

名古屋における Dynamic Park and Ride の導入効果のモデル分析

A Model Analysis on Effects of the Dynamic Park & Ride System in Nagoya

中村 英樹*, 加藤 博和**, 内海 泰輔***, 平田 哲****

by Hideki NAKAMURA, Hirokazu KATO, Taisuke UTSUMI, Satoru HIRATA

1. はじめに

我が国の旅客交通は、一部大都市を除き自動車に大きく依存しており、道路混雑はもとより、環境やエネルギー消費にも悪影響を及ぼしている。その解決策として、自動車から公共交通機関への転換施策が世界各地で検討・実施されているが、その中で ITS 技術をインターモーダル分野へ適用した方法として、ドイツのシュツットガルト¹⁾やミュンヘン都市圏²⁾で試みられているのが、ダイナミック・パーク・アンド・ライド(以下 DP&R)である。DP&R は、郊外から都心方向への幹線道路に対して、並行する公共交通機関の駅に複数の P&R 施設を整備すると同時に、車載器や路側情報板などによって、道路交通状況、駐車場情報と公共交通情報を組み合わせたインターモーダルな情報を、ドライバーにリアルタイムで提供するシステムである。

これにより、移動中のドライバーは、P&R を行うか否かを交通状況に応じてダイナミックに選択することが可能になる。我が国でも、DP&R に関する最初の実験的事例として、路側情報板によるリアルタイムな P&BR 情報の提供が、金沢市において 1996 年および 97 年のゴールデンウィーク期間に実施されている^{3,4)}。

しかしながら、今後 DP&R を本格的に導入するためには、都市周辺部における P&R 駐車場などインフラの整備、新たな情報提供システムの導入などに対して投資が必要となる。そのため、DP&R 導入に伴う効果を、表 1 に示すような各種条件の下で十分に評価しておくことが重要であるが、従来研究では評価の試みはもとより、そのための基本となるデータ収集も十分に行われていたとは言えない状況であった⁵⁾。

そこで著者らは、表 2 に示すような DP&R に関するアンケート調査を、名古屋市東部、およびそれに隣接する郊外地域の世帯を対象として実施した。調査によって

表 1. DP&R に関する設定条件と対応する政策変数

	設定条件	政策変数
ソフト	情報提供のタイミング	P&R 施設までの所要時間
	情報提供の内容	・都心までの自動車所要時間 ・都心までの公共交通所要時間(運行頻度) ・駐車場満空情報
	料金設定	P&R 施設利用料金と公共交通運賃の組合せ
ハード	P&R 施設の位置	都心までの鉄道所要時間
	P&R 施設の規模	駐車容量
	P&R 施設の形態	乗換抵抗

表 2. アンケート調査実施概要

調査実施日	1997 年 11 月 25 日～12 月 10 日			
調査方法	家庭訪問による調査票の配布・回収			
調査対象地域	名古屋市東部(名古屋市名東区、天白区、日進市、長久手町の 4 市区町) (都心方向への自動車と公共交通機関の利用が競合し、放射幹線道路に並行して鉄道(地下鉄)路線があり、名古屋中心部まで自動車で 30～40 分程度の地域を選定)			
世帯抽出方法	住宅地図によるランダムサンプリング			
調査対象	18 歳以上の世帯構成員			
調査内容	世帯票	世帯属性		
	個人票	個人属性		
		通勤・通学交通	・ 日常の交通実態(RP)調査 ・ 代替交通機関の認識調査 ・ DP&R に関する SP 調査	
		買物交通	・ 日常の交通実態(RP)調査 ・ 代替交通機関の認識調査 ・ DP&R に関する SP 調査	
サンプル数 回収率	604 世帯・1,102 個人 個人抽出率: 0.28% 世帯回収率: 90.4%			

表 3. DP&R に関する SP 調査における設定条件

項目	通勤・通学
都心まで地下鉄を利用した場合の所要時間	30, 20, 10 分
都心まで自動車を利用した場合の所要時間	40, 30 分
DP&R を行う場合の費用(地下鉄往復運賃+駐車料金)	1300, 900, 450 円
DP&R 駅での乗換やすさ	遠い, 近い
都心駐車場料金	—
都心駐車場満空情報	—

