

目次

循環型環境配慮型の製品開発とLCA1	解説 ISO 140415
〔会 告〕2	ICIの環境負荷について9
LCA日本フォーラム活動報告2	LCAインフォメーション12
第3回エコバランス国際会議開催報告3	

シリーズ：私の考えるLCA

循環型環境配慮型の製品開発とLCA

日本電気（株）
環境管理部長 山口 耕二

92年にリオで開催された地球サミット以来、企業や行政、市民の環境問題に対する意識が大きく変わってきた。環境問題への対応が、公害防止から資源の保全やエネルギーの使い方など資源循環型の活動に目が向けられるようになってきた。

最近の環境動向の中でも最も特徴的なことは、製品開発時の省エネルギーや化学物質に対する配慮、資源の有効活用などの環境への配慮が重要な設計コンセプトとして考えられるようになってきたことである。製品設計者が環境問題を考えるようになってきたことは、今までにない画期的なことである。

事業活動の核心である商品に環境問題が取り込まれるようになってきたことは、地球環境問題解決が急速に進むものと期待される。

環境に配慮した製品開発は、これからの商品戦略上極めて重要である。

これからの商品は、品質や機能、価格などが他社よりいくら優れていても環境への配慮が劣っていれば消費者のニーズに応えるのが難しくなると予測される。

環境に与える負荷が低減できるような製品を開発するためには、生産工程の環境配慮は当然として、その商品が使用されるときやまた不要になり廃棄されるときなど製品の一生を考えた環境配慮が必要である。

循環型社会づくりのためには、これからの商品はその一生を考えた環境配慮が不可欠である。

企業の環境への取り組みの変化に対応するための数々のツールの開発が進んできた。環境配慮型製品開発のための評価ツールの一つにライフサイクルアセスメント（LCA）がある。

このツールは、部品を作るための原材料採取する段階から製品を製造する段階、完成品となり顧客によって使われ更には廃棄されるすべての過程における環境負荷を定量的に評価するための手法である。

この手法では、すべての工程で使われる電力や燃料、水、化学物質など環境に与える負荷の要因を計算し、CO₂やCOD、BODなどの個々の負荷を算出し、どの過程で環境負荷が大きいかを確認することが出来る。

当社では、4年前から資源環境技術研究所でこのLCA手法の開発に着手し製品のLCA評価のためのソフト開発も終わり、一部の製品でCO₂の排出量の算出に使用している。

今までの設計手法では、製品の一生における地球温暖化への影響度を評価することが出来なかったが、LCAツールを使うことにより今までの製品との地球温暖化への性能や改善度を確認することが出来るようになった。

この手法を設計時に使うことにより地球温暖化に対するより進んだ製品の開発が可能になってきた。ただしこのLCAツールは、評価の際に生産プロセスや、使用部品の選定など数々の条件設定が必要であり、自社の製品との比較のみが可能である。

一部でこのLCAを使うことにより、他社の製品との環境性能比較が出来ると考えられているが、各種の評価の条件や使用するデータが異なり、他社との製品性能比較は現在は難しい。

製品設計時にこのLCA手法を用い、少しでも環境配慮型製品が促進し、地球環境保全に貢献できることを願っている。

〔会 告〕

1. AISTシンポジウム“Development of New Methodologies for LCA”

— Social LCA and Dynamic LCA —

主 催：通商産業省工業技術院

LCA日本フォーラム

日 時：平成11年3月3日(水)13時～17時

場 所：工業技術院筑波研究センター共用講堂
(つくば市)

参加費：無料

人 数：100名(先着順)

申込先：資源環境技術総合研究所

エネルギー評価研究室

FAX0298-58-8415

e-mail:koba@nire.go.jp

2. シンポジウム“International Comparison of LCA Methodologies”

主 催：LCA日本フォーラム

日 時：平成11年3月4日(木)13時～17時

場 所：東海大学校友会館(東京/霞が関)

参加費：会員3,000円/人

人 数：100名(先着順)

申込先：産業界環境管理協会

LCA日本フォーラム事務局

FAX03-3832-2774

e-mail:deji@jemai.or.jp

LCA日本フォーラム活動報告

1. 家電リサイクル実証プラント見学会

日 時：平成10年12月16日(水)15時～16時30分

場 所：茨城県那珂郡那珂町

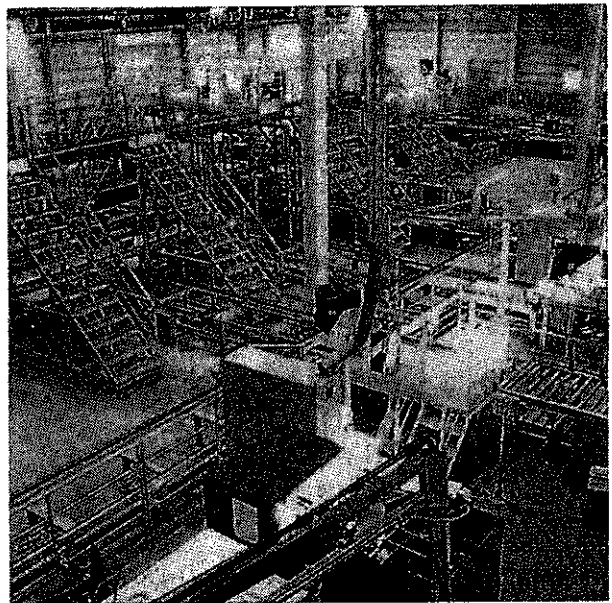
参加者：LCA日本フォーラム会員37名、事務局2名計
39名

当日は晴天に恵まれ、また寒さもやわらぎ見学には最適であった。見学は上野潔所長の挨拶、ビデオによる説明に引き続き2班に分かれて見学をした。プラント内は写真撮影可であった。

