

経路途中での意思決定を考慮した動的経路選択モデルに関する研究

愛媛大学大学院 学生会員 ○三谷健太
 愛媛大学大学院 正会員 倉内慎也
 愛媛大学大学院 フェロー 柏谷増男

1. はじめに

交通量配分等において用いられる経路選択モデルは、起点で終点までの経路を決定し、経路途中での意思決定を考慮しない静的なモデル、或いは、そうして推定されたモデルをノードごとに逐次適用するタイプのモデルがほとんどである。しかし、実際には、ドライバーは交通状況の変化等に応じて随時意思決定をしながら経路選択を行っており、ゆえにそのようなモデルは行動論的に非現実的である。

そこで、本研究では、本質的に動的な意思決定の結果として観測される経路データに対して、静的モデルを適用したときの問題点として、主に現況再現性や予測精度に着目して分析を行う。併せて、経路途中での意思決定を考慮した動的な経路選択行動のモデル化を検討する。

2. 仮想データを用いた分析

PP 調査等で取得できる情報は、意思決定の結果として現れる行動軌跡データのみであり、どのような状況下で意思決定を行っているか自体については観測することができない。そこで本研究では、以下に示すように、経路途中での意思決定の発生の有無等を制御した仮想の経路選択データを作成して分析を行った。これにより、様々なケースが想定できると共に、真の意思決定がわかっていることから、モデル推定・予測精度の良否やそれが生ずる原因等について詳細に検証することが可能となる。

(1) データ作成

図1に示す簡単なネットワークを1000人のドライバーが走行する状況を想定してシミュレーションによりデータを作成した。はじめに、各ドライバーが直面するリンク所要時間として、リンクごとに2種類の値を一様乱数で生成する。次に、生成した一方のリンク所要時間を用いて、ドライバーの経路選択意思決定規範の異質性を考慮した上で終点までの選択経路を決定する。さらに、経路1および2を選択したドライ

バーについては、リンク1の2種類の所要時間をそれぞれ認知所要時間および実際の走行時間とみなし、別途設定したパラメータに応じてノードBにおける意思決定の有無を決定する（以降、ノードBを“意思決定ノード”と称す）。なお、その際には、意思決定するドライバーの割合が約10%刻みで変化するようにパラメータを制御している。次に、意思決定ノードで意思決定する場合には、認知の更新が生じたと考え、リンク2および3のもう一方の所要時間を用いて選択経路を決定する。ここで、起点と意思決定ノードでは必ずしも経路選択意思決定規範が同一である保証はない。そこで、上述のデータ生成プロセスを、意思決定規範が同一である場合と異なる場合の2ケースを想定して作成した。さらには、政策実施下でのモデルの予測精度を確認するために、意思決定ノードでの情報提供を想定し、意思決定発生時のリンク2の所要時間を固定値として与えた場合の経路選択データも別途作成した。以上のプロセスにより、最終的に、意思決定規範の同一性についての仮定と政策の有無に応じて合計4ケースのデータセットを作成した。

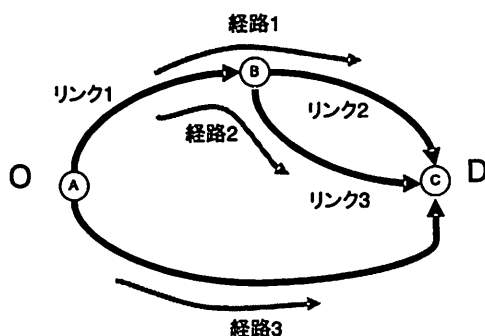


図1 シミュレーションネットワーク図

(2) 静的モデルの推定

経路途中で意思決定を行わない静的モデルとして、多項ロジットモデルを採用し、各データに対してモデル推定を行った上で、数え上げ法により現況再現性や予測精度を検証した。図2は真の経路選択結果に対する経路2のサンプルシェアの予測誤差を示したものである。

起点と意思決定ノードで意思決定規範が同一であるという仮定に基づいて作成したデータについては、現況再現性・予測精度共に良好である。一方、意思決定規範が異なるにも関わらず静的モデルを適用した場合、意思決定を行うドライバーの割合が増加するにつれ、現況再現性や予測精度が低下することが確認された。

