

1. 温室効果ガス排出量・削減効果試算方法

2050 年カーボンニュートラルに向けた電動化・車の使い方の変革等の自動車産業を取り巻く情勢の変化は、これからの自動車リサイクルのあり方にも大きく影響を与える可能性があり、自動車リサイクル合同会議においても、これらの動向を把握した上で、今後の対応を検討する必要があると指摘されている。また、自動車リサイクル制度の施行状況の評価・検討に関する報告書(2021 年 7 月)では、使用済自動車全体の資源循環における温室効果ガス排出量(以下、「GHG排出量」という。)を削減するため、解体・破碎段階で回収される再利用可能部品(素材を含む)を含め現在の排出実態を早急に把握し、排出削減対策等の必要な施策を講じるべきであり、さらに、再資源化の高度化を図るよう提言を受けている。そこで、自動車リサイクル分野における GHG 排出量の実態、回収される部品・素材等を含めた排出実態について把握するとともに、必要な施策の補助となる調査・検討を行った。

1.1 使用済自動車のリサイクルに係る現在の温室効果ガス排出量・排出削減効果の試算

「令和 3 年度自動車リサイクルにおける 2050 年カーボンニュートラル実現に向けた調査検討業務」(以下、「令和 3 年度業務」という。)
「令和 4 年度リサイクルシステム統合強化による循環資源利用高度化促進業務」(以下、「令和 4 年度業務」という。)の結果を踏まえ、使用済自動車のリサイクルプロセス(解体(事前回収物品の回収を含む)、破碎、ASR 再資源化)を対象とし、ヒアリング調査等により、各処理工程における GHG 排出実態を調査の上、マテリアルフローを作成するとともに、GHG 排出量について最新の活動量を基に試算した。

また、解体・破碎段階における事前選別品目・再生利用可能部品等の回収やリユース・リサイクル等による GHG 排出削減効果についても、最新の回収実績に基づいて試算した。

現在の試算結果は、一定の不確実性があり、今後更なる精緻化が求められるが、現状の排出実態を途中経過として公表することを目的に、有識者によるレビューを行うこととする。この目的に鑑み、今回の有識者によるレビューは、試算方法・プロセスについて、本資料を確認いただき、予め設定したレビュー期間内で、不適切な箇所や改善すべき点があればコメントをいただくものとする。

1.1.1 温室効果ガス排出量の試算

GHG 排出量の実態把握には令和 3 年度から取り組みが行われてきた。令和 3 年度業務には、文献で得られる情報を用いた大まかな推計が行われた。令和 4 年度業務では、解体・破碎、ASR 再資源化工程の排出実態把握調査が行われた。令和 5 年度(本年度)は、解体・破碎、

ASR 再資源化工程の追加的な排出実態調査に加え、事前選別処理品目（鉛蓄電池・発炎筒）の排出実態把握を行った。

今年度は、解体工程については令和 4 年度業務で実施した実態把握調査結果を元に実績値に基づく排出量の試算を行った。ASR 再資源化工程、事前選別処理品目については、令和 5 年度の実態把握調査結果に基づき、排出量の試算を行った。

(1) 解体工程

1) 試算方法

a. 基本的な考え方

解体工程の排出係数に関する文献¹では、手解体で用いる「手持ちニブラ」の排出係数しか入手できなかったが、実際にはニブラやプレス機等を用いた解体が行われる車台が多いことから、令和 4 年度業務のヒアリング（2 事業者分）²で得られた排出係数を用いて、推計値を更新した。推計は、以下の①～③の手順で行った。

①処理パターン（解体に用いる機器・設備の組み合わせ）別年間解体台数の算出

②各処理パターン（解体に用いる機器・設備）の排出係数の設定

③全処理パターンの合計の GHG 排出量の算出

②の各排出係数に①の全国年間処理台数を掛け合わせ、運搬を除く解体工程の GHG 排出量を算出した。別途運搬の GHG 排出量を求め、解体の GHG 排出量に加算することで、解体工程全体（解体＋運搬）の GHG 排出量を算出した（詳細は b.～d.で説明）。

b. フローの把握

令和 4 年度業務にて、解体業者の処理のフローは 3 通り（手解体、ニブラとプレスを使用、ニブラ・プレスとその他選別機器を使用）に大別できるとした³。これを処理パターンと呼ぶ。

c. 試算のバウンダリ

解体業者に到着した使用済自動車解体され、破砕業者に運搬されるまでを試算のバウンダリとした。

¹ 三菱 UFJ リサーチ&コンサルティング「自動車リサイクルにおける素材生産制約物質の低減・資源利用効率の向上に資する解体・破砕プロセスの実証化事業報告書」、P46

(https://www.env.go.jp/recycle/car/pdfs/h26_report01_mat02.pdf)

² 環境省「令和 4 年度リサイクルシステム統合強化による循環資源利用高度化促進業務」、P53 表 2-4

(<https://www.env.go.jp/content/000155603.pdf>)

³ 環境省「令和 4 年度リサイクルシステム統合強化による循環資源利用高度化促進業務」、P53 図 2-2、P54 図 2-3(<https://www.env.go.jp/content/000155603.pdf>)

d. 算定式・用いたデータ

① 処理パターン別年間解体台数の算出

令和4年度業務での「事業者規模×処理方法」の整理⁴の通り、年間解体台数の規模に応じて、処理パターン(解体に用いる機器・設備の組み合わせ)を設定できる。これをもとに、事業者規模(年間処理台数)が「1,000 台以下」「1,001-10,000 台」「10,001 台以上」の3区分について、解体に用いる機器・設備の対応関係を設定した(表 1-1)。さらに、事業者規模(年間処理台数)別に、機器・設備の保有率を整理した(表 1-2)。これによって、各処理パターンで、年間何台解体されるかを把握した(表 1-3)。

表 1-1 年間処理台数と対象の機器の関係

段階	機器	年間処理台数と対象の機器の関係 (対象に○)		
		1,000台以下	1,001-10,000台	10,001台以上
解体	トラック・リフト	○	○	○
	手持ちニブラ	○		
	ニブラ (R4事業者1は溶断も)		○	○
	プレス成型		○	○
MR	プラスチック破碎・ナゲット			○

表 1-2 年間解体台数と機器・設備の関係

年間解体台数(台/年)	1,000台以下	1,001-2,000台	2,001-5,000台	5,001-10,000台	10,001-20,000台	20,001台以上	合計
フォークリフト	98.0%	100.0%	100.0%	100.0%	100.0%	100.0%	99.2%
ニブラ	20.0%	42.9%	89.6%	88.2%	100.0%	100.0%	55.7%
プレス機	19.0%	32.1%	81.3%	85.3%	94.4%	88.9%	51.1%
プラ破碎機	4.0%	0.0%	8.3%	11.8%	55.6%	44.4%	11.0%
ナゲット機	0.0%	0.0%	4.2%	14.7%	44.4%	22.2%	7.2%
ISO方式エアバグー括作動装置	1.0%	0.0%	14.6%	32.4%	38.9%	55.6%	13.1%
液抜き装置	31.0%	46.4%	60.4%	76.5%	88.9%	100.0%	52.3%
(参考)全国に占める事業者数割合	82.4%	16.7%			0.9%		100%
(参考)全国に占める解体台数割合	21.8%	59.6%			18.6%		
対応する主な処理パターン	手解体	ニブラとプレスを使用			ニブラ・プレスとその他選別機器を使用		

表 1-3 事業者規模別の全国年間処理台数⁵

⁴ 環境省「令和4年度リサイクルシステム統合強化による循環資源利用高度化促進業務」、P55 表 4-5 (<https://www.env.go.jp/content/000155603.pdf>)

⁵ 公益財団法人自動車リサイクル促進センター「自動車リサイクルデータ Book2022」、P1 の引取り業者の「解体業者へ」30.6 万件とフロン回収業者の「解体業者へ」244.0 万件の和の 274.6 万件を、P34 表に記載の件数比で按分し求めた。(<https://www.jarc.or.jp/data/databook/>)

	事業者の規模（年間処理台数の規模）		
	1,000台以下 （手解体）	1,001-10,000台 （ニブラ・プレス）	10,001台以上 （ニブラ・プレス、 その他選別機）
全国の年間処理台数（千台）	599.5	1,636.4	510.1

②各処理パターン(解体に用いる機器・設備)の排出係数の設定

3 つの処理パターン毎に解体プロセスフローを設定した。解体プロセスフローは、「トラック・リフト」「手持ちニブラ」「ニブラ・溶断」「プレス成型」「プラスチック破碎・ナゲット」の 5 つのプロセスの組み合わせからなる。

各処理パターンの解体プロセスフローは以下の通り。

- 手解体:「トラック・リフト」「手持ちニブラ」
- ニブラとプレスを使用:「トラック・リフト」「手持ちニブラ」「ニブラ・溶断」「プレス成型」
- ニブラ・プレスとその他の選別機器を使用:「トラック・リフト」「手持ちニブラ」「ニブラ・溶断」「プレス成型」「プラスチック破碎・ナゲット」

令和 4 年度業務のヒアリング結果⁶をもとに、各プロセスの排出係数を試算した。令和 4 年度業務で得られた 2 事業者の排出係数の平均値、最小値、最大値を排出係数として用いた。具体的には、トラック・リフトの運転のための軽油またはガソリンの使用、ニブラの運転のための軽油の使用、プレス成型機の運転のための電力の使用、プラスチック破碎・ナゲット機の運転のための電力の使用による排出量を計上した。(表 1-4)

表 1-4 各プロセスの最小・平均・最大の排出係数

段階	プロセス	排出係数調査結果 (kgCO2/台)			パターン別排出係数 (kgCO2/台)		
		R4事業者1	R4事業者2	R3算定値	最小	平均	最大
解体	トラック・リフト	2.2272	9.2800	対象外	2.2272	5.7536	9.2800
	手持ちニブラ	対象外	対象外	0.2397	0.2397	0.2397	0.2397
	ニブラ（R4事業者1は溶断も）	4.6080	1.7200	対象外	1.7200	3.1640	4.6080
	プレス成型	2.9328	7.0500	対象外	2.9328	4.9914	7.0500
MR	プラスチック破碎・ナゲット	対象外	3.9167	対象外	3.9167	3.9167	3.9167

運搬プロセスは、令和 3 年度業務⁷の算定方法を利用し、年度により数値が変動する、全国

⁶ 環境省「令和 4 年度リサイクルシステム統合強化による循環資源利用高度化促進業務」、P53 表 2-4 (<https://www.env.go.jp/content/000155603.pdf>)

⁷ 環境省「令和3年度自動車リサイクルにおける 2050 年カーボンニュートラル実現に向けた調査検討業務報告書」、P43(<https://www.env.go.jp/content/000046063.pdf>)

年間処理台数⁸・単位発熱量⁹・排出係数⁹・全国施設数(解体・破碎・全部利用)^{10・11}・国土面積¹²のみを、最新年度データ(2022 年)に更新した。

③解体に用いる機器・設備からの GHG 排出量の算出

各処理パターンについて、該当する解体プロセスフローの GHG 排出量に、運搬の GHG 排出量を加算することで、解体工程全体の GHG 排出量を求めた。

e. 試算結果の解釈にあたっての留意事項

今回の試算は 2 事業者のみを対象とした調査結果に基づき排出係数を作成しているため、必ずしも代表的な値とは言えない。今回の試算結果をベースとした GHG 排出量のおおよその規模の推計は可能だが、より精度の高い GHG 排出量を推計する場合には、関係事業者へのアンケート調査等によりサンプル数を増やした調査を行い、より代表的な排出係数を作成する必要がある。

2) 試算結果

各処理パターン(手解体、ニブラ・プレス、ニブラ・プレス・その他選別機)の、各処理プロセスの GHG 排出量の試算結果を下表に示す。

⁸ 公益財団法人自動車リサイクル促進センター「自動車リサイクルデータ Book2022」、P1
(<https://www.iarc.or.jp/data/databook/>)

⁹ 環境省「算定・報告・公表制度における算定方法・排出係数一覧」
(https://ghg-santeikohyo.env.go.jp/files/calc/itiran_2020_rev.pdf) (2023 年12月 7 日閲覧)

¹⁰ 公益財団法人自動車リサイクル促進センター「自動車リサイクルデータ Book2022」より、解体は P34 の「事業所数」合計値、破碎は P41 の「事業所数」合計値を利用。

¹¹ 自動車リサイクルワーキンググループ 中央環境審議会循環型社会部会自動車リサイクル専門委員会 合同会議 (2022 年)自動車リサイクル制度の施行状況の評価・検討に関する報告書、P6 より、全部利用は右表の「全部利用者(電炉等)」の合計
https://www.meti.go.jp/shingikai/sankoshin/sangyo_gijutsu/resource_circulation/jidosha_wg/pdf/057_03_00.pdf

¹² 国土地理院、「全国都道府県市区町村別面積」
(<https://www.gsi.go.jp/KOKUJYOHO/MENCHO-title.htm>) (2023 年12月 7 日閲覧)

表 1-5 最小・平均・最大の排出係数を用いた GHG 排出量の試算結果(各処理パターン・プロセス別)

最小の排出係数を用いたCO2排出量 単位：tCO2		年間処理台数規模別の全国解体事業者CO2排出量			計
		1,000台以下 (手解体)	1,001-10,000台 (ニブラ・プレス)	10,001台以上 (ニブラ・プレス、その他選別機)	
機器別の全国解体事業者CO2排出量	トラック・リフト	1,335.2	3,644.7	1,136.1	6,115.9
	手持ちニブラ	143.7			143.7
	ニブラ・溶断		2,814.7	877.3	3,692.0
	プレス成型		4,799.3	1,496.0	6,295.3
	プラスチック破碎・ナゲット			1,997.8	1,997.8
計		1,478.9	11,258.7	5,507.2	18,244.7

排出係数の平均を用いたCO2排出量 単位：tCO2		年間処理台数規模別の全国解体事業者CO2排出量			計
		1,000台以下 (手解体)	1,001-10,000台 (ニブラ・プレス)	10,001台以上 (ニブラ・プレス、その他選別機)	
機器別の全国解体事業者CO2排出量	トラック・リフト	3,449.2	9,415.4	2,934.8	15,799.4
	手持ちニブラ	143.7			143.7
	ニブラ・溶断		5,177.7	1,613.9	6,791.6
	プレス成型		8,168.1	2,546.0	10,714.1
	プラスチック破碎・ナゲット			1,997.8	1,997.8
計		3,592.9	22,761.2	9,092.6	35,446.6

最大の排出係数を用いたCO2排出量 単位：tCO2		年間処理台数規模別の全国解体事業者CO2排出量			計
		1,000台以下 (手解体)	1,001-10,000台 (ニブラ・プレス)	10,001台以上 (ニブラ・プレス、その他選別機)	
機器別の全国解体事業者CO2排出量	トラック・リフト	5,563.2	15,186.1	4,733.6	25,482.9
	手持ちニブラ	143.7			143.7
	ニブラ・溶断		7,540.7	2,350.5	9,891.2
	プレス成型		11,536.9	3,596.1	15,133.0
	プラスチック破碎・ナゲット			1,997.8	1,997.8
計		5,706.9	34,263.7	12,677.9	52,648.5

各プロセスの GHG 排出量の合計に運搬の GHG 排出量を合計した解体工程のGHG排出量の推計値は、排出係数の平均値を用いた推計では、GHG 排出量は約 5.9 万 t-CO₂eq/年となった。(最小の排出係数を用いると 4.1 万 t-CO₂eq/年、最大の排出係数を用いると 7.6 万 t-CO₂eq/年。) (表 1-6)

表 1-6 最小・平均・最大の排出係数を用いた GHG 排出量の試算結果(合計)

R5年度事業算定（最小の排出係数を用いたCO2排出量）	41,343	tCO2/年
-----------------------------	--------	--------

起源・ガス種別	プロセス小項目	項目	台数・重量	単位	排出係数	単位	t-CO2eq/年（全国値）
エネルギー起源CO ₂	解体	投入エネルギーに対するCO2排出量	2,746,000	台/年	※	t-CO2eq/台	18,245
エネルギー起源CO ₂	運搬	破砕施設への運搬に伴うCO2排出量	2,588,000	台/年	0.0068	t-CO2eq/台	17,628
エネルギー起源CO ₂	運搬	全部利用施設への運搬に伴うCO2排出量	156,000	台/年	0.0351	t-CO2eq/台	5,470
合計							41,343

R5年度事業算定（排出係数の平均を用いたCO2排出量）	58,545	tCO2/年
-----------------------------	--------	--------

起源・ガス種別	プロセス小項目	項目	台数・重量	単位	排出係数	単位	t-CO2eq/年（全国値）
エネルギー起源CO ₂	解体	投入エネルギーに対するCO2排出量	2,746,000	台/年	※	t-CO2eq/台	35,447
エネルギー起源CO ₂	運搬	破砕施設への運搬に伴うCO2排出量	2,588,000	台/年	0.0068	t-CO2eq/台	17,628
エネルギー起源CO ₂	運搬	全部利用施設への運搬に伴うCO2排出量	156,000	台/年	0.0351	t-CO2eq/台	5,470
合計							58,545

R5年度事業算定（最大の排出係数を用いたCO2排出量）	75,747	tCO2/年
-----------------------------	--------	--------

