

公共輸送サービスとしての料金制度の比較分析

中部工業大学 正会員 竹内伝史

0. はじめに

公共輸送料金は従来交通計画の中で、企業収益との関係で、その平均的料率のみが論じられてきたようである。しかし、料金は公共輸送サービスの項目としても重要であり、利用者の観点からこれを眺めるとき、単に平均的料率を越えて、または同じ料金水準であっても、さらに詳細な料金賦課構造と実現する料金の分布が論じられて然るべきであるように思われる。

折から、大都市のバス路線体系は運行の効率性とサービスの合理性追求の上から、再編成の気運が強い。路線体系の変化と料金体系の斉合性は、サービス改善の上から重要な課題である。本研究は、このような観点から、昨今検討されることの多い種々の料金設定法の長短と、具体的な路線網について比較検討したものである。

公共輸送料金の体系は、基本料金制度と付加料金制度、一般割引き制度、福祉割引き制度から成立っていると考えられるが、ここでは基本料金制度のみを研究の対象とする。基本料金制度は、さらに基本運賃設定基準と乗りかえ割引き制度によって構成されており、前者には均一制、距離比例制、区間制、ゾーン制、時間制などがあり、後者には各輸送機関相互の乗換え割引きと同一機関内の乗継ぎ割引きがあり、その割引き法も様々である。これらに輸送機関の組合せを考えると、ありうる料金賦課システムは膨大な数になる。ここでは、そのうち現実的な数十例を検討し、基本運賃設定基準と割引き制および路線体系の適合性を分析することにした。

1. 比較分析の方法と演算法

(1) 比較する料金モードと対象地域

公共輸送料金の基本料金制度は基本運賃設定基準(料率と定額)と乗りかえ割引き制度から成ると考えられるが、これは、輸送機関ごとの乗車距離と乗車回数を変数として、これに輸送機関の組合せに基づいた適当な乗率を掛けた関数として表わされる。すなわち、いま i, j 間の輸送機関 m の乗車距離を x^m , 乗車回数を g^m , m から乗りかえたときの n の乗車距離を y^n , 乗りかえ回数を t^n と表わすと、 i, j 間の料金 f_{ij} は

$$f_{ij} = \sum_m \{ P^m x^m_{ij} + C^m g^m_{ij} + \sum_n (Q^n y^n_{ij} + R^n t^n_{ij}) \} \quad \text{----- (1)}$$

で表わされる。ここで P^m, C^m は各機関ごとに決定される距離料率および定額料金であり、 Q^n, R^n は各種乗りかえ割引き制度に応じて、割引き率や割引き額から m, n の組合せごとに設定される係数である。

なお、上式によって表わされる料金設定法はあくまで乗車路線本位のものであって、ゾーン制などの乗降点の組合せのみによって料金を設定する方法には適用できない。

ところで、上式によるかぎり、輸送機関の種類や運賃および割引き制度の変種が増せばそれだけ、膨大な数の係数を用意し、多くの料金制の変種について比較しなければならなくなる。そこで、今回の研究では、輸送機関は後述のように、地下鉄、基幹バス、一般バスの3種とし、運賃および割引き制度については、表1に示すような、今日最も現実的と考えられる数例のみを考えることにした。運賃制度は距離比例(定額部をもつ)制と均一制を適宜組合せるもの、割引き制度は基幹路線と一般バスの乗換えに2段階の割引きを考えたほか、各乗換えおよび乗継ぎ割引きの有無である。これに、ゾーン制の2種を加えて、結果的には

表1 計算を行なった料金設定法の代替案

基幹路線		乗りかえ割引制度									
		一般バス	あ り			な し					
地下鉄	基幹バス	基幹一般	0%	50%	100%	0	50	100			
	基幹相互	あり	なし	あり	なし	あり	なし	あり	なし	あり	なし
道算距離比例		一般バスは均一制	1	2	3	4	5	6			
距離	距離		7	8	9	10	11	12			
距離	均一		13	14	15	16	17	18			
距離	均一	一般バスは均一制	19	20	21	22	23	24			
			25	26	27	28	29	30			
均一	均一	一般バスは均一制	31	32	33	34	35	36			
			37	38	39	40	41	42			
ゾーン制			(3ゾーン) 43				(2ゾーン) 44				

表1の44種の料金設定法を考えた。これを料金モードと読んでいる。

各料金計算に用いられる係数は、現行基準を参考にして一通りのみ決定した。距離比例制は85円+5円/km、均一額は110円などである。割引率は50%を基本としている。

