

**使用済 PET ボトルのリサイクル効果の分析調査報告書**

**－メカニカルリサイクル、マテリアルリサイクル、ケミカルリサイクルの環境負荷等の検討－**

**2024 年 10 月**

**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調査委員会**

## はじめに

当協会では、平成 24 年度に使用済 PET ボトルの回収から再商品化に至る各工程（市町村における回収・選別保管、再生処理事業者の輸送、再生処理・再商品化製品の出荷）の平成 23 年度実績を対象とする実態調査を実施し、これに基づくエネルギー・環境負荷分析（以下、インベントリ分析と記す）結果をホームページで公表した。また、このインベントリ分析結果に基づき、平成 28 年度には資源エネルギー、消費エネルギー、二酸化炭素・硫黄酸化物・窒素酸化物の排出量等の視点から、リサイクルを実施した場合と実施しない場合の比較による PET ボトルのリサイクル効果を分析し、その結果をホームページで公表した。

近年、産業界では地球温暖化ガスの削減への取り組みが活発化しており、SDGs（Sustainable Development Goals；持続可能な開発目標）への意識が強まるなど、環境への社会的な関心が高まっている。消費者のリサイクルに対する関心も高く、平成 24 年度の実態調査からすでに 10 年以上が経過している PET ボトルのリサイクルに係る基礎データは見直す時期に来ている。

見直しに際しては、メカニカルリサイクル、マテリアルリサイクル、ケミカルリサイクルの 3 つのリサイクルに係るデータを改めて収集・整理し、リサイクルを実施した場合と実施しない場合の比較による PET ボトルのリサイクル効果を分析することとした。

データの収集・分析に当たっては外部調査機関に委託し、第三者による調査委員会を設けて分析結果を検討し、報告書を作成することとした。報告書は、当協会のホームページにて公開を予定している。

末筆ながら、本調査に多大なご協力をいただいた各企業の皆様に、この場を借りて心からの感謝の意を表します。皆様から提供いただいた貴重な生産・技術データと知見によって、本報告書はより深い洞察を得ることができました。今後とも皆様の変わらぬご支援とご協力を賜りますよう、お願い申し上げます。

## PET ボトルのリサイクル効果調査委員会名簿

期間：2023年3月～2024年6月

(敬称略)

—	氏名	所属	肩書
委員長	中谷隼	東大大学院工学系研究科都市工学専攻	准教授
委員	藤井実	国立研究開発法人国立環境研究所	室長
委員	小松郁夫	PETボトルリサイクル推進協議会	専務理事
委員	佐藤隆	一般社団法人 全国清涼飲料連合会	技術部長
委員	横尾芳明	一般社団法人 全国清涼飲料連合会	技術部長
委員	加治木浩則	一般社団法人 全国清涼飲料連合会	企画部長
委員	角田英俊	日本プラスチック工業連盟	総務・環境部長
委員	清川敦郎	日本プラスチック工業連盟	総務・環境部長
事務局	吉田雅治	公益財団法人 日本容器包装リサイクル協会	PETボトル事業部長
事務局	高崎健太郎	公益財団法人 日本容器包装リサイクル協会	PETボトル事業部主査
調査・分析業務委託先	林廣和	株式会社産業情報研究センター	調査・情報室長
調査・分析業務委託先	山口辰夫	株式会社産業情報研究センター	嘱託研究員

-目次-

1. 調査概要	1
(1) 調査実施の意図	1
(2) 公開の対象範囲	1
(3) 用語・略称	1
(4) 目的	3
(5) 分析対象と分析内容	3
(6) 分析手法	3
1) システム境界（算定範囲）	3
2) リサイクル効果の分析で設定したシステム境界	3
2-1) 廃棄物視点のケース	4
2-1-1) メカニカルリサイクル	4
2-1-2) マテリアルリサイクル	4
2-1-3) ケミカルリサイクル	5
2-2) 製品視点のケース	5
2-2-1) メカニカルリサイクル	5
2-2-2) マテリアルリサイクル	6
2-2-3) ケミカルリサイクル	6
(7) 分析手順	6
1) 分析項目	7
2) 1次データの収集	7
3) 2次データの収集	8
4) 1次データの処理	8
5) インベントリ分析の前提	8
6) リサイクル効果の分析の前提	9
2. 分析結果	9
(1) メカニカルリサイクルの LCI 分析結果	9
(2) マテリアルリサイクルの LCI 分析結果	9
(3) ケミカルリサイクルの LCI 分析結果	10
(4) リサイクル効果の分析結果	10
1) 機能単位をペール 1 t の処理に設定したケース	10
2) 機能単位を再生 PET 1 t の生産に設定したケース	10
3) リサイクル効果の算定結果の解釈	11
3-1) データの性質	11
3-2) 廃棄物視点でみたリサイクル効果	11
3-3) 製品視点でみたリサイクル効果	12
(5) リサイクル効果の分析結果を見る上での留意点	12
資料編（調査票）	14
調査票 1 再生フレーク	14
調査票 2 メカニカルリサイクル・ペレット	15
調査票 3 マテリアルリサイクル・ペレット	16

## 1. 調査概要

### (1) 調査実施の意図

当協会では平成 24 年度に当協会初めての試みとして PET ボトルのリサイクルについて、i) 市町村による分別収集および選別保管工程、ii) 再生処理事業者による保管施設からのパールの輸送、iii) 再生処理工程および再商品化製品の輸送、等に係る環境負荷を明らかにすることを目的に、調査を実施し、これを取りまとめてホームページで公開した。また、平成 28 年度には、平成 24 年度の結果を活用して PET ボトルのリサイクル効果を分析し、報告書に取りまとめ、これをホームページで公開した。

平成 24 年度の実績データの収集から 10 年強が経過する過程で PET ボトルのリサイクルは進展を続けており、使用済飲料用 PET ボトルのリサイクルによって飲料用 PET ボトルを生産するクローズドリサイクル、繊維他の成形品を生産するカスケードリサイクルともに、深化しており、直近のデータに基づくこれらリサイクルの環境負荷の算定の実施が望まれる時期を迎えている。

そこで、当協会は、使用済 PET ボトルのリサイクル効果分析データを更新し、環境負荷基本データをアップデートすると共に、メカニカルリサイクル、マテリアルリサイクル、ケミカルリサイクルを対象に、それぞれのリサイクル効果の分析を実施することとした。

### (2) 公開の対象範囲

当協会のホームページに報告書を掲載し、PET ボトルの生産、使用、廃棄・リサイクルに係る関係業界、関係機関・行政、消費者など広範に亘って情報を発信することとした。

### (3) 用語・略称

表 1 本報告書で用いた用語①

用語	内容
消費資源（化石資源）	IDEAで計算した結果、集計されるウラン鉱・U308、石炭、原油、天然ガス、天然ガス液（単位：kg）のうち、ウラン鉱・U308を除く資源をIDEAに提示されているそれぞれの資源の発熱量でMJに換算して合計したもの。原料として消費した化石資源量と火力発電のようなエネルギーの産出のために消費した化石資源量が集計結果に混在していることに留意を要する。
消費資源（非化石資源）	IDEAで計算した結果、集計される地熱発電、太陽光発電、風力発電、水力発電の4電力（単位：MJ）の合計。火力発電は、資源消費量として計算されているので、消費電力には含まれていない。
インベントリ (inventory)	インベントリは、分析対象工程の収集データ（分析する項目）を整理した文字情報である。生産プロセスで使用される投入原材料、電力、蒸気、用水等のユーティリティ、生産プロセスからの排出物などの要素をリストアップしたもの。
LCA (Life Cycle Assessment)	製品システムのライフサイクルの全体を通したインプット、アウトプット及び潜在的な環境影響のまとめ、並びに評価。実際の分析は、LCI (life cycle inventory analysis) と LCIA (life cycle Impact Assessment) に分かれる。LCAの4つのフェーズのうち、LCIは第2フェーズの作業、LCIAは第3フェーズの作業である。
LCI (life cycle inventory analysis)	LCI (ライフサイクルインベントリ) 分析とは、製品・サービスに関するライフサイクル（製造、使用、廃棄）を通してのインプット、アウトプットのまとめ並びに定量化を行う段階を指す表現である。具体的には、各工程（段階）で消費された資源、エネルギー量、CO <sub>2</sub> 排出量等の定量化された環境負荷項目を指す。
LCIA (life cycle Impact Assessment)	製品システムに対する、製品のライフサイクルの全体を通した潜在的な環境影響の大きさ及び重要度を理解し、かつ、評価することを目的としたLCAの段階を指す表現である。 近年、カーボンフットプリント (CFP)が注目を浴びているが、CFPはLCI分析結果ではなく、「気候変動」の影響領域のLCIA結果である。LCI分析で求めた環境負荷物質のうち、気候変動に関係する温室効果ガスの排出量にGWPを乗じて、二酸化炭素相当量に換算し、それらを総和した値である。
システム境界 (システムバウンダリ)	LCAの対象とする製品システムと、環境または他の製品システムとの境界。LCI分析においては、分析の対象範囲を指す。具体的には、何かを生産する際に必要となる資源の探掘から当該製品の生産までを分析の対象範囲として示す。ロケーションによって異なるが、日本の樹脂や繊維を例にえば、資源の探掘（海外・資源国）～輸入～石油精製(国内)～石油化学・合成繊維工場までを対象にシステム境界を設定する場合が一般的である。

