

都市鉄道における運賃システムの改善に関する研究

— 通算運賃の検討 —

東京圏の都市鉄道は世界でも有数の利便性を誇る鉄道である。しかし、運賃は事業者ごとに設定され、乗継ぐ際には事業者別に計算した運賃を合算した併算運賃となり、シームレスなものとはなっていない。事業者ごとに初乗り運賃がかかるため割高となり、遠回りといった非効率な交通行動の一因となっている。本研究では割高な併算運賃を解消するため、現状を考慮し、よりシームレスな鉄道運賃を検討した。具体的には①現状分析から併算運賃の問題点を明らかにした。②この問題に対する国内外の取り組みを調査した。③改善案を作成しその効果を評価した。2事業者のケースでは採算性を確保しつつ、社会的厚生を増大できることを試算により明らかにした。

キーワード **都市鉄道、運賃、通算運賃**

北野喜正

KITANO Yoshimasa

前 一般財団法人運輸政策研究機構運輸政策研究所研究員

1—はじめに

東京圏の都市鉄道は、充実した路線網や高頻度運転により、世界有数の利便性を有している。また、多くの路線で民間事業者による効率性を意識した運営がなされ、多くが事業体として採算の確保ができてきている点も世界に誇るべき点である。一方で、事業者間の乗継の部分は課題となる。事業者をまたぐ場合であっても、事業者の違いに影響されないシームレスなサービスが必要であろう。ハード面では早い段階から相互直通運転を行うなど世界的に見ても画期的な取り組みがなされてきた。しかしながら、ソフト面では運賃は事業者ごとに計算され、乗り継ぐ際には事業者別に計算した運賃を合算する併算運賃となるため割高である。これは利用者に大きな負担を強いており、以前から問題となっている。古くは昭和31年の都市交通審議会を取り上げられ、以後もたびたび審議会等で取り上げられ長年にわたり問題提起されてきた。しかしながらこれらの解決は難しく、一部では併算額から定額を割り引く併算割引による乗継割引が実施されているが、割高な併算運賃の解消には至っていない。

割高な併算運賃は利用者の負担となっているだけでなく、交通行動にも影響を与えている。都市鉄道の運賃が乗り継ぐ場合でも乗車距離に応じて高くなるようなものになっていれば、多くの利用者は容易に距離の短い経路を選択できるだろう。しかし、最短ルートの運賃が併算となり割高となるケースが多く存在し、利用者の一部が併算とならない遠回りなルートを選択するといった非効率な交通行動が発生している。

割高な併算運賃を解消し、歪みのない運賃制度を実現するには、関係する事業者で運賃表を共通化し、運賃も事

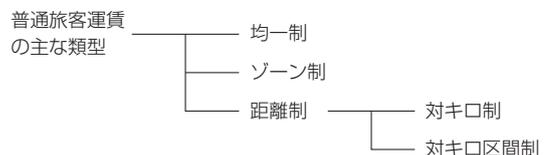
業者ごとに計算せずに通算で計算する共通運賃とすることが望ましいだろう。しかし、東京圏の鉄道事業者は独立採算で運営されており、運賃は総括原価に基づいて決められ、適正とされる運賃水準は事業者により異なるため運賃を共通化することは難しい。また事業者同士のある程度の競争も存在し、各社が総括原価の範囲内で自由な裁量に基づき戦略的に運賃を設定しており共通運賃はなじまない。

本研究では、割高な併算運賃を解消するためより実現可能性が高いと考えられる通算運賃による運賃システム改善案を作成し、提案することを目的としている。以下、2.で乗継運賃の現状を分析し、問題点を明らかにする。3.で従来の研究について述べる。4.ではこれまでの併算運賃への国内外の取り組みを調査し、整理する。5.では解決策を比較検討し、本研究における改善案を作成する。6.では前章で作成した改善案について数値計算による試算を行い、その効果を評価する。特に、利用者数、便益、遠回りといった非効率な利用の増減の観点から評価する。

2—乗継運賃の現状

2.1 乗継運賃とは

鉄道の普通旅客運賃の設定方法は、主に均一制、ゾーン制、距離制の3つに区分される(図—1)。均一制は乗車距離に関係なく均一の運賃とする方法である。ゾーン

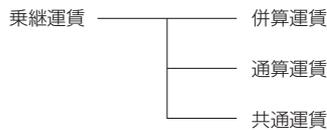


■図—1 普通旅客運賃の主な類型

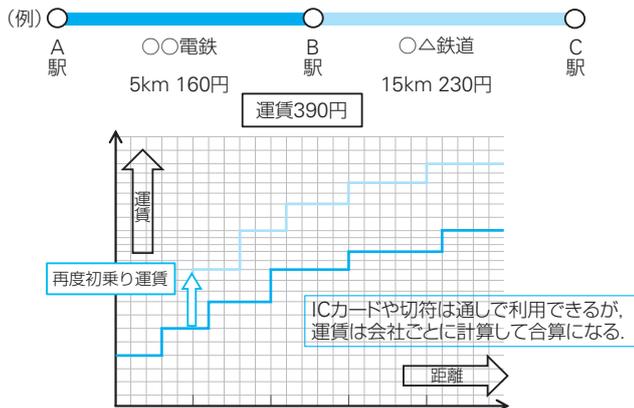
制は都市内をいくつかのゾーンに区切り、乗車してから下車するまでに通過するゾーンの数などで運賃を決める方式である。距離制は、乗車距離に応じて運賃を決めるものであり、対キロ制と対キロ区間制がある。対キロ制はキロ当たり賃率を設定し、賃率に乗車距離を乗じて運賃を算出する方法である。対キロ区間制は距離に応じて運賃が決まるが、距離帯ごとに運賃を決め、階段状に距離に応じて運賃が増加していく運賃表で運賃を算出する方式である。

本研究では、都市鉄道における2つ以上の事業者間にまたがる利用を連絡乗車と呼び、その際の運賃を乗継運賃と定義する。乗継運賃の計算方法には、併算運賃、通算運賃、共通運賃の3つがある(図-2)。併算運賃とは、利用した事業者ごとに運賃を別々に計算し、合算するものである。併算運賃では、利用した事業者ごとに初乗り運賃がかかることになる。ほとんどの鉄道会社では乗車距離が長くなるほど運賃の上がり方が小さくなる遠距離逓減制を採用している。併算運賃ではこの遠距離逓減も事業者ごとになるため、連絡乗車を含む場合は含まない場合に比べて逓減されにくくなる。この初乗り運賃と遠距離逓減の観点から、併算運賃は連絡乗車がない場合に比べて相当割高になる。通算運賃とは、利用したすべての事業者の乗車距離を合算し、総乗車距離で運賃を算出するものである。事業者ごとに賃率や運賃表が異なる場合には、重みづけ等の計算上の工夫がなされる。この場合の初乗り運賃は1回となる。

異なる事業者間で運賃表を共通にし、運賃を算出するものを共通運賃という。ゾーン制の場合や距離制の場合があるが、共通の運賃表を使用し総移動距離で運賃を計算するため、事業者が変わっても運賃計算に影響せず、初乗り運賃は1回のみとなる。



■図-2 乗継運賃の主な類型



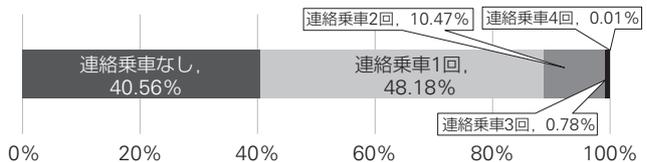
■図-3 日本の乗継運賃(併算運賃)

日本では現在、併算運賃が使われている。連絡乗車時にICカードや切符は通して利用できるが、運賃は上記の理由から割高となる(図-3)。

2.2 連絡利用者の現状

乗継運賃が適用される連絡乗車の利用者数を見てみる。平成22年の大都市交通センサスのデータを集計すると、首都圏の定期券による鉄道利用者のうち連絡乗車となる利用者は全体の6割近くを占めており、決して少なくないことがわかる(図-4)。

次に、2駅間の鉄道による移動について経路別に旅客数を集計した。特に連絡乗車を含む経路と連絡乗車を含まない経路があり、前者の方が乗車距離は短いにもかかわらず併算運賃により運賃が高くなっている箇所を取り上げている。運賃は経路選択の1つの理由にすぎないが、特に定期券以外の利用者では所要時間が長く、連絡乗車を含まない割安なルートがより多く選択されていることを複数の箇所を確認した(図-5)。運賃の高さが経路選択に影響し、遠回りという非効率な利用となっていることが想定される。また逆に、連絡乗車の有無による運賃差が大きい場合には所要時間の短い連絡乗車となる経路が多く選択されていることも観察された。なおこのような例は、特定の地域や事業者において生じるものではなく、都市鉄道ネットワーク上で乗継運賃となっている様々な箇所を観察されるものと考えられる。

