

包装用緩衝材のLCA 研究報告

平成15年3月

社団法人 ビジネス機械・情報システム産業協会
技術委員会 包装技術小委員会

はじめに

包装技術小委員会活動も交流会設立より3年を経過しようとしております。この間、会員各社の皆様には絶大なるご協力を頂き、情報や技術の交流が活発に行われ当産業協会会員各社の包装技術向上に大きな成果をあげております。その成果の一つとして、ここに第1号の研究報告書「包装用緩衝材のLCA研究報告」を発行することが出来た事は誠に喜ばしいことであります。

この「包装用緩衝材のLCA研究報告」の研究に際しては田中副委員長の指導のもと、LCAの勉強会から始まり、マテリアルフロー、LCIデータ調査、検討、纏め等、各工程において皆様を始め、取引先様のご協力を頂き、完成することが出来ました。深く感謝申し上げます。

研究報告は包装設計者が包装材選択基準として環境負荷の判断基準の一助として使用出来るようになっております。またLCA手法のスキル向上に多いに役立つ資料ともなっております。この研究報告書を多に利用してより一層、包装材の環境負荷低減の推進をはかられると共に、更なるデータの積み上げでより一層充実した資料にさせたいと考えます。今後とも皆様のご協力をよろしくお願い申し上げます。

平成 15 年 3 月

包装技術小委員会 委員長
キャノン株式会社 渡辺 敏夫

ここ最近の「環境」、「エコ」への関心の高まりは目を見張るものがあります。雑誌・新聞はもちろん、通勤途中の電車の中でも企業各社の環境広告をいくつも見かけます。またここ数年の顕著な傾向として、ビジネスの世界でも企業の「環境」への取組みが重要なテーマとして認識され始めている、ということがあげられます。しかし地球環境破壊の深刻化に伴い、一段と規制等々が厳しさを増してきています。特にトップランナー方式の導入は我々に多大な影響を及ぼします。今後は今まで以上に環境経営を目指して技術指向の保全活動に取り組んでいくことが必要となります。

言うまでもなく環境保全活動は一国家や一企業の力で成しえるものではありません。地球規模の、しかも地域住民による全員参加型の活動が不可欠です。そうした活動のベースになるのは、何と云っても一人ひとりが地球市民として生きているのだという自覚であり、そのためには子供の時から自然に対するいたわりの気持ちを育てていくことが非常に大事だと思います。

環境保全に関して今まで以上に法的規制が厳しくなっていくことで、例えば温室効果ガスの削減に関して国が各企業に削減目標を割り当てることも考えられます。これは何を意味しているのかと言いますと、私たちは環境保全活動を「対応」「保全」「経営」という三つのステップで捉え、「経営」のレベル、すなわち利益を創出しながら環境保全活動を実施する必要があり、その私たちの保全活動のペースが、今後の規制強化等々によって追い越されてしまう可能性も出てきたということです。つまり「保全」のレベルまで進んできた私たちの活動が「対応」レベルへと逆戻りさせられ、目指す「経営」のレベルが遠退いてしまう恐れがあるということです。

地球環境に負荷をかけない商品作りには、その生産から販売・サービスまでの過程で発生する環境負荷と、お客様がご使用中の環境負荷についてしっかりと把握する必要があります。その商品の品質を損なうことなく、安全にお客様へお届けする重要な役割を担っているのが包装です。本報告書が、会員各社における包装設計及びLCA実務推進の参考になれば幸いです。

平成 15 年 3 月

包装技術小委員会 副委員長
株式会社 リコー 田中 勇

「包装用緩衝材のLCA 研究報告」作成委員名簿

(順不同 敬称略 平成 15 年 3 月末日現在)

(委員)

キャノン(株)

渡辺 敏夫 (包装技術小委員会 委員長)

オリンパス光学工業(株)

平野 良一 (包装技術小委員会 副委員長)

カシオ計算機(株)

加藤 実

京セラミタ(株)

瀬戸上 裕

コニカテクノプロダクト(株)

野口 良男

三洋電機(株)

石田 守行

日本アイ・ピー・エム・ロジステック(株)

長田 進

ミノルタ物流(株)

増田 賢次

(株)日立物流

松田 孝司

(株)リコー

田中 勇 (包装技術小委員会 副委員長)

(事務局)

(社)ビジネス機械・情報システム産業協会 漆田 茂雄

目次

はじめに	1
「包装用緩衝材の LCA 研究報告」作成委員名簿	2
1. 包装用緩衝材の LCA 調査・研究	4
1-1. LCA 調査・研究の概要	4
1-2. LCA 調査・研究の目的	4
1-3. 調査に使用した包装モデル	4
1-3-1. 包装モデルの部品構成	4
1-3-2. 包装モデルの仕様と調査対象部品	5
1-4. LCI データの収集	5
1-4-1. LCI データの調査範囲	5
1-4-2. EPS 緩衝材のマテリアルフロー	6
1-4-3. 段ボール緩衝材のマテリアルフロー	6
1-4-4. LCI データ調査チャート	7
1-4-5. LCI データ調査協力企業	7
1-5. EPS の LCI データの調査結果	8
1-5-1. EPS 原料の LCI データ調査結果	8
1-5-2. EPS 成形工程の LCI データ調査結果	8
1-5-3. EPS 納品輸送の LCI データ調査結果	9
1-6. 段ボールの LCI データの調査結果	9
1-6-1. 段ボール原紙の LCI データ調査結果	9
1-6-2. 段ボール製函工程の LCI データ調査結果	10
1-6-3. 段ボール納品輸送の LCI データ調査結果	10
1-7. LCI データの集計	11
1-7-1. EPS 緩衝材の LCI データ集計結果	11
1-7-2. 段ボール緩衝材の LCI データ集計結果	11
1-7-3. EPS と段ボール緩衝材の LCI データ単位質量当たり比較	12
1-7-4. EPS と段ボール緩衝材の LCI データ台当たり比較	12
1-8. 考察	12

【付表】

1. 各種資源・エネルギーの生産・使用に伴う発熱量及び環境への排出量原単位	13
---------------------------------------	----

【参考資料】

2. 発泡スチロールの LCA	14
(発泡スチロールの LCA 日立化成工業株式会社 平成 13 年 12 月 5 日)	
3. LCA の概要と日本事務機械工業会 (JBMA) の取組み	19
(LCA 導入マニュアル 社団法人 日本事務機械工業会 平成 14 年 3 月)	

2. 包装用緩衝材のLCA 調査・研究

1-1. LCA 調査・研究の概要

社団法人 ビジネス機械・情報システム産業協会（以下 JBMIA）技術委員会 包装技術小委員会では、平成 14 年度の活動計画の一環として、包装材に関するライフサイクルアセスメント（以下 LCA）の調査研究を行ってきた。

LCA の調査に関する報告は、過去にも幾度か実施されているが、それぞれの視点の違いや主観が入ってしまうため、実際に包装設計者が使用できるものが少なかった。

そこで、当委員会では実際の製品をモデルとして、会員各社で包装材を調達、使用することを想定した場合のライフサイクルインベントリ（以下 LCI）データを調査し、解析を行ったのでここにその結果について報告する。

また、これらの調査研究に伴い、包装材取引先様各社からのデータ及び文献をご提供いただいたので、その一部を紹介すると共に、JBMIA の環境委員会にてまとめた「LCA 導入マニュアル」についての学習も行ってきたので、その要点についても合わせて記載する。

1-2. LCA 調査・研究の目的

主たる包装材の客観的な LCA データの作成を行う

包装設計者が包装材料の選定時に環境負荷判断基準の一助とする

上記を通じて、包装技術小委員会メンバーの LCA 手法スキルの向上を図る

1-3. 調査に使用した包装モデル

1-3-1. 包装モデルの部品構成

図 1-3-1 と図 1-3-2 は今回の調査・研究に使用した、実際に販売されてきたレーザープリンタの包装モデルの部品構成図である。緩衝材の代表的な材質である発泡ポリスチレン（EPS）から段ボール緩衝材に変更を行った。この材質変更による環境負荷削減の程度を LCA によって定量的な比較調査を実施する。

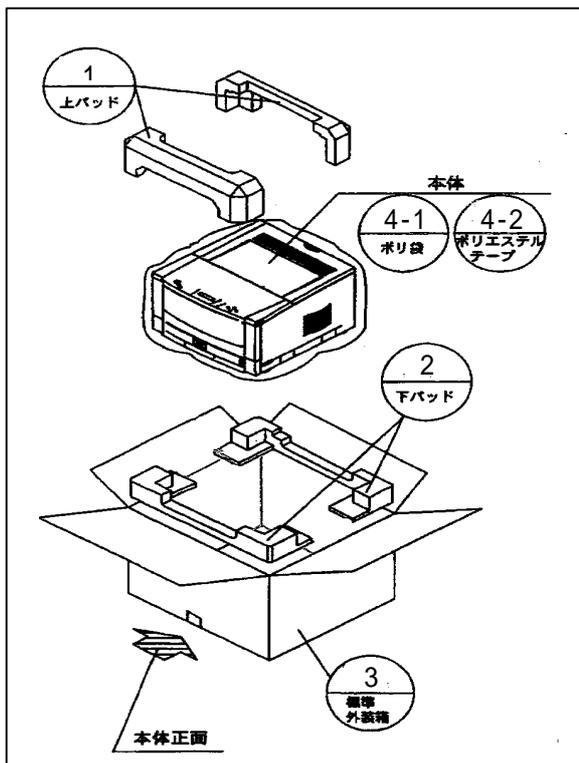


図 1-3-1 EPS 緩衝材仕様

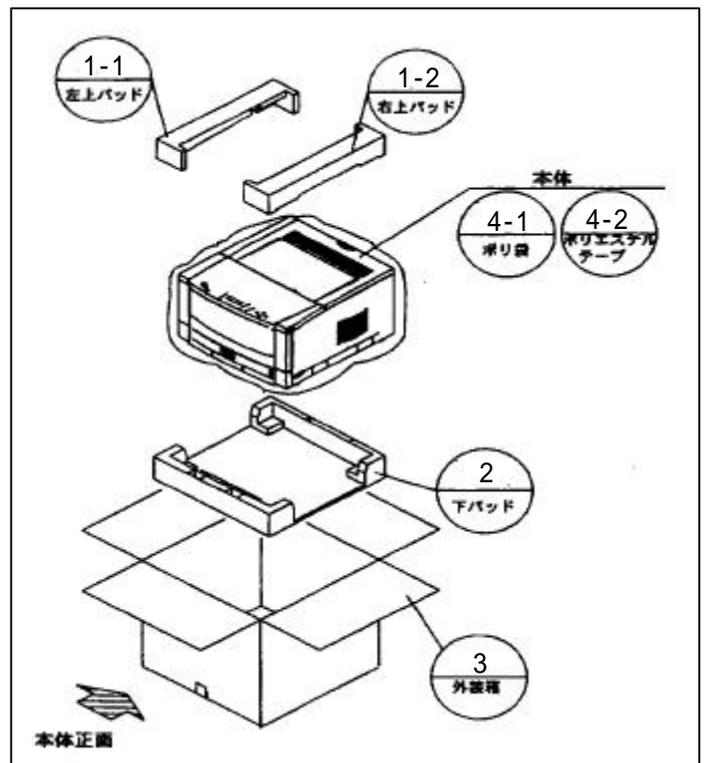


図 1-3-2 段ボール緩衝材仕様

1-3-2. 包装モデルの仕様と調査対象部品

包装モデルの仕様と調査対象部品を、表 1-3-2 に示す。

仕様	EPS 緩衝材仕様				段ボール緩衝材仕様			
製品質量(kg)	23 (CRG を除く)							
製品寸法(mm)	502X490X306 (CST を除く最大寸法)							
包装寸法(mm)	582X577X526 (封緘後の段ボール外寸法)							
部品名	No.	材質	質量(g)	No.	材質	質量(g)	調査	
上パッド	1	EPS (50 倍)	187	1-1	段ボール	340	対象	
				1-2	段ボール	340	対象	
下パッド	2	EPS (40 倍)	150	2	段ボール	540	対象	
外箱	3	段ボール	-	3	段ボール	-	非対象	
本体個装	4-1,2	PE 袋, ポリエステル [®]	-	4-1,2	PE 袋, ポリエステル [®]	-	非対象	

