

優等列車の割引商品選択に関する実態および要因分析

中川 伸吾* 鈴木 崇正*
尾崎 尚也* 深澤 紀子*

An Analysis of Choice Behavior of Discounted Tickets for Limited Express Trains

Shingo NAKAGAWA Takamasa SUZUKI
Naoya OZAKI Noriko FUKASAWA

Yield management is one of the measures to maximize business profitability. One way for railway operators to adopt this technique is to control the price and sales quantity of their tickets and other products. To put this technique into practice, and to evaluate its effect, it is necessary to predict ticket choice behavior and to estimate travel demand based on the advantages and conditions of the use of tickets as well as ticket price. This study introduces results of a demand analysis and an online survey to reveal passengers' preference on ticket choice. A ticket choice model is also developed using the survey data. The results confirm that ticket choice is strongly affected by ticket price, and passengers' diverse sensitivity to tickets' flexibility of change.

キーワード：商品選択行動，割引商品，販売戦略，イールドマネジメント

1. はじめに

我が国においては、少子高齢化と人口減少、特に生産年齢人口の減少が今後ますます進展すると想定される。これは鉄道事業にとっては、旅客数の減少、すなわち収入の減少につながるものであり、事業の維持・発展を図る上での重大な問題である。このため収益性の向上は鉄道事業者共通の課題となっており、その問題意識は近年ますます高まってきている。

このような中、イールドマネジメント（Yield Management = 収益管理、以下 YM と略記する）の考え方の導入が一部の事業者で始まっている。YM とは、期待される収入または利益の最大化を目的として、商品やサービスの販売量や価格を制御する手法のことであり¹⁾、商品やサービスの供給量が固定されている、かつ、ある決められた日時を過ぎれば商品やサービスが無価値となる場合において用いられる販売手法である²⁾。我が国でも宿泊業界や航空業界³⁾で広く導入されている。この YM は、鉄道においても指定席あるいは着席定員制の列車に適用可能であると言える。なぜなら、指定席や着席定員制の列車では、座席の供給量が決まっており、かつ売れ残った空席は出発時点で無価値になるためである。

我が国の鉄道の運賃・料金は、鉄道事業法第 16 条により、国土交通大臣の認可を受けた上限の範囲内で定められねばならず、かつその上限は「能率的な経営の下における適正な原価に適正な利潤を加えたもの」を超えて

* 信号・情報技術研究部 交通計画研究室

はならない（対して航空では、航空法第 105 条により、国内線運賃は国土交通大臣への届出のみで設定できる）。したがって、鉄道における YM は、割引商品の販売戦略、つまり「どのような割引商品を」「いつ」「どの程度」販売するかが主体となる。しかし、その戦略の収益効果の評価は難しく、単に割引商品が購入された数や金額をもって収益効果とすることは妥当ではない。その理由はおおよそ以下のとおりである。

- (1) 販売戦略を実施しなかった場合の収益等を実証することが困難であるため、戦略の効果を厳密に比較・評価することが原理的に不可能である。
- (2) 割引商品は、需要の喚起・創出や引き留めによる収入増加の効果と、割引商品が無ければより高額な商品を買っていたであろう旅客が割引商品を購入することによる収入減少の効果を併せ持つものであるので、旅客の購入行動がどちらの効果をもたらしたのかを判別する必要がある。

このような課題の中で、YM を鉄道へ適用する際の収益効果の評価するためには、対象となる鉄道へのニーズを推定した上で、そのニーズが実際の鉄道利用に至るまでに、あるいは鉄道利用を断念するまでに行われる、商品選択などの選択行動を定量化することが必要となる。これにより、様々な販売戦略を実施した、あるいは実施しなかった場合の、旅客の購入行動を再現でき、各商品の販売数や、鉄道事業者が得られる収入の推定が可能となる。そこで、商品選択の実態の把握や、商品の価格や利用制約条件が商品選択行動に与える影響の把握のため