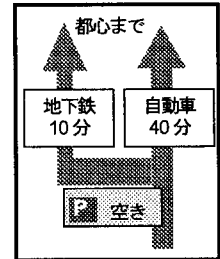


図 1. 調査票で提示した DP&R 情報の例

得られたデータの分析結果は既報⁵⁾にまとめている。本研究では、この調査データを用いて、DP&R システムが導入された場合に P&R するか否かに関する選択モデルを組み込んだ簡便な交通シミュレーションを試み、表 1 のような DP&R 施策実施における設定条件の違いにより生じる効果を、所要時間や費用、エネルギー消費、環境負荷の観点から予測評価することを目的とする。

keywords: 交通管理, ITS, 交通情報, TDM

* 正会員 工博 名古屋大学大学院助教授 地圏環境工学専攻
〒464-8603 名古屋市千種区不老町
TEL: 052-789-2771, FAX: 052-789-3837

** 正会員 博(工) 名古屋大学大学院助手 地圏環境工学専攻

*** 学生会員 名古屋大学大学院 地圏環境工学専攻

**** 正会員 修(工) 名古屋市土木局

2. SP データを用いた DP&R 選択行動のモデル化

DP&R に関する SP 調査は、通勤・通学および買物目的で、目的地へ自動車に向かって途中に、表 3 に設定した条件の組み合わせ情報が、図 1 のように提示された場合、そのまま自動車を利用するか、P&R を行うかを一対比較で回答する形式としている。ここで P&R 乗換抵抗とは、P&R 駐車場から地下鉄ホームまでの距離や階段の昇り降りなどを表している。

この調査で得られたデータのうち、通勤・通学目的における DP&R 選択行動に関する SP データを用い、非集計二項ロジットモデルを適用してパラメータ推定を行う。説明変数には、表 1 に示した政策変数を明示的に組み込むことを考慮している。パラメータ推定では、全サンプル一括モデルのほか、職業や年収、居住地域などの属性別モデルを試みているが、ここでは後のシミュレーションで利用する居住地域別モデルの結果のみを示す。

このモデルに用いたサンプルは、アンケート調査で自動車のみで通勤・通学していると回答した層のものである。ただし、DP&R 選択行動に関する SP 調査において、いかなる条件の組み合わせによっても P&R しないと回答した層は、「固定層」としてパラメータ推定のサンプルから除き、少なくとも 1 つは P&R すると選択している「選択層」に限定して推定している。これは、固定層・選択層を合わせたサンプルでパラメータ推定を行ったところ、モデルは有意であるものの、選択肢別の中率に著しい偏りがみられたためである。この改善により、モデルは P&R する／しないのいずれについても同程度の的中率を持つものになっている。なお、固定層を考慮できるダミー変数の導入についても試みたが、有意な結果は得られていない。

表 4 に通勤・通学目的の居住地域別モデルに関するパラメータ推定結果を示す。各パラメータとも有意であり、符号条件についても適切な結果が得られている。ここで、各モデルの効用関数の定数項は、いずれも有意でないため除いている。

3. DP&R 導入に関するシミュレーション分析

(1)対象地域

以上のモデルを用いて DP&R 導入に伴う P&R 利用効果に関するシミュレーション分析を行う。対象地域として、調査地域のうち、名東区と長久手町を選定する。これらの地域からは、名古屋の都心部に向かって、鉄道は

表 4. 通勤・通学目的 DP&R 選択モデル
居住地域別パラメータ推定結果(自動車利用者)

	名東区	天白区	長久手町	日進市	全サンプル
(a)P&R 費用 [円]	-0.00211 (-4.89)	-0.00232 (-5.80)	-0.00279 (-5.13)	-0.000823 (-2.12)	-0.00187 (-9.09)
(b)地下鉄所要時間 [分]	-0.124 (-4.75)	-0.189 (-6.56)	-0.133 (-4.41)	-0.118 (-4.93)	-0.134 (-10.4)
(c)P&R 乗換抵抗ダミー (抵抗あり:1, なし:0)	-1.47 (-4.57)	-1.13 (-3.71)	-1.62 (-4.15)	-1.22 (-4.21)	-1.27 (-8.17)
(d)自動車所要時間 [分]	0.116 (6.57)	0.140 (7.88)	0.141 (6.19)	0.0996 (6.17)	0.117 (13.5)
サンプル数	287	338	245	253	1123
ρ^2 値	0.312	0.393	0.358	0.171	0.283
的中率 [%]	77.0	80.2	81.2	70.7	77.1