注) 外箱及び本体個装は、両仕様共に共通のため調査対象としない。

表 1-3-2 包装モデルの緒言と調査対象部品

段ボール緩衝材の原紙構成と質量構成を、表 1-3-3 に示す。

部品名	部品質量 (g)	原紙構成 (g/m ²)		質量構成 (g)	
		ライナ	中しん	ライナ	中しん
上パッド(1-1)	340	-	-	248.5	91.5
子部品	(210)	B280	B120 (AF)	(156.6)	(53.4)
子部品	(60)	B280	B120 (ABF)	(42.2)	(17.8)
子部品	(60)	B280	B120 (ABF)	(42.2)	(17.8)
子部品	(10)	B280	B180 (AF)	(7.5)	(2.5)
上パッド(1-2)	340	-	-	248.5	91.5
子部品	(210)	B280	B120 (AF)	(156.6)	(53.4)
子部品	(60)	B280	B120 (ABF)	(42.2)	(17.8)
子部品	(60)	B280	B120 (ABF)	(42.2)	(17.8)
子部品	(10)	B280	B180 (AF)	(7.5)	(2.5)
下パッド(2)	540	B280	B180 (AF)	357.4	182.6

表 1-3-3 段ボール緩衝材の原紙構成と質量構成

1-4. LCI データの収集

LCI データ収集のため、調査範囲を決めマテリアルフロー図と調査チャートを作成した。

1-4-1. LCI データの調査範囲

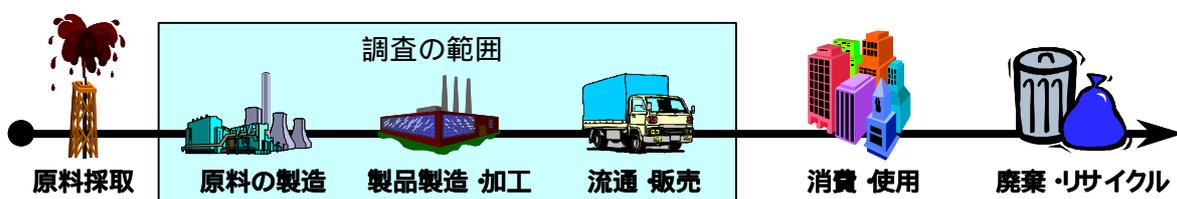


図 1-4-1 LCI データの調査範囲

- (注) 1. 原料の採取については、海外における採取工程は除外した。
 2. 流通・販売は、包装材メーカーにおける包装部品の流通・販売を対象とする。
 3. 消費・使用は、製品包装以降の工程となるが、今後の調査範囲として除外した。

1-4-2. EPS 緩衝材のマテリアルフロー

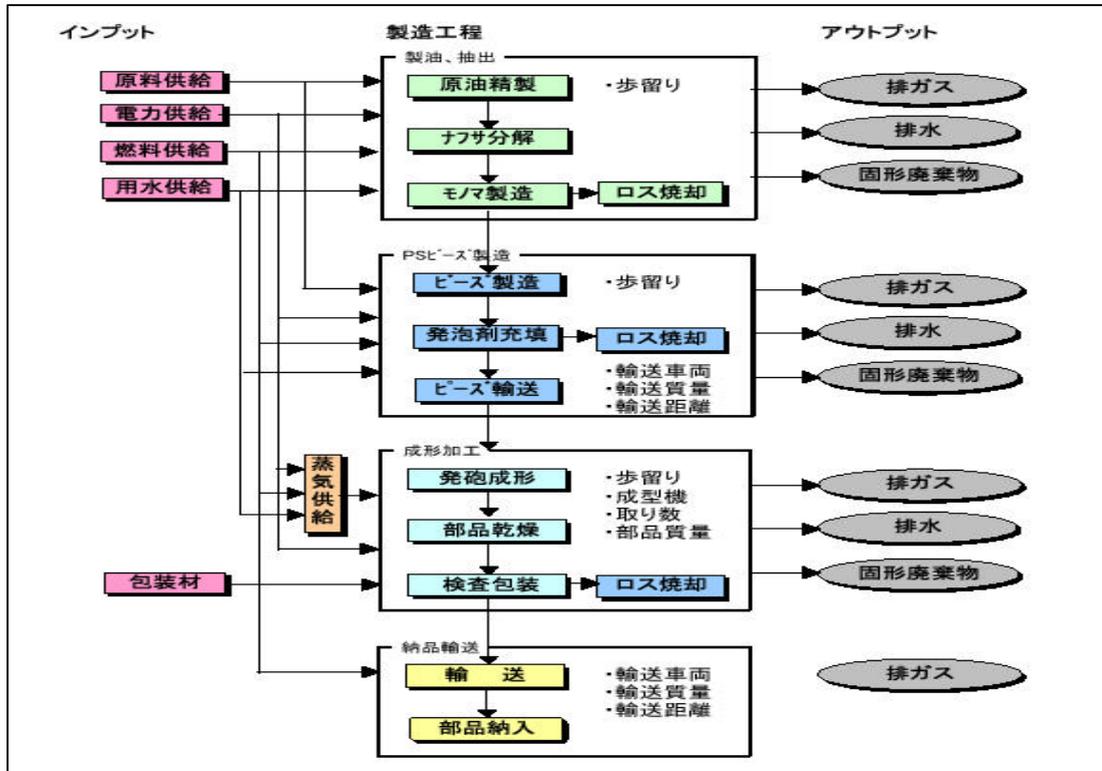


図 1-4-2 EPS 緩衝材のマテリアルフロー図

1-4-3. 段ボール緩衝材のマテリアルフロー

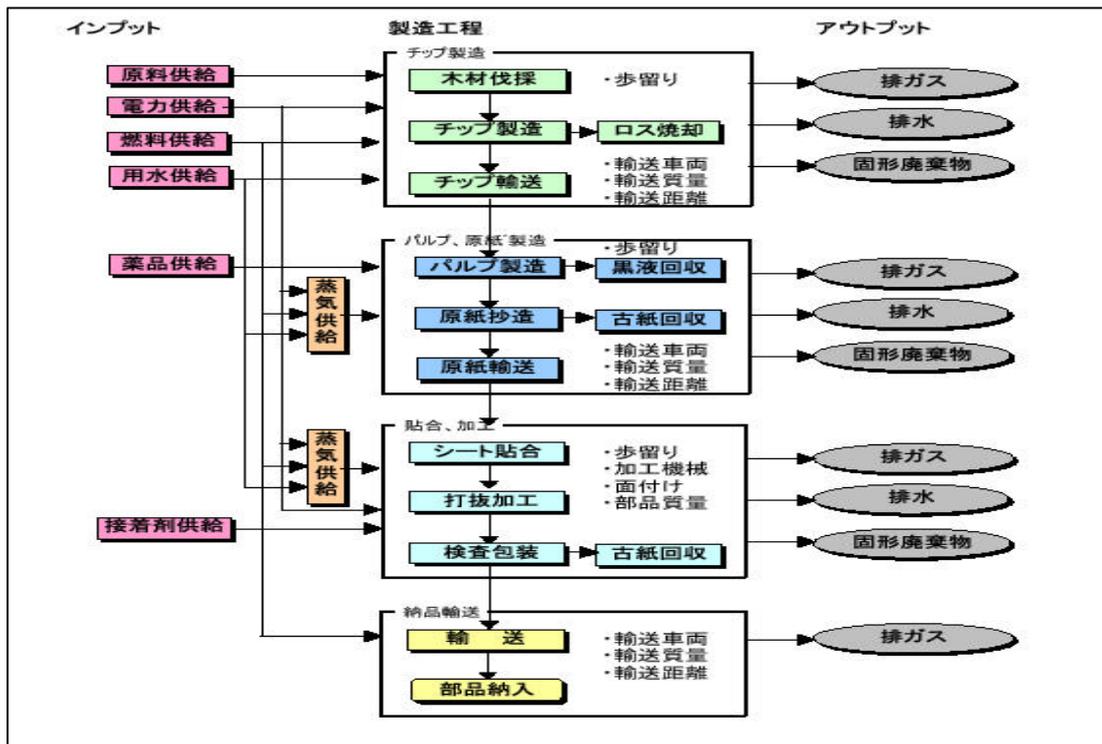


図 1-4-3 段ボール緩衝材のマテリアルフロー図

1-4-4. LCI データ調査チャート

LCI データ調査チャートのサンプルを、図 1-3-4 に示す。

No. 1							
対象部品	部品番号：2709 0058	工程名：古紙パルプ製造から原紙抄造 昭和入荷まで					
	部品名称：アングルコーナ						
	材料名称：原紙（紙管原紙）	使用個数：4.00	工程番号：				
条件	質量kg/個：0.75	kg/台：3.00	・投入原料は、歩留まりを考慮して、記載してください。				
	1. パルプの種類：紙管用パルプ 段ボール古紙100%						
	2. 基本量：紙管原紙 1tを基準とする						
	3. 原紙の種類：紙管原紙		・輸送は、使用車両積載量、走行距離、積載効率、片道又は往復等を記載してください。				
	4. 最終歩留まり：古紙パルプ製造 92% 抄造 94% 計86%						
	5. 投入古紙：1160kgの段ボール古紙						
6. 輸送：関西地区から名古屋往復 10t車（*km）							
結果							
IN/OUT	カテゴリー	個別項目		消費量、排出量		備考	
		項目	単位	基本量/ton	総量/1k台		
資源の投入	枯渇性資源	石油成分	kg	3.80	11.40	紙添加剤	・石油成分の使用目的を記入してください。
		重油					
		軽油		11.00	33.00	輸送用燃料	
		灯油					
		石炭	kg				
		LPG					
	更新性資源	天然ガス	kl	200.00	600.00	発電ボイラ	・鉱物系資源の使用目的を記入してください。
		鉱物系（無機質）	kg	23.00	69.00	紙添加剤	
		水資源	kl	30.00	90.00		
		森林資源	kl				
再生資源	古紙	kg	1,160.00	3,480.00	投入古紙	・発電と購入電力は区別してください。	
	再生樹脂材料	kg					
エネルギー	電力	MJ	940.00	2,820.00	総電力2350MJ/t		
	蒸気	ton			天然ガス+水を含む		
環境	大気汚染物質	NOX	kg				・排出物質は測定データがなければ空欄のまま提出してください。
		SOX	kg				
		CO2	kg				
		CO	kg				
		NH3	kg				
		Cl	kg				
		ばいじん	kg				
メタン、イソ	kg				・蒸気は、水と燃料に分解してください。その際、蒸気の欄は0としてください。		

