

# LCA用データとソフトウェア

## Data Base and Software for Life Cycle Assessment

稲 葉 敦\*

Atsushi Inaba

### 1. はじめに

工業製品の環境影響を評価する手法としてライフサイクルアセスメント (LCA) が着目されている。LCAは、製品・サービスの設計および材料調達段階から廃棄に至る間の各段階におけるエネルギーおよび資源の投入と排出量を把握することにより、製品あるいはサービスの環境への負荷を分析し環境影響を評価するとともに、その負荷の少ない生産に移行することを検討する手法である。排出物や消費される資源とその量の推定 (ライフサイクルインベントリー; LCI), 環境影響評価 (インパクトアセスメント) からなり、製品の改善の立案 (インプルーブメント) に活かされることが期待されている。

わが国のLCA研究については、ここ数年各研究機関・組織の活動が活発化し、先行する欧米の水準に近づきつつある。とりわけLCIの分野でさまざまなケーススタディが行なわれるようになった。

LCIはLCAの基礎であり、各種の素材や加工などに関するLCIデータがなければLCAを実施することはできない。一般に、ある企業が自社製品のLCAを実施しようとする時、その製品に使用される素材の製造などに関するLCIデータが必要となるが、他企業のデータを取得することは困難であるため、公開された文献等のデータに頼らざるを得ない。また、LCAの結果は使用されるデータにより左右されることも事実である。したがって、信頼できるデータベースが必要であるとする意見が多い。しかし、LCAを実施する目的によって、必要とされる製品分類の詳細さ、およびデータの精度などが異なることが予想され、どのようなデータを整備することが適当であるか問題となる。我が国では、LCA日本フォーラムが中心となって、

公的なデータベースの在り方について議論されている段階にある<sup>1)</sup>。

本稿では、まず既存のケーススタディに使用されているデータの概要を紹介する。次に、LCIデータとしてどのようなデータが必要とされるか検討し、今後のデータベースの在り方を探る。

### 2. 既存のデータの概要

#### 2.1 欧米のデータベースおよびソフトウェアの現状

欧米のデータを含む報告書およびソフトウェアの状況については、SPOLDの“Directory of life cycle inventory datam sources”<sup>2)</sup>に詳細に紹介されている。その中から主要と思われるものを抜粋する。

##### データを含む報告書

APME (Association of Plastics Manufacturers in Europe)<sup>3)</sup>, BUWAL (Bundessamt für Umwelt, Wald und Landschaft, Nr. 132)<sup>4)</sup>, ETH-ESU (Institute for Energy Technology, Gruppe Energie/Stoffe/Umwelt) では表1の製品が扱われている。

APME (Association of plastics Manufacturers in Europe) では、プラスチック類のデータについて整理している。データは参加している各社のプラントの平均値として作成され、少なくとも3プラントの平均がとられている。原油および天然ガスの採掘からポリエチレン等の製品の製造までの積算値として示され、さらに電気の使用は各国の発電効率の相違を考慮して排出量および原料使用量に換算されているため、このデータからポリエチレン製造工程のみのデータを分離することは困難である。表2に示すように排出物の項目は多岐に渡る。後述するように、わが国のデータがCO<sub>2</sub>に特化したものが多いことを考えると、特記すべき項目数である。

BUWALおよびETH-ESUのデータは、各工程別の入出力データとなっている点がAPMEのデータと

\* 資源環境技術総合研究所 エネルギー資源部  
燃料物性研究室長  
〒305 つくば市小野川16-3

表1 データを含む欧米の主な報告書<sup>2)</sup>

	APME	BUWAL	ETH-ESU
データ作成時期	1990-	1990	1990-
<b>Basic Materials/Chemicals</b>			
steel		○	○
tinplate		○	
aluminium		○	○
copper			○
tin		○	
zinc			○
glass		○	○
PE, PP, PS	○	○	○
PVC, PET	○	○	○
polycarbonate			○
polyurethane			○
wood		○	○
paper, pulp		○	
board		○	○
chlorine	○	○	
ammonia			○
detergents			
concrete			○
paints			
fertiliser			
textiles			
Fuels			
propane			○
oil	○	○	○
natural gas	○	○	○
coal		○	○
<b>Electrical Energy</b>			
non-renewable		○	○
renewable	○	○	○
<b>Transport</b>			
road		○	○
rail		○	○
sea		○	○
air			○
<b>Waste Treatment</b>			
recycling		○	
incineration		○	○
landfill		○	○

