

13. 交通シミュレータによる CO₂ 削減評価例

－ LRT（次世代路面電車）導入の場合 －

交通システム研究領域

※工藤 希 水間 毅

1. はじめに

鉄道は自動車に比べ単位輸送量当たりの CO₂ 排出量が少ないと言われている。そこで、移動距離の少ない市街地において自動車から LRT（Light Rail Transit:次世代路面電車システム）へのモーダルシフトにより CO₂ 排出量を削減する施策が有効とされている。

交通研では、LRT と自動車交通を同時に模擬するシミュレータを開発しており、本稿では LRT を導入した場合の自動車交通の変化や歩行者の挙動等を考慮した、総合的な CO₂ 排出量の削減効果を、モデル路線を利用して評価した例を報告する。

2. 研究の背景

2. 1. 環境問題

図 1 に、日本の CO₂ 排出量の変遷を示す。各分野において様々な取り組みがなされているが、横ばい状態にあり、抜本的な解決方法が求められている。また、図 2 には運輸部門のうち、旅客部門の CO₂ 排出量の変化を示しているが、旅客部門における発生源の主たるものが自動車であることは明らかである。もちろん、自動車個別の環境対策はメーカーや当研究所においても検討してきており、近年の減少傾向はその成果であると考えられるが、2009 年 9 月の国連気候変動サミットで条件付ながら提唱した 1990 年比-25%を達成するためにはより一層の対策が急務であり、自動車から LRT へのモーダルシフトは有効な対策であると考えられる。

2. 2. LRTとは

自動車からモーダルシフトする公共交通として、鉄道やバス等が考えられているが、その中でも、注目されているのが LRT である。LRT とは、併用軌道を用

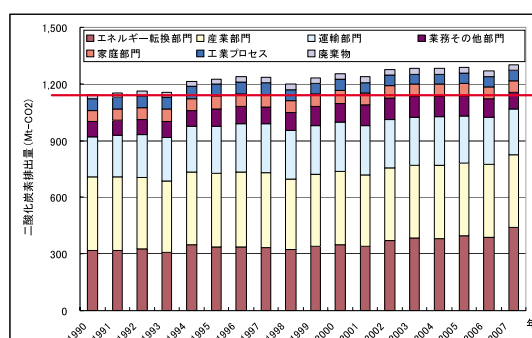


図 1 日本の二酸化炭素排出量の変化¹⁾

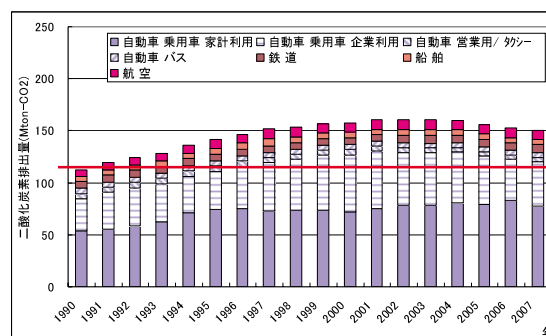


図 2 旅客部門の二酸化炭素排出量の変化¹⁾



図 3 LRT の例(富山ライトレール)

いて都市交通システムを軸としたシステム全体を指し、ストラスブル(フランス)、ボルドー(フランス)、カールスルーエ(ドイツ)など、ヨーロッパを中心に導入が進んでいる。国内においては、2006年開業の富山ライトレール(図3)が国内初めての例とされている。その他の地方でも検討はされているものの、低床式の近代的な車両LRV(Light Rail Vehicle:次世代路面電車)の導入が、熊本市交、広島電鉄等でなされているのみである。

3. シミュレータの概要

交通研では、シミュレータによってLRT導入によるCO₂削減効果等の定量化を行ってきた。表1にシミュレータの概要を示す。

地図上を自動車、バス、鉄道車両、LRV等が路線、時刻表、目的地、交通信号、進行方向の車両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である(図4)。

