

吸収マルコフ連鎖の歩行者交通への適用に関する研究

金沢大学大学院 学生員 ○鈴木 哲矢
 長野工業高等専門学校 正会員 柳沢 吉保
 金沢大学大学院 学生員 轟 直希

金沢大学大学院 フェロー 高山 純一
 金沢大学大学院 正会員 中山晶一郎

1. 本研究の背景と目的

近年、地方都市では郊外での大型店舗の立地により中心市街地の衰退が顕著となっている。都市計画法の改正により大型店舗の郊外立地に対する規制が強くなったが、それだけでは中心市街地を再び活性化させることはできず、魅力的なまちづくりを進めることが求められており、各自治体において様々な対策がたてられている。

長野県長野市中心市街地においても近年、衰退が問題視されており、それらへの対策の1つとして平成16年よりゴールデンウィーク期間中にトランジットモール社会実験を試みられている。また平成16, 17年でトランジットモール導入区間を延長するなどして、来街者数の変化を調査したり、アンケートによる歩行環境に対する満足度調査を行っている。

本研究では、長野市中心市街地におけるトランジットモール社会実験期間のデータを用いて、吸収マルコフ連鎖を適用することにより、長野市中心市街地における歩行者交通の流動状況を表現する。吸収マルコフ連鎖では、各ゾーン間の推移確率と各ゾーンにおける発生交通量さえわかれば、歩行者交通の流動を表現が行えるため、歩行者環境の改善を試みる際に手軽にシミュレーションを行うことが可能となる。これまでの研究で、斎藤・石橋ら¹⁾により吸収マルコフ連鎖を用いた歩行者の回遊行動のモデル化がなされているが、発生ゾーンごとに分割して回遊行動の表現を行っており、計算に時間を要してしまう。そこで、本研究では入口ノードというものを設け、そこからの発生確率を求めて総来街者数を乗ずることにより、発生ゾーンごとに分割することなく一括して歩行者の交通流動を表現できるようなモデルの構築を目指す。

2. 研究の方法

(1) 吸収マルコフ連鎖配分²⁾について

本研究では、吸収マルコフ連鎖を用いることにより対象となる地域における歩行者交通の表現を行う。吸

収マルコフ連鎖は、①ゾーン間の遷移確率と②ゾーンにおいて発生する歩行者交通量が得られれば、各ゾーンにおける歩行者の発生・吸収状態を表現することが可能なものである。

①のゾーン間の遷移確率を用いてマルコフ行列 P の構築を行う。発生・吸収ゾーンが r 個、商業地ゾーンが s 個であるとした場合のマルコフ行列 P を (3.1) 式に示す。

$$P = \begin{bmatrix} I & O \\ R & Q \end{bmatrix} \quad (2.1)$$

I : 単位行列

O : 零行列

R : 各商業地ノードから帰宅する確率行列

Q : 歩行者交通の発生や回遊を表現する確率行列
 また、 Q については以下の (2.2) 式に示すようにさらに詳細に表現することができる。

$$Q = \begin{bmatrix} O & Q_1 \\ O & Q_2 \end{bmatrix} \quad (2.2)$$

Q_1 : 入口ノードから商業地ノードへの遷移確率行列

Q_2 : 商業地ノード間の遷移確率行列

Q_2 の対角行列は、現在のノードから同じノードへの遷移を意味することになるので、必然的にゼロになる。そこで、次の状態遷移において同じゾーンを選択するような場合を「行動を終了する」と考え、 Q_2 の対角行列に適切な値を当てはめることによりそういった状態を表現することを考える。具体的には R 行列の行和を代入することにより、帰宅状態を表現することが可能となる。

遷移確率行列を用いて、(2.3) 式により各商業地ゾーンの歩行者交通の発生・吸収状態を表現することができる。

$$TV = V \cdot E \cdot Q_1 (I - Q_2)^{-1} \quad (2.3)$$

TV : 各ゾーンの総回遊者数

V : 総来街者数

E : 入口ノード選択確率行列

また、モデルの妥当性を検討するために実測の断面歩行者交通量を用いる。具体的には、該当するゾーン間の歩行者量を推計し、実測値との比較・検討を行う。

(2) ネットワーク

本研究では、歩行者交通への吸収マルコフ連鎖モデルの適用にあたる対象地域として、長野県長野市の JR 長野駅周辺の中心市街地を選定した。前述の通り、対象地域では平成 16 年以来、毎年ゴールデンウィークにトランジットモール社会実験³⁾が実施されており、アンケート配布により社会実験期間中の歩行者の交通行動が観測されている。これらのデータを用いて吸収マルコフ連鎖モデルを適用し、歩行者交通の発生および吸収を表現する。対象地域のエリアを図 1 に示す。

