

## 単純性による列車ダイヤ評価の検討

## Train timetable evaluation method based on simplification

○高橋 大和<sup>1</sup>, 香取 照臣<sup>2</sup>\*Yamato Takahashi<sup>1</sup>, Teruomi Katori<sup>2</sup>

Abstract: On railway traffic system, when a traffic accident happens, any rescheduling timetables are generated. These timetables are compared with each other. In this time, timetables are needed to evaluate. Under these background,, we are studying how to evaluate train timetable. This method has three elements, convenience, simplification and robustness. In this paper, we describe simplification concept and how to calculate simplification evaluation value. Train operation simplification is expressed switch turning numbers. The values are calculated and compared with any sample timetables.

## 1. まえがき

鉄道は予め定められたダイヤグラム（以下、列車ダイヤ）に基づいて運行されている。列車ダイヤは、横軸が時間、縦軸が距離であり、列車の時間に対する移動軌跡が記されている（列車ダイヤの例は Figure 2 を参照）。輸送障害時の運転整理案のように、一路線でも列車ダイヤは複数存在するため、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<sup>[1]</sup>。

このようなことから、本研究では運転整理案の作成<sup>[2]</sup>と並んで列車ダイヤの評価についても検討している。ダイヤ評価の研究は従前からなされており、文献[3]においては、(1) 利用者の総人キロ、(2) 利用者から見た待ち時間を含めた平均速度、(3) 利用者から見た実効混雑度、(4) トレインアワー、(5) カーアワーが提唱されており、それぞれ意味のあるものである。しかし乗客の流動をモデル化して扱うことは現在でもたやすくはなく、また多数決的に乗客の多い区間に重きが置かれることにもなる。

こうした背景から本研究では、乗客から見た利便性、運行側から見た単純性と頑健性の3つの観点から列車ダイヤを評価する手法を検討している<sup>[4]</sup>。この中でも単純性は漠然として扱いにくい。

本論文ではこの単純性に着目し、どのような観点から定量的に取り扱えるかを検討し、評価値を求める方法について述べる。

## 2. 列車ダイヤの単純性とは

本研究では列車ダイヤの評価指標として、(1) 利便性、(2) 単純性、(3) 頑健性の3つを考えている。

本論文ではこのうちの「単純性」について述べる。

「単純性」とは単純な運行パターンであることである。パターンダイヤは事業者側からも乗客側からも覚えやすく利用しやすく、利便性とも関係が深い、「単純」を表す物理量はどんなものであろうか。単純な運行パターンとは、ダイヤ図上ではどのようなものか。

文献[4]では各駅での運転時隔の標準偏差が均等なら単純としたが、朝ラッシュ時の交互発車などは線路配線設備を考慮する必要があり、時隔の標準偏差では計れない運行方式である。

そこで「単純」の対義語を考えると「複雑」である。「複雑な運行」とは列車の行き先が次々に変わる、すなわち駅での使用番線が次々に変わることでありと考えられる。すなわち結節点である転てつ機の切り替え回数が、「単純性」を表す物理量であると考えられる。

## 3. 単純性による列車ダイヤの評価方法

複雑なダイヤとは複雑な列車運行によるものことであると考え、複雑な列車運行を実現する転てつ機の転換回数をもって単純性の評価値とする。ただし転てつ機1機あたりの転換回数を、対象とする時間帯  $T$  で正規化して評価値とする。

転てつ機の総転換回数を  $\Sigma sw\_turn$ 、転てつ機の総数を  $SWNUM$  とすると、単純性の評価値  $E_S$  は

$$E_S = \frac{1}{T \times SWNUM} \Sigma sw\_turn \quad (5)$$

である。単位は[回 / 時間]である。この値が小さいほど時間当たりの転てつ機の転換回数が少ない、すなわち単純な列車運行によるダイヤであることを意味する。

4. 適用例と考察

(1) 適用路線と列車ダイヤ

適用した路線は、東葉高速鉄道を模した路線で、本論文では西船橋～東葉勝田台間のみで折り返し運転を行うとして扱う。路線図を、Figure 1 に示す。このモデル路線における列車運行上の条件は、最小停車時間：30 秒、最小折り返し時間：5 分、最小運転時隔：2 分である。

