

令和4年度エネルギー需給構造高度化対策に関する調査等委託費  
カーボンニュートラルと統合的な循環経済型のビジネスモデルへの  
移行に向けた課題等に関する調査分析  
調査報告書

令和5年3月

みずほリサーチ&テクノロジーズ株式会社

## 目次

1. 調査の概要.....	1
2. 循環経済への移行による国内の CO2 排出削減効果の推定及び分析 .....	2
2.1 推計対象とした素材および循環経済への移行の取組 .....	2
2.2 循環経済への移行による国内の CO2 排出削減効果の推計方法 .....	9
2.2.1 推計式 .....	9
2.2.2 循環経済への移行による国内の CO2 排出削減効果推計の設定 .....	12
2.3 循環経済への移行の取組による国内の CO2 排出削減効果の推計結果 .....	25
2.4 ヒアリング調査の実施 .....	41
3. リサイクル材の活用による CO2 排出削減効果の算定 .....	42
3.1 効果の算定の考え方 .....	42
3.2 効果算定の対象 .....	43
3.3 効果算定方法 .....	44
3.4 CO2 削減効果算定用データの収集 .....	46
3.5 CO2 削減効果の算定結果 .....	50
4. 循環経済促進に向けた CO2 排出削減効果の算定方法に関する課題及び対応方針整理 .....	52
4.1 調査方針 .....	52
4.2 サプライチェーン排出量算定における循環経済に資する取組の扱い .....	54
4.2.1 調査対象 .....	54
4.2.2 サプライチェーン排出量 .....	55
4.2.3 国内外のガイドラインにおける循環経済に資する取組の算定方法の記載 .....	57
4.3 循環経済促進に向けたサプライチェーン排出量算定に関する課題及び対応方向性 .....	74
5. バイオマスプラスチックの CO2 排出削減効果及び循環経済への移行に当たってバイオプラスチックが及ぼす影響に関する調査 .....	79
5.1 バイオプラスチック導入の利点・影響 .....	79
5.2 バイオプラスチックの CO2 排出量情報 .....	88
5.3 ヒアリング調査の実施 .....	100

## 1. 調査の概要

我が国は、世界に先駆けて 3 R (Reduce, Reuse, Recycle) に取り組み、これまでに廃棄物の最終処分量の削減やリサイクル率の向上等、着実な成果を上げてきた。しかし、近年は、プラスチックごみによる海洋汚染が地球規模の新たな課題として顕在化するとともに、中国をはじめとする廃棄物輸入規制の強化に端を発し、国際的な資源循環の枠組みが変化している中、廃棄物の回収・処理の徹底はもとより、資源循環の高度化や代替素材の技術開発促進等更なる取組の重要性がより一層高まってきている。そこで、我が国でも 2020 年 5 月に「循環経済ビジョン 2020」を策定し、循環経済のあるべき姿・方向性を示すとともに、2022 年 5 月の第 30 回産業構造審議会総会において、資源循環経済政策の再構築等により、その具体化に向けた検討を進める方向性が示された。これを受けて、2022 年 10 月に「成長志向型の資源自律経済デザイン研究会」を設置し、2023 年 3 月末に「資源自律経済戦略」をとりまとめることとしている。

循環経済への移行を進めるにあたっては、2050 年カーボンニュートラルとの整合性を保つことが前提であり、世界的にも循環経済への移行による CO2 排出量の削減効果等が試算されている。一方で、日本国内で循環経済へ移行したことによる CO2 排出量の削減効果は明らかにはなっていない。

以上の問題意識から、本事業では、循環経済への移行による国内の CO2 排出量の削減効果を明らかにするとともに、事業者がカーボンニュートラルと整合性を保ちつつ、循環経済への移行を推進するに当たっての課題等を調査した。調査項目は以下の 4 点である。

- 循環経済への移行による国内の CO2 排出量の削減効果の推定及び分析
- リサイクル材の活用による製品のライフサイクル全体における CO2 排出量の削減効果の算定調査
- 循環経済を促進するための、製品ごとのライフサイクル全体における CO2 排出量の削減効果の算定方法について、に課題とその対応方針の整理
- バイオマスプラスチックの原材料・製法の違いによる製品のライフサイクル全体における CO2 排出量の削減効果及び循環経済への移行を進めるに当たってバイオプラスチックが及ぼす影響に関する調査

## 2. 循環経済への移行による国内の CO2 排出削減効果の推定及び分析

世界的に 2050 年カーボンニュートラルと整合的に、循環経済への移行を進めることの重要性が主張されているが、日本国内では循環経済への移行による CO2 排出量の削減効果について十分に明らかになっていない。そこで、本事業では循環経済への移行による、2050 年の国内の CO2 排出量の削減効果を推計する計算式を構築し、循環経済への移行による CO2 排出量の削減効果を推計した。ただし、本事業は素材製造時の CO2 排出量のみに着目しているため、製品製造から使用、回収・廃棄・リサイクルまでの各プロセスの CO2 排出量は推計対象外とした。また、推計は一素材ごとに実施し、ある素材についての推計においては別の素材の循環利用については考慮しないこととした。

### 2.1 推計対象とした素材および循環経済への移行の取組

循環経済への移行による CO2 排出量の削減効果を推計する計算式の構築に先立ち、現在、循環経済への移行の取組としてどのようなものが産業界で検討されているかについて調査した。

本推計では、国内で使用される素材のうち、国内消費量の多さと既往の循環経済に関する議論を踏まえ、鉄鋼、アルミニウム、セメント、プラスチックの 4 素材を対象とした。

具体的には、素材ごとには以下の 2 点について調査した。

- 統計情報から対象の素材が国内でどの製品用途に使用されているかを調査。
- 文献、ヒアリングから素材×製品用途ごとにメーカー、業界団体等が検討している循環経済への移行の取組について調査。

このとき、循環経済への移行の取組の類型としては経済産業省が掲げる「成長志向型の資源自律経済の鍵となる 4 類型<sup>1)</sup>」を踏まえ、「資源の共有 (1/n)」、「資源の長期利用 (1+n)」、「資源の生成 (0→1)」、「資源の再利用・再資源化 (1×n)」の 4 類型に基づき、取組を整理した。なお、調査対象の取組に関して、循環経済への移行にかかわらず脱炭素化に向けて推進されると見込まれる再生可能エネルギーの導入や、既存の産業プロセスのエネルギー効率改善、製造プロセスの省エネルギー化等の脱炭素化の取組については調査対象外とした。

#### (1) 鉄鋼

日本鉄鋼連盟「受注統計」より 2020 年度の国内向けの鉄鋼の用途別受注高は 29 百万トンであった (図 2-1)<sup>2)</sup>。鉄鋼の主要な用途としては自動車が 37%、建築が 21%、船舶が 10% であった。また、鉄鋼の主要な用途別に素材産業に加えて組立産業も含めたメーカー、業界団体などが検討している循環経済への移行の取組を表 2-1 にまとめた。

<sup>1)</sup> 経済産業省 (2022)「経済秩序の激動期における経済産業政策の方向性」第 30 回産業構造審議会総会、資料 2

<sup>2)</sup> 算定方法、評価範囲は図 2-1 の注釈を参照のこと。

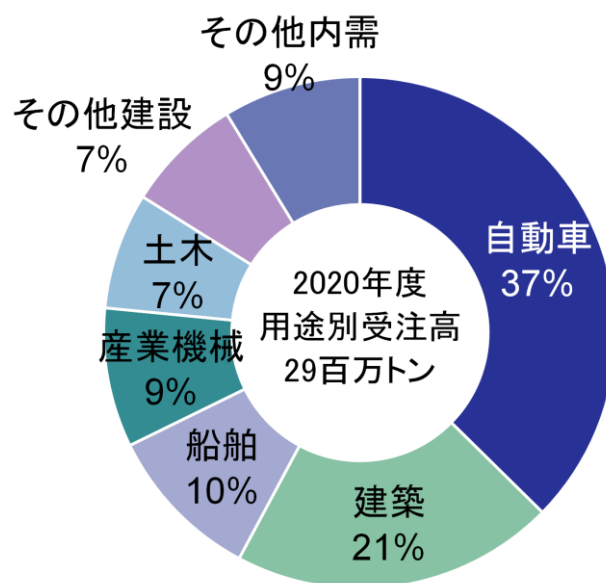


図 2-1 鉄鋼の国内の用途別受注高

注： 普通鋼、特殊鋼の受注高のうち、最終使途の判明している内需の合計量を表す。(次工程用、最終使途不明の再加工用、販売業者向、輸出を除く値)

出所： 日本鉄鋼連盟「受注統計」より作成

表 2-1 鉄鋼×製品の循環経済の取組

製品 (仕向 割合)	資源の共有 (1/n)	資源の長期利用 (1+n)	資源の生成 (0→1)	資源の再利用・再 資源化 (1×n)
自動車 (37%)	<ul style="list-style-type: none"> <li>● MaaS</li> <li>● リース・レンタカー</li> <li>● シェアリング</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>● 修理・メンテナンス</li> <li>● リビルト・リマン</li> <li>● 中古車販売</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>● 軽量化・ハイテン材の活用</li> <li>● 材料代替 (アルミニウム、CFRP)</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>● スクラップの利用</li> </ul>
建築 (21%)	<ul style="list-style-type: none"> <li>● シェアリング</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>● メンテナンス・改修</li> <li>● スケルトンインフィル</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>● 大スパン建築による柱の削減</li> <li>● 木造化</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>● (既にスクラップの利用が盛んに行われている製品)</li> </ul>
船舶 (10%)	<ul style="list-style-type: none"> <li>● モーダルシフト</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>● 機器の再使用</li> <li>● 改修</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>● 軽量化</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>● スクラップの利用</li> </ul>
その他 (32%)	<ul style="list-style-type: none"> <li>● 機器の PaaS</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>● レールの再利用</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>● 機器の軽量化</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>● スクラップの利用</li> </ul>

## (2) アルミニウム

日本アルミニウム協会「2021 年 アルミニウム製品用途別需要構成」より 2021 年のアルミニウムの出荷総量は 4,002 千トンであった（図 2-2）。アルミニウムの主要な用途としては自動車 が 38%、建築が 12%、箔・金属製品が 14%、缶・食品が 10% だった。また、アルミニウムの主要な用途別に素材産業に加えて組立産業も含めたメーカー、業界団体などが検討している循環経済への移行の取組を表 2-5 にまとめた。

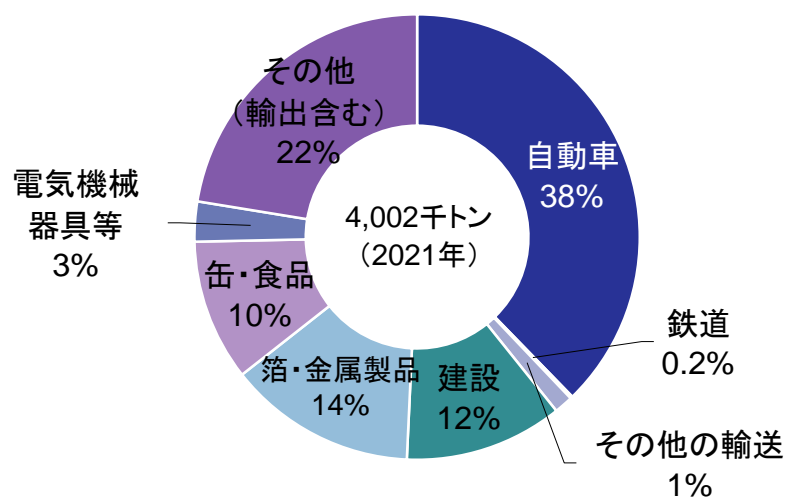


図 2-2 アルミニウムの国内の用途別受注高

出所：日本アルミニウム協会「2021 年 アルミニウム製品用途別需要構成」より作成

表 2-2 アルミニウム×製品の循環経済の取組

製品 (仕向 割合)	資源の共有 (1/n)	資源の長期利用 (1+n)	資源の生成 (0→1)	資源の再利用・再 資源化 (1×n)
自動車 (38%)	<ul style="list-style-type: none"> <li>● MaaS</li> <li>● リース・レンタカー</li> <li>● シェアリング</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>● 修理・メンテナンス</li> <li>● リビルト・リマン</li> <li>● 中古車販売</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>● 軽量化のため、利用拡大</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>● クローズドループリサイクル</li> <li>● 易解体設計</li> </ul>
建築 (建設 12%)	<ul style="list-style-type: none"> <li>● シェアリング</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>● メンテナンス・改修</li> <li>● スケルトンインフィル</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>● 木造化</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>● 二次材利用</li> </ul>
缶・食品 (10%)	—	—	<ul style="list-style-type: none"> <li>● 軽量化</li> <li>● 材料代替</li> </ul>	—
その他 (49%)	<ul style="list-style-type: none"> <li>● 機器の PaaS</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>● 機器の修理・メンテナンス</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>● 軽量化のため、利用拡大</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>● クローズドループリサイクル</li> <li>● 再生地金の不純物元素軽減・水平リサイクル</li> </ul>

### (3) セメント

セメントの主な使用先である生コンクリートについて、経済産業省「平成 30 年生コンクリート統計年報」によると 2018 年の生コンクリートの出荷量は 62,983 千 m<sup>3</sup>であった（図 2-3）。生コンクリートの主要な用途としては建築が 66%、土木が 34%だった。また、セメント（コンクリート）の主要な用途別に素材産業に加えて組立産業も含めたメーカー、業界団体などが検討している循環経済への移行の取組を表 2-6 にまとめた。

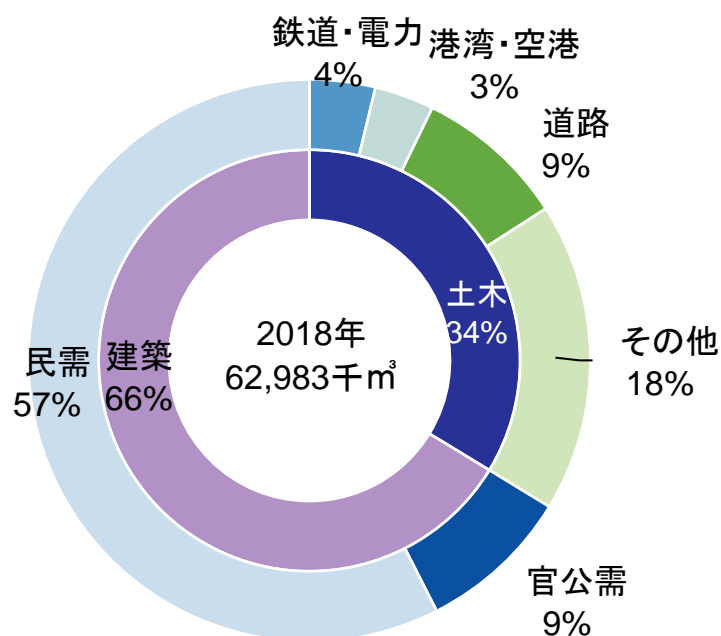


図 2-3 生コンクリートの国内の用途別出荷量

出所：経済産業省「平成 30 年生コンクリート統計年報」より作成

表 2-3 セメント×製品の循環経済の取組

製品 (仕向 割合)	資源の共有 (1 / n)	資源の長期利用 (1 + n)	資源の生成 (0 → 1)	資源の再利用・再 資源化 (1 × n)
住宅建築 (建築 66%)	● 高炉セメント、 エコセメント 使用拡大	● 木造集合住宅	● 空き家バンク ● シェアハウス	● メンテナンス・ 改修 ● スケルトン インフィル
非住宅 建築 (建築 66%)	● 高炉セメント、 エコセメント 使用拡大	● 高層・中層 木造建築	● オフィスシェア	● メンテナンス・ 改修
土木 (34%)	● 高炉セメント、 エコセメント 使用拡大	● 木質バイオマ スを添加した コンクリート の製造	—	● メンテナンス



#### (4) プラスチック

プラスチック循環利用協会「プラスチック製品の生産・廃棄・再資源化・処理処分の状況マテリアルフロー図」によると、2020年のプラスチックの用途別消費量は841万トンであった(図 2-4)。プラスチックの主要な用途としては容器包装が47%、電気・電子機器が15%、輸送が12%だった。また、プラスチックの主要な用途別に素材産業に加えて組立産業も含めたメーカー、業界団体などが検討している循環経済への移行の取組を表 2-4 にまとめた。

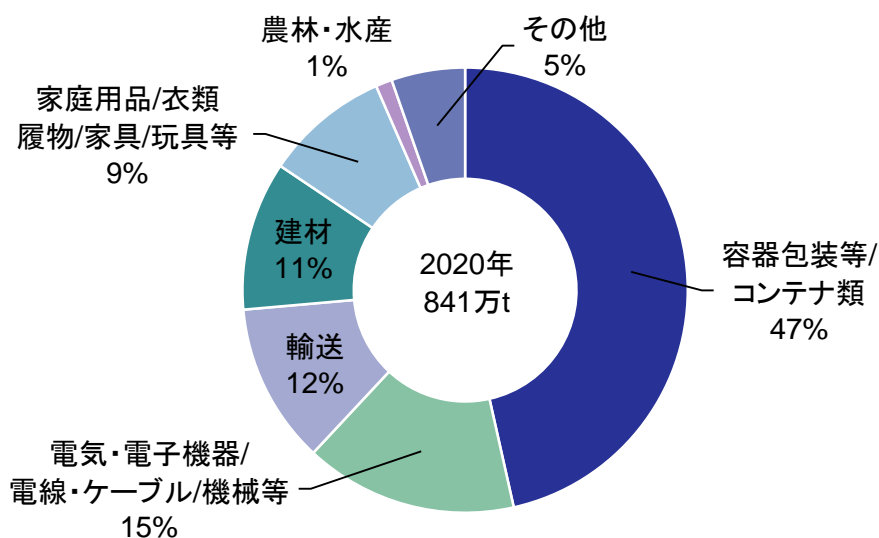


図 2-4 プラスチックの国内の用途別消費量

出所：プラスチック循環利用協会（2021）「2020年プラスチック製品の生産・廃棄・再資源化・処理処分の状況マテリアルフロー図」より作成

表 2-4 プラスチック×製品の循環経済の取組

製品（仕 向割合）	資源の共有 （1／n）	資源の長期利用 （1＋n）	資源の生成 （0→1）	資源の再利用・再 資源化（1×n）
容器・包装 （47%）	<ul style="list-style-type: none"> <li>● ケミカル リサイクル・ マテリアル リサイクル材 利用</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>● バイオマス プラスチック 利用</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>● —</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>● 繰り返し利用 製品</li> </ul>
電気・ 電子機器 （15%）	<ul style="list-style-type: none"> <li>● リサイクル材 を使用した エンジニアリ ングプラスチ ック材</li> <li>● 水平リサイクル・ クローズドルー プリサイクル</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>● バイ オマス （エンジニア リング）プラ スチック利用</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>● PaaS</li> <li>● シェアリング</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>● 機器の修理・ メンテナンス</li> </ul>
自動車 （輸送 12%）	<ul style="list-style-type: none"> <li>● 水平リサイクル</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>● バイ オマス （エンジニア リング）プラ スチック利用</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>● MaaS</li> <li>● リース・ レンタカー</li> <li>● シェアリング</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>● 修理・ メンテナンス</li> <li>● リビルト・ リマン</li> <li>● 中古車販売</li> </ul>
建築 （建材 11%）	<ul style="list-style-type: none"> <li>● リサイクル材 を使用した エンジニアリ ングプラスチ ック材</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>● 木材・プラスチ ック再生複合材 （WPRC）</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>● シェアリング</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>● メンテナンス・ 改修</li> <li>● スケルトン インフィル</li> </ul>
その他 （15%）	<ul style="list-style-type: none"> <li>● 材料情報の 共有スキーム</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>● バイオマス ナフサの樹脂 原料利用</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>● PaaS</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>● 機器の修理・ メンテナンス</li> </ul>

## 2.2 循環経済への移行による国内の CO2 排出削減効果の推計方法

### 2.2.1 推計式

2.1 節で調査した循環経済への移行に向けた取組による国内の CO2 排出削減効果を推計するために、本事業で構築した計算式を数式 1 に示す。この数式は素材製造時の CO2 排出量を求める式になっており、右辺各項は成長志向型の資源自律経済の鍵となる 4 類型と対応している（表 2-5）。循環経済への移行の取組を式に反映する際には、対策の効果を定量化し、数式上の対応する項の値を対策後の値に置換することで対策を反映したときの CO2 排出量を推計する。対策を導入しない場合（BAU シナリオ）と対策を導入した場合（対策シナリオ）の 2 つのシナリオの CO2 排出量の差を取ることで、循環経済への移行の取組による CO2 排出削減効果を推計することとした。ただし、本事業では素材製造時の CO2 排出量のみに着目しているため、製品製造から使用、回収・廃棄・リサイクルまでの各プロセスの CO2 排出量は推計対象外とした。推計は一素材ごとに実施し、ある素材についての推計においては別の素材の循環利用については考慮しないこととした。また、「CO2 排出量/素材投入量」の項に関しては、循環経済への移行に関わらず脱炭素化に向けて推進されると見込まれる再生可能エネルギーの導入や、既存の産業プロセスのエネルギー効率改善、製造プロセスの省エネルギー化等によっても削減効果が期待できるが、今回の調査では循環経済への移行の取組に焦点を絞って推計を行った。

$$\left( \text{用途別の素材製造に係る CO2 排出量} \left[ \frac{\text{tCO}_2}{\text{年}} \right] \right) =$$

数  
式  
1

$$\left( \text{当該用途の活動量} \left[ \frac{\text{固有単位}}{\text{年}} \right] \right) \times$$
$$\frac{(\text{製品保有数量}[\text{台}])}{(\text{当該用途の活動量}[\text{固有単位/年}])} \times \frac{(\text{製品製造数量}[\text{台}])}{(\text{製品保有数量}[\text{台}])} \times \frac{(\text{素材投入量}[\text{t}])}{(\text{製品製造数量}[\text{台}])} \times \frac{(\text{CO2 排出量}[\text{tCO}_2])}{(\text{素材投入量}[\text{t}])}$$

表 2-5 循環経済への移行による国内の CO2 排出量削減効果の推計式と  
「成長志向型の資源自律経済の鍵となる類型」の対応関係

数式 1 の項	成長志向型の資源自律経済 の鍵となる類型	想定される対策
$\frac{(\text{製品保有数量}[\text{台}])}{(\text{当該用途の活動量}[\text{固有単位/年}])}$	資源の共有 ( $1 \div n$ )	シェアリング、 ライドシェアなど
$\frac{(\text{製品製造数量}[\text{台}])}{(\text{製品保有数量}[\text{台}])}$	資源の長期利用 ( $1 + n$ )	修理、中古利用など
$\frac{(\text{素材投入量}[\text{t}])}{(\text{製品製造数量}[\text{台}])}$	資源の生成 ( $0 \rightarrow 1$ )	軽量化、材料代替など
$\frac{(\text{CO2 排出量}[\text{tCO2}])}{(\text{素材投入量}[\text{t}])}$	資源の再利用・再資源化 ( $1 \times n$ )	リサイクル材の活用など

## ■ IPCC AR6 における茅恒等式の活用について

本事業で構築した数式 1 は東京大学名誉教授の茅陽一氏が提示し、Intergovernmental panel on climate change(IPCC)でも参照される茅恒等式（数式 2）<sup>※1</sup>を参考にして、循環経済への移行の取組を評価できるように製品の製造、保有についても考慮できるように式変形したものとなっている。

数式 2 茅恒等式

$$(\text{CO2 排出量}) = \frac{(\text{CO2 排出量})}{(\text{エネルギー消費量})} \times \frac{(\text{エネルギー消費量})}{(\text{GDP})} \times \frac{(\text{GDP})}{(\text{人口})} \times (\text{人口})$$

※1：資源エネルギー庁ホームページ（2019）「「CO2 排出量」を考える上でおさえておきたい 2 つの視点」（[https://www.enecho.meti.go.jp/about/special/johoteikyo/life\\_cycle\\_co2.html/](https://www.enecho.meti.go.jp/about/special/johoteikyo/life_cycle_co2.html/)）

IPCC から直近に公開されている AR6 WG3 では茅恒等式を式変形した数式 3 が産業部門の GHG 排出の推移について理解するための手法として用いられている。

数式 3 IPCC AR6 WG3 における茅恒等式の活用

$$\begin{aligned} (\text{CO2 排出量}) = & (\text{人口}) \times \frac{(\text{GDP})}{(\text{人口})} \times \frac{(\text{物質ストック})}{(\text{GDP})} \\ & \times \left\{ \frac{(\text{資源投入量})}{(\text{物質ストック})} \times (\text{資源輸入割合}) \right. \\ & \times \left\{ \frac{(\text{エネルギー消費量})}{(\text{資源投入量})} \times \frac{(\text{エネルギー消費のGHG排出量})}{(\text{エネルギー消費量})} \right. \\ & \left. \left. + \frac{(\text{資源製造のGHG排出量})}{(\text{資源投入量})} \right\} \right\} \end{aligned}$$

出所：Intergovernmental panel on climate change(2022)「Climate change 2022 Mitigation of climate change」

## 2.2.2 循環経済への移行による国内のCO2 排出削減効果推計の設定

2.1 で調査した鉄鋼、アルミニウム、セメント、プラスチックの4素材を対象として、それぞれの素材の主要な製品用途のうち、素材ごとに仕向け割合の高い製品用途中心に3種類ずつ選択し、本事業における削減効果推計の対象とした（表 2-6）。

推計対象年度は 2020 年度を実績最新年度とし、2050 年度を将来推計の対象とした（表 2-7）。2050 年度は BAU シナリオと対策シナリオの2シナリオを推計した。BAU シナリオは人口、GDP 等について、政府推計などに基づく変化を反映するが、その他の変数については実績一定と仮定した。対策シナリオは BAU シナリオに対して、循環経済への移行の取組を反映させた。

表 2-6 推計対象の素材・製品用途

素材	製品用途
鉄鋼	自動車、建築、船舶
アルミニウム	自動車、建築、缶・食品
セメント	住宅建築、非住宅建築、土木
プラスチック	容器包装、電気・電子機器、自動車

表 2-7 推計対象年度・シナリオ

対象年度	シナリオ	概要
2020 年度	(実績)	実績最新年度
2050 年度	BAU シナリオ	人口、GDP 等について、政府推計などに基づく変化反映。その他の変数は実績一定と仮定。
	対策シナリオ	BAU シナリオに対して、循環経済の取組による変化を反映。

表 2-6 に示した推計対象の素材・製品用途について 2.2.1 で構築した推計式に代入する変数を整備した。推計に必要な変数は、日本国内の製品使用に係る素材製造を対象として整備した。そのため、例えば、国内産業における素材製造であっても、直接輸出される、又は、組立後に製品として輸出される量は推計対象外とした。

今回、評価対象とした素材の一つである鉄鋼に関しては、日本の鉄鋼需要は直接輸出/間接輸出を合わせ半分以上が外需であることや、鉄鋼製品が国際的に流通している実態を踏まえると、本来は鉄鋼業における循環経済の在り方についても、地球規模で捉えることが必要である点に留意が必要である。また、材料代替（アルミニウム、CFRP）については、当該材料の製造において半製品を輸入している場合、海外における上工程の排出量は加味されておらず、また、リサイクルの可否やリサイクル効果も考慮されていない。これらの点を

加味すると、今回分析とは異なる結果となる点に留意が必要である。

BAU シナリオおよび対策の設定で特に言及のない変数の設定に当たっては将来の技術水準について、現在と一定と仮定した（例えば、自動車の電動化比率なども現状と変わらないと想定）。また、再生可能エネルギーの導入や、既存の産業プロセスのエネルギー効率改善、製造プロセスの省エネルギー化等の脱炭素化の取組についても現在と同水準と仮定した。

## (1) 鉄鋼

鉄鋼については自動車、建築、船舶の 3 用途を対象にして CO2 削減効果の推計を行った。数式 1 のうち「当該用途の活動量」について、国内におけるそれぞれの用途の活動量の代理指標として、自動車、建築は人口を採用し、船舶は GDP を採用した。その他の各項については、それぞれの製品に関する統計情報などから情報を整備した（表 2-8～表 2-10）。

循環経済への移行の取組としては、自動車のシェアリング・PaaS の普及による「製品保有数量/当該用途の活動量」の減少、建築、自動車の長寿命化による「製品製造数量/製品保有数量」の減少、建築の木造化、自動車の軽量化による「素材投入量/製品製造数量」の減少、スクラップの利用による「CO2 排出量/素材投入量」の減少を想定した。それぞれの取組の効果の設定について表 2-11 に示す。

表 2-8 鉄鋼の自動車用途における推計式各項の設定

数式 1 の項	推計方法	設定 (2020 実績)	設定 (2050BAU)
当該用途の活動量	人口	126,146 (千人)	101,923 (千人)
$\frac{\text{製品保有数量}}{\text{当該用途の活動量}}$	自動車保有台数/ 人口	0.65 (台/人)	(2020 一定と想定)
$\frac{\text{製品製造数量}}{\text{製品保有数量}}$	新車登録台数/ 自動車保有台数	0.039 (台/台)	(2020 一定と想定)
$\frac{\text{素材投入量}}{\text{製品製造数量}}$	自動車用鉄鋼消費量/ 乗用車生産台数	1.51 (t/台)	(2020 一定と想定)
$\frac{\text{CO2 排出量}}{\text{素材投入量}}$	鉄鋼の CO2 排出量	2.37(tCO2/t)	(2020 一定と想定)

