

# 準動的配分モデルを用いた金沢都市圏における LRT 導入効果分析

|                    |      |         |
|--------------------|------|---------|
| 金沢大学大学院 自然科学研究科    | 学生員  | ○ 中井 惇弥 |
| 金沢大学 理工研究域環境デザイン学系 | 正会員  | 中山晶一郎   |
| 金沢大学 理工研究域環境デザイン学系 | フェロー | 高山 純一   |
| オリエンタルコンサルタンツ東北支社  | 正会員  | 長尾 一輝   |

## 1. はじめに

近年、自動車交通の急激な普及により、慢性的な交通渋滞の発生や交通事故の増加といった問題が発生している。その上、大気汚染や騒音の発生など環境問題も深刻となっている。さらに、公共交通利用者の減少、バス路線の廃止や便数の減少など、サービスの低下が顕著となっている。以上のような問題を解決する方法として、現在 LRT (Light Rail Transit) の導入が注目されている。LRT の特徴は建設コストが比較的低いこと、バス以上の輸送力を持ち、定時制が高いこと、動力が電気のために環境に対する負荷が小さいことなどから有効な交通システムの一つだといえる。

本研究は、公共交通の利用を促すために、バス以外にも新交通 LRT を含めた交通機関分担を考慮し、LRT 導入前後における公共交通利用意向の RT 導入前後における公共交通利用意向の変化を明らかにする。LRT を都市圏に導入する際には道路交通の旅行時間の不確実性、LRT の持つ旅行時間の正確性を考慮する必要がある。さらには、利用者の手段選択においては、両者の不確実性の差が当然考慮されるべきであり、これを考慮して配分を行うことができれば、LRT 導入による効果の分析に有用であると考えられる。

通勤時等のピーク時における交通流は、短時間で大きな変動が生じている。そのため日単位レベルでの均衡配分モデルでは朝ラッシュ・タラッシュなどの時間帯別に異なる交通流を厳密に把握することは困難である。時々刻々と変化する交通流を取り扱うために、本研究では一日を時間単位に分割し、配分を行う時間帯別配分モデルを適用する。

これまでに高速道路と一般道路の選択を考慮した時間帯別配分が提案されている。本研究では、道路

と交通機関の機関選択を対象とする。旅行時間の不確実性を考慮した、手段分担・配分統合モデル<sup>1)</sup>(静的配分)について、OD 修正法<sup>2)</sup>を導入した。時間帯別の準動的な手段分担・配分統合モデルに拡張し、それを金沢ネットワークへ適用すること、金沢都市圏への LRT 導入の有効性を検証することが本研究の目的である。

## 2. 本研究におけるモデルの定式化

OD 交通量を確率変数として表し、正規分布の OD 交通量を配分する。そして、OD 交通量の分散は平均に比例すると仮定し、配分モデルにより、旅行時間、交通量、一般化費用を求める。モデルは分担・配分統合モデルを使用し、手段分担においてはロジット型を適用する。ただし、自動車利用者の配分はワードロップ均衡を拡張したモデルを用いて確定的に行うものとする。

### (1)交通手段選択モデル

手段選択はロジットモデルを用いて確率的に行う。マイカーと公共交通から、マイカーを選択する確率は以下の式で示される。なお、本研究において、自転車や徒歩などの交通手段分担は考慮しない。

$$P_k^{rs,c} = \frac{1}{1 + \exp\left\{-\theta(c_{rs}^{tran} - c_k^{rs,c})\right\}} \quad (1)$$

