

首都圏鉄道の経路選択におけるキャプティブ層と選択層の比較*

A comparison between the captive and the selective on railway routes choice*

瀬戸 翔志郎**・内山 久雄***・寺部 慎太郎****

By Shoshiro Seto**・Hisao Uchiyama***・Shintaro Terabe****

1. はじめに

鉄道利用者の経路選択は、ランダム効用理論に基づき合理的に行われると考えられている。そして、鉄道利用者の分析はこのような過程に基づいて離散的選択モデルを用いて行われる。ところが、鉄道利用者の中には合理的な選択行動を行わないキャプティブ層と呼ばれる人々が存在し、これらの人々に離散的選択モデルを適用できるかどうかは解明されていない。また、合理的な選択を行っている鉄道利用者の経路選択における既往研究として、選択肢集合形成において非補償型意思決定方略を用いた方法論を提案した福田ら¹⁾の研究や、選択過程では補償型意思決定方略を用いるのが望ましいとした水谷ら²⁾の研究がある。しかし、合理的な選択行動を行っていないキャプティブ層の実経路の決定において補償型と非補償型のどちらの意思決定方略を適用するべきかを提案した研究は見当たらない。以上より、本研究では、鉄道利用者の行動分析の精度を上げることを目的に、合理的選択過程を行う選択層と行わないキャプティブ層を比較検討し、キャプティブ層の離散的選択モデルへの適用の可能性や実経路決定のために必要な意思決定方略について分析・検討する。

2 データの概要

(1) 使用データ

本研究では、当研究室が独自に行った「通勤時における鉄道利用実態調査」³⁾⁵⁾(以下着地調査)で得られたデータを用いる。この調査は、2000年と2005年の2回、大都市交通センサスの実施に合わせて行われた。本研究では、2005年度に大都市交通センサスに合わせて行われた着地調査を用いる。調査概要は表-1に示すとおり。

*キーワード: 経路選択, 交通行動分析, 鉄道計画

**学生員, 学(工), 東京理科大学大学院

千葉県野田市山崎2641, TEL 04-7124-1501

(内線4058)FAX 04-7123-9766

***フェロー員, 工博, 東京理科大学理工学部土木工学科

****正員, 博(工), 東京理科大学理工学部土木工学科

表-1 調査概要

調査期間	2005年12月~2006年1月
対象勤務地	山手線内側・周辺, 神奈川県
対象者	対象勤務地に通勤している鉄道利用者の男女
調査方法	着地側である企業に調査票を配布する着地調査
調査内容	・実選択経路 ・代替経路 ・自宅から最寄り駅までの交通手段 ・最終降車駅から会社までの交通手段 ・実選択経路・代替経路の選択理由 ・代替経路の選択可能性
取得表数	1201票

この調査の特徴は、大都市交通センサス等では取得していない各回答者の代替経路を取得したことである。さらに、2005年度の調査では代替経路の利用可能性について、「是非利用したい」、「あまり使う気がない」、「知っているだけで全く使う気がない」の3種類で尋ねている。この質問項目を加えたことにより、筆者らは鉄道経路選択に関してより詳細な研究を行うことが可能となった⁶⁾。

(2) 選択層, キャプティブ層の定義

2005年度着地調査において、記載された項目に不備のない回答者767人を有効回答者とする。そのうち、代替経路の利用可能性について、すべて「知っているだけで全く使う気がない」と回答した194人をキャプティブ層、それ以外の573人を選択層と定義する。ここで、キャプティブ層の実経路以外の経路は申告しただけで実際に利用することはないので申告経路と名付け、選択層の実経路以外の経路は代替経路と名付ける。

(3) LOSの作成

「通勤時における鉄道利用実態調査」より、調査票に記入されたそれぞれの経路の特性を表現するためにサービス水準(以下LOSとする)を取得する。LOSは時刻表より整備した鉄道ネットワークデータおよび駅構造調査から得られるものである。駅構造調査は、首都圏の乗換可能駅全356駅を対象に構造調査を実施し、乗換ホーム間の距離、階段やエスカレーターの段数等を調査した。調査結果より各駅での駅構内ネットワーク図を作成し、

