

# コニカ製品の LCA 評価

産業連関表を利用した評価手法の適用

Life Cycle Assessment of Konica Products through the Adaptation of Input-Output Table Methodology

長岡 晋作\*

Nagaoka, Shinsaku

Life cycle assessment (LCA) is an effective and increasingly popular tool that allows quantitative evaluation of the environmental burden of a product or service during its life cycle. We carried out an LCA of the CO<sub>2</sub> emissions of a wide variety of Konica products. In conducting LCA of Konica products, we have made efficient use of an input-output table methodology that is especially appropriate to situations in which the acquisition of data is difficult. That methodology is presented here.

## 1 はじめに

近年、さまざまな環境問題がクローズアップされてきており、それにともない、世の中の環境に対する関心はますます高まってきている。メーカーは、さまざまな製品を世の中に送り出しており、コニカも例外ではない。メーカーにとって、製品がもたらす環境負荷の大きさを見積もることは重要な関心事となってきた。製品の環境負荷を表す方法として、従来は「地球に優しい」「環境に配慮した」といった定性的な表現が使われていたが、最近では一歩進んで定量的に環境負荷を把握しようという動きが盛んになっている。その方法の一つとして LCA (ライフサイクルアセスメント) があり、現在、LCA は環境分野におけるポピュラーな手法の一つになっている。しかしながら、LCA では基本的な考え、枠組みはできあがっているものの、具体的な実施方法については決まった方法はなく、いざ実施しようとするときさまざまな問題点、疑問点にぶつかるのが現状である。

本報告では、コニカにおける LCA 手法の適用方法について述べるとともに、コニカの主要製品に対する LCA 評価結果を紹介する。評価の対象とした環境負荷は、温暖化ガスとして内外で重要視されている二酸化炭素 (以下、CO<sub>2</sub> と記載) の排出量である。CO<sub>2</sub> 排出量の削減は、コニカ環境方針の柱の一つである地球温暖化防止対策の要であり、そのための必要なデータの提供が今回の評価における目的の一つでもある。

なお、本報告中の各種データ、評価結果は、コニカにおける LCA 推進プロジェクトチームである KLCA-PT の活動成果であり、PT メンバーの成果によるものであることを前もってお断りしておく。

## 2 LCA 分析手法

### 2.1 LCA の概要

LCA とは、製品のライフサイクル、すなわち、資源の採取から製造、使用、リサイクル・廃棄の全ての段階

にわたって環境に対する影響を定量的に評価する手法であり、Fig. 1 に示す枠組みが ISO14040 で規定されている。

LCA 実施にあたり、最初に行われるのが「目的と範囲の設定」であり、どういう評価を行うかを明示するとともに前提条件や制約条件を設定する。それによって評価結果の適用や解釈の範囲が決まる。

「インベントリー分析」は、LCA の中心となる部分であり、環境負荷項目とそのデータを実際に扱う所である。「環境影響評価」では、インベントリー分析の結果を用いて、製品の持つ潜在的な環境影響を評価する。

「結果と解釈」は、LCA の目的と範囲に合わせて、インベントリー分析、および、環境影響評価からの知見をまとめる部分であり、これにより、製品の改良や改善を効果的に行うためのポイントが明らかになる。

「報告」、「クリティカルレビュー」は、それぞれ、報告書の作成、検証の実施に相当する部分であり、これにより、LCA 評価に客観性が与えられる。

これらは、一連の ISO14040 シリーズ<sup>1)</sup>として規格がまとめられている。

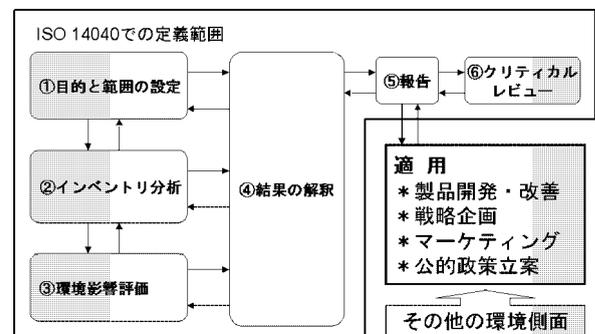


Fig.1 Life cycle assessment

\* コーポレートラボラトリーグループ 環境安全推進室

## 2.2 LCA と産業連関表

インベントリ分析を行うにあたって、データの収集が必要となるが、その方法には以下の2つがある。

- ・積み上げ法
- ・産業連関法

積み上げ法は、ライフサイクルに含まれるプロセスを詳細に検討し、その名の通りデータを一から積み上げていく方法である。したがって、理解しやすく、かつ、精密な分析が可能であり、正統な手法といわれている。反面、全てのプロセスを完全に調べ上げるのは、時間、費用、データの入手可能性から現実的には不可能に近く、どうしても調査範囲を狭めざるを得ない。特に、他企業のデータは入手が困難である。そのため、検討から漏れるプロセスが少なからず出てくることになり、過少評価となる。さらに、データ調査には大変な労力が必要であり、データの品質を揃えることも極めて難しいというのが現実である。