表1 本報告書で用いた用語②

用語	内容
アロケーション (allocation)	allocationは、本来、経費の仕分けなどに用いられる用語で、経理業務において工場の電気代を製造で使用したものと事務で使用したものに割合で配分して勘定項目に振り替えるような作業を指して使われる。したがって、LCI分析で使う場合、日本語でいえば、配分・配布 (distribution) とさほど変わらないと考えて差し支えない。按分 (distribution) もLCI分析でよく出てくる言葉であるが、divideという表現も多く使われている。日本語でいえば、配賦、配分・配布、按分いずれを使っても意味を取り違えられることはない。LCIでは、異なる製品を生産している工場において、消費電力の計測が明確に分けられていない場合、分析対象製品が負うべき消費電力としてアロケーションが必要となる。また、同じ生産工程から主製品と副製品あるいは共製品が生産されるようなケースにおいて、アロケーションが必要となる。LCI分析では、原則的にアロケーションは可能な限り行わないで済み方法を選択することが望ましいとされている。このため、共製品のような場合、プロセス分割をしてデータを把握することが望ましいとされる。
ベアリング	使用済みPETボトルのリサイクルプロセスにおいて、回収されたPETボトルを一定の大きさのかたまり (バール) に圧縮し、保管する作業を指す。具体的には、市町村で家庭から出たPETボトルを収集し、キャップとラベルを取り除き、中身を軽くゆすいだ後、縦方向につぶして排出する。その後、異物を取り除いたPETボトルをバール化して保管することで、再資源化のプロセスに進める。
オリジナルPET	天然資源から生産するPETをオリジナルPETと表記した。
ユーティリティ	工場のプロセスプラントで用いられる用水、蒸気、電力、空気などの補助材料を総称したものを。用役ともいう。
マテリアルリサイクル	マテリアルリサイクルとは、廃棄物をその性質を変えずに新たな製品の材料として再利用するリサイクル手法を指す包括的な用語である。本表では、以下、プラスチックを対象とするリサイクルの用語として記述する。マテリアルリサイクルは、一般的なマテリアルリサイクル、メカニカルリサイクル、ケミカルリサイクルの3つに大別される。本報告書では、マテリアルリサイクルを細分化して記述するため、使用済みPETボトルのリサイクルによって繊維原料となる再生PETを生産するリサイクルを便宜的に、一般的なマテリアルリサイクルに位置付け、単にマテリアルリサイクルと記述した。
メカニカルリサイクル	メカニカルリサイクルは、回収された使用済みPETボトルを選別、粉砕、洗浄して表面の汚れ、異物を十分に取除いた後に高温下に曝して、樹脂内部に留まっている汚染物質を拡散させ除染を行うリサイクルシステムを指す用語である。除染工程を有していることが前提のリサイクルシステムであり、物理的リサイクルとも称される。ここで除染とは、高度に洗浄し、乾燥したPETフレーク、あるいはそれをペレット化したものを除染装置 (PET樹脂製造設備の固相重合槽の様なもの) に投入し、投入したPETを気流中あるいは減圧下で加熱し再生PET樹脂に付着・吸着した汚染物質を除去すると同時に分子量を上げることが指す言葉である。フレークのまま除染装置で処理したものは、必要に応じてペレット化する。ペレット化では、押出装置のなかでメッシュの細いスクリーンで濾過して小さな固形異物などを取り除く。
ケミカルリサイクル	ケミカルリサイクルは、廃プラスチックを科学的に分解し、製品の原料などに再利用するリサイクルシステムを指す用語である。事例として、原料・モノマー化 (原料やモノマーに戻して再利用する)、高炉原料化 (高炉で還元剤として再利用する)、コークス炉化学原料化 (製鉄所のコークス炉などで再利用する)、ガス化 (ガスにして化学工業で原料として再利用する)、油化 (油に戻して再利用する) などがある。使用済みPETボトルのケミカルリサイクルの事例としては、再生PETのモノマー原料とし、最終的に飲料用PETボトルを生産する例があり、クローズドリサイクル (水平リサイクル) にも位置付けられるリサイクルシステムである。
クローズドリサイクル	消費された製品を新たな資源として再利用する循環型経済の一形態。具体的には、生産者が製品を生産し、消費者が使用した後、回収・再原料化を経て、再度同じ製品として使用することを指す。循環の流れが生産者自身で完結しているため、「クローズドリサイクル」と呼ばれている。水平リサイクルともばれる。クローズドリサイクルを導入することで、資源の循環利用が可視化され、環境への貢献が実感できるとされる。クローズドリサイクルは、リサイクルの手法自体を表すというより、マテリアルリサイクルの過程で生まれた再生原料の使い方を示している。
カスケードリサイクル	リサイクルすることによって品質が低下するリサイクルの手法。リサイクル前と同じ製品を再利用するクローズドリサイクル (水平リサイクル) と異なり、カスケードリサイクルの成果物は通常、品質的に低位な製品の原料として再利用される。具体例として、ペットボトルから繊維製品 (フリース、ネクタイなど) へのリサイクルが挙げられる。カスケードリサイクルも、クローズドリサイクルと同様に、リサイクルの手法自体を表すというより、マテリアルリサイクルの過程で生まれた再生原料の使い方を示している。
IPCC	Intergovernmental Panel on Climate Change。気候変動に関する政府間パネル。国際的な専門家から構成する地球温暖化についての科学的な研究の収集、整理のために設置された政府間機構である。学術的な機関で、地球温暖化に関する最新の知見の評価を行い、対策技術や政策の実現性やその効果、それが無い場合の被害想定結果などに関する科学的知見の評価を提供している。GWPを含む評価報告書を審議、承認、公表する。
GWP	Global Warming Potentials (地球温暖化係数) の略語。 各温室効果ガスの温室効果をもたらす強度を、CO <sub>2</sub> が温室効果をもたらす強度に対する比で示した係数 (二酸化炭素を基準にして、ほかの温室効果ガスがどれだけ温暖化する能力があるか表した数字)。
GHG	GHGとは、温室効果ガス (Greenhouse Gas) の略であり、本分析では、IDEAで計算した温室効果ガス (CO <sub>2</sub> 、CH <sub>4</sub> 、N <sub>2</sub> O、SF <sub>6</sub> 、HFCs HFC-125、HFCs HFC-152a、HFCs HFC-152a、HFCs HFC-23、HFCs HFC-32、PFCs PFC-14、PFCs PFC-116、PFCs PFC-318、NF3) をIPCC第5次報告書の温暖化係数(GWP:Global Warming Potential)で計算し、合計したもの。単位は、kg-CO <sub>2</sub> eq。IPCCでは、地球温暖化係数として、20年、100年、500年と異なるタイムスケールを設定に基づいた数値を発表しているが、本分析では100年間の影響を考えた場合の係数 (100年指数) を適用してGHGを計算した。

表2 本報告書で用いた略語

PET (Polyethylene terephthalate)	テレフタル酸またはテレフタル酸ジメチルとエチレングリコールを重縮合して得られる熱可塑性ポリエステル。ボトル、繊維、フィルムの原料樹脂。
MER ( Mechanical Recycling)	メカニカルリサイクル
MR (Material Recycling)	マテリアルリサイクル
CR (Chemical Recycling)	ケミカルリサイクル
MER-PET (Mechanical Recycling PET)	メカニカルリサイクルによって生産される再生PET。
MR-PET (Material Recycling PET)	マテリアルリサイクルによって生産される再生PET
CR-PET (Chemical Recycling PET)	ケミカルリサイクルによって生産される再生PET。

#### (4) 目的

本調査は、過去に収集した使用済 PET ボトルのリサイクルに係るデータの更新と更新データによるリサイクル効果の分析を目的として実施した。

分析結果の意図する用途は、PET ボトルの生産、使用、廃棄・リサイクルに係る業界の製品の開発及び改善、戦略的な計画立案、マーケティング並びに関係行政における公共政策の立案等に資するデータとしての活用である。

#### (5) 分析対象と分析内容

本調査では、使用済 PET ボトルのリサイクルについて、①メカニカルリサイクル（クローズドリサイクル）による飲料ボトル用再生 PET の生産・出荷工程、②マテリアルリサイクル（カスケードリサイクル）による繊維用再生 PET の生産・出荷工程、③ケミカルリサイクル（クローズドリサイクル）による飲料ボトル用再生 PET の生産・出荷工程の消費資源量、環境負荷の算定および、各リサイクルにおけるリサイクル効果の分析を実施する。

#### (6) 分析手法

本分析は、JIS Q 14040 : 2010 および JIS Q 14044:2010 に基づいて実施した（JIS Q 14040 には LCA の原則と枠組み、JIS Q 14044 には LCA の技術的要求事項やガイドラインが記述されており、この 2 つの基準によって LCA の実施方法が定められている）。

##### 1) システム境界（算定範囲）

使用済 PET ボトルの回収・リサイクルのシステム境界は、図 1 のように設定した。

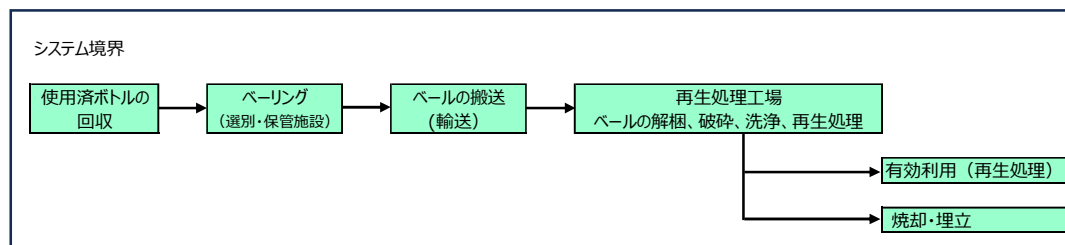


図 1 使用済 PET ボトルの回収・リサイクルのシステム境界

##### 2) リサイクル効果の分析で設定したシステム境界

本分析では、代替製品控除法（製品バスケット法）を適用して計算を行った。リサイクル効果は、リサイクルする場合とリサイクルしない場合の消費資源、環境負荷の差と定義した。リサイクル効果の分析に際して設定したシステム境界を、リサイクル手法別に図 2、図 3、図 4 に示す。リサイクル効果の分析は、廃棄物視点と製品視点の 2 つの視点で分析した。