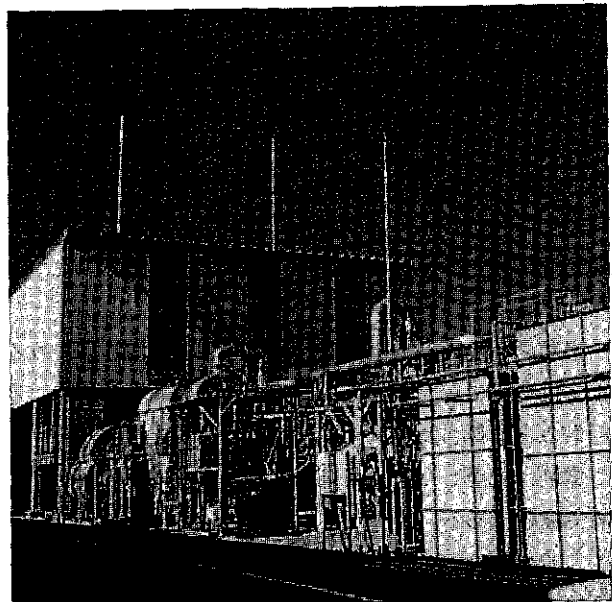
実証実験総額約50億円で、使用済家電製品(テレビ、冷蔵庫、洗濯機、エアコン)の処理を行い、この処理時のLCIデータを集積した。平成11年3月までで研究期間を終了する。12月にはほぼLCIデータ等を採取し終わり、

プラントはほとんど稼働を停止している状態であった。

見学後の質疑では多くの質問が出された。たとえば、実証プラントで採取したLCIデータは、古いタイプの家電製品であって開発されて現在市販されている省エネルギー、易分解性の製品でないもののデータとしての価値があるかなど鋭いLCAの専門的質疑応答があった。



実験A棟



実験B棟

2. LCA日本フォーラム会員

週に1件程度で本フォーラム会員入会の問合せ又は登録があります。会費再請求後も入金のない方の会員取り消しを行いつつも、確実にフォーラム会員数は増えています。下表に平成11年1月末現在の会員数をご報告します。

分野	数	
大学(文系)		14人
大学(理系)		22人
研究所		27人
電力・ガス・石油	9社	15人
鉄・金属・非鉄金属	12社	17人
化学	22社	26人
機械・装置	22社	24人
自動車	8社	14人
電機電子	40社	66人
事務機	9社	27人
硝子・セメント	4社	7人
紙	3社	3人
建設	23社	30人
食品・医薬品	6社	8人
流通	2社	2人
その他		41人
工業界・団体	54団体	76人
計		419人

第3回エコバランス国際会議開催報告

科学技術庁金属材料技術研究所

総合研究官 八木 晃一

(第3回エコバランス国際会議実行委員長)

はじめに

エコバランス国際会議は、人間の営為と環境との調和(エコバランス)を考える国際的な場として開催されている。この第3回会議が工業技術院筑波研究センター(つくば市)共用講堂を会場として1998年11月25日～27日に開催された。

エコバランス国際会議は第1回を1994年に、第2回を1996年にいずれもつくば市で開催した。第1回会議は、わが国において環境負荷評価がそれほど浸透していなかったことから、LCA研究を討論すると言うよりも国内外から先駆的な研究者を招待し、啓蒙的な視点を加味したものであった。その後、ISOでの環境監査に関する基準づくりの中でLCAの国際的な検討が活発化するに伴い、わが国の産業界でも関心が高まり、製造業を中心としたLCAの議論の場として(株)産業環境管理協会に「LCA日本フォーラム」が設立された。そして、LCAは社会経済活動におけるあらゆる環境への負荷を評価するツールとしてよく知られたものとなり、いろいろな分

野への適用も始められた。このために、第2回会議は産業界に参加を積極的に働きかけ、産業界でのLCA適用の事例報告を特長とした。

第3回会議では、第2回会議以降、地球環境問題への取り組みが著しい電機や自動車などの組立産業、建設や素材産業といった幅広い分野の実務で得られた数多くの成果が報告されるとともに、新たに食料生産を中心とした農林業分野での報告も加わった。一昨年6月にLCAが国際標準規格(ISO-14040)に取り入れられ、またインベントリ分析規格(ISO-14041)、インパクト評価規格(ISO-14042)も相次いで発行の見込みとなっている。そこで、第3回会議は、この2年間の各産業での取り組みの経験や成果の情報を交換し、持続可能な社会に向けて有効な評価手法としてLCA及びその活用技術を多に進展させることを期待して開催された。

会議の様子

第3回会議は、「持続可能な社会に向けてのLCAの展開」をテーマに行われた。参加者数、研究発表数も回数を追うに従って大きく増加し(総参加者数;428名、海外は23カ国から76名、研究発表総数;138件、海外から51件)、特に海外からの参加者、発表件数の増加が今回目に付いた。これは、同種の国際会議がSETACを除いて世界的にもなく、海外の研究者からも研究発表、討論の場として、またビジネスチャンスの場としてエコバランス国際会議が認知されてきたことを伺わせる。第3回会議の国別の参加者数は、韓国;12名、中国;7名、フランス、ドイツ、イタリア、オランダ、ガーナ、イギリス;各5名、スイス;3名、オーストラリア、ベルギー、カナダ、インド、ポルトガル、アメリカ;各2名、オーストリア、デンマーク、インドネシア、イスラエル、マレーシア、タイ、ウガンダ、ベトナム;各1名である。

第3回会議の運営体制も第2回と同様として、資金等をバックアップする団体によって構成する主催、会議の運営に従事する研究者の母体としての研究会等を主管とし、そして国レベルでの支援を後援とした。第3回会議では、新たに(株)農林水産技術情報協会が主催に加わり、農林水産省が後援に加わった。

議論の視点

第3回会議では、会議の冒頭と最後にパネルディスカッションの機会を設け、冒頭ではパネリストからLCA及び関連した事柄についての問題の提起を、そして会議の終わりに会場からの質問やコメントをもとにパ

ネルディスカッションを行うこととした。

パネルディスカッション参加者は、

安井 至 (東京大学)

M. J. Goedkoop (PRe Consultants B. V.)

後藤典弘 (国立環境研究所)

D. Hunkeler (Ecole Polytechnique Federale
de Lausanne)

F. Schmidt-Bleek (Factor Ten Institute)

J. P. Rombouts (Delft University of Technology)

E. Zussman (Israel Institute of Technology)

である。

Goedkoopさんは、影響評価に関連して技術領域、生態領域、価値領域の3つの領域を持ち込むべきであると述べた。LCAは、まだ多少の問題はあるが、技術的に進んで来ており、またエコインディケータ-95は生態領域を持ち込んで来ている。しかし、生態領域についてはデータが得にくい、検証が難しい、不確実性が高いなど課題も多い。価値領域は主観的であり、家族、社会、宗教などによって様々である。

