



## 1. 背景・目的

一般道路の交通渋滞は、信号交差点のほか工事、事故、路上駐車等に起因して発生する。渋滞ボトルネックが存在する一方で、道路ネットワーク空間が効率的に利用されていない課題がある。時々刻々変化する交通状況に応じて、渋滞情報や沿道施設利用等の目的に応じてドライバーは経路選択の意思決定を行うとされているが、ドライバーは最適な経路選択を行えていない可能性が否めない。

これまで経路選択行動に関する様々なモデルが考案されているが、選択肢集合の設定方法やモデルの適合性、意思決定の発生プロセスについての詳細な分析等多くの課題を抱えている。

本研究では、意思決定を行う状況を再帰的な関係式により表現した動的な逐次経路選択モデルによる推定を行い、ドライバーの経路選択における行動特性を考察する。また、経路選択に影響を及ぼす要因を説明変数として、現実の経路選択行動を表現する適応性あるモデルの構築を目的とする。

## 2. 確率的経路選択モデル

### 2.1 マルチロジットモデル (MNL)

ロジットモデルは、効用最大化理論により、人は選択肢の中から効用が大きいものを選択する前提で推定される。個人  $n$  が選択肢  $i$  を選択したときの確率  $P_{in}$  は式(1)、効用関数  $V_{in}$  は式(2)のように表される。

多項ロジットモデルの特徴は、各選択肢経路の誤差項は互いに独立とし、選択肢間の無関係性(IIA)を仮定している。そのため、道路ネットワーク上では経路選択集合の設定が膨大になり、推計精度を劣化させる問題を抱えている。

$$P_{in} = \frac{e^{V_{in}}}{e^{V_{1n}} + e^{V_{2n}} + \dots + e^{V_{jn}}} = \frac{e^{V_{in}}}{\sum_{j \in A_n} e^{V_{jn}}} \quad (1)$$

$$V_{in} = \sum_k \theta_k X_{ink} \quad (2)$$

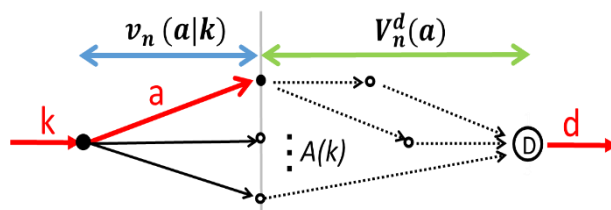


図1 ネットワーク概念図

### 2.2 再帰型ロジットモデル (RL)

通常の経路選択モデルは、起点において目的地までの一連の経路を決定する。しかし、現実の経路選択行動は、予定していた経路と異なる経路を選択することがある。すなわち、ドライバーの経路選択行動はその時々交通状況を判断材料とした、逐次性を有すると考えたほうが妥当である。

再帰型ロジットモデル(Recursive Logit Model)の特徴は、現時点での選択経路の効用だけでなく、選択した経路のその先の経路から目的地までの総効用を考慮したモデルである。

多項ロジットモデルでは、膨大なネットワーク上での選択肢集合の設定が困難であったが、ノードごとに次の選択可能経路が限定されるため、起点での経路列挙を行わず選択確率を求めることができる。

図1は、現在の走行リンクを  $k$ 、リンク  $k$  に接続するリンクの集合を  $A(k)$  とするネットワークである。現在、リンク  $k$  を走行しているときのリンク  $a \in A(k)$  の選択確率は、状態が  $k$  のときの  $a$  の効用と  $a$  から目的地までの価値関数  $V_n^d(a)$  により、式(3)で表される。価値関数は式(4)によって表される。

$$P_n^d(a|k) = \frac{e^{\frac{1}{\mu}(v_n(a|k) + V_n^d(a))}}{\sum_{a' \in A(k)} e^{\frac{1}{\mu}(v_n(a'|k) + V_n^d(a'))}} \quad (3)$$

$$V_n^d(k) = \begin{cases} \mu \ln \sum_{a \in A(k)} e^{\frac{1}{\mu}(v_n(a|k) + V_n^d(a))} & \forall k \in A \\ 0 & k = d \end{cases} \quad (4)$$

### 3. 分析方法

#### 3.1 仮想ネットワークを用いた分析

図2のような起点への逆戻りを仮定しない仮想ネットワークでパラメータ推定を行う。起点をノード1, 終点をノード6とし, 説明変数はリンク長, 道路種別, 右左折, 所要時間とした。選択肢経路の中には同じリンクを通過する経路も複数存在し, パラメータにバイアスが生じる。そのため, 効用関数に経路重複による IIA 特性を緩和させる LS 項を加える。

