

在来線特急列車における 席種別の需要特性に関する基礎分析

中川 伸吾¹・柴田 宗典²・尾崎 尚也³・深澤 紀子⁴・鈴木 崇正⁵

¹非会員 公益財団法人鉄道総合技術研究所 信号・情報技術研究部 交通計画
(〒185-8540 東京都国分寺市光町2-8-38)

E-mail:nakagawa.shingo.39@rtri.or.jp

²正会員 公益財団法人鉄道総合技術研究所 (同上)

E-mail:shibata.munenori.51@rtri.or.jp

³非会員 公益財団法人鉄道総合技術研究所 信号・情報技術研究部 交通計画 (同上)

E-mail:ozaki.naoya.54@rtri.or.jp

⁴正会員 公益財団法人鉄道総合技術研究所 信号・情報技術研究部 交通計画 (同上)

E-mail:fukasawa.noriko.11@rtri.or.jp

⁵正会員 公益財団法人鉄道総合技術研究所 信号・情報技術研究部 交通計画 (同上)

E-mail:suzuki.takamasa.91@rtri.or.jp

優等列車において、指定席・自由席の両数（座席数）は、列車系統ごとに概ね固定されていることが多い。しかし、季節や曜日、時間帯、区間等により旅客ニーズは異なるため、これと指定席・自由席の設定が合致せず、混雑による利便性の低下や、鉄道利用の断念による鉄道事業者の収入逸失が起きているケースがある。この解決方法として、需要推計モデルの構築と席種配分の最適化による、座席運用効率の向上が挙げられる。本論文では、慢性的に混雑が起きている在来線特急列車を対象とした顕在需要分析と、席種選択の要因分析のために実施した仮想選択調査について述べる。これらの調査・分析から、指定席と自由席とで需要ピークが異なることや、座席指定に対する支払意志額など、モデル構築の際に考慮すべき需要特性などの知見を得た。

Key Words : *seat allocation, reserved seats, demand analysis, stated preference survey*

1. はじめに

我が国の旅客鉄道で運行される優等列車（新幹線・特急列車）の普通車では、多くの場合、指定席と自由席の2種類の座席が供給されている。これらの座席種別（以下、席種と称す）ごとの座席数は、多くの場合系統ごとに数パターン設定され、あらかじめ固定的に決められている。しかし、現実の需要には様々な発駅（Origin）・着駅（Destination）の組み合わせ（以下、ODと称す）があり、同じ系統の列車でも季節、曜日、時間帯、区間等により旅客の利用状況は様々である。このため、指定席需要に対して適切に座席を割り当てることができず、予約リクエストへの謝絶や未利用座席が発生し、座席利用率の低下を招く場合がある¹⁾²⁾。同様に、自由席需要に対して十分な座席数を供給できず、混雑による鉄道利用の回避が発生する場合もある。鉄道事業者の視点では、これらの事象は、本来得られるべき収入を逸失するもので

あり、収益力の低下に直結する重要な問題である。

この問題に対しては、増便や車両の増結による輸送力の向上、需要に応じた柔軟な料金設定による需要ピーク分散といった解決策が考えられる。しかし、前者はダイヤや車両運用が逼迫している場合、特に車両増備への投資が必要になる場合など、現実的に実現不可能である場合がある。後者についても、システムの都合や、わかりにくさにつながるなどから、鉄道での導入は限定的かつ大雑把なものにとどまっている。

そこで本研究では、この問題に対して、柴田ら³⁾にあるような、座席配分の最適化による解決を目指す。具体的には、近い将来の需要を推定するモデルの構築と、これに基づいて各日各列車の最適な席種設定を提案する計画システムの開発とを目標とする。これは、座席の有効利用、すなわち座席利用率の向上につながるものであり、仮に輸送力の向上施策や需要ピーク分散施策が成功した場合でも、その効果を高める施策として有効である。

需要推定モデルの構築にあたっては、過去の実績データ（顕在需要）だけでなく、混雑による利用断念等が起こる前の本来の需要（潜在需要）を考慮する必要がある。そこで本研究では、慢性的に混雑が起こっている優等列車をターゲットとした顕在需要分析と、席種による価格差や混雑情報が席種選択に与える影響などの把握のための仮想選択調査を実施した。本論文では、これらから得られた知見について述べる。

2. 顕在需要分析

本章では、慢性的に混雑が起こっている優等列車を対象とした需要分析について述べる。

ターゲットの優等列車（以下、特急Xと称す）は、図-1に示すように、大都市のA駅と地方都市のC駅との間を高頻度で運行している。特に休日夕方にA駅からC駅へ向かう便（以下、この方向を下り、逆を上りと称す）で、指定席・自由席とも利用が多く、十分な座席供給ができていないことが定性的に知られている。理由としては、①A駅近辺からの帰宅需要が多いこと、②途中のB駅が新幹線停車駅であり、ここで新幹線から乗り継ぐ需要が多いこと、が考えられる。

本研究では、顕在需要データとして、2012年度（2012年4月1日～2013年3月31日）の特急X定期便全便に関する以下の3種類のデータを分析した。ただし、特急Xに大規模な遅延・連休が発生した日や、お盆・年末年始などの超繁忙期は、需要構造が大きく変わると考えられるため、分析対象から除外した。このため、2012年度の365日のうち、分析対象は289日（平日ダイヤ運行日200日、休日ダイヤ運行日89日）である。

①乗車人員報告

乗務員が車内を巡回し、席種ごとの乗車人数を目視で数えて記録するものである。特急Xでは、以下の3区間が調査対象である。なお、各区間の内部で乗降がある場合は、区間内での最大乗車人数を記録することになっている。

- ・A駅付近（以下、 α 区間と称す）
- ・B駅～C駅間のB駅付近（以下、 β 区間と称す）
- ・C駅付近（以下、 γ 区間と称す）

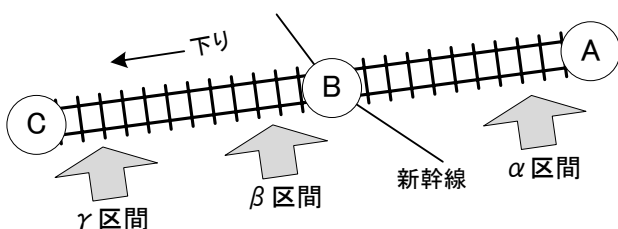


図-1 特急Xの運行区間図

特急Xの全日全便全席種についてデータが揃っており、季節・曜日等による波動変化を把握しやすいことが乗車人員報告の特長である。一方、目視でおおまかに数える調査であるため他のデータに比べて精度が低いこと、把握できるのは調査区間の断面交通量であってODではないことが短所として挙げられる。