後藤さんは、LCAは持続可能な社会の構築に向けての意思決定のための情報を与えるツールの一つであるとし、LCAに係わる分野での意思決定のために専門家のみでなく、第三者にも使われることが必要であり、そのためのLCAコミュニケーションの方法の確立が重要であると主張した。

Hunkelerさんは、人間の活動、技術、製品による環境影響を計測するマイクロ環境指標と地球規模での指標であるマクロ環境指標との関連の明確化が必要であり、持続可能な発展のためにはLCAの手法を変えて行くべきであると主張した。また、いろいろな価値観の対立があることも述べられた。

Schmidt-Bleekさんは、資源効率性の指標の提案をし、LCAの生態系や経済面への貢献を明確にすることが重要であると述べるとともに、LCAによって科学的にすべてを知ることは不可能であり、LCAの可能性について国際的な合意を得ることが必要であると主張した。

Romboutsさんは、産業界ではLCAやエコデザインの意識が高まっているが、LCAの結果を消費者に伝える方法がないと報告し、LCAの応用の可能性を強化すべきと主張した。

Zussmanさんは、RemanufacturingへのLCAの適用の問題を取り上げ、デザイン段階からLCAを取り込むべきであると主張した。

以上の主張も含めてまとめつつ、安井教授は、第1回

及び第2回の会議ではLCAのテクノロジーについて議論されてきたが、公害タイプ、消費タイプ、そしてバックグラウンドの環境負荷すべてを下げていくことが必要であり、特に運輸、家庭、オフィスなどからの消費を減らすことが求められており、影響評価対象を考慮して、簡略化すべきと主張した。そして、消費者とのコミュニケーションができるように影響評価から出発するLCAを考えるべきであると述べ、これによってLCAを新しい段階に導くことができるとした。

LCA研究と動向

わが国においてLCA研究が極めて活発になったのはここ数年である。特に、第2回会議以降の2年間に状況は大きく変化した。第3回会議での日本からの研究発表件数を分野毎にみると、材料製造、製品、リサイクルなどの分野での分析事例報告が多い。詳細にみても、自動車関連では9件の発表が、家電製品・事務機関係では8件の発表であった。さらに、今回の特色としては農業関係の研究者が研究発表に加わったことで、農業・食品関係で8件の発表がされた。このような状況からみると、LCAに関する分析、評価事例は今後ますます蓄積されていくことが予想される。この結果、LCAの問題点の抽出とデータベース・ソフトウェア開発などの技術は、これらの事例の蓄積に基づいて確実に成長して行くことが期待できる。一方、わが国がヨーロッパ諸国に遅れていると指摘されていたインパクト評価についても先進的な研究成果の発表がなされた。これらの発表は、電力、自動車などの具体的な事例に基づいたものであり、更なる発展が期待される。

一方、海外からの研究発表ではLCA手法開発、環境影響評価、不確実性の取扱い、環境指数、価値評価、意思決定、総合評価システムなどLCA的な考え方の根本からそれを社会にどう活かしていくかなどの報告が多くみられた。これについては、今回の会議で招待した研究者のバランスも加味して考察しなければいけないとしても、ヨーロッパにおけるLCA研究は環境影響評価の領域に移っていることを反映していると思われる。このことから、今後、LCA研究は、LCAの実践とともに、この方向にシフトしていくことが伺われる。

LCAの研究者はどこへ行くのか？

最終日のパネルディスカッションでは、パネリストに自分自身のこれまでのLCA研究の軌跡と今後どこへ行くかとしているかについて図1に一人一人書き込んでもらった。さまざまな答えがあったが、技術領域で詳細な

分析と簡便化との間を行きつ戻りつされた方が多かった。また、本会議に参加したパネリストの多くは右上の詳細な分析を伴う技術領域から、今後は左下の総合的な価値判断に役立ち、簡便化の方向に自分の研究が向っていくことを示した。この図は環境問題先進国におけるLCA研究の動向を伺う上で興味深い。

会場から、持続可能な社会を目指すエコバランスにおいて議論すべき領域は広く、立場もさまざまであることから、どこかにポイントを定めるのではなく、多くの関係者やセクターの人を入れて議論すべきであり、また専門家と一般との間の解説者として技術者の果たすべき役割は大きいとの意見が述べられた。しかし、一方、企業は環境と調和した製品をものにして行かなければならないことから、LCAをDfEに組み込んで行くことが必要であり、技術領域の拡大、拡充はさらに必要であるとの発言も会場からあった。

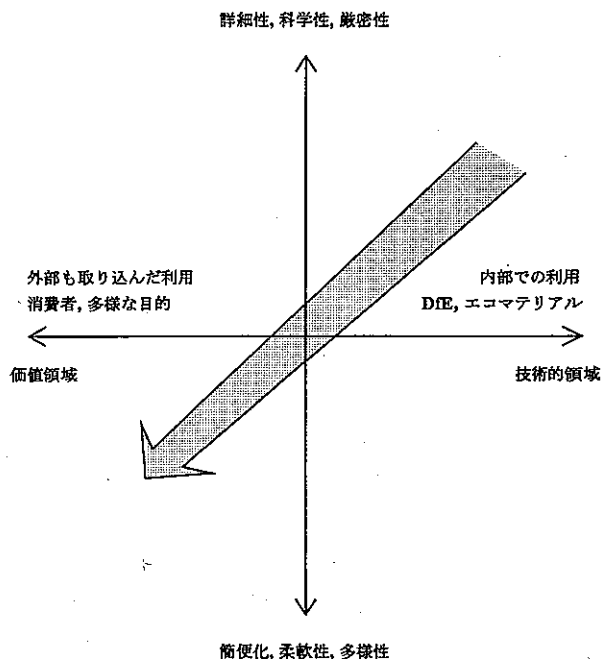


図1. LCA研究者はどこへいくのか？

おわりに

3日間にわたる会議は無事終了した。エコバランス国際会議も第3回となり、わが国はもとより、欧州諸国をはじめとする海外からかなりの参加者、研究発表数があり、この会議が多くの専門分野に分散しがちな研究成果を一堂に集める役割を果たすとともに、世界のエコバランスに係わる研究の促進及び情報交流で重要な地位を確立し、本会議の意義は内外から高く評価されたと思う。このため、今後ともその期待に応え、エコバランス国際会議を開催していくべきと認識している。そこで、第4回会議は、これまでの会議で築いた実績を踏襲しながら

