

豊橋市における路面電車の運行・利用実態の分析・評価と改善策に関する検討*

An Analysis of the Demand and Service of Streetcar and Evaluation of the Improvement of Public Transportation System in Toyohashi*

廣島康裕**・小松広和***

By Yasuhiro HIROBATA**・Hirokazu KOMATSU***

1. はじめに

我が国における路面電車は、戦前は気軽な市民の足として存在したが、戦後のマイカー普及に伴い「邪魔者扱い」を受け、廃止・縮小が続いた（昭和6年：67都市総延長1500km，平成12年：19都市，総延長243km）。しかし昨今の環境問題や市街地における慢性的な交通渋滞・駐車場不足問題などの激化とともに、その価値が再び注目されるようになり、平成9年から路面電車のインフラ部分に対する公的補助制度が当時の建設省によって設けられるに至り、平成10年には制度適用の第1号として豊橋鉄道市内線（図-1）の「駅前」部分150m延伸が実現した。しかしながら、現在の豊橋市の路面電車については、交通サービス水準、市街地活性化の観点等から見て、運行本数、終始発時刻、運賃体系、カバーエリア（路線網）等について、さらなる改善や見直しの必要性があると考えられる。

そこで本研究では、豊橋市の路面電車を対象として、利用者への交通サービス水準面を中心に、今後必要とされる改善や見直しの内容を明らかにするために、その運行・利用実態や利用者意識を調査・分析する。また、具体的な改善策を立案する際に不可欠となる改善効果の計測、特に改善による利用者数の変化予測のための情報とするために、市内の路線バスや鉄道線（豊橋鉄道渥美線）を含む公共交通全般のサービス水準に対する利用者の満足度意識構造および交通手段選択行動について分析する。

なお、これらの分析においては、路線バス等の他の公共交通機関と比較した場合の路面電車というモード自体の魅力度の把握も試みたい。

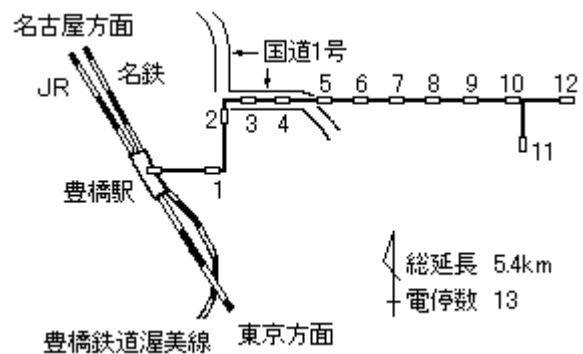


図-1 豊橋鉄道市内線の概略図

2. 研究の方法

（1）調査の概要

調査は以下のようにA～Cの3つに分けられ、いずれも平成13年10～11月を中心に実施されている。

A. 運行および利用実態調査

A-1. 利用者乗降調査

電車に乗り込んで利用者個人ごとの乗車電停・降車電停を記録するとともに、全電停における乗車人数・降車人数を計測した。（平日26往復，休日28往復）

A-2. 「駅前」利用者全数調査

上記の調査結果を踏まえて、「駅前」電停において始発から終発までの乗車・降車人数を計測した。

A-3. 走行実態調査

電停や信号による路面電車の停車時間を把握するために、電車に乗り込んで走行の状況（秒単位での停車時刻と発車時刻）を記録した。（平日13往復，休日14往復）

B. 路面電車利用実態アンケート

本アンケートは、「駅前」電停利用者を対象として、各利用者の詳細な利用実態の把握を目的として実施した。交通目的や端末交通手段などのほか、後述の19項目にわたるサービス項目の実態とその満足度（5段階評価）を質問した。調査は平成13年10月28日（日）、31日（水）、11月4日（日）の計3回行ない、直接配

*キーワード：公共交通計画，交通計画評価，交通行動分析，交通手段選択

** 正員，工博，豊橋技術科学大学建設工学系
（〒441-8580 愛知県豊橋市天伯町雲雀ヶ丘1-1，
TEL：0532-44-6833，FAX：0532-44-6831）

***正員，工修，株式会社岡谷組

布による配布数 4100 枚に対し、回収箱設置による回収で回収数は 957 枚（回収率：23.3%）であった。

C．公共交通に関するアンケート

B のアンケートでは路線バス等も含めた公共交通全般のサービス水準に対する意識や利用実態を把握できないので、特に公共交通非利用者の公共交通に対する満足度意識を調査するため、豊橋市内全域から一定数の世帯を任意に抽出し、郵送によるアンケートを実施した。平成 13 年 10 月 24 日発送、配布数 2114 世帯、郵送回収で回収数 887 世帯（1 世帯に複数枚配布のため 1498 人）、回収率は 42.0%であった。

