

PETボトル等のリユースによる環境負荷分析結果について（詳細）

I. 再使用容器に係る環境負荷分析

1. 調査範囲・前提条件等の設定

（1）調査対象容器の設定

容器の再使用（リユース）に伴う環境負荷定量化の調査対象容器の選定にあたっては、「ペットボトルを始めとした容器包装のリユース・デポジット等の循環的な利用に関する研究会」において検討の俎上に挙げられているなど再使用容器の導入可能性の検討が政策課題となっているものを中心とした。また、平成14～16年度検討時から、容器の仕様が変化しているもの（例えば、ペットボトルの薄肉化・軽量化など）が想定されることから、現状の実態を反映した仕様の設定に配慮した。

調査対象容器品種は次表のとおりである。

なお、容器の仕様（容器の重量、PETボトルは耐熱ボトルと無菌充填用ボトルのどちらを選ぶべきか等）については、PETボトルリサイクル推進協議会へのヒアリング調査等に基づき、現状における標準的な値を設定することとした。

（2）機能単位の設定

LCAの機能単位については、各飲料容器1個の容量（リターナブル容器の場合は1本1回使用あたりの容量）とした。

（3）評価指標の設定

LCAで評価する際の評価指標についてはエネルギー消費量、CO₂排出量、廃棄物発生量・最終処分量、水消費量とした（水環境への負荷側面については、水処理工程に投入するエネルギー量を評価することで間接的に評価するものとする。なお、廃棄物発生量・最終処分量、水消費量については、十分なデータが得られなかったことから算定結果の一部を参考値として提示するにとどめることとした）。

表 調査対象容器の設定

容器種類		容量		ボトル重量 (斜体は推計に基づく重量)	付属品等の材質と重量 (斜体は推計に基づく重量)	備考
ペットボトル	ミネラル ウォーター 1.5L	1,500ml	ワンウェイ (無菌)	<i>30.0g</i>	キャップ(PP):3.19g ラベル(OPS): <i>2.00g</i>	・ ボトル重量はPETボトルリサイクル推進協議会へのヒアリングに基づく(ミネラルウォーター市場における1.5Lボトルのシェアは非常に小さい。よって、初期コストを抑える意味で市場では耐熱ボトルが主流となっているが、今回はリターナブルボトルとの対比という観点から無菌ボトルを想定。1.5Lの無菌ボトルは実際に上市されていないため、ボトル重量は推計値)。
			リターナブル用 (耐熱)	59.0g	キャップ(PP):3.19g ラベル(OPS): <i>2.00g</i>	・ ボトル重量はパルシステムの実証実験で使用しているボトルと同一の値とした。 ・ ラベル重量は、リターナブル用2Lと500mlのラベル重量から内挿して推計。
	ミネラル ウォーター2L	2,000ml	ワンウェイ (無菌)	40.0g	キャップ(PP):3.19g ラベル(OPS):2.06g	・ ボトル重量はPETボトルリサイクル推進協議会へのヒアリングに基づく。 ・ ラベル重量は、ワンウェイ用1.5Lと500mlのラベル重量から外挿して推計。
			リターナブル用 (耐熱)	<i>88.5g</i>	キャップ(PP):3.19g ラベル(OPS):2.06g	・ ボトル重量はPETボトルリサイクル推進協議会へのヒアリングに基づく(10~15回程度リターナブル可能な強度を保つには現状の耐熱ボトル重量の1.5倍が必要と想定)。
	ミネラル ウォーター 500ml	500ml	ワンウェイ (無菌)	<i>15g</i> / 20.5g	キャップ(PP):3.19g ラベル(OPS):1.88g	・ ボトル重量はPETボトルリサイクル推進協議会へのヒアリングに基づく(現行のボトルで最軽量な水準(20.5g)と、近々上市される軽量ボトル(15g)の2パターンを想定)。
			リターナブル用 (耐熱)	<i>39.0g</i>	キャップ(PP):3.19g ラベル(OPS):1.88g	・ ボトル重量はPETボトルリサイクル推進協議会へのヒアリングに基づく(10~15回程度リターナブル可能な強度を保つには現状の耐熱ボトル重量の1.5倍が必要と想定)。
	茶系飲料2L	2,000ml	ワンウェイ (無菌)	42.0g	キャップ(PP):3.19g ラベル(OPS):2.06g	・ ボトル重量はPETボトルリサイクル推進協議会へのヒアリングに基づく。 ・ ラベル重量は、ワンウェイ用1.5Lと500mlのラベル重量から外挿して推計。
			リターナブル用 (耐熱)	<i>88.5g</i>	キャップ(PP):3.19g ラベル(OPS):2.06g	・ ボトル重量はPETボトルリサイクル推進協議会へのヒアリングに基づく(10~15回程度リターナブル可能な強度を保つには現状の耐熱ボトル重量の1.5倍が必要と想定)。
茶系飲料 500ml	500ml	ワンウェイ (無菌)	23.5g	キャップ(PP):3.19g ラベル(OPS):1.88g	・ ボトル重量はPETボトルリサイクル推進協議会へのヒアリングに基づく。	
		リターナブル用 (耐熱)	<i>39.0g</i>	キャップ(PP):3.19g ラベル(OPS):1.88g	・ ボトル重量はPETボトルリサイクル推進協議会へのヒアリングに基づく(10~15回程度リターナブル可能な強度を保つには現状の耐熱ボトル重量の1.5倍が必要と想定)。	
ガラスびん	焼酎・日本酒 用一升びん	1,800ml	リターナブル用	950g	王冠:3.0g 中栓:1.5g ラベル:1.0g	・ 容器重量については(株)東洋ガラス一般びんカタログより入手した。 ・ 現状流通している主たる再使用容器のひとつ。
	焼酎用Rびん	900ml	リターナブル用	480g	キャップ:1.25g 中栓:0.3g ラベル:1.0g	・ 容器重量については、(社)環境生活文化機構資料より入手した。 ・ 九州地方において再使用容器利用の取組が進行中。
	焼酎用ワン ウェイびん	900ml	ワンウェイ	450g	キャップ:1.25g 中栓:0.3g ラベル:1.0g	・ 容器重量については、(社)環境生活文化機構資料より入手した。 ・ 一般的に流通している900mlワンウェイびん。

※ボトル重量については2009年1月時点の状況を基に設定した。

※参考1：H16年環境省調査における設定値（PETボトル）

耐熱用ボトル非炭酸飲料500ml	ボトル	28.79g	PET	耐熱用ボトル非炭酸飲料2,000ml	ボトル	66.28g	PET
	キャップ	3.19g	PP		キャップ	3.19g	PP
	ラベル	1.88g	OPS		ラベル	2.06g	OPS
	容器総重量	33.86g			容器総重量	71.54g	
	内容量	500ml			内容量	2000ml	
	充填後重量	533.86g			充填後重量	2071.54g	

※参考2：現在市場で流通しているPETボトルの重量

商品名	製造者	容量 ml	中身	重量(g)				備考	出典
				本体	キャップ	ラベル	合計		
クリスタルガイザー	大塚ペパレジ	500	ミネラルウォーター	14.5	1.2	0.3	16.0		実測(2008年5月)
ボルヴィック	麒麟ビバレッジ	500	ミネラルウォーター	17.3	2.4	0.4	20.1		実測(2009年1月)
アクアセラピーミナクア	コカ・コーラナショナルビバレッジ	500	ミネラルウォーター	20.7	2.9	1.1	24.7		実測(2009年1月)
麒麟アルカリイオンの水	麒麟ビバレッジ	500	ミネラルウォーター	23.0	2.9		25.9		麒麟ビバレッジ環境報告書2008
南アルプス天然水	サントリーフーズ	500	ミネラルウォーター	24.5	3.2	0.6	28.3		実測(2009年1月)
爽健美茶	コカ・コーラナショナルビバレッジ	500	茶	20.5	3.2	1.2	24.9	フィットボトル	実測(2009年1月)
伊右衛門	サントリーフーズ	500	茶	22.9	3.2	2.4	28.5		実測(2009年1月)
十六茶	アサヒ飲料	500	茶	23.0	3.1	1.6	27.7		実測(2009年1月)
生茶	麒麟ビバレッジ	500	茶	23.1	3.0	2.3	28.4		実測(2009年1月)
一(はじめ)茶織	コカ・コーラナショナルビバレッジ	500	茶	23.9	3.1	2.1	29.1		実測(2009年1月)
お〜いお茶	伊藤園	500	茶	26.5	3.0	2.3	31.8		実測(2009年1月)
サントリー天然水奥大山	サントリーフーズ	2000	ミネラルウォーター				43.2	従来51.7gを軽量化	サントリーwebサイト
麒麟アルカリイオンの水	麒麟ビバレッジ	2000	ミネラルウォーター	42.0	2.9		44.9	ペコロジーボトル	麒麟ビバレッジ環境報告書2008
六甲の美味しい水	ハウス食品	2000	ミネラルウォーター	44.9	3.2	1.4	49.5		実測(2009年1月)
南アルプス天然水	サントリーフーズ	2000	ミネラルウォーター	46.8	3.1	1.4	51.3		実測(2009年1月)
生茶	麒麟ビバレッジ	2000	茶	42.0	2.9		44.9	ペコロジーボトル →従来プリフォーム重量の2/3に軽量化 →従来キャップ3.2gから軽量化	麒麟ビバレッジwebサイト
爽健美茶	コカ・コーラナショナルビバレッジ	2000	茶	55.0	3.2	2.3	60.5		実測(2009年1月)

※ボトル開口部のリングはキャップ重量に含む

(4) システムバウンダリーの設定

(1) で設定した調査対象容器について、LCAを行えるよう、適切なシステム境界を設定した。

PETボトルのシステム境界については次図に示すとおりであり、平成14～16年度環境省請負調査を参考に、原則として、飲料充填・販売・消費工程を除く全工程とした（本来はこれらの工程を含めることが望ましいが、販売店や家庭における冷蔵保管など多様な形態がありデータの収集が困難であること、容器というよりは中身飲料等に大きく依存することから含めないことを原則とする）。

なお、充填工程については、本来は充填方法の違い（無菌充填/ホット充填）による消費エネルギーの差が想定されるが、データの入手可能性等を鑑みて、本事業の中では評価対象外とすることとした。

また、近年は充填工程におけるボトル成形（インラインブロー）が主流となりつつあるが、成形のプロセスにおけるLCIデータについては、容器メーカー成形とボトラー成形（インラインブロー）では大差がないと考えられることから、LCIデータは共通とし、輸送効率の差（ボトル輸送とプリフォーム輸送）のみを評価することとした。

リサイクル工程では、カスケードリサイクルが行われる場合、リサイクル材料が代替するプロセスを含むようシステム境界を拡張することとした。

表 リサイクル材料による代替の考え方

	リサイクル方法	代替品
PET ボトル	MR（カスケード）	PET フレーク
	MR（B to B）	ボトルグレードのPET樹脂
	CR（B to B）	ボトルグレードのPET樹脂
キャップ・ラベル	MR	パレット
	CR	コークス、電力
P 箱	MR	HDPE樹脂

また、ガラスびんのシステム境界を6ページに示す。

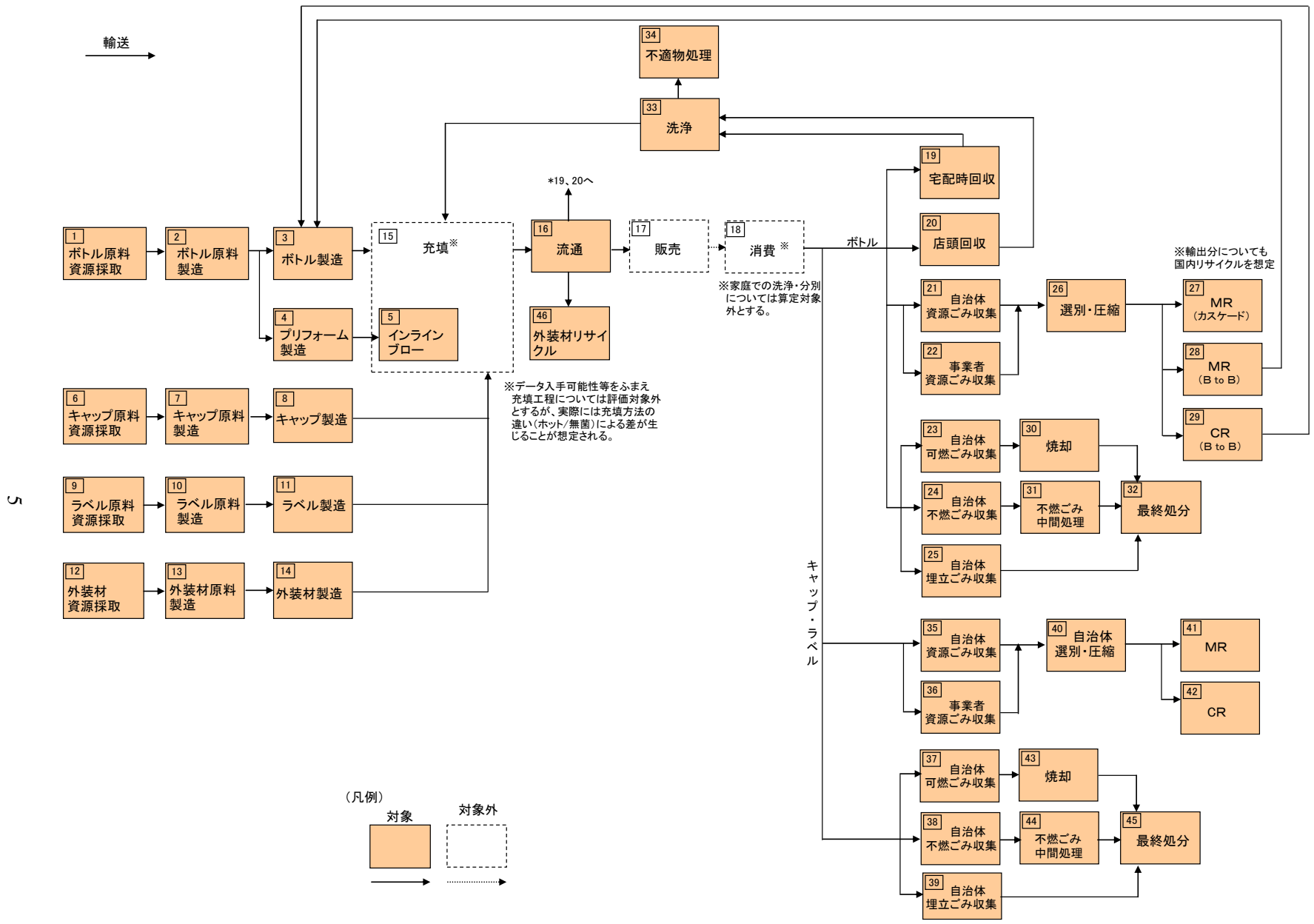


図 システムバウンダリーの設定 (PET ボトル)

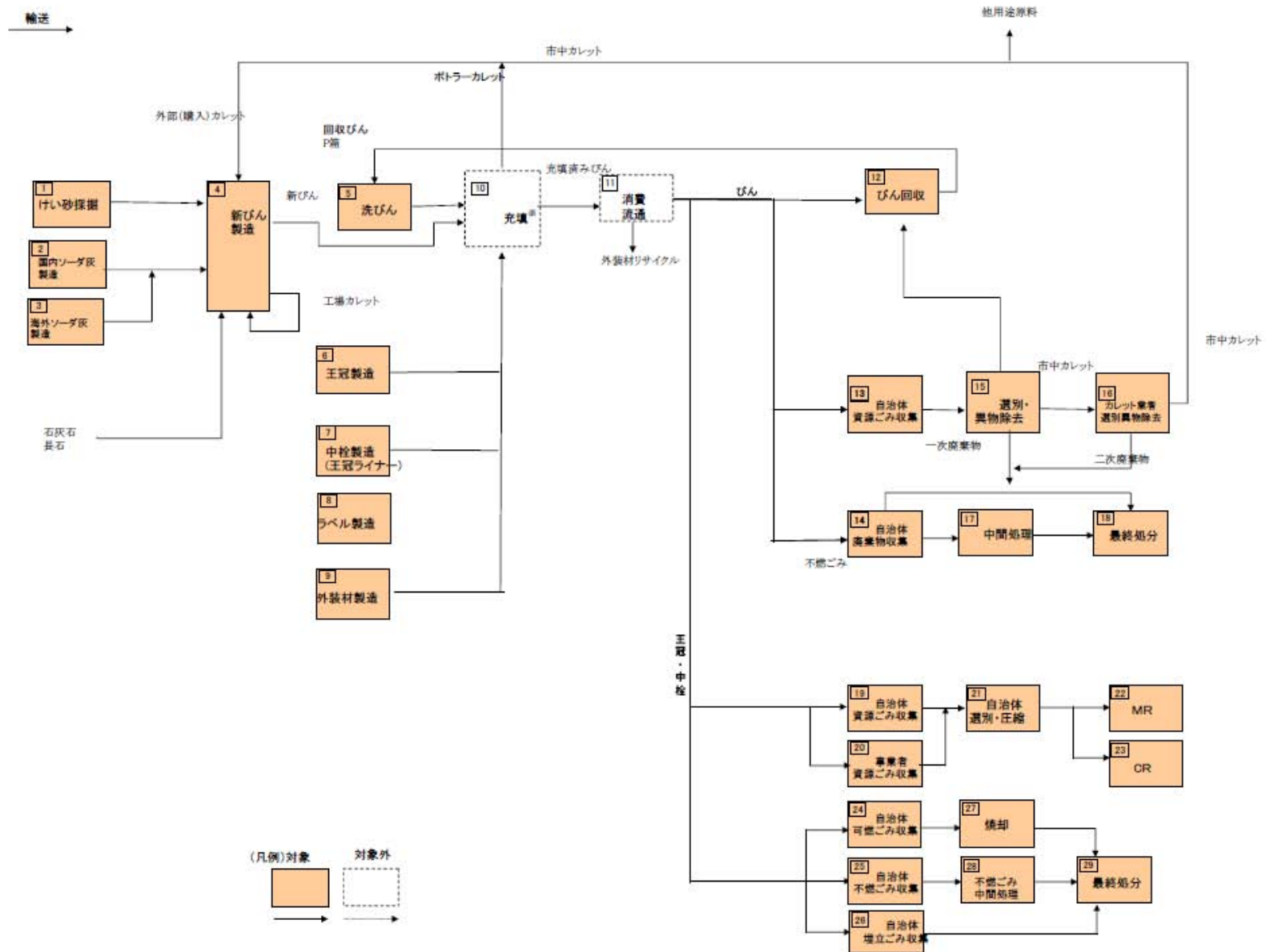


図 システムバウンダリーの設定 (ガラスびん)

2. 評価シナリオの設定

(1) 評価シナリオ設定の考え方

前節(1)で選定した調査対象容器に関してリユース容器とワンウェイ容器のLCA分析による比較を行うため、必要な評価シナリオを設定した。評価シナリオ考慮視点とシナリオ設定の考え方の例は以下のとおり。

表 評価シナリオの考慮視点

考慮視点	評価シナリオ設定の考え方
販売形態	販売形態(店頭販売/宅配/業務用等)の違いを流通段階のフローとして記述。 回収率設定時にも考慮。
回収率	デポジット制度の導入、回収インフラの整備、自動回収機の導入等の要因による回収率の変化を考慮して複数案を設定。
回収ルート	容器が使用済みになった後の行き先(販売店回収/自治体回収等)の違いを廃棄段階のフローとして記述。 販売形態と対応させながらオプションを整理。
リサイクル方法	特にPETボトルについて下記のような複数案を設定。 <ul style="list-style-type: none">・ マテリアルリサイクル<ul style="list-style-type: none">- ボトル to ボトル(メカニカルリサイクル)- 繊維・シート等のカスケード利用・ ケミカルリサイクル(ボトル to ボトル)

論点となりうる検討テーマに対し、上記の対象容器と評価シナリオ考慮視点を組み合わせた評価シナリオを設定し、比較検討を行った。例えば、以下のような検討テーマと評価シナリオの組合せが想定される。なお、様々な組合せによる検討が可能となるようデータについては幅広く収集しておくこととした。

PETボトル及びガラスびんの検討テーマ、評価シナリオについて、次ページ以降の表に示す。

表 検討テーマと評価シナリオ (PET ボトル)

検討テーマ	検討に用いる評価シナリオ	シナリオの設定
<p>A. ミネラルウォーター2L ボトルを対象としたワンウェイとリユース(クローズド、オープン)との比較、現行リサイクルと B to B リサイクルとの比較</p>	<p>A-1. ワンウェイシステム(現行リサイクル)シナリオ(水2L)</p>	
	<p>A-2. リユース(クローズド)システムシナリオ(水2L) ※広域で販売する場合(A-2)と、地域を限定して販売する場合(A-2')の2パターンを設定。</p>	
	<p>A-3. リユース(オープン)システムシナリオ(水2L) ※広域で販売する場合(A-3)と、地域を限定して販売する場合(A-3')の2パターンを設定。</p>	
	<p>A-4. ワンウェイシステム(メカニカルリサイクル導入)シナリオ(水2L) ※MR(B to B)で再生したボトル原料の最大使用率を50%と想定し、残りはMR(カスケード)と設定。</p>	
	<p>A-5. ワンウェイシステム(ケミカルリサイクル促進)シナリオ(水2L)</p>	
<p>B. 容器の容量が異なる場合(ミネラルウォーター500mLボトルを対象)のリユースシステムとワンウェイシステムとの比較</p>	<p>B-1. ワンウェイシステムシナリオ(水500mL) ※現行の最軽量ボトルの場合(B-1)と近々上市予定の軽量化ボトルの場合(B-1')の2パターンを設定。</p>	
	<p>B-2. リユース(オープン)システムシナリオ(水500mL) ※広域で販売する場合を想定。</p>	
<p>C. 中身飲料が異なる場合(茶系飲料2Lボトルを対象)のリユースシステムとワンウェイシステムとの比較</p>	<p>C-1. ワンウェイシステムシナリオ(茶系飲料2L)</p>	
	<p>C-2. リユース(オープン)システムシナリオ(茶系飲料2L) ※広域で販売する場合を想定。</p>	

表 検討テーマと評価シナリオ (ガラスびん)

検討テーマ	検討に用いる評価シナリオ	シナリオの設定
A. 一升びんにおけるシステム間比較	A-1. ベストシナリオ (高い回収率を想定したシナリオ) (焼酎・清酒 1.8L)	
	A-2. 現状シナリオ (現状での平均回転数を元に回収率を設定したシナリオ) (焼酎・清酒 1.8L)	
B. Rびんにおけるリターナブルシステムとワンウェイシステムとの比較	B-1. リターナブルシステムシナリオ (焼酎・清酒 900ml) ※主に生産地 (九州地方等) で生産・消費される焼酎 (Rびん使用) を想定してシナリオを設定。	
	B-2. ワンウェイシステムシナリオ (焼酎・清酒 900ml) ※主に生産地 (九州地方等) で生産され、大消費地 (首都圏など) で消費される焼酎 (ワンウェイびん使用) を想定してシナリオを設定。	

