

鉄道一般
車両
施設
電気
運転・輸送
防災
環境
人間科学
浮上式鉄道

# 指定席・自由席を きめ細かく配分する

特急列車など、指定席と自由席が両方ある列車では、指定席・自由席それぞれに多様な旅客ニーズがある一方、その配分のパターンは、ほとんどの場合あまり多くありません。このため、この配分とニーズが一致せず、利便性の低下や鉄道事業者の収入減少を招いてしまうことがあります。この問題に対する解決策の1つに、旅客ニーズに合ったきめ細かい配分の実現があげられます。ここでは、各列車の潜在的な需要や、満席・混雑時の旅客の行動変化を推定する手法と、これらを用いて最適な配分を算出するシステムについて紹介します。



中川 伸吾  
Shingo Nakagawa  
信号・情報技術研究部  
交通計画研究室  
副主任研究員  
【専門分野】旅客行動分析、収益管理

## はじめに

JRの特急列車のほとんどは、同じ列車の中に指定席と自由席の両方があります。多くの場合、指定席と自由席は設備としては同じであり、違いは座席指定の有無と価格のみとなっています。したがって、指定席と自由席の配分（以下、席種設定）は、鉄道事業者の施策によって自由に決められます。一方、市販の大型時刻表の巻末に載っているJRの特急列車などの編成表からもわかるように、実際には席種設定のパターンはそれほど多くありません。これは時として、多様な旅客ニーズと一致せず、指定席の満席や自由席の混雑（図1）、また混雑の偏りによる座席利用率の低下<sup>1)2)</sup>につながってしまい、

旅客の視点では利便性低下、鉄道事業者の視点では利用者離れや収入減少を招いてしまいます。

これらの問題は、増便や増結で輸送力を増やして混雑を緩和することで解決できます。しかし、車両や乗務員を増やせない、ダイヤ上増便の余地がないなどの理由で、実現が困難な場合があります。そこで、席種設定を旅客のニーズに合わせてきめ細かくすることで、問題を解決する手法の開発に取り組みました。「きめ細かくする」とは、同じ系統でも季節・曜日・時間帯によって席種設定を変える、途中の駅で席種設定を変える、1両ごとでなくより細かい単位で席種設定を行う、といった方法をさします。これは輸送力を効果的に使うアプローチであるといえ、そもそも輸送力を増やせる場合でも、席種設定をきめ細かくすることで混雑緩和の効果をさらに高めることができます。



図1 ホームでの乗車待ちの列

## 基本的な考え方

効果的な席種設定を行うには、席種設定を変えることにより旅客数がどのように変わるかを把

表1 特急列車の乗車実績データの特徴

	(1) 座席予約システムの販売実績	(2) 優等列車 OD 調査	(3) 乗車人員報告
調査方法	システムから抽出	着券回収など	車掌の目視
得られるデータ	OD データ (※参照)	OD データ	調査対象区間での乗車人数
対象列車	全日全便	調査対象日の全便	全日全便
対象席種	自由席以外	全席種	全席種
長所	指定席の OD がほぼ正確に得られる	自由席の OD が得られる	全日全便全席種のデータが揃っている
短所	販売実績と乗車実態は必ずしも一致しない	季節・曜日などによる波動変化の把握は不可	目視でありほかのデータより精度が低い

