

目次

特集 【平成21年度 LCA日本フォーラム表彰】	
【巻頭言:第6回LCA日本フォーラム表彰 功労賞受賞】 “人が人を創る～ラオスにて～”…………… 1 社団法人産業環境管理協会 元常務理事 中山 哲男	【奨励賞(製品開発・生産活動活用部門)】 “LCAによる製品評価を用いた、 自社製品のカーボンオフセットサービスへの応用”…………… 14 ユニチャーム株式会社コーポレートソーシャルレスポンスビリティ部(CSR部) 環境推進室 小牧 信明
【経済産業省産業技術環境局長賞】 “LCAを使用した環境製品開発の取組みと環境情報公開”…………… 3 サンデン株式会社 環境推進本部 本部長 深沢 知明	“樹脂製クランプレバーのLCA”…………… 16 鍋屋バイテック株式会社 開発部 新製品開発チーム 吉田裕美子
【LCA日本フォーラム会長賞】 “印刷サービスLCAによる定量評価手法の確立と環境配慮提案の実施”…………… 6 清水印刷紙工株式会社 代表取締役社長 清水 宏和	【奨励賞(普及・啓発・教育部門)】 “携帯電話を題材とした環境教育プログラムの 開発と実践—その背景—”…………… 20 横浜国立大学 教育人間科学部 准教授 松本 真哉
“電力システム分野の環境調和型設計を支えるLCAの推進”…………… 10 株式会社東芝 電力・社会システム技術開発センター 電力ソリューション・配電システム開発部 主査 野田 英樹	【奨励賞(研究開発部門)】 “大規模展示会を対象とした評価用データベースの構築と 定量的環境評価への活用”…………… 23 東京都市大学 環境情報学部 准教授 伊坪 徳宏

巻頭言

第6回LCA日本フォーラム表彰 功労賞受賞 “人が人を創る～ラオスにて～”

社団法人産業環境管理協会
元常務理事 中山 哲男

メコン川対岸タイ国の森に、真っ赤な夕日がゆっくりと沈む。新鮮な川魚の焼き立てを肴にラオビールで乾杯をする。ビエンチャン市のメコン河原に、旅行者を含めて多くの人々が集まり、至福の時が流れる。

日本の本州と同じ広さの国土を有するラオス国、人口は580万人に過ぎない。ビエンチャン市はラオス国の首都で、人口は60万人である。14階建てのホテル一棟を除いて高層ビルは無い。コンクリート壁の古い造りの2階屋が狭い道路を挟んで続く町並み、ネオンは殆ど点灯されず、古いカラフルな立派な寺院が点在し、早朝僧侶が托鉢する姿が見られる。上下水道、下水処理、ごみ処理施設は無く、飲料水は地下水、燃料はプロパンガスか薪、一世代前の状況だが、町全体の雰囲気は明るい。電力は水力発電、タイ国に輸出し、携帯電話、インターネット網は完備し、普及している。

11月16日から2週間に涉って、財団法人 海外技術者研修協会(AOTS)主催の「環境保全と省エネルギーによる持続可能な開発」に関する海外研修がビエンチャン市で開催され、講師として参画した。研修生は、職業訓練校の

講師等を主体とする43名であったが、環境保全、省エネルギーに関する知識、経験並びに関心度は、ごく少人数を除いて低かったのも事実である。例えば、工場における省エネルギー対策、熱管理の根幹、大気汚染発生の原点となるボイラーについて、2、3人の研修者を除いて、その存在すら知らなかった。研修の一環として工場見学で訪れた、ビール工場、タバコ工場でも当然ボイラーは稼働し、煙突からは煙が立ち昇っていた。ビエンチャン市周辺では工場が少なく、日常的に接する機会が無かった為と思われる。

ビール工場では、排水処理施設、ビンの回収再利用システムは、当然、完備していた。しかし、缶、ペットボトルの分別、リサイクルシステムは全く無い状態であった。また、英国企業からの資本金が過半を超えているタバコ工場では、ISO14000の認証を受けており、環境方針、社員の行動指針等が研修生に配布された。工場内は、職員食堂を始めとし、見事に清潔に保たれていた。

研修コースには、タイ人講師による、水質、大気、廃棄物とクリーナープロダクション(CP)、環境マネジメントシステムの4科目の講義が組み込まれていた。講義を直接聴

取することは出来なかったが、事前に配布されたタイ語の講義資料には、科目毎に、きめ細かい多量の図表が作成されていた。タイ国に関しては、10数年前から、JICA、JETRO、AOTS等を通して、様々な形で環境問題に関する技術協力、人材教育に直接関わってきた私にとって、タイ人講師がラオス国に対して自信を持って講義する今回の研修は、感無量であった。特に、1999年から2004年にかけて実施した公害防止管理者制度移転によって、タイ国に大気、水質、廃棄物に関する環境スーパーバイザー制度が構築された。タイ国における環境保全に関する人材育成制度が確立し、進化した結果と言えよう。途上国に、人が人を創る、人材育成制度の構築、その成果が今回の研修に、反映したものと確信する。

現在、タイ、インドネシアに引き続いて大国である中国に対して公害防止管理者制度を移転するプロジェクトが進展しつつある。人が人を創る、対象国の国情に密接に対応した人材育成、教育制度の構築に向けた一層の活動に期待する。

“LCAを使用した環境製品開発の取組みと環境情報公開”

サンデン株式会社 環境推進本部
 本部長 深沢 知明

1. はじめに

サンデングループは、1943年に群馬県伊勢崎市で創業し、「冷やす・暖める」技術を活用し、カーエアコン及びカーエアコン用コンプレッサーなどの自動車機器事業、業務用冷凍・冷蔵ショーケース、自動販売機などの食品流通機器事業を展開しています。「お客様の近くでのモノづくり」のコンセプトから、グローバル化へも積極的に取り組み、現在23ヶ国、53拠点での事業を行っています。

また、企業理念の中で環境を普遍的な価値観ととらえ、全社員が企業理念で掲げた考え方・行動に基づき、環境の保全に配慮した活動を行なっています。1993年には、ボランティアプランとして「サンデン環境憲章」を定め、その後、1996年に環境マネジメントシステムを定めたISO14001が、国際規格として制定されたこと、企業としての環境保全活動の重要性から、1997年に環境憲章を改訂し、すべての国内外グループ各社に展開しています。

さらに、グローバルに事業を展開する企業市民の一員として、企業活動のあらゆる面で環境の保全に配慮した行動を確実に行うため、全社員が共有する目標として図1のように「環境ビジョン：エコエクセレント2010」と図2のように「環境行動ガイドライン」を制定し、環境行動計画に反映させています。

特に環境配慮型製品開発と環境技術開発の促進は、企業の生命線であり、「価値創造」と「環境負荷低減」を目指し、お客様にとってよりよい製品とは何かを常に考える一方、省エネルギー、省資源、有害化学物質の削減など、持続可能な社会の実現に向けた製品の開発に取り組んでいます。その中で、適正に製品・技術を評価する手法も積極的に導入しています。

今回、サンデングループにおけるLCAを使用した環境製品開発の取組みと環境情報公開について、その概略を紹介します。

環境ビジョン：エコエクセレント 2010 世界一流のお客様へ“同一環境品質”の 製品・システム・サービスを提供する。	
エコ プロダクト	製品環境性能の向上と環境技術開発の促進 エコ製品比率 100%:2010
エコ ファクトリー	事業所・オフィスでの“あらゆるムダの徹底排除” 省エネ Δ10%(90比):2010
エコ マネジメント	環境経営マネジメントのレベルアップとシステム統合 事業別国内拠点EMS統合

図.1 サンデン環境ビジョン2010

“あらゆるムダの徹底排除”
1、環境配慮型製品開発と環境技術開発の促進
2、グリーン調達・販売・サービスの推進
3、コスト効果と環境改善が図れる環境保全活動
4、環境経営マネジメントシステムのレベルアップ
5、環境社会貢献活動の推進

図.2 環境行動ガイドライン

2. LCA実施の目的

当社におけるLCAの目的は、下記4項目に絞っています。

- ①製品のライフサイクルでの環境負荷（CO₂排出量）の見える化
- ②環境負荷の高い工程、部品の把握
- ③お客様への環境情報の提供
- ④開発技術／製品の目標値をベンチマーク化、各開発DR（デザインレビュー）での節目管理

3. 製品LCA活用事例

3.1 自動販売機

自動販売機のLCAは、1992年、国立環境研究所 乙間先生との共同研究が始まりでした。当時、自動販売機は街並みの景観を汚す、夜間派手に輝いている自動販売機の照明が、全国に広がる自動販売機の合計では原子力発電所1基分の電力に相当するとの報道までなされ、省エネ化は急務でありました。

当時の自動販売機のCO₂排出量は、7,330kg（使用期間：5年間）で、その94%を製品使用段階で占めていました（図.3）。

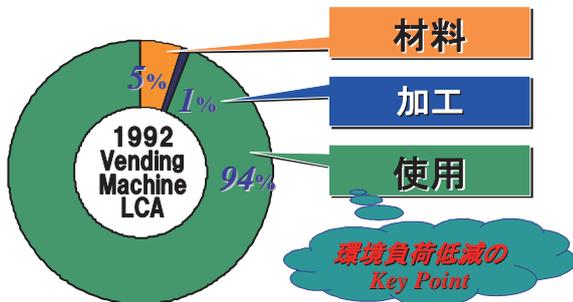


図.3 自動販売機のLCA結果（1992年）

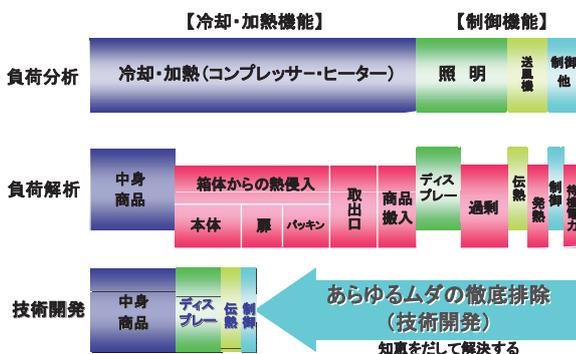
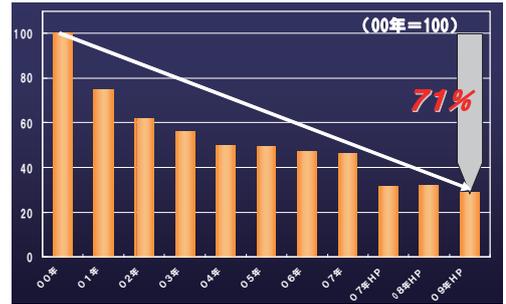


図.4 自動販売機の使用段階での負荷分析

このLCA結果を基に、自動販売機の使用段階での負荷分析をした結果を図.4に示します。図.4に示すように、冷却・加熱でのコンプレッサー稼働や照明の電力消費量に加え、箱体からの熱侵入によるロス、過剰な照明ディスプレイ等、無駄な発見が多数見つかりました。この無駄（当社では、あらゆるムダの徹底排除（技術開発））が、その後の技術開発テーマとなり、自動販売機の省エネ化に結びついていきました。