(2) 分析の手順と内容

本研究では、路面電車および公共交通全般の実態を把握・分析した後、それらの交通サービス水準の改善効果を計測するために、交通サービスに対する評価構造および交通手段選択行動の分析を行う。その分析手順と内容は以下の通りである（図・2 参照）。

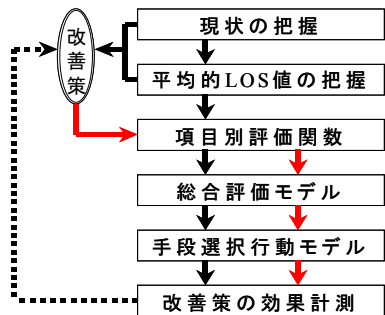


図- 2 分析の手順

- ①サービス項目別評価関数の推定： 項目別満足度の回答値が間隔尺度であると仮定し、LOS 値と満足度の関数関係を推定する。
- ②総合評価関数の推定： 交通サービスに対する総合満足度が項目別満足度の一般化平均によって表されると仮定し、そのパラメータを推定する。
- ③交通手段選択モデルの構築： 公共交通、自動車、自転車の 3 手段に関するロジット型選択モデルの効用関数を、各手段に対する総合満足度を主たる説明変数として推定する。
- ④各サービス項目の改善による交通手段選択確率変化の推計： 交通サービス改善による効果の把握するために、各項目別 LOS を順次変化させ、①～③の結果を用いて手段選択確率の変化を調べる。

3．路面電車の運行・利用実態

(1) 利用者乗降調査

表－1 に示すように全利用者の 8 割以上が「駅前」電停を利用していることがわかった。この表は 5 回分すべてのデータである。なお、表中※印の 2 電停は、運行系統上その他の電停よりも計測回数が少ないので同じ本数になるように補正をしている。

表－1 電停別利用者数(下り東田方面)

	乗車		降車	
	(人)	(%)	(人)	(%)
駅前	873	84	—	—
新川	72	7	9	1
札木	33	3	27	2
市役所前	24	2	71	6
豊橋公園前	11	1	34	3
東八町	11	1	57	4
前畑	3	0	48	4
東田坂上	9	1	139	11
東田	1	0	90	7
競輪場前	3	0	158	12
井原	2	0	156	12
赤岩口 ※	—	—	283	22
運動公園前 ※	—	—	209	16
合計	1042	100	1281	100

(2) 「駅前」利用者全数調査

「駅前」電停利用者数を乗降別かつ平休日別に、平均値をとったものが図・3 である。平休日で運行本数にあまり差はないが、朝夕ピーク時の利用者数は大きく異なり、運行効率に差があることがわかった。

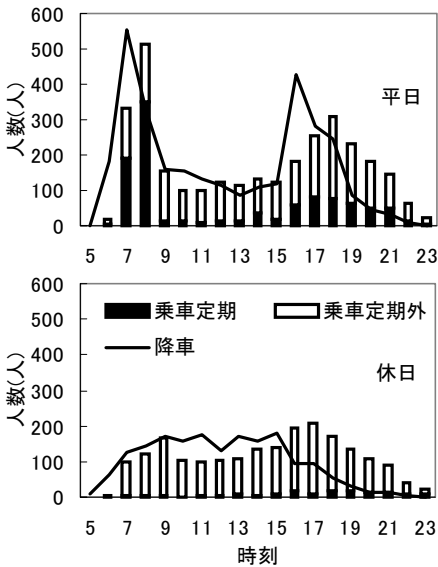


図- 3 「駅前」電停利用者数調査結果

(3) 走行実態調査

走行実態調査より、運転手の癖によって走行特性が異なるものの、図-4に示すように、全体的には観測したほとんどの電車が同じ交差点で長時間停車することがわかった。これより、PTPS 等による所要時間短縮の可能性は大きいと言える。

