

## 快速停車駅調整による速達性向上の検討

## Improvement requirement time by arrangement rapid trains' stopping stations

○株本 拓門<sup>1</sup>, 香取 照臣<sup>2</sup>, 泉 隆<sup>3</sup>  
Teruomi Katori<sup>1</sup>, Hiroto Kabumoto<sup>1</sup>, Takashi Izumi<sup>1</sup>

To improve rapidity and to shorten trip time on rail traffic, we arrange stopping and passing stations for rapid train operation, and compare the operation effect. The kinds of train are local and rapid only, and the trains don't turn back at middle stations.

An algorithm to generate train timetable, at first, stopping stations for rapid trains are determined. The next, time table for local trains are determined to down and up directions from the stations where a rapid train overtakes to local one.

The effective conditions are regular interval for stopping stations, and not change rapid and local train each other, at same station, same time.

## 1. まえがき

列車の運転計画を線図によって表現したものをダイヤ図と呼ぶ。通常、ダイヤ図は、考慮すべき条件が多く、複雑であるため、スジ屋という専門職の人間が手作業で作成するものである。しかし近年では、その労力やコストを削減することを目的に、コンピュータによる自動作成システムの需要が高まってきていることも事実である。

本論文では、これらの輸送計画の研究の一環として、実在路線をもとに、快速停車駅を調整してダイヤ図を作成し、利用者の所要時間を最短とする快速の停車駅の検討について述べる。

## 2. 快速の運行

## 〈2・1〉快速停車駅の調整

快速停車駅の選定を組み合わせ最適化の問題として捉えると、任意の駅で「快速を停車するかしないか」「先行する普通列車を追い越すか追い越さないか」の4通りの組み合わせがあるため、駅数  $n$  の路線では始終点を除いた  $4^{n-2}$  の組み合わせが存在する。このような問題をそのまま解くには時間計算量が多くなり、総当りによる解法は実用的でないといわれる。

本論文では、追い越し駅は現有設備のみを利用し、快速の停車駅を動的計画法で決定し、列車ダイヤとして実際の運行が可能なものの中から、その組み合わせを求める。これにより時間計算量は  $O(n^3)$  に低減され、実用時間内に解が求められる。

## 〈2・2〉列車運行の仮定

本研究で設けた列車運行の仮定を、以下に示す。

- (1) 列車種別は普通（各駅停車）と快速の2種類とする。快速停車駅と追越駅は固定である。
- (2) 列車の追い越しは駅でのみ行う。
- (3) 途中駅どまりの列車は運転しない。

(4) 最小運転間隔は2分、駅停車時間は1分以上とする。快速を運転しても駅間所要時間は短縮されず、停車時間だけが短縮されることとする。

(5) 乗客は片方向のみの移動で自分の降車駅に到達する。

(6) 途中駅で乗り換えることで到達時間が短縮される乗客は、全員乗り換える。

## 〈2・3〉評価値

本研究では、快速列車の停車駅と追い越し駅の組み合わせを適切に調整して運行することで、平均旅行時間を短縮することを目的としている。このため評価値は平均旅行時間であり、移動時間（駅での待ち時間と乗り換え時間を含む）に駅間乗降人数 (OD : Origin and destination) を乗じた

$$\text{平均旅行時間} = \frac{(\sum_i \sum_j \text{OD}(i,j,t) * rt(i,j,t))}{\sum_i \sum_j \text{OD}(i,j,t)} \dots\dots\dots (1)$$

$\text{OD}(i,j,t)$ : 時刻  $t$  に  $i$  駅のホームに発生する  $j$  駅へ行く人数

$rt(i,j,t)$ : 時刻  $t$  時点での  $i$  駅から  $j$  駅への所要時間

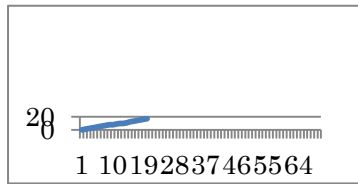
で、単位は人・分である。この値が小さいほど快速停車駅が適切に選択された組み合わせであり、速達性に優れていることを意味する。

## 3. 快速と普通による列車ダイヤの作成

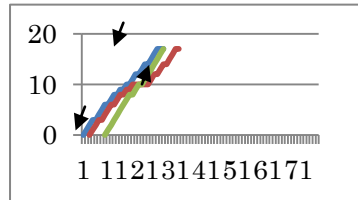
運行が可能と判定された快速停車駅と追い越し駅の組み合わせに対し、列車ダイヤとして表現する。