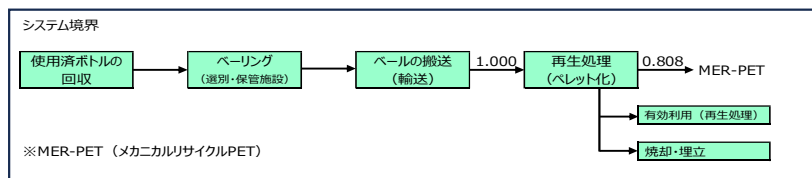
効果の計算では、リサイクルしない場合、リサイクルによって得られる再生 PET と同量のオリジナル PET が市場に供給されること、回収された使用済み PET ボトルは全量が単純焼却されることを、基本前提とした。計算に際してのその他の詳細な前提は後述する「(7) 分析手順」の項に記述しているので、ここでは割愛した。

## 2-1) 廃棄物視点のケース

図2、図3、図4に、廃棄物（ペール）視点でリサイクル効果を分析する場合のシステム境界を示す。機能単位は、ペール1tの処理とした。

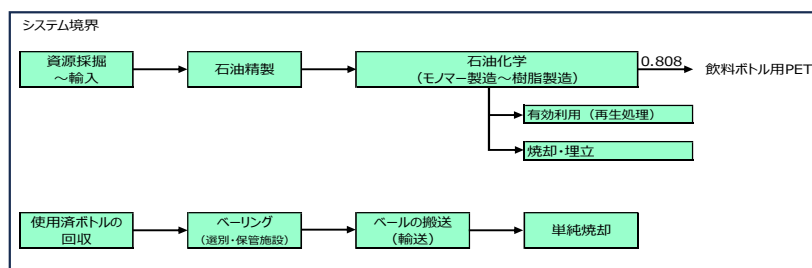
### 2-1-1) メカニカルリサイクル

#### (1) リサイクルする場合



注：再生処理工程から排出する廃棄物の処理（有効利用他）、最終処分（焼却・埋立）に係る負荷は本調査結果の原単位に織り込んでいる。

#### (2) リサイクルしない場合



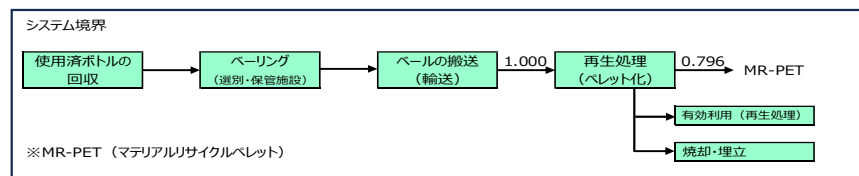
注1：石油精製～石油化学～樹脂製造工程から排出する廃棄物の処理（有効利用他）、最終処分（焼却・埋立）に係る負荷は本調査結果の原単位に織り込まれている。