異なっている。排出物の項目数はAPMEに匹敵している。BUWALは1995年にデータをアップデートしているとのことである。ETH-ESUのデータは報告書およびEXCELまたはROTUSのデータとして市販されている。

#### ソフトウェア

表3に代表的なソフトウェアとその中で取り扱われている物質を示す<sup>2)</sup>。これらのソフトウェアはいずれも文献データと実地調査による作成データを含んでいる。文献データとしては前述したBUWAL, APMEの使用が多く見られる。データはそれぞれの工程ごとに作成されているものが多く、その積算値として製品のライフサイクルでの排出物量を計算するソフトウェアとなっている。

#### 2.2 わが国のデータおよびソフトウェアの現状

我が国においては、各研究者がそれぞれの手法とデータを使用して排出原単位を算出している状況にある。

オイルショック後のエネルギー消費に関する研究、ならびにその後のCO<sub>2</sub>に起因する地球温暖化対策技術

表2 APMEの報告書で扱われている排出物の例<sup>2)</sup>

<b>Air emissions</b>	
Dust	
Carbon monoxide	
Carbon dioxide	
Sulphur oxides	
Nitrogen oxides	
Hydrogen chloride	
Hydrogen fluoride	
Hydrocarbons	
Aldehydes	
Other organics	
Metals	
Hydrogen	
<b>Water emissions</b>	
COD	
BOD	
Acid as H+	
Nitrates	
Metals	
Ammonium ions	
Chloride ions	
Dissolved organics	
Suspended solids	
Oil	
Hydrocarbons	
Phenol	
Dissolved solids	
Phosphate	
Other nitrogen	
Sulphate ions	
<b>Solid waste</b>	
Industrial waste	
Mineral waste	
Slags & ash	
Toxic chemicals	
Non-toxic chemicals	

の評価研究とLCAの研究の分離が未熟であり、既往のLCAに関する研究例もエネルギー消費およびCO<sub>2</sub>の排出量に着目したものが多く、この点で特記すべきは、海外では見られない産業連関表によるCO<sub>2</sub>排出量の分析データである。

#### 産業連関表分析による素材のCO<sub>2</sub>排出原単位

産業連関表によるCO<sub>2</sub>排出量の分析は、国立環境研究所<sup>5)</sup>、日本建築学会<sup>6)</sup>、空気調和・衛生工学会<sup>7)</sup>、慶應大学<sup>8)</sup>、電力中央研究所<sup>9)</sup>、計量計画研究所<sup>10)</sup>、機械技術研究所<sup>11)</sup>などで精力的に行われている。産業連関表は5年に一度発行される。現在までに公表されているデータは1985年表に基づいた計算結果が多い。1990年表の分析が進められている段階にある。

産業連関表による分析では、輸入の取り扱いおよび資本形成の投資の取り扱いにより算出されるCO<sub>2</sub>排出原単位が異なる。電気1 kWhあたりのCO<sub>2</sub>排出量もこれらの手法の相違により異なるものとなる。電気1 kWhあたりのCO<sub>2</sub>排出原単位を日本建築学会<sup>6)</sup>から引用し、輸入と資本形成は考えず国内生産だけを考慮