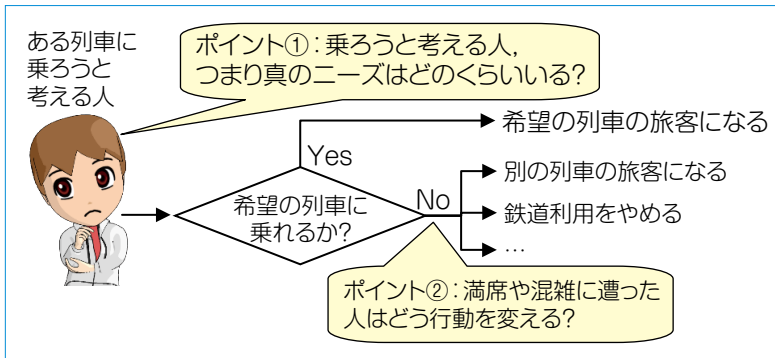


図2 人が列車の旅客になるまでの判断過程

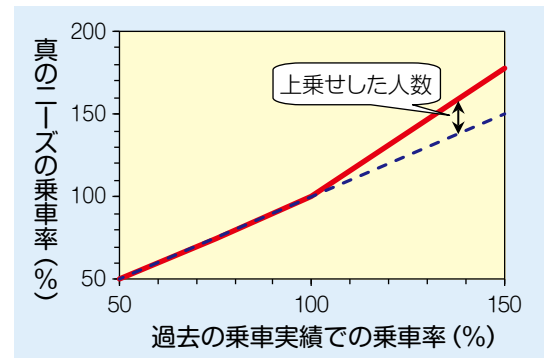


図4 過去の乗車実績と真のニーズの関係(自由席)

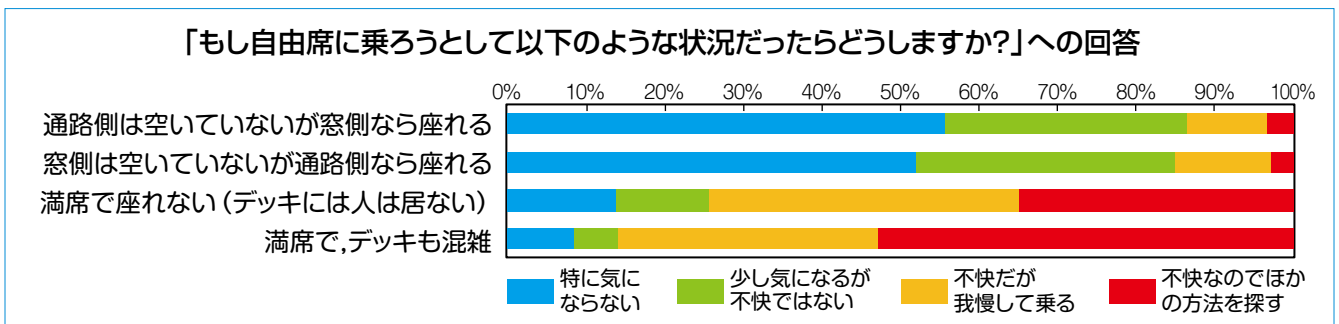


図3 Webアンケート調査結果

握する必要があります。ここで、人が列車の旅客になるまでにどのような判断をしているかを考えると、図2のように、①ある列車を利用しようとする、②希望の列車が満席や混雑で利用できない場合は第2希望以下の列車に変える(または列車の利用をやめる)、という2段階の判断をしていると考えられます。したがって、旅客数の把握には、①ある列車を利用しようとする人の数、すなわち旅客の真のニーズの推定、②満席や混雑によって生じる、真のニーズと旅客数の差の推定、の2点が必要となります。

このうち①については、真のニーズとは実際には乗車していない人を含むため、乗車実績やきっぷの販売実績な

どのデータをそのまま真のニーズとみなすことはできません。そこで、真のニーズをデータから推定する手法が必要になります。また、②については、混雑や満席に遭遇した人がどのように行動を変えるかを推定する手法が必要になります。これらの手法をつくり、さらに効果が最大になる席種設定を計算する手法を構築することで、問題の解決が図れます。

### 真のニーズを推定する

真のニーズを対象となる列車の過去の乗車実績を活用して推定することを試みました。しかし、表1に示すように、特急列車の乗車実績を表すデータにはそれぞれ長所だけでなく短所があ

り、過去の実際の列車の利用実態を完全な形で把握することはできません。そこで、これらのデータの分析や別途Webアンケート調査を実施して(図3)<sup>3)</sup>、過去の乗車実績にある程度の人数を上乗せして真のニーズを推定する手法(図4)、乗車人数データをODデータに変換する手法を構築しました。

