

平成 1 3 年度 環境省請負

製品の温室効果ガス L C A データ
表示・検証制度に関する調査研究

平成 1 4 年 2 月

財団法人 政策科学研究所

● 目 次 ●

第Ⅰ章 本調査研究の目的	3
1. 本調査研究の背景	3
2. 本調査研究の目的	4
3. 本報告書の構成	4
第Ⅱ章 LCA の現状と温室効果ガス LCA データの把握	5
1. ISO における LCA に関する規格整備と温室効果ガス	5
2. 国内の LCA 研究のおもな状況	7
1) 国内における LCA 実施状況	7
2) LCA プロジェクト	9
3) JEMAI プログラム	13
3. ライフサイクルインベントリ (LCI) データの収集方法	21
4. 温室効果ガスの発生源と LCI データ	23
第Ⅲ章 LCA による温室効果ガス LCA データの推計	26
1. 国内のおもな LCI データベースの開発状況	26
1) 積上げ法において広く活用されている LCI データベース	26
2) データベースの品質と比較	30
3) データベースの数値の比較	38
4) 産業連関法と積上げ法	39
2. LCI データ構築の手法に関する論点	42
1) システムバウンダリー (システム境界) の設定	42
2) 共製品、リサイクルにおけるアロケーション (配分)	43
3) 原材料、補助材料のカットオフ	45
4) 消費、廃棄・リサイクル段階の前提条件の設定	45

3. LCI データ構築に必要な労力と時間	46
1) LCI データ構築の標準的な作業	46
2) LCI データ構築にかかる労力と時間	49
3) LCA ソフトウェアの活用	50
4. LCA による温室効果ガス LCA データの計算に関するまとめ	51
1) 活用可能なデータベースの検討	51
2) 手法におけるルールの設定	54
3) 労力と時間の低減策	56
第IV章 制度的枠組みの検討	57
1. 制度の段階的アプローチ	57
2. 支援ツールの検討	59
3. 簡易算出方式と自主算出方式の設定	60
4. 検証のあり方	61
5. 情報公開のあり方	62
6. 情報の利用可能性	63
1) エコマーク制度	65
2) グリーン購入活動	66

第Ⅰ章 本調査研究の目的

1. 本調査研究の背景

1) 民生部門の温室効果ガス削減の取り組み

平成9年の地球温暖化防止京都会議（COP3）以降、日本では温室効果ガスの削減に向けた様々な取り組みが進められてきたが、とりわけ、温室効果ガス排出量が増加傾向にある民生部門の排出抑制が極めて重要な課題となっており、広く国民的な取り組みが要請されている。そのなかで、製造事業者の製品に関する地球温暖化対策の促進については、省エネ法の指定機器への指定（トップランナー方式）などにより図られているが、指定機器は13品目にとどまっており、国民による地球温暖化防止に配慮した製品の購入を広く促すには不十分な状況にある。

2) エコマーク製品とグリーン購入活動の拡大

一方で、1996年の国による率先実行計画の策定とグリーン購入ネットワークの設立を契機に、企業や行政におけるグリーン購入活動が本格化し、その後、グリーン購入活動とそれを支えるエコマーク製品の普及が急速に進んだ。2001年にはグリーン購入法が施行され、今後グリーン購入はさらに大きな広がりを見せるものと予想される。しかし、エコマーク制度では地球温暖化対策を基準に盛り込んだ商品類型が少なく、グリーン購入の際にも温室効果ガスの排出量に関する情報が考慮されている製品が多くないなど、必ずしも地球温暖化対策が重視されているとはいえず、これらの取り組みと地球温暖化対策をリンクしていくことが求められている。

3) 環境ラベルとLCAの普及による、環境ラベルTYPEⅢの展開

環境管理に関する国際規格（ISO14000シリーズ）の中には、製品に関する環境管理の規格として環境ラベルとLCA（ライフサイクル・アセスメント）があるが、98年以降の両者のISO発行に伴って、国内の製造事業者による環境ラベル、LCAの取り組みが進んでいる。エコマークなどの第三者認証によるタイプⅠ環境ラベル、事業者の自己宣言によるタイプⅡ環境ラベルが広範な製品に表示されるようになってきているが、それに加えてLCAを活用して製品の環境負荷の定量的データを表示するタイプⅢ環境ラベルの試みも開始されている。

現在のところ、タイプⅢ環境ラベルの表示の試みは、複写機、パソコンなど一部の製品に限られているが、そのほとんどに二酸化炭素などの温室効果ガス（GHG）のライフサイクルでの排出量が表示されている。このようなタイプⅢ環境ラベルの取り組みを促進して、製品のライフサイクルにおける温室効果ガス排出に関する情報提供を進め、購入者サイドのグリーン購入に結びつけることが強く期待される。

2. 本調査研究の目的

国民による地球温暖化防止に配慮した製品の購入を広く促すには、民生部門対策の基本である国民意識の改革をより一層促進するとともに、製品の製造事業者がより地球温暖化防止に配慮した製品の供給拡大に努めることが必要となる。しかし、製品の製造事業者と国民の両者の取り組みを進めるには、地球温暖化防止に配慮した製品設計や製品選択をするための基礎情報が少なく、そのことが両者の取り組みがあまり進まない原因となっている。

本調査研究では、製品の製造事業者による地球温暖化防止に配慮した製品の供給と国民による地球温暖化防止に配慮した製品の購入を広く促すため、製品の温室効果ガス LCA データの情報公開・検証制度（以下、本制度と呼ぶ）の実行可能性と期待される効果、制度的なフレームワークについての調査研究を行う。

3. 本報告書の構成

第Ⅱ章では、国内の LCA 研究の現状とそこでの温室効果ガスの取り扱いについて概括する。国内の LCA 研究については、全体的な特徴を捉えたあとで、本制度と関連が強く、本制度の検討の際に状況を把握しておくことが不可欠と考えられる 2 つのプロジェクトに関する概要を述べる。併せて、本制度の検討の中心的なテーマとなる LCI（ライフサイクルインベントリ）データの構築方法について触れる。

第Ⅲ章では、本制度の中心的なテーマの 1 つである温室効果ガス LCA データの計算の実行可能性に関して述べる。まず、国内の LCA 研究における温室効果ガスを巡る状況を詳しく分析する。現在国内で広く活用されている代表的な LCI データベースを取り上げて、各データベースのデータ品質との温室効果ガス排出量などの数値の比較を行い、現状での LCI データの品質と数値のばらつきを明らかにする。

また、温室効果ガス LCA データの数値に大きな影響を与えられとされる LCA の手法上のおもな論点、本制度の実行可能性に大きく関わる LCI データの構築に必要な労力と時間について大まかに整理する。その上で、本制度の中心的なテーマの 1 つである温室効果ガス LCA データの計算の実行可能性に関するとりまとめを、活用可能なデータベース、手法におけるルールの設定、労力と時間の低減の 3 つの視点で行う。

第Ⅳ章では、LCI データの選択と計算ルールに関するガイドライン、検証のあり方、情報公開のあり方、購入者による利用可能性の各視点から本制度の枠組みを検討する。

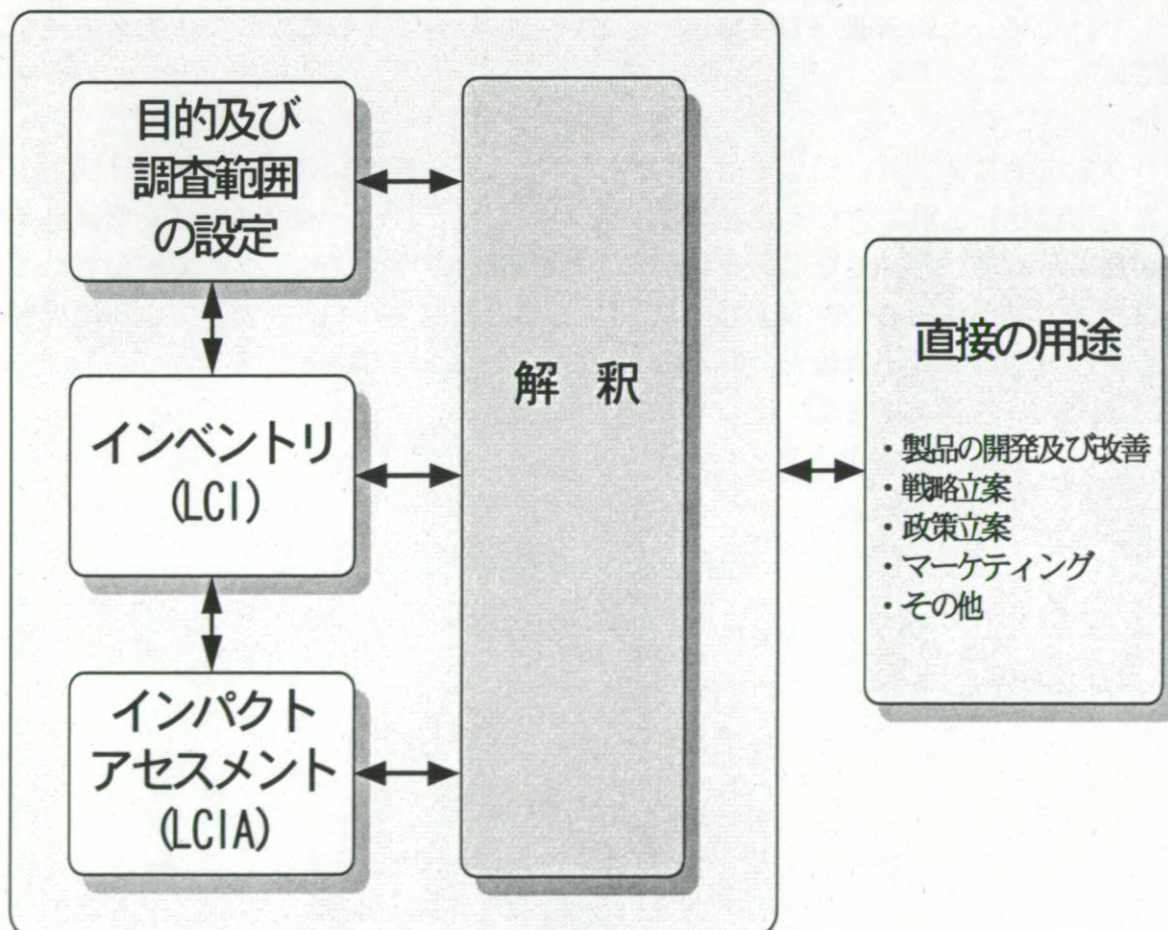
第Ⅱ章 LCA の現状と温室効果ガス LCA データの把握

1. ISO における LCA に関する規格整備と温室効果ガス

ISO14040 (JISQ14040) では、「LCA は、製品の原材料の採取から製造、使用及び処分に至る生涯を通しての環境側面及び潜在的影響を調査するものである」と定めており、下図のようなフレームワークを設定している。

国内外の LCA 研究の多くが ISO 規格に適合しているとは言えないが、ISO 規格がもっとも広く参考にされ、活用されているフレームワークであることは間違いのないと思われる。特に、国内企業が自社製品に関する LCA を実施して外部公表する場合は、ISO 規格に準拠した LCA を実施することが広く行われている。

【 図－1 】 ISO 規格による LCA のフレームワーク



平成 14 年 1 月時点での ISO における規格の整備状況は下表の通りである。ISO 規格発行にともない、財団法人日本規格協会が ISO 規格の日本語訳を行い、JIS 規格として制定している。

【 表－1 】 LCA に関する規格の整備状況

規格番号	規格名称	ISO 発行	JIS 制定
ISO14040	一般原則	1997 年	1997 年
ISO14041	インベントリ分析(一般)	1998 年	1999 年
ISO14042	影響評価	2000 年	2002 年
ISO14043	解釈	2000 年	2002 年
ISO14047	影響評価事例集	規格化中	
ISO14048	データフォーマット	規格化中	
TR14049	インベントリ分析(特定)	2000 年	2000 年

インベントリ分析におけるアロケーションなどの方法論に関する主要な論点と具体的な方法、各方法のメリット・デメリットなどについては議論が尽くされており、ISO 規格やインベントリ分析の技術報告書（TR14049）においても実施しうる複数の具体的な方法が説明されている。

インパクトアセスメントに関しては、特に、おもに異なるインパクトカテゴリ間での統合化（単一指標化）と重み付け手法に関する議論がされており、国内外で様々な評価手法の開発が進められている。地球温暖化については、製品のライフサイクルで排出される各温室効果ガスの排出量に IPCC（気候変動に関する政府間パネル）が公表している地球温暖化係数を掛けて地球温暖化指数を計算することが広く行われている。

2. 国内の LCA 研究のおもな状況

国際的に LCA が大きな発展を始めたのは 1990 年頃である。欧米の化学関係の専門家グループが LCA の概念的フレームワークを取りまとめるなど、現在の LCA に関する ISO 規格の基礎となる方法論が議論され始めた。その影響を受けて、国内でも LCA 研究の公表が 1992 年から始まり、その後、ISO の規格化の動きに刺激され LCA 研究は急速に広がり始めた。以下に、国内の LCA 研究の実施状況を概括し、代表的な活動である LCA プロジェクト、JEMAI プログラムを説明する。

1) 国内における LCA 実施状況

国内での LCA 研究を集約した調査として、平成 12 年に財団法人地球環境産業技術研究機構が発表した「国内における既存 LCA 事例の調査報告書」（以下、事例報告書と呼ぶ）がある。この事例報告書が 1992 年から 1999 年までに国内で公表された分野別の事例件数をまとめており、その要約を以下に示す。

【 表－2 】 分野別の LCA 適用事例件数※

対象分野		対象	小計	中計	大計	計
工業製品	家電製品	洗濯機	14	43	201 (51%)	390
		パソコン	9			
		冷蔵庫	9			
		テレビ	6			
		その他	5			
	容器包装	食品・飲料用容器包装	61	77		
		PET ボトル	16			
	他の工業製品	自動車、自動車関連	34	51		
		複写機	9			
		その他	8			
その他	リサイクルシステムなど	30	30			
素材	鉄鋼、アルミ	鉄鋼、アルミ	20	20	85 (22%)	
	各種マテリアル	各種マテリアル	37	37		
	紙製品	紙製品	11	11		
	建材	建材	15	15		
	その他	その他	2	2		
建築物	建築物	ビル・住宅、建築物一般	15	15	31 (8%)	
	インフラ	インフラ	8	8		
	その他	廃材処理など	8	8		
技術	発電	事業者用、ごみ発電	21	21	45 (12%)	
	処理システム	ごみ処理、下水処理	21	21		
	その他	その他	3	3		
農業	農業	農業	17	17	17	
その他	その他	その他	11	11	11	

※ 1 つの文献において複数の製品が対象となっている場合は各製品について計上している。

LCA の対象分野は工業製品が 201 件と最も多く、全体の 51% を占めている。その次は、工業製品の LCA に欠かせない素材が続いており 22% となっている。工業製品の中でも、容器包装、家電製品、自動車などの件数が多くなっている。事例報告書は、1992 年から 99 年まで事例件数はほぼ一貫して増加傾向にあり、95 年までは工業製品が多く、その後、素材、建築、農業が伸び始めていることを指摘している。

実施件数の伸びは、エコバランス国際会議などにも現れている。1994 年に第一回エコバランス国際会議がつくばで開催され日本を中心に約 300 名が参加し、その後、隔年で国際会議が継続して開かれ、日本が数多くの研究成果を発表している。第一回目以降 2000 年の第四回まで日本からの発表件数は増加を続けており、第四回では 134 件の発表がなされるまでに至っている。

しかし、企業に絞って見ると LCA の取り組みは決して活発とはいえない。環境省が毎年行っている「環境にやさしい企業行動調査に関するアンケート調査報告」では、株式上場企業の中で「結果を公表」と「研究段階」の両方を合わせた LCA に取り組んでいる企業数の割合は、11 年度で 12.0% (138 社) にとどまっている。その伸びも、平成 9 年度 7.9%、10 年度 9.6% からの微増となっている。環境マネジメントや環境報告書などと比較すると、LCA は企業間にあまり普及していないことが見て取れる。この背景には、おもに次の原因があると考えられる。

①LCA データベースの不足による実施範囲の限定

利用可能な国内の LCA データベースは、おもな基礎素材や一部の組立製品や加工製品の製造に関するものに限定されている。また、資源エネルギー消費や二酸化炭素排出がおもな環境負荷項目となっており、廃棄物排出や環境汚染物質の排出などその他の環境負荷項目が少ない。そのため、LCA を実施できる製品や評価できる環境負荷項目が限定されるという結果になっている。

②LCA 実施にかかる労力的時間的な負担

LCA を実施する際に、新たな LCI データの構築、関連する原材料に関する LCI データの収集などに、多大な労力と時間を要することが多い。現在、LCA 実施をサポートするソフトウェアやガイドブックが出されているが、それでもなお、実施者にとってはかかる労力と時間の負担は小さくない。そのことが LCA 普及の阻害要因となっている。負担を大きくしている要因のひとつが上記の①であり、LCA データベースの整備が進めば、負担が軽減され、LCA 普及にプラスに作用するものと考えられる。

③LCIA (ライフサイクル・インパクトアセスメント) 手法の開発の遅れ

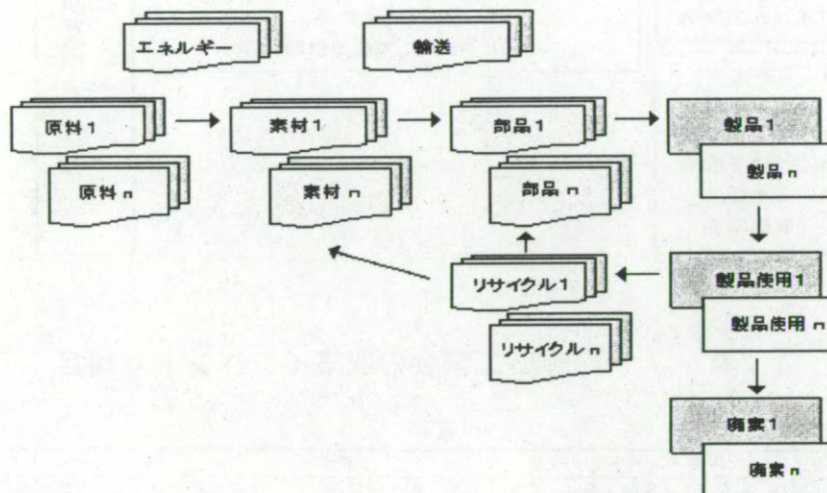
LCIA によって、LCA 研究の結果は意思決定に活用しやすくなるが、現在は、ライフサイクルの環境負荷データを集計した LCI 研究にとどまる場合が多い。そのため、LCA は実際の事業に活用したいと考える企業などのニーズを満たしにくい状況にあり、LCA 普及が進まない遠因となっている。

2) LCA プロジェクト

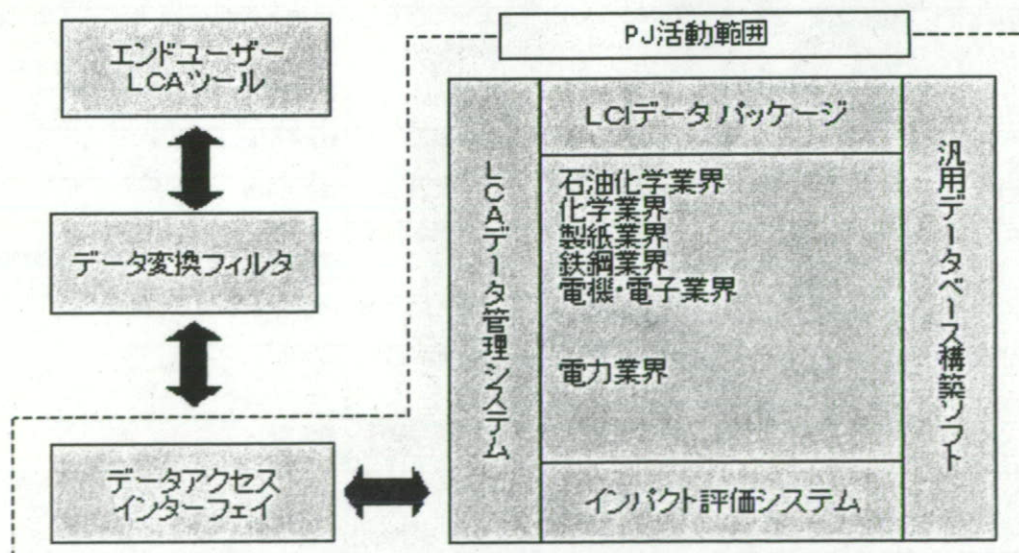
1995年には、国内のおもだった産業界、専門家の参加によって「LCA 日本フォーラム」(事務局は社団法人産業環境管理協会、1999年8月時点の登録会員数は454)が設立され、1997年には「LCA 普及に向けての提言」「LCA に関するポリシーステートメント」が発表された。その提言を受けて、1998年には通産省が5ヵ年計画の国家プロジェクト「製品等ライフサイクル環境影響評価技術開発」(通称、LCA プロジェクト、事務局は社団法人産業環境管理協会)を立ち上げた。

LCA プロジェクトでは、下図のようなパブリックデータベースの構築などの取り組みを進めるためにインベントリ研究会を設置している。

【 図-2 】 LCA プロジェクトのデータベースシステムフロー

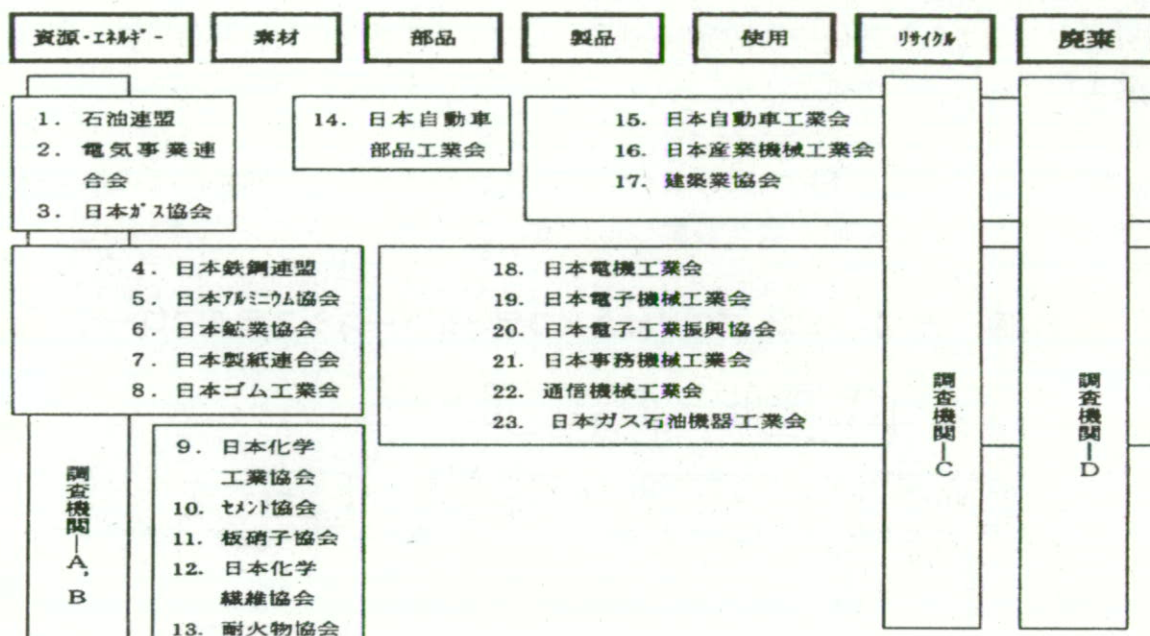


【 図-3 】 LCA プロジェクトのデータベースの概念図



インベントリ研究会の目的は、国内の産業界が共通の手法により透明性と信頼性の高い LCI データを構築することにある。インベントリ研究会へ参加している 23 の工業会とその分担、データ収集の対象となる製品は以下のようになっている。

