

通勤鉄道利用者の年齢階層別経路選択特性に関する時系列分析

正 [土] 日比野 直彦 (政策研究大学院大学) ○ 正 [土] 山下 良久 (社会システム株式会社)

A Time-series Analysis on Characteristics of Railway Route Choice Behavior
of Commuters by Each Age GroupNaohiko HIBINO, National Graduate Institute for Policy Studies
Yoshihisa YAMASHITA, Creative Research and Planning Co., Ltd.

The population in Japan has been declining since 2005. On the other hand, the aged population is growing at a faster pace. The decrease in population and the aging have significant impact on the urban travel demand such as commuting trip. It is necessary to improve the railway responding to such trend of the social change. Transportation census is implemented each 5 years since 1960. The census obtains not only the route from origin zone to destination zone but also passenger's attribution such as age. In this study, the each age group route choice characteristics are analyzed based on the census data.

Keywords: urban railway planning, aged society, railway commuters, route choice behavior

1. はじめに

東京都市圏は、世界に類を見ない稠密な都市鉄道ネットワークが整備され、毎日 3,000 万人を超す人々が鉄道によって日常活動を行っている。少子高齢社会が進展し、高齢者の積極的な社会経済活動への参画が必要となる今後においては、都市鉄道サービスのあり方がわが国の発展を左右するといっても過言ではない。

東京都市圏の都市鉄道整備は、輸送力増強およびネットワークの整備・拡大を目的とする「量的整備」から、短絡線や追い越し施設の整備による慢性的遅延問題解消や鉄道駅改良による乗換利便性の向上等、既存ストックの有効活用による「質的整備」へと変わりつつある。高齢者の都市鉄道サービスに対するニーズを踏まえ、これらの整備の詳細計画や評価を行うことが今後は重要となる。

しかしながら、これまでの高齢社会における交通サービスに関する検討は、高齢者の身体特性やトリップ頻度に焦点が当てられ、バリアフリー施設整備の必要性や低頻度の交通需要に対する対応策等が中心である¹⁻⁵⁾。健康で意欲的な高齢者の社会経済活動への参画を支えるといった視点から、高齢者の交通サービスに対するニーズを捉えようとする検討は殆ど行なわれていない^{6, 7)}。巨大な鉄道需要を抱える東京都市圏においては、年齢階層や利用時間帯による都市鉄道サービスに対するニーズの違いを捉え、戦略的な都市鉄道計画を検討していくことが今後は必要である。

このような問題意識のもと、本研究は年齢階層による都市鉄道サービスに対するニーズの違いに焦点をあて、実際に選択した経路の特徴からそれらを見出すを試みるものである。具体的には、実利用経路の特徴（最短所要時間経路、最安運賃経路等）から、利用者を経路選択特性が類似したいくつかのタイプに類型化し、類型化された各利用者タイプに含まれるサンプルの年齢構成を調べることで、経路選択行動の特性と年齢階層との関係性を明らかにする。ここでは、1990 年、1995 年、2000 年、2005 年の大都市交通センサスにおける個票データを使用し、時系列の分析を行う。これにより、都市鉄道サービスに対するニーズの時代による変化や年齢階層によ

る違いを捉え、今後の新たな都市鉄道サービスに向けた基礎的な情報を示す。

2. 分析方法

2.1 分析データ

大都市交通センサスは、1960 年以降 5 年毎に実施されており、最新調査年は 2005 年である。2000 年調査までは、通勤定期購入者に調査票を配布し、出発地、到着地、利用路線、乗車駅、乗換駅、最終降車駅等の利用経路や年齢階層等の利用者属性の取得を行ってきたが、通勤定期利用率の低下等を理由に、2005 年調査からは、利用券種に関係なく調査票を配布し、上述の利用者情報に加え移動目的を取得するようになっていく。

各年の調査において年齢および利用経路が正確に把握できるサンプル数は Table 1 のとおりである。年々サンプル数が減少しており、特に調査手法が変更となった 2005 年は激減している。また、20 歳代のサンプル割合が年々低下していることも特筆すべき点である。進学率の上昇や景気の影響による就職率の低下等が一因と考えられるものの、取得サンプルの年齢階層のバランスにも配慮した調査設計が今後は必要であろう。

