

G-4

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

Timetable evaluation method based on accessibility, simplification and robustness

○宮本俊志¹,香取照臣², 泉 隆²

*Takashi Miyamoto¹, Teruomi Katori², Takashi Izumi²

Abstract: For better train timetables evaluation suggestion, we found a various evaluations level from the viewpoint of simplification and robustness of diagram. And the evaluation points that real timetable is consider the proposed conditions.

1. まえがき

鉄道のダイヤを決定することは容易ではなく、現状ではダイヤ自体を評価し定量的に評価する指標がない。また多数の要素が混在するため1つ1つ独立して考えることは可能だが、それら全てを容易に統一することは困難である。

本研究では、列車ダイヤを部分と全体の両面から同項目で評価する方法を検討している。本論文では列車ダイヤに求められるものとして、利便性・単純性・頑健性の3つを挙げ、それぞれの関係と評価する項目を検討した。そしてそれらをいくつかの列車ダイヤに適用した。

2. 列車ダイヤとその評価

2.1 列車ダイヤとは

列車ダイヤとは列車の運行計画のことであり、列車1本1本に対して通る各駅の着時刻と発時刻、番線、運転する路線などが定められている。これを図示したものをダイヤグラムといい、横軸を時刻、縦軸を駅の位置として、各列車の発時刻と着時刻を結ぶことによって列車の動きを示している。

2.2 列車ダイヤに求められるもの

Table1 はダイヤ策定時に関係すると思われる項目を列挙し、その中から列車ダイヤに求められる事項として、それらを端的に表す評価値と肯定的・否定的な構成要素に分類したものである。

3. 評価方法・評価基準

2での議論から使用する列車ダイヤの実際の評価には、

- (1) 利便性 平均所要時間,平均運転時隔
- (2) 単純性 運転時隔の標準偏差
- (3) 頑健性 平均運転時隔,平均折返時間

を用いることが適切であるが、もともと異なる物理量の場合もある。また評価値によっては他の評価に相反するため、適切な値を決定する必要がある。

Table1. Considering train timetable conditions

	評価値	肯定要素	否定要素
利便性	旅行時間 運転時隔	緩急接続 短運転時隔	
単純性	等時隔	等時隔 パターンダイヤ	
頑健性	運転時隔 折返時間	長運転時隔 長折返時間	短運転時隔 短折返時間

3.1 利便性の評価

利便性の評価として平均所要時間を使用する。所要時間とは各駅間の移動にかかる時間である。

$$\text{平均所要時間} = \frac{\Sigma(\text{出発駅の発車時刻}-\text{目的駅の到着時刻})}{\text{該当する所要時間数}} \text{ [min]} \text{ (1)}$$

平均運転時隔に関しては3.3節にて論じる。

3.2 単純性の評価

単純性の評価として運転時隔の標準偏差を使用する。標準偏差が0なら等時隔であり単純性が満たされている。大きな差が生じる場合があるため、標準正規分布に従い正規化を行った。

$$\text{標準偏差} = \sqrt{\frac{\Sigma(\text{各駅での平均運転時隔}-\text{算出した平均運転時隔})^2}{\text{算出した平均運転時隔のデータ数}}} \text{ [min]} \text{ (2)}$$

3.3 頑健性の評価

(1) 平均運転時隔

平均運転時隔を参照することによって運転時隔の余裕がどのぐらい取られているかがわかる。よって頑健性の充分さが判別できる。またこの値は、小さいほどホ

1: 日大理工・院(前)・情報, 2: 日大理工・教員・情報

ームで待つ時間の短縮を意味するため,利便性の評価にも当たる.

$$\text{平均運転時隔} = \frac{\sum \text{各駅の平均運転間隔}}{\text{モデル線路の駅数}} - \text{最小運転時隔} [\text{min}](3)$$

(2) 平均折返時間

頑健性を満たしているかの評価として終端駅での列車の停車時間を求める.それを平均折返時間とし,時間的余裕がどれほど確保されているかを比較する.

$$\text{平均折返時間} = \frac{\text{終端駅での総停車時間}}{\text{終端駅での停車回数}} - \text{最小折返時間}[\text{min}](4)$$

3.4 評価値

評価値は式(2)と式(3)と式(4)の 3 式をかけあわせたものとする.

$$\text{評価値} = \text{平均運転時隔} \times \text{標準偏差(正規化)} \times \frac{1}{\text{平均折返時間}} (5)$$

評価値は 3.1~3.3 での議論から,小さいほど良いダイヤである.

