

複数人予約の連席保証を実現する鉄道向け自動座席割当手法

三菱電機株式会社 *安藤 優平 ANDO Yuhei
三菱電機株式会社 柴田 秀哉 SHIBATA Hideya
三菱電機株式会社 高田 佳典 TAKADA Yoshinori

1. はじめに

鉄道では、十分な数の空席が存在するにも関わらず、予約済の座席の配置によっては、長い区間や連席を希望する複数人の新規予約を受け付けられなくなることがある。この問題は、事業者視点では収益低下、旅客視点では交通手段確保時の利便性低下に繋がる。

航空機等では、不要な空席を生じさせないために、発車直前までは予約の受入のみを行い、発車直前に一括で座席配置を決定する方法が取られている。一方、鉄道で同様の方法を用いる場合、複数人予約に加えて乗車区間を考慮する必要があり、座席配置のために考慮すべきルールが複雑である。そのため、座席配置決定が困難となるのは勿論のこと、前段階として予約を受入可能であるかを判断することが容易ではない。文献[1]では、鉄道を対象とし、受入済の予約における座席配置を混合整数計画問題の求解により決定する方式を提案しているが、予約の受入可否については言及されていない。受入可否の判断には対話的応答性が要求され、さらに、受入可能な予約を可能な限り多く受け入れること、受入不可能な予約を誤って受入可能と判断しないことが要求される。

本研究では、複数人予約における連席保証や複数の乗車区間が存在する条件下において、受入可否の正確性と対話的応答性を両立しつつ、列車の輸送効率を向上させる座席割当手法を提案する。

2. 問題設定

本研究における問題設定は以下のとおりである。

- 複数車両からなる1編成の列車を対象とする
- 座席配置は発車直前に決定するが、予約の受入可否は予約者に対し即座に通知する。このとき、受入不可能な予約を受入可能と判断してはいけない
- 複数人予約に対し、隣接した座席が確保されることを保証する
- 座席配置の良否は、輸送量と機会損失数（受け入れられなかった予約の数）で評価する。輸送量として輸送人キロ（旅客毎の移動距離の総和）を採用する

3. 提案手法

3.1. 提案手法概要、基本方針

提案手法の全体構成を図1に示す。提案手法は、新規予約が行われる度に実施する受入可否判定、座席

仮割当と、新規予約が発生しない夜間等に時間をかけて座席配置を決定する座席整理からなる。

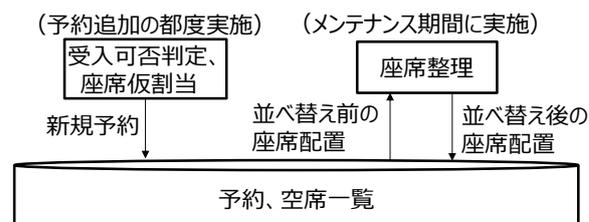


図1 提案手法の全体構成

提案手法の基本方針について説明する。受入可否判定及び座席仮割当にて、短区間の空席がなるべく散在しないように暫定的な座席配置を仮で決定し、これを用いて予約の受入可否を判定する。また、座席整理にて、暫定的な座席配置を定期的に整理する。

3.2. 提案手法詳細

本節では、提案手法の詳細を説明する。3.2.1項にて提案手法の全ての処理に共通する概念である複数人予約の取り扱いについて説明し、3.2.2項以降で各処理の詳細を説明する。

3.2.1. 複数人予約の取り扱い

提案手法では、複数人予約における連席保証を実現するために、予約人数毎に想定される座席配置の集合（連席パターン）を予め列挙し、通路に平行な座席の組（列）の単位で各連席パターンを割り当てることを考える。連席パターン、及び列単位での割当の概念図を図2に示す。図2の吹き出しは1列に4席が存在する列車における3人予約までの連席パターンの例であり、割当の対象の列とその直後の列における座席の割当有無を表す。各パターンについて、色付きのマスはそのパターンにおいて旅客を割り当てる座席を、その他のマスは割り当てない座席を表す。

