

2. リデュース製品の総合評価及びリサイクル性の調査

2.1 リデュース製品等容器包装の LCA 評価事例の整理

リデュース製品等容器包装の LCA 評価研究を行っている事例について、文献調査により収集した。情報収集にあたっては、文献検索データベース（JICST）各社の環境報告書などを利用した。また、LCA データの収集範囲は、容器包装のライフサイクル全体とし、製造（資源採取、原材料の製造、包装容器の製造・加工、包装容器の使用（内容物の充填））、流通、消費、収集・選別保管、廃棄、リサイクルに関連する情報を収集した。

表 2-1 に、リデュース製品等容器包装の LCA 評価取組事例について一覧を示す。これらの事例の特徴は以下の通りである。

事例ごとに見ると、事例 No.1～No.8、No.10～No.11 の事例は、リデュースによる効果について LCA 評価を行った事例である。具体的には、アルミ缶、スチール缶、ガラスびん、ペットボトルの軽量化による効果や、プラスチック製容器包装の詰替製品化による効果が評価されている。

また、事例 No.12～No.13 については、リデュース製品の LCA 評価ではないが、LCA 評価を実施する際の基礎情報となるような、各種容器包装の LCI データが示されている。

なお、事例 No.9 についても、リデュース製品の LCA 評価ではなく、各種容器包装の分別収集・運搬に係る環境負荷データが示されているため、参考情報として掲載した。

容器包装の種類ごとに見ると、スチール缶、アルミ缶、ガラスびん、ペットボトル、プラスチック製容器包装についてはリデュースを評価した事例がある。

一方で、紙製容器包装、紙パック、段ボールは、リデュースを評価した事例は見られなかった。ただし、紙製容器包装は、紙パックについては、事例 No.7、No.12、No.13 で、容量の異なる複数の紙パック製品について LCI データが示されている。また、段ボールも、段ボールそのもののリデュース効果を評価した事例はないが、事例 No.3、No.8、No.12、No.13 では、段ボール以外の容器包装の外装材として、環境負荷量データが掲載されている。

なお、No.1～No.12 の事例については、表 2-1 の後に、詳細を個表に示した。

表 2-1 リデュース製品等容器包装の LCA 評価に関する事例 (1/3)

No.	文献名	容器包装の種類	概要	出典
1	ビール・発泡酒用新アルミ缶の LCA について(「キリン極生」用アルミ缶の環境優位性)	204 径アルミ缶、206 径アルミ缶、aTULC (350mL、500mL)	<ul style="list-style-type: none"> ・ 350mL、500mL での各容器の比較 ・ TULC の 350mL と 500mL の機能による比較 ・ TULC とリターナブルびん(従来、軽量)の比較 	川崎源雄、白倉昌、柏原実(キリンビール株式会社) 包装技術、Vol. 40、No. 6、pp. 558-562、2002
2	家庭用台所用洗剤の詰替製品による環境影響評価	汎用本体ボトル(600mL)、汎用詰め替えパウチ(500mL)、濃縮本体ボトル(300mL)、濃縮詰め替えボトル(500mL)	<ul style="list-style-type: none"> ・ 汎用と濃縮の比較 ・ 本体のみと詰め替え利用の比較 	佐藤剛(ライオン株式会社) 包装技術、Vol. 39、No. 9、pp. 816-821、2001
3	トイレットリー容器における環境対応～花王の取り組み～	ボトル(62g、500mL)、詰め替え(11g、400mL)	<ul style="list-style-type: none"> ・ ボトル製品と詰め替え製品の比較 	鈴木文人(花王株式会社) 包装技術、Vol. 43、No. 3、pp. 248-253、2005
4	LCA による商品容器の環境設計と評価(第 4 回)LCA による食品容器の環境設計(下)環境対応型金属容器 TULC の開発	金属缶(TULC、スチール DI、アルミ DI)	<ul style="list-style-type: none"> ・ TULC と DI 缶の缶製造工程における二酸化炭素、固形廃棄物排出量、水使用量の比較 ・ TULC のスチール DI 缶の全工程でのエネルギー消費量の比較 	堀口誠(東洋製罐) Packpia、Vol. 45、No. 11、pp. 36-38、2001
5	LCA による商品容器の環境設計と評価(第 5 回)LCA による食品容器の評価(1)リサイクルを考慮した金属容器の LCI 分析	金属缶(スチール DI (Drawing and Ironing; 絞りしごき缶)、アルミ DI)	<ul style="list-style-type: none"> ・ スチール缶とアルミ缶の各工程でのエネルギー消費量の比較 ・ TULC のスチール DI 缶の全工程でのエネルギー消費量の比較 	堀口誠(東洋製罐) Packpia、Vol. 45、No. 12、pp. 32-37、2001
6	LCA による商品容器の環境設計と評価(第 6 回)LCA による食品容器の評価(2)PET ボトルの LCI 分析(新時代の包装食品の価値を求め	ペットボトル炭酸用、耐熱用それぞれ 500mL、1500mL、ラベル、キャップ	<ul style="list-style-type: none"> ・ 用途別容量別ボトル本体製造時におけるエネルギー消費、二酸化炭素排出量の比較 ・ 用途別容量別製造時における工 	堀口誠(東洋製罐) Packpia、Vol. 46、No. 1、pp. 50-54、2002

表 2-1 リデュース製品等容器包装の LCA 評価に関する事例 (2/3)

No.	文献名	容器包装の種類	概要	出典
	て) -- (特集 3 包装設計の LCA 評価と欧州の環境包装)		エネルギー消費	
7	包装・容器設計における LCA 評価について	飲料容器 (ペットボトル、紙容器)	各容器の各プロセスにおけるインベントリ	藤森麻子 (大日本印刷) Packpia、Vol. 46、No. 1、pp. 44-49、2002 容器包装にみる LCA 的考察の事例
8	包装・容器設計における LCA 評価について	食品容器 (無菌充填、レトルト殺菌、冷凍流通)	各容器の各プロセスにおけるインベントリ	藤森麻子 (大日本印刷) Packpia、Vol. 46、No. 1、pp. 44-49、2002 容器包装にみる LCA 的考察の事例
9	容器包装の分別収集・運搬に係るコスト・環境負荷に関する検討	可燃ごみ、不燃ごみ、びん、缶、ペット、プラ容器、紙容器	(1) 各ごみ種の収集時間の予測 (2) ごみ非分別、分別のシナリオでそれぞれごみ種ごとの二酸化炭素発生量等を求めている。	松井康弘 (岡山大学大学院) 全国都市清掃研究・事例発表会講演論文集、Vol. 25、pp. 4-6、2004
10	軽量化ペットボトルによる環境負荷の低減	2L 長角 PET ボトル	従来の 62g ボトルと新 42g 軽量ボトルとの機能、製造法、環境付加に関する比較。	古谷文明 (キリンビバレッジ株式会社 技術部) JPI Journal Vol.43 No.9
11	環境製品宣言 タカラ有機本みりん 500ml Version 2005.11.24	タカラ有機本みりんの従来型のびん、超軽量びん	<ul style="list-style-type: none"> 超軽量びんの特徴 従来型のびんと超軽量びんの特徴 	HP: http://www.epd-eco.com/takara_j.pdf Registration Number: S-P-00042
12	容器包装に関する LCA 研究と容器包装リサイクルの検証 < その 3 > - 環境省の “ 容器包装ライフサイクル・アセスメントにかかわる調査事業 ” -	リターナブルびん <ul style="list-style-type: none"> ビールびん (500ml、633ml) 牛乳びん (200ml、900ml) PET ボトル <ul style="list-style-type: none"> 炭酸用 (500ml、1500ml) 	各容器の LCI データ 各工程における環境負荷 回収率向上による影響に関する分析	元川浩司 ((財) 政策科学研究所 / 主任研究員) PACKPIA JANUARY 2004 : 容器・包装の環境設計への評価

表 2-1 リデュース製品等容器包装の LCA 評価に関する事例 (3/3)

No.	文献名	容器包装の種類	概要	出典
		<ul style="list-style-type: none"> ・ 耐熱用(500ml、1500ml) 紙パック ・ 屋根型(アルミ:無し、容量:1000ml) ・ レンガ型 (アルミ:あり、容量:250ml) ・ レンガ型(アルミ:無し、容量:200ml) 		
1 3	平成 16 年度 容器包装ライフ・サイクル・アセスメントに係る調査事業 報告書 - 飲料容器を対象とした LCA 調査 -	リターナブルガラスびん(ビール、牛乳) ワンウェイガラスびん(炭酸、非炭酸) ペットボトル(炭酸、耐熱) スチール缶(3P ラミネート、2P ラミネート) アルミ缶(DI 缶) 紙パックレンガ型、屋根型(牛乳) 紙パックレンガ型アルミつき(清涼飲料)	各容器の LCI データの構築(エネルギー消費量、廃棄物排出量、CO ₂ 、NO _x 、SO _x 排出量)	政策科学研究所 平成 17 年 3 月

リデュース製品等容器包装のLCA評価に関する事例-1 (1/3)

文献名																																													
ビール・発泡酒用新アルミ缶のLCAについて(「キリン極生」用アルミ缶の環境優位性) 川崎源雄、白倉昌、柏原実(キリンビール株式会社) 包装技術、Vol. 40、No. 6、pp. 558-562、2002																																													
調査対象																																													
204径アルミ缶、206径アルミ缶、aTULC(350mL、500mL)																																													
調査項目																																													
エネルギー消費量、二酸化炭素、水消費量、固形廃棄物																																													
調査範囲																																													
原料製造、原料加工、製缶、充填、流通、回収、廃棄																																													
要点																																													
<ul style="list-style-type: none"> ・ 350mL、500mLでの各容器の比較 ・ aTULCの350mLと500mLの機能による比較 ・ aTULCとリターナブルびん(従来、軽量)の比較 																																													
条件																																													
<p>○LCA評価の条件</p> <ul style="list-style-type: none"> ・ アルミ缶の回収率：80.6% ・ 缶への使用率(回収アルミ缶の缶への再使用率)：74.6% <p>○調査対象の条件</p> <p style="text-align: center;">表1 調査対象品種のアルミ重量と樹脂量(g/缶)</p> <table border="1" style="width: 100%; border-collapse: collapse;"> <thead> <tr> <th rowspan="2"></th> <th colspan="3">アルミ重量</th> <th rowspan="2">樹脂重量</th> <th rowspan="2">合計</th> </tr> <tr> <th>胴</th> <th>蓋</th> <th>小計</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>350・204径蓋aTULC</td> <td>11.2</td> <td>3.2</td> <td>14.7</td> <td>0.7</td> <td>15.4</td> </tr> <tr> <td>350・204径蓋アルミ缶</td> <td>12</td> <td>3.2</td> <td>15.2</td> <td>0.2</td> <td>15.4</td> </tr> <tr> <td>350・206径蓋アルミ缶</td> <td>12</td> <td>3.9</td> <td>15.9</td> <td>0.2</td> <td>16.1</td> </tr> <tr> <td>500・204径蓋aTULC</td> <td>15</td> <td>3.2</td> <td>18.2</td> <td>0.9</td> <td>19.1</td> </tr> <tr> <td>500・204径蓋アルミ缶</td> <td>15</td> <td>3.2</td> <td>18.2</td> <td>0.3</td> <td>18.5</td> </tr> <tr> <td>500・206径蓋アルミ缶</td> <td>15</td> <td>3.9</td> <td>18.9</td> <td>0.3</td> <td>19.2</td> </tr> </tbody> </table> <ul style="list-style-type: none"> ・ キリンビールでは、1994年から環境負荷削減とコストダウンを目的に、206径蓋からアルミ使用量の少ない204径蓋を利用している。 ・ aTULCとは、東洋製罐㈱が開発し、キリンがビール・発泡酒用缶として実用化した環境に配慮したアルミ缶のことであり以下のような特徴がある。 ・ アルミ板材の無い外面にポリエステルフィルムをラミネートした後に成型加工するため、製缶時の洗浄・塗装・焼付け工程が大幅に簡略化され、エネルギー消費量が削減される。 ・ 潤滑材を使用しないドライ成形であるため、水は使用せず排水もほとんど発生せず、また固形廃棄物の発生量も削減される。 		アルミ重量			樹脂重量	合計	胴	蓋	小計	350・204径蓋aTULC	11.2	3.2	14.7	0.7	15.4	350・204径蓋アルミ缶	12	3.2	15.2	0.2	15.4	350・206径蓋アルミ缶	12	3.9	15.9	0.2	16.1	500・204径蓋aTULC	15	3.2	18.2	0.9	19.1	500・204径蓋アルミ缶	15	3.2	18.2	0.3	18.5	500・206径蓋アルミ缶	15	3.9	18.9	0.3	19.2
		アルミ重量					樹脂重量	合計																																					
	胴	蓋	小計																																										
350・204径蓋aTULC	11.2	3.2	14.7	0.7	15.4																																								
350・204径蓋アルミ缶	12	3.2	15.2	0.2	15.4																																								
350・206径蓋アルミ缶	12	3.9	15.9	0.2	16.1																																								
500・204径蓋aTULC	15	3.2	18.2	0.9	19.1																																								
500・204径蓋アルミ缶	15	3.2	18.2	0.3	18.5																																								
500・206径蓋アルミ缶	15	3.9	18.9	0.3	19.2																																								

リデュース製品等容器包装の LCA 評価に関する事例-1 (2/3)

結果

○ライフサイクル全体の環境負荷量

- ・ ライフサイクル全体の環境負荷量を見ると、aTULC が最も環境負荷量が少なく、次に 204 径蓋アルミ缶、最後に 206 径蓋アルミ缶の順となっている。
- ・ aTULC は 204 径蓋と比較するとエネルギー消費量は 12.8%減、二酸化炭素排出量は 13.6%減、水消費量は 6.2%減、固形廃棄物が 11.9%減となっている。
- ・ また、aTULC を 206 径蓋と比較するとエネルギー消費量は 15.6%減、二酸化炭素排出量は 16.4%減、水消費量は 10.0%減、固形廃棄物が 15.3%減となっている。

表 2 環境負荷量の比較 (350mL、1 缶あたり)

	エネルギー (消費量) (kcal)	二酸化炭素 (排出量) (g)	水 (消費量) (kg)	固形廃棄物 (排出量) (g)
aTULC	506	133	6.06	5.08
204径蓋アルミ缶	580	154	6.46	5.77
206径蓋アルミ缶	600	160	6.74	6.00

○各ステージでの二酸化炭素排出量の比較

- ・ aTULC では、製缶工程での二酸化炭素が大幅に削減されている。また、アルミ使用量を減らすことにより、原料製造ステージの二酸化炭素排出量についても削減される。
- ・ ポリエステルフィルム (樹脂) については、二酸化炭素排出量への影響度は少ない。

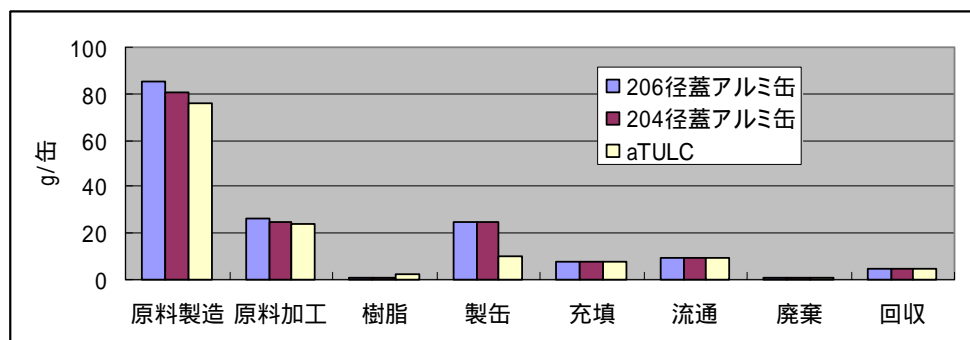


図 1 各ステージでの二酸化炭素の排出量比較 (350mL 缶)

○350mL 缶と 500mL 缶の比較

- ・ 500mL 缶は 350mL に比較してエネルギー消費量は 10.7%減、二酸化炭素の排出量は 11.4%減、水の使用量は 12.5%減、固形廃棄物は 13.2%減となった。

表 3 環境負荷量の比較 (500mL 缶、1 缶あたり)

	エネルギー (消費量) (kcal)	二酸化炭素 (排出量) (g)	水 (消費量) (kg)	固形廃棄物 (排出量) (g)
aTULC	645	169	7.58	6.30
204径蓋アルミ缶	728	193	7.79	7.09
206径蓋アルミ缶	747	198	8.06	7.32

リデュース製品等容器包装のLCA評価に関する事例-1 (3/3)

表4 350mL 缶と 500mL 缶の比較 (発泡酒 1L あたり)

	エネルギー (消費量) (kcal)	二酸化炭素 (排出量) (g)	水 (消費量) (kg)	固形廃棄物 (排出量) (g)
350mL aTULC	1,445	381	17.3	14.5
500mL aTULC	1,290	338	15.2	12.6
減少率 (%)	10.7	11.4	12.5	13.2

○aTULC とリターナブルびんの比較

- ・ aTULC はアルミ缶の中では環境優位性が高いが、リターナブルびん (大びん、炭酸飲料用) に比較すると劣っている。

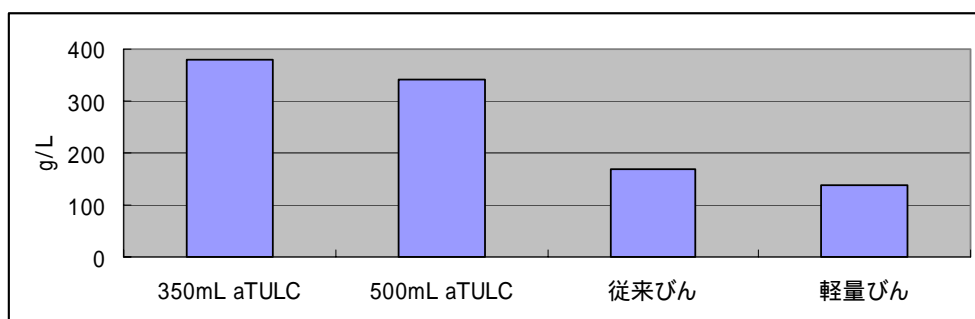


図2 二酸化炭素排出量についてびんとの比較 (ビール 1L あたり)

リデュース製品等容器包装のLCA評価に関する事例-2(1/4)

文献名
家庭用台所用洗剤の詰替製品による環境影響評価 佐藤剛(ライオン株式会社) 包装技術、Vol. 39、No. 9、pp. 816-821、2001
調査対象
汎用本体ボトル(600mL)、汎用詰め替えパウチ(500mL)、濃縮本体ボトル(300mL)、濃縮詰め替えボトル(500mL)
調査項目
エネルギー消費量、二酸化炭素排出量
調査範囲
1)原料・容器の製造、2)充填、3)使用、4)廃棄までの工程のうち、1)と3)をLCIの範囲とした。2)と4)を除外した理由は以下の通りである。また各工程間の輸送については、包材の購入ルートに依存するため範囲外とした。 <ul style="list-style-type: none"> ・包材の与える環境負荷を分析するのが目的のため充填工程を除外する ・現在プラスチックの回収方法が地方により対応がまちまちであるため廃棄工程の推定が困難
要点
<ul style="list-style-type: none"> ・汎用と濃縮の比較 ・本体のみと詰め替え利用の比較
条件
<p>調査対象の条件</p> <p>a)汎用台所用洗剤(本体のみ) b)汎用台所用洗剤(本体+詰め替え) c)濃縮台所用洗剤(本体のみ) d)濃縮台所用洗剤(本体+詰め替え) の4通りの使用形態を考慮し、現在の一般的使用形態であるd)のケースで詰め替え回数を5回に設定し、容量として濃縮:2,800mL(本体:300mL+詰め替え:500mL×5回、汎用の場合5,600mL相当)を機能単位とする。</p> <ul style="list-style-type: none"> ・製品の濃縮化により容器の小型化、詰め替え化により容器の再利用の効果がある。

結果

台所用洗剤用包材の LCI 分析

- ・ それぞれのパーツに対して製造プロセスに対応するインベントリデータを計算した (表 1)。
- ・ 表 1 のデータを用いて各容器 1 本当たりの総エネルギー消費量、CO2 排出量比較を行った (図 1、図 2)。1)各容器において、製造エネルギー (原料製造 + 加工) と資源エネルギーの比率は 50:50 と考えられる。2)内容物の濃縮化に伴う容器の小型化 (汎用本体 濃縮本体) により、エネルギー消費量は 35%、CO2 排出量は 50%削減された。3)汎用詰替容器は汎用本体容器に比べ、約 30%の環境負荷となる。4)濃縮詰替は汎用詰替の 2 本分相当であるため実質的には汎用詰替の 60 ~ 65%の環境負荷と考えられる。

表 1 各容器のインベントリデータ

		エネルギー(kJ/本)				CO2(g/本)	材質
		原料製造	加工工程	資源	合計		
汎用本体 ボトル	キャップ	168	153	360	680	9.8	PE
	ボトル	890	411	1,220	2,521	49.6	PET
汎用詰替パウチ		470		527	997	16.2	PA PE
濃縮本体 ボトル	キャップ	136	76	293	505	8.0	PE
	ボトル	384	412	753	1,561	18.5	PET 再生PET
濃縮詰替 ボトル	キャップ	52	26	98	176	3.0	PP
	ボトル	295	239	558	1,092	17.2	PP

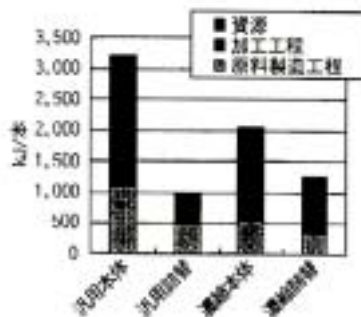


図 1 容器 1 本あたりエネルギー消費量

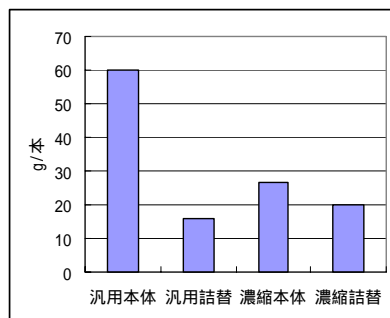


図 2 容器 1 本あたり CO2 排出量

リデュース製品等容器包装の LCA 評価に関する事例-2 (3/4)

○各使用形態（汎用本体、汎用本体 + 詰替、濃縮本体、濃縮本体 + 詰替）の LCI 分析

- ・ 各使用形態について、機能単位（濃縮タイプ 2,800ml 使用相当量）あたりの環境負荷を計算した（表 2、図 3、図 4）
- ・ 1)汎用・濃縮ともに「本体容器のみ」に比較して「本体容器と詰め替え容器」を使用することにより環境負荷が約 50～60%削減される。2)「汎用本体のみ」と比較して「濃縮本体容器 + 詰め替え容器」の組み合わせはエネルギー消費量で約 70%、CO2 排出量で約 75%削減される。

表 2 各使用形態におけるインベントリデータ（濃縮本体 + 詰め替え 5 回使用量相当）

		エネルギー(MJ)				CO2(g)
		原料製造	加工工程	資源	合計	
汎用 台所用 洗剤	本体のみ	9.87	5.26	14.75	29.88	554.5
	本体 + 詰替	5.76	0.56	6.85	13.17	221.7
濃縮 台所用 洗剤	本体のみ	4.96	4.56	9.75	19.27	247.5
	本体 + 詰替	2.27	1.81	4.33	8.41	127.9

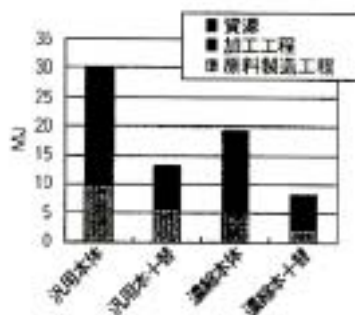


図 3 使用形態別エネルギー消費量

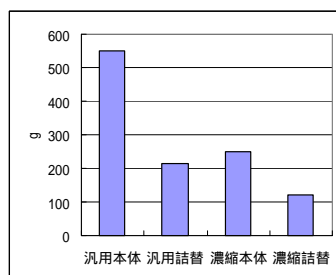


図 4 使用形態別 CO2 排出量

リデュース製品等容器包装の LCA 評価に関する事例-2 (4/4)

○詰替効果の検証

- ・ 濃縮本体容器 + 詰替容器の使用形態において、詰替回収による単位内容量あたりのエネルギー消費量・CO2 排出量の比較を行った。(図 5、図 6)
- ・ 1)本体容器 5 本相当分を使用(詰替容器約 2 本分)した場合、本体容器だけを使用する場合のほぼ半分のエネルギー消費量・CO2 排出量になり、10 回程度(詰替約 5 本程度)で約 40%で一定になる。2)この 40%は詰替容器の使用量が増加することにより、エネルギーの使用形態の中で詰替容器のみが影響するようになったためとみなせる。

