

サービス水準変化がLRTの事業性に与える影響に関する研究*

Effects of Service Level Changes on LRT Project Viability*

遠藤玲**・竹田敏昭***・古賀一人****

By Akira ENDO**・Toshiaki TAKEDA***・Kazuhito KOGA****

1. はじめに

わが国において、低コストの公共交通機関としてLRTが注目を浴びてから数年が経過するが、既設路面電車の延伸の事例はあるものの、新設のLRTの事例はない。これは、導入空間の制約が大きな要因であるが、それとともに、事業としての成立見通しが不透明な点も大きな要因となっている。

LRTの事業性に関する既往の調査・研究では、特定の候補路線に関して、設定した運賃水準の下での需要とその需要に対応させた場合の建設・運行コストから事業性を検討するもの、あるいは、乗車人員とサービス水準を先決した仮想のいくつかのケースについて採算性を検討したものが多く¹⁾²⁾。

一方、サービス水準の変化によるコストの変化に着目した理論的研究の報告事例は少数存在する³⁾。

本研究は、LRT需要をサービス水準の関数として、また、LRTのコストをピーク時間帯における必要車両編成数等の関数と捉えることにより、ピーク時表定速度、運行頻度、沿線人口密度が変化したときにLRTの採算性がどのように変化するかをモデル地域について検討し、LRTの成立可能性について考察したものである。

*キーワード：公共交通計画、新交通システム計画、LRT

** 正員、金沢市（前（財）国土技術研究センター）

（〒920-8577 石川県金沢市広坂1-1-1, TEL:076-220-2014, E-mail:endo_h_a@city.kanazawa.ishikawa.jp）

*** 工修、パシフィックコンサルタンツ株式会社

（〒163-0730 東京都新宿区西新宿2-7-1, TEL:03-3344-1560, E-mail:Toshiaki.Takeda@tk.pacific.co.jp）

**** 株式会社メッツ研究所

（〒164-0003 東京都中野区東中野3-9-21, TEL:03-3371-6241, E-mail:koga@mets-ri.co.jp）

2. 採算性分析の枠組み

(1) サービス水準と需要の関係

LRTの需要を変化させる要因であるサービス水準としては、総所要時間、費用、アクセス時間、イグレス時間、運行本数等、多様な要因が考えられるが、本研究では、既往調査で推定された路面電車を含む交通手段選択モデルから説明力の高いモデルで本研究の目的に適合したものを選定し、そこで用いられている変数により分析を行った。

選定されたモデルは、ある地方中核都市圏（A都市圏）のパーソントリップ調査により推定されたモデルであり、その構造は以下の通り3段階のステップで、機関分担を予測している。

ここで、徒歩・二輪は道路距離に大きく依存し将来的にゾーン間距離が大きく変化することは見込まれないこと、また、タクシーについては特定地域の利用が中心で全域でのモデル作成に適さないこと等により、これらのステップでは、現況比率を用いている。最終ステップでの機関分担は、都市交通の中心手段であるため、多くの説明変数を取り込み、その効果が直接的に反映できるマルチタイプのロジットモデルを適用した。

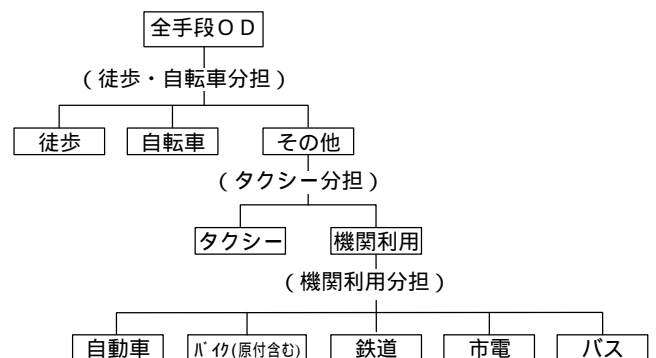


図 - 1 機関分担の構造

表 - 1 モデルの要因 (A 都市圏)

要 因		市電	バス	バイク	自動車
乗降回数	(回)				
運行本数	(本)				
所要時間	(分)				
運 賃	(円)				
運賃/移動距離	(円/km)				
人口 比率	65歳以上	(%)			
	15~19歳	(%)			
	20~24歳	(%)			
自動車免許保有率	(%)				

注) 鉄道は市電と同じ要因設定

表 - 2 モデル式のパラメータ (路面電車)

		乗換回数	t 値	運行本数	t 値	所要時間	t 値	運賃/	t 値	65才以上	t 値
		(回)		(本)		(分)		距離		人口比率	
		(円/km)		(%)				(円/km)		(%)	
通勤	市電	-0.405	2.67	0.024	2.67	-0.031	5.74	-0.0002	5.40	0.062	2.39
私用	市電	-0.823	3.03	0.005	2.21	-0.008	1.01	-0.0001	2.00	0.033	0.74
私用	市電	-0.490	2.52	0.004	2.03	-0.009	1.40	-0.0001	3.37	0.039	1.24

