

通勤列車のグリーン車料金変化による 需要変動を予測する



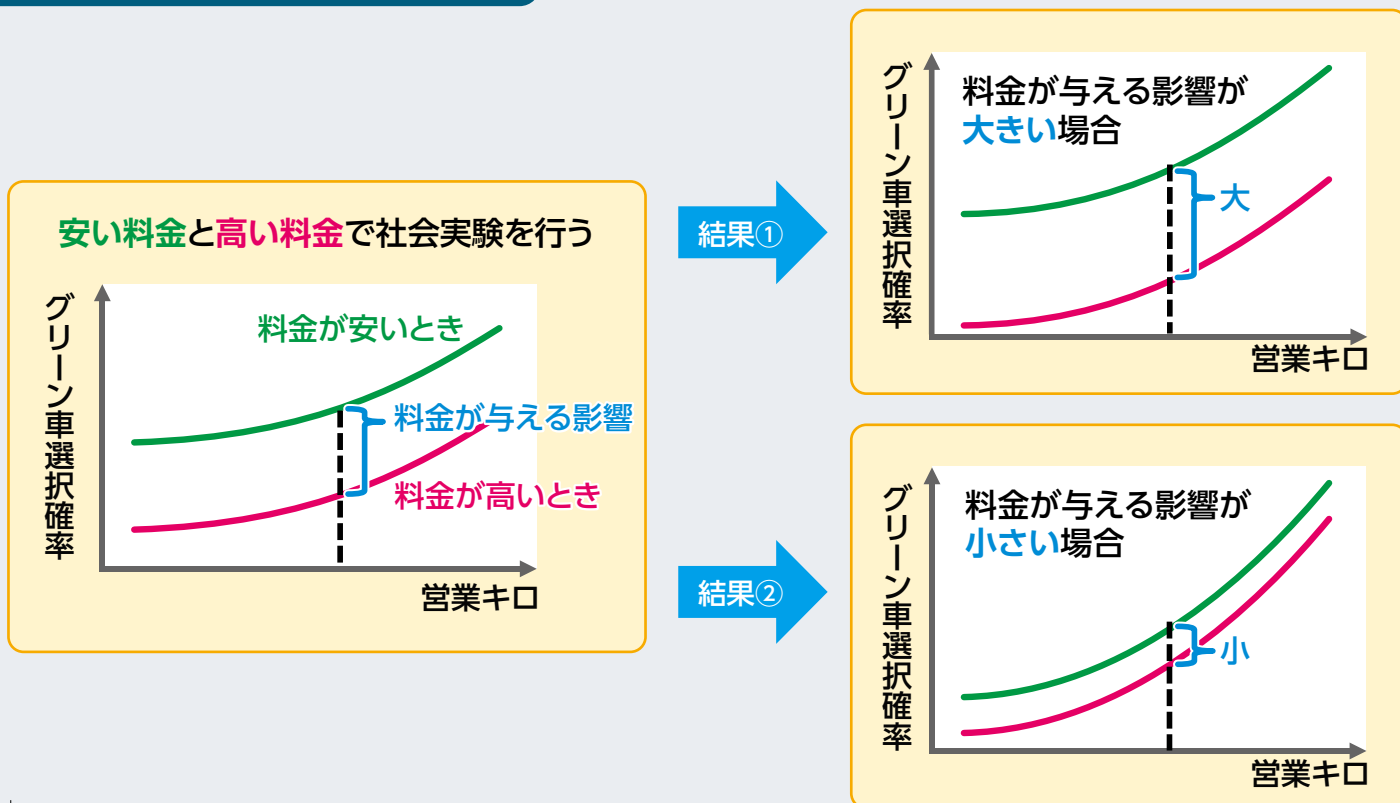
松本 涼佑
Ryosuke Matsumoto
情報通信技術研究部
情報解析研究室
副主任研究員

はじめに

新型コロナウイルスの流行をきっかけにテレワークや時差通勤などの新しい働き方の導入が進む一方で、首都圏を中心とした通勤列車の混雑は依然課題として残っています。このような通勤列車でも混雑を回避できる選択肢として、首都圏ではJR東日本のグリーン車、近畿圏ではJR西日本のAシート、快速うれシートなどの有料座席サービスがあります。ここで有