降車ホームから乗換ホームまでの考えられる経路のうち最短経路探索法によって導かれた経路を乗換時間に関する指標として用いている。本研究で取得した LOS は①乗車時間(分)②運賃(円/1ヶ月)③乗換回数(回)④乗換時間(分)⑤アクセス時間(分)⑥イグレス距時間(分)⑦階段利用率(%)⑧混雑指標(分・%)²の計8つである。

(4) 説明変数

説明変数として実経路と実経路以外の経路との LOS 差を用いた。LOS 差は実経路と実経路以外の経路との LOS のかい離度を表しており、以下のように定義する。

LOS 差 = 実経路以外の経路の LOS - 実経路の LOS (1)

ここで、本調査の有効回答者は実経路以外に複数の経路があるので、LOS 差の数は、選択層が 1304 サンプル、キャプティブ層が 322 サンプルである。

3 分析結果

(1) 選択層とキャプティブ層の LOS 差の比較

選択層とキャプティブ層の各 LOS 差を比較検討するために、両者のそれぞれの LOS 差ごとの平均、分散を算出する。また、算出した平均より LOS 差ごとの平均の差の検定を行う。ここで、選択層とキャプティブ層の各 LOS 差の平均を表-2、両者の分散を表-3、両者の各 LOS 差における平均の差の検定を表-4 に示す。ただし、表-4 において*は5%有意、**は1%有意を表す。表-2より、キャプティブ層のイグレス時間差以外の7種類の LOS 差が正であることが分かった。すなわち、LOS 差の平均を見るとキャプティブ層の実経路決定において非補償型意思決定方略の適用が望ましいと考えられる。また、表-3より選択層に比べてキャプティブ層の分散が大きいことがわかった。

表-2 各 LOS 差の平均

平均	選択層	キャプティブ層
乗換回数差(回)	0.328	0.680
アクセス時間差(分)	1.252	2.529
乗車時間差(分)	1.399	4.059
月定期運賃差(円)	1393	2351
乗換時間差(分)	1.155	3.883
混雑指標差(分・%) ²	-1.903	5.642
階段利用率差(%)	4.243	8.691
イグレス時間差(分)	-0.609	-0.591

表-3 各 LOS 差の分散

標準偏差	選択層	キャプティブ層
乗換回数差(回)	0.897	0.893
アクセス時間差(分)	6.10	8.12
乗車時間差(分)	11.28	10.04
運賃差(円)	5236	5948
乗換時間差(分)	3.59	6.98
混雑指標差(分・%) ²	29.11	27.79
階段利用率差(%)	0.52	0.57
イグレス時間差(分)	5.13	4.65

表-4 各 LOS 差の平均の検定

	t値	P値	有意差
乗換回数差(回)	6.327	5.625×10^{-10}	**
アクセス時間差(分)	2.643	8.522×10^{-3}	**
乗車時間差(分)	4.153	3.822×10^{-5}	**
運賃差(円)	2.647	8.408×10^{-3}	**
乗換時間差(分)	6.793	4.483×10^{-11}	**
混雑指標差(分・%) ²	4.202	2.791×10^{-5}	**
階段利用率差(%)	2.036	4.191×10^{-2}	*
イグレス時間差(分)	0.057	0.955	

次に、LOS 差を両軸にとった散布図を作成する。ここで、表-4より選択層とキャプティブ層で有意差のある LOS 差のうち特に差の大きい乗換回数差と乗換時間差の散布図を以下に示す。図-1は選択層の散布図、図-2はキャプティブ層の散布図である。