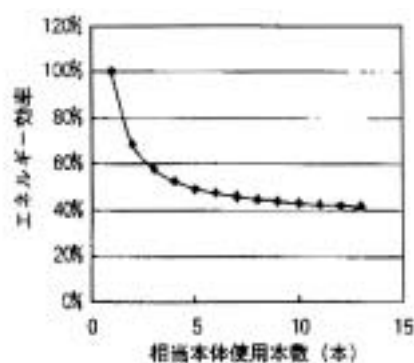


図 5 使用形態別エネルギー消費量

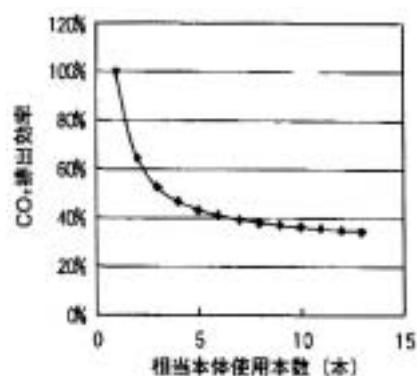


図 6 使用形態別 CO2 排出量

○まとめ

- ・ 1)現在の主な使用形態である「濃縮本体 + 詰替形態」は 10 年前の「汎用本体のみ」に比べエネルギー消費量で約 70%・CO2 排出量で約 75%の環境負荷削減を達成している。2)本体単体においても内容物の濃縮化・小型化により、1 本あたりの環境負荷は 10 年前に比較し約 35%削減されている。3)概して詰替容器 1 本の環境負荷は本体容器の約 30%である。4)濃縮台所洗剤において詰替の効果は 1 回の詰替(本体 2 本分相当)で約 50%の環境負荷削減になり、詰替を繰り返すことにより「本体のみ使用した場合」に比べ約 60%削減へ収束する。

リデュース製品等容器包装のLCA評価に関する事例-3 (1/4)

文献名
トイレタリー容器における環境対応～花王の取組み～ 鈴木文人（花王株式会社） 包装技術、Vol. 43、No. 3、pp. 248-253、2005
調査対象
ボトル（62g、500mL）、詰め替え（11g、400mL）
調査項目
二酸化炭素排出量
調査範囲
樹脂製造、容器成形、包材輸送、段ボール用原紙製造、商品の充填包装
要点
本体ボトルと詰め替えパウチのライフサイクル二酸化炭素排出量比較
条件
-
結果
<p>○詰め替え用・付け替え用の普及による包装材料使用量の削減</p> <ul style="list-style-type: none"> ・ ディスペンサー付き容器や、計量キャップ付き容器などの本品容器を何度も繰り返して使用できるように、詰め替え用商品の普及に努力している。図1に各製品の詰め替え、付け替え転換率の推移を示す（転換率：詰め替え・付け替え用がある製品の詰め替え・付け替え用の本数割合；当社データ）。消費者の環境意識の高まりを反映して、詰め替え商品への転換率は、多くの商品カテゴリーでおよそ80%に達している。
<p>図1 詰め替え用・付け替え用商品への転換率</p>

リデュース製品等容器包装の LCA 評価に関する事例-3 (2/4)

- これらの詰め替え商品の普及による樹脂削減効果をみるため、詰め替え商品がなかったと仮定した場合に必要な樹脂量を算出した結果を図2に示した。図2には、次項で説明するコンパクト化の効果も併記した。2003年度では、詰め替え商品がなかったと仮定した場合のおよそ6割の樹脂使用量であり、削減量は17,000万トンに達すると算出された。

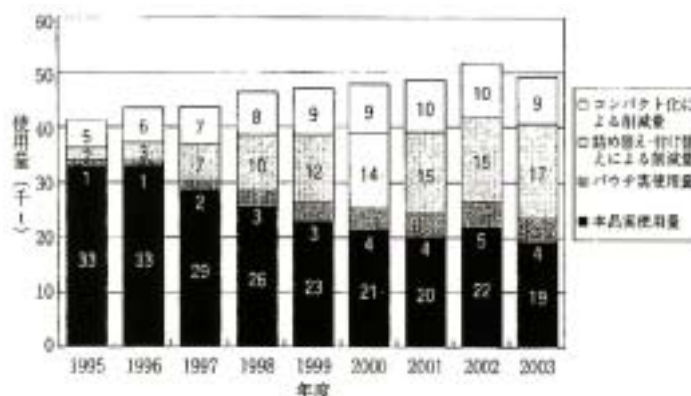


図2 詰め替え・付け替えおよび製品コンパクト化によるプラスチック使用量削減効果

○詰め替え容器の設計

- 詰め替え容器としては、軟包装のパウチ容器とボトル容器がある。1回で詰め替え切れる容量の場合はパウチを採用し、複数回詰め替える容量の場合はボトルを採用している。また、内溶液の保管上、フィルム包装が実施不可能な製品（カビとり剤など）は、ディスペンサーのみの再利用を目的に、付け替えボトルを採用している。これらの詰め替え容器について、樹脂量を比較した結果を表1に示す。表からもわかるように、樹脂量が少なく環境負荷が最も少ない詰め替え容器はパウチ容器である。

表1 各製品、本品に対する詰め替え・付け替え容器の重量比率

商 品 名	本 品		詰め替え・付け替え	
	形 式	形 式	形 式	本品容器に対する容積重量比 (単位容量当たり)
全身洗剤 ビオレ	ポンプつきボトル	パウチ	パウチ	21%
柔軟仕上げ剤 ハミング1/3	計量キャップ付ボトル	パウチ	パウチ	24%
浴室用洗剤 バスマジッククリン	トリガースプレヤー付ボトル	パウチ	パウチ	16%
台所用洗剤 キュキュット	キャップ付ボトル	詰め替えボトル	詰め替えボトル	43%
カビとり用洗剤 カビとりハイター	トリガースプレヤー付ボトル	付け替えボトル	付け替えボトル	56%

リデュース製品等容器包装の LCA 評価に関する事例-3 (3/4)

○本品ボトルと詰め替え用パウチの LCI 評価

- ・ 本品容器と比較して、詰め替えパウチ容器の CO2 排出量は製品単位容量あたり約 4 割小さくなっている。内訳を見ると、パウチは樹脂量が少ないため、樹脂製造の環境負荷が小さくなっている。ボトルと、パウチの成形工程を比較すると、単位重量あたりの CO2 排出量は工程数の多いパウチ製袋の方が 1.5 倍高い値を示すが、製品単位容量あたりに換算すると、樹脂量の少ないパウチは、本品ボトルの 4 割程度となる。一方、パウチはボトルと違い、荷重をさせられないため、頑丈なダンボールを使用する必要があり、ダンボール製造工程で、パウチの環境負荷が大きくなっていることがわかる。
- ・ 全体として、パウチの環境負荷は本品ボトルより小さくなる。

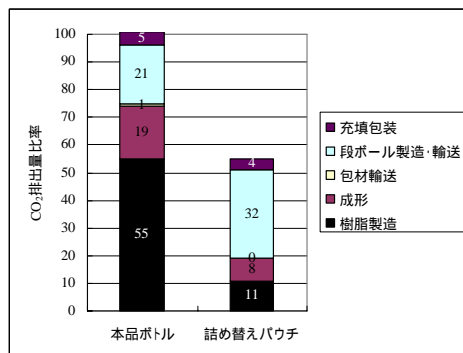


図3 本品ボトルと詰め替えパウチの LCI 比較 (単位容量あたりの CO2 排出量比較)

○本品ボトル中の製品の濃縮化

- ・ 当社では 1987 年のアタック発売以来、衣料用洗剤のコンパクト化を推進し、1 回の洗濯に使用する洗剤量は、在来型洗剤の 50%まで削減されている。
- ・ これに伴い容器包装の小型化も進み、1 回使用量あたりの包材重量で 60%の削減率を達成している。
- ・ 柔軟仕上げ剤においても、濃縮化し、使用量を 1/3 に削減することにより、容器包装について 1 回使用量あたりのボトル樹脂量で 20%削減を達成している。
- ・ これらコンパクト化により、プラスチックにおいては、当社の試算で年間約 9,000 トンのプラスチック削減が達成されている。

○本品ボトル樹脂量の最適化

- ・ ボトル樹脂量は圧縮強度、減圧変形耐性に大きく影響し、むやみに樹脂量を下げることができない。
- ・ 従来容器では、ボトルの樹脂量を増やすことでこの減圧変形に対応してきた。2004 年に改良した「カビとりハイター」のボトルでは、有限要素法シミュレーションを用い、減圧変形しにくい断面形状と、縦圧縮強度の強い肩形状を設計した。
- ・ これにより、ボトル重量として 16%削減した改良ボトルを開発できた。

リデュース製品等容器包装の LCA 評価に関する事例-3 (4/4)

○廃棄時への配慮

- ・ エアゾール容器では、オーバーキャップを直接缶と嵌合させることにより、肩カバーを廃止し、樹脂量を削減するとともに廃棄時の分別性にも配慮している。
- ・ 肩カバーが必要な製品では、はずせる肩カバーを採用している。このほか粉末洗剤において、紙箱をつぶせるような罫線加工などを実施している。

リデュース製品等容器包装の LCA 評価に関する事例-4 (1/2)

文献名
LCA による商品容器の環境設計と評価(第 4 回)LCA による食品容器の環境設計(下)環境対応型金属容器 TULC の開発 堀口誠 (東洋製罐) Packpia、Vol. 45、No. 11、pp. 36-38、2001
調査対象
金属缶 (TULC、スチール DI、アルミ DI)
調査項目
エネルギー消費量、二酸化炭素排出量、固形廃棄物排出量、水使用量
調査範囲
缶製造工程 (二酸化炭素、固形廃棄物、水) ライフサイクル (エネルギー)
要点
<ul style="list-style-type: none"> ・ TULC と DI 缶の缶製造工程における二酸化炭素、固形廃棄物排出量、水使用量の比較 ・ TULC のスチール DI 缶の全工程でのエネルギー消費量の比較
条件
<ul style="list-style-type: none"> ・ TULC の製造工程については、熱ラミネート、ドライ成形、ヒートセット、トリミング、印刷、焼き付け、ネック加工を対象としている。 ・ TULC とは、塗料に代わりプラスチックフィルムを金属板の両面にラミネートし、潤滑剤を使用しないドライ成形で生産可能な飲料缶のことである。TULC は 1992 年の生産開始以来、その生産量、シェアともに増加し、1999 年度には約 68 億缶が生産されている。全缶種中の TULC のシェアは 18.0%にまで増加している。 <p>○TULC の製造方法</p> <p>(ラミネート板の製造)</p> <p>誘導加熱された電解クロム酸処理鋼板 (TFS) の両面に二軸延伸ポリエステルフィルムが熱圧着され、直ちにクエンチゾーンで冷却される。この工程で、フィルムの TFS に接触した面は溶融し溶融接着層を形成し、密着性と製缶時に必要な成形性が確保される。一方、低温のラミネートロールと接触する面は溶融せず、もともと有していた二軸配向性が残存し、その結果、耐食性と耐衝撃性が保持されることになる。このようにフィルムの厚み方向に形成される二層構造の制御が、ラミネート技術の重要なポイントとなっている。</p> <p>(缶の製造)</p> <p>前述の方法により製造されたラミネート TFS 板を原材料とし、3 段階のストレッチドロー成形およびストレッチドロー・アイアニング成形によりカップ状の有底缶胴が成形され、加工により劣化したフィルムの接着力を回復するためのヒートセットを行った後、口部のトリミングを行い、さらに印刷、焼付け、ネックイン加工を施し製品となる。</p>

結果

製造工程における環境負荷の比較

- ・ TULC と DI 缶の缶製造工程における環境負荷を比較した (図 1)。
- ・ TULC では、内側面にポリエステルフィルムをラミネートした TFS (電解クロム酸処理鋼板) を用いて成型加工するため、製缶後の缶体内面の塗装および焼付けが不要となり、その結果二酸化炭素の排出量が、従来の DI 缶製造時の約 3 分の 1 以下となった。これは、焼付け工程が不要のためエネルギー消費量が減少すること、および、廃熱処理時の溶剤の燃焼による二酸化炭素排出が無くなることに起因している。
- ・ また、TULC の製缶システムでは多量のクーラントを使用しないため、成形後の洗浄及び廃熱処理が不要となり、水使用量は実質的にゼロとなった。
- ・ さらに排水処理に伴うスラッジの発生がなくなるため、製缶工程での固形廃棄物の発生量は極端に少なくなった。

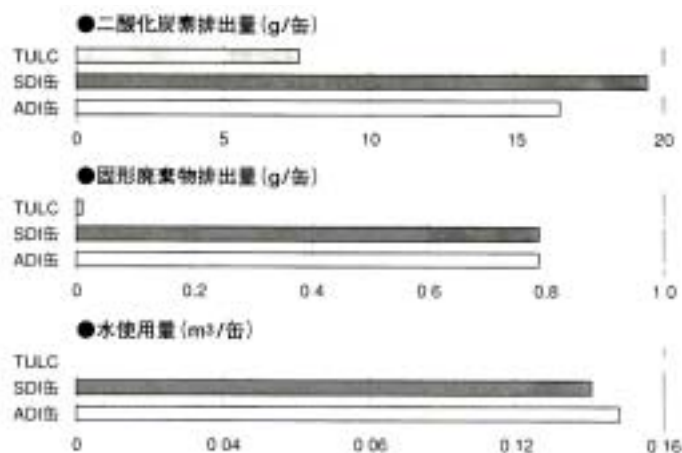


図 1 各種金属缶の製造工程における環境負荷

ライフサイクル全体でのエネルギー消費量の比較

- ・ TULC と DI 缶のライフサイクル全体でのエネルギー消費量を比較した (図 2)。
- ・ TULC では、製造工程での環境負荷が少なく、金属材料の節減がさらに可能であることにより、従来の SDI 缶と比較して優れた値が得られた。

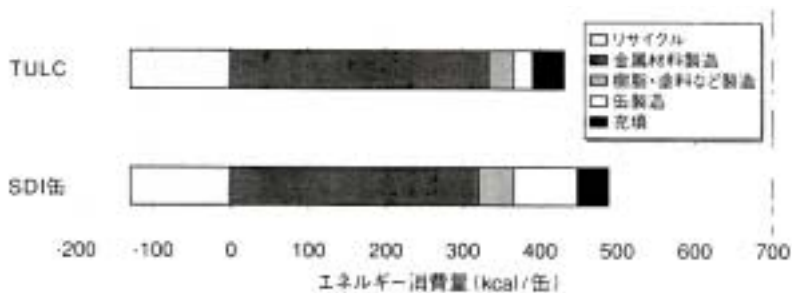


図 2 金属缶のライフサイクルエネルギー消費量

リデュース製品等容器包装のLCA評価に関する事例-5 (1/2)

文献名
LCAによる商品容器の環境設計と評価(第5回)LCAによる食品容器の評価(1)リサイクルを考慮した金属容器のLCI分析 堀口誠(東洋製罐) Packpia、Vol. 45、No. 12、pp. 32-37、2001
調査対象
金属缶(スチールDI(Drawing and Ironing; 絞りしごき缶)、アルミDI)
調査項目
エネルギー消費量
調査範囲
原料採掘、材料製造、容器製造、容器輸送、廃棄、リサイクル
要点
<ul style="list-style-type: none"> ・スチール缶とアルミ缶の各工程でのエネルギー消費量の比較 ・TULCのスチールDI缶の全工程でのエネルギー消費量の比較
条件
<p>LCA評価の条件</p> <ul style="list-style-type: none"> ・各種素材、エネルギー源などの環境負荷原単位は公知文献をもととし、電力原単位、工程原単位などの一部を現状に合うように補正 ・容器製造工程については、主に自社データを用いた ・リサイクルに関しては、公表された資料に基づきリサイクル率、各用途への再生利用率などを定めた
<p>缶体 バージンアルミ地金使用量 $X\delta_A - \delta_A[(1-\alpha)X + (1-\beta)Y + \gamma\delta(\alpha X + \beta Y)]$</p> <p>圧延板使用量: X 製品重量: αX</p> <p>再生合金 再生量 $\delta_A[(1-\alpha)X + (1-\beta)Y + \gamma\delta(\alpha X + \beta Y)]$</p> <p>輸送 スケルトン等: $(1-\alpha)X$</p> <p>選別処理 リサイクル: $\gamma(\alpha X + \beta Y)$</p> <p>他用途 アルミ地金等倍量(控除) $C_C/C_A \delta_{AY}(1-\theta)(\alpha X + \beta Y)$</p> <p>再生合金 $\gamma(1-\theta)(\alpha X + \beta Y)$</p> <p>缶蓋 バージンアルミ地金使用量 $Y\delta_A$</p> <p>圧延板使用量: Y 製品重量: βY</p> <p>輸送 スケルトン等: $(1-\beta)Y$</p> <p>輸送 製品重量: $(1-\gamma)(\alpha X + \beta Y)$</p> <p>埋立</p> <p>$\alpha$: 缶及び蓋の材料利用率 γ: リサイクル率 θ: CAN-TO-CAN率 δ_A: アルミ二次合金の再生率係数 δ_X: アルミ圧延板の製造歩留まり C_A: アルミ圧延板のコスト C_C: スケルトンPVキイアルミ材のコスト</p>
図1 リサイクルを考慮したアルミDI缶の材料フロー

結果

各工程のエネルギー消費量

- ・ 両缶種とも、材料製造工程にかかわるエネルギー消費が最も大きく、次いで容器製造工程、リサイクル工程の順となっている。
- ・ アルミDI缶では再生材の利用による控除が特に大きく、総合的なエネルギー消費量はアルミDI缶で1.82MJ/缶、スチールDI缶で1.95MJ/缶となり、アルミDI缶の方がわずかに優れた値となった。

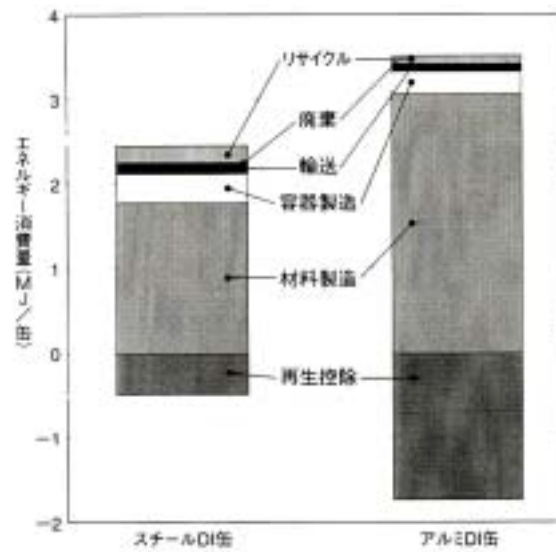


図2 金属缶の工程ごとのエネルギー消費の缶種による比較

リデュース製品等容器包装のLCA評価に関する事例-6(1/3)

文献名
LCAによる商品容器の環境設計と評価(第6回)LCAによる食品容器の評価(2)PETボトルのLCI分析(新時代の包装食品の価値を求めて)--(特集3 包装設計のLCA評価と欧州の環境包装) 堀口誠(東洋製罐) Packpia、Vol. 46、No. 1、pp. 50-54、2002
調査対象
○500mL・1500mL 炭酸飲料用(コーラ、サイダー類)ペットボトル、ラベル(LDPE製ストレッチラベル)、キャップ(PP製スクリュウキャップ) ○500mL・1500mL 耐熱用(果汁飲料、お茶・紅茶、コーヒーなど)ペットボトル、ラベル(OPPS製シュリンクラベル)、PP製スクリュウキャップ
調査項目
エネルギー消費量、二酸化炭素排出量
調査範囲
原料採掘、輸送、精製、ラベル・キャップ・ボトル製造
要点
<ul style="list-style-type: none"> ・ ペットボトル本体製造における工程別エネルギー消費量の比較 ・ ペットボトル本体製造における工程別二酸化炭素排出量の比較 ・ ペットボトル全体の製造におけるエネルギー消費量の比較
条件
<p>データの収集方法</p> <ul style="list-style-type: none"> ・ ボトル本体、ラベルおよびキャップ製造に関するデータは、11社のデータ提出企業によるデータを用いて計算 ・ その他の原材料樹脂の製造に至る一連の工程、ラベル製造で使用される中間材料的なフィルム原反および輸送用の各種プラスチック系包装資材に係わる工程、電力や燃料等の各エネルギー等については、公表データを利用して計算
結果
<p>ボトル本体製造における工程別の環境負荷</p> <ul style="list-style-type: none"> ・ ボトル本体製造における工程別エネルギー消費量を計算した(図1)。 ・ FSE(資源エネルギー)を除く消費エネルギーに占めるボトル成形工程の比率が、いずれのケースにおいても約半分(43~55%)になっている。これは、PETボトルの製造にはPET樹脂が原材料として使用されているため、容器製造工程での負荷が相対的に高いことを意味している。 ・ 用途別では、耐熱用の方が炭酸飲料用よりボトル製造工程の消費エネルギーが大きい結果となっている。これは、耐熱用のボトルでは口部の耐熱性付与のための結晶化工程が必要なことに起因している。

リデュース製品等容器包装の LCA 評価に関する事例-6 (2/3)

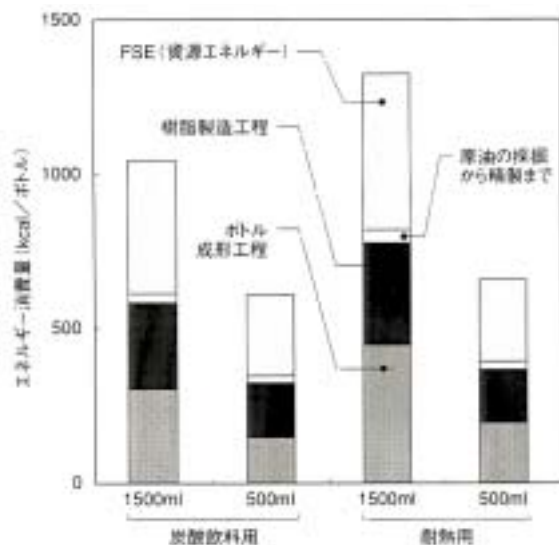


図1 ボトル本体製造における工程別エネルギー消費

- ・ ボトル本体の製造における二酸化炭素排出量を計算した (図2)。
- ・ 成型加工時に直接的な二酸化炭素の発生はないため、成形加工段階の負荷は電力の消費に伴う負荷として加算されたものであり、FSEを除いたエネルギー消費量とほぼ同様の傾向を示す。

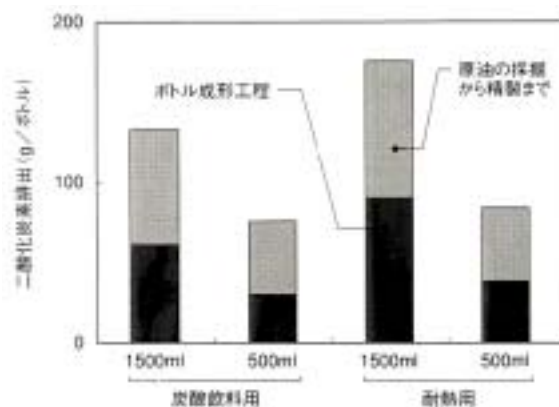


図2 ボトル本体製造における工程別二酸化炭素排出

ペットボトル全体の製造におけるエネルギー消費

- ・ ペットボトル全体の製造におけるエネルギー消費量を計算した (図3)。
- ・ 全体のエネルギー消費に占める比率が最も大きいのはボトル本体の製造であった。
- ・ ボトル本体、ラベル、キャップで構成されるボトル全体のエネルギー消費量は FSE 込みで表1の通りであった。

リデュース製品等容器包装のLCA評価に関する事例-6(3/3)

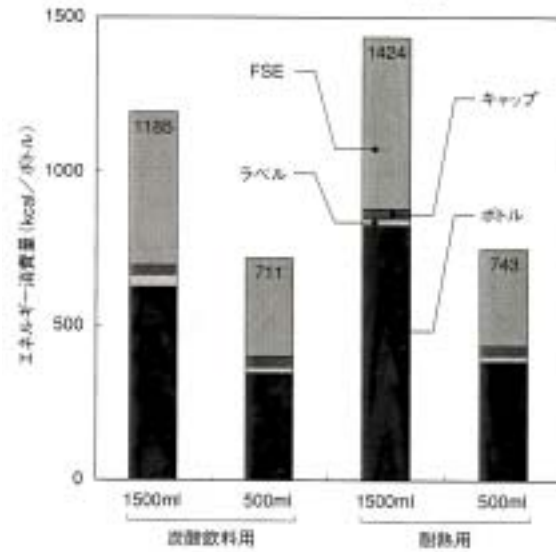


図3 ペットボトル製造におけるエネルギー消費

表1 ボトル製造工程のエネルギー消費量(フィードストックエネルギー込み)