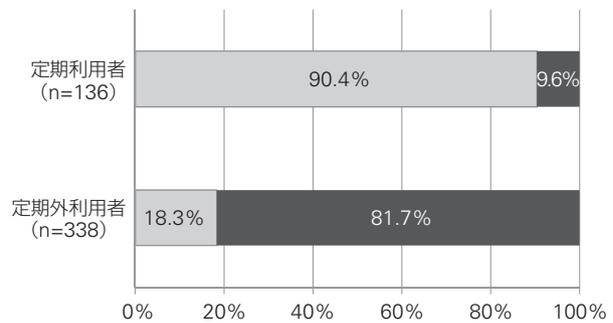


注: 連絡乗車(事業者をまたぐ乗継)を集計
出典: 平成22年大都市交通センサスより集計

■図-4 定期利用者に占める連絡旅客の割合(首都圏)

例: 押上=(茅場町~原木中山)間の乗車 (参考)押上=東陽町間の運賃		
連絡乗車あり 都営浅草線経由	290円	9.6km
連絡乗車なし 東京メトロ半蔵門線経由	230円	13.1km

■ 連絡乗車あり ■ 連絡乗車なし



出典: 平成22年大都市交通センサスデータより集計
運賃は2014年3月現在のもの

■図-5 経路分担状況の例

3—従来の研究概要

公共交通の併算運賃については、国内外で以前より課題と認識されており、多数の研究の蓄積がある。

20世紀後半、ヨーロッパを中心に運賃の共通化などの施策が採られてきた。各々の都市における施策の前後における利用者数の変化などを分析した研究^{1)–9)}や各都市の取り組みを整理した研究¹⁰⁾が従来から存在する。しかし、これらの研究では施策による公共交通利用者数の増加のみに着目しており、利用者の経路選択に及ぼす効果や利用者の便益への影響については分析されておらず、施策の詳細な効果について評価できていない。

日本においても、割高な乗継運賃に対する問題認識や海外の動きを受けて、共通運賃^{11)–13)}の適用案や併算割引による乗継運賃の平準化案^{14)–16)}を検討し、数値計算により評価を行った研究が存在する。例えば、秋山ら¹¹⁾や運輸経済研究センター¹²⁾は、共通運賃制度を取り上げ、望ましい共通運賃案の策定を行っている。しかし、これらの研究では運賃案適用による効果（利用者数、便益、利用経路の変化）の分析は行われていない。

金子¹³⁾は、共通運賃を東京圏に適用した場合の効果について、需要予測モデルを用いて、利用者の利用行動の変化を考慮し、事業者の収支や利用者の便益の計算を行い、効果の分析を行っている。理論的には、共通運賃へのラムゼイルールの適用について検討を行った研究¹⁷⁾や共通運賃による利用者と事業者の厚生改善と利用者行動の歪みの除去について分析した研究¹⁸⁾がある。しかしこれらの研究では、共通運賃を取り上げており、現在の東京圏に適用することは難しい。本研究ではより可能性が高いと考えられる通算運賃による改善案について、利用者数、便益、経路選択における遠回りで非効率な利用の減少の観点から評価している。

また、公共交通が複数の事業者によって運営されている場合には事業者の意欲を引き出し、効率的で良いサービスを提供するため、乗継運賃の事業者への配分方法の検討は重要である。しかし筆者が知る限り配分方法の海外の事例を紹介したもの¹⁹⁾はあるものの、比較研究した事例は見あたらない。本研究では配分方法の比較検討と提案を行っている。

高速道路では実際にゾーン制から距離制へ料金システムの変更を行っており、料金体系の変更前後のデータを使用し、社会的余剰の変化を分析した実証的な研究²⁰⁾がある。本研究では鉄道運賃における料金体系の変化による社会的余剰への影響を推計する。

4—乗継運賃のシームレス化に向けた取り組み事例調査

4.1 日本における取り組み

以前より割高な併算運賃は課題と認識されてきたが、有効な解決策が講じられずにきた。

昭和31年には都市交通審議会第1号答申において通算運賃の採用が答申されたが、実現には至らなかった。その後、昭和35年に都営浅草線が開業し、東京の地下鉄は2社体制（現在の東京メトロ線と都営地下鉄線）となった。翌年（昭和36年）から2社間の割高な併算運賃を軽減するため連絡割引普通運賃が実施された²¹⁾。これは併算運賃から定額の割引を行う併算割引によるものである。

昭和40年代になり私鉄や国鉄と地下鉄との相互直通運転が始まり、割高な併算運賃の問題がより顕在化してきた。そのため、他の事業者でも併算割引の取り組みがなされるようになった。昭和59年には大手民鉄と地下鉄の間で本格的に併算割引による乗継割引運賃制度が導入された。これは2事業者をまたぐ連絡乗車となる利用者に対し、双方の事業者の利用区間が初乗り運賃区間であることを条件に、一事業者につき10円割引されるもので、普通券を購入する利用者に適用される。利用者の利便性の向上のために導入され、乗車距離が短いほど合算による割高感が高いこと、負担における旅客間公平性の確保の点からこの適用条件となった²²⁾。以後この制度は現在まで続いている。

また東京の地下鉄を運営する2社（東京メトロ線と都営地下鉄線）の間では初乗り運賃区間に限らず併算割引が適用され、割引額も徐々に拡大され、70円となり現在に至っている。また、2010年～2011年にかけて国と東京都、東京メトロが参加し、東京の地下鉄の一元化等に関する協議会が開催され、運賃における乗換負担軽減策についても議論された²³⁾。

このほかにも東京圏の鉄道事業者では複数社にまたがる併算割引やフリーパス等を発売するなどの取り組みがなされている。

しかし、数十円の併算割引では、利用者の負担感の一部緩和されるものの、百数十円となる乗継時の初乗り運賃分に比べて小さいものである。平成12年の運輸政策審議会第18号答申においても乗継併算運賃の改善について記載されたが、抜本的な取り組みには至っていない。

4.2 海外における取り組み

海外でも併算運賃の弊害から様々な取り組みがなされている。主に共通運賃と通算運賃の2つの取り組みがある。

4.2.1 共通運賃

ドイツのハンブルグでは1950年代に公共交通の利用者の減少が深刻になった。その理由の一つとして、都市の公共交通が複数の事業者によって運営されていることによる路線設定、運賃設定、ダイヤなどの面における事業者間の連携の悪さが指摘された。当時のハンブルグにはハンブルグ高架鉄道株式会社（バス、地下鉄、トラム）、連邦鉄道（近郊電車、バス）のほか、3つの鉄道会社、3つのバス会社などがあった。そこで1965年に交通事業者によるハンブルグ運輸連合が結成され、1967年には共通運賃制度が導入された¹⁹⁾。これはゾーン方式による共通運賃制度である。これによって、割高な併算運賃は解消された。この後、ゾーン方式による共通運賃制度は内容に多少の違いはあるものの、ヨーロッパの都市を中心に広がっていった。

4.2.2 通算運賃

(1) オランダ

オランダでは、都市ごとに通算運賃が導入されている。1970年代後半、オランダでもモータリゼーションが進展した。公共交通の魅力を向上させるため、ゾーン制の共通運賃が導入された。その後、1990年代後半に乗車券のICカード化が検討された。それ以前は事務作業量などの問題から難しかったが、ICカード化により、より細やかな運賃設定も可能になった。そこでゾーン制よりも乗車距離に対してより公平で、個々の事業者の経営効率性を考えた運賃設定ができるよう通算運賃が採用され、2005年より順次導入された²⁴⁾。ICカード化は確実な運賃収受や旅客需要把握の面でも利点があった。現在この運賃制度はオランダ全土に展開されていて、アムステルダム市営交通会社、connexxion busなど15近くの事業者が参加している。

オランダの通算運賃は初乗り運賃(basic fare)とキロメートル運賃(kilometre fare)から構成される。初乗り運賃は定額で乗車時に一律にかかるものであり、オランダ国内共通の金額になっている。キロメートル運賃は乗車距離に賃率を乗じて算出するものであり、乗車距離に応じて高くなる。同一都市内で35分以内に乗り継ぐ場合には、乗り継ぎ先では再度の初乗り運賃はかからずキロメートル運賃のみが加算される。キロメートル料金の賃率は事業者により異なっている。賃率は乗車距離に応じて変化しないため、キロメートル運賃は乗車距離に比例し、遠距離逓減はない。通算運賃によって、複数事業者の利用となっても割高な併算運賃が解消し、シームレスな運賃システムを実現している。

(2) シンガポール

シンガポールでは割高な併算運賃による利用者の経路選択への影響をなくすために、2010年に通算運賃「Distance

Fares」を導入し、併算運賃を解消している。

公共交通の運営主体にはSBST社とSMRT社の2社があり、両社とも鉄道とバスを運行している。また運賃は鉄道・バスともに対距離区間制となっている。しかし、鉄道では路線により運賃表が異なっており、バスも含めて3種類の運賃表がある。

シンガポールの通算運賃では輸送機関や事業者ごとに運賃を計算するのではなく、出発地から最終目的地までの合計の移動距離から運賃を計算する。鉄道のみ利用でも、バスのみ利用でも、鉄道とバスの両方利用しても、出発地から目的地までの合計移動距離で運賃を計算する。

