

# LCA効率化の取り組み

金沢 淳一 佐藤 伸行

LCA (Life Cycle Assessment) は、製品の環境負荷の定量評価が可能なことから注目されている。しかし、評価に使う環境負荷データの収集に膨大な作業時間がかかることから普及が遅れている。

この作業時間を短縮するため、容易にアクセスできる社内外のデータベースを利用し、LCAの環境負荷データを算出する“効率的なLCA”の手順確立を図った。

## 従来の製品環境負荷評価法と問題点

製品は、生産段階から廃棄段階に至る長期にわたるライフサイクルにおいて、環境に影響を及ぼしている。環境への影響の少ない製品を提供するためには設計段階において省エネ・省資源・リサイクル性・有害物の含有など、製品のライフサイクル全体にわたる環境負荷を評価し、可能な限り改善することが必要である。

このため、当社など電気・電子製品製造メーカーでは、設計段階で環境負荷を評価する方法として「製品アセスメント」を導入している。これは、現在の設計機種と従来機種とを、設定された評価項目（減量化・省エネ・リサイクル性など）について比較することにより、環境負荷の改善度を評価するものである。しかし、評価は評価項目ごとの相対比較方式であるため、次の問題がある。

- (1) 製品のライフサイクルにおけるどのステージでの環境負荷が最大か、という分析ができない。そのため効率的な対策が打ちにくい。
- (2) 評価データは相対値で示されるため、対象製品以外（たとえば社外製品）との比較ができない。

このような製品アセスメントの欠点を解消する方法として注目されているのがLCAである。

LCAは製品のライフサイクルにおける環境負荷（たとえば、CO<sub>2</sub>排出量）を定量評価する方式であるため、前述の製品アセスメント制度の問題が解決できる。

## LCAの問題点

LCAは図1の流れに従って実施する。

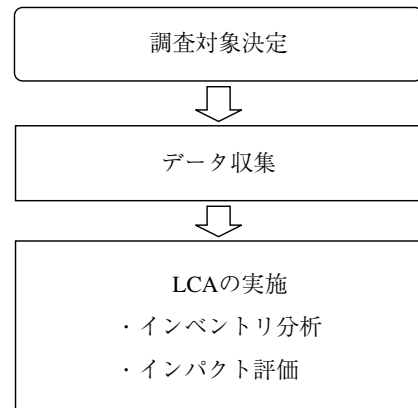


図1 LCA実施の流れ

調査対象を決定した後「データ収集」を行うが、この工程では、LCAに必要な環境負荷データを社内外から集め、これをLCAが可能な形式に集計する。

「LCAの実施」工程では、集計したデータをもとに、インベントリ分析とインパクト評価を行う。インベントリ分析ではライフサイクル中における環境負荷データ、すなわち、インプットデータ（投入エネルギーや資源消費量）あるいはアウトプットデータ（環境負荷物質の排出量）をライフサイクル全体にわたり算出する。また、インパクト評価では、インベントリ分析で得られた結果を「地球温暖化」や「オゾン層破壊」などの環境影響項目に分類し、各項目ごとに環境影響の程度を評価する。

LCAの考え方は1960年代から始まり、1997年にはLCAの国際規格であるISO14040が発行され、基礎が固まった。しかし、その後の普及は遅れているのが実情である。これは

- ① LCA理論が難解のため、評価を実施できるレベルまで理解することが困難であること
  - ② 膨大な環境負荷データを収集・作成するために膨大な作業が必要なこと
- という問題があるためである。

まず、①の問題について、LCAを普及させるためには、設計者が設計段階で容易に実施できることが重要である。しかし、前述のインベントリ分析やインパクト評価が難解なため設計者がLCAを理解し実行することが容易でないということがLCAの普及を妨げてきた要因の一つである。しかし、最近インベントリ分析やインパクト評価をソフト化した「LCAソフト」が充実してきており、これを使用することにより難解な部分を理解しなくてもLCAを実施することが可能となってきている。このため、今後、この問題は解決していくものと思われる。

