

5. 環境にやさしい交通システムの提案のためのシミュレータ

交通システム研究領域
理事

※工藤 希
水間 毅

水嶋 教文 大野 寛之 林田 守正

1. はじめに

近年、環境負荷低減をめざし様々な交通システムが開発されてきているが、導入に至る事例は少ない。その一つの理由として、導入効果がイメージしづらいことや定量化しにくいことがあげられる。そこで、交通研では、地域毎の特性を踏まえた上で、各種交通システムの導入効果を試算し、定量的なデータを示すツールとして、都市交通シミュレータを開発してきている。本稿では、バイモーダルハイブリッドシステム等の新しい交通システムの紹介とその導入効果の定量化例について報告する。

2. 研究の背景

2. 1. 地球温暖化問題

世界中の問題として、二酸化炭素などの温室効果ガスが増加しており、削減は急務である。京都議定書では、2008年から2012年までの期間中に、先進国全体の温室効果ガスの合計排出量を1990年に比べて6%の削減目標がある。

日本の2009年度までの温室効果ガス排出量は図1の通りである¹⁾。2009年度の温室効果ガスの総排出量は、12億900万トンで、京都議定書の規定による基準年の総排出量と比べると、4.1%削減された。対して、運輸部門全体は、2009年度のCO₂排出量は5.8%

増である。特に、旅客部門に特化して見ると、全体として約31%の増となっており、その約88%を自動車が占めている。自動車分野においても、燃費の改善や、ハイブリッド自動車、ITS、ETCの導入など様々な取組がされているが、運輸部門全体からするとその効果は限定的といわざるを得ない。そのため、CO₂排出量を減らすという目的のためには、自動車の利用を減らす、すなわち自動車から公共交通へのモーダルシフトが有効であると考えられる。

ただし、高齢化社会を迎えるにあたりドアツードアで目的地まで輸送できるメリットは重要になってくると考えられるし、地方においては、公共交通の輸送密度が低いため、自動車の方がむしろ輸送単位あたりのCO₂排出量が少ないという実態もある。

そのため、地方の都市部などある程度の需要が見込める地域においては、その需要に見合った公共交通システムを導入し、過疎地域においては自動車主体とするなどの、より細やかな計画が必要になってくる。

2. 2. 新しい交通システム

以上の状況から、地域の規模や輸送量に応じて、相応しい交通システムから選択する必要がある。また、実際に新しい交通システムが提案されてきている。

2. 2. 1. LRT (Light Rail Transit)

自動車からのモーダルシフト先となる公共交通として、注目されているのがLRTである。LRTとは、併用軌道を用いたバリアフリーな都市交通システムを軸としたまちづくりにより都市景観や環境等を向上させるもので、ストラスブール（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。

鉄道とバスの間程度程度の輸送力を持ち、必要に応じて専用軌道を取り入れることによって速達性と定時性を向上できることから、地方都市中心市街地のほか郊外部に至る都市圏内の輸送等に適していると考え

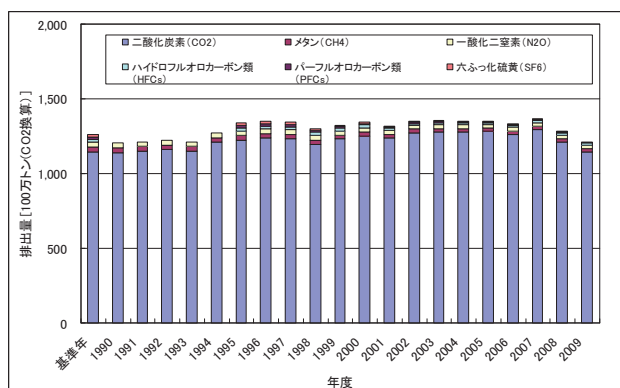


図1 日本の温室効果ガス排出量

られる。日本国内においては、2006 年開業した富山ライトレール、2009 年に富山地铁における一部区間の LRT 化がされているにすぎない。



図2 富山ライトレール

2. 2. 2. バイモーダル交通システム

街の中心部から郊外へ、また朝夕のラッシュ時間帯とそうでない時間帯との間に輸送需要の大きな差があるような場合にその能力を発揮できると思われるのが、バイモーダル交通システムである。

