

2023年度 運輸・営業分野Webセミナー

割引商品の発売上限数に着目した イールドマネジメント手法

情報通信技術研究部 情報解析研究室
主任研究員 中川 伸吾

はじめに

イールドマネジメント

= 商品・サービスの、価格・販売量を変えることで、**収益最大化**を図る手法

航空、ホテル、イベントチケット、…

- 供給量が固定されている
 - 在庫が持ち越せない
- } 商品・サービスに適用可能

➡ 鉄道でも**指定席**や**着席定員制**の列車に適用可能

座席数は所与、空席は持ち越せない

本日は、鉄道向けイールドマネジメント手法の一環として、
割引商品の発売上限数に着目した手法をご紹介します

目次

- 背景、動機
- 割引商品発売上限数設定計画手法
 - ✓手法の概要
 - ✓開発要素:需要(商品購入希望者数)の推定
 - ✓開発要素:次善策選択行動の推定
- 開発した計算システムと、実際の販売への試験適用(ケーススタディ)
- まとめ
- ご質問に対する回答

目次

- 背景、動機
- 割引商品発売上限数設定計画手法
 - ✓手法の概要
 - ✓開発要素:需要(商品購入希望者数)の推定
 - ✓開発要素:次善策選択行動の推定
- 開発した計算システムと、実際の販売への試験適用(ケーススタディ)
- まとめ
- ご質問に対する回答

背景

収入増を目的とした営業施策として、
割引商品の販売がある

近年では、収入増の効果を高めるため、
販売数を限定した割引商品も増えている



客単価減少 < 旅客数増加

席数限定〇〇きっぷ
●月●日 ◆◆号
△△ → ××

何席限定なのかは
明示していない

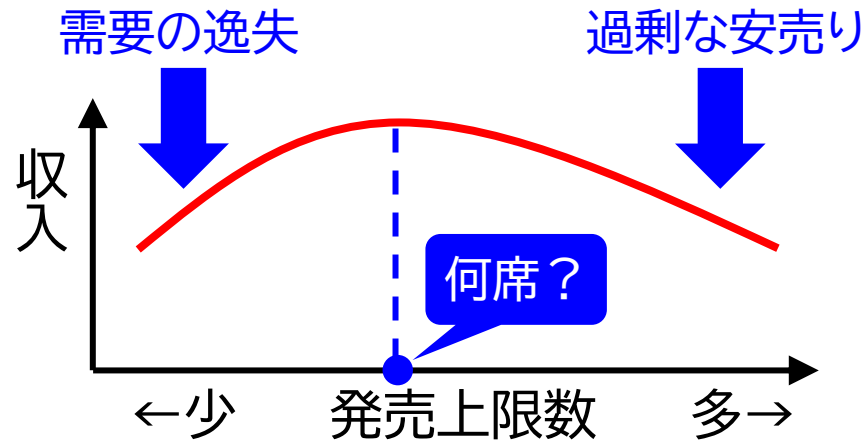


鉄道事業者が、何席限定にするか = 発売上限数を
適切に定める必要がある

適切な発売上限数とは

発売上限数が多すぎる → 過剰な安売り・収入の取りこぼし

// 少なすぎる → 旅客数を増やせない(需要の逸失)



このバランスをとった発売上限数を設定できれば、収入増の効果が高まると期待できるが…

手法開発の動機

現状の発売上限数設定の課題

- 策定すべき量が膨大
- 経験や前例が頼り
- 収入のとりこぼしがありうるが定量的に評価できない



収入を最大にする発売上限数を
定量的に算出できる手法を開発



目次

- 背景、動機
- 割引商品発売上限数設定計画手法
 - ✓ 手法の概要
 - ✓ 開発要素: 需要(商品購入希望者数)の推定
 - ✓ 開発要素: 次善策選択行動の推定
- 開発した計算システムと、実際の販売への試験適用(ケーススタディ)
- まとめ
- ご質問に対する回答