起源・ガス種別	プロセス小項目	項目	台数・重量	単位	排出係数	単位	t-CO2eq/年（全国値）
エネルギー起源CO ₂	解体	投入エネルギーに対するCO2排出量	2,746,000	台/年	※	t-CO2eq/台	52,649
エネルギー起源CO ₂	運搬	破砕施設への運搬に伴うCO2排出量	2,588,000	台/年	0.0068	t-CO2eq/台	17,628
エネルギー起源CO ₂	運搬	全部利用施設への運搬に伴うCO2排出量	156,000	台/年	0.0351	t-CO2eq/台	5,470
合計							75,747

（参考）R3年度事業算定	28,386	tCO2/年
--------------	--------	--------

起源・ガス種別	プロセス小項目	項目	台数・重量	単位	排出係数	単位	t-CO2eq/年（全国値）
エネルギー起源CO ₂	ニブラによる解体	投入エネルギーに対するCO2排出量	3,159,000	台/年	0.00024	t-CO2eq/台	757
エネルギー起源CO ₂	運搬	破砕施設への運搬に伴うCO2排出量	3,025,000	台/年	0.0069	t-CO2eq/台	20,878
エネルギー起源CO ₂	運搬	全部利用施設への運搬に伴うCO2排出量	190,000	台/年	0.0355	t-CO2eq/台	6,751
合計							28,386

(2) 事前選別処理品目(①鉛蓄電池)

1) 試算方法

a. 基本的な考え方

本年度ヒアリング調査を実施した電池解体・精錬事業者(A 社)における、鉛蓄電池の処理に関わる電力、軽油の使用に起因する GHG 排出量を試算した。

以下に試算の手順を示す。

- ①事業所全体のエネルギー消費量のうち、鉛蓄電池の処理に関わる電力・軽油の消費量のみを考慮し、鉛蓄電池の単位処理量あたりの電力・軽油の使用に起因する GHG 排出量を求めた。
- ②①に国内の鉛蓄電池処理量を乗じて、国内の鉛蓄電池の処理に係る電力・軽油の使用に起因する GHG 排出量を求めた。

上記の各手順の詳細な算定方法は d で述べる。

b. フローの把握

鉛蓄電池の排出は、排出事業者によって、有価売却、もしくは(一社)鉛蓄電池再資源化協会(SBRA)での無償回収が選択されている。ほとんどが有価売却されており、SBRA による廃鉛蓄電池の回収量は、廃鉛蓄電池の排出量全体の1割以下程度とされる。いずれの方法で回収された廃鉛蓄電池も、基本的な処理フローは図 1-1に示す流れとなっている。

うち、鉛蓄電池の解体～再生鉛回収を行うまでのフローを図 1-2にて詳細化した。鉛蓄電池の解体工程では帯鋸式・ギロチン式等の2000年代以前に主流であった設備を用いる事業者もいるが、より処理効率の高い連続解体・クラッシャーを用いる事業者もいる。鉛蓄電池の解体～破碎・分別に用いる機器設備の違いに起因して、GHG 排出量・排出削減効果、鉛や樹脂等の資源回収量に差が生じ得る。選別された鉛は、溶融炉で精錬処理がなされ、A 社の場合には「鉛合金」「再生鉛」に6:4の比率で仕向けられる。また、同じくA 社の場合には、選別された樹脂は、鉛蓄電池電槽等に用いられる「白色のポリプロピレン」や、海外製自動車・二輪車用の鉛蓄電池電槽等に用いられる「雑色のポリプロピレン」の原料となる。

自動車用鉛バッテリーの回収・リサイクルの仕組み (23年3月13日環境省主催ウェビナー資料抜粋)

1. 現在のところ、自動車用鉛バッテリーの使用済み品の約95%は、有価の原材料としてビジネスベースで回収・市場取引されている。残り数%については、廃掃法上の廃棄物であり、鉛蓄電池再資源化協会(以降、SBRA;国内電池メーカー及び電池輸入業者が会員)が関連事業者に委託して回収や解体、リサイクルを実施しているところ。これらの比率は鉛の需給バランスにより左右される。
2. 有価の原材料たる廃バッテリーは廃掃法の適用対象ではないものの、回収や保管、解体作業においては事業者は同様に環境汚染防止のための関連規制を遵守する必要がある。

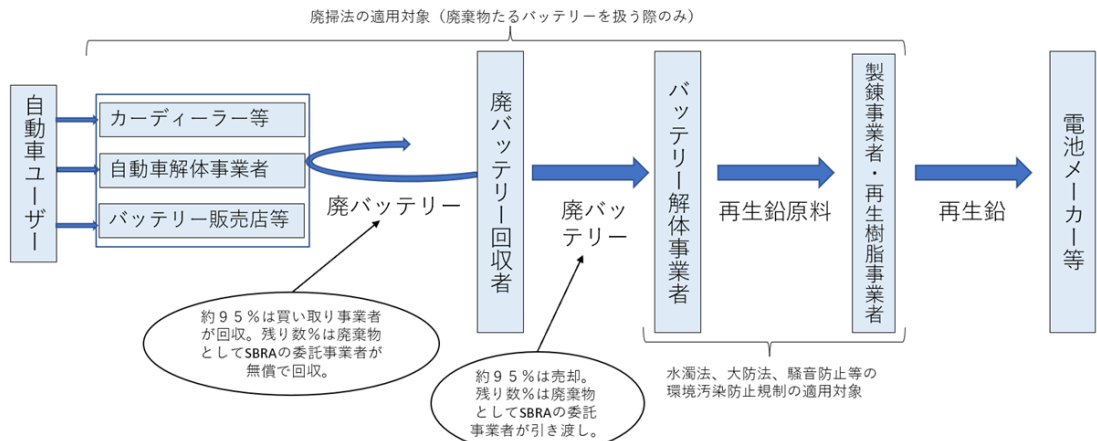


図 1-1 SBRA の鉛蓄電池の処理・リサイクルフロー

出所)一般社団法人鉛蓄電池再資源化協会 提供資料

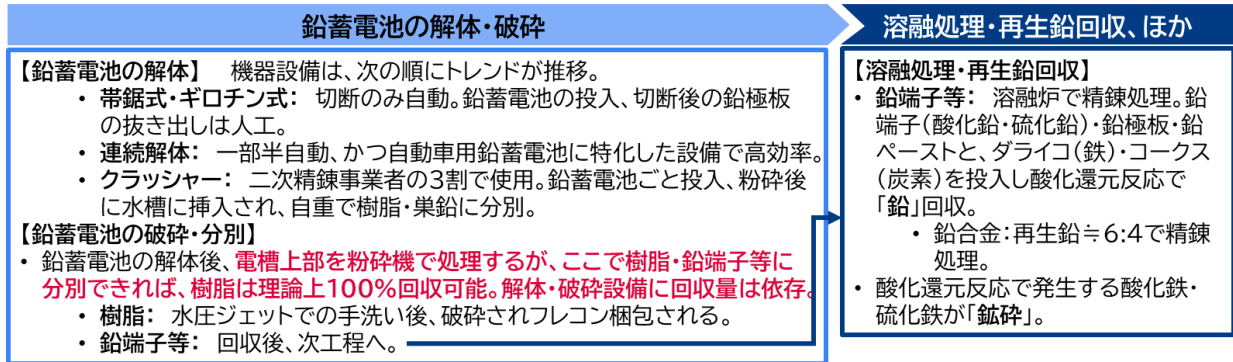


図 1-2 鉛蓄電池の解体～再生鉛回収を行うまでのフロー

出所)電池解体・精錬事業者(A 社)のヒアリング結果より

c. 試算のバウンダリ

①については、A 社での鉛蓄電池の解体から破碎・分別までで用いられる機器・設備の電力・軽油の使用に起因する GHG 排出量を試算のバウンダリとした。なお、解体した鉛部品等の鉛精錬工程への投入以降は、鉛精錬事業として鉛を製造する工程であり、自動車リサイクルにおける鉛蓄電池処理の範囲外と考え、鉛精錬工程以降はバウンダリ外と設定した。A 社では、電力・軽油以外にも用いているエネルギーが存在するが、鉛蓄電池の解体から破碎・分別までで用いられる機器・設備の主なエネルギーとして、電力・軽油を対象にした。

②については、①に基づき、国内全体の鉛蓄電池(SBRA での処理・リサイクルフロー以外の有価売却分も含む)の解体から破碎・分別に係る、GHG 排出量を試算のバウンダリとした。

d. 算定式・用いたデータ

各手順の算定式を以下表 1-7 に整理した。

表 1-7 鉛蓄電池の処理に係る排出量の算定式

手順	算定式
①	A 社での鉛蓄電池処理に関わる機器・設備で用いる電力・軽油使用量を用いて、「電力・軽油の使用に起因する月間 GHG 排出量[t-CO₂/月]」を計算した。 「電力の使用に起因する月間 GHG 排出量[t-CO₂/月]」¹³＝「電力の月間エネルギー消費量」×「電力 1kWh 当たりの GHG 排出量」¹⁴…(i)

¹³環境省、「算定・報告・公表制度における算定方法・排出係数一覧」p.1「他人から供給された電気の使用」より「電気使用量×単位使用量当たりの排出量」の公式を用いた。https://ghg-santeikohyo.env.go.jp/files/calculiran_2020_rev.pdf (2023 年 11 月 13 日閲覧)

¹⁴環境省、「電気事業者別排出係数一覧」p.18「特定排出者が調達した非化石証書利用に係る情報」より「全国平均係数 0.000434 t-CO₂/kWh」の数値を用いた。

https://ghg-santeikohyo.env.go.jp/files/calculr05_coefficient_rev4.pdf (2023 年 11 月 13 日閲覧)

	「軽油の使用に起因する月間 GHG 排出量[t-CO₂/月]」¹⁵＝「軽油の月間エネルギー消費量」×「単位使用量当たりの発熱量」¹⁶×「単位発熱量当たりの GHG 排出量」¹⁷…(i) 「鉛蓄電池の処理に係る電力・軽油の使用に起因する月間 GHG 排出量[t-CO₂/月]」＝(i)×「鉛回収量に占める鉛蓄電池由来の鉛の割合[%]」…(ii) ただし、「鉛回収量に占める鉛蓄電池由来の鉛の割合[%]」は、A 社における各種データを用い、以下の通り計算した。 「鉛回収量に占める鉛蓄電池由来の鉛の割合[%]」＝「鉛蓄電池由来の鉛[t/年]」/「鉛回収量[t/年]」 また、「鉛蓄電池由来の鉛[t/年]」は、A 社における各種データを用い、以下の通り計算した。 「鉛蓄電池由来の鉛[t/年]」＝「鉛蓄電池の取扱量[t/年]」×「鉛蓄電池重量に占める鉛回収量の割合 53[%]」 「鉛蓄電池の単位処理量あたりの電力・軽油の使用に起因する GHG 排出量[t-CO₂/t]」＝(ii)/「鉛蓄電池の月間取扱量[t/月]」(約 470[t/月]¹⁸)…(iii)
②	「国内の鉛蓄電池の処理に係る電力・軽油の使用に起因する年間 GHG 排出量[t-CO₂]」＝(iii)×「国内における鉛蓄電池の年間処理量(推定)39.4 [kt]」¹⁹

e. 試算結果の解釈にあたっての留意事項

試算結果の解釈にあたっての留意事項	
算定の前提	- A 社では、事業所全体の各電力・燃料種のエネルギー消費量は把握されていたが、機器・設備ごとの詳細な内訳は把握されていなかった。よって本試算では、事業所全体の電力・軽油の使用量から、鉛蓄電池の解体から破砕・分別までの GHG 排出量を計算している。GHG 排出量の内訳の把握のためには、機器・設備ごとのエネルギー消費量を把握する必要がある。 - A 社では、鉛蓄電池の処理に係るエネルギー消費量のみを切り分けて把握していなかった。よって本試算では、電力・軽油のエネルギー消費量に占める鉛蓄電池の処理に係るエネルギー消費量の割合を、事業所全体の鉛回

¹⁵環境省、「算定・報告・公表制度における算定方法・排出係数一覧」p.1「燃料の使用/算定方法」より「(燃料種ごとに)燃料使用量×単位使用量当たりの発熱量×単位発熱量当たりの炭素排出量×44/12」の公式を用いた。

https://ghg-santeikohyo.env.go.jp/files/calc/itiran_2020_rev.pdf (2023 年 11 月 13 日閲覧)

¹⁶環境省、「算定・報告・公表制度における算定方法・排出係数一覧」p.6,7「別表1 燃料種別の発熱量」の数値を用いた。https://ghg-santeikohyo.env.go.jp/files/calc/itiran_2020_rev.pdf (2023 年 11 月 13 日閲覧)

¹⁷環境省、「算定・報告・公表制度における算定方法・排出係数一覧」p.6,7「別表2 燃料の使用に関する排出係数」の数値を用いた。

https://ghg-santeikohyo.env.go.jp/files/calc/itiran_2020_rev.pdf (2023 年 11 月 13 日閲覧)

¹⁸電池解体・精錬事業者(A 社)への本年度ヒアリング調査結果より。

¹⁹バッテリー(鉛蓄電池)の総重量(39.4kt)は、以下の式により算出。「解体業引取台数(315.9 万台)×1 台当たりのバッテリーの重量(12.5kg)※＝39.4kt」※「1 台当たりのバッテリーの重量」：環境省(2010)「平成 22 年度自動車破砕残さにおける性状把握調査業務報告書」より。

	収に占める鉛蓄電池由来の鉛の割合と同じと仮定している。そのため、鉛蓄電池と他の鉛で、単位重量あたりの処理に係るエネルギー消費量に差がある場合には、実績値と試算結果に差がある可能性がある。
代表性	・ GHG 排出量は、1 社のヒアリングで得た事業所全体のエネルギー消費量に基づき排出係数を出して試算した。よって用いた排出係数が国内における産業の排出係数を代表しているわけではない。排出係数は、事業所の規模によっても幅があると考えられる。

2) 試算結果

A 社における電力・軽油の使用量に基づく、試算結果を表 1-8 に示した。

精錬工程自体で使用する LSA 重油やコークスを除く「国内の鉛蓄電池の処理に係る電力・軽油の使用に起因する年間 GHG 排出量」は約 2,400[t-CO₂]と推計された。

表 1-8 電力・軽油の使用量に基づく GHG 排出量試算結果

試算対象	試算結果
国内の鉛蓄電池の処理に係る電力・軽油の使用 に起因する年間 GHG 排出量[t-CO ₂] (鉛蓄電池の年間処理量(推定)39.4[kt])	約 2,400

(3) 事前選別処理品目(②発炎筒)

1) 試算方法

a. 基本的な考え方

発炎筒の排出方法は、運搬距離、他の産業廃棄物と併せて処理可能かといった観点を踏まえ、排出事業者によって次の 2 つから選択されると考えられる。(Ⅰ)日本保安炎筒工業会会員の発炎筒メーカー 2 社各社により構築されている「廃発炎筒処理システム²⁰」の活用、(Ⅱ)産業廃棄物処理業者への処理委託のいずれかである。

本年度ヒアリング調査を実施した、焼却後熱回収やスラグ等の再利用を実施する施設(B 社)では、全量「廃発炎筒処理システム」経由で発炎筒を引き取っている。B 社におけるエネルギー消費量を基にし、(Ⅰ)「廃発炎筒処理システム」経由で引き取った発炎筒の処理に係る GHG 排出量を試算した。

以下に試算の手順を示す。

- ① 発炎筒の処理に係るガス化溶融炉、排ガス・排水処理設備に用いるエネルギー

²⁰ 経済産業省ウェブサイト、産業構造審議会産業技術分科会廃棄物・リサイクル小委員会自動車リサイクルWG中央環境審議会循環型社会部会自動車リサイクル専門委員会 第57回合同会議(2022 年 11 月 7 日)資料 7-2「廃発炎筒処理システム(実績報告)」p.2,3,5,6、
https://www.env.go.jp/council/content/i_03/000084941.pdf (2024 年 2 月 5 日閲覧)

消費量に起因する GHG 排出のみを考慮し、発炎筒の単位処理量あたりの GHG 排出量を求めた。

- ② ①に「廃発炎筒処理システム」経由で引き取った発炎筒の年間処理量を乗じて、それらの処理に係る年間 GHG 排出量を算出した。

上記の各手順の詳細な算定方法は d で述べる。

b. フローの把握

「廃発炎筒処理システム」では、発炎筒は指定引取場所もしくは処理施設で焼却処分・熱回収がなされ、一部の処理施設で外装容器(PE)が取り外され再資源化される。処理施設 B 社の処理フローは 図 1-3 に示す通りである。(B 社では「廃発炎筒処理システム」で回収された発炎筒を取り扱っており、それ以外のルートで回収された発炎筒は取り扱っていない。)