環境負荷低減技術としては、ゾーン加熱方式、ヒートポンプ方式採用や、気密性向上・真空断熱材採用、学習省エネルギー運転制御などを進め、また、自動販売機の省エネトップランナー制度とも絡まって、図.5に示すように、自動販売機の代表機種である30セクションの2009年ヒートポンプ機消費電力は、2000年に対して71%削減できました。

また、最新の自動販売機LCA結果は、図.6に示すように、30セクションの2009年ヒートポンプ機で、3,158kg（使用期間：5年間）で、製品使用段階での割合も約64%に低減しました。



HP:ヒートポンプ機能搭載

図.5 自動販売機の消費電力

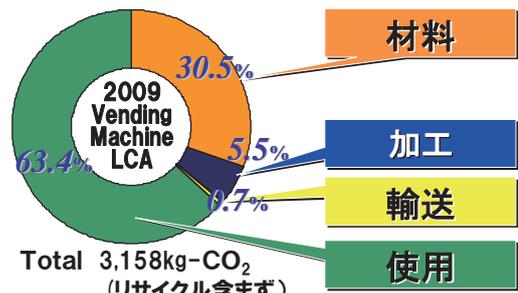


図.6 自動販売機のLCA結果（2009年）

3.2 カーエアコン用コンプレッサー

カーエアコン用コンプレッサーのLCAは、2002年、当時、（独）産業技術総合研究所LCA研究センター長でいらした稲葉先生（現 東京大学人工物工学研究センター 教授）、（社）産業環境管理協会 成田先生（現 名古屋産業大学 教授）青木先生のご指導のもと、開始しました。

また、2007年より、（社）日本自動車部品工業会でまとめた「製品環境指標ガイドライン」（<http://www.japia.or.jp/work/2007/09/guideline.html>）に基づき、LCAを実施しています。

システム範囲は、図.7に示すように、素材工程～サプライヤ工程～サプライヤと当社間の輸送工程～当社での加工・組立工程～お客様（自動車メーカー）と当社間の輸送工程～使用の範囲としました。

廃棄に関しては、自動車メーカー様で行うため、当社としては除外致しました。

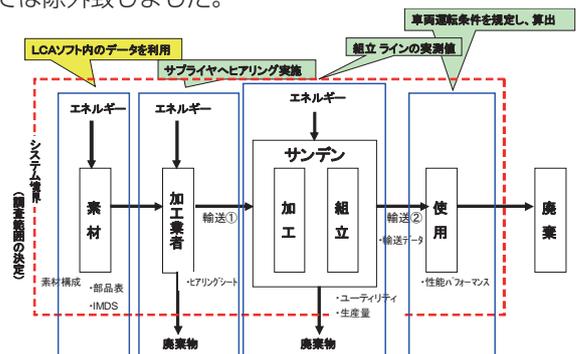


図.7 カーエアコン用コンプレッサーLCA実施範囲

カーエアコン用コンプレッサーのLCA結果を表1に示します。コンプレッサーの種類が固定容積型から内部可変容量型、外部可変容量型と技術進化を遂げていく中で、環境負荷値（地球温暖化）は低下していき、固定容積型3234kg-CO₂から外部可変容量型2232kg-CO₂で62%の改善を果たしました。

表.1 カーエアコン用コンプレッサーLCA結果

製品		コンプレッサーの種類		
		固定容積型 コンプレッサー 	内部可変容量型 コンプレッサー 	外部可変容量型 コンプレッサー 
環境負荷	地球温暖化	3234	2311	2232
	資源枯渇	513	446	382
	環境負荷物質	41	37	32
環境効率	地球温暖化	0.050	0.076	0.081
	資源枯渇	0.316	0.395	0.471
	環境負荷物質	3.951	4.757	5.625
製品環境指標	温暖化		1.52	1.62
	資源枯渇		1.25	1.49
	環境負荷物質		1.20	1.42

4. LCA結果の公開

自動販売機は、環境ラベル タイプⅢであるエコリーフを通して、環境情報を公開しています。(http://www.jemai.or.jp/ecoleaf/prodbycmp_companyobj119.cfm)

カーエアコン用コンプレッサーは、当社CSR報告書を通して、環境情報を公開しています。(http://www.sanden.co.jp/environment/index.html)

5. 最後に

当社グループは、経営方針として、環境から企業価値を創造する「現有の強みを基礎に、『環境』をコアにして次の成長を果たす」を掲げました。私たちは、経営方針に基づき、製品では、環境に対する技術開発、工場では、あらゆるムダの徹底排除を強力に推し進めるとともに、COP15やその後の国際社会で議論されている温室効果の削減目標の動向を見極め、次の環境ビジョン、中期目標を策定・行動していく予定です。

“印刷サービスLCAによる定量評価手法の確立と環境配慮提案の実施”

清水印刷紙工株式会社

代表取締役社長 清水 宏和

1. はじめに

印刷サービスにおける環境配慮といえば、“再生古紙の使用”や“大豆油インキの使用”など、イメージ先行で数値的な裏付けの無い、定性評価しか存在していませんでした。そこで、昨今の各方面からの環境負荷低減への期待に数値表現で応えるべく、定量評価手法のコンセプトに基づいた「印刷サービスLCA」の仕組みを構築しました。

「印刷サービスLCA」は、

- ① 資材・生産・廃棄/リサイクルにおける環境負荷の数値化＝“見える化”（見える化）
- ② 既存の資材種類・生産工程・構造設計などの見直しによる環境配慮設計への転換
- ③ カーボンオフセット・カーボンフットプリントの算定基礎としての利活用

上記3ステップの実践により、環境負荷低減を目指していくことを目的としました。

2. 分析方法

2.1. システムバウンダリ

印刷サービスLCAのシステムバウンダリを図1に示します。紙・インキ・印刷版という主要資材調達から生産工程を経て、完成品が消費者に運ばれた後に廃棄され、生産工場からは不要となった廃材がリサイクルされるまでを環境負荷の算定対象としています。

2.2. 原材料調達段階

原材料調達段階では、主に紙・インキ・印刷版などが算定対象となります。排出原単位は、LCA日本フォーラムデータベース（DB）や資材メーカーによる試算値を引用し、それぞれの投入量と配送における負荷を算定しています。

① 原反

原反（紙・プラスチック）の使用量は、実際に使用する枚数と本刷り前の色や見当精度の調整に使用する準備用紙枚数の合計から算出します。パッケージや冊子を生産する際には、製品が不整形な場合はCADにより面積比率を算出



図1：印刷サービスのシステムバウンダリ

することで、投入される原反を製品と非製品に重量ベースにて分類しておきます。

② インキ・ニス

インキ・ニスの使用量は、その原反に転写されるインキの膜厚を実際のジョブ実績値から割り出して平均化し、インキ付着面積比率と原反寸法を乗じることでインキ使用量として予測しています。正確なインキ付着面積比率が算定できない場合には、一般印刷の最大値を仮想値とすることで、少なく算出することの無いように配慮しています。排出原単位については、インキ顔料を多種類使用することや、サプライチェーンが海外にまで拡大されていることなどもあり、積上げ方式だけの評価が極めて困難で未整備な状態でした。そこで、インキメーカーに積み上げ+産業関連法のハイブリッド方式での積算を依頼し、カラー印刷に必須となる4原色や表面保護に用いられるコーティングニスなどの排出原単位を整備して活用しています。

③ 水資源・添加剤

一般印刷ではインキ（油）と水の反撥作用により印刷画線部と非画線部（インキの転移される部分とされない部分）が形成されますので、水資源は印刷工程内物質ということになり、業界内では“湿し水”という呼称がつけられています。ジョブごとの湿し水使用量の事前予測については、正確な算式に基づいて算出できる事例が存在しておりませんでした。そこで、弊社所有印刷機でインキ使用量と湿し水使用量の関係を紐解くべくデータ解析を行いました。原反による水分吸水率や印刷機内の温度上昇による蒸発率などを未だに十分に解明できていません。現在は暫定的なインキ使用量に対する湿し水使用倍率を原反種類別に設定し、水資源使用量を算出しています。

添加剤（IPA：イソプロピルアルコール）は、水の表面張力を下げることで細かい画線部と非画線部の形成を確実なものとするために利用され、湿し水の5%程度を添加することが一般化されています。

現在では水資源とIPAを全く使用せず、印刷版の現像工程での有害な強アルカリ廃液を排出せずに品質の向上も見込める“水なし印刷”が普及しつつあり、弊社でも全面切り替えを視野に入れて、順次切り替えを進めております。

④ 印刷版

印刷版の調達については、各メーカーによる環境負荷の

スタディーが進んでおりますので、直ぐに利用できる数値が整備されています。

2.3. 生産段階

生産段階では、印刷及び後加工機の生産に係る電力使用量と、それぞれの空調及び照明の電力使用量が算定対象です。電力使用量は一次データの収集が理想的ではありますが、それが困難な場合には定格出力値を利用しています。排出原単位はLCA日本フォーラムDBを引用しています。

① 印刷版

印刷版の生産は、PCにより作成されたデジタルデータを版上にレーザーにより書き込み、その後の現像工程を経て作業完了となります。ここでは印刷版に描画する出力機・現像機・空調・照明の電力使用量を測定します。対象設備の電力使用量が測定ができない場合には、定格出力により計算をしています。

照明は定格出力と同等の数値による算出になりますが、空調については季節変動要因や生産設備からの発散熱量により定格出力と相当の差異があることから、個別に電気使用量を測定しています。空調・照明については、その他の生産設備についても同様の考えに基づいて算出を行います。

② 印刷

印刷機については、弊社所有機は全て一年以上の電力使用量の測定実績から一時間あたりの平均値を設定しています。印刷では、紙やインキを準備するための時間や、次のジョブへの段取り替えや清掃時間なども稼働時間に加算する必要がありますので、何の目的も無く停止している時間を除いた時間以外は全て実作業時間となります。実際の電気使用量の測定値を分析しますと、印刷機の定格出力よりも大幅に低いことが判明しました。その理由としては、フルパワー稼働時でも定格の70~80%程度であることと、上記の前準備・後片付けの時間の追加により数値が低く誘導されることにあります。印刷機では、コンプレッサーや各種オプション装置なども含めて電気使用量をトータルで算出する必要があることを付け加えておきます。

③ 後加工

後加工機は製函・製本など様々な機械がありますが、電力使用量の算出は上記の生産設備と同じ考え方に基づいています。

2.4. 流通・使用段階

流通段階では、完成品である製品重量が算定対象です。使用段階については、アナログ印刷サービスにおいては配慮の必要がありませんが、WEB閲覧などのデジタル印刷サービスにおいては電力使用量の算定が必要になります。排出原単位はLCA日本フォーラムDBを引用しています。

