

## プラスチック製容器包装の再商品化に伴う環境負荷の削減効果について

平成 21 年 9 月

### 1. 検討の背景

プラスチック製容器包装の再商品化については、そのLCA分析について、中央環境審議会プラスチック製容器包装に係る再商品化手法専門委員会及び産業構造審議会プラスチック製容器包装に係る再商品化手法検討会合同会合の取りまとめ（平成19年6月）において、「現状では、手法ごとに一層の改善を図る際の参考指標としては活用し得るものの、各手法間の比較を行うに当たっては、環境負荷の項目等の比較対象や比較範囲、前提条件の設定、根拠となるデータのばらつきといった観点から、なお精査が必要である。このため、このようなLCAの分析については今後も継続的に検討を行っていく必要がある。」と指摘されている。

これを受け、近年行われた代表的な検討である（財）日本容器包装リサイクル協会（以下「容リ協会」という。）の「プラスチック製容器包装再商品化手法に関する環境負荷等の検討」（平成19年6月、以下「容リ協会報告書」という）の報告等の既存研究をもとに、既に前提条件の精査による再商品化手法ごとの環境負荷削減効果の比較、容器包装リサイクル全体での環境負荷削減効果について検討を行った。その結果、再商品化手法ごとの環境負荷削減効果の比較・優劣の判断には、LCAの条件設定においてなお課題が多く、既存の検討結果も踏まえつつ引き続き検討を進めることが重要であることが分かった。また、容器包装リサイクル全体での環境負荷削減効果は、容器包装リサイクルを行わない場合と比較して一定の効果を上げていることが明らかになったところである。

今般、現行の容器包装リサイクル制度の効果や、排出側の取組による効果、容器包装以外のプラスチックを含めた場合の環境負荷削減効果について、検討テーマ及び各テーマにおける評価シナリオを設定し、プラスチック製容器包装のLCA分析について更なる検討を行った。

### 2. 環境負荷低減に向けた検討テーマの設定

本調査では検討テーマを以下の通り設定した。各検討テーマに対し、それらを明らかにするための評価シナリオを設定しLCA分析を行った。

- (A) 現行の容器包装リサイクル制度の効果について、消費者の疑問に答えることのできる検討テーマ
- (B) ごみ排出側の取組によって環境負荷が変わりうることを示す検討テーマ
- (C) 容器包装以外のプラスチックを含める場合の検討テーマ

各検討テーマにおける評価シナリオ、その概要、システム境界は表1のとおりとなる。

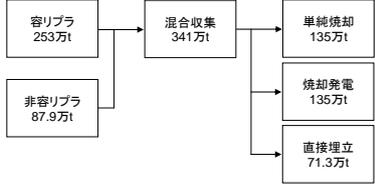
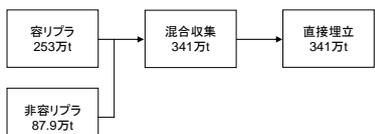
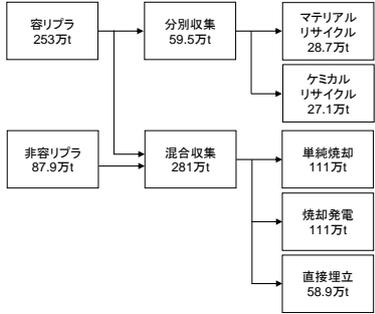
表 1 検討テーマ設定の概要とシステム境界

評価シナリオ	概要	システム境界	シナリオフロー図（概要）
『有効利用なしシナリオ:全量単純焼却』	容リプラ <sup>1</sup> 及び非容リプラの全量が混合収集 <sup>2</sup> され、単純焼却されるシナリオ	混合収集から焼却処理まで	
A A-1. 現行容リ法シナリオ	<p>(A-1-a. 現状)</p> <p>現状の処理フローを基に、容リプラの一部が分別収集後にリサイクル、残りが混合収集後に自治体で処理・処分されるシナリオ</p> <p>※非容リプラは全量を混合収集し、自治体で処理・処分 ※各手法の処理・処分量は現行の処理割合から算出</p>	分別収集から製品の廃棄まで (システム境界の終点は、再商品化手法別に適正に設定)	
	<p>(A-1-b. 混合収集分を高効率焼却発電)</p> <p>現状の処理フローを基に、容リプラの一部が分別収集後にリサイクル、残りが混合収集後に全量を「高効率のごみ発電付き焼却施設で焼却」されるシナリオ</p> <p>※非容リプラも全量を混合収集し、高効率のごみ発電付き焼却施設で焼却 ※各手法の処理・処分量は現行の処理割合から算出</p>	A-1-a. と同様	
	<p>(A-1-c. 全量分別リサイクル)</p> <p>容リプラの全量が分別収集<sup>3</sup>後にリサイクルされるシナリオ</p> <p>※非容リプラは全量を混合収集し、自治体で処理・処分 ※各手法の処理・処分量は現行の処理割合から算出</p>	A-1-a. と同様	

<sup>1</sup> 容リプラとは、現行の容器包装リサイクル法の対象であるプラスチック製容器包装をいう。

<sup>2</sup> ここでの混合収集とは、「自治体での処理・処分を目的に可燃ごみとして収集」された場合を指す。

<sup>3</sup> このシナリオでは、家庭ごみ中の容リプラが全量分別収集されることを想定しているが、現実的には容リプラの全量が分別収集されることは困難であると考えられる。ここではあくまで、焼却発電や埋立との比較により、リサイクルの環境負荷削減ポテンシャルを測るためのシナリオとして設定している。

	評価シナリオ	概要	システム境界	シナリオフロー図（概要）
	A-2. 全量自治体処理・処分シナリオ	容リプラ及び非容リプラの全量が混合収集され、自治体で処理・処分されるシナリオ ※各手法の処理・処分量は現行の処理割合から算出	混合収集から処理・処分まで	
	A-3. 高効率焼却発電促進シナリオ	容リプラ及び非容リプラの全量が混合収集され、高効率のごみ発電付き焼却施設で焼却されるシナリオ	混合収集から焼却処理まで	
	A-4. 全量埋立シナリオ	容リプラ及び非容リプラの全量が混合収集され、不燃ごみとして埋立処分されるシナリオ	混合収集から埋立処分まで ※処分場から発生するメタンは対象外	
B	B-1. 現行容リ法シナリオ	A-1-a. と同様	A-1-a. と同様	A-1-a. と同様
	B-2. 高品質なベールをリサイクルするシナリオ	容リプラの一部が分別収集後にリサイクル、S残りが混合収集後に自治体で処理・処分されるシナリオ 分別収集がより精緻化され、高品質なベールが製造されると想定 ※ベール品質の変化による再商品化手法の他工程利用プラスチック <sup>4</sup> 発生量の変化及び処理フローの変化も考慮 ※非容リプラは全量を混合収集し、自治体で処理・処分 ※各手法の処理・処分量は現行の処理割合から算出	A-1-a. と同様	
C	C-1. 現行容リ法シナリオ	A-1-a. と同様	A-1-a. と同様	A-1-a. と同様

<sup>4</sup> 他工程利用プラスチックとは、再商品化の本工程前の処理において、当該工程に不適な素材として事前分別されたプラスチックをいう。これらは、ケミカルリサイクルや熱回収等による有効利用が可能であり、また、分別基準適合物の質によってもその発生量等が大きく異なる。従前の「残渣」という用語では、当該再商品化手法において利用されなかった後他の一切の利用が困難な残渣物であり、また、その発生率等が当該手法に起因する固有のものであるかの印象を与えるため、ここでは「他工程利用プラスチック」とした。

	評価シナリオ	概要	システム境界	シナリオフロー図（概要）
	<p>C-2. 非容リプラも含む・PP/PEのみMRシナリオ</p>	<p>容リプラと非容リプラを含めたうえで、</p> <p>①PP・PEのみを分別収集、全量を材料リサイクル</p> <p>②全てのプラを分別収集、全量をケミカルリサイクル</p> <p>する自治体が1:1となるシナリオ</p> <p>※分別収集と混合収集の比は、現状の値を反映</p> <p>※ベール品質の変化による再商品化手法の他工程利用プラスチック発生量の変化及び処理フローの変化も考慮</p> <p>※混合収集されたプラは、自治体で処理・処分</p> <p>※各手法の処理・処分量は現行の処理割合から算出</p>	A-1-a. と同様	<pre> graph LR     A[容リプラ 253万t] --&gt; B[分別収集 ※PP/PEのみ 29.7万t]     A --&gt; C[分別収集 ※全てのプラ 43.4万t]     D[非容リプラ 87.9万t] --&gt; C     D --&gt; E[自治体混合収集 268万t]     B --&gt; F[マテリアルリサイクル 28.2万t]     C --&gt; G[ケミカルリサイクル 41.2万t]     E --&gt; H[単焼 106万t]     E --&gt; I[焼却発電 106万t]     E --&gt; J[直接埋立 56.0万t] </pre>
	<p>C-3. 非容リプラも含む・CRシナリオ</p>	<p>容リプラと非容リプラを含めたうえで、非容リプラが現状の容リプラと同割合で分別収集され、CRされるシナリオ</p> <p>※混合収集されたプラは、自治体で処理・処分</p> <p>※各手法の処理・処分量は現行の処理割合から算出</p>	A-1-a. と同様	<pre> graph LR     A[容リプラ 253万t] --&gt; B[分別収集 86.8万t]     A --&gt; C[混合収集 254万t]     D[非容リプラ 87.9万t] --&gt; C     B --&gt; E[ケミカルリサイクル 83.0万t]     C --&gt; F[単焼 100万t]     C --&gt; G[焼却発電 100万t]     C --&gt; H[直接埋立 53.1万t] </pre>