#### ※ OD データ

OD は 発 駅 (Origin) と 着 駅 (Destination) を 組 み 合 わ せ た 言 葉 であり、OD データは旅客の乗降駅がわかるデータ、たとえば「○駅から○駅まで乗車した旅客は○人」というようなデータをさします。

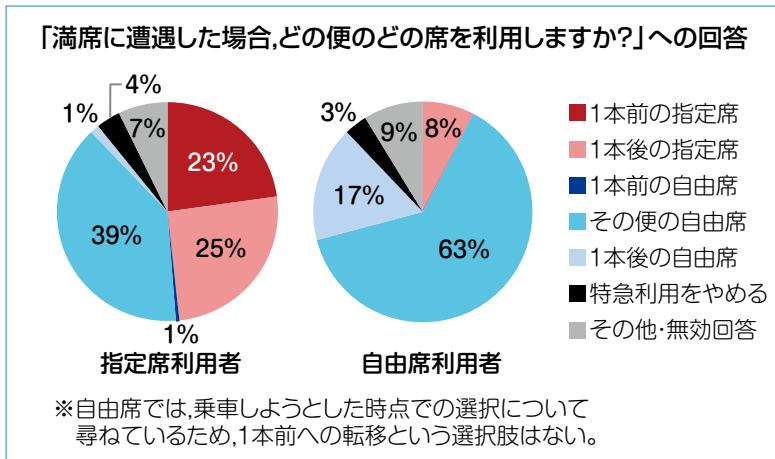


図5 特急列車での旅客アンケート結果

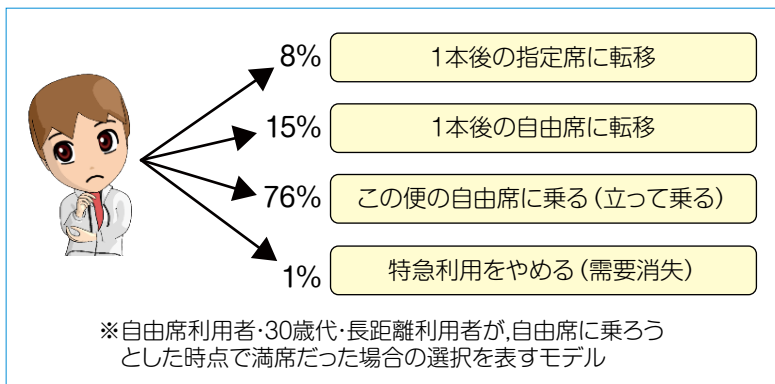


図6 「次善策選択行動モデル」の例

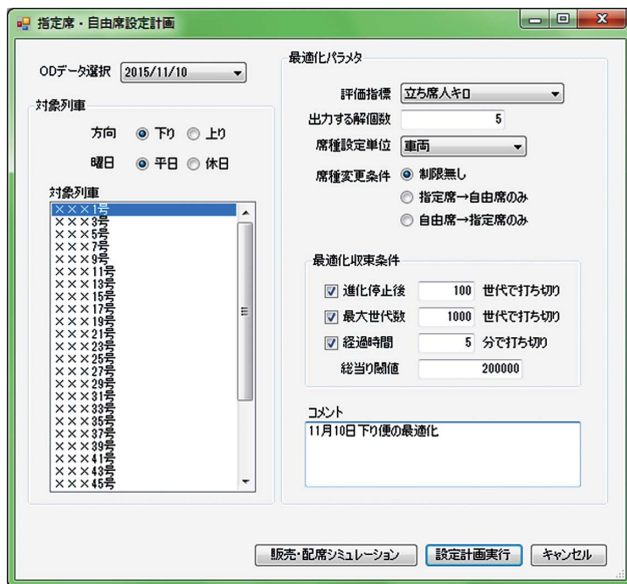


図7 席種設定計画システムの初期設定画面

### 旅客数を推定する

図2のポイント②にあるように、真のニーズから旅客数への変化、つまり満席や混雑による変化を推定するには、これらに遭遇した旅客がどういう選択をするかを把握する必要があります。

