

応用都市経済モデルによる金沢山側環状道路の便益評価

金沢大学 工学部土木建設工学科 学生会員 ○ 阪野 俊樹
 金沢大学 理工研究域環境デザイン学系 正会員 中山晶一朗
 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

1. はじめに

金沢都市圏は、金沢城を中心とする放射状の道路網が都市の骨格を担っており、この城下町特有の都市構造は、金沢の魅力の礎となっている。しかし、これは都心部を目的地としない通過交通が中心部に流入してしまう構造のため、慢性的な交通渋滞を引き起こす要因であった。

山側環状道路は、これら通過交通の排除とまちなかへの交通分散導入を図り、金沢都市圏の骨格を形成し、交通の円滑化を図る道路である。また、能登・金沢・加賀を連結し広域交流を促進するとともに、金沢港、北陸自動車道、小松空港などいわゆる物流拠点間の連結やアクセス強化を図ることを目的に計画された道路である。

山側環状道路のような大規模な道路の整備は、交通流動に影響を与えると同時に、当該地域の経済活動を活性化させ、さらに人々の立地行動にまで影響を及ぼすと考えられる。また、そのような経済活動の変化が再び交通流動に影響を与える。よって、このような道路整備の評価を行うには、交通現象と経済現象それぞれに及ぼす影響について、その相互作用まで踏まえて分析する必要がある。

本研究では、従業者の勤務地選択、居住地選択、経路選択行動について Nested Logit モデル、企業の立地行動を Logit モデルで定式化し、それと等価な最適化問題を解くことで、従業者と企業それぞれの行動を把握することを目的とする。

2. 交通立地統合均衡モデルの定式化

応用都市経済モデルは、立地行動と交通行動モデルから構成されており、立地モデルは人口・総従業者・賃金率を外生変数として入力して、ゾーンごと

の人口（世帯）と従業者数（企業）、私事トリップ消費量、業務トリップ消費量を推計するモデルである。世帯及び企業はミクロ経済学に基づいた合理的行動をとる。つまり、所得などの制約条件のもとで効用・利潤最大化行動をとる。

ここで経済主体を家計と企業とし、従業者の経路選択行動と企業の立地行動について定式化する。立地者は、各ゾーンにおける立地魅力に応じて立地選択を行う。具体的には、選択確率をロジットモデルによって表現する。さらに、ロジットモデルと等価な最適化問題を立てる。

（１）従業者の経路選択行動

交通ネットワーク利用者の経路選択行動が、図 1 に示すような上位階層を勤務地選択、下位階層を経路選択とする Nested Logit モデルによって表現されるとする。

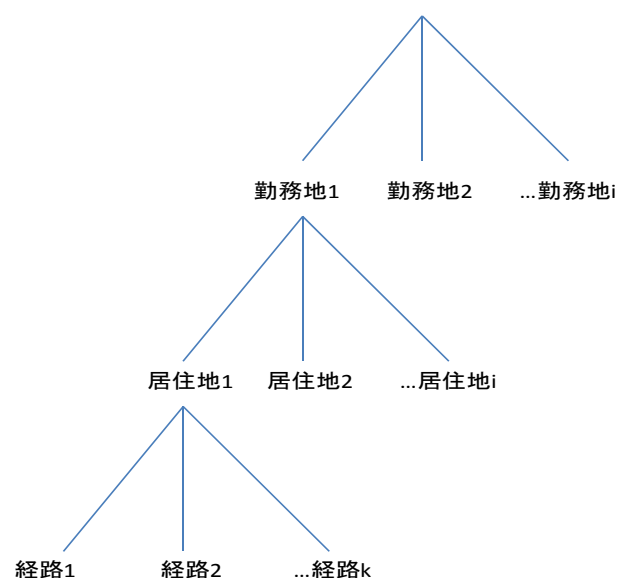


図 1 従業者行動

a) 勤務地選択

勤務地選択は、賃金とゾーン内の期待最小コストによって決まる。

$$y_i = n \frac{e^{-\theta_3(\sigma_i - W_j)}}{\sum_{i \in I} e^{-\theta_3(\sigma_i - W_j)}} \quad (1)$$

b) 居住地選択

居住地選択は、地代とゾーン内の期待最小コストによって決まる。

$$q_{ij} = y_i \frac{e^{-\theta_2(r_i + \sigma_{ij})}}{\sum_{j \in J} e^{-\theta_2(r_i + \sigma_{ij})}} \quad (2)$$

c) 経路選択

経路選択は、経路の所要時間によって以下の式のように表現する。

$$f_k^{ij} = q_{ij} \frac{e^{-\theta_1 c_k^{ij}}}{\sum_{k \in K} e^{-\theta_1 c_k^{ij}}} \quad (3)$$

