

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

MRI エム・アール・アイ リサーチ アソシエーツ

2022 年 3 月 25 日

サステナビリティ事業部

はじめに

第 203 回国会における菅内閣総理大臣所信表明演説（令和 2 年 10 月）において、「2050 年カーボンニュートラル（以下、「CN」という。）、脱炭素社会の実現を目指す」ことが宣言された。これを受けて、令和 2 年 12 月に策定された「2050 年カーボンニュートラルに伴うグリーン成長戦略」では、自動車・蓄電池産業として、電動化の推進や車の使い方の変革等の取組により、2050 年に自動車のライフサイクル全体のカーボンニュートラルを目指すとした。資源循環関連産業としても 2050 年までに温室効果ガスの排出を全体としてゼロにするとされた。

また、令和 3 年 1 月には、第 204 回国会における菅内閣総理大臣施政方針演説において、2035 年までに、新車販売で電動車 100%を実現することが表明された。令和 3 年 8 月には、環境省より、廃棄物・資源循環分野における 2050 年温室効果ガス排出実質ゼロに向けた中長期シナリオ（案）も公表された。

自動車リサイクル法は、施行から 15 年以上が経過し、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 及び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（以下、「合同会議」という。）において評価・検討が行われ、2050 年 CN に向けた情勢の変化は、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、合同会議においても、自動車リサイクル分野における温室効果ガスの排出実態を把握した上で、今後の対応を検討する必要があると指摘されている。

本業務では、2050 年カーボンニュートラル実現に向けた自動車リサイクル分野における対応に関する調査検討を行うことを目的とする。

Summary

In his policy speech at the 203rd session of the Diet, Prime Minister Suga announced his intention to become carbon neutral (hereinafter referred to as the "CN") by 2050. In response to this declaration, the "Green Growth Strategy for Carbon Neutrality by 2050" formulated in December 2020 calls for the automobile and storage battery industries to achieve carbon neutrality over the entire life cycle of automobiles by 2050 through the promotion of electrification and changes in the way automobiles are used. The goal is to achieve this goal. As for resource-recycling-related industries, they are also expected to reduce their overall greenhouse gas emissions to zero by 2050.

In January 2021, Prime Minister Suga also declared in his policy speech at the 204th session of the Diet that the government would achieve 100% electric vehicles in new car sales by 2035. In August 2021, the Ministry of the Environment released a draft medium- to long-term scenario toward virtually zero greenhouse gas emissions in the waste and resource circulation sector by 2050.

More than 15 years have passed since the Act on Recycling of End-of-Life Automobiles came into effect, and the Automobile Recycling Working Group of the Waste Management and Recycling Subcommittee of the Industrial Technology Subcommittee of the Industrial Structure Council and the Joint Meeting of the Automobile Recycling Expert Committee of the Recycling Society Section of the Central Environmental Council have been discussing the details.

These changes in the situation may have a significant impact on the future of automobile recycling, and the Joint Meeting has indicated that it is necessary to grasp these trends and consider future measures. The purpose of this report was to conduct a survey and study on the measures to be taken in the automotive recycling field toward achieving carbon neutrality by 2050. In this report, we investigated the previous studies related to life cycle assessments of an end-of-life vehicle (hereinafter referred to as the "ELV") and the present amounts of greenhouse gases emitted recycling in the ELV in Japan. Also, we interviewed experts and industry groups related to the automobile recycling to identify current and future measures to reduce greenhouse gas emissions from automotive recycling.

目次

1.	自動車リサイクルにおける温室効果ガス排出量の算定	1
1.1	先行文献の調査	1
1.2	自動車リサイクルのバウンダリの設定	13
1.3	温室効果ガス排出量の算定手法の整理	17
1.4	使用済自動車のリサイクルに係る温室効果ガス排出量の算定	40
1.5	自動車リサイクルにおける温室効果ガス排出控除量の算定方針及び試算	62
1.6	令和4年度以降の課題の整理	67
2.	2050年カーボンニュートラル実現に向けた自動車のライフサイクルにおける 温室効果ガス排出量に関する将来シナリオの作成	68
2.1	自動車の販売台数に関する見通し	68
2.2	自動車の廃車台数に関する見通し	73
2.3	総括と今後の課題	73
3.	2050年カーボンニュートラル実現に向けた自動車リサイクルにおける対応の 検討	74
3.1	自動車リサイクルに影響を与える事項等の検討・整理	74
3.2	業界団体における温室効果ガス削減対策の取り組み状況の把握	78
4.	参考情報	80
4.1	廃棄物・資源循環分野における2050年温室効果ガス排出実質ゼロに向けた中長 期シナリオ(案)	80
4.2	有識者からのご意見	83
5.	参考文献	93

図 目次

図 1-1	ガソリン車及び電気自動車のライフサイクルプロセス	1
図 1-2	ガソリン車及び次世代車電気自動車のライフサイクルにおける温室効果ガス排出量	2
図 1-3	GREET モデルで算定可能な LCA の種類	3
図 1-4	自動車のライフサイクル全体における処分段階の温室効果ガス排出量	6
図 1-5	温室効果ガス（GWP）排出量のシナリオ別比較.....	7
図 1-6	マテリアルフロー精緻化のイメージ.....	8
図 2-1	次世代自動車普及目標.....	68
図 2-2	水素・燃料電池戦略ロードマップにおけるモビリティ分野での目標と取組.....	70
図 2-3	2030 年における電気自動車の販売台数の見通し（Electric vehicle share of vehicle sales by mode and scenario in Japan, 2030）	71
図 2-4	乗用車の車種別販売台数の予測	72
図 2-5	次世代自動車の廃車発生台数の見通し	73
図 3-1	現行のリサイクル過程におけるカーボンニュートラル実現に向けた対応策（イメージ）	77

表 目次

表 1-1	ガソリン車及び電気自動車のライフサイクルアセスメントに用いた条件	2
表 1-2	GREET モデル 2 のデータベースに整理された 1 次・2 次マテリアルの種類.....	4
表 1-3	自動車リサイクルの先行研究における LCA 評価対象項目の整理.....	5
表 1-4	温室効果ガス排出量の算定対象外とした理由	21
表 3-1	現行のリサイクル過程への影響と対応策	75
表 3-2	主なヒアリング事項	78
表 3-3	ヒアリング結果（概要）	79
表 4-1	温室効果ガス排出量の算定方針及び本業務の取組方針に関する有識者からのご意見 ...	83
表 4-2	本業務で作成した算定ファイルで更新が必要な部分及び MRA の対応内容について	84
表 4-3	業界団体等へのヒアリングに関する委員からのご指摘	85
表 4-4	令和 4 年度以降の温室効果ガス排出量の算定に向けての課題及び検討事項	87
表 4-5	本業務で作成した算定ファイルで更新が必要な部分及び MRA の対応内容について	88
表 4-6	令和 4 年度以降の温室効果ガス排出量の算定に向けての課題及び検討事項	89
表 5-1	温室効果ガス排出量の算定にあたっての参考資料.....	93
表 5-2	自動車の将来見通しに関する参考資料.....	97
表 5-3	現行のリサイクル過程への影響と対応策の検討における参考資料	97

1. 自動車リサイクルにおける温室効果ガス排出量の算定

自動車リサイクルにおける現在の温室効果ガス排出量を把握するため、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を算定した。温室効果ガス排出量の算定に当たっては、解体・破碎段階で回収される部品・素材等を含む自動車リサイクル全体を対象とした。

はじめに、先行文献の調査を行い、本業務に係る類似の研究成果を整理した。また、算定方法は、国際連合気候変動枠組条約に基づき我が国が条約事務局に提出する最新の温室効果ガス排出・吸収目録（インベントリ）の排出係数や既往の環境省業務報告書等を参考にし、有識者と協議を行いながら、算定方針及び算定方法等を検討し、算定作業を進めた。

1.1 先行文献の調査

1.1.1 自動車のライフサイクルにおける自動車リサイクルの位置づけの整理

自動車のライフサイクルにおける自動車リサイクルの位置づけを整理するために、IEA Global EV Outlook 2020¹で報告されている、ガソリン車及び次世代車電気自動車のライフサイクルプロセス及びライフサイクルアセスメントを整理した。

(1) ガソリン車と電気自動車のライフサイクルプロセスの整理

- ガソリン車と電気自動車は、動力源が異なる。
- 走行時に、ガソリン車はガソリンを使用し、電気自動車は電力を使用する。

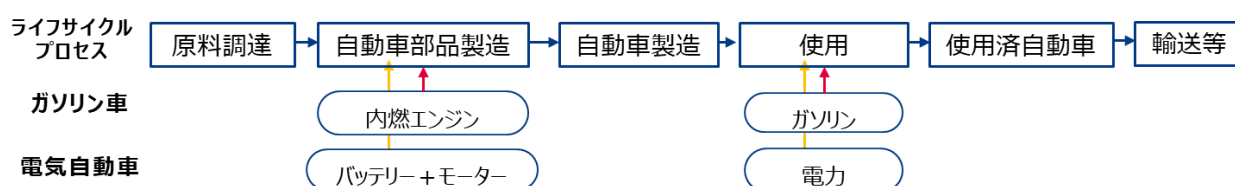
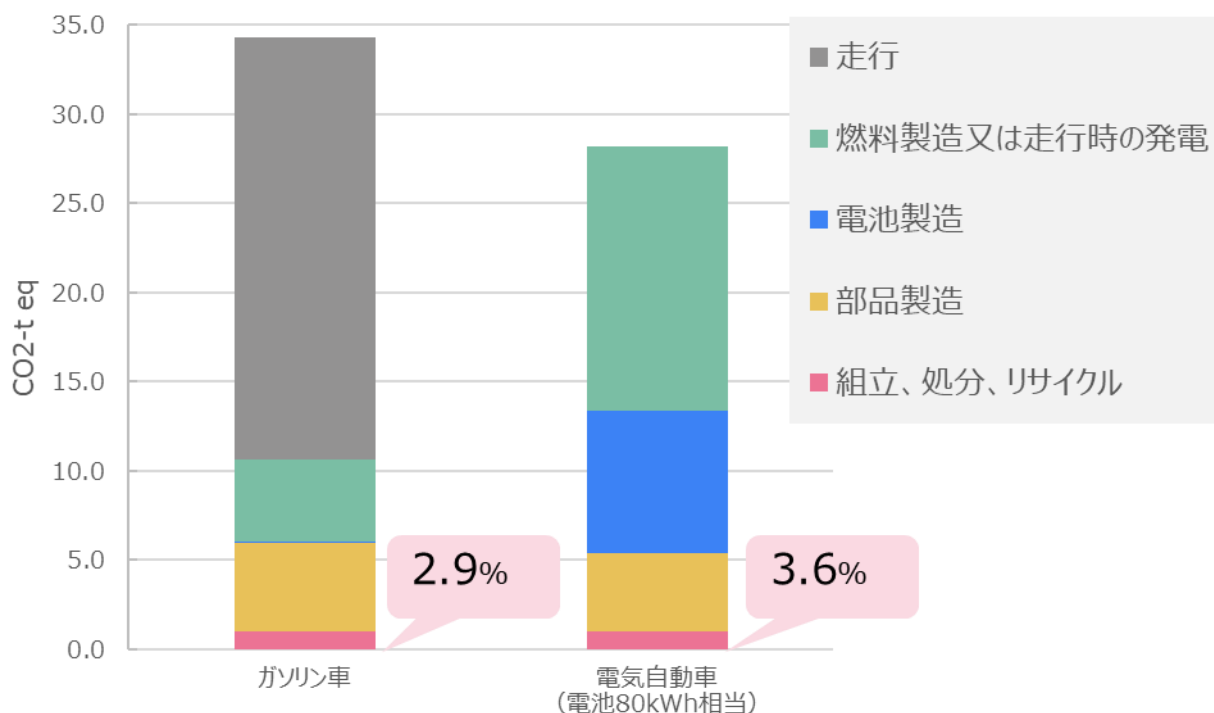


図 1-1 ガソリン車及び電気自動車のライフサイクルプロセス

(2) ガソリン車と電気自動車のライフサイクルアセスメント

- 電気自動車の方が、電池製造の影響により、製造時の CO2 排出量は高くなる。
- 電気自動車の発電及び電池製造に係る CO2 排出量は、ガソリン車の走行及び燃料製造に係る CO2 排出量を下回る。
- 組立・廃棄・リサイクル時の CO2 排出量は、ガソリン車と電気自動車でほとんど変化しない。

¹ GLOBAL, E. V. Outlook 2020. International Energy Agency (IEA), 2020.



出所) IEA Global EV Outlook 2020

注釈) 文献により、ガソリン車と電気自動車のLCA評価結果は異なる。

図 1-2 ガソリン車及び次世代車電気自動車のライフサイクルにおける温室効果ガス排出量

なお、上記で示したガソリン車と電気自動車のライフサイクルアセスメントで用いている条件を表 1-1 に示す。

表 1-1 ガソリン車及び電気自動車のライフサイクルアセスメントに用いた条件

プロセス	ガソリン車 (中型車)	電気自動車 (中型車)
走行	ガソリンを使用、6.8L ガソリン等量/100m (乗用車等の国際調和排出ガス・燃費試験法の値)	5%の充電損失を含む
燃料製造又は走行時の発電で生じた CO2	燃料サイクルにおける電源の温室効果ガス強度は 518gCO ₂ -eq/kWh (2018 年の送電及び配電システムの損失を含んだ世界平均)	10 年で 150,000km 走行したと仮定する
電池製造	—	EU 基準の製造、リチウムイオン電池
部品製造	アメリカ国内で製造されたと仮定し、製造過程や鉄・アルミニウム・バッテリー素材のサプライチェーンの地域間の違いは考慮しない	
組立・処分・リサイクル	GREET モデルに基づき試算	

出所) IEA Global EV Outlook 2020

上述した条件のうち、組立・処分・リサイクルにおいて利用されている GREET モデルの概要やデータベースに整理された情報は以下のとおりである。GREET モデルとは、米国アルゴンヌ国立研究所が開発し、ホームページ上で公開している無料のシミュレーションモデルである²。自動車からのエネルギー消費量や様々なガスの排出量のシミュレーションが可能で、100 種類以上の燃料製造パスが想定されている。パラメーターの値や燃料パスは年々更新されており、現在は GREET2020 が公表されている。GREET モデルで算出可能なライフサイクルアセスメント（以下、「LCA」という。）のイメージを図 1-3 に示す³。GREET モデルでは、Well to Pump（GREET1 Series）と Vehicle Cycle（GREET2 Series）の二つの LCA が算出可能である。

GREET® Model

The Greenhouse gases, Regulated Emissions, and Energy use in Technologies Model

The GREET model is a one-of-a-kind analytical tool that simulates the energy use and emissions output of various vehicle and fuel combinations. Sponsored by the U.S. Department of Energy's (DOE) Office of Energy Efficiency and Renewable Energy. GREET offers two free platforms to use: the GREET.net model and the GREET Excel model.

To get a complete picture of the energy and environmental impacts of a technology, it is important to consider the full life cycle – from well to wheels for fuels and from raw material mining to vehicle disposal for automobiles.

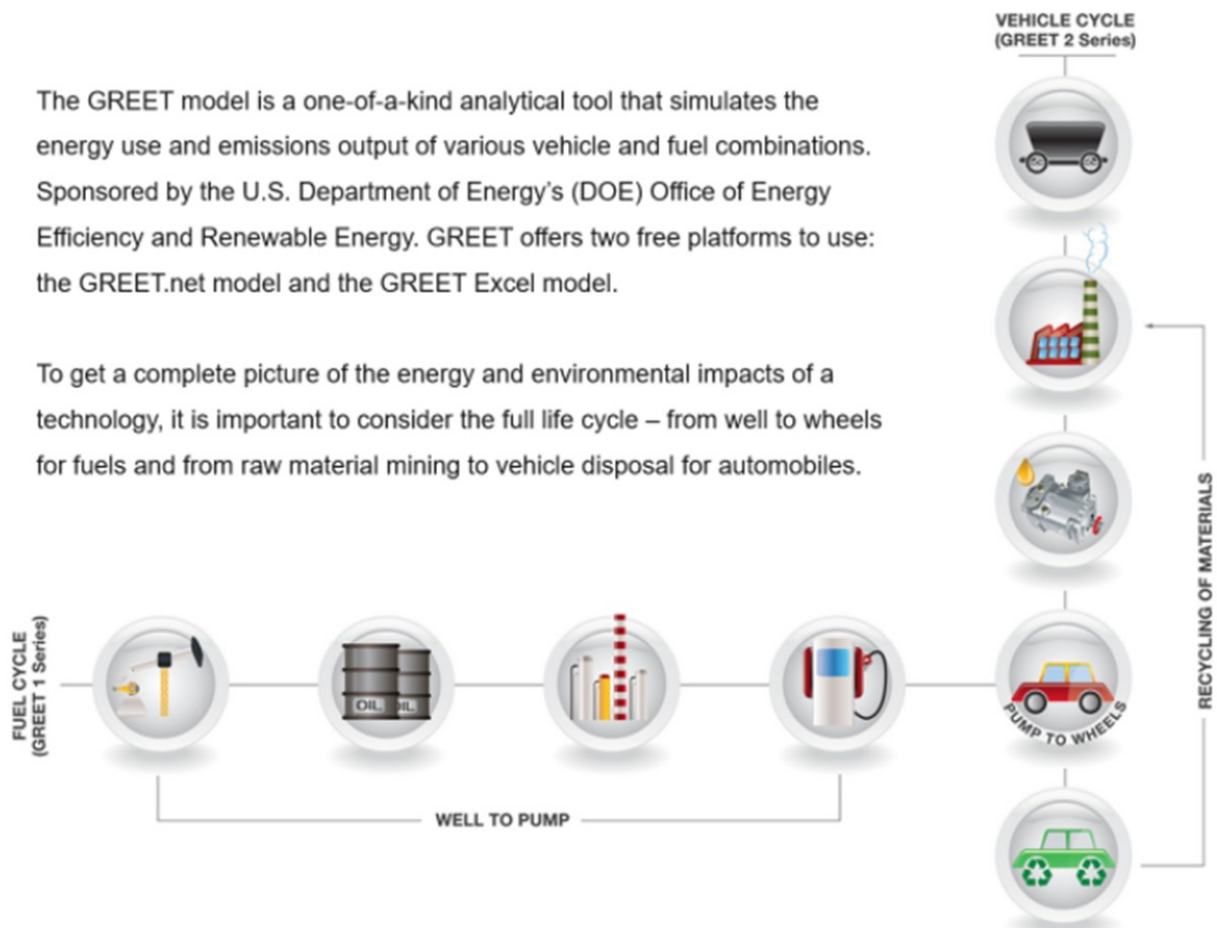


図 1-3 GREET モデルで算定可能な LCA の種類

2つの算定モデルのうち、自動車リサイクルに係る LCA は GREET モデル 2 が該当する。GREET 2 のデータベースは、Assemble, Disposal, Recycling（以下、「ADR」という。）でひとくくりになっていた。ADR のエネルギー消費量と排出量を計算するために想定される工程は、3 分類ある。

² 平成 30 年度省エネルギー政策立案のための調査事業（自動車におけるエネルギー性能の評価方法に関する調査検討事業）報告書： https://www.meti.go.jp/medi_lib/report/H30FY/000787.pdf（2022 年 3 月 22 日閲覧）

³ GREET Model HP： <https://greet.es.anl.gov/index.php>（2022 年 3 月 22 日閲覧）

そのうち、組立時はさらに 6 工程に分かれていた。これらに、リサイクルに関する工程は計算に含まれていなかった。

- ① 塗料製造
- ② 組立時の 6 工程（塗布、カーエアコン・照明、加熱、解体作業、溶接、圧縮空気）
- ③ 処分

また、ADR では、ガソリン車及び電気自動車の動力源に関係なく、同じ温室効果ガス排出量 (g/台) の数値が用いられていた。従って、IEA Global EV Outlook 2020 では、リサイクル工程がライフサイクルの一つとして示されていたが、実際の計算には含まれていなかった。

なお、自動車リサイクル全体の計算には含まれていないが、様々な 1 次・2 次マテリアルの温室効果ガス排出量 (g/t) に関するデータが整備されていた。

表 1-2 GREET モデル 2 のデータベースに整理された 1 次・2 次マテリアルの種類

項目	1 次マテリアル (バージン)	2 次マテリアル (リサイクル)
温間圧延プレス鋼	○	
冷間圧延プレス鋼	○	
亜鉛メッキプレス鋼	○	
鋼棒		○
ステンレス鋼棒	○	
鋳鉄	○	
鍛造鉄	○	
鍛造熱間圧延プレスアルミニウム	○	○
鍛造冷間圧延プレスアルミニウム	○	○
鍛造押し出しアルミニウム	○	○
鋳アルミニウム	○	○
銅線	○	
ガラス製造	○	
ガラス繊維強化プラスチック (GFRP) 製造	○	
炭素繊維強化プラスチック (CFRP) 製造	○	
プラスチックブロー成形 (HDPE)	○	
プラスチック艶出し (PVC)	○	
プラスチック圧縮成形	○	
プラスチック押し出し (HDPE)	○	
プラスチック押し出し (PP)	○	
プラスチック注入成形 (HDPE)	○	
プラスチック注入成形 (PVC)	○	
プラスチック注入成形 (PP)	○	
ゴムの圧縮成形	○	
ゴム射出成形 (PVC)	○	

出所) GREET モデル 2 を基に MRA 作成

1.1.2 自動車リサイクルの LCA 評価に関する先行研究

自動車リサイクルに関する LCA 論文の調査結果を表 1-3 に示す。自動車ライフサイクルの LCA 評価を行う先行研究のうち、リサイクル工程の LCA 評価に焦点を当て分析する論文は見つからなかった。ただし、Dillman et al. (2020)⁴の総説において、自動車ライフサイクルの LCA を評価し、かつ使用済自動車（End of Life vehicle : EOL（≠リサイクル））の LCA も評価した論文が整理されていた。

表 1-3 自動車リサイクルの先行研究における LCA 評価対象項目の整理

Study & Year	LCA Method	Materials	Manuf-Acturing	Shipping	Use Phase	Mainte-Nance	Battery Replacement	EOL	Lifetime (km)
Gao et al. (2012) [17]	Process	x	x	x	x	x	x		256,000
Ma et al. (2012) [18]	Process	x	x	x	x	x		x	180,000
Szczzechowicz et al. (2012) [19]	Process	x	x	x	x			x	150,000
Bartolozzi et al. (2013) [20]	Process	x	x	x	x	x		x	LT not disclosed
Hawkins et al. (2013) [16]	Process	x	x	x	x	x		x	150,000
Sharma et al. (2013) [21]	Process	x	x		x	x			150,000
Chatzikomis et al. (2014) [22]	Process	x	x		x				150,000
Messagie et al. (2014) [23]	Process	x	x		x	x	x	x	230,500
Bauer et al. (2015) [24]	Process	x	x		x	x	x	x	Vehicle: 240,000 Battery: 150,000
Girardi et al. (2015) [25]	Process	x	x		x	x		x	150,000
Onat et al. (2015) [26]	Hybrid	x	x		x	x			240,000
Tagliaferri et al. (2016) [27]	Process	x	x		x			x	150,000
Burchart-Korol et al. (2018) [28]	Process	x	x	x	x	x		x	150,000
Gawron et al. (2018) [29]	Process	x	x		x			x	257,495
Wu et al. (2018) [30]	Process	x	x		x	x			150,000
Bekel et al. (2019) [31]	Process	x	x		x	x		x	150,000
Kawamoto et al. (2019) [13]	Process	x	x		x	x	x	x	200,000
Li et al. (2019) [32]	Hybrid	x	x		x	x		x	260,000
Xiong et al. (2019) [33]	Process	x	x	x	x	x		x	160,000; 120,000

出所) DILLMAN, Kevin Joseph, et al. Review and meta-analysis of EVs: Embodied emissions and environmental breakeven. Sustainability, 2020, 12.22: 9390.

表 1-3 の資料のうち、自動車リサイクルを含めて温室効果ガス排出量を試算した先行研究として、Tagliaferri et al.(2016)⁵の論文について、概要と本業務への示唆を以下に示す。

当該論文では、自動車リサイクルの温室効果ガス排出量の算定に、廃棄段階のリサイクルを考慮し、他の論文よりも詳細に解析している。LCA 算定のための LCA 及び処分段階の条件設定は以下のとおりである。

【LCA の設定条件】

- バッテリーの構成要素の異なる電気自動車 2 種、ガソリン車、ハイブリッド車(電気 30%) の 4 種を比較
- Ecoinvent のデータベースを利用し、Gabi7 を用いて LCA 分析（ここでは温室効果ガス排出量に着目）を実施
- 得られた値に CML*の因子を乗じて正規化した値を比較
*オランダで開発された、被害算定型ライフサイクル環境影響評価手法の一つ
- 機能単位は、1km 走行当たりの CO2-eq 排出量（総走行距離は 15 万 km と設定し、すべての車種に本条件を適用）

⁴ DILLMAN, Kevin Joseph, et al. Review and meta-analysis of EVs: Embodied emissions and environmental breakeven. Sustainability, 2020, 12.22: 9390.

⁵ TAGLIAFERRI, Carla, et al. Life cycle assessment of future electric and hybrid vehicles: A cradle-to-grave systems engineering approach. Chemical Engineering Research and Design, 2016, 112: 298-309.

【処分段階の設定条件】

- 車体とバッテリーの処分段階の LCA を評価
- ガソリン車と電気自動車ともに、車体から「銅・銅・アルミニウム」が回収される設定
- 電気自動車は、バッテリーから「ニッケル・コバルト・マンガン」が回収されるとし、回収率を製錬処理別に設定
- バッテリーから発生するスラグは、回収量が少ないため考慮しない
- 車体の 100% が EU 内でリサイクルされる場合（High recycling rate scenario）と 43% は EU 外に輸出され埋め立てられる場合（Low recycling rate scenario）を設定し比較

これらの設定条件を用いて算定した結果を図 1-4 及び図 1-5 に示す。

【自動車のライフサイクル全体における処分段階の温室効果ガス排出量】

- リサイクルすることで、地球温暖化係数（以下、「GWP」という。）は減少する影響が働く
- 処分段階の GWP は、車種ごとに顕著な違いは見られない
- 製造・使用の段階と比較して、処分段階が GWP に与える影響は小さい

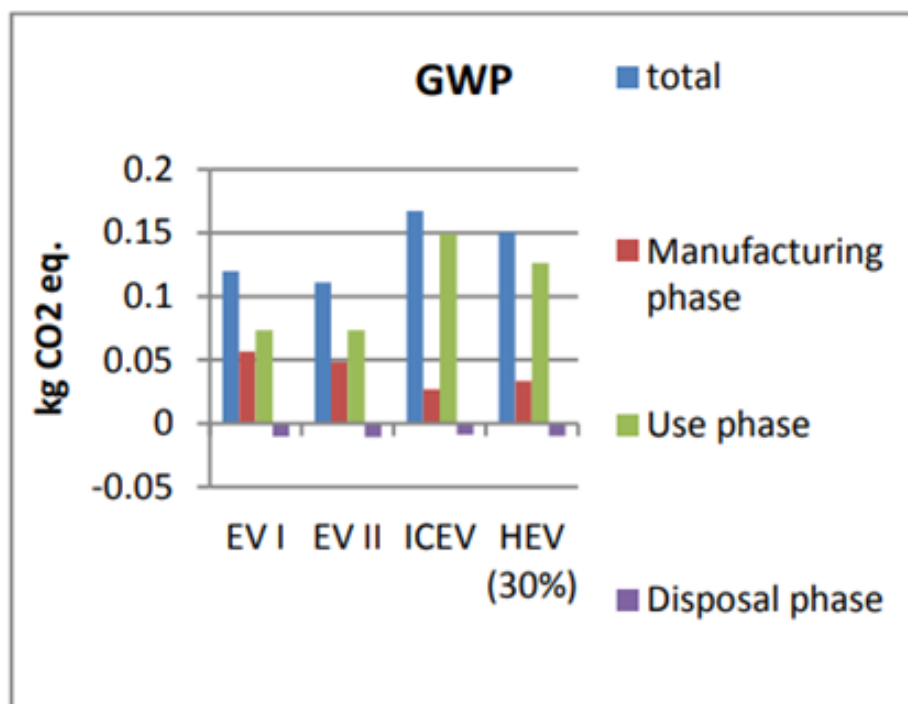


図 1-4 自動車のライフサイクル全体における処分段階の温室効果ガス排出量

出所) TAGLIAFERRI, Carla, et al. Life cycle assessment of future electric and hybrid vehicles: A cradle-to-grave systems engineering approach. Chemical Engineering Research and Design, 2016, 112: 298-309.

【シナリオ別の比較】

- シナリオの違い（処分方法の違い）は、GWP の算出に大きな影響を及ぼさない
- 処分段階における電気自動車の GWP は、考慮するバッテリーによっては、ガソリン車よりも低い値又はほぼ同等の値を示す

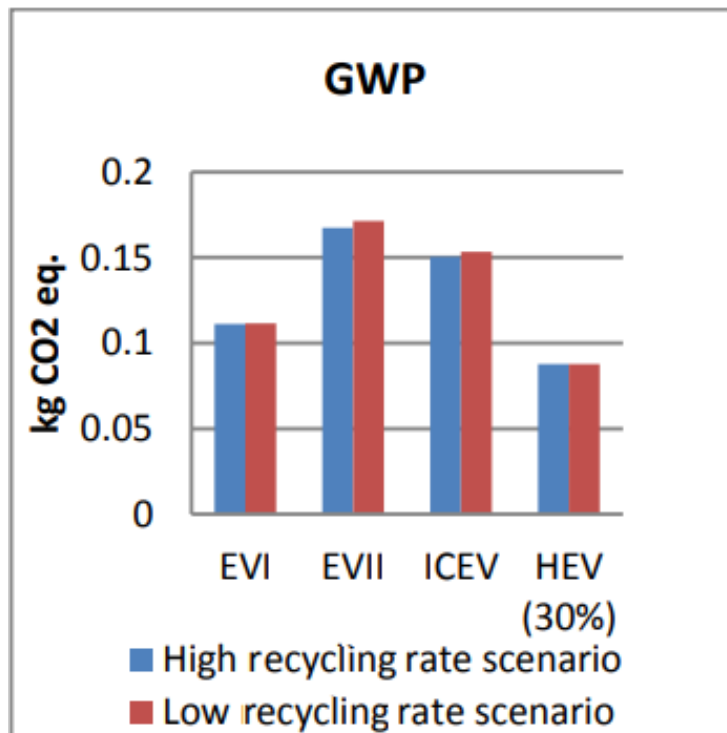


図 1-5 温室効果ガス（GWP）排出量のシナリオ別比較

出所) TAGLIAFERRI, Carla, et al. Life cycle assessment of future electric and hybrid vehicles: A cradle-to-grave systems engineering approach. Chemical Engineering Research and Design, 2016, 112: 298-309.

