

新たなケミカルリサイクル(CR)技術のLCA ～プラスチックに戻る循環型CR～

2026年10月22日

一般社団法人 プラスチック循環利用協会

新たなCR技術のLCA ～プラスチックに戻る循環型CR～

- モノマー化、廃プラの油化技術といったプラスチックに戻る循環型CRは、MRでは難しい食品接触用途のような高品質かつ安全な再生原料にリサイクルできる可能性があることなどから、再生プラ市場において期待や関心が高まっている。一方、投入エネルギーが大きいことにより、環境負荷低減につながらないのではないかと指摘がある。
- **本調査事業において、PSおよびPMMAのモノマー化技術は、GHG排出量の削減につながることを明らかにした。**なお、廃棄物処理側(廃プラ1kgを処理する)と、製品製造側(プラ1kgを製造する)の二つの観点で評価した。その際、CRによる化石資源からの製造や廃プラの焼却の代替について考慮した。なお、GHG排出量を独自に算定している調査対象企業もあるが、計算条件等が異なるため、調査対象企業が発表している値と本調査事業の結果は異なる場合がある。
- **PSの原料・モノマー化技術** PSジャパン(株)、東洋スチレン(株)を調査対象企業とし、PS廃棄物を焼却する場合・化石資源からPSを製造する場合に比べて、CRした方がGHG排出量を少なくできることがわかった。
 - 1kgのPS廃棄物を処理する場合では、PS廃棄物を焼却するよりも、PS廃棄物をCRした方がGHG排出量が2.73kg少ない結果となった。
 - 化石資源から1kgのPSを製造する場合では、化石資源から製造するよりも、CRにより再生PSを製造した方が、GHG排出量が5.65kg少ない結果となった。
- **PMMAの原料・モノマー化技術** 住友化学(株)を調査対象企業とし、PMMA廃棄物を焼却する場合・化石資源からPMMAを製造する場合に比べて、CRした方がGHG排出量を少なくできることがわかった。
 - 1kgのPMMA廃棄物を処理する場合では、PMMA廃棄物を焼却するよりも、PMMA廃棄物をCRした方がGHG排出量が3.56kg少ない結果となった。
 - 化石資源から1kgのPMMAを製造する場合では、化石資源から製造するよりも、CRにより再生PMMAを製造した方が、GHG排出量が4.19kg少ない結果となった。
- 今年度は、三菱ケミカル(株)、出光ケミカルリサイクル・ジャパン(株)をそれぞれ調査対象企業として調整を進め、**廃プラの油化技術**に関するライフサイクルアセスメント(LCA)の実施を予定する。なお、(株)CFPについては廃プラの油化による熱分解油の製造までを調査済みであり、CRによるGHG排出削減を確認している。
- 当協会の「プラ資源の回収と需要の拡大に向けた研究会」において、供給量の確保に向けた課題への取り組みとして、入札制度の見直しに際し、MRとCRとのジョイントグループの形成、CRの再商品化利用事業者の登録、およびリサイクル手法としてのモノマー化の認定を提言をしており、モノマー化の実現に向けて、こうした制度面での支援が必要であると考えている。2

ケミカルリサイクルに関するLCAに係る検討会

委員

吉岡敏明（座長）	東北大学大学院 環境科学研究科 教授
菊池康紀	東京大学 未来ビジョン研究センター教授
中谷隼	東京大学大学院 工学系研究科 准教授

調査対象企業

PSの原料・モノマー化技術 : PSジャパン(株)、東洋スチレン(株)

PMMAの原料・モノマー化技術 : 住友化学(株)

廃プラの油化技術 : (株)CFP、出光ケミカルリサイクル・ジャパン(株)、三菱ケミカル(株)

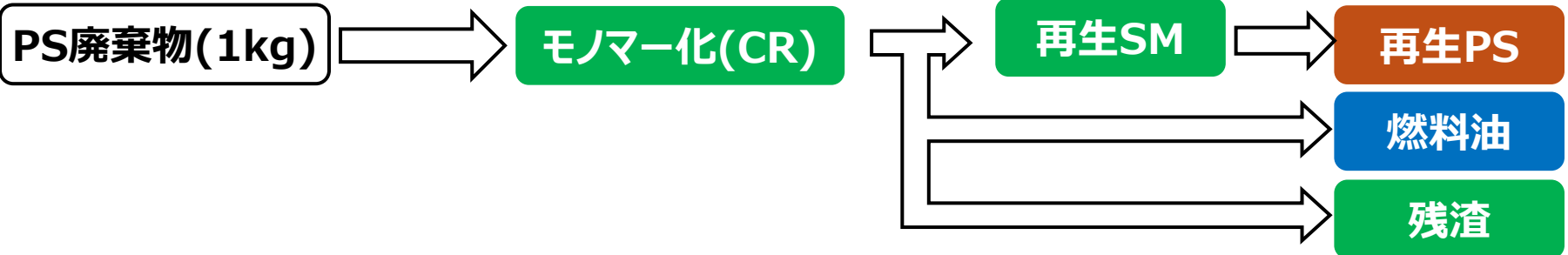
事務局

一般社団法人 プラスチック循環利用協会
三菱UFJリサーチ&コンサルティング株式会社

～廃棄物処理側の観点～

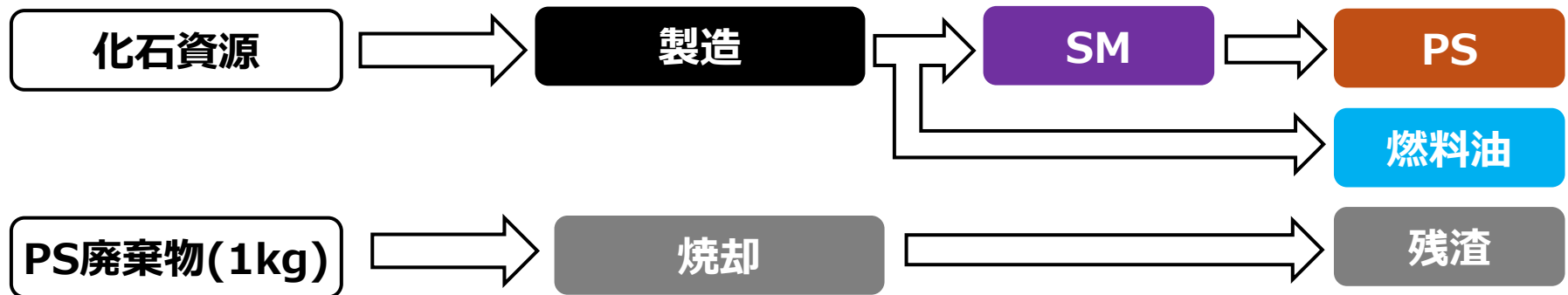
廃棄物処理側(廃棄物から再生原料を生産する側) の観点では、化石資源からのPS製造、およびPS廃棄物のモノマー化で副生する燃料油の有効利用による新規の燃料の製造・燃焼が、ケミカルリサイクルしなかった場合に計上される。

