

都市鉄道の時刻別需要予測のためのリンクパフォーマンス関数に関する研究



H 9 6 1 2 4 渡辺 将一郎

担当教員 岩倉 成志

1. はじめに

東京圏の都市鉄道のピーク時間帯における混雑状況は極めて厳しい状況にある。従来の供給側の混雑緩和施策は輸送力増強によって対処してきたが、建設コストが高く、近年では鉄道事業者の投資意欲の減退や公的財源の制約のため、従来の混雑緩和施策は困難な時代を迎えている。このため、需要側、供給側の両面から考えた低コストな施策が求められている。特に、ピーク時に集中する利用者を平準化させる需要コントロールの施策検討が喫緊の課題となっている。

しかし、都市鉄道計画に用いられる従来の需要予測手法は終日の需要を精緻に予測することを主眼としており、ピーク時における時間帯ごとの需要変動を予測する手法は確立されていない。このため、ピーク需要の平準化施策を定量的に評価することができなかった。そこで、鉄道路線のサービス水準の現況や将来計画を評価する分析システムが必要となる。よって本研究では、列車運行頻度や乗降人数などによって変動する列車速度を表現するリンクパフォーマンス関数をより高い精度で構築することを目的とする。

2. 調査方法の概要

本研究ではピーク時とオフピーク時の列車速度の差が顕著な小田急小田原線(新百合ヶ丘～新宿)を研究対象とし、観測調査を実施した。

ビデオ撮影調査

調査目的：ピーク時における全急行列車の正確な運行データ(駅間所要時間および駅停車時間)の取得

調査対象：新百合ヶ丘～新宿間の上り準急、急行(51本)。

調査日時：平成11年11月8日(月)A.M.6:35～A.M.10:35。

調査場所(位置)：急行が停車する対象区間内7駅のそれぞれの上りホーム新宿方端部。

調査方法：ビデオカメラ内蔵の時計機能を用いて列車の発着時間を測定する。また、調査位置から見える範囲のドアにビデオカメラを向け乗降の様子を撮影し、発車直後にビデオカメラを線路に対し垂直に向け列車内の混雑状況を撮影した。(ただし、新宿駅は着時刻記録のみ)。

乗降時間調査

調査目的：乗車、降車に費やされる一人当りの時間を得る。

調査日時：平成11年1月17日(金)A.M.7:30～A.M.9:00。

調査場所：新百合ヶ丘駅。

3. データの基礎的分析

調査より一人当りの乗車に2.11秒、降車に1.26秒を費やしていることが判明した。

次に調査より秒単位までの各駅間の走行時間と停車時間に影響を与えていると考えられる要因をデータ化し、図1と図2のように比較した。当該列車前15分運行本数とは、当該列車の発車時刻の前15分間に発車した列車の本数であり、小田急線ダイヤグラムより求めた。また、1ドア当りの各駅の各列車乗車数、降車数は大都市交通センサス(平成7年)より15分ピッチ各駅乗降人数を算出し、この間の運行本数と編成車両数(1車両4ドアと仮定)を用いて各列車

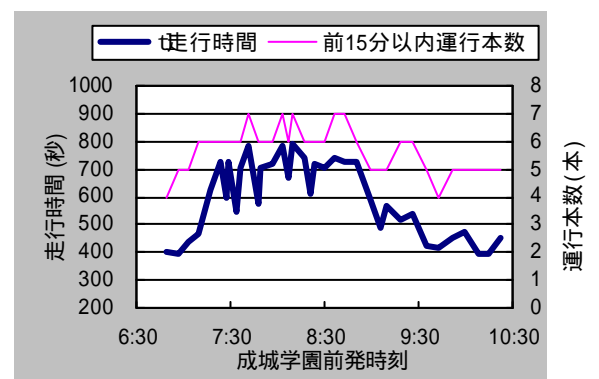


図1 成城学園前発～下北沢発走行時間と前15分以内運行本数の比較

で算出した。

成城学園前～下北沢間は図1、2で示したように走行、停車時間とも一様にピーク時を中心に山を描き、相関が高いと予測できる。登戸～成城学園前の走行時間は、前15分運行本数は山を描いたが、ほぼ一定の駅間所要時間であった。これは複々線化の影響と考えられる。向ヶ丘、代々木上原の停車時間を見るとそれぞれ1本、3本の列車が他に比べ非常に長い時間(2～3分)停車している。これはダイヤグラムより他列車との待ち合わせなどで計画された停車時間であると判断される。また、全体的に走行、停車時間の微小変動を繰り返している。