Tagliaferri et al. (2016)から、処分段階のリサイクルを含めて自動車リサイクルにおける温室効果ガス排出量の算定には以下の可能性があることが示唆された。

- 自動車の車体とバッテリーに含まれる有価金属のリサイクルを排出量算定の条件に含む場合がある
- 廃棄段階の温室効果ガス排出量は、設定条件により、負の値になることがある
- 廃棄段階におけるリサイクル率が、自動車のライフサイクルにおける温室効果ガス排出量に及ぼす影響は大きい

1.1.3 自動車リサイクルにおけるマテリアルフローに関する先行研究

自動車リサイクルにおける温室効果ガス排出量の算定においては、温室効果ガスが排出される各工程の活動量及び排出係数を明らかにすることが重要である。特に、各工程の活動量及びその組成は、自動車リサイクルにおける非エネルギー起源温室効果ガス排出量と温室効果ガス排出控除量に直接影響する。従って、自動車リサイクルにおけるマテリアルフローの把握及び精緻化は温室効果ガス排出量の算定において非常に重要である。具体的には、図 1-6 のように、自動車リサイクルの各工程におけるマテリアルフローの精緻化を行うことが必要である。本業務では、全体のマテリアルフローのうち、解体及び ASR 処理の一部の工程のみマテリアルフローを詳細に整理した。その他の工程のマテリアルフローの精緻化にあたっては、業界団体等へのヒアリングや現場での組成調査等を行うことが必要になる。

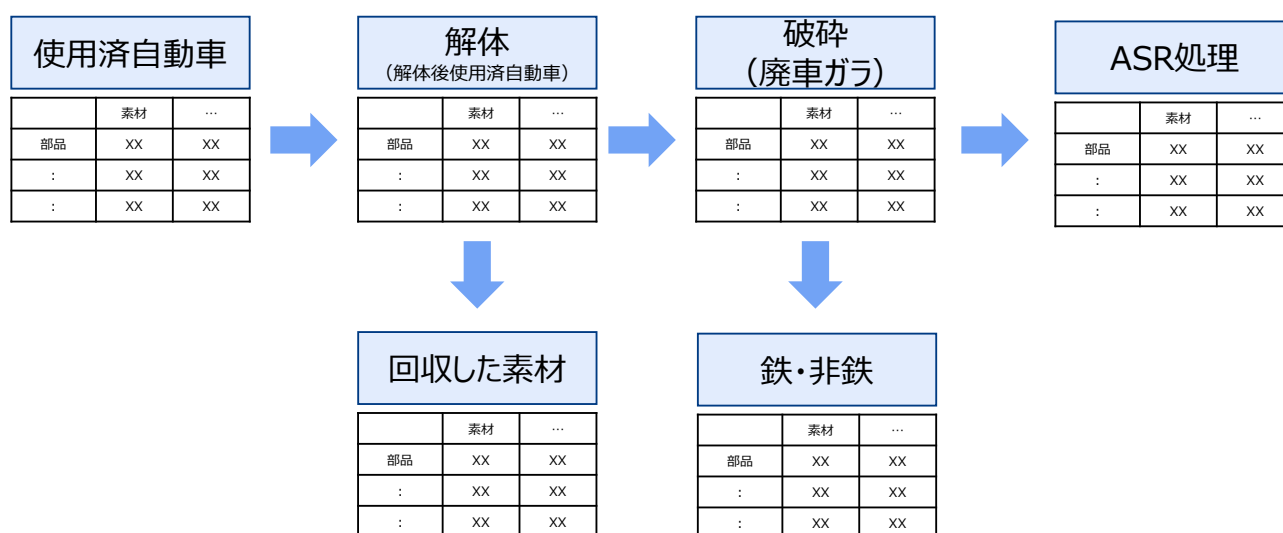


図 1-6 マテリアルフロー精緻化のイメージ

自動車リサイクルのマテリアルフローの精緻化に向けた前段階として、先行研究を調査し整理した。自動車リサイクルにおける温室効果ガス排出実態把握・対策検討会（以下、「CN 検討会」という。）のうち、第 2 回 CN 検討会で示した 3 つの事例について次ページ以降のスライドに示す。例①⁶では、ASR リサイクルを行った場合と全部利用を行った場合のマテリアルフローが整理されている。また、例②⁷では、2003 年のオランダにおける使用済自動車 1 台が埋立てられるまでのマテリアルフローを示している。例③⁸は、ASR 処理を行う場合と全部利用を行う場合の解体時の部品回収量の違いを示している。

⁶ 山末ら(2014). 使用済み自動車から得られる鉄スクラップの関与物質総量. 鉄と鋼, 100(6), 778-787

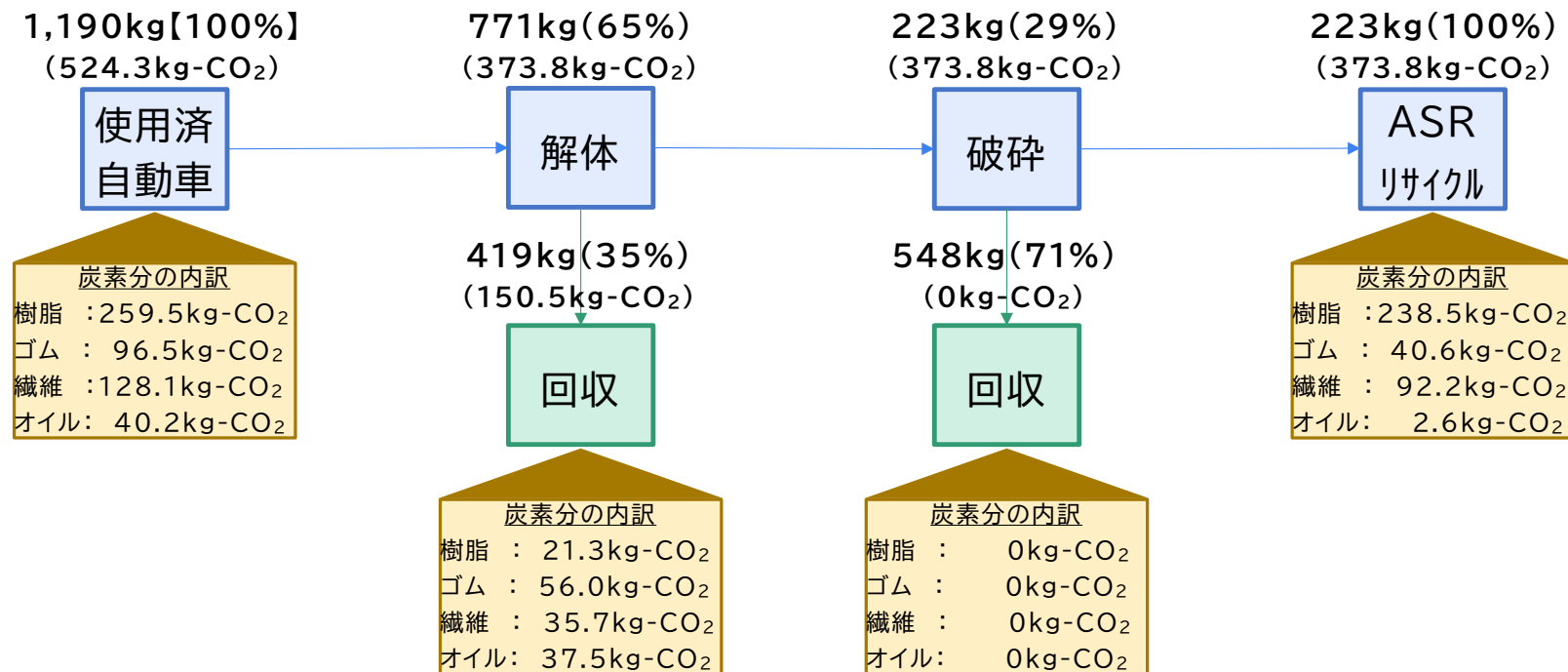
⁷ CASTRO, Maria BG; REMMERSWAAL, Johannes AM; REUTER, Markus A. Life cycle impact assessment of the average passenger vehicle in the Netherlands. *The International Journal of Life Cycle Assessment*, 2003, 8.5: 297-304.

⁸ 三菱 UFJ リサーチ&コンサルティング株式会社（2014）「平成 26 年度 低炭素型 3 R 技術・システム実証事業（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・破碎プロセスの実証化事業）報告書

自動車リサイクルのマテリアルフローの例①

● 1. ASRリサイクルの場合のマテリアルフロー

- 使用済自動車1台がASRリサイクルされた場合のマテリアルフローを、出所1を基に作成した。
- 炭素分の内訳は、出所1の各素材の重量に、出所2のCO₂排出係数を乗じて算出している。なお、炭素分の内訳は、非エネルギー起源CO₂のみを示している。



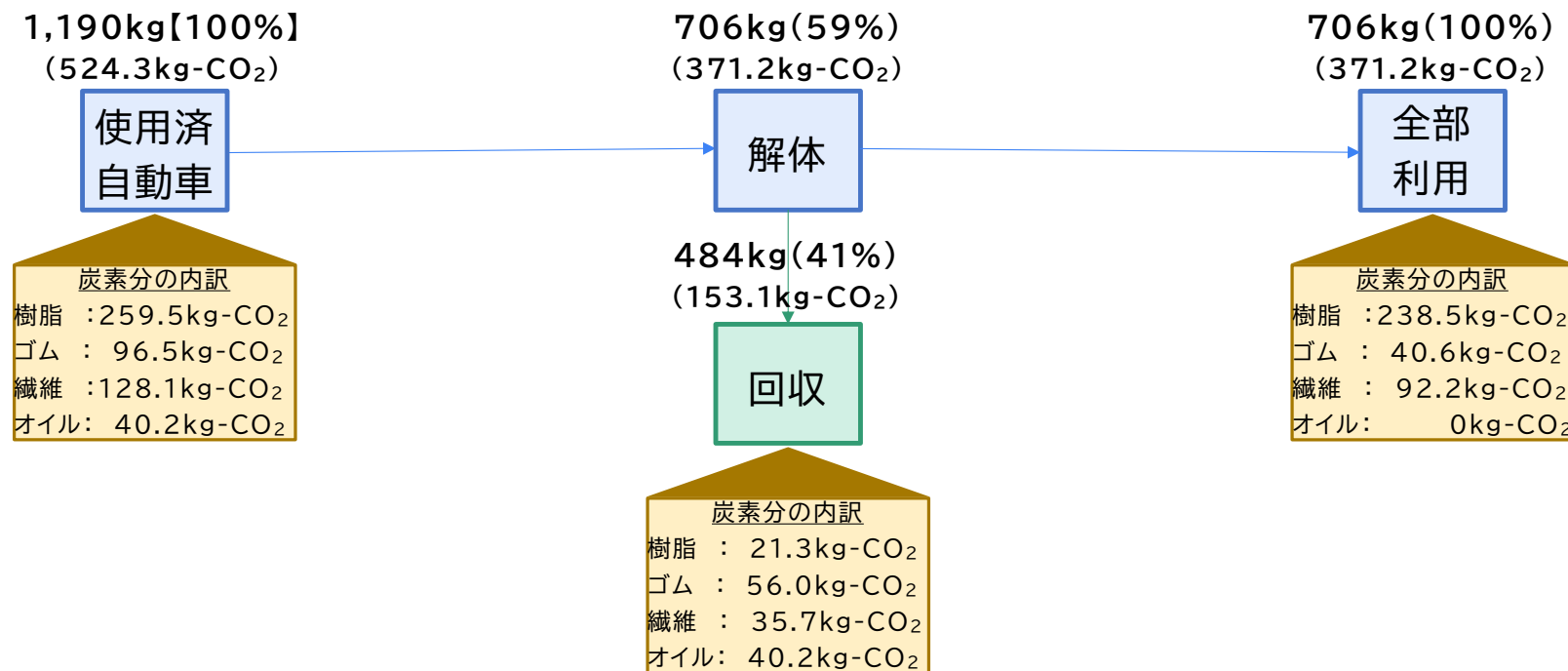
出所1) 山末ら(山末英嗣, 松八重一代, 中島謙一, 醍醐市朗, & 石原慶一。(2014). 使用済み自動車から得られる鉄スクラップの関与物質総量. 鉄と鋼, 100(6), 778-787.)

出所2) 国立大学法人国立環境研究所「日本国温室効果ガスインベントリ報告書」(2021)

自動車リサイクルのマテリアルフローの例①

● 2. 全部利用の場合のマテリアルフロー

- 使用済自動車1台が全部利用された場合のマテリアルフローを、出所1を基に作成した。
- 炭素分の内訳は、出所1の各素材の重量に、出所2のCO₂排出係数を乗じて算出している。なお、炭素分の内訳は、非エネルギー起源CO₂のみを示している。

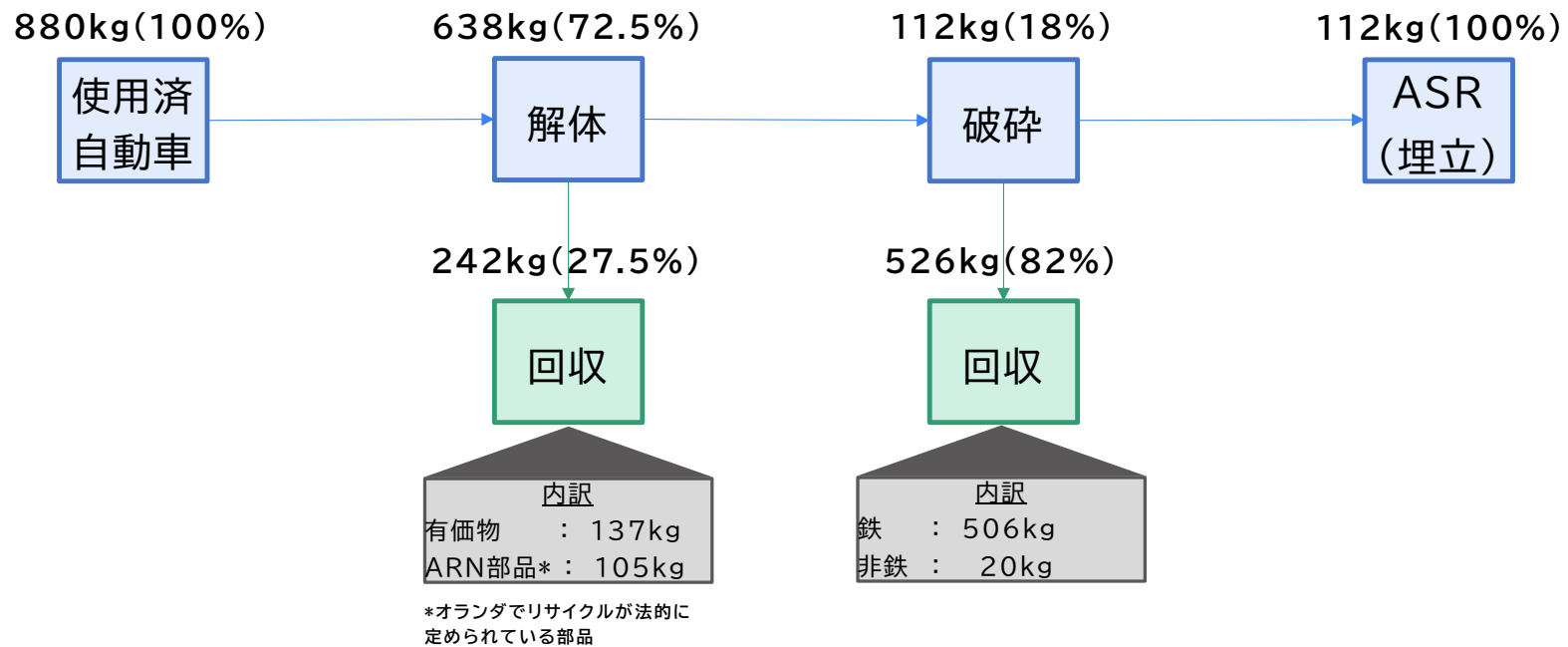


出所1) 山末ら(山末英嗣, 松八重一代, 中島謙一, 醍醐市朗, & 石原慶一. (2014). 使用済み自動車から得られる鉄スクラップの関与物質総量. 鉄と鋼, 100(6), 778-787.)

出所2) 国立大学法人国立環境研究所「日本国温室効果ガスインベントリ報告書」(2021)

自動車リサイクルのマテリアルフローの例②

- オランダの使用済自動車のマテリアルフロー
- 2003年のオランダにおける、使用済自動車1台が埋め立てられるまでのマテリアルフローを、出所1を基に作成した。

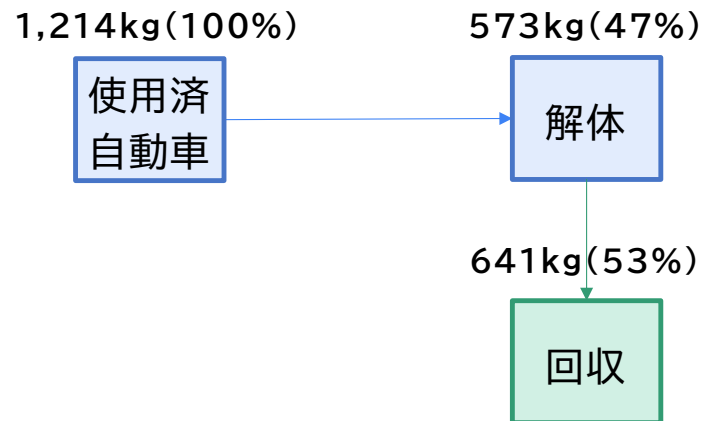


出所1) Castro, M. B., Remmerswaal, J. A., & Reuter, M. A. (2003). Life cycle impact assessment of the average passenger vehicle in the Netherlands. *The International Journal of Life Cycle Assessment*, 8(5), 297-304.

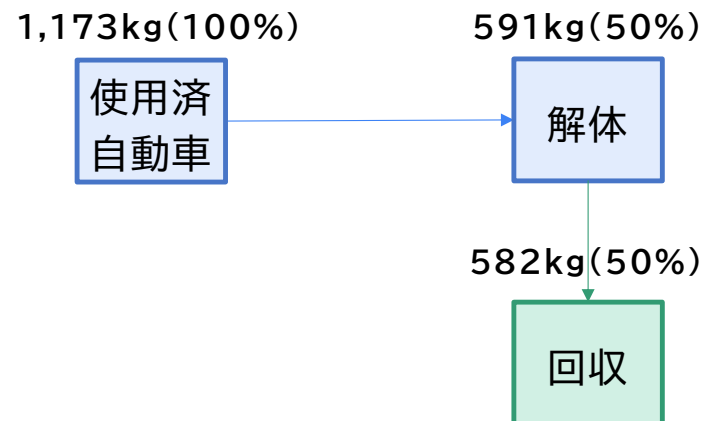
自動車リサイクルのマテリアルフローの例③

- 日本における自動車リサイクル手法別の解体後ガラ重量の比較
- 日本における自動車リサイクル手法が異なる場合の解体後ガラ重量及び回収量のマテリアルフローを、出所1を基に作成した。
- 全部利用に回る場合は、ASR処理に回る場合よりも、部品の回収量がやや少なかった。

1. ASR処理に回る場合



2. 全部利用に回る場合



1.2 自動車リサイクルのバウンダリの設定

従来車及び次世代車における、自動車リサイクルのシステム境界をそれぞれ設定した。これまでに作成したそれぞれのシステム境界の最新版を次ページ以降に示す。それぞれの設定の状況及び要点については、各項で整理した。

1.2.1 自動車リサイクルのシステム境界（従来車）

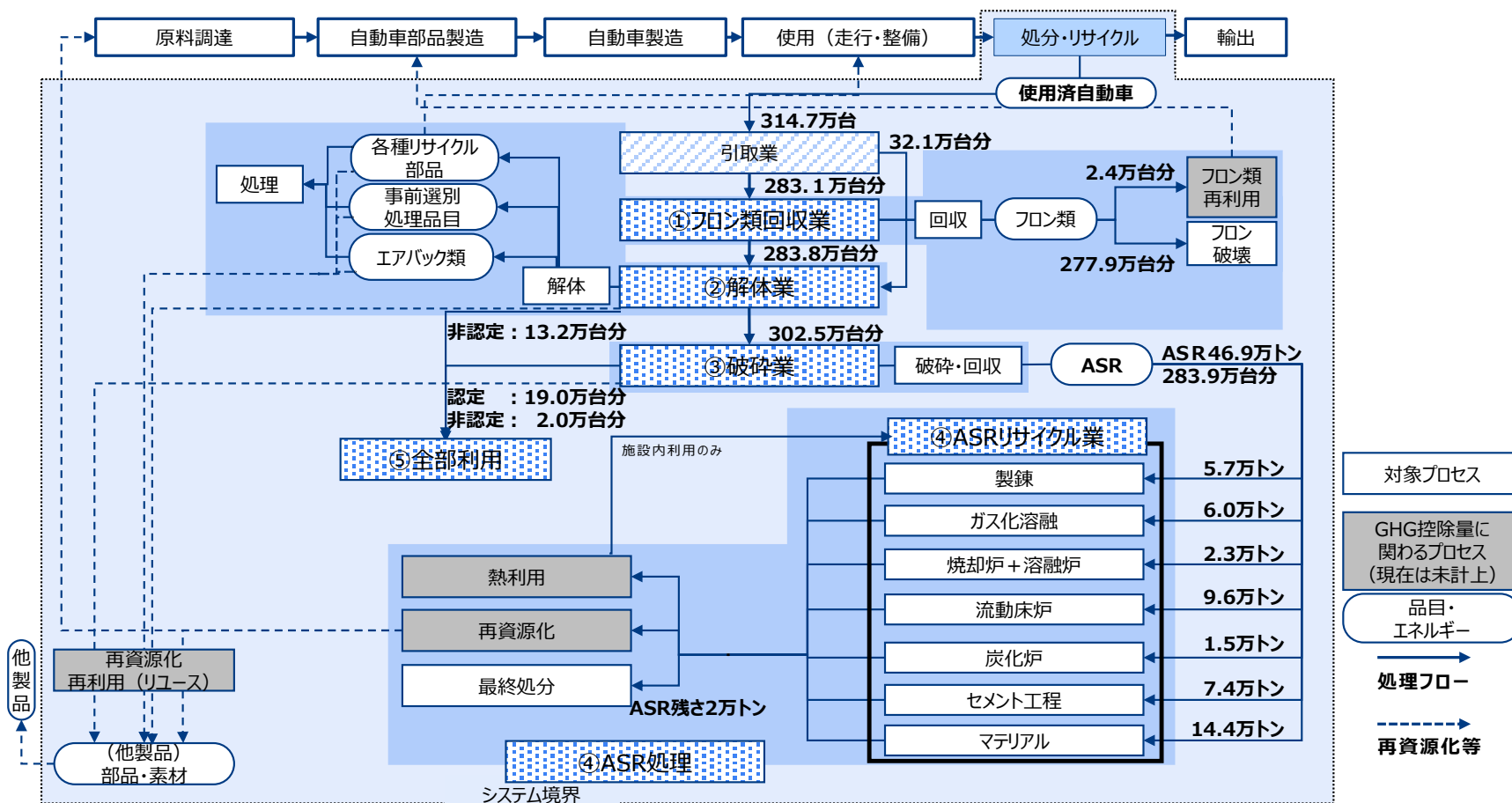
従来車の自動車リサイクルのシステム境界を CN 検討会及び有識者ヒアリングを参考に作成した。①フロン類回収業、②解体業、③破碎業、④ASR リサイクル業（処理業）、⑤全部利用の 5 つにプロセスを大別し、それぞれのプロセスにおける作業工程並びに各工程の活動量及び排出係数を整理することとした。なお、灰色で示した項目は、温室効果ガス排出控除量に係る項目であり、令和 4 年度以降の算定モデルの精緻化において検討が必要な部分であることを示している。

1.2.2 自動車リサイクルのシステム境界（次世代車）

次世代車として、電気自動車及び燃料電池自動車についても、自動車リサイクルのシステム境界を作成した。本業務では、現在の従来車の自動車リサイクルのシステム境界をもとにして、次世代車のシステム境界を簡易的に示している。現時点で想定されうる従来車のバウンダリとは特に異なる部分を黄色い丸枠に示している。次世代車の ASR 処理工程は、従来車の ASR 処理工程と大きな変化はないが、ASR 処理・リサイクルに投入されるマテリアルバランスは異なると考えられる。また、将来における各プロセスの変化は考慮していない。

具体的な次世代車の自動車リサイクルのシステム境界の作成にあたっては、今後、詳細な検討が必要になる。

自動車リサイクルシステムの境界(従来車)

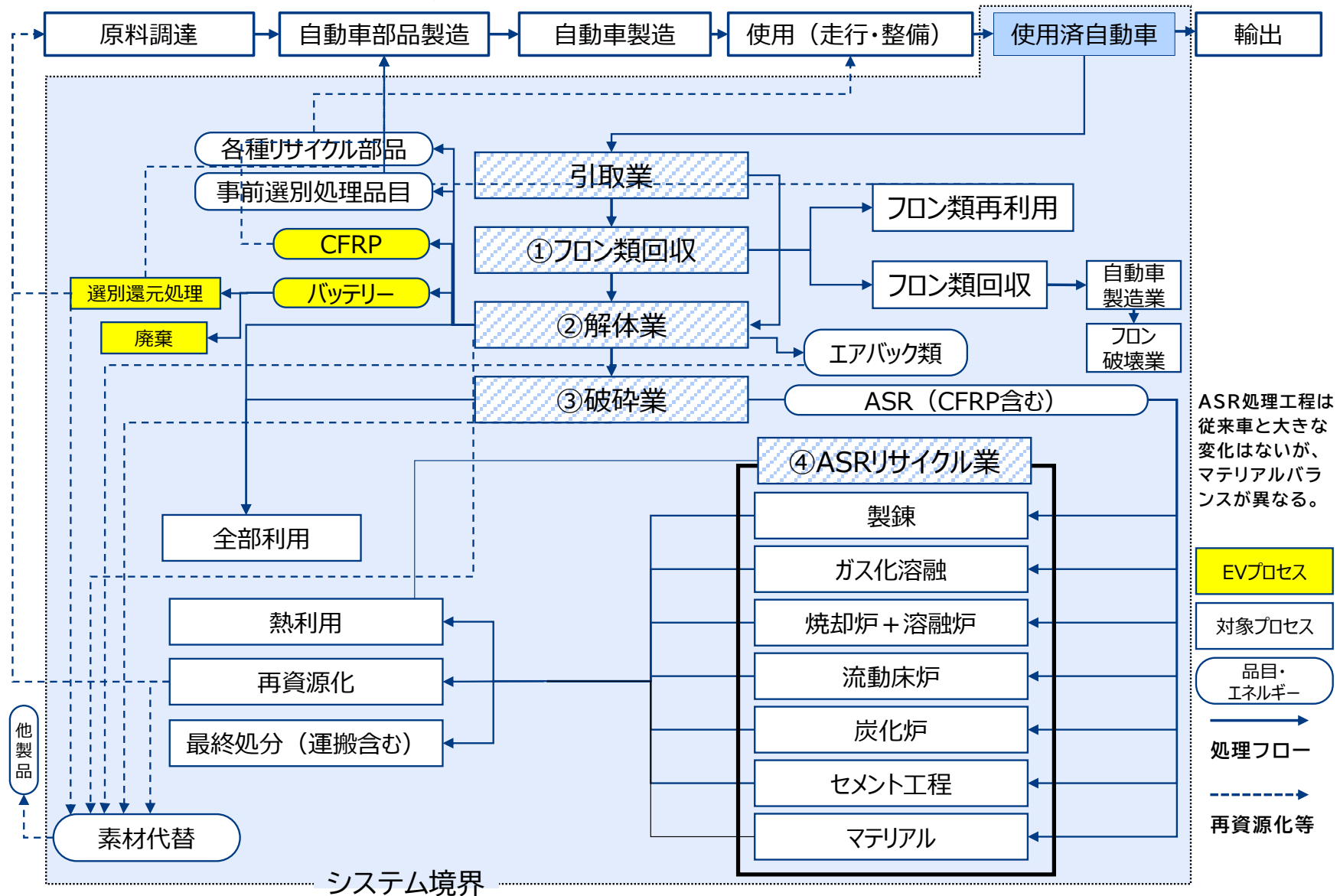


出所1) 公益財団法人自動車リサイクル促進センター「自動車リサイクルデータBook2020」(使用済自動車台数)

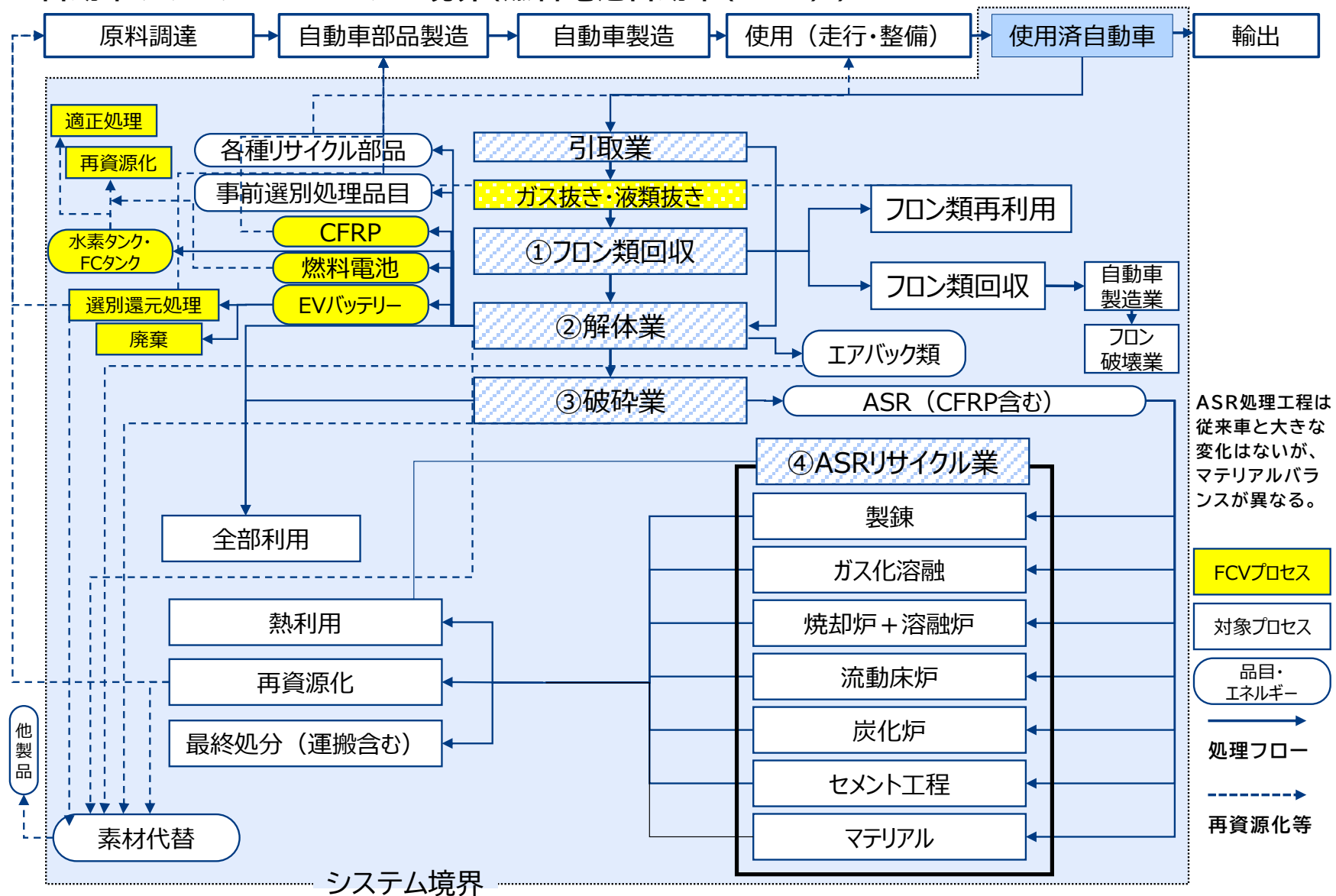
出所2) 経済産業省・環境省「自動車リサイクル制度の施行状況の評価・検討に関する報告書」(ASR重量から含水率(11.7%)を除いたASR乾重量を使用))

※出所1と出所2を元に図を作成、台数及びASR重量は、四捨五入した数値の積み上げ値であるため、端数が一致しない場合がある。

● 自動車リサイクルのシステム境界(電気自動車(EV))



● 自動車リサイクルのシステム境界(燃料電池自動車(FCV))



1.3 温室効果ガス排出量の算定手法の整理

自動車リサイクルにおける温室効果ガス排出量の算定方針及び算定手法を整理した。なお、主なヒアリングや検討会の詳細については、参考資料として第 4 章に記載した。

1.3.1 温室効果ガス排出量算定の基本方針

はじめに、自動車リサイクルにおける温室効果ガス排出量の算定方針を整理した。第 2 回 CN 検討会で用いたスライドを 1.3.1 末尾に示す。それぞれの要点については、以下に整理した。

CN 検討会の座長との協議により、自動車リサイクル分野の温室効果ガス排出量の算定方針を以下のとおり定めた。

- ① 令和 2 年 8 月に環境省が公表した「廃棄物・資源循環分野における 2050 年温室効果ガス排出実質ゼロに向けた中長期シナリオ(案)」と足並みを揃えた自動車リサイクル分野の取組を考えていく
- ② 気候変動枠組条約に報告している温室効果ガス排出インベントリへの寄与を見積もることが可能なモデルとする
- ③ 温室効果ガス排出量の控除を、徐々に対応できる試算モデルとする
- ④ フロン回収による控除量などの直接的な効果は、温室効果ガスインベントリでの整合性を確認しながら当初から含めることとする

その上で、自動車リサイクルにおける温室効果ガス排出量算定の基本方針を定めた。具体的には、算定の目的、機能単位、算定方法、算定対象となるガスを整理した。算定にあたっては、2020 年度の情報をベースに、原則、算定対象となるプロセスの活動量にその排出係数を乗じることで、温室効果ガス排出量を算定することとした。また、温室効果ガス排出量の算定対象となるガスは、エネルギー起源と非エネルギー起源に区別し、非エネルギー起源についてはさらに CO₂、CH₄、N₂O に分けた。エネルギー起源 CO₂ 排出量は、自動車リサイクルにおいて使用される燃料や電気などを由来とする CO₂ 排出量とし、非エネルギー起源温室効果ガス排出量は、使用済自動車そのものに由来する CO₂、CH₄、N₂O に地球温暖化係数を考慮した排出量とした。

自動車リサイクル分野のGHG排出量の算定方針

● 自動車リサイクル分野のGHG排出量算定の基本方針

1. 8月5日に環境省が公表した「廃棄物・資源循環分野における2050年温室効果ガス排出実質ゼロに向けた中長期シナリオ(案)」と足並みを揃えた自動車リサイクル分野の取り組みを考えていく方針とする。
2. 気候変動枠組み条約に報告しているGHG排出インベントリへの寄与を見積もることのできるモデルとする。
3. GHG排出量の控除は、徐々に対応できる試算モデルとする。
※リサイクルによるシステム全体への削減効果は、重要な評価軸であるが、製品製造やエネルギーのベースラインをどこにおくかなど多くの観点を念頭においた検討を進める。
※令和3年度業務では、令和4年度のGHG排出控除量の算定に向けて、算定方針(案)の整理及びASRリサイクル工程の回収エネルギーによるGHG排出控除量の試算を行った。
4. フロン回収による控除量などの直接的な効果は、GHGインベントリでの整合性を確認しながら当初から含めることとする。

● 2021年度の自動車リサイクル分野のGHG排出量算定の基本方針

1. 自動車リサイクル分野のGHG算定モデルは、上記の原則で作業を進める。
2. 上記原則のもとでの、当面と削減方策を構想、効果試算を進める。
3. 削減効果と解体インセンティブの関係についての検討を進める。

