

IV-106

改良型厚生最大化モデルに関する研究

京都市役所 正員 〇秋山智則
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

本研究では、詳細な産業立地量を求める土地利用モデルの構築の試みとして、サービストリップを日常目的によるものと、非日常目的によるものの二つに分割し、それぞれのサービストリップに対応する非基幹産業従業者数を求める改良型厚生最大化モデル(WFM II)を構築し、適用を通してモデルの有効性を検討する。

厚生最大化モデル(WFM)¹⁾は、ガリン・ローリーモデル(GLM)では明示されていなかった立地選択における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、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、厚生最大化のもとの通勤トリップ数、サービストリップ数を求め、これより常住人口と非基幹産業従業者数の配分を求めるモデルである。また、WFMの定式化においては、GLMのフレームワークに基づき、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ている。

上述したWFMが基礎とするGLMのフレームワークでは、通勤トリップとサービストリップの二つの配分関数によって、対象地域内の立地活動量を配分する構造を持つ。だがこの構造では、サービストリップの配分関数が様々な消費活動を目的として行われるトリップを一括して取り扱うため、消費活動の種類ごとのトリップ分布を表現できないばかりか、消費に対応する業種ごとの詳細な産業立地量も得られない。

2. 改良型厚生最大化モデル

WFM IIの立地選択構造を図-1に示す。まず、対象地域外からの需要によって外生的に決定されたゾーンjの基幹産業従業者は、通勤トリップを通して居住立地選択を行なう。次にゾーンiの居住者は居住地から、日常的なサービスを受受する日常非基幹産業と非日常的なサービスを受受する非日常非基幹産業の立地選択を、それぞれ日常サービストリップ、非日常サービストリップを通して相互に独立に行なうものと

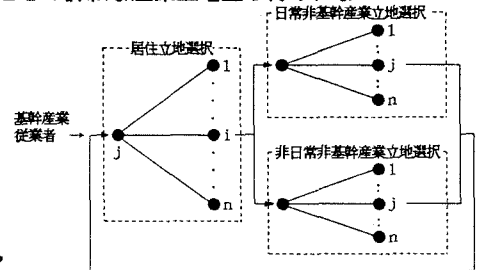


図-1 WFM IIの立地選択構造

する。すなわち、日常的サービスを受けるゾーンと非日常的サービスを受けるゾーンは互いに無関係に決定される。そして、日常、非日常非基幹産業で雇用される日常、非日常非基幹産業従業者はともに非基幹産業従業者として扱われ、前述と同様の居住立地選択を行なう。ここで、居住立地選択においては、選択する居住地ゾーンから日常、非日常それぞれの非基幹産業立地選択を行うことにより得られる期待効用を考慮し、一方、日常、非日常それぞれの非基幹産業立地選択においては、これらのサービスを供給する非基幹産業従業者の居住立地選択についての期待効用が考慮される。

以上の立地選択構造において、居住地ゾーンにおける日常、非日常サービストリップそれぞれの発生量は、対象地域内の就業率および各トリップの発生原単位を一定と仮定することにより、通勤トリップ数の発生量に比例するものと式(1)、(2)を定義する。また、従業地ゾーンにおける日常、非日常非基幹産業従業者数は、それぞれ日常、非日常サービストリップ数の集中量に比例し、かつ通勤トリップの集中量は全従業者数に比例すると仮定し式(3)を定義する。

$$\sum_j T_{ij} - \lambda_i \cdot \sum_j S_{ij}^1 = 0 \quad (i = 1, \dots, n) \quad (1)$$

$$\sum_j T_{ij} - \lambda_i \cdot \sum_j S_{ij}^2 = 0 \quad (i = 1, \dots, n) \quad (2)$$

$$\sum_i T_{ij} - \lambda_2' \sum_i S_{ij}^1 - \lambda_2'' \sum_i S_{ij}^2 - \eta E_j^B = 0 \quad (j=1, \dots, n) \quad (3)$$

ここで、 i は居住地ゾーン、 j は従業地ゾーン、 T_{ij} は通勤トリップ数、 S_{ij}^1 は日常サービストリップ数、 S_{ij}^2 は非日常サービストリップ数、 η は従業者1人当りの通勤トリップの集中量、 E_j^B はゾーン j の基幹産業従業者数である。 λ_1' 、 λ_1'' 、 λ_2' 、 λ_2'' については以下のように定義される。

$$\lambda_1' = 1/\rho' \sigma' \alpha, \lambda_1'' = 1/\rho'' \sigma'' \alpha, \lambda_2' = \eta/\rho', \lambda_2'' = \eta/\rho''$$