【 図-4 】 インベントリ研究会への参加工業会と分担



【 表-3 】 23 工業会の収集インベントリ項目

工業会	収集インベントリ項目	工業会	収集インベントリ項目
石油連盟	原油、A 重油、c 重油、軽油、灯油、自動車用ガソリン、ナフサ、アスファルト、潤滑油基油、オイルコークス	耐火物協会	焼成耐火レンガ、不焼成耐火レンガ、耐火物、不定形耐火物
電気事業連合会	電力	自動車部品工業会	自動車 46 部品
日本ガス協会	都市ガス、LNG、天然ガス	日本自動車工業会	1500cc セダン型乗用車
日本鉄鋼連盟	型钢、厚板、鉄筋、電気メッキ、亜鉛メッキ、熱延鋼板、冷延鋼板、ティンフリー、ブリキ、棒鉄、特殊鋼、ステンレス、SPCC ガスパイプ、建築用鉄鋼製品、石灰石、生石灰、コークス	日本ガス石油機器工業協会	SK 用オーブン、SK 用コンロ、ガス給湯器、風呂給湯器、ガスファンヒーター、テーブルコンロ、小型湯沸し機、給湯器、石油給湯器付き風呂釜、温水石油ボイラー、密閉式石油ストーブ、半密閉式石油
日本アルミニウム連盟	アルミ押出・管製品、アルミ押出・棒製品、アルミ板製品	建築業協会	建築物（RC 造り事務所ビル）
日本鋁業協会	銅、(鉛)、(亜鉛)	日本電気工業会	電気冷蔵庫
日本製紙連合会	パルプ、紙、板紙、PPC 用紙、印刷用紙、ウエス	日本電子機械工業会	カラーテレビ、ブラウン管、プリント回路、液晶表示デバイス、受動部品、接続部品、半導体、交換部品、IC（半導体を含む）
日本ゴム協会	乗用車用タイヤ、トラックバス用タイヤ	日本電子工業振興協会	未定
日本化学工業協会	低密度ポリエチレン、高密度ポリエチレン、ポリプロピレン、ポリスチレン、ポリ塩化ビニル、ポリエチレンフタレート	日本事務機械工業会	複写機
セメント協会	ポルトランドセメント、高炉セメント、フライアッシュセメント、石灰石	通信機械工業会	携帯電話
板ガラス協会	板ガラス（自動車用合わせガラス含む）	日本産業機械工業会	ストーブポンプ（代表機種）、送風機
日本化学繊維協会	ポリエステル長繊維、タイヤコード（ナイロン、ポリエステル）		

合計：146項目

インベントリ研究会では、リサイクルと廃棄を除く動脈側の LCI データ作成を次のような内容に従って進めている。

①インベントリデータ項目の設定

- ・対象とする主要基礎物質及び製品
 - a：共通項目（エネルギー、資源採掘、輸送等）
 - b：基礎材料（鉄鋼、非鉄金属）
 - c：部品（基盤、モータ等ベースとなる部品）
 - d：組立製品（家電、自動車、機械等）
- ・対象とする環境負荷物質
 - a：大気汚染物質（CO₂、SO_x、NO_x 等）
 - b：水質汚濁物質（溶在有機炭素、COD 等）
 - c：土壤汚染（廃棄物、有害物質等）

②データ収集範囲と担当の設定

- a：データベース全体の収集範囲、及び各産業界での収集範囲の設定
- b：欠落インベントリデータの収集方法の設定

③データ収集マニュアルとフォーマットの作成

- a：インベントリの数値書式、付属情報を明確化し、その蓄積手法を導出
- b：バックグラウンドデータとしてユーザーニーズを満足できる数値
 - ・業界代表データ（平均値、代表値の明示）
 - ・データ採取条件（単位系、データソース、計測方法等）、守秘性の有無等

④データ収集用、データベース用ソフトウェアの作成 【省略】

⑤データ収集作業の実施

- a：各業界単位での選定製品のインベントリデータ作成（積上げ法ベース）
- b：欠落インベントリデータの補完
 - ・既存のプロセスデータ及び各種統計表の利用（工業会統計などの発掘）
 - ・プロセスモデルによる推定（LCA 用プロセスモデル集の作成）

⑥インベントリデータの品質チェック 【省略】

⑦データベース公開方法、運用方法の整理

- a：公開規定（公開制限の有無等）
- b：LCA センター（仮称）による集中管理方法、データメンテナンス方法など

リサイクルと廃棄を対象とした静脈側の LCI データ作成については、次のような内容に従って進めている。静脈側の LCI データそのものを構築するのではなく、LCA における廃棄物の処理及びリサイクルに関する取り扱いを明確にすることに主眼が置かれている。

①静脈部門に関する LCI 方法論の確立

- a : LCA における廃棄物処理、及びリサイクルに関する取り扱いを明確にする
(ただし、各産業間単位で廃棄フローが明確な場合は、各インベントリに含む)
- b : システムのモデル化の検討

②静脈産業のマテリアルフロー調査

- a : 金属、ガラス
- b : 紙、プラスチック、市中ごみ
- c : 家電、自動車、その他産業

③最終処分（焼却、埋立て）における環境負荷発生源単位のモデル化

- a : 各製造業における回収廃棄物の最終処分形態
- b : 最終処分プラント及び処理原単位に関する調査

各工業会の進捗にばらつきがあるものの、平成 15 年の LCI データ公開を目指して、作業が進められているところである。このような産業界挙げて LCI データの整備を行っている国は欧米にはなく、公開後は研究者や事業者等が広く活用できる LCA の社会的インフラともいえるデータベースが構築されることが期待される。データベース構築によって、LCA の対象となる製品が拡大し、LCA 実施にかかる時間と労力が大幅に軽減されるため、普及が遅れている LCA が活性化する可能性がある。

3) JEMAI プログラム

LCA プロジェクトのインベントリ研究会の活動は、国内の LCA 研究の基盤整備といった意味合いを有するものであったが、LCA 的な考え方や視点を広めて LCA の必要性を強めている代表的なものが環境ラベルであろう。環境ラベルの ISO 規格には、包括的な環境優位性を示すマークで第三者による審査、認証を経て表示されるタイプⅠ、他者の審査・認証を受けずに製品やサービスに関して事業者が独自に行う環境広告、環境表示などのタイプⅡ、LCA の結果に基づいた製品の定量的な環境情報を示すタイプⅢの 3 つの類型がある。タイプⅢ環境ラベルは、90 年代の後半より欧米で取り組みが始まった段階にあるが、今後の LCA の普及に大きな影響を及ぼすと考えられている。タイプⅢ環境ラベルの活用は国内ではまだわずかな例しかないが、最も活発な動きを見せているのが JEMAI プログラムである。

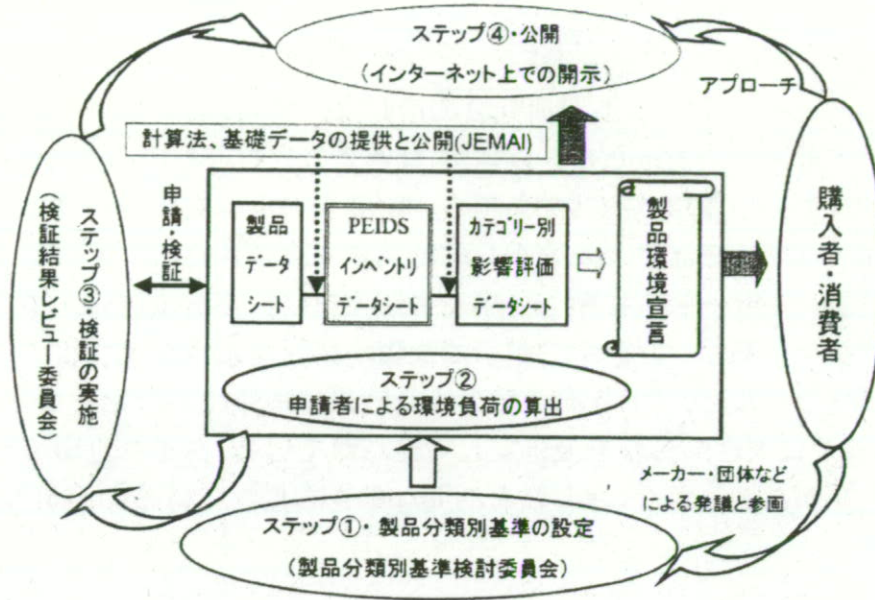
社団法人産業環境管理協会（JEMAI）は、通産省の支援の下で 1998 年より LCA に基づく環境情報の表示であるタイプⅢ環境ラベルの制度の開発に着手した。1999 年に最初の公開草案である「ガイドブック ver.1」を作成し、その後、企業による試行とそれに基づく改善を経て、2000 年に「JEMAI プログラム実施ガイドブック ver.2」（以下、ガイドブックと呼ぶ）を公表するに至った。このガイドブックには、ISO 規格に従った定量データ作成手順とその基準、並びに検証と登録の手順等が含まれている。

2000 年末から、25 の対象製品・サービスが選定され、28 企業が参加して JEMAI プログラムの実証研究が実施された。対象は素材、部品、組立製品、サービスと多岐に渡り、国際市場に輸出している大手企業から中小企業が参加することによって、JEMAI プログラムの実行可能性の多面的な検証が行われた。その結果、JEMAI プログラムのタイプⅢ環境ラベルの実行可能性が確認され、産業環境管理協会は JEMAI プログラムの事業化をめざして、プログラムの改善等を進めている。

JEMAI プログラムのようなタイプⅢ環境ラベルの主旨は、エコマーク（ISO 規格ではタイプⅠ環境ラベル）のような環境配慮の基準への合否を示すようなものではなく、製品の定量的環境情報の公開を行うことである。本制度による製品の温室効果ガス LCA データも、ISO 規格の分類で捉えれば地球温暖化に特化したタイプⅢ環境ラベルの制度といえる。そういった意味では、国内において広範な製品を対象としたタイプⅢ環境ラベルの最初の試みである JEMAI プログラムから、重要な知見が得られると考えられる。

JEMAI プログラムは、次のような枠組みで実施される。

【 図-5 】 JEMAI プログラムの枠組み



ステップ①として、メーカーなどからの要請によって、事務局である産業環境管理協会が製品分類別基準の設定のためのワーキンググループ（WG）を設置し、対象製品の製造事業者等の関係者からメンバーを公募する。WG で製品分類毎の表示項目やその算出基準などを製品分類別基準（Product Specification Criteria、以下 PSC と略す）としてとりまとめる。学識者等による製品分類別基準検討委員会で承認された後に、PSC が産業環境管理協会のホームページ上で公開される。

ステップ②では、環境情報の公開を希望する製造事業者等の申請者が PSC 等に則り、データや計算結果を所定の書類に記載して、事務局に提出する。書類には、後に外部公表される「製品データシート」「製品環境情報開示シート（インベントリデータシート）」「カテゴリー別影響評価データシート」等が含まれる。「製品データシート」は、LCA 実施者が測定又は情報収集して得られたライフサイクルステージ毎の入力データなどを示したシートである。「製品環境情報開示シート（インベントリデータシート）」は、ライフサイクルインベントリ分析の結果をまとめたシートであり、それをもとに特性化分析までを行った結果をまとめたものが「カテゴリー別影響評価データシート」である。

ステップ③では、検証員による検証が行われ、その結果が検証結果レビュー委員会に報告され、判定が行われる。ステップ④では、産業環境管理協会のホームページなどを通じて公表される。この段階で、製品の写真と主な性能、主な環境情報などを記載したフロントページである「製品環境宣言」が付けられる。この「製品環境宣言」に前述の3つのシートが加わり、産業環境管理協会のホームページなどで公表される。

【 JEMAI プログラムの製品データシート 】

1. 製品の定量的情報 (製品1台当たり) ……検証・提出用

製品名	0		製品型式	0		
製品単位	0	個	製品質量	0	kg	
				包装材質量	0 kg	
機能項目	数値	単位	補足説明			
主	0	0	0			
ライフサイクルステージ	単位	製造	物流	使用・消費	廃棄	
入出力項目		外作 ^{a6}	内作 ^{a7}		リサイクル	
投入 (入力)	エネルギー源	電力	kWh			
		石炭	kg			
		C重油	L			
		軽油	L			
		灯油	L			
		ガソリン	L			
		ガス(LNG)	kg			
	0	0				
	水資源	都市用水	L			
		工業用水	L			
		地下水	L			
		0	0			
	材料原料 (材質別)	鉄とその合金	kg			
		アルミとその合金	kg			
		銅とその合金	kg			
		その他金属	kg			
		熱可塑性プラスチック	kg			
		熱硬化プラスチック	kg			
		ガラス	kg			
		木材	kg			
紙類		kg				
その他		kg				
電子基板類	kg					
0	0					
排出 (出力)	大気中	排出量	m3			
		SO2	mg/m3			
		NOx	mg/m3			
		N2O	mg/m3			
		CH4	mg/m3			
		HFC	mg/m3			
		PFC	mg/m3			
		CHC	mg/m3			
		HCl	mg/m3			
		NH3	mg/m3			
		VOC	mg/m3			
		TSP	mg/m3			
		0	0			
	0	0				
	水域へ	排出量	m3			
		COD	mg/m3			
		BOD	mg/m3			
		SS	mg/m3			
		T-N	mg/m3			
		T-P	mg/m3			
0	0					
0	0					
土壌へ	総排出量	kg				
	埋立	%				
	焼却	%				
	焼却熱回収	%				
リサイクル依頼	%					
副産物	kg					
主要 ^{a8} 有害化学物質 (種類別)	含有	g				
	含有	g				
	排出	g				
	排出	g				

【 JEMAI プログラムの製品環境情報開示シート (PEIDS) 】



製品環境情報開示シート

Product Environmental Information Data Sheet (PEIDS)

1. 主要な環境特質 (製品1台当たり) … PEIDS (開示・表示用: インベントリ分析)

製品名		0	製品型式		0						
製品単位		0	個	製品質量		0	kg	0			
機能項目		数値		単位		補足説明					
主	0	0		0		0					
副	0	0		0		0					
副	0	0		0		0					
境 界		製 品		本体	包装材	取説本等	0	0	0	0	0
ライフサイクルステージ			単位	製造		物 流	使用・消費費	廃棄	リサイクル	合 計	
入出力項目		素材		製品							
消費負荷	エネルギー*7		Mcal	0	0.0	0	0.0	0.0	0.0	0	
	エネルギー源*7	原油	kg							0	
		石 炭	kg							0	
		NG	kg							0	
		ウラン鉱石	mg							0	
	水資源*8	原木	kg							0	
		地表水	l							0	
	地下水	l							0		
	鉱物資源*9	原油	kg							0	
		鉄鉱石	kg							0	
		ホークサイト	kg							0	
		銅鉱石	kg							0	
										0	
										0	
								0			
								0			
環境排出負荷	大気中*10	原木	kg							0	
		CO2	g							0	
		SO2	g							0	
		NOx	g							0	
		N2O	g							0	
		CH4	g							0	
		HFC	g							0	
		PFC	g							0	
		CHC	g							0	
		HCl	g							0	
		NH3	g							0	
		VOC	g							0	
		TSP	g							0	
		0	g							0	
	水域へ*11	COD	g							0	
		BOD	g							0	
		SS	g							0	
		T-N	g							0	
		T-P	g							0	
		0	g							0	
		0	g							0	
		土壌へ	総排出量	kg							0
	組 成		埋 立	%							0
			焼 却	%							0
			焼却熱回収	%							0
		リサイクル依頼	%							0	
	副産物		kg							0	
主 要*6 有害化学物質 (種類別)	含有:	含有:	g						0		
	含有:	含有:	g						0		
	排出:	排出:	g						0		
	排出:	排出:	g						0		

*「2. その他の環境関連情報」は、製品データシートのもの共通に使用。

【 JEMAI プログラムのカテゴリー別影響評価データシート 】



製品環境情報表示シート

カテゴリー別影響評価データシート

1. 主要なカテゴリー別環境特質（製品1台当たり）・・・カテゴリー毎インパクト評価表示シート用）

製品名	0		製品型式	0		
製品単位	0	個	製品質量	0	kg	
	機能項目	数値	単位	補足説明		
主	0	0	0	0		
副	0	0	0	0		
副	0	0	0	0		
副	0	0	0	0		
副	0	0	0	0		
境界	製品	本体	包装材	取説本等	0	0
					0	0
環境負荷項目		ライフサイクルステージ	単位	製造	物流	使用・消費
				素材	製品	廃棄
						リサイクル
						合計
消費負荷	エネルギー*7		Mcal	0	0.0	0
	資源枯渇	エネルギー源*7				0
		水資源*8				0
		鉱石資源*9				0
環境排出負荷	大気中	温暖化(CO ₂)*10				0
		酸性化(SO _x)*11				0
		オゾン層破壊(CFC11)*12				0
		VOC	g			0
		TSP	g			0
	水域へ	富栄養化*13				0
		水質汚濁(国内)*14				0
	土壌へ	総排出量	kg			0
		埋立	%			0
		焼却	%			0
		焼却熱回収	%			0
		リサイクル依頼	%			0
主要*6 有害化学物質 (種類別)	含	含有	g			0
	有	含有	g			0
	排	排出	g			0
	出	排出	g			0

製品環境宣言

Product Environmental Aspect Declaration



<http://www.konica.co.jp/>

環境に関するお問い合わせは・・・

コニカビジネスマシン(株)

環境対策推進室

Tel. 03-3241-8551, fax 03-3242-2235

Sitios 7140

複写速度	40枚/分(A4)
最大コピー用紙	A3
両面コピー	ノンスタックADUを標準装備
原稿送り	原稿自動反転機能付きADFを標準装備



製品環境宣言/PEAD

この製品の定量的環境情報は下記のURLで公開しています。

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



マルチトレイフィニッシャーはオプションです。

- 「製造」から「廃棄・リサイクル」までのライフサイクルでのCO₂排出量は、880kgです。
- 「使用・消費」ステージでの電力消費量は、平均的な使用(5年間)で1、800kWhです。
- 総エネルギー使用量は4、822Mcalです。そのうち91%が「使用・消費」ステージで消費されます。
- 「製造」および「使用・消費」ステージで使用した鉄などの鉱物資源は、99%がリサイクルされています。

- この複写機及び消耗材料は、環境マネジメントシステムの国際規格であるISO14001取得サイトで生産されています。(環境負荷に対して、企業自らが目標を設定し低減へ努力しています)



● 適合規格

- ・エコマーク
- ・国際エネルギースターマーク
- ・ブルーエンジェルマーク

- トナーリサイクルシステムを採用しており、お客様の使用時に廃トナーが出ません。

- 樹脂部品は廃棄や焼却をされてもダイオキシンなどの元になる物質を含んでいません。また重金属(鉛、カドミウム、水銀、六価クロム)を使用しておりません。

- お客様がご使用されたトナーボトル及び感光体を回収し、清掃・検査後、再使用しています。平均的な使用でトナーボトル3、9kg、感光体アルミフランジ0、2kgを再使用しています。

※この製品環境宣言はあくまでの1つの事例であり、各社各製品でかなりの違いが見られる。表示する製品に関する基本情報はJEMAIプログラムにおける規定があり同じ製品分類の中ではあまり大きな違いはみられないが、製品特徴や機能の説明の内容については各社で違いが現れやすい。環境負荷に関する説明は、前述の外部公表される他の3つのデータシートに記載された情報から各社が選択して書くために違いが現れやすい。但し、多くの製品がCO₂排出量など地球温暖化に関する情報を記載している。

※この製品環境宣言の欄外に、3つのデータシートに直接関係しない製品の環境情報を記載することができ、自由度をもたせた運用になっている。

JEMAI プログラムの実証研究に参加した製品の温暖化指数は表－４のようになっている。対象となっている製品は家庭用品から工業製品、部品、資材と多岐に渡っており、地球温暖化指数（製品のライフサイクルで排出される各種温室効果ガスの排出量に IPCC が公表している地球温暖化係数を掛けて計算）の分布幅もかなり大きくなっている。対象としている温室効果ガスには、CO₂だけでなく CH₄と N₂O も含まれている。この点は従来の LCA ではあまり見られなかったことであり、地球温暖化問題への先進的な対応を見せている。

また、複写機と洋風便器のみ複数の企業を取り上げている。JEMAI プログラムでは同一種類の製品間では比較可能性が確保されているが、４社の各複写機の機能にばらつきがあること、２社の洋風便器は機能がほぼ同等であることに注意する必要がある。

【 表－４ 】 JEMAI プログラムの実証研究に参加した製品の温暖化指数

企業名	製品名	温暖化指数 (CO ₂)
リコー株式会社	複写機	2,240.0
ミノルタ株式会社	複写機	1,652.0
キヤノン株式会社	複写機	1,383.7
コニカ株式会社	複写機	884.0
東陶機器株式会社	温水洗浄便座	1,170.0
株式会社河合楽器	ピアノ	1,040.0
麻生セメント株式会社	ポルトランドセメント	688.0
セイレイ工業株式会社	粉摺り機	412.0
株式会社INAX	洋風便器	382.0
東陶機器株式会社	洋風便器	380.0
宇治電化学工業株式会社	舗装用骨材	201.0
高井製作所	浄水器	189.0
富士通株式会社	パーソナルコンピュータ	173.0
株式会社イーヤマ	LCD モニター	162.0
コクヨ株式会社	オフィス用デスク	58.6
株式会社戸上電機	電磁接触器	33.7
シナノケンシ株式会社	CD-R/RWドライブ	20.8
シャボン玉せっけん株式会社	粉せっけん	19.6
アズマ工業株式会社	フローリングワイパー	6.000
株式会社ハート	ウール布団	3.020
松田興業株式会社	浄水土のう	2.570
キングジム株式会社	パイプ式ファイル	1.090
大石産業株式会社	卵用紙トレイ	0.546
新光電気工業株式会社	IC パッケージ(BGA)	0.334
金星製紙株式会社	家庭用水切り袋	0.330

※この他に、３つの製品・サービスが実証研究の対象となっているが、地球温暖化指数の値がマイナスであったり著しく桁違いであったりしたために割愛した。

JEMAI プログラムの実証研究にあたっての最大のポイントは、1) LCA という多大な労力と時間を要する作業の負担を軽減する、2) 広範な製品やサービスを対象とした大手企業から中小企業までが実施可能なプログラムである、3) 購買者のニーズに適合した内容を備えた環境ラベルにする、といった「実行可能性」「汎用性」「利用可能性」の3つを同時に実現することであったと考えられる。

JEMAI プログラムは環境ラベルの信頼性や比較可能性を担保するために、ISO 規格に則った LCA の構築、結果検証の実施といった対応を行っており、それによる労力的時間的な負担が大きくならざるを得ない。それでは、JEMAI プログラムによるタイプⅢ環境ラベルの普及が困難になってしまいかねないので、LCA 実施者である申請者の負担を軽減するために、実施者が共通で使用する原単位表（バックグラウンドデータ）や環境影響特性化係数の整備、様々な支援ツールの提供などを行っている。

そういった JEMAI プログラムの工夫により、プログラムの実行可能性と汎用性が担保されていると思われる。産業環境管理協会は今回の実証研究の結果について、JEMAI プログラムの実行可能性が確認できたこと、JEMAI プログラムの技術的基礎である LCA 手法の適用の実行性には決定的な問題がないと確認されたこと、参加した中小企業においても公開データシート作成作業は無事に行われたこと、技術的課題が明らかになったが解決可能な範囲であることといった総合的な評価をまとめている。

さらに、産業環境管理協会は今後のタイプⅢ環境ラベルの有効性を図る上では大きな政策的課題として「比較容易性の確保」と「普及の仕組みの検討」の2つを指摘している。つまり、実行可能性と汎用性はほぼ解決の見通しが立ちつつあるが、利用可能性は課題として残っており、「比較容易性の確保」といった購買者の利用可能性を高めるとともに、普及の仕組みを整備することが不可欠だと捉えていると考えられる。

本制度も、JEMAI プログラム同様の課題と問題を抱えるものと予想される。実行可能性と汎用性を具備した制度であることが求められる。それを達成するには、JEMAI プログラムが行った様々な工夫を参考にすることが有効である。特に、関係者が事前にシステムバウンダリーと計算ルールなどを検討し PSC を確定すること、プログラムがバックグラウンドデータと支援ソフトウェアを提供することが重要な点であろう。