②OD調査

特急X全便については、各便各ODの乗車数を把握するOD調査が行われている。この調査は、駅で降車客の特急券を回収するなどして、毎年、平日に数日行われており、その平均が各年の調査結果として記録されている。

乗車人員報告では把握できない各ODの乗車数を、高い精度で把握できることがOD調査の特長である。一方、定期券利用者などの数え漏れがありうること、調査は毎年1回しか行われられないため季節・曜日等による波動変化の把握には活用できないことが短所である。

③指定席販売実績

特急Xの指定席は全て、座席予約システムを通して販売されている。このため、座席予約システムで管理しているデータを取り出すことで、全日全便の各ODの指定席販売実績を得られる。販売実績をほぼ正確に把握できることや、予約謝絶の発生数も記録されていることがこのデータの特長である。一方、販売されたとおりに利用されたとは限らないこと、出札の際の誤操作なども記録されていることなどが短所として挙げられる。なお、厳密には車内で空席がある際に車掌が指定席を販売することがありえるが、これは極めて稀であるので無視する。

(1) 乗車人員報告と指定席販売実績の差

乗車人員報告は誤差を含む可能性が高いものの、自由席まで含めた需要の波動変化の把握には非常に有効である。そこで、乗車人員報告が分析対象として十分な精度を持つかを確認するため、指定席の乗車人員報告と、十分に高い精度があると考えられる指定席販売実績とを比較して相関を調べた。理論上、両者は完全に一致するはずである。

指定席販売実績を各停車駅間の乗車数（断面交通量）に変換し、ここから α 区間、 β 区間、 γ 区間それぞれの最大乗車人数を計算して乗車人員報告と比較した。休日夕方の下り便での混雑が定性的に知られていることをふまえ、下り便についての、全データの相関係数と休日データのみを比較した。このうち、相関係数が最小である α 区間全日の比較結果を図-2に示す。外れ値が散見されるが、この場合でも相関係数は0.7624となっており、十分な相関があるといえる。これをふまえ、以下、乗車人員報告を分析対象として採用する。

表-1 乗車人員報告と指定席販売実績の相関係数

	α 区間	β 区間	γ 区間
全日	0.7624	0.8836	0.8523
休日	0.7840	0.8890	0.8386

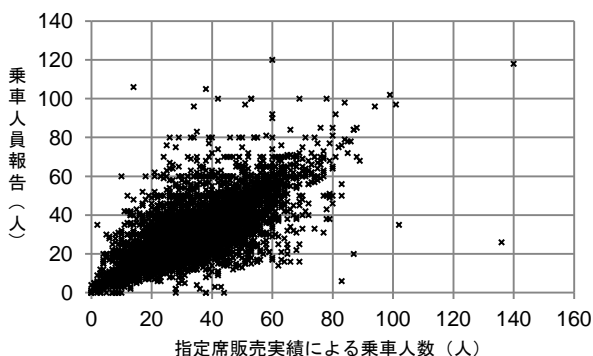


図-2 乗車人員報告と指定席販売実績の相関 (α区間全日)

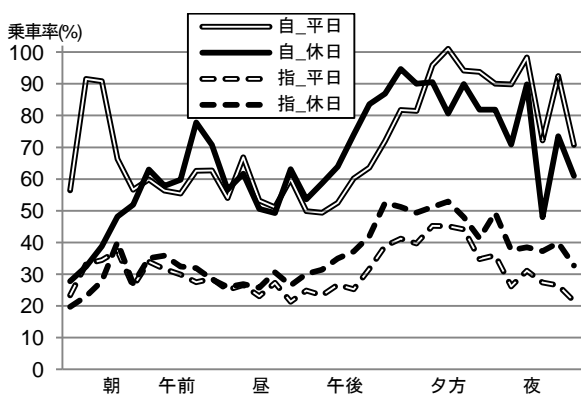


図-3 下り便平均乗車率の時間帯推移 (α区間)

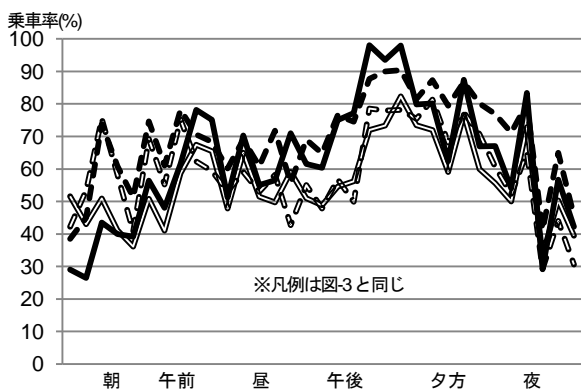


図-4 下り便平均乗車率の時間帯推移 (β区間)

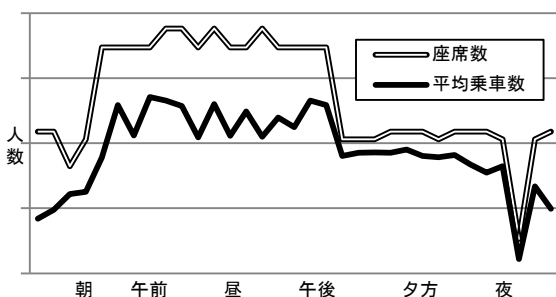


図-5 下り便平均乗車数の時間帯推移 (β区間・指定席・休日)

(2) 乗車率

休日夕方の下り便での混雑が定性的に知られていることをふまえ、分析の端緒として、乗車人員報告データから席種別の乗車率(乗車人数/座席数)を計算した。結果の一部を図-3、図-4に示す。β区間の指定席において、休日の夕方に約90%、平日の夕方でも約80%の高い乗車率となっており、指定席の混雑が確認された。また、自由席についても、α区間の平日休日、β区間の休日で、それぞれ夕方に100%に近い値となっている。特に夕方に、α区間では自由席が混雑しながら指定席に余裕があり、一方β区間では指定席が混雑しながら自由席に若干の余裕があるケースが散見される。

ここから、特急Xでは、区間によって指定席と自由席の需要の傾向が大きく異なるため、席種配分に際しては途中駅での席種変更が効果的であることがいえる。ただし、特に自由席を指定席に変更する場合は自由席の乗客に席を移っていただくことにもなりうるため、運用面でのポリシーを整理する必要がある。なお、途中駅での自由席から指定席への変更は、JRでも既に実例があり、2014年4月現在、すずらん号全便と、わかしお号、南風号、九州横断特急号の各一部列車で行われている。

