

鳥取大学 学生会員 ○別所 和希
鳥取大学 正会員 福山 敬
鳥取大学 正会員 桑野 将司
鳥取大学 正会員 羅 貞一

1. 序論

過疎化や少子高齢化の進行に直面する我が国の地方都市は、効果を見込むことができる政策をより選択的に進めていく必要がある。そのため、政策を適切に評価し、その効率性を見極めなければならない。したがって、行政は様々な政策を総合的に評価する手法の援用が必要である。

政策は、都市のマクロな構造のみならず、家計のレベルでの交通行動や経済行動に対しても影響を与える。そのため、政策評価は交通行動や経済行動の変化を対象とする。しかし、交通行動や経済行動を表現する交通モデルや土地利用モデルは、データの入出力に整合がとれていない場合があり、適切な予測や評価結果が困難になる。そこで、図-1 のように両者の入出力に整合が保たれるように構築しなければならない。

また、便益評価と整合したモデルはミクロ経済学の基礎を備えている必要がある。家計のような各経済主体は、意思および行動の決定を効用最大化問題や利潤最大化問題で表現し、価格を基にして各経済主体の需要と供給が合致する市場均衡がモデルにおいて達成されなければならない。

これらに対応するために、政策における予測および評価を行う手法として、応用都市経済モデル (Computable Urban Economic Model : 以下 CUE モデル) が構築された。CUE モデルは、既存のデータや予測手法、費用便益分析手法との整合性が高く、既存の交通計画の拡張とすることも可能である。また、同一のモデルで、過去の政策の検証と仮想のシナリオに基づくシミュレーションを同じ基準で測ることができ、汎用性や理論的な整合性の高さが特徴とされている。しかし、CUE モデル構築のためには多種多様なデータを要するが、パーソントリップ調査のような収集されていないデータがある地方都市部での構築は、制約があるのが現状である。

そこで、データが限定される地方都市で CUE モデルを構築することを本研究の目的とし、人口 20 万人程度の鳥取県鳥取市を中心とした都市生活圏を対象とした CUE モデルを構築し、いくつかの施策の影響をシミュレーション分析を通じて考察を行う。

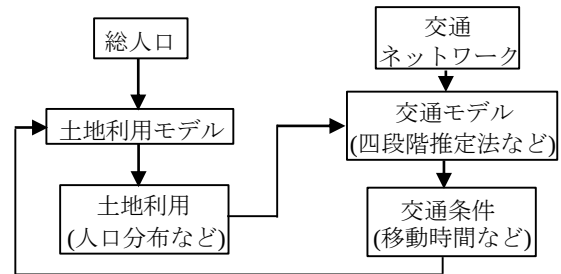


図-1 土地利用・交通モデルの構造¹⁾

表-1 CUE モデルの分析対象例

対象	分野	施策名
交通	道路政策	幹線道路整備
		ロードプライシングなどの料金施策
	鉄道政策	都市鉄道、LRT などの整備
		運賃変更
土地利用	利用規制	土地利用計画や土地利用規制の変更
	都市開発	ニュータウン開発
	課金的手法	課税、補助金
	拠点形成	企業誘致など

2. 既往研究と研究目的

CUE モデルは、表-1 で挙げるような政策に対応することができるが、地方都市では、データに制約があるため構築が難しい。秋山²⁾では、鳥取市を中心とした地方都市生活圏に CUE モデル構築を試みているが、いくつか課題が残されている。それは、企業の立地行動をモデル化していないことや私事トリップの目的地選択確率のパラメータ推計を行っていないこと、地価を通じた立地均衡を捉えていないため各ゾーンに通勤する勤労者数と各ゾーンの居住勤労者数との整合が取れていないこと、各ゾーン間および内々移動の設定の根拠が明らかでないことである。