その一方で、製品の環境配慮を促進するといった目的に対する有効性を担保しなければならない。この点においては、JEMAI プログラムはタイプⅢ環境ラベルとして、購入者にとっての信頼性、利用可能性を重視していると考えられる。本制度の検討においてはそういったマーケットプルの視点だけではなく、製品の環境配慮を促進する上で考えられる重要な推進要因から検討する必要がある。

3. ライフサイクルインベントリ（LCI）データの収集方法

LCIデータの構築の方法は、おもに「積上げ法」「産業連関法」とこれらを組み合わせた「ハイブリッド法」の3つに分かれる。「積上げ法」は、製品のライフサイクルフローを作成し、ステージ毎、またはその中のプロセス毎に製品に関わる環境負荷データを計算し、ライフサイクルを通じて合計する方式である。「産業連関法」は、産業連関表を活用して各産業部門の環境負荷データを計算する方式である。「積上げ法」と「産業連関法」を組み合わせた方法が「ハイブリッド法」である。

ISO規格は「積上げ法」を念頭においたものであり、積上げ法はもっともポピュラーな方法である。積上げ法は特定の製品のライフサイクルを正確に反映する場合や、データ精度を高める場合に適しており、実際に国内外のLCA研究の多くが積上げ法を採用しているものと考えられる。しかし、データ整備における労力の負担が大きいため、積上げ法によるLCIデータの構築はあまり進んでおらず、多種多様な製品を対象にLCAを実施する際には、活用できるデータが限られるといった問題点がある。また、積上げ法によるLCIデータであっても、データの取り方や計算方法によっては、データの精度が必ずしも高くない場合もあり、データ精度を担保するには一定の計算ルールの設定などが必要となってくる。

「産業連関法」はISO規格の中では全く触れられておらず、日本以外ではあまり実施されていない。国際的に見て、日本の産業連関表の精度は高く、部門の種類も豊富であり、国内のLCA研究において産業連関法が広く行われている。産業連関表からエネルギー消費量を算出できるため、国内の広範な産業部門と商品分類においてエネルギー由来のCO₂排出量が把握できる状況にある。しかし、産業連関表は様々な産業統計を基礎として整備されており、マクロなレベルでの分析には適していると思われるが、個別製品のLCAに活用するにはデータの精度が問題となる。その他、多くを輸入に依存している製品の海外での環境負荷が含まれていない、平均単価で物量を計算するために誤差が発生するといった問題点がある。

このような産業連関法の問題を緩和するために実施されているのが、積上げ法と産業連関法をミックスした「ハイブリッド法」である。積上げ法によるLCIデータがある部分はそれを活用して、適切な積上げ法のLCIデータがない部分は産業連関法で作成したLCIデータで補うといった組み合わせを行う場合がある。また、産業連関法のデータに積上げ法のデータを組み込んで、産業連関法のデータ自体をハイブリッド型にして、データ精度を上げるといった場合もある。電力中央研究所は、ハイブリッド法によるLCIデータベースを構築している。ライフサイクルを素材製造、製品製造、利用、廃棄、リサイクルといった各プロセスに分け、産業連関表と積上げ法のデータを組み合わせてLCIデータを構築している。

前述の事例報告書は、国内の LCA 研究における積上げ法、産業連関法、ハイブリッド法の割合を調査している。LCA の各種機関からの報告および一般論文 307 件のうち、積上げ法が 201 件 (65%) と最も多く、産業連関法が 48 件 (16%)、ハイブリッド法が 11 件 (4%)、残りはその他又は不明となっている。対象製品と各手法のクロス分析が報告されていないので詳しくは分からないが、原材料や補助材料の種類が少なく、積上げ法による LCI データ構築が比較的容易な製品は積上げ法が採用されていると考えられる。投入される原材料や補助材料の種類が多く、それらの製造プロセスが多岐に渡る製品は、積上げ法では LCI データ構築に膨大な労力と時間が必要となるため産業連関法が使われることが多いと予想される。積上げ法と産業連関法の主な特徴を比較して、表-5 にまとめた。

【 表-5 】 積上げ法と産業連関法の比較

	積上げ法	産業連関表
方法	各ステージ、各プロセスに対象となる製品に関わる環境負荷データを計算し、ライフサイクルを通じて環境負荷項目ごとに合計する方式。	約 400 の産業部門毎、約 4,000 の商品分類毎に、1 年間の投入量と産出量との連関を金額ベースでまとめている産業連関表を活用する方式。
代表的な報告書	基礎素材のエネルギー解析調査報告書(化学経済研究所 1993 年) プラスチック製品の使用量増加が地球環境に及ぼす影響評価報告書(プラスチック処理促進協会 1993 年)	産業連関表を用いた我が国の生産活動に伴う環境負荷の実態分析(電力中央研究所 1998 年) 産業連関表による二酸化炭素排出原単位(国立環境研究所 1997 年)
メリット	個別製品のライフサイクルに応じてデータを収集でき、数値の精度を高めることができる。	既存の産業連関表を活用するため、労力、時間、コストが節約できる。 産業連関表にある産業部門と商品を対象とした広範なデータが得られる。
デメリット	積上げ方式によるデータ整備には、労力、時間、コストがかかる。 当該プロセスを実施する事業者等からのデータ提供を得るのが困難な場合が少なくない。	各商品分類に該当する商品全体の平均値を表すデータであって、個別製品に活用するには、本来不適切であり、不正確である。 国内だけが対象のため、輸入依存度が高い資源エネルギーの数値が小さい。 物量表は取引額を平均単価で割って物量を求めており、実際の単価とは異なるために誤差が発生する。
現状の対応	前述の LCA プロジェクトにより、23 工業会が 100 を超える製品に関する LCI データの整備に取り組んでいる。	ほとんどを輸入に依存する資源エネルギーの海外での環境負荷を積上げ法で計算した数値を組み入れる(つまり、ハイブリッド法を採用する)、産業連関表が引用している石油等消費構造統計などの各種統計の数値をそのまま組み込むなどの改善が図られている。

4. 温室効果ガスの発生源と LCI データ

地球温暖化対策推進法の第二条 3 項に定められている以下の 6 種類のガスが、国の地球温暖化対策の対象と考えられる。

- ①二酸化炭素 (CO_2)
- ②メタン (CH_4)
- ③一酸化二窒素 (N_2O)
- ④ハイドロフルオロカーボン (HFC)
- ⑤パーフルオロカーボン (PFC)
- ⑥六ふっ化硫黄 (SF_6)

前述の事例報告書によって、LCA 研究でもっともよく取り上げている環境負荷項目が CO_2 であることが明らかになっている。工業製品を対象にした LCA の約 70%、素材を対象にした LCA の約 75%、建築物と技術を対象にした LCA のほとんどが CO_2 をインベントリ項目にしている。しかし、他の温室効果ガスはほとんど取り上げられていない。フロンとメタンなどの一部の炭化水素類がごくわずかに扱われているに過ぎない。

LCI に限らず LCIA (ライフサイクル・インパクトアセスメント) まで実施している研究では、地球温暖化指数を計算しているものが全体の約 65% に達している。しかし、温室効果ガスの中で CO_2 のみをインベントリ項目にしている研究がほとんどなので、製品のライフサイクルでのすべての温室効果ガスを対象にして地球温暖化指数を計算できている研究はないのが実情である。

このように、従来の LCA 研究では地球温暖化対策推進法の定める 6 種類の温室効果ガスのうち CO_2 が LCI データの対象となっていており、もっとも LCI データが整備されてきたが、他の温室効果ガスについては、LCI データがほとんどない状況だと考えられる。しかし、近年の地球温暖化対策の高まりによって、LCI データを構築する際には、上記の 6 種類の温室効果ガスを中心に可能な限り対象とする傾向がでてきており、今後は徐々に CO_2 以外の温室効果ガスの LCI データが整備されていくものと期待される。前述の LCA プロジェクトや JEMAI プログラムでも、 CH_4 や N_2O などの温室効果ガスを広く対象にしている。

以下、最も LCI データが整備されている CO_2 と、最近 LCI データベースが整備されつつあるメタン (CH_4) と一酸化二窒素 (N_2O) について説明する。

●二酸化炭素 (CO₂)

CO₂ の排出のほとんどがエネルギー起源のものであり、非エネルギー起源としては工業プロセスと廃棄物がある。国内の LCI データにおいては、エネルギー起源の CO₂ は研究機関や業界団体によってほぼ整備されている。燃料に関しては原料採掘から燃料製造までのライフサイクルを通じて排出された CO₂ と燃焼時に排出される CO₂ の両方を計算する、電力に関しては燃料の使用構成を反映するなどの対応が必要となる。しかし、燃料については燃焼時の CO₂ 排出量のみ、電力については火力発電の CO₂ 排出量を代表値として使用している研究が以前は多く見受けられた。そのため、ライフサイクルでの CO₂ 排出量を過小に計算している LCI データが一部に残っている。

工業プロセス起源の CO₂ 排出量については、粗鋼生産、ガラス製造などの CO₂ が発生する工業プロセスを対象とした LCI データでは、プロセス起源の CO₂ 排出量をマテリアルフローなどから求めた値が採用されているものと予想されるが、詳細は個別の LCI データを吟味する必要がある。

廃棄物焼却による CO₂ 排出量は、廃棄物の炭素強度や焼却残さの発生率が明らかな場合、それらの数値より推計は可能である。それらの数値が明らかであっても、使用後に焼却される割合については実態を正確に把握することが困難な場合が多く、一定の割合を仮定して CO₂ 排出量を推計せざるを得ない製品が少なくないと考えられる。

バイオマス由来の CO₂ 排出量の取り扱いは、LCI の対象に含めない場合と含める場合の 2 通りに分かれている。特に、取り扱いが分かれるのは木材資源の燃焼である。北米等での森林伐採の現場における廃棄物処理としての廃木材や製材残さの燃焼とパルプ産業における黒液回収による木材有機分の燃焼に伴う CO₂ 排出量の取り扱いは、紙製品の LCA 研究において議論を引き起こしている。

欧州では、バイオマス由来の CO₂ は「グリーン CO₂」とも呼ばれ、ほとんどの研究は LCI の対象に含めていない。バイオマス由来の CO₂ を対象とする場合は、木材資源が生産された森林の温室効果ガスの収支を集計するべきであるとの考え方があるが、現状では適切な森林モデルの構築と温室効果ガスの収支の計算に関する知見は不十分であり、実際の LCA 研究に適応できる段階にない。

国内では、紙パルプ産業の業界団体が LCA プロジェクトの下で LCI データを構築しているが、バイオマス由来の CO₂ を LCI データの対象としていない。業界は地球温暖化対策として、化石エネルギーからバイオマスエネルギーへの転換を計画しており、バイオマス由来の CO₂ は地球温暖化にはつながらないという考え方を明確にしている。その一方で、森林の持続可能な管理の確立が明確にならなければバイオマス由来の CO₂ を LCI の対象とするべきだという意見も根強い。

●メタン (CH₄) と一酸化二窒素 (N₂O)

CH₄ の排出源は農業、廃棄物の処理、化石燃料採掘時の漏洩、化学工業製品の製造などであり、N₂O の排出源は農業、化石資源の燃焼、化学工業製品の製造、廃棄物の焼却などである。従来は LCI データの対象に CH₄ や N₂O を含めた研究は極めて少なく、稲作や畜産などの農業生産や動植物残さのリサイクルや廃棄物処理などに関する LCI データの構築において CH₄ や N₂O の排出量の集計が行われてきたに過ぎない。

しかし近年、前述のように JEMAI プログラムではすでに CH₄ と N₂O が LCI データの対象となるなど、積上げ法による対応が徐々に進みつつある。また、産業連関法による CH₄ と N₂O の排出量に関する産業部門間のデータベース構築を行った調査研究（「産業連関表部門別直接 CH₄ 排出量の推計」電力中央研究所 2001 年 7 月、「産業連関表部門別直接 N₂O 排出量の推計」電力中央研究所 2002 年 1 月）が公表されている。

第Ⅲ章 LCA による温室効果ガス LCA データの推計

1. 国内のおもな LCI データベースの開発状況

1) 積上げ法において広く活用されている LCI データベース

今日の積上げ法による LCA 研究では、必要な LCI データの大部分を文献から収集して、一部を実際の事業所から収集することで製品の LCI データを構築する例が多くなっている。92 年以降からの LCA 研究の公表により、後の LCA 研究に活用可能なデータベースの整備が始まった。それらの先駆的研究の上にその後の LCA 研究による LCI データの積み重ねと更新が行われながら社会的な LCI データベースの整備が進んできたといえる。その結果、文献の LCI データを広く活用して、対象製品に固有なデータだけを新たに収集することで、時間的労力的な負担を軽減しながら LCA 研究に取り組める環境が整備されつつある。

LCA 研究では、LCI データを構築する際の対象となる製品に直接的に関係する製造や使用に関するデータを「フォアグラウンドデータ」と呼び、対象となる製品のライフサイクルで投入される原材料、電気、エネルギーの製造や、廃棄・リサイクルに関するデータを「バックグラウンドデータ」と呼ぶ。製造事業者が特定の自社製品の LCA を実施する場合は、対象とする製品のフォアグラウンドデータは LCA 実施者自らが収集し、それ以外のデータはバックグラウンドデータとして文献などから引用することで、製品のライフサイクル全体の LCI データを構築するといった例が多いと考えられる。

よく引用されるバックグラウンドデータとしては、あらゆるプロセスで消費される電力やエネルギーの製造から消費に関するデータ、多くの製品の原材料となる金属やプラスチックなどの汎用的な基礎素材の原料採掘から製造までに関するデータ、社会システムに依存することの多い廃棄やリサイクルに関するデータなどが挙げられる。これらのデータは、いくつもの種類が存在しているわけではなく、かなり限定されており、多くの LCA 研究がかなり共通したデータベースを活用している。積上げ法のバックグラウンドデータとして、よく引用されるデータベースは次の表-6 の通りである。

①は、社団法人 産業環境管理協会が販売している“JEMAI-LCA”（LCA 計算ソフト）に搭載されているデータで、資源環境技術総合研究所 LCA 研究センター（現在の独立行政法人 産業技術総合研究所 LCA 研究センター）が開発したデータベースである。現状では、最も多くのユーザーが使用しているデータといえる。

②は、社団法人 化学経済研究所（1999 年秋に解散）が石油化学企業などからデータ提供を受けて構築したもので、①に搭載されたデータベースの参考資料としても活用されている。

③は、社団法人 プラスチック処理促進協会からの委託を受けて社団法人 化学工学会が“累積 CO2 排出原単位”を評価指標とする新しい環境影響に関する定量的評価手法のコンセプト提案の一環として作成されたものである。

④は、石油化学産業が包装資材を主力需要とする汎用合成樹脂について、その中間原料はもとより天然資源の採掘・採取まで遡及した LCI データとして構築したもので、一部の例外を除いて中間原料および合成樹脂を製造する全メーカーからデータ提供を受けて作成されており、わが国の代表値の位置付けにある。その後、産業情報研究センターが石油化学原燃料および電力データについて至近のデータを使って、④の報告書の内容を更新している(⑤)。

⑥は、スイス連邦環境省がチューリッヒ工科大学 (ETH)、スイス連邦材質試験・調査研究所 (EMPA) に委託して作成した LCI データで、スイスやヨーロッパの事情が考慮されているが、スイス国内だけでなく広く世界で活用されているものである。

【 表－6 】 国内でよく活用される積上げ法の LCI データ

データベース、報告書	実施者	年次	対象
① NIRE-LCA	産業技術総合研究所	2000	合成樹脂、鉄、アルミ、板ガラスなどの広範な素材、電力、エネルギーを対象としている。
② 基礎素材のエネルギー解析調査報告書	化学経済研究所	1993	合成樹脂、鉄、アルミ、紙、ガラスびん
③ プラスチック製品の使用増加が地球環境に及ぼす影響評価報告書	プラスチック処理促進協会 化学工学会	1993	おもな容器包装を対象にしており、それに使用される合成樹脂、鉄、アルミ、ガラスびんといった基礎素材が網羅されている。
④ 石油化学製品の LCI データ調査報告書	プラスチック処理促進協会、化学経済研究所	1999	7 種類の汎用合成樹脂
⑤ 上記④の更新版	産業情報研究センター	2001	7 種類の汎用合成樹脂
⑥ パッケージに関する環境インベントリ (環境シリーズ No.250)	スイス連邦環境省 (BUWAL) チューリッヒ工科大学 スイス連邦材質試験・調査研究所	1996	代表的なパッケージが対象。それに使用される合成樹脂、鉄、アルミ、紙、ガラスびんといった基礎素材が広く網羅されている。

以下、合成樹脂を対象例に、「資源の採掘・採取の段階」、「石油精製の段階」、「石油化学の段階」および「電力」の4つの視点に分けて、これらデータベースの基礎データのソースを表-7に整理してみた。

【 表-7 】 データベース別のデータソースの内容

データベース	資源採掘・採取	石油精製	石油化学	電力関係
① NIRE-LCA	エネ研（'99）	NEDO（'94）	各種文献	エネルギー学会（'98）
② 化経研'93	未遡及（輸入に伴う輸送のみ評価）	精製企業の提供データ	石油化学企業の提供データ	電力統計（'90）、電中研（'91）
③ PWMI'93	化経研（'81）、 PWMI（'92）、 BUWAL（'91）	化経研（'81）、 PWMI（'92）、 BUWAL（'91）	化経研（'81）、 PWMI（'92）、 BUWAL（'91）	化学工学会地球環境プロジェクト H 研究会（'92年度）採用値
④ PWMI'99	P E C （'97、'98）	P E C （'97、'98）	生産企業からの収集データ（'95～'97実績）	電力統計（'94）、電中研（'91）、電事連発表値（'94）
⑤ ④の更新版 '01	P E C （'97、'98）	P E C（'99）	生産企業からの収集データ（'95～'97実績）	電力統計（'98）、電中研（'00）、電事連発表値（'98）

注：研究機関名と報告書

- 1) NIRE：資源環境技術総合研究所（現：産業技術総合研究所、LCA研究センター）
- 2) エネ研：（財）エネルギー経済研究所
'99 「わが国における化石エネルギーに関するライフサイクルインベントリ分析」
- 3) NEDO：新エネルギー・産業技術総合開発機構、（財）地球環境産業技術研究機構（社）化学工学会
'94 「化学工業製品におけるトータル・エコバランスの分析手法に関する調査（Ⅱ）」
- 4) 電中研：（財）電力中央研究所
'90 「温室効果からみた化石燃料の比較」
'00 「ライフサイクル CO2 排出量による発電技術の評価」
- 5) 化経研：（社）化学経済研究所
'81 「新規素材の導入に伴う省エネルギー効果の分析について」
'93 「基礎素材のエネルギー解析調査報告書」
- 6) P E C：（財）石油産業活性化センター
'97 「石油製品のライフサイクルインベントリーの作成に関する調査報告書」
'98 「輸送段階を含めた石油製品のライフサイクルインベントリーの作成に関する調査報告書」
'99 「石油、LNG、石炭のLCA手法による比較に関する調査報告書」
- 7) PWMI：（社）プラスチック処理促進協会
'92 「廃プラスチックの処理・再資源化に関する環境影響評価報告書」
'93 「プラスチック製品の使用量増加が地球環境に及ぼす影響評価報告書」
'99 「石油化学製品のLCIデータ調査報告書」
- 8) BUWAL：スイス連邦環境・森林・地方庁
'90 「包装材料のエコバランス、1990年現在」
- 9) エネルギー学会：日本エネルギー学会
'98 「わが国における電力10社の受電端基準のライフサイクルインベントリ」
- 10) PWMI99 更新版'01：PWMI'99年の報告書を産業情報研究センターが至近のデータで更新。

同表およびその注書きに記述したように、これらデータベースの基礎データは部分的に同じデータが使用されているケースもあるが、基本的にはそれぞれ異なるデータが用いられている。ここでは1次ソースを基準に記述したが、石油化学の範疇に限定してみると、原典を遡った場合、(社)化学経済研究所の2つのデータすなわち「新規素材の導入に伴う省エネルギー効果の分析について(’81年)」、「基礎素材のエネルギー解析調査報告書(’93)」に行き着くものが多い。

これらのデータベースの中で、当該産業のフォアグラウンドデータの部分について実際の生産実績に基づくデータを収集して構築されたのが、’99年に(社)プラスチック処理促進協会が公表した7つの樹脂(低密度ポリエチレン、高密度ポリエチレン、ポリプロピレン、ポリスチレン、発泡スチレン、塩化ビニル樹脂、ボトル用PET樹脂)のインベントリデータである(表中の④)。

さらに、このLCIデータベースは対象素材およびその原料の製造工程について(原油の採掘・採取から石油精製まではバックグラウンドデータに依存)、存在する全稼動プラントからデータを収集して構築されたものであり、これらの意味において生産実態を反映したわが国最初の業界代表値に位置付けられるLCIデータである。現状において、広く公開されている素材のLCIデータの中で、実際の生産実態を反映したLCIデータベースはこれ以外にはない。

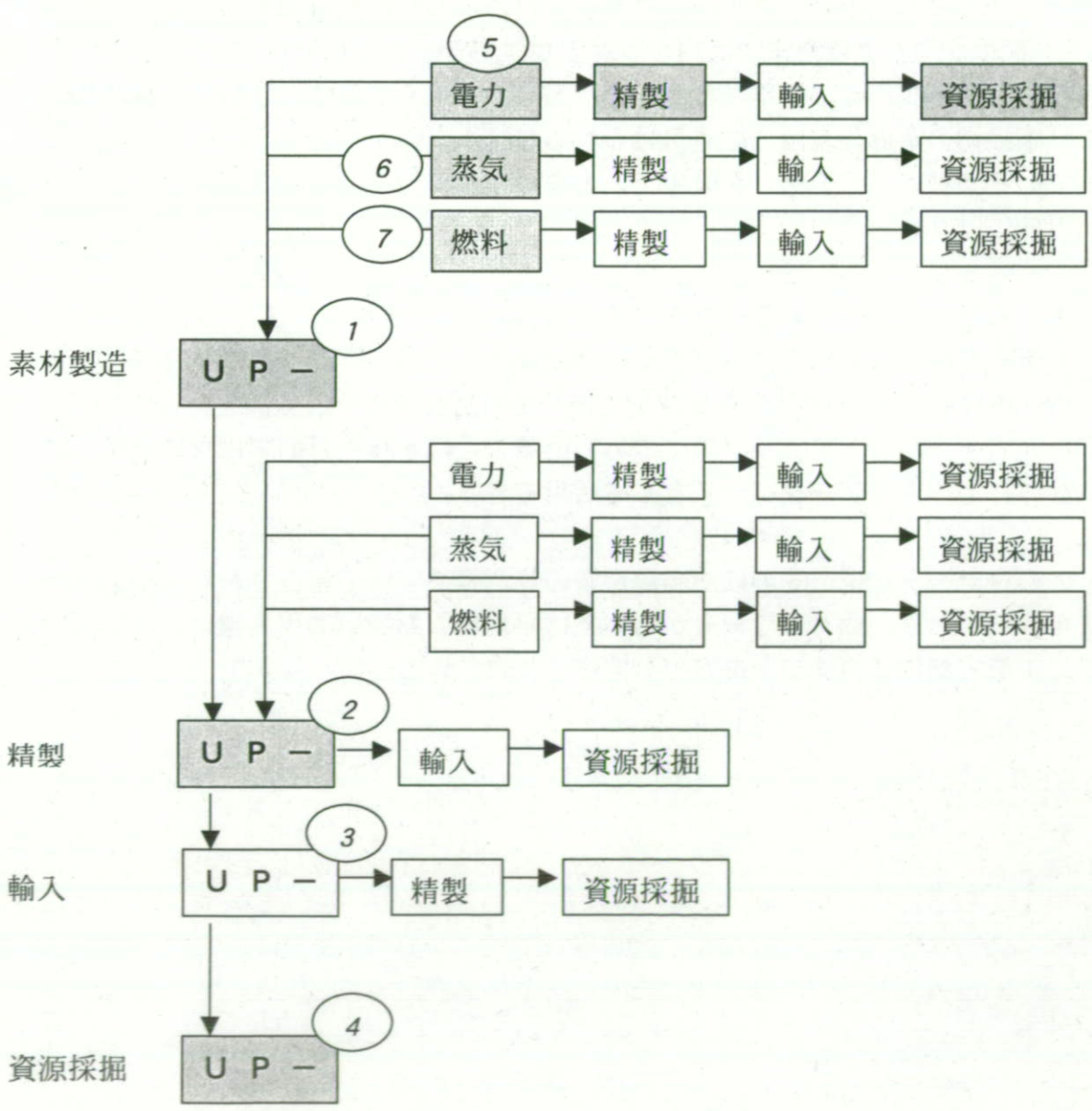
一方、広範にわたる文献データを収集・活用し、かつそれらを独自に吟味・検証しているLCIデータベースの代表は、①である。基礎的なデータが揃っており、比較的簡便にLCI分析(JEMAI-LCAはLCAソフトであり、当然ながらその機能を持っているが、LCAすなわちインパクトアナリシスについて語ることは本稿の目的ではないため、ここでは触れない)が行えるデータベースとして活用できる。

