

交通・立地統合均衡モデルによる金沢山側環状道路の便益評価分析

金沢大学 大学院自然科学研究科 環境デザイン学専攻 学生会員 ○大澤 脩司
 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
 金沢大学 理工研究域 環境デザイン学系 正会員 藤生 慎

1. 背景と目的

わが国では、道路整備事業の効果は、費用便益分析により、渋滞改善や旅行時間の短縮など、直接効果を中心に評価がなされてきた。しかし、実際にはこれら直接効果以外に、周辺地域の土地利用や立地への影響といった間接効果も生じうる。このため、より詳細に事業の効果を把握するには、直接効果と間接効果を一体的に評価する手法が必要となる。

これまで交通と立地の双方を考慮したモデルが提案されているが、例えば、武藤ら¹⁾は数値シミュレーションによる解法を提案しているものの、計算の収束性や一意性などは検討されていない。また、赤松・半田²⁾は最適化問題を解くことで一意な解を与える手法を提案しているが、企業の立地まで考慮した形とはなっていない。

本研究では、交通均衡と個人及び企業の立地を考慮し、かつ一意な解を与える交通・立地統合均衡モデルを用いて、金沢山側環状道路の便益評価分析を行う。

2. モデル化に際する仮定

交通・立地統合均衡モデルの最も基本的なモデルを開発するにあたり、以下のような仮定を設ける。

- 1) 一日のうち、通勤交通が卓越しており、通勤交通のみを考慮する
- 2) 単純化のため、各世帯の従業者は1名とする
- 3) 従業者の行動は、勤務地・居住地・通勤の経路の3選択のみを考える
- 4) 単純化のため、企業は1種類のみを考える
- 5) 企業行動は立地のみとし、必要とする従業者数・資本・土地は一定とする
- 6) 土地は居住用・企業用・その他の3区分とする
- 7) 従業者の行動はネスティッドロジット、企業立地と土地所有者の行動は多項ロジットで定式化する

3. 交通立地統合均衡モデルの定式化

(1) 従業者行動

経路選択は、経路の所要時間により、(1)式で表す。これは所要時間の短い経路を選択することを表す。

$$f_k^{ij} = q_{ij} \frac{e^{-\theta_1 c_k^{ij}}}{\sum_{k \in K} e^{-\theta_1 c_k^{ij}}} \quad (1)$$

居住地選択は、地代と、居住地と勤務地間の期待最

小コストから決まるとし、(2)式で表す。これは地代と期待最小コストが小さい居住地を選択することを表す。

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

勤務地選択は、賃金とゾーン内の期待最小コストから決まるとし、(3)式で表す。これは賃金率が高く期待最小コストが小さい勤務地を選択することを表す。

$$y_i = n \frac{e^{-\theta_3(\sigma_i - W_i)}}{\sum_{i \in I} e^{-\theta_3(\sigma_i - W_i)}} \quad (3)$$

ここで、 f_k^{ij} : ij 間の経路 k の交通量、 q_{ij} : ij の交通量、 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_i : 賃金率、 c_k^{ij} : ij 間の経路 k の旅行時間、 n : 全世帯数、 $\theta_1, \theta_2, \theta_3$: ロジットパラメータである。

(2) 企業行動

利潤最大化行動のもと、企業行動を(4)式で表す。

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

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

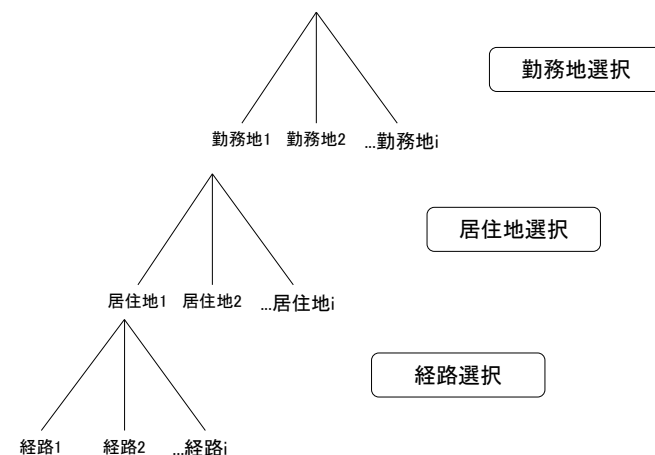


図-1 従業者の選択行動

キーワード 応用都市経済モデル、交通立地統合均衡モデル、最適化問題、道路整備事業評価
 連絡先 〒920-1192 金沢大学 大学院自然科学研究科
 金沢市角間町, TEL 076-264-5111

(3) 土地所有者の行動

土地所有者の土地配分行動は、以下の3つの式で表す。

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

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

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

ここで、 D_i : ゾーン*i*の全面積、 l_i : ゾーン*i*の居住地面積、 L_i : ゾーン*i*の業務地面積、 m_i : ゾーン*i*のその他の土地面積である。ただし、1世帯あたりの土地面積を1単位として考える。