図 1-3-4 LCI データ調査チャート記入例

1-4-5. LCI データ調査協力企業

LCI データ調査に当たり、JBMA の包装技術小委員会メンバー各社より、当該調査対象材料取引先様への調査を依頼したところ、次の企業の調査協力を得ることができた。

仕様	EPS 緩衝材	段ボール緩衝材
原料メーカー	2社(*1)	1社(一貫メーカー)
加工メーカー	6社	10社
業界団体	1社(*1)	1社(*2)

表 1-3-5. LCI データ調査協力企業

(*1) EPS 原料メーカー2社は、(社) プラスチック処理促進協会の調査データ

(*2) 段ボールの業界団体データは、製紙連合会の国内板紙メーカーの(中間)集計データ

1-5. EPS の LCI データの調査結果

LCI データ調査チャートには、投入資源、エネルギー及び排出物質の記入を依頼し、実測値でないものについてはそのデータの出典を明らかにしていただくこととした。また、排出物質が不明なものは、投入資源、エネルギーのみの記入とし、付表 1 の原単位表（環境庁地球環境部「二酸化炭素排出報告書：1992 年」）を使用して換算値を記入した。

1-5-1. EPS 原料の LCI データ調査結果

EPS 原料の LCI データの出展は何れも（社）プラスチック処理促進協会。

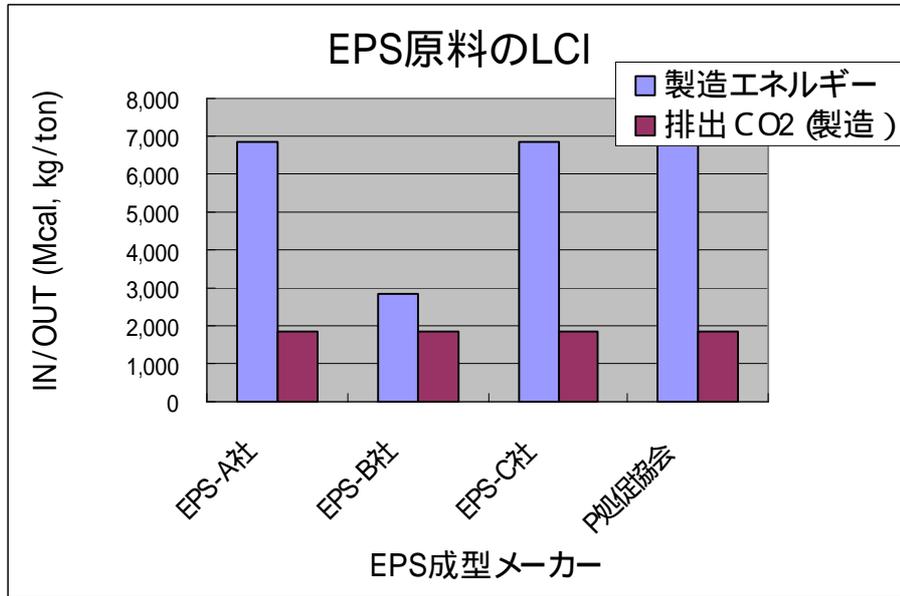


図 1-5-1. EPS 原料の LCI データ調査結果

（注）EPS-B社の製造エネルギーデータには不備があるため無効データとした。

1-5-2. EPS 成形工程の LCI データ調査結果

EPS 成形工程の LCI データは 6 社から提供があったが、排出 CO₂ まで算出できるデータは、5 社あった。

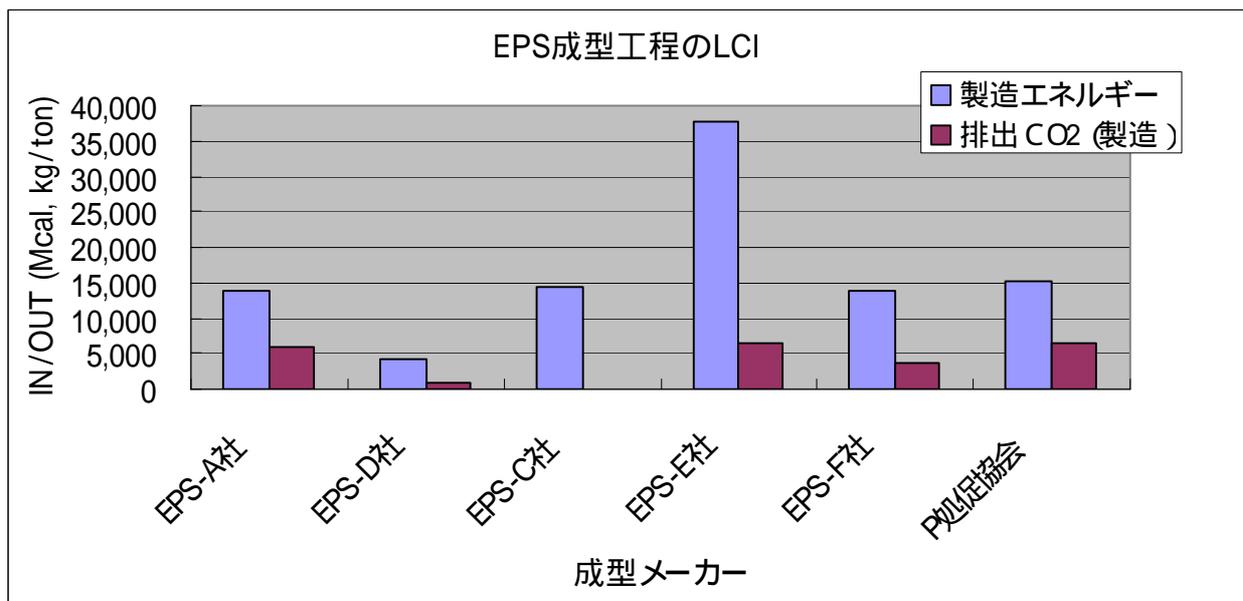


図 1-5-2. EPS 成形工程の LCI データ調査結果

（注）EPS-D社、EPS-E社の製造エネルギーデータ及びEPS-D社の排出CO₂データには不備があるため無効データとした。

1-5-3. EPS 納品輸送の LCI データ調査結果

EPS 納品輸送の LIA データは、4 社からデータ提供があったが、輸送距離がそれぞれ異なるため、輸送距離を 100km に統一換算して比較を行った。

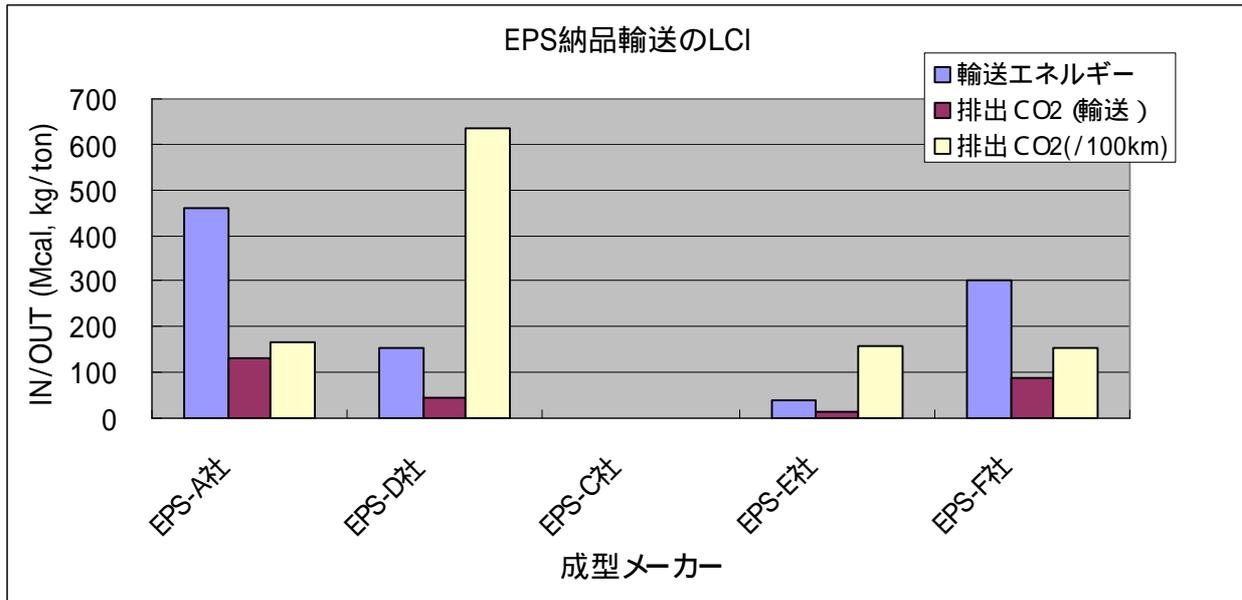


図 1-5-3. EPS 成形工程の LCI データ調査結果

(注) EPS-D社の100kmあたりの排出CO₂データには不備があるため無効データとした。

1-6. 段ボールの LCI データの調査結果

1-6-1. 段ボール原紙の LCI データ調査結果

段ボール原紙の LCI データは、段ボールメーカー 4 社と製紙連合会からのデータ提供があった。

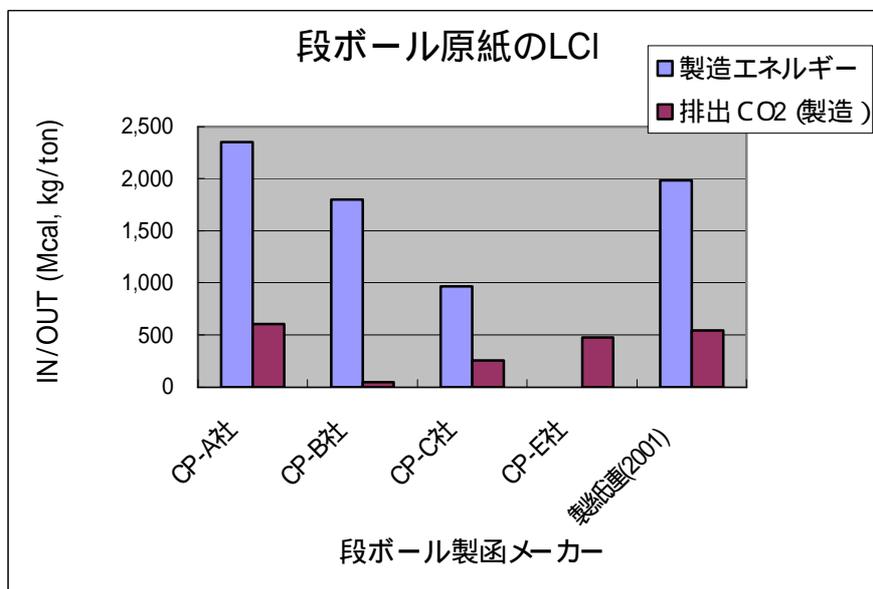


図 1-6-1. 段ボール原紙の LCI データ調査結果

(注) CP-B社の排出CO₂のデータには不備があるため無効データとした。

また、CP-E社の投入エネルギーについては社内事情により公開されなかった。

1-6-2. 段ボール製函工程の LCI データ調査結果

段ボール製函工程の LCI データは、段ボールメーカー 11 社からのデータ提供があった。

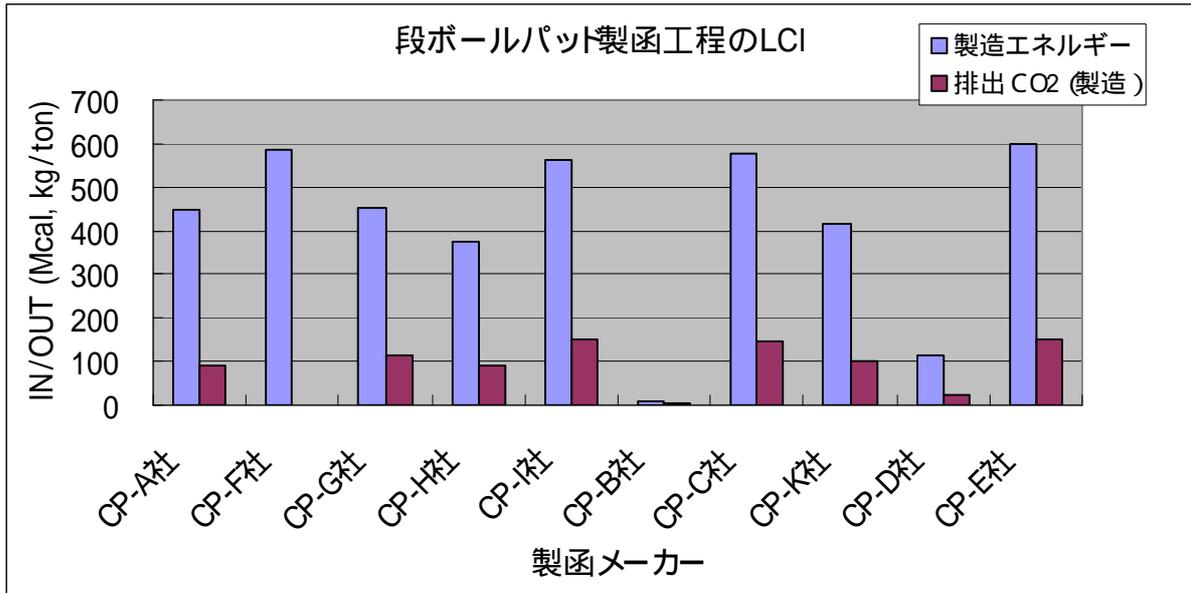


図 1-6-2. 段ボール製函工程の LCI データ調査結果

(注) CP-B 社、CP-D 社、CP-J 社データは不備があるため無効データとした。

1-6-3. 段ボール納品輸送の LCI データ調査結果

段ボール納品輸送の LCI データは、10 社からデータ提供があったが、輸送距離がそれぞれ異なるため、輸送距離を 100km に統一換算して比較を行った。

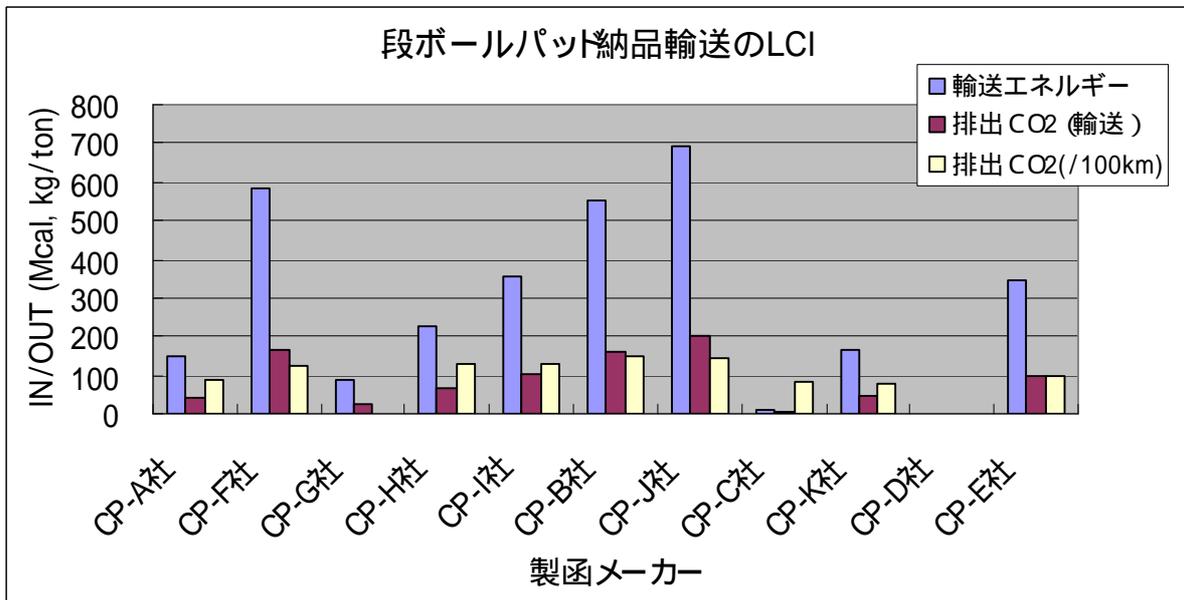


図 1-6-3. 段ボール納品輸送の LCI データ調査結果

(注) CP-G社から提供のあったデータには走行距離の記載がなかったため無効データとした。

1-7. LCI データの集計

1-7-1. EPS 緩衝材の LCI データ集計結果

工程	IN/OUT	最小値 (/kg)	最大値 (/kg)	平均値 (/kg)	平均値 (/台)
原料	投入熱量(kcal)	6,850.00	6,850.13	6,850.09	2,308.48
	排出 CO ₂ (g)	1,860.00	1,862.36	1,861.57 (1,159.00)	627.35 (390.58)
成型	投入熱量(kcal)	13,701.42	15,138.50	14,314.13	4,823.86
	排出 CO ₂ (g)	3,616.03	6,539.81	5,596.61 (4,138.00)	1,886.06 (1,394.51)
輸送	投入熱量(kcal)	539.51	575.00	553.31	186.47