また、特にβ区間で休日夕方に発生する指定席混雑について精査した結果、図-5に示すように、乗車人数は他の時間帯よりむしろ少なく、座席数が日中時間帯と比べて少ないために乗車人数が頭打ちになっていることが確認された。ここから、夕方の自由席利用旅客の中には、指定席が確保できずやむなく自由席に転移した旅客がある程度いることが考えられる。図-3や図-4に示すように、この時間帯は自由席の乗車率も高くなっており、一見すると指定席の増席は難しいように思われるが、指定席を増やすことで自由席から指定席への転移、すなわち潜在需要の掘り起こしができる可能性もあるといえる。

(3) 休日の中での傾向

休日を、土曜日と一部の日曜祝日の休前日(以下、休前休日と称す)、およびそれ以外(以下、普通休日と称す)の2種類に分類して、それぞれの平均乗車率を計算した結果を図-6、図-7に示す。総じて、①午前中は休前休日が普通休日を上回る、②昼過ぎを境に普通休日が逆転する、③深夜には再び休前休日が逆転する、という形になった。それぞれの理由は以下のように考えられる。

①需要は主にA駅近辺や新幹線からC駅方面への行楽利用であると考えられ、宿泊をとまなう場合はもちろんのこと、日帰りであっても休前休日の方が行楽に出かけやすい。

②①が減り、C駅方面へ帰宅する行楽帰りの需要が増えると考えられる。宿泊をとまなう場合は普通休日の方が帰宅利用が多いため、その差が現れる。α区間では両

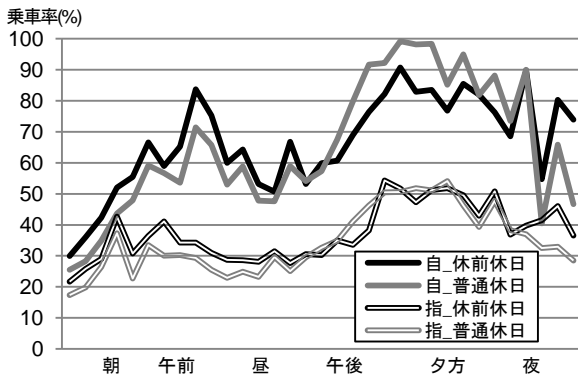


図-6 休日下り便平均乗車率の時間帯推移 (α区間)

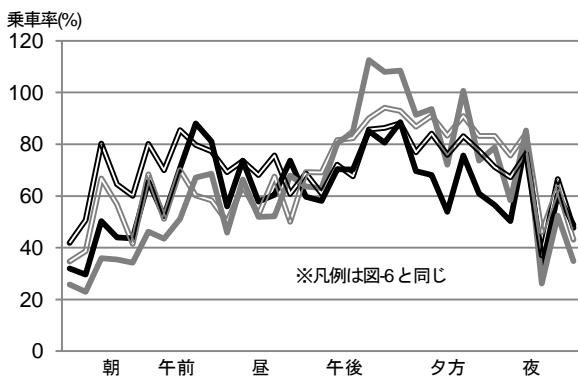


図-7 休日下り便平均乗車率の時間帯推移 (β区間)

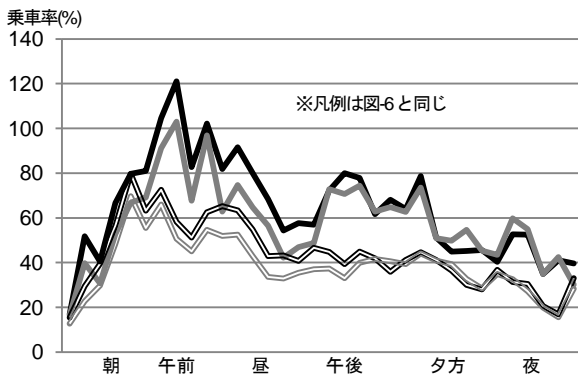


図-8 休日上り便平均乗車率の時間帯推移 (α区間)

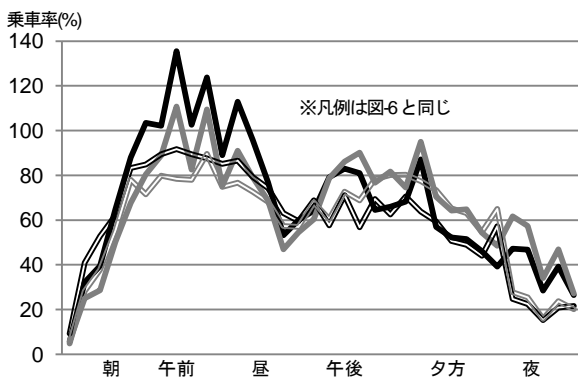


図-9 休日上り便平均乗車率の時間帯推移 (β区間)

者の差がほとんど見られないが、これは新幹線からC駅方面への需要がα区間に影響しないためと考えられる。

③ほとんどが帰宅需要と考えられるが、深夜まで外出している人は休前休日の方が普通休日より多いと考えられるため、乗車率も同様の傾向になる。

これらの推定の妥当性を確認するため、上り便についても同様の計算を行った結果、図-8、図-9に示すように、①②と同様の傾向があること、需要のピークが午前中であることが確認された。これは上記の下り便に関する推定と矛盾しない。

(4) 平日の中での傾向

(3)の結果をふまえ、平日でも同様の分析を行った。具体的には、平日を金曜日などの休前日（以下、休前平日と称す）、およびそれ以外（以下、普通平日と称す）の2種類に分類して、それぞれの平均乗車率を比較した。結果を図-10、図-11に示す。午前中は休前平日と普通平日との差はほとんど無いものの、昼前頃以降は休前平日が普通平日を上回り、特にβ区間ではその差が大きいことが確認された。普通平日の中での曜日差、つまり月～木曜日の4曜日の差を調べたが、早朝に月曜日で高い乗車率が確認されたこと以外にほとんど差は見られず、金曜日をはじめとする休前平日が突出していることが明らかになった。α区間よりもβ区間で差が大きいことから、A駅からの需要、新幹線からの乗り継ぎ需要がともに差

