

波及効果を考慮したLRTシステム導入の環境負荷評価

Environmental load evaluation of LRT system in consideration of an ripple effect

渡辺由紀子^{*)}、長田基広¹⁾、加藤博和¹⁾

Yukiko WATANABE, Motohiro OSADA, Hirokazu KATO

1) 名古屋大学環境学研究科都市環境学専攻

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

1. はじめに

モータリゼーションに伴う都市内の道路渋滞、交通事故、環境悪化を緩和するとともに、中心市街地の再活性化を図ることができる新たな公共交通機関として、旧来の路面電車を見直し、近代化したり復活させたりする動きが欧米で高まっている。それらは一般にLRT(Light Rail Transit)と呼ばれ、都市の重要なインフラの1つとして位置付けられるようになっている。

LRT導入におけるセールスポイントの1つとして、「環境負荷が小さい」ということがよく取り上げられるが、その根拠を定量的に示したものは意外と少ない。電力により走行するLRTは排気ガスは出さないが、走行に係る環境負荷が発電所で発生する。その上、LRTシステムの新設や、既存の路面電車からの改築を考える場合、新設・改築された施設等や新規導入車両のライフサイクルを考える必要もある。これらと、自動車やバス等代替公共交通手段との比較をLCA的に行うことによって始めて、LRTの環境面での優位性が明らかにされるのである。

路面電車やLRTに対するLCA適用の例として、松橋ら¹⁾や加藤ら²⁾、山口ら³⁾の研究がある。本稿では、これら既往研究では行われていない、バスとの比較を行うことにより、中核市レベルの都市で交通機関の改善を計画する際、LRT導入が環境負荷の面で有利かどうかを比較するための情報を提供することを目的とする。

公共交通システムの整備はシステム外への波及効果が大きく、それによって生じる環境負荷変化分を考慮できるようバウンダリを広げた「拡張ライフサイクル環境負荷(Extended Life Cycle Environmental Load: ELCEL)」による評価が必要である²⁾。本研究ではELCELのバウンダリとして、a)自動車から新規公共交通への転換、b)LRT整備に伴う走行可能な車線の減少による自動車走行速度の低下、を考慮する。

2. LRTへのLCA適用における留意点

2.1 目的及び調査範囲の設定(Goal and scope definition)

2.1.1 比較対象とする旅客輸送機関

本研究では、5kmの仮想区間に、LRT、一般路線バス、中央走行方式路線バス(基幹バス)の3種類の輸送システムが整備されることを想定し、各代替案に対してLCA

表1 推計対象とする輸送機関の概要

	LRT	路面電車	路線バス	基幹バス
走行原単位	1.5[kWh/ (km・編成)]	2.0[kWh/ (km・編成)]	2.1[km/l]	2.1[km/l]
走行エネルギー源	電力	電力	軽油	軽油
表定速度[km/h]	12	20	12	19
定員[人/編成]	80	150	80	74
1日平均乗車率[%]	20	20	15	25



図1 LRTについて想定するシナリオと対象範囲

を適用する。各輸送機関の概要は実例を参考に表1の通り設定している。LRTについては、図1のように3種類のシナリオを設定する。

2.1.2 システム境界の設定

交通機関のLCA対象範囲は、車両、本体構造物、付帯構造物の3要素から構成され、各要素のライフサイクルを通じた環境負荷を推計し合計する必要がある。ただし、廃棄における環境負荷は一般に微小のため本研究ではゼロとする。

2.2 インベントリ分析(Inventory analysis)

インベントリ分析ではCO₂、SO_x、NO_xを対象とする。本研究では、具体的な設計に至っていない段階での評価を想定するため、あらかじめ整備した構造物・車両等の要素別原単位を用いて積み上げを行う簡略LCA²⁾を用いる。推計における諸仮定を以下に示す。

2.2.1 車両

(1) 製造段階

LRTとバスの車両についての、資材投入量や組み立てに関わるエネルギー消費量を対象とする。

LRV(定員150[人]、重量31.7[t])については、鉄道車両と組成の割合は同程度と考えられるので、鉄道車両への投入量⁴⁾を重量換算して推計する。

バス車両についても、乗用車製造の環境負荷を用いて

車両重量に比例すると仮定する。

(2) 供用段階 (走行)

LRV、路面電車については、事業者へのヒアリングによって得られた表1に示す走行原単位 [kWh/(km・編成)] を用いて、電力消費量を推計する。バスについても、事業者へのヒアリングによるバスの燃費[km/l]から軽油消費量を求める。