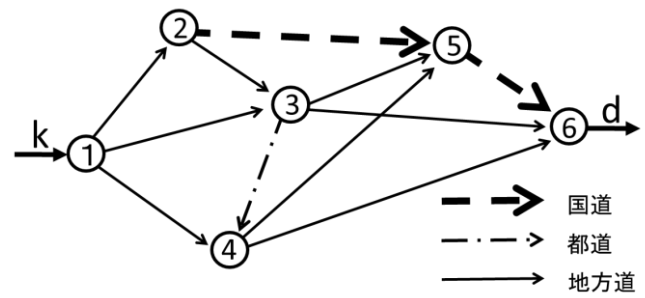


図2 設定した仮想ネットワーク

#### 3.2 パラメータ推定と RL モデルの適応性の検証

パラメータの真値を  $\theta_1=-0.7, \theta_2=-0.1, \theta_3=-0.1, \theta_4=-0.6, \beta=-0.1, \mu=1.0$  とし, 乱数を発生させた 30 セットのデータからパラメータを推定する。また, MNL モデル, RL モデル, 重複を考慮した RL with LS モデルを用い, 選択確率を算出する。それぞれの結果を比較し RL モデルの適応性を検証する。

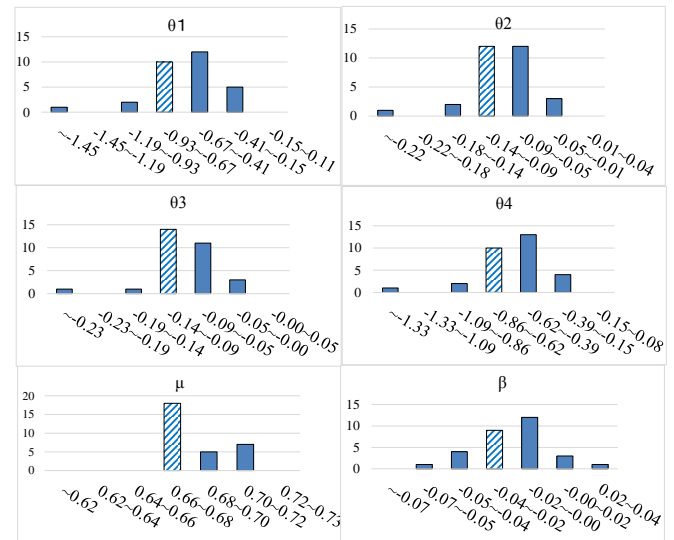


図3 各パラメータの分布と平均値との比較

### 4. 分析結果

#### 4.1 パラメータの推定結果

図3は, 各変数の平均値との分散をヒストグラムで表したものである。この結果より, すべての変数において真値に近い結果となり, パラメータの安定性が確認できた。

#### 4.2 RL モデルの適応性の検証

表1は各モデルによる選択確率と尤度比の算出結果を表している。この結果より, MNL モデルに比べ RL モデルは尤度比が高い結果となった。次に通常の RL モデルと RL with LS モデルとの比較を行ったが, 尤度比が変わらない結果となった。

尤度比に変化がみられなかった要因として, スケールパラメータが  $\beta=0.1$  と低く, 補正項の値が小さくなり, 経路の重複区間を含む経路の効用に影響を与えなかったと考えられる。

### 5. まとめ

簡単なネットワークによる再帰型ロジットモデルの適応性を確認できた。また, 重複を考慮するために RL モデルに LS 項を加えたが, スケールパラメータが小さかったため, 精度を向上させる結果とはならなかった。今後は, 実績データによる推定を行い, 大規模ネットワーク上でドライバーがどのような経路選択行動をとるのか, 特性を考察していく。

表1 選択確率と尤度比の推定結果

Paths	MNL	RL	RLwithLS
1 12:25:56	0.02	0.03	0.03
2 12:23:36	0.00	0.00	0.00
3 12:23:34:46	0.00	0.00	0.00
4 12:23:34:45:56	0.00	0.00	0.00
5 12:23:35:56	0.01	0.00	0.00
6 13:36	0.19	0.26	0.26
7 13:35:56	0.78	0.72	0.71
8 13:34:46	0.00	0.00	0.00
9 13:34:45:56	0.00	0.00	0.00
10 14:45:46	0.00	0.00	0.00
11 14:46	0.00	0.00	0.00
初期尤度	-242.19	-242.19	-242.19
最終尤度	-25.66	-22.00	-21.99
尤度比	0.89	0.91	0.91

#### 参考文献

- 1)三輪富生, 森川高行: プローブカーデータを利用した経路選択行動に関するモデル分析, 土木計画学研究・論文集, Vol.21, pp.553-560, 2004
- 2)Mogens Fosgerau, Emma Frejinger, Anders Karlstrom: A link based network route choice model with unrestricted, Transportation Research Part B 56, pp.70-80, 2013

謝辞: 本研究を行うにあたり, 多大なるご協力を頂きました株式会社道路計画の野中様, 清田様に謝意を表します。