

# マイクロ交通流シミュレーションと手段選択モデルを用いた ダイナミック・パーク・アンド・ライドの評価

## Evaluation of the Dynamic Park and Ride Strategy

### Using a Microscopic Traffic Simulation and Modal Choice Model

中村 英樹\*・平松 達仁\*\*・内海 泰輔\*\*\*

by Hideki NAKAMURA, Tatsuhiro HIRAMATSU, Taisuke UTSUMI

#### 1. はじめに

道路交通混雑や環境問題への有力な対応策として、公共交通機関へのモーダルシフトがあるが、これを促進するための一つの方法として P&R 関連の施策が注目されている。しかし、適切な駐車場の配置や規模を始め、効果的な施策導入条件や周辺交通流にもたらす影響については、十分明らかにされているとは言い難い。

また、近年の ITS 技術の発展により、可変情報板のみならず、カーナビや携帯端末などによる道路混雑情報、駐車場の満空情報などの取得が一層容易となってきた。このような中で、インターモーダルな P&R 情報(駐車場情報+公共交通機関情報)を動的な道路交流通報と同時に利用者に提供するダイナミック・パーク・アンド・ライド(DP&R)施策により、自動車の代替選択肢としての P&R 利用が促進される可能性がある。

そこで本研究では、各種 P&R 関連施策の組合せを実施した場合における効果を、動的な交通状況の変化として再現可能なモデルシステムの開発を行う。そしてこれを用いて、P&R 駐車場整備や DP&R 情報提供、およびそれらの組合せ施策の効果を推計することを目的とする。

#### 2. 本研究の経緯と視点

著者ら<sup>1)</sup>は、名古屋都市圏において SP 調査を実施することにより、道路交通や公共交通のサービスレベルに応じた DP&R 転換モデルを開発してきた。そして、これを名古屋東部地域の通勤交通に適用し、DP&R による自動車交通量の削減に関するケーススタディを試みている。

しかしながら、これは実際にネットワーク上に交通を流すことにより DP&R 施策の評価を行ったものではなく、DP&R モデルによる転換率をリンク交通量に乗ずることによりリンク上に配置された駐車場への P&R 需要を計算し、これより走行台キロの削減量を推計することとどまっていた。このため、より現実的な評価を行うため

には、以下のような課題が残されていた：

- 1) P&R 駐車場が整備されれば、P&R 駐車場近傍の自動車交通が転換するのみならず、それまでの公共交通利用者が新たに P&R を目的とした自動車交通に転換する可能性がある。よって駐車場整備は、必ずしも総走行所要時間や総走行台キロの削減につながる保証はない。
- 2) 利用者に提供される自動車所要時間情報は、DP&R に伴って減少した、駐車場下流における自動車交通量に応じた動的な所要時間情報として、ドライバーにフィードバックされる必要がある。
- 3) P&R 駐車場整備と情報提供を同時に行った場合の効果の評価できていない。1)の公共交通からの転換 P&R に加えて、情報提供による DP&R が交通状況に与える効果を推計することが必要である。

そこで本論文において、上記課題の 1)に対しては、自宅出発段階における端末アクセス交通手段と代表交通手段の組合せに関する選択行動を表現可能な「複合交通手段選択モデル」を開発し、P&R 施策による P&R 需要や幹線自動車需要の変化を表現する。

2)に対しては、微視的交通流シミュレーションモデルを開発し、これを適用して各リンクにおける時々刻々の交通状況を表現する。これらに加えて経路移動中における DP&R 選択モデル<sup>2)</sup>を組合せることにより、出発地から目的地までの個人レベル、車両レベルでのトリップの流れをシミュレートすることが可能となる。このインターモーダル・トリップ・シミュレーションの全体構造を模式的に示したものが図 1 である。

また、ネットワーク上の交通流をシミュレートするため、交通状況の空間的な分布やその時間変化についても、詳細に検討することが可能である。本シミュレーションを適用して、P&R 駐車場整備と情報提供を同時に行った場合の空間的な交通状況を再現することにより、3)の課題である組合せ施策導入による効果を推計することが可能となる。

