

吸収マルコフモデルを用いた都市評価活動モデルに関する研究

金沢大学工学部 ○大橋 堯生
 金沢大学大学院自然科学研究科 正会員 高山 純一
 金沢大学大学院自然科学研究科 正会員 中山晶一朗
 京都大学大学院 フェロー 飯田 恭敬

1. はじめに

近年、日本は右肩上がりの経済成長が終焉して、既存施設の有効利用が重視されるようになっており、また環境保全や資源消費の面から次世代に持続可能な計画運用が最近の潮流となっている。要するに、交通施設整備の利便性と経済性に対する計画と評価を合理的に行うことが求められ、地域におけるインフラストラクチャ整備に対する社会認識が変化してきたと考えられる。都市や地域の復興のためにこれまで積極的に進められてきた地点間移動の交通施設整備が交通手段の選択行動にどのように影響するか、交通ネットワーク全体のサービス改善にどれくらい貢献するか、またパーソントリップのトータル移動量にどのような変化をもたらすか、について予測評価することが求められている。最近では、環境改善や安全性向上、資源節約がこれまで以上に重要視されるようになっており、また地域復興への効果も説明可能でなければならない。

そこで本研究では、そのような社会状況の中で、現在金沢市で建設中である外環状道路によってもたらされる都市活動の変化を吸収マルコフ連鎖を用いた都市活動モデルを通して考察を行い、都市活性化の基本策に関して有益な示唆を提示する。そして、地点間移動の交通施設整備による利用者、企業、社会のそれぞれに対する便益評価の方法論開発が目的である。本研究では、実際の金沢道路ネットワークと外環状道路建設後の仮想道路ネットワークを対象に、吸収マルコフ連鎖モデルを用いることによって交通基盤整備の都市活動に及ぼす影響を分析し、外環状道路の建設効果を示す。

2. マルコフ連鎖に基づく都市活動モデル

都市が図1に示すように線形に並んだゾーン1から

ゾーン3までの3つの地区で構成されており、それぞれの地区が都市機能施設を有していると仮定する。ノードAとノードBは吸収ノードを表しており、ノードX、ノードY、ノードZはそれぞれ他都市を示している。またノード間を結ぶリンクは機能施設間の交通移動を表している。他都市からこの都市内の一つのゾーンを訪れた人は、用事が終わると、隣接ゾーンの機能施設に移動するか、そのまま帰ってしまうか、のいずれかである。ここでは例題を分かり易くするために、ノードからノードへの移動、すなわち推移は同じ確率で行われるものとする。例えば、他都市のノードXからノード1の都市機能にやって来た人が、次のノード2へ行くか、そのまま帰ってしまうか（ノードAへの移動で表す）は同じ確率1/2であることを示している。

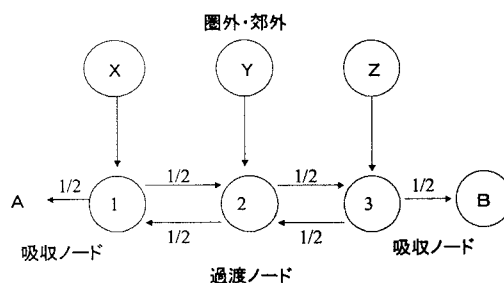


図1 吸収マルコフ連鎖による都市活動モデル(基本ケース)

この例を用いて、過渡ノードである1～3のゾーンを訪問する人数を計算することとする。まず、このときの吸収マルコフ連鎖の基本行列 $(I-Q)^{-1}$ を計算すると以下ようになる。

$$(I-Q)^{-1} = \begin{pmatrix} 1.5 & 1.0 & 0.5 \\ 1.0 & 2.0 & 1.0 \\ 0.5 & 1.0 & 1.5 \end{pmatrix}$$

$(I-Q)^{-1}$ の ij 要素は、乗客が非吸収状態から出発して、吸収されるまでに非吸収状態を通過する回数の期待値を表している。ただし、この期待回数の中には、出発状態も一回として含まれる。この行列における要素(1,