料座席サービスの料金が現状より上がった状況を想定すると、有料座席サービスの利用者が普通車両にシフトして普通車両がより一層混雑します。反対に有料座席サービスの料金が下がれば、普通車両の利用者が有料座席サービスの車両にシフトして有料座席サービスの快適性が下がります。このように有料座席サービスの快適性と普通車両の混雑度はトレードオフの関係にあるため、それらのバランスを適正にするため

図1 社会実験から得られる結果のイメージ



の料金設定は重要な課題です。しかし上記の中で最も歴史のあるJR東日本のグリーン車の料金設定で考えても、2024年3月16日より予定されている「よりわかりやすい料金体系」と「IC化やチケットレス化」の推進を目標とした料金体系の見直し¹⁾と、消費税増税タイミングでの微調整を除いては過去の料金設定が据え置かれているので、最近のデータによる料金設定の妥当性の裏付けは必ずしもありませんでした。また有料座席サービスの料金は航空運賃のように日々変動するものではないため、料金設定の変更が旅客の行動心理にどのような影響を与え、どれほどの需要変動をもたらすかは、単に日々のデータを蓄積するだけでは見えません。そこで実際のデータを活用して、料金の変化が需要に与える影響を予測できる統計モデルを構築しました。そして首都圏のグリーン車を対象に、平日朝の通勤時間帯におけるグリーン車の料金（以下、グリーン料金）の変化がグリーン車需要に与える影響を予測しました。

実社会の営業路線に 実験的状況を見いだす

このような影響を予測するのに理想的な方法は、路線や日ごとにグリーン料金を変化させる社会実験を行うことです。図1は、グリーン料金に安いパターンと高いパターンの2パターンを設定し、路線や日ごとにその2パターンを変化させる社会実験を行って得られる結果のイメージです。通勤旅客の鉄道利用距離を示す営業キロ¹⁾が長くなればなるほど、快適性を求めてグリーン車が選択される確率が高くなると考えられます。ここで安い料金と高い料金の2パターンによる結果があると、営業キロとグリー

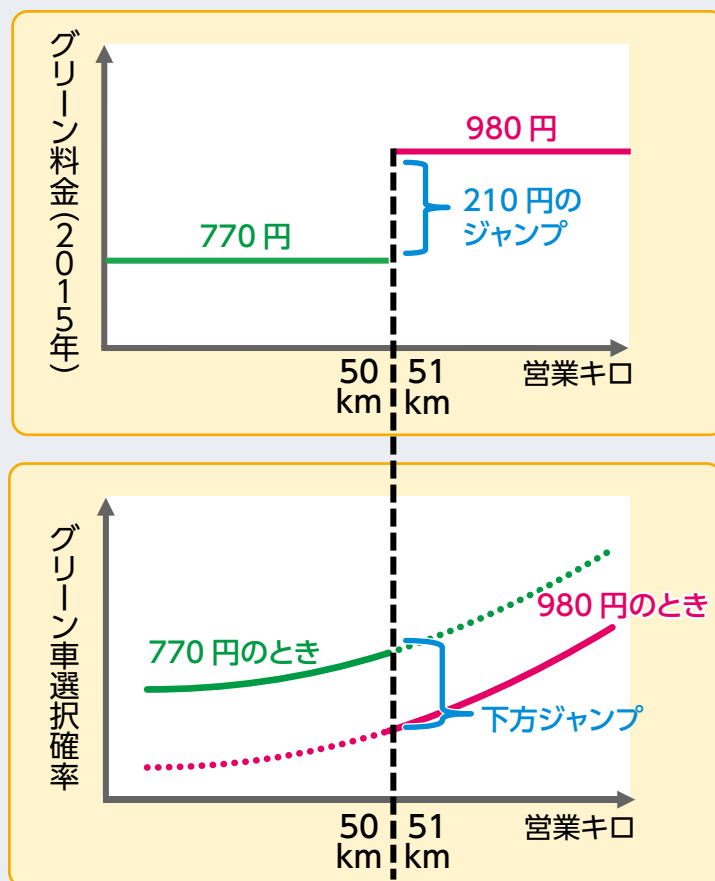


図2 グリーン料金体系に実験的状況を見いだす

ン車の選択確率の関係を示す曲線は2パターン得られます。そしてその2パターンの料金の差と、グリーン車選択確率の差の関係を定量化することによって、グリーン料金の変化が需要に与える影響を予測することができます。しかしこのような社会実験を実現するためのハードルは非常に高いといえます。

