

鉄道需要推計における選択肢集合形成の一考察

○ [土] 稲原 宏 (計量計画研究所)

[土] 山下 良久 (企画開発)

[土] 日比野 直彦 (政策研究大学院大学)

[土] 内山 久雄 (東京理科大学)

Consideration for the Route Choice Set of Railway Passengers

○ Hiroshi INAHARA

(The Institute of Behavioral Sciences)

Yoshihisa YAMASHITA

(Creative Research And Planning Co.,Ltd)

Naohiko HIBINO

(National Graduate Institute for Policy Studies)

Hisao UCHIYAMA

(Tokyo University of Science)

The analysis of route choice behavior for railway passengers consists of a couple of processes: (1) Screening process in which several utilizable routes are selected among a huge number of possible routes. (2) Determining process in which only one route is chosen among the above routes. These routes are called as a choice set which is compounded from alternative routes and a revealed route. The Japanese transportation statistics such as transportation census grasp just only actually taken route. The analyst, therefore, has to prepare the alternative routes for choice analysis. The analyst, however, has been obliged to estimate such alternative routes because of no information except for actually taken routes. The study (1) conducts an original survey for railway passengers, (2) analyzes impacted on estimation result from difference of choice set.

キーワード: 選択肢集合、鉄道需要推計、着地調査

Key Words: choice set, route choice behavior, destination survey

1. はじめに

日本の中心である東京都市圏では、通勤・通学時の混雑を解消するために多くの鉄道建設が行われてきた。現在、東京都市圏70km圏内には、124路線1604駅存在しており、その内、乗換駅が375駅存在するという世界的にも高密度な鉄道ネットワークが形成されている。そのため、鉄道利用者の行動は、目的地へ向かうために複数の駅選択及び鉄道路線の選択が可能であることから複雑・多様化している。今後、新線建設から複々線化事業・乗換駅の整備等への小規模開発への移行や短絡線を活かした相互直通運転など既存施設の有効活用が行われる¹⁾中においても鉄道利用者の経路選択行動は変化する。つまり、今後の鉄道需要推計は、より精緻な分析が求められている。

都市鉄道計画における鉄道利用者の経路選択行動は、選択理論に基づいて行われる。すなわち、選択主体の選択行動を段階的に2つのプロセスに分けて捉える。1つ目は、「許容できない代替案を個人の選択肢集合から除外する過程」であり、2つ目が、「除外されずに残った代替案の中から最も望ましいものを選択する過程」である。この意思決定過程を鉄道経路選択行動分析に当てはめると、「鉄道利用者が選択肢の属性に関する情報を得た上で選択対象となる経路を選別する過程」と「選択対象となる経路の中から最も望ましい経路を1つ選択する過程」である。

選択過程においては、複雑に発達した鉄道ネットワークにより、選択肢間の独立性が必ずしも保障されないことから、選択肢集合の類似性を表現できる非IIA型モデルの開発が行われてきた^{2),3)}。非IIA型モデルとして、構造化プロビットモデルやC*-Logitモデル等の多くのモデルが開発されてきた。一方、選別過程により形成される選択肢集合については、選別過程に関する正確な情報を手に入れることは困難であること、また、鉄道利用者が経路を認識する基

準が分からないため分析者が客観的に選択肢集合を形成してきた。しかしながら、同一のデータ・モデルを用いているにも関わらず、選択肢集合の違いによって分析結果が異なるなど鉄道経路選択行動分析における選択肢集合の設定方法の重要性が指摘されている^{4)~14)}。

そこで、本研究では、独自の調査で得た鉄道利用者の選択肢集合に基づく鉄道経路選択モデルと、機械的に設定した選択肢集合に基づく鉄道経路選択モデルにどのような差異が見られるかについて分析し、選択肢集合の違いが経路選択モデルに与える影響を把握する。

2. 選択肢集合の取得

2.1 調査の実施

調査は2005年12月から2006年1月にかけて行い、2005年11月におこなわれた大都市交通センサスの調査結果と比較可能なものである。複数の利用可能な鉄道経路を持つサンプルを効率よく抽出するために、調査対象地域を山手線周辺部及びその内側の地域としている。本調査では、公的団体9団体、民間企業30社に調査協力の調査協力を得ている。調査方法は、着地側の企業に調査表を配布する着地調査を採用している。着地調査は、若林ら¹⁵⁾によって提案された調査方法である。