※ シナリオフロー図（概要）中の数値は各過程における廃プラスチックのフロー量を表す。

※ シナリオフロー図（概要）では、他工程利用プラスチックの発生や独自ルート再商品化などの過程を省略しているため、フロー量の合計が一致しない場合がある。

### 3. LCI（ライフサイクル・インベントリ）データの収集・整備

#### （1）ベール品質の設定

今回、検討テーマ B において「高品質なベール」の評価や、検討テーマ C において「PE/PP のみをリサイクル」した場合の評価を行うにあたって、ベール品質はベール組成に影響を及ぼすと想定し、ベール組成を以下の観点から設定した。

- ・ 容リ協会ベール品質調査において、「ベール品質」とは「容器包装比率」、「汚れ（外観）、破袋度」、「禁忌品の有無」で評価が行われている。
- ・ このベール品質調査における評価結果とベール組成についての明確な関連は得られていないが、今回の検討においてはベール品質向上によってベール組成が変化する（例えば、その他や金属類、水分等の割合が減る、など）ものとした。
- ・ 容リ協会資料によれば、A ランクベールの容器包装比率の平均は 95.3 %で、それ以外の異物構成比は 4.7 %である。
- ・ したがって、容器包装比率を 95 %とし、これを現行の PE、PP、PET、PS、PVC の比で比例配分した組成を、「ベール品質が向上した場合のベール組成」と考えることとする。
- ・ 「PP/PE のみを分別収集した場合のベール組成」に関しては、検討に際しての参考となりうる資料がなかったため、PP/PE の割合が増加することを前提にベール組成の推計を行った。

各検討テーマ・評価シナリオにおけるベール組成の設定は表 2 のとおりとなる。

表 2 今回の検討におけるベール組成

	PE	PP	PS	PET	PVC	その他	金属類	水分	合計
現行* (下記以外のシナリオ)	30.2 %	21.1 %	17.7 %	13.8 %	4.9 %	2.4 %	2.6 %	7.3 %	100.0 %
シナリオ B-2. ベール品質が向上した場合**	32.7 %	22.9 %	19.2 %	14.9 %	5.3 %	1.0 %	1.1 %	3.0 %	100.0 %
シナリオ C-2. PE/PP のみをリサイクルした場合***	44.2 %	30.8 %	9.1 %	7.1 %	2.5 %	1.2 %	1.3 %	3.7 %	100.0 %

\* プラスチック処理促進協会の数値を基に容リ協会報告書において設定されたベールの成分割合を使用。

\*\* PE、PP、PET、PS、PVC の合計を 95 %とし、現行の割合で比例配分。残り 5 %をその他、金属類、水分で比例配分した。

\*\*\*PE、PP の合計を 75 %とし、現行の割合で比例配分。残り 25 %を PET、PS、PVC、その他、金属類、水分で比例配分した。

## (2) 各再商品化手法の環境負荷

各評価シナリオにおけるプラスチック製容器包装の再商品化手法別環境負荷については、昨年調査と同様に容リ協会報告書の値を用いたが、今回の検討テーマである、「高品質なベールをリサイクルした場合」や「PE/PPのみを回収した場合」については、再商品化手法における LCI データも変化することが予想されることから、再商品化事業者へのヒアリングを実施した。

ベール品質が変わった場合の再商品化プロセスへの影響について再商品化事業者へヒアリングを行った結果は表 3 のとおりとなる。

表 3 ベール品質が変わった場合の再商品化プロセスへの影響についてのコメント

	ベール品質が変わった場合の再商品化プロセスへの影響について
事業者 A	<ul style="list-style-type: none"> <li>自動選別機は一定割合で不純物を除去する。そのため、ベール品質の向上によって不純物の量が減少すれば、最終製品の品質は向上する。</li> <li>品質向上とは具体的にペレットの流動性や比重の向上、塩素濃度の低下等。</li> <li>品質向上により、より高品質が要求される製品への利用が考えられる。 例) PP バンド、フィルム (PP)、弁当箱 (PS)</li> <li>基本的に黒色の製品にしか利用できない。</li> <li>再商品化製品の臭気は PVC/PVDC の炭化物が原因のため、品質向上による臭いの改善も考えられる。</li> </ul>
事業者 B	<ul style="list-style-type: none"> <li>ベール品質の向上は、製品品質の向上、分別・洗浄工程のエネルギー消費量及び環境負荷の減少、他工程利用プラスチック発生量の減少、再商品化工程機材の耐久性向上、メンテナンス作業の削減等の好影響をもたらすと考えられる。</li> <li>ベール品質の向上した場合の再商品化製品の用途には、コンパウンドや建材、パレット等が考えられる。特にコンパウンドの需要は高品質になるほど多くなる。</li> <li>コンパウンドの作製には物性の基準を満たすために、バージンプラスチックを添加する。製品品質が向上すれば物性も向上するため、バージンプラスチックの添加率を減少させることが可能である。</li> <li>PP・PE の割合が増加した場合には、他工程利用プラスチック発生量を減少させられる可能性が高い。</li> </ul>
事業者 C	<ul style="list-style-type: none"> <li>再商品化事業者の多くは、ベール品質がある程度悪いことを想定して設備のスペックを決めている。よって、ベール品質が向上したことによる再商品化プロセスの効率向上はあまり期待できない。</li> <li>PVC やラップの割合が低くなれば製品品質のコントロールは容易になる。</li> <li>PET、PS、異物の混入が少なくなれば、比重があがるので、ベールの単位時間あたり処理量が増え、工程エネルギーの削減に繋がる可能性があるかもしれない。</li> </ul>
事業者 D	<ul style="list-style-type: none"> <li>ベール品質の向上により、他工程利用プラスチック処理量の減少、水処理時の薬品投入量の減少、洗浄水使用量の減少、破碎機の刃交換回数の減少等が可能となる。また、製品の臭気減少等の効果も考えられる。</li> <li>ベール中の PP、PE 率の増加により、再商品化工程における他工程利用プラスチック処理量が減少すると考えられる。また、製品中の主成分率の向上による再商品化製品の高品質化（軽量化・耐久性向上等）も考えられる。</li> <li>現状と異なる用途・製品の製造は難しい。</li> </ul>

## 4. 環境負荷分析の実施

### (1) 検討テーマ (A)

〈現行の容器包装リサイクル制度について消費者の疑問に答えることのできる検討テーマ〉

検討テーマAにおいては、以下の点について定量的に環境負荷の分析を行った。

- 分別収集・リサイクルすることにより、環境負荷が削減されたのか？
- リサイクルするよりも焼却してエネルギー回収した方が CO2 排出は少ないのではないか？
- 容リプラを埋め立てていた時と比較して、どの程度埋立処分量は減ったのか？

#### ア. 分別収集・リサイクルすることにより、環境負荷が削減されたのか？

分別収集・リサイクルによる環境負荷削減の効果 (CO2 排出量の削減効果及び各種資源節約効果) を検討するため、以下の3シナリオの比較を行った。

- 分別収集・リサイクルをせずに全量を単純焼却するシナリオ (①: 有効利用なしシナリオ)
- 分別収集・リサイクルをせずに通常の可燃ごみと同様に自治体で処理・処分を行うシナリオ (②: A-2. 全量自治体処理・処分シナリオ)
- 現行の容リ法下においてリサイクルを行うシナリオ (③: A-1-a. 現行容リ法シナリオ (現状))

処理・処分の方法として全量を埋立処分するシナリオは、埋立処分場がなおひっ迫する現状では考えにくいことから、比較対象からは除外した。

結果は以下のとおりである<sup>5</sup>。

- ・ CO2排出量について、①分別なし (全量を単純焼却: 有効利用なしシナリオ) からの削減効果を見ると、②分別なし (全量を現行の焼却・埋立: シナリオ A-2.) で約243万トン-CO2、③分別・リサイクル (シナリオA-1-a.) で約333万トン-CO2となっている。
- ・ したがって、現状である③分別・リサイクルは②分別なし (全量を現行の焼却・埋立) と比較しても約90万トンのCO2削減効果があったといえる。これをゴミ1トンあたり<sup>6</sup>にすると、約0.24トンのCO2削減効果となる。

<sup>5</sup> 四捨五入によりグラフ中の各数値の合計が一致しない場合がある。以降の分析結果についても同様である。

<sup>6</sup> ここでは「ゴミ1トンあたり」を、自治体で再商品化もしくは処理・処分される容リプラの量 (容リプラ及び非容リプラのうち、自治体での分別収集分と混合収集分の合計から独自ルート再商品化を除いた量) 1トン当たりとした。以降の分析結果についても同様である。

- ・天然ガス、原油、石炭の消費量についても同様に、②分別なしと比較して③分別リサイクルのシナリオで削減効果大きい。
- ・上記のことから、現行の容器包装リサイクル制度によって環境負荷の削減につながっていることが分かる。

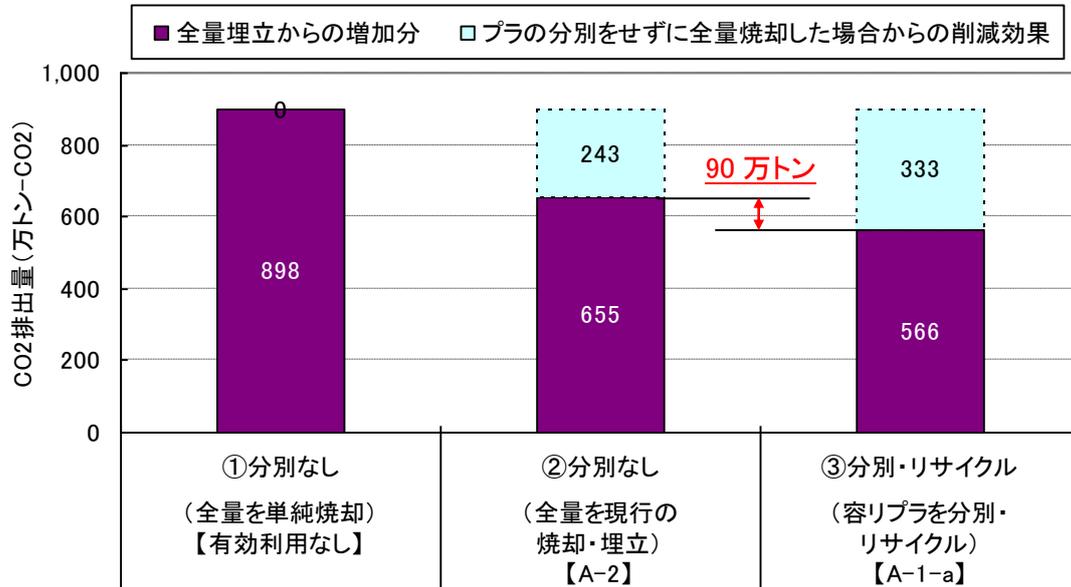


図1 分別収集・リサイクルを行った場合の環境負荷とその削減効果 (CO2)