ケミカルリサイクルした場合



化石資源からPSを製造するのではなく、PS廃棄物 1kgのモノマー化により、リサイクルした(再生)PSを得る。ただし、その際に、副生した燃料油の燃焼や残渣の処理についても、評価の対象とする必要がある。

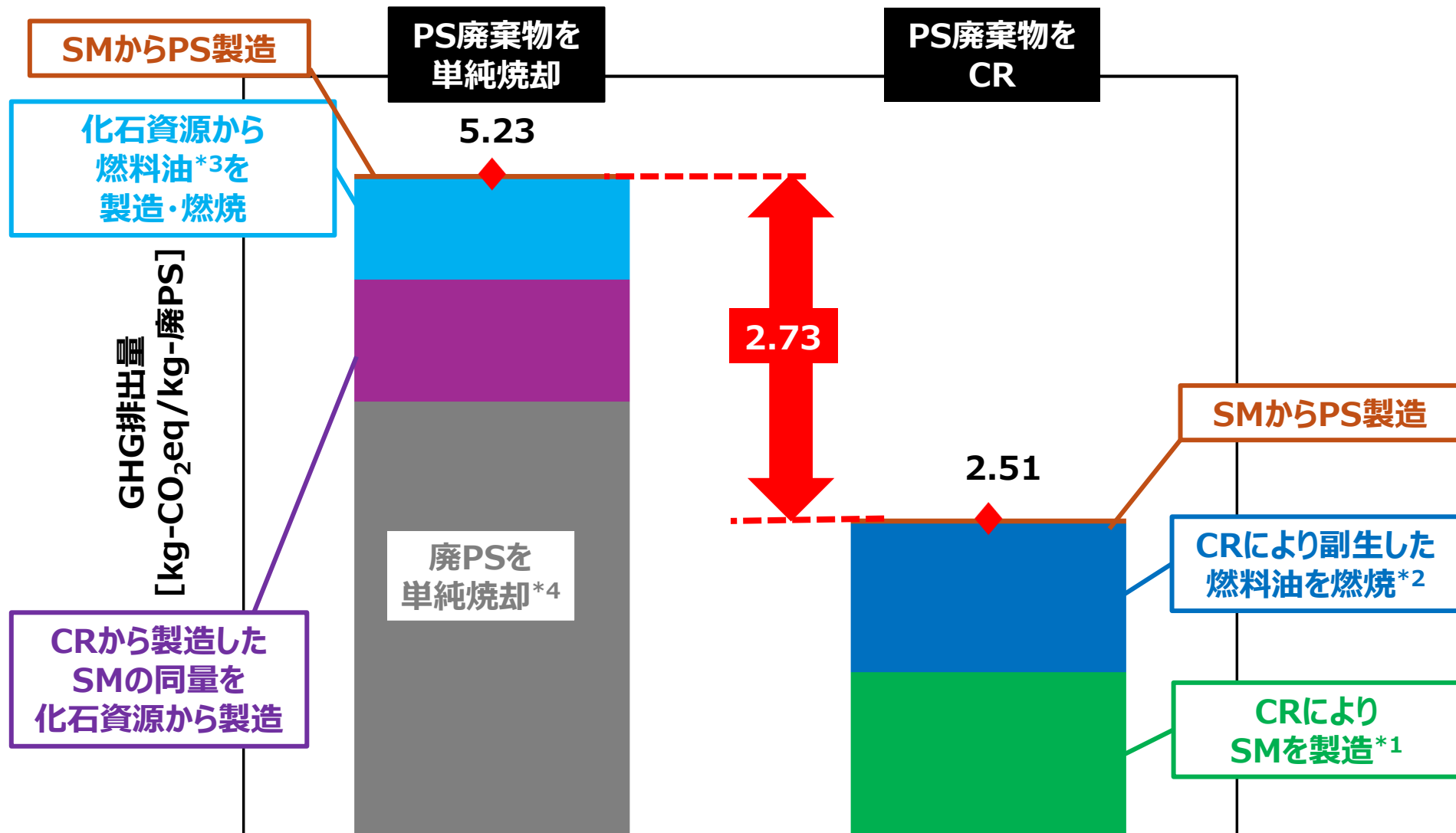
ケミカルリサイクルしなかった場合



PS廃棄物の焼却から残渣の処理までをベースラインとする。CRによって得られた再生PSおよび燃料油を考慮するため、化石資源からのPS製造、および燃料油の製造・燃焼をベースラインに加える必要がある。