#### 3. インターモーダルトリップのモデル化

keywords: 交通流, 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

\*\* 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) 働長大 西日本事業本部計画事業部

(1)複合交通手段選択モデル

本研究では、図-1 の右側部分に示すような、①代表交通手段選択、②駅選択、③端末交通手段選択、④個人交通手段選択、の4段階からなる非集計ネステッドロジットモデルによる構造を考え、これを複合交通手段選択モデルと呼ぶこととする。

複合交通手段選択モデル構築に際しては、名古屋市東部地域の名東区、天白区、長久手町、日進市を出発地とし、名古屋市都心部の中区、および東区・中村区の一部を目的地とする、通勤目的のトリップを抽出して用いる。対象となるトリップのデータは、1991年に実施された第3回中京都市圏パーソントリップ調査データより抽出して用いる。

各構成モデルのパラメータ推計結果を、表-1に示す。ログサム変数を含めていずれの説明変数のパラメータも有意であり、符号条件も満足している。

また本モデルは、同図の各説明変数から分かるように、P&R、K&Rをはじめ、駐輪場整備やバスサービスの向上など、端末交通手段選択行動に影響を与える各種の施策に伴う代表交通機関分担率の変化に対して、感度を有するものとなっている。

(2)DP&R 選択モデル

DP&R 選択モデルには、著者らが SP データを用いて推定した、居住地別モデル<sup>1)</sup>を用いる。本モデルの推定に際して想定した OD の対象地域は、今回の複合交通手段選択モデルと同一である。

(3)交通流シミュレーションモデル(図-1⑥)

各種施策により実現する交通状況を再現した上で、施策のインパクトを詳細に評価するために、交通流シミュレーションモデルを開発する。本交通流シミュレーションモデルは、任意の時刻における交通状況を詳細に再現可能な、ペリオディックスキャン方式を用いる。また交通流は、個々の車両の挙動を再現する微視的モデルにより表現する。これより、各車両に OD、車種、ドライバーなどの属性を付与し、その属性に応じた行動を容易に再現可能である。なお、車両の追従挙動は、速度に応じた

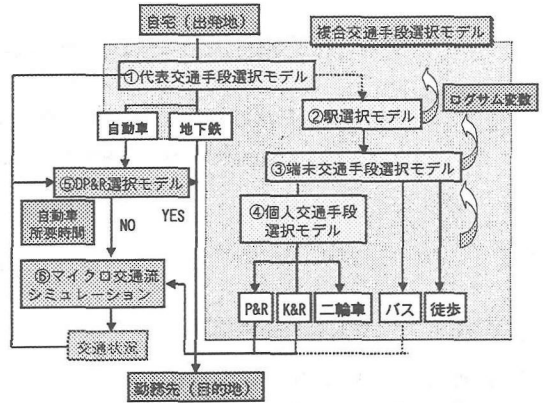


図-1. P&R 評価システムの全体構造

希望車間距離と実車間距離の差、および確率的に与えられる希望速度と実速度の差の関係から加速度を決定して表現している。

紙面の都合から詳細な各種設定値については省略するが、信号交差点停止線における飽和交通流率や待ち行列の延伸、発進波・停止波の伝播などの観点から verification を行っている。

4. P&R関連施策の評価

(1)交通手段選択行動を組み込んだ微視的トリップシミュレーション

自宅を出発したトリップのうち、P&R、K&Rを含めて自動車を利用するトリップを1台の車両として発生させ、上述の交通流シミュレーションモデルに流入させることにより、交通手段選択行動を組み込んだトリップシミュレーションが可能となる。

また、車両の走行中、P&R 駐車場上流部において、都心までの自動車所要時間や公共交通に関するリアルタイム情報をドライバーに提供する。これにより都心に向かう個々の車両は、DP&R モデルに基づき、目的地を情報提供板で示された駅の駐車場へと変更するかどうかを判断する。なお、提供される所要時間情報は直近の5分間平均値であり、5分ごとに更新される。