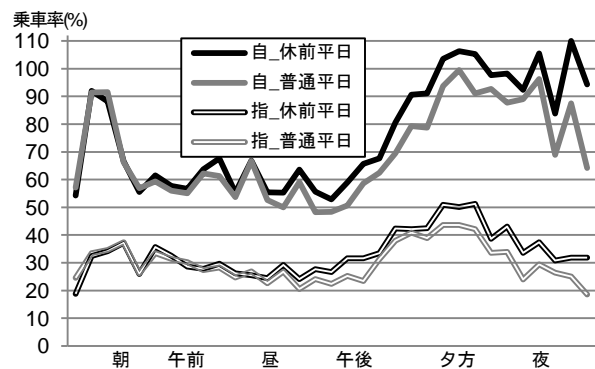


図-10 平日下り便平均乗車率の時間帯推移 (α区間)

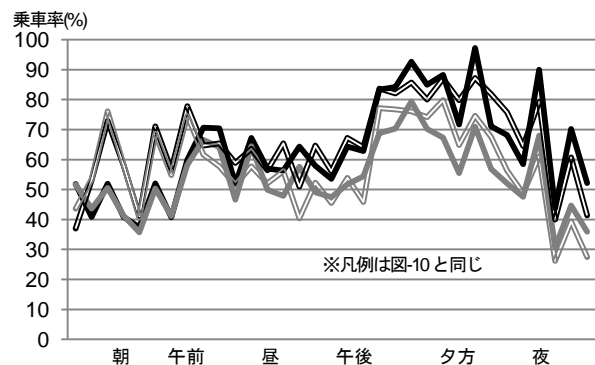


図-11 平日下り便平均乗車率の時間帯推移 (β区間)

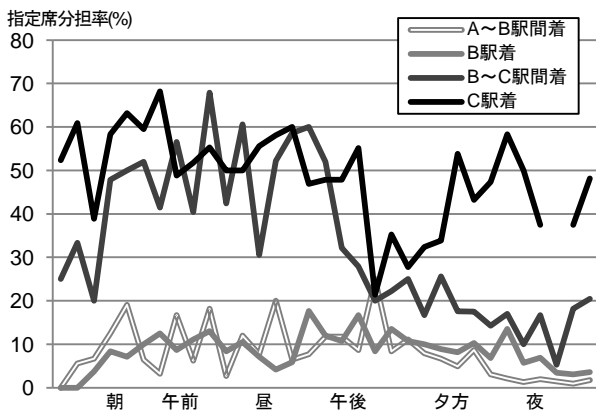


図-12 下り便A駅発の旅客の指定席分担率

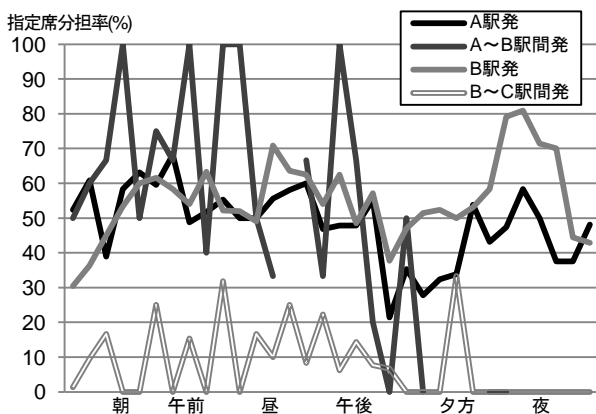


図-13 下り便C駅発の旅客の指定席分担率

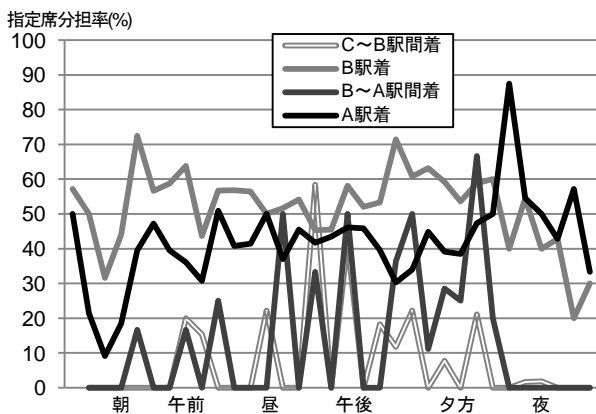


図-14 上り便C駅発の旅客の指定席分担率

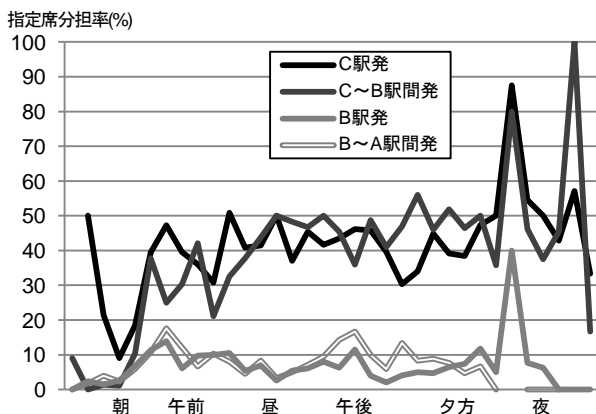


図-15 上り便A駅発の旅客の指定席分担率

を生んでいると考えられる。理由としては、C駅方面への行楽需要や、単身赴任者・一人暮らしの若者などの離れて暮らす家族の帰宅需要などが考えられる。

(5) 席種分担率

旅客の席種選択要因は様々であるが、乗車時間は大きな要素になると考えられ、乗車時間が長いほど指定席が利用されやすいことが想定される。そこで、特急XのOD調査の結果から、各ODにおける指定席分担率、つまり同じODの普通車利用旅客に占める指定席利用旅客の割合を計算した。なお、グリーン車は利用者僅少のため無視した。

結果を図-12～図-15に示す。いずれも、折れ線の色が濃いほど長距離の利用者であり、前述の想定が正しければ指定席分担率が高くなるはずである。しかし、特に図-13と図-14では、ほとんどの便で、B駅発C駅着（あるいはその逆、以下本項において同じ）の旅客の指定席分担率がA駅発C駅着の旅客の指定席分担率を上回っており、逆転が顕著に見られるといえる。図-13については、A駅が始発であるためA駅発の旅客が自由席を利用しやすい状況にある、という理由が考えられるが、図-14の逆転にはこれはあてはまらない。割引等の影響も調査したが、この逆転を説明できる割引制度・割引きっぷは存在しなかった。B駅発C駅着の旅客には新幹線との乗り継ぎ需要が多いと考えられることから、新幹線乗り継ぎ旅客の特性についてさらなる検討が必要であることがいえる。

なお、図-13、図-14では、A～B駅間発C駅着の旅客に関しても逆転が起こっているが、これに該当する旅客はほとんどの便で数人であるので、有意な逆転では無い可能性がある。また、これらの図で折れ線が切れている箇所は、指定席・自由席とも乗車数が0であり計算不能であることを示す。

