

# ミクロ交通流シミュレーションを組み込んだ

## 交通施設整備のライフサイクルCO<sub>2</sub>変化の推計

### Estimating Change in Life Cycle Carbon Dioxide Emissions from Transportation Infrastructure Development Using Microscopic Traffic Flow Simulation

○眞野新吾\*<sup>1)</sup>、加藤博和<sup>1)</sup>、柴原尚希<sup>1)</sup>、工藤希<sup>2)</sup>、伊藤圭<sup>1)</sup>、森本涼子<sup>1)</sup>

Shingo Mano, Hirokazu Kato, Naoki Shibahara, Nozomi Kudo, Kei Ito, Ryoko Morimoto

1) 名古屋大学, 2) 交通安全環境研究所

\* smano@urban.env.nagoya-u.ac.jp

#### 1. はじめに

交通施設整備が環境負荷を削減しうるかどうかの判断を行うためには、整備の内容や、地域の諸状況などに伴って変化する利用を考慮に入れた定量評価を行うことが必要である。その方法として、車両の運行はもとより、インフラ建設や車両新造も含めたシステム全体の環境負荷をライフサイクルにわたって評価することが必要である。また、交通施設は直接利用されるのみならず、競合もしくは補完的な交通施設の利用状況を変化させ、さらに周辺社会にも間接的・波及的な影響を及ぼす。結果としてそれら諸活動に伴う環境負荷も変化することから、評価範囲を施設整備によって施設外において波及的に生じる環境負荷変化分にも拡張することが妥当であり、これまでも交通施設整備の環境負荷評価へ適用されてきた<sup>1)2)</sup>。一方、交通施設整備によるライフサイクル環境負荷変化に大きな影響を及ぼす運行起源の環境負荷推計については、入手できるデータの制約から、日交通量や平均旅行速度といったマクロデータを用いて推計することが広く行われてきた。しかし、局所的に整備される交通施設の場合、信号の影響、道路勾配や車両の混在等に影響を受けるミクロな交通流を把握する必要がある。

そこで本研究では、実際の交通施設整備計画の評価にミクロ交通流シミュレーションを導入し、マクロ推計で扱えなかった車両走行挙動の詳細な変化が環境負荷に及ぼす影響を評価することを目的とする。

#### 2. 評価範囲の設定

本研究では、LRT を評価対象とする。路線バス及び自動車を評価範囲に含める。LRT はインフラ(軌道等の本体構造物、停留所等の付帯構造物)と車両から構成される。これらをシステムとして捉えライフサイクル環境負荷を推計する。一方、従来運行している路線バスについては、インフラ(道路・停留所等)はもともと存在するとして推計に加え、車両製造・更新及び走行に伴う環境負荷を評価する。

ライフタイムは、LRT・路線バスいずれのシステムも60年とし、車両はLRT30年、路線バス10年で更新され

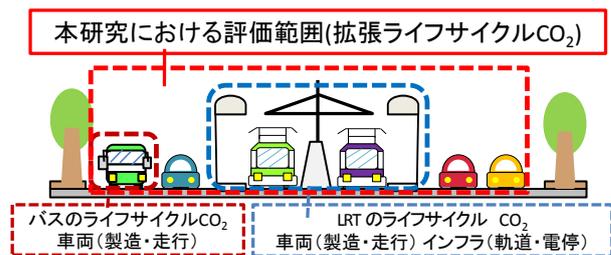


図1 評価範囲の設定

表1 LRT・路線バスのCO<sub>2</sub>排出原単位

システム	構成要素	段階	排出原単位
LRT	車両	a)製造[t-CO <sub>2</sub> /編成]	39.3 <sup>4)</sup>
		b)軌道[t-CO <sub>2</sub> /km]	1,070 <sup>2)</sup>
	インフラ	c)電停[t-CO <sub>2</sub> /箇所]	14.4 <sup>2)</sup>
		d)維持補修[t-CO <sub>2</sub> /年]	4 <sup>2)</sup>
路線バス	車両	e)製造[t-CO <sub>2</sub> /台]	36.4 <sup>4)</sup>

るとする。また、LRT 整備や路線バス廃止によって交通流の変化する自動車(乗用車・トラック)については、走行起源の環境負荷変化を扱う。環境負荷の種類としてCO<sub>2</sub>を取り上げる。評価範囲を図1に示す。

#### 3. CO<sub>2</sub>排出量推計方法

##### 3.1 車両製造およびインフラ建設・維持段階の推計方法

LRT・路線バスの各システムについては、車両製造・インフラ(LRTのみ)それぞれのCO<sub>2</sub>排出量を求める。車両製造については著者らの先行研究<sup>4)</sup>による推計値を用いる。またLRTのインフラ建設は軌道と電停に大別し、それぞれ先行研究<sup>2)</sup>で整備した原単位を用いる。LRTのインフラ維持補修は毎年行うとし、レール交換は20年に1度と仮定する。表1にこれらの推計設定値をまとめる。

##### 3.2 車両走行段階の推計方法

本研究では(独)交通安全環境研究所が開発した都市交通シミュレータ<sup>5)</sup>を用いて現行の路線バスや自動車および新設LRTの車両走行のCO<sub>2</sub>排出量を求める。シミュレータの概要を表2に示す。このシミュレータは車両間の追従挙動モデルに基づいたミクロ交通シミュレーション

