

交通立地統合均衡モデルを用いた金沢都市圏へのLRT導入の効果分析

金沢大学 学生会員 ○磯貝 優太

金沢大学 正会員 中山 晶一郎

金沢大学 正会員 山口 裕通

1. 研究の背景と目的

新交通システムが導入されると、旅行時間の短縮といった直接効果に加え、土地利用の変化などの間接効果も期待される。このため、交通と立地を同一の枠組みで扱うことが望ましい。これまで、通常の交通ネットワーク均衡で考慮される経路選択に加え、立地均衡を扱った交通立地統合均衡モデルは複数^{1),2)}あるが、これら既往研究で対象としている交通施策ではなく、LRT整備事業について、便益評価を行うとともに、立地に及ぼす影響を把握可能なモデルを適用することを目的とする。本研究では、従業員の行動について、勤務地、居住地、経路選択の3選択から構成される経済主体として想定される家計の行動をNested Logitモデルで定式化している点も特徴である。

2. 交通・立地統合均衡モデル

以下、 i, j をゾーンとする。

(1) 従業員行動

従業員の行動は、勤務地選択、居住地選択、経路選択の3つの選択によって構成され、Nested Logit型モデルによって表現される。

● 勤務地選択行動

$$y_i = n \frac{e^{-\theta_3(\sigma_i - W_i)}}{\sum_{i \in I} e^{-\theta_3(\sigma_i - W_i)}}$$

ここで、 y_i は i の従業者数、 n は全世帯数、 σ_i は期待最小コスト、 W_i は i の賃金率、 θ_3 はロジットパラメータ、 I は i の集合を表す。

● 居住地選択行動

$$q_{ij} = y_i \frac{e^{-\theta_2(r_i + \sigma_{ij})}}{\sum_{j \in J} e^{-\theta_2(r_i + \sigma_{ij})}}$$

ここで、 q_{ij} は、ペア ij のOD交通量、 y_i は i の従業者数、 r_i は i の居住地地代、 σ_{ij} は期待最小コスト、 θ_2 はロジットパラメータ、 J は j の集合を表す。

● 経路選択行動

$$f_{ijk} = q_{ij} \frac{e^{-\theta_1 c_{ijk}}}{\sum_{k \in K} e^{-\theta_1 c_{ijk}}}$$

ここで、 f_{ijk} は ij 間の経路 k の交通量、 q_{ij} はペア ij のOD交通量、 θ_1 はロジットパラメータ、 c_{ijk} は ij 間の経路 k の旅行時間、 K は k の集合を表す。

(2) 企業の立地行動

企業の立地行動としては立地のみを考慮し、利潤が大きくなるゾーンに立地するとして定式化する。

$$Y_i = N \frac{e^{\kappa \Pi_i}}{\sum_{i \in I} e^{\kappa \Pi_i}}$$

ここで、 Y_i は i の企業数、 N は全企業数、ゾーンの企業利潤 $\Pi_i = pz_i - \beta W_i - \gamma R_i$ 、 κ はロジットパラメータ、 p は合成財の価格、 β は1つの企業が必要な従業者数、 γ は1つの企業が必要な土地面積、 Z_i は i 内企業の生産量、 W_i はゾーン i の賃金率、 R_i は i の業務地地代を表す。

(3) 土地所有者の行動

土地所有者が居住地、業務地、その他の土地をどのように配分するかを表す式を以下のように定式化する。

$$l_i = D_i \frac{e^{\mu r_i}}{e^{\mu r_i} + e^{\mu R_i} + e^{\mu \rho}}$$

$$L_i = D_i \frac{e^{\mu R_i}}{e^{\mu r_i} + e^{\mu R_i} + e^{\mu \rho}}$$

$$m_i = D_i \frac{e^{\mu \rho_i}}{e^{\mu r_i} + e^{\mu R_i} + e^{\mu \rho}}$$

ここで、 D_i は i の全面積、 l_i は i の居住地面積、 L_i は i の業務地面積、 m_i は i のその他の面積、 μ はロジットパラメータ、 r_i は i の居住地地代、 R_i は i の業務地地代、 ρ_i は i のその他の地代を表す。ただし、1世帯が必要とする土地面積は1単位として考える。

