

IV-172 札幌市におけるライトレールウェイシステム計画に関する研究

北海道大学 学生員 浅 見 均
 北海道大学 正 員 佐 藤 馨 一
 北海道大学 正 員 五十嵐 日出夫

1. はじめに

昭和30年代以降のモータリゼーションの進展により、路面電車の衰退は全国的な傾向となっている。札幌市もその例外ではなく、昭和40年代後半の大規模な路線縮小後、札幌市電の利用客数は減少を続けており、昭和50年代前半には年間2000万人近かった利用客数が、現在では年間1000万人程度にまで落ち込んでいる。そのため、市電の経営状況は表-1に示したように芳しいものでない。

札幌市電の利用客数の減少を食い止め、経営の改善を図る方策として、電車優先信号の導入による市電の速度向上などが考えられているが、実現には至っていない。そこで本研究では、電車優先信号の導入による市電の速度の向上が、利用客数増による旅客収入増加と車両数低減による費用削減との2点において、市電の経営改善にどれほど寄与するかを明示することを目的とする。

表-1 昭和62年度市電運営費内訳（単位：万円）

総収入	130250
旅客収入	106882
総支出	142481
車両整備費	8134
乗務員人件費	50908

2. 市電選択意識調査

本研究においては、市電選択率モデルの構築の際に実験計画法を用いた意識調査を行なっている。サンプル数は164名で回収率は79.6%であった。調査の要因と水準は表-2に示すとおりであり、表-3のようにL12混合型直交表にわりつけた。

調査結果による分散分析は、図-1のようになっている。サービス水準の変化に敏感に反応した、市電の利用回数が月10回以上のグループの調査結果を見ると、表定速度の向上が最も高く評価されていることがわかる。

この調査結果より市電選択率モデル $P(v, r, f)$ を構築した。このモデルは v ：市電の表定速度（km/h）
 r ：停留所上の屋根の有無（有：1 無：0）
 f ：市電の料金（円）を説明変数とするロジットモデルであり、相関係数は $R=0.86$ であった。

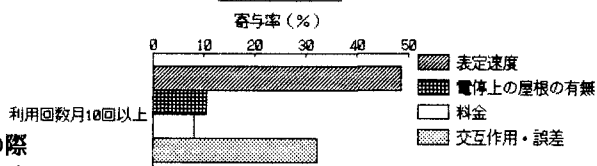
表-2 意識調査の要因と水準

要因\水準	水準1	水準2
A：表定速度	20km/h	10km/h
B：待ち時間	2分	6分
C：電停上の屋根	有	無
D：料金	130円	150円
E：季節	夏	冬
F：都心部の駐車場料金	300円/時	無料

表-3 L12混合型直交表へのわりつけ

累積/要因	A	B	C	D	E	F	e
1	1	1	1	1	1	1	1
2	1	1	1	1	1	2	2
3	1	1	2	2	2	1	1
4	1	2	1	2	2	1	2
5	1	2	2	1	2	2	1
6	1	2	2	2	1	2	2
7	2	1	2	2	1	1	2
8	2	1	2	1	2	2	1
9	2	1	1	2	2	2	1
10	2	2	2	1	1	1	2
11	2	2	1	2	1	2	1
12	2	2	1	1	2	1	2

図-1 分散分析



ここでは、表定速度の向上による経営改善効果の測定を主眼とし、表定速度の他のサービス水準は固定した。すなわち、 $r = 0$ 、 $f = 130$ （円）とおき、 v のみを P の説明変数とした。このとき $P(v)$ は次のように表される。

$$P(v) = \frac{1}{1 + \exp(-0.11242v + 1.12984)}$$

上式に現在の市電の表定速度12.4km/hを代入すると $P(12.4) = 0.566$ となり、調査結果による市電選択率0.562とほぼ一致する。

3. 市電の経営改善効果の計測モデル

本研究では、昭和62年度の札幌市電の運営費の内訳より、(1)旅客収入の増加 (2)車両整備費の削減 (3)運転人件費の削減の以上3点に関して経営改善効果を計測した。

