

ライフサイクルアセスメント (LCA: Life Cycle Assessment) は、製品の一生を通して環境に与える負荷を分析、評価し、環境負荷の低減に向けて改善するための手法である。LCA は現在のところ発展段階にあり多くの課題を抱えているが、その重要性については認識されつつある。

われわれは、環境負荷項目の中の大気汚染物質である CO<sub>2</sub>, SO<sub>x</sub>, NO<sub>x</sub> の排出量を簡易に算出できる手法を開発して、製品に適用した。洗濯機では使用段階での水、洗剤の削減、カラーテレビではブラウン管のリサイクルが環境負荷低減に効果がある。

Life cycle assessment (LCA) is a technique for assessing the environmental aspects associated with a product throughout its life cycle. However, LCA itself is still under development and has many problems.

We have studied a conventional LCA methodology for evaluating emissions into the air of gases such as CO<sub>2</sub>, NO<sub>x</sub>, and SO<sub>x</sub>. This paper describes the results of applying this methodology to a washing machine and a color television set.

## 1 まえがき

地球環境問題への社会的な高まりにより、工場での生産活動の環境への配慮だけではなく、製品についても環境への負荷低減が求められている。

LCA は、製品のライフサイクル (原料採取-製造-流通-使用-廃棄/リサイクル) を通じて環境負荷を把握・評価するものである。部分的なよしあしではなく、製品生涯での総合的評価であること、大気汚染や資源効率、廃棄物量などの負荷を定量的に把握して科学的あるいは合理的にしようとすることに特徴がある。

LCA が社会的に注目されたのは、ここ数年のことで、評価手法自体は開発途上にある。また、一口に製品生涯といっても製品は数百、数万の工程を経てくるもので、その負荷を積み上げて把握するのは容易ではない。国公立研究所や工業界での努力が実り、手法や統一されたデータベースが整備されるまでにはしばらく時間を要する。

このような基本的問題を抱えているにもかかわらず、多くの企業で LCA の検討を進めている背景には、ISO (国際標準機構) で LCA の標準化が検討されており、今後の製品には LCA による評価が必須(す)になるとみていることが挙げられる。

当社では、地球温暖化の要因とされる CO<sub>2</sub> および酸性雨の起源となる SO<sub>x</sub>, NO<sub>x</sub> の排出量を製品生涯にわたり簡易に把握する方法を開発し、家電製品や OA 製品に適用した。ここではその算出方法と、洗濯機とカラーテレビへの適用結果および課題について述べる。

## 2 CO<sub>2</sub>, SO<sub>x</sub>, NO<sub>x</sub> の算出方法

購入材料の負荷および製品製造段階で投入される電力、水、ガス、石油製品ならびに使用段階で消費される電力、水、洗剤から排出される CO<sub>2</sub>, SO<sub>x</sub>, NO<sub>x</sub> の算出には平成 2 年 (1990 年) 産業連関表 (187 統合分類)<sup>(1)</sup> を用いた。産業連関表は産業と産業との出荷額統計である。これらを逆にたどっていくと部品・材料やエネルギーを生産するために投入される化石燃料に行き着く。ここではその化石起源燃料から CO<sub>2</sub>, SO<sub>x</sub>, NO<sub>x</sub> が排出されるものとした<sup>(2)</sup>。考慮した燃料種は石炭、石炭製品、原油、石油製品、天然ガス、都

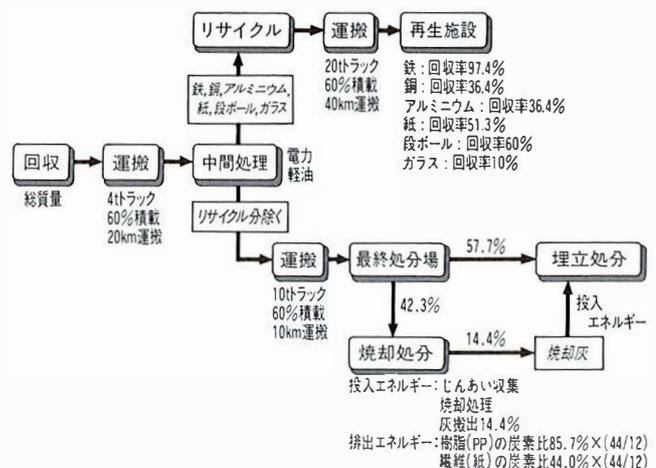


図1. 廃棄・リサイクルモデル 廃棄段階の全体モデルを示す。  
Configuration of waste process model for appliance

市ガスである。流通段階、廃棄/リサイクル段階の排出量は文献値を引用した<sup>(3)</sup>。

なお、水力、火力、原子力の発電比率は1992年の統計値から案分し、SO<sub>x</sub>の脱硫率は87%、NO<sub>x</sub>の脱硝率は28%として勘案した<sup>(4)</sup>。