	炭酸用		耐熱用	
	1500mL	500mL	1500mL	500mL
ボトル全体の製造時のエネルギー消費(kcal/本)	1185	711	1424	743
ボトル本体が占める割合(%)	89.7	88.0	94.4	90.2

- また、エネルギー消費以外の項目に関しては、二酸化炭素、硫黄酸化物などの大気系排出物はボトルサイズ、用途によっておおむね同じパターンの変化を示しているが、固形廃棄物、炭化水素はこれらと異なる傾向を示している。これは、前者は基本的に消費エネルギーを発生因子としているのに対して、後者は多くの場合エネルギー消費以外の因子によって発生しているためと判断される。

リデュース製品等容器包装のLCA評価に関する事例-7(1/2)

文献名																
包装・容器設計におけるLCA評価について 藤森麻子(大日本印刷) Packpia、Vol. 46、No. 1、pp. 44-49、2002 容器包装にみるLCA的考察の事例 藤森麻子(大日本印刷) 包装技術、Vol. 39、No. 9、pp. 804-810、2001																
調査対象																
飲料容器(無菌充填用ペットボトル、ホット充填用ペットボトル、液体紙容器)																
調査項目																
CO2、NOx、SOx 排出量																
調査範囲																
資源採掘、原材料製造、包装容器製造・加工、充填、廃棄、リサイクル、各工程間の輸送																
要点																
・ 飲料容器(無菌充填用ペットボトル、ホット充填用ペットボトル、液体紙容器)の工程別インベントリ分析結果																
条件																
LCAの条件 <p style="text-align: center;">表1 廃棄段階の設定条件</p> <table border="1" style="width: 100%; border-collapse: collapse;"> <thead> <tr> <th style="text-align: center;">容 器 名</th> <th style="text-align: center;">無菌充填用 PET ボトル</th> <th style="text-align: center;">ホット充填用 PET ボトル</th> <th style="text-align: center;">液体紙容器</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td style="text-align: center;">内容量</td> <td style="text-align: center;">500ml</td> <td style="text-align: center;">500ml</td> <td style="text-align: center;">500ml</td> </tr> <tr> <td style="text-align: center;">1個当たりの重量</td> <td style="text-align: center;">26.8g</td> <td style="text-align: center;">36.0g</td> <td style="text-align: center;">32.1g</td> </tr> <tr> <td style="text-align: center;">材 質</td> <td style="text-align: center;">PET (ボトル) PE (キャップ) PS (ラベル)</td> <td style="text-align: center;">PET (ボトル) PP (キャップ) PS (ラベル)</td> <td style="text-align: center;">紙多層^{*1} (容器本体) PP (キャップ) PE (注出部)</td> </tr> </tbody> </table> <p>*1: PE/紙/PE/Al/PET/PE</p>	容 器 名	無菌充填用 PET ボトル	ホット充填用 PET ボトル	液体紙容器	内容量	500ml	500ml	500ml	1個当たりの重量	26.8g	36.0g	32.1g	材 質	PET (ボトル) PE (キャップ) PS (ラベル)	PET (ボトル) PP (キャップ) PS (ラベル)	紙多層 ^{*1} (容器本体) PP (キャップ) PE (注出部)
容 器 名	無菌充填用 PET ボトル	ホット充填用 PET ボトル	液体紙容器													
内容量	500ml	500ml	500ml													
1個当たりの重量	26.8g	36.0g	32.1g													
材 質	PET (ボトル) PE (キャップ) PS (ラベル)	PET (ボトル) PP (キャップ) PS (ラベル)	紙多層 ^{*1} (容器本体) PP (キャップ) PE (注出部)													
調査対象の条件 <p style="text-align: center;">表2 調査対象容器</p> <table border="1" style="width: 100%; border-collapse: collapse;"> <thead> <tr> <th style="text-align: center;">容 器 種 類</th> <th style="text-align: center;">部 位 名</th> <th style="text-align: center;">処理方法および比率</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td rowspan="2" style="text-align: center;">PET ボトル</td> <td style="text-align: center;">ボトル</td> <td style="text-align: center;">マテリアルリサイクル32% 焼却46%、埋立て22%</td> </tr> <tr> <td style="text-align: center;">キャップ、ラベル</td> <td style="text-align: center;">焼却78%、埋立て22%</td> </tr> <tr> <td style="text-align: center;">液体紙容器</td> <td style="text-align: center;">容器全体</td> <td style="text-align: center;">焼却100%</td> </tr> </tbody> </table>	容 器 種 類	部 位 名	処理方法および比率	PET ボトル	ボトル	マテリアルリサイクル32% 焼却46%、埋立て22%	キャップ、ラベル	焼却78%、埋立て22%	液体紙容器	容器全体	焼却100%					
容 器 種 類	部 位 名	処理方法および比率														
PET ボトル	ボトル	マテリアルリサイクル32% 焼却46%、埋立て22%														
	キャップ、ラベル	焼却78%、埋立て22%														
液体紙容器	容器全体	焼却100%														

リデュース製品等容器包装の LCA 評価に関する事例-7 (2/2)

○収集データ

データ収集は、業界データ、社内データ、カタログデータ、LCA 計算ソフト・JEMAI-LCA Ver. 1 データによった。LCA の計算には、JEMAI-LCA Ver. 1 を使用した。

結果

飲料用容器のインベントリ分析結果 (表 3、図 1)

- ・ 無菌充填用ペットボトルはその充填方式の特色から、容器に耐熱性を付与する必要がなく、ボトルのスペックダウンが可能となる。
- ・ また、プリフォーム形態で運ぶため輸送効率が大幅に上昇することから、従来のホット充填用ペットボトルに比べて大気圏排出物が大幅に低減できる。
- ・ 液体紙容器は、素材製造、容器加工における大気圏排出物は少ないものの、廃棄後に 100% 焼却する場合には二酸化炭素総排出量に占める、廃棄段階の比率が大きくなると同時に、SOx 排出量がペットボトルより上回る。

表 3 飲料用容器のインベントリ分析結果

	CO ₂ 排出量, kg			NO _x 排出量, g			SO _x 排出量, g		
	無菌充填用 PET	ホット充填用 PET	液体紙容器	無菌充填用 PET	ホット充填用 PET	液体紙容器	無菌充填用 PET	ホット充填用 PET	液体紙容器
素材製造, 容器加工	86,344	150,570	97,769	123,700	187,600	135,600	49,500	92,700	89,300
包材輸送	0,645	4,041	0,026	9,900	62,000	0,403	0,793	5,000	0,032
充填・包装	11,573	5,399	6,041	7,000	3,300	3,700	8,800	4,100	0,006
廃棄物輸送	0,304	0,424	0,004	4,700	6,500	0,064	0,374	0,521	0,006
廃棄	23,281	28,199	56,137	-19,800	-27,500	0,809	-3,552	-5,050	1,000
公海上	3,517	5,163	9,562	3,600	5,400	10,200	35,000	50,300	125,000

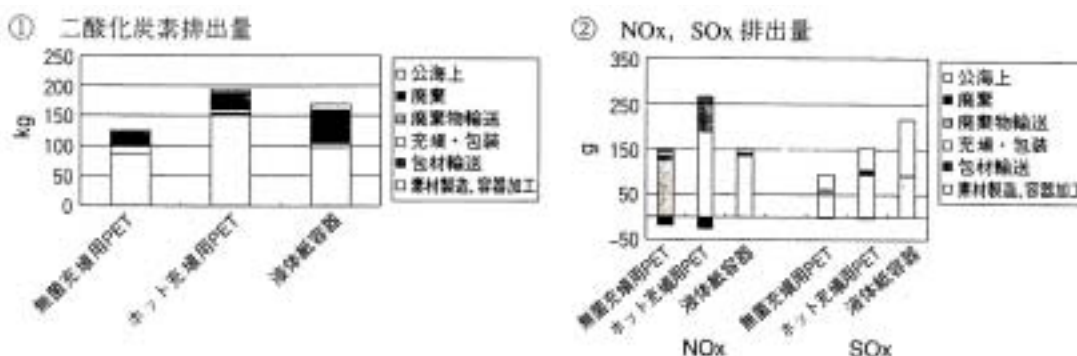


図 1 飲料用容器のインベントリ分析結果

- ・ 以上より、無菌充填用 PET ボトルは、包材輸送方法や容器の非耐熱性化・軽量化が大気圏排出物の低減に有効であることがわかった。
- ・ また、現在の廃棄処理方法を前提にした場合には、無菌充填用ペットボトルが最も大気圏排出物を低く抑えられる形態であることがわかった。

リデュース製品等容器包装の LCA 評価に関する事例-8 (1/2)

文献名				
包装・容器設計における LCA 評価について 藤森麻子 (大日本印刷) Packpia、Vol. 46、No. 1、pp. 44-49、2002 容器包装にみる LCA 的考察の事例 藤森麻子 (大日本印刷) 包装技術、Vol. 39、No. 9、pp. 804-810、2001				
調査対象				
食品容器 (無菌充填、レトルト殺菌、冷凍流通)				
調査項目				
CO2、NOx、SOx 排出量				
調査範囲				
資源採取、原材料の製造、包装容器製造・加工、充填、保存 (流通) 各工程間の輸送				
要点				
食品容器 (無菌充填商品、レトルト殺菌商品、冷凍流通商品) の工程別インベントリ分析結果				
条件				
調査対象の条件				
表 1 調査対象容器				
容 器 名	無菌充填商品 (「無菌」)	レトルト殺菌商品 (「レトルト」)	冷凍流通商品 (「冷凍」)	
殺 菌 条 件 等	無菌充填包装	レトルト殺菌包装	充填、凍結	※ 2 : PET12/ONy15/Al 7 /CPP50
流 通 条 件	常 温	常 温	冷 凍 (-30℃、1週間)	※ 3 : PET12/VMPE60 袋サイズ : 130mm×170 mm
1個当たりの重量	200g	200g	200g	流通条件 : 4t車にて 100km 走行
材 質	プラスチック多層**	プラスチック多層**	プラスチック多層**	
○収集データ				
データ収集は、業界データ、社内データ、カタログデータ、LCA 計算ソフト・JEMAI-LCA Ver. 1 データによった。LCA の計算には、JEMAI-LCA Ver. 1 を使用した。				
結果				
商品形態別インベントリ分析結果 ・ 「無菌」、「レトルト」では包装容器の素材製造および容器加工において大気圏排出物が多いのに対し、「冷凍」ではその段階での大気圏排出物が少ないものの、保存において多量のエネルギーを消費するために、大気圏排出物量の値も大きくなっている。そのため、ライフサイクル全体では三つの商品形態の中で最も大気圏排出物量が多くなった。				

リデュース製品等容器包装の LCA 評価に関する事例-8 (2/2)

- 商品輸送段階では、「冷凍」では商品輸送および保存を冷凍条件下で行う必要があることから、大気圏排出物が多量に発生し、「無菌」、「レトルト」を合計で大きく上回る結果となった。

表 2 商品形態別 LCA におけるインベントリ分析結果 (各容器 1,000 個あたり)

	CO ₂ 排出量, kg			NO _x 排出量, g			SO _x 排出量, g		
	無菌	レトルト	冷凍	無菌	レトルト	冷凍	無菌	レトルト	冷凍
素材製造	17.98	17.98	4.26	22.80	22.80	7.00	40.60	40.60	2.20
容器加工	6.83	4.21	2.91	8.70	4.10	2.70	4.30	2.90	2.00
包材輸送	0.07	0.07	0.05	1.10	1.10	0.74	0.09	0.00	0.06
充填包装	2.96	23.60	13.21	1.80	48.60	8.00	2.30	11.50	10.10
商品輸送	0.07	0.07	0.06	1.10	1.10	0.92	0.09	0.09	0.07
保存	0.00	0.00	66.65	0.00	0.00	40.30	0.00	0.00	50.80
公海上	0.68	0.87	1.73	0.69	0.86	2.00	7.30	9.60	14.20

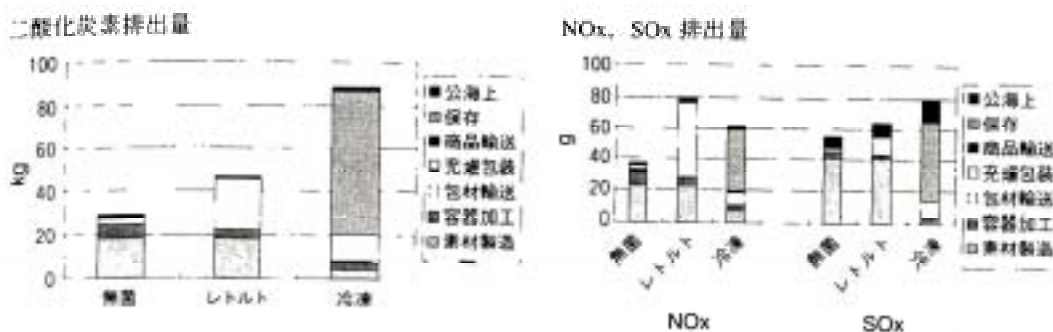


図 1 商品形態別 LCA におけるインベントリ分析結果

- 以上より、「冷凍」では輸送、保存において多量の電力を使用するため、電力使用量を可能な限り低く抑えることが、大気圏排出物量の低減、さらに環境負荷を低減化することに有効であることが明らかとなった。
- 「レトルト」においては、充填包装段階での NO_x 排出量が飛びぬけて大きいため、NO_x を下げるための方策を立てることが重要であることがわかった。

リデュース製品等容器包装のLCA評価に関する事例-9(1/2)

文献名						
容器包装の分別収集・運搬に係るコスト・環境負荷に関する検討 松井康弘(岡山大学大学院) 全国都市清掃研究・事例発表会講演論文集、Vol. 25、pp. 4-6、2004						
調査対象						
可燃ごみ、不燃ごみ、びん、缶、ペット、プラ容器、紙容器						
調査項目						
収集車台数、コスト、二酸化炭素発生量						
調査範囲						
分別収集						
要点						
(1)各種容器包装の収集・運搬に関する作業時間の予測 (2)各種容器包装の分別に伴うコスト及び環境負荷(二酸化炭素発生量)の試算						
条件						
(1) 各種容器包装の収集・運搬に関する作業時間の予測 収集・運搬の作業時間、作業距離、収集量に関するA市の実態データから、作業時間の予測式の構築を試みた。						
(2) 各種容器包装の分別に伴うコスト及び環境負荷(二酸化炭素発生量)の試算 LCA条件の設定						
<ul style="list-style-type: none"> ・ 人口30万人規模のモデル都市(グリッドシティモデル) ・ 収集車両 730万円/台、5年使用 ・ 軽油 95円/L ・ 人件費 500万円/人 ・ 分別シナリオとしては、可燃ごみ・不燃ごみの2分別収集(基準シナリオ) 可燃ごみ・不燃ごみおよび資源ごみとしてびん・缶・ペット・プラスチック製容器・紙製容器の5品目計7品目収集(分別シナリオ)の2つについて計算した(表1)。 						
表1 分別シナリオの設定条件						
シナリオ	ごみ種別の発生原単位(t/年)	収集頻度	収集時間		計画積載量(t/回)	
			移動時間(分/km)	積込時間(分/回)		
①基準シナリオ	可燃ごみ	85,368	2回/週	5.5	3.7	1.7
	不燃ごみ	14,934	1回/週	5.5	9.7	1.0
②分別シナリオ	可燃ごみ	78,841	2回/週	5.5	3.7	1.7
	不燃ごみ	4,299	1回/週	5.5	9.7	1.0
	びん(コンテナ)	2,914	1回/週	3.8	29.7	0.8
	缶(コンテナ)	1,171	1回/週	2.4	65.6	0.5
	PET(袋)	827	1回/週	6.3	-	0.5
	プラスチック製容器(袋)	4,889	1回/週	0.8	54.3	0.8
	紙製容器(袋)	7,361	1回/週	2.6	30.5	1.0
<small>※ 発生原単位は、(財)日本環境衛生センターの公表しているごみ組成データと協力率に基づいて設定した。運搬時速全品目で19km/hとした。積込時間は袋収集で5分/回、コンテナ収集で10分/回とし、1日の作業時間は5.5時間とした。</small>						

リデュース製品等容器包装の LCA 評価に関する事例-9 (2/2)

結果

(1) 各種容器包装の収集・運搬に関する作業時間の予測

- ・ 収集時間の予測式については、缶（袋収集）とペット（袋収集）を除いて、収集距離と収集量の2変数から成り立つ予測式となった（表2）。
- ・ また、運搬過程について、運搬距離を運搬時間で除して運搬時速の基本統計量を求めた結果、品目ごとに大きな差は認められず、平均時速は16.5~21.7km/hであった（表3）。

表2 収集時間の予測式

品目	収集方式	予測	r ²
可燃ごみ（袋収集・大型プレス） （袋収集・小型プレス）	戸別	収集時間（分）=5.907***×収集距離(km)+3.424 [†] ×収集量(t)	0.999
		収集時間（分）=5.228***×収集距離(km)+3.996*×収集量(t)	0.999
びん（コンテナ収集）	ステーション	収集時間（分）=3.759***×収集距離(km)+29.688***×収集量(t)	0.973
缶（袋収集）		収集時間（分）=5.624***×収集距離(km)	0.961
缶（コンテナ収集）		収集時間（分）=2.435***×収集距離(km)+65.599***×収集量(t)	0.986
PET（袋収集）		収集時間（分）=6.342***×収集距離(km)	0.968
プラスチック製容器（袋収集）		収集時間（分）=0.773*×収集距離(km)+54.298***×収集量(t)	0.980
紙製容器（袋収集）		収集時間（分）=2.593***×収集距離(km)+30.530***×収集量(t)	0.980

[†] p<0.1 * p<0.05 ** p<0.01 *** p<0.001

表3 運搬時速の基本統計量

品目	平均±標準偏差 (km/h)	範囲 (km/h)
可燃ごみ（袋収集・大型プレス） （袋収集・小型プレス）	20.08±3.37	16.53~25.53
びん（コンテナ収集）	18.48±2.60	11.03~23.68
缶（袋収集・コンテナ収集）	17.82±3.39	11.68~26.18
PET（袋収集）	17.82±6.39	10.11~66.86
プラスチック製容器（袋収集）	21.33±3.32	13.78~29.12
紙製容器（袋収集）	17.13±3.11	11.20~27.22

(2) 各種容器包装の分別に伴うコスト及び環境負荷（二酸化炭素発生量）の試算

- ・ 人口30万人規模のモデル都市を仮定し、各種分別シナリオのもとでのコスト・二酸化炭素発生量を計算した（表4）。
- ・ 基準シナリオに対し、各種容器包装を分別した場合には、台数、コスト、二酸化炭素発生量ともに2~3割程度増加することがわかった。

表4 シナリオ分析の結果

シナリオ	ごみ種	台数 (台)	コスト (千円/年)	二酸化炭素発生量 (t/年)
①基準シナリオ	可燃ごみ	29 (74%)	344,151 (76%)	1,545 (75%)
	不燃ごみ	10 (26%)	116,943 (24%)	48 (25%)
	合計	39 (100%)	461,093 (100%)	2,028 (100%)
②分別シナリオ	可燃ごみ	27 (69%)	320,347 (69%)	1,436 (71%)
	不燃ごみ	4 (10%)	46,282 (10%)	179 (9%)
	びん	4 (10%)	45,606 (10%)	160 (8%)
	缶	3 (8%)	34,316 (7%)	123 (6%)
	PET	2 (5%)	23,565 (5%)	102 (5%)
	プラスチック製容器	6 (15%)	68,052 (15%)	230 (11%)
	紙製容器	5 (13%)	59,327 (13%)	266 (13%)
合計	51 (131%)	597,495 (130%)	2,496 (123%)	

※ かつこ内は基準シナリオの合計値を100%とした場合のそれぞれの割合を示す。

リデュース製品等容器包装の LCA 評価に関する事例-10 (1/2)

文献名	
軽量化 PET ボトルによる環境負荷低減	
調査対象	
2L 長角 PET ボトル	
調査項目	
エネルギー消費量、炭酸ガス排気量、	
調査範囲	
原料輸送、製品製造、充填、リサイクル	
要点	
従来の 62g ボトルと新 42g 軽量ボトルとの機能、製造法、環境負荷に関する比較	
条件	
<p>調査対象に関する条件</p> <ul style="list-style-type: none"> 耐熱 62g 従来ボトル 機能...重量：62g、容積：2L、強度：下図 1 参照 製造法...容器製造工場で作られた耐熱ボトルを充填工場に輸送し充填する従来法。 新 42g 軽量ボトル 機能...重量：42g、容積：2L、強度：下図 1 参照 製造法...インラインブロー形成・無菌充填方式 <p>用語説明</p> <ul style="list-style-type: none"> 耐熱ボトル...果汁やお茶飲料などを熱充填するボトルのこと。耐熱性を付与するためのヒートセットとボトル冷却工程をブロー金型内で行うため高速化が難しいためインラインブロー形成方式には則していない。 インラインブロー形成...PET ボトルの前駆体であるプリフォームを用いて充填工場内で PET ボトルを形成し、形成したボトルを直接コンベヤーで充填設備へ供給する方法 プリフォーム...下図 2 参照。PET ボトルの前駆体である。PET ボトルに比べ、プリフォームは体積が小さいため輸送効率がよい。たとえば 2L ボトルとプリフォームの 11t トラックによる輸送効率を比較すると、2L ボトル約 12,000 本に対して、プリフォーム 192,000 を輸送することができ、輸送効率は 16 倍にもなる。 	
<p>図 1 単体ボトルの縦荷重と縦方向収縮量</p>	<p>図 2 : プリフォーム</p>

リデュース製品等容器包装の LCA 評価に関する事例-10 (2/2)

結果

- ・ エネルギー消費量 30%削減 (削減量: 約 1.1MJ/本)
- ・ 炭酸ガス排出量 30%削減 (削減量: 0.07kg-CO₂/本)

環境負荷低減の具体例

- ・ ボトルの軽量化によって、プリフォームの長さは短くなり、厚みも薄くなった。これによりプリフォームの生産スピード(サイクルタイム)は約 20%短縮され、エネルギー消費量は 20%削減された。
- ・ プリフォームの長さや太さが短くなり小さくなったため輸送効率が約 20%向上し、これによりエネルギー消費量が 20%削減された。
- ・ プリフォームと充填を同じ工場で行うことでプリフォームの輸送工程を省き、年間 300 回程度のトラック輸送を削除することができる。
- ・ 軽量化によりボトルがつぶしやすくなり、リサイクル工程で行われるベール加工の容積対重量比を約 20%改善することができる。

リデュース製品等容器包装の LCA 評価に関する事例-11 (1/2)

文献名
環境製品宣言 タカラ有機本みりん 500ml Version 2005.11.24
調査対象
タカラ有機本みりんの従来型のビン、超軽量ビン
調査項目
エネルギー消費量、CO ₂ 排出量、廃棄物量
調査範囲
製造段階・・・原料の生産、鉱物資源の採掘から工場での製品製造まで 消費段階・・・製品の工場出荷後から流通を経て家庭などで消費されるまで 廃棄段階・・・家庭からの廃棄からリサイクル工場、または埋立地まで
要点
<ul style="list-style-type: none"> ・ 超軽量ビンの特徴 ・ 従来型ビンと超軽量ビンの比較
条件
<p>調査対象に関する条件</p> <ul style="list-style-type: none"> ・ 従来型のビン・・・容積:520ml、重量:291g 2003年3月に発売。容易にボトル本体とキャップ部分を分離できる“はずせるキャップ”を採用。ラベルには非木材紙(ケナフ 100%)を使用。 ・ 超軽量ビン・・・容積:520ml、重量:195g 2003年8月より採用。従来型に比べ約100g軽量化に成功。容易にボトル本体とキャップ部分を分離できる“はずせるキャップ”を採用。ラベルには非木材紙(ケナフ 100%)を使用。 <p>用語解説</p> <ul style="list-style-type: none"> ・ 超軽量ビン・・・日本ガラスビン協会が決めたビンの軽量化度合いには から までの段階があり、最も軽量化された度合い を「超軽量ビン」という。L値(軽量化指数)により軽量化の度合いが示される。 <p>$L \text{ 値} = 0.44 \times \text{質量}(\text{g}) \times \text{満量容量}(\text{ml})^{-0.77}$</p> <p>・ <超軽量>・・・L 0.7 . <軽量>・・・0.7<L 1.0 ・ <標準>・・・1.0<L 1.4 . <重量>・・・1.4<L</p> <p>(有機本みりんのビンのL値) = $0.44 \times 195\text{g} \div 520\text{ml}^{-0.77} = 0.695$</p>