特に自動車交通については、1車両毎に信号と前方の車両の位置を確認しながら自車の速度を調整して走行するプログラムとしている²⁾。

これまでに行ったシミュレーション結果をまとめたものを表2に示す。シミュレーション対象地域は京都市の京都駅から北約4km四方とし、自動車の発生台数については、京都大学中川大教授らが開発した便益シミュレーションの値を用いた。便益シミュレーションでは、自動車の所要時間、燃料代と駐車料金を足し合わせた走行費用、公共交通乗客の所要時間(乗車外時間を含む)、運賃等により、交通機関の選択を行っている。

LRTの導入前後における、CO₂排出量及び、エネルギー消費量は2時間のシミュレーションから1年間の値に換算したもの、自動車の台数は2時間のシミュレーションの中で発生した台数である。これを見ると、CO₂削減に大きく寄与するのは自動車の走行量であることが分かっている。

4. ケーススタディ

4. 1. 歩行者の考慮

これまでのシミュレーションでは、道路交通のシミュレーションのみで、歩行者の動きを考慮しておら

表1 シミュレータ概要

| | 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 青矢現示にも対応 |
| 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 同方向多車線にも対応 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 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 |

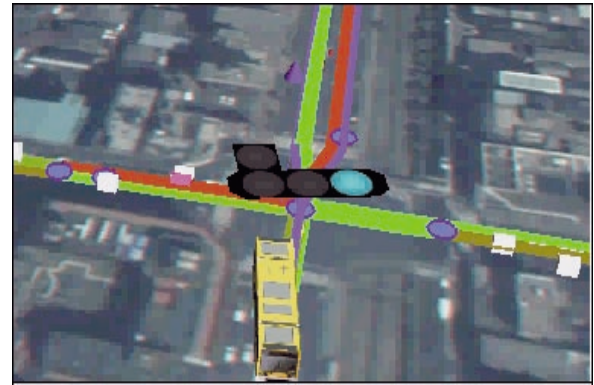


図4 シミュレータ画面例

表2 シミュレーション結果例²⁾

| | 導入前 | 導入後 | 削減量 |
|---------------------|------------|------------|-----|
| CO ₂ 排出量 | 約5.4万トン/年 | 約3.4万トン/年 | 37% |
| エネルギー消費量 | 28,000kl/年 | 17,840kl/年 | 36% |
| 自動車台数 | 42,210台/2h | 29,116台/2h | 31% |

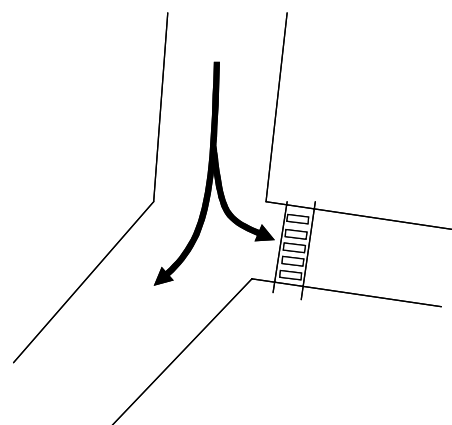


図5 交差点

表3 交差点の歩行者考慮した結果

| | 歩行者なし | 歩行者あり |
|---------------------|--------------|---------------|
| 平均速度 | 9.8864(km/h) | 7.74648(km/h) |
| CO ₂ 排出量 | 1.66723(kg) | 1.68467(kg) |

ず、実際の道路交通よりも平均速度が速く、CO₂排出量が少ない結果となっていた。そこで、交差点毎に歩行者を定義し、青信号時にランダムに歩行者を発生させ、歩行者の横断中には自動車、バス、LRT の右折を停止して待つ制御を加えた。本機能の確認のため、横断歩道を考慮したシミュレーションを行った。

対象とする交差点の概略図を図5に示す。今回対象とする交差点は一方通行のT字路で、一般車両は直進しバスのみが右折してバスターミナルに入る交差点である。横断歩道において、1時間あたり200人の歩行者と50台のバス車両を定義した。

シミュレーション結果を表3に示す。これは、交差点横断部分におけるCO₂排出量である。交差点での歩行者の横断があることにより、平均速度が減少し、約1%のCO₂排出量増加が見て取れた。