① 配送

配送では、原反投入量から非製品分を差し引いた製品重量と配送距離とを乗じるトンキロ法により算定します。配送場所までの距離については、出発地点と到着地点を入力することで自動計算されるWEBサイトの計算ツールを活用しています。

② 使用

使用においては、パッケージや冊子などの“アナログ”媒体における印刷サービスでは対象外としますが、最近の電子書籍などに代表される“デジタル”媒体による印刷サービスは使用における電力使用量を考慮しなくてはなりません。環境負荷は極めて小さいと考えられますが、比較検討されるポイントとなる負荷となりますので、必ず計算対象にするようにしています。

2.5. 廃棄・リサイクル段階

廃棄段階では、消費者の廃棄する製品重量が算定対象で、リサイクル段階では主に工場から排出される非製品重量が算定対象となります。排出原単位はLCA日本フォーラムDB

や、リサイクル処理業者による試算値を引用しています。

① 廃棄

廃棄においては、製品の一部分が消費者に購入されて家庭からごみ収集されて焼却廃棄される分と、製品の売れ残りが販売者によって廃棄される分を別々に算出する必要があります。原反に紙を使用した場合の焼却廃棄については、コート層以外の木材由来比率（バイオマス比率）の重量をカーボンニュートラルのコンセプトによりマイナス計上することが可能です。カーボンニュートラルとは、木材由来分の焼却により排出されるCO₂が、木の成長過程で光合成により吸収されるので、ライフサイクルの中ではCO₂を増加させないという考え方です。

工場からの廃棄については、水を使う印刷に使用する印刷版の現像廃液（水なし印刷の現像排水では非該当）などの専門引き取り業者による特別管理廃棄物が該当します。

② リサイクル

リサイクルにおいては、原反から製品を差し引いた分（非製品と調整用予備）と、印刷版の全量を算出することになります。消費者による製品リサイクルについては、信頼できるシナリオに基づいて算出することも可能です。

3. 結論

「印刷サービスLCA」の確立により、

1. 今までの定性評価から定量評価への切り替えにより、社内外に向けての環境負荷に関する情報公開が数値表現へ

表1: 紙製CDパッケージ 印刷 10万個製造時の条件別 GWPサマリ

	項目	A:Normal	B:WL	C:FM	D:PaperWS
調達	紙	1,890.0	1,890.0	1,890.0	1,650.0
	インキ・ニス	57.1	57.1	45.9	57.1
	水・添加剤	0.2	0.0	0.1	0.2
	印刷版	36.6	36.6	36.6	36.6
生産	印刷	86.8	86.8	86.8	86.8
	抜き・製函	146.0	146.0	146.0	146.0
配送	配送	25.8	25.8	25.8	22.6
廃棄	焼却廃棄(+)	2,290.0	2,290.0	2,290.0	2,010.0
	焼却廃棄(-)	-2,170.0	-2,170.0	-2,170.0	-1,880.0
リサイクル	紙リサイクル	94.6	94.6	94.6	82.2
	アルミリサイクル	8.0	8.0	8.0	8.0
GWP合計:		2,465.1	2,464.9	2,453.8	2,219.5
Aとの比較:		-	99.99%	99.54%	90.04%

(kg-CO₂e)

*(社)産業環境管理協会 LCAソフトウェア「SimpleLCA」にて算出

*項目・・・A: ノーマルプラクティス, B: 水なし印刷, C: 高精細印刷, D: 紙軽量化

と置換

- II. 環境負荷を資材・工程別に数値把握することにより、仕様変更の要点の絞込みが可能となり、数値の裏付けによる環境配慮設計が進展
- III. 取り組みの進んでいるカーボンオフセットや、急速に取り組みの拡大するカーボンフットプリントの算定基礎としての利活用

取り組み前に掲げた目的について、期待通りに完遂できました。

事例として、弊社の主力商品である紙製CDパッケージ（133mm×133mm×9mm、10万個製造）をご紹介します。インパクト評価のなかでもGWP（温室効果ガスのCO₂換算値）に着目し、印刷条件を水なし印刷による水資源投入ゼロ・高精細印刷によるインキ使用量の30%削減・紙の軽量化などを実施した場合の感度分析を表1にまとめました。アナログ印刷サービスの場合には、紙による負荷が全体の四分の三以上で、それ以外については特筆すべきものが廃棄以外に無いことがご理解頂けると思います。本来であれば、最先端印刷技術である水なし印刷や極小網点によるインキ使用量削減が効果を発揮してくれるはずであると期待したいところですが、負荷の全体に対する割合が低いことから、影響力をもつ要因とまでになりませんでした。本事例では、特にパッケージ分野における紙の軽量化と耐荷重性向上という、相反する質的向上を進めていく必要があることがわかりました。

今後は、LCAにおける精緻化が高度化とイコールにならない場合が多く存在することを再認識し、「印刷サービスLCA」のあるべき姿について継続的に考えていきたいと思えます。

“電力システム分野の環境調和型設計を支えるLCAの推進”

株式会社東芝 電力・社会システム技術開発センター

電力ソリューション・配電システム開発部 主査 野田 英樹

1. はじめに

東芝では電力・社会システム技術開発センターにLCAの研究部門を設置し、社内の豊富なデータベースやLCA評価ノウハウを活用して、電力システム分野の様々な機器を対象にLCAを推進してきました。ここでは、これまでの取り組みとして、①環境調和型製品設計の推進を目的としたLCAの実施、②LCAの普及のための情報公開や標準化活動、③多様な評価ニーズに応える新手法開発、について概要を紹介いたします。

2. 電力システム機器の特徴とLCAの課題

電力システム機器は図1に示すとおり、大型発電システム、それらを構成する水車、タービン、発電機、更には、変電所を構成する変圧器、開閉装置、避雷器、各種システ

ムなど多様です。

この様な電力システム機器はコンシューマ機器に比べて図2に示す特徴を有しており、LCAを行う場合には、次の3つの課題があります。

1つ目の課題は、電力システム機器は運用段階がエネルギー消費だけでなく、変換、制御など多様になり、環境調和型設計のポイントが捕らえにくい場合が多いため、環境調和型設計のポイントを分かりやすく示すことです。

2つ目の課題は、電力システム機器は使用するリサイクル段階や多く用いられる特殊材料のLCAデータ入手が困難な場合が多いため、それらのデータを整備することです。

3つ目の課題は、環境負荷以外の信頼性や安全性というニーズに応える手法を開発することです。



図1 様々な電力システム機器

電力システム機器の特徴

	電力システム機器	コンシューマ機器
製造段階	少量生産、個別設計、特殊材を使用	大量生産、標準設計、汎用材を使用
運用段階	運用が長く、エネルギー変換・制御・消費などに関係	多くがエネルギー消費に関係
廃棄段階	有価物として業者が撤去	リサイクルの枠組みで処分

LCAの課題

- (1) 環境調和型設計ポイントの提示
- (2) 入手困難なLCAデータ準備
- (3) 多様な評価ニーズ

LCAの実施、普及、手法開発を推進

図2 電力システム機器の特徴とLCAの課題

3. 東芝の取組み

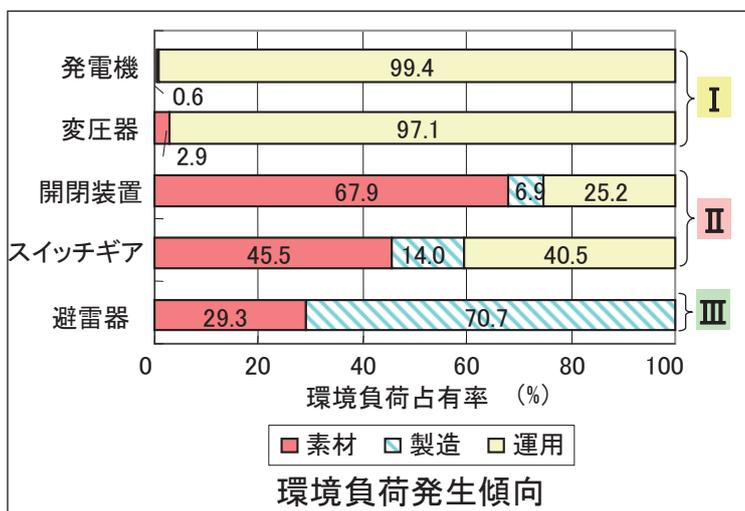
以下では、上述した3つの課題に対する東芝の取組みの概要を紹介します。

3.1 LCAの実施

環境調和型設計のポイントを分かりやすく示すという1つ目の課題に対して、東芝では多くの電力システム機器にLCAを実施し、環境調和型設計のポイントを明確にできました^{(1)~(3)}。

代表的なLCA結果と環境調和型設計のポイントを図3に示します。図から発電機と変圧器の環境負荷は90%以上が運用段階であることが分かります（図中Ⅰ）。このような機器の環境調和型設計のポイントは運転効率向上となります。これに対し、開閉装置とスイッチギアは各段階の負荷が均衡しています（図中Ⅱ）。この場合の環境調和型設計のポイントは、素材使用量の低減、環境負荷影響材料への変更、通電損失の低減などになります。一方、避雷器素子は殆どが素材と製造段階の負荷であるため（図中Ⅲ）、環境調和型設計のポイントは素材使用量の低減、環境負荷影響材料の変更、製造過程の省エネとなります。

この様に、発電機や変圧器などエネルギー変換を伴う機器を「Ⅰ 運用時負荷支配タイプ」、開閉装置などの運用時の環境負荷が比較的小さく各段階の負荷が均衡している機器を「Ⅱ 素材・運用時負荷均衡タイプ」、避雷器など運用時の負荷が著しく小さい機器を「Ⅲ 素材・製造負荷占有タイプ」と分類することで、環境調和設計施策のポイントを設計部門に分かりやすく提示しています。



Ⅲ 素材・製造負荷占有タイプ

避雷器

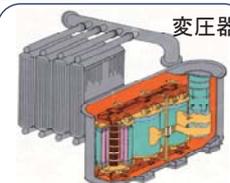


設計ポイント →
素材使用量の低減
環境負荷影響材料の変更
製造過程の省エネ

Ⅰ 運用時負荷支配タイプ



発電機



変圧器

設計ポイント → 運転効率向上

Ⅱ 素材・運用時負荷均衡タイプ

開閉装置



スイッチギア



設計ポイント → 素材使用量の低減
環境負荷影響材料の変更
通電損失の低減

図3 LCA結果と環境調和型設計のポイント

図4に環境負荷を改善した事例を示します。発電機は運転効率の向上、スイッチギアは軽量化と通電損失の低減、避雷器素子は性能向上による素子枚数の削減、という施策を行いました。