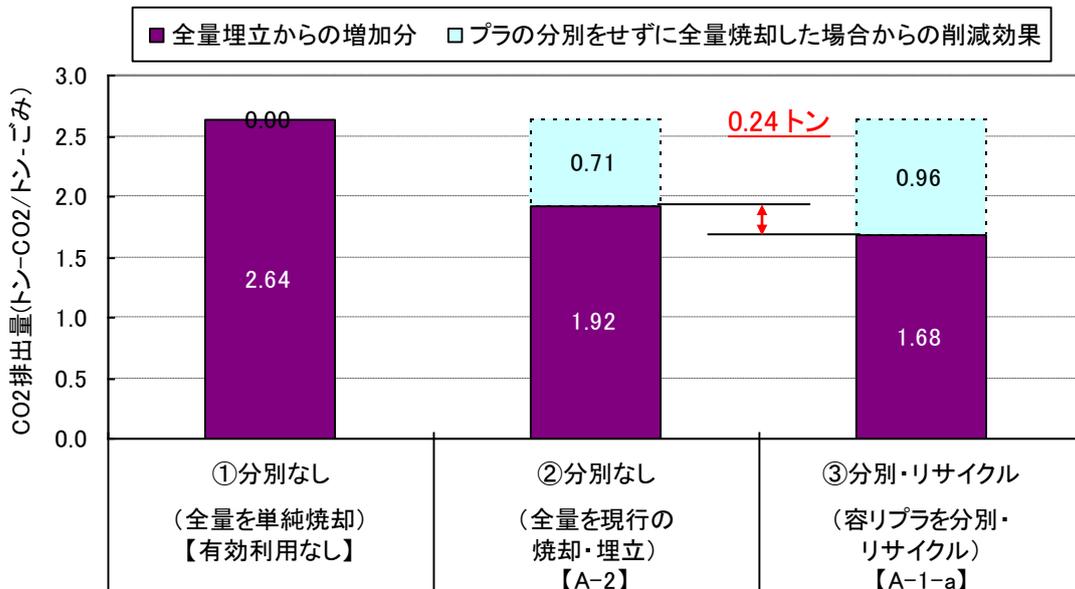


図2 分別収集・リサイクルを行った場合の環境負荷とその削減効果 (CO2、ごみ1トンあたり)

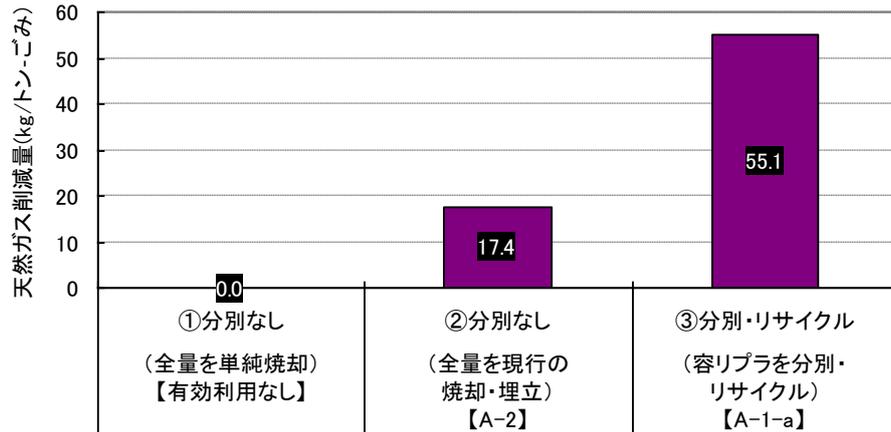


図3 分別収集・リサイクルを行った場合の環境負荷削減効果 (天然ガス、ごみ1トンあたり)

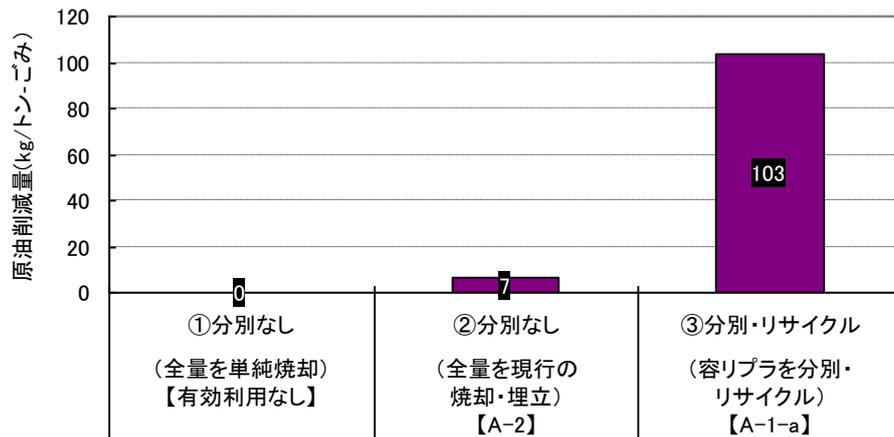


図4 分別収集・リサイクルを行った場合の環境負荷削減効果 (原油、ごみ1トンあたり)

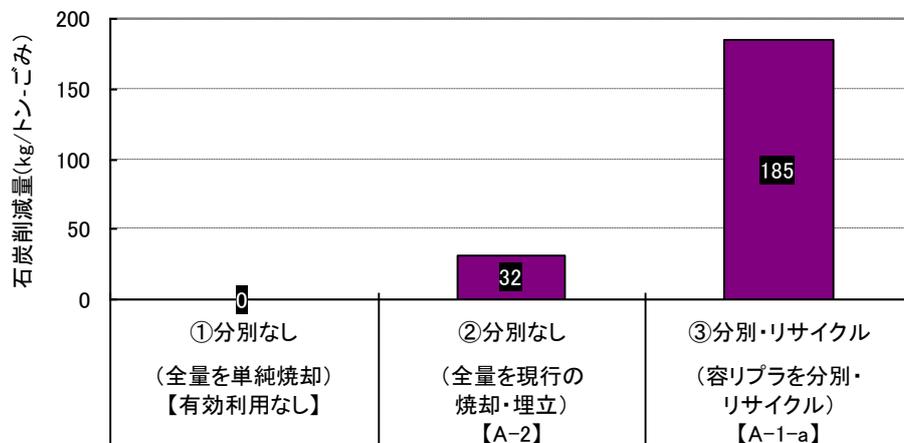


図5 分別収集・リサイクルを行った場合の環境負荷削減効果 (石炭、ごみ1トンあたり)

## イ. リサイクルするよりもサーマルリカバリーを行う方が CO2 排出は少ないのではないか？

分別収集・リサイクルするシナリオと分別収集せずにエネルギー回収するシナリオとして以下の4シナリオを設定し、環境負荷削減の効果を検討した。

- 分別収集・リサイクルをせずに全量を単純焼却するシナリオ（①：有効利用なしシナリオ）
- 分別収集・リサイクルをせずに高効率焼却発電を行うシナリオ（②：A-3. 高効率焼却発電促進シナリオ）
- 現行容リ法下での分別は維持しつつ、自治体混合収集分のプラ全量を高効率焼却発電するシナリオ（③：A-1-b. 現行容リ法シナリオ（混合収集分を高効率焼却発電））
- 現行容リ法下で、容リプラの全量を分別・リサイクルするシナリオ（④：A-1-c. 現行容リ法シナリオ（全量分別リサイクル））

結果は以下のとおりである。

- ・ CO2排出量について、①分別なし（全量を単純焼却：有効利用なしシナリオ）からの削減効果を見ると、②分別なし（全量を高効率焼却発電：シナリオA-3.）で約279万トン-CO2、③分別・リサイクル（リサイクル+高効率焼却発電：シナリオA-1-b.）で約362万トン-CO2であり、分別・リサイクルした方が、分別せずに全量を高効率焼却発電するよりも約83万トンのCO2削減効果があったといえる。ごみ1トンでは約0.23トンのCO2削減効果である。
- ・ 現在可燃ごみとして自治体処理・処分に回っている容リプラが仮に全量リサイクルされた場合（④：シナリオA-1-c.）の削減効果は約619万トン-CO2となり、③よりもさらに約257万トンのCO2削減につながる。
- ・ 原油、石炭の消費量についても同様に、②分別なしと比較して③、④の分別リサイクルのシナリオで削減効果が大きいですが、天然ガスについては容リプラの分別・リサイクルは分別せずに全量を高効率焼却発電するよりも環境負荷削減効果が小さい結果となっている。
- ・ 上記のことから、サーマルリカバリーを行うよりも、容器包装リサイクル制度下でリサイクルを行う方が、CO2の排出量は少ないことが分かる。

