

座標システムを導入した生活行動シミュレーションモデルによる交通政策評価

京都大学工学部	学生員	河本忠文
京都大学大学院	学生員	菊池 輝
京都大学大学院	正会員	藤井 聡
京都大学大学院	正会員	北村隆一

1. はじめに

TDM 政策等の個人の行動変化を促す政策を評価するには、個人の行動そのものに着目した交通モデルが有効である¹⁾²⁾。その認識のもと近年では個人の交通行動や生活行動に着目した様々なモデルが提案されている。一方、近年これらのモデルの空間表現手法であるゾーンシステムの問題点が指摘され、この問題を克服するために目的地点を直交座標系の格子点で表現する座標システムを利用した交通機関・目的地選択モデルが提案されている³⁾。しかし、このモデルのみでは個人の行動変化を再現することは困難であり、個人の行動意思決定モデルと統合することが望ましい¹⁾²⁾。

そこで本研究では、個人の生活行動を再現するシミュレーションモデルと座標システムを統合し、詳細な交通政策評価を行う。

2. 生活行動シミュレータと座標システムの統合

本研究では生活行動シミュレータとしてPCATS⁴⁾を用い、これを座標システムと統合することで改良する。PCATSは、対象地域とその地域内を行動する各個人の情報に基づいて、各個人の逐次的、段階的な意思決定過程により、交通行動を含めた人間の一日の生活行動を再現するマイクロシミュレータであり、活動場所決定モデル、活動時間決定モデル、活動内容決定モデルから構成される。

本研究では、PCATS内の活動場所を決定する内部モデルである交通機関・目的地選択モデルを座標システムを利用したモデルに改良する。その際に、目的地点の選択行動の再現する際に座標システムでは全目的地点が膨大な数になり、全ての目的地点の選択確率を算出するのは現実的ではないためMCMC法⁵⁾を利用し、計算コストの削減を図る⁶⁾。座標システムを導入することで、人間の一日の生活行動を空間的・時間的により詳細に再現できるモデルに発展させる。

3. MCMC法についての分析

本研究におけるMCMC法の具体的なアルゴリズムを以下に示す。

選択肢集合の中からランダムに制約条件を満たした一地点 (x_i, y_i) を抽出し、これを初期状態とする。

一定の確率で同様に制約条件を満たした一地点 (x_j, y_j) を抽出する。

選択確率の比 γ を求める。

$$\gamma = \frac{PD(x_j, y_j)}{PD(x_i, y_i)} \quad (1)$$

$PD(x, y)$: 地点 (x, y) を選択する確率

が $(0, 1)$ の一様乱数 に対して、

$>$

のとき i を j で置き換え、 に戻る。

上記の手順を、ある初期状態から開始して多数回繰り返すことにより初期状態の影響は緩和される。緩和された後に、十分大きい間隔でサンプルを抜き出せば、これらは定常分布からランダムに選んだものと見なすことができる。このような手法を用いれば、(1)式で表されるように、二地点の選択確率の比を利用していることから、選択肢集合すべての選択確率を算出することなく、ランダムなサンプリングが可能となる。

しかしながら、どの程度 \sim の繰り返し計算を行えば、初期状態が緩和されるのかは詳しく分析されていない。この繰り返し回数は計算コストに大きく影響すると考えられるため、以下のような分析を行った。

座標システムによる定められた全目的地点約 74 万個を 100 個のグループに分け、各目的地点の効用により各グループが選択される確率(理論値)と、0,1,2,...回と繰り返し回数を変えた MCMC 法により各グループが選択される確率(再現値)を求め、理論値と各再現値との相関を調べ、² 検定を行った。表 1 にその結果を示す。この結果によると、MCMC 法の繰り返し回数を 4 回にすれば、十分初期状態が緩和されることがわかった。すなわち、5 個の目的地点を比較検討すれ

キーワード：交通政策評価、交通需要予測、シミュレーション、MCMC 法

連絡先(〒606-8501 京都市左京区吉田本町京都大学大学院工学研究科土木システム工学専攻, tel : 075-753-5136, fax : 075-753-5916)

ば、全ての目的地点の選択確率を算出した結果とほぼ同じ目的地点が選択されるということである。

表1 理論値と再現値の相関と²検定の結果

	相関係数	χ^2 値 X_{*2} (df=99)	有意確率P
理論値 & M=0 *1	0.01	1383.20	0.00
理論値 & M=4 *1	0.79	102.72	0.38
理論値 & M=10 *1	0.90	45.04	1.00

*1 MはMCMC法の繰り返し回数

*2 ²値の棄却域は $X > 123.22$

4. 適用事例

本研究で改良したPCATSを用いた事例研究として京都市中心部を対象とし、対象個人を平成2年度京阪神パーソントリップデータから抽出してシミュレーションを行った。評価する交通政策を都心部（五条道、御池通、堀川通、川端通で囲まれた市街地）への車両流入規制（以下、流入規制）、公共交通サービス水準向上（以下、LOS向上）、および、これらの同時施行政策とした。実際のシミュレーションでは何も政策を行わない現況再現と上記の三種類の交通政策の再現それぞれの場合で計算を行った。

