

7 . 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 ～

A study on evaluation of quadruple trucking project of Odakyu Line

～ Applying semi-dynamic stochastic user equilibrium model ～

東京大学工学部都市工学科 00154 湯浅 誠一

These days, rail congestion of the metropolitan area, especially in rush hour, is terrible condition. In this decades, quadruple trucking projects are carried out in order to ease rail congestion of the metropolitan area. Of course, this is carried out also in Odakyu Line. First, in this thesis, I develop the semi-dynamic stochastic user equilibrium model. Then, the amount of demand is predicted by applying this model. Finally, I calculate user benefit based on that prediction, and evaluate the quadruple trucking project.

1 . 研究の背景・目的・手法

1.1 背景

小田急線は首都圏有数の混雑路線として有名である。この状況を改善すべく、連続立体交差事業と同時に複々線化事業が進められていた。そして、小田急線利用者はこの事業の完成を期待していたに違いない。

しかし、連続立体交差事業に違法判決が下された。同時に工事が行なわれていた複々線化事業にも及ぶことはほぼ間違いないだろう。

1.2 目的

こうした状況の中で、小田急線利用者を激しい混雑やノロノロ運転から救う方法は無いのか？この研究では、複々線化とともにいくつかの代替案について利用者便益を計算し、複々線化に変わる案の有無を確かめることを目的としている。

また、それぞれの案についての社会的な効率性についても言及する。

1.3 手法

まず、需要予測を行ってそれに基づいて便益を計算する。その中の利用者便益を代替案間で比較することで複々線化に勝る代替案が存在するか

どうかを確かめる。また、求めた便益と費用の概算に基づいて費用便益分析を行なうことにより、社会的な効率性の判断をする。

複々線化は混雑状況を大きく変化させる事業なので、需要予測に混雑を無視したモデルを用いることはできない。よって、従来鉄道の需要予測に用いられている確率的配分モデルでは不十分である。そこで時間帯別確率均衡配分モデルを構築し、これを用いる。

便益計算と費用便益分析は、鉄道プロジェクトの費用対効果分析マニュアル99によるものとする。

2 . 時間帯別確率均衡配分モデルの構築

2.1 確率均衡配分への改良

これは、従来からある確率的配分モデルに混雑不効用関数を組み込むことによって実現される。混雑不効用関数には、図1のようなものが研究されているが、本研究では太線で表されているものを用いることとする。

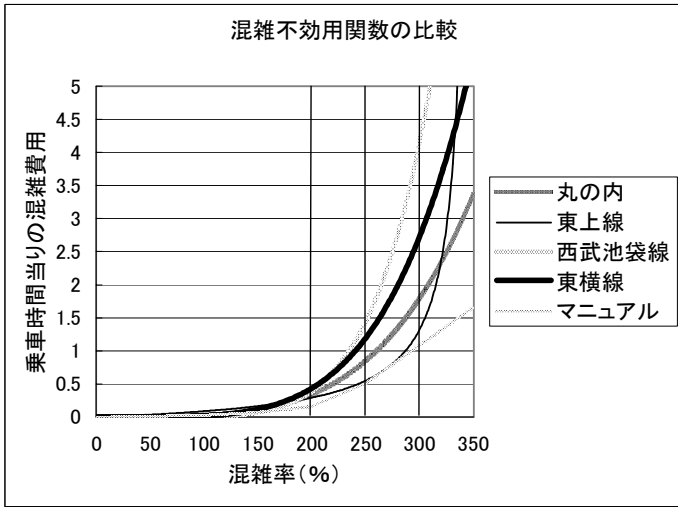


図1 混雑不効用関数

2.2 時間帯別確率均衡配分モデルへの改良

混雑を十分に考慮に入れるためには、計算を1日平均ではなく時間帯別に行う必要がある。時間帯を細かく区切る為には残留交通量の分を修正しなければならない。この修正には図2を用いた。