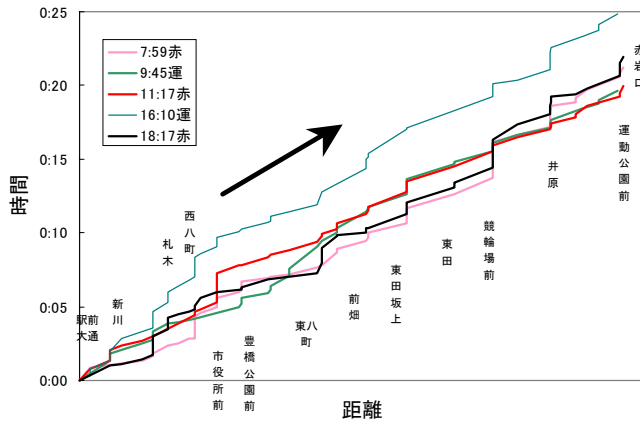


図-4 走行実態調査結果（一部）

4. 路面電車・公共交通全般に対する満足度の実態

(1) 路面電車利用者の満足度の実態

図-5は路面電車利用実態アンケートから得られた満足度意識を、不満率の低い順に並べたものである。始発時刻（赤岩口 5:33，運動公園前 6:16，駅前 5:53）や運賃（150 円均一）には不満はほとんど見られない。逆に電停の安全性や電車の段差・ドア幅等乗降のしや

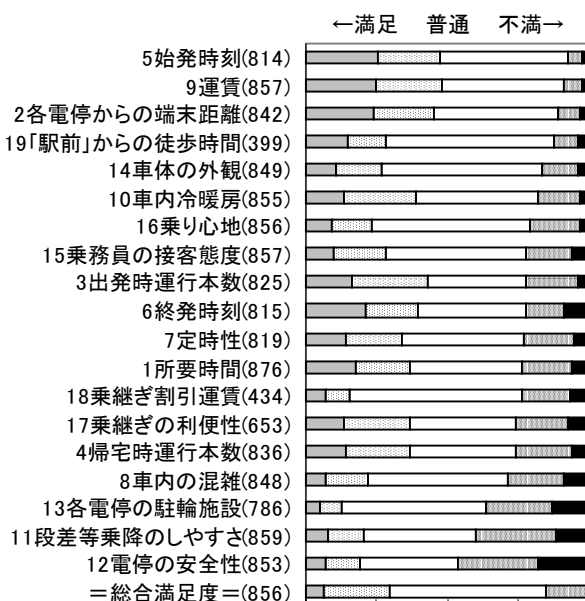


図-5 路面電車利用者の満足度意識

すさには多くの利用者が不満と答えている。また、改善策の策定における1つの目安とするために、満足率と不満率が等しくなる LOS 値、あるいは平均満足度が3に対応する LOS 値を中立（平均的）LOS 値と定義し、その値を求めたが、ここでは省略する。

(2) 市民の公共交通に対する満足度の実態

図-6は公共交通に関する市民全般の満足度意識を、不満率の低い順に並べたものである。運行本数、運賃、所要時間等に不満が高い。運賃に関しては路面電車とは対照的な結果となっている。

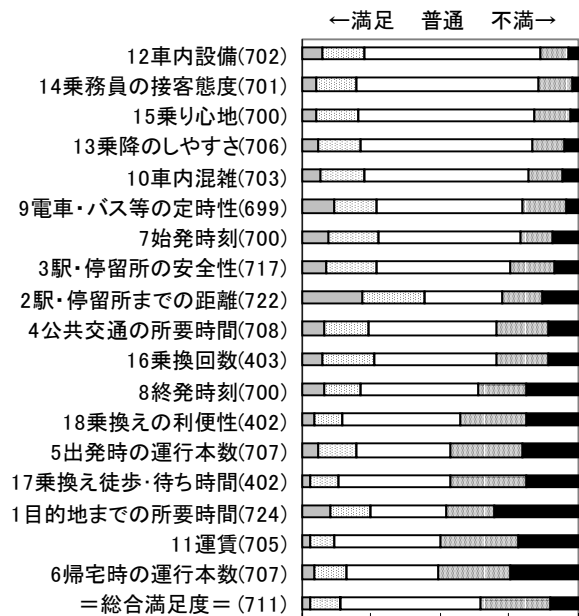


図-6 公共交通に対する市民の満足度意識

5. 公共交通サービスに対する評価と行動の分析結果

(1) 項目別の評価関数の推定

公共交通サービスの項目別に、満足度を間隔尺度と仮定し LOS に対する関数を推定した。このとき、間隔尺度化した LOS 値グループ別の満足率、不満率と LOS 値をプロットし、各項目ともに関数形は対数関係にあると判断した。推定結果の例として、端末所要時間と満足度の関数を対数回帰で求めた結果を図-7に示す。