そこで本研究では、「私事トリップの目的地選択確率のパラメータ推定」と「通勤者数と居住者数の整合性の確保」および「移動距離の明確な選定」に関して地方都市生活圏の CUE モデル構築における問題解決を図る。「私事トリップの目的地選択確率」は、存在しないトリップデータの代用として修正 Huff モデルで出力された値でパラメータ推計を行う。「通勤者と居住者数の整合」は、二重制約型重力モデルを使用して解決

を図る。「移動距離の選定」は栗田・腰塚³⁾の内々移動算出方法や道路交通センサスのデータおよび Google Map より設定する。

3. CUE モデルの構築

本研究の CUE モデルで想定している経済主体は、家計(勤労者)と不在地主の 2 種類であり、それぞれ効用最大化と利潤最大化行動を行う。それにより、土地市場および交通市場から提示される価格(地代や交通費用)によって、財(合成財やトリップ数および敷地面積)の消費量および投入量が調整されるモデルである。また、土地市場と交通市場は同時に均衡する多市場同時均衡モデルである。

本研究の対象地域とする地方都市生活圏は、経済主体が日常的に移動する範囲と定義し、鳥取県鳥取市を中心とした通勤圏とする。具体的には、各市町村に居住する勤労者のうち、鳥取市に通勤する勤労者数の割合が 1%を超える範囲と定義する。結果、表-2 のようにモデルのゾーンが決定される。

本研究におけるモデルの主な前提条件は、次の 3 点である。

- 1: 各ゾーンには同一の選好を持つ人口 1 人あたりでとらえる多数の家計(勤労者)と各ゾーンに 1 人不在地主の 2 種類の経済主体が存在する。
- 2: 都市圏内の空間は I 個のゾーンに分割されており、各ゾーン内は全て同質である。
- 3: 構築するモデルは閉鎖都市であり、対象地域の総人口は外生的に与えられる。

経済主体の同一ゾーン(内々)移動は、ゾーン面積 z_i を用いて内々移動距離 L を算出する次式³⁾で算出する。

$$L = \frac{128\sqrt{z_i}}{45\pi^{1.5}} \quad (1)$$

他のゾーンへの移動は、始発ゾーン i の役所から終着ゾーン j の役所までとし、 ij 間の自動車による最短経路は Google Map による移動距離で算出する。次に、道路交通センサスを用いて移動速度を算出し、 ij 間の移動時間を求める。

家計の私事トリップはロジットモデルで表現されるが、地方都市において必要なデータがないため、パラメータ推計をすることができない。そこで、データの代用として、経済主体の購買行動のモデル化において一般的に用いられている Huff モデルの中でも、商圈への影響度を測るための統一審査指標である旧通産省による修正 Huff モデルを使用する。

表-2 研究対象ゾーン

Zone	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
市町	鳥取市	岩美町	若桜町	智頭町	八頭町	倉吉市	三朝町	湯梨浜町	琴浦町	北栄町

ゾーン j の小売業売場面積 S_j と ij 間移動距離 t_{ij} を用い修正 Huff モデルの式(2)で算出された値を観測値として、ロジットモデル式(3)のパラメータ θ^T, φ と定数項 K を推計し、私事トリップ目的地選択確率 P_{ij}^T を求められる。

$$\hat{P}_{ij} = \frac{S_j / t_{ij}^2}{\sum_j S_j / t_{ij}^2} \quad (2)$$

$$P_{ij}^T = \frac{\exp(\theta^T t_{ij} + \varphi S_j + K)}{\sum_j \exp(\theta^T t_{ij} + \varphi S_j + K)} \quad (3)$$