出所：人口（2020・実績）：総務省「人口推計」、人口（2050・BAU シナリオ）：国立社会保障・人口問題研究所「日本の将来推計人口（全国）」、自動車保有台数：自動車検査登録情報協会「自動車保有台数の推移」、新車登録台数：日本自動車販売協会連合会「新車・年別販売台数（登録車）」、乗用車生産台数：日本自動車工業会「日本の自動車工業 2022」、自動車用鉄鋼消費量：日本鉄鋼連盟「受注統計」、鉄鋼の CO2 排出量：経済産業省（2022）「成長志向型の資源自律経済デザイン研究会」の「スコープ」、日本鉄鋼連盟「鉄鋼統計要覧」より作成

表 2-9 鉄鋼の建築用途における推計式各項の設定

数式 1 の項	推計方法	設定 (2020 実績)	設定 (2050BAU)
当該用途の活動量	人口	126,146 (千人)	101,923 (千人)
$\frac{\text{製品保有数量}}{\text{当該用途の活動量}}$	建築延床面積/ 人口	61.3 (m2/人)	(2020 一定と想定)
$\frac{\text{製品製造数量}}{\text{製品保有数量}}$	建築着工面積/ 建築延床面積	0.015 (m2/m2)	(2020 一定と想定)
$\frac{\text{素材投入量}}{\text{製品製造数量}}$	建築鉄鋼消費量/ 建築着工面積	0.052 (t/m2)	(2020 一定と想定)
$\frac{\text{CO2 排出量}}{\text{素材投入量}}$	鉄鋼の CO2 排出量	2.37(tCO2/t)	(2020 一定と想定)

出所：人口 (2020・実績)：総務省「人口推計」、人口 (2050・BAU シナリオ)：国立社会保障・人口問題研究所「日本の将来推計人口 (全国)」、建築延床面積：国土交通省「建築物ストック統計」(2018 年値)、建築着工面積：国土交通省「建築着工統計調査」、建築用鉄鋼消費量：日本鉄鋼連盟「受注統計」、鉄鋼の CO2 排出量：経済産業省 (2022)「成長志向型の資源自律経済デザイン研究会」の「スコープ」、日本鉄鋼連盟「鉄鋼統計要覧」より作成

表 2-10 鉄鋼の船舶用途における推計式各項の設定

数式 1 の項	推計方法	設定 (2020 実績)	設定 (2050BAU)
当該用途の活動量	GDP	537,562 (十億円)	759,657 (十億円)
$\frac{\text{製品保有数量}}{\text{当該用途の活動量}}$	船舶の保有量/GDP	0.476 (総 t/円)	(2020 一定と想定)
$\frac{\text{製品製造数量}}{\text{製品保有数量}}$	1/船舶の平均耐用年数	0.05 (総 t/総 t)	(2020 一定と想定)
$\frac{\text{素材投入量}}{\text{製品製造数量}}$	建築鉄鋼消費量/ 建築延床面積	0.22 (t/総 t)	(2020 一定と想定)
$\frac{\text{CO2 排出量}}{\text{素材投入量}}$	鉄鋼の CO2 排出量	2.37(tCO2/t)	(2020 一定と想定)

出所：GDP (2020・実績)：内閣府「国民経済計算 (GDP 統計)」年次 GDP 実績 (名目)、GDP (2050・BAU シナリオ)：内閣府「中長期の経済財政に関する試算 (令和 5 年 1 月 24 日経済財政諮問会議提出)」の成長率より推計。ただし、2033～2050 については 2033 年度値一定と仮定、新造船竣工量：日本造船工業会「造船関係資料」、船舶の保有量：新造船竣工量に平均耐用年数 20 年を乗じて推計、船舶用鉄鋼消費量：日本鉄鋼連盟「受注統計」、鉄鋼の CO2 排出量：経済産業省 (2022)「成長志向型の資源自律経済デザイン研究会」の「スコープ」、日本鉄鋼連盟「鉄鋼統計要覧」より作成



表 2-11 鉄鋼にかかわる循環経済の対策シナリオの設定

項	対策	設定	パラメータ (設定前)	パラメータ (設定後)
製品保有数量 当該用途の活動量	自動車のシェア・PaaS	シェアリングにより自動車保有台数の 3 割削減と想定※ <sup>1</sup> 100%の自動車で対策を実施すると想定	自動車： 0.65 (台/人)	自動車： 0.45 (台/人)
製品製造数量 製品保有数量	建築の長寿命化	2050 年の建築平均寿命は 2020 年の 1.35 倍と想定。※ <sup>2</sup> 100%の建築で対策を実施すると想定	建築： 0.015 (m <sup>2</sup> /m <sup>2</sup> )	建築： 0.011 (m <sup>2</sup> /m <sup>2</sup> )
	自動車の長寿命化	2050 年の平均使用年数は 2020 年の 1.49 倍と想定※ <sup>3</sup> 。(2020：13.51 年、2050：20.16 年) 100%の自動車で対策実施すると想定	自動車： 0.039 (台/台)	自動車： 0.026 (台/台)
素材投入量 製品製造数量	建築の木造化	木造化すると鋼材の使用量が 0.15 倍と想定。※ <sup>4</sup> 30%の建築で対策を実施すると想定	建築： 0.114 (t/m <sup>2</sup> )	建築： 0.085 (t/m <sup>2</sup> )
	自動車の軽量化	鋼材の使用量が 0.5 倍と想定。※ <sup>5</sup> 100%の自動車で対策実施すると想定	自動車： 1.13 (t/台)	自動車： 0.56 (t/台)
CO <sub>2</sub> 排出量 素材投入量	スクラップの利用	スクラップを利用した電炉鋼は鉄鉱石を利用した高炉鋼に比べて 0.81 倍と想定。※ <sup>6</sup> 30%の自動車、船舶で対策実施すると想定	自動車・船舶： 2.37(tCO <sub>2</sub> /t)	自動車・船舶： 2.20 (tCO <sub>2</sub> /t)

※1：交通エコロジー・モビリティ財団（2013）「カーシェアリングによる環境改善効果を確認～主要 5 事業者の個人・法人加入者へのアンケートにより検証～」より設定。

※2：国土技術政策総合研究所「住宅の長寿命化に向けた研究の取り組み」より 1983～2008 の 4 時点の平

- 均寿命データを得て、線形近似で 2020、2050 値を推計。
- ※3：自動車検査登録情報協会「平均使用年数」より 1991～2020 の年平均成長率を推計。  
年平均率の成長率を一定と仮定して、2050 年の平均使用年数を推計。
- ※4：国土交通省「建設資材・労働力需要実態調査」より木造、構造総合それぞれの鋼材の原単位を比較。
- ※5：NEDO（2020）「革新的新構造材料等研究開発（中間評価）」における研究開発目標。
- ※6：鉄鋼の CO2 排出量：経済産業省（2022）「成長志向型の資源自律経済デザイン研究会」のスコープ」、  
日本鉄鋼連盟「鉄鋼統計要覧」より想定

## (2) アルミニウム

アルミニウムについては自動車、建築、缶・食品の 3 用途を対象にして将来推計を行った。数式 1 のうち「当該用途の活動量」について、国内における対象の用途の活動量の代理指標としては人口を採用した。その他の各項については、それぞれの製品に関する統計情報などから情報を整備した（表 2-12～表 2-14）。

循環経済への移行の取組としては、自動車のシェアリング・PaaS の普及による「製品保有数量/当該用途の活動量」の減少、建築、自動車の長寿命化による「製品製造数量/製品保有数量」の減少、自動車、缶の軽量化による「素材投入量/製品製造数量」の変化、再生地金の利用による「CO2 排出量/素材投入量」の減少を想定した。それぞれの取組の効果の設定について表 2-15 に示す。

表 2-12 アルミニウムの自動車用途における推計式各項の設定

数式 1 の項	推計方法	設定（2020 実績）	設定（2050BAU）
当該用途の活動量	人口	126,146（千人）	101,923（千人）
$\frac{\text{製品保有数量}}{\text{当該用途の活動量}}$	$\frac{\text{自動車保有台数}}{\text{人口}}$	0.65（台/人）	（2020 一定と想定）
$\frac{\text{製品製造数量}}{\text{製品保有数量}}$	$\frac{\text{新車登録台数}}{\text{自動車保有台数}}$	0.039（台/台）	（2020 一定と想定）
$\frac{\text{素材投入量}}{\text{製品製造数量}}$	$\frac{\text{自動車用アルミニウム消費量}}{\text{乗用車生産台数}}$	0.22（t/台）	（2020 一定と想定）
$\frac{\text{CO2 排出量}}{\text{素材投入量}}$	$\frac{\text{アルミニウムの CO2 排出量}}{\text{排出量}}$	0.40(tCO2/t)※	（2020 一定と想定）

※：自動車では再生地金の利用がほとんどと想定し、再生地金の CO2 排出量を採用

出所：人口（2020・実績）：総務省「人口推計」、人口（2050・BAU シナリオ）：国立社会保障・人口問題研究所「日本の将来推計人口（全国）」、自動車保有台数：自動車検査登録情報協会「自動車保有台数の推移」、新車登録台数：日本自動車販売協会連合会「新車・年別販売台数（登録車）」、乗用車生産台数：日本自動車工業会「日本の自動車工業 2022」、自動車用アルミニウム消費量：日本アルミニウム協会「2021 年度 アルミニウム製品用途別需要構成」、アルミニウムの CO2 排出量：日本アルミニウム協会（2022）「我が国の輸入アルミニウム新地金の LCI データの概要」より作成

表 2-13 アルミニウムの建築用途における推計式各項の設定

数式 1 の項	推計方法	設定 (2020 実績)	設定 (2050BAU)
当該用途の活動量	人口	126,146 (千人)	101,923 (千人)
$\frac{\text{製品保有数量}}{\text{当該用途の活動量}}$	建築延床面積/ 人口	61.3 (m2/人)	(2020 一定と想定)
$\frac{\text{製品製造数量}}{\text{製品保有数量}}$	建築着工面積/ 建築延床面積	0.015 (m2/m2)	(2020 一定と想定)
$\frac{\text{素材投入量}}{\text{製品製造数量}}$	建築アルミニウム 消費量/ 建築着工面積	0.004 (t/m2)	(2020 一定と想定)
$\frac{\text{CO2 排出量}}{\text{素材投入量}}$	アルミニウムの CO2 排出量	11.1(tCO2/t)	(2020 一定と想定)

出所：人口 (2020・実績)：総務省「人口推計」、人口 (2050・BAU シナリオ)：国立社会保障・人口問題研究所「日本の将来推計人口 (全国)」、建築延床面積：国土交通省「建築物ストック統計」(2018 年値)、建築着工面積：国土交通省「建築着工統計調査」、建築用アルミニウム消費量：日本アルミニウム協会「2021 年度 アルミニウム製品用途別需要構成」、アルミニウムの CO2 排出量：日本アルミニウム協会 (2022)「我が国の輸入アルミニウム新地金の LCI データの概要」より作成

表 2-14 アルミニウムの缶・食品用途における推計式各項の設定

数式 1 の項	推計方法	設定 (2020 実績)	設定 (2050BAU)
当該用途の活動量	人口	126,146 (千人)	101,923 (千人)
$\frac{\text{製品保有数量}}{\text{当該用途の活動量}}$	缶・食品用アルミニウム 消費量/人口	0.0033 (t/人)	(2020 一定と想定)
$\frac{\text{製品製造数量}}{\text{製品保有数量}}$	缶・食品用アルミニウム 消費量/缶・食品用アル ミニウム消費量	1.00 (t/t)	(2020 一定と想定)
$\frac{\text{素材投入量}}{\text{製品製造数量}}$	缶・食品用アルミニウム 消費量/缶・食品用アル ミニウム消費量	1.00 (t/t)	(2020 一定と想定)
$\frac{\text{CO2 排出量}}{\text{素材投入量}}$	アルミニウムの CO2 排 出量	11.1(tCO2/t)	(2020 一定と想定)

出所：人口 (2020・実績)：総務省「人口推計」、人口 (2050・BAU シナリオ)：国立社会保障・人口問題研究所「日本の将来推計人口 (全国)」、缶・食品用アルミニウム消費量：日本アルミニウム協会「2021 年度 アルミニウム製品用途別需要構成」、アルミニウムの CO2 排出量：日本アルミニウム協会 (2022)「我が国の輸入アルミニウム新地金の LCI データの概要」より作成

表 2-15 アルミニウムにかかわる循環経済の対策シナリオの設定

項	対策	設定	パラメータ (設定前)	パラメータ (設定後)
製品保有数量 当該用途の活動量	自動車の シェア・ PaaS	シェアリングにより自動車保有 台数の3割削減と想定※ <sup>1</sup> 100%の自動車に対策を実 施すると想定	自動車： 0.65 (台/人)	自動車： 0.45 (台/人)
製品製造数量 製品保有数量	建築の 長寿命化	2050 年の建築平均寿命は 2020 年の1.35 倍と想定。 ※ <sup>2</sup> 100%の建築に対策を実 施すると想定	建築： 0.015 (m <sup>2</sup> /m <sup>2</sup> )	建築： 0.011 (m <sup>2</sup> /m <sup>2</sup> )
	自動車の 長寿命化	2050 年の平均使用年数は 2020 年の1.49 倍と想定※ <sup>3</sup> 。 (2020：13.51 年、 2050：20.16 年) 100%の自動車に対策実施 すると想定	自動車： 0.039 (台/台)	自動車： 0.026 (台/台)
素材投入量 製品製造数量	自動車の 軽量化	1 台当たりのアルミ消費量が現 状の2 倍になると想定。 ※ <sup>4</sup> 100%の自動車に対策実施 すると想定	自動車： 0.22 (t/台)	自動車： 0.43 (t/台)
	缶の 軽量化	2050 年のアルミ消費量が現状か ら6%削減と想定。 ※ <sup>5</sup> 100%の缶・食品に対策実 施すると想定	缶・食品： 1.00 (t/t)	缶・食品： 0.94 (t/t)
CO <sub>2</sub> 排出量 素材投入量	再生地金 の利用	アルミニウムの CO <sub>2</sub> 排出 量が 96%削減と想定。 ※ <sup>6</sup> 建築、缶・食品の 50%で対 策を実施すると想定	建築、 缶・食品： 11.1(tCO <sub>2</sub> /t)	建築、缶・ 食品： 5.75 (tCO <sub>2</sub> /t)

※1：交通エコロジー・モビリティ財団（2013）「カーシェアリングによる環境改善効果を確認～主要5事業者の個人・法人加入者へのアンケートにより検証～」より設定。

※2：国土技術政策総合研究所「住宅の長寿命化に向けた研究の取り組み」より1983～2008の4時点の平均寿命データを得て、線形近似で2020、2050値を推計。

※3：自動車検査登録情報協会「平均使用年数」より1991～2020の年平均成長率を推計。年平均率の成長率を一定と仮定して、2050年の平均使用年数を推計。

※4：NEDO（2020）「革新的新構造材料等研究開発（中間評価）」における研究開発目標。

※5：アルミ缶リサイクル協会ホームページ「リデュース率」より2020に2004基準で6.2%の軽量化を実現したことから、2050年までにさらに6%の軽量化を達成すると想定。

※6：日本アルミニウム協会（2015）「アルミニウム新地金および展伸材用再生地金の LCI データの概要」より一次地金、二次地金の CO<sub>2</sub> 排出量を得て、推計。

### (3) セメント

セメントについては住宅建築、非住宅建築、土木の 3 用途を対象にして将来推計を行った。数式 1 のうち「当該用途の活動量」について、国内における対象の用途の活動量の代理指標として住宅建築、非住宅建築は人口を採用し、土木は GDP を採用した。その他の各項については、それぞれの製品に関する統計情報などから情報を整備した（表 2-16～表 2-18）。

循環経済への移行の取組としては、空き家の有効利用・シェアリングによる「製品保有数量/当該用途の活動量」の減少、建築の長寿命化による「製品製造数量/製品保有数量」の減少、建築の木造化による「素材投入量/製品製造数量」の減少、高炉セメント・エコセメントの利用による「CO2 排出量/素材投入量」の減少を想定した。それぞれの取組の効果の設定について表 2-19 に示す。

表 2-16 セメントの住宅建築用途における推計式各項の設定

数式 1 の項	推計方法	設定 (2020 実績)	設定 (2050BAU)
当該用途の活動量	人口	126,146 (千人)	101,923 (千人)
$\frac{\text{製品保有数量}}{\text{当該用途の活動量}}$	住宅建築延床面積/ 人口	45.6 (m2/人)	(2020 一定と想定)
$\frac{\text{製品製造数量}}{\text{製品保有数量}}$	住宅建築着工面積/ 住宅建築延床面積	0.011 (m2/m2)	(2020 一定と想定)
$\frac{\text{素材投入量}}{\text{製品製造数量}}$	建築用セメント消費量	0.15 (t/m2)	(2020 一定と想定)
$\frac{\text{CO2 排出量}}{\text{素材投入量}}$	セメントの CO2 排出量	0.76(tCO2/t)	(2020 一定と想定)

出所：人口（2020・実績）：総務省「人口推計」、人口（2050・BAU シナリオ）：国立社会保障・人口問題研究所「日本の将来推計人口（全国）」、住宅建築延床面積：国土交通省「建築物ストック統計」（2018 年値）、住宅建築着工面積：国土交通省「建築着工統計調査」、建築用セメント消費量：国土交通省「建設資材・労働力需要実態調査」、セメントの CO2 排出量：セメント協会（2022）「セメントの LCI データの概要」より作成

表 2-17 セメントの非住宅建築用途における推計式各項の設定

数式 1 の項	推計方法	設定 (2020 実績)	設定 (2050BAU)
当該用途の活動量	人口	126,146 (千人)	101,923 (千人)
$\frac{\text{製品保有数量}}{\text{当該用途の活動量}}$	非住宅建築延床面積 人口	20.9 (m <sup>2</sup> /人)	(2020 一定と想定)
$\frac{\text{製品製造数量}}{\text{製品保有数量}}$	非住宅建築着工面積 非住宅建築延床面積	0.018 (m <sup>2</sup> /m <sup>2</sup> )	(2020 一定と想定)
$\frac{\text{素材投入量}}{\text{製品製造数量}}$	建築用セメント消費量	0.153 (t/m <sup>2</sup> )	(2020 一定と想定)
$\frac{\text{CO}_2 \text{ 排出量}}{\text{素材投入量}}$	セメントの CO <sub>2</sub> 排出量	0.76 (tCO <sub>2</sub> /t)	(2020 一定と想定)

出所：人口 (2020・実績)：総務省「人口推計」、人口 (2050・BAU シナリオ)：国立社会保障・人口問題研究所「日本の将来推計人口 (全国)」、非住宅建築延床面積：国土交通省「建築物ストック統計」(2018 年値)、非住宅建築延床面積：国土交通省「建築着工統計調査」、建築用セメント消費量：国土交通省「建設資材・労働力需要実態調査」、セメントの CO<sub>2</sub> 排出量：セメント協会 (2022)「セメントの LCI データの概要」より作成

表 2-18 セメントの土木用途における推計式各項の設定

数式 1 の項	推計方法	設定 (2020 実績)	設定 (2050BAU)
当該用途の活動量	GDP	537,562 (十億円)	759,657 (十億円)
$\frac{\text{製品保有数量}}{\text{当該用途の活動量}}$	公的固定資本蓄積量/ GDP	1.5 (円/円)	(2020 一定と想定)
$\frac{\text{製品製造数量}}{\text{製品保有数量}}$	建設工事費/ 公的固定資本蓄積量	0.067 (円/円)	(2020 一定と想定)
$\frac{\text{素材投入量}}{\text{製品製造数量}}$	土木用セメント消費量	0.84 (t/百万円)	(2020 一定と想定)
$\frac{\text{CO}_2 \text{ 排出量}}{\text{素材投入量}}$	セメントの CO <sub>2</sub> 排出量	0.76(tCO <sub>2</sub> /t)	(2020 一定と想定)

出所：GDP (2020・実績)：内閣府「国民経済計算 (GDP 統計)」年次 GDP 実績 (名目)、GDP (2050・BAU シナリオ)：内閣府「中長期の経済財政に関する試算 (令和 5 年 1 月 24 日経済財政諮問会議提出)」の成長率より推計。ただし、2033~2050 については 2033 年度値一定と仮定、公的固定資本蓄積量：内閣府「国民経済計算 (GDP 統計)」、建設工事費：国土交通省「建設総合統計」、土木用セメント消費量：国土交通省「建設資材・労働力需要実態調査」、セメントの CO<sub>2</sub> 排出量：日本セメント協会 (2022)「我が国の輸入セメント新地金の LCI データの概要」より作成

表 2-19 セメントにかかわる循環経済の対策シナリオの設定

項	対策	設定	パラメータ (設定前)	パラメータ (設定後)
製品保有数量 当該用途の活動量	空 家 の 有 効 利 用 (シェアリ ングなど)	人口当たりの住宅延床 面積が 0.86 倍と想定※ <sup>1</sup> 住宅建築で 100%対策を 実施すると想定	住宅建築： 45.6 (m <sup>2</sup> /人)	住宅建築： 39.4 (m <sup>2</sup> /人)
製品製造数量 製品保有数量	建築の 長寿命化	2050 年の建築平均寿命 は 2020 年の 1.35 倍と 想定※ <sup>2</sup> 100%の住宅・非住宅建 築と土木の 50%で対策 を実施すると想定	住宅建築： 0.011 (m <sup>2</sup> /m <sup>2</sup> ) 非住宅建築： 0.018 (m <sup>2</sup> /m <sup>2</sup> ) 土木： 0.067 (m <sup>2</sup> /m <sup>2</sup> )	住宅建築： 0.009 (m <sup>2</sup> /m <sup>2</sup> ) 非住宅建築： 0.013 (m <sup>2</sup> /m <sup>2</sup> ) 土木： 0.058 (m <sup>2</sup> /m <sup>2</sup> )
素材投入量 製品製造数量	建 築 の 木 造化	木造化すると鋼材の使 用量が 0.15 倍と想定※ <sup>3</sup> 30%の住宅建築で対策 を実施すると想定	住宅建築： 0.15 (t/m <sup>2</sup> )	住宅建築： 0.11 (t/m <sup>2</sup> )
CO <sub>2</sub> 排出量 素材投入量	高 炉 セ メ ン ト ・ エ コ セ メ ン ト の 利 用	ポルトランドセメントに比 べて高炉セメント・エコセメン トではCO <sub>2</sub> 排出量が0.58倍 と想定※ <sup>4</sup> 全用途において 50%で 対策を実施すると想定	全用途： 0.76 (tCO <sub>2</sub> /t)	全用途： 0.60 (tCO <sub>2</sub> /t)

※1：国土交通省「住宅・土地統計調査」より 2018 年の空き家率が 13.6%であることから、必要な延床面積を現状の (1・0.136) 倍と想定。

※2：国土技術政策総合研究所「住宅の長寿命化に向けた研究の取り組み」より 1983～2008 の 4 時点の平均寿命データを得て、線形近似で 2020、2050 値を推計。

※3：国土交通省「建設資材・労働力需要実態調査」より木造、構造総合それぞれの鋼材の原単位を比較。

※4：セメント協会「セメントの LCI データの概要」よりポルトランドセメントと高炉 B 種セメントの CO<sub>2</sub> 排出量を比較。

#### (4) プラスチック

プラスチックについては容器包装、電気・電子機器、自動車の 3 用途を対象にして将来推計をおこなった。数式 1 のうち「当該用途の活動量」について、国内におけるそれぞれの用途の活動量の代理指標としては人口を採用した。その他の各項については、それぞれの製品に関する統計情報などから情報を整備した (表 2-20～表 2-22)。

循環経済への移行の取組としては、自動車のシェアリング・PaaS の普及による「製品保有数量/当該用途の活動量」の減少、自動車の長寿命化による「製品製造数量/製品保有数量」

の減少、紙製品への置換による「素材投入量/製品製造数量」の減少、リサイクル材およびバイオマスプラスチックの利用による「CO<sub>2</sub> 排出量/素材投入量」の減少を想定した。それぞれの取組の効果の設定について表 2-23 に示す。

表 2-20 プラスチックの容器包装用途における推計式各項の設定

数式 1 の項	推計方法	設定 (2020 実績)	設定 (2050BAU)
当該用途の活動量	人口	126,146 (千人)	101,923 (千人)
$\frac{\text{製品保有数量}}{\text{当該用途の活動量}}$	容器包装用樹脂生産量/人口	0.03 (t/人)	(2020 一定と想定)
$\frac{\text{製品製造数量}}{\text{製品保有数量}}$	容器包装用樹脂生産量/容器包装用樹脂生産量*	1.00 (t/t)	(2020 一定と想定)
$\frac{\text{素材投入量}}{\text{製品製造数量}}$	容器包装用樹脂生産量/容器包装用樹脂生産量*	1.00 (t/t)	(2020 一定と想定)
$\frac{\text{CO}_2 \text{ 排出量}}{\text{素材投入量}}$	プラスチック製造・焼却の CO <sub>2</sub> 排出量	6.66(tCO <sub>2</sub> /t)	(2020 一定と想定)

※：容器包装は耐用年数 1 年と仮定し、保有台数＝製造台数と想定した。また、製品製造台数について固有単位では計上せずに素材投入量 (t) と置くことにした。

出所：人口 (2020・実績)：総務省「人口推計」、人口 (2050・BAU シナリオ)：国立社会保障・人口問題研究所「日本の将来推計人口 (全国)」、容器包装用樹脂生産量：国土交通省「建築物ストック統計」(2018 年値)、プラスチックの CO<sub>2</sub> 排出量：海洋プラスチック問題対応協議会 (2019)「プラスチック製容器包装再商品化手法およびエネルギーリカバリーの環境負荷評価 (LCA)」(委託先：一般社団法人プラスチック循環利用協会) より作成

表 2-21 プラスチックの電気・電子機器用途における推計式各項の設定

数式 1 の項	推計方法	設定 (2020 実績)	設定 (2050BAU)
当該用途の活動量	人口	126,146 (千人)	101,923 (千人)
$\frac{\text{製品保有数量}}{\text{当該用途の活動量}}$	電気電子機器中の樹脂蓄積量/人口	0.103 (t/人)	(2020 一定と想定)
$\frac{\text{製品製造数量}}{\text{製品保有数量}}$	1/電気電子機器の製品寿命	0.100 (t/t)	(2020 一定と想定)
$\frac{\text{素材投入量}}{\text{製品製造数量}}$	電気電子機器用樹脂生産量/電気電子機器用樹脂生産量	1.00 (t/t)	(2020 一定と想定)
$\frac{\text{CO}_2 \text{ 排出量}}{\text{素材投入量}}$	プラスチック製造・焼却の CO <sub>2</sub> 排出量	6.66(tCO <sub>2</sub> /t)	(2020 一定と想定)

出所：人口 (2020・実績)：総務省「人口推計」、人口 (2050・BAU シナリオ)：国立社会保障・人口問題研究所「日本の将来推計人口 (全国)」、電気電子機器用樹脂生産量：プラスチック循環利用協会「プラスチック製品の生産・廃棄・再資源化・処理処分の状況マテリアルフロー図」、電気電子機器の製品寿命：10 年と想定、電気電子機器中の樹脂蓄積量：電気電子機器用樹脂生産量に製品寿命 10 年を乗じて推計、プラスチックの CO<sub>2</sub> 排出量：海洋プラスチック問題対応協議会 (2019)「プラスチック製容器包装再商品化手法およびエネルギーリカバリーの環境負荷評価 (LCA)」(委託先：一



般社団法人プラスチック循環利用協会）より作成

表 2-22 プラスチックの自動車用途における推計式各項の設定

数式 1 の項	推計方法	設定 (2020 実績)	設定 (2050BAU)
当該用途の活動量	人口	126,146 (千人)	101,923 (千人)
$\frac{\text{製品保有数量}}{\text{当該用途の活動量}}$	自動車保有台数/ 人口	0.65 (台/人)	(2020 一定と想定)
$\frac{\text{製品製造数量}}{\text{製品保有数量}}$	新車登録台数/ 自動車保有台数	0.039 (台/台)	(2020 一定と想定)
$\frac{\text{素材投入量}}{\text{製品製造数量}}$	自動車用プラスチック 消費量/乗用車生産台数	0.14 (t/台)	(2020 一定と想定)
$\frac{\text{CO}_2 \text{ 排出量}}{\text{素材投入量}}$	プラスチックの CO <sub>2</sub> 排出量	6.66(tCO <sub>2</sub> /t)	(2020 一定と想定)

出所：人口 (2020・実績)：総務省「人口推計」、人口 (2050・BAU シナリオ)：国立社会保障・人口問題研究所「日本の将来推計人口 (全国)」、自動車保有台数：自動車検査登録情報協会「自動車保有台数の推移」、新車登録台数：日本自動車販売協会連合会「新車・年別販売台数 (登録車)」、乗用車生産台数：日本自動車工業会「日本の自動車工業 2022」、自動車用プラスチック消費量：プラスチック循環利用協会「プラスチック製品の生産・廃棄・再資源化・処理処分の状況マテリアルフロー図」、プラスチックの CO<sub>2</sub> 排出量：海洋プラスチック問題対応協議会 (2019)「プラスチック製容器包装再商品化手法およびエネルギーリカバリーの環境負荷評価 (LCA)」(委託先：一般社団法人プラスチック循環利用協会) より作成