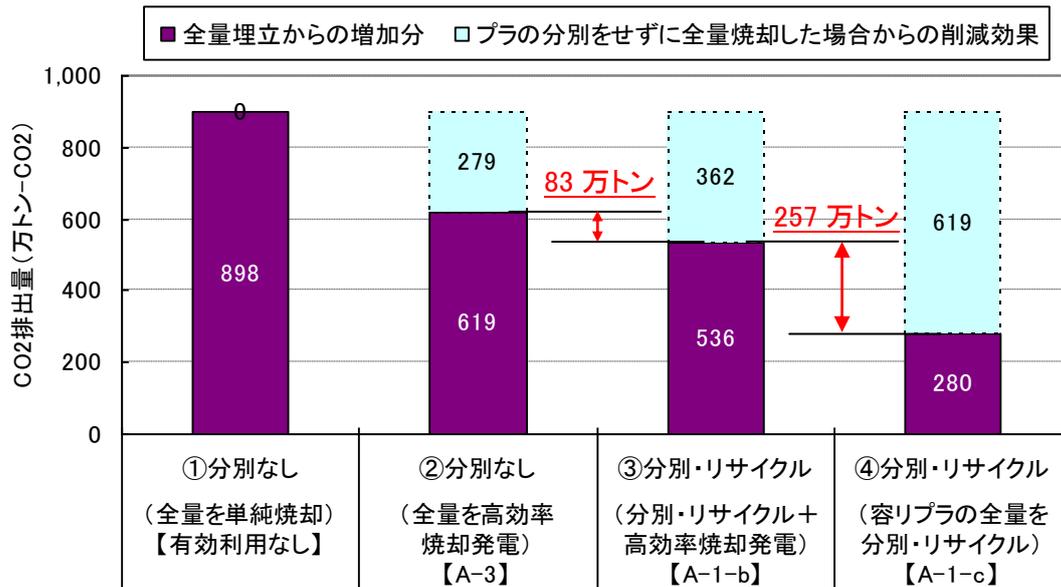


図6 リサイクルした場合とエネルギー回収した場合の環境負荷とその削減効果 (CO2)

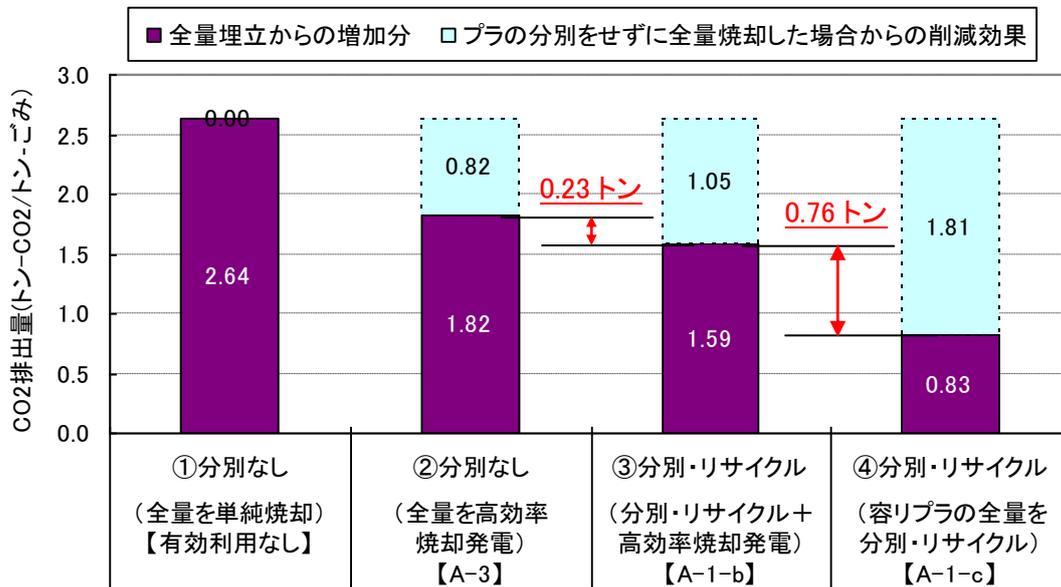


図7 リサイクルした場合とエネルギー回収した場合の環境負荷とその削減効果 (CO2、ごみ1トンあたり)

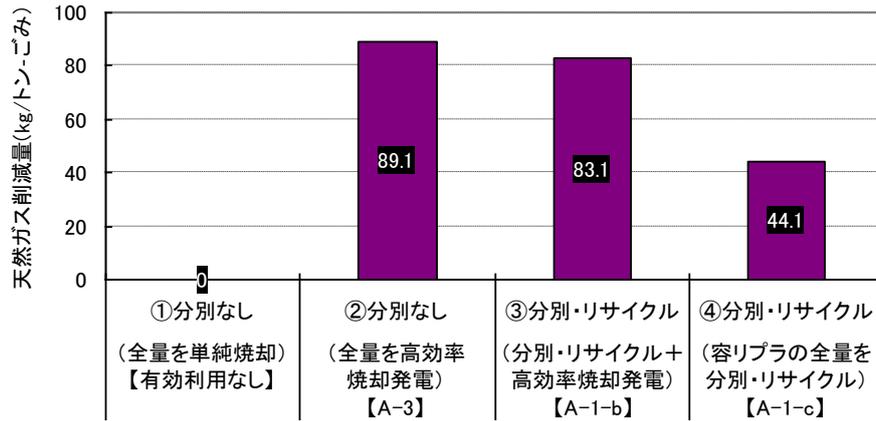


図8 リサイクルした場合とエネルギー回収した場合の環境負荷削減効果  
(天然ガス、ごみ1トンあたり)

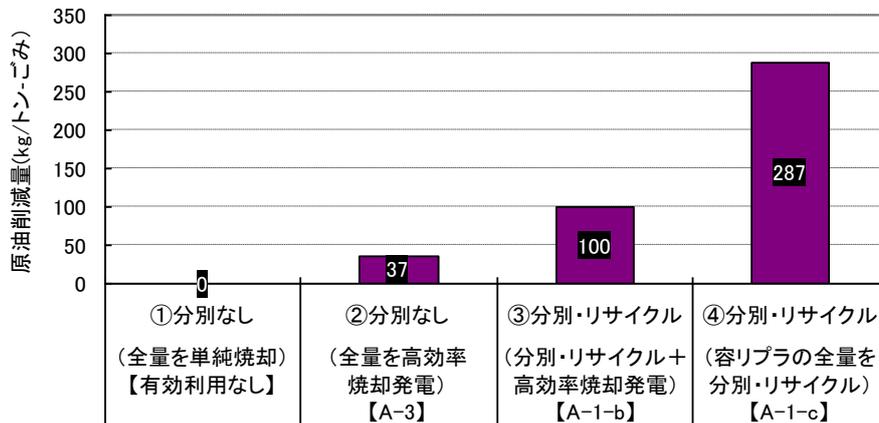


図9 リサイクルした場合とエネルギー回収した場合の環境負荷削減効果  
(原油、ごみ1トンあたり)

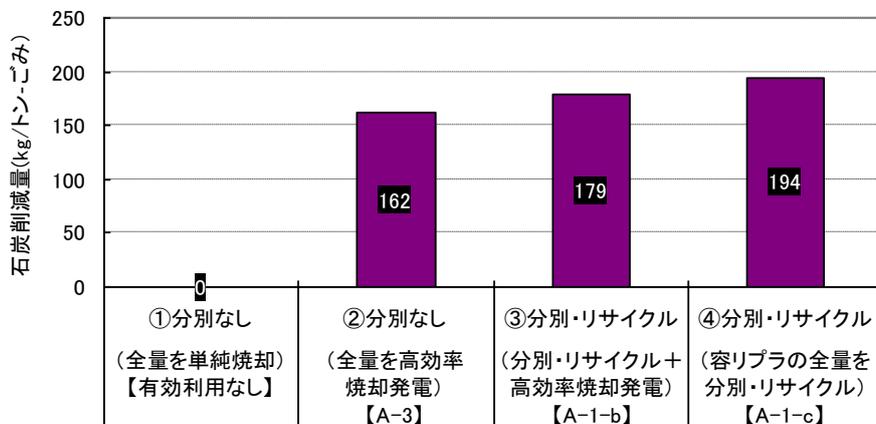


図10 リサイクルした場合とエネルギー回収した場合の環境負荷削減効果  
(石炭、ごみ1トンあたり)

## ウ. 容リプラを埋め立てていた時と比較して、どの程度埋立処分量は減ったのか？

容リプラを埋め立てていた場合と比較して、分別収集・リサイクルするシナリオではどの程度埋立処分量が削減できたのかを検討するため、以下の3シナリオについて比較を行った。

- 分別・リサイクルをせずに全量埋立するシナリオ（①：A-4. 全量埋立シナリオ）
- 分別収集・リサイクルをせずに通常の可燃ごみと同様に自治体で処理・処分を行うシナリオ（②：A-2. 全量自治体処理・処分シナリオ）
- 現行容リ法下においてリサイクルを行うシナリオ（③：A-1-a. 現行容リ法シナリオ（現状））

結果は以下のとおりである。

- ・ 埋立処分量の総量では、①分別なし（全量を埋立：シナリオA-4.）で約333万t、②分別なし（全量を現行焼却・埋立：シナリオA-2.）で約70万t、現状である③分別・リサイクル（現状：シナリオA-1-a.）で約56万tとなっている。
- ・ したがって、埋立処分量は、①全量埋立よりも③分別・リサイクルの方が約277万t少ないこととなる。
- ・ また、③分別・リサイクルを行った方が、②全量に現行の焼却・埋立方法を適用するよりも、埋立処分量は約13万トン少ない。
- ・ これは、現行の自治体処理処分において、リサイクル工程よりも多くの埋立が行われていることによる（本検討では、自治体処理処分のうち79%が焼却、21%が埋立と設定している<sup>7</sup>）。
- ・ 上記のことから、現行の容器包装リサイクル制度は、埋立処分量の減少に大きく寄与していることが分かる。

---

<sup>7</sup> （社）プラスチック処理促進協会「プラスチック製品・廃棄物・再資源化フロー図（2007年度）」における一般廃棄物の「廃棄物発電＋熱利用焼却＋単純焼却」と「埋立」の比率から、自治体処理処分における焼却と埋立の比率を設定