PS廃棄物処理の観点

調査対象企業から情報収集しLCAを実施した結果、PS廃棄物を単純焼却するよりも、PS廃棄物からCRした方が、GHG排出量が少ない結果が得られた



*1 CRにより発生した残渣を含む

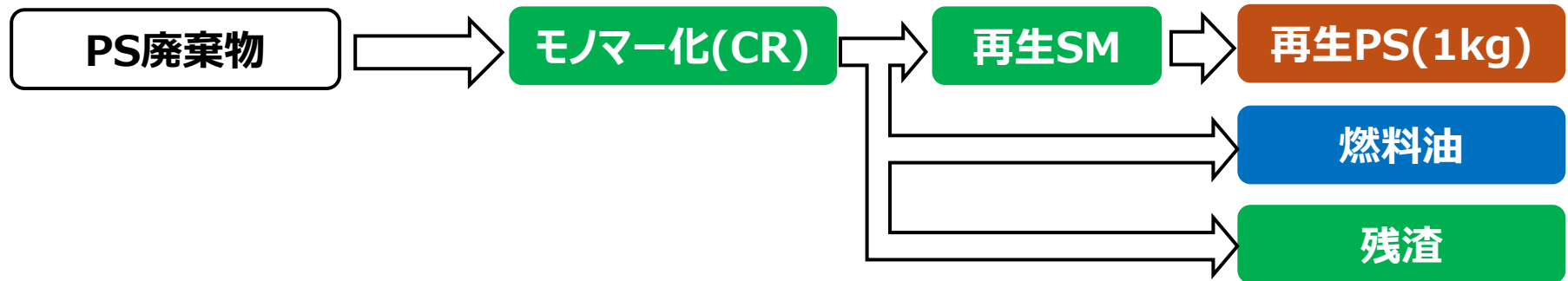
*2 CRにより副生した燃料油を燃焼するため、評価の対象にする必要がある

*3 CRで副生した燃料油と同熱量 *4 残渣の処理を含む

～製品製造側の観点～

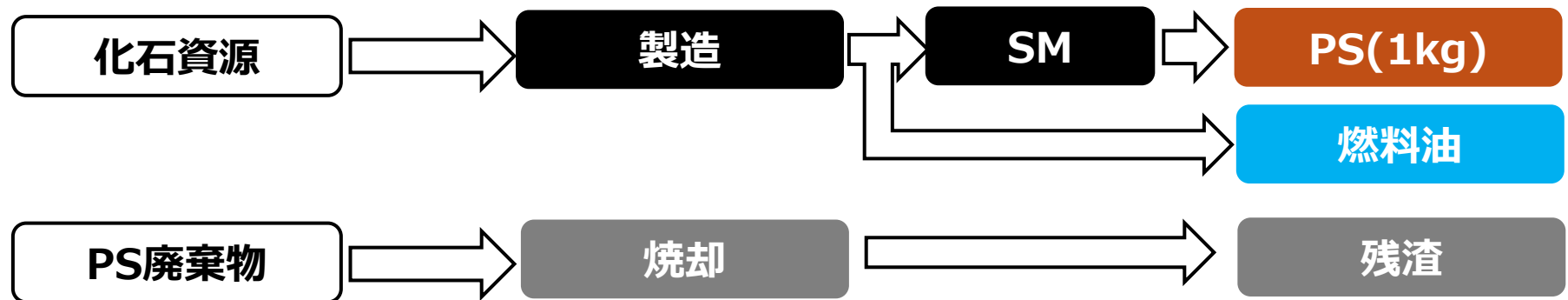
製品製造側(再生原料を利用する側)の観点では、PS廃棄物の焼却、およびPS廃棄物のモノマー化で副生する燃料油の有効利用による新規の燃料油の製造・燃焼が、ケミカルリサイクルしなかった場合に計上される

ケミカルリサイクルした場合



化石資源からPSを製造するのではなく、PS廃棄物のモノマー化により、リサイクルした(再生)PS 1kgを得る。ただし、その際に、副生した燃料油の燃焼や残渣の処理についても評価の対象とする必要がある。

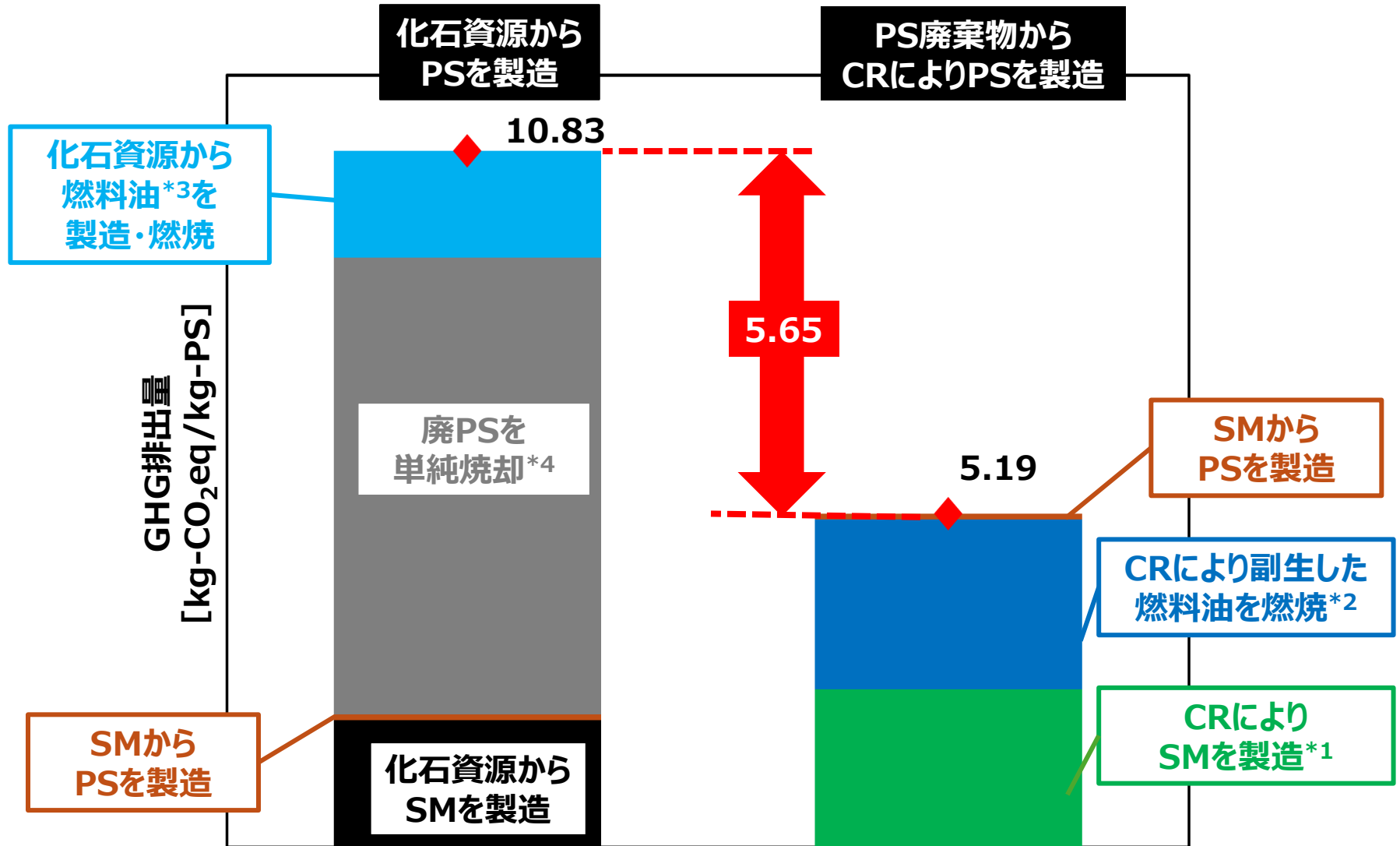
ケミカルリサイクルしなかった場合



化石資源から、PSの製造をベースラインとする。ただし、CRで得られた燃料油やPS廃棄物からの残渣を考慮するため、化石資源からの燃料油の製造・燃焼や、PS廃棄物の焼却から残渣の処理までをベースラインに加える必要がある。