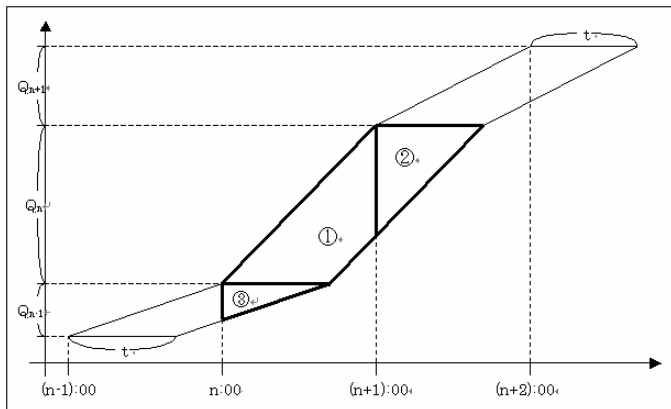


図2 残留交通量修正図

図中の Q_n は n 時台に O ゾーンを出発する交通量、 t は OD 間の所要時間である。 n 時台に $+$ の分が流れている状態から、 $+$ の分が流れるように修正した。修正後の n 時台の OD 間交通量、 P_n は下式で表される。

$$P_n = Q_n - \frac{Q_n - Q_{n-1}}{120} t \quad (0 < t < 60)$$

これは、 $0 < t < 60$ の時にのみ適用できる式である。これと同様に $60 < t < 120$ 、 $120 < t < 180$ の場合の修正式も作成した。その式を次に示す。

• $60 < t < 120$ のとき

$$P_n = Q_n - \frac{1}{t} \left\{ \frac{Q_{n-1} - Q_{n-2}}{120} (t-60)^2 + (Q_n - Q_{n-1})(t-30) \right\}$$

• $120 < t < 180$ のとき

$$P_n = Q_n - \frac{1}{t} \left\{ \frac{Q_{n-2} - Q_{n-3}}{120} (t-120)^2 + (Q_n - Q_{n-2})(t-30) - 60(Q_{n-1} - Q_{n-2}) \right\}$$

(但し、 $Q_{-1} = Q_{2,3}$ 、 $Q_{-2} = Q_{2,2}$ 、 $Q_{-3} = Q_{2,1}$)

