

LRT 導入に伴う交通計画再検討支援ツールの開発
*A Development of Supporting Model of Transportation Planning
as Introduction of Light Rail Transit*

森津秀夫*1・木村文彦*2・大江洋史*3・飯田祐三*4・野寺寿雄*5・高木真志*5・森山敏夫*6

*By Hideo MORITSU, Fumihiko KIMURA, Hiroshi OOE,
Yuzo IIDA, Toshiro NODERA, Masashi TAKAGI, Toshiro MORIYAMA*

1. はじめに

欧米諸国を中心として路面電車を近代化した公共交通・LRT (Light Rail Transit) の導入が進んでいる。LRT の特徴は低床式であるため上下移動が少なく高齢者にやさしいこと、導入コストが低く都市の成長などに応じたネットワークが形成できること、また CO₂ の排出量が自動車の一割程度と少ないため近年問題となっている地球温暖化問題に対しても適した公共交通であることである。わが国でも少子高齢化問題や自動車依存型社会構造の限界に伴い、LRT 導入の動きが高まっている。しかし、実際には欧米諸国などに比べ財政面に対する政府の補助がないことや、高密度に市街化されたわが国の都市に自動車交通と共存できる LRT の軌道空間を見出すことが困難であるなどの問題を抱えている。そのため、現在でも本格的な LRT の導入はなされていない。

このような背景にあるわが国の LRT 導入の動きに対して、LRT 導入が自動車交通や社会経済にもたらす影響を明示し、市民にいか理解してもらうかが重要である。そこで本研究では自動車や LRT の挙動をモデル化したマイクロシミュレーションモデルの有効性について考察し、LRT 導入効果を明らかにできるモデルの構築を目的とする。

2. 支援ツール開発の目的

LRT の導入は地域の道路交通や公共交通利用の状況を一変させ、大きな混乱を生じる可能性がある。

キーワード：LRT、交通シミュレーション

*1 正会員 流通科学大学情報学部

神戸市西区学園西町 3-1

*2 学生会員 神戸大学大学院自然科学研究科建設学専攻

神戸市灘区六甲台町 1-1

*3 学生会員 神戸大学工学部建設学科

同上

*4 正会員 中央復建コンサルタンツ株式会社

大阪市淀川区西宮原 1-8-29

*5 同上

*6 尼崎市都市拠点開発室

尼崎市東七松町 1-23-1

そのため、事前に LRT 導入による影響を詳しく検討しなければならない。また、LRT 導入計画の策定に際しても、地域特性を考慮した上で、適切なものとなるようにシステムの諸元を決める必要がある。これを行うためには、LRT 導入による道路交通流の変化やその影響を予測しなければならぬ。車両と LRT 相互の影響をきめ細かく再現することを考慮すれば、シミュレーションの適用が実際には唯一の手法であると考えられる。

交通シミュレーションモデルに関する研究とその利用はコンピュータ処理能力の向上もあって、近年大きく進展している。一部には LRT を取り扱うことのできるシミュレーションモデルも存在するが、それで十分な状態ではない。新たな交通シミュレーションモデルが次々と開発されている状況がそれを物語っている。したがって、LRT 導入に伴って交通計画を再検討するためには、その目的に適したシミュレーションモデルを支援ツールとして作成することが必要であると考えられる。

3. 既往研究成果とモデルの拡張

(1) 交通シミュレーションモデルの種類

交通シミュレーションモデルは用いられている交通流モデルにより大きく 2 つに分類される。車両群を流体として表現するマクロモデル(流体モデル)と、個々の車両の挙動に着目して微細な車両挙動を表現するマイクロモデル(追従モデル)である。マクロモデルの特徴は計算量が少なく、広域的なネットワークのシミュレーションに適していることである。一方、マイクロモデルは計算量が多く広域的なネットワークに適していないものの、個々の車両の動きを微細に表現することができる。さらに単に数値的な結果が得られるだけではなく、交通状況を視覚的に表しやすいという特徴がある。