算定の基本方針

- 基本方針・目的
 - 中長期シナリオ及びインベントリの考え方を基本とし、国内の自動車リサイクル制度を対象として評価範囲を調整することで、自動車リサイクルにおける温室効果ガス排出量を把握・算定する。
- 機能単位
 - 「自動車リサイクル法の施行状況」¹⁾を踏まえて、国内の自動車リサイクルに係る1年間の活動を対象とする。
 - 対象年度は、「自動車リサイクル法の施行状況」で調査している最新年度の2020年度を想定する。
- 算定方法
 - 原則として、以下の算定式により温室効果ガス排出量を算定する。各プロセスにおける対象範囲は、活動量にて国内の自動車リサイクルにおける排出量として調整する。

$$\begin{aligned} & \text{自動車リサイクルに係る温室効果ガス排出量} E \text{ [tCO}_2\text{-eq/年(全国値)]} \\ &= \sum_n (\text{活動量 } p_n[a] \times \text{排出係数 } I[\text{tCO}_2\text{-eq/a}]) \end{aligned}$$

n	対象プロセス	使用済自動車のリサイクルに係るプロセス(フロン類回収、解体、破砕、ASRリサイクル・処理、全部利用)
p	活動量	プロセス別の活動量(使用済自動車の引取台数又はASR乾重量)
I	排出係数	活動量別の排出係数×GWP(地球温暖化係数)

出所1) 経済産業省・環境省「自動車リサイクル法の施行状況」(令和3年10月29日)
※ハイライトは、業界団体等へのヒアリングにより確認を行う必要があることを示す。

自動車リサイクル分野で対象とするGHG排出量(案)

- 算定対象ガス

- 1. エネルギー起源CO₂排出

- 自動車リサイクルにおける収集運搬・中間処理・最終処分の各過程において使用される燃料・電気を由来とするCO₂排出。

※回収されたエネルギーの再利用によるCO₂排出量の控除については、今後算定に含める方針とする。対象範囲や算定方法については今後検討が必要になる。ASR処理・リサイクル工程のみ、控除量を算定記載している(参考資料に掲載)。

- 2. 非エネルギー起源GHG排出

- 「焼却に伴うCO₂・CH₄・N₂O排出(5C)」

- ASR(廃プラスチック類、繊維類、紙類)、事前選別処理品目(廃油・廃液、廃タイヤ、発炎筒、エアバッグ、バッテリー)の産業廃棄物における焼却に伴う排出量を算定
- 廃油・廃液の産業廃棄物における焼却に伴う排出量を算定

- 「原燃料利用に伴うCO₂・CH₄・N₂O排出(1A)」

- ASR(廃プラスチック類、繊維類、紙類)、事前選別処理品目(廃油・廃液、廃タイヤ、発炎筒、エアバッグ、バッテリー)の原燃料利用分に伴う排出量を算定

- 「埋立に伴うCH₄排出(5A)」

- ASRの埋め立てに伴う排出量を算定

1.3.2 算定対象となる範囲及びプロセス

前述の算定方針に基づき、自動車リサイクルにおける温室効果ガス排出量の算定対象となる範囲及びプロセスを整理した。第2回CN検討会又はこれまでに作成したスライドを1.3.2末尾に示す。スライドには、現在の自動車リサイクルシステムの境界（従来車）におけるプロセスを記載した。また、解体及びASRリサイクルについては、工程全体に加えて、工程別のプロセスも整理した。なお、各工程のそれぞれの要点については、各項に整理した。

(1) フロン類回収

フロン類の回収及び破壊のプロセスを整理した。フロン類は、回収業者により引き取られた後、保管、再生利用、破壊のいずれかに回る。なお、フロン類回収において引き取られた使用済自動車のうち、一部の使用済自動車は、エアコンが設置されていない又は事故車のためフロン類が放出してしまっているために、フロン類のいずれの工程にも含まれていない。

(2) 解体及び事前選別処理

解体プロセスについては、解体及び事前選別処理をそれぞれ整理した。事前選別処理については、本業務ではバウンダリに含めることとし算定に含めた。蛍光灯、CFRP、再利用可能部品等については、下表の理由により算定対象外とした。

表 1-4 温室効果ガス排出量の算定対象外とした理由

算定対象外の品目	理由
蛍光灯	全体における量は少量のため算定対象外
CFRP	次世代車には多く含まれることが予想されるため計上項目としているが、2020年時点では、活動量や組成に関するデータが不十分なため、算定対象外
再利用可能部品等	温室効果ガス排出控除量のモデル構築に併せて検討予定のため、現時点では算定対象外

(3) 破碎

破碎プロセスについて整理した。本業務では、非エネルギー起源の温室効果ガス排出量が含まれない鉄及び非鉄金属の再資源化については、プロセスを精緻化しなかった。令和4年度以降に、温室効果ガス排出控除量を検討する際には、これらの扱いについて検討が必要となる。

(4) ASR リサイクル・処理

ASR リサイクル・処理の全体プロセスを以下に示す。ASR リサイクルは、ASR 投入施設活用率に基づき、製錬、ガス化溶融、焼却炉＋溶融炉、流動床炉、炭化炉、セメント工程、マテリアルの7工程に分類される。ASR 投入施設活用率は、サーマルリサイクルを含むASRの再資源化を、リサイクルとして判断するための指標として策定されたものであり、該当する施設における投入（エネルギー及びマテリアル）と回収資源（エネルギー＋マテリアル）の比率である。本指標は、毎年度最新版がASRの再資源化に必要な行為を実施する事業者により報告されている。本業務では、2020年度の当該報告に基づきプロセスを整理した。

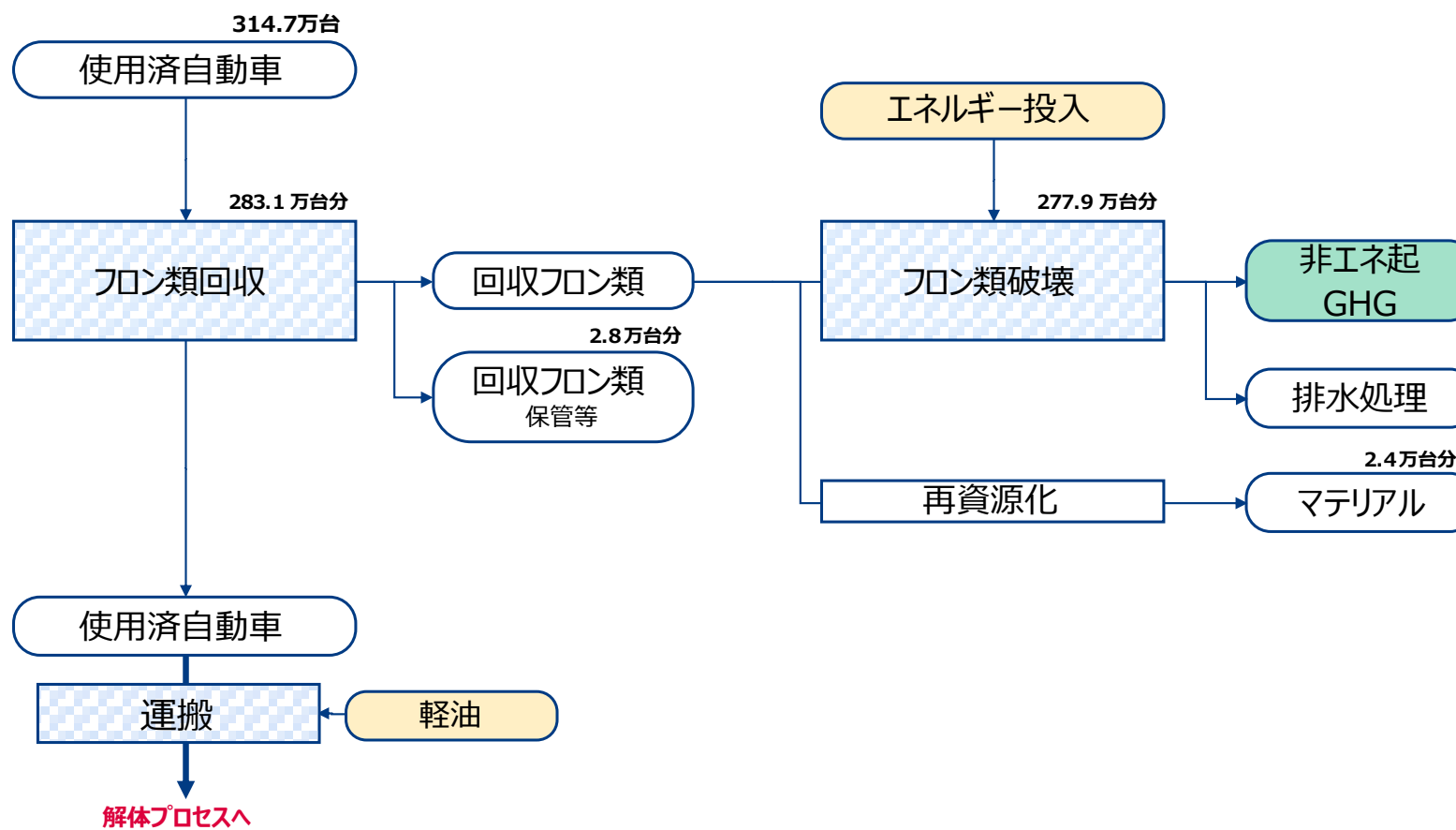
(5) 全部利用

全部利用のプロセスを整理した。全部利用では、国内で電炉・転炉利用されるものを算定対象項目とし、海外輸出されるものについては算定対象外とした。

①フロン類回収

● 算定対象プロセス

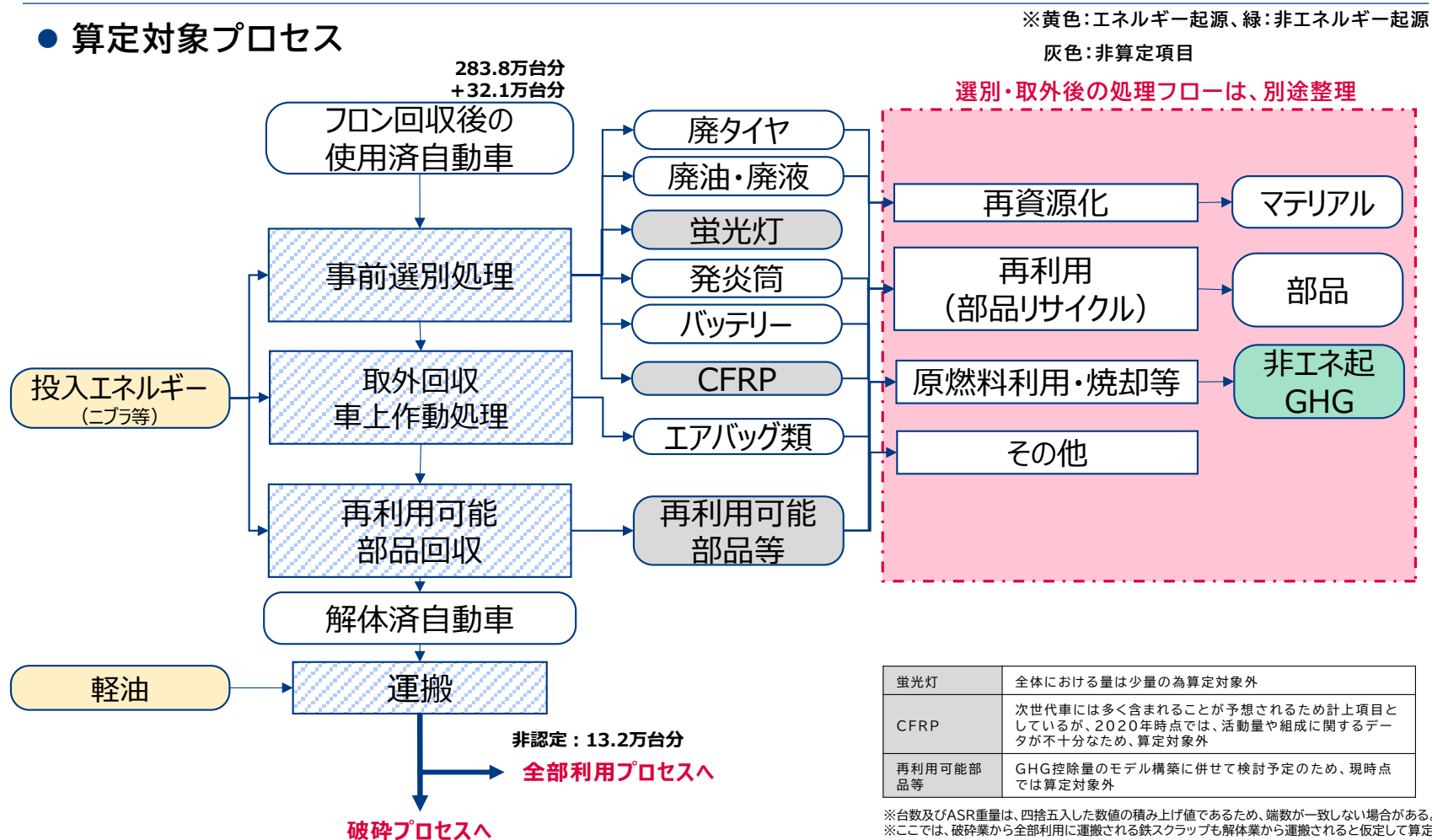
※黄色:エネルギー起源、緑:非エネルギー起源



※台数及びASR重量は、四捨五入した数値の積み上げ値であるため、端数が一致しない場合がある。

②-1解体業

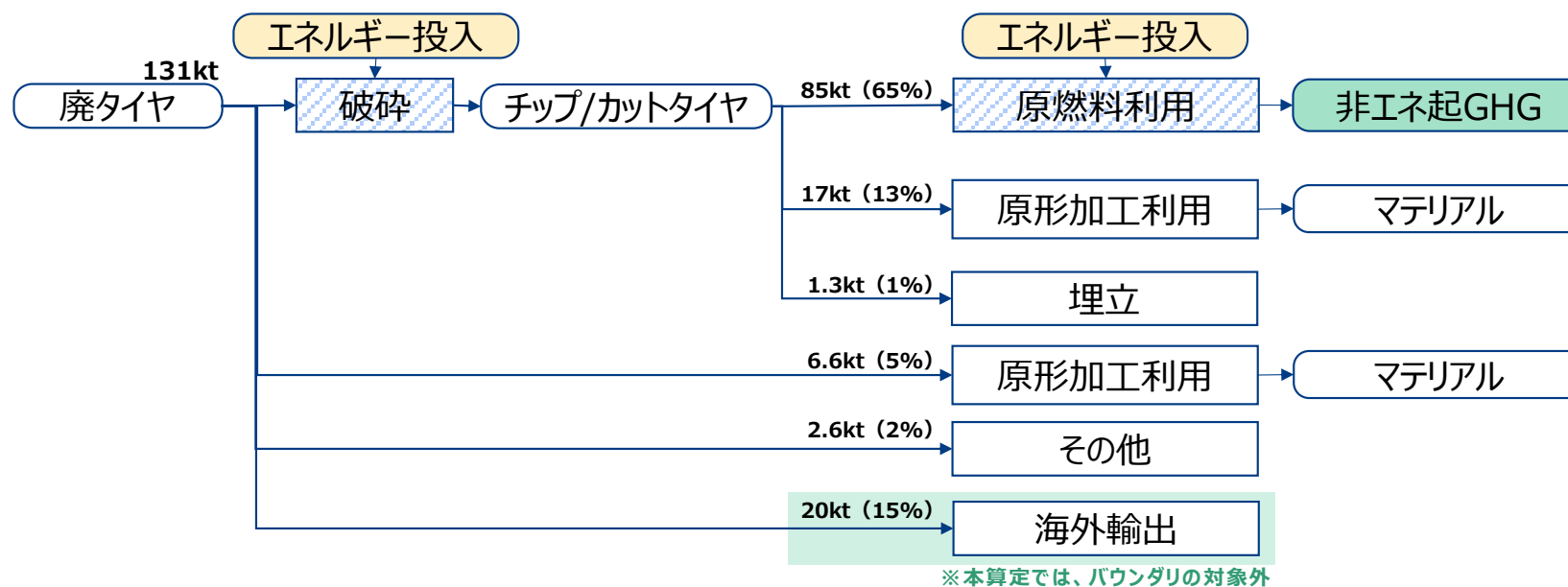
● 算定対象プロセス



②-2事前選別処理

● 廃タイヤの算定対象プロセス

- 廃タイヤの総重量(131kt)は、出所1より引用
- 廃タイヤのリサイクル又は処分の各数量は、タイヤ取替え時と廃車時に出る廃タイヤ総量のリサイクル又は処分に回る内訳を元に、算出
 - 廃車時の廃タイヤのみのときの内訳はヒアリングによる確認が必要



出所1) 一般社団法人 日本自動車タイヤ協会(JATMA)、タイヤ業界におけるリサイクルへの取組みー2021年ー(2022年2月10日閲覧)
 ※各数値は四捨五入しているため、個々の項目を合算した数値と小計・合計の数値が一致しない場合がある

※黄色:エネルギー起源、緑:非エネルギー起源

②-2事前選別処理

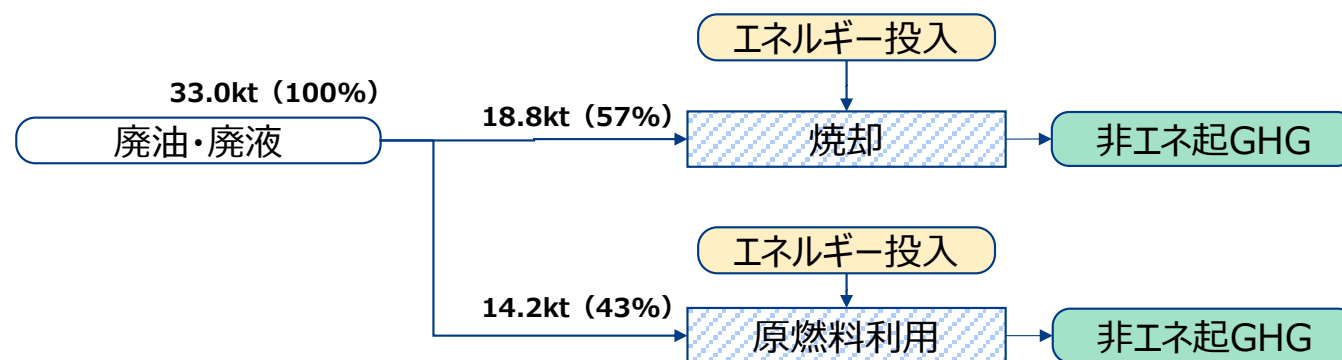
- 廃油・廃液の算定対象プロセス

- 廃油・廃液の総重量(33.0kt)は、以下の式により算出

- 解体業引取台数(315.9万台)×1台当たりの廃油・廃液の重量¹⁾(10.4kg) = 33.0kt

- 日本国温室効果ガスインベントリ報告書2021年の廃油の活動量の算出方法(P7-58)を参考に、出所2の情報を元に処理方法の区分と内訳を整理

- 自動車リサイクルにおける廃油・廃液の処理方法は、ヒアリングによる確認が必要

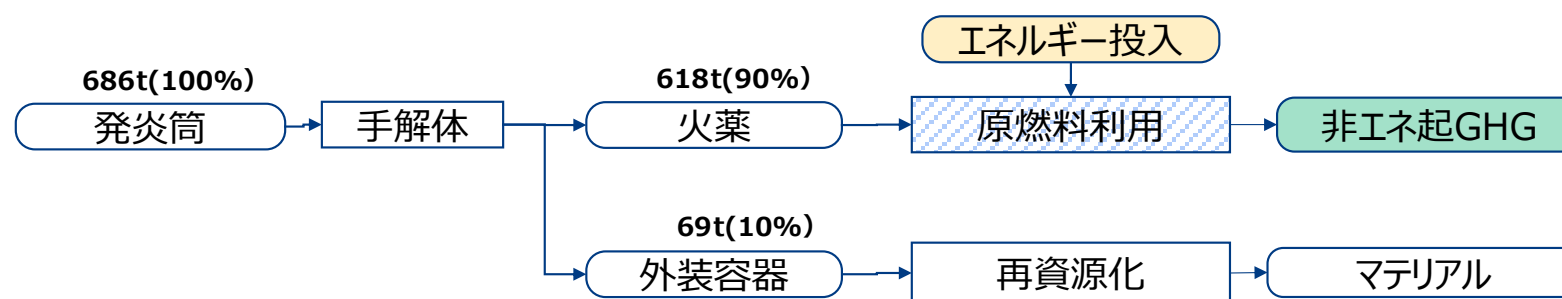


参考1) 環境省(2010)「平成22年度自動車破砕残さにおける性状把握調査業務報告書」の0.98tの使用済自動車からの廃油・廃液引抜重量を1.1tの使用済自動車の場合に補正
出所2) 令和2年度廃棄物の広域移動対策検討調査及び廃棄物等循環利用量実態調査報告書

※黄色:エネルギー起源、緑:非エネルギー起源

②-2 事前選別処理

- 発炎筒の算定対象プロセス
 - 発炎筒の総重量(686t)は、出所1より引用
 - 処理方法及びその内訳は、出所1を元に整理



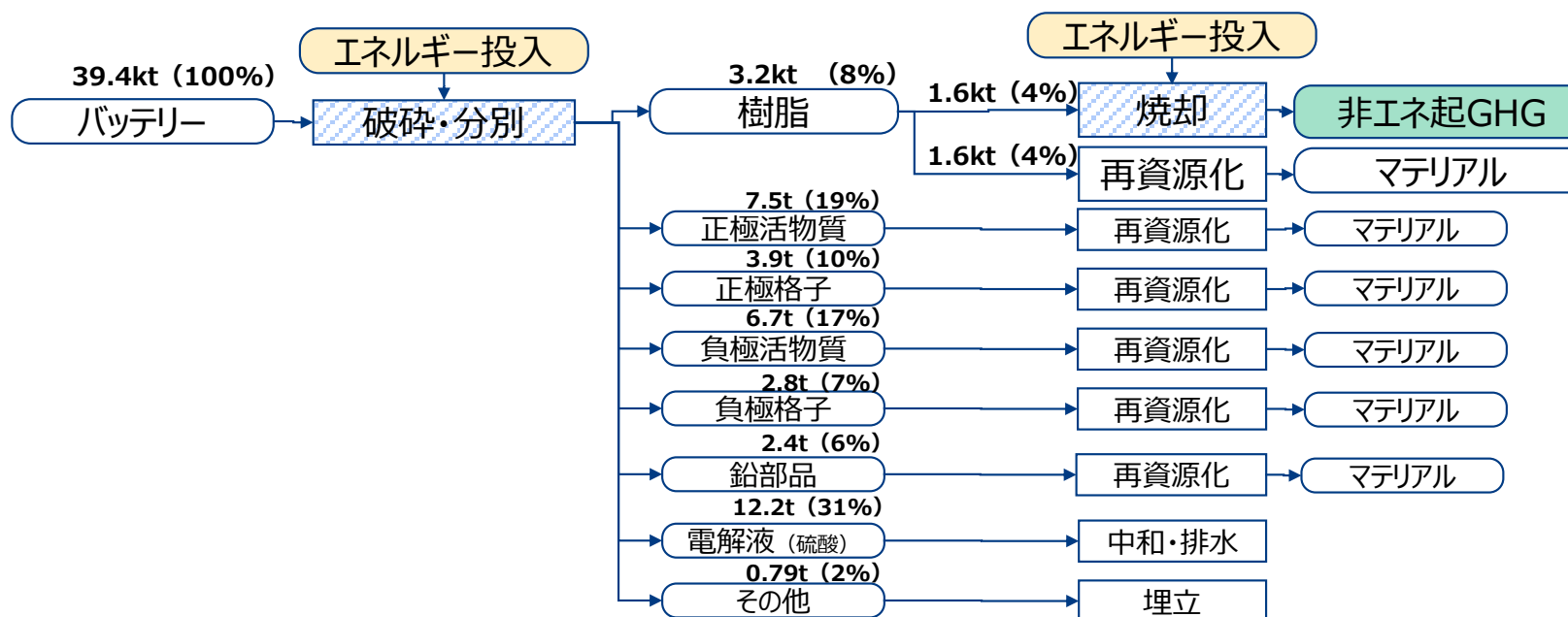
出所1) 日本保安炎筒工業会(2021)「廃発炎筒処理システム(実績報告)」

※黄色:エネルギー起源、緑:非エネルギー起源

②-2事前選別処理

● バッテリー算定対象プロセス

- 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¹⁾(12.5kg)=39.4kt
- 出所2及び出所3の情報を元に処理方法の区分と内訳を整理



参考1) 環境省(2010)「平成22年度自動車破碎残さにおける性状把握調査業務報告書」

出所2) 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」

出所3) 神岡鉱業株式会社HP「鉛バッテリーリサイクル」(2022年2月10日閲覧)

※黄色:エネルギー起源、緑:非エネルギー起源

②-2 事前選別処理

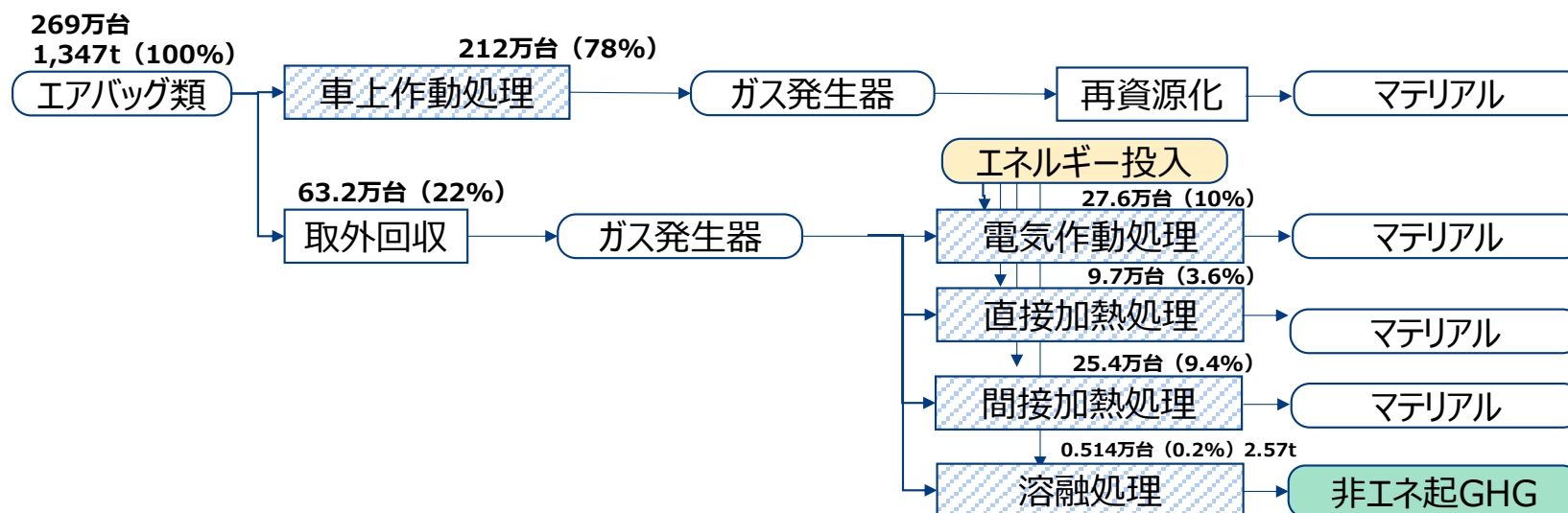
- エアバッグ類の算定対象プロセス

- エアバッグ類の総重量(1,347t)は、以下の式により算出

- エアバッグ類の引取台数(269万台)×1台当たりのガス発生器重量¹⁾(0.0005t)=1,347t

- 出所2を元に処理方法の区分と内訳を整理

- 1台当たりのエアバッグ類重量、処理方法の区分、エアバッグ類の処理方法は、ヒアリングによる確認が必要



出所1)株式会社マテック(2020)「ASR20%削減を目指した樹脂、ガラスの広域回収・高度処理報告書」

出所2)一般社団法人自動車再資源化協力機構(2021)「エアバッグ類 引取・再資源化体制の概要／実績について」

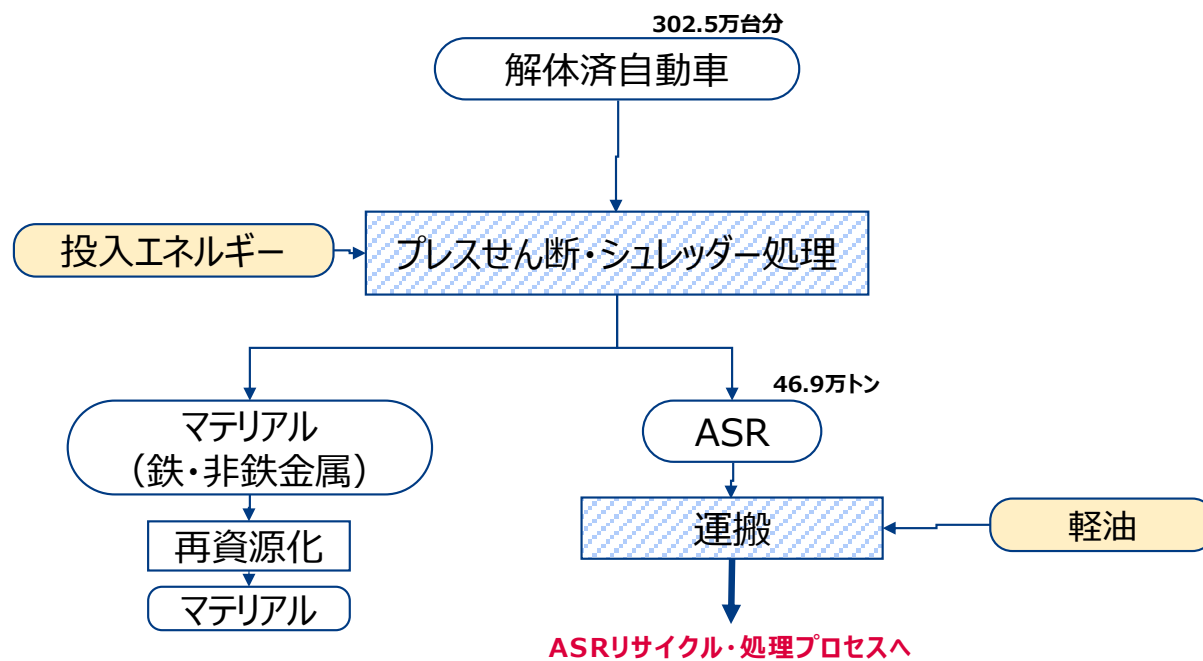
出所3)産業構造審議会産業技術分科会廃棄物・リサイクル小委員会自動車リサイクルWG中央環境審議会循環型社会部会自動車リサイクル専門委員会(2003)「合同会議報告書」