リデュース製品等容器包装の LCA 評価に関する事例-11 (2/2)

結果

タカラ有機本みりん超軽量ビン Ver の LCA 評価を以下に記す。

		単位	製造段階	消費段階	廃棄段階	合計
非再生資源	素材	kg	2.06E-01	0.00E+00	0.00E+00	2.06E-01
	エネルギー (燃料)	MJ	2.80E+01	1.26E-01	2.19E-01	2.84E+01
	エネルギー (電気)	kWh	5.51E-01	4.49E-03	9.56E-04	5.56E-01
再生資源	素材	kg	6.79E-01	0.00E+00	0.00E+00	6.79E-01
	エネルギー (電気)	kWh	2.83E-02	2.31E-04	4.92E-05	2.86E-02
消費エネルギー	燃料	MJ	2.80E+01	1.26E-01	2.19E-01	2.84E+01
	電気	kWh	5.79E-01	4.72E-03	1.01E-03	5.85E-01
水の使用	水	L	2.75E+03	0.00E+00	0.00E+00	2.75E+03
農業の使用	農業	kg	0.00E+00	—	—	0.00E+00
インパクト	地球温暖化	kg CO2-eq	1.93E+00	1.17E-02	1.82E-02	1.96E+00
	オゾン層の破壊	kg-CFC-eq	0.00E+00	0.00E+00	0.00E+00	0.00E+00
	酸性雨	kmol H ⁺ -eq	4.70E-05	1.04E-06	1.89E-06	4.99E-05
	対流圏オゾン生成	kg POCP-eq	1.72E-04	2.55E-11	5.43E-12	1.72E-04
	富栄養化物質	kg O2-eq	2.16E-02	1.80E-04	3.27E-04	2.21E-02
リサイクル可能資源	素材	kg	0.00E+00	0.00E+00	1.01E-01	1.01E-01
有害化学物質	PRTR 対象物質	kg	5.68E-07	—	—	5.68E-07
土壌への環境負荷	T-N	kg	3.35E-03	—	—	3.35E-03
	T-P	kg	3.15E-04	—	—	3.15E-04
廃棄物	産業廃棄物 (埋立)	kg	2.52E-02	0.00E+00	8.74E-02	1.13E-01
	産業廃棄物 (リサイクル)	kg	6.24E-02	0.00E+00	0.00E+00	6.24E-02
	一般廃棄物	kg	2.20E-01	0.00E+00	0.00E+00	2.20E-01

—は現時点でデータのないもの及び設定がないもの。

輸送については、調味料 PSR のシステム境界に従い各段階に含まれます。

従来型と比較した超軽量ビンの環境負荷削減効果

	軽量化による環境負荷削減効果	エネルギー削減率	CO2 削減率	廃棄物削減率
製造段階	原料ガラスの使用量が減るため主にガラス製造過程の環境負荷が削減できる。	3.2%	5.7%	32.9%
廃棄段階	家庭から排出されるガラスビンをリサイクルする際のエネルギーと、リサイクルされないで埋め立てられているガラスビン廃棄物を削減できる。	33.0%	33.0%	31.7%
ライフサイクル全体		3.5%	6.2%	31.9%

リデュース製品等容器包装の LCA 評価に関する事例-12 (1/7)

文献名
容器包装に関する LCA 研究と容器包装リサイクルの検証 < その 3 > - 環境省の “ 容器包装ライフサイクル・アセスメントにかかわる調査事業 ” -
調査対象
リターナブルびん <ul style="list-style-type: none"> ・ ビールびん (500ml、633ml) ・ 牛乳びん (200ml、900ml) PET ボトル <ul style="list-style-type: none"> ・ 炭酸用 (500ml、1500ml) ・ 耐熱用 (500ml、1500ml) 紙パック <ul style="list-style-type: none"> ・ 屋根型 (アルミ:無し、容量:1000ml) ・ レンガ型 (アルミ:あり、容量:250ml) ・ レンガ型 (アルミ:無し、容量:200ml)
調査項目
化石資源消費量、エネルギー消費量、CO ₂ 排出量、NO _x 排出量、SO _x 排出量
調査範囲
リターナブルびん：原料採掘、新びん製造、洗びん、付属品、リサイクル、廃棄、輸送、外装材 PET ボトル：PET 樹脂製造、ボトル製造、付属品、リサイクル、廃棄、輸送、外装材 紙パック：現用採掘、原料製造、付属品、紙パック製造、リサイクル、輸送、外装材
要点
各容器の LCI データ 各工程における環境負荷 回収率向上による影響に関する分析
条件
各容器の LCI データ：ライフサイクルでの合計を示した「ライフサイクル合計」、リサイクル代替値の合計を示した「リサイクル代替値」、前者から後者を差し引いた後の値である「差し引き後」の 3 つの数値を記載している。 各工程における環境負荷：調査範囲の区分方法の詳しい定義は下図参照。各環境負荷項目で対象範囲や前提条件などが大きく異なる部分があるため、比較可能性は保証されていない。 回収率向上による影響に関する分析：回収率のみを変数として、それ以外の再使用率、再資源化率などの条件を固定した上で、環境負荷の変化を分析した。

リデュース製品等容器包装の LCA 評価に関する事例-12 (2/7)

結果

各容器の LCI データ

- リターナブルびんの LCI データ

容器の仕様等		ビールびん			牛乳びん										
容量 (ml)		500		633		200		600							
重量 (g)		473.41		606.57		366.30		295.00							
内容物		ビール		ビール		牛乳		牛乳							
回収率(リユース目的) (%)		99.9		97.7		99.9		98.4							
リターン率 (%)		3.90		4.4		5.7		1.7							
再利用率 (%)		96.0		93.4		94.2		96.7							
平均回遊数		24.0		16.2		17.2		30.2							
回収率(リサイクル目的) (%)		0.065		1.923		0.068		1.087							
再利用率 (%)		79.0		79.0		79.0		79.0							
焼却処理・埋立処分 (%)		0.0		0.0		0.0		0.0							
中間処理・埋立処分 (%)		0.014		0.329		0.014		0.229							
最終埋立処分 (%)		0.018		0.409		0.018		0.284							
リサイクル処理後の材質		ガラス		ガラス		ガラス		ガラス							
代替すると想定されるもの		ガラス製品の新規原料・砕石		ガラス製品の新規原料・砕石		ガラス製品の新規原料・砕石		ガラス製品の新規原料・砕石							
環境負荷	資源消費	水資源消費量	単位	リサイクル ガラス合計	リサイクル ガラス	リサイクル ガラス	リサイクル ガラス合計	リサイクル ガラス	リサイクル ガラス	リサイクル ガラス	リサイクル ガラス	リサイクル ガラス			
		化石資源消費量	MJ	0.0032	--	0.0032	0.0061	--	0.0061	0.0012	--	0.0012	0.2322		
	エネルギー	エネルギー消費量	MJ	1.0551	-0.0428	1.0223	1.5849	-0.0579	1.5069	0.6307	-0.0240	0.6149	1.6665	0.0081	1.5574
		資源消費	kg	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--
	温室効果ガス	CO ₂ 排出量	kg-CO ₂ e	0.0027	-0.0045	0.0050	0.0089	-0.0061	0.0869	0.0451	-0.0020	0.0425	0.0511	-0.001	0.0901
		NO _x 排出量	g-NO _x	0.1471	-0.0072	0.14	0.2384	-0.0097	0.2287	0.0629	-0.0041	0.0647	0.0803	-0.0015	0.0788
		SO _x 排出量	g-SO _x	0.0817	-0.0063	0.0754	0.139	-0.0065	0.1305	0.0424	-0.0030	0.0388	0.0437	-0.0013	0.0424

※水資源消費量と資源消費量の数値は整合性に問題があるため「-」で表記した。水資源は特に削減を行う予定。

ビールびんは多くが飲食店などの業務用に使われており、牛乳びんは宅配と学校で使用されているため、両者とも 100%に近い回収率を誇っている。おもに家庭向け飲料に使用されるほかの容器とこの点が大きく異なっている。

- PET ボトルの LCI データ

容器の仕様等		500ml			1500ml										
容量 (ml)		500		1500		500		1500							
重量 (g)		35.25		55.21		36.11		63.42							
内容物		耐熱用飲料		耐熱用飲料		耐熱用飲料		耐熱用飲料							
回収率 (%)		44.2		44.2		44.2		44.2							
再利用率 (%)		85.5		85.5		85.5		85.9							
焼却処理・埋立処分 (%)		40.5		40.5		40.5		40.8							
中間処理・埋立処分 (%)		7.3		7.3		7.3		7.3							
最終埋立処分 (%)		7.8		7.8		7.8		7.8							
リサイクル処理後の材質		再生PET、 新PETと焼却による電力		再生PET、 新PETと焼却による電力		再生PET、 新PETと焼却による電力		再生PET、 新PETと焼却による電力							
代替すると想定されるもの		純粋PET樹脂、発電所の電力		純粋PET樹脂、発電所の電力		純粋PET樹脂、発電所の電力		純粋PET樹脂、発電所の電力							
環境負荷	資源消費	水資源消費量	単位	リサイクル PET合計	リサイクル PET	リサイクル PET	リサイクル PET合計	リサイクル PET	リサイクル PET	リサイクル PET	リサイクル PET	リサイクル PET			
		化石資源消費量	MJ	1.3147	-0.4187	0.8960	2.0522	-0.6718	1.3904	1.3137	-0.4228	0.8960	2.3107	0.7948	1.5481
	エネルギー	エネルギー消費量	MJ	2.0422	-0.3588	1.6836	3.7157	-0.5797	3.1400	2.2841	-0.3625	1.9018	4.5867	-0.6546	3.9321
		資源消費	kg	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--
	温室効果ガス	CO ₂ 排出量	kg-CO ₂ e	0.1321	-0.0187	0.1133	0.2292	-0.0300	0.1992	0.1435	-0.0189	0.1246	0.2780	-0.0342	0.2443
		NO _x 排出量	g-NO _x	0.1910	-0.0339	0.1569	0.3612	-0.0912	0.2901	0.2092	-0.0322	0.1770	0.4176	-0.0562	0.3694
		SO _x 排出量	g-SO _x	0.1574	-0.0384	0.1190	0.2968	-0.0816	0.2092	0.1652	-0.0388	0.1264	0.3234	-0.0701	0.2533

※水資源消費量と資源消費量の数値は整合性に問題があるため「-」で表記した。水資源は特に削減を行う予定。

耐熱用の大容量の PET ボトルに関しては、2000ml の流通量が 1500ml を上回っているにもかかわらず、1500ml のデータが整備されていたために 1500ml を調査対象とした。

リデュース製品等容器包装の LCA 評価に関する事例-12 (3/7)

また、近年、飲料メーカーがプリフォームを購入して自らボトル成型をするケースが増えつつあるが、ここではボトル製造メーカーがプリフォーム製造とボトル成型を行い、PET ボトルを製造したあとに飲料メーカーに輸送するといったシステムを前提としている。

・ 紙パックの LCI データ

容器の仕様等	屋根型(アルミ箔)	レンガ型(アルミ箔)	レンガ型(アルミ無し)
容量(ml)	1000	250	200
重量(g)	30.95	11.73	8.40
内容物	牛乳	清涼飲料	牛乳
回収率(%)	22.2	0.0	29.2
再資源化率(%)	81.6	50.8(産業副産物による値)	63.8
機械的強度(%)	77.8	100.0	70.7
印刷効率(%)	0.0	0.0	0.0
原料安定性(%)	0.0	0.0	0.0
リサイクル代替品の割合	再生パルプ、都市ゴミ焼却による電力	再生パルプ、都市ゴミ焼却による電力	再生パルプ、都市ゴミ焼却による電力
代替するべきものの割合	クラフトパルプ、発電所の電力	クラフトパルプ、発電所の電力	クラフトパルプ、発電所の電力

項目	単位	再生パルプ			再生パルプ			再生パルプ		
		ライフサイクル合計	リサイクル代替品	廃止品	ライフサイクル合計	リサイクル代替品	廃止品	ライフサイクル合計	リサイクル代替品	廃止品
資源										
中絶資源消費量	g	-	-	-	-	-	-	-	-	-
化石資源消費量	MJ	0.1889	-	0.1889	0.2113	-	0.2113	0.1934	-	0.1934
エネルギー消費量	MJ	1.0206	-0.0946	0.9260	0.6207	-0.0338	0.5869	0.2641	-0.0395	0.2576
廃棄物										
廃棄物発生量	kg	-	-	-	-	-	-	-	-	-
温室効果ガス										
CO ₂ 排出量	kg-CO ₂	-0.0429	-0.0133	0.0296	0.0319	-0.0017	0.0302	0.0170	-0.0033	0.0137
バイオマスCO ₂ 排出量	kg-CO ₂	0.0696	-0.0129	0.0567	0.0270	-0.0008	0.0262	0.0146	-0.0031	0.0115
大気汚染										
NO _x 排出量	g-NO _x	0.1289	-0.0113	0.1176	0.0662	-0.0014	0.0648	0.0360	-0.0028	0.0332
SO _x 排出量	g-SO _x	0.0394	-0.0105	0.0289	0.0146	-0.0012	0.0134	0.0147	-0.0026	0.0121

※本表は資源消費量と廃棄物発生量の数値は絶対値として記載した。正負は算出の方向を示す。

今回の調査対象は、主に牛乳に用いられる屋根型 1000ml と学校給食用牛乳を中心に用いられる 200ml と、清涼飲料用に用いられるアルミ箔を使用したレンガ型 250ml の 3 種類に対してである。

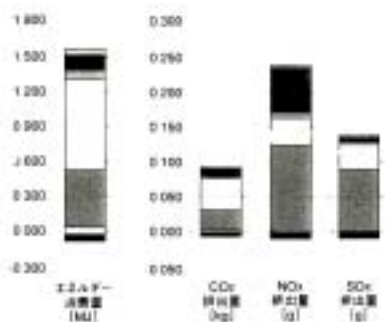
屋根型 1000ml とレンガ型 200ml の 2 つは、一定量が資源回収されているため業界団体のデータなどに基づいてライフサイクルフローを作成している。レンガ型 250ml は資源回収があまり進んでいないため、回収率を 0 % と仮定した。

温室効果ガスのカテゴリーにある「CO₂排出量」はバイオマス由来の CO₂ は含んでいない。紙パックのライフサイクルではパルプ・板紙製造段階での黒液回収やスラッジ熱処理、都市ごみ焼却施設での紙パックの熱焼却によってバイオマス由来の CO₂ が排出されるが、それらは「バイオマス CO₂ 排出量」として表記し、排出量を別途集計している。

リデュース製品等容器包装の LCA 評価に関する事例-12 (4/7)

各工程の環境負荷

・ リターナブルびんの環境負荷



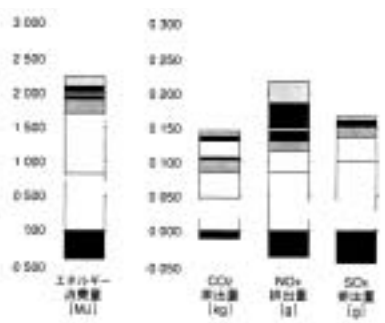
ビールびん(633ml)ライフサイクルフローの各工程を、凡例のようなカテゴリに分類して、全体の環境負荷に占めるウェイトを分析する。

- 原料採取: ①水採取、②醸造、③醸造工場、④醸造工場
- びん製造: ①びん製造、②びん製造
- 洗びん: ①洗びん、②洗びん
- 輸送合計: ①輸送合計
- 原料採取: ①原料採取
- 代替品: ①代替品

ビール大びん(633ml)について各工程の環境負荷が占める割合は上図の通りであり、洗びん工程が占める割合が高くなっている。また、新びん投入量が極めて少ないにもかかわらず、新びん製造の割合が依然として高い。

さらに、NO_x 排出量に関しては輸送の割合が高くなっているが、これはびん回収の輸送による排出量が多いことによるものでリターナブルびんの特徴であるといえる。

・ PET ボトルの環境負荷



PETボトル耐熱用(500ml)ライフサイクルフローの各工程を、凡例のようなカテゴリに分類して、全体の環境負荷に占めるウェイトを分析する。

- PET樹脂製造: ①PET樹脂製造
- びん製造: ①びん製造
- 洗びん: ①洗びん
- 輸送合計: ①輸送合計
- 原料採取: ①原料採取
- 代替品: ①代替品

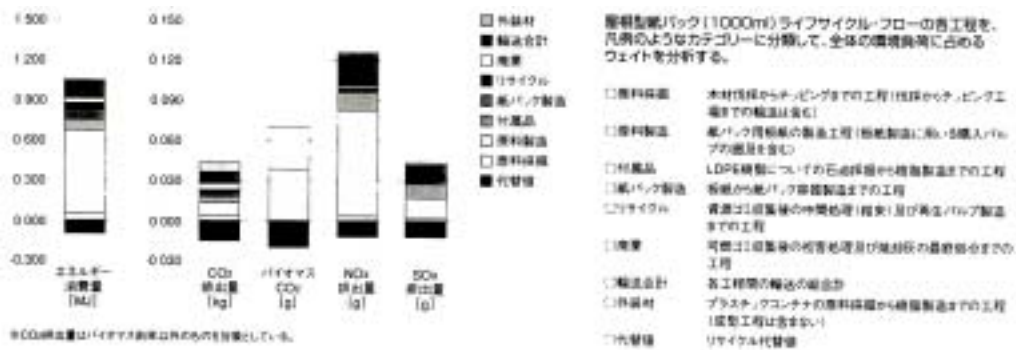
PET ボトル耐熱用(500ml)について、各工程の環境負荷が占める割合は上図の通りである。PET 樹脂製造(石油採掘から樹脂製造まで)とボトル製造が占める割合が高くなっている。

また、CO₂ 排出量と NO_x 排出量に関して廃棄工程の割合がやや高くなっているが、これは PET ボトルの熱処理における燃焼ガスによるところが大きく、熱焼却を回避することが重要となる。リサイクルの促進などの対策によって低減する可能性が高いといえる。

さらに、NO_x 排出量においては、輸送の割合がやや高くなっているが、これは空ボトルをボトル製造メーカーから飲料メーカーへとトラックで輸送する際の排ガスによるところが大きい。

リデュース製品等容器包装の LCA 評価に関する事例-12 (5/7)

・ 紙パックの環境負荷



屋根型紙パック(1000ml)については、各工程の環境負荷が占める割合は上図の通りである。原料製造(パルプ製造から原紙である板紙製造まで)が占める割合が特に高くなっている。また、バイオマス CO₂を除けばラミネートに使われる LDPE(低密度ポリエチレン)の石油採掘から樹脂製造までの割合(グラフでは付属品と表記)が原料製造について大きい。

回収率向上における影響に関する分析

最初に回収率の変化に伴う環境負荷の絶対量の変化を次に3つのケースで比較する。

現状：現状の回収率を仮定

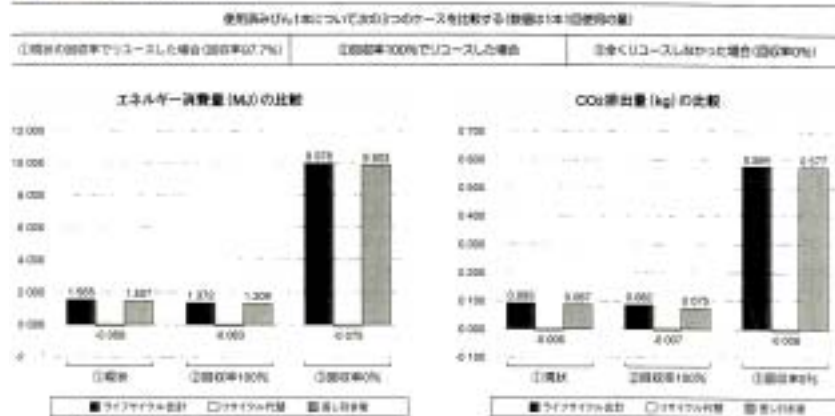
リサイクル：回収率 100%を仮定

廃棄：回収率 0%を仮定

次に、回収率を 0%から 100%に変化させたときの環境負荷の変化の傾きを見る。これによって、回収率の変化によって低減ないしは増大する環境負荷を見分け、傾きの強さを把握することができる。これらの分析によって回収率の向上に伴う環境負荷の変化の傾向をつかむことができる。

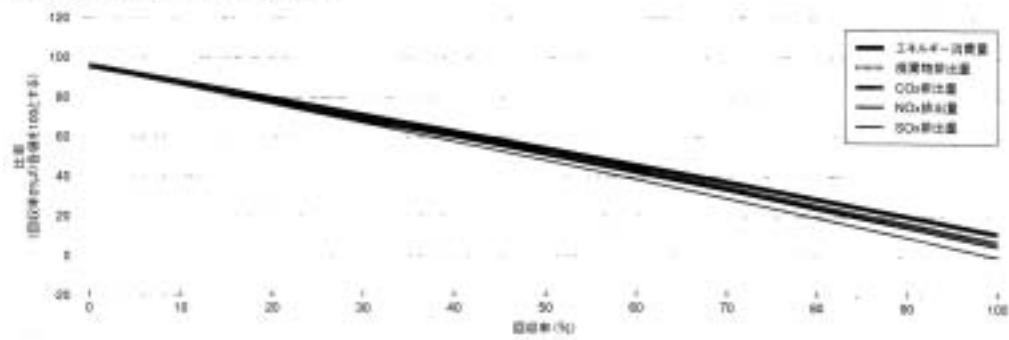
・ リターナブルびんに関する分析

図4 ビールびん1L3回での回収と廃棄の比較



リデュース製品等容器包装の LCA 評価に関する事例-12 (6/7)

図5 ビールびん(633ml)の回収率の変化による影響



ここではビール大びんを取り上げた。リターナブルびんのエネルギー消費量とCO₂排出量は、回収率0%の場合には非常に大きいですが、回収率を高めることでこれらの値を大幅に削減できる。

回収率の向上によって環境負荷が大きく削減される。これは、新原料の採掘から新びん製造までのエネルギー消費とCO₂排出量が大きいことに起因している。

さらに回収率を向上させることは困難なので、回収率をいかに維持するかが重要なポイントとなる。仮に、回収率が10%ダウンすると環境負荷は8%増大する。

・ PET ボトルに関する分析

図6 PETボトル(500ml)の回収と廃棄の比較

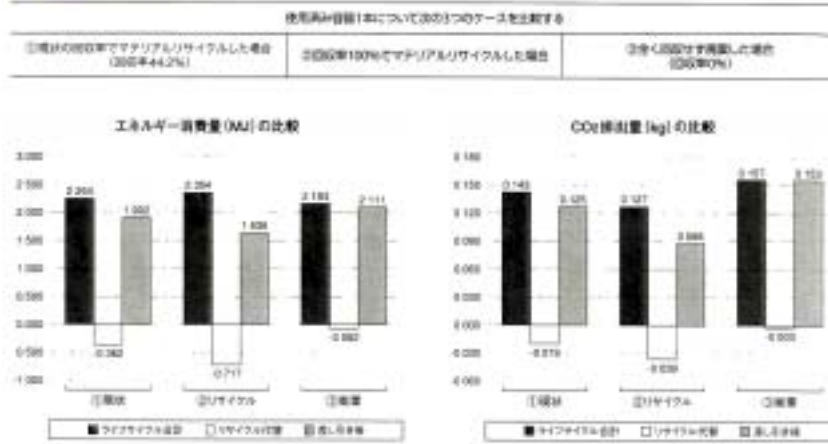
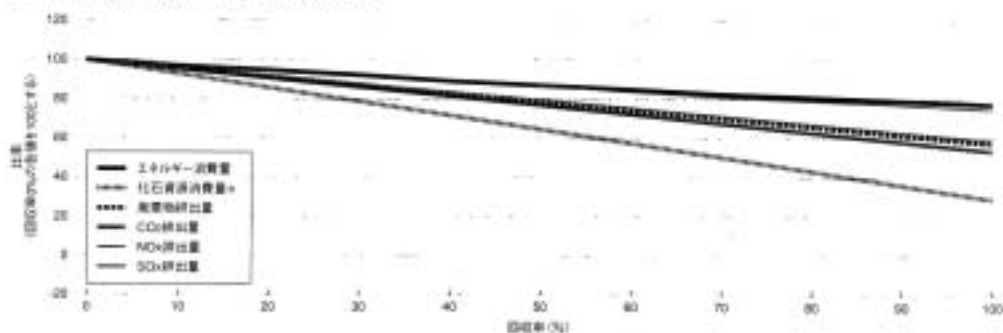


図7 PETボトル(500ml)の回収率の変化による影響



リデュース製品等容器包装の LCA 評価に関する事例-12 (7/7)

ここでは耐熱用 500ml を取り上げた。PET ボトルのエネルギー消費量と CO₂ 排出量は、回収率 0% の場合と 100% を比較すると、エネルギー消費量は 22% 削減 (約 0.5MJ)、CO₂ 排出量は 41% 削減 (約 0.6kg) となっている。