そこで、ある特急列車に乗車中の旅客に、いま利用中の座席を利用できなかったとしたらどのようにしたか、次善策選択行動に関するアンケート調査を実施しました。

結果を図5に示します。指定席利用

者を対象にした調査では、別の便の指定席に移るという回答が前後合わせて約半数、自由席へ移るという回答が約40%となりました。自由席利用者では、満席で座れないのを承知の上でその便の自由席に乗るとした回答が約3分の2を占めました。

また、男女や年代などによって回答の傾向に差があることもわかりました。指定席利用者については年代と同行人数、自由席利用者については年代と利用区間によって、それぞれ統計的に高い確度で差があるといえることがわかりました。これをふまえて、満席や混雑に遭遇した旅客が、それぞれの選択肢をどの程度の割合で選択するかを表す「次善策選択行動モデル」を作成しました。一例として、自由席利用者・30歳代・長距離利用者のモデルを図6に示します。なお、自由席利用者の選択肢は図6にある4つですが、指定席利用者の場合は、これに「1本前の指定席に転移」「1本前の自由席に転移」を加えた6つとなります。

### 良い席種設定を求める

ここまでで紹介した手法を組み込んだ「席種設定計画システム」を開発しました<sup>4)</sup>。これは、計算対象の日・便を設定し、さらに、席種設定をどの程度きめ細かくしてよいかなどの計算条件や、席種設定の良し悪しを評価する尺度を設定すると、尺度をもっとも良くする席種設定を計算して表示するものです。計算条件には、席種設定を1両ごとで行うかより細かい単位で行うか、途中駅での席種設定変更を許すか、などを設定できます。評価尺度には、①自由席で座れない旅客の人数×乗車距離(以下、立席人キロ)を最小にする、②指定席と自由席の乗車率の差を最小にする、③全体の乗車率を最大にする、④鉄道事業者の総収入を最大にする、

の4種類のいずれかを設定できます。これらの設定を入力するための画面を図7に示します。

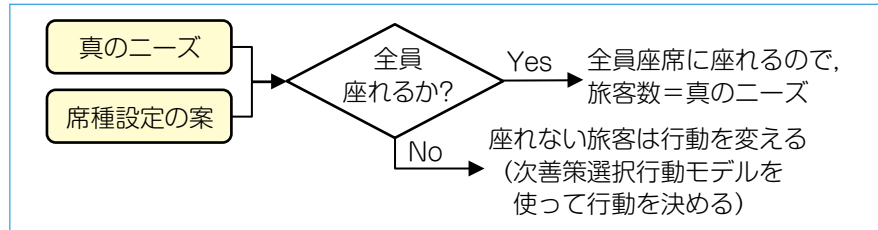


図8 席種設定の案に対する旅客数を計算する流れ

計算の流れの概要を図8に示します。推定した真のニーズと席種設定の案を比較して、全員が座れる場合は真のニーズがそのまま旅客数になります。指定席の満席や自由席の混雑により座れない旅客が出た場合は、その旅客の行動変化を次善策選択行動モデルにしたがって推定し、旅客数を計算します。この計算をさまざまな席種設定の案に対して行い、その中から尺度がもっとも良い席種設定