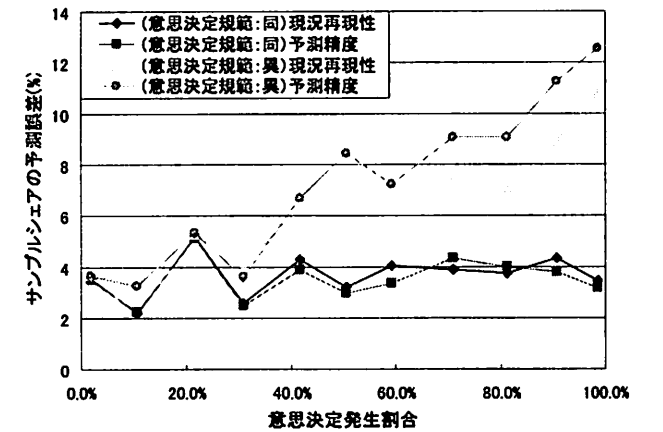


図2 経路2のサンプルシェア予測誤差

(3) 動的モデルの提案

静的モデルの問題点を踏まえ、本研究では三輪ら¹⁾で提案されている経路途中での意思決定を考慮した動的モデルを仮想データに対して適用した。当該モデルは、意思決定ノードでの意思決定発生確率を内生的に与えるものであり、例えば、図1のネットワークにおいて経路1を選択する確率は次式で与えられる。

$$P_{(1)} = P_{(1)A}(1 - q_B) + P_{(1)A}q_B P_{(1)B} + P_{(2)A}q_B P_{(1)B}$$

$$q_B = \Phi((x_n - \mu_i) / \sigma_i) \tag{1}$$

ここで、 $P_{(1)A}$ はノードA(起点)で経路1を選択する確率、 q_B は意思決定ノードで意思決定が発生する確率、 $\mu_i \cdot \sigma_i$ は未知パラメータである。右辺第1項は起点で経路1を選択して途中で意思決定をせずに終点まで到着する場合、第2項は起点で経路1を選択し、意思決定ノードで意思決定を行った結果、再度経路1を選択した場合、第3項は起点で経路2を選択し、意思決定の結果、経路1に変更した場合を表しており、全てのケースを確率モデルとして厳密に表現したモデルである。

紙面の都合上、結果は講演時に示すが、 $\mu_i \cdot \sigma_i$ のパラメータ推定値がデータ作成の際に設定した真値から大きく乖離するなど、モデル推定結果は極めて不安定であり、より複雑なネットワークに対しては適用が困難であることが判明した。

3. 実データでの静的モデルの検証

静的モデルの問題点を引き起こす原因となったドライバーの意思決定規範について、終点までの距離に応じてそれが異なるか否かを、2004年に松山市で実施したPP調査データ²⁾を用いて検証した。

(1) 意思決定規範の距離依存性を考慮したモデル

分析には多項ロジットモデルを用いた。ここで、意思決定規範の距離依存性を検証するために、三輪ら¹⁾と同様に多項ロジットモデルのスケールパラメータ θ を次式のようにOD間距離によって構造化した。

$$\theta_{rs} = \frac{\pi}{\sqrt{6}} D_{rs}^{\alpha} \tag{2}$$

ここで、 D_{rs} はODペアrs間の距離(km)、 α は未知パラメータである。

表1の推定結果から、構造化パラメータ α は有意に推定されており、ドライバーの意思決定規範は距離に応じて異なることが統計的に確認された。ゆえに前章の結果と併せて考えると、静的モデルの適用は、時に重大な予測誤差を生じる危険性があると言えよう。

表1 スケールパラメータ構造化モデルの推定結果

説明変数	パラメータ推定値	t値
旅行時間(分)	-0.298	-3.34
幹線比率(時間)	0.072	1.25
右左折数(回)	-0.021	-2.82
構造化パラメータ α	0.558	3.54
サンプル数	5110	
修正済尤度比	0.0174	

4. まとめ

本研究で示したように、本質的に動的な意思決定の結果として観測される経路データに対して、従来のように静的モデルを用いてモデル化を行った場合、時に重大な予測誤差が生じる危険性がある。これは、経路途中での意思決定が頻繁に生ずると考えられる都市内道路ネットワークを対象とした分析では極めて深刻な問題となろう。一方、それを厳密な確率モデルとしてモデル化することも現時点では困難であり、今後は動的モデルの簡略化を行うなどして、現実の意思決定に即したより操作性の高いモデルを開発する必要がある。

参考文献：1) 三輪富生、森川高行、倉内慎也：プローブカーデータを用いた動的な経路選択行動に関する基礎的分析，土木計画学研究・論文集，Vol.22，No.3，pp.477-486，2005。2) 森貴洋，羽藤英二：実走行データを用いたCNL型経路選択モデル，土木学会四国支部第12回技術研究発表会講演概要集 pp.272-273，2006。