表2に各政策時の都心部への交通機関別流入数を、図1に各政策時の都心部への交通分担率を、表3に各政策時の都心部への交通機関別の都心部での自由活動時間を示す。流入規制時は現況再現時に比べて、都心部への全ての交通機関の流入数は約13%の減少に対し、車両流入数は約31%の減少となった。また、流入規制時の都心部内での自由活動一回あたりの平均自由活動時間は、都心部への交通手段が公共交通機関、自動車のどちらでも現況再現時に比べて約10%以上減少した。

表2 流入規制対象地域へのトリップ数

	流入規制対象地域への自由トリップ			
	公共交通機関	自動車	その他	合計
現況再現	13,186	39,707	74,048	126,941
流入規制	11,824	27,328	71,778	110,930
流入規制+LOS向上	13,869	28,030	69,406	111,305

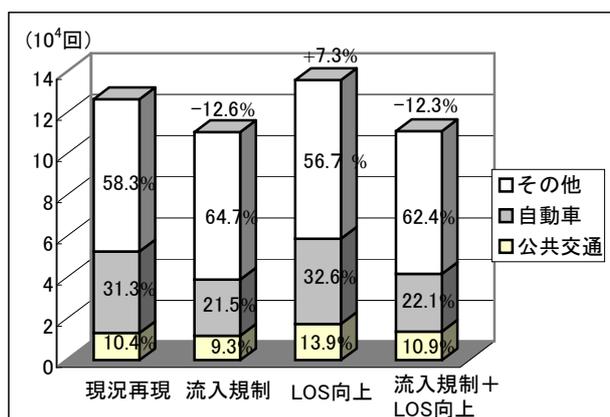


図1 施策別・交通機関別の都心流入トリップ数

表3 都心部内での自由活動時間

	平均自由活動時間 (min)		
	公共交通機関	自動車	その他
現況再現	81.2	81.2	76.7
流入規制	72.7	72.4	77.9
流入規制+LOS向上	81.2	78.5	77.0

流入規制を実施した場合、都心部で自由活動をする個人数が減少し、都心の経済活動の活力が衰退する恐れがある。しかし、LOS向上により公共交通トリップへの転換を促し、流入規制により都心部での自由活動回数・自由活動時間の減少を緩和させることが期待できる。本研究におけるシミュレーション結果からは、流入規制時と流入規制+LOS向上時との差異はほとんどなかったが、都心部内での自由活動時間では、自動車利用者の自由活動時間減少率は若干緩和され、特に、公共交通機関利用者の自由活動時間は変化がなかった。

このことから、流入規制の都心部への流入者数を減少させる効力がLOS向上の交通量を誘発する効力に比べて大きい、LOS向上の自由活動時間を延長させる効力は流入規制により自由活動時間の減少率を緩和する可能性がある。以上より、流入規制による都心部への来訪者数や自由活動時間の減少率を緩和するためには、LOS向上のような自動車以外の交通量をさらに誘発する政策や自由活動時間を延長させる政策との同時施行が望ましいと言える。

5. おわりに

本研究ではPCATSに座標システムを導入することにより、交通政策によるトリップ数や自由活動時間の変動をよりミクロなレベルで再現することを可能にした。今後は、ゾーンシステムによるモデルとの比較を行い、座標システム導入の有効性を確認する必要があるだろう。

参考文献

- 1) 北村隆一：交通需要予測の課題—次世代手法の構築にむけて、土木学会論文集, No. 530/IV-30, pp. 17-30, 1996.
- 2) 藤井 聡, 大塚祐一郎, 北村隆一, 門間俊幸：時間的・空間的制約を考慮した生活行動軌跡を再現するための行動シミュレーションの構築, 土木計画学研究・論文集 No.14, pp.643-652, 1997.
- 3) 菊池 輝, 小畑篤史, 藤井 聡, 北村隆一：GISを用いた交通機関・目的地点選択モデル：ゾーンシステムから座標システムへの地理空間表現手法の移行に向けて, 土木計画学研究・講演集 No. 22(1), pp. 511-514, 1999.
- 4) 伊庭幸人：マルコフ連鎖モンテカルロ法とその統計学への応用, 統計数理, 第44巻第1号, pp.49-84, 1996.
- 5) 藤井 聡：交通計画におけるシミュレーション手法の適用可能性について, 土木計画学研究・講演集, No.21(2), pp.19-34, 1998.
- 6) 菊池 輝, 山本俊行, 芦川 圭, 北村隆一：MCMC法を用いた巨大選択肢集合下での目的地選択行動の再現, 土木計画学研究・講演集, No.23(2), pp.267-270, 2000.