も、単に同じ内容、形式を繰り返すのではなく、関連分野との連携の強化と適切な役割分担のもとに、充実した内容を目指し、開催の準備を進めていきたい。今後とも皆さんのご支援、ご協力をお願いいたします。

最後になりましたが、本国際会議をご後援いただきました科学技術庁、環境庁、農林水産省、通商産業省に、また、協賛いただきました多くの学会、協会等に感謝いたします。

解説ISO14041

工業技術院機械技術研究所
研究調査官 赤井 誠

1 はじめに

ISO/TC207/SC5においては、1997年6月に、「原則と枠組み」を記述したLCAに係る初の国際規格ISO 14040を発行したのに続き、1998年10月には具体的手法論を規定するシリーズの最初の規格としてISO14041を発行した。本稿ではこの規格に基づき、ISO-LCAにおける「目的と調査範囲の設定」及び「インベントリ分析」の考え方を解説する。

本規格に沿ったISO-LCIの手順は、図2のような構成となっている。

2 規格の要点

ISO14041の内容は、「目的と調査範囲の設定」及び「インベントリ分析」に関する規定に大別される。このうち、インベントリ分析については、配分やリサイクルの扱いなどを除いては計算手法そのものは単純であり、また国内でも事例が蓄積されているが、目的と調査範囲の設定(ISO14041: 第5章)段階はLCAの手順そのものではないため軽視されがちで、事実、特に我が国の所謂LCAの実施例においては殆ど関連した記述がなされていない。しかし、本規格では、ISO14040を参照しつつ、LCAの目標および対象範囲を明確に設定し、その実践を意図する用途に整合したものとしなければならないことが明示されている。これは、設定された目的に応じてLCAの対象範囲や報告、クリティカル・レビュー実施の必要性などに対する要件が規定されるためでもある。規格では、この部分に係る要件の記述が多く、ある意味では、「目的と調査範囲」の内容を把握することが、ISO-LCAの理解につながるとも言える。したがって、以下では、この「目的と調査範囲」の設定における考え方を軸に、本規格のポイントを解説することとする。

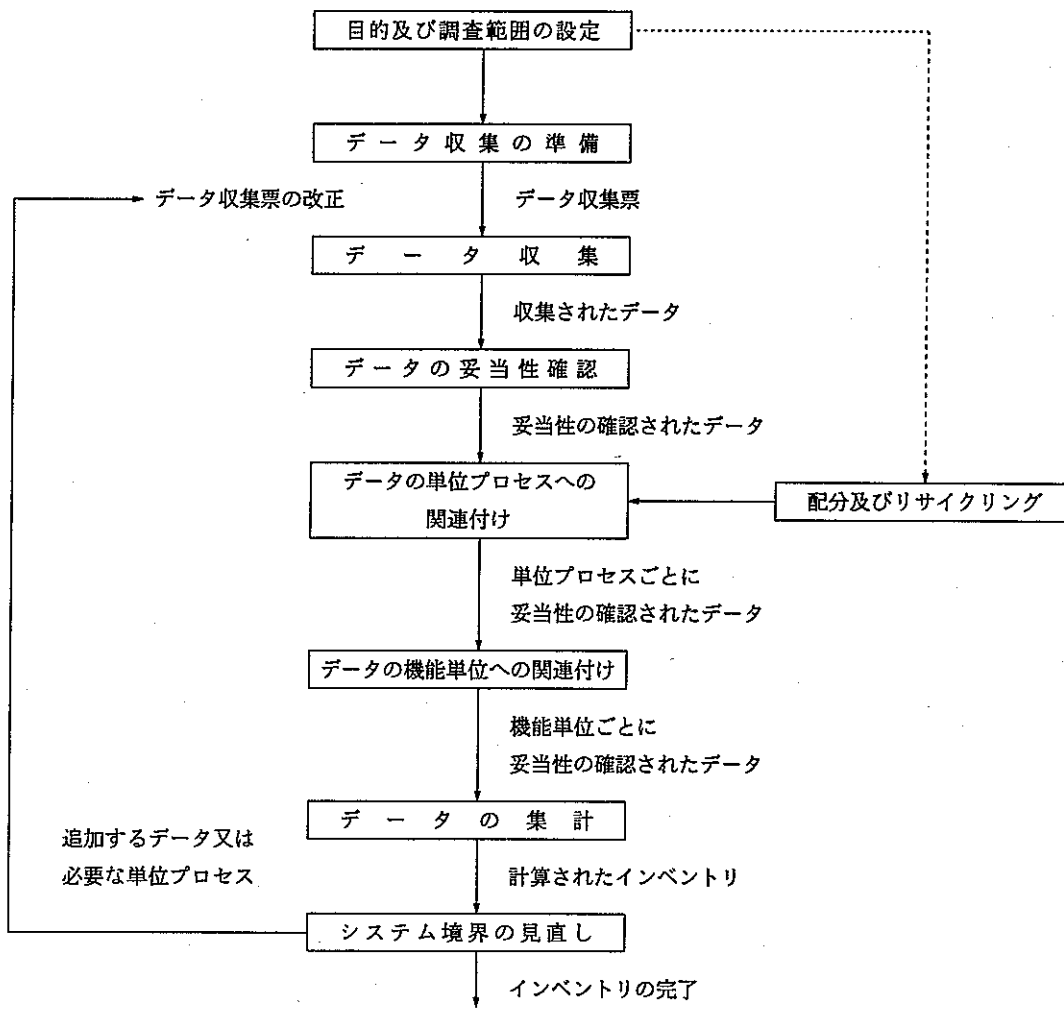


図2 インベントリ分析の手順

(1) 目的の設定(5.2節)

規格では、目的の設定段階においては、調査を実施する理由及び調査結果の報告先、及び、調査結果の用途を明確に記述することを要求している。具体的には下記のような事柄を記述する：

