

路面電車の運賃収受車外化による乗降時間短縮効果の試算

東京大学大学院 学生会員 村上岳司
 東京大学大学院 フェロー 太田勝敏
 東京大学大学院 正会員 原田 昇
 東京大学工学部 正会員 室町泰徳

1. 研究の概要

国内に現存する路面電車の問題点のひとつとして、乗降時に運賃収受を行うため、停留場での停車時間が長くなり、表定速度の低下や電車の遅延につながっていることが指摘されている。本研究は、対象として都電荒川線を取りあげ、現状での所要乗降時間に関するデータを計測・分析し、運賃収受を車外化した場合の所要時間短縮効果を試算するものである。

2. 現状での問題と海外での取り組み

2.1 運賃収受を伴う乗車の問題点

荒川線は、片側2扉を持つ車両が1両でワンマン運行を行っており、運賃は全線均一で、前払いである。

乗車の際、乗客は一列に並んで、1人ずつ運賃を支払う（運賃箱に運賃を投入する、定期券を乗務員に提示する、等）必要があり、車両の乗車口もこれを前提として、車体最前部の運転台の近傍に狭く設けられているため、乗車の際には人数に対し比較的長い時間を要するのに対し、降車の際は、乗客は一斉にホームに降りることが可能であり、扉も比較的広いものが車体の中ほどに設けられているため、降車に要する時間は人数に対して比較的短くて済む。

もし、乗車の際に運賃収受をしなければ、降車と同様スムーズに乗車ができるようになり、より所要時間が短縮されるはずである。

2.2 チケットキャンセルシステム

海外のLRTでは、セルフサービスで改札を行う「チケットキャンセルシステム」が普及している。これは、停留場では出札（またはカード等の減算）を行うが、ゲートによる改札は行わず、抜き打ち検札で不正乗車を発見し多額の罰金を科すものである。これにより、停留場側の設備を簡略化しつつ乗降をスムーズに行うことを可能にしている。

ただし、これを国内に導入する為には、不正乗車の
 キーワード：路面電車 LRT 運賃収受 チケットキャンセル 時間短縮

罰金額を低く限定している法令を改める必要がある。

3. 乗降時間の現状分析と短縮可能性

3.1 乗降所要時間調査

上述のように、乗車と降車では所要時間に違いがみられるが、これを実際に荒川線に乗車して測定することにより、定量的に把握することを試みた。

【方法】荒川線の電車に起点から終点まで乗車し、各停留場において、乗車人数と乗車にかかった時間（1秒単位）を計測した。降車についても同様に、人数と所要時間をそれぞれ計測した。

【測定日時】1999.11.22（月）、1999.11.29（月）の10時台～20時台に行った。

【データ数】乗車・降車それぞれについて、5往復の運行について測定した（乗車と降車の測定は同時ではない。）それぞれ、延べ270停留場でデータを取った。

【結果】集計したデータを図1、図2に示す。

【分析】この乗車・降車各データに対し、線形回帰を行い、人数と所要時間の関係をモデル化した。但し、乗車又は降車の人数が0であった箇所については、回帰の対象に含めず、所要時間0秒と扱う。

乗車人数 m （人）、降車人数 n （人）とすると

$$\text{乗車時間 } f(m) = 2.4m + 1.8 \quad (m > 0) \quad - (1)$$

$$f(0) = 0$$

$$\text{降車時間 } g(n) = 0.8n + 2.7 \quad (n > 0) \quad - (2)$$

$$g(0) = 0$$

決定係数は (1): $R^2 = 0.92$ (2): $R^2 = 0.87$

3.2 乗降時間短縮効果の試算

以上のモデルを用いて、乗車時の運賃収受を行わない場合の乗降時間の短縮効果を試算する。

【考え方】乗車の際の運賃収受をやめた場合、乗車に要する時間が、現状の降車に要する時間と同じになる。

【計算式】前扉から m 人乗車・後扉から n 人降車する停留場での乗降所要時間は次式のように表せる。

現在 : $T_0 = \max \{f(m), g(n)\}$

改良後 : $T_1 = \max \{g(m), g(n)\}$

短縮時間 $T = T_0 - T_1$

短縮時間 T を、片道の全停留場について積み重ねることにより、片道運行所要時間の短縮時間を求めた。

【使用データ】文献[1]に、荒川線の、各停留場での乗降人数、起点から終点までの片道所要時間を記録したデータがある。このうち平日 9～20 時台の 6 回に対して計算を行った。

