

1. はじめに

ピーク時における都市鉄道の混雑は利用者にさまざまな不快感をもたらしている。最近では混雑対策として需要側と供給側で施策が行われているが、著しい成果をあげているとはいえない。そこで、本研究では特に供給側に視点を置いて研究をすすめていく。供給側の混雑対策は輸送力を増加することで解決すると思われていた。しかしながら、運行本数を増やすだけでは電車間隔がつまり、速度が低下している区間があることも否めない、また多額な投資が必要であることも問題となっている。今回は需要変動を予測するシステムとしてさまざまな路線を表現できるリンクパフォーマンス関数を構築することを目的とする。

2. 使用データ

本研究は、当研究室で1999, 2000年に実施された調査を用いた。対象鉄道路線は以下に示す。調査は、デジタル時計を用いて駅でドアが完全に開いた瞬間を着時刻、ドアが閉まり始めた瞬間を出発時刻として記録した。また、停車時に一人当たりの乗車/後車時間費に費やされる時間を得るため、乗車人数、後車人数を測定した。

田園都市線急行(長津田~渋谷) 146 サンプル 東急東横線(横浜~渋谷) 192 サンプル
東海道線(藤沢~品川) 224 サンプル 小田急小田原線急行, 準急(新百合ヶ丘~新宿) 203 サンプル

3. 時刻表と実測値の駅間移動時間の比較

図-1は東海道線において時刻表, 実測値の駅間移動時間を比較したものである。実測値と推定値にはわりと大きなバラツキを見ることができる, データの取得の際に若干のミスがあるとしてもバラツキは著しくみられる。上記理由から, 時刻表には走行時間はもちろんのこと, 停車時間が考慮されているものの時刻表では表現しきれない何らかの要因があることがわかる。

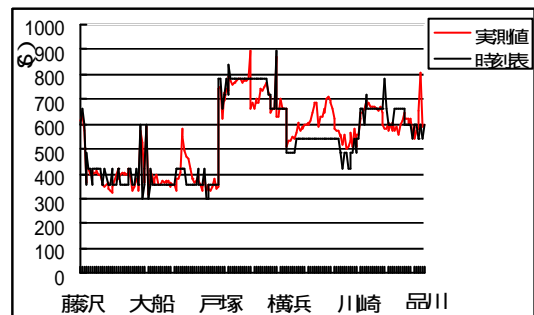


図-1 時刻表と実測による走行時間の比較

4. リンクパフォーマンス関数の定式化

4.1 リンクパフォーマンス関数とは

はじめにリンクについて述べる。図で示すリンクはA駅発からB駅着までの駅間走行時間 T_l と, B駅発までの駅停車時間 T_s までとする。リンクパフォーマンスを評定速度ではなく所要時間で表現できる。

$$T_a \neq T_l \neq T_s \quad \dots(1.1)$$

4.2 リンクパフォーマンス関数の定式化

1の要因は単順に電車の遅延が原因という見方もあるが, 時刻表に表示されていない駅停車時間を組み込んでいない可能性もあるので下にリンクパフォーマンス関数をのせる。

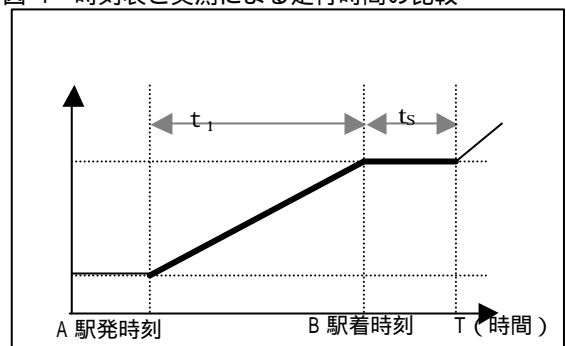


図-2 リンクパフォーマンス関数

駅間走行距離は交通ネットワークにおいて, 交通量が少ないと自由な速度で走行できるが, 交通量が増加するにつれて, 徐々に所要時間が増加し, 最終的には交通流が流れなくなり, 所要時間が無限大となる。本研