(2) 評価シナリオの具体化

評価シナリオ（ライフサイクルフロー）の具体化にあたっては、各容器種別に次表に掲げる項目について値を設定した。その際、既存の文献データを活用するとともに、不足するデータについては容器メーカー、ボトラー、販売業者等へのヒアリングを通じて実態を反映したデータの把握を行い、設定に活用することとした。

なお、リターナブル容器については、同一の容器が複数回使用されることから、LCAの実施にあたっては、ワンウェイ容器との整合性をとるために「1回使用あたり」の環境負荷を算定した。具体的には、一定期間の総供給本数や回収本数を基にライフサイクルフローを構築して計算を行った。一例として、PET ボトル（2000ml）における具体的な設定値を以下に示す。

表 本検討において設定した回収率、回転数等（PET ボトル：2000ml）

		PETボトル					Pケース
回収率		90.0%	80.0%	70.0%	60.0%	50.0%	97.0%
洗浄歩留まり		99.1%	99.1%	99.1%	99.1%	99.1%	100.0%
再使用率		84.1%	77.0%	68.6%	59.2%	49.5%	96.4%
平均回転数		6.3回	4.4回	3.2回	2.5回	2.0回	28.0回
平均耐用回数		10.0回	10.0回	10.0回	10.0回	10.0回	60.0回
再使用容器使用回数と回収数の関係	1回目	100	100	100	100	100	100
	2回目	89	79	69	59	50	97
	3回目	80	63	48	35	25	94
	4回目	71	50	33	21	12	91
	5回目	63	40	23	12	6	89
	6回目	56	31	16	7	3	86
	7回目	50	25	11	4	1	83
	8回目	45	20	8	3	1	81
	9回目	40	16	5	2	0	78
	10回目	36	12	4	1	0	76
	20回目						56
	30回目						41
	40回目						30
	50回目						22
60回目						17	
	計	630	435	318	245	198	2,797
容器供給量		88.5g	88.5g	88.5g	88.5g	88.5g	350.0g
新容器投入量		14.0g	20.3g	27.8g	36.1g	44.7g	12.5g
再使用容器投入量		74.5g	68.2g	60.7g	52.4g	43.8g	337.5g

評価シナリオ設定の考え方と、各評価シナリオの設定値を次ページ以降に示す。

- PET ボトル：11～12 ページ
- ガラスびん：13 ページ

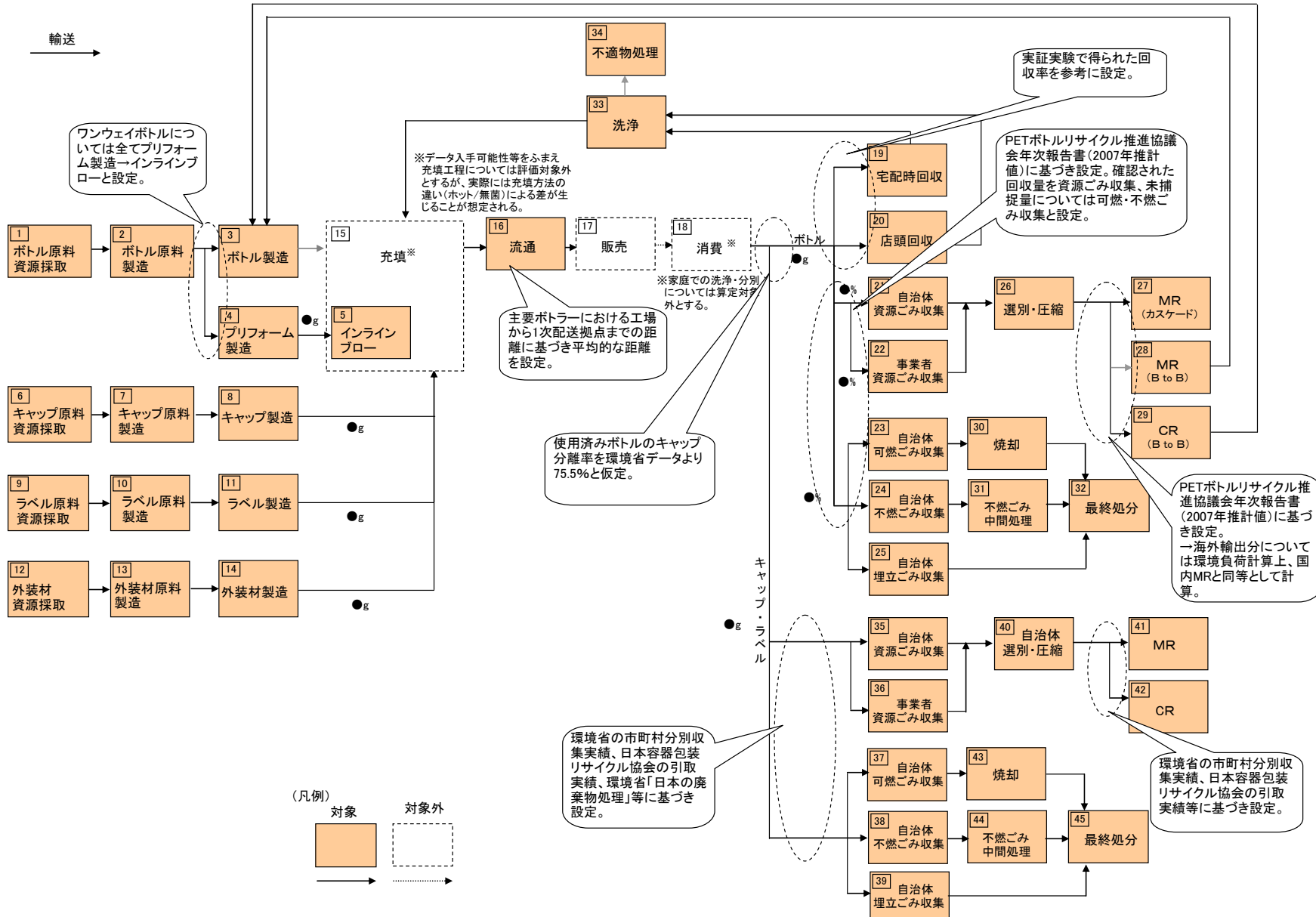


図 評価シナリオ具体化の考え方 (PET ボトル)

表 各評価シナリオにおける設定値 (PET ボトル：総括表)

		A-1	A-2	A-2'	A-3	A-3'	A-4	A-5
		ワンウェイシステム(現 行リサイクル)シナリオ	リユース(クローズド)シ ステムシナリオ※全国 規模	リユース(クローズド)シ ステムシナリオ※地域 限定	リユース(オープン)シ ステムシナリオ ※全国 規模	リユース(オープン)シ ステムシナリオ ※地域 限定	ワンウェイシステム(メ カニカルリサイクル導 入)シナリオ	ワンウェイシステム(ケ ミカルリサイクル促進) シナリオ
		水ワンウェイ2L	水リターナブル2L	水リターナブル2L	水リターナブル2L	水リターナブル2L	水ワンウェイ2L	水リターナブル2L
ボトル重量(g)		40.0	88.5	88.5	88.5	88.5	40.0	40.0
輸送用資材		段ボール	P箱	P箱	P箱	P箱	段ボール	段ボール
回収率	リユース	—	90%	95%	60%	70%	—	—
	リサイクル	69%	7%	4%	28%	21%	69%	69%
輸送距離(km)	充填→販売拠点	260	260	50	260	50	260	260
	回収拠点→洗浄	—	50	20	50	20	—	—
	洗浄→充填	—	260	20	260	20	—	—
	自治体→選別・焼却・処分	5	5	5	5	5	5	5
	自治体→MR・CR	50	50	50	50	50	50	50
リサイクル手法 別割合	MR(カスケード)	96%	96%	96%	96%	96%	13%	0%
	MR(B to B)	0%	0%	0%	0%	0%	87%	0%
	CR(B to B)	4%	4%	4%	4%	4%	0%	100%

		B-1	B-1'	B-2	C-1	C-2
		ワンウェイシステムシナ リオ	ワンウェイシステムシナ リオ —軽量ボトルケース—	リユース(オープン)シ ステムシナリオ	ワンウェイシステムシナ リオ	リユース(オープン)シ ステムシナリオ
		水ワンウェイ500mL	水ワンウェイ500mL	水リターナブル500mL	茶系飲料ワンウェイ2L	茶系飲料リターナブル2L
ボトル重量(g)		20.5	15.0	39.0	42.0	88.5
輸送用資材		段ボール	段ボール	P箱	段ボール	P箱
回収率	リユース	—	—	60%	—	60%
	リサイクル	69%	69%	28%	69%	28%
輸送距離(km)	充填→販売拠点	260	260	260	260	260
	回収拠点→洗浄	—	—	50	—	50
	洗浄→充填	—	—	260	—	260
	自治体→選別・焼却・処分	5	5	5	5	5
	自治体→MR・CR	50	50	50	50	50
リサイクル手法 別割合	MR(カスケード)	96%	96%	96%	96%	96%
	MR(B to B)	0%	0%	0%	0%	0%
	CR(B to B)	4%	4%	4%	4%	4%

表 各評価シナリオにおける設定値（ガラスびん：総括表）

		A-1	A-2	B-1	B-2
		クローズドシステムシナリオ	オープンシステムシナリオ	リターナブルシステムシナリオ	ワンウェイシステムシナリオ
		焼酎・清酒リターナブル1.8L	焼酎・清酒リターナブル1.8L	焼酎・清酒リターナブル0.9L	焼酎・清酒ワンウェイ0.9L
びん重量(g)		950	950	480	450
輸送用資材		P箱(6本入り)	P箱(6本入り)	P箱(12本入り)	段ボール
回収率		95%	83%	37%	0%
平均回転数		8.0	5.0	1.6	-
輸送距離(km)	新びん→洗びん	260	260	750	750
	充填→販売拠点	200	200	100	1300
	回収→洗びん	200	200	100	-

3. LCIデータの収集・整理

2.で設定したライフサイクルフローに基づくLCA分析を行うにあたり、必要なデータを収集・整備した。データ収集にあたっては、既存文献等（昨年度調査で収集したものをベースとする）の調査を行うとともに、容器の業界団体や再使用容器導入主体等を対象とするインタビュー調査を実施することにより、可能な限り数多くのデータを収集することとした。

<収集を想定するデータ>

- ・ 消費エネルギー量（資源エネルギー、工程エネルギー）
- ・ CO2排出量
- ・ 廃棄物排出量、最終処分量
- ・ 水消費量

表 容器別・工程別のデータ入手先（ガラスびん）

工程	データ入手先
資源採取～原料製造	業界データ等の文献値を活用 (ガラスびんリサイクル促進協議会 2004 年データ)
容器製造	業界データ等の文献値を基にガラスびんリサイクル促進協議会ヒアリング (ガラスびんリサイクル促進協議会 2004 年データおよび、ガラスびん協会技術委員会 2006 年データ)
輸送（資源採取～ボトルまで）	平成 14～16 年度環境省請負調査のデータを活用
洗浄・再充填	平成 14～16 年度環境省請負調査のデータを参考にガラスびんリサイクル促進協議会等へヒアリング
分別収集	平成 14～16 年度環境省請負調査のデータを活用
回収	平成 14～16 年度環境省請負調査のデータを参考に、事業者等へヒアリング
リサイクル	平成 14～16 年度環境省請負調査のデータを活用
処理・処分	平成 14～16 年度環境省請負調査のデータを活用

表 容器別・工程別の LCI データ入手先 (PET ボトル)

	ミネラルウォーター 2,000ml		ミネラルウォーター 1,500ml		ミネラルウォーター 500ml		茶系飲料 2,000ml		茶系飲料 500ml	
	ワンウェイ	リターナブル	ワンウェイ	リターナブル	ワンウェイ	リターナブル	ワンウェイ	リターナブル	ワンウェイ	リターナブル
1 ボトル原料資源採取	①									
2 ボトル原料製造										
3 ボトル製造 ※	—	①耐熱用2000ml	—	①耐熱用2000ml	—	①耐熱用500ml	—	①耐熱用2000ml	—	①耐熱用500ml
4 プリフォーム製造	①炭酸用1500ml	—	①炭酸用1500ml	—	①炭酸用500ml	—	①炭酸用1500ml	—	①炭酸用500ml	—
5 インラインブロー	全清飲データより推計	—	全清飲データより推計	—	全清飲データより推計	—	全清飲データより推計	—	全清飲データより推計	—
6 キャップ原料資源採取	①									
7 キャップ原料製造										
8 キャップ製造 ※	①耐熱用 (OPS)									
9 ラベル原料資源採取										
10 ラベル原料製造	①耐熱用2000ml									
11 ラベル製造 ※										
12 外装材原料資源採取	①耐熱用2000ml		①炭酸用1500ml		①耐熱用500ml		①耐熱用2000ml		①耐熱用500ml	
13 外装材原料製造	算定対象外									
14 外装材製造										
15 充填	充填工場～一次拠点までの輸送分のみを算定									
16 流通										
17 販売	算定対象外									
18 消費										
19 宅配時回収	—	⑨宅配時の掃り便混載を想定	—	⑨宅配時の掃り便混載を想定	—	⑨宅配時の掃り便混載を想定	—	⑨宅配時の掃り便混載を想定	—	⑨宅配時の掃り便混載を想定
20 店頭回収	—	回収機のみ考慮	—	回収機のみ考慮	—	回収機のみ考慮	—	回収機のみ考慮	—	回収機のみ考慮
21 自治体資源ごみ収集	②のtあたり輸送距離と③の燃費データより									
22 事業者資源ごみ収集										
23 自治体可燃ごみ収集										
24 自治体不燃ごみ収集										
25 自治体埋立ごみ収集										
26 自治体選別・圧縮										
27 MR (カスケード)										
28 MR (B to B)	⑤									
29 CR (B to B)										
30 焼却	⑥									
31 不燃ごみ中間処理										
32 最終処分	⑦									
33 洗浄										
34 不適物処理	—	⑦焼却	—	⑦焼却	—	⑦焼却	—	⑦焼却	—	⑦焼却
35 自治体資源ごみ収集	②のtあたり輸送距離と③の燃費データより									
36 事業者資源ごみ収集										
37 自治体可燃ごみ収集										
38 自治体不燃ごみ収集										
39 自治体埋立ごみ収集										
40 自治体選別・圧縮										
41 MR										
42 CR	⑤									
43 焼却										
44 不燃ごみ中間処理	⑥									
45 最終処分										

出典:

- ① PETボトル協議会「PETボトルのLCI分析調査」(2006)
- ② (財)政策科学研究所「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」(2005)
- ③ 経済産業省製造産業局繊維課「繊維製品『衣料品』のLCA調査報告書」(2003)
- ④ 野村総合研究所「包装廃棄物のリサイクルに関する定量的分析」(1995)
- ⑤ PETボトル協議会「PETボトルのインベントリ分析報告書」(2004)
- ⑥ PETボトルリサイクル推進協議会提供データ(PETCOREとドイツ/スイスの飲料メーカーの試算値)、ビュラー社提供データ
- ⑦ (社)プラスチック処理促進協会「プラスチック製容器包装の処理に関するエコ効率分析」(2005年)
- ⑧ 福原・本藤「LCAによるリユースPETボトル導入の効果」(2008)、ドイツ連邦環境省「Ökobilanz für Getränkeverpackungen II / Phase 2 / 2002」
- ⑨ バルシステムへのヒアリング

4. 環境負荷分析の実施

1.~3.の結果を踏まえ、各シナリオについてLCI分析を実施した。結果を以下に示す。

4.1 PET ボトル

(1) 分析結果

①検討テーマA：ワンウェイとリユース（クローズド、オープン）との比較、現行リサイクルとB to Bリサイクルとの比較

a) エネルギー消費量

シナリオAについて、エネルギー消費量を比較した結果及びその段階別の内訳を示した結果は以下のとおりである。全シナリオの中では、シナリオA-2'リユース（クローズド）システムシナリオ地域限定ケースが2.55MJ/本と最もエネルギー消費量が小さい結果となった。

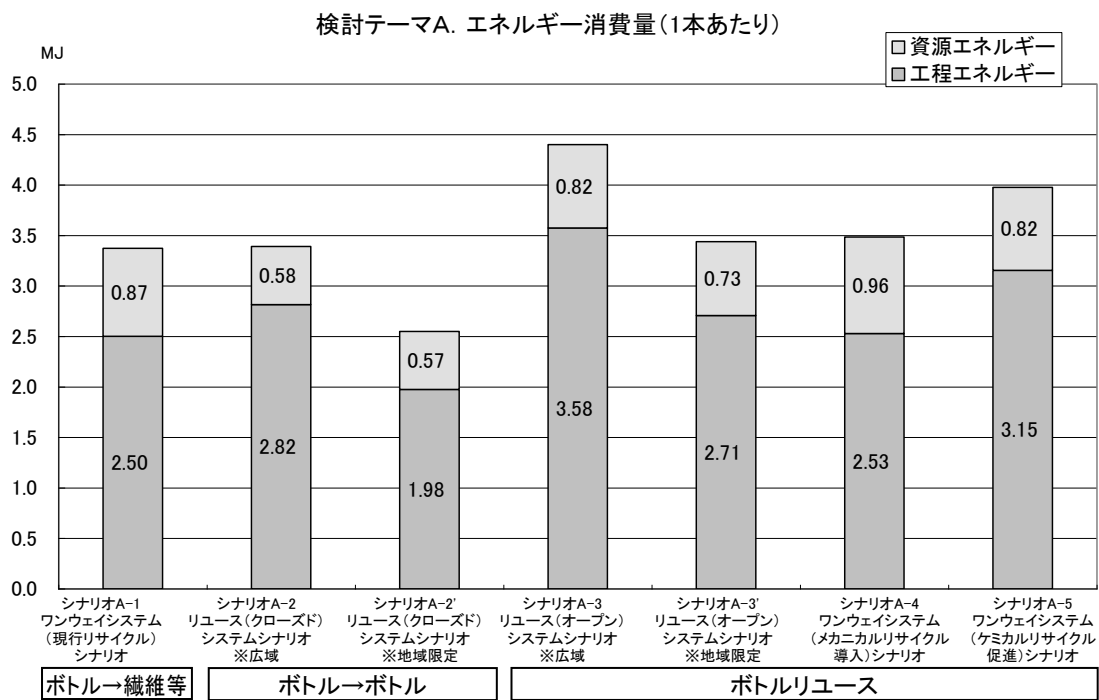
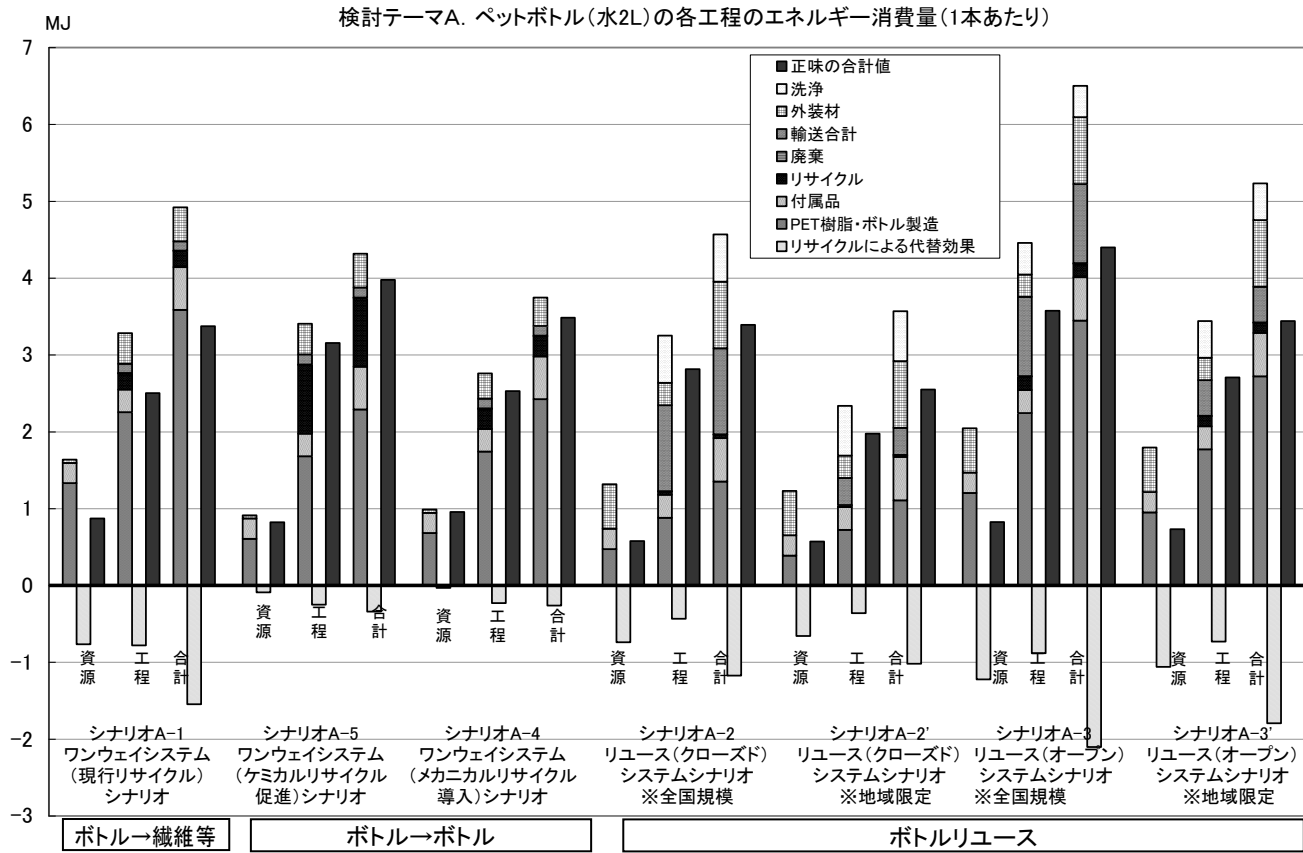


図 検討テーマA エネルギー消費量算定結果 (1本あたり)



- | | |
|--|--|
| <ul style="list-style-type: none"> PET樹脂・ボトル製造 付属品 リサイクル 廃棄 輸送 外装材 洗浄 リサイクルによる代替効果 正味の合計値 | <ul style="list-style-type: none"> PET樹脂、ボトル・プリフォーム製造 キャップ・ラベル製造、キャップ・ラベル収集・廃棄・リサイクル 使用済みボトル選別・MR・CR 使用済みボトル焼却・埋立 ボトル輸送・分別収集 段ボール・P箱製造、段ボール・P箱輸送・リサイクル 使用済みボトルの洗浄 ボトルのリサイクル(ボトル以外の用途へのリサイクルに限る)及びキャップ、ラベル、外装材のリサイクルによる資源代替効果
※ボトルへのリサイクルによる効果については「PET樹脂・ボトル製造」における消費量の減少として表現している。 PET樹脂製造・ボトル製造～洗浄までの消費量ーリサイクルによる代替効果 |
|--|--|