(4) 等価な最適化問題

本モデルは以下の最適化問題で定式化できる。

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

$$q_{ij} = \sum_{k \in K} f_k^{ij} \quad \forall i, \forall j \quad (9)$$

$$y_i = \sum_{j \in J} q_{ij} \quad \forall i \quad (10)$$

$$n = \sum_{i \in I} y_i \quad (11)$$

$$N = \sum_{i \in I} Y_i \quad (12)$$

$$\beta Y_i = y_i \quad \forall i \quad (13)$$

$$D_i = l_i + L_i + m_i \quad \forall i \quad (14)$$

$$\sum_{i \in I} q_{ij} = l_j \quad \forall i \quad (15)$$

$$\gamma Y_i = L_i \quad \forall i \quad (16)$$

4. 金沢山側環状道路への適用

金沢市の山側環状道路整備事業を対象に、事業による影響を分析する。表-1に、各主体に関する結果と、旅行時間及びOD交通量の変化率を示した。旅行時間・OD交通量については、紙面の都合上全ての結果を示せないため、OD1発から抜粋した。

この結果によれば、業務地の地代が増加したゾーンは企業数が減少する傾向にあるが、ゾーンの生産力によっては、地代の増加による損失を上回る余剰が生じていると考えられる。また、本研究では、企業が雇う従業者数は一定数であるとしているため、従業者数と

企業数の増減は一致している。居住地の立地に関しては、地代の増減も影響を与えているが、それ以上に旅行時間短縮の影響が大きく、結果として、地代が増加していても居住地が増加しているゾーンも見られる。

5. 結論

本研究では、交通と住居及び企業立地を扱う交通立地統合均衡モデルを金沢市における道路整備事業の影響分析に適用することで、数値的な便益からでなく、道路整備後の変化という観点から事業の影響を分析することの有用性を示した。一方で、土地区分の想定に粗さがあり、分析の精度が低いことは否定できない。この点は今後の課題と言える。

参考文献

- 1) 武藤慎一, 上田孝之, 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, Vol. 17, pp. 257-266, 2000.
- 2) 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.

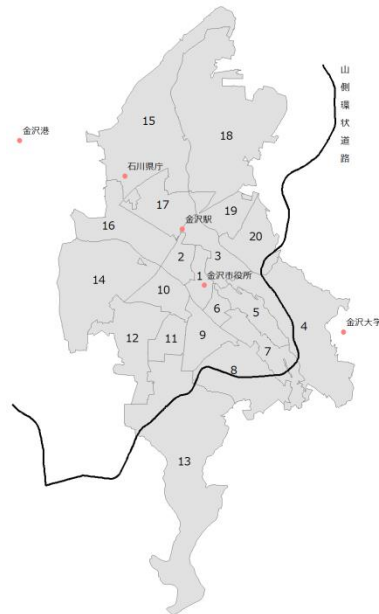


図-2 ゾーン図

表-1 金沢山側環状道路 適用結果

ゾーン	従業者数	企業数	居住地 面積	業務地 面積	居住地 地代	業務地 地代	OD	旅行時間	交通量
1	-0.17%	-0.17%	0.05%	-0.17%	0.95%	0.99%	1-1	0.00%	-6.43%
2	-0.17%	-0.17%	0.16%	-0.17%	-0.72%	-0.73%	1-2	0.00%	-1.64%
3	-0.10%	-0.10%	0.04%	-0.10%	-0.06%	-0.07%	1-3	-23.67%	7.48%
4	-0.21%	-0.21%	0.04%	-0.21%	0.03%	0.02%	1-4	0.00%	-4.28%
5	-0.04%	-0.04%	0.02%	-0.04%	-1.25%	-1.31%	1-5	0.00%	-1.08%
6	-0.15%	-0.15%	0.06%	-0.15%	-0.77%	-0.80%	1-6	-16.94%	1.03%
7	-0.09%	-0.09%	0.01%	-0.09%	-1.72%	-1.95%	1-7	-9.72%	1.84%
8	0.96%	0.95%	-0.56%	0.96%	-1.00%	-0.97%	1-8	0.00%	-1.37%
9	-0.08%	-0.08%	0.03%	-0.08%	-0.80%	-0.83%	1-9	0.00%	-2.04%
10	-0.11%	-0.11%	0.14%	-0.11%	-0.90%	-0.90%	1-10	0.00%	-0.82%
11	-0.09%	-0.09%	0.11%	-0.09%	-0.39%	-0.39%	1-11	0.00%	-2.77%
12	0.13%	0.13%	-0.05%	0.13%	-0.64%	-0.65%	1-12	0.00%	-2.61%
13	0.12%	0.12%	-0.10%	0.12%	-1.00%	-1.00%	1-13	4.80%	-3.33%
14	-0.16%	-0.16%	0.03%	-0.16%	-1.29%	-1.46%	1-14	0.00%	-2.14%
15	-0.24%	-0.24%	0.04%	-0.24%	7.28%	8.04%	1-15	-32.11%	10.06%
16	-0.03%	-0.03%	0.02%	-0.03%	-0.74%	-0.75%	1-16	-6.27%	1.86%
17	0.19%	0.18%	-0.03%	0.19%	0.24%	0.27%	1-17	-7.85%	0.97%
18	0.13%	0.13%	-0.08%	0.13%	0.88%	0.90%	1-18	-12.93%	3.50%
19	0.19%	0.19%	-1.38%	0.19%	1.78%	1.74%	1-19	-21.65%	-0.29%
20	-0.03%	-0.03%	0.45%	-0.03%	0.34%	0.33%	1-20	-15.79%	-0.21%