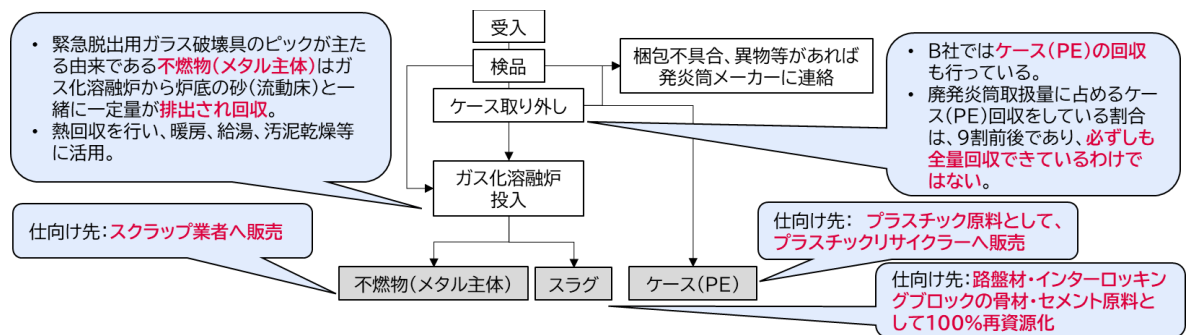


図 1-3 発炎筒の処理フローと機器設備

出所)発炎筒について焼却後「熱回収やスラグ等の再利用を実施」する施設(B 社)のヒアリング結果より

c. 試算のバウンダリ

①発炎筒の単位処理量あたりの GHG 排出量

…前述した「廃発炎筒処理システム」の発炎筒の処理フローに基づき、発炎筒の処理に係るエネルギー消費量の大部分を占めるガス化溶融炉と、それに付随する排ガス・排水処理設備に用いるエネルギーの使用に起因する GHG 排出を試算のバウンダリとした。なお、施設全体のエネルギー消費量は把握できているが、ガス化溶融炉、排ガス・排水処理設備等設備別の消費量、また発炎筒の処理のみに起因する消費量までは、B 社では把握できていない。

②年間 GHG 排出量

…①で求めた「発炎筒の単位処理量あたりの GHG 排出量」に基づき、(I)「廃発炎筒処理システム」経由で引き取った発炎筒の処理に係る GHG 排出量を試算のバウンダリとした。

d. 算定式・用いたデータ

各項目の算定式を以下表 1-9 に整理した。

また、B 社からいただいたエネルギー消費量データは原油換算値[kL-原油]であり燃料種毎の内訳が不明のため、全て原油の使用量と仮定した。

表 1-9 発炎筒の処理に係る排出量の算定式

項目	算定式
①発炎筒の単位処理量あたりの GHG 排出量[t-CO ₂ /t]	「ガス化溶融炉、排ガス・排水処理設備に用いるエネルギーの使用²¹」に起因する月間 GHG 排出量[t-CO₂/月]＝「ガス化溶融炉、排ガス・排水処理設備に用いる月間エネルギー消費量(原油換算値)」×「単位使用量当たりの発熱量」×「単位発熱量当たりの GHG 排出量」…(i) 「発炎筒の処理に係る月間 GHG 排出量[t-CO₂/月]」＝(i)×「事業所全体の産業廃棄物処理量に占める発炎筒の割合 [%]²²」…(ii) 「発炎筒の単位処理量あたりの GHG 排出量[t-CO₂/t]」＝(ii)/「発炎筒の月間取扱量[t] (約 18[t/月])」…(iii)
②「廃発炎筒処理システム」経由で引き取った発炎筒の処理に係る年間 GHG 排出量[t-CO ₂]	「『廃発炎筒処理システム』経由で引き取った発炎筒の処理に係る年間 GHG 排出量[t-CO₂]」＝(iii)×「『廃発炎筒処理システム』経由で引き取った発炎筒の年間処理量(推定)(686[t])」

e. 試算結果の解釈にあたっての留意事項

区分	試算結果の解釈にあたっての留意事項
代表性	・ GHG 排出量は、1 社のヒアリングで得た事業所全体のエネルギー消費量に基づき排出係数を出して試算した。よって用いた排出係数が国内における産業の排出係数を代表しているわけではない。エネルギー消費量は、事業所の規模によっても幅があると考えられる。

2) 試算結果

試算結果を以下表 1-10 に示した。

B 社における事業所全体のエネルギー消費量のうち、発炎筒の処理に係るガス化溶融炉、排ガス・排水処理設備のエネルギー消費量により、GHG 排出量を推計した。

その結果、「①発炎筒の単位処理量あたりの GHG 排出量」は約 0.3[t-CO₂/t]と推計さ

²¹ B 社からいただいたエネルギー消費量データは原油換算値[kL-原油]であり燃料種毎の内訳が不明のため、「全て原油」の使用量と仮定。

²² 「事業所全体の産業廃棄物処理量に占める発炎筒の割合 [%]」は、B 社における各種データを用い計算した。「廃発炎筒の取扱量[t/年・2022 年度]」/「施設全体の産廃処理量[t/年・2022 年度]」

れた。また、これを用いて、「②『廃発炎筒処理システム』経由で引き取った発炎筒の処理に係る年間 GHG 排出量」は約 200[t-CO₂]と推計された。

表 1-10 エネルギー使用量に基づく GHG 排出量試算結果

試算対象	試算結果
発炎筒の単位処理量あたりの GHG 排出量[t-CO ₂ /t] (約 18[t/月]・2022 年度)	約 0.3
「廃発炎筒処理システム」経由で引き取った発炎筒の処理に係る年間 GHG 排出量[t-CO ₂] (「廃発炎筒処理システム」経由で引き取った発炎筒の年間処理量(推 定)686[kt] ²³⁾)	約 200

(4) ASR 再資源化

1) 試算方法

a. 基本的な考え方

ASR 再資源化は、7 つの方式に分類されている。本業務では、各方式の GHG 排出量(エネルギー起源排出量・非エネルギー起源排出量)を試算した。ここでは、エネルギー起源排出量(以下、「エネ起排出量」という。)は「機器・設備における電力・軽油等のエネルギー使用に伴う GHG 排出量」、非エネルギー起源排出量(以下、「非エネ起排出量」という。)は「可燃分が焼却された際に生じる GHG 排出量」を指す。

各方式の GHG 排出量の試算にあたり、まず各方式のフローを調査した。(フローについては b.を参照。)

各方式の GHG 排出量の試算のバウンダリは、エネ起排出量については再資源化施設内、非エネ起排出量については ASR 再資源化工程とその後使用されるまでとした。(バウンダリについては c.を参照)

各方式の GHG 排出量は、「①各方式での ASR 引取量」×「②各方式での排出係数」によって試算した。「①各方式での ASR 引取量」は、各再資源化施設からの報告をもとに環境省がとりまとめた数値(令和 4 年度実績値)を用いた。「②各方式での排出係数」の設定方法は、d.にて詳細に説明している。

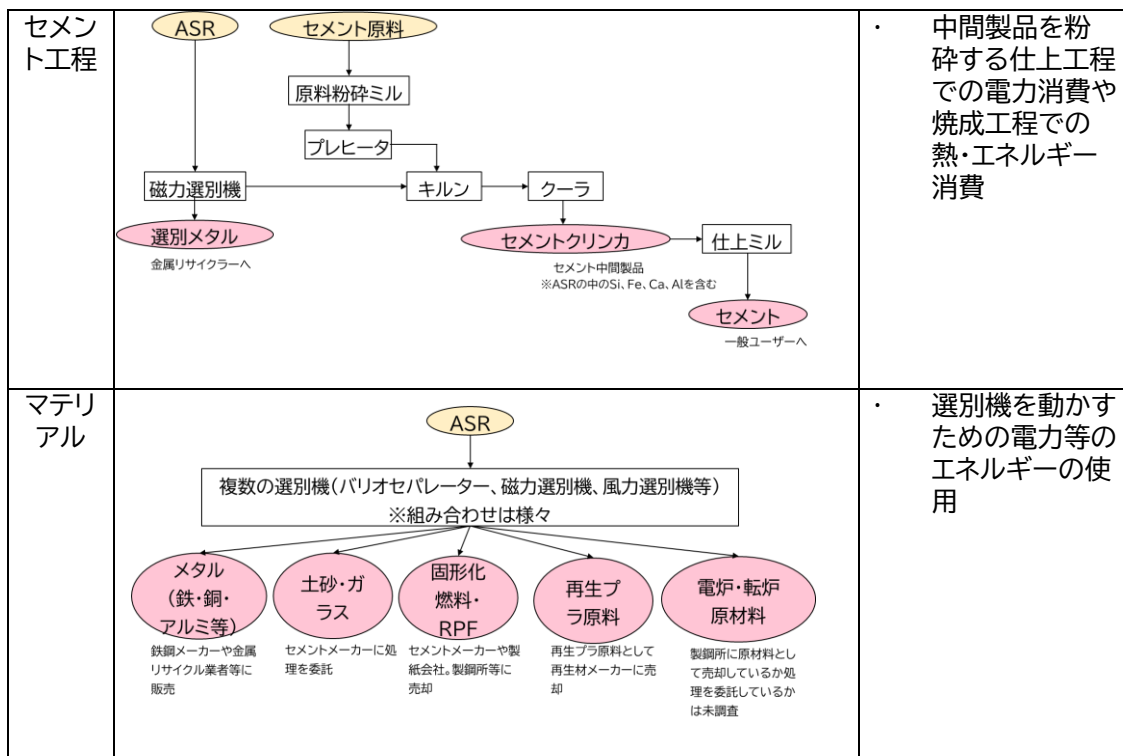
b. 各方式のフローの把握

各方式での再資源化の主なフロー、主なエネルギー消費を下表に整理する。

²³⁾ 日本保安炎筒工業会(2021)廃発炎筒処理システム(実績報告)、
<http://www.env.go.jp/council/03recycle/y033-56/mat07-2.pdf> (最終閲覧日 2022 年 1 月 21 日)

表 1-11 ASR 再資源化各方式の主なフロー・主なエネルギー消費
(※2024 年 2 月 8 日現在事業者確認中のため暫定版)

	主なフロー	主なエネルギー消費
製錬	ASR 反射炉 スラグ セメント原料もしくは 防波堤の中詰材として利用 ※鉄、アルミ、シリコン 転炉 アノード 所内電解工場で利用 SO₂ガス 集塵機 硫酸プラント 石膏プラント 転炉煙灰 所内で繰り返し利用 鉛を鉛精錬メーカーに 販売 硫酸 農業肥料・工業用途で 利用 石膏 石膏ボードまたはセメ ント原料として利用	反射炉での運 転のための燃料 の使用
ガス 化溶 融	ASR ピット ガス化炉 ガス 集塵機 送風機 飛灰 燃料ガス 還元焙焼炉の還元剤として 利用 製鉄所で副生されるガスと同 様の可燃性ガスとして売却 磁選機 溶融メタル 非鉄製錬会社に販売 スラグ 路盤材として処理委託。一部 はブロック材料として売却	- IT ファン(送風 機)での電力の 使用 - 炉内の助燃に LNG を使用
焼却 炉・溶 融炉	未調査(主なアウトプットは飛灰、焼却灰、スラグ、溶融メタル)	未調査
流動 床炉	ASR ホッパー 燃焼室 ・ボイラー ガス 集塵機 ファン 飛灰 処理を委託 選別機 焼却メタル(鉄・選 別非鉄・ミックス) リサイクルメタルの原料として利用 焼却灰 処理を委託	- 燃焼空気の吹 き込み - 排ガス誘引の ファンの電力の 使用
炭化 炉	ASR 破砕機 熱分解ドラム カーボン粉 成形機 カーボンブリケット 電気炉で還元剤として利用 炭化メタル(鉄) 電気炉の鉄原料として再利用 炭化メタル(非鉄) 選別メーカーに有価で売却 有機ガス 自家発電に利用 排熱は熱源として再利用	- 加熱空気ヒー ターでの灯油の 使用 - 炉での電力の 使用



c. 試算のバウンダリ

エネ起排出量の試算のバウンダリは、ASR 再資源化施設内としている。ASR 再資源化には、ガス化溶融炉やマテリアル方式の施設のように、ASR 再資源化を目的とする施設と、製錬やセメント工程のように、製品の製造工程で ASR を原燃料として用いる施設がある。今回の試算では、いずれの施設についても、ASR 再資源化施設内のエネルギー消費量を投入物の重量で単純按分し、ASR 再資源化のエネルギー消費量として計上している。そのため、製品の製造工程で ASR を原燃料として用いる施設についても、製品の製造にかかるエネルギー消費量も含めて ASR 再資源化のためのエネルギー消費量としている。製品の製造工程のエネルギー消費量と ASR の再資源化に必要なエネルギー消費量を区別することができないため、このように算定しているが、本来は製品の製造の燃料消費量を ASR に配分するのは不適切であり、この試算結果は過大評価となっている。

ASR 再資源化施設へのヒアリングでは、ASR 再資源化工程全体でのエネルギー消費量の情報を提供いただき、それに基づいて ASR1 トン再資源化あたりの GHG 排出量(排出係数)を算出した。そのため、排出量の内訳や詳細なバウンダリは把握できていない。

また、マテリアルリサイクルやエネルギー回収による GHG 排出削減効果については自動車リサイクルの範囲外の工程を考慮に入れる必要があり、現時点で利用可能なデータが存在し

ないため未考慮である。²⁴

本試算は、各方式の GHG 排出量のみを評価している。しかし、GHG 排出量が多い方式であっても、GHG 排出削減効果が大きく、GHG 排出量の削減に寄与する可能性がある。このため、現時点では GHG 排出削減効果を含めた各方式間の GHG 排出量の比較はできない。

非エネ起排出量の試算のバウンダリは、ASR 再資源化施設での ASR の燃焼に加え、再資源化施設で回収されたマテリアルが使用・廃棄されるまでの燃焼としている。ASR 再資源化施設の中で ASR が燃え切らず、後工程で燃焼するのは、炭化炉とマテリアルの 2 方式である。この 2 方式については、ASR 再資源化施設内での燃焼と、後工程での燃焼による非エネ起排出量を、表 1-12 の通り、分けて算出した。

マテリアル方式の ASR 再資源化施設では、ASR を燃焼させないことから、マテリアル方式では非エネ起排出量はないという見方もできる。しかし、実態としては、ASR 再資源化施設の後工程で、燃料代替やセメント原燃料等として燃焼されていることがわかった。また、有識者へのヒアリングの結果、ASR 再資源化施設の外で燃焼された場合についても、次の製品になるまでは、ASR 再資源化のバウンダリに含めるべきとのご指摘をいただいた。そのため、「施設外の非エネルギー起源」として ASR 再資源化施設の外で燃焼された場合の非エネ起排出量を計上した。

炭化炉については、令和 3 年度業務における推計では、可燃分の全てが燃焼する想定で算定していたが、今年度の実態把握調査によって、炭化炉では、可燃分は有機ガスとカーボンブリケットとなることがわかった。有機ガスの自家消費(燃焼)による排出量は「非エネ起排出量」に計上した。カーボンブリケットは、還元剤として使用され、非エネ起排出量に寄与するため、「施設外の非エネルギー起源(回収されたマテリアルの使用)」として ASR 再資源化施設の外で酸化された場合の非エネ起排出量を計上した。

本来であれば、エネ起排出量と非エネ起排出量のバウンダリを揃えることが望ましいが、再資源化施設で回収されたマテリアルが輸送され、使用されるまでのエネ起排出量を把握することができないため、今回の試算では ASR 再資源化施設で再資源化されたマテリアルの後工程での使用のためのエネ起排出量(マテリアルリサイクル施設・エネルギー回収施設までの運搬やマテリアルリサイクル・エネルギー回収そのものにかかるエネルギー消費による排出量)は対象外とした。

²⁴ マテリアルリサイクルについてはリサイクル事業者による回収された金属やプラスチック等のマテリアルリサイクルによる GHG 排出削減効果、エネルギー回収については ASR 再資源化施設工程で回収された熱や蒸気、有機ガス、それらを用いて発電された電気、または ASR 再資源化施設で選別された固形燃料等のエネルギーの、自社や販売先(隣接するグループ会社の工場等)・引渡先での利用による GHG 排出削減効果を考慮に入れる必要がある。

表 1-12 バウンダリに応じた GHG 排出量の分類

	内容
エネルギー起源 GHG 排出量 (ASR 再資源化目的)	ASR 再資源化を目的とする再資源化施設で、ASR の再資源化にエネルギーを使用することに伴う GHG 排出量。ここでは、ガス化溶融、焼却炉＋溶融炉、流動床炉、炭化炉、マテリアルの 5 方式の再資源化施設が該当する。
エネルギー起源 GHG 排出量(製造目的)	ASR 再資源化ではなく、別の製品の製造を目的とする再資源化施設で、ASR の再資源化にエネルギーを使用することに伴う GHG 排出量。ここでは、製錬、セメント工程の 2 方式の再資源化施設が該当する。
施設内の非エネルギー起源 GHG 排出量	ASR 再資源化施設内での ASR 燃焼に伴う非エネルギー起源 GHG 排出量。ASR 再資源化施設の外で ASR 由来のマテリアルが燃焼されることによる GHG 排出量を含まない。
施設外の非エネルギー起源 GHG 排出量(回収されたマテリアルの利用)	ASR 再資源化施設の外で、再資源化施設において ASR から回収されたマテリアルが燃焼されることによる GHG 排出量。具体的には、マテリアル方式で選別されたマテリアルや、炭化炉で作られたカーボンブリケット等が、再資源化施設から他の事業者へ仕向けられた後に、燃料・還元剤等として燃焼されたときに発生する GHG 排出量を指す。
施設外の非エネルギー起源 GHG 排出量(マテリアルリサイクルされたプラスチックの最終的な廃棄)	ASR 再資源化施設の外で、ASR から回収されマテリアルリサイクルされたプラスチックが最終的に焼却され廃棄されるときに発生する GHG 排出量。ASR から回収されたプラスチックがマテリアルリサイクルされる際には、非エネルギー起源 GHG 排出量は発生しないが、マテリアルリサイクルされたプラスチックが最終的に廃棄される場合には、焼却に伴い GHG 排出量が発生することを示している。

d. 算定式・用いたデータ

各方式のエネ起排出量・非エネ起排出係数について、以下の方法で算定して作成した。排出係数の作成方法の詳細を以下で述べる。

表 1-13 各方式の排出係数の作成方法の概要

	方式	排出係数
エネルギー起源 GHG 排出量	ガス化溶融	「ガス化溶融」工程での ASR1t 当たりの処理に必要な電気使用量・コークス使用量・LNG 使用量の文献値 ²⁵ を元にエネルギー使用量を求め、各燃料の排出係数 ²⁶ を乗じて作成。
	流動床炉	「流動床炉」の文献値 ²⁷ を使用し、各燃料の排出係数 ²⁶ を乗じて作成。
	焼却炉＋溶融炉	「焼却」と「ガス化溶融」の文献値 ²⁵ の合計を使用し、各燃料の排出係数 ²⁶ を乗じて作成

