

交通流シミュレータ“SIPA”の開発 Development of Traffic Simulator “SIPA”

横田 敏幸^{a)} Toshiyuki YOKOTA
横地 和彦^{b)} Kazuhiko YOKOCHI

1. はじめに

近年、交通需要の増加に伴う隘路問題、都市内路上駐車による交通容量の低下がもたらす渋滞問題など、シミュレーションを用いた道路交通解析の需要が高まっている。また、近年のコンピュータの急速な発展に伴い、交通現象を検証する上で、従来と比較してシミュレーションを容易に利用できる環境が整いつつある。一方、新たな道路交通施策の一つであるITS（高度道路交通システム）の導入効果の分析において、現状の交通挙動の再現並びにITSによる交通挙動の改善効果を動的かつ詳細に評価できる交通流シミュレーションを用いた分析は非常に有効である。本論文ではITS導入における交通流シミュレーションの役割を検証すると共に、現在、土木研究所が開発を行っている交通流シミュレータ“SIPA（Smart Infrastructure Performance Analyzer）”の開発計画について述べることとする。

2. ITS導入効果分析における交通流シミュレーションの役割

(1) 交通流シミュレーションの意義

交通流シミュレータは、道路条件、交通環境条件、外的環境条件、ドライバーの特性、車両走行性能等の各種条件のもとで車両の挙動を動的にかつ詳細に分析することが可能である。交通流シミュレーションで扱

う代表的な事例を以下に示す。

- 1) バイパスルートと効果の分析
- 2) 駐車場計画
- 3) 沿道施設の計画と出入り交通の把握
- 4) 交通アセスメント
- 5) 路上駐車交通流への影響
- 6) 交通渋滞状況の再現と対策の効果分析
- 7) 大規模施設周辺の交通規制
- 8) バス専用レーンの設置やバス停位置の変更の効果分析
- 9) 信号制御や交差点改良の効果測定
- 10) 交通需要マネジメント施策の効果予測
- 11) 土地利用の変化による道路交通量への影響の評価
- 12) 排ガス量の推計による環境影響評価

(2) ITS導入効果分析における交通流シミュレーションの活用

現在、新たな道路交通施策の一つとしてITSが導入されつつある。ITSとは人と車と道路とを高度な情報技術を活用した情報ネットワークを用いて結びつけることによって、便利でかつ安全な道路交通を実現しようとするものであり、VICS（道路交通情報通信システム）、ETC（自動料金収受システム）など一部実用化の段階にある。これらの新しいシステムの導入に際しては、交通流シミュレーション等を用いた、より詳細な分析を行って、様々な視点から検証を行うことが望ましい。ITS導入効果分析における交通流

キーワード：ネットワーク交通流、ITS

^{a)} 正会員 工修.MPA 建設省土木研究所道路部高度道路交通システム研究室 主任研究員

^{b)} 正会員 工修 建設省土木研究所道路部高度道路交通システム研究室 研究員

茨城県つくば市大字旭1番地 TEL:0298-64-2211 FAX:0298-64-0178

シミュレーションの具体的な活用方法には、以下のよう
なものと考えられる。

(AHSの導入効果分析)

AHSでは、車頭間隔を現状程度に保持もしくは一般
車よりも短くすることによって交通容量/交通流率が
向上することが期待される。これを交通流シミュレー
ションを用いて、AHS車の混在した交通流を再現す
ることによって、車頭間隔のAHSによる保持/短縮、
及び反応遅れ時間の短縮による交差点での飽和交通流
率の向上、勾配の変化による速度低下に起因するサグ
部での渋滞に対するAHS導入による渋滞の緩和など
のAHSの具体的な導入効果の計測が可能となる。

(ETC導入効果の分析)

料金所でのETC車両専用ブースにおいては、ETC
車両は停止することなく料金所を通過することが可能
であり、料金所での慢性的な渋滞の緩和効果が期待で
きる。この場合にもシミュレーションを行うことによ
って、施設整備以前にその効果を把握することが可能
となる。また、シミュレーションによって、ETC対
応車の混入率に対する適切なETC専用レーン数をシ
ミュレーションによって決定することも可能である。

(VICS導入効果の分析)

交通情報提供によって、道路利用者は走行経路の選択、
交通モードの変更といった多様な選択肢を有すること
になる。このようなシステムを導入するためには、運
転者の経路選択を反映できる交通流シミュレーション
を活用し、シミュレーションの結果を、現実の交通現
象と比較することによって、システム導入の効果を検
討することが重要である。