特集：輸送・交通計画技術

に、需要分析と Web アンケート調査を実施した。本稿ではこれらの結果と、調査結果に基づいて構築した商品選択モデルについて述べる。

2. 割引商品選択に関する需要分析

割引商品の需要の実態、特に複数の商品が選択肢にある場合にどの商品が購入されているかを把握するため、ある実際の列車の指定席の販売実績データを分析した。

対象の系統では、インターネット予約システムで複数の割引商品が販売されている。主要な停車駅として起点側から順に A, B, C 駅があり、A 駅～B 駅間、A 駅～C 駅間では全日全便で 3 種類の商品が販売されている。この 3 商品の販売席数に占める、最も安い商品（以下、商品 X と呼ぶ）の販売席数の割合を、列車の運行日ごとに集計して算出した。なお、3 商品のうち一部が販売されていない状況（たとえば商品の購入期限を過ぎている場合）や、商品 X よりもさらに安い商品が販売されている状況での販売数は集計から除外した。集計対象期間は約 4 ヶ月である。

結果を図 1 に示す。商品 X が選択された割合は、集計対象期間全体の平均で A 駅～B 駅間 84%、A 駅～C 駅間 87% となっており、商品 X に高い支持があることが多いことが明らかになった。一方で、運行日ごとに見ると、この割合が特に小さくなっている日があり、そのほとんどは沿線で大規模イベントが開催されていた日であったことが確認された。商品 X は予約後の変更が認められておらず、他の 2 商品は一定の条件のもとで変更可能であることから、イベントの終了時刻が見通せないなどの理由で変更可能な商品を好んだ旅客がある程度いたと想定される。

また、A 駅～B 駅間、A 駅～C 駅間とも、一部の日・便では、商品 X よりさらに安い商品 Y が販売されている。そこで、これを含めた 4 商品が販売されている状況での販売数を同様に集計した。その結果、商品 Y が選択された割合は平均で A 駅～B 駅間 94%、A 駅～C 駅間 90% であり、商品 X の選択割合は A 駅～B 駅間 4%、A 駅～C 駅間 7% にとどまった。ここから、特定の商品に対して高い支持があるのではなく、選択肢の中で最安の商品が高い支持を集めていることが言え、価格を重視した商品選択をする旅客が大多数を占めることが明らかになった。

3. 商品選択行動に関する Web アンケート調査

商品選択行動の定量化に向けて、特に割引商品に関わる商品選択や、希望する便・商品が購入できなかった場合に別の商品等に転移する行動について、旅客等の選択の実態や要因を明らかにするため、Web アンケート調査を実施した。

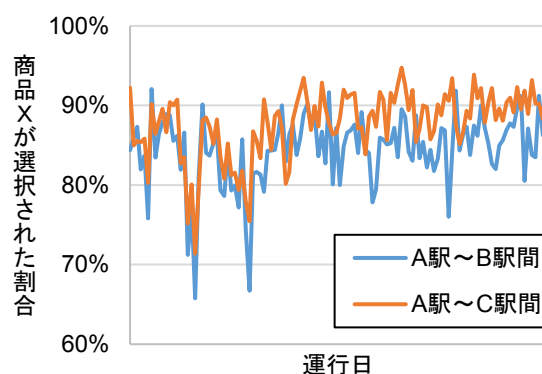


図 1 3 商品のうち商品 X を購入した旅客の割合（席数ベース）

3.1 調査の実施概要

本調査は、2017 年 2 月に、以下の (1)～(3) 全て、かつ、(4)と(5)の少なくとも一方を満たす人を対象に実施した。

- (1) 年齢が 18 歳以上 69 歳以下
 - (2) 大阪、兵庫、岡山、広島、山口、福岡、佐賀、熊本、宮崎、鹿児島県の 10 府県のいずれかに居住
 - (3) 直近 1 年間のうち、少なくとも 1 回、以下のいずれかの府県へ、利用する交通手段やきっぷを自分で決めた旅行をした経験がある
 - ・大阪、兵庫、岡山、広島、山口の居住者…熊本または鹿児島
 - ・福岡、佐賀の居住者…熊本、宮崎、鹿児島県のいずれか
 - ・熊本の居住者…大阪、兵庫、岡山、広島、山口、福岡、佐賀、鹿児島県のいずれか
 - ・宮崎の居住者…福岡または佐賀
 - ・鹿児島県の居住者…大阪、兵庫、岡山、広島、山口、福岡、佐賀、熊本のいずれか
 - (4) (3) の旅行のうち少なくとも 1 回、新幹線を利用したことがある
 - (5) 福岡、佐賀、熊本、鹿児島県の居住者であり、居住地から 30 分以内でアクセスできる新幹線の駅がある
- これらの条件からわかるように、本調査は九州新幹線とその対抗交通機関を念頭に置いて実施した。これは、九州新幹線では様々な割引商品が販売されており、割引商品に関する調査の対象として有効であると考えたためである。調査依頼数は 3158 人、有効回答数は 2025 人であった（有効回答率 64.1%。以下、この 2025 人のみを回答者と呼ぶ）。居住府県・性別の回答者数は表 1 に示すとおりであり、福岡県居住者が 46%、それ以外も含め九州の居住者が 75% となっている。