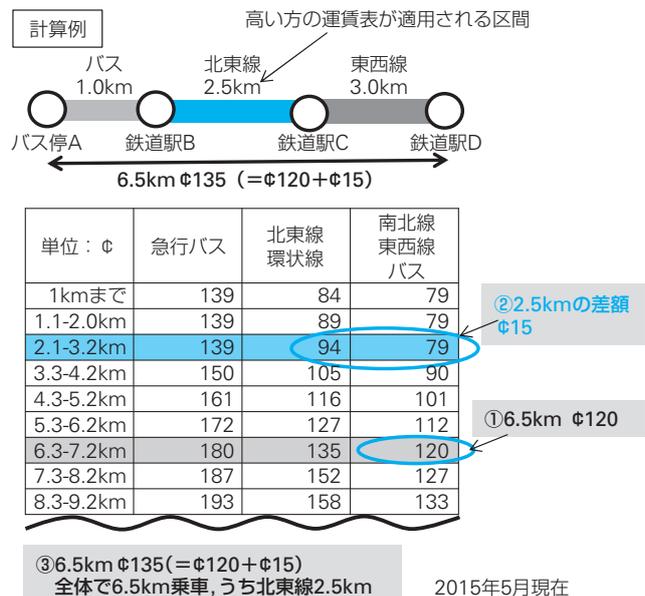
運賃表が異なる路線同士を利用する場合には次の計算となる。①:合計移動距離に対して運賃が低い方の運賃表で運賃を算出する。②:高い方の運賃表が適用される乗車区間について、その区間の高い方の運賃表と低い方の運賃表の差額を計算する。③:①で算出した運賃に②で算出した差額を加算し、当該区間利用の運賃とする。(計算例図—6)このような計算方法により乗り継いだ場合にも初乗り運賃が1回となり、割高な併算運賃を解消した運賃システムを実現している。

この運賃の適用には運賃の支払いにICカードを使用すること、一回の移動で乗換5回まで、それぞれの乗換は45分以内、出発地から目的地までの移動は2時間以内、電車の入場出場は1回のみ、バスの同一系統の乗車は1回のみといった条件がある。

5——通算運賃による改善案の検討

5.1 運賃システム改善案の比較検討

海外での取り組みを参考に、割高な併算運賃を解消す



出典：シンガポール政府陸上交通庁回答より作成

■図—6 シンガポールの通算運賃の計算例

の方策を検討する。①：併算割引，②：初乗り運賃の値下げ，③：通算運賃，④：共通運賃，⑤：経営一元化の5つの選択肢を取り上げる。

①：併算割引とは併算運賃から定額を割り引く方法である。②：初乗り運賃の値下げは、割高な併算運賃の一因となっている初乗り運賃そのものを下げる方法である。③：通算運賃は通算した乗車距離で乗継運賃を算出する方法である。④：共通運賃は事業者間で同じ運賃表を使用する方法で、運賃計算が乗継の有無に左右されない。⑤：経営一元化とは経営統合により連絡乗車そのものを解消する方法である。

これらの選択肢を比較すると表一1のようになる。まず乗継時の初乗り加算の解消という点では①：併算割引や②：初乗り運賃の値下げでは完全な解消は難しい。事業者ごとに初乗り運賃が異なるため①併算割引では割引額の設定が困難である。また②：初乗り運賃の値下げは乗継のない短距離の利用者の運賃も下がるため値下げにも限度があり、大幅な値下げは短距離利用者と長距離利用者との間で公平性を欠く。その他の方法では乗継時の初乗り運賃負担を取り除くことができる。

運賃が距離に応じたものとなっているかという観点では④：共通運賃（ゾーン制）は同じ輸送距離でもゾーンをまたぐ箇所とまたがない箇所では運賃に大きな差が生じ、不公平感が生じる。①：併算割引では、初乗り加算を完全に解消できる程度に割引額を拡大すれば、運賃は距離に応じたものとなるが、遠距離逓減は事業者ごとのままとなり、遠距離逓減されにくくなり、乗継のない利用との間で差が生じる。③：通算運賃や④：共通運賃（距離制）では、連続的に運賃を設定することができ、利用距離に見合った運賃が実現できる。

また、共通運賃では、事業者は自由に運賃設定できないことから事業者間の競争に制約を課し、一部で原価に合わない運賃設定となることも想定される。また一部の事業者は利潤を確保できなくなり、救済的な乗継運賃の収入配分方法が必要となるだろう。これは採算の悪い事業

者だけでなく、今まで努力し採算を確保してきた事業者のインセンティブにも悪影響となる。

なおここでいう適正な利潤の確保は、改善案の導入後、運賃水準の変更によって事業者が適正な利潤を確保できるかどうかを評価したものであり、現状の運賃水準のまま改善案を導入し適正な利潤を確保できるかを評価したのではない。すなわち改善案導入後に①：併算割引，②：初乗り運賃の値下げ，③：通算運賃では各事業者が独立採算と総括原価を前提に運賃を設定できるので適正な利潤を確保できることになる。

以上の検討から本研究では通算運賃による改善策を提案する。

5.2 本研究で設定する改善案

本研究の改善案では通算運賃により、複数社を乗り継ぐ場合でも総移動距離により運賃を計算する。初乗り運賃の収受は1回となり、また遠距離逓減も移動距離全体に適用され、割高な併算運賃は解消される（図一7）。また各事業者は独自の運賃表を設定することができる。

前述のように通算運賃にもいくつか方法があるが、本研究では遠距離逓減や事業者ごとの初乗り運賃の違いを表現できるシンガポールの方法を参考に計算方法を設定する。

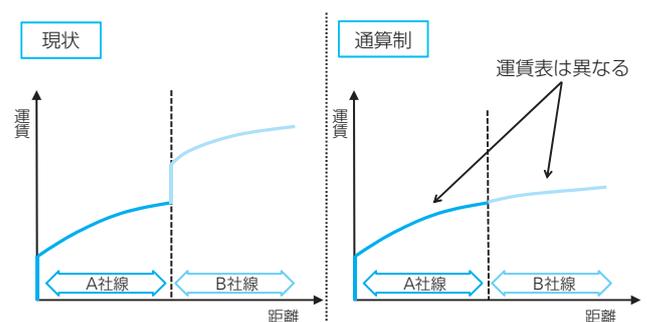
具体的な計算方法は以下のとおりとする。会社間の乗継がない乗車では、これまで通り各社の運賃表により運賃を計算する。会社間の乗継を含む乗車では、合計の乗車距離にて運賃を計算する。特に運賃表が異なる路線同士を利用する場合には、まず①：合計の乗車距離に対して運賃が低い方の運賃表で運賃を算出する。②：高い方の運賃表が適用される乗車区間について、その区間の距離の高い方の運賃表と低い方の運賃表の差額を計算する。③：①で算出した運賃に②で算出した差額を加算し、当該区間の利用運賃とする。例えば図一8のとおりである。定期運賃についても同様の方法とする。

このように設定した改善案を東京メトロ線と都営地下鉄線に例として適用し、神谷町駅からの運賃を計算し、現在

■表一1 乗継運賃の負担を軽減する選択肢の比較

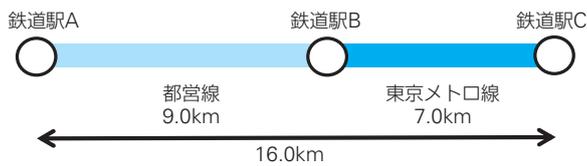
	利用者の視点		社会的視点		事業者の視点
	初乗加算の解消	運賃が距離に応じたものとなっているか	独占の防止競争の確保	適正な利潤	独自の運賃設定
①併算割引	△	△	○	○	○
②初乗り運賃の値下げ	△	×	○	○	○
③通算運賃	○	○	○	○	○
④共通運賃（ゾーン制）	○	×	×	×	×
④共通運賃（対キロ制）	○	○	×	×	×
⑤経営一元化	○	○	×	○	○

○：可能，△：一部不可能，×：不可能



■図一7 通算運賃による改善案のイメージ

(例)2社をまたがって乗車した場合



(単位：円)

	東京メトロ線	都営地下鉄線
1km	165	174
2km	165	174
8km	195	216
9km	195	216
10km	195	267
11km	195	267
14km	237	267
15km	237	267
16km	237	319
17km	237	319

② 差額21円

③ 全体で16km乗車
うち都営地下鉄線9km
237円+21円=258円

注：2014年6月現在の運賃

■図-8 改善案の計算例—連絡乗車の場合

の運賃と比較すると図-9のようになる。事業者がそれぞれ独自の運賃表を設定していることによる差は残るが、現在よりも距離に応じた運賃が実現できていることがわかる。

5.3 改善案の運賃収入配分方法の比較検討

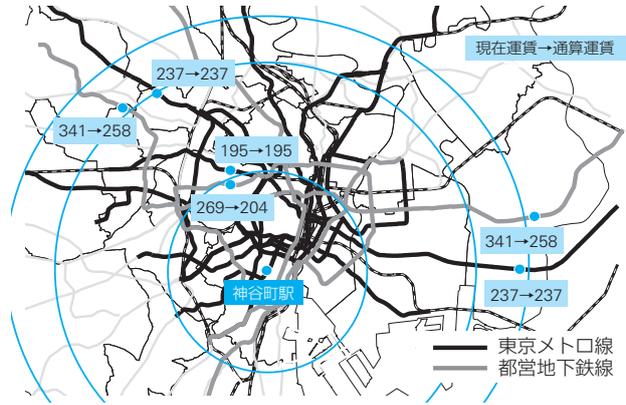
通算運賃による収入は複数社に絡む収入であるため、ルールに基づいて事業者に配分される必要がある。具体的にはそれぞれの事業者の運賃水準は、効率化努力、路線特性、資本費の相違等により異なっているため、それらも配分される収入に反映されなければならない。特に日本では各々の事業者が独立採算で鉄道を運営しているため、乗継運賃の配分方法は重要である