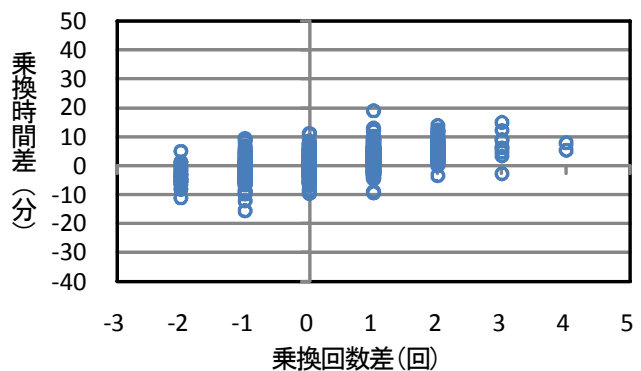


図-1 選択層の散布図

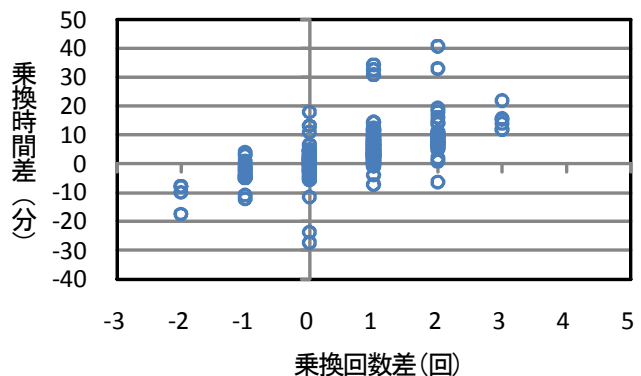


図-2 キャプティブ層の散布図

図-1 と図-2 を比較すると、選択層とキャプティブ層では両者とも第1象限から第4象限までサンプルが散らばっていることが分かる。次に、表-4 で両者に有意差のある LOS 差のうち、最も差の大きい乗換時間差と最も差の小さい階段利用率差の散布図を以下に示す。図-3 は選択層の散布図、図-4 はキャプティブ層の散布図である。

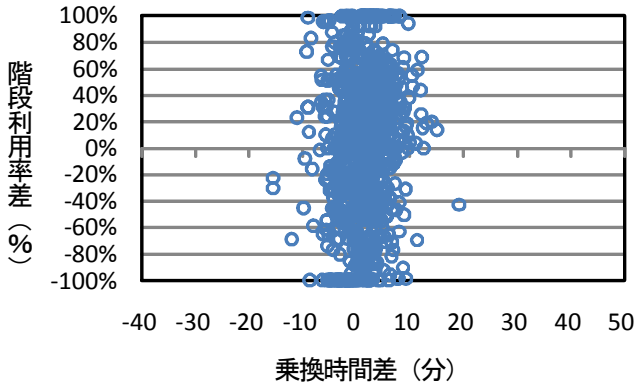


図-3 選択層の散布図

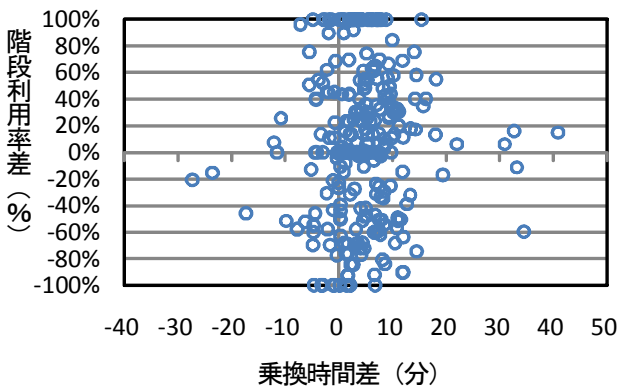


図-4 キャプティブ層の散布図

図-3 と図-4 を比較すると、選択層とキャプティブ層では両者とも第1象限から第4象限までサンプルが散らばっていることが分かる。ここで、もしキャプティブ層の実経路の決定に非補償型意思決定方略が適用されるとすると、実経路が実経路以外の経路を支配していると考えられるので図-2、図-4 のサンプルは第1象限に集中する。しかし、実際にはキャプティブ層の実経路は実経路以外の経路を支配していないことが分かった。すなわち、キャプティブ層の実経路の決定方法においては非補償型意思決定方略を適用することは妥当ではないと考える。