4. 2. モーダルシフト

4. 2. 1. 経路分担比

次に、自動車からモーダルシフトが行われたと仮定した場合についてのシミュレーションを示す。これまで、AHPを用いて路面電車をLRT化した場合の経路分担比についてのシミュレーションを行ってきた³⁾。

AHPとは、不確定な状況や多様な評価基準における意志決定手法であり、モデル化や定量化の困難な事象を同じスケールで扱えるようにしていることが特徴である。

シミュレーション例として、ある都市における試算を行った。この町には路面電車があるが、多くの人は自動車を利用している。地域を図6に示す。

市内には、路面電車、鉄道(JR及び私鉄)、バスが運行されている。シミュレーションでは、JRの駅から北に位置する私鉄の駅近くを出発点として、路面電車、私鉄、バスそれぞれでJRの駅まで移動する条件を設定した。現行の路面電車をLRT化する条件として、運行頻度向上を想定して速達性の感度を、車両をLRVにすることを想定して利便性(乗り心地、乗降しやすさ等)の感度をそれぞれ高めることとした。

図7より、LRT化して、運行本数が多くなっただけでは、自動車からLRTへの転換は自動車利用者の10%程度という結果となった。これは、自動車の利便性が高いと人は他の手段に乗り換えにくいことを示している。

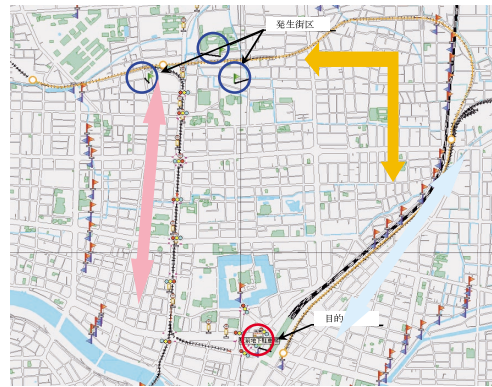


図6 経路分担比計算範囲

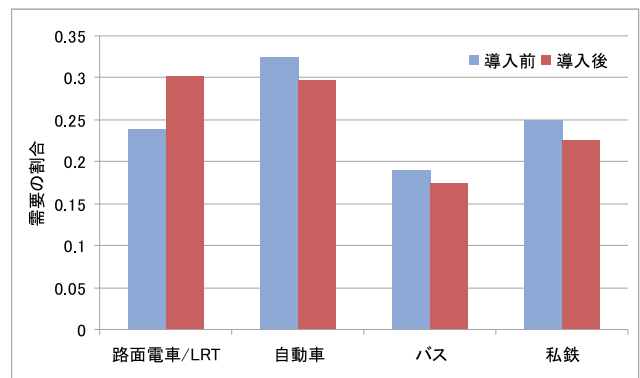


図7 経路分担比

4. 2. 2. モーダルシフトの効果

以上により、歩行者の横断を考慮し、かつ自動車からLRTへのモーダルシフトの割合を上記結果の10%、及び30%(例えば、低運賃や優先信号等の公共交通優先策を取る等により)と定義して、シミュレーションを行った結果を示す。シミュレーション範囲を図8に示す。図6で試算した範囲の一部を用い、およそ1km四方とした。本シミュレータは、LRTの乗客数に応じて車両重量を可変としているため、重量による電力消費量についても考慮できる。

シミュレーション結果を図9、表4に示す。これにより、10%のモーダルシフトが行われると、車両の台数減は約10%であるが、道路の渋滞の緩和により平均速度が5.6km/hから5.7km/hに改善された。その結果としてCO₂排出量としては約15%の削減となった。平均速度の変化に比べてCO₂排出量の減少率が高い原因としては、走行車両数は減少するものの、シミュレーション範囲に常に渋滞するような大きな2箇所あり、交差点近傍での赤信号による停車時間と慢