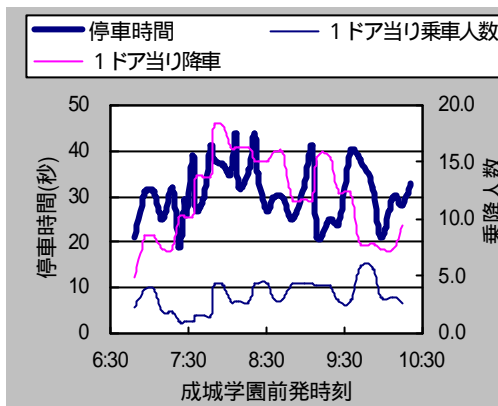


図2 1ドアあたり乗降人数

4 リンクパフォーマンス関数の構築

需要予測では駅間所要時間の微小変動を分析する必要性は低いため、当該列車前後15分に存在する列車の所要時間データを移動平均によって平滑化した。また先述したように列車の待機など計画運行されている特異なデータを削除した166サンプルを用いた。リンクパフォーマンス関数を次式のように設定し、非線形回帰分析によってパラメータの推定を行った。

$$t_a = t_l + t_s = t_{l0} \left\{ 1 + a \left(\frac{X}{C} \right)^b \right\} + 2.11x_{on} + 1.26x_{off} + g(x_{on} + x_{off})^f$$

t_l : 走行時間 t_s : 停車時間 t_{l0} : 作成した走行時間サンプルの中の各駅間最小走行時間

X : 当該列車前15分運行本数 C : 線路容量(線路1本に15分間最大7.5本) x_{on} : 急行の1ドア当りの乗車人数

x_{off} : 急行の1ドア当りの降車人数、 a, b, g, f : パラメータ *2.11と1.26の係数は2節参照

表1 パラメータ推定結果

	1.126
	2.312
	-2.393
	0.542
相関係数	0.973

パラメータの推定結果は表1の通りである。全サンプルでは高い相関が得られているが、図3に示すように個別駅間の時刻別の適合性は必ずしも高いとは言えない。例えば成城学園前～下北沢間では、相関係数が高いにも関わらず当該列車とその後ろの列車の t_a の変動が逆で、部分的に当てはまりが悪かった。

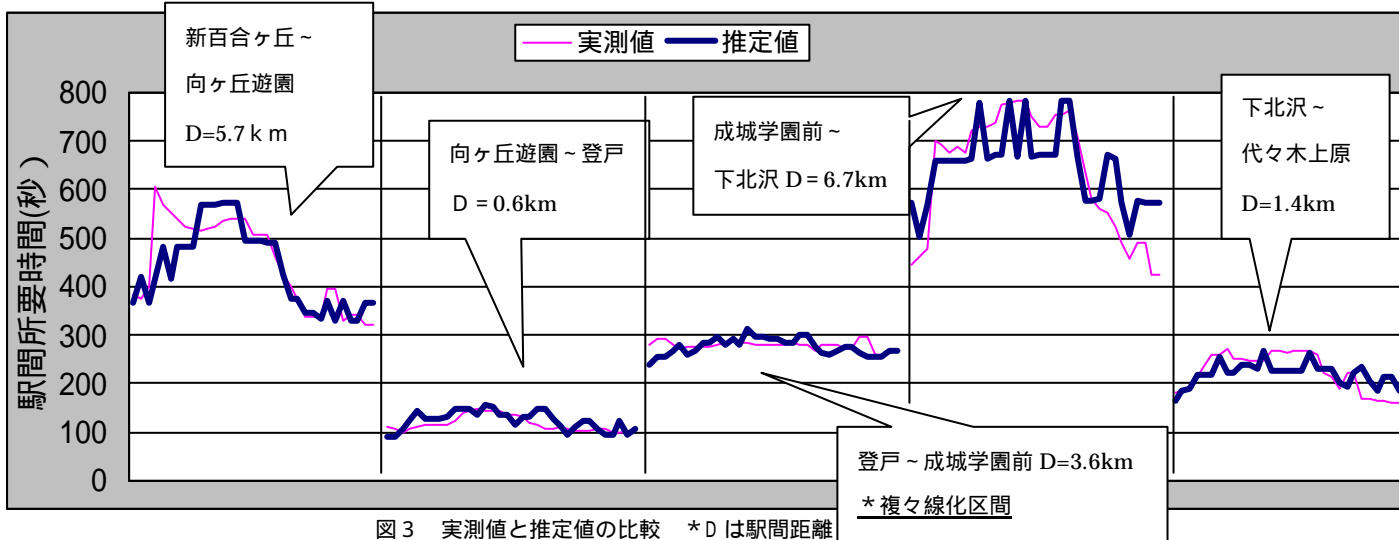


図3 実測値と推定値の比較 *Dは駅間距離

5. まとめ

列車速度を表現するリンクパフォーマンス関数の構築を試み、一定の成果を得たと考える。簡便な式で需要平準化策や線路容量の増加による都市鉄道サービス水準(駅間所要時間)の変化を表現することができる。しかし、先述したように個別の駅間での適合性が十分でないことから、モデルの式形や導入すべき変数についての検討を深度化させる必要がある。