①の素材データには、③のほか当該産業の専門家によって報告された各種の文献データが使用されており、個々のソースからいえば平均値(あるいは代表値)とはいえないが、実際の生産実績に基づくデータも部分的に含まれている。

2) データベースの品質と比較

LCIデータは一般的に図-6のような構造を持っており、素材の製造工程を資源の採掘・採取まで遡及する工程と、各工程で消費される各種エネルギーを資源の採掘・採取まで遡及する工程で構成されている。したがってLCIデータの品質を論じるには、図1でいえば①はもとより、少なくとも②から⑦の個々のデータについて検証することが不可欠となる。また、異なるソースから引用された素材のLCIデータ①、①'が資源の採掘からの累積ベースのLCIデータである時、もしこれらを比較するのであれば、少なくとも②から⑦のデータがそれぞれどのような前提、考え方で算出されたものであるかを確認することが重要である。この確認抜きに、複数の累積データの誤差を単に統計的に論じることが、LCIデータの見方として好ましいとはいえない。

【 図-6 】 LCIデータの概念的な構造



そこで本稿では、前掲のデータソースを調査した4つのデータベース（件数的には5つになる。以下、略）のデータについて公表されている情報（ソース、手法等）を幾つかの視点に分けて整理することとした。ISO14041は、インベントリ分析において目的および調査範囲の設定に応じた詳細度で検討すべきデータ品質要件として、精度、完全性、代表性、整合性、再現性の5項目を上げている。表－8に、その具体的な内容をまとめた。

【 表－8 】 データ品質の判断における検討ポイント

項 目	内 容
精 度	選択された各データ区分に関するデータ値の変動性の尺度（例えば分散）。
完全性	単位プロセスの各データ区分について潜在的に存在する数に対して実際の初期データ報告の対象となった実施場所が占める割合。
代表性	取得データが、対象としている真の母集団をどの程度反映しているかを示す定性的な評価（地理的な有効範囲、時間的および技術的な有効範囲）。
整合性	調査方法論がどの程度均一に分析の種々の要素に適用されたかを示す定性的な評価。
再現性	該当の調査に無関係なLCA従事者が、記述されている方法論とデータに関する情報によって、調査で報告されている結果をどの程度再現できるかを示す定性的な評価。

本稿で取り上げた4つのデータベースで、公表されている結果や記述から以上の5項目をすべて検証できるものはない。ある程度の検証が可能な項目についても、それは極めてマクロ的かつ大雑把なものとなる。

ただし、①とそれ以外のデータはデータの構造、構成が異なり、そもそも単純な比較はできないことに留意を要する。すなわち①はデータベースを搭載したLCAソフトであり、複数のデータを搭載しており、①として1つに扱うことは本来できない。つまり、①と④といった比較はもともとできない性質のデータである。

例えば①では目的によって幾つかのデータを選択することが可能であり、厳密には選択したデータによってその品質は異なってくる。ちなみに①では、選択したデータの品質を表4に示した5つの視点からインベントリ分析結果の分析の一環として行なうことが可能である。PP（ポリプロピレン）とPET（ペット）のケースを例に、同ソフトの機能を使った分析結果を表－9、表－10に紹介しておく。

【 表－ 9 】 NIRE-LCI の LCI データ品質分析例

区分	内 容	P P	P E T
デ ー タ 性 質	実測値	1	3
	聞き取り	0	2
	文献値	30	41
	推定値	24	25
	合計	55	71
デ ー タ 評 価	極めて良い	1	3
	良い	19	19
	普通	28	39
	悪い	7	10
	合計	55	71

【 表－ 1 0 】 NIRE-LCI のデータソース別品質

対象製品	データソース	基準年	種類	品質
原油	エネ研（石油・輸送）	1999 年	文献	普通
重油	NEDO-GET	1995 年	文献	普通
ナフサクラッカー	NEDO-GET	1995 年	文献	普通
PP	CMC（日米化学品の価格とコスト）	1994 年	文献	普通
EG（エチレン・グリコール）※	NEDO-GET	1995 年	文献	普通
P-X（混合キシレン）※	NEDO-GET	1995 年	文献	普通
TPA（テレフタル酸）※	NEDO-GET	1995 年	文献	普通
酢酸※	CMC（日米化学品の価格とコスト）	1994 年	文献	普通
PET	NEDO-GET	1995 年	文献	普通

※ P E T の原料となる中間製品

①に関する以上に述べた前提を踏まえ、ここでは敢えて①を1つのLCIデータと見なして、ISO14041に明記されている代表性、整合性、再現性に関して定性的な検討を試みるべく、前掲の4つのデータベースについて（当事者に改めて確認した事項を合わせ）表－11、および表－12に再整理してみた。

【 表－11 】 データベースの基礎データのソース

データベース	合成樹脂			電力関係
	資源採掘	石油精製	石油化学	
① NIRE-LCA	L (O、A、S)	L	L	L (O)
② 化経研'93	－	S	S、A	L (O)
③ PWMI'93	L	L	L	O
④ PWMI'99	L (O、A、S)	L (L、A、O)	A	O、A
⑤ 同上更新01	L (O、A、S)	L (L、A、O)	A	O、A

S : Specific data、A : Average data、L : Literature-Value（文献値）、
連：産業連関表 O : Others

【 表－12 】 データベースの品質

データベース		代 表 性		整合性	再現性	精 度	完全性	透明性
		作成年次	地理					
①	NIRE-LCA	2000 年 9 月	国内	○	○	－	×	○
②	化経研'93	1993 年 9 月	国内	△	○	－	×	○
③	PWMI'93	1993 年 3 月	国内	○	○	－	×	○
④	PWMI'99	1999 年 7 月	国内	○	△	－	○	△
⑤	同上更新版01	2001 年 6 月	国内	○	△	－	○	△

残念ながら十分な比較検証にはなっていないことを断っておかなければならないが、結論的にいえば、個々の事項について確認できることを以下に報告する。なお、可能な範囲で出典の内容確認を試みたが、すべてを確認していないことを予めお断りしておく。

また精度については一概にいえないため、表－12では「－」で表記したが、基礎データ作成段階での記入ミス、単位の取り違えを除けば、データ構築対象プロセスに適したシステムバウンダリの設定とアロケーション手法の決定が精度を左右する要素である。前者では付帯設備、後者では副産物やリサイクルの取り扱いが焦点となる。

< 代表性 >

代表性については、単にソースだけでいえば表5に記述したとおりとなる。ここで使用した分類の用語について若干の定義を行っておくと、「Specific data」とは、特定企業から提供を受けたデータを指しており、提供者の実データであることを前提とした。「Average data」は、当該製品の生産を行っている複数企業のデータから算出された代表値であり、単に当該業界が作成したものという意味ではない。「Literature-Value（文献値）」は、文字どおり各種の文献から引用したデータの意味であるが、本来は原典のデータ自体について同様の検討を試みなければならない。前述したように、本報告をまとめるに当たって可能な範囲で原典を確認してはいるが、すべてが十分ではないことを今一度明記しておきたい。

「連」は文字通り産業連関表ベースの作成値であるが、ここでは①のデータベース中の板ガラスのデータだけがこれに該当する。以上を除くもの、すなわち各種の公式統計や生産企業や当該業界へのヒアリングによって作成したものは、「Others」とした。ただし、生産企業や当該業界へのヒアリングによるデータであっても、それが生産実績に基づいて作成されたものであれば、「Specific data」あるいは「Average data」に分類した。

すでに述べたように、ここで紹介したLCIデータベースの中では、①と④（⑤）がそれなりの要件を整えているデータベースである。したがって以下、①と④（⑤）を中心に代表性について検討する。なお検討は、資源の採掘・採取、石油精製、石油化学コンビナートの3つの段階に分けて行った。

まず原油等石油資源の採掘・採取については、①はエネルギー経済研究所の報告書、④（⑤）は石油産業活性化センターの報告書を引用している。いずれも、中東およびインドネシア原油を対象に分析されたLCIデータであり、これら両地域からの輸入がわが国輸入原油の主体であることを考慮すれば代表性は十分にある。

いずれも基礎データに各種統計を用いているが、エネルギー経済研究所の報告書では石油産業活性化センターの報告データが随所に活用されていること、後者は実際に現地調査を並行して実施し、調査結果を報告内容に反映させていることなどの諸点を考慮すれば、これら2つの基礎データは生産現場の実態を一定程度踏まえた「Average data」の要素を有した「Specific data」といえる。

次に石油精製の段階については、資源の段階と同様に①はエネルギー経済研究所の報告書、④（⑤）は石油産業活性化センターの報告書を引用している。エネルギー経済研究所の報告書は精油所の生産活動に伴うLCIデータの部分を全面的に石油産業活性化センターの報告書に依存している。また輸送部門のLCIデータは基礎データの出典が同じであり、これらの点では両者のデータは全く同じである。

ただ、エネルギー経済研究所の報告書では精油所設備の建設に伴うLCIデータが特定企業のプラントの設計値のモデルから計算されており、この点が異なる。主たる部分は精油所の生産活動に該当する部分となるが、この部分のデータは石油精製企業5社のデータ(生産シェアで約18%)でまず細かな点の検証を行い、問題点を確認した上で、最終的には全国ベースの統計データを処理し、LCIデータとして作成したものである。統計データでは欠落する要素をいわば実データの検証結果によって保管しており、一応、代表性のあるデータといえよう。

石油化学段階は、両データベースの基礎データに明確な違いが現れる部分である。①は基本的にすべて文献値であり、②のほか素材によっては(合成樹脂以外) 未踏科学技術協会、金属材料開発研究センターなどの法人による研究調査報告書および各種の公式統計から作成されたデータとなっている。これに対して④のデータベースは実施主体にとってフォアグラウンドデータの領域であることもあり、当該樹脂および所要原料の生産企業が原則的に全社参加した、特定年次の生産実績に基づく開示データから作成された国産品の代表値の性格を有するLCIデータとなっている。

したがって、文字通り代表性という点では合成樹脂に限っては④が最も代表性のあるLCIデータベースといえよう。しかし、対象が合成樹脂に限られており他素材をカバーしていないこと、また合成樹脂でみてもその種類が7種類と少ないこと、特に工業用途を主力需要とする樹脂が殆どカバーされていないことなどの難点を残している。このため、電気製品や事務機、自動車といった加工組立製品のインベントリ分析に活用する上では使い難いといわざるを得ない。

この点、素材および合成樹脂の種類として広範にわたるデータを揃えているデータベースは、表中の①および②である。この内②は年次が古くなりつつあるという問題のほか、もっと大きな問題として燃料について使用時の評価しか行っていないことが指摘され、LCIデータという意味では難点を残している。①のデータベースは、1999年春にデータを更新(1999年秋のJEMAI-LCAソフトの新バージョンでは更新データが搭載されている)しており、現時点では活用度の高いLCIデータベースといえよう。

時間、地理的な通用範囲という要素については、作成年次と地理として表中に示したので、それを参照されたい。ちなみに素材データを対象に言えば、作成年次は必ずしも対象データの年次と一致しないこと、対象データに年次の要素がそもそも備わっていない場合もあること、この意味で対象データの年次が明確なのは④のデータベースだけであることなどを述べておきたい。

また、地理的な要素で言えば資源の段階が問題となるが、すでに述べたように①および④のデータベースの基礎データは、原油等の石油資源、石炭、天然ガス等炭化水素源について海外データの活用、現地調査等が実施されており、中東、インドネシア(石炭では豪州)などのデータとしては国外でも十分通用するものとなっている。これらを除く、精油および石油化学コンビナートについては国内が条件となる。したがって、輸入ナフサ、輸入原料という視点では不十分である。すなわち資源を除く全データが国産品という前提で構築されたデータベースといえる。

< 整合性 >

整合性の議論に収集データの内容の整合性まで含める場合は極めて詳細なトレースが必要になる。それにはかなりの時間と労力が必要であり、本調査では詳細なデータの追跡を目的としていないため、ここでは可能な範囲で調査方法論における整合性に限定して触れることとし、概要を報告する。

少なくともいずれのデータベースも、アロケーションの必要な場合は質量による比例配賦を行っている。少なくともこの点では、同じ手法を用いたデータベースといえる。しかし細部に目を向けると、例えば当該工程から産出する副生燃料、当該工程に投入される副生燃料、当該工程内でリサイクルされる原燃料、当該工程で産出する副生原料等のデータ処理上の扱いや、by-product と co-product の扱い、環境負荷物質のアロケーション方法、オンサイト電力の評価など詳細な方法に関わるこれらすべての事項について、データ処理上どの程度均一に同じ方法が適用されたかを検討することは、文献にも明記されておらず、事実上極めて困難である。

したがって以下の①と④（⑤）のデータベースの整合性に関する記述は、方法論に関わる代表的な事項について可能な範囲で検討を試みたものであることを予め断っておきたい。また、主として文献値の採用によって構築されている①のようなデータベースでは、極めて多種類の文献が引用あるいは参照されているため、本来はそれらのすべてを原典で確認する必要がある。しかし今回の調査では合成樹脂に着目し、これに関する主要な文献を確認するに留めた。この際、要素的にはL C I データの構築において最も重要と判断されるアロケーションと副産物の控除にチェック項目を絞った。

結論的にいえば、①、④（⑤）とも、アロケーションおよび副産物の控除について全体的に同じ手法が適用されており、その意味で両データベースとも整合性はあるものと判断される。ただし①と④は、アロケーションが質量比で行なわれている点は手法的にも同じであるが、副産物の控除に関する手法は根本的に異なる。

まずそれぞれの手法について述べると、①では「廃棄処分時のスクラップの回収や素材製造時の廃熱回収によるスチームの生成について得をしたものとして計上し、当該バウンダリの使用量から差し引く」ことを副産物の控除と定義している。一方④（⑤）では、①に加えて当該工程から産出する副生燃料油あるいは燃料ガスについて投入原料から差し引いて控除する考え方を採用している。これは大きな違いであり、①では④でいう副生燃料は基本的に製品として処理されることとなる。この2つの考え方が結果にどの程度影響するかは、同一データすなわち①か④のいずれかのデータで比較考察してみることで確認できるが、本稿ではそこまでの検討は行っていない。

しかしここで重要なのは、以上の点を考慮すれば、少なくともデータの取り扱いあるいは処理手法を無視し、複数のLCIデータベースから部分的に結果だけを取り込んで1つのデータベースを構築するといった手法は安易に行なわれるべきではないといえよう。特に、ある素材の製造フローを構成する個々のユニットプロセスのデータについて、異なるデータベースから単純に取りこむようなデータ構築手法は、整合性を欠く恐れが大きい。

< 再現性 >

再現性については、少なくとも2つの視点で検討することが必要である。再現性を一般的に解釈すれば、データ構築の実施者はもとより第3者が何度計算しても同じ結果を得られるということになる。通常、科学的な実験における再現性の定義はそうであり、ISOのいうところの再現性も同じはずである。

その意味では、例えば①のようにアプリケーションソフト化されているデータベースでは、そのソフトの所定の機能を使ってある素材について天然資源まで遡及したインベントリデータを作成しようとした場合、誰が何度やっても同じ結果を得られることは当然である。しかしこの場合はソフトの正しい操作を行なうことによって再現が保証される訳であり、第3者が個々のデータについての処理手順や手法を確認しつつ再現していることとは異なる。むしろここでの第3者は、結果が同じになることを確認しているに過ぎない。

また、ソフトに搭載されている個々のデータは当然ながら予め与えられており、第3者がそれらについてのデータ処理に踏み込んで再現することは事実上困難である（ただし、第3者がそのソフトを使って、搭載されているものと同じデータを独自に“my-database”としてソフト内に構築することによって再現性を確認することは一定の範囲において可能である）。

一方、④（⑤）のデータベースについては、原油の採掘・採取の段階、輸送の段階、製油所の段階、石油化学の段階および公共電力をそれぞれのブロックとして、データを再現することは可能であり、限られた領域における再現性はあるといえる。しかし石油化学の段階についてはユニットプロセスレベルについてデータの処理に関わる手法は記述されているものの、データそのものが公開されておらず（厳密には石油化学の出発原料であるナフサクラッカーのみがユニットプロセスデータとして公開されている）、第3者による再現は不可能である。

以上、LCIデータの再現性について①および④のデータベースを簡単に検討してみたが、現状のデータベースの殆どについて、第3者が厳密な意味での再現性を確認するような構造にはなっていないと考えるのが妥当と思われる。むしろ現状では、データ品質というよりデータの性質を透明性や検証可能性といった視点で議論した方が有意義と考えられる。ここでは透明性について、前掲表－9に定性的な評価を示してみた。

3) データベースの数値の比較

データ比較は本来ユニットプロセスレベルで行なうべきであるが、④(⑤)のデータは個々の素材の累積ベースのデータしか公開されていない。従って本稿では、表-6に前掲4つのデータベースについて、当該素材の製造までの累積ベースの積算結果を比較した。また、表-13に合成樹脂(PPおよびPET)、鉄、アルミ、紙等の素材およびガラスびんについて、前掲4つのデータソース別に整理した。

【 表-13 】 主要基礎素材のLCIデータの比較

(上段は二酸化炭素排出量、下段はエネルギー消費量。NIRE-LCAを100とした場合の相対値)

素材区分	素材	NIRE-LCA	化経研 93 年	プラ協 99 年 更新版	プラ協 93 年
合成樹脂	PP	100%	134%	182%	106%
	PET	100%	114%	56%	69%
金属	スチール	100%	77%	—	82%
	1次地金アルミ	100%	63%	—	93%
板紙	塗工マニラボール	100%	302%	—	—
	重袋両更クラフト	100%	311%	—	—
	その他両更クラフト	100%	293%	—	—
	外装ライナー	100%	244%	—	—
	中芯	100%	140%	—	—
ガラス	ガラスびん	100%	86%	—	—

合成樹脂	PP	100%	180%	240%	124%
	PET	100%	99%	62%	75%
金属	スチール	100%	111%	—	52%
	1次地金アルミ	100%	65%	—	104%
板紙	塗工マニラボール	100%	428%	—	—
	重袋両更クラフト	100%	442%	—	—
	その他両更クラフト	100%	427%	—	—
	外装ライナー	100%	343%	—	—
	中芯	100%	201%	—	—
ガラス	ガラスびん	100%	68%	—	—

結果的に、これらデータにはかなりの格差がみられる。これらの要因を明確にするには、各段階を追って詳細に検証することが必要であるが、ここでは結果の単純比較にとどめた。なお、NIRE-LCAに搭載されている紙に関するLCIデータは洋紙と板紙しかないため、表-10の板紙の5つの素材についてはすべて板紙の値を表記している。また、NIRE-LCAは紙については紙・パルプ統計年報から推算したとなっており、化経研93年のデータとはかなりの格差がみられるが、この要因がどこにあるかは把握できない。

4) 産業連関法と積上げ法

産業連関法によるLCIデータベースについては、電力中央研究所、国立環境研究所、慶応大学などいくつかの研究事例が報告されているが、ここでは電力中央研究所作成による産業連関表の合成樹脂のケースを積上げ法と比較対比した結果を報告する。

産業連関法によるLCIデータは一定の制約があるものの技術的には比較的広範な製品のデータ構築ができる半面、問題点も多い。そこでまず、産業連関法表によるLCIデータの利点と問題点を整理した。

産業連関法によるLCIデータ構築の最大の利点は、対象に設定した製品の直接的あるいは間接的なインベントリが理論的に算出できる点にある。積上げ法では、原料遡及の過程でインベントリの作成の壁に行き当たる場合が極めて多いだけに、この意味においては産業連関法の利点が際立って見える。このほか、産業連関法そのものが一定の理論で構築されたある種の統計表であるだけに、再現性、整合性、客観性に優れ、必要に応じた範囲の拡大が可能かつ容易な点も利点といえよう。

しかし一方で問題点も少なくない。特に以下にリストアップした事項がLCIデータ構築の視点からみた際の問題点とされている。

- 1) 内容的に個々の部門の平均財についての評価であるため、本来、個々の製品分析のための基礎データとしては不適切である。
- 2) 個別産業の自給エネルギーのように産業連関表に現れない要素もあるなど、必ずしも実態が反映されない。
- 3) インベントリ分析に産業連関表を使用する場合、1部門1製品が前提にならざるを得ないが、実際には産業連関表では各部門とも多種類の製品を対象に構成されている。このため、合成樹脂の例をとると、個々の熱可塑性樹脂に投入されるエネルギーや原材料はそれぞれ異なるのに、全ての種類の熱可塑性樹脂が同じプロセスで生産されているように仮定し、最終的にエネルギーや環境負荷を個々の樹脂の単価だけで単純に配賦することになる。
- 4) 同上の要因から、共製品、副生物の取り扱いが難しい。
- 5) 産業連関表の活用によるインベントリ分析では、財やサービスの金額当たりのエネルギーおよび環境負荷濃度を部門ごとに物量表と産連表を対応させて算出するため正確な物量フローにならない。例えば、物の単価は小口需要と大口需要では異なるのに対して、産業連関表では平均単価で比例配賦していくため、結果的に単価の安い大口需要への配賦が過小評価となる。
- 6) 輸入品の分析には輸入国の産業連関表が必要になるが産業連関表の整備状況は国によって異なり、また産業のインフラストラクチャが分析結果を左右することを考えると、途上国の産業連関表を用いた分析では乖離が大きくなる。

表－１４に、樹脂のＬＣＩデータとして産業連関法の値と積上げ法（前掲⑤のデータベース）の値を比較した。産業連関法のデータは電力中央研究所の作成によるもので、輸入財は海外プロセスの文献値やモデル計算結果の積上げ法による値が使用されており、海外の産業連関表は使用されていない。

結論的にいえば、発泡スチレンを除けば概ね±50%の差の範囲にあり、この程度の差であればＬＣＩデータのみにみて格差は大きくないと考えられる。発泡スチレンで大きな差が生じているのは、⑤のデータが魚箱や家電製品等の梱包に使用される発泡スチレンを対象とするものであるのに対して、産業連関法のデータはいわば発泡スチレン全般を対象としているためと推察される。