移動時間 t_{ij} に時間価値 w_i を掛けた移動費用 Tc_{ij} と式(3)の P_{ij}^T を用いて、 i における私事トリップ一般化費用 q_i^T を式(4)で求められる。

$$Tc_{ij} = t_{ij} \cdot w_i, \quad q_i^T = \sum_j Tc_{ij} \cdot P_{ij}^T \quad (4)$$

i ゾーンに住む勤労者数 O_i と j ゾーンに通勤する勤労者数 D_j は、 ij 間の勤労者のトリップ数 Q_{ij} を用いて式(5)で表される。

$$O_i = \sum_j Q_{ij}, \quad D_j = \sum_i Q_{ij} \quad (5)$$

重力モデルで通勤トリップ $\bar{q}_{ij}^W$ を示すと、 O_i と D_j が整合しないため、二重制約型重力モデルを使用する。その際、一度重力モデルの式(6)で示し、式(6)で算出した距離抵抗パラメータ γ を使用して、改めて二重制約型重力モデルの式(7)で通勤トリップ q_{ij}^W を表現する。

$$\bar{q}_{ij}^W = \alpha' \frac{O_i'^\beta D_j'^\beta}{t_{ij}^\gamma} \quad (6)$$

$$q_{ij}^W = \frac{\alpha_i O_i \beta_j D_j}{t_{ij}^\gamma} \quad (7)$$

その際、 $\sum_j Q_{ij} = O_i, \sum_i Q_{ij} = D_j$ を満たすための調整係数 α_i, β_j を算出するために、式(8)を満たす必要がある。

$$\alpha_i = \frac{1}{\sum_j \beta_j D_j t_{ij}^{-\gamma}}, \quad \beta_j = \frac{1}{\sum_i \alpha_i O_i t_{ij}^{-\gamma}} \quad (8)$$

対数線形型で特定化したゾーン*i*の家計の間接効用関数 V_i は、私事トリップ一般化費用 q_i^T と合成財消費量 z_i と住宅地消費量(敷地面積) x_i に関する効用最大化問題を解くことにより、式(9)、(10)で求められる。

$$V_i = \max_{z_i, x_i, l_i} [\alpha_z \ln(z_i) + \alpha_x \ln(x_i) + \alpha_l \ln(l_i)] \quad (9)$$

$$s.t. z_i + q_i^T x_i + r_i l_i = I_i - q_i^W d \langle \equiv I_i' \rangle \quad (10)$$

なお、 $\alpha_z, \alpha_x, \alpha_l$ はパラメータ、 q_i^W は通勤トリップ一般化費用、 d は通勤日数、 I_i' は可処分所得である。式(9)、(10)の最適化問題を解くと、間接効用関数 V_i は、式(11)で求められる。

$$V_i = \ln(I_i') - \alpha_z \ln(q_i^T) - \alpha_l \ln(r_i) + C \quad (11)$$

$$ただし、C = \alpha_z \ln(\alpha_z) + \alpha_x \ln(\alpha_x) + \alpha_l \ln(\alpha_l)$$

家計の立地選択確率 P_i^H は、間接効用関数 V_i とそれに観測されない効用 τ_i によって、式(12)で求められる。ただし、 θ^H はパラメータである。

$$P_i^H = \frac{\exp(\theta^H V_i + \tau_i)}{\sum_i \exp(\theta^H V_i + \tau_i)} \quad (12)$$

各ゾーンの立地家計数 N_i は、 P_i^H と全ゾーンの総家計(勤労者)数 N を掛けることで、式(13)で求められる。

$$N_i = P_i^H \cdot N \quad (13)$$

各ゾーンの土地需要量 D_i は、1世帯あたりの土地需要量 l_i と各ゾーンの立地家計数 N_i を掛けることで、式(14)で求められる。

$$D_i = l_i \cdot N_i \quad (14)$$

不在地主は、自身が所有する土地を開発し、家計の提供することによって利潤 Π_i を得る。不在地主の利潤最大化行動を、不在地主の土地供給量 y_i と最大土地供給量 $\bar{Y}_i$ パラメータ σ_i を用いた式(15)、(16)で求められる。

$$\Pi_i = \max_{y_i} [r_i y_i - C(y_i)] \quad (15)$$

$$s.t. C(y_i) = -\sigma_i \bar{Y}_i \ln\left(1 - \frac{y_i}{\bar{Y}_i}\right) \quad (16)$$