以上のようなシミュレーションを用いて、以下では情

表-1. 複合交通手段選択モデルのパラメータ推定結果

モデル	①代表交通手段選択モデル [尤度比 0.474 的中率 83.8%]				②駅選択モデル [尤度比 0.494 的中率 77.2%]						
選択肢(サンプル数)	自動車(213)			鉄道(622)	3つの最寄り駅(622)						
説明変数	自動車所要時間[分]	自動車2台以上保有ダミー	男性ダミー	駅選択モデルのログサム変数	定数項	鉄道乗車時間[分]	乗換回数[回]	運賃[円]	端末交通手段選択モデルのログサム変数		
パラメータ値(t値)	-0.0928 (-9.92)	1.14 (4.80)	1.88 (6.57)	0.498 (9.70)	-1.55 (3.08)	-0.0737 (-2.90)	-1.18 (-3.45)	-0.00585 (-2.90)	0.997 (14.2)		
	③端末交通手段選択モデル [尤度比 0.467 的中率 76.8%]				④個人交通手段選択モデル [尤度比 0.319 的中率 64.2%]						
徒歩(345)	個人交通手段(109)		バス(202)	二輪車(45)		P&R(22)		K&R(42)	共通変数		
距離[m]	定数項	個人交通手段選択モデルのログサム変数	運行本数[本/日]	バス所要時間[分]	駐輪スペースダミー <sup>2</sup>	定数項	免許保有ダミー	駐車容量[台]	駐車料金[円/日]	駅前広場ダミー	所要時間[分]
-0.00320 (-10.0)	5.18 (14.8)	0.224 (2.89)	0.00326 (5.36)	-0.0555 (-2.41)	1.16 (1.96)	2.35 (3.42)	1.71 (1.75)	0.00197 (1.72)	-0.00541 (-2.12)	2.46 (4.06)	-0.472 (-4.10)

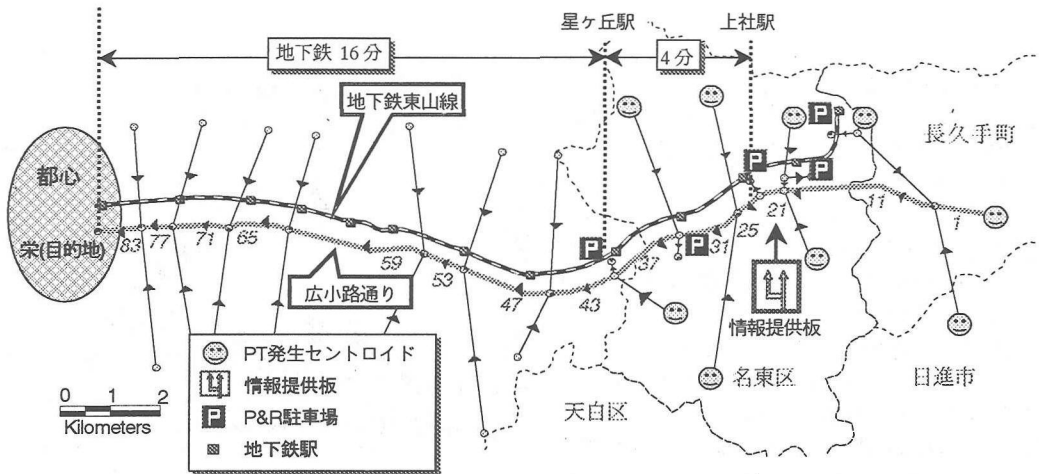


図-2. 対象地域のネットワーク図

報提供を含む P&R 関連施策の評価を試みる。

### (2)対象地域と入力データ

対象地域は、名古屋市東部地域から名古屋中心部とし、この間東西を結ぶ幹線道路である広小路通りと、これに交通が流入する主要な支線を選び、図-2 に示すような簡略化したネットワークを用いる。この OD 間には、通勤時間帯に混雑が著しい放射幹線道路と地下鉄東山線が並行して整備されており、互いに代替的な関係にある。

