

# LCA泣き笑い

辻村 太郎(材料技術研究部 主管研究員)

## はじめに：LCAとの出会い

1990年ごろに地球規模の環境問題、特に地球温暖化に関する議論が各国、各所で高まり始め、私もその頃に部外の研究会などへの参加を通じて問題の大きさ、重要性を認識し始めていました。それから数年が経過して当研究所でも地球環境問題と鉄道の関わりについての勉強会が開催されるようになりました。その関わりの検討の中で、「鉄道は環境にどのような負荷をどの位与えているのか」を知る必要性が認識されました。そのための定量的な評価手法として当時広まりつつあったのがライフサイクルアセスメント(LCA)です。勉強会では、とにかく一度、鉄道を対象としたLCAをやってみようと言うことになりました。

## LCAは掛け算と足し算

LCAの最大の特徴は、製品やサービスの環境への負荷量を、それらのライフサイクル全般を通して把握しようとしていることです(図1)。製造を担当する人はコストに直結する製造段階での環境負荷に注目していましたが、使用段階や廃棄段階の環境負荷には注意を払っていない場合が多かったと思います。

LCAの手順としては、最初に、何のために、どの範囲でLCAの調査・検討を行うのかを決めます。次にデータを収集してインベントリ分析を行います。積上げ法と言われているインベントリ分析では、各ライフステージ(段階)で投入する物質やエネルギーとそれらの量をリストアップし、それらの値にそれぞれの環境負荷原単位<sup>1)</sup>を掛け合わせて、集計していく作業です。つまり、作業としては単純な掛け算と足し算です。

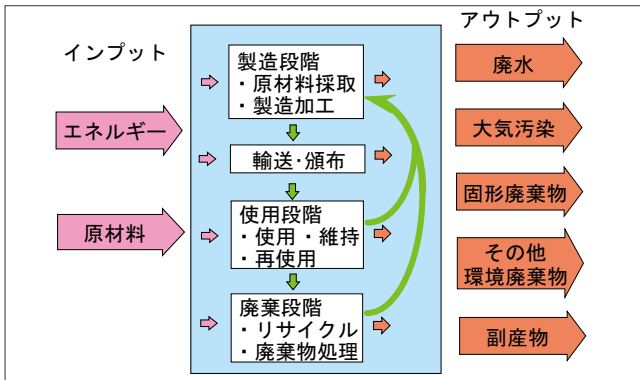


図1 ライフサイクルと環境負荷

## LCAの試み：データ集めに一苦労

手始めに0系新幹線車両のLCAを試みました。この手法の考え方は上記のように非常に単純ですが、実際に作業を進めようとする、使用している材料を全て把握することの難しさや、それぞれの材料の原単位がその当時は完備されていないことなどいくつかの課題が明らかになりました。そこで、手持ちのデータで可能な範囲で検討することを前提に、いろいろな条件を単純化しました。車両は、全体重量の約9割を占める金属材料の鉄鋼、銅とアルミニウムから構成されるとしました。また、実績を参考に生涯の走行距離は20年間で800万キロ、保守は年1回の工場入場としました。図2は、0系新幹線車両のライフサイクルでの環境負荷をエネルギー消費量で表現したものです。大まかな数字ですが、車両の走行時のエネルギー消費が全体の95%以上を占めることが示され、CO<sub>2</sub>排出量としても運用段階の比率が非常に高いことをうかがわせる結果となっています。

## インフラを含めても鉄道は低環境負荷か？

鉄道は、環境負荷が他の輸送機関に比べて小さいとよく言われています。その根拠の一つが、国土交通省のホームページなどにも出ている輸送人キロ当たりのエネルギー消費量、CO<sub>2</sub>排出量が自動車や航空機などに比較して小さいというデータです。これは、走行に要するエネルギー消費だけを取り上げた数値ですので、「鉄道はインフラ部分の負荷が大きく、それを含めると優位性はないのではないか?」といった疑問が出されていました。そこで、各種輸送機関のインフラなども含めたLCAを行いました。検討条件として、日本全体で各交通機関の単位輸送量当たりの