性的な渋滞の影響が大きいものと考えられる。また、30%のモーダルシフトが行われた場合、平均速度は2割程度の上昇であるが、CO₂排出量は半減するという試算を得た。

なお、図1より、2007年の二酸化炭素排出量は基準年比で9%増加している。実際には、開発途上国に技術・資金等の支援を行った結果、削減できた排出量の一定量を先進国の温室効果ガス排出量の削減分の一部に充当することができるクリーン開発メカニズムや、1990年以降の植林などでCO₂の吸収源が増加した分を、温室効果ガス排出量削減に換算し算入する吸収源活動などによる削減も考えられるが、単純計算では目標量である-6%に到達するためには、現在の15%削減が必要である。これらにより、今回のケーススタディの範囲においては、施策については別途検討が必要であるが、10%のモーダルシフトが発生しうる施策を行えば、京都議定書による-6%削減の目標を達成できる可能性があると言える。

5. おわりに

以上により、交通研所有の交通シミュレータによるCO₂削減評価例として、まず、これまで考慮してこなかった、歩行者の横断による右折車両への影響についてシミュレーションを行い、交差点近傍においてより現実的なシミュレーションを行った。また、10%のモーダルシフトが発生すると仮定したシミュレーションを行った結果、CO₂排出量としては約15%の削減が可能という試算が出た。

しかし、1990年に比して2020年までに25%のCO₂削減目標を掲げた現在、更なるCO₂削減の取り組みが必要であり、そのためにはLRTの利便性を一層高めて、モーダルシフトの割合を増加させる必要がある。そして、こうした取り組みを日本全国の都市で行っていく必要があり、LRT導入の議論の高まりを期待する。

参考文献

- 1) Greenhouse Gas Inventory Office of Japan : "The GHGs Emissions Data of Japan (1990-2007)", (2009)
温室効果ガスインベントリオフィス(GIO):「日本の温室効果ガス排出量データ(1990～2007年度)」, <http://www.gio.nies.go.jp/> (2009)

- 2) N. Kudo, Y. Sato, T. Mizuma and H. Nakamura: "The value of serviceable on LRT use of simulator on Kyoto", TER-07-31 /LD-07-27 (2007)
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)

- 3) N. Kudo and T. Mizuma: "Effect to introduction of LRT using Traffic flow simulator with transport selection model", TER-08-16/LD-08-16(2008)
工藤・水間:「移動手段選択モデルを考慮した交通流シミュレータによるLRT導入の効果」, 交通・リニアドライブ合同研究会資料, TER-08-16/LD-08-16(2008)

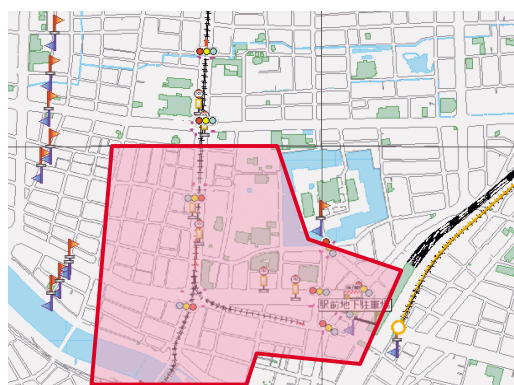


図8 ケーススタディ範囲

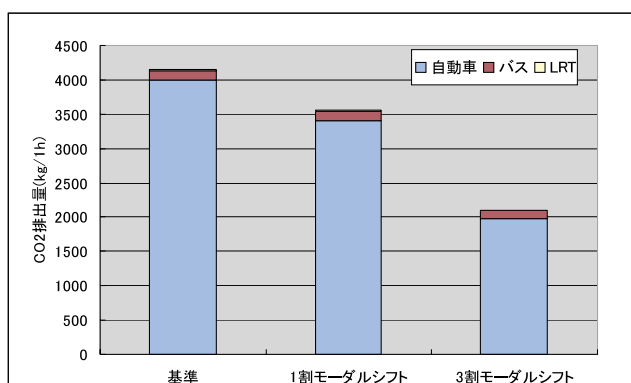


図9 CO₂排出量

表4 平均速度

| | モーダルシフト無し | 10%モーダルシフト | 30%モーダルシフト |
|-------------|-----------|------------|------------|
| 平均速度 (km/h) | 5.6 | 5.7 | 7.8 |