開発手法での発売上限数制御の前提

- [A] 1日の下り全便(または上り全便)の発売上限数を制御対象とする
- [B] 商品や商品設計は所与、同一商品はいつでも同一価格・条件
- [C] 一部の便だけで販売する商品も可
- [D] 商品の販売期限を設けても可
- [E] 発売上限数は販売開始前に定める

開発手法での発売上限数制御の前提

20**年*月**日の商品リスト

諸元 \ 商品	ネット割	早割5	超得20	...
価格	〇〇～××間5000円 〇〇～△△間6000円 ...	〇〇～××間4000円 〇〇～△△間5000円	〇〇～××間2000円	
区間	全区間	〇〇～××間と 〇〇～△△間のみ	〇〇～××間のみ	
販売期限	無し	乗車5日前まで	乗車20日前まで	
変更	可能	不可	不可	
販売対象便	全便	昼間の便のみ	●●11～21号のみ	
...				

[D]商品の販売期限を設けても可

[C]一部の便だけで販売する商品も可

[B]商品や商品設計は所与

開発手法を搭載した計算システム

1日の下り全便(または上り全便)の、指定席の売上を最大化するような
発売上限数を算出する、割引商品発売上限数設定計画システムを開発

割引商品発売数計画プログラム

最適解表示(列車別)

年月**日 下り ●●7号

区間	商品 α	商品 β	商品 γ	...
A駅→C駅	2席	-	8席	...
A駅→B駅	-	17席	17席	...
B駅→C駅	-	-	2席	...