注2：廃プラスチック（ペール）の処理は全量を焼却すると仮定した。

図2 メカニカルリサイクル PET のリサイクル効果分析で設定したシステム境界

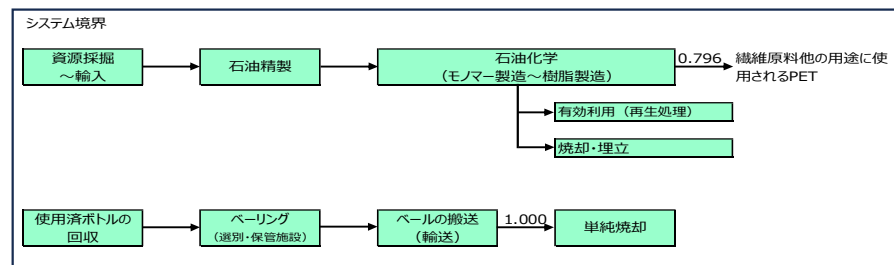
### 2-1-2) マテリアルリサイクル

#### (1) リサイクルする場合



注：再生処理工程から排出する廃棄物の処理（有効利用他）、最終処分（焼却・埋立）に係る負荷は本調査結果の原単位に織り込んでいる。

#### (2) リサイクルしない場合



注1：石油精製～石油化学～樹脂製造工程から排出する廃棄物の処理（有効利用他）、最終処分（焼却・埋立）に係る負荷は本調査結果の原単位に織り込まれている。

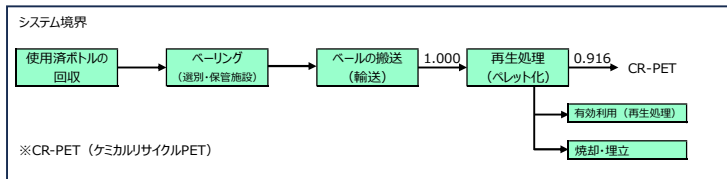
注2：廃プラスチック（ペール）の処理は全量を焼却すると仮定した。

図3 マテリアルリサイクル PET のリサイクル効果分析で設定したシステム境界



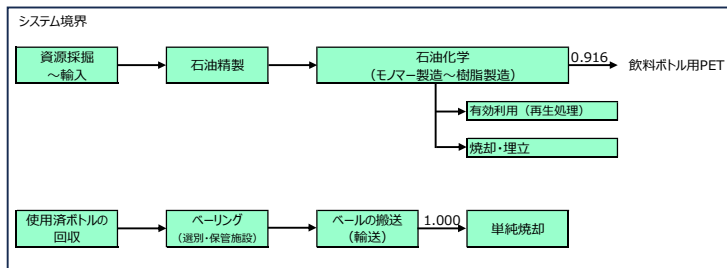
## 2-1-3) ケミカルリサイクル

### (1) リサイクルする場合



注：再生処理工程から排出する廃棄物の処理（有効利用他）、最終処分（焼却・埋立）に係る負荷は本調査結果の原単位に織り込んでいる。

### (2) リサイクルしない場合



注1：石油精製～石油化学～樹脂製造工程から排出する廃棄物の処理（有効利用他）、最終処分（焼却・埋立）に係る負荷は本調査結果の原単位に織り込まれている。

注2：廃プラスチック（ペール）の処理は全量を焼却すると仮定した。

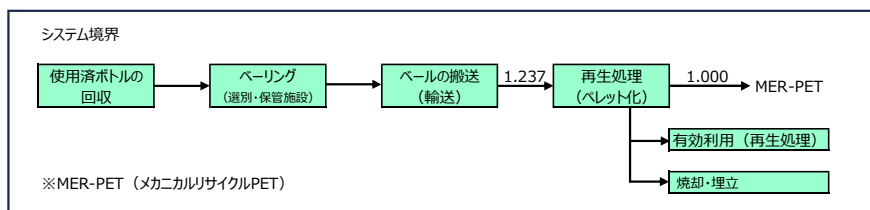
図4 ケミカルリサイクル PET のリサイクル効果分析で設定したシステム境界

## 2-2) 製品視点のケース

図5、図6、図7に、製品（再生 PET）視点でリサイクル効果を分析する場合のシステム境界を示す。機能単位は、再生 PET 1 t の生産とした。

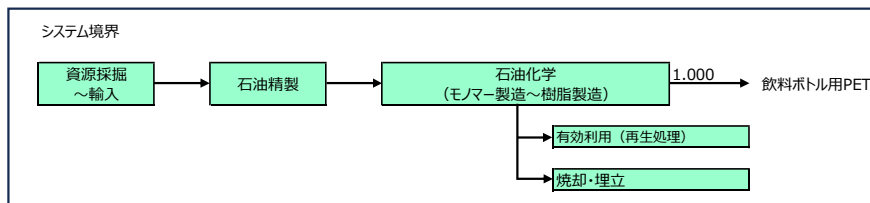
### 2-2-1) メカニカルリサイクル

#### (1) リサイクルする場合



注：再生処理工程から排出する廃棄物の処理（有効利用他）、最終処分（焼却・埋立）に係る負荷は本調査結果の原単位に織り込んでいる。

#### (2) リサイクルしない場合

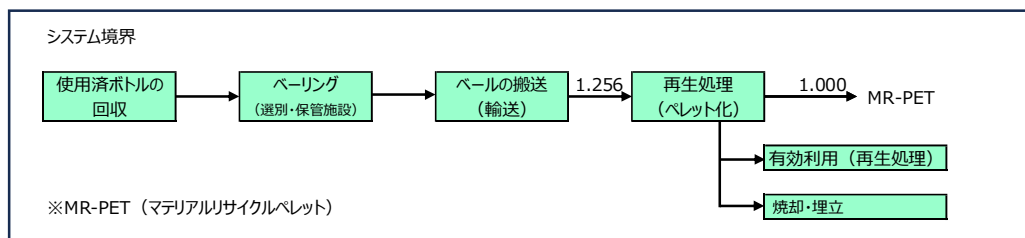


注：石油精製～石油化学～樹脂製造工程から排出する廃棄物の処理（有効利用他）、最終処分（焼却・埋立）に係る負荷は本調査結果の原単位に織り込まれている。

図5 メカニカルリサイクル PET のリサイクル効果分析で設定したシステム境界

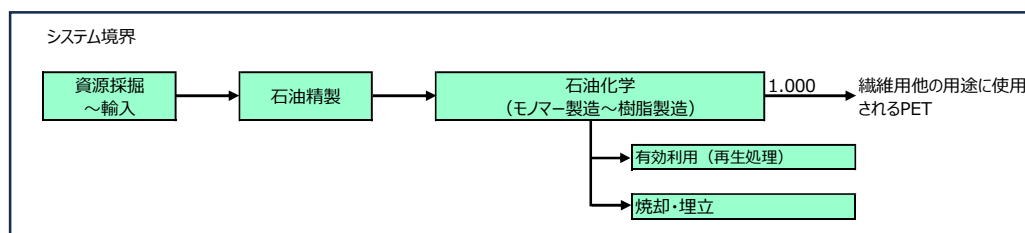
## 2-2-2) マテリアルリサイクル

### (1) リサイクルする場合



注：再生処理工程から排出する廃棄物の処理（有効利用他）、最終処分（焼却・埋立）に係る負荷は本調査結果の原単位に織り込んでいる。

### (2) リサイクルしない場合

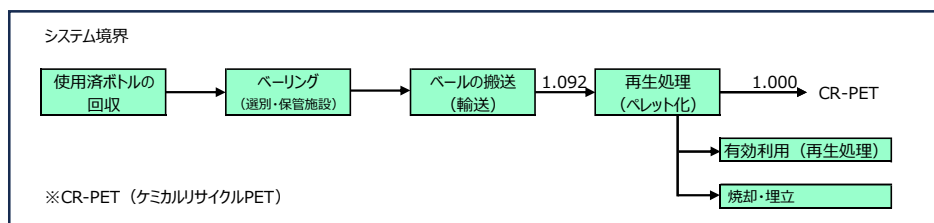


注：石油精製～石油化学～樹脂製造工程から排出する廃棄物の処理（有効利用他）、最終処分（焼却・埋立）に係る負荷は本調査結果の原単位に織り込まれている。

図6 マテリアルリサイクル PET のリサイクル効果分析で設定したシステム境界

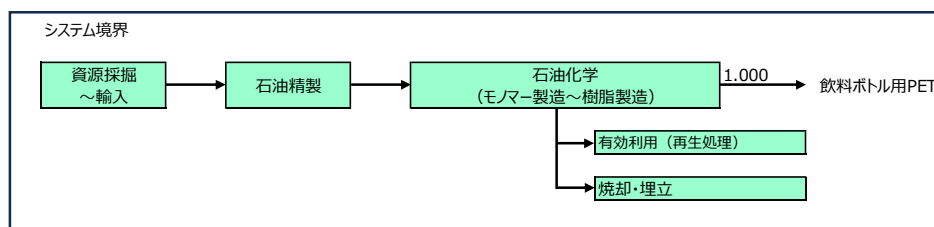
## 2-2-3) ケミカルリサイクル

### (1) リサイクルする場合



注：再生処理工程から排出する廃棄物の処理（有効利用他）、最終処分（焼却・埋立）に係る負荷は本調査結果の原単位に織り込んでいる。

### (2) リサイクルしない場合



注：石油精製～石油化学～樹脂製造工程から排出する廃棄物の処理（有効利用他）、最終処分（焼却・埋立）に係る負荷は本調査結果の原単位に織り込まれている。

図7 ケミカルリサイクル PET のリサイクル効果分析で設定したシステム境界

### (7) 分析手順

図8に、分析手順を示す。以下、補足を要する段階について個別に記述した。

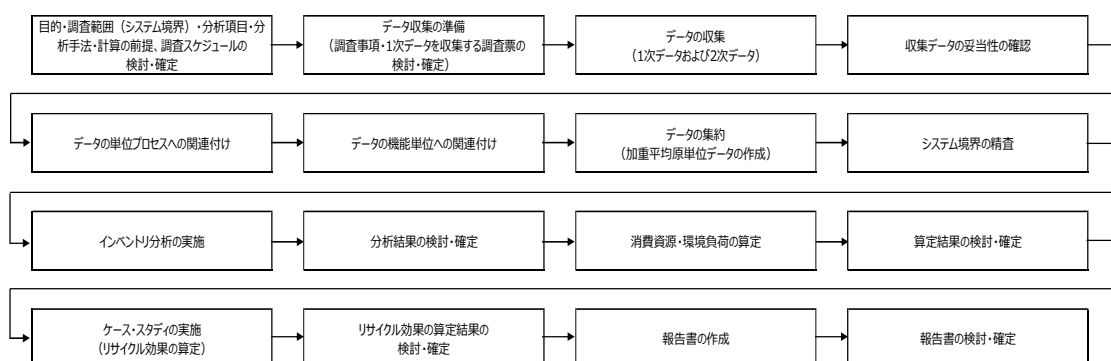


図8 調査・分析手順

## 1) 分析項目

分析項目は、化石資源消費量、非化石資源消費量、環境負荷（CO<sub>2</sub>、GHG、SO<sub>x</sub>、NO<sub>x</sub>）とした。なお、IDEA では原料および燃料、エネルギー（火力発電、蒸気）の使用によって消費される化石資源が一括して計算され、地熱発電、太陽光発電、風力発電、水力発電等の電力は非化石資源として計算されるため、これを分けて集計することとした。

なお、GHG（Greenhouse Gas；温室効果ガス）は、IPCC（Intergovernmental Panel on Climate Change；気候変動に関する政府間パネル）のGWP（Global Warming Potential；地球温暖化係数）の100年指数を用いて計算することとした。

## 2) 1次データの収集

- ①再生処理工場へのペールの搬送および再生処理工程、再生化物の出荷に係るデータは、使用済PETボトルの再生処理を手掛けるリサイクラーから2022年度実績データを収集した（メカニカルリサイクルおよびマテリアルリサイクルのデータがこれに該当する。前者は専業リサイクラー4社、後者は専業リサイクラー1社、平成24年に実施した調査で収集した兼業リサイクラー4社のデータを使用している）。
- ②ケミカルリサイクルのデータは、2022年度実績データを収集することができなかつたため、文献データ（ケミカルリサイクルの二酸化炭素削減効果と脱炭素社会システムとしての評価検証委託業務成果報告書：令和元年度：デロイトトーマツ・コンサルティング合同会社）を使用した。
- ③使用済PETボトルの収集およびペーリングのデータは、当協会が平成24年度に実施した全国の自治体における実態調査データを分析に適用した。適用に際して、使用電力等のエネルギーデータは、他の分析項目と共通の算定係数を用いて再計算した。

生産実績データを収集したメカニカルリサイクル、マテリアルリサイクル（①、②）のデータについては、個々のデータを精査した後、加重平均値を算出し、これを分析データに適用した。文献データを用いたケミカルリサイクル（③）のデータは、文献値をそのまま適用した。したがって、公共電力、燃料等のエネルギーデータの整合性はなく、本報告書のケミカルリサイクルに関する分析結果は、参考データであることをお断りしておきたい。

### 3) 2次データの収集

公共電力、LPG、都市ガス等の燃料、再生処理工程で使用される化学薬品等の2次データについては、すべてIDEA (Inventory Database for Environmental Analysis v3.1.0、著者：国立研究開発法人 産業技術総合研究所 IDEA ラボ) を適用して計算した。

なお、IDEA に収録されているオリジナル PET (天然資源から生産する PET) のデータについては、本分析で重要となる飲料ボトル用 PET と繊維用 PET のデータとして、より適切なものにする必要があり、飲料ボトル用 PET について、固相重合工程のデータを調査し、これによって補正したデータを計算に使用している。

### 4) 1次データの処理

1次データは、データ開示各社の工場訪問によるヒアリングを通して回答データの未回答事項およびデータ処理に際して必要となる事項について確認した上で確定した。訪問調査を実施できなかったデータ開示企業とはWEB 会議 (オンライン会議) を開催し、同様の事項を確認した上でデータを確定した。

確定したデータに基づき、メカニカルリサイクルデータの開示企業4社の加重平均原単位データ、マテリアルリサイクルデータについてはデータ開示企業1社および当協会が平成24年度に実施した調査におけるデータ開示企業4社、合計5社の加重平均原単位データを算出し、これをIDEA データによって計算して消費資源量、環境負荷量を算定した。ケミカルリサイクルデータについては、生産実績ベースのデータを収集することができなかったため、原単位データが記述されている文献から必要なデータを引用した。

### 5) インベントリ分析の前提

- ①使用済 PET ボトルの回収・ベアリングは当協会が2012年に実施した調査で収集したデータを活用し、消費電力、燃料等はIDEAで再計算したものを計算に適用する。
- ②2次データは、IDEAを使用する。
- ③再生工程のデータは、ペールの処理1t当たりのデータ、再生PET1t当たりのデータに換算して分析の出力データとする。
- ④アロケーション (按分) : アロケーションは行わないことを基本的な前提とした。ただし、収集した1次データにおいて、同一工場で再生ペレットと外販フレークが併産されているケースおよび投入原料に購入フレークがあるケースは、外販フレークおよび購入フレークがゼロになるように補正した。また、ユーティリティ (用水、電力、燃料、用役ガス等、以下、単にユーティリティと記す) についても、初期投入原料量 (ペール+購入フレーク) と補正後の投入原料量 (ペール) の比率で補正した。ただし、マテリアルリサイクルの業界平均データ (加重平均データ) の算出に用いたデータ5件の内1件は専業リサイクラーのデータであるため問題ないが、4件は兼業リサイクラーのデータであり、回答者がユーティリティを再生PETの生産ラインと他のラインに按分して回答したデータであることを付記しておきたい。
- ⑤グリーン電力の扱い: 消費電力としてグリーン電力が回答されているケースについては、各リサイクルシステムの技術的な側面を純粋に比較するために、すべて公共電力として計算した。
- ⑥カットオフ: 投入原材料、ユーティリティについては、すべて計算の対象とし、カットオフ・ルールは適用しないこととした。
- ⑦再生処理工程の排出物の処理: 再生処理工程で排出する固形廃棄物、排水等の処理に係る消費資源、

環境負荷は計算対象とし、結果に織り込んだ。オリジナル PET のデータにおいても、生産工程で排出する環境負荷物質は計算に織り込まれている。ただし、再生処理工程で排出する固形廃棄物中の有効利用物の処理によって算出する再生資源（再生製品）について、これらが市場で代替するオリジナル製品の代替効果は、算定結果の計算に織り込まないことを前提とした。

## 6) リサイクル効果の分析の前提

- ①計算に使用する2次データは、原則的に IDEA のデータを適用した。
- ②リサイクルしない場合の収集ボトルの処理は、全量、単純焼却とした。
- ③分析に際して機能単位は、「ペール 1 t の処理」、「産出する再生 PET 1 t」の2通りのケースを設定し、分析結果の違いを可視化した。