【 表－１４ 】 合成樹脂製造のＬＣＩデータ（産業連関法と積上げ法による原単位の比較）

コード	部門	単位	生産数量	単価 (¥/t)	生産額 (M¥)	産業連関法		積上げ法	
						CO2 原単位 (t-CO2/t)	エネルギー 原単位 (Gcal/t)	CO2 原単位 (t-CO2/t)	エネルギー 原単位 (Gcal/t)
204102	熱可塑性樹脂		10,118,210	155,507	1,573,452	1.9	6.8		
2041021	ポリエチレン(低密度)		1,954,592	162,305	317,240	2.0	7.1		
20410211	ポリエチレン(低密度)								
2041021101	ポリエチレン低密度のもの(密度0.94未満のもの)	t	1,748,325	156,306	273,274	1.9	6.9	1.4	6.1
2041021102	ポリエチレン(エチレン・酢酸ビニルコポリマー)	t	206,267	213,150	43,966	2.6	9.4		
2041022	ポリエチレン(高密度)		1,238,454	147,144	182,231	1.8	6.5		
20410221	ポリエチレン(高密度)								
2041022101	ポリエチレン高密度のもの(密度0.94以上のもの)	t	1,238,454	147,144	182,231	1.8	6.5	1.3	5.2
2041023	ポリスチレン		2,149,071	197,037	423,446	2.4	8.6		
20410231	ポリスチレン								
2041023101	成形材料(GP,HI)	t	1,276,712	145,258	185,453	1.8	6.4	1.4	6.6
2041023102	発泡用(FS)	t	203,744	278,536	56,750	3.4	12.2	1.8	7.4
2041023103	AS樹脂	t	128,873	217,145	27,984	2.6	9.5		
2041023104	ABS樹脂	t	539,742	283,948	153,259	3.4	12.5		
2041024	ポリプロピレン		2,501,858	140,751	352,139	1.7	6.2		
20410241	ポリプロピレン								
2041024101	ポリプロピレン	t	2,501,858	140,751	352,139	1.7	6.2	1.3	5.9
2041025	塩化ビニル樹脂		2,274,235	131,207	298,396	1.6	5.8	1.4	6.2
204103	高機能性樹脂		1,322,802	392,099	518,670	3.3	12.0		
2041031	高機能性樹脂								
20410314	ポリエチレンテレフタレート(繊維用を除く)								
2041031401	ポリエチレンテレフタレート(繊維用を除く)	t	614,774	263,346	161,898	2.2	8.1	1.5	6.7

注1：産業連関法の原単位は、電力中央研究所の「産業連関表を用いた我が国の生産活動に伴う環境負荷の実態分析」研究報告：Y97017から計算した値。

注2：積上げ法の原単位は、(社)プラスチック処理促進協会が国産樹脂の代表値として1999年に公表したものを産業情報研究センターが以下のように補正した値。

1. 石油精製から供給される原燃料について、石油製品平均値としてのLCIデータからナフサ、リフォーマート、重油等の油種別のLCIデータに差し替えた。

2. 公共電力について、電力産業における各種資源消費について1994年実績の値を1998年実績に変更し、環境負荷原単位について至近の公表データに変更。

注3：生産数量、単価、生産額は産業連関表1990年表の値。

2. LCI データ構築の手法に関する論点

LCI データ構築の方法には、積上げ法、産業連関法と2つを組み合わせたハイブリッド法があるが、積上げ法については ISO 規格の中でいくつかの手法の論点が明確になっており、それへの対応の考え方が示されている。ここでは、積上げ法の手法に関する論点の概要を説明する。

産業連関法についてはすでに前節の終わりに6つの問題点を指摘した。これについて、一部、積上げ法のデータを組み込むといったハイブリッド法を行うことによって解決もしくは緩和することは可能であるが、根本的な改善は困難なことが多い。それについては、次章で述べることとする。

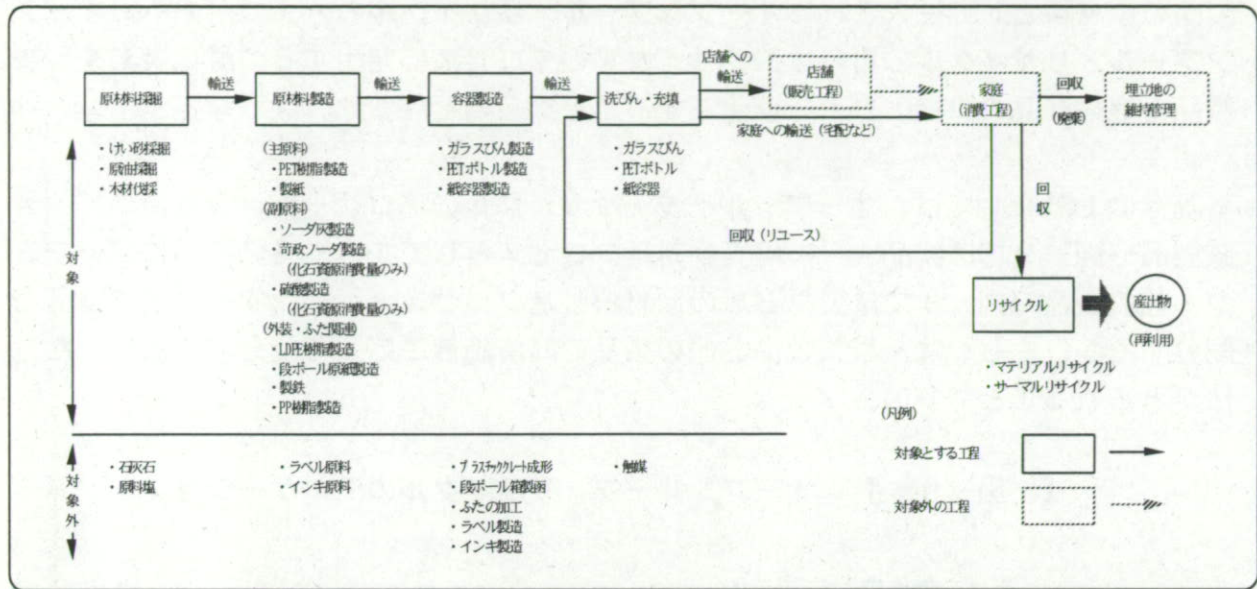
1) システムバウンダリー（システム境界）の設定

基本的には、製品の原材料、補助材料の原料採掘・採取から製造、流通、消費、廃棄・リサイクルまでの一連のライフサイクル全体から、LCI の目的や LCI データの利用可能性などを考慮して、システムバウンダリーに含める範囲を決定する。

図-7 は、飲料容器の LCI のシステムバウンダリーの事例であるが、上段の四角のボックスはライフサイクルの各ステージを示している。各ライフサイクルステージの下には、具体的なユニットプロセスを示して、システムバウンダリーの対象となっているものと対象外を記述し、システムバウンダリーの範囲を明確にしている。

もちろん、システムバウンダリーの違いは、製品の温室効果ガス LCA データの排出量の計算結果に影響するため、統一的なルールを定める必要がある。また、二酸化炭素排出に大きく影響するユニットプロセスを外すことは製品の地球温暖化対策に支障をきたす恐れがあるので、統一的なルール検討の際に、配慮しなければならない。

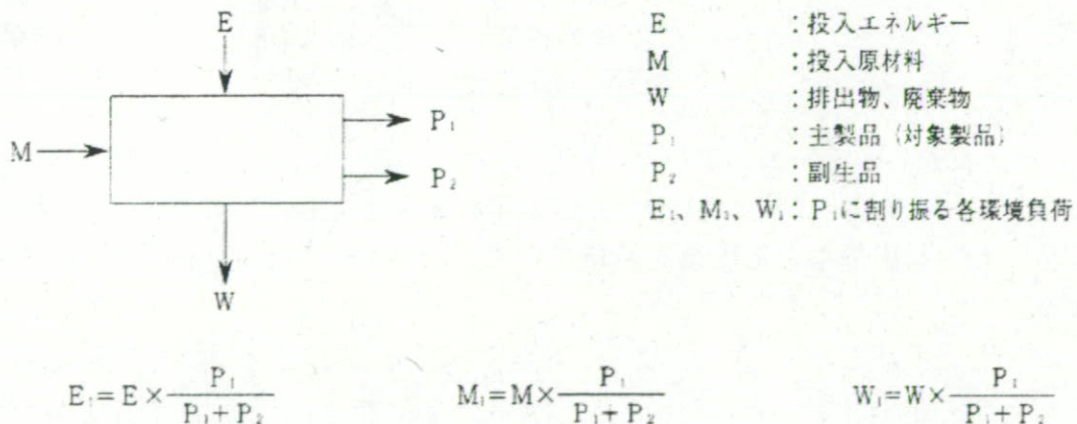
【 図－ 7 】 飲料容器の LCI のシステムバウンダリーの例



2) 共製品、リサイクルにおけるアロケーション (配分)

複数の製品が発生するプロセスでは、当該プロセスでの投入物や排出物を各製品にアロケーションする必要が生じる。本来は因果関係を忠実に反映したアロケーションが望ましいが、因果関係の明確化や、因果関係を正確に反映した比率の設定が困難な場合が多いので、既存の LCI では、重量比率に応じて配分することが多い。ISO では、その他に経済価値 (製品価格) の比率で配分する方法を紹介している。図－ 8 は、重量の比率や経済価値の比率でアロケーションする場合の、考え方を示している。

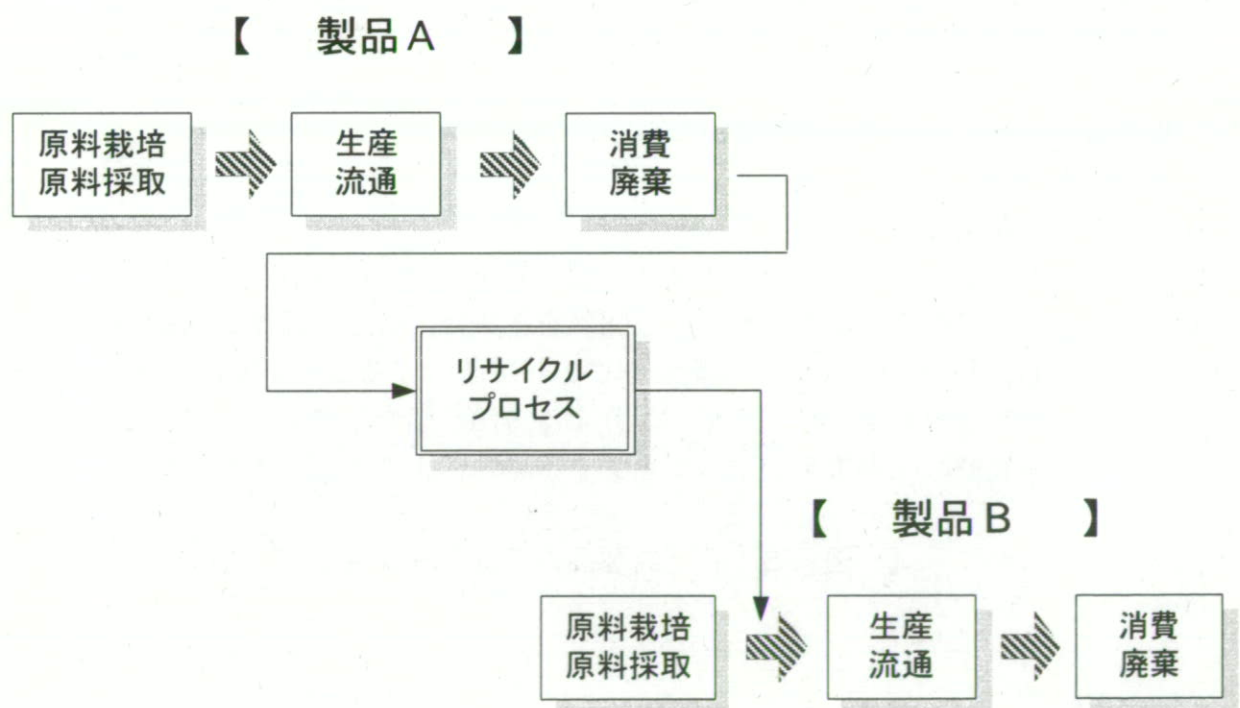
【 図－ 8 】 共製品のアロケーション



リサイクルには、当該製品のライフサイクルから発生した廃棄物が、当該製品の原材料として再度投入されるクローズドプール・リサイクルと、図－9のように、他の製品の原材料として投入されるオーブンプール・リサイクルの、2つがある。オーブンプール・リサイクルの場合は、リサイクルのプロセスで発生する二酸化炭素を当該製品と他の製品の間でアロケーションすることが必要となる。

既存の LCI には、オープンループ・リサイクルのアロケーションについて、当該製品（図－9 では製品 A）の廃棄物処理プロセスとしてすべて当該製品に配分するか、他の製品（図－9 では製品 B）の原材料製造プロセスとして、すべて他の製品に配分するか、もしくは、当該製品と他の製品の経済価値に応じて配分するといった方法がとられることが多い。

【 図－9 】 オープンループ・リサイクルのアロケーション



共製品、オープンループ・リサイクルのいずれの場合でも、アロケーションの比率は各製品の CO₂ 排出量などに影響を及ぼすので、アロケーションに関するルールが必要になる。

3) 原材料、補助材料のカットオフ

本来 LCI データの構築において、全ての原材料、補助材料、ユーティリティであるエネルギーなどを LCI の対象とすることが望ましいが、極くわずかししか投入されないものについては、LCI データの目的や利用可能性、バックグラウンドデータの不足や LCI の効率的な構築の観点から、LCI の計算から除外するという、いわゆるカットオフが行われる。特に、製造プロセスなどで投入される、添加剤、排水排ガスの処理剤などがカットオフされる場合が多い。

従来の LCI では、ユニットプロセスでの投入物質の総重量の 5%未満をカットオフする、システム全体の投入物質の総重量 1%未満をカットオフするなどの考え方がよく見られてきたが、今日では ISO が推奨するシステム全体における投入物質の重量への累積的寄与によってカットオフを行い、総重量の一定割合上の投入物質を LCI に含めるといった考え方が主流となっている。

本制度のように、温室効果ガス LCA データのみを対象とする場合は、温室効果ガスの排出量にあまり影響がない微量の原材料や補助材料を適切にカットオフすることで、効率的な LCI データの構築が可能になると考えられる。

4) 消費、廃棄・リサイクル段階の前提条件の設定

製品のライフサイクルのなかで、消費のステージ、廃棄・リサイクルのステージは、実態が不明確なことが多いので、一定の前提条件に基づいて、LCI データを構築することが行われる。例えば、製品の使用回数や耐用年数、消費後の廃棄・リサイクルの方法など、前提条件によって各製品の CO₂ 排出量などが大きく異なることが少なくないので、前提条件の設定に関するルールが重要となる。しかし、実際の消費の実態や廃棄・リサイクルの実態を把握することは、公開されている統計データ、事業者の調査データがないことが多く、推定をせざるを得ない。

飲料用容器包装である紙パックを例に挙げて説明すると、消費する際の冷蔵庫での保管期間、廃棄（焼却、直接埋立）とリサイクル（マテリアルリサイクル、サーマルリサイクル）の各処理方法への流れる比率、各処理方法の回収方法と回収手段・回収距離、マテリアルリサイクルに出す際の洗浄に要する上水の量など、様々な前提条件が製品の CO₂ 排出量などに影響するが、いずれも調査データが充実しておらず、何らかの推定により前提条件を定めることが不可欠になる。

3. LCI データ構築に必要な労力と時間

製品の温室効果ガス LCA データを公表する制度を実現するには、実際に自らの製品の温室効果ガス LCA データを計算する事業者が、係る労力と時間を抑えて、効率よく計算できるような対策が重要である。前節で述べたように、現在の個別製品の LCI には多くの労力と時間が投入されており、これをどの程度縮小できるかが重要なポイントになっている。

本報告書の目的から言えば、温室効果ガス LCA データの計算のみに必要な労力と時間を論じることが望ましいが、温室効果ガス LCA データのみを推計した取り組み事例が少ない。そのため、前述の JEMAI プログラムに参加した企業を対象に行ったアンケート調査（参考資料を参照）の結果を元に、LCI データ構築に要する労力と時間を検討する。ちなみに JEMAI プログラムでは、温室効果ガス以外に資源エネルギー消費、廃棄物排出量、大気・水質汚染物質排出量を含めた広範囲な LCI データを構築している。

1) LCI データ構築の標準的な作業

労力と時間を検討する前に、まず、LCI データ構築の標準的な方法について明らかにしておく。LCI データの構築は、大きく分けて図-10のように4つのステップに分かれる。

最初に、製品のライフサイクルに渡って投入される製品の原材料と補助材料の種類、重量を明確にする必要がある。補助材料とは、触媒、溶剤、大気・水質汚染物質の処理に投入される処理剤などのように製造プロセスで投入され、製品にはほとんど残留しないものである。一部の電子機器や自動車などの複雑な製品は数百以上の部品をから成り、部品毎に原材料と補助材料を明確にすることが極めて困難な場合が多い。そのため、複雑な製品の LCI データの多くは、カットオフルールを適用して、バックグラウンドデータが存在する主要な原材料と補助材料を対象を絞り込む場合が多い。また、原材料と補助材料の種類が特定されている場合でも、それらの重量が正確に把握されていない場合が多い。部品数が多い場合は正確な重量の把握に労力や1人日以上時間が費やされることが少なくない。

次は、システムバウンダリーの設定である。利用可能なバックグラウンドデータの存在、フォアグラウンドデータの収集の可能性、カットオフルールの適用などを考慮して、対象とする LCI の範囲を明確にしなければならない。本来、特定の製品の LCI デ

ータを構築するには、特定の製品に固有のフォアグラウンドデータを可能な限り多く収集することが望ましいと考えられるが、そのためには膨大な労力と時間が必要になるため、研究の目的や製品の実情に応じて適切なバックグラウンドデータの利用、カットオフルール適用を行う必要がある。その作業によって、フォアグラウンドデータを収集するライフサイクルステージ、バックグラウンドデータを収集するライフサイクルステージや原材料、ユーティリティを具体的に決定する。データ収集の結果次第では、システムバウンダリーを再度見直す、データ収集方法を見直すが必要になる。

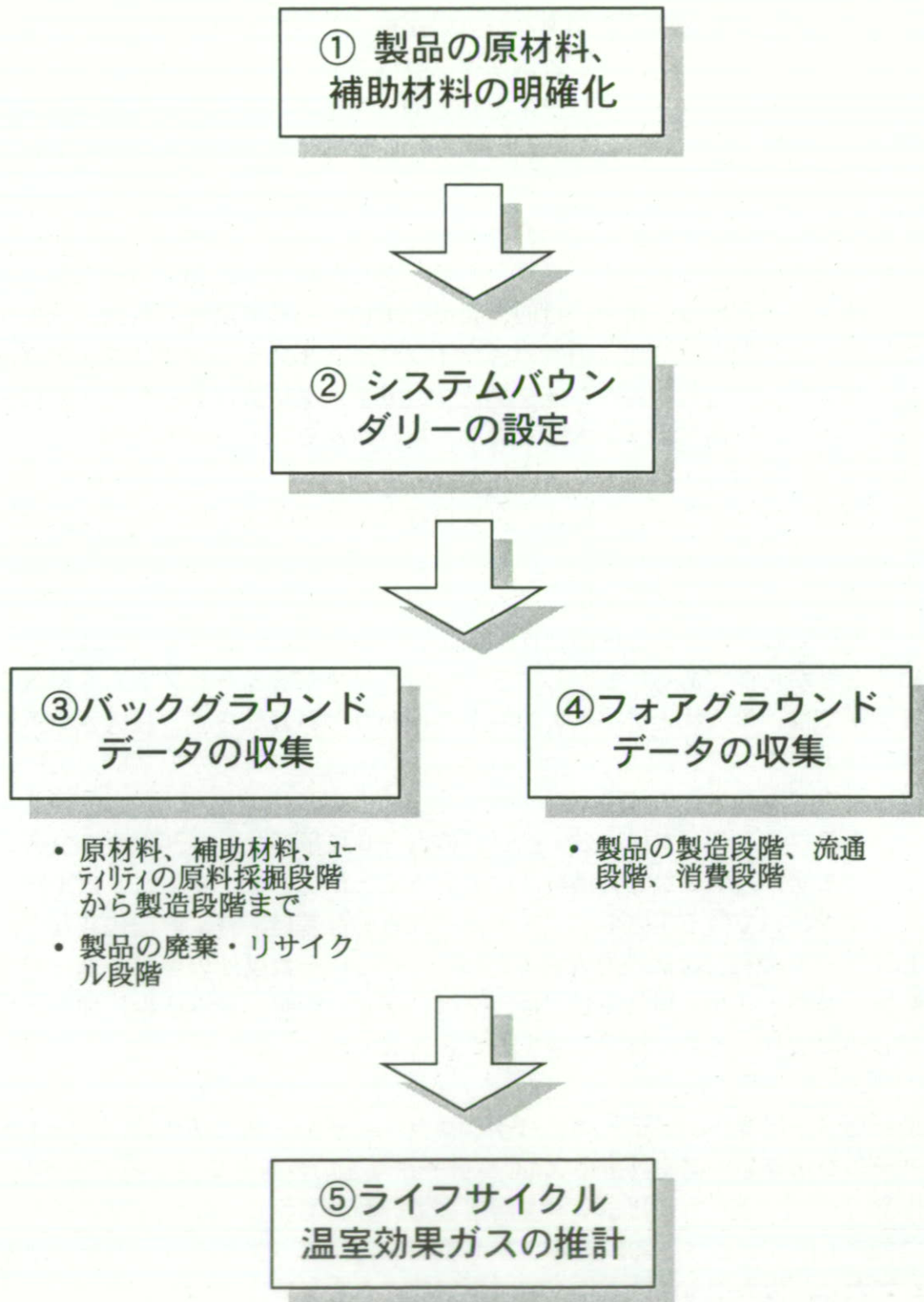
3 番目には、フォアグラウンドデータとバックグラウンドデータの収集の作業を平行して行う。前述のように、フォアグラウンドデータを収集する範囲、バックグラウンドデータに依存する範囲は、研究の目的や製品の実情に応じて決められる。LCI データ構築では、製品の製造、流通、消費の各ライフサイクルステージではフォアグラウンドデータが収集され、それ以外をバックグラウンドデータに依存するケースが最も多いと考えられるが、製品によって大きく異なる場合がある。

フォアグラウンドデータは、実施する企業自身やその取引先が自社の事業所からデータを収集することになる。ISO14001 などの環境マネジメントシステムや厳格な管理システムを導入している事業所では、投入した原材料やエネルギー、排出した廃棄物や大気・水質汚染物質の種類と量の把握がなされており、比較的容易に LCI データ構築を進めることが可能である。しかし、そういったマネジメントシステムを導入していない事業所では、投入物と排出物の把握から行わなければならない、投入される労力や時間は膨れ上がる。

バックグラウンドデータは、27 ページの表-6 に挙げた LCI データの文献、環境用に加工した産業連関表など各種統計に求めることができる。すでに、LCI データの構築が広く行われている電力やエネルギー、代表的な基礎素材、容器包装などについては LCI データの利用は比較的容易である。しかし、それ以外の製品やユーティリティ、廃棄・リサイクル処理に関しては、文献の探索、吟味、読み込み、加工といった作業が必要になり、多くの時間を要することになる。

収集したフォアグラウンドデータ、バックグラウンドデータに基づいて、ライフサイクルモデルを構築し、温室効果ガス LCA データなどの数値を集計することができる。この作業はパーソナルコンピュータを活用して行われており、それをサポートするソフトウェアも販売されている。LCA ソフトウェアにはバックグラウンドデータが組み込まれており、労力や時間の大幅な削減が期待できる。

【 図－１０ 】 LCIデータ構築の標準的な作業ステップ



2) LCI データ構築にかかる労力と時間

前述の JEMAI プログラムの実証研究に参加した企業を対象としたアンケート調査の中で、JEMAI プログラムを実施した際に感じた問題点を尋ねたが、最も多くの企業が指摘したのが「LCA に時間がかかる」で、回答のあった 28 社中 22 社が選択した。また、より多くの製品にタイプⅢ環境ラベルを普及する場合の重要な対策を尋ねたが、「活用可能な LCA データベースの充実」「共通の手法や計算基準などの確立」といった、LCA 実施の時間の削減につながる対策を選択した企業が多かった。このことから、時間の短縮が LCI データの構築の大きな課題であることが改めて浮き彫りになったと言える。

また、別の設問で 1 製品のフォアグラウンドデータの構築にかかる時間を尋ねたが、平均で約 9.2 人日以上となっており、11 人日以上と答えた企業は時間について回答のあった 25 社中 8 社に達している。JEMAI プログラムでは、LCI データの中でバックグラウンドデータについては JEMAI が提供、フォアグラウンドデータを参加企業が収集すると言った役割になっているため、企業にはフォアグラウンドデータの構築に関する時間のみを質問した。そのため、バックグラウンドデータの構築などの時間は含まれていない点に注意する必要がある。