※黄色:エネルギー起源、緑:非エネルギー起源

③破砕業

- 算定対象プロセス

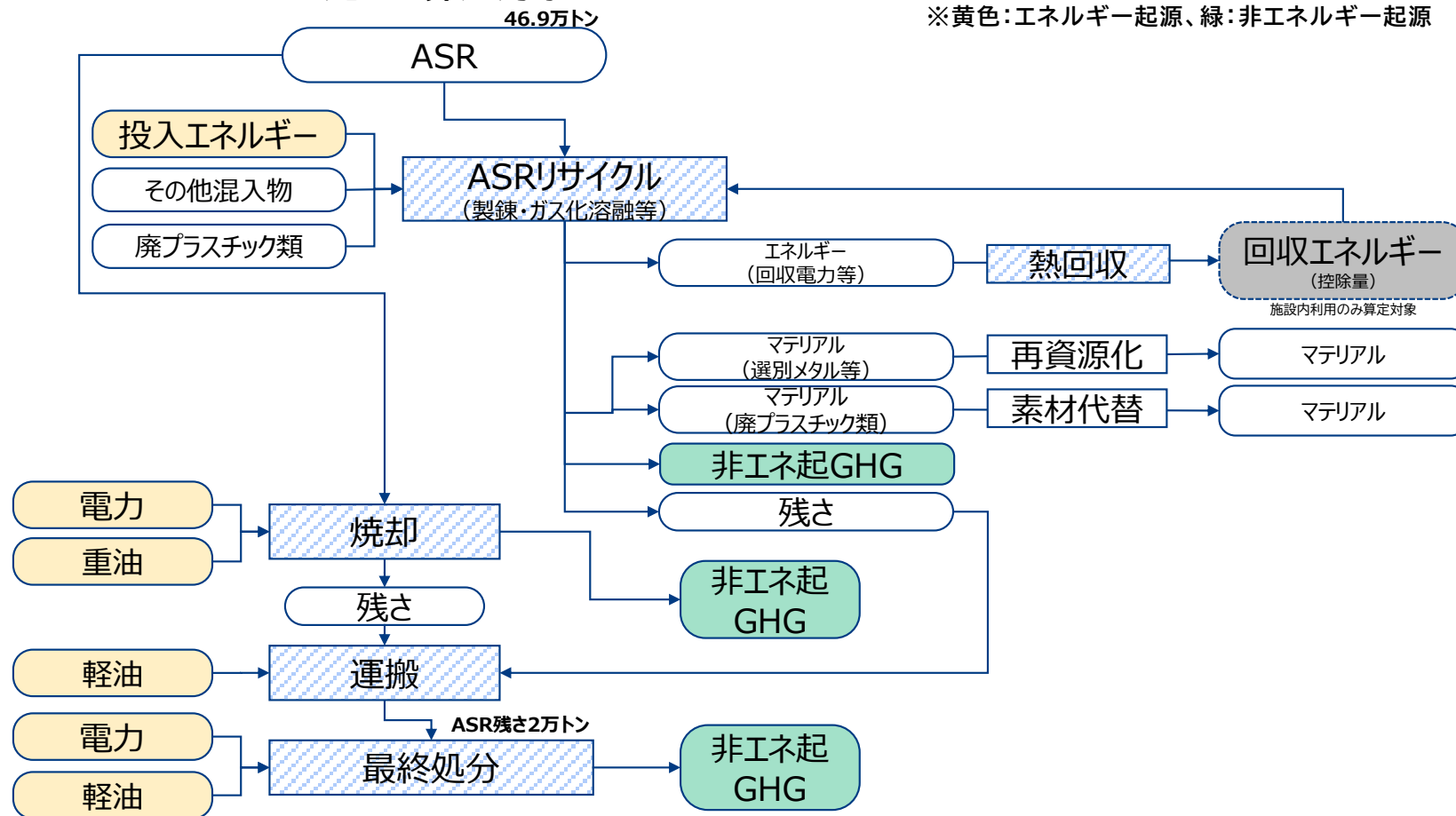
※黄色:エネルギー起源、緑:非エネルギー起源



④ASRリサイクル・処理

● ASRリサイクル・処理 算定対象プロセス

※黄色:エネルギー起源、緑:非エネルギー起源

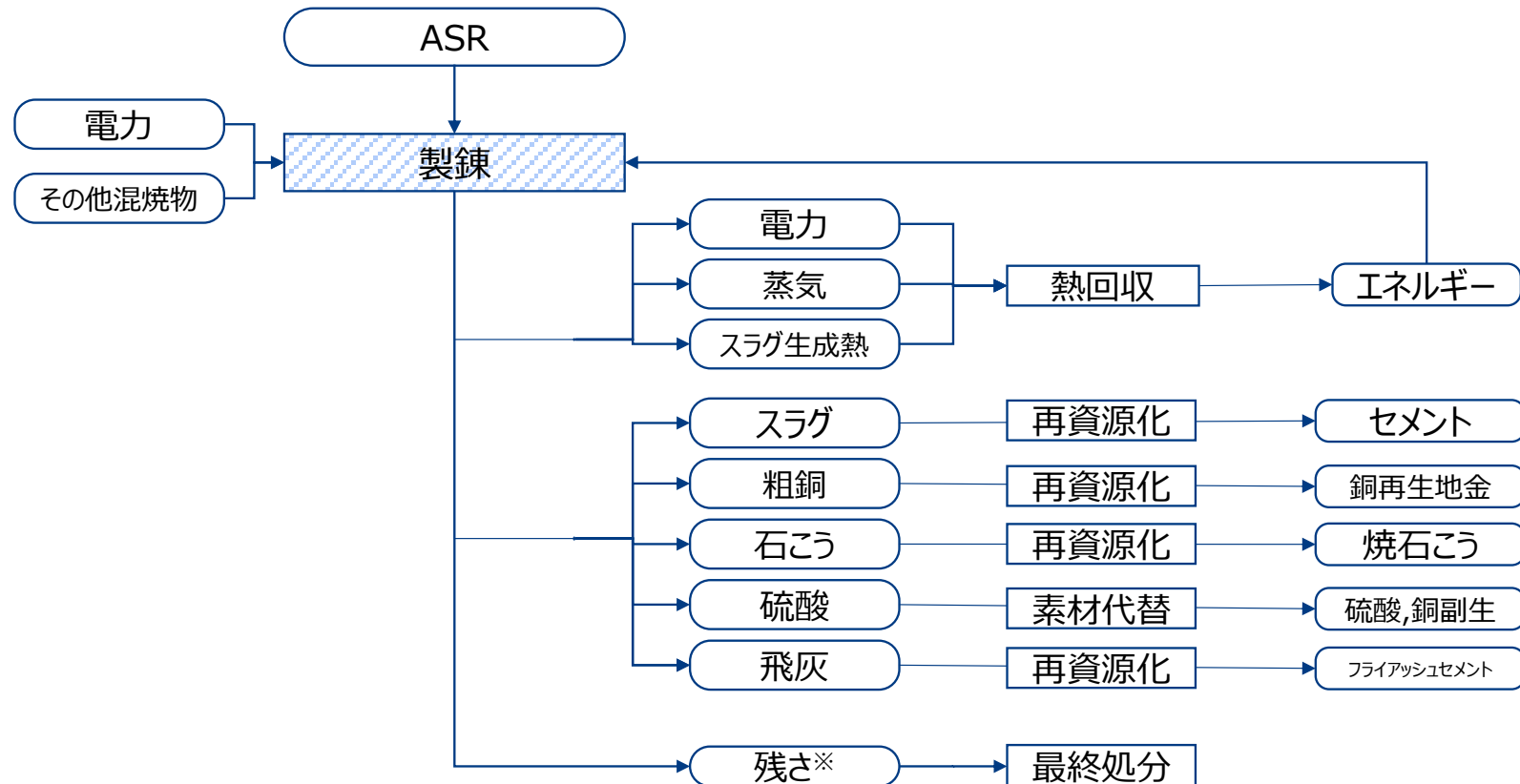


※台数及びASR重量は、四捨五入した数値の積み上げ値であるため、端数が一致しない場合がある。

④ASRリサイクル業 プロセス図

- 処理方式: 製錬

- プロセス図

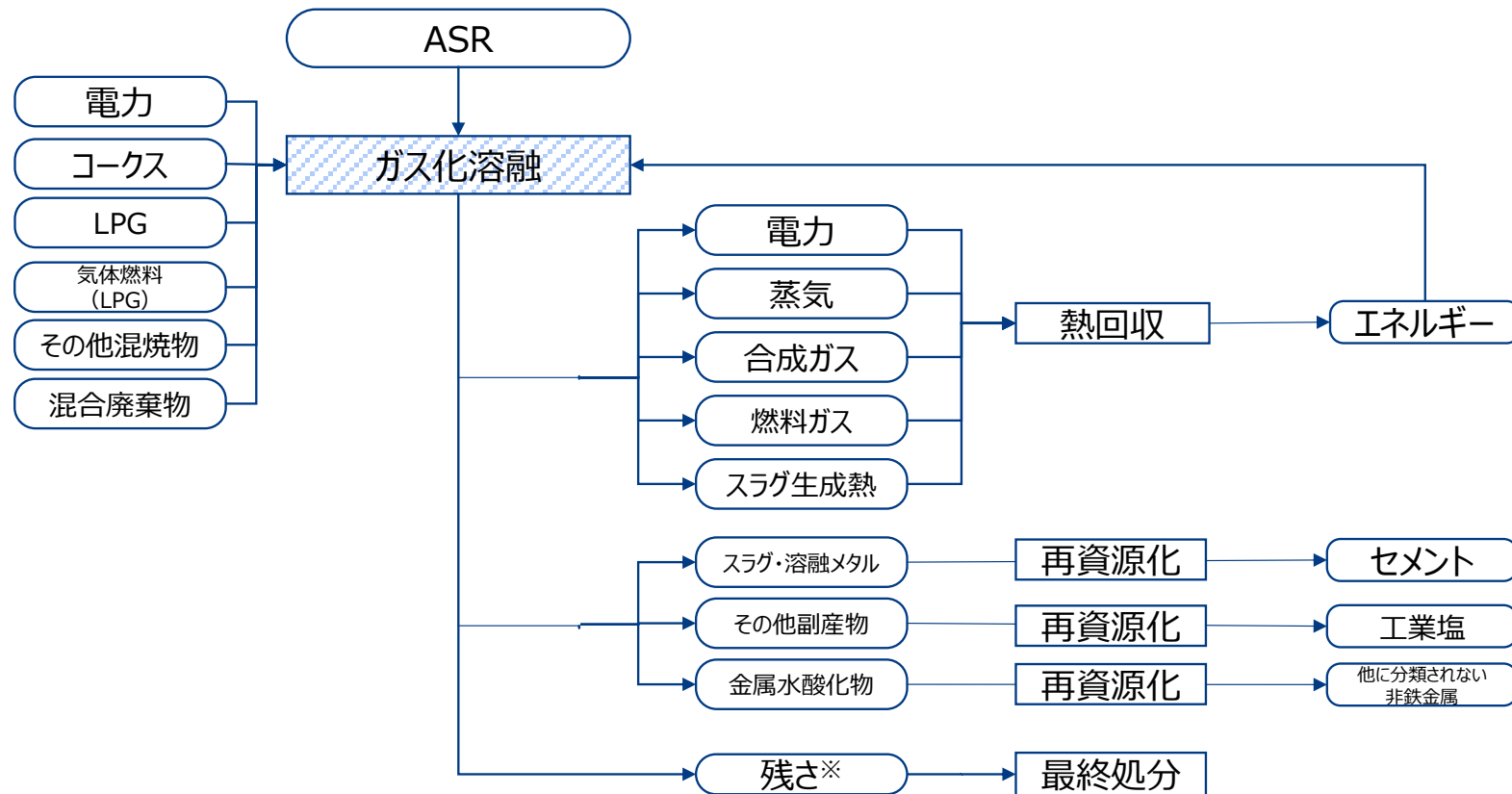


※残渣は、全プロセスの合計量に対して排出量を算定

④ASRリサイクル業 プロセス図

- 処理方式: ガス化溶融

- プロセス図

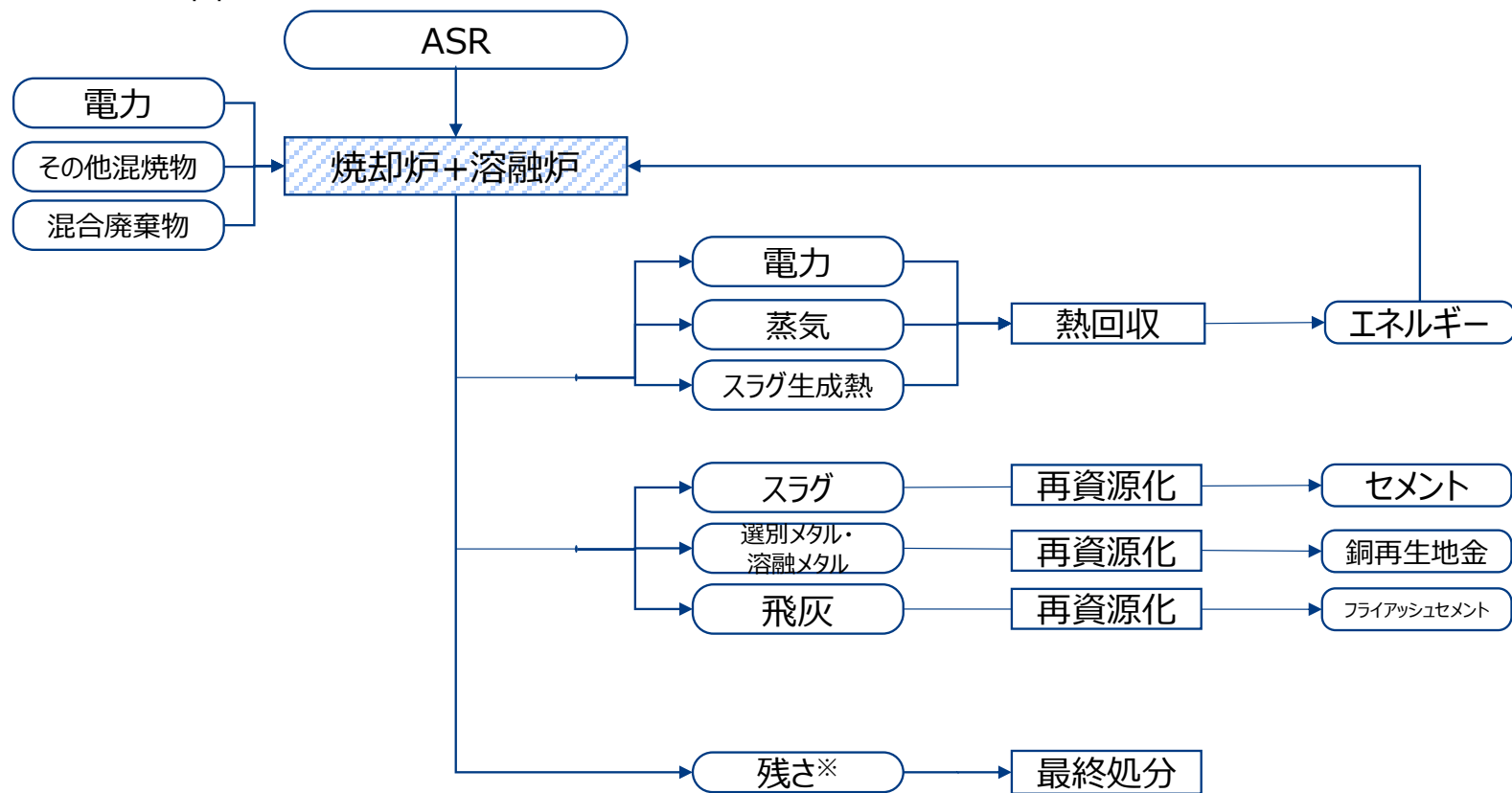


※残渣は、全プロセスの合計量に対して排出量を算定

④ASRリサイクル業 プロセス図

- 処理方式: 焼却炉+溶融炉

- プロセス図

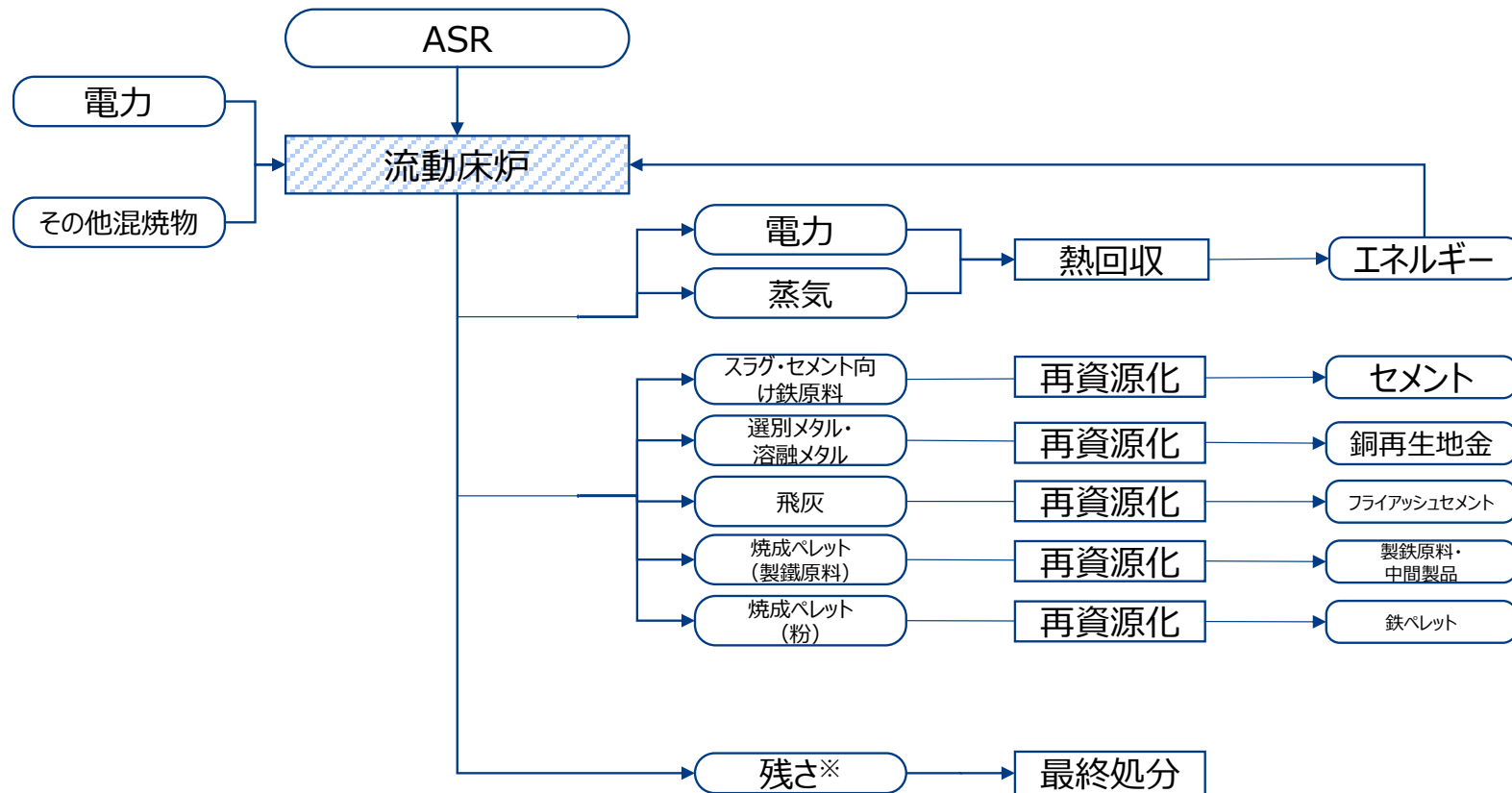


※残渣は、全プロセスの合計量に対して排出量を算定

④ASRリサイクル業 プロセス図

- 処理方式：流動床炉

- プロセス図

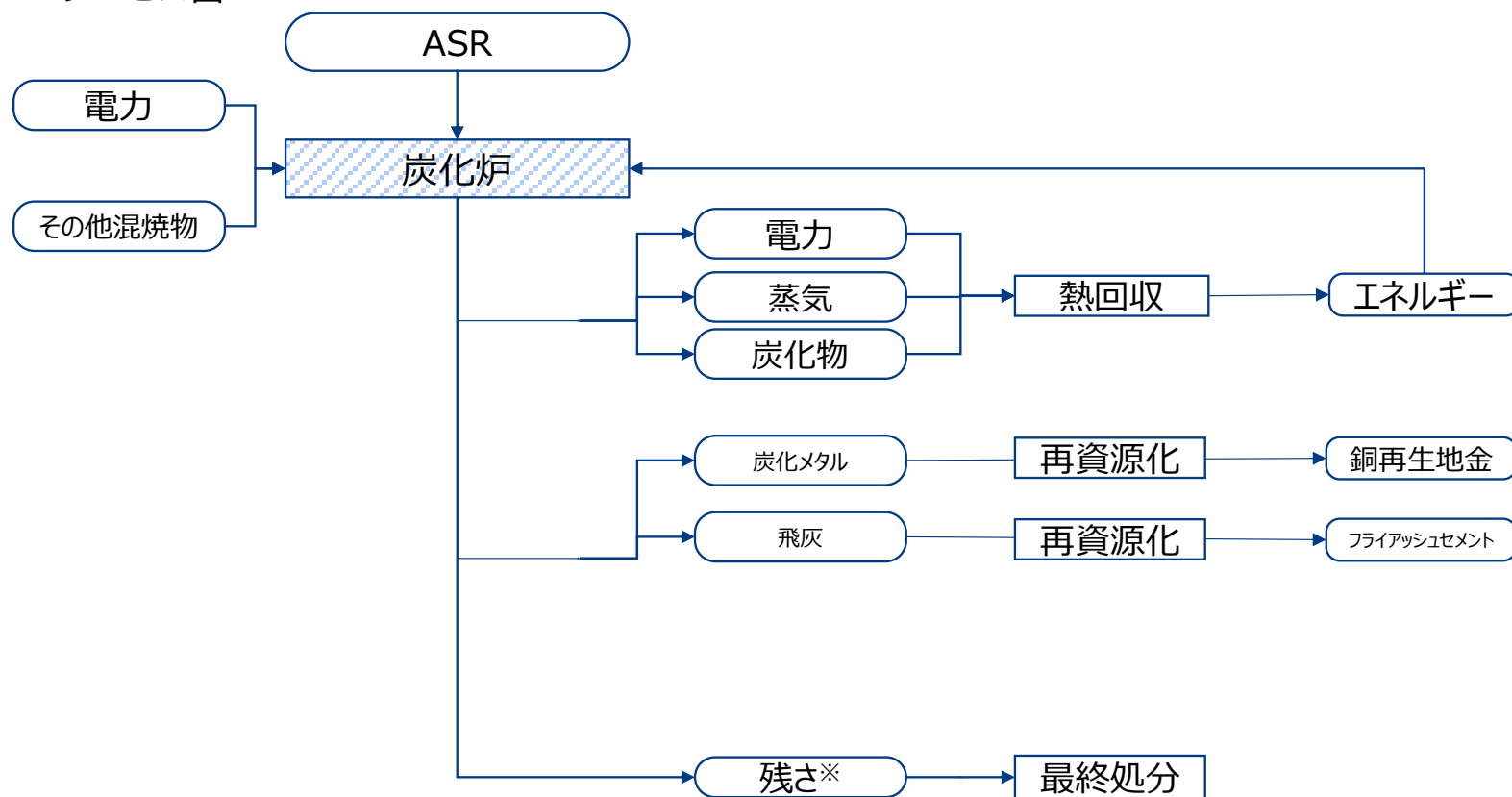


※残渣は、全プロセスの合計量に対して排出量を算定

④ASRリサイクル業 プロセス図

- 処理方式:炭化炉

- プロセス図

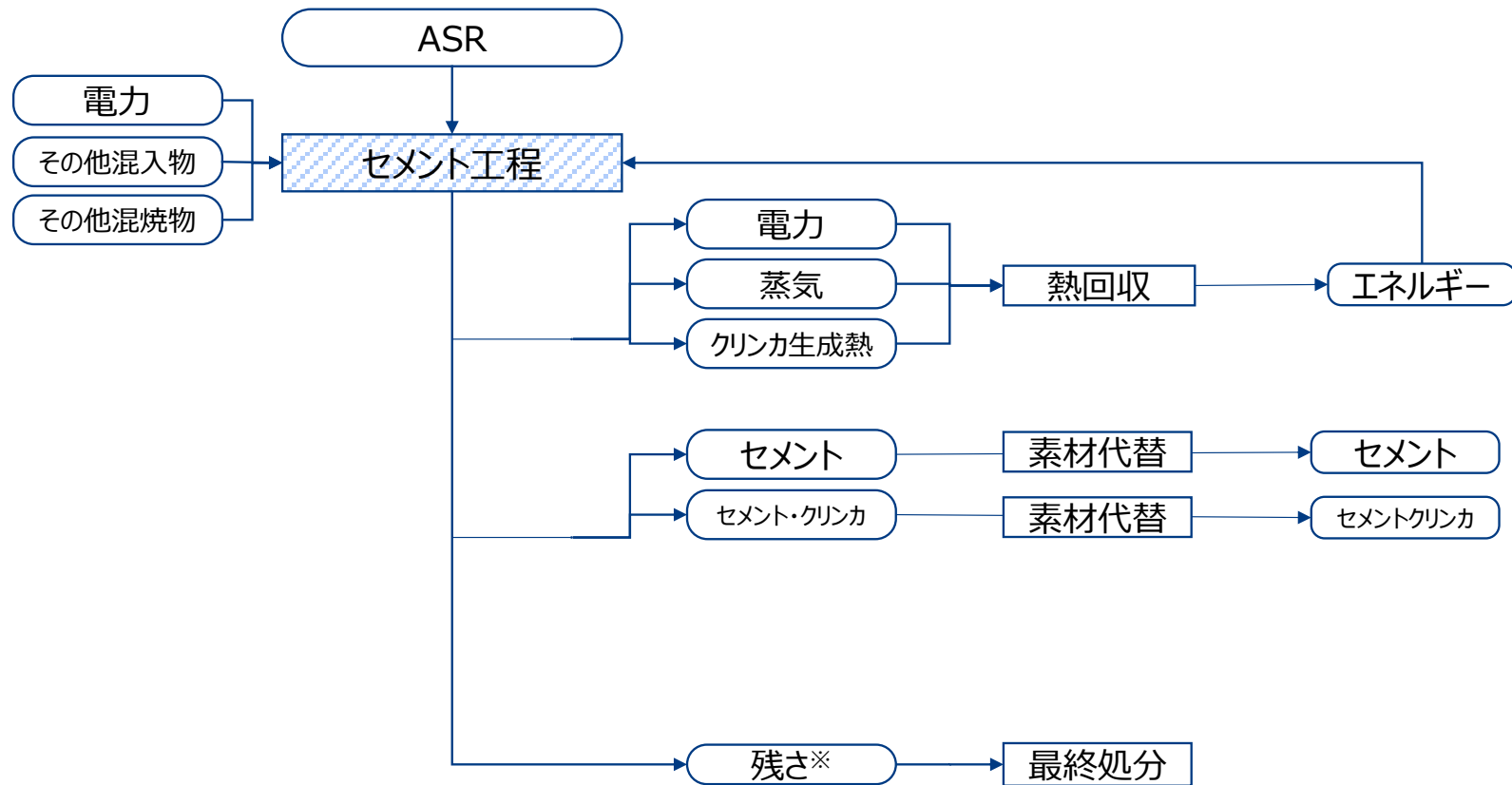


※残渣は、全プロセスの合計量に対して排出量を算定

④ASRリサイクル業 プロセス図

- 処理方式:セメント工程

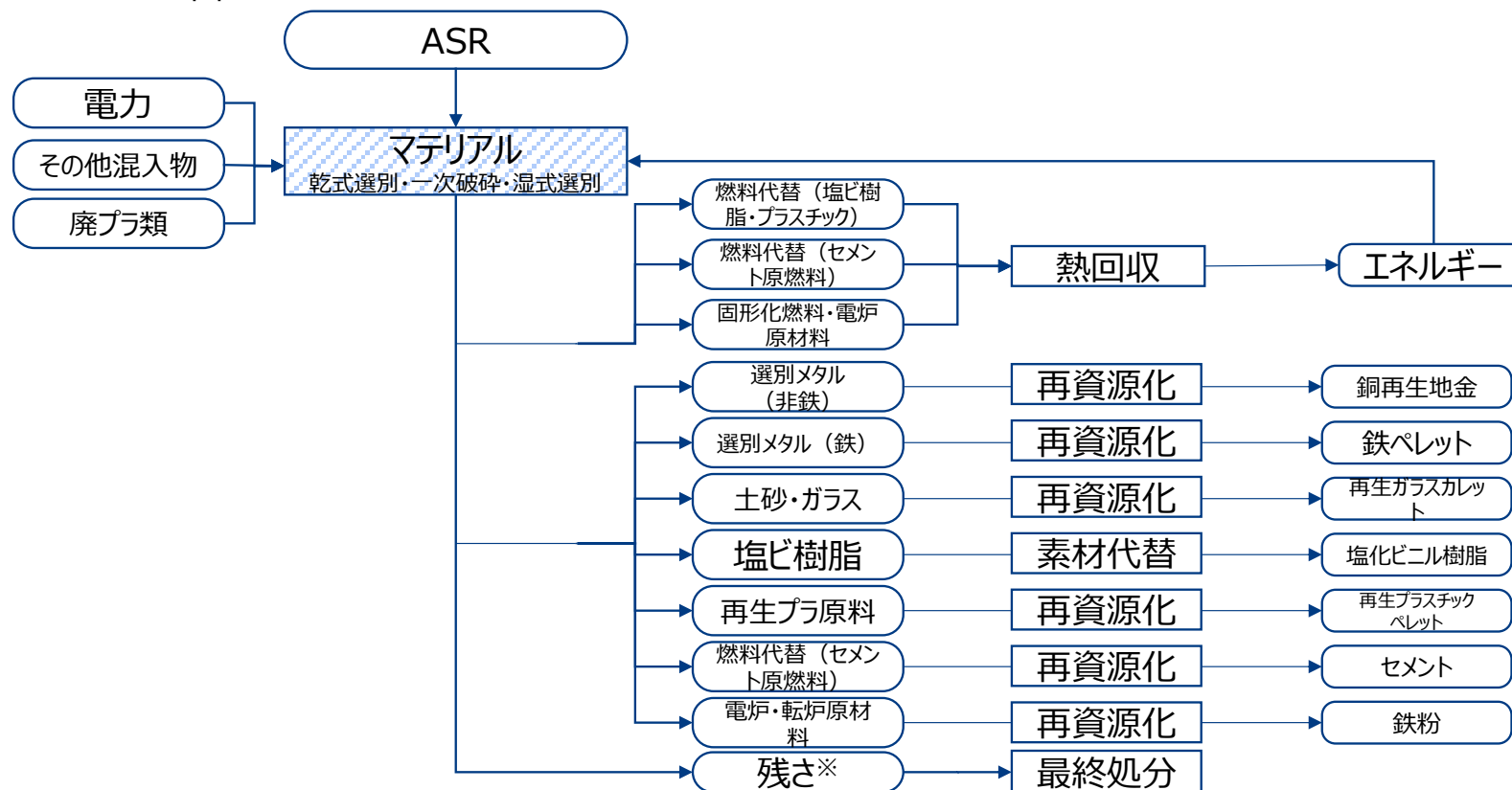
- プロセス図



※残渣は、全プロセスの合計量に対して排出量を算定

④ASRリサイクル業 プロセス図

- 処理方式:マテリアル
- プロセス図

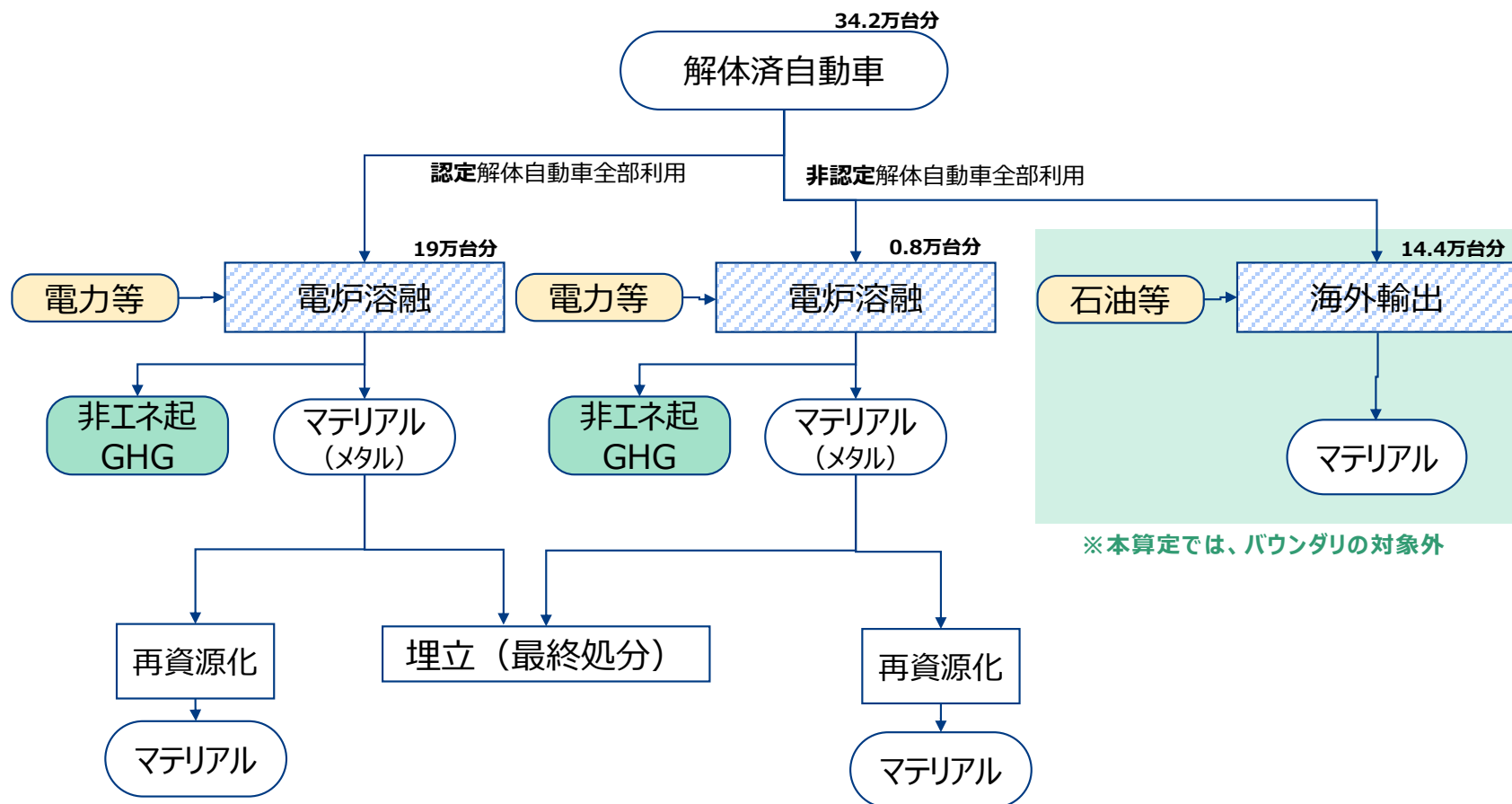


※残渣は、全プロセスの合計量に対して排出量を算定

⑤全部利用

● 全部利用 算定対象プロセス

※黄色:エネルギー起源、緑:非エネルギー起源



※台数及びASR重量は、四捨五入した数値の積み上げ値であるため、端数が一致しない場合がある。

1.4 使用済自動車のリサイクルに係る温室効果ガス排出量の算定

各工程の活動量及び排出係数について以下のとおり整理した。本業務では、文献及び Web 検索により得られた情報を引用して、温室効果ガス排出量を算定した。文献及び Web 検索で得られなかった情報については、LCI データベース IDEA version 2.3 より引用したデータを用いた。なお、緑色で塗りつぶされている部分は、仮定や代替値を用いている部分であり、今後、業界団体等へのヒアリングにより、情報を更新する必要があることを示している。

1.4.1 温室効果ガス排出量の算定に用いた数値及び条件

自動車リサイクルにおける温室効果ガス排出量の算定対象となる範囲及びプロセスを整理した。第 2 回 CN 検討会又はこれまでに作成したスライドを 1.4.1 末尾に示す。スライドには、現在の自動車リサイクルシステムの境界（従来車）におけるプロセスを記載した。また、解体及び ASR リサイクルについては、工程全体に加えて工程別のプロセスも整理した。なお、各工程のそれぞれの要点については、各項に整理した。

