

応用都市経済モデルによる積雪寒冷都市に関する考察

A study on Issues in Snowy City applied by Transportation – Land use Equilibrium Model

(有) マーベルサプライ ○正 員 田邊慎太郎 (Shintaro Tanabe)
(有) マーベルサプライ 非会員 角田 喬生 (Kakuta Takao)

1. はじめに

近年の経済不況を脱するべく、政府では経済財政諮問会議を発足し、経済の建て直しに取り組んでいる。このなかで、都市の経済的な国際競争力を高めるために都市再生を図る施策が実施されている。都市再生において自動車交通は、その利便性から交通手段としての選好が高く、この傾向は、公共交通の優位性が低い地方都市では顕著である。都市再生の中でも課題に挙げられるように、結果として大都市では慢性的な渋滞を発生し、都市の競争力を低下させているほか、積雪寒冷地では、積雪が道路の機能不全を引き起こし、渋滞を発生させる原因となっている。このような渋滞の発生は、道路利用者である各経済主体にとって所要時間が不確実になり、効率的な経済活動を妨げている。さらに、所要時間が立地に影響を及ぼす状況では、各世帯や各企業が、都市がどの状態にあることを想定して立地を選択するか、また、世帯の効用や企業の利潤が最も効率的になるかを想定して立地するかが、都市構造に大きく影響すると考えられる。

Asano等(2001)¹⁾によれば、スパイクタイヤ規制後に道路利用者が被った時間損失は、1シーズンあたり110億円にも及び、さらに、旅行速度の減少、交通渋滞の悪化などで道路利用者の不確実性も増加している。

交通と都市を扱ったモデルにおいては、上田(1999)²⁾によれば、交通需要を内性的に扱って交通需要の変化や立地変化を予測する土地利用モデルが開発されてきた。しかしながら、これまでの土地利用モデルでは、最短経路選択などから得られたゾーン間の確定的時間距離を用いることによってモデル構築が行われてきたことから、自動車交通の持つ所要時間の不確実性と都市の状態変化が明示的に扱われてこなかった。これによって、住宅や産業立地は、本来、交通面から見れば、目的地までの所要時間の不確実性を最小化すべく立地が進むことが想定されるが、確定的なモデルでは、交通機能が悪化して所要時間が大きいような外延部での土地利用も許容されるような分析結果となると想定される。都市交通政策においては、都市の状態が不確実に変化することを想定し、ある状態の場合に、企業や住宅から発生・集中する交通が道路の機能を超過するような立地を再現できるような規範的モデルの構築が必要である。さらに、このようなモデルによれば、環境負荷を低減する効率的な都市構造の分析や除雪事業のような維持管理事業の便益についても計測可能となる。

そこで、本研究では、ゾーン間の所要時間の不確実性を考慮した交通立地均衡モデルを構築することを目的としている。

まず、2. ではゾーン間所要時間の変化が離散的に生起する状態を想定してモデルを構築する。3. モデルの特徴では、構築したモデルの特徴を整理する。最後に、4. 今後の方向性として、データ整備などの諸課題や得られた成果について述べる。

2. モデルのフレーム

ここで構築する交通立地均衡モデルは、大野(1992)²⁾の交通立地均衡モデルを想定する。ただし、大野のモデルでは、ゾーン間交通費用が確定的に与えられているのに対して、本研究で構築するモデルでは、外性的要因によってゾーン間交通費用がある確率に基づいて変化するような空間を想定している。したがって、このようなゾーン間所要時間の変動が離散的に発生するとすれば、その状態*i*の生起確率分布 $\Phi = (\phi_1, \phi_2, \dots, \phi_i)$ のとき、図1に示すような空間が生起していると想定できる。

- 社会は、いくつかのゾーンに分割されており、ゾーン内は均一な空間である。
- 社会は、世帯・私企業・不在地主・交通企業、政府の5部門からなる。
- 社会には、土地市場、労働市場、合成材市場が存在する。
- 土地は賃貸借のみとする。
- 社会は、静学的な意味で長期均衡にある。

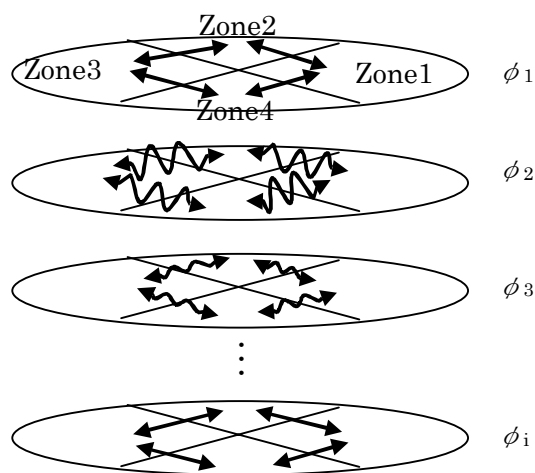
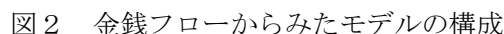


図1 ゾーン間所要時間に変化する空間の概念



p_i^{jh} :居住地 j から業務地 h までの通勤費用, N_{jh} :居住地 j から業務地 h までの通勤者数, G :一括固定税, M_h :業務地 h に立地する私企業の数.