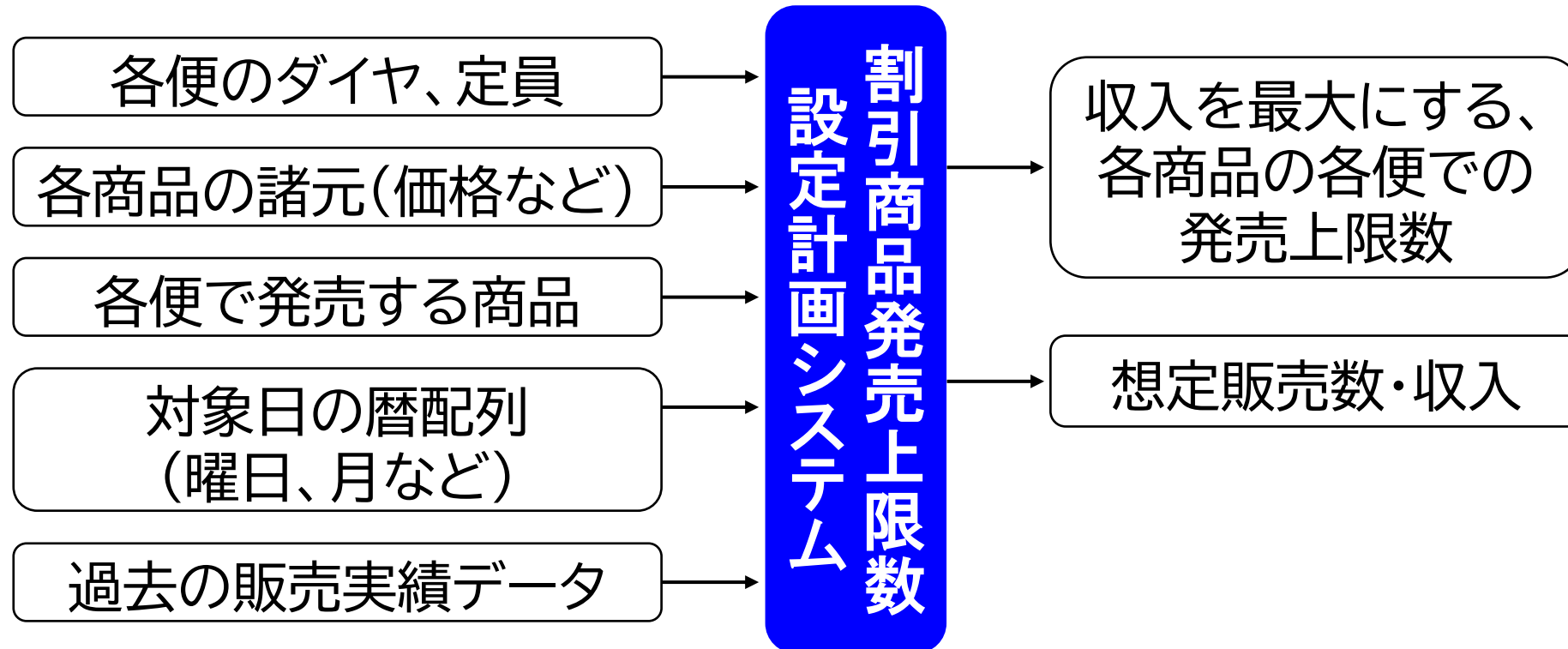
対象列車全便の総収入
12347890円

各商品の発売上限数

このほか、

- きっぷの種類別の一覧表示も可能
- この発売上限数を適用したときの
想定販売数も表示可能

計算システムの入出力



開発手法

便・乗車区間・商品・
予約タイミングごとの
需要の計算

発売上限数に応じた
旅客の購入行動の計算

各商品の
売れた枚数

収入の計算

旅客の購入行動

購入を
希望する

別の便・きっぷを選択

購入

次善策
選択行動

利用を
やめる

購入する
(収入になる)

購入しない
(需要逸失)