JEMAI プログラムに参加している企業の製品は、複写機など素材構成と製造プロセスが極めて複雑なものから、便器といった素材構成と製造プロセスが比較的単純なものまで多様である。1 製品当たり 6 人日以下と回答があった企業の製品は、便器、通信機器用コード、フローリングワイパー、土嚢などがある。逆に 11 人日以上と回答があった企業の製品は、複写機、プリンターなどであった。原材料構成や製造プロセスの複雑な製品は、LCI データ構築に時間がかかる傾向にある。

JEMAI プログラムに参加した企業は、作業時間を短縮するために、必要に応じて JEMAI より LCA ソフトウェアなどの支援ツールの提供を受けている。それらを活用した作業の経験をもとに、時間を回答していることも考慮しなければならない。しかし、アンケート調査に回答した企業の多くが JEMAI プログラム以外にタイプⅢ環境ラベルを実施したことがないと答えており、LCA に習熟していない企業が多かったものと予想される。多くの製品のフォアグラウンドデータを収集するにつれて作業に習熟し、効率も一定程度向上する可能性がある。また、製品のフォアグラウンドデータを構築すると同一工場で生産している他の製品のフォアグラウンドデータを収集する労力が大幅に軽減されることが多い。このような効率向上は反映していない数字であることに注意しなければならない。

この約 9.2 人日以上を人件費に置き換えると、1 日当りの人件費を 2～3 万円と仮定した場合に約 18.4～27.6 万円となる。もちろん、人件費に限らず様々な経費が発生するが、LCI データの構築は労働集約的な作業であり、人件費を主要なコストと見ても差し支えないと考えられる。しかし、LCA ソフトウェア、大気・水質汚染物質排出量やエネルギー消費量の実測のための器具や設備の整備を行う場合は、主に初期投資として大きな費用が発生する可能性がある。

3) LCA ソフトウェアの活用

現在、国内で使用されている LCA ソフトウェアの中で代表的なものとして、次の 4 つを挙げる事ができる。これらの他に、海外の研究機関等が提供している LCA ソフトウェアも国内で使われているが、そのままでは国内で製造される製品には利用できないので、ここでは割愛している。

価格は 10 万円を切るものから数十万円を超えるものまでであるが、内蔵されているデータベースの質や範囲、ソフトウェアで実施できる作業の範囲は大きく異なっている。これらの LCA ソフトウェアを活用することによって低減できる時間と労力は大きく、価格から見れば費用対効果は高いと思われる。

【 表－１５ 】 国内の代表的な LCA ソフトウェア

ソフトウェア名	製造者	価格（円）	データベース
JEMAI-LCA	独立行政法人 産業技術総合 研究所	95,000	基礎素材や資源エネルギーの積上げ法のデータ（NIRE-LCA）を内蔵
Quick LCA	財団法人 電力 中央研究所	150,000	産業連関表データと積上げ法データの両方を組み合わせたデータベースを内蔵
LCASUPPORT	NEC 株式会社	300,000	データベース別売り。産業連関表データ、積上げ法データの両方を選択可能。
Easy-LCA	株式会社東芝	500,000	産業連関表データのみ内蔵。価格は発売当初のもの。

4. 温室効果ガス LCA データの計算に関するまとめ

1) 活用可能なデータベースの検討

繰り返し述べてきたように、LCI データには大きく分けて、積上げ法によるものと、産業連関法によるものの2つがある。積上げ法の LCI データは、作成者の目的、対象、方法論に応じてデータ構築されており、そういった意味ではデータの品質や利用可能性はデータ構築の目的、対象、方法論に大きく依存している。本来、目的、対象、方法論を理解した上で、適切に活用されるべきであるが、LCI データを掲載した報告書にそれらの情報が十分に記載されていない場合も多く、適切な利用が妨げられている場合が少なくない。

【 表－１６ 】 積上げ法と産業連関法とによる LCI データの特徴の比較

	積上げ法	産業連関法
対象となる製品	粗鋼、アルミ地金、汎用合成樹脂、紙などの代表的な基礎素材や、家電製品、容器包装などの製品に限定されている。 LCA プロジェクトにより、100 以上の製品の LCI データが平成 15 年秋に公表される予定であり、LCI データの整備が徐々に進みつつある。	産業連関表が対象とする約 4,000 の商品分類に属する商品が対象となる。 但し、あくまでも特定の製品を対象とするのではなく、各商品分類に該当する商品全体の平均値を表すものである。
LCI データのばらつき	前述の通り、各 LCI データのばらつきは決して小さくない。41 ページの表-14 のように汎用合成樹脂の二酸化炭素排出量を比較しても、0.5～3 倍の範囲でばらついている。これは各データベース構築の目的、方法論などの違いによるものと考えられる。	原則的に、同年次の産業連関表を基礎とする限り LCI データは一致する。ただし、各データは、部分的に積上げ法のデータを取り入れるなどの独自の改善を行っており、異なる値となっている部分がある。
データ品質に関する検討ポイント (精度、完全性、代表性、整合性、再現性)	各 LCI データが異なる目的、方法論によって作成されているため、データ品質は各 LCI データによって大きく異なる。また、積上げ法によって LCI データの精度、整合性や再現性を確保することは、労力や時間を必要とする場合が少なくない。	個別製品に適用するための精度、完全性、代表性は検討できない。ただし、整合性、再現性には、優れている。

産業連関法の LCI データは、あくまでも特定の製品を対象とするのではなく、各商品分類に該当する商品全体の平均値を表すものである。しかし、実際には、積上げ法による労力と時間を削減するために、産業連関法による LCI データが個別製品の環境負荷を推定するために利用されることが少なくない。特に、自動車、家電製品、建築物、鉄道など、多様な原材料や補助材料を投入して数多くの製造・輸送工程を経て完成される製品は、積上げ法による LCI データの構築が極めて困難であり、産業連関法による LCI データを活用せざるを得ない状況にある。

製品の温室効果ガス LCA データを公表する制度を想定した場合、積上げ法の LCI データを活用する場合と、産業連関法 LCI データを活用する場合の 2 つの方法が考えられる。その問題点と対策を表-17 にまとめた。

【 表-17 】 LCI データベースの活用の問題点と対策

	積上げ法 LCI データのみを活用	産業連関法 LCI データを活用
重視するポイント	正確な LCI データの提供のため、精度などのデータ品質を重視	広範な製品を対象とした制度とすることを重視
問題点	1) LCI データの整備が遅れており、対象製品の範囲が大きく限定される。 2) 現状では積上げ法の LCI データ間でも大きなバラツキがあり、データ品質の向上を図る必要がある。 3) 各 LCI データが異なる方法論を採っており、比較可能性が確保されていない。 4) 信頼性を担保する上で検証可能性は重要であるが、各 LCI データで大きなバラツキがある。	1) 個別製品の実態を必ずしも反映していないデータを個別製品に適用することは、本来不適切であり、データ精度が損なわれる。 2) 各産業個別での自給エネルギーの消費等の事情を反映していない 3) 同部門の製品は単価の違いによって二酸化炭素排出量が配布される 4) 主製品と副生物、共製品間の二酸化炭素排出量の適切な配分が困難 5) 輸入原材料や輸入製品は、海外での二酸化炭素排出量が除外される
問題点への対策	一定のデータ品質と比較可能性、検証可能性を確保するデータ構築の方法論などに関する指針を設けてそれに適合した LCI データの整備を進める。 すでに、LCA プロジェクトで 23 工業会が 100 以上の製品の LCI データ構築を進めている。	産業連関法の LCI データに、積上げ法の LCI データを組み合わせたハイブリッド法を採用し、産業連関法 LCI データの改善を進めることによって、上記の問題点への対策を講じる。 すでに電力中央研究所等がハイブリッド法によるデータ構築を進めている。

以上、LCI データベースの構築の方法を検討した結果、「積上げ法」と、「産業連関法に積上げ法を組み合わせたハイブリッド法」の2つの方法があることが分かった。データ精度を重視して積上げ法を採用した場合は、当初より対象製品が大きく限定され、一定のデータ精度や比較可能性・検証可能性を具備した LCI データベースの構築を進めなければ対象製品が広がらないといった問題が発生する。一方、広範な製品を対象とすることを重視してハイブリッド法の LCI データを活用する場合は、当初よりほとんどの製品が対象となるといったメリットがあるが、本来個別製品の分析には適さないと云ったデータ精度上の問題が生じてしまう。また、前者の場合は、データ精度を高められるため購入者への情報提供を制度目的とすることができるが、後者の場合はデータ精度上の問題があり購入者への情報提供を制度目的とすることが困難だと考えられる。

このように、本制度の目的、制度の実行可能な範囲、期待できる効果など制度設計の基本要素が、LCI データ構築の方法に強く依存していることを認識し、どのような方法が本制度により適切なのかを検討する必要がある。想定される制度設計上のポイントを表－18にまとめた。

【 表－18 】 積上げ法とハイブリッド法による制度設計における相違点

	積上げ法 LCI データベース	ハイブリッド法 LCI データベース
制度の目的	①購入者がより地球温暖化対策を施した製品を購入することを支援。 (数字の精度を高めて購入者に誤解を与えるリスクを低減できる可能性がある) ②事業者が自らの製品の温室効果ガス LCA データを把握し、効果的に地球温暖化対策を進めること。	①事業者が自らの製品の温室効果ガス LCA データを把握し、効果的に地球温暖化対策を進めること。 (個別製品に適用した場合、数字の精度が低いので購入者に誤解を与えるリスクが高く、購入者への情報提供を目的としにくい。)
範囲	限定された製品のみが対象	当初より広範な製品群が対象
効果	①対象製品が少ないため温室効果ガス削減の効果は小さいと想定される。 ②対象製品の拡大の速度が遅いため、早急な効果の拡大が期待しにくい。	①対象が広いため、大きな温室効果ガス削減効果が期待できる。 ②事業者間における地球温暖化対策の促進には効果があるが、購入者の購入に対する効果は期待しにくい。
必要な資源	LCI データの構築に係る労力、時間、コストなどの負担が大きくなる。	LCI データの構築に係る労力、時間、コスト、などの負担が軽減できる。

2) 手法におけるルールの設定

製品の温室効果ガス LCA データを公表する制度を実現して効率よく運用するためには、製品の温室効果ガス LCA データを計算する際のルールと、第Ⅲ章 1 節の「データベースの活用」で述べたデータベースの構築手法に関するルールの 2 つが必要となると考えられる。

前者のルールと後者のルールは性格、内容がかなり異なったものとなる。前者は計算の実施者のすべてが遵守すべきルールであり、一定の拘束力を持つものとなる。そのルールに従った数値であるかどうか、ルールの遵守状況を確認し、検証することが求められる。製品の温室効果ガス LCA データの計算ルールは、本章の第 2 節「手法における論点」で取り上げた、システムバウンダリー、アロケーション、カットオフなどに関するルールが中心となる。想定される計算ルールの内容を表－19 にまとめた。

【 表－19 】 温室効果ガス LCA データの計算ルールの概要

ルールの構成要素	想定される内容
カットオフ	製品の原材料、補助材料のうち、どこまでを温室効果ガス LCA データの計算の範囲に含めるべきかを定める。
システムバウンダリー	基本的には、カットオフされたものを除く製品の原材料、補助材料の一連のライフサイクルがシステムバウンダリーとなるが、バックグラウンドデータの利用可能性などによってどのように変更するべきかを定める。
アロケーション	積上げ法における副製品、共製品、オープンループ・リサイクルに関する二酸化炭素排出量の配分のルール
消費、廃棄・リサイクル段階の前提条件の設定	消費、廃棄・リサイクル段階の前提条件は、事業者自らが設定することが多いので、その考え方を定める。

後者は、ルールというよりは指針やガイドラインといった性格のもので、製品の温室効果ガス LCA データの計算に利用する LCI データはすべて、フォアグラウンドデータ、バックグラウンドデータを問わず、統一のルールに従ったデータ構築を進め、一定のデータ品質や比較可能性、検証可能性を担保するためのものである。

ISO14040～14041、ISO TR 14049 には積上げ法による LCI データ構築に関する基本フレームが盛り込まれているが、考え方だけをまとめるにとどまっている。ISO に準拠しながら、フォアグラウンドデータの構築に具体的に活用できる、詳しいルールを検討する必要がある。また、バックグラウンドデータの選択に関するガイドラインは、積上げ法に限定せず、ハイブリッド法をも視野に入れたものにしなければならない。

また、LCI データベースの評価や特定の LCI データベースの推奨は、計算を実施する事業者には有益な情報であり、それについても検討する必要がある。想定される計算ルールの内容を表－20 にまとめた。

【 表－20 】 LCI データベース構築に関するルールの概要

対象とする方式	想定されるルールの内容
積上げ法	フォアグラウンドデータの収集から計算にいたる一連の作業のなかで、データ品質に関わる要素である、精度、完全性、代表性、整合性、再現性などに関する配慮事項とその対応を説明する。合わせて、第三者による検証を容易にするために配慮すべき事項、公開すべき情報を取り上げる。 また、バックグラウンドデータの選択にあたって、よりデータ品質の高い文献データの選択を行うための配慮事項を明確にする。各データベースのデータ品質などの評価、対象製品に応じた特定のデータベースの推奨も検討する。
ハイブリッド法	産業連関表の活用方法と LCI データの構築方法、産業連関法の持つデメリットを改善するためにハイブリッド法の考え方と実施方法を説明する。 ハイブリッド法によるデータベースは少なく、具体的に個別のデータベースの特徴と使用にあたっての配慮事項を記述することも検討する。 特定のデータベースの推奨も検討する。

3) 労力と時間の低減策

本制度の実行可能性を高めるためには、事業者にとって LCA 実施に必要な労力と時間を抑えて、効率化を図ることが不可避である。手法におけるルールの設定について前に述べたが、更に一步進んで、そのルールに従った温室効果ガス LCA データの計算ソフトウェアなどの支援ツール作成を検討する必要がある。

48 ページの図-10 の①～⑤の各ステップの作業を支援するために、次の機能を有した支援ツールの提供が考えられる。

- (1) ステップ①に関しては、数百にものぼる部品からなる精密な工業製品の場合にはかなりの時間を要する可能性がある。実際に、前述の JEMAI プログラムでは、原材料の種類と重量の特定のために、CAD ソフトから部品の容積を計算し、密度をかけて重量換算するといった支援を行っている。

部品の種類と重量が明確になっても、さらに原材料の特定までには更に調査が必要な場合が多い。化学品の場合は MSDS (物質安全データシート) があり、内容成分を把握できる場合が多いが、一般の中間製品の構成成分を把握するには供給者からの情報提供が不可欠だが、それが困難な場合が少なくない。そこで汎用的な中間製品の原材料、補助材料の構成に関するデータベースが公開されると、それを参照して効率的に原材料を特定することが可能になる。

- (2) ステップ②～④に関しては、現状の LCA ソフトウェアが有益になる。データベースの検索、選択、積算といったバックグラウンドデータの検索や整備、LCI データの入力、アロケーション等の計算といったフォアグラウンドデータの構築、ライフサイクル全体のマテリアルフローの構築と温室効果ガス LCA データの計算をカバーするソフトウェアが求められる。

原材料や補助材料となる中間製品も、温室効果ガス LCA データの公表制度の対象とすれば、中間製品のデータ開示が進むことになり、それを使用する製品は、各中間製品の二酸化炭素排出量値を積算するだけの作業で済むので、バックグラウンドデータの整備の労力は、大幅に軽減されていく可能性がある。

いずれにしても、現状では LCA ソフトウェアの普及は進んでおり、この制度のために新たな温室効果ガス LCA データ計算ソフトウェアを開発するのではなく、この制度に適応した LCA ソフトウェアの開発、普及を促すことが重要になると考えられる。

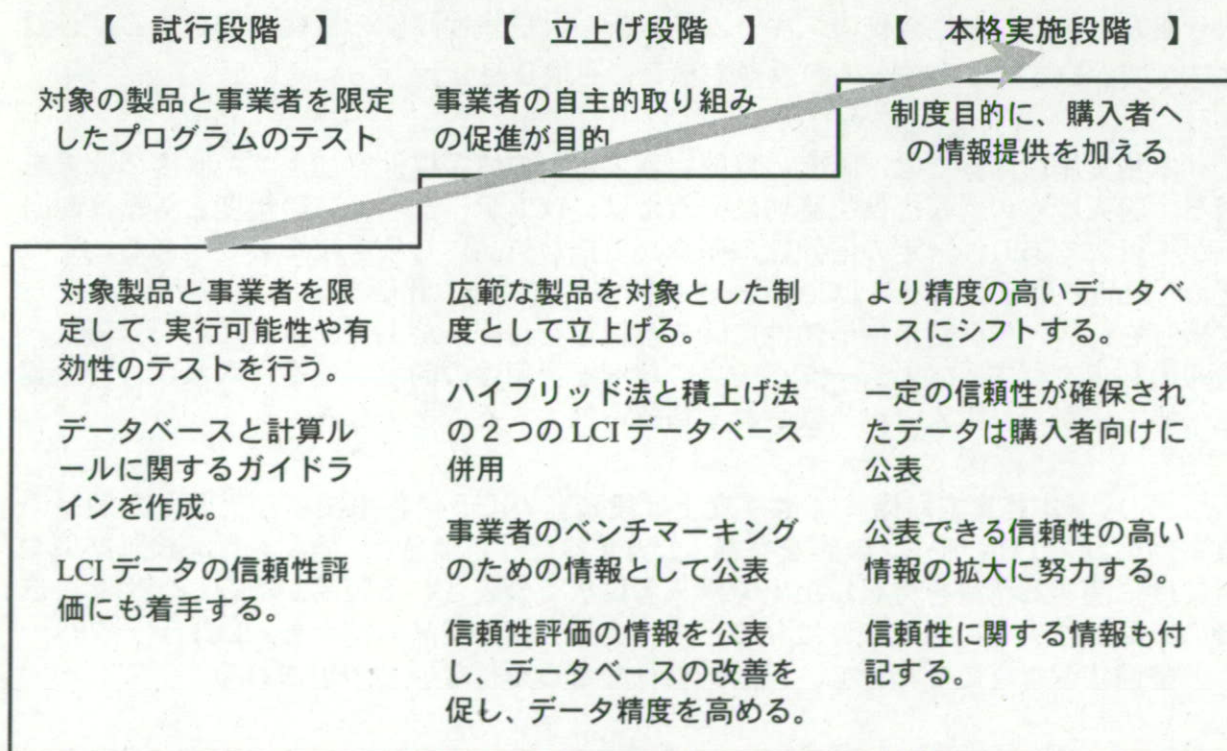
第Ⅳ章 制度的枠組みの検討

前章で述べたように、本制度の実行可能性、対象とする製品の範囲、効果などは LCI データ構築の方法によって大きく異なることが明らかになった。それを踏まえて、本制度の枠組みを検討するにあたって、まず、制度の試行、立上げから本格実施までの段階的アプローチを想定し、それに従って制度の枠組みに関する検討のポイントを説明する。

1. 制度の段階的アプローチ

制度立上げの当初より、購入者への温室効果ガス LCA データに関する情報提供を目的として、広範な製品を対象にすることが望ましいが、現在の LCI の整備状況から判断して極めて困難である。しかも、事業者への負担も過剰になり、実行可能性を大きく妨げる恐れもある。そこで、制度を「小さく生んで大きく育てる」といった段階的アプローチが現実的だと考えられる。また、制度立上げ時の詳細の検討に際して、制度の実験的な実施を行い、諸問題への対策の検証を行うことが求められる。そこで、本制度は大まかに「試行」「立上げ」「本格実施」の3段階を想定する。

【 図－11 】 本制度の段階的アプローチのイメージ



「試行段階」は、制度の実行可能性、汎用性、利用可能性の3つを検証する期間であり、試行用のプログラムを作成してテストを行うことが望ましい。データベースと計算ルールに関するガイドラインを作成する。対象となる製品や事業者を幅広く抽出して、制度の実行可能性や汎用性を確認する。LCI データベースに関しても、積上げ法とハイブリッド法といった2種類の LCI データベースの利用を行い、それぞれのメリット、デメリットを確認する。

また、この時期に、LCI データの信頼性評価の取り組みを開始し、計算された製品の温室効果ガス LCA データの値とその基礎となる既存データベースの信頼性評価のスキームを構築し、信頼性評価の試行を行う。

「立上げ段階」は、試行の結果を受けてプログラムを改善して実施する。この段階は、制度の目的は事業者の自主的取り組みの促進に絞って行う。事業者が自主的に製品の温室効果ガス LCA データを把握し、製品に関する温暖化対策を促進することを支援するための制度として組み立てる。引き続き、積上げ法とハイブリッド法といった2種類の LCI データベースの利用を行い、広範な製品、事業者を対象とした制度とする。各事業者が計算した製品の温室効果ガス LCA データの値を登録、公表し、各事業者が自社製品のベンチマーキング等に活用する。

この立上げ段階はあくまでも次の「本格実施段階」への移行過程である。本格実施段階へ移行するためには、LCI データベースの信頼性を向上させることが不可欠である。LCI データベースの信頼性向上の動きを促進させるために、試行段階から構築に取り組んできた信頼性評価のスキームを実行し、信頼性評価の情報を公表する。必要に応じて、LCI データベースの改善や構築にも取り組む。

「本格実施段階」では、制度の目的に購入者への情報提供を加えて、制度の改善を図る。購入者への情報提供を適切に行うには、LCI データベースの精度と信頼性の向上が不可欠であり、一定の信頼性の確保が可能な製品を対象を絞る必要がある。そのため、製品の温室効果ガス LCA データに関する信頼性の評価を行うだけでなく、データ検証を行い、検証結果や信頼性に関する情報を付記した上で購入者に広く公表し、情報の利用を促す。LCI データベースの精度と信頼性の向上が促進されれば、対象製品の幅も広がり、購入者へ公表される情報も拡大することになる。

つまり、「本格実施段階」では「立上げ段階」のように各事業者が計算した製品の温室効果ガス LCA データの値を登録、公表するだけの製品と、検証を行い検証結果や信頼性に関する情報を付記した上で購入者に広く公表される製品が並存し、徐々に後者の製品が拡大していくことになる。本格実施を行う製品の拡大も、LCI データベースの整備状況などに合わせて、段階的に行わざるを得ないと予想される。

2. 支援ツールの検討

製品の温室効果ガス LCA データを計算する事業者向けの支援ツールとして、データベースと計算に関するガイドライン、計算のためのソフトウェアが考えられる。

製品の温室効果ガス LCA データを計算するに当たって、事業者はバックグラウンドデータとして LCI データベースを選択する、フォアグラウンドデータとしての LCI データを構築するという作業を行う。計算の結果の精度や信頼性を高めるには、これらのデータベースのデータ品質や信頼性が担保されていなければならない。そこで、それらの作業に対する指針やガイドラインといったものが必要になる。また、LCI データベースの信頼性の評価や特定の LCI データベースの推奨は、事業者にとって有益な情報であり、実施を検討する必要がある。

段階的アプローチのところで述べたとおり、LCI データベースは積上げ法とハイブリッド法の両方の利用を想定している。そのため、積上げ法に関しては ISO 規格に準拠しながら、フォアグラウンドデータの構築やバックグラウンドデータの選択に活用できる具体的なガイドラインを検討する必要がある。ハイブリッド法については、特にバックグラウンドデータの選択を想定したガイドラインを検討する。

計算に関するガイドラインは、前述のように、システムバウンダリー、アロケーション、カットオフなどに関する内容が中心となる。これは、計算の実施者のすべてが遵守すべきルールであり、一定の拘束力が必要となる。計算に関するガイドラインの遵守状況がチェックされ、試行段階と立上げ段階の信頼性評価や本格実施段階での検証に反映されることになる。

積上げ法とハイブリッド法の両方に共通する計算ルールは、システムバウンダリー、カットオフ、消費、廃棄・リサイクル段階の前提条件の設定である。積上げ法に固有の計算ルールはアロケーションである。計算に関するガイドラインは、ISO 規格に準拠しながら、具体的な計算事例も含めた内容とする。