注) 私用 は、買物、社交、娯楽

私用 は、その他私用、帰校

そのモデルを仮想的な線形都市に適用することにより、L R T の需要を推計した。ゾーン別発生集中量及びゾーン間 O D については、モデルが推定された都市圏のモデル式と現況 O D パターンを使用して推計した。代替交通手段のサービス水準も同様にして設定した。発生集中モデルは常住人口と従業人口の 1 次式となっており、定数項は発生集中量に比べ小さいため、ゾーン間の L R T 利用者数は人口密度についてほぼ 1 次同次となっている。

(2) サービス水準とコストの関係

L R T 事業のコストは、初期投資である軌道の建設費と車両費及び経常的経費である運行経費・軌道維持管理費と一般管理費からなる。

L R T のピーク時における表定速度の上昇は必要な車両編成数を減少させ初期投資を低減させる。また、全日にわたる表定速度の向上は運転士の運行効率を向上させ、人件費の削減につながる。一方、ピーク時運行便数の増加は必要車両編成数を増加させることにより初期投資を増加させる。

3. L R T 採算性の分析

(1) 交通回廊地域モデル

本研究では、L R T 沿線地域を帯状の交通回廊地域としてモデル化し計算を行った。ゾーンの大きさは A 都市圏の路面電車サービス地域におけるパーソントリップ調査のゾーン規模と同様とした。

路面電車のある数都市の人口を参考に平均人口密度の異なる都市 1 (70 人/ha) と都市 2 (50 人/ha) を設定し、都市 1 はドーナツ化現象を考慮して、都心で人口密度が低く都心隣接地で最も高くなるパターンを、都市 2 は中心部で最も人口密度が高く、郊外に行くにしたがって人口密度が減少するパターンをそれぞれ採用した。

L R T の延長を 6 km とし、その沿線両側 2 km ずつ、また、両端の駅から 1 km の地域を含む、総面積 32km² の地域を対象とした。

(2) サービス水準の設定

(a) 基本ケースのサービス水準

A 都市圏の現況データを参考として、L R T、バス、自動車、バイクのサービス水準を表 - 3 のように設定した。なお、手段選択モデルの主体属性変数データについても A 都市圏の現況データを参考に設定した。

表 - 3 基本ケースのサービス水準

サービス水準	L R T	運行本数を 150 本/日 (ピーク時は 15 本/時) 速度を 12 km/h、運賃を 180 円均一。
	バス	運行本数を 96 本/日 (ピーク時は 12 本)、 速度を 15 km/h、運賃を 220 円均一。
	自動車	速度を 20 km/h、免許保有率は 60%
	バイク	速度を 15 km/h。

(b) 比較ケースのサービス水準

基本ケースから L R T のサービス水準 (運行頻度と表定速度) のみを変化させた 3 ケースを設定した (表 - 4)。なお、運賃水準については需要の感度が低いため施策からは除外した。これについては、既往調査のモデルを用いた本研究の限界である。

(3) 各ケースの需要推計

基本ケースを含めた 4 ケースについて推計した需要は表 - 4 の通りである。基本ケースについては、A 都市圏の実績データで条件を設定していることから、基

本ケースの計算結果とA都市圏の現況データを比較した。その結果、路面電車と自動車の分担率がほぼ同じとなったことから、概ね現況再現性が確保されていると判断した。

なお、最も需要の多いケースでもピーク時間帯の混雑率は許容範囲内であることを確認している。

表 - 4 需要推計結果

	サービス水準の変化	L R Tの需要	
		都市1	都市2
基本ケース	基本条件	9,900	7,000
ケース1	運行本数約3割増 (ピーク時4分間隔が3分間隔)	11,000 (+11%)	7,700 (+10%)
ケース2	速度24 km/h (地下鉄並みの表定速度)	11,400 (+15%)	8,100 (+16%)
ケース3	ケース1+ケース2	12,600 (+27%)	8,900 (+27%)

注：()内は需要の感度

(4) 収入の算定

運賃は180円均一料金、定期率を3割、割引率を30%とし、実収率を0.8と設定した。1日当たり乗客数を年換算して運賃と実収率を適用することにより、年間の収入額を算定した。

(5) L R Tコストの算定

(a) 軌道建設費

軌道建設費は道路事業者が行う走行路(路面・路盤等)の整備費と軌道事業者が行うレール敷設、架線、変電設備、通信設備等の費用に分けられる。軌道事業者の費用についてはいろいろな試算があるが、サービス水準の変化により影響を受けない固定費用であることから、概算として、3億円/kmとした。

(b) 車両費

車両単価は1.5億円/両とする。運行路線の延長が短く、ピーク時間内に折り返してきた車両が利用できることから、必要車両数は、往復運行の所要時間を運行間隔で割ったものに予備車両を加えた台数である。