²⁵ 三菱 UFJ リサーチ&コンサルティング(2020)「CFRP 含有 ASR 等の非燃焼処理および 事業者間連携による貴金属等回収・再資源化実証報告書」、P80 図表 102

(https://www.env.go.jp/recycle/car/pdfs/h31_report01_mat01.pdf)

²⁶ 環境省、「算定・報告・公表制度における算定方法・排出係数一覧」

(https://ghg-santeikohyo.env.go.jp/files/calc/itiran_2020_rev.pdf) (2023 年 12 月 7 日閲覧)

²⁷ 廃棄物処理施設技術管理協会(2016)「ガス化溶融施設の運転管理に関する実態調査報告書」、P29 表 45 より、「流動床式」「平均」の値を引用した。

(https://jaem.or.jp/cms/wp-content/uploads/2019/08/gasuka-houkokusho_1603.pdf)

	製錬、炭化炉、セメント工程、マテリアル	各方式1社へのヒアリングで得られた原料投入量あたりのエネルギー消費量を算定し、これを ASR 投入量あたりのエネルギー消費量として、各燃料の排出係数 ²⁶ を乗じて作成
非エネルギー起源GHG排出量	全方式	プラスチック、ゴム、ウレタン、発泡スチロール、繊維類、紙について、それぞれの可燃分・ASR に占める組成 ²⁸ をもとに完全燃焼時の排出係数を算出。メタン及び亜酸化窒素についても全行程共通の排出係数 ²⁹ を算出。

ア) エネ起排出量

エネ起排出量については、製錬、炭化炉、セメント工程、マテリアルの4方式については、各1社へのヒアリングで得られたASR再資源化施設全体でのエネルギー消費量、原料投入量及びASR投入量から、ASR投入量あたりの排出係数を作成した。ガス化溶融、流動床炉、焼却炉＋溶融炉については、排出係数の文献値を用いた。（詳細は令和3年度業務報告書³⁰と同様の手法であり、出所は上記の表を参照。）

各方式で計上されたエネルギーの種類を下表に「○」と記載した。

表 1-14 ASR再資源化工程 各方式で計上したエネルギー

	電力	揮発油	灯油	軽油	A重油	C重油	石油コークス	液化天然ガス(LNG)	石炭(一般炭)	コークス	液化石油ガス
製錬	○	○	○	○	○	○	○	○	○		
ガス化溶融	○									○	○
焼却炉・溶融炉	○				○					○	○
流動床炉	○										
炭化炉	○		○								

²⁸ 産業構造審議会産業技術環境分科会廃棄物・リサイクル小委員会 自動車リサイクルワーキンググループ、中央環境審議会循環型社会部会自動車リサイクル専門委員会 合同会議(2021)「自動車リサイクル制度の施行状況の評価・検討に関する報告書」

(https://www.meti.go.jp/shingikai/sankoshin/sangyo_gijutsu/haikibutsu_recycle/jidosha_wg/pdf/20210727_1.pdf)

²⁹ 環境省、「算定・報告・公表制度における算定方法・排出係数一覧」

(https://ghg-santeikohyo.env.go.jp/files/calc/itiran_2020_rev.pdf) (2023年12月7日閲覧)

³⁰ 環境省(2022)「令和3年度自動車リサイクルにおける2050年カーボンニュートラル実現に向けた調査検討業務報告書」、P50～53

(<https://www.env.go.jp/content/000046063.pdf>)

セメント工程	○				○				○	○	
マテリアル	○										

各方式のエネ起排出量の算定式を下表で整理する。

表 1-15 ASR 再資源化工程 各方式のエネ起排出係数の算定式

工程	算定式
製錬	製錬事業者(1社)にヒアリングを行い、銅製造1トンあたりの電力使用量、揮発油・灯油・軽油・A重油・C重油・石油コークス・液化天然ガス(LNG)・石炭(一般炭)の年間使用量、銅製造1トンあたりのASR投入量を把握した。 電力のエネルギー使用量は、以下のように計算した。 $\text{(原材料投入量1トンあたりのエネルギー使用量)} = \text{(銅製造1トンあたりのエネルギー使用量)} \div \text{(銅製造1トンあたりの原材料投入量)}$ ただし、 $\text{(銅製造1トンあたりの原材料投入量)} = \text{(銅製造1トンあたりのASR投入量)} \div \text{(原材料投入量1トンあたりのASR投入量)}$ として求めた。 揮発油・灯油・軽油・A重油・C重油・石油コークス・液化天然ガス(LNG)・石炭(一般炭)の各燃料のエネルギー使用量を以下のように計算した。 $\text{(原材料投入量あたりのエネルギー使用量)} = \text{(エネルギー年間使用量)} \div \text{(原材料投入量)}$ ただし、 $\text{(原材料投入量)} = \text{(ASR年間投入量)} \div \text{(原材料投入量1トンあたりのASR投入量)}$ によって求めた。 これらを用いて、 $\begin{aligned} &\text{(原材料1トンあたりのエネ起GHG排出量)} \\ &= \text{(原材料1t当たりの電力使用量} \times \text{電力1kWh当たりのGHG排出量)} \\ &+ \text{(原材料1t当たりの揮発油使用量} \times \text{揮発油1L当たりのGHG排出量)} \\ &+ \text{(原材料1t当たりの灯油使用量} \times \text{灯油1L当たりのGHG排出量)} \\ &+ \text{(原材料1t当たりの軽油使用量} \times \text{軽油1L当たりのGHG排出量)} \\ &+ \text{(原材料1t当たりのA重油使用量} \times \text{A重油1L当たりのGHG排出量)} \\ &+ \text{(原材料1t当たりのC重油使用量} \times \text{C重油1L当たりのGHG排出量)} \\ &+ \text{(原材料1t当たりの石油コークス使用量} \times \text{石油コークス1t当たりのGHG排出量)} \\ &+ \text{(原材料1t当たりの液化天然ガス(LNG)使用量} \times \text{液化天然ガス(LNG)1t当たりのGHG排出量)} \end{aligned}$

工程	算定式
	を求め ³¹ 、これを ASR 再資源化のエネ起 GHG 排出量とした。
ガス化溶融	既往文献³²で報告されているガス化溶融の排出係数を用いて、ASR 再資源化のエネ起排出量とした。(令和 3 年度業務報告書³³参照) (ASR 投入量 1 トンあたりのエネ起 GHG 排出量) =(ASR1t 当たりの電力使用量×電力 1kWh 当たりの GHG 排出量) +(ASR1t 当たりのコークス使用量×コークス 1t 当たりの GHG 排出量) +(ASR1t 当たりの液化石油ガス使用量×液化石油ガス 1Nm3 当たりの GHG 排出量)
焼却炉・溶融炉	既往文献³²で報告されている焼却及びガス化溶融の排出係数を用いて、ASR 再資源化のエネ起排出量とした。(令和 3 年度業務報告書³³参照) (ASR 投入量 1 トンあたりのエネ起 GHG 排出量) =(ASR1t 当たりの電力使用量×電力 1kWh 当たりの GHG 排出量) +(ASR1t 当たりのコークス使用量×コークス 1t 当たりの GHG 排出量) +(ASR1t 当たりの液化石油ガス使用量×液化石油ガス 1Nm3 当たりの GHG 排出量) +(ASR1t 当たりの重油使用量×重油 1L 当たりの GHG 排出量)
流動床炉	既往文献³⁴で報告されている流動床炉の排出係数を用いて、ASR 再資源化のエネ起排出量とした。(令和 3 年度業務報告書³³参照) なお、既往文献は、一般廃棄物 1t 当たりの数値であるが、ここでは ASR1t も同様と仮定した。 (ASR 投入量 1 トンあたりのエネ起 GHG 排出量) =(ASR1t 当たりの電力使用量×電力 1kWh 当たりの GHG 排出量)
炭化炉	炭化炉事業者(1 社)にヒアリングを行い、電力と灯油の原材料投入量 1t あたりの使用量を把握した。 (原材料投入量 1 トンあたりのエネ起 GHG 排出量) =(原材料 1t 当たりの電力使用量×電力 1kWh 当たりの CO2GHG 排出量) +(原材料 1t 当たりの灯油使用量×灯油 1L 当たりの CO2GHG 排出量) を求めた。これを ASR 再資源化のエネ起 GHG 排出量とした。
セメント	セメント工程事業者(1 社)にヒアリングを行い、セメント製造 1 トンあたりの電力

³¹ 各工程とも、燃料の単位使用量当たりの GHG 排出量原単位は、環境省「算定・報告・公表制度における算定方法・排出係数一覧」より引用した。

(https://ghg-santeikohyo.env.go.jp/files/calculations/2020_rev.pdf) (2023 年 12 月 7 日閲覧)

³² 三菱 UFJ リサーチ&コンサルティング(2020)「CFRP 含有 ASR 等の非燃焼処理および 事業者間連携による貴金属等回収・再資源化実証報告書」、P80 図表 102

(https://www.env.go.jp/recycle/car/pdfs/h31_report01_mat01.pdf)

³³ 表中の「令和 3 年度業務報告書」はすべて、環境省(2022)「令和3年度自動車リサイクルにおける 2050 年カーボンニュートラル実現に向けた調査検討業務報告書」、P50～53 を示す。

(<https://www.env.go.jp/content/000046063.pdf>)

³⁴ 廃棄物処理施設技術管理協会(2016)「ガス化溶融施設の運転管理に関する実態調査報告書」、P29 表 45 より、「流動床式」「平均」の値を引用した。

(https://jaem.or.jp/cms/wp-content/uploads/2019/08/gasuka-houkokusho_1603.pdf)

工程	算定式
工程	使用量、石炭(一般炭)・コークス・重油の年間使用量、年間原材料投入量、セメント1トン製造あたりの原材料投入量を把握した。 電力は、以下のように計算した。 $\begin{aligned} & (\text{原材料投入量 1 トンあたりのエネルギー使用量}) \\ & = (\text{セメント製造 1 トンあたりのエネルギー使用量}) \\ & \div (\text{セメント 1 トン製造あたりの原材料投入量}) \end{aligned}$ また、石炭(一般炭)・コークス・重油の各燃料のエネルギー使用量は、以下のように計算した。 $\begin{aligned} & (\text{原材料投入量あたりのエネルギー使用量}) \\ & = (\text{エネルギー年間使用量}) \div (\text{原材料年間投入量}) \end{aligned}$ これらを用いて、 $\begin{aligned} & (\text{原材料 1 トンあたりのエネ起 GHG 排出量}) \\ & = (\text{原材料 1t 当たりの石炭(一般炭)使用量} \times \text{石炭(一般炭)1t 当たりの GHG 排出量}) \\ & \quad + (\text{原材料 1t 当たりのコークス使用量} \times \text{コークス 1t 当たりの GHG 排出量}) \\ & \quad + (\text{原材料 1t 当たりの A 重油使用量} \times \text{A 重油 1L 当たりの GHG 排出量}) \end{aligned}$ を求め、これを ASR 再資源化のエネ起 GHG 排出量とした。
マテリアル	マテリアル方式の事業者(1 社)にヒアリングを行い、ASR1トンの再資源化にかかる電力消費量を把握した。 $\begin{aligned} & (\text{ASR 投入量 1 トンあたりのエネ起 GHG 排出量}) \\ & = (\text{ASR1t 当たりの電力使用量} \times \text{電力 1kWh 当たりの CO2GHG 排出量}) \end{aligned}$ を求め、これを ASR 再資源化のエネ起 GHG 排出量とした。

イ) 非エネ起 GHG 排出量

非エネ起排出量については、ASR 中の炭素分の割合から、ASR 燃焼時の排出係数を算出した。炭化炉・マテリアル方式以外の方式の非エネ起排出量については、ASR もしくは ASR から回収したマテリアルの燃焼による非エネ起排出量を対象としている。(令和 3 年度業務報告書³⁵参照)

表 1-16 ASR 再資源化工程 各方式の非エネ起排出係数の算定式

	算定式
製錬、ガス化溶融、焼却炉・溶	令和 3 年度業務報告書のように、ASR の可燃分(プラスチック(主として硬質のもの)、プラスチック(主としてシート状のもの)、ゴム、ウレタン、発泡スチロール、繊維類、紙類、木類について、令和 3 年度業務の通り、以下のように非エネ

³⁵環境省(2020)「令和3年度自動車リサイクルにおける 2050 年カーボンニュートラル実現に向けた調査検討業務報告書」、P51～P53。ただし、数値の出所は P52 に記載されている。
(<https://www.env.go.jp/content/000046063.pdf>)

融炉、流動床炉、セメント工程	ギー起源 CO₂、CH₄、N₂O の排出係数を乗じて算出した。 (各成分の非エネルギー起源 CO₂ 排出量) =(各成分の可燃分の割合) ×(各成分の可燃分中に炭素が含まれる割合) ×(各成分の炭素のうち石油由来の炭素が占める割合) ×(各成分の完全燃焼率) -(各成分の CH₄ 排出係数) ×(各成分の完全燃焼率) ×44/16(g-CH₄/g-CO₂ の単位変換) (各成分の非エネルギー起源 CH₄ 排出量) =(各成分の CH₄ 排出係数) ×(各成分の完全燃焼率) ×(CH₄ の GWP) (各成分の非エネルギー N₂O 排出量) =(各成分の N₂O 排出係数) ×(各成分の完全燃焼率) ×(N₂O の GWP)
炭化炉	ASR の可燃分(プラスチック(主として硬質のもの)、プラスチック(主としてシート状のもの)、ゴム、ウレタン、発泡スチロール、繊維類、紙類、木類)の各成分について、カーボンブリケットを組成する量は以下の通り算出した。 (ASR の可燃分の各成分のうち、カーボンブリケットを組成する量)= (ASR 年間処理量)×(ASR のうちカーボンブリケットに向かう炭素の割合)× (各成分が ASR に含まれる割合)÷(ASR 全体のうち可燃分の割合) また、残りの ASR の可燃分は全て有機ガスとなると仮定し、「施設内の非エネルギー起源」に計上した。 各成分について、非エネルギー起源 CO₂、CH₄、N₂O の排出係数(算定方法は令和 3 年度報告書³⁵ 参照)を乗じて「施設外の非エネルギー起源(回収されたマテリアルの使用)」とした。ただし、各成分の排出係数は、 (各成分の非エネルギー起源 CO₂ 排出量) =(各成分の可燃分の割合) ×(各成分の可燃分中に炭素が含まれる割合) ×(各成分の炭素のうち石油由来の炭素が占める割合) ×(各成分の完全燃焼率) -(各成分の CH₄ 排出係数) ×(各成分の完全燃焼率) ×44/16(g-CH₄/g-CO₂ の単位変換) (各成分の非エネルギー起源 CH₄ 排出量) =(各成分の CH₄ 排出係数) ×(各成分の完全燃焼率) ×(CH₄ の GWP) (各成分の非エネルギー N₂O 排出量) =(各成分の N₂O 排出係数)

	×(各成分の完全燃焼率) ×(N2O の GWP) とした。
マテリアル	燃料代替やセメント原燃料等の用途でのリサイクルによる排出量は、「施設外の非エネルギー起源(回収されたマテリアルの使用)」として、マテリアルリサイクルされるプラスチック以外の可燃分が全て ASR 再資源化施設の外で燃焼されるとした。 マテリアルリサイクルされたプラスチックが使用され最終的に廃棄される際の排出については、「施設外の非エネルギー起源(マテリアルリサイクルされたプラスチックの最終的な廃棄)」として計上した。 ASR のプラスチック分(プラスチック(主として硬質のもの)、プラスチック(主としてシート状のもの))の各成分のうちマテリアルリサイクルされるプラスチック量は以下の通り算出した。 (ASR のプラスチック分の各成分のうちマテリアルリサイクルされる量) = (対象工程におけるマテリアルリサイクル量) × (各成分が ASR に含まれる割合) ÷ (ASR 全体のうちプラスチック分が占める割合) 残りの ASR 可燃分は、「施設外の非エネルギー起源(回収されたマテリアルの使用)」に計上した。 各成分について、非エネルギー起源 CO₂、CH₄、N₂O の排出係数(算定方法は令和 3 年度報告書³⁵ 参照)を乗じて「施設外の非エネルギー起源(回収されたマテリアルの使用)」とした。ただし、各成分の排出係数は、 (各成分の非エネルギー起源 CO₂ 排出量) = (各成分の可燃分の割合) × (各成分の可燃分中に炭素が含まれる割合) × (各成分の炭素のうち石油由来の炭素が占める割合) × (各成分の完全燃焼率) − (各成分の CH₄ 排出係数) × (各成分の完全燃焼率) × 44/16 (g-CH₄/g-CO₂ の単位変換) (各成分の非エネルギー起源 CH₄ 排出係数) = (各成分の CH₄ 排出係数) × (各成分の完全燃焼率) × (CH₄ の GWP) (各成分の非エネルギー N₂O 排出係数) = (各成分の N₂O 排出係数) × (各成分の完全燃焼率) × (CH₄ の GWP) とした。

e. 試算結果の解釈にあたっての留意事項

本試算は一定の仮定・条件のもと行ったものであり、今後仮定・条件の見直しを行い、結果が変わる可能性がある。試算結果の解釈にあたっての留意事項を改めて以下に整理する。