表 2-23 プラスチックにかかわる循環経済の対策シナリオの設定

項	対策	設定	パラメータ (設定前)	パラメータ (設定後)
$\frac{\text{製品保有数量}}{\text{当該用途の活動量}}$	自動車の シェア・ PaaS	シェアリングにより自動車保有台数の 3 割削減と想定※ <sup>1</sup>  100%の自動車に対策を実施すると想定	自動車： 0.65 (台/人)	自動車： 0.45 (台/人)
$\frac{\text{製品製造数量}}{\text{製品保有数量}}$	自動車の 長寿命化	2050 年の平均使用年数は 2020 年の 1.49 倍と想定※ <sup>2</sup> 。 (2020：13.51 年、 2050：20.16 年)  100%の自動車に対策実施すると想定	自動車： 0.039 (台/台)	自動車： 0.026 (台/台)

項	対策	設定	パラメータ (設定前)	パラメータ (設定後)
素材投入量 製品製造数量	紙製品への置換	対策の対象となるプラスチックが全量生産不要 20%の容器包装で対策を実施すると想定	容器包装： 1.00 (t/t)	容器包装： 0.80 (t/t)
CO2 排出量 素材投入量	ケミカルリサイクル（油化・プラ原料利用）	バージン材使用に比べ、 41%削減と想定※3 全用途の 25%で対策実施すると想定	全用途： 6.66 (tCO2t)	全用途： 4.60 (tCO2t)
	バイオマスプラスチック	化石由来樹脂に比べ、 67%削減と想定※4 全用途の 20%で対策実施すると想定		
	マテリアルリサイクル	バージン材使用に比べ、 25%削減と想定※5 全用途の 25%で対策実施すると想定		

※1：交通エコロジー・モビリティ財団（2013）「カーシェアリングによる環境改善効果を確認～主要5事業者の個人・法人加入者へのアンケートにより検証～」より設定

※2：自動車検査登録情報協会「平均使用年数」より1991～2020の年平均成長率を推計。年平均率の成長率を一定と仮定して、2050年の平均使用年数を推計

※3：BASF「ChemCyclingTM:ライフサイクルアセスメント（LCA）による環境評価」よりLDPE製造・焼却のCO2排出量および油化による削減効果を得て、削減率を推計

※4：BASF「ChemCyclingTM:ライフサイクルアセスメント（LCA）による環境評価」よりLDPE製造・焼却のCO2排出量を得る。また、Braskem「I'm greenTM PE Life Cycle Assessment」よりサトウキビ由来のバイオPEの製造・焼却のCO2排出量を得て、削減率を推計

※5：海洋プラスチック問題対応協議会（2019）「プラスチック製容器包装再商品化手法およびエネルギーリカバリーの環境負荷評価（LCA）」よりバージン材、マテリアルリサイクル材の環境負荷データを得て、削減率を推計

## 2.3 循環経済への移行の取組による国内の CO2 排出削減効果の推計結果

### (1) 鉄鋼

鉄鋼を対象とした循環経済への移行の取組による国内の CO2 排出削減効果の推計結果を図 2-5 に示す。また、個別の製品用途別の推計結果を図 2-5～図 2-8 に示す。

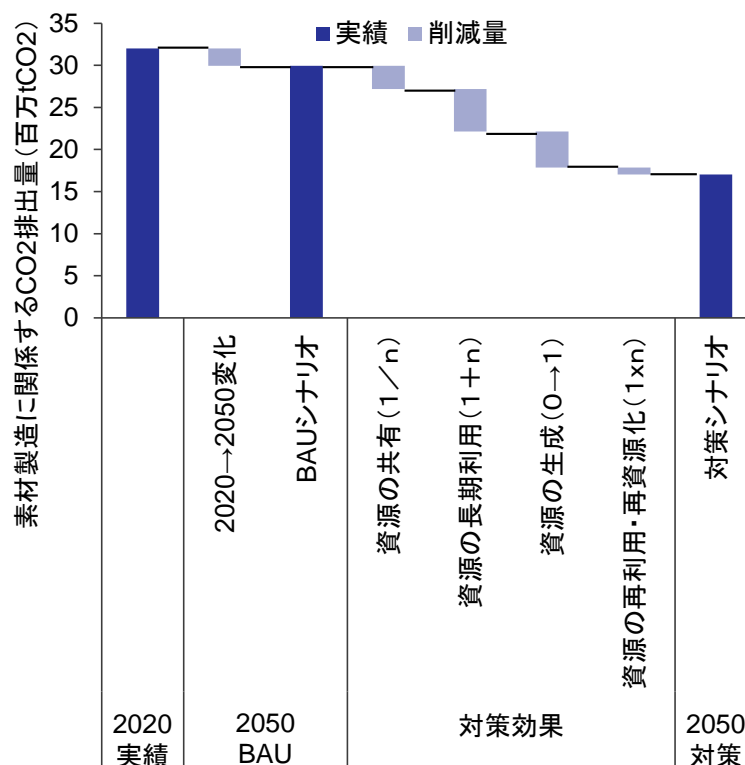


図 2-5 循環経済への移行による国内の CO2 排出削減効果の推計結果  
(鉄鋼・3用途合計)

注 1) 本推計の対象範囲：

- 本推計は日本国内の循環経済の取組を対象として、日本国内で使用される製品に用いられる素材の製造に関する CO2 排出量の削減効果の推計を実施した。

注 2) 本推計の留意点：

- 「2020→2050 変化」は BAU シナリオで想定した活動量の変化を表す。
- 国内産業の素材製造であっても、直接輸出される、又は、組立後に製品として輸出される量は推計対象外とした。
- 推計は一素材ごとに実施し、ある素材についての推計においては別の素材の循環利用については考慮しないこととした。
- 素材製造時の CO2 排出量のみに着目しているため、製品製造から使用、回収・廃棄・リサイクルまでの各プロセスの CO2 排出量は推計対象外とした。

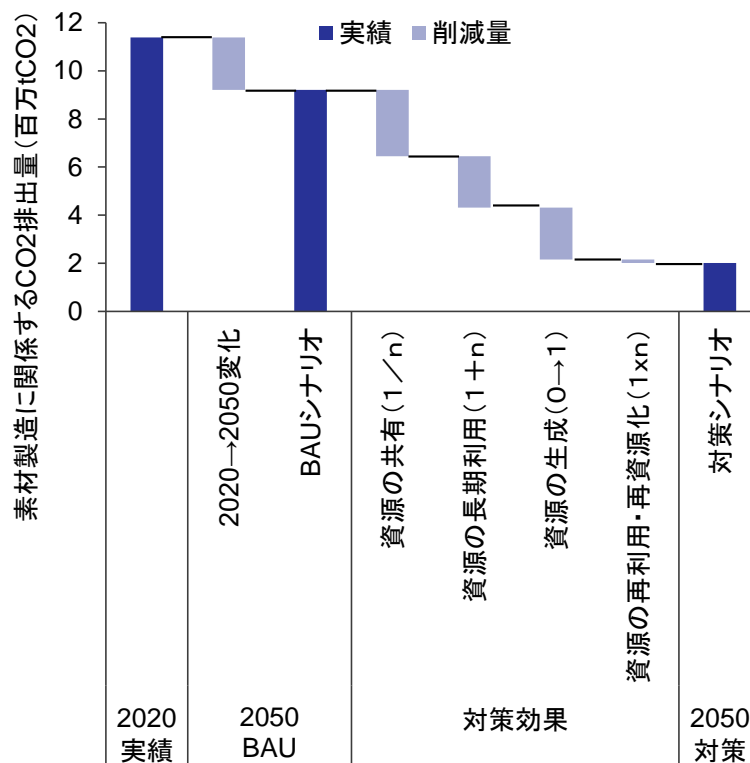


図 2-6 循環経済への移行による国内の CO2 排出削減効果の推計結果（鉄鋼・自動車）

注 1) 本推計の対象範囲：

- 本推計は日本国内の循環経済の取組を対象として、日本国内で使用される製品に用いられる素材の製造に関する CO2 排出量の削減効果の推計を実施した。

注 2) 本推計の留意点：

- 「2020→2050 変化」は BAU シナリオで想定した活動量の変化を表す。
- 国内産業の素材製造であっても、直接輸出される、又は、組立後に製品として輸出される量は推計対象外とした。
- 推計は一素材ごとに実施し、ある素材についての推計においては別の素材の循環利用については考慮しないこととした。
- 素材製造時の CO2 排出量のみに着目しているため、製品製造から使用、回収・廃棄・リサイクルまでの各プロセスの CO2 排出量は推計対象外とした。

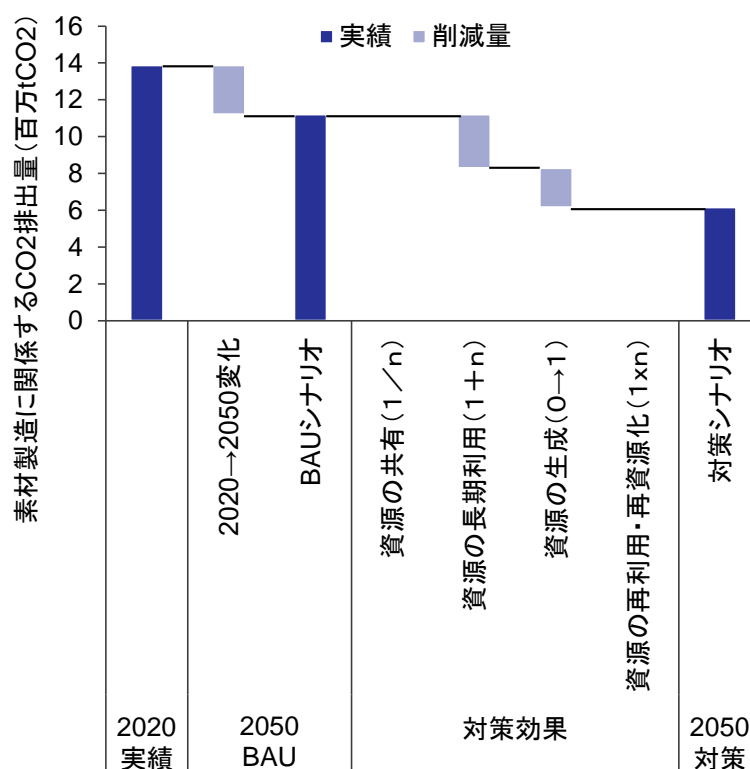


図 2-7 循環経済への移行による国内の CO2 排出削減効果の推計結果（鉄鋼・建築）

注 1) 本推計の対象範囲：

- 本推計は日本国内の循環経済の取組を対象として、日本国内で使用される製品に用いられる素材の製造に関する CO2 排出量の削減効果の推計を実施した。

注 2) 本推計の留意点：

- 「2020→2050 変化」は BAU シナリオで想定した活動量の変化を表す。
- 国内産業の素材製造であっても、直接輸出される、又は、組立後に製品として輸出される量は推計対象外とした。
- 推計は一素材ごとに実施し、ある素材についての推計においては別の素材の循環利用については考慮しないこととした。
- 素材製造時の CO2 排出量のみに着目しているため、製品製造から使用、回収・廃棄・リサイクルまでの各プロセスの CO2 排出量は推計対象外とした。

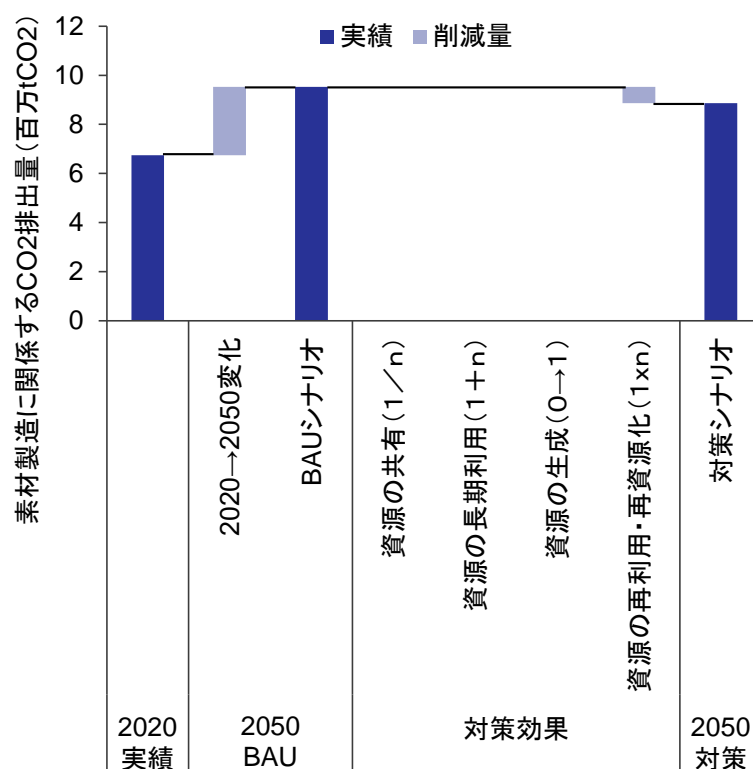


図 2-8 循環経済への移行による国内の CO2 排出削減効果の推計結果（鉄鋼・船舶）

注 1) 本推計の対象範囲：

- 本推計は日本国内の循環経済の取組を対象として、日本国内で使用される製品に用いられる素材の製造に関する CO2 排出量の削減効果の推計を実施した。

注 2) 本推計の留意点：

- 「2020→2050 変化」は BAU シナリオで想定した活動量の変化を表す。
- 国内産業の素材製造であっても、直接輸出される、又は、組立後に製品として輸出される量は推計対象外とした。
- 推計は一素材ごとに実施し、ある素材についての推計においては別の素材の循環利用については考慮しないこととした。
- 素材製造時の CO2 排出量のみに着目しているため、製品製造から使用、回収・廃棄・リサイクルまでの各プロセスの CO2 排出量は推計対象外とした。

## (2) アルミニウム

アルミニウムを対象とした循環経済への移行の取組による国内の CO2 排出削減効果の推計結果を図 2-9 に示す。また、個別の製品用途別の推計結果を図 2-10～図 2-12 に示す。

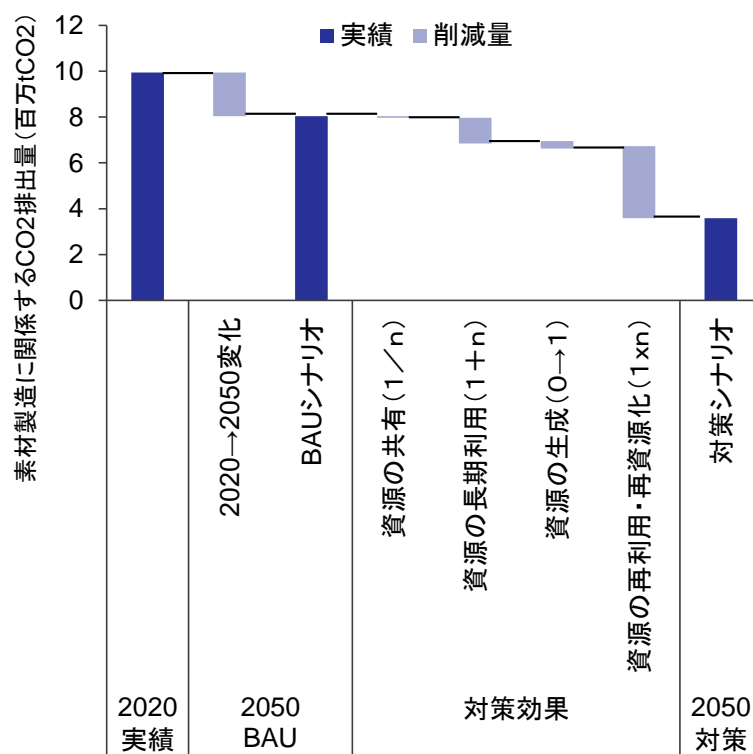


図 2-9 循環経済への移行による国内の CO2 排出削減効果の推計結果  
(アルミニウム・3用途合計)

注 1) 本推計の対象範囲：

- 本推計は日本国内の循環経済の取組を対象として、日本国内で使用される製品に用いられる素材の製造に関する CO2 排出量の削減効果の推計を実施した。

注 2) 本推計の留意点：

- 「2020→2050 変化」は BAU シナリオで想定した活動量の変化を表す。
- 国内産業の素材製造であっても、直接輸出される、又は、組立後に製品として輸出される量は推計対象外とした。
- 推計は一素材ごとに実施し、ある素材についての推計においては別の素材の循環利用については考慮しないこととした。
- 素材製造時の CO2 排出量のみに着目しているため、製品製造から使用、回収・廃棄・リサイクルまでの各プロセスの CO2 排出量は推計対象外とした。

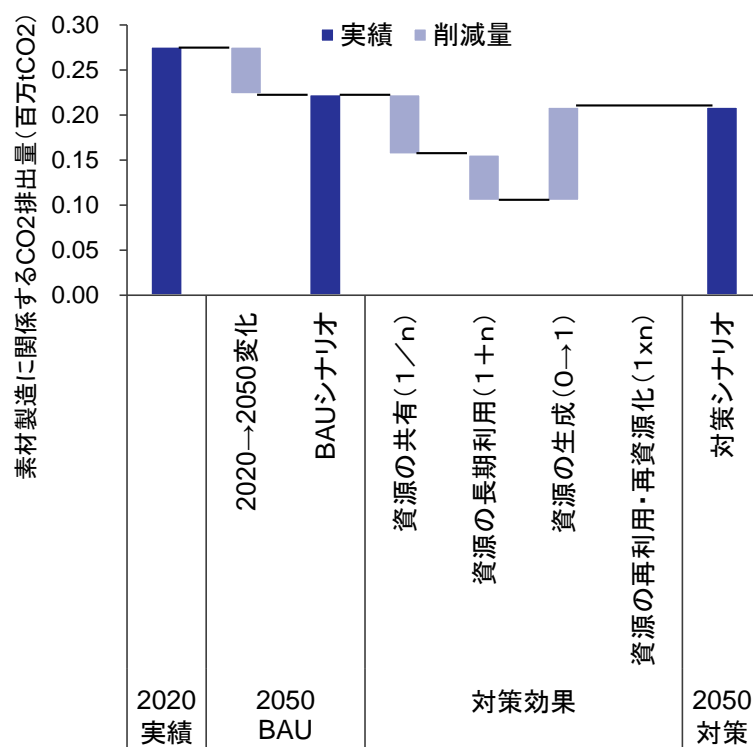


図 2-10 循環経済への移行による国内の CO2 排出削減効果の推計結果  
(アルミニウム・自動車)

注 1) 本推計の対象範囲：

- 本推計は日本国内の循環経済の取組を対象として、日本国内で使用される製品に用いられる素材の製造に関する CO2 排出量の削減効果の推計を実施した。

注 2) 本推計の留意点：

- 「2020→2050 変化」は BAU シナリオで想定した活動量の変化を表す。
- 国内産業の素材製造であっても、直接輸出される、又は、組立後に製品として輸出される量は推計対象外とした。
- 推計は一素材ごとに実施し、ある素材についての推計においては別の素材の循環利用については考慮しないこととした。
- 素材製造時の CO2 排出量のみに着目しているため、製品製造から使用、回収・廃棄・リサイクルまでの各プロセスの CO2 排出量は推計対象外とした。



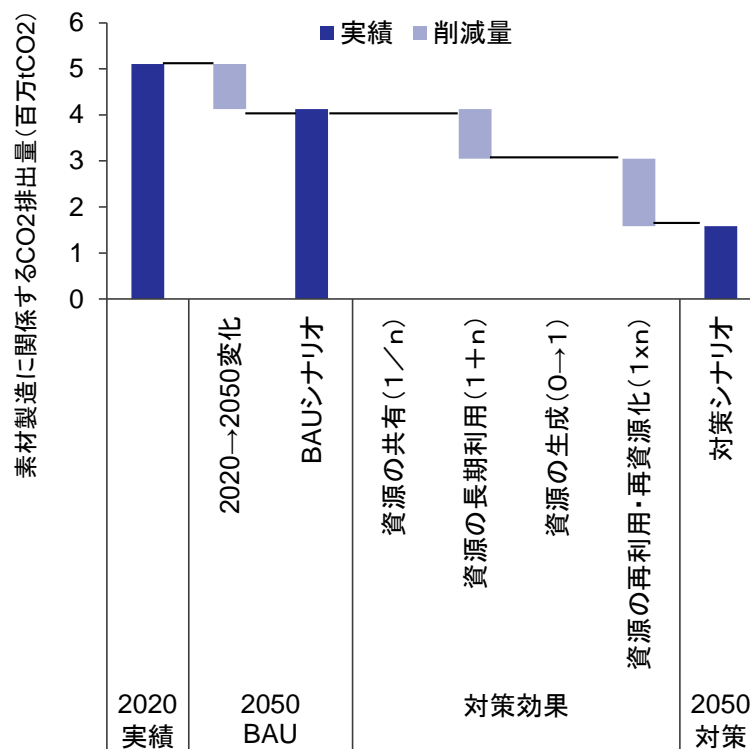


図 2-11 循環経済への移行による国内の CO2 排出削減効果の推計結果  
(アルミニウム・建築)

注 1) 本推計の対象範囲：

- 本推計は日本国内の循環経済の取組を対象として、日本国内で使用される製品に用いられる素材の製造に関する CO2 排出量の削減効果の推計を実施した。

注 2) 本推計の留意点：

- 「2020→2050 変化」は BAU シナリオで想定した活動量の変化を表す。
- 国内産業の素材製造であっても、直接輸出される、又は、組立後に製品として輸出される量は推計対象外とした。
- 推計は一素材ごとに実施し、ある素材についての推計においては別の素材の循環利用については考慮しないこととした。
- 素材製造時の CO2 排出量のみに着目しているため、製品製造から使用、回収・廃棄・リサイクルまでの各プロセスの CO2 排出量は推計対象外とした。

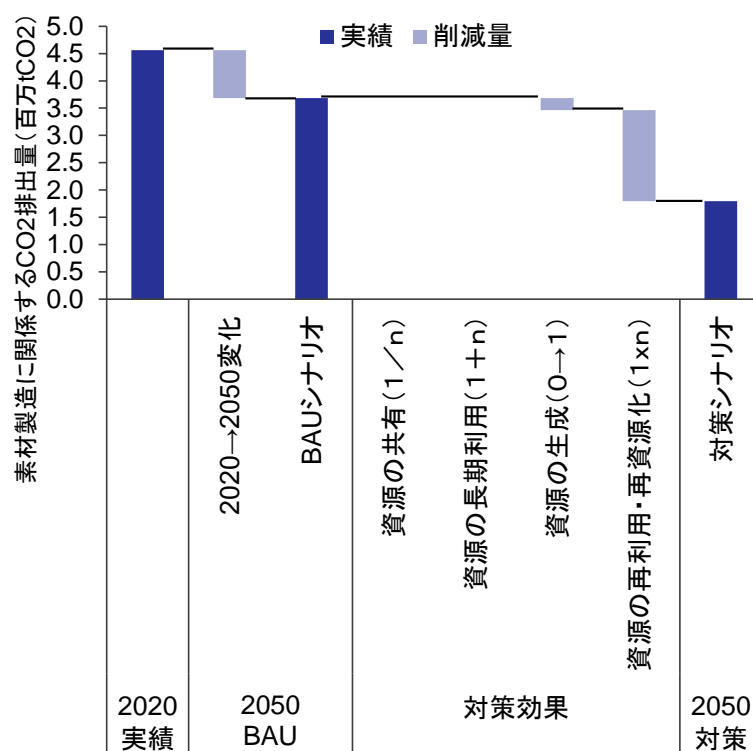


図 2-12 循環経済への移行による国内の CO2 排出削減効果の推計結果  
(アルミニウム・缶・食品)

注 1) 本推計の対象範囲：

- 本推計は日本国内の循環経済の取組を対象として、日本国内で使用される製品に用いられる素材の製造に関する CO2 排出量の削減効果の推計を実施した。

注 2) 本推計の留意点：

- 「2020→2050 変化」は BAU シナリオで想定した活動量の変化を表す。
- 国内産業の素材製造であっても、直接輸出される、又は、組立後に製品として輸出される量は推計対象外とした。
- 推計は一素材ごとに実施し、ある素材についての推計においては別の素材の循環利用については考慮しないこととした。
- 素材製造時の CO2 排出量のみに着目しているため、製品製造から使用、回収・廃棄・リサイクルまでの各プロセスの CO2 排出量は推計対象外とした。

### (3) セメント

セメントを対象とした循環経済への移行の取組による国内の CO<sub>2</sub> 排出削減効果の推計結果を図 2-13 に示す。また、個別の製品用途別の推計結果を図 2-14～図 2-16 に示す。

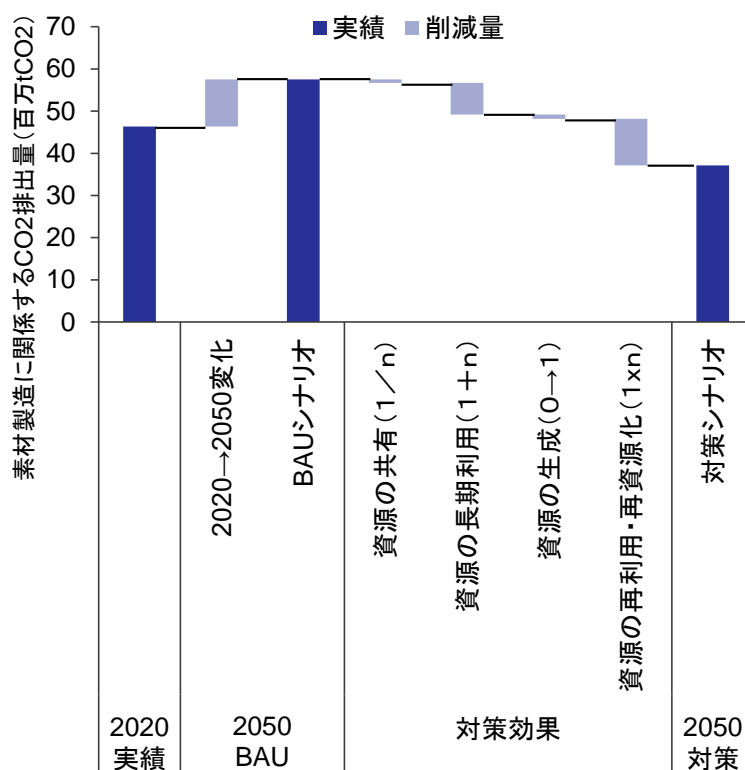


図 2-13 循環経済への移行による国内の CO<sub>2</sub> 排出削減効果の推計結果  
(セメント・3用途合計)

注 1) 本推計の対象範囲：

- 本推計は日本国内の循環経済の取組を対象として、日本国内で使用される製品に用いられる素材の製造に関係する CO<sub>2</sub> 排出量の削減効果の推計を実施した。

注 2) 本推計の留意点：

- 「2020→2050 変化」は BAU シナリオで想定した活動量の変化を表す。
- 国内産業の素材製造であっても、直接輸出される、又は、組立後に製品として輸出される量は推計対象外とした。
- 推計は一素材ごとに実施し、ある素材についての推計においては別の素材の循環利用については考慮しないこととした。
- 素材製造時の CO<sub>2</sub> 排出量のみに着目しているため、製品製造から使用、回収・廃棄・リサイクルまでの各プロセスの CO<sub>2</sub> 排出量は推計対象外とした。

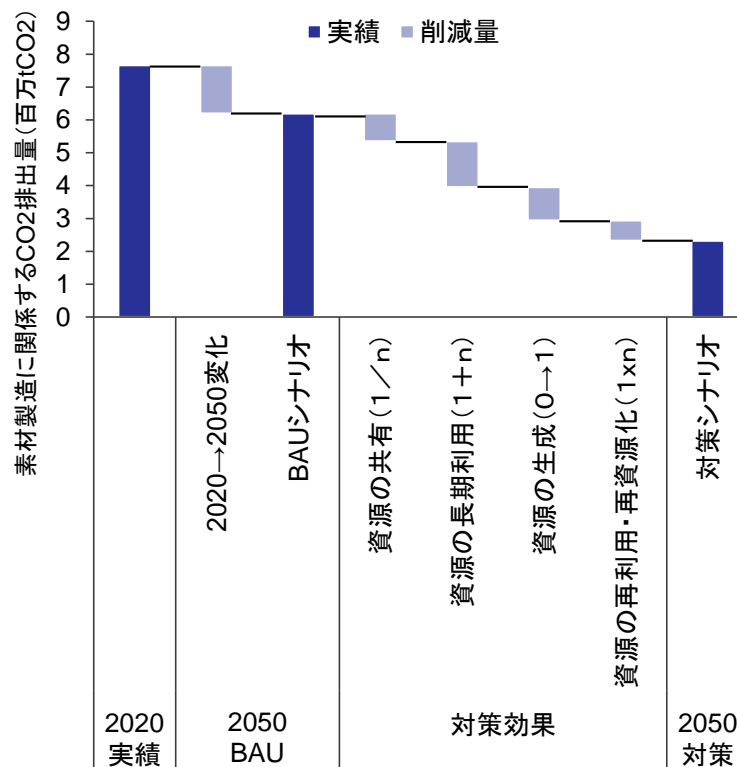


図 2-14 循環経済への移行による国内の CO2 排出削減効果の推計結果  
(セメント・住宅建築)