$t > 180$ に関しては、交通量自体が少ないので $120 < t < 180$ の式を用いた。修正前後で交通量は図3のように変化した。

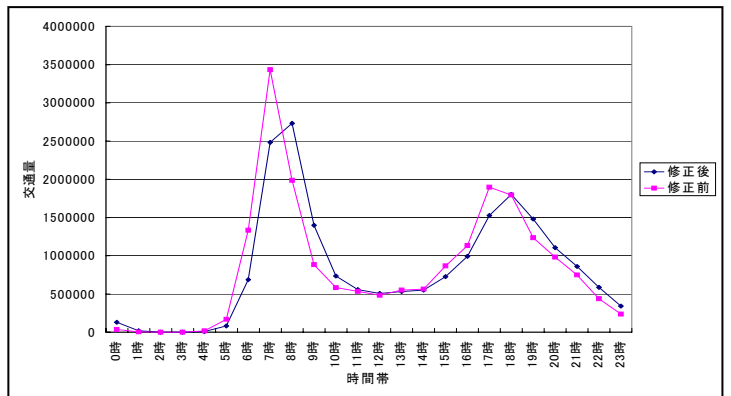


図3 修正前後交通量比較

3. 時間帯別確率均衡配分モデルの現状再現性

3.1 東京都市圏全体での現状再現性

2.で構築したモデルを東京都市圏に適用した結果を図4のグラフに表した。

この結果は全体としてよく当てはまっていると言える。

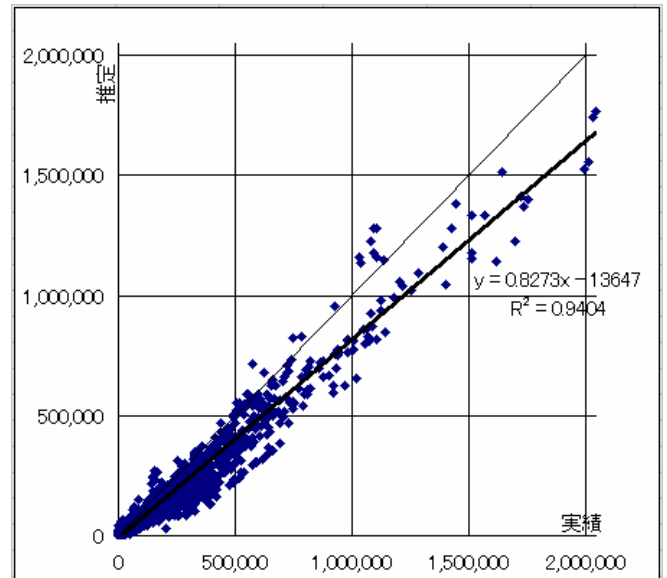


図4 モデルの適用結果 (東京都市圏)

3.2 小田急線での現状再現性

小田急線での配分結果を図5に示す。これも、全体的に低めに推計されて入るものの、全体としてよく当てはまっていると言える。

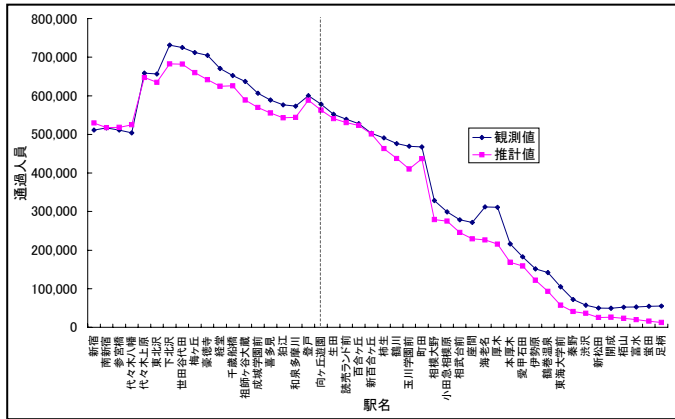


図5 モデルの適用結果(小田急線)

以上より、今回構築した時間帯別確率均衡配分モデルは分析に用いるに値するモデルであるとみなし、これを用いて分析をすることとする。

4. 利用者便益の比較

4.1 代替案

代替案としては、複々線化を含めて以下の3つを考える。

複々線化...線路を複々線化する

- ・複々線区間は向ヶ丘遊園～代々木上原間
- ・ラッシュ時所要時間(向ヶ丘遊園～新宿間)

急行&準急：29分 21分

各駅停車：40分 34分

- ・ラッシュ時本数(向ヶ丘遊園～代々木上原間)

急行：11本 20本

準急：6本 10本

各駅停車：9本 10本

長編成化...急行を15両編成化する

- ・両数

急行：10両 15両

準急：10両のまま

各駅停車：8両のまま

- ・所要時間は変化なし

高性能化...各駅での加減速度を上昇させる

- ・ラッシュ時所要時間(向ヶ丘遊園～新宿間)

急行&準急：29分 27分

各駅停車：40分 37分

4.2 利用者便益計算結果

利用者便益計算の結果を次頁の表1に、利用者便益の元となる所要時間変化と混雑率変化を表2に示す。なお、所要時間は、全列車種別で平均している。また、混雑率は例として、午前7時台の世田谷代田～下北沢間のものを示している。

表1 利用者便益計算結果(単位：億円)

	複々線化	長編成化	高性能化
時間短縮	357.0	0.0	71.7
混雑緩和	71.9	43.7	-0.2
合計	428.8	43.7	71.4

表2 利用者便益元データ

	複々線化		長編成化		高性能化	
所要時間	32分	24分	32分	32分	32分	30分
混雑率	187%	146%	187%	157%	187%	191%

これを見ると、複々線化の利用者便益は他のものと比べて非常に大きくなっている。これは、複々線化が利用者に与える好影響は他のものでは代替できないことを示すものである。