本研究では LRT 導入後の交通流の状況や、それに伴う周辺への影響を視覚的に表現することにより、市民に対する説得力を持たしうるマイクロシミュレーションモデルを採用する。

(2) 日の峰モデル¹⁾

本研究で用いるモデルの基礎とするのは宇陀らが開発したマイクロ交通シミュレーションモデルである。このモデルは右折車による直進車の交通阻害が渋滞発生の原因と考えられる交差点を対象に、右折専用車線を設置した場合の交通流の変化を分析することを目的に開発されたものである。モデルは個々の車両の挙動を詳細に再現することを主眼に構築され、地図上に描いたネットワークに個々の車両をアニメーション表示することにより、視覚的にもわかりやすい出力を特徴としている。

さらに、シミュレーションによる分析結果は現状再現だけでなく、交差点改良後の交通流をもよく予測していた。

(3) 平野モデル²⁾

山下らは日の峰モデルを基に、横断歩行者モデルを追加する拡張を行った。すなわち、交差点の横断歩行者が左折車両に与える影響を明らかにすることを目的に、横断歩行者の挙動をモデルに組み込んだものである。これにより、横断歩行者が多い交差点における左折車の渋滞を適正に分析することが可能になった。なお、横断歩行者に関しても視覚化を試み、左折車を阻害する状況を容易に把握できるようにしている。

(4) 従来のモデルの拡張

従来の研究において、個々の車両や横断歩行者群の挙動をビジュアルに表示するマイクロシミュレーションモデルが作成された。これを本研究で対象とする LRT 導入の評価に適用するにはいくつかの点で拡張が必要である。すなわち自動車と交差点における横断歩行者で構成されていたモデルに LRT とその利用者を組み込むことが必要である。さらに、それに付随して信号制御等の拡張も行わなければならない。また、必然的にこれまでよりも大きな地域を対象としなければならず、交差点の複雑化やネットワークの複雑化は避けられない。したがって、これらに対する対策が必要である。本研究で用いるモデルに至るモデル開発の展開は図-1 に示すとおりである。

4. LRT 導入に関する検討事項

ここで作成するシミュレーションモデルは、LRT 導入に伴う交通計画の再検討を支援する目的を持ったものである。そこで、モデル開発に際して LRT 導入に関して必要と考えられる検討事項を想定しておく。まず、LRT のシステム自体に関しては、次のような項目を検討し、決定しなければならない。

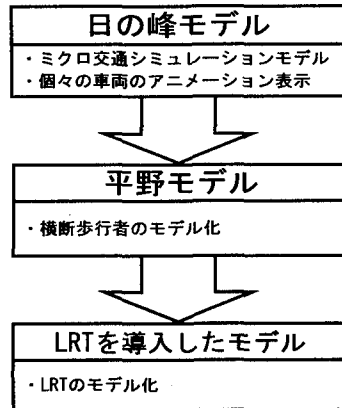


図-1 シミュレーションモデルの展開

- ①LRT の車両諸元 (車両長, 加減速)
 - ②LRT 優先信号 (信号の内容, 導入箇所)
 - ③停留所位置
 - ④運行間隔
 - ⑤料金收受方式 (乗降時間の違い)
 - ⑥軌道導入位置 (片側, 中央, 両側)
 - ⑦軌道数への自動車車両の乗り入れ禁止の有無
- 自動車交通への影響については、LRT 導入路線及び並行路線における交通容量や走行速度に関し、LRT を導入した場合と導入しなかった場合の比較を行わなければならない。このとき、主として次のような影響を調べることになる。
- ①車線減少による影響
 - ②右左折車や停車車両による影響
 - ③停留所にアクセスする横断歩行者の影響
- また幹線道路との交差部における交通容量や交差点通過時間に関しても同様に LRT 導入の有無による比較を行う。この場合には、次のような影響を調べることが課題となる。
- ①優先信号化による影響
 - ②右左折車に対する影響
 - ③運行本数や車両諸元 (長さ, 加速性能) の影響
- LRT 導入による公共交通の利便性向上効果に関しては、LRT ではなくてバスによる輸送のみの場合とを比較し、速達性 (運行速度, 所要時間等) や定時性 (ダイヤとの乖離, だんご運転の頻度等) を調べることが必要である。