3.2 実際の旅行での新幹線選択・非選択理由

前節の調査対象者の条件 (3) に該当する旅行のうちの任意の 1 回についての実態調査を行った。回答者のうち、

表1 Web アンケート調査の回答者数(居住府県・性別)

性別	居住府県										計
	大阪	兵庫	岡山	広島	山口	福岡	佐賀	熊本	宮崎	鹿児島	
男性	156	95	28	51	20	583	24	196	3	143	1299
女性	71	54	8	18	12	343	17	106	3	94	726
計	227	149	36	69	32	926	41	302	6	237	2025

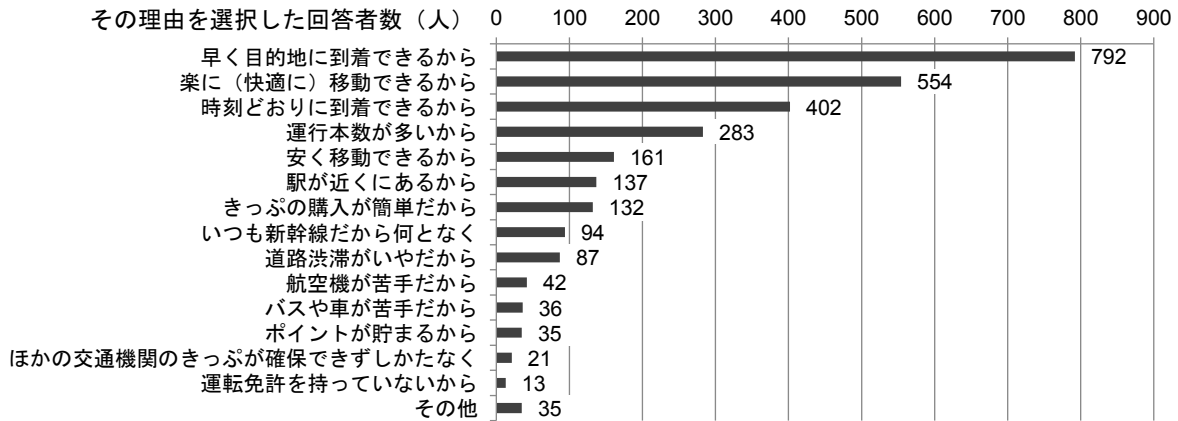


図2 新幹線の利用を選択した理由 (複数回答, 対象回答者 1202 人)

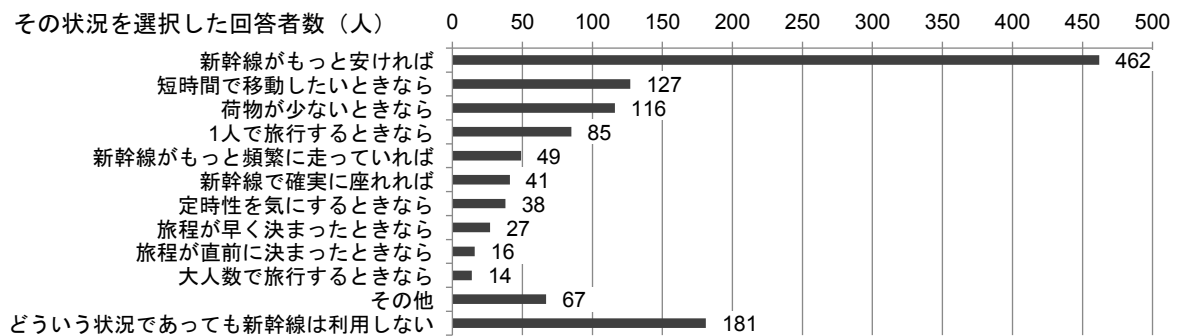


図3 どういう状況であれば新幹線を利用したか (複数回答, 対象回答者 823 人)