究ではアメリカ道路局で開発された道路ネットワークの交通均衡配分をする際に用いられる代表的なリンクパフォーマンス関数である、BPR関数を T_l と式(1.2)する。また、駅停車時間については、式(1.3)に示すように、乗車人数(X_{on})と降車人数(X_{off})で表現する。

$$T_l = T_0 \left(1 + \alpha \frac{X}{C} \right)^{\beta} \quad \dots (1.2)$$

$$T_s = X_{on} \alpha + X_{off} \beta \quad \dots (1.3)$$

4.3 推定結果

この分析では駅間走行時間、停車時間を別々に推定を行った。その理由には、 T_l と T_s のどちらが列車の遅延に影響を及ぼしているか把握するためである。 T_l を回帰分析、最適化計算の両方で推定した。また、 T_s は最適化計算で推定した。 T_l では田園都市線 145 サンプル、小田急 204 サンプル、東海道 215 サンプル、東横線 191 を用いた。また、 T_s の推定にはそれぞれ 123 サンプル、170 サンプル、215 サンプル、172 サンプル用いて分析を行った。

推定結果より T_l においては相関が 0.9 以上と高く推定することができた。t 値は低く説明力があるとはいえないが、現況を再現している(図-3)。また、小田急線と田園都市線の、の両パラメータの値が類似している。 T_s のパラメータである、は相関、t-値ともに低く有為な結果を得ることはできなかった。これより、駅停車時刻の乗降車の人数は、列車の遅延に影響がないと考えられる。

表-1 パラメータ推定結果

パラメータ	東横線	t値	東海道線	t値	田園都市線	t値	小田急線	t値
	0.15	0.53	0.27	1.06	0.91	0.89	1.02	1.45
	-0.1	-0.03	0.67	0.54	2.89	0.62	2.64	0.96
	70.3	0.54	2222	0.09	-0.04	-0.13	57.9	0.31
	-0.39	-0.51	1.31	-0.37	1.55	1.23	-0.36	-0.29
相関係数()	0.98		0.97		0.94		0.97	
相関係数()	-0.11		0.25		0.07		0.28	

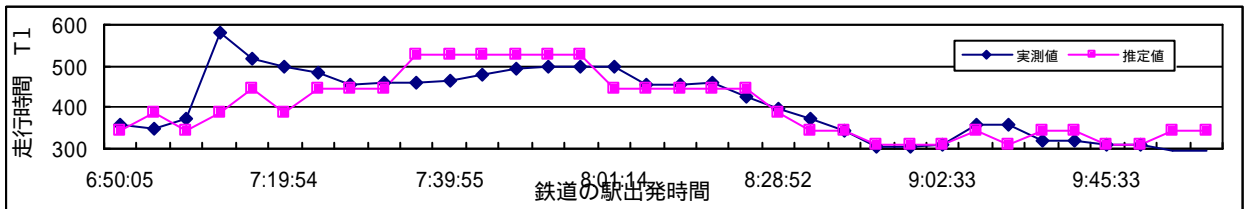


図-3 走行時間の実測値と推定値の比較

4.4 駅間距離との関係

表-1 より、推定した田園都市線と小田急線の、はそれぞれ非常に近い値を示していることがみられた。また、距離は関連性があると考え、相関も近似するのではないかと考え、比較した。しかし、表-2 に示すように特徴がある結果を得ることができなかった。また、駅間距離が長くなるほど、走行時間の遅れを取り戻し、予定走行時刻に駅に到着することが考えられる。しかし、駅間が長くても高い相関が得られない結果となった。

表-2 小田急線、田園都市線の距離の比較

小田急	調査距離	下北沢～代々木上原	代々木上原～渋谷	新百合ヶ丘～向丘
=1.02	21.5km	1.4km	3.5km	5.7km
=2.64		0.57	0.41	0.79
田園都市		たまプラーザ～鷺沼	三軒茶屋～渋谷	青葉台～たまプラーザ
=0.91	25.6km	1.4km	3.3km	6km
=2.89		0.68	0.8	0.87

5. まとめ

本研究では、リンクパフォーマンス関数によりパラメータの推定を行った。そして、各路線とも T_l については高い相関を得ることができた。 T_s の推定については定式化の検討が必要である。