日本では、実用例として、名古屋ガイドウェイバスがあるが、高架軌道を利用する等コスト面から普及に至っていない。現在は、JR 北海道で開発中の DMV と交通研を中心に開発を行っているシステムがある。後者のイメージ図を図3に示す。バス車両をベースとし、交通量の多い区間はコンクリート軌道等の専用走行路上を連結走行し、そうでない区間では一般道路上の単独走行を行うことで柔軟かつ効率の良い公共交通としての可能性を秘めている。

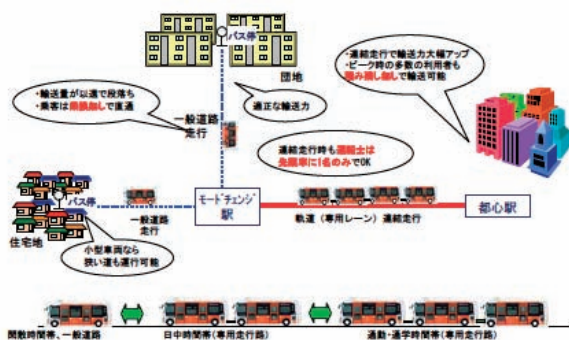


図3 バイモーダル交通システム

2. 2. 3. 超小型モビリティ

自宅から最寄りの停留所や駅への末端交通において、自家用車と比べてエネルギー効率と空間効率を高め、かつ天候に左右されない輸送機関として超小型

モビリティの検討が進められている。排気量 50cc クラスのミニカーは一人乗りであるが、送り迎えや買い物需要を考慮して二人乗りまでを考えている。衝突安全性や燃費基準等が検討課題となっており、交通安全環境研究所においてもこれらの課題への取り組みを開始した。



図4 超小型モビリティの例

3. 都市交通シミュレータ

以上のように、温室効果ガスの排出量削減の観点から、公共交通システムへのモーダルシフトは急務であり、新しい交通システムの形はいくつか提案されている。しかしながら、効果のある公共交通システムの構築には、既存の自動車交通との協調が重要であり、その地域毎の特性を考慮する必要がある。

そこで我々は、地域の特性を考慮した公共交通システム導入を検討するため、交通シミュレータにより、その地域毎の評価を行うことが重要と考え、地図情報をベースとする「都市交通シミュレータ」を開発してきた²⁾。

開発した都市交通シミュレータの概要を表 1 に示す。交差点をノード、道路をリンクとするネットワーク上を、あらかじめ目的地を持った自動車一台ずつ信号の現示に従って、予め定められた加減速度で走行し、走行速度からエネルギー消費量や二酸化炭素排出量を算出できる。これに加え、公共交通であるバスも、バス路線を定義することで、同様に走行すると共に、バス停ごとに乗降人数に応じた時間、停車し、自動車交通と衝突することなく、自動車と同じレーンを走行が可能である。

さらに、前述の LRT や鉄道なども専用軌道として定義し、時刻表と乗降人数に応じた停車時間に従って走行する。LRT やバスに関しては一般の交通信号に従う他、公共交通優先信号 (PTPS) を定義することが可能である。

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5 シミュレーション範囲

4. 都市交通シミュレータを用いた検討例

都市交通シミュレータを用いた導入事例を示す。

那覇市は、東京や大阪と同等の渋滞損失があり、バス路線は多いものの専用レーン等の施策が行われていないため、渋滞による影響が大きい。また、軌道系交通としては、ゆいレールがあるのみである。

そこで、那覇市から郊外への国道沿いにLRTを敷設することを検討し、シミュレーションを行った。都市内（那覇市内）は、県内の主要施設が集中し、観光地でもあることから慢性的に人が多くにぎわっているため、路面電車のように低速で電停間の距離を近くし、高頻度に運行することが望ましい。しかし、少し郊外に出ると、県道を多くの自動車が走行しており、路面電車のような低速な車両では、自動車交通との旅行時間に違いがありすぎ、利用者にとって便利なシステムとはならない。