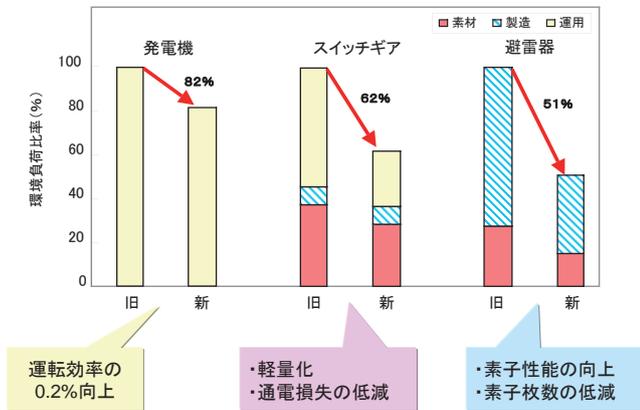


図4 環境負荷改善事例

3.2 LCAの普及

入手が困難なLCAデータを整備するという2つ目の課題に対して、東芝では独自の調査や産業連関表に基づくデータベースを用いてデータを整備すると共に、データ入手が

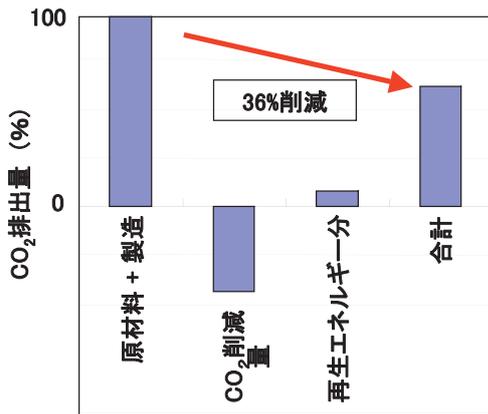
難しい電子回路基板の原単位の提案、業界の標準化活動など、LCA評価者に有益な情報を積極的に公表しています^{(4)~(10)}。図5にそれらの一例を示します。発電機ではリサイクル状況を独自調査し、リサイクル効果を試算しました。保護リレー装置では多くの電子回路基板を3つの標準基板に分類し、各基板の標準原単位を提案しました。LIME2評価ではLIMEとの比較を変圧器を事例に行い、統合化手法の違いが評価結果に与える影響を提示しました。

更に、東芝は(社)日本電機工業会(JEMA)「重電・産業システム機器LCA検討WG」に副主査として参加し、重電・産業システム機器を対象としたLCA評価範囲、データ策定手順などを示した「重電及び産業システム機器ライフサイクルCO₂排出量評価ガイドライン(2008年3月)」および、「同事例集(2008年10月)」を参加企業と共に策定しました。同WGの参加企業は、三菱電機(主査)、東芝(副主査)、日立製作所、富士電機システムズ、安川電機、東洋電機製造、(協力:東芝プラントシステム)です。



図6 JEMA LC-CO₂ガイドライン(2008年3月)

■ 発電機リサイクル効果試算



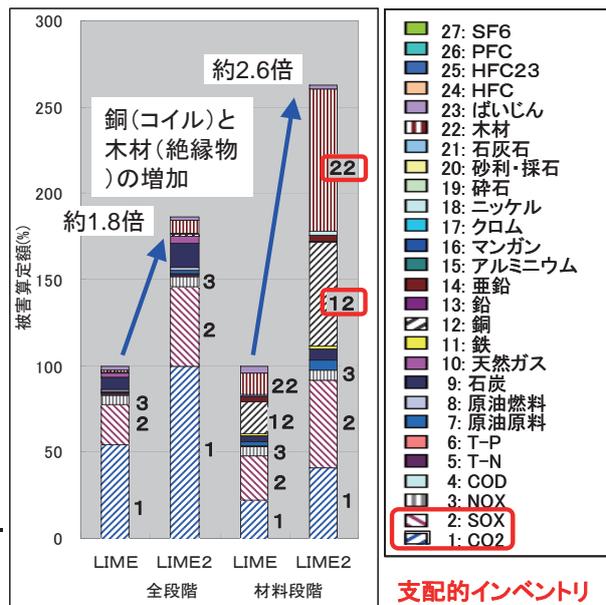
出典:ICEE2006 DA1-09

■ 電子回路基板 標準原単位

保護リレー装置向け	(g-CO ₂ /g)
標準基板A(高集積能動基板)	350
標準基板B(能動基板)	150
標準基板C(受動基板)	80

出展:平成20年電気学会全国大会6-299

■ 変圧器のLIME2/LIME比較



出展:平成21年電気学会全国大会6-322

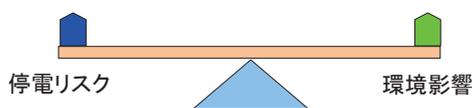
図5 LCA評価者のための公開事例

3.3 手法開発

信頼性や安全性という多様な評価ニーズに応えるという3つ目の課題に対しては、社会システムのLCAなどの評価実績が豊富なスウェーデンのChalmers工科大学と国際共同研究を行い、新たな手法を開発しました。図7にはその概要を示します。設備故障の原因による停電リスクと環境影響のトレードオフの関係を評価する手法や絶縁材料の化学物質の影響をMSDS（マテリアル・セーフティ・データ・シート）を用いて定量化する手法です^{(11)~(14)}。

手法1：停電リスクの定量化

- 停電リスクと環境影響のトレードオフの関係を算定
- 停電発生確率を考慮した評価



手法2：化学物質影響の定量化

- 絶縁材の見直しによる製造段階の人体影響低減効果を算定
- MSDS（マテリアル・セーフティ・データ・シート）に基づく評価

図7 手法開発

4. おわりに

電力システム分野では従来のLCAにくわえ、信頼性・安全性など、多様な評価が求められます。東芝は、「地球と調和した人類の豊かな生活」の実現に向け、環境負荷のさらなる低減に取り組むとともに、新しい豊かな価値を創造していきます。

最後に、LCAの推進にあたり、ご協力とご助言をいただいた、社内外の関係機関・諸氏に深くお礼申し上げます。

【参考文献】

- (1) 鈴木春生, 野田英樹, “電力分野におけるLCAの適用事例” 学会誌「EICA」, 2009年4月
- (2) 野田英樹, “エネルギー機器のLCA” 日本LCA学会, LCA日本フォーラム, 産業環境管理協会共催, 第5回LCA講演会資料, 2007年8月
- (3) 野田英樹ほか, “電力機器における環境影響評価とその活用” 電気評論2007年3月号
- (4) 野田英樹ほか, “LIME2を適用した電力流通設備のLCA” 平成21年電気学会全国大会6-322, 2009年3月

(5) Y. Ebisawa, et al, “Life Cycle Assessment on CO₂ Emission for a Power Transformer” Report for CIGRE WG A2.34 Guide for Transformer Maintenance August, 2008

(6) H. Noda et al, “LCA based design of Environmental Conscious Products for Transmission and Distribution Apparatuses” ICEE2008 P-113

(7) 野田英樹ほか, “保護リレー装置向けLCA手法” 平成20年電気学会全国大会6-299, 2008年3月 pp.40-43, 2007

(8) R. Takahashi et al, “A Study on Life Cycle Assessment for Power and Energy Systems and their Apparatuses” ICEE2006 DA1-09

(9) R. Takahashi et. al, “Environmental Impact Assessment for Heavy Electric Apparatus” 7th Ecobalance, 2006

(10) 高橋玲子ほか, “24kV密閉型スイッチギヤの環境影響評価” 平成17年電気学会全国大会6-257, 2005年3月

(11) R. Carlson, S. Roos, H. Noda, R. Takahashi, “Damage cost calculation method for energy apparatuses” 8th EcoBalance, 2008

(12) H. Hatano et. al, “Risk Evaluation of Organic Chemicals Utilized in Turbine Generators” 7th Ecobalance, 2006

(13) Sandra Häggström, Raul Carlson, Karolina Flemström, Reiko Takahashi, Hiroshi Hatano, Toshiaki Murakami “Risk reducer method for defining environmental performance indicators on life cycle risk” 7th Ecobalance, 2006

(14) Sandra Häggström, Raul Carlson, Karolina Flemström, Reiko Takahashi, Hideki Noda, Toshiaki Murakami “Application of RAVEL method for electric power generation apparatus” 7th Ecobalance, 2006

以上

“LCAによる製品評価を用いた、 自社製品のカーボンオフセットサービスへの応用”

ユニ・チャーム株式会社 コーポレートソーシャルレスポンスビリティ部 (CSR部)

環境推進室 小松 信明

1. 活動の背景

このたびはLCA日本フォーラム表彰「奨励賞」を受賞させていただきます。誠に有難うございます。これらの活動は社内の関係者はもとより、以前から協力してくださった社外のサプライヤー様のご協力があったと考えております。この場をお借りして心より御礼を申し上げます。

当社は日用品の商品を取り扱う消費財メーカーとして、環境問題は重要な課題と認識し、1997年に業界で初めてISO14001を認証するなど、環境改善活動を重要な経営課題として取り組んでまいりました。これらの活動をより高いレベルに上げていくために、数値での管理が必要と考え、2001年からLCAの活動をスタートいたしました。

LCA活動の開始当初は何をしてよいのか分からず、当時（独）産業技術総合研究所の稲葉先生に教えを頂き、（社）産業環境管理協会の皆様にもご指導頂きながらスタートいたしました。その後は、当社データを収集し、サプライヤー様からデータをご提供頂き、当社の主力商品であるムーニーマンでLCA計算を行いました。その後、毎年対象品目を増やし、多くのサプライヤー様のご協力を頂きながら現在までLCA活動を進めてまいりました。

2. サプライヤー様との協働

当社がLCA活動を行う際には、必ずサプライヤー様に説明会を実施し、活動の重要性などを説明した上でご協力を頂いております。この説明会は新たな活動を行う都度実施しております。また翌年には活動のフィードバックを行い、ほぼ毎年のようにLCAに関する情報発信を行い、サプライヤー様との信頼関係を構築してまいりました。特に昨今のカーボンフットプリント制度への対応が求められている中では、今まで以上に協力関係が不可欠になってきております。

そこで当社では過去からの説明会に加え、LCAやカーボンフットプリント制度への考え方や計算方法をまとめる形で、ガイドラインの整備を開始いたしました。今年度は初めての試みでもあり、実施に関してはかなり問題点も多い

のですが、今後の中では活動の課題を整理し、より利用価値の高いガイドラインに整えて参りたいと考えています。

このガイドラインを通じてサプライヤー様との関係を更に強化し、双方にとってメリットのある活動に高めていきたいと考えております。



写真：サプライヤー様方針説明会

3. 社内での活用事例

LCAデータを実際の商品開発活動に役立てなければ、ただの結果報告になってしまいます。そこでサプライヤー様から頂いたデータを基に、社内でLCA計算を簡易的に出来るよう、社内の基幹システムを活用し、商品の環境性能の「見える化の仕組み」を構築しました。サプライヤー様から頂いたデータは大変重要で機密性が高いもので、取り扱いには十分注意した上でシステム開発を行いました。現時点では対象品目も限られておりますが、順次拡大しながら環境配慮型商品開発につなげていきたいと考えております。

