

LRT 導入に伴うライフサイクル CO₂ の推計

ー浜松市における導入構想を対象にー

Estimating Life Cycle Carbon Dioxide Emissions in Case of Introduction of Light Rail Transit in Hamamatsu City

○眞野新吾^{*1)}、森本涼子¹⁾、柴原尚希¹⁾、加藤博和¹⁾、西原純²⁾

Shingo MANO, Ryoko MORIMOTO, Naoki SHIBAHARA, Hirokazu KATO, Jun NISHIHARA

1) 名古屋大学, 2) 静岡大学

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

1. はじめに

一般に、市街地における Light Rail Transit(LRT)導入の効果の1つとして、環境負荷削減が挙げられることが多い。しかし、LRT 導入が環境負荷削減に有効かどうかを判断するためには、その仕様や利用状況を考慮に入れた定量評価が必要である。

本研究では、実際の LRT 導入構想を例に、Life Cycle Assessment(LCA)を適用し、インフラと車両を包括した LRT システム全体のライフサイクルにわたる環境負荷を把握することを目的とする。そのために、LRT 導入による他交通システムの利用減少、LRT 専用軌道化による道路車線減少に伴う渋滞の影響についても分析できる枠組みを提示し適用する。

2. LCA の目的および調査範囲の設定

2.1 評価対象とする LRT 計画の概要

本研究では、浜松市の都市交通デザイン研究会が提案する「浜松型次世代交通システム」¹⁾を取り上げる。その中で南北交通の最重要幹線として実現可能性が高いとみられる三方原本線を評価対象とする(表1)。構想では、輸送人員 1,000[万人/年]、運行本数 320[本/日](ピーク時 10[本/時])を想定している。

2.2 評価バウンダリの設定

本研究における評価バウンダリと推計フローを図1に示す。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。これらのシステム全体を対象としたライフサイクル環境負荷(SyLCEL)を推計する。また LRT システム外への効果波及としての環境負荷変化分も含めた拡張ライフサイクル環境負荷(ELCEL)の推計も行う。なお、環境負荷として CO₂ のみを推計対象とするが、他の環境負荷についても同じ方法が使用できる。

3. インベントリ分析

インベントリ分析は本来、実際の設計図、資材・エネルギー消費量や施工方法、供用後の管理状態や電力消費量などといった詳細データを入手して行う必要があるが、本研

表1 想定する LRT 路線の概要

項目	設定値
路線長[km]	14.5
停留所数[箇所]	36
往復輸送人員[人/日]	27,000
運行本数[本/日]	320
必要車両数[編成]	20
定員[人/編成]	150
平均速度[km/h]	16.8

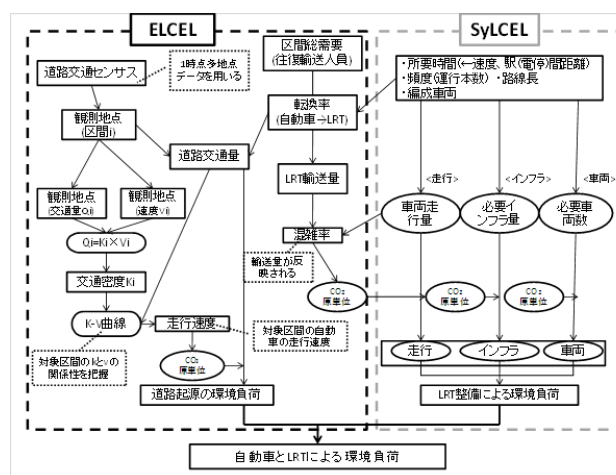


図1 評価バウンダリと推計フロー

表2 LRT の構成別 CO₂ 排出量²⁾

構成要素	段階	CO ₂ 排出量
車両	(1)製造[t-CO ₂ /両]	70
	(2)走行[kg-CO ₂ /編成 km]	0.846
インフラ	(3)軌道建設[t-CO ₂ /km]	1,510
	(3)電停建設[t-CO ₂ /箇所]	14.9
	(4)維持補修[t-CO ₂ /年]	4

究では具体的な施設・運行計画が決まっていない構想段階であり、詳細データは存在しない。そこで標準構造物を想定し、その原単位をあらかじめ求めておき利用する「概略LCA」の方法を用いる。本研究で原単位は、渡辺ら²⁾が定義した表2の値を用いる。

ライフタイムは、LRT システム全体では60年とし、インフラ60年、車両30年と設定する。

(1)車両製造

日本での導入事例を参考に定員150[人]、重量31.7[t]の車両を想定する。車両製造原単位に保有車両数を乗じる。構想路線では、想定する片道所要時間(52分)、ピーク時運転間隔(6分)、編成車両数(1両/編成)から、車両は最低 $52/6 \times 2 \approx 18$ 両必要となる。そこで、折り返し時間と予備車を考慮し20両とする。

