

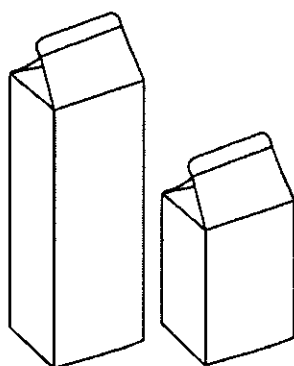
2004 年度

全国牛乳容器環境協議会

紙パック LCI 調査委員会

報告書

— 飲料用紙容器のインベントリデータに関する調査研究 —



2005年 3月

● 目 次 ●

1. 背景と目的	1
2. 調査の体制	2
3. 調査の対象	3
1) 対象とする紙パック	3
2) 製品の機能と機能単位	4
3) 調査範囲(システムバウンダリ等)	4
4) データカテゴリ	6
4. データの収集と分析の前提条件	7
1) フォアグラウンドデータの収集	7
2) バックグラウンドデータの収集	10
5. インベントリ分析の結果	12
1) 結果のとりまとめ	12
2) 資源採取・採掘から紙パック製造までのインベントリデータ	14
3) 古紙パルプ製造、古紙製品製造のインベントリデータ	18
4) 充填のインベントリデータ	19
6. 専門家によるレビュー	21
7. 成果と課題	24
1) 本調査の成果	24
2) 今後の課題	25
補論 洗びんのインベントリデータ	27
1) 対象となるガラスびん	27
2) 対象範囲とフォアグラウンドデータの収集	28
3) 洗びんのインベントリデータ	29
□ 付属資料	
各ユニットプロセスのインベントリデータ	31
フォアグラウンドデータ収集のための調査票の例	41

◇ おもな用語 ◇

※本報告書で用いる LCA 調査に特有の用語に関して、おもに ISO14000/JIS Q 14040 及び ISO14041/JIS Q 14041 の定義や説明を引用して説明した。必要に応じて追加説明を加えた。



Life cycle Assessment

原料採掘から製造、流通、消費、廃棄、リサイクルまでの製品の一生(ライフサイクル)での環境負荷を定量的に把握し、評価する手法。

国際標準化機構 (ISO) では LCA に関する規格として、ISO14040~14043 などを定めている。

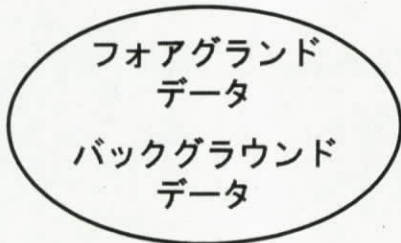


Inventory Data, LCI

製品のライフサイクルにおける各工程(ユニットプロセス)の入力と出力に関するデータをインベントリデータと呼ぶ。

入力には資源エネルギーや製品などが、出力には廃棄物、大気や水系への排出物と製品などが含まれる。

各工程のインベントリデータを製品のライフサイクルを通して集計したものを、ライフサイクルインベントリ (LCI) と呼ぶ。



LCIデータを構築する際に、対象製品の製造、調達する原材料の製造や製品の使用といった製品に直接関係するデータをフォアグラウンドデータ、対象となる製品のライフサイクルで投入される原材料、電気、エネルギーの製造や、製品の廃棄・リサイクルに関するデータをバックグラウンドデータと呼ぶ。

製造事業者が自社の製品のLCAを実施する場合は、対象製品のフォアグラウンドデータはLCA実施者自らが収集し、それ以外のデータはバックグラウンドデータとして文献などから引用することが多い。

- | | |
|----------------------|---|
| 入力(インプット) | ユニットプロセスに入る物質(原材料、中間製品、製品)またはエネルギー |
| 出力(アウトプット) | ユニットプロセスから出る物質(原材料、中間製品、製品、排出物及び廃棄物)またはエネルギー |
| システムバウンダリ | 製品システムと環境又は他の製品システムとの境界。 |
| 製品システム | 製品システムは、定義された一つ又はそれ以上の機能を果たすユニットプロセスが、中間製品等の流れによって結ばれた集合。 |
| ユニットプロセス
(単位プロセス) | LCA を実施する際に、データを収集するための製品システムの最小部分。 |

機能単位	LCA 調査において、基準単位として用いられる定量化された製品システムの性能。すなわち、評価する製品の主要な性能や機能を一定の数値単位で表現すること。飲料容器も容器毎に様々な機能を持っている。1本や1缶あるいは1回使用、500mlの容器といったものでは、機能単位を満足しているとは言い難い側面がある。比較する際は、機能単位の設定が重要になる。
配分	アロケーション。単位プロセスの入力又は出力のフローを調査対象の製品システムに振り分けること。
ライフサイクル・インパクトアセスメント(LCIA)	製品システムの潜在的な環境影響の大きさ、及び重要度を理解し評価することを目的とした、ライフサイクルアセスメントの構成段階。ライフサイクル影響評価とも呼ぶ。
フィードストック エネルギー	エネルギー源としては使われない製品システムへの原材料入力の燃焼熱。

1. 背景と目的

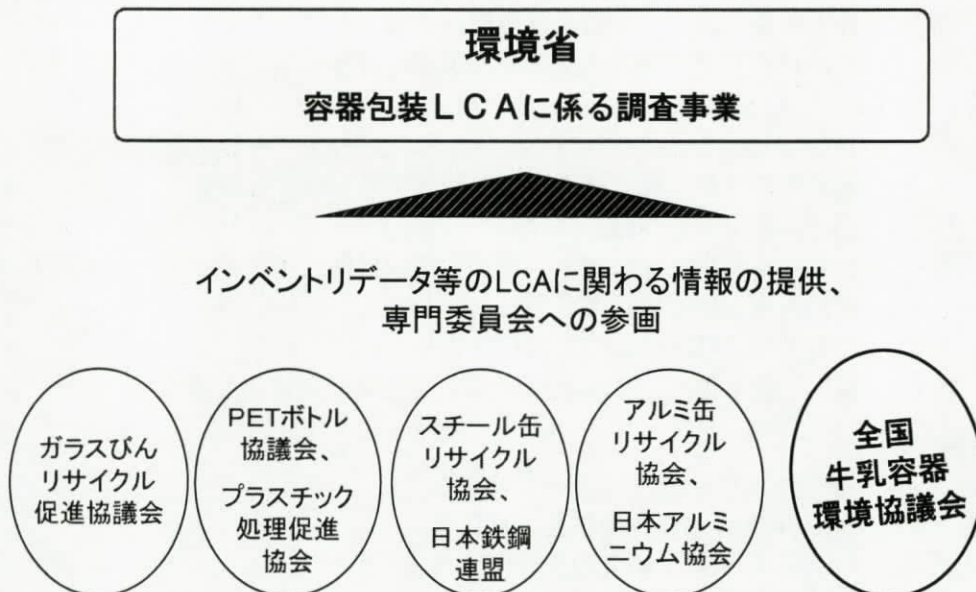
環境省は2005年度より容器包装リサイクル法の見直し検討に向けて、各種調査を進めてきたが、その一環として、2002年度から3ヵ年事業として容器包装ライフ・サイクル・アセスメントに係る調査事業（以下、環境省LCA調査と略す）が開始された。

全国牛乳容器環境協議会（以下、容環協と略す）をはじめとする各関連業界が、環境省LCA調査のために設置された専門委員会に参加し、その専門委員会を通じて、各関連業界が主要なインベントリデータ等のLCAに関わる情報を提供した。（図1-1を参照）。

飲料用紙容器（以下、紙パックと略す）に関しては、1993年に公表された文献等にインベントリデータが散見されるものの、容器製造のプロセスを中心にインベントリデータの整備が遅れており、早急な対応が求められた。そのため、容環協は、紙パックのインベントリデータといった環境情報の社会的な公表を目的として、国内における代表性を有する最新のインベントリデータの構築に着手した。

本報告書は、容環協のLCI調査の取り組みと成果をまとめたものであり、紙パックのユーザー、環境省をはじめとする行政、環境NGO等の紙パックの環境側面に関心を寄せる広範な関係者にインベントリデータを公表するために作成するものである。

◆ 図1-1 環境省LCA調査における各関連業界の参加



2. 調査の体制

全国牛乳容器環境協議会は、調査にあたって紙パック LCI 調査委員会（以下、調査委員会と略す）とワーキンググループを設置した。全国牛乳容器環境協議会の会員であり、実際にフォアグランドデータを提供する紙パックメーカー、乳業メーカーが調査委員会とワーキンググループのメンバーとなり、調査の進め方やインベントリデータの構築に関わる検討、フォアグランドデータの提出、報告書のとりまとめを行った。

なお、フォアグランドデータの収集とインベントリデータのとりまとめ、報告書の作成の実務は財団法人政策科学研究所が行った。調査委員会のメンバーは表 2-1 の通りである。

◆ 紙パック LCI 調査委員会名簿（敬称略・順不同）

長谷川 浩	大日本印刷(株)包装総合開発センター環境包材対策室室長(委員長)
青木 美郎	明治乳業(株)生活環境室室長
遠藤 武男	グリコ乳業(株)経営推進本部法務・特許・環境専任担当
北出 啓三	協同乳業(株)生産本部環境対策室担当部長
白水 昭雄	日本ミルクコミュニティ(株)生産統括部生産技術グループ環境対策チーム課長
杉山 栄一	日本紙パック(株)生産技術本部環境部長
平井 ゆか	日本テトラパック(株)マーケティング・コミュニケーション本部マーケティングサポートアシスタント
矢崎 雅俊	森永乳業(株)生産技術部環境対策室長
横尾 耕一	凸版印刷(株)パッケージ事業本部環境開発部部長

◆ 紙パック LCI 調査委員会ワーキンググループ名簿（敬称略・順不同）

青木 隆明	明治乳業(株)生活環境室課長
石川 茂光	森永乳業(株)生産技術部環境対策室アシスタントマネージャー
大盛 啓一	日本紙パック(株)生産技術本部環境部技術調査役
瓦谷孝一ロバート	日本テトラパック(株)環境部スペシャリスト
熊谷 誠一	日本ミルクコミュニティ(株)生産統括部生産技術グループ設備技術チーム担当課長
小泉 岩夫	明治乳業(株)装置技術部エンジニアリング 1G 課長
田中 邦昌	明治乳業(株)生産部生産 G
田中 秀和	日本ミルクコミュニティ(株)生産統括部生産技術グループ設備技術チーム
中村 崇	明治乳業(株)技術部包装 G
牧野 努	明治乳業(株)装置技術部担当課長
水木 映史	協同乳業(株)生産本部技術部・環境対策室兼務主査

○ 事務局

光谷 澄	全国牛乳容器環境協議会常務理事
寺田 隆	全国牛乳容器環境協議会事務局長
猪瀬 秀博	(財)政策科学研究所主席研究員
元川 浩司	(財)政策科学研究所主任研究員
小松 真弓	(財)政策科学研究所主任研究員
後藤 幸子	(財)政策科学研究所

3. 調査の対象

1) 対象とする紙パック

環境省 LCA 調査において対象となっている代表的な 3 種類の紙パックを、本調査の対象とする。おもに牛乳に用いられる屋根型 1000ml、学校給食用牛乳を中心に用いられるレンガ型 200ml と牛乳に限らずお茶や果汁等の清涼飲料に広く用いられるアルミ箔を使用したレンガ型 250ml の 3 種類の紙パックである。

容器包装リサイクル法においては、屋根型 1000ml とレンガ型 200ml の 2 つはアルミ箔を使っていないので「紙パック」に区分され、レンガ型 250ml はアルミ箔を使用しているため「紙製容器包装」という区分に属している。しかし、本報告書ではすべて紙パックと総称しているため、その点の留意が必要である。

対象となる紙パックに関しては、フォアグラウンドデータを提供する大手紙パックメーカーより出荷量の多い代表的なタイプの仕様をヒアリングして設定した。複数社よりのヒアリングのため、各社のお荷量の加重平均値を計算して、仕様を表 3-1 の通りに設定している。

◆ 表 3-1 調査対象となる紙パックとその仕様

形状	容量 (ml)	内容物	印刷 方法 ¹⁾	本体(g)					付属品(g)	
				板紙	フィルム (LDPE)	アルミ 箔	ストリップ テープ (LDPE)	インキ	スト ロー ²⁾	ストロー 袋 (LDPE)
屋根型	1000	牛乳	オフセット とフレキシ	26.34	3.67	—	—	0.05	—	—
レンガ型	200	牛乳	フレキシ	5.84	1.71	—	0.10	0.06	0.40	0.10
レンガ型 (アルミつき)	250	清涼 飲料	フレキシ	6.82	2.34	0.59	0.11	0.07	0.40	0.10

1) 屋根型は、オフセットとフレキシの 2 つの印刷方法による紙パックの平均値を求めたものである。

2) ストローの材質はレンガ型 200ml が LDPE で、レンガ型 250ml(アルミつき)が PP である。

2) 製品の機能と機能単位

本調査では、紙パックが有する機能を「内容物である飲料を保護して消費者に提供する」と定義した。インベントリデータの基本的な単位となる機能単位を、紙パック1個(1本)あたりの容量(消費者に提供される量)と設定した。古紙パルプ製造や古紙製品製造のインベントリデータは紙パックが製品ではないので、製品であるパルプまたは古紙製品1tあたりとした。

3) 調査範囲(システムバウンダリ等)

本調査の調査対象としている原材料は表3-2の通りである。本来は補助材料も含むすべての原材料を対象とすることが望ましいと考えられるが、データの入手可能性と調査の時間的制約を踏まえて、紙パックのライフサイクルにおける環境負荷の主たる部分を占めると考えられる紙パック本体に使用されている原材料のみを対象としている。

ストローなどの付属品やシュリンクフィルムなどの輸送用の外装材、補助材料(印刷インキ、添加剤、触媒、各工程で使用される洗浄剤、排水・排ガスの処理剤等)を対象外とした。各プロセスで投入される固定資本(施設、機械等)と労働力も対象外としている。

◆ 表 3-2 調査範囲に含める原材料

対 象	対 象 外	
紙パック本体の主原料	補助材料	付属品と外装材
<p>板紙 (採種、森林管理まで遡及)</p> <p>フィルムとストリップテープ (石油採掘まで遡及)</p> <p>アルミ箔 (ボーキサイト採掘まで遡及)</p>	<p>印刷インキ、 各種添加剤や触媒、 各工程で使用 される洗浄剤、 排水・排ガスの 処理剤等</p>	<p>ストロー ストロー袋 段ボール シュリンクフィルムなど</p>

本調査が対象としたユニットプロセスは7つであり、表3-3に整理した。本来はライフサイクルすべてのプロセスを調査対象とすることが望ましいと考えられるが、ここでもデータの入手可能性と調査の時間的制約を踏まえて、紙パックのライフサイクルにおける環境負荷の主たる部分を占めると考えられるユニットプロセスに限定した調査を行った。

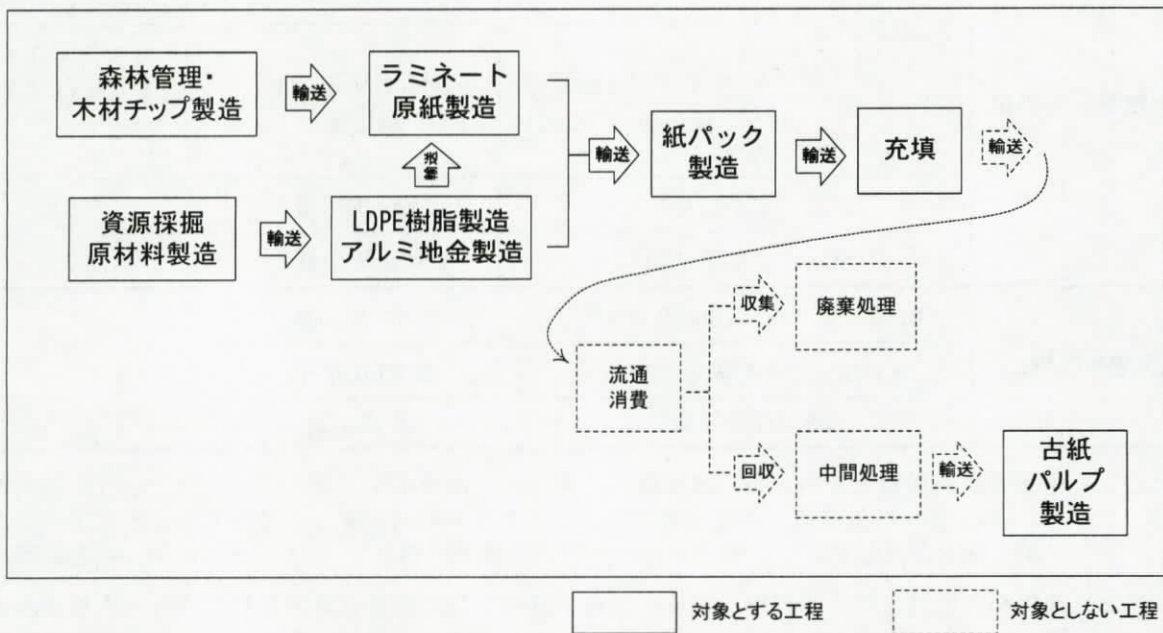
そのため、本調査はライフサイクルを通じた LCI データの構築には至っていない。そのため、12 ページ以降の結果のとりまとめでは対象とした7つのユニットプロセスを集計してはいない。

◆ 表 3-3 調査対象となるユニットプロセス

ユニットプロセス	含まれるおもなプロセス
森林管理・ 木材チップ製造	採種、播種、育苗、植林、伐採といった一連の森林管理 製材製造に伴う木材チップの製造
ラミネート原紙製造	木材チップの精製、パルプ製造、板紙の抄紙、 低密度ポリエチレン（LDPE）フィルムの製造、板紙へのラミネート
LDPE 樹脂製造	石油採掘、国内への輸送、石油精製、ナフサ分解、樹脂製造
アルミ地金製造	ボーキサイト採掘、アルミナ精錬、アルミ地金製造、国内への輸送
紙パック製造	印刷、成型
充填	飲料の充填、紙パックの成型・シール、付属品取り付け
古紙パルプ製造	紙パック損紙・古紙からの古紙パルプ製造

上記の対象とする原材料とユニットプロセスを元に、本調査のシステムバウンダリを図 3-1 に示した。充填以降の輸送、流通、消費、収集、廃棄物処理等が対象外となっている。

◆ 図 3-1 本調査の調査範囲（システムバウンダリ）



※このシステムバウンダリは紙パック本体のみが対象である。紙パック本体の原料である LDPE 樹脂は、フィルムとしては石油採掘から樹脂製造、フィルム製造までのすべてのプロセスが対象となっており、ストリップテープとしては、石油採掘から樹脂製造までのプロセスが対象となっている。テープへの加工は含まれていない。アルミ箔はボーキサイト採掘からアルミ地金製造までが対象であり、地金から箔への加工は含まれていない。