各段階での算出方法を次に述べる。

### 2.1 原材料調達段階

洗濯機、カラーテレビ1台あたりに使用される材料、部品、梱包材料および取扱説明書の質量や数量から排出量を求めた。投入単位は産業連関表の物量表に準じた。

### 2.2 製造段階

製品1台あたりに使用される電力、水、石油製品などの量は、工場全体の生産額から対象とする製品出荷額との比で求めた。

### 2.3 流通段階

流通段階での算出は、輸送に用いられたトラック(軽油燃料)にかかわる排出だけを考慮した。当社の場合、各産工場から10t車で全国21か所の物流センターに直送されており、販売量で重み付けしてその平均距離を求めた。その後2t車で販売会社などに輸送される距離は20kmと一定にした。

### 2.4 使用段階

消費者が製品を使用する段階での消費項目として、洗濯機では電気、水、洗剤を、カラーテレビでは電気を計算に入れた。製品の使用条件、耐用年数についてはカタログ値や業界データを参考にした。

### 2.5 廃棄段階

廃棄については製品や都市によって処分状況が異なるが、家電製品の標準的な処理ルートに基づき図1のようなモデルを設定した。

中間処理施設の主体作業はシュレツダ処理であり、電力と軽油が使用されている。この工程で鉄、銅、アルミニウム、ガラスがリサイクル材料として回収され、その回収率を図中のように設定した<sup>(5)</sup>。紙、段ボールについては、回収ルートが異なるが、同一工程とみなして計算した。最終処分については政令指定都市の処分比率を参考にし<sup>(6)</sup>、運搬、焼却および埋立てに際して投入されたエネルギーと、紙・プラスチックの焼却にかかわる直接排出量から求めた<sup>(7)</sup>。

### 2.6 リサイクル段階

廃棄段階で回収されたリサイクル材料は、マテリアルリサイクルとして素材製造の中間工程に投入される。その際、省略された投入エネルギーの低減分をエネルギー還元率とすると「素材製造にかかわる負荷×中間処理場での素材回収率×エネルギー還元率」がリサイクルによる負荷低減分であり、全ライフサイクルの排出量から減じた。

## 3 算出用のフォーマット

製品の環境負荷対策は、源流である設計段階で織り込む必要があり、当社は設計者がだれでも簡単に短時間で環境負荷を把握できるツールを目ざしている。そこで、あらかじめ産業連関表を解き、2章で述べた考えかたに基づいてCO<sub>2</sub>、SO<sub>x</sub>、NO<sub>x</sub>排出原単位を算出し、それを記載した表計算プログラムを作成した(図2)。これにより簡単に製品1台当たりの使用量を代入すれば、大気系の排出量を求めることができ、種々の分析結果がグラフ出力される。

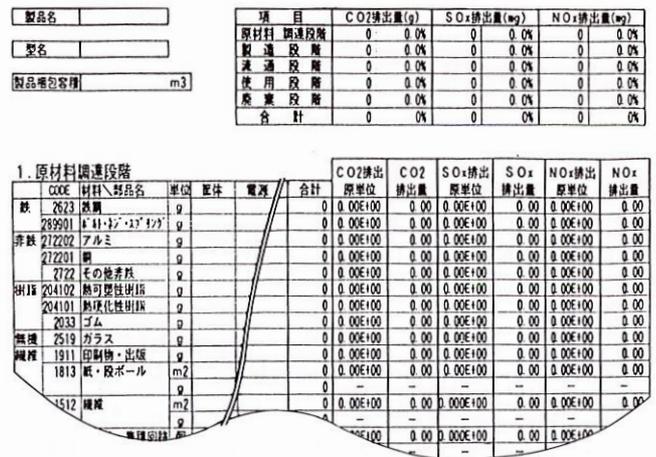


図2. 排出ガスの簡易算出フォーマット パソコンを用いて排出量が容易に求められることができる。  
Conventional emission gas calculation format

## 4 適用例

洗濯機とカラーテレビに適用した例を紹介する。

### 4.1 洗濯機

洗濯容量6kgの従来型(AW-60G5)と1994年9月発売の節水型(AW-60X7)——定格容量70%での使用水量が177Lから92Lへ——2機種 of 全自動洗濯機について、製品ライフサイクルでのCO<sub>2</sub>、NO<sub>x</sub>およびSO<sub>x</sub>の算出結果を図3に示す。ユーザでの使用条件は1日1回洗濯し、9年間使用(耐用年数)するものとした。いずれの機種も使用段階での負荷が大きくCO<sub>2</sub>、NO<sub>x</sub>の場合で70~80%、SO<sub>x</sub>では50%を占める。トータルの排出量では、節水型は従来型に比べてCO<sub>2</sub>が27%、NO<sub>x</sub>が22%、SO<sub>x</sub>が13%低減されている。使用段階でのCO<sub>2</sub>の排出比率を100とした場合には洗剤、水、電気がおのおの37%、49%、15%削減され、全体では約40%のCO<sub>2</sub>が低減されている。メーカーが水・洗剤の使用量削減に努力してきたことが環境対策のポイントであったことがわかる。