そこで、都市内は路面電車のように走行し、郊外に出るといわゆる鉄道と同じように走行させるシステムであれば、自動車と同等の速達性を確保した上で自動車よりも定時性を上げることができると考える。

以上をふまえ、シミュレータを用いてケーススタディを行った。ケーススタディの範囲を図5に、シミュレーション条件を表2示す。那覇市内のモノレールの駅との結節を考え、モノレールの旭橋駅から、片側3車線以上の広い道路の中心部分に軌道を敷く。那覇市内は路面電車として、電停間隔を500m以下とし、郊外は2~3kmとする。

シミュレーション結果を図6、7に示す。図6は、現状とLRTを導入した場合の、1時間のシミュレーションでのCO₂排出量である。1時間に同じ人数のトリップがある場合、自動車に比べ、そもそもCO₂排出量

表2 シミュレーション条件

路線	旭橋—宜野湾市
交通 OD	交通センサスを利用
交通信号	LRTに対してはPTPSを適用
計算時間	1h（ラッシュ時間帯を想定）

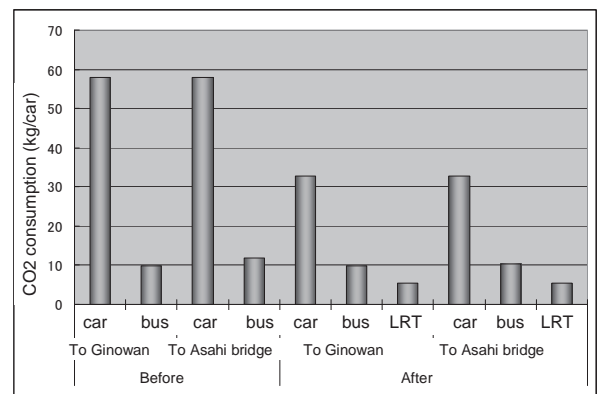


図6 シミュレーション結果(二酸化炭素排出量)

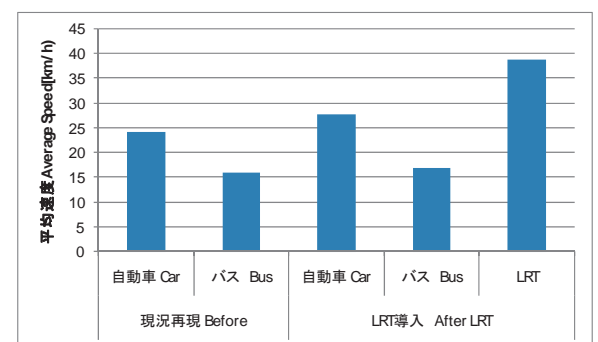


図7 シミュレーション結果(平均速度)

が少なく、かつ定員の多い公共交通に多くの人が乗った結果、全体のCO₂排出量が少なくなることがわかる。

また、図7では、平均速度を比較した。現状では、自動車もバスも20km/h前後の速度であった。しかし今回、郊外では高速(70km/h程度)走行をするLRTを導入することで、LRTは平均速度が約35km/hとなっ

ただだけでなく、自動車からLRTへの転換による自動車走行台数の減少により、道路交通の渋滞も減少したために平均速度が向上する結果となった。したがって、既存の自動車交通に路面電車を導入すると、却って渋滞が伸びるといった懸念に対しては、LRT化させることにより、各交通機関とも平均速度が大きくなることが定量的に示すことができた。ただし、LRT導入により、自動車からLRTに転換する割合については、今後とも精査をする必要がある。現在は、AHPにより、地域特性を考慮した需要特性の変化（自動車からのモダリティシフト量）に関する計算を行っている。