PS製品製造の観点

調査対象企業から情報収集し、LCAを実施した結果、化石資源からPSを製造するよりも、PS廃棄物からCRした方が、GHG排出量が少ない結果が得られた



*1 CRにより発生した残渣を含む

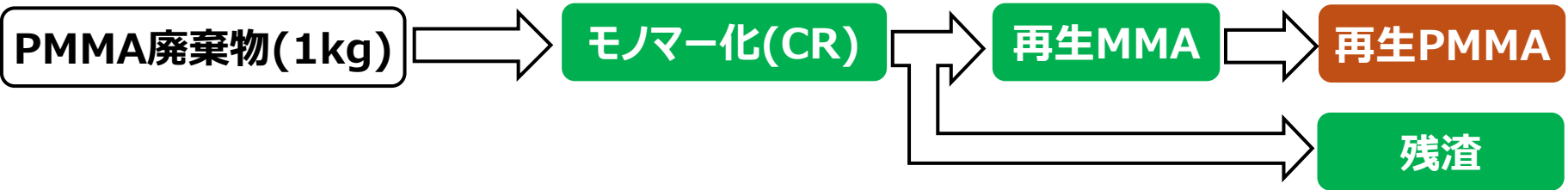
*2 CRにより副生した燃料油を燃焼するため、評価の対象にする必要がある

*3 CRで副生した燃料油と同熱量 *4 残渣の処理を含む

～廃棄物処理側の観点～

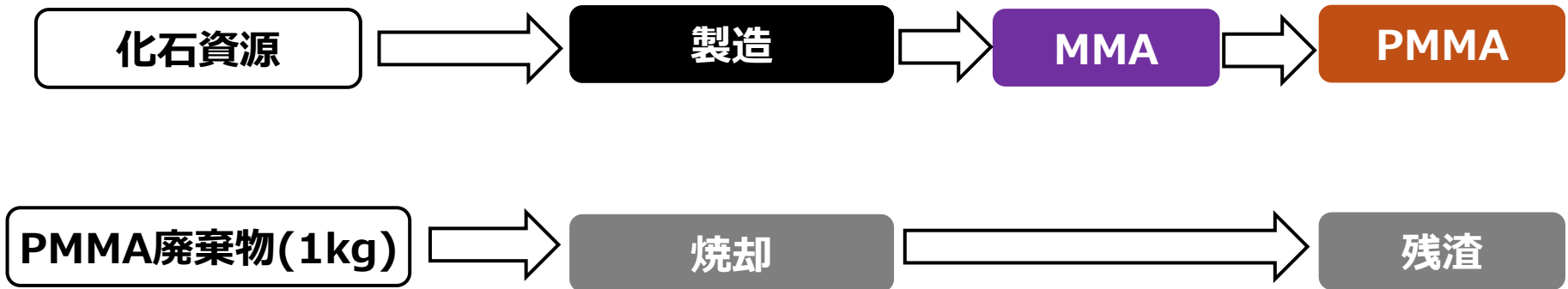
廃棄物処理側(廃棄物から再生原料を生産する側) の観点からすると、化石資源からのPMMA製造が、ケミカルリサイクルしない場合に計上される。

ケミカルリサイクルした場合



化石資源からPMMAを製造するのではなく、PMMA廃棄物 1kgのモノマー化により、リサイクルした(再生)PMMAを得る。ただし、その際に、残渣を処理するので、それを評価の対象とする必要がある。

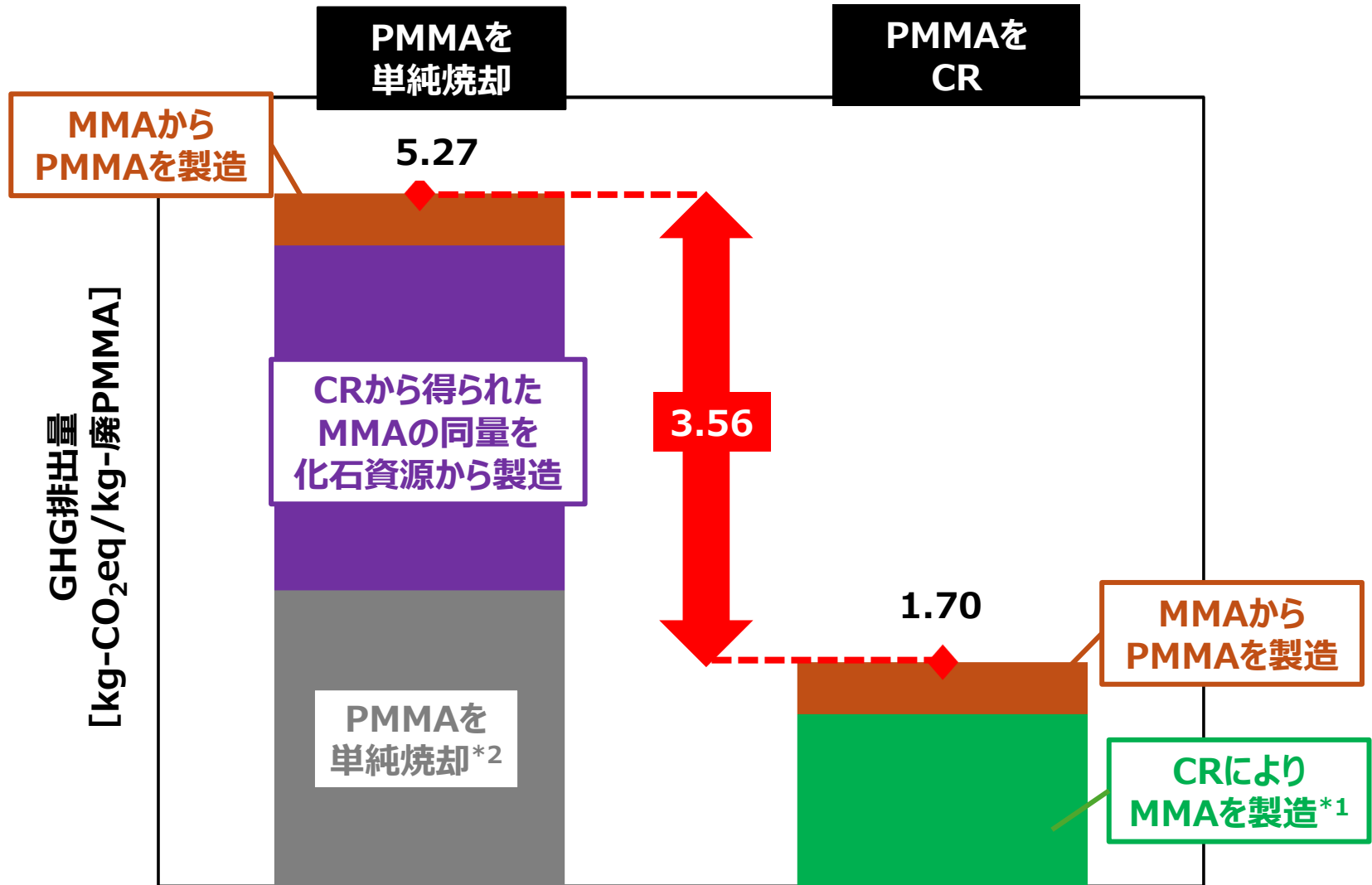
ケミカルリサイクルしなかった場合



PMMAの焼却から残渣の処理までをベースラインとする。ただし、CRにより得られたPMMAを考慮するため、化石資源からのPMMA製造をベースラインに加える必要がある。