筆者らは、2000年度にも同様の調査を実施しているが、2000年度調査では、実経路の2倍以上所要時間がかかる経路が記載されている等の代替経路に入るとは考えにくい経路が複数存在した。そこで、2005年度調査では、記入されている代替経路に対して利用可能性を(1)是非使いたい(2)あまり使う気がない(3)知っているだけで使う気がないという3段階で尋ねている。

本研究では、(1)、(2)と回答された経路を鉄道利用者が実経路を選ぶ際に比較検討を行った代替経路と考え、(3)と回答された経路を鉄道利用者が認知はしているが選択

対象外と考えている非代替経路を定義し分析を行う。
有効サンプル数は、404 であり、回収率は、電子配布をおこなった企業もあるので正確に求めることはできないが、概ね 90%は超えている。

表1 調査概要

調査期間	2005 年 12 月-2006 年 1 月
調査対象	東京都市圏に住み、東京の中心部に鉄道で通う通勤者
調査方法	着地調査
調査項目	(1) 個人属性(性別、年齢、自宅住所など) (2) 実選択経路のアクセス・イグレス交通 (3) 初乗り駅乗車時間 (4) 最終降車駅降車時間 (5) 実選択経路 (6) 代替経路及び各経路の利用可能性 (7) 経路の選択理由

2.2 大都市交通センサスとの比較

2005 年度着地調査より得られた結果が、どの程度首都圏の交通行動を捉えているのかを確認するため、大規模調査である大都市交通センサスの結果と比較する。

2.2.1 属性の比較

着地調査と大都市交通センサスの性年齢階層構成について比較する。性別によるサンプルの取得状況を見てみると、若干女性のサンプルが少なくなっている。

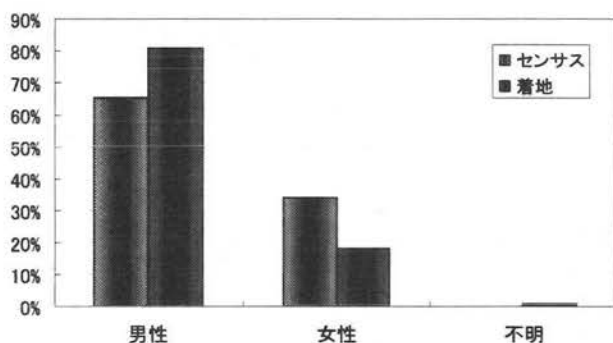


図1 サンプルの性別構成比の比較

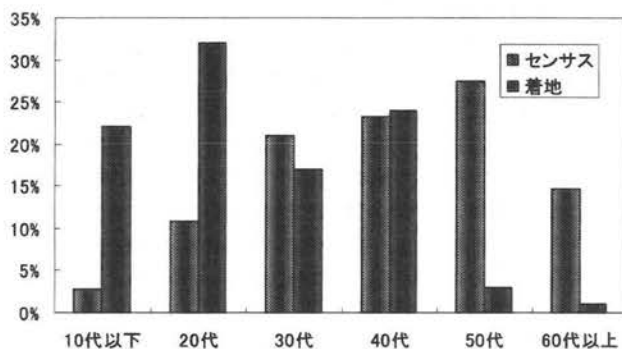


図2 サンプルの年齢階層構成比の比較

2.2.2 交通行動の比較

着地調査と大都市交通センサスの交通行動について比較する。乗車時間構成比を見てみると大きな差がないことが伺える。アクセス行動について比較するとアクセス手段構成比に大きな差はなく、所要時間構成比は着地調査の方が所要時間の短いサンプルが多くなっている。サンプルの