次に、②の問題について説明する。たとえば、沖電気の主要製品であるATM（現金自動預け払い機）は部品数が1万点を超え、しかも、その多くが購入品である。製品のライフサイクルの環境負荷を評価するためには、これら購入部品の製造時に排出する環境負荷も考慮しなければならない。このためには、1万点の部品のデータを収集し環境負荷を集計するが、この作業に膨大な作業時間を必要とするという問題がある。つまり、LCA普及の障害となるのはLCA自体ではなく、準備段階である「データ収集」であるといえる。

この問題を解決するには、LCAのデータ収集作業を改善し、作業時間を削減することが必要である。次にこの具体的な取り組みを紹介する。

### LCA効率化への取り組み

地球温暖化は世界最大の環境問題でCO<sub>2</sub>の増加が原因とされている。ここでは、製品からのCO<sub>2</sub>排出量算出を例にとり、一般的なLCAの実施手順を説明する。

LCA手順では、最初に製品のライフサイクルを表1のステージ<sup>1)</sup>に分割する。次に各ステージにおけるCO<sub>2</sub>排出源を洗い出し、これに関わるエネルギー消費データなどを収集・集計し、LCAソフトに入力する。LCAソフトは内

部に換算係数（LCAでは原単位という）を内蔵していて、入力されたデータをCO<sub>2</sub>排出量に自動的に換算し集計する。

表1の中で製造、物流、使用、廃棄のステージは社内で把握できるため、これらに関わる入力データの入手は容易である。

これに対し、前工程ステージにおける素材や部品など購入品の製造エネルギーデータは、購入品メーカーから入手する必要があるが、これは現実には困難で、一般的には購入価格や質量などのデータから換算係数を利用しCO<sub>2</sub>排出量を推定する方法が採られる。

従来、このために必要なデータは人手作業により社内外の関連部門から収集し、LCAに必要な形式に集計していた。そのため、多くの作業時間を要していた。

そこで、LCAの実行者がネットワークにより、容易にアクセスできる社内外のデータベースからデータを収集し、また、表計算ソフトを有効利用することによりこのデータをLCAに必要な形式に集計した。この結果、購入品に関するデータ収集・集計時間が大幅に短縮した。以下にその詳細を説明する。

#### (1) 購入部品からのCO<sub>2</sub>排出量推定方法

沖電気ではさまざまなデータベースをネットワークで結び、各地区の営業、設計、購買、製造などの部門で相互に利用している。そのデータベースの一つに「部品情報データベース<sup>2)</sup>」がある。

このデータベースには、部品ごとに

- 部品管理情報  
管理番号、品名、型式、製造者、購入価格 他
- 部品技術情報  
管理番号、機能、質量、形状、寸法 他

表1 製品ライフサイクルとCO<sub>2</sub>排出源

ステージ	ステージの範囲	主なCO <sub>2</sub> 排出源
前工程	素材、部品、半製品等の購入品をいい、次のステージに搬入されるまでの範囲	購入品製造工場のエネルギー消費
製造	工場内での加工、組立、検査、輸送、梱包、出荷を行う段階	社内製造工場のエネルギー消費
物流	製品をユーザに届けるまでの段階	搬送トラックのエネルギー消費
使用	消費者が製品を使用する段階。メンテナンスにかかる燃料消費や使用に際し必要とする消耗品のライフサイクル環境負荷を含む	製品の電力消費
廃棄	使用済みの製品を廃棄する段階。使用済み製品の回収、分解までを対象とする	廃棄に係わるエネルギー消費