(2) 主成分分析

8 種類の LOS 差を総合して比較するために、主成分分析を行う。はじめに、選択層の LOS 差とキャプティブ層の LOS 差をプールして主成分分析を行い、得られた主成分得点を用いて選択層とキャプティブ層の平均の

差の検定を行う。ここで、全サンプルの固有値、累積寄与率、固有ベクトルを表-5 に示す。表-5 より、累積寄与率では第3主成分で60%を超えることが分かる。しかし、第3主成分の固有値を見ると1を下回るため、本研究では第1主成分と第2主成分を用いる。

表-5 固有値、寄与率

固有値表	第1主成分	第2主成分	第3主成分
固有値	2.247	1.647	0.995
寄与率	28.09%	20.58%	12.44%
累積寄与率	28.09%	48.67%	61.12%

次に、主成分負荷量の値を表-6、主成分負荷量の配置を図-5 に示す。

表-6 主成分負荷量

主成分負荷量	第1主成分	第2主成分
乗換回数差	0.791	-0.076
乗車時間差	0.304	0.760
運賃差	0.628	-0.232
乗り換え時間差	0.716	-0.305
混雑指標差	0.047	0.841
階段利用率差	0.402	0.414
イグレス時間差	-0.587	0.112
アクセス時間差	-0.338	-0.155

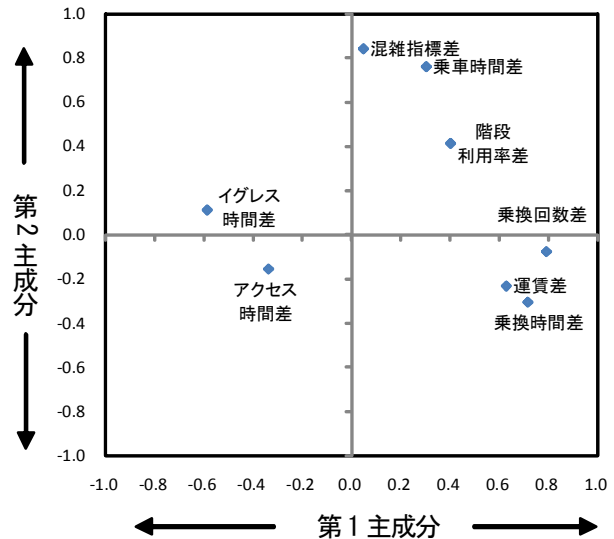


図-5 主成分負荷量の配置

図-5 より鉄道利用者の LOS 差は混雑指標差・乗車時間差・階段利用率差のグループ、運賃差・乗換時間差・乗換回数差のグループ、イグレス時間差・アクセス時間差のグループの3つに大別されることが分かった。

次に、選択層キャプティブ層の主成分得点の平均を求め、差の検定を行った。検定結果を表-7 に示す。

表-7 主成分得点を用いて両者の平均の差の検定

	第1主成分		第2主成分	
	選択層	キャプティブ層	選択層	キャプティブ層
サンプル数	1304	322	1304	322
平均	-0.118	0.479	-0.024	0.097
標準偏差	1.428	1.680	1.264	1.359
T値	5.873		1.513	
P値	8.414E-09		0.130	
有意	**			

ただし、*は 5%有意、**は 1%有意を表す。ここで、表-7 より、第1 主成分得点において差があることが分かった。また、キャプティブ層の第1 主成分得点の平均は選択層の第1 主成分得点の平均より高いことが分かった。すなわちキャプティブ層は選択層に比べて、経路選択時に乗換時間、運賃、乗換回数条件が申告経路より良い経路を実経路とする傾向が強いと考えられる。ここで、選択層、キャプティブ層の主成分負荷量を表-8、両者の主成分負荷量の配置を図-6 に示す。