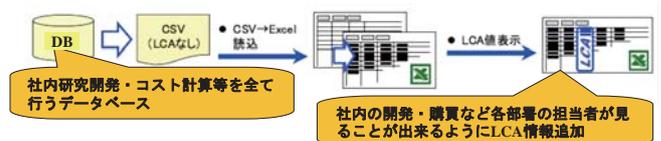


図1：商品環境情報データシート管理システムの概要

4. カーボンオフセットの活動

昨年の環境月間である6月に消費財業界初のカーボンオフセットキャンペーンを行いました。日本でここまで大規模のカーボンオフセットキャンペーンを行ったのは当社が初めてです。このキャンペーンは従来の紙おむつよりも省資源・薄型化を達成した商品の販売を機に、商品の地球環境配慮をより多くの方に知っていただきたいとの考えでスタートいたしました。その他の背景には過去からも当社商品を使用する消費者の方々から環境への配慮を心配されるお客様の声を多く頂いており、消費財メーカーの責任として地球環境にも配慮した商品・サービスを提供したいとの考えもありました。

キャンペーンの対象商品ですが、ベビー用紙おむつのムーニーマンスリムパンツ（Lサイズ、Bigサイズ）という商品を対象とし、LCA計算結果からリニューアル前の商品に比べ10%以上の環境負荷量削減効果があるとの計算結果を事前に確認しておりました。

このようにLCA計算で定量的に削減効果を確認し、単純にエコをイメージさせるキャンペーンではなく、「商品の環境性能の告知」を目的におき、直接消費者であるお客様に、カーボンオフセットキャンペーンをお伝えすることが非常に大切であると考え、実施に至りました。またこのカーボンオフセットキャンペーンでは環境面での削減効果を明確に打ち出すため、寄付型ではなく、LCA計算にて環境負荷量を算出し、オフセットするという考え方でカーボンオフセットを実施いたしました。

結果として、過去2回のカーボンオフセットキャンペーンで合計約7700トンものCO₂排出量をオフセットし、2回とも当初の計画以上のオフセット量を実現することが出来ました。

このようにカーボンオフセットキャンペーンを行う上でライフサイクルでの環境負荷量把握はとても重要であり、LCA計算なくして、このキャンペーンの理論構築・方向性も決定出来なかったと考えております。また同様に一般のお客様への「キャンペーン認知の向上」の成功もなかったと考えております。



図2：ムーニーマンカーボンオフセットキャンペーンwebサイト

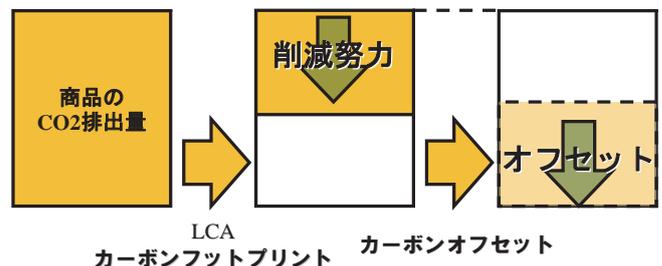


図3：カーボンフットプリントとカーボンオフセットの関係性

5. まとめ

昨今のカーボンフットプリントの議論や環境偽装など消費者の環境への意識がイメージ的なものから、より具体的・定量的な効果を求められるようになってきていると実感しております。今後もますます消費者の環境面での要望が高まることが予想される中で、LCAの考え方に基づく理論構築は必要不可欠だと考えております。

今後は社内に対して今まで以上にLCAの重要性や活用範囲の広さの理解を広め、社内の多くの場面でLCAが活用されるよう働きかけをしていきたいと考えております。その結果環境先進企業としてLCAを通じて多くの社員がライフサイクル思考で行動し、サステナブルな商品を消費者の方々へ提供し、多くのお客様に支持されるサステナブルな企業になっていきたいと考えております。

“樹脂製クランプレバーのLCA”

鍋屋バイテック株式会社

開発部 新製品開発チーム 吉田 裕美子

1. はじめに

当社は岐阜県関市に本社及び工場をかまえ、伝動・制御・位置決め機械部品の開発・製造・販売を行っています(図1)。“良い製品は、良い環境から生まれる”の理念のもと、工場を工園こうえんと呼び、1973年の第一期工事以来、長年にわたり環境対策を続けてきました。例えば、以下の環境対策を行っています。

- 2000年 全事業場でISO14001の認証を取得。
- 2005年 RoHS指令(「電気電子機器に含まれる特定有害物質の使用制限に関する欧州議会および理事会指令(2006年7月1日実施)」)に対する適合を全製品で完了(1年前倒し)。
- 2006年 チームマイナス6%に参加。

最近の取り組み事例としては、

- 関工園で機械加工する際に発生する鋳物の切粉をプレスで固め、各務原工場(鋳物工場)の鋳造の原材料として再利用(recycle)する。
- 社員の自宅で不要になったダンボール箱(ネット通販で購入したものなど)を会社に持ち寄り、製品の発送用に再使用(reuse)する。
- システムの潜在能力を100%発揮させる新製品開発を行う。

などがあります。

しかし、これらの環境対策では環境負荷低減について定量的な判別が困難なため、より良い手法がないかと思案していたところ、経済産業省 中部経済産業局から、環境配慮製品開発体制構築と必要な手法の導入を支援する「製品グリーンパフォーマンス高度化推進事業」へのお誘いがあり、取り組む運びとなりました。

2. LCAの実施内容

当時、新製品として立ち上げようとしていた樹脂製のクランプレバーに着目しました。

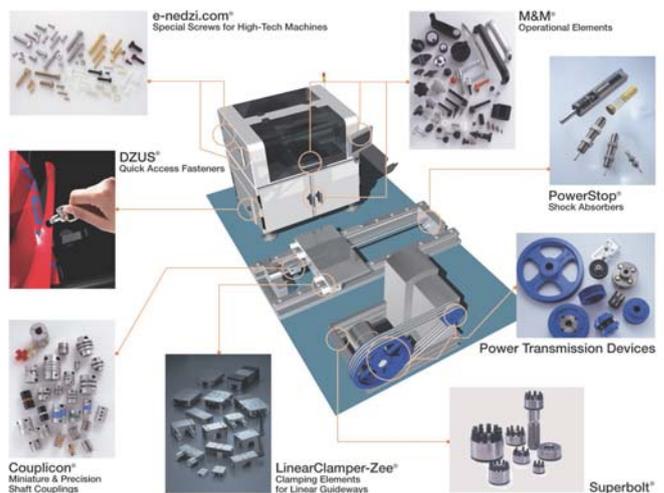


図1：関工園と製品群

2-1 目的

当社の代表的な製品である「樹脂製クランプレバー」に係る2種類の製品に対して改善効果の把握を行うことを目的としました。具体的には、このLCA調査によって、新製品「ミニプラクランプレバー」と従来品「プラクランプレバー」のそれぞれについてライフサイクルを通じた地球温暖化への影響を把握し、その結果を用いて、今後改善すべき点や両者の違いを明らかにし、今後の製品開発に役立てようと考えました。また、差別化の困難な機械要素部品市場において新製品を売り出すための製品プロモーション用データを取得することも目的としました。

2-2 対象製品概要

樹脂製クランプレバー 1 本を対象としました (図2)。本製品は、手作業でワーク等を固定する機械要素部品です。内部構造は図3のとおりです。



図2：製品比較

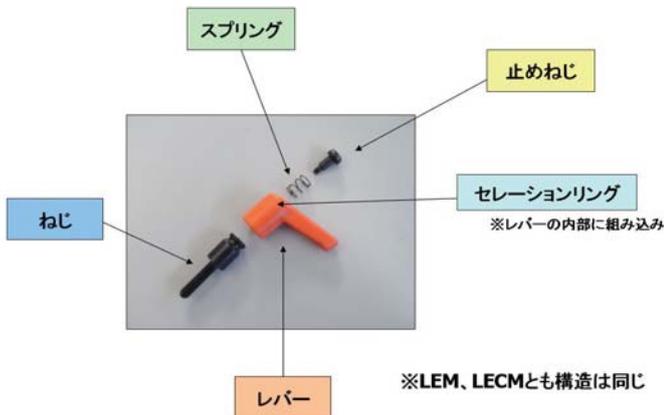


図3：レバーの構造

2-3 システム境界

LEM及びLECMの原料となる資源の採掘から、製造、輸送、使用、廃棄までをシステム境界としました。ただし、ねじ、スプリング、止めねじの加工工程は海外で行っておりデータ収集が困難なため、対象外としました。上記工程を除外したとしても、LEM及びLECMの両者ともねじ、スプリング、止めねじは共通部品として使用しているため、比較評価には影響しません (図4)。

また、本製品の使用段階ではエネルギー消費がないため、使用段階に起因する環境負荷はありません。

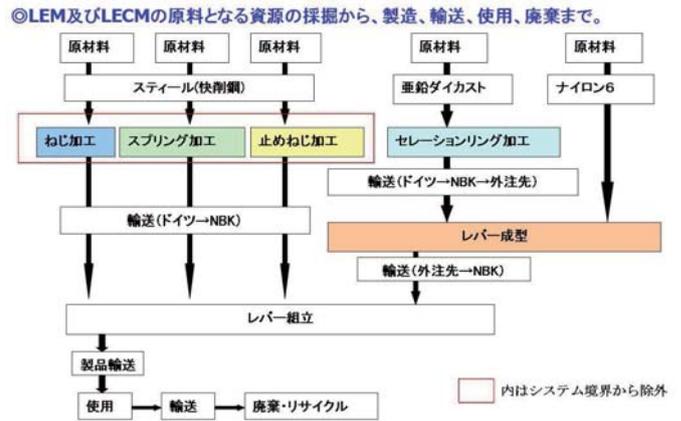


図4：システム境界

2-4 関連データに関する前提条件

フォアグラウンドデータは稼動中の実績値を使用しました。(2006年8月から2007年1月の間に実測調査) 一方、製品等の輸送に関わる積載率や走行距離などのデータは、一般的な物流形態における推定値を使用しました。なお、バックグラウンドデータは「Simple LCA」「JEMA-LCA Proオプションデータパック」を採用し、LCA計算ソフトは「Simple LCA」を用いました。

2-5 ライフサイクルインベントリ分析

本LCA調査では地球温暖化への影響に特化することとし、着目物質はCO₂・CH₄・N₂Oの3物質としました。その結果が表1です。

表1：インベントリ分析結果

<従来品:LEM>

項目	合計	単位	製造	輸送	廃棄
CO ₂	7.73E+01	g	6.50E+01	4.14E+00	8.19E+00
CH ₄	1.39E-03	g	1.07E-03	3.18E-04	0
N ₂ O	1.80E-03	g	1.72E-03	8.26E-05	0

<新製品:LECM>

項目	合計	単位	製造	輸送	廃棄
CO ₂	7.23E+01	g	6.19E+01	4.06E+00	6.32E+00
CH ₄	1.32E-03	g	9.98E-04	3.18E-04	0
N ₂ O	1.72E-03	g	1.64E-03	8.26E-05	0

2-6 ライフサイクル影響評価

表1における着目3物質のアウトプット量を、地球温暖化係数としてGWP100(IPCC100年指数：2001年版)を用い特性化(CO₂換算値として指標化)しました (表2、図5、図6)。従来品、新製品ともに製造段階における影響が最も大きいことがわかります。特に、レバー成型の要因が大きく、両者とも全体の約50%以上を占めています。そのなか