(3) 交通流シミュレーションモデルの開発動向

上述のようにITSをはじめ、交通計画及び交通解
析において、交通流シミュレーションの利用は有効で
ある。このため、国内外において、数多くの交通流シ
ミュレーションモデルの開発が行われている。代表的
な交通流シミュレーションモデルを表-1に示す。

現在、建設省土木研究所では、AHSやETC、V
ICSをはじめとしたITSや、その他様々な施策に
よる道路利用効率の効果分析を、大規模ネットワーク
上で行うことを目的とした交通流シミュレータ
“SIPA”の開発を行っており、0.2秒のタイムステッ
プで5000台の車両挙動をリアルタイムに再現可能に
することを目指して
いる。

表-1 代表的な交通流シミュレーションモデル

	TRAF-NETSIM	CONTRAM	PARAMICS	DYNASMART	MITSIM	INTEGRATION	SOUND	AVENUE
発表年	1970初頭	1978	1993	1992	1996	1988	1993	1993
開発者	米国FHWA	英国TRRL	エジンバラ 大学	テキサス大学 Mahmassan	マサチューセツ 工科大学	Queen's大学 Van Aerde Waterloo大学 Yager	東京大学	東京大学 (株)熊谷組
アウトプット	・総走行距離 ・総走行時間 ・総遅れ時間 ・純走行時間 対総走行時間の比率 ・平均速度 ・平均走行時間 ・停車回数	・各時間間隔 毎のリンク交通 量 ・渋滞長 ・遅れ時間 燃料消費量	・車線別の交通 流データ ・密度 ・速度 ・車頭間隔 ・加速度	・走行時間 ・待ち行列の 所要時間 ・停止時間 ・走行距離	・総旅行時間 ・総走行距離 ・平均速度 ・車専用率 ・速度 ・センサ間の所 要時間 ・車両移動の グラフィック表 示	・時刻毎の車 両移動のグラ フィック表示 ・待ち行列長 ・車両毎の走 行軌跡 ・総待ち時間	・各時刻毎の 交通状況のグ ラフィック表示 ・各時間帯毎 のリンク旅行 時間 ・渋滞長 ・各車両の旅 行時間	・リンク方向別 通過交通量 ・リンク方向別 平均旅行時間 ・リンク上の地 点平均速度 ・経路コスト ・プローブ車両 情報 ・感知器情報

3. SIPA の開発課程および構成

(1) 開発の手順

交通流シミュレータの開発に当たっての一般的な手順を図一1に示す。まず、開発の目的、および計測項目を明確にし、これに既存の知見を加えて要求仕様を策定する。次にこれに従いアルゴリズムを検討し、これをもとにプログラミングを行いシミュレーションモデルを作成する。作成されたモデルは妥当性を検証する必要があり、理論的再現性を検証する Verification、シミュレーションの実交通に対する再現性を検証する Validation を行い、必要に応じてモデルの修正を行う。SIPA の開発に当たっては、今年度中にモデルの作成、Verification を行い、首都高速環状線を対象として Validation を行う予定である。

(2) SIPA の構成

図-2に SIPA の構成の概略図を示す。図のように SIPA は大別すると以下の3つのモジュールから構成される。

- ① データ設定管理モジュール
シミュレーションに入力するデータおよび条件（OD

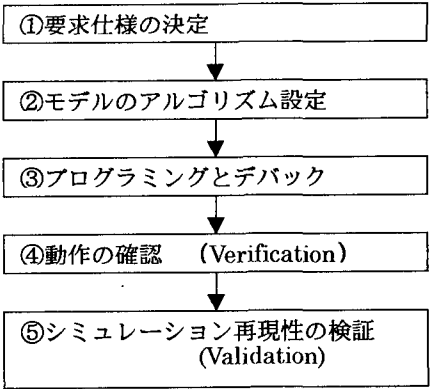


図-1 交通流シミュレータの開発手順

表、運転者・車両属性、道路関連設備情報など）を管理し、シミュレーションモジュールに受け渡す機能を持つ。なお、データの入力については GUI (Graphical User Interface) を採用し、容易にデータ入力可能な操作環境を実現する。

- ② シミュレーションモジュール
データ設定管理モジュールから与えられた諸条件と、運転者モデル、車両モデル、道路モデル等に基づいて、車両の発生、走行状況の変化、および消去を行い、所