	排出 CO ₂ (g)	155.22	165.43	159.19	53.65
合計	投入熱量(kcal)	21,090.93	22,563.63	21,717.53	7,318.81
	排出 CO ₂ (g)	5,631.25	8,567.60	7,617.37 (5,456.19)	2,567.05 (1,838.74)

表 1-7-1. EPS 緩衝材の LCI データ集計結果

- (注) 1. 輸送は、走行距離を 100km に換算したものを使用。
 3. 合計は、表中の工程を合計したもので、単一メーカーとしてのデータではない。
 4. ()内の数値は、50%再生 EPS を使用した場合の排出 CO₂。(日立化成提供データ)

1-7-2. 段ボール緩衝材の LCI データ集計結果

工程	IN/OUT	最小値 (/kg)	最大値 (/kg)	平均値 (/kg)	平均値 (/台)
原紙	投入熱量(kcal)	966.80	2,350.66	1,774.48	2,164.87
	排出 CO ₂ (g)	253.50	608.29	471.14	574.79
製函	投入熱量(kcal)	375.78	598.03	502.19	612.17
	排出 CO ₂ (g)	92.27	152.70	121.17	147.83
輸送	投入熱量(kcal)	271.48	525.71	595.05	725.96
	排出 CO ₂ (g)	78.10	151.25	113.65	138.65
合計	投入熱量(kcal)	1,614.06	3,474.44	2,871.72	3,503.50
	排出 CO ₂ (g)	423.87	912.24	705.96	861.27

表 1-7-2. 段ボール緩衝材の LCI データ集計結果

- (注) 1. 輸送は、走行距離を 100km に換算したものを使用。
 2. 合計は、表中の工程を合計したもので、単一メーカーとしてのデータではない。

1-7-3. EPSと段ボール緩衝材のLCIデータ単位質量当たり比較

工程	IN/OUT	EPS パッド 平均値(/kg)	段ボールパッド 平均値(/kg)	- (/kg)	/ (%)
原料	投入熱量(kcal)	6,850.09	1,774.48	5,075.61	25.90
	排出 CO ₂ (g)	1,861.57	471.14	1,390.43	25.31
製造	投入熱量(kcal)	14,314.13	502.19	13,811.94	3.51
	排出 CO ₂ (g)	5,596.61	121.17	5,475.44	2.17
輸送	投入熱量(kcal)	553.31	595.05	-41.74	107.54
	排出 CO ₂ (g)	159.19	113.65	45.54	71.39
合計	投入熱量(kcal)	21,717.53	2,871.72	18,845.81	13.22
	排出 CO ₂ (g)	7,617.37	705.96	6,911.41	9.27
	(50%再生 EPS)	(5,456.19)		(4,750.23)	(12.94)

表 1-7-3. EPS と段ボール緩衝材の LCI データ単位質量当たり比較

1-7-4. EPS と段ボール緩衝材の LCI データ台当たり比較

工程	IN/OUT	EPS パッド 平均値(/台)	段ボールパッド 平均値(/台)	- (/台)	/ (%)
原料	投入熱量(kcal)	2,308.48	2,164.87	143.61	93.78
	排出 CO ₂ (g)	627.35	574.79	52.56	91.62
製造	投入熱量(kcal)	4,823.86	612.17	4,211.69	12.96
	排出 CO ₂ (g)	1,886.06	147.83	1,738.23	7.84
輸送	投入熱量(kcal)	186.47	725.96	-539.49	389.32
	排出 CO ₂ (g)	53.65	138.65	-85.00	258.43
合計	投入熱量(kcal)	7,318.81	3,503.50	3,815.31	47.87
	排出 CO ₂ (g)	2,567.05	861.27	1,705.78	33.55
	(50%再生 EPS)	(1,838.74)		(977.47)	(46.84)

表 1-7-4. EPS と段ボール緩衝材の LCI データ台当たり比較

1-8. 考察

集計結果で示すように、排出 CO₂ について、段ボール緩衝材を EPS 緩衝材と比較すると、単位質量当たりで約 1/10、製品 1 台当たりで約 1/3 に減少しており、EPS 緩衝材より段ボール緩衝材は環境負荷が少ないことがわかる。但し、これは包装部材の納品までの工程であり、使用後の回収及び廃棄、CO₂ 以外の排出物質は含まれておらず、今後の研究課題としたい。

また、今回の調査サンプルの段ボール緩衝材は、EPS 緩衝材を使用していた包装仕様から包装外観寸法を変えずに設計されているため、緩衝能力の差については考慮していない。従って、EPS 緩衝材についても薄肉化等の改善の余地が残されているものと思われる。