表3 主要な欧米のLCA用ソフトウェア<sup>2)</sup>

名称	Bousted	DEAM	ECOPRO	PEMS	SIMAPRO	LCAIT
販売	Boustead	Ecobalance	EMPA	Pira	Pre	Chalmers
国名	イギリス	イギリス	スイス	イギリス	オランダ	スウェーデン
データ年代	1991-		1993	1990s	1980-90s	←
動作環境	MS-DOS	Windows	←	←	DOS	Windows
文献ソース	APME INCPEN	APME BUWAL ETH EAA IIASA SOU	BUWAL	BUWAL APME IEA IIASA	BUWAL SOU ETH APME	BUWAL EMAP
Basic Materials/Chemicals						
steel	○	○	○	○	○	○
tinplate	○	○	○	○	○	○
aluminium	○	○	○	○	○	○
copper	○	○	○	○	○	○
tin	○	○	○	○	○	○
zinc	○	○	○	○	○	○
glass	○	○	○	○	○	○
PE, PS, PVC	○	○	○	○	○	○
PP, PET	○	○	○	○	○	○
polycarbonate	○	○	○	○	○	○
polyurethane	○	○	○	○	○	○
wood	○	○	○	○	○	○
paper, pulp	○	○	○	○	○	○
board	○	○	○	○	○	○
chlorine	○	○	○	○	○	○
ammonia	○	○	○	○	○	○
detergents	○	○	○	○	○	○
concrete	○	○	○	○	○	○
paints	○	○	○	○	○	○
fertiliser	○	○	○	○	○	○
textiles	○	○	○	○	○	○
Fuels						
propane	○	○	○	○	○	○
oil	○	○	○	○	○	○
natural gas	○	○	○	○	○	○
coal	○	○	○	○	○	○
Electrical Energy	○	○	○	○	○	○
non-renewable	○	○	○	○	○	○
renewable	○	○	○	○	○	○
Transport						
road	○	○	○	○	○	○
rail	○	○	○	○	○	○
sea	○	○	○	○	○	○
air	○	○	○	○	○	○
Waste Treatment						
recycling	○	○	○	○	○	○
incineration	○	○	○	○	○	○
landfill	○	○	○	○	○	○

する場合、輸入物資の生産を国内と同等とみなし資本形成を含まない場合、国内生産に資本形成成分を考慮した場合、の相違を表4に示す。

産業連関表は生産される素材が部門として統合されているため、個々の素材を詳細に分析することが困難である。また、金額で表示されたデータを製品の単位物理量（通常は1kg）のデータに変換する時、部門の平均として採用される単価が問題になることが多い。しかし、工業製品全般にわたって解析が可能である利点を持つ。

CO<sub>2</sub>の排出量は化石燃料の消費量から推定できるので、積み上げ法では捨て去られることが多い輸送および部品の製造などを含めたCO<sub>2</sub>排出量の推定手法として、産業連関表を用いた分析が大きな成果をもたらした。しかし、CO<sub>2</sub>以外のSO<sub>x</sub>、NO<sub>x</sub>および水圏排出物などの排出量はそれぞれのプロセスで異なるので、産業連関表のデータだけで推定することは困難である。

また、海外の生産工程についても分析することはできない。そこで、産業連関表分析と積み上げ法を組み合わせる手法についての研究が進められている<sup>9)</sup>。

積み上げ法による素材の製造データ

積み上げ法では個々のプロセスの入出力データが必要となる。積み上げ法によるデータは、LCA研究の目的に応じて各研究機関で整理されるようになってきた。中でも、NEDO<sup>12), 13)</sup>、化学経済研究所<sup>14)</sup>、プラスチック処理促進協会<sup>15)</sup>、未踏科学技術協会<sup>16)</sup>、産業環境管理協会<sup>17), 18), 19)</sup>のデータが著名である。これらの文献のデータの特徴とアルミニウム製造のCO<sub>2</sub>排出量を表5に示す。その他の製品のCO<sub>2</sub>排出原単位は文献<sup>20)</sup>を参照されたい。

NEDOおよび化学経済研究所、プラスチック処理促進協会の研究は、化学産業のCO<sub>2</sub>排出量に着目しているため、プラスチック類をはじめとする石油化学製品のデータが豊富である。未踏科学技術協会ではエコ

表4 産業連関表分析による電気1 kWhあたりのCO<sub>2</sub>排出量 (kg-CO<sub>2</sub>/kWh)

0.473	国内, 資本形成含まず (I- (I-M) A) <sup>-1</sup>
0.499	輸入分は国内生産と同等, 資本形成含まず (I-A) <sup>-1</sup>
0.501	連1 + 資本形成

表5 積み上げ法の代表的文献のデータの特徴と素材のCO<sub>2</sub>排出量 (kg-CO<sub>2</sub>/kg)

