鉄道路線の提供座席数変化による社会的費用の変化に関する研究

武井　佑樹[1]

[1]学生会員　九州大学大学院　工学府土木工学専攻（〒819-0395 福岡県福岡市西区元岡 744）

E-mail: takei.yuki.749@s.kyushu-u.ac.jp

コロナ禍を経ての働き方の変化などにより，近年鉄道事業の収益が急速に悪化した事業者は収益改善策の実施が急務となった．その一環として，需要が減少した通勤ラッシュ時の列車本数や両数を減少させ，あるいは座席を一部撤去して立席での利用可能人数を増やし，一列車あたりの輸送効率を向上させて輸送費用を削減する施策が行われている．一方，この施策は着席して通勤できる人数の減少，混雑の悪化などの不効用を利用者にもたらすこと，またそれを原因とした自動車など他の交通手段への転換を招く可能性がある．本研究では，この施策が実際に行われている鹿児島本線の福岡地区での通勤ラッシュ時において，施策がもたらす社会的費用の変化を検証する．

Key Words **:** *public transportation, urban railways, number of seat,*

１．はじめに

我が国において，鉄道事業者は輸送機関というインフラの一部を担う存在であると同時に，一つの民間企業として利益を追求する存在でもある．近年，コロナ禍を経て鉄道事業の収益が急速に悪化し，特に通勤需要に関しては完全にコロナ禍以前に戻ることはないと言われている中で，利益を追求する過程で鉄道事業の収益改善がより強く求められるようになっている．鉄道事業の収益改善策には，大きく，無人化や自動化などの人件費削減，運賃料金の値上げや利用促進などの収入増，そして，減便などのサービス見直しがあると考えられるが，本研究では，そのうちサービス見直しに着目する．

都市部の利用者が比較的多い鉄道のサービス見直しを実施する場合，最も長期的な削減効果が大きいのは平日朝と考えられる．その理由として，都市部の鉄道では，通勤ラッシュ時間帯である平日朝の需要が最も大きく，それに応えるために多くの設備が必要となる一方，それ以外の時間帯では平日朝ほどの需要はなく，最大の需要に応えるための設備の一部が持て余される非効率的な状況が発生している．固定費の割合が高いと言われている鉄道事業では，平日朝の運行本数などの輸送能力を減らす，あるいは設置座席数を減少させち立席での乗車可能人数を増やし，一列車あたりの輸送能力を高めることで設備をスリム化できれば，長期的に大きな費用削減効果を生むことが期待できる．コロナ禍を経てテレワークの浸透などにより鉄道での通勤需要が減少した現在，鉄道事業者が通勤ラッシュ時の輸送能力を減らして収益改善を図ることは，この点で合理的といえる．

一方，この施策は，コロナ禍を経てもなお最も多くの人が鉄道を利用する時間帯において，利用者に対して混雑の悪化や，座席数の減少による着席機会の低下という不効用を強いることになるため，社会的費用は増加する可能性がある．さらに，一部の利用者がこの状況を嫌い，自動車などの他の交通手段に転換することとなれば，交通渋滞の悪化や CO2 排出量の増加などといったさらなる社会的費用の増加につながり得る．

本研究では，鉄道事業者が収益改善を目的として

通勤ラッシュ時間帯に輸送サービスの見直しを行うことによる，通勤利用者に生じる不効用の変化を見ること，またそれによる交通モードの変化量を推測することにより，施策による社会的費用の変化の程度を明らかにすることを目的とする．

２．既往研究の整理と本研究の位置付け

(1) 都市鉄道の混雑による不効用の定量化

都市鉄道の混雑が利用者にもたらす不効用の定量化を試みる研究は多数存在する．

田中ら[1]は CVM(仮想的市場評価法)を用いて，首都圏の満員電車の不効用を一都三県で年間 4042 億円～7049 億円と評価した．あわせて，習慣的な利用が不効用を過小評価することに結びつくとの仮定から，テレワーク経験の有無によって調査対象者を分類し，双方での支払意思額の違いから，習慣的な利用が不効用を 35%程度過小評価するのにつながることを示している．

山鹿[2]は，通勤時の混雑率が家賃に影響すると考え，JR 中央線沿線の家賃関数，およびそれに基づく通勤者の効用関数を混雑率を含む形で導出し，限界混雑費用から求められる最適混雑料金は定期運賃の 1.5～3 倍ほどと推計している．

同様に，浅田[3]は，都心から離れるほど家賃が低下する現象は，通勤の金銭的，非金銭的費用が増加することによると考え，これを首都圏の鉄道 13 路線の沿線に当てはめて，混雑による社会的費用は運賃の 1～3 倍ほどと推計している．