Table 1 Number of Commuting Samples

	1990年	1995年	2000年	2005年
20歳代	140,451 (40.2%)	106,004 (38.0%)	59,360 (26.5%)	13,070 (10.3%)
30歳代	76,876 (22.0%)	58,092 (20.9%)	47,389 (21.2%)	29,660 (23.3%)
40歳代	69,345 (19.9%)	53,776 (19.3%)	41,821 (18.7%)	31,659 (24.9%)
50歳代	45,047 (12.9%)	43,429 (15.6%)	52,649 (23.5%)	37,149 (29.2%)
60歳代	17,426 (5.0%)	17,300 (6.2%)	22,641 (10.1%)	15,660 (12.3%)
計	349,145 (100.0%)	278,601 (100.0%)	223,860 (100.0%)	127,198 (100.0%)

2.2 分析の概要

通勤サンプルの実利用経路における各交通サービス（運賃、所要時間、乗換時間等）と代替経路のサービスとを比較して、実利用経路の方が優れているサービス項目がどの程度含まれるのかを確認する。ここでの代替経路とは、同一のODである他のサンプルが選択している経路としている。各サービス項目について、優位な場合に1を、優位で無い場合に0を付したデータセットを作成する。例えば、当サンプルが実際に利用した経路の運賃が代替経路の中で最安であれば1を、そうでなければ0を付す。このデータセットに数量化Ⅲ類を適用することにより、経路選択行動の特性が類似したサンプルを類型化し、類型化されたタイプと年齢階層との関係性を分析する。

2.3 サンプルの抽出

Table 1 に示した通勤サンプルの中から、まず4年次すべてにおいてサンプルが存在するODを抽出する。全ODペア 2,660,161 (1,631 ゾーン×1,631 ゾーン) のうち、4年次すべてにおいてサンプルが存在するODペアは、22,422 (0.8%) である。

次に、同一ODで複数経路での利用実態があるODのサンプルを抽出する。抽出されたサンプル数を Table 2 に示す。概ね Table 1 と同様のサンプルバランスになっている。

2.4 交通サービスデータの整備

各サンプルの利用経路に関する交通サービスデータとして、運賃、乗車時間、乗換時間、列車内混雑状況、端末時間とする。各データの整備方法を以下に示す。

- ① 運賃：1ヶ月通勤定期を月40回利用とみなし、1回あたりの運賃を算出し設定する。なお、Table 3 に示すように1990年～2005年の間に数回の運賃値上げが行われている。
- ② 乗車時間、乗換時間：乗車時間は、列車に乗り込んでいる総時間のことであり、駅間通過時間の総和である。各年次の時刻表よりピーク1時間帯における各駅間の平均所要時間を求め計算する。なお、ピーク1時間は都市交通年報における最混雑区間における最混雑時間帯とする。乗換時間は、乗換駅での移動にかかる時間と乗車するためにホーム上で列車を待つ時間の総和である。移動時間については、データの制約上2005年の各駅における時間とする。待ち時間については、各年次の時刻表より各駅におけるピーク1時間の列車本数をカウントし、運行間隔の1/2の時間として設定する（例えば、10本/時の場合、運行間隔が6分であるから待ち時間は3分となる）。これらを合計し乗換時間を算出する。
- ③ 列車内混雑状況：列車内の混雑に対する不快感を、(式1) に示す混雑指標を用いて表す。この指標は、2000年の運輸政策審議会答申第18号における鉄道経路選択モデル⁸⁾に取り入れられたものである。なお、各駅間の混雑率は、2005年については大都市交通センサスの調査結果を基に設定し、その他の年次については推計を行なう。具体的には、主要区間については都市交通年報で公表されている混雑率を採用し、その他の区間については、主要区間における混雑率の2005年との比率を乗じて算出する。

$$\text{混雑指標} = \sum_{\text{区間}} (\text{駅間乗車時間} \times \text{駅間混雑率}^2) \quad (\text{式1})$$

Table 2 Number of Picked up Samples

	1990年	1995年	2000年	2005年
20歳代	4,664 (43.2%)	3,493 (43.2%)	1,777 (28.7%)	413 (10.0%)
30歳代	2,543 (23.5%)	1,692 (20.9%)	1,339 (21.6%)	1,033 (24.9%)
40歳代	2,052 (19.0%)	1,357 (16.8%)	1,063 (17.2%)	1,123 (27.1%)
50歳代	1,168 (10.8%)	1,134 (14.0%)	1,457 (23.5%)	1,102 (26.6%)
60歳代	377 (3.5%)	417 (5.2%)	557 (9.0%)	471 (11.4%)
計	10,804 (100.0%)	8,093 (100.0%)	6,193 (100.0%)	4,142 (100.0%)

