

## バス優先策の高度化に対応した総合評価システムの開発\*

Comprehensive Simulation System for Advanced Bus Priority Schemes by tiss-NET\*

鈴木尚樹\*\* 坂本邦宏\*\*\* 久保田尚\*\*\*\*

By Naoki SUZUKI, Kunihiro SAKAMOTO, Hisashi KUBOTA

### 1 はじめに

#### (1) 研究の背景

都市部における交通渋滞問題・環境問題に対して、自家用車からの利用の転換を促すことにより自動車交通量を減らすことができるバス優先策が重要視されている。近年、特に交通管理技術の高度化が積極的に進められており、バス優先信号制御やバスロケーションシステムによるバス運行管理などの多様なバス優先策が導入されている。またバスレーン設置とバス優先信号制御や、バスレーン設置とバス運行管理など複数の施策が同時に導入されることも多くなったため、これらの施策導入前の評価も複雑化し、容易に行うことは難しくなっている。バス優先策の事前評価は、交通シミュレーションモデルによる評価、交通社会実験による評価などが挙げられるが、特に交通シミュレーションモデルは、様々な条件を考慮した模擬実験を、費用・労力の面で比較的容易に行うことができるという点で重要な役割を果たしている。よって今後は交通シミュレーションモデルを多様化・複雑化したバス優先策に対応させ、総合的な評価システムとすることが急務であるといえる。

#### (2) 既存研究の検討と本研究の目的

まず、交通シミュレーションモデルを用いたバス優先策の評価に関する既存研究を整理する。代表的なものとしてまずバス専用レーンの評価に関するシミュレ

ーションモデルが挙げられる。具体的な評価手法として施策導入区間における1台毎の車両の行動をモデル化し、旅行時間・渋滞長などを評価するミクロ的手法<sup>1)2)</sup>、これとあわせて施策導入区間の周辺道路における旅行時間・渋滞長などを評価するマクロ的手法<sup>4)5)</sup>などがある。またバス専用レーンの評価以外には、バス優先信号制御の評価に関するシミュレーション<sup>6)7)</sup>、バス停車時間短縮策・バスベイ設置による道路交通総遅れ時間の評価を行うシミュレーション<sup>8)</sup>、複数施策の評価に関するシミュレーション<sup>9)</sup>の他、運行管理施策の評価を行うものとして、バス車両と乗務員の配置に関する事業者費用の効率化の評価<sup>9)</sup>、バス運行スケジュールの最適化による運行能力効率化の評価<sup>10)</sup>、予備バス車両適用におけるバスの運行評価<sup>11)</sup>などがある。しかし、複数のバス優先策を評価できるシミュレーションがまだ少数であること、バス運行管理施策を含んだ総合的なバス優先策の評価に対応していないことが課題となっている。

これらを踏まえ本研究では、埼玉大学で開発しているミクロ交通シミュレーション tiss-NET を複数のバス優先策に対応させ、バス運行管理施策を含む総合的なバス優先策の事前評価を可能とするシステムとするために、tiss-NET で評価すべきバス優先策の整理を行った上で、各施策のシミュレーション上での評価について言及する。

### 2 既存の tiss-NET におけるバス優先策評価

tiss-NET モデルでは、平成8年に実測によりバス車両を含む大型車の挙動が解析され、車両諸元・走行挙動の違いを考慮したバス走行モデルの組み込みを行った。そして平成11年にバス停・バスベイ付近での普通車・バス車両のバス停挙動モデルの組み込みが行われた<sup>12)</sup>ことにより、基本的なバス交通シミュレーショ

\* キーワード：交通流、公共交通運用

\*\* 学生会員 埼玉大学大学院

\*\*\* 正会員 工学修士 埼玉大学工学部

\*\*\*\* 正会員 工学博士 埼玉大学大学院

浦和市下大久保 255

TEL 048-858-3554 FAX 048-855-7833

ンとしての機能を有したと言える。また施策の評価としては、「バス専用レーン」及び「バス追い越し現示」の計画段階での評価<sup>13)</sup>も行われており、今後はさらに多様な施策の評価に対応させることが求められている。表 1 に tiss-NET で評価された、または評価すべきバス優先策を示す。3 章では表 1 に基づき今後評価すべき施策についてシミュレーション上での評価について述べる。