注 1) 本推計の対象範囲：

- 本推計は日本国内の循環経済の取組を対象として、日本国内で使用される製品に用いられる素材の製造に関する CO2 排出量の削減効果の推計を実施した。

注 2) 本推計の留意点：

- 「2020→2050 変化」は BAU シナリオで想定した活動量の変化を表す。
- 国内産業の素材製造であっても、直接輸出される、又は、組立後に製品として輸出される量は推計対象外とした。
- 推計は一素材ごとに実施し、ある素材についての推計においては別の素材の循環利用については考慮しないこととした。
- 素材製造時の CO2 排出量のみに着目しているため、製品製造から使用、回収・廃棄・リサイクルまでの各プロセスの CO2 排出量は推計対象外とした。

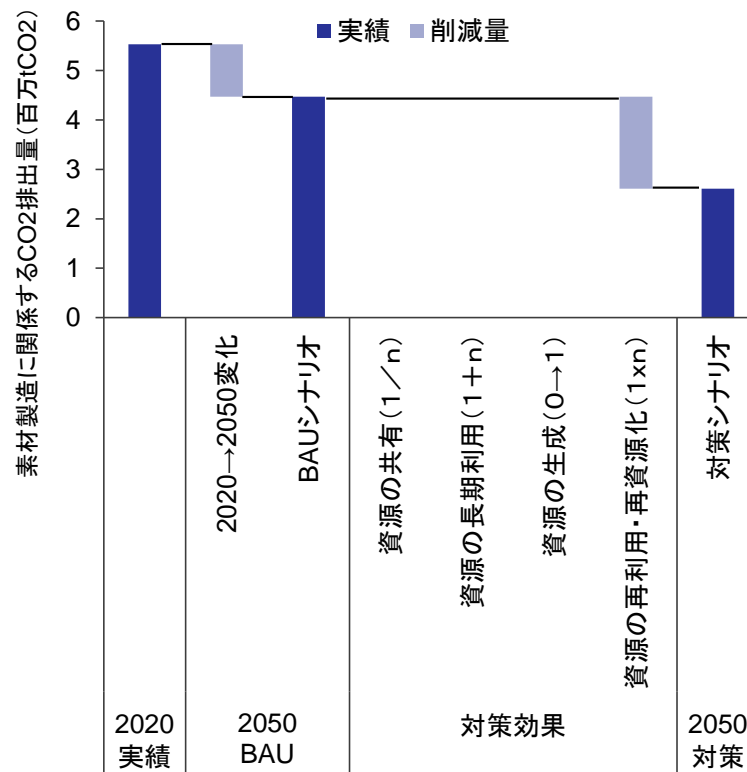


図 2-15 循環経済への移行による国内の CO2 排出削減効果の推計結果  
(セメント・非住宅建築)

注 1) 本推計の対象範囲：

- 本推計は日本国内の循環経済の取組を対象として、日本国内で使用される製品に用いられる素材の製造に関する CO2 排出量の削減効果の推計を実施した。

注 2) 本推計の留意点：

- 「2020→2050 変化」は BAU シナリオで想定した活動量の変化を表す。
- 国内産業の素材製造であっても、直接輸出される、又は、組立後に製品として輸出される量は推計対象外とした。
- 推計は一素材ごとに実施し、ある素材についての推計においては別の素材の循環利用については考慮しないこととした。
- 素材製造時の CO2 排出量のみに着目しているため、製品製造から使用、回収・廃棄・リサイクルまでの各プロセスの CO2 排出量は推計対象外とした。

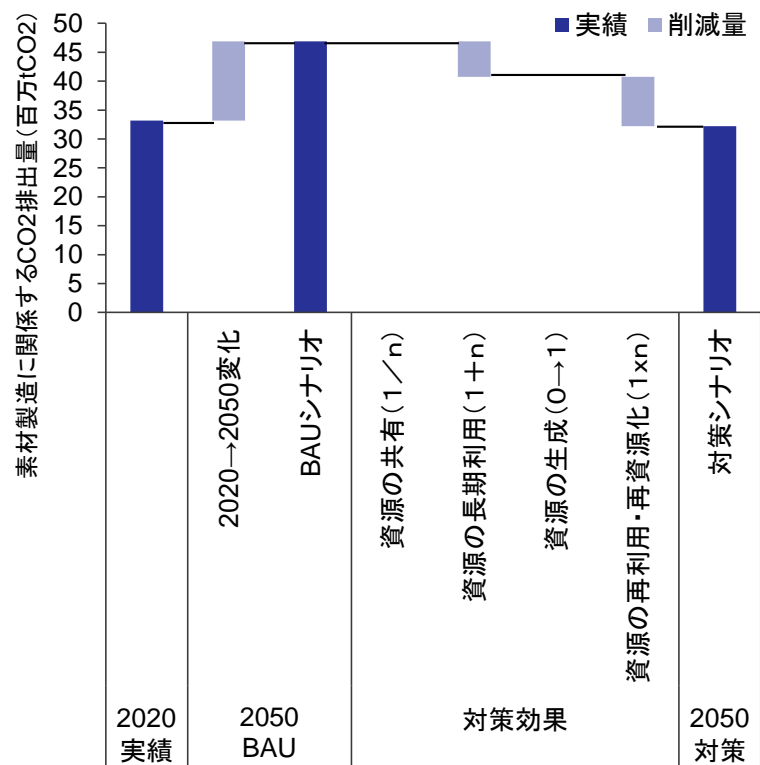


図 2-16 循環経済への移行による国内の CO2 排出削減効果の推計結果  
(セメント・土木)

注 1) 本推計の対象範囲：

- 本推計は日本国内の循環経済の取組を対象として、日本国内で使用される製品に用いられる素材の製造に関する CO2 排出量の削減効果の推計を実施した。

注 2) 本推計の留意点：

- 「2020→2050 変化」は BAU シナリオで想定した活動量の変化を表す。
- 国内産業の素材製造であっても、直接輸出される、又は、組立後に製品として輸出される量は推計対象外とした。
- 推計は一素材ごとに実施し、ある素材についての推計においては別の素材の循環利用については考慮しないこととした。
- 素材製造時の CO2 排出量のみに着目しているため、製品製造から使用、回収・廃棄・リサイクルまでの各プロセスの CO2 排出量は推計対象外とした。

#### (4) プラスチック

プラスチックを対象とした循環経済への移行の取組による国内の CO2 排出削減効果の推計結果を図 2-17 に示す。また、個別の製品用途別の推計結果を図 2-18～図 2-20 に示す。

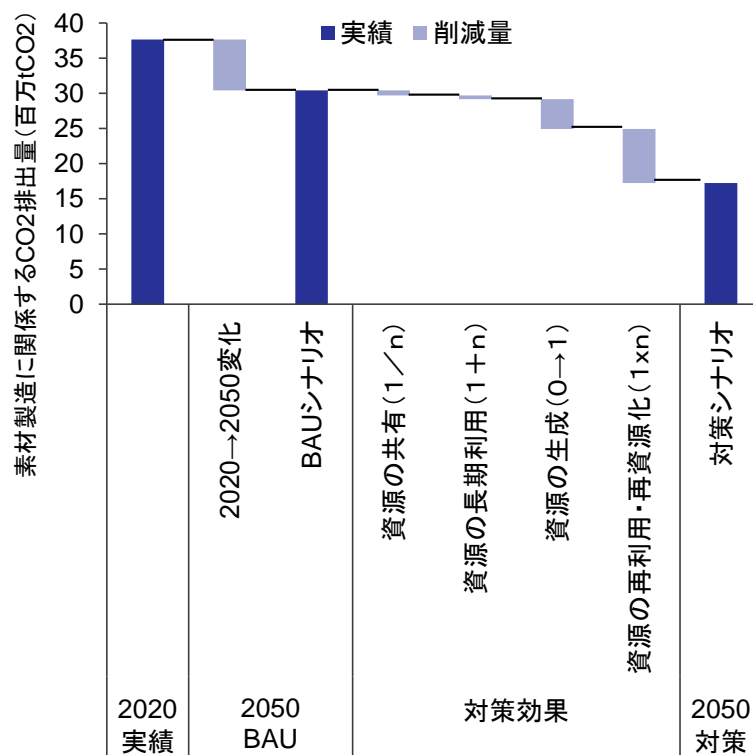


図 2-17 循環経済への移行による国内の CO2 排出削減効果の推計結果  
(プラスチック・3用途合計)

注 1) 本推計の対象範囲：

- 本推計は日本国内の循環経済の取組を対象として、日本国内で使用される製品に用いられる素材の製造に関する CO2 排出量の削減効果の推計を実施した。

注 2) 本推計の留意点：

- 「2020→2050 変化」は BAU シナリオで想定した活動量の変化を表す。
- 国内産業の素材製造であっても、直接輸出される、又は、組立後に製品として輸出される量は推計対象外とした。
- 推計は一素材ごとに実施し、ある素材についての推計においては別の素材の循環利用については考慮しないこととした。
- 素材製造時の CO2 排出量のみに着目しているため、製品製造から使用、回収・廃棄・リサイクルまでの各プロセスの CO2 排出量は推計対象外とした。

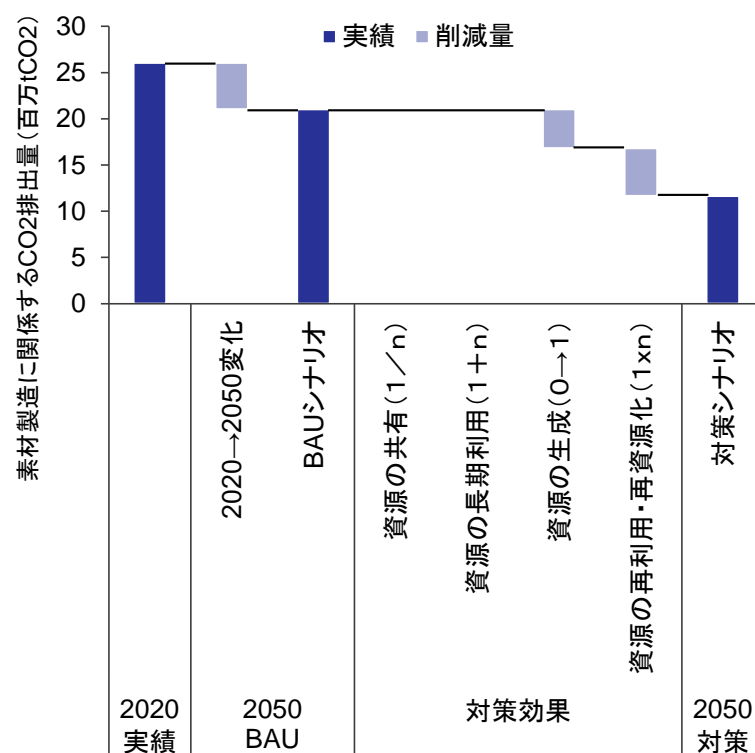


図 2-18 循環経済への移行による国内の CO2 排出削減効果の推計結果  
(プラスチック・容器包装)

注 1) 本推計の対象範囲：

- 本推計は日本国内の循環経済の取組を対象として、日本国内で使用される製品に用いられる素材の製造に関する CO2 排出量の削減効果の推計を実施した。

注 2) 本推計の留意点：

- 「2020→2050 変化」は BAU シナリオで想定した活動量の変化を表す。
- 国内産業の素材製造であっても、直接輸出される、又は、組立後に製品として輸出される量は推計対象外とした。
- 推計は一素材ごとに実施し、ある素材についての推計においては別の素材の循環利用については考慮しないこととした。
- 素材製造時の CO2 排出量のみに着目しているため、製品製造から使用、回収・廃棄・リサイクルまでの各プロセスの CO2 排出量は推計対象外とした。



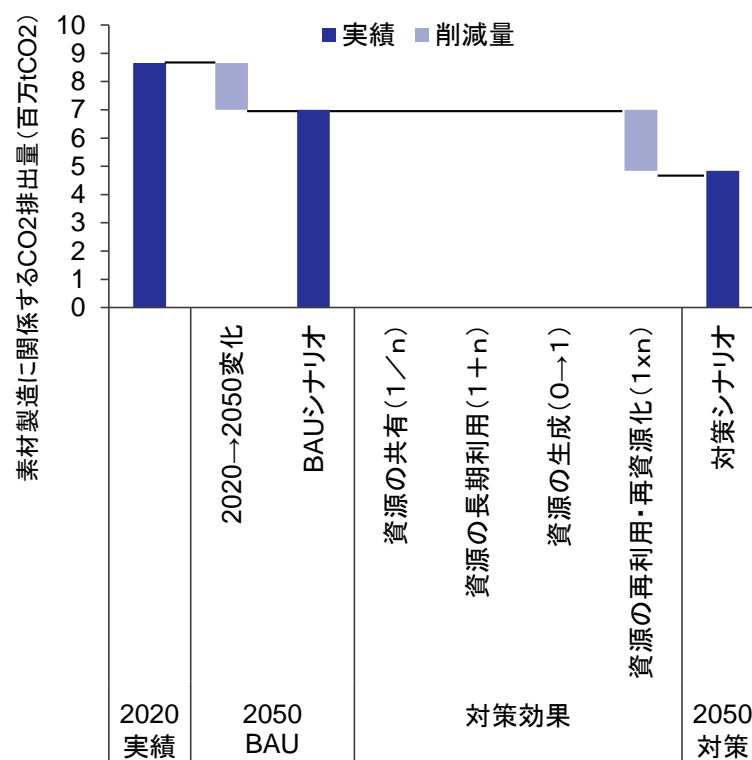


図 2-19 循環経済への移行による国内の CO2 排出削減効果の推計結果  
(プラスチック・電気電子機器)

注 1) 本推計の対象範囲：

- 本推計は日本国内の循環経済の取組を対象として、日本国内で使用される製品に用いられる素材の製造に関する CO2 排出量の削減効果の推計を実施した。

注 2) 本推計の留意点：

- 「2020→2050 変化」は BAU シナリオで想定した活動量の変化を表す。
- 国内産業の素材製造であっても、直接輸出される、又は、組立後に製品として輸出される量は推計対象外とした。
- 推計は一素材ごとに実施し、ある素材についての推計においては別の素材の循環利用については考慮しないこととした。
- 素材製造時の CO2 排出量のみに着目しているため、製品製造から使用、回収・廃棄・リサイクルまでの各プロセスの CO2 排出量は推計対象外とした。

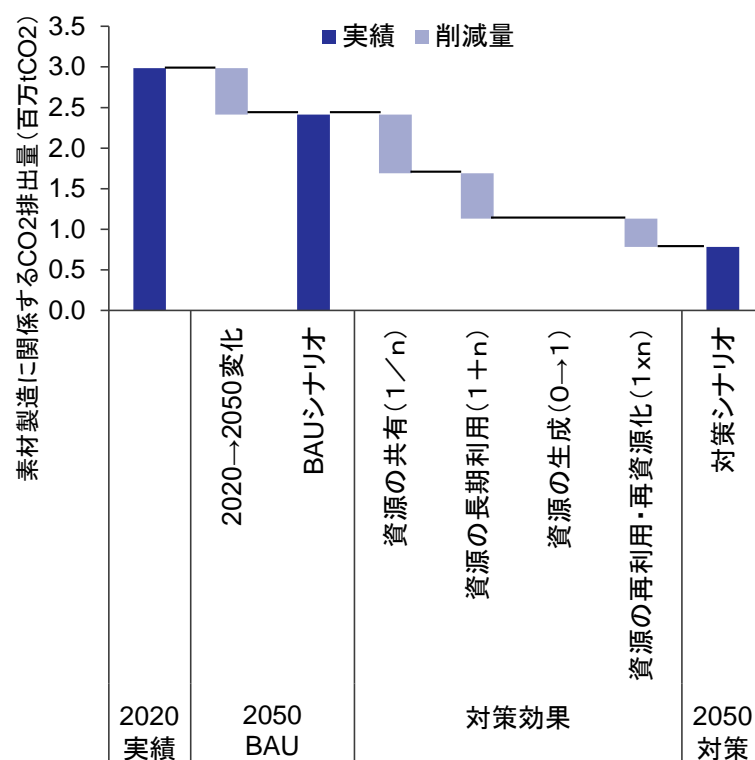


図 2-20 循環経済への移行による国内の CO2 排出削減効果の推計結果  
(プラスチック・自動車)

注 1) 本推計の対象範囲：

- 本推計は日本国内の循環経済の取組を対象として、日本国内で使用される製品に用いられる素材の製造に関する CO2 排出量の削減効果の推計を実施した。

注 2) 本推計の留意点：

- 「2020→2050 変化」は BAU シナリオで想定した活動量の変化を表す。
- 国内産業の素材製造であっても、直接輸出される、又は、組立後に製品として輸出される量は推計対象外とした。
- 推計は一素材ごとに実施し、ある素材についての推計においては別の素材の循環利用については考慮しないこととした。
- 素材製造時の CO2 排出量のみに着目しているため、製品製造から使用、回収・廃棄・リサイクルまでの各プロセスの CO2 排出量は推計対象外とした。

## 2.4 ヒアリング調査の実施

本事業で構築した循環経済への移行による国内の CO<sub>2</sub> 排出削減効果の推計式および 4 素材を対象とした削減効果の推計については、関連する事業者・業界団体 4 者に対して考え方を説明のうえ、今後の発展の方向性などについてヒアリング調査した。

ヒアリング調査でいただいた主な CO<sub>2</sub> 排出削減効果の推計に関する発展の方向性についてのご意見は以下のとおり（表 2-24）。

表 2-24 循環経済への移行による国内の CO<sub>2</sub> 排出削減効果の推計に対するご意見

今回構築した推計方法の特徴	ご意見（発展の方向性）
技術水準などについて現状維持と設定	<ul style="list-style-type: none"><li>● 既存の用途以外に脱炭素化によって新たに普及する製品での素材利用についても評価対象とするべきではないか。</li><li>● 脱炭素化による自動車の電動化やエネルギー消費当たりの CO<sub>2</sub> 排出量の減少などの関連する各種目標は BAU シナリオに織り込んでもいいのではないかな。</li></ul>
国内の製品利用を対象とした推計	<ul style="list-style-type: none"><li>● 国内産業では海外向けの生産活動も多く行っており、輸出分も含めた取組の進展について推計対象とするほうがいいのではないかな。</li></ul>
素材製造時の負荷のみを対象とした推計	<ul style="list-style-type: none"><li>● 使用済製品の回収・リサイクルについても循環経済への移行の取組として評価範囲にすべきだろう。</li><li>● 素材製造はリサイクル材の活用以外にも他の種類の資源循環にも貢献しているので評価範囲にすることが望ましい。</li><li>● 輸送機械の軽量化については使用時の負荷削減効果が大きいため、使用段階についても評価対象にすることが望ましい。</li></ul>

### 3. リサイクル材の活用による CO2 排出削減効果の算定

本章では原材料にバージン材を使用した場合とリサイクル材を使用した場合の、製品のライフサイクル全体における CO2 排出量の差異に関する算定調査を実施した。

#### 3.1 効果の算定の考え方

使用済製品を単純焼却するシナリオ（ベースラインシナリオ）と使用済製品を単純焼却により処分するシナリオ（ベースラインシナリオ）と使用済製品をリサイクル処理し、リサイクル材で新しい製品を生産するシナリオ（リサイクルシナリオ）の二種類のシナリオを設定し、製品の原材料にリサイクル材を活用することによる CO2 削減効果を測定することとした。

具体的には、それぞれのシナリオを構成するプロセスごとに CO2 排出量を算出してシナリオごとに積算し、積算結果の差をリサイクル材の活用による CO2 排出量削減効果とした。この際、製品の出荷量を両シナリオで等価にすることが重要となる。

### 3.2 効果算定の対象

本事業では、ペットボトルをペットボトルに水平リサイクルするシナリオ、すなわち、ボトル to ボトルリサイクルの CO<sub>2</sub> 排出量削減効果を算定した。算定におけるシナリオを図 3-1 に示す。ベースラインシナリオは、ペットボトルの原料となる石油の採掘から原料樹脂製造、成型を経て出荷されて消費された後、廃棄されて焼却処理されるものとした。また、リサイクルシナリオは、消費された後、分別回収される。分別回収されたペットボトルは全量がメカニカルリサイクル、またはケミカルリサイクルによってペットボトルに水平（ボトル to ボトル）リサイクルされるものとした。なお、リサイクルによって原料樹脂となったペットボトルはメカニカルリサイクル（図 3-1 の「12 メカニカルリサイクル」）とケミカルリサイクル（同図の「14 ケミカルリサイクル」）から成型（同図の「2 成型」）に輸送されるものとした。また、消費後に分別回収されなかったペットボトル、分別回収されたものの劣化や汚れなどでリサイクルに適さないペットボトル及びリサイクル時に生じた残渣については焼却処理されるものとした。

また、効果試算の対象とするプロセスは、ペットボトルの製造、成型、リサイクル・廃棄処理に関わるプロセス（同図の黄色のプロセス）と、事業者による輸送（シナリオ図中のオレンジ色のプロセス）とした。

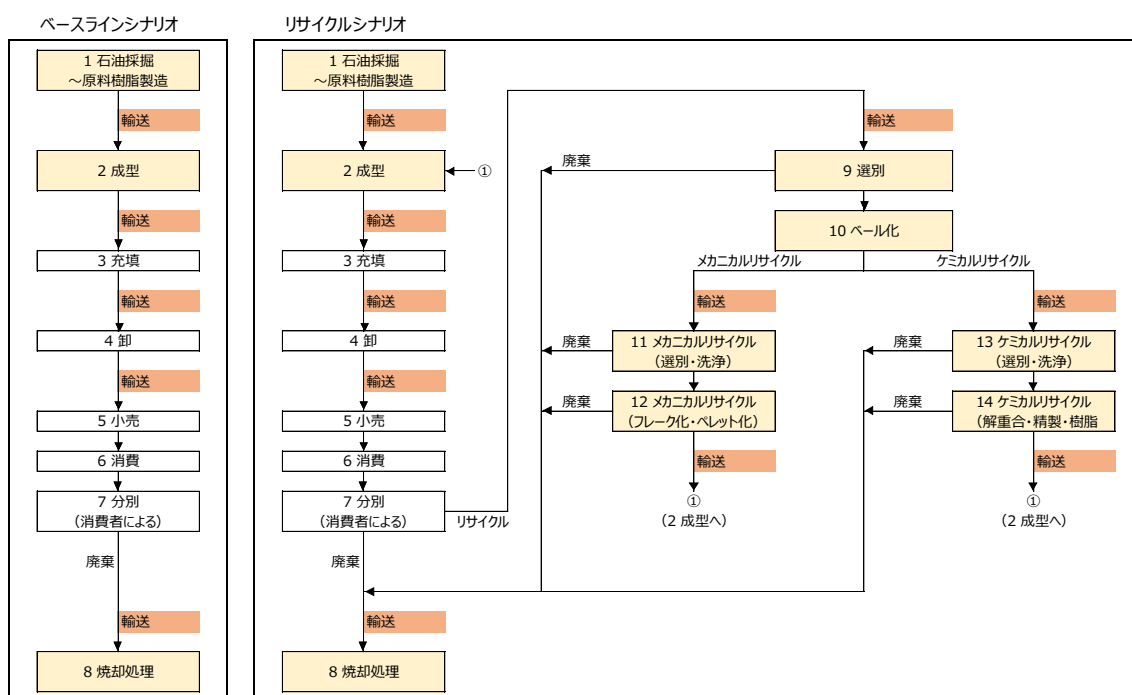


図 3-1 ペットボトルのリサイクルによる CO<sub>2</sub> 削減効果算定におけるシナリオ  
(左：ベースラインシナリオ、右：リサイクルシナリオ)

### 3.3 効果算定方法

上記 3.1 節に示したリサイクルによる CO<sub>2</sub> 削減効果は、ベースラインシナリオとリサイクルシナリオそれぞれの CO<sub>2</sub> 排出量の差分である。

これを算定するため、まず、両シナリオのプロセスと輸送に関わる CO<sub>2</sub> 排出量を算定した。プロセスにおける CO<sub>2</sub> 排出量は、そのプロセスに関する CO<sub>2</sub> 排出量の原単位に活動量を乗じて算定した。また、プロセス間の輸送に関わる CO<sub>2</sub> 排出量は、改良トンキロ法を用いた。各プロセスの活動量を表 3-1 に示す。なお、表中の数字は、図 3-1 中のプロセスの番号と対応している。

表 3-1 プロセスの活動量

プロセス		活動量
1-1	石油採掘～原料樹脂製造（ペットボトル）	ペット樹脂製造量
	輸送（1-1→2-1）	輸送距離（1-1→2-1）
2-1	成型（ペットボトル）	販売量（ペットボトル）
	輸送（2-1→3）	輸送距離（2-1→3）
1-2	石油採掘～原料樹脂製造（キャップ）	PP 樹脂製造量
	輸送（1-2→2-2）	輸送距離（1-2→2-2）
2-2	成型（キャップ）	販売量（キャップ）
	輸送（2-2→3）	輸送距離（2-2→3）
1-3	石油採掘～原料樹脂製造（ラベル）	PS 樹脂製造量
	輸送（1-3→2-3）	輸送距離（1-3→2-3）
2-3	成型（ラベル）	販売量（ラベル）
	輸送（2-3→3）	輸送距離（2-3→3）
3	充填	—
	輸送（3→4）	輸送距離（3→4）
4	卸	—
	輸送（4→5）	輸送距離（4→5）
5	小売	—
6	消費	—
7	分別（消費者による）	—
	輸送（7→8）	輸送距離（7→8）
8	焼却処理（ボトル）	ペットボトル焼却処理量
	焼却処理（キャップ）	キャップ焼却処理量
	焼却処理（ラベル）	ラベル焼却処理量
9	選別	ペットボトル回収量

	プロセス	活動量
	輸送 (9→8)	輸送距離 (9→8)
10	ベール化	ベール化量
	輸送 (10→11)	輸送距離 (10→11)
	輸送 (10→13)	輸送距離 (10→13)
11	メカニカルリサイクル (選別・洗浄)	ベール投入量
	輸送 (11→8)	輸送距離 (11→8)
12	メカニカルリサイクル (ペレット化・結晶化)	ペットボトル投入量
	輸送 (12→8)	輸送距離 (12→8)
	輸送 (12→2)	輸送距離 (12→2)
13	ケミカルリサイクル (選別・洗浄)	ベール投入量
	輸送 (13→8)	輸送距離 (13→8)
14	ケミカルリサイクル (解重合・精製・樹脂化)	ペットボトル投入量
	輸送 (14→8)	輸送距離 (14→8)
	輸送 (14→2)	輸送距離 (14→2)

### 3.4 CO2 削減効果算定用データの収集

CO2 削減効果の算定に使用する活動量、CO2 排出量原単位、その他算定に必要なパラメーターは、事業者 5 者から提供されたデータを使用した。データ提供にあたっては、算定に使用する活動量等のデータをまとめたデータシートを予め用意し、このデータシートを送付してデータを記入するよう依頼した。なお、提供が困難であるデータについては、以下の公開文献から収集したデータを使用した。

- ・ 文献 1：福原ら、リユース PET ボトルのライフサイクルインベントリ分析、第 4 回日本 LCA 学会研究発表会講演要旨集（2009 年 3 月）
- ・ 文献 2：経済産業省・国土交通省、物流分野の CO2 排出量に関する算定方法ガイドライン
- ・ 文献 3：環境省、サプライチェーンを通じた組織の温室効果ガス排出等の算定のための排出原単位データベース（Ver.2.4）p20 廃プラスチック（焼却）
- ・ 文献 4：PET ボトルリサイクル推進協議会、PET ボトルリサイクル年次報告書 2022
- ・ 文献 5：公益財団法人日本容器包装リサイクル協会、PET ボトルのリサイクル効果の分析（平成 28 年度）

データの提供を受けられなかった場合に使用した文献値の出典等の一覧を表 3-2 に示す。なお、文献値を用いた算定となるため、より精緻な算定には一次データを用いることが望ましい点に留意されたい。

表 3-2 算定用データの出典等一覧

項目			単位	出典	備考
1-1	石油採掘～原料樹脂製造（ペットボトル）	CO2 排出量原単位	kg-CO2eq/t	文献 1	PET 樹脂
	輸送（1-1→2-1）	輸送距離	km	—	
		燃料消費量原単位	l/t・km	文献 2	改良トンキロ法、ディーゼル 10t 車、積載率 100%
2-1	成型（ペットボトル）	成型歩留り	%	—	成型に伴う加工ロスを考慮
		CO2 排出量原単位	kg-CO2eq/t	文献 1	
	輸送（2-1→3）	輸送距離	km	—	
		燃料消費量原単位	l/t・km	文献 2	改良トンキロ法、ディーゼル 10t 車、積載率 100%