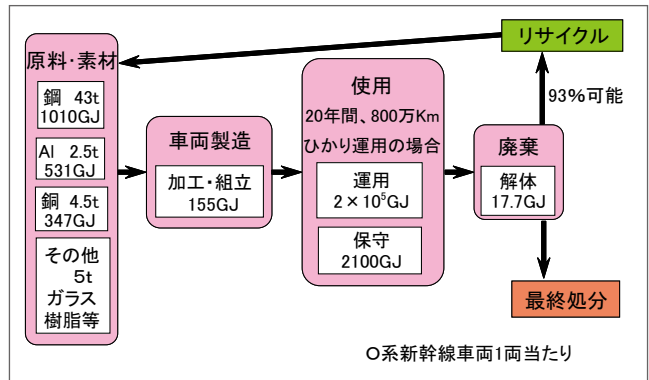


図2 0系新幹線車両のライフサイクルエネルギー

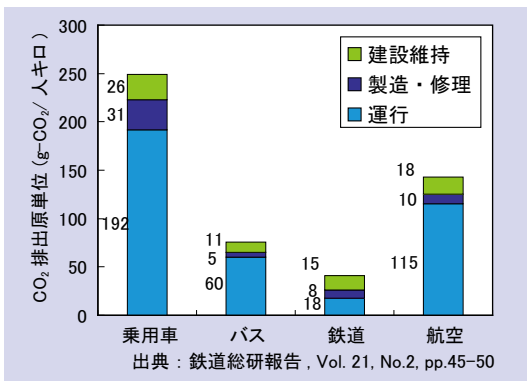


図3 旅客輸送機関のインフラを含むCO<sub>2</sub>排出原単位

CO<sub>2</sub>排出量を求めることとし、産業連関表<sup>2)</sup>や各種統計によるマクロなデータを用いました。図3に旅客輸送の検討結果を示します。軌道や構造物などのインフラや車両の製造・保守を含めても鉄道輸送の他輸送機関に対する優位性はあまり変わらないことが確認できました。ただし、個別の線区の状況、特に乗客数や省エネ車両の導入状況などによっては、インフラなどの影響が大きくなり、単位輸送量当たりのCO<sub>2</sub>排出量が大きくなることへの留意が必要です。

### 部材のミクロなLCA

LCAを行う目的の一つに、製品の比較があります。製品Aと製品Bの環境負荷の大小比較を行うのです。焼結合金とカーボン系のパンタグラフすり板の比較や、木、コンクリート、合成、鉄の各まくらぎの比較など、素材の違いによる影響の評価を行っています。すり板の場合は、相手トロッコ線の保守量の違いの影響が大きいことが分かりました。まくらぎの場合には、木まくらぎの素材として、どの木をどの位使用するかの設定や、各まくらぎの寿命をどう見積もるかなど、いくつかの課題が出てきました。いずれも現状を十分に把握し、適切な条件設定を行うことの重要性が明らかになりました。時には大胆な仮定を必要とすることもあります。

鉄道車両のLCAでは、多数の構成部品について使用されている材料の種類と量、製造工程での投入資源について把握する必要があります。調査では、車両メーカ、部品メーカ、素材メーカへデータ提供をお願いし、協力を得なくてはなりません。製造ノウハウや経営に直結するデータに類するものやメーカ自身でも把握していないデータも含まれているため、どこまで協力いただけるか、成果の公表をどのようにするかなどに配慮が必要です。それでも、結局必要なデータを得られない場合もあります。そのような時には、何らかの仮定に基づき推定を行うか、類似すると思われるもので代替します。

鉄道分野のLCAとしては、上記以外に、ジオポリマー

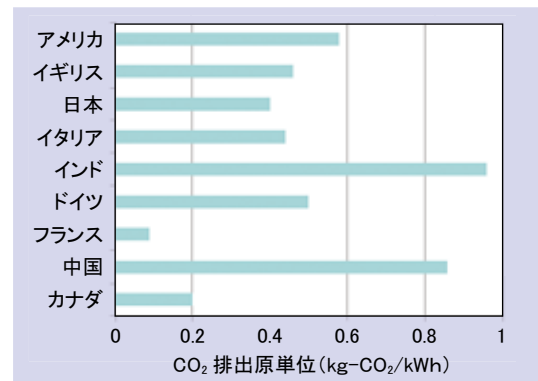


図4 各国の電力のCO<sub>2</sub>排出原単位(2005年実績)

コンクリートなどの材料レベル、構造物、軌道、電車線などの構成体レベル、線区単位の評価や新線開業や貨物駅改良の影響などいろいろなレベルでの検討を行ってきています。

### 注意：原単位は国ごとに違いますよ

我が国の鉄道システムの海外展開の推進に際しては、海外鉄道との比較が求められる場面も増えるかと思われます。海外との比較を目的としてLCAを行う際に気をつけなければならないことの一つに、国ごとの原単位の違いがあります。電車のように運行時のエネルギー消費が支配的な場合は、各国の電力のCO<sub>2</sub>排出原単位の違いが大きく影響します。図4は各国の電力のCO<sub>2</sub>排出原単位ですが、原子力発電の比率が8割にも達しているフランスや水力が6割を占めるカナダの値が低いのが目立っています。例えば、新幹線をフランスで走らせるとLCAのCO<sub>2</sub>値は、日本の約1/5になるわけです。

### おわりに

LCAはその手法自身では、統合評価の方法やリサイクルの取扱いなど完全に整理されていない事項、また使用する原単位データがまだ不十分であるなどいくつかの課題もありますが、地球環境への負荷を定量的に把握する手段として実用化が進んでいます。今後は、関係の皆様のご理解とご協力を得て、更に評価の精度を高め、地球温暖化だけではなく、生物多様性などを含む地球環境問題全般に関する評価ツールとして活用し、鉄道の更なる環境負荷低減、循環型社会にふさわしい輸送機関としての発展に貢献していきたいと思えます。

- 1) 素材・エネルギーの製造段階までの環境負荷量(CO<sub>2</sub>排出量など)。
- 2) 産業ごとの生産・販売などの取引額を行列形式にした指標。日本では総務省が中心となり5年ごとに作成。