で、輸送は5.4% (LEM)、5.6% (LECM) であったことから、影響が小さいことが分かりました。

表2：影響評価

換算値	LEM	LECM
CO2	7.73E+01	7.23E+01
CH4	3.19E-02	3.03E-02
N2O	5.34E-01	5.10E-01
合計	7.79E+01	7.28E+01

※単位は、g-CO2等価量

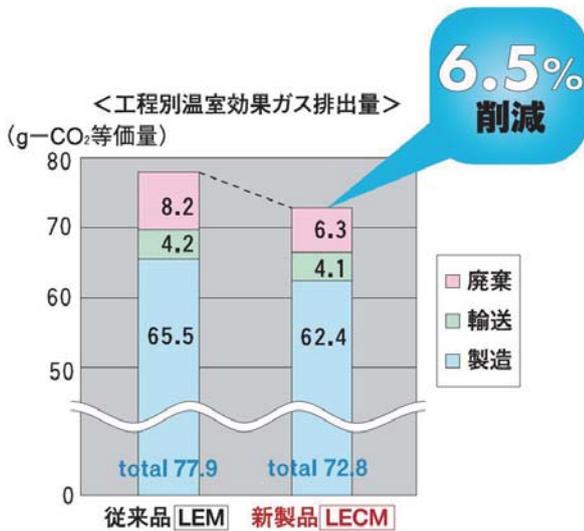


図5：工程別温室効果ガス排出量

2-7 結論

今回は結果として、総重量1g (4.8%) の違いで、CO₂ 排出量が6.5%削減できることが分かりました。この結果には製造段階での加工量の削減、また同様に廃棄段階での焼却量の削減が起因しているのですが、ただ単純にサイズを小さくしただけでも削減効果は十分にみられました。

また、製造段階に占める温室効果ガス排出量の割合が輸送段階よりも非常に高いことが分かりました。本製品については、構成部品5点のうち4点が海外からの輸入でしたが、輸送段階の温室効果ガス排出量は全体の約5%であり、仕入先が海外であっても影響はさほど大きくないことをこの評価を通して確認できました。

今回の製造段階における環境負荷が大きかったという結果から、今後は歩留まり等の改善など製造工程の合理化を図り、効果的に温室効果ガス排出量を削減していきたいと考えています。

3. まとめ

今回、LCAを実施することにより、自社製品に対して具体的な環境負荷の低減を確認することができました。また、環境に配慮した新製品であることを具体的な数値をもとにアピールすることにより、差別化の困難な機械要素部

<ステージ別温室効果ガス排出量>

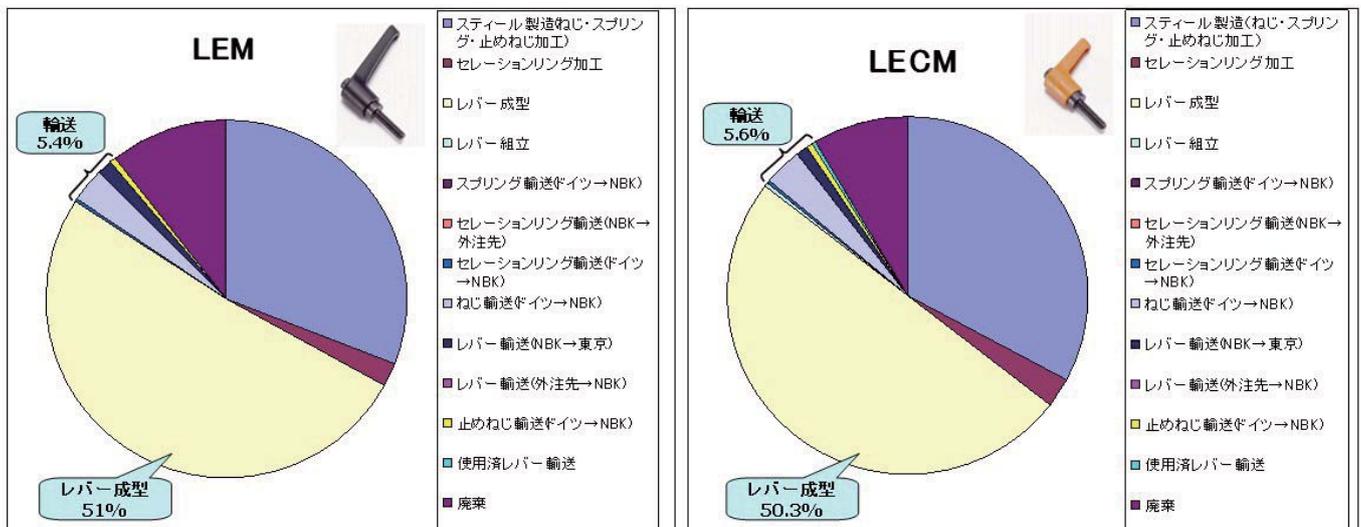


図6：ステージ別温室効果ガス排出量

品市場において、発売当初より多くの引き合いを得ていると感じています（図7）。

当社は、今後開発する新製品に対してもLCAを行い、環境にやさしい製品づくりを続けていきます。

Information 2008.4 Vol.35
ミニプラクランプレバー

地球温暖化の原因となる温室効果ガスに検をします。

温室効果ガス 6.5%削減

新登場

LECMI
サイズ M3, M6

従来品

LECMI
サイズ M5, M12

適合! RoHS指令

CONTACTセンター
03-3508-0000

検索

バックナンバーはこちら
http://www.nbk1660.com/product_info/index.html

図7：カタログにおける製品PR

“携帯電話を題材とした環境教育プログラムの開発と実践 —その背景—”

横浜国立大学 教育人間科学部

准教授 松本 真哉

1. はじめに

このたび、LCA日本フォーラムから、私の研究室で推進している教育活動について奨励賞を頂くことになりました。本稿では、今回ご評価頂いた「携帯電話を題材とした環境教育プログラムの開発と実践」の活動を始めるに至った背景について、受賞講演で述べた内容を簡単にまとめたいと思います。

2. 教材開発の契機

私たちの教材を紹介する時に必ず冒頭で述べることがあります。それは、私が環境教育の専門家ではないことです。更に付け加えると、LCAに関連する団体からこのような機会を頂いておきながら大変恐縮ですが、LCAも私の専門分野ではありません。専門分野は化学であり、電子情報製品に活用されている機能性色素と呼ばれる有機材料の研究・教育を進めています。環境教育の分野に足を踏み入れる最初のきっかけは、2002年に現在勤務する地球環境課程という環境系の教育組織に奉職したことだと思います。当課程には、大学で“環境”のことを勉強し将来は“環境”を良くする仕事につきたい、という学生が多く入学してきます。そのため赴任当初は、機能性色素の分野に関係する、例えば有機太陽電池や有機電界発光素子などの研究課題から、“環境”と化学や産業の橋渡しができればいいのではないかと考えていました。このような方向性で教育と研究を進める間に、今回の活動の発端となる心の中の「もやもや」の濃度が徐々に濃くなってきました。私が勤務する課程では、1年生の入学時のオリエンテーションで入学生全員に自己紹介をしてもらいます。その際、大学の目標や将来の夢なども併せて話してもらいます。例年いろいろな夢や希望、抱負などが述べられますが、大きな割合を占めるのは、前述したように、大学で“環境”のことを勉強し将来は“環境”を良くする仕事につきたい、というような、大学側の人間としては大変緊張する力強い言葉です（もちろん教員へのリップサービスもあるでしょう）。しかし毎年、この自己紹介で彼や彼女らの希望や夢を聞いて

ているうちに、何となく奇妙な印象を持つようになりました。それはまるで判で押したように、良く似た希望や将来像（職業と言っても良いでしょう）が述べられていることに気付いた頃からでした。例えば、彼らが取り組みたいあるいは解決したい環境問題として、森林破壊や地球温暖化、オゾン層破壊などがよく挙げられます。そしてこのような問題を解決するための将来の職業として、環境NGOやNPO、環境コンサルタント、行政職などがよく出てきます。このような自己紹介を聞き始めて5年ほど経った頃に、なんか変やな？、なんでやろう？、と思うようになりました。この「もやもや」した気持ちが環境教育の教材開発を考え始めるきっかけになりました。

3. 物質消費社会と環境

本紙の読者の方には述べる必要は全く無いと思いますが、環境問題の解決に貢献できる職業（大変難しい表現ですが、環境に興味や関心を持つ学生たちはこのように表現することがあります）は、環境問題が包含する因子の多様さと同様、大変幅広くまた定義が難しいと思います。私ごとを述べますが、私が学生の頃にはまだ環境教育が一般的ではなかったこともあり、公害問題の勉強を除くと社会に出るまで環境ということ強く意識したことはありませんでした。化学の分野で修士課程まで進み、その後電機メーカーで液晶パネルの生産技術者として工場勤務しました。その勤務を通して、環境問題と出会う幾つかの機会を持ちました。中でも、梅雨時の渇水のために工業用水の取水量が大幅に制限され、その対策に取組んだ時の記憶が強く残っています。詳しくは憶えていませんが、何かの洗浄工程で渇水対策として使用水量を大幅に削減する仕事が終わったとき、同時にその対策が製品の環境負荷低減にも寄与する事を知りました。そのとき、私たちの生活を取巻く環境問題の多面性や難しさを強く感じました。

もし一個人として環境問題を考えるのであれば、まず、私たちの日常生活がどのような社会活動の上に成立し、その社会活動が具体的にどのような環境問題と関係している

か、という点に視野が及んでいることが重要です。例えば、温室効果ガスとして削減が話題になっている二酸化炭素は、決して何かの燃焼によってのみ発生するわけではなく、いろいろなサービスを楽しむたり商品や食品などを使用・消費したりすることでも、目には見えない状態で排出されています。このような日常生活と環境の接点や考え方は、意外と一般の消費者や生徒には浸透していないようで、環境に強い興味や関心を持つ地球環境課程の学生でさえほとんど意識していないことがわかってきました。そこで、環境教育の基本的な考え方や教材などについて調べたところ、環境教育そのものは歴史もあり、また2003年の環境教育推進法施行後はより活発に教育現場で取組まれているようですが、実践されていたり開発されている教材の課題設定に偏りがあることがわかってきました。端的に述べますと、環境保護などの自然に関連する題材やエネルギーに関連した題材は大変多いのですが、私たちの生活を産業や科学技術に基く物質消費の観点から考えるような教材が極めて少ないのです。

