

自動車交通の経路選択行動にラインホール比率が及ぼす影響



AH21060 久野陽平

指導教員 岩倉成志

1. 背景・目的

道路交通需要予測に不可欠である経路選択モデルは、旅行時間と費用が支配的な要因であることが知られている。森川ら¹⁾をはじめとする多くの既往研究においても旅行時間と費用が利用経路の選好の主な要因であることを前提に議論が展開されている。一方で、それ以外の要因がドライバーの選択行動に及ぼす影響に関する議論は十分ではない。

実際の経路選択行動では、人々は交通状況や道路環境に合わせてより複雑で多様な要因を総合的に判断していると推察される。特に、移動中の快適性、安全性、効率性といった「移動の質」を体現する要素については、Pécheux²⁾らをはじめとする既往研究において、ドライバーの走行体験に対する満足度に一定程度寄与することが示されていることから、重要な決定因子であると考えられる。しかしながら、これらが選択行動に及ぼす普遍的な影響は明らかにされていない。

そこで本研究では、移動の快適性と経路選択の関係性に着目した定量的な分析を行うことを目的とする。移動の快適性は多種多様な因子で構成されるが、中でも、高い速度で円滑な移動が可能である区間が全体の経路に占める割合「ラインホール比率」に焦点を当て、これを加味した経路選択モデルを構築することで、移動の快適性が経路選択に及ぼす影響を試行的に分析する。

2. ラインホール比率を加味した経路選択モデルの検討

(1) ラインホール区間・ラインホール比率の定義

任意の OD 間におけるラインホール区間とアクセス・イグレス区間のイメージを図 1 に示す。本研究では、交差点や沿道からの出入りが完全に制限されたフルアクセスコントロール区間をラインホール区間、ラインホール区間の前後にあるアクセスコントロールされていない一般道区間をアクセス・イグレス区間とする。そのうえで、任意の OD 間移動距離全体に占めるラインホール区間の割合をラインホール比率と定義する。

ここで、図 1 に示すようにひとつの OD ペアであってもラインホール比率の異なる経路が複数存在することが想定され、本研究ではこのような OD ペアを対象に経路選択におけるラインホール比率の有意性を確認する。

(2) PSL モデルの適用

本研究では Path-Size-Logit (PSL) モデルを用い、その変数にラインホール比率を組み込むことで、経路選択に及ぼす影響を分析する。

PSL モデルは従来の多項ロジット(Multinomial Logit :

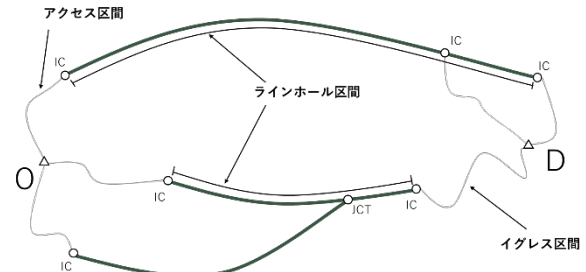


図 1 ラインホールに関するイメージ図

表 1 ETC2.0 プローブ情報の概要

期間	2021 年 7 月 1 日～9 月 30 日 (92 日間)
範囲	東京都・茨城県・埼玉県・千葉県・神奈川県
様式	様式 1-2 走行履歴, 個車データ

MNL)モデルを拡張したもので、選択肢間の独立性をより適切に評価できる特徴を持つ。具体的には PS 項(Path-Size Term)(式 3)を導入することで、同じ部分区間を共有する経路に対してペナルティを課し、これらの経路が過大に評価される問題を緩和することが可能である。

ここで効用関数を式(1)、(2)のように 2 パターン設定しモデルを構築する。式(1)はラインホールに関する変数を実際の距離(km)で表現し、式(2)はラインホール比率によって表現している。分析の際にはこの 2 式を比較し、より有意なモデルについて検討する。

$$V_k = \beta_5 \cdot TT_k + \beta_6 \cdot C_k + \beta_7 \cdot LHD_k + \beta_8 \cdot AED_k + \beta_9 \cdot SD_k + \lambda \cdot \ln(PS_k) \quad (1)$$

$$V_k = \beta_1 \cdot TT_k + \beta_2 \cdot C_k + \beta_3 \cdot LHR_k + \beta_4 \cdot SD_k + \lambda' \cdot \ln(PS_k) \quad (2)$$

$$PS_k = \sum_{a \in \Gamma_k} \left(\frac{l_a}{L_k} \right) \frac{1}{\sum_{m \in C} \delta_{am}} \quad (3)$$

$\beta_1 \sim \beta_9, \lambda, \lambda'$: パラメータ,

TT_k : 旅行時間[h],

C_k : 費用[千円],

LHR_k : ラインホール比率,

LHD_k : ラインホール距離[km],

AED_k : アクセス・イグレス距離, SD_k : 信号密度[個/km],

L_k : 経路 k の経路長[km],

l_a : リンク a の経路長[km],

Γ_k : 経路 k のリンク集合,

δ_{am} : 経路 m へのリンク a の包括ダミー,

3. 分析概要

(1) 使用データ

モデルの構築には ETC2.0 プローブ情報を用いる。分析に使用するデータの概要を表 1 に示す。このデータは ETC2.0 車載器を搭載した車両の走行実績に基づいて記

