

ORを利用した鉄道経営システム 鉄道ダイヤの評価と新乗降システムの提案

02102894 大阪国際大学 経営情報学研究科 小林 正樹 KOBAYASHI Masaki

1. はじめに

現代の人間は生活のために様々な場所へ動かねばならない。その移動手段の一つとして鉄道が存在する。鉄道は決められた列車ダイヤグラム（以下、ダイヤ）に従って運転され、人や荷物を運ぶサービスをその役割とし、その代償として運賃収入を得て経営を成り立たせている。鉄道が生まれて百数十年が経過するが、現在までダイヤについて総合的に評価が行われているものは存在しない。

本研究ではまず鉄道のダイヤの基本的な評価方法を提案する。次にその評価法から改善点を見出しフィードバックの指針とする。次に根本的な改善案をいくつか示し、さらに便利なダイヤの作成を導く。最後に乗車券を持たない乗降形態を提案し、乗客の動向をつかみ直接ダイヤへ反映可能なシステムの提案を行う。

2. 鉄道ダイヤグラムの評価手法

一言で鉄道ダイヤを評価すると言っても、鉄道会社側と利用者の側ではその評価が異なる。その違いに乘客個々人のニーズに合わない場合が出現し、利用者の期待と現実との差異に不満が生まれる。そこでダイヤを評価するにあたり、乗客が直接鉄道を利用する際の「量」と「質」に関する以下の2点を評価の指標として取り上げる。

- ・乗客が乗車駅に到着してから降車駅を下車するまでの到達時間(量)
- ・列車に乗車中の快適性(質)

利用者が求めているものは列車のダイヤ通りの運行だけではなく、乗客自身が期待しているサービスを満足するかということである。この乗客の満足を定量的に表し、実際の数値との差異を評価算出し、この2点の加重和によってダイヤの評価を行う。まず時間について、ある乗客が駅に到着し、

列車の到着を待ち、列車に乗車し、乗り換えがある場合には数度繰り返す、目的の駅にて下車する。その全ての時間を鉄道システムの「利用時間」とする。乗客が乗り換える回数を n 、実際の利用時間を T_a 、実際の待ち時間を A_{wi} 、実際の乗車時間を A_{ti} とすれば、

$$T_a = \sum_{i=1}^{n+1} (A_{wi} + A_{ti}) \quad (1)$$

となる。また各項目に対する乗客の期待する時間 T_e も同様に示される。この期待と実際との差異を評価値に利用し、乗客の満足度関数を以下のように仮定する。

$$P_t = \begin{cases} (T_e - T_a), & \text{if } T_e - T_a \geq 0, \\ -(T_e - T_a)^2, & \text{if } T_e - T_a < 0. \end{cases}$$

期待時間より実際の時間の方が長い場合、2乗のスケールでペナルティーを与えることで、遅いということに対する乗客の感情を表現している。次に質の面において、乗車する列車の混雑度を指標として用いる。列車の混雑度は乗客の数と列車の運転本数、編成両数等に起因するが、詳細なデータが必要であるため、列車の運転間隔を考える。移動平均法により、周りの同等の列車と比べて混雑度がどうであるかを考慮する。ある列車 i の評価値 P_{ci} は、前列車との間隔 I_{ti} および前後1時間当たりの列車運転本数 k_i を用いて

$$P_{ci} = \frac{60}{k_i} - I_{ti} \quad (2)$$

で示される。よってある乗客が鉄道システムを利用する際の快適性評価指標は

$$P_c = \sum_{i=1}^{n+1} P_{ci} \quad (3)$$

で与えられる。以上2点の基準の加重和により、ある乗客の鉄道システム利用に対する評価 S は、時間(量)と快適性(質)に対する

乗客の相対的な加重係数 l を用いて、

$$S = P_i + lP_c \quad (4)$$

となる。この乗客の総合評価がゼロの場合は期待通りのダイヤであり、正であるならば期待よりも満足度の高いダイヤ、負であれば満足度の低いダイヤであると評価ができ、当該路線がどの程度の評価を得ているかが把握できる。また逆に、指標の構成要素を追跡することにより、どの部分に乗客の不満が多いのか知ることも可能である。

さて全般的によりよいダイヤを作成するには、乗客の満足度を当該路線に存在する様々な制約条件下において最大化すればよい。混雑緩和あるいは待ち時間の減少のために k を増加させれば A_{wi} および P_{ci} は減少するものの、列車の本数を増加させすぎれば渋滞(ダンゴ運転)が起これ、 A_{ti} が増加する。よってこれらの制約のもとで均衡点を見出し、最適解を求めなければならない。しかし k の値には限界があるため、その上限を超えた場合には車両の増結やその他の方策を打ち出す必要がある。

3. 携帯電話を用いた無券乗車システムと新形態ダイヤの提案

現在の鉄道への乗車方法は、乗車駅で乗車券を購入し降車駅で渡す、もしくは定期券を双方の駅で提示する仕組みである。この煩雑さを払拭し会社側にもリアルタイムで乗客情報を与える方法として、携帯電話等を利用した無券乗車システムを提案する。

情報媒体としては、PHSや携帯電話等の個人情報端末を利用する。鉄道を利用する乗客は端末を携帯し、乗車時及び降車時にその情報が端末側および鉄道会社側の双方に記録される。利用者は切符を買う手間や定期券を掲示する煩雑さがなくなり、ハンズフリーでゲートを通過できる。料金の決済は利用者側と鉄道会社側の記録が一致した上で、自動的に銀行から引き落としされる。また携帯端末の画面を利用し、時刻案内や乗り換え案内を表示させるサービスも行う。何らかの事情で列車に遅延が生じた

り乗り場の変更などがある場合や、通常の場合でも広告として利用が可能である。これは身体障害者に対しても対応できるよう音声による表現等を併用する。これらによって乗客の快適性が上昇するが、携帯端末の重要性が増し、紛失した場合などに大きなトラブルが発生することは否めない。

このシステムを利用して、新しい形態のダイヤが作成可能である。乗客の入出場記録より、鉄道会社側はリアルタイムで乗客の動きを得ることが可能であり、ある駅で急に乗客が増えた場合、急遽臨時列車を仕立てて対応が可能である。定期利用以外の乗客の行き先については乗車駅において把握が不可能であるため、乗車ゲートを通過する前に携帯端末に行き先を音声等で入力する必要がある。鉄道会社は事前に旅客の動向を察知することが可能となり、臨時列車の運転がよりスムーズに行われることとなる。したがって新しいダイヤ形態としては、基本ダイヤが存在し、乗客の動向に合わせて列車を増発するというフレキシブルなダイヤ形態となり、乗客には携帯端末に現在のダイヤ状況が提供される。このように多くの情報を乗客側に与えることにより、利用客は便利で快適な乗車を得ることができる。また鉄道会社側にとってはトータルなシステムで運行状況および乗客の流れをつかむことが出来、よりよいサービスが可能となるであろう。

参考文献

- ・村田悟, Dr.C.Goodman, 「乗客の満足度を考慮した列車群制御方式」, 『第34回鉄道におけるサイバネティクス利用国内シンポジウム』407, pp.100-103, 1997.
- ・藤本幸治, 曾根悟, 「駅構内の混雑緩和を考慮した通勤ダイヤ」, 『平成7年電気学会全国大会論文集』902, pp.368-369, 1995.
- ・Eastham, R.Takagi, T.Mizuma, S.Sone, 「An Approach to the Evaluation of Transportation Systems」, 『J-Rail'95』116, pp.413-416, 1995.
- ・曾根悟, 「列車群運行総合シミュレータ」, 『東京大学工学研究科』, 1996.