

⑨ シミュレータを用いた路面電車の運行ダイヤ評価手法に関する検討

交通システム研究領域

※緒方 正剛

工藤 希

日岐 喜治

廣瀬 道雄

1. はじめに

公共交通において、利便性が高く安定した運行ダイヤの確保は重要な課題であり、道路交通と混在する路面電車においては、道路交通信号など道路交通環境が移動時間に与える影響を考慮したダイヤの評価が必要である。本報告では、路面電車の運行ダイヤを対象に、シミュレーション技術を活用し、利用者への影響を指標とした運行ダイヤ評価手法について述べる。

2. 都市交通シミュレータ

2. 1. 都市交通シミュレータの概要

交通研では、都市交通シミュレータによってLRT(Light Rail Transit)導入によるCO₂削減効果等の定量的評価を行ってきた。表1に都市交通シミュレータの概要を示す。

都市交通シミュレータは、地図上を自動車、バス、鉄道車両、LRV(Light Rail Vehicle：低床式路面電車)等が路線、時刻表、目的地、信号(鉄道信号、道路交通信号)等に応じて走行するもので、走行と同時に消費エネルギー、CO₂排出量等を計算する。さらに、住宅地図を採用することで交差点の右左折等の細かな挙動も再現できるものとしている。

表1 都市交通シミュレータの概要

	機 能	設定するパラメータ
道 路	交差点をノードとするネットワークを構成	シミュレーション対象領域
信 号	信号に従った自動車交通の再現	サイクル長 オフセット 青矢現示に対応
自動車	1台ずつルートを想定して走行 前方を走る自動車の速度に応じた走行 同方向他車線に対応 旅行時間・燃費・環境負荷等の計算	発生点から消滅点までの交通OD表 車間距離 車線数 大型・小型車に分けてパラメータを設定
他交通	LRTと同時走行 超小型モビリティの走行 バスの同時走行	路線及び車両パラメータ 路線、時刻表、バス停

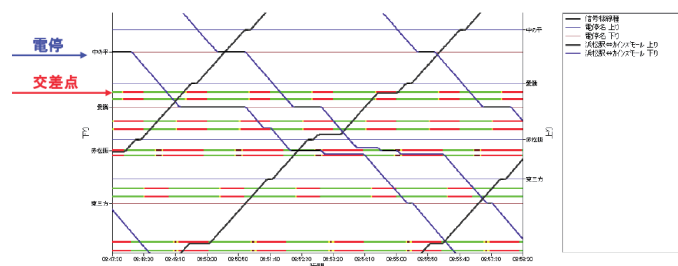


図1 路面電車のダイヤと道路信号現示の例

特に自動車交通については、車両毎に信号と前方の車両の位置を確認しながら自車両の速度を調整して走行するプログラムとしている¹⁾。

2. 2. ダイヤと道路信号現示の表示

都市交通シミュレータ上での路面電車のダイヤと道路信号現示の例を図1に示す。縦軸を距離、横軸を時間とし、路面電車のダイヤと共に、進行方向の信号現示を確認することができる。これにより、路線バスやLRT(路面電車を含む)において、道路信号による移動時間のばらつきについて確認するとともに、信号階段が運行ダイヤに与える影響についてダイヤ上で検討することが可能となる。その結果、電停での停車時間と信号階段とのタイミングや優先信号などを調整することで、ダンゴ運転の解消による安定した運行計画を提示することができ、利用者への利便性の向上に繋がる可能性があることを確認した。

3. 輸送影響評価シミュレータ

3. 1. 輸送影響評価シミュレータの概要

輸送影響評価シミュレータは、運休・遅延発生時における利用者への影響度を算定し、運行ダイヤの評価を行うことを目的としている。鉄道用に構築したシミュレータをもとに、交差点での停車時分など路面電車特有の運行特性を組み入れ、路面電車におけるダイヤの評価への適用を図った。

利用者影響度を評価する式として、以下の式を輸送影響評価シミュレータに盛り込んでいる。

<利用者影響度算出式>

一人あたりの利用者影響度 = $\alpha \times (\text{現在までの遅延時間} + \text{到着遅れ予定時間}) + \beta \times \text{混雑率} + \phi \times \text{現在の停車位置} + \gamma \times \text{電停での待ち時間}$

車両あたりの影響度 = $1/\text{人数} \times \Sigma (\text{一人あたりの利用者影響度})$

(α 、 β 、 ϕ 、 γ : 路線毎に異なる係数で、各パラメータの次元を合わせるための係数)

3. 2. ダイヤの評価

このシミュレータでは、運行している車両に運休・遅延が発生した際の運転整理などについて、利用者への影響度を定量化し、ダイヤの線に対して色彩の変化を表現することで、利用者への影響度の視点から評価を行うことができる。

この輸送影響評価シミュレータにおいて、車両の遅延によって利用者影響度が変化した例を図2に示す。



図2 遅延している車両の利用者影響度の例

この図では、先行車両に遅延が発生することにより利用者への影響度が増加している。しかし後続車両は、先行車両の遅延のために運行間隔が狭まり、利用者への影響度が減少していることがダイヤ上で確認できる。

次に、輸送影響評価シミュレータを用いた車両の増発による影響度低下の例を図3に示す。

左の図では、運行している車両が遅延することにより、利用者への影響度が増加しているが、右図のように車両を1本増発することにより、影響度が低下していることが確認できる。

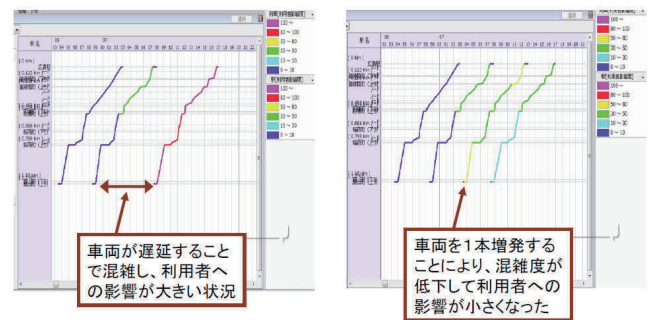


図3 車両の増発による利用者影響度低下の例

これらから本シミュレータは、ダイヤ乱れが発生した場合のダイヤ変更の効果に対する評価やダイヤが乱れた際に利用者への影響が少ない設定ダイヤについての評価が、路面電車の利用者への影響度の視点から行えることが確認された。

4. まとめ

都市交通シミュレータを用いて、道路交通信号による移動時間のばらつきについて確認し、信号階梯が運行ダイヤに与える影響を解析することが可能となり、電停での停車時間と信号階梯とのタイミングや優先信号を調整することにより運行時間の短縮を図ったり、ダンゴ運転の解消による安定した運行計画を提示することができ、利用者への利便性の向上に繋がる可能性があることが確認された。

また、輸送影響評価シミュレータに利用者影響度を評価する式を盛り込み、路面電車用に交差点での停車時分などを考慮し、ダイヤに遅延などが発生した場合の利用者への輸送影響の評価手法を検討した。その結果、本シミュレータは、利用者への影響度の視点から、ダイヤ乱れが発生した場合のダイヤ変更の効果に対する評価やダイヤ乱れの際に利用者への影響が少ない設定ダイヤについての評価が可能であり、設定ダイヤの最適化の検討に適用できることが確認された。

参考文献

1) 工藤・佐藤・水間・中村：「総合交通シミュレータを用いた京都市内における LRT の有用性評価」、交通・リニアドライブ合同研究会資料，TER-07-31/LD-07-27 (2007)