

時間と区間のゾーン分割による列車運行計画ダイヤの評価手法の検討

Scheduled train timetable evaluation method using time zone and location section division

○高橋大和¹, 香取照臣²*Yamato Takahashi¹, Teruomi Katori²

Abstract: For whole train schedule timetable evaluation it is not clear which detail condition effect for each part of train diagram.

In this paper, we describe an evaluation method which evaluate a schedule timetable partly, and we divide schedule timetable for time zone and location section. The evaluation items are average departure interval each station and its standard deviation, train hour and car hour, which are passengers and operating company's point of view.

1. まえがき

鉄道は予め定められている列車ダイヤに基づいて運行されている。同一路線でも複数の列車ダイヤが存在するのでどれが良いのかを比較検討するには、列車ダイヤを定量的に評価する必要がある。

列車ダイヤの評価^[1]は以前から検討されているが、乗客の流動をモデル化することは現在でもたやすくはない。またダイヤ全体を評価することが多い^[2]が、遅延が発生しやすい区間等への対策が曖昧になるといった問題もある。

本研究では、列車ダイヤの小さな変化を明らかにする評価方法を実現することを目的とする。本論文では、列車ダイヤを時間と区間で分割し、乗客側と事業者側の観点から様々な条件のダイヤを部分的に評価することを述べる。

2. 列車ダイヤとその評価の必要性

2.1 列車ダイヤ

列車ダイヤとは、列車の運行計画のことであり、通常、横軸が時間、縦軸が距離(駅)の折れ線グラフで表し、列車の時間に対する移動軌跡である。列車ダイヤデータは時間ごとに列車が在線している位置を表す。

2.2 ゾーン分割

列車ダイヤ全体の評価^[2]では、時間や区間の違いによる細かい変化の評価が曖昧になるため、ダイヤ全体にゾーン分割を行い、区間別や時間帯別に変化を見る。ゾーン分割とは時間や位置に基準を設け、ダイヤを細かくすることである。ゾーン分割した例を、Figure1に示す。

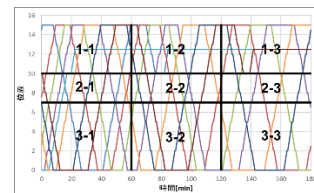


Figure1. An example of zone divided diagram

2.3 評価指標と算出法

本論文では「平均運転時隔とその標準偏差」「トレインアワー」「カーアワー」を評価項目とする。この4つを採用した理由は、前者は乗客の立場からの利用しやすさと、後者2つで事業者の立場からの運行乗務員の人件費と車両の設備を示すためである。

2.3.1 平均運転時隔とその標準偏差

運転時隔とは、ある駅において一つの列車の発車後、次の列車が発車するまでの時間である。全ての駅の上下方向について平均運転時隔を求める。この平均値が小さいほど待ち時間が短く、乗客の利便性が高いことを意味する。運転時隔の標準偏差は、列車は等時間隔の運行が望ましいため、運転時隔にどれくらいのばらつきがあるのかを表す指標である、平均運転時隔と同様、全ての駅の上下線を求める。

2.3.2 トレインアワーとカーアワー^[1]

トレインアワーは、列車の運行している総時間であり、これには、通常の停車時間のほか折返し時間や待避時間等全て含まれている。この評価指標は列車乗務員の人件費を代表するものであり、小さいほど良い。トレインアワーの算出式を(1)に示す。

$$\text{トレインアワー} = \sum \text{各列車の運行時間}[\text{min}] \quad (1)$$

カーアワーは列車ダイヤに基づき運行する上での車両設備費を代表する指標である。小さいほど車両にかかる費用を減らせる。カーアワーの算出式を(2)に示す。
 カーアワー = ダイヤの総列車数 × 列車の両数[両] (2)

3. 適用例と考察

3. 1 適用路線と評価するダイヤ

対象としたのは東葉高速鉄道の西船橋～東葉勝田台駅で、いくつかのダイヤで評価値を比較した。使用した路線図を、Figure2に示す。15秒間隔でブロック分けし番号を割り当てて路線データを表現している。

