

都市圏レベルの統合型利用者均衡配分モデルの実用化と TDM 政策への適用に関する研究

株式会社長大 正会員 三村健太郎
名古屋大学大学院 正会員 森川 高行

1. 目的

都市圏レベルの交通需要分析は、主要な交通政策の変化を受けて、伝統的な4段階推計法から非集計モデルや均衡配分法の導入、誘発交通量の考慮など実務的にも変革を求められている。本研究は、端末交通手段と代表交通手段の選択を統合したネットワーク均衡配分を大都市圏レベルで実用可能であることを示し、代表的な TDM 政策である P&R とロードプライシングの評価を行うことを目的とする。

2. モデルの定式化

P&R に関する分析を行うためには、鉄道端末交通手段について考慮したモデルが必要である。本研究では、利用者の手段選択にネスティッドロジットモデルを仮定し、分担・配分統合型利用者均衡配分モデルの定式化を行う。

本研究で定式化した目的関数は以下のとおりである。

$$\begin{aligned} \min. Z = & \sum_{a \in A} \int_0^{x_a} t_a(\omega) d\omega + \sum_{r \in R} \sum_{s \in S} q_{rs}^{BUS} c_{rs}^{BUS} \\ & + \sum_{r \in R} \sum_{s \in S} q_{rs}^{Rwalk} c_{rs}^{Rwalk} + \sum_{r \in R} \sum_{s \in S} q_{rs}^{Rbus} c_{rs}^{Rbus} \\ & - \frac{1}{\mu\theta} \sum_{r \in R} \sum_{s \in S} \left\{ \bar{q}_{rs} H_{rs}(\mathbf{q}^i) \right\} - \frac{1}{\theta} \sum_{r \in R} \sum_{s \in S} \left\{ \bar{q}_{rs} H_{rs}(\mathbf{q}^j) \right\} \\ & - \frac{1}{\theta} \left(1 - \frac{1}{\mu} \right) \sum_{r \in R} \sum_{s \in S} \left\{ q_{rs}^{RAIL} \ln \frac{q_{rs}^{RAIL}}{\bar{q}_{rs}} \right\} \end{aligned}$$

subject to.

$$\begin{aligned} \bar{q}_{rs} - q_{rs}^{CAR} - q_{rs}^{BUS} - q_{rs}^{Rwalk} - q_{rs}^{Rbus} - q_{rs}^{Rpark} - q_{rs}^{Rkiss} &= 0 \\ \sum_{k \in K} f_{k,rs}^{CAR} - q_{rs}^{CAR} = 0, \quad \sum_{l \in L} f_{l,rs}^{Rpark} - q_{rs}^{Rpark} = 0, \quad \sum_{m \in M} f_{m,rs}^{Rkiss} - q_{rs}^{Rkiss} &= 0 \\ x_a = \sum_{r \in R} \sum_{s \in S} \sum_{k \in K} \delta_{a,k}^{rs} f_{k,rs}^{CAR} + \sum_{r \in R} \sum_{s \in S} \sum_{l \in L} \delta_{a,l}^{rs} f_{l,rs}^{Rpark} + \sum_{r \in R} \sum_{s \in S} \sum_{m \in M} \delta_{a,m}^{rs} f_{m,rs}^{Rkiss} \\ f_{k,rs}^{CAR} \geq 0, \quad f_{l,rs}^{Rpark} \geq 0, \quad f_{m,rs}^{Rkiss} \geq 0, \quad q_{rs}^{CAR} \geq 0, \quad q_{rs}^{BUS} \geq 0, \quad q_{rs}^{Rwalk} \geq 0, \\ q_{rs}^{Rbus} \geq 0, \quad q_{rs}^{Rpark} \geq 0, \quad q_{rs}^{Rkiss} \geq 0 \\ H_{rs}(\mathbf{q}^i) = - \sum_{i \in I} \frac{q_{rs}^i}{\bar{q}_{rs}} \ln \frac{q_{rs}^i}{\bar{q}_{rs}}, \quad H_{rs}(\mathbf{q}^j) = - \sum_{j \in J} \frac{q_{rs}^j}{\bar{q}_{rs}} \ln \frac{q_{rs}^j}{\bar{q}_{rs}} \end{aligned}$$

ここでは、鉄道の端末交通手段の費用が、鉄道の費

用を含むものとし、費用は一般化時間として扱う。また、上記の目的関数が、解を一意的に持つための条件は、 $\theta > 0$ 、かつ $0 < \mu \leq 1$ となっている。

3. 需要モデルの推定と交通量の現況再現性

分析には、市場における実際の行動に基づくデータである RP データと、仮想の状況における選好の意思表示である SP データを用いる。

SP データは操作性が非常に高く、現存しない代替案の選好を取り扱えるが、データの信頼性が問題となっている。一方、RP データは、高い信頼性を有するが、パラメータを精度よく推定するための情報が不足していることが問題とされている。このような補完的な性質を持つ 2 種類のデータを同時に用いて推定を行うことにより、お互いの長所を助長し合うことにより精度と信頼性の高い需要予測が可能である。本研究のモデルは、鉄道端末交通手段に P&R を含むものであり、RP データからだけでは、有効なサンプルが得られないため、SP データを同時に用いることで、モデルのパラメータ推定を行う。SP データには、平成 9 年 11 月に名古屋大学大学院工学研究科地圏環境工学専攻中村研究室が実施した、DP&R の利用意向に関する SP 調査データのうち、通勤・通学交通に関するデータを用いる。また、RP データには、第 3 回中京都市圏パーソントリップ調査を用いる。SP データと RP データを同時に用いて最尤推定法により推定を行うことで、各パラメータは、符号条件、t 値ともに満足する結果を得ることができた。時間と料金のパラメータにより算出される時間価値は、56.0[円/分]となり、妥当な値を得ることができたと考えられる。また、端末交通手段と、代表交通手段間のスケールの比 μ は、0.446 となり、鉄道端末交通機関の誤差項には、十分に相関があったと言える。