	NEDO	化経研	プラ処理協	未踏	産環協
排出項目					
CO <sub>2</sub>	○	○	○	○	○
SO <sub>x</sub>			○	○	○
NO <sub>x</sub>			○	○	
製品項目					
鉄鋼類	○	○	○	○	○
銅				○	○
アルミ	○	○	○	○	○
プラスチック類	○	○	○	○	○
紙類		○	○	○	○
ガラス		○	○		○
システムバウンダリー					
海外資源採掘	○	×	○	×	×
海外生産工程	○	○	○	×	×
海上輸送	○	○	○	×	○
国内輸送	○	×	○	×	×
CO <sub>2</sub> 排出原単位 (kg-CO <sub>2</sub> /kWh)					
電気	0.510	0.455	0.5475	0.392	0.422
CO <sub>2</sub> 排出原単位 (kg-CO <sub>2</sub> /kg)					
アルミニウム地金		8.881	7.623	9.110	
アルミニウム再生地金		0.565		0.283	2.289
アルミニウム圧延製品	2.000		8.346	10.250	2.020

マテリアルの観点から金属素材の製造データを整理している。産業環境管理協会では「冷蔵庫」のライフサイクルでのCO<sub>2</sub>排出量を計算するために必要なプロセスデータが上記の研究から引用され、不足する一部のデータが聞き取り調査によって作成されている。産業環境管理協会の報告は主として文献データを使用し、素材の相違によりシステムバウンダリーや積み上げ手法に相違が生じないように注意して「冷蔵庫」という組立産業の製品に応用した点が目新しい。

前述したようにこれらの研究は、産業での地球温暖化対策の研究と深く関わっているためにエネルギー消費量およびCO<sub>2</sub>の排出に着目している。プラスチック処理促進協会、未踏科学技術協会ではSO<sub>x</sub>およびNO<sub>x</sub>のデータも取り扱っているが、その他の排出物についてのデータはない。

積み上げ法による場合には、システムバウンダリーと副産物の取り扱いが大きな問題となる。特に輸入物資の量が多いわが国では、システムバウンダリーとして国外生産の取り扱いが問題となる。NEDOおよびプラスチック処理促進協会は、資源の採掘などの国外の生産とその海上輸送を考慮している。化学経済研究所は、天然資源の採掘・採取のエネルギー消費に伴う排出は考慮していないが、その後の工程については海外生産と海上輸送を考慮している。未踏科学技術協会は、国内での生産を対象としているので、海外生産お

よび海外輸送を考慮していない。産業環境管理協会は、海外生産は考慮せず、海外輸送は考慮している。このシステムバウンダリーの相違は、特に地金の生産に多量の電気を使用するアルミニウムのCO<sub>2</sub>排出原単位に反映し、海外またはわが国の地金生産工程を含んだデータはCO<sub>2</sub>排出量が多く計算されている。

また、国内輸送はNEDOおよびプラスチック処理促進協会では考慮されているが、化学経済研究所、未踏科学技術協会、産業環境管理協会では考慮されていない。

積み上げ法で使用される製造工程のプロセスデータは、物質収支とエネルギー収支として示されることが多く、プロセスデータが同一であっても電気1 kWhあたりのCO<sub>2</sub>排出原単位に異なる値を使用すると、結果として素材1 kgあたりのCO<sub>2</sub>排出原単位が異なることになる。表5にはそれぞれの文献で使用されている電気1 kWhあたりのCO<sub>2</sub>排出原単位も示した。

#### わが国のソフトウェア開発

わが国で市販されているLCA計算用のソフトウェアとしては、産業環境管理協会が販売している「JEM-LCA」が唯一のものである。これはツリー構造で排出物量および資源・エネルギーの消費量を積算するソフトウェアであり、Windows3.1上で動作する。LCA計算のデモ用にパソコンの例題が用意されているが、LCAの手法を理解するデモ用のデータであり、

使用者が個々のプロセスデータを整えることが前提となっている。

資源環境技術総合研究所では「NIRE-LCA, ver. 2」と称する研究用ソフトウェアを開発している<sup>21)</sup>。これもツリー構造で積算する手法をとっている。Windows95または3.1の環境で動作する。重油等の燃焼データの多くはBUWALから引用し、日本の実状にあうようにCO<sub>2</sub>およびSO<sub>x</sub>のデータのみ書き替えている。BUWALのデータにはCO<sub>2</sub>およびSO<sub>x</sub>以外の排出物も記述されているので、計算結果として燃料の燃焼に関する多種にわたる排出物量が算出されるが、プロセスデータでは取り扱われていない排出物が多く、CO<sub>2</sub>およびSO<sub>x</sub>以外はライフサイクルインベントリとしての信頼性は少ない。開発途上のソフトウェアであるがLCAの研究用として技術指導の手続きにより公開されている。