表 1-17 ASR 再資源化工程 試算結果の解釈にあたっての留意事項

試算結果の解釈にあたっての留意事項	
バウンダリ	・ マテリアルリサイクルや熱回収による GHG 排出削減効果は未考慮であり、GHG 排出削減効果を含めた方式間の GHG 排出量の比較はできない。 ・ ASR 再資源化施設へのヒアリングでは、ASR 再資源化工程全体でのエネルギー消費量の情報を提供いただき、それに基づいて ASR1 トン再資源化あたりの排出量(排出係数)を算出した。そのため、GHG 排出量の内訳や詳細なバウンダリは把握できていない。 ・ 今回試算に用いたデータを提供いただいたマテリアル方式の事業者でのプラスチックリサイクルは試行段階である。自動車部品へリサイクルできるプラスチックを回収することを目指しているが、現在は回収した再生プラ原料をパレット用に売却している。 ・ ASR 再資源化には、ガス化溶融炉やマテリアル方式の施設のように、ASR 再資源化を目的とする施設と、製錬やセメント工程のように、製品の製造の工程で ASR を原燃料として用いる施設がある。今回の試算では、いずれの施設についても、ASR 再資源化施設内のエネルギー消費量を重量で按分し、ASR 再資源化のエネルギー消費量として計上している。製品の製造工程のエネルギー消費量と ASR の再資源化に必要なエネルギー消費量を区別することができないため、このように算定しているが、本来は製品の製造の燃料消費量を ASR に配分するのは不適切であり、この試算結果は過大評価となっている。 ・ ASR 再資源化施設の後工程については、非エネ起 GHG 排出量は計上しているものの、エネ起 GHG 排出量は把握できていないため、未計上である。
代表性	・ 製錬、炭化炉、セメント工程、マテリアルのエネ起 GHG 排出量は、各 1 社のヒアリング結果をもとに排出係数を算出して推計したものであり、各排出係数が国内の各産業の排出係数を代表しているわけではない。特に、セメント工程は方式によって排出係数の差があると考えられる。

2) 試算結果

試算結果を下図に示す。

製錬及びセメント工程では、ASR 再資源化を目的とする施設ではなく、ASR を燃料とする目的で利用しているため、エネルギー起源を区別して記載した。

エネ起排出量については、いずれの方式についても、投入 1 トンあたりのエネ起排出量を ASR1 トンあたりの排出量としている。ASR1 トンあたりの GHG 排出量を見ると、製錬・炭化炉・セメント工程・マテリアルの各方式については、いずれも令和 3 年度の推計で代替として用いていたガス化溶融の GHG 排出原単位に比べて GHG 排出原単位が減少している。

非エネ起 GHG 排出量については、マテリアル方式では、プラスチックの一部がマテリアルリサイクルされているため、「マテリアルリサイクルされたプラスチックの最終的な廃棄」を除く非エネ起 GHG 排出量は、他の方式に比べやや少ない。

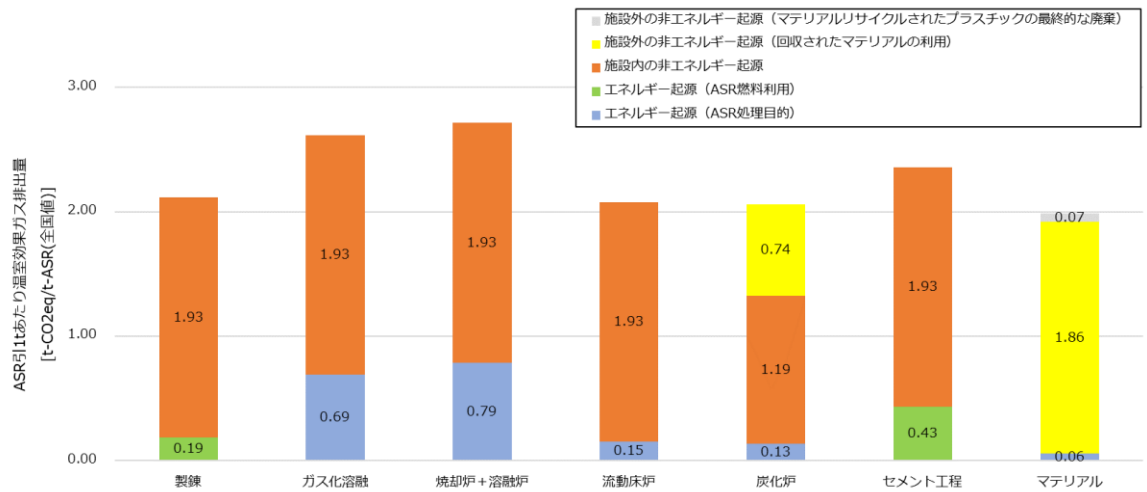


図 1-4 ASR 再資源化工程 方式別 GHG 排出量(ASR 再資源化 1 トンあたり)

注釈)炭化炉・マテリアル方式の非エネ起排出量の合計は、他の方式と同じ値であるため、表示されている数値の合計は 1.93 となる。

上記の ASR1t あたり GHG 排出量に、各方式の ASR 引取量を乗じて、各工程の年間の GHG 排出量(全国値・年間)を試算した。(下図)

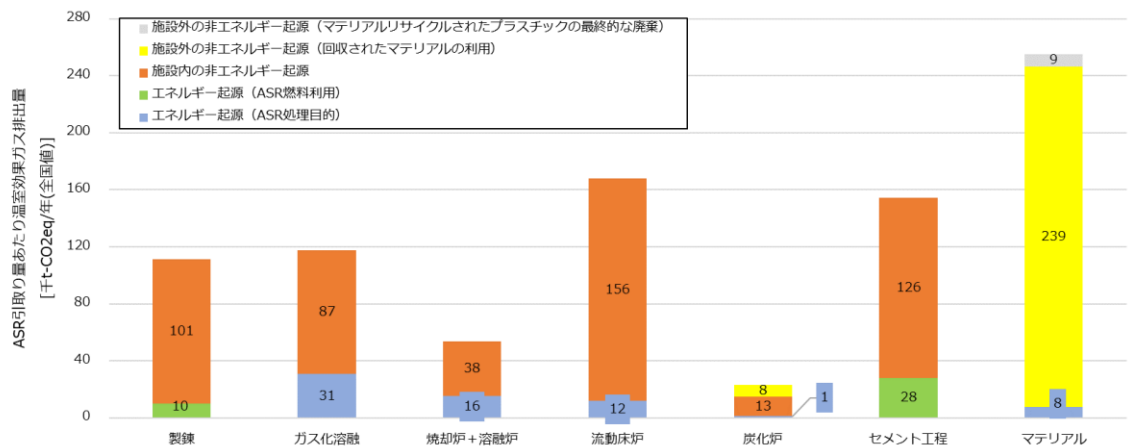


図 1-5 ASR 再資源化工程 方式別 GHG 排出量(全国値・年間)

1.1.2 温室効果ガス排出削減効果の試算

(1) 再利用可能部品

1) 試算方法

a. 基本的な考え方

解体工程において、部品もしくは素材としてリユース又はリサイクルされる目的で取り外すことのできる部品をここでは「再利用可能部品」と呼ぶ。

再利用可能部品をリユース・リサイクルすることによって削減が期待できる GHG 排出量のみを試算することは、リユース・リサイクルの効果の過大評価につながる恐れがある。そのため、対象とする再利用可能部品のライフサイクルフローを整理し、のちに再利用可能部品となる部品が製造される際の部品製造業者における素材調達から、従来通りリユース・リサイクルされない場合については廃棄物処理業者による焼却・埋立、一度リユースされる場合にはその後の廃棄物処理業者における焼却・埋立、リサイクルされる場合については廃棄物処理業者における焼却・埋立までを含むライフサイクル全工程の GHG 排出量及び削減の期待できる GHG 排出量を試算した。ここでは、部品をリユース又はリサイクルすることで、素材調達工程から製品製造工程までに回避できた GHG 排出量を GHG 排出削減効果と呼ぶ。

本試算では、再利用可能部品に含まれる素材のうち、プラスチック及びガラスのリユース・リサイクルによる GHG 排出量及び GHG 排出削減効果を試算した。プラスチックは、PP で製造された部品であるリアバンパーを評価対象とした。ガラスは、ガラスを含んでいるフロントドアの組み立て物(フロントドア ASSY)を評価対象とした。なお、現状では使用済自動車からガラスの回収を目的に部品を取り外しリサイクルしている事例はほとんどないことから、一定の仮定を置き試算することとした(詳細は、d. 算定式・用いたデータに記載)。

リユース及びリサイクルの GHG 排出量と GHG 排出削減効果の考え方は以下の通り。

まず、リユースについては、リビルドの概念も含まれるものとする。リユースにより、プラスチック部品又はガラスを含む部品が部品として補修される際に投入されるエネルギー由来の GHG 排出量をエネ起排出量とし、廃棄時の部品の可燃分の燃焼に由来する GHG 排出量を非エネ起排出量とした。リユースによりバージンの部品(リアバンパー又はフロントドア ASSY)の天然資源の採掘及び部品製造が回避されることで削減される GHG 排出量をエネルギー起源の GHG 排出削減効果とし、使用されなかった可燃分を非エネルギー起源の GHG 排出削減効果と定義した。本試算では、便宜上、リユース部品のリユースの回数は一度と設定したが、将来的には複数回の使用や再生材製品との比較も行う必要がある。

リサイクルについては、プラスチック部品又はガラスを含む部品から取り外されたプラスチック又はガラスが素材又は製品に再度製造される際のエネルギーに由来する排出量をエネ起排出量とし、廃棄時の部品の可燃分の燃焼に由来する GHG 排出量を非エネ起排出量とした。リサイクルにより回避された天然資源の採掘及び部品製造工程のエネルギーに由来する GHG 排出量をエネルギー起源の GHG 排出削減効果とし、回避された可燃分を非エネルギー起源の GHG 排出削減効果と定義した。

各部品(リアバンパー、フロントドア ASSY)の GHG 排出削減効果は、該当するプロセスの「活動量×排出係数」の合算値の負の値とした。

また、本試算で対象とした再利用可能部品のうち、解体業者・破碎業者が部品又は素材として販売するために取り外している部品の割合を「取外率」と定義した。条件を設定するため、全使用済自動車から、該当の再利用可能部品は 1 個回収できると設定した。なお、本試算では、取り外された部品の、部品のままの販売(リユース)と素材としての販売(リサイクル)の比率は、将来の取外率が変化した場合も変化しないと仮定した。

b. ライフサイクルフローの設定

リアバンパー及びフロントドア ASSY のライフサイクルフローを次項に示す。角のあるボックスはプロセスを、角の丸いボックスはマテリアルを示している。実線は、一連の処理プロセスを表しており、破線はリサイクル又はリユースの影響を受けて負の値を計上するプロセスである。なお、本試算では、灰色文字は試算の対象外とし、灰色で塗られたボックスは GHG 排出量と GHG 排出削減効果のプロセスの相殺により数値は 0 として計上している。

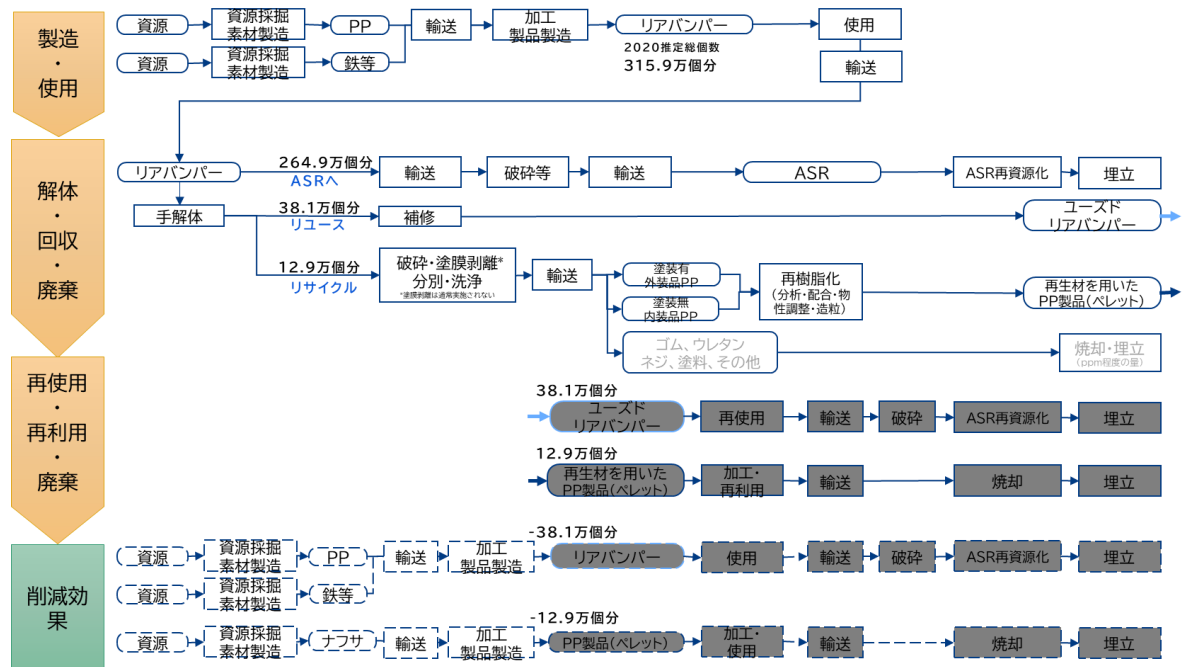
ア) リアバンパー

リアバンパーが処分、あるいはリユース、リサイクルされる場合のライフサイクルフローを以下のように設定した。リユースまたはリサイクルされた再生材は一度利用された後、廃棄されると仮定した。

各フローには、流通するリアバンパー(ないし取外し後のプラスチック等)の数量も記載した。数量は、2021 年度の使用済自動車台数³⁶と先行研究で報告されている取外率³⁷、リユースの割合、リサイクルの割合を基に推定した。

³⁶ 公益財団法人自動車リサイクル促進センター「自動車リサイクルデータ Book2022」

³⁷ 一般社団法人 日本自動車リサイクル機構(2020)使用済自動車の解体段階におけるベースリサイクル率の実態調査報告書



出所) 数量は、公益財団法人自動車リサイクル促進センター「自動車リサイクルデータ Book2020」及び一般社団法人 日本自動車リサイクル機構(2020)使用済自動車の解体段階におけるベースリサイクル率の実態調査報告書を基に設定

図 1-6 日本におけるリアバンパーのライフサイクルフロー

イ) フロントドア ASSY

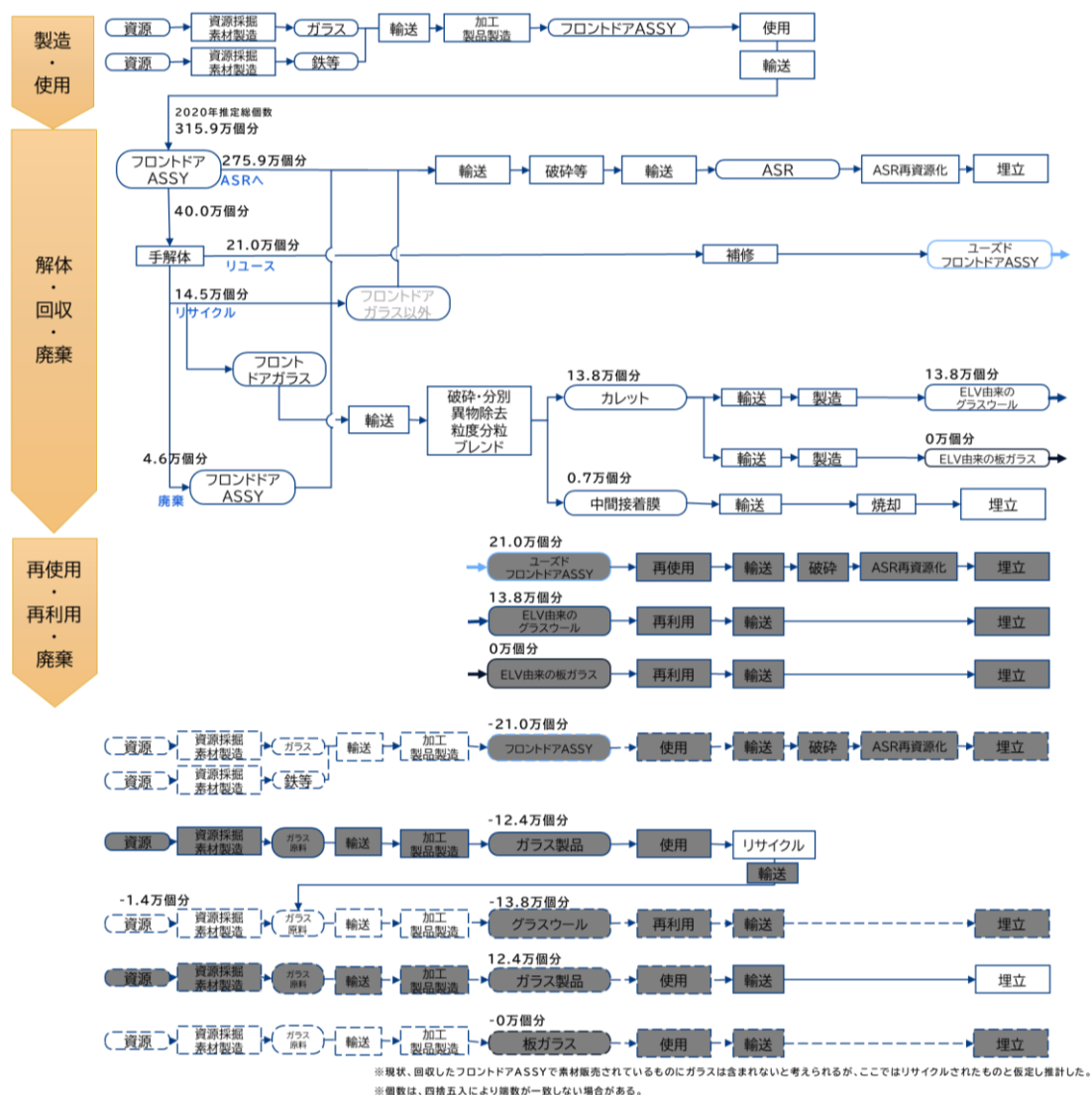
フロントドア ASSY がリユース又はリサイクルされる場合のライフサイクルフローを以下のよう