一方、産業連関法は、一般的に簡便法といわれている手法であり、細かいプロセスを追求することなく、財・サービスの取引関係を表した産業連関表<sup>2)</sup>を利用して直接排出量を推計する方法である。産業連関表とは、一国の経済において1年間に行われた財・サービスの産業間の取引金額を全ての産業について統一的に把握し、行列で一覧表にしたものであり、日本では5年毎に発行されている。Fig. 2 にそのイメージを示す。

(供給部門) ↓	中間需要			最終需要			需要合計	輸 入 (控除)	国内 生産 額
	製造業 1	製造業 2	製造業* 3	消費	投資	輸出			
商品A	100	300	500	0	100	0	1000	0	1000
商品B	50	180	320	50	200	0	1100	0	1100
* 中間投入									
商 業	10	25	40	0	50	0	125	0	125
運 賃	15	30	35	0	20	0	100	0	100
粗 付 加 価 値									
雇 用 保 険	2	3	5						
営 業 余 剰	8	12	15						
* 国内生産額	185	550	915						

単位：千円

産業連関表  
(生産者価格評価表)

Fig. 2 Sample input-output table

産業連関表を利用することで、財・サービスの生産における間接的な波及効果を漏れなく把握することができる。しかし、存在する全ての財・サービスが400~500種類に分類され、その平均データとしてまとめられているため、個々の財に関する精度の高い分析は難しいといえる。ただし、一般的な財のデータとして用いるのであれば、十分有効なデータとなり得る。また、データの品質が揃うことで、首尾一貫性を持たせた分析が可能になるという利点もある。産業連関法を用いた実施例としては、<sup>(註)</sup>日本事務機械工業会による仮想アナログ複写機への適用例<sup>3)</sup>がある。

## 3 コニカ製品の LCA 評価

### 3.1 環境負荷の選定と対象製品

コニカ製品の LCA 評価を実施するにあたり、扱った環境負荷は CO<sub>2</sub> 排出量とし、コニカの全事業領域にわたる以下の製品群について LCA 評価を実施した。

- ・カラーネガフィルム
- ・カラーペーパー
- ・カラー現像処理用処理剤
- ・インクジェットペーパー
- ・X線フィルム
- ・X線フィルム用処理剤
- ・レンズ付きフィルム
- ・APSカメラ
- ・デジタルカメラ
- ・デジタル複写機
- ・カラーフィルム用自動現像機
- ・カラーペーパー用プリンタプロセス
- ・印刷感光材料用自動現像機
- ・X線フィルム用自動現像機
- ・液晶パネル用 TAC ベース
- ・CD用プラスチックレンズ

### 3.2 インベントリ分析

インベントリ分析において、適用した基本的な分析方法は次のとおりである。

購入原材料等のデータ入手が困難な部分については産業連関法を適用し、製造、輸送、使用等のデータが入手できる部分は、プロセスを詳細に検討することでエネルギー消費量や廃棄物量等のデータを収集し、積み上げ法を適用した。

輸送は、実際の物流データをもとに一定の輸送モデルを作成することで消費する化石燃料の量を算出し、CO<sub>2</sub> 排出量を見積もった。

廃棄は、焼却と埋め立てに分け、焼却については正確なプロセス、データが不明なため化学量論的に CO<sub>2</sub> 発生量を計算し負荷データとし、埋め立てについてはモデルを設定し産業連関法を適用した。

リサイクルは、内部的にリサイクルされるものは実際のプロセス、データに基づいて負荷を計算し、外部リサイクルされるものは、公表されているリサイクルデータ、例えば、古紙利用促進センターの段ボールのリサイクル率等を元に負荷を見積もった。

インベントリ分析で使用する各種材料の CO<sub>2</sub> 原単位には、東芝エンジニアリング株式会社の LCA ソフト「Easy LCA Ver.3」<sup>4)</sup> に実装されている平成7年(1995年)産業連関表に基づくデータを用いた。個々の材料の分類は、「日本標準産業分類」<sup>5)</sup> を参考にし、産業連関表の該当する材料コードにあてはめた。Easy LCA の特徴として、産業連関表の部門分類が、部門品目別生産額

表にしたがって約 2700 に細分化されており、ある程度精密な分析が可能になっていること、さらに、価格あたりの負荷データに加え、重量、容量、個数等の物量単位に換算されたデータが作成されていることがあげられる。物量単位のデータを用いることで、取引金額がベースである産業連関法の避けられない問題点の一つの価格変動による負荷の変動をある程度排除できる。