以上を勘案しても、EPS 緩衝材を段ボール緩衝材に変更することは、環境負荷（特に CO₂ の排出）低減に大きな効果があることがわかった。

以上
文責 (株)リコー 田中 勇

付表 1 各種資源・エネルギーの生産・使用に伴う発熱量及び環境への排出量原単位

エネルギー	密度 kg/l	単位	資源の採取～製品輸送				使用時(燃焼時)の発熱量と環境への排出量											
			kcal	kgC /kg, l, Nm ³	gNO ₂	gSO ₂	平均発熱量 kcal/単位	炭素排出原単位 kgC/Mcal kgC/単位		NOx排出原単位 g/Mcal g/単位		SOx排出原単位 g/Mcal g/単位						
石炭																		
原料炭(国内)	-	kg					7,700	99.0000	0.76230	-	-	-	-	-	-	-	-	-
"(輸入)	-	kg					7,600	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
一般炭(国内)	-	kg					5,800	10.4220	0.60450	-	-	-	-	-	-	-	-	-
"(輸入)	-	kg	202.0	0.017	1.169	0.755	6,200	10.3440	0.64130	30.2419	1.87500	19.6774	1.22000					
コークス	-	kg					7,200	12.3000	0.88560	31.2500	2.25000	15.0079	1.08057					
コークス炉ガス	-	Nm ³					4,800	4.6000	0.22800	5.7250	0.27480	24.1458	1.15900					
高炉ガス	-	Nm ³					800	29.9000	0.23920	-	-	-	-					
転炉ガス	-	Nm ³					2,000	29.2000	0.41840	-	-	-	-					
電気炉ガス	-	Nm ³					2,000	29.2000	0.41840	-	-	-	-					
原油	0.85	l	335.0	0.023	0.966	1.411	9,250	7.8110	0.72250	11.6958	1.08000	27.5735	2.55055					
石油製品平均	0.80	l	1,002.0	0.066	1.204	1.617	9,100	7.8460	0.71400	37.2768	3.39000	0.0714	0.00650					
燃料用LPG	0.54	l	1,124.0	0.074	1.266	1.644	6,480	6.8330	0.44280	5.4792	0.36000	0.0114	0.00074					
化学原料用LPG	0.54	l	1,416.0	0.092	1.279	1.710	6,480	6.8330	0.44280	5.4792	0.36000	0.0114	0.00074					
石化向け分解用ナフ	0.69	l	805.0	0.053	1.168	1.573	8,000	7.6050	0.60840	6.3000	0.50000	0.8628	0.06903					
石化向けリフォーマ	0.80	l	1,453.0	0.095	1.286	1.718	8,000	7.6050	0.60840	14.6000	1.17000	1.0000	0.08000					
製品ベンゼン	0.88	l	1,905.0	0.124	1.368	1.819	8,890	7.8460	0.69750	14.4554	1.29000	0.9901	0.08802					
ガソリン揮発油	0.75	l	1,518.0	0.099	1.289	1.723	8,400	7.6580	0.64330	37.2768	3.13000	0.0714	0.00600					
ジェット油	0.78	l	635.0	0.042	1.129	1.525	8,700	7.6650	0.66690	23.5426	2.05000	2.8700	0.24969					
灯油	0.79	l	635.0	0.042	1.129	1.525	8,900	7.7480	0.68960	16.5484	1.47000	0.0710	0.00632					
軽油	0.83	l	757.0	0.050	1.151	1.552	9,200	7.8390	0.72120	21.7058	2.00000	0.6318	0.05812					
A重油	0.85	l	1,001.0	0.066	1.264	1.674	9,300	7.9110	0.73570	13.3455	1.24000	7.8611	0.73108					
B重油	0.91	l	1,001.0	0.066	1.264	1.674	9,600	8.0470	0.77250	13.8389	1.33000	13.6493	1.31033					
LSC重油	0.95	l	1,010.0	0.067	1.266	1.676	9,800	8.1800	0.80160	14.1473	1.39000	4.0698	0.39884					
HSC重油	0.95	l	550.0	0.037	1.183	1.573	9,800	8.1800	0.80160	14.1473	1.39000	42.6357	4.17829					
重質残渣油	1.00	l	392.0	0.027	0.976	1.424	9,900	8.2000	0.81180	14.1473	1.40000	32.7519	3.24244					
回収硫黄	-	l	335.0	0.023	0.966	1.411	-	-	-	-	-	-	-					
潤滑油	0.88	l	1,002.0	0.066	1.204	1.617	9,600	7.8460	0.75320	-	-	-	-					
炭化水素油	0.75	l	1,002.0	0.066	1.204	1.617	9,800	7.8460	0.76890	-	-	-	-					
精油所ガス	0.75	Nm ³					9,400	5.9240	0.55690	1.0068	-	0.0098	-					
オイルコークス	1.00	l	1,002.0	0.066	1.204	1.617	8,500	10.6120	0.90200	-	-	-	-					
天然ガス	0.75	Nm ³	289.1	0.019	1.019	0.808	9,800	5.6390	0.55260	5.6000	0.54880	-	-					
NGL	0.75	l	289.1	0.019	1.019	0.808	8,100	7.6050	0.72120	5.6859	1.99693	-	-					
LNG	0.84	kg	2,146.3	0.144	1.073	0.778	13,000	5.8380	0.75900	4.2215	-	-	-					
都市ガス	-	Nm ³					10,000	5.8390	0.58390	5.4792	0.54792	0.0114	0.00114					
木材	-	kg					5,700	11.1600	0.63610	-	-	-	-					
木炭	-	kg					-	12.5700	-	-	-	-	-					
練炭・豆炭	-	kg					-	10.7510	-	-	-	-	-					
パルプ黒液	-	kg					3,000	10.7510	0.32250	-	-	-	-					
一般廃棄物	-	kg					-	-	0.23920	-	-	-	-					
産廃(汚泥)	-	kg					-	-	0.30000	-	-	-	-					
産廃(廃油)	-	kg					-	-	0.80000	-	-	-	-					
産廃(排プラ)	-	kg					-	-	0.70000	-	-	-	-					
産廃(紙屑)	-	kg					-	-	0.45000	-	-	-	-					
産廃(木屑)	-	kg					-	-	0.45000	-	-	-	-					
石灰石	-	kg					-	-	0.12000	-	-	-	-					

出展：環境庁地球環境部「二酸化炭素排出報告書」1992年

電力1(火力)	kwh				2,209	0.19819			
電力2(構成加重平均)	kwh				2,228	0.12180	0.00042	0.00040	
電力3(石化動力P)	kwh				1,330	0.09350	0.00049	0.00036	
蒸気(重油ボイラ、工業用水)	kg				775	0.06132	0.10333	0.06092	
工業用水(工業用水化)	m ³				216	0.01172	0.00004	0.00004	
工業用水(循環、汲上)	m ³				446	0.02420			

工業用水(工業用水化)	m ³	0.097 kwh
工業用水(循環、汲上)	m ³	0.200 kwh

出展：(社)プラスチック処理促進協会「樹脂加工におけるインベントリデータ調査報告書」2001年1月

【気体体積・質量単位換算表】

気体	分子量	質量 kg/mol	標準気体の体積 (Nm ³ ・mol)	体積換算係数 kg/Nm ³	質量換算係数 kg/Nm ³
O	16	0.016	0.0224	1.400000	0.714286
C	12	0.012	0.0224	1.866667	0.535714
S	32	0.032	0.0224	0.700000	1.428571
N	14	0.014	0.0224	1.600000	0.625000
CO	28	0.028	0.0224	0.800000	1.250000
CO ₂	44	0.044	0.0224	0.509091	1.964286
SOx	64	0.064	0.0224	0.350000	2.857143
NOx	46	0.046	0.0224	0.486957	2.053571

1.濃度(Nm³)のNは、ノルマルと読み気体の標準状態0(絶対温度)1気圧を意味する

計算例：10m³のガスは、23℃では、10*(273+23)/273=10.84m³

基本式：P1V1/T1=P2V2/T2 (P:圧力 V:体積 T:絶対温度)

2.排出体積(Nm³)から排出質量への換算は、以下の式による

計算例：NOx 0.2Nm³の排出量は、0.2*2.05=0.41kg(通常はNO₂で計算する)

参考資料1 (発泡スチロールのLCA 日立化成工業株式会社 平成13年12月5日)

(日立化成工業株式会社様よりJBMAに提供された資料から抜粋したものです)

2. 発泡スチロールのLCA

日立化成工業株式会社 化成品事業部
五井開発グループ 発泡成形材料ユニット 加藤哲也
Tel:0436-23-8749 Fax:0436-22-2236
E-mail:tet-katou@hitachi-chem.co.jp

本資料は、発泡スチレン再資源化協会(JEPSRA)技術委員会 LCA チーム活動を通じて
情報収集・整理した資料をベースとしています

2-1. はじめに

発泡スチロール(以下、EPS と略す)や段ボールに代表される包装材料のLCAやLCA の調査は、過去に幾度かなされているが、それぞれのデータは視点の違い、単位の違い、エネルギー事情の違いにより、データの比較や互換性に課題があることから、第三者が比較検討を試みても、読む人の主観がはいつてしまうのが現状であった。また、LCAの概念は原料の採掘・伐採から最終処分までの各工程における環境への影響(消費エネルギー、炭酸ガスの発生、温暖化ガスの発生、水質汚染、資源の採取・伐採の直接的影響等)を総合的に判断するものである。しかしながら、全ての要因についてのデータを採取し、これを重みづけて比較することは多大の労力を要していた。

2-2. 調査対象の考え方とエネルギー・炭酸ガス原単位

2-2-1. 調査の考え方

紙系素材は過去に大気中に存在した炭素を木材として固定したバイオマスである故、炭酸ガス発生の取扱いが分かりづらい場合が多い。しかしながら、現代の全ての産業活動におけるエネルギー源は石油、天然ガス、原子力を主とした化石燃料の上に成り立ち、バイオマスである紙系素材もこれらの化石燃料の上に成り立っていることや、伐採した森林が元の状態に戻る術がほぼ完全に行われてこそ、バイオマスとして炭酸ガスに対する特例が成立するものとする。従って、本報告では実際に消費されたり、例えばパルプ製造において発生する黒液等のように、熱回収(焼却)された場合も、分かる範囲内でエネルギー消費や炭酸ガス発生としてカウントした。

2-3. EPSのLCAデータ

EPSのLCA データは、欧州ではドイツ学際研究共同体による「"EPS と段ボール包装材" のライフサイクル比較(LCA)」(1996年11月 JEPSRA 翻訳)、日本では(社)プラスチック処理促進協会「石油化学製品のLCA データ調査報告書」に調査結果が取りまとめられていることから、本報告では両者の単位を合わせてデータ比較を実施した。

表2-3. EPS ビーズ 1kg の製造に係わるエネルギー消費量と炭酸ガス発生量

引用文献名	エネルギー消費量 (Kcal/kg)	炭酸ガス発生量 (Kg-CO2/Kg)
ドイツ学際共同研究体	6420	0.14
(社)プラスチック処理促進協会	6850	1.86
SAFEL-250	8309	2.40

表2-3. にEPS ビーズ 1 kg の製造に係わるエネルギー消費量と炭酸ガス発生量を示した。エネルギー消費量は各データとも6420 ~ 8309kcal/kg で信頼性が高いと思われるが、炭酸ガス発生量は、ドイツ学際共同研究体によるデータが1桁少ないものとなっている。重油が持つエネルギーと炭酸ガス発生量の関係から、例えば6420 kcal のエネルギーを重油で得ようとした場合、炭酸ガス発生量=3.05*(6420/10690)= 1.83 kg-CO₂/kg であることから、誤植(翻訳元であるJEPSRA に関い合わせた)が、原本からこの数値が採用されており、真偽は不明である)以上より、EPSビーズ1kg の製造に係わるエネルギー消費量と炭酸ガス発生量は、日本国内のメーカをデータソースとした(社)プラスチック処理促進協会が公表している数値である、EPS の製造に要するエネルギー850kcal/kg、炭酸ガス発生量1.86kg-CO₂/kgを採用することが妥当と思われる。以降もちいるデータ比較には、これに成形工場までの輸送エネルギーを加えた値である、エネルギー6919kcal/kg、炭酸ガス発生量1.89kg-CO₂/kgを採用した。