発地を比較してみると、両調査共に広域から取得できている。

以上から、着地側を指定した調査であるものの大規模調査と類似した傾向が得られており、首都圏における通勤鉄道利用者の特徴を把握できていると考えられる。

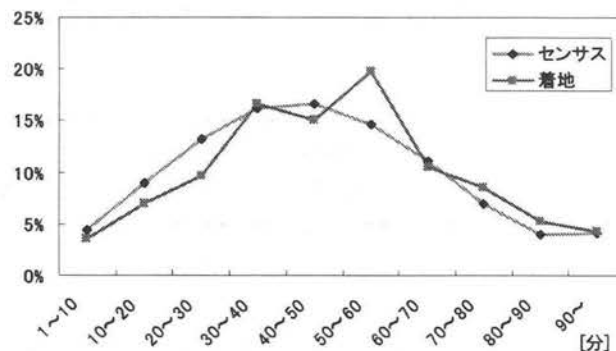


図3 サンプルの乗車時間構成比の比較

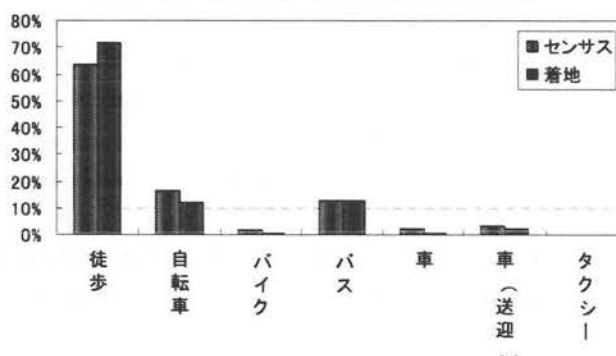


図4 サンプルのアクセス手段構成の比較

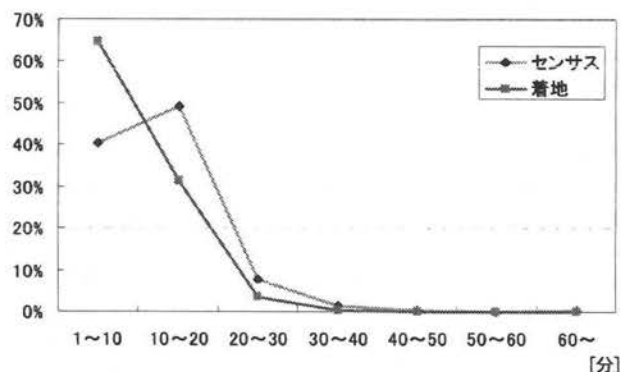


図5 サンプルのアクセス時間構成の比較

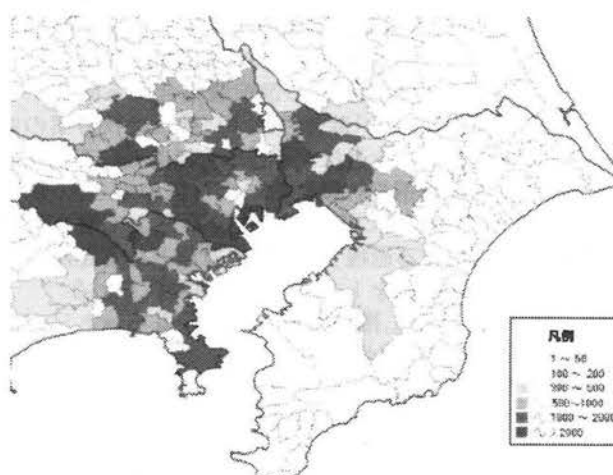


図6 大都市交通センサスの発地分布

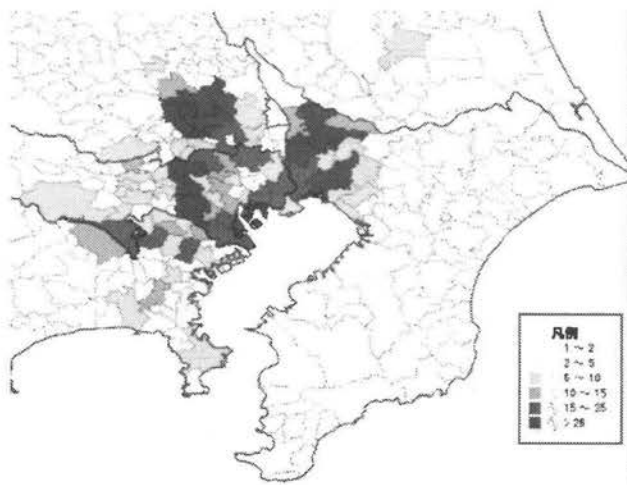


図7 着地調査の発地分布

3. 選択肢集合の差異がモデルに与える影響

3.1 選択肢集合の設定方法

本研究で設定する選択肢集合は、以下の5ケースとする。
 ケース1：調査票より得られた経路の利用可能性より、代替経路と非代替経路とに分け（代替経路は、①是非使いたい②あまり使う気がないと回答された経路である。）代替経路のみを選択肢集合としたもの。

