

準動的配分モデルの LRT 導入計画への適用可能性に関する検討

金沢大学大学院 学生会員 ○小池 光右
 金沢大学 正会員 中山 晶一郎
 金沢大学大学院 正会員 山口 裕通

1. はじめに

我が国の地方都市を中心に、新交通システムの導入が議論されている。その代表的なものとして、LRT (Light Rail Transit) が挙げられる。LRT は、既存の道路上に軌道を敷設するため、新規に専用路線を建設するよりもコストが抑制できる。一方で、自動車交通と走行空間を共通にするため、渋滞の悪化など自動車交通への影響が懸念される。LRT の導入計画立案に当たっては、事業前後の交通流の変化を予測する必要がある。この、交通流の予測手法として、実務レベルでは日単位の均衡配分モデルが用いられる場合が多い。日単位での交通量配分では、交通量は定常状態を仮定して一日の平均的な交通量が算出される。しかし現実の交通ネットワークでは、朝や夕方のラッシュ時間帯と、日中の閑散時間帯とでは交通状態が大きく異なる。このため、一日を1つの時間帯で扱う均衡配分では、現実の交通状態を十分に反映できていないと言えよう。交通現象の動的側面を反映できるモデルとして、準動的配分が開発されている。準動的配分は各時間帯内にトリップを終了できない交通、いわゆる残留交通量を扱うことで、時間帯内のフローのダイナミクスを取り扱っている。今までに開発された準動的配分モデル¹⁾は、リンク修正法、OD 修正法、待ち行列法の3つの種類に区分することができる。本研究では、リンク修正法の考え方に基いて構築されたリンクベースの準動的配分モデル²⁾を都市圏道路ネットワークに適用する。また都市圏への LRT 導入を仮定した配分計算を行い、実務への適用可能性について考察する。

2. モデルの概要

(1) 交通量・旅行時間の表現

本研究で用いる準動的配分モデルの概要について述べる。まず、ある時間帯 t にリンク ij に流入して目的地ノード n に向かう交通量について考える。ここでは、前述のような交通量を X_{ijt} と表現する。本モデルでは、リンク ij の旅行時間 H_{ijt} は、BPR 関数を用いて次のように表現する。

$$H_{ijt} = t_{ij0}(1 + \alpha X_{ijt}^\beta / c_{ij}^\beta)$$

ここで、 t_{ij0} はリンク ij の自由旅行時間であり、 c_{ij} はリンク ij の交通容量である。 α, β は BPR 関数のパラメータであるが、本研究では $\alpha = 0.15$ 、 $\beta = 4$ として計算を行っている。

(2) 残留交通量の表現

時間帯幅を λ とし、ある時間帯 t におけるリンク ij の旅行時間を H_{ijt} 、流入交通量を X_{ijt} とおくと、単位時間当りのリンク交通量は X_{ijt}/λ と表現できる。ここで、リンク ij からの流出交通量を Z_{ijt} で表すと、残留交通量は流入交通量と流出交通量の差で表現できるので、以下のようになる。

$$X_{ijt} - Z_{ijt} = H_{ijt} X_{ijt} / \lambda$$

(3) 均衡条件の定式化

均衡状態において、道路利用者がノード i から目的地 n に移動する際にリンク ij を通過する条件は、ノード i からノード n までの最小旅行時間 $\bar{T}_{int}$ が、リンク ij の旅行時間 H_{ijt} とノード j からノード n までの最小旅行時間 $\bar{T}_{jnt}$ との和に等しいことである。また、モデルは準動的であるため、次の時間帯の最小旅行時間の影響も考慮する必要がある。そのため、リンク ij の終端ノード j からノード n までの最小旅行時間 $\bar{M}_{ijnt}$ は、時間帯毎の交通量の比率により内分を行い、次のように表現する。

キーワード LRT, 準動的配分, 道路ネットワーク分析

連絡先 〒920-1192 石川県金沢市角間町 金沢大学

$$\bar{M}_{ijnt} = \frac{Z_{ijt}}{X_{ijt}} \bar{T}_{jnt} + \frac{X_{ijt} - Z_{ijt}}{X_{ijt}} \bar{T}_{jnt+1}$$

上記を用いて均衡状態を表現すると、以下ようになる。

$$\begin{cases} \bar{T}_{int} = H_{ijt} + \bar{M}_{ijnt} & \text{if } X_{ijnt} \geq 0 \\ \bar{T}_{int} \leq H_{ijt} + \bar{M}_{ijnt} & \text{if } X_{ijnt} = 0 \end{cases}$$

3. 金沢都市圏ネットワークへの適用

モデルを 272 ノード、964 リンクで構成される金沢都市圏ネットワークに適用した。LRT の導入区間は、第二次金沢交通戦略³⁾に基づき、県庁前から金沢駅を経由し、都心軸を通り野町駅に至るルートとした。LRT は自動車交通と走行空間を共にする併用軌道とする。配分計算上は軌道が敷設されるリンクの交通容量を半減することで再現する。使用する OD データは、第 3 回金沢都市圏 PT 調査の付帯調査である自動車通勤実態調査から作成したもので、午前 6～9 時台の発生交通を対象とする。比較のために同様の条件で静的な利用者均衡配分も実施した。

4. 適用結果

適用結果として、総旅行時間の算出を行った。これは、交通量と旅行時間の積を全リンクで計算し、総和を取ったものである。道路事業による直接効果の評価に用いられる 3 指標のうち、走行時間短縮便益の算定に用いられる。表-1 に準動的配分の、表-2 に静的配分の総旅行時間を示す。尚、準動的配分については、9 時台に出發して 10 時台に到着した交通量も考慮するため、10 時台の結果も示している。

表-1 総旅行時間(準動的配分)

		時間帯					合計
		6	7	8	9	10	
開業前	総旅行時間(万台・分)	8.10	88.52	39.29	7.81	0.24	143.97
開業後	総旅行時間(万台・分)	8.15	90.12	40.34	7.73	0.28	146.63
差分(開業後-開業前)		0.05	1.61	1.05	-0.08	0.04	2.67

表-2 総旅行時間(静的配分)

		時間帯				合計
		6	7	8	9	
開業前	総旅行時間(万台・分)	12.99	97.77	41.15	8.56	160.46
開業後	総旅行時間(万台・分)	13.02	99.51	41.45	8.58	162.56
差分(開業後-開業前)		0.03	1.74	0.30	0.02	2.10

5. まとめと今後の課題

総旅行時間の算出結果を見ると、全時間帯で静的配分の値が大きくなっている。これは先述した残留交通量を考慮するかしないかの違いによるものと思われる。紙面の都合上割愛したが、交通量の差分を GIS に投影したところ、両配分方法間で交通量が増加・減少したリンクはほぼ一致していることが読み取れた。準動的配分の結果からは、残留交通量の算出により混雑リンクの特定と混雑具合の定量的な把握も可能である。今回は、自動車交通への影響を最大限に評価するため、自動車から LRT への転換を考慮していない。そのため、ここで用いたモデルを分布・分担・配分を同時に行うモデルへ拡張することが課題として挙げられる。

参考文献

- 1) 例えば、藤田素弘、山本幸司、松井寛：渋滞を考慮した時間帯別交通量配分モデルの開発、土木学会論文集、No407, pp129-138, 1989
- 2) 中山晶一郎：混雑の時空間移動を考慮した準動的配分モデル、土木学会論文集 D, Vol. 64, No3, pp340-353, 2008 年
- 3) 金沢市第二次金沢交通戦略, <https://digilib.city.kanazawa.ishikawa.jp/doc/49/>, (2018.03.15 閲覧)