

3309 路面電車の時間価値を考慮した都市交通における交通負荷に関する研究

A Study on the Traffic Impacts in City Traffic Consideration of the Value of Time about Streetcar

学 [土] ○松本 修一 (慶應大学院) 正 [土] 川嶋 弘尚 (慶應大学)

Shuichi MATSUMOTO, Keio Univ. 3-14-1, Hiyoshi Kohokuku, Yokohama City
Hironao KAWASHIMA, Keio Univ.

This paper deals with the value of time (VOT) about each route of streetcar. New signal control methods have been evaluated in terms of the total travel time and the total value of time about car and streetcar. The first observation from the study is that value of time of a streetcar per passenger is smaller than that of a car per passenger. Secondly, the proposed priority signal control method showed a significant decrease in terms of the value of time. The new index for evaluating the streetcar in a crossing is also shown.

Keywords : LRT, Time of Value, Signal Control Method

1. はじめに

様々な交通機関が混在する今日の社会において、都市交通における交通渋滞、およびそれに伴う環境問題の影響は大きい。その緩和策において自動車を対象としたTDM(交通需要マネジメント)が、この問題の緩和策としてわが国でも注目されるようになってきた。

このような社会状況のなか、バス、地下鉄、路面電車など都市内公共交通機関の荷役役割が重要となってきた。また公共交通機関が自動車交通に比べると環境負荷の少なく、輸送能力の高い交通機関であると言われている。

一方で路面電車は、路上の空間を占有するため限られた都市内の道路交通容量に制約を加え、自動車交通に大きな影響を与えている。また路面電車の走る都市では、自動車交通と路面電車交通の両方の輸送機関を考慮した交通流の円滑化が必要とされており、他の都市と比較すると交通問題が複雑である。さらにこれらの都市では自動車の交通混雑による路面電車の定時性の確保が困難となっているという問題も抱えている。

このような背景から現在、公共交通と自動車交通の融合が必要である。本研究では、路面電車優先信号方式の導入により路面電車の乗客および自動車の乗員の時間価値を考慮した交通負荷について検討する。

2. 本研究の概要

筆者らは^{2)~3)}、交通状況の評価には自動車や路面電車に関する「交通負荷」とそれに伴う「環境負荷」の2つの評価指標をもとに研究を行ってきた。また既存の研究では、式1にあるように、自動車のみの交通流の円滑化を考慮するものが主流である。

$$\sum_i x_i \Delta T_i \quad (1)$$

ここに x_i : 自動車 i , ΔT_i : 自動車 i の短縮旅行時間

本研究では、式2, 3にある指標をもとに、実際の移動人員を考慮した都市交通における信号制御方式を評価する。

$$\sum_i \alpha_i \Delta T_i + \sum_j \beta_j \Delta T_j \quad (2)$$

自動車利用者の旅行時間の削減 路面電車乗客の旅行時間の削減

$$\sum_i \alpha_i x_i \Delta T_i \times C_i + \sum_j \beta_j x_j \Delta T_j \times C_j \quad (3)$$

自動車利用者の総時間価値

路面電車乗客の総時間価値

$$\text{st} : \Delta T_i > 0, \Delta T_j > 0$$

ここに x_i : 自動車 i , x_j : 路面電車 j , α_i : 自動車 i の乗員

数, β_j : 路面電車 j の乗客数, ΔT_i : 自動車 i の短縮旅行時間,

ΔT_j : 路面電車 j の短縮旅行時間, C_i : 自動車 i の時間価値,

C_j : 路面電車 j の時間価値

本研究では広島市紙屋町交差点における現行の信号制御と提案する信号制御方式とでの路面電車、自動車の旅行時間および各車両の輸送人員をもとに算出した総時間価値を比較する。これらの研究フローを図1として示す。

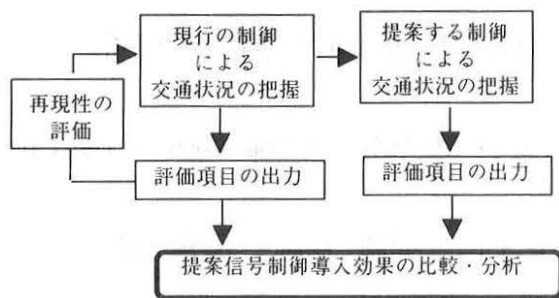


Fig 1. 本研究のフロー

3. 再現性の評価

3.1 使用データ

本研究では図2にある広島市紙屋町交差点及びその周辺域を研究対象とした。またこの地域の平成11年10月7日12時～13時におけるにおける流出入交通量、分岐率、大型車混入率 ϕ 、信号周期および路面電車の通過時刻、走行ルート、時刻表を用いた。また図3として紙屋町周辺の電停配置および検討方向を示す。