回収率の変化による影響のグラフを見ても、CO₂・NO_x 排出量と廃棄物排出量は減少の傾向が大きい。報告書をまとめた時点での回収率は 44% であり、更なる向上の余地が大きい。

回収率を向上させることは、とりわけ化石資源消費量、CO₂・NO_x 排出量と廃棄物消費量の削減に効果的といえる。

・ 紙パックに関する分析

図8 屋根型紙パック(1000ml)のリサイクルと廃棄の比較

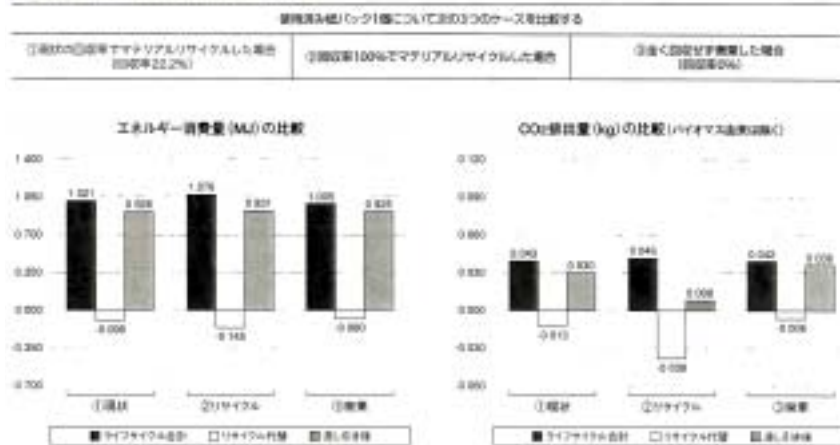
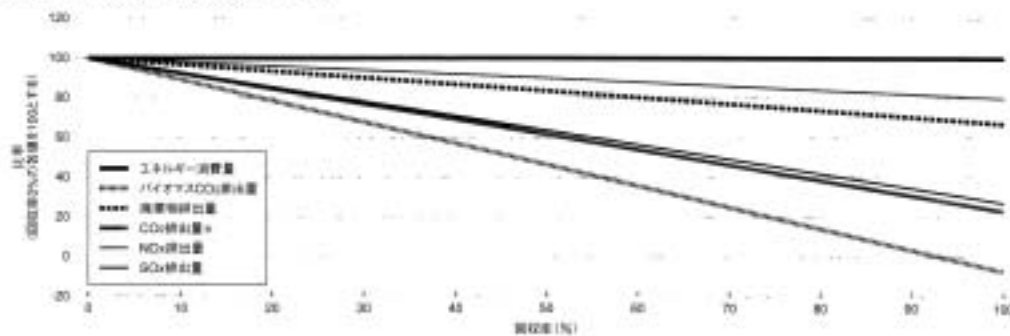


図9 屋根型紙(1000ml)の回収率の変化による影響



ここでは屋根型 1000ml を取り上げた。紙パックでは、回収率の向上に伴って、エネルギー消費量がごくわずかに増加する傾向にある。

これは、リサイクルすることによって増加するエネルギー消費量より、リサイクル代替によって差し引かれるエネルギー消費量が小さいことに起因する。

リサイクルを促進することによって CO₂・NO_x 排出量などの低減は期待できるが、エネルギーの消費量は微増するため、エネルギー消費量を抑制しながらリサイクルを促進する対策が重要となる。

2.2 リデュース製品の影響およびリサイクル性の考察

(1) 定量的な分析

1) LCA データの容器別の分析

ここでは、2.1で収集したLCA関連データをもとに、容器包装ごとに消費エネルギー、二酸化炭素排出量、廃棄物排出量のデータの有無および具体的な数値を集約した。

さらに、整理したデータを単位容量あたり(1Lあたり等)に換算することで、リデュースの省エネ効果、環境影響低減効果の定量的な把握を試みた。ただし、リデュース製品のデータがない容器については、容器間の比較に留まっている。

以降、その結果を容器ごとに示す。

なお、LCAデータの見方として、「ライフサイクル計」は資源採掘から容器加工、充填、包装材、輸送、廃棄までを範囲として求めた合計値である。「廃棄」とは、現状の処理の流れに従い処理方法毎の割合を設定し、処理方法ごとの環境負荷量から処理全体でかかる環境負荷量を求めた値のことである。また、「リサイクル」は、新規原料の一部をリサイクル原料で代替すると仮定した場合に、新規原料を使用しない分だけ低減できる環境負荷量をマイナスの値で示している。さらに、「(リサイクル代替値)差し引き後」はリサイクル原料を使用した場合のライフサイクル全体の環境負荷量を意味し、「ライフサイクル計」-「リサイクル」で求めた。

ガラスびん

表 2-2 ガラスびんの LCA データ (1 本あたり、 1L あたり)

ガラスびん(データ有無)

種類	内容	容量 (mL)	容器重量 (g)	資源採掘	材料製造	容器製造	塗料製造	充填	輸送	廃棄	ライフサイクル計	リサイクル	(リサイクル代替値差引き後)	備考	出典	
1	リターナブル	ビール	500											資源採掘～廃棄のデータの掲載はあるが、左記カテゴリーより細かに分かれている	1	
2		ビール	633												1	
3		牛乳	200													1
4			900													1
5	ワンウェイ	炭酸	350												1	
6		非炭酸	250												1	

：エネルギー・CO2・廃棄物、：エネルギー・CO2、：CO2のみ、：エネルギーのみ

出典1：政策科学研究所「平成16年度 容器包装ライフ・サイクル・アセスメントに係る調査事業 報告書」

ガラスびん(1本あたりの環境負荷)

種類	概要	内容量 (mL)	容器重量 (g)	データ単位	資源採掘	材料製造	容器製造	塗料等製造	充填	輸送	廃棄	ライフサイクル計	リサイクル	(リサイクル代替値差引き後)	備考	出典		
1	リターナブル	ビール	500	kJ								1070	-28	1042	資源採掘～廃棄のデータの掲載はあるが、左記カテゴリーより細かに分かれているため、ライフサイクル合計、リサイクル、リサイクル代替値差引き後の値を示した	1		
				g-CO2										65		-3	62	1
				g-廃棄物										3		0	3	1
2	リターナブル	ビール	633	kJ								1470	-38	1432		1		
				g-CO2										89	-5	85	1	
				g-廃棄物										6	0	6	1	
3	リターナブル	牛乳	200	kJ								513	-5	508		1		
				g-CO2										38	1	38	1	
				g-廃棄物										1	0	1	1	
4	リターナブル	牛乳	900	kJ								1550	-10	1540		1		
				g-CO2										90	-1	89	1	
				g-廃棄物										1	0	1	1	
5	ワンウェイ	炭酸	350	kJ								3680	-22	3658		1		
				g-CO2										223	-3	220	1	
				g-廃棄物										108	0	108	1	
6	ワンウェイ	非炭酸	250	kJ								3550	-213	3337		1		
				g-CO2										215	-2	213	1	
				g-廃棄物										105	0	105	1	

上からエネルギー(kJ/本)、CO2(g/本)、廃棄物(g/本)

出典1：政策科学研究所「平成16年度 容器包装ライフ・サイクル・アセスメントに係る調査事業 報告書」

ガラスびん(1Lあたりの環境負荷)

種類	概要	内容量 (mL)	容器重量 (g)	データ単位	資源採掘	材料製造	容器製造	塗料等製造	充填	輸送	廃棄	ライフサイクル計	リサイクル	(リサイクル代替値差引き後)	備考	出典		
1	リターナブル	ビール	500	kJ								2140	-56	2084	資源採掘～廃棄のデータの掲載はあるが、左記カテゴリーより細かに分かれているため、ライフサイクル合計、リサイクル、リサイクル代替値差引き後の値を示した	1		
				g-CO2										130		-7	124	1
				g-廃棄物										7		0	7	1
2	リターナブル	ビール	633	kJ								2322	-60	2262		1		
				g-CO2										141	-7	134	1	
				g-廃棄物										10	0	10	1	
3	リターナブル	牛乳	200	kJ								2565	-26	2539		1		
				g-CO2										188	3	191	1	
				g-廃棄物										6	0	6	1	
4	リターナブル	牛乳	900	kJ								1722	-11	1711		1		
				g-CO2										100	-1	99	1	
				g-廃棄物										1	0	1	1	
5	ワンウェイ	炭酸	350	kJ								10514	-63	10452		1		
				g-CO2										637	-7	630	1	
				g-廃棄物										309	0	309	1	
6	ワンウェイ	非炭酸	250	kJ								14200	-852	13348		1		
				g-CO2										860	-10	850	1	
				g-廃棄物										420	0	420	1	

上からエネルギー(kJ/本)、CO2(g/本)、廃棄物(g/本)

出典1：政策科学研究所「平成16年度 容器包装ライフ・サイクル・アセスメントに係る調査事業 報告書」

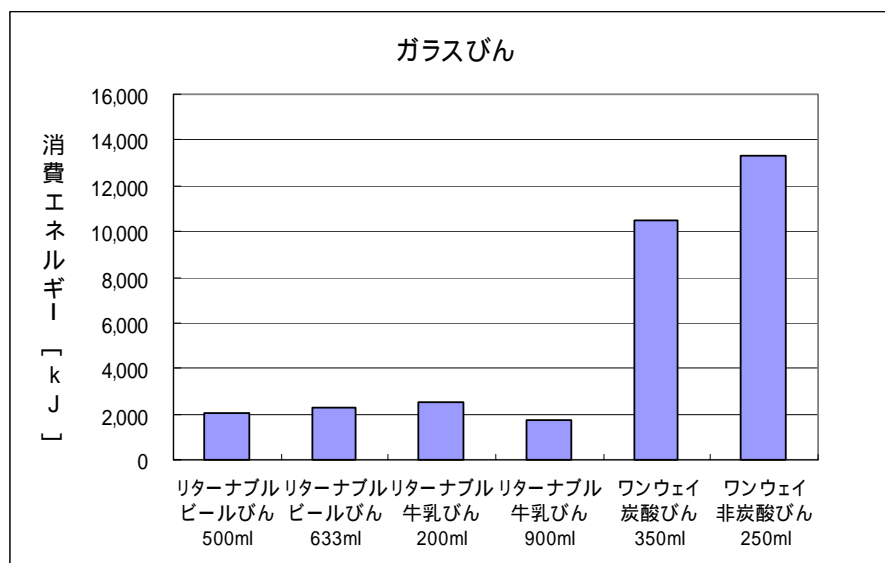


図 2-1 ガラスびんの環境負荷 (消費エネルギー) (容量 1L あたりに換算した値)

ガラスびんについて、リターナブルびんとワンウェイびんのデータを整理した。

1L あたりの環境負荷に換算すると (表 2-2 の下表、図 2-1)、リターナブルびんはワンウェイよりも、消費エネルギー・二酸化炭素排出量が 1 / 5 以下となっており、リターナブルびんにすることで、ライフサイクルを通じた環境負荷が大幅に低減されることが、定量的なデータとして示された。

また、リターナブル牛乳びんについて容量の異なるびん (200mL、900mL) を比較すると、1L あたりに換算したときの消費エネルギー量は 900mL の方が少なく、容量の多いびんを利用することで効率が向上し省エネにつながる事がわかる。

スチール缶

表 2-3 スチール缶の LCA データ (1 本あたり、 1 L あたり)

スチール缶(データ有無)

種類	内容	容量 (mL)	容器重量 (g)	資源採掘	材料製造	容器製造	塗料製造	充填	輸送	廃棄	ライフサイクル計	リサイクル	(リサイクル代替値差し引き後)	備考	出典
1	3ピース溶接缶	非炭酸用	190	33.15										資源採掘～廃棄のデータの掲載はあるが、左記カテゴリーより細かに分かれている	1
2	2ピースラミネート陽圧缶	炭酸用	350	29.46									1		
3	2ピースラミネート陰圧缶	非炭酸用	350	49.41									1		

:エネルギー・CO2・廃棄物、 :エネルギー・CO2、 :CO2のみ、 :エネルギーのみ

出典1: 政策科学研究所「平成16年度 容器包装ライフ・サイクル・アセスメントに係る調査事業 報告書」



スチール缶(1缶あたりの環境負荷)

種類	概要	内容量 (mL)	容器重量 (g)	データ単位	資源採掘	材料製造	容器製造	塗料等製造	充填	輸送	廃棄	ライフサイクル計	リサイクル	(リサイクル代替値差し引き後)	備考	出典
1	3ピース溶接缶	非炭酸用	190	33.15	kJ							1630	-433	1197	資源採掘～廃棄のデータの掲載はあるが、左記カテゴリーより細かに分かれているため、ライフサイクル合計、リサイクル、リサイクル代替値差し引き後の値を示した	1
					g-CO2											102
2	2ピースラミネート陽圧缶	炭酸用	350	29.46	g-廃棄物							7	0	7	1	
					kJ										1880	-505
3	2ピースラミネート陰圧缶	非炭酸用	350	49.41	g-CO2							115	-34	81	1	
					g-廃棄物										9	0
					IJ							2480	-762	1718	1	
					g-CO2										157	-54
					g-廃棄物							11	0	11	1	

上からエネルギー(kJ/缶)、CO2(g/缶)、廃棄物(g/缶)

出典1: 政策科学研究所「平成16年度 容器包装ライフ・サイクル・アセスメントに係る調査事業 報告書」



スチール缶(1Lあたりの環境負荷)

種類	概要	内容量 (mL)	容器重量 (g)	データ単位	資源採掘	材料製造	容器製造	塗料等製造	充填	輸送	廃棄	ライフサイクル計	リサイクル	(リサイクル代替値差し引き後)	備考	出典
1	3ピース溶接缶	非炭酸用	190	33.15	kJ							8579	-2279	6300	資源採掘～廃棄のデータの掲載はあるが、左記カテゴリーより細かに分かれているため、ライフサイクル合計、リサイクル、リサイクル代替値差し引き後の値を示した	1
					g-CO2											537
2	2ピースラミネート陽圧缶	炭酸用	350	29.46	g-廃棄物							38	0	38	1	
					kJ										5371	-1443
3	2ピースラミネート陰圧缶	非炭酸用	350	49.41	g-CO2							329	-96	233	1	
					g-廃棄物										25	0
					IJ							7086	-2177	4909	1	
					g-CO2										449	-155
					g-廃棄物							32	0	32	1	

上からエネルギー(kJ/缶)、CO2(g/缶)、廃棄物(g/缶)

出典1: 政策科学研究所「平成16年度 容器包装ライフ・サイクル・アセスメントに係る調査事業 報告書」

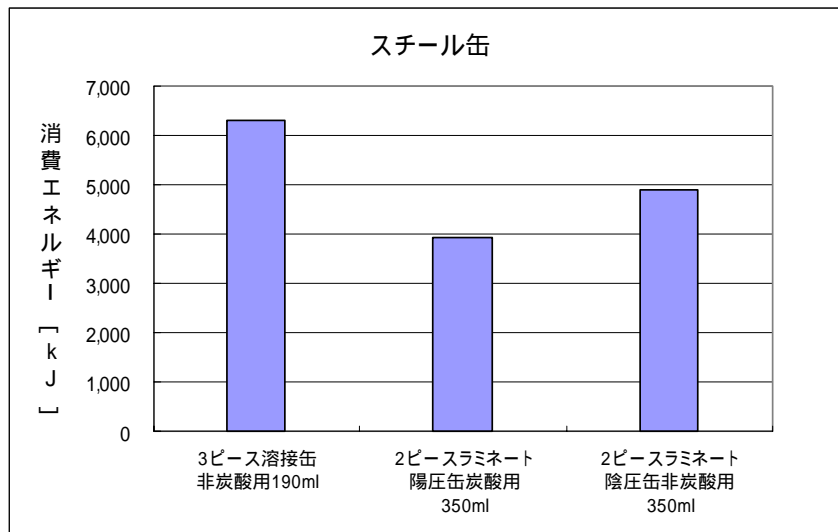


図 2-2 スチール缶の環境負荷（容量 1L あたりに換算した値）

スチール缶について、3ピース溶接缶、2ピース溶接缶（陽圧缶）、2ピース溶接缶（陰圧缶）のデータを整理した。

スチール缶は、3ピース溶接缶（上蓋、胴、底蓋をつなぎ合わせた缶）から2ピース溶接缶（底と胴が一体成型された2ピース缶）へのリデュースが進んでいる。1Lあたりの環境負荷に換算した値を比較すると（表 2-3 の下表、図 2-2）、リデュース前の3ピース溶接缶よりもリデュース後の2ピース溶接缶の方が消費エネルギー・二酸化炭素排出量・廃棄物量が少ないことが示された。

さらに、2ピース溶接缶の中でも、陽圧缶の方が陰圧缶よりも環境負荷が小さいことが定量的に示された。これは、使用するスチール量が、陰圧缶に比べて陽圧缶の方が少なくすむためである。ただし、それぞれの用途は異なるため、陰圧缶を陽圧缶へ単純には代替できないことに留意を要する。

- ・ 陽圧缶：缶底をくぼせたものであり、コーラやビールなどの炭酸飲料や、スポーツドリンクなど窒素ガスを一緒に封入する飲料に用いられる。炭酸飲料はその炭酸ガスによって内側から圧力がかかりへこむ心配がないため、陰圧缶に比べてスチール缶の厚みを薄くすることができる。
- ・ 陰圧缶：缶底が平らなものであり、コーヒーや果汁などの内圧がかからない飲料に用いられる。内圧が外気圧よりも小さいため、負の圧力でへこまないように陽圧缶に比べて厚いスチールが用いられる。

アルミ缶

表 2-4 アルミ缶の LCA データ (1 本あたり、1 L あたり)

アルミ缶 (LCA データ有無)

種類	容器の概要	内容量 (mL)	容器重量 (g)	資源採掘	材料製造	容器製造	塗料製造	充填	輸送	廃棄	ライフサイクル計	リサイクル	(リサイクル代替値差し引き後)	備考	出典
1	206径	350	16.1												4
2	204径	350	15.4												4
3	aTULC	350	15.4												4
4	206径	500	19.2												4
5	204径	500	18.5												4
6	aTULC	500	19.1												4

：エネルギー・CO2・廃棄物、：エネルギー・CO2、：CO2のみ、：エネルギーのみ

出典4: 川崎、白倉、柏原「ビール・発泡酒用新アルミ缶のLCAについて(「キリン極生」用アルミ缶の環境優位性)」包装技術、Vol. 40、No. 6、pp. 558-562、2002



アルミ缶 (1 缶あたりの環境負荷)

種類	概要	内容量 (mL)	容器重量 (g)	データ単位	資源採掘	材料製造	容器製造	塗料等製造	充填	輸送	廃棄	ライフサイクル計	リサイクル	(リサイクル代替値差し引き後)	備考	出典	
1	アルミ(206径)	350	16.1	kcal								600				4	
				g-CO2	85	26	25	1	8	9	6	160				4	
				g-廃棄物								6					4
2	アルミ(204径)	350	15.4	kcal								580				4	
				g-CO2	81	25	25	1	8	9	6	154				4	
				g-廃棄物								6					4
3	aTULC	350	15.4	kcal								506				4	
				g-CO2	76	24	10	2	8	9	6	133				4	
				g-廃棄物								5					4
4	アルミ(206径)	500	19.2	kcal								747				4	
				g-CO2								198					4
				g-廃棄物								7					4
5	アルミ(204径)	500	18.5	kcal								728				4	
				g-CO2								193					4
				g-廃棄物								7					4
6	aTULC	500	19.1	kcal								645				4	
				g-CO2								169					4
				g-廃棄物								6					4

上からエネルギー(kcal/缶)、CO2(g/缶)、廃棄物(g/缶)

出典4: 川崎、白倉、柏原「ビール・発泡酒用新アルミ缶のLCAについて(「キリン極生」用アルミ缶の環境優位性)」包装技術、Vol. 40、No. 6、pp. 558-562、2002



アルミ缶 容器間比較 (1 L あたりの環境負荷)

種類	概要	内容量 (mL)	容器重量 (g)	データ単位	資源採掘	材料製造	容器製造	塗料等製造	充填	輸送	廃棄	ライフサイクル計	リサイクル	(リサイクル代替値差し引き後)	備考	出典		
1	アルミ(206径)	350	16.1	kcal								1714				4		
				g-CO2	243	74	71	3	23	26	17	457					4	
				g-廃棄物								17						4
2	アルミ(204径)	350	15.4	kcal								1657				4		
				g-CO2	231	71	71	3	23	26	17	440					4	
				g-廃棄物								16						4
3	aTULC	350	15.4	kcal								1446				4		
				g-CO2	217	69	29	6	23	26	17	380					4	
				g-廃棄物								10						4
4	アルミ(206径)	500	19.2	kcal								1494				4		
				g-CO2								396						4
				g-廃棄物								15						4
5	アルミ(204径)	500	18.5	kcal								1456				4		
				g-CO2								386						4
				g-廃棄物								14						4
6	aTULC	500	19.1	kcal								1290				4		
				g-CO2								338						4
				g-廃棄物								13						4

上からエネルギー(kcal/缶)、CO2(g/缶)、廃棄物(g/缶)

出典4: 川崎、白倉、柏原「ビール・発泡酒用新アルミ缶のLCAについて(「キリン極生」用アルミ缶の環境優位性)」包装技術、Vol. 40、No. 6、pp. 558-562、2002

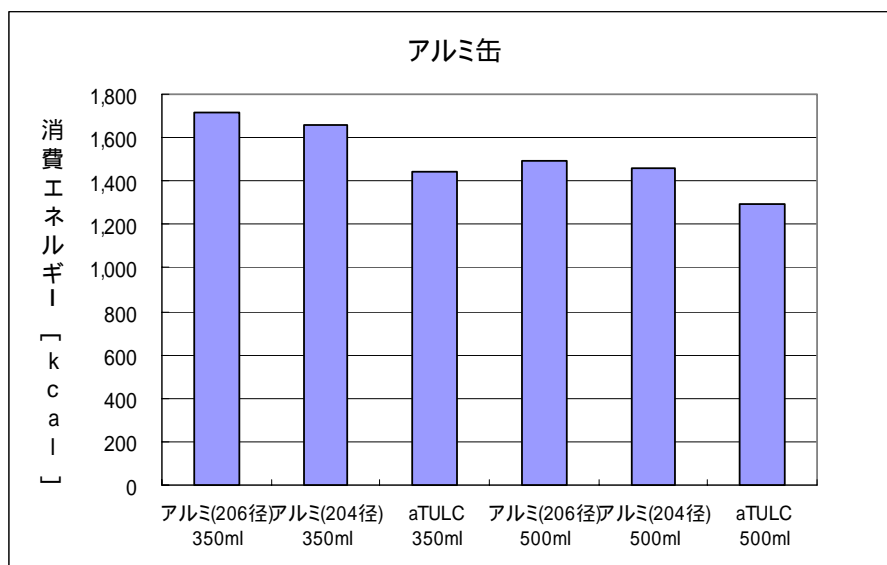


図 2-3 アルミ缶の環境負荷 (容量 1L あたりに換算した値)

アルミ缶について、206 径アルミ缶、204 径アルミ缶、aTULC 缶のデータを整理した。

近年、アルミ缶では、206 径蓋からアルミ使用量の少ない 204 径蓋を利用するリデュースの取組みが進んでいる。また、東洋製罐(株)では、さらに環境に配慮した aTULC 缶 (製缶時の洗浄・塗装・焼付工程を簡略化) が開発されている。aTULC 缶の特徴は以下の通りである。

- ・ aTULC 缶：東洋製罐(株)が開発した樹脂ラミネートアルミ 2 ピース缶であり、アルミ板材のない外面にポリエステルフィルムをラミネートした後に成型加工するため製缶時の洗浄、塗装、焼き付け工程が大幅に簡略され、エネルギー消費量を減らすことができる。また、潤滑剤を使用しないドライ成型が可能になり、水は使用せず排水がほとんど発生せず、また廃棄物排出量も削減できる。

これらのアルミ缶について、1 L あたりに換算した環境負荷量を比較すると (表 2-4 の下表、図 2-3) 206 径缶、204 径缶、aTULC 缶の順に、消費エネルギー、二酸化炭素排出量、廃棄物排出量が削減できることが定量的なデータとして示された。

また、容量の異なる同種の容器 (500mL、350mL) について環境負荷量を比較すると、1 L あたりに換算した消費エネルギー・二酸化炭素排出量は 350mL よりも 500mL の方が少なく、容量の大きい缶を使用することで省エネにつながることを読み取れる。

ペットボトル

表 2-5 ペットボトルの LCA データ (1 本あたり、 1 L あたり)(1/2)

PETボトル(データ有無)