(4)を満たす、つまり新幹線を利用したことがある1202人については、新幹線を利用した旅行のうちの任意の1回を実態調査対象とした。まず、これらの回答者に対しては新幹線の利用を選択した理由を、それ以外の823人、つまり新幹線を利用したことがない回答者に対してはどのような状況であれば新幹線を利用したかを、いずれも複数回答可として尋ねた。この質問は商品選択ではなく交通機関選択に関するものであるが、商品構成と交通機関選択は無関係ではないと考えられるため、商品が需要に与える影響の把握に有益と考えられる。

新幹線利用者への調査結果を図2に示す。新幹線の速達性を挙げた回答者が66%(792人)と最多であり、以下、時刻・時間や快適性に関する理由が上位を占めた。商品に関する理由では価格の安さが最も多く挙げられたが、13%(161人)にとどまった。

次に、新幹線非利用者への調査結果を図3に示す。新幹線がもっと安ければ利用したという回答が56%(462

人)と群を抜いて多い結果となり、価格が新幹線の需要逸失を招いていることが明らかになった。4番目に多かった、1人での旅行なら利用したという回答(10%, 85人)についても、同様に価格が大きな要因となっている可能性がある。これは、この回答を選択した85人のほとんど(73人)が、複数人での自動車旅行をした人であり、自動車での旅行費用は自動車定員の範囲では人数によらずほぼ一定であること、一方で新幹線の場合は人数にほぼ比例することから推察できる。ただし裏を返すと、このような価格による需要逸失は、割引商品によって新幹線に転換しうる需要があることを示すものでもあると言える。このほか、新幹線の速達性を必要としない場合や、荷物が多くて新幹線利用が快適性で劣る場合に、新幹線が選択されないことが明らかになった。

ここで、図3で新幹線がもっと安ければ利用したと回答した462人に対して、新幹線の価格が何円なら利用したかを尋ねた。回答された額は実態調査対象の旅行の区

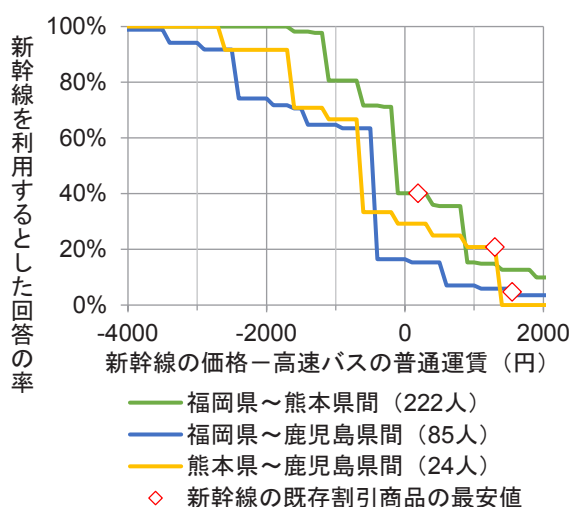


図4 新幹線の価格が何円なら利用したか

間に依存するため、九州新幹線の主要区間である福岡県～熊本県間、福岡県～鹿児島県間、熊本県～鹿児島県間の旅行について抜粋した結果を図4に示す。横軸は、新幹線の価格と、対抗交通機関の1つである高速バスの普通運賃（博多・熊本・鹿児島中央の各駅前相互間の額）との差額である。縦軸は、横軸に示す差額であれば新幹線を利用するとした回答者の割合である。したがって、回答の最頻値は図4においてグラフの傾きが最も急になっている金額、中央値は縦軸の回答率が50%になる金額である。図4に示すとおり、いずれの区間においても、回答の最頻値と中央値は同一となり、新幹線の既存割引商品より安く、さらに高速バスの普通運賃よりも若干安い額となった。ここから、高速バスとの価格競争が起こっており、その中で価格を極めて重視した選択をする人が一定数いることが明らかになった。一方で、実際にはアクセス交通機関等の費用も旅行費用に含まれる点に留意して解釈する必要があるものの、既存商品の額でも転移しうる回答者がいる程度いることも確認された。