(括弧内は t 値)

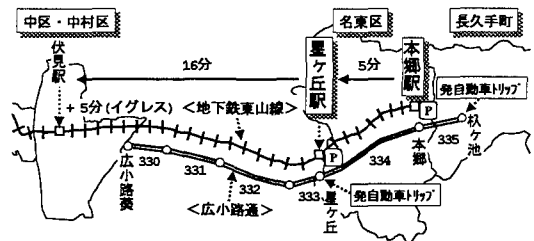


図 2. シミュレーション地域とリンクの設定

地下鉄東山線が朝ラッシュ時 2 分間隔で、また道路は主要地方道名古屋長久手線(広小路通)がほぼ並行に走っており、互いに代替的な関係にある(図 2)。さらに広小路通は大部分が 6 車線道路であるが、現在のところ、星ヶ丘～池下間(図 2 のリンク 331～333)のみ 4 車線と狭くなっており、朝ラッシュ時には星ヶ丘付近で都心部方向への渋滞が激しい。

そこで、長久手町及び名東区から名古屋都心部の中区・中村区(名古屋都心部)に向かう自動車通勤トリップ対象として、DP&R の導入による効果を計測するための簡便なシミュレーションを行う。ここで、P&R 施設は、星ヶ丘、及び名古屋環状 2 号線の外側に位置する本郷に設置することを想定して試算を行う(図 2)。

(2)シミュレーションの方法

シミュレーションは、平日の 7～10 時の 3 時間を対象とし、需要の時間変動を再現するために 1 分刻みで図 3 に示す手順で行う。

(a)トリップ発生量

トリップは名東区・長久手町それぞれから 1 分刻みで発生するものとする。各時刻の発生トリップ数は、第 3 回中京圏 PT 調査(1991)から得られる値を地域別に拡大したものを参考に決定する。図 4 は、PT 調査より得

られた 10 分刻みのトリップ発生量と、これを平滑化した曲線を示したものである。PT 調査のデータでは時刻ごとの増減が大きいことと、サンプル数が少ないために 1 分刻みのデータがとれないことから、シミュレーションでは平滑化した曲線を発生時刻分布として用いる。

また、長久手町発トリップは 10 分後に杣ヶ池(図 2 のリンク 335 の東端)に、また、名東区発トリップは本郷～星ヶ丘間の所要時間と同じ時間で星ヶ丘(図 2 のリンク 334 の東端)に到着するものと仮定している。

(b) リンク設定と走行速度

道路(広小路通)および鉄道(地下鉄東山線)のリンクは、図 2 のように設定する。各時刻における各道路リンクの速度は、車両感知器によって得られた実測データ(図 5:1997 年 7～8 月の平日)をそのまま用いることとし、P&R に伴い自動車交通量が変化することによるリンク速度変化がないものとする。

一方、鉄道については、電車の待ち時間および都心到着後のイグレス時間を加味して、現在の所要時間に 5 分を加えた値を適用する。

(c) DP&R 選択

各自動車トリップは、(b)で与えられた速度でリンク上を移動し、P&R 施設への分岐点に到着すると、図 1 のような交通情報を得て P&R するか否かを決定する。このとき、自動車の所要時間情報は VICS に依って 5 分前の情報が提供され、5 分ごとに更新されるものとする。

DP&R 選択は、各地域からの発生トリップについて、表 4 で推定した自動車通勤・通学者の DP&R 選択モデルにしたがって行われるものとする。ただしこのモデルは、選択層のみに適用する。選択層の割合は、アンケート調査結果から、長久手町において自動車通勤・通学者サンプルの約 40%、名東区において約 50% であった。この割合は、職業や年齢によって偏りがみられなかったため、シミュレーションでもこの値をそのまま選択層の割合として用いることとする。