収入が最大になるような発売上限数を
算出する数理最適化問題を解く

発売上限数は
購入の可否を左右する

【注】
前後列車への需要転移が
ありうるため、
1日の下り全便(または
上り全便)の合計の最大化
を図る

開発手法

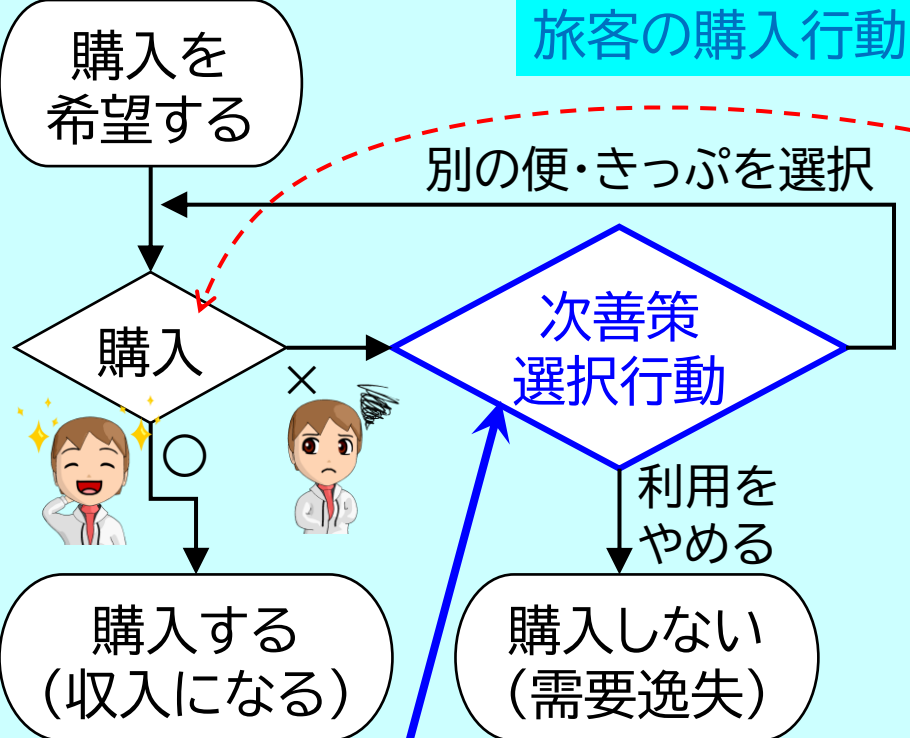
開発要素(a)需要の推定方法

便・乗車区間・商品・
予約タイミングごとの
需要の計算

発売上限数に応じた
旅客の購入行動の計算

各商品の
売れた枚数

収入の計算



発売上限数は
購入の可否を左右する

開発要素(b) 次善策選択行動の推定方法

【注】
前後列車への需要転移が
ありうるため、
1日の下り全便(または
上り全便)の合計の最大化
を図る

目次

- 背景、動機
- 割引商品発売上限数設定計画手法
 - ✓手法の概要
 - ✓開発要素:需要(商品購入希望者数)の推定
 - ✓開発要素:次善策選択行動の推定
- 開発した計算システムと、実際の販売への試験適用(ケーススタディ)
- まとめ
- ご質問に対する回答

(a) 需要(商品購入希望者数)の推定

日・便・乗車区間・きっぷ・予約タイミングごとの需要を過去の販売実績データをもとに推定する手法を構築

- 独立成分分析を用いて、類似の日の実績需要から、時間帯ごとの需要を推定
- これを過去の実績に基づき各便・商品に配分

需要推定モデル
(の推定結果)

運行日	便	乗車区間	きっぷ	予約タイミング	推定需要
年*月日	●●7号	A駅→B駅	早割X	～21日前	10席
年*月日	●●7号	A駅→B駅	早割X	20～14日前	6席
⋮	⋮	⋮	⋮	⋮	⋮

※イメージ

割引商品の販売期限や、
先着順での販売の考慮が可能

目次

- 背景、動機
- 割引商品発売上限数設定計画手法
 - ✓手法の概要
 - ✓開発要素:需要(商品購入希望者数)の推定
 - ✓開発要素:次善策選択行動の推定
- 開発した計算システムと、実際の販売への試験適用(ケーススタディ)
- まとめ
- ご質問に対する回答

(b)次善策選択行動の推定

Webアンケート調査を実施し、その結果から、
希望のきっぷを買えなかった旅客の次善策選択行動モデルを構築

次善策選択
行動モデル

$$V_{in} = -3.874 \times 10^{-2} \times E_n \\ -4.302 \times 10^{-2} \times L_n \\ -5.082 \times 10^{-3} \times F_n$$

$$P_{in} = \frac{\exp(V_{in})}{\exp(V_{en}) + \exp(V_{ln}) + \exp(V_{fn})}$$

E_n : 旅客 n にとっての、1本前の便との時間差(分)

L_n : // 1本後の便との時間差(分)

F_n : // 高額な商品との価格差(円)