## 2. 分析結果

### (1) メカニカルリサイクルの LCI 分析結果

表3に、メカニカルリサイクルの LCI 分析結果を示す。算定範囲は、使用済 PET ボトルの収集から MER-PET を生産するまでで、単位は MER-PET 1 t の生産である。

**表3 MER-PET 1 t の生産に係る消費資源、環境負荷**

区分	算定結果							
	数量 (t)	消費資源 (MJ) (化石資源)	消費資源 (MJ) (非化石資源)	消費資源合計 (MJ)	CO <sub>2</sub> kg-CO <sub>2</sub>	GHG kg-CO <sub>2</sub> -eq	SO <sub>x</sub> kg	NO <sub>x</sub> kg
MER-PETの生産	1.000							
ペール (ボトル収集&ペーリング)	1.237	1.21E+04	8.45E+02	1.29E+04	7.68E+02	7.96E+02	8.06E-01	7.21E-01

補足：下表は、データ開示企業の回答に基づき、グリーン電力はグリーン電力として評価したケース

項目	算定結果							
	数量 (t)	消費資源 (MJ) (化石資源)	消費資源 (MJ) (非化石資源)	消費資源合計 (MJ)	CO <sub>2</sub> kg-CO <sub>2</sub>	GHG kg-CO <sub>2</sub> -eq	SO <sub>x</sub> kg	NO <sub>x</sub> kg
MER-PETの生産	1.000							
ペール (ボトル収集&ペーリング)	1.237	1.02E+04	1.27E+03	1.15E+04	6.48E+02	6.72E+02	6.70E-01	6.18E-01

注：グリーン電力は水力発電や太陽光発電を導入しているケースが一部にみられた。

### (2) マテリアルリサイクルの LCI 分析結果

表4に、マテリアルリサイクルの LCI 分析結果を示す。算定範囲は、使用済 PET ボトルの収集から MR-PET を生産するまでで、単位は MR-PET 1 t の生産である。

**表4 MR-PET 1 t の生産に係る消費資源、環境負荷**

区分	算定結果							
	数量 (t)	消費資源 (MJ) (化石資源)	消費資源 (MJ) (非化石資源)	消費資源合計 (MJ)	CO <sub>2</sub> kg-CO <sub>2</sub>	GHG kg-CO <sub>2</sub> -eq	SO <sub>x</sub> kg	NO <sub>x</sub> kg
MR-PETの生産	1.000							
ペール (ボトル収集&ペーリング)	1.256	1.10E+04	8.15E+02	1.18E+04	6.78E+02	7.02E+02	7.84E-01	6.22E-01

補足：下表は、データ開示企業の回答に基づき、グリーン電力はグリーン電力として評価したケース

項目	算定結果							
	数量 (t)	消費資源 (MJ) (化石資源)	消費資源 (MJ) (非化石資源)	消費資源合計 (MJ)	CO <sub>2</sub> kg-CO <sub>2</sub>	GHG kg-CO <sub>2</sub> -eq	SO <sub>x</sub> kg	NO <sub>x</sub> kg
MR-PETの生産	1.000							
ペール (ボトル収集&ペーリング)	1.256	1.08E+04	1.02E+03	1.18E+04	6.55E+02	6.79E+02	7.61E-01	6.11E-01

注：グリーン電力は水力発電や太陽光発電を導入しているケースが一部にみられた。

### (3) ケミカルリサイクルの LCI 分析結果

表 5 に、ケミカルリサイクルの LCI 分析結果を示す。算定範囲は、使用済 PET ボトルの収集から CR-PET を生産するまでで、単位は CR-PET 1 t の生産である。文献値の引用であるため、本報告書では参考値として示した。

表 5 CR-PET 1 t の生産に係る消費資源、環境負荷（参考値）

区分	算定結果							
	数量 (t)	消費資源 (MJ) (化石資源)	消費資源 (MJ) (非化石資源)	消費資源合計 (MJ)	CO <sub>2</sub> kg-CO <sub>2</sub>	GHG kg-CO <sub>2</sub> -eq	SO <sub>x</sub> kg	NO <sub>x</sub> kg
CR-PETの生産	1.000	-	-	-	3.20E+03	-	-	-
ペール (ボトル収集&ベアリング)	1.092	-	-	-	-	-	-	-

出典：数値は、令和元年度ケミカルリサイクルの二酸化炭素削減効果と脱炭素社会システムとしての評価検証委託業務成果報告書（デロイト トーマツ コンサルティング合同会社）から引用。

### (4) リサイクル効果の分析結果

#### 1) 機能単位をペール 1 t の処理に設定したケース

表 6～表 8 に、リサイクル効果の算定結果をリサイクルシステム別に示す。

表 6 メカニカルリサイクルのリサイクル効果

項目	算定結果								
	数量 (t)	消費資源 (MJ) (化石資源)	消費資源 (MJ) (非化石資源)	消費資源合計 (MJ)	CO <sub>2</sub> kg-CO <sub>2</sub>	GHG kg-CO <sub>2</sub> -eq	SO <sub>x</sub> kg	NO <sub>x</sub> kg	
①リサイクルした場合	MER-PETの生産	0.808	9.77E+03	6.83E+02	1.04E+04	6.21E+02	6.43E+02	6.52E-01	5.83E-01
	ペール (ボトル収集&ベアリング)	1.000	-	-	-	-	-	-	-
②リサイクルしない場合	オリジナルPETの生産	0.808	7.79E+04	3.02E+03	8.09E+04	4.84E+03	5.06E+03	4.58E+00	3.90E+00
	ボトの収集&ベアリング&単純焼却	1.000	-	-	-	-	-	-	-
③リサイクル効果	①-②	(68,107)	(2,334)	(70,440)	(4,223)	(4,414)	(3,93)	(3,31)	

注：①は、メカニカルリサイクルでペール 1 t を処理し、MERP（飲料ボトル用再生PET）0.808 t を生産した際の算定結果。  
注：②は、オリジナルPET 0.808 t（飲料ボトル用PET）を生産して市場に供給、使用済PETボトル 1 t を収集・ベアリングし、単純焼却した場合の計算結果。

表 7 マテリアルリサイクルのリサイクル効果

項目	算定結果								
	数量 (t)	消費資源 (MJ) (化石資源)	消費資源 (MJ) (非化石資源)	消費資源合計 (MJ)	CO <sub>2</sub> kg-CO <sub>2</sub>	GHG kg-CO <sub>2</sub> -eq	SO <sub>x</sub> kg	NO <sub>x</sub> kg	
①リサイクルした場合	MR-PETの生産	0.796	8.73E+03	6.49E+02	9.37E+03	5.40E+02	5.59E+02	6.24E-01	4.95E-01
	ペール (ボトル収集&ベアリング)	1.000	-	-	-	-	-	-	-
②リサイクルしない場合	オリジナルPETの生産	0.796	7.54E+04	2.89E+03	7.83E+04	4.73E+03	4.94E+03	4.42E+00	3.78E+00
	ボトの収集&ベアリング&単純焼却	1.000	-	-	-	-	-	-	-
③リサイクル効果	①-②	(66,704)	(2,238)	(68,942)	(4,189)	(4,377)	(3,80)	(3,28)	

注：①は、マテリアルリサイクルでペール 1 t を処理し、MRP（繊維用他向け再生PET）0.796 t を生産した際の算定結果。  
注：②は、オリジナルPET（繊維用他向けPET）0.796 t を生産して市場に供給、使用済PETボトル 1 t を収集・ベアリングし、単純焼却した場合の算定結果。

表 8 ケミカルリサイクルのリサイクル効果（参考値）

項目	算定結果							
	数量 (t)	消費資源 (MJ) (化石資源)	消費資源 (MJ) (非化石資源)	消費資源合計 (MJ)	CO <sub>2</sub> kg-CO <sub>2</sub>	GHG kg-CO <sub>2</sub> -eq	SO <sub>x</sub> kg	NO <sub>x</sub> kg
①リサイクルした場合	CR-PETの生産	0.916	-	-	-	2.93E+03	-	-
	ペール (ボトル収集&ベアリング)	1.000	-	-	-	-	-	-
②リサイクルしない場合	オリジナルPETの生産	0.916	-	-	-	5.17E+03	-	-
	ボトの収集&ベアリング&単純焼却	1.000	-	-	-	-	-	-
③リサイクル効果	①-②	-	-	-	(2,247)	-	-	-

出典：令和元年度ケミカルリサイクルの二酸化炭素削減効果と脱炭素社会システムとしての評価検証委託業務成果報告書（デロイト トーマツ コンサルティング合同会社）から作成

#### 2) 機能単位を再生 PET 1 t の生産に設定したケース

機能単位を再生 PET 1 t の生産に設定したケースのリサイクルシステム別のリサイクル効果の算定結果は、前掲表 3～5 に一致するので、本項では省略した。

### 3) リサイクル効果の算定結果の解釈

各リサイクルシステムのリサイクル効果について、CO<sub>2</sub>排出量をベースに考察する。なお、オリジナル PET の生産に係る CO<sub>2</sub>排出量は、算定に使用した IDEA の使用上の制約があり、数値を明示できないことをお断りしておきたい。

#### 3-1) データの性質

MER データは現状において飲料ボトル用再生 PET を生産している再生 PET 専業リサイクラー5 社から収集した 2022 年生産実績データに基づいているので、MER の業界平均値としての適性は備えているといえる。

MR データは、収集データ 5 件中、1 件は再生 PET 専業リサイクラーの 2022 年生産実績であるが残る 4 件は、ポリオレフィン系の廃プラスチックも手掛けている兼業リサイクラーの 2012 年生産実績に基づくデータである。この 4 件のデータは、公共電力、燃料等の算定係数を他のデータと同じ IDEA の係数で処理しているものの、原料として使用されているペールは現在のペールに比べて品質が悪いと判断されること、兼業リサイクラーであるため PET の処理工程分に按分する際の手法が適正かどうかの問題が残ることなどから、MR の業界平均値としての適性に問題が残るデータである。