日本LCA研究会では、特定の製品に対してデータの採取から解析ソフトの作成に至る一連の作業を行っている。使用ソフトは東京大学生産技術研究所で作成されたものであるが、汎用のものでなく、計算エンジンのみを含むものである。ビール瓶のケーススタディデータを含むサンプルは一般にも入手可能である。

金属材料研究所では添加元素の種類・量の相違による合金鋼のCO<sub>2</sub>、SO<sub>x</sub>、NO<sub>x</sub>の排出量をデータベース化し、それをインターネット上に公開している<sup>22)</sup>。合金鋼製造時の添加元素を利用者が入力できるソフトウェアとなっているので、新しい合金鋼にも対応できる。

### 3. データベースの在り方

LCAではその目的によって必要となるデータが異なることになる。データを収集・整理する観点から言えば、特定の地域あるいは工場に特化したデータ（サイトスペシフィックデータ）が必要とされるか、国あるいはそれに相当する広い地域で平均化されたデータ（アベレージデータ）が必要とされるかで、データの収集・整理の仕方が大きく異なる。

たとえばプラスチック類では、同一の素材であっても製造法が異なることがあるし、同一の製造法であっても、自家発電を行っている事業所と電力を購入している事業所ではプロセスデータが異なることになる。

事業所ごとのデータを使用するか、それらを平均した値を使用するかはLCAを実施する目的に依存する。特定の事業所を対象とするLCAは環境影響のアセス

メントに近く、製品評価のLCAと分けて議論される場合もある一方、今後のLCAの方向とする意見もある。LCAは「ゆりかごから墓場まで」と定義されることが多いが、その具体的な実施方法については議論の途上にあると考えるべきである。

しかし、一般に企業が自社製品の使用素材の変更による環境負荷量の変化などを分析するような場合には、素材の変更に伴う自社工程の変化には実測した事業所単位のデータを使用し、他企業の製品である素材そのものの製造データには国単位で平均化された公表データを使用する方がLCAの実施が容易であり、現実的である。LCAの実施者が目的にそって自分の責任で収集するデータをフォアグラウンドデータと呼び、公表された平均化されたデータをバックグラウンドデータと呼ぶことがある。

前述したように、CO<sub>2</sub>排出量やエネルギー使用量については産業連関表を用いて分析したデータをバックグラウンドデータとして使用することも可能である。しかし、今後のCO<sub>2</sub>以外の排出物量の分析、ならびに使用される素材の詳細な分類の必要性を考慮すると、積み上げ手法によるバックグラウンドデータの蓄積が必要となると思われる。

各素材に関するバックグラウンドデータは、関連する工業会などの協力なくしては得られない。実測による場合は、各企業でのデータ収集および企業間での平均化などの作業が必要である。汎用素材の製造は大企業が多い成熟した産業であり、地球環境問題の意識が高まる中でバックグラウンドデータを整備する気運にあるが<sup>1)</sup>、素材の加工・部品化、およびコンピュータ用IC基板など特殊製品の製造についてはデータ収集が困難であることが予想され、インセンティブを確保することが課題となると思われる。

ここでは、各企業群が収集したデータをバックグラウンドデータとして加工する際の必要事項を、LCAの実施者の立場で考察する。

#### バウンダリーの明確化と共通データの分離

LCAの実施者が最終的に必要とするデータは、「ポリエチレン」や「冷間圧延鋼板」など個々の素材の1kgあたりの環境への排出物量および資源・エネルギーの消費量である。この観点からは、資源の採掘から各素材の製造までの工程すべてについて計算され、「原単位化されたデータ」が便利である。

しかし、素材ごとに考慮する範囲が異なっていたのでは意味をなさない。特に資源の輸入が多いわが国で

は、資源採掘国での排出が「原単位化されたデータ」に包含されているかどうかが問題となることが多い。また、金属素材とプラスチック素材のそれぞれに異なる電力の排出原単位を使用することは避けるべきである。