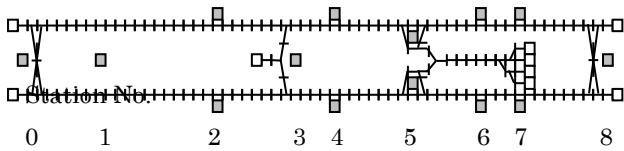
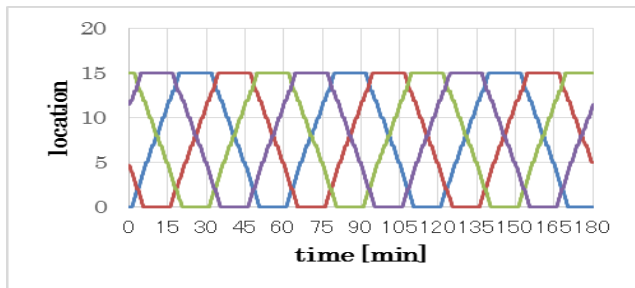
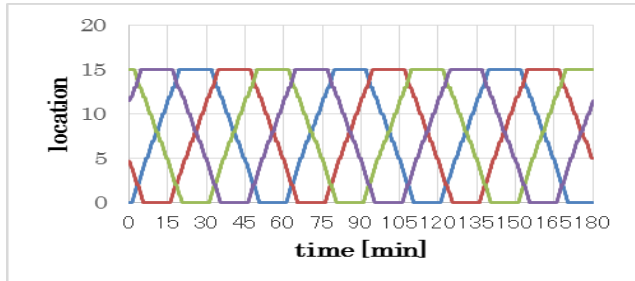


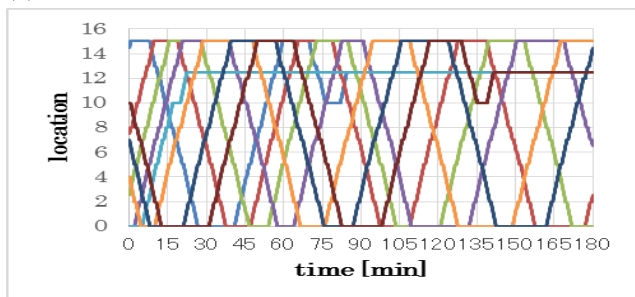
Figure 1. モデル路線と線路配線。(■：駅)



(a) 運転時隔 15 分の基準ダイヤ。編成数 4



(b) 終端駅で片番線しか使用しないダイヤ。編成数 4



(c) 実際のダイヤをもとにしたダイヤ。編成数 8

Figure 2. 評価対象の列車ダイヤ

評価対象の3つのダイヤグラムを、Figure 2 に示す。

(a)は終端駅では2つの番線とも使用する。(b)はダイヤ上は(a)を同じであるが、終端駅での折開始の際に1つの番線しか使用しないため、転てつ機の切り替え回数が異なる。(a)と(b)の運行の差異を、Figure 3 に示す。

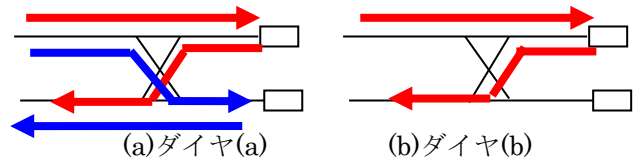


Figure 3. 折り返し運行の相違.

Table 1. Evaluation values results

ダイヤ.	転てつ機数.	転換回数.	単純性評価
(a)	8	88	0.0611
(b)	4	96	0.1333
(e)	13	146	0.0624

(c)は実際のダイヤをもとにし、編成数は8である。途中駅どまりで車庫に入庫する編成も含まれる。

(2) 結果と考察

提案した評価手法により、3種類の列車ダイヤで単純性を評価した結果を Ttable 1 に示す。使用する番線数を1つにしても切り替え回数はほぼ変わらないが、転てつ機数が2倍違うため、評価値に反映されている。しかし運行に供されなくても非常時用の転てつ機も存在するため、算出に配慮が必要である。

5. まとめ

列車ダイヤを定量的に評価するため、利便性、単純性、頑健性という3つの観点のうち、特に単純性として転てつ機の切り替え回数による評価手法を検討した。

今後の課題には、運行に必要な転てつ機だけを抽出して算出すること、利便性・頑健性の評価と組み合わせること、対象とする路線をネットワーク状に拡張することなどが挙げられる。

6. 参考文献

[1] 國松武俊・平井力・富井規雄：「マイクロシミュレーションを用いた利用者の視点による運転整理案評価手法」, 電気学会論文誌 D, Vol.133, No.7, pp.756-764 (2013-7)

[2] 香取照臣、泉隆：「車種と進路の組み合わせによる運転整理案の作成」, 電気学会交通・電気鉄道研究会、TER-16-9, pp.7-13(3/Mar/2016)

[3] 曾根悟：「新しい鉄道システム」, 新オーム文庫, オーム社 (1987)

[4] 宮本俊志・香取照臣・泉隆：「利便性・単純性・頑健性の観点からの列車ダイヤ評価手法の検討」, 電気学会交通・電気鉄道研究会, TER-20-53, pp.37-42(2020-3)