4. 結果と考察

4.1 対象路線

列車ダイヤを評価するモデル路線を Figure1 に示す.モデル路線の走行距離は 16.2km であり駅数は 9 駅である.また 1 ブロック当たり移動した場合の単位時間は 15[sec]である.

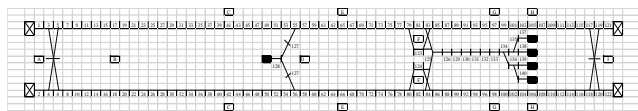
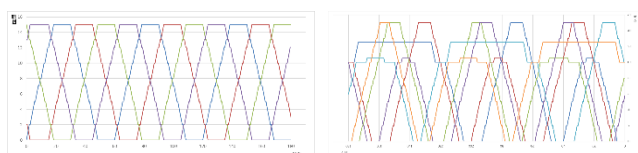


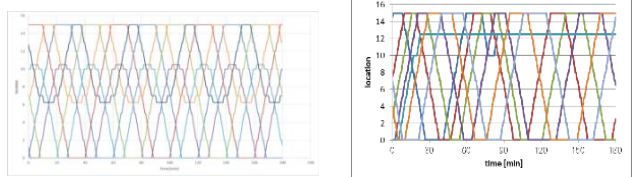
Figure 1. Model route map is divided blocks

またこのモデル路線での最小運転時隔は 2[min]であり,最小折返時間は 5[min]である.



(a)cycle

(b)non equality



(c)turn back

(d)real

Figure 2. Evaluated Diagram

Table2. Evaluation results of diagram (Normalization)

	運転時隔		平均折返時間 [min]	折返回数 [回]	評価値
	平均 [min]	標準偏差 (正規化) [min]			
(a)	13.00	0.56	6.59	22	1.12
(b)	11.57	1.00	4.80	31	2.41
(c)	7.07	0.99	3.96	50	1.78
(d)	8.55	0.99	8.74	29	0.97

4.2 様々なダイヤでの評価

Figure2 に示すダイヤで,それぞれ平均運転時隔と標準偏差,平均折返時間,評価値を求めた.結果を Table2 に示す.ダイヤはすべて 3 時間分であり,最小運転時隔を 2[min],最小折返時間は 5[min]としている.

現行ダイヤを模したダイヤ(d)が評価値として最小となった.ダイヤ(b)と比較すると約 2 倍以上の差があり,ダイヤ(b)は(d)の 2 倍以上悪いということになるが,他の評価を加えたときに変化する可能性があるため,現状では断言できない.

5. まとめ

列車ダイヤ評価のために,利便性・単純性・頑健性の観点からの各種ダイヤの評価方法を考案した.パターンダイヤのように折返時間と平均運転時隔が確保されたものは優れていることになり,現行のダイヤ(d)はこれらの条件が考慮されたものといえる.しかし,単線区間などではこれら二つの要素を考慮できない場合があるため,その場合は他の評価として利便性や効率性を参照し評価を組み込む必要がある.また,現行ダイヤは本論文の評価項目が配慮されて作成されていると言える.

今後の課題として,平均旅行時間を用いた評価値の算出,OD データを使用した評価案の検討,様々なダイヤでの評価の実現が挙げられる.

文献

[1] 宮本俊志,香取照臣,泉隆,「単純性・頑健性の観点からの列車ダイヤの評価の検討」,2019 年電気学会産業応用部門大会,Y-183(2019)