※レンガ型 250ml（アルミつき）のみ、ラミネートのプロセスが紙パック製造に含まれおり、ラミネート原紙製造に該当するユニットプロセスが板紙製造となっている。

4) データカテゴリ

本調査が対象としている環境負荷項目の詳細は、表 3-4 の通りである。

◆ 表 3-4 対象とするデータカテゴリ

カテゴリ	環境負荷項目の詳細 (対象となる環境負荷項目)	本報告書での表記 (ライフサイクル・ インベントリ等)	備考	
資源消費	木材資源の消費	木材資源消費量	資源消費は木材、水、 化石の3つ資源 に区分した。	
	水資源の消費	水資源消費量		
	化石資源の消費 (原料としての化石資源の消費量。つま りフィードストック分のみが対象)	化石資源消費量 (注1、3)		
エネルギー消費	エネルギーの消費 (燃料としての化石資源消費量や バイオマスの消費量を含む)	エネルギー 消費量	(注1、3)	
陸圏への排出	固形廃棄物	廃棄物排出量		
大気圏への排出	温室効果 ガス排出量	二酸化炭素 (CO ₂)	CO ₂ 排出量	バイオマス起源の CO ₂ を除く。(注3)
		バイオマス起源の 二酸化炭素 (CO ₂)	バイオマス CO ₂ 排出量	バイオマス CO ₂ は他 の起源の CO ₂ と別カ テゴリとした。(注2)
	NO _x (窒素酸化物)	NO _x 排出量	(注3)	
	SO _x (硫化酸化物)	SO _x 排出量	(注3)	
水圏への排出	BOD (生物化学的酸素要求量)	BOD 排出量		
	COD (化学的酸素要求量)	COD 排出量		
	SS (浮遊物質)	SS 排出量		

(注1) 化石資源消費量とエネルギー消費量は、種類別に消費単位（例えば、重油；リットル、電力；kWh 等）が異なる。本報告書では、これらを熱量に換算して合計することでエネルギー消費量を計算している。消費単位あたりの発熱量に関しては 11 ページの表 4-4 を参照。

(注2) 伐採後に植林され再生可能な状態に森林が維持されていると考えられる場合の木材資源の燃焼は、大気中の CO₂ の増加にはつながらないと考えられる。従って、パルプ・製紙工程で発生する黒液、スラッジ等の燃焼による CO₂ の排出量は、バイオマス CO₂ として、他の CO₂ 排出量と分けて計算・表示している。

(注3) 化石資源消費量とエネルギー消費量に関しては、使用段階での発熱量や CO₂・NO_x・SO_x に、石油等の採掘・輸送やエネルギー製造等の使用前の工程で消費されるエネルギーの発熱量や CO₂・NO_x・SO_x を加えて計算している。ただし、使用前の工程で排出される固形廃棄物、水資源消費量、水圏排出物質は計算されていない。発熱量や CO₂・NO_x・SO_x 排出量の詳細に関しては 11 ページの表 4-4 を参照。

4. データ収集と分析の前提条件

本調査では、紙や紙パックに関わる5つのユニットプロセスのインベントリデータ（表4-1を参照）をフォアグラウンドデータを収集することによって構築し、副原料にあたるLDPE樹脂やアルミ箔に関わるインベントリデータとユーティリティであるエネルギーに関わるインベントリデータをバックグラウンドデータより計算した。

1) フォアグラウンドデータの収集

森林管理・木材チップ製造とラミネート原紙製造、古紙パルプ製造の3つのユニットプロセスに関しては、市場において占有率の高い大手企業にデータの提供を求めた。交渉の結果、北欧大手製紙メーカーからのデータ入手が実現せず、製紙メーカーからのフォアグラウンドデータは北米大手の1社のみからの収集となった。また、古紙パルプ・古紙製品を製造する製紙メーカーに関しても、データ収集先は4社8工場となった。

また、紙パック製造と充填の2つのユニットプロセスに関しては、調査委員会のメンバーである国内の大手メーカーにフォアグラウンドデータの提供を要請したところ、全社からデータが寄せられた。

◆ 表4-1 フォアグラウンドデータの収集先

ユニットプロセス	フォアグラウンドデータの収集先
森林管理・木材チップ製造	北米大手製紙メーカー1社、1工場
ラミネート原紙製造 (パルプ・板紙製造含む)	
紙パック製造	大手紙パックメーカー2社、6工場
充填	大手乳業メーカー5社、14工場
古紙パルプ製造 古紙製品製造	製紙メーカー4社、8工場

本調査が対象事業者に要請したフォアグラウンドデータの内容は表 4-2 の通りで、対象事業所での対象製品に関わる状況から、輸送、外装材までの広い範囲にまたがっている。

対象事業所における直近の事業年度の各種実績データが整備されていても、対象製品に関わる数値が明らかになっていないことが多い。その場合、対象製品の数値を推定するには、事業所全体の実績値から対象製品へ割り振り、つまり配分が必要となる。

配分の計算は、因果関係に応じて割り振ることが最も合理的であるが、多くの場合はそれが困難であり、製品の出荷量等に応じて配分することが現実的な対応となる。本調査では、生産に関わるエネルギー消費や廃棄物排出量等に関係の強い単位である生産量（重量ベース）で行うことを原則とした。ただし、森林管理・木材チップ製造のインベントリデータの製材製造プロセスのみ、年間販売総額で環境負荷を製材とチップ、燃料に配分した。

なお、対象期間は直近の事業年または事業年度を原則としており、ほとんどの事業者が 2003 年度（2003 年 4 月～2004 年 3 月）か、2003 年（2003 年 1 月～12 月）で回答している。ただし、充填のユニットプロセスのフォアグラウンドデータを回答した事業者の一部には、事業所でのエネルギーや水資源の消費量に関して直近の 3～4 ヶ月のデータから 12 ヶ月の消費量を推計した例があった。

◆ 表 4-2 フォアグラウンドデータのおもな内容

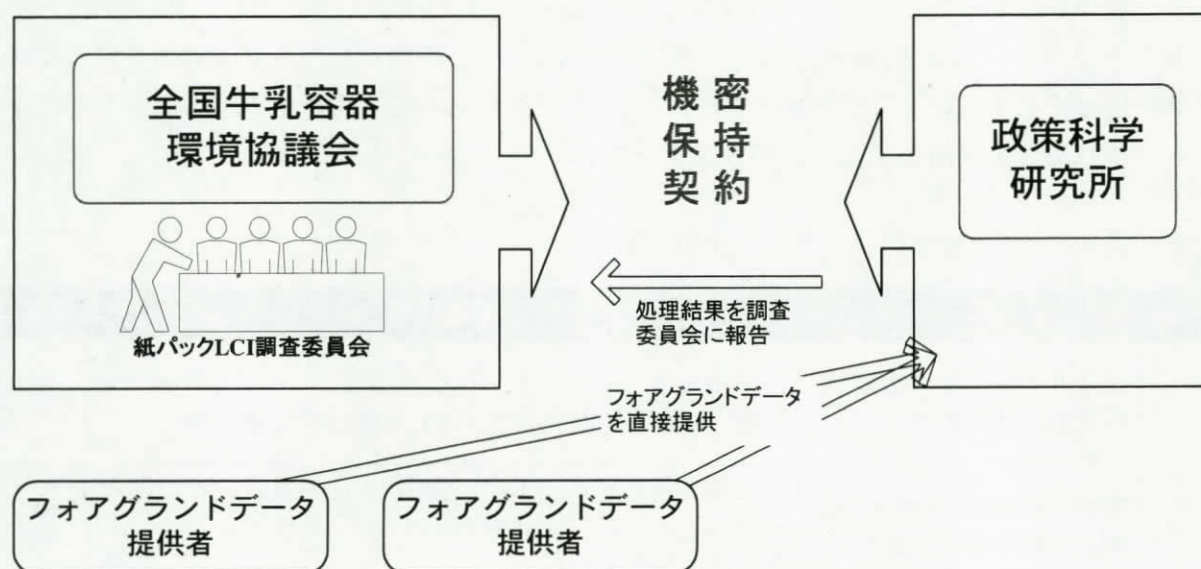
項目	データのおもな内容
対象事業所	生産量、設備とその稼動状況
物質収支	各プロセスの投入物と産出物 (プロセス毎の消費量が不明の場合は、全体の合計値を回答)
廃棄物	廃棄物の排出量、最終処分量、最終処分までのフロー
エネルギー	各プロセスでのエネルギー種毎の消費量 (プロセス毎の消費量が不明の場合は、全体の合計値を回答)
水資源 水圏排出	各プロセスの消費量と用途、BOD・COD・SS 排出量 (プロセス毎の消費量が不明の場合は、全体の合計値を回答)
大気圏排出	各プロセスでの NOx・SOx 排出量 ※脱硝、脱硫等の排ガス処理を行っている場合のみ (プロセス毎の消費量が不明の場合は、全体の合計値を回答)
輸送	原料調達や製品出荷の輸送に関する 輸送量、輸送距離、輸送手段、積載量、燃費

フォアグラウンドデータの収集にあたっては、全国牛乳容器環境協議会と政策科学研究所の間で機密保持に関わる契約を締結した。これは、フォアグラウンドデータを提供する各社のデータの外部漏洩を防ぐのが狙いである。

政策科学研究所が用意した調査票（表 4-2 の内容を盛り込んだ Excel ファイル、各社統一のフォーマット、巻末の付属資料にあるフォアグラウンドデータ収集のための調査票の例を参照）を、フォアグラウンドデータを提供する各社に送付して、各社が回答を入力して直接政策科学研究所にファイルを返送した。その後、両者間で詳細の確認や検討を行い、各社のフォアグラウンドデータを確定した後に、政策科学研究所が複数社のデータからインベントリデータを計算して、調査委員会に報告して検討を行った。

各社の対象製品の生産量（重量）に応じて加重平均した値を求めて、平均的なインベントリデータを計算した。つまり、各社のユニットプロセスのインベントリデータから、複数社の平均的なインベントリデータを計算した。

◆ 図 4-1 フォアグラウンドデータのやりとりと機密保持



2) バックグラウンドデータの収集

本調査で使用したバックグラウンドデータは、表 4-3 にある 5 つである。

No.1 のデータから作成したエネルギー・電力の原単位表を次ページの表 4-4 にまとめた。フォアグラウンドデータで収集したエネルギー消費量のデータからこのバックグラウンドデータを使用して CO₂・NO_x・SO_x 排出量を計算した。ただし、脱硝、脱硫等の排ガス処理を行っている等、バックグラウンドデータからは推計できない事業所からは、実際の排出量をヒアリングした。

No.2 のデータは新地金までのデータであり、地金を箔に加工する部分の適切なデータが見当たらなかった。同様に、No.3 のデータは樹脂製造までのデータであり、LDPE 樹脂をストリップテープに加工する部分のインベントリデータがなく、その部分が含まれていない。ラミネートフィルムに関しては、LDPE 樹脂をフィルムに加工する部分は、ラミネート原紙製造もしくは紙パック製造のユニットプロセスに含まれている。

No.4 のバックグラウンドデータは、レンガ型 250ml (アルミつき) の原料採種～原紙製造までのインベントリデータとして使用している。北欧大手製紙メーカーからのデータ入手が実現しなかったために、利用せざるを得なかったものである。ただし、No.4 のバックグラウンドデータが対象としているのは無漂白パルプと漂白したパルプの両方を貼りあわせた板紙である。レンガ型 250ml (アルミつき) に使用されている板紙はすべて漂白したケミカルパルプを使用しており、バックグラウンドデータとは仕様が異なっている。

◆ 表 4-3 バックグラウンドデータの一覧

No		文献名等	報告年次
1	エネルギー・電力の資源採掘から消費まで	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・処分に関する LCA 調査研究報告書」	2001 年 3 月
2	アルミ箔のボーキサイト採掘から新地金輸入まで	社団法人日本アルミニウム協会 LCA 委員会、「わが国におけるアルミニウム新地金のインベントリ」、アルミニウム第 8 巻第 40 号	2001 年 3 月
3	ラミネートフィルムとストリップテープに使用される LDPE 樹脂の石油採掘から樹脂製造まで	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、「石油化学製品の LCI データ調査報告書」	2001 年 3 月、 1999 年 7 月
4	レンガ型 250ml (アルミつき) 用板紙のチップ製造から板紙製造まで	Swiss Agency for the Environment, Forests and Landscape, "Life Cycle Inventories for Packagings Volume I & II"	1998 年
5	輸送による NO _x 排出量	財団法人政策科学研究所、「平成 14 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」	2003 年 6 月

◆ 表 4-4 エネルギー・電力の原単位表

1cal= 4.184J

エネルギー	合計	合計	探掘時	発熱量	
石炭					
原料炭(国内)	1 kg	33.062 MJ	7902.0 kcal	202.0 kcal	7700.0 kcal
原料炭(輸入)	1 kg	32.644 MJ	7802.0 kcal	202.0 kcal	7600.0 kcal
一般炭(国内)	1 kg	25.112 MJ	6002.0 kcal	202.0 kcal	5800.0 kcal
一般炭(輸入)	1 kg	26.786 MJ	6402.0 kcal	202.0 kcal	6200.0 kcal
一般炭加重平均	1 kg	30.091 MJ	7192.0 kcal	202.0 kcal	6990.0 kcal
コークス	1 kg	30.970 MJ	7402.0 kcal	202.0 kcal	7200.0 kcal
コークス炉ガス	1 Nm3	20.928 MJ	5002.0 kcal	202.0 kcal	4800.0 kcal
高炉ガス	1 Nm3	4.192 MJ	1002.0 kcal	202.0 kcal	800.0 kcal
転炉ガス	1 Nm3	9.213 MJ	2202.0 kcal	202.0 kcal	2000.0 kcal
電気炉ガス	1 Nm3	9.213 MJ	2202.0 kcal	202.0 kcal	2000.0 kcal
原油	1 l	40.104 MJ	9585.0 kcal	335.0 kcal	9250.0 kcal
A重油	1 l	43.099 MJ	10301.0 kcal	1001.0 kcal	9300.0 kcal
B重油	1 l	44.355 MJ	10601.0 kcal	1001.0 kcal	9600.0 kcal
LSC重油	1 l	45.229 MJ	10810.0 kcal	1010.0 kcal	9800.0 kcal
HSC重油	1 l	43.304 MJ	10350.0 kcal	550.0 kcal	9800.0 kcal
軽油	1 l	41.660 MJ	9957.0 kcal	757.0 kcal	9200.0 kcal
灯油	1 l	39.894 MJ	9535.0 kcal	635.0 kcal	8900.0 kcal
LPG	1 l	31.815 MJ	7604.0 kcal	1124.0 kcal	6480.0 kcal
LPガス	1 l	36.840 MJ	8805.0 kcal	805.0 kcal	8000.0 kcal
ガソリン	1 l	41.497 MJ	9918.0 kcal	1518.0 kcal	8400.0 kcal
LNG	1 kg	63.372 MJ	15146.3 kcal	2146.3 kcal	13000.0 kcal
天然ガス	1 m3	42.213 MJ	10089.1 kcal	289.1 kcal	9800.0 kcal
都市ガス	1 m3	41.840 MJ	10000.0 kcal	0.0 kcal	10000.0 kcal
電力	1 kWh	9.933 MJ	2374.0 kcal	-- kcal	-- kcal

大気汚染	合計			探掘				使用時			
	CO2	NOx	SOx	CO2		NOx	SOx	CO2		NOx	SOx
	kg-CO2	g-NO2	g-SO2	kg-C	kg-CO2	g-NO2	g-SO2	kg-C	kg-CO2	g-NO2	g-SO2
石炭											
原料炭(国内)	1 kg	2.8574	1.1690	0.7550	0.017	0.0623	1.169	0.755	0.76230	2.79510	
原料炭(輸入)	1 kg	0.0623	1.1690	0.7550	0.017	0.0623	1.169	0.755			
一般炭(国内)	1 kg	2.2788	1.1690	0.7550	0.017	0.0623	1.169	0.755	0.60450	2.21650	
一般炭(輸入)	1 kg	2.4138	3.0440	1.9750	0.017	0.0623	1.169	0.755	0.64130	2.35143	1.87500
一般炭加重平均	1 kg	2.6473	1.1690	0.7550	0.017	0.0623	1.169	0.755	0.70500	2.58500	
コークス	1 kg	3.3095	3.4190	1.8356	0.017	0.0623	1.169	0.755	0.88560	3.24720	2.25000
コークス炉ガス	1 Nm3	0.8719	1.4438	1.9140	0.017	0.0623	1.169	0.755	0.22080	0.80960	0.27480
高炉ガス	1 Nm3	0.9394	1.1690	0.7550	0.017	0.0623	1.169	0.755	0.23920	0.87707	
転炉ガス	1 Nm3	1.5965	1.1690	0.7550	0.017	0.0623	1.169	0.755	0.41840	1.53413	
電気炉ガス	1 Nm3	1.5965	1.1690	0.7550	0.017	0.0623	1.169	0.755	0.41840	1.53413	
原油	1 l	2.7335	2.0460	3.9616	0.023	0.0843	0.966	1.411	0.72250	2.64917	1.08000
A重油	1 l	2.9396	2.5040	2.4051	0.066	0.2420	1.264	1.674	0.73570	2.69757	1.24000
B重油	1 l	2.9168	2.2960	2.7213	0.066	0.0843	0.966	1.411	0.77250	2.83250	1.33000
LSC重油	1 l	3.1849	2.6560	2.0748	0.067	0.2457	1.266	1.676	0.80160	2.93920	1.39000
HSC重油	1 l	3.0749	2.5730	5.7513	0.037	0.1357	1.183	1.573	0.80160	2.93920	1.39000
軽油	1 l	2.8277	3.1510	1.6101	0.050	0.1833	1.151	1.552	0.72120	2.64440	2.00000
灯油	1 l	2.6825	2.5990	1.5313	0.042	0.1540	1.129	1.525	0.68960	2.52853	1.47000
LPG	1 l	1.8949	1.5860	1.6447	0.074	0.2713	1.226	1.644	0.44280	1.62360	0.36000
LPガス	1 l	2.4251	1.6680	1.6420	0.053	0.1943	1.168	1.573	0.60840	2.23080	0.50000
ガソリン	1 l	2.7218	4.4190	1.7290	0.099	0.3630	1.289	1.723	0.64330	2.35877	3.13000
LNG	1 kg	3.3110	1.6218	0.7780	0.144	0.5280	1.073	0.778	0.75900	2.78300	0.54880
天然ガス	1 m3	2.0959	1.5678	0.8080	0.019	0.0697	1.019	0.808	0.55260	2.02620	0.54880
都市ガス	1 m3	2.1410	0.5279	0.0011	0	0.0000	0	0	0.58390	2.14097	0.52792
電力	1 kWh	0.3520	0.2900	0.2330	-	-	-	-	-	-	-