4. 環境教育の新しい視点

そこで私たちは、日常生活の基盤となっている物質消費社会と環境の関係を認識し、更に、その理解や今後を考える上で重要な科学技術リテラシーの獲得を教育目標として考え、環境教育教材の開発を開始しました。まず最初に教育活動の入口として、物質消費社会を代表しかつ私たちの生活を支える科学技術と深い関係を持つ題材を模索しました。題材として強く意識したのは、その題材が受講者となる生徒にとって大変身近でなければならない、という点でした。様々な題材が設定可能ですが、受講者が主体的に使用したり購入したりするモノでなければ、教育の現実味が出ないだろうと考えたからです。携帯電話は、私たちの日常生活に老若男女を問わず密着した製品です。そして生徒の立場で考えれば、中高生や大学生にとっては無くしてはならない必需品であり、小学生にとっては欲しいモノの代表にもなる製品です。また携帯電話は、プラスチックや半導体などの私たちの生活を支える基盤製品や技術を含み、最近ではそのライフサイクルが社会的な話題になっている点でも重要だと考えました。このように教育目標と主題を設定し、プログラムの全体像や各項目を決定しました。

開発したプログラムの全体像を図1に示します。導入部では、私たちの物質消費社会が環境問題と関係していることをライフサイクルの考え方も取り入れて提示し、その象徴的な製品として携帯電話を取り上げます。次の各論部では、携帯電話の基盤部品であり、かつ私たちの生活と密接に関係する産業製品の中から、プラスチック、半導体及び電池を題材として選びました。各論部は科学技術リテラシーの獲得と強く関連しており、座学が中心の講義と、集団に分かれてある課題に対して議論や討論を行うグループワークと工場見学などの学外学習から成る体験学習で構成されています。各論部の全ての教材はライフサイクル思考を強く意識した内容になっています。最後に、それまでのプログラム受講で得られた知識や認識を基に携帯電話のライフサイクルを改めて考えることで、受講者自らの生活の再考と環境が関係する進路や将来の職業の多様性を示唆する結論部を設定しました。本プログラムの詳細な内容や実践例については、文献[1]及び[2]で報告しています。

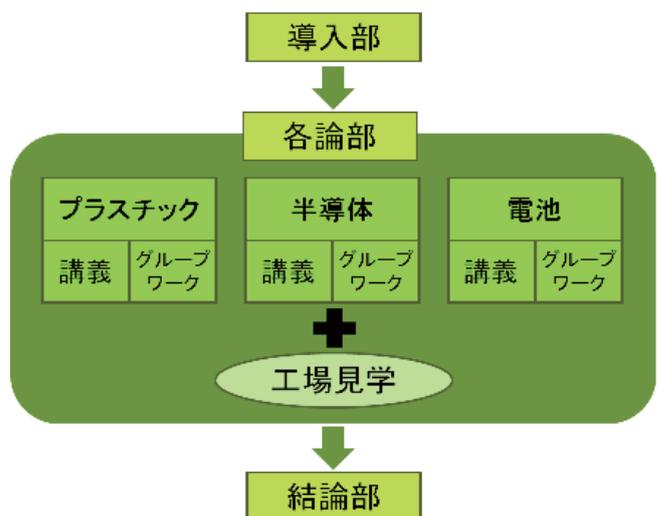


図1 開発した環境教育プログラムの概要

5. 教育と職業

以上、私たちの取組みを始めた経緯について主に述べてきました。最後に、LCAとは少々隔たりがあるように見えるかも知れませんが、“教育”と“職業”の位置付けについて少し述べたいと思います。この二つの関係は、実際、教育を受けて社会に出て行く生徒にとっては大変重要な問題だといえますが、私は教育現場でも企業活動の現場でもあ

まり真剣に考えられていないように感じています。

私たちが開発した環境教育プログラムは、ライフサイクル思考に基づいて物質消費社会の認識と基本的な科学技術リテラシーの獲得を目標としています。その中には、受講者の進学や職業の選択と日々の学校や家庭での勉学とを関連付ける内容も導入しています。それは、私をはじめ教材開発に取り組んだ学生たちがその点を強く意識したからです。環境教育に限らず、日本の中等及び高等教育では、職業的要素の強い学校や学部などを指向しない限り、学生自身が教育現場で職業や職種を考える機会をなかなか持てないのが現実です。それは最近刊行された東京大学の本田由紀さんの書籍に、これまでの歴史的背景も含めてしっかりと述べられています[3]。この書籍には、私のような教育機関の人間はもとより、企業の方にも読んで頂きたい内容が多数含まれています。ライフサイクル思考は、環境を中心として勉強や進学、職業などを考えるための、現代社会における大変重要な教育的要素の一つであると考えています。よく研究分野では産官学連携などと言われますが、教育の分野でも同じ連携が必要な時代になってきたと感じています。LCAに関係している皆様に、是非これからの人材育成の観点から“教育”と“職業”について今一度お考え頂ければ幸いです。拙稿が企業と学校の間を見直して頂ける契機となることを少し期待しております。

6. おわりに

以上、かなりとりとめのない文脈でここまで来てしまいました。お読み頂いた方にはその忍耐力に御礼を申し上げますと共に、これからの業務の中で教育というキーワードについて改めてお考え頂き、企業の社会貢献の一貫として教育現場との接点を積極的にお持ち頂けることを願っております。最後に、今回の受賞とこのような発表の機会を賜りましたLCA日本フォーラムの関係者の方々に御礼を申し上げます。末文と致します。

参考文献

- [1] 松本真哉、産業技術をテーマとした環境教育プログラム ―携帯電話を題材として―、日本LCA学会誌、2009, Vol. 5 (No. 3), 338-343.
- [2] 成田明沙美ら、携帯電話を題材とした環境教育プログラムの開発、日本LCA学会誌、2009, Vol. 5 (No. 3), 393-402.

ラムの開発、日本LCA学会誌、2009, Vol. 5 (No. 3), 393-402.

[3] 本田由紀、教育の職業的意義 ―若者、学校、社会をつなぐ―、ちくま新書、2009.

“大規模展示会を対象とした 評価用データベースの構築と定量的環境評価への活用”

東京都市大学 環境情報学部
准教授 伊坪 徳宏

1. 概要

FIFAワールドカップ、オリンピック、G8洞爺湖サミットなど、さまざまなイベントにおいて環境負荷の見える化が行われている。イベントを通じたCO₂排出量の算定はカーボンオフセットの実施を前提としていることが多い。その評価は、移動と電力といった限られた項目のみを取り上げたものであることがほとんどである。さらに、計算に利用される排出係数は間接分の環境負荷を含まないため、これに基づく結果はライフサイクルの視点が無視される。これは、ライフサイクルを網羅することを前提としたカーボンフットプリントやLCAの考え方と異なっており、結果の誤解と混乱を招く恐れがあった。

本研究では、環境をテーマとした日本最大のイベントであるエコプロダクツ展示会を対象としてライフサイクルの視点に立脚したLCAを行った。イベントでは会場や来場者に関わる項目のほか、展示者や主催者に関する展示品、備品、創作物、配布物、輸送、スタッフなどすべての項目を包括するよう配慮した。計算に先立って、レンタル品などを含めた独自のデータベースを構築した。計算結果によれば、来場者の移動は全体の3割、電力は1%に留まり、配布物などの物品を算入することの重要性を確認した。本研究の実施により、イベントLCAという研究領域が開拓されただけでなく、イベントLCAの在り方や調査範囲の設定の考え方といったガイドラインの提示につながる社会的波及効果の高い成果を得ることができた。

2. 目的

エコプロダクツ展示会を対象としたCO₂排出量を算定するためのデータベースを開発するとともに、CO₂の総量評価を実施する。あわせて、排出量の大きい部門や排出量の削減効果の潜在性が高い部門を抽出し、GHG排出量の効果的な削減を行うための指針を得る。得られた評価結果は、来場者や出展者に広く公開され、それぞれの立場でCO₂削減のための行動の促進を図る。

3. 評価対象および調査範囲

本調査の評価対象を以下に示した。

表1 本調査の評価対象

評価対象	エコプロダクツ2008
来場者数	173,917 人
出展者数	758 社、1796 小間
日程	平成 20 年 12 月 11 日(木)～13 日(土)
会場	東京ビックサイト 東ホール 1～6
主催	社団法人産業環境管理協会、日本経済新聞社

本調査のシステム境界を図1に示した。評価対象（「エコプロダクツ2008」）を「会場」「来場者」「出展者・主催者」「その他」に分け、それぞれの主体について当該展示会に係る活動をシステム境界内に含めた。開催期間中だけでなく、搬入出や配布物の生産や廃棄処分など開催前後の活動に由来する環境負荷も算定に含めた。なお、本調査ではCO₂のみを算定項目とし、最終結果に対する影響度は大きくないものと考え、メタンやN₂Oなどの他の温室効果ガスは含めなかった。

4. 調査方法

主催者、展示者、調査実施者で構成する委員会（事務局 パシフィックコンサルタンツ株式会社）を設置し、その中で調査方針の策定から基礎データの収集、計算結果の共有とCO₂削減に向けた議論を行った。事前評価結果はエコプロダクツ2008期間中に公開され、来場者に対して説明した。調査報告書は有識者による第三者パネルにおけるクリティカルレビューを受けた。最終成果¹⁾はエコプロダクツ展示会のホームページ(<http://eco-pro.com/eco2009/index.html>)において公開するとともに、エコプロダクツ2009期間中に開示した。