(2) 総合評価関数の推定

ここでは総合満足度が個別の満足度からどの程度影響を受けているのかを、次式の加重一般化平均式を用いて分析する。

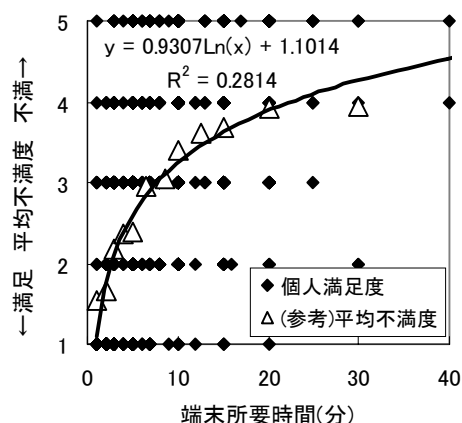


図-7 LOSと満足度の関数推定の例

$$\bar{x} = \{w_1 x_1^\alpha + w_2 x_2^\alpha + \dots + w_n x_n^\alpha\}^{\frac{1}{\alpha}}$$

ただし, $\sum_{i=1}^n w_i = 1, \quad w_i \geq 0$

本研究では, $\bar{x}$ に総合満足度, x_i に各項目の満足度を取り, 重みパラメータ w_i と形状パラメータ α を推定した。

パラメータ推定は, 交通目的別や年齢別など様々な個人属性を考慮して行っているが, 表-3には全回答者に関する推定結果のみを示す。満足度項目のうち所要時間, 帰宅時の運行本数や乗り心地などが総合満足度の決定に大きく関与していることがわかる。また, 形状パラメータ α の推定値から個人は総合満足度の決定に際して, 不満の強い項目を重視する傾向が見られる。

表-3 総合評価モデルのパラメータ推定結果

	全回答者	
	Estimate	t-value
1 自宅から目的地までの所要時間	0.156	7.09
2 自宅から駅・停留所までの距離	0.043	1.89
3 駅・停留所の安全性	0.076	2.96
4 電車・バス等の所要時間	0.112	3.56
5 出発時の電車・バス等の運行本数	0.050	1.31
6 帰宅時の電車・バス等の運行本数	0.116	3.06
7 電車・バス等の始発時刻	0.012	0.33
8 電車・バス等の終発時刻	0.105	3.56
9 電車・バス等の定時性	0.031	1.00
10 電車・バス等の車内の混雑	0.072	2.28
11 電車・バス等の運賃	0.012	0.54
12 電車・バス等の車内設備(冷暖房等)	0.008	0.18
13 電車・バス等の乗降のしやすさ	0.011	0.34
14 電車・バス等の乗務員の接客態度	0	
15 電車・バス等の乗り心地	0.198	4.26
形状パラメータ	2.135	3.68
重相関係数	0.588	
サンプル数	671	

(3) 手段選択行動モデルの推定結果

ロジットモデルによって自動車, 公共交通, 二輪車の3手段に関する手段選択モデルのパラメータ推定を行なった(表-4)。

表-4 手段選択モデルのパラメータ推定結果

説明変数	パラメータ	t値
自動車固有定数	1.231	4.44
二輪車固有定数	-0.377	-1.28
公共交通固有変数	バスダミー	-0.620
	渥美線ダミー	-0.189
共通変数	総合満足度	-0.425
サンプル数	472	
的中率	76%	

(4) サービス改善に伴う選択行動の変化予測結果

所要時間・端末所要時間・運賃の3項目に着目し, 各項目のLOS値が減少するとして, 項目別評価関数により各項目の評価値を求め, それらを総合評価モデルに代入し, 交通手段選択行動モデルを用いて選択率の変化予測を行なった。3項目が同時に減少するときの結果を図-8に示す。3項目同時の改善によっても公共交通の選択率は若干しか上昇していないことから, 公共交通のサービス改善によってその利用率を上昇させることは容易ではないといえる。

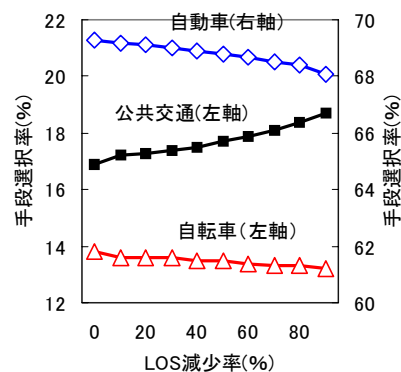


図-8 3項目同時改善の効果

6. おわりに

本研究では, 各種の観測調査・アンケート調査に基づいて, 豊橋市の路面電車の運行・利用実態を分析・評価するとともに, その改善策の効果を計測するために公共交通全般のサービス水準に対する利用者の満足度意識および交通手段選択行動の分析を行った。今後は, 運行本数や始発終発時刻といった項目の改善効果の計測や, 個人属性別の分析も必要である。