項目			単位	出典	備考
1-2	石油採掘～原料樹脂製造（キャップ）	CO2 排出量原単位	kg-CO2eq/t	文献 1	PP 樹脂
		輸送（1-2→2-2）		—	
		燃料消費量原単位	l/t・km	文献 2	改良トンキロ法、ディーゼル 10t 車、積載率 100%
2-2	成型（キャップ）	成型歩留り	%	—	成型に伴う加工ロスを考慮
		CO2 排出量原単位	kg-CO2eq/t	文献 1	
	輸送（2-2→3）	輸送距離	km	—	
		燃料消費量原単位	l/t・km	文献 2	改良トンキロ法、ディーゼル 10t 車、積載率 100%
1-3	石油採掘～原料樹脂製造（ラベル）	CO2 排出量原単位	kg-CO2eq/t	文献 1	PS 樹脂
		輸送（1-3→2-3）		—	
		燃料消費量原単位	l/t・km	文献 2	改良トンキロ法、ディーゼル 10t 車、積載率 100%
2-3	成型（ラベル）	成型歩留り	%	—	成型に伴う加工ロスを考慮
		CO2 排出量原単位	kg-CO2eq/t	文献 1	
	輸送（2-3→3）	輸送距離	km	—	
		燃料消費量原単位	l/t・km	文献 2	改良トンキロ法、ディーゼル 10t 車、積載率 100%
3	充填	販売量（ペットボトル）	t	文献 4	
		提供データのカバー率	%		
	輸送（3→4）	輸送距離	km	—	
		燃料消費量原単位	l/t・km	文献 2	改良トンキロ法、ディーゼル 10t 車、積載率 100%
4	卸				

項目			単位	出典	備考
	輸送（4→5）	輸送距離	km	—	
		燃料消費 量原単位	l/t・km	文献 2	改良トンキロ法、ディーゼル 4t 車、積載率 60%
5	小売				
6	消費				
7	分別（消費者による）	回収率	%	文献 4	ペットボトルのリサイクル率（2021 年度実績）
	輸送（7, 9, 11, 12, 13, 14→8）	輸送距離	km	—	廃棄物となった場所から焼却処理する場所までの距離
		燃料消費 量原単位	l/t・km	文献 2	改良トンキロ法、ディーゼル 4t 車、積載率 60%
8	焼却処理（ペットボトル）	CO2 排出 量原単位	kg-CO2eq/t	文献 3	廃プラスチック（焼却）
	焼却処理（キャップ）	CO2 排出 量原単位	kg-CO2eq/t	文献 3	廃プラスチック（焼却）
	焼却処理（ラベル）	CO2 排出 量原単位	kg-CO2eq/t	文献 3	廃プラスチック（焼却）
	輸送（7→9）	輸送距離	km	—	
		燃料消費 量原単位	l/t・km	文献 2	改良トンキロ法、ディーゼル 4t 車、積載率 60%
9	選別・洗浄	CO2 排出 量原単位	kg-CO2eq/t	文献 5	
		歩留り	%	—	ペットボトルが劣化や汚れにより除去されることを想定
10	べール化	CO2 排出 量原単位	kg-CO2eq/t	文献 1	
		仕向け率 （メカニカルリサイクル）	%	—	メカニカルリサイクルとケミカルリサイクルを合わせて 100%

項目			単位	出典	備考
		仕向け率 (ケミカルリサイクル)	%	—	
	輸送 (10→11)	輸送距離	km	—	
		燃料消費 量原単位	l/t・km	文献 2	改良トンキロ法、ディーゼル 10t 車、積載率 60%
	輸送 (10→13)	輸送距離	km	—	
		燃料消費 量原単位	l/t・km	文献 2	改良トンキロ法、ディーゼル 10t 車、積載率 60%
11	メカニカルリサイクル (選別・洗浄)	CO2 排出 量原単位	kg-CO2eq/t	文献 5	
		歩留り	%	文献 4	ペットボトルが劣化や汚れにより除去されることを想定
12	メカニカルリサイクル (フレーク化・ペレット化)	CO2 排出 量原単位	kg-CO2eq/t	文献 5	
		歩留り	%	—	工程ロスを想定
	輸送 (12→2)	輸送距離	km	—	
		燃料消費 量原単位	l/t・km	文献 2	改良トンキロ法、ディーゼル 10t 車、積載率 100%
13	ケミカルリサイクル (選別・洗浄)	CO2 排出 量原単位	kg-CO2eq/t	文献 1	
		歩留り	%	—	ペットボトルが劣化や汚れにより除去されることを想定
14	ケミカルリサイクル (解重合・精製・樹脂化)	CO2 排出 量原単位	kg-CO2eq/t	—	
		歩留り	%	—	工程ロスを想定
	輸送 (14→2)	輸送距離	km	—	
		燃料消費 量原単位	l/t・km	文献 2	改良トンキロ法、ディーゼル 10t 車、積載率 100%

### 3.5 CO2 削減効果の算定結果

5 者から提供を受けたデータをもとにした算定結果を拡大推計し、清涼飲料用として国内で 2021 年度に販売されたペットボトル 581 万 t を対象に水平（ボトル to ボトル）リサイクルしたと仮定した場合の CO2 削減効果を算定した結果を図 3-2 と表 3-3 に示す。水平リサイクルにより、リサイクルに関する輸送の増加に伴う CO2 排出量が 13.4 百万 t から 19.7 百万 t に 6.3 百万 t 増加し、リサイクル準備に関する CO2 排出量が 12.3 万 t 加わる。一方、製造に関してはバージン材投入量の減少によりバージン材製造に関する CO2 排出量が 195.1 百万 t から 35.5 百万 t に 159.5 百万 t 減少するがリサイクル材の製造に関する CO2 排出量が 95.7 百万 t 加わる。また、使用済みペットボトルがリサイクルされることにより焼却処理されるペットボトルの量が減少するため、焼却処理に伴う CO2 排出量は 161.9 百万 t から 41.7 百万 t に 120.2 百万 t 減少する。これらの CO2 排出量の増加分と減少分を差し引きするとペットボトルを水平（ボトル to ボトル）リサイクルすることによる CO2 削減効果は 165.4 百万 t、削減率は 44.7% と算定された。

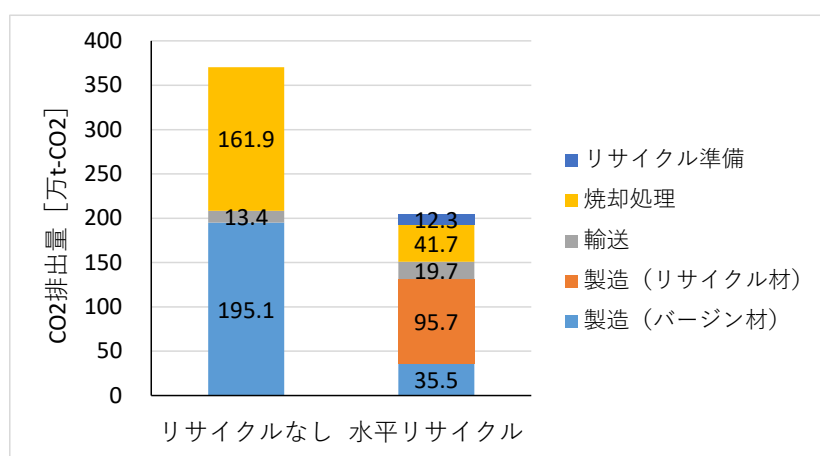


図 3-2 ペットボトルの水平リサイクルによる CO2 削減効果の算定結果

※ベースラインシナリオを「リサイクルなし」、リサイクルシナリオを「水平リサイクル」と表記

表 3-3 ペットボトルの水平リサイクルによる CO2 削減効果の算定結果

項目		リサイクル なし	水平 リサイクル	対象プロセスの番号 (図 3-1 の番号に対応)
CO2 排出量 [万 t-CO2eq]	製造 (バージン材)	195.1	35.5	1, 2 (バージン材相当分)
	製造 (リサイクル材)	—	95.7	2 (バージン材相当分) , 11, 12, 13, 14
	輸送	13.4	19.7	全ての輸送
	焼却処理	161.9	41.7	8
	リサイクル準備	—	12.3	9, 10
	合計	370.4	205.0	
CO2 削減量 [万 t-CO2eq]		—	165.4	
CO2 削減率 [%]		—	44.7%	

#### 4. 循環経済促進に向けた CO2 排出削減効果の算定方法に関する課題及び対応方針整理

##### 4.1 調査方針

CO2 排出削減効果の算定にあたり、排出量や削減効果の算定方法は複数ある。本事業では、循環経済に資する取組の CO2 のサプライチェーン排出量の算定方法に主に着目し、評価を行った（表 4-1）

表 4-1 CO2 排出量や排出削減効果の算定方法の概要

	サプライチェーン排出量 (Scope 1 ～Scope3)	LCA (ライフサイクルアセスメント)・CFP (カーボンフットプリント)	参考：削減貢献量
評価対象	組織	製品・サービス	製品・サービス
概要	事業者自らの排出だけでなく、事業活動に関係するあらゆる排出を合計した排出量を指す。 原材料調達・製造・物流・販売・廃棄など、一連の流れ全体から発生する GHG 排出量のこと。	特定の製品・サービスのライフサイクル全般(資源採掘～廃棄)における環境負荷 製品・サービスのライフサイクル全般で排出された GHG を CO2 相当量で表現したものを CFP と呼ぶ。	従来使用されていた製品・サービスを自社製品・サービスで代替することによる、サプライチェーン上の「削減量」を定量化する考え方。
算定結果の活用場面	自社事業活動の <u>GHG 排出削減に向けた改善ポイントを検討</u> する。	自社製品・サービスの <u>GHG 排出削減の観点から改善すべき点を特定</u>	自社の製品・サービスによる <u>他社の削減への貢献を「削減量」としてアピール</u> している。 (将来の売上を乗じて、組織全体に広げるケースもあり)
留意点	削減貢献量などの削減効果は織り込めない。	GHG 以外も考慮	<u>削減貢献量によって自社排出量を削減することはできない。</u>
主な関連規格・ガイドライン等	<b>国内：</b> 環境省・経済産業省（2022）「サプライチェーンを通じた温室効果ガス排出量算定に関する基本ガイドライン（ver2.4）」 <b>海外：</b> GHG プロトコル（2011）「Corporate Value Chain (Scope 3)Accounting and Reporting Standard」	ISO 14040:2006 Environmental management – Life cycle assessment – Principles and framework ISO 14044:2006 Environmental management – Life cycle assessment – Requirements and guidelines	経済産業省（2018）「温室効果ガス削減貢献量定量化ガイドライン」 日本 LCA 学会（2022）「温室効果ガス排出削減貢献量算定ガイドライン（第 2 版）」 ICCA（2013）「Accounting for and Reporting Greenhouse Gas (GHG) Emissions Avoided along the Value Chain based on Comparative Studies」等

## 4.2 サプライチェーン排出量算定における循環経済に資する取組の扱い

### 4.2.1 調査対象

下表の資料における循環経済に資する取組の算定方法に関する記載を確認・整理した。以降に調査結果を示す。

表 4-2 調査対象とした文献

対象文献	対象	概要
環境省・経済産業省 (2022)「サプライチェーンを通じた温室効果ガス排出量算定に関する基本ガイドライン(ver2.4)」	組織	幅広い事業者がサプライチェーン排出量に関する理解を深め、取組の基盤として我が国事業者にとって利用しやすい排出量の算定方法を提示した、事業者を対象としたガイドライン。
GHG プロトコル(2011) 「企業のバリューチェーン(スコープ3)の算定・報告基準」	組織	バリューチェーン全体の温室効果ガス排出量の算定・報告に関する基準。
GHG プロトコル(2013) 「スコープ3 排出量の算定技術ガイダンス」	組織	「GHG プロトコル企業のバリューチェーン(スコープ3)の算定・報告基準(GHG Protocol: Corporate Value Chain (Scope3) Accounting and Reporting Standard)」の付帯資料。 スコープ3 排出量算定に関する実践的ガイダンスを企業に提供するものであり、スコープ3の15カテゴリそれぞれのGHG 排出量算定手法や、データ源、事例などを提示している。
GHG プロトコル(2011) 「製品ライフサイクル基準」	製品	製品のライフサイクルを対象としたGHG アカウティングの基準。上述の「スコープ3 排出量の算定技術ガイダンス」にてリサイクルに関する手法として本資料に言及。リサイクルの評価手法について、Recycled content method 及び Closed loop approximation method の2つを提示している。



#### 4.2.2 サプライチェーン排出量

はじめにサプライチェーン排出量について概要を示す。サプライチェーン排出量は、事業者自らの排出だけでなく、事業活動に関係するあらゆる排出を合計した排出量を指す（図 4-1）。すなわち、原材料調達・製造・物流・販売・廃棄など、一連の流れ全体から発生する温室効果ガス排出量であり、以下の式で示すことができる。GHG プロトコルの Scope3 基準では、Scope3 を 15 のカテゴリに分類している（表 4-3）。

$$\text{サプライチェーン排出量} = \text{Scope1 排出量} + \text{Scope2 排出量} + \text{Scope3 排出量}$$

ここで、Scope1, 2, 3 はそれぞれ以下である。

Scope1：事業者自らによる温室効果ガスの直接排出(燃料の燃焼、工業プロセス)

Scope2：他社から供給された電気、熱・蒸気の使用に伴う間接排出

Scope3：Scope1、Scope2 以外の間接排出(事業者の活動に関連する他社の排出)



○の数字は Scope 3 のカテゴリ

図 4-1 サプライチェーン排出量の概要

出所：環境省・経済産業省 グリーン・バリューチェーンプラットフォーム サプライチェーン排出量概要資料

表 4-3 Scope3 基準による Scope3 カテゴリ

Scope3 カテゴリ		該当する活動（例）
1	購入した製品・サービス	原材料の調達、パッケージングの外部委託、消耗品の調達
2	資本財	生産設備の増設（複数年にわたり建設・製造されている場合には、建設・製造が終了した最終年に計上）
3	Scope1,2 に含まれない燃料及びエネルギー活動	調達している燃料の上流工程（採掘、精製等） 調達している電力の上流工程（発電に使用する燃料の採掘、精製等）
4	輸送、配送（上流）	調達物流、横持物流、出荷物流（自社が荷主）
5	事業から出る廃棄物	廃棄物（有価のものは除く）の自社以外での輸送（※1）、処理
6	出張	従業員の出張
7	雇用者の通勤	従業員の通勤
8	リース資産（上流）	自社が賃借しているリース資産の稼働 （算定・報告・公表制度では、Scope1,2 に計上するため、該当なしのケースが大半）
9	輸送、配送（下流）	出荷輸送（自社が荷主の輸送以降）、倉庫での保管、小売店での販売
10	販売した製品の加工	事業者による中間製品の加工
11	販売した製品の使用	使用者による製品の使用
12	販売した製品の廃棄	使用者による製品の廃棄時の輸送（※2）、処理
13	リース資産（下流）	自社が賃貸事業者として所有し、他者に賃貸しているリース資産の稼働
14	フランチャイズ	自社が主宰するフランチャイズの加盟者の Scope1,2 に該当する活動
15	投資	株式投資、債券投資、プロジェクトファイナンスなどの運用
その他（任意）		従業員や消費者の日常生活

出所：環境省「サプライチェーン排出量算定の考え方」より作成

#### 4.2.3 国内外のガイドラインにおける循環経済に資する取組の算定方法の記載

主たる資料である環境省・経済産業省「サプライチェーンを通じた温室効果ガス排出量算定に関する基本ガイドライン」、GHG プロトコル「企業のバリューチェーン（スコープ3）の算定・報告基準」における循環経済に資する取組の算定方法の記載概況を下表に示す。以降では各記載について具体的な内容を見ていく。

表 4-4 サプライチェーン排出量における循環経済に資する取組に係る算定方法の記載概況

循環経済に資する取組	ガイドライン等における記載状況	
	環境省・経済産業省（2022） 「サプライチェーンを通じた温室効果ガス排出量算定に関する基本ガイドライン」（ver2.4）	GHG プロトコル 「企業のバリューチェーン（スコープ3）の算定・報告基準」
リデュース	—	—
リユース	カテゴリ 2（資本財）において、中古の資本財の取得について言及するにとどまる【利用者】 カテゴリ 11（販売した製品の使用）において、対象者に関する記載が一部ある。【提供者】	—
メンテナンス・リペア	カテゴリ 11（販売した製品の使用）において記載あり。【提供者】	カテゴリ 11（販売した製品の使用）において記載あり。留意点も付記されている。【提供者】
リサイクル	カテゴリ 5（事業から出る廃棄物）、カテゴリ 12（販売した製品の廃棄）において記載あり。【提供者・利用者】	カテゴリ 5（事業から出る廃棄物）、カテゴリ 12（販売した製品の廃棄）において記載あり。配分方法についても国内ガイドラインより具体の言及がみられる。【提供者・利用者】
リース	カテゴリ 8 リース資産（上流）、カテゴリ 13 リース資産（下流）について賃借事業者・賃貸事業者両社の目線からの算定に関する整理がなされている。【提供者・利用者】	同左の内容が記載されている。【提供者・利用者】
バイオマス	—	バウンダリ設定に関して、カテゴリに紐づかない形での記載あり。【提供者・利用者】

注) 提供者/利用者/提供者・利用者…循環経済に資する取組を提供する主体、利用する主体、どちらにとつての算定方法に関する記述かを示す。

## (1) リユース

環境省・経済産業省（2022）「サプライチェーンを通じた温室効果ガス排出量算定に関する基本ガイドライン（ver2.4）」においては、カテゴリ 2 において関連する言及は見られるものの、具体的な算定方法は提示されていない。また、カテゴリ 11 において、算定対象者に関する記述が一部見られる。

### カテゴリ 2 資本財

「中古の資本財（既築の建築等）を取得した場合の扱いについてはさらに検討が必要」としたうえで、下記の考えられる算定方法を示している。

#### ＜考えられる算定方法＞

1. 中古の資本財の取得者の排出量は 0 とみなす
2. 中古の資本財の取得者も新規取得時と同様に計上（ダブルカウントが発生）
3. 売却時に新規取得者が使用期間を考慮し割り引いて売却年の排出量をマイナス計上、中古の取得者が取得年（＝新規取得者の売却年）に同量を計上
4. 売却時に新規取得者が使用期間を考慮し割り引いて新規取得年の排出量を修正、中古の取得者が取得年に同量を計上

### カテゴリ 11 販売した製品の使用

「中古品の販売を業としていない場合は、中古品販売（車両の下取り等）による使用時の排出は算定対象外」とされている。

出所：環境省・経済産業省（2022）「サプライチェーンを通じた温室効果ガス排出量算定に関する基本ガイドライン（ver2.4）」より作成

## (2) メンテナンス・リペア

### ① 環境省・経済産業省（2022）「サプライチェーンを通じた温室効果ガス排出量算定に関する基本ガイドライン（ver2.4）」

環境省・経済産業省（2022）「サプライチェーンを通じた温室効果ガス排出量算定に関する基本ガイドライン（ver2.4）」においては、「使用中の販売した製品の保守管理に関連する排出量を算定対象とすることもできます。」との記載があるにとどまる。

### ② GHG プロトコル（2011）Corporate Value Chain (Scope3) Accounting and Reporting Standard

カテゴリ 1 において、企業の購買手法を生産関連調達と非生産関連調達に区分できるとし、非生産関連調達の一例としてメンテナンス・リペアを紹介している。こうした区分を採用することで、効率的なデータ収集・整理が可能になる可能性を指摘している。カテゴリ 1 がすべての製品・サービスの調達を対象としていることから、スペアパーツや交換部品の調達もカテゴリ 1 で計上することとなると考えられる。

表 4-5 企業の購買手法の区分

生産関連調達または直接調達 ( Production-related procurement)	<p>企業の製品の生産に直接関連する購入品で構成。</p> <p>(例)</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>・ 別の製品に加工、変換、または含めるために企業が購入する中間財 (例：材料、コンポーネント、部品)</li> <li>・ 再販のために購入する最終財 (小売・流通業向けのみ)</li> <li>・ 企業が製品の製造、サービスの提供、または商品の販売、保管、配送のために使用する資本財 (例：工場、有形固定資産、設備)</li> </ul>
非生産関連調達または間接調達 ( Non-Production-related procurement)	<p>企業の製品に不可欠ではないものの、代わりに業務を可能にするために使用される購入品やサービスで構成。</p> <p>(例)</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>・ 事務用品、オフィス家具、コンピュータ、電話、出張サービス、IT サポート、外部委託管理機能、コンサルティングサービス、清掃・造園サービスなど、オフィス環境で使用される製品。</li> <li>・ <u>スペアパーツや交換部品など、製造現場で使用される製品</u></li> </ul>

出所：GHG プロトコル (2011) Corporate Value Chain (Scope3) Accounting and Reporting Standard より作成

また、カテゴリ 11 においては、販売した製品の使用時のメンテナンスに伴う排出の計上はオプションとされている。さらには、Scope 3 では販売した製品の生涯排出量を集計することとしているが、製品寿命の増加に伴い Scope3 排出量は増加、排出量データが誤解される可能性を減らすため、製品寿命や排出原単位等の情報の報告が必要としている。

#### 製品寿命と耐久性に係る記載

- ・ Scope3 基準は使用段階における排出タイプを Direct use-phase emissions と Indirect use-phase emissions の二つに分類。
  - 前者の報告は必須 (Required)。
  - 後者分については、必須ではない (Optimal)。ただし、重要な排出量となる場合には報告すべきとされている。
- ・ メンテナンスに伴う排出については、“Companies may **optionally** include emissions associated with maintenance of sold products during use” と本文中に記載があり、必須とはなっていない。

#### 製品寿命と耐久性に係る記載

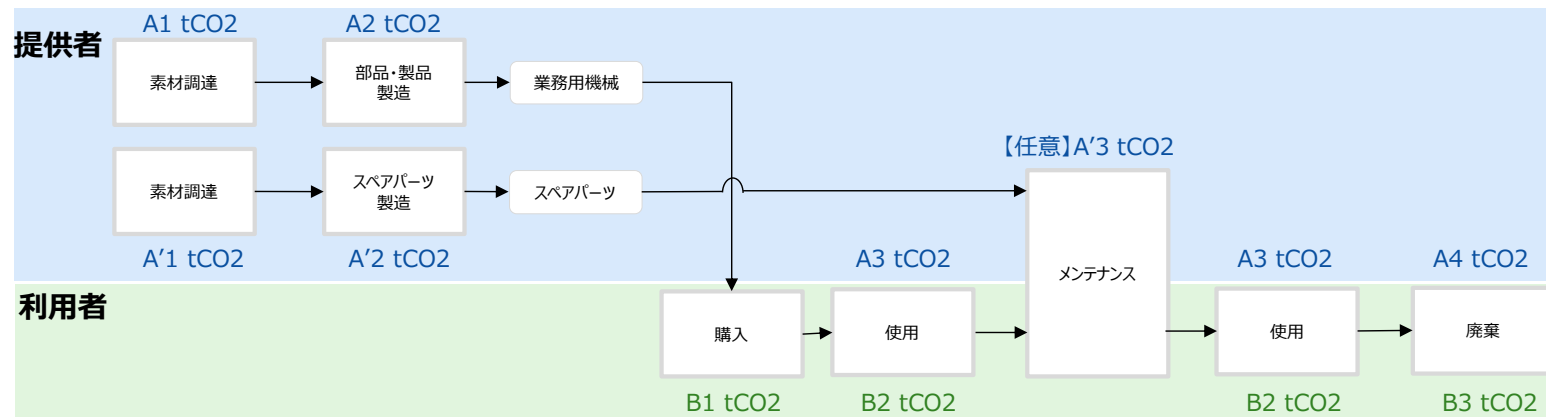
- ・ Scope3 では、販売された製品の生涯排出量を集計するため、製品寿命が長く耐久性の高い製品を製造する企業は、他のすべてが一定であると仮定して、製品寿命

が長くなればなるほど、**Scope3 排出量**が増える。

- 排出量データが誤解される可能性を減らすために、企業は、**製品寿命や経時的な製品性能を示す排出原単位基準などの関連情報も報告することが望ましい**（以下は例）。
  - 製品あたりの年間排出量
  - 製品あたりのエネルギー効率
  - 使用時間あたりの排出量
  - 走行距離あたりの排出量
  - 機能単位あたりの排出量

出所：GHG プロトコル（2011）Corporate Value Chain (Scope3) Accounting and Reporting Standard より作成

下図は、業務用機械を製造販売する企業が、販売後のメンテナンスサービスもあわせて提供するケースを想定した整理例である。対象とする業務用機械は利用事業者では固定資産（≡カテゴリ 2：資本財）に相当すると仮定している。



		Scope3上流	Scope1,2	Scope3下流
提供者	製品製造等	<ul style="list-style-type: none"> <li>カテゴリ1：製品製造に必要な素材調達（A1）</li> <li>その他付随するカテゴリ3,4,5など。（略）</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>部品・製品の製造に伴うGHG排出（A2）</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>カテゴリ11 使用（製品の生涯の排出量、メンテナンスによって寿命が延びた分も含む）（A3）</li> <li>カテゴリ12 廃棄（A4）</li> </ul>
	メンテナンス	<ul style="list-style-type: none"> <li>カテゴリ1:スペアパーツの素材調達（A'1）</li> <li>カテゴリ6,7：スペアパーツへの交換等に伴う移動（略）</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>スペアパーツの製造に伴うGHG排出（A'2）</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>【任意】カテゴリ11 メンテナンスに伴う排出（A'3）</li> </ul>
利用者		<ul style="list-style-type: none"> <li>カテゴリ2 資本財（購入した製品）（B1）</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>製品の使用に伴うGHG排出（B2）</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>カテゴリ5 資本財の廃棄（B3）</li> </ul>

※製品寿命や経時的な製品性能を示す排出原単位基準などの関連情報も報告することが望ましい

図 4-2 メンテナンスの算定に関する整理

出所：前述の整理を参考にみずほリサーチ&テクノロジーズ作成

### ③ GHG プロトコル「製品ライフサイクル基準」

GHG プロトコル「製品ライフサイクル基準」においては、評価バウンダリに関する記述において、リペア・メンテナンスに関する記述がみられる。

#### ■要求事項 (Requirements)

- 企業はインベントリの期間 (time period of inventory) を報告しなければならない。
- インベントリの期間とは、マテリアルが自然から採取されてから、耐用年数終了時に自然に還る (例：焼却) か、調査対象製品のライフサイクルから外れる (例：リサイクル) までの、調査対象製品がそのライフサイクルを完了するまでの期間。非耐久財 (例：腐りやすい食品や燃料) は通常 1 年以下、耐久財 (例：コンピュータ、自動車、冷蔵庫) は通常 3 年以上の期間。
- 企業は、すべてのインベントリの期間を報告しなければならない。この期間は、可能な限り科学的根拠に基づくものであるべきで、セクターガイダンスや製品規則がある場合には、この情報源となり得るものである。既知の科学、セクターガイダンス、または製品規則が存在しない場合、企業は使用終了段階を含む最低 100 年の期間を想定すべきである (すなわち、使用段階が 100 年以上であれば、期間は使用終了段階を除外することはできない)。

#### ■ライフサイクル段階における該当プロセスについて

##### <使用段階に関する記述 (抜粋)>

- 消費者が製品を所有した時点から始まり、製品が廃棄物として処理された時点で終了する。廃棄物処理場へ輸送された時点で終了する。
- 使用段階での帰属プロセスの種類と期間は、製品の機能と耐用年数に大きく依存する。帰属するプロセスの例は以下の通り。
  - ✓ 使用場所への輸送 (例えば、消費者が車で住宅に向かうこと)
  - ✓ 使用場所での冷蔵
  - ✓ 使用準備 (例：電子レンジでの加熱)
  - ✓ 使用 (消費電力等)
  - ✓ 使用中に発生する修理・メンテナンス等

##### <サービスに係る記述>

- 生産段階と使用段階を合わせて、サービス提供段階とすることができる。
- サービス段階には、サービスを完了するために必要なすべての操作が含まれる。例えば、家電製品の修理の場合、家までの運転、家電製品の評価、部品の注文または引き取り、および最終的な修理を完了するために戻ってくることなどのプロセスが含まれる場合がある。
- すべてのマテリアルフロー (例：修理に必要な部品)、エネルギーの流れ (例：サービスに従事する人や部品を運ぶための燃料)、およびマテリアルと廃棄物のライフサイクル終了時の考慮事項など、サービスのライフサイクルに沿ったすべてのプロセスが含まれる。

出所：GHG プロトコル (2013) Product Life Cycle Accounting and Reporting Standard  
より作成



### (3) リサイクル

#### ① 環境省・経済産業省(2022)「サプライチェーンを通じた温室効果ガス排出量算定に関する基本ガイドライン(ver2.4)」

環境省・経済産業省(2022)では、カテゴリ 5 やカテゴリ 12 において、リサイクルの扱いについての言及が見られる。カテゴリ 5 の算定対象範囲は、自社の事業活動から発生する廃棄物(有価のものは除く)の自社以外での「廃棄」と「処理」に係る排出量であり、廃棄物の輸送に係る排出量も、任意でカテゴリ 5 に含めることができる(図 4-3)。具体的には、自社から排出される廃棄物側の処理フローがカテゴリ 5 での算定対象範囲となる。なお、自社工程内のリサイクル等の自社処理分は、Scope1 で計上することとなる。