5. 新しい交通システムへの対応

バイモーダルハイブリッド、超小型モビリティという新しい概念の交通システムについて、走行だけでなく、環境負荷や乗り換えを含めた旅行時間などの複数の視点からのシミュレーションすることが必要である。そのため、本シミュレータにこれらの交通システムを模擬できる機能を付加した。図8に、バイモーダルシステムの導入機能を、図9に、超小型モビリティの導入画面例を示す。バイモーダル交通システムでは、ターミナル駅で連結していた車両は分離し別々の時刻表と行き先をもって走行する。逆に複数のルートからのバスをターミナル駅において連結し、一つのバスとして走行させる。また、超小型モビリティの対応のため、これまでバス、普通自動車（乗用車）、大型自動車（トラック等）の3車種を再現していたところに、車両長、重さ、加速性能等が異なる新しい車種を定義する。速度制限や、走行可能レーン等の超小型モビリティ特有の条件については、今後対応していく予定である。

これにより、既存の交通システムの他、これらの新しい交通システムの導入効果を環境面や利便性の面から定量的に示し、地域毎の効果的な交通システム導入の検討に利用していく。

6. おわりに

低炭素社会に向けて、交通分野の取り組みとして、自動車から公共交通システムへのモダリティシフトは不可欠である。自動車のCO₂排出量の割合は大きいものの、輸送量の見込めない地域によっては、既存の公共交通システムを導入すると、逆にCO₂負荷が大きくなる可能性もある。そのような中、交通システムは、バス、LRT、鉄道など様々な選択肢があり、その地域によって合ったものを導入することが望ましい。

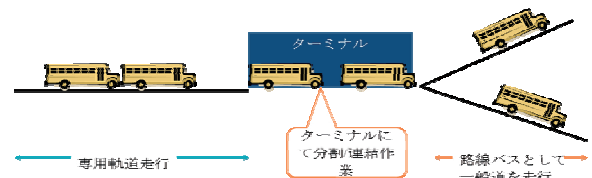


図8 バイモーダル交通システムの仕様イメージ

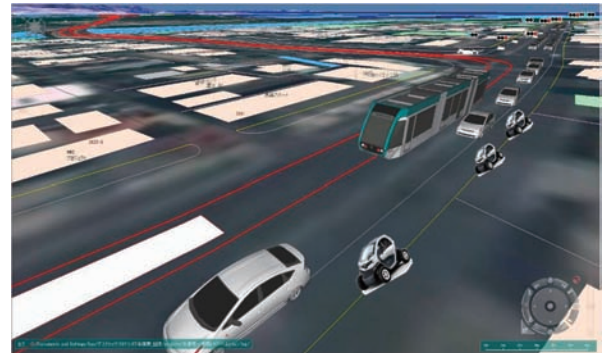


図9 超小型モビリティ走行イメージ

そこで我々は、都市交通シミュレータを開発し、LRTに限らずあらゆる都市交通システム、パークアンドライド、優先信号等の施策を模擬できる環境を整えた。

ケーススタディでは、都市内は路面電車として、郊外を鉄道として走行するLRTシステムを提案し、シミュレーションを実施した結果、導入により、現在の自動車交通を阻害することなく、利用者の速達性、定時性ともに向上する可能性があることが示された。

また、現在開発中の交通システムとして、バイモーダル交通システムや、超小型モビリティについて、シミュレータ上で再現できるよう改良を行い、今後、各交通システムの導入評価に生かしていく。

今後は、本ツールのさらなる精度向上を目指すと共に、利便性について、頻度、アクセス性等幅広い評価項目を採り入れていき、利便性、アクセス性によるモダリティシフトの効果についても、定量的に評価できるようにしていく。また、これを用いて他の交通システムや他の地域についても積極的に公共交通導入の提案していきたい。

参考文献

- 1) 温室効果ガスインベントリオフィス, "日本の温室効果ガス排出量データ (1990~2009 年度) 確定値", (2011), Greenhouse Gas Inventory Office of Japan: "The GHGs Emissions Data of Japan (FY 1990-2009)", (2011)
- 2) NEDO 成果報告書, "LRV (次世代路面電車) 導入による運輸部門の総合的省エネルギー対策技術の研究開発", (2007)