図 検討テーマA エネルギー消費量算定結果(段階別内訳、1本あたり)

まずリユースシナリオ間で比較すると、回収率が高い（90～95%）クローズド（A-2、A-2'）の方が、オープン（A-3、A-3'）よりもエネルギー消費量が小さい結果となった。さらに、いずれのシステムも輸送距離を短く（充填工場から販売拠点までの距離を260km→50km）した「地域限定」ケースにおいて、エネルギー消費量がより小さい結果となった。

次に、ワンウェイ（A-1）とリユース（A-2、A-3）のシステム間で比較すると、リユース（クローズド）システムシナリオ（A-2）がワンウェイシナリオ（A-1）とほぼ同水準となるが、その構成が異なる点が特徴的である。すなわち、資源エネルギーは容器の再使用による資源投入量の削減効果が働きリユースシステムの方が小さくなるが、リユースシステムにおいて再使用容器輸送に伴う負荷が増大することから、工程エネルギーはリユースシステムの方が大きくなる。シナリオA-2'では、輸送距離の短縮により工程エネルギーの削減が進み、トータルでもA-1シナリオを逆転する結果となっている。

一方、回収率の低い（60～70%）リユースオープンシナリオ（A-3）では、資源投入の削減効果が小さく、むしろ1本当たりの容器重量が増加することにより資源エネルギー消費量はわずかながら大きい値となる。その上、輸送時の負荷による工程エネルギーが大きいことから、トータルでもワンウェイよりもエネルギー消費量が多い結果となる。

また、ワンウェイシステムシナリオ（A-1、A-4、A-5）間で比較すると、従来型（繊維等へのリサイクル：A-1）とメカニカル（ボトルへのリサイクル：A-4）はほぼ同水準となり、ケミカル（ボトルへのリサイクル：A-5）のエネルギー消費量が最も大きい結果となった。資源エネルギーについてはリサイクルにおける歩留まりの違いによる差が僅かに生じる程度であり、工程エネルギーの差がトータルに影響していることが窺える。

b) CO2排出量

検討テーマAについて、CO2排出量を比較した結果及びその段階別の内訳を示した結果は以下のとおりである。エネルギー消費量とほぼ同じ傾向を示しているが、全シナリオの中では、リユースクローズドシステムシナリオ地域限定ケース（A-2'）が122gCO2/本と最もCO2排出量が小さい結果となった。

検討テーマA. CO2排出量(1本あたり)

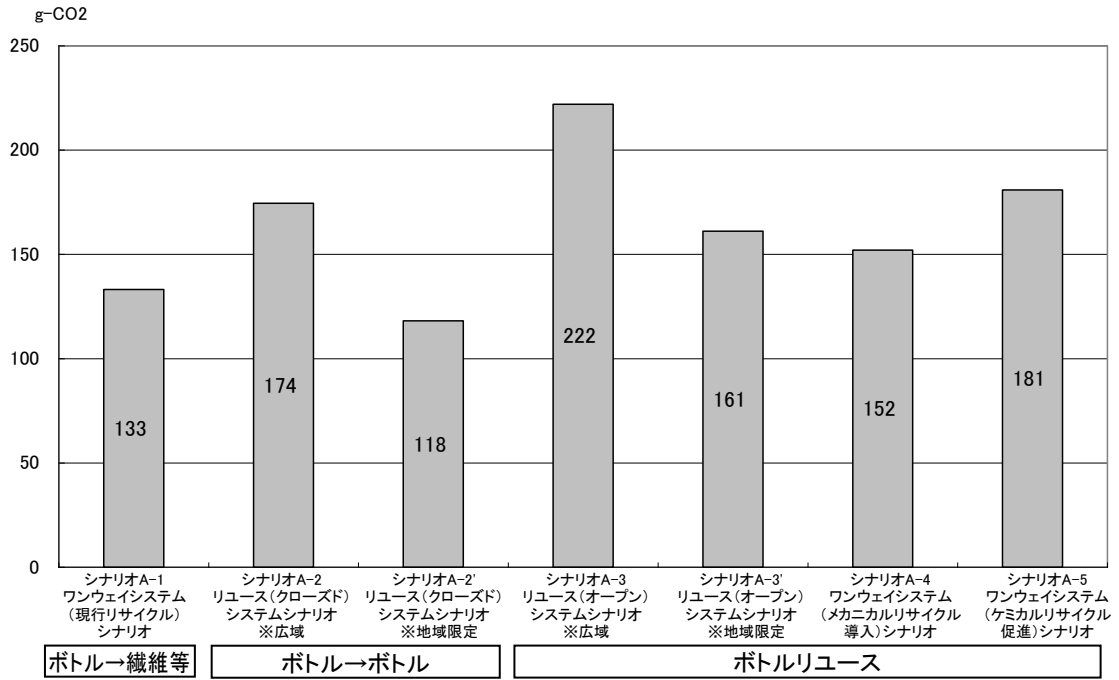
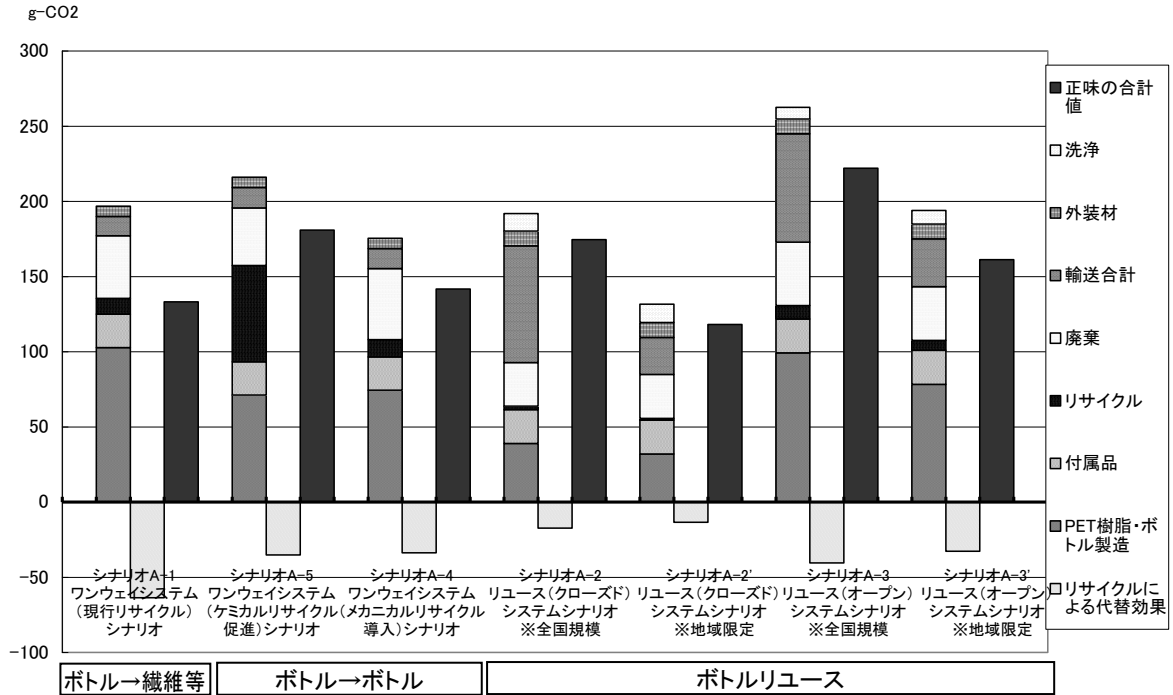


図 検討テーマA CO2排出量算定結果

検討テーマA. ペットボトル(水2L)の各工程の環境負荷(CO2排出量)(1本あたり)



ボトル→繊維等	ボトル→ボトル	ボトルリユース
PET樹脂・ボトル製造	PET樹脂、ボトル・プリフォーム製造	
付属品	キャップ・ラベル製造、キャップ・ラベル収集・廃棄・リサイクル	
リサイクル	使用済みボトル選別・MR・CR	
廃棄	使用済みボトル焼却・埋立	
輸送	ボトル輸送・分別収集	
外装材	段ボール・P箱製造、段ボール・P箱輸送・リサイクル	
洗浄	使用済みボトルの洗浄	
リサイクルによる代替効果	ボトルのリサイクル(ボトル以外の用途へのリサイクルに限る)及びキャップ、ラベル、外装材のリサイクルによる資源代替効果 ※ボトルへのリサイクルによる効果については「PET樹脂・ボトル製造」における負荷の減少として表現している。	
正味の合計値	PET樹脂製造・ボトル製造～洗浄までの環境負荷ーリサイクルによる代替効果	

図 検討テーマA CO2排出量算定結果(段階別内訳)

まずリユースシナリオ間で比較すると、回収率が高い(90~95%)クローズド(A-2、A-2')の方が、オープン(A-3、A-3')よりもCO2排出量が小さい結果となった。さらに、いずれのシステムも輸送距離を短く(充填工場から販売拠点までの距離を260km→50km)した「地域限定」ケースにおいて、CO2排出量がより小さい結果となった。

次に、ワンウェイ(A-1)とリユース(A-2、A-3)のシステム間で比較すると、リユース(クローズド)システムシナリオ(A-2)はワンウェイシナリオ(A-1)よりもCO2排出量が40gCO2/本程度大きくなっている。その内訳を見ると傾向が随分と異なることが窺える。すなわち、PET樹脂・ボトル製造からのCO2排出は容器の再使用による資源投入量の削減効果が働きリユースシステムの方がかなり小さくなるが、リユースシステムにおいて再使用容器輸送に伴う負荷が増大することから、輸送時のCO2排出量はリユースシ

テムの方が大きくなる。また、A-1においてはリサイクル段階、廃棄段階の負荷が相対的に大きくなるが、リサイクルによる代替効果（ボトル以外の用途へのリサイクルの代替効果）も大きくなる。なお、A-2の洗浄段階のCO2排出量はA-1のリサイクル段階の排出量とほぼ同水準となっている。

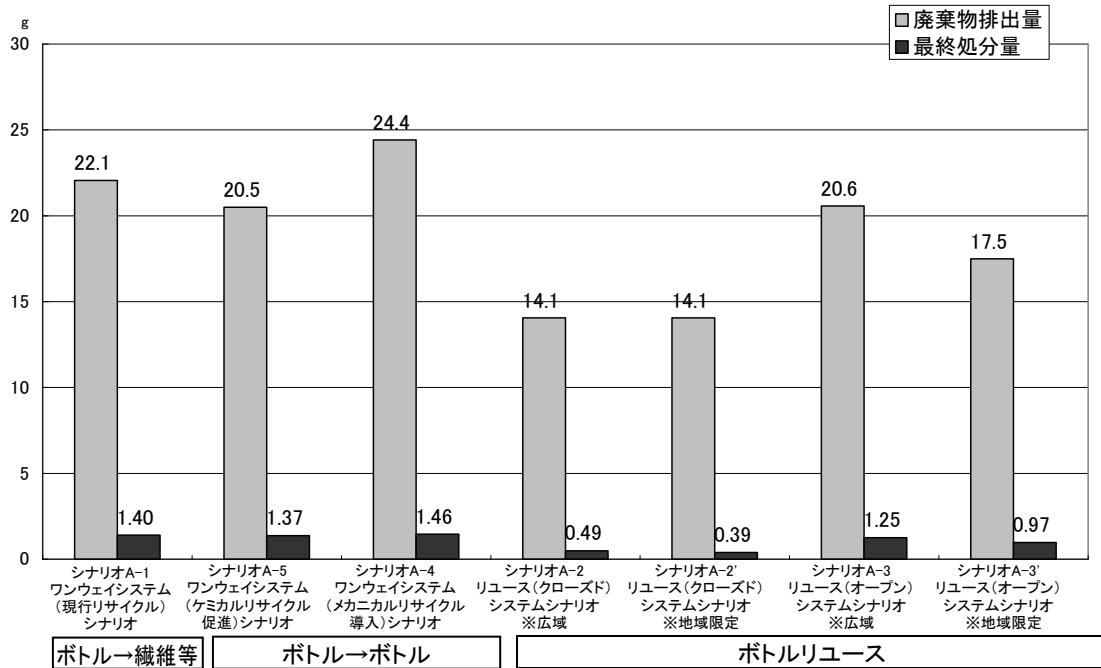
また、ワンウェイシステムシナリオ（A-1、A-4、A-5）間で比較すると、従来型（繊維等へのリサイクル：A-1）とメカニカル（ボトルへのリサイクル：A-4）では、より高品質の樹脂に再生するA-4の方が残渣処理に伴う廃棄段階でのCO2排出量が大きく、その差が全CO2排出量の違いとなっていることが窺える。ケミカル（ボトルへのリサイクル：A-5）では、リサイクル段階でのCO2排出量の増加が顕著である。

なお、段階別内訳のグラフにおいて、ボトル以外の用途へのリサイクルにおける代替効果を含まないCO2排出量（各シナリオの左端のグラフ）を見ると、従来型（A-1）よりもメカニカル（A-4）の方が小さい値となっている。これは、もう一度ボトルにリサイクルされることによって新たなPET樹脂の投入量の削減による新樹脂製造段階までの排出削減効果が働くためである。望ましいリユース・リサイクルのあり方を検討するにあたってはこの点にも配慮すべきと考えられる。

c) 廃棄物排出量・最終処分量

検討テーマAについて、廃棄物排出量・最終処分量を比較した結果は以下のとおりである。廃棄物排出量・最終処分量ともリユースクローズドシステムシナリオ（A-2、A-2'）が最も小さくそれぞれ14.1g、0.49gであった。最終処分量については、実質的な回収率（リユース+リサイクルの回収率）による影響が大きく、実質回収率の最も高い（約97～99%）A-2、A-2'シナリオで最も小さい値となったことが窺える。

また、リサイクルシナリオ（A-1、A-4、A-5）間では、残渣の処理方法を同じとしていることから、リサイクルの歩留まりの違いによる差が生じている（メカニカルリサイクルについては歩留まりデータが得られなかったため、想定値となっている点に留意が必要である）。



※廃棄物排出量：一部プロセスについては未計上（データが入手できなかったため）。
 ※最終処分量：使用済みボトル収集後に最終処分される量（原材料や容器製造工程の廃棄物の最終処分量は含まず）。

図 検討テーマA 廃棄物排出量・最終処分量算定結果（参考）

②検討テーマB：容器の容量が異なる場合のリユースシステムとワンウェイシステムとの比較

a) エネルギー消費量

検討テーマBについて、エネルギー消費量を比較した結果及びその段階別の内訳を示した結果は以下のとおりである。リターナブル（B-2）とワンウェイ（B-1）を比較すると、エネルギー消費量はほぼ同水準という結果となった。軽量化したボトルを採用したワンウェイシナリオ（B-1'）では1.74MJ/本と消費エネルギーが最も小さい結果となった。

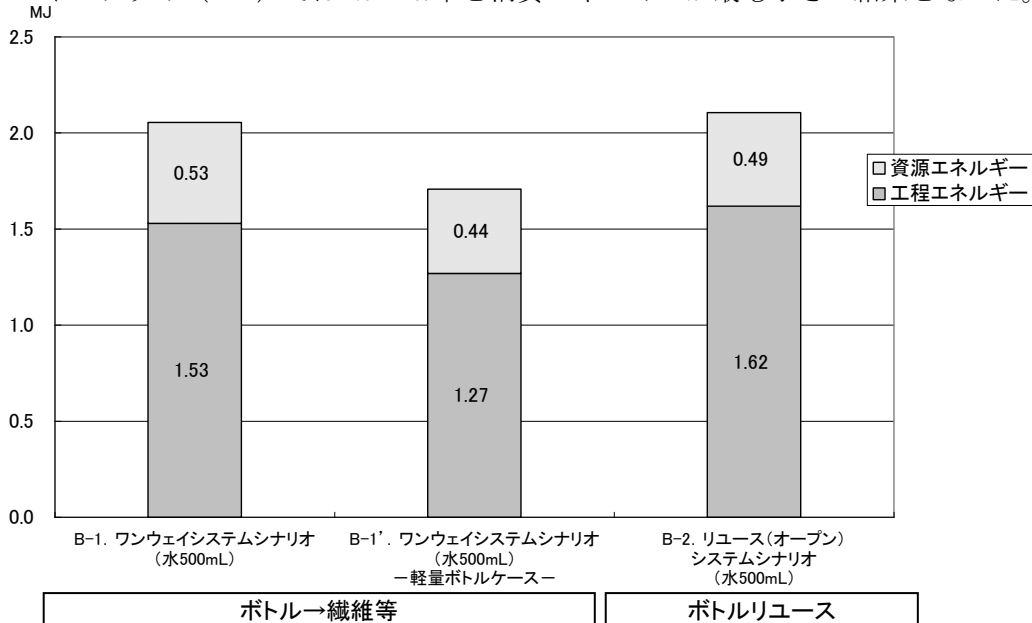
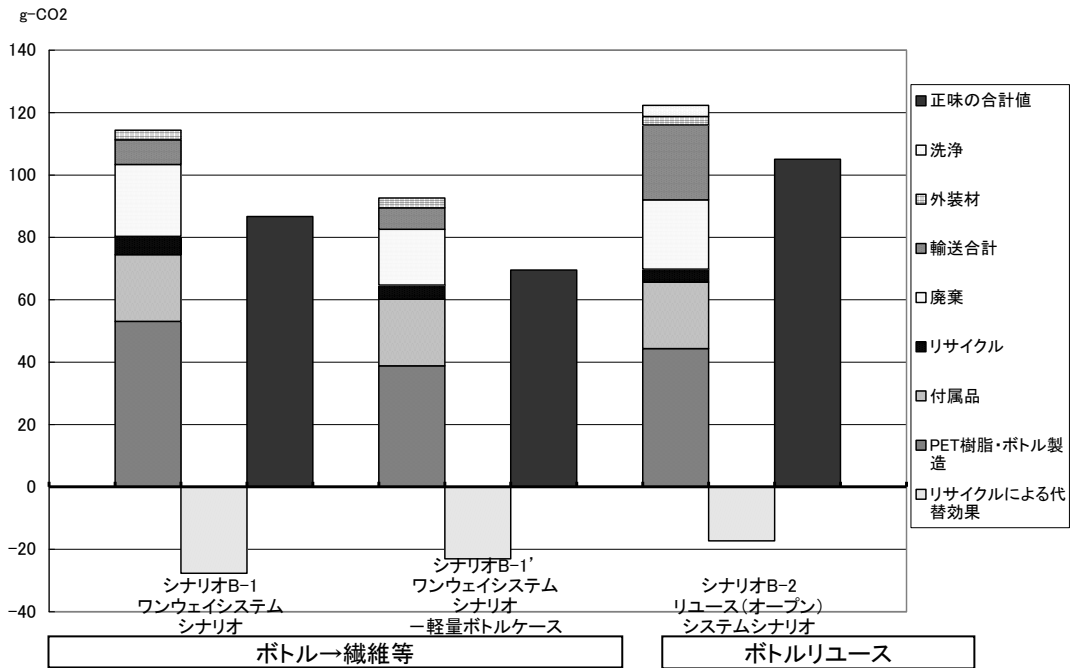


図 検討テーマB エネルギー消費量算定結果



- | | |
|--------------|--|
| PET樹脂・ボトル製造 | PET樹脂、ボトル・プリフォーム製造 |
| 付属品 | キャップ・ラベル製造、キャップ・ラベル収集・廃棄・リサイクル |
| リサイクル | 使用済みボトル選別・MR・CR |
| 廃棄 | 使用済みボトル焼却・埋立 |
| 輸送 | ボトル輸送・分別収集 |
| 外装材 | 段ボール・P箱製造、段ボール・P箱輸送・リサイクル |
| 洗浄 | 使用済みボトルの洗浄 |
| リサイクルによる代替効果 | ボトルのリサイクル(ボトル以外の用途へのリサイクルに限る)及びキャップ、ラベル、外装材のリサイクルによる資源代替効果
※ボトルへのリサイクルによる効果については「PET樹脂・ボトル製造」における消費量の減少として表現している。 |
| 正味の合計値 | PET樹脂製造・ボトル製造～洗浄までの消費量－リサイクルによる代替効果 |

図 検討テーマB エネルギー消費量算定結果 (段階別内訳)

内訳を見ると、B-2の方がB-1よりも僅かながら資源エネルギーの消費量が小さい結果となっている。これは、容器の再使用による資源投入量の削減効果（B-2の資源エネルギーを押し下げる）が容器重量の差（B-2の資源エネルギーを増大させる）を上回っているためと推察される。また、B-1'では、容器重量が更に小さく設定されている（B-2の約4割の重量）ことから、資源エネルギーの消費量も小さい値となっている。

工程エネルギーについて見ると、リユースシステムにおいて再使用容器輸送に伴う負荷が増大することから、B-2の工程エネルギー消費量が大きい値となっていることが窺える。また、B-1とB-1'を比較すると、ボトル軽量化の効果は工程エネルギーにも表れていることがわかる。

b) CO2排出量

検討テーマBについて、CO2排出量を比較した結果及びその段階別の内訳を示した結果は以下のとおりである。エネルギー消費量とほぼ同じ傾向を示しており、リターナブル（B-2）よりもワンウェイ（B-1、B-1'）が、更には軽量ボトル（B-1'）の方がCO2排出量が小さい結果となっている。