3. 席種選択の要因分析

本研究では、席種選択の実態や要因、特に席種による価格差や混雑情報が席種選択に与える影響などを把握し、潜在需要推定手法の確立につなげる目的で、webアンケートによる調査を実施した。この調査では、直近の特急列車利用における席種選択の実態調査のみならず、さまざまな状況での特急列車利用を仮想した上での席種選択調査も実施した。本章ではこの調査および得られた知見について述べる。

(1) 実施概要

本調査の実施概要を表-2に示す。本調査では、まず

web調査会社の登録モニタの中から、調査対象者の条件①②③を全てみたすモニタを抽出し、これらに対してスクリーニング調査を実施した。その結果④に該当すると回答した人を調査対象者とし、これらに対して実調査を依頼した。最終的な有効回答者の性・年代・居住地域別の人数を表-3、表-4に、最近1年間のJR特急列車の利用頻度を目的別に質問した結果を図-16に示す。

また、仮想選択調査において、想定してもらった旅行

表-2 webアンケート調査実施概要

調査対象者	以下の条件を全てみたす人 ①高校生以上、69歳以下 ②沖縄県を除く46都道府県の在住者 ③本人や家族に職業が「新聞・放送業」「マスコミ・広告」「市場調査」の人がいない ④最近1年間に1回でもJR特急列車（新幹線を除く）の利用経験がある
実施期間	スクリーニング：2014年1月30日～2月4日 実調査：2014年2月6日～13日
実施規模	スクリーニング回答数 50655人 うち調査対象者数 9530人 実調査依頼数 8130人 うち有効回答数 6036人 (回収率74.2%)

表-3 webアンケート調査有効回答数（性・年代別）

	10代	20代	30代	40代	50代	60代	合計
男性	124	575	684	719	642	650	3394
女性	152	441	451	462	485	651	2642
合計	276	1016	1135	1181	1127	1301	6036

表-4 webアンケート調査有効回答数（居住地域別）

北海道	382	東海	573
東北	315	近畿	949
北関東	332	中国	309
南関東	1532	四国	222
北陸・甲信越	628	九州	794
		合計	6036

の状況は以下のとおりである。

- ・旅行目的は、時間制約が強いものと弱いものの2通りのいずれか。業務目的の場合は勤務先が自由席の費用を負担し、差額を私費負担すれば指定席に乗れる。
- ・最適な時刻に目的地に到着する特急列車のほか、その30分前、30分後、1時間後に特急列車が走っている。
- ・目的地までの乗車時間は、30分から3時間までの6通り（30分刻み）のいずれか。
- ・指定席と自由席の価格差は500円。
- ・乗車駅は、特急列車の始発駅ではない。
- ・一緒に旅行する人数は1人（単独）、2人、4人の3通りのいずれか。
- ・想定される混雑度は、「とても混雑している」から「とても空いている」までの5段階に「想定できない」を加えた6通りのいずれか。

なお、仮想選択調査では、各回答者に、異なる仮想状況のもとで3回選択を実施してもらった。したがって、本章(3)以降での選択調査の回数のはべ18108回である。

(2) 実際の利用時の席種選択理由

直近の特急列車利用における席種選択理由を複数選択で質問した結果を図-17に示す。指定席利用者では「座

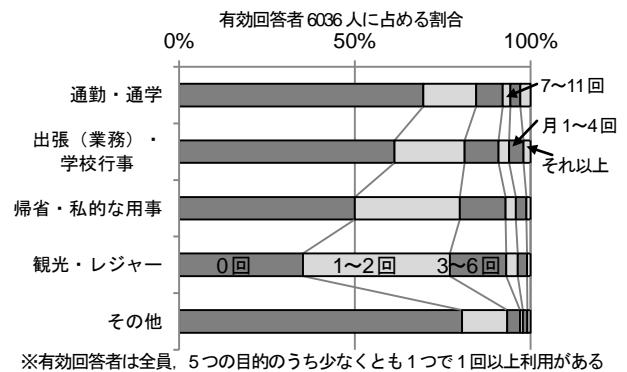


図-16 有効回答者の最近1年間のJR特急列車利用頻度

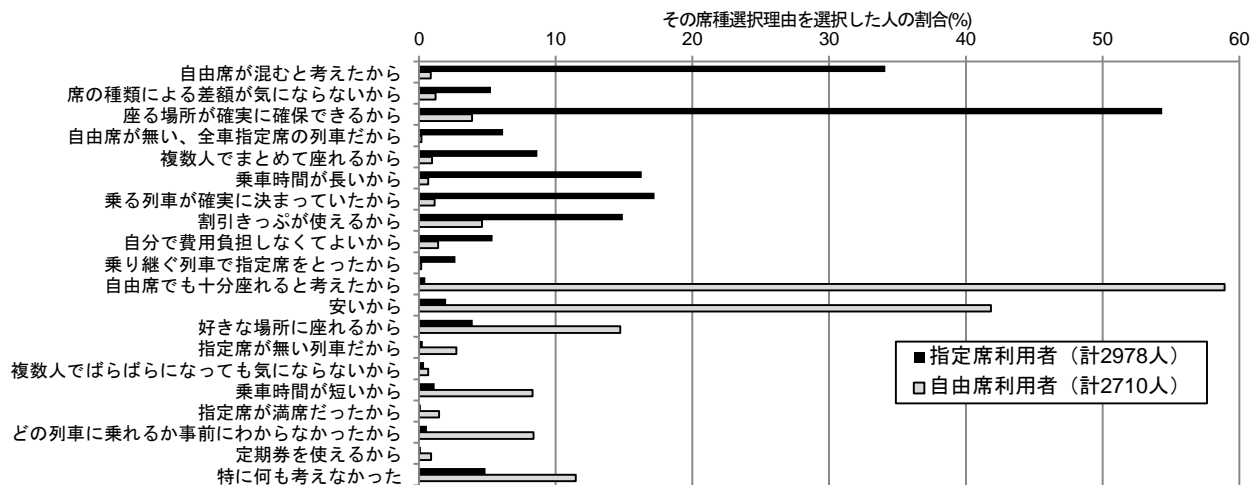


図-17 実際の特急列車利用時の席種選択要因 ※複数回答可として質問

る場所が確実に確保できるから」、自由席利用者では「自由席でも十分座れると考えたから」が、それぞれ群を抜いて最大となり、着席に対する大きなニーズの存在が明らかになった。また、自由席利用者では「安いから」という回答が2番目に多くあった一方、指定席利用者で「席の種類による差額が気にならないから」という回答は少なく、利用席種を問わず安さ・価格差についても重視されていることが確認された。