ここで、 f_k^{ij} ：経路 k の交通量、 q_{ij} ： OD_{ij} の交通需要、 y_i ：ゾーン i の従業者数、 σ_i 、 σ_{ij} ：期待最小コスト、 r_i ：地代、 W_j ：賃金率、 c_k^{ij} ： ij 間の旅行時間、 n ：全世帯数、 θ_1 、 θ_2 、 θ_3 ：ロジットパラメータである。

(2) 企業の立地行動

企業について、不在地主や建物開発者などを含めたものを想定する。

$$Y_i = N \frac{e^{\kappa \Pi_i}}{\sum_{i \in I} e^{\kappa \Pi_i}} = N \frac{e^{\kappa(pz_i - \beta W_i - \gamma R_i)}}{\sum_{i \in I} e^{\kappa(pz_i - \beta W_i - \gamma R_i)}} \quad (4)$$

ここで、 Y_i ：ゾーン i の企業数、 N ：全企業数、ゾーン i の企業利潤 $\Pi_i = pz_i - \beta W_i - \gamma R_i$ 、 κ ：ロジットパラメータ、 β ：1つの企業が必要な従業者数、 γ ：1つの企業が必要な土地面積、 z_i ：ゾーン i 内企業の生産量である。

(3) 土地所有者の行動

土地所有者が居住地、業務地、その他の土地にそれぞれどのように配分するかを表わす式を以下のように定式化する。

$$l_i = D_i \frac{e^{\mu l_i}}{e^{\mu l_i} + e^{\mu R_i} + e^{\mu \rho_i}} \quad (5)$$

$$L_i = D_i \frac{e^{\mu R_i}}{e^{\mu l_i} + e^{\mu R_i} + e^{\mu \rho_i}} \quad (6)$$

$$m_i = D_i \frac{e^{\mu \rho_i}}{e^{\mu l_i} + e^{\mu R_i} + e^{\mu \rho_i}} \quad (7)$$

ここで、 D_i ：全面積、 l_i ：ゾーン i の居住地面積、 L_i ：ゾーン i の業務商業地面積、 m_i ：その他の面積である。

(4) 等価な最適化問題

以上に示した定式化は大規模な非線形連立方程式となっているため、直接的に解析を行うことや、均衡解を求めることは困難である。そこで、次のような等価な数理最適化問題を解くことによって、一般解を求めることができる。

$$\begin{aligned} \min z = & \sum_{a \in A} \int_0^{t_a} t_a(\omega) d\omega + \frac{1}{\theta_1} \sum_{k \in K} f_k^{ij} \ln \frac{f_k^{ij}}{q_{ij}} + \frac{1}{\theta_2} \sum_{i \in I} \sum_{j \in J} q_{ij} \ln \frac{q_{ij}}{y_i} \\ & + \frac{1}{\theta_3} \sum_{i \in I} y_i \ln \frac{y_i}{n} - p \sum_{i \in I} Y_i z_i + \frac{1}{\kappa} \sum_{i \in I} Y_i \ln \frac{Y_i}{N} \\ & + \frac{1}{\mu} \sum_{i \in I} \left(l_i \ln \frac{l_i}{D_i} + L_i \ln \frac{L_i}{D_i} + m_i \ln \frac{m_i}{D_i} \right) - \rho_i m \end{aligned} \quad (8)$$

t_a ：リンク a の交通量、 ρ_i ：ゾーン i のその他の土地利用の収益である。

3. まとめ

以上の定式化したものを仮想ネットワークに適用する。仮想ネットワークに適用ができ次第、実際の金沢市のネットワークに適用を行う。最適化問題を解くことにより従業者・企業それぞれの行動を把握する。そして実際のデータと比較することにより便益を評価する。結果は講演時に示す。

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解法，土木計画学研究・論文集，No.13，1996。
- 2) 武藤慎一，上田孝行，高木朗義，富田貴宏：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.17，2000。
- 3) 青山吉隆，尹鐘進，中川大，松中亮治：立地変動を考慮した実用的な土地利用・交通モデルの構築，土木計画学研究・論文集，Vol.17，pp.247-256，2000