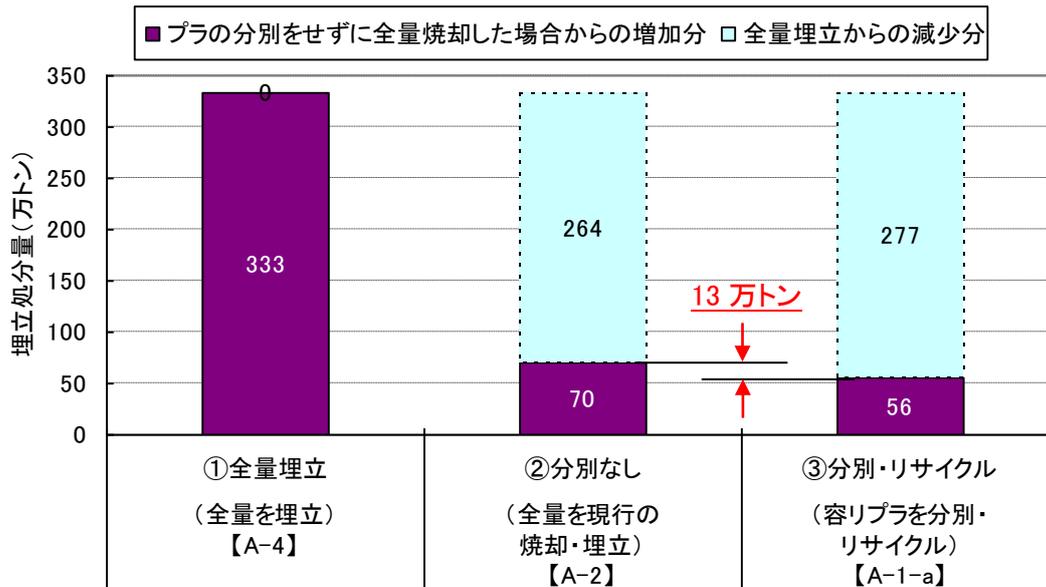


図 11 分別収集・リサイクルによる埋立処分量

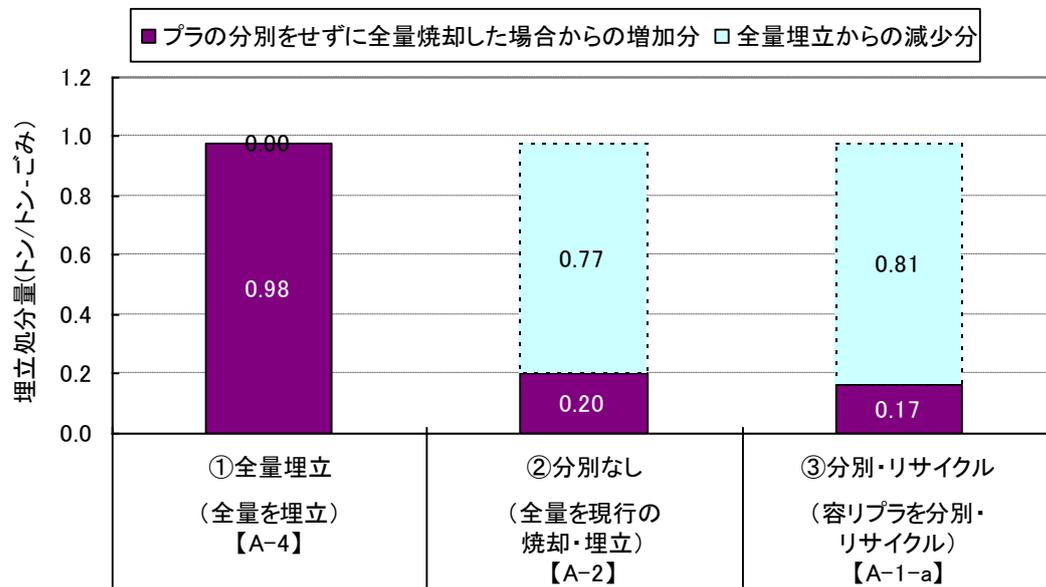
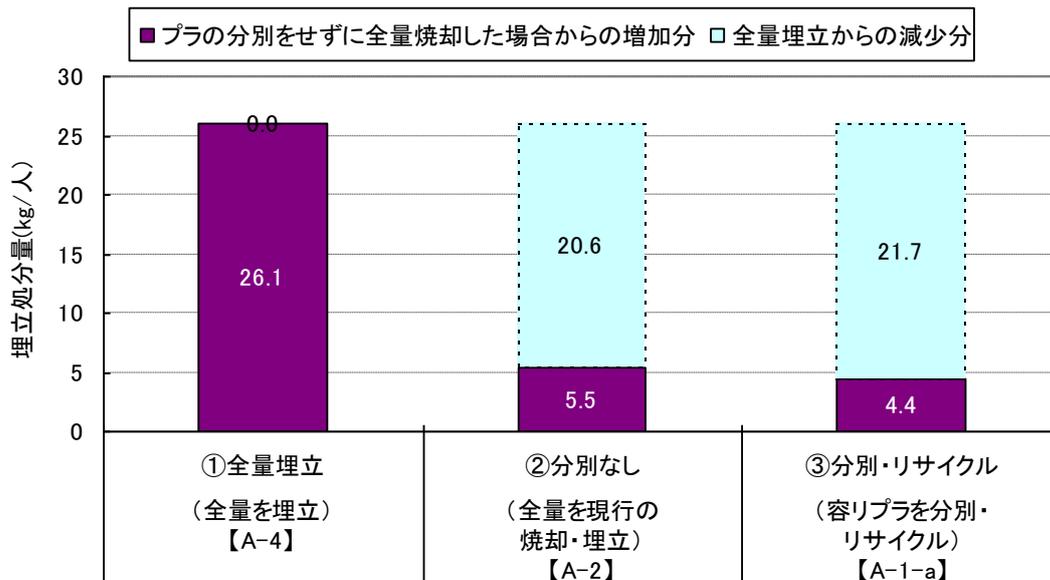


図 12 分別収集・リサイクルによる埋立処分量 (ごみ 1 トンあたり)



※「②分別なし」では、自治体処理処分のうち 79 %が焼却、21 %が埋立と想定。

図 13 分別収集・リサイクルによる埋立処分量（1人あたり）

## （2）検討テーマ（B）

＜ごみ排出側の取組によって環境負荷が変わりうることを示す検討テーマ＞

ごみ排出側の取組によってベール品質が向上し、それが全体の環境負荷にどのような影響を及ぼすのかを検討した。なお、選別工程に係るエネルギー消費量の減少等ベール品質による再商品化プロセスの LCI への影響や、より高品質な再商品化製品が製造されることによる代替効果の増加等再商品化製品の品質への影響についてはデータが十分でないため、今回の分析の対象外とした。したがって、ベール品質向上による環境負荷への影響は、製品率の向上による再商品化製品の生産量増加の効果とマテリアルフローが変わることによる処理方法の変化による影響が主なものとなる。検討に用いる評価シナリオは以下のとおり。

- 現行の容リ法下においてリサイクルを行うシナリオ（①現状：B-1. 現行容リ法シナリオ）
- 質の高い分別収集により高品質なベールを作製し、リサイクルを行うシナリオ（②ベール高品質化：B-2. 高品質なベールをリサイクルするシナリオ）

結果は以下のとおりである。

- CO<sub>2</sub>排出量の削減効果については、①現状(シナリオB-1.)が約333万t-CO<sub>2</sub>、②ベール高品質化(シナリオB-2.)が約331万トン-CO<sub>2</sub>であり、②ベールが高品質化した場合でも削減効果はほとんど変化していない。また、ごみ1トンあたりでも、①が約0.99トン-CO<sub>2</sub>/トン-ごみ、②が約0.98トン-CO<sub>2</sub>/トン-ごみとなり、ほぼ違いは無いものと考えられる。
- また、材料リサイクル、ケミカルリサイクル、焼却・エネ回収、埋立の内訳別にCO<sub>2</sub>排出量削減効果を見ても、両シナリオ間に大きな差は見られない。これは、両シナリオの主たる違いが、ベールの異物(本検討では「その他」、「金属」、「水分」と設定)が、再商品化工程後に他工程利用プラスチックとして処理されるか(現状:B-1)、自治体混合収集された後に処理されるか(ベール高品質化:B-2)であり、これらの処理の違いによるCO<sub>2</sub>排出削減量の差がほとんどないことから、全体としてもほぼ差がないという試算結果になったものと考えられる。
- なお、選別工程に係るエネルギー消費量の減少等ベール品質による再商品化プロセスのLCIへの影響や、より高品質な再商品化製品が製造されることによる代替効果の増加等再商品化製品の品質への影響については、今回は考慮していないが、下記【参考】に示すとおり、これらの影響による環境負荷削減効果が示唆されることから、これらのデータを把握し、設定することで、結果は十分変わりうるものと考えられる。

#### 【参考】

- 本検討では、ベールが高品質化した場合の再商品化工程におけるLCIデータの変化について、複数の再商品化事業者へのヒアリングを実施した。その結果、ベール品質が向上した場合には、選別工程の縮小等による再商品化工程の改善効果や、再商品化製品の品質向上などの効果が得られる可能性が高いことが明らかとなった。
- しかしながら、ベール品質向上による再商品化製品の品質向上については、その環境負荷の削減効果について定量的なデータを得るには至っていない。
- 再商品化工程の改善が再商品化手法の環境負荷に与える影響について、既存の再商品化工程において通常の運用を行った場合と、製造ラインの効率化等による運用状況の改善を行った場合のデータを用いて、検討を行った(図19)。この結果、再商品化工程の改善により環境負荷削減効果が向上することが示唆された。
- ベール品質の向上は、再商品化工程の改善に寄与する可能性が高いことから、環境負荷削減効果の向上にも資するものと考えられる。