LCAの実施に際しては、どの素材も共通のシステムバウンダリーで積み上げ、購入電力に起因する排出や国内のトラック輸送に起因する排出などには、統一された原単位が使用されなければならない。

そのためは、個々のプロセスでの電力の消費量、プロセス間でのトラック輸送の必要量など入力値そのものが示されている「原単位化されていないデータ」が望まれる。

#### 工程の分割

積み上げ法では、資源の採掘から製品までの物質の流れをどのように分割してデータを作成するかが問題となる。たとえば、「ポリエチレン」の製造については、①エチレンを原料としてポリエチレンを製造する工程、②ナフサを原料としてエチレンを製造する工程、③原油を原料としてナフサを製造する工程、と分割し上流へたどることが一般的である。これは、積み上げ手法の問題の一つとされる副産物がある場合の排出物の分配（アロケーション）の問題と係わっている。

積み上げ法のデータは、製品一単位（通常は1kg）あたりの排出物量および資源・エネルギーの消費量として示される。ただ一つの製品を製造するプロセスでは問題がないが、2種以上の製品が製造される場合にはプロセスからの排出物量をそれぞれの製品に分配することが必要となる。したがって、一つのプロセスのデータから製品数だけのデータが作成される。通常はそれぞれの製品の生産重量比により配分されることが多い。

一般に、2種以上の製品が生産されるプロセスでは、経済価値が似通った製品が製造されることが多く、重量比による配分が問題になることは少ない。しかし、主製品とあまりにも経済価値の異なる副産品が生産される時には重量比での配分は無意味であると思われる。

いずれにせよ、2種以上の製品が製造される場合は、積み上げ法に使用するためにはプロセスの入出力データの加工が必要となる。加工されたデータをプロセスの入出力データに戻すことは困難である。製品間への排出物量および資源・エネルギー消費量の配分は積み上げ手法の問題であり、配分の手法が確立していない現状にあっては、LCAを実施する者の責任に帰すべ

き問題である。LCAを実施するデータの使用者にとっては、加工される前のプロセスの入出力データが提示されているデータベースが望ましい。

前述した「ポリエチレン」の製造工程の分割は、2種以上の製品が生産される段階での分割と一致している。アロケーションの問題を回避するためには、製品のフローが分かれる段階で工程を分割することが基本となる。換言すれば、製品のフローが分かれる段階より詳細な分割は、一般のLCA実施者には意味をなさない。通常は、製品のフローが分割される段階で会社または事業所が別になっていることが多く、この工程分割はデータ作成者にとっても問題となることは少ないと思われる。

#### データフォーマット

公表されるデータには、そのバウンダリー、収集・整理の方法などが明記されることが望ましい。これらの関連情報を含むデータを公表する際のフォーマットがSPOLD（Society for the Promotion of LCA Development）で検討されている。

#### データの質の評価

Weidamaら<sup>29)</sup>は、LCIデータの質を検討する手法として、信頼度（Reliability）、データ収集の企業数、取得期間等で判断した完全性（Completeness）、データ取得の時期（Temporal correlation）、地理的密着度（Geographical correlation）、技術的整合性（Technological correlation）の面からランク付けしたインディケータ（Data quality indicator）を付加することを試みており、LCIの計算結果はこれらを総合して幅をもったデータとして示すことを提案している。

我が国の現状は、とりあえず使用できる公表データを収集してケーススタディを実施する段階にあるが、今後、企業でのデータ収集により質の高いデータを作成することが可能となると思われる。

また、LCIデータとして全ての製品、プロセスについてデータを用意することは不可能である。LCIを実施する際に推定データを含む処理を行う場合には、データの質の評価を行い不確実性を表現する上記のような手法が必要になる。

## 4. おわりに

我が国の積み上げ法の研究例で使用されているデータは、現状では、ソースおよび作成法が必ずしも明らかでなく、かつ排出物はCO<sub>2</sub>に特化されているものが

多い。海外では、APMEのように産業界の平均値として提出されているデータもあり、かつCO<sub>2</sub>以外の排出物についても検討されている。

ライフサイクルアセスメントは製品の環境影響を検討する一つの手法であると思われるが、それが今後どのように使用されるか明らかではない側面もあり、どの程度のデータが必要とされるか議論が分かれるところである。