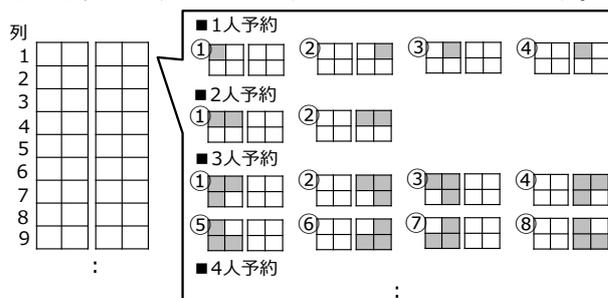


図2 連席パターン、列単位での割当の概念図

以下では、連席パターンを用いた座席配置の表現方法について説明する。提案手法では、それぞれの列について、各連席パターンを割り当てるか否かで座席配置を表現する。図3の例は、列1に3人予約のパターン③と2人予約のパターン②を、列2に3人予約のパターン④を割り当てたものである。このように、座席が重複しない限り、同じ列に2つ以上のパターンが割り当てられることを許容する。

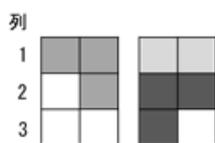


図3 座席割当の例

また、提案手法では、受入可否判定、座席仮割当を効率化するために、乗車区間(乗車駅と降車駅の組)、同時予約人数毎に、各列に座席割当が可能か否かを表1のような割当可否リストとして保持する。リストで保持する値は、割当可能な場合は1、不可であれば0である。図3の2列目を例として説明すると、1人予約と3人予約では割当可能なパターンが存在するため1となり、2人予約では割当可能なパターンが存在しないため0になる。

表1 割当可否リスト(乗車区間毎)

列	同時予約人数			
	1	2	3	...
1	0	0	0	...
2	1	0	1	...
3	1	1	1	...
...

3.2.2 受入可否判定

受入可否判定では、割当可否リストを参照し、割当可能な列が1つでも存在すれば受入可能、1つも存在しなければ受入不可と判定する。この判定は、全ての列における総和を求め、その総和が0であるか否かを確認することで容易に実施可能である。暫定的な座席配置に基づく判定であるため、受入不可能な予約を誤って受入可能と判定することはない。

3.2.3 座席仮割当

座席仮割当では、可能な限り列車の前方の座席に旅客を割り当てていく。これは、列車の前方に旅客を割り当てることにより、後方に長区間のまとまった空席が確保される、という考えに基づく。具体的な処理内容としては、対象の予約の乗車区間、同時予約人数に対応する割当可否リストについて、値が初めて1となる列を先頭から探索し、その列に対して座席の

仮割当を行う。その後、対象の乗車区間を含む乗車区間に対応する全ての割当可否リストについて、仮割当を行った列とその前後の列の値を更新する。

3.2.4 座席整理

座席仮割当のみでは、予約キャンセル等の影響により常に前方の座席に旅客が割り当たった状態を維持することは困難である。そのため、予約の入らないメンテナンス期間に、01 整数計画問題を解くことで受入済の予約の座席配置を並べ替える。

4. 評価

15両、1両17列、1列4席の計1,020席の座席が存在し、停車駅が6駅(5区間)の列車に対し、乗車区間の異なる1~6人の予約を順次追加し、無作為に座席を選択して都度確定させる手法と提案手法とで、機会損失数、輸送人キロを比較した。結果を表2、図4に示す。機会損失数について、手法毎の合計数は比較手法が多い。一方で提案手法では1人予約でも受入不可となっている。これは終盤の予約に対し1人予約でも損失が生じており、空席が少ない座席配置を実現できているためと考えられる。輸送人キロについて、比較手法では約400件の予約が追加された後で停滞するのに対し、提案手法では継続して上昇している。以上より、提案手法の優位性を確認した。

表2 評価結果(機会損失数)

	同時予約人数					
	1	2	3	4	5	6
提案手法	3	0	1	3	3	1
比較手法	0	18	11	20	15	19

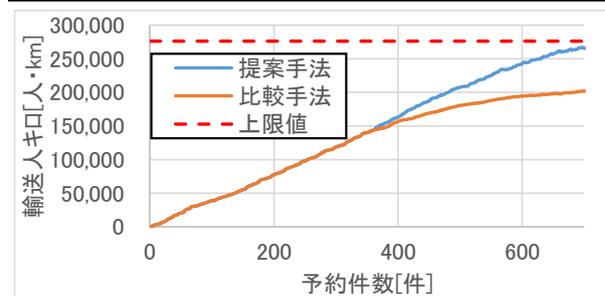


図4 評価結果(輸送人キロ)

6. おわりに

本研究では、複数人予約における連席保証や複数の乗車区間が存在する条件下において、受入可否の正確性と対話的応答性を両立しつつ、列車の輸送効率を向上させる座席割当手法を提案した。今後は、速度と精度の両立に向けた座席整理の詳細検討を行う。

参考文献

[1] 日立製作所. 座席予約装置. 特開平 11-328278.