(1) フロン類回収

フロン類の回収及び破壊プロセスにおける、エネルギー起源 CO₂ 排出量及び非エネルギー起源温室効果ガス排出量の算定条件等を整理した。フロン類回収については、回収及び破壊に係る温室効果ガス排出量の他、運搬に係る温室効果ガス排出量も計上している。

(2) 解体及び事前選別処理

解体プロセスは、解体及び事前選別処理におけるエネルギー起源 CO₂ 排出量及び非エネルギー起源温室効果ガス排出量の算定条件等を整理した。解体においては、ニブラ、自動昇降機、ガス溶接等に係る投入エネルギーの計上が必要であるが、本業務では文献調査により得られたニブラのみ計上した。ニブラ以外の投入エネルギーについては、業界団体等へのヒアリングを行う必要がある。

事前選別処理については、廃タイヤ、廃油、廃液、発炎筒、バッテリー（鉛蓄電池）、エアバッグについて、それぞれ計上した。蛍光灯、CFRP、再利用可能部品等に関しては、算定対象外とした。

(3) 破碎

破碎プロセスにおける、エネルギー起源 CO₂ 排出量の算定条件等を整理した。破碎プロセスでは、プレスせん断・シュレッダー処理及び ASR 再資源化施設への運搬を算定対象項目とした。

(4) ASR リサイクル・処理

ASR リサイクル・処理プロセスにおける、エネルギー起源 CO2 排出量及び非エネルギー起源温室効果ガス排出量の算定条件等を整理した。ASR リサイクルプロセスでは、製錬、ガス化溶融、焼却炉＋溶融炉、流動床炉、炭化炉、セメント工程、マテリアルについて、それぞれ温室効果ガス排出量を算定し、処理プロセスでは、焼却、運搬、埋立に係る温室効果ガス排出量を算定した。

(5) 全部利用

全部利用におけるエネルギー起源 CO2 排出量及び非エネルギー起源温室効果ガス排出量の算定条件等を整理した。全部利用では、国内で電炉・転炉利用されるものを算定対象項目とし、海外輸出されるものについては算定対象外とした。

①フロン類回収

● 1. エネルギー起源CO2排出

● フロン類回収・破壊プロセス

処理工程	活動量(p)	排出係数(I)
フロン類の破壊処理	フロン類の破壊処理を行う使用済自動車台数	1台当たりのHFC引取重量に出所1の「フロン破壊処理サービス」の入出力データを乗じた数値
運搬(→解体業)	運搬(→解体):解体プロセスに運搬される使用済自動車の台数	改良トンキロ法(出所3)により、 輸送重量、輸送距離、改良トンキロ法燃料使用原単位 を用いて、解体済自動車1台当たりの排出係数を算出 ※(t-CO2/台)=輸送重量(t)×輸送距離(km)×改良トンキロ法燃料使用原単位(l/tkm)×0.001(kl/l)×単位発熱量(GJ/kl)×排出係数(t-C/GJ)×44/12(t-CO2/t-C)/輸送車1台当たりのELV輸送台数(台-ELV/台-輸送車)

● 2. 非エネルギー起源GHG排出

● フロン類回収・破壊プロセス

処理工程	活動量(p)	排出係数(I)
フロン類破壊に伴うCO2	フロン類破壊に回る使用済自動車の台数	カーエアコンに用いられる主なフロン類(R134a)の化学式を元に、フロン類1分子が破壊された時に生成される二酸化炭素量

出所1) LCA活用推進コンソーシアム「LCIデータベースIDEAv2」

出所2) 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」

※ハイライトは、業界団体等へのヒアリングにより確認を行う必要があることを示す。

②-1解体業

● 1. エネルギー起源CO2排出

● 解体業

処理工程	活動量(p)	排出係数(I)
事前選別品目 解体処理	解体業に回る使用済自動車の台数	1台当たりのニブラ電力使用量(出所1)に電力1kWh当たりのCO2排出量を乗じた値(出所2) ※ニブラ以外の投入エネルギー(自動昇降機、ガス溶接等)については、ヒアリングにより確認
運搬(→破碎処理施設)	運搬(→破碎):破碎プロセスに運搬される解体済自動車の台数	改良トンキロ法(出所3)により、 輸送重量、輸送距離、改良トンキロ法燃料使用原単位 を用いて、解体済自動車1台当たりの排出係数を算出 ※(t-CO2/台)=輸送重量(t)×輸送距離(km)×改良トンキロ法燃料使用原単位(l/tkm)×0.001(kl/l)×単位発熱量(GJ/kl)×排出係数(t-C/GJ)×44/12(t-CO2/t-C)/輸送車1台当たりのELV輸送台数(台-ELV/台-輸送車)
運搬(→全部利用施設)	全部利用プロセスに運搬される解体済自動車の台数	改良トンキロ法(出所3)により、 輸送重量、輸送距離、改良トンキロ法燃料使用原単位 を用いて、解体済自動車1台当たりの排出係数を算出 ※上記の排出係数と同じ値と仮定 ※(t-CO2/台)=輸送重量(t)×輸送距離(km)×改良トンキロ法燃料使用原単位(l/tkm)×0.001(kl/l)×単位発熱量(GJ/kl)×排出係数(t-C/GJ)×44/12(t-CO2/t-C)/輸送車1台当たりのELV輸送台数(台-ELV/台-輸送車)

出所1)三菱UFJリサーチ&コンサルティング(2015)「自動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・破碎プロセスの実証化事業報告書」

出所2)電気事業者別排出係数(特定排出者の温室効果ガス車排出量算定用)(令和2年度用)

出所3)経済産業省・国土交通省(2016)物流分野のCO2排出量に関する算定方法ガイドライン

※ハイライトは、業界団体等へのヒアリングにより確認を行う必要があることを示す。

②-2 事前選別処理

● 1. エネルギー起源CO2排出

● 事前選別処理

工程		活動量(p)	排出係数(I)
廃タイヤ	破碎・分別	破碎・分別に回る廃タイヤ重量	出所1の廃棄・建築物混合廃棄物破碎選別サービスの入出力データを用いた値
	原燃料利用	原燃料利用に回る廃タイヤ重量	出所1の焼却処理サービス、産業廃棄物、廃プラスチック類の入出力データから、廃プラスチック由来のCO2排出量を除いた値
廃油	焼却	焼却に回る廃油の重量	出所1の焼却処理サービス、鉱物性廃油の入出力データから、鉱物性廃油由来のCO2排出量を除いた値
	原燃料利用	原燃料利用に回る廃油の重量	出所1の焼却処理サービス、鉱物性廃油の入出力データから、鉱物性廃油由来のCO2排出量を除いた値
廃液	焼却	焼却に回る廃液の重量	出所1の焼却処理サービス、鉱物性廃油の入出力データから、鉱物性廃油由来のCO2排出量を除いた値
	原燃料利用	原燃料利用に回る廃液の重量	出所1の焼却処理サービス、鉱物性廃油の入出力データから、鉱物性廃油由来のCO2排出量を除いた値
発炎筒	原燃料利用	原燃料利用に回る発炎筒の火薬重量	出所1の焼却処理サービス、産業廃棄物、廃プラスチック類の入出力データから、廃プラスチック由来のCO2排出量を除いた値
バッテリー(鉛蓄電池)	破碎・分別	破碎・分別に回るバッテリーの重量	出所1の廃棄・建築物混合廃棄物破碎選別サービスの入出力データを用いた値
	焼却	焼却に回るバッテリー樹脂部分の重量	出所1の焼却処理サービス、産業廃棄物、廃プラスチック類の入出力データから、廃プラスチック由来のCO2排出量を除いた値

出所1)一般社団法人産業環境管理協会「LCIデータベースIDEAv2」
 ※ハイライトは、業界団体等へのヒアリングにより確認を行う必要があることを示す。

②-2 事前選別処理

● 1. エネルギー起源CO2排出

● 事前選別処理

工程		活動量(p)	排出係数(I)
エアバッグ類	電気作動処理	電気作動処理に回るエアバッグ類重量	出所1の焼却処理・灰溶融サービス、一般廃棄物、流動床 電気式の入出力データから一般廃棄物由来のCO2排出量を除いた値
	直接加熱処理	直接加熱処理に回るエアバッグ類重量	出所1の焼却処理・灰溶融サービス、一般廃棄物、流動床 電気式の入出力データから一般廃棄物由来のCO2排出量を除いた値
	間接加熱処理	間接加熱処理に回るエアバッグ類重量	出所1の焼却処理・灰溶融サービス、一般廃棄物、流動床 電気式の入出力データから一般廃棄物由来のCO2排出量を除いた値
	溶融処理	溶融処理に回るエアバッグ類重量	出所1の焼却処理・灰溶融サービス、一般廃棄物、流動床 電気式の入出力データから一般廃棄物由来のCO2排出量を除いた値
	運搬(→再資源化施設)	エアバッグ類再資源化施設に運搬されるエアバッグの個数量	輸送重量、輸送距離、改良トンキロ法燃料使用原単位を用いて、改良トンキロ法により、使用済自動車1台当たりの排出係数を算出 ※(kg-CO2/台-ELV) = 輸送重量(t)×輸送距離(km)×改良トンキロ法燃料使用原単位(l/tkm)×0.001(kl/l)×単位発熱量(GJ/kl)×排出係数(t-C/GJ)×44/12(t-CO2/t-C)/輸送車1台当たりのELV輸送台数(台-ELV/台-輸送車)*1000

出所1)一般社団法人産業環境管理協会「LCIデータベースIDEAv2」

※車上作動処理に係る投入エネルギーは、自動車に搭載されたバッテリーの電力であることを自動車再資源化協力機構へのヒアリングにより把握したため非計上

※ハイライトは、業界団体等へのヒアリングにより確認を行う必要があることを示す。

②-2 事前選別処理

● 2. 非エネルギー起源GHG排出

● 事前選別処理

工程	活動量(p)	非エネ起CO2の排出係数(I)
廃タイヤ	原燃料利用に回る廃タイヤ重量	使用済タイヤの可燃分(出所6)、可燃分中炭素(出所6)、石油由来の割合(出所1)、完全燃焼率(酸化係数)(出所3)を乗じて、メタンの排出係数を除いた値
廃油	焼却・原燃料利用に回る廃油重量	出所3の石油由来の廃油を用いた値
廃液	焼却・原燃料利用に回る廃液重量	廃液(LLC液)の可燃分、エチレングリコール中炭素(出所6)、石油由来の割合(出所1)、完全燃焼率(酸化係数)(出所3)を乗じて、メタンの排出係数を除いた値
発炎筒	原燃料利用に回る発炎筒の火薬重量	火薬の可燃分(出所4)、可燃分中炭素(PEと仮定)、石油由来の割合(出所1)、完全燃焼率(酸化係数)(出所3)を乗じて、メタンの排出係数を除いた値
バッテリー(鉛蓄電池)	焼却に回るバッテリー樹脂部分の重量	バッテリー由来の樹脂の可燃分(出所5)、可燃分中炭素(PEと仮定)、石油由来の割合(出所1)、完全燃焼率(酸化係数)(出所3)を乗じて、メタンの排出係数を除いた値
エアバッグ類	溶融処理に回るエアバッグ類の樹脂部分の重量	エアバッグ類中の樹脂の可燃分(出所1)、可燃分中炭素(出所2)、石油由来の割合(出所1)、完全燃焼率(酸化係数)(出所3)を乗じて、メタンの排出係数を除いた値

出所1) 船崎ら(2004)自動車シュレッダーダスト処理に関するライフサイクルアセスメント (第二報)ー エネルギー回収ー

出所2) 平成25年度自動車リサイクル連携高度化事業(光学選別機を利用したASR由来プラの材料リサイクル及び油化実証試験事業)業務

出所3) 国立大学法人国立環境研究所「日本国温室効果ガスインベントリ報告書」(2021)

出所4) 日本カーリット株式会社(2012)発炎筒安全データシート(SDS)

出所5) 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」

出所6) 一般社団法人 日本自動車タイヤ協会(2012)タイヤの LCCO2算定ガイドラインVer. 2.0

※ハイライト 業界団体等へのヒアリングにより確認を行う必要があることを示す。

②-2 事前選別処理

- 2. 非エネルギー起源GHG排出
- 事前選別処理

工程	活動量(p)	排出係数(I)	
		CH4	N2O
廃タイヤ	焼却・原燃料利用に回る廃タイヤ重量	出所1の産業廃棄物の種類別のCH4排出係数に酸化係数とGWPを乗じた値	出所1の産業廃棄物の種類別のN2O排出係数に酸化係数とGWPを乗じた値
廃油	焼却・原燃料利用に回る廃油重量	//	//
廃液	焼却・原燃料利用に回る廃液重量	//	//
発炎筒	原燃料利用に回る発炎筒の火薬重量	//	//
バッテリー(鉛蓄電池)	焼却に回るバッテリー樹脂部分の重量	//	//
エアバッグ類	熔融処理に回るエアバッグ類の樹脂部分の重量	//	//

出所1) 国立大学法人国立環境研究所「日本国温室効果ガスインベントリ報告書」(2021)
 ※ハイライトは、業界団体等へのヒアリングにより確認を行う必要があることを示す。

③破砕業

● 1. エネルギー起源CO2排出

● 破砕業

処理工程	活動量(p)	排出係数(I)
プレスせん断処理・シュレッダー処理	破砕業に回る解体済自動車の台数	廃車ガラ1台当たりの重量(出所1)と出所2の「使用済み自動車の中間処理サービス(分解・解体～破砕・選別)からフロン類破壊処理サービスを除外」した入出力データに乗じて排出係数を算出
運搬(→ASRリサイクル施設)	ASRリサイクル・処理プロセスに運搬されるASR重量	輸送重量、輸送距離、改良トンキロ法燃料使用原単位を用いて、改良トンキロ法により、使用済自動車1台当たりの排出係数を算出 ※(t-CO2/台)=輸送重量(t)×輸送距離(km)×改良トンキロ法燃料使用原単位(l/tkm)×0.001(kl/l)×単位発熱量(GJ/kl)×排出係数(t-C/GJ)×44/12(t-CO2/t-C)/輸送車1台当たりのELV輸送台数(台-ELV/台-輸送車)

出所1)環境省(2003)「現状における使用済自動車のリサイクル実効率について」

出所2)一般社団法人産業環境管理協会「LCIデータベースIDEAv2」

※ハイライトは、業界団体等へのヒアリングにより確認を行う必要があることを示す。

④ASRリサイクル・処理

● 1. エネルギー起源CO2排出

● ASRリサイクル

- 各リサイクル工程における、ASR処理量は『中央環境審議会「自動車リサイクル制度の施行状況の評価・検討について」(2021)』の再資源化フロー(令和2年度重量実績ベース)を引用している。それ以外の活動量及び排出係数は以下のとおり。

リサイクル工程 処理工程		活動量(p)	排出係数(I)
製錬	電力	製錬工程に回るASR重量	出所1の「ガス化溶融」工程で利用されているASR1t当たりの処理に必要な電気使用量に、出所3の電力代替値を乗じて算出した数値
	コークス	//	出所1の「ガス化溶融」工程で利用されているASR1t当たりの処理に必要なコークス使用量に、出所1のコークス1kg当たりのCO2排出量を乗じて算出した数値
	LPG	//	出所1の「ガス化溶融」工程で利用されているASR1t当たりの処理に必要なLPG使用量に、出所1のLPG1Nm3当たりのCO2排出量を乗じて算出した数値
ガス化溶融、焼却炉+溶融炉、流動床炉、炭化炉、セメント工程、マテリアル、焼却		製錬工程と同様の方法により、活動量及び排出係数を算定 ※排出係数は、各工程の処理方法に併せて、「ガス化溶融」「焼却」「流動床炉」の文献値を使用	

※出所はp.31に記載

※ハイライトは、業界団体等へのヒアリングにより確認を行う必要があることを示す。

④ASRリサイクル・処理

● 1. エネルギー起源CO2排出

● ASR処理

- 各処理工程における、ASR処理量は『中央環境審議会「自動車リサイクル制度の施行状況の 評価・検討について」(2021)』の再資源化フロー(令和2年度重量実績ベース)を引用している。それ以外の活動量及び排出係数は以下のとおり。

リサイクル工程 処理工程		活動量(p)	排出係数(I)
焼却	電力	焼却に回るASR重量	出所1の電力使用量に出所3の電力代替値を乗じた数値
	重油	//	出所1の重油の使用量に出所5の「B重油」の入出力データを乗じた数値
運搬(→最終処分場)		埋立処理場に運搬されるASR残さ重量	輸送重量、輸送距離 、改良トンキロ法 燃料 使用原単位を用いて、改良トンキロ法により、使用済自動車1台当たりの排出係数を算出 ※(kg-CO2/台-ELV)輸送重量(t)×輸送距離(km)×改良トンキロ法燃料使用原単位(l/tkm)×0.001(kL/l)×単位発熱量(GJ/kL)×排出係数(t-C/GJ)×44/12(t-CO2/t-C)/輸送車1台当たりのELV輸送台数(台-ELV/台-輸送車)*1000
最終処分	電力	埋め立てられるASR残さ重量	出所7の埋め立て量1t当たりの電力使用量に出所3の電力代替値を乗じた数値
	軽油	//	出所7の埋め立て量1t当たりの重油使用量に出所5の「軽油」の入出力データを乗じた数値

※出所はp.31に記載

※ハイライトは、業界団体等へのヒアリングにより確認を行う必要があることを示す。

④ASRリサイクル・処理

● 2. 非エネルギー起源GHG排出

- 非エネルギー起源CO₂の算定方法の詳細は以下の通り。

リサイクル工程 処理工程		活動量(p)	排出係数(I)
製錬	プラスチック(硬質、シート状)	左記工程に回るASR重量のうち、左記素材が含まれる量	ASRのプラスチック(硬質)又はプラスチック(シート状)の可燃分・組成から算出した可燃分中炭素(出所8)、石油由来の割合(出所9)、完全燃焼率(酸化係数)(出所10)を乗じた数値
	ゴム	〃	ゴムくずの可燃分・組成から算出した可燃分中炭素、石油由来の割合(出所9)、完全燃焼率(酸化係数)(出所10)を乗じた数値
	ウレタン	〃	ポリウレタンの可燃分中炭素の割合(出所11)、石油由来の割合(出所9)完全燃焼率(酸化係数)(出所10)を乗じた数値
	発泡スチロール	〃	スチレン樹脂に含まれる炭素の割合(出所12)、石油由来の割合(出所9)、完全燃焼率(酸化係数)(出所10)を乗じた数値
	繊維類	〃	PET繊維(90%)とガラス繊維(10%)に含まれる可燃分、可燃分中炭素、石油由来の割合(出所9)、完全燃焼率(酸化係数)(出所10)を乗じた数値
	紙	〃	紙類に含まれる可燃分(出所7)、可燃分中炭素(出所13)、石油由来の割合(出所9)、完全燃焼率(酸化係数)(出所10)を乗じた数値
ガス化溶融、焼却炉+溶融炉、流動床炉、炭化炉、セメント工程、焼却		製錬工程と同様の方法により活動量を算定	製錬工程と同様の方法により、排出係数を算定
マテリアル工程		算定対象外	算定対象外

※出所は次ページに記載

※ハイライトは、業界団体等へのヒアリングにより確認を行う必要があることを示す。

④ASRリサイクル・処理

● 2. 非エネルギー起源GHG排出

- メタン及び亜酸化窒素の算定方法の詳細は以下の通り。

リサイクル工程 処理工程		活動量(p)	排出係数	
			CH4	N2O
製錬	プラスチック(硬質、シート状)	左記工程に回るASR重量のうち、左記素材が含まれる量	出所3の産業廃棄物の種類別のCH4排出係数(廃プラスチック類)に酸化係数とGWPを乗じた値	出所3の産業廃棄物の種類別のN2O排出係数(廃プラスチック類)に酸化係数とGWPを乗じた値
	ゴム	//	//	//
	ウレタン	//	//	//
	発泡スチロール	//	//	//
	繊維類	//	//	//
	紙類	//	//	//
	木類	//	//	//
ガス化溶融、焼却炉＋溶融炉、流動床炉、炭化炉、セメント工程、焼却		製錬工程と同様の方法で算定		
マテリアル工程		算定対象外		

出所1)三菱UFJリサーチ&コンサルティング株式会社「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」

出所2)環境省「2021年度ASR施設活用率」

出所3)電気事業者別排出係数(特定排出者の温室効果ガス排出量算定用)(令和2年度用)

出所4)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

出所5)一般社団法人産業環境管理協会「LCIデータベースIDEAv2」

出所6)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」

出所7)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」(2012)

出所8)株式会社レノバ(2014)「平成25年度自動車リサイクル連携高度化事業(光学選別機を

利用したASR由来プラの材料リサイクル及び油化実証試験事業)報告書」

出所9)船崎ら(2004)自動車シュレッダーダスト処理に関するライフサイクルアセスメント(第二報)ーエネルギー回収ー

出所10)国立大学法人国立環境研究所「日本国温室効果ガスインベントリ報告書」(2021)

出所11)小寺ら(2009)、ポリウレタン改質固形燃料の調製

出所12)Chemical book「スチロール樹脂」<
https://www.chemicalbook.com/ChemicalProductProperty_JP_CB4146768.htm>(2022年1月24日閲覧)

出所13)都市清掃会議(2017)「ごみ処理施設の設備計画・設計要領」

※ハイライトは、業界団体等へのヒアリングにより確認を行う必要があることを示す。

④ASRリサイクル・処理

● 2. 非エネルギー起源GHG排出

● 「埋立に伴うCH₄排出(5A)」

- 出所1の算定方法を使用

- ・ 活動量及び排出係数の他に、埋め立て処分場におけるメタン回収量(R)及び埋立処分場の覆土によるメタン酸化率(OX)も算定式に含む

$$E = \left\{ \sum_{i,j} (EF_{i,j} \times A_{i,j}) - R \right\} \times (1 - OX)$$

- 埋立処理量が0tのため、実際には計上されない。

- 最終処分で埋め立てるASR残さは、可燃分を含まないと仮定して未計上だが、今後確認が必要

処理工程	活動量(Ai)	排出係数(EFi)	埋立処分場におけるCH ₄ 回収量(R)	埋立処分場の覆土によるCH ₄ 酸化率(OX)
埋立	埋立処理に回った量	計上する項目が出た際に算定	仮置き値を0に設定	出所1で用いている2006年IPCCガイドラインにおける管理された埋立処分場のデフォルト酸化率

出所1) 国立大学法人国立環境研究所「日本国温室効果ガスインベントリ報告書」(2021)

※ハイライトは、業界団体等へのヒアリングにより確認を行う必要があることを示す。

⑤全部利用

● 1. エネルギー起源CO2排出

処理工程	活動量(p)	排出係数(I)
電炉・転炉溶融	認定解体自動車の全部利用に回る解体済み自動車台数	出所1で算定された電炉溶融時の使用済み自動車1台当たり二酸化炭素排出量
電炉・転炉溶融	非認定解体自動車の全部利用に回る解体済み自動車台数	出所1で算定された電炉溶融時の使用済み自動車1台当たり二酸化炭素排出量

● 2. 非エネルギー起源GHG排出

- 全部利用に回った可燃分(樹脂、ゴム、繊維類)は、文献(出所4)を引用
- 全部利用の電炉溶融後残渣の埋立に伴うCH4は、残さの量及び組成が不明の為、未計上

処理工程	活動量(p)	非エネルギーCO2の排出係数(I)
電炉溶融	樹脂	認定及び非認定解体自動車の全部利用に回る解体済み自動車台数 出所4の全部利用の電炉溶融に回る1台当たりの樹脂重量に、プラスチック類(硬質)の可燃分(出所1)、プラスチックの組成から算出した可燃分中炭素(出所2)、石油由来の割合(出所1)、完全燃焼率(酸化係数)(出所3)を乗じて、メタンの排出係数を除いた値
	ゴム	認定及び非認定解体自動車の全部利用に回る解体済み自動車台数 出所4の全部利用の電炉溶融に回る1台当たりのゴム重量に、ゴムくずの可燃分(出所1)、プラスチックの組成から算出した可燃分中炭素(出所2)、石油由来の割合(出所1)、完全燃焼率(酸化係数)(出所3)を乗じて、メタンの排出係数を除いた値
	繊維類	認定及び非認定解体自動車の全部利用に回る解体済み自動車台数 出所4の全部利用の電炉溶融に回る1台当たりの繊維類重量に、繊維類(PET繊維90%、ガラス繊維10%)の可燃分(出所1)、プラスチックの組成から算出した可燃分中炭素(出所2)、石油由来の割合(出所1)、完全燃焼率(酸化係数)(出所3)を乗じて、メタンの排出係数を除いた値

出所1) 船崎ら(2004)自動車シュレッダーダスト処理に関するライフサイクルアセスメント (第二報)ー エネルギー回収ー

出所2) 平成25年度自動車リサイクル連携高度化事業(光学選別機を利用したASR由来プラの材料リサイクル及び油化実証試験事業)業務

出所3) 国立大学法人国立環境研究所「日本国温室効果ガスインベントリ報告書」(2021)

出所4) 山末ら(2014)使用済み自動車から得られる鉄スクラップの関与物質総量

※ハイライトは、業界団体等へのヒアリングにより確認を行う必要があることを示す。

⑤全部利用

● 2. 非エネルギー起源GHG排出

- 全部利用に回った可燃分(樹脂、ゴム、繊維類)は、文献(出所4)を引用
- 全部利用の電炉溶融後残渣の埋立に伴うCH₄は、残さの量及び組成が不明の為、未計上

処理工程		活動量(p)	排出係数(I)	
			CH ₄	N ₂ O
電炉溶融	樹脂	認定及び非認定解体自動車の全部利用に回る解体済み自動車台数	出所3の産業廃棄物の種類別のCH ₄ 排出係数(廃プラスチック類)に、1台あたりに含まれる左記部品の重量を乗じた値	出所3の産業廃棄物の種類別のN ₂ O排出係数(廃プラスチック類)に、1台あたりに含まれる左記部品の重量を乗じた値
	ゴム	認定及び非認定解体自動車の全部利用に回る解体済み自動車台数	出所3の産業廃棄物の種類別のCH ₄ 排出係数(廃プラスチック類)に、1台あたりに含まれる左記部品の重量を乗じた値	出所3の産業廃棄物の種類別のN ₂ O排出係数(廃プラスチック類)に、1台あたりに含まれる左記部品の重量を乗じた値
	繊維類	認定及び非認定解体自動車の全部利用に回る解体済み自動車台数	出所3の産業廃棄物の種類別のCH ₄ 排出係数(廃プラスチック類)に、1台あたりに含まれる左記部品の重量を乗じた値	出所3の産業廃棄物の種類別のN ₂ O排出係数(廃プラスチック類)に、1台あたりに含まれる左記部品の重量を乗じた値

出所1) 船崎ら(2004)自動車シュレッダーダスト処理に関するライフサイクルアセスメント(第二報)ー エネルギー回収ー

出所2) 平成25年度自動車リサイクル連携高度化事業(光学選別機を利用したASR由来プラの材料リサイクル及び油化実証試験事業)業務

出所3) 国立大学法人国立環境研究所「日本国温室効果ガスインベントリ報告書」(2021)

出所4) 山末ら(2014)使用済み自動車から得られる鉄スクラップの関与物質総量

※ハイライトは、業界団体等へのヒアリングにより確認を行う必要があることを示す。

1.4.2 温室効果ガス排出量の算定結果

前項までの算定方法を用いて、温室効果ガス排出量（暫定値）を算出した。エネルギー起源別、温室効果ガス種別、プロセス別、ASR リサイクル工程別に算定結果をそれぞれ整理した。第2回 CN 検討会で示したスライドを、次ページ以降に示した。

自動車リサイクル分野全体の温室効果ガス排出量は 1,506 千 t-CO₂eq/年（全国値）と試算された。エネルギー起源 CO₂ 排出量は、565 千 t-CO₂eq/年（全国値）と試算された。そのうち、ASR リサイクル・処理業が最も多く排出していた（273 千 t-CO₂eq/年（全国値））。非エネルギー起源温室効果ガス排出量は 941 千 t-CO₂eq/年（全国値）と試算された。ASR リサイクル由来の温室効果ガス排出量が最も多く（625 千 t-CO₂eq/年（全国値））、次いで事前選別処理に起因する温室効果ガス排出量が多かった（241 千 t-CO₂eq/年（全国値））。

自動車リサイクル分野全体の温室効果ガス排出量のうち、エネルギー起源 CO₂ 及び非エネルギー起源の CO₂（1,504 千 t-CO₂eq/年（全国値））が全体のほとんどを占め、CH₄、N₂O、HFCs 等の温室効果ガス排出量はわずかであった。

エネルギー起源 CO₂ 排出量は、ASR リサイクルのマテリアル工程で最も多かった（99 千 t-CO₂eq/年（全国値））。その他、全プロセスと比較して、エネルギー起源 CO₂ 排出量は、破碎業の破碎・選別（86 千 t-CO₂eq/年（全国値））や全部利用の電炉溶融（83 千 t-CO₂eq/年（全国値））が多かった。

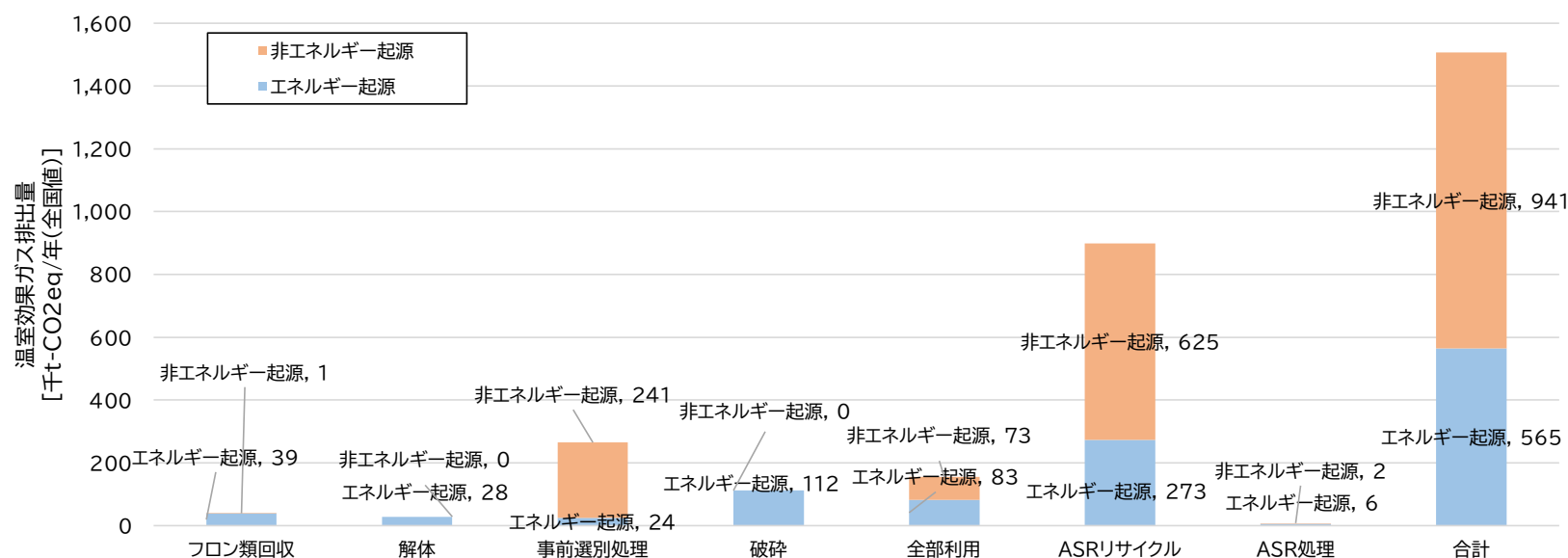
非エネルギー起源 CO₂ 排出量を比較すると、流動床炉由来の非エネルギー起源温室効果ガス排出量が最も多く（184 千 t-CO₂eq/年（全国値））、次いで、廃タイヤ由来の非エネルギー起源温室効果ガス排出量が多かった（169 千 t-CO₂eq/年（全国値））。その他、全プロセスのうち、ASR リサイクルのセメント工程、ガス化溶融、製錬は、非エネルギー起源温室効果ガス排出量が多く、100 千 t-CO₂eq/年（全国値）を超えていた。

ASR 1t 当たりを処理する際の温室効果ガス排出量は、焼却炉＋溶融炉工程で最も多かった（2.7t-CO₂eq/t）。また、マテリアル工程（0.7t-CO₂eq/t）で最も少なく、焼却炉＋溶融炉工程の約 25%だった。

GHG排出量の算定結果(暫定値)

