

1 4. 居住地選択を考慮した鉄道通勤混雑緩和対策に関する研究

A Study on Measures to Reduce Congestion of Commuter Trains Considering Residential Choice

東京大学大学院新領域創成科学研究科環境学専攻 26744 湯浅 誠一

These days, rail congestion of the metropolitan area, especially in rush hour, is in terrible condition. In this condition, some measures are considered to reduce rail congestion. For example, increasing rail capacity, dispersing rail demand (in terms of time and space), and reducing rail demand are one of such measures.

In this study, we focus on measures which reduce rail demand, especially the measures which reduce commuting distance. First, we develop a model which estimates residential choice of commuters. Then, it enables us to evaluate measures to reduce commuting distance, considering commuter's residential choice. We evaluate repealing the commutation allowance as an example of measures to reduce commuting distance and we confirm this policy is very effective to reduce rail congestion.

1. 研究の背景と目的

首都圏では通勤通学の多くが鉄道によって行なわれ、そのほとんどが同一時間帯に移動を行なう。そのため、首都圏の鉄道のほとんどはラッシュ時に非常に混雑している。この混雑を緩和するためには大きく分けて4つの方法がある。鉄道輸送力を増強する方法、鉄道需要を空間的に分散させる方法、鉄道需要を時間的に分散させる方法、鉄道需要総量を削減する方法である。

輸送力増強に関しては、運輸政策審議会答申でも第一に挙げられている解決策である。しかし、鉄道改良工事に莫大な費用がかかる、工事に時間がかかりすぎるなど、輸送力増強に頼り切るわけにもいかない状況である。

空間的に分散させる方法に関しては、首都圏基本計画で分散型ネットワーク構造を目指すとしている。多極分散構造と一極集中構造のどちらが理想的な都市形態であるかという点に関しては賛否両論があるものの、鉄道混雑に関して見れば多極分散構造は少なからず効果があると考えられる。

時間的に分散させる方法に関しては、フレックスタイム制を導入する企業が増えることの効果や、混雑課金の効果が分析され始めており、これらが交通混雑緩和に与える影響は大きいと考えられている。しかし、この方法は導入すること自体に難しさがあるため、今後はこの問題を解決することが必要となる。

鉄道需要総量を削減する方法に関してはさらに細かく2つに分けることができる。1つはテレワーク促進などにより移動しなくてもすむ環境を作ること、もう1つは都心居住などにより移動距離が少なくすむ環境を作ることである。そのうち後者については経済学の分野において理論的研究がなされているが、その効果について実証的な検証が十分になされているとは言えない。

そこで、本研究では鉄道通勤者の居住地を変更させることがどれだけ鉄道混雑緩和効果を持つのかを実証的に検証することを目的とする。また、そのために必要となる居住地選択モデルを構築することも目的としている。

2. 鉄道通勤者の居住地選択モデルの構築

2.1 モデルの考え方

本論文では平成10年パーソントリップ調査(PT調査)を用い、鉄道通勤ODについて以下の仮定のもとでモデル化を行なう。

- ・鉄道通勤者はDゾーンに勤務している
- ・居住地を変更する際、勤務地は変化しない
- ・鉄道通勤者はOゾーンに居住しており、居住地を変更する際には他のOゾーンの中から最も好ましいゾーンを選択する