以上に加え、いずれのデータもリサイクラーの生産実績に基づくデータであり、リサイクラーによる生産ラインの特徴が反映されており、今回のように MER、MR の純技術的な比較を目的とする上で、適正に限界があるとみておくことが必要である。

#### 3-2) 廃棄物視点でみたリサイクル効果

図 9 に廃棄物視点（機能単位：ペール 1 t の処理に設定）で算定した結果を示した。

廃棄物視点（機能をペール 1 kg の処理に設定）で見ると、共通となるペールの焼却由来で発生する CO<sub>2</sub>（2.37kg/ペール処理 kg）を除くと、再生処理工程（ボトルの収集・ベアリングを含む）の CO<sub>2</sub>排出量は MER が 0.62kg、MR が 0.54kg と固相重合工程を要する MER が高く、差は別として理論的には合致している。

再生化によって得られる再生 PET が市場で代替するオリジナル PET 分の控除を含めた CO<sub>2</sub>の正味排出量は、MER が-1.86kg、MR が-1.82kg となり、これをリサイクル効果と見立てると、MER のリサイクル効果が僅かではあるが大きくなる。これは、概ね大差ないと考えるべき水準と判断される。

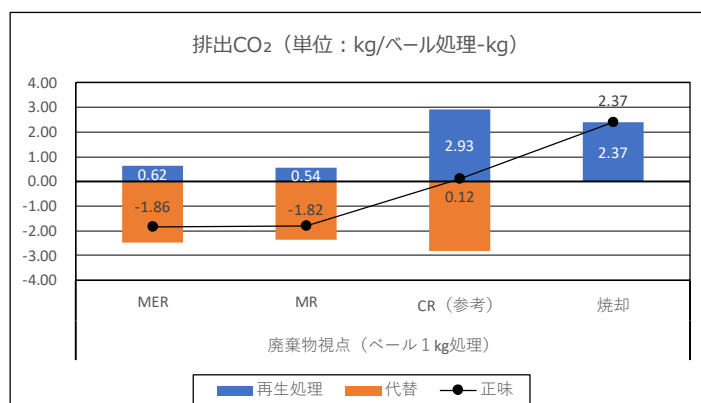


図 9 廃棄物視点でみたリサイクルシステム別のリサイクル効果

これらに対して、文献からの引用データである CR は参考値となるが、再生処理工程（ボトルの収集・ペーリングを含む）の CO<sub>2</sub>排出量は 2.93kg と高い。これは、同プロセスが解重合、精製、再重合といった石油化学製品の生産と類似のプロセスで構成されており、エネルギー消費原単位が高いため、一般的に知られている特徴である。再生化によって得られる再生 PET が市場で代替するオリジナル PET の控除分は、使用したデータの収率が MER に比べて CR が高いこともあって MER より高くなる。しかし、再生処理工程で排出する CO<sub>2</sub>、2.93kg を控除してしまうほど大きくはなく、リサイクル効果としては CO<sub>2</sub>が 0.12kg 増加する結果となった。とはいえ、リサイクルせずに焼却するより、リサイクルした方が環境的な側面においては望ましいということが見て取れる（図 9 の焼却時の CO<sub>2</sub>発生量を参照）。

### 3-3) 製品視点でみたリサイクル効果

今回のデータを製品視点（機能を再生 PET 1 kg の生産に設定）でみると、再生 PET の生産で排出する CO<sub>2</sub>は MER が 0.77kg でオリジナル PET（Bottle Grade）生産の概ね 1/4、MR が 0.68kg でオリジナル PET（Fiber Grade）生産の 1/4 弱と、いずれも概ね 4 分の 1 である。

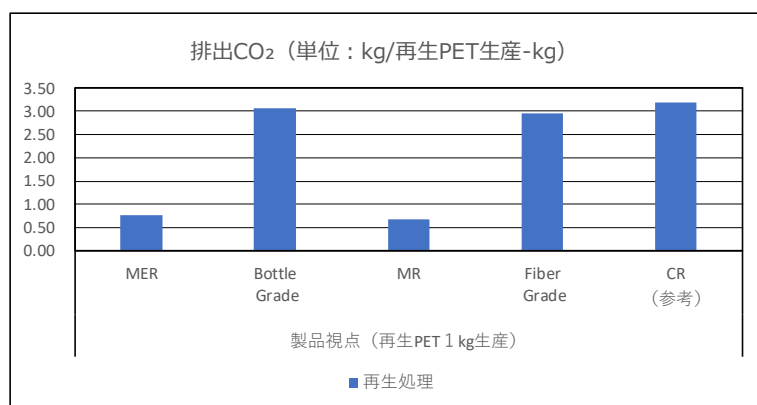


図 10 製品視点でみたリサイクルシステム別のリサイクル効果

#### (5) リサイクル効果の分析結果を見る上での留意点

リサイクルシステム別にリサイクル効果を算定し、比較する上で、重要な要素は、第 1 に純技術的な分析である。第 2 は、各リサイクルシステムの平均値の算出に使用したデータが当該業界の平均値を算出する上で妥当な条件を備えていることである。

本調査では、結果的に、MER については現在点で飲料ボトル用 MER-PET を生産している JCPRA 登録のリサイラー全社の協力を得ることができたため、業界平均値としては妥当なものであるといえる。しかし、純技術的という意味では、個々の企業の工場レイアウト、再生処理ライン以外の付帯施設の在り方など、生産技術以外の要素がデータに反映されるため、純技術的な比較の要件を満たしているとはいえないものと判断される。

本分析は、各リサイクルシステムのリサイクル効果についてその比較優位を分析することを目的として実施したものであるのではない。

本分析に際して、ガイドラインとした JISQ14040 では、比較主張について、以下の記述がある。

一般に開示することを意図する比較主張に用いようとする LCA には、特定の要求事項を適用する。比較主



張を支援するための LCA 結果の使用は、その使用がその LCA にかかわっていない外部の利害関係者に影響を与える可能性があるため、特別な注意を要し、かつ、クリティカルレビューが要求される。しかし、クリティカルレビューを実施したという事実は、いかなる場合においても LCA 調査に基づいた比較主張の是認を意味する手段でないことが望ましい。

ここで記述されている「特定の要求事項」は、JISQ14044 に記述されているので、以下に、関係部分を紹介しておきたい。なお、記述内容は、LCIA の必須要素であり、LCI の要件ではないが、算定結果には GHG も含まれており、LCI においても踏まえるべき前提であるとの理解のもとに参考までに記述した。

#### <JISQ14044 「比較主張に際しての必須要件」>

##### 4.4.2 ライフサイクル影響評価（LCIA）の必ず（須）要素

##### 4.4.5 一般に開示することを意図する比較主張において用いようとする LCIA

一般に開示することを意図する比較主張において用いようとする LCIA では、十分に包括的な一連の領域指標を採用しなければならない。比較は、領域指標ごとに実施しなければならない。

LCIA に内在する限界の幾つかを克服するためには追加的な情報が必要であるため、LCIA は、全体的な環境の優越性又は同等性に関して、一般に開示することを意図する比較主張の唯一の根拠を提供してはならない。価値観の選択、空間的かつ時間的、しきい（閾）値及び用量反応に関する情報の除外、相対的なアプローチ、並びに影響領域間の精度の変動が、このような限界の例である。LCIA 結果は、影響領域内エンドポイント、しきい（閾）値からの超過度、安全性の限界又はリスクへの影響を予測するものではない。

一般に開示することを意図する比較主張において用いようとする領域指標は、少なくとも次の事項を満たさなければならない。

- － 科学的かつ技術的に妥当である。すなわち、明確に特定できる環境メカニズム及び／又は再現性のある実証的な観測を使用している。
- － 環境との関連性がある。すなわち、これだけに限る訳ではないが、空間的かつ時間的な特性を含めて、影響領域内エンドポイントと十分に明確なつながりをもつ。

一般に開示することを意図する比較主張において用いようとする領域指標は、国際的に受け入れられたものであることが望ましい。

4.4.3.4 に規定されるように、重み付けは、一般に開示することを意図する比較主張において用いようとする LCA 調査に使用してはならない。

一般に開示することを意図した比較主張において用いようとする調査では、感度及び不確かさに関する結果の分析が、行われなければならない。

# 資料編（調査票）

## 調査票 1 再生フレーク

### 再生PETの生産に係るデータ収集調査（2023年実施）・調査票（再生フレーク）

- 注1：このワークシートには、あらかじめ設定している形式、書式が変更されないように、保護をかけています。必要な場合、保護は解除できますが、回答をお送りいただく際には必ず再度同じパスワードで保護をかけてください。パスワードは abc です。
- 注2：回答を送信いただく際には、ファイル名の末尾の（回答企業： ）の「」の後に、必ず貴社名を記入してください。
- 注3：回答シート（ワークシート）は2つあります。メカニカルリサイクル・ペレット、マテリアルリサイクル・ペレット両方を回答される場合は、2つのワークシートにそれぞれ記入願います。回答される製品がそれぞれ1つの場合、該当するワークシートに記入願います。
- 注4：調査票の書式の変更（セルの書式、行・列の数の変更等）は、絶対に行わないでください。

#### I 調査の目的

当協会では平成24年度および28年度に使用済みPETボトルの市町村での回収・選別保管・再生処理事業者の輸送・再生処理・再商品化製品の出荷（輸送）に係る資源エネルギー、消費エネルギー、二酸化炭素・硫黄酸化物・窒素酸化物の排出量等を取りまとめ、リサイクルを実施した場合と実施しない場合の比較からリサイクル効果を求めました。今回は L C A のリサイクル効果分析データを更新し、リサイクル率や環境負荷基本データをアップデートします。さらに工程別（メカニカル、メカニカル、マテリアル）の環境負荷低減効果の比較についても分析します。分析に当たっては外部調査機関に委託し、第三者による調査委員会を設