※ 「プラスチック廃棄物処理・処分に関するLCA調査研究報告書」(社団法人プラスチック処理促進協会 2001年3月)より作成
 標記の文献では、電力に関しては、電気事業便覧等の公式統計、電力中央研究所公表値、日本電気事業連合会試算値等より、資源探掘～燃料消費までのエネルギー消費量、CO₂・NO_x・SO_xの各排出量等を計算している。

5. インベントリ分析の結果

1) 結果のとりまとめ

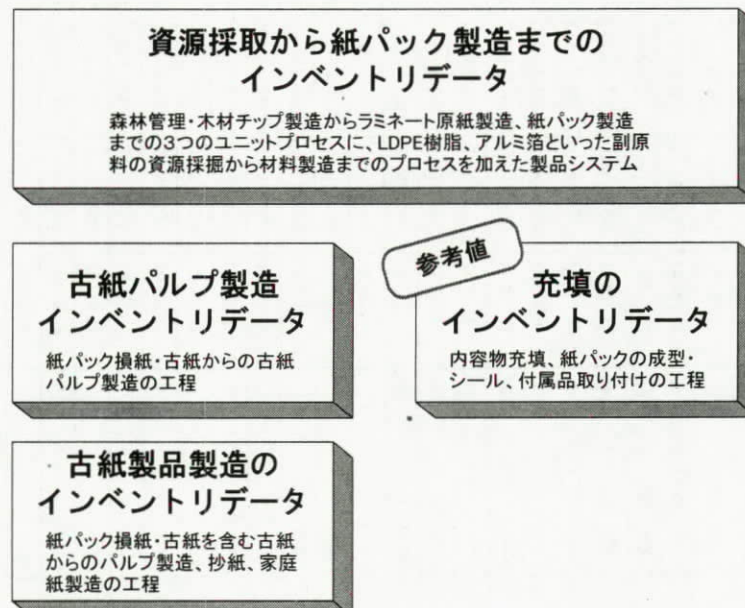
本調査では、収集したフォアグラウンドデータやバックグラウンドデータから、3種類のインベントリデータを作成する（図5-1を参照）。

最初に、森林管理・木材チップ製造からラミネート原紙製造、紙パック製造までの3つのユニットプロセスに、LDPE樹脂、アルミ箔といった副資材の資源採掘、資源採取から材料製造までのプロセスを加えたインベントリデータを構築する。機能単位は紙パック1個あたりの容量である。

2つ目はリサイクルに関する部分である。古紙パルプ製造のユニットプロセスに関して、古紙パルプ製造工程のみのフォアグラウンドデータを回答したのが2社、古紙パルプ製造後の抄紙、紙製品製造の工程も含めたフォアグラウンドデータを回答したのが2社となった。そこで、前者と後者の2つのインベントリデータを取りまとめる。機能単位は古紙パルプもしくは古紙製品1tあたりに設定する。

3つ目は充填の部分である。充填のユニットプロセスには、紙パックの成型やシール、付属品取り付けといった容器の加工製造に該当する部分と内容物の充填とが含まれている。紙パックの加工と内容物の充填が充填機という同じ設備で行われるため、内容物の充填工程もインベントリデータに含まれる結果となっている。機能単位は紙パック1個あたりの容量に設定する。

◆ 図5-1 とりまとめたインベントリデータ



また、充填の場合は各工場から収集したフォアランドデータの対象範囲（対象とする工程や設備等）を揃えることが困難であったため、集約されたフォアランドデータのなかには、対象範囲が異なるデータが少なくなかった。そこで、収集したフォアランドデータから対象範囲が統一できるものだけを選択して、インベントリデータを構築した。他のユニットプロセスではこのような取捨選択はなく、収集したフォアランドデータをすべてインベントリデータ構築に利用している。

各インベントリデータの代表性をあらわす数値として、インベントリデータを構築する際に対象とした事業所の生産ラインの生産量が、国内全体の生産量や消費量等に占める割合、カバー率を表 5-1 に示した。

充填を除くインベントリデータは、30～80%といった一定のカバー率があり、一定の代表性があるものと思われるが、充填に関してはサンプルデータの収集に留まっており、インベントリデータに代表性はない。

◆ 表 5-1 各インベントリデータのカバー率

インベントリデータ	カバー率
森林管理・木材チップ製造	アルミ箔なし紙パック原紙の国内消費の約 60%以上を占めるものと想定される ¹⁾
ラミネート原紙製造 (パルプ・板紙製造含む)	
紙パック製造	屋根型 1000ml の国内生産量の 29.1% ²⁾ レンガ型 200ml の国内生産量の 80.4% ²⁾ レンガ型 250ml の国内生産量の 39.7% ²⁾
充填	カバー率が低いため、代表性はない ³⁾
古紙パルプ製造 古紙製品製造	国内の紙パック損紙・古紙の受入量の約 65%を占める ⁴⁾

1)～2) 大手紙パックメーカーよりヒアリング

3) 紙パック飲料の出荷に占める、インベントリデータ構築の対象となった大手乳業メーカーの比率は 15～20%程度と想定される。さらに、大手乳業メーカーの一部工場における特定の生産ラインのフォアランドデータからインベントリデータを構築しているため、カバー率は小さい。

4) 2004 年度飲料用紙容器リサイクルの現状と動向に関する基本調査（全国牛乳容器環境協議会／財団法人政策科学研究所）のアンケート結果と製紙メーカーヒアリングより推計

2) 資源採取・採掘から紙パック製造までのインベントリデータ

森林管理・木材チップ製造からラミネート原紙製造、紙パック製造までの3つのユニットプロセスに、LDPE樹脂、アルミ箔といった副原料の資源採掘、資源採取から材料製造までのプロセスを加えた各紙パックのインベントリデータを、表5-2にまとめた。ユニットプロセス毎に収集したすべてのフォアグラウンドデータを活用し、出荷量の加重平均値を計算してインベントリデータを求めた。

また、各紙パックの資源採取・採掘から紙パック製造までの各ユニットプロセスのインベントリデータと対象範囲を示すシステムフローを図5-1～5-3に整理した。

◆ 表5-2 本報告書で取りまとめたインベントリデータ

カテゴリ	環境負荷項目	単位	紙パック1個あたりのインベントリ (資源採取・採掘～紙パック製造までを統合)		
			屋根型1000ml	レンガ型200ml	レンガ型250ml (アルミつき)
資源	木材資源消費量	kg	0.078618	0.015155	0.014702
	水資源消費量	l	3.409968	0.675559	0.684397
	化石資源消費量	MJ	0.205902	0.090651	0.127640
	ボーキサイト消費量	kg	—	—	0.002481
エネルギー	エネルギー消費量	MJ	1.024885	0.256589	0.524644
廃棄物	廃棄物排出量 ¹⁾	kg	0.003209	0.000619	0.002449
大気圏排出	CO ₂ 排出量 ²⁾	kg-CO ₂	0.027551	0.008088	0.015630
	バイオマスCO ₂ 排出量	kg-CO ₂	0.036376	0.007012	0.016098
	NO _x 排出量	g-NO _x	0.117558	0.027476	0.047783
	SO _x 排出量	g-SO _x	0.038080	0.011182	0.062415
水圏排出	BOD排出量	g	0.023830	0.004621	0.031809
	COD排出量	g	0.000150	0.000066	0.178954
	SS排出量	g	0.061752	0.011922	0.007105

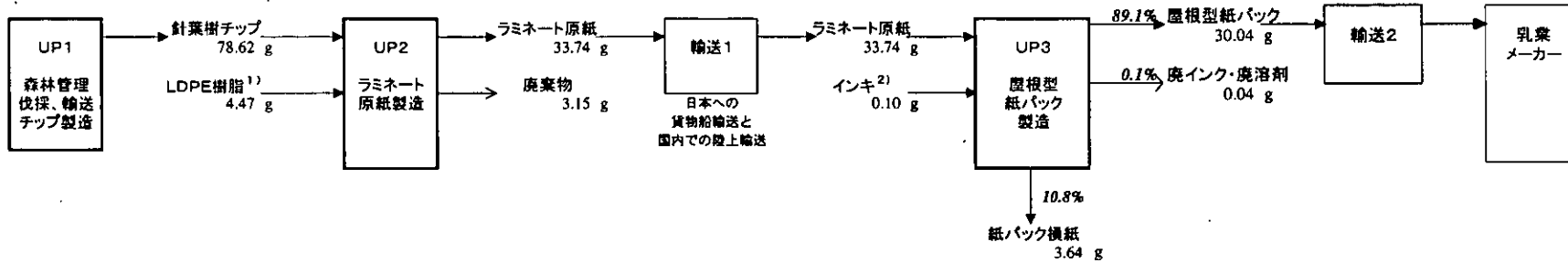
1) 廃棄物排出量は、各プロセスから排出されリサイクルや中間処理された後の埋立量である。

2) CO₂排出量はバイオマス由来以外のものを対象としている。

◆ 図 5-1 屋根型紙パック 1000ml のシステムフローとインベントリデータ

仕様	本体部位	重量	材質	付属品	重量	材質
	板紙	26.32g	BKP	なし		
	フィルム	3.67g	LDPE			
	インキ	0.05g				
	総重量				30.04g	
	容量				1000ml	

1) LDPE樹脂は石油採掘～樹脂製造までが対象範囲となっている。
 2) インキはインベントリデータの対象外である。



	単位	UP1 森林管理 チップ製造	UP2 ラミネート 原紙製造	UP3 紙パック 製造	輸送1	輸送2	LDPE 樹脂製造	合計
資源								
木材資源消費量	kg	0.078618						0.078618
水資源消費量	l		3.399773	0.010195			0.029924	3.409968
化石資源消費量	MJ						0.205902	0.205902
エネルギー		2.1%	75.5%	4.4%	3.8%	3.0%	11.2%	100.0%
エネルギー消費量	MJ	0.021355	0.774001	0.045161	0.039189	0.030592	0.114587	1.024885
廃棄物			98.2%	1.1%			0.7%	100.0%
廃棄物排出量	kg		0.003150	0.000034			0.000024	0.003209
大気圏排出		5.2%	47.7%	6.3%	10.0%	7.5%	23.2%	100.0%
CO ₂ 排出量 ¹⁾	kg-CO ₂	0.001441	0.013153	0.001734	0.002762	0.002076	0.006385	0.027551
バイオマスCO ₂ 排出量	kg-CO ₂		0.036376					0.036376
NOx排出量	g-NOx	0.001604	0.084177	0.001433	0.003872	0.013696	0.012777	0.117558
SOx排出量	g-SOx	0.000822	0.017448	0.001210	0.004579	0.001182	0.012839	0.038080
水圏排出								
BOD排出量	g		0.023723				0.000108	0.023830
COD排出量	g		NA				0.000150	0.000150
SS排出量	g		0.061679				0.000073	0.061752
	データ 出所等	本調査により収集したフォアグラウンドデータより計算					プラ処理協「プラス チップ廃棄物の処理・処分に関する LCA調査研究報告書」(01/3)等、 原油採掘～樹脂 製造までを含む。	UP1から、LDPE 樹脂製造までの 合計値

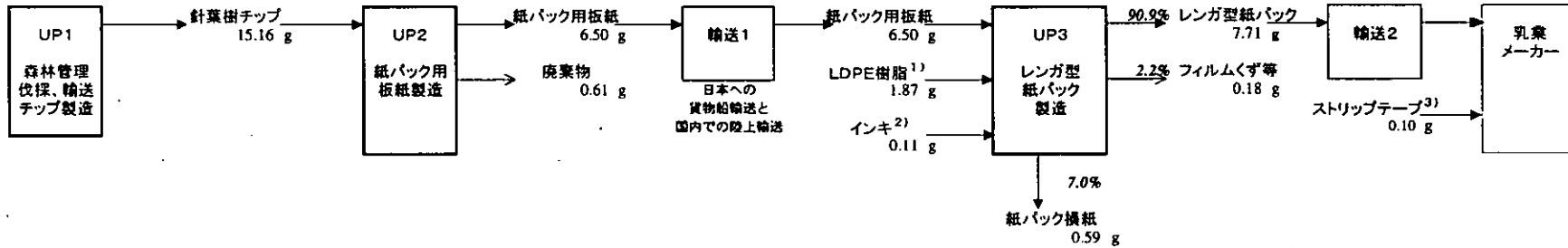
1) CO₂排出量はバイオマス由来以外のものを対象としている。

◆ 図 5-2 レンガ型紙パック 200ml のシステムフローとインベントリデータ

仕様

本体部位	重量	材質	付属品	重量	材質
板紙	5.84g	BKP	ストロー	0.40g	LDPE
フィルム	1.71g	LDPE	ストロー袋	0.10g	LDPE
ストリップテープ	0.10g	LDPE			
インキ	0.06g				
総重量				8.21g	
容量				200ml	

1) 3) 石油採掘～LDPE樹脂製造までが対象範囲となっている。
2) インキはインベントリデータの対象外である。



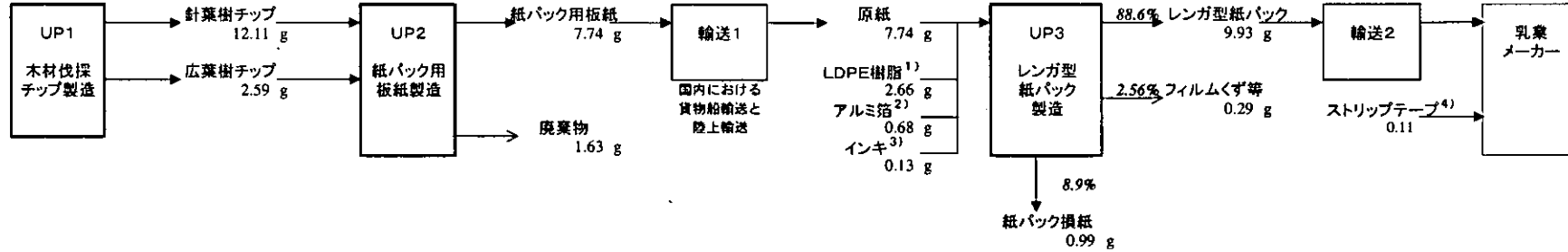
	単位	UP1 森林管理 チップ製造	UP2 紙パック用 板紙製造	UP3 紙パック 製造	輸送1	輸送2	LDPE 樹脂製造	合計	
資源									
木材資源消費量	kg	0.015155						0.015155	
水資源消費量	l		0.655373	0.007011			0.013175	0.675559	
化石資源消費量	MJ						0.090651	0.090651	
エネルギー		1.6%	58.1%	14.6%	2.9%	3.1%	19.7%	100.0%	
エネルギー消費量	MJ	0.004117	0.149204	0.037414	0.007554	0.007851	0.050448	0.256589	
廃棄物			98.1%	0.2%			1.7%	100.0%	
廃棄物排出量	kg		0.000607	0.000001			0.000011	0.000619	
大気圏排出		3.4%	31.3%	17.3%	6.6%	6.6%	34.8%	100.0%	
CO ₂ 排出量 ¹⁾	kg-CO ₂	0.000278	0.002536	0.001398	0.000532	0.000533	0.002811	0.008088	
バイオマスCO ₂ 排出量	kg-CO ₂		0.007012					0.007012	
NOx排出量	g-NOx	0.000309	0.016227	0.001053	0.000746	0.003515	0.005625	0.027476	
SOx排出量	g-SOx	0.000158	0.003363	0.000822	0.000883	0.000303	0.005653	0.011182	
水圏排出									
BOD排出量	g		0.004573				0.000048	0.004621	
COD排出量	g		NA				0.000066	0.000066	
SS排出量	g		0.011890				0.000032	0.011922	
データ 出所等		本調査により収集したフォアグラウンドデータより計算						プラ処理園 ¹⁾ 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 ¹⁾ (01/3)等、 原油採掘～樹脂 製造までを含む。	UP1から、LDPE 樹脂製造までの 合計値

1) CO₂排出量はバイオマス由来以外のものを対象としている。 ※ストリップテープに関しては、資源採掘～LDPE樹脂製造までを対象としており、成型加工段階は含めていない。

◆ 図 5-3 レンガ型紙パック 250ml (アルミつき) のシステムフローとインベントリデータ

仕様	本体部位	重量	材質	付属品	重量	材質
	板紙	6.82g	KP	ストロー	0.40g	PP
	フィルム	2.34g	LDPE	ストロー袋	0.10g	LDPE
	アルミ箔	0.59g				
	ストリップテープ	0.11g	LDPE	総重量		10.43g
	インキ	0.07g		容量		250ml

- 1) 4) 石油探掘～LDPE樹脂製造までが対象範囲となっている。
- 2) ポーキサイト探掘～アルミ地金製造までが対象範囲となっている。
- 3) インキはインベントリデータの対象外である。



	単位	UP1～2 木材チップ製造 板紙製造	UP3 紙パック 製造	輸送1	輸送2	LDPE 樹脂製造	アルミ新地金 製造	合計	
資源									
木材資源消費量	kg	0.014702						0.014702	
ポーキサイト消費量	kg						0.002481	0.002481	
水資源消費量	l	0.651865	0.008166			0.018550	0.005815	0.684397	
化石資源消費量	MJ					0.127640		0.127640	
エネルギー		53.7%	9.2%	0.1%	1.9%	13.5%	21.6%	100.0%	
エネルギー消費量	MJ	0.281572	0.048503	0.000406	0.009816	0.071033	0.113314	0.524644	
廃棄物		66.4%	0.1%			0.6%	32.9%	100.0%	
廃棄物排出量	kg	0.001627	0.000002			0.000015	0.000805	0.002449	
大気圏排出		16.4%	11.5%	0.2%	4.3%	25.3%	42.3%	100.0%	
CO ₂ 排出量 ¹⁾	kg-CO ₂	0.002563	0.001804	0.000028	0.000666	0.003958	0.006611	0.015630	
バイオマスCO ₂ 排出量	kg-CO ₂	0.016098						0.016098	
NOx排出量	g-NOx	0.023148	0.001371	0.000127	0.002863	0.007920	0.012354	0.047783	
SOx排出量	g-SOx	0.013626	0.001073	0.000021	0.000379	0.007959	0.039357	0.062415	
水圏排出									
BOD排出量	g	0.031742				0.000067	0.000001	0.031809	
COD排出量	g	0.178837				0.000093	0.000024	0.178954	
SS排出量	g	0.006263				0.000045	0.000797	0.007105	
データ 出所等		Life Cycle Inventories for Packaging (BUWAL '98) 木材伐採、チップ製造～製紙までを含む			本調査により収集した フォアグラウンドデータより計算		プラ処理部1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('01/3)、原油探掘～樹脂製造までを含む。	アルミニウム第8巻 第40号'01」日本 アルミニウム協会	UP1からアルミ 新地金製造までの 合計値