これで、複々線化が利用者にとって他では得られないほど利益となるものであることは分かった。次に、複々線化が社会的に見ても有益なのかどうかを確かめるために費用便益分析を行なう。

5. 費用便益分析

5.1 費用の概算

今回は入手可能なデータが非常に限られていたので費用は概算にとどまっている。費用に関しては以下のように概算した。

- ・複々線化

特定都市鉄道整備事業計画での発表で2563億円とあったのでそれを用いることとした。

- ・長編成化

同じく特定都市鉄道整備計画で、京王線が長編成化を行っており、その費用が約500億円であったのでそれを用いることとした。

- ・高性能化

既存の技術を用いた車両更新なので新たな

研究費などは必要ない。よって、相場である、1両当り1億円の製造費と、5000万円の車庫費等雑費がかかるとした。また、必要車両数はピーク時1.5時間に運転している各駅停車の車両数とした。

5.2 便益項目

利用者便益に関しては、4.2でも書いたとおり時間短縮便益と混雑緩和便益とした。他に環境等改善便益と供給者便益がある。環境等改善便益としては、鉄道騒音変化を取り上げた。また、供給者便益は運賃収入変化をそのまま用いている。

これ以外の便益に関しては今回の分析では変化がないと見なしている。

5.3 計算期間

工事期間は、複々線化事業の予定期間であった19年間を用いる。全ての代替案で19年間かけて改良が行なわれることとする。工事費用はこの19年間に均一にかかるものとする。

また、工事完了後の計算期間は30年としている。

5.4 費用便益分析結果

上記の条件にしたがって費用便益分析を行なった結果を表3に示す。また、その元データを表4に示す。

表3 費用便益分析結果

	複々線化	長編成化	高性能化
B/C	2.06	0.97	5.67
NPV	1837	-9	484
判定	効率的	非効率的	効率的

表4 費用便益分析元データ

		複々線化	長編成化	高性能化
便益	利用者	3520	358	586
	環境等改善	-105	-21	-9
	供給者	151	-1	11
	合計	3565	337	588
費用合計		1728	346	104

複々線化は費用便益的に見ても効率的であることが分かる。高性能化も効率的であるが、利用者便益の大きさを見ると、利用者の視点から見ればやはり複々線化の方が望ましい。長編成化では利用者便益が小さい上に非効率的となっている。

6 . 結論と今後の課題

6.1 結論

利用者の視点から見ると複々線化がもたらす好影響は他のもので代替できないほど大きいものであることが分かった。また、複々線化は費用便益的に見ても効率的に事業であることも確認できた。

他にも高性能化は費用便益的に非常に効率の良い事業だが、長編成化は効率が悪い事業であることも分かった。

6.2 今後の課題

今回の分析では、車両種別ごとの分析があまり細かくできていない。最も問題となっているのは急行であり、種別ごとの分析をすることは今後の課題であると言える。

また、この複々線化事業は連続立体交差事業と同時進行で進められており、この2つは本来同時に評価されるべきである。2つの事業をあわせての評価も今後の課題である。

さらに、この分析では主に利用者からの視点によっているが、付近住民などの他からの視点での分析も必要となってくると考えられる。

主要参考文献

- 運輸省鉄道局監修：鉄道プロジェクトの費用対効果分析マニュアル 99, (財) 運輸政策研究機構, 1999
- 東京都建設局道路建設部関連事業課：道路と鉄道の連続立体交差事業, 2001
- 松井寛：交通ネットワークの均衡分析 - 最新の理論と解放 -, (社) 土木学会, 1998
- 志田州弘、古河敦、赤松隆、家田仁：通勤鉄道利用者の不効用関数パラメータの移転性に関する研究, 土木計画学研究・講演集 No.12, pp.519-525, 1989
- ODAKYU HANDBOOK 2001, 小田急電鉄(株), 2001
- 首都圏時刻表, 交通新聞社, 2001.12
- 川島令三：全国鉄道事情大研究東京西部神奈川篇, (株) 草思社, 1998