表 1 tiss-NET で評価すべきバス優先策

バス施策の形態	施策名称	評価指標
道路空間の改善	バス専用レーン ・路側走行レーン <sup>12)</sup> ・リバーシブルレーン ・中央走行バスレーン ・逆行バスレーン バスレーンのセットバック	◎交通システム全体 ・交通量 ・所要時間 ・渋滞長 ・遅れ時間 (個別・総) など
	信号制御	
バス施設の改善	バス追い越し現示 <sup>12)</sup> バス優先信号 バス先出し信号(スルース) バスベイ設置 <sup>11)</sup>	◎バスに着目 ・所要時間 ・遅れ時間 (個別・総) ・乗客の待ち時間 ・運行予定時刻からのずれ など
	バス車両の改善	
バス運行	バス運行管理策 (団子運転防止)	

※網掛け部分は過去に評価を行ったもの

### 3 各種バス優先策の tiss-NET での評価手法

#### (1) バスレーンに関するバス優先策

バスレーンは通常、複数車線の道路において特定の時間あるいは終日にわたって一部の車線をバス専用もしくは優先にする施策である。バス優先レーンはバスの円滑な運行を妨げる場合は普通車は走行をしてはならないと定義されている施策であるが、シミュレーション上で評価を行う場合に普通車のバス車両回避モデルや施策適用地域における規制の遵主率などの即地的なデータが必要になるためバス優先レーンの評価については今後の課題とし、本研究ではバス専用レーンを扱うことにする。図 1 に各種バスレーンの形態図を示す。またバスレーンに関する施策としてバスレーンのセットバック<sup>14)</sup>がある。これは交差点付近においてバスレーン端末を交差点停止線よりも後退させることに

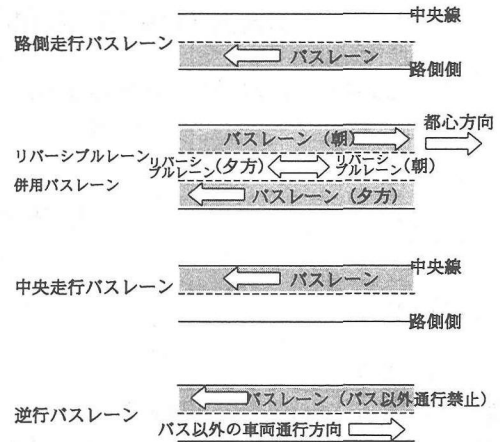


図 1 バスレーン形態図

より、普通車の交通容量を増加させる施策であり、バス優先策の一部と本研究では位置づける。

これらのバスレーンに関する施策の tiss-NET における評価は、対象区間におけるバス・普通車の旅行時間や渋滞長の変化などを指標とするミクロ的な分析をはじめ、周辺道路における交通量・渋滞長の変化などのマクロ的な分析、乗客のバス停での待ち時間・遅れ時間等の運行管理の面からの分析などが挙げられる。

#### (2) 信号制御によるバス優先策

##### (a) バス優先信号

バス優先信号は、あらかじめ設置された車両感知器がバスの接近を感知し、下流側の信号現示の表示により青時間の延長または赤時間の短縮を行い、バス車両の円滑な走行を図る施策である。最近ではバスの遅れ時間に重み付けをしバスの重要度を与えることによって制御をかえるシステムも考えられている<sup>7)</sup>。このようなシステムの場合、バスの優先度をどう定義するかといった社会的議論も必要となると思われる。バス優先信号のシミュレーション上の信号制御のフロー案を図 2 に示す。まず感知器がバスの接近を感知すると、その位置から下流の信号停止線までの旅行時間を予測する。そして感知した時点での下流の信号現示が青で、バスの交差点到着予定時の信号現示が赤となると予測される場合は、青現示の表示時間を延長する。また感知した時点での下流の信号現示が赤または黄であり、バス交差点到着予定時の信号現示が赤であると予

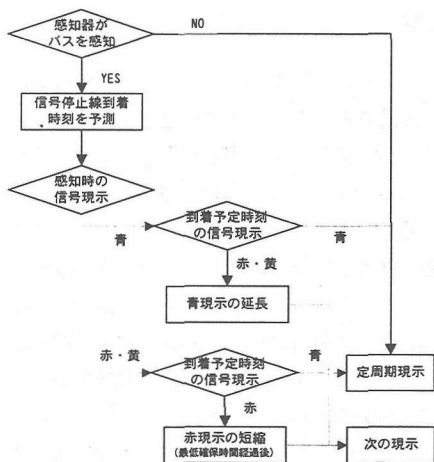


図 2 バス優先信号制御フロー

測される場合は、赤現示の表示時間の短縮を行う。後者の場合は、あらかじめ定められた最低限確保すべき赤現示の表示時間を満たす範囲で短縮を行う必要がある。施策の評価に関しては、バスレーンと同様に、対象区間におけるミクロ的な分析、周辺道路におけるマクロ的な分析、運行管理の面からの分析などの評価方法の他に、信号待ち時間などの指標で評価が行われる。