2-3-1. EPS 成形に係わるエネルギー消費量と炭酸ガス発生量

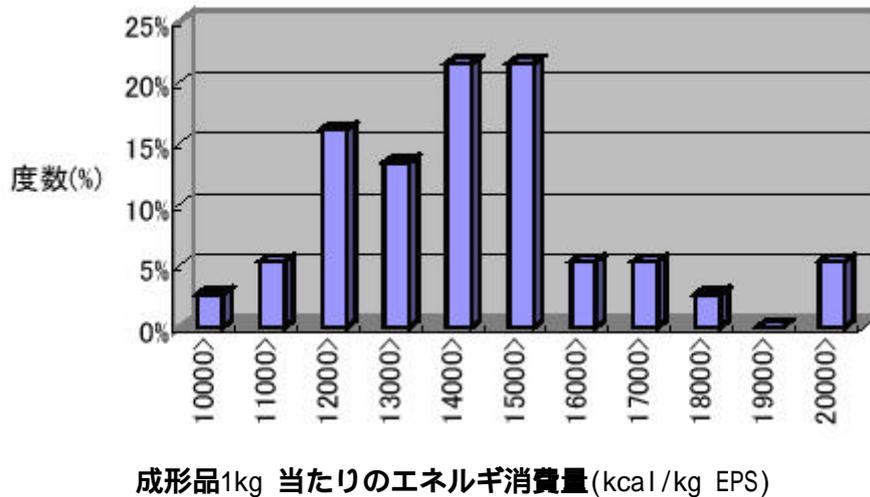
日本における一般的なEPS の成形に要するエネルギー消費量と炭酸ガス発生量のデータは、引用文献(プラ処理協編「樹脂加工におけるインベントリデータ調査報告書」)に、ヨーロッパにおけるデータは、引用文献(ドイツ学際共同体編「EPS と段ボール包装材のライフサイクル比較(LCA)」)に記載されている。表2-3-1. に比較結果を示した。

表2-3-1. 発泡成形工程でのエネルギー(EL)消費量と炭酸ガス発生量

データソース		引用文献 2		引用文献 4			
データ採取地域		日本		ヨーロッパ			
条件	成形品形状	魚箱本体		56*56*6cm		(単位換算後)	
	密度			20	(kg/m ³)	50	(倍)
	重量			380	(g)		
輸送	加工メーカへ			4	(MJ/20kg)	48	(Kcal/kg)
	ユーザーへ			38	(MJ/20kg)	454	(Kcal/kg)
エネルギー	蒸気	14491	(Kcal / kg)	464	(MJ/20kg)	5542	(Kcal/kg)
	電力			160	(MJ/20kg)	1911	(Kcal/kg)
	合計			624	(MJ/20kg)	7453	(Kcal/kg)
CO ₂	蒸気	4.48	(kg-CO ₂ /kg)	29.93	(kg/20kg)	1.50	(kg-CO ₂ /kg)
	電力			7.42	(kg/20kg)	0.37	(kg-CO ₂ /kg)
	合計			37.35	(kg/20kg)	1.87	(kg-CO ₂ /kg)

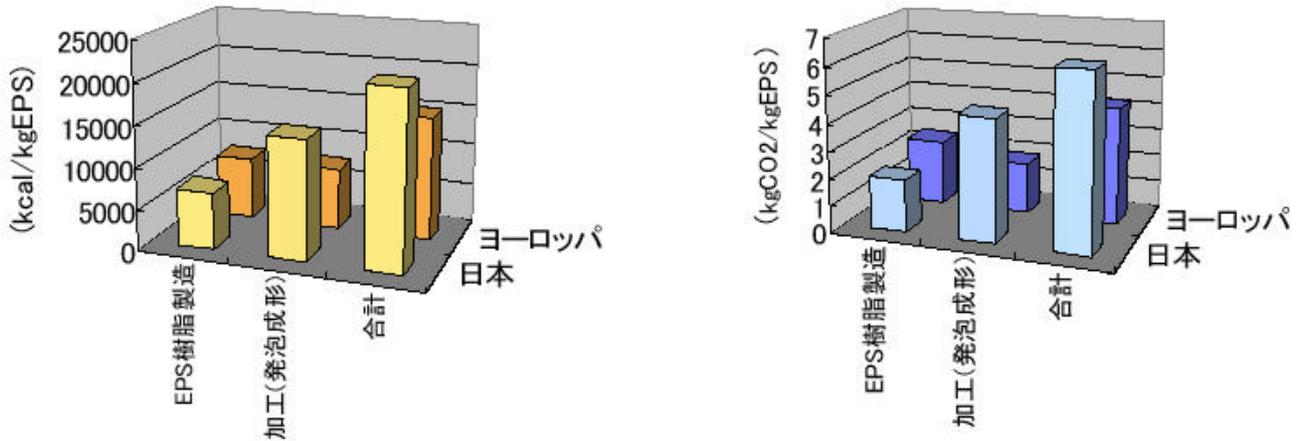
表2-3-1. から、EPSの成形に要するエネルギーはヨーロッパのそれに対し、日本では約2倍を消費している。しかしながら、発泡体が機能を果たすのは容積であるが、日本国内で一般的に使用される魚箱の発泡倍数は60倍であることから、その差は20%改善されが、この差を解消するに至らない。この理由は、日本国内では発泡成形品としての品質(ビーズ同士の融着)と材料コストの低減効果を重視した結果、トータルではより経済的に優位である為と推定される。引用文献では成形工程でのエネルギー使用量は合計で11869kcal/kgとされており、表2-3-1. に記載した総括資料と異なる結果になっているが、発行元に問い合わせたところ、総括資料が正しい値とのことであったことから、本報ではEPSの加工(発泡成形)に要するエネルギー消費量は14491kcal/kg EPS、炭酸ガス発生量は4.481kg CO₂/kg EPS を採用することとした。ただし、引用文献総括資料のデータを再確認するとエネルギー消費量の幅は、9026~1447kcal/kg、炭酸ガス発生量2.693~6.218 と非常に幅の広いものとなっている。そこで、改めて、日本国内におけるEPS成形品1kgを製造するためのエネルギー消費量を調査した結果を図1. に示した。引用文献の値と、図1. を比較すると、中央値やばらつき範囲は同等であり、データの正しさが再確認できた。

図1 日本におけるEPS 成形工場のエネルギー使用量分布



(3)発泡成形品LCA データの比較

図3. EPS 成形品製造に関わるエネルギー消費量 図3. EPS 成形品製造に関わる炭酸ガス発生量



2-3-1 . 材料面からみたLCAデータ比較

前項では、単位重量当たりのエネルギー消費量と炭酸ガス発生量を収集してきた。その結果表2-3-1 . にまとめて示した。

表2-3-1 . EPS 包装材、段ボール製包装材の単位重量当たりのLCA 比較

項目	(単位)	EPS			段ボール		
		原料製造	成形加工	合計	原反製造	包材への加工	合計
エネルギー消費量	(Kcal/Kg)	6919	14491	21410	3822	367	4189
炭酸ガス発生量	(Kg-CO2/Kg)	1.89	4.48	6.37	0.522	0.05	0.572

同一重量の包装材では、エネルギー消費量は 紙系包材(段ボール)/EPS 重量比(以下、紙/EPS比という) = 21410/4189 = 約5 と考えられる。すなわち、エネルギー消費量から見たとき、紙/EPS 比が5 を越えるとEPS の方が環境に優しく、5 以下では紙系包材(段ボール)が優位となることを意味している。図1. に示した日本におけるEPS 成形工場のエネルギー使用量分布を見たとき、成形加工で採用した値から、工場管理を徹底することで30~40%を少なくできると見込めることより、今後、EPS成形での省エネルギーが課題である。仮に、30%の省エネルギーが出来たなら、EPS/紙比率は、4 まで抑えることが可能となる。

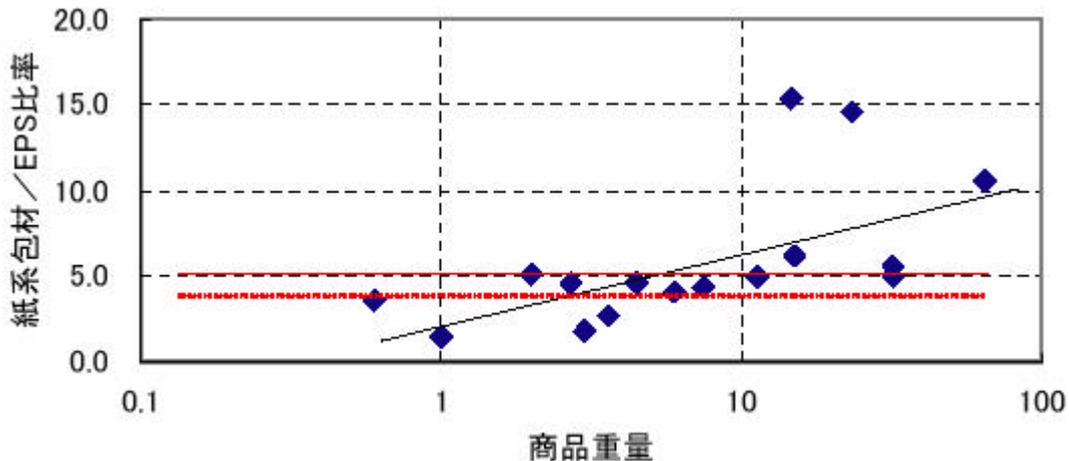
2-3-2 . 機能面からみたLCAデータ比較

つぎに、種々の製品の包装を紙系包装材とEPS で実施したときの包装材の重量を調べた。その結果を表 1 4 および図 2 に示した。図 4 の結果から、おおよそ被包装製品の重量が2 ~ 5 kg を越えるとEPS が優位でありそれ以下の軽量包装では紙系包材が優位であると言える。しかしながら図 4 は、EPS から紙系包装材へ切り替えたときの比率であり、逆に紙系包装材からEPS 素材への変更を実施した場合、同一設計基準で設計するとこの値は、圧縮されたものとなると推定される。

表2-3-2 . 紙系包材 / EPS 使用比率

被包装商品	商品重量 (kg)	EPS (g)	紙系包材 (g)	使用比率
エアコン	65	108	1140	10.6
アイロン	1	20	30	1.5
ビデオデッキ	11.3	208	1044	5.0
FAX電話機	2.7	68	314	4.6
デジカメ	0.6	50	182	3.6
CD-ROM	6	272	1107	4.1
TV(15インチ)	14.7	169	2600	15.4
TV(21インチ)	23.4	240	3500	14.6
モニタ(18インチ)	32	860	4800	5.6
プリンタ	15	160	990	6.2
掃除機	3	120	220	1.8
ジャー炊飯器	3.6	110	300	2.7
水洗式便座	4.5	200	910	4.6
エアコン室内機	7.5	160	700	4.4
エアコン室外機	32	230	1150	5.0
ハイビジョンチューナ	2	80	410	5.1

図4 . 被包装商品重量と紙系包材 / EPS 比率



しかしながら、単位重量当たりのエネルギー消費量には大きな差があるものの、ダンボールに代表される紙・パルプとEPS を素材とした包装材は、それぞれの特徴を有する包装材料である。EPS は単位体積あたりの重量が非常に軽く、優れた緩衝特性と経済性を兼ね備えた素材であることは疑いの余地がないし、一方、段ボールは箱状に加工されることで包装収納材料として不可欠であり、且つ、現にリサイクルされている優れた素材である。