2) の値は1. 0 となっているが、これは他都市Xからノード1にきた人が帰ってしまうまでに、ノード2を平均して1回訪れることを示している。また、要素(1, 1)の値が1. 5 となっているのは、ノード1にきた人が帰るまでに、期待値として0. 5 回再び訪れることを意味している。

$$D = \begin{pmatrix} 3 \\ 4 \\ 3 \end{pmatrix}$$

また、この行列 $(I - Q)^{-1}$ の各行和から成る列ベクトルDは、過渡状態から出発して、いずれかの吸収状態に吸収されるまでに推移する総期待回数を表している。このとき、総期待回数の中には、出発状態も一回として含まれる。この列ベクトルDで要素1の値が3となっているのは、行列 $(I - Q)^{-1}$ の1行目要素の合計値であり、ノード1にきた人が帰宅するまでに訪問するノード総数を示している。この列ベクトルDの列和Tは10となる。

この例題を、都市を訪問するトリップ数に置き換えると、次のように説明できる。他の都市X, Y, Zからそれぞれ1単位ずつ来訪者があるとすると、この都市内におけるそれぞれのノードの機能施設への来訪人数は、列ベクトルDの各要素値に示されるように、ノード1には3単位、ノード2には4単位、ノード3には3単位となり、都市全体での来訪者総数Tは10単位となる。

3. モデル計算によるケーススタディ

2章の例題を基本ケースとして、各ノードの吸引力レベルとノード間の結合リンクを変化させて、都市全体での総来訪者数がどのように違ってくるか、計算する。2章の例題では、吸収ノードへの推移を表す帰宅トリップは端部ノードからのみ可能であるが、中心部ノードからの帰宅トリップも考慮するのが、より一般的と思われる。

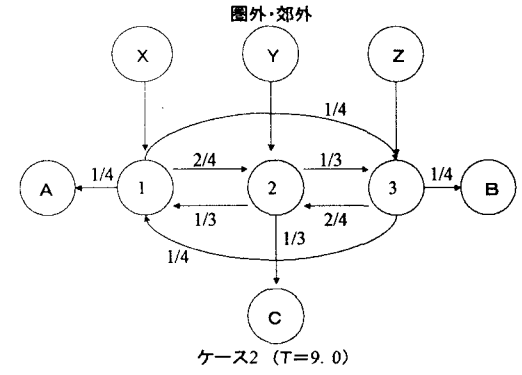
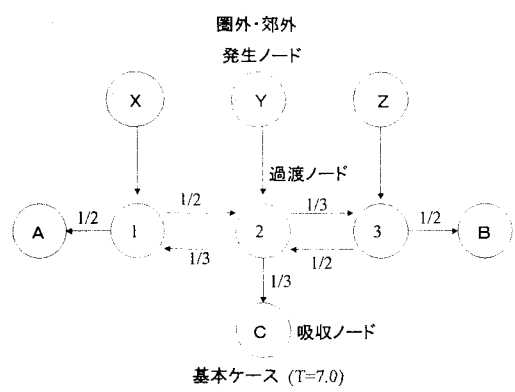


図2 モデル計算によるケーススタディ

吸収マルコフ連鎖を用いた都市活動モデルを通して、都市における交通移動リンクの整備が、都市活力の増大にどのように影響するか、総トリップ数を指標にして分析する。今回、交通移動リンクの整備は、基本ケースと比較すると、総トリップ数の増大は約3割であり、都市の活動量がかなり増すことが示された。

本研究では、このようなモデル計算を金沢の外環状道路に対して適用する。結果は講演時に発表する。

4. まとめ

本研究は都市の活動レベルが来訪者による総トリップ数で表されると仮定して、マルコフ連鎖モデルで仮想都市を分析するものである。このモデル分析は単純な仮定にもとづいているため、得られた結果は必ずしも一般的とはいえないが、都市活性化の基本策に関して有益な示唆を提示することが出来ると思われる。

参考文献

1) 新都市社会技術融合創造研究会 (ITS を活用したまちづくりのための交通マネジメントに関する研究) :スマートターミナル研究グループ報告書 :平成16年3月
2) 平成14年度卒業論文 吸収マルコフモデルを用いた観測交通量からの時間OD推計法に関する研究 八木基徳