比較演算の対象地域は名古屋市とし、市内を80ゾーン市外を10ゾーンに分割し、自ゾーン内ODを除く80/10の起終点ゾーン組合せ(ODペア)について料金を演算する。

(2) 演算法の概要

本研究においては、料金制度の違いによって、利用者の経路選択が変わることを考えない。一般に、交通量の経路配分に当っては複雑な料金抵抗の変種は用意しない。これは、料金体系に一応の最適解が与えられていると前提しているからである。本研究は、逆に料金以外の評価値により最適経路が決定された場合に、料金体系の妥当性を検討することを目的としている。

したがって、この分析では各ODペア間の公共輸送網利用経路は予め与えられている。料金計算を実施する計画路線網は後述するように計画路線と比較路線の2つであるが、前者については名古屋市長官庁交通計画研究会が配分をした際のものであった。後者についても、前者とほぼ同様の表定速度および乗りかえ時間を用いて、本研究で最短経路探索を行なった。これらは、いずれも各ODペアごとに、乗降(乗りかえを含む)ノードとそのノード間利用交通モードおよび路線上距離のリストが与えられている。これを乗りかえ情報と呼んで、本計算の入力である。

これらの入力データをODペアごとに式(1)に入れて、44の料金モードについての料金を計算し、公共輸送利用距離や別途入力されたゾーン中心座標より算出されたOD間直線距離と共に出力する。なお、非市営路線については、今回料金制度検討の対象としていないので、現行料金制度で料金を算出した。この非市営部料金も、各ODペアごとに内数として出力してある。

(3) 評価の考え方と評価尺度

公共輸送料金の賦課体系はいかにあるべきかについては、2つの大きな異なった観点がある。1つは、市内の交通はその1単位が公平な料金で達成されるべきであって、交通の発生地域や長さによって差があってはならないとするもの。いま1つは、交通料金はその交通距離に応じて公平な賦課が為されるべきだとするものである。前者が交通を市民のシビルミニマムの一つとして考える社会学的発想に対し、後者は都市の経済活動の中で、交通サービスも育合的な経済活動として捉えようとする経済学的発想であると言える。このどちらを採るべきかについては、市民の居住立地機会の限定性などどう考えるかなどによって変わってくるから、にわかには決定しがたい。

そこで、ここでは料金の測度として、トリップ料金、単位距離料金、単位路線料金の3種を併せて用いることにする。単位距離料金はトリップ料金(OD間料金)をOD間直線距離で除したものであり、単位路線料金は公共輸送利用距離で除したもので、いずれも単位は円/kmである。後者の方が、輸送企業内での経済合理性を考えれば、よりふさわしいが、市民の経路選択の自由度の限定を考えるならば、あまりにも企業本位の測度であるように思われる。広く市民経済の観点から見れば、移動起終点間の距離に対する合理的な料金(すなわち前者)が、より重視されねばならないようだ。

つぎに、料金体系の公平さを計る指標としては、単に上記測度の平均値だけでは不十分であろう。もちろん、平均料金が安いことは、利用者にとって最大の関心であるが、これは一般に輸送企業の料金収入とトレード・オフの関係にあり、低廉な料金と企業経営の成立の妥協点を探るときの指標とはなっても、料金制度の優劣を比較する指標にはなり難い。料金体系が公平なものであるか否かを見るには、各測度の値のバラツキを指標とするのが良い。また、異常に高い料金になるトリップの量を比較するのも良いであろう。さらに、企業の料金収入を犠牲にして、平均トリップ料金を下げてやれば、一般に異常に高い料金を示すトリップは減少するのだから、単位の料金収入減少に対してどの程度高料金トリップが減少するかを計れば、料金体系の公平性向上の効率を表わす

ことになる。

これらに対応して、本研究では上に3測度の平均値のほか標準偏差、高料金トリップまたは地区数、その減少効率を算出して指標としている。

(4)集計

上記指標は料金モードを比較するためには全ODペアまたは全トリップに対して集計(全体指標)し、後に各地区別の分析をするためには各ゾーンごとに集計(地区指標)した。また、一部指標については、地区指標を全ゾーンについて平均し、全体指標としたものもある。