● 起源別のGHG排出量

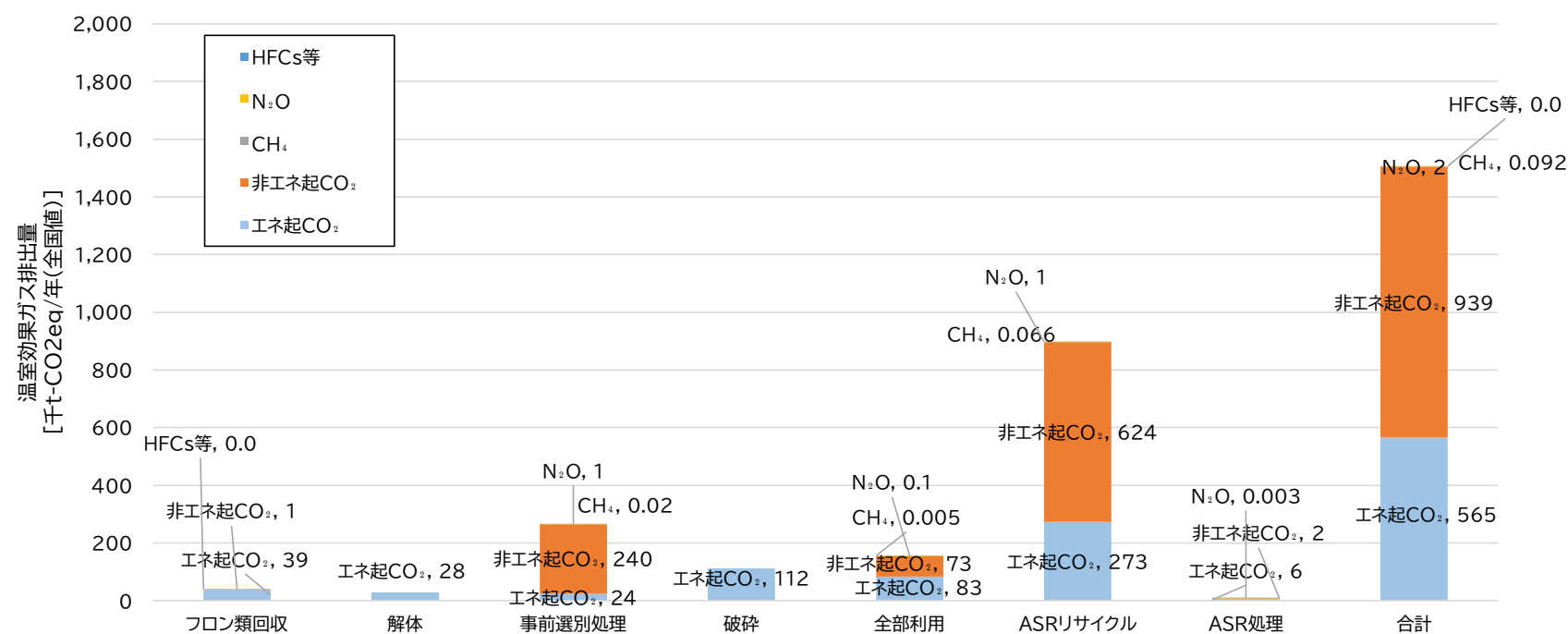
- 自動車リサイクル分野全体のGHG排出量は1,506千t-CO₂eq/年(全国値)と試算された。
- エネルギー起源CO₂排出量は 565千t-CO₂eq/年(全国値)と試算された。そのうち、ASRリサイクル・処理業が最も多く排出していた(273千t-CO₂eq/年(全国値))。
- 非エネルギー起源GHG排出量は941千t-CO₂eq/年(全国値)と試算された。ASRリサイクル由来のGHG排出量が最も多く(625千t-CO₂eq/年(全国値))、次いで事前選別処理に起因するGHG排出量が多かった(241千t-CO₂eq/年(全国値))。
- 自動車リサイクル分野では、事前選別処理及びASRリサイクル由来のGHG排出量が全体の大部分を占めた。



GHG排出量の算定結果(暫定値)

● GHGガス種別のGHG排出量

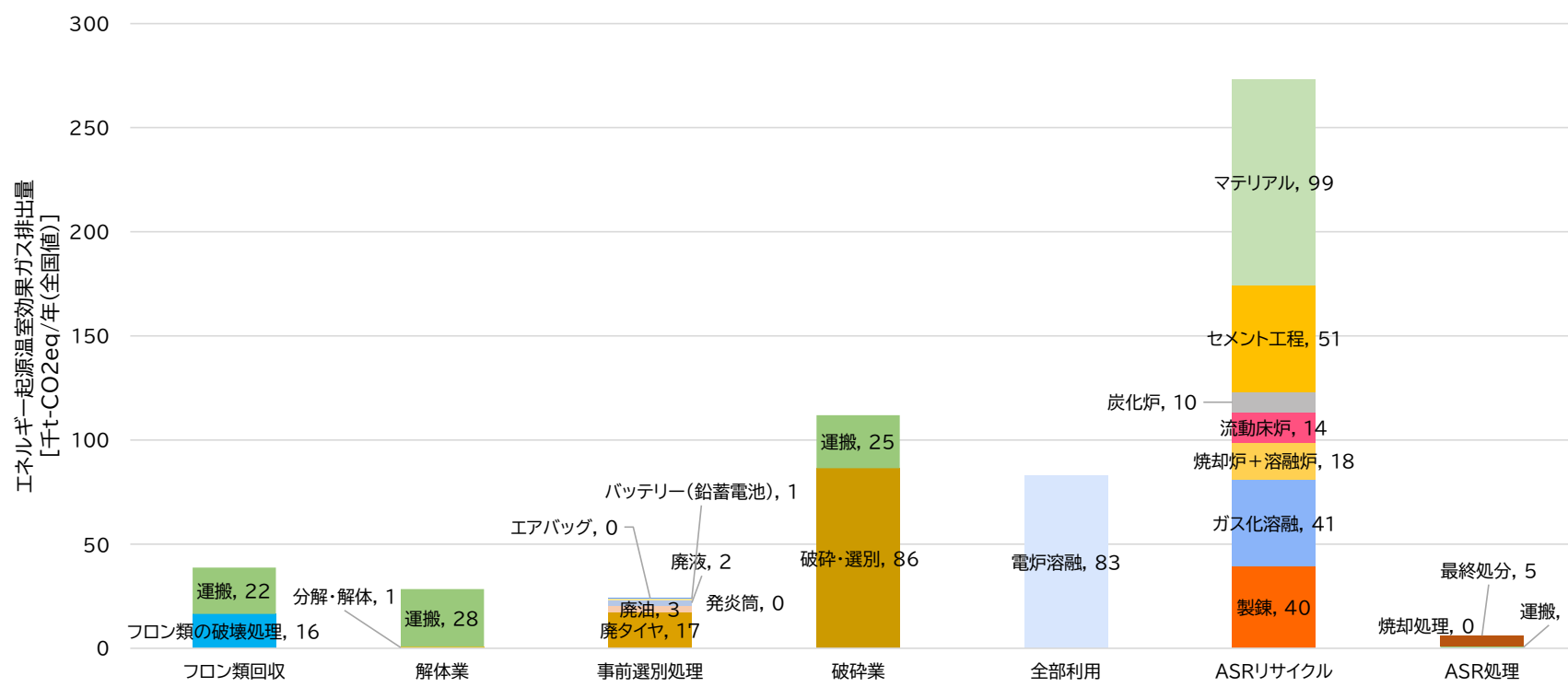
- 自動車リサイクル分野全体のGHG排出量のうち、エネルギー起源CO₂及び非エネルギー起源のCO₂(1,504千t-CO₂eq/年(全国値))が全体のほとんどを占め、CH₄、N₂O、HFCs等のGHG排出量はわずかであった。



GHG排出量の算定結果(暫定値)

● エネルギー起源プロセス別のGHG排出量

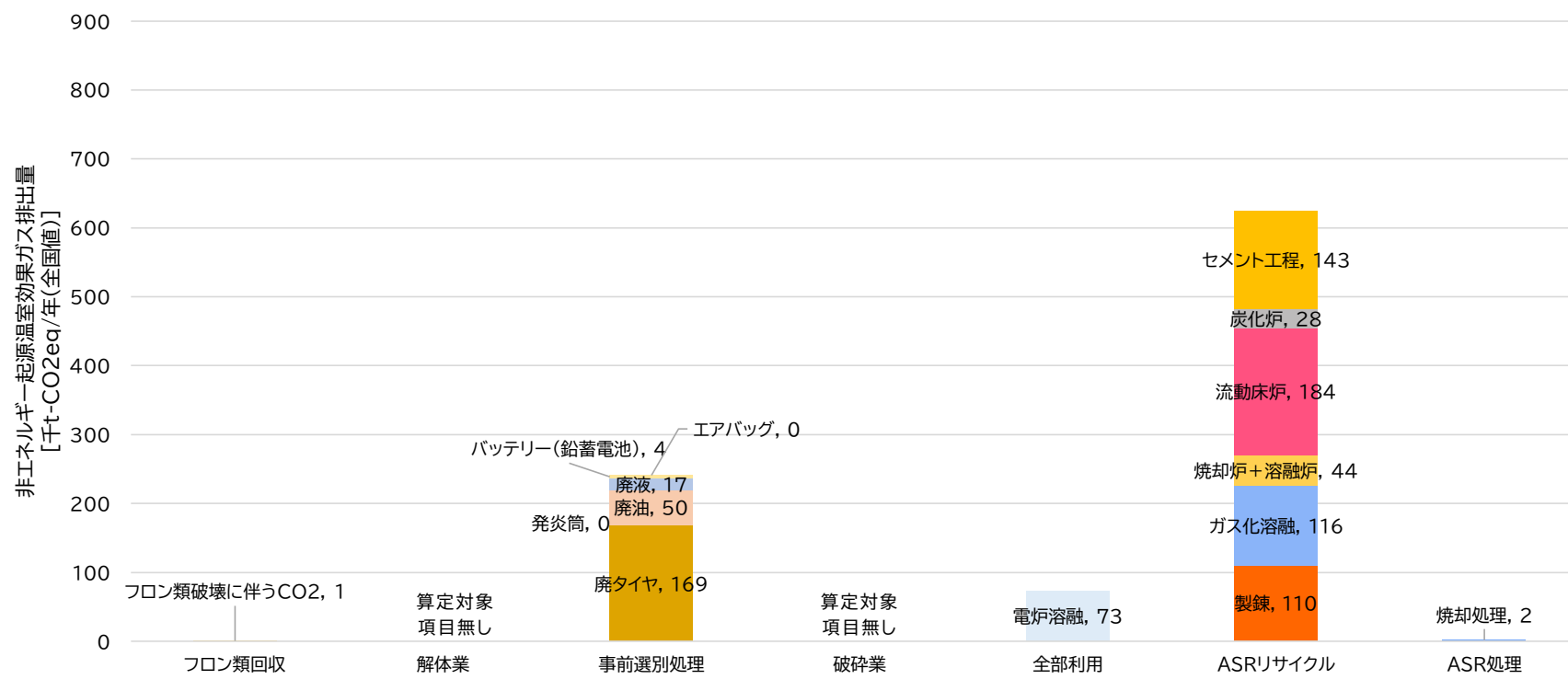
- エネルギー起源CO₂排出量はASRリサイクルのマテリアル工程で最も多かった(99千t-CO₂eq/年(全国値))。
- その他、全プロセスと比較して、エネルギー起源CO₂排出量は、破砕業の破砕・選別(86千t-CO₂eq/年(全国値))や全部利用の電炉溶融(83千t-CO₂eq/年(全国値))が多かった。



GHG排出量の算定結果(暫定値)

● 非エネルギー起源プロセス別のGHG排出量

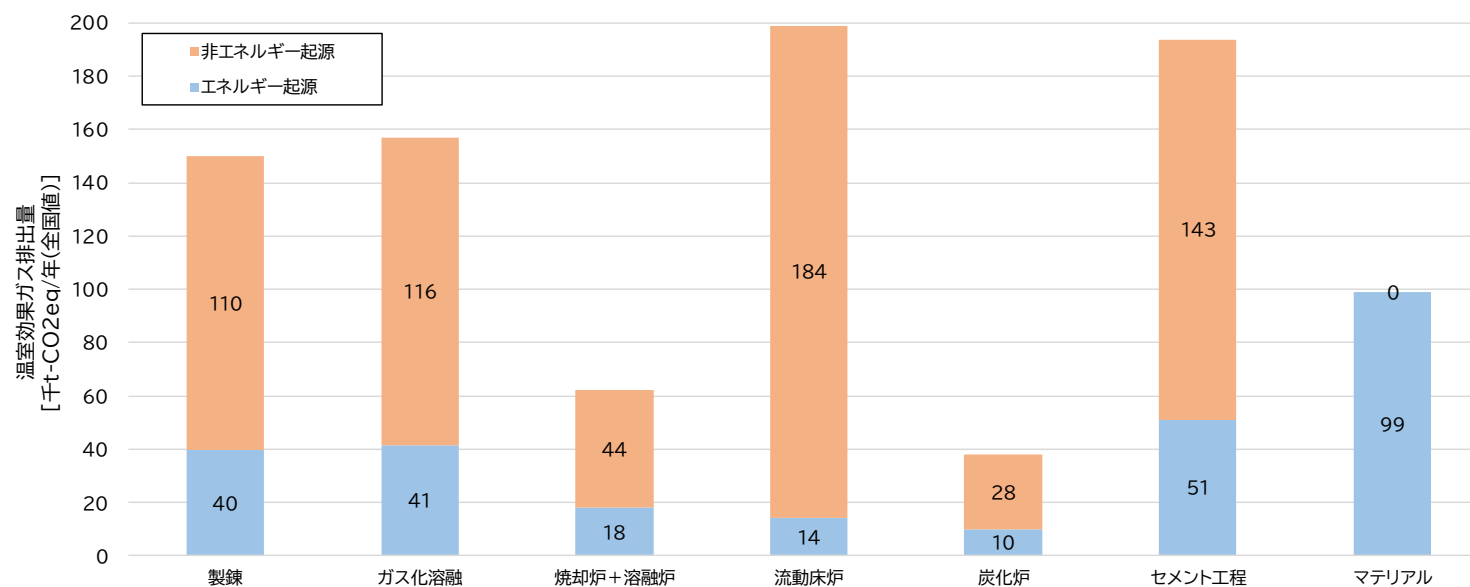
- 非エネルギー起源CO₂排出量を比較すると、流動床炉由来の非エネルギー起源GHG排出量が最も多く(184千t-CO₂eq/年(全国値))、次いで、廃タイヤ由来の非エネルギー起源GHG排出量が多かった(169千t-CO₂eq/年(全国値))。
- その他、全プロセスのうち、ASRリサイクルのセメント工程、ガス化溶融、製錬は、非エネルギー起源GHG排出量が多く、100千t-CO₂eq/年(全国値)を超えていた。



GHG排出量の算定結果(暫定値)

- ASRリサイクル工程別のGHG排出量

- 図の下部には、ASR1tリサイクル当たりのGHG排出量を示している。
 - ASR1tリサイクル当たりのGHG排出量は、焼却炉＋溶融炉工程で最も多かった(2.7t-CO₂eq/t)。
 - また、マテリアル工程(0.7t-CO₂eq/t)で最も少なく、焼却炉＋溶融炉工程の約25%だった。



ASR投入量(t)	57,301	60,017	22,884	95,724	14,485	74,065	143,526
GHG/ASR (t-CO ₂ eq/t)	2.6	2.6	2.7	2.1	2.6	2.6	0.7

1.5 自動車リサイクルにおける温室効果ガス排出控除量の算定方針及び試算

自動車リサイクルにおける温室効果ガス排出控除量を算定するに当たり、その考え方を整理し、一部の控除量について試算を行った。検討結果について、第 2 回 CN 検討会で示したスライドを次ページ以降に示す。なお、温室効果ガス排出控除量に関する詳細な検討は、令和 4 年度以降に行う必要がある。

GHG排出控除量の算定方針(案)

- GHG排出控除量は、各プロセスで回収されるマテリアルまたはエネルギーで、バージンの素材・部品・エネルギーを代替した際のGHG削減量とする。
- 令和3年度は、回収エネルギーのGHG排出控除量のみ試算した。(p.48～50)
- 今後、以下の点に留意して、詳細を検討していく。
- バージンの素材・部品の製造工程(エネ起・非エネ起)のインベントリを考慮しつつ、各評価対象の素材部品ごとにバウンダリの範囲を整理し、それに応じた算定方法とする。
- 2030年、2050年における、素材・部品製造のインベントリの整理・モデル化及び炭素を含む素材・部品のリサイクル・廃棄の状況を考慮し、モデルの変更・拡張に対応可能な算定モデルとする。

	回収マテリアル	回収エネルギー
算定の条件	素材:バウンダリ外におけるバージン素材製造の代替分 部品:バウンダリ外における部品製造の代替分	エネルギー:バウンダリ内におけるエネルギーの代替分 ※バウンダリ外の場合、回収マテリアルで計上(例:RPF)
算定状況	現時点では未算定(令和4年度業務で算定)	現時点で試算済で、参考資料に掲載
評価対象の想定	マテリアル又は部品が評価対象	回収エネルギーが評価対象
①フロン類回収	フロン類(p. 11)	—
②解体・事前選別処理	再利用可能部品等(p. 13)、廃タイヤ(p. 15)、 廃油・廃液(p. 16)、発炎筒(p. 17)、 バッテリー(p. 18)、エアバッグ類(p. 19)	—
③破砕	鉄、非鉄金属(p. 24)	—
④ASRリサイクル	選別メタル、廃プラスチック類等(p. 26)	回収される電力、蒸気、生成熱等(p. 26)
⑤全部利用	メタル等(p. 33)	—

参考)④ASRリサイクル・処理のエネルギー起源CO2控除量

● 1. エネルギー起源CO2控除

● ASRリサイクル・処理

- 各処理工程における、ASR処理量は『中央環境審議会「自動車リサイクル制度の施行状況の評価・検討について」(2021)』の再資源化フロー(令和2年度重量実績ベース)を引用している。
- 施設内利用されているエネルギーのみ、控除量の算定対象とした。

リサイクル工程		活動量(p)	排出係数(I)	施設内/施設外利用
製錬	電力	左記工程に回るASR重量	出所1から求めた平均電力量に出所2の電力代替値を乗じた値	施設内
	蒸気	〃	出所1から求めた平均蒸気量と出所3の蒸気に関する入出力データを乗じた値	施設内
	生成熱	〃	出所1から求めた平均スラグ生成熱量に出所3の熱に関する入出力データを乗じた値	施設内
ガス化溶融	電力	左記工程に回るASR重量	出所1から求めた平均電力量に出所2の電力代替値を乗じた値	施設内
	蒸気	〃	出所1から求めた平均蒸気量と出所3の蒸気に関する入出力データを乗じた値	施設内
	合成ガス	〃	出所1から求めた平均合成ガス量と出所3の合成ガスに関する入出力データを乗じた値	施設内
	燃料ガス	〃	出所1から求めた平均合成ガス量と出所3の高炉ガス及び転炉ガスに関する入出力データ半量ずつを乗じた値	施設内
	生成熱	〃	出所1から求めた平均スラグ生成熱量に出所3の熱に関する入出力データを乗じた値	施設内
焼却炉+溶融炉	電力	左記工程に回るASR重量	出所1から求めた平均電力量に出所2の電力代替値を乗じた値	施設内
	蒸気	〃	出所1から求めた平均蒸気量と出所3の蒸気に関する入出力データを乗じた値	施設内
	生成熱	〃	出所1から求めた平均スラグ生成熱量に出所3の熱に関する入出力データを乗じた値	施設内
流動床炉	電力	左記工程に回るASR重量	出所1から求めた平均電力量に出所2の電力代替値を乗じた値	施設内
	蒸気	〃	出所1から求めた平均蒸気量と出所3の蒸気に関する入出力データを乗じた値	施設内

※出所はp26に記載

※ハイライトは、業界団体等へのヒアリングにより確認を行う必要があることを示す。

参考)④ASRリサイクル・処理のエネルギー起源CO2控除量

● 1. エネルギー起源CO2控除

● ASRリサイクル・処理

- 各処理工程における、ASR処理量は『中央環境審議会「自動車リサイクル制度の施行状況の評価・検討について」(2021)』の再資源化フロー(令和2年度重量実績ベース)を引用している。それ以外の活動量及び排出係数は以下のとおり。
- 施設内利用されているエネルギーのみ、控除量の算定対象とした。

リサイクル工程		活動量(p)	排出係数(I)	施設内/施設外利用
炭化炉	電力	左記工程に回るASR重量	出所1から求めた平均電力量に出所2の電力代替値を乗じた値	施設内
	蒸気	〃	出所1から求めた平均蒸気量に出所3の蒸気に関する入出力データを乗じた値	施設内
	生成熱	〃	出所1から求めた平均炭化物量に出所3の炭化棒に関する入出力データを乗じた値	施設内
セメント工程	電力	左記工程に回るASR重量	出所1から求めた平均電力量に出所2の電力代替値を乗じた値	施設内
	蒸気	〃	出所1から求めた平均蒸気量に出所3の蒸気に関する入出力データを乗じた値	施設内
	生成熱	〃	出所1から求めた平均スラグ生成熱量に出所3の熱に関する入出力データを乗じた値	施設内
マテリアル	燃料代替(有機物系)	左記工程に回るASR重量	出所1から求めた平均燃料代替(塩ビ樹脂)量に出所5の合成繊維及び廃ゴムタイヤ以外の廃プラスチック類(産業廃棄物に限る)に関する入出力データを乗じた値	施設外
	燃料代替(セメント原燃料)	〃	出所1から求めた平均燃料代替(セメント原燃料)量に出所3の塩ビ含有プラスチックごみ由来の固形燃料に関する入出力データを乗じた値	施設外
	燃料代替(その他)	〃	出所1から求めた平均燃料団体(プラスチック)量に出所3のペレット状のごみ固形燃料に関する値を乗じた値	施設外
	固形化燃料			
	電炉原材料	〃	出所1から求めた平均(固形化燃料・電炉原材料)量に出所5のごみ固形燃料(RPF)の値を乗じた値	施設外

出所1) 2021年度ASR施設利用率

出所2) 電気事業者別排出係数(特定排出者の温室効果ガス排出量算定用)(令和2年度用)

出所3) 一般社団法人産業環境管理協会「LCIデータベースIDEAv2」

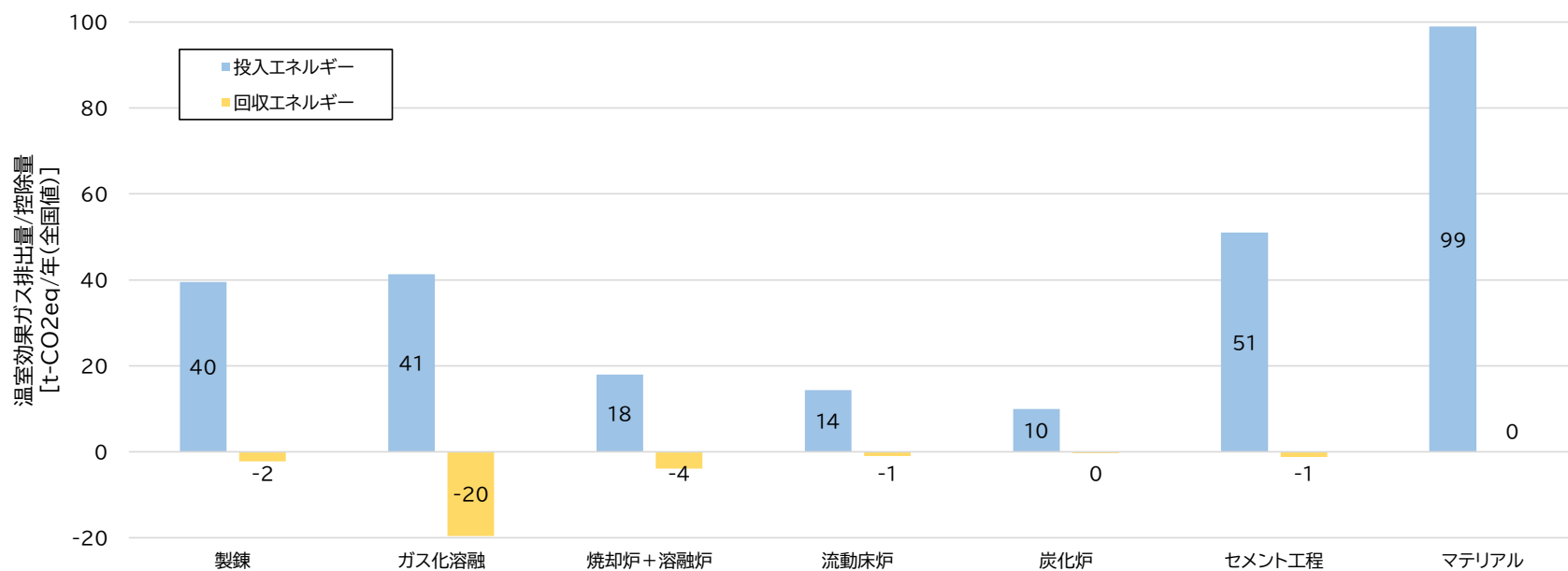
出所4) 環境省(2021年)「日本の廃棄物処理 令和元年版」

出所5) 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」

※ハイライトは、業界団体等へのヒアリングにより確認を行う必要があることを示す。

参考)各ASRリサイクル工程のGHG控除量の算定結果(暫定値)

- ASRリサイクル工程におけるエネルギー起源CO₂排出量及び控除量は以下の通り。
- 投入エネルギー起源CO₂排出量の上位3工程は、マテリアル、セメント工程、ガス化溶融だった。
- 各工程の回収エネルギー起源CO₂排出(控除)量の上位3工程は、ガス化溶融、焼却炉＋溶融炉、製錬だった。
※マテリアルは、施設内利用されている項目は無かったため、算定対象外
- ASR投入施設活用率の回収エネルギーにより算出した控除量をどのように扱うかは、令和4年度も引続き検討。



1.6 令和 4 年度以降の課題の整理

本業務において、先行研究等の整理を行い、温室効果ガス排出量の算定方針、算定方法、算定モデルを構築した。

有識者からは、温室効果ガス排出量の算定方針に関しては概ね合意を頂けた。他方で、温室効果ガス排出量の算定に用いる活動量及び排出係数については、引き続き引用する数値の妥当性の検討及びヒアリング等による情報の取得が必要なことが示された。また、温室効果ガス排出控除量の算定方針及び次世代車の自動車リサイクルにおける温室効果ガス排出量の算定方針については、令和 4 年度以降に検討が必要であることが指摘された。

令和 4 年度以降に引き続き取り組む必要がある課題は、大別して以下の 4 点である。課題の詳細については、4.2.4 及び 4.2.5 に整理した。

- 関係者へのアンケート又はヒアリング調査による算定モデルの精緻化
- マテリアルフローデータの整理
- 蓄電池等の部品・素材等の回収に関するデータの収集と算定モデルへの反映
- リユース・リサイクルにおける温室効果ガス排出控除量の算定方法、バウンダリの検討

2. 2050 年カーボンニュートラル実現に向けた自動車のライフサイクルにおける温室効果ガス排出量に関する将来シナリオの作成

2035 年の新車販売における電動車 100%、2050 年カーボンニュートラルを踏まえ、2050 年までの自動車のライフサイクル（製造・使用・廃棄）における温室効果ガス排出量に関連する情報が掲載された既存文献を調査し、取りまとめた。

2.1 自動車の販売台数に関する見通し

2.1.1 国内の目標と見通し

（1）次世代自動車戦略 2010 における次世代自動車の販売台数の目標

日本の次世代自動車の普及目標は図 2-1 に示すとおりである。2030 年には国内の乗用車のうち 5～7 割が次世代自動車となることを目標として掲げている。

日本の「次世代自動車」普及目標

- 日本は「2030年までに乗用車の新車販売に占める次世代自動車の割合を5～7割とすること」を目標と掲げる。（未来投資戦略2017）

（参考）次世代自動車戦略2010＜2010年4月次世代自動車研究会＞における普及目標

	2017年（実績）	2030年
従来車	63.97%（280.6万台）	30～50%
次世代自動車	36.02%（158.0万台）	50～70%
ハイブリッド自動車	31.2%（137.0万台）	30～40%
電気自動車 プラグイン・ハイブリッド自動車	0.41%（1.8万台） 0.82%（3.6万台）	20～30%
燃料電池自動車	0.02%（849台）	～3%
クリーンディーゼル自動車	3.52%（15.4万台）	5～10%

「参考」 新車乗用車販売台数：計438.6万台（2017年実績）

出所：販売実績については、自動車工業会の資料を基に作成

図 2-1 次世代自動車普及目標

出所）経済産業省「次世代自動車戦略 2010」（<http://www.cev-pc.or.jp/kiso/post-18.html>）、（2022 年 3 月 22 日閲覧）

(2) 2050 年カーボンニュートラルに伴うグリーン成長戦略における EV の販売台数の目標

2050 年カーボンニュートラルに伴うグリーン成長戦略⁹では、「遅くとも 2030 年代半ばまでに、乗用車新車販売で電動車 100%を実現できるよう、包括的な措置を講じる。商用車についても、乗用車に準じて 2021 年夏までに検討を進める。」との記述がある。「電動車」は、電気自動車（以下、「EV」という。）、燃料電池自動車（以下、「FCV」という。）、プラグインハイブリッド自動車（以下、「PHV」という。）、ハイブリッド自動車（以下、「EV」という。）の 4 車種を示しており、EV のみで達成することではない点に留意が必要である。

⁹ 経済産業省「2050 年カーボンニュートラルに伴うグリーン成長戦略」（2020 年 12 月 25 日）
（<https://www.meti.go.jp/press/2020/12/20201225012/20201225012-2.pdf>）、（2022 年 3 月 23 日閲覧）

(3) 水素基本戦略における FCV の普及目標

水素基本戦略¹⁰では「FCV については 2020 年までに 4 万台程度、2025 年までに 20 万台程度、2030 年までに 80 万台程度の普及」を目指す記載されている。さらに、その 2 年後に発表された「水素・燃料電池戦略ロードマップ」では普及に向けた具体的なアクションを示しており、FCV については関係企業・研究機関等の間での協調領域の技術情報や課題の共有、貴金属の使用量低減等に向けた技術開発、水素貯蔵システムにおける炭素繊維の使用量低減等に向けた技術開発を進めると記載されている（図 2-2）。FCV の普及に向けてコストの低減が課題となっているため、上記のアクションが示されている。

アクションプランのポイント① <水素利用（モビリティ）>		赤字は新規目標等	
'25年～の本格普及期に向けたコスト大幅削減のため、量産技術の確立、徹底的な規制改革			
目指すべきターゲット		ターゲット達成に向けた取組	
水素利用（モビリティ）	FCV	● 2025年20万台、2030年80万台 ● 2025年頃にFCVをHV並の価格競争力へ価格差低減（FCVとHVの価格差300万円→70万円） ● 2025年頃に主要な要素技術のコスト低減 （燃料電池システム約2万円/kW→0.5万円/kW） （水素貯蔵システム約70万円→30万円） ● 2025年にボリュームゾーン向け車種展開	・ 関係企業・研究機関等の間での協調領域の技術情報や課題の共有 ・ 貴金属の使用量低減等に向けた技術開発 ・ 水素貯蔵システムにおける炭素繊維の使用量低減等に向けた技術開発
	水素ST	● 2025年320箇所、2030年900箇所相当 ● 2020年代後半の自立化 ● 2025年頃までの整備費・運営費の抜本的な削減（整備費3.5億円→2.0億円、運営費3.4千万円/年→1.5千万円/年） ● 個別機器の2025年頃のコスト目標の設定 （圧縮機0.9億円→0.5億円） （蓄圧器0.5億円→0.1億円）	・ 徹底的な規制改革と技術開発の一体的な推進（2020年秋以降までに無人化の実現、低コスト鋼材の使用等） ・ 全国的な水素ステーションネットワーク構築の検討 ・ 営業時間・土日営業の拡大 ・ ガソリンスタンド/コンビニ併設ステーションの拡大
	バス	● 2030年1,200台 ● 普及地域の全国拡大 ● 2020年代前半の車両価格の半減（1億500万円→5,250万円） ● 2030年頃までに自立化	・ 燃費・耐久性向上に向けた技術開発 ・ 路線バス以外への車種展開 ・ バス対応ステーションの整備促進
	フォークリフト	● 2030年1万台 ● 海外市場への展開	・ 燃料電池ユニット等の多用途展開 ・ 簡素で運用が容易な充填設備の整備促進
※上記の他に、トラック、船舶、鉄道分野での水素利用拡大に向け、指針策定や技術開発等を進める			

図 2-2 水素・燃料電池戦略ロードマップにおけるモビリティ分野での目標と取組

出所) 経済産業省「水素・燃料電池戦略ロードマップ」(2019年3月12日)

(<https://www.meti.go.jp/press/2018/03/20190312001/20190312001.html>)、(2022年3月23日閲覧)

¹⁰ 経済産業省「水素基本戦略」(2017年12月26日)

(https://www.enecho.meti.go.jp/category/saving_and_new/advanced_systems/hydrogen_society/data/hydrogen_basic_strategy.pdf)、(2022年3月23日閲覧)

(4) IEA「Global EV Outlook2021」における電動自動車の普及見通し

IEA「Global EV Outlook2021」に示された日本の2030年までの電気自動車の普及見通しを図2-3に示す。

国家政策シナリオ（国の野心的な目標、既存の政策をもとにしたシナリオ）では、国の現在の燃費基準に牽引されて、約30%の電気自動車の販売率に達するとされている。

持続可能な開発シナリオ（パリ協定を念頭に置き、世界的な気候目標を達成するシナリオ）では、乗用車の電化はより急速に増加するとされ、2030年代半ばを目途としたガソリン車の新規販売禁止と、2050年のカーボンニュートラルの誓約を見越して、2030年には55%に達すると予測されている。