既存の LCA ソフトウェアは、LCA を本格的に実施しようとする事業者にとっては比較的に利用しやすく安価であり、有効なツールだと考えられる。しかし、LCA の知見や経験を有しないビキナーにとっては、決して使い易いものではない。後ほど説明する簡易算定方式を選択する事業者向けに、製品の温室効果ガス LCA データだけを効率よく計算できるための簡易なソフトウェアの開発が求められる。

3. 簡易算出方式と自主算出方式の設定

同じ製品分類に属する製品であっても、通常の市場においては大規模事業者が製造する製品と中小規模事業者が製造する製品の両方が存在している。本制度を導入した場合に、大規模事業者にとっては比較的軽微な負担で実施可能であっても、中小規模事業者には大きな負担となり不公平が生じる可能性がある。しかし、負担の不公平をなくすために一定規模以上の企業の製品に限定して制度を運用すると、市場での製品の競争における不公平が生じてしまいかねない。

本制度の導入によって製品間での不公平と事業者間の不公平が生じることを極力排除しなければならない。すべての事業者が容易に参加できるような制度設計を行い、規模に関わらず事業者の負担がより小さく可能な限り公平になるようにすることが肝要である。そうすることによって、より多くの製品を対象とした効果の高い制度を目指すことが可能となる。

そこで、温室効果ガス LCA データの計算に関して 2 つの方式を検討する。ひとつは、本制度が推奨もしくは提供するデータベースと支援ツールを活用して計算する、より簡易に温室効果ガス LCA データを計算する簡易算定方式である。これは、中小規模の事業者向けのもので、負担を最小化するための方式である。比較的部品が少なく、投入される原材料や補助材料も少ない、汎用的な基礎素材を使用した単純な製品に有効だと考えられる。

もうひとつは、本制度が提示するガイドラインに従って、自主的に LCI データベースの選択や構築を行い、本格的に LCA を実施して温室効果ガス LCA データを計算する自主算定方式である。精度の高い結果を求める事業者で、そのための労力的経済的な負担に対応できる事業者向けの方式である。

LCA に関する知見や経験を有していない事業者が簡易算定方式を選択できる制度にすれば、事業者の参加を大きく促すことが可能となる。LCA のビキナーである事業者が比較的容易に LCA を体験し、自らの製品の改善に活用できるようになるといった効果が期待できる。しかし、簡易算定方式を設定した場合、従来より LCA に積極的に取り組んできた事業者の取り組みを後退させるといった副作用が懸念される。簡易算定方式の選択の制限や自主算定方式を選択することへのインセンティブ付与などを検討する必要がある。製品の温室効果ガス LCA データに関する情報に、信頼性評価の結果の情報を付与するなどといった対策も有効だと考えられる。

4. 検証のあり方

段階的アプローチのところでも述べたように、検証は本格実施段階で行うことを想定している。これは、試行段階、立上げ段階を通じて効率的な検証の方法を慎重に検討した上で、本格実施段階で実施できるように準備を進めるという手順を想定している。本格実施段階では、購入者に広く製品の温室効果ガス LCA データの情報を公表して情報の利用を促すことが求められるので、検証によって LCI データベースの精度と信頼性を担保することが必要となる。

しかし、検証に必要な労力、時間は決して小さくないと考えられる。JEMAI プログラムの場合は、検証員による作業が 2～2.5 人日、検証を受ける事業者側の作業が 3～3.5 人日とかなりの労力と時間を費やしている。JEMAI プログラムは、現場視察も含めて、設定した PSC への適合性、算出データの妥当性、データ根拠のエビデンスの 3 つを検証するといった精緻な検証作業を行っているため、費やす労力や時間が大きくなっていると考えられる。

本制度においては、極めて短時間に行える検証作業を想定しなければならない。労力と時間が大きければ、検証のコストは膨れ上がり、検証そのものが困難になる可能性がある。しかし、一般的に言って、データの検証作業とは JEMAI プログラムのような 3 つの検証が求められるものであり、いずれを欠いても検証が不十分になってしまう。従来の検証とは異なる効率的な検証方法を検討することが不可欠となっている。

効率的な検証方法は支援ツールとの組み合わせで考える必要がある。本制度が推奨もしくは提供するデータベースと支援ツールに基づいて計算している簡易算定方式の場合は、検証も簡易に実行できよう。また、自主算定方式については、LCI データの信頼性評価の結果を検証に活用して、検証の作業を軽減するといった組み合わせも考えられる。

立上げ段階においては、各事業者が計算した製品の温室効果ガス LCA データの値を登録、公表することを想定している。ここでいう登録は、あくまでも情報を公表する場に登録するといった意味で、点検や検証は行わない。桁違いなどの大きな間違いのみをチェックし、事業者の自主申告した情報をそのまま公表しようとするものであり、PRTR（環境汚染物質排出移動登録）制度に類似している。立上げの段階は、事業者の自主的取り組みの促進が目的であり、購入者に提供することを制度の目的としない。そういった目的に合致した手法として登録を検討する必要がある。

5. 情報公開のあり方

「立上げ段階」では、製品の温室効果ガス LCA データの値を登録、公表し、各事業者が自社製品のベンチマーキング等に活用するため、「本格実施段階」では、検証を行った上で、購入者に広く公表して情報の利用を促すために情報公開を行う。しかし、2つの段階で公開する情報の内容は異なるものとなる。

「立上げ段階」では、事業者の自主的取り組みの促進が制度の目的であり、制度立上げ時から十分な情報公開を事業者に求めるのは困難なので、情報公開の範囲を限定せざるを得ない。各事業者が計算した製品の温室効果ガス LCA データに関する数値に、データの出典であるバックグラウンドデータとフォアグラウンドデータに関する簡単な記述、採用した計算ルールに関する簡単な記述を付け加えるといった情報の公開が、立上げ時には無理がない。制度の運営者がこれらの必要事項が網羅された登録フォーマットを設定して、それに情報を記載して登録、運営者のホームページなどでそのまま公開するといった形が考えられる。

これらの情報に関するアカウントビリティや追加的な情報提供については、各事業者の自主性に委ねるのが望ましい。検証を可能にするアカウントビリティの発揮や追加的な情報提供が可能な事業者は、登録フォーマットにその旨を記載して、希望者に対して各事業者が情報提供を行うことができるようにすることで、各事業者の情報の信頼性向上や情報公開に対する意識が向上し、「本格実施段階」への移行がスムーズになることが期待できる。

「本格実施段階」では購入者への情報提供が目的となるので、検証を可能にするアカウントビリティの発揮が不可欠となる。製品のシステムバウンダリー、投入する原材料と補助原料などの製品に関する基礎情報と LCI 情報、データの出典であるバックグラウンドデータとフォアグラウンドデータ、採用した計算ルールに関する記述など LCA の関連情報を公開する必要がある。

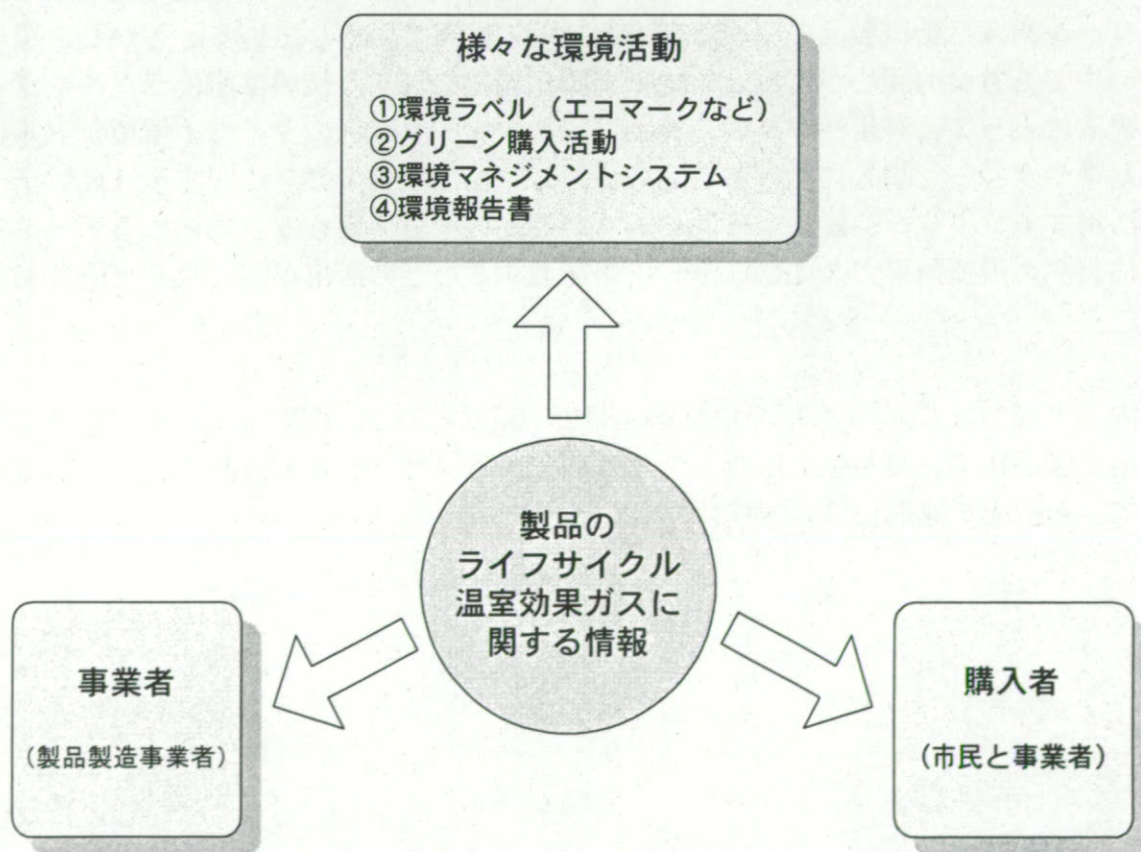
しかし、このような大量の情報をそのまま公開しては、受け手にとって極めて分かりづらく利用しにくい。そこで、「立上げ段階」で想定したような登録フォーマットとそれに関連する詳細情報を整理、分離して、公表することが必要となる。制度の運営者がホームページなどで公表する情報と、各事業者が自らのホームページなどのを使って公表する情報の切り分けも検討しなければならない。

6. 情報の利用可能性

製品の温室効果ガス LCA データに関する情報の利用先として、図-12のように、3つ挙げることができる。事業者の自主的取り組みの促進が目的となる「立上げ段階」では、利用先は製品製造事業者となる。自社製品の温室効果ガス LCA データの情報を把握・改善したり、他社と比較し自社のベンチマーキングを行ったりするのに活用する。LCI データベースの精度と信頼性の向上が図られることによって購入者への情報提供が目的に加わる「本格実施段階」では、購入者が主な利用先となろう。

利用は製品製造事業者と購入者にとどまらず、環境ラベル、グリーン購入、環境マネジメントシステム、環境報告書など社会の様々な環境活動で利用され、利用主体も、環境 NGO、専門家、市民など多岐に渡るようになる。環境活動では環境コミュニケーションの活動が活発化しており、環境情報に対するニーズが高く、環境情報を利用する場面が増えてきている。

【 図-12 】 温室効果ガス LCA データに関する情報の利用先



製品製造事業者にとっては、製品の温室効果ガス LCA データに関する情報を製品の環境ラベルに利用するだけでなく、自社の地球温暖化対策の一環として社会的なアピールに結びつけることが考えられる。すでに環境マネジメントシステムを確立している事業者であれば、環境マネジメントの中で地球温暖化対策の目的・目標を立てて、その達成手段に位置付けて取り組んで、その成果を環境報告書等に盛り込むことは容易に実施できる。環境会計の対象項目に組み込むことも困難ではない。環境活動に積極的に取り組んでいる製品製造事業者にとっては、様々な利用方法がある。

製品の購入者となる事業者にとっては、自社のグリーン購入や地球温暖化対策の活動に利用でき、製品製造事業者と同様に、環境マネジメントシステム、環境報告書等につなげることができる。環境ラベルや製品の環境評価に関心の強い環境 NGO にとっては、製品選択や環境格付けの基準としてだけでなく、事業者の地球温暖化対策の評価にも利用できる。

このように、製品の温室効果ガス LCA データに関する情報は様々な利用主体が多様な形態で活用できるが、本制度として重視すべきであるのは、他の環境ラベルとの連携、グリーン購入への利用の促進である。製品の温室効果ガス LCA データに関する情報は地球温暖化といった特定の環境側面に限定した情報であるが、他の環境ラベルやグリーン購入活動は製品の環境負荷を包括的に捉えて対応している。しかし、環境問題の中でも社会的関心がより高い地球温暖化問題に関する情報は環境ラベルやグリーン購入にとっては有用性が高い。例えば、エコマークなどのタイプⅠ環境ラベルの認定基準やグリーン購入における製品の選択基準に温室効果ガスに関する LCA データを活用する、グリーン購入ネットワークが製品の環境情報を取りまとめるデータブックに製品の温室効果ガス LCA データを記載するなどの活用が図られる可能性もある。

国内のタイプⅠ環境ラベルの中で最も認定商品が多く市場規模が大きいエコマーク事業と製品市場に最も強い影響力を及ぼしているグリーン購入活動の2つに焦点を当てて、それとの連携について検討する。

1) エコマーク制度

日本環境協会エコマーク事務局が運営しているエコマーク事業は、環境負荷の低減に有益であると認められる商品にエコマークを付与することにより、消費者の環境に配慮した商品選択を支援することを目的とするタイプⅠ環境ラベルである。エコマーク事務局は、事業者から申請を受け、認定基準を満たすかどうかの審査を行っている。エコマークの認定商品は事業開始以来ほぼ一貫して拡大を続けており、2001年12月末時点で、1,714企業の4,849商品が認定を受けるに至っている。

ISO規格はタイプⅠ環境ラベルにライフサイクルの考慮を求めているが、製品のライフサイクルに関する情報の不足や、異なる環境負荷の総合評価が困難なことから、LCAの実施や、海外での資源採掘段階や製品製造段階で環境負荷の定量的な基準の設定はあまり行われていない。エコマークでは、基準検討時にライフサイクル全体を考慮する、部分的にLCA情報を参考にして基準を検討するなどの取り組みを進めてきた。エコマークの認定基準にLCAの評価結果そのものを持ち込む、LCAに大きく依存して基準を設定すると言った急激な動きは考えにくいですが、今後も引き続きLCA情報の積極的な活用を図る方向であり、信頼性の高いLCA情報のニーズは高い。

エコマーク事業では新たな製品類型の創出や製品の認定基準の見直しを進めているが、最近、PRTR（環境汚染物質排出移動登録）制度を活用した基準の設定が議論されている。具体的には、事業者が行政に登録した環境汚染物質排出移動に関する情報をエコマーク認定の申請時に報告するといった基準が検討されている。PRTRの目的は事業者の自主的な化学物質による環境リスクの低減の取り組みを促進することであり、精度の高い情報を地域に提供することが必ずしも目的とはなっていない。PRTRの情報の精度や信頼性は決して高くないが、事業者による情報公開として今後も期待が大きくなると予想される。

本制度もPRTR同様に、「立上げ段階」では事業者による情報公開と自主的な取り組み促進の目的を果たし、エコマーク事業に情報提供を行うことによって認定基準への活用が図られる可能性は高い。更に、「本格実施段階」では、信頼性を高めることによって認定基準そのものに組み込まれることも考えられる。積極的にエコマーク事業にとって活用が容易な情報提供のあり方などを検討して、エコマーク事業との連携を強めることが、本制度の普及と社会的な貢献につながると考えられる。

2) グリーン購入活動

現在、グリーン購入活動の中心にあるのがグリーン購入ネットワークである。グリーン購入ネットワークは、1996年2月に設立された企業・行政・消費者の緩やかなネットワークで、企業1,995、行政359民間団体261の合計2,615（2002年1月現在）の団体が同じ購入者の立場で参加してネットワーク組織である。グリーン購入に取り組んでいる団体のほとんどが参加しており、グリーン購入の普及啓発活動、購入ガイドラインの策定、環境に配慮した商品情報をまとめたデータベース構築とデータブックの発行などを行い、国内のグリーン購入の中核となっている。

グリーン購入ネットワークが2001年に行ったアンケート調査結果によると、グリーン購入を行っている団体の60%がエコマークの認定基準、53%がグリーン購入ネットワークの購入ガイドライン、32%がグリーン購入法の特定調達物品等の判断基準を参考にして、商品選択を行っていると答えている。この調査によって、環境に配慮した製品の購入の判断基準として、エコマーク、グリーン購入ネットワーク、グリーン購入法の3つが最も活用されていることが明らかになっている。

グリーン購入ネットワークは製品分類毎に購入ガイドラインを設けており、重要な製品選択に関する判断基準を示している。また、製品の広範囲な環境情報をまとめたデータベースをホームページ上で広く公開しており、データブックとしても発行している。グリーン購入ネットワークもエコマーク同様に、ライフサイクルの考慮を行っているものもLCAの活用までは踏み込んでいないが、今後も引き続きLCA情報の積極的な活用を図る方向であり、信頼性の高いLCA情報のニーズは高い。

グリーン購入法は、国等の機関にグリーン購入の取り組みを義務づけるとともに、地方公共団体、事業者、国民がグリーン購入に努めるべきこと、また、事業者、民間団体、国が環境物品に関する適切な情報提供を進めることを求めており、グリーン購入すべき製品の判断基準を政省令で定めている。

本制度がグリーン購入ネットワークやグリーン購入法に情報提供を行うことによって、購入ガイドラインや判断基準の検討への活用が図られる、データベースに盛り込まれるなどの可能性が高い。積極的にグリーン購入ネットワークやグリーン購入法との連携を強めることが、本制度の提供する情報の利用を拡大すると考えられる。

参考文献

- 1) 「国内における既存 LCA 事例の調査」報告書、財団法人地球環境産業技術研究機構、平成 12 年 2 月
- 2) 「環境ラベル普及プログラム実証研究成果報告書」、社団法人産業環境管理協会、平成 13 年 3 月
- 3) 「製品相互の環境負荷を比較評価するための LCA 技法確立調査」報告書、社団法人環境情報科学センター、平成 13 年 2 月
- 4) 「基礎エネルギー解析調査報告書」、社団法人化学経済研究所、平成 5 年 9 月
- 5) 「プラスチック製品の使用量増加が地球環境に及ぼす影響評価」報告書、社団法人プラスチック処理促進協会、平成 5 年 3 月
- 6) 「石油化学製品の LCI データ調査報告書」、社団法人プラスチック処理促進協会、1999 年 7 月
- 7) 「プラスチック廃棄物の処理・処分に関する LCA 調査研究報告書」、社団法人プラスチック処理促進協会、2001 年 3 月
- 8) 本藤他、「産業連関表を用いた我が国の生産活動に伴う環境負荷の実態分析」、電力中央研究所報告書(Y97017)、平成 10 年 6 月
- 9) 本藤他、「産業連関表(1995 年)部門別直接メタン排出量の推計」、電力中央研究所調査資料(Y01909)、平成 13 年 7 月
- 10) 本藤他、「産業連関表(1995 年)部門別直接 N₂O 排出量の推計」、電力中央研究所調査資料(Y01917)、平成 14 年 1 月
- 11) 矢野ら、産業情報研究センター LCA セミナー講演資料、2001 年 1 月

参考資料

1. JEMAI プログラム実証研究に参加した企業を対象としたアンケート調査票
2. 各主要基礎素材ライフサイクルステージ別 LCI データの比較

環境ラベル TYPEⅢ に関する設問用紙

貴社が今までに作成された環境ラベル TYPEⅢについて
回答してください。（回答は回答用紙に記入下さい）

Q 1. JEMAI プログラムによる環境ラベル以外に、貴社が作成した環境ラベル TYPEⅢがあれば、対象とした製品、使用したデータベース、インベントリの対象とした温室効果ガスについて、回答用紙の表に記入してください。なければ、記入されなくて結構です。

㊦ 表の記入方法については、回答用紙の表の欄外に記しましたので、そちらをご覧ください。

Q 2. 貴社が環境ラベル TYPEⅢに取り組みを始めた際の、当初の期待についてうかがいます。貴社のお考えに最も近いものを1つだけ選んで記ください。

- ①購入者などからの要請に答えるために必要である
- ②今後購入者からの要請が高まるので、先行して取り組む意義がある
- ③製品の環境配慮を推進する上で有効である
- ④社会的なアピールや製品の販売促進に活用したい
- ⑤その他 → 具体的な内容を記入してください。

Q 3. 前のQ 2 で回答いただいた当初の期待について、どのような結果が得られましたか。貴社のお考えに最も近いものを1つだけ選んで、その理由も記入してください。

- ①ほぼ期待通りの成果が得られつつある
- ②半分程度の成果が得られつつある
- ③あまり成果がえられていない
- ④わからない

Q 4. 環境ラベル TYPEⅢを作成した後で、効果やメリットがあると感じた点についてうかがいます。

より効果が強いと思われるものを次のなかから 3つ まで選んで、お答えください。

- ①購入者などからの情報提供の要請に応えられる
- ②貴社の社会的な評価が高まる
- ③貴社製品の環境配慮に活用できる
- ④製品の販売促進に活用できる
- ⑤他社製品も含め、市場全体の情報開示や環境配慮につながる
- ⑥L C I データの整備が進む、環境ラベルへの購入者の関心が高まるなどの社会的な効果がある
- ⑦その他 → 具体的な内容を記入してください。

（ → うらをご覧ください。設問が続いています）

Q 5. 環境ラベル TYPEⅢを作成した後で、問題点として感じていることについてうかがいます。

より重要な問題だと思われるものを、次から4つまで選んで、お答えください。

- ①LCAに時間がかかる
- ②LCAにコストがかかる
- ③LCAの手法や計算基準が分かりにくい
- ④LCA結果の検証のための作業が多い
- ⑤データに関する社会的な信頼性の確保が困難
- ⑥購入者へのコミュニケーションに活用しにくい
- ⑦自社製品の環境配慮に利用しにくい
- ⑧製品の販売促進に活用しにくい
- ⑨その他 →具体的な内容を記入してください

Q 6. 自社工場の LCI データの構築にかかる時間について、うかがいます。

今まで LCI データを構築したことがない製品について、企業内の担当者のみで作業を行うと仮定した場合に、1製品にかかる時間の合計で、もっとも近い数字を次から選んで下さい。およその概算で結構ですので、お答えください。

- ①約3人日(1名がのべで約3日間かかる、約24時間)
- ②約6人日(約48時間)
- ③約10人日(約80時間)
- ④約11人日以上(約88時間以上)
- ⑤わからない

Q 7. より多くの製品へ環境ラベル TYPEⅢを普及していく場合、重要な対策は何だと思われますか。

より重要だと思われるものを以下のなかから4つまで選んで、お答えください。

- ①活用可能なLCAデータベースの充実
- ②共通の手法や計算基準などの確立
- ③使いやすい支援ソフトウェアの開発・普及
- ④LCAを実施できる企業内の人材の育成
- ⑤環境ラベル TYPEⅢを実施する企業への支援制度(アドバイザーやコンサルタントの派遣など)
- ⑥消費者のLCAや環境ラベルに関する知識の普及
- ⑦環境ラベル TYPEⅢを分かりやすく伝える手法の開発
- ⑧LCAデータの精度や信頼性の向上
- ⑨JEMAI プログラムの普及
- ⑩国際間の相互認証(各国で作成されたTYPEⅢラベルが相互に通用する)の実現
- ⑪その他 →具体的な内容を記入してください。

お疲れ様でした。たいへん、ありがとうございました。

回 答 用 紙 （返信用封筒に入れてご返送ください）

Q 1. JEMAI プログラムによる環境ラベル TYPEⅢ以外のものを記入してください。それ以外のものがなければ、記入されなくて結構です
記入欄が足りない場合は、お手数ですがコピーをしてください。

※製品毎にデータベース、温室効果ガスを記入ください。

製品	1)引用したデータベース			2)構築した LCI データ (プロセス名を記入)	3)対象とした温室効果ガス			
	積上げ式	産業連関表	その他		CO2	メタン	フロン	その他
記入例) PET ボトル	樹脂加工における LCI 調査報告書(プラ協)	環境分析用産業連関 表(慶応大学)	総合エネルギー統計	PET ボトル成型、再生 PET フレーク製造	○		○	