式(15)、(16)の最適化問題を解くと、不在地主の土地供給量 y_i が、式(17)で求められる。

$$y_i = \left(1 - \frac{\sigma_i}{r_i}\right) \bar{Y}_i \quad (17)$$

本研究で構築するモデルは多市場同時均衡モデルであり、均衡条件(18)、(19)、(20)が達成されるまで繰り返し計算が行われる。ただし、モデルによって推計された*i*ゾーンの居住勤労者数 O_i' が居住勤労者数 O_i と一致していなければ O_i' を新たな O_i として更新する。

$$N = \sum_i N_i \quad (18)$$

$$O_i = O_i' \quad (19)$$

$$D_i = y_i \quad (20)$$

地代 r_i は、均衡するまでワルラス模索により繰り返し計算を、式(21)、(22)で行う。なお、 (n) はステップ回数であり、 k は繰り返し計算の収束速度に係わるステップサイズである。

$$y(r_i) = N_i(r_i) \cdot l_i(r_i) \quad (21)$$

$$r_{i(n+1)} = r_{i(n)} + k \left(\frac{y_i - D_i}{y_i + D_i} \right) \quad (22)$$

家計の便益は、等価的偏差(Equivalent Variation: 以下EV)の概念を用いる。施策なしの場合Aと、ありの場合Bと同水準の効用を維持するための家計1単位あたりの最小補償額 EV_i は、式(23)と式(24)で求められる。

$$V(q_i^{TA}, r_i^A, I_i'^A + EV) = V_i^B \quad (23)$$

$$EV_i = \left(\frac{q_i^{TA}}{q_i^{TB}} \right)^{\alpha_x} \left(\frac{r_i^A}{r_i^B} \right)^{\alpha_l} I_i'^B - I_i'^A \quad (24)$$

*i*ゾーン全体の便益 ZEV_i は、 EV_i に立地世帯数 N_i を掛けることで、式(25)で求められる。

$$ZEV_i = EV_i \cdot \frac{N_i^A + N_i^B}{2} \quad (25)$$

不在地主の便益 EV_i^{LH} は、式(26)で計測する。不在地主は各ゾーンにつき1人だけ存在すると仮定しているため、式(26)をそのまま使用する。ただし、線積分の計算は台形近似によって代替する。

$$\begin{aligned} EV_i^{LH} &= \int_{\pi_i^{LH A}}^{\pi_i^{LH B}} d\pi_i^{LH} = \int_{A \rightarrow B} y_i dr_i \\ &\doteq \frac{1}{2} [y_i^A + y_i^B] [r_i^B - r_i^A] \end{aligned} \quad (26)$$

4. 分析と考察

鳥取市を中心とした地方都市生活圏をモデル化し、パラメータ推計した結果の一部と、秋山で使用された値を表-3 に示す。

道路整備と大型小売店立地の2つの施策について、構築したモデルで分析を行う。道路交通センサスの直近5年間のデータを見ると、鳥取市における内々移動時間が約14.4%早くなっている。これは、鳥取自動車道など8つの路線が新設に代表される道路整備の結果といえる。表-4 は、道路整備による各ゾーンごとの便益の変化を表したものであり、全ゾーン合計で約73億円分の便益があると算出される。また、道路整備により鳥取市に住む勤労者が541人増えている。

次に、鳥取県北栄町に大型小売店が立地するとした際のシミュレーションを行う。現在鳥取県では、鳥取市や日吉津村のような鳥取県東部地域および西部地域に大型小売店が立地している。しかし、鳥取県中部地域では大型小売店が立地しておらず、大型小売店の立地が取りざたされている。大型小売店が鳥取県中部地域に立地する際に、中部地域の魅力がどのように変化するかを考察する。ただし、いくつかの分析のうちここに記載するのは、売場面積が3,000㎡の大型店が北栄町に立地する際の影響のみを示す。表-5 より北栄町における人口が微増していることがわかる。また、北栄町を私事トリップ先に選ぶ勤労者が186人増加すると計算され、北栄町に大型小売店を誘致することで、約4,000万円の便益を得られることがわかる。一方で、鳥取市のように便益が減少する市町も存在する。これは、勤労者の立地やトリップ先の変化によるものと考えられる。また、誘致する店舗の規模を増加させると、図-2 のように便益が比例的に増加することがわかる。これは、他の市町においても同様の傾向がある。一方、便益の金額をみると、倉吉市に大型小売店を立地させるほうが北栄町よりも約3倍の便益が得られると計算されるが、これは倉吉市の人口が多いことと北栄町に隣接する鳥取県西部地域をモデル化していないことがあり、北栄町に関しては便益が過小に評価されていると思われる。