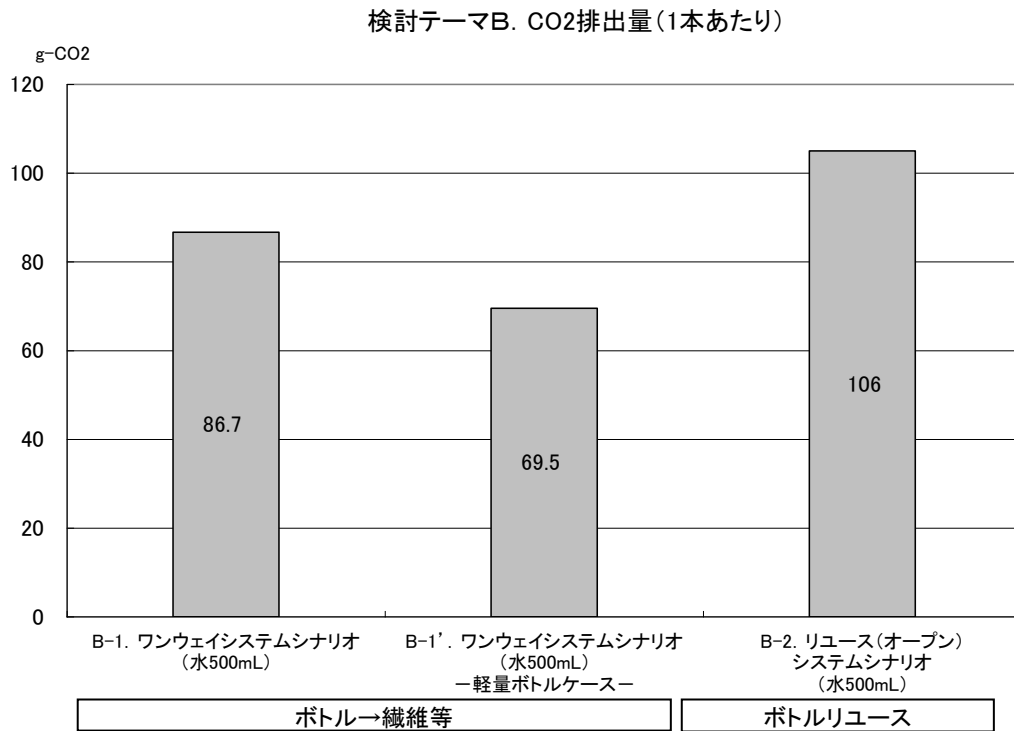
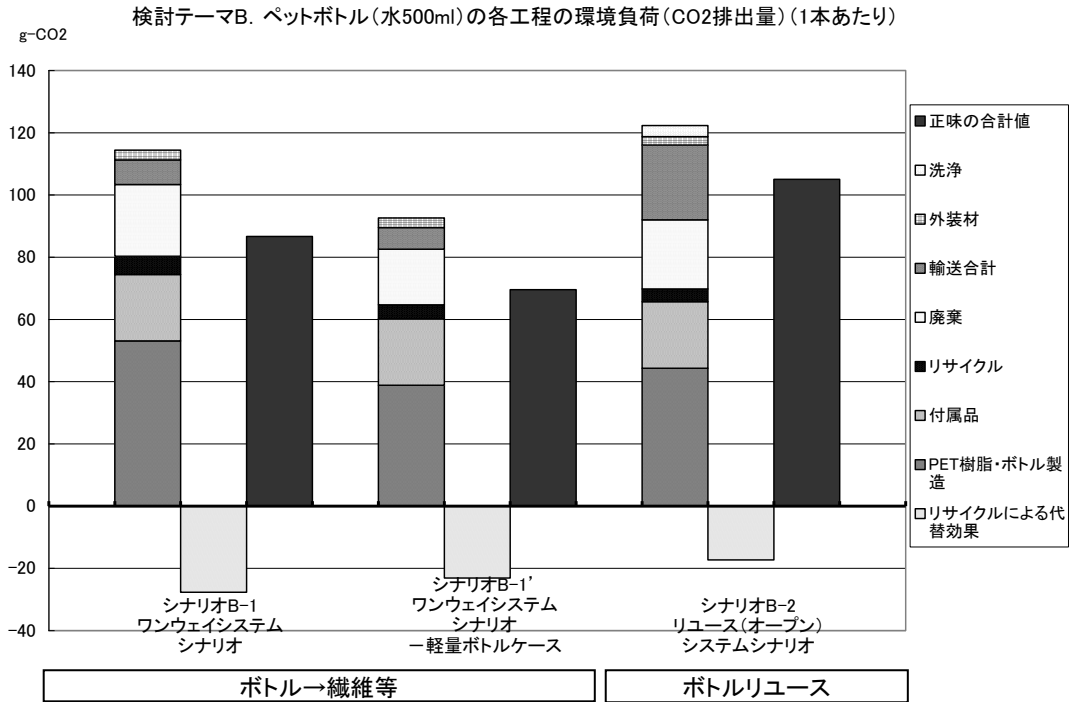


図 検討テーマB CO2排出量算定結果



PET樹脂・ボトル製造 付属品 リサイクル 廃棄 輸送 外装材 洗浄 リサイクルによる代替効果 正味の合計値	PET樹脂、ボトル・プリフォーム製造 キャップ・ラベル製造、キャップ・ラベル収集・廃棄・リサイクル 使用済みボトル選別・MR・CR 使用済みボトル焼却・埋立 ボトル輸送・分別収集 段ボール・P箱製造、段ボール・P箱輸送・リサイクル 使用済みボトルの洗浄 ボトルのリサイクル(ボトル以外の用途へのリサイクルに限る)及びキャップ、ラベル、外装材のリサイクルによる資源代替効果 ※ボトルへのリサイクルによる効果については「PET樹脂・ボトル製造」における負荷の減少として表現している。 PET樹脂製造・ボトル製造～洗浄までの環境負荷ーリサイクルによる代替効果
--	---

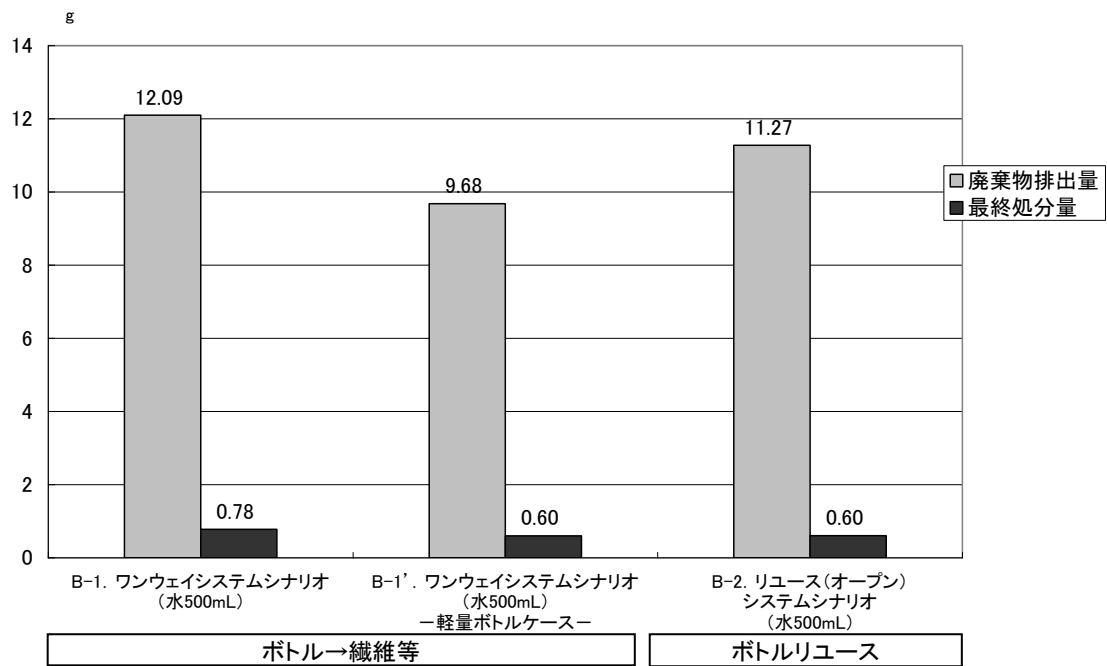
図 検討テーマB CO2排出量算定結果 (段階別内訳)

c) 廃棄物排出量・最終処分量

検討テーマBについて、廃棄物排出量・最終処分量を比較した結果は以下のとおりである。廃棄物排出量では、ワンウェイ軽量ボトルケース(B-1')が最も小さく9.68gであった。

最終処分量ではワンウェイ軽量ボトル(B-1')とリユース(B-2)が0.60gと同水準の値であった。B-2シナリオについては実質回収率が最も高い(約88%)ことが、B-1'シナリオについては容器重量が最も軽いことがこのような結果となった要因と考えられる。

検討テーマB. 廃棄物排出量・最終処分量(1本あたり)



※廃棄物排出量：一部プロセスについては未計上（データが入手できなかったため）。
 ※最終処分量：使用済みボトル収集後に最終処分される量（原材料や容器製造工程の廃棄物の最終処分量は含まず）。

図 検討テーマB 廃棄物排出量・最終処分量算定結果（参考）

③検討テーマC：中身飲料が異なる場合のリユースシステムとワンウェイシステムとの比較

a) エネルギー消費量

検討テーマCについて、エネルギー消費量を比較した結果及びその段階別の内訳を示した結果は以下のとおりである。リターナブル（C-2）よりも、ワンウェイ（C-1）の方がエネルギー消費量が小さい結果となった。内訳を見ると、C-2の方がC-1よりも資源エネルギーの消費量が小さい結果となっている。これは、容器の再使用による資源投入量の削減効果（C-2の資源エネルギーを押し下げる）が容器重量の差（C-2の資源エネルギーを増大させる）を上回っているためと推察される。

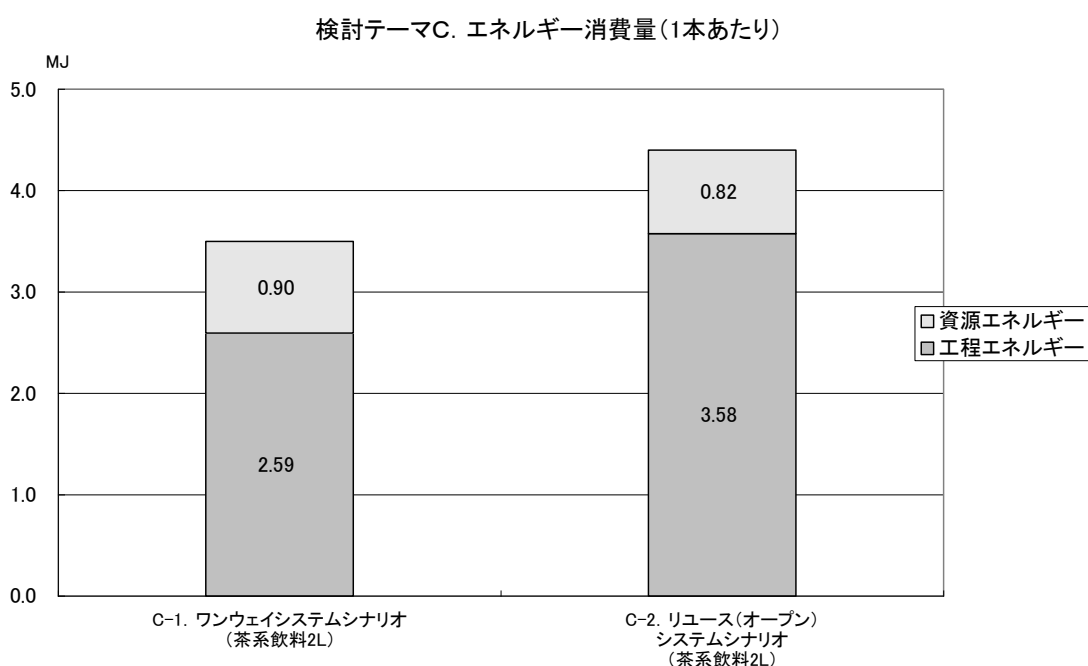
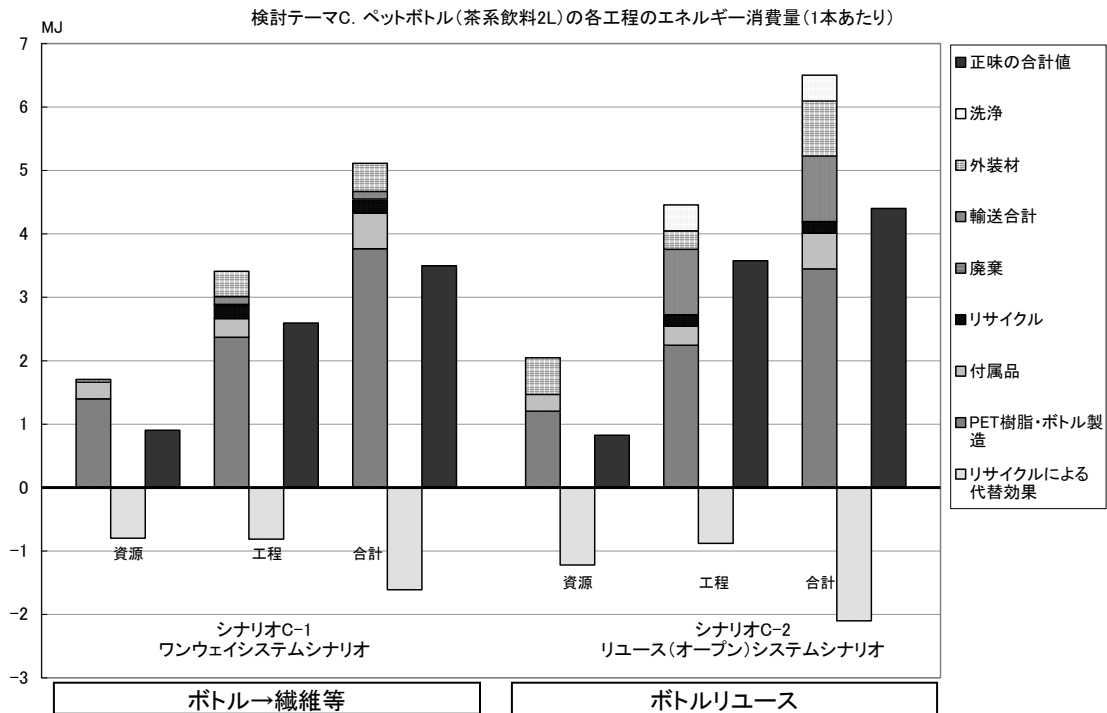


図 検討テーマC エネルギー消費量算定結果



ボトル→繊維等	ボトルリユース
PET樹脂・ボトル製造	PET樹脂、ボトル・プリフォーム製造
付属品	キャップ・ラベル製造、キャップ・ラベル収集・廃棄・リサイクル
リサイクル	使用済みボトル選別・MR・CR
廃棄	使用済みボトル焼却・埋立
輸送	ボトル輸送・分別収集
外装材	段ボール・P箱製造、段ボール・P箱輸送・リサイクル
洗浄	使用済みボトルの洗浄
リサイクルによる代替効果	ボトルのリサイクル(ボトル以外の用途へのリサイクルに限る)及びキャップ、ラベル、外装材のリサイクルによる資源代替効果 ※ボトルへのリサイクルによる効果については「PET樹脂・ボトル製造」における消費量の減少として表現している。
正味の合計値	PET樹脂製造・ボトル製造～洗浄までの消費量－リサイクルによる代替効果

図 検討テーマC エネルギー消費量算定結果(段階別内訳)

b) CO2排出量

検討テーマCについて、CO2排出量を比較した結果及びその段階別の内訳を示した結果は以下のとおりである(併せて、ミネラルウォーターの同等シナリオの結果も示す)。エネルギー消費量とほぼ同じ傾向を示しており、リターナブル(C-2)よりもワンウェイ(C-1)の方がCO2排出量が小さい結果となっている。

ミネラルウォーターと茶系飲料との比較においては、大きな差は見られない結果となった。ワンウェイシステムにおける差が6gCO2/本あるが、これはボトル重量の差に起因するものである。一方、リユースシステムではほとんど差が見られなかった。茶系飲料ボトルについては、洗浄工程のデータが得られなかったため、洗浄剤としての苛性ソーダ使用量の増加分のみを考慮(茶では水の1.5倍必要と設定)して算定した。このため、

CO2排出量においてはほとんど差が出ない結果となっている。

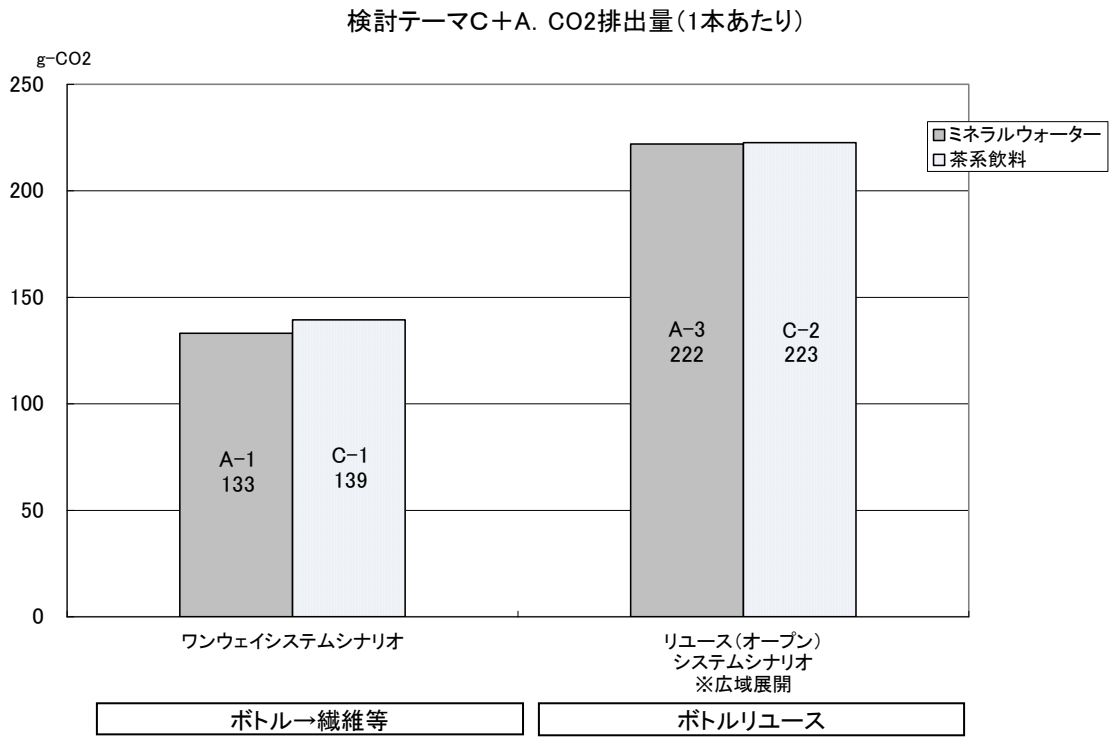
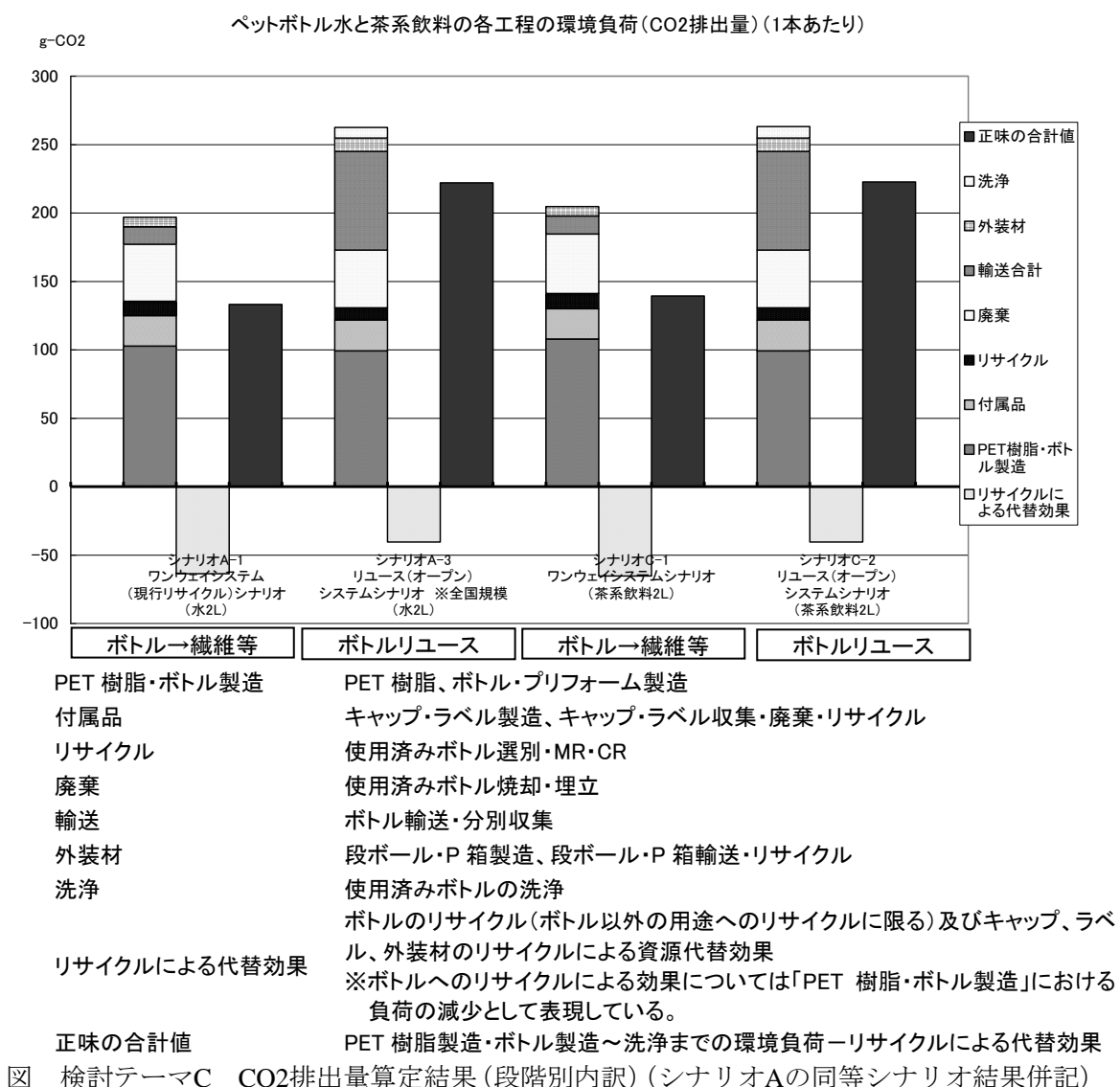


