

社会的便益を考慮した都市鉄道の運賃形成のあり方に関する研究

京都大学大学院工学研究科 学生員 ○武田健太郎
京都大学大学院工学研究科 正会員 中川 大

京都大学大学院工学研究科 フェロー
京都大学大学院工学研究科 正会員
京都大学大学院工学研究科 学生員

青山吉隆
柄谷友香
藤澤友晴

1. はじめに

日本の鉄道運営では世界的に見ると極めて稀な独立採算制が採られてきた。独立採算下の運賃決定においては社会的便益の損失が発生することが知られているが、社会的観点から見てどのような運賃設定が望ましいかについては検討されていない。資源最適配分理論である限界費用価格形成原理によると、運賃が限界費用に設定された時に社会的余剰は最大になるとされている。そこで本研究では、大阪府堺市東西鉄軌道整備事業をケーススタディとして実際に限界費用運賃を導き出す。そして、その運賃を採用した場合の便益と、採算性を重視した運賃を採用した場合の便益を比較することにより、社会的便益を増大させる鉄道運賃形成のあり方を示す。

2. 鉄道事業の費用曲線の導出

鉄道事業における費用を、運営費用と建設費用に分けて導出する。運営費用に関しては、事業者の路線属性を入力すると、需要量に応じた運営費用が算出できるモデルを構築した。なお、本研究ではLRT (Light Rail Transit) を整備するものと仮定した。

(1) 運営費用算出モデルの概要

本研究で構築したモデルは、事業者の路線属性を入力すると、路面電車 19 社の一般的な傾向に従った事業者ごとの運営費用が出力される形になっている。またその挙動は、経済学理論で説明されるミクロなものではなく、路面電車 19 社の需要と費用の関係に従ったマクロなものである。すなわち、ある需要が存在した時の必要経費が表される形となる。本モデルの概要を図 1 に示す。

(2) 運営費用の算出方法

本研究では、まず運営費用を表 1 のように 13 項目に細分化する。次に、これら各費用について、輸送人員や営業キロなど¹⁾を説明変数とした重回帰分析を行う。なお、説明変数は需要量によって変化する変動要素と、需要量によらず一定である固定要素に分けて考える。

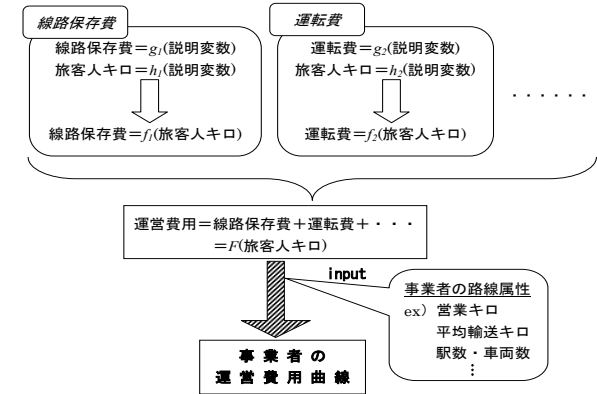


図 1 運営費用算出モデルの概要

そのうち変動要素については、線形式と 3 次式の 2 種類の関数形を考え、2 通りの重回帰分析を行う。また、旅客人キロについては、その定義より説明変数（変動要素）への変換を行う。

$$C_i = g_i(x_1, x_2, \dots) \tag{1}$$

$$P = h_i(x_1, x_2, \dots) \tag{2}$$

ただし、

C_i : 各費用, P : 旅客人キロ, x_i : 説明変数
得られた 2 式を説明変数（変動要素）を媒介として統合し、各費用を旅客人キロの関数として表現する。

$$C_i = f_i(P) \tag{3}$$

これら C_i を足し合わせたものを運営費用とした。

なお、各費用において、線形関数型と 3 次関数型の 2 種類の運営費用関数が導かれるが、その決定係数 (R^2) の大きい方を採用することとした。

(3) 建設費用の算出方法

建設費用については、路盤工事費、電気システム費、車両費に分類し、車両費のみが旅客人キロに比例する変動費用とし、その他は路線延長に比例する固定費用とする。本研究における諸元を表 2 に示す。

表 1 本研究における運営費用の区分

変動費用	線路保存費	固定費用	案内宣伝費
	電路保存費		厚生福利施設費
	車両保存費		厚生福利施設収入
	運転費		
	運輸費		
	保守管理費		
	輸送管理費		
	一般管理費		
	諸税		
	減価償却費		

表 2 本研究における諸元の設定

路線長	3.1km	平均輸送キロ	1.6km
駅数	8駅(うち、有人駅数=3駅)	車両定員	71人/1編成
朝ラッシュ時混雑率	150%以下となるようにする		
朝ラッシュ時運転本数	2.5分間隔以上の本数を確保する		
借入金償還	・半分が公共からの無利子貸付 ・残り半分を年利2.518%、40年定期償還		

(4) 総費用曲線の導出

(2) (3) で得られた運営費用、建設費用を足し合わせた総費用曲線を図 2 に示す。

3. 社会的に最適な鉄道運賃設定のあり方の提示

本研究では、大阪府堺市東西軌道整備事業をケーススタディとして、芦澤ら²⁾の構築した都市内交通シミュレーションモデルを用いて需要を計測し、2.で導出した費用曲線より実際に限界費用運賃を算出する。また、シミュレーションモデルにより、限界費用運賃を採用した場合の便益も計測する。

