

ミクロ交通流シミュレーションを用いた公共交通優先信号制御の効果の評価

○熊本大学 学生員 加藤泰貴
熊本大学 正会員 溝上章志

1. はじめに

路面電車は道路空間の一部を占有することで、他の交通機関と比べ定時性・速達性の面で優れている。しかし信号制御は自動車交通を対象としたものとなっており、信号交差点での待ち時間の増加が顕著である。

本研究では、路面電車に対する優先信号方式を導入した時の路面電車及び自動車の交通流動を予測し、現行の信号方式と比較して旅行時間、停止回数、停止時間、遅れ時間を改善する最適な信号制御方式を提案することを目的とする。

2. 対象信号交差点の概要

路面電車の優先信号を導入するのは、自動車交通量が多く、信号停止による路面電車の待ち時間が長い水道町交差点である（図-1、図-2 参照）。

本分析で用いるミクロシミュレーションモデル SUMO (Simulation of Urban Mobility) の入力データを得るために、2020 年 10 月 2 日(金) 7:30~9:00 に、計 4 台のビデオカメラを用いてビデオ撮影を実施し、録画面から車線別流入交通量及び経路、路面電車流入時間、乗車人員、バス停車時間などを計測した。これより車線別流入交通量を自動車とバスについては 30 秒毎、路面電車については 1 台ずつ設定した。また路面電車の車種、信号制御ロジックは実際の同時刻のものを設定した。

その結果、上りで路面電車の赤信号遭遇確率は約 93%、平均停止時間は約 41 秒であった。



図-1 分析対象信号交差点



図-2 SUMO によるモデル

3. シミュレーションモデルの再現性

シミュレーションモデルの再現性を路面電車、自動車の旅行時間で評価する。路面電車については、実測値に対するシミュレーション結果の相関係数は、上りで 0.92、下りで 0.98 となり、高い精度で路面電車の挙動を再現している。なお電停での停止時間は、下記に示す線形回帰モデルにより予測している。

$$T_{on} = 2.40N_{on} + 2.87 \quad (r=0.89) \quad (1)$$

$$T_{off} = 3.45N_{off} - 2.97 \quad (r=0.77) \quad (2)$$

ここで $T_{on} = 2.40N_{on} + 2.87$ は乗車時間 (s), N_{on} は乗車人数 (人), $T_{off} = 3.45N_{off} - 2.97$ は降車時間 (s), N_{off} は降車人数 (人) である。

自動車については、各方向車線別の計 16 車線で比較した。バスのバス停での停止時間は同時間帯の平均停止時間を用いた。その結果、全車線で相関係数は 0.87 以上となり、本モデルは自動車についても高い精度で再現している。

4. 提案信号導入効果の比較分析

(1) 提案する路面電車優先方式

提案する優先信号方式は図-3 と図-4 に示す、1) 優先信号方式と 2) 上り優先信号方式である。シミュレーションモデルでは、路面電車の検出位置は図-5 であり、路面電車が検出器を通過する際に交差点にある信号の状態に応じて信号の現示を変更する。

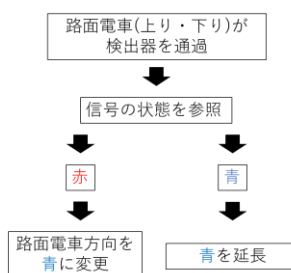


図-3 優先信号方式

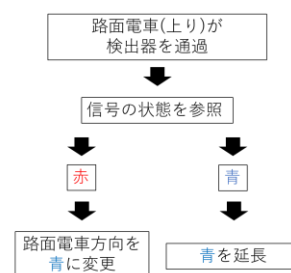


図-4 上り優先信号方式

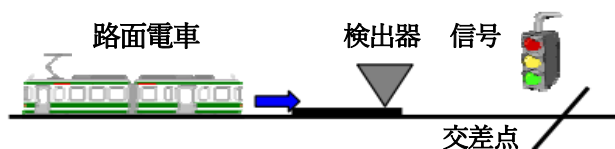


図-5 検出器と信号の位置関係

優先信号方式の評価指標として、従来から用いられている 1) 総走行台時に加えて、2) 総走行人時を用いる。

(2) 結果の比較

現行の信号方式と提案した 2 つの路面電車優先信号方式によるシミュレーション結果による台時、人時ベースの旅行時間の改善率を比較したのが表-1、表-2 である。

表-1 に示すように台時ベースの評価指標を用いた場合、いずれの優先信号方式を用いても路面電車については改善されるが、自動車については路面電車と直交する国道 3 号線で大きく悪化している。また、ネットワーク全体ではいずれの優先信号方式を用いても悪化するという結果となった。

一方、表-2 に示すように人時ベースの評価項目を用いた場合、台時ベース同様いずれの優先信号方式を用いても、路面電車については全ての評価項目が改善さ

れるが、自動車については路面電車と直交する国道 3 号線で大きく悪化している。しかし、ネットワーク全体ではいずれの優先信号方式を用いても改善されるという結果となった。

以上の結果から、台時ベースで評価する場合と人時ベースで評価する場合とでは、結果が大きく異なっており、ネットワーク全体での評価は結果が真逆となっている。それぞれの乗車人員を考慮して評価することがいかに重要か分かる。

5. おわりに

本研究では、信号停止による路面電車の待ち時間が長い単一交差点での路面電車優先信号方式を提案した。今後は対象ネットワークを広げ、複数交差点から成るネットワークにおける優先信号制御方式を提案すること、公共交通の需要変動、横断歩行者なども考慮した分析を行う必要があろう。

また停止回数、停車時間、遅れ時間の改善率の結果については、発表の際に紹介する。

参考文献

- 1) 松本修一、熊谷靖彦、川嶋弘：路面電車を考慮した都市交通における信号方式に関する研究，土木計画学研究・論文集，Vol.21，No.3，2004 年 9 月

表-1 台時ベースの評価指標の比較

車種		路面電車		自動車				全体
流入車線		東	西	南	北	東	西	
旅行時間	現行(s)	3,308	3,374	84,078	85,583	109,437	94,892	380,672
	優先信号(%)	64.4	67.4	-71.1	-106.2	1.8	-2.3	-38.5
	上り優先信号(%)	64.4	25.6	-59.9	-92.8	19.5	18.5	-23.1

表-2 人時ベースの評価指標の比較

車種		路面電車		自動車				全体
流入車線		東	西	南	北	東	西	
旅行時間	現行(s)	161,428	84,202	90,647	169,501	329,479	370,769	1,206,026
	優先信号(%)	64.4	68.0	-70.5	-57.2	16.9	6.8	6.8
	上り優先信号(%)	64.4	26.6	-59.5	-49.9	17.8	0.8	4.1