

大規模交通プロジェクトの 便益計測手法に関する研究

岐阜大学 正会員 森杉 壽芳

筑波大学 正会員 大野 栄治

岐阜大学 学生員 小池 淳司

岐阜大学 学生員 佐藤 博信

1. はじめに

大規模な交通プロジェクトを実施した場合の便益は、プロジェクトを実施した地域のみならず広域に波及する。これまでの対象地域を閉じるようなClosedの仮定を用いた交通プロジェクトの便益計測手法¹⁾では、プロジェクトが大規模化すると総便益が過大評価、過小評価になるおそれがある。そこで本研究では、対象地域の総人口変化を考慮するモデルを構築し、対象地域に集積の経済、集積の不経済が働く場合と分類することによって評価の違いを明示する。

2. 都市モデルの仮定

図-1に示すような人口数 N_x が一定とみなすことができる広大な空間を考え、以下の仮定をおく。

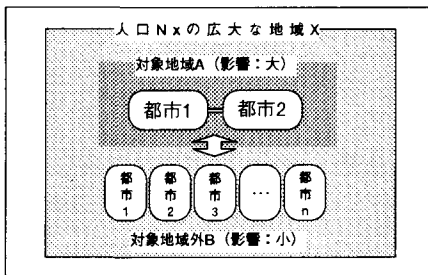


図-1 都市モデル

①広大な空間 X を2つの都市（都市1，都市2）から構成される地域A（影響：大）と、それ以外の都市から構成される地域B（影響：小）にわけて考える。②それぞれの都市空間は均一である。③交通費用は各都市内で均一である。④それぞれの都市の中心にCBD(Central Business District)がある。⑤すべての世帯は、居住している都市のCBDへ通勤する。したがって、住み替える場合には移住した都市のCBDに通勤する。⑥すべての世帯は各都市のどの場所に立地しても等しい収入を得ることができる。⑦世帯の住み替え費用はゼロである。

3. 総人口予測モデルの構築

ここで図-2のように世帯が立地選択行動をするものと仮定する。つまり、各世帯は広大な空間 X のプロジェクトの影響を強く受ける2つの都市（都市1，都市2）から構成される地域Aと、それ以外の都市から構成される地域Bのどちらかを選択し、その後対象地域内でさらに都市1と都市2を立地選択するものと仮定し、地域Aの総人口予測モデルを構築する。

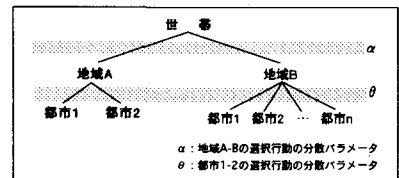


図-2 世帯の立地行動

各世帯の立地選択はそれぞれの都市の効用レベルによって決まるが、立地効用はランダム効用理論において個々の世帯に対して同一ではない。また、各世帯はより高い効用レベルを達成できる地域への立地を選択する。このとき、立地選択において達成される効用レベルの期待値は最大期待効用と呼ばれ、またそれを与える関数は満足度関数は、次式で与えられる。

$$S[V_A] = \frac{1}{\theta} \ln[\exp \theta V_{1A} + \exp \theta V_{2A}] \quad (1)$$

$$\begin{aligned} S[V_B] &= \frac{1}{\theta} \ln[\exp \theta V_{1B} + \exp \theta V_{2B} + \cdots \\ &\quad + \exp \theta V_{nB}] \\ &= \frac{1}{\theta} \ln[\sum_{jB} \exp \theta V_{jB}] \end{aligned} \quad (2)$$

ここで、添字Aはプロジェクトを実施する対象地域を示し、Bは対象地域外を示す。 V_{1A} 、 V_{2A} はそれぞれ都市1，都市2の効用レベル、 V_{jB} は地域Bにおける都市の効用レベルを示す。これらの式から、 n が十分に大きいとき、 $S[V_A]$ と $S[V_B]$ の大小関係は、

$$S[V_A] \ll S[V_B] \quad (3)$$

となることがわかる。したがって、地域Aの総人口 N_A と、地域Bの総人口 N_B は、以下のように示される。

ただし、 N_x は広大な空間における総人口とする。

$$N_A = P_{SA} \times N_x \quad (4.1)$$

$$N_B = P_{SB} \times N_x \quad (4.2)$$

$$N_x = N_A + N_B \quad (4.3)$$

$$P_{SA} = \frac{\exp \alpha S[V_A]}{\exp \alpha S[V_A] + \exp \alpha S[V_B]} \quad (4.4)$$

$$P_{SB} = \frac{\exp \alpha S[V_B]}{\exp \alpha S[V_A] + \exp \alpha S[V_B]} \quad (4.5)$$