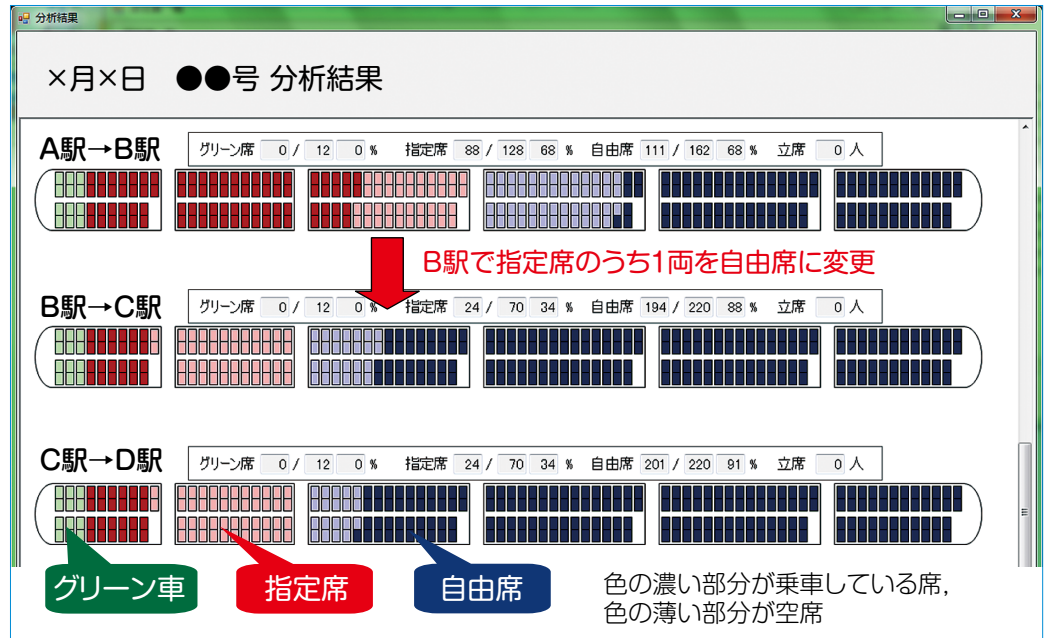


図9 席種設定計画システムでの計算結果の表示例

を表示します。ただし、考えられる席種設定の案は通常、膨大な数になるので、効率よく計算を行うために、数理最適化と呼ばれる手法を用いています。

計算結果の表示例を図9に示します。グリーン車を緑、指定席を赤、自由席を青で、便・停車駅間ごとの配席図の形式で表示しています。また、各停車駅間での乗車人数を色の濃淡で直感的に理解できるようにしてあります。なお、旅客の実際の乗車位置は考慮せず、端から詰めて着席する形で表示しています。この図の例では、途中のB駅で

指定席のニーズが減り自由席のニーズが増えるため、これに合わせて指定席を自由席に変えて混雑緩和を図る提案をしています。このような提案も可能であり、実際にある特急列車において、旅客サービスの向上に寄与する結果が得られました。

### おわりに

ここで紹介した手法およびシステムは、席種設定をきめ細かくする効果を数値化することができるので、輸送サービスをどのように設定するかを考

える段階での検討材料として活用できます。

実際の列車への適用に向けては、きめ細かい配分をどのように乗務員・駅係員に伝え、旅客に案内するか、などの点が課題となりますが、鉄道事業者の理解・協力をいただきつつ、実用化を目指していきたく考えています。また、今後も、旅客・鉄道事業者の双方にさらに寄与できるサービス施策・営業施策の実現に向け、研究開発を進めていきます。RRR

## 文献

- 1) 南邦毅, 寺部慎太郎, 家田仁, 水口昌彦: 幹線鉄道における座席配分最適化の研究, 土木計画学研究・講演集, Vol.27, 2003
- 2) 鈴木浩明, 黒部久名: 旅客の特急列車における指定席・自由席選択行動の分析, 鉄道総研報告, Vol.7, No.1, pp.59-66, 1993
- 3) 中川伸吾, 柴田宗典, 尾崎尚也, 深澤紀子, 鈴木崇正: 優等列車の席種設定最適化に向けた旅客需要に関する研究, 鉄道工学シンポジウム論文集, Vol.18, pp.179-186, 2014
- 4) 中川伸吾, 柴田宗典, 深澤紀子: 優等列車の競争力・収益性向上に向けた柔軟な席種設定手法, 鉄道総研報告, Vol.30, No.8, pp.23-28, 2016