5.3.1 収入配分方法の事例

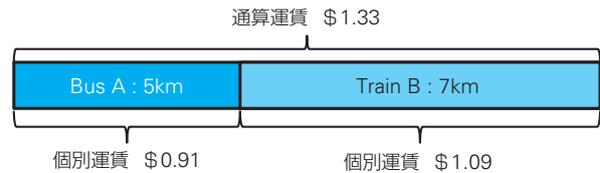
収入配分方法の事例をいくつか取りあげる。

ハンブルグでは共通運賃による収入を各事業者のキロとといった輸送実績、切符の種類と割合、輸送機関の種類を基準とした割合で配分している¹⁹⁾。以前は座席キロや車両キロなど各事業者が供給したサービス量を基準に全体の収入を配分していたが、1999年に変更されている。

シンガポールでは通算運賃による乗継運賃収入は、それぞれの事業者の乗車距離について乗り継がないで利用した場合の運賃の割合で配分している(図-10)。ICカードにより個々の旅客の乗車区間を把握することが可能になっている。連絡乗車でない利用の運賃収入は配分せず利用した事業者の収入となる。



■図-9 現在の運賃と改善案による運賃の比較



$$\text{Bus A への配分: } \$1.33 \times \frac{\$0.91}{\$0.91 + \$1.09} = \$0.61$$

$$\text{Train B への配分: } \$1.33 \times \frac{\$1.09}{\$0.91 + \$1.09} = \$0.72$$

出典：シンガポールPublic Transport Council回答より作成

■図-10 シンガポールでの収入配分方法

5.3.2 収入配分方法の比較検討

本研究では、①：事業者の旅客増に対する取り組みの結果の反映、②：事業者の運賃設定の反映という2つの観点を取り上げ、収入配分方法を比較検討した(表-2)。

①：事業者の旅客増に対する取り組みの結果とは、それぞれの事業者が行った旅客増のための取り組みなどによる、旅客増や旅客減といった結果が受け取る収入配分に反映されることである。②：事業者の運賃設定とは、同じ距離の乗車でも事業者によって運賃が異なっているため、それぞれの運賃設定が乗継運賃の収入配分に反映されることである。同じ距離でも運賃が異なるのは、運賃は事業者ごとに総括原価方式により決められており、原価を賄うように設定されるため、そもそも事業者ごとに運賃水準が異なること、各事業者は総括原価を賄うようにそれぞれ独自に運賃タリフを設定することによる。

配分方法を比較してみる。まず乗継運賃による総収入を

■表-2 収入配分方法の比較

	配分する基準	①事業者の旅客増に対する取組の結果の反映	②事業者の運賃設定の反映
配分総収入を	当該事業者の営業キロ	×	×
	車両走行キロ、座席キロ	×	×
	旅客数(人、人キロ)	○	×
	当該事業者の現在の収入	×	△
収入を乗車ごとの配分	乗車距離	○	×
	併算運賃との差額を折半	○	×
	乗継なしの運賃	○	○

○：反映される、×反映されない、△：間接的に反映される

配分する場合と1乗車ごとの乗継運賃による収入を配分する場合が考えられる。1乗車ごとの収入を配分することは、以前は事務作業量が膨大になることから難しかったが、最近ではIC化により1乗車ごとの乗車と降車のデータが得られ、コンピュータの発達もあり、比較的容易になった。1乗車ごとの収入を配分する場合には、配分された収入が利用した旅客数分だけ積みあがるため、利用客数に応じた配分が同時に実現され、①:事業者の旅客増に対する取り組みの結果を反映できる。総収入を配分する場合にも旅客数を反映させることは可能だが、同時に各社の運賃設定を反映させることは難しい。

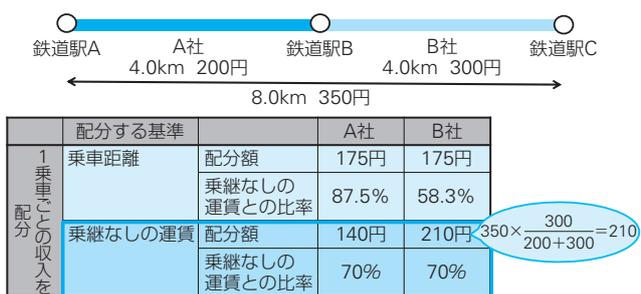
また1乗車ごとの収入もその乗車の乗車距離の割合で配分すると、各社の運賃設定を考慮することはできない。そこで各社の乗車距離分を乗継がないで利用した場合の運賃額の割合で配分する(図—11)。このようにすると、高い運賃設定をした事業者にはその分を反映した配分が行われ、②:事業者の運賃設定を考慮した運賃配分が実現できる。乗継運賃以外の収入は配分対象としない。

よって本研究では1乗車ごとの収入を乗継なしの場合の運賃額の割合で配分する方法を提案する。

以下、2つの点について考察する。1点目は提案する配分方法をとる場合、利用者から見れば初乗り運賃は1回となり、事業者の違いに影響されないシームレスな都市鉄道が実現されることになるが、事業者から見れば1事業者利用の利用者と2事業者利用する利用者から得られる初乗り運賃収入が異なることになる点である。

初乗り運賃の意味から考えてみる。初乗り運賃の意味には、終端費用に対応するものという考え方である^{25)–28)}。終端費用とは、鉄道輸送にかかる費用のうち、駅でかかる費用である。駅の設置にかかる固定費用と駅での人件費、電力費などの可変費用が含まれる。乗車した距離の大小に関係せず利用者一人一人から一律に回収すべき費用とされる。この終端費用以外の費用を乗車した距離に応じて回収される費用と考える。初乗り運賃はこの終端費用と終端費用以外の費用の最低輸送区間分の合算値であるという考え方である。

例えば、2社利用で相互直通運転の場合に利用者は図—11で言うならばA社の鉄道駅AとB社の鉄道駅Cの2駅



■図—11 一乗車ごとの運賃収入を配分

を利用することになる。1社のみ利用者も乗車駅と降車駅の2駅を利用することになる。このため1社利用の利用者と2社利用の利用者の両方とも初乗り運賃が1回となることが望ましいと考えられる。また2社利用の場合、乗車駅はA社で降車駅はB社となるので、初乗り運賃が両社に配分されることになり、事業者が1社利用の利用者と2社利用の利用者から受け取る初乗り運賃収入が異なることになる。

一方、直通運転ではなく図—11で言う鉄道駅Bが乗換駅だったとしても、利用者が鉄道駅Bで下車しないならば、これは鉄道ネットワークの形状によるものであり、利用者起因するものではないから、この場合も初乗り負担は1回となることが望ましいだろう。

2点目は、提案する運賃配分方法では他社の運賃設定により、自社の収入が変動する可能性がある点である。例えば、図—11でB社が運賃タリフを変更した場合、収入配分によってA社の収入も影響を受ける。ただB社が大幅な値上げをした場合、本研究で提案する運賃設定ではA社B社を乗り継いだ場合の乗継運賃自体も上昇する。このためA社はB社の運賃設定によって配分額に影響を受けるものの、乗継運賃自体もB社の運賃設定に応じて上昇するため、影響は小さくなる。また、各鉄道会社の設定する運賃は総括原価の範囲での設定となり、他社の路線とも競争することから、各社とも極端に高額な運賃を設定することは難しいと考えられる。しかしながら、提案している配分方法では乗継相手となる他社の運賃設定の影響を受けるため改善の余地が残る。提案している配分方法は今回検討した比較案の中ではよいと考えられるが、さらなる分析が必要であり、この点は今後の課題としたい。

6——通算運賃による改善案の効果の分析

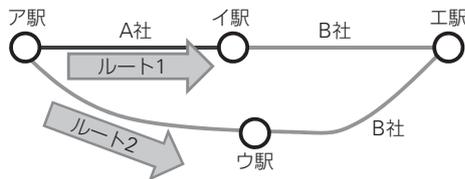
6.1 設定した改善案の理論的考察

図—12のような単純化したネットワークで通算運賃による改善案の効果を考える。

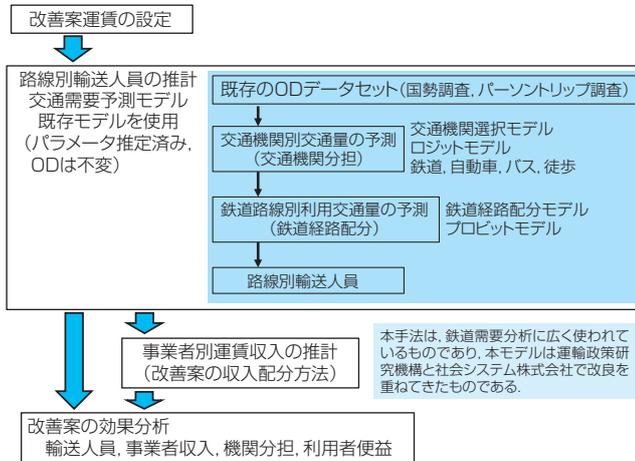
ア駅からエ駅までの移動を考える。連絡乗車となるルート(ルート1)、連絡乗車とならないルート(ルート2)がある。ルート1の乗車時間はルート2の所要時間よりも短いとする。