松本[4]は，通勤者が混雑を避けるため勤務先への到着時刻を変化させる行動を利用し，出社時刻選択モデルを作成して，JR 中央線を対象に混雑料金を算出した結果，最混雑時の混雑料金は現行定期運賃の 4～6 倍となることを示した．

(2) 着席による効用の定量化

鉄道において着席での利用の効用定量化に関しては，家田ら[5]の研究がある．丸ノ内線池袋駅において，到着後すぐの列車に乗車せず，後の列車を待って着席する行動を観察することで，通勤者の着席による効用がほとんどない多数派のグループと，非常に高いグループが存在すること，また着席効用度の平均値は 0.30～0.35 程度であることを示した．家田ら[6]は，これを基に座席数に変動がある場合の着席効用度の分布を求め，平均的な着席効用は乗車時間が 10 分から 30 分にかけて急激に高まること，平均的な乗車時間では着席効用は乗車時間の 3 割程度となることを示した．

(3) 都市鉄道の混雑状況と人の行動

都市鉄道の混雑状況と社会的費用に関する研究として，髙橋[7]は，三大都市圏を想定したモデル都市で，都市鉄道の混雑緩和策を実施することによって，自動車から鉄道への交通モード転換が起こり，実施しない場合と比べて交通部門からの CO2 排出量が減少することを示した．

渡邉ら[8]は，首都圏と関西圏の居住者を対象に，最寄り鉄道路線の輸送サービスを変化させた仮想環境における居住意向を調査し，サービス水準に関する 9 つのパラメータ中でラッシュ時の混雑程度が居住意向に最も大きく影響することを示した．

(4) 本研究の位置付け

以上の都市鉄道の混雑に関する研究の多くは，特に混雑の激しい三大都市圏やその一部地域，またはそれを想定したモデル都市の鉄道路線を対象としており，これら以外の都市の鉄道路線でも混雑やそれに伴う不効用は発生していると考えられるにもかかわらず，それを対象としている研究は多くない．

また，コロナ禍以前の鉄道における課題は，主に混雑解消のための輸送能力増加，需要の分散，あるいは着席保証列車の導入などであり，今回着目しようとしている，利用者の多い都市鉄道において，収益改善策として運行本数や車両数，座席数を削減することと，それに伴って発生する効用の変化に関しては，実際にこのような施策が行われた事例がこれまでに少なく，また研究も見当たらない．

本研究では，福岡都市圏の JR 鹿児島本線を対象としており，三大都市圏に所在しない，混雑が発生している都市鉄道を対象としている．また，本研究で対象とする施策は，平日朝の運行本数などの輸送能力を減らす，あるいは設置座席数を減少させち立席での乗車可能人数を増やし，一列車あたりの輸送

能力を高めるという，コロナ禍を経ての利用者の減少や収益悪化を受けたと思われる，これまで都市鉄道ではあまり実施されてこなかった施策である．以上のように，「三大都市圏以外で」「コロナ禍以前の都市鉄道における課題やその対策とは大きく異なる施策の」通勤者の効用への影響を明らかにしようとする点に特徴がある．

３．分析方法

(1) 対象地域

対象地域は，福岡都市圏の JR 鹿児島本線沿線である．この定義として，福岡都市圏は，福岡都市圏広域行政事業組合を構成する市町のうち鹿児島本線の駅がある宗像市，福津市，古賀市，新宮町，福岡市，春日市，大野城市，太宰府市，筑紫野市の 9 市町とする．また，この地域内にある鹿児島本線の駅は教育大前駅から原田駅までの計 26 駅であり，このうち，多くの通勤利用者の目的地と想定される博多駅を除く 25 駅の通勤時間帯の利用者を対象とする．

(2) 対象地域の選定理由

JR 鹿児島本線では，2022 年 9 月に実施されたダイヤ改正で，事業者の経営改善策の一環として平日朝の通勤ラッシュ時に列車本数・車両数の削減が行われている．また，実施にあたり，一部の車両で設置している座席数を減らし，立席で利用できる人数を増やすことで，同一の輸送力を確保しつつ本数・車両数の削減を行うことを可能にし，輸送効率向上と費用削減を図っている [9]．



画像 1 座席数を削減した車両

このように，本研究で着目する「都市鉄道における，コスト削減を目的とした，最混雑時間帯における輸送サービスの見直し」が現在行われており，通勤者に効用の変化が生じていると考えられることから，対象地域として選定した．