- 実施理由：ノート型PCの筐体としてプラスチックを使用した場合とマグネシウム合金を使用した場合の製品ライフサイクルに伴う環境影響を明らかにする。
- 結果の用途：戦略的製品開発のための指針を得る。但し、現時点において特定の納入業者や部品の選定するために利用することはない。
- 対象報告者：企業内の開発責任者及び設計技術者であり、第三者への公表を意図したものではない。

調査範囲の設定段階においては、ISO14040の5.1.2項に従って以下の関連項目を考慮しなければならないとされている。

- 製品システム（比較調査の場合はそれぞれの製品システム）が有する機能；
- 機能単位；
- 調査対象の製品システム；
- 製品システム境界；
- 配分の手順；
- 影響評価の手法、及び引き続いて実施される解釈の方法；
- 必要とされるデータ；
- 前提条件；
- 限界；
- 初期のデータ品質要件；
- 実施される場合には、クリティカルレビューの種類；
- 調査に要求される報告書の種類及び書式。

(2) 調査範囲の設定(5.3節)－製品システムの定義

これらに関する選択の多くは、LCAの結果に重大な影響を及ぼすため、ISO14041においても、上記のうちの幾つかの項目について個別の解説が加えられているが、ここでは、まず、特に議論の多かった、分析対象とする製品システムの定義に係る、機能(Function)、機能単位(Functional Unit)、及び基準フロー(Reference Flow)の設定方法や取り扱いについて事例と併せて解説する。

a)機能(Function)

比較的多く見られるLCAの事例では、例えば車1台、冷蔵庫1台、パソコン1台・・・といったように、商品としての1単位を分析の対象としている。しかし、消費者が製品を求めるのは、その製品そのものではなく、それによってもたらされるサービス、言い換えれば機能であることは明らかである。また、廃棄物処理システムやリサイクルシステムなど、社会システムに関するLCAを実施することを考えた場合、分析の単位として、特定の製品1単位を取り上げるのは必ずしも適切ではないことも多い。このような観点からISO-LCAにおいては、分析対象となる基本的なスケールを基準フロー(Reference Flow)と定義し、この量を規定するため、「機能」の定義に始まる幾つかのステップを経るものとしている。LCAは、一般的に特定の製品を対象として実施されるが、場合によっては、まず機能が設定され、次いでその機能を満たす製品の候補を選びそれを対象にLCAを実施することもあり得る。機能の具体例を挙げると次のようになる：

- 電球：消費者に対してある一定期間ある明るさの照度を提供
- ガラスビン：消費者に飲料を提供
- ペーパータオル：手の乾燥。

この例は、単独の機能の例であるが、複数の機能を持つシステムも存在する。複数の技術やプロセスを比較する場合には、複数の機能を考慮して、システムの統一性を図ることが重要である。具体例は次のようになる：

- 紙のリサイクル：古紙の廃棄物としての処分とインクを除いたパルプの生産
- コージェネレーション施設：熱(蒸気)と電力の生成

b)機能単位(Functional Unit)

製品は上記のような質のみによってではなく、それ

が実際に使用される状況を考慮して定義されなければならない。この考え方は特に比較評価の場合に重要である。何故ならば、製品の有する機能が等しい場合に初めて比較が可能であって、それは必ずしも各々の製品の重量や容積が等しいことを意味しないからである。機能単位は、このような機能を定量化するための単位である。機能単位は、特定の機能に対して複数のパラメータで表現される場合もある。具体例でみると下記のようになる。

- 電球：300ルクスで50,000時間の照明を提供
- ペーパータオル：1000人分の手の乾燥

複数の機能がある場合には、次のように異なった定量値が併用される場合もある。

- 紙のリサイクル：1トンの古紙の処分と800kgの新聞紙の生産
- コージェネレーション施設：3気圧、125℃、300t/hの蒸気の生成と100MWの発電

c)製品の性能(Performance of the Product)

機能単位により定量化される機能を実現するために必要な製品の数量、即ち基準フローを規定するには、対象とする製品の性能を把握する必要がある。具体例を下記に示す。

- 電球：照度100ルクス、寿命1万時間。
- ペーパータオル：1枚で片手を乾燥可能。

d)基準フロー(Reference Flow)

機能単位と製品の性能を関連付けることにより、基準フロー、即ちLCAを実施する対象製品の数量が定まることになる。具体的には次のようになる：

- 電球：照度100ルクス、寿命1万時間の電球15個。
- ペーパータオル：2000枚

(3) システムの比較(5.3.2項)

ISO14041においては、「システム間の比較は、同一の機能に基づいて行わなければならない。その機能はそれぞれの基準フローによって形成される同一の機能単位によって定量化されなければならない。」と規定されている。もし、いずれかの製品システムがもつ無視できない付加的な機能や品質が定義した機能単位に考慮されていない場合には、その機能を除外したことを文書化しなければならない。また、これらのシステムを比較可能にするために単位プロセスやサブシステムを製品システム内に追加する場合には、追加した

単位プロセスについて文書化し、その妥当性を示さなければならぬ。

(4) 初期システム境界(5.3.3項)

製品システムは、単位プロセスの集合体であり、全体として製品のライフサイクルを記述することになる。ISO14041ではこの製品システムの「システム境界は、モデル化するシステムに含まれる単位プロセスを規定する。理想的には、その境界における入力及び出力が基本フロー(Elementary Flow)となるように製品システムをモデル化することが望ましい。」しかし、「多くの場合そのような包括的な調査を実施する十分な時間、データ又は(人的・物質的・経済的)資源がない。調査によってどの単位プロセスをモデル化すべきか、及びどの程度詳細に調査しなければならないかを決定しなければならない。」と規定している。ここで、次項と同じく、「初期」という用語が使用されているのは、LCAそのものが反復的手法であることを反映している。

具体的作業としては、分析対象のプロセスフロー図を作成することになる。通常は、使用段階の直前に位置する最終製造プロセスを明らかにすることから出発し、これがその後の分析の基準となり、上流側へは、全てのコンポーネントを一次製造及び原材料の採取まで遡り、下流側へは、消費を経て排水処理プラント、焼却炉、あるいは埋め立てによる最終廃棄物処理まで辿ることとなる。これにより、製品システムにおける物質のフローを大まかに概観することができる。