集計に当って、ODペア別料金の重みづけに用いられるOD交通量は、名古屋市総合交通研究会の推計公共交通利用OD表(S65年)を用いている。

2. 計画路線網

(1)計画路線網の概念

ここで輸送料金を計算する計画公共交通網は、地下鉄と基幹バスで基幹路線網と形成し、これに培養路線として一般バス路線を配置するという考え方をとっている。大都市においては従来のバスにより全てをカバーする方式がバス路線の長大化と複雑化を招いており、これがバス運行のロスと大きいものにもし、利用者には繁雑で判りにくい結果となっていると考えられる。基幹路線と培養路線の二層路線体系は、利用者に乗りかえの不便を強いるが、この不便は他の運行者・利用者両面の利点によって償なわれるものと考えている。そして、その乗りかえ不便または不利益を少しでも減少させる方策として、かかる路線体系に適合する料金設定法を検討することが位置づけられている。

したがって、この計画路線網の特徴を比較的に分析するため、上記基幹路線に従来どおりの市バス路線網を重ねた、比較路線網を用意した。なお、今回の検討では、非市営公共交通路線には全く手をつけないものとし、従前の路線網と料金体系が存在するものとして計算をしている。

(2)計画路線網と比較路線網

両路線網とも上述のように極めて具体的な策定法をとっているため、両者の路線延長、路線数は一致していない。基幹路線と非市営路線は両路線網に共通であり総延長は近接系統延長で約190kmと約330kmである。一般バス路線は計画路線が182系統1060kmであるのに対し、比較路線が175系統1260kmで後者の方が相当長い。そして表2に示したように、計画路線では一般バスの系統長が短くなって平均5.82km(比較路線は7.22km)となる。乗りかえ回数は直通は減るが平均回数はむしろ比較路線より少なくなっている。

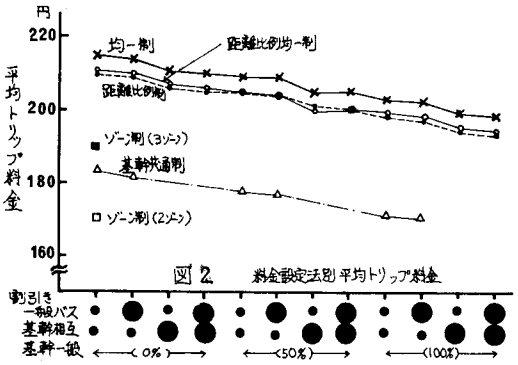
表・2計画路線網と比較路線網諸元		
	計画路線	比較路線
総系統延長	1575 km	1779 km
平均系統長	7.61 km	8.89 km
一般バス		
系統数	182 本	175 本
総延長	1059 km	1263 km
長距離系統	2.1 %	13.0 %
平均系統長	5.82 km	7.22 km
乗りかえ回数		
直通ODペア	18.6 %	23.7 %
1回ODペア	43.0 %	35.9 %
2回	30.0 %	24.3 %
4回以上	0.7 %	4.0 %
最高回数	5 回	6 回
平均回数	1.28 回	1.33 回

3. 料金モードの比較

(1)割引き効果と収入指数

まず、計画路線網の場合の演算結果について、各料金モードの比較を行なう。

図1および2は3つの測度の重みつき平均を図示したものである。これから、2つの結果を読みとる。1つは、設定した料率・定額等係数の妥当性である。ここに見られる平均トリップ料金は、料金収入の水準を表わしている。本来、料金モードの比較は同水準の料金収入条件の下で為されるべきである。図1は明らかに基幹共通制とゾーン制



では料率係数が低すぎたことを示している。以下の分析では、このような料金収入に差のあることを、常に明示しておかねばならないから、収入指数という指標を作成しておく。これは次式により、各料金モードごとに算出される。

$$\text{iモードの収入指数} = \frac{\text{iモードの総収入} - \text{非市営部収入}}{\text{基準モードの総収入} - \text{非市営部収入}} \times 100$$

基準モードには最高収入のモードが採られるから、この指数は100を越えることはない。図3が算出された収入指数である。この収入指数1単位は400万円に相当する。

2つめの結果は、乗りかえ割引が料金水準に与える影響である。いずれの測度をとっても同じ効果が見られ、基幹・一般乗換え割引の効果が一番大きく、一般バス乗継ぎ割引はほとんど料金水準を引き下げない。基幹相互乗換え割引は、基幹・一般乗換え割引が50%のとき大きな効果を示す。運賃設定法と割引き制度の相互作用は概して見られないが、距離比例制については基幹・一般乗換え割引に基幹地下鉄乗換え割引を重ねると大きな料金水準低減効果を持たらす。