今回の評価にあたっては、データはできる限り重量、容量、個数等の物量単位で収集した。ただし、複写機、処理機等の機器分野については、データ点数が膨大であり重量データの収集が大変であることを考慮し、価格データを採用している。

### 3.3 データ収集範囲とカットオフ

データ収集範囲は、実際の生産に係る部分とし、研究開発、人の活動に係る部分は範囲外とした。大量生産される製品では製品 1 単位あたりへの影響は少ないと判断した。

また、購入原材料等で品目数が多いものについては、使用量、単価の両方を考慮し、一部で 1% 以下のものを省略するというカットオフを適用している。

### 3.4 生産エネルギーの配分

#### 3.4.1 コージェネレーションの扱い

コニカの主要な生産拠点の一つである東京事業場日野では、省エネルギー施策の一環としてコージェネレーション設備を導入しており、製品の製造にはその設備で生み出された電力、蒸気(熱)の 2 次エネルギーを使用している。コージェネレーションは、購入電力、購入ガスを燃料として運転されているので、使われた 2 次エネルギーを 1 次エネルギーである購入電力、購入ガスへ換算することで、製造過程におけるエネルギー負荷を見積もった。東京事業場日野におけるコージェネレーション設備の平均発電効率は 30%、平均排熱利用効率は 50%、平均総合効率は 80%なので、

全購入電力量：A

全購入ガス量：B

生産工程の使用実績に基づく電気配賦率：a

生産工程の使用実績に基づく蒸気配賦率：b

とすると、各生産工程におけるエネルギー負荷は、

購入電力使用量 =  $A \times a$

購入ガス使用量 =  $(B \times 3/8 \times a) + (B \times 5/8 \times b)$

という計算で求めることができる。

#### 3.4.2 製品単位への配分

各生産工程におけるエネルギー負荷が求められたところで、次は、具体的な製品あたりのエネルギー負荷を算出する必要がある。生産工程では、設備・装置を効率的に運用するために一つの工程を何種類もの製品でできる限り共通に使用しているが一般的であり、そのため、次のようにエネルギーの配分を行った。

該当製品の使用エネルギー

= 各工程の総エネルギー × 該当製品の工程占有率

工程占有率とは、その工程の一定期間の稼働時間と該当製品の製造に使用された時間との比率、もしくは、その工程における全生産量に対する該当製品の生産量との比率である。

### 3.5 生産設備の扱い

LCA 評価における生産設備の扱いについては、一般的にはその耐用年間における総生産量と、設備の製造・維持に要する総負荷量を求めることで単位生産あたりの負荷量を見積もることができる。ただし、通常、設備の更新や改良、生産品種の変更等が発生するのが常であり、その場合、製品あたりの負荷量の見積もりは大変複雑になる。また、生産設備は長期にわたって使い続けているため、かなり昔にさかのぼってデータを集める必要があり、正確なデータを入手するのはしばしば困難をとまなう。

こういった問題を回避するために、今回、経理データの一部である減価償却費を元に負荷の見積もりを行った。具体的には、各製造工程毎の年間の減価償却費を、上述の生産エネルギーの配分と同様の方法で製品あたりに配分した。さらに、設備を対応する産業連関表コードにあてはめることで CO<sub>2</sub> 排出量を算出した。減価償却の考え方は、償却費用は年次で変化するため、このような方法では同じ設備であっても新しい設備と古い設備では負荷の量が異なることになる。しかし、一つの製品を一つの設備で生産することはなく、さまざま、かつ、新旧入り交じった設備を使って生産しているのが現実であり、その場合、減価償却費の年次変動はあまりない状態になる。このような現実を考慮して減価償却費を利用することに問題はないと判断した。ただし、新規事業の立ち上げ段階の生産等にこの方法を適用するのは問題が大きいことを念頭に置いておく必要がある。その場合、何らかの修正が必要であろう。

## 4 LCA 評価結果

各製品の LCA 評価により算出された CO<sub>2</sub> 排出量を、ライフサイクルステージ別にまとめた結果を Fig. 3 に示す。

カラーフィルムやカラーペーパーといったメディア、および、処理剤は、比較的各ステージに負荷が分散しており、負荷削減のためには総合的な施策が必要となる。

レンズ付きフィルムは、使用済みの製品を回収、リユース、リサイクルしている循環型商品であり、製造素材の負荷を減らしてはいるものの、素材の負荷が大きい。負荷削減のためには、部品点数の削減や、小サイズ化による素材使用量の削減が効果的と考えられる。

カメラは、購入部品による負荷が大きく、部品点数の削減が鍵となる。

処理機器では使用段階の比率が大きいが、これはほと

んどが電力消費に相当し、省電力設計が負荷低減のための有力な施策となる。

複写機は、使用段階に加え廃棄段階の比率も大きい、これはコピー用紙の消費に起因する。省電力設計とともに、コピー枚数削減のための施策が効果的といえる。例えば、より簡便な両面コピー機能の開発が考えられる。