しかし、工業製品はさまざまな素材で構成されることが多く、かつそれぞれの素材の製造データは、関連産業の協力なくしては得ることができない。今後ますます製品の環境への影響を重要視する傾向が強くなることを考えると、環境への影響を評価する手法の開発およびそこで使用するデータの収集方法を、産業界全体で議論することが必要であろう。LCA日本フォーラムの今後の活動に期待したい。

#### 文 献

- 1) LCA日本フォーラムニュース, 第2号, 平成8年5月1日, LCA日本フォーラム(1996)
- 2) "Directory of life cycle inventory data sources", SPO LD, Burussels, (1996)
- 3) APME/PWMI (Association of Plastic Manufacturers in Europe/Plastic Waste Management Institute), Dr. I. Boustead, "Eco-balance Methodology for Commodity Thermoplastics/Ecoprofiles of the European Plastics Industry: Report 1 to 6. APME, Burussels (1992 to 1994)
- 4) "OEKOBILANZ VON PACKSTOFFEN STAND 1990", Schriftenreihe Umwelt Nr. 132, herausgegeben vom Bundessamt für Umwelt, Wald und Landschaft (BUWAL), Bern, Februar (1991)
- 5) 森口祐一:「自動車を例としたLCA研究の実例-LCCO<sub>2</sub>分析と今後の展開」, 第36回大気環境学会年回講演要旨集, p. 85-89, 大気汚染学会, 東京, (1995)
- 6) 「ライフサイクルCO<sub>2</sub>:で建物を測る」, 日本建築学会, 平成7年3月
- 7) 「地球環境時代における建築設備の課題」, 空気調和・衛生工学会, 地球環境に関する委員会, 平成7年3月
- 8) 吉岡完治, 早見 均, 池田明由, 菅 幹雄:「環境分析のための産業連関表の応用-生活活動に伴うCO<sub>2</sub>の排出量とその要因-」, イノベーション&I-Oテクニク, 3, (4), 31-47 (1992)
- 9) 本藤裕樹, 西村一彦, 内山洋司:「産業連関表を利用した社会インフラ施設のLCA手法」, 第12回エネルギーシステム・経済コンファレンス講演論文集, p. 519-524 (1996)
- 10) 外岡 豊, 河中 俊:「大気汚染排出構造に関する研究-その13産業連関表を用いた建設部門CO<sub>2</sub>排出構造と削減可能性の検討」, 日本建築学会学術講演梗概集, (1993)
- 11) 野村 昇, 赤井 誠, 山下巖:「産業連関表によるエネルギー原単位および消費構造の推定」, 機械技術研究所報, 48, (2), 34-43 (1994)
- 12) 「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」平成6年3月, NEDO・RITE・化学工業会, NEDO-GET-9310-1
- 13) 「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)」平成7年3月, NEDO・RITE・化学工学会, NEDO-GET-9410-1
- 14) 「基礎素材のエネルギー解析調査報告書」, 化学経済研究所, 平成5年9月
- 15) 「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」, プラスチック処理促進協会, 平成5年3月
- 16) 「「環境負担性評価システム構築のための基礎調査研究」調査報告書(別冊)-金属素材インベントリーデータ-」, 未踏科学技術協会, 平成7年3月
- 17) 「エネルギー使用合理化手法国際調査」, 産業環境管理協会, 平成7年3月
- 18) 「冷蔵庫のライフサイクルインベントリー」, 環境管理, 31, (7), 755-761 (1995)
- 19) 「ライフサイクルアセスメントにおける基礎素材の製造データ」, 環境管理, 31, (6), 616-627 (1995)
- 20) 稲葉 敦: LCAにおける基礎素材の製造に関するCO<sub>2</sub>の排出原単位, 化学経済, 1996年7月号, 49-57 (1996)
- 21) 小林光雄: ライフサイクルアセスメントソフトウェア"NIRE-LCA, vers. 2"操作マニュアル, 資源環境技術総合研究所 (1996)
- 22) 「「環境負担性評価システム構築のための基礎調査研究」調査報告書-材料の環境負担性評価の適用と課題の検討」, 未踏科学技術協会, 平成8年3月
- 23) Weidama B. P. and M. S. Wesnaes, Data quality management for life cycle inventories-an example of using data quality indicators-, J. Cleaner Production, submitted (1996)