リサイクルされた場合の算定対象範囲については、区切り方を例示されているが(図 4-4)、引きつづき検討が必要とされており、以下の考えが示されている。

- ・ リサイクルされた場合の算定対象範囲についてはリサイクル後のフローの全てを算定範囲とするのは現実的に不可能なため、一定の範囲で区切る必要がある。
- ・ 区切り方についてはカテゴリ 12 と同じで、様々な考え方があり特定の方法に限定することは困難だが、例えばリサイクル準備段階(輸送・解体・破碎・選別)までの排出量を算定対象範囲とすること<sup>3</sup>や、リサイクル処理プロセス全てを算定対象とすることなどが考えられる<sup>4</sup>。

---

<sup>3</sup> 例として、容器包装プラスチックの場合、ベール化までを廃棄物の排出側の本カテゴリにおける算定対象範囲とし、ペレット化以降を受入側の算定対象範囲とする

<sup>4</sup> リサイクルされた場合の扱いについては、さらに、一定の範囲で区切らずに、リサイクルした後の過程を含み最終的な廃棄段階の排出量までバージン材を加工・製造した事業者が算定するなど様々な考え方があり引き続き検討が必要

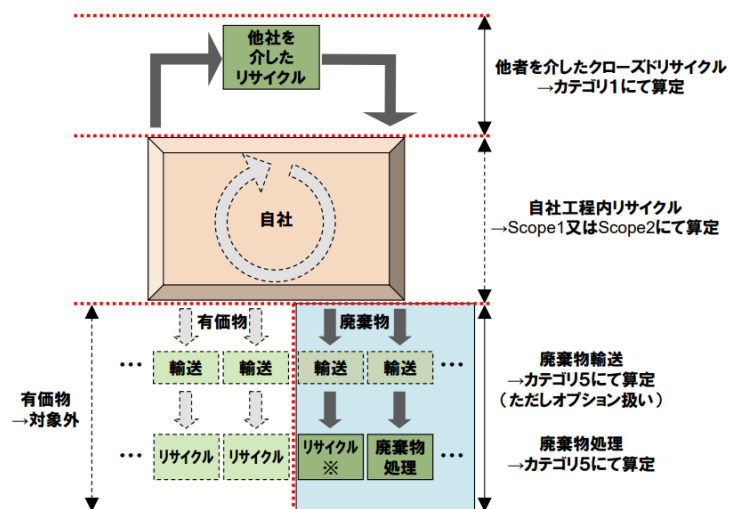
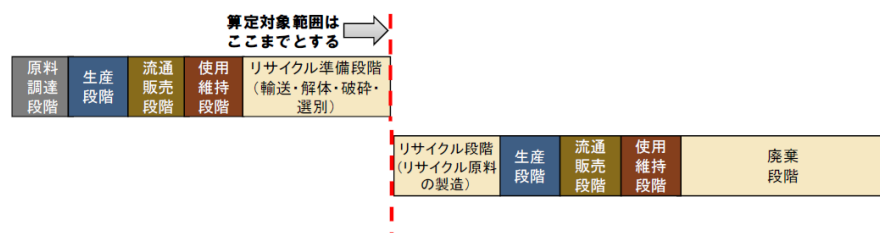


図 4-3 カテゴリ 5 における算定対象範囲

出所：環境省・経済産業省（2022）サプライチェーンを通じた温室効果ガス排出量算定に関する基本ガイドライン（ver.2.4）

※輸送、解体、破砕、選別までを算定対象とする場合



※リサイクル処理プロセス全てを算定対象とする場合

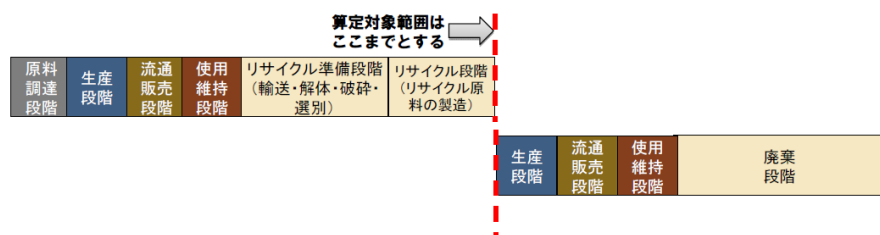


図 4-4 リサイクルされる場合の算定対象範囲の区切り方（例）

出所：環境省・経済産業省（2022）サプライチェーンを通じた温室効果ガス排出量算定に関する基本ガイドライン（ver.2.4）

## ② GHG プロトコル(2013)スコープ3排出量の算定技術ガイダンス

GHG プロトコル (2013)「スコープ3 排出量の算定技術ガイダンス」では、評価方法を日本よりも明確に示しており、リサイクル含有物手法 (**recycled content method**)、閉ループ概算手法 (**closed loop approximation method**) を紹介している。

### カテゴリ 5：事業において発生した廃棄物における記載

#### 企業がリサイクルされた成分を含んだ製品又は材料を購入している場合

- リサイクルプロセスの上流排出量は当該製品の **cradle-to-gate** 排出係数\*に組み入れることになるため、カテゴリ 1（購入した物品・サービス）に反映される。企業が同量のバージン材よりも上流の排出量が少ないリサイクル材を購入する場合は、少ない方の排出量がカテゴリ 1 に登録される。

\*資源採掘～製品製造までを含む排出係数

#### 企業がリサイクルできる成分を含んだ製品を販売している場合

- リサイクル可能な成分を含む製品が最終的に廃棄物となり、それがリサイクルされる可能性がある。このプロセスで発生する排出量はカテゴリ 12（販売した製品の使用後処理）として報告する。

#### ひとつの企業がリサイクル材を購入し、なおかつ、リサイクル可能な製品を販売している場合

- 排出量の二重計上を防止する方法論が確立されている。リサイクルプロセスから生じる排出量を廃棄物処理者とリサイクル材使用者との間で配分する場合、**推奨する配分手法は「リサイクル含有物手法 (recycled content method)」**である。この手法は、排出量を（カテゴリ 1 として報告された）リサイクル材を使用する企業に配分する。リサイクル含有物手法は容易に使用することができ、また、一般的にリサイクル材のインプットに利用可能な二次排出係数との一貫性 (consistency) があることから、**Scope 3 インベントリには同手法が推奨**される。
- サプライチェーンの固有材料に対してより適用性が高い場合には、企業は他の手法を使用してもよい。たとえば、「**閉ループ概算手法 (closed loop approximation method)**」は、リサイクル材のアウトプットが、同じサプライチェーンにインプットされるバージン材と同じ固有特性を備えている場合に適用してもよい。この手法は、使用後処理のリサイクルが純バージン材の取得に対して及ぼす影響を算定する。所定の材料に適したリサイクル手法が分からない場合や、サプライチェーンが複雑な場合は、排出量の二重計上や計上ミス回避のためにリサイクル含有物手法を選択することを推奨する。

出所：GHG プロトコル (2013)「スコープ3 排出量の算定技術ガイダンス」より作成

a) Recycled content method

Recycled content method はリサイクルプロセスの排出量と除去量を、リサイクル材を使用するライフサイクルに配分する方法である。

調達段階では、バージン材及びリサイクル材の調達・前処理に伴う排出量を計上する。使用後処理段階では、廃棄物処理に伴う排出のみを計上し、回収された資源に伴う排出は計上しない。リサイクルの効果は、バージン資源投入量の削減によって表現される。

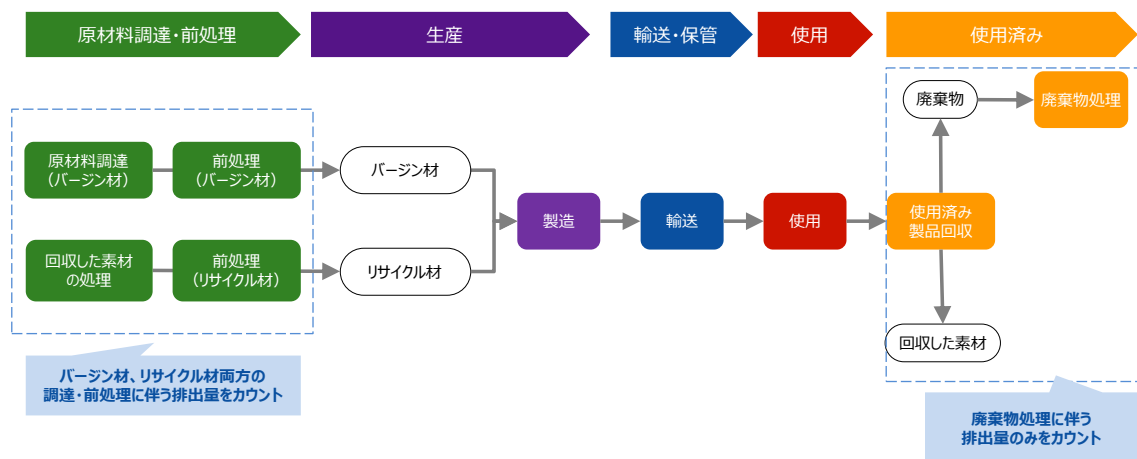


図 4-5 Recycled content method の算定対象

出所：GHG プロトコル（2013）Product Life Cycle Accounting and Reporting Standard を参考に作成

## b) Closed loop approximation method

Closed loop approximation method は使用済みのリサイクルが材料の正味のバージン材取得量に与える影響を考慮する方法。リサイクルされる材料が、同じ特性を持つバージン材の投入を置き換えるために使用されるという仮定に基づく。

本手法では、リサイクル可能な材料が作られることでバージン材料が置き換わり、その生成に関連する排出と除去が発生するとの考えのもと、リサイクルの効果が一つの製品系において表現される。調達段階では実際にはリサイクル材が含まれるとしても、全てバージン資源と仮定して排出量を計上し、使用後処理段階では、廃棄物処理およびリサイクルプロセスに伴う排出、リサイクルによる効果をカウントする。

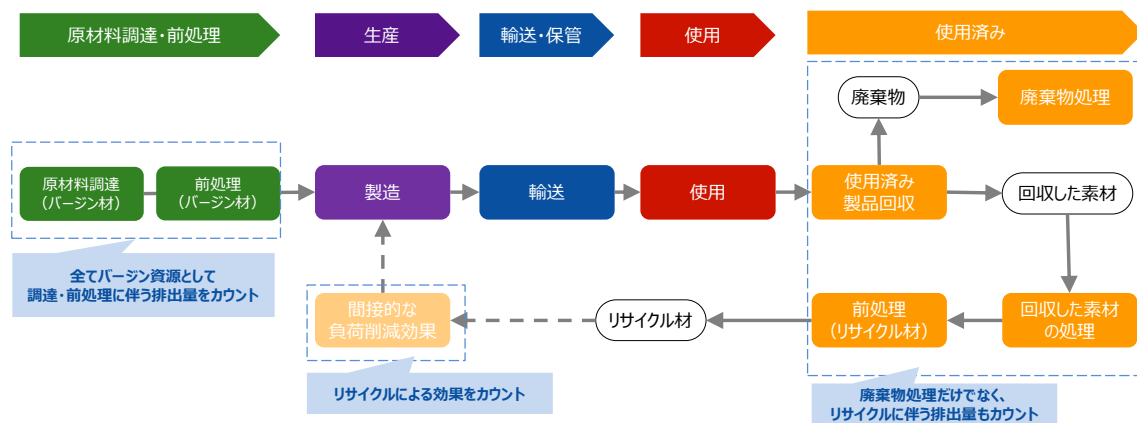


図 4-6 Closed loop approximation method の算定対象

出所：GHG プロトコル（2013）Product Life Cycle Accounting and Reporting Standard を参考に作成

表 4-6 に、Scope3 及びカーボンフットプリントを算定する場合の両手法の比較結果を示す。算定主体によって志向する手法が異なると考えられる。

表 4-6 両手法の比較

手法	算定対象	メリット	デメリット
Recycled content method	Scope3	Scope3 算定に利用可能 所定の材料に適したリサイクル手法が分からない 場合や、サプライチェーンが複雑な場合に利用しやすい。	個別のリサイクルプロセスの 反映が難しい（リサイクラーの 努力が反映されづらい）
	製品・サービスのカーボンフットプリント	メーカーによるリサイクル材の調達を計算に反映できる。	個別のリサイクルプロセスの 反映が難しい（リサイクラーの 努力が反映されづらい）
Closed loop approximation method	Scope3	リサイクラーとしての取組が正確に反映される	リサイクルによる効果を計上しており、Scope3 算定には適さない。 仮想的な一つの系で表現しており、わかりづらい
	製品・サービスのカーボンフットプリント	リサイクラーとしての取組が正確に反映される	メーカーによるリサイクル材の調達を計算に反映できない。 間接的な負荷削減効果の控除は、製品製造時に投入されるバージン材と同等の品質のリサイクル材が生成される場合にのみ反映可能であり、ダウングレードしたリサイクル材の負荷削減効果は反映できない

### ③ 参考:欧州委員会 Circular Footprint Formula

#### a) Circular Footprint Formula の概要

前述の 2 つの中間的な手法と捉えられる手法として、Circular Footprint Formula (CFF) が欧州委員会により提唱されている。以下に計算式を示す。物質、エネルギー、廃棄処理からなり、リサイクルの観点では物質に注目することとなる。物質においては、バージン資源の投入による排出、リサイクル材の投入による排出等からなる。A が配分係数となっており、Q が質を考慮する係数となっている。各パラメータの意味を表 4-7 に示す。

対象	計算式
物質	$(1 - R_1)E_V + R_1 \times \left( A \times E_{recycled} + (1 - A)E_v \times \frac{Q_{Sin}}{Q_p} \right) + (1 - A)R_2 \times (E_{recyclingEoL} - E_v^* \times \frac{Q_{Sout}}{Q_p})$ <div> <div>バージン資源の投入による排出</div> <div>リサイクル材の投入による排出</div> <div>マテリアルリサイクル・部品や製品のリユースプロセスによる排出から、回避されたバージン資源投入による削減効果を引いた排出</div> </div>
エネルギー	$(1 - B)R_3 \times (E_{ER} - LHV \times X_{ER,heat} \times E_{SE,heat} - LHV \times X_{ER,elec} \times X_{SE,elec})$ <p>エネルギー回収プロセスから回避された一次エネルギー消費を引いた排出</p>
廃棄処理	$(1 - R_2 - R_3)E_D$ <p>残りの廃棄物の廃棄に係る排出</p>

図 4-7 Circular Footprint Formula (CFF) の計算式

出所：欧州委員会 COMMISSION RECOMMENDATION of 16.12.2021 on the use of the Environmental Footprint methods to measure and communicate the life cycle environmental performance of products and organisations Annex I. Product Environmental Footprint Method より作成

表 4-7 Circular Footprint Formula における各パラメータ

パラメータ	説明	
A	配分係数	リサイクル材の環境負荷及びその削減効果を供給者と需要者に配分する際の配分係数。0.2～0.8 の値を取り、0.5 よりも小さい値の場合はリサイクル材の需要量が供給量を上回るケースを、また大きい場合は供給量が需要量を上回るケースを指す。（例えば、金属では 0.2、プラスチックでは 0.5、繊維では 0.8 などとなっている。）
B		エネルギー回収の環境負荷及びその削減効果を供給者と需要者に配分する際の配分係数。環境フットプリントの枠組みにおいては常に 0 が適用される。
$Q_{Sin}$	品質	原材料調達段階におけるリサイクル材の品質を係数化したもの。
$Q_{Sout}$		使用後処理段階におけるリサイクル材の品質を係数化したもの。
$Q_p$		バージン材の品質を係数化したもの。
$R_1$	割合	原材料調達段階におけるリサイクル材の投入割合。
$R_2$		使用後処理段階において材料がリサイクルされる割合を表し、当該の材料の回収率とリサイクル材の生成プロセスにおける歩留の双方を含む。
$R_3$		使用後処理段階において材料がエネルギー回収される割合。
$E_{recycled}$	環境負荷量	原材料調達段階において投入されるリサイクル材の生成プロセスに係る環境負荷量。回収、選別、輸送に係る環境負荷を含む。
$E_{recyclingEoL}$		使用後処理段階におけるリサイクル材の生成プロセスに係る環境負荷量。回収、選別、輸送に係る環境負荷を含む。
$E_v$		バージン材の調達に係る環境負荷量。
$E_v^*$		リサイクル材が代替すると考えられるバージン材の調達に係る環境負荷量。
$E_{ER}$		エネルギー回収プロセスに係る環境負荷量。
$E_{SE,heat}$ $E_{SE,elec}$		回収エネルギーが代替すると考えられるエネルギー（熱、電力）の供給に係る環境負荷量。
$E_D$		
$X_{ER,heat}$ $X_{ER,elec}$		エネルギー回収プロセスの効率（熱、電力）。
LHV	エネルギー回収プロセスにおける材料の低位発熱量。	

出所：欧州委員会 COMMISSION RECOMMENDATION of 16.12.2021 on the use of the Environmental Footprint methods to measure and communicate the life cycle environmental performance of products and organisations Annex I. Product Environmental Footprint Method より作成



## b) Circular Footprint Formula (CFF) の解釈

物質の式におけるパラメータ  $A$  は 0.2~0.8 とされているが、本式を解釈のため、仮に  $A=1$ 、 $A=0$  のケースを想定し、式を変形すると以下となる。 $A=1$  とした場合、Recycled content method と同様の考え方となり、 $A=0$  とした場合、Closed loop method と同様の考え方と考えられる。

対象	計算式
物質	$(1 - R_1)E_V + R_1 \times (A \times E_{recycled} + (1 - A)E_v \times \frac{Q_{Sin}}{Q_p}) + (1 - A)R_2 \times (E_{recyclingEoL} - E_v^* \times \frac{Q_{Sout}}{Q_p})$ <div style="display: flex; justify-content: space-around; margin-top: 10px;"> <div style="text-align: center;"> <p>バージン資源の投入による排出</p> </div> <div style="text-align: center;"> <p>リサイクル材の投入による排出</p> </div> <div style="text-align: center;"> <p>マテリアルリサイクル・部品や製品のリユースプロセスによる排出から、回避されたバージン資源投入による削減効果を引いた排出</p> </div> </div>

$A = 1$  とした場合  $(1 - R_1)E_V + R_1 \times E_{recycled}$

→ Recycled content method と同じく、バージン資源の調達とリサイクル材の調達による負荷をカウント

$A = 0$  とした場合  $(1 - R_1)E_V + R_1 \times (E_v \times \frac{Q_{Sin}}{Q_p}) + R_2 \times (E_{recyclingEoL} - E_v^* \times \frac{Q_{Sout}}{Q_p})$

→ Closed loop method と同じく、バージン資源の調達による負荷、リサイクルプロセスの負荷、リサイクルによる効果をカウント

図 4-8 Circular Footprint Formula (CFF) の式変形

## (4) リース

環境省・経済産業省（2022）「サプライチェーンを通じた温室効果ガス排出量算定に関する基本ガイドライン（ver2.4）」において、カテゴリ 8 で自社が賃借しているリース資産の操業に伴う排出を、カテゴリ 13 で他者に賃貸しているリース資産の運用に伴う排出を対象とすることとなっている。また、リース資産の運用に伴う排出を算定する際は賃貸事業者と賃借事業者における Scope 間でダブルカウントが生じないようにすることが重要としている。

なお、販売した製品とリースした製品を区別する意味がない場合（例：同一製品を販売・リースいずれでも提供）は、リースした製品からの排出量を販売した製品と同様の方法で算定し、カテゴリ 11 に計上するとしている。

表 4-8 リース契約の種類と算定対象範囲の考え方

選択した組織境界基準	賃借事業者から見た場合 (カテゴリ 8 の対象)		賃貸事業者から見た場合 (カテゴリ 13 の対象)	
	ファイナンス/ 資本リース	オペレーティング リース	ファイナンス/ 資本リース	オペレーティング リース
出資比率基準 または財務支配力基準	賃借事業者はリース資産に対して所有権と財務支配力を有している。よって、燃料の燃焼による排出量は <b>Scope1</b> 、購入した電力の使用による排出量は <b>Scope2</b> である。	賃借事業者はリース資産に対して所有権または財務支配力を有していない。よって、燃料の燃焼および購入した電力の使用による排出量は <b>Scope3</b> (リース資産 (上流)) である。	賃貸事業者はリース資産に対して所有権または支配力を有していない。よって、燃料の燃焼および購入した電力の使用による排出量は <b>Scope3</b> (リース資産 (下流)) である。	賃貸事業者はリース資産に対して所有権と財務支配力を有している。よって、燃料の燃焼による排出量は <b>Scope1</b> 、購入した電力の使用による排出量は <b>Scope2</b> である。
経営支配力基準	賃借事業者はリース資産に対して経営支配力を有する。よって、燃料の燃焼による排出量は <b>Scope1</b> 、購入した電力の使用による排出量は <b>Scope2</b> である。	賃借事業者はリース資産に対して経営支配力を有している。よって、燃料の燃焼による排出量は <b>Scope1</b> 、購入した電力の使用から排出量は <b>Scope2</b> である。	賃貸事業者はリース資産に対して所有権または支配力を有していない。よって、燃料の燃焼および購入した電力の使用による排出量は <b>Scope3</b> (リース資産 (下流)) である。	賃貸事業者はリース資産に対して所有権または支配力を有していない。よって、燃料の燃焼および購入した電力の使用による排出量は <b>Scope3</b> (リース資産 (下流)) である。

注) **ファイナンス/資本リース**：賃借事業者は資産を運用することができ、資産の保有にかかわるすべてのリスクの責任や利益の権利を有する。資本リースまたはファイナンスリースに基づきリースされた資産は、財務会計上では賃借事業者が全面的に保有する資産とみなされ、貸借対照表に記載される。

**オペレーティングリース**：賃借事業者は資産（建物、車両など）を運用することができるが、資産の保有によるリスクの責任と利益の権利を持たない。ファイナンスリースまたは資本リース以外のリースは、オペレーティングリースに分類される。

出所：環境省・経済産業省（2022）「サプライチェーンを通じた温室効果ガス排出量算定に関する基本ガイドライン(ver2.4)」より作成。表の原典は GHG プロトコル(2011) Corporate Value Chain (Scope3) Accounting and Reporting Standard。

## (5) バイオマス

GHG プロトコル (2011) Corporate Value Chain (Scope3) Accounting and Reporting Standard において、バイオマスの燃焼による CO2 排出量は Scope1 や Scope3 に含めずに別途報告することとなっている。また、除去量は Scope1, 2, 3 に含めず、別途報告できることとなっている。

### 生物起源からの排出量と除去量の算定

#### 【排出量】

- ・ バイオマスの燃焼による直接的な CO2 排出量を、Scope1 に含めるのではなく、別途、報告することを求めている。独立した報告要件は Scope3 にも適用される。
- ・ 報告事業者のバリューチェーン内で発生する生物起源の CO2 排出量(例えば、バイオマスの燃焼による CO2)は、公開報告書に含める必要があるが、Scope3 とは別に報告する(第 11 章参照)。
- ・ 生物起源の CO2 排出量を別個に報告するという要件は、バイオマスのみの燃焼または生物分解による CO2 排出量を指し、他の GHG (例:CH4 および N2O)の排出量は含まない。また、燃焼または生物分解以外のバイオマスのライフサイクルで発生する GHG 排出量(例えば、バイオマスの加工や輸送からの GHG 排出量)も含まない。

#### 【除去量】

Scope1,2,3 インベントリは排出量のみを含み、除去量は含まない。除去量は、Scope1,2,3 とは別に報告できる(以下例示)

#### <生物起源排出の算定>

- ・ ある製造会社が、車両にディーゼルとバイオディーゼルの両方を使用する第三者輸送業者と契約している。
  - ディーゼル燃料からの排出は化石起源であるため、製造会社はディーゼル燃料の燃焼による上流部門での GHG 排出を Scope 3、カテゴリ 4 (上流輸送と流通)に計上する。バイオディーゼルの燃焼による生物起源 CO2 排出量は、別途報告している。
  - バイオディーゼルの生産に伴う除去物を Scope 3 で報告していない。

#### <生物起源の排出と除去の算定>

- ・ ある製紙会社は、サプライヤーから木材パルプを購入し、完成した紙製品を消費者に販売。
  - 木材パルプの生産に伴う GHG 排出量を Scope 3 のカテゴリ 1 に計上。
  - 上流工程で発生する樹木の生物学的炭素隔離による CO2 除去量は Scope 3 に計上しない。別途、CO2 除去量を報告する場合がある。
  - 販売した紙製品の使用後の焼却による生物起源 CO2 排出量は Scope 3 に計上せず、別途報告する。

出所: GHG プロトコル (2011) Corporate Value Chain (Scope3) Accounting and Reporting Standard より作成

### 4.3 循環経済促進に向けたサプライチェーン排出量算定に関する課題及び対応方向性

前述の調査結果を踏まえ、循環経済促進に向けたサプライチェーン排出量算定に関する課題及び対応方針を検討した。検討にあたってはヒアリング調査を実施した。ヒアリングの実施概要及び、ヒアリングや他の調査項目において挙げた課題、課題を踏まえた対応の方向性を以下に示す。

#### (1) ヒアリング調査概要

循環経済に取り組む企業・業界団体（素材産業、製造業、リース業、リサイクラーなど）、有識者の計 11 者に話を伺った。

表 4-9 ヒアリング事項

企業・業界団体	<ul style="list-style-type: none"><li>・ 循環経済に資する取組の GHG 排出量・GHG 削減効果の算定ニーズ</li><li>・ 算定の実施状況、算定方法</li><li>・ 算定にあたっての課題、求められる政策</li></ul>
有識者	<ul style="list-style-type: none"><li>・ 循環経済への移行を CN の実現につなげていくために、優先的に対処すべき課題。また、どのような点に留意すべきか。</li><li>・ 資源循環と GHG 削減の効果を一体的に表現していく際に、どのような点に留意すべきか</li><li>・ 循環経済への移行を CN の実現と整合的に進めていく上で求められる政策</li></ul>

#### (2) ヒアリングで挙げられた意見

以下にヒアリングで挙げられた意見の概要を示す。全体としては動脈産業において循環経済に資する取組のサプライチェーン排出量の算定ニーズが一定程度見られ、算定が進められていた。具体的には、動脈産業が製品・部品リユース、リサイクル材を利用する際の排出量算定への関心が比較的多く見られた。他方、動脈産業から使用済製品の処理に伴う GHG 排出に係る一次データを取得する動きは限定的であった。また、静脈産業では動脈産業と比べ、算定機運は高くない状況であった。

##### <算定ニーズ>

- ・ 特に動脈産業を中心に、自社のサプライチェーン排出量算定、製品・サービス PR の一環としてサプライチェーン排出量や製品 LCA における循環経済に資する取組の評価に関する算定ニーズがみられた。
- ・ サプライチェーン排出量算定においては、動脈産業では製品・部品リユース、リサイク

ル材を活用するといった取組等の算定への関心が高かった。

- ・ 他方、動脈産業が自社の製品の使用後処理についてリース業やリサイクラーへ一次データの提供を求めるような動きはヒアリングした範囲では限定的であった。

#### <算定の実施状況・算定方法>

- ・ サプライチェーン排出量算定、製品 LCA のいずれにおいても製品・部品リユース、リサイクル材活用を中心に各社の工夫による算定を進めている。先進的と考えられる企業においては、製品・部品リユース等の評価のための代表的なモデルを設定した評価、サプライヤーからの情報収集による再生材の原単位の整備などを進めている。
- ・ 他方、サプライチェーン排出量算定においては温度差も多分にある。まずはグリーン・バリューチェーンプラットフォームに掲載されているガイドラインは排出原単位を用い、循環経済の取組をそれほど意識せず、サプライチェーン排出量の算定を進めている状況という意見も一定程度あった。

#### <算定にあたっての課題・求められる政策>

- ・ 自社で算定方法を設定し、サプライチェーン排出量あるいは製品 LCA を算定している企業からは、課題としてシナリオを置いて評価せざるを得ない点が挙げられ、算定ルールの整備を求める意見があった
- ・ また、開示結果は秘匿性が高く、他社と比較されることによって自社の不利益につながりうることを憂慮する声、安易に算定結果の比較が行われるようになることを懸念する意見があった。
- ・ 算定のために活用するデータについては課題が多く聞かれ、カテゴリ 1 等の算定に利用可能なデータの整備の必要性、また、原単位データを共有し改善しあえる環境構築などを求める意見があった。

### (3) 他の調査項目で上がった課題等

3 章における検討においては、比較対象となるベースラインシナリオと CE 型の対策ケースでの比較により効果算定を行った。その場合、下記が課題としてあげられた。

- ・ シナリオの設定方法（どのようなシナリオを設定するか、特にベースラインシナリオ）
- ・ 活動量や原単位の把握方法（特に、自社の事業領域外）
- ・ シナリオのプロセス解像度と、取得できるプロセス解像度の整合性確保

### (4) 課題及び対応方針

前述の課題を踏まえ、循環経済促進に向けたサプライチェーン排出量算定に関する課題

及び対応方針を表 4-10 に整理した。課題は算定に関する課題と算定・開示に関する環境に関するものが挙げられた。特に算定方法に対する課題については下記の 2 点があげられた。以下に具体を示す。

- ・ 製品・部品リユース、リサイクル材利用等の算定方法が未整備
- ・ 国際的なルールで日本における取組が評価されづらい

なお、「製品・部品リユース、リサイクル材利用等の算定方法が未整備」についてはサプライチェーン排出量算定だけでなく、製品 LCA においても共通の課題として意見があったものである。製品 LCA に用いるデータを積み上げることで結果的にサプライチェーン排出量算定にも使用可能となるため、算定方法が整備されることで、いずれの算定においても有意義と考えられる。