本展示会は、関係者が多数であり、環境負荷の発生要因はきわめて多岐にわたる。その一方、環境情報の期間中公開を目的とするため、迅速に計算結果を得る必要があった。

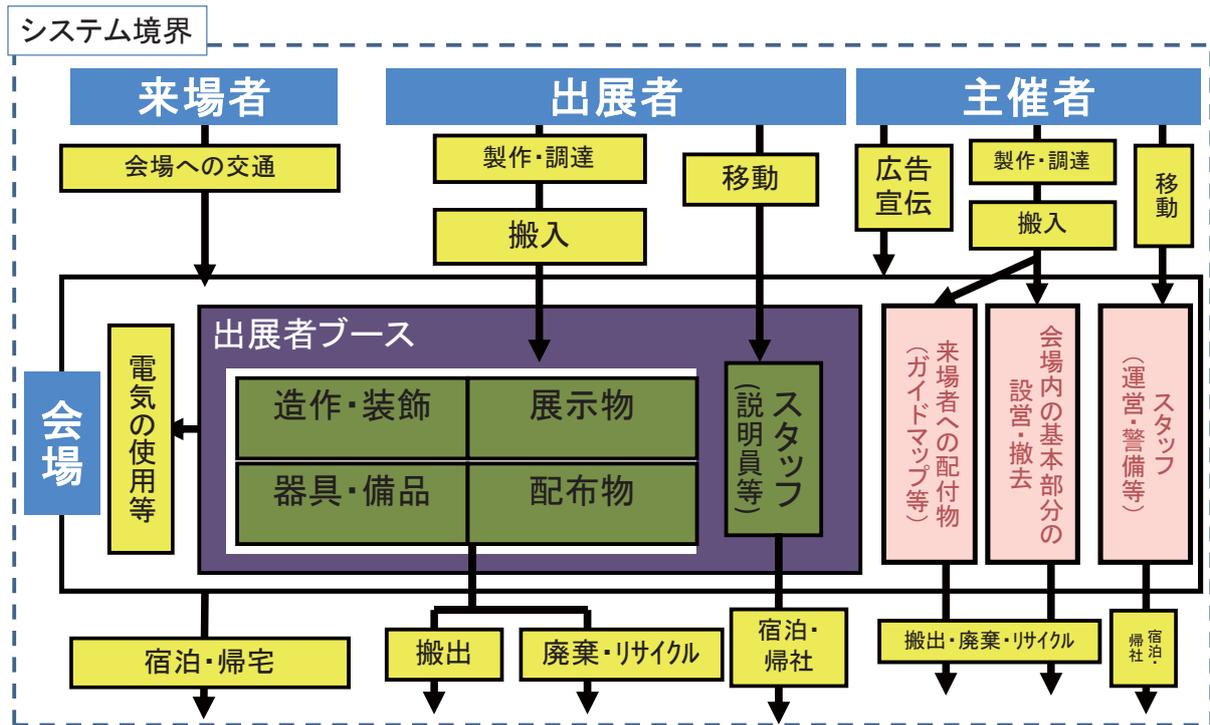


図1 本調査におけるシステム境界

そこで、本調査では原単位法を採用した。以下にその算定式とこれらの入手方法を示した。

$$LCCO_2 = \sum (\text{活動量}_i \times CO_2\text{原単位}_i)$$

(1) 活動量

活動量はすべてフォアグラウンドデータを得ることとした。関係者から以下に示す項目について直接ヒヤリング調査を行った。

- >主催者(印刷物、広告、スタッフ・ボランティア、清掃など)
- >会場(照明、空調、廃棄物、水など)
- >出展者(創作物、展示物、備品、配布物、輸送、スタッフ(衣類、宿泊、食事)など)
- >来場者(交通、食事など)

来場者、出展者はサンプルを抽出し、聞き取り調査を実施した後、拡大推計により全体を網羅した。

(2) 原単位

原単位はバックグラウンドデータを利用することとした。活動量は、データを提示する主体や項目の種類によって、物量データであったり金銭データであったり、さまざまな種類のデータが混在する。また、イベントではパネルやポスター、備品、レンタル品、搬入出、創作物など、特有な物品が含まれ、必ずしも現在のインベントリデータベースがイベント評価に対して整合性が高いものではな

かった。そこで、本調査ではCO₂原単位リストを新規に開発した。ここでは、3EID (国環研)²⁾ を活用しつつ、以下の項目に関する原単位を得た。

- >レンタル品
- >「対事業所サービス」を購入者とした原単位
- >素材や展示物、移動、電力などの物量基準の原単位

5. 計算結果

エコプロダクツ展2008の総CO₂排出量の内訳を図2に示す。総排出量は4,723t-CO₂であり、出展者のCO₂排出量が過半数を超えた。これについて来場者、主催者に関わるCO₂排出量が大きかった。これらに比べて会場に関わるCO₂排出量は小さく、全体の環境負荷のおよそ1%程度であった。

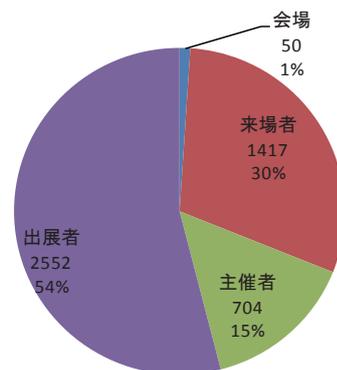


図2 エコプロダクツ2008のライフサイクルCO₂総排出量とその内訳

図3に出展者のCO₂排出量の内訳を示した。700社を超える多数の出展者による展示には、多岐にわたる物品が大量に投入され、消費される。なかでも造形装飾、配布物に関するCO₂排出量が大きかった。これらに次いで、器具・備品、搬入・搬出に関わるCO₂排出量も大きかった。装飾物に関しては、レンタルやリース、リユースを進めること、配布物に関してはカタログや環境報告書から要約版に切り替えることなどがCO₂削減のための要点として考えられた。

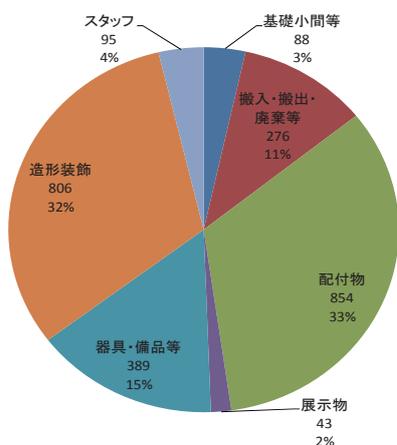


図3 展示者に関するライフサイクルCO₂総排出量とその内訳

展示者の環境負荷の内訳は、コマ数の規模によって傾向が異なることも分かった。個別に展示ブースの活動量を計算実施者に提供した団体に対しては、個別の結果を一コマ当たりの平均値とあわせて返却することで、展示者の環境負荷削減のための検討につなげられるよう配慮した。

図4に来場者の移動起因と宿泊起因のCO₂排出量の内訳を下記に示す。移動に関わるCO₂排出量が8割以上を占めている。交通網の整備条件がよい特徴から大半の来場者が公共交通機関を利用しており、鉄道の割合が高かった。乗用車や航空は利用者の割合が低いが、CO₂排出強度が高く、いずれも全体の1割~2割を占めた。

6. まとめ

本調査では、エコプロダクツ展示会を対象として包括的な観点からライフサイクルでのCO₂排出量を算定した。大型展示会イベントを対象としたLCAの実施は本研究が世界初である。展示会は出展者が多岐にわたるほか、主催者、

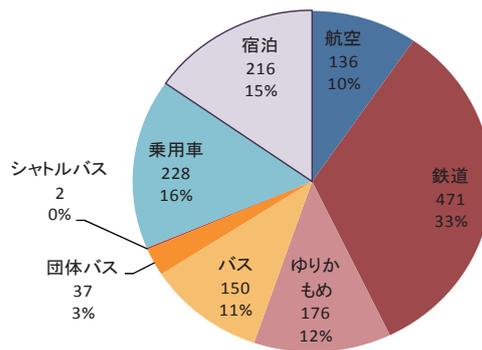


図4 来場者に関わるCO₂総排出量と内訳

来場者、会場とさまざまな主体があり、活動量と環境負荷原単位の入手が極めて困難である。本研究では、予め①イベントLCA用の環境負荷原単位データベースと、効率的に活動量を収集するための②活動量入力フォーマットを独自に開発した。これらを利用することで、大規模イベントを対象とした包括的なLCAを短期間で実施することができた。一次試算結果は展示会当日に、最終結果は展示会終了後3月以内に公開することができた。

本研究成果をまとめた報告書には、計算結果の詳細のみでなく、調査範囲の設定方法、活動量の入手方法、環境負荷原単位の算定方法とリスト、それらの利用方法、結果の解釈や解決されるべき課題に関する説明が含まれている。原単位リストは、すべての産業分類を網羅するだけでなく、レンタル物品、物量基準の原単位、輸送人キロ・台キロベースの原単位など、汎用的にイベント評価に利用できるデータベースとなっている。実施手順と評価用パラメータの双方が入手できる本研究の成果物は、今後のイベントLCAの普及に大きく寄与するものと期待される。

本調査における基礎データの収集や原単位の開発作業は、日経リサーチ株式会社、パシフィックコンサルタンツ株式会社の協力を得て行われた。また、多数の企業より展示者に関する活動量データをご提供いただいた。ここに御礼申し上げます。

参考文献

- 1) <http://eco-pro.com/eco2009/results/index.html>
- 2) <http://www-cger.nies.go.jp/publication/D031/index-j.html>

LCAインフォメーション

行 事 名 称	開催日 (発表申込期間)	開 催 場 所	主催者/ホームページ
SETAC Europe 16th LCA Case Studies Symposium	2010年2月1~2日	Poznań, Poland	Poznan University of Technology http://lcapoznan.setac.eu/?contentid=144
International Conference on Environmental Pollution, Restoration, and Management (SETAC Asia/Pacific Joint Conference)	2010年3月1日~5日	Ho Chi Minh City, VIETNAM	SETAC Asia http://vniceporm.com/
Plastics Recycling 2010 Conference	2010年3月2日~3日	Austin, Texas, USA	http://www.plasticsrecycling.com/
第5回日本LCA学会研究発表会	2010年3月4日~6日 (~2009年11月12日)	東京都市大学(神奈川県)	日本LCA学会 http://ilcaj.snnt.or.jp/meeting/index.html
SETAC Europe 20th Annual Meeting	2010年5月23~27日	Seville, Spain	SETAC Europe http://events.setac.eu/?contentid=179
SETAC Asia/Pacific Annual Meeting	2010年6月4~7日	Guangzhou, China	SETAC Asia/PACIFIC http://www.conferencenet.org/conference/setacp.htm
International Conference on Environmental Science and Technology	2010年6月12日~16日	Houston, Texas, USA	American Academy of Sciences http://www.aasci.org/conference/env/2010/index.html
7th International Conference on Life Cycle Assessment in the Agri-Food Sector 2008	2010年9月22日~24日	Bari, Maraisia	
Brazilian LCM Conference 2010	2010年10月13~15日	Florianopolis, Brazil	
Sustainability in Design	2010年9月29日~10月1日	Bangalore, India	the Learning Network on Sustainability http://www.lensconference.polimi.it/
Life Cycle Assessment X	2010年11月2日~4日	Portland, Oregon, USA	American Center for Life Cycle Assessment http://www.lcacenter.org/
SETAC North America 31st Annual Meeting	2010年11月7~11日	Portland, Oregon, USA	SETAC North America
Sustainable Innovation 2010	2010年11月8日~9日	Rotterdam, The Netherlands	The Centre for Sustainable Design http://www.cfsd.org.uk/events/tspd15/index.html
第9回エコバランス国際会議	2010年11月9日~12日 (~2010年4月15日)	日本科学未来館(東京)	日本LCA学会 http://www.snnt.or.jp/EcoBalance2010/
SETAC North America 32nd Annual Meeting	2011年11月13~17日	Boston, MA, USA	SETAC North America
3rd International Conference on Green and Sustainable Innovation 2009	2011年12月	Thailand	

平成21年度セミナー等のご案内

「環境国際規格化動向」

開催日時：平成22年3月9日(火) 10:00~12:00

開催場所：全日通霞ヶ関ビル

投稿募集のご案内

LCA日本フォーラムニュースレターでは、会員の方々のLCAに関連する活動報告を募集しています。活動のアピール、学会・国際会議等の参加報告、日頃LCAに思うことなどを事務局(lca-project@jemai.or.jp)までご投稿ください。

<発行 LCA日本フォーラム>

〒101-0044

東京都千代田区鍛冶町2-2-1

三井住友銀行神田駅前ビル

社団法人 産業環境管理協会内

Tel : 03-5209-7708 Fax : 03-5209-7716

URL : <http://www.jemai.or.jp/lcaforum>

(バックナンバーが上記URLからダウンロードできます)