(5) 入力及び出力の初期採択基準(5.3.5項)

この規定はいわゆるカットオフクライテリアに関するもので、ISO14041においては「調査範囲の設定において、インベントリのために初期の入力及び出力が選り出される。・・・通常、この初期の特定作業は入手可能なデータを使用して行われる。追加データが調査過程で収集された後、入力及び出力がより完全に特定され、感度分析にかけられることが望ましい。・・・LCAの実施で、調査対象とすべき入力を決めるのにいくつかの基準が使われる。例えば、a)質量、b)エネルギー、及びc)環境上の重要度である。入力の初期採択を質量の寄与だけで行くと、重要な入力が調査から除かれてしまうことがある。したがって、このプロセスではエネルギーと環境上の重要度をも基準として用いることが望ましい。」と規定されている。

上の(4)とも関連するが、非常に複雑な製品システ

ムを扱う場合、効率性を考慮して、ライフサイクルの一部で重要でないと思われるプロセス部分や入出力データを除外したいと考える場合もある。しかし、このことが最終結果に重大な欠陥をもたらす可能性もある。例えば、質量的には僅かなフローが、全製品システムの中でも最も毒性の強い物質を含んでいる場合もある。例えば、食品では多くの場合、農薬の重量は最終製品の重量の1%以下であり、製品総重量の5%以下の物質フローを全てカットオフすると定めたとすると、その毒性は無視されてしまうことになる。

(6) データ品質要件(5.3.6項)

LCAで最も時間と人手を要するのはデータ収集であるが、LCAの結果はこのデータの品質に大きく影響を受ける。ISO14041では、データ品質に関して、以下のような事項を要件に含むことを推奨している：

- 時間に関する有効範囲；
- 地理的な有効範囲；
- 技術の有効範囲。

また、目的と調査範囲の設定に応じた詳細度で、次項のデータ品質要件を検討することを要求している：

- 精度；
- 完全性；
- 代表性；
- 整合性；
- 再現性。

さらに、一般に開示される比較主張の根拠としてLCA調査が使用される場合に対しては、上に挙げたすべてのデータ品質要件を調査に含むことを要求している。

(7) 感度分析(5.3.5項、6.4.5項、7章)

ISO14041では、上記のシステム境界やカットオフクライテリアなどの設定や後述の配分方法の選定といった方法論に対する分析者の意思決定や、品質の限界に伴うデータの不確かさなどの影響を把握するための感度分析を行うことが要求されている：

「調査が公表される比較主張の根拠として使用される場合、この項で概説したように入力及び出力データの最終的な感度分析には、質量、エネルギー及び環境重要度に係る基準の分析を含めなければならない。」

(5.3.5項)

「LCAの反復的な性質を考慮して、含めるデータに関する決定はその重要性を決める感度分析に基づかなければならず・・・」(6.4.5項)

「解釈には、結果の不確実性を理解するために重要な入力及び出力並びに方法論的選択に関してのデータ品質評価及び感度分析を含まなければならない。」(7章)

(8) 配分(6.5節)

インベントリ分析の方法論において常に議論が集中する配分(Allocation)の取り扱いについては、限られたスペースで解説するのは困難であるが、規格においては、

- 1)可能な限り避ける工夫をする；
- 2)避けられない場合には、まず、物理的關係に応じた配分手法を適用する；
- 3)物理的關係に応じた配分手法が適用できない場合には、例えば経済価値に基いた方法などを採用する；

といった段階を考慮した規則に従うことが規定されている。

(9) 比較主張に関する要件

ISO14040において慎重な扱いがなされていた比較主張については、ISO14041においても以下のように幾つかの要件が課せられている。

「調査が公表される比較主張の根拠として使用される場合、この項で概説したように入力及び出力データの最終的な感度分析には、質量、エネルギー及び環境重要度に係る基準の分析を含めなければならない。」(5.3.5項)

「一般に対して開示する比較主張の根拠としてLCA調査が使われる場合には、この項で再記載されているすべてのデータ品質要件が調査に含まれていなければならない。」(5.3.6項)

「一般に対して開示する比較主張にLCA調査を用いようとする場合には、クリティカルレビューはISO14040の7.3.3項に従って実施されなければならない。」(5.3.7項)

(10) 調査報告(8章)

ISO14040に加え、本規格においても報告項目が下記の前置きに続いて詳細に規定されている：

「LCI調査の結果は、ISO14040に従って、公正に完全に正確に報告されなければならない。第三者報告書が必要な場合には、下記の項目中*印が付いた全項目を含まなければならない。・・・」

3 おわりに

以上、ISO14041の概要を解説したが、本規格の理解を深めるには、多くの具体的事例を用いてこれを解説・補足するものとして作成作業が行われ、現在最終的な校正段階にあるISO TR 14049が役に立つと思われる。

現時点においては、ISO規格に沿って実施されたLCAの事例は極めて少ないが、ISOならびにJIS規格の普及と相俟って特に企業において具体的な実施例が蓄積され、環境問題への対応に係る意思決定のための有力なツールとしてLCAが普及すれば、規格作成に携わってきた者のひとりとして幸いである。

ICIの環境負荷(Environmental Burden)について

アイ・シーアイ・ジャパン(株)

SHEマネージャー 野地 一成

1. はじめに

ICIの環境負荷モニタリングのための指標である「環境負荷(Environmental Burden)」について紹介します。

ICIは塗料、スペシャルティケミカルおよびマテリアルの分野で世界で最も大きな会社のひとつであり、世界の全ての地域の55カ国を越える国々に約200の生産拠点を有する。

ICIは環境改善活動を継続して実施しているが、画期的なステップは1990年に次のような環境改善目標を設定し公表したことである。

- ・全ての新しく建設される工場は、環境上の要請が最も厳しい国の基準を適用して設計される。
- ・1995年までに廃棄物を50%削減する。特に有害廃棄物の削減に注力する。
- ・次の5年間に大幅なエネルギーおよび資源の節約を実現するために、エネルギー節約・資源保護計画のステップアップを図る。
- ・廃棄物リサイクルに関する包括的方針を1991年中に確立する。