対象トリップは、図-2 に示す東部地域の各セントロイドから、朝 7 時から 10 時までのピーク時に発生する通勤目的の交通とする。発生量には、パーソントリップ調査で得られている当該 OD の発生時刻変動パターンに基づき、図-3 に示すような 15 分間隔の入力波形を与える。これらのトリップは、複合交通手段選択モデルにより交通手段を選択し、このうち P&R、K&R を含めた自動車利用トリップは道路ネットワーク上に流入する。

一方、当該ネットワークの通過交通量については、道路交通センサ一般交通量調査データ(1994)に基づいて推計し、これを道路上に流入させる。

図-4 に、シミュレートされた幹線リンクでの時間交通量と観測値との比較を示す。また、図-5 に、上社への P&R、K&R 台数の時刻変動を示す。

### (3)P&R 関連施策シナリオによる効果の推定

ここでは、以下の 4 つの P&R 関連施策シナリオを設定する。

- 現状
- 上社駅直近上流のリンク 21 の上流端において、上社駅についての DP&R 情報提供を行う
- 星ヶ丘駅に 500 台の駐車スペースを追加整備 (情報提供は行わない)

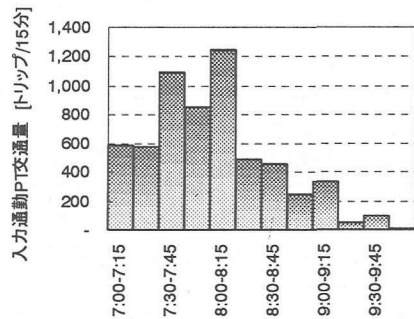


図-3. PT 交通量の入力波形

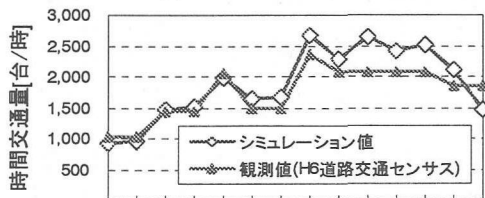


図-4. 幹線交通量の Validation

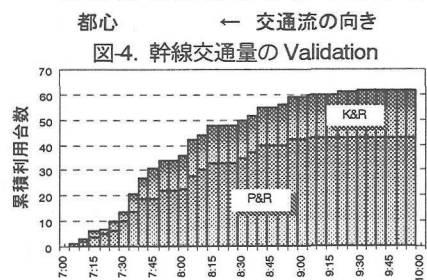


図-5. 上社への P&R, K&R 到着台数

### d) b)と c)の組合せ

図-6 に、それぞれのシナリオにおける上社から中心部までの自動車所要時間と b)での DP&R 台数を示している。ここで、b) と d)では、DP&R 情報提供を行っているが、名東区からの 49%、長久手町からは 23%の自動車利用者

は固定層とし、情報提供に対して P&R を選択しないものと仮定している。これより、自動車所要時間の増加に伴い、上社への情報提供による DP&R が大幅に増加していることが分かる。

- b) a)と比較して所要時間最大値が4分低く、混雑の解消も15~20分早くなっている。
- c) 星ヶ丘の駐車容量の増加により、一部の自動車トリップが星ヶ丘駅でのP&Rにシフトしているため、所要時間最大値が減少している。しかしその一方で、端末バス+地下鉄、端末二輪車+地下鉄などの公共交通利用者がP&Rに転換してしまうことから、経路全体としての所要時間はさほど短縮されず、結果的に混雑の解消時期は早まっていない。
- d) 上社への DP&R 需要が増加し、混雑は全体的にかなり軽減している。

これらの傾向は、上社駅より上流部に位置するリンク11の旅行速度(図-7)においても同様に見られ、混雑の程度は c>a>b>d)の順となっている。

また、シナリオ導入による交通状況の変化による効果を燃料消費量、CO<sub>2</sub>排出量、時間費用という指標を用いて表2に示す。これらは、午前のピーク3時間(7~10時)の各指標値に、年間の平日日数を250日と仮定し、これに乗じて求めたものである。

c)-a)は駐車場整備のみを行った場合の効果であるが、各指標において負の効果を示している。一方、d)-a)では最も高い効果を示している。これは、P&R駐車場の整備と、上流での DP&R 情報提供により、P&R 転換需要が分配されたため、より高い効果を生み出していると考えられる。