PMMA廃棄物処理の観点

調査対象企業から情報収集しLCAを実施した結果、PMMA廃棄物を単純焼却するよりも、PMMA廃棄物からCRした方が、GHG排出量が少ない結果が得られた



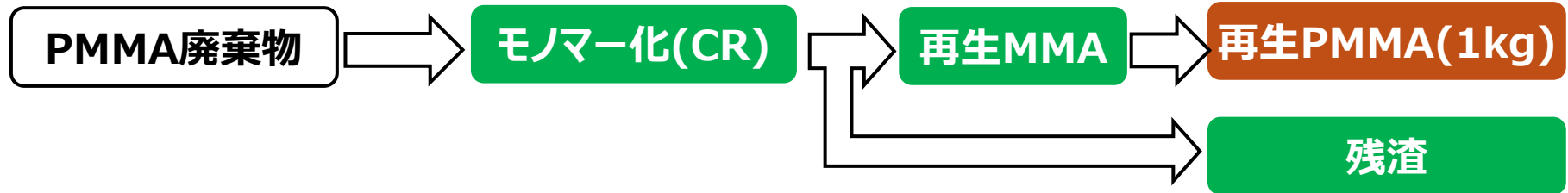
*1 CRにより発生した残渣を含む

*2 残渣の処理を含む

～製品製造側の観点～

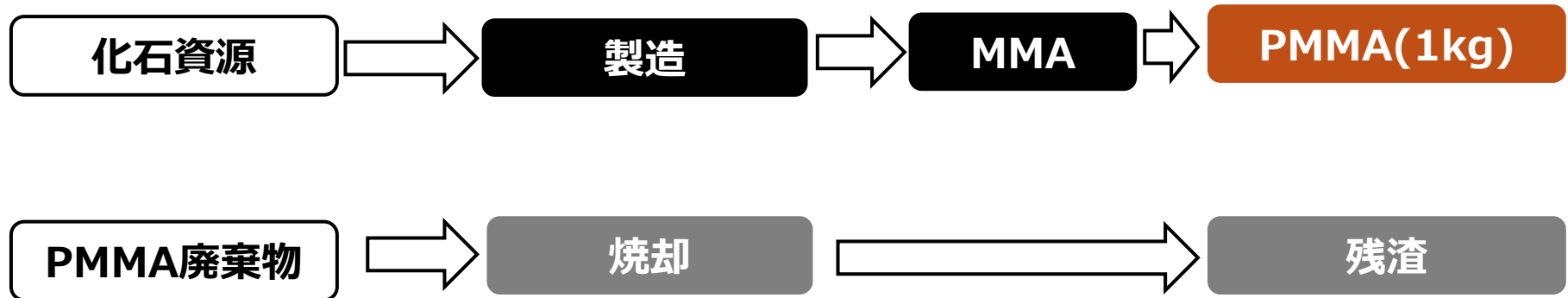
製品製造側(再生原料を利用する側) の観点では、PMMA廃棄物の焼却が、ケミカルリサイクルしない場合に計上される

ケミカルリサイクルした場合



化石資源からPMMAを製造するのではなく、PMMA廃棄物のモノマー化により、リサイクルした(再生)PMMA 1kgを得る。ただし、その際に、残渣を処理するので、それを評価の対象とする必要がある。

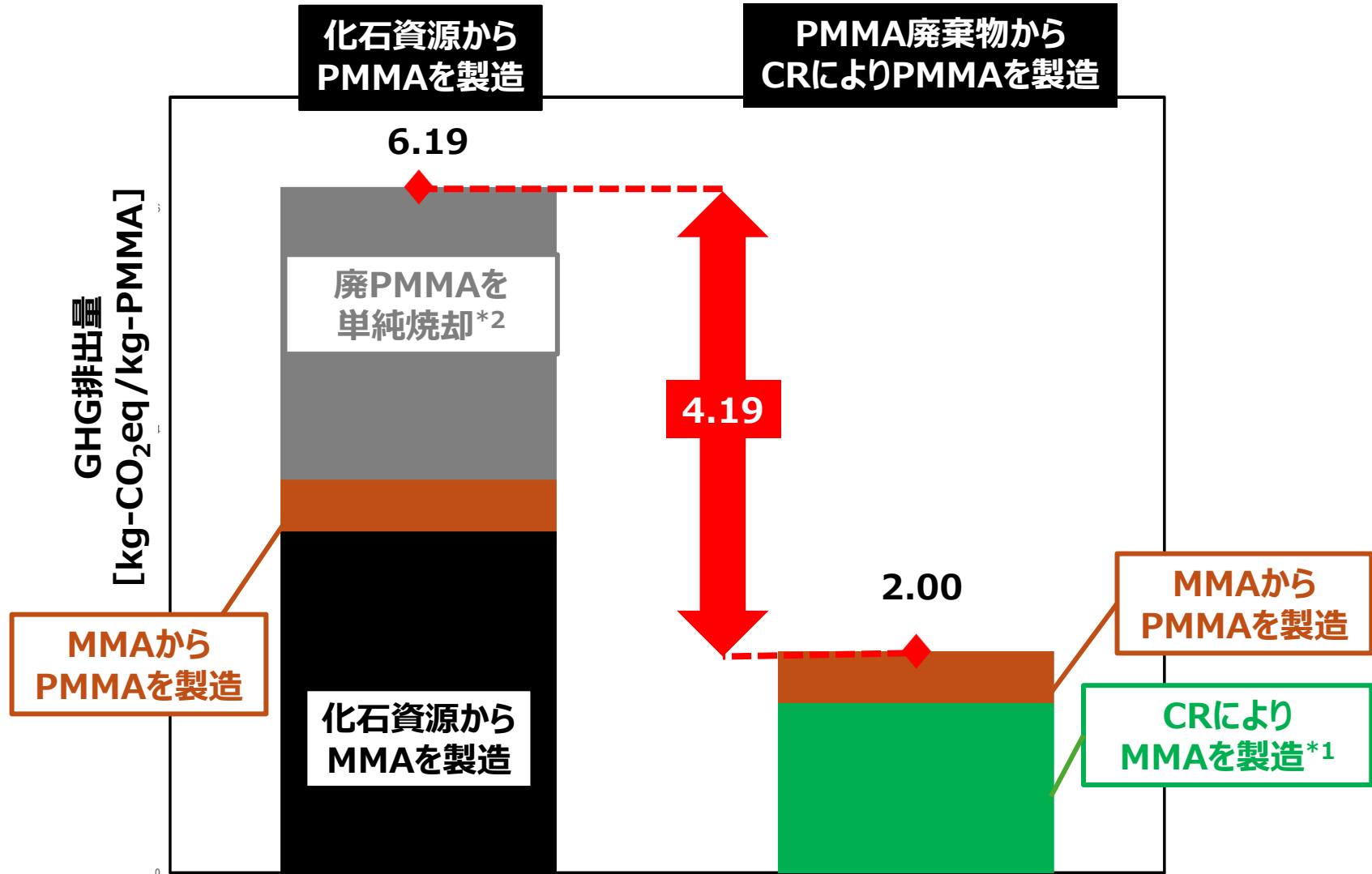
ケミカルリサイクルしなかった場合



化石資源から、PMMAの製造をベースラインとする。ただし、PMMA廃棄物からの残渣を考慮とするので、PMMA廃棄物の焼却から残渣の処理までをベースラインに加える必要がある。