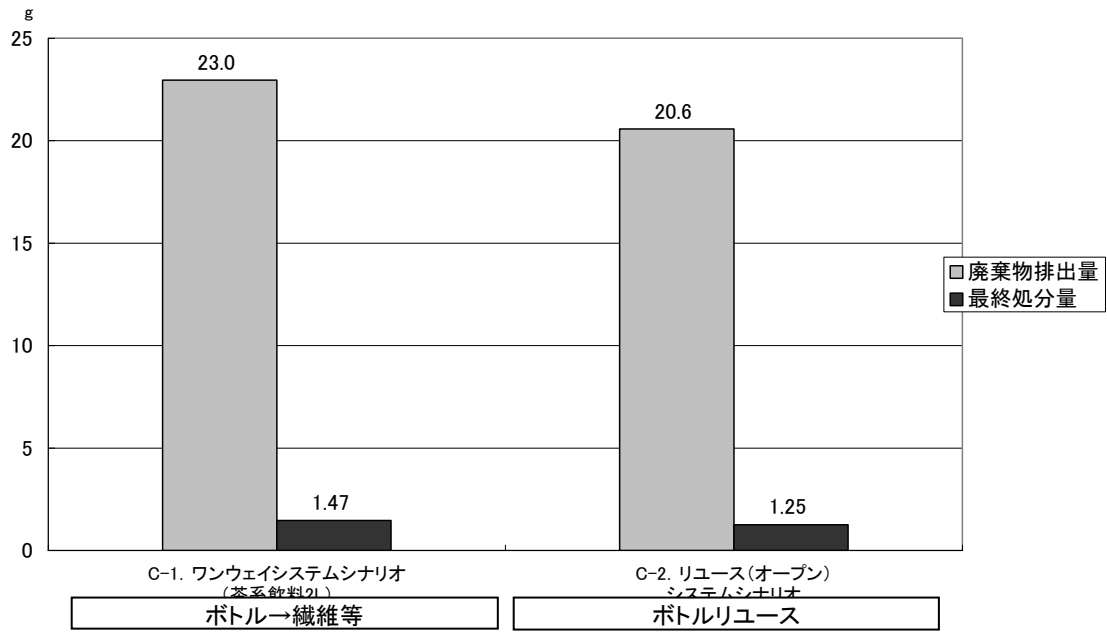
図 検討テーマC CO2排出量算定結果 (シナリオAの同等シナリオ結果併記)



c) 廃棄物排出量・最終処分量

検討テーマCについて、廃棄物排出量・最終処分量を比較した結果は以下のとおりである。廃棄物排出量・最終処分量ともリユースシステム(C-2)が小さい結果となった。最終処分量については、実質的な回収率(リユース+リサイクルの回収率)による影響が大きく、実質回収率の高い(約88%)C-2シナリオの方がより小さい値となったことが窺える。

検討テーマC. 廃棄物排出量・最終処分量(1本あたり)



※廃棄物排出量：一部プロセスについては未計上（データが入手できなかったため）。
 ※最終処分量：使用済みボトル収集後に最終処分される量（原材料や容器製造工程の廃棄物の最終処分量は含まず）。

図 検討テーマC 廃棄物排出量・最終処分量算定結果（参考）

表 環境負荷評価結果（PETボトル：総括表）

A. ワンウェイとリユース（クローズド、オープン）との比較、現行リサイクルとB to Bリサイクルとの比較（水2Lペットボトル）

			A-1	A-5	A-4	A-2	A-2'	A-3	A-3'
			ワンウェイシステム（現行リサイクル）シナリオ	ワンウェイシステム（メカニカルリサイクル導入）シナリオ	ワンウェイシステム（ケミカルリサイクル促進）シナリオ	リユース（クローズド）システムシナリオ ※広域	リユース（クローズド）システムシナリオ ※地域限定	リユース（オープン）システムシナリオ ※広域	リユース（オープン）システムシナリオ ※地域限定
			水ワンウェイ2L	水ワンウェイ2L	水リターナブル2L	水リターナブル2L	水リターナブル2L	水リターナブル2L	水リターナブル2L
LCIデータ	資源エネルギー	MJ	0.87	0.82	0.96	0.58	0.57	0.82	0.73
	工程エネルギー	MJ	2.50	3.15	2.53	2.82	1.98	3.58	2.71
	CO2排出量	g-CO2	133	181	142	174	118	222	161
	廃棄物排出量	g	22.1	20.5	24.4	14.1	14.1	20.6	17.5
	水資源消費量	L	12.5	12.7	13.2	5.8	5.1	12.2	10.0
	最終処分量	g	1.40	1.37	1.46	0.49	0.39	1.25	0.97

B. 容器の容量が異なる場合のリユースシステムとワンウェイシステムとの比較（水500mLペットボトル）

			B-1	B-1'	B-2
			ワンウェイシステムシナリオ	ワンウェイシステムシナリオ（軽量ボトルケース）	リユース（オープン）システムシナリオ
			水ワンウェイ500mL	水ワンウェイ500mL	水リターナブル500mL
LCIデータ	資源エネルギー	MJ	0.53	0.44	0.49
	工程エネルギー	MJ	1.53	1.27	1.62
	CO2排出量	g-CO2	86.7	69.5	105
	廃棄物排出量	g	12.09	9.68	11.27
	水資源消費量	L	6.45	4.71	5.22
	最終処分量	g	0.78	0.60	0.60

C. 中身飲料が異なる場合のリユースシステムとワンウェイシステムとの比較（茶系飲料2L）

			C-1	C-2
			ワンウェイシステムシナリオ	リユース（オープン）システムシナリオ
			茶系飲料ワンウェイ2L	茶系飲料リターナブル2L
LCIデータ	資源エネルギー	MJ	0.90	0.82
	工程エネルギー	MJ	2.59	3.58
	CO2排出量	g-CO2	139	223
	廃棄物排出量	g	23.0	20.6
	水資源消費量	L	13.1	12.2
	最終処分量	g	1.47	1.25

(2) 感度分析の実施

各シナリオにおいて設定した値のうち、特に結果へ及ぼす影響が大きいと想定される因子（容器重量、容器回収率、輸送距離）について、感度分析を実施した。

①容器重量の影響分析

検討テーマA（ミネラルウォーター2L）に関して、容器重量を変更した場合におけるCO2排出量について試算を行った。設定条件は下表のとおり、ワンウェイシナリオ、リユースシナリオともに「軽量ケース」「当初設定値」「現行最大値ケース」の3ケースを設けて分析を実施した。

ワンウェイシナリオでは、軽量ケースとして、近い将来、上市が見込まれる軽量ボトルの重量（38.0g）を設定し、現行最大値ケースには現行流通商品の実測値における最大値（46.8g）を用い、当初設定値（40.0g）とともに分析を実施した。リユースシナリオについては、容器の耐用性に配慮して、軽量ケース（81.0g：実証実験で使用した1.5Lボトル重量を2L耐熱用として換算した重量）、当初設定値（88.5g：ワンウェイ耐熱ボトルの1.5倍相当）、現行最大値ケース（118g：ワンウェイ耐熱ボトルの2倍相当）について試算を行った。

表 容器重量の影響分析設定値

	軽量ケース	当初設定値	現行最大値ケース
A-1. ワンウェイシステム（現行リサイクル）シナリオ	38.0g（近い将来上市が見込まれる軽量ボトルの重量）	40.0g	46.8g（現行商品実測値における最大値）
A-2. リユース（クローズド）システムシナリオ※広域	81.0g（実証実験で使用した1.5Lボトル重量を2L耐熱用として換算した重量）	88.5g	118g（ワンウェイ耐熱用ボトルの2倍）
A-2'. リユース（クローズド）システムシナリオ※地域限定			
A-3. リユース（オープン）システムシナリオ※広域			
A-3'. リユース（オープン）システムシナリオ※地域限定	38.0g（近い将来上市が見込まれる軽量ボトルの重量）	40.0g	46.8g（現行商品実測値における最大値）
A-4. ワンウェイシステム（メカニカルリサイクル導入）シナリオ			
A-5. ワンウェイシステム（ケミカルリサイクル促進）シナリオ			

試算結果は以下に示すとおりであり、いずれのシナリオにおいても、容器重量の増加によりCO2排出量は増加する結果となった。

本試算をベースに、容器重量増減g当たりのCO2排出量増減量を算定してみると、ワンウェイでは3.1～4.2gCO2/容器g、リユースでは0.7～1.6gCO2/容器gとなり、リユースの方が容器重量の変化に対する変化が緩やかであることが窺える結果となった。

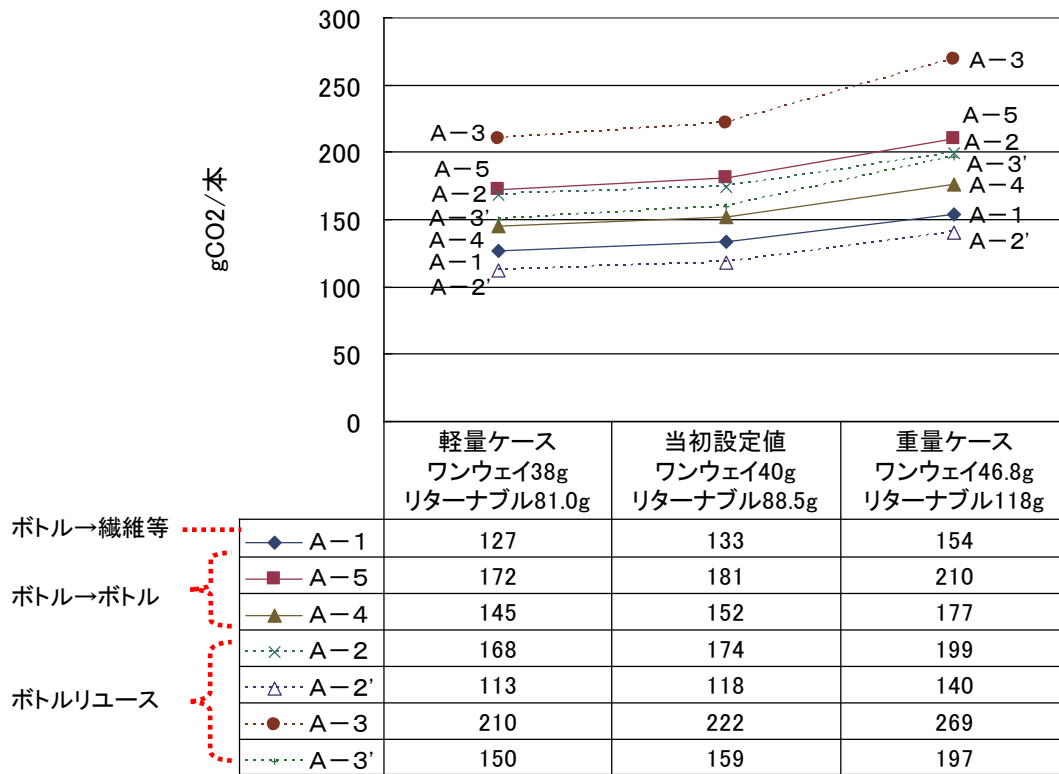


図 容器重量の影響分析結果 (CO2排出量)

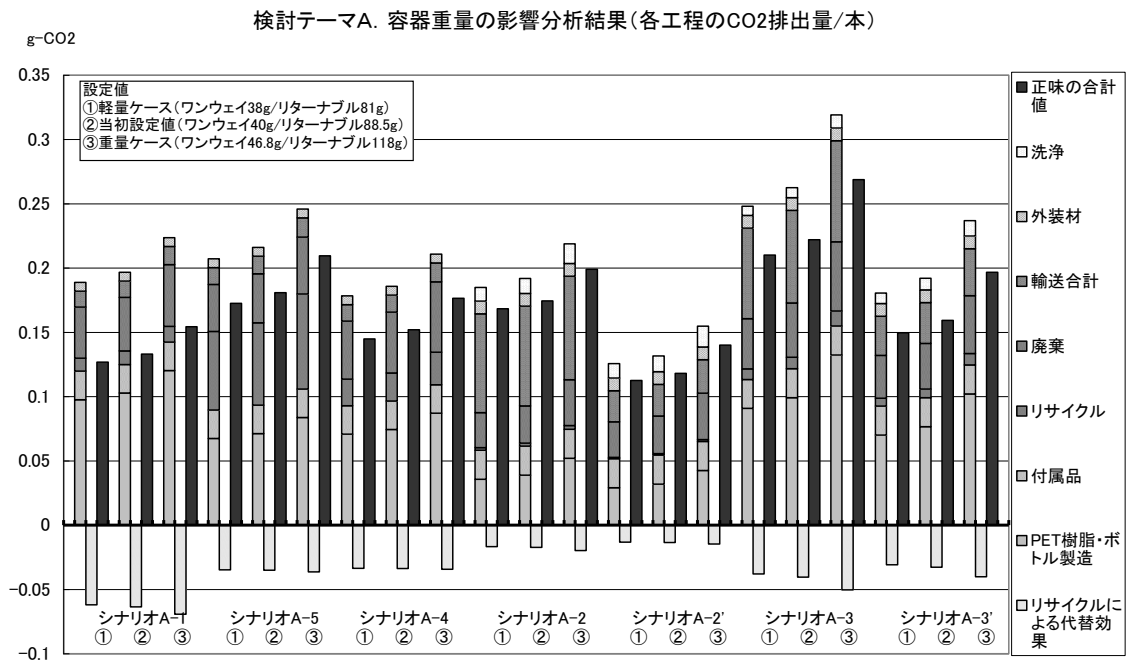


図 容器重量の影響分析結果 (CO2排出量：段階別内訳)

②容器回収率の影響分析

検討テーマA（ミネラルウォーター2L）に関して、容器回収率を変更した場合におけるCO2排出量について試算を行った。

設定条件は以下のとおりであり、ワンウェイシナリオについては回収率（＝分別収集に向かう量／使用済みボトル排出量）について40～90%まで10%刻みと95%の値を設定した。一方、リターナブルシナリオについては、リユース率（＝宅配時・店頭回収に向かう量／使用済みボトル排出量）について、40～90%まで10%刻みと95%の値を設定した。また、シナリオA-1については、容器重量の影響分析で設定した現行流通品における最重量品についても分析を行った。

表 容器回収率影響分析における設定値

	当初設定値	追加設定値
A-1. ワンウェイシステム（現行リサイクル）シナリオ	69%	40～90%（10%刻み）、95%
A-2. リユース（クローズド）システムシナリオ※広域	リユース90% リサイクル7%	リユース率 40～90%（10%刻み）、95%
A-2'. リユース（クローズド）システムシナリオ※地域限定	リユース95% リサイクル7%	リユース率 40～90%（10%刻み）、95%
A-3. リユース（オープン）システムシナリオ※広域	リユース60% リサイクル28%	リユース率 40～90%（10%刻み）、95%
A-3'. リユース（オープン）システムシナリオ※地域限定	リユース70% リサイクル28%	リユース率 40～90%（10%刻み）、95%
A-4. ワンウェイシステム（メカニカルリサイクル導入）シナリオ	69%	40～90%（10%刻み）、95%
A-5. ワンウェイシステム（ケミカルリサイクル促進）シナリオ	69%	40～90%（10%刻み）、95%

試算結果は以下のとおりであり、いずれのシナリオにおいても回収率が高くなるほどCO2排出量は小さい結果となったが、その感度については各シナリオ間で違った特徴が見られた。

まず、ワンウェイとリユースで比較すると、全体的にリユースにおいて回収率に対する感度が高い傾向が見られた。すなわち、回収率が低い場合にはリユースによる環境負荷削減効果が大きく低下することが示唆される。

また、ワンウェイシナリオの中でも現行リサイクル（繊維へのリサイクル：A-1）の方が、メカニカル（ボトルへのリサイクル：A-4）、ケミカル（ボトルへのリサイクル：A-5）と比較して回収率に対する感度が高い傾向が見られた。これは、リサイクル段階における全CO2排出量への寄与がA-4、A-5において相対的に大きいため、回収率の増加がリサイクル段階の負荷へダイレクトに影響していることが主たる要因と考えられる（ただし、A-4については新規ボトルの代替率の上限を50%とし、残りは繊維等へリサイクルされるとしている。このため、回収率が高くなるにつれ、繊維等へのリサイクル分が増加し、

感度がA-1に近づいていくことが見て取れる)。

リユースシナリオでは、地域限定シナリオ (A-2'、A-3') において、90%以上の回収率が得られれば、現行のワンウェイシナリオにおけるCO2排出量を下回る可能性があることが示唆された (なお、参考までに、ボトル以外の用途へのリサイクル代替効果を含まない場合では70%以上の回収率でワンウェイシナリオのCO2排出量を下回る結果となる)。

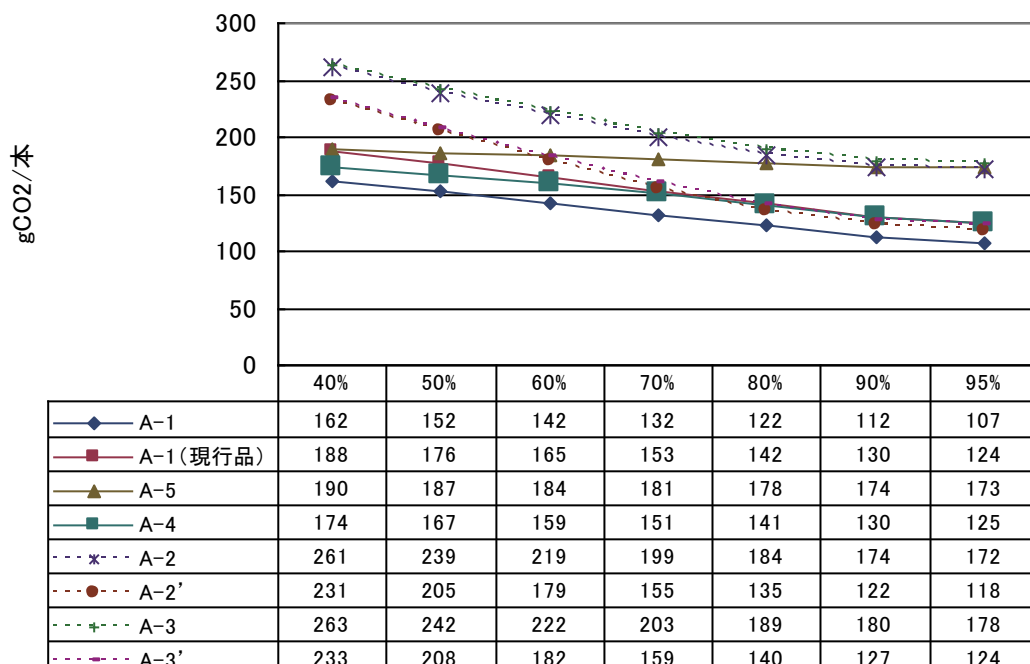


図 容器回収率の影響分析結果 (CO2排出量)

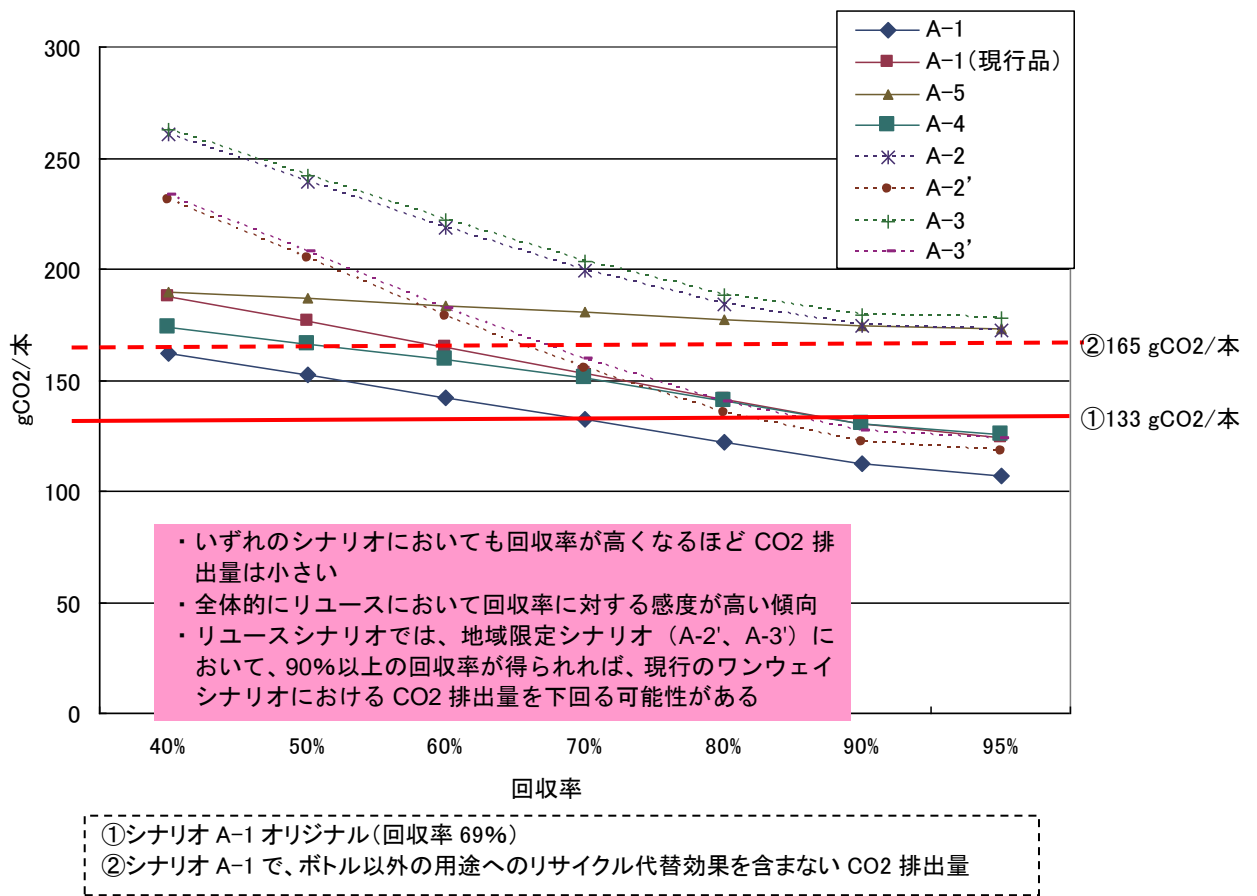


図 容器回収率の影響分析結果 (CO2排出量) <拡大>

シナリオA-1、A-2、A-4、A-5に関して、回収率別の内訳を示した結果は以下のとおりである。シナリオA-1では回収率の増加に伴い、廃棄段階の負荷が減少するとともにリサイクル代替効果（ボトル以外の用途へのリサイクルによる代替効果）が増加していることが推察される。一方、シナリオA-2では、回収率の増加に伴うPET樹脂・ボトル製造の負荷減少が顕著であり、回収ボトルの輸送時の負荷増加を上回っている状況が窺える。