(3) 価格差による席種選択の変化

仮想選択調査において、価格差、すなわち指定席価格-自由席価格がいくらまでなら指定席を利用するかについて質問した。回答を、想定してもらった乗車時間ごとに分類した結果を図-18に示す。乗車時間2時間以上の3本のグラフはほぼ重なっているが、一方で2時間以下の4本のグラフには差があり、この範囲内では、乗車時間が長くなるほど指定席選択率が高くなる傾向が認められるといえる。また、乗車時間によらず、価格差が+600円の場合と+500円の場合とで指定席選択率に大きな差があり、現行のJR特急列車における価格差に近い+500円が概ね妥当と考えられている傾向が認められる。ただし、回答者が現行の価格差に慣れていることの影響や、当初提示した仮想状況で価格差を+500円と設定したことに留意しなければならない。

同様の分析を、その他の要素で分類して行った。その結果の一部として、回答者年代別の結果を図-19、性・同行人数別の結果を図-20に示す。図-19では年代間で顕著な差が現れ、高年代ほど指定席を選択しやすいことが確認された。図-20からは、単独旅行の場合は自由席を選択しやすいことが認められた。さらに、特に男性と比べて女性の方が、価格差が大きい場合に自由席を選択しやすいこと、単独旅行と複数人旅行とでの指定席選択率の差が大きいことがいえ、2008年の東海道・山陽新幹線での実態調査³⁾と同様に、男女の席種選択行動の差とその要因を考慮する必要性が示唆された。

(4) 自由席嗜好回答に関する分析

図-18～図-20からわかるように、価格差がマイナス、つまり指定席の方が安い場合でも、指定席選択率は8割程度にとどまっている。指定席・自由席が同額なら自由席を選択するとした回答の割合は、全体平均で19.8%であり、指定席より自由席を好む旅客が少なからず存在することが明らかになった（以下、これらの回答を自由席嗜好回答と称す）。本章(1)で述べたように、本調査では回答者1人に対して3回の選択調査を行っているため、同じ回答者であっても仮想する状況によって自由席嗜好回答をするか否かが変わる場合がある。そこで、各回答者が自由席嗜好回答をした回数をまとめた結果、表-5に

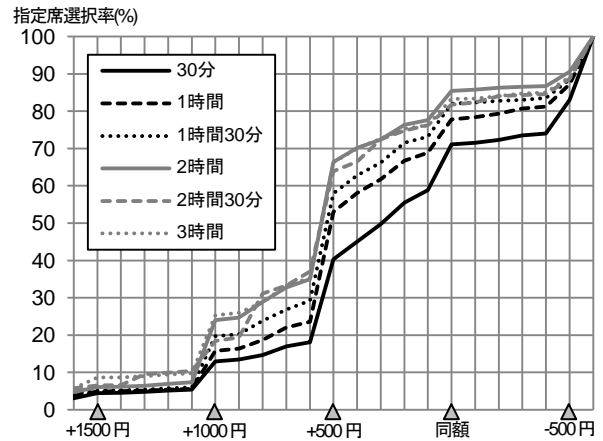


図-18 価格差による指定席選択率変化（乗車時間別）

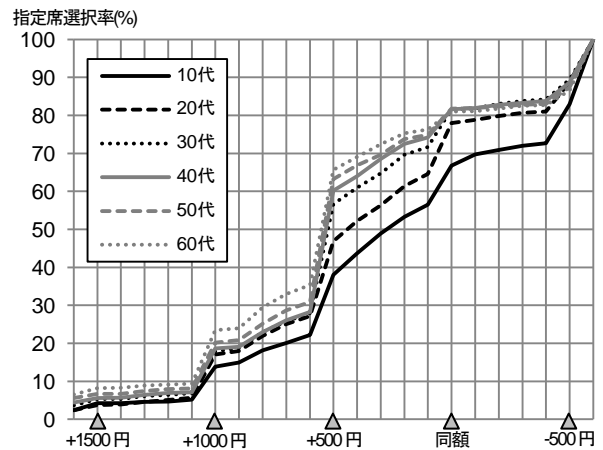


図-19 価格差による指定席選択率変化（年代別）

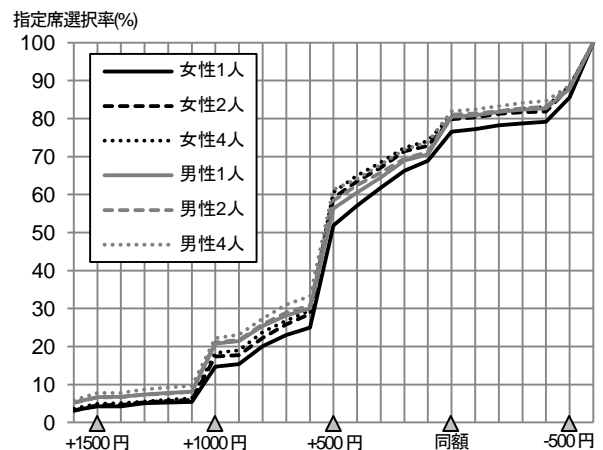


図-20 価格差による指定席選択率変化（性・同行人数別）

示すように、1回でも自由席嗜好回答をした回答者は29.9%（6036人中1803人）にのぼった。3回とも自由席嗜好回答となった回答者、つまり自由席固定層と考えられる回答者も11.7%（6036人中709人）にのぼり、安さという優位性を考慮しなくても自由席が指定席よりも良いサービスであると感じる旅客が一定数いることが確認された。現在、通常料金で指定席が自由席より安い事例は日本の鉄道には存在しないが、このような自由席嗜好の存在は、これからの席種設定にあたって示唆に富む知見で

あると考えられる。

自由席嗜好の傾向を把握するため、自由席嗜好回答がどのような人、どのような仮想状況で起こったかを調べた。自由席嗜好回答が全回答に占める割合を、性・年

表-5 回答者の自由席嗜好回答回数

	0回	1回	2回	3回	合計
男性	2448	374	170	402	3394
女性	1785	363	187	307	2642
合計	4233	737	357	709	6036

