

## LRT へのライフサイクルアセスメントの適用

名古屋大学 学生会員 渡辺由紀子  
 名古屋大学大学院 学生会員 金原 宏  
 名古屋大学大学院 学生会員 長田 基広  
 名古屋大学大学院 正会員 加藤 博和

### 1 はじめに

都市内の道路渋滞や環境悪化を緩和するとともに、中心市街地の再活性化をはかることができる新たな交通システムとして、古くからある路面電車を見直し近代化する動きが欧米で高まっており、それらは一般的に LRT (Light Rail Transit) と呼ばれる。

LRT は環境負荷の小さい交通機関であるということとは半ば常識のように言われているが、その根拠を定量的に示したものは意外と少ない。特に、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、車両の走行面だけでなく施設等のライフサイクルを考えた上で、これらが本当に環境に優しいと言えるかどうかを明らかにする必要があるが、従来そのような検討はほとんど行われてこなかった。そのため有効な方法として、ISO 14040 番台に規格化されている LCA (Life Cycle Assessment) がある。

LRT の環境負荷評価への LCA 適用は、松橋ら (1998) や山口ら (2001) により行われている<sup>12)</sup>。これらの研究では、代替交通システムとの比較は行われていない。本研究では、LRT システムのライフサイクル環境負荷を推計するとともに、地方中小都市が交通システムの改善を計画するとき、LRT と他の交通システムとを環境負荷の面から比較できるようにすることを目的とする。

## 2 LCA における仮定

### 2.1 LRT の定義

本研究では、LRT を「従来の路面電車に比べて利便性を向上させた軌道交通システム」と定義する。ここで「利便性の向上」とは、a) 専用軌道化、併用軌道内一般車両交通禁止と車両性能向上による速度向上と定時性確保、b) 鉄道線との直通によって乗り換えが不要になる、c) 低床化や駅・電停施設の改善により乗降が楽になる、d) 運行本数の増加、を指す。

### 2.2 システム境界の設定

LCA を交通システムに適用する場合には、走行段階だけでなく、車両やインフラのライフサイクルを通じた環境負荷の推計が必要となる。しかし交通システムは、一般的な工業製品と異なり、耐用年数が高い、一品生産である、外部への波及効果が大いといった問題点があるため、評価対象範囲の設定が重要となる。

本研究では対象範囲として、車両製造、車両供用(走行)、軌道部と付帯構造物、を考える。

### 2.4 シナリオの設定

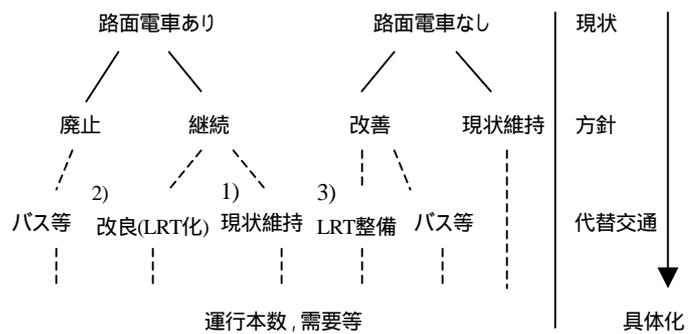


図-1 シナリオの種類

LRT 導入の対象となる街の現状や今後の方針に関するシナリオを、図-1 に示す。本稿ではこのうち、1) 路面電車の現状維持、2) 路面電車の LRT 化、3) 新規 LRT 整備の 3 つのシナリオについて、LCA を実施した結果を示す。

対象とする負荷物質は、CO<sub>2</sub>、NO<sub>x</sub>、SO<sub>x</sub> とする。

表-1 シナリオの設定

1)	路面電車の現状維持	車両や運行に係る施設や軌道はそのまま使われるので環境負荷はゼロとし、走行分を考える。軌道の維持や車両の更新も考える必要があるが、ここでは考慮しない。
2)	路面電車の LRT 化	軌道や施設はそのまま使うので、車両製造と走行を考える。場所によっては、軌道を専用化するための道路拡張や電停の改善を考える必要があるが、ここでは考慮しない。
3)	新規 LRT 整備	既存の車道上に新しく LRT を整備する。軌道や電停の建設、車両の製造、走行を考える。

### 3 推計方法

#### 車両製造

LRT 車両はステンレス製で 1 編成 20t と仮定する。原材料の構成比率は通常の鉄道車両における値と同じと考え、鉄道車両 (31.5t) への投入量を重量換算して求める<sup>3)</sup>。