(b) バス先出し信号 (スルース)

バス先出し信号はスルースとも呼ばれる信号制御によるバス優先施策である。これは次の交差点でバスが右折する場合に、右折交差点のひとつ手前の交差点の信号にバスレーンだけ数秒程早く青現示を出し、右折レーンへの車線変更を容易にする施策である。図 3 にバス先出し信号の概念図を示す。

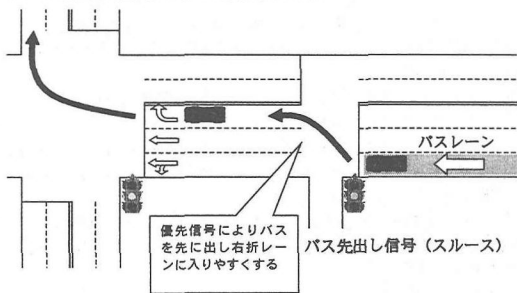


図 3 バス先出し信号概念図

信号制御は、バスが感知器に感知すると下流のバス先出し信号の現示を全赤にし、バス以外の車両を停止させる。バスが交差点に近づくとバス先出し現示が表示

され、バスが右折レーンへの車線変更を行った後、バス先出し現示が終了し通常の現示に戻る。図 4 にシミュレーション上における信号制御のフロー案を示す。

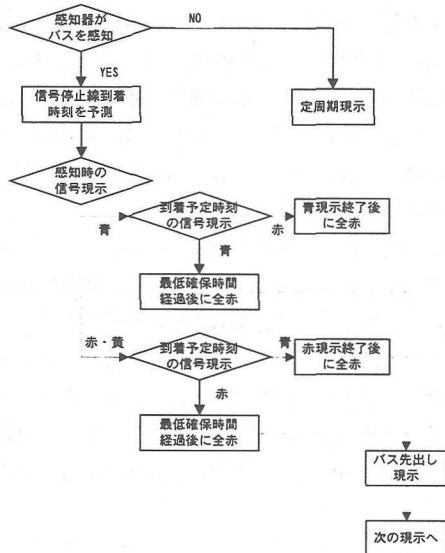


図 4 バス先出し信号制御フロー

評価の指標として、バス優先信号の評価指標に加えて 1 交差点あたりの右折にかかる所要時間、路線全体における定時性の確保率なども重要となってくる。これらの指標に関しては、バス先出し信号と同様にバスの右折を容易にする施策であるバス右折信号なども比較することにより、施策のより効果的な設置に有効であると考えられる。

(3) バス運行管理策 (団子状運転防止策)

バス運行管理策には、バス利用者の便益の増大を目指すバス交通の定時性の確保やバス運行情報提供などの施策と、バス事業者の費用の削減を目指すバス車両・乗務員の配置の効率化や輸送の効率化などの施策がある。そのうち特に都市内で日常的に見受けられる運行間隔・所要時間のばらつき、団子状運転などの定時性を損なう問題の防止策は重要な施策である。本研究では、定時性の確保をめざす施策としてバスの団子状運転防止策を取り上げ、tiss-NET を用いた評価について考える。団子状運転の起こる主な原因として、前のバス車両の遅れが考えられる。遅れは信号停止による遅れ、渋滞による遅れ、交差点での右左折による遅れ、バス停車時間による遅れなどが挙げられる。信

号現示、渋滞、交差点での右左折による遅れは、バス優先信号、バスレーン、バス先出し信号等を導入することにより改善され、団子状運転の解消に役立つ。またバス停停車時間による遅れは、渋滞による遅れ等により、乗客が増えてバス停停車時間が増加するもので、特に乗客数の多い区間では影響が大きいと考えられる。よって対策として、ノンステップバス・非接触バスカードの導入、複数台バスによる効率的な運行などのバス停停車時間の短縮策が有効である。

tiss-NET においては、これらの遅れを定量的に評価することが可能であり（図 5、図 6）、対策を講じた場合と比較することで施策の評価が可能である。評価指標としては、遅れ時間、乗客の待ち時間等のバス運行管理に関連する指標が挙げられる。また乗降客の需要モデルを取り入れることにより、バス運行の効率化・輸送力の強化などの施策の提案・評価なども期待できる。