さらにゾーン制は、トリップ料金(すなわち料金収入)は低いにもかかわらず、単位距離料金とくに単位路線料金の平均値を他よりも高くする特色がある。

(2) 評価指標の作成と代表指標の抽出

上記の結果をふまえ、先に述べた標準偏差、高料金トリップ率、高料金地区指数、高料金トリップ減少効率などの指標を3つの測度について定義し、各料金モードについて計算した。用意された評価指標は全部で16である。ところが、これらの指標の各料金モードについての変動を見較べてみると、大変相関の高いものが数多く見られた。そこで、相関係数が $r \geq 0.90$ の組合せを参考に、この中から6個の代表指標を選び出した。すなわち、

- 1) 収入指数
- 2) 高料金トリップ率; 市内流入も含む290万トリップ中400円以上となるトリップの率(%)
- 3) 高料金トリップ減少効率; 収入指数1単位減少に伴う高料金トリップ指数(定義は収入指数と同じ)減少量
- 4) 平均単位距離料金; 各ゾーンごとに求めた重みつき単位距離料金平均値の市内80ゾーン平均値(円/km)
- 5) 単位距離料金の高料金トリップ減少効率; 高料金定義は70円/km, 他は3)に同じ
- 6) 単位路線料金標準偏差; 全ODペア(8010)にわたっての標準偏差(円/km)

である。この代表指標の値を各料金モードについて図示したものが図4および図3, 2である。

(3) 最適な料金モード

この図より判断される最適な料金モードはどの測度を用いるかで異なってくる。まず、トリップ料金で見てい

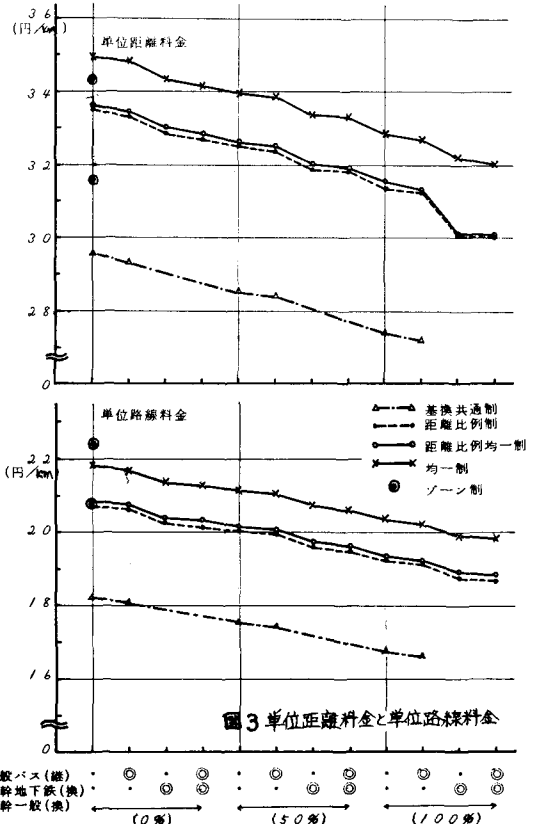


図3 単位距離料金と単位路線料金

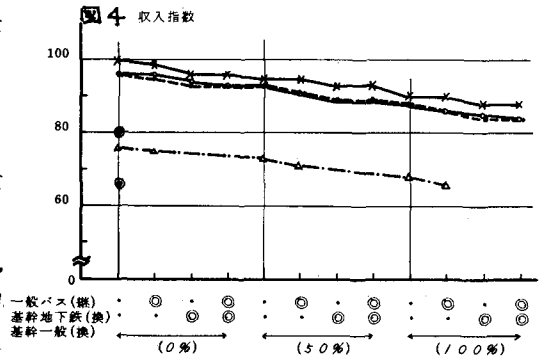


図4 収入指数

くと、高料金トリップ率が低い料金モードは収入指数も低くなっており、高料金トリップを減少させるにも料金水準の全体的な低下が一番の要素であることが判る。高料金トリップ率を0とできるのはゾーン制以外にないが、この場合は収入指数が80と大変に低下する。高料金トリップ減少効率が最も良いのは均一制に基幹・一般乗換え割引きを50%導入した場合で収入指数95、高料金トリップ率1.4%である。しかし、これは高料金トリップ率がやゝ高いので、これを1%未満とするには、距離比例均一制に基幹・一般乗換え割引き(50%)と基幹割引きを併用すればよい。この場合、収入指数は88まで落ちる。このいずれかが最適料金モードと言えよう。