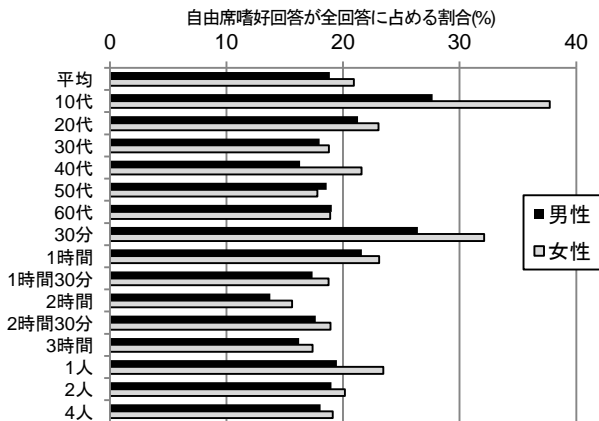


図-21 自由席嗜好回答の発生率

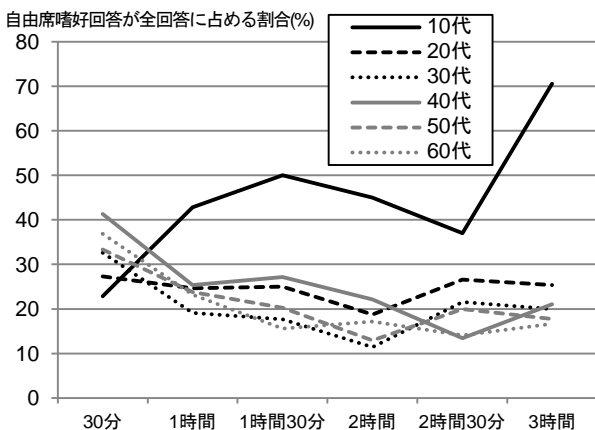


図-22 年代別の自由席嗜好回答発生率 (女性・単独旅行)

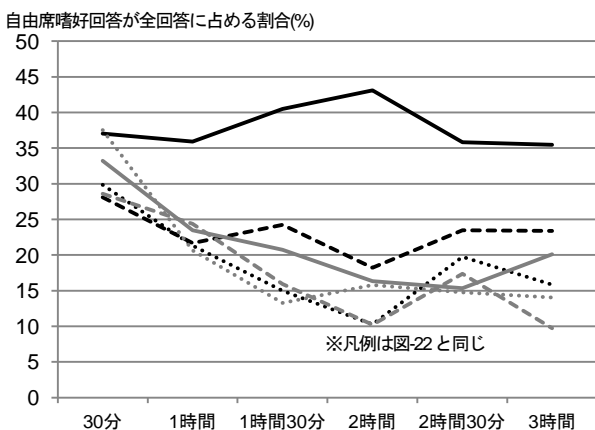


図-23 年代別の自由席嗜好回答発生率 (女性)

代・乗車時間・同行人数ごとに集計した結果を図-21に示す。本章(3)と同様に、若年層、女性、短時間、単独旅行の場合に自由席嗜好になる傾向があることが確認された。しかし、これら全てに該当する、10代女性・30分・単独旅行の場合では、自由席嗜好回答の発生率は22.9% (35回答中8回答)にとどまり、クロス集計によって詳細に傾向を把握する必要があることが示された。

そこで、女性について、乗車時間による自由席嗜好回答発生率の変化を年代ごとに集計した。単独旅行の場合のみの率を図-22、複数人旅行も含めた女性全体の率を図-23に示す。30代以上では乗車時間が長くなるにしたがって自由席嗜好回答の発生率が下がるもの、20代以下では長時間乗車の場合でも率は横ばいもしくは逆に上昇する傾向が明らかになった。特に10代女性・3時間・単独旅行の場合は、回答数自体が少ないものの、70.6% (17回答中12回答)という高い自由席嗜好回答発生率を記録した。若い女性は、隣にどのような人が座るかなど、周囲の環境を特に気にすると考えられることから、長時間乗車の場合に、着席できないリスクよりも座席指定によって不快な状況に身を置かざるをえなくなるリスクが大きいと感じて自由席嗜好回答に至ると考えられる。

(5) 座席指定に対する支払意志額

座席指定に対する支払意志額、すなわち、座席指定というサービスがどれだけの金銭と等価であると考えられているかを、仮想的市場評価法⁹⁾を適用して計算した。

席種選択を交通行動分析の観点で捉えると、座席指定の有無と価格のみが異なる2つの輸送サービスがあるときにどちらを利用するか、という問題に置き換えられる。そこで、肥田野ら⁹⁾にあるように、座席指定有無と価格を説明変数とした2肢選択ロジットモデルを用いた定式化を行った。指定席・自由席それぞれの効用関数は、一般的に用いられる、以下のような線形式とした。

$$V_c = \beta_0 c + \beta_1 x_c \quad (1)$$

ここで c : 席種 (指定席=1, 自由席=0), x_c : 自由席価格を0とした価格差, β_0, β_1 : パラメータである。これを用いると、価格差が x_c であるときに旅客が指定席を選択する確率は以下ようになる。

$$P(c=1) = \frac{\exp(V_1)}{\exp(V_0) + \exp(V_1)} = \frac{\exp(\beta_0 + \beta_1 x_1)}{1 + \exp(\beta_0 + \beta_1 x_1)} \quad (2)$$

本調査では、本章(3)で述べたように、価格差 x_1 に対する P を調査しているため、これを用いてパラメータの最尤推定を行った。その結果、 $\beta_0 = 1.1247$, $\beta_1 = -0.0026872$ が得られ、支払意志額 $-\beta_0/\beta_1$ は418.54円となった。尤度比は0.319であり、モデルは妥当であるといえる。ここから、本章(3)と同様に、座席指定料金として現行程度の額が概ね妥当と考えられていることが明らかになった。

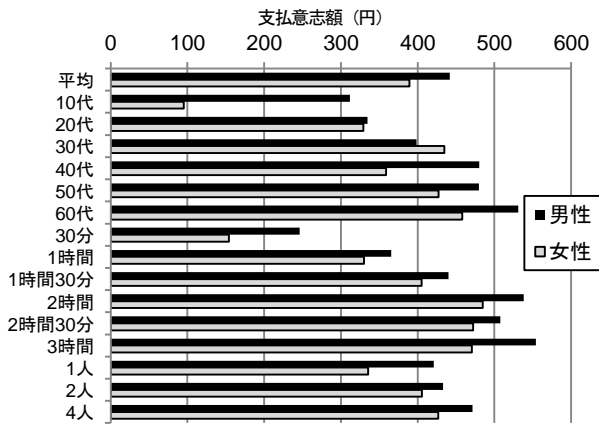


図-24 座席指定に対する支払意志額

ただし、これは全ての回答結果を平均した額である。本章(3)(4)で述べたように、回答者属性や状況によって、支払意志額も変化すると考えられる。そこで、全回答を性・年代・乗車時間・同行人数ごとに分類して、それぞれにおける支払意志額を計算した。その結果を図-24に示す。10代においては男性で311.89円（尤度比0.273）、女性で95.35円（尤度比0.291）と顕著な男女差が現れた。いずれにしても全体平均を大きく下回っており、若年層にとっては現在の座席指定料金は割高であると認識されていることが明らかになった。また、30分の短時間乗車の場合では、男性で246.02円（尤度比0.294）、女性で153.91円（尤度比0.294）となり、短時間乗車の場合は指定席の価値が小さいと受け止められていることがあらためて確認された。