そこで社会実験を行わずとも、実社会の営業路線であたかも上記のような実験が行われたかのような状況を見いだすアプローチによって、グリーン料金が必要に与える影響を予測することを試みました。具体的にはグリーン料金

1) 営業キロ

駅間ごとに定められているkm単位の距離で、運賃・料金計算の基礎になっています。2.1 kmのように小数点第一位まで定められていますが、JRの運賃・料金計算では1 kmに満たない端数は1 kmに切り上げられます。

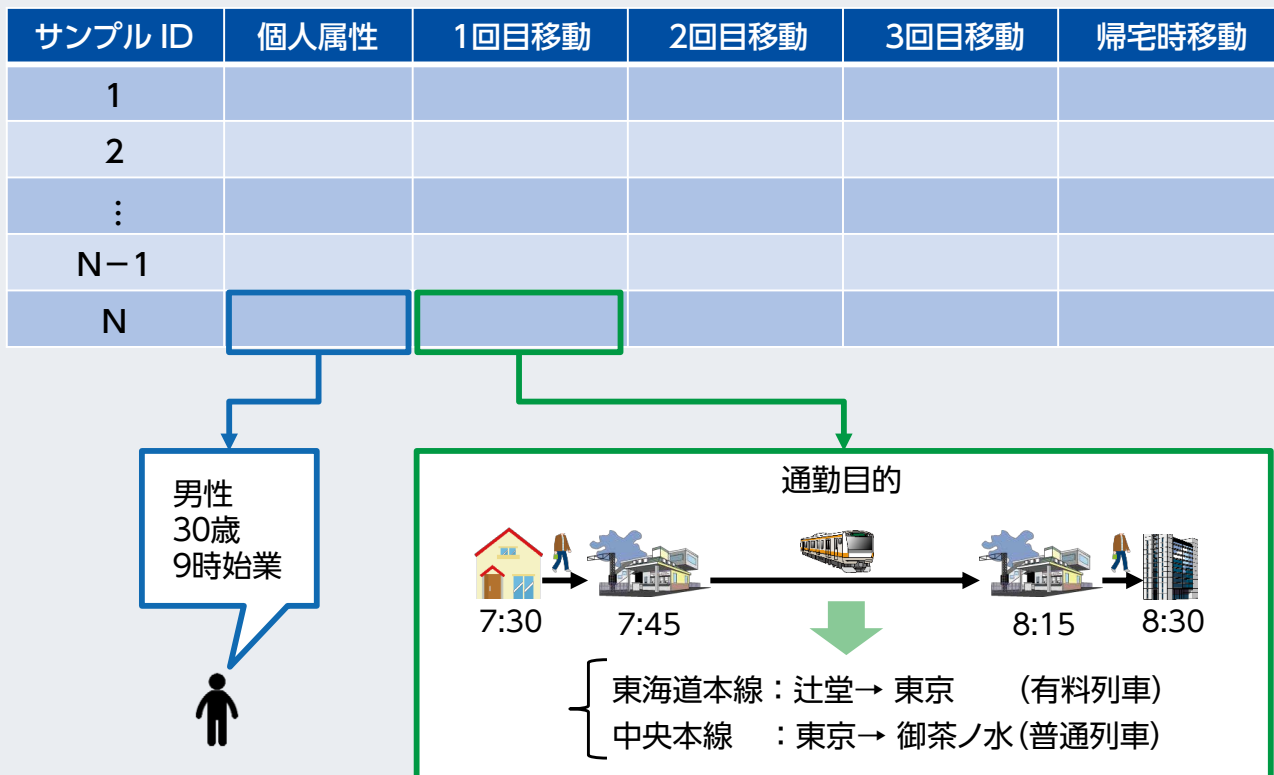


図3 大都市交通センサス個票データのイメージ

体系が階段状であることに実験的状況を見いだしました。後述する使用データの年次に合わせて2015年の料金体系で説明すると、[図2](#)上部のようにグリーン料金は営業キロ50kmまでは一律770円ですが、51kmを境に一律980円に変化して210円ジャンプします。ここで営業キロ50kmと51kmの旅客に着目すると、移動距離はほとんど変わらないにもかかわらずグリーン料金が異なることになります。したがって[図2](#)下部のように、営業キロ50kmまではグリーン車の選択確率は高くなると考えられる一方、営