ここで、 α は従業者1人当りの常住人口、 ρ' は日常非基幹産業従業者1人当りの日常サービストリップ集中量、 ρ'' は非日常非基幹産業従業者1人当りの非日常サービストリップ集中量、 σ' 、 σ'' はそれぞれ常住人口1人当りの日常、非日常非基幹産業従業者数である。

対象地域の厚生値を表す厚生関数は、通勤トリップの期待効用値を全通勤トリップについて集計したものとして式(4)のように定義され、式(1)、(2)のフレームワークに基づいて以下のように展開される。

$$WF = \sum_j D_j^W \bar{u}_j \quad (4)$$

$$= -\frac{1}{\beta^W} \sum_{ij} T_{ij} \left(\ln \frac{T_{ij}}{\bar{W}_i^R} - 1 \right) - \sum_{ij} T_{ij} c_{ij}^W + \sum_{ij} T_{ij} \left(\frac{1}{\lambda_1'} \bar{u}_i^{s1} + \frac{1}{\lambda_1''} \bar{u}_i^{s2} \right) \quad (5)$$

$$= -\frac{1}{\beta^W} \sum_{ij} T_{ij} \left(\ln \frac{T_{ij}}{\bar{W}_i^R} - 1 \right) - \sum_{ij} T_{ij} c_{ij}^W - \frac{1}{\beta^{s1}} \sum_{ij} S_{ij}^1 \left(\ln \frac{S_{ij}^1}{\bar{W}_j^{NB1}} - 1 \right) - \sum_{ij} S_{ij}^1 c_{ij}^{s1} \\ - \frac{1}{\beta^{s2}} \sum_{ij} S_{ij}^2 \left(\ln \frac{S_{ij}^2}{\bar{W}_j^{NB2}} - 1 \right) - \sum_{ij} S_{ij}^2 c_{ij}^{s2} \quad (6)$$

ここで、 D_j^W はゾーン j への通勤トリップの集中量、 $\bar{W}_i^R$ は居住立地に関する魅力度の重み、 $\bar{W}_j^{NB1}$ 、 $\bar{W}_j^{NB2}$ はそれぞれ日常、非日常非基幹産業立地に関する魅力度の重み、 c_{ij}^W 、 c_{ij}^{s1} 、 c_{ij}^{s2} は各トリップの交通費用、 $\bar{u}_j$ は通勤トリップ1単位当りで得られる期待効用である。

以上より、厚生最大化のもとでの各トリップ数を求める数理計画問題は以下のように定式化される。

$$\text{maximize } WF(T_{ij}, S_{ij}^1, S_{ij}^2) = \text{式(6)}$$

$$\text{subject to 式(1), (2), (3)}$$

上述の主問題は凹関数であり、ウルフェの双対定理より制約条件なしの双対問題が定式化され、これを解くことによって各トリップ分布が得られる。

表-1 神戸市におけるWFMⅡ、WFMの適用結果

3. WFMⅡの神戸市への適用

モデルの有効性を確認するためにWFMⅡおよびWFMを神戸市に適用した結果を表-1に示す。ここでゾーンは行政

モデル	相 関 係 数	PRMS 誤差 (%) ¹⁾				的 中 率 (%)			
	²⁾ P_i	³⁾ E_j^{NB1}	⁴⁾ E_j^{NB2}	⁵⁾ E_j^{NB}	P_i	E_j^{NB1}	E_j^{NB2}	E_j^{NB}	
WFMⅡ	0.8891	0.6631	0.9685	0.6017	10.9	23.1	29.9	23.9	95.8
WFM	0.8787			0.7391	11.0		18.7	95.3	92.8

1)はパーセントRMS誤差、2)は常住人口、3)、4)、5)はそれぞれ日常非基幹産業従業者数、非日常非基幹産業従業者数、非基幹産業従業者数である。

区とする。表-1から、WFMⅡはWFMとほぼ同程度の適合度が得られており、サービストリップを二つに分割した場合の立地選択構造とこれによる定式化がおおむね妥当であることが確認できた。

4. おわりに

本研究ではWFMの改良として、常住人口、日常非基幹産業従業者数、非日常非基幹産業従業者数の三種類の立地活動量が求められるWFMⅡを構築し、神戸市への適用を通してその有効性を検討した。今後は、モデルの操作性を保持しつつ、さらに詳細な立地活動量が得られるモデルを構築する必要がある。

【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。