#### II 回答者（必ずご記入ください）

回答企業	
ご担当者	
ご連絡先	
TEL	
Eメールアドレス	

#### III 回答期限・回答送付先

回答期限	ご協議の上、決定		
回答の送付先	sakasak@icpra.or.jp		
本件に関する問い合わせ先	公益財団法人日本容器包装リサイクル協会	PETボトル事業部	高崎健太郎 TEL：03-5532-8578
	株式会社産業情報研究センター	調査情報室	林 麻希 TEL：03-5280-9310

※いただいた回答について、内容確認のため、データ処理を委託している株式会社産業情報研究センターからお電話させていただきます。

#### IV 回答データ

注：回答（入力）は、色セルのみにいただきます（他のセルはロックを掛けているので入力できません）。

- ①-1 対象製品 再生フレーク
- ①-2 対象工程 ペールを受け入れて以降の「再生フレーク製造工程」が対象となります ※回答に際しては、工場事務所等の関係部門も含めてお答えください。
- ② 調査年度 2022年 ※2022年生産実績に基づくデータ
- ③ 稼働月数 年月（3か月、6か月、12か月等、稼働月数を入力） 注：④の回答は、すべて、ここで入力した稼働月数における数値となります。
- ④ 回答：物質収支・ユーティリティ他

注1：系内でリサイクル投入されるものを除くPET系ロスが対象。

注2：泥、水のはかガラス片、小石等の異物を含む。

注3：排水量は、「③稼働月数」でお答えいただいた期間の排水量をご記入ください。

注4：購入蒸気がある場合は、購入量を回答する。

その他1：ペールの水分・固相中の水分等の蒸発分（確認できる物質量ではありませんが）は推定量を項目番号28に含めて回答いただきます。投入薬剤の水分等も、理論値から推定される量を項目番号28に含めて回答してください。

その他2：投入、産出の回答は、「マテリアルバランス（項目番号30）」がゼロになるようお答えください。投入、産出で入力いただいた量に間違いがないにもかかわらず、結果的にマテリアルバランスに差が生じた場合、同量を項目番号28で加算、減算してください。

その他3：CO<sub>2</sub>、SOX、NOxは燃料、エネルギー消費由来の負荷をデータ処理段階で計算しますので、回答項目に設けていません。

区分	項目	単位	番号	③の稼働月数ベース	処理方法
投入	再商品化原料				
	ペール（荷姿の重量）	t	1		
	購入フレーク	t	2		
		t	3		
		t	4		
		t	5		
		t	6		
		t	7		
		t	8		
		t	9		
産出	投入計	t	10	0	
	再生フレーク	t	11		処理方法
	外販フレーク	t	12		区分
	PET系ロス（屑フレーク）注1	t	13		熱利用倍率
	PET系ロス（粉 A品）	t	14		RPF（炭素）
	PET系ロス（粉 B品）	t	15		セメント原料
	キヤブ	t	16		
	ラベル	t	17		
	プラスチックバンド	t	18		
	カラボトル	t	19		
その他の不適合ボトル	t	20			
その他プラスチック	t	21			
金属類（アルミ他非鉄金属を含む）	t	22			
汚泥	t	23			
紙系	t	24			
木屑系	t	25			
ガラス系	t	26			
布類他	t	27			
その他の排出物（泥、水等）注2	t	28			
産出計	t	29	0		
マテリアルバランス（投入計-産出計）	t	30	0.00000		
ユーティリティ	工業用水（取水量）	m <sup>3</sup>	31		グリーン電力の内訳
	水道水（取水量）	m <sup>3</sup>	32		太陽光
	井戸水（取水量）	m <sup>3</sup>	33		風力
	排水量注3	m <sup>3</sup>	34		水力
	電力（系統電力）購入電力会社名：（ ）	KWh	35		バイオマス
	グリーン電力	KWh	36		地熱
	購入蒸気注4	t	37		合計
	生産蒸気	t	38		0.0%
	燃料（燃料名： 軽油 ）	ℓ	39		
	燃料（燃料名： A重油 ）	ℓ	40		
	燃料（燃料名： LPガス ）	m <sup>3</sup>	41		
	燃料（燃料名： 都市ガス ）	m <sup>3</sup>	42		
	その他燃料（燃料名： ）	ℓ	43		
	作業用空気（絶圧・高圧）	t	44		
	窒素（工場で生産する窒素）	t	45		
窒素（ローで購入する窒素）	t	46			
上記クレジットを備えている制度の名称（J-クレジット）など制度・契約の名称を記入	-	48			

使用している薬剤（48%苛性ソーダ、99%硫酸、70%希硫酸など、濃度を含めて記入して下さい。また、消費量は水分を含めた量でお答えください。

（処理方法の選択）

太陽光	%
風力	%
水力	%
バイオマス	%
地熱	%
合計	0.0%

- ※生産蒸気は、燃料消費額を「燃料（消費燃料名）」の欄に追加して回答してください。
- ※燃料消費は、資材・中間物・完成品の場内移送で使用するフォークリフトの燃料消費額を含めてご回答ください（高電圧のフォークリフトで消費する電力は電力の回答に含まれるものとします）。
- ※項目番号41の「LPガス」は、購入先にtへの換算係数を確認いただき、下記にご記入ください。
- LPガス  t/m<sup>3</sup>
- ※項目番号43の「その他燃料」に回答する場合、必ず、燃料名を記入し、単位を選択して下さい。
- ※項目番号44の「作業用空気」を供給するコンプレッサーの電力は電力の回答に含まれるものとします。
- ※項目番号45の「窒素（工場で生産する窒素）」のPSA装置の消費電力は電力の回答に含まれるものとします。

# 調査票2 メカニカルリサイクル・ペレット

## 再生PETの生産に係るデータ収集調査(2023年実施)・調査票(メカニカルペレット)

- 注1: このワークシートには、あらかじめ設定している式、書式が変更されないように、保護をかけています。必要な場合、保護は解除できますが、回答をお送りいただく際には必ず再度同じパスワードで保護をかけてください。パスワードは abc です。
- 注2: 回答を送信いただく際には、ファイル名の末尾の(回答企業: )の後に、必ず貴社名を記入してご返送ください。
- 注3: 回答シート(ワークシート)は2つあります。メカニカルリサイクル・ペレット、マテリアルリサイクル・ペレット両方を回答される場合は、2つのワークシートにそれぞれ記入願います。回答される製品がいずれか1つの場合、該当するワークシートに記入願います。
- 注4: 調査票の書式の変更(セルの書式、行数列の変更等)は、絶対に行わないでください。

### I 調査の目的

当協会では平成24年度および28年に使用済みPETボトルの市町村での回収・選別保管・再生処理事業者の輸送・再生処理・再商品化製品の出荷(輸送)に係る資源エネルギー、消費エネルギー、二酸化炭素・硫黄酸化物・窒素酸化物の排出量等を取りまとめ、リサイクルを実施した場合と実施しない場合の比較からリサイクル効果を求めました。今回はLCAのリサイクル効果分析データを更新し、リサイクル率や環境負荷基本データをアップデートします。さらに工程別(ケミカル、メカニカル、マテリアル)の環境負荷低減効果の比較についても分析します。分析に当たっては外部調査機関に委託し、第三者による調査委員

### II 回答者(必ずご記入ください)

回答企業	
ご担当係	
ご連絡先	TEL
	メールアドレス

### III 回答期限・回答送付先

回答期限	ご協議の上、決定		
回答の送付先	k.kasaki@jcnra.or.jp		
本件に関する問い合わせ先	公益財団法人日本資源包装リサイクル協会	PETボトル事業部	高崎健太郎 TEL: 03-5532-8578
	株式会社産業情報研究センター	調査情報室	林藤和 TEL: 03-5280-9310

※いただいた回答について、内容確認のため、データ処理を委託している株式会社産業情報研究センターからお電話させていただく場合がございます。

### IV 回答データ

注: 回答(入力)は、色のセルのみにいただきます(他のセルはロックを掛けているので入力できません)。

- ①-1 対象製品 再生ペレット **メカニカルリサイクル・ペレット**
  - ①-2 対象工程 ペレットを受け入れて以降の「再生フラスコ製造工程」および「再生ペレット製造工程」が対象となります ※回答に際しては、工場事務所等の関係部門も含めてお答えください。
  - ② 調査年次 2022年 ※2022年生産実績に基づくデータ
  - ③ 稼働月数 1月(3カ月、6カ月、12カ月等、稼働月数を入力) 注: ④の回答は、すべて、ここで入力した稼働月数における数値となります。
  - ④ 回答: 物質収支・ユーティリティ他
- 注1: 系内でリサイクル投入されるものを除くPET系ロスが対象。  
 注2: 泥、水のほかガラス片、小石等の異物を含む。  
 注3: 排水量は、「③稼働月数」でお答えいただいた期間の排水量をご記入ください。  
 注4: 購入蒸気がある場合は、購入t数を回答する。  
 その他1: ペレットの水分、底層中の水分等の蒸発分(確認できる物質量はありません)は推定量を項目番号28に含めて回答いただきます。投入蒸気の水分等も、理論値から推定される量を項目番号28に含めて回答してください。  
 その他2: 投入、産出の回答は、「マテリアルバランス(項目番号30)」がゼロになるようにお答えください。投入、産出で入力した量に間違いがないにもかかわらず、結果的にマテリアルバランスに差が生じた場合は、同量を項目番号28で加算、減算して調整してください。  
 その他3: CO<sub>2</sub>、SOX、NOxは燃料、エネルギー消費由来の負荷をデータ処理段階で計算しますので、回答項目に設けていません。