なお、ここでは対象とする全トリップが DP&R に関する情報を得ており、また、P&R 駐車場の容量制約は考えないものとする。

4. DP&R 導入効果の予測

シミュレーションにおいて設定する施策条件(シナリ

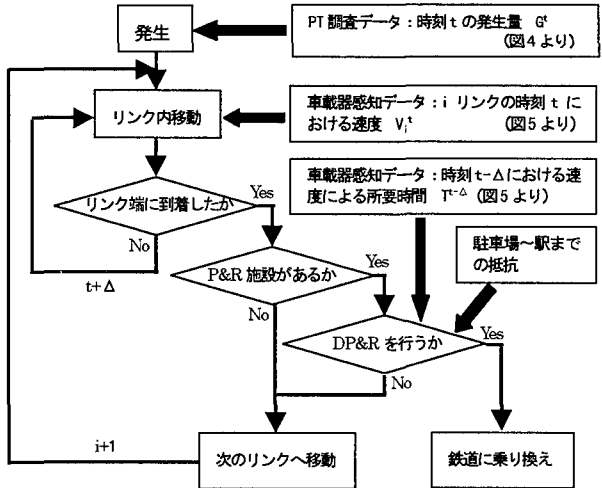


図 3. シミュレーションのフロー

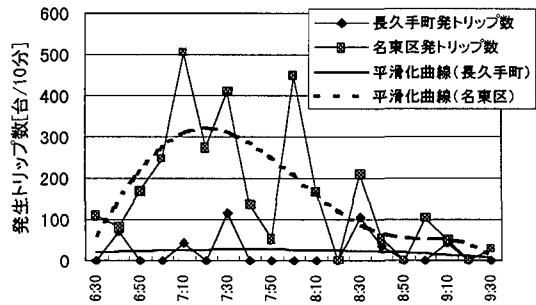


図 4. 通勤・通学トリップ発生量の時間変動

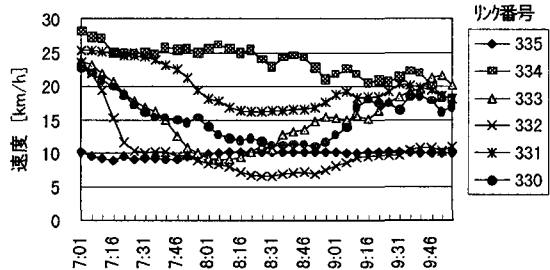


図 5. 各リンクの速度の時間変動
(1996 年 7～8 月の盆を除く平日平均値)

オ)は、表 5 に示すように、P&R 駐車場および地下鉄の往復料金について、現行水準/若干の割引/大幅な割引の 3 つの水準を考え、さらに乗換が容易な P&R 専用施設整備の有無を組み合わせ、合計 6 通りとする。

シミュレーションでは、各シナリオごとに 1 日あたりの P&R 利用台数・割合を推計し、さらに時間節約、時間費用節約、燃料消費量、CO₂ 発生量の片道分の減少量と P&R 施設利用による料金収入を算出する。ここで、

時間費用節約の計算には、建設省による 1996 年度の乗用車の時間評価値⁹⁾を用い、また燃料消費率、燃料あたり CO₂ 排出量の各係数には、それぞれガソリン乗用車の標準的な値である 0.106[lit/lkm], 0.000624[t-C/lit/l]を用いる。なお、CO₂ 減少率は、シミュレーション対象としているトリップに関する減少量を百分率で表す。

各シナリオの実施による結果は、表 5 にまとめた通りである。現状の運賃・料金設定のまま乗換抵抗の改善も行わないシナリオ 1 の場合には、ごくわずかの利用台数しか見込めない。これに対して、P&R に際しての料金割引(シナリオ 2, 3)や乗換抵抗の改善(シナリオ 4)を行うと、利用台数が増加することがわかる。さらに、このような個別のサービス改善策を同時に実施すれば、その効果は飛躍的に向上することとなる(シナリオ 5, 6)。

平成 6 年度道路交通センサスによると、星ヶ丘駅より都心寄りの道路リンク(図 2 のリンク 332)における都心方向への 7 時～10 時の交通量は約 6,000 台である。これより、DP&R 導入に伴う交通量削減効果は、シナリオ 3 で約 4%、シナリオ 6 で約 11%に相当し、交通渋滞解消にも少なからぬ効果をもたらすと考えられる。