に設定した。使用済自動車由来のガラスがガラスウールにリサイクルされる場合は、既存のガラス製品のリサイクルの一部を代替し、既存のガラス製品はガラスウールにリサイクルされずに廃棄される条件としている。

各フローには、流通するフロントドア ASSY(ないし取外し後のガラス等)の数量も記載した。数量は、2021年度の使用済自動車台数³⁸と先行研究で報告されている取外率³⁹、リユースの割合、リサイクルの割合を基に推定した。

³⁸ 公益財団法人自動車リサイクル促進センター「自動車リサイクルデータ Book2022」

³⁹ 一般社団法人 日本自動車リサイクル機構(2020)使用済自動車の解体段階におけるベースリサイクル率の実態調査報告書



出所) 数量は、公益財団法人自動車リサイクル促進センター「自動車リサイクルデータ Book2020」及び一般社団法人 日本自動車リサイクル機構(2020)使用済自動車の解体段階におけるベースリサイクル率の実態調査報告書を基に設定

図 1-7 日本におけるフロントドア ASSY のライフサイクルフロー

c. 試算のバウンダリ

本試算では、リアバンパー又はフロントドア ASSY が、「素材の調達、製造、使用、回収されてから活用されずに廃棄される」「部品として一度リユースされた後に廃棄される」「素材又は製品として一度リサイクルされた後に廃棄される」のいずれかが行われるまでを評価対象範囲とした。この際、リユース・リサイクルによりバージン由来の部品の素材調達、製造、さらにバージンのマテリアルの生産を回避された GHG 排出量を GHG 排出削減効果とした。

リユースについては、リアバンパー及びフロントドア ASSY のどちらも、同じ部品として再度

使用されると仮定した。リサイクルについては、リアバンパーは再生プラスチックペレットに再製品化されると仮定し、フロントドアガラスのガラスは、グラスウールへの再製品化又は板ガラスに再製品化されると仮定した。

先行研究⁴⁰によれば、リアバンパー及びフロントドア ASSY のどちらも、現状は回収されずに廃車ガラに含まれて ASR として処理されるのが主要な流れである。回収されたフロントドア ASSY は、ほとんどが日本国内の事業者や個人に販売されている一方で、回収されたリアバンパーは海外に輸出される場合もあることが報告されている。本試算では、いずれも日本国内でリユース・リサイクルされると仮定しバウンダリを設定している。

d. 算定式・用いたデータ

ア) リアバンパー

リユース・リサイクルされる日本国内のリアバンパー及びリユース・リサイクルされずに処分される日本国内のリアバンパーのライフサイクルにおける GHG 排出量と GHG 排出削減効果を、各プロセスの「活動量」に排出係数を乗じた値を積み上げて算出した。活動量は、前項のフロー上に示した個数又は処理量を用いた。排出係数は各プロセスにおいて下表の条件に基づき設定した。

表 1-18 本試算で用いたリアバンパーのプロセス別排出係数

カテゴリー	起源	プロセス	排出係数
製造・使用	エネルギー起源排出	製造	資源採掘・輸送・素材製造・加工・部品製品製造に関して、出所 1 のリアバンパーのデータを使用
		使用	エネルギーは投入されないとして、0 を使用
		輸送	往路:8tトラックに 80%の積載率で 100km 運搬すると仮定し算出した値を使用 復路:8tトラックに 10%の積載率で 100km 運搬すると仮定し算出した値を使用 以降の運搬も「★」と記載したものは同条件で算出
解体・回収・廃棄	エネルギー起源排出	破碎等	出所 4 のプレスせん断処理・シュレッダー処理の排出係数を使用
		輸送	往路:8tトラックに 100%の積載率で 69.4km (※)に運搬すると仮定し算出した値を使用 復路:8tトラックに 10%の積載率で 69.4km 運搬すると仮定し算出した値を使用 ※破碎施設から ASR 再資源化施設の全国平均距離
		ASR 再資源化	各方式の排出係数を引取重量で按分して算出した値を使用

⁴⁰ 一般社団法人 日本自動車リサイクル機構(2020)使用済自動車の解体段階におけるベースリサイクル率の実態調査報告書

カテゴリー	起源	プロセス	排出係数
	非エネルギー起源排出 エネルギー起源排出	運搬・埋立	往路:4tトラックに100%の積載率で20kmに運搬すると仮定し算出した値を使用 復路:4tトラックに10%の積載率で20km運搬すると仮定し算出した値を使用 埋立:ASR埋立1tあたりの電力及び軽油の使用量を用いて算出した値を使用(出所2)
		廃棄	リアバンパーに含まれる炭素分の組成をPPとし、可燃分割合・可燃分中炭素の割合・化石由来の割合(100%)・完全燃焼率(100%)を用いて算出した値を使用
		手解体	出所3において、日本NGPエコプロジェクトへのヒアリングにより聞き取った投入エネルギーの平均値を使用。
		補修	取り外し後の塗装等について、出所1のリアバンパーのデータを使用
		破碎・塗膜剥離・分別・洗浄	出所4の使用済み自動車の中間処理サービス(分解・解体～破碎・選別)の値を使用
		輸送	★
		再樹脂化	出所4の再生プラスチックペレットの値を使用
GHG削減効果対象の工程	エネルギー起源排出削減効果	部品製造	資源採掘・輸送・素材製造・加工・部品製品製造に関して、出所1のリアバンパーのデータを使用
	非エネルギー起源排出削減効果	部品製造	リアバンパーの組成をPPとし、可燃分割合・可燃分中炭素の割合・化石由来の割合(100%)・完全燃焼率(100%)を基に算出した値を使用
	エネルギー起源排出削減効果	PP製品製造	資源採掘・輸送・素材製造・加工・PP製品(ペレット)製造に関して、出所1のリアバンパーのデータを使用
	非エネルギー起源排出削減効果	PP製品製造	PP製品(ペレット)の組成をPPとし、可燃分割合・可燃分中炭素の割合・化石由来の割合(100%)・完全燃焼率(100%)を基に算出した値を使用

出所1)NGPエコプロジェクト Ver.NGP1708

出所2)長田ら(2012)「自動車破碎残渣(ASR)の資源化・処理に関するライフサイクルアセスメント」

出所3)環境省 令和4年度リサイクルシステム統合強化による循環資源利用高度化促進業務

出所4)国立研究開発法人産業技術総合研究所 安全科学研究部門 IDEA Ver.2.3、3.3

注釈)★:8tトラックに往路80%復路10%の積載率で100km運搬すると仮定し算出した値を使用

イ) フロントドア ASSY

リユース・リサイクルされる日本国内のフロントドア ASSY 及びリユース・リサイクルされずに処分される日本国内のフロントドア ASSY のライフサイクルにおける GHG 排出量及び GHG 排出削減効果は、各プロセスの「活動量」に排出係数を乗じた値を積み上げて算出した。活動量は、前項のフロー上に示した個数又は処理量を用いた。排出係数は各プロセスにおいて下表の条件に基づき設定した。

表 1-19 本試算で用いたフロントドア ASSY のプロセス別の排出係数

カテゴリー	起源	プロセス	排出係数
製造・使用	エネルギー起源排出	製造	資源採掘・輸送・素材製造・加工・部品製品製造に関して、出所 1 のフロントドアのデータを使用
		使用	エネルギーは投入されないとして、0 を使用
		輸送	往路:8tトラックに 80%の積載率で 100km 運搬すると仮定し算出した値を使用 復路:8tトラックに 10%の積載率で 100km 運搬すると仮定し算出した値を使用 以降同じ条件の場合「★」と記載
解体・回収・廃棄	エネルギー起源排出	破碎等	出所4のプレスせん断処理・シュレッダー処理の排出係数を使用
		輸送	往路:8tトラックに 100%の積載率で 69.4km (※)に運搬すると仮定し算出した値を使用 復路:8tトラックに 10%の積載率で 69.4km 運搬すると仮定し算出した値を使用 ※破碎施設から ASR 再資源化施設の全国平均距離
		ASR 再資源化	各方式の排出係数を引取重量で按分して算出した値を使用
		運搬・埋立	往路:4tトラックに 100%の積載率で 20km に運搬すると仮定し算出した値を使用 復路:4tトラックに 10%の積載率で 20km 運搬すると仮定し算出した値を使用 埋立:ASR 埋立1tあたりの電力及び軽油の使用量を用いて算出した値を使用(出所 2) 以降同じ条件の場合「◆」と記載
	非エネルギー起源排出	廃棄	フロントドアの炭素分の組成を PP とし、可燃分割合・可燃分中炭素の割合・化石由来の割合・完全燃焼率を基に算出した値を使用
	エネルギー起源排出	手解体	出所 3 において、日本 NGP エコプロジェクトへのヒアリングにより聞き取った投入エネルギーの平均値を使用。
		補修	取り外し後の塗装等について、出所 1 のフロントドア ASSY のデータを使用
		輸送	★
		破碎・分別・異物除去・粒度分粒・ブレンド	出所 4 の再生ガラスカレットの製造、NEDO の値を使用
		輸送	★
		グラスウール製造	出所 4 のガラス短繊維、同製品のうち、再生材利用割合で按分した値を使用
		輸送	★
		板ガラス製造	出所 4 の再生ガラス短繊維、同製品のうち、再生材利用割合で按分した値を使用
		ガラス製品のリサイクル	出所 4 の再生ガラスカレットの製造、NEDO の値を使用

カテゴリー	起源	プロセス	排出係数
GHG 削減効果対象の工程		ガラス製品使用後の処分	◆
		中間接着膜の処理	輸送:★、焼却:出所 4 の焼却処理、産業廃棄物、その他の廃プラスチックの値を使用、運搬・埋立:◆
	非エネルギー起源排出	中間接着膜の処理	中間接着膜の組成を PVB とし、可燃分割合・可燃分中炭素の割合・化石由来の割合・完全燃焼率を基に算出した値を使用
	エネルギー起源排出削減効果	部品製造	資源採掘・輸送・素材製造・加工・部品製品製造に関して、出所 1 のリアバンパーのデータを使用
GHG 削減効果対象の工程	非エネルギー起源排出削減効果	部品製造	フロントドア ASSY の炭素分の組成を PP とし、可燃分割合・可燃分中炭素の割合・化石由来の割合(100%)・完全燃焼率(100%)を基に算出した値を使用
	エネルギー起源排出削減効果	グラスウール製造	資源採掘・輸送・素材製造・加工・グラスウール製造に関して、出所 4 の天然けい砂の採掘と★を用いて算出した値を使用
	エネルギー起源排出削減効果	板ガラス製品製造	資源採掘・輸送・素材製造・加工・板ガラス製造:出所 4 の溶融 E ガラスの値を使用、輸送:★を用いて算出した値を使用
	エネルギー起源排出削減効果	板ガラス製品製造	資源採掘・輸送・素材製造・加工・板ガラス製造:出所 4 の溶融 E ガラスの値を使用、輸送:★を用いて算出した値を使用

出所 1)NGP エコプロジェクト Ver.NGP1708

出所 2)長田ら(2012)「自動車破砕残渣(ASR)の資源化・処理に関するライフサイクルアセスメント」

出所 3)環境省 令和4年度リサイクルシステム統合強化による循環資源利用高度化促進業務

出所 4)国立研究開発法人産業技術総合研究所 安全科学研究部門 IDEA Ver.2.3、3.3

注釈)★:8tトラックに往路 80%復路 10%の積載率で 100km 運搬すると仮定し算出した値を使用、◆:ASR 埋立1tあたりの電力及び軽油の使用量を用いて算出した値を使用

注釈)製造・使用工程の排出量には、石灰石(CaCO₃)及びドロマイト(Ca・Mg(CO₃)₂)の燃焼由来の CO₂ も含める必要があるが、フロントドアに用いられるガラスの組成は確認できていないためここでは計上していない。また、リユース・リサイクルの非エネルギー起源排出削減効果にも、製造・使用工程と同様に、石灰石及びドロマイト由来の CO₂ を計上していない。

e. 試算結果の解釈にあたっての留意事項

本試算は一定の仮定・条件の下で行ったものであり、今後仮定・条件の見直しを行い、結果が変わる可能性がある。試算結果の解釈にあたっての留意事項を改めて以下に整理する。

表 1-20 再利用可能部品 試算結果の解釈にあたっての留意事項

試算結果の解釈にあたっての留意事項	
バウンダリ	- リアバンパー及びフロントドア ASSY の製造から廃棄までをバウンダリとし、これらの部品から回収された GHG 排出量の少ない一部の素材(ゴム・ウレタン・ネジ等)については、算定対象外(カットオフ)としている。 - 部品をリユースする場合は、一度だけ行われると仮定し試算した。そのため、使用回数が二度以上と想定すれば、リユースの GHG 排出削減効果はより大きくなる。 - ガラスを含む部品は、現状ガラスそのものを対象としたリサイクルは行われていない。本試算では、効果を検証するために、他の素材の販売のために取り外されたフロントドア ASSY のガラスがリサイクルされたと仮定し

	て GHG 排出削減効果を試算した。 ・ マテリアルフローは、現在の取外し率やリユース・リサイクルの割合を基に設定しており、将来も同様とは限らない。 ・ 再利用可能部品を取り外しリユース・リサイクルすることで、ASR 再資源化工程での GHG 排出量は減少すると試算している。一方で、ASR を燃料としても利用していた場合、ASR の減少により他の原燃料や助燃材を用いることになり、ASR 以外の燃料由来の GHG 排出量が増加する可能性もある。算定の目的(例:再利用可能部品のライフサイクルにおける排出量の把握、リユース・リサイクルの効果の把握等)によって、バウンダリは変える必要がある。
代表性	・ リサイクルのフローは、プラスチックは 2 社、ガラスはグラスウール 1 社、板ガラス 1 社の計 2 社からヒアリングした結果をもとに設定している。現在示したフロー以外の流れも存在する可能性がある。 ・ ヒアリングに基づき、プラスチックは再生材のみを用いてリサイクル(ペレット化)した場合を想定しているが、バージン材を再生材に混合させた場合は、GHG 排出量及び GHG 排出削減効果は変化する。ここでは、バージン材と再生材の混合比が 1:1 及び 3:7 の際の、ペレットへのリサイクルに係る GHG 排出量と GHG 排出削減効果を求めて整理した。