利用者の効用は所要時間と運賃により表現する。また運賃システムにより鉄道サービスにかかる費用と旅客の総需要は変わらないものと仮定する。

このときこの想定したネットワークでは通算運賃により社会的余剰が増加し、それはルート2からルート1へ変更する人の時間短縮によるものであることがわかる^{付録1)}。すなわち併算運賃から通算運賃にすることは、運賃をより乗車距離に応じたものとし、遠回りといった非効率な経路選択を取り除く効果があることがわかる。



■図—12 想定するネットワーク



■図—13 試算方法の流れ

実際の鉄道ネットワークはこれよりもはるかに複雑なネットワークとなっている。ネットワーク全体での効果を計測するため、次節以降でシミュレーションによる分析を行う。

6.2 設定した改善案のシミュレーションによる考察—東京圏への適用—

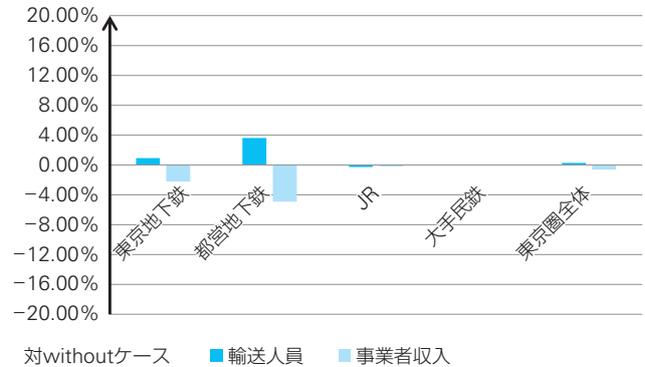
6.2.1 使用したモデル

本研究では既存の需要予測モデルを用いた。既存の需要予測モデルは、交通ODデータから交通機関選択モデル、鉄道経路配分モデルを通じて、各路線の各断面の旅客交通量が計算できるものである(図—13)。現状のODデータのセットは東京圏に対して国勢調査とパーソントリップデータから作成されている。交通機関選択モデル(自動車、バス、鉄道、徒歩)^{付録3)}はロジットモデルであり、2008年のパーソントリップ調査の個票データによりパラメータ推定済みのものである。鉄道経路配分モデル^{付録4)}はプロビットモデルであり、2010年の大都市交通センサスの個票データによりパラメータ推定済みのものである。推定済みのパラメータとモデルについては付録に記す。便益の推計は「鉄道プロジェクトの評価手法マニュアル2012年改訂版」に基づいて行い、消費者便益は消費者余剰法により計測している。

ここでは既存の需要予測モデルの現状のODデータセット、推計されたパラメータは変えずに、運賃を現在の併算運賃から通算運賃による改善案に変更し、各路線の交通量や便益の変化を試算する。

■表—3 試算ケース

ケース	通算運賃の適用	
ケース1	2社 (東京メトロ線, 都営地下鉄線)	現在の運賃表を適用
ケース2	2社 (東京メトロ線, 都営地下鉄線)	現行と同じ水準の収入が得られるように運賃を変更
ケース3	全社 (ICカード利用可能な首都圏の全鉄道事業者)	現在の運賃表を適用
without	なし	現在の併算割引が適用



■図—14 ケース1 輸送人員と事業者収入の変化

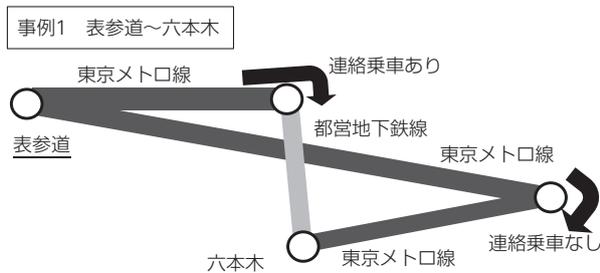
6.2.2 試算ケース

試算ケースとして3ケースの設定を行った(表—3)。ケース1は首都圏の鉄道事業者のうち2社にのみ通算運賃を適用した場合、ケース2は2社にのみ通算運賃を適用し、その2社が現行と同じ水準の収入が得られるように運賃を変更した場合、ケース3は通算運賃の適用を東京圏のICカードが利用可能な事業者全体に拡大した場合である。なお今回、ケース1とケース2の2社は東京メトロ線と都営地下鉄線を取り上げた。またwithoutケースとして現行の併算運賃が適用されているものを設定し、これと各ケースを比較し効果を評価する。withoutケースでは現状の併算割引も設定されている。

6.2.3 試算結果

(1) ケース1

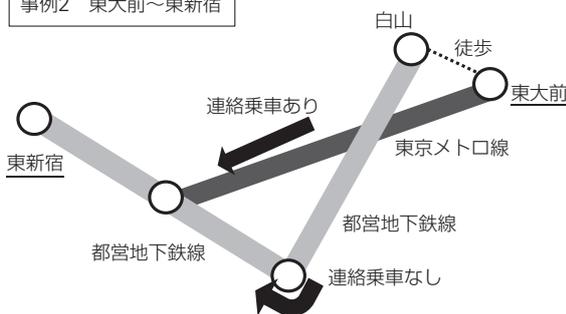
ケース1の試算結果では通算運賃が適用された2社で輸送人員は増加する試算結果となった(図—14)。また東京メトロ都営地下鉄間の乗換旅客も18.9%増加する試算結果となった。2駅間の組み合わせをいくつか取り上げ、鉄道経路選択の確率を見てみると、割高な併算運賃による遠回りという非効率な利用が減少することも試算された(図—15)。例えば、表参道～六本木間の移動では連絡乗車を含むルートを選択確率が7.0%増加している。また目的地の駅と同一社局の少し離れた駅よりも目的地と異なる社局のより最寄りとなる駅が乗車駅として選択される確率が高くなることも試算された。例えば、東大前～東新宿間の移動では最寄りの東大前駅ではなく、次に近い白山駅を利用すれば同一社局の利用となる。しかし通算運賃によって連絡乗



連絡乗車なしのルート6.8km, 連絡乗車となるルート2.7km

	連絡乗車なし (同一社局)	連絡乗車	連絡乗車の 選択確率
without	195円	269円	70.5%
ケース1	195円	174円	77.5%
ケース2	199円	184円	77.1%

事例2 東大前～東新宿



連絡乗車なしのルート6.0km, 連絡乗車となるルート6.3km
白山駅と東大前駅は歩いて1km

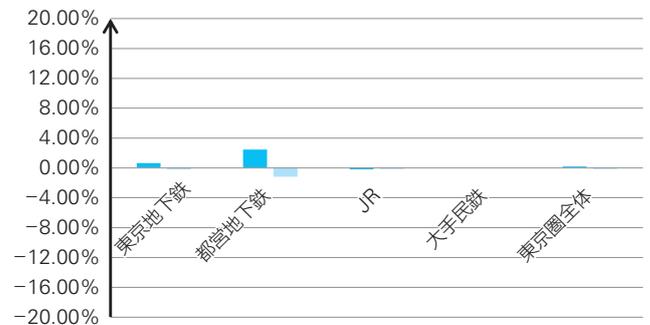
	連絡乗車なし (同一社局)	連絡乗車	連絡乗車の 選択確率
without	216円	269円	59.0%
ケース1	216円	204円	65.9%
ケース2	226円	214円	65.9%

■図—15 経路選択確率の変化の例

車となるがより最寄りの駅である東大前駅の利用が増加する試算結果が得られた。これは一例であり、ネットワーク上の他の箇所でも改善がみられる。また規模は小さいが、主に都内で自動車利用が0.19%減少し、鉄道利用への転換がみられる試算結果となった。

一方で試算結果より事業者は連絡乗車の利用者から初乗り分を収受できないことになり図—14の規模で減収となる。

また便益計算を行い、withoutケースと比べて年間の利用者便益は約195億円増加すると試算された。これは約178億円の費用削減便益と約13億円の時間短縮便益、約4億円の混雑緩和便益からなる。一方、事業者の収入は全事業者合計すると年間約170億円の減収と試算された。これらの結果からケース1は社会的に便益のある施策であると評価することができる。時間短縮便益は主に通算運賃によって割高な併算運賃に影響されない経路選択が実現されることによるものであると考えられる。ただし事業者