参考文献

- 1) 上田孝行：Excelで学ぶ地域・都市経済分析，p.111～p.136，コロナ社，2010。
- 2) 秋山渉：鳥取市を対象とした応用都市経済モデルの構築，鳥取大学大学院工学研究科修士論文，2013。
- 3) 栗田治，腰塚武志，領域間平均距離の近似理論とその応用，日本都市計画学会論文集 No.23，p.121～126，1988

表-3 私事トリップパラメータ

パラメータ			秋山	本研究
私事トリップ	距離パラメータ	θ^T	-0.30000	-0.0532
	魅力度パラメータ	ϕ	0.00028	1.2408
	定数項	K		-2.4749

表-4 道路整備による便益の変化

Zone	居住者の変化(人)	1人当り家計便益(円)	ゾーン家計便益(円)	地主便益(円)	総家計便益(円)
鳥取市	541	76,231.24	7,087,953,227.12	712,371.73	7,148,895,700
岩美町	-46	-1,910.70	-10,552,018.88	-33,801.79	
若狭町	-17	-7,700.25	-13,357,072.39	-17,101.24	
智頭町	-24	1,120.61	3,504,602.53	-9,788.85	総地主便益(円)
八頭町	-78	-1,729.97	-16,106,717.71	-44,583.72	
倉吉市	-173	1,177.80	26,289,940.50	-109,685.25	380,280
三朝町	-25	749.59	2,361,987.90	-10,641.87	
湯梨浜町	-59	3,917.50	32,217,220.50	-45,401.53	総計(円)
琴浦町	-61	2,385.08	19,304,690.06	-22,985.13	
北栄町	-58	2,239.44	17,279,840.48	-38,100.77	

表-5 大型小売店立地による便益の変化

Zone	居住者の変化(人)	1人当り家計便益(円)	ゾーン家計便益(円)	地主便益(円)	総家計便益(円)
鳥取市	-6	-157.08	-14,647,662.13	-3,537.68	40,017,110
岩美町	0	38.55	212,006.01	-9.58	
若狭町	0	148.60	256,518.88	69.62	
智頭町	0	-4.67	-14,548.20	-31.54	総地主便益(円)
八頭町	0	-12.57	-116,583.57	-116.84	
倉吉市	1	527.20	11,722,437.50	664.29	825.83
三朝町	0	-79.13	-248,351.43	-76.59	
湯梨浜町	1	974.53	7,986,145.70	866.45	総計(円)
琴浦町	2	1,780.44	14,358,458.89	822.79	
北栄町	3	2,667.41	20,508,688.76	2,173.90	

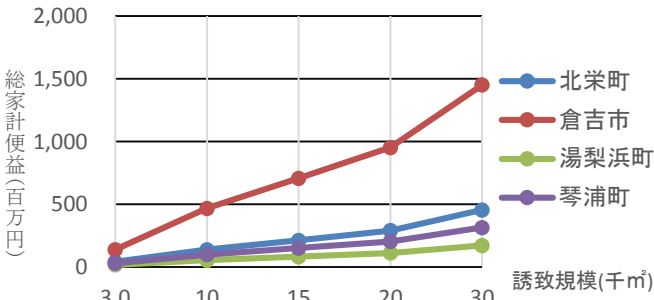


図-2 大型小売店誘致規模による便益の変化