区分	データ回答欄		単位	番号	③の稼働月数ベース	処理方法	
	項目						
投入	再資源化原料		t	1		(処理方法の選択) サークルを重視した場合、該当する③のCO <sub>2</sub> をお付けください。 区分 燃料用燃焼 RPF (固燃) セメント原料	
	購入フラスコ		t	2			
	投入薬剤			t	3		
				t	4		
				t	5		
				t	6		
				t	7		
				t	8		
				t	9		
	投入計	(①②～⑨の計)	t	10	0		
	産出	再生ペレット(メカニカルリサイクル・ペレット)		t	11		
		外販フラスコ		t	12		
		PET系ロス(廃フラスコ) 注1		t	13		
		PET系ロス(粉 A品)		t	14		
		PET系ロス(粉 B品) 処理方法がA品と同じであれば区分は不要		t	15		
		キヤップ		t	16		
		ラベル		t	17		
		フラスコチップ/バンド		t	18		
		カーボナル		t	19		
		その他の不適合品		t	20		
		その他のフラスコ		t	21		
		金属類(アルミ他非鉄金属を含む)		t	22		
		汚泥		t	23		
		紙系		t	24		
		木質系		t	25		
		ガラス系		t	26		
		布類他		t	27		
	その他の産出物(泥、水等) 注2		t	28			
産出計	(⑩～⑳の計)	t	29	0			
マテリアルバランス(投入計-産出計)		t	30	0.00000			
生産工程・環境対策設備・事務所等の部門	工業用水(取水量)		m <sup>3</sup>	31		グリーン電力の内訳 太陽光 % 風力 % 水力 % バイオマス % 地熱 % LPガス % 合計 0.0% %	
	水道水(取水量)		m <sup>3</sup>	32			
	井戸水(取水量)		m <sup>3</sup>	33			
	排水量 注3		m <sup>3</sup>	34			
	電力(系統電力) 購入電力会社名: ( )		KWh	35			
	グリーン電力		KWh	36			
	購入蒸気 注4		t	37			
	生産蒸気		t	38			
	燃料(燃料名: 軽油 )		ℓ	39			
	燃料(燃料名: A重油 )		ℓ	40			
	燃料(燃料名: LPガス )		m <sup>3</sup>	41			
	燃料(燃料名: 都市ガス )		m <sup>3</sup>	42			
	その他の燃料(燃料名: )			43			
	作業用空気が(低圧・高圧)		t	44			
窒素(工場で生産する窒素) PSA		t	45				
窒素(ローリーで購入する液体窒素)		t	46				
CO <sub>2</sub> 排出権取引で認証を受けているクレジット(①稼働月数)で回答した期間中のCO <sub>2</sub> クレジットの購入		t	47				
上記クレジットを得ている制度の名称(「J-クレジット」など制度・契約の名称を記入)		-	48				

# 調査票3 マテリアルリサイクル・ペレット

## 再生PETの生産に係るデータ収集調査（2023年実施）・調査票（マテリアルリサイクル・ペレット）

- 注1：このワークシートには、あらかじめ設定している式、書式が変更されないように、保護をかけています。必要な場合、保護は解除できますが、回答をお送りいただく際には必ず再度同じパスワードで保護をかけてください。パスワードは abc です。
- 注2：回答を送信いただく際には、ファイル名の末尾の（回答企業： ）の「」の後に、必ず貴社名を記入してご返送ください。
- 注3：回答シート（ワークシート）は2つあります。マテリアルリサイクル・ペレット、マテリアルリサイクル・ペレット両方を回答される場合は、2つのワークシートにそれぞれ記入願います。回答される製品がいずれか1つの場合、該当するワークシートに記入願います。
- 注4：調査票の書式の変更（セルの書式、行列数の変更等）は、絶対に行わないでください。

### I 調査の目的

当協会では平成24年度および28年に使用済みPETボトルの市町村での回収・選別保管・再生処理事業者の輸送・再生処理・再商品化製品の出荷（輸送）に係る資源エネルギー、消費エネルギー、二酸化炭素・硫黄酸化物・窒素酸化物の排出量等を取りまとめ、リサイクルを実施した場合と実施しない場合の比較からリサイクル効果を求めました。今回はLCAのリサイクル効果分析データを更新し、リサイクル率や環境負荷基本データをアップデートします。さらに工程別（ケミカル、メカニカル、マテリアル）の環境負荷削減効果の比較についても分析します。分析に当たっては外部調査機関に委託し、第三者による調査委員

### II 回答者（必ずご記入ください）

回答企業	
ご担当者	
ご連絡先	TEL
	メールアドレス

### III 回答期限・回答送付先

回答期限	ご協議の上、決定		
回答の送付先	sakaki@jcrpa.or.jp		
本件に関する問い合わせ先	公益財団法人日本資源包装リサイクル協会	PETボトル事業部	宮崎健太郎 TEL: 03-5532-8578
	株式会社産情報研究センター	調査情報室	林薫和 TEL: 03-5280-9310

※いただいた回答について、内容確認のため、データ処理を委託している株式会社産情報研究センターからご連絡させていただく場合がございます。

### IV 回答データ

注：回答（入力）は、色のセルのみに入力できます（他のセルはロックを掛けているので入力できません）。

- ①-1 対象製品 再生ペレット **マテリアルリサイクル・ペレット**
- ①-2 対象工程 ペレットを受け入れて以降の「再生ペレット製造工程」および「再生ペレット製造工程」が対象となります ※回答に際しては、工場事務所等の関係部門も含めてお答えください。
- ② 調査年次 2022年 ※2022年生産実績に基づくデータ
- ③ 稼働月数 年月（3か月、6か月、12か月等、稼働月数を入力） 注：④の回答は、すべて、ここで入力した稼働月数における数量となります。
- ④ 回答：物質収支・ユーティリティ他
  - 注1：系内でリサイクル投入されるものを除くPET系ロスが対象。
  - 注2：泥、水のはかりがら片、小石等の異物を含む。
  - 注3：排水量は、「③稼働月数」でお答えいただいた期間の排水量をご記入ください。
  - 注4：購入蒸気がある場合は、購入t数を回答する。

その他1：ペルの水分、樹脂中の水分等の蒸発分（確認できる物質重量ではありません）は推定量を項目番号28に含めて回答いただきます。投入薬剤の水分等も、理論値から推定される量を項目番号28に含めて回答してください。

その他2：投入、産出の回答は、「マテリアルバランス（項目番号30）」がゼロになるようにお答えください。投入、産出で入力いただいた量に間違いがないにもかかわらず、結果的にマテリアルバランスが生じた場合、同量を項目番号28で加算、減算して調整してください。

その他3：CO<sub>2</sub>、SOX、NOxは燃料、エネルギー消費由来の負荷をデータ処理段階で計算しますので、回答項目に扱っていません。

区分	項目	単位	番号	③の稼働月数ベース	
投入	再資源化原料				
	ペレット（荷姿の重量）	t	1		
	購入フレーク	t	2		
	購入薬剤	t	3		
		t	4		
		t	5		
		t	6		
		t	7		
		t	8		
		t	9		
	投入計	（①～⑨の計）	t	10	0
	産出	再生ペレット（マテリアルリサイクル・ペレット）	t	11	
		外販フレーク	t	12	
		PET系ロス（廃フレーク）注1	t	13	
		PET系ロス（粉 A品）	t	14	
PET系ロス（粉 B品）		t	15		
まっぴ		t	16		
ラベル		t	17		
プラスチックバンド		t	18		
カーボネル		t	19		
その他の不適合ホトル		t	20		
その他プラスチック		t	21		
金属類（アルミ他非鉄金属を含む）		t	22		
汚泥		t	23		
紙系		t	24		
木質系		t	25		
ガラス系	t	26			
布類他	t	27			
その他の排出物（泥、水等）注2	t	28			
産出計	（⑩～⑳の計）	t	29	0	
マテリアルバランス（投入計-産出計）	t	30	0.00000		
生工程・環境対策設備・事務所等の関係部門	工業用水（取水量）	m <sup>3</sup>	31		
	水道水（取水量）	m <sup>3</sup>	32		
	井戸水（取水量）	m <sup>3</sup>	33		
	排水量注3	m <sup>3</sup>	34		
	電力（系統電力）購入電力会社名：（ ）	KWh	35		
	グリーン電力	KWh	36		
	購入蒸気注4	t	37		
	生産蒸気	t	38		
	燃料（燃料名：軽油）	ℓ	39		
	燃料（燃料名：A重油）	ℓ	40		
	燃料（燃料名：LPガス）	m <sup>3</sup>	41		
	燃料（燃料名：都市ガス）	m <sup>3</sup>	42		
	その他燃料（燃料名： ）	m <sup>3</sup>	43		
	作業用空気（瓶圧・瓶注）	t	44		
	窒素（工場で生産する窒素）PSA	t	45		
窒素（ローリーで購入する液体窒素）	t	46			
CO <sub>2</sub> 排出権取引で認証を受けているクレジット①（稼働月数）で回答した期間中のCO <sub>2</sub> クレジットの量	t	47			
上記クレジットを備えている制度の名称（J-クレジット/他と制度・契約の名称を記入）	-	48			

使用している薬剤（48%苛性ソーダ、98%硫酸、70%希硫酸など、濃度を含めて記入して下さい。また、消費量は水分を含めた量でお答えください。

処理方法			
サーマル処理の場合、該当するものにCCをお付けください			
区分	燃料消費量	BPF (原価)	レポート参照
（処理方法の選択）			

グリーン電力の内訳	
太陽光	%
風力	%
水力	%
バイオマス	%
地熱	%
合計	0.03%

- ※生産蒸気は、燃料消費量を「燃料（消費燃料名）」の欄に加算して回答してください。
- ※燃料消費は、資材・中間物・完成品の場内移送で使用するフォークリフトの燃料消費量を含めてご回答ください（蓄電式のフォークリフトで消費する電力は電力の回答に含まれているものとします）。
- ※項目番号41のLPガスは、購入先にてへの換算係数を確認いただき、下記にご記入ください。
- ※項目番号43の「その他燃料」に回答する場合、必ず、燃料名を記入し、単位を選択して下さい。
- ※項目番号44の「作業用空気」を供給するコンプレッサーの電力は電力の回答に含まれているものとします。
- ※項目番号45の「窒素（工場で生産する窒素）」のPSA装置の消費電力は電力の回答に含まれているものとします。