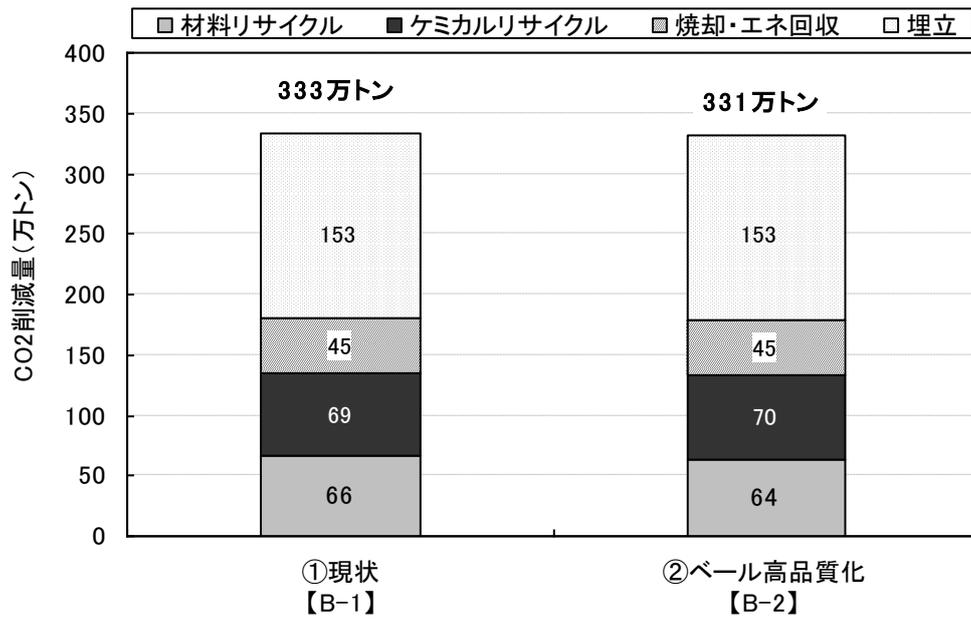


図 14 現状及びベール高品質化時の環境負荷削減効果 (CO2 排出量、総量)

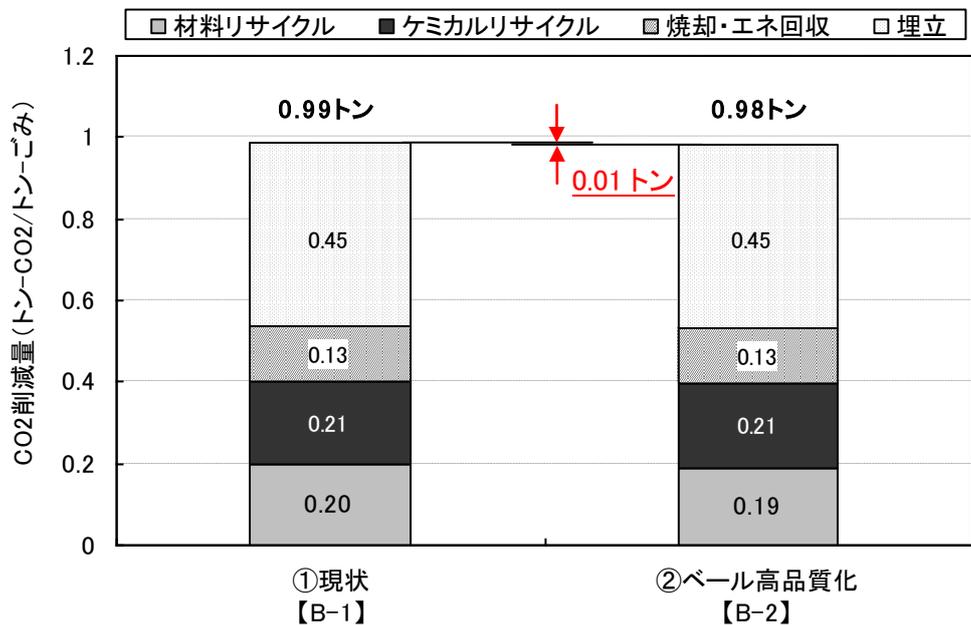


図 15 現状及びベール高品質化時の環境負荷削減効果 (CO2 排出量、ごみ 1 トンあたり)

