

相鉄線の優等列車の提案

松井 泰子

キーワード：優等列車，節約時間，モデル化

本稿は、新澤 侑子さんによる 2012 年度東海大学理学部に提出した卒業論文をもとに加筆修正したものです。

1. 問題の簡単な説明と得られた結果

優等列車とは、各駅停車列車（各停）に対し、急行列車（急行）や特急列車（特急）などの停車駅の少ない列車を指します。既存研究 [1] では、急行系列車の設定方法が提案され、東急東横線と JR 南武線に適用して、運用時の効率性を評価しています。前者については急行と各停の比率を変えた場合、後者に対しては当時運用されていなかった急行系列車を導入した場合について評価しています。

神奈川県横浜駅と海老名駅を結ぶ相鉄本線では、2012 年当時、横浜駅～二俣川駅間をノンストップで走る急行が最上位の優等列車でした。しかし、急行は表 1 のように二俣川駅～海老名駅間では各停となるため、二俣川駅～海老名駅間の優等列車が望まれていました。

そこで、本研究では相鉄本線での特急の運行を提案します。まず、既存研究の手法を用いて、特急利用による節約時間が最大となる停車駅や運転本数を求め、最適と思われる特急運行パターンを探します。

そして、現行ダイヤの急行の一部を特急に変更して運行したときの効率の検証を行いました。

2. 問題の設定と考え方

まずモデルを設定するうえで、以下のような仮定をおきました。

- (1) 横浜駅からの下り方面の利用者のみ対象とする。
- (2) 複々線が敷かれているものとして、すべての駅で特急の待ち合わせ、追い越し可能とする。

表 1 2011 年度相鉄本線の列車種別と路線図 (○：急行, ●：各停, ◎：快速。快速は二俣川から相鉄いずみの線へ)

駅名	急行	各停	快速
横浜	○	●	◎
平沼橋	—	●	—
西横浜	—	●	—
天王町	—	●	—
星川	—	●	◎
和田町	—	●	—
上星川	—	●	—
西谷	—	●	—
鶴ヶ峰	—	●	◎
二俣川	○	●	◎
希望ヶ丘	○	●	—
三ツ境	○	●	—
瀬谷	○	●	—
大和	○	●	—
相模大塚	○	●	—
さがみ野	○	●	—
かしわ台	○	●	—
海老名	○	●	—

表 2 2011 年度相鉄線本線下り一日平均乗車人数 (仮定)

駅名	人数 (単位：人)	順位	乗り換え
二俣川	49,936	1	相鉄いずみ野線
希望ヶ丘	3,413	6	×
三ツ境	5,849	3	×
瀬谷	4,219	4	×
大和	10,904	2	小田急江ノ島線
相模大塚	1,318	8	×
さがみ野	3,685	5	×
かしわ台	1,871	7	×

- (3) 各停・急行利用者は、乗車駅から最も近接した特急停車駅で特急に乗り換える。
- (4) 各停・急行から特急への乗り換え時間および待ち時間は、各停・急行の停車による損失時間と等しい。

以上の仮定の下、二俣川駅～海老名駅間の乗車人数を、表 2 のように設定しました。

二俣川駅の乗車人数は、横浜駅からの乗り継ぎを考慮し、海老名駅は終点のため乗車人数は省略しました。

次に、特急の停車駅パターンを複数提案し、乗客の

まつい やすこ
東海大学 理学部
〒 259-1292 神奈川県平塚市北金目 4-1-1
yasuko@tokai-u.jp

表3 n, m の例

駅名	n	m
二俣川	1	1
希望ヶ丘	2	
三ツ境	$3(i)$	$2(m-1)$
瀬谷	4	
大和	$5(j)$	$3(m)$
相模大塚	6	
さがみ野	$7(k)$	$4(m+1)$
かしわ台	8	5

表4 $l=2$ 回における総節約時間

	二俣川～海老名間の停車駅	総節約時間 (分)
1	希望ヶ丘	160,047
2	三ツ境	171,257
3	瀬谷	172,139
4	大和	179,645
5	相模大塚	163,319
6	さがみの	151,651
7	かしわ台	135,114