3.3 希望商品が購入できなかった場合の次善策選択

実態調査対象の旅行で新幹線指定席の割引商品（インターネット予約システムで予約した商品に限る）を利用した回答者348人に対し、もし、利用した便の指定席に空席はあるものの、希望の割引商品が完売している状況だったらどのような選択をしたかを尋ねた。結果を表2に示す。便を変えて同じ商品を買うとした回答者が65%（227人）にのぼった一方、便を変えずにより高額な商品に移るとした回答者は10%（35人）にとどまり、割引商品の利用者は特に価格を重視することが明らかになった。ただし、旅行に際して時間面での制約が緩い場合に割引商品を選択するという想定される。

ここで便を変えて同じ商品を買うと回答した227人に

表2 希望の便・商品が完売している状況での次善策選択

同じ便のより高額な商品を買う	35
同じ割引商品が買える別の便にする	227
自由席にする	65
グリーン車にする	3
新幹線の利用をあきらめる	18
計	348

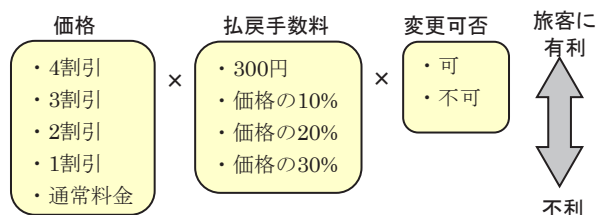


図5 仮想選択調査で用いた架空商品

対して、便を変えるに際してどの程度時間を早めてもよいか・遅くしてもよいかを質問した。その結果、時間を早める方、遅くする方ともに、1時間までならよいとする回答が約半数を占め、それ以上許容する回答者も含めて、1時間早めてもよい回答者は74%（169人）、1時間遅くしてもよい回答者は66%（149人）となった。

3.4 商品選択についての仮想選択調査

実態調査対象の旅行の区間を念頭に、新幹線の架空の商品を用いた仮想選択調査を実施した。

図5に示すように、商品は、価格、払戻手数料、変更可否の3つの要素の組み合わせで定義されるものとした。組み合わせの総数は $5 \times 4 \times 2 = 40$ 種類である。回答の念頭に置くこととした区間がさまざまであることから、価格は具体的な金額ではなく、通常料金に対する割引率で表すこととした。この中から3種類をランダムに提示して、そのうちどれを購入するかを尋ねた。各回答者に対して、商品の組み合わせを変えて5回尋ねており、したがって得られた選択データは $2025 \times 5 = 10125$ サンプルである。

ただし、3つの要素全てで他の選択肢より有利（または同等）になる選択肢が発生しないようにした。40種類の商品からランダムに3種類を提示する組み合わせは9880通りあるが、この条件を付加したため、提示候補となった組み合わせは1280通りであった。なお、十分なサンプル数が得られると想定したため、実験計画法を用いた組み合わせの絞り込みは実施しなかった。

得られた結果を価格に着目して分類した結果を表3に示す。表3は、3肢選択を2肢選択に分解した上で、価格に差がある選択において安い方の商品が選択された割合を表す。全ての場合で50%以上、すなわち安い商品の方が多く選択され、また、価格差が大きいほど安い商

表3 価格が異なる2商品の選択において安い方が選択された割合

高い方 安い方				
	3割引	2割引	1割引	通常料金
4割引	77.3%	83.2%	88.6%	89.3%
3割引	-	73.0%	83.5%	85.2%
2割引	-	-	73.1%	81.0%
1割引	-	-	-	66.1%