まず快速のスジをひく。その後、追い越し駅から普通のスジをひく。本論文では普通列車は行程中快速に抜かれるのは一度だけと設定している。追い越し駅が複数存在する場合は、それぞれの駅から上下方向に普通列車のスジをひいていき、列車ダイヤとして表現する。

1: 日大理工・学部・子情 2: 日大短大・教員・総合 3: 日大理工・教員・情報



(a) Drawing rapid train on a diagram



(b) Drawing local train to up and down direction from passing stations

図 1 列車ダイヤとしての表現過程

Fig.1. A process of drawing train diagram

図 1 にこの過程を示す。図 1(a)は快速停車駅を調整した組み合わせから快速のスジをひいたものである。(b)はその追い越し駅から上下方向に向かって普通列車のスジをひいていくものである。

こうして 1 サイクル分の列車ダイヤが生成される。これを単位時間 (60 分) 分連結する。

生成された列車ダイヤを評価するにあたっては、公平性を期すために、列車ダイヤは円筒上に存在するものとして扱い、どの時点でも駅に発生した乗客は必ず列車に乗り込んで降車駅まで到達できるようにしている。この概念図を、図 2 に示す。



図 2 列車ダイヤの円筒上での表現

Fig.2. Expressed train diagram on cylinder

#### 4. 結果と考察

##### 〈4・1〉適用路線

対象とした路線は東京メトロ東西線～東葉高速線である。路線の状況を表 1 に示す。

現行の日中の運行形態は 15 分サイクルで快速 1 本と普通 2 本が運行され、快速のみ東葉高速線に乗り入れているが、本論文では全列車乗り入れるものとして扱っている。

表 1 適用路線の状況

Table 1. Conditions of applied line.

Total length	47[km]
Stations numbers	31 stations
Passing equipment number	5 stations

##### 〈4・2〉結果と考察

追い越し設備のある中間駅は 5 駅だが、20-21-22

は隣接駅であるために、運転時隔の条件からこの 3 駅のいずれか 1 つ以下の駅でしか追い越しは行えない。さらに現行のダイヤを模して 2 駅で追い越しを行うものとして 7 通りの設定をした場合に、速達性を向上する快速停車駅の組み合わせとその総旅行時間を検証する。結果を表 2 に示す。

表 2 総旅行時間と停車駅・追越駅の関係

Table 2 Relation of stations combination and average trip times

#	1	2	2	2	2	Rapid train stopping station	average trip times[minute]
1				○	○	A,17,20,24,28	13.987
2			○		○	A,17,20,24,28	14.008
3		○			○	A,17,21,24,28	14.008
4	○				○	A,18,21,24,28	14.004
5	○			○		A,18,21,25,28	13.922
6	○		○			A,18,22,25,28	14.083
7	○	○				A,18,22,25,28	14.078
8						Local only	15.155

※A={0,2,5,8,11,14,30}

結果から停車駅は均等間隔に調整することが有効であることを明らかにした。

停車駅と追い越し駅の関係を見ると、両方が同時に採用される駅はない。このことは、適用路線の OD 状況においては相互乗り換えを可能な形態にすると、時間的損失が大きくなることを意味している。

平均旅行時間が最も少ない #5 と、全て普通を運行する #8 とを比較すると、91.9[%]に短縮されている。

#### 5. まとめ

鉄道輸送の速達性を向上し総旅行時間を短縮するために、快速列車を運行する場合の追い越し駅と停車駅を調整し、その効果について検討した。列車種別は普通と快速の 2 種類で、途中折り返しはしない運行形態である。停車駅はほぼ均等間隔に設定することや快速と普通の同時停車は行わないことが有効であることを示した。

今後は、現行の追い越し設備を持たない駅も追い越しを可能とした場合の、平均旅行時間の短縮効果と最適解を求めることを検討する予定である。

#### 参考文献

- (1)井口雅一, “在来線の高速化”, 鉄道と電気技術, Vol.3, No.4, pp.3-6(Apr/1992)
- (2)井口雅一, “在来線の高速化”, 鉄道と電気技術, Vol.3, No.4, pp.3-6(Apr/1992)
- (3)T.Katori, T.Izumi & Y.Takahashi, “Shortening total trip time by short station dwell time and passing local trains”, WIT Press, Computers in Railways, Vol.VIII, pp.769-777 (Jun/2002)
- (4)運輸省運輸政策局, “平成 14 年版都市交通年俵”, (財)運祐政策研究機構(2002-3)