1) CO₂排出量はバイオマス由来以外のものを対象としている。 ※アルミ箔、ストリップテープに関しては、資源探掘～原材料製造までを対象としており、成型加工段階は含めていない。

3) 古紙パルプ製造、古紙製品製造のインベントリデータ

ここでは、古紙パルプ製造のユニットプロセスのインベントリデータと、古紙パルプ製造からトイレットペーパーやティッシュペーパーなどの衛生紙製造までのユニットプロセスのインベントリデータとの2つをまとめる。それぞれ製品1tあたりのインベントリデータとなっている。

対象工場ではBOD排出量を測定していなかったためフォアグラウンドデータが収集できていない。そのため“NA”(Not Available)と表記している。

◆ 表 5-3 古紙パルプ製造と古紙製品製造のインベントリデータ

カテゴリ	環境負荷項目	単位	古紙パルプ製造 インベントリ	古紙製品 ¹⁾ 製造 インベントリ
			古紙パルプ 1tあたり	古紙製品 1tあたり
資源	水資源消費量	kl	23.7773	124.3037
エネルギー	エネルギー消費量	GJ	3.2233	18.7174
廃棄物	廃棄物排出量 ²⁾	kg	4.0797	49.6353
大気圏排出	CO ₂ 排出量 ³⁾	t-CO ₂	0.6495	1.4344
	バイオマスCO ₂ 排出量	t-CO ₂	0.0335	0.6334
	NO _x 排出量	kg-NO _x	0.1348	0.6690
	SO _x 排出量	kg-SO _x	0.0898	0.4365
水圏排出	BOD排出量	g	NA	NA
	COD排出量	g	47.0278	5.6830
	SS排出量	g	39.0854	1.5423

- 1) 古紙製品は、トイレットペーパー、ティッシュペーパー等の衛生紙である。
- 2) 廃棄物排出量は、製造プロセス等から排出され、リサイクルや中間処理された後の埋立量である。
- 3) CO₂排出量はバイオマス由来以外のものを対象としている。

4) 充填のインベントリデータ

充填のユニットプロセスには、紙パックの成型やシール、飲料の充填、付属品取り付けの工程が含まれている。フォアグラウンドデータを収集した工場数が各紙パックで2~4と少ないために代表性がなく、サンプルデータの収集に留まっている。そこで、本報告書ではあくまでも参考値として表5-4に掲載する。

このインベントリデータでは、充填機の洗浄工程が対象となっていない。そのため水資源消費量には充填機洗浄に関わる消費を含んでおらず、また、洗浄による水圏排出物質の排出量も除外されている。そのため、水圏排出物質をゼロと想定している。

また並行して、紙パックの充填・加工機メーカーに充填・加工機の諸元や実際の稼働状態での電力消費量等に関してヒアリング調査した。結論としては、総稼働時間あたりの電力消費量で見た場合は機械メーカーの推計する電力消費量等の実測値や定格値の約95~140%のレンジに今回収集したフォアグラウンドデータが収まっており、ほぼ妥当な値であると考えられる。

◆ 表5-4 充填のインベントリデータ (参考値)

カテゴリ	環境負荷項目	単位	紙パック1個あたりのインベントリ (紙パックの成形・シール、飲料の充填、付属品取り付け) ¹⁾		
			屋根型1000ml	レンガ型200ml	レンガ型250ml (アルミつき)
資源	水資源消費量	l	0.053548	0.018361	0.025359
エネルギー	エネルギー消費量	MJ	0.175094	0.058093	0.028366
廃棄物	廃棄物排出量 ²⁾	g	0.000000	0.001394	0.000023
大気圏排出	CO ₂ 排出量 ³⁾	kg-CO ₂	0.006813	0.002281	0.001354
	NOx排出量	g-NOx	0.004471	0.001462	0.001222
	SOx排出量	g-SOx	0.003201	0.001031	0.000829

1) 充填機の洗浄は含まれていない。

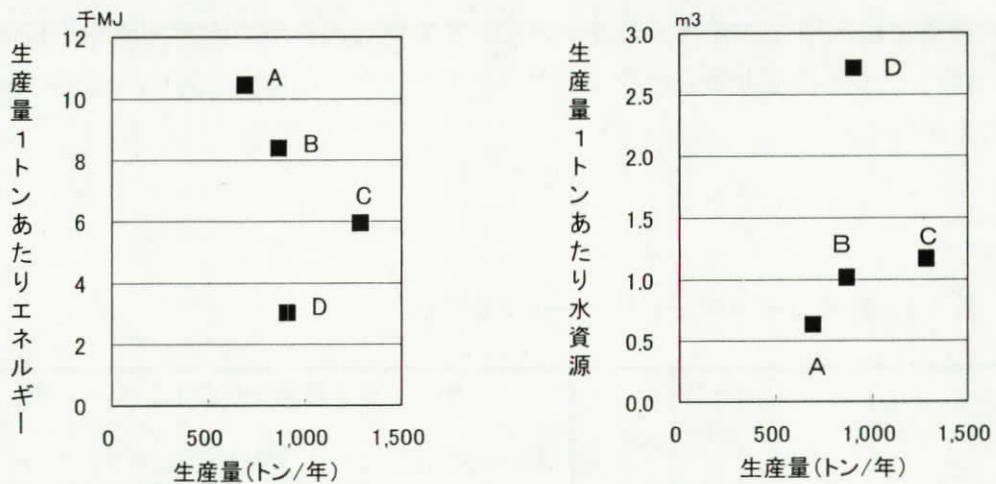
2) 廃棄物排出量は、充填工程からの排出されてリサイクルや各種中間処理の後の埋立量となっている。

3) CO₂排出量は、バイオマス由来以外のものを対象としている。

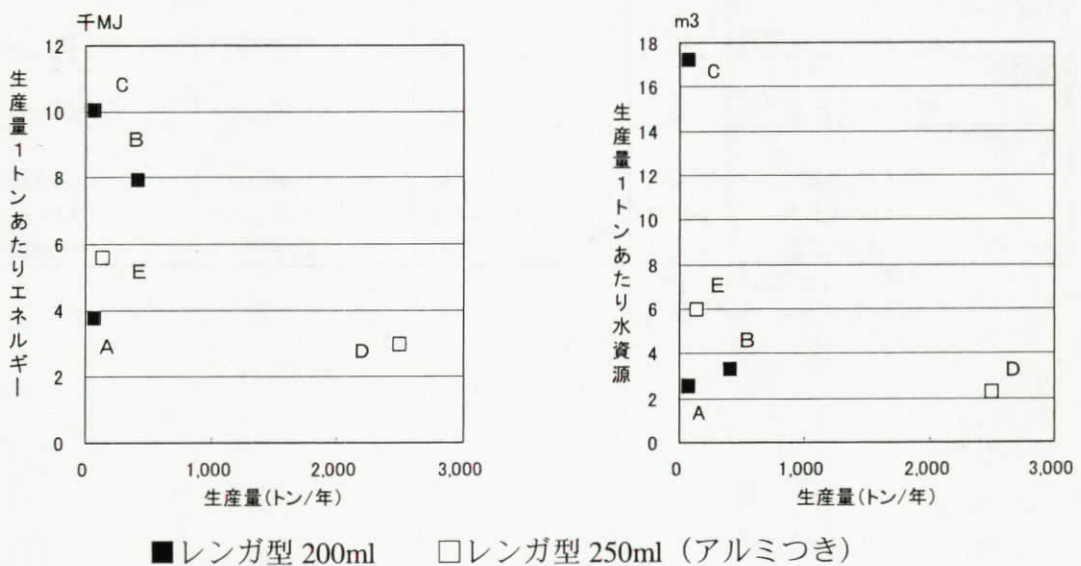
紙パックの充填のフォアグラウンドデータを5社14工場より収集したが、対象範囲が整合しない、実測データが収集できないなどの理由により、屋根型1000mlは4工場、レンガ型200mlは3工場、レンガ型250ml（アルミつき）は2工場に絞ってインベントリデータを構築した。各工場のエネルギー消費量と水資源消費量の分布を図5-4、5-5に示した。

エネルギー消費量では最大値が最小値の約3~4倍となっている。水資源消費量はさらに大きくばらついており、最大値が最小値の約4~8倍となっている。手順としては、対象範囲や計算方法を整合させてフォアグラウンドデータを収集したものであり、各工場の稼動状況や生産能力に大きな違いがないことを確認しており、計算方法や前提条件等に関する詳細な確認が必要と思われる。

◆ 図5-4 屋根型紙パック（1000ml）充填のインベントリデータの分布



◆ 図5-5 レンガ型紙パック（200mlと250ml）充填のインベントリデータの分布



6. 専門家によるレビュー

本調査におけるレビューの目的は、報告書の形式や記述内容、調査の実施方法を ISO14040 に照らして検証することである。東京大学大学院工学系研究科松野泰也助教授に、報告書の素案段階のものを提出してレビューをお願いした。

レビューアーによる意見およびその対応策を以下に整理した。レビューアーの意見にあるページ数（斜字）は素案段階の報告書案のものであり、本報告書のページ数とは必ずしも一致しない。レビューアーのすべての意見について修正、加筆を行ってはおらず、その場合は、行わなかった理由等について整理した。

レビューアーの意見	報告書での対応	頁
1. 3章以後が、紙パックに実施した LCI の報告となっていますが、ISO-14040 の形式に則していない点が多々見受けられます。LCA は ISO により実施規則が国際標準化されているので、それに基づいた報告形式とされることを勧めます。	レビューアーからいただいた詳細に意見に従って報告書を修正するよう努める。	-
2. 1-2章：報告の対象者を明記すべき。自明のことならば割愛でも可。	加筆する。	1
3. 3章 (P.3-6) に関して (ア) 製品の機能単位をどのように設定したかここで明記。 (イ) システム境界の説明が不完全、わかりにくい。P.6 および P.12 に記述したことも含めて、どのプロセスをシステム境界に含めたのか/削除したのかを、理由を含めて詳述すべき。古紙パルプ製造のプロセスを何故、含めたのか理由が必要と思われる。リサイクルの効果（バージン材生産回避効果）を考慮するため？後述するが、5章「結果」において、ライフサイクル全体を通じた結果が示されていないので、不明である。 (ウ) P.5 の調査対象としたインパクトカテゴリを、現時点で LCA で取り上げられているインパクトカテゴリで表すべき。特性化係数も併せて表示。 (エ) P.6 「投入物」という表現は不適切。前出のように、システム境界内に含めた/除外したプロセスとして記述すべき。	(ア) 加筆する。 (イ) 説明を加える。 (ウ) エネルギー消費量を熱量で特性化している以外はライフサイクル・インパクトアセスメントを行っておらず、インパクトカテゴリで表現しない。エネルギー消費は 11 頁に特性化係数（この場合は熱量）を整理してある。 (エ) 修正する。	4 4、5 6 4、5

レビューアーの意見	報告書での対応	頁
4. 4章 (P. 7-11) に関して		
(ア) 章タイトルを「インベントリ分析の前提条件」として、どのようなデータを収集したのか、詳述すべき。具体的には、フォアグラウンドデータの代表性がどれだけあるのか、可能な限り定量的な数値で示すべき。(P. 19: 成果、にて記述されていることを、ここで記述する。) アロケーションを行ったプロセスに関しては、重量、個数、その他、どの基準で行ったのか、プロセス毎に明記すべき。また、技術的有効範囲、時間的有効範囲についても可能な限り触れる。	(ア) 章タイトルは意見を考慮して修正する。アロケーションは生産量(重量ベース)でほとんど行っており、一部に経済価値でアロケーションしており、その説明を加えた。 技術的有効範囲、時間的有効範囲に関しては情報不足により検証していないので、説明を加えない。	8
(イ) フォアグラウンドデータの主な内容 (P. 8) に関して。最も重要な点が欠落している。工場サイトでの排出物質 (NO _x , SO _x , COD, BOD) は実測したのかが記入されていません。	(イ) NO _x ・SO _x に関しては、脱硝・脱硫を行う等の事情により実測値を採用することが望ましいプロセスでは実測値を採用しており、そうでないプロセスでは、バックグラウンドデータによる計算を行っている。COD, BOD はすべて実測値であり、その旨の説明を加える。	8 10
(ウ) 原単位表 (P. 11): 電力および蒸気のエネルギー合計値に関して、算出の根拠の確認が必要と思われる。また、「大気汚染」という言葉は、不適切。「大気圏排出物質」とすべき。または、地球温暖化、酸性化、人間への毒性へと分割して表示すべき。	(ウ) 蒸気は使用していないので表より割愛。電力に関しては関連文献に詳しく説明があり根拠を確認済み。注釈で参考文献に触れた。「大気汚染物質」は「大気圏排出物質」とする。インパクトカテゴリでは表記しない。	11

レビューアーの意見	報告書での対応	頁
<p>5. 5章(P.12-18)に関して</p> <p>(ア) 各種製品に対してライフサイクル全体での LCI 結果を示すべき。古紙パルプ製造のプロセス結果を、どのように反映させるのかを示す。</p> <p>(イ) P. 12 の記述は、システム境界の項目で説明。(前出)</p> <p>(ウ) 結果(P. 13-18)に関して数値は2~3桁程度にすべき。</p> <p>(エ) P. 14, 15, 16: 「インキ」は、システム境界に含めなかったのであれば、削除すべき。</p> <p>(オ) P. 16: レンガ型紙パック 250 ml に関して、海外からの海上輸送が抜けているように見える。</p>	<p>(ア)ライフサイクル全体の LCI を構築する段階になく、現状のままとする。ライフサイクル全体の LCI を構築することを課題として整理した。</p> <p>(イ)重複部分は削除。</p> <p>(ウ)有効数値の桁数を 2~3桁以上維持するために、変更は行わない。</p> <p>(エ)システム境界に含めていない旨の注釈をつけて、フローには残す。</p> <p>(オ)海外からの輸送はない。</p>	<p>26</p> <p>12</p> <p>14-19</p> <p>15-17</p> <p>15-16</p>
<p>6. 6章 (P.19) に関して</p> <p>そもそもインベントリ分析の結果から得られる結論、提言が抜けている。その後、今後の課題を記述すべき。</p>	<p>本調査の目的はインベントリの構築して公表することであり、結論・提言をまとめる主旨のものではない。今後の課題としてまとめた。</p>	<p>26</p>
<p>7. その他</p> <p>インベントリデータに関して:可能な限り「エネルギー」の詳細を記述する。少なくとも化石燃料と電力は分けた方が、大気圏排出物質重量を検証するのに便利である。</p>	<p>エネルギーの詳細に関する情報収集が出来ていない部分があり、分割できない。</p>	

7. 成果と課題

1) 本調査の成果

本調査は、代表的な紙パックを対象に、国内における代表性を有するインベントリデータを基礎から構築することを目的としたプロジェクトであった。レンガ型 250ml (アルミつき)用板紙のフォアグランドデータは収集できなかったが、屋根型 1000ml とレンガ型 200ml に使用されるラミネート原紙の生産量の約 60%、各種紙パック生産量の約 30~80% を占める事業所からフォアグランドデータを収集し、インベントリデータを構築することができた。そういった意味では、次節に挙げた今後の課題を残してはいるものの、ほぼ目的は達成することができたと言える。

また、充填や古紙パルプ製造に関するインベントリデータの構築にも着手した。充填に関するデータはあくまでも参考値にとどまったものの、大手製紙メーカーの協力を得て、古紙パルプ製造、古紙製品製造の 2 つのインベントリデータを構築することができた。古紙パルプ製造のインベントリデータは、紙パック損紙・古紙のみを原料とした古紙パルプを製造している事業所は国内に 2 社 2 工場のみ存在するが、その 2 つを対象としたまさに国内代表値となっている。古紙製品製造でも国内の最大手である 2 社の主要工場のデータを収集しており、こちらもほぼ代表性を有していると考えられる。

2) 今後の課題

本調査はファーストステップとしては重要な成果を収めたと言えるが、今後に残された課題も少なくない。今後さらに全国牛乳容器環境協議会において LCA の調査研究を発展させるといった観点より、今後検討すべきおもな課題を以下にまとめる。

①資源採取から板紙製造に関する追加調査

採種から森林管理、ラミネート原紙製造までは、北米大手製紙メーカー1社より収集したフォアグラウンドデータを活用しているが、やはり、収集先を拡大して国内消費量に占める割合を高める努力が必要である。

また、レンガ型 250ml (アルミつき) のチップ製造から原紙製造までのインベントリデータを報告年次の古いバックグラウンドデータに依存しているが、改めてフォアグラウンドデータを収集して、インベントリデータを構築することが望まれる。

②充填に関する調査の検討

本調査ではサンプルデータの収集にとどまっているものの、充填のインベントリデータを構築している。そのこと自身は、充填段階で成型・シールなどの加工の大きな部分が行われる紙パック（特に、レンガ型紙パック）の特性を考慮すると、非常に重要な取り組みであったと考えられる。また、容器だけに限らずその内容物である飲料にもフォーカスをあてたことと、従来の容器メーカーに限らず乳業メーカーにおいて LCA 研究が進んだことが、当協議会における貴重な第一歩であったといえよう。

今後は、中身の飲料もターゲットにするといった方針に転換して、改めて広いシステムバウンダリを設定することも含めて、今後の発展のあり方を検討することが望ましい。

③対象容器の拡大

本調査では、環境省 LCA 調査にインベントリデータを提供するという直近の目的があったために、その調査が対象とした 3 種類の紙パックを本調査でも対象とした。しかし、屋根型の 500ml や 200ml、レンガ型 200ml (アルミ箔つき) 等、市場における販売量でその 3 種類に比肩する紙パックがあり、さらに対象を広げることで紙パックの LCI データの整備を進めることが求められている。

④フォアグラウンドデータの収集方法に関する統一

本調査では、フォアグラウンドデータの収集により構築しているインベントリデータが多い。今後の当協議会での LCA 調査研究の発展を考える上でも、フォアグラウンドデータの収集方法を改善して、データ品質の向上を図ることが重要である。今回の調査では、対象事業所におけるデータ収集方法のバラツキが見られた。