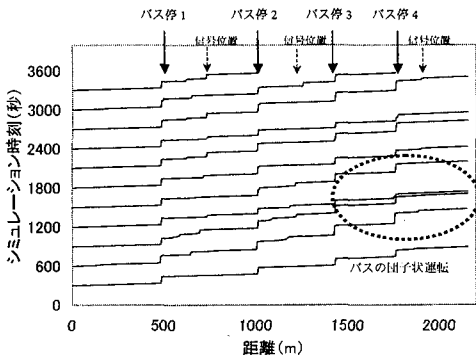


図 5 タイムスペース図における団子状運転の表現

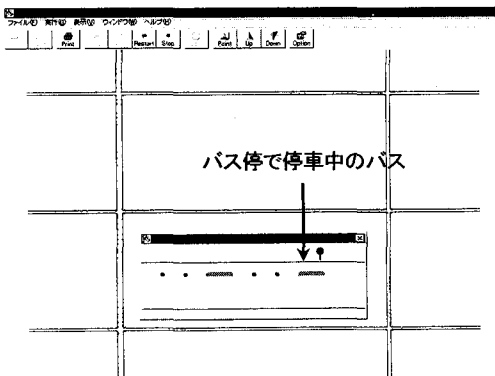


図 6 実行画面上での団子状運転の表現

## 4 まとめ

本研究では、マイクロ交通シミュレーション tiss-NET に複雑・高度化するバス優先策に対応させる第一歩として評価すべきバス優先策の整理を行い、各施策のシミュレーション上での評価について述べた。よって今後は、これらの施策を実際に組み込んでいくことにより、バス優先策総合評価システムへ近づけることが必要となる。近年導入が進んでいる PTPS（公共車両優先システム）はバス優先策の組み合わせによる総合的な施策であり、本研究で取り上げた団子状運転防止策も複数のバス優先策を組み合わせる必要がある施策である。よって、今後ますますこのような複数施策の評価システムの有用性は高まると考えられる。

### 【参考文献】

- 1) N. B. Hounsell & M. McDonald: Evaluation of bus lanes, Contractor Report 87, Transport and Research Laboratory, Department of Transport, 1988
- 2) 福島利彦、竹内伝史: バス専用レーンの事業効果測定と有効利用領域, 土木学会第 47 回年次学術講演概要集, pp. 620-621, 1992
- 3) 鹿野島秀行、高橋清、高野伸栄: 札幌圏におけるバスレーンの設置効果に関する研究, 土木学会第 49 回年次学術講演概要集, pp. 924-925, 1994
- 4) 道前京太郎、山本幸司: デュアルモードシステムとしてのガイドウェイバス運行シミュレーションモデルの開発, 土木学会第 47 回年次学術講演概要集, pp. 624-625, 1992
- 5) 山田春利、宮武裕昭: 交通需要マネジメントの渋滞対策の効果に関する研究 (バス専用レーンの設置について), 土木学会第 49 回年次学術講演概要集, pp. 624-625, 1994
- 6) 佐野可寸志、松本昌二、野沢徹、尾羽根幸、島田和憲: 交通シミュレーションモデルを用いたバス交通政策の評価, 土木計画学研究・講演集 No. 22 (2), pp. 849-852, 1999
- 7) 中村英樹、佐野可寸志、中村文彦: 8 ITS を活用した公共交通システムの計画と運用に関する研究, 建設省土木研究所 東京大学生産技術研究所 ITS に関する基礎的・先端的な研究報告書, pp. 273-297, 2000
- 8) 大城温、中村文彦、大蔵泉: バス乗降時間短縮によるバス運行および一般交通改善に関する研究, 第 31 回日本都市計画学会学術研究論文集, pp. 595-599, 1998
- 9) 野村和宏、樺沢芳雄、斐基林: バス運行管理に関する一考察, 土木計画学研究・講演集, No. 15 (1), pp. 469-474, 1992
- 10) 高山純一、塩土圭介、宮崎耕輔: 運行スケジュールを考慮したバス路網最適化計画策定システムの構築, 第 32 回日本都市計画学会学術研究論文集, pp. 547-552, 1997
- 11) 矢部努、大蔵泉、中村文彦: リアルタイム情報を活用したバス運行管理の高度化に関する基礎的研究, 土木学会第 54 回年次学術講演概要集, pp. 284-285, 1999
- 12) 鈴木尚樹、坂本邦宏、久保田尚: tiss-NET を用いたバス優先策総合評価システムの開発, 土木計画学研究・論文集, No. 17, 2000 投稿中
- 13) 小原誠、坂本邦宏、久保田尚、高橋洋二: tiss-NET によるバス優先策の効果分析—鎌倉地域を対象として—, 土木計画学研究・論文集, No. 16, pp. 927-932, 1999
- 14) 赤羽弘和: 街路におけるバス優先策の高度化, IATSS Review Vol. 18, No. 3, pp. 19-27, 1992