対withoutケース ■ 輸送人員 ■ 事業者収入
■図—16 ケース2 輸送人員と事業者収入の変化

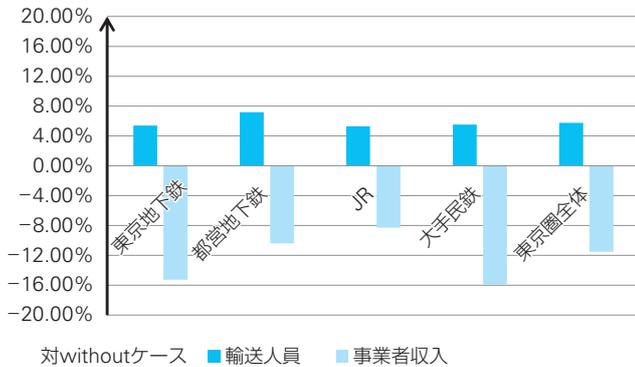
収入が減少することから事業者による自発的な実施は難しいと考えられる。

(2) ケース2

事業者収入の減少分を小さくし、事業者がより受け入れやすいような通算運賃を検討する。減少分を補う方法として補助金(政府による補填)、運賃値上げ(利用者負担)などいくつかの方法は考えられるが、ケース2では事業者が併算運賃時と同じ水準の収入が得られるよう運賃を値上げする方法を試みる。値上げの方法についても、定額で上乘せする方法、定率で上乘せする方法、価格弾力性を考慮して行う方法などが考えられるが、今回は一例として定額で上乘せする方法で行う。これは全距離帯で定額値上げする方法であり、例えば値上げ額を5円とするならば、160円区間であれば165円、190円区間であれば195円とするものである。今回は一例として、事業者収入の変化が小さくなるよう、ケース1での2社それぞれの減収額をそれぞれの利用者数で割り、都営地下鉄で10円、東京メトロで4円の値上げ額を設定した。なお、この設定では東京メトロと都営地下鉄のどちらか一方のみ利用する利用者にとっても値上げとなる。本研究では連絡乗車のたびに初乗り運賃がかかる現状が不公平であるという視点に立っており、東京メトロと都営地下鉄のどちらか一方の事業者のみを利用する利用者にとっては不利益となる。しかしながらその1人当たりの不利益は4円もしくは10円とそれほど小さくなく、利用者全体として便益を受けることができることを示すためにこのケースを設定している。

ケース2の試算結果においても、通算運賃が適用される2社では輸送人員が増加する試算結果となった(図—16)。しかし、適用される2社とも運賃を値上げしているため、ケース1より増加率は小さくなる。一方、ケース1で見られた事業者収入の減少は改善される。これは多少の値上げを行っても、鉄道利用の需要が大きく減らないことによる。

便益計算では、withoutケースと比較して年間の利用者便益は約42億円発生すると試算された。これは約36億円の費用削減便益、約4億円の時間短縮便益、約2億円の混



■図一七 ケース3 輸送人員と事業者収入の変化

雑緩和便益からなる。また事業者の収入は通算運賃が適用された2社で利便性が向上し、適用されない事業者から旅客を獲得することから、全事業者合計で年間約40億円の減収と試算された。以上よりケース2についても社会的に便益のある施策であると評価できる。時間短縮便益は、ケース1よりケース2で小さくなるが、引き続き通算運賃による効果が表れている。

2駅間の組み合わせをいくつか取り上げ、鉄道経路選択の確率を見てみると(図一15)、ケース1で連絡乗車の選択確率が増えた箇所ではケース2でもケース1に近い選択確率となり、引き続き通算運賃の効果が得られることが試算された。例えば表参道～六本木間の移動ではケース2においても連絡乗車を選択する確率が77.1%となり、ケース1の77.5%と大きく変わらない。

ケース2は、ケース1より効果は小さくなるものの、供給者便益の変化が抑えられるため、供給者としてはケース1より受け入れやすい提案になると考えられる。

(3) ケース3

首都圏でICカードを導入している事業者全体に通算運賃を導入した場合を試算する。試算結果では輸送人員は図一17のように大幅に増加する試算結果となった。一方で事業者収入についてはケース1に比べて減少が大きくなる(図一17)。これはICカードを導入している事業者間のすべての連絡乗車に通算運賃が適用され、対象となる旅客が大きく増加し、各事業者が連絡乗車時の初乗り運賃分を収受できなくなることによる。また主に都内で自動車利用が4.79%減少し、鉄道利用への転換がみられる試算結果となった。

ケース3では利用者便益は年間約4,185億円と試算され、これは費用削減便益の約4,078億円、時間短縮便益の約313億円、混雑緩和便益の約△206億円からなる。混雑緩和便益については通算運賃により利用者の経路選択がより所要時間に合ったものになり、利用者が増加する路線があるが、既存の需要予測モデルでは各路線の運行本数は現行の運行本数の値が設定されており、運行本数が利用

■表一四 ケースごとの便益の変化

(対withoutケース) 単位：億円	ケース1	ケース2	ケース3
利用者便益の変化	195	42	4185
事業者収入の変化	△167	△40	△3130

者数増加に対応しておらず、混雑率が増加する路線があるというモデル上の制約によるものである。実際には、事業者が利用状況に応じたダイヤ設定を行うだろうから、このように不便益が大きくなることはないと考えられる。また供給者便益の減少は全事業者合計で年間約3,130億円と試算される。よってケース3も社会的に便益のある施策であると考えられる。得られる時間短縮便益の効果も大きく、また公共交通への転換も試算されることから、社会的に意味のある施策であると考えられる。しかしながら、ケース3はケース1やケース2の場合と異なり事業者収入の減少が大きい(表一4)。このことからケース3についてはより精緻な分析と変化を軽減する工夫に関する検討が必要である。具体的には適用する事業者数を2社から一度に首都圏全社に広げるのではなく、3社、4社など段階的に適用範囲を広げていき、それに対しより細かな分析と検討を行い、変化を軽減していく方法を探っていく必要があると考える。

7—おわりに

本研究では運賃に影響される遠回りといった非効率な交通行動を取り除くため、割高な併算運賃の解消を目的として、通算運賃の適用を検討した。通算運賃を検討したのは、従来の研究とは異なり、独立採算や民間事業者による運営といった日本の鉄道の特徴を考え、その点を生かしたより実現性の高いものを考えたためである。

はじめに現状を分析し、割高な併算運賃による遠回り利用といった問題が依然として存在することを調べた。続いて、国内外の乗継運賃に対する取り組みを調査・整理し、より実現可能性が高いと考えられる通算運賃による改善案を検討し、提案した。あわせて事業者の増収や効率化努力、路線特性、資本費の相違等が反映できる乗継運賃の収入配分方法を提案した。作成した改善案の効果の分析により、2社の場合には割高な併算運賃のために遠回りの経路を選ぶ利用が減少し、社会的便益が増加し、改善案が有益な施策であるという試算結果となった。また同じく2社の場合において現行の運賃のまま実施すれば事業者は減収となるが、減収分を利用者に転嫁しても、運賃による遠回り利用が減少するという点で規模は小さくなるものの通算運賃の効果が引き続き得られることが複数箇所でも試算により明らかとなった。一方で東京圏全体に適用した場合には、利用者に便益のある施策ではあるが、事業者収入に与える影響が大きくより精緻な分析と施策上の工夫

の検討が必要なことが分かった。

最後に、通算運賃の検討においては、まだ研究面において多くの課題が残されている。第一に3社以上の事業者へ改善案を適用した場合のより精緻な分析と影響を軽減する工夫が必要である。本文でも述べたように、参加する会社数が多くなるほど利用者にとっては便利になるものの、事業者収入への影響が大きくなる。より精緻な分析を行い、影響度を測り、軽減する工夫を検討する必要がある。第二に収入配分方法に関するさらなる検討が必要である。本研究では収入配分方法を検討しているもののその評価は一面的なものでしかない。本研究で取り上げたものと異なる評価軸からの評価が必要である。また、本研究で示した以外の配分方法も考えられるだろう。本研究で提案した配分方法では相手社の運賃タリフの変更が自社の収入配分額に影響を与えるためこの点での検討も深める必要がある。第三に、利用形態の違う利用者ごとの便益変化の評価をさらに精緻に行う必要がある。本研究では利用者全体として便益が発生することは示しているが、1社のみ利用者や2社利用者、それ以上の事業者を利用する利用者など利用形態ごとの便益を評価するには至っていない。実際にはそれぞれの利用者が納得感をもって受け入れられるか評価される必要がある。今後、まずはこれらの研究課題に取り組む必要があり、その後に実務的課題について多方面からの整理が必要となると考える。

謝辞: 本研究の遂行にあたり、政策研究を初めて行う著者に対して、伊東誠運輸総合研究所主席研究員からは終始ご指導いただいた。また6章のシミュレーション分析では社会システム株式会社の井上真志氏、庄暁韵氏にご協力いただいた。本研究は運輸政策研究所在席中に行った研究成果をまとめたものであり、杉山武彦前所長、根本敏則前研究アドバイザー、今橋隆前主席研究員をはじめ多くのご意見をいただいた。ここに記して感謝の意を表す。

付録

付録1 設定した改善案の理論的考察

図12のような単純化したネットワークで通算運賃による改善案の効果を説明する。

ア駅からエ駅までの移動を考える。連絡乗車となるルート(ルート1)、連絡乗車とならないルート(ルート2)がある。ルート1の乗車時間 t_1 はルート2の所要時間 t_2 よりも短い($t_1 < t_2$)とする。