対象事業所における環境負荷データの収集範囲・収集方法と対象製品への配分方法、複数事業者のフォアグラウンドデータからの平均的なインベントリデータの計算方法といった方法論の改善や対象事業所間での統一性の改善などがますます重要になっている。

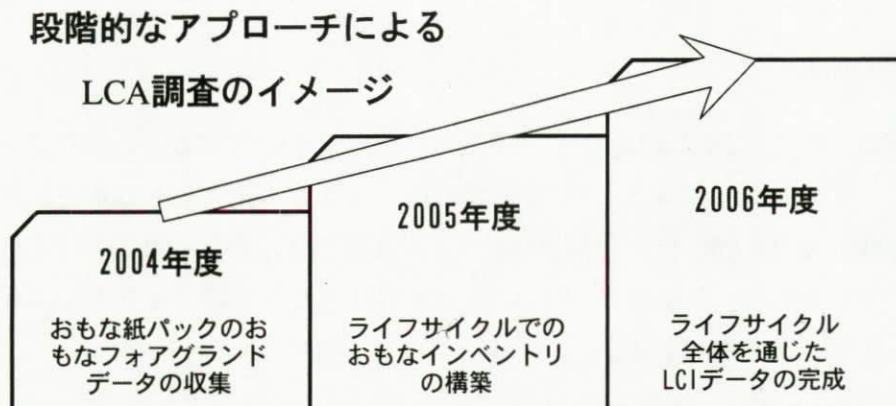
⑤ISO14040 等の国際規格への適合

レビューアより多くの意見があったように、本調査の実施や報告書の作成あたっては国際規格である ISO14040 等の LCA の規格に準拠することが望ましいことは言うまでもない。今後の調査の実施段階、報告書の作成段階で国際規格に照らして、議論や作業を進めなければならない。

⑥中期的な視野に立った LCA 研究の推進

本調査は、環境省等のニーズへの対応、社会的なアカウンタビリティといった点に目的を置いたものであり、あくまでもインベントリデータの構築が狙いであった。今後は、より広範な環境側面の把握と分析による環境改善、ステークホルダーとの積極的なコミュニケーション、業界としての方策の検討や外部への提言と言った全国牛乳容器環境協議会の諸活動の支援につなげる LCA 研究の展開が必要となる。

①～⑤までの諸課題を踏まえて、3 年程度の中期的なスパンで段階的に LCA 調査を進展させていくことが現実的である。特に、ライフサイクル全体を通じて LCI データを完成させ、様々な分析に利用できる状態に到達することが重要となろう。



補論. 洗びんのインベントリ

本調査は代表的な紙パックを対象としたものであったが、使用済みガラスびんの洗浄（以下、洗びんと呼ぶ）のプロセスを対象にフォアグランドデータを追加的に収集した。そこで、本報告書の補論として洗びんのインベントリデータについて説明する。

1) 対象となるガラスびん

対象となるガラスびん（内容物が牛乳であるため、以下、牛乳びんと呼ぶ）に関しては、フォアグランドデータを提供する大手乳業メーカーより出荷量の多い代表的なタイプの仕様をヒアリングして設定した。複数社よりのヒアリングのため、各社のお荷量の加重平均値を計算して、仕様を表 補-1 の通りに設定している。

900ml の牛乳びんは宅配用のもので再使用されているものである。2003 年度の回収率（分母は 1 年間に出荷された牛乳びんの総重量、分子は 1 年間にリユース目的に回収された牛乳びんの総重量）は 100%、再使用率（分母は 1 年間に出荷された牛乳びんの総重量、分子は 1 年間にリユース目的に回収されて再使用された牛乳びんの総重量）は 97.25%、平均回転数は 40.0 回転である。牛乳びんに直接印刷されているタイプのものである。そのため、インキ重量が仕様に記されている。

200ml の牛乳びんは学校給食と宅配の両方で使用されるもので、リターナブルタイプのものである。2003 年度の回収率（同上）は 100%、再使用率（同上）は 98.10%、平均回転数は 52.5 回転である。キャップやシュリンクフィルムに印刷されているタイプのものであり、内容物によって印刷が大きく変化するため、ここではインキの重量を設定していない。

◆ 表 補-1 調査対象となる牛乳びんとその仕様

容量 (ml)	内容物	本体 (g)				
		ガラスびん	ウレタン コーティング	インキ (シルク印刷)	キャップ (LDPE)	シュリンク フィルム ¹⁾
900	牛乳	260.00	1.20	0.07	4.20	—
200	牛乳	187.00	—	—	3.44	0.79

1) シュリンクフィルムの材質は、PE または PS である。

2) 対象範囲とフォアグラウンドデータの収集

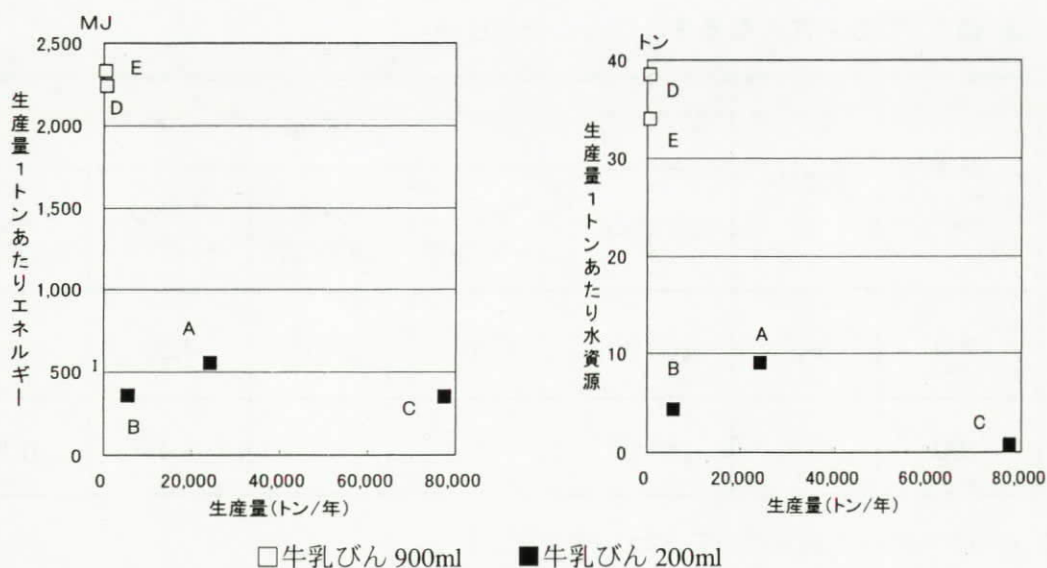
洗びんのユニットプロセスの対象範囲は、牛乳びんの洗浄と通い函であるプラスチックケース（材質はポリプロピレン）の洗浄の2つである。2つの洗浄で使用する温水を製造するボイラー、照明、空調といった付帯設備は対象に含めているが、用水の配水・排水と排水処理は洗びんによる環境負荷量を把握することが困難であったために含めていない。排水処理によるエネルギー消費量や水圏排出物質排出量等の環境負荷は決して小さくないと考えられるので、本調査のインベントリデータに関する誤解や誤用を防ぐ必要があるとともに、今後の改善が求められるところである。

ユニットプロセス	含まれるおもな工程	フォアグラウンドデータの収集先
洗びん	牛乳びんの洗浄、 プラスチックケースの洗浄	大手乳業メーカー4社6工場

洗びんのフォアグラウンドデータを4社6工場より収集したが、対象範囲が整合しない、稼働を開始したばかりの設備で平均的なデータが収集できなかったなどの理由により、200mlは3工場、900mlは2工場に絞ってインベントリデータを構築した。各工場のエネルギー消費量と水資源消費量の分布を図補-1に示した。

200mlと900mlの牛乳びんでは、その生産量（洗びんされる牛乳びんの量）に大きな開きがある。900mlの生産量は年間千トン未満のため、グラフではゼロに近くなっている。処理能力の高い洗びん機（24,000本/時）で洗浄される200mlの生産量1トンあたりの数値は低くなっているが、生産量が小さく処理速度の遅い洗びん機（1,000本以下/時）で洗浄される900mlの数値が極めて大きくなっているのが特徴的である。

◆ 図補-1 洗びんのフォアグラウンドデータの分布



3) 洗びんのインベントリデータ

ここでは、洗びんのユニットプロセスのインベントリデータを、900mlと200mlの2つ牛乳びんの種類毎にまとめる。それぞれ牛乳びん1本あたりのインベントリデータとなっている。

また、インベントリデータの対象とした工場数も2~3と少ないために、サンプルデータの収集に留まっているため、あくまでも参考値として掲載する。

前述のように、用水の配水・排水と排水処理は洗びんによる環境負荷量を把握することが困難であったために対象範囲に含めていない。そのため、用水の配水・排水や排水処理によるエネルギー消費量、廃棄物排出量や水圏排出物質排出量等の環境負荷が対象外となっている点に留意しなければならない。また、水圏排出物質排出量が不明となっているのでインベントリデータでは“NA”(Not Available)と表記している。

◆ 表 補-2 洗びんのインベントリデータ (参考値)

カテゴリ	環境負荷項目	単位	牛乳びん1本あたりのインベントリ (牛乳びんの洗浄、プラスチックケースの洗浄) ¹⁾	
			900ml	200ml
資源	水資源消費量	l	9.505431	0.520125
エネルギー	エネルギー消費量	MJ	0.589806	0.073607
廃棄物	廃棄物排出量 ²⁾	g	0.015491	0.022418
大気圏排出	CO ₂ 排出量 ³⁾	kg-CO ₂	0.004782	0.003572
	NO _x 排出量	g-NO _x	0.001720	0.002434
	SO _x 排出量	g-SO _x	0.000622	0.001955
水圏排出	BOD排出量	g	NA	NA
	COD排出量	g	NA	NA
	SS排出量	g	NA	NA

1) 用水の配水・排水、汚水の排水処理は含まれていない。

2) 廃棄物排出量は、洗浄工程から排出された廃棄物のリサイクルや各種中間処理の後の埋立量となっている。

3) CO₂排出量は、バイオマス由来以外のものを対象としている。

【 付属資料 】

各ユニットプロセスのインベントリデータ

屋根型紙パック(1000ml)製造	31
レンガ型紙パック(200ml)製造	32
レンガ型紙パック(250ml、アルミつき)製造	33
古紙パルプ製造	34
古紙製品製造	35
屋根型紙パック(1000ml)充填	36
レンガ型紙パック(200ml)充填	37
レンガ型紙パック(250ml、アルミつき)充填	38
洗びん ー牛乳びん(200ml)	39
洗びん ー牛乳びん(900ml)	40

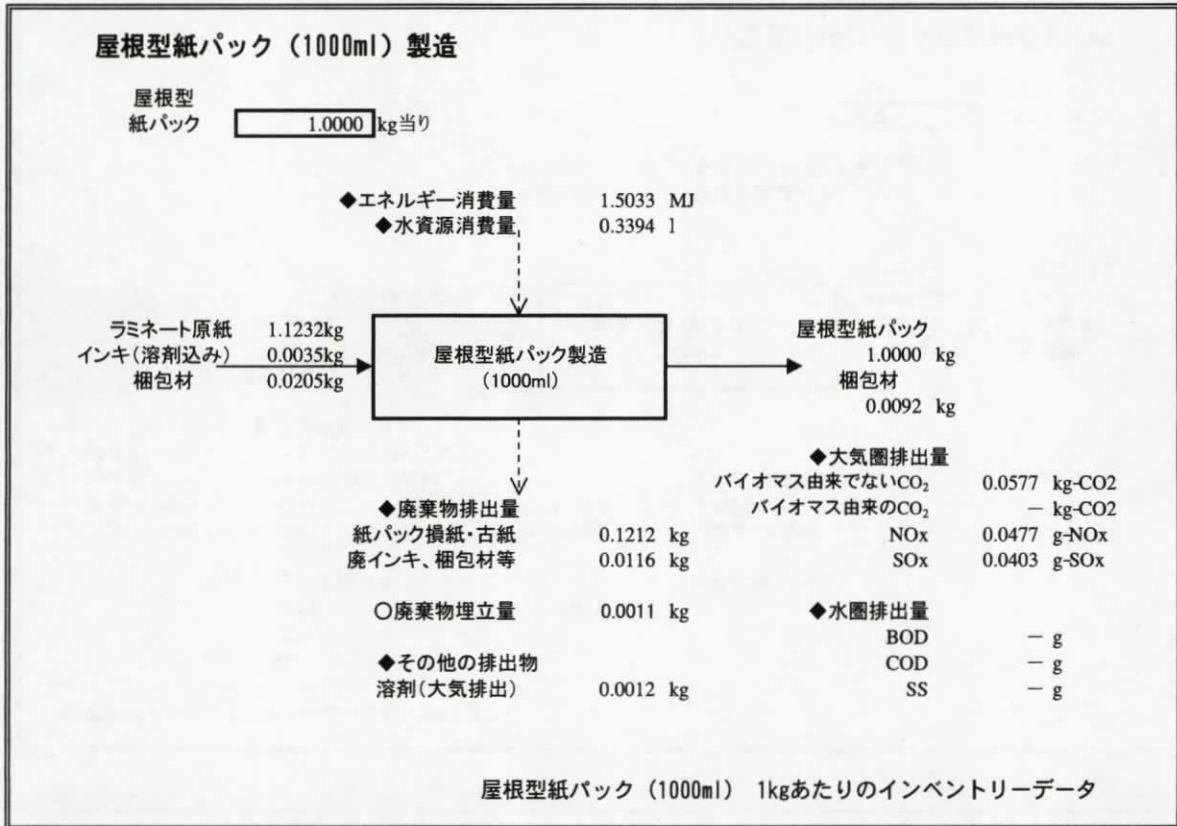
※森林管理・木材チップ製造、ラミネート原紙製造の2つのユニットプロセスについてはフォアグラウンドデータ提供元との関係で、インベントリデータは掲載していない。

フォアグラウンドデータ収集に使用した調査票の例

41

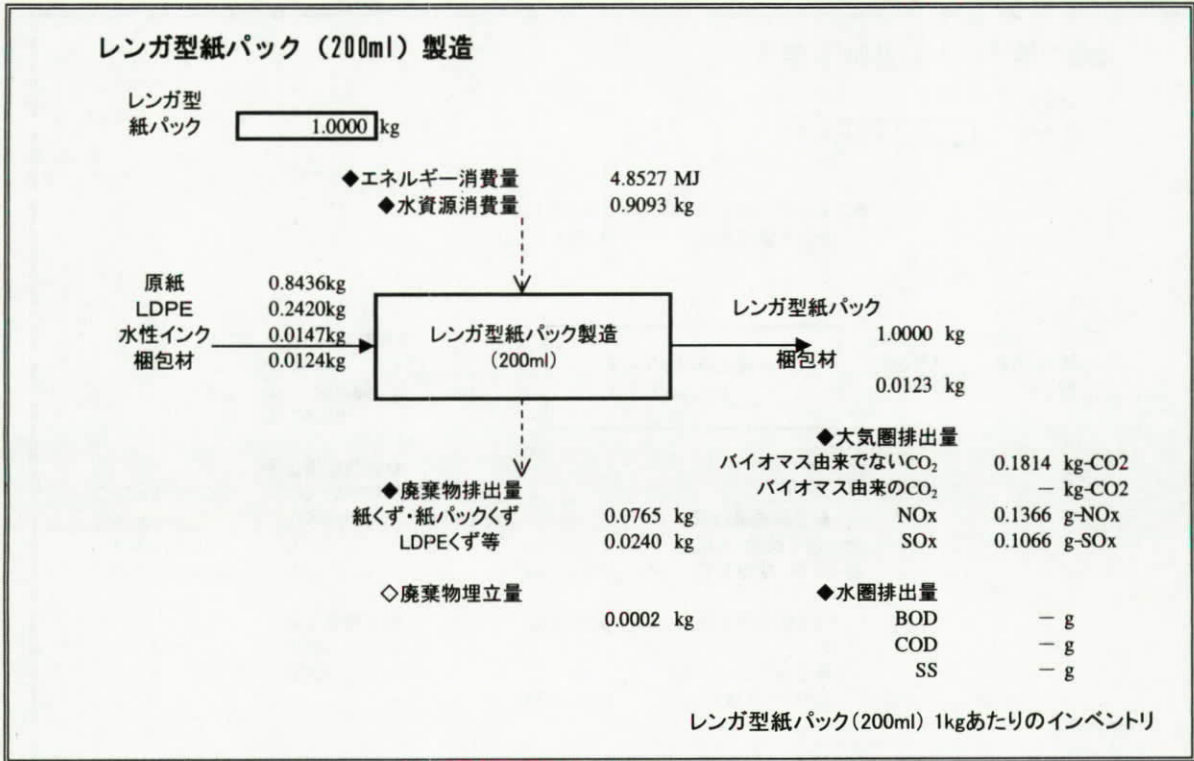
(屋根型紙パック製造プロセスを対象としたもの)