種類	概要	容量 (mL)	容器重量 (g)	資源採掘	材料製造	容器製造	塗料製造	充填	輸送	廃棄	ライフサイクル計	リサイクル	(リサイクル代替値差し引き後)	備考	出典
1	PET(炭酸用)	500												製造工程のデータのみ	2
2	PET(炭酸用)	1500													2
3	PET(耐熱用)	500													2
4	PET(耐熱用)	1500													2
5	PET(炭酸用)	500												資源採掘～廃棄のデータの掲載はあるが、左記カテゴリーより細かに分かれている	1
6	PET(炭酸用)	1500													1
7	PET(耐熱用)	350													1
8	PET(耐熱用)	500													1
9	PET(耐熱用)	2000													1

:エネルギー・CO2・廃棄物、 :エネルギー・CO2、 :CO2のみ、 :エネルギーのみ

出典2: 堀口誠「LCAによる食品容器の評価(2)PETボトルのLCA分析(新時代の包装食品の価値を求めて)」Packpia, Vol. 46, No. 1, pp. 50-54, 2002

出典1: 政策科学研究所「平成16年度 容器包装ライフ・サイクル・アセスメントに係る調査事業 報告書」

PETボトル(1本あたりの環境負荷)

種類	概要	内容量 (mL)	容器重量 (g)	データ単位	資源採掘	材料製造	容器製造	塗料等製造	充填	輸送	廃棄	ライフサイクル計	リサイクル	(リサイクル代替値差し引き後)	備考	出典
1	PET(炭酸用)	500		kJ	20	170	150					340			製造工程のデータのみ	2
				g-CO2	30		45				75			2		
				g-廃棄物										2		
2	PET(炭酸用)	1500		kJ	25	250	270					545			製造工程のデータのみ	2
				g-CO2	60		70				130			2		
				g-廃棄物										2		
3	PET(耐熱用)	500		kJ	25	170	200					395			製造工程のデータのみ	2
				g-CO2	40		45				85			2		
				g-廃棄物										2		
4	PET(耐熱用)	1500		kJ	40	300	400					740			製造工程のデータのみ	2
				g-CO2	90		85				175			2		
				g-廃棄物										2		
5	PET(炭酸用)	500		kJ								2370	-390	1980	資源採掘～廃棄のデータの掲載はあるが、左記カテゴリーより細かに分かれているため、ライフサイクル合計、リサイクル、リサイクル代替値差し引き後の値を示した	1
				g-CO2							129	-21	108	1		
				g-廃棄物							6	0	6	1		
6	PET(炭酸用)	1500		kJ								4160	-740	3420	資源採掘～廃棄のデータの掲載はあるが、左記カテゴリーより細かに分かれているため、ライフサイクル合計、リサイクル、リサイクル代替値差し引き後の値を示した	1
				g-CO2							231	-39	192	1		
				g-廃棄物							12	0	12	1		
7	PET(耐熱用)	350		kJ								2430	-400	2030	資源採掘～廃棄のデータの掲載はあるが、左記カテゴリーより細かに分かれているため、ライフサイクル合計、リサイクル、リサイクル代替値差し引き後の値を示した	1
				g-CO2							131	-21	110	1		
				g-廃棄物							7	0	7	1		
8	PET(耐熱用)	500		kJ								2640	-450	2190	資源採掘～廃棄のデータの掲載はあるが、左記カテゴリーより細かに分かれているため、ライフサイクル合計、リサイクル、リサイクル代替値差し引き後の値を示した	1
				g-CO2							145	-23	122	1		
				g-廃棄物							7	0	7	1		
9	PET(耐熱用)	2000		kJ								5750	-990	4760	資源採掘～廃棄のデータの掲載はあるが、左記カテゴリーより細かに分かれているため、ライフサイクル合計、リサイクル、リサイクル代替値差し引き後の値を示した	1
				g-CO2							308	-52	256	1		
				g-廃棄物							15	0	15	1		

上からエネルギー(kJ/本)、CO2(g/本)、廃棄物(g/本)

出典2: 堀口誠「LCAによる食品容器の評価(2)PETボトルのLCA分析(新時代の包装食品の価値を求めて)」Packpia, Vol. 46, No. 1, pp. 50-54, 2002

出典1: 政策科学研究所「平成16年度 容器包装ライフ・サイクル・アセスメントに係る調査事業 報告書」

表 2-5 ペットボトルの LCA データ (1 本あたり、1 L あたり)(2 / 2)

PETボトル (1Lあたりの環境負荷)

種類	概要	内容量 (mL)	容器重量 (g)	データ単位	資源採掘	材料製造	容器製造	塗料等製造	充填	輸送	廃棄	ライフサイクル計	リサイクル	(リサイクル代替値)差し引き後	備考	出典	
1	PET(炭酸用)	500		kJ	40	340	300					680				2	
				g-CO2	60		90				150						2
				g-廃棄物													2
2	PET(炭酸用)	1500		kJ	17	167	180					363			製造工程のデータのみ	2	
				g-CO2	40		47				87						2
				g-廃棄物													2
3	PET(耐熱用)	500		kJ	50	340	400					790				2	
				g-CO2	80		90				170						2
				g-廃棄物													2
4	PET(耐熱用)	1500		kJ	27	200	267					493				2	
				g-CO2	60		57				117						2
				g-廃棄物													2
5	PET(炭酸用)	500		kJ								4740	-780	3960		1	
				g-CO2							258	-42	216				1
				g-廃棄物							13	0	13				1
6	PET(炭酸用)	1500		kJ								2773	-493	2280	資源採掘～廃棄のデータの掲載はあるが、左記カテゴリーより細かに分かれているため、ライフサイクル合計、リサイクル、リサイクル代替値差し引き後の値を示した	1	
				g-CO2							154	-26	128				1
				g-廃棄物							8	0	8				1
7	PET(耐熱用)	350		kJ								6943	-1143	5800		1	
				g-CO2							374	-60	314				1
				g-廃棄物							20	0	20				1
8	PET(耐熱用)	500		kJ								5280	-900	4380		1	
				g-CO2							290	-46	244				1
				g-廃棄物							15	0	15				1
9	PET(耐熱用)	2000		kJ								2875	-495	2380		1	
				g-CO2							154	-26	128				1
				g-廃棄物							8	0	8				1

上からエネルギー(kJ/本)、CO2(g/本)、廃棄物(g/本)

出典2: 堀口誠「LCAによる食品容器の評価(2)PETボトルのLCI分析(新時代の包装食品の価値を求めて)」Packpia, Vol. 46, No. 1, pp. 50-54, 2002

出典1: 政策科学研究所「平成16年度 容器包装ライフ・サイクル・アセスメントに係る調査事業 報告書」

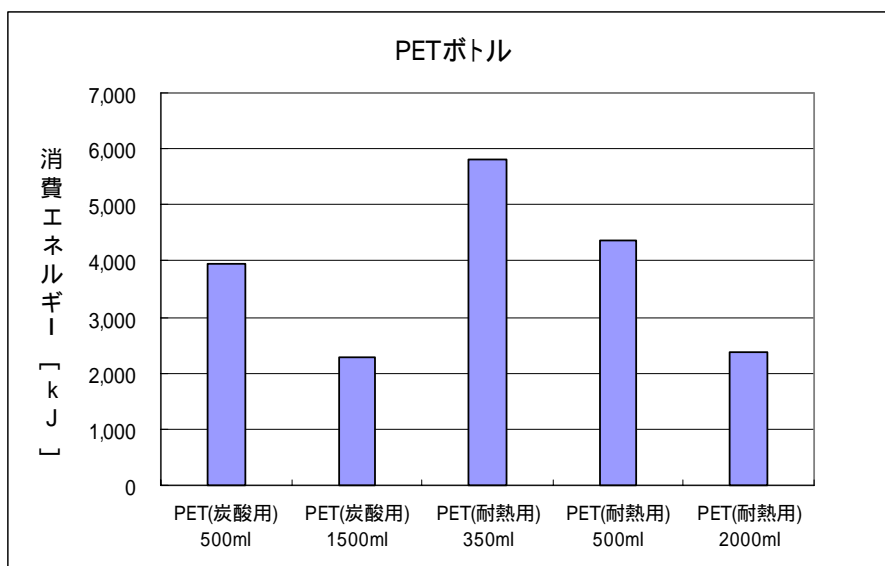


図 2-4 ペットボトルの環境負荷 (容量 1L あたりに換算した値)

ペットボトルについて、PET (炭酸用) と PET (耐熱用) のデータを整理した。それぞれの容器の特徴は以下の通りである。

- ・ PET (炭酸用): 炭酸用飲料を入れるペットボトルのこと (耐熱性なし)
- ・ PET (耐熱用): 充填時に加熱するため耐熱性を付与したペットボトルのこと

炭酸用と耐熱用は用途が異なるため単純に比較することはできないが、異なる容量の容

器間で1Lあたりに換算した環境負荷量を比較すると(表2-5の下表、図2-4)、容量の多いペットボトルの方が消費エネルギー量、二酸化炭素排出量、廃棄物排出量が少なくてすむことが示された。

紙パック

表2-6 紙パックのLCAデータ(1本あたり、1Lあたり)

紙パック(データ有無)

種類	内容	容量(mL)	容器重量(g)	資源採掘	材料製造	容器製造	塗料製造	充填	輸送	廃棄	ライフサイクル計	リサイクル	(リサイクル代替値)差し引き後	備考	出典
1	レンガ型	牛乳	200												1
2	レンガ型(アルミつき)	非炭酸	250												1
3	屋根型	牛乳	1000												1
4		清涼飲料	500												5

：エネルギー・CO2・廃棄物、：エネルギー・CO2、：CO2のみ、：エネルギーのみ

出典1: 政策科学研究所「平成16年度 容器包装ライフ・サイクル・アセスメントに係る調査事業 報告書」

出典5: 佐藤剛「家庭用台所用洗剤の詰替製品による環境影響評価」, 包装技術, Vol. 39, No. 9, pp. 816-821, 2001

紙パック(1本あたりの環境負荷)

種類	概要	内容量(mL)	容器重量(g)	データ単位	資源採掘	材料製造	容器製造	塗料等製造	充填	輸送	廃棄	ライフサイクル計	リサイクル	(リサイクル代替値)差し引き後	備考	出典		
1	レンガ型	牛乳	200	kJ								305.0	-28.0	277.0	資源採掘～廃棄のデータの掲載はあるが、左記カテゴリより細かに分かれている	1		
				g-CO2										16.7		-3.6	13.1	1
				g-廃棄物										0.9		0.0	0.9	1
2	レンガ型(アルミつき)	非炭酸	250	kJ								694.0	-43.0	651.0	また、CO2排出量は、バイオマス由来CO2以外を対象とした	1		
				g-CO2										33.7		-2.4	31.3	1
				g-廃棄物										3.8		0.0	3.8	1
3	屋根型	牛乳	1000	kJ								1170.0	-90.0	1080.0		1		
				g-CO2										47.2		-14.8	32.4	1
				g-廃棄物										4.8		0.0	4.8	1
4		清涼飲料	500	32.1	kcal											5		
					g-CO2			97.8		6.0	0.0	56.1						5
					g-廃棄物													

上からエネルギー(kJ/本)、CO2(g/本)、廃棄物(g/本)

出典1: 政策科学研究所「平成16年度 容器包装ライフ・サイクル・アセスメントに係る調査事業 報告書」

出典5: 佐藤剛「家庭用台所用洗剤の詰替製品による環境影響評価」, 包装技術, Vol. 39, No. 9, pp. 816-821, 2001

紙パック(1Lあたりの環境負荷)

種類	概要	内容量(mL)	容器重量(g)	データ単位	資源採掘	材料製造	容器製造	塗料等製造	充填	輸送	廃棄	ライフサイクル計	リサイクル	(リサイクル代替値)差し引き後	条件	出典		
1	レンガ型	牛乳	200	kJ								1525.0	-140.0	1385.0	資源採掘～廃棄のデータの掲載はあるが、左記カテゴリより細かに分かれているため、ライフサイクル合計、リサイクル、リサイクル代替値差し引き後の値を示した	1		
				g-CO2										83.5		-18.0	65.5	1
				g-廃棄物										4.7		0.0	4.7	1
2	レンガ型(アルミつき)	非炭酸	250	kJ								2776.0	-172.0	2604.0	また、CO2排出量は、バイオマス由来CO2以外を対象とした	1		
				g-CO2										134.8		-9.6	125.2	1
				g-廃棄物										15.3		0.0	15.3	1
3	屋根型	牛乳	1000	kJ								1170.0	-90.0	1080.0		1		
				g-CO2										47.2		-14.8	32.4	1
				g-廃棄物										4.8		0.0	4.8	1
4		清涼飲料	500	32.1	kcal											5		
					g-CO2			195.5		12.1	0.1	112.3						5
					g-廃棄物													

上からエネルギー(kJ/本)、CO2(g/本)、廃棄物(g/本)

出典1: 政策科学研究所「平成16年度 容器包装ライフ・サイクル・アセスメントに係る調査事業 報告書」

出典5: 佐藤剛「家庭用台所用洗剤の詰替製品による環境影響評価」, 包装技術, Vol. 39, No. 9, pp. 816-821, 2001

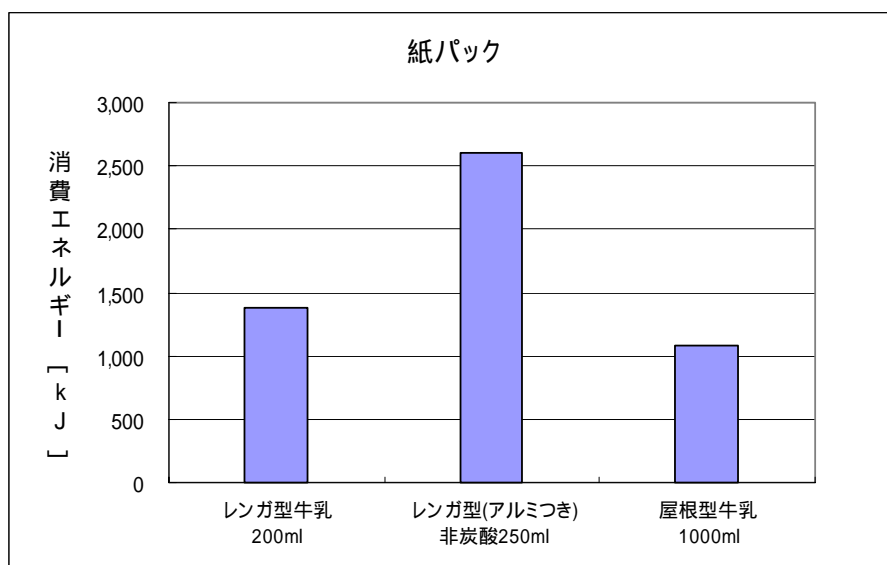


図 2-5 紙パックの環境負荷 (容量 1L あたりに換算した値)

紙パックについて、レンガ型牛乳パック、レンガ型非炭酸飲料紙パック (アルミつき)、屋根型牛乳パックのデータを整理した。各容器の特徴は以下の通りである。

- ・ レンガ型：四角の形 (レンガのような形) をした飲料用紙パックのこと
- ・ 屋根型：1,000mL 牛乳パックに代表される屋根型パックのこと

整理した 3 種類の紙パックのデータは、用途や容量がそれぞれ異なるが、1L あたりに換算した環境負荷量を比較すると (表 2-6 の下表、図 2-5)、同じレンガ型の紙パックについて、アルミつきの紙パックの方がアルミなしよりも環境負荷が大きいことが定量的に示された。また、他の容器包装と同様に、内容量の多い容器包装の方が 1L あたりの負荷量は少なくて済むことが数値で示された。

プラスチック製容器包装

表 2-7 プラスチック製容器包装の LCA データ (1 本あたり、 1 L あたり)

プラスチック製容器包装(データ有無)

種類	内容	容量 (mL)	容器重量 (g)	資源採掘	材料製造	容器製造	塗料製造	充填	輸送	廃棄	ライフサイクル計	リサイクル	(リサイクル代替値)差し引き後	備考	出典
1	汎用本体	洗剤	600											製造工程のみ	6
2	汎用詰替	洗剤	500												6
3	濃縮本体	洗剤	300												6
4	濃縮詰替	洗剤	500												6

：エネルギー・CO2・廃棄物、：エネルギー・CO2、：CO2のみ、：エネルギーのみ

出典6: 佐藤剛「家庭用台所用洗剤の詰替製品による環境影響評価」包装技術, Vol. 39, No. 9, pp. 816-821, 2001



プラスチック製容器包装(1本あたりの環境負荷)

種類	概要	内容量 (mL)	容器重量 (g)	データ単位	資源採掘	材料製造	容器製造	塗料等製造	充填	輸送	廃棄	ライフサイクル計	リサイクル	(リサイクル代替値)差し引き後	備考	出典
1	汎用本体ボトル(ボトル+キャップ)	600		kJ	1580	1058	564					3202			製造工程のみ	6
				g-CO2								59				6
				g-廃棄物												6
2	汎用詰め替えパウチ	500		kJ	527		470					997			製造工程のみ	6
				g-CO2								16				6
				g-廃棄物												6
3	濃縮本体ボトル(ボトル+キャップ)	500		kJ	1046	520	488					2054			製造工程のみ	6
				g-CO2								27				6
				g-廃棄物												6
4	濃縮詰め替えボトル(ボトル+キャップ)	300		kJ	656	347	265					1268			製造工程のみ	6
				g-CO2								20				6
				g-廃棄物												6

上からエネルギー(kJ/本)、CO2(g/本)、廃棄物(g/本)

出典6: 佐藤剛「家庭用台所用洗剤の詰替製品による環境影響評価」包装技術, Vol. 39, No. 9, pp. 816-821, 2001



プラスチック製容器包装(1Lあたりの環境負荷)

種類	概要	内容量 (mL)	容器重量 (g)	データ単位	資源採掘	材料製造	容器製造	塗料等製造	充填	輸送	廃棄	ライフサイクル計	リサイクル	(リサイクル代替値)差し引き後	備考	出典
1	汎用本体ボトル(ボトル+キャップ)	600		kJ	2633	1763	940					5337			製造工程のみ	6
				g-CO2								99				6
				g-廃棄物												6
2	汎用詰め替えパウチ	500		kJ	1054		940					1994			製造工程のみ	6
				g-CO2								32				6
				g-廃棄物												6
3	濃縮本体ボトル(ボトル+キャップ)	500		kJ	2092	1040	976					4108			製造工程のみ	6
				g-CO2								53				6
				g-廃棄物												6
4	濃縮詰め替えボトル(ボトル+キャップ)	300		kJ	2187	1157	883					4227			製造工程のみ	6
				g-CO2								67				6
				g-廃棄物												6

上からエネルギー(kJ/本)、CO2(g/本)、廃棄物(g/本)

出典6: 佐藤剛「家庭用台所用洗剤の詰替製品による環境影響評価」包装技術, Vol. 39, No. 9, pp. 816-821, 2001

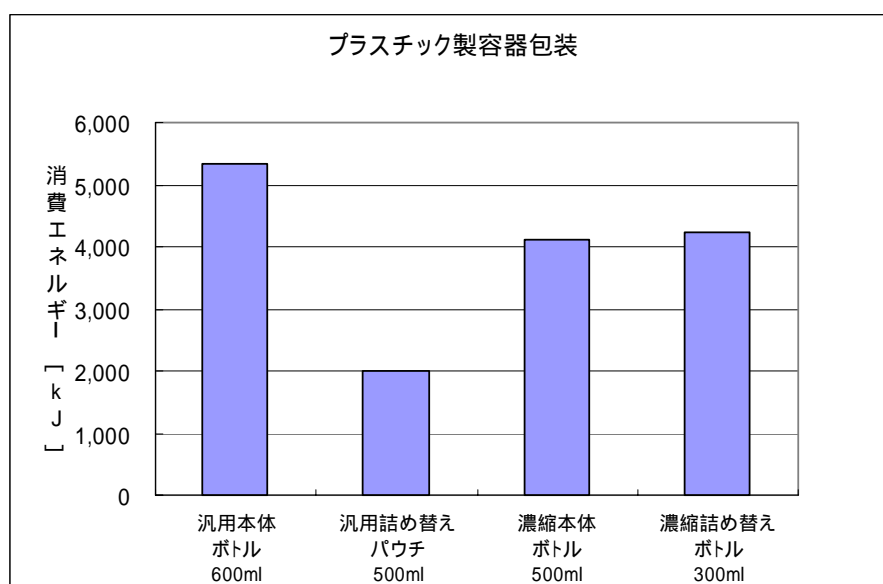


図 2-6 プラスチック製容器包装の環境負荷（容量 1L あたりに換算した値）

プラスチック製容器包装では、詰替え化によるリデュースが進んでいる。例えば、ボトルから詰替え用パウチへ、ボトルから詰め替え用ボトルへの取組みが挙げられ、ここではそのデータを整理した。

各容器について 1L あたりに換算した環境負荷を比較すると（表 2-7 の下表、図 2-6）、汎用ボトルを汎用詰替えパウチへリデュースすることにより、消費エネルギー量、二酸化炭素排出量を 6 割程度削減できることが示された。

また、図 2-6 によると濃縮本体ボトル（500mL）と濃縮詰替えボトル（300mL）では、1L あたりの消費エネルギー量はほぼ同じ値であるが、一般に容量が大きい方が 1L あたりに換算した環境負荷は小さいことから、500mL 相当に内容量をそろえて比較することを想定すると、本体ボトルよりも詰替え用ボトルの方が環境負荷が削減できると考えられる。

2) ケーススタディ

1) で整理した既存文献のデータをもとに、ペットボトルとプラスチック製容器包装リデュース前の製品とリデュース後の製品を LCA の観点で比較した。

具体的には、資源採掘～製造～流通～消費～収集～廃棄・リサイクルというライフサイクルにおいて、リデュース後の省エネ効果、二酸化炭素の削減、廃棄物の削減の効果について定量評価を試みた。

< ペットボトルのリデュースの取組における効果の定量化の検討 >

評価対象範囲 (フロー)

財団法人政策科学研究所「H16 年度容器包装ライフサイクルアセスメントに係る事業調査報告書 (H17.3)」のペットボトル耐熱用 (500mL) の LCA 評価事例を参考に、ペットボトルの製造からリサイクル・処分までのフローを図 2-7 のとおり設定した。

使用済みペットボトルについては、61%が資源ごみとしてリサイクルされ、そのうち 87.1%が再資源化されると仮定した。一方で、使用済みペットボトルの 39%が廃棄物として処理されるとし、処理の内訳を焼却・埋立が 28.7%、中間処理・埋立が 5.6%、直接埋立 4.7%とした (表 2-8)。

LCI データを利用した定量化の検討

図 2-7 に示したフローに従い、リデュース前とリデュース後のペットボトルについて、比較検討を行った。

具体的には、ペットボトルの軽量化およびプリフォーム形態 (ペットボトルに成型する前の状態) での輸送によるリデュース効果を検討した。リデュース前のペットボトルとして 500mL ホット充填用 PET (重量 37.0g / 本) を、リデュース後のペットボトルとして 500 mL 無菌充填用 PET (プリフォーム方式による製造) (重量 26.8g / 本) をとりあげ、各々の LCI データをもとに定量評価を行った。その結果を表 2-9 に示す。なお、ペットボトル 1 本あたりのデータとする場合、数値が小数点以下でわかりにくいため、便宜的にペットボトル 1,000 本あたりの二酸化炭素排出量、廃棄物排出量、エネルギー消費量に換算して示した。

< 参考 >

- ・ ホット充填用 PET (耐熱用 PET)
： 充填する際に加熱するために耐熱性を付与したペットボトルのこと
- ・ 無菌充填用 PET
： 充填方式を工夫することで、非耐熱化・軽量化を行ったペットボトルのこと、プリフォーム形態 (ペットボトルに成型する前の状態) で輸送する

出典元の LCI データは、製造工程について複数の段階（資源採取～ボトル製造、ボトル製造～飲料製品製造）に分かれていたが、ホット充填用 PET（リデュース前）と無菌充填用 PET（リデュース後）は、既述のように製造方式や輸送形態が異なるため、単純比較することが難しい。具体的には、従来の方式ではペットボトルまで成型したものを輸送するが、リデュース後の無菌充填用ペットボトルは、プリフォームを輸送しインプラント方式でペットボトルを成型する。このため、ここではペットボトル製造工程をひとくくりとして扱った。

考察

500mL ペットボトルは、最近では 23g / 本まで軽量化が進んでいる。安全・安心を担保しながら軽量化の技術開発を進められており、20g / 本まで軽量化が可能と考えられている。軽量化を試みた結果、以下のことがわかった。