改善前の併算運賃時の余剰と改善後の通算運賃時の余剰を比較する。ルート1またはルート2を利用した場合の利用者の効用を

$$U_i^s = V_i^s + \varepsilon_i^s = Y - v(t_i) - p_i^s + \varepsilon_i \quad (1)$$

と表現する。ここで添字 s は運賃システムを示し、 $s=H$ のときは併算運賃、 $s=T$ のときは通算運賃である。添字 i はルートを示し、 $i=1$ のときルート1、 $i=2$ のときルート2を示す。 U_i^s は運賃システム s のときにルート i を利用する利用者の効用を表し、確定項 V_i^s と確率項 ε_i^s から表現される。確率項 ε_i^s は平均値0の確率密度関数 $f(\varepsilon)$ に従うものとする。また確定項のうち Y は一般化所得(家計が所有している財を組み合わせた所得制約)、 $-v(t_i)$ はルート i を利用した時の時間不効用で、ルート i の乗車時間 t_i に関する関数であり、乗車時間が長くなれば長くなるほど不効用が大きくなることを表現している。すなわち $v(t_1) < v(t_2)$ となる。 P_i^s は運賃システム s におけるルート i の運賃を示す。ここではまずは運賃と所要時間による影響を分析するため、簡便のため、混雑による不効用などは省略する。混雑による不効用はシミュレーションによる試算で確認する。併算運賃は通算運賃よりも高く $P_1^H > P_1^T$ とする。ルート1とルート2ではルート2よりルート1のほうが距離は短い、 $s=H$ の際は併算運賃によりルート1のほうが運賃は高くなると仮定する($P_1^H > P_2^H$)。またルート2については連絡乗車がないため併算運賃のときも通算運賃のときも運賃は変わらない($P_2^H = P_2^T$)。

総需要は1に基準化する。ここでは併算運賃であっても通算運賃であっても、事業者が鉄道サービスの供給にかかる費用、旅客の総需要は変わらないものと仮定する。

また、需要関数を

$$m_i^s = \Pr[U_i^s > U_j^s; i \neq j] = \int_{-\infty}^{V_i^s - V_j^s} f(\varepsilon) d\varepsilon \quad (2)$$

と表現する。

併算運賃時の社会的余剰 SW^H 、通算運賃時の社会的余剰 SW^T はそれぞれ、

$$\begin{aligned} SW^H &= CS^H + PS^H \\ &= m_1^H V_1^H + m_2^H V_2^H + m_1^H p_1^H + m_2^H p_2^H \end{aligned} \quad (3a)$$

$$\begin{aligned} SW^T &= CS^T + PS^T \\ &= m_1^T V_1^T + m_2^T V_2^T + m_1^T p_1^T + m_2^T p_2^T \end{aligned} \quad (3b)$$

と表現される。 CS^s は消費者余剰、 PS^s は生産者余剰である。

以上の設定をもとに、併算運賃時と通算運賃時の消費者余剰を評価すると

$$\begin{aligned} CS^T - CS^H &= (m_1^T - m_1^H)(p_2^H - p_1^T + v(t_2) - v(t_1)) \\ &\quad + m_1^H (p_1^H - p_1^T) \end{aligned} \quad (4)$$

を得る。第1項は連絡乗車とならないルート2から連絡乗車となるルート1に変更した人の費用削減と時間短縮によるものである。第2項はもともと連絡乗車となるルート1を利用

していた人の費用削減によるものである。

また併算運賃時と通算運賃時の社会的余剰を評価すると

$$SW^T - SW^H = (m_1^T - m_1^H)(v(t_2) - v(t_1)) > 0 \quad (5)$$

を得る(付録2)。この想定したネットワークでは通算運賃により社会的余剰が増加し、それはルート2からルート1へ変更する人の時間短縮によるものであることがわかる。費用削減による消費者余剰の変化は、生産者余剰の変化と相殺される。すなわち併算運賃から通算運賃にすることは、運賃をより乗車距離に応じたものとし、遠回りといった非効率な経路選択を取り除く効果があることがわかる。

付録2 式(5)の証明

$$\begin{aligned} SW^T - SW^H &= (m_1^T V_1^T + m_2^T V_2^T + m_1^T p_1^T + m_2^T p_2^T) \\ &\quad - (m_1^H V_1^H + m_2^H V_2^H + m_1^H p_1^H + m_2^H p_2^H) \\ &= m_1^T (Y - v(t_1) - p_1^T) + m_2^T (Y - v(t_2) - p_2^T) \\ &\quad + m_1^T p_1^T + m_2^T p_2^T \\ &\quad - m_1^H (Y - v(t_1) - p_1^H) - m_2^H (Y - v(t_2) - p_2^H) \\ &\quad - m_1^H p_1^H - m_2^H p_2^H \\ &= Y(m_1^T + m_2^T - m_1^H - m_2^H) \\ &\quad - v(t_1)(m_1^T - m_1^H) - v(t_2)(m_2^T - m_2^H) \end{aligned} \quad (6)$$

運賃システム変更の前後で旅客の総需要は変わらないので $m_1^H + m_2^H = m_1^T + m_2^T$ から

$$SW^T - SW^H = (m_1^T - m_1^H)(v(t_2) - v(t_1)) > 0 \quad (7)$$

を得る。

付録3 交通機関選択モデル(ロジットモデル)

効用関数は

$$V_i = \alpha_1 T_i + \alpha_2 C_i + \alpha_3 D + \alpha_4 M + \alpha_5 K_i + L_i \quad (8)$$

と表現される。ここで

i : 交通機関 ($i=R$: 鉄道, $i=B$: バス, $i=C$: 自動車)

V_i : 交通機関 i を利用した場合の効用

T_i : 交通機関 i を利用した場合の所要時間(分)

C_i : 交通機関 i を利用した場合の費用(円)

D : 自動車保有台数

M : 都心ダミー(都心の場合1, それ以外0)

K_i : 鉄道乗換回数

L_i : 交通機関 i の定数項

α : 説明変数にかかるパラメータ

である。また各交通機関の選択確率 P_i は

$$P_i = \frac{\exp(V_i)}{\exp(V_R) + \exp(V_B) + \exp(V_C)} \quad (9)$$

と表現される。

推計されたパラメータは以下のとおりである。

	通勤	通学	私事	業務
所要時間(分)	-0.0272 (-14.1)	-0.0132 (-5.55)	-0.0387 (-10.5)	-0.0596 (-12.1)
費用(円)	-0.000541 (-5.56)	-0.00102 (-4.88)	-0.00279 (-6.30)	-0.00140 (-3.46)
自動車 保有台数	0.916 (14.2)	0.347 (4.55)	0.769 (6.81)	0.879 (7.04)
鉄道 都心ダミー	0.422 (8.92)	0.279 (3.64)	0.388 (5.44)	0.434 (5.95)
鉄道 乗換回数	-0.280 (-6.20)	-0.448 (-6.57)	-0.326 (-3.80)	-0.436 (-4.93)
定数(自動車)	-1.99 (-17.4)	-2.45 (-14.9)	-1.49 (-7.73)	-1.95 (-8.32)
定数(バス)	-2.20 (-21.0)	-2.57 (-19.7)	-0.749 (-6.55)	-1.83 (-11.5)
的中率	78.3%	82.2%	72.7%	74.6%
尤度比	0.491	0.527	0.376	0.491
サンプル数	5,384	2,810	2,279	2,063

平成20年パーソントリップ調査により推計。()内はt値

付録4 鉄道経路選択モデル(プロビットモデル)

鉄道経路 r の効用は V_r

$$V_r = \sum_k \alpha_k X_{rk} \quad (10)$$

と表現される。ここで

α_k : 変数 k のパラメータ

X_{rk} : 経路 r の変数 k の値

変数 k はそれぞれ、費用(円)、乗車時間(分)、乗換時間(分)、駅端末利便性、混雑指標である。

鉄道経路 r の選択確率 P_r は

$$P_r = \int_{\varepsilon_1=-\infty}^{\varepsilon_r+V_r-V_1} \cdots \int_{\varepsilon_r=-\infty}^{\infty} \cdots \int_{\varepsilon_R=-\infty}^{\varepsilon_r+V_r-V_R} \phi(\varepsilon) d\varepsilon_R \cdots d\varepsilon_1 \quad (11)$$

と表現され、確率密度関数 $\phi(\varepsilon)$ は

$$\phi(\varepsilon) = (2\pi)^{-\frac{R}{2}} |\Sigma|^{-\frac{1}{2}} \exp\left(-\frac{1}{2} \varepsilon' \Sigma^{-1} \varepsilon\right) \quad (12)$$

分散共分散行列 Σ は

$$\Sigma = \begin{pmatrix} \sigma_1^2 & \sigma_{12} & \cdots & \sigma_{1R} \\ \sigma_{12} & \sigma_2^2 & \cdots & \sigma_{2R} \\ \vdots & \vdots & \ddots & \vdots \\ \sigma_{1R} & \sigma_{2R} & \cdots & \sigma_R^2 \end{pmatrix} = \sigma_0^2 \begin{pmatrix} \eta_{L_1+1} & \eta_{L_{12}} & \cdots & \eta_{L_{1R}} \\ \eta_{L_{12}} & \eta_{L_2+1} & \cdots & \eta_{L_{2R}} \\ \vdots & \vdots & \ddots & \vdots \\ \eta_{L_{1R}} & \eta_{L_{2R}} & \cdots & \eta_{L_R+1} \end{pmatrix} \quad (13)$$