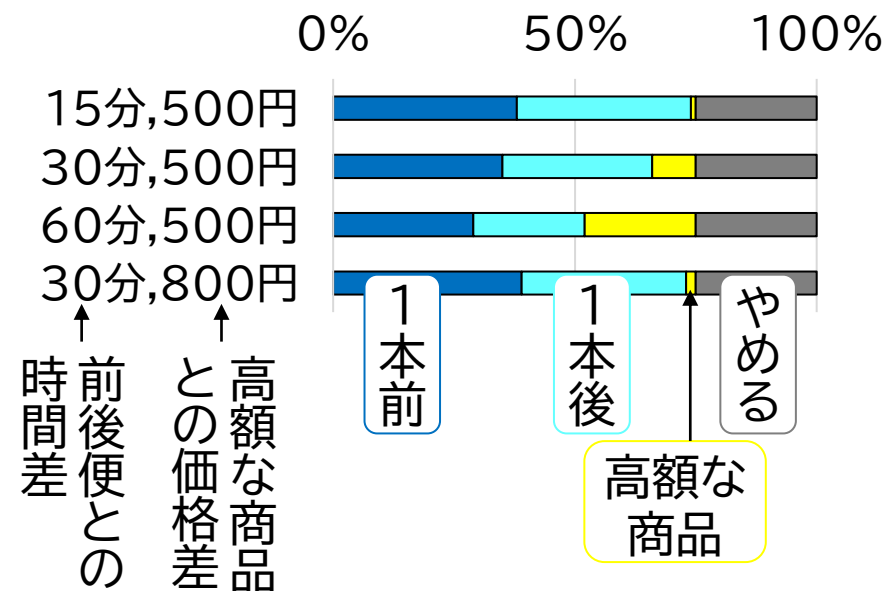


35% 1本前(30分早い)の同じ商品

31% 1本後(30分遅い)の同じ商品

9% 同じ便の高額な商品(+500円)

25% 利用をやめる(需要消失)



目次

- 背景、動機
- 割引商品発売上限数設定計画手法
 - ✓手法の概要
 - ✓開発要素:需要(商品購入希望者数)の推定
 - ✓開発要素:次善策選択行動の推定
- 開発した計算システムと、実際の販売への試験適用
(ケーススタディ)
- まとめ
- ご質問に対する回答

【再掲】開発手法を搭載した計算システム

1日の下り全便(または上り全便)の、指定席の売上を最大化するような発売上限数を算出する、割引商品発売上限数設定計画システムを開発

割引商品発売数計画プログラム

最適解表示(列車別)

年*月日 下り ●●7号

区間	商品 α	商品 β	商品 γ	...
A駅→C駅	2席	-	8席	...
A駅→B駅	-	17席	17席	...
B駅→C駅	-	-	2席	...

対象列車全便の総収入
12347890円

各商品の発売上限数

このほか、

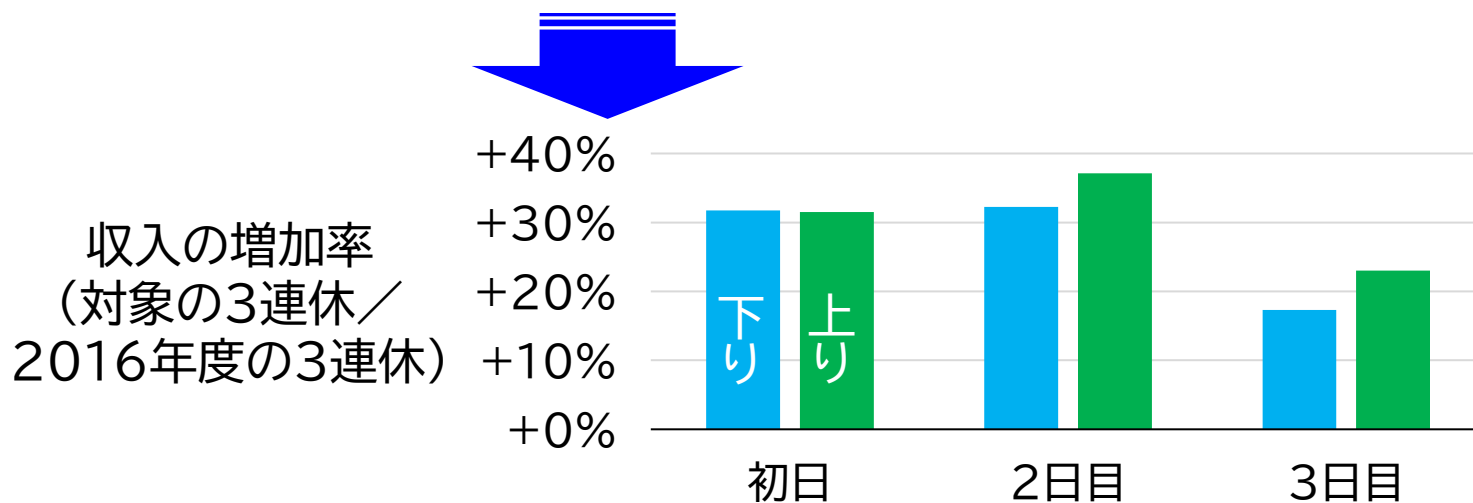
- きっぷの種類別の一覧表示も可能
- この発売上限数を適用したときの想定販売数も表示可能