Table 3 Examples in Change of Commuting Pass Ticket Price

		1990年	1995年	2000年 2005年
JR東日本 (電車特定区間)	10 km	4,940	4,940	5,040
	15 km	6,180	6,180	6,300
	20 km	8,650	8,650	8,820
東京メトロ	10 km	5,730	7,360	7,480
	15 km	6,220	8,120	8,250
	20 km	6,470	8,400	8,540
西武鉄道	10 km	5,220	6,750	7,560
	15 km	6,050	7,900	8,700
	20 km	6,660	8,850	9,830

(単位：円/月)

- ④ 端末時間：端末時間とは、出発ゾーンから乗車駅までのアクセス時間と最終降車駅から目的ゾーンまでのイグレス時間の総和である。データの制約から、年次別に駅アクセス交通の状況を把握できなかったため、2005年時点における時間を設定する。

3. 数量化Ⅲ類による年齢階層別経路特性分析

3.1 軸の抽出

各サンプルの実利用経路の各サービス項目をカテゴリーとして、数量化Ⅲ類を適用した結果、累積寄与率60%で2つの軸が抽出された。Table 4 に各軸の固有値、寄与率、累積寄与率を示す。以降では、これら2つの軸によるカテゴリースコア、サンプルスコアを用いて分析を進める。

3.2 カテゴリースコア

算出されたカテゴリースコアの散布図を示す。Fig.1 は横軸に1軸を縦軸に2軸をとったものである。1軸については、正方向に乗車時間、列車内混雑状況といった乗車中のサービスに関する変数が位置しており、負方向にはその他のサービスが位置している。2軸については、負方向に列車内混雑状況、乗換時間といった需要の多寡により変動するサービスが位置しており、正方向は需要によらず固定的であるサービスが位置している。これらより、1軸は乗車中のサービスに対する選好を表す軸、2軸は需要により変動するサービスに対する選好を表す軸と解釈することとする。

3.3 サンプルスコア

算出されたサンプルスコアの散布図を示す。Fig.2 は横軸に1軸を縦軸に2軸をとり、各象限に含まれるサンプ

ル数を示している。第1象限すなわち乗車時間に重きをおくサンプルが最も多く、次いで乗換時間、運賃・端末時間、列車内混雑状況の順となっている。また、サンプルの分布状況から運賃・端末時間に重きをおくサンプルが一箇所に集中しているのが見て取れる。これは、この象限に含まれるサンプルの反応パターン（1 が付してあるサービス項目のパターン）が類似しているためであり、最安運賃経路、最短端末時間経路となる経路は他のサービスにおいて他経路よりも劣っている場合が多いことを意味している。通勤定期の支給対象経路を最安運賃経路としている会社もあることを勘案すると、最安運賃経路が他のサービスにおいて他経路よりも劣っているといった傾向は、利用者の経路選択における真の選好を歪めている可能性を示唆していると考えられる。

Table 4 Result of Quantification TheoryⅢ

	固有値	寄与率 (%)	累積寄与率 (%)
1軸	0.225	34.2	34.2
2軸	0.174	26.6	60.8
3軸	0.132	20.1	80.9
4軸	0.126	19.1	100.0