なお、モデル推定には式 2.1.1～2.1.4 に示す、集中交通量による重みつき対数尤度関数を用いた最尤推定法を使用する。

$$\ln L = \sum_j w_j \sum_i P_{ji}^0 \cdot \ln P_{ji} \quad (2.1.1)$$

$$w_j = \frac{A_j}{\sum_j A_j} \cdot N \quad (2.1.2)$$

$$P_{ji} = \frac{S_i \exp(V_i)}{\sum_i S_i \exp(V_i)} \quad (2.1.3)$$

$$V_i = \sum_k \theta_k Z_{ik} \quad (2.1.4)$$

N : ゾーン数 w_j : 重み

P_{ji}^0 : j ゾーン着の i ゾーン発割合の実績値

P_{ji} : j ゾーン着の i ゾーン発割合の推定値

A_j : j ゾーン集中量

V_i : ゾーン i に居住することによる効用

θ_k : 効用の要因 Z_{ik} に対するパラメータ

Z_{ik} : 居住地選択の際に影響する k 番目の要因

S_i : 規模変数

ここで、ゾーン区分には図 2.1 に示す PT 中ゾーンを用いており、ゾーン数は 144 である。

また、図 2.2 に示すように D ゾーンからの所要時間が 150 分を越える鉄道通勤 OD 交通量はほとんどない。そこで、通勤所要時間が 150 分以上の

ゾーンは選択肢集合から除外してモデルを推定している。

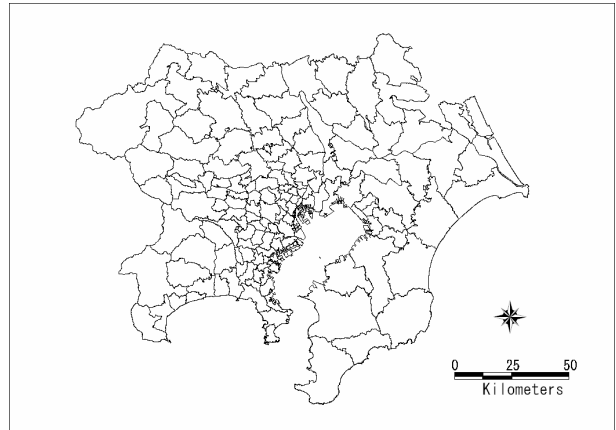


図 2.1 モデル適用範囲とゾーン区分

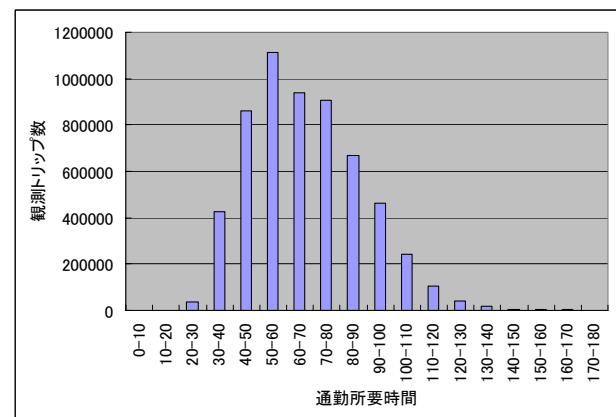


図 2.2 通勤所要時間と観測トリップ数との関係

2.2 居住地選択に影響を及ぼす要因

本研究で考慮した要因を表 2.1 に示す。太字下線付きのものは実際にモデルに取り入れることができた変数である。なお、データの中には PT 中ゾーン単位ではないものもあるため、本研究で用いるためにはゾーン間の不整合を修正する必要がある。これについては GIS を用いて適宜修正した。

以下でそれぞれについて簡単に説明する。

1) 勤務地へのアクセス利便性

所要時間が最重要項目なのは明らかである。混雑や乗換え回数をうまく取り入れられなかった

表 2.1 居住地選択への影響要因

要因	変数例	主な利用可能データ
勤務地への アクセス利 便性	所要時間	PT 調査
	鉄道混雑	大都市交通センサス
	乗換え回数	鉄道路線図
	鉄道運賃	鉄道会社の資料
居住費用	住宅地地価	地価公示
	家賃	住宅・土地統計調査
	購入費用	住宅需要実態調査
住宅供給量	新設住宅数	建築統計年報
	全住宅数	住宅・土地統計調査
居住地とし ての魅力	地域属性	事業所・企業統計調査
	常住人口密度	PT 調査、国勢調査
	鉄道路線ダミー	GIS データ
	居住地地域ダミー	GIS データ
住宅地として の不適合性	従業人口密度	PT 調査、国勢調査
	非住宅用途面積	都市計画年報
公共交通へ のアクセス 利便性	鉄道駅密度	GIS データ
	主要道路密度	道路交通センサス
	バス停密度	バス会社の路線図
世帯属性	所得	国勢調査
	年齢	国勢調査
	世帯類型	国勢調査

のは詳細なデータを用いられなかったことによる。また、費用は通勤手当で補助されていると考え変数とはしなかった。なお、所要時間は年換算している。

2) 居住費用

直接的な費用として家賃や購入費用を用いたところだが、これらは持家・借家によって統一できない変数である。そこで、地価を地代に変換して変数とした。変換に際して、割引率は鉄道プロジェクトの費用対効果分析マニュアル 99 にならい、最近五年間の 10 年もの国債名目利回り平均 (=1.492%) とほぼ等しい 1.5% を用いた。

3) 住宅供給量

新設住宅数を変数に検討したが取り入れられなかった。これは、後述する常住人口密度との多重共線性(相関係数が約 0.78)によると思われる。また、全住宅数については、詳細ゾーンのデータがなかったため変数とできなかった。

4) 居住地としての魅力

直接的な方法としては、商店数や下水道整備率など住みやすさを向上させると考えられる要因を変数に取り込みたい。しかしこうした要因をすべて列挙するのは事実上不可能なので、代理変数として常住人口密度を用いている。これは、住み易い所には既に人が集まっているだろうという考えによるものである。