屋根型紙パック（1000ml）製造のインベントリデータ



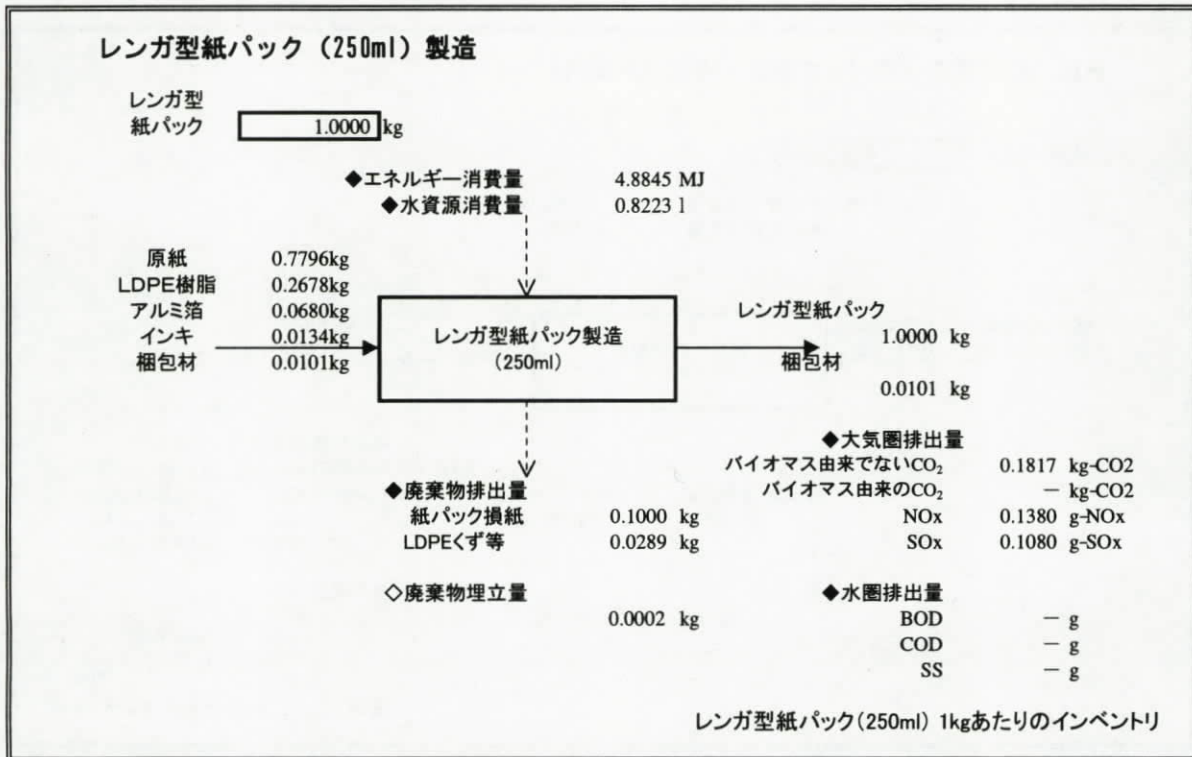
対象期間	2003年4月～2004年3月(2003年度)または2003年1月～12月(2003年)
システムバウンダリ	原紙受入れ、印刷、製函、梱包、保管の各設備と、照明・空調・コンプレッサー等の付帯設備が対象
コメント	<p>○フレキソとオフセットの両方の印刷方法を対象としたデータとなっている。</p> <p>○水資源は冷却水のみを使用のため、水圏排出物質の排出量はゼロと想定される。</p> <p>○廃棄物は製造工程から排出された時点での重量(排出量)と、リサイクルや各種中間処理の後の重量(埋立量)の両方のデータが得られている。</p> <p>○マテリアルバランスを見ると、投入(原材料の合計)より産出(製品、梱包材、廃棄物排出量の合計)が若干少なく(投入の0.35%に相当)、バランスしていない。これは、工場の物質収支のデータにわずかなミスマッチがあったため、ここでは差が小さいためそのままにしている。</p>

レンガ型紙パック (200ml) 製造のインベントリデータ



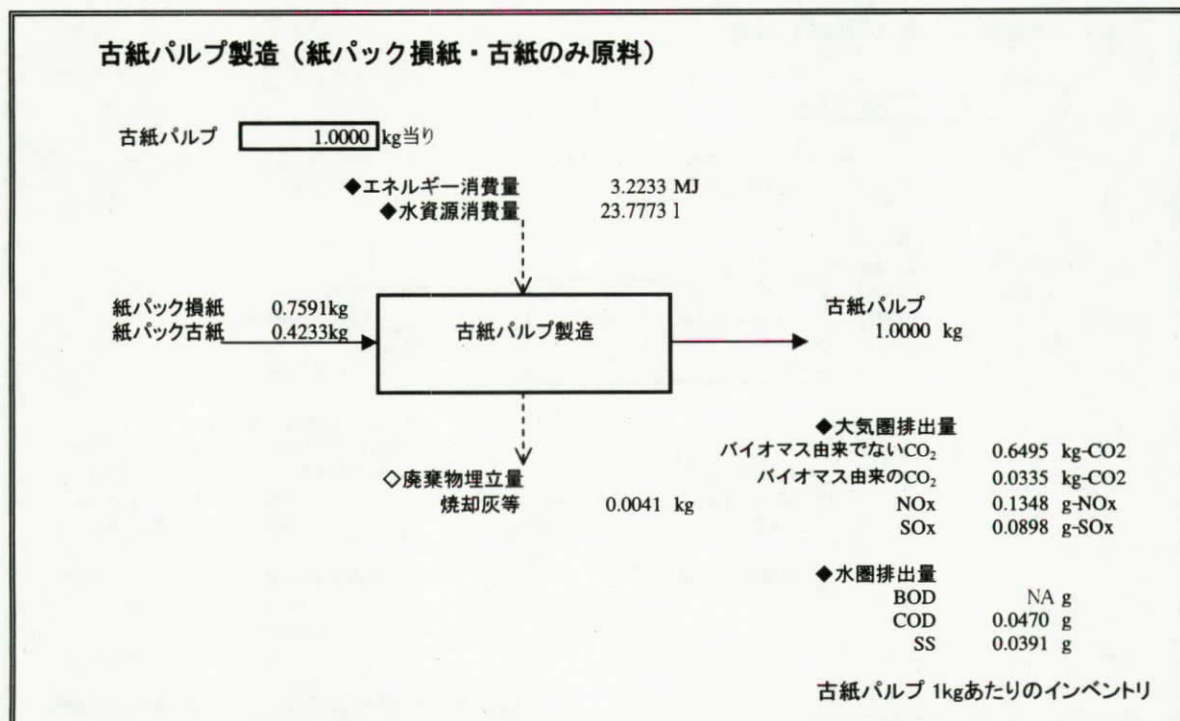
対象期間	2003年1月～12月
システムバウンダリ	印刷、ラミネーション、スリット、梱包、保管の各設備と、照明・空調・コンプレッサー等の付帯設備が対象
コメント	<ul style="list-style-type: none"> ○フレキシ印刷を対象としたデータとなっている。 ○水資源は冷却水のみ使用のため、水圏排出物質の排出量はゼロと想定される。 ○廃棄物は製造工程から排出された時点での重量(排出量)と、リサイクルや各種中間処理の後の重量(埋立量)の両方のデータが得られている。 ○投入(原材料の合計)と産出(製品、梱包材、廃棄物排出量の合計)がイコールであり、マテリアルバランスがとれている。

レンガ型紙パック（250ml、アルミつき）製造のインベントリデータ



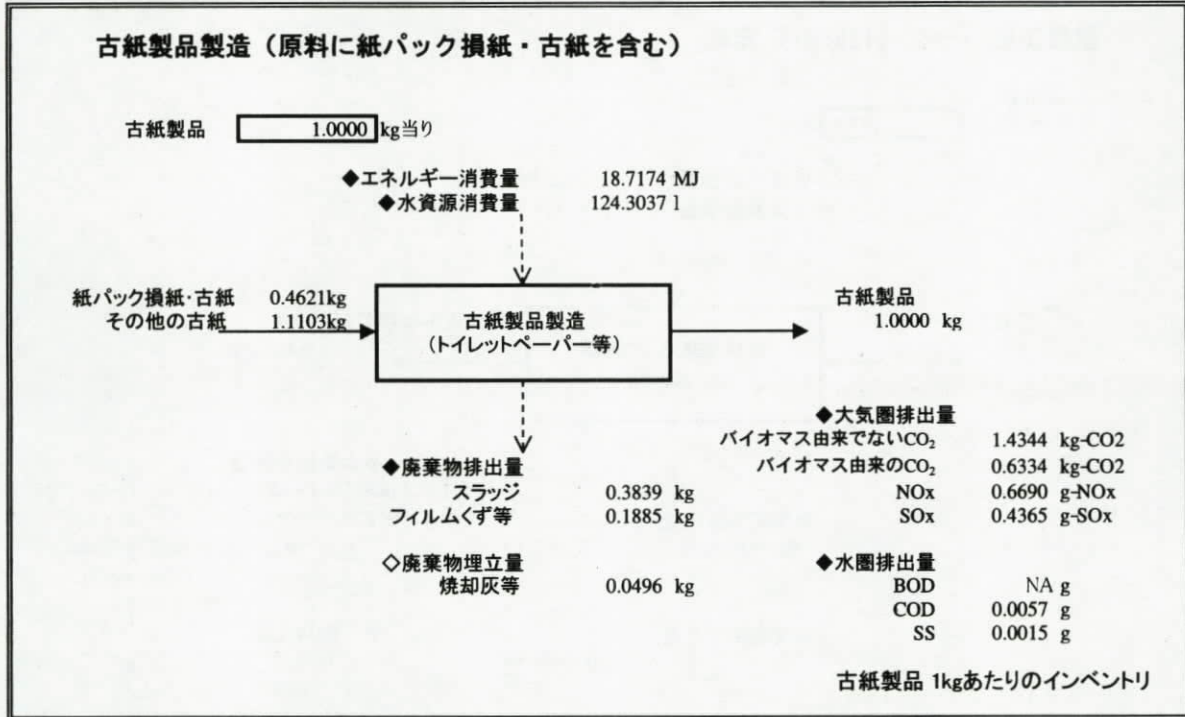
対象期間	2003年1月～12月
システムバウンダリ	印刷、ラミネーション、スリット、梱包、保管の各設備と、照明・空調・コンプレッサー等の付帯設備が対象
コメント	<p>○フレキシ印刷を対象としたデータとなっている。</p> <p>○水資源は冷却水のみ使用のため、水圏排出物質の排出量はゼロと想定される。</p> <p>○廃棄物は製造工程から排出された時点での重量(排出量)と、リサイクルや各種中間処理の後の重量(埋立量)の両方のデータが得られている。</p> <p>○投入(原材料の合計)と産出(製品、梱包材、廃棄物排出量の合計)がイコールであり、マテリアルバランスがとれている。</p>

古紙パルプ製造のインベントリデータ



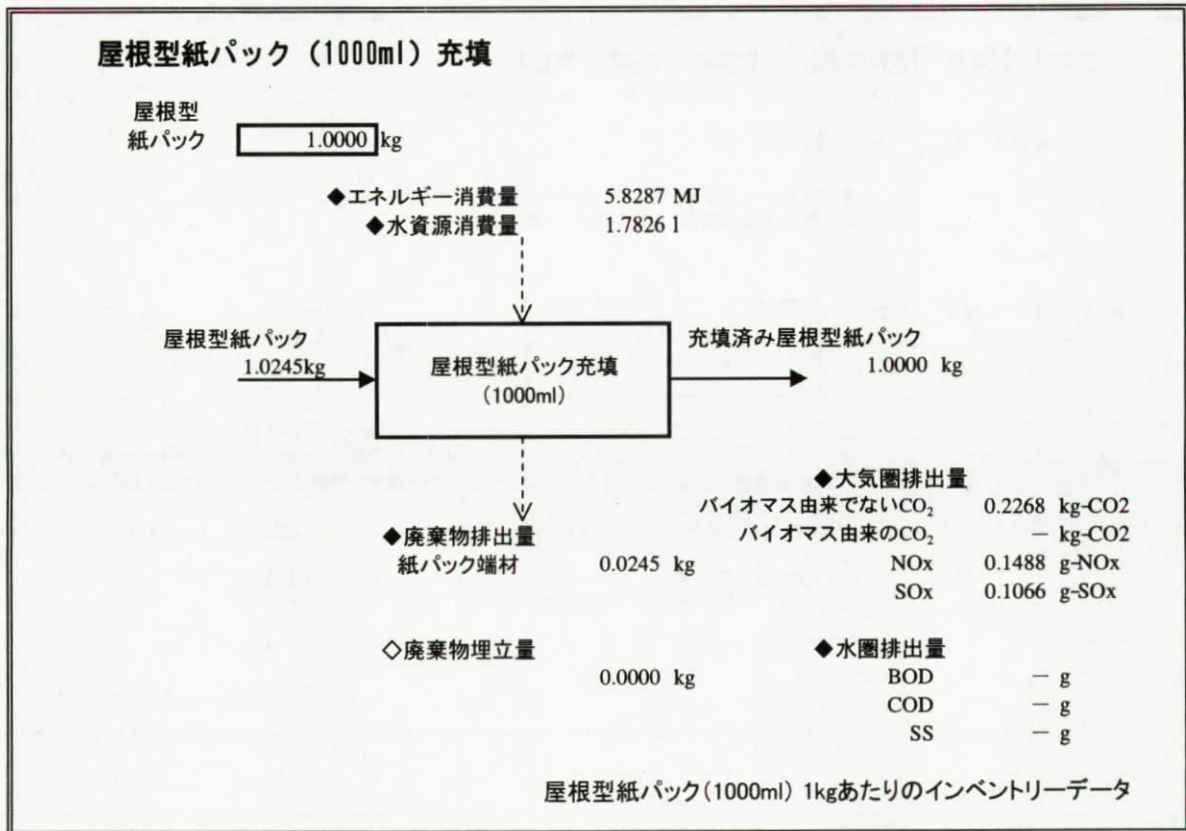
対象期間	2003年4月～2004年3月
システムバウンダリ	古紙受入れ、パルパー、除塵、脱水の各設備と、ボイラー、自家発電、焼却炉、用排水、照明等の付帯設備、事務所も含む
コメント	<p>○廃棄物はおもにフィルムくずやペーパーラッジで、これらは焼却処理され、その排熱の一部を熱エネルギーとして回収して利用している。焼却時に発生するCO₂・NO_xは、CO₂・NO_x排出量に含めている。</p> <p>○バイオマス由来のCO₂排出量は、ペーパーラッジ焼却によるものである。</p> <p>○廃棄物はリサイクルや各種中間処理の後の焼却灰等の重量(埋立量)のデータのみ得られている。そのため、マテリアルバランスが確認できない。</p> <p>○廃棄物排出量には、事務所から排出された廃棄物は含まれていない。</p>

古紙製品製造のインベントリデータ



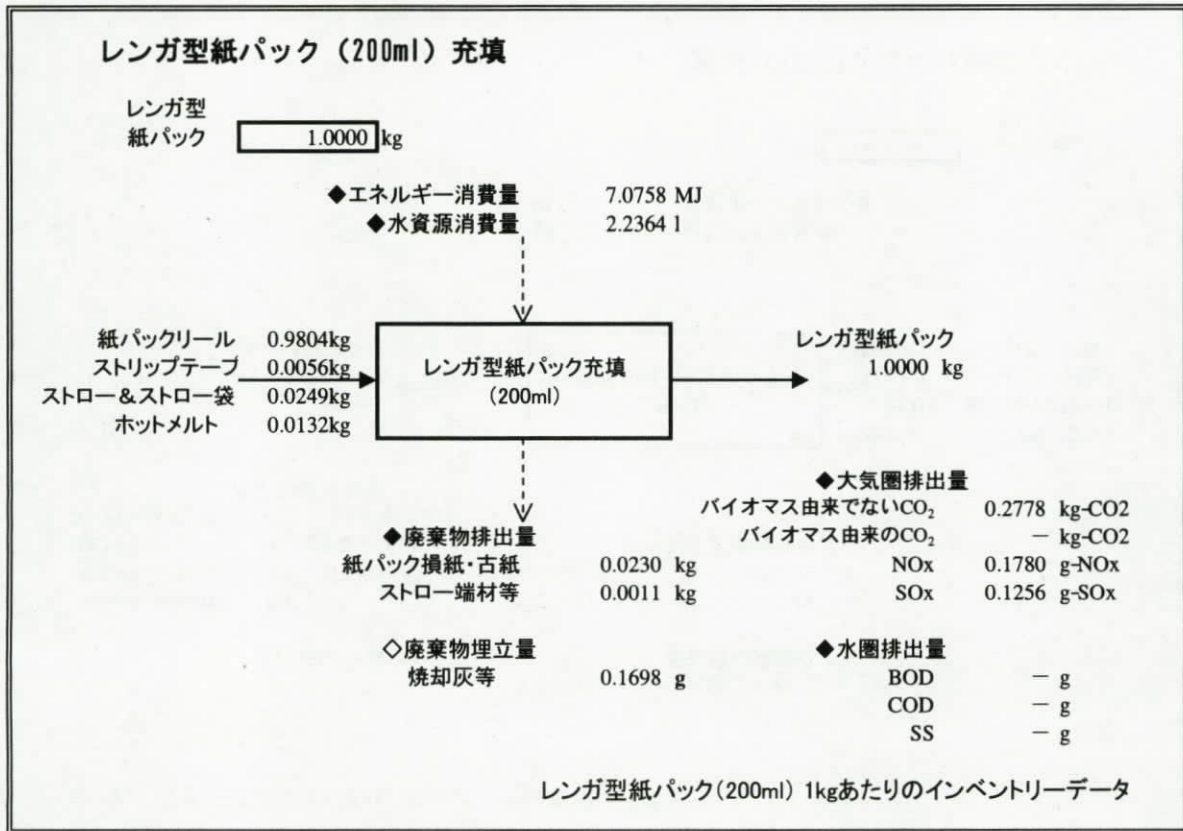
対象期間	2003年4月～2004年3月(2003年度)または2003年1月～12月(2003年)
システムバウンダリ	古紙受入れ、パルパー、除塵、抄紙、製品製造、梱包、出荷の各設備と、ボイラー、自家発電、焼却炉、用排水、照明等の付帯設備、事務所も含む
コメント	<p>○すべての対象工場が、トイレトペーパーとティッシュペーパーのみを製造しており、工場全体のエネルギー・水資源消費量等の実績値から計算した。</p> <p>○廃棄物は製造工程から排出された時点での重量(排出量)と、リサイクルや各種中間処理の後の重量(埋立量)の両方のデータが得られている。ただし、事務所から排出された廃棄物は含まれていない。</p> <p>○廃棄物はおもにフィルムくずやペーパーズラッジで、これらは焼却処理され、その排熱の一部を熱エネルギーとして回収して利用している。焼却時に発生するCO₂・NO_xは、CO₂・NO_x排出量に含めている。</p> <p>○バイオマス由来のCO₂排出量は、ペーパーズラッジ焼却によるものである。</p> <p>○投入(原材料の合計)と産出(製品、廃棄物排出量の合計)がイコールであり、マテリアルバランスがとれている。</p>