実際の指定席販売への試験適用(ケーススタディ)

ある路線の特急列車を対象に、収入を最大化する発売上限数を試算し、得られた発売上限数を座席予約システムに設定して実際に指定席を販売

2018年度のある3連休に運行する便で実施し、

- 結果の販売実績
 - 過去の3連休の販売実績(2016年度の5回の平均)
- の、主要区間での収入を比較



実際の指定席販売への試験適用(ケーススタディ)

ある路線の特急列車を対象に、収入を最大化する発売上限数を試算し、得られた発売上限数を座席予約システムに設定して実際に指定席を販売

2018年度のある3連休に運行する便で実施し、

- 結果の販売実績
 - 過去の3連休の販売実績(2016年度の5回の平均)
- の、主要区間での収入を比較



- 3日間合計で29%の収入増
- 需要の年次差は+7%程度
→過去の3連休と比べた収入増効果あり

目次

- 背景、動機
- 割引商品発売上限数設定計画手法
 - ✓手法の概要
 - ✓開発要素:需要(商品購入希望者数)の推定
 - ✓開発要素:次善策選択行動の推定
- 開発した計算システムと、実際の販売への試験適用
(ケーススタディ)
- **まとめ**
- ご質問に対する回答

まとめ

発売上限数の制御による**収入増**を目的として、

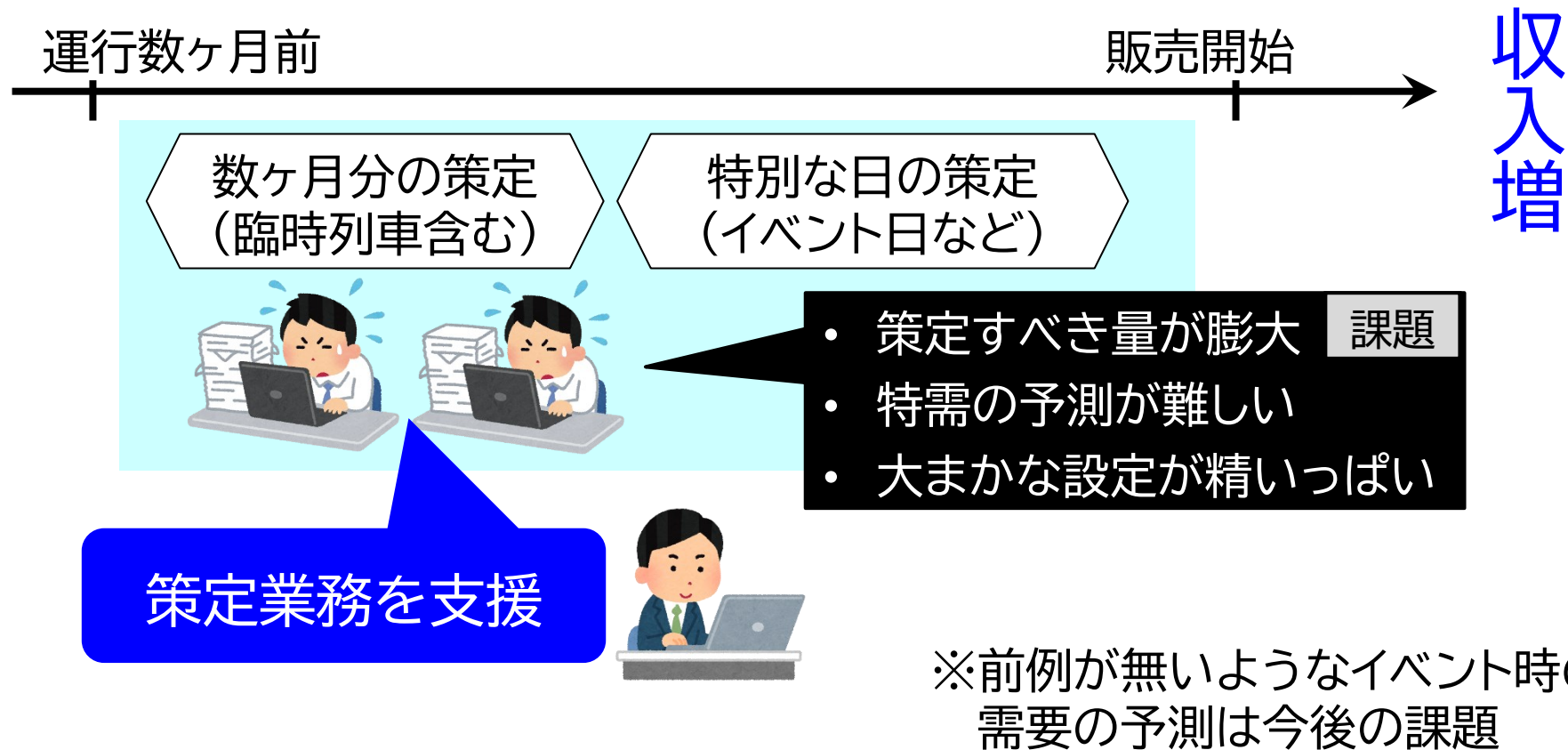
- 日・便・乗車区間・商品・予約期間ごとの需要を
妥当な精度で推定する手法を構築
- 希望の商品を買えなかった旅客の次善策選択行動を推定するモデルを構築
- 収入を最大化する発売上限数の計算手法を構築
- 上記手法を実装した計算システムを開発