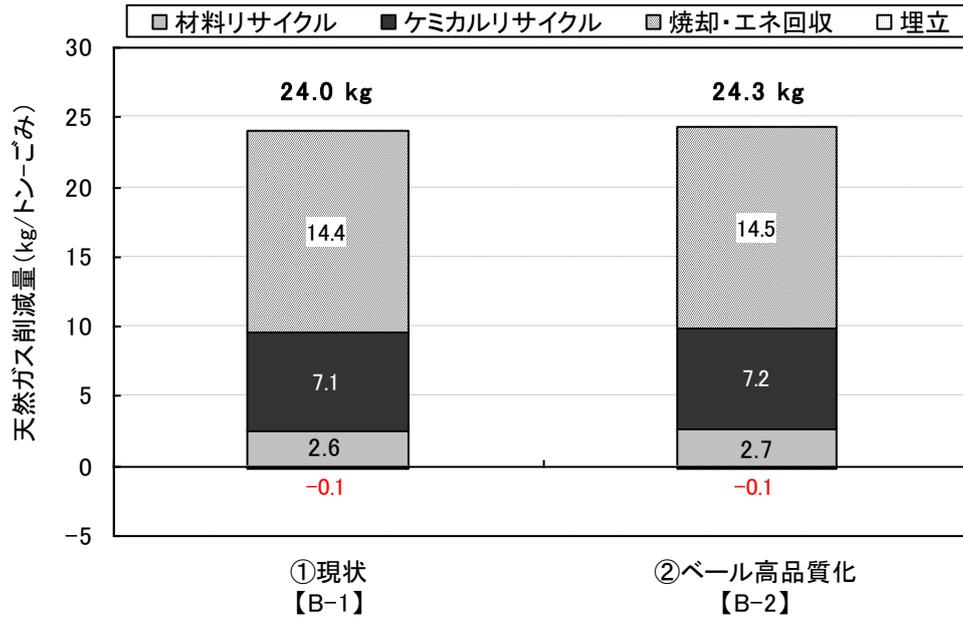


図 16 現状及びペール高品質化時の環境負荷削減効果（天然ガス、ごみ 1 トンあたり）

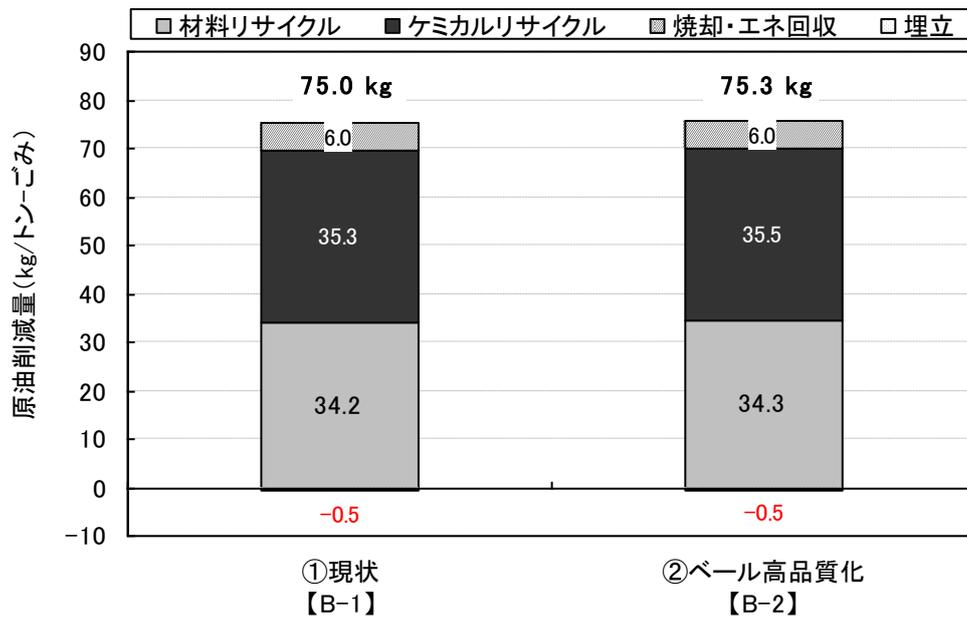


図 17 現状及びペール高品質化時の環境負荷削減効果（原油、ごみ 1 トンあたり）

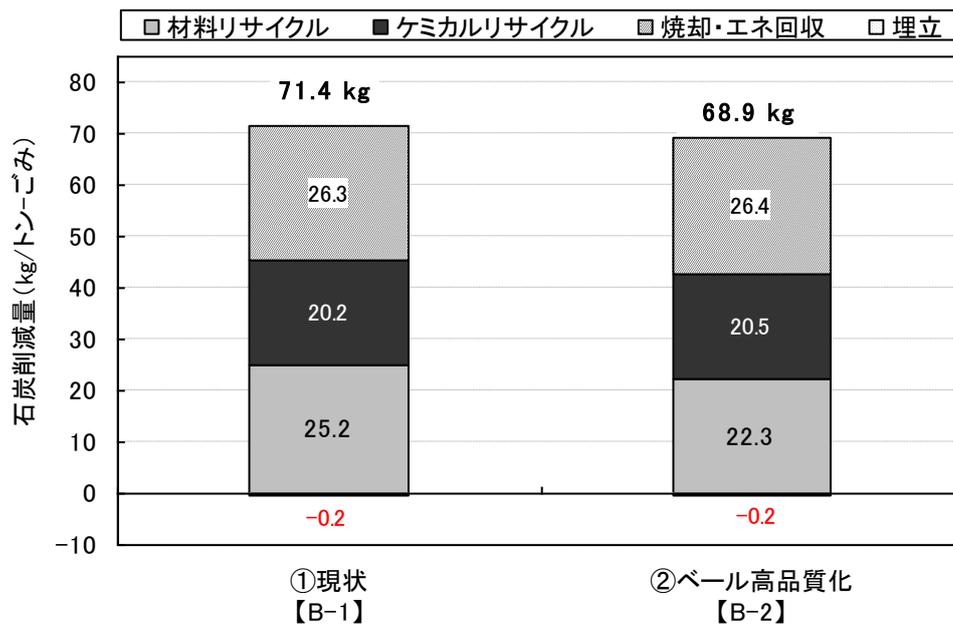


図 18 現状及びペール高品質化時の環境負荷削減効果（石炭、ごみ 1 トンあたり）

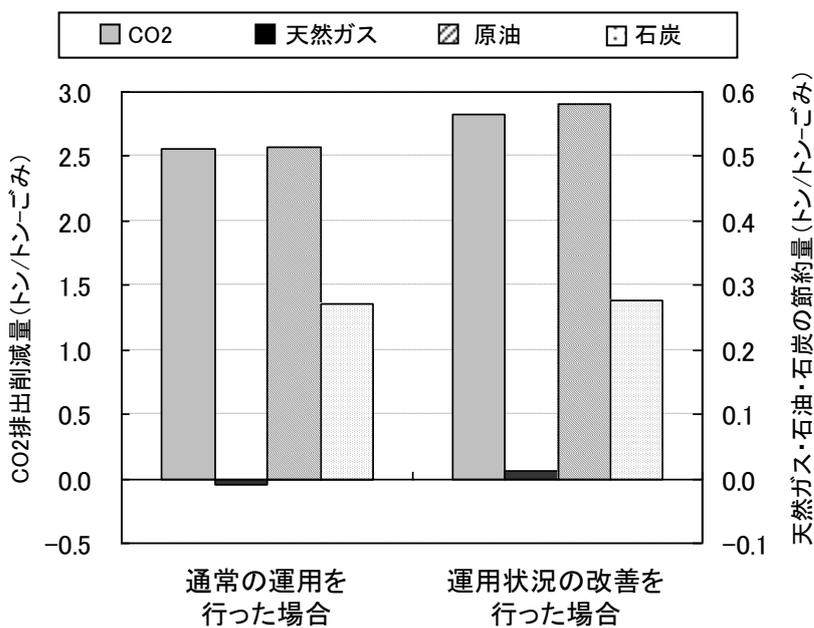


図19 再商品化工程における現状及び最適な運用状況での環境負荷削減効果（パレット（ワンウェイ）、ごみ1トンあたり）

### (3) 検討テーマ (C)

#### <プラスチックリサイクル制度全般に関する今後の議論に資する検討テーマ>

現行容り法の分別収集方法とは異なる区分でプラの収集を行ったとした場合の影響を検討した。なお、選別工程に係るエネルギー消費量の減少等ベール品質による再商品化プロセスの LCI への影響や、より高品質な再商品化製品が製造されることによる代替効果の増加等再商品化製品の品質への影響についてはデータが十分でないため、今回の分析の対象外とした。検討に用いる評価シナリオは以下のとおり。

- ▶ 現行の容り法下においてリサイクルを行うシナリオ (①: C-1. 現行容り法シナリオ)
- ▶ 非容リプラも含め分別収集後、PP/PE 中心に材料リサイクルするシナリオ (②: C-2. 非容リプラも含む・PP/PE のみ MR シナリオ)
- ▶ 非容リプラも含め分別収集後、ケミカルリサイクルするシナリオ (③: C-3. 非容リプラも含む・CR シナリオ)

結果は以下のとおりである。

- ・ CO<sub>2</sub>排出量について、全量を単純焼却した場合からの削減効果は、①現状 (シナリオC-1.) で約333万t-CO<sub>2</sub>、②PP/PE中心に材料リサイクル (シナリオC-2.) で約359万t-CO<sub>2</sub>、③非容リプラも含めてケミカルリサイクル (シナリオC-3.) で約376万トン-CO<sub>2</sub>となった。ごみ1トンあたりでは、それぞれ①約0.99トン-CO<sub>2</sub>/トン-ごみ、②約1.06トン-CO<sub>2</sub>/トン-ごみ、③約1.12トン-CO<sub>2</sub>/トン-ごみ、となる。
- ・ ②のシナリオでは材料リサイクルに回る量は減少している (材料リサイクル量は①31.2万トンに対し、②で28.2万トン) にもかかわらず、CO<sub>2</sub>排出・天然ガス・原油における削減効果が増加している。これは、PP・PE含有量の多いベールを材料リサイクルに供することにより、他工程利用プラスチックが減少 (=製品率が向上) し、ベール当たりの削減効果が向上したためである。しかし、材料リサイクルに不適なプラの有効利用として行われるRPF製造やセメント原燃料については石炭代替効果が高いため、他工程利用プラスチック処分量の減少により、石炭消費の削減量は減少している。
- ・ 非容リプラを含めることや、PP/PEを多く分別・収集した場合の再商品化プロセス及び再商品化製品の品質に与える影響は今回考慮していないため、これらの設定次第では、結果はさらに変わりうるものと考えられる。

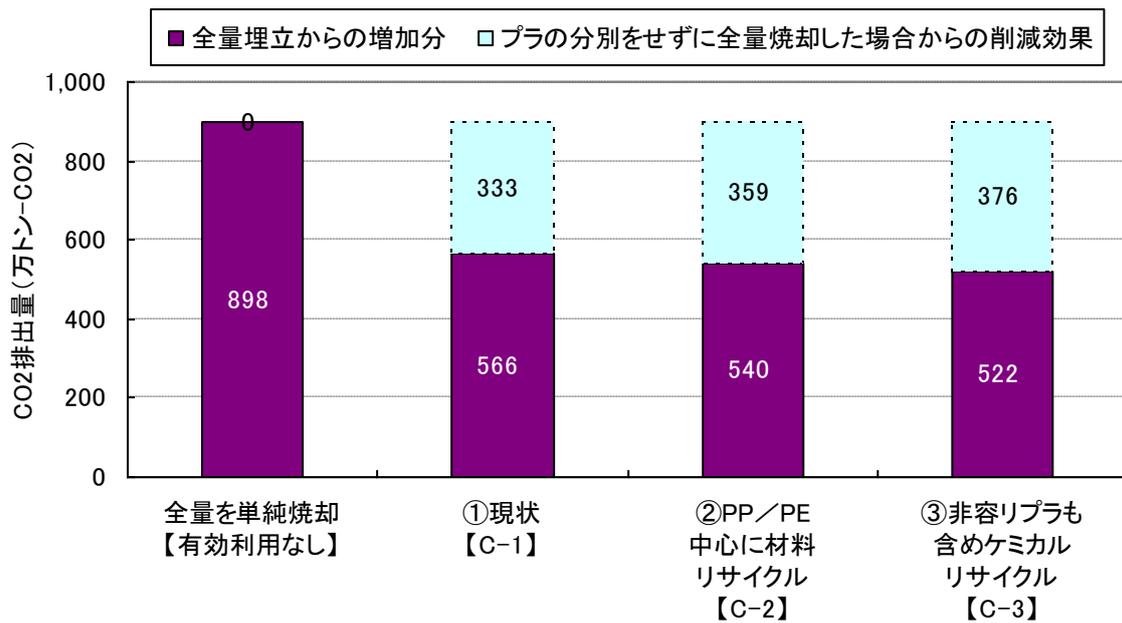


図 20 検討テーマ C における環境負荷とその削減効果 (CO2 排出量、総量)

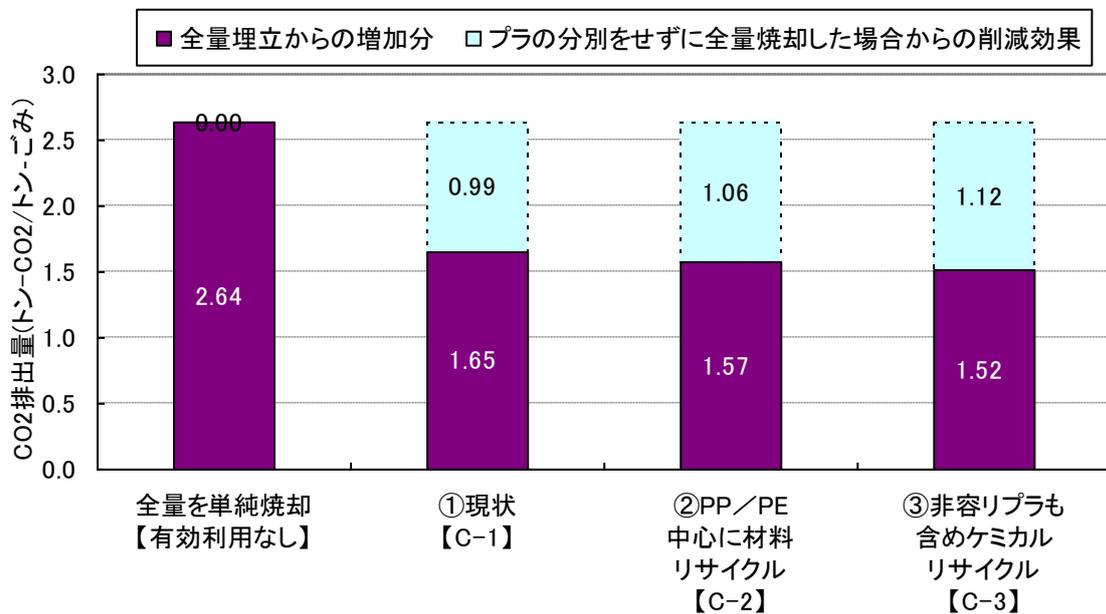


図 21 検討テーマ C における環境負荷とその削減効果 (CO2 排出量、ごみ 1 トンあたり)