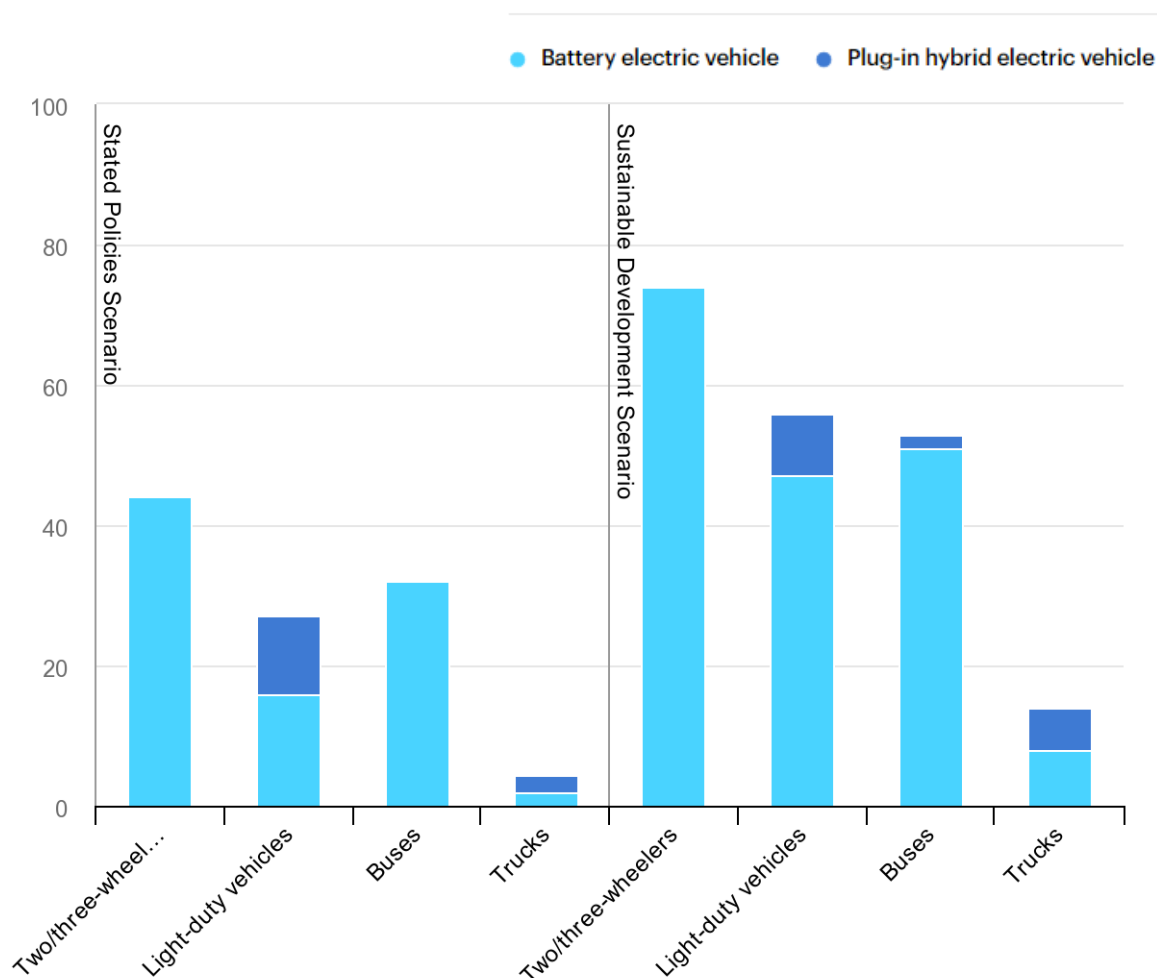


図 2-3 2030 年における電気自動車の販売台数の見通し

(Electric vehicle share of vehicle sales by mode and scenario in Japan, 2030)

※左：国家政策シナリオ、右：持続可能な開発シナリオ。軸の単位は%。

出所) IEA「Global EV Outlook2021」(2021 年 4 月) (<https://www.iea.org/reports/global-ev-outlook-2021/prospects-for-electric-vehicle-deployment>)、(2022 年 3 月 23 日閲覧)

2.1.2 世界全体の見通し

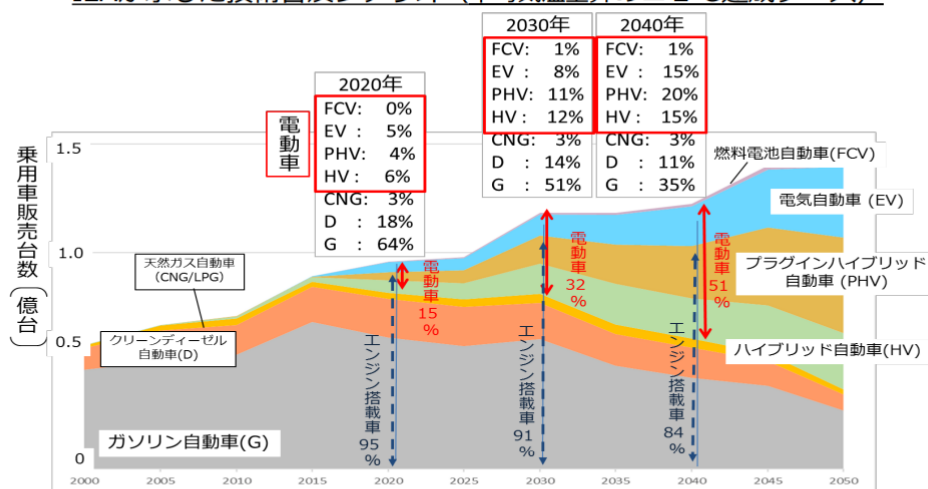
2018 年度に実施された経済産業省「自動車新時代戦略会議（第 1 回）」資料では、IEA「ETP(Energy Technology Perspectives) 2017」に基づき作成された、世界における乗用車の車種別の販売台数推移が掲載されている（図 2-4）。

これによれば、次世代自動車の販売台数は 2020 年で 15%、2030 年には 33%、2040 年には 51%となる（赤枠内の合計）。なお、EV の比率のみが急拡大するのではなく、EV 以外の車種（PHV、HV 等）の比率も上がると予想されている。図 2-1 に示した日本の目標と比較すると、日本の目標の方がより野心的である。

また、本資料ではガソリン車の割合は 2050 年以降に向かって緩やかに減少する見込みであるが、日本では 2030 年代半ばまでに乗用車新車販売において電動車（EV、FCV、PHV、HV）100%を実現すると宣言していることから、ガソリン車についても日本は IEA の見通しよりも野心的であると言える。

パワートレイン別長期見通し

IEAが示した技術普及シナリオ（平均気温上昇の▲2℃達成ケース）



（出所）IEA「ETP(Energy Technology Perspectives) 2017」に基づき作成

- ◆ 各種機関が普及見通しを提示。上記IEAシナリオよりも大規模にEVが導入されるとの見通しもある。

例

Bloomberg New Energy Finance（電動車の製造コスト低下を踏まえた、普及見通し）

EV・PHVの新車販売割合は、2030年に2.4%、2040年に5.4%を占める。

IHS Markit（各OEMヒアリング等による積み上げ予測）

EV・PHVの新車販売割合は、2030年に1.1%、2040年に2.6%を占める。

図 2-4 乗用車の車種別販売台数の予測

出所）経済産業省「自動車新時代戦略会議（第 1 回）」資料（2018 年 4 月 18 日）

（https://www.meti.go.jp/committee/kenkyukai/seizou/jidousha_shinjidai/pdf/001_01_00.pdf）、（2022 年 3 月 22 日閲覧）

2.2 自動車の廃車台数に関する見通し

経済産業省による自動車の廃車台数に関する見通しを図 2-5 に示す。2020 年度では各車の廃車台数はわずかであるが、2030 年度には HV が 50～70 万台、PHV・EV が 38～47 万台、FCV が 2 万台の廃車台数が生じるという推計がされている。現在販売されている車は約 10 年後に廃車となることを考慮し、自動車リサイクルの適切なルールの取り決めや法整備等を進める必要がある。

次世代自動車の状況について

資料5

1. 次世代自動車の普及・廃車発生予測

		ハイブリッド自動車	プラグイン・ハイブリッド自動車	電気自動車	燃料電池自動車
					
保有台数(2013年度)		283万台	1.7万台	2.5万台	—
新車販売台数 ※1	2020年見通し	100～150万台	75～100万台		～5万台
	2030年見通し	150～200万台	100～150万台		～15万台
廃車発生台数 ※2	2013年実績	0.6万台	0.01万台	—	—
	2020年見通し	1.9～2.4万台	1.4～1.6万台	0.04万台	—
	2030年見通し	50～70万台	38～47万台	2万台	—
【参考】中古車輸出台数(2013年実績)		3.3万台	0.01万台	—	—

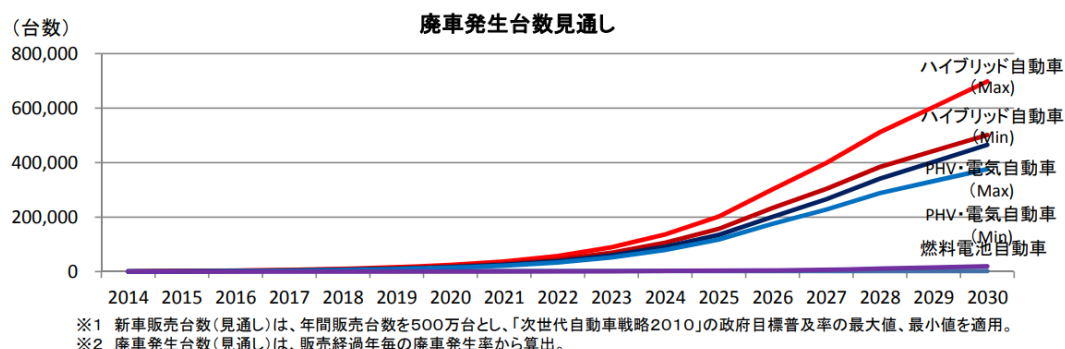


図 2-5 次世代自動車の廃車発生台数の見通し

出所) 経済産業省「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 WG 中央環境審議会廃棄物・リサイクル部会自動車リサイクル専門委員会 第 37 回合同会議 資料 5 次世代自動車の状況について」

(https://www.meti.go.jp/shingikai/sankoshin/sangyo_gijutsu/haikibutsu_recycle/jidosha_wg/037.html)、
 (2022 年 3 月 22 日閲覧)

2.3 総括と今後の課題

自動車の販売台数、廃棄台数の見通しに関する資料は多く公表されているものの、いずれも 2030 年度までの予測にとどまっており、2050 年度までの見通しはされていない。推計に用いる根拠となるデータも不足している。2050 年カーボンニュートラルという国の掲げた目標をゴールとするシナリオ設計にあたっては、令和 4 年度以降も引き続き各主体への働きかけを行い、シナリオ設計に必要となるデータの取得に努める必要がある。

3. 2050 年カーボンニュートラル実現に向けた自動車リサイクルにおける対応の検討

自動車リサイクルにおけるカーボンニュートラル実現に向けた対応策を検討するため、想定される変化とそれらがリサイクルに与える影響、考えられる対応策について、文献調査をもとに整理した。さらに、業界団体に対してヒアリング調査を実施し現状及び将来の取組について把握した。

3.1 自動車リサイクルに影響を与える事項等の検討・整理

2050 年カーボンニュートラルの実現に向けて、自動車・蓄電池業界では自動車の電動化の推進や車の使い方の変革等の取組が進められているが、このような変化は現行の自動車リサイクルの在り方に大きく影響を与えることが考えられる。

本業務では、今後想定される変化と現行のリサイクル過程への影響、考えられる対応策（一部業界団体、事業者等で導入済・検討中のものを含む）について、各種文献調査をもとに整理した。結果を表 3-1、図 3-1 に示す。

表 3-1 現行のリサイクル過程への影響と対応策

想定される変化		リサイクルへの影響	対応策
車体、部品の強度強化、軽量化	CFRP 等の新素材の利用による ASR の構成変化	ASR に CFRP が混入していると、ASR 処理施設において処理装置に不具合が発生する場合あり。	- CFRP の適正処理方法の確立（CFRP 燃焼基準の設定、既存燃焼処理施設における処理方法、リサイクル技術の確立等） - 設計・解体事例の横展開による環境配慮設計の導入や解体に係る情報提供
電動化	IoT 化（自動運転等）の推進による部品・素材の多様化	IoT センサやサーバ、複合機等の電子基板類、バッテリーなどの非鉄金属・レアメタル含有製品の排出増	- 解体工程変更、簡素化 - 新技術導入による機械選別の効率・精度向上 - 設計・解体事例の横展開による環境配慮設計の導入や解体に係る情報提供
電動車（EV、PHV）への切り替え	大容量・高電圧の蓄電池や燃料電池、駆動用モーター、水素タンク等、これまでの内燃機関のみを用いた自動車には使用されていない部品の増加	- リチウム、コバルト等の回収、再利用 - リチウムイオン電池（以下、「LIB」という）の適切処理可能な施設不足	- 電池のリビルト・リユース・リサイクルシステムの確立、用途拡大、リサイクル技術向上 - LIB の適正処分基準、保管基準の確立 - 電池の価値の向上・適正な評価手法の確立 - 自動車製造業者等による大容量・高電圧バッテリーの回収スキームの構築・回収・リサイクルマニュアル等の情報提供 - 一般社団法人日本自動車工業会（以下、「自工会」という）による LIB の共同回収スキームの構築 - 自動車リサイクル制度上の蓄電池の取り扱い検討（電池へのリサイクル材使用率の設定等）
	廃エンジンオイル発生量の減少		廃油のマテリアルリサイクルの推進

想定される変化		リサイクルへの影響	対応策
フロン類変更	カーエアコンの使用冷媒変更	- フロン回収再生充填機器を変更する必要あり - 新冷媒への適合性を考慮した潤滑油、樹脂等への変更	- フロン回収再生充填機器の変更による適正処理 - 潤滑油、樹脂等の変更によるリサイクル工程変更
3 Rの推進・質の向上	- 再資源化率向上 - ASRの発生抑制 - 環境配慮設計	- ASR削減に向けた解体段階における適切な部品取り外し、取り外し技術の向上、取り外し品の販売先、利用用途の開拓（プラスチック、ガラス等）、解体業者等に対するインセンティブを与える制度の導入検討 - ASR高度選別による再資源化率向上 - Car-to-Car リサイクルチェーンの確立 - リサイクル技術の普及拡大（タイヤリサイクル（使用済みタイヤのリトレッドによる再使用、廃タイヤの循環型ケミカルリサイクルによる再原料化、天然素材（天然ゴムやバイオマス由来のカーボンブラック等）割合の増加）、金属・プラスチック等のリサイクル技術向上等） - 焼却せざるを得ない廃棄物からのエネルギー回収（廃棄物発電、廃棄物の原燃料利用等）と二酸化炭素回収・貯留技術（以下、「CCUS」という。）による炭素回収・利用の徹底 - 代替素材化（製品のバイオマス化・再生材利用等）による製品の自立的普及拡大 等 - 新しい部品（リチウムイオン電池等）・素材（CFRP等）の回収・リユース・リサイクルの技術開発・体制整備	
その他	- リサイクル工程における機械・設備の電化 - 再エネ由来電力の導入率向上		

※「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 合同会議循環部会」資料、業界団体資料・各種事業報告書等をもとに弊社にて整理（参考文献は5章参照）

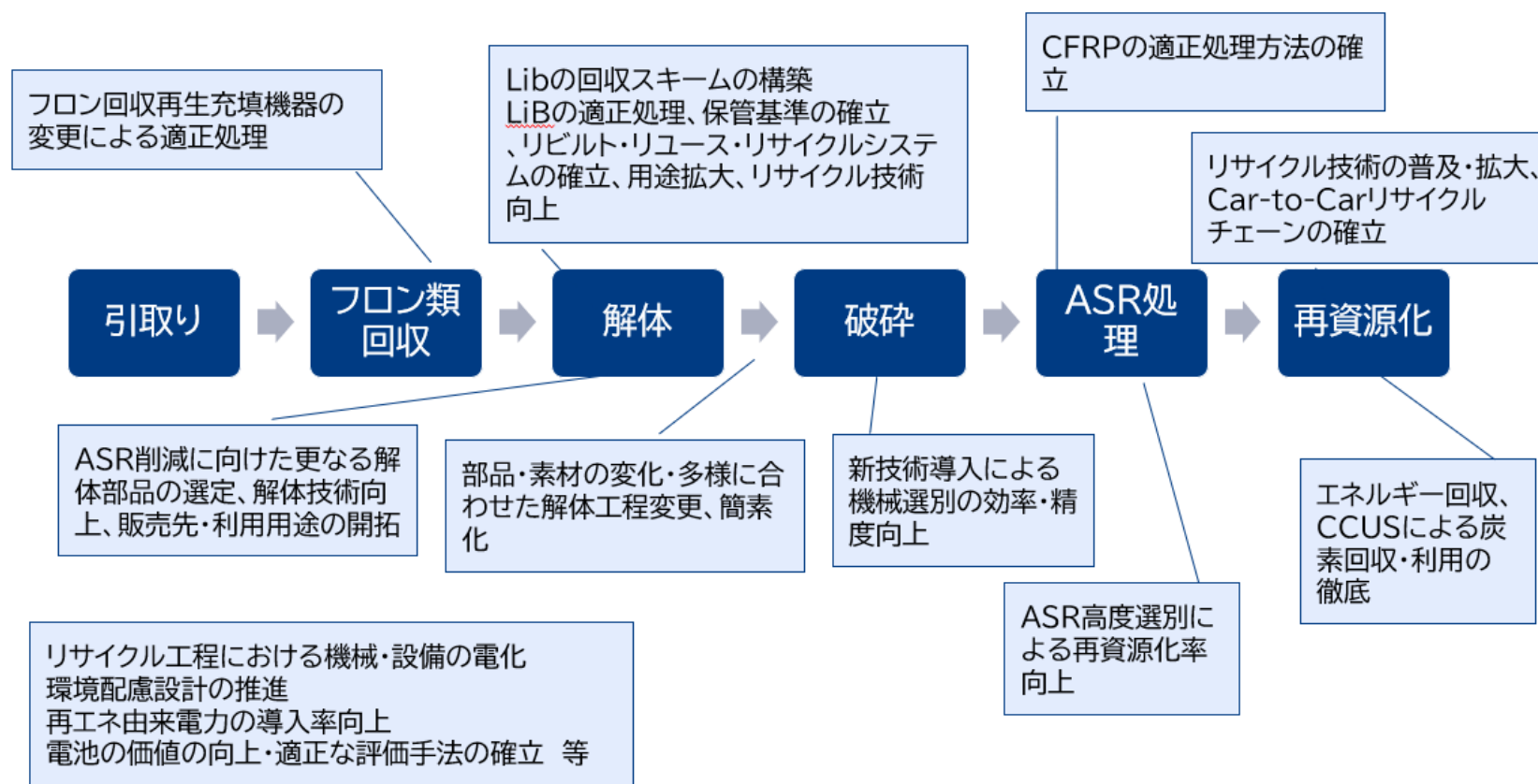


図 3-1 現行のリサイクル過程におけるカーボンニュートラル実現に向けた対応策（イメージ）

※「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 合同会議循環部会」資料、業界団体資料・各種事業報告書等をもとに弊社にて作成（参考文献は 5 章参照）

3.2 業界団体における温室効果ガス削減対策の取り組み状況の把握

本業務では、1 章にて記載したとおり現状の自動車リサイクルにおける温室効果ガス排出量の算定に主眼をおき、有識者に対してヒアリングを行うとともに環境省が別途実施している「令和 3 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」で開催された「自動車リサイクル分野における温室効果ガス排出実態把握・対策検討会」にて算定結果を提示し、委員からアドバイスいただきながら算定モデルを構築し排出量の試算を行った。しかしながら、文献情報やインベントリデータ、仮定値等を用いている部分も多く、今後は業界団体や関係事業者等を巻き込んだ実データの収集や算定モデルの精緻化を行っていく必要がある。このため、今年度は算定精緻化に向けたプレヒアリングとして位置づけ、電力消費量や処理量等の活動量や排出係数に影響するような具体的な情報についてはヒアリングせず、主に業界団体における現状及び将来の取組についてヒアリング調査にて把握した。また、算定精緻化のためにどのように情報収集すべきかヒアリングするとともに、令和 4 年度以降の調査検討への協力を依頼した。なお、一部業界団体に対しては、処理プロセスの詳細についても可能な範囲でヒアリングした。

ヒアリングは以下の 4 つの業界団体に実施した。

- ・ 一般社団法人日本自動車リサイクル機構（JAERA）
- ・ 一般社団法人日本鉄リサイクル工業会（JISRI）
- ・ 一般社団法人日本自動車工業会[自工会]（JAMA）
- ・ 一般社団法人自動車再資源化協力機構（JARP）

主なヒアリング事項（表 3-2）及びヒアリング結果概要（表 3-3）は以下のとおりである。

表 3-2 主なヒアリング事項

● 解体処理について ➢ 一般的な解体手順・工程ごとの解体方法、使用機器 ➢ 解体工程におけるエネルギー回収及び施設内利用の有無、（回収している場合）何をどの程度回収利用しているか（例えば廃油の回収・再利用等） ● 解体工程における事前選別処理について ➢ 各事前選別品目の一般的な処理手順、取り外し後の各品目の流れ（処理委託・売却等） ● 破碎処理について ➢ 一般的な破碎手順・工程ごとの破碎方法、使用機器等 ➢ 一般的な回収物と ASR の割合 ● ASR 再資源化施設への ASR 運搬手法等 ● エアバック類等の処理方法（取外回収、車上作動）、使用機器、処理後の品目の流れ等 ● 温室効果ガス排出量削減策 ➢ 業界において現状取り組んでいる温室効果ガス削減対策 ● 温室効果ガス排出量の削減に向けて、今後想定される対策等

表 3-3 ヒアリング結果（概要）

- 解体・破碎手順や使用機器等は事業者の規模によって異なる状況であった。
- 現在取り組んでいる温室効果ガス削減対策としては、ある団体ではリサイクル工程のどこでどの程度 CO2 が排出されるか把握した上で対策を検討する予定であり、今後、解体業者、破碎事業者等の関係者から実測値に基づいたデータを提供してもらい、自動車の処理経路ごとの CO2 発生量をモデル的に把握予定であるとのことであった。
- 一方、取組を進めている業界では、使用設備・機器の電化が挙げられ、再資源化の促進や集荷効率化、モーダルシフト化への取り組み、次世代自動車における新たな素材の回収・再利用等のスキーム構築も検討されていた。
- 焼却処理における CO2 発生量を把握し重点的に対策することも検討されていた。
- ASR は、技術開発により将来的には焼却せざるを得ない樹脂を低コストなケミカルリサイクルにしていくことも検討するとともに、最終的には樹脂全般の熱回収からケミカル、マテリアルリサイクルへの移行を目指すことも一案であるとの意見もあった。
- 作業工程ごとの電力消費量の把握は困難であるが、設計値と使用時間等を用いて推計できる可能性があることが示唆された。また、まずは数社に絞った上でエネルギー消費量の把握有無、データベース化の有無等を確認するプレ調査を実施し、次年度改めて質問事項を明確化した上でアンケート、ヒアリング等を実施してはどうかとの提案をいただいた。

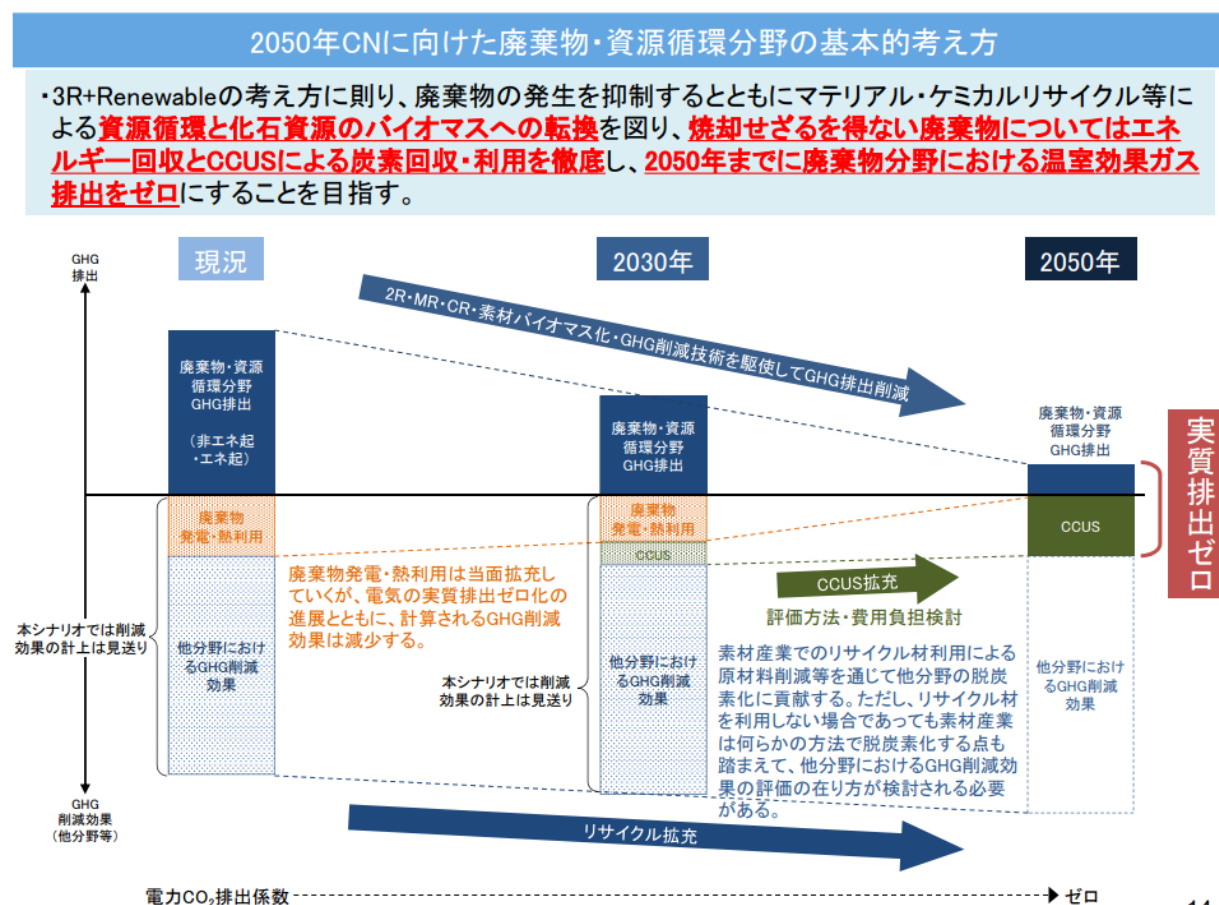
4. 参考情報

本業務の実施にあたって、参考にした情報を以下に整理する。

4.1 廃棄物・資源循環分野における 2050 年温室効果ガス排出実質ゼロに向けた中長期シナリオ(案)

自動車リサイクルにおける温室効果ガス排出量を算定するにあたっては、廃棄物・資源循環分野における 2050 年温室効果ガス排出実質ゼロに向けた中長期シナリオ(案)で示されている、廃棄物・資源循環分野における温室効果ガス排出量の考え方及び温室効果ガス排出の定義を参考にした。次ページ以降に、参考にした情報の抜粋を示す。

参考)2050年CNに向けた廃棄物・資源循環分野の基本的な考え方



出所1) 環境省「廃棄物・資源循環分野における2050年温室効果ガス排出実質ゼロに向けた中長期シナリオ(案)」(2021)

参考)2050年に実質ゼロ化する廃棄物・資源循環分野のGHG排出の定義(案)

2050年に実質ゼロ化する廃棄物・資源循環分野のGHG排出の定義(案)

・本シナリオでは、2050年実質排出ゼロ化に向けた検討及び今後の進捗管理を行うGHG排出は、「廃棄物等の処理及び循環資源の利用に伴うGHG排出」と定義する。具体的には、廃棄物の収集運搬・中間処理(リサイクルを含む)・最終処分及び循環資源の利用に伴い排出される非エネルギー起源のGHG(CO₂・CH₄・N₂O)及びエネルギー起源のCO₂を、2050年に実質ゼロ化すべき「廃棄物・資源循環分野のGHG排出」とする。

2050年に実質排出ゼロ化する 廃棄物・資源循環分野のGHG排出(案)

2019年度
約3,500万
トンCO₂

非エネルギー起源GHG排出

・我が国が毎年、国際連合気候変動枠組条約に基づき条約事務局に提出する温室効果ガス排出・吸収目録(インベントリ)における「廃棄物分野」(Waste Sector)のGHG排出のうち¹⁾、廃棄物等を起源とするCO₂・CH₄・N₂O排出。具体的には、インベントリの「埋立に伴うCH₄排出(5A)」・「生物処理に伴うCH₄・N₂O排出(5B)」・「焼却に伴うCO₂・CH₄・N₂O排出(5C)」・「原燃料利用に伴うCO₂・CH₄・N₂O排出(1A)」を対象²⁾³⁾。

- 1) インベントリ報告に関する国際的なガイドラインに基づき、条約事務局に提出するインベントリでは「廃棄物の原燃料利用に伴うCO₂・CH₄・N₂O排出(1A)」を「エネルギー分野」(Energy Sector)で報告しているが、国内向けに毎年のGHG排出量を公表する際は廃棄物分野のGHG排出として集計・報告していることから、実質排出ゼロに係る検討においても、廃棄物・資源循環分野のGHG排出として取り扱うこととする。
- 2) インベントリの廃棄物分野には、上記に掲げたGHG排出源以外に「排水処理に伴うCH₄・N₂O排出(5D)」及び「その他のCO₂排出(界面活性剤由来のCO₂排出)(5E)」もあり、本検討においてGHG排出量を整理する際は、廃棄物・資源循環分野のGHG排出量に併記・集計する場合がある。
- 3) 回収・廃棄された冷蔵庫・空調機器からのHFCs等の排出削減については、廃棄物・リサイクル事業者による回収率の向上等の対策を講じる必要があるが、代替フロン類からのGHG削減対策は、改正フロン排出抑制法のもとでグリーン冷媒の開発や製造・使用段階の排出削減対策と合わせて推進されていることから、廃棄物・資源循環分野のGHG排出には含まないこととする。

2019年度
約900万
トンCO₂

エネルギー起源CO₂排出

・廃棄物の収集運搬・中間処理(リサイクルを含む)・最終処分の各過程において使用される燃料・電気を由来とするCO₂排出。

15

出所1)環境省「廃棄物・資源循環分野における2050年温室効果ガス排出実質ゼロに向けた中長期シナリオ(案)」(2021)

4.2 有識者からのご意見

自動車リサイクルにおける温室効果ガス排出量の算定モデルの構築にあたり、有識者との打ち合わせや検討会を複数回実施した。各回で有識者から得られたご指摘を以下に整理した。

4.2.1 有識者ヒアリング①

CN 検討会の委員を含む 3 名の有識者から、算定方針及び本業務の取組の方向性に関してご意見を頂戴した。主なご意見を表 4-1 に示す。

表 4-1 温室効果ガス排出量の算定方針及び本業務の取組方針に関する有識者からのご意見

No	有識者からのご意見
1	温室効果ガス排出量の算定では、ベースとなるバウンダリの設定が重要である。マテリアルリサイクルや部品リサイクルによる削減分をそのまま控除すると、CN になっているように見えるが、実際には再利用側がその排出量を担っている。将来的には LCA の視点で見るため、その際にリサイクル工程を下流で見るのか、上流（製造）で見るのかといった議論になる。自動車リサイクルとしてどこまでをバウンダリとすべきか、最初に考えるべきではないか。
2	温室効果ガス排出控除量をどこまで算定するのは難しいため、温室効果ガス排出量を中心にみていくことで良いと思う。その場合、特に ASR の非エネルギー起源温室効果ガス排出量がポイントになる。
3	温室効果ガス排出量を精緻化（見せ方を整理）し、先生方に改めて諮った上で年内に CN 検討会を実施し、算定モデルについて意見をいただく。その後、業界団体等へのヒアリングを実施し、削減対策や定量データを整理するのがよいのではないかと。また、検討会には、算定部分に知見のある先生方に、出席をお願いしてはどうか。
4	最終的には解体インセンティブ制度と関連付けて、CN を目指しつつ ASR を減らすシナリオが書ければよい。
5	業界団体等へのヒアリングでは、解体業、ASR リサイクル業を中心に、排出量に係る ASR の組成や解体段階のリサイクル率などを中心に聞けるとよい。

4.2.2 第 1 回 CN 検討会：2021 年 12 月 14 日

CN 検討会において、算定方針及び算定ファイルに関する意見を頂戴した。本業務で作成した算定ファイルで更新が必要な指摘及びその対応内容について、表 4-2 に示す。

表 4-2 本業務で作成した算定ファイルで更新が必要な部分及び MRA の対応内容について

No	ご指摘	対応内容
1	温室効果ガス排出量の暫定値は、縦軸が「/プロセス」とあるが全国値か。引用している数字の対応関係等をわかりやすくしてほしい。	算定方法で、年間の温室効果ガス排出量であることを明記するとともに、グラフの単位などにも「/年（全国値）」であることを加筆した。
2	Excel の算定ファイルについて、非エネ起の ASR リサイクル・処理は、処理工程別に整理されていない。今後のことを考えたらリサイクル方法別にするべき。	各処理工程に投入される ASR 量と組成を整理の上、処理工程別の温室効果ガス排出量を算出した。
3	解体業では手作業が多いものの自動車を上下する設備等を用いているため、投入エネルギーによるエネ起 CO2 も計上すべきではないか。	文献調査により得られたニブラの投入エネルギーを計上。その他の使用機器（自動昇降機、ガス溶接、圧縮機等）の使用有無及び投入エネルギーは、業界団体等へのヒアリング等により今後確認予定である。
4	温室効果ガス排出量、活動量について、台数ではなく重さで示してほしい。	1 台当たりの排出係数と重量当たりの排出係数を状況により使い分ける。p9 の「自動車リサイクルシステムの境界（従来車）」では、破碎処理後は台数ではなく、ASR 重量での表記に変更した。また、台数から重量に変換する際の対応関係は資料 3 に整理した。
5	全部利用はプラスチックの値次第で大きく変動するので調査してほしい。	全部利用（認定・非認定）に回った解体済み自動車に含まれる炭素分の種類と量（割合）を把握し、非エネ起温室効果ガス排出量の算定に用いた。
6	基本方針の「ライフサイクルにおける」は製造から処理までという認識になってしまう。今回はリサイクルなのでこの表記について確認したい。	「ライフサイクルにおける」を「自動車リサイクルにおける」に修正した。
7	中野ら（2006）「使用済自動車の静脈系 LCA を通じた環境影響低減プロセスの抽出」で設定した輸送プロセスの条件（1 台ユニット車等）は、最も悪い状況を想定して設定しており、実態に基づくものではない。本調査の算定では、実態に即した条件で設定すると良い。	文献値ではなく、物流分野で用いられる「改良トンキロ法」により、解体済自動車 1 台当たり又は ASR 1 t 当たりの排出係数を算出した。使用済自動車の運搬台数については、業界団体へのヒアリングで得られた情報を用いた。また、運搬距離については、施設数及び日本の国土面積から、平均距離を算出し算定に用いた。