さらに, 世帯の行動同様に, 立地選択モデルとして Logit モデルを導入すると, (6)式で表される.

$$P_h = \frac{\exp \theta \pi_h}{\sum_k \exp \theta \pi_k} \quad (6.a)$$

$$M_h = P_h \cdot M \quad (6.b)$$

P_h :私企業が業務地 h に立地選択する確率, M :総私企業数, M_h :業務地 h に立地する企業数, θ :分散パラメータ

(3) 不在地主の行動モデル

不在地主は, 1 ゾーンに 1 人の不在地主を仮定し, 状態別の所得制約と土地供給制約のもとで, 効用 $U'(\bullet)$ を最大化するように仮定する.

$$\max_{k_{jh}, K_{jh}, z'_{jh}} U'_{jh}(k_{jh}, K_{jh}, z'_{jh}) \quad (7.a)$$

subject to

$$p_z z'_h \leq r_h k_h + R_h K_h + y'_h - g \quad (7.b)$$

$$k_h + K_h \leq \bar{K}_h \quad (7.c)$$

(4) 交通企業の行動モデル

交通企業は, 交通改善事業の費用を負担し, その利用者から収入を得る. 得た収入によって, 運営費用 C_o , 維持管理費用 C_m , 交通改善事業への投資 I を支出するものとする. ここで, 維持管理費用 C_m は, 生起確率 ϕ_i の状態 i が生起した後でそれを改善する費用と仮定する. つまり, 維持管理費用 C_m は生起確率 ϕ_i で発生する費用である.

$$\begin{aligned} SL = & \sum_i \sum_j \sum_h \sum_O \sum_D \phi_i P_i^{OD} N_{ijh} \\ & + \sum_i \sum_h \sum_O \sum_D \phi_i P_i^{OD} X_{ih}^{OD} M_{ih} \\ & + \sum_i \sum_j \sum_h \phi_i \chi_{ijh} P_i^{jh} N_{ijh} \\ & - \left(\sum_i \phi_i C_{im} + C_{io} + I_i \right) \end{aligned} \quad (8)$$

ここで, C_{im} :状態 i における維持管理費用, C_{io} :運営費用, I_i :交通改善事業への投資.

(5) 政府の行動モデル

政府は, 交通企業の余剰 SL がマイナスになるときは

その分を補填して, 状態 i ごとにバランスをとるように定式化する.

$$\sum_{i \in I} P_i^j N_i^j g_i^j + \sum_{i \in I} P_i^h M_i^h G_i^h + \sum_{i \in I} g_i^j + SL = 0 \quad (9.a)$$

$$g = \alpha G = \beta g' \quad (9.b)$$

ただし, 下付サフィックス i はここでは生起する状態を, 上付サフィックスは地域を表している.

(6) 均衡条件

(6) -1 土地市場均衡条件

$$\text{住宅地: } \sum_h N_{jh} a_{jh} = k_j, j = 1, \dots, n \quad (10.a)$$

$$\text{業務地: } M_h A_h = K_h, h = 1, \dots, n \quad (10.b)$$

(6) -2 労働市場均衡条件

$$M_h L_h = \sum_j N_{jh} l_{jh}, h = 1, \dots, n \quad (10.c)$$

(6) -3 合成財市場均衡条件

$$\begin{aligned} \sum_h M_h Z_h = & \sum_j \sum_h N_{jh} Z_{jh} + \sum_h Z'_h + \sum_I \phi_i C_{im} + C_o + I \end{aligned} \quad (10.d)$$

(6) -4 私企業の利潤分配条件

$$\pi_h M_h = \sum_j N_{jh} y_h + y'_h, h = 1, \dots, n$$

(6) -5 交通企業の収支条件

$$\begin{aligned} SL = & \sum_i \sum_j \sum_h \sum_O \sum_D \phi_i P_i^{OD} N_{ijh} \\ & + \sum_i \sum_h \sum_O \sum_D \phi_i P_i^{OD} X_{ih}^{OD} M_{ih} \\ & + \sum_i \sum_j \sum_h \phi_i \chi_{ijh} P_i^{jh} N_{ijh} - (\phi_i C_{im} + C_{io} + I_i) \end{aligned}$$

(6) -6 政府の収支条件

$$\sum_{i \in I} P_i^j N_i^j g_i^j + \sum_{i \in I} P_i^h M_i^h G_i^h + \sum_{i \in I} g_i^j + SL = 0 \quad (7.a)$$

$$g = \alpha G = \beta g' \quad (7.b)$$

ここで, 未知変数は, $p_z, r_j, w_h, R_h, y_h, SL$ の $(4n+2) \times i$ であり, これに対し恒等式は, $4n+3$ であるため, 解の一意性は補償されない. 上記の市場均衡式が唯一の均衡解を有数条件は,

a 市場が地域内で閉鎖している.

b 地域ごとに状態が変化しない

c 価格が平均値, 期待値などの状態に関わらず変化しない.