これらの検討を行った後、対象地域に LRT を導入することの是非を総合的に評価しなければならない。

5. LRT を導入したモデルの要点

(1) モデルの構成

本研究で基礎とするシミュレーションモデルはオブジェクト指向を用いて構築されており、主要な構成要素はクラスとして表現されている。従来のモデルでは考慮していなかった LRT を導入するには、その挙動を表すのに必要なクラスを追加しなければならない。そこで、新たに LRT 車両クラス、電停クラス、LRT 用信号のクラスを設けることにする。これにより、モデルを構成する主要なクラスは表-1 に示すものとなる。

表-1 モデルの概念図

クラス名	表現対象
セクションクラス	走行区間
車両クラス	車両(普通車・大型車)
信号クラス	車両用交通信号
LRT 車両クラス	LRT 車両
優先信号クラス	LRT 用優先信号
電停クラス	電停(乗降人数により停車時間を設定)

(2) ネットワークの構成

道路ネットワークを表現するのに車両の走行特性に応じた種類のセクションを組み合わせ用いている。ここでは従来の車両用セクションに加え、新たに LRT 用セクションを追加してネットワークを構成する。LRT 用セクションとして基本セクション、信号セクション、電停セクションを設けるものとする。これらの LRT 用セクションの関係を図-2 に示す。

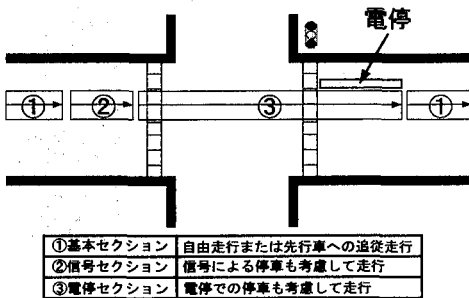


図-2 LRT セクション関係図

(3) LRT 運行のモデル化

① LRT 車両

LRT 車両の走行挙動は、車両の大きさや加減速度などパラメータは異なるものの基本的には自動車車両のモデルと変わらない。しかし、電停への停車、利用者の乗降と乗客の管理、運行管理への対応の機能を持たせなければならない。たとえば図-3 に示すように、LRT 車両は前に停車すべき電停があれば、電停で停車するように加減速度が決定される。電停

で停車した LRT 車両は、乗降客数に応じた停車時間が過ぎると発車する。また、車両には定員が決められており、それ以上乗せることはできない。

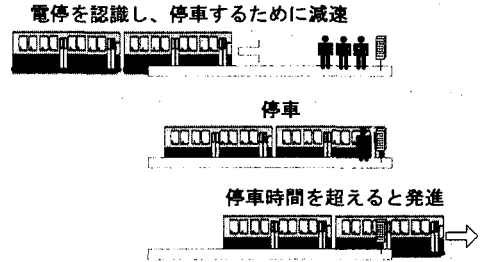


図-3 電停における LRT 走行ロジック

②電停

電停は乗車人数を属性として持つ。LRT が電停に到着すると、LRT と電停の間で利用者の乗降が行われる。このとき乗降する人数に応じてそれぞれ乗車時間、降車時間が算出され、長い時間をその電停での停車時間と設定する。この乗降時間の算出式は、車両タイプや運賃收受方式によって異なるものを与える。

③優先信号

LRT が走行する交差点において、LRT の走行性を高めるために優先信号を設置する必要性が考えられる。優先信号は LRT が交差点に近づくと強制的に LRT 側の信号が青となるように設定される。そこで優先信号においては、信号処理クラスに対して LRT の走行状況をリアルタイムに反映させていくものとする。

