

共通運賃制度の導入による所要時間短縮効果に関する研究* A Study on the Traveling Time Shortened by Common Tariff System*

西尾健司**、中川 大***、松中亮治****、伊藤 雅*****
By Kenji NISHIO**, Dai NAKAGAWA***, Ryoji MATSUNAKA**** and Tadashi ITOH*****

1. はじめに

環境問題やエネルギーの有効活用といった観点から、公共交通機関の果たす役割が見直されてきているが、公共交通網が比較的整備されている都市内交通においても、複数の事業者が存在することなどから、乗り継ぎの際に料金が割高となる場合が多く、公共交通の抱える課題の1つとなっている。¹⁾

そこで本研究では、乗り継ぎの際の運賃増加を低減する方法として共通運賃制度に着目し、シミュレーションモデルを用いて共通運賃制度の導入による所要時間短縮効果を計算する。なお、本研究において共通運賃制度とは、異なるモードや事業者を含めて乗り換えが自由で、利用した便や経路にかかわらず運賃は同じとする方法を指すものとする。

2. 共通運賃制度の導入効果

共通運賃制度の実施は、乗り継ぎの際の運賃増加を低減することで、自動車などの他交通機関からの転換需要を生み出す効果が期待できるが、それは、単なる運賃の値下げでも同じことである。しかし、一方で運賃の共通化は、経路の選択肢を増加させ、所要時間を短縮するという効果ももたらす。すなわち、所要時間だけでなく運賃も考慮して経路を選択しなければならない場合には、最短所要時間の経路を選択するとは限らないのに対して、共通運賃制度においては常に所要時間が最短となる経路が選択で

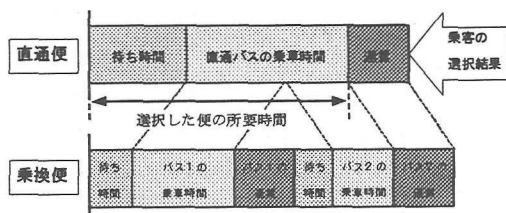


図-1 直通便と乗換便の一般化費用の比較
(通常運賃の場合)

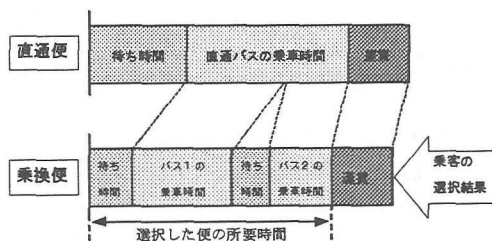


図-2 直通便と乗換便の一般化費用の比較
(共通運賃の場合)

きるからである。例えば、1乗車ごとに運賃を徴収している都市部のバスにおいて、共通運賃制度を導入したときの利用者の行動変化を考えると、図-1に示すように、直通便より早く目的地に着ける乗換便がある場合でも、運賃の違いにより利用されない場合があるが、共通運賃制度の導入後は、図-2に示すように乗換便が利用できるようになり、選択した便の所要時間は短くなる。

共通運賃制度の効果については、従来、乗り換え抵抗の低下に伴う公共交通の需要増に着目されることが多かったが、本研究では、上で述べたような所要時間の短縮効果に着目し、それが実際の都市においてどれくらい生じるのかをシミュレーションモデルを用いて計測する。この効果を確かめるため、公共交通と自動車の分担は変化しないものとして分析する。

* キーワード：経路選択、公共交通需要、公共交通運用

** 学生員 京都大学大学院工学研究科

*** 正員 博(工学) 京都大学大学院工学研究科

**** 正員 修(工学) 京都大学大学院工学研究科

***** 正員 博(都市・地域計画) 和歌山工業高等専門学校

3. シミュレーションモデルの特徴

公共交通は、ダイヤに従って運行されているため、直通便の運行状況や乗り換え時の接続の状況などによって、利用者の所要時間は異なる。そのため、利用者の実質的な所要時間を求めるためには、運行間隔やバスの遅れなどを考慮した実際の公共交通機関の運行状況や、利用者の出発時刻を考えなければならない。また、その際には、乗り換えに伴う運賃加算や乗り継ぎ割引などの運賃を考慮して、利用者が実際に選択する経路の所要時間を求める必要がある。そのため本研究では、公共交通機関の運行状況や利用者の行動を時系列的に再現しながら利用者の選択経路を求める、動的経路配分のためのシミュレーションモデルを構築した。構築したモデルの概要は、図-3 に示すようになっており、以下にその特徴について述べる。

(1)公共交通機関の運行状況の再現

バス・鉄道だけではなく自動車も含めて都市内交通の流動状況を逐次的に算出するモデルである。

バスは、リンクとノードで構成される道路ネットワーク上を、系統・路線ごとに与えられた経路データに従って走行する。また、道路ネットワーク上には、バス以外の自動車も存在しており、これらはそれぞれの最短所要時間経路を走行する。走行速度はドレイクのk-v式に従うものとしており、これにより道路混雑によって生じるバスの遅れを再現した。これに対し鉄道は、道路リンクとは無関係にノード間を移動し、ダイヤどおりに運行されるものとした。