ICIはこのような目標を最も早く公表した化学会社の1社である。1992年からは環境年次報告の発行を開始した。1995年、石膏を主な内容とする非有害廃棄物の削減は未達に終わったが、有害廃棄物の削減を含めその他については目標を達成した。

1996年に環境年次報告は「安全・健康・環境年次報

告」となり、これら3分野にプロダクト・スチュワードシップを加えた4分野に関し2000年までに達成すべき目標として“Challenge2000”が設定された。その中の環境に関する目標のひとつは、「環境毒性、水性酸素要求量、酸、および有害物質大気中排出の4つの環境パラメータを使い全世界の工場の環境負荷を半減する」ことである。この目標で使われている「環境パラメータ」は、その後「環境負荷(Environmental Burden)」と呼ばれることになった。

2. 環境負荷(Environmental Burden)

2.1 環境負荷(Environmental Burden)開発の背景

環境負荷(Environmental Burden、以下EBと略す)は社外の専門家3人と社内の専門家8人のチームによる1年半に渡る検討の結果開発された。EBについてはICIの資料¹⁾およびホームページ²⁾、ISOの資料³⁾などに紹介されている。また、同種の方法がダウケミカル、あるいは英国環境庁で開発されていることをICIの資料は紹介している。また、ミグロス(スイス)のエコポイント、エコファクタも同種のアプローチである⁴⁾。

ICIは1993年以降年次報告で‘Single Substances List’というタイトルで大気、水系、土壌それぞれへの排出量を単に個々の化合物の重量で公表してきた。しかし、年次報告を読む全ての人々が容易にICIの事業活動の環境への影響を適切に理解できる方法ではなかった。例えば、1トンの硫酸が水系に排出されたとき水性植物や動物に与える影響は石膏1トンより大きい、といったことについてである。このような方法に比べてEBは以下の長所を有する。

- ・ICIの事業活動に伴う排出物の環境影響に関しより意味のあるイメージを提供する。
- ・何が最も有害な排出物であり、何を最初に削減すべきかを特定する。
- ・社会に対し、排出物が有する潜在的な問題についてよりよく理解するための情報を提供するとともに、ICIがいかに廃棄物による影響の低減に努力を継続しているかを示すことができる。

2.2 環境負荷(Environmental Burden)の内容

EBは次式によって求められる。

$$EB = \sum (W_i \times PF_i)$$

W_i は排出物*i*の重量(ton)、および PF_i は排出物*i*の負荷係数である。PFは対象となっている特定のカテゴリ

の環境に対しその排出物がもたらすリスクを基に求められる。リスクが既知の場合は既知のデータを用い、既知でない場合は推定値を用いる。

現在EBを算出している環境カテゴリーは次のとおりである。大気について、

大気酸性化
地球温暖化
大気汚染
オゾン破壊
光化学スモッグ

水系について、

酸性化
水性酸素要求量
水性環境毒性
である。

各環境カテゴリーの負荷係数は次のように定められる¹⁾。

(1) 酸性化

このカテゴリーのPFとして水素イオンファクターが用いられる。酸性化EBは大気酸性化と水系酸性化それぞれの水素イオン量を加えひとつのEBとして示される。

(2) 地球温暖化

このカテゴリーのPFは二酸化炭素の地球温暖化ポテンシャルを1として各種ガスの地球温暖化ポテンシャルを相対評価した値を用いる。

(3) 大気汚染

このカテゴリーはヒトの健康への影響、特にガンとの関連を考慮している。PFは次のように定められる。英国健康安全部(Health and Safety Executive)が出している作業環境における暴露許容量(OEL, mg/m³)を用いる。OELの逆数について、ベンゼンの値を1として各種ガスの相対値を求め、それをPFとする。

(4) オゾン破壊

このカテゴリーのPFはCFC-11のオゾン破壊ポテンシャルを1として各種ガスのオゾン破壊ポテンシャルを相対評価した値を用いる。

(5) 光化学スモッグ

このカテゴリーのPFはエチレンの光化学オゾン生成ポテンシャルを1として各種ガスの光化学オゾン生

表1. 環境負荷 (水性酸素要求量)

Substance	Potency Factor	Tonnes	EB Value	EB Value	Tonnes	EB Value
		1995	1995	1996	1997	1997
Acetaldehyde	1.82	126	229	281	291	530
Acetic acid	1.07	4,610	4,933	5,574	4,240	4,537
Acetone	2.09	66	138	133	68	142
Ammonium nitrate in solution	0.8	4,616	3,693	4,646	4,519	3,615
Ammonium sulphate in solution	1	10,541	10,541	5,614	2,977	2,977
Aniline	3.1	241	747	772	40	124
Chlorobenzene (mono)	1.99	1	2	3	1	2
Cyclohexylamine	3.39	10	34	56	15	51
1,2-Dichloroethane (EDC)	0.81	4	3	0.4	1	1
Ethylene glycol	1.29	1,535	1,980	1,514	1,115	1,438
Ferrous ion	0.14	29,142	4,080	2,987	17,079	2,391
Glycol ethers	1.68	3	5	5	0.2	0.3
Methacrylic acid	1.5	375	563	74	0	0
Methanol	1.5	1,186	1,779	2,078	1,381	2,071
Methyl acetate	1.51	1,946	2,938	3,320	2,175	3,284
Methyl chloride	0.95	0.6	0.6	0.4	0.5	0.5
Methylene chloride	0.47	9	4	5	1	0.5
Methyl methacrylate	1.5	29	44	95	81	122
Phenol	2.38	71	169	120	18	43
Resorcinol (meta-hydroxyphenol)	1.95	0	0	55	17	33
Terephthalic acid	1.45	2,114	3,065	3,464	1,945	2,820
Vinyl chloride	1.28	0.5	0.6	0.5	0.5	0.3

Aquatic Oxygen Demand

The potential of emissions to water to remove dissolved oxygen that would otherwise support fish and other aquatic life.

We have chosen the Stoichiometric Oxygen Demand (StOD) as the potency factor because it gives a consistent and reproducible answer; it represents the maximum potential and is therefore consistent with other burden categories; it does not depend upon site circumstances to determine oxygen requirement of a release; and it can be calculated directly from release figures. StOD is expressed as tonnes of oxygen required per tonne of substance (te O₂/te).