ケース2：調査票より得られた経路の利用可能性を考慮せずに推定したもの。

ケース3：着地調査より得られた実選択経路に所要時間の短い経路を2本加え選択肢集合としたもの

ケース4：着地調査より得られた実選択経路に所要時間の短い経路を4本加え選択肢集合としたもの

ケース5：着地調査より得られた実選択経路に所要時間の短い経路を6本加え選択肢集合としたもの

所要時間の短い経路は、第k番目経路探索法を用いて経路を取得している。

3.2 選択モデルの構築

モデルには、筆者らにより提案されている非IIA型のC*-Logitモデルを用いる。形式については、参考文献2)を参照されたい。

説明変数として、鉄道経路選択行動に影響していると考えられる要因として、アクセス時間（分）、アクセス手段選択外時間（分）、路線バス系統数（本）、乗車時間（分）、鉄道運賃（千円/分）、初乗り列車本数（本/時間）、乗換待ち時間（分）、乗換駅水平方向移動時間（分）、乗換駅上り方向移動時間（分）、乗換駅下り方向移動時間（分）階段利用率、混雑指標（分×%2）、イグレス時間（分）の13変数を設定する。

3.3 推定結果の比較

推定結果の比較は、ケース1の選択肢集合が利用者の認識している真の選択肢集合であると仮定し、ケース1とそれぞれのケースを比較する。

5ケースそれぞれの選択肢集合を用いて推定された選択モデルのパラメータを表に示す。

ケース1とケース2の比較してみると乗車時間や運賃のパラメータはほとんど変わらないものの、乗換時におけるパラメータ（水平方向移動時間・上り方向移動時間・下り方向移動時間）や混雑指標はケース2の方が小さな値を示している。このことから、鉄道利用者が利用を考えていない経路を含むと乗換え行動や列車の混雑による影響を過小評価してしまうことが分かる。ケース1とケース3・4・5の比較をしてみると、乗車時間、鉄道運賃のパラメータに大きな差はないものの、その他の変数は全く異なった値を示している。時間評価値を見てみても大きく異なっている。このことから、重複率の高い経路を考慮することができ非IIA型モデルを用いても重複の高い経路を多数含んでしまうとパラメータに影響を与えてしまうことが伺える。

表2 5ケースの選択肢集合における推定結果

説明変数	Case-1	Case-2	Case -3	Case -4	Case -5
	パラメータ (t 値)				
アクセス時間 (分)	-0.171(-3.35)	-0.133(-3.57)	-0.273(-4.42)	-0.250(-7.10)	-0.250(-4.94)
アクセス手段選択外時間 (分)	-0.186(-1.96)	-0.256(-2.89)	-0.553(-8.95)	-0.490(-13.9)	-0.490(-9.69)
路線バス系統数 (本)	0.0546(1.59)	0.0137(0.45)	0.0857(1.39)	0.0780 (2.22)	0.0780(1.54)
乗車時間 (分)	-0.0842(-1.22)	-0.0844(-1.35)	-0.101(-1.54)	-0.0867(-2.44)	-0.0720(-1.42)
鉄道運賃 (千円/分)	-0.106(-3.52)	-0.108(-3.65)	-0.0894(-2.39)	-0.118(-3.24)	-0.109(-3.06)
初乗り列車本数 (本/時間)	0.0396(1.23)	0.0306(1.10)	0.355(5.41)	0.328(7.88)	0.293(7.57)
乗換待ち時間 (分)	-0.0522(-2.02)	-0.0476(-1.85)	-0.0138(-0.286)	-0.223(-4.37)	-0.301(-6.45)
乗換駅水平方向移動時間 (分)	-0.292(-3.08)	-0.244(-2.71)	-0.220(-1.59)	-0.252(-2.11)	-0.205(-2.03)
乗換駅上り方向移動時間 (分)	-0.822(-2.33)	-0.774(-2.30)	-1.840(-3.06)	-1.831(-3.71)	-1.83(-4.28)
乗換駅下り方向移動時間 (分)	-0.952(-1.54)	-0.831(-1.42)	-2.24(-2.66)	-2.500(-3.28)	-2.47(-3.78)
階段利用率	-0.351(-1.15)	-0.304(-1.05)	-1.68(-3.45)	-1.442(-3.47)	-1.37(-3.69)
混雑指標 (分×%2)	-0.0202(-3.63)	-0.0162(-3.13)		-	
イグレス時間 (分)	-0.0947(-3.02)	-0.0919(-3.15)	-0.105(-1.70)	-0.100(-2.84)	-0.100(-1.98)
β^*	0.251(3.97)	0.251(4.02)	0.213(3.41)	0.204(5.77)	0.200(3.91)
自由度調整済み尤度比	0.249	0.220	0.304	0.348	0.376
的中率	74.2%	72.7%	70.6%	63.7%	60.7%
サンプル数	278	278	278	278	278