(1) 都市内交通シミュレーションモデルの概要

本研究で用いるモデルは、自動車交通流に公共交通の経路と運行頻度を組み込み、自動車および公共交通利用者の選択経路を動的に求めるモデルである。対象地域は堺市とその周辺を含む領域で 380 ノード、1174 リンクによって構成されている。また、交通需要の変化を把握するために交通機関選択モデルを組み込んだ。

(2) 代替案の設定と評価の方法

本研究では、限界費用運賃採用の場合と便益の比較を行う代替案を 2 種類設定した。平均費用曲線と需要曲線が交わらなかったため、採算可能な運賃は設定不可能であった。よって、年間総赤字額が最小となる運賃を設定し、これを赤字最小化運賃と呼ぶ。また、事業者が運営のみに専念する場合に採算可能となる運賃を設定し、これを運営採算可能運賃と呼ぶ。

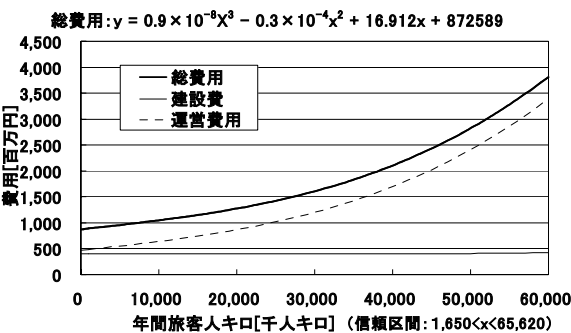


図 2 導かれた総費用曲線

表 3 各代替案の決定運賃

代替案	1kmあたり運賃(円/人キロ)	全線均一運賃(円/人)
限界費用運賃	16.9	27
赤字最小化運賃	244.6	395
運営採算可能運賃	124.1	200

表 4 社会的便益の評価項目

主体	評価項目	評価方法
利用者	(1)時間短縮効果	総一般化費用の比較
	(2)料金節約効果	
運営主体	(3)料金収入の変化	運賃収入の比較
	(4)交通流に対する影響	総一般化費用の比較
外部経済	(5)環境負荷(CO2排出量)の軽減	走行速度と車種より算出
	(6)交通事故損失の削減	リンク交通量から算出

これら代替案の決定運賃を表 3 に示す。なお、社会的便益の評価項目を表 4 に示す。

(3) シミュレーションの結果

各運賃代替案採用の際の効果を、評価項目別にそれぞれ費用として表す。運賃収入は、その大きさの分だけ総費用から減ずるものとする。費用はその値が小さいほど社会に対して正の効果があると言える。算出結果を表 5 にまとめる。これを見ると、限界費用運賃を採用した場合は、運賃収入以外の項目において最良の結果を得た。特に、自動車交通流に対する影響が大きく、次善の赤字最小化運賃の場合と比較しても約 1,400[万円/日]の一般化費用の低減がみられる。これは直接利用者便益である公共交通総一般化費用の差、約 700[万円/日]の倍の大きさであり、本事業が及ぼす正の外部効果の大きさを示している。総計では次善の赤字最小化運賃の場合と比較しても約 2,000[万円/日]の総一般化費用の低減がみられる。年間換算すると約 73[億円]となり、限界費用運賃を採用した際の社会的便益は非常に大きいことが定量的に示された。

4. まとめ

本研究では、事業者の路線属性を入力することにより事業者ごとの運営費用を算出可能なモデルを構築し、それを用いて実際に限界費用運賃を算出した。また、都市内交通シミュレーションモデルを用いて限界費用運賃採用時の効果を定量的に計測し、その社会的有効性を示した。

【参考文献】

- 1) 国土交通省鉄道局(監修):平成12年度 鉄道維持増進 政府資料等普及調査会、2002.6
- 2) 中川 大、松中実治、芦澤宗治、青山吉隆:都市内交通シミュレーションを用いたバスケース施策の便益計測に関する研究、都市計画論文集Vol.36, pp.583-588, 2001.10.

表 5 評価項目の算出結果

	全線均一運賃	旅客人キロ	(1)(2)公共交通総一般化費用	(3)運賃収入(括弧内は費用と見た値)	(4)自動車交通総一般化費用	(5)CO2排出損失貨幣価値	(6)交通事故損失貨幣価値	評価項目計	運営採算可能運賃採用の場合との差
	[円]	[千人km/日]	[百万円/日]	[百万円/日]	[百万円/日]	[百万円/日]	[百万円/日]	[百万円/日]	[百万円/日]
限界費用運賃	27	22.23	571.62	0.37 (-0.37)	3328.77	0.69	63.02	3963.73	-37.48
赤字最小化運賃	395	10.72	579.17	2.62 (-2.62)	3343.25	0.70	63.27	3983.76	-17.45
運営採算可能運賃	200	15.71	596.35	1.95 (-1.95)	3343.01	0.70	63.11	4001.21	0