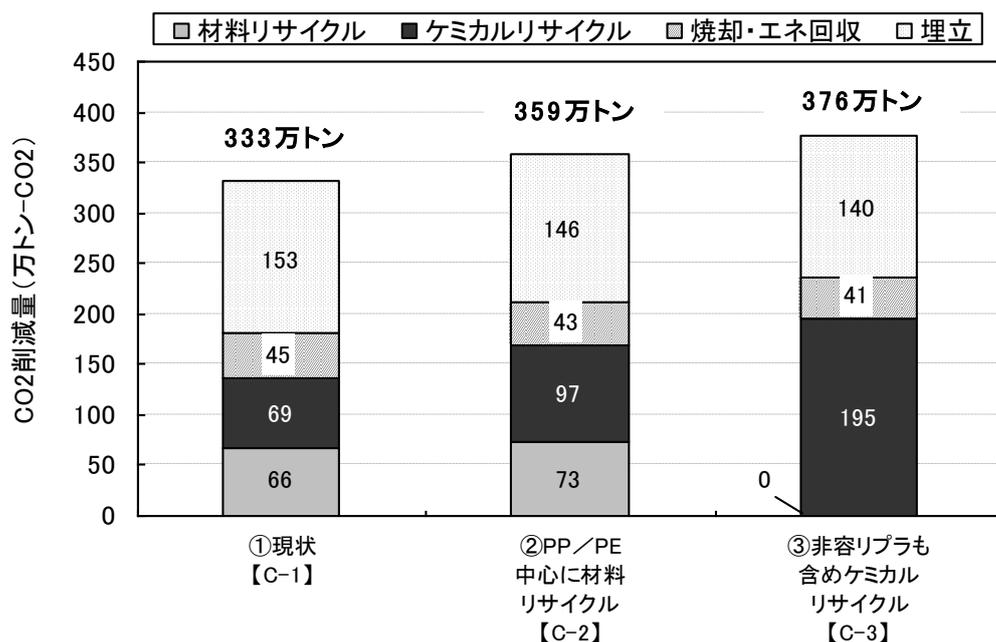


図 22 検討テーマ C における環境負荷削減効果の内訳 (CO2 排出量、総量)

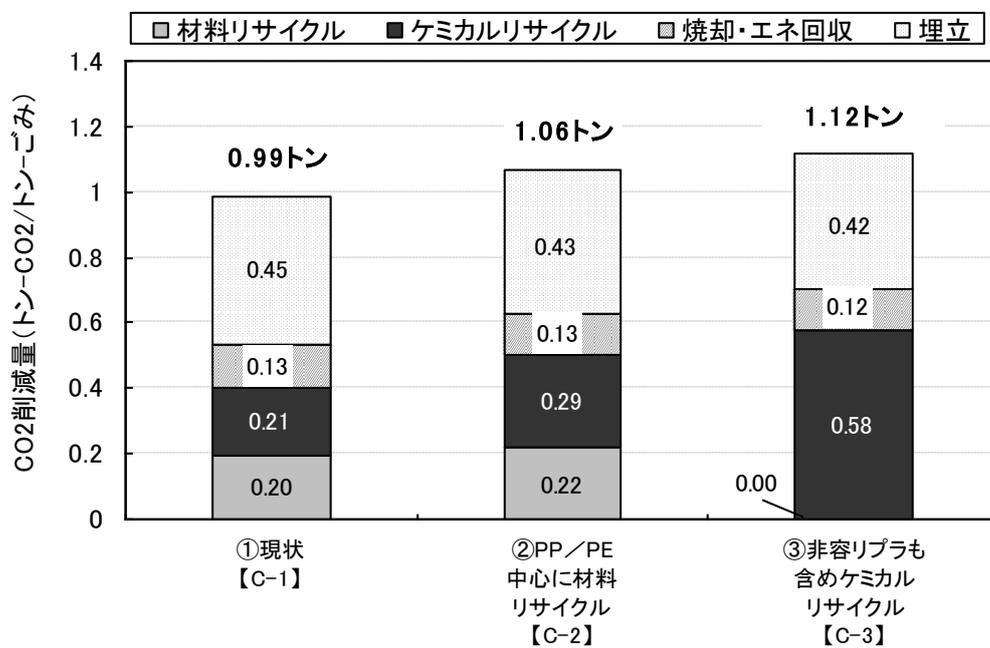


図 23 検討テーマ C における環境負荷削減効果の内訳 (CO2 排出量、ごみ 1 トンあたり)

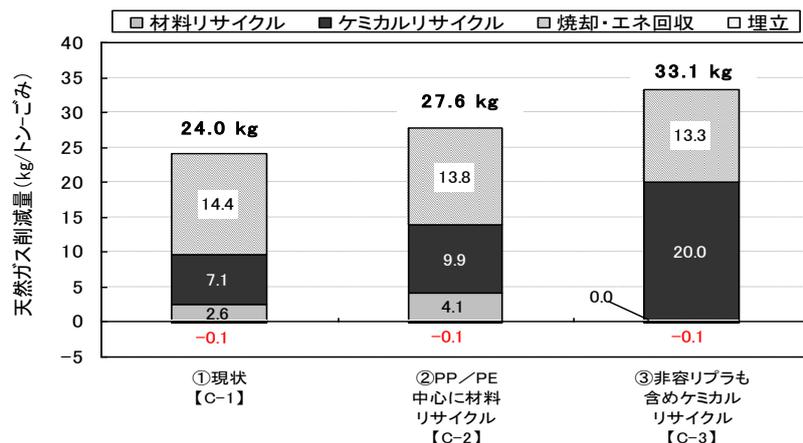


図 24 検討テーマ C における環境負荷削減効果の内訳 (天然ガス、ごみ 1 トンあたり)

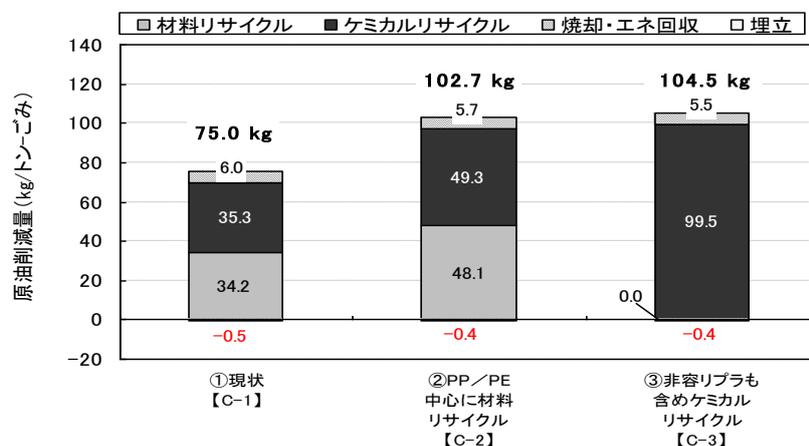


図 25 検討テーマ C における環境負荷削減効果の内訳 (原油、ごみ 1 トンあたり)

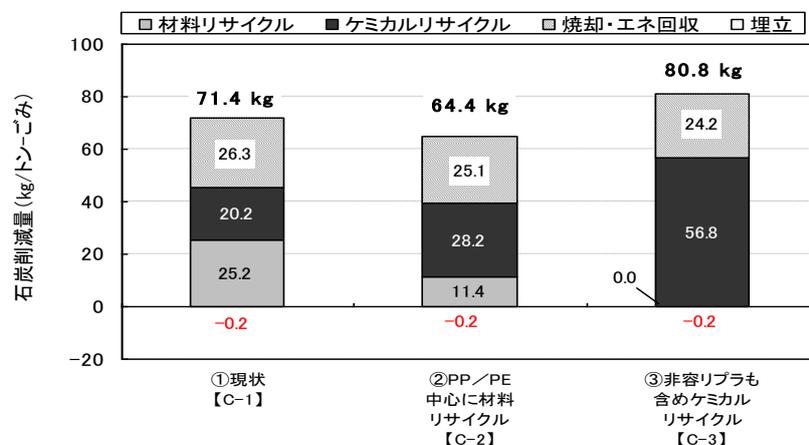


図 26 検討テーマ C における環境負荷削減効果の内訳 (石炭、ごみ 1 トンあたり)

## 5. 今後の課題

分析の結果、現行の容器包装リサイクル制度の効果については、昨年分析でも検討した分別しない場合はもちろん、全量高効率の焼却発電を行う場合と比べてもなお、容器包装リサイクルを行った方が、CO<sub>2</sub> 排出量が少ないこと等が明らかとなった。また、排出側の取組の効果については、ベール品質の向上による CO<sub>2</sub> 排出削減量は、今回の分析の設定条件では大きな変化がなかったものの、質の高い分別収集により、分別収集・リサイクルに係る環境負荷が大きく変化しうることが示唆された。さらに、容器包装以外のプラスチックを含めた場合の効果については、現行の容器包装のみのリサイクルよりも環境負荷削減効果が高くなりうるということが明らかになった。

しかし、今回の環境負荷分析では、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。プラスチック製容器包装の LCA の精度向上に向けては、以下の課題についての検討が重要であると考えられる。

- 再商品化の LCI データのアップデート・拡充
- ベール組成の適切な設定
- ベール品質が向上した場合における選別工程に係るエネルギー消費量の減少等、ベール品質や分別収集区分が変化した場合の再商品化の LCI データの設定
- ベール品質が向上した場合におけるより高品質な再商品化製品が製造されることによる代替効果の増加等、再商品化製品の機能代替に対する考え方のアップデート
- プラスチックのマテリアルフローの適切な設定
- ライフサイクルコスト分析の実施

また、環境負荷の観点から望ましいリサイクルの在り方について検討するため、今後も様々なリサイクルシナリオに係る LCA 分析を行う。

### (参考) 検討体制

座長	森口 祐一	独立行政法人国立環境研究所 循環型社会・廃棄物研究センター センター長
委員	浅川 薫	財団法人日本容器包装リサイクル協会 プラスチック容器事業部 部付部長
	匂坂 正幸	独立行政法人産業技術総合研究所 安全科学研究 部門 素材エネルギー研究グループ グループ長
	中野 加都子	神戸山手大学 現代社会学部環境文化学科 教授
	西原 一	社団法人プラスチック処理促進協会 技術開発部 部長
	平尾 雅彦	東京大学大学院工学系研究科化学システム工学専 攻 教授