このことから、軽量物で被包装製品の比強度が自重との関係で強い場合は、段ボールの加工品が適し、被包装製品が重量物でそれ自身の強度向上より、緩衝包装材を採用することが経済的に優位である場合は、EPS を採用することが、エネルギー バランス上も、経済上も優位であると言える。すなわち、包装材料として段ボールとEPS を考えたとき、ある面では競合し、又ある面では、補完しつつ、経済性と環境負荷の両面から最適な包装設計を行わなければならない。

2-4 . 結言

EPS、及び、段ボールの環境への影響調査を行う目的で、過去に刊行された、日本、およびヨーロッパにおける調査資料をベースにLCA 比較を実施した。取りまとめた結果を表13に示した。包装材料としての単位重量あたりのエネルギー消費量は、EPS 成形品が紙系包装材料(段ボール)に比較し、約5倍と高いが、EPS は単位体積あたりの重量が非常に軽量であることに加え、包装材料は容積が機能と等価であるとの認識もあることから、単に重量あたりのエネルギー議論は意味がない。EPS とダンボールは、本来それぞれ自身を持つ特性から、お互いに機能を補完すべき関係にあるがどちらを主たる包装材料として用いるかは、エネルギー消費量から見たとき、図4にあるよう、被包装製品の重量が2～5 kg 以下では段ボールとその加工品が優位であり、それを越える場合はEPSの方が優位であると言える。

しかしながら、日本国内におけるEPS は他のプラスチック加工品やヨーロッパでの値に比較し、成形工程での熱効率が低いことに由来してエネルギー消費量が多いこと、EPS のマテリアルリサイクル率が他のプラスチックに比較し高いレベルにあるものの、紙・パルプ製品のリサイクル率55%には及ばず、加えて、マテリアルリサイクルの殆どが包装材料から非包装材料へのリサイクルであること、が問題点である。

すなわち、EPS 包装材料の課題は、成形工程での熱効率の向上によるLCA 値の低減、包装材料から包装材料へのリサイクル推進によるマテリアルリサイクル率の向上、ユーザ、樹脂メーカ、加工メーカが提携したEPS品位再設定とリサイクルEPS の普及、である。今後、これら3点の課題を解決し、「包装材料としてのEPSが「正當に評価される土壌」を作り、より正確な情報を広報活動に組み込んでいく必要がある。

以上

3. LCAの概要と日本事務機械工業会 (JBMA) の取組み

3-1 LCAの概要

LCAとは、製品やサービスに関して原材料の採掘から廃棄・リサイクルに至るすべての段階で与える環境への影響を、定量的に評価する手法である。そして、その評価結果を踏まえ、製造工程や製品設計の改善、原材料の選択などを行い、ライフサイクル全体で環境に与える負荷を低減させることを目的としている。

3-1-1 LCAの歴史

LCAの歴史は、1969年に米国で実施されたコカコーラの飲料容器に関する環境影響評価に始まる。このときには、リターナブルビンと使い捨てのボトルが比較された。1970年から1975年にかけて、米国ではさまざまなLCAが実施され、これらの成果は米国環境保護庁 (USEPA) によってまとめられた。1979年には、米国の化学関係者を中心にしてSociety of Environmental Toxicology and Chemistry (SETAC) というネットワークが結成された。化学薬品は製造・使用段階でのリスクが高いため、これらのリスク解析に関係してきた研究者がLCA開発の中心だった。1980年代に入り、ヨーロッパでも環境保護運動が盛んになり、1984年にスイス連邦内務省環境局 (BUWAL) は「包装材料のエコバランス」という報告書を発表した。これが、スイスのミグロスという生協のLCA活動に発展していった。1985年にEC環境委員会は「液体容器政令」を可決し、EC加盟国内の企業に容器に関する資源エネルギー利用の監視を義務づけ、ヨーロッパにおけるLCA研究に火をつけた。1990年には、欧州プラスチック製造協会がプラスチックに関する研究グループを組織し、ミグロスの包装材料に関しエコバランスを発表した。この間、乱立したLCAの概念の整理、LCA手法の確立をするため、1991年にはSETACとオランダのライデン大学から、そして1992年にはUSEPAからLCA実施手法とマニュアルが発表された。1992年になると、LCAに関する国際基準策定の必要性が指摘されるようになり、ISO (国際標準化機構) における環境マネジメント規格である14000シリーズの一部として、LCA国際基準が環境専門委員会 (TC207) の第5分科会 (SC5) で検討されることになった。

日本においては、1991年に (社) プラスチック処理促進協会が通商産業省 (現、経済産業省) の補助金によってはじめて容器包装材のLCAを実施した。同年には、日本生活協同組合連合会もLCA手法によって容器包装材の環境影響に関する比較研究を実施している。これ以後、日本においても個別のLCA研究は進められてきた。組織的な対応やデータベースの作成などについては、経済産業省主導のもと最近になってやっと始められたというのが実態である。

3-1-2 LCAの概念

LCAの概念図を、図2-1-1 に示す。すなわち、製品のライフサイクルを通じて、資源・エネルギーなどのインプット (投入) と、環境への排出であるアウトプット (排出) を定量的に評価することが可能になる。インプットとしては、枯渇性資源、更新性資源、再生資源、各種エネルギーなどの消費量があり、アウトプットとしては、大気汚染物質、水質汚濁物質、固形廃棄物等の環境に負荷を与えているものがある。

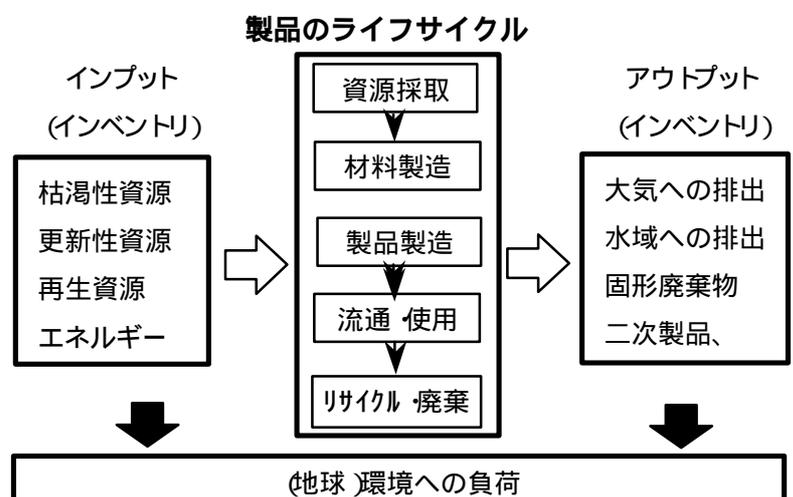


図 3-1-1 LCA の概念図

3-1-3 LCAの実施手順

LCAの実施手順は、ISO14040 によると図2-1-2 のように4つのステップに分けて考えられる。詳細については後述するが、以下に簡単に説明する。

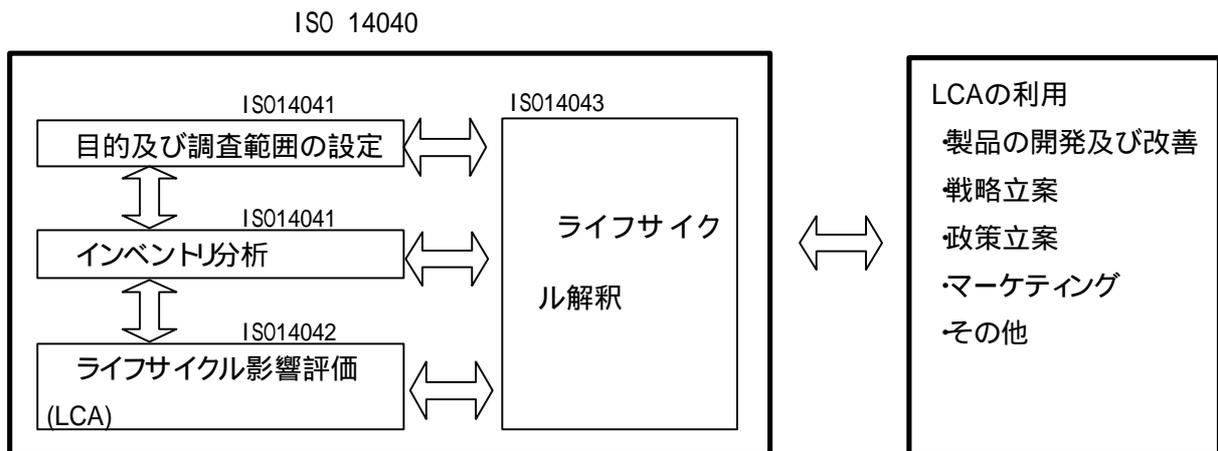


図 3-1-2 LCAの実施手順

目的及び調査範囲の設定

目的及び調査範囲の設定はLCAで最も重要な段階で、LCAの結果はこれらの設定によって大幅に異なってくる。結果は、設定した範囲内で有効であり、それを利用する際には、前提条件等を踏まえた上で行う必要がある。この段階が不明確であると、LCAにより得られた結果の客観性そのものが失われることになる。

インベントリ分析

インベントリ分析はLCAの基本となる部分で、現存する多くの事例はこの段階までのものがほとんどである。インベントリ分析とは、製品やサービスについて投入される資源やエネルギー及び各段階での排出物のデータを収集し、環境負荷項目に関するインプット/アウトプットの明細表を作成することである。このときのデータは、LCAの目的と範囲に合致するものでなければならない。この段階では、信頼できるデータをいかに収集するかが重要である。インベントリ分析には大別して積み上げ方式と産業連関方式がある。

a) 積み上げ方式

ある製品のライフサイクルに関するプロセスフローを作り、そのフローへのインプットとアウトプットのデータを調査し、環境負荷項目毎に負荷量を合計してインベントリを完成させる方法である。欧米で行われているLCAは、すべてこの積み上げ方式を用いている。

b) 産業連関方式

分類された産業及び製品（日本の産業連関表の場合、約500種類に分類）毎に、ある一年間の投入量と産出量の財（金額）による連関が、ひとつのマトリクスの形で表現されている産業連関表を用いて、ある製品またはサービスに係わるすべての投入量、産出量を行列計算で求める手法である。具体的には、ある製品やサービスのエネルギー資源（石油、石炭、LNG など）の総投入量を産業連関表から求め、各々のエネルギー資源の総投入量を熱量ベースに変換してから、CO₂ 排出量などを求める。積み上げ方式と産業連関方式の比較を表3-1-1 に示す。

表 3-1-1 積み上げ方式と産業連関方式の比較

方式	積み上げ方式	産業連関方式
長所	<ul style="list-style-type: none"> ・詳細に分析できる ・具体的なプロセス毎に分析するため、対策の検討が容易 	<ul style="list-style-type: none"> ・産業間の波及効果まで加味されるため、間接的な影響を見ることができる ・信頼性、透明性に優れる ・分析の労力が少ない
短所	<ul style="list-style-type: none"> ・分析するのに労力がかかる ・すべてのプロセスを網羅できない(データに漏れがやすい) ・間接的な効果を見逃しやすい 	<ul style="list-style-type: none"> ・多種多様な部品、材料に対応できない ・5年毎の統計データから算出されるため、新産業、新素材の分析が難しい ・輸入部品への適用時、正確さに欠ける