また、各種鉄道沿線や居住地域ごとにダミー変数を設定しイメージの良し悪しを判断している。

5) 住宅地としての不適合性

これも要因を全て列挙するのは事実上不可能なので、代理変数に従業人口密度を用いている。これは、従業人口密度の高い地域は業務主体の地域であると考え、住宅地には向かないとしたものである。

6) 公共交通へのアクセス利便性

鉄道駅密度はそのまま変数とすると多重共線性(従業人口密度との相関係数が約 0.94)の問題があるので、ある閾値以下の場合にダミー変数を設定した。閾値については 0.065 駅/km²の時に最も尤度比が高かった。これは平均して半径約 2.2km 以内に駅が存在しないという密度である。主要道路密度とバス停密度はそれぞれ符号不適合、データ不足のために変数とはできなかった。

7) 世帯属性

居住地選択行動は世帯単位での行動となることが多いため、世帯属性を考慮すべきである。しかし、PT 調査のデータには世帯属性が含まれていなかったため変数とはできなかった。

8) 規模変数

表にはないが、規模変数としては可住地面積を用いている。

2.3 モデル推定結果

以上からモデルを推定した結果を表 2.2 に示す。

表 2.2 モデル推定結果

変数名	推定値	t 値
勤務地への所要時間[分]	-9.36×10^{-5}	-35.59**
地代[円/m ²]	-1.51×10^{-4}	-12.79**
常住人口密度[人/ha]	7.83×10^{-3}	18.97**
従業人口密度[人/ha]	-3.23×10^{-3}	-20.39**
小田急線沿線ダミー	0.241	6.74**
田園都市線沿線ダミー	0.162	4.16**
中央線沿線ダミー	0.189	5.53**
駅密度低ダミー	-0.808	-10.17**
ln(可住地面積)	1.000	—
自由度調整済み ρ^2	0.201	

** : 1%有意

ρ^2 は 0.201 出ており、変数の t 値も符号条件も問題はない。従って、モデルの説明力は十分にあると考えられる。

2.4 モデルの現状再現性

図 2.3 に OD 交通量の実測値と推定値との関係を示す。決定係数(0.858)、回帰直線の傾き(0.931)ともに比較的良好な値となっている。

次に、OD 間距離帯別交通量再現性を図 2.4 に示す。距離帯別に見ても OD 交通量は精度よく予測されていることが分かる。

最後に、図 2.5 に OD 交通量を O ゾーンに集計した値の実測値と推定値との関係を示す。これが居住地選択モデルとしての現状再現性である。決定係数(0.888)、回帰直線の傾き(0.988)ともに良好な結果となっている。