となっており、車両1台毎に0.5sec毎の位置データを得られるため、加減速や停止(アイドリング)といった走行モードを再現することができる。走行状況は、国土交通省による平成17年度の一般道路交通量調査データに基づき、シミュレーション区間における各交差点の直進右左折交通量を用いて再現されている。シミュレーション設定条件を表3に示す。各車からのCO<sub>2</sub>排出量は普通ガソリン自動車と大型・バスディーゼル自動車別に瞬時燃料消費量を計算し、環境省が定めるCO<sub>2</sub>排出係数を乗じて算出される<sup>6)</sup>。

#### 4. ケーススタディにおける推計

##### 4.1 ケーススタディの概要

評価対象とするLRT導入計画の概要を表4に示す。LRTの導入により、従来同じ区間・ルートを運行している路線バスは廃止され、利用者はLRT利用に転換するとする。なお専用軌道の敷設に伴って車線は減少するものとし、また並行道路を走る自動車交通からの転換は考慮しないものとする。

##### 4.2 ミクロ交通流シミュレーションを用いた推計結果

図3にライフサイクルCO<sub>2</sub>推計結果をこれまでLCAで主に用いられてきた簡略推計法(平均旅行速度法・燃費法)による結果と合わせて示す。なお、簡略推計法では平均旅行速度 $v$ を交通工学における基本公式である $q=k \cdot v$ 式( $q$ :交通量、 $k$ :交通密度)より算出し、土肥ら<sup>7)</sup>によるガソリン乗用車の燃料消費率式により求める。また、LRTの走行については表4に示した表定速度における車両走行距離あたり電力消費量1.5[kWh/編成km]を用いる。推計の結果、簡略推計法では、CO<sub>2</sub>排出量がLRT導入によって242[kt-CO<sub>2</sub>/60年]減少する一方で、ミクロ交通流シミュレーションでは73[kt-CO<sub>2</sub>/60年]増加するという結果が得られた。

#### 5. まとめ

本研究では、LRT整備事業を対象に環境負荷変化をライフサイクルで評価するにあたり、ライフステージのうち走行段階について環境負荷が大きな割合を占める推計に、ミクロ交通流シミュレーションを適用することで、自動車やLRTのエンジン挙動(加減速や停止など)を考慮した環境負荷評価を行う推計手法を開発した。その結果、簡略推計法ではLRT導入によってCO<sub>2</sub>削減されるという結果が得られる一方で、ミクロ交通流シミュレーションによる推計では逆に増加するという結果が得られた。これは、シミュレーションでは車線減がもたらした自動車の渋滞によるCO<sub>2</sub>排出量増加等が考慮できていることによるものであり、従来の簡略推計法が交通流変化を過小に評価していることが示唆される。

表2 都市交通シミュレータの概要<sup>5)</sup>

	機能	設定するパラメータ
道路	交差点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

表3 シミュレーション設定条件

LRT路線	三方原本線(JR浜松駅~都田テクノ北)
ODデータ	平成17年度道路交通センサ 主要交差点の交通流調査
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)

表4 評価対象とするLRT計画と現行バス路線

	路線バス (現行)	LRT (計画)
車両重量[t/両(編成)]	10.7	25
運行本数[本/日]	450	320
表定速度[km/h]	10.2	16.8
停留所数[箇所]	50	36
路線延長[km]	14.5	14.5
輸送量[人/日]	27,000	27,000
車両数	15[台]	20[編成]
定員[人]	80	150

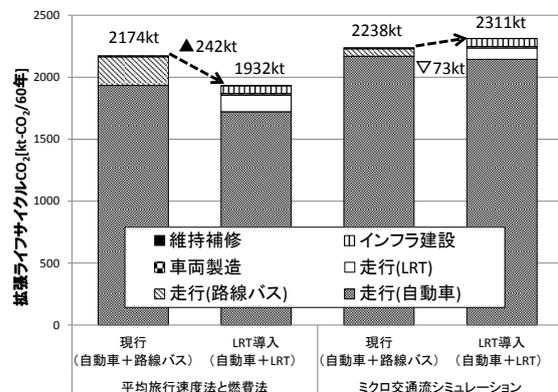


図3 ライフサイクルCO<sub>2</sub>推計結果の一例

#### 参考文献

- 1) 加藤博和: IATSS Review, 26(3), (2001), pp.55-62
- 2) 渡辺由紀子ほか: 日本 LCA 学会誌, 2(3), (2006), pp.246-254
- 3) 森本涼子ほか: 日本 LCA 学会誌, 7(4), (2011), pp.329-338
- 4) 森本涼子ほか: 第16回鉄道技術連合シンポジウム講演論文集, 9(65), (2009), pp.385-388
- 5) 工藤希ほか: 土木計画学研究・講演集 44, (2011), CD-ROM
- 6) 水嶋教文ほか: 土木計画学研究・講演集 46, (2012), CD-ROM
- 7) 土肥学ほか: 国総研資料, 671, (2012), pp.258-264