1)引用したデータベースは、積上げ式によるLCIデータ、産業連関表のLCIデータ、その他に分けて記入ください。“その他”には、LCIデータそのも

のは記載されていないがLCA研究に活用できる文献を記入してください。

2)自ら構築した LCI データについては、そのプロセス名を記入してください。

3) インベントリの対象とした温室効果ガスの欄に“○”を入れてください。

Q 2. 5つの選択肢から1つだけ選んで、記入ください

☐

⑤その他を選んだ場合にのみ記入

Q 3. 4つの選択肢から1つだけ選んで、理由も合わせて記入ください

☐

理由

72 Q 4. 7つの選択肢のうち、3つまで選んで記入ください

☐☐☐

⑦その他を選んだ場合にのみ記入

Q 5. 9つの選択肢のうち、4つまで選んで記入ください

☐☐☐☐

⑨その他を選んだ場合にのみ記入

Q 6. 1つだけ選んで記入ください

☐

Q 7. 10個の選択肢から4つまで選んで、記入ください

☐☐☐☐

⑪その他を選んだ場合にのみ記入

お疲れ様でした。たいへん、ありがとうございました。

PP最終結果-素材別LCIデータ比較-
PP1kg

		単位	NIRE-LCA	化経研93年	プラ協99年更新版	プラ協93年
資源採取	熱量	MJ	1.01		1.63	
	CO2	kg-C	0.01		0.02	0.003
	NOx	kg	0.000078		0.000205	0.000001
	SOx	kg	0.000001		0.001196	0
輸送	熱量	MJ	-	1.51	0.80	0.16
	CO2	kg-C	-		0.01	0.003
	NOx	kg	-		0.001448	0.000007
	SOx	kg	-		0.001172	0.000301
精製	熱量	MJ	-	3.06	4.00	0.48
	CO2	kg-C	-	0.06	0.05	0.010
	NOx	kg	-		0.000186	0.000061
	SOx	kg	-		0.000237	0.000112
電力	熱量	MJ	0.97	-	1.50	3.96
	CO2	kg-C	0.02	-	0.01	0.063
	NOx	kg	0.000037		0.000024	0.000084
	SOx	kg	0.000052		0.000019	0.000071
石油化学内	熱量	MJ	8.31	13.91	16.75	8.20
	CO2	kg-C	0.18	0.22	0.27	0.143
	NOx	kg	0.001285		0.000913	0.000348
	SOx	kg	0.001348		0.000225	0.000989
合計1 (FSE含まず)	熱量	MJ	10.29	18.48	24.68	12.80
	CO2	kg-C	0.21	0.28	0.38	0.222
	NOx	kg	0.001400		0.002776	0.000501
	SOx	kg	0.001400		0.002849	0.001474
合計2 (FSE含む)	熱量	MJ	55.30	65.16	70.49	
	CO2	kg-C	0.21	0.28	0.38	
	NOx	kg	0.001400		0.002776	
	SOx	kg	0.001400		0.002849	

注1:表中、「-」はいずれかの段階に含まれていること、「空白」は未計算であることを示す。

注2:CO2の単位はkg-C。

注3:プラ協99年更新版の電力の項は公共電力分のみが計上されており、オンサイト電力は精製、石油化学の各段階に割り振られている。

注4:化学経済研究所平成5年データの電力は、石油化学および精製の各段階に含まれている。

注5:NIRE-LCAのデータは、同ソフトによるインベントリ分析を応用した計算結果を合計2に、電力および資源採取をそれぞれの項に示した。したがって、石油化学の項に示した数値には精製分が含まれている(精製分のみを分割しにくいいため)。ただし、電力の項に示した数値には電力産業で発電時に消費される各種石油資源の生産(すなわち精製分)、同生産に投入される原油等天然資源の輸入、その採取(資源国での)等が含まれており、電力関係として完結した累積計算の結果である。

したがって、電力に係わる資源採取分や精製分は当該項目に含まれていない。また輸送は、それぞれの項目に含まれている。

PET最終結果-素材別LCIデータ比較-
PET1kg

		単位	NIRE-LCA	化経研平成5年	プラ協99年更新版	プラ協93年
資源採取	熱量	MJ	1.15		1.36	
	CO2	kg-C	0.02		0.02	0.003
	NOx	kg	0.000089		0.000173	0.000001
	SOx	kg	0.000001		0.000874	0
輸送	熱量	MJ	-	2.23	0.62	0.16
	CO2	kg-C	-		0.01	0.003
	NOx	kg	-		0.001054	0.000007
	SOx	kg	-		0.000866	0.000289
精製	熱量	MJ	-	4.39	5.05	0.46
	CO2	kg-C	-	0.09	0.07	0.009
	NOx	kg	-		0.000241	0.000059
	SOx	kg	-		0.000296	0.000108
電力	熱量	MJ	8.46	-	3.58	10.40
	CO2	kg-C	0.14	-	0.03	0.165
	NOx	kg	0.000320		0.000058	0.000221
	SOx	kg	0.000453		0.000045	0.000188
石油化学内	熱量	MJ	35.08	37.55	17.30	22.43
	CO2	kg-C	0.56	0.73	0.27	0.320
	NOx	kg	0.004091		0.001069	0.000604
	SOx	kg	0.002195		0.001064	0.003458
合計1 (FSE含)	熱量	MJ	44.69	44.17	27.91	33.45
	CO2	kg-C	0.72	0.82	0.41	0.500
	NOx	kg	0.004500		0.002595	0.000891
	SOx	kg	0.002649		0.003145	0.004042
合計2 (FSE含)	熱量	MJ	89.71	83.16		68.27
	CO2	kg-C	0.72	0.82		0.50
	NOx	kg	0.004500			0.000891
	SOx	kg	0.002649			0.004042

注1:表中、「-」はいずれかの段階に含まれていること、「空白」は未計算であることを示す。

注2:CO2の単位はkg-C。

注3:プラ協99年更新版の電力の項は公共電力分のみが計上されており、オンサイト電力は精製、石油化学の各段階に割り振られている。

注4:化学経済研究所平成5年データの電力は、石油化学および精製の各段階に含まれている。

注5:NIRE-LCAのデータは、同ソフトによるインベントリ分析を応用した計算結果を合計2に、電力および資源採取をそれぞれの項に示した。したがって、石油化学の項に示した数値には精製分が含まれている(精製分のみを分割しにくいため)。ただし、電力の項に示した数値には電力産業で発電時に消費される各種石油資源の生産(すなわち精製分)、同生産に投入される原油等天然資源の輸入、その採取(資源国での)等が含まれており、電力関係として完結した累積計算の結果である。

したがって、電力に係わる資源採取分や精製分は当該項目に含まれていない。また輸送は、それぞれの項目に含まれている。

スチール最終結果-素材別LCIデータ比較-

スチール

電気メッキ板

		単位	NIRE-LCA	化経研平成5年 プラ協99年	プラ協93年
資源採取	熱量	MJ	0.051		
	CO2	kg-C	0.001		
	NOx	kg	0.0000039		
	SOx	kg	0.0000018		
輸送	熱量	MJ	-	1.235	2.914
	CO2	kg-C	-		0.064
	NOx	kg	-		0.003
	SOx	kg	-		
焼結/ペレット	熱量	MJ	2.132	-	
	CO2	kg-C	0.049	-	
	NOx	kg	0.0000723		
	SOx	kg	0.0000656		
高炉	熱量	MJ	16.180	-	
	CO2	kg-C	0.364	-	
	NOx	kg	0.0005598		
	SOx	kg	0.0004792		
転炉	熱量	MJ	0.301	-	
	CO2	kg-C	0.007	-	
	NOx	kg	0.0000184		
	SOx	kg	0.0000197		
電力	熱量	MJ	3.224	-	
	CO2	kg-C	0.054	-	
	NOx	kg	0.0001218		
	SOx	kg	0.0001727		
スチール缶原	熱量	MJ	2.912	26.288	10.000
	CO2	kg-C	0.084	0.428	0.396
	NOx	kg	0.0003239		0.001
	SOx	kg	0.0009610		0.001
合計	熱量	MJ	24.801	27.523	12.914
	CO2	kg-C	0.559	0.428	0.461
	NOx	kg	0.001		0.005
	SOx	kg	0.002		0.001

注1:表中、「-」はいずれかの段階に含まれていること、「空白」は未計算であることを示す。

注2:CO2の単位はkg-C。

注3:化学経済研究所平成5年データの焼結/ペレット化、高炉、転炉の各段階で使用される燃料および電力は、スチール缶用原料板製造段階に含まれている。

注4:NIRE-LCAのデータは、資源採取の段階と各工程に分けて表記している。したがって、各工程で消費される燃料の生産すなわち精製段階およびそれに対応した原油等資源の輸送(輸入)は、各工程に割り振られている。ただし電力に係わるものすなわち電力産業で発電時に消費される各種石油資源の生産(すなわち精製分)、同生産に投入される原油等天然資源の輸入、その採取(資源国での)等は、電力の項に含まれており、電力関係として完結した累積計算の結果が示されている。

アルミ最終結果-素材別LCIデータ比較-
一次地金アルミ

		単位	NIRE-LCA	化経研平成5年	ブラ協99年	ブラ協93年
資源採取	熱量MJ	MJ	0.059			1.604
	CO2	kg-C	0.001			0.032
	NOx	kg	0.000006			0.0001
	SOx	kg	0.000003			0.0015
輸送	熱量MJ	MJ	-	1.708		
	CO2	kg-C	-			
	NOx	kg	-			
	SOx	kg	-			
電力	熱量	MJ	116.469	-		132.424
	CO2	kg-C	1.948	-		2.097
	NOx	kg	0.004400			0.0028
	SOx	kg	0.006238			0.0024
一次地金アル	熱量MJ	MJ	92.089	133.667		82.387
	CO2	kg-C	1.865	2.421		1.400
	NOx	kg	0.029793			0.0021
	SOx	kg	0.039659			0.0413
合計	熱量	MJ	208.617	135.375		216.415
	CO2	kg-C	3.813	2.421		3.530
	NOx	kg	0.034			0.005
	SOx	kg	0.046			0.045

注1:表中、「-」はいずれかの段階に含まれていること、「空白」は未計算であることを示す。

注2:CO2の単位はkg-C。

注3:化学経済研究所平成5年データの電力は、一次地金アルミ製造段階に割り振られている。

注4:NIRE-LCAのデータは、資源採取の段階と各工程に分けて表記している。したがって、各工程で消費される燃料の生産すなわち精製段階およびそれに対応した原油等資源の輸送(輸入)は、各工程に割り振られている。ただし電力に係わるものすなわち電力産業で発電時に消費される各種石油資源の生産(すなわち精製分)、同生産に投入される原油等天然資源の輸入、その採取(資源国での)等は、電力の項に含まれており、電力関係として完結した累積計算の結果が示されている。

紙（洋紙）最終結果-素材別LCIデータ比較-
紙（洋紙）

		単位	NIRE-LCA
資源採取	熱量MJ	MJ	0.786
	CO2	kg-C	0.015
	NOx	kg	0.00006
	SOx	kg	0.00003
チップング	熱量MJ	MJ	-
	CO2	kg-C	-
	NOx	kg	-
	SOx	kg	-
輸送	熱量MJ	MJ	-
	CO2	kg-C	-
	NOx	kg	-
	SOx	kg	-
電力	熱量	MJ	3.002
	CO2	kg-C	0.050
	NOx	kg	0.00011
	SOx	kg	0.00016
紙（洋紙）	熱量MJ	MJ	14.181
	CO2	kg-C	0.616
	NOx	kg	0.00283
	SOx	kg	0.00371
合計	熱量	MJ	17.970
	CO2	kg-C	0.681
	NOx	kg	0.003
	SOx	kg	0.004

注1:表中、「-」はいずれかの段階に含まれていること、「空白」は未計算であることを示す。

注2:CO2の単位はkg-C。

注3:NIRE-LCAのデータは、資源採取の段階と各工程に分けて表記している。したがって、各工程で消費される燃料の生産すなわち精製段階およびそれに対応した原油等資源の輸送（輸入）は、各工程に割り振られている。ただし電力に係わるものすなわち電力産業で発電時に消費される各種石油資源の生産（すなわち精製分）、同生産に投入される原油等天然資源の輸入、その採取（資源国での）等は、電力の項に含まれており、電力関係として完結した累積計算の結果が示されている。

注4:NIRE-LCAデータのチップング工程では、使用されているプロセス投入エネルギーが電力のみであり、電力については注4と同様に電力の項に含まれている。

紙（板紙）最終結果-素材別LCIデータ比較-
塗工マニラボール

		単位	NIRE-LCA	化経研平成5年
資源採取	熱量MJ	MJ	0.139	
	CO2	kg-C	0.003	
	NOx	kg	0.000011	
	SOx	kg	0.000005	
チップング	熱量MJ	MJ	-	-
	CO2	kg-C	-	-
	NOx	kg	-	-
	SOx	kg	-	-
輸送	熱量MJ	MJ	-	1.185
	CO2	kg-C	-	-
	NOx	kg	-	-
	SOx	kg	-	-
電力	熱量	MJ	1.673	-
	CO2	kg-C	0.028	-
	NOx	kg	0.000063	-
	SOx	kg	0.000090	-
塗工マニラボ	熱量MJ	MJ	7.554	38.900
	CO2	kg-C	0.204	0.708
	NOx	kg	0.001226	-
	SOx	kg	0.000869	-
合計	熱量	MJ	9.366	40.085
	CO2	kg-C	0.234	0.708
	NOx	kg	0.001	-
	SOx	kg	0.001	-

注1:表中、「-」はいずれかの段階に含まれていること、「空白」は未計算であることを示す。

注2:CO2の単位はkg-C。

注3:化学経済研究所平成5年データの電力およびチップング工程に使用される燃料は、塗工マニラボール製造段階に割り振られている。

注4:NIRE-LCAのデータは、資源採取の段階と各工程に分けて表記している。したがって、各工程で消費される燃料の生産すなわち精製段階およびそれに対応した原油等資源の輸送(輸入)は、各工程に割り振られている。ただし電力に係わるものすなわち電力産業で発電時に消費される各種石油資源の生産(すなわち精製分)、同生産に投入される原油等天然資源の輸入、その採取(資源国での)等は、電力の項に含まれており、電力関係として完結した累積計算の結果が示されている。

注5:NIRE-LCAデータのチップング工程では、使用されているプロセス投入エネルギーが電力のみであり、電力については注4と同様に電力の項に含まれている。

紙（板紙）最終結果-素材別LCIデータ比較-
重袋用両更クラフト紙

		単位	NIRE-LCA	化経研平成5年
資源採取	熱量MJ	MJ	0.139	
	CO2	kg-C	0.003	
	NOx	kg	0.000011	
	SOx	kg	0.000005	
チップング	熱量MJ	MJ	-	-
	CO2	kg-C	-	-
	NOx	kg	-	
	SOx	kg	-	
輸送	熱量MJ	MJ	-	1.185
	CO2	kg-C	-	
	NOx	kg	-	
	SOx	kg	-	
電力	熱量	MJ	1.673	-
	CO2	kg-C	0.028	-
	NOx	kg	0.000063	
	SOx	kg	0.000090	
重袋用両更ク	熱量MJ	MJ	7.554	40.215
	CO2	kg-C	0.204	0.729
	NOx	kg	0.001226	
	SOx	kg	0.000869	
合計	熱量	MJ	9.366	41.400
	CO2	kg-C	0.234	0.729
	NOx	kg	0.001	
	SOx	kg	0.001	

注1:表中、「-」はいずれかの段階に含まれていること、「空白」は未計算であることを示す。

注2:CO2の単位はkg-C。

注3:化学経済研究所平成5年データの電力およびチップング工程に使用される燃料は、重袋用両更クラフト紙製造段階に割り振られている。

注4:NIRE-LCAのデータは、資源採取の段階と各工程に分けて表記している。したがって、各工程で消費される燃料の生産すなわち精製段階およびそれに対応した原油等資源の輸送（輸入）は、各工程に割り振られている。ただし電力に係わるものすなわち電力産業で発電時に消費される各種石油資源の生産（すなわち精製分）、同生産に投入される原油等天然資源の輸入、その採取（資源国での）等は、電力の項に含まれており、電力関係として完結した累積計算の結果が示されている。

注5:NIRE-LCAデータのチップング工程では、使用されているプロセス投入エネルギーが電力のみであり、電力については注4と同様に電力の項に含まれている。

紙（板紙）最終結果-素材別LCIデータ比較-
その他両更クラフト紙

		単位	NIRE-LCA	化経研平成5年
資源採取	熱量MJ	MJ	0.139	
	CO2	kg-C	0.003	
	NOx	kg	0.000011	
	SOx	kg	0.000005	
チップング	熱量MJ	MJ	-	-
	CO2	kg-C	-	-
	NOx	kg	-	
	SOx	kg	-	
輸送	熱量MJ	MJ	-	2.139
	CO2	kg-C	-	
	NOx	kg	-	
	SOx	kg	-	
電力	熱量	MJ	1.673	-
	CO2	kg-C	0.028	-
	NOx	kg	0.000063	
	SOx	kg	0.000090	
その他両更ク	熱量MJ	MJ	7.554	37.825
	CO2	kg-C	0.204	0.686
	NOx	kg	0.001226	
	SOx	kg	0.000869	
合計	熱量	MJ	9.366	39.964
	CO2	kg-C	0.234	0.686
	NOx	kg	0.001	
	SOx	kg	0.001	

注1:表中、「-」はいずれかの段階に含まれていること、「空白」は未計算であることを示す。

注2:CO2の単位はkg-C。

注3:化学経済研究所平成5年データの電力およびチップング工程に使用される燃料は、その他両更クラフト紙製造段階に割り振られている。

注4:NIRE-LCAのデータは、資源採取の段階と各工程に分けて表記している。したがって、各工程で消費される燃料の生産すなわち精製段階およびそれに対応した原油等資源の輸送（輸入）は、各工程に割り振られている。ただし電力に係わるものすなわち電力産業で発電時に消費される各種石油資源の生産（すなわち精製分）、同生産に投入される原油等天然資源の輸入、その採取（資源国での）等は、電力の項に含まれており、電力関係として完結した累積計算の結果が示されている。

注5:NIRE-LCAデータのチップング工程では、使用されているプロセス投入エネルギーが電力のみであり、電力については注4と同様に電力の項に含まれている。

紙（板紙）最終結果-素材別LCIデータ比較-
外装用クラフトライナー

		単位	NIRE-LCA	化経研平成5年
資源採取	熱量MJ	MJ	0.139	
	CO2	kg-C	0.003	
	NOx	kg	0.000011	
	SOx	kg	0.000005	
チップング	熱量MJ	MJ	-	-
	CO2	kg-C	-	-
	NOx	kg	-	
	SOx	kg	-	
輸送	熱量MJ	MJ	-	1.101
	CO2	kg-C	-	
	NOx	kg	-	
	SOx	kg	-	
電力	熱量	MJ	1.673	-
	CO2	kg-C	0.028	-
	NOx	kg	0.000063	
	SOx	kg	0.000090	
外装用クラフ	熱量MJ	MJ	7.554	30.985
	CO2	kg-C	0.204	0.572
	NOx	kg	0.001226	
	SOx	kg	0.000869	
合計	熱量	MJ	9.366	32.086
	CO2	kg-C	0.234	0.572
	NOx	kg	0.001	
	SOx	kg	0.001	

注1:表中、「-」はいずれかの段階に含まれていること、「空白」は未計算であることを示す。

注2:CO2の単位はkg-C。

注3:化学経済研究所平成5年データの電力およびチップング工程に使用される燃料は、外装用クラフトライナー製造段階に割り振られている。

注4:NIRE-LCAのデータは、資源採取の段階と各工程に分けて表記している。したがって、各工程で消費される燃料の生産すなわち精製段階およびそれに対応した原油等資源の輸送（輸入）は、各工程に割り振られている。ただし電力に係わるものすなわち電力産業で発電時に消費される各種石油資源の生産（すなわち精製分）、同生産に投入される原油等天然資源の輸入、その採取（資源国での）等は、電力の項に含まれており、電力関係として完結した累積計算の結果が示されている。

注5:NIRE-LCAデータのチップング工程では、使用されているプロセス投入エネルギーが電力のみであり、電力については注4と同様に電力の項に含まれている。

紙（板紙）最終結果-素材別LCIデータ比較-
中心原紙特芯

		単位	NIRE-LCA	化経研平成5年
資源採取	熱量MJ	MJ	0.139	
	CO2	kg-C	0.003	
	NOx	kg	0.000011	
	SOx	kg	0.000005	
チップング	熱量MJ	MJ	-	-
	CO2	kg-C	-	-
	NOx	kg	-	-
	SOx	kg	-	-
輸送	熱量MJ	MJ	-	0.264
	CO2	kg-C	-	-
	NOx	kg	-	-
	SOx	kg	-	-
電力	熱量	MJ	1.673	-
	CO2	kg-C	0.028	-
	NOx	kg	0.000063	-
	SOx	kg	0.000090	-
中心原紙特芯	熱量MJ	MJ	7.554	18.569
	CO2	kg-C	0.204	0.328
	NOx	kg	0.001226	-
	SOx	kg	0.000869	-
合計	熱量	MJ	9.366	18.833
	CO2	kg-C	0.234	0.328
	NOx	kg	0.001	-
	SOx	kg	0.001	-

注1:表中、「-」はいずれかの段階に含まれていること、「空白」は未計算であることを示す。

注2:CO2の単位はkg-C。

注3:化学経済研究所平成5年データの電力およびチップング工程に使用される燃料は、中心原紙特芯製造段階に割り振られている。

注4:NIRE-LCAのデータは、資源採取の段階と各工程に分けて表記している。したがって、各工程で消費される燃料の生産すなわち精製段階およびそれに対応した原油等資源の輸送（輸入）は、各工程に割り振られている。ただし電力に係わるものすなわち電力産業で発電時に消費される各種石油資源の生産（すなわち精製分）、同生産に投入される原油等天然資源の輸入、その採取（資源国での）等は、電力の項に含まれており、電力関係として完結した累積計算の結果が示されている。

注5:NIRE-LCAデータのチップング工程では、使用されているプロセス投入エネルギーが電力のみであり、電力については注4と同様に電力の項に含まれている。

ガラス最終結果-素材別LCIデータ比較-
ガラス1kg

		単位	NIRE-LCA	化経研平成5年
資源採取	熱量MJ	MJ	0.339	
	CO2	kg-C	0.007	
	NOx	kg	0.000026	
	SOx	kg	0.000012	
輸送	熱量MJ	MJ	-	0.599
	CO2	kg-C	-	
	NOx	kg	-	
	SOx	kg	-	
精製	熱量MJ	MJ	-	-
	CO2	kg-C	-	-
	NOx	kg	-	
	SOx	kg	-	
電力	熱量	MJ	0.232	-
	CO2	kg-C	0.004	-
	NOx	kg	0.000009	
	SOx	kg	0.000012	
ガラス	熱量MJ	MJ	14.607	9.791
	CO2	kg-C	0.303	0.270
	NOx	kg	0.002266	
	SOx	kg	0.001076	
合計	熱量	MJ	15.178	10.390
	CO2	kg-C	0.314	0.270
	NOx	kg	0.002	
	SOx	kg	0.001	

注1:表中、「-」はいずれかの段階に含まれていること、「空白」は未計算であることを示す。

注2:CO2の単位はkg-C。

注3:化学経済研究所平成5年データの電力および精製段階に使用される燃料はガラス製造段階に割り振られている。

注4:NIRE-LCAのデータは、資源採取の段階と各工程に分けて表記している。したがって、各工程で消費される燃料の生産すなわち精製段階およびそれに対応した原油等資源の輸送(輸入)は、各工程に割り振られている。ただし電力に係わるものすなわち電力産業で発電時に消費される各種石油資源の生産(すなわち精製分)、同生産に投入される原油等天然資源の輸入、その採取(資源国での)等は、電力の項に含まれており、電力関係として完結した累積計算の結果が示されている。