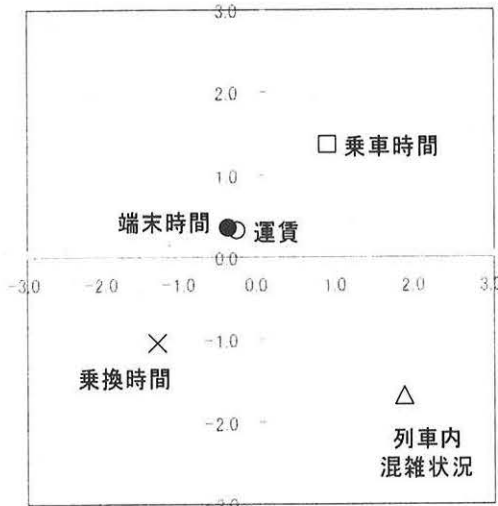


Fig.1 Category Score

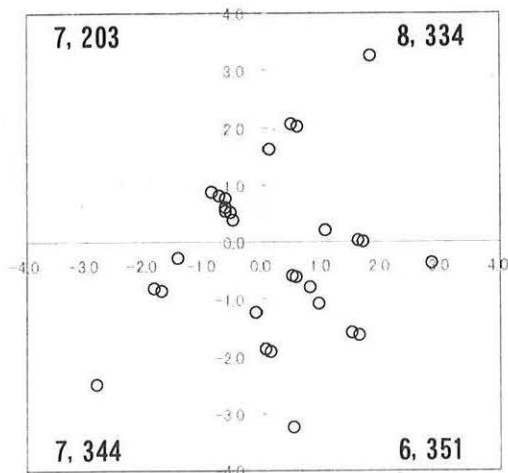


Fig.2 Sample Score

3.4 年次別タイプ構成比率の推移

上記で4つのタイプに分類されたサンプルについて、年次別にタイプの構成比率を算出する。Fig.3は、年次別のタイプ構成比率を示した図である。

「運賃・端末時間」に着目すると変動しているのが見て取れる。これは、先に示したように1990年以降数回の運賃値上げが行われており、これが変動の原因になっているものと推察される。

「乗車時間」に着目すると、1990年以降最も構成比率の高いサービス項目となっており、乗車時間の短縮に対する利用者ニーズは引き続き高いことが読み取れる。快速運転の実施等速達性向上に向けた取り組みが引き続き重要であることを示唆している。

「列車内混雑状況」に着目すると、2000年まではそれほど大きな変化が見られないが、2005年に大きく比率が低下しているのが見て取れる。これは、各鉄道事業者の複々線化や新線の開業が影響しているものと推察される。

「乗換時間」に着目すると、「列車内混雑状況」と同様に2000年まではそれほど大きな変化が見られないが、2005年には大きく比率が上昇している。鉄道事業車間の相互直通運転化や運行本数の増発が積極的に行われてきたことを勘案すると、乗換駅における移動に対する比重が高まってきたものと推察され、乗換駅における移動時間の短縮が今後の都市鉄道サービスにおいて主要な政策課題の一つになると考えられる。

3.5 年齢階層別タイプ構成比率の推移

Fig.4は、年次別・年齢階層別にタイプ構成の比率を示したものである。

まず、年齢階層による構成比率の違いに着目する。年齢階層ごとのタイプ構成比率を比較すると、どの年次においても50歳代、60歳代の「列車内混雑状況」の構成比率が他の年齢層と比べ同程度か低い割合になっていることが見て取れる。そこで、1995年と2005年について年齢階層別に自宅を出発する時刻を集計した結果をFig.5に示す。7:00~8:59をピーク、それ以外をオフピークとして集計している。これによると、50歳代、60歳代はともにオフピークに出勤している割合が高く、混雑を避けた通勤行動を行っていることが見て取れる。このことから、これまでの輸送力増強による混雑対策は、特に20歳代から40歳代の働き盛りの利用者に対し効果をもたらしたと考えられる。

一方、「乗換時間」については、どの年齢階層においても近年高い構成比率を占めるサービス項目となっている。2005年に着目すると、特に60歳代の構成比率が他の年齢階層よりも高くなっているのが見て取れる。2005年60歳代の世代が50歳代であった1995年に着目すると、この世代の乗換時間に対する構成比率が他の年齢階層よりも高くなっており、世代の特徴とも読み取れる。一方、これから高齢者の仲間入りをする2005年50歳代については、乗換時間に対する構成比率が他の年齢階層に比べて低くなっており、乗換をあまり気にしない世代であると考えられる。ただし、先に挙げた2005年60歳代の世代を例に挙げると、50歳代から60歳代と年齢を重ねることで乗換時間に対する構成比率が約4ポイントも上昇しており、加齢とともに経路選択の選好が変化することが伺える。そのため、継続的にこのような分析を行い、加齢による経路選択に対する選好の変化や、世代による変化傾向の違い等について分析を進めていく必要がある。