(3) 分析方法

a) 通勤者の効用関数導出

まず，通勤者を対象とした，輸送サービスの変化がもたらす効用の変化を示す関数を作成する．先行研究には，大きく 2 つの効用関数が提示されている．1 つは，混雑状況が家賃に反映されると仮定し，家賃関数を設定することで，混雑状況と効用の関係を示すもので，例えば山鹿 [2]，浅田 [3]の研究で用いられている．もう 1 つは，通勤者には混雑がない場合の理想の出社時刻が存在するが，効用最大化のために混雑を避けて早く出社するという行動をモデル化するもので，松本 [4]の研究で用いられている．

本研究の対象地域(福岡県)では，都市鉄道の混雑に関する先行研究の多くで分析に利用されており，鉄道の利用状況を詳細に把握できる大都市交通センサスが実施されておらず，信頼できる公共交通の利用状況を知ることが可能な調査がパーソントリップ調査程度しか存在しない．したがって，データの入手に制約が生じる可能性が高いと予想される．現時点で，輸送サービスの見直し施策が実施されてから 1 年程度しか経過していないことから，施策がもたらしている家賃への反映は恒常的な混雑とは異なり限定的である可能性があるため，可能な限り後者のモデルを使用するが，先述した理由でデータが不足しており合理的な仮定を設けることも困難である場合は前者の手法も利用する可能性がある．

b) 出社時刻選択行動を基にした効用関数

通勤者は，効用が最大になるように出社時刻を設定し通勤していると考える．通勤の効用に影響する説明変数として，最寄り駅の列車本数，総提供座席数と混雑率を設定し，この他に個人の属性に関する説明変数を加える．また，理想の出社時刻と混雑回避行動による現実の出社時刻の差分を，平均的な勤務開始時刻と実際の出社時刻の差と一致すると仮定して加える．これらのパラメータを推計すること

で，効用関数を算出する．

c）家賃関数を基にした効用関数

家賃関数を基にする場合，都心から離れた地域ほど家賃が下がる現象が見られるのは，通勤の金銭的，非金銭的費用が増加することが一因であると考える．まず，駅周辺の賃貸住宅の家賃の価格関数を，最寄り駅までの所要時間，床面積，築年数，通勤区間の所要時間，最寄り駅の列車本数，総提供座席数と混雑率をパラメータとして求める．続いて，通勤者の予算および時間制約，また均衡状態ではすべての家計において効用水準は等しくなることを用いて，通勤者の効用関数を算出する．

d）施策による効用への影響検証

前述した効用関数を決定することで，混雑率や座席数に関する限界効用を算出できる．すなわち，混雑率や座席数，列車本数などの施策で変化した説明変数が 1 単位変化したときの効用変化を求め，金銭換算することによって効用変化を定量化することができる．

本研究において，対象地域で実施されている施策は，大きく「列車本数・両数の減少」と，「一部車両での座席数の削減」の 2 つ存在する．したがって，双方の施策の実施の有無によるパラメータの違いを効用関数にあてはめることで，施策の実施有無による通勤者の効用への影響を検証する．

参考文献

1)田中皓介，福井智也，柳沼秀樹，寺部慎太郎：習慣解凍の影響を考慮した CVM による首都圏満員電車の不効用評価，土木学会論文集 D3(土木計画学)，Vol.78，No.6，pp.II_760-II_770，2022.

2)山鹿久木 : 通勤混雑外部性の定量化の試み, 経済学研究, Vol.63，No.3，pp.601-619，2009.

3)浅田義久：交通渋滞と混雑料金，日本不動産学会誌，Vol.19，No.3，pp.65-74，2006.

4)松本涼佑：鉄道の通勤混雑緩和対策の経済分析，交通学研究，Vol.60，pp.47-54，2016.

5)家田仁，松本嘉司：列車選択行動における着席効用度の定量的評価，土木学会論文集，Vol.365，No.4，pp.69-78，1986.

6)家田仁，前田洋明，松本嘉司：座席容量に変動がある場合の着席効用度の分析，土木計画学研究・論文集，Vol.4，pp.221-228，1986.

7)髙橋達：都市鉄道の混雑緩和と利用促進が温室効果ガスの排出量に与える影響，交通学研究，Vol.64，pp.91-98，2020.

8)渡邉拓也，深澤紀子，奥田大樹，鈴木崇正：大都市圏における鉄道輸送サービスと沿線居住意向の関係の考察，土木学会論文集 D3(土木計画学)，Vol.78，No.5，pp.I_761-I_776，2023.

9)あなたの特命取材班＝長崎線，鹿児島線，日豊線の「813 系」　列車の座席　なぜ撤去　JR・混雑緩和，車両削減　乗客・座れない，温度低下，西日本新聞，2022 年 3 月 15 日朝刊，p22，日経テレコン，http://t21.nikkei.co.jp.ezproxy.lib.kyushu-u.ac.jp/g3/CMNDF11.do，2023 年 5 月 14 日参照.