また、ヒアリングに関しては、表 4-3 の指摘をいただいた。事業者には、漠として全体的な内容を聞きに行くのではなく、目的・論点を具体化させた上でヒアリングを行った方がよい旨の指

摘を受けた。また、事業者へのヒアリングを行う前に、有識者にヒアリングを行い、算定モデルの妥当性を確認することも温室効果ガス排出量の精緻化に向けて必要である意見も頂戴した。

表 4-3 業界団体等へのヒアリングに関する委員からのご指摘

No	課題及び検討事項
1	電気自動車の普及率変化やシェアリングの影響による台数変化など、活動量の将来変化はどのようにデータ収集するのか、検討してほしい。
2	業界団体から回答をもらえるか不安である。今後このようなデータを調査してほしいというメッセージ性も必要ではないか。また、全体へのヒアリング項目の目的がわかりにくいので、今回の調査の目的と質問とのリンクを強めるべき。
3	業界団体等が紹介する事業者によって、温室効果ガス排出量の算定結果に差が出る恐れがある。温室効果ガス排出量の算定方針を定めた上で、業界団体等から事業者を紹介してもらうと良い。また、本業務は 2050 年为目标年であることから、2050 年の将来予測につながるような質問（仮定立てをした上で、「こういったこともあるか？」など）があるとよい。
4	ヒアリング調査の機能としては、将来推計の精緻化に資する調査、将来シナリオについての意見交換、環境省及び経済産業省が考える今後の絵姿について、ある程度先行して意見交換を行うことでメッセージを伝える、という 3 つ程度を念頭に実施するのがよい。
5	リサイクル方法別の非エネルギー起源排出量の算定は、簡単に聞いて分かることではないので、協調型のイメージを上手く醸し出しながら、共同作業的やっていくことをお勧めしたい。
6	ヒアリング対象機関だけでなく、複数のチャネルを常に念頭に置いて、一緒に作り上げていくイメージを共有することが大事ではないか。
7	量の把握だけでなく、個社の状況も重要な情報になるので、JAERA と所属している事業者のヒアリングのバランスをうまく取る必要がある。今の内容で早急に進めるのではなく、内容を再度練り直した上で始めた方がよいのではないか。
8	事業者ごとの差を念頭に、どう全体を把握するか、代表性を考えてどの事業者をピックアップするか、調査を設計して牛回団体等と話し合うところまでが、本業務での取組みになるのではないか。
9	ASR リサイクルについても、ART と TH チームへのヒアリングだけでなく、その後、個社の差をどう考えて調査設計するか、準備してから臨む必要がある。
10	ヒアリングで確認できるのはどこまでかを見極める必要がある。現場でのケーススタディが必要ということであれば、そこに向けての共同調査も必要になることは念頭に置くべきである。
11	今年度のヒアリング先に、現時点では 9 団体を挙げている。次年度以降も継続して行うことになるため、次年度以降にどういった情報が必要かを踏まえ、相応の立ち回りができるように準備が必要である。
12	ヒアリングで確認できるのはどこまでかを見極めていく。現場でのケーススタディが必要ということであれば、そこに向けての共同調査という位置づけにもなる。そういった構想も必要である。

4.2.3 有識者ヒアリング②

CN 検討会の委員を含む 3 名の有識者から、第 1 回 CN 検討会の指摘に対する変更を反映した算定方針及び算定ファイルについて確認いただいた。算定方針及び算定ファイルに関するご指摘で主なものは下記の 5 点であった。

- 算定方針に関するご指摘
 - 事前選別品目等回収後の処理のバウンダリを検討し算定対象とする
 - ASR 施設活用率で整理した 7 プロセスの分類基準が妥当か再精査する
 - ASR リサイクル工程の控除量に関して検討を始める
- 算定ファイルに関するご指摘
 - 令和 4 年度以降に算定ファイルの数値の更新及び数式の改修を行えるように、メンテナンス性の高い算定シートとなるように整理する
 - ASR 投入施設活用率のシート等、数値のずれがないことを確認する

また、業界団体等へのヒアリングについては、第 1 回 CN 検討会を踏まえて、温室効果ガス排出量の算定に関するヒアリング項目を具体化させ、聞き取りを行えるように準備を行っていた。しかし、有識者からは令和 4 年度以降に具体的なヒアリングを行うこととし、本業務においては、プレヒアリングの位置づけで、温室効果ガス排出量の削減対策に関する取組全体について何う方が良い旨のご指摘を頂戴した。

4.2.4 第 2 回 CN 検討会

第 1 回 CN 検討会を受けて変更した主な点について、第 2 回 CN 検討会で示したスライドを 4.2 末尾に示す。算定方針、算定ファイル、算定方針スライドに関する主な修正点を整理した。

第 2 回 CN 検討会においても、算定方針及び算定ファイルに関する意見を頂戴した。具体的には、現在の温室効果ガス排出量の算定方針に関しての指摘は無く、活動量又は排出係数の妥当性に関することと温室効果ガス排出控除量の算定方針に関することの指摘であった。令和 4 年度以降も引き続き検討が必要とされた主な意見を表 4-4 に示す。

表 4-4 令和 4 年度以降の温室効果ガス排出量の算定に向けての課題及び検討事項

No	課題及び検討事項
1	計算方法による算定結果への影響の大小について、明確にしたほうが良い。細かく計算しても全体への影響が小さい部分などが明確になると、今回算定に使用した情報を今後モニタリングしていく際の方針にも影響するので、そのあたりを整理して頂きたい。
2	控除量のところが分かりにくい。考え方含めて検討が必要である。
3	ASR リサイクル・処理の排出量を活動量×排出係数として出しているが、セメント工程や製錬は ASR リサイクルを専業としてやっているわけではない。そのような工程でも、いずれの原料についても排出係数は同じ値を用いて良いか検討が必要である。

4.2.5 有識者ヒアリング③

CN 検討会の委員 2 名、委員以外の有識者 1 名及び業界団体から、追加で聞き取りを行い、算定方針及び算定ファイルに関する以下の課題を得た。本業務で作成した算定ファイルで更新が必要な指摘及びその対応内容、並びに令和 4 年度以降の温室効果ガス排出量の算定に向けての課題及び検討事項を表 4-5 及び表 4-6 に整理した。

表 4-5 本業務で作成した算定ファイルで更新が必要な部分及び MRA の対応内容について

No	ご指摘	対応内容
1	IDEA を引用している投入エネルギーの排出係数は、非エネ起に係る温室効果ガス排出量を差し引く	指摘のとおり修正
2	算定シートのメインマテリアルフローとサブマテリアルフローの部品重量の整合は取れるようにする	メインマテリアルフローの事前選別品目は、1 台当たり部品重量に車両台数を掛けた値を整理していたが、サブマテリアルフローでは、上記の情報と対象部品の年間引取総重量を併用していた。サブマテリアルフローで総重量を整理している部品については、メインマテリアルフローにもその値を反映して整理方法を統一させることで、整合性を取った
3	現在の部品については、引用元の部品重量に、引用元の車両重量及び本算定で仮定している車両重量の違いを考慮した補正は行わない	指摘のとおり修正
4	廃タイヤの非エネ起温室効果ガス排出係数で考慮しているゴムの割合は、その他の組成を見直して修正する	一般社団法人日本自動車タイヤ協会（2012）タイヤの LCCO ₂ 算定ガイドライン Ver. 2.0 から、使用済タイヤの可燃分（93%）と可燃分中炭素（58%）の値を引用し、排出係数を 1.98t-CO ₂ eq/ t に修正
5	廃液の非エネ起温室効果ガス排出係数は、廃液の化学式（エチレングリコール）を用いる	エチレングリコール【C ₂ H ₆ O ₂ 】の化学式から、廃液（エチレングリコール）の可燃分中炭素（38.7%）として排出係数を 1.42t-CO ₂ eq/ t に修正
6	エアバッグ類に係る投入エネルギーの排出係数は、過大評価のため見直す	取外回収後の処理に係る排出係数は、IDEA の焼却処理・灰熔融サービス、一般廃棄物、流動床 電気式の入出力データから、一般廃棄物自体の燃焼により排出される CO ₂ 排出量を差し引いて算出。車上作動処理については、No.8 の対応により見直し
7※	回収されたフロン類のうち、破壊施設または自己再生利用されない台数については、回収事業者が保管しているほか、そもそもエアコンがついていない、事故車両のため、回収できない等の台数も含まれている。	これまで、回収されるものの破壊又は再資源化に回らないフロン類は、非回収量（漏洩量）として、非エネルギー起源温室効果ガス排出量に計上していた。ヒアリングにより、漏洩量として計上すべきではないと考え、評価対象から除外した。

No	ご指摘	対応内容
8	エアバッグ類の車上作動処理は、自動車に搭載されたバッテリーの電力を用いて作動させている。	車上作動処理に伴うエネルギー投入量はないものとして、評価対象から除外した。令和4年度以降、現場へのアンケート等により要確認。

表 4-6 令和4年度以降の温室効果ガス排出量の算定に向けての課題及び検討事項

No	課題及び検討事項
1	廃タイヤや廃油中の化石由来炭素分を原燃料利用（特に燃料利用）したときにCO ₂ として排出されるものを、「非エネ起源温室効果ガス」として分類することが、日本の温室効果ガスインベントリでの分類と整合しているか確認すること。
2	廃タイヤでは、「破碎・分別」と「原燃料利用」が、直列な関係にあるのに対し、廃油では、「焼却」と「原燃料利用」が、並列（排他）な関係にある。同様に、廃液の2工程は並列（排他）、バッテリーの2工程は直列である。同一廃棄物の2つの工程の関係については、補足説明があると良い。
3	将来の温室効果ガス排出量を評価する場合、販売される車の変化をどのように考えるべきかを整理できるとよい。また、取外し後に外販される部品の樹脂化が進んでいる。樹脂割合の増加をどの程度考慮するか。
4	EVバッテリーを定置型として再利用した場合、温室効果ガス排出量をどう評価するか、リマニュファクチャリングされたもの（使用済製品を再生したもの）を温室効果ガス排出量の算定にどう扱うかも、次の論点になるため、考え方を整理してほしい。
5	ASRの数値の妥当性は優先的に見直す必要がある。ASRの素材情報が反映できるモデルに将来的に変更してほしい。5mmのふるいを通過したものに含まれる炭素分の割合も把握が必要である。
6	将来の効果を検討するための考え方の整理も必要。将来推計では、活動量の数値を引用・仮定する必要がある。算定ファイルは、数値を入れるとすぐに数値に変更が反映されるようなシートにしてほしい。マスバランスなどは徐々に精緻に修正してほしい。
7	2030年、2050年、排出係数が2030年になると、電力自体も脱炭素化していくので、その効果が把握可能な算定モデルにしてほしい。プロセスで使っていた電力等をパラメーターにするのが良い。
8	産総研と東大の田原先生等が、IDEAの原単位の変化も含めて将来の環境変化を研究されている。自動車のライフサイクルアセスメントのうち、使用と製造の段階を主に行っているが、廃棄段階をどう考えているか聞いてみるとよい。原単位も推計して算定していることもやっているの、そこも参考にするといいと思う。

次ページ以降に、4.2.4 第2回CN検討会で示した第1回CN検討会からの主な変更点に関するスライドを示している。

第1回検討会からの主な変更点

① GHG排出量の算定方法について

- 全プロセスの算定方法を見直し
- ASR リサイクル・処理工程における非エネルギー起源 GHG 排出量の算定方法を以下のように修正
【検討会時点】
 - 本工程で排出される年間 CO₂eq 排出量(全国値)
= ASR 中の該当素材の重量(全国総量) × 該当素材に近いインベントリの排出係数 × エネルギー回収効率
【修正後】
 - リサイクル工程別の年間 CO₂eq 排出量(全国値)
= ASR 中の該当素材の重量(リサイクル工程別) × 該当素材中可燃分 × 可燃分中炭素比率 × 石油由来の割合 × 完全燃焼効率 × 44/12 - メタン排出量
※算定対象となる ASR 中の素材について、可燃分、炭素比率、石油由来の割合を文献調査により整理した。
※完全燃焼率は、各工程のリサイクル施設の調査が必要になるため、本算定では 100 %と仮定した。
- ASR リサイクル工程におけるエネルギー起源 CO₂ 排出量の算定方法を以下のように修正
 - ASR リサイクル施設に投入している「その他の混焼物」を、電力、重油、LPG など同様の燃料として扱うことを取り止め
 - ASR リサイクルの投入エネルギーに全投入物に占める ASR の割合を按分することを取り止め
- ASR リサイクル工程における回収エネルギーに伴うエネルギー起源 CO₂ 控除量は、利用方法(施設内利用 / 施設外利用)を整理して、施設内利用のみを計上することに変更
※今年度は GHG 排出量の算定方法に焦点を充ててモデルを構築。そのため、GHG 控除量は参考として掲載し、次年度以降引き続き算定モデルを検討

第1回検討会からの主な変更点

① GHG排出量の算定方法について

- 全プロセスの算定方法を見直し
- ASR リサイクル・処理工程における非エネルギー起源 GHG 排出量の算定方法を以下のように修正

【検討会時点】

- 本工程で排出される年間 CO₂eq 排出量(全国値)
= ASR 中の該当素材の重量(全国総量) × 該当素材に近いインベントリの排出係数 × エネルギー回収効率

【修正後】

- リサイクル工程別の年間 CO₂eq 排出量(全国値)
= ASR 中の該当素材の重量(リサイクル工程別) × 該当素材中可燃分 × 可燃分中炭素比率 × 石油由来の割合 × 完全燃焼効率
× 44/12 - メタン排出量

※算定対象となる ASR 中の素材について、可燃分、炭素比率、石油由来の割合を文献調査により整理した。

※完全燃焼率は、各工程のリサイクル施設の調査が必要になるため、本算定では 100 %と仮定した。

- ASR リサイクル工程におけるエネルギー起源 CO₂ 排出量の算定方法を以下のように修正
 - ASR リサイクル施設に投入している「その他の混焼物」を、電力、重油、LPG など同様の燃料として扱うことを取り止め
 - ASR リサイクルの投入エネルギーに全投入物に占める ASR の割合を按分することを取り止め
- ASR リサイクル工程における回収エネルギーに伴うエネルギー起源 CO₂ 控除量は、利用方法(施設内利用 / 施設外利用)を整理して、施設内利用のみを計上することに変更
※今年度は GHG 排出量の算定方法に焦点を充ててモデルを構築。そのため、GHG 控除量は参考として掲載し、次年度以降引き続き算定モデルを検討

第1回検討会からの主な変更点

① GHG排出量の算定方法について

- 全プロセスの算定方法を見直し
- 運搬に係る排出係数は、検討会時点では、文献値を用いていた。物流分野で用いられる「改良トンキロ法」により、解体済自動車 1 台当たり又は ASR 1t 当たりの排出係数を算出
【検討会時点】
 - 文献値を引用（※ただし、実態と乖離している部分も指摘された（例： 1 台積みユニック車を使用））
【修正後】
 - 使用済自動車 1 台当たりの CO₂ 排出量 (kg -CO₂/ 台-ELV)
= 輸送重量 (t) × 輸送距離 (km) × 改良トンキロ法燃料使用原単位 (l/ tkm) × 0.001(kl/l) × 単位発熱量 (GJ/kl)
× 排出係数 (t -C/GJ) × 44/12(t -CO₂/t -C)/ 輸送車 1 台当たりの ELV 輸送台数(台 -ELV/ 台-輸送車) × 1000
- バウンダリを見直し
- 解体工程では、事前選別品目等では、手解体のみを想定して、エネルギー起源 CO₂ を未計上としていたところ、解体に係る投入エネルギーを計上することに変更
 - 現時点では、ニブラの利用に係るエネルギー起源 CO₂ を計上
 - その他の使用機器(自動昇降機、ガス溶接、圧縮機等)の有無は、今後の確認が必要
- 事前選別品目の選別後の処理は、解体業とは区別して再整理
- 解体業の事前選別・取外品目の処理フローを見直し、計上項目を再整理
- GHG 排出控除量については、令和 4 年度以降の算定に向けて算定方針（案）を整理(回収エネルギーのみ試算)

5. 参考文献

温室効果ガス排出量の算定に用いた参考文献を表 5-1 に示す。

表 5-1 温室効果ガス排出量の算定にあたっての参考資料

No	出所名	URL (2022 年 1 月 21 日 (金) 最終閲覧)
1	公益財団法人自動車リサイクル促進センター (2021) 自動車リサイクルデータ Book2020	https://www.jarc.or.jp/data/databook/
2	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 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	https://www.meti.go.jp/shingikai/sankoshin/sangyo_gijutsu/haikibutsu_recycle/jidoshawg/pdf/20210727_1.pdf
3	環境省(2003)「現状における使用済自動車のリサイクル実効率について」	https://www.env.go.jp/info/iken/h150407a/a-3-4.pdf
4	山末英嗣, 松八重一代, 中島謙一, 醍醐市朗, & 石原慶一. (2014). 使用済み自動車から得られる鉄スクラップの関与物質総量. 鉄と鋼, 100(6), 778-787.	https://www.jstage.jst.go.jp/article/tetsutohagane/100/6/100_778/_pdf/-char/ja
5	国立研究開発法人国立環境研究所(2021 年)「日本国温室効果ガスインベントリ報告書」	https://cger.nies.go.jp/publications/report/i155/i155.pdf
6	船崎敦, 種田克典, 田原聖隆, 稲葉敦, 上宮成之, 小島紀徳. (2004). 自動車シュレッダーダスト処理に関するライフサイクルアセスメント (第二報)ー エネルギー回収ー. エネルギー・資源, 25(1), 56-62.	https://www.jser.gr.jp/wp-content/uploads/2021/02/25-56.pdf
7	株式会社レノバ(2014)「平成 25 年度自動車リサイクル連携高度化事業 (光学選別機を利用した ASR 由来プラの材料リサイクル及び油化実証試験事業) 報告書」	https://www.env.go.jp/recycle/car/pdfs/h25_report04_mat01.pdf https://www.env.go.jp/recycle/car/pdfs/h25_report04_mat02.pdf
8	小寺洋一, 本田辰三, & 田坂茂. (2009). ポリウレタン改質固形燃料の調製. 廃棄物資源循環学会論文誌, 21(1), 44-48.	https://www.jstage.jst.go.jp/article/jjsmcwm/21/1/21_1_44/_pdf
9	全国都市清掃会議ごみ処理施設の設備計画・設計要領(2017)	https://iss.ndl.go.jp/books/R100000002-I028214022-00

No	出所名	URL (2022 年 1 月 21 日 (金) 最終閲覧)
10	船崎敦, 種田克典, 田原聖隆, & 稲葉敦. (2003). 自動車シュレッダーダスト処理に関するライフサイクルアセスメント (第一報)ー埋め立て処分ー. エネルギー・資源, 24(6), 62-67.	https://www.jser.gr.jp/wp-content/uploads/2021/02/24-443.pdf
11	環境省 (2010)「平成 22 年度自動車破碎残さにおける性状把握調査業務報告書」	https://www.env.go.jp/recycle/car/pdfs/h22_report01_ref01.pdf
12	株式会社マテック(2020)「ASR20%削減を目指した樹脂、ガラスの広域回収・高度処理報告書」	https://j-far.or.jp/wp-content/uploads/2020report_Matec.pdf
13	経済産業省・国土交通省 (2016) 物流分野の CO2 排出量に関する算定方法ガイドライン	https://www.greenpartnership.jp/co2brochure.pdf
14	Nakano, K., & Shibahara, N. (2017). Comparative assessment on greenhouse gas emissions of end-of-life vehicles recycling methods. Journal of Material Cycles and Waste Management, 19(1), 505-515.	https://www.springerprofessional.de/en/comparative-assessment-on-greenhouse-gas-emissions-of-end-of-lif/7002898
15	ART 自動車破碎残さリサイクル促進チーム 引取基準	http://www.asrrt.jp/asr/criterion/index.html
16	栗田治. (2005). 都市・建築空間の分析における距離モデル(都市の OR). シンポジウム, (53), 3-36.	http://www.orsj.or.jp/~archive/pdf/sym/S53_003.pdf
17	公益財団法人自動車リサイクル促進センター (2021) 自動車リサイクルデータ Book Web 別冊編	https://www.jarc.or.jp/data/databook/graph/
18	国土地理院、令和 3 年全国都道府県市区町村別面積	https://www.gsi.go.jp/KOKUJYOHO/MENC/JO-title.htm
19	株式会社東洋車輛、[キャリアカー] 4 台積み積載 6.6t	https://www.t-sharyou.co.jp/stock/detail/id/3023/
20	貨物輸送事業者に行わせる貨物の輸送に係るエネルギーの使用量の算定方法を定めた件 (平成 18 年経済産業省告示第 66 号) 別表 1	—

No	出所名	URL (2022 年 1 月 21 日 (金) 最終閲覧)
21	特定排出者の事業活動に伴う温室効果ガスの排出量の算定に関する省令 (平成 28 年経済産業省、環境省令第 3 号)	—
22	経済産業省、環境省 (令和 2 年 8 月 19 日) 「自動車リサイクルの現状」	https://www.meti.go.jp/shingikai/sankoshin/sangyo_gijutsu/haikibutsu_recycle/jidoshawg/pdf/048_04_00.pdf
23	ASR 投入施設活用率 (2021 年度)	056_s08_00.pdf (meti.go.jp)
24	電気事業者別排出係数 (特定排出者の温室効果ガス排出量算定用) (令和 2 年度用)	https://ghg-santeikohyo.env.go.jp/files/calcr03_coefficient_rev.pdf
25	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/calcr/itiran_2020_rev.pdf
26	三菱 UFJ リサーチ&コンサルティング(2015)「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・破碎プロセスの実証化事業報告書」	https://www.env.go.jp/recycle/car/pdfs/h26_report01_mat02.pdf
27	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 社会と LCA 研究グループ及び一般社団法人産業環境管理協会(2019)「LCI データベース IDEAversion2.3」	—
28	中野ら「使用済自動車の静脈系 LCA を通じた環境影響低減プロセスの抽出」(2006)	https://www.jstage.jst.go.jp/article/lca/2/2/2_159/_article/-char/ja/
29	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」	https://www.env.go.jp/recycle/car/pdfs/h31_report01_mat01.pdf
30	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」	https://www.jstage.jst.go.jp/article/jjsmcwm/advpub/0/advpub_1101201/_article/-char/ja/
31	日本 LP ガス協会、燃料の発熱量・CO2 排出係数の一覧表	https://www.j-lpgas.gr.jp/nenten/data/co2_ichiran.pdf
32	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」	https://jaem.or.jp/cms/wp-content/uploads/2019/08/gasuka-houkokusho_1603.pdf
33	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」	https://www.env.go.jp/info/iken/h170912a/a-2_10.pdf
34	日本保安炎筒工業会より、処理方法を確認	http://safety-flare.jp/sub4-6.html

No	出所名	URL (2022 年 1 月 21 日 (金) 最終閲覧)
35	環境省「日本の廃棄物処理 令和元年版」(p19 の②ごみ焼却施設の発電の状況)	http://www.env.go.jp/recycle/waste_tech/ippan/r1/data/disposal.pdf
36	2006 年 IPCC ガイドライン	https://www.ipcc-nggip.iges.or.jp/public/2006gl/
37	三菱総合研究所(2020)令和 2 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報告書	—
38	スチロール樹脂	https://www.chemicalbook.com/ChemicalProductProperty_JP_CB4146768.htm
39	施設間連携による一般廃棄物と産業廃棄物の混合焼却ポテンシャルの試算	https://jsmcwm.or.jp/mswi/files/2020/05/jsmcwm-shoukyaku-20200528-03.pdf
40	一般社団法人日本自動車タイヤ協会 (JATMA) (2021)「タイヤ業界におけるリサイクルへの取り組み－2021 年－」	http://www.env.go.jp/council/03recycle/y033-56/mat07-3.pdf
41	環境省(2021)令和 2 年度廃棄物の広域移動対策検討調査及び廃棄物等循環利用量実態調査報告書	http://www.env.go.jp/recycle/report/R02%E5%BE%AA%E7%92%B0%E5%88%A9%E7%94%A8%E9%87%8F%E5%A0%B1%E5%91%8A%E6%9B%B8_%E6%9C%AC%E7%B7%A8.pdf
42	日本保安炎筒工業会(2021)廃炎筒処理システム (実績報告)	http://www.env.go.jp/council/03recycle/y033-56/mat07-2.pdf
43	経済産業省自動車課・環境省リサイクル推進室(2021)自動車リサイクル法の施行状況	http://www.env.go.jp/council/03recycle/y033-56/mat03.pdf
44	自動車再資源化協力機構(2021)フロン類 引取・破壊体制の概要／実績について	http://www.env.go.jp/council/03recycle/y033-56/ref04.pdf
45	自動車再資源化協力機構(2021)エアバッグ類 引取・再資源化体制の概要／実績について	http://www.env.go.jp/council/03recycle/y033-56/ref05.pdf
46	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 (2003)「合同会議報告書」	http://www.env.go.jp/council/former2013/03haiki/y035-03/mat_03_3.pdf
47	日本カーリット株式会社 (2012) 発炎筒安全データシート (SDS)	http://www.nagano-kyouhan.co.jp/sds/sdscarlit/SDS_SHF5_K1110.pdf
48	一般社団法人日本自動車タイヤ協会 (2012) タイヤの LCCO2 算定ガイドライン Ver. 2.0	https://www.jatma.or.jp/environment/pdf/lcco2guideline.pdf

2050 年カーボンニュートラル実現に向けた自動車のライフサイクルにおける温室効果ガス排出量に関する将来シナリオの作成に用いた参考文献を表 5-2 に示す。

表 5-2 自動車の将来見通しに関する参考資料

No	出所名	URL (2022 年 3 月 22 日 (火) 最終閲覧)
1	経済産業省「次世代自動車戦略 2010」	http://www.cev-pc.or.jp/kiso/post-18.html
2	経済産業省「2050 年カーボンニュートラルに伴うグリーン成長戦略」(2020 年 12 月 25 日)	https://www.meti.go.jp/press/2020/12/20201225012/20201225012-2.pdf
3	経済産業省「水素基本戦略」(2017 年 12 月 26 日)	https://www.enecho.meti.go.jp/category/saving_and_new/advanced_systems/hydrogen_society/data/hydrogen_basic_strategy.pdf
4	経済産業省「水素・燃料電池戦略ロードマップ」(2019 年 3 月 12 日)	https://www.meti.go.jp/press/2018/03/20190312001/20190312001.html
5	IEA「Global EV Outlook2021」(2021 年 4 月)	https://www.iea.org/reports/global-ev-outlook-2021/prospects-for-electric-vehicle-deployment
6	経済産業省「自動車新時代戦略会議(第 1 回)資料」(2018 年 4 月 18 日)	https://www.meti.go.jp/committee/kenkyukai/seizou/jidousha_shinjidai/pdf/001_01_00.pdf
7	経済産業省「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 WG 中央環境審議会廃棄物・リサイクル部会自動車リサイクル専門委員会 第 37 回合同会議 資料 5 次世代自動車の状況について」(2015 年 2 月 17 日)	https://www.meti.go.jp/shingikai/sankoshin/sangyo_gijutsu/haikibutsu_recycle/jidousha_wg/037.html

自動車リサイクルに影響を与える事項等の検討・整理に用いた参考文献を表 5-3 に示す。

表 5-3 現行のリサイクル過程への影響と対応策の検討における参考資料

No	出所名	URL (2022 年 1 月 21 日 (金) 最終閲覧)
1	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「自動	https://www.meti.go.jp/shingikai/sankoshin/sangyo_gijutsu/haikibutsu_recycle/jidousha_wg/pdf/20210727_1.pdf

No	出所名	URL (2022 年 1 月 21 日 (金) 最終閲覧)
	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」	
2	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 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 56 回合同会議資料	https://www.meti.go.jp/shingikai/sankos_hin/sangyo_gijutsu/haikibutsu_recycle/jid_oshawg/056.html
3	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 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 53 回合同会議	https://www.meti.go.jp/shingikai/sankos_hin/sangyo_gijutsu/haikibutsu_recycle/jid_oshawg/053.html
4	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 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 52 回合同会議	https://www.meti.go.jp/shingikai/sankos_hin/sangyo_gijutsu/haikibutsu_recycle/jid_oshawg/052.html
5	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 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 51 回合同会議	https://www.meti.go.jp/shingikai/sankos_hin/sangyo_gijutsu/haikibutsu_recycle/jid_oshawg/051.html
6	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 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 50 回合同会議	https://www.meti.go.jp/shingikai/sankos_hin/sangyo_gijutsu/haikibutsu_recycle/jid_oshawg/050.html
7	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 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 49 回合同会議	https://www.meti.go.jp/shingikai/sankos_hin/sangyo_gijutsu/haikibutsu_recycle/jid_oshawg/049.html
8	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 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 48 回合同会議	https://www.meti.go.jp/shingikai/sankos_hin/sangyo_gijutsu/haikibutsu_recycle/jid_oshawg/048.html
9	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 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 47 回合同会議	https://www.meti.go.jp/shingikai/sankos_hin/sangyo_gijutsu/haikibutsu_recycle/jid_oshawg/047.html
10	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 WG	https://www.meti.go.jp/shingikai/sankos_hin/sangyo_gijutsu/haikibutsu_recycle/jid_oshawg/046.html

No	出所名	URL (2022 年 1 月 21 日 (金) 最終閲覧)
	中央環境審議会廃棄物・リサイクル部会自動車リサイクル専門委員会 第 46 回合同会議	
11	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 WG 中央環境審議会廃棄物・リサイクル部会自動車リサイクル専門委員会 第 45 回合同会議	https://www.meti.go.jp/shingikai/sankoshin/sangyo_gijutsu/haikibutsu_recycle/jidoshawg/045.html
12	一般社団法人日本自動車工業会「2050 年カーボンニュートラルに向けた自動車業界の課題と取組み」(2021 年 9 月 16 日)	https://www.jama.or.jp/carbon_neutral_data/pdf/CNMaterial_05.pdf
13	一般社団法人日本自動車工業会「2050 年カーボンニュートラルに向けた課題と取組み―「グリーン成長戦略」に対する考え方と要望―」(2021 年 4 月 28 日)	https://www.jama.or.jp/carbon_neutral_data/pdf/CNMaterial_02.pdf
14	一般社団法人日本自動車工業会「2050 年カーボンニュートラル実現に向けた省エネルギーの更なる深掘りと課題・要望」(令和 3 年 4 月 8 日)	https://www.jama.or.jp/carbon_neutral_data/pdf/CNMaterial_01.pdf
15	一般社団法人日本自動車リサイクル機構「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」(2020 年度 J-far 自主事業)	https://j-far.or.jp/wp-content/uploads/2020report_RecyclingRate.pdf
16	株式会社矢野経済研究所「CFRP 適正処理研究」(2019 年度 J-far 自主事業)	https://j-far.or.jp/wp-content/uploads/2019report_CFRP.pdf
17	株式会社ブライイトイノベーション「Li-ion 電池適正処理施設調査」(2019 年度 J-far 自主事業)	https://j-far.or.jp/wp-content/uploads/2019report_LiB.pdf
18	西日本オートリサイクル株式会社「精緻解体による高品質樹脂リサイクルスキーム実証事業」(2019 年度 J-far 公募事業)	https://j-far.or.jp/wp-content/uploads/2019report_WARC.pdf
19	株式会社矢野経済研究所「自動車由来樹脂リサイクル可能性実証」(2017 年度 J-far 公募事業)	https://j-far.or.jp/wp-content/uploads/2017report%EF%BC%BFYRI.pdf
20	デロイトトーマツコンサルティング合同会社、日産自動車株式会社「CFRP の Car to Car リサイクルへ向けた実証」(2018 年 10 月 31 日)	https://www.nissan-global.com/JP/ENVIRONMENT/A_RECYCLE/R_FEE/SAISHIGEN/2017/PDF/report_demonstration_cfrp_car_to_car_recycling.pdf

No	出所名	URL（2022 年 1 月 21 日（金）最終閲覧）
21	デロイトトーマツコンサルティング合同会社、日産自動車株式会社「CFRP の Car to Car リサイクルチェーン構築に向けた実証実験」（2019 年 3 月 31 日）	https://www.nissan-global.com/JP/ENVIRONMENT/A_RECYCLE/R_FEE/SAISHIGEN/2018/PDF/2018_report_06.pdf

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

2022年3月

エム・アール・アイ リサーチアソシエイツ株式会社
サステナビリティ事業部

リサイクル適性の表示：印刷用の紙にリサイクルできます。

この印刷物は、グリーン購入法に基づく基本方針における「印刷」に係る判断の基準にしたがい、印刷用の紙へのリサイクルに適した材料〔A ランク〕のみを用いて作製しています。