表-8 選択層、キャプティブ層の主成分負荷量

主成分負荷量	第1主成分		第2主成分	
	選択層	キャプティブ層	選択層	キャプティブ層
乗換回数差	0.788	0.793	-0.045	-0.114
運賃差	0.640	0.564	-0.157	-0.360
階段利用率差	0.409	0.331	0.416	0.447
混雑指標差	-0.031	0.150	0.839	0.843
アクセス時間差	-0.362	-0.399	-0.144	-0.242
乗車時間差	0.218	0.442	0.789	0.719
乗換時間差	0.742	0.696	-0.268	-0.434
イグレス時間差	-0.616	-0.510	0.055	0.182

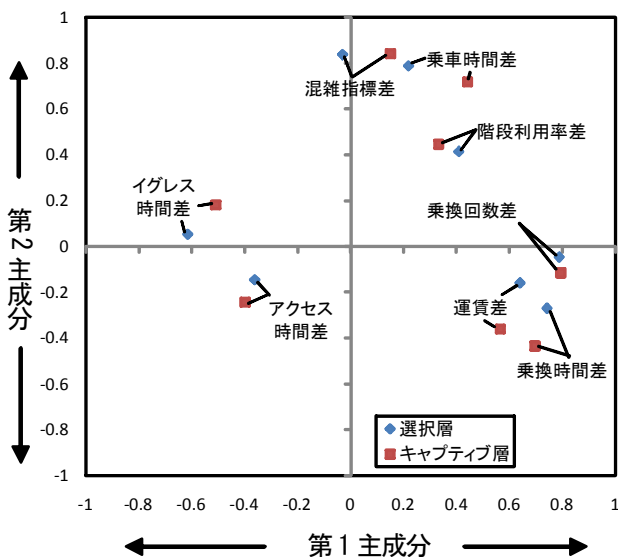


図-6 キャプティブ層、選択層の主成分負荷量の配置

ただし、選択層とキャプティブ層とでは母集団が異なる可能性があるため、本来なら容易に比較することはできない。その上で両者を比較すると、図-6 より、あまり違いがみられないことが分かる。このことから、選択層とキャプティブ層とでは実経路以外の経路の抽出過程が同じであると言える。またこの結果より、各 LOS 間に補償関係が見られるので、キャプティブ層の実経路決定は補償型意思決定方略が適用した方が望ましいと類推できる。

4 おわりに

鉄道利用者の行動分析の精度を上げるために、本研究では、実データを用いた選択層とキャプティブ層の比較を行った。その結果、キャプティブ層の離散選択モデルへの適用は不可能ではないことが分かった。また、キャプティブ層の実経路の決定には補償型意思決定方略の適用が望ましいと類推された。しかし、本研究の結果だけでは、これらを断定することはできない。そのため、今後は車内着席率の様により多くの LOS を用いた分析や、離散選択モデルを用いたパラメータ推定等の分析を行う必要がある。

参考文献

- 1) 福田大輔, 森地茂: 選択肢の選別過程に関する実証比較分析: 交通手段選択行動を対象として, 土木計画学研究・講演集, No.24(1), pp.97-100, 2001.
- 2) 水谷洋輔, 山下良久, 日比野直彦, 内山久雄: 通勤鉄道利用者の経路選択肢集合に関する研究, 土木計画学研究・論文集, Vol24, pp593-599, 2007.
- 3) 若林哲男, 内山久雄, 日比野直彦, 葉山翼: 鉄道経路選択行動を把握するための調査方法の提案, 土木学会第 56 回年次学術講演会概要集第 4 部, pp670-671, 2001.
- 4) 水谷洋輔, 山下良久, 日比野直彦, 内山久雄: 通勤時の鉄道経路選択に関する研究, 土木計画学研究・講演集 Vol.34, 2006.
- 5) 日比野直彦, 森田泰智, 内山久雄: 鉄道経路選択行動分析における選択肢集合の設定方法に関する考察, 土木計画学研究・講演集 Vol.27, 2003.
- 6) 稲原宏, 山下良久, 日比野直彦, 内山久雄: 鉄道需要推計における選択肢集合形成の一考察, 第15 回鉄道技術連合シンポジウム講演集, pp.625-628, 2008.