屋根型紙パック（1000ml）充填のインベントリデータ



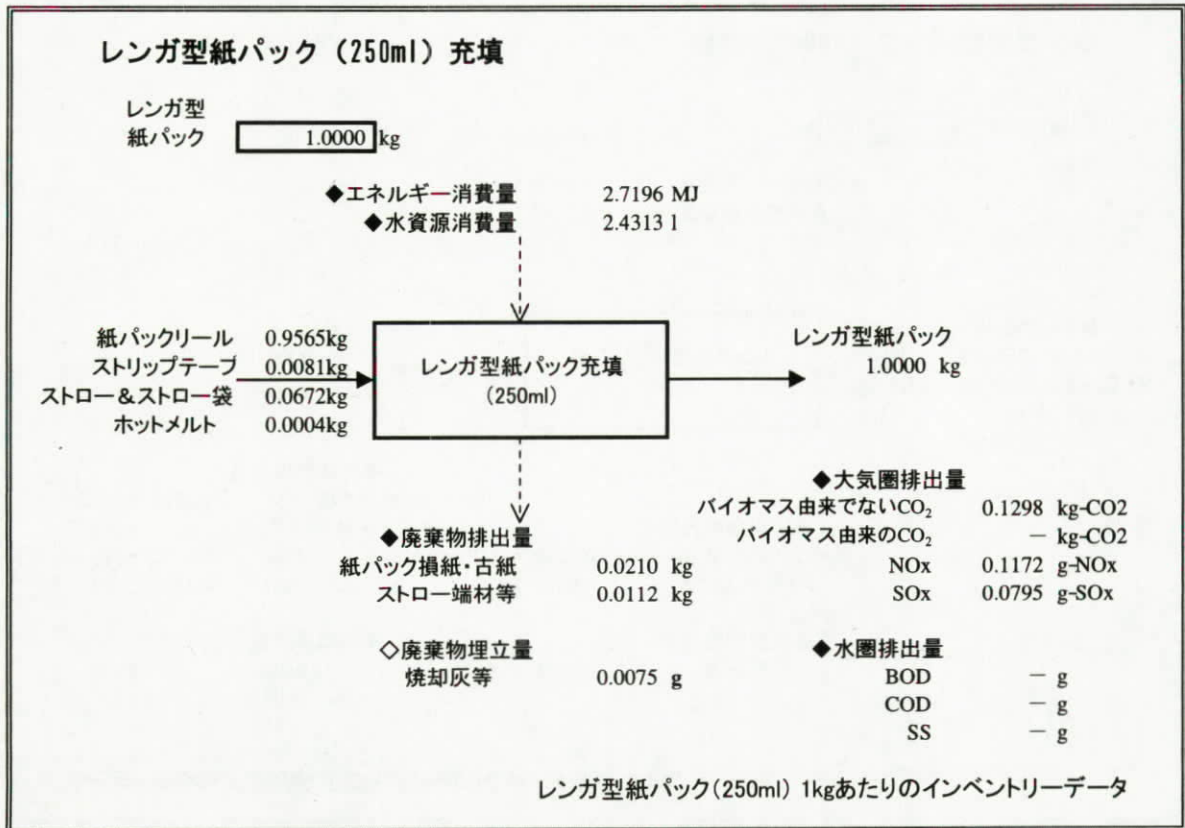
対象期間	エネルギー・水資源消費量は 2004 年度の特定期間の実績値を採用して、その他は 2003 年度が対象期間と、2004 年 4～6 月の 3ヶ月が対象期間の2つが混在している。
システムバウンダリ	充填機（紙パックの成型・シールの工程も含まれる）と、照明・空調・コンプレッサー等を主体とした付帯設備が対象。
コメント	<p>○対象工場すべて、国内で最も多く使用されている充填機（5～7 千本/時または 12～16 千本/時の充填能力）を対象としてフォアグラウンドデータを収集した。</p> <p>○水資源には、充填機洗浄等の水質汚濁に関わる水消費を含んでいないため、水圏排出物質の排出量をゼロと想定した。</p> <p>○廃棄物は製造工程から排出された時点での重量（排出量）と、リサイクルや各種中間処理の後の埋立量の両方のデータが得られている。廃棄物は全量再生されており、再生による残さもリサイクルされているために、埋立量はゼロである。</p> <p>○投入（原材料の合計）と産出（製品、廃棄物排出量の合計）がイコールであり、マテリアルバランスがとれている。</p>

レンガ型紙パック（200ml）充填のインベントリデータ



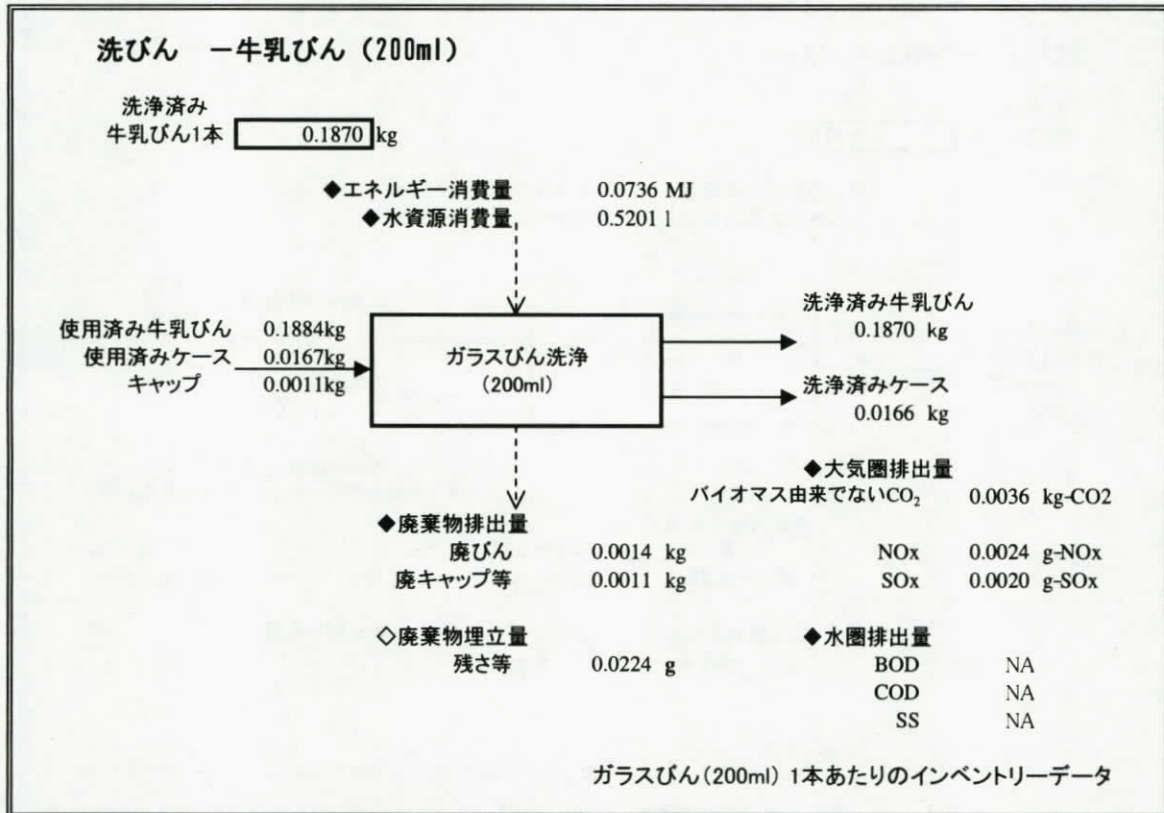
対象期間	すべて 2003 年度が対象期間、エネルギー・水資源消費量は 2004 年度の特定期間の実績値を採用してその他は 2003 年度が対象期間、2004 年 4～6 月の 3 ヶ月が対象期間の3つが混在している。
システムバウンダリ	充填機(紙パックの成型・シール・付属品取り付けの工程も含まれる)と、照明・空調・コンプレッサー等を主体とした付帯設備が対象。
コメント	<p>○対象工場すべて、国内で最も多く使用されている充填機(5 千本/時または 13 千本/時の充填能力)を対象としてフォアグラウンドデータを収集した。</p> <p>○水資源には、充填機洗浄等の水質汚濁に関わる水消費を含んでいないため、水圏排出物質の排出量をゼロと想定した。</p> <p>○廃棄物は製造工程から排出された時点での重量(排出量)と、リサイクルや各種中間処理の後の埋立量の両方のデータが得られている。</p> <p>○投入(原材料の合計)と産出(製品、廃棄物排出量の合計)がイコールであり、マテリアルバランスがとれている。</p>

レンガ型紙パック（250ml）充填のインベントリデータ



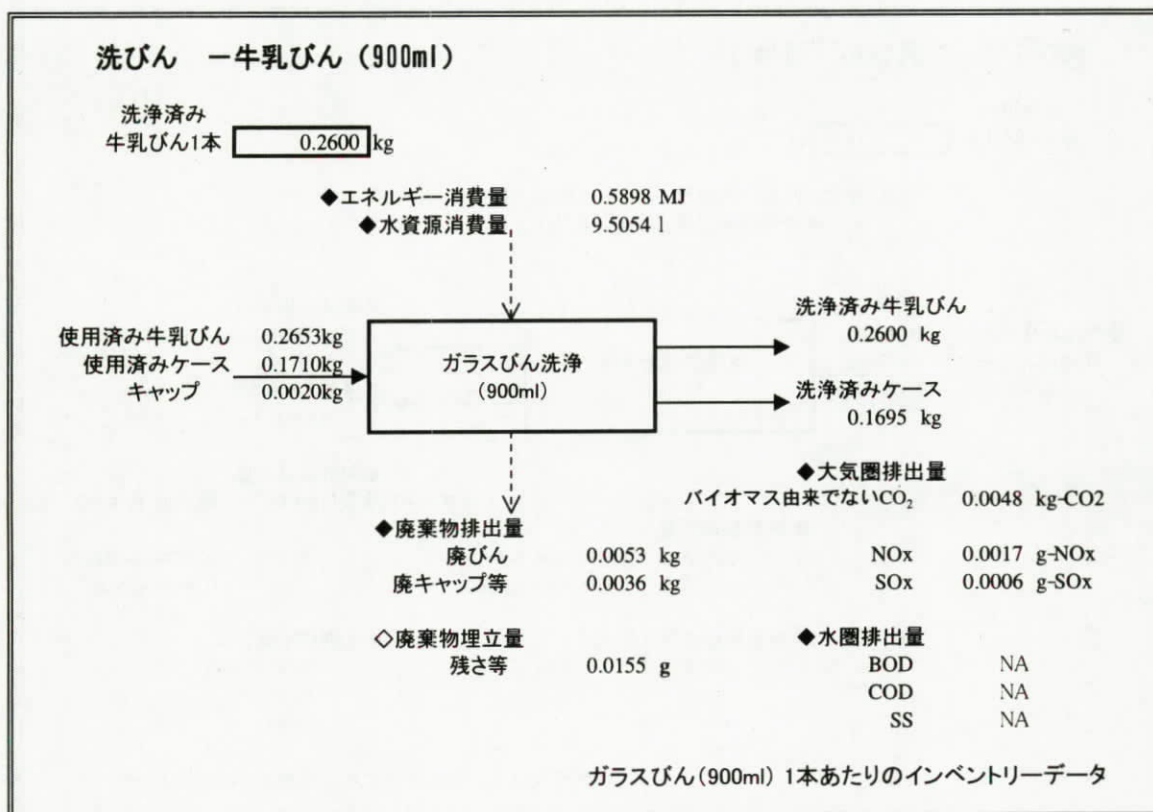
対象期間	エネルギー・水資源消費量は 2004 年度の特定期間の実績値を採用して、その他は 2003 年度が対象期間と、2004 年 4～6 月の 3 ヶ月が対象期間の 2 つが混在している。
システムバウンダリ	充填機（紙パックの成型・シール・付属品取り付けの工程も含まれる）と、照明・空調・コンプレッサー等を主体とした付帯設備が対象。
コメント	<p>○国内で最も多く使用されている充填機（6～7 千本/時の充填能力）を対象としてフォアグラウンドデータを収集した。</p> <p>○水資源には、充填機洗浄等の水質汚濁に関わる水消費を含んでいないため、水圏排出物質の排出量をゼロと想定した。</p> <p>○廃棄物は製造工程から排出された時点での重量（排出量）と、リサイクルや各種中間処理の後の埋立量の両方のデータが得られている。</p> <p>○投入（原材料の合計）と産出（製品、廃棄物排出量の合計）がイコールであり、マテリアルバランスがとれている。</p>

洗びんのインベントリデータ -牛乳びん (200ml)



対象期間	エネルギー・水資源消費量は 2004 年度の特定期間の実績値を採用してその他は 2003 年度が対象期間、2004 年 4~6 月の 3 ヶ月が対象期間の2つが混在している。
システムバウンダリ	洗びん、ケース洗淨、ボイラー、照明と空調を主体とした付帯設備が対象。用水の配水・排水と排水処理は対象外となっている。
コメント	<p>○国内で多く使用されている洗びん機(24,000 本/時の洗びん能力)を対象としてフォアグラウンドデータを収集した。</p> <p>○用水の配水・排水と排水処理を対象範囲に含めていないため、用水の配水・排水や排水処理によるエネルギー消費量や水圏排出物質排出量等の環境負荷が対象外となっている点に留意しなければならない。また、水圏排出物質排出量が不明となっているのでインベントリデータでは“NA”(Not Available)と表記している。</p> <p>○廃棄物は製造工程から排出された時点での重量(排出量)と、リサイクルや各種中間処理の後の埋立量の両方のデータが得られている。</p> <p>○投入(回収されたものの合計)と産出(洗淨した製品、廃棄物排出量の合計)がイコールであり、マテリアルバランスがとれている。</p>

洗びんのインベントリデータ -牛乳びん (900ml)



対象期間	エネルギー・水資源消費量は 2004 年度の特定期間の実績値を採用して、その他は 2003 年度が対象期間
システムバウンダリ	洗びん、ケース洗浄、ボイラー、照明と空調を主体とした付帯設備が対象。用水の配水・排水と排水処理は対象外となっている。
コメント	<p>○洗びん能力が 1,000 本/時以下の洗びん機を対象としてフォアグラウンドデータを収集した。</p> <p>○用水の配水・排水と排水処理を対象範囲に含めていないため、用水の配水・排水や排水処理によるエネルギー消費量や水圏排出物質排出量等の環境負荷が対象外となっている点に留意しなければならない。また、水圏排出物質排出量が不明となっているのでインベントリデータでは“NA” (Not Available) と表記している。</p> <p>○廃棄物は製造工程から排出された時点での重量(排出量)と、リサイクルや各種中間処理後の埋立量の両方のデータが得られている。</p> <p>○投入(回収されたものの合計)と産出(洗浄した製品、廃棄物排出量の合計)がイコールであり、マテリアルバランスがとれている。</p>

フォアグラウンドデータ収集のための調査票の例
(屋根型紙パック製造プロセスを対象としたもの)

<p>容環協プロジェクト</p> <p>紙パックLCI調査事業</p> <p>< 調査票 ></p> <p>平成 16年 7月 日</p>

紙パック製造工程

屋根型紙パック
(容量：1000ml)

本事業では、この調査票により紙パックに関する環境負荷等のデータを収集して、インベントリデータを構築します。調査の対象容器は上の通りです。

ヒアリング調査によって得られた情報は、本事業以外には一切使用しません。また、各社のデータを平均化した上で出所はメーカーヒアリングとして公表し、個別メーカー名や個別メーカーのデータは一切公表致しません。

1. ご担当者

会社名	
ご担当者のお名前	
ご担当者の部署、役職	
TEL	
FAX	
e-mail	

2. 対象事業所と対象期間

※対象容器を製造するすべての事業所を対象としてください。
 ※休止期間がある等やむを得ない場合を除き、各事業所の対象期間は直近の事業年である平成15年度か平成15年のいずれかとしてください。
 ※出荷量は飲料用の紙パックに限定して、単位はトンで、小数点第2位迄記入ください。

◇事業所1

事業所名	
住所	
対象期間（15年度または15年が対象です）	
対象容器の対象期間における出荷量（トン）	
対象容器の生産ライン （実稼動したライン本数、各ラインの生産能力）	
対象容器の充填ラインの稼動状況 （対象期間での稼働日数と稼働率等）	

◇事業所2

事業所名	
住所	
対象期間（15年度または15年が対象です）	
対象容器の対象期間における出荷量（トン）	
対象容器の生産ライン （実稼動したライン本数、各ラインの生産能力）	
対象容器の充填ラインの稼動状況 （対象期間での稼働日数と稼働率等）	

◇事業所3

事業所名	
住所	
対象期間（15年度または15年が対象です）	
対象容器の対象期間における出荷量（トン）	
対象容器の生産ライン （実稼動したライン本数、各ラインの生産能力）	
対象容器の充填ラインの稼動状況 （対象期間での稼働日数と稼働率等）	

3. 対象容器の仕様

対象容器の部位別材料別重量（単位はg、小数点第2位迄）を記入してください。
内容物を牛乳と想定してお答えください。

貴社で生産されている対象容器の中に、複数の仕様がある場合は、
最も出荷量の多い製品の数値を記入ください。総重量の記入は不要です。

1つの仕様に絞ることが適切でない場合は、出荷量の多い2つまで記入ください。
その場合は、2つの仕様の出荷割合（全生産量におけるシェア）もコメントの欄に記入ください。

部位区分	重量(g、小数点2位迄)
紙	
LDPE	
インキ(製品に残る量のみ)	
その他 ()	
その他 ()	
容器総重量(g)	0.00

部位区分	重量(g、小数点2位迄)
紙	
LDPE	
インキ(製品に残る量のみ)	
その他 ()	
その他 ()	
容器総重量(g)	0.00

2つの仕様を書かれた場合は、各仕様の生産量におけるシェアを、その他、対象容器の仕様に関する問題点があればコメントをお願いします。

4. 出荷量（重量ベース、単位：トン）

貴社全体におけるすべての飲料用の紙パックの出荷量と対象容器の出荷量、
また、対象事業所における対象容器の出荷量の3つを記入ください。

D、Eについては自動で計算されますので、数値の確認をお願いします。
内容物を牛乳に限定せず、飲料用全体に関してお答えください。

レンガ型紙パック (250ml)	
A: 貴社全体での対象期間におけるすべての飲料用の紙パックの出荷量 (トン)	
B: 貴社全体での対象容器の対象期間における飲料用の出荷量合計 (トン)	
C: 対象事業所・対象期間における飲料用の対象容器の出荷量 (トン)	
D: 紙パック全体の出荷量に占める対象容器の割合 (%) D=B/A	#DIV/0!
E: 対象容器における対象事業所が占める割合 (%) E=C/B	#DIV/0!