品の選択率が高くなっており、選択にあたって価格が大きく影響していることが示唆される結果となった。

4. 商品選択モデルの構築

4.1 モデル化の概略

3.4節の仮想選択調査の結果を用いて、価格、払戻手数料、変更可否の3要素を説明変数とした商品選択モデルを構築した。

価格については、仮想選択調査の回答の際に念頭に置いた旅行区間の府県を、表4に示す各府県の代表駅に置き換え、その駅間における新幹線さくら号の通常期指定席の価格を通常料金として、これに割引率をかけて、調査結果を具体的な金額に置き換えた。ただし、福岡県・佐賀県～宮崎県の回答については、新幹線が宮崎県を通過しないことをふまえ、博多・新鳥栖～新八代の同じ条件での新幹線の価格と、新幹線連絡バスB&Sみやざき号の新八代駅前～宮崎駅前間の普通運賃との合計を通常料金とした。払戻手数料は、前述の方法で求めた価格に図5に示す率をかけて、調査結果を具体的な金額に置き換えた。変更可否は、変更可の場合1、不可の場合0となるダミー変数とした。その上で、各商品の効用をこれら3つの説明変数の線形和であるとして、多項ロジットモデルを適用したパラメータ最尤推定を行った。

多項ロジットモデルにおいて、選択肢として提示された3種類の商品 t_1, t_2, t_3 の中から商品 t が選択される確率 P_t は式(1)、式(2)で表される。

$$P_t = \frac{\exp(V_t)}{\exp(V_{t_1}) + \exp(V_{t_2}) + \exp(V_{t_3})} \quad (1)$$

$$V_t = \beta_1 F_t + \beta_2 R_t + \beta_3 C_t + \beta_{0i} \quad (2)$$

ここで、 V_t ：商品 t_i の効用値

F_t ：商品 t_i の価格（円）

R_t ：商品 t_i の払戻手数料（円）

C_t ：商品 t_i の変更可否ダミー

$\beta_1, \beta_2, \beta_3$ ：パラメータ

β_{0i} ： i 番目の選択肢ダミー（ $i=2, 3$ ）

表4 各府県を代表する新幹線駅

府県	代表駅	府県	代表駅
大阪府	新大阪	福岡県	博多
兵庫県	新神戸	佐賀県	新鳥栖
岡山県	岡山	熊本県	熊本
広島県	広島	宮崎県	※新八代
山口県	新山口	鹿児島県	鹿児島中央

※宮崎県は新幹線が通過しないため、宮崎駅への新幹線連絡バスが発着する新八代駅を代表駅とした

表5 商品選択モデルのパラメータ推定結果

	パラメータ	t 値
サンプル数		10125
価格 (β_1)	-1.281×10^{-4}	-9.112
払戻手数料 (β_2)	-4.199×10^{-5}	-2.271
変更可否ダミー (β_3)	0.964	23.593
2番目の選択肢ダミー (β_{02})	-1.330	-34.789
3番目の選択肢ダミー (β_{03})	-1.970	-32.851
最終尤度		-8144
自由度調整済尤度比		0.058
変更可能であることの金銭価値（円）		7523

4.2 パラメータ推定結果

前節で述べた最尤推定の結果を表5～7に示す。表6と表7には、全サンプルを対象とした推定結果のほか、特定の商品を利用した回答者のみを対象とした結果も示す。これらの表に示した7ケース全てで、価格のパラメータは負、変更可否ダミーのパラメータは正であり、旅客にとって有利になるほど効用値が大きくなる自然な結果が得られた。また、この2つのパラメータの比は、変更可能であることの金銭価値であるといえ、同じ区間の旅行者でも、割引商品利用者と通常きっぷ利用者として4倍近くの差が生じた。変更可であることのメリットの感じ方には人によって差があり、メリットが大きいと感じる人は通常きっぷを、小さいと感じる人は割引商品を選びやすい、ということが示唆される結果であると言える。

一方、払戻手数料については、7ケース中5ケースでパラメータが正、つまり旅客にとって不利なほど効用値が大きくなる不自然な結果となった。ただし、5ケースでは5%有意でなく、払戻手数料の商品選択への影響は比較的小さいと言える。旅行することを想定した仮想選択調査であるため、回答者がキャンセルを考慮しにくい状況にあったことが、これらの原因として考えられる。

また、そもそも推定結果の尤度比が小さいことは課題であり、価格、払戻手数料、変更可否の3要素以外の説明変数を導入する必要性が示唆される結果となった。この仮想選択調査は、旅行の目的、旅行日までの日数や旅

