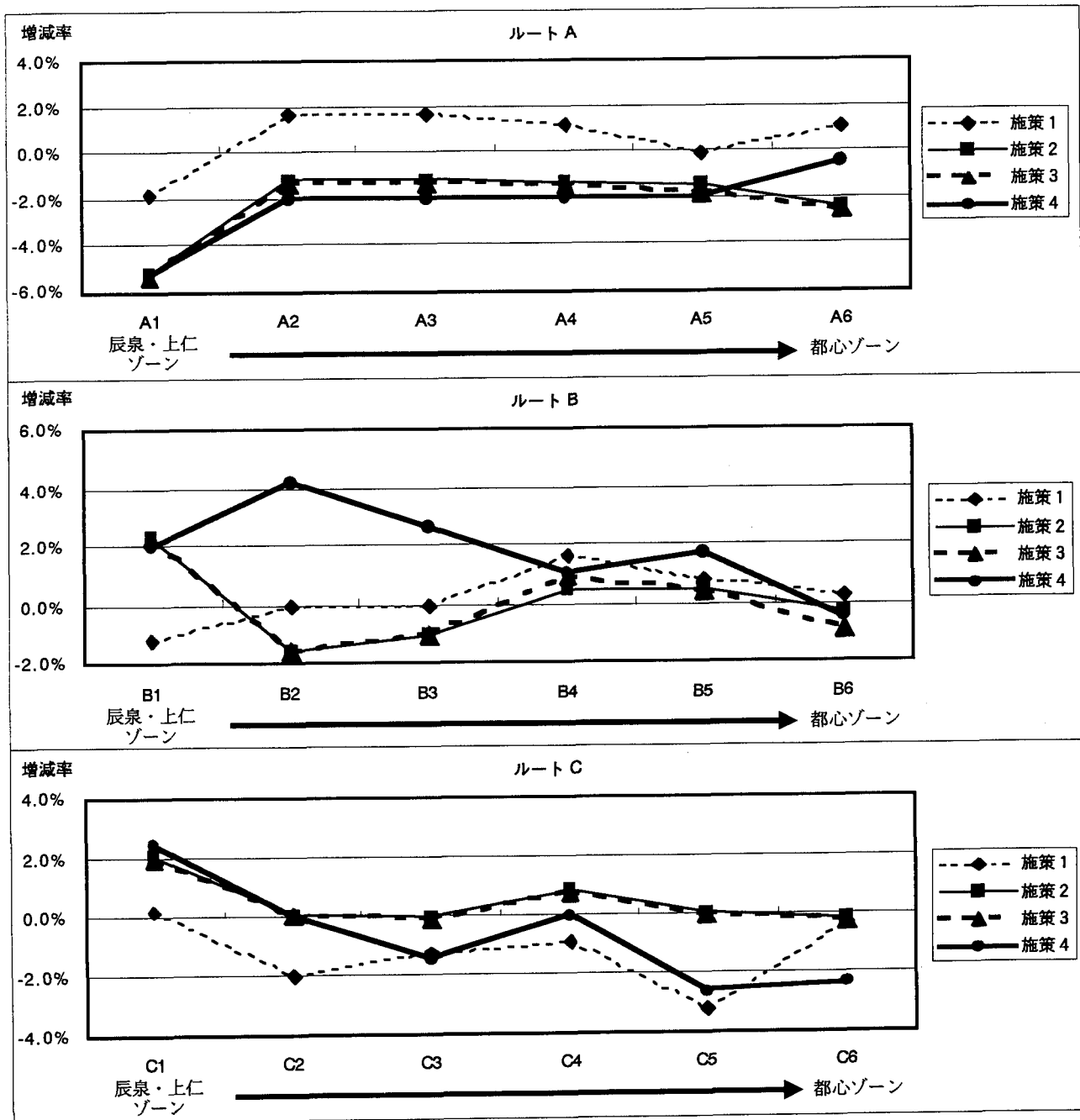


図10 辰泉・上仁エリアから都心への主要ルートにおける交通量の増減率

因は所要時間の短縮が最も重要であったことがうかがえる。このことから、従来からバスが主要な交通手段であった都市においては、バス専用レーンの整備拡充等の道路使用に関する種々の交通管理方策を導入することによって、さらなる都心部への自動車利用の削減および駐車需要を削減する可能性を示唆している。このように、地下鉄整備とともに道路交通管理、都心部

ならびに郊外駅周辺における駐車施設整備・管理を総合的に行い、新たな公共交通機関の整備効果を一層大きくしていくことが望まれる。今後、当該地域における地下鉄整備に伴う自動車交通削減効果を確実なものとし、都心部における駐車需要を適正化するために駐車管理方策について具体的な検討を進めることにしたい。

参考文献

- 1) 高橋清、高野伸栄、佐藤馨一：パーク・アンド・ライド駐車場の機能論に関する研究、土木計画学研究・講演集 No. 15 (1)、pp711-716、1992
- 2) 高橋清、神成良哲、佐藤馨一：都市間パーク・アンド・ライドシステムの導入に関する意識構造分析、土木学会第50回年次講演会、pp222-223、1995
- 3) 盛岡通、城戸由能、西原達也：パーク・アンド・ライドシステム導入によるエネルギー消費削減効果とその社会的費用に関する研究、土木計画学研究・講演集 No. 16 (1)、pp1049-1054、1993

- 4) 竹内聖彦、藤田素弘、松井寛：名古屋圏におけるパーク・アンド・ライドの利用実態に関する基礎的考察、土木学会第49回年次講演会、pp352-353、1994
- 5) 藤原章正、杉恵頼寧、張峻屹、重松史生：Duration Modelによるパーク・アンド・ライド社会実験への参加行動の分析、土木計画学研究・論文集集、No. 14 pp671-678 1997
- 6) 大邱広域市：92年度大邱広域市PT調査報告書、1992年

地下鉄新設地域における交通手段転換とパーク・アンド・ライド導入効果分析

金 東炫，塚口博司

本研究では、新たな交通機関として地下鉄が導入された地域において、地下鉄始発駅周辺地域の居住者の地下鉄導入前と導入後の通勤交通手段選択に関する意識・行動を分析し、個人特性と交通手段選択の関係を明らかにすることにより通勤者の交通手段選択要因及び乗用車から転換した地下鉄利用者の特性を調べる。さらに、都心部への自動車交通の削減を駐車需要の削減という視点から捉え、各種の交通対策の実施を考慮しながら駐車需要の適正化について検討した。

Modal Choice Behaviour and P&R Introduction Effect before and after Subway Installation

Dohghyun Kim, Hiroshi Tsukaguchi

This paper aims to analyze the consciousness and behavior of commuters and characteristic of subway users changed from car use in an urban area where the subway has been recently introduced. Addition to this, this study suggests reasonable parking management scheme from a view point of parking demand reduction and decrease of traffic entering to CBD.