PMMA製品製造の観点

調査対象企業から情報収集し、LCAを実施した結果、化石資源からPMMAを製造するよりも、PMMA廃棄物からCRした方が、GHG排出量が少ない結果が得られた

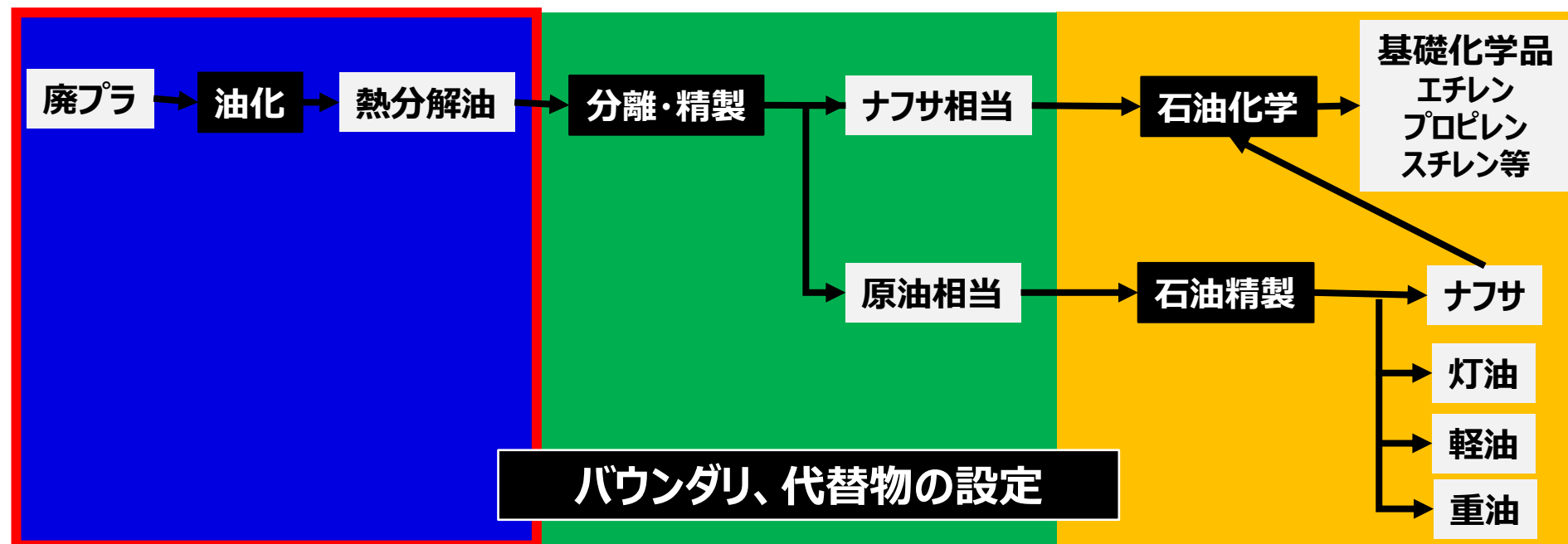


*1 CRにより発生した残渣を含む

*2 残渣の処理を含む

廃プラの油化技術に関するLCA

- 再生プラスチック市場のニーズを踏まえて、**廃プラスチックの油化**、**熱分解油の分離・精製**および**ナフサの石油化学・原油の石油精製**のLCA評価に取り組む。
- 廃プラの熱分解油の性状、石油化学プロセス、および石油精製プロセスの廃プラ分解油に関するデータ収集が課題となり、石油化学企業、石油精製企業への調査が必要となる。
- 但し、石油化学・石油精製までの基礎化学品までもさることながら、熱分解油の分離・精製でも、プレイヤーの多さにより、分析に相当な時間を必要とし、学識者からも、時間をかけて調査するべきという意見が根強い。
- 今年度は、三菱ケミカル(株)、出光ケミカルリサイクル・ジャパン(株)をそれぞれ調査対象企業として、調整を進め、廃プラの油化までの実施を予定する。**なお、商業運転をしていないことにより、データ収集が難しい可能性がある。(株) CFPは、昨年度にて調査済み。



入札制度について ～研究会での論点と政府の検討状況～

制度	研究会での論点 (25年9月～26年1月)	政府の検討状況 (26年4月)
MRとCRの ジョイントグループ	現状、複数のMR事業者が連携してリサイクルすることはジョイントグループとして認められているが、MRとCRの連携はジョイントグループで認められていない。 特に、これまで有効利用が難しかったPS等のMRでの残渣を回収し、モノマー化等の新しいCRで活用することが期待される。	R9年度より、MRとCRの特徴を最大限活かし、収率を向上するため、また、新規のCR事業者の参入を容易とするため、MRとCRのジョイントグループ登録を可能とする。
CRの再商品化 利用事業者	MRとCRのジョイントグループが仮に認められた場合、両方の事業者が再商品化委託費を分け合う形となる。これとは別に、MRで再商品化されたペレット等をCRが原料として購入する形態も考えられるが、現時点でこの形態は認められていない。現制度では、CR事業者はMRの再商品化利用事業者に登録することができない。	R9年度から、製品利用事業者として、CR事業者を追加、またはプラに戻す循環型CR事業者を追加することで、MRによる再商品化製品をCR事業者へ販売する事が可能となるよう、ガイドラインの見直しが検討されている。
CRとしての モノマー化	現在、容り法で認められている油化以外の新しいCRをリサイクル制度の対象とできないか。例えば、試験運転中のPSの新しいCRであるモノマー化は容り由来のインゴットやペレットを受け入れられる可能性がある。	現行のガイドラインに対し、CRにおける「モノマー化」を新設することに際し、その手法の内容や要件定義について、R10年度運用開始を目指し検討する。