節約時間の総和を計算し、最後に、総和が最大となる運用パターンを選びます。

総節約時間計算のために使用した、記号と式は以下のとおりです。

- n : 二俣川駅を始発とした各停・急行駅番号 ($n \in \{1, 2, \dots, 8\}$).
- m : 二俣川駅を始発とした特急駅番号 ($m \in \{1, 2, \dots, 8\}$).
- i, j, k : 特急停車駅 $m-1, m, m+1$ と対応する、各停・急行停車駅番号.
- $P_{s,n}$: 第 s 駅から第 n 駅までの累積乗車人数.
- F^l : 二俣川駅から海老名駅まで l ステップで停車する条件の下での、最大節約時分.
- ※ l ステップ: 途中区間に $(l-1)$ 個の特急停車駅を設定.
- t_F : 1 駅通過による節約時分. 今回は 30 秒.
- τ_{jk} : 第 j 駅から第 k 駅まで途中通過するときの、一人当たりの節約時分. $\tau_{jk} = (k-j-1)t_F$.
- T_{jk} : 第 j 駅から第 k 駅まで途中通過するときの、累積乗車人数の総節約時分. $T_{jk} = P_{s,n}(k-j-1)t_F$.

以上の計算によって得られる T_{jk} を用いて、二俣川駅～海老名駅間の総節約時間を最大にする停車駅パターンを求めました (表 3). 横浜駅から海老名駅までの $l=1, 2, \dots, 7$ を設定し、総組合せを全列挙して総節約時間を算出しました. たとえば、表 4 では大和駅に停車するパターンが節約時間最大なので、 $F^2 = 179,645$ となります. 詳細は紙面の都合で割愛しますが、 F^l が $F^l (l=1, 2, \dots, 7)$ の中で総節約時間最大となりました.

しかし、この計算は、利用者数と通過時間・待ち合わせ時間などの検証であり、ダイヤへの考慮は全くされていません. そこで、次に、現行ダイヤに基づいた

表5 二俣川駅～海老名駅間の節約率

急行と特急の内訳	無停車時節約率	大和駅停車時節約率
急行 9 本・特急 1 本	0.06%	-0.06%
急行 8 本・特急 2 本	0.20%	0.01%
急行 5 本・特急 5 本	0.45%	0.20%

設定方法で検証することになります.

3. 現行ダイヤを考慮した特急停車駅決定

現行ダイヤを考慮した特急停車駅決定に際し、相鉄本線の平日 8 時台の下りダイヤを用いました. 横浜駅発の列車の最も運転本数の多い時間帯です. 26 本の列車のうち、14 本が海老名駅行きの急行で、残りは各停で、星川駅にて急行の通過待ちを行います.

ここで節約率を定義します. S_1 を路線全体全乗客の延べ所要時間とし、 S を特急を運用した場合の全乗客の延べ所要時間としたときに、 $R = (S_1 - S)/S_1$ を節約率と呼ぶこととします. もし $R > 0$ ならば特急は有効であるとみなします.

表 5 に、二俣川駅から海老名駅を運行する、現在のダイヤの急行を特急に変えた場合の節約率を計算します. 運用パターンは、無停車の場合と、大和駅停車です.

上記の無停車の例では、特急を増やすほど、節約率が上がりました. 右欄の、途中停車駅兼待避駅として大和駅を設定した場合の節約率でも特急を増やすにつれ節約率が増加していることがわかりました.

4. 結果と考察

2014 年より、相鉄本線では 10 時～16 時に特急が運行されるようになりました. 停車駅は二俣川駅と大和駅で、本研究で選んだ駅と一致しました. 当初、特急の運行時間帯はラッシュから外れていましたが、2015 年 5 月 31 日のダイヤ改正で、特急の運行時間帯が拡大され、ラッシュ時間帯前後にも運行されるようになりました. このことより、本研究で提案した 8 時台の特急運行が、実現可能であったことが裏づけられました.

近い将来、相鉄線は JR や東急に相互乗り入れする計画があり、ダイヤの複雑化に伴って運行される優等列車の種類も増えるでしょう. 優等列車の効率よい運行の決定は、ますます需要が高まりそうです.

参考文献

- [1] 松村高宏, “急行系電車の設定方法に関する研究,” オペレーションズ リサーチ: 経営の科学, **48**, pp. 50-51, 2003.