(6) 混雑情報提供による席種選択の変化

指定席の混雑情報の案内システムを模擬した画像を提示して、席種・行動選択がどのように変化するかを調べた。この調査では、表-6に示す3パターンの画像を用意し、その中から1つをランダムに選んで提示した。

提示後の選択結果を、画像提示前の席種選択結果および提示した画像ごとに分類して図-25に示す。なお画像がパターン2・3の場合は、最適な時刻の便の指定席が満席であるため、これに乗車する選択肢は提示していない。

当初指定席を選択した人は、最適な時刻の便が満席の場合でも8割弱が前後便の指定席を選んでおり、指定席を好む人が多いことが確認された。また、最適な時刻の便に少し空きがある場合でも、約3割が空席の多い前後便を選んだ。一方、当初自由席を選択した人は指定席の選択率が2割程度にとどまり、さらに、鉄道からの流出や別の日への変更を考える人の割合が、当初指定席を選択した人より高いことが明らかになった。これらの傾向には、旅行の目的が影響している可能性があると考え、旅行の時間制約の強さで分類して同様の分析を行ったが、

表-6 提示した混雑情報のパターン

	パターン1	パターン2	パターン3
30分前の便	○ 残席有り	○ 残席有り	△ 残席わずか
最適な時刻の便	△ 残席わずか	× 満席	× 満席
30分後の便	○ 残席有り	○ 残席有り	△ 残席わずか
1時間後の便	○ 残席有り	○ 残席有り	△ 残席わずか

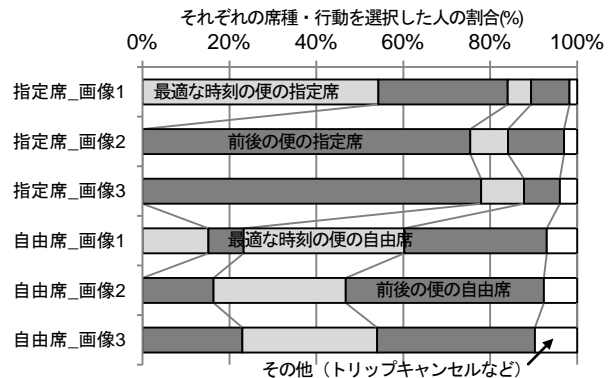


図-25 混雑情報画像提示後の選択行動変化

差は小さく、提示された混雑情報の影響の方が大きいことが確認された。

また、全体を通じて、最適な時刻の便の自由席より前後便の自由席が選ばれやすいという、やや不自然な傾向が確認された。本調査で提示した画像は全て、指定席において乗車したい便より前後便の方が空いている状況を示しているため、指定席の混雑情報を自由席の混雑に関連づけて考える人がある程度いたと考えられる。

4. まとめ

本論文では、席種別需要推定モデルの構築に向けて実施した顕在需要分析と席種選択要因分析の結果について述べた。顕在需要分析では、時間帯ごとの需要傾向や、休日と平日、休前日とそれ以外の日の需要差が明らかになり、また、自由席が混雑している状況でもあえて指定席を増やすことで指定席への需要転移を生む可能性が示唆された。席種選択要因分析では、webアンケートにより、席種選択の際に着席可否や価格が重視されていることや、座席指定に対する支払意志額が概ね現行程度であること、自由席に価値を見いだす旅客が一定数いること、ただし席種選択の傾向には男女差や年代による差が大きいこと、などが明らかになった。

本研究では今後、席種設定最適化手法の確立に向けて、顕在需要と潜在需要それぞれの推定モデルの構築を目指

す。顕在需要推定については、本論文で述べた項目以外にもモデルの説明変数となる要素があると考えられるため、その抽出を引き続き進め、また特急Xの需要推定モデルにおけるパラメータの算出・検証を目指す。潜在需要推定については、席種選択要因の分析を引き続き進めて席種選択効用を定式化することを目指す。また、本論文で述べた仮想選択調査では、他の交通機関についての情報を与えなかったため、トリップキャンセルや他交通機関への需要流出を推定モデルに組み込むには別途検討が必要である。これについても今後取り組んでいく。

席種設定最適化は、旅客の利便性向上と鉄道事業者の収支バランス向上を同時に可能にするものである。本研究ではこの実現に向けた取り組みを引き続き進めていく。

謝辞：本研究のために貴重なデータをご提供いただいた、特急Xの運行事業者様に厚く御礼申し上げます。

参考文献

- 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, CD-ROM, 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) 柴田宗典, 寺部慎太郎, 内山久雄: 都市間優等列車におけるフレキシブルな座席種別設定の効果に関する研究 — 幹線旅客鉄道インフラの更なる高効率利用を目指して —, 運輸政策研究, Vol.13, No.1, pp.2-13, 2010.
- 4) 国土交通省: 仮想的市場評価法(CVM)適用の指針, 2009.
- 5) 肥田野登, 篠原穰: 鉄道サービスの質的評価に基づいた都市通勤輸送におけるハイグレードカーの導入可能性に関する研究, 土木学会論文集, No.413/IV-12, pp.57-66, 1990.

(2014.4.25 投稿)

ANALYSIS ON THE DEMAND PATTERNS OF RESERVED/NON-RESERVED SEATS ON LIMITED EXPRESS TRAINS

Shingo NAKAGAWA, Munenori SHIBATA, Naoya OZAKI,
Noriko FUKASAWA and Takamasa SUZUKI

Allocation of reserved/non-reserved seats on limited express trains does not always correspond with customer demands which may vary depending on many elements such as days and operating sections. This mismatch may spoil convenience due to the congestion and railway operators may lose profits. To develop a demand estimation model and optimize seat allocation will be a solution for this problem. As a step for constructing the model, we conducted the demand analysis for some limited express trains which are often crowded. We also worked out a stated preference survey to see how people choose their seat class to board. This paper describes some valuable findings from their results, such as the difference between the trend in demand of two seat classes and the willingness to pay for the seat reservation.