

ゾーン分割数の相違による厚生最大化モデルの適合度に関する考察

神戸大学工学部 正 員 枝村俊郎

神戸大学工学部 正 員 川井隆司

京都市役所 正 員 〇秋山智則

1. はじめに

本研究は厚生最大化モデル(WFM)¹⁾の適用能力を検討するため、大阪府を対象にゾーン分割数の相違によるモデルの適合度について考察を行うものである。

従来、開発された多くの土地利用モデルは特定の地域と特定のゾーニングにおいて開発されたものであり、モデルの適用能力に関して十分な検討がなされているとはいえない。ゆえに、構築した土地利用モデルを適用する際には、モデルの構造を理論的に把握するだけでなく、種々の適用条件下でのモデルの適合度を検討し、モデルの適用能力を知る必要がある。特に従来の土地利用モデルは、空間的に連続な対象地域を複数のゾーンに分割し、各ゾーンの集計された活動の立地量を推計するものであり、同一対象地域であってもゾーン分割数の相違によってモデルの適合度が変化することが考えられる。

2. 適用した土地利用モデル

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(GLM)のフレームワークを保った土地利用モデルである。したがって、WFMはGLMでは明示されていなかった個人の行動理論を確率効用理論によってモデル内に導入し、GLMのフレームワーク上で、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うものであり、次式の数理計画問題として定式化される。

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

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

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

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、 $\widehat{W}_i^R$ はゾーン*i*の居住立地に関する魅力度の重み、 $\widehat{W}_j^{NB}$ はゾーン*j*の非基幹産業立地に関する魅力度の重み、 E_j^B は基幹産業従業者数、 η は従業者1人当りの通勤トリップ数、 β^w 、 β^s はパラメータである。また、 λ_1 、 λ_2 は式(2)、(3)を満足する定数である。

また、WFMの適合度を検討するために、同一条件下でWFM^{*}を適用し、WFMの適合度との比較を行った。ここでWFM^{*}とはGSMと同様に魅力度の重みに確率選択モデル(PCM)²⁾の魅力度の重みを用いたものであり、このWFM^{*}の適合度をWFMの適合度と比較することによりWFMで用いた魅力度の重みの妥当性を検討するものである。

本研究ではこれらのモデルを大阪府を対象に6種類のゾーン分割数(ゾーン数: 44, 30, 22, 19, 15, 6)で適用した。適用に際してはパラメータ等を推定する時間断面を昭和55年とし、ここで得られたパラメータ推定値が将来も不変であると仮定して、昭和60年の常住人口と非基幹産業従業者数を予測し、実績値との比較によってモデルの適合度を検討した。なお、使用データは常住人口および非基幹産業従業者数については昭和55年度、60年度版国勢調査報告書の人口および従業地による就業者数から得た。また、トリップデータ、交通費用データについては昭和55年度京阪神都市圏パーソントリップ調査結果から得た。

Toshiro EDAMURA, Takashi KAWAI, Tomonori AKIYAMA

3. ゾーン分割数の相違による適合度の変化

適用結果から得られた各ゾーン分割数ごとの各モデルの適合度を表-1に示す。これより、WFMおよびWFM⁻は共に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分かる。またゾーン分割数6を除いて、WFMの方がWFM⁻よりも適合度が良いが、これよりPCMの魅力度の重みよりもWFMの魅力度の重みの方がWFMの構造に適していることが確認される。

表-1 大阪府におけるWFM, WFM⁻の適合度

ゾーン 分割数	モデル	相 関 係 数		PRMS誤差(%) ¹⁾		的 中 率 (%)	
		²⁾ P _i	³⁾ E _{NB}	P _i	E _{NB}	P _i	E _{NB}
44	WFM	0.7026	0.4708	160.0	222.0	72.7	61.4
	WFM ⁻	0.6475	0.2964	165.5	234.9	71.8	55.7
30	WFM	0.6928	0.5499	130.9	172.6	73.4	65.2
	WFM ⁻	0.5935	0.3731	137.5	184.3	71.7	59.6
19	WFM	0.7760	0.6886	99.3	128.2	71.5	66.3
	WFM ⁻	0.7178	0.6329	105.4	136.3	69.6	62.5
15	WFM	0.7486	0.7228	83.2	106.6	78.5	72.9
	WFM ⁻	0.6264	0.5109	87.7	113.2	77.2	70.7
6	WFM	0.8275	0.7192	39.7	54.3	83.2	78.5
	WFM ⁻	0.8422	0.7438	37.9	52.4	84.1	79.4
22	WFM	0.9150	0.7857	21.6	26.5	92.4	89.0
	WFM ⁻	0.8960	0.6786	22.6	30.3	92.0	87.6

1)はパーセントRMS誤差, 2)は常住人口, 3)非基幹産業従業者数である。

これらの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。したがって、以下に示すデータの特性としての要因とモデルの適合度との因果関係について考察する。

- 1) GLMのフレームワーク上の各パラメータの対象地域における変動によるモデルの挙動
- 2) 対象地域全体での通勤トリップ数とサービストリップ数の分布パターンの変化によるモデルの挙動
- 3) 全トリップ数に対する内内トリップ数の割合の変化によるモデルの挙動

1)はWFMおよびWFM⁻の両方について因果関係が認められなかった。つぎに2)については、図-1, 2において、WFMおよびWFM⁻の両方で各ゾーンの通勤トリップ数およびサービストリップ数の分布パターンを表す変動係数が増加するにつれ、通勤トリップ数およびサービストリップ数の予測値についてのパーセントRMS誤差が増増しており、各トリップ数の変動、つまりトリップの分布パターンがモデルの適合度に影響を及ぼすと考えられる。なお、このような傾向はGLMを適用した場合では見られない現象であり、WFMのモデル構造上の特徴であるといえる。また3)については、各モデルとも内内トリップ数の占める割合と常住人口および非基幹産業従業者数の適合度との因果関係は確認できなかった。

4. おわりに

WFMの適合度は対象地域内の通勤トリップおよびサービストリップの分布パターンに大きく影響を受けることが分かった。このようなトリップの分布パターンはWFMにおけるパラメータ β^W , β^S に起因することが考えられ、パラメータ β^W , β^S についてのより詳細な検討が今後の課題となろう。

【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.

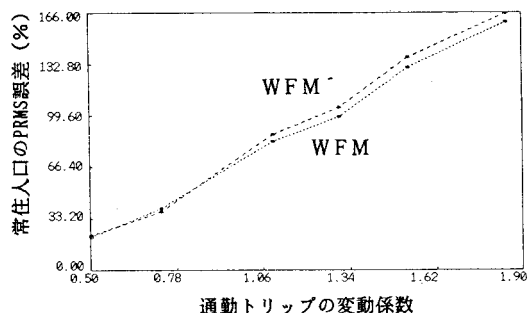


図-1 通勤トリップの変動係数と常住人口のPRMS誤差との関係

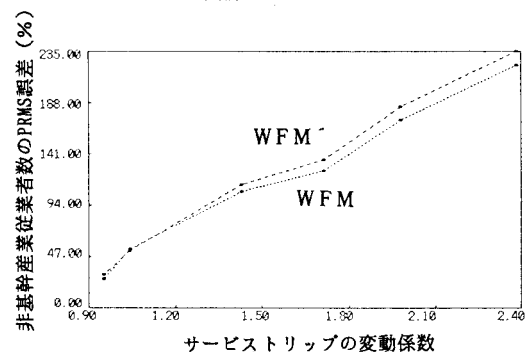


図-2 サービストリップの変動係数と非基幹産業従業者数のPRMS誤差との関係