単位距離料金についてみると、高料金トリップ率を0とできる料金モードはない。とくに均一制、ゾーン制の同率が高いことが目立つ。高料金トリップ減少効率の最も良いのは距離比例均一制に一般バス乗継ぎ割引きを組合せた場合で、同率は7%、収入指数は96である。このほか、収入指数88まで落すことにすれば、基幹・一般乗換え割引きを100%導入して、高料金トリップ率を5.5%まで下げることができる。

結局、高料金トリップ率の減少に力点を置いて、その効率も一定水準を維持することにすれば、距離比例均一制が最も良い料金モードであると言える。そして、乗りかえ割引きは、トリップ料金を重視するならば基幹・一般割引きの50%と基幹割引きを、単位距離料金を重視するならば一般乗継ぎ割引きを、単位距離料金を重視するならば一般乗継ぎ割引きと100%の基幹一般割引きを用いるのが良いことが判る。

4. 路線網と料金制度

(1) 収入指数と高料金トリップ率

比較路線について、上記と同様の指標を算出してみた。次頁の図はその結果である。

平均トリップ料金と収入指数を表わした図5と計画路線の場合(図1,3)と比較すると、まず全般的に1割以上の収入上昇がある。収入指数の基準となる均一制無割引きについてみれば、約19%の上昇である。すなわち、この場合の収入指数(単位は計画路線のそれの1.19倍)である。収入指数は均一制と距離比例制の差はなくなり、一般に割引き割引き制、とくに基幹・一般割引きの収入減少効果が増大する。このような傾向は単位距離料金、単位路線料金でも同様である。

この傾向を受けて、トリップ料金の高料金率が急増する。(以下図6)そして、ここでも基本運賃制の格差は縮小し、割引き効果は拡大する。

とくに均一制では、基幹・一般割引き(50%)の効果が大きいため、距離比例制との大小関係が逆転する。一般に、割引きを重ねないときはどの割引きも効果は大きい。

単位距離料金
の高料金率は、
計画路線の場合
と絶対値に大差

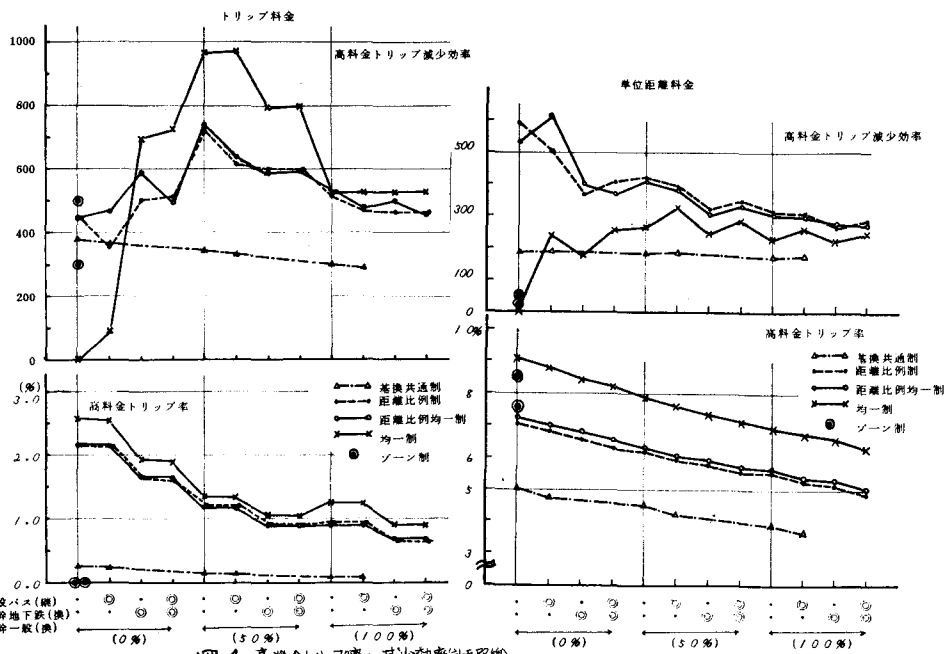


図4 高料金トリップ率と減少効率(計画路線)