次に、得られたパラメータをもとに、中京都市圏ネットワークに対して、配分を行った。配分対象は、7 時台から 9 時台の 3 時間とした。また、ネットワークは、リンク数 5942、ノード数 1713（セントロイド数 428）

キーワード：分担・配分統合型利用者均衡配分，交通需要管理，パークアンドライド，ロードプライシング

連絡先：〒464-8603 名古屋市中千種区不老町 名古屋大学大学院環境学専攻都市環境学専攻，TEL: 052-789-3564，FAX: 052-789-3738

であり、高速道路リンクについては、料金抵抗法を用いて処理を行った。大型車換算係数を 2.0 として、pcu とし、平均乗車人数は、各 OD ペアごとに設定を行った。全ての OD ペアでの平均乗車人数の平均値は、1.17 [人/台]となっている。配分を行った結果を図 1 に示す。

相関係数は一般道は 0.64、高速道路で 0.45、全体で 0.63 となり、高速道路については、リンクパフォーマンス関数についてなど問題点が考えられるが、比較的良好な結果を得ることができた。

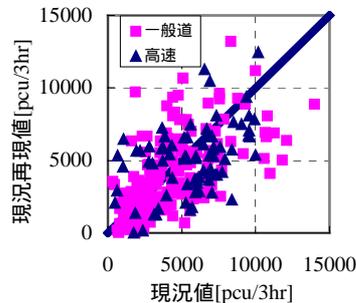


図 1 現況再現性

4. TDM 政策に対する適用

構築されたモデルを用いて、P&R 導入の効果について分析を行った。P&R 施設は、名古屋市を各方面から囲むように都心から 15~20km の鉄道駅に合計 5 箇所を設定した。また各通勤者出発ゾーンごとに利用可能な P&R 駅を外生的に与えた。料金に対する感度の分析を行った結果、P&R 利用者数は、駐車料金無料で都市圏合計 12000 人程度の利用者があり、駐車料金を 250 円にすると、2 割程度利用者が減少するという結果が得られた。

P&R への転換者のうち約 7 割が、以前から他の端末手段で鉄道を利用していた者であった。P&R の本来の目的からすると自動車で直接名古屋市へ向かっていた人からの転換が多いことが望ましいが、本モデルによる推計ではそうはならなかった。これは各地で行われている P&R の社会実験で実際に観測されていることであり、ある意味本モデルの妥当性を示していると考えられる。このため、P&R 単独では都心に流入する自動車交通量削減と言う TDM の目的を達成することは難しく、他の施策とパッケージ化することが重要であると考えられる。

パッケージ化する他の TDM 施策としてロードプライシングを取り上げ、その効果分析を行った。名古屋都心部からおおよそ半径 7km に位置する第 2 環状線をコードンラインとして、コードンラインプライシングを行った。その結果、課金額を 100 円増加させる毎に、およそ 1800 人が、鉄道利用へと移行した。P&R 導入に

比べ、ロードプライシングは、都心部の交通に対して、効果的であるという結果を得ることができた。料金を 100 円増加させるごとに 5000 台程度、コードンラインを横切り都心部へ流入する交通量が減少するという結果を得ている。

また、ロードプライシングと P&R を同時に導入するパッケージ政策の分析結果では、単独の施策と比較して、期待されるほど大きな効果を得られることはなかった。これは、本研究で推定された需要モデルでは、自動車の定数項が卓越しており、料金や時間といったサービス水準の変化に鈍感であること理由である。これはとりもなおさず現在の自動車利用独自の魅力が高いことを表している。

ロードプライシングを行うコードンラインの位置に関する検討として、都心から約 3km に位置する内環状線をコードンラインとした場合について分析を行った。その結果、コードンラインにより囲まれる範囲の小さい環状線のほうが、大きな結果を得ることができた。これは、内環状線と第 2 環状線に挟まれた出発地から名古屋都心部を目的地とするトリップが多数存在するためであると考えられる。また、P&R と同時に適用した際にも、P&R 以外の鉄道端末から P&R への転換量が減少するため、内環状線をコードンラインとしたほうが、政策的に望ましい形であるという結果が得られた。現実にロードプライシングを行う場合には、コードンラインの設定に関する検討が重要であると考えられる。

5. 今後の課題

意思決定者の選択行動をより現実的に考慮するために、P&R 駐車場のターミナル選択が可能なモデルや、自動車利用者の経路選択行動における車種間・個人間のばらつきを考慮したモデルを組み込むことや、モデル構築においてマルチクラスを考慮することによってモデル適合度の向上を図る必要がある。また、今回行った分析のほかにも、P&R 施設の配置場所やコードンラインとの関係についても検討の必要がある。

参考文献

- 1) 溝上章志, 河内 誠 (1999): Mixed Mode ネットワーク均衡モデルによる P&R システムの需要予測, 土木計画学研究・講演集, No.22(2), pp.203 - 206
- 2) 宮城俊彦, 水口晴男 (1995): 複合交通手段を考慮した交通ネットワーク均衡モデルに関する研究, 土木学会論文集, No.512/ - 27, pp.25 - 33