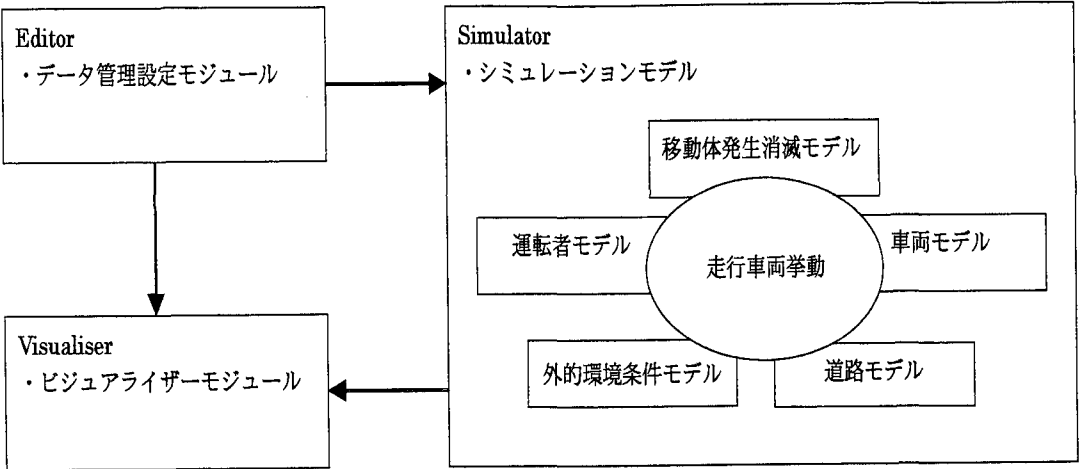


図-2 SIPA の構成概略図

定のタイムインターバルでの個々の車両の動きを算出する機能を持つ。SIPA のシミュレーションモジュールは5つのモデルで構成される。

・運転者モデル

運転者の属性に従い、タイムインターバル毎の運転操作をシミュレーションする。運転者の属性には、攻撃性、習熟性、協調性、運動能力といったカテゴリーがあり、このカテゴリーに基づいて運転者の特性を表す複数のパラメータをまとめて設定する。このパラメータ設定によって、運転者の認識、判断、操作といった行動を制御する。

・車両モデル

運転者モデルの運転操作を受けて、車両の位置、走行速度、加減速度を計算し、道路ネットワーク上の走行をシミュレーションする。車両モデルの中で考慮されるべき項目としては、車両の物理的属性（車長、車重など）、走行性能、AHS車両を想定した車両制御機能（速度・加速度センサ、障害物センサ、位置検出センサ、車載情報端末など）などが挙げられる。

・移動体発生消滅モデル

ネットワーク内への車両の発生およびシミュレーション対象のネットワークの外に車両がでた場合の車両の消滅を行うほか、ネットワーク内の様々な動的障害物（歩行者や駐車車両等）の発生・消滅を行う。

・外的環境条件モデル

信号表示、可変表示板、ビーコン通信、道路工事等の動的な道路条件および時刻、天候、路面状態等の外的環境条件を規定し、車両挙動に反映させる。

・道路モデル

道路の種類、車線数、線形、バス停、料金所、トンネ

ル、橋梁、サグ、交差点、分合流、交通規制等の道路の条件を規定する。

③ビジュアルライザーモジュール

シミュレーションされた個々の車両走行挙動を道路網や交通信号、規制標識と共に表示する。また、交通流動のアニメーション表示や各種数値結果（交通量、速度、密度など）をリアルタイムにグラフや表として表示する機能を持つ。

4. SIPA 開発のマイルストーン

SIPA の開発は3年計画とし、下記の3段階に分けて開発を進める予定である。

第1段階

- ・高速道路に必要な基本モデル（自由走行モデル、追従走行モデル、車線変更モデル等）の作成
- ・データ設定（地図作成、OD表設定、運転者・車両属性設定）機能の作成
- ・ビジュアルライザの作成
- ・東名、首都高速都心環状線における現況再現

第2段階

- ・高速道路に必要な応用モデルの作成
- ・一般街路に必要な基本モデルの作成
- ・データ設定機能、ビジュアルライザの機能増加
- ・モデルの検証（高速道路）
- ・一般街路（長野市）における現況再現

第3段階

- ・一般街路に必要な応用モデルの作成
- ・モデルの検証（一般街路）
- ・全体のレベルアップ