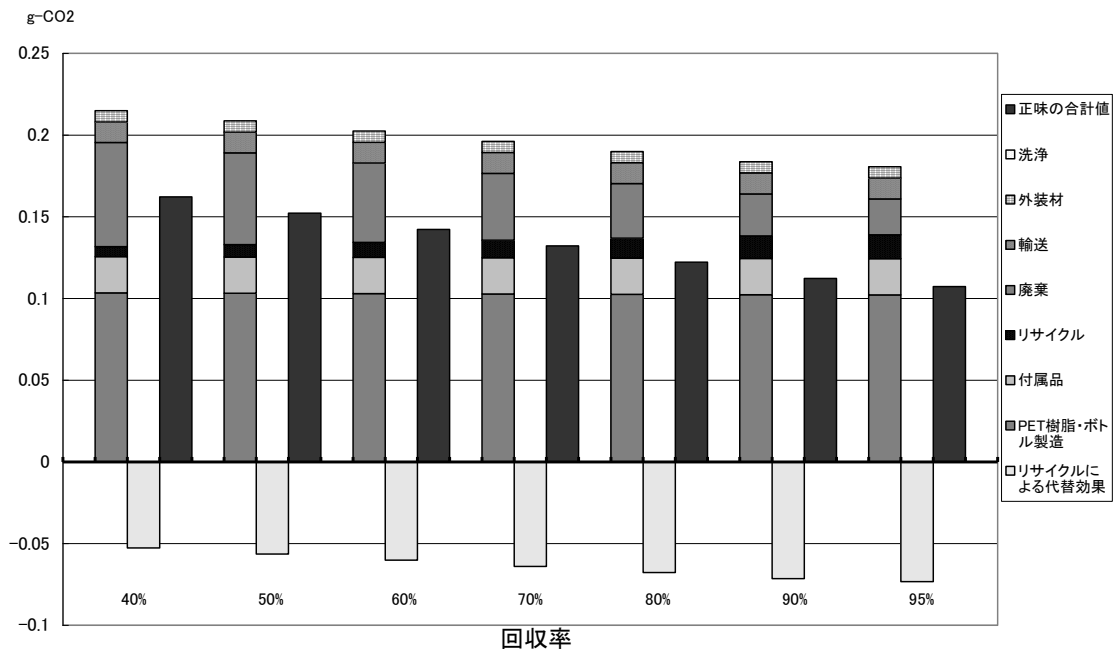


図 容器回収率の影響分析結果 (CO2排出量 : A-1シナリオ、段階別内訳)

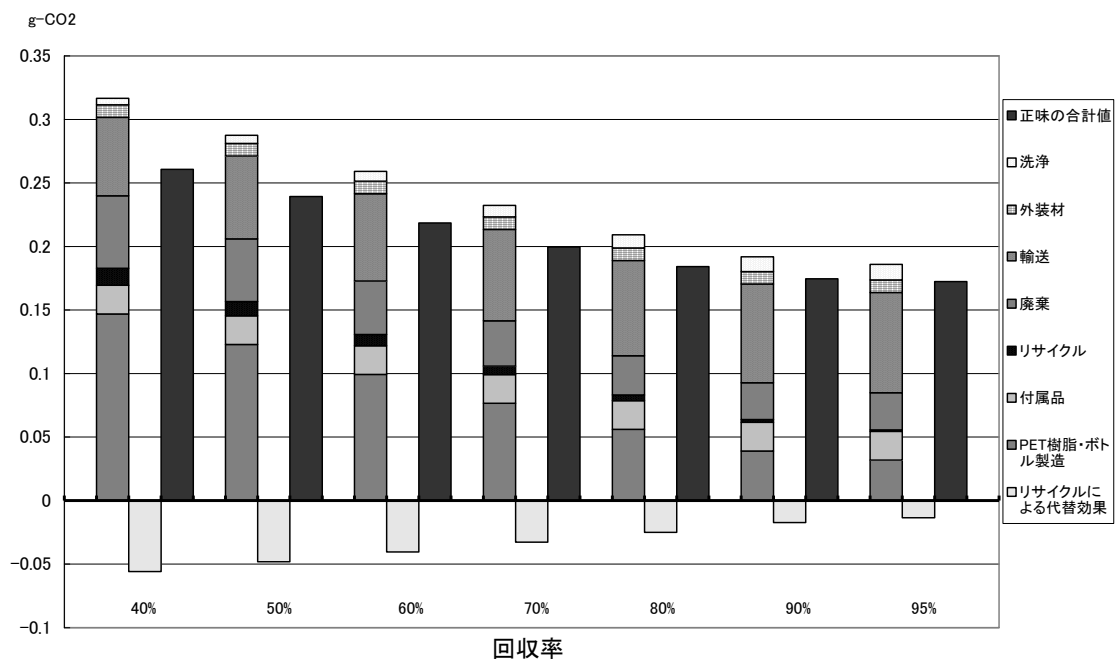


図 容器回収率の影響分析結果 (CO2排出量 : A-2シナリオ、段階別内訳)

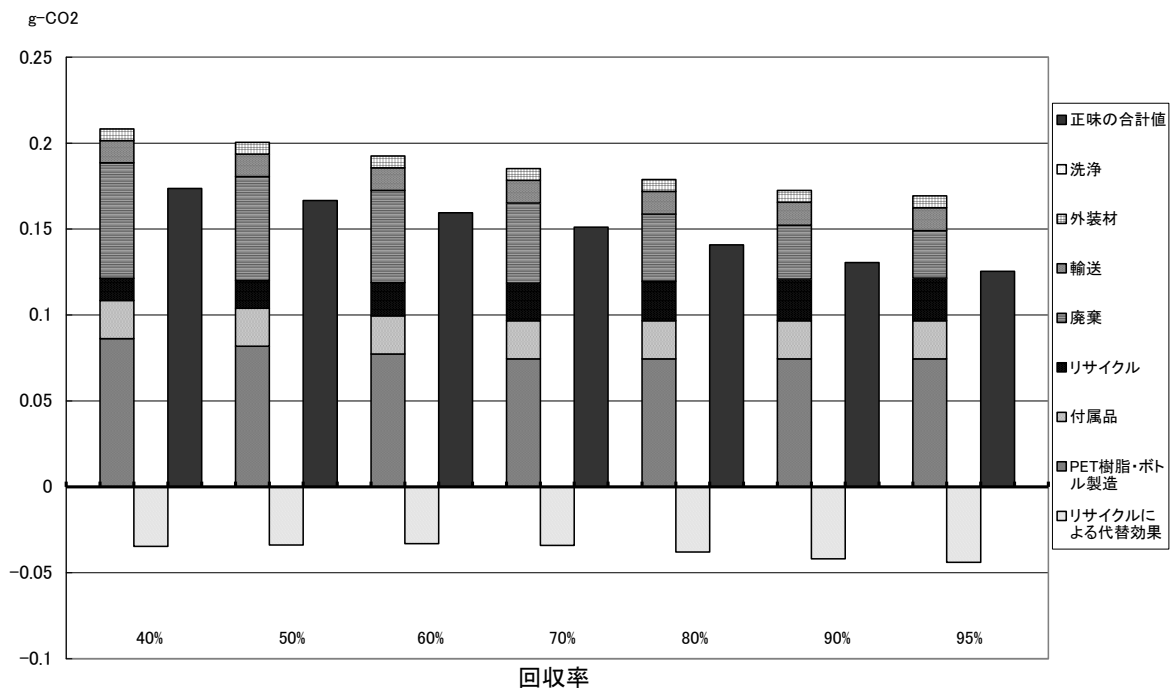


図 容器回収率の影響分析結果 (CO2排出量 : A-4シナリオ、段階別内訳)

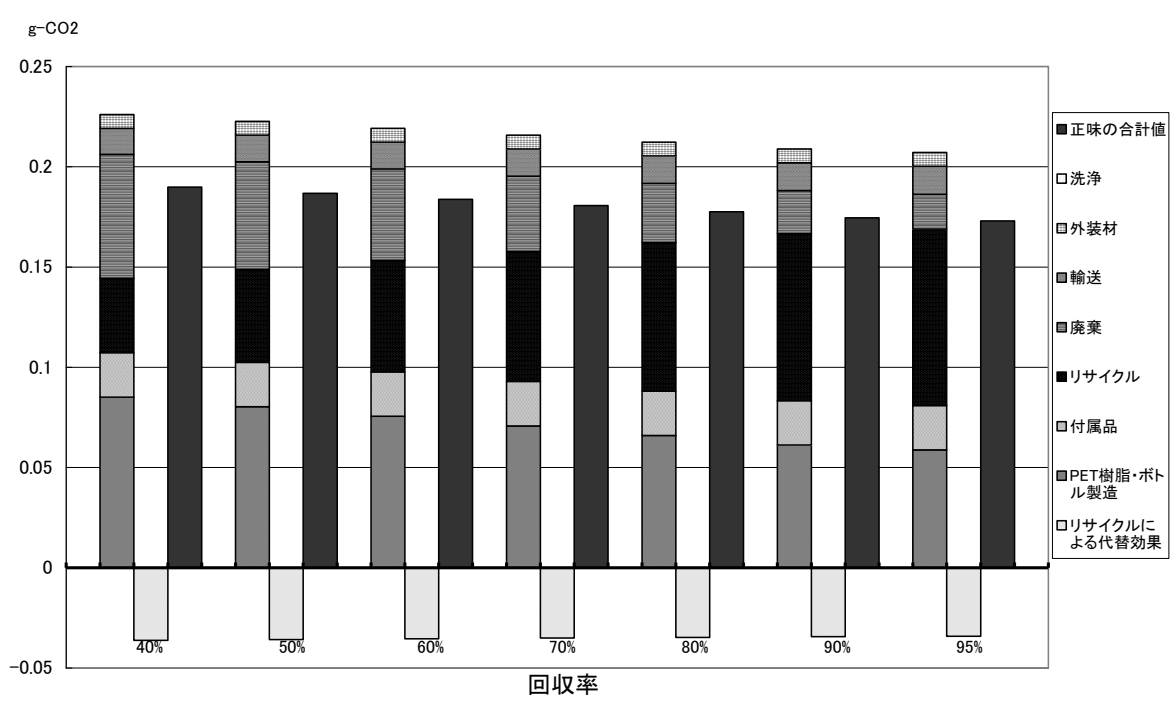


図 容器回収率の影響分析結果 (CO2排出量 : A-5シナリオ、段階別内訳)

③輸送距離の影響分析

シナリオA-2：リユース（クローズド）システムシナリオ（ミネラルウォーター2L）については、空ボトル輸送距離の影響が大きいと推察されることから、充填・販売地域を限定することによって環境負荷の削減が期待される。ここでは、輸送距離を変更した場合のCO2排出量について試算を行った。

設定条件は以下のとおりであり、当初設定の広域ケース（ワンウェイボトルと同じ距離設定）、地域限定ケース（取水地と販売地が同一県内）に加えて、今回の実証実験での条件に近いケース（取水地：山梨県→販売：首都圏）を設定し、CO2排出量を試算した。

表 シナリオA-2の輸送距離影響分析における設定値

	全国ケース	A-2 (広域ケース)	今回実証実験 ケース	地域限定ケース
充填→販売拠点	500km	260km	100km	50km
回収拠点→洗浄	50km	50km	30km	20km
洗浄→充填	500km	260km	100km	50km
自治体→選別・焼却・処分	5km	5km	5km	5km
自治体→MR・CR	50km	50km	50km	50km

結果は以下のとおりであり、今回実証実験ケースでワンウェイシナリオ（A-1）とほぼ同水準のCO2排出量となり、地域限定ケースではワンウェイシナリオを下回るという結果となった（なお、参考までに、ボトル以外の用途へのリサイクル代替効果を含まない場合ではより広域なケースでもワンウェイシナリオのCO2排出量とほぼ同じ水準となる）。本試算により、リユースの実施にあたっては輸送距離が重要な因子となりうることが示唆された。

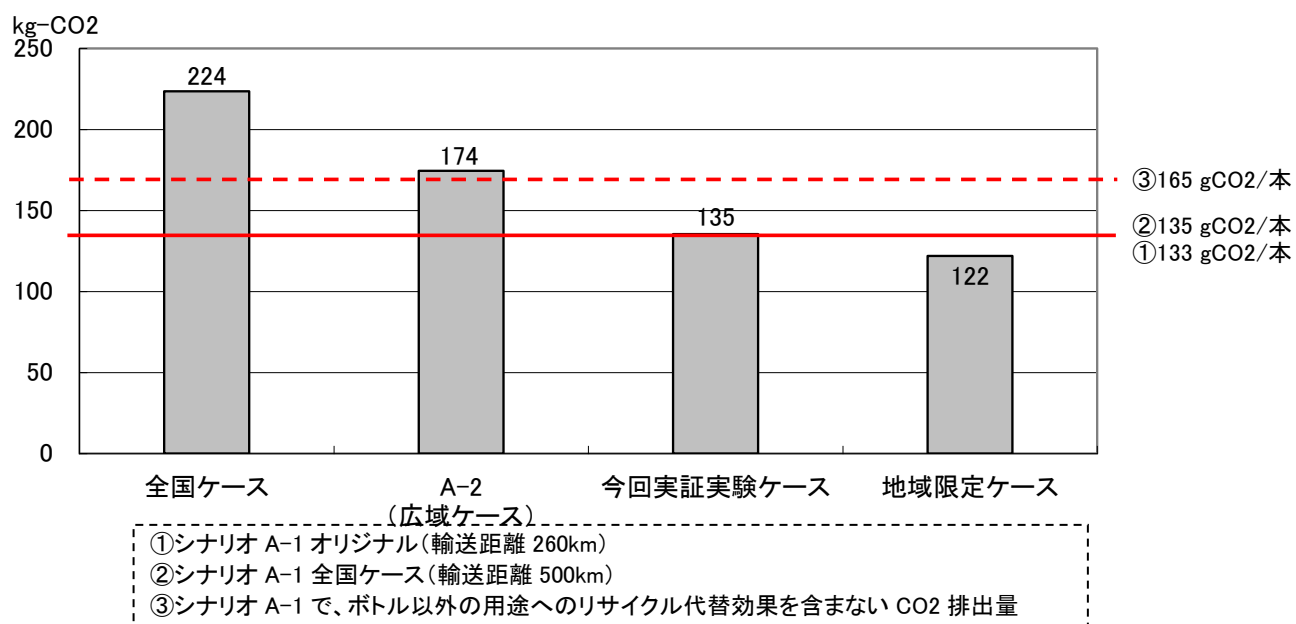


図 輸送距離の影響分析結果 (CO2排出量)

4.2 ガラスびん

(1) 分析結果

①シナリオA：ベストシナリオと現状シナリオの比較

a) エネルギー消費量

シナリオAについて、エネルギー消費量を比較した結果は次図のとおりである。シナリオA-2よりも、A-1のエネルギー消費量が低い結果となった。工程エネルギーによる影響が大きく、資源エネルギーの投入は、王冠および外装材に限られたため極めて低い数値となっている。

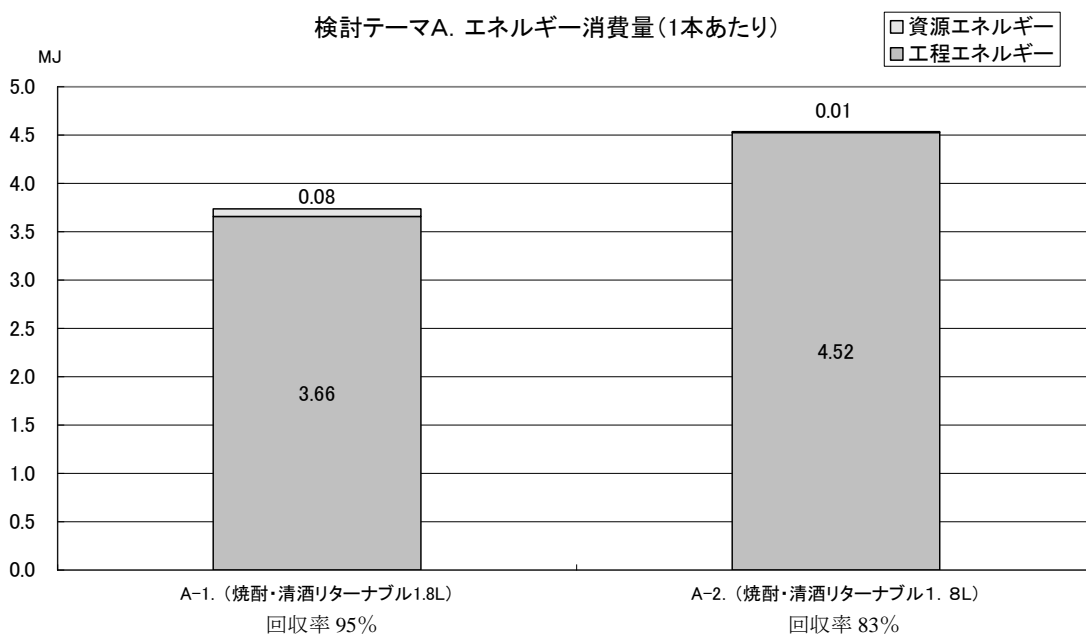


図 検討テーマA エネルギー消費量算定結果

b) CO2排出量

シナリオAについて、CO2排出量を比較した結果及びその段階別の内訳を示した結果は次図のとおりである。エネルギー消費量と同様に、シナリオA-1がシナリオA-2より低い値となった。

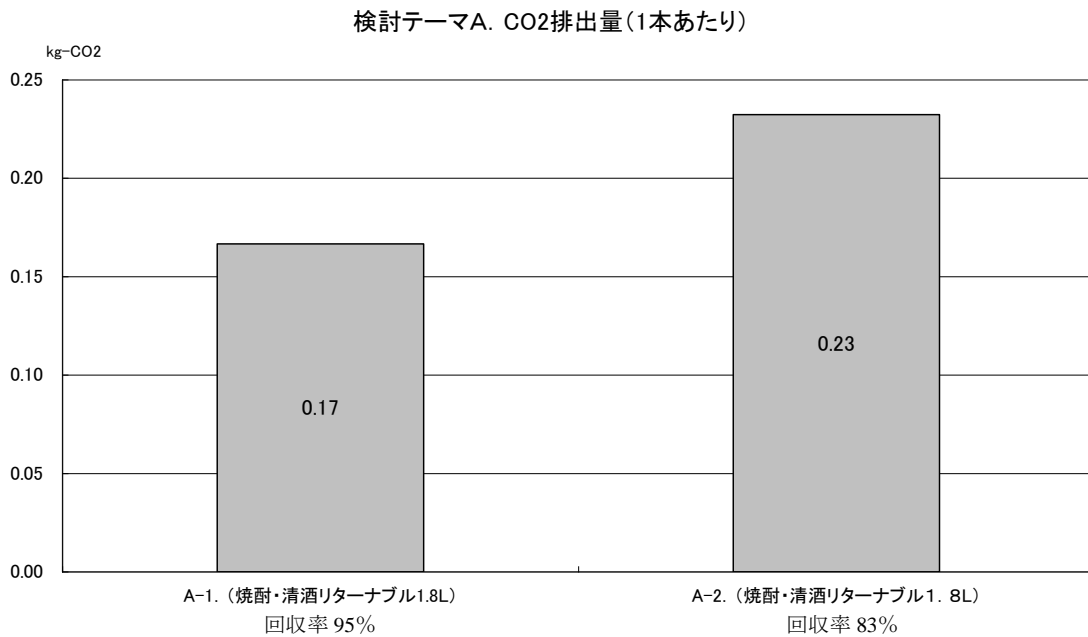
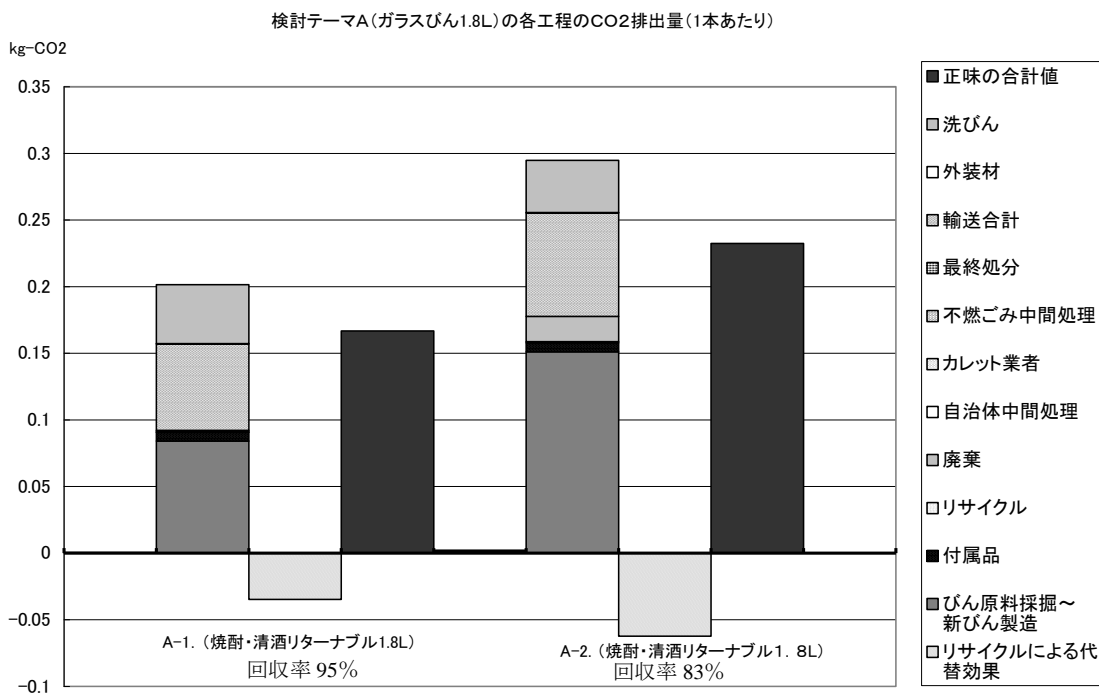


図 検討テーマA CO2排出量算定結果

CO2排出量を工程ごとに表した図を以下に示す。両シナリオの大きな違いは、びんの回収率であるため回収率が高い（95%）シナリオA-1については、回収率が83%であるシナリオA-2と比較して、洗びん部分の排出量が多い。しかし、シナリオA-1はA-2に比べ新びんの投入量が少ないため、「びん原料採掘～新びん製造」部分の負荷が低く、全体として低いCO2排出量となっている。



- | | |
|--------------|---|
| 洗びん | 使用済みびんの洗浄 |
| 外装材 | P箱製造 |
| 輸送合計 | 各工程間の輸送の合計 |
| 廃棄 | 不燃ごみ中間処理、最終処分 |
| リサイクル | 資源ごみ中間処理、カレット業者選別 |
| 付属品 | 王冠、王冠ライナー、ラベルの製造 |
| びん原料採掘～新びん製造 | 新びん原料(けい砂採掘、国内ソーダ灰製造、海外ソーダ灰製造工程)、原料からの新びん製造工程 |
| リサイクルによる代替効果 | カレットのリサイクルによる代替効果 |
| 正味の合計値 | びん原料採掘・新びん製造～洗びんまでの環境負荷ーリサイクルによる代替効果 |

図 検討テーマA CO2排出量算定結果 (段階別内訳)

c) 廃棄物排出量

シナリオAについて、廃棄物排出量・最終処分量を比較した結果は以下のとおりである。シナリオA-1が25.52gと低く、回収率が高いシナリオA-1が低い環境負荷を示す結果となった。なお、CO2およびエネルギー消費量よりも、廃棄物排出量について両シナリオの差は顕著である理由として、びんの容器重量が廃棄物排出量に大きく関係することが考えられる。