バス・鉄道がノードに到達すると、乗客の乗降が行われる。このとき、バスの停車時間を乗降人数に応じて変化させることもできる。

(2)乗客の行動の再現

公共交通利用者は、所要時間だけでなく運賃も考慮して経路選択しているため、最短所要時間の経路を選択するとは限らない。このことを表現するために、乗り換えによる運賃の加算も考慮したうえで一般化費用を求め、利用者はそれを基準にして経路を選択するとした。

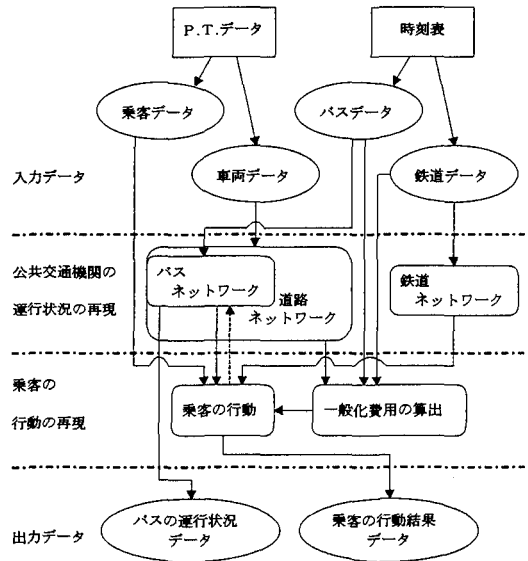


図-3 構築したシミュレーションモデルの概要

(a)一般化費用の算出

一般化費用は、所要時間と運賃の他に乗り換えに対する抵抗感を考慮した次の式で表されると仮定した。

$$G_{\min} = \text{Min} [\lambda t + P + \sum R] \cdots \cdots (1)$$

$G_{\min}$: 公共交通利用者の目的地までの
最小一般化費用 (円)

λ : 公共交通利用者の時間価値 (円/分)

t : 総所要時間 (分)

P : 総費用 (円)

(利用した交通機関の運賃の単純な総和ではなく、乗り継ぎ割引も考慮している。)

R : 乗り換えに対する抵抗感

なお、上式の中の時間価値は、トリップの目的・利用者の属性によってかえることができ、それによって経路選択における個人差を再現できる。また、公共交通利用者がバスの遅れなどの運行状況をすべて把握しているとは考えにくいので、一般化費用の算出には、再現した運行状況を用いず、バス・鉄道の運行本数や平均的道路状況などを用いた。

(b)乗客の行動

本研究では、公共交通利用者の経路選択行動を、バス・鉄道への乗車判断として捉える。公共交通利用者は、バス停や駅の機能を持つノードでバス・鉄道が到着するのを待ち、バスや鉄道が到着するたびに、それに乗車するか、あるいは、それを見送って後から来るバス・鉄道のうち一般化費用が最小になるものを待つについて、目的地までの一般化費用を比較することで、判断をすることとする。乗り換えを必要とする場合には、乗り換え後の一般化費用も考慮している。

4. 京都市を対象とした分析

(1) ネットワークの概要

本研究では、京都市を対象として、ノード数 288、リンク数 956 の道路ネットワークを設定した。また、公共交通ネットワークは、鉄道 14 路線と平成 9 年 2 月現在の京都市交通局、京都バス、京阪バスのバス路線（90 路線）で構成される。図-4 がその道路と鉄道のネットワーク図である。

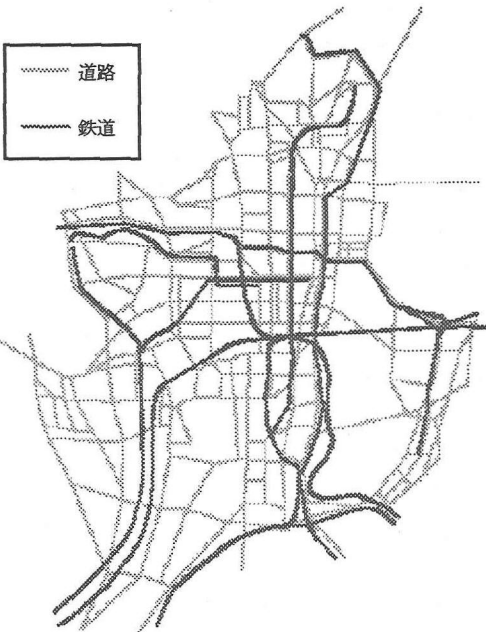


図-4 京都市の交通ネットワーク

(2)入力データの概要

乗客と自動車の流動データは、平成 2 年の第 3 回京阪神都市圏パーソントリップ調査を用いて作成した。この際、市内トリップだけでなく、流入・流出トリップも考慮した。それぞれのデータはユニットとして表現し、乗客ユニットは、発生・集中ノードと発生時刻、ユニットの大きさ、時間価値を情報として持っている。時間価値は、自由目的では 13 円/分、それ以外の目的では 26 円/分と設定した。車両ユニットは、発生・集中ノードと発生時刻、ユニットの大きさを情報として持ち、乗車人数をパーソントリップ調査の平均値である 1.18 人/台として作成した。乗客ユニットは式（1）を用いて一般化費用が最小になるように、車両ユニットは所要時間が最短になるように経路を選択して、行動する。