2) 試算結果

ア) リアバンパー

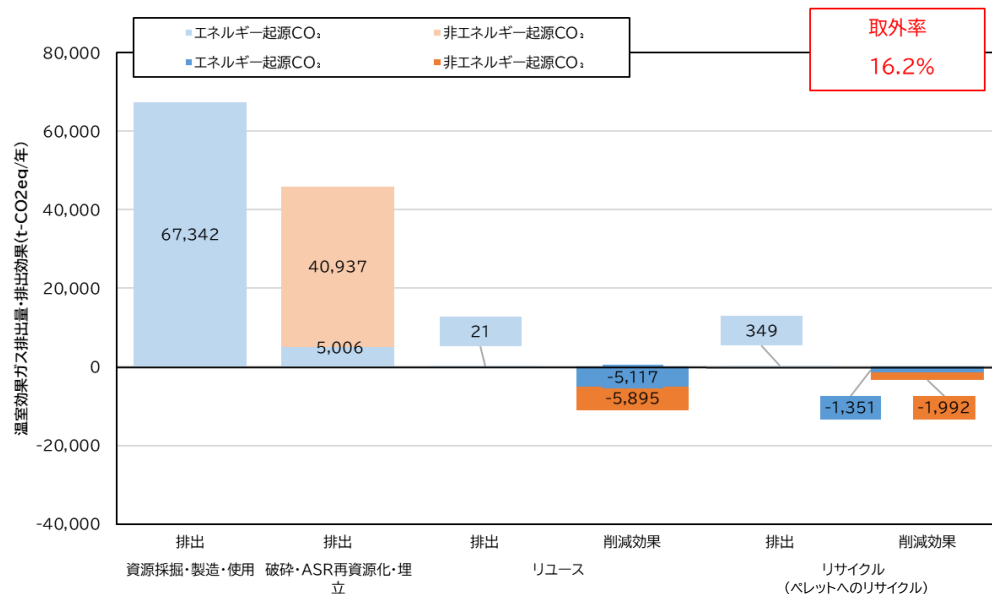
リアバンパー1 個又は 1t 当たりの GHG 排出削減効果を、リユースした場合、リサイクルした場合、現在のリユース及びリサイクルの比率を反映した場合の 3 つの条件に分けて算出した(下表)。その結果、リユースによる GHG 排出削減効果がリサイクルによる GHG 排出削減効果よりも 0.004 kg-CO₂eq/個(0.7 kg- CO₂eq/t)高かった。また、本試算では、非エネルギー起源 GHG 排出削減効果のほうがエネルギー起源 GHG 排出削減効果よりも大きかった。

表 1-21 リアバンパーの GHG 排出削減効果原単位

条件	単位	エネルギー起源CO ₂	非エネルギー起源CO ₂	合計
リユースした場合	t-CO ₂ eq/個	0.014	0.017	0.031
リサイクルした場合	t-CO ₂ eq/個	0.010	0.017	0.027
現在の比率でリユース・リサイクルした場合	t-CO ₂ eq/個	0.013	0.017	0.030
リユースした場合	t-CO ₂ eq/t	2.6	3.1	5.7
リサイクルした場合	t-CO ₂ eq/t	1.9	3.1	5.0
現在の比率でリユース・リサイクルした場合	t-CO ₂ eq/t	2.4	3.1	5.5

※リアバンパーの重量は、5.478kg/個と仮定。

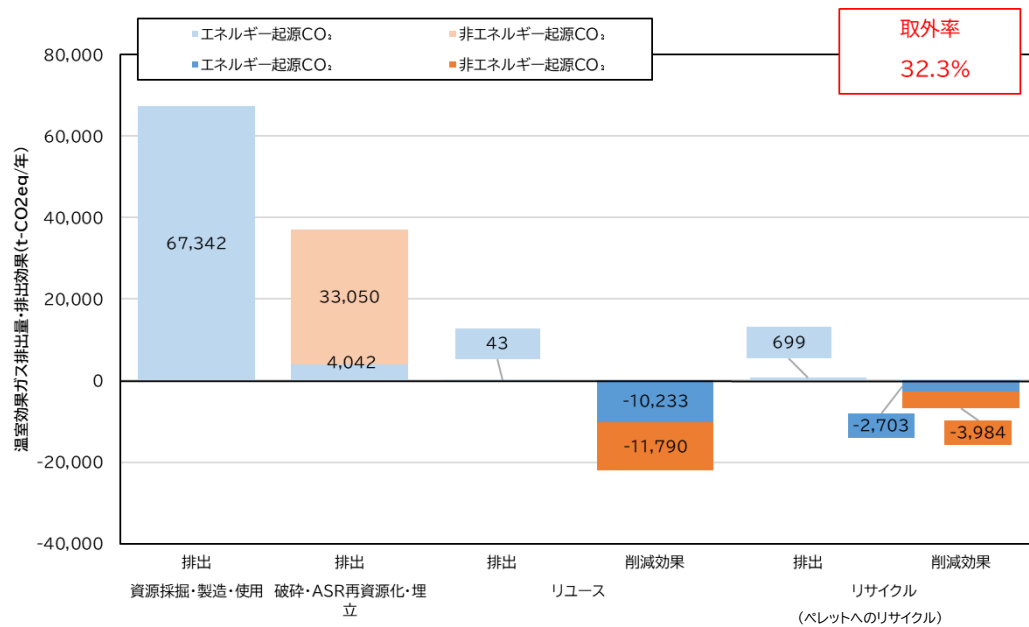
次に、リアバンパーのライフサイクルにおける各工程の GHG 排出量及び GHG 排出削減効果を以下に示す。本試算では、リユース及びリサイクルともに、GHG 排出量よりも GHG 排出削減効果の方が大きいと試算された。



※ASR再資源化に用いた排出係数は、全方式の排出係数を加重平均して算出

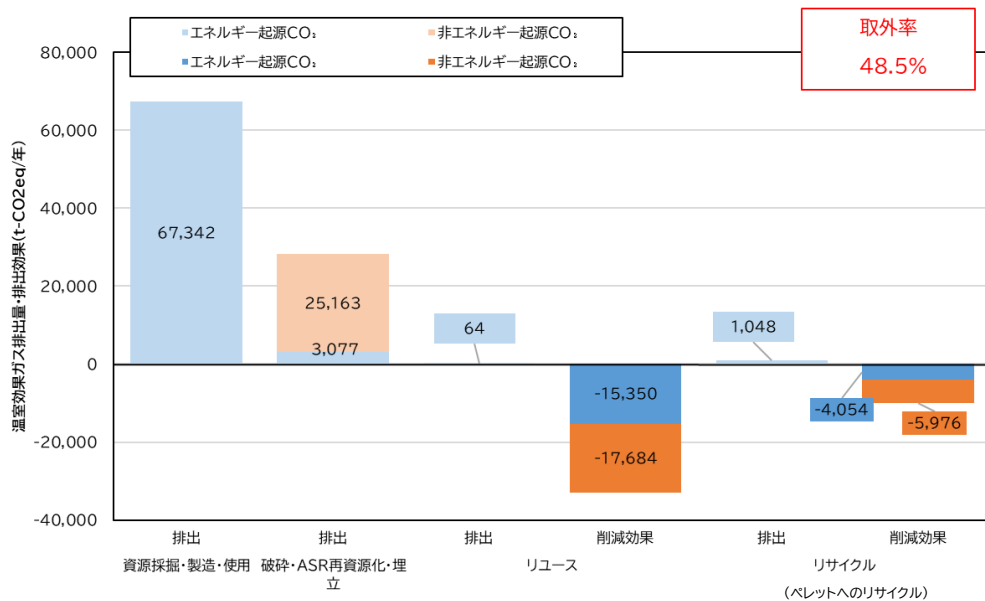
図 1-8 日本国内におけるリアバンパーのライフサイクルにおける GHG 排出量及び GHG 排出削減効果

続いて、リアバンパーの取外率が現在の 2 倍(32.3%)又は 3 倍(48.5%)になった場合の GHG 排出量及び GHG 排出削減効果を以下に示す。部品取り外し後のリユース・リサイクルの割合に変化は無いとする場合、取外率を 3 倍まで高められれば、リユース・リサイクルによる GHG 排出削減効果が、リユース・リサイクルされないリアバンパーの破砕・ASR 再資源化・埋立に係る GHG 排出量を上回ると試算された。リアバンパーについては、リユース及びリサイクルのどちらも進めて行くことで、GHG 排出削減効果の増大を期待できる。



※ASR再資源化に用いた排出係数は、全方式の排出係数を加重平均して算出

図 1-9 日本国内におけるリアバンパーのライフサイクルにおける GHG 排出量及び GHG 排出削減効果(取外率が現在の 2 倍ケース)

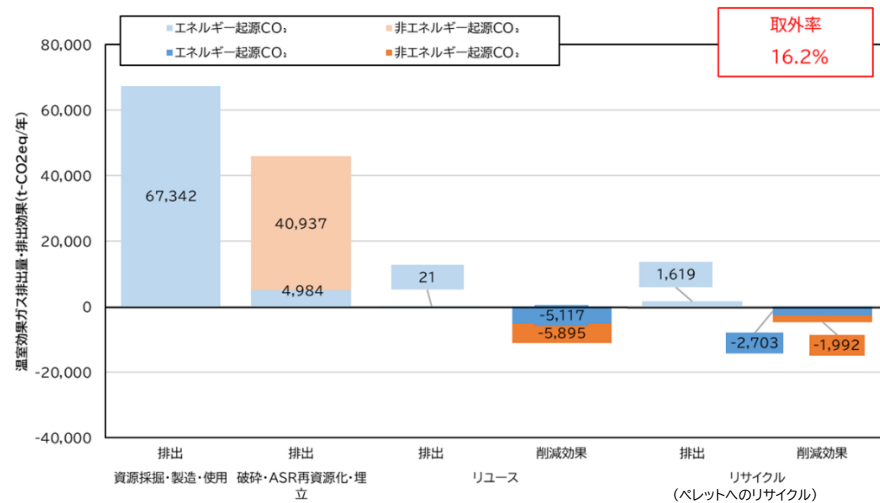


※ASR再資源化に用いた排出係数は、全方式の排出係数を加重平均して算出

図 1-10 日本国内におけるリアバンパーのライフサイクルにおける GHG 排出量及び GHG 排出削減効果(取外率が現在の 3 倍ケース)

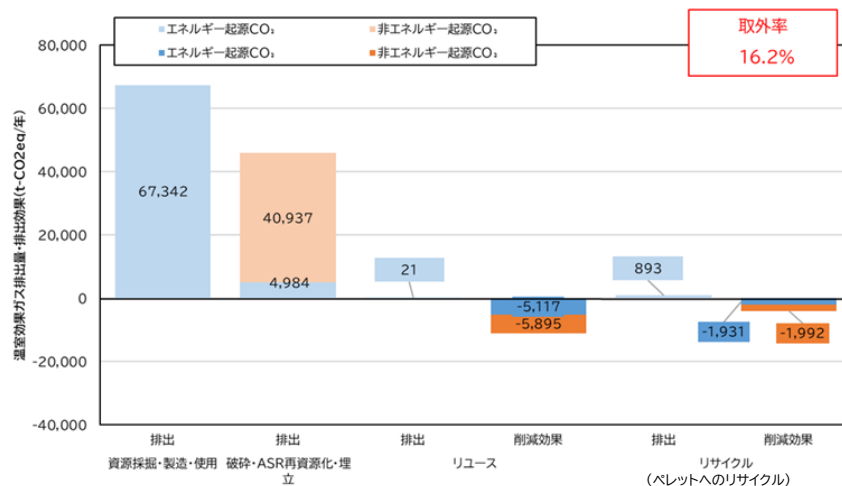
なお、上述の試算では、事業者へのヒアリング結果に基づき、再生材のみでペレット化される

場合のリサイクルの GHG 排出量及び GHG 排出削減効果を求めた。バージン材とリサイクル材の混合比が 1:1 だった場合、3:7 だった場合を考慮すると、どちらにおいても、取り外されリサイクルされるプラスチック量は変わらないことから、バージン材の使用量及び製造される製品量(ここではペレット)が増加することになる。結果として、バージン材の比率が高いほど、日本国内におけるリアバンパーのリサイクルに係る GHG 排出量及び GHG 排出削減効果は大きくなった。いずれの場合も、リユース・リサイクルに係る GHG 排出量はリユース・リサイクルによる GHG 排出削減効果を下回ると試算された。



※ASR再資源化に用いた排出係数は、全方式の排出係数を加重平均して算出

図 1-11 再生材を用いた製品に含まれるバージン材と再生材の混合比が1:1の場合の算定結果



※ASR再資源化に用いた排出係数は、全方式の排出係数を加重平均して算出

図 1-12 再生材を用いた製品に含まれるバージン材と再生材の混合比が 3:7 の場合

イ) フロントドア ASSY

フロントドア ASSY1 個又は 1t 当たりの GHG 排出削減効果を、リユースした場合、リサイクルした場合、現在のリユース及びリサイクルの比率を反映した場合の 3 つの条件に分けて、リサイクルについては製品別に試算した(下表)。その結果、リユースによる GHG 排出削減効果がグラスウール及び板ガラスへのリサイクルによる GHG 排出削減効果よりも顕著に大きかった。また、フロントドア ASSY では、エネルギー起源 GHG 削減効果のほうが非エネルギー起源 GHG 削減効果よりも大きい値を示した。

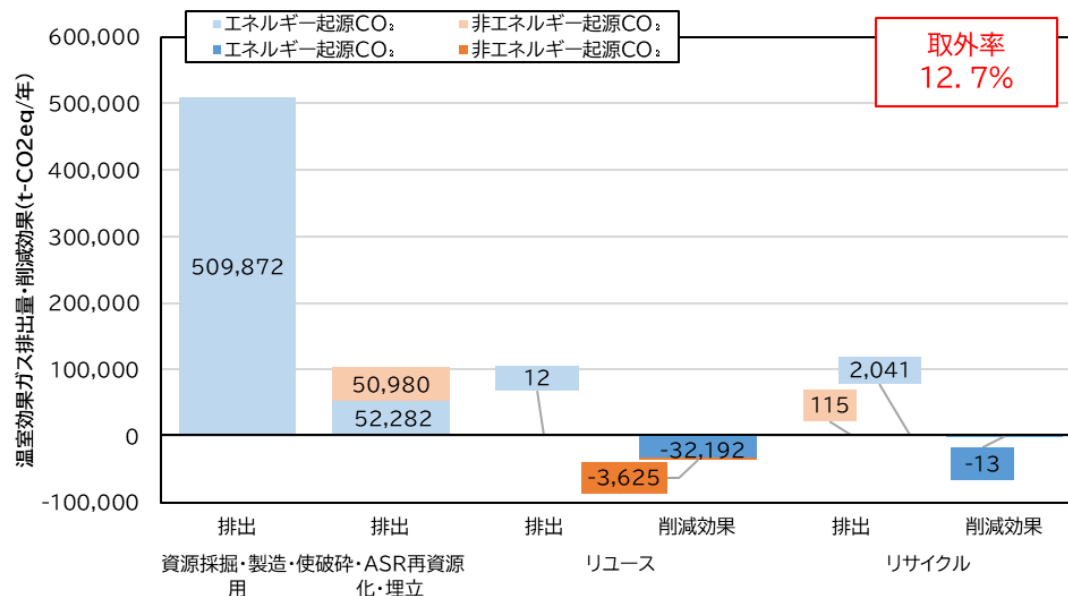
表 1-22 フロントドア ASSY の排出削減効果原単位

条件	単位	エネルギー起源CO ₂	非エネルギー起源CO ₂	合計
リユースした場合	t-CO ₂ eq/個	0.17	0.009	0.18
リサイクルした場合(グラスウール)	t-CO ₂ eq/個	0.000046	0	0.000046
リサイクルした場合(板ガラス)	t-CO ₂ eq/個	0.0066	0	0.0066
現在の比率でガラス成分をリユース・リサイクルした場合	t-CO ₂ eq/個	0.090	0	0.090
リユースした場合	t-CO ₂ eq/t	6.3	0.3	6.7
リサイクルした場合(グラスウール)	t-CO ₂ eq/t	0.017	0	0.017
リサイクルした場合(板ガラス)	t-CO ₂ eq/t	0.24	0	0.24
現在の比率でガラス成分をリユース・リサイクルした場合	t-CO ₂ eq/t	3.3	0	3.3

※フロントドアの重量は、27.014kg/個と仮定。

注釈) 条件「リサイクルした場合(板ガラス)」の非エネルギー起源 CO₂ には、石灰石(CaCO₃)及びドロマイト(Ca・Mg(CO₃)₂)の燃焼由来の CO₂ が回避された削減効果も含める必要があるが本試算では含めていない。

次に、フロントドア ASSY のライフサイクルにおける各工程の GHG 排出量及び GHG 排出削減効果を以下に示す。リユースでは、GHG 排出削減効果の方が GHG 排出量よりも大きいと試算された一方で、リサイクルでは GHG 排出量が GHG 排出削減効果を上回った。これは、現状でも廃材由来のグラスウール原料のほとんどが廃材由来のガラスであるため、使用済自動車由来のガラスをグラスウールとしてリサイクルしたとしても効果が小さいことに起因すると考えられる。

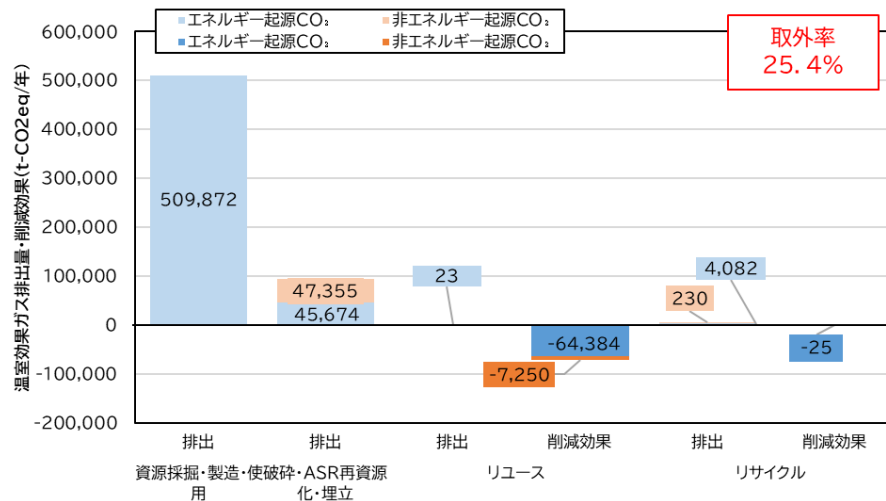


※ASR再資源化に用いた排出係数は、全方式の排出係数を加重平均して算出

注釈)条件「リサイクルした場合(板ガラス)」の非エネルギー起源 CO₂ には、石灰石(CaCO₃)及びドロマイト(Ca・Mg (CO₃)₂)の燃焼由来の CO₂ が回避された削減効果も含める必要があるが本試算では含めていない。

