

IV-107 適用条件の相違による厚生最大化モデルの適合度に関する考察

神戸大学大学院 学生員○細井久寿

神戸大学工学部 正 員 枝村俊郎

神戸大学工学部 正 員 川井隆司

1. はじめに

本研究は、いくつかの適用条件のもとで厚生最大化モデル(WFM)¹⁾を適用し、モデルの適合度を観察することによりモデル特性を明らかにすることを目的とする。

従来、開発されてきた土地利用モデルは特定の地域と特定の目的において開発されたものが多く、モデルを異なる対象地域あるいは同一対象地域でも適用条件を変えて適用すると適合度が変化する場合があります。よって、構築した土地利用モデルがどのような特性を持つ対象地域において有効であるのかを検討するため、種々の適用条件下においてモデルの適合度の変化を明らかにすることが必要である。

本研究で適用したWFMは、ウィルソンらが構築したグループ余剰最大化モデル(GSM)²⁾を確率効用理論との論理的整合性を保つように改良したモデルであり、ガリン・ローリーモデルを基礎とする土地利用モデルである。本研究では、このWFMの適用条件として以下の二つを考え、各々についてのモデルの適合度を検討しその特性に関し考察する。

1) 同一対象地域においてゾーン分割数が異なる場合

2) 対象地域が異なる場合

2. 厚生最大化モデル

WFMは、個人レベルでの行動理論を確率効用理論によってモデル内に導入し、個人の効用を集計した社会的厚生関数を社会が最大化させるという社会厚生の接近法に従って、厚生最大化のもとでのトリップ(通勤トリップ、サービストリップ)分布を求める数理計画問題として次式のように定式化される。

$$\text{minimize } WF = -\frac{1}{\beta^W} \sum_{ij} T_{ij} \left(\ln \frac{T_{ij}}{\bar{W}_i^R} - 1 \right) - \sum_{ij} T_{ij} c_{ij}^W - \frac{1}{\beta^S} \sum_{ij} S_{ij} \left(\ln \frac{S_{ij}}{\bar{W}_j^{NB}} - 1 \right) - \sum_{ij} S_{ij} c_{ij}^S \quad (1)$$

$$\text{subject to } \sum_j T_{ij} - \lambda_1 \sum_j S_{ij} = 0 \quad (i=1, \dots, n) \quad (2)$$

$$\sum_i T_{ij} - \lambda_2 \sum_i S_{ij} = \eta E_j^B \quad (j=1, \dots, n) \quad (3)$$

ここでWFは厚生値、 T_{ij} は居住地ゾーン*i*から従業地ゾーン*j*への通勤トリップ数、 c_{ij}^W は通勤トリップの交通費用、 S_{ij} はサービストリップ数、 c_{ij}^S はサービストリップの交通費用、 $\bar{W}_i^R$ はゾーン*i*の居住立地に関する魅力度の重み、 $\bar{W}_j^{NB}$ はゾーン*j*の非基幹産業立地に関する魅力度の重み、 β^W 、 β^S はパラメータである。 λ_1 、 λ_2 は定数とする。

3. 適用条件の相違による適合度の変化

1) 対象地域においてゾーン分割数が異なる場合

土地利用モデルは同一対象地域であってもゾーン分割数によって適合度が変化すると考えられる。よって、本研究ではゾーン分割数の相違による適合度の変化から、WFMの特性を明らかにすることを試みる。そこで対象地域に大阪府を採用し、市区町村の組合せによってゾーン分割数を44、30、22、19、15、6の場合のそれぞれにモ

表-1 大阪府におけるWFMの適合度

ゾーン 分割数	相 関 係 数 ²⁾ P_i	³⁾ E_j^{NB}	PRMS誤差(%) ¹⁾ P_i	E_j^{NB}	的中率(%) P_i	E_j^{NB}
44	0.7026	0.4708	160.0	222.0	72.7	61.4
30	0.6928	0.5499	130.9	172.6	73.4	65.2
22	0.9150	0.7857	21.6	26.5	92.4	89.0
19	0.7760	0.6886	99.3	126.2	71.5	66.3
15	0.7486	0.7228	83.2	106.6	78.5	72.9
6	0.8275	0.7192	39.7	54.3	83.2	78.5