※Cは前のページでお答えいただいた、各事業所の出荷量の合計と一致させてください。

5. 対象容器の各工程の投入物、産出物（または排出物）

対象容器製造の各工程での物質収支（トン単位、小数点第4位迄）を記入してください。

1) 対象期間の各対象事業所における各工程の実績を記入ください。

- ・物質収支が正確に把握できない事業所や物質がある場合は、そこを除いた実績値に基づいて記入ください。
- ・ただし、そのような対応を行った場合は、対象の事業所や物質と対応をコメント欄に必ず具体的に記入ください。

2) 投入と産出のバランスを必ず合わせてください。（投入量合計＝産出量合計）

- ・各工程での投入量と産出量は対象期間（年）あたりのトン数でお答えください。
- ・各工程の歩留り等を考慮して、その他の投入量、産出量を合わせてください。

3) 7つの工程を設定していますが、不足する場合は空欄に工程を追加してください。

- ・ただし、直接製造に関わりなく物質収支に関係ない工程（発電等）は除外してください。

4) 各工程の投入物と産出物（または、排出物）はすべて記入ください。

- ・印刷工程で大気中に排出される溶剤等の揮発性物質も記入ください。
- ・各工程から出される廃棄物は全て記入し、工程から排出される段階の排出量を記入ください。
- ・受入時に発生する梱包材に関しては、梱包材が多くパーツに分かれる場合は梱包材として一括で投入、排出してください。
- ・リユースしているパレット、コンテナ、フレコンバック等の外装材は、物質収支からは除外してください。（外装材に関するシートでは、すべての出荷時の外装材に関してお答えいただけます。）

5) ただし、以下のものは対象外です。記入いただかなくて結構です。

- ・機器の洗浄やメンテナンスに使用される洗浄剤等の薬品、潤滑油

6) 各工程の数値が記入できない場合は、全工程一括で最下段の表に記入ください。

- ・各工程の数値を明らかにできない理由を必ず記入ください。

工程	投入物	投入量 (t/年)	産出物	産出量 (t/年)	コメント
①受入					リユースされる 梱包材があれば 除いてください
②ラミネーション					
③印刷(オフセット)					
④印刷(フレキ)					

⑤製函					
⑥梱包					リユースされる 梱包材があれば 除いてください
⑦保管					リユースされる 梱包材があれば 除いてください

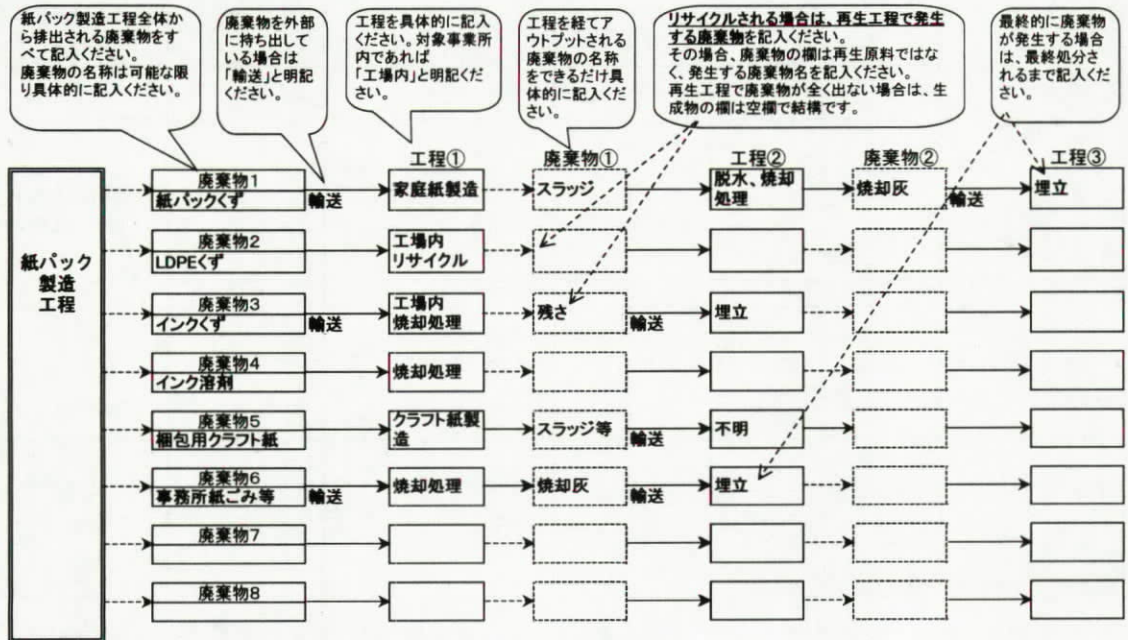
工程	投入物	投入量	産出物	産出量	コメント
全工程					

工程別に記入できない理由:

6-1. 対象工程から排出されるすべての廃棄物を対象に、記入例を参考にしてフローを記入ください。

- 1) 物質収支のシートで対象としたものが対象です。物質収支のシートと整合した内容にしてください。
- 2) 事業所で処理している廃棄物と廃棄物事業者へ委託などを行い事業所外へ持ち出している廃棄物の両方が対象です。
- 3) 可能な範囲で調査いただき、その結果が不明の場合は「不明」と明記ください。

【 記入例 】



6-2. 先の廃棄物フローに記入したすべての廃棄物に関して、記入例を参考にして下表の項目を記入してください。

- 1) 廃棄物フローで廃棄物として挙げたものが対象です。廃棄物フローのシートと整合した内容にしてください。
- 2) 廃棄物排出量は必ず記入ください。物質収支のシートの産出量（排出量）と同じ数値となります。
事業所内で焼却処理するなどして廃棄物が減量される場合は、事業所外に持ち出される際の重量を備考に記入ください。
- 3) 最終処分量は、可能な範囲で調査いただき、その結果が不明の場合は「不明」と明記ください。

【 記入例 】

工程	廃棄物名	カテゴリ		廃棄物排出量 kg単位、 小数点第2迄 ----- 年間排出量 合計	最終処分量 kg単位、 小数点第2迄 ----- 年間処分量 合計	備考
		直接製造に 由来する 廃棄物	直接製造に 由来しない 廃棄物			
紙パック製造工程	廃棄物1 紙パックくず	●		12,345.67	37.04	不明の場合は、「不明」と明記し、備考 でその理由などを記入ください。
	廃棄物2 LDPEくず	●		1,234.56	0.00	
	廃棄物3 インクくず	●		5.15	0.00	
	廃棄物4 インク溶剤	●		1,234.56	0.00	
	廃棄物5 梱包用クラフト紙	●		123.45	不明	
	廃棄物6 事務所紙ごみ等		●	0.75	不明	
	廃棄物7					
	廃棄物8					
	廃棄物9					
	廃棄物10					

工程	廃棄物名	カテゴリ		廃棄物排出量 kg単位、 小数点第2迄 ----- 年間排出量 合計	最終処分量 kg単位、 小数点第2迄 ----- 年間処分量 合計	備考
		直接製造に 由来する 廃棄物	直接製造に 由来しない 廃棄物			
紙パック製造工程	廃棄物1					
	廃棄物2					
	廃棄物3					
	廃棄物4					
	廃棄物5					
	廃棄物6					
	廃棄物7					
	廃棄物8					
	廃棄物9					
	廃棄物10					

7. 対象容器のエネルギー消費、水資源消費等

対象容器製造の各工程でのエネルギー消費量、水資源消費量、水質汚濁物質排出量
(単位は各数値で異なる、少数点第2位迄)を記入してください。

- 1) 各対象事業所における対象期間の実績に基づいて、各工程の数値を記入ください。
・各数値を正確に把握できない事業所がある場合は、そこを除いた実績値に基づいて記入ください。
ただし、そのような対応を行った場合は、対象事業所や対応を具体的にコメント欄に必ず記入ください。
- 2) 工程・設備等のうち①～⑩までは必ず対象としてください。⑪も可能な範囲で記入ください。
・付帯設備とその他共通では、対象範囲とした設備や施設を記入してください。(事例参照)
- 3) 各工程・設備等の数値が記入できない場合は、一括で最下段の表に記入ください。
・対象範囲と各工程・設備の数値を明らかにできない理由を必ず記入ください。
- 4) 冷却のみの用途に使用する場合でも、補給量を水資源消費量の欄に記入ください。
・対象範囲と各工程・設備の数値を明らかにできない理由を必ず記入ください。

工程	エネルギー消費量	年間消費量	水質汚濁物質	年間排出量	コメント
①受入	電力(kWh)				複数の工程の合計値を記入する場合は、その旨を記入してください。
	都市ガス(m ³)				
	LPG(kl)				
	A重油(kl)			↓年間補給量	
	C重油(kl)		水資源(m ³)		
	他()				
②ラミネーション	電力(kWh)				
	都市ガス(m ³)				
	LPG(kl)				
	A重油(kl)			↓年間補給量	
	C重油(kl)		水資源(m ³)		
	他()				
③印刷(オフセット)	電力(kWh)				
	都市ガス(m ³)				
	LPG(kl)				
	A重油(kl)			↓年間補給量	
	C重油(kl)		水資源(m ³)		
	他()				
④印刷(フレキソ)	電力(kWh)				
	都市ガス(m ³)				
	LPG(kl)				
	A重油(kl)			↓年間補給量	
	C重油(kl)		水資源(m ³)		
	他()				
⑤製函	電力(kWh)				
	都市ガス(m ³)				
	LPG(kl)				
	A重油(kl)			↓年間補給量	
	C重油(kl)		水資源(m ³)		
	他()				
⑥梱包	電力(kWh)				
	都市ガス(m ³)				
	LPG(kl)				
	A重油(kl)			↓年間補給量	
	C重油(kl)		水資源(m ³)		
	他()				

⑦保管	電力(kWh)				
	都市ガス(m ³)				
	LPG(kl)				
	A重油(kl)				↓年間補給量
	C重油(kl)			水資源(m ³)	
	他()				
⑧自家発電	電力(kWh)				
	都市ガス(m ³)				
	LPG(kl)				
	A重油(kl)				↓年間補給量
	C重油(kl)			水資源(m ³)	
	他()				
⑨ボイラー	電力(kWh)				
	都市ガス(m ³)				
	LPG(kl)				
	A重油(kl)				↓年間補給量
	C重油(kl)			水資源(m ³)	
	他()				
⑩コンプレッサ	電力(kWh)				
	都市ガス(m ³)				
	LPG(kl)				
	A重油(kl)				↓年間補給量
	C重油(kl)			水資源(m ³)	
	他()				
⑪付帯設備 製造工程の照明 製造工程の空調 環境対策設備 現場事務所 検査施設	電力(kWh)				
	都市ガス(m ³)				
	LPG(kl)				
	A重油(kl)				↓年間補給量
	C重油(kl)			水資源(m ³)	
	他()				
⑫その他共通 事務所 食堂 外の照明 他の併設施設	電力(kWh)				
	都市ガス(m ³)				
	LPG(kl)				
	A重油(kl)				↓年間補給量
	C重油(kl)			水資源(m ³)	
	他()				
	電力(kWh)				
	都市ガス(m ³)				
	LPG(kl)				
	A重油(kl)				↓年間補給量
	C重油(kl)			水資源(m ³)	
	他()				

工程	エネルギー消費量	年間消費量	水質汚濁物質	年間排出量	コメント
工程と設備 の合計	電力(kWh)				
	都市ガス(m ³)				
	LPG(kl)				
	A重油(kl)				↓年間補給量
	C重油(kl)			水資源(m ³)	
	他()				

対象とした範囲と工程・設備等別に記入できない理由:

8. 電力

対象事業所の対象期間での使用電力の内訳(単位%, 小数点1位迄)と買電購入先を記入ください。

- ・購入先の電力会社が複数になる場合は一括で電力会社とし、電力会社全体の比率をお答えください。
- ・買電購入先が複数になる場合は、対象期間での各々の購入量の割合を記入ください。

使用電力	使用比率
買電	
自家発電	
合計	0.0%

買電購入先	購入比率
合計	0.0%

自家発電を行っている場合は、電源と火力の場合の燃料種に関して記入ください。

- ・火力の場合は、電力1kWhあたりの燃料種毎の消費量を実績に基づいて、右下の表に記入ください。

(小数点第4位迄)

火力電力1kWhあたりの各燃料の消費量

自家発電	電源比率
火力	
水力	
他()	
他()	
合計	0.0%

燃料種	消費量	単位
A重油		kl
C重油		kl
都市ガス		m3
他()		
他()		

9. 用水

対象事業所の用水使用の内訳(単位は%, 小数点1位迄)を記入ください。

- ・用水の補給量のみを対象にしてください。
- ・冷却のみの用途に使用する場合でも、補給量の対象としてください。
- ・工程によって使用している用水の種類が異なる場合は右下の欄にコメントしてください。
- ・地下水や河川水の消費量が把握できず、補給量に含めていない場合は右下の欄にコメントしてください。

使用電力	使用比率
水道水	
工業用水	
地下水	
河川水	
他()	
合計	0.0%

コメント、説明

10. 輸送

対象容器の原料の調達と対象容器の出荷に関わる輸送について、事業所別に記入ください。
原料はラミネート原紙のみが対象、製品出荷は紙バックです。

調達先と出荷先はおもだったところを対象とし、それらの調達量、出荷量の合計が全体の
75%以上（少なくとも60%以上）を占めるように選択してください。

- ・ 調達量と出荷量：インベントリデータの対象期間における量を記入してください
- ・ 輸送距離：調達先、出荷先までの片道の距離を記入してください
- ・ 帰便の利用状況：空きパレット、別製品、積載品なし、などと記入してください。
- ・ 実積載量：当該の輸送手段が実際に積載している平均的な総重量（ケースやパレット等も込み）
- ・ 燃費：対象期間内における平均的な値でお答えください。
- ・ 実積載パレット数と実積載容器個数：実際の輸送では、複数の容器が混載されることが多いと考えられますが、ここでは当該の輸送手段に当該製品のみをパレットで実積載重量まで積載したと仮定して、パレット数と容器個数を計算して記入してください。

【 記入例 】

紙バック屋根型（容量1000ml）の事業所別に記入する場合

千葉事業所（あくまで仮定）

●原料調達に関する輸送（原料別調達先別に記入ください）

原料名	おもな調達先	調達量 (t)	輸送距離 (km)	輸送手段	帰便の利用状況	最大積載可能量 (t)	実積載量 (t)	燃費 (km/L)
ラミネート原紙	北九州	21,000	12	トラック	空き	10.0	8.5	2.2
	〃		1,200	貨物船	別製品積載	45,000.0	42,750.0	
	〃		70	トラック	空き	10.0	8.5	2.2
ラミネート原紙	八戸	13,500	2	トラック	空き	10.0	8.5	2.2
	〃		520	貨物船	別製品積載	45,000.0	42,750.0	
	〃		55	トラック	空き	10.0	8.5	2.2

●対象容器の出荷に関する輸送（出荷先別に記入ください）

おもな出荷先	出荷量 (t)	輸送距離 (km)	輸送手段	帰便の利用状況	最大積載可能量 (t)	実積載量 (t)	実積載パレット数	実積載容器個数	燃費 (km/L)
宮城	5,000	650	トラック	積載品なし	11.0	9.6	16	25,000	1.9
福島	5,400	350	トラック	別製品積載	11.0	9.6	16	25,000	1.9
茨城	5,000	170	トラック	積載品なし	11.0	9.6	16	25,000	1.9
東京	13,700	25	トラック	積載品なし	11.0	9.6	16	25,000	1.9
埼玉	2,000	35	トラック	積載品なし	11.0	9.6	16	25,000	1.9
埼玉	2,000	50	トラック	積載品なし	11.0	9.6	16	25,000	1.9

10-1. 輸送（対象容器の原料の調達）

対象期間における対象容器の原料の調達に関わる輸送について、事業所別に記入ください。

●事業所① 【 事業所 】

原料名	おもな 調達先	調達量 (t)	輸送距離 (km)	輸送手段	帰便の 利用状況	最大積載可 能量 (t)	実積載量 (t)	燃費 (km/L)

●事業所② 【 事業所 】

原料名	おもな 調達先	調達量 (t)	輸送距離 (km)	輸送手段	帰便の 利用状況	最大積載可 能量 (t)	実積載量 (t)	燃費 (km/L)

●事業所③ 【 事業所 】

原料名	おもな 調達先	調達量 (t)	輸送距離 (km)	輸送手段	帰便の 利用状況	最大積載可 能量 (t)	実積載量 (t)	燃費 (km/L)

●事業所④ 【 事業所 】

原料名	おもな 調達先	調達量 (t)	輸送距離 (km)	輸送手段	帰便の 利用状況	最大積載可 能量 (t)	実積載量 (t)	燃費 (km/L)

10-2. 輸送 (対象容器の出荷)

対象期間における対象容器の出荷に関わる輸送について、事業所別に記入ください。

●事業所① 【 事業所 】

おもな 出荷先	出荷量 (t)	輸送距離 (km)	輸送手段	帰便の 利用状況	最大積載可 能量 (t)	実積載量 (t)	実積載 パレット数	実積載 容器個数	燃費 (km/L)

●事業所② 【 事業所 】

おもな 出荷先	出荷量 (t)	輸送距離 (km)	輸送手段	帰便の 利用状況	最大積載可 能量 (t)	実積載量 (t)	実積載 パレット数	実積載 容器個数	燃費 (km/L)

●事業所③ 【 事業所 】

おもな 出荷先	出荷量 (t)	輸送距離 (km)	輸送手段	帰便の 利用状況	最大積載可 能量 (t)	実積載量 (t)	実積載 パレット数	実積載 容器個数	燃費 (km/L)

●事業所④ 【 事業所 】

おもな 出荷先	出荷量 (t)	輸送距離 (km)	輸送手段	帰便の 利用状況	最大積載可 能量 (t)	実積載量 (t)	実積載 パレット数	実積載 容器個数	燃費 (km/L)

1.1. 対象容器の外装材（出荷時）

対象期間において対象容器の出荷の際に使われた外装材についてご記入ください。使用後の処理方法は、廃棄であれば焼却処理か直接埋立か、リサイクルであればマテリアルリサイクル、排熱利用、発電等を詳しくご記入ください。

*原料および製品出荷時の梱包されている状態（荷姿）がわかる資料があれば添付してください。

【 記入例 】

※パレット積付数：パレットについては、パレットに積み付けるケース数を「平積み数×段積み数」で記入してください。例）平積み8ケースを5段積みにして1パレット40ケースを積み付ける場合は「8×5」と記入してください。

外装材の種類	外装材あたりの容器本数	平均的な使用回数	使用されている素材	使用後の処理方法	外装材の重量 (g)	パレット積付数
クラフト包装紙	100	1	ポリラミ	焼却	75.0	8×5
パレット	4,000	200	HDPE	パレットに再生	20,000.0	
ストレッチフィルム	4,000	1	PE	マテリアルリサイクルor焼却	400.0	

外装材の種類	外装材あたりの容器本数	平均的な使用回数	使用されている素材	使用後の処理方法	外装材の重量 (g)	パレット積付数

2004 年度
全国牛乳容器環境協議会 紙パック LCI 調査委員会
報告書

— 飲料用紙容器のインベントリデータに関する調査研究 —

2005 年 3 月発行

全国牛乳容器環境協議会

〒102-0073 東京都千代田区九段北 1-14-19 乳業会館

TEL 03-3264-3903 FAX 03-3261-9176

URL <http://www.yokankyo.jp/>

本報告書は、表紙、本文ともにエコマーク認定の印刷用紙を使用しております。
表紙、本文ともに古紙パルプ配合率は 100%、本文の白色度は約 70%となっています。