2.2.2 軌道

軌道に関しては、路面電車の一般的な軌道断面図⁹⁾より推計し、維持補修については鉄道に関するデータ⁶⁾から求める。

2.2.3 付帯構造物

LRTの電停は名古屋市の基幹バス(中央走行方式バス)の停留所と同等のもののみなし、その停留所設計図から推計する。運用についてはゼロとする。

2.3 インパクト評価 (Impact assessment)

日本版被害算定型影響評価手法「LIME: Life-cycle Impact assessment Method based on Endpoint modeling」の統合化指標のうち貨幣評価値 (Ver.1) を用いて、環境影響ごとに、各排出物の重要度・役割を相対的に評価する。

3. LCA 適用結果

需要量を 5,000[人/日] (両方向合計) 各輸送機関の乗車率 (輸送量/輸送力 < 乗車定員 × 運行車両数 >) を、実績データから表1のように仮定し、それぞれのCO₂、SO_x、NO_x排出量を推計した。そのうちCO₂の結果を図2に示す。

CO₂、SO_x、NO_x排出量推計値を統合化した結果、排出

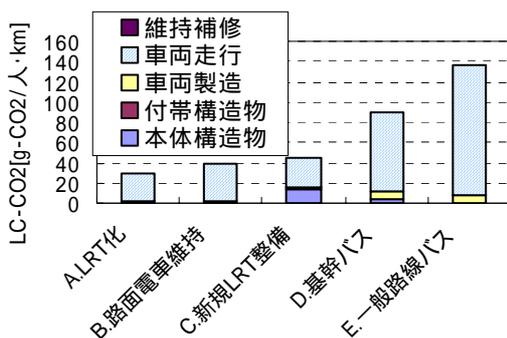


図2 各輸送システムのLC-CO₂推計結果

量そのものはCO₂がSO_x、NO_xの10³倍程度であるが、環境に与える影響はSO_x、NO_xが質量比でCO₂の10²~10³倍程度と圧倒的に大きいために、NO_xやSO_xを多く排出するバスの環境影響が大きくなることが分かった。

次に、輸送機関整備前後の環境負荷比較をELCELによって行う。LRT・路面電車は都心の片側2車線の街路上を走行すると想定する。自動車は走行速度によって燃費が異なるため、走行台数が変わらなければ、LRTや基幹

バスの導入で走行可能車線が減少すると混雑し、CO₂排出量は多くなると考えられる。そのため、LRTと基幹バスについては、自家用車から20[%]の転換が起こり混雑が生じない場合と、起こらずに混雑する場合とを想定し、自家用車の旅行速度は通常時25[km/h]、混雑時14.5[km/h]とし、自家用車の燃費は大城⁷⁾による燃料消費率を用いる。路面電車の場合は軌道内自動車乗り入れ可とし、後続車は路面電車と同速度とする。転換前の需要は、公共交通機関5,000[人/日]、自動車20,000[台/日]とする。

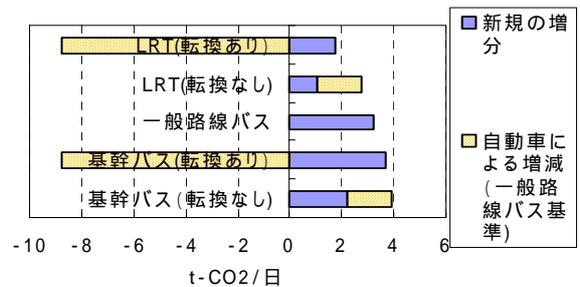


図3 各代替案のELCELの比較

図3にCO₂に関するELCEL推計結果を示す。自家用車からの転換が起これば、それにより、LRT整備による増分の4倍程度、基幹バスでは2倍程度のCO₂排出量削減効果が見込まれる。転換が起こらない場合、自動車からの排出量増加により一般路線バスとほぼ変わらず、転換施策が重要となることが分かる。