- ・ 軽量化（樹脂量の削減）というリデュースを行うことにより、二酸化炭素排出量、廃棄物排出量、消費エネルギーを削減することができる。
- ・ ライフサイクルの段階別に見ると、二酸化炭素排出量と消費エネルギーは、ペットボトル製造工程での負荷が大部分であり 75% 以上を占めている。廃棄物排出量は、廃棄・最終処分工程での負荷が過半を占めている。
- ・ エネルギー消費と二酸化炭素排出量は連動しており、エネルギー消費が減れば二酸化炭素排出量も減る。
- ・ また、輸送においても、リデュースにより二酸化炭素の排出抑制につながる。これは、軽量化によりトラックの燃費がよくなるためと考えられる。

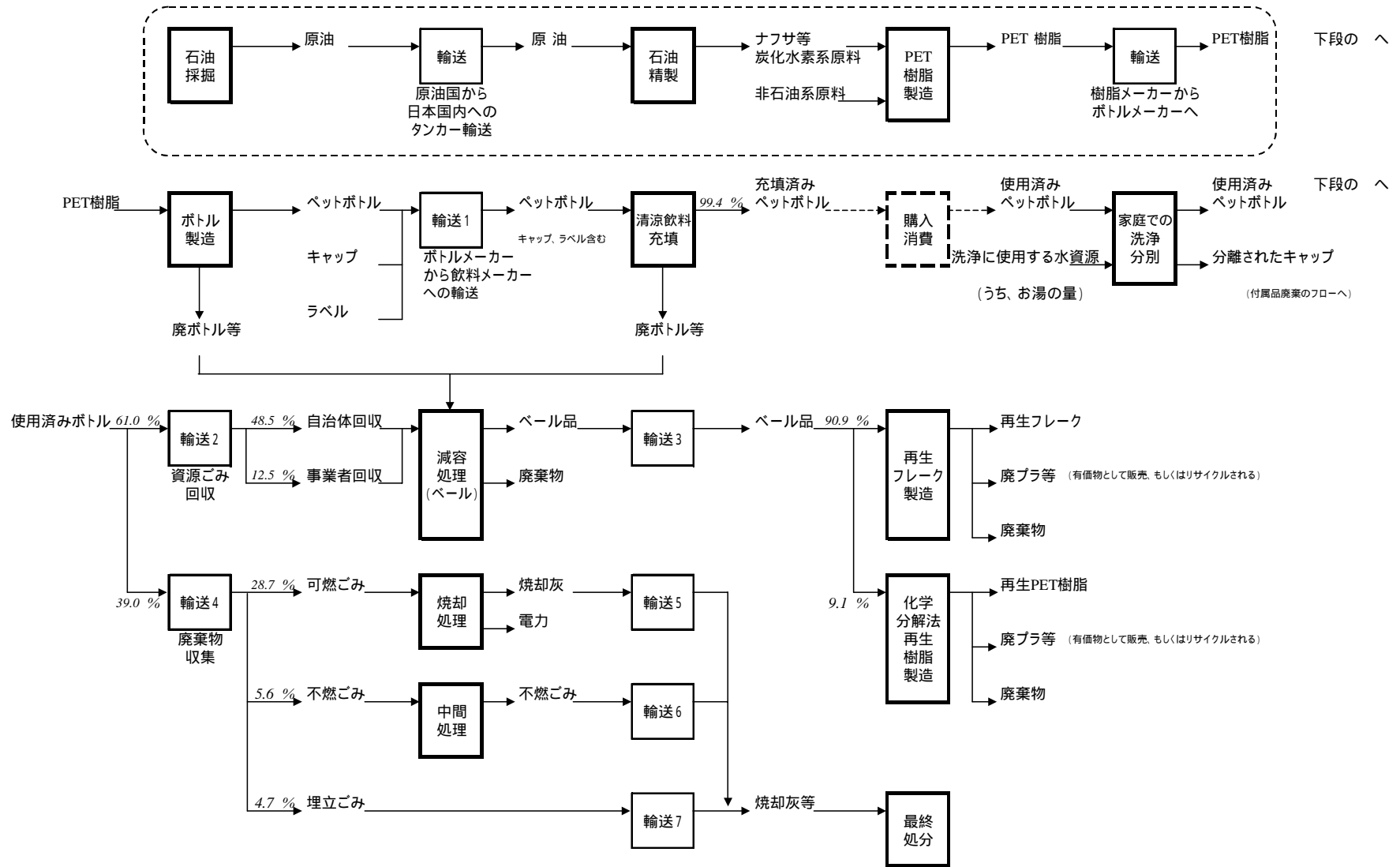


図 2-7 ペットボトルの評価対象範囲 (フロー)

(参考：財団法人政策科学研究所 「H16年度容器包装ライフサイクルアセスメントに係る調査事業報告書 (H17.3)」)

表 2-8 ペットボトルのリデュース評価における設定条件

	容器名	リサイクル			廃棄		
		回収率	再資源化率	回収・再資源化率	焼却・埋立	中間処理・埋立	直接埋立
リデュース前	ホット充填用PETボトル	61.0%	87.1%	53.1%	28.7%	5.6%	4.7%
リデュース後	無菌充填用PETボトル (プリフォーム形態)	61.0%	87.1%	53.1%	28.7%	5.6%	4.7%
出所	: 出典1 : 出典2	出典1 : 出典1 のホット充填用PET ボトルと同様と仮定	出典1 : 出典1 のホット充填用PET ボトルと同様と仮定	出典1 : 出典1 のホット充填用PET ボトルと同様と仮定	出典1 : 出典1 のホット充填用PET ボトルと同様と仮定	出典1 : 出典1 のホット充填用PET ボトルと同様と仮定	出典1 : 出典1 のホット充填用PET ボトルと同様と仮定

表 2-9

出典 1 : 財団法人政策科学研究所「H16 年度容器包装ライフサイクルアセスメントに係る調査事業報告書 (H17.3)」のペットボトル耐熱用 (500ml) LCI データをもとに重量で按分

出典 2 : 大日本印刷株式会社「包装・容器設計における LCA 評価について (PACKPIA2002 年 1 月)」の LCI データを利用

: 従来はペットボトルまで成型したものを輸送するが、リデュース後の無菌充填用ペットボトルは、プリフォームを輸送しインプラント方式でペットボトルを成型するため製造工程を段階別に分けた単純比較ができない。
このため、ペットボトル製造工程を段階に分けずにひとくくりで扱った。

表 2-9 ペットボトルのリデュースに関する LCA 評価 (ペットボトル 1,000 本あたりに換算した値)

	PETボトル飲料製品製造 ()	消費	再資源化						廃棄・最終処分								合計	
			資源採取 ~ ボトル製造 ~ 飲料製品製造	家庭での洗浄分別	輸送2 (資源ごみ回収)	減容処理 (ペール)	輸送3 (減容処理 ~ 再生工場)	再生フレーク製造	再生PET樹脂製造	輸送4 (廃棄物収集)	焼却処理	輸送5 (焼却処理 ~ 最終処分)	中間処理	輸送6 中間処理 (中間処理 ~ 最終処分)	輸送7 (廃棄物収集 ~ 最終処分)	PETボトル最終処分		付属品 (キャップ) 廃棄
CO2排出量 (kg-CO2)	リデュース前	130.1	0.1	1.8	0.3	0.1	4.5	3.7	1.1	16.7	0.0	0.0	0.1	0.1	0.0	3.5	8.9	171.0
	後	90.5	0.1	1.4	0.2	0.0	3.5	2.9	0.9	13.2	0.0	0.0	0.1	0.0	0.0	2.8	7.1	122.9
廃棄物排出量 (kg)	リデュース前	0.7	0.0	0.0	0.2	0.0	2.8	0.0	0.0	0.0	0.0	2.1	0.0	0.0	1.8	0.7	0.3	8.6
	後	0.6	0.0	0.0	0.2	0.0	2.2	0.0	0.0	0.0	0.0	1.6	0.0	0.0	1.4	0.5	0.3	6.8
エネルギー消費量 (MJ)	リデュース前	2,312.0	2.3	26.2	8.4	0.8	96.7	49.5	16.8	11.5	0.0	1.2	1.0	0.8	0.6	4.5	163.5	2,695.8
	後	1,608.7	1.8	20.8	6.6	0.7	76.5	39.2	13.3	9.1	0.0	1.0	0.8	0.6	0.5	3.6	129.4	1,912.5
特記事項・輸送手段		ボトル、キャップ、ラベルを含む		・輸送方法: 2t パッカー ・輸送距離: 195.75km/t			・輸送方法: 10t とトラック ・輸送距離: 3.1km/t			・輸送方法: 2t パッカー ・輸送距離: 195.75km/t		・輸送方法: 10t とトラック ・輸送距離: 1.18km/t		・輸送方法: 10t とトラック ・輸送距離: 38.53km/t	・輸送方法: 10t とトラック ・輸送距離: 38.53km/t			段ボール箱: 14.00g/PETボトル24本
データ出所		: 出典1 : 出典2 の値を二酸化炭素排出量で按分	出典1	出典1	出典1	出典1	出典1	出典1	出典1	出典1	出典1	出典1	出典1	出典1	出典1	出典1	出典1	出典1

<プラスチック製容器包装のリデュースの取組における効果の定量化の検討>

評価対象範囲（フロー）

ここでは、社団法人プラスチック処理促進協会「プラスチック廃棄物の処理・処分に關する LCA 調査研究報告書（2001.3）」を参考に、廃プラスチックの処理方法として、埋立処理、高炉原料化、ガス化の3つの方法を対象とした。

前述のペットボトルの定量評価では、使用済みペットボトルについて、各処理ごとの仕向割合を決めて設定したフローに基づき評価を行ったが、プラスチック製容器包装では、ペットボトルのような仕向割合のデータが既存文献から得られなかったため、処理方法ごとにリデュース効果を比較することにした。各処理方法のフローは、表 2-11～表 2-13 にデータと一緒に示した。

LCI データを利用した定量化の実施

各処理方法ごとに、リデュース前とリデュース後のプラスチック製容器包装の環境影響について、比較検討を行った。

具体的には、プラスチック製容器包装の詰替化によるリデュース効果を取り上げた（表 2-10）。リデュース前のプラスチック製容器包装として 500mL 液体洗淨用ボトル（重量 37.0g / 本）、リデュース後のプラスチック製容器包装として 500mL 液体洗淨用スタディングパウチ（詰替え製品用の容器）（重量 10.9g / 本）をとりあげ、各々の LCI データをもとに定量評価を行った。その結果を表 2-11～表 2-13 に示す。

なお、プラスチック製容器包装の流通・消費段階の環境影響データについて、文献やヒアリング調査で得られなかったため、ここでは評価の対象外とした。

また、プラスチック製容器包装 1 本あたりのデータでは小数点以下となってしまうかわりにくいいため、便宜的にプラスチック製容器包装 1,000 本あたりの二酸化炭素排出量、廃棄物排出量、エネルギー消費量に換算して示した。

考察

定量化を試みた結果、リデュースにより以下の効果が得られることがわかった。

- ・ プラスチック製容器包装のボトルを詰替製品化（パウチ化）することにより、ライフサイクル全体で、二酸化炭素排出量、廃棄物排出量、消費エネルギーを削減することが可能である。
- ・ 段階ごとに見ると、どの処理方法においてもプラスチック製容器包装製造工程での負荷が大半を占める。
- ・ また、リデュースにより樹脂量が約 7 割削減される（37g / 本 10.9g / 本）が、製造工程での二酸化炭素排出量、エネルギー消費量は 8 割以上削減できることがわかった。これは、ボトルと詰替えパウチの形態が異なり、製造エネルギーが大幅に減

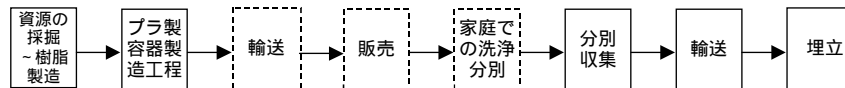
少するためと考えられる。

- ・ 製造工程における廃棄物排出量については、詰め替え用パウチの方が増加する可能性もある。この理由として、ボトルについては、材質（HDPE、PP）がオレフィンというほぼ単一素材のため、成型後に余った樹脂を再度利用（工場内リサイクル）でき、廃棄物があまり発生しない。一方、詰め替え用パウチについては、延伸ナイロン（Ony）と LLDPE（線状低分子 PE）など複合素材などで構成されることから、工場内リサイクルができず、その分廃棄物量が多くなることが挙げられる。
- ・ 処理方法ごとの特徴としては、廃棄物排出量のほとんどが埋立によるものである。また、高炉原料化、ガス化などのケミカルリサイクルでは廃棄物排出量は容器の製造工程のみからとなっているため、上述の理由からリデュース後の方が排出量が多くなっている。
- ・ 高炉原料化過程、ガス化過程での二酸化炭素排出量、消費エネルギー量は、リデュース後の製品の方が、樹脂量が減っている分、削減することができる。

表 2-10 プラスチック製容器包装のリデュース評価における設定条件

	容器名	仕様		
		容量	重量	材質
リデュース前	液体洗剤用ボトル	500ml	37.0	ボトル: HDPE キャップ:
リデュース後	液体洗浄用スタ ディングパウチ (詰替用容器)	500ml	10.9	Ony/LLDPE

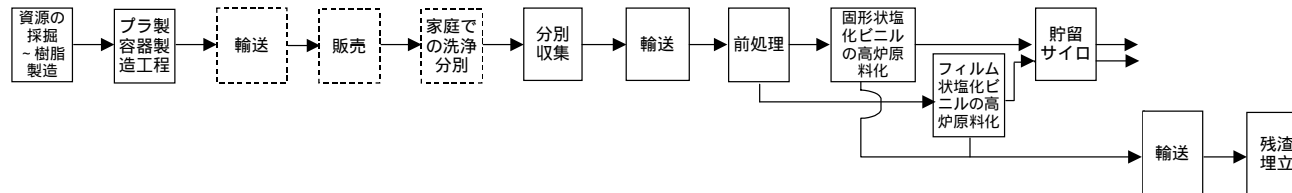
表 2-11 (1) 埋立処理を行う場合のプラスチック製容器包装のリデュースに関する LCA 評価
(プラ製容器包装 1,000 本あたりに換算した値)



		プラ製液体洗浄製品の製		流通()		消費()		埋立		合計
		資源の採掘 ～樹脂製造	プラ製容器 製造工程	輸送(メー カー～店	販売	家庭での洗 浄分別	分別収集	輸送(埋立 処分場へ)	埋立	
CO2排出量 (kg-CO2)	リデュース前	82.66	48.48	-	-	-	0.13	0.04	0.20	131.52
	後	18.68	4.71	-	-	-	0.04	0.01	0.06	23.50
廃棄物排出量 (kg)	リデュース前	0.00	1.43	-	-	-	0.00	0.00	37.00	38.43
	後	0.00	1.74	-	-	-	0.00	0.00	10.90	12.64
エネルギー消費量 (MJ)	リデュース前	4367.00	1346.40	-	-	-	0.42	0.11	0.93	5714.85
	後	812.00	101.00	-	-	-	0.12	0.03	0.27	913.43
特記事項・輸送手段							・輸送方法: 2:パッカ-車 ・輸送距離: 23.6km	・輸送方法: 4:ダンプ ・輸送距離: 9.4km		
データ出所等		重量で按分					出典2 - 廃・ごみ埋 立による廃 プラスチック のLCIデー タ	出典2 - 廃・ごみ埋 立による廃 プラスチック のLCIデー タ	出典2 - 廃・ごみ埋 立による廃 プラスチック のLCIデー タ	

出典1: プラスチック製品のLCA的評価(社団法人プラスチック処理促進協会 2004.3)
 出典2: 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 2001.3)
 流通・消費段階の環境影響評価データは、既存データが得られなかったため対象外とした

表 2-12 (2) ケミカルリサイクル(高炉原料化)を行う場合のプラスチック製容器包装のリデュースに関する LCA 評価
(プラ製容器包装 1,000 本あたりに換算した値)



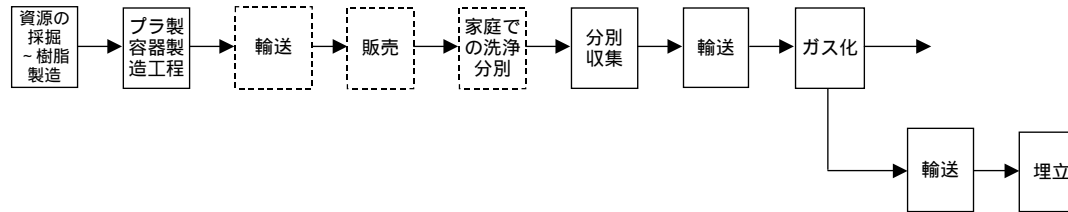
		プラ製液体洗浄製品の製		流通()		消費()		高炉原料化						合計	
		資源の採掘 ～樹脂製造	プラ製容器 製造工程	輸送(メー カー～店 頭)	販売	家庭での洗 浄分別	分別収集	輸送 (分別収集 ～再商品化 処理施設)	前処理	固形状塩化 ビニルの高 炉原料化	フィルム系 塩化ビニル の高炉原料 化	貯留サイロ	輸送 (再商品化 処理施設～ 残渣埋立処 分場)		埋立処分
CO2排出量 (kg-CO2)	リデュース前	82.66	48.48	-	-	-	0.13	0.91	0.08	0.57	0.78	0.02	0.00	0.00	133.63
	後	18.68	4.71	-	-	-	0.04	0.27	0.02	0.17	0.23	0.00	0.00	0.00	24.12
廃棄物排出量 (kg)	リデュース前	0.00	1.43	-	-	-	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	1.43
	後	0.00	1.74	-	-	-	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	1.74
エネルギー消費量 (MJ)	リデュース前	4367.00	1346.40	-	-	-	0.42	2.82	0.40	2.56	4.61	0.09	0.00	0.01	5724.31
	後	812.00	101.00	-	-	-	0.12	0.83	0.12	0.75	1.36	0.03	0.00	0.00	916.22
特記事項・輸送手段							・輸送方法: 2:パッカ-車 ・輸送距離: 23.6km	・輸送方法: 10:ダンプ ・輸送距離: 400km					・輸送方法: 4:ダンプ ・輸送距離: 30km		
データ出所等		出典1液体 洗浄剤用ボ トルのLCI データ	出典1液体 洗浄剤用ボ トルのLCI データ				出典2 - 廃・高炉原 料化のLCI データ	出典2 - 廃・高炉原 料化のLCI データ	出典2 - 廃・高炉原 料化のLCI データ	出典2 - 廃・高炉原 料化のLCI データ	出典2 - 廃・高炉原 料化のLCI データ	出典2 - 廃・高炉原 料化のLCI データ	出典2 - 廃・高炉原 料化のLCI データ	出典2 - 廃・高炉原 料化のLCI データ	

出典1: プラスチック製品のLCAの評価(社団法人プラスチック処理促進協会 2004.3)

出典2: プラスチック廃棄物の処理・処分に關するLCA調査研究報告書(社団法人プラスチック処理促進協会 2001.3)

流通・消費段階の環境影響評価データは、既存データが得られなかったため対象外とした

表 2-13 (3) ケミカルリサイクル(ガス化)を行う場合のプラスチック製容器包装のリデュースに関する LCA 評価
(プラ製容器包装 1,000 本あたりに換算した値)



		プラ製液体洗浄製品の製		流通 ()		消費 ()		ガス化				合計
		資源の採掘 ～樹脂製造	プラ製容器 製造工程	輸送(メー カー～店 頭)	販売	家庭での洗 浄分別	分別収集	輸送 (分別収集 ～再商品化 処理施設)	ガス化	輸送(～埋 立処分場)	埋立処分	
CO2排出量(kg-CO2)	リデュース前	82.66	48.48	-	-	-	0.13	0.19	1.60	0.00	0.01	133.09
	後	18.68	4.71	-	-	-	0.04	0.06	0.47	0.00	0.00	23.96
廃棄物排出量(kg)	リデュース前	0.00	1.43	-	-	-	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	1.43
	後	0.00	1.74	-	-	-	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	1.74
エネルギー消費量(MJ)	リデュース前	4367.00	1346.40	-	-	-	0.42	0.60	6.41	0.01	0.06	5720.89
	後	812.00	101.00	-	-	-	0.12	0.18	1.89	0.00	0.02	915.21
特記事項・輸送手段							・輸送方法: 2tパッカ-車 ・輸送距離: 23.6km	・輸送方法: 10tダンプ ・輸送距離: 84.9km		・輸送方法: 4tダンプ ・輸送距離: 30km		
データ出所等		出典1液体 洗浄剤用ボ トルのLCI データ 出典1液体 洗浄用パウ チのLCI データ	出典1液体 洗浄剤用ボ トルのLCI データ 出典1液体 洗浄用パウ チのLCI データ				出典2 一 廃・ガス化 のLCIデー タ	出典2 一 廃・ガス化 のLCIデー タ	出典2 一 廃・ガス化 のLCIデー タ	出典2 一 廃・ガス化 のLCIデー タ	出典2 一 廃・ガス化 のLCIデー タ	

出典1: プラスチック製品のLCA的評価(社団法人プラスチック処理促進協会 2004.3)

出典2: 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 2001.3)

流通・消費段階の環境影響評価データは、既存データが得られなかったため対象外とした

(2) 定性的な分析

容器包装のリデュースにより、表 2-14 のような効果・影響が考えられる。このような想定のもと、リデュース製品の影響およびリサイクル性について、容器包装の製造事業者、利用事業者、選別事業者、再商品化事業者などへのヒアリング調査を実施した。

その結果をもとに、ライフサイクルの各段階（製造、流通、消費、収集、選別保管、再商品化）ごとに、リデュース製品にすることで得られる、省エネ効果、環境影響の低減、およびリサイクル性の変化などを考察した結果を示す。

表 2-14 容器包装のリデュース・リサイクルによって想定される環境等への影響

	段階	影響項目
	製造段階	原料削減による製造エネルギーの変化
	流通段階	小型化による輸送効率の変化 店舗陳列時における冷凍・冷蔵温度の変化
	消費段階	冷蔵庫における冷凍・冷蔵温度の変化 廃棄物の発生量・発生容量の変化
	収集段階	収集可能な廃棄商品数の変化
	選別保管段階	軽量化による処理エネルギーの変化
	再商品化段階	素材変化による残渣量の変化
	廃棄段階	軽量化による残渣量の変化 焼却時の処理エネルギーの変化

製造段階

○ペットボトル

- ・ 500mL ペットボトルは、最近では 23g / 本まで軽量化が進んでいる。安全・安心を担保しながら軽量化の技術開発が進められており、20g / 本まで軽量化が可能と考えられている。
- ・ 資源採取からボトル製造までの工程では、樹脂量の削減に比例して製造ロスなどの廃棄物や消費エネルギーも削減できる。
- ・ エネルギー消費と二酸化炭素排出量は連動しており、エネルギー消費が減れば二酸化炭素排出量も減る。
- ・ 最近では、ペットボトルのリデュースの取組として、容器メーカーがプリフォーム（試験管の形をしたペットボトルの原型）の形態まで作り、利用事業者の方でペットボトルを成形しながら充填するというインプラント方式が採用されている。
- ・ このインプラント方式は、ボトル製造から飲料充填工程への輸送効率を高めるのに

効果的である。また、成形しながら飲料の充填を行うため、生産の合理化が図られ、エネルギー使用量も削減することが可能である。

- ・ 容器製造事業者によると、通常の成型ボトルで 43,200 本 / 回の輸送効率とした場合、プリフォーム輸送では 280,000 本 / 回 (約 6.5 倍) まで輸送効率が上がるということである。
- ・ ただし、インプラント方式の場合には、リデュース前と比べて充填スピードが落ちる可能性もある。

○プラスチック製容器包装

- ・ 資源の採掘から樹脂製造までの工程では、樹脂量の減少量に比例して、環境負荷、エネルギー使用量も減少する。また、エネルギー消費量と二酸化炭素の発生量は連動する。
- ・ 資源採掘段階で大きな負荷が発生しているため、石油の使用量を減らす、すなわち、樹脂量を減らす効果は大きい。
- ・ 詰め替えパウチにすると、樹脂量が減少するだけでなく、形態の違いにより製造エネルギーが大きく減少すると考えられる。
- ・ 廃棄物量については、詰め替え用パウチの方が増加する可能性もある。ボトルについては、材質がポリオレフィン (HDPE、PP) に単一化されており、成型後に余った樹脂を再度利用 (工場内リサイクル) できるため、廃棄物があまり発生しない。一方、詰め替え用パウチについては、延伸ナイロン (Ony) と LLDPE (線状低分子 PE) など複合素材などで構成されることから、工場内リサイクルができず、その分廃棄物量が多くなる。
- ・ プラスチック製容器包装についてもインプラント方式が採用されており、エネルギー消費量の削減、二酸化炭素排出量の削減などの効果がある。
- ・ 具体的には、パウチなどについて、プラスチック製容器製造事業者側で加工するのはストロー部分 (口の部分) の製造までで、利用事業者側で袋を起こして膨らまし、中身を充填している。
- ・ また、ポテトチップの包材についてもインプラント供給を行っている。従来は袋まで成型してから供給していたが、最近ではロールの状態 で供給し、利用事業者の方で袋にして中身をつめている。