【結果】全線片道 (12.2km) に対する結果を 6 回で平均したものを以下に示す。

所要時間 : 49 分 30 秒 → 46 分 27 秒 183 秒短縮

表定速度 : 14.9km/h → 15.8km/h 0.9km/h 向上

4. 改善の費用と効果

4.1 運賃収受車外化に必要な費用

【停留場設備】停留場に必要な設備については、

自動券売機 : 1 台約 50 万円 × 126 台 → 6300 万円

自動改札機 : 1 台約 70 万円 × 128 台 → 9000 万円

この必要台数は、停留場の規模に応じ各ホームに 2～4 台設置するとして割り出した例である。価格は、新交通システム等で用いられている機器の価格を参考に見積もった。但し、他に設置工事費用、運用・保守費用が必要になる。自動改札機 (ゲート) は、チケットキャンセルシステム導入の場合は必要ないが、現行の罰金額の制限のもとでは設ける必要がある。

【車両】運賃収受車外化の効果を発揮するためには、前扉が狭く、車端に偏った現在の車体構造を改める必要がある。但し、荒川線の車両の多くは老朽化しているので、新車導入時に改善すればよいと考えられる。

4.2 事業者の得る便益

所要時間が短縮されると、より少ない車両数で同頻度の運行が可能になる。荒川線の車両の多くは近い将来取り替えの必要があるが、この時に 1 両当たり約 1.5 億円の車両購入費を削減することができる。

朝ラッシュ時の往復運行時間 (終点での折り返し時間含む) $2x$ 、運転間隔 n とすると、必要車両数は $2x/n$ となる。朝ラッシュ時の運転間隔を 150 秒として計算した結果を表 1 に示す。

この結果により、運賃値上げなどを伴うことなく、運賃収受車外化が可能である、と考えられる。

5. まとめ

平日の昼間～夕方の時間帯に関しては、運賃収受を車外化することにより、乗降時間短縮に一定の成果が見込まれるという結論に達した。

但し、朝ラッシュ時や休日に関しては、混雑の程度や乗客の慣れの程度に違いがあることから、今回の結果とは違った傾向が見られる可能性がある。

また、運賃後払いの路線や、乗降時にステップのある路線などで、運賃収受車外化によってどの程度の効果が得られるかという点も今後の検討課題である。

表 1 事業者の得る便益

	現在	改善後	差分
朝片道 所要時間	3300 秒	3117 秒	-183 秒
必要車両数	44	42	-2
車両購入費	66 億円	63 億円	-3 億円

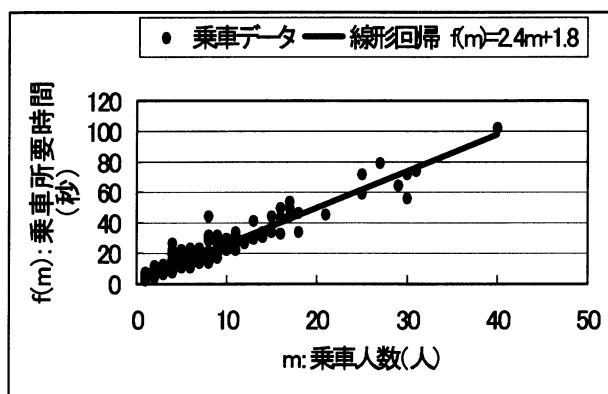


図 1 乗車人数と乗車所要時間

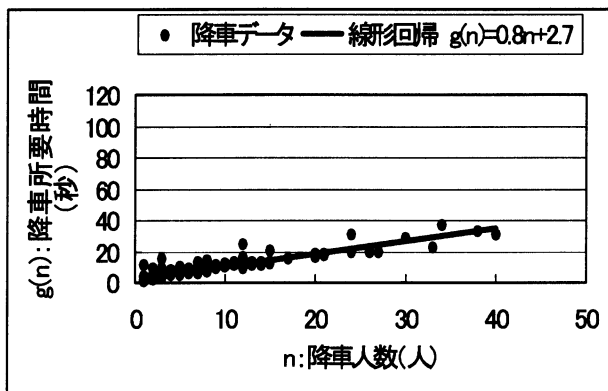


図 2 降車人数と降車所要時間

参考文献

[1] 「路面電車・LRT の走行実態調査」

新谷洋二、日本交通政策研究会