原材料投入：車両数[両] × {鉄道車両への各資材投入量 [kg/両] × (LRV 重量 [t] / 鉄道車両重量 [t]) × 各原単位 [g-CO<sub>2</sub>/kg]} …… (1)

加工・製造：車両数[両] × 鉄道車両 1 両の加工・製造に要する消費電力[kWh/両] × (LRV 重量 [t] / 鉄道車両重量 [t]) × 電力の原単位 [g-CO<sub>2</sub>/kWh] …… (2)

#### 車両供用 (走行)

軌道延長[km] × 運行本数[編成] × 単位走行距離あたり電力消費量[kWh / (km・編成)] × 電力の原単位[g-CO<sub>2</sub> / kWh] …… (3)

単位走行距離あたり電力消費量は、国内の軌道運営会社への聞き取り調査を参考に、LRV は 1.5 [kWh / (km・編成)]、路面電車の車両は 2.0 [kWh / (km・編成)] とする。軌道延長は 10km と仮定する。

#### 軌道・電停建設

軌道断面図、設計図から各資材投入量が求められる。  
{各資材投入量[kg] × 各原単位[g-CO<sub>2</sub>/kg]} …… (4)

以上について、各環境負荷原単位は産業環境管理協会の LCA データベースを使用する。

各排出量 [式(1), (2), (4)より] をライフサイクルで輸送する輸送人キロの合計で除することにより<sup>4)</sup>、人キロあたりの排出量とする。ライフタイムは軌道・軌道 60 年、車両 30 年と設定する。

走行も同様に、1 日あたりの排出量 [式(3)より] を 1 日あたりの平均輸送人キロで除して、人キロあたりの排出量とする。

### 4 LC CO<sub>2</sub>の推計結果

名古屋鉄道岐阜市内線と同程度の運行本数を想定し、平成 13 年度の年間輸送人キロデータを参考に、シナリオごとの CO<sub>2</sub> 排出量 [g-CO<sub>2</sub> / (人・キロ)] を概算すると、以下の図 - 2 のようになる。

その結果、路面電車から LRT への転換は、約 17% の削減効果があることが分かる。また、いずれも走行が卓越しているため、車両の高性能化が負荷削減に有効であることが分かる。

新規 LRT 整備は、軌道・電停の建設のため CO<sub>2</sub> 排出量が多くなることが分かる。

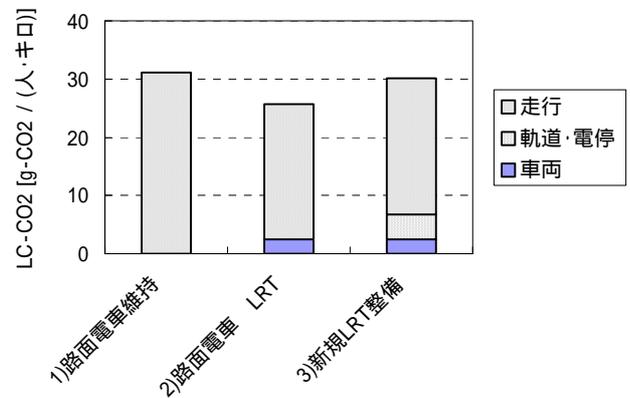


図 - 2 シナリオごとの LC CO<sub>2</sub>

### 5 まとめ

本稿では、路面電車や LRT についてのシナリオごとの CO<sub>2</sub> 排出量を LCA により求めた。結果、路面電車を LRT 化することにより CO<sub>2</sub> 排出量は減ることが分かる。しかし、実際には車両を変えただけで LRT になるのではなく、シナリオ設定で述べたように道路拡張や電停の改善といった要素も検討することが必要である。また、路面電車維持のシナリオについても、軌道・電停の維持や車両の更新を考慮に入れていく必要がある。

今後、需要や運行本数を感度分析し、さらに路線バスや基幹バスといった代替交通システムとの比較も行っていく予定である。

#### <参考文献>

- 1) 松橋啓介・森口祐一・近藤美則 (1998) 都市内交通手段としての路面電車に関するライフサイクル評価, エネルギー・資源学会, 第 14 回エネルギーシステム・経済コンファレンス講演論文集
- 2) 山口耕平・青山吉隆・中川大・松中亮治・西尾健司 (2001) : ライフサイクル環境負荷を考慮した LRT 整備の評価に関する研究, 土木計画学研究・論文集, Vol.18 no.4, pp603-610.
- 3) 社団法人日本資源協会 社団法人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 (1997) : 鉄道車両に投入されるエネルギー量検討報告書
- 4) 財団法人運輸政策研究機構 国土交通省総合政策局監修 (2004) : 平成 15 年版 都市交通年報 150p.