(2)車両走行

車両走行あたり電力消費量1.5[kWh/編成・km]に構想路線長14.5[km]と運行本数を乗じる。

(3)インフラ建設

インフラの原単位に構想路線長/停留所の合計設置数を乗じて推計している。停留所は両方向に設置するため、合計72箇所とする。

(4)インフラ維持補修

軌道の維持補修は毎年行うと仮定し、維持補修の原単位を利用する。

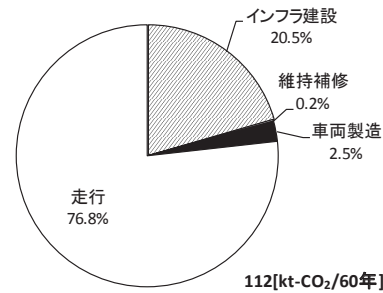


図2 SyLC-CO₂とそのライフステージ内訳

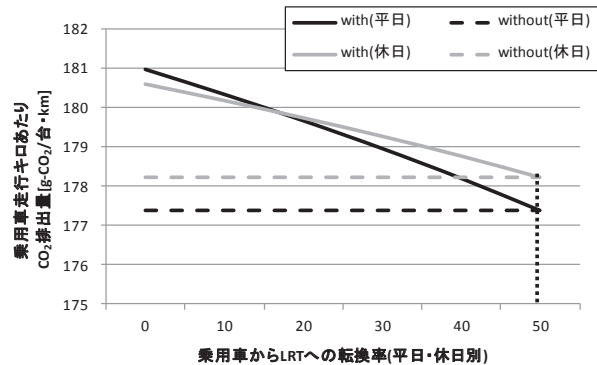


図3 乗用車からLRTへの転換率(平日・休日別)

4. SyLCEL 推計

図2に、LRT整備におけるSyLC-CO₂(SyLCELで評価したCO₂推計結果)とそのライフステージ別の内訳を示す。SyLC-CO₂は1,867[t-CO₂/年]と推計される。ライフステージ別にみると、77%が走行起源の発生量である。LRTは既存の道路上に軌道を敷設できることから、インフラ起源分は一般鉄道に比べ小さくなるのが特徴である。

5. 並行道路の自動車走行分を含めたELCEL推計

LRT軌道敷内車両進入禁止となり、自動車が走行可能な車線は片側1車線になるものとする。これによって発生する交通渋滞が自動車の速度低下による燃費消費率悪化をもたらすというメカニズムを加味し、自動車走行による環境負荷変化量を推計する。

平成17年度道路交通センサスより得られる対象区間の交通量(平日・休日)と速度のデータを用いて、速度 v [km/h]と交通密度 k [台/km]の関係を表す $q=k \cdot v$ 曲線を特定し、さらに速度別の自動車燃費関数³⁾を適用してCO₂原単位を求める。これを用いた推計により、平日・休日ともに、LRT導入によって乗用車走行kmあたりCO₂排出量が減少するのは、乗用車からLRTへの転換率が50%以上の場合であることが明らかとなった(図3)。

6. 累積CO₂排出量とCO₂ペイバックタイム

図4に、LRTを整備する場合(with)としない場合(without)について、時間経過に伴って累積するCO₂排出量、およびCO₂ペイバックタイムを示す。並行道路を走行していた乗用車交通量の30%がLRTに転換した場合を想定すると、LRTのインフラ建設・車両製造・運用によるCO₂が、乗用車走行によるCO₂の削減によって回収(ペイバック)される期間

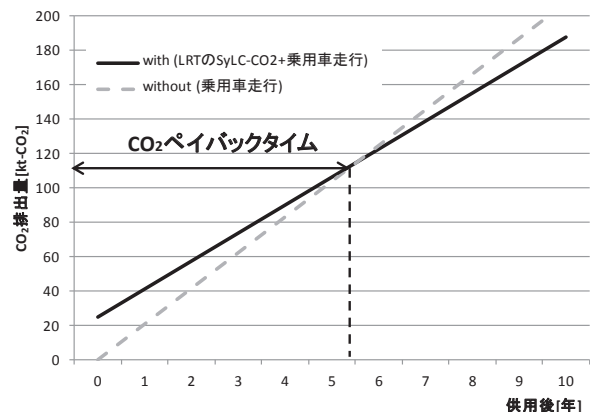


図4 累積CO₂排出量とCO₂ペイバックタイム

は5~6年であることが分かる。

7. まとめ

本研究では、実際のLRT導入構想を対象に、システム全体のライフサイクルCO₂を算出した。さらにその新規整備に伴うCO₂排出量変化を、自動車等他交通システムの利用減少や、専用軌道化による車線減少に伴う渋滞の影響を考慮し推計した。その結果、乗用車からの転換率が50%を超えなければCO₂削減に至らないことが明らかとなった。

引用文献

- 1) 浜松市・都市交通デザイン研究会, 浜松型次世代交通システムの提案, (2010)
- 2) 渡辺由紀子 他: 日本LCA学会誌, 2(3), (2006), pp.246-254
- 3) 大城温 他: 土木技術資料, 43(11), (2001), pp.50-55