ライフサイクル影響評価

インベントリ分析で得られたデータを基に、環境にどの程度のインパクトを与えるかについて分析する段階。現時点では、環境負荷全体を総合的に評価する手法は確立されていない。ライフサイクル影響評価は、分類化 (Classification)、特性化 (Characterization)、正規化 (Normalization)、重み付け (Weighting) の4つの段階で構成される。

ライフサイクル解釈

インベントリ分析やライフサイクル評価の結果から、環境負荷又は環境影響を低減するための改善策を検討する段階。また、具体的にある改善策をとった場合の効果の計算を行い、改善効果についての評価を実施する。そして、これらの評価結果に基づき、効果的な改善策を選定する。

3-1-4 LCA の特徴

LCAを正しく使うには、その特徴をよく理解しておく必要がある。以下、要約すると、環境全体を考える(グローバル性)LCAでは、地域的な環境汚染だけでなく地球環境全体への影響を扱う。資源の消費も環境影響持続可能な発展という観点から、資源やエネルギーを消費することは重要な環境影響と見なされる。

環境影響のポテンシャルを測る手法色々な事象が地球環境へ及ぼす影響をポテンシャルとしてマクロ的に把握するものであり、自然環境や人間の健康への直接的影響を測るものではない。ポテンシャルと直接的影響の相互関係は地理的条件、気候条件等により必ずしも一定ではない。

手法の柔軟性

LCAは大枠として1-1-3項で述べた通り4つのステップで実行されるが、細部については目的に応じて様々な手法があり得る。つまり、LCAは画一的な手法ではなく、「目的指向」で柔軟な手法である。

インベントリデータの変動幅が大きい

LCAの基礎となるインベントリデータは、地域性や技術内容によって本質的にかなりの幅を持っている。加工組立が繰り返される複雑な製品の場合は、さらに大きな幅となる。このように、LCAでは、インベントリ分析の段階から、データ自身が大きな変動幅を持っていることを承知しておく必要がある。

評価の根拠は科学性と価値判断

ライフサイクル影響評価において、特定の影響領域内では科学的に影響度合を評価できるものもある。例えば、地球温暖化に対するCO₂とメタンの影響度合などである。しかし、LCAの結果に重要な影響をもたらすアロケーションの方法については、明確な科学的根拠はない。また、各影響領域に優先順位をつけ、

それを総合的に評価する（重み付け）根拠に完璧な科学性を求めることは難しい。価値判断に基づく社会的合意といった側面も重要である。

3-1-5 LCAの用途と注意事項

LCAはまだ発展途上の手法であり、方法論として確立を図っている段階である。これまでに色々な実施例があるが、いずれもLCAの要件を十分満たしているとは言い難い。今まで、世界中で包装材・容器等に関するLCAが数多く行われた。しかし、PETのようなプラスチックボトルとガラスビン、またアルミ缶やスチール缶についての比較結果をみると、それぞれ異なった評価結果が出ている。ある場合には、プラスチックボトルの評価が高く、またある場合には、ガラスビンやアルミ缶が一番高い評価を受けることがある。これは用いる手法が違ったり、データ源が異なり特定な国や地域にしか適用できなかつたり、または同種の手法とデータを用いても、分析や評価の前提条件が違ったりしているためである。それでは、LCAは不要なのかというところではない。事業者自らが製品に関する物質・エネルギー収支をとるために、製造プロセスの解析を行ったり、他の事業者や消費者の活動を評価し、それを製品の改良やプロセスの改善に活かしたりすることができれば、LCAを実施する意義は十分ある。

LCAの概念は「トータルとして環境負荷を低減する」という非常にわかりやすいものであるが、いざLCA手法を適用しようとするとき、まだ様々な困難が生じる。これは、基礎となるインベントリデータが整備されていないことが大きい。その他にもLCAの本質的な性格・特徴に起因していることが多い。すなわち、1)データの客観性、信憑性を担保できるか、2)科学的根拠だけでなく価値判断の結果でもあるLCAを普遍化できるか、という点が大きな課題となる。LCAを広く活用して行くには、上述の課題が解決されなければならないが、将来の可能性を含めて図2-1-3に示すような用途が考えられる。

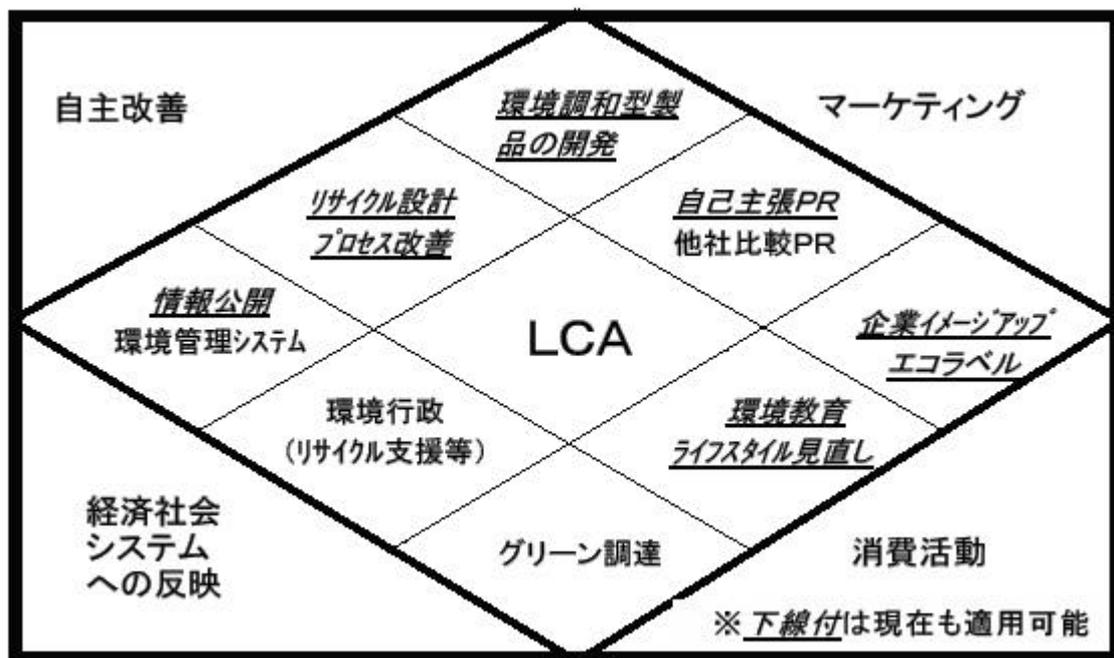


図 3-1-3 LCAの用途例

3-1-6 LCAの開発状況

ISO の状況

ISO（国際標準化機構）では、LCAの規格化が進められている。現在の状況は、表2-1-2の通りで、ほとんどの規格が発効されている。

表 ISO での LCA 規格化の状況

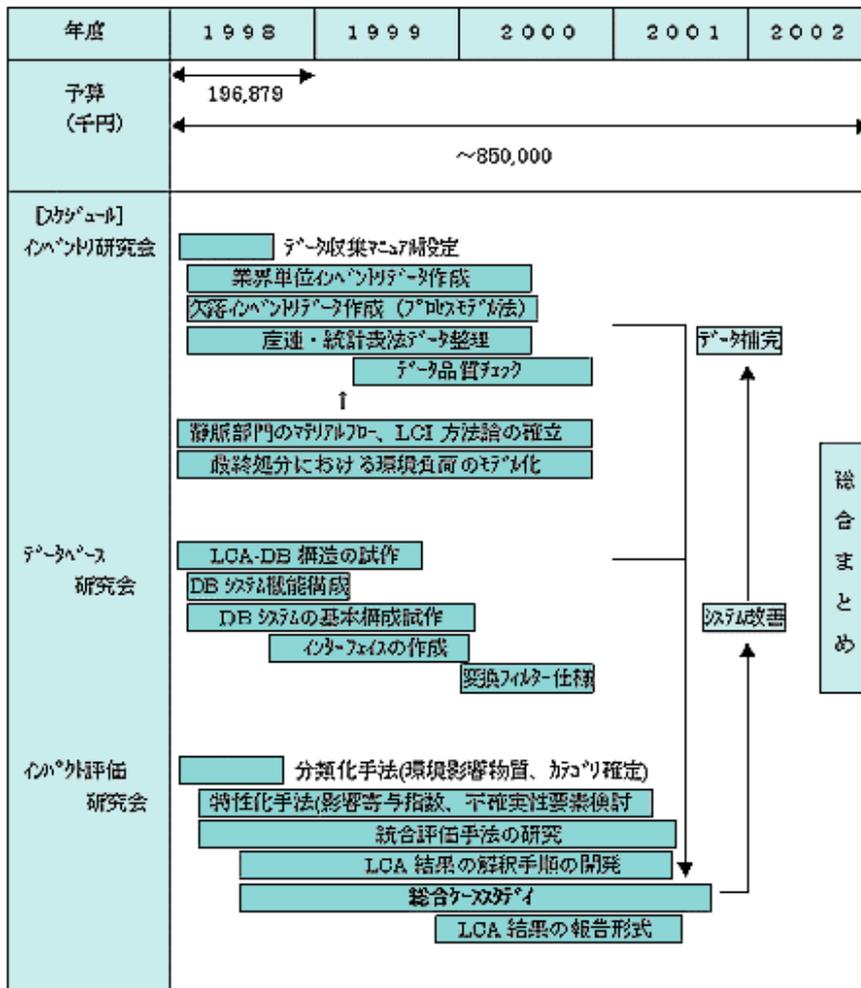
規格番号	段階	内容	備考 (J I S)
ISO 14040	I S (1997)	LCA の原則及び枠組み	JIS Q 14040(1997)
ISO 14041	I S (1998)	目的と範囲の設定及びインベントリ分析	JIS Q 14041(1999)
ISO 14042	I S (2000)	ライフサイクル影響評価	JIS Q 14042(2002)
ISO 14043	I S (2000)	ライフサイクル解釈	JIS Q 14043(2002)
ISO/TR 14047	DTR	影響評価事例集	未発行
ISO/TR 14048	TS (2002)	データフォーマット	未発行
ISO/TR 14049	TR (2000)	インベントリ分析の適用事例	TQR 0004(2000)

注：IS (International Standard)、TR (Technical Report)、DTR (Draft Technical Report、TS (Technical Specification)

日本の状況

LCA の研究に関しては、欧米が進んでいると言われているが、日本でも最近研究が活発化している。1995 年 10 月、通商産業省（現、経済産業省）主導で（社）産業環境管理協会内に「LCA 日本フォーラム」が設置され、日本における LCA 手法とデータベースの構築に向けた検討がスタートした。1997 年 6 月には、その検討結果が報告書という形でまとめられ、日本における LCA の方向付が提言された。それを受け、1998 年 10 月より通商産業省主導の国家プロジェクトである「LCA プロジェクト」が、同じく（社）産業環境管理協会内に設置され、LCA 手法の確立とデータベースの構築を目標に、5 年間かけて具体的な取組みが行なわれており、2003 年 3 月にはデータベースが一般公開される予定である。

LCA プロジェクトの予算とスケジュール



以上

包装用緩衝材の LCA 研究報告

平成 15 年 3 月

発行 社団法人 ビジネス機械・情報システム産業協会

〒105-0001 東京都港区虎ノ門 1 丁目 21 番 19 号

秀和第 2 虎ノ門ビル

電話 : 03-3503-9821 FAX : 03-3591-3646

URL: <http://www.jbmia.or.jp>