なお、車両費に対する補助は、初期の資金繰りにはプラスに働くが、減価償却費は取得価額について計上されるので、採算性には間接的に作用する。また、車

両基地建設費は建設工事費であるが必要車両数に比例する部分を含む。本研究では、単純化のために車両基地建設費は考慮していない。

(c) 運営経費

運営経費については、路面電車事業者のデータから民営事業並みの600円/車両・キロとした。

(d) ケース別コストの比較

ケース別のコストは両都市とも同じである。ケース間では、ケース1は運行頻度が多くなる分、車両キロと必要車両台数が増えるので、運行経費、減価償却費、借入金返済とも増える。ケース2では、速度が上がることによる運転士の運行効率の向上と必要車両数の減少を見込み、各費目とも減少する。ケース3では、ケース1と2の中間の数字となる。

(6) 採算性の検討

初期投資である軌道建設費を30年、車両を13年で償却(定額法、残存価値なし)するものとした。また、借入金は事業者負担分事業費の80%、年利3%、20年元利均等返済とした。その結果、単年度の損益は表-5、表-6の通りとなった。

表 - 5 都市1の事業可能性感度分析

単位：億円/年

	基本ケース	ケース1	ケース2	ケース3
運営経費	4.0	5.3	3.0	4.0
減価償却費	2.6	3.0	1.9	2.1
借入金返済	1.9	2.2	1.6	1.7
経費計	8.5	10.5	6.5	7.8
収入	5.3	5.8	6.1	6.7
収入-経費計	-3.2	-4.7	-0.4	-1.1

表 - 6 都市2の事業可能性感度分析

単位：億円/年

	基本ケース	ケース1	ケース2	ケース3
運営経費	4.0	5.3	3.0	4.0
減価償却費	2.6	3.0	1.9	2.1
借入金返済	1.9	2.2	1.6	1.7
経費計	8.5	10.5	6.5	7.8
収入	3.7	4.1	4.3	4.7
収入-経費計	-4.8	-6.4	-2.2	-3.1

これを見ると、都市タイプ別に以下のような結論が得られる。

(都市1)

- ・基本ケースでは、収入が運営経費をカバーできるが、減価償却費や借入金返済は公的支援が必要となる。
- ・運行本数を増加させたケース1では、コストの増加を補うほどの需要増加は見られず、採算性は基本ケースよりも悪化する。
- ・表定速度を上げたケース2では、必要車両の減少と運行効率化により、採算性が大幅に改善される。路面電車の場合、車両は通常20年以上使用されることを考えると、ほぼ採算ベースに乗ると考えられる。
- ・ケース1とケース2の施策の組み合わせであるケース3については、15%程度の公的支援により事業が成立することを示しており、ピーク時の混雑緩和や高齢者等交通弱者の移動手段確保などの政策目的で出資金の増加や減価償却費の軽減により支援することで社会的合意が形成されれば事業が成立する。減価償却費の軽減方策としては、上下分離方式や車両貸付方式が考えられる。

(都市2)

- ・4ケースとも大幅な赤字である。ケース2と3は収入が運営経費を上回るものの、赤字幅の小さいケース2でも3割以上の支援が必要である。

4. おわりに

本研究では、既往調査の交通手段選択モデルを使用してサービス水準変化による需要変化を把握し、サービス水準変化によるコスト変化と併せて、人口密度と分布の異なる交通回廊地域におけるLRTの成立可能性と支援措置を検討した。その結果、以下の結論が得られた。

DI D人口密度が70人/ha程度の都市1では現行の12km/時の表定速度では大幅な赤字となるが、表定速度を地下鉄並みの24km/時まで上げると、赤字幅が大幅に減少する。

DI D人口密度が50人/ha程度の都市2では、LRTの表定速度を上げても大幅な公的支援がないと事業として成立しない。

運行便数の増加はコスト増加を補うほどの需要増

加にはつながらない。

毎年の営業費用のうち、減価償却費が大きな比重を占めており、これは初期投資の補助によっては減らないものであることから、上下分離方式や車両貸与方式により減価償却費を削減することが有効である。

今後は、以下の方向への研究の展開が課題である。

実際のLRT運行費用の詳細なデータとの突合せ
運転士の仕業パターン割合の制約がある場合のピーク運行台数減少の運転士数減少効果
異なる交通手段選択モデルによる算定
ピーク時混雑率等の条件を固定した場合のLRTが成立する人口密度と表定速度の領域画定

参考文献

- 1) 日本開発銀行、LRTと路面電車の活性化について、1998.3
- 2) 日本政策投資銀行地域企画部、LRTと路面電車の現状について、地域企画ノート、2000.9
- 3) 石田ほか、交通機関の競合を考慮した公共交通の成立性に関する基礎的研究、土木計画学研究・講演集 No.21(1)、1998.11
- 4) 平成2年度LRT導入可能性に関する調査・研究(資料編)
- 5) 定期研究会講演“まちづくりとLRT” 都市地下空間活用研究 No.38 1998.4
- 6) 欧州都市交通調査団報告書 平成10年8月(社)日本交通計画協会 Jane's URBAN TRANSPORT SYSTEMS 1998-99
- 7) 運輸省・建設省、路面電車活用方策検討調査、1998.3