1)パーセントRMS誤差、2)は常住人口、3)非基幹産業従業者数である。

デルを適用する。適用結果の適合度として、各評価指標値を表-1に示す。この表より、WFMはゾーン分割数によって適合度が大きく変化していることがわかる。

このようなゾーン分割数の相違による適合度の変化は、ゾーン分割数そのものが原因というより、ゾーン分割数によって変化するデータの特性に起因すると考えられる。ゆえに、ゾーン分割数により直接変化する要因であるトリップの分布パターンおよび内内トリップ数の割合による適合度の変化について考察する。

まず、ゾーン分割数の相違によるトリップの分布パターンの変化がWFMの適合度に与える影響を考察する。図-1, 2はそれぞれ通勤トリップ数およびサービストリップ数の変動係数と常住人口および非基幹産業従業者数のパーセントRMS誤差との関係を示すものである。図-1, 2より、各トリップ数の変動係数が大きくなるに従って、モデルの適合度が低下する傾向が認められる。なお、この傾向は相関係数、的中率についても同様の結果であった。つぎに、ゾーン分割数によって変わる内内トリップ数の割合と適合度との関係については、明確な傾向は認められなかった。

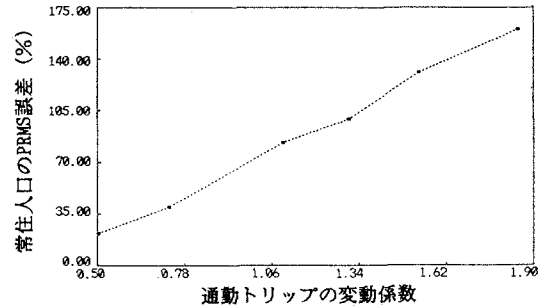


図-1 通勤トリップの変動係数と常住人口のPRMS誤差との関係

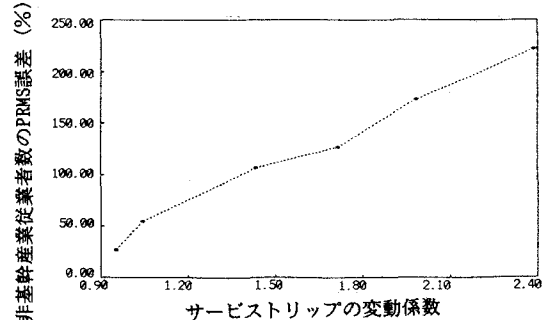


図-2 サービストリップの変動係数と非基幹産業従業者数のPRMS誤差との関係

2) 対象地域が異なる場合

対象地域が異なる場合でのWFMの 表-2 大阪市および神戸市におけるWFMの適合度およびトリップ数の変動係数

適合度の変化については、モデルを大阪市および神戸市を対象に適用し、その適合度を前述の大阪府の場合の適合度と比較する。なお、神戸市、大阪市におけるゾーニングは行政区に従った。両市への適用結果の適合度、

対 象 地 域	相 関 係 数		PRMS誤差 (%)		的 中 率 (%)		変 動 係 数	
	P_i	E_{ij}^{NB}	P_i	E_{ij}^{NB}	P_i	E_{ij}^{NB}	T_{ij}	S_{ij}
大阪市	0.9863	0.9811	18.5	8.8	91.6	97.1	0.4378	0.9086
神戸市	0.8787	0.7391	11.0	18.7	95.3	92.8	0.7684	0.9462

ならびに通勤トリップ数、サービストリップ数の変動係数を表-2に示す。この表より、大阪市、神戸市の適用結果では、ともに前述の大阪府の適用結果と比べ、適合度が高いことが認められるが、一方で、通勤トリップ数およびサービストリップ数の変動係数が大阪府の場合と比較して小さいことも認められる。したがって、1)と同様に各トリップ数の変動係数が大きくなるに従って、モデルの適合度が低下するといえる。

4. 結 論

本研究では、適用条件の相違によって、WFMの適合度が大きく変化することを確認し、さらにWFMのモデル特性について考察した。その結果、対象地域内の各トリップ数の変動係数が大きくなるに従って、適合度が低下することが認められた。なお、この傾向はWFMと同じフレームワークを有するガリン・ローリーモデルについてはほとんど認められないことを確認している。よって、今後の課題としてトリップ数の分布パターンがWFMの構造にどのように関係するのかを明らかにする必要がある。

【参考文献】

- 1) 枝村俊郎・川井隆司・清水裕文・秋山智則:厚生最大化モデルの導出と適用に関する研究,土木計画学研究・講演集, No11, pp. 723-730, 1988.
- 2) Wilson, A. G., Coelho, J. D., Macgill, S. M., and Williams, H. C. W. L.: Optimization in locational and Transport Analysis, JOHN WILEY & SONS, 1981.