The EB_{ADD} for a substance is the te/y released, multiplied by StOD.

EB_{ADD} 1995 = 34,948 (37,624)
1997 = 24,183

The units of EB_{ADD} are te/y oxygen.

Original 1995 EB value in brackets. Now 7% lower.

成ポテンシャルを相対評価した値を用いる。

(6) 水性酸素要求量

このカテゴリーのPFは各化合物の化学量論的酸素必要量(Stoichiometric Oxygen Demand)を用いる。PFの単位はO₂(ton)/tonとなる。

(7) 水性環境毒性

水系への排出については各種の濃度規制がある。EBでは、ヨーロッパで広く採用されているEnvironment Quality Standards(EQS)、EQSに値がない物質については各所の規制当局が出している規制値を用いる。それらにもない物質についてはゼネカ社Brixham Environmental Laboratoryのデータを用いる。

それらの規制濃度(μg/l)の逆数について、基準物質の値を1とした相対値をPFとして用いる。このカテゴリーでは排出物を金属およびその化合物とその他の物質の2グループに分ける。金属およびその化合物の基準物質を銅、そしてその他の物質の基準物質をホルマリンとしている。このカテゴリーのEBはこの両者のEBを加えひとつのEBとして示される。

表1は昨年出された1997年の年次報告に掲載されている水性酸素要求量である⁵⁾。基準年1995年のEBが修正されているのは1997年にあった事業売却を反映したものである。

2.3 環境負荷(Environmental Burden)の今後の展開
EBは2.1に述べたような長所があるが、なお種々の限

界を有している。そのいくつかを次に述べる。これらの点の改善は今後の課題である。

- (1) 各環境カテゴリーのEBを加算するのは無意味である。全環境負荷をひとつの指標で表わすためにはさらに適当な係数が開発されなければならない。
- (2) 原料側の環境負荷、廃棄物を外部業者が処理する工程の環境負荷、および製品出荷後の環境負荷を考慮していない。
- (3) 原料側に関して、資源保存という観点からの環境負荷を扱っていない。
- (4) 水系の富栄養化を扱っていない。
- (5) ヒトの健康への影響を対象とした大気汚染はガンとの関連のみを考慮し、微細粉じん('PM10' Particle)、およびガンとの関連を認められていない物質を取り上げていない。
- (6) 廃棄物の埋設など、土壌への排出による環境負荷を扱っていない。

参考資料

- 1) ICI, 'Environmental Burden: The ICI Approach'
- 2) <http://www.ici.com>
- 3) ISO/TC207/SC 4 N281, ISO/TC207/SC 4 /WG 3 N13, DRAFT ISO TR14032. 2, page68 - page84
- 4) (財)未踏科学技術協会、エコマテリアル研究会編、「LCAのすべて—環境への負荷を評価する—」、工業調査会
- 5) ICI, 'SAFETY, HEALTH AND ENVIRONMENT PERFORMANCE 1997'

LCAインフォメーション

◆関連行事カレンダー

行事名称	開催日	開催場所	主催者 / 問合せ先
9th Annual Meeting of SETAC-Europe	99-5-25~29	Leipzig/ Germany	SETAC-Europe TEL+32 2 7727 281 FAX+32 2 770 5386(Belgium)
eco 1999	99-6-7~9	Paris/ France	Association for Colloquia on the Environment(ACE) TEL+33 1 45 42 89 64 FAX+33 1 46 65 91 10(France).
第4回エコマテリアル国際会議	99-11-10~12	岐阜市	エコマテリアル研究会 (株)未踏科学技術協会 TEL 03-3503-4681 FAX 03-3597-0535 e-mail:mitoh@snet.sntt.or.jp
SETAC 20th Annual Meeting	99-11-14~18	Nashville/ USA	SETAC TEL+1 850 469 1500 FAX+1 850 469 9778 e-mail:setac@setac.org
教育講座 「エコデザインのための実践的LCA」	99-6-8 } 6-15 } 6-22 } 6-29 }	4日間 東京/中野	(助)神奈川科学技術アカデミー教育研修課 TEL 044-819-2033 FAX 044-819-2097 e-mail:kast-ed@net.ksp.or.jp http://home.ksp.or.jp/kast/


◆文献・情報紹介

文献名	著者名	発売(行)者(連絡先)	発行年月
Environmental Assessment of Products, Third edition- A textbook on LCA	Bo Pedersen Weidema	The Finnish Association of Engineers TEK/Finland TEL +358 9 2291 2282 FAX +358 9 2291 2944 e-mail:Peter.Jaffels@tek.fi	1998年
SETAC Europe Newsletter		SETAC Europe TEL +32 2 772 72 81 FAX +32 2 772 53 86 e-mail:setac@ping.be	
SETAC NEWS Newsletter		SETAC North America TEL +1 850-469-1500 FAX +1 850-469-9778 e-mail:setac@setac.org	
Environmental Life Cycle Analysis	Devid F. Ciambrone	Lewis Publishers/Flodida ISBN 1-56670-214-3 値段 US\$65.-	1997年
Hellenis Life Cycle Assessment Network(HELSCANET)	Prof. Dr.-Ing. Nicolas Moussiopoulos and Prof. Christopher J. Koroneos	Aristotle University/Greece TEL +30 31 996011 FAX +30 31 996012 e-mail:helcanet@aix.meng.auth.gr	
環境負担性評価データベース	環境負担性評価調査委員会 データベース管理ワーキンググループ	http://www.sntt.or.jp/db-wg	

【編集後記】

欧州ではLCAを計算した研究者は多数いる。彼らが言うには、LCI計算結果を出すと会社の情報が出てしまうと心配しているのはまだLCIを計算したことがない者であると。LCAは実戦の時期に入っているのに5年前と同じ議論がまだむしろ返され続けている。LCAを既に全社・系列会社までほぼ完成した会社があるというの世の中は様々である。

発行 LCA日本フォーラム/(株)産業環境管理協会
〒110-8583 東京都台東区上野1-17-6広小路ビル
電話 03-3832-7085 FAX 03-3832-2774

KEIRIN  この事業は、競輪の補助金を受けて実施したものです。