録されたものであり、モデルの構築に必要な旅行時間や走行距離が取得可能である。

(2) 分析対象の選定

まず、ETC2.0 プローブ情報のデータ範囲において、ラインホール比率が異なる多様な経路が存在する起終点の組合せを抽出した。そのうえで、その起終点に該当する標準地域メッシュ：2 次メッシュ(10km 四方)間の OD サンプル数を集計し、モデル構築に十分なサンプル数が見込める区間を対象区間とした。その結果、図 2 に示す世田谷区⇄飯能市間の移動を分析対象に選定した。

(3) LOS の設定

ETC2.0 プローブ情報のうち個車の移動履歴が分析可能な様式 1-2 (ETC2.0 プローブ情報の走行履歴情報に関する出力様式)を用いて、対象区間における各サンプル各経路とその総移動距離および総移動時間を集計し、Google Maps の経路検索機能を用いて、選択肢集合となる代替経路の総移動距離および総移動時間の情報を収集するとともに、各経路のアクセス・イグレス距離、ラインホール距離を観測し、ラインホール比率を算出した。以上の手順によって、ラインホール距離をはじめとする効用関数に用いる説明変数を抽出した。

4. 分析結果

前章で設定した LOS を踏まえ、PSL モデルを用いてラインホールが選択行動に及ぼす影響を分析する。表 2 にそれぞれの変数の組み合わせによる推計結果を示す。

モデル 1 では、旅行時間、費用、ラインホール距離で 5%有意となった。信号密度、アクセス・イグレス距離では統計的有意性を確認できなかったが、いずれも符号条件は合致しているとともに、尤度比が 0.22 であることから、ある程度の予測精度が得られた。ラインホールに関する変数のパラメータを見ると、ラインホール距離は正であり、ラインホール区間がより長い経路が選好されやすい傾向があることを確認した。影響の程度を他の変数と比較すると、旅行時間の 10 分短縮に対してはラインホール距離が 1.3km の増加、費用 100 円の削減に対しては 2.97km の増加がそれぞれ相当する。

モデル 2 では 5%有意であるパラメータは旅行時間のみであった。しかし、費用、信号交差点密度、ラインホール比率において、符号条件は合致していることに加え、尤度比 0.31 であることから、こちらもある程度の予測精度が得られた。また、ラインホール比率のパラメータが正であることから、ラインホール区間の割合が高い経路が選好されやすいことが示された。影響の程度を他の変数と比較すると、旅行時間の 10 分短縮に対してはラインホール比率 13%の増加が相当する。

また、両モデルにおいて信号密度も選択に負の影響を及ぼしていることが確認できた。経路間の独立性を評価する PS 項のパラメータは両モデルとも統計的に有意ではない一方、符号条件に合致せず、代替経路との重複率が高い経路が選好されやすい結果となった。



図 2 対象区間：世田谷区⇄飯能市の位置関係図

表 2 分析結果

説明変数	モデル 1		モデル 2	
	パラメータ	t 値	パラメータ	t 値
旅行時間(分)	-0.08649	-5.93	-0.08317	-3.27
費用(円)	-0.01987	-5.03	-0.0005022	-0.43
信号交差点密度(個/km)	-0.2432	-1.55	-0.3631	-1.57
ラインホール距離(km)	0.6701	5.00		
アクセス・イグレス距離(km)	-0.006543	-0.52		
ラインホール比率			6.321	1.47
PS 項	-0.8074	-1.12	-0.9053	-1.22
修正済み尤度比		0.22		0.31

5. まとめ

本研究では、ETC2.0 プローブ情報の実際の走行履歴データを用いた PSL モデルによる分析結果から、ラインホール区間距離あるいはラインホール比率が大きい経路ほど選好されやすい傾向があることを確認した。その一方で PS 項のパラメータが負の値として推計され、パラメータの推計結果が有意とならないものもあった。

今後の課題として、自動車交通の経路選択行動へのラインホール比率の影響をより精緻に把握するために、複数の OD 区間を対象として、分析サンプルの多様性を確保することや、時間に着目したラインホール比率等、変数の導入方法を再検討することで、モデルの精度向上を図ることが挙げられる。

参考文献

- 1) 森川高行,今西一男,「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」,土木学会論文集 D3 (交通工学),Vol.68,No.5,pp.317-327
- 2) Pécheux, K., Flannery, A., Wochinger, K. et al., 「Automobile Drivers' Perceptions of Service Quality on Urban Streets」, Transportation Research Record: Journal of the Transportation Research Board, No.1885, pp.57-63,2004.

謝辞

本研究の遂行にあたり、多大なるご指導を賜りました株式会社道路計画の野中康弘客員教授ならびに秋山岳氏に心より感謝申し上げます。