業キロ51kmの境目ではグリーン料金が210円上がるため、グリーン車の選択確率が下方ジャンプすると考えられます。このグリーン料金とグリーン車選択確率のジャンプを利用して、グリーン料金が需要に与える影響を予測します。なおグリーン料金は車内購入か、事前購入か（2024年3月16日以降はSuica購入か、紙のきっぷ購入か）によって異なりますが、上記は事前購入の料金を示しています。本記事では、通勤旅客は車内料金より安い事前購入料金にてグリーン料金を支払うと仮定して分析を行います。

Regression discontinuity design (RDD)

実社会においてまるで実験が起こったかのような状況を利用するというコンセプトの自然実験の一種です。自然実験の中でもRDDは実社会に存在する境界線と、その前後にある何らかの変数のジャンプを利用するアプローチです。

このように実社会に存在する境界線を利用して因果関係を定量化する手法を[Regression discontinuity design \(以下、RDD\)](#) ¹⁸⁾といいます。先にも述べたとおり鉄道の運賃・料金は航空運賃とは異なり日によって変動しないことから、それらが需要に与える影響の予測は難しいとされてきました。しかし本記事は鉄道の料

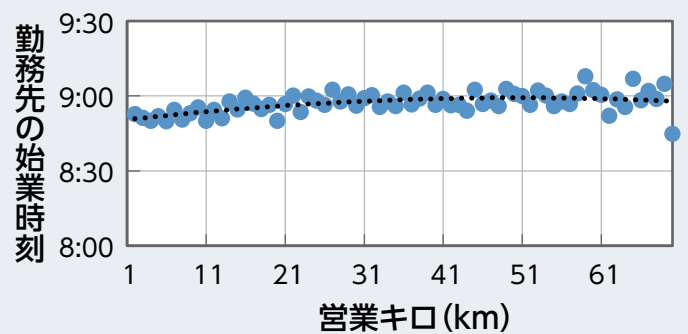
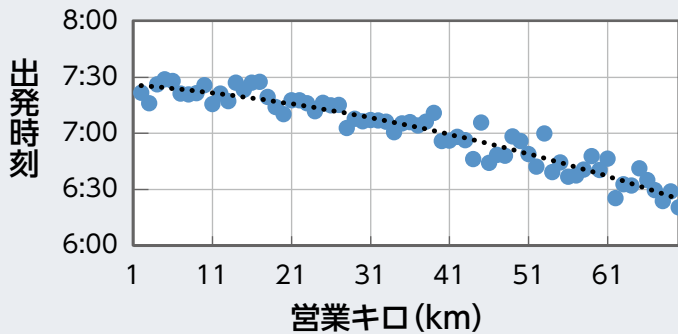
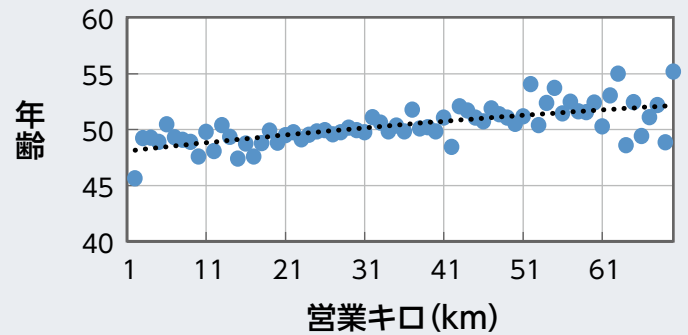
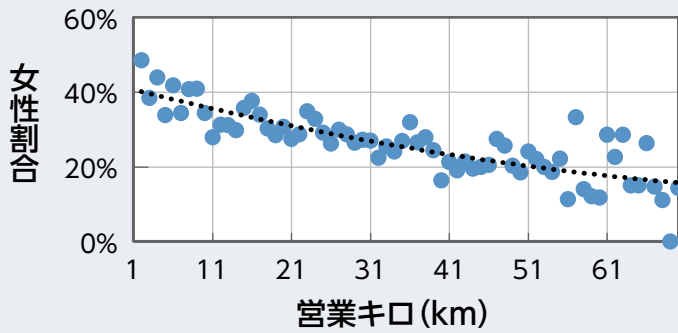