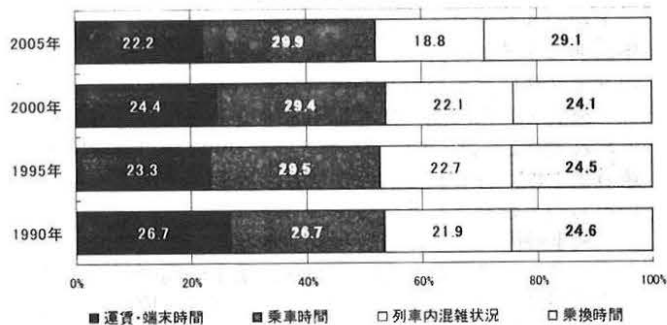


Fig.3 Ratio of Types of Samples Each Year



Fig.4 Ratio of Types of Samples Each Age Group

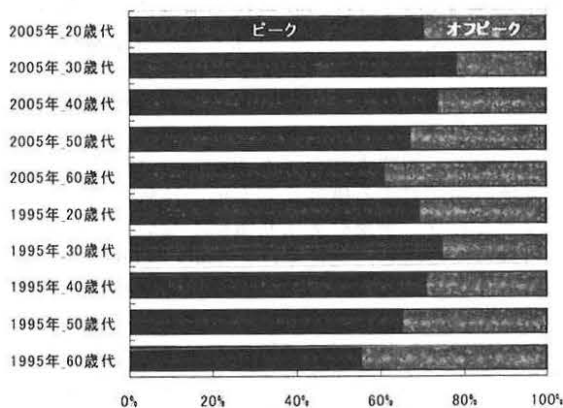


Fig.5 Ratio of Home Departure Time As Commuters

4. おわりに

本研究では、1990年以降の大都市交通センサスの個票データを用いて、鉄道利用者の実利用経路の特徴から、利用者を経路選択特性が類似したいくつかのタイプに類型化し、類型化された各利用者タイプに含まれるサンプルの年齢構成を調べることで、経路選択特性と年齢階層との関係性について分析を行った。

分析結果から経路選択に対する選好として、①乗車時間の短縮に対する利用者ニーズは引き続き高いこと、②これまでの複々線化や新線建設等の輸送力増強施策により、列車内混雑に対する比重は低下傾向にあること、③一方で乗換駅での移動時間の短縮に対するニーズが高まっており特に高齢通勤者のニーズが高いことが明らかとなった。また、同一世代の加齢による経路選択選好の変化を捉えられたことも時系列で分析を行った本研究の成果の一つと言えよう。

今後の都市鉄道計画において主要な政策課題となる乗換駅における移動時間の短縮については、ホーム等の移設により乗換距離を物理的に短くする施策のほかに、歩行者流の滞留や交錯を極力少なくする容量や施設配置の検討が挙げられる。実際の計画を検討するに当たっては、施策効果を検討可能な分析方法や分析ツールの開発が必要となる。今後の都市鉄道計画を行う上での実務レベルでの検討課題が具体化できたことも本研究の成果と言えよう。

なお、本研究は、文部科学省科学研究費補助金(20760342)による助成を受けて実施したものである。

参考文献

- 1) 清水 浩志郎：高齢者・障害者交通研究の意義と今後の展望，土木学会論文集，No.518，IV-28，pp.17-29，1995.
- 2) 川上 光彦，山口 高史：バス停におけるバリアフリーのための文字情報の視認性に関する実験的研究，土木計画学研究・論文集，Vol.21，pp.837-846，2004.
- 3) 円山 琢也，室町 泰徳，原田 昇，太田 勝敏：少子高齢化人口減少社会が都市内公共交通機関に与える定量的影響評価，第36回日本都市計画学会学術研究論文集，pp.541-546，2001.
- 4) 森山 昌幸，藤原 章正，張 峻屹，杉恵 頼寧：中山間地域における高齢者対応型公共交通サービスの需要予測モデルの提案，土木学会論文集，No.786，IV-67，pp.39-51，2005.
- 5) 山田 稔，金利昭，小林 純一，行方 寛：高齢化等の個人属性変化が交通に及ぼす影響の分析，土木計画学研究・講演集，No.18(2)，pp.147-150，1995.
- 6) Naohiko HIBINO, Akira OKADA and Kyoji Ohno: Urban Transportation Demand Based on Travel Behavior of Elderly People in Japan, *Proceedings of the World Conference on Transport Research Society*, 29 pages, 2007.
- 7) 日比野 直彦：少子高齢社会における交通のあり方に関する研究，運輸政策研究，Vol.9，No.4，pp.75-78，2007.
- 8) 運輸省：東京圏における高速鉄道を中心とする交通網の整備に関する基本計画策定に向けての調査，平成11年度報告書，2000.