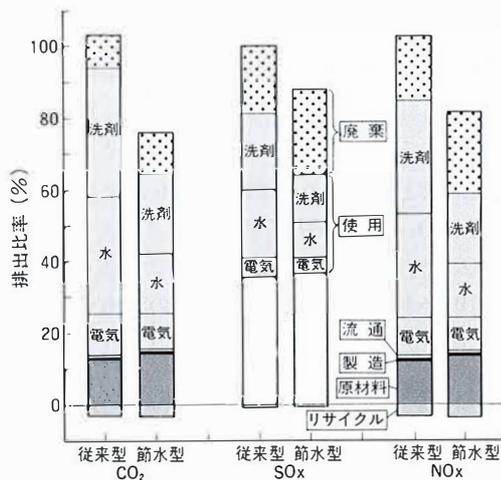


図3. 洗濯機のLCA結果 使用段階での負荷が大きい。  
Results of LCA for washing machine

なお、当社ではさらに節水したタイプの洗濯機(AW-60X8P)を1995年11月に発売している。

#### 4.2 カラーテレビ

32型(32W30ME)のワイド型カラーテレビを対象にして算出した。こん包材を含めた製品質量は約60kgで、このうち51%をブラウン管が占め、各排出量の比率も約30%になる。そこで、負荷の大きいブラウン管のガラスのリサイクル効果をシミュレーションした(図4)。前提条件として、ガラス以外は現状のリサイクル率のままとし、廃棄状況は

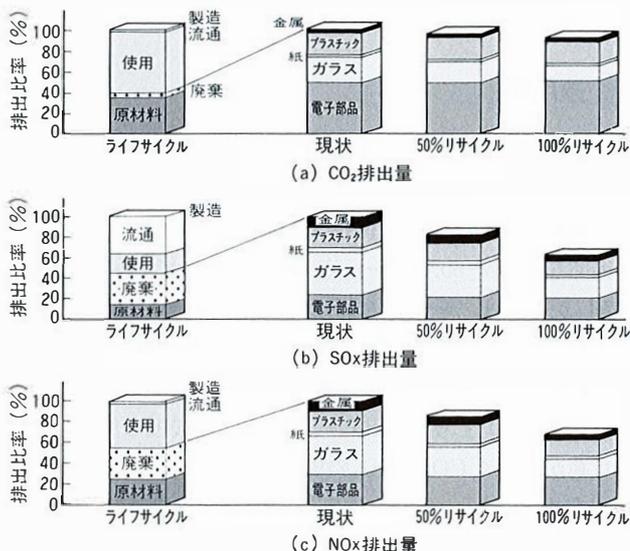


図4. ブラウン管のリサイクルによる負荷削減効果 SOx, NOxの削減効果が著しい。

Emission gas reductions resulting from glass recycling

前にモデル化した処分比率を用いた(現状は中間処理後はすべて埋立処理としている)。ブラウン管のリサイクル率を変えた場合には原材料と廃棄の負荷が低減される。特にSOx, NOxの効果が大きく、100%リサイクルした場合には現状に比べて、おのおの45%, 33%削減できる。

今後は、他の材料のリサイクル推移を加味したりサイクルの効果について分析していく。

## 5 あとがき

LCAは、製品のライフサイクル全体の環境負荷量を定量的、科学的、客観的に評価する手法である。このためには科学的、数量的に測定された環境負荷データが必要となる。しかし、現実には“データの質”の問題や“データ収集”の困難性あるいは“環境への影響”をどのように評価するかなど多くの課題がある。一般的に実施されているLCAは、その一つのステップであるインベントリー(LCI)の段階に留まっている。次のステップとなる環境へのインパクト分析を含むLCAを実施するには一企業だけでは限界がある。しかしながらグリーン調達やエコラベルなど環境に調和した製品開発への要求はますます強まっており、社内/外の役割範囲と産業間の分担を明確にしてデータベースの構築を図る必要がある。当社としても、データの蓄積により製品開発の指標として充実させていく。

## 文献

- (1) 平成2年(1990年)産業連関表:総務庁,(1994年3月)
- (2) アジアのエネルギー利用と地球環境:科学技術庁,(1992)
- (3) 稲葉 敦,他:冷蔵庫のライフサイクルインベントリー,環境管理,31,7,pp.91-97(1995)
- (4) 外岡 豊:人工源排出の全体構造,公害と対策,26,14,pp.33-41(1990)
- (5) 米踏科学技術協会,エコマテリアル研究会:環境負担性評価システム構築のための基礎調査研究,p.110(1994)
- (6) 日本電子工業振興協会:社会・環境システムに関する調査研究報告書,p.45(1995)
- (7) 資源協会:家庭生活のライフサイクルエネルギー,p.365(1994)



加賀見 英世 Hideyo Kagami

研究開発センター 環境技術研究所研究主幹。  
材料応用技術, LCAの開発に従事。  
日本金属学会, 腐食防食協会会員。  
Environmental Engineering Lab.



竹山 典男 Norio Takeyama

研究開発センター 環境技術研究所研究主務。  
塩素系有害物質の無害化技術, LCAの開発に従事。  
エネルギー・資源学会会員。  
Environmental Engineering Lab.