P_{SA}, P_{SB} は、それぞれ地域A, 地域Bの立地選択確率である。上式より次式が導かれる。

$$\ln N_A = \ln N_B - \alpha S[V_B] + \alpha S[V_A] \quad (5.1)$$

仮定より $N_B \gg N_A$ なので、 N_B は N_A によって変化しないある一定の値をとると考えられる。また $S[V_B]$ も同様に、ある一定の値と置くことができるので、 $\ln N_B - \alpha S[V_B]$ を $\ln C$ と置いて展開すると、次式が得られる。

$$\begin{aligned} \ln N_A &= \ln C + \frac{\alpha}{\theta} \ln(\exp \theta V_{1A} + \exp \theta V_{2A}) \\ &= \ln \{C' \cdot (\exp \theta V_{1A} + \exp \theta V_{2A})\}^{\alpha/\theta} \quad (5.2) \end{aligned}$$

したがって、対象地域に於ける総人口予測モデルは、次式で与えられる。なお、 $N_A \rightarrow N$ とする。

$$N = C (\exp \theta V_1 + \exp \theta V_2)^{\alpha/\theta} \quad (6)$$

4. 交通プロジェクト便益の比較

効用関数の確定項をゴーマン型と仮定し、式(1)に等価的偏差EVの概念を適用すると、プロジェクト便益 EV_s は次式のように定義される。¹⁾ なお、 $\lambda = \theta / \alpha$ 、 b はプロジェクト実施前と実施後を示す。

$$EV_s = \frac{S[V^b] - S[V^a]}{V^a} \quad (7)$$

また、総人口を内生化する場合の交通便益、効用、人口、選択確率に「 r 」をつけるものとする。ここで、式(1)、(4)から総人口を内生化する場合の EV_s' と固定する場合の EV_s の差 (ΔEV_s)を求めると、プロジェクト実施前の総人口は同一であるので以下ようになる。

$$\begin{aligned} \Delta EV_s &= EV_s' - EV_s \\ &= \frac{1}{V^a} \{S[V^{b'}] - S[V^b]\} \\ &= \frac{1}{V^a} \int_{N_j}^{N_j'} \frac{\partial V_j}{\partial N} dN - \frac{1}{V^a \theta} \ln \left(\frac{P_j^{b'}}{P_j^b} \right) \quad (8) \end{aligned}$$

ここで、 $P_j^{b'}$ 、 P_j^b はともにプロジェクト後の対象地域

での都市 j の立地選択確率であり、効用の変化 $\rightarrow$ 人口変化 $\rightarrow$ 効用の変化となり、選択確率の差がなくなってくるので $P_j^{b'} / P_j^b \approx 1$ とみなすことができ、第2項が便益の変化に対して無視できる。よって、便益の差は $\partial V / \partial N$ に依存する。これは、都市が人口に対し集積の経済 ($\partial V / \partial N > 0$) または不経済 ($\partial V / \partial N < 0$) が働いているかを示す指標である。またプロジェクトの総便益は、 EV_s 人口 N をかけたもので表され、この便益差は以下のように表す。

$$\begin{aligned} \Delta EV_s \cdot N &= EV_s' \cdot N' - EV_s \cdot N \\ &= EV_s \cdot \Delta N + \Delta EV_s \cdot N' \\ &= EV_s \int_a^b \frac{\partial N'}{\partial V} dV + \frac{1}{V^a} \int_{N_j}^{N_j'} \frac{\partial V_j}{\partial N} dN \cdot N' \quad (9) \end{aligned}$$

これらの式より、総人口変化による世帯の総便益の変化は対象地域に集積の経済が働いている時には、第1項、第2項共に正となることより総便益が正であることがわかるが、対象地域に集積の不経済が働いている時には、第1項は負、第2項は正となり総便益の変化は効用関数及び総人口予測モデルによって変わってくると考えられる。

この結果から従来のように対象地域を閉じたものと仮定すると、対象地域に集積の経済が働いている場合、プロジェクトの総便益は過小評価となり、集積の不経済が働いている時は効用関数や総人口予測モデルの係数によって過小評価、過大評価になる恐れがあることが分かる。

5. おわりに

大規模交通プロジェクトの便益計測手法を既存のランダム効用理論に基づいた便益計測モデルに総人口予測モデルを内生化することにより構築した。この結果から、大規模交通プロジェクトの世帯の便益をこれまでの便益計測手法での計測との違いを明示できた。つまり、その都市で集積の経済が働く場合、集積の不経済が働く場合を捉えることが必要であることがわかった。

【参考文献】

- 1) 森杉壽芳・大野栄治：ランダム効用理論による交通便益定義に関する研究，日交研シリーズ，A-154，1992
- 2) 森杉壽芳：プロジェクト評価に関する最近の話題，土木計画学研究論文集，No. 7，pp. 1-33，1989