これらの条件は, 現実の経済システムにおいては緩和

できる．条件 a については，都市圏レベルを対象ゾーンとするならば，閉鎖的に捉えることができる．また，条件 c についても，状態の変化対応した地代が設定されることなどはあり得ない．しかし，条件 b については，合成財価格が状態によって変化することを捉えるために追加が必要である．この場合には， $r_i^j = R_i^j$ として，居住地と業務地の競合を仮定すれば，均衡解が唯一存在することとなる．

3. 本モデルの特徴

本研究では，多地域一般均衡モデルに依拠しながら，積雪寒冷地の都市の交通と立地を分析する枠組みを構築した．本研究の多くの知見は，大野(1992)および高木(1996)⁴⁾によるものであり，実証分析を行うためのモデルとして構築した．本研究で構築したモデルの特徴は以下のとおりである．

1) 状態別の交通費用，交通時間の扱い

モデルの変数として，状態別の交通費用やトリップ数を扱うことで，悪化した状態の交通機能における利便性を考慮した都市構造を再現できる．

2) 状態別の交通事業者の維持管理費用の明示

交通事業者は，交通機能を技術的範囲内において最善にすべく行動を行う．ここでは，交通事業者を機関別に分類していないため，道路，鉄道，バスなどを考慮していないものの，悪化した交通機能を改善するための維持管理費用を明示している．これによって，例えば，除雪事業費のようなある状態の場合のみ生じる費用を考慮し，通年で効率的な交通事業の運営に関する分析が可能である．

3) 期待効用関数，期待利潤関数の導入

状態が確定的なモデルの場合，リスク回避的な世帯および企業が，常に，同一状態下において，効率的な行動をとるものと仮定される．しかしながら，実際には，状態は日々刻々と変化しており，加法的であるものの期待効用関数や期待利潤関数を導入することによって，リスク受容を考慮した行動モデルを導入した．これによって，世帯や企業の行動が，最善の状態のみならず，最悪の状態も考慮して立地や交通行動を行うため，規範的な行動を促すことができる．

4. おわりに

本研究では，これまで多くの応用都市経済モデルの構築が試みられ，各所で実証分析がされてきた．特に，人口集積地や防災対策などでの実績が多く見受けられる．私たちは，これを積雪寒冷地の都市構造の分析に用いるために，本論文において理論モデルの構築を試みたものである．

積雪寒冷地における都市の大きな問題としては，都市の外延部では，交通機関の密度が疎になり，所要の目的地までの所要時間も長くなっていく．さらに，そこに不確実性が存在すれば，所要時間の長さに応じて，余裕長も長く見積もり非効率的な行動となるだろう．非効率的な行動は，不満となって顕在化し，その矛先が交通事業者への不満となって，維持管理費用の増加につながって

いくものと考えられる．

残念ながら，状態別の立地や行動を顕示選好データ等で観測したデータは筆者らが知る範囲では現存しない．また，都市計画制度における市街化地域の範囲など制度的な諸課題も多い．

さらに，現在，高齢者世帯を中心に，外延部の戸建住宅から都心部の共同住宅へと住み替えが進んでいる一方で，外延部での戸建住宅住宅着工も依然として進んでおり，各個人が効用最大化するように，都市住民が移ろっているようにみえる．今後，人口減少が進行し，ある推計によれば，2010年前後をピークに，住宅着工件数も減少傾向に向かうと推計されている．この時に，各個人の効用最大化ではなく，社会的厚生を最大化しうよう，どのような立地構造になり，どのような都市政策を立案するか，今後の検討課題であろう．想定される最悪のシナリオは，外延部の古い住宅地は人口が急激に減少し，宅地取引の減少から資産価値も減少し，不良債権が発生や税収減少が生じる．さらに，一部地域の治安の悪化によって，社会不安が蔓延し，治安対策など負の公共サービス投資が増加するといった負のスパイラルに落ち込むことである．

最後に，本モデルのような規範的モデルは，近年，現実に即さないという批判がある．一方で，ニーズに即した場合，現在を前提にしているため，大衆迎合主義となり，ビジョンを見通すには適さない．筆者らの立場は，規範的モデルによって，現在の課題を明示することで，モデルと現実との乖離を把握することを可能にし，政策立案の一助とすることである．

今後，本モデルを実証可能なデータの整備を期待しながら，数値計算用データを整理し，モデルの定式化を進めていく予定である．

参考文献

- 1) Motoki Asano, Shintaro Tanabe, Fumihito Hara and Shingo Yokoyama: Economic Evaluation of Banning Studded Tires Due to Environmental Impacts, Transportation Research Record 1794, No.02-3473, pp.84-93, 2003.
- 2) 上田孝行, 堤盛人: わが国における土地利用モデルに関する統合フレームについて, 土木学会論文集 No.625/IV-44, pp.65-78, 1999.7.
- 3) 大野栄治: ランダム効用理論による交通便益の定義とその計測に関する研究, 京都大学博士論文, 1992.
- 4) 高木朗義: 防災都市の便益評価手法に関する研究, 岐阜大学博士論文, 1996.