であり、 η は分散比パラメータである。また L_1 は経路1の経路長、 L_{12} は経路1と経路2の重複する経路長である。

推計されたパラメータは以下の通りとなる。

	通勤	通学	私事	業務
費用 (円)	-0.00244 (-3.1)	-0.00698 (-4.3)	-0.00357 (-3.5)	-0.00209 (-2.0)
乗車時間 (分)	-0.114 (-7.3)	-0.129 (-7.1)	-0.0968 (-5.5)	-0.106 (-5.6)
乗換時間 (分)	-0.181 (-10.0)	-0.191 (-8.9)	-0.139 (-7.1)	-0.143 (-7.8)
駅端末利便性	0.589 (17.4)	0.635 (12.9)	0.707 (12.7)	0.703 (12.5)
混雑指標	-0.00715 (-2.1)	-0.00743 (-1.5)	-	-
分散比パラメータ	0.0234 (1.9)	0.0733 (2.7)	0.0800 (2.6)	0.0474 (1.9)
尤度比	0.634	0.547	0.617	0.662
サンプル数	1,369	1,099	1,222	1,131

平成22年大都市交通センサスにより推計。()内はt値

混雑指標については

$$\text{混雑指標} = \sum \left\{ \left(\frac{\text{区間ごとの混雑率}}{100} \right)^2 \times (\text{区間ごとの所要時間}) \right\}$$

で設定している。

また駅端末利便性については駅アクセス交通手段選択モデルにて推計したログサム変数を設定している。

駅アクセス交通手段選択モデル (ロジットモデル)

効用関数は

$$V_i = \sum_k \alpha_k X_{k,i} \quad (14)$$

と表現される。ここで

i : 交通機関 (徒歩, 自転車, 乗用車 (送迎), バス)

α_k : 変数 k のパラメータ

$X_{k,i}$: 交通手段 i の変数 k の値

変数 k はそれぞれ, 所要時間 (分), 費用 (円), 高低差, バス本数, 定数項である。

推計されたパラメータ (駅アクセス交通手段モデル) は以下の通りとなる。

	通勤	通学	私事	業務	
所要時間 (分)	徒歩	-0.323 (-76.4)	-0.314 (-18.9)	-0.261 (-35.7)	-0.252 (-21.6)
	自転車	-0.301 (-32.9)	-0.238 (-7.5)	-0.226 (-13.7)	-0.195 (-7.2)
	乗用車 (送迎)	-0.385 (-17.1)	-0.382 (-4.8)	-0.301 (-9.0)	-0.295 (-5.8)
	バス	-0.135 (-21.6)	-0.101 (-4.2)	-0.0882 (-9.0)	-0.115 (-6.4)
費用 (円)	-0.00256 (-8.2)	-0.00516 (-3.2)	-0.00304 (-5.2)	-0.00207 (-2.4)	
高低差 (m)	-0.0188 (-8.7)	-0.0230 (-3.3)	-0.0247 (-5.1)	-0.0583 (-5.6)	
ln (バス本数/日)	バス	0.293 (12.9)	0.297 (2.9)	0.251 (5.7)	0.203 (2.7)
	自転車 アクセス	-4.235 (-71.3)	-3.765 (-16.6)	-3.848 (-29.8)	-4.055 (-19.9)
定数項	自転車 イグレス	-7.232 (-75.2)	-7.234 (-20.9)	-7.843 (-25.7)	-8.205 (-15.2)
	乗用車 (送迎) アクセス	-6.445 (-31.8)	-5.411 (-8.0)	-5.544 (-17.9)	-5.427 (-12.7)
	乗用車 (送迎) イグレス	-6.865 (-32.6)	-6.973 (-9.7)	-5.463 (-18.4)	-5.288 (-12.9)
	バス	-6.801 (-50.4)	-6.893 (-12.0)	-5.825 (-23.4)	-5.764 (-14.2)
	尤度比	0.741	0.699	0.682	0.721
	サンプル数	45,345	2,858	8,568	3,776
的中率	88.1%	85.6%	85.9%	87.6%	

平成22年大都市交通センサスにより推計。()内はt値

参考文献

- Gilbert, C.L. and Jalilian, H. [1991], "The demand for travel and for travelcards on London regional transport", *Journal of Transport Economics and Policy*, Vol.25, No.1, pp.3-29.
- FitzRoy, F. and Smith, I. [1998], "Public transport demand in Freiburg: why did patronage double in a decade?", *Transport Policy*, Vol.5, pp.163-173.
- Matas, A. [2004], "Demand and revenue implications of an integrated public transport policy: the case of Madrid", *Transport Reviews*, Vol.24, No.2, pp.195-217.
- Jansson, K. and Angell, T. [2012], "Is it possible to achieve both a simple and efficient public transport zone fare structure? Case study Oslo", *Transport Policy*, Vol.20, pp.150-161.
- Taylor, S. and Carter, D. [1998], "Maryland mass transit administration fare simplification: effects on ridership and revenue", *Transportation Research Record*, Vol.1618, pp.125-130.
- Lee, D. [1999], "Introducing fare simplification and new convenience fares at Connecticut Transit", *Transportation Research Record*, Vol.1669, pp.109-112.
- Hirsch, L.R., Jordan, D., Hickey, R. and Cravo, V. [2000], "Effects of fare incentives on New York City transit ridership", *Transportation Research Record*, Vol.1735, pp.147-157.
- Grange, L., González, F., Muñoz, J., and Troncoso, R. [2013], "Aggregate estimation of the price elasticity of demand for public transport in integrated fare systems: The case of Transantiago", *Transport Policy*, Vol.29, pp.178-185.
- Sharaby, N. and Shiftan, N. [2012], "The impact of fare integration on travel behavior and transit ridership", *Transport Policy*, Vol.21, pp.63-70.
- NEA [2003], "Integration and Regulatory Structures in Public Transport".
- 関西鉄道協会都市交通研究所 [1974], 『都市交通共通運賃制度について - 運輸連合への接近 -』.
- 財団法人運輸経済研究センター [1975], 『新しい運賃システムの研究 - 都市交通運賃調整についての1考察 -』.
- 金子雄一郎 [2004], "大都市圏における鉄道運賃の問題と改善方策 - 共通運賃化の検討を中心として -", 『運輸政策研究』, Vol.7, No.2, pp.10-19.
- 財団法人運輸経済研究センター [1974], 『運賃調整に関する研究』.
- 財団法人運輸経済研究センター [1983], 『乗継運賃システム導入のための調査研究』.
- 財団法人運輸政策研究機構 [2001], 『シームレスな都市鉄道ネットワーク構築のための乗継運賃等のあり方に関する調査』.
- 竹内健蔵 [2010], "ラムゼイ運賃形成から見た鉄道相互乗り入れ運賃の分析", 『運輸政策研究』, Vol.13, No.3, pp.15-23.
- Takaaki Takahashi [2014], "Economic analysis of tariff integration in public transport", *CSIS Discussion Paper*, No. 135.
- 関西鉄道協会都市交通研究所 [2012], 『第7回海外交通事情視察・調査』.
- 今西芳一, 内山直浩, 大瀧逸朗, 中拂論, 根本敏則 [2015], "料金体系変更による社会的余剰への影響 - 首都高の距離別料金導入をケーススタディとして -", 『計画行政』, Vol.38, No.3, pp.48-55.
- 東京都交通局 [2003], 『東京都交通局90年史』.
- 水田嘉憲 [1984], "乗継運賃制度の本格的導入", 『トランスポート』, Vol.34, No.3, pp.16-19.
- 東京の地下鉄の一元化等に関する協議会の開催結果, (online), 例えば, http://www.mlit.go.jp/tetudo/tetudo_fr4_000005.html, 2017/3/26.
- J. Joppien, G. Niermeijer, M.C. Niks, and J.I. van Kuijk [2013], "Exploring new possibilities for user-centred e-ticketing", (online), <http://studiolab.ide.tudelft.nl/studiolab/ovchipkaart/files/2014/07/OVPC-TUD-Analyse-van-Gebruik.pdf>, 2016/5/4.
- 増井健一 [1968], 『交通論 新訂』, 海文堂出版.
- 鉄道運賃研究会 [1971], 『私鉄運賃について』.
- 財団法人運輸経済研究センター [1972], 『運賃に関する制度および原価の研究』.
- 関西鉄道協会都市交通研究所編 [1980], 『鉄道経営ハンドブック』, 清文社.

(原稿受付2017年1月11日)

A Study on Integrated Fares Considering Each Operator's Financially Difference in Urban Railway in Japan

By Yoshimasa KITANO

Tokyo has one of the most high-density railway networks in the world. However, fare systems of urban railway are separated by operators and not integrated. Passengers must pay each boarding fare to each operator when they transfer trains. Some passengers use detour route. In this study, integrated distance based fare system is proposed. Before proposition, some solutions in other cities are examined and compared. In addition, the proposition is assessed. One of important findings is proposed fare system improves social and consumer surplus.

Key Words : **urban railways, fare system, integrated fares**