表 4-10 循環経済促進に向けたサプライチェーン排出量算定に関する課題、対応方向性

課題		対応方向性（例）	施策検討に向けたアクション（例）
算定方法	製品・部品リユース、リサイクル材利用等の算定方法が未整備	<ul style="list-style-type: none"> <li>・ サプライチェーン排出量算定において、業界団体との協議の上、製品等に応じた製品・部品リユース、リサイクル材の利用等の算定方法の整備が求められる。</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>・ 特に政策的に後押ししたい業界における策定を特定の製品等を対象としてモデル的に支援。また、支援を他業界の策定に資するようなポイントの抽出・整理。</li> </ul>
	国際的なルールで日本における取組が評価されづらい	<ul style="list-style-type: none"> <li>・ 国際的には GHG 削減効果が評価されない日本の取組の棚卸が必要。</li> <li>・ GHG プロトコル等の国際ルールに準拠しつつも、政策的に後押ししたい国内の取組が評価できる方法の検討。</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>・ 国際的にはGHG削減効果が評価されない日本の取組の情報収集。</li> <li>・ GHG プロトコルに準拠した算定の考え方の整備。</li> <li>・ 資源循環と CO2 の価値をセットで示す方法の検討。</li> </ul>
算定・開示に関する環境	秘匿性の高い企業情報の目的外利用の懸念	<ul style="list-style-type: none"> <li>・ サプライチェーンデータ流通の仕組みの検討。</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>・ 情報開示、産業競争力保護の観点から、CEに係る環境データの持ち方/開示方法の具体的な方向性の検討、実証等（情報プラットフォーム等の活用）。</li> </ul>
	算定に用いるデータベースの情報不足、使い勝手の悪さ	<ul style="list-style-type: none"> <li>・ グリーン・バリューチェーンプラットフォームにおける排出原単位データベースの更新。</li> <li>・ 既往のデータベースの改良（データ拡充、データの見直し）、契約形態等の使い勝手拡充に向けた課題整理、課題解決の方策検討。</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>・ 算定データの拡充、各主体が利用しやすい環境整備に向けた検討。</li> </ul>

## ① 課題:リユース、リサイクル等の取組別の算定方法が未整備

リユース、リサイクル、リマニファクチャリング等の各種 CE の取組について算定方法が明確に定まっているわけではないことが課題として挙げられた。そうした中、各社が個別に判断して算定を進めている状況も見られ、下記のようなポイントについて、算定方法を製品等のグループごとに定めていくことが、今後のアクションとして考えられた。

### ＜算定シナリオ＞

- ・ 製品等に応じた、リユース等の代表的なモデルケースを想定

### ＜モデルケースにおいて想定する項目（例）＞

- ・ システム境界
- ・ リユースやリマニファクチャリングに、いつ時点でライフサイクルを切るか
- ・ 処理工程において使用する機器（破碎機など）、輸送などの条件
  - 想定する機器容量、方式（たとえば選別方法の違いなど）
  - 輸送距離、輸送に用いるトラックなど

## ② 課題:国際的なルールで日本における取組が評価されづらい

現行のサプライチェーン排出量算定ルールにおいては、CE 型の取組を進めたいと思っても、GHG の観点では評価されないケースがみられた。例えば、長寿命化は GHG プロトコルのルールでは排出量が増えてしまう。また、廃プラスチックの高炉利用については、コークス炉を代替する効果が僅かとなるため評価されないとの意見もあった。さらには、取組だけでなく、我が国における再生可能エネルギーの導入・利用の状況によっても、GHG 削減効果の面で有利とはいえないケースもありうるとの意見があった。

特に日本において推進している CE 型の取組について、同様の課題を抱える事例を収集するとともに、GHG プロトコル等の国際ルールに準拠しつつも、政策的に後押ししたい国内の取組が評価できる方法の検討が必要と考えられた。たとえば、前述のとおり、リサイクルの算定方法には様々な考え方がある。国内の各種リサイクルの実態を踏まえつつ、どのような算定方法が適するか、検討を深めていくことが必要と考えられた。ただし、算定方法の検討にあたっては、算定方法が細かくなればなるほど詳細な対応が求められ企業の負担感が増すことへの懸念、サプライチェーン排出量は精度が低い算定であり比較に適さないものの安易に比較されることの懸念の声も聞かれたため、留意が必要である。



## 5. バイオマスプラスチックの CO<sub>2</sub> 排出削減効果及び循環経済への移行に当たってバイオプラスチックが及ぼす影響に関する調査

### 5.1 バイオプラスチック導入の利点・影響

#### (1) バイオプラスチックの利点と影響

文献調査からバイオプラスチックの利点と影響について、ライフステージ（原料生産、プラスチック製造、使用、廃棄・リサイクル）別に情報を整理した（表 5-1、表 5-2）。

原料生産に関しては、バイオマスを原料としていることによる化石資源消費の回避が環境面の利点として指摘されている一方で、原料となるバイオマス資源の生産については、農林業が CO<sub>2</sub> 以外にも栄養塩の流出などの様々な環境影響を与える可能性こと、食料供給との競合を避ける必要があるといった点が指摘されていた。

製造段階においては、製造段階だけで比較すると化石資源由来のプラスチック製造に比べてバイオプラスチック製造は発展途上の技術であるため、コスト面、エネルギー効率面で不利になる可能性があることが指摘されていた。一方で、バイオマスを原料として従来より用いられている基礎化学品を製造する場合、その基礎化学品を用いた後段の製品製造は化石資源由来の製品製造インフラをそのまま活用できる利点があるという点も指摘されていた。

廃棄・リサイクル段階では、消費者がバイオプラスチックについて、正しい知識を持たないで、間違った分別をする、あるいはポイ捨てしてしまう可能性について指摘されていた。特に、生分解性プラスチックに関しては、陸域での分解性と水域での分解性は異なる場合があることも注意点とされていた。

影響としては、原料となるバイオマスの確保、競合の化石資源由来製品とのコスト差をどのように補うか（環境面の効果からプレミアムが付くような用途での使用する、など）、回収・廃棄段階での消費者・関係者への情報提供、普及啓発が必要と指摘されていた。

表 5-1 バイオマスプラスチックの利点・影響

	利点（メリット）	普及拡大に向けた課題
原料	<ul style="list-style-type: none"> <li>● 枯渇性資源（化石資源）の使用削減が可能</li> <li>● 枯渇性資源の代わりに、適切に生育することを前提に再生可能資源であるバイオマスを原料として使用することが可能</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>● 原料の競合が生じる可能性（食料用途または同一原料を用いるバイオマス製品間）</li> <li>● 大量生産により土地・水・ミネラルの供給や地域の生物多様性への多大な影響を及ぼす可能性 (海外からバイオマス資源を輸入する場合)</li> <li>● 発展途上国において、適切なガバナンスがないままバイオマスの過剰搾取・森林伐採・土壌侵食を引き起こす可能性</li> <li>● 発展途上国において、土地所有・生活様式・雇用への影響といった社会的なリスクを引き起こす可能性</li> <li>● 発展途上国において、他の作物圃場からの土地改変の促進など農業自体の持続可能性に影響を及ぼす可能性</li> </ul>
製造	<p>(バイオプラスチック固有の化学構造のものの場合)</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>● 化学構造によっては、化石資源から製造するよりもバイオマスから製造したほうが、安価に製品製造ができる (従来のプラスチックと同じ化学構造のものの場合)</li> <li>● 従来の産業インフラを転用することで、コストを抑えながら、バイオマス化を進めることができる</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>● 需要の急増により製造設備の整備に時間がかかり供給が追いつかない可能性</li> <li>● 化石資源由来の製品製造に比べて、エネルギー消費、CO<sub>2</sub>排出、コストが増加する可能性</li> </ul>
使用	<p>(バイオプラスチック固有の化学構造のものの場合)</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>● 一部のバイオマスプラスチックでは従来の化石資源由来製品に比べて、物性（軽量・バリア性・分解・柔軟性・耐</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>● プラスチック使用製品を選択する消費者、企業などがバイオマスプラスチックを使用した製品の品質への懸念、コストの高さなどが理由で受け入れない可能性</li> </ul>

	利点（メリット）	普及拡大に向けた課題
	<p>久性）が高い場合がある （従来のプラスチックと同じ化学構造のものの場合）</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>● 従来のプラスチックと特性が同じため既存の製品の置換が可能</li> </ul>	
廃棄・リサイクル	<ul style="list-style-type: none"> <li>● 多くのものは分子構造的長から加水分解性を有するためケミカルリサイクルが可能 （従来のプラスチックと同じ化学構造のものの場合）</li> <li>● 従来のプラスチックと同様にリサイクルが可能</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>● 消費者の誤解により、環境負荷低減意欲が低下して資源使用量の増加・ポイ捨ての増加など環境への悪影響が生じる可能性</li> </ul>
環境・社会的側面 （脱炭素）	<ul style="list-style-type: none"> <li>● バイオマス原料の使用により温室効果ガスの排出低減が可能</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>● 廃棄物を原料とする一部の事例を除き、一般的に生産段階の GHG 排出量は従来のプラスチックと比べて増加する傾向</li> <li>● 環境負荷の評価のための情報の不足</li> </ul>
環境・社会的側面 （資源循環）	<ul style="list-style-type: none"> <li>● 枯渇性資源（化石資源）の使用削減が可能</li> <li>● 分子構造的長から加水分解性を有するものが多くケミカルリサイクルが可能</li> <li>● バイオマスは再生可能資源であり持続的な生産が可能</li> <li>● （従来のプラスチックと同じ化学構造のものの場合）</li> <li>● 従来のプラスチックと同様にリサイクルが可能</li> </ul>	（なし）
環境・社会的側面 （その他）	<ul style="list-style-type: none"> <li>● 今後の社会経済・資源の循環に資するプロセスシステムの実現が可能（生物多様性・環境保護・持続可能な農林業・食料安全保障・再生可能な生物資源の持続的利用の要求の調和・より革新的で低排出の経済を実現するバイオ</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>● 大量生産により土地・水・ミネラルの供給や地域の生物多様性への多大な影響を及ぼす可能性</li> <li>● 環境中への散逸により徐々に細分化して生態系に入り込む可能性</li> </ul>

	利点（メリット）	普及拡大に向けた課題
	<p>エコノミーなどの観点)</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>● バイオマス原料の付加価値の向上により農林業へ価値が還元され農林業の持続可能性向上への貢献が可能</li> </ul>	<p>(海外からバイオマス資源を輸入する場合)</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>● 発展途上国において、適切なガバナンスがないままバイオマスの過剰搾取・森林伐採・土壌侵食を引き起こす可能性</li> <li>● 発展途上国において、土地所有・生活様式・雇用への影響といった社会的なリスクを引き起こす可能性</li> </ul>

出所：環境省・経済産業省・農林水産省・文部科学省（2021）「バイオプラスチック導入ロードマップ- 持続可能なプラスチックの利用に向けて -」、環境省（2022）「令和3年度バイオプラスチック及び再生材利用の促進に向けた調査・検討委託業務報告書」（委託先：三菱 UFJ リサーチ&コンサルティング）、OECD（2018）「Meeting Policy Challenges for a Sustainable Bioeconomy」（<https://www.oecd.org/publications/policy-challenges-facing-a-sustainable-bioeconomy-9789264292345-en.htm>）、欧州委員会（2020）「生分解性プラスチック・堆肥化可能プラスチックに関する報告書『Relevance of Biodegradable and Compostable Consumer Plastic Products and Packaging in a Circular Economy』」（[https://ec.europa.eu/info/law/better-regulation/have-your-say/initiatives/13138-Policy-framework-on-biobased-biodegradable-and-compostable-plastics\\_en](https://ec.europa.eu/info/law/better-regulation/have-your-say/initiatives/13138-Policy-framework-on-biobased-biodegradable-and-compostable-plastics_en)）、佐野（2020）「バイオプラスチックビジネスで循環型社会の構築を プラスチック問題への産業界の挑戦」化学と生物、Vol.58.No.12、2020、酒井（2019）「3R プラス原則とライフサイクル的観点からみたプラスチック素材」、廃棄物資源循環学会誌、Vol. 30、No. 2、pp. 131-140、2019、吉田（2019）「バイオプラスチックの開発と展望」、廃棄物資源循環学会誌、Vol. 30、No. 2、pp. 123-130、大塚(2019)「プラスチック資源に対する新たな視点 ―容器包装プラスチックを中心として―」廃棄物資源循環学会誌、Vol. 30、No. 2、pp. 115 -122、加茂（2021）「廃プラスチックの現状と循環利用への課題 持続可能な社会におけるプラスチックの使い方」、場の科学、2021年1巻1号 p.28-44、中嶋（2021）「バイオプラスチックの動向と事業化の際の問題点： 1. 樹脂メーカーと成形メーカーの技術情報の共有 2. 市場環境や規制の変化への対応」オレオサイエンス、2021年21巻12号 p. 507-515、菊池（2022）「ライフサイクル思考に基づくバイオマスプラスチックの役割と挑戦」、日本LCA学会誌、Vol.18 No.1、府川（2020）「海洋マイクロプラスチック問題とプラスチック循環経済」、日本エネルギー学会機関誌 えねるみくす、Vol. 99、No. 1、松村（2007）「バイオマスプラスチックの現状と将来」、成形加工 19（4）、195より作成

表 5-2 生分解性プラスチックの利点・影響

	利点（メリット）	普及拡大に向けた課題
原料	(なし)	<ul style="list-style-type: none"> <li>● 一部の生分解性プラスチックはバイオマス資源ではなく化石資源から製造されている。</li> </ul> <p>(その他表 5-1 のバイオマスプラスチックの課題と同様)</p>
製造	<ul style="list-style-type: none"> <li>● 種類によっては耐熱性や他の高分子素材との親和性・相溶性などの特性により二次加工性に優れる</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>● 需要の急増により製造設備の整備に時間がかかり供給が追いつかない可能性</li> <li>● バイオマスプラスチックと異なり、既存のプラスチック製造インフラがほとんど使用できないため、バイオマスプラスチックに比べてもコストが高くなる傾向</li> </ul>
使用	<ul style="list-style-type: none"> <li>● 徐々に分解する性質により回収が不要</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>● 消費者が入手できる情報の不足や従来のプラスチックと生分解性プラスチックの類似した製品への使用による廃棄時に混乱から、リサイクル・生分解への影響が生じる可能性</li> <li>●</li> </ul>
廃棄・リサイクル	<ul style="list-style-type: none"> <li>● 廃棄物削減・リサイクルや処分の負荷低減への貢献が可能</li> <li>● 生ごみなどの他の廃棄物のリサイクルへの貢献が可能（多層化プラスチックの剥離剤やコンポスト用有機性廃棄物の回収袋としての使用）</li> <li>● 種類によっては海洋での生分解性が良好</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>● 消費者の誤解により、環境負荷低減意欲が低下して資源使用量の増加・ポイ捨ての増加など環境への悪影響が生じる可能性</li> <li>● 環境中への散逸により徐々に細分化して生態系に入り込む可能性</li> </ul> <p>(バイオプラスチック固有の化学構造のものの場合)</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>● 既存のリサイクルへ混入して阻害要因となり得る可能性</li> </ul>

	利点（メリット）	普及拡大に向けた課題
環境・社会的側面 （脱炭素）	<ul style="list-style-type: none"> <li>● 使用後の資材の廃棄処理に関わるエネルギー消費や温室効果ガス排出などの環境負荷低減が可能</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>● 環境負荷の評価のための情報の不足</li> </ul>
環境・社会的側面 （資源循環）	<ul style="list-style-type: none"> <li>● 徐々に分解する性質により回収が不要</li> <li>● 廃棄物削減・リサイクルや処分の負荷低減への貢献が可能</li> <li>● 生ごみなどの他の廃棄物のリサイクルへの貢献が可能（多層化プラスチックの剥離剤やコンポスト用有機性廃棄物の回収袋としての使用）</li> <li>● 種類によっては海洋での生分解性が良好</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>● 消費者の誤解により、環境負荷低減意欲が低下して資源使用量の増加・ポイ捨ての増加など環境への悪影響が生じる可能性</li> <li>● 既存のリサイクルへ混入して阻害要因となり得る可能性（リサイクル可能量のロスの増加・リサイクル設備の効率の低下・選別にかかるエネルギー消費量の増加・再生材の機械的性質の低下、混入の許容値はプラスチック及び再生材の用途ごとに異なる。）</li> </ul>
環境・社会的側面 （その他）	<ul style="list-style-type: none"> <li>● 社会や産業構造の変化に伴う様々な課題の解決に貢献</li> <li>● 種類によっては海洋での生分解性が良好</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>● 分解可能な条件が限定的であり海洋環境中での生分解性は不十分</li> </ul>

出所：環境省・経済産業省・農林水産省・文部科学省（2021）「バイオプラスチック導入ロードマップ- 持続可能なプラスチックの利用に向けて -」、環境省（2022）「令和3年度バイオプラスチック及び再生材利用の促進に向けた調査・検討委託業務報告書」（委託先：三菱 UFJ リサーチ&コンサルティング）、OECD（2018）「Meeting Policy Challenges for a Sustainable Bioeconomy」（<https://www.oecd.org/publications/policy-challenges-facing-a-sustainable-bioeconomy-9789264292345-en.htm>）、欧州委員会（2020）「生分解性プラスチック・堆肥化可能プラスチックに関する報告書『Relevance of Biodegradable and Compostable Consumer Plastic Products and Packaging in a Circular Economy』」（[https://ec.europa.eu/info/law/better-regulation/have-your-say/initiatives/13138-Policy-framework-on-biobased-biodegradable-and-compostable-plastics\\_en](https://ec.europa.eu/info/law/better-regulation/have-your-say/initiatives/13138-Policy-framework-on-biobased-biodegradable-and-compostable-plastics_en)）、佐野（2020）「バイオプラスチックビジネスで循環型社会の構築を プラスチック問題への産業界の挑戦」化学と生物、Vol.58.No.12、2020、酒井（2019）「3R プラス原則とライフサイクル的観点からみたプラスチック素材」、廃棄物資源循環学会誌、Vol. 30、No. 2、pp. 131-140、2019、吉田（2019）「バイオプラスチックの開発と展望」、廃棄物資源循環学会誌、Vol. 30、No. 2、pp. 123-130、大塚（2019）「プラスチック資源に対する新たな視点 ―容器包装プラスチックを中心として―」廃棄物資源循環学会誌、Vol. 30、No. 2、pp. 115 -122、加茂（2021）「廃プラスチックの現状と循環利用への課題 持続可能な社会におけるプラスチックの使い方」、場の科学、2021年1巻1号 p.28-44、中嶋（2021）「バイオプラスチックの動向と事業化の際の問題点： 1. 樹脂メーカーと成形メーカーの技術情報の共有 2. 市場環境や規制の変化への対応」オレオサイエンス、2021年21巻12号 p.507-515、菊池（2022）「ライフサイクル思考に基づくバイオマスプラスチックの役割と挑戦」、日本LCA学会誌、Vol.18 No.1、府川（2020）「海洋マイクロプラスチック問題とプラスチック循環経済」、日本エネルギー学会機関誌 エネルギーと環境、Vol. 99、No. 1、松村（2007）「バイオマスプラスチックの現状と将来」、成形加工 19（4）、195より作成

## (2) バイオプラスチックの現在の活用状況

バイオプラスチックの活用状況について、化学産業およびその他メーカーのニュースリリースからバイオプラスチックが導入される商品などの情報を収集し、用途ごとのバイオプラスチックの使用状況をまとめた（表 5-3、表 5-4）。用途ごとの定量的な普及状況については情報が得られなかったが、各社ホームページから収集した活用事例としては、欧州バイオプラスチック協会調べの世界の状況と大きな違いはなく、バイオマスプラスチックは **B to C** 製品の容器包装や日用品に用いられる事例が多く、また耐久消費財では自動車の事例を中心に、オーディオ家電、床材などで導入の事例があった。また、生分解性プラスチックについては、容器包装、日用品に関してはバイオマスプラスチックと同様に導入事例があった。生分解性プラスチックに特徴的な用途としては農林漁業での利用であり、これらの産業活動による環境中へのプラスチック散逸を防ぐ対策として生分解性機能に着目しているものと考えられる。

表 5-3 バイオマスプラスチックの用途別活用状況（例）

	ポリプロピレン	ポリエチレン	PET 樹脂	その他
容器包装	食品容器、化粧品容器	トイレタリー製品容器、食品容器・包装、食用油容器、包装資材、緩衝材、ハンガーカバー包装、ごみ袋	食品容器・包装	食品容器包装（米粉、バガス、麦皮、竹の混練） ごみ袋（米粉、澱粉の混練）、緩衝材（澱粉の混練）
電気・電子機器	—	—	—	フィルム（三酢酸セルロース）、玉軸受の保持器、オーディオスピーカー部品（米粉、パーム油の残り房の混練）
日用品	ストロー、ハンガー	ラップ	ペットボトル、コップ	ボールペン（PC）、ランニングシューズのソール部材（セルロースナノファイバー）、カト

	ポリプロピレン	ポリエチレン	PET 樹脂	その他
				ラリー、玩具、 文房具、家具部 品（米粉、澱粉、 パーム油の残り 房の混練）
建材		人工芝、袋型根 固め工法用袋材		床材（PVC）
輸送	自動車フロアマ ット		自動車のシート 表皮、フロアカ ーペットなど	自動車のバック モニター向けカ メラの筐（PA）、 自動車のエアコ ン吹き出し口の 縁パネル、ヒー ター操作パネル （PC）、自動車 のフロントグリ ル（PC）、自動車 用シートのクッ ション材（ウレ タン）、自動車の バンパー（セル ロースナノファ イバー）、ドアト リム（発泡ケナ フボード）
農林・水産		育苗ポット		

出所：各メーカーホームページより作成



表 5-4 生分解性プラスチックの用途別活用状況（例）

	生分解性プラスチック※
容器包装	食品容器、化粧品容器、ごみ袋
電気・電子機器	—
日用品	カトラリー、ティーバッグ、ビニール手袋、カップ、エコバッグ
建材	—
輸送	—
農林・水産	農業用マルチフィルム、農業用ネット、土のう袋、カキ養殖パイプ、釣糸、漁網

※ 生分解性プラスチックは複数種類の樹脂の複合材料として使用される場合がほとんどであるため、生分解性プラスチックとして一括りで集計した。

出所：各メーカーホームページより作成

## 5.2 バイオプラスチックの CO2 排出量情報

### (1) バイオプラスチックの生産状況

European Bioplastics（欧州バイオプラスチック協会）によると、2022 年の世界のバイオプラスチック生産量は 222 万トンでそのうち、生分解性プラスチックとバイオマスプラスチックがほぼ同じ割合で生産されている（図 5-1）。プラスチックの種類別には PLA、スターチブレンド（Starch Blends）、バイオ PE、バイオ PTT、バイオ PA、バイオ PET の 6 種類のバイオプラスチックで生産全体の 82%を占めている。そこで本事業ではこれら 6 種類のバイオプラスチックに加えて国内で生産されている PHBH とバイオマス混練したプラスチックの計 8 種類を対象として、CO2 排出量情報の文献調査を実施した。

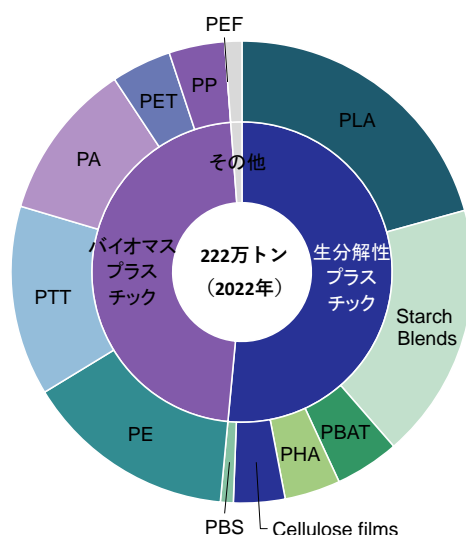


図 5-1 バイオプラスチックの種類別生産量（2022）

出所：European Bioplastics, nova-Institute(2022)「Global production capacities of bioplastics 2022 (by material type)」([www.European-bioplastics.org/market](http://www.European-bioplastics.org/market))(閲覧日：2023/2/28)より作成

### (2) バイオプラスチックの種類別 CO2 排出量情報

(1) で選定した 6 種類のバイオプラスチックについて、今回調査した CO2 排出量の情報源を表 5-5、表 5-6 に示す。バイオプラスチックのうち、メーカーが CO2 排出量情報を公開しているものはポリ乳酸（PLA）、米ぬか等の混合プラスチック、バイオ PE、バイオ PTT（ソロナ）だった。残りのバイオプラスチック（Starch Blends、PHBH、バイオ PA<sup>5</sup>、バイオ PET）に関しては学術文献から情報を収集した。以下、バイオプラスチック種類別の CO2 排出量情報を示す。

<sup>5</sup> ただし、バイオ PA に関しては学術論文の著者がメーカー所属。

表 5-5 生分解性プラスチックのメーカーと CO2 排出量・削減効果の公開状況

	バイオマス原料	CO2 排出量削減効果に関する情報源	その他の主な製造事業者
ポリ乳酸 (PLA)	バイオマス由来の 乳酸	メーカー：NatureWorks 社（米国）	Total Corbion PLA 社 （オランダ）、Zhejiang H isun Biomaterials 社（中 国）
スターチブレンド (Starch Blends)	バイオマス由来の デンプン	学術論文：Broeren, Kul ing, Worrell, Li(2017) 「Environmental impact assessment of six starch plastics focusing on wastewater-derived starch and additives」 Resources, Conservation and Recycling」 Volume 127, Pages 246-255	Novamont（イタリア）、 Biotech（ドイツ）、Wuhan Huali Environment Protection Science & Technology（中国）、Shanghai Disoxidation Macromolecule Materials（中国）、Rodenburg Biopolymers（オランダ）
PHBH	パーム油	学術論文：Amasawa, Yamanishi, Nakatani, Hirao, Sato(2021)「Climate Change Implications of Bio-Based and Marine-Biodegradable Plastic: Evidence from Poly(3-hydroxybutyrate-co-3-hydroxyhexanoate)」, Environmental Science & Technology 55 (5), 3380-3388	カネカ（日）
米ぬか等の 混合プラスチック	米ぬか、コーヒーク す、など	メーカー：丸真化学工業 ホームページ「ヌカエル エコパック」( <a href="https://www.marushinkagaku.co.jp/nukaerupac/">https://www.marushinkagaku.co.jp/nukaerupac/</a> )（閲覧日：2023年3月1日）	—

表 5-6 バイオマスプラスチックのメーカーと CO2 排出量・削減効果の公開状況

	バイオマス原料	CO2 排出量削減効果に関する情報源	その他の主な製造事業者
バ イ オ PE	バイオエタノール、バイオナフサ	メーカー：Braskem 社（ブラジル）	Braskem 社（ブラジル）、Lyondell Basell 社（米国）、Dow（米国）、SABIC 社（サウジアラビア）
バ イ オ PTT（ソ ロナ）	情報なし	メーカー：華峰集団（中国）	Dow（華峰集団）へ事業譲渡
バ イ オ PA	ヒマシ油	安田、宮保（2010）「ヒマシ油から作るポリアミド」繊維と工業、Vol.66、No.4、PP.137-142 （著者所属はメーカー：Arkema 社（フランス））	Arkema 社（フランス）、Evonik 社（ドイツ）、BASF 社（ドイツ）、DSM 社（オランダ）、DuPont 社（米国）、ユニチカ（日本）、東洋紡（日本）、三菱ガス化学（日本）
バ イ オ PET	バイオマス由来のエチレングリコール（インドの場合はサトウキビ）	学術論文：八木橋ら（2012）「バイオマス由来ポリエチレンテレフタレート of LCA」第 7 回 LCA 学会研究発表会講演要旨集, pp.44-45	【モノマー（MEG）】 India Glycols 社（インド） 【ポリマー】 Indorama Ventures 社（タイ）、Lotte Chemical 社（韓国）、Far Eastern New Century Corporation 社（台湾）、東レ（日本）、帝人（日本）、東洋紡（日本）

### ① ポリ乳酸(PLA)

Vink and Davies(2015)<sup>6</sup>は NatureWorks 社（米国）のポリ乳酸製造について GHG 排出量の推計をしている。推計の評価範囲を図 5-2 に示す。また、GHG 排出量の推計結果を図 5-3 に示す。ただし、この調査では消費した電力について、NatureWorks 社が購入した再生可能エネルギーの証書を考慮しており、実際消費したエネルギー全ての GHG 排出量が計上されていないという点に留意が必要。

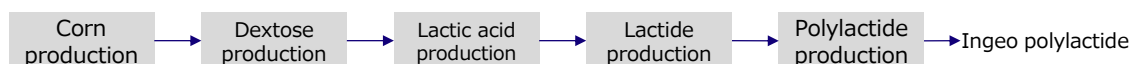


図 5-2 NatureWorks 社のポリ乳酸製造フロー

出所： Vink and Davies(2015)「Life Cycle Inventory and Impact Assessment Data for 2014 Ingeo™ Polylactide Production」, INDUSTRIAL BIOTECHNOLOGY, VOL. 11 NO. 3 より作成