モノマー化の実現に向けて、こうした制度面での支援が必要

(参考資料)ジョイントグループについて

①現状のジョイントグループ



論点1. MR事業者とCR事業者のジョイントグループ



- 1. 油化以外のリサイクル手法を認める必要がある
- 2. オレフィン(PE、PP)系は、収率が下がる懸念あり

例: 残渣のPET、PSの回収・選別

論点2. CR事業者を再商品化利用事業者として登録



例: PE、PP等のリサイクルペレット等の販売

再商品化委託費

現状認められている制度. MR事業者より、回収率50%超を、「製品」ではなく、残渣として販売



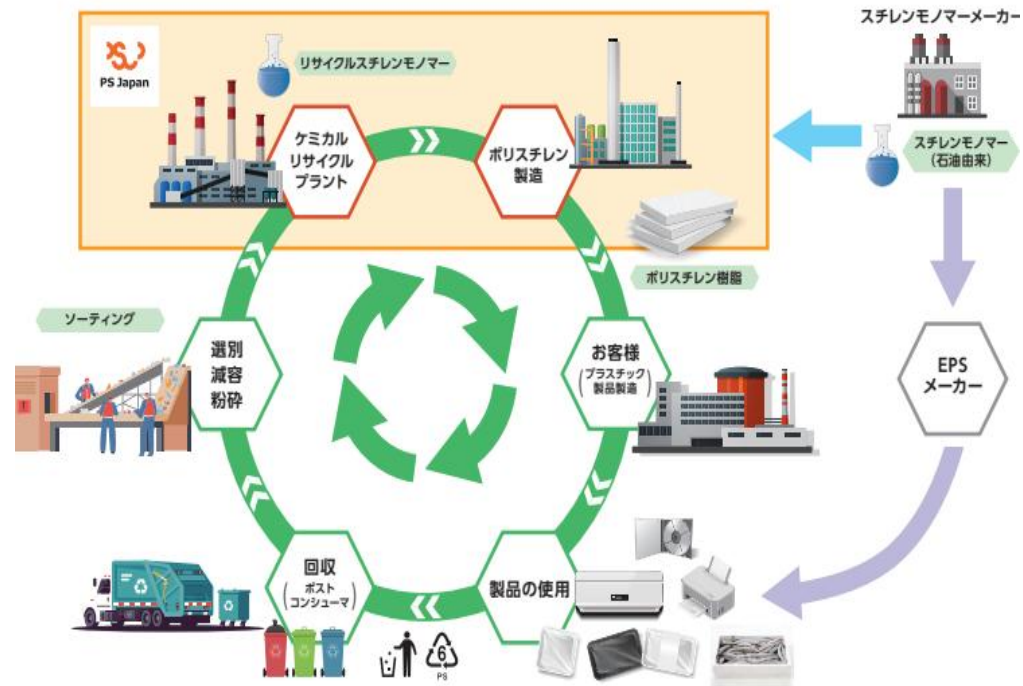
(参考資料)リサイクル手法の範囲

容器包装リサイクル法の入札制度において認められている手法

用語		定義
材料リサイクル		ペレット等のプラスチック原料を得るための施設において、異物の除去、洗浄、破碎その他の処理をし、ペレット等のプラスチック原料を得ること
ケミカルリサイクル		以下のいずれかの手法によるリサイクル
油化		炭化水素油を得るための施設において、異物の除去、破碎、脱塩素、熱分解、精製その他の処理をし、炭化水素油を得ること
高炉還元剤化		高炉で用いる還元剤をえるための施設において、異物の除去、破碎、脱塩素、検査、分級その他の処理をし、高炉で用いる還元剤を得ること
コークス炉化学原料化		コークス炉で用いる原料炭の代替物を得るための施設において、異物の除去、破碎、脱塩素、検査、分級その他の処理をし、コークス炉で用いる原料炭の代替物を得ること
ガス化		水素及び一酸化炭素を主成分とするガスを得るための施設において異物の除去、破碎、熱分解、改質、精製その他の処理をし、水素及び一酸化炭素を主成分とするガスを得ること

PSジャパン

- 旭化成、三菱化学、出光石化のポリスチレン事業を2003年に統合
- 東芝プラントシステムの独自技術により、使用済みPSをスチレンにモノマー化し原料として、リサイクルPSを生成
- 水島工場(岡山県倉敷市) 年間数千トンの処理能力
- 2023年8月より稼働



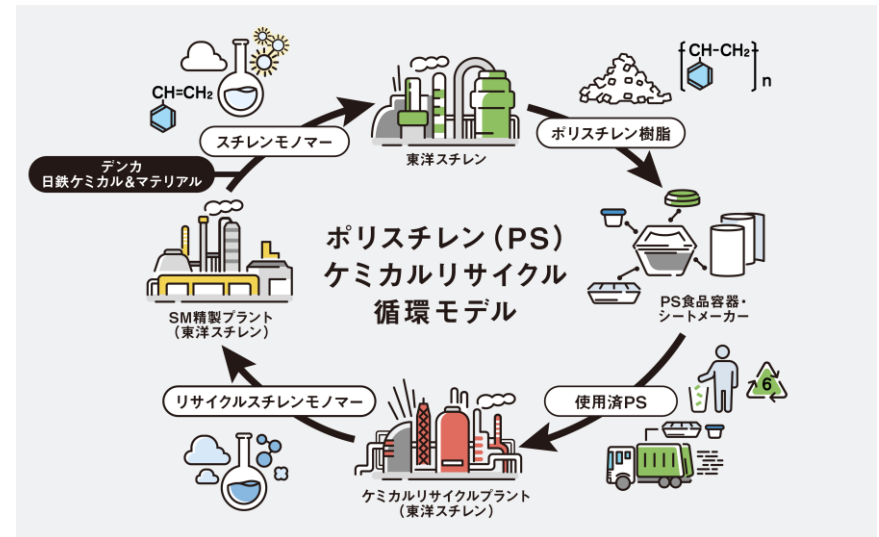
<https://www.psjp.com/wp/wp-content/uploads/202310chemical.pdf>

<https://www.psjp.com/sustainable/circular/oil-recycling-ps/>

https://www.nextmobility.jp/economy_society/toshiba-undertakes-chemical-recycling-facility-construction-for-ps-japan20210729/

東洋スチレン

- 1998年 デンカ(株)、日鉄ケミカル&マテリアル(株)、(株)ダイセルのポリスチレン事業を統合し設立
(2026年4月～ デンカ(株)、日鉄ケミカル&マテリアル(株)の合併会社)
- 2024年 スチレンケミカルリサイクルプラント稼働開始
(立地：千葉県市原市、年間処理能力：3,000トン、熱分解技術：米国Agilyx社)
- 使用済みポリスチレンを化学的に分解し、精製して得られたスチレンモノマーを使用することで
バージン材と同等品質の再生ポリスチレンを製造する



住友化学

- アクリル樹脂(PMMA)を熱分解し、原料となるMMAモノマーに高効率で再生する技術。日本製鋼所と共同開発した熱分解技術が基盤
- 22年12月にケミカルリサイクルの実証設備を愛媛工場に新設
- 米国LUMMUS TECHNOLOGY社と2024年5月に協同契約を締結、商業化に必要な要件を満たす技術を確立。世界中への商業ライセンスの供与を可能