図 1-13 日本国内におけるフロントドア ASSY のライフサイクルにおける GHG 排出量及び排出削減効果

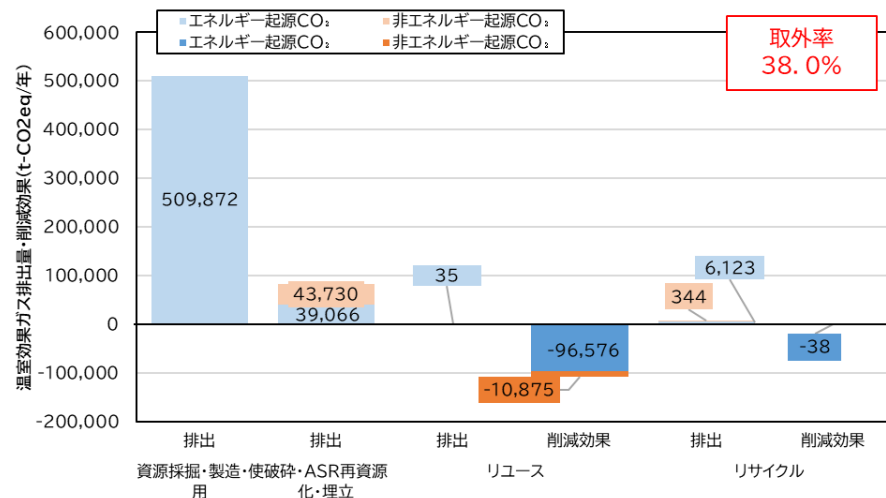
続いて、フロントドア ASSY の取外率が現在の 2 倍(25.4%)又は 3 倍(38.0%)になった場合の GHG 排出量及び GHG 排出削減効果を以下に示す。部品取り外し後のリユース・リサイクルの割合やリサイクル製品の用途に変化が無いとする場合、取外率を 3 倍まで高められれば、フロントドア ASSY の破碎・ASR 再資源化・埋立に係る GHG 排出量よりもリユース・リサイクルの合計の GHG 排出削減効果が上回ると試算された。なお、リユースや板ガラスへのリサイクルを増やしていくことによって、GHG 排出削減効果は大きくなることが期待される。



※ASR再資源化に用いた排出係数は、全方式の排出係数を加重平均して算出

注釈) 条件「リサイクルした場合(板ガラス)」の非エネルギー起源 CO₂ には、石灰石(CaCO₃)及びドロマイト(Ca・Mg(CO₃)₂)の燃焼由来の CO₂ が回避された削減効果も含める必要があるが本試算では含めていない。

図 1-14 日本国内におけるフロントドア ASSY のライフサイクルにおける GHG 排出量及び GHG 排出削減効果(取外率が現在の 2 倍ケース)



※ASR再資源化に用いた排出係数は、全方式の排出係数を加重平均して算出

注釈) 条件「リサイクルした場合(板ガラス)」の非エネルギー起源 CO₂ には、石灰石(CaCO₃)及びドロマイト(Ca・Mg(CO₃)₂)の燃焼由来の CO₂ が回避された削減効果も含める必要があるが本試算では含めていない。

図 1-15 日本国内におけるフロントドア ASSY のライフサイクルにおける GHG 排出量及び GHG 排出削減効果(取外率が現在の 3 倍ケース)

(2) 事前選別処理品目(①鉛蓄電池)

1) 試算方法

a. 基本的な考え方

鉛蓄電池由来の資源として、鉛端子・鉛極版の「鉛」や、電槽部の「樹脂類」を再資源化することによる GHG 排出削減効果の試算をした。

具体的には、本年度ヒアリング調査を実施した A 社における鉛蓄電池由来の「鉛」「樹脂類」の回収量を基に、次の①②の GHG 排出削減効果を試算した。なお、A 社では、鉍碎(スラグ)も回収されており、重機類の製缶ウェイト充填材等に仕向けられているが、今回は試算の対象外とした。

- ①鉛の再資源化による GHG 排出削減効果[t-CO₂eq]
- ②樹脂の再資源化による GHG 排出削減効果[t-CO₂eq]

上記の詳細な算定方法は d で述べた。

b. フローの把握

本年度ヒアリング調査を実施した電池解体・精錬事業者(A 社)では、再資源化された鉛は、4 割程度が高純度鉛の原料等になる「再生鉛」に、それ以外の約 6 割は鉛蓄電池端子部等に使用される「鉛合金」に仕向けられる。今回の試算では、前者 4 割の「再生鉛」のみを評価対象とした。

また、再資源化された樹脂は、鉛蓄電池電槽等に用いられる「白色のポリプロピレン」や、海外製自動車・二輪車用の鉛蓄電池電槽等に用いられる「雑色のポリプロピレン」の原料となる。

c. 試算のバウンダリ

①②それぞれについて、次の通りのバウンダリで GHG 排出削減効果を試算した。

- ①鉛の再資源化による GHG 排出削減効果
 - バージン鉛(電気)原料の採掘・海上輸送から素材製造までのエネルギー起源 GHG 排出を試算のバウンダリとした。
 - 活動量としては、国内全体の鉛蓄電池⁴¹由来の再生鉛重量を用いた。

⁴¹ 鉛蓄電池の排出は、排出事業者によって、有価売却、もしくは(一社)鉛蓄電池再資源化協会(SBRA)での無償回収が選択されている。ほとんどが有価売却されており、SBRA による廃鉛蓄電池の回収量は、廃鉛蓄電池の排出量全体の 1 割以下程度とされる。ここでの「国内全体の鉛蓄電池」には、有価売却される分、SBRA での処理・リサイクルフローで回収される分のいずれも含んでいる。

● ②樹脂の再資源化による GHG 排出削減効果

- バージン PP 原料の採掘・海上輸送から素材製造までのエネルギー起源 GHG 排出と、焼却に回る PP 樹脂由来の非エネルギー起源 GHG 排出を試算のバウンダリとした。
- 活動量としては、国内全体の鉛蓄電池⁴¹の樹脂製造から焼却までの GHG 排出量を試算のバウンダリとした。

d. 算定式・用いたデータ

各項目における GHG 排出削減効果の算定式を表 1-23 に整理した。

また、排出係数は各プロセスについて表 1-24 に整理した。

表 1-23 鉛蓄電池由来の各資源の再資源化による GHG 排出削減効果の算定式

項目	起源	プロセス	算定式
①鉛の再資源化による GHG 排出削減効果[t-CO ₂ eq]	エネルギー起源排出削減効果	バージン鉛(電気鉛)製造(※原料の海上輸送も含む)	「国内全体の鉛蓄電池⁴¹の鉛製造に係る GHG 排出量[t-CO₂eq]」=「鉛蓄電池由来の鉛回収量[t]」×「バージン鉛(電気鉛)製造に係る CO₂ 排出係数[t-CO₂eq/t]」 「鉛蓄電池由来の鉛回収量[t]」については、全国における使用済自動車由来の鉛蓄電池処理量 39,400[t]¹⁹のうち、鉛総重量を約 20,000[t]、うち 4 割程度⁴²(約 8,000[t])が高純度鉛の原料等になる「再生鉛」としてマテリアルリサイクルされると仮定。(それ以外の約 6 割の鉛蓄電池端子部等を使用される「鉛合金」については、対応する文献値を未把握のため、今回は試算対象外とした。)
②樹脂の再資源化による GHG 排出削減効果[t-CO ₂ eq]	エネルギー起源排出削減効果	バージン PP 樹脂製造(※原料の海上輸送も含む)	「国内全体の鉛蓄電池⁴¹の樹脂製造に係る GHG 排出量[t-CO₂eq]」=「鉛蓄電池由来の樹脂回収量[t]」×「バージン PP 樹脂製造に係る CO₂ 排出係数[t-CO₂eq/t]」 「鉛蓄電池由来の樹脂回収量[t]」については、全国における鉛蓄電池処理量 39,400[t]¹⁹のうち、現状マテリアルリサイクルされていると考えられる樹脂重量比 4%⁴³を掛け合わせ、約 2,000[t]がマテリアルリサイクルされると仮定。

⁴² 電池解体・精錬事業者(A社)のヒアリング結果より

⁴³ 環境省(2005)「自動車用バッテリーの再資源化率の算出について」、p.29、「四輪車用バッテリーにおけるタイプ毎の部品別重量構成比」表中の「樹脂 8%」より、「樹脂(廃プラスチック)」については、蓋部をのぞく重量(樹脂重量の1/2)が再資源化可能」という本文中の記載より、4%は再資源化、残り 4%は焼却されると確認した。

https://www.env.go.jp/info/iken/h170912a/a-2_10.pdf (閲覧日 2024 年 2 月 13 日)

	非エネルギー起源 排出削減効果	焼却	「国内全体の鉛蓄電池 ⁴¹ の樹脂の焼却に 係る GHG 排出量[t-CO ₂ eq]」=「鉛蓄電池由来の樹脂回収量[t]」×「焼却に 回る PP 樹脂由来の CO ₂ 排出係数[t-CO ₂ eq/t]」
--	--------------------	----	---

表 1-24 本試算で用いた鉛蓄電池(鉛及び樹脂)に関するプロセス別排出係数

起源	プロセス	排出係数
エネルギー起源削減効果	バージン鉛(電気鉛)製造 (※原料の海上輸送も含む)	出所 ⁴⁴ における「電気鉛」、「その他バルク運搬船輸送、< 8 万[DWT]」の排出係数を用いた。 バージン鉛(電気鉛)製造については、資源採掘・輸送・素材製造に関し考慮している。 原料の海上輸送については「鉛精鉱を 80,000[t]分、日本-米国間 9,000[km]の距離を運搬する場合」と仮定した。
エネルギー起源削減効果	バージン PP 樹脂製造 (※原料の海上輸送も含む)	出所 ⁴⁵ における「ポリプロピレン」「原油タンカー輸送、> 8 万[DWT]」の排出係数を用いた。 バージン PP 樹脂製造については、資源採掘・輸送・素材製造に関し考慮している。 原料の海上輸送については「原油を 80,000[t]分、日本-中東間 12,000[km]」の距離を運搬する場合」と仮定した。
非エネルギー起源排出削減効果	焼却	PP 樹脂について可燃分割合・可燃分中炭素の割合・化石由来の割合・完全燃焼率を基に算出した値を使用。 ⁴⁶

e. 試算結果の解釈にあたっての留意事項

区分	試算結果の解釈にあたっての留意事項
算定の前提	・ 鉛の再資源化による GHG 排出削減効果 A 社のヒアリングの結果を踏まえ、鉛のマテリアルリサイクルを行うと、「再生鉛」と「鉛合金」に 4:6 の割合で仕向けられると設定している。今回は、「鉛合金」に対応する排出係数が確認できなかったため試算対象外としたが、仮に係数を設定できた場合には、その分の排出削減効果が上乗せされる。
代表性	・ 鉛の再資源化による GHG 排出削減効果 この試算に用いた「再生鉛」と「鉛合金」の比率は、1 社のヒアリング結果に基づいている。鉛のマテリアルリサイクルの仕向け先やその比率等は事業者によって異なる可能性があるため、国内における産業の実態を反映しているわけではない。

2) 試算結果

鉛蓄電池由来の資源の再資源化による GHG 排出削減効果の試算結果として、「①鉛の再

⁴⁴ LCI データベース IDEAv.3.3、国立研究開発法人産業技術総合研究所 安全科学研究部門 IDEA ラボ

⁴⁵ LCI データベース IDEAv.3.3、国立研究開発法人産業技術総合研究所 安全科学研究部門 IDEA ラボ

⁴⁶ 次の算定式で算出した。PP 樹脂の可燃分×可燃分中炭素×石油由来の割合×完全燃焼率×単位変換係数 3.667(g-CO₂/g-C)

資源化による GHG 排出削減効果」は、20,000[t-CO₂eq]、「②樹脂の再資源化による GHG 排出削減効果」は、4,000[t-CO₂eq]と算出された。

(3) 事前選別処理品目(②発炎筒)

1) 試算方法

a. 基本的な考え方

発炎筒由来の資源として、外装容器の「樹脂類」を再資源化することによる GHG 排出削減効果の試算をした。本年度ヒアリング調査を実施した B 社における発炎筒由来の「樹脂類」の回収量を基に、次に示す GHG 排出削減効果を試算した。

- 発炎筒のケース(PE)の再資源化による GHG 排出削減効果

上記の詳細な算定方法は d で述べた。

b. フローの把握

日本保安炎筒工業会における「廃発炎筒処理システム」経由で引き取った発炎筒は、一部の処理施設において外装容器(PE 樹脂)の取外しが行われ、マテリアルリサイクルに仕向けられている。ただし、外装容器は非常時に視認しやすい赤色であることから、黒色の再生材としてしか使うことができず、植木ポット等の限定的な用途となっている。

c. 試算のバウンダリ

次の通りのバウンダリで GHG 排出削減効果を試算した。

- 発炎筒のケース(PE)の再資源化による GHG 排出削減効果
 - バージン原料の採掘・海上輸送から素材製造までのエネルギー起源 GHG 排出と、焼却に回る樹脂由来の非エネルギー起源 GHG 排出を試算のバウンダリとした。
 - 活動量としては、日本保安炎筒工業会における「廃発炎筒処理システム」経由で引き取った発炎筒由来の樹脂回収量を用いた。

d. 算定式・用いたデータ

各項目の算定式を以下表 1-25 に整理した。

また、排出係数は各プロセスにおいて以下表 1-26 に整理した。

表 1-25 発炎筒のケース(PE 樹脂)の再資源化による GHG 排出削減効果の算定式

起源	プロセス	算定式
エネルギー起源 排出削減効果	バージン PE 樹脂製造 (※原料の海上 輸送も含む)	「廃発炎筒処理システム」経由で引き取った発炎筒の樹脂製造に係る GHG 排出量[t-CO ₂ eq] = 「『廃発炎筒処理システム』経由で引き取った発炎筒のうち、発炎筒由来資源(ケース(PE))の材料リサイクル量 30[t](2020 年度実績) ⁴⁷ × 「バージン PE 樹脂製造に係る GHG 排出係数[t-CO ₂ eq/t]」
非エネルギー起源 排出削減効果	焼却	「『廃発炎筒処理システム』経由で引き取った発炎筒の樹脂の焼却に係る GHG 排出量[t-CO ₂ eq] = 「『廃発炎筒処理システム』経由で引き取った発炎筒のうち、発炎筒由来資源(ケース(PE))の材料リサイクル量[t] × 「焼却に回る PP 樹脂由来の GHG 排出係数[t-CO ₂ eq/t]」

表 1-26 本試算で用いた発炎筒に関するプロセス別排出係数

起源	プロセス	排出係数
エネルギー起源 排出削減効果	バージン PE 樹脂製造 (※原料の海上 輸送も含む)	出所 ⁴⁸ における「ポリエチレン」「原油タンカー輸送、> 8 万[DWT]」の排出係数を用いた。 バージン PE 樹脂製造については、資源採掘・輸送・素材製造に関し考慮している。 原料の海上輸送については「原油を 80,000[t]分、日本-中東間 12,000[km]の距離を運搬する場合」と仮定した。
非エネルギー起源 排出削減効果	焼却	PP、PE 樹脂の炭素数が同じであることより、「焼却に回る PP 樹脂由来の GHG 排出量」の値で代用した。 PP 樹脂について可燃分割・可燃分中炭素の割合・化石燃料由来の割合・完全燃焼率を基に算出した値を使用。 ⁴⁹

e. 試算結果の解釈にあたっての留意事項

区分	試算結果の解釈にあたっての留意事項
算定に用いたデータ	・ 「発炎筒由来資源(ケース(PE))の材料リサイクル量」は日本保安炎筒工業会が把握している「廃発炎筒処理システム」経由で引き取った発炎筒を対象にした実績値を用いている。それ以外で材料リサイクルを実施している実態があれば、その分の GHG 排出削減効果が上乗せされる。

⁴⁷ 経済産業省ウェブサイト、産業構造審議会産業技術分科会廃棄物・リサイクル小委員会自動車リサイクルWG中央環境審議会循環型社会部会自動車リサイクル専門委員会 第57回合同会議(2022 年 11 月 7 日) 資料 7-2「廃発炎筒処理システム(実績報告)」p.7、https://www.env.go.jp/council/content/i_03/000084941.pdf (2023 年 12 月 15 日閲覧)

⁴⁸ LCI データベース IDEAv.3.3、国立研究開発法人産業技術総合研究所 安全科学研究部門 IDEA ラボ

⁴⁹ 次の算定式で算出した。PP 樹脂の可燃分 × 可燃分中炭素 × 石油由来の割合 × 完全燃焼率 × 単位変換係数 3.667[g-CO₂/g-C]

2) 試算結果

発炎筒由来の資源の再資源化による GHG 排出削減効果の試算結果として、「廃発炎筒処理システム」経由で引き取った発炎筒のケース(PE 樹脂)の再資源化による GHG 排出削減効果は、160[t-CO₂eq]と算出された。