なお、需要量による感度分析の結果、LRTは8,000[人/日]以上で路面電車よりLC CO₂排出量が小さくなった。

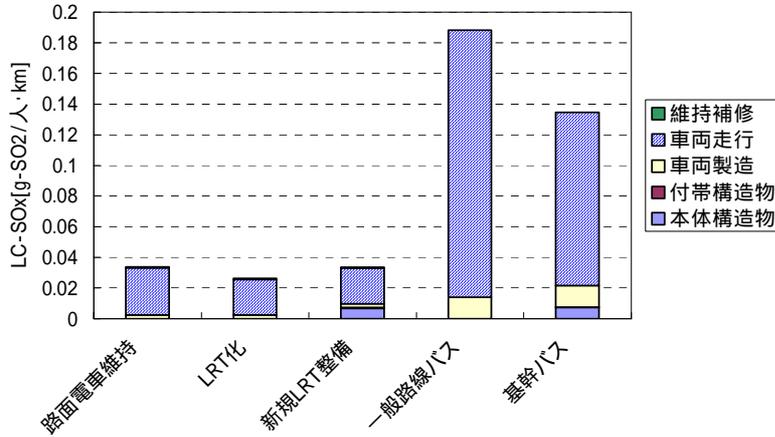
今後、自動車交通の排出量推計等について精緻化を進め、現実に適用可能な検討へと展開する予定である。

5. 引用文献

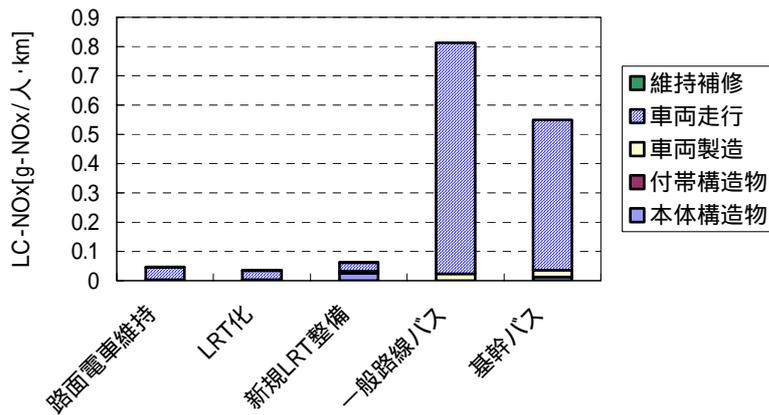
- 1) 松橋啓介 他: 第14回エネルギーシステム・経済・環境コンファレンス講演論文集, (1998), pp.67-72
- 2) 柴原尚希 他: 第31回環境システム研究論文発表会・講演集, (2003), pp.167-172
- 3) 山口耕平 他: 土木計画学研究・論文集, 18(4) (2001), pp.603-610
- 4) 日本資源協会, 日本鉄道車輛工業会, 鉄道車輛ライフサイクルエネルギーLCE検討委員会: 鉄道車両に投入されるエネルギー量検討報告書, (1996)
- 5) 中山隆 他: 新体系土木工学 68 鉄道, 社団法人土木学会, (1980), pp.211-223
- 6) 日本鉄道建設公団関東支社: 平成13年度「環境からみた鉄道整備効果に関する調査報告書」, (2002)
- 7) 大城温 他: 自動車走行時の燃料消費率と二酸化炭素排出係数, 土木技術資料, 43(11), (2001), pp.50-55

Supporting Information

SI.1 インベントリ分析結果 (SO_x・NO_x)

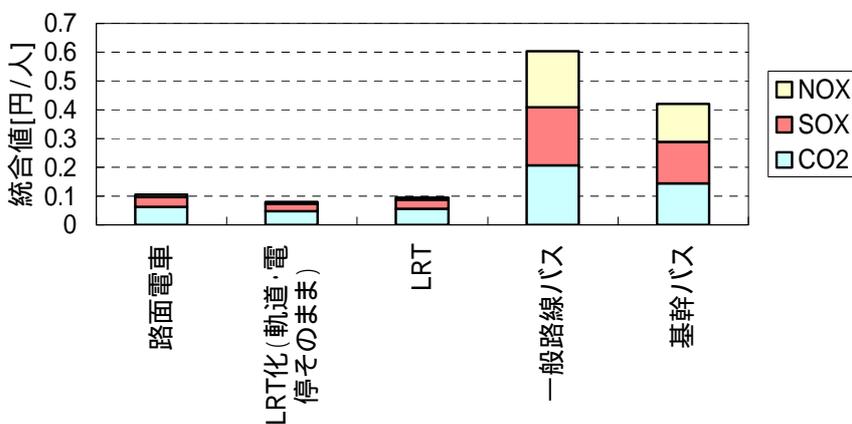


図SI-1 各輸送システムのLC-SO_x推計結果



図SI-2 各輸送システムのLC-NO_x推計結果

SI.2 統合化結果



図SI-3 LIMEによる統合化(貨幣換算)