今回のケーススタディにおいては、DP&R 情報提供のみを行った場合には、年間約20万リットルの燃料消費、および2億円の時間費用が節約され、約140[ton-C]のCO<sub>2</sub>排出量削減が期待される。平日朝のピーク時のみを考えると、CO<sub>2</sub>排出量の削減率は8~9%にも及ぶ。

## 5. おわりに

本論文では、端末アクセス部分を含んだ交通手段選択行動を説明する、複合交通手段選択モデルを構築し、P&R 駐車場整備をはじめとする端末交通施策による機関選択行動の変化を表現可能とした。また、微視的交通流シミュレーションモデルを開発し、複合交通手段選択モデル、DP&R 選択モデルを組み込むことにより、P&R 施策および P&R 情報提供の効果を交通状況の変化として表現可能とした。

本シミュレーションを名古屋市東部地域に適用して、各種 P&R 関連施策の効果を推計したところ、以下の点が示唆された。

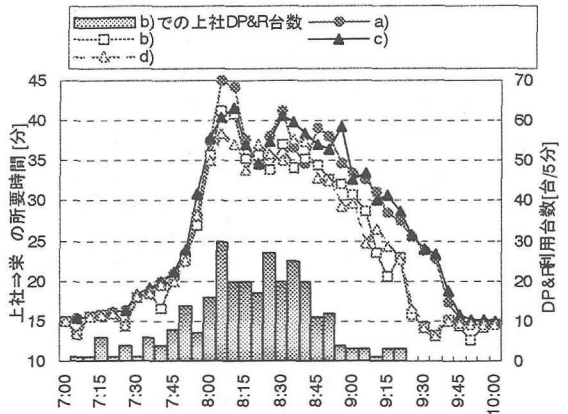


図-6 上社から栄までのシナリオ別自動車所要時間の比較とDP&R利用台数

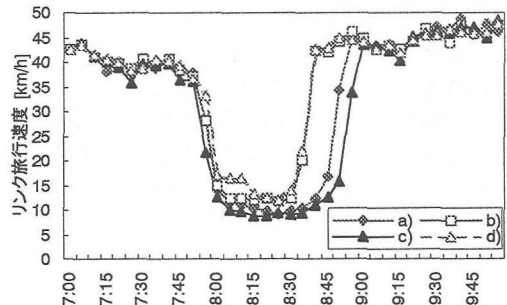


図-7 シナリオ別リンク11の旅行速度の比較

表-2 各シナリオによる推計効果

	燃料消費量節約 (キロリットル/年)	CO <sub>2</sub> 排出量節約 (t-C/年)	時間費用節約 (百万円/年)
b)-a) 情報提供効果	194	135	211
c)-a) 駐車場整備効果	-16	-11.4	-44
d)-a) b)+c)の効果	207	144	226

- P&R 駐車場を整備する際には、端末における公共交通利用者がP&Rにかなり転換してしまうことから、逆に駐車場付近で混雑を招く恐れがある。これから、駐車場の上流における DP&R 情報提供を組合せるなど、施策導入による P&R 転換需要の適切なコントロールが重要である。
- 名古屋東部地域において P&R 駐車場整備、および DP&R 情報提供を行った場合には、年間約20万リットルの燃料消費の節約、約2億円の時間費用の節約、ならびに135~155[ton-C]のCO<sub>2</sub>排出量削減が期待される。平日朝のピーク時のみを考えると、CO<sub>2</sub>排出量の削減率は8~9%にも及ぶ。

## <参考文献>

- 1) 中村英樹・加藤博和・内海泰輔・平田 哲：SPモデルを適用した名古屋における Dynamic Park and Ride の導入効果分析，土木計画学研究・論文集 No.16, pp.949-954, 1999.9.