(4) 土地と労働の均衡

土地について、居住地面積と業務地面積がそれぞれ以下のように均衡する.

$$\sum_{i \in I} q_{ij} = l_i \cdot \dots \cdot \forall i \in I$$

$$\gamma Y_i = L_i \cdot \dots \cdot \forall i \in I$$

$$\beta Y_i = y_i \cdot \dots \cdot \forall i \in I$$

ここで、 q_{ij} はペア ij の需要、 γ は1企業に必要な面積、 Y_i は i の企業数、 L_i は i の業務地面積、 β は1企業に必要な従業者数、 y_i は i の従業員数を表す.

(5) 等価な最適化問題

以上のように、連立非線形方程式として、交通・立地統合均衡モデルを定式化した. しかし、大規模ネットワークの計算を考慮すると、解析的な計算は困難である. そこで、本研究では、最適化問題として再定式化し、求解する.

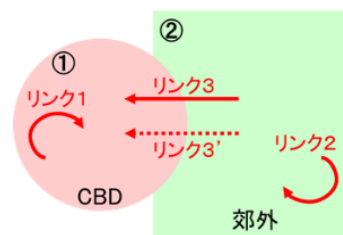


図-1 ネットワーク作成

表-1 ゾーンの設定

ゾーン番号	1	2
面積	1000	2000
企業の生産力	500	100

表-2 LRT導入前後のリンク設定

リンク番号	1	2	3(導入前)	3(導入後)	3'(導入後)
自由走行時間(分)	15	15	22.5	22.5	22.5
交通容量(台/分)	200	200	200	100	

3. 仮想ネットワークへの適用

LRT導入前後における交通・立地を考えるにあたり図-1のようなネットワークを作成した. ゾーンについては、ゾーン1をCBD、ゾーン2を郊外と仮定し、面積についてはCBDの方が郊外よりも小さく、生産力についてはCBDの方が大きくなるように設定した. また、LRT導入後については、LRT導入前のリンク3をリンク3と3'に分割した. そのため、LRT導入後の交通容量については、導入前の半分とした. ゾーンについての設定を表-1、LRT導入前後のリンク設定を表-2、以上のパラメータを用いて計算した結果について、表-3、表-4に示す.

表-3、表-4から、直接効果である旅行時間については、全てのリンクにおいて減少し、間接効果については、ゾーン2で居住人口が増える一方で、ゾーン1では勤務人口が増えるといった変化が見られた. このことから、LRT整備における直接効果だけでなく、間接効果についても評価できた.

4. 今後の課題

今後は対象を金沢都市圏に適用し、LRT導入の前後における交通、立地について評価する. その上で、必要なパラメータ類の推定が課題である.

表-3 LRT導入前後のリンク交通量と旅行時間

リンク番号	LRT導入前 リンク交通量(台)	LRT導入前 旅行時間(分)	LRT導入後 リンク交通量(台)	LRT導入後 旅行時間(分)
1	334.5	32.6	273.8	22.9(-9.7)
2	399.9	51.0	375.4	42.9(-8.1)
3(車)	265.6	33.0	79.8	23.9(-9.1)
3'(LRT)			271.0	22.5(-10.5)

表-4 LRT導入前後の各ゾーンにおける変化

ゾーン番号	居住人口	勤務人口	企業数	居住地面積	勤務地面積
1	-60.8	+24.4	+0.2	-60.8	+4.9
2	+60.8	-24.4	-0.2	+60.8	-4.9

参考文献

- 1) 赤松隆, 半田正樹: 「Nested LOGIT 型交通・住居立地統合均衡モデルとその効率的解法」, 土木計画学研究・論文集, Vol.13, pp.279-287, 1996.
- 2) 武藤慎一, 上田孝行, 高木朗義, 富田貴弘: 「応用都市経済モデルによる立地変化を考慮した便益評価に関する研究」, 土木計画学研究・論文集, No.17, pp.257-266, 2000