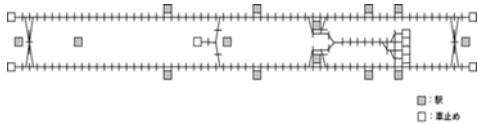
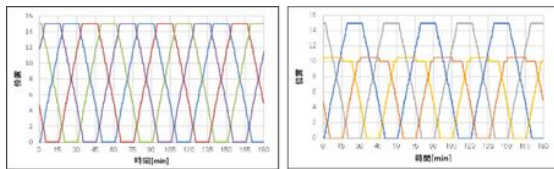
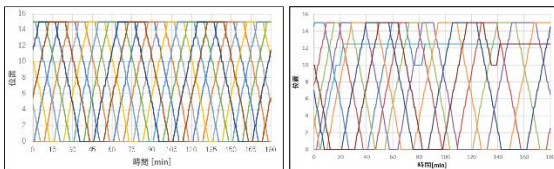


Figure2. Sample of track layout



(a)4 編成, 途中折返しなし (b)4 編成, 途中折返しあり



(c)8 編成, サイクルダイヤ (d)8 編成, 実ダイヤ

Figure3. Applied train diagrams

一編成は10両である。用意した列車ダイヤを Figure3に示す。これら4つのダイヤをゾーンに分割した。時間は1時間ごとに、区間は折返し設備がある駅を基準として分割し、Figure1のようにゾーン番号を与えた。

3. 2 評価値と考察

ダイヤ全体の評価結果を、Table1に示す。また(a)～(d)をゾーン分割して評価した結果の特に変化が大きかったゾーン3つについて、平均運転時隔と標準偏差をTable2に、トレインアワーとカーアワーをTable3に示す。附番は2-1は区間2の最初の1時間を意味する。Table2は斜線上部が平均運転時隔、下部が標準偏差で上下線の平均値である。Table3は斜線の上部がトレインアワー、下部がカーアワーである。

Table1から、(a)と(c)はサイクルダイヤであるため標準偏差に時隔のばらつきがないことが表れている。トレインアワーは、(c)と(d)において(d)は1時間ごとに本

数が減少していくので(c)に比べて小さくなっている。そのため等時間隔では(a)と(c)が良いが、コストの面では(b)と(d)が良い。

Table1 All diagram evaluation

	(a)	(b)	(c)	(d)
平均運転時隔[min]	15.0	18.34	8.0	9.87
標準偏差[min]	0	2.26	0	3.31
トレインアワー[min]	741.8	735.3	1488	1284.5
カーアワー[両]	40	40	80	80

Table2. Interval time and Standard deviation

ゾーン \ ダイヤ	(a)	(b)	(c)	(d)
2-1	1.10 / 0.15	4.93 / 1.44	1.33 / 0.44	1.65 / 1.43
3-2	4.09 / 0.77	4.09 / 0.77	4.12 / 2.47	4.12 / 2.44
1-3	3.82 / 0.72	5.87 / 2.79	4.09 / 2.45	10.83 / 6.28

Table3. Train hour and Car hour

ゾーン \ ダイヤ	(a)	(b)	(c)	(d)
2-1	33.75 / 40	84.25 / 40	72 / 80	68.75 / 80
3-2	110 / 40	110 / 40	220 / 80	171 / 70
1-3	102 / 40	51 / 20	204 / 80	177.75 / 60

Table2から、(d)のゾーン1-3は他3つと比較して時隔とばらつきが大きい。実ダイヤは需要に応じて順次運転本数を減らしていることが数値に表れている。

Table3から、(b)は2-1と1-3を比較すると時間や区間によって数値が小さい。(d)も2-1と1-3を比較すると時間の経過とともにカーアワーが小さくなる。数値を小さくするには、実ダイヤのように需要に応じた運転本数や乗降客数が段落ちる駅での折返しを含めると良いと言える。

4. まとめ

列車ダイヤを時間と区間でゾーン分割し、ダイヤ全体の評価では曖昧になってしまう時間や区間の違いによる細かい変化を確認した。需要に応じた運転本数や途中駅折返しを含めたダイヤ等が良いダイヤと言える。

今後は、評価項目の追加、路線の拡張を行う予定である。

参考文献

[1] 曾根 悟:「新しい鉄道システム」, オーム社, (1987)
 [2] 香取照臣・泉隆:「利便性, 単純性, 頑健性による列車ダイヤ評価法の検討」, 電気学会交通・電気鉄道研究会, TER-22-046(2022-5)