最終製品でない液晶パネル用 TAC ベース、CD 用プラスチックレンズでは加工段階の負荷が大きく、生産効率の向上、工場の省エネ等が負荷低減に大きく寄与できると思われる。

## 5 まとめ

LCA 手法を用いて、コニカ主要製品のライフサイクルにわたる CO<sub>2</sub> 排出量を算出した。算出にあたって、データの入手ができなかった購入原材料等については産業連関法を適用することでカバーするとともに、製造、輸送、使用等のステージはプロセスを詳細に検討することで、実際のデータを元に積み上げ法で CO<sub>2</sub> 排出量を算出した。

負荷計算の精度を高める工夫として、できる限り物量単位のデータを用いることで、価格変動による排出量負荷への影響を排除することを試みた。さらに、生産エネルギーについて、コージェネレーションの扱いを明確にすることで、電力、ガスの使用量を正しく割り出すとともに、生産設備の減価償却を考慮することで製造ステージにおける排出負荷を正しく評価するよう試みた。

今回の LCA 評価では、扱った環境負荷は CO<sub>2</sub> 排出量のみであり、環境影響評価の部分も省略している。さらに、データの精度、誤差についても十分な検討はできていない。その意味で LCA としてはまだまだ不完全といえる。しかしながら、コニカの全事業領域にわたる主要製品について、大枠の CO<sub>2</sub> 排出量を見積もることができた点は非常に大きな意義があると考えている。実際、

この成果を元に、コニカの 1990 年、および、1998 年のトータルの CO<sub>2</sub> 排出量が計算され、地球温暖化防止対策のための施策立案に結びついている。

環境負荷を定量的に扱う方法として、LCA の考え方は非常に理にかなっているといえる。原単位データの整備が遅れているといった大きな問題はああるものの、産業連関法をそのデータの持つ意味、制限等をよく理解した上でうまく活用すれば、簡便に、かつ、十分利用価値のある評価が行えると考えられる。

## 6 謝辞

冒頭に述べたように、本報告は KLCA-PT メンバーの多大なる協力の結果とその成果に基づいています。各製品の LCA 評価を実際に実施していただいた KLCA-PT のメンバー全員、および、関係者各位に深く感謝するとともにお礼申し上げます。

### 参考資料

- 1) ISO14040 Environmental management  
- Life cycle assessment - Principles and framework
- ISO14041 Environmental management  
- Life cycle assessment - Goal and scope definition and Inventory analysis
- ISO14042 Environmental management  
- Life cycle assessment - Life cycle Impact assessment
- ISO14043 Environmental management  
- Life cycle assessment - Life cycle Interpretation
- 2) 総務庁編、平成 7 年(1995 年)産業連関表
- 3) 日本事務機械工業会、複写機へのライフサイクルアセスメント適用事例報告書
- 4) 東芝エンジニアリング株式会社、環境影響評価支援ツール「Easy-LCA Ver.3」
- 5) 総務庁編、日本標準産業分類 平成 5 年10月改定

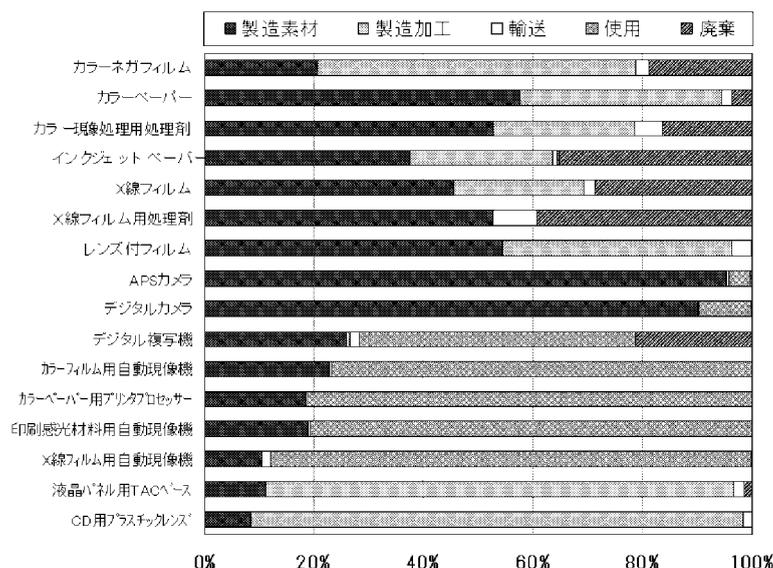


Fig. 3 CO<sub>2</sub> emissions during life cycle stages of Konica products