などの情報が記載されている。

一方、調査対象となる製品の「構成部品表」には製品に関する次の情報が記載されている。

- 製品に使用される全部品の名称と管理番号
- 数量

表計算ソフト上で、この「構成部品表」と「部品情報データベース」を結合し、必要な情報を選択すると、たとえば、表2の結果が得られる。

表2 購入部品の価格・質量表

管理番号	部品名	数量	部品質量 (kg)	部品価格 (円)
123-0001	コネクタA	1	0.001	5
123-0002	コネクタB	1	0.002	6
125-0001	抵抗A	2	0.0005	1
125-0002	抵抗B	1	0.0005	2

部品の点数が少ない場合は、表2の結果をそのままLCAソフトに入力すれば、ソフトは内蔵の原単位（換算係数）を使用してCO<sub>2</sub>排出量に換算する。しかしながら、部品数が1万点以上あるような製品では、この入力作業は非現実的である。このような場合は部品を品種別に層別しインプット数を減らしてから入力することが効率的である。効率的に部品データの品種を確認し分類するため、部品に付与されている管理番号を利用した。

購入部品の管理番号は次の形式で定義されている。

123-4567

最初の3桁はこの部品を機能別に分類するもので、この物品が構造用部品なのか、あるいはコネクタなのか、構造用部品の場合でもネジ類か、ばね類なのかを示している。管理番号は部品ごと独立しているため、このことを利用すると部品を自動的に品種別に層別できる。表計算ソフトを使用し、表2をコネクタやICなどの品種別に層別すると表3の結果となり、このデータをLCAソフトへ入力すると購入品のCO<sub>2</sub>排出量を算出できる。

表3 購入部品の層別結果（製品1台につき）

品種	総個数	総質量 (kg)	価格合計 (円)
コネクタ	200	1.2	1000
IC	100	0.5	10000
抵抗	2000	0.1	2000
コンデンサ	2000	0.1	3000

## (2) 購入素材からCO<sub>2</sub>排出量推定方法

鉄やアルミなどの購入素材からのCO<sub>2</sub>排出量も購入量などから推定する。購入素材に関する情報は工場の「生産情報データベース」に保存されており、このデータもネットワークにより入手することができる。たとえば、切削加工や成形加工については、加工する部品ごとに

- 素材の種類
- 素材の質量（歩留まり分含む）

のデータが記載されている。

このデータベースから表計算ソフトを利用し、必要な情報を選択後、鉄やアルミなどの素材ごとに層別すると表4ができる。これを購入素材のLCAソフト入力用データとして利用する。

表4 製品に必要な素材量/台

材料名	使用量(kg)
ステンレス	10
銅	5
アルミニウム	3
ポリエチレン	0.5

以上の方法で、購入品に関するデータ集計作業時間が短縮され、LCAの効率化が実現できる。次に、この方法を応用した事例を説明する。

## LCA実施例

製品からのCO<sub>2</sub>排出量を評価するため、社内外のデータベースとLCAソフトを利用し、LCAのインベントリ分析を実施した。この例を説明する。

<前提条件>

- 対象製品  
ATM（現金自動預け払い機）の新旧2機種を比較した。構成部品数は各々1万個以上。
- 使用したLCAソフト  
JEMAI-LCA（産業環境管理協会）
- 評価対象環境負荷項目  
CO<sub>2</sub>のインベントリ分析

<LCA実施手順>

- 製品のライフサイクルを、表1のステージを基準に区分する。
- 各ステージにおけるエネルギー消費量などのCO<sub>2</sub>排出量を調査し、製品1台あたりに換算する。
- 上記データをLCAソフトに入力しCO<sub>2</sub>排出量を算出・集計する。  
調査した各ステージのCO<sub>2</sub>排出量は次の通りである。

### (1) 「前工程」ステージでのCO<sub>2</sub>排出源

このステージでは沖電気が購入している素材・部品を対象とした。CO<sub>2</sub>排出源は、製造メーカーがこれらの製造時に消費する電力や化石燃料に関わるものである。対象製品の部品数が1万個以上ある上、これら環境負荷データを製造メーカーから入手することは困難である。そのため、ここでは、前述のデータベースを利用し、素材や部品の購入価格や質量からCO<sub>2</sub>排出量を推定する方法を採った。使用した原単位と社内のデータベースは表5の通りである。

