

令和4年度環境省請負事業

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

自動車リサイクル制度の効率化に関する調査・検討等編

MRI 三菱総合研究所

2023年3月24日

サステナビリティ本部

はじめに

使用済自動車の再資源化等に関する法律(平成 14 年法律第 87 号。以下、「自動車リサイクル法」と言う。)について、令和 3 年 7 月に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(以下、「自動車リサイクル合同会議」と言う。)等によりまとめられた「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」(以下「15 年目報告書」と言う。)において提言された施策の具体化及び自動車リサイクルの高度化のための情報の収集・整理、必要な調査を実施することを目的とする。

Summary

To reviewing the ‘Act on Recycling, etc. of End-of-Life Vehicles (Act No. 87 of 2002)’, the project is intended to collect and organize information on sophistication of the auto vehicle recycling and materialization of the measures recommended by ‘the Report on Evaluation and Consideration of the Implementation Status of the Auto vehicle Recycling Program’ which was summarized by the Auto Vehicle Joint Meeting (*) in July 2021 as well as conduct a study required.

(*) the Auto Vehicle Joint Meeting is comprised of the Auto Vehicle Recycling Working Group of the Waste and Recycling Subcommittee under the Committee on industrial Science and Technology Policy and Environment of the Industrial Structure Council, and the Committee dedicated for the Auto Vehicle Recycling under the Subcommittee for Circular Society of the Central Environment Council.

目次

1.	15年目報告書に基づく対応について	1
1.1	自動車リサイクル制度の運用状況に関する基本的調査	1
1.1.1	海外動向	1
1.1.2	国内動向	15
1.2	使用済車載用リチウムイオン電池(LiB)の排出フロー等の調査	38
1.2.1	使用済車載用LiBの排出フローの調査	38
1.2.2	使用済車載用LiBの処理状況に関する調査	42
1.3	自動車リサイクル合同会議の資料作成補助	43
1.3.1	自動車破碎残さ(ASR)の再資源化状況	43
1.3.2	自動車破碎残さ(ASR)の再資源化フロー	47
2.	自動車リサイクル分野における2050年カーボンニュートラル実現に向けた実態把握・対策検討	48
2.1	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の算定	48