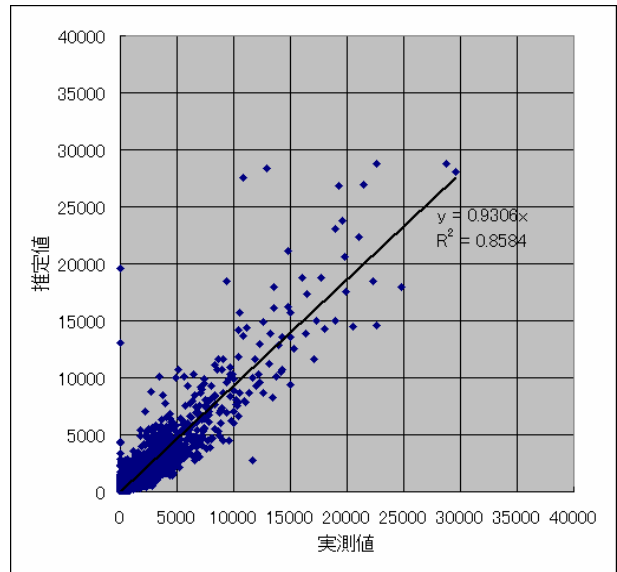


図 2.3 OD 交通量の現状再現性

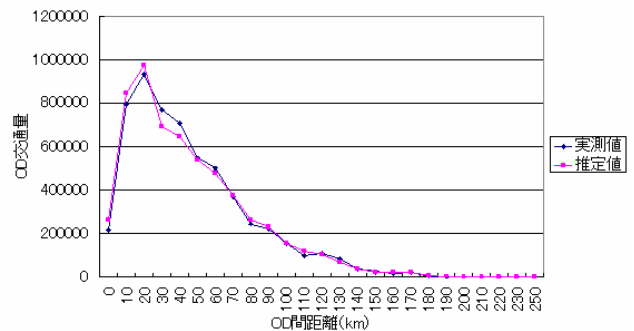


図 2.4 OD 間距離別交通量再現性

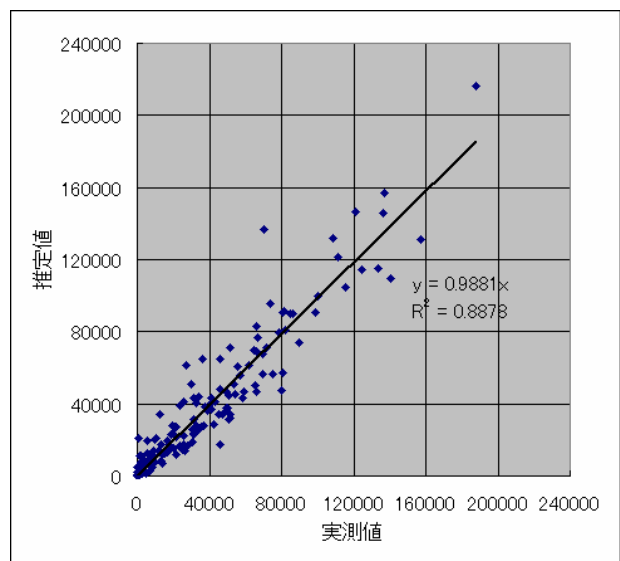


図 2.5 O ゾーン発生量の現状再現性

以上より構築したモデルの再現精度には問題がないとみなし、以降ではこのモデルを用いて分析を行なう。

2.5 配分原則

本研究では確定的利用者均衡モデルを用いている。確定的配分モデルでは、全ての利用者が効用最大となる経路を選択できなければならない。つまり、全ての利用者がネットワークについての完全な情報を持ち、どの経路の効用が最大となるのかを分かっていることが前提となる。この点において、鉄道通勤者はOD間の交通条件について熟知していると考えられるので確定的配分の条件は満たしていると考えられる。

2.6 モデル適用手順

適用手順は、図 2.6 の通りである。転居率に関してはモデル化は行わず平成 10 年住宅需要実態調査によって計算した。結果、通勤世帯の転居率は 0.251 として分析を進める。

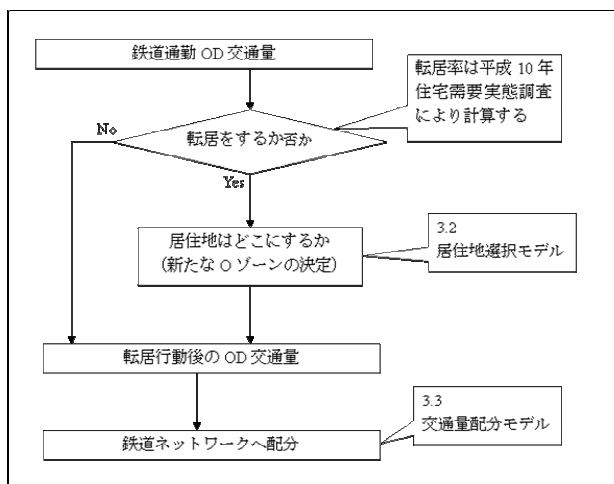


図 2.6 モデル適用手順

3. 鉄道混雑緩和対策の効果分析

鉄道通勤者の居住地選択行動に影響を及ぼす混雑対策の例として、通勤手当の撤廃についてモデルを適用し、結果を考察する。ここで言う通勤手当の撤廃とは、現在企業が通勤手当として支払っている金額を給料として支払うようにすること

を意味する。これにより、通勤者は自由にそのお金を使用することができるようになる。

なお、鉄道通勤交通は全て 6-9 時の間に発生すると仮定し、鉄道容量も 3 時間合計で分析している。このため、交通量がやや過大推計されていることに注意が必要である。

3.1 鉄道通勤人口の変化

何もしない場合と比較して、図 3.1 のような人口変動が見られた。図より、郊外部で人口が減少し、都心部で人口が増加している傾向を見ることができる。これは通勤手当がなくなることにより、勤務地から遠くに住むデメリットが大きくなる効果が出ていると考えられる。