はないが、基本運賃制間の格差は縮まっている。割引き制では基幹・一般割引きを50%導入すれば、その上の重ね合せ効果は小さくなる。

(2) 高料金トリップ減少効率

高料金トリップ減少効率は、トリップ料金、単位距離料金とも収入指数の制度間差がほとんど皆無であるのに、高料金トリップ率には差があるから、無割引きに最大値が出る。また、基幹・一般割引きの効果が収入指数において顕著だから、この割引きを行うと効率が低下する。この結果、トリップ料金では計画路線に見られた均一制のメリットが無くなり、単位距離料金では割引きによる効率の落ち込みが激しい。

5. 結語

総じて、比較路線では高料金トリップ率を落すには割引きに依らざるを得ないのだが、これによる収入減が激しいため、効率が下ってしまう。これに比べると、計画路線のような路線網では、乗りかえ割引きの活用領域が広いと言える。

とくに距離比例均一制に各種乗りかえ割引きを組合せれば、大幅な収入減を伴うことなく、異常に高い料金の発生をかなり抑えることができるようである。

本分析のメリットは地区別料金が算出されることにあ
るのだから、今後は具体的な地理的不公平の分析も行
い、ネットワークの検討に資することを考えたい。

本研究は、名古屋市総合交通計画研究会の企画によるものである。分析は主として中部工大計算センターにより、一部(株)NEISの協力を得た。

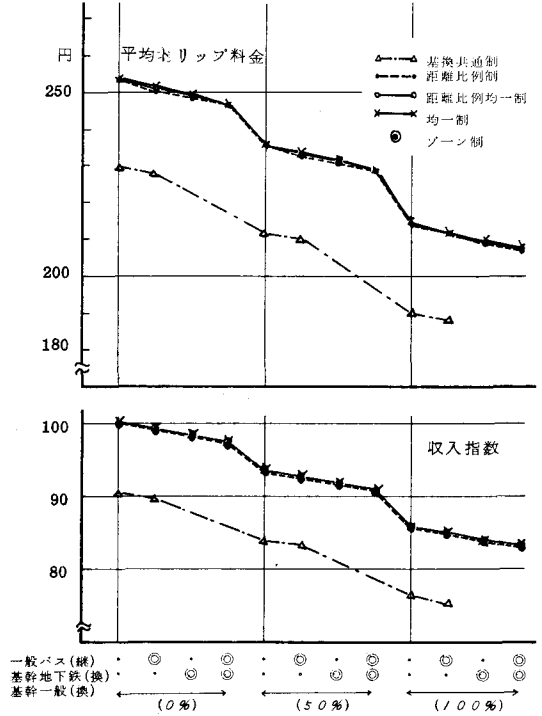


図5 比較路線のトリップ料金と収入指数

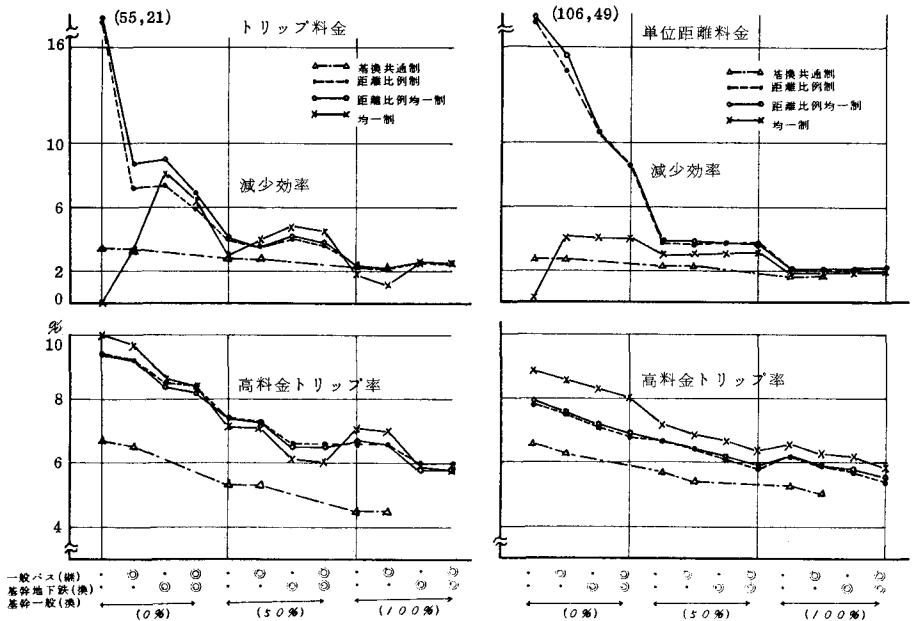


図6 高料金トリップ率と減少効率 (比較路線)