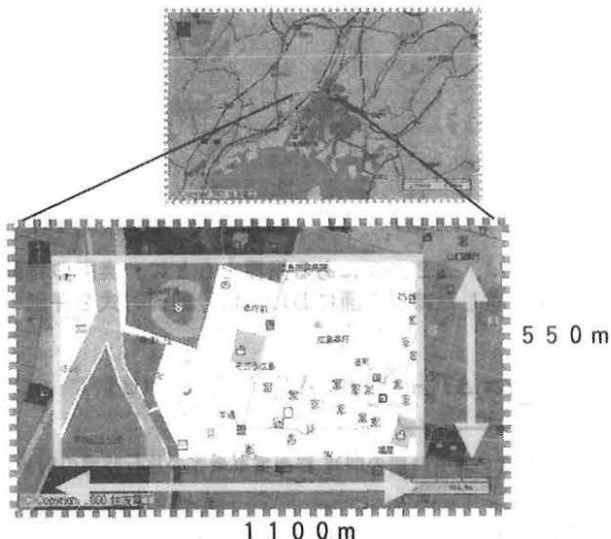


Fig 2. 対象領域

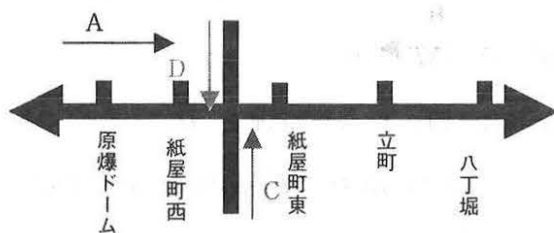


Fig 3. 電停の配置および方向

3.2 再現性の評価

本研究では実際の交通状況との再現性の評価のために、原爆ドーム-八丁堀間のシミュレーション上での路面電車20台の平均旅行時間と実際の時刻表の到着時間を比較する。この結果を図4とし、紙屋町交差点周辺の各電停でのシミュレーション上での路面電車の到着時間と時刻表とのずれ時間を表1として示す。

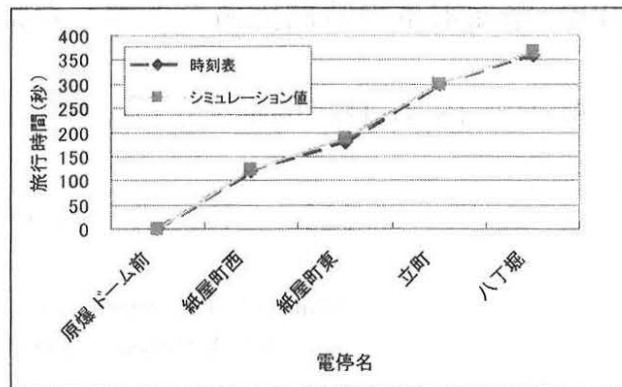


Fig 4. 到着時間の比較

Table 1. ずれ時間 (単位: 秒)

	交差点西上り	交差点西下り	交差点東上り	交差点東下り
台数	20台	19台	27台	19台
平均誤差時間	1.3	9.56	4.11	5.38
最大誤差	13.6	37.7	22.3	23.2
最少誤差	0.86	0.04	0.57	0.54
標準偏差	4.56	9.48	5.30	7.67

図4ではシミュレーション上での路面電車の平均旅行時間は368秒となった。一方で実際の時刻表では360秒であり、誤差は2.2%となった。また表1から路面電車の到着ずれ時間の平均は4.67秒と誤差はわずかな値となった。これらから本研究での路面電車の挙動は高い精度で再現できたことがわかる。

4. 再現性の評価

4.1 提案信号方式

本節では、提案する信号方式のアルゴリズムについて説明する。まず路面電車と信号および車両感知器の位置関係を図5として示す。

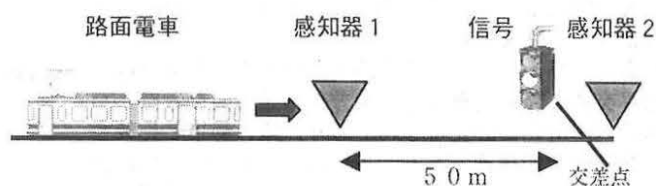


Fig 5. 信号と感知器の位置関係

図5にあるように、路面電車進行方向の交差点の50m前および交差点後方に車両感知器を設ける。

提案信号方式として、「路面電車最優先」および「路面電車準優先」の2方法について、図6、7に示す。ここでは、A、B、Cの各方向から交差点へ路面電車が流入する。

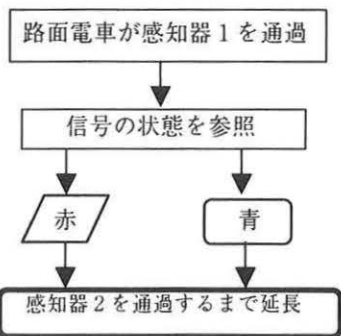


Fig 6. 路面電車最優先信号方式

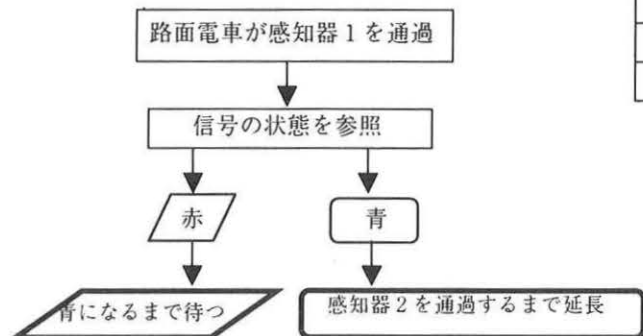


Fig 7. 路面電車準優先信号方式

4.2 信号の優先順位および時間価値

広島市における自動車の交通時間価値は祖父江, 森川らの研究^{6), 7)}より, 通勤時で39.12円/分であるとの結果が出ている. 本研究では路面電車の時間価値を図8に示すように路面電車の移動方向ごとの平均値として算出した. この結果を表2として示す. 但しここでは, 自動車平均乗員を1.5人/台とする.