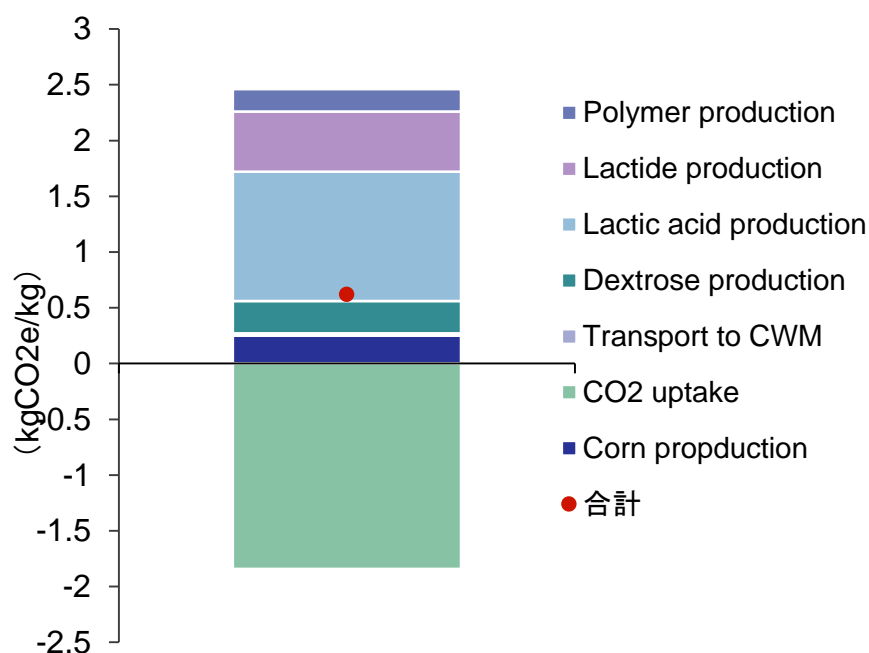


図 5-3 ポリ乳酸製造にかかる GHG 排出量

出所： Vink and Davies(2015)「Life Cycle Inventory and Impact Assessment Data for 2014 Ingeo™ Polylactide Production」, INDUSTRIAL BIOTECHNOLOGY, VOL. 11 NO. 3 より作成

<sup>6</sup> Vink and Davies(2015)「Life Cycle Inventory and Impact Assessment Data for 2014 Ingeo™ Polylactide Production」, INDUSTRIAL BIOTECHNOLOGY, VOL. 11 NO. 3

## ② PHBH

Amasawa, et.al.(2021)<sup>7</sup>は PHBH 製造について GHG 排出量の推計をしている。推計の評価範囲を図 5-4 に示す。また、GHG 排出量の推計結果を図 5-5 に示す。

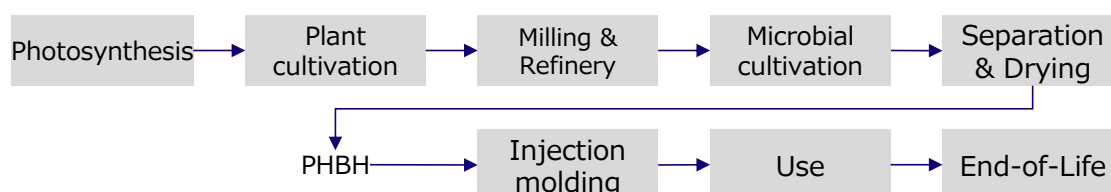


図 5-4 PHBH の製造・使用・廃棄のフロー

出所： Amasawa, Yamanishi, Nakatani, Hirao, Sato(2021) 「 Climate Change Implications of Bio-Based and Marine-Biodegradable Plastic: Evidence from Poly(3-hydroxybutyrate-co-3-hydroxyhexanoate)」, Environmental Science & Technology 55 (5), 3380-3388 より作成

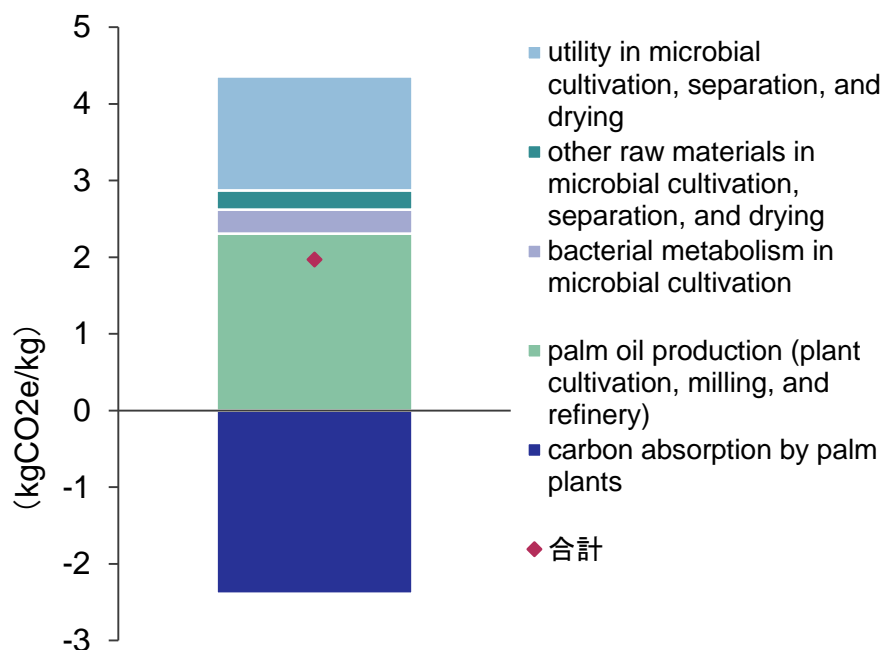


図 5-5 PHBH 製造フローの GHG 排出量

注： プロセスのうちパーム油製造については 0.32~16.5kgCO<sub>2</sub>e/kg の範囲を取りうると

<sup>7</sup> Amasawa, Yamanishi, Nakatani, Hirao, Sato(2021) 「Climate Change Implications of Bio-Based and Marine-Biodegradable Plastic: Evidence from Poly(3-hydroxybutyrate-co-3-hydroxyhexanoate)」, Environmental Science & Technology 55 (5), 3380-3388

示されているが、合計値の計算では 2.31kgCO<sub>2</sub>e/kg が採用されている。

出所： Amasawa, Yamanishi, Nakatani, Hirao, Sato(2021) 「 Climate Change Implications of Bio-Based and Marine-Biodegradable Plastic: Evidence from Poly(3-hydroxybutyrate-co-3-hydroxyhexanoate) 」 , Environmental Science & Technology 55 (5), 3380-3388 より作成

### ③ 米ぬかを混合した PE 製造

丸真化学工業ホームページより米ぬかを混合した PE 製造にかかる GHG 排出量および製造フローを図 5-6、表 5-7 に示す。

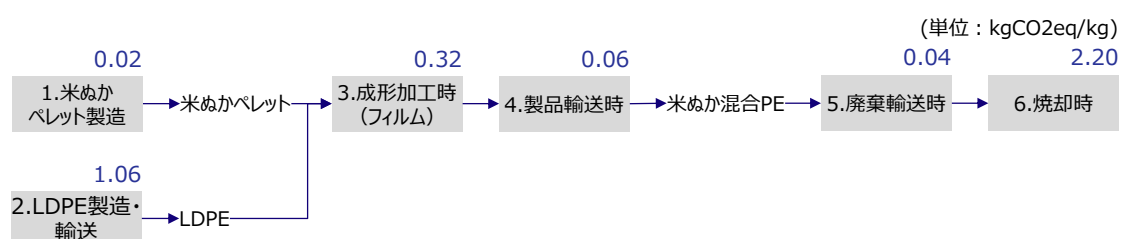


図 5-6 米ぬかを混合した PE 製造のフロー・プロセス別 GHG 排出量

出所： 丸真化学工業ホームページ「ヌカエルエコパック」 (<https://www.marushinkagaku.co.jp/nukaerupac/>) (閲覧日：2022 年 12 月 15 日) より作成

表 5-7 米ぬかを混合した PE 製造の GHG 排出量

評価範囲	CO <sub>2</sub> 排出量 [kgCO <sub>2</sub> eq/kg]
1.-4. (Cradle to Gate)	1.46
1.-6. (Cradle to Grave)	3.70

出所： 丸真化学工業ホームページ「ヌカエルエコパック」 (<https://www.marushinkagaku.co.jp/nukaerupac/>) (閲覧日：2022 年 12 月 15 日) より作成

### ④ バイオ PE

Braskem 社資料<sup>8</sup>よりサトウキビを原料とした発酵法によるバイオ PE の製造にかかる GHG 排出量および製造フローを図 5-7、表 5-8 に示す。

<sup>8</sup> Braskem 「I' m green™ PE Life Cycle Assessment」

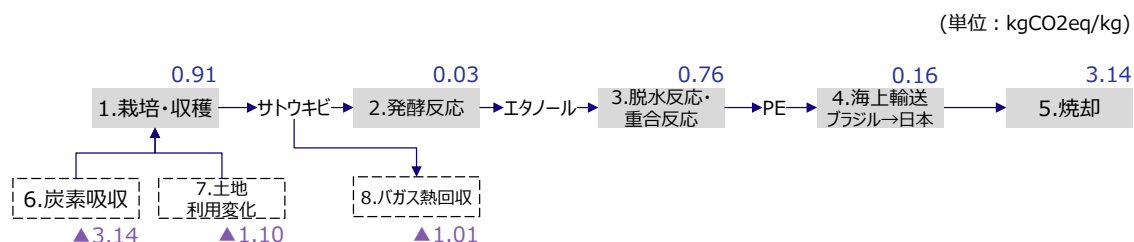


図 5-7 サトウキビ由来のバイオ PE 製造（発酵法）のフロー・プロセス別 GHG 排出量  
出所：Braskem「I' m green™ PE Life Cycle Assessment」より作成。ただし、ブラジルから日本への輸入プロセスの負荷は三井倉庫ホームページ「SustainaLink Emissions Calculator 算定結果」（[https://www.mitsui-soko.com/sustainalink/emissions\\_calculator](https://www.mitsui-soko.com/sustainalink/emissions_calculator)）（閲覧日：2023/3/24）より推計。

表 5-8 サトウキビ由来のバイオ PE 製造（発酵法）の GHG 排出量

評価範囲	CO <sub>2</sub> 排出量 [kgCO <sub>2</sub> eq/kg]
1.-3. (Cradle to Gate)	1.70
1.-4. (Cradle to Gate) ※日本輸入を含む	1.86
1.-5. (Cradle to Grave)	5.00
1.-3. +6.-8. (Cradle to Gate)	▲3.55
1.-5. +6.-8. (Cradle to Grave)	▲0.41
1.-3. +6.-7. (Cradle to Gate)※8.バガス熱回収を除く	▲2.54
1.-5. +6.-7. (Cradle to Grave) ※8.バガス熱回収を除く	0.76

出所：Braskem「I' m green™ PE Life Cycle Assessment」より作成。ただし、ブラジルから日本への輸入プロセスの負荷は三井倉庫ホームページ「SustainaLink Emissions Calculator 算定結果」（[https://www.mitsui-soko.com/sustainalink/emissions\\_calculator](https://www.mitsui-soko.com/sustainalink/emissions_calculator)）（閲覧日：2023/3/24）より推計。

## ⑤ バイオ PTT

華峰集団（中国）ホームページ<sup>9</sup>よりバイオ PTT（ブランド名はソロナ）の GHG 排出量はナイロン（ポリアミド）6 に比べて 63%削減されると示されている。そこで、Vink and Davies(2015)<sup>6</sup>からナイロン（ポリアミド）6 の GHG 排出量を得て、バイオ PTT の GHG 排出量を簡易的に推計した（図 5-8）。

<sup>9</sup> 華峰集団ホームページ（[www.ldfibre.com/En\\_NewsInfo-448.html](http://www.ldfibre.com/En_NewsInfo-448.html)）（閲覧日：2023/2/28）



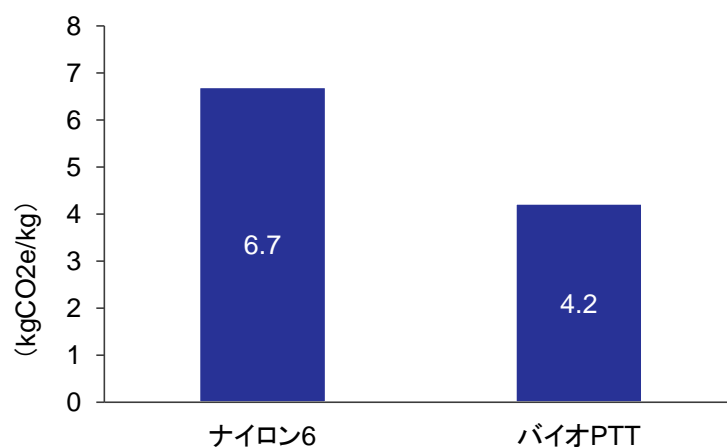


図 5-8 バイオ PTT の GHG 排出量（推計値）

出所：華峰集団ホームページ（[www.ldfibre.com/En\\_NewsInfo-448.html](http://www.ldfibre.com/En_NewsInfo-448.html)）（閲覧日：2023/2/28）、Vink and Davies(2015)「Life Cycle Inventory and Impact Assessment Data for 2014 Ingeo™ Polylactide Production」,INDUSTRIAL BIOTECHNOLOGY, VOL. 11 NO. 3 より作成

#### ⑥ バイオ PA

安田、宮保（2010）<sup>10</sup>ではバイオ PA と PC の GHG 排出量は 100 : 212 と示されている。そこで、Vink and Davies(2015)<sup>6</sup>から PC の GHG 排出量を得て、バイオ PA の GHG 排出量を簡易的に推計した（図 5-9）。

<sup>10</sup> 安田、宮保（2010）「ヒマシ油から作るポリアミド」繊維と工業、Vol.66、No.4、PP.137-142

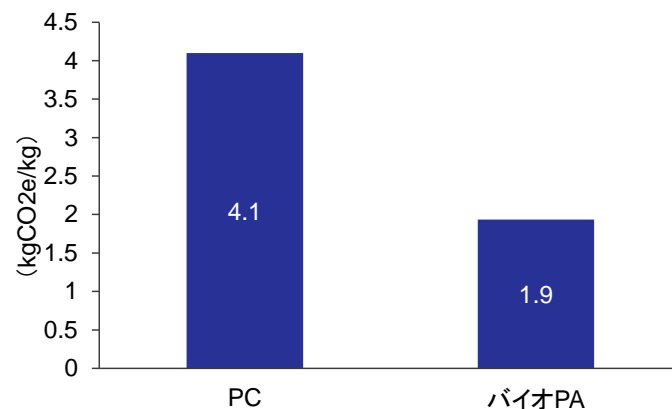


図 5-9 バイオ PA の GHG 排出量（推計値）

出所：安田、宮保（2010）「ヒマシ油から作るポリアミド」繊維と工業、Vol.66、No.4、P.137-142、Vink and Davies(2015)「Life Cycle Inventory and Impact Assessment Data for 2014 Ingeo™ Polylactide Production」, INDUSTRIAL BIOTECHNOLOGY, VOL. 11 NO. 3 より作成

## ⑦ バイオ PET

八木橋ら（2012）<sup>11</sup>より India Glycols 社（インド）のサトウキビを原料としたバイオ PET の製造にかかる GHG 排出量および製造フローを図 5-10、表 5-9 に示す。

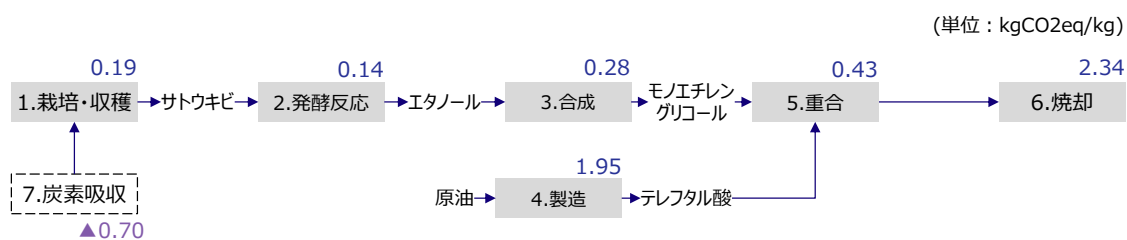


図 5-10 サトウキビ由来のバイオ PET 製造のフロー・プロセス別 GHG 排出量

<sup>11</sup> 八木橋ら（2012）「バイオマス由来ポリエチレンテレフタレートの LCA」第 7 回 LCA 学会研究発表会講演要旨集, pp.44-45

表 5-9 サトウキビ由来のバイオ PET 製造の GHG 排出量

評価範囲	CO2 排出量 [kgCO2eq/kg]
1.-5. (Cradle to Gate)	2.99
1.-6. (Cradle to Grave)	5.33
1.-6.+7. (Cradle to Grave)	4.63

### (3) バイオプラスチックの種類別 CO2 削減効果の推計

(2) で調査したプラスチックの種類ごとに、バイオプラスチックによって代替される石油由来のプラスチックを表 5-10 のように想定し、石油由来のプラスチックをバイオプラスチックに代替することによる CO2 削減効果を推計した。バイオプラスチックの製造にかかる CO2 排出量の推計結果を図 5-11 に示す。石油由来のプラスチックをバイオプラスチックに代替することによる CO2 削減効果の推計結果を図 5-12 に示す。

表 5-10 バイオプラスチックによって代替される石油由来のプラスチックの想定

バイオプラスチック	代替する石油由来プラスチック
ポリ乳酸	PE
スターチブレンド	PE
PHBH	PE
バイオ PE (全製法共通)	PE
バイオ PTT	PET
バイオ PA	PA
バイオ PET	PET
米ぬか混合 PE	PE

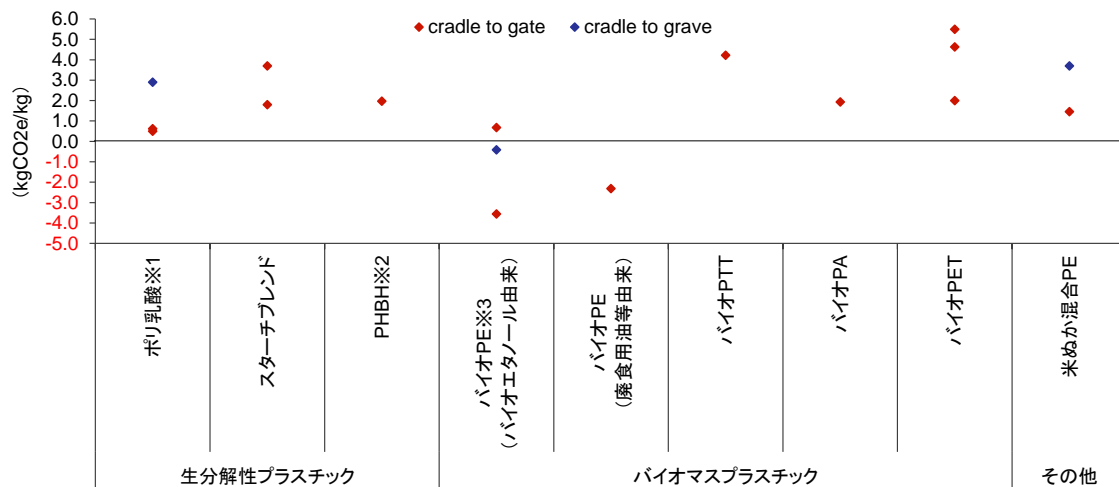


図 5-11 バイオプラスチックの GHG 排出量

- ※1：NatureWorks 社が購入した再生可能エネルギーの証書分の排出について排出から除外して計算されている。
- ※2：プロセスのうちパーム油製造については 0.32~16.5kgCO2e/kg の範囲を取りうると示されているが、合計値の計算では 2.31kgCO2e/kg が採用されている。
- ※3：cradle to Grave の排出量が負の値となっているのは、直接的土地利用変化による削減効果を計上しているため。

出所：Rosenboom et.al.(2022)” Bioplastics for a circular economy”, Nature review materials, vol.7, pp.117-137、Koch, Mihalyi(2018)” Assessing the Change in Environmental Impact Categories when Replacing Conventional Plastic with Bioplastic in Chosen Application Fields ” CHEMICAL ENGINEERING TRANSACTIONS, VOL. 70, pp.853-858、Amasawa, Yamanishi, Nakatani, Hirao, Sato(2021) 「Climate Change Implications of Bio-Based and Marine-Biodegradable Plastic: Evidence from Poly(3-hydroxybutyrate-co-3-hydroxyhexanoate)」, Environmental Science & Technology 55 (5), 3380-3388、BASF(2020)「ChemCyclingTM:ライフサイクルアセスメント(LCA)による環境評価」、八木橋ら (2012)「バイオマス由来ポリエチレンテレフタレートの LCA」第 7 回 LCA 学会研究発表会講演要旨集, pp.44-45、環境省 (2022)「令和 3 年度バイオプラスチック及び再生材利用の促進に向けた調査・検討委託業務報告書」、Erwin T.H. Vink and Steve Davies(2015)「Life Cycle Inventory and Impact Assessment Data for 2014 IngeoTM Polylactide Production」, INDUSTRIAL BIOTECHNOLOGY, VOL. 11 NO. 3、Broeren, Kuling, Worrell, Li(2017)「Environmental impact assessment of six starch plastics focusing on wastewater-derived starch and additives」Resources, Conservation and Recycling, Volume 127, Pages 246-255、華峰集団ホームページ (www.ldfibre.com/En\_NewsInfo-448.html)(閲覧日:2023/2/28)、安田、宮保(2010)「ヒマシ油から作るポリアミド」繊維と工業、Vol.66、No.4、PP.137-142 より作成

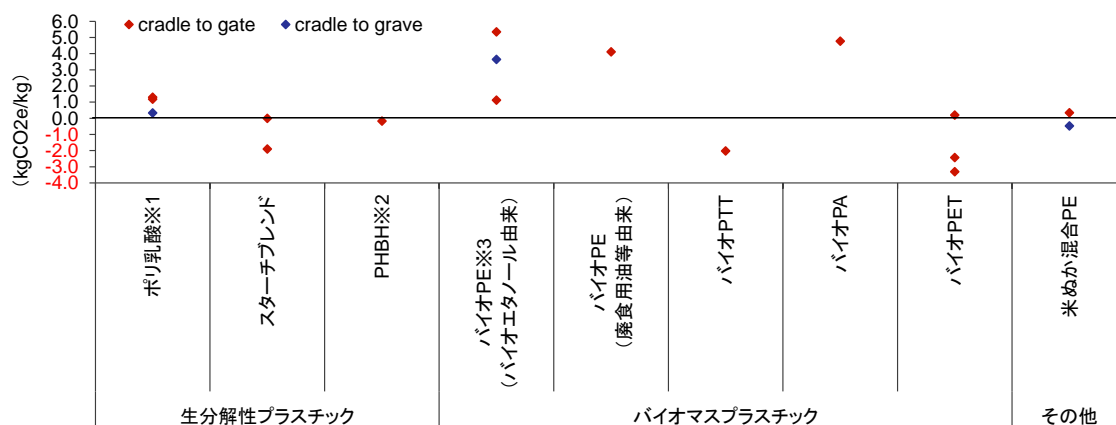


図 5-12 バイオプラスチックの GHG 排出削減量

注：0 より小さい値は石油由来のプラスチックのほうが CO2 排出量が小さいことを表す。

※1：ポリ乳酸の製造にあたって NatureWorks 社が購入した再生可能エネルギーの証書分の排出について排出から除外して計算されている。

※2：PHBH 製造プロセスのうちパーム油製造については 0.32~16.5kgCO2e/kg の範囲を取りうると示されているが、合計値の計算では 2.31kgCO2e/kg が採用されている。

※3：バイオ PE の cradle to Grave の排出量には、直接的土地利用変化による削減効果を含んでいる。

出所：Rosenboom et.al.(2022)” Bioplastics for a circular economy”, Nature review materials, vol.7, pp.117-137, Koch, Mihalyi(2018)” Assessing the Change in Environmental Impact Categories when Replacing Conventional Plastic with Bioplastic in Chosen Application Fields” CHEMICAL ENGINEERING TRANSACTIONS, VOL. 70, pp.853-858, BASF(2020)「ChemCyclingTM:ライフサイクルアセスメント(LCA)による環境評価」、八木橋ら(2012)「バイオマス由来ポリエチレンテレフタレートの LCA」第 7 回 LCA 学会研究発表会講演要旨集, pp.44-45、環境省(2022)「令和 3 年度バイオプラスチック及び再生材利用の促進に向けた調査・検討委託業務報告書」、Erwin T.H. Vink and Steve Davies(2015)「Life Cycle Inventory and Impact Assessment Data for 2014 IngeoTM Polylactide Production」, INDUSTRIAL BIOTECHNOLOGY, VOL. 11 NO. 3, : Broeren, Kuling, Worrell, Li(2017)「Environmental impact assessment of six starch plastics focusing on wastewater-derived starch and additives」Resources, Conservation and Recycling, Volume 127, Pages 246-255、華峰集団ホームページ([www.ldfibre.com/En\\_NewsInfo-448.html](http://www.ldfibre.com/En_NewsInfo-448.html)) (閲覧日:2023/2/28)、安田、宮保(2010)「ヒマシ油から作るポリアミド」繊維と工業、Vol.66、No.4、PP.137-142 より作成

### 5.3 ヒアリング調査の実施

バイオプラスチックのCO<sub>2</sub>削減効果の算定やバイオプラスチックの普及拡大に向けた問題意識について事業者、有識者の認識、取組について把握するためにヒアリング調査を実施した。ヒアリングの実施概要及び、ヒアリングにおいて挙げた課題を以下に示す。

#### (1) ヒアリング調査概要

バイオプラスチックの製造に取り組む化学メーカー、輸入事業者、業界団体、有識者の計5者に話を伺った（表 5-11）。

表 5-11 ヒアリング事項

企業・業界団体	<ul style="list-style-type: none"><li>・ バイオプラスチックの利用状況、今後の普及見通し</li><li>・ バイオプラスチックの普及の課題、普及後の懸念点</li><li>・ バイオプラスチックの普及に向けて必要な政策</li></ul>
有識者	<ul style="list-style-type: none"><li>・ バイオプラスチックの GHG 排出量、削減効果の評価。</li><li>・ バイオプラスチックの普及に向けて必要な政策</li></ul>

#### (2) ヒアリングで挙げられた意見

以下にヒアリングで挙げられた意見の概要を示す。バイオプラスチックの普及促進に向けた課題としてはコストの高さ、原料調達（バイオエタノール余剰への期待、国内バイオマス利用に向けた取組の期待）、ユーザー側の品質への懸念及び今後の CN に向けた社会の制約がどの程度になるのか、といった意見が挙げられた。バイオプラスチック普及促進に向けて期待される施策としては、普及啓発、導入目標の設定、原料輸入の関税撤廃といった意見が挙げられた。また、バイオプラスチックの CO<sub>2</sub> 削減効果の推計にあたっては、メーカーが公表している数値は必ずしも数値の解釈に必要な情報が全て示されていない場合もあり、本来は査読付き論文を確認することが望ましいが、ユーザー側が、メーカーの公開している情報の真贋を見極めることは難しいという意見が挙げられた。

#### <バイオプラスチック普及促進に向けた課題・展望>

- ・ 石油化学製品に比べてバイオプラスチックのコストが高いことが普及に向けた一番の課題となっている。
- ・ 将来的に CN が社会で規制のように働く場合には、化石燃料の使用価格が高くなり、バイオマス利用が促進されると考えられる。
- ・ 自動車の電動化にともなって海外で余剰となる燃料用バイオエタノールを化学原料として輸入することは考えられるだろう。
- ・ 石油コンビナートにバイオマス由来の原料を投入する場合などは従来製品と全く同等の品質の製品が製造されるが、ユーザーである企業から品質に対する不安を耳にする

ことがあった。

- ・ 日本国内のバイオマス資源の活用が難しい。海外に頼ってしまうと結局、化石資源を輸入している状況とあまり変わらなくなってしまう。  
国内のバイオマス資源を日本社会の CN 実現のために使用するためには、農林業に任せるだけではなく業界横断で投資・支援をすすめていくべきだろう。

#### ＜バイオプラスチック普及促進に向けて期待される施策＞

- ・ バイオプラスチックについて、コストが高くても環境価値を認めて企業、消費者が選んでくれるように国としても普及啓発を進めてほしい。
- ・ EU のように、製品ごとのバイオプラスチックの導入目標を掲げることも一案ではないか。
- ・ 国内でバイオマスプラスチックを生産するために、エタノールの輸入に際して、バイオマスプラスチックの輸入と同等の関税となるように制度を設計してほしい。

#### ＜バイオプラスチックの CO2 削減効果の推計＞

- ・ バイオマスプラスチックの GHG 排出量や削減効果についてレビューする際には設定について細かく理解しないと数字を評価することができないが、メーカーのレポートでは必ずしもすべての情報が示されているわけではない。査読付き論文を情報源にすることが望ましい。
- ・ 計算の詳細な設定に関して、ユーザーが真贋を確かめることは難しいだろう。メーカーなどから公開されている環境負荷の情報を見て、設定に懸念を感じることも少なくない。