(3)ケース設定

バス停でのバスの停車時間は、乗降客数に応じて大きく変動する。そのため、次式²⁾で求められる乗車に要する時間と降車に要する時間のうち、大き

表-1 分析を行うケース

	現状運賃	共通運賃
バスの 停車時間 一定	ケース 1	ケース 2
バスの 停車時間 変化	ケース 3	ケース 4

い方をバスの停車時間とする。

乗車に要する時間（秒）＝

$$1.86 \times \text{乗車人数（人）} + 4.96$$

降車に要する時間（秒）＝

$$2.06 \times \text{降車人数（人）} + 3.07$$

しかしながら、バスの停車時間を変化させると、バスの運行状況の変化により、現状の運賃制度の場合と共通運賃制度が導入された場合との単純な比較ができない。そのため、バスの停車時間を一定とした場合も考慮し、表-1 に示すようにケースを設定した。

(3) 共通運賃制度の導入による所要時間短縮効果の算出とその要因の分析

各ケースで、1 トリップあたりの所要時間とその内訳を算出した結果を、図-5 に示す。ケース1とケース2の比較から、共通運賃制度の導入によって所要時間が短縮されることが確かめられ、その効果は、1 トリップあたり 0.59 分と算出された。これは、時間価値に換算すると、京都市全体で1日あたり約1225万円に相当する。この効果をもたらした要因としては、バスの乗車時間が減り、鉄道の乗車時間が増えていることからわかるように、直通バスからバス・鉄道乗り継ぎへの転換が考えられる。また、1 トリップあたりの乗り換え時間・待ち時間は、ほとんど変化しなかったが、乗り換え回数が増加しているので、1 乗車あたりでは短縮されていることがわかる。また、ケース3とケース4の比較でも、同様の結果が得られた。

次に、個々のトリップについて共通運賃制度の導入による所要時間の変化を分析した。ケース1とケース2を比較した結果、経路を変更して所要時間が変化するトリップは、全体の約1割であり、その分布は、図-6 のようであった。

ケース3とケース4の比較が、ケース1とケース2の比較と異なる点は、バスの運行状況が異なることである。ケース3に比べて、ケース4のほうがバスの総走行時間が長くなっており、共通運賃制度の導入によって乗換客が増加したことによるものと思われる。したがって、共通運賃制度を導入するにあたっては、バス乗客の乗降時間を短縮するための対策が必要である。

5. まとめと今後の課題

本研究では、バスの運行状況や乗客の行動を逐次的に再現し、公共交通利用者の実質的な所要時間を計測できるモデルを構築した。また、このモデルを用いて、共通運賃制度の導入による所要時間短縮効果を定量的に示した。今後は、自動車と公共交通の機関選択やパークアンドライドなどの自動車と公共交通を乗り継ぎ移動を考慮して、より総合的な都市交通シミュレーションに発展させたい。また、公共交通利用者の経路選択行動も多様化させたい。

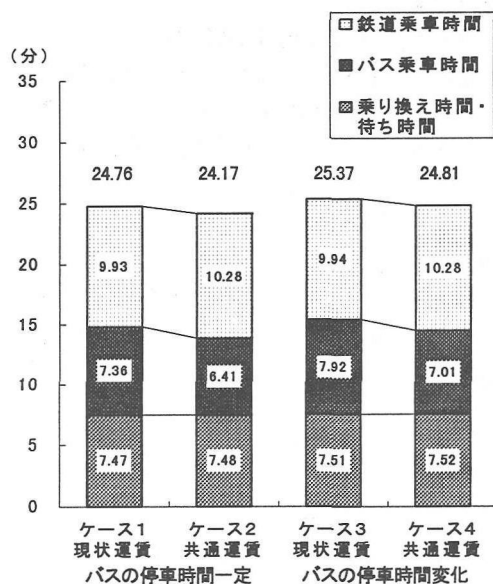


図-5 1 トリップあたりの
所要時間とその内訳の比較

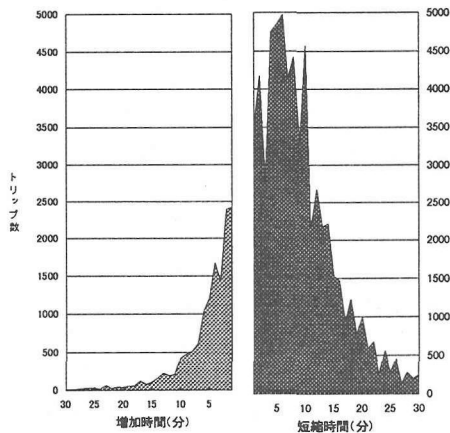


図-6 共通運賃制度の導入により所要時間が
変化するトリップの分布

参考文献

- 1) 松澤俊雄：都市公共交通の利用促進策、都市問題研究、第48巻12号、1996
- 2) 加島大地：バスサービス改善策の効果計測のためのシミュレーション分析、京都大学工学部修論、1995