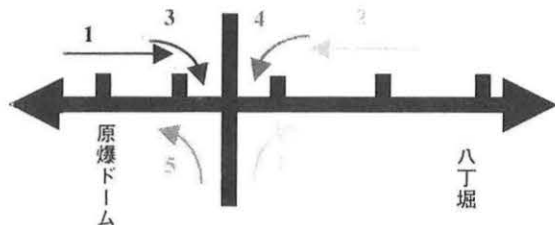


Fig 8. 紙屋町交差点における路面電車の進行方向

Table 2. 路面電車の時間価値 (単位: 円/分)

方向	平均時間価値
1	505.0
2	502.3
3	196.7
4	436.5
5	231.6
6	466.6

これより紙屋町交差点における路面電車の信号優先順位は, B方向, A方向, C方向の順とする.

4.3 計算結果

1節にて説明した信号方式にてシミュレーションを行なった結果と3章での現状再現の結果を比較し, その効果を評価する.

図3で定義した方向別での自動車と路面電車の旅行時間を比較した結果を表3として示す. また交差点全体での人員の総旅行時間短縮を表4として, また交通時間価値の減少量を表5として示す.

Table 3. 旅行時間の比較

車種	路面電車			自動車			
方向	方向A	方向B	方向C	方向A	方向B	方向C	方向D
現行(秒)	462	440	104	324	430	118	114
準優先	21%	17%	4%	37%	14%	2%	1%
優先	51%	43%	-1%	19%	33%	-60%	-95%

Table 4. 総旅行時間の短縮

	総旅行時間	自動車	電車
現行	1714656	1585815	128840
準優先	-18.9%	-19.0%	-18.3%
優先	-9.8%	-7.0%	-44.9%

Table 5. 総交通時間価値の減少

	総時間価値	自動車	電車
現行	78858612	69463635	9394977
準優先	-19.4%	-18.4%	-26.7%
優先	-16.4%	-9.7%	-66.1%

これらの結果から, 交通負荷に関しては「路面電車最優先」, 「路面電車準優先」では現行の信号制御より路面電車, 自動車共に交差点全体としては改善される. 但し自動車の交通負荷に関しては, 「路面電車準優先」の方向C, Dのように逆に悪化する場合もある. また移動人員の旅行時間の変化をみると「路面電車準優先信号」の方が大きな改善効果があることが分かる. しかしこれに時間価値を考慮することで, 準優先方式と優先方式での時間価値に換算した全体での改善効果には大きな差が見られなくなった.

5. おわりに

国内の信号制御の研究は自動車交通に主眼を置き渋滞緩和を目的としたものが主流である. しかし海外では都市内にLRTが走る都市も多い. また国内でも広島市, 高知市など市内に路面電車が走る都市も複数存在する. これらの都市における路面電車を含めた信号制御に関する研究もこれからは必要である.

本研究では, 広島市内の紙屋町交差点を対象に路面電車優先の信号制御方法を考案し, 計算機実験を行なった. この結果から交差点での信号方式に対して時間価値を考慮した評価方法を提案した. 今後はさらに有効な信号制御のアルゴリズムの考案, 評価方法の確立を行なう. またネットワークを広げ複数交差点での系統だった信号制御について評価できるよう発展させていきたい.

謝辞

最後に本研究を行なうに際し、広島電鉄、路面電車を考える会の方々に資料の提供、ご助言等多大な協力を得た。ここに感謝の意を表します。

参考文献

- 1) 運輸省：平成12年度運輸白書，2000.
- 2) 松本 修一，渡邊 和紀，川嶋 弘尚：路面電車を考慮した都市交通における交通・環境負荷に関する研究，第28回土木計画学研究発表会，（投稿中）
- 3) 渡邊 和紀，坪田 幸政，川嶋 弘尚：ミクロ感応制御を用いた動的信号制御と排出ガス低減効果に関する研究，第21回交通工学研究会発表会論文集，pp117-120，2001
- 4) 広島市道路交通局：道路交通実態調査業務報告書，2001.
- 5) 広島電鉄：旅客実態調査，2000.
- 6) 祖父江 誠二，森川 高行，倉内 慎也：全国の都市におけるSP調査データを用いた交通時間価値分析，土木学会第56回年次学術講演会，pp714-715，2001.
- 7) 祖父江 誠二：全国都市におけるSP調査データを用いた交通時間価値分析，学位論文，2000.