①表定速度の向上による旅客収入の増加

市電の利用客数が増加すれば、旅客収入も増加する。このとき、市電の利用客の増加率と旅客収入の増加額が正比例の関係にあると仮定すると、旅客収入の増加額 ΔI と表定速度との関係は次のように表される。

$$\Delta I(v) = 106882 \left(\frac{P(v)}{P(12.4)} - 1 \right) \text{ (万円)}$$

②表定速度の向上による必要車両数の低減

及び車両整備費の節減

現在の市電の運行間隔は、オンラッシュ時においては、西4丁目～西屯田通間 (4.42km) で3分間隔、西屯田通～すすきの間 (3.99km) で6分間隔である。起終点での折返しに必要な時間を 6(min) とすると、市電の運行に必要な車両数 N は次のように表される。

$$N(v) = \left[\frac{168.2}{v} + 2 \right] + \left[\frac{88.4}{v} + 2 \right] \text{ (両)}$$

現在の市電の最大運行車両数は24両であることから、表定速度の向上により低減される車両数 ΔN は次のように表される。

$$\Delta N(v) = 24 - N(v) \text{ (両)}$$

車両数の低減によって、車両整備費が節減可能である。このとき、車両数と車両整備費が正比例の関係にあると仮定する。現在の市電の車両保有台数は30両であるので、車両整備費節減額 $D1$ と表定速度との関係は次のように表される。

$$D1(v) = \frac{8134}{30} \Delta N(v) = 271 \Delta N(v) \text{ (万円)}$$

③表定速度の向上による運転人件費の削減

車両数の低減によって、運転士数が削減可能である。このとき、運転士数と運転人件費は正比例の関係にあると仮定する。現在の市電の運転士数は70人であるので、車両1両につき必要な運転士数を3人とおくと、運転人件費低減額と表定速度との関係は次のように表される。

$$D2(v) = 3 \frac{50908}{70} \Delta N(v) = 2182 \Delta N(v) \text{ (万円)}$$

①で得られた旅客収入の増加と、②および③で得られた費用の低減により、合計の増収額 I は次のように表される。

$$I(v) = \Delta I(v) + D1(v) + D2(v) \text{ (万円)}$$

この I は図-2に示すような曲線となる。

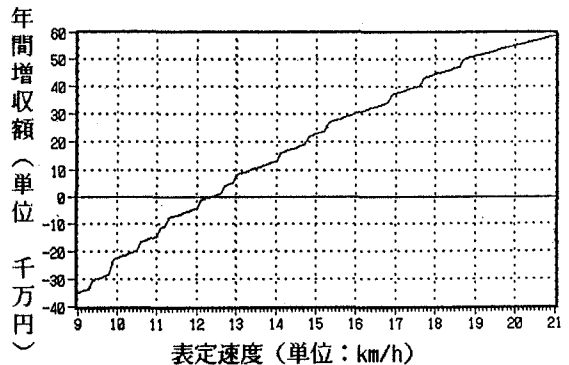


図-2 増収額曲線 $I(v)$

4. 市電のライトレールウェイシステム化への提案

以上のことから、表定速度の向上が市電の経営改善に対して大きく寄与することが明らかになった。そこで、ここでは、札幌市電を速度・輸送力の面で路面電車と高速鉄道の間位置する交通機関であるライトレールウェイシステム化し、表定速度の向上を試みることにする。

現在の市電が抱えている運行上の問題は、信号待ちが多い、信号の変化に対応可能なように最高速度を非常に低い水準に抑えている、などの点が挙げられる。従って、市電の表定速度を向上するためには、優先的な通行が保証される電車優先信号の設置が不可欠である。

ところで、電車優先信号は、現在札幌市電で用いられている電車接近表示装置を利用することができるシステムである。すなわち、電車優先信号の設置は、在来のシステムをほとんど変更することなく可能であるといえる。

電車優先信号を導入した場合、停留所間隔と車両性能から、表定速度は16.0km/hまで向上可能と考えられる。このとき $I(16.0) = 30327$ (万円) であることから、昭和62年度の赤字額 12231万円を補ってなおも余剰額が生じるような収入増が期待される。つまり、電車優先信号の設置は市電の経営改善に大きく寄与するといえることができる。