- 割引商品の発売上限数制御によるイールドマネジメントの枠組みを確立
- 実際の販売への試験適用により、収入増に寄与できることを確認

成果の活用

鉄道事業者の割引商品発売上限数の策定に関する意思決定に活用可能



成果をご利用いただくには

開発システムを提供する形になるが、

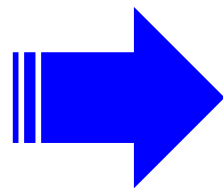
- 需要推定式のカスタマイズは必須
→過去の実績需要を提供いただいた上での分析が必須
- 次善策選択行動モデルもカスタマイズした方がよい
(ただし、しなくてもよい)
→する場合、対象路線利用者へのアンケートが必要

今後の展望

本手法では発売上限数の制御に着目したが、割引商品の販売戦略によるイールドマネジメントには、ほかにも様々な切り口がある

- 輸送力(ダイヤ、列車編成、…)
- 商品価格(便による価格差、…)
- 商品の利用制約条件(払戻手数料、…)
- 商品の販売条件(販売期限、…)
- 上記の販売開始後の制御
(ダイナミックプライシング、…)

発売上限数



ほかの切り口にも着目した、
手法の高度化、効果の向上

参考文献

1. 中川伸吾, 鈴木崇正, 松本涼佑, 深澤紀子, 尾崎尚也:
「割引商品の発売上限数に着目したイールドマネジメント手法」
鉄道総研報告2020年2月号 11～16ページ
2. 中川伸吾, 鈴木崇正, 松本涼佑, 深澤紀子:
「イールドマネジメント手法で鉄道の割引きっぷの販売数を設定する」
RRR2021年7月号 16～19ページ

このほか、鉄道総研ウェブサイトの
情報解析研究室のページでも公開しております

目次

- 背景、動機
- 割引商品発売上限数設定計画手法
 - ✓手法の概要
 - ✓開発要素:需要(商品購入希望者数)の推定
 - ✓開発要素:次善策選択行動の推定
- 開発した計算システムと、実際の販売への試験適用(ケーススタディ)
- まとめ
- ご質問に対する回答

いただいたご質問に回答いたします

- ご質問は画面下側中央の「チャット」より承ります。時間内に回答ができない場合もございますのでご了承ください。
- 個別に回答をご希望される場合は、セミナー終了時のアンケートにご記載ください。