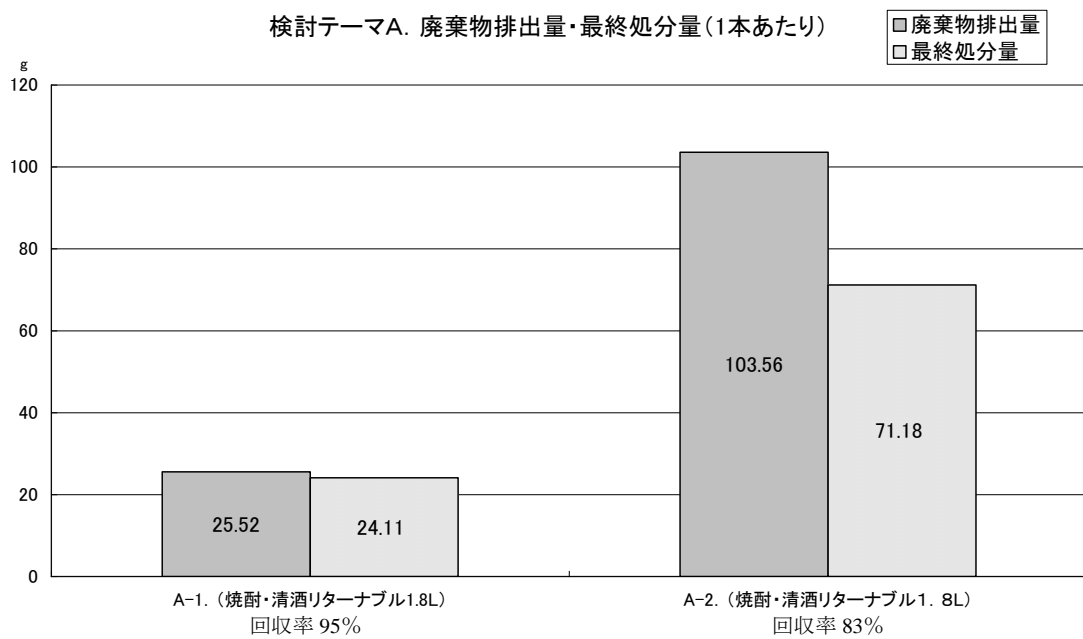


図 検討テーマA 廃棄物排出量・最終処分量算定結果

②シナリオB:リユースシステムシナリオとワンウェイシステムシナリオの比較

a) エネルギー消費量

シナリオBについて、エネルギー消費量を比較した結果は次図のとおりである。リターナブル（B-1）とワンウェイ（B-2）を比較すると、各3.85MJ、6.63MJと、リターナブルが低い結果となった。また、ほぼ全てが工程エネルギーの消費量であり、資源エネルギーの投入は王冠および外装材に限られたため極めて低い数値となっている。

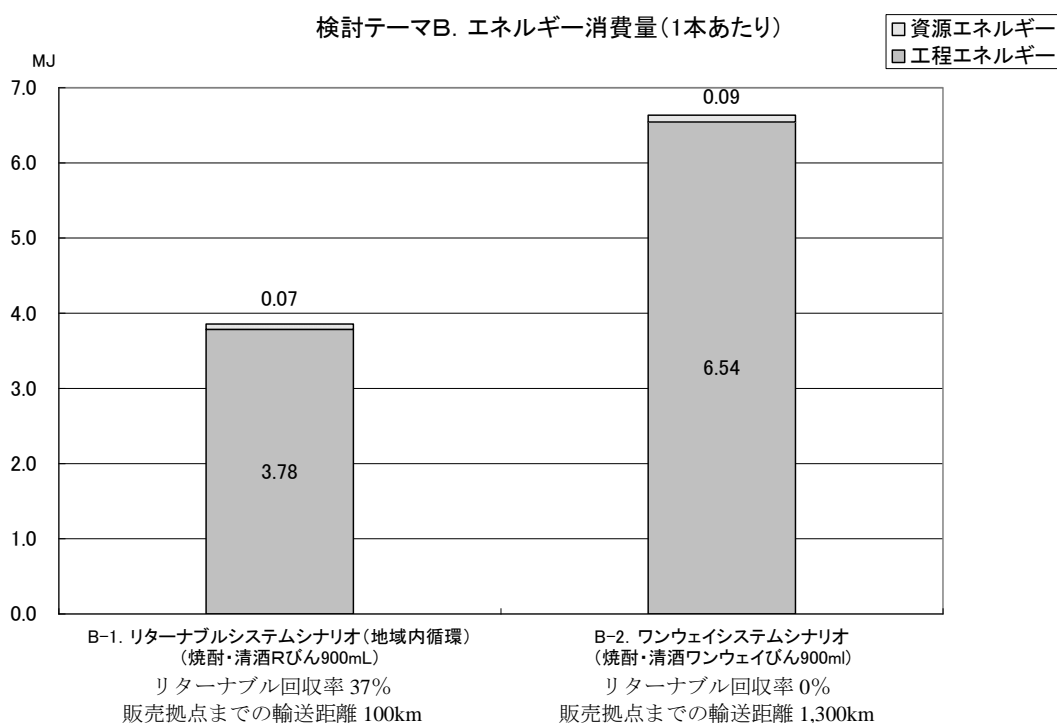


図 検討テーマB エネルギー消費量算定結果

b) CO2排出量

シナリオBについて、CO2排出量を比較した結果及びその段階別の内訳を示した結果は以下のとおりである。エネルギー消費量とほぼ同じ傾向を示しており、リターナブル（B-1）が0.23kg-CO2、ワンウェイ（B-2）が0.44kg-CO2と、ワンウェイのCO2排出量が大い結果となっている。工程別にみると、輸送部分で大きな差が出ている。これは、シナリオB-1が地域内における循環を前提に充填～店舗配送と回収の距離を200kmに設定しているのに対し、シナリオB-2が南九州から東京への出荷（1300km）を想定しているためであると考えられる。

検討テーマB. CO2排出量(1本あたり)

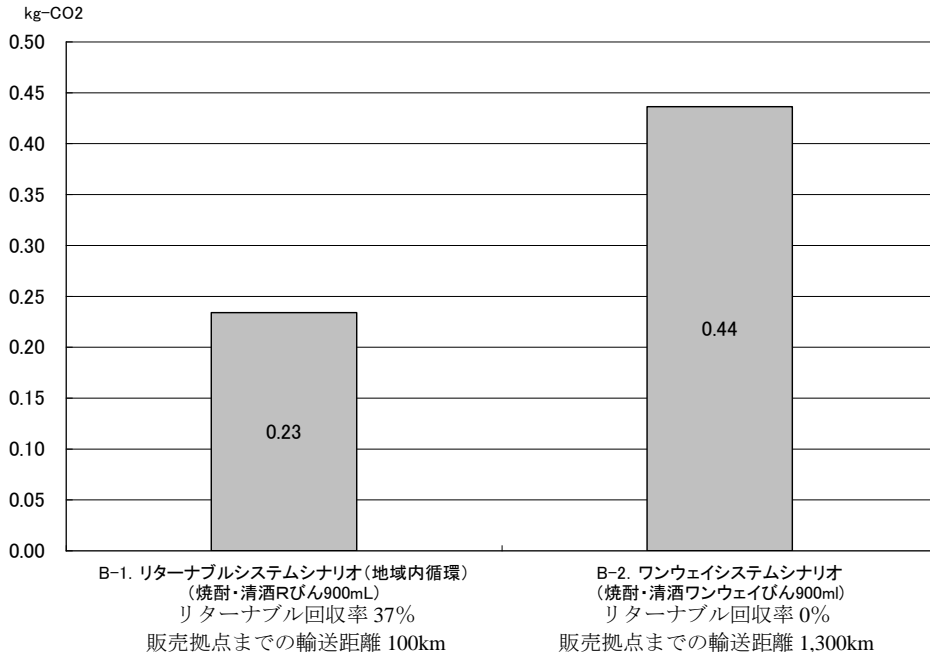
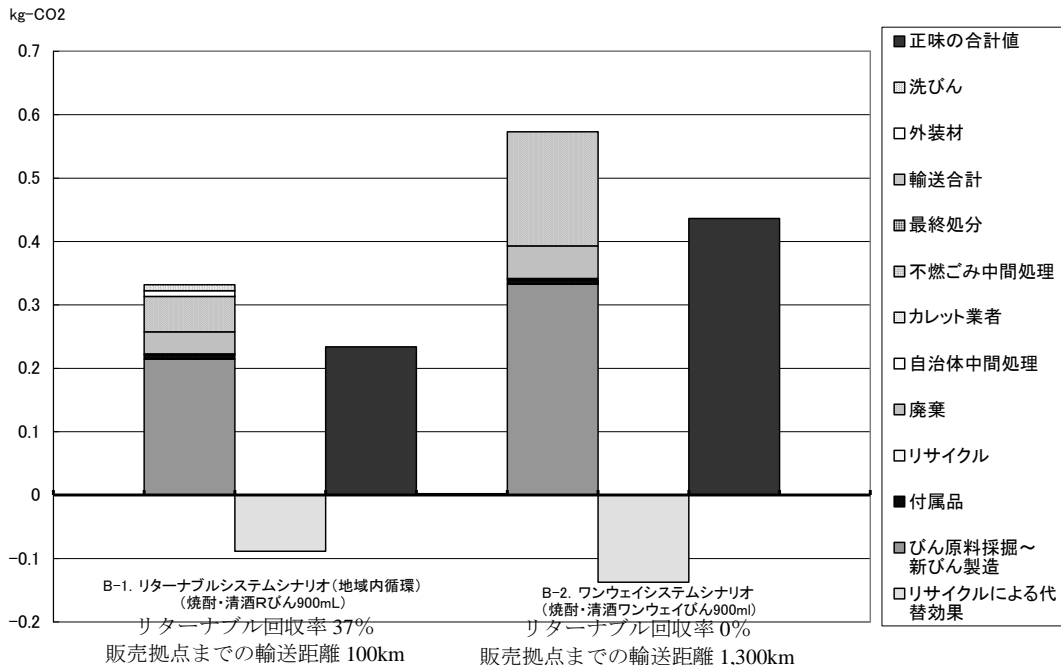


図 検討テーマB CO2排出量算定結果

検討テーマB(ガラスびん900ml)の各工程のCO2排出量(1本あたり)



- | | |
|--------------|---|
| 洗びん | 使用済みびんの洗浄 |
| 外装材 | P箱製造 |
| 輸送合計 | 各工程間の輸送の合計 |
| 廃棄 | 不燃ごみ中間処理、最終処分 |
| リサイクル | 資源ごみ中間処理、カレット業者選別 |
| 付属品 | 王冠、王冠ライナー、ラベルの製造 |
| びん原料採掘～新びん製造 | 新びん原料(けい砂採掘、国内ソーダ灰製造、海外ソーダ灰製造工程)、原料からの新びん製造工程 |
| リサイクルによる代替効果 | カレットのリサイクルによる代替効果 |
| 正味の合計値 | びん原料採掘～新びん製造～洗びんまでの環境負荷ーリサイクルによる代替効果 |

図 検討テーマB CO2排出量算定結果 (段階別内訳)

c) 廃棄物排出量

シナリオBについて、廃棄物排出量・最終処分量を比較した結果は以下のとおりである。シナリオB-1が136.14g、B-2が184.41gとなり、リターナブルシナリオB-1が低い環境負荷を示す結果となった。

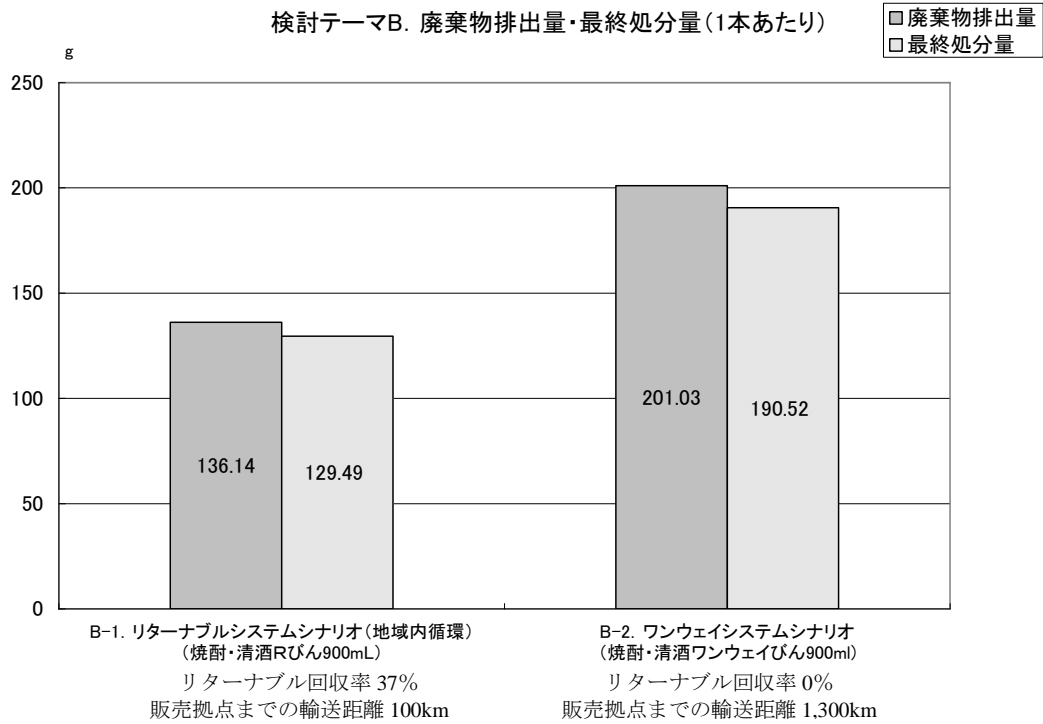


図 検討テーマB 廃棄物排出量・最終処分量算定結果

表 環境負荷評価結果（ガラスびん：総括表）

A. 一升びんにおけるシステム間比較

			A-1	A-2
			ベストシナリオ	現状シナリオ
			1.8L一升びん	1.8L一升びん
L C I デ ー タ	資源エネルギー	MJ	0.08	0.01
	工程エネルギー	MJ	3.66	4.52
	CO2排出量	kg-CO2	0.17	0.23
	廃棄物排出量	g	25.52	103.56
	水資源消費量	L	6.66	6.31
	最終処分量	g	24.11	71.18

B. Rびんにおけるリターナブルシステムとワンウェイシステムとの比較

			B-1	B-2
			リターナブルシステムシナリオ	ワンウェイシステムシナリオ
			(焼酎・清酒900mLびん)	(焼酎・清酒900mLびん)
L C I デ ー タ	資源エネルギー	MJ	0.07	0.09
	工程エネルギー	MJ	3.78	6.54
	CO2排出量	kg-CO2	0.23	0.44
	廃棄物排出量	g	136.14	201.03
	水資源消費量	L	2.52	1.85
	最終処分量	g	129.49	190.52

5. 今後の課題

本事業における環境負荷分析では、データ入手における制約等から、様々な仮定を置いて算定を行った。そのうち、結果へ及ぼす影響が大きいと考えられる事項について今後の課題として整理した。

表 環境負荷分析に関する今後の課題（PETボトル）

	留意事項
洗浄のLCIデータの拡充	茶系飲料のようにフレーバーが付いたPETボトル飲料の洗浄におけるLCIデータについては今回入手できなかった。このため、ミネラルウォーターのデータを参考に、仮定（薬剤投入量をミネラルウォーターの1.5倍とする）を置いて計算した。今後は実データの入手とそれに基づく計算の実施が望まれる。
リターナブル容器の重量の適切な設定	今回の計算では、リターナブル容器に求められる耐久性を踏まえ、現行のワンウェイ耐熱ボトルの1.5倍を目安に容器重量を設定している。一方で、ドイツ等で用いられるリターナブルボトルについてはワンウェイ耐熱ボトルの2倍程度の重量となっているものもあり、今回の設定値は、それに比べて軽い分、耐久性が低いとの指摘もある。ボトルの耐久性は回転数・回収率にも影響を及ぼすことから、検討に際しては十分に考慮する必要がある。
調査対象容器の容量や形状の違いによる影響の分析	現状の市場におけるミネラルウォーターの主流は2Lボトルであることから、シナリオでは2Lボトルについての比較検討を行った。一方で、別途実施したリターナブルPETボトル実証実験における採用容器は1.5Lボトルとなっている。 また、リターナブル容器の洗浄を念頭におくと丸型ボトルが適していると考えられるが、現行のミネラルウォーターの主流は角形ボトルである。ボトルの形状は輸送時の積載率にも影響を及ぼすことが想定される。 環境負荷分析を実施していくにあたっては、これらの容量、形状の違いにも配慮が必要であると考えられる。
メカニカルリサイクルデータの拡充	今回の試算に用いたものは、米国のボトラーが試算したデータであり、試算にあたっての条件等については十分検証できていない。特に、米国と日本ではベール品質が異なる（日本の方が高い）ことが想定されるため、米国

	留意事項
	での試算データは過大な評価となっている可能性もある。また、工程での廃棄物発生量、水消費量についてはデータ未取得であることから、LCIデータの更なる拡充が求められる。
ケミカルリサイクルデータの拡充	本事業実施期間においては、ケミカルリサイクルプラントの稼働がなかったことから、ケミカルリサイクルデータについて新規取得はせず、平成16年度環境省委託事業におけるデータを採用した。今後は、ケミカルリサイクルプラントの稼働状況を見ながら、新たなデータの取得を検討することが期待される。
無菌ボトル製造データの取得	今回はワンウェイボトルについて無菌充填用のボトルを設定したが、同ボトルの製造時LCIデータ取得が困難であったことから、炭酸用PETボトルのデータで代用している（製造プロセスを考慮すると耐熱用よりは炭酸用の方が近い値となると考えられるため）。今後は新たなデータの取得による分析の精度向上が望まれる。 また、無菌ボトルに限らず、PET樹脂・ボトル製造のデータは（原出典まで遡れば）2000年以前の調査結果をベースとしていることから、最新のデータへの更新についても検討が必要であると考えられる。
充填工程の評価	今回の試算では、期間内のデータ取得が容易でなかったため、平成16年度環境省委託事業と同様に充填工程については算定対象外とした。本来的には充填方法に違いがある（ホット充填と無菌充填等）ことから、これらの影響も考慮した評価がなされるべきであると考えられる。
廃棄物排出量・最終処分量・水消費量等に関するLCIデータの拡充	今回の試算では評価指標としてエネルギー消費量、CO2排出量、廃棄物排出量・最終処分量、水消費量を設定したが、水消費量についてはLCIデータの入手が困難であったことから、総合的な評価は実施していない。今後は他の環境側面を評価する指標（SOx、NOx等）も含めたLCIデータの整備が望まれる。 また、最終処分量については、LCIデータ入手における制約からライフサイクル全体を包含した量の算定ができていない（使用済みボトルのうち最終処分される量のみを計上）。今後は、原材料や容器製造工程の廃棄物の最終処

	留意事項
	分量データの整備が望まれる。
再生樹脂の品質を考慮したリサイクル代替効果の評価	<p>今回の試算では、マテリアルリサイクルもしくはケミカルリサイクルで得られた再生樹脂がバージン樹脂を1対1で代替するという仮定のもとでリサイクルの代替効果を評価している。すなわち、ボトル用再生樹脂（MR（B to B）やCRで産出）と繊維用再生樹脂（MR（カスケード）で産出）とでは、前者の方が高品質と考えられるが、これらがバージン樹脂を代替することによる環境負荷削減効果はほぼ同じ水準となる。</p> <p>環境負荷分析においては、上記のような再生樹脂の品質についても配慮する必要があると考えられる。</p> <p>また、今回の試算では、命題を単純化・明確化する観点から、リサイクルについては国内で実施され、再生品についても国内で利用されることを前提とした。実際には相当量が中国等でリサイクルされていることから、そのLCA結果への影響についても考慮する必要がある。</p>

表 環境負荷分析に関する今後の課題（ガラスびん）

	留意事項
びんの回収に関するインベントリデータの拡充	リユースされるびんについては、地域ごとのびん商が回収を行っているが、現状では回収およびリユースされるびんの流通に関してどの程度の地理的な広がりが存在するか等、詳細に把握がなされていない。特に一升びんについては伝統的に利用がなされ、使用回数によって飲料、醤油、油等用途も代わる事例も存在することから、実態の把握が必要とされる。
付属品に関するデータの収集	今回の計算では、付属品に関して一升びんおよびRびんの実データを収集することができなかった。びん本体だけでなく、付属品に関してもデータの把握が望まれる。
市町村におけるリターナブルびん回収の実態把握	近年Rびんの家庭からの回収ルートとして、市町村における資源回収が行われている事例が存在する。酒屋からの回収量が減少する中で、市町村経由で回収されるびんの状態や歩留り等についてもデータの収集が望まれる。

Ⅱ. 再使用容器に係るコスト分析

1. 調査対象容器と評価シナリオ

本事業においては、コスト評価に関する先行研究である中路・郡嶋・大川ら「事業者の容器リサイクルコスト」（平成 16 年）（以降、「LCC 研究会報告」とする）を参考に、リターナブル容器とワンウェイ容器とのコストの差に着目した評価を行った。

① 調査対象容器

コスト分析のための調査対象容器については、データの入手可能性等を踏まえ、別途実施する実証実験の対象であるミネラルウォーターPET ボトル 1.5L とした（なお、現状における PET ボトル入りミネラルウォーターで 1.5L のシェアは極めて小さいことから、データの一部は 2L ボトルのデータにて代用することとした）。