流通段階

○ペットボトル

- ・ 1 台のトラックに積めるペットボトルの本数はリデュース前後で変わらない。しかし、全体として軽量化はされるので、その分燃費がよくなると考えられる。
- ・ ペットボトルの軽量化・薄肉化による販売時の影響・効果として、冷凍・冷蔵温度

の変化等が期待されたが、そのような効果はほとんどない。

○プラスチック製容器包装

- ・ 容量が同じ場合は、ボトルも詰め替え用パウチも輸送効率はほとんど変わらない。
- ・ これまで、パウチにすると段ボール使用量が増加し、リデュース前よりも環境負荷が多くなる可能性を指摘されていた。パウチの利用事業者が段ボールの使用量を減らす方策を検討したところ、パウチを横に倒して詰めると、立てて詰めるのに比較して段ボールの使用量が約30%減少することがわかった。
- ・ 店頭での販売段階における消費エネルギー等については、詰め替え用パウチでも変化がないと考えられる。

消費段階

消費段階における、リデュース製品の効果・影響についてはほとんど不明である。

収集段階

○ペットボトルなど

- ・ 収集時に一度に運べる量は容積に依存する。このため、積載重量は、軽量化分だけ減少する。例えば、1割程度の軽量化が進めば、2tトラック1台あたりにペットボトルを330kg積載していたものが300kgまで減少することになる。重量あたりの収集コストは高くなるが、収集車の燃費はよくなり、そのぶんだけエネルギー消費量、二酸化炭素、NOx・SOxの排出量の削減につながると考えられる。

○プラスチック製容器包装

- ・ ある市区町村では、プラスチック製容器包装を分別収集しているが、冷蔵庫であっても破砕圧縮できるプレス式パッカー車を利用している。したがって、通常のパッカー車では、ボトル容器よりも、詰め替え商品のフィルム容器の方が圧縮率が高く、積載量が多くなるが、プレス式の場合は影響はないとのことである。

選別保管段階

○ペットボトル、缶

- ・ ペットボトル、缶、びん等の容器包装の選別事業者によると、減容処理段階（ベール化など）では、軽量化により油圧ポンプの負荷が下がることで省エネ効果が期待できるとのことである。
- ・ ただし、ベールを同じ重量に揃えるように処理する場合は、1ベールあたりで、軽量化前よりも多い本数の容器を圧縮する必要が出てしまい、油圧ポンプの駆動回数が逆に増える可能性がある。トータルで考えると、1回あたりの油圧ポンプの負荷が削減しても回数が増加すれば、軽量化による効果は得られないかもしれない。

○ペットボトル

- ・ ペットボトル選別事業者によると、ペットボトルの薄肉化によって、選別作業がやりにくくなっている面があるとのことである。具体的には、ペットボトルの選別工程の主な作業として、手選別ラインでのキャップの取り外し(全ボトルの3～4割程度)があるが、薄肉化されたボトルは、キャップを取り外す際に、ボトルに力が伝わりにくく、外しにくくなっているとのことである。
- ・ また、ボトルに対して、キャップの軽量化は進んでいないため、キャップ重量の相対比率が高くなっており、歩留まり率が低くなっている。したがって、選別作業をする立場から望ましいリデュースはペットボトルのキャップのペット化によるキャップとボトルの分離不要化である。ただし、キャップをペット化しても色が付いているとボトルと一緒に再生利用できないので、着色のないペットを利用する必要がある。

○プラスチック製容器包装

- ・ プラスチック製容器包装の詰め替え商品の増加は、選別残渣の増加につながっている面もある。ボトルの場合は、水洗い後に廃棄されるが、詰め替え商品の場合、水洗いされないため、水分残渣の割合が高くなる。

○紙製容器包装

- ・ 紙については、再商品化事業者(古紙問屋)及び製紙メーカーの要求品質が緩やかで、コートボール紙等であっても、アンコの部分で利用されるため、リデュースの進展による影響はない。

再商品化段階

○ペットボトル

- ・ ある選別事業者では、フレーク化は、選別 破碎 風力選別(ラベルと本体の分離) 比重選別(キャップと本体の分離)の流れで実施されている。この場合、軽量化することで、選別時に本体 PET がラベルやキャップに混入しやすくなり、残渣量が増える可能性が考えられる。
- ・ また、破碎機に一度に入れられる量は一定のため、軽量化で破碎効率が上がることは考えにくい。ただし、薄肉化で容易に破碎できるようになれば、エネルギー使用量が減少する可能性はある。
- ・ ただし、破碎物を集める段階で、軽量ゆえに集めにくくなることも予想される。吸引方式で集めている場合は、余分なエネルギーが必要となるかもしれない。
- ・ 軽量化が進んだ場合には、再商品化工程自体を変更する必要がある可能性がある。

具体的には、ある程度破碎（一次破碎）した段階で先に選別し、その後、二次破碎で細かくする工程を取るようになる。軽量化が進むほど、このような工程変更が必要になり、2回破碎するようになれば余分なエネルギーが必要となる。

- ・ ペレット製造段階については、1つのペレットの重量や大きさが決まっていることを考えると、軽量化でペットボトル1本あたりから得られる樹脂量が減るため、1つのペレットを作るのに必要なエネルギーは多くなる可能性もある。

○缶・ガラスびん

- ・ 選別事業者によると、缶・ガラスびんの再商品化工程における軽量化の影響については、上記のペットボトルでの事項とほぼ同様とのことである。
- ・ ただし、缶は磁石を利用して選別されており、再商品化工程の90%程度が自動化されているため、ペットボトルのように軽量化により歩留率が悪化する可能性は低い。
- ・ ガラスびんでは、1本あたりの環境負荷は減少するが、ペットボトルと同様に、処理工程全体を考慮すると必ずしも効率があがるとは言いきれない。

○プラスチック製容器包装

- ・ リデュースの手法として素材の統一化が挙げられているが、プラスチック製容器包装に関しては、素材の統一化を図ることは一概にはできない。ボトルやキャップなどはポリオレフィン（PP、PE）単一で成型することが可能だが、フィルムについては、ナイロン+オレフィンとしたり、アルミ箔を加えたりなど複合素材でないと安全を担保できるフィルムを製造することが難しい。
- ・ また、プラスチック製容器包装については、複合素材にすることでリデュースの取組（樹脂量の削減）が進んだ。リサイクル性を向上させるためには単一素材化は重要だが、リデュースを優先するとどうしても複合素材を利用せざるを得ない。このように、プラスチック製容器包装については、リサイクル性の向上とリデュースは相反する部分がある。
- ・ プラスチック製容器包装の再商品化事業者によると、再商品化原料となるのはポリオレフィン系樹脂のみであるため、ポリスチレンなどポリオレフィン系でない樹脂への素材転換や、アルミ蒸着など他のラミネート素材への転換は、残渣の増加につながるとのことである。特にアルミ蒸着フィルムは、風力選別装置で排除できないため、再生品の品質を低下させる要因となっている。
- ・ また、食品等の付着物も残渣の大きな要因であるため、消費者の排出時に、食品等の付着した容器包装を別区分にすることは大きな効果があると考えられる。なお、市町村の調査例によると、収集した容器包装の組成は、プラスチック製容器包装が75%程度、食品残渣等が25%程度、プラスチック製容器包装75%のうちポリオレ

フィン系が 50%程度、ポリスチレン等その他樹脂が 25%程度である。

廃棄段階

- ・ 焼却工場へ運ばれる際の燃費については、軽量化されることによってよくなる。
- ・ また、焼却時の廃棄物量や、消費エネルギー量、二酸化炭素排出量などについても、樹脂量、紙量の減少に比例して減少する。
- ・ 中間処理（ある程度の大きさまでの破碎やプレスなど）を行ってから埋立処理される場合については、軽量化により破碎効率が上がり、圧縮しやすくなるという効果がある。

(3) まとめ

2.1章、および2.2章の(1)定量的な分析、(2)定性的な分析で得られた結果を鑑みると、リデュース製品の総合評価およびリサイクル性に関して、以下の2点に考慮することが重要と考えられる。

業界やメーカー主導でリデュースの評価の仕組みを構築
リデュース単独でなく3R全体を考慮した効果的な技術開発を実施

それぞれの具体内容について、以降に示す。

1) 業界やメーカー主導のリデュースの評価の仕組みを構築

リデュース製品の影響評価に関するLCA評価等の事例は少なく、また、評価に対する取組意欲も企業によって様々であることがわかった。

その一方で、容器包装リサイクル法のもと事業者はリデュースの取組を行うことが不可欠であり、それに伴ってリデュース効果の定量的な評価を行い、その結果をわかりやすく広報することが重要となりつつある。

今後リデュースの取組を促進するためには、容器包装製造事業者、容器包装利用事業者、それらを取りまとめている業界などが主導して、評価の仕組みを構築していく必要がある。

味の素株式会社や株式会社ヤクルト本社では、製品で利用する容器包装について、独自に環境評価(リデュース効果も含む)を実施している(詳細は次頁以降を参照)。これは、LCA評価に比べると簡易的な評価手法であるが、まずはこのような各社で実施されている先進的な評価事例をもとに、評価方法を業界ごとにとりまとめ、各事業者に対して啓蒙していくべきである。そのうえで、本報告書で整理したようなLCAなどを用いるなど、徐々に評価方法をレベルアップさせ、より客観的でより効果的な評価方法を構築していくことが重要である。

< 事業者による評価事例 ~味の素株式会社~ >

味の素では、『容器包装環境対応アセスメント』および『容器包装エコインデックス』を定め、自社製品で利用する容器包装についてリデュース効果も含めた環境評価を行っている。具体的な内容は以下の通りである。

表 2-15 味の素における容器包装の評価方法

評価手法	「容器包装環境対応アセスメント」、「容器包装エコインデックス」				
取組経緯	1991年より、新しい商品の開発時や既存商品のリニューアル時に実施する「開発商品品質アセスメント」の一環として、包装材料の「容器包装環境対応アセスメント」を実施している。その際の評価指針として、「容器包装エコインデックス」を定めている。必要に応じて改訂を行っており、現在第7版である。				
対象製品	新しく開発された商品やリニューアルを行う商品（家庭用、業務用）				
具体的な評価内容	「容器包装エコインデックス」の評価項目は以下のとおり。				
	目的	評価項目	評価のポイント		
地球環境負荷の低減	省資源	包材重量の削減	廃棄包材重量	商品の中味重量あたりの使用後に廃棄される個装の包材重量はどのくらいか。(業務用の場合は外装及び緩衝包装材類も含む。)	
			重量削減比率	既存及び類似商品に比べて個装の包材重量は削減されているか。	
			多重包装度合	個装商品の開封作業が1回で中味を出せるか。または、開封作業の回数を削減したか。	
			詰め替え商品の有無	詰め替えコンセプトの商品かどうか。	
	地球温暖化防止	素材選定	二酸化炭素発生量の削減	包材の原料採掘から廃棄に至るまでの二酸化炭素発生量をどのくらい削減しているか。	
			植物由来材料の使用	二酸化炭素発生量の削減に貢献する植物由来材料を使用し、その結果として二酸化炭素発生量削減に寄与しているか。	
	循環型社会実現への貢献	リサイクルの推進	リサイクルの容易性	再生素材の利用率	個装包材にリサイクル素材をどの程度利用しているか。
				分別収集対応性	包材の廃棄時にリサイクル可能な部分が容易に分離できるか。
				リサイクルシステムへの適合性	既存のリサイクルシステムに適合している素材を使用しているか。
				リサイクル・廃棄時減容度	包材の廃棄時に容積を小さくできるか。
訴求	表示	環境対応表示の有無(環境配慮表示の有無)	法に定められた表示以外に、積極的に環境保護に有用な情報や訴求表示がされているか。		
	環境視点	上記の評価では反映されないが、従来品や他社品と比較して改善しているか。			
	ユニバーサルデザイン視点	ユニバーサルデザインにどの程度配慮しているか。			
	<ul style="list-style-type: none"> 上表の評価項目ごとに、段階的な基準と段階毎の点数(-1、+1、+2 など)を定めており、商品単位で評価項目ごとの点数を加算するという仕組みである。 商品開発部門が、新商品の開発や既存商品のリニューアルを行う際は、上記項目の評価結果を包装設計部門及び環境経営推進部へ回覧し、全社 				

	<p>的な合議をとることになっている。</p> <ul style="list-style-type: none"> ・ 合議にあたっては、エコインデックスの評価表とあわせて、商品のコンセプトや仕様設計、および二酸化炭素発生量の計算結果なども提出することとされている。
評価結果の利用	<ul style="list-style-type: none"> ・ クリアすべき点数を設定しているが、改善することにウェイトを置いている。
課題	<ul style="list-style-type: none"> ・ 同指針は、包括的な内容となっている。味の素は、特定の製品群のみを扱う専門メーカーではなく、多種の業界に属する事業(食品、化粧品、医薬)を展開している。 ・ このため、取り扱う商品のタイプや容器包装の種類も多種多様であり、味の素はもとより、味の素グループ全体として具体的な指針を定めることは困難である。 ・ 本業である中身商品の開発・販売が第一義目的であり、容器包装の環境配慮面での評価を優先して、開発、販売を中止させることはできない状況である。 ・ また、事業者として消費者への積極的な情報提供は必要であるが、このような評価結果が、必ずしも消費者にとって理解し易いものではないことや、消費者が求めている情報と合致するとは限らないという問題がある。 ・ 食品関係の商品については、特に、環境配慮よりも安全面・衛生面という側面が重視される。したがって、環境配慮という観点の取組を促進しにくい場合もある。
その他	<ul style="list-style-type: none"> ・ 容器包装における環境配慮という面で、業界の中で自社がどの程度の位置にあるのかが分からない。
情報源	ヒアリング調査による情報収集

< 事業者による評価事例 ~株式会社ヤクルト本社~ >

ヤクルト本社では、『容器包装の環境適応度評価基準』という独自の基準を設け、自社の取組みの評価を行っている。具体的な内容は以下の通りである。

表 2-16 ヤクルト本社における容器包装の評価方法

評価手法	『容器包装の環境適応度評価基準』
取組経緯	平成7年度に自社基準として策定。 容器包装の開発のために作られた基準である。企業の責任として、安全で安心できる商品を提供することが最も重要であり、同時に環境への対応もすすめている。
具体的な評価内容	具体的な評価項目は以下のとおり。 <ul style="list-style-type: none"> 材質の安全性 形状の安全性 包材使用量 リサイクル適性 リユース適性 再生資源の利用 焼却適性 上記、7項目について、それぞれ基準と評価点数が決められている。
評価結果の利用	上記の基準を満足する範囲で削減目標を設定し、安全で安心できる商品の提供を行っている。 乳製品のシュリンクラベルについても、同様の基準を達成するために、1998年までに、塩化ビニル製から容器本体と同じ素材であるポリスチレン製への変更が完了した。
今後の方針	今後、LCAを導入することを検討している。
情報源	ヒアリング調査による情報収集

2) リデュース単独でなく3R全体を考慮した効果的な技術開発を実施

製造事業者、選別事業者、再商品化事業者へのヒアリング結果について、表 2-17 に容器包装・段階別に整理した。これによると、リデュースに取り組むことで、逆に、リサイクル性が低下したり、製造工程や再商品化工程で残渣量が増加したりする可能性が示された。

例えば、プラスチック製容器包装については、複合素材にすることでリデュース（軽量化）が進んでいる。リサイクル性向上のためには、単一素材化が重要であるが、リデュースを優先させると複合素材にせざるを得ないという状況もある。また、ボトルを詰替用パウチにした場合、ボトルでは単一素材であったものが、詰替用パウチにすると複合素材となる。そうすると、製造工程で余った樹脂は再利用（工場内リサイクル）しにくくなり、容器製造工程の残渣量はボトルであった頃よりも増加する可能性がある。

また、ペットボトルの軽量化により、再商品化工程で、本体、キャップ、ラベルを比重選別する際に、本体ボトルがラベルやキャップに混入しやすくなり（歩留低下）残渣量が増える可能性が指摘された。また、軽量化が進むと、再商品化工程で破砕した後の破砕物の収集に吸引工程が必要になるなど、再商品化工程ラインの改造が必要となる可能性も示唆された。

このように、リデュースによる取組みが、逆に、リサイクル性の低下や、廃棄物の増加につながる場合もあるため、リデュースを促進するにはリデュース単独で扱うのではなく、容器の製造段階から、収集・選別段階、再商品化段階というライフサイクルを通じて、3R（リデュース、リユース、リサイクル）を考慮しながら、促進策の検討および技術開発を進めることが重要である。

表 2-17 リデュース製品の効果およびリサイクル性の考察 (1/2)

	資源採掘～材料製造	容器製造	流通（輸送、販売）	消費
ペットボトル	<ul style="list-style-type: none"> 資源の採掘～樹脂製造工程では、樹脂量の減少量に比例して、環境負荷、エネルギー使用量も減少する。 エネルギー消費と二酸化炭素排出量は連動している。 資源採掘段階で大きな負荷が発生しているため、石油の使用量を減らす、すなわち、樹脂量を減らす効果は大きい。 	<ul style="list-style-type: none"> エネルギー消費量は、利用するエネルギーの種類に依存するが、エネルギー消費と二酸化炭素排出量は連動している。 廃棄物は、ほぼ樹脂量に比例して発生する。 プリフォームで飲料メーカーに供給する場合、輸送効率が上がる。また、成形しながら飲料の充填を行うため、生産の合理化が図られ、エネルギー使用量も削減することが可能である。 通常の充填方式では、飲料充填・包装工程では、リデュース前後での負荷量は変化しないが、インプラント方式の場合には、リデュース前と比べてショット数や充填スピードが落ちる可能性もある。 	<ul style="list-style-type: none"> 1台のトラックに積めるペットボトルの本数はリデュース前後で変わらない。軽量化される分だけ燃費がよくなると考えられる。 ペットボトルの軽量化・薄肉化による販売時の影響・効果は、ほとんどない。 	<ul style="list-style-type: none"> 消費段階における、リデュース製品の効果・影響についてはほとんど不明である。
プラスチック製容器包装	<ul style="list-style-type: none"> 資源の採掘～樹脂製造工程では、樹脂量の減少量に比例して、環境負荷、エネルギー使用量も減少する。 エネルギー消費量と二酸化炭素の発生量は連動する。 資源採掘段階で大きな負荷が発生しているため、石油の使用量を減らす、すなわち、樹脂量を減らす効果は大きい。 	<ul style="list-style-type: none"> 詰め替えパウチにすると、樹脂量が減少するだけでなく、形態の違いにより製造エネルギーが大きく減少すると考えられる。 廃棄物排出量については、詰め替え用パウチの方が増加する可能性もある。ボトルについては、材質（HDPE、PP）がオレフィンというほぼ単一素材のため、成型後に余った樹脂を再度利用（工場内リサイクル）でき、廃棄物があまり発生しない。一方、詰め替え用パウチについては、延伸ナイロン（Ony）と LLDPE（線状低分子PE）など複合素材などで構成されることから、工場内リサイクルができず、その分廃棄物量が多くなる。 一部の製品でインプラント方式が採用されており、エネルギー消費量の削減、二酸化炭素排出量の削減などの効果がある。 	<ul style="list-style-type: none"> 容量が同じ場合は、ボトルも詰め替え用パウチも輸送効率はほとんど変わらない。 これまで、パウチにすると段ボール使用量が増加し、リデュース前よりも環境負荷が多くなる可能性を指摘されていたが、パウチ製品の詰め方を工夫することにより、輸送段階で使用する段ボール量は、リデュース前後でほとんど変わらなくなった。 店頭での販売段階における消費エネルギー等については、詰め替え用パウチでも変化がない。 	<ul style="list-style-type: none"> 消費段階における、リデュース製品の効果・影響についてはほとんど不明である。
その他の容器			<p>アルミ缶・スチール缶、ガラスびん、紙製容器包装</p> <ul style="list-style-type: none"> 1台のトラックに積める容器の本数はリデュース前後で変わらない。軽量化される分だけ燃費がよくなると考えられる。 	<p>アルミ缶・スチール缶、ガラスびん、紙製容器包装</p> <ul style="list-style-type: none"> 消費段階における、リデュース製品の効果・影響についてはほとんど不明である。

表 2-17 リデュース製品の効果およびリサイクル性の考察 (2/2)

	収集	選別保管	再商品化	廃棄
ペットボトル	<ul style="list-style-type: none"> 軽量化により積載重量が減れば、収集車の燃費がよくなる 	<ul style="list-style-type: none"> ペール化などの減容処理では、軽量化で油圧ポンプへの負荷が少なくなることで、省エネ効果が期待できる可能性がある。 ただし、一定重量に合わせるようにペール化する場合には、軽量化前よりも多い本数の容器を圧縮するために油圧ポンプの駆動回数が増加してしまうことが懸念される 薄肉化により、キャップ取り外し作業がやりにくくなっている。また、歩留率が低下している キャップのペット化という素材の統一化の取組が行われているが、ペット化しても色が付いていると再生利用できないので、着色なしのペットを利用すべきである 	<ul style="list-style-type: none"> 選別時に本体 PET がラベルやキャップに混入しやすくなり、残渣量が増える可能性がある 一度に破砕機に入れられる容量が決まっているため、軽量化で破砕スピードが上がることは考えにくい。ただし、薄肉化により破砕に要するエネルギーは少しは減るかもしれない また、軽量化すると、破砕物を集めにくくなることも予想される。吸引方式で集めている場合は、余計なエネルギーが必要になる 軽量化が進んだ場合には、再商品化工程自体を変更する必要がでるかもしれない ペットボトル 1 本あたりから得られる樹脂量が減ると、1つのペレットを作るのに必要なエネルギーが余分にかかる可能性がある 	<ul style="list-style-type: none"> 焼却工場への輸送では燃費がよくなる 樹脂量が減少するため、焼却時の環境負荷は削減する 中間処理（ある程度の破砕もしくは圧縮）における効率があがる
プラスチック製容器包装	<ul style="list-style-type: none"> 軽量化により積載重量が減れば、収集車の燃費がよくなる 一般的には、ボトルよりも詰替商品の方が嵩密度が高くなると考えられるが、プレス式パッカー車であればほとんど差はない 	<ul style="list-style-type: none"> 詰替商品の増加により、液体残渣の割合が少し増える 	<ul style="list-style-type: none"> また、プラスチック製容器包装については、複合素材にすることでリデュースの取組（樹脂量の削減）が進んでいる。リサイクル性を向上させるためには単一素材化は重要だが、リデュースを優先するとどうしても複合素材を利用せざるを得ない ポリオレフィン系樹脂から他素材への転換は残渣の増加や、再商品化物利用製品の品質低下につながる可能性がある 消費時のリデュース対策として、食品等の付着した容器包装を別区分にすることで残渣削減に効果があると考えられる 	<ul style="list-style-type: none"> 焼却工場への輸送では燃費がよくなる 樹脂量が少ないため、焼却時の環境負荷は減る 中間処理（ある程度の破砕もしくは圧縮）における効率があがる
その他の容器	<p>アルミ缶・スチール缶、ガラスびん、紙製容器包装</p> <ul style="list-style-type: none"> 軽量化により積載重量が減れば、収集車の燃費がよくなる 	<p>○アルミ缶・スチール缶</p> <ul style="list-style-type: none"> 減容処理段階では、軽量化により油圧ポンプへの負荷が少なくなることで、省エネ効果が期待できる可能性がある。 ただし、インゴットを同じ重量に揃えるように減容処理が行われることがある。その場合はリデュース前よりも多い本数の容器を圧縮する必要が出てしまい、油圧ポンプの駆動回数が逆に増える可能性がある。トータルで考えると、1 回あたりの油圧ポンプの負荷が削減しても回数が増加すれば、軽量化による効果は得られないかもしれない。 <p>紙製容器包装</p> <ul style="list-style-type: none"> 再商品化事業者（古紙問屋）及び製紙メーカーの要求品質が緩やかで、コートボール紙等であっても、アンコの部分で利用されるため、リデュースの進展による影響はない 	<p>○アルミ缶・スチール缶、ガラスびん</p> <ul style="list-style-type: none"> 薄肉化により破砕に要するエネルギーは少し減る可能性がある ただし、処理工程全体を考慮すると必ずしも効率があがるとは言いきれない 	<p>○アルミ缶・スチール缶、ガラスびん</p> <ul style="list-style-type: none"> 中間処理（ある程度の破砕もしくは圧縮）における効率があがる <p>○紙パック、紙製容器包装</p> <ul style="list-style-type: none"> 焼却工場への輸送では燃費がよくなる 紙量が少ないため、焼却時の環境負荷は減る 中間処理（ある程度の破砕もしくは圧縮）における効率があがる