表6 商品選択モデルのパラメータ推定結果（福岡県～鹿児島県間の新幹線利用者）

	全数		割引商品利用者		通常きっぷ利用者	
	パラメータ	t 値	パラメータ	t 値	パラメータ	t 値
サンプル数	1385		885		335	
価格 (β_1)	-5.006×10^{-4}	-8.291	-6.198×10^{-4}	-7.666	-3.078×10^{-4}	-2.811
払戻手数料 (β_2)	1.581×10^{-5}	0.245	5.815×10^{-5}	0.697	-6.416×10^{-5}	-0.525
変更可否ダミー (β_3)	0.983	8.287	0.772	5.273	1.415	5.835
2番目の選択肢ダミー (β_{02})	-0.754	-6.226	-0.507	-3.343	-1.211	-4.841
3番目の選択肢ダミー (β_{03})	-0.738	-3.588	-0.448	-1.692	-1.194	-2.993
最終尤度	-1125		-697		-283	
自由度調整済尤度比	0.103		0.104		0.115	
変更可能であることの 金銭価値 (円)	1963		1246		4598	

表7 商品選択モデルのパラメータ推定結果（福岡県～熊本県間の新幹線利用者）

	全数		割引商品利用者		通常きっぷ利用者	
	パラメータ	t 値	パラメータ	t 値	パラメータ	t 値
サンプル数	1320		775		440	
価格 (β_1)	-9.967×10^{-4}	-7.424	-1.433×10^{-3}	-7.345	-6.205×10^{-4}	-2.968
払戻手数料 (β_2)	3.544×10^{-4}	2.264	2.974×10^{-4}	1.354	4.183×10^{-4}	1.641
変更可否ダミー (β_3)	0.564	4.530	0.513	2.984	0.775	3.682
2番目の選択肢ダミー (β_{02})	-0.836	-6.573	-0.750	-4.352	-0.928	-4.258
3番目の選択肢ダミー (β_{03})	-0.879	-3.992	-0.440	-1.452	-1.224	-3.349
最終尤度	-991		-533		-363	
自由度調整済尤度比	0.077		0.101		0.075	
変更可能であることの 金銭価値 (円)	566		358		1249	

程変更のリスクについて特に明示せず実施したが、これらが選択に影響している可能性があると考えられる。これらを説明変数に織り込めるような調査を実施することで、より妥当性の高いモデルを得られる可能性があると考えている。

5. おわりに

本稿で述べた需要分析や Web アンケート調査により、商品選択に際しては価格が非常に重視されていること、ただし旅程が不確実な場合には変更や払い戻しのしやすさを重視する旅客がある程度いることを確認した。また、割引商品の販売戦略が需要の取り込みや収益向上につながる余地があることを確認した。さらに、この調査結果を用いた商品選択モデルを構築し、商品の変更可否に対する価値の個人差が商品選択に結び付いていることなどを確認した。同時に、価格、払戻手数料、変更可否以外にも、商品選択の定量化に際して考慮すべき要因があることが示唆された。本研究では今後、4章で述べた商品選択モデルの改良に取り組むほか、ニーズ・需要の推定手法、最適な販売戦略の計算アルゴリズムなどを合わせた、鉄道へのYM適用効果を評価する手法の構築を目

指していく。

なお、本稿は文献4)の抜粋を含む。

謝 辞

販売実績データの入手にあたり、ご協力いただいた事業者の皆様へ厚く御礼申し上げます。

文 献

- 1) McGill, J. I. and Van Ryzin, G. J., "Revenue Management: Research Overview and Prospects," *Transportation Science*, Vol.33, No.2, pp.233-256, 1999.
- 2) 寺部慎太郎：航空・鉄道業界における収益管理 ―リベニュー・マネジメント―，運輸政策研究，Vol.4, No.4, pp.37-39, 2002
- 3) (株)ANA 総合研究所：航空産業入門（第2版），東洋経済新報社，pp.149-162, 2017
- 4) 中川伸吾，鈴木崇正，尾崎尚也，深澤紀子：優等列車へのイールドマネジメント適用に向けた商品選択に関する研究，第22回鉄道工学シンポジウム論文集，Vol.22, pp.83-90, 2018