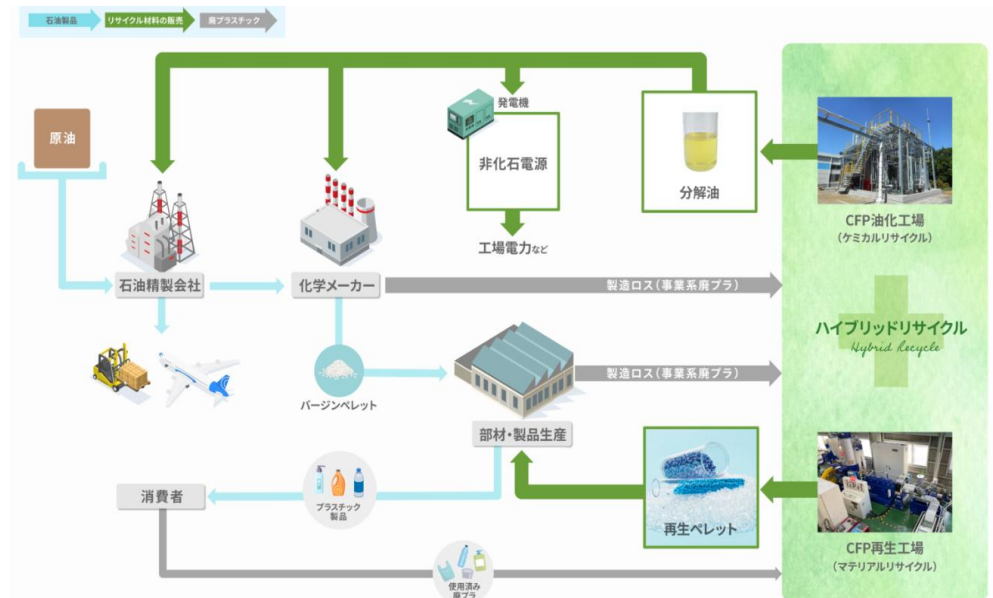


CFP

- 2022年 岡山ケミカルリサイクルプラント(廃プラ処理能力 9,000トン/年)を竣工
27年度 3,000トン/年 増設稼働予定
- 触媒を用いない油化技術、オフガス有効利用、および残渣の自動抜き取りといった
特徴を有し、再生ナフサやプラ製品の原料となる分解油を供給
- 28年以降、九州、関東、関西に、各36,000トン/年を目標としている

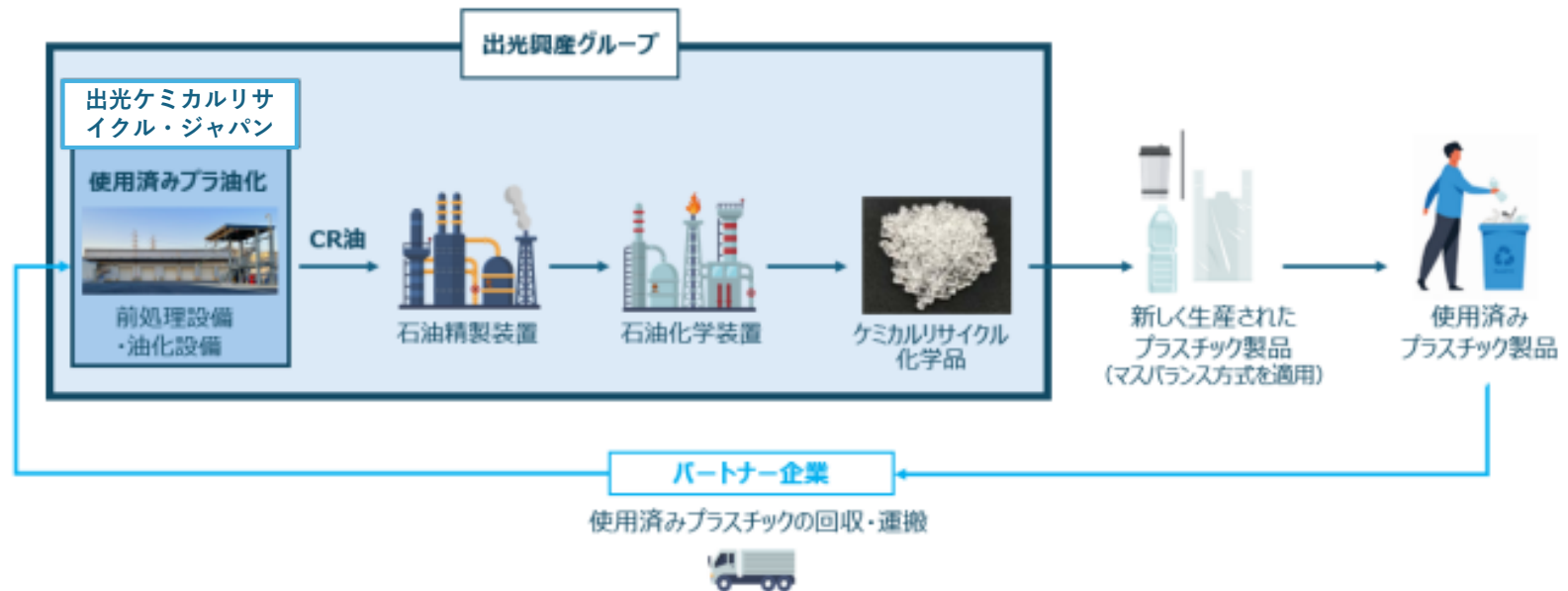


岡山ケミカルリサイクルプラント(笠岡市)



出光ケミカルリサイクル・ジャパン

- 出光興産は、共同で油化装置の技術確立に取り組んできた環境エネルギーと、合併会社ケミカルリサイクル・ジャパンを2023年4月に設立
- 使用済みプラスチックを原料として、軽質原油相当の油を生成
- 市原事業所(千葉県市原市) 年間20,000トンの処理能力
- 2026年4月 商業運転を開始
- 2026年6月 油化ケミカルリサイクル設備の2号機設計に向けた基本設計を開始
- 2026年10月1日付で、「ケミカルリサイクル・ジャパン」から「出光ケミカルリサイクル・ジャパン」へ社名変更



三菱ケミカル・ENEOS

- 三菱ケミカルグループは、ENEOSと共同でケミカルリサイクル事業を推進し、2025年7月にプラントを竣工
- Mura Technology社の超臨界水熱分解技術によって、使用済みプラを分解し、ナフサ相当の油や燃料油相当の油を生成
- 茨城事業所(茨城県神栖市) 年間20,000トンの処理能力



(超臨界水熱分解による油化工程)