対象地域（中央通り周辺）を全ゾーン数 16、そのうち商業地ゾーン数 12、入口ゾーン数 4 に分割した。データは平成 16 年 5 月 2, 3 日の 10~17 時及び平成 17 年 5 月 2~4 日の終日のトランジットモール社会実験実施時に収集したものをを用いる。

また、本研究ではトランジットモール社会実験実施時の交通行動を対象としているため、我が国におけるトランジットモールの本格的な導入に向けた 1 つの評価の指標として用いることができるであろう。

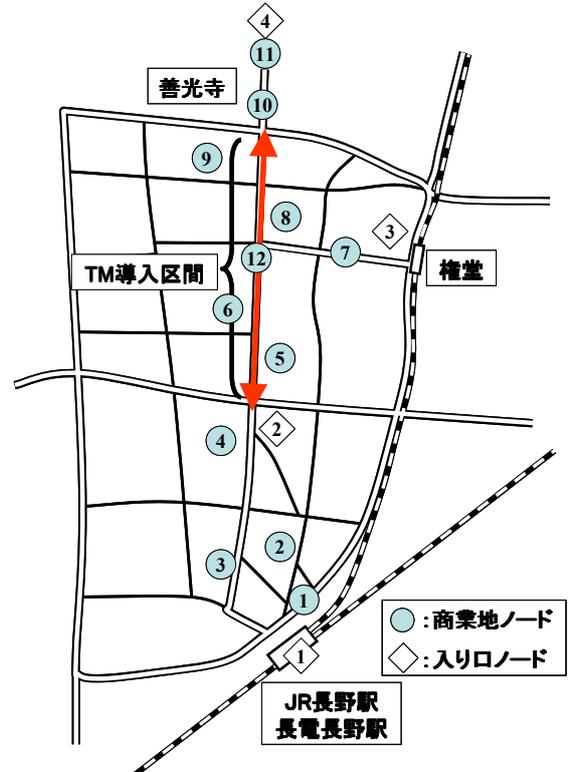


図 1. 対象地域のネットワーク図

3. 期待される成果

中心市街地において、歩行者は数ヶ所の商業地ゾーンを立ち回るのが一般的であり、吸収マルコフ連鎖では 1 トリップで回遊を終了、2 トリップで回遊を終了... n トリップで回遊を終了...といった様々な遷移状態をマルコフ行列により容易に表現することができる。吸収マルコフ連鎖により歩行者交通の流動を表現することにより、どの程度の歩行者が各商業地ゾーンを立ち回っているのかを把握することができる。また、中心市街地において TM 社会実験の導入区間の延長や歩行者環境の整備再開発計画による歩行者流動の変化を手軽にシミュレーションすることができ、推計結果を用いて施策や整備の評価・検討を行うことができる。

4. おわりに

市街地における歩行者交通の流動が把握できれば、歩車道をどのように改良・改善すれば歩行者交通が増加するのかを検討することなどが可能となるため、地方都市における中心市街地の活性化に役立つ、より有効な事業整備を行えるようになると考えられる。

表 1. 入口ノードの名称

入口ノード	1	2	3	4
	長野駅周辺	新田町周辺	権堂周辺	善光寺周辺

表 2. 商業地ノードの名称

商業地ノード	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
	東急	長野駅周辺	長野駅北	新田町南	新田町北	東西後町南	権堂アーケード	東西後町北	大門町南	大門町	善光寺	TM導入区間

参考文献

- 1) 斎藤参郎・石橋健一：説明変数を含んだマルコフチェーンモデルによる都心再開発に伴う消費者回遊行動の変化予測，都市計画学会学術研究論文集，No.27, 1992
- 2) 佐佐木綱：吸収マルコフ過程による交通量配分理論，土木学会論文集，Vol.121, pp. 28-32
- 3) 柳沢吉保・高山純一・轟直希：トランジットモールの規模が中心市街地回遊行動に及ぼす影響分析，第 32 回土木計画学研究発表会
- 4) 柳沢吉保・高山純一・轟直希：長野市中心市街地を対象とした来街者の行動特性とトランジットモール導入による回遊行動促進効果の分析，第 25 回交通工学研究発表会論文報告集，pp. 129-132, 2005