表 3 5 ケースの選択肢集合における時間評価値

説明変数	Model-1	Model-2	Model-3	Model-4	Model-5
	時間評価値 (円/分・回)				
アクセス時間	40	31	76	53	57
アクセス手段選択外時間	44	59	155	104	112
乗車時間	20	20	28	18	17
乗換待ち時間	12	11	4	47	69
乗換駅水平方向移動時間	69	56	62	53	47
乗換駅上り方向移動時間	194	179	515	388	420
乗換駅下り方向移動時間	225	192	626	530	567
イグレス時間	22	21	29	21	23

4. おわりに

本研究では、非 IIA 型の経路選択モデルを用いた場合における選択肢集合の違いがモデルの推定結果に与える影響について分析を行った。これまで、経路間の類似性を緩和するために非 IIA 型モデルの構築に力が注がれてきたが、適用するモデルに加えて、選択肢集合の設定方法が重要であること、また、利用者が実選択経路を選択する際に検討対象となっていない経路を含めてしまうと、乗換え抵抗を過小評価してしまう傾向があることを確認している。

謝辞：本研究を行うに当たり実施した調査では、多くの方に協力して頂いた。また、分析を行うに当たり中央コンサルタンツ株式会社の吉田哲朗氏（当時東京理科大学）の寝食を忘れた努力があった。ここに記して感謝する次第である。

参 考 文 献

- 1) 森地茂：東京都市圏の鉄道のあゆみと未来，2000。
- 2) 屋井鉄雄，岩倉成志，伊東誠：鉄道ネットワークの需要と余剰の推定法について，土木計画学研究・論文集，No.604/IV-41，pp11-21，1998。
- 3) 日比野直彦，兵頭哲朗，内山久雄：高密度な鉄道ネットワークへの実適用に向けた非 IIA 型鉄道経路選択モデルの構築，土木計画学研究・講演集，No.26，2002。
- 4) 日比野直彦，兵頭哲朗，内山久雄：高密度な鉄道ネットワークへの実適用に向けた非 IIA 型鉄道経路選択モデルの特性分析-改良型 C-Logit モデルの提案-，土木学会論文集，765，pp131-142，2004。
- 5) 貞広幸雄：消費者の日常的買物行動における選択肢集合に関する研究，都市計画，No.202，pp57-63，1996。
- 6) 吉田朗，原田昇：選択肢集合の確率的形成を考慮した集計型目的地選択モデルの研究，土木学会論文集，No.618/IV-43，pp1-13，1999。
- 7) 森川高行，竹内博史，加古裕二郎：定量的観光魅力度と選択肢集合の不確実性を考慮した観光目的地選択分析，土木計画学研究・論文集，No.9，pp117-124，1991。
- 8) 水谷洋輔，山下良久，日比野直彦，尾島洋：鉄道経路選択行動分析における経路選択肢集合の生成方法に関する研究，鉄道技術連合シンポジウム講演論文集，No.12，pp395-398，2005。
- 9) 尾島洋，山下良久，日比野直彦，水谷洋輔：選択肢集合内の重複経路が鉄道経路選択モデルに及ぼす影響に関する一考察，鉄道技術連合シンポジウム講演論文集，No.12，pp399-402，2005。
- 10) 水谷洋輔，山下良久，日比野直彦，内山久雄：首都圏鉄道利用者の選択肢集合における地域別特性に関する研究，鉄道技術連合シンポジウム講演論文集，No.13，pp373-376，2006。
- 11) 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，Vol.24，pp593-599，2007。
- 12) 兵藤哲朗，高橋洋二，岸井隆幸，久保田尚，安田勇作：選択肢集合の形成確率を考慮した商業・業務地の駐車場選択行動に関する分析，都市計画，No.207，pp673-678，2001。
- 13) 屋井鉄雄，清水哲夫，坂井康一，小林亜紀子：非 IIA 型選択モデルの選択肢集合とパラメータ特性，土木計画学研究・論文集，No.702/IV-55，pp3-13，2002。
- 14) 小須田啓吾，浅見均，須澤浩之，加藤浩徳：鉄道利用者の経路選択行動における選択肢集合形成に関する実証的分析，土木計画学研究・講演集，No.30，CD-ROM，4pages，2003。
- 15) 李成，山本俊行，森川高行：情報探索アプローチと費用便益アプローチを統合した買物場所選択肢集合の拡大過程に関する実証分析，土木学会論文集 D，Vol.63 No.1，pp45-54，2007。
- 16) 若林哲男，日比野直彦，内山久雄：鉄道利用者行動分析のための調査方法について，鉄道技術連合シンポジウム講演論文集，pp329-332，2001。