図4 営業キロ1 kmごとの属性・移動時刻の平均値

金体系が階段状であることに着目し、鉄道に初めてRDDを適用することによってその問題を解決しました。

実需要データを用いて グリーン車選択確率を計算する

現実社会における図2のような営業キロとグリーン車選択確率の関係を定量化するためには、統計モデルに実需要データをあてはめてそれら

二項ロジットモデル

「あるサービスを利用するか、利用しないか」などのような2つの選択肢がある状況における選択行動を確率的に定式化するために、一般的に用いられている統計モデルです。

大都市交通センサス

首都圏、中京圏、近畿圏の三大都市圏における鉄道・バスなどの大量公共交通機関の利用実態を把握するために国土交通省が行う5年に一度の調査です。

の関係を定式化する必要があります。そこで統計モデルには二項ロジットモデル^④を用いて、各通勤旅客がグリーン車を利用するか、利用しないかの選択行動を定式化しました。そして実需要データには2015年（新型コロナウイルス流行前のデータ最新年次）における首都圏版の大都市交通センサス^⑤の個票データを用いました。図3に本データのイメージを示します。このデータからは、調査で回答した通勤旅客一人ひとりの性別や年齢、勤務先の始業時刻といった個人属性や、移動目的、乗降駅、列車種別（普通、快速、有料列車など）といった移動に関する情報が得られます。またデータには首都圏全域の路線の情報が含まれていますが、2015年時点でグリーン車を運行していた路線のうち、普通列車に常時グリーン車が併結されていた東海道本線、東北本線、総武本線（千葉駅以西）、横須賀線、高崎線、湘南新宿ライン、上野東京

グリーン料金は

➔ 770円(50km)から

➔ 980円(51km)にジャンプ

グリーン車選択確率は

➔ 4.3%(50km)から

➔ 1.5%(51km)に下方ジャンプ

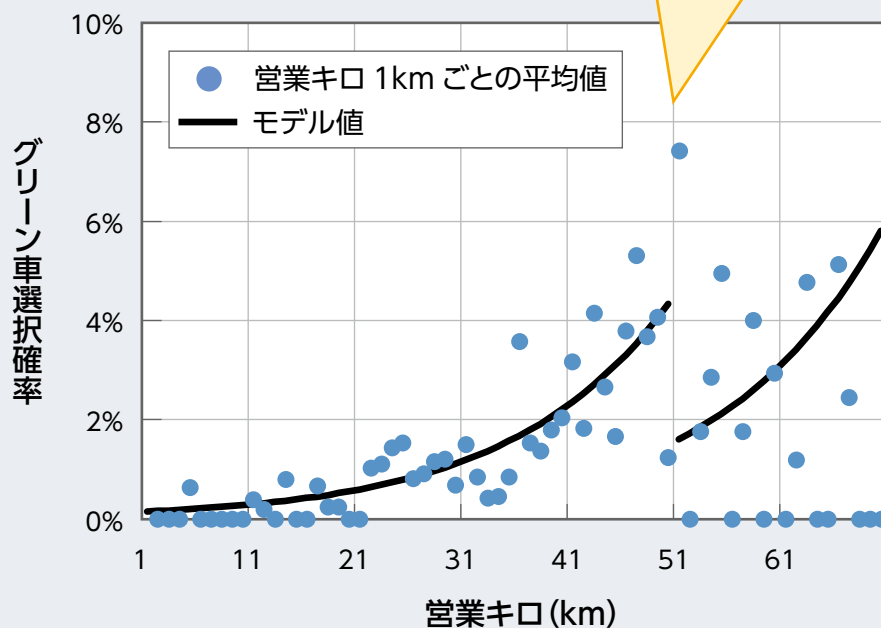


図5 実需要データを用いた計算結果

ラインを分析対象としました。ここで分析対象となった通勤旅客17,136人分のデータの特徴を概観するために、図4に、営業キロ1kmごとに通勤旅客の属性や移動時刻を平均した値を示します。営業キロが長くなるほど女性割合は低く、平均年齢は高くなり、家を出発する時刻は早くなる傾向が見て取れます。また勤務先の始業時刻はおおむね9時ですが、営業キロが短くなるほど勤務先の始業時刻は9時よりもやや早くなる傾向にあることがわかります。