6. ケーススタディ

(1) 対象地域

ここでは図-4 に示す兵庫県尼崎市の阪神尼崎駅周辺を対象としてシミュレーションモデルを適用する。開発が計画されている臨海部と阪神尼崎駅を結ぶ路線を想定し、LRT 導入検討のケーススタディを行う。この地域には国道 43 号が東西方向にあり、南北路線となる LRT と国道 43 号との交差部の処理が大きな課題になると考えられる。まず、自動車交通のみを対象に、モデルの適用可能性の確認と現状再現性の検証を行う。その後、LRT を導入した場合のシミュレーションを行う。

(2) 現状再現性の検証

交通状況を把握するために、対象地域の交通量調査を平成 11 年 12 月 16 日に行った。これにより、朝のピーク時における主要交差点等での車線別交通量や渋滞長の概略値が得られ、このデータを用いてシミュレーションを行った。基礎としたモデルの従来適用例よりもネットワークは格段に複雑化し、取り扱う車両数も多くなったが、シミュレーションモデルの適用に大きな障害はなかった。また現状再現性も満足できるものであった。

(3) LRT 導入時のシミュレーション

LRT 導入路線は現在の幅員が狭いため、将来は LRT 導入の有無にかかわらず拡幅されるものとし、LRT 導入時及び非導入時のネットワークを作成する。この場合、LRT は全区間において路面を走行するものとし、高架あるいは地下区間は設けない。車両及び公共交通利用者の需要交通量は、臨海部の開発を想定して予測する。LRT あるいはバスの運行は予測される需要に対応できるように設定する。

作成したシミュレーションモデルの実行画面を図-5 に示す。

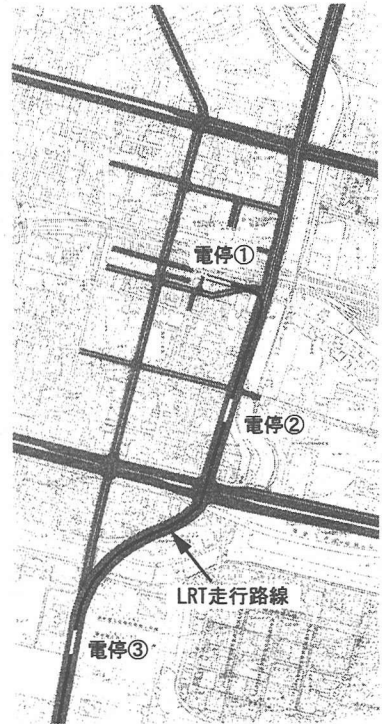


図-4 対象地域図

6. おわりに

作成したシミュレーションモデルにより、道路上における一般車両と LRT 相互の関係を容易に把握できるようになった。LRT の走行に関するモデル化に不備がないかを詳細に検討した上で様々なケースのシミュレーションを実施し、支援ツールとしての有効性を明らかにしていきたい。なお、シミュレーション結果の詳細に関しては発表時に示す。

[参考文献]

- 1) 宇陀正志, 森津秀夫: 小規模道路網を対象とした交通シミュレーションモデル, 第 19 回交通工学研究発表会論文報告集, pp.69~72, 1999 年 12 月.
- 2) 宇陀正志, 森津秀夫, 山下知也: 横断歩行者を考慮に入れた交通シミュレーションモデル, 土木学会第 55 回年次学術講演会講演概要集, 2000 年.

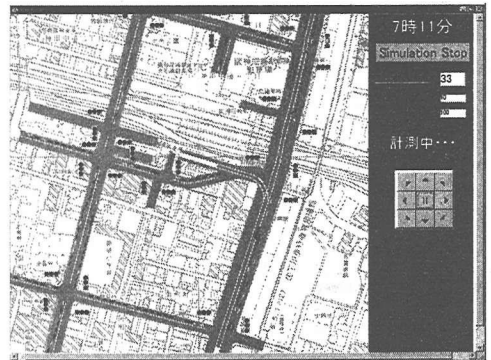


図-5 シミュレーション実行画面