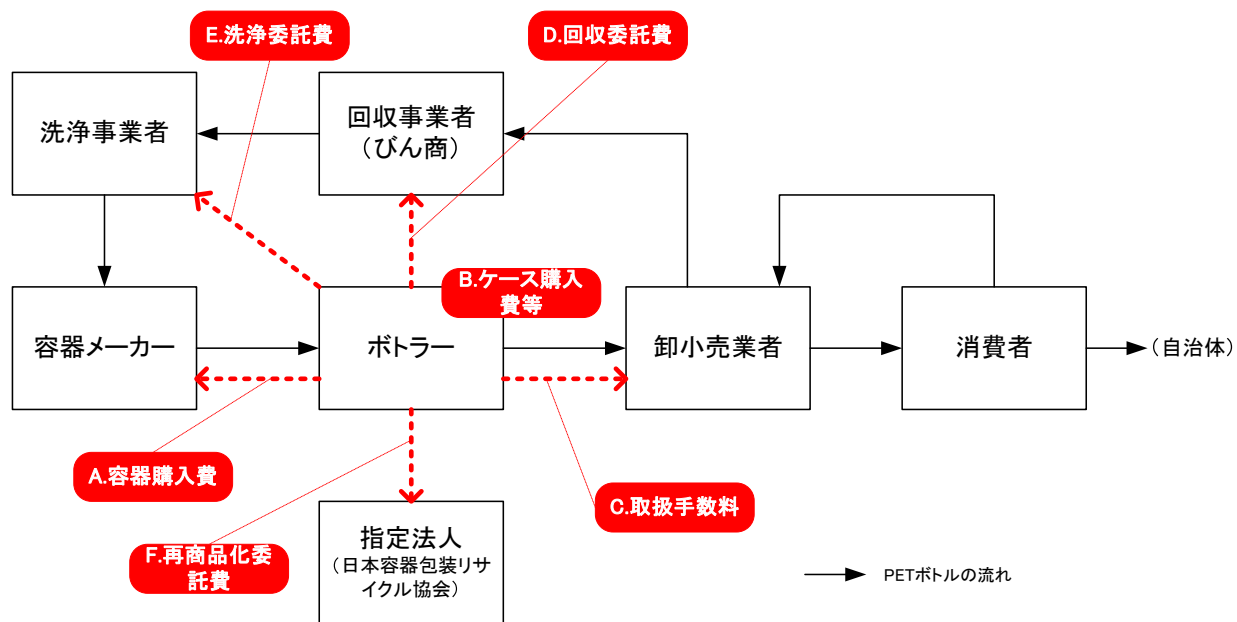
② 算定するコストの範囲（コスト評価のフレームワーク）

算定するコストの範囲については、誰にとってのコストであるかの捉え方によって異なるが、本事業では、リターナブル容器導入における決定権を有するボトラー（小売業のプライベートブランド商品（以下、「PB 商品」とする）の場合は決定権を有する販売事業者）にとってのコストを算定対象とした。なお、ボトラーの研究開発費用や普及啓発費用など個々の製品毎のコストとして切り出すことが困難な費用については考慮しないことを原則とした。

また、評価にあたっては、ボトラー（もしくは PB 商品における販売事業者）がリターナブル容器を導入した場合における追加的な費用（ワンウェイ容器導入時との差）を求め、その大小をもって評価・分析を行うこととした。

以上の考え方にに基づき設定したコストの算定範囲（コスト評価のフレームワーク）は以下のとおりである。なお、ボトラーが導入主体である場合と小売業者が導入主体である場合の双方について図示したが、ボトラー主導型における「C.取扱手数料」と販売事業者主導型における「C.回収・保管費用」に含まれる費用は概念的に同じものであることから、これら 2 つのケースにおいて算定対象とするコストの範囲に違いはないと考えられる。したがって、以降については、別途実施する実証実験と同じ販売事業者主導型を想定し、販売事業者にとっての費用を積み上げ、容器 1 本当たりの費用として算定した。

<ボトラー主導のケース>



<販売事業者主導のケース>

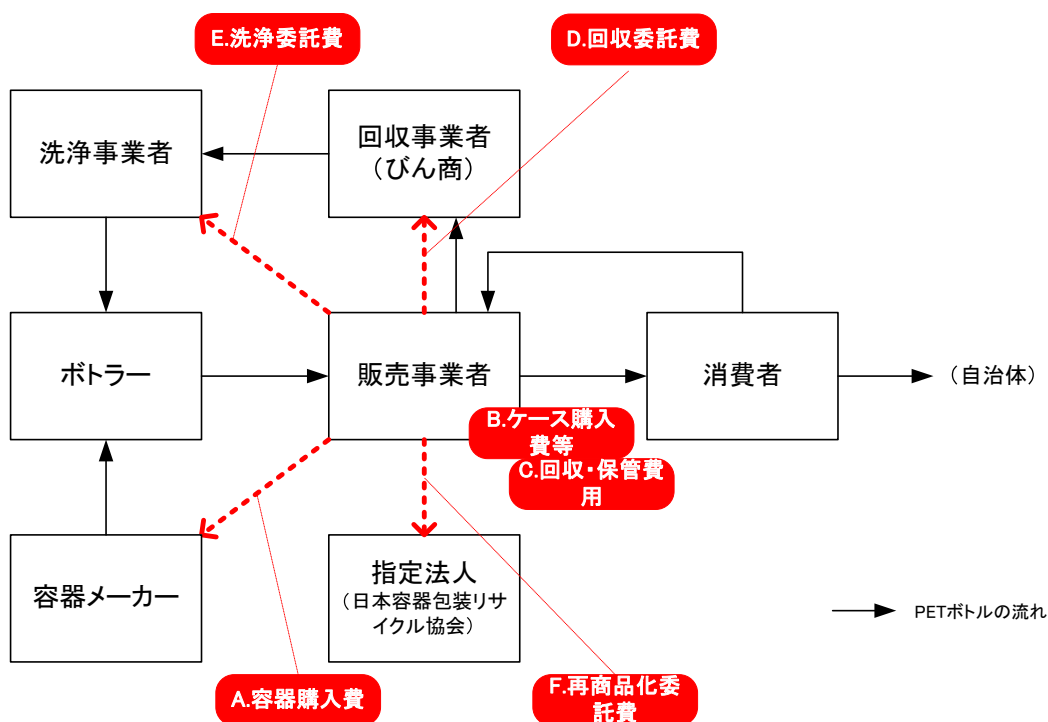


図 算定するコストの範囲

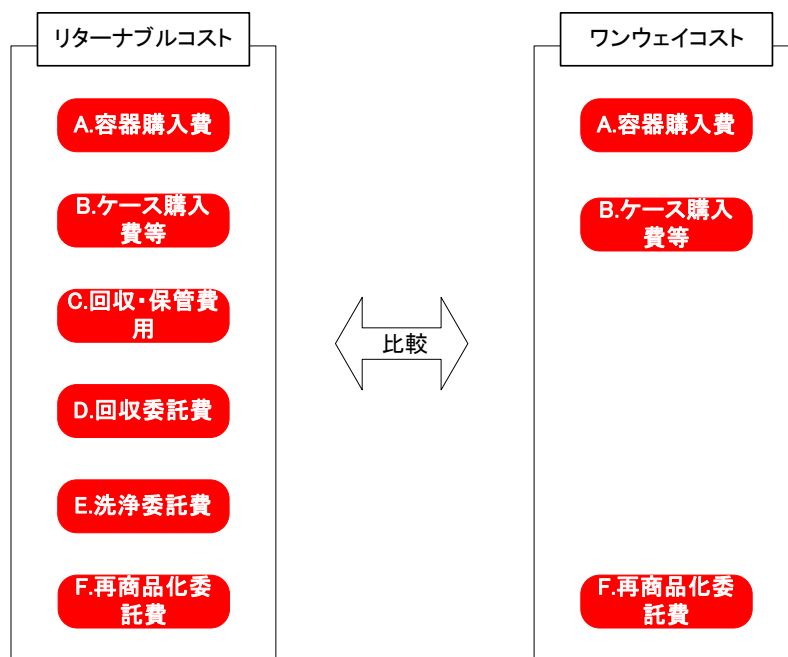


図 コスト評価のフレームワーク

③ コスト評価シナリオ

コスト評価にあたっては、別途実施するリターナブル PET ボトル実証実験の実施内容を踏まえて、以下の2つのシナリオを想定した。

表 リターナブル PET ボトルのコスト評価シナリオ

	①クローズドシナリオ	②オープンシナリオ
販売形態	クローズド（宅配）	オープン（スーパー売り切り等）
回収方法	宅配時回収	販売店店頭回収
回収率	80～90%程度（詳細は実証実験結果に基づき設定）	50～70%程度（実証実験結果に基づき設定）

④ コスト算定における前提条件

コスト算定においては、対象とする販売規模や対象地域の広さ等の前提条件によって結果が変わりうる。このため、試算にあたっては2つのモデルケースを設定し、各ケースについて試算するとともに、結果に大きく影響を与えると想定される因子については、感度分析によりその影響を評価することとした。

設定したモデルケースは以下のとおり。

表 設定したモデルケース

	ア. 地域限定ケース	イ. 広域展開ケース
充填工場数	1 箇所	1 箇所
販売地域	都道府県内	隣接する複数都道府県
回収インフラ	びん商等	びん商等
洗浄インフラ	既存のびん洗浄施設 1 箇所	新設 1 箇所

なお、上記以外の前提条件については、以下のとおりとした。

- ・ 事業開始に伴うイニシャルコストについては原則として評価しないこととした（ただし、その一部については、回収や洗浄等の委託費用に含まれていると推察）。
- ・ 事業者にとっての直接的な負担とはならないが、参考までに市町村の分別収集・選別コストについても併記した。

2. データの収集

1.で設定したシナリオに基づくコスト分析を行うにあたり、必要なデータを収集・整理した。データ収集にあたっては、リユース PET 実証実験及び既存文献等（LCC 研究会報告や昨年度調査で収集したものをベースとする）の調査を行うとともに、必要に応じて容器の業界団体や再使用容器導入主体等を対象とするインタビュー調査を実施することにより、可能な限り数多くのデータを収集した。

<収集するデータ>

- ・ 新容器購入費
- ・ 再使用容器購入費（回収・洗浄費用含む）
- ・ 輸送用段ボール等購入費
- ・ 保管費用などその他ボトラー費用
- ・ リサイクル費用（指定法人委託費用）

<インタビュー調査対象>

- ・ パルシステム（リターナブル PET 実証実験主体）
- ・ PET ボトルリサイクル推進協議会（PET ボトル全般）

表 収集したデータ

	項目	単価等		備考	出典	
基本データ	販売数(1回目販売分について)	2,070	本	実証実験実績データ	①	
	宅配	1,420	本	実証実験実績データ	①	
		店舗	650	本	実証実験実績データ	①
	回収数(1回目販売分について)	1,582	本	実証実験実績データ	①	
	宅配	1,377	本	実証実験実績データ	①	
		店舗	437	本	実証実験実績データ	①
	回収率(1回目販売分について)	76.4	%	実証実験実績データ	①	
	宅配	97.0	%	実証実験実績データ	①	
		店舗	67.2	%	実証実験実績データ	①
A. ボトル購入費	リターナブル新ボトル単価	27 ~ 45	円/本	①のデータを基に幅を持たせた値を設定 (耐熱仕様:丸型・平底・なで肩 1.5L 60-70g/本)	②	
	ワンウェイ新ボトル単価	21 ~ 35	円/本	容器包装利用・製造等実態調査データ等に基づく推計値(容量1.5L)	③	
	キャップ単価	3.8 ~ 6.3	円/個	①のデータを基に推計	①	
	ラベル単価	1.6 ~ 2.6	円/枚	①のデータを基に推計	①	
B. ケース購入費等	新コンテナ単価	320 ~ 400	円/個	①のデータを基に推計(6本入り)	②	
	ワンウェイ用段ボール	30 ~ 50	円/箱	想定値(8本入り)	⑦	
C. 回収・保管費用	搬送費	消費者→店舗・回収拠点	0	円/本	消費者持参もしくは宅配帰り便を利用	②
	貯留・保管費	店舗・回収拠点	0.7	円/本		②
	回収機のリース料(円/本)		5 ~ 26	円/本	月当たりの回収量を1000~5000本/台と想定	①
D. 回収委託費	搬送費	店舗・回収拠点→仕分・回収センター	2.9	円/本	広域展開ケースでは費用が2倍となると想定	②
		仕分・回収センター→洗浄工場	2.6	円/本	広域展開ケースでは費用が2倍となると想定	②
	保管費	回収・分別センター	1.8	円/本		②
E. 洗浄委託費	搬送費	洗浄工場→充填工場	2.6	円/本		②
	保管費	洗浄工場	0.4	円/本		②
	洗浄費		20 ~ 40	円/本	実証実験データ、パルスシステムヒアリング等より設定	①、④
F. 再商品化委託費用	再商品化委託費用	0.1 ~ 3.6	円/本	H12~H21年度指定法人委託単価より(ボトル1本40gと想定)	⑤	
	事業系回収分処理委託費用	5.2 ~ 8.7	円/本	指定法人委託単価+市町村分別収集費用と想定	⑥	
(参考)市町村分別収集・選別費用			8.1	円/本		⑥

- 出典:① 平成20年度リターナブルPETボトル実証実験データ
 ② パルスシステム生活協同組合連合会「リターナブル容器の活用による省エネルギー型社会構築調査」(平成17年)
 ③ 容器包装利用・製造等実態調査データ等に基づく推計値
 ④ パルスシステム生活協同組合連合会へのヒアリング調査
 ⑤ (財)日本容器包装リサイクル協会のH12~H21年度指定法人委託単価
 ⑥ 環境省「平成16年度 効果検証に関する評価事業調査(市区町村等における分別収集・選別保管費用に関する調査)」
 ⑦ 経済産業省「生産動態統計」

3. コスト分析結果

1.～2.を踏まえ、各シナリオに関してコスト算定について試行を実施した。結果（試算における課題が多く残っていることから、「検討イメージ」とした）は次ページのとおりである。

いずれのシナリオにおいても、リターナブル容器導入による容器購入費及び再商品化委託費の削減分と回収・保管・洗浄に関する費用の増加分がどの程度となるかでどちらが有利かが変わってくる。以下、各シナリオについて見ていくこととする。

クローズドシナリオ（地域限定ケース）においては、リターナブルで41.7～71.0円/本、ワンウェイで31.6～55.2円/本という結果となった。内訳を見ると、リターナブルでは洗浄委託費、容器購入費が、ワンウェイでは容器購入費の寄与が相対的に大きいことが窺える。

クローズドシナリオ（広域展開ケース）においては、リターナブルで47.2～74.1円/本、ワンウェイで31.6～55.2円/本という結果となった。内訳を見ると、リターナブルでは洗浄委託費、回収委託費、容器購入費が、ワンウェイでは地域限定ケースと同じく容器購入費の寄与が相対的に大きいことが見て取れる。

オープンシナリオ（地域限定ケース）においては、リターナブルで56.3～103.9円/本、ワンウェイで31.6～55.2円/本という結果となった。内訳を見ると、リターナブルでは洗浄委託費、容器購入費が、ワンウェイでは容器購入費の寄与が相対的に大きい結果となっている。

オープンシナリオ（広域展開ケース）においては、リターナブルで62.2～112.8円/本、ワンウェイで31.6～55.2円/本という結果となった。内訳を見ると、リターナブルでは洗浄委託費、容器購入費が、ワンウェイでは容器購入費の寄与が相対的に大きい結果となっている。

シナリオ間で比較すると、クローズドシナリオ、オープンシナリオともに、地域限定ケースに比べ広域展開ケースのリターナブルのコストが大きくなる結果となった。回収委託費の差が大きな要因であり、広域展開するに従って店舗から回収センターへの回収にかかる費用が大きくなると推察される。

クローズドシナリオとオープンシナリオ間の比較においては、クローズドシナリオに比べオープンシナリオのリターナブルのコストが大きくなる結果となった。要因としては、回収・保管費用と容器購入費の差が顕著であり、特に、回収・保管費用の中でもオープンシナリオでは自動回収機レンタル費用が発生することが大きな差となっている（ただし、回収本数が多くなれば費用の削減が可能である点に留意が必要である）。また、オープンシナリオにおいてはリターナブルの再商品化委託費用が発生すること、同じくオープンシナリオの広域展開ケースにおいては、回収委託費の保管費用が大きくなっていることも要因に挙げられる。

なお、ワンウェイでは今回試算したコスト以外に自治体の分別収集・選別コストを要する点についても考慮しておく必要がある。

表 コスト評価結果（検討イメージ）

シナリオ		①クローズドシナリオ		①クローズドシナリオ		②オープンシナリオ		②オープンシナリオ	
モデルケース		ア. 地域限定ケース		イ. 広域展開ケース		ア. 地域限定ケース		イ. 広域展開ケース	
前提条件	販売形態	宅配		宅配		店頭		店頭	
	回収率(%)	95%		90%		70%		60%	
	洗浄歩留まり	99%		99%		99%		99%	
	回転数(回/年)	7.7		6.3		3.2		2.5	
	平均耐用回数(回)	10		10		10		10	
コスト(単位:円/本)		リターナブル	ワンウェイ	リターナブル	ワンウェイ	リターナブル	ワンウェイ	リターナブル	ワンウェイ
A. 容器購入費		8.8 ~ 17.6	26.3 ~ 43.9	9.6 ~ 16.0	26.3 ~ 43.9	17.7 ~ 23.1	26.3 ~ 43.9	16.4 ~ 27.3	26.3 ~ 43.9
	ボトル	3.5 ~ 8.7	21.0 ~ 35.0	4.3 ~ 7.1	21.0 ~ 35.0	12.4 ~ 14.1	21.0 ~ 35.0	11.0 ~ 18.3	21.0 ~ 35.0
	キャップ	3.8 ~ 6.3	3.8 ~ 6.3	3.8 ~ 6.3	3.8 ~ 6.3	3.8 ~ 6.3	3.8 ~ 6.3	3.8 ~ 6.3	3.8 ~ 6.3
	ラベル	1.6 ~ 2.6	1.6 ~ 2.6	1.6 ~ 2.6	1.6 ~ 2.6	1.6 ~ 2.6	1.6 ~ 2.6	1.6 ~ 2.6	1.6 ~ 2.6
B. ケース購入費等		1.9 ~ 2.4	3.8 ~ 6.3	1.9 ~ 2.4	3.8 ~ 6.3	1.9 ~ 2.4	3.8 ~ 6.3	1.9 ~ 2.4	3.8 ~ 6.3
	P箱	1.9 ~ 2.4		1.9 ~ 2.4		1.9 ~ 2.4		1.9 ~ 2.4	
	段ボール		3.8 ~ 6.3		3.8 ~ 6.3		3.8 ~ 6.3		3.8 ~ 6.3
C. 回収・保管費用		0.7 ~ 0.7		0.7 ~ 0.7		5.9 ~ 26.7		5.9 ~ 26.7	
	回収(消費者→店舗・配送センター)	0.0		0.0		0.0		0.0	
	保管費用(店舗・配送センター)	0.7		0.7		0.7		0.7	
	自動回収機レンタル費用					5.2 ~ 26.0		5.2 ~ 26.0	
D. 回収委託費		7.3 ~ 7.3		12.0 ~ 12.0		7.3 ~ 7.3		12.0 ~ 12.0	
	回収(店舗→回収センター)	2.9		5.8		2.9		5.8	
	保管費用	2.6		2.6		2.6		2.6	
	運搬(回収センター→洗浄工場)	1.8		3.6		1.8		3.6	
E. 洗浄委託費		23.0 ~ 43.0		23.0 ~ 43.0		23.0 ~ 43.0		23.0 ~ 43.0	
	洗浄委託費用	20.0 ~ 40.0		20.0 ~ 40.0		20.0 ~ 40.0		20.0 ~ 40.0	
	保管費用	0.4		0.4		0.4		0.4	
	運搬(洗浄工場→充填工場)	2.6		2.6		2.6		2.6	
F. 再商品化委託費用			1.5 ~ 5.0		1.5 ~ 5.0	0.5 ~ 1.5	1.5 ~ 5.0	0.5 ~ 1.5	1.5 ~ 5.0
	指定法人委託費用		0.0 ~ 2.5		0.0 ~ 2.5	0.0 ~ 0.8	0.0 ~ 2.5	0.0 ~ 0.8	0.0 ~ 2.5
	事業系回収分処理委託費用		1.5 ~ 2.5		1.5 ~ 2.5	0.4 ~ 0.7	1.5 ~ 2.5	0.4 ~ 0.7	1.5 ~ 2.5
A. ~F. 合計		41.7 ~ 71.0	31.6 ~ 55.2	47.2 ~ 74.1	31.6 ~ 55.2	56.3 ~ 103.9	31.6 ~ 55.2	59.6 ~ 112.8	31.6 ~ 55.2
(参考)									
自治体分別収集・選別コスト(円/本)			8.1		8.1		8.1		8.1

4. 今後の課題

本事業におけるコスト分析については、データ入手における制約等があり、試行の域を出るものとはなっていない。したがって、試算結果の活用にあたっては、試算における限界を理解した上で、慎重な取扱が望まれる。

以下、試算結果へ及ぼす影響が大きいと考えられる事項について今後の課題として整理した。

表 コスト分析に関する今後の課題

	留意事項
イニシャルコストの取扱	今回の試算においては、明示的にはランニングコストのみを評価対象とした。特に、洗浄プロセスにおけるイニシャルコストが大きいと考えられるが、これらについては洗浄事業者への委託料として計上している。洗浄事業者における設備投資の必要性等の実態を把握した上で、より適切な値を設定することが望まれる。
実証実験データの活用における限界	今回の試算においては、販売規模として10万本/年、100万本/年という値を設定した。一方、別途実施した実証実験での販売規模は2000本であり、事業として想定すべき販売規模としては極めて少ない。したがって、実証実験データに基づくデータの多くは事業化レベルと比較して過大となっていることが想定される。試算にあたっては、実証実験データは参考程度とし、事業化レベルを想定したシミュレーションを別途実施する必要がある。
適切な事業化シナリオの設定	上記課題にも関連するが、より精度の高いコスト分析を実施するためには、まず、事業化に向けたシナリオを具体化し、そのシナリオに沿う形でデータの収集を行うことが望まれる。特に以下の点において、シナリオを具体化することが望まれる。 <ul style="list-style-type: none"> ・ 販売規模、販売地域 ・ 回収のインフラ（びん商の協力は得られるか） ・ 洗浄施設の整備（どの程度の設備投資が必要か、どこに立地するか等）
調査対象容器の容量や形状の違いによる影響の分析	現状の市場におけるミネラルウォーターの主流は2Lボトルであることから、シナリオでは2Lボトルについての比較検討を行った。一方で、別途実施したリターナブルPET

	留意事項
	<p>ボトル実証実験における採用容器は1.5Lボトルとなっている。</p> <p>また、リターナブル容器の洗浄を念頭におくと丸型ボトルが適していると考えられるが、現行のミネラルウォーターの主流は角形ボトルである。ボトルの形状は輸送時の積載率にも影響を及ぼすことが想定される。</p> <p>コスト分析を実施していくにあたっては、これらの容量、形状の違いにも配慮が必要であると考えられる。</p>
データの不確実性への配慮	<p>今回の試算では、用いたデータの不確定要素が大きいことから、結果は幅を持たせた数値で表現した。シナリオでの設定条件やPETボトルの市況変動などの影響を受けて、分析結果の変動幅はある程度大きくなることが想定されることから、結果については、誤解を与えることがないように十分に配慮する必要がある。</p>
実施規模を反映した試算の実施	<p>今回の試算では販売本数の異なる2つのケースを設定し、それぞれについて試算を実施したが、実施規模（販売本数等）が直接コストに影響するような計算プロセスとなっていない。今後、分析の精度を高めて行くにあたっては、販売規模などによる影響（スケールメリット等）についても考慮した計算が必要と考えられる。また、計算結果から適正な実施規模を導くようなアプローチも想定される。</p>