構築したモデルは、通勤旅客が列車に乗車する営業キロが長くなるにつれてグリーン車選択確率が高くなり、営業キロ51kmにおける選択確率が下方ジャンプすることを表現できる数式です。図5に、営業キロ1kmごとに通勤旅客のグリーン車選択確率を平均した値と、構築したモデルを用いて営業キロごとのグリーン車選択確率を計算した値を示します。モデルから計算

されたグリーン車選択確率が営業キロ51kmで下方ジャンプしていることが見て取れます。この下方ジャンプは統計的にもたまたま起こったものではなく、有意なものであることが確認できました。グリーン車選択確率の具体的な値は、営業キロ50kmから51kmにおいて4.3%から1.5%に、2.8ポイント下方ジャンプする結果が得られました。

グリーン料金の変化による 需要変動を予測する

グリーン料金の増減がグリーン車需要の増減

需要の価格弾力性

需要の価格変化に対する感度を測る指標で、価格が1%増加(減少)したときに需要が何%減少(増加)するかを示すと解釈できます。変化割合を基準に計算することによって、円やドルなどの単位に影響されない値が得られます。

に与える影響の定量化には、**需要の価格弾力性**¹⁾という指標を用います。上記グリーン料金とグリーン車選択確率のジャンプから、グリーン車需要の価格弾力性は4.0と計算することができました。したがってグリーン料金が1%増加(減少)すると、グリーン車需要は約4%減少(増加)すると予測することができます。このことから、グリーン車需要の料金変動に対する感度は非常に高く、グリーン料金施策は需要に大きなインパクトを与え、通勤列車の普通車両とグリーン車の混雑水準を適正化するために有効な手段であることがわかりました。

さらに価格弾力性の値が1を上回ることから、グリーン料金を下げると料金の減少割合以上に需要の増加割合が大きく、グリーン料金収入が増加すると予測できます。このことからグリーン料金施策は、複々線化や車両増結といった大規模な設備投資を行わずとも鉄道事業者収入の増加に寄与し得ることがわかりました。ただし冒頭で述べたように、グリーン料金を過剰に下げるとグリーン車が混雑して快適性を提供できなくなるため、適正なグリーン料金の設定には普通車両とグリーン車の混雑度を見比べた慎重な検討が必要です。

今後の展望

今回は鉄道にRDDを適用した最初の分析事例であり、データの制約もあったため分析対象を平日朝の通勤に絞り、また複数の路線をまとめてグリーン車需要の価格弾力性を計算しました。しかし価格弾力性は、平日と休日、通勤ラッシュ時と帰宅ラッシュ時、またオフピーク時といった時間帯ごとに異なり、さらに路線ごとに

も異なると予想されます。このような曜日や時間帯、路線ごとに異なる価格弾力性が計算できると、例えばラッシュ時は高く、オフピーク時は安くなる料金体系や、路線ごとに異なる料金体系など、より柔軟な料金体系の検討が可能となります。

したがって、ほかの年次の大都市交通センサスデータや、その他の利用実績データを活用することによってデータ制約の問題を解消し、時間帯や路線ごとに異なる価格弾力性を計算してグリーン料金の変化がグリーン車需要に与える影響を予測することが今後の課題です。さらに今後はグリーン料金が需要に与える影響の予測に留まらず、実際の普通車両とグリーン車の混雑度を加味し、旅客満足度と事業者収入両方の観点から適正な混雑水準を達成するグリーン料金設定手法の提案まで拡張することを目標とします。

おわりに

グリーン料金が営業キロ51kmでジャンプすることを利用したRDDによる分析を行うことによって、社会実験を行わずともグリーン料金が需要変動に与える影響を予測することができました。さらにグリーン料金施策によって、大規模な設備投資を行わずとも鉄道事業者収入の増加に寄与し得ることがわかりました。本記事が、鉄道の料金体系が階段状であることを利用したさまざまなRDD分析の嚆矢となることを期待します。

なお本記事は、『交通学研究』第63号に掲載された論文²⁾の内容を一般向けに修正したものです。 **RRR**

文献

- 1) 東日本旅客鉄道株式会社：首都圏の普通列車グリーン車の料金体系を見直します，JR東日本ニュース，2023.12.15
- 2) 松本涼佑：普通列車のグリーン車需要の価格弾力性の推定 -Regression discontinuity designに基づいて-，交通学研究，No.63，pp.71-78，2020