表5 使用した原単位とデータベース

	原単位	データベース
素材	LCAソフト内蔵の原単位	生産情報データベース
部品	産業連関表利用のCO <sub>2</sub> 排出量原単位	部品情報データベース

(注記)「産業連関表を利用したCO<sub>2</sub>排出量原単位」は、国立環境研究所・京都大学発行の「産業連関表によるエネルギー・二酸化炭素排出量原単位 '95」をインターネットから入手し、LCAソフトにインプットした。

### (2) 「製造」ステージでのCO<sub>2</sub>排出源

製品製造段階での主なCO<sub>2</sub>排出源は自社工場で使用する電力や化石燃料の消費である。製品の生産数量と工場全体の電力および化石燃料消費量を調査し、製品1台あたりに配分した。

### (3) 「物流」ステージでのCO<sub>2</sub>排出源

製品輸送段階の主なCO<sub>2</sub>排出源は工場から目的地まで製品を運搬するトラックの燃料消費である。運搬トラックの走行距離、搭載台数、燃費を調査し、製品1台あたりに配分した。

### (4) 「使用」ステージでのCO<sub>2</sub>排出源

製品使用段階における主なCO<sub>2</sub>排出源は製品稼働中の消費電力に係わるものである。その他メンテナンス車の燃料消費も考慮した。これらのエネルギー消費データを製品1台あたりに配分した。

### (5) 「廃棄」ステージでのCO<sub>2</sub>排出源

廃棄段階の主なCO<sub>2</sub>排出源は使用済み製品回収用運搬トラックの燃料消費や、分解工場での電力消費、化石燃料消費、分解工程以降の粉碎、埋立て工程でのエネルギー消費に係わるものがある。

ここでは、廃製品回収用運搬トラックの消費燃料と分

解工場のエネルギー消費を対象とした。これらを調査し製品1台あたりに配分した。

なお、沖電気のATMリサイクル率は96%を超えていることから分解工程以降のCO<sub>2</sub>排出量は無視した。

### (6) LCA結果

以上から、図2のLCA結果(インベントリ分析結果)が得られた。この図から、ATMのCO<sub>2</sub>排出量は「使用時」に最も多く、「消費電力の削減対策」が、最も効果あることがわかる。

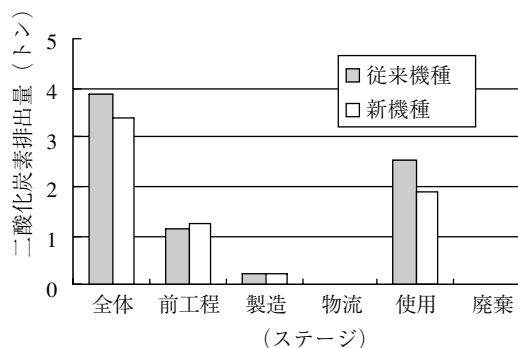


図2 ATMのLCA結果

## まとめ

LCAはその利点にもかかわらず、「評価に使う環境負荷データの収集・集計時間が膨大」という理由で普及が遅れている。その解決策として、ネットワークにより容易にアクセスできる社内外のデータベースを利用し、LCAの環境負荷データを算出する“LCAの効率化”を試みた。この結果、簡易LCAの実施手順を、ほぼ、確立できた。



## 参考文献

- 1) JEMAIプログラム 実施ガイドブック, (社) 産業環境管理協会
- 2) 姫野, 及川: インターネット時代の電子機器製造業の情報武装, エレクトロニクス実装技術, Vol.16 No.10, 2000年10月

## 筆者紹介

金沢淳一: Junichi Kanazawa. コーポレート 地球環境部  
佐藤伸行: Nobuyuki Sato. システムソリューションカンパニー システム機器事業部