$c_k^{rs,c}$ : OD ペア  $rs$  間第  $k$  経路のマイカー利用者の一般化費用

$c_{rs}^{tran}$ : OD ペア  $rs$  間の公共交通利用者の一般化費用

$P_k^{rs,c}$ : OD ペア  $rs$  間第  $k$  経路のマイカーの選択確率

$\theta$ : パラメータ

### (2)OD 修正法の適用

$n$  時間帯に実際に配分する OD ペア  $rs$  間の OD 交通量は以下の式で表される。

また OD 修正法の概念図を図-1 に示す。

$$g_{rs}^n = q_{rs}^{n-1} + G_{rs}^n - \frac{\lambda}{2T_w} G_{rs}^n \quad (2)$$

$G_{rs}^n$  :  $n$  時間帯に発生する OD ペア  $rs$  間の OD 交通量

$q_{rs}^{n-1}$  :  $n-1$  時間帯からの残留交通量

$g_{rs}^n$  :  $n$  時間帯での OD ペア  $rs$  間の残留交通量修正後の OD 交通量

$\lambda$  : OD ペア  $rs$  間での最短経路旅行時間

$T_w$  : 時間帯幅

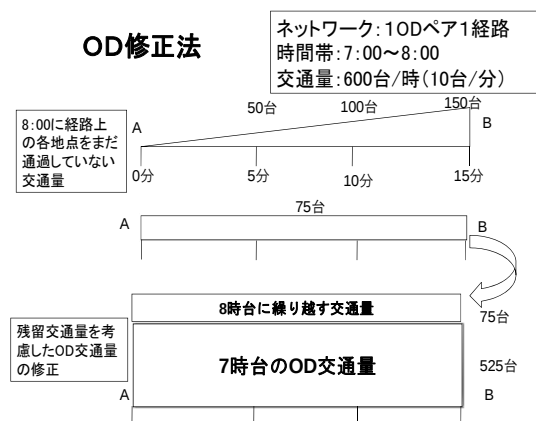


図-1 OD 修正法の概念図

### (3)均衡問題

本稿のモデルは、リンクコスト関数が非分離型かつ非対称のため、均衡条件に等価な数理最適化問題は存在しない。そのため本モデルでは緩和法を用いて均衡問題を解く。緩和法についての詳細は土木学会<sup>2)</sup>を参照されたい。本稿の均衡問題における緩和問題は以下の通りとなる。

$$\begin{aligned} \min_{(\mu, q) \in \Omega} Z = & \tau \sum_{a \in A^c} \int_0^{\mu_a} V_a^T(w) dw + \xi \sum_{r \in R} \sum_{s \in S} \mu_{rs,k}^{c,T} \\ & + \sum_{r \in R} \sum_{s \in S} q_{rs}^{tran,T} c_{rs}^{tran,T(m)} + \frac{1}{\theta} \sum_{r \in R} \sum_{s \in S} q_{rs}^{c,T} \ln q_{rs}^{c,T} \\ & + \frac{1}{\theta} \sum_{r \in R} \sum_{s \in S} q_{rs}^{tran,T} \ln q_{rs}^{tran,T} \\ & - \sum_{r \in R} \sum_{s \in S} \int_0^{q_{rs}^T} \left\{ \frac{2\tau T_w}{Q_{rs}^T} (\tilde{q}_{rs}^{T-1} + Q_{rs}^T - w) \right\} dw \end{aligned}$$

### 3. 金沢ネットワークへの適用

図-2にLRTが導入された場合の適用ネットワークを示した。LRTの導入区間は金沢駅から野町、金沢駅から県庁前までとする。ノード数が178、リンク数が489である。用いたODデータは平成7年度・第3

回金沢都市圏パーソントリップ調査におけるデータである。



図-2 金沢都市圏の交通ネットワーク図

### 4. 適用結果

得られた交通量配分の結果からLRT導入前後で公共交通利用意向の変化や導入による道路交通等への影響を考察する。表-1はLRT導入前後における交通手段分担率の推移である。

表-1 LRT 導入前後における分担率の推移

| LRTなし(バスのみ)   | 6時台   | 7時台   | 8時台   |
|---------------|-------|-------|-------|
| 自動車分担率        | 82.67 | 82.84 | 81.07 |
| 公共交通分担率       | 17.33 | 17.16 | 18.93 |
| LRTあり(バス+LRT) | 6時台   | 7時台   | 8時台   |
| 自動車分担率        | 82.40 | 77.29 | 77.17 |
| 公共交通分担率       | 17.60 | 22.71 | 22.83 |

LRTを導入することによって、比較的交通量の多い、7時台と8時台において、自動車利用者が減少し、公共交通利用への転換が見られた。道路利用者が多ければ多いほど、LRTを導入することは有効であると考えられる。ゆえに、金沢都市圏の中心部にLRTを導入することによって、交通渋滞の緩和や旅行時間の短縮、道路ネットワークの安定化が期待される。計算方法・適用結果については講演時にさらに詳しく発表を行う。

#### 参考文献

- 1) 長尾一輝, 中山晶一朗, 高山純一, 円山琢也: 旅行時間の不確実性を考慮した分担・配分統合交通ネットワーク均衡モデルに関する研究: 金沢都市圏への軌道系公共交通導入時の道路交通への影響分析を例に, 土木学会論文集D, 2009.
- 2) 道路交通需要予測の理論と適用「第II編 利用者均衡配分モデルの展開」, 土木学会, 2006