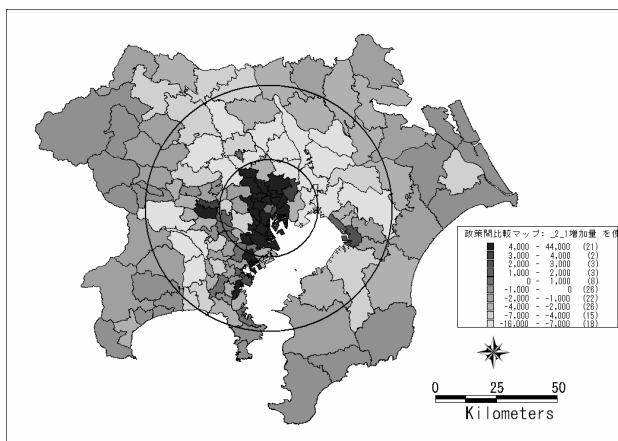


図 3.1 鉄道通勤人口の変化

また、都心から 20km 以内、20~50km の郊外、それ以遠での人口変化を表 3.1 にまとめた。

表 3.1 距離帯別人口変化

	鉄道通勤人口[万人]		
	Do Nothing	手当撤廃	変化量
~20km	235.1	265.5	30.4
20~50km	318.8	294.3	-24.4
50km~	30.0	24.0	-6.0

表からも郊外→都心への人口移動が見て取れる。また、都心部での人口増加は約 30 万人となっている。通勤手当による鉄道混雑緩和効果を最大限に生かすには、この受け皿を用意しておく必要があることに留意しなければならない。

3.2 鉄道混雑率の変化

前節で考察した人口変化によって引き起こされる鉄道混雑の変化を見る。

何もしない場合と比較して図 3.2 のような混雑変化がみられた。

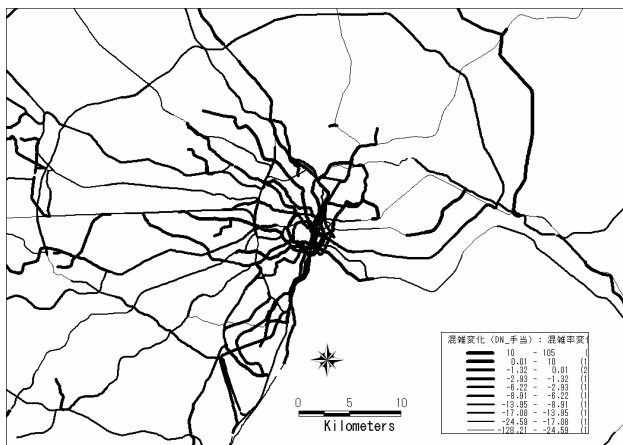


図 3.2 鉄道混雑の変化

図より、都心から郊外へ延びる路線のほぼ全てで混雑が緩和していることが分かる。都心の一部の路線では混雑率が上昇しているが、それらの路線は混雑率が上昇しても 150%以下である路線ばかりなので効率的な混雑分散効果が見られていると言える。

3.3 混雑緩和効果の評価

この混雑緩和効果を、ネットワーク全体での総所要時間と総混雑費用の変化を指標として考察する。なお、比較対象としては混雑緩和効果として大きな効果が期待されている小田急線複々線化を取り上げる。

総所要時間の変化を比較したところ表 3.2 のようになった。なお、データの関係上通勤手当撤廃については 6-9 時平均混雑率を、複々線化につい

ては最も混雑緩和効果大きいと考えられる 7 時台のみの平均となっている。

表より、通勤手当の撤廃の効果が非常に大きいことが分かる。これは、特定路線への事業である複々線化と比較して効果が広範にわたることに起因している。

表 3.2 総所要時間の比較

	通勤手当	複々線化
所要時間軽減[分]	4.98	0.12
混雑費用軽減[分]	0.82	0.19
合計[分]	5.81	0.31
	(6-9 時)	(7 時台)

4. 結論と今後の課題

本研究では、鉄道通勤者の居住地選択行動をモデル化することにより、居住地選択に影響を与える政策の評価を可能とした。また、そのような政策の例として通勤手当の撤廃を例としてモデルを適用し、この効果が非常に大きいことを確認した。

今後の課題としては、モデルに世帯属性や住宅供給量の変数を取り入れること、転居行動を地価へとフィードバックすることなどが挙げられる。また、政策評価に関しても、複々線化が複数路線で完成した場合との比較や、通勤手当以外に居住地選択行動に影響のあるような政策との比較を行なうことが課題とされる。

【主要参考文献】

- 1) 湯浅 誠一：小田急複々線化事業の評価に関する研究 ～時間帯別確率均衡配分モデルの適用～，東京大学卒業論文，2002
- 2) 吉田 朗，大西 隆，成瀬 厚司，福井 弘道：確率的利用者均衡にもとづく都市圏の職住構造モデルの推定とその応用，第 7 回応用地域科学研究会(ARSC)研究発表大会，1993
- 3) 八田 達夫，八代 尚宏：東京問題の経済学，東京大学出版会，1995