5. まとめと今後の課題

本論文では、まず、通勤・通学目的および買物目的の交通を対象とした DP&R 導入評価に際して必要な SP データをアンケート調査により収集した。そして、SP データを用いて居住地域別 DP&R 選択モデルを構築し、これを用いた簡便なシミュレーションを行うことにより

DP&R 導入効果の分析を行った。その結果、自動車走行距離、CO₂ 排出量などの削減に DP&R が大きく寄与するためには、乗換抵抗や運賃・料金水準など、サービスの大幅な改善を同時に施す必要があることが示された。

本シミュレーションの今後の発展方向として、交通流をより詳細に表現するとともに、DP&R 選択による道路走行状況の変化が交通情報に反映されて、後の DP&R 選択に影響を与えるようなメカニズムを組み込むことにより、実際の交通状況に近い予測評価を行うことが必要である。さらに、今回は P&R 施設位置や情報提供方法を固定しているが、今後はこれらについても変化させることにより、適切な P&R 施設整備位置や情報提供方法を評価してゆく必要がある。

<参考文献>

- 1) Wolfgang Zimmermann: STORM - A Pilot Project and Field Trial for New Technologies and Initiative for Public-Private Partnership, Proceedings for the Second World Congress on Intelligent Transport Systems '95 Yokohama, pp.2299-2304, 1995.11.
- 2) Stefan Kemper, et al.: Dynamic P+R Information within Munich COMFORT System Design and Evaluation, Proceedings for the Second World Congress on Intelligent Transport Systems '95 Yokohama, pp.2367-2372, 1995.11.
- 3) 高山純一・横山寛・永田恭裕・川上光彦: 観光地における P&R 実施時の情報提供に関する研究 - 金沢市における事例研究 -, 土木計画学研究・論文集, No.14, pp.943-952, 1997.9.
- 4) 中村文彦・牧村和彦・佐藤和彦: ダイナミックパーク&ライドの導入可能性に関する実証的研究 - 金沢市をケーススタディとして -, 高速道路と自動車, 第 41 巻 第 4 号, pp.16-24, 1998.4.
- 5) 中村英樹・平田哲・加藤博和・内海泰輔: SP データを用いた Dynamic Park and Ride の適用可能性に関するモデル分析, 第 18 回交通工学研究発表会論文報告集, 1998.
- 6) 建設省道路局企画課道路経済調査室: 道路投資の効果分析手法の検討 - 費用便益分析マニュアル(案) -, 1996.

表 5. 各設定シナリオのシミュレーション結果

シナリオ	政策設定				結 果							
	政策	本郷での P&R 費用(円)	星ヶ丘での P&R 費用(円)	乗換抵抗の改善	本郷 P&R 利用台数 台/日 (%)	星ヶ丘 P&R 利用台数 台/日 (%)	所要時間 節約 分/日	時間費用 節約 万円/年	自動車 走行距離 削減量 台 km/日	燃料消費 削減量 リットル/日	CO ₂ 排出 削減量 t-C/日 (%)	P&R 料金収入 万円/年
1	現行水準	1,300	1,200	×	4 (1.1%)	48 (1.5%)	503	977	336	35.6	0.0222 (1.6%)	2,359
2	若干の料金割引	900	800	×	12 (3.1%)	108 (3.5%)	1,144	2,219	775	82.1	0.0513 (3.8%)	3,619
3	大幅な料金割引	500	400	×	30 (7.8%)	225 (7.3%)	2,376	4,606	1,662	176.2	0.1100 (8.2%)	3,921
4	乗換抵抗改善	1,300	1,200	○	19 (4.8%)	183 (5.9%)	1,879	3,643	1,299	137.7	0.0859 (6.4%)	9,087
5	乗換抵抗改善 + 若干の料金割引	900	800	○	43 (11.0%)	354 (11.5%)	3,541	6,865	2,573	272.8	0.1703 (12.6%)	11,999
6	乗換抵抗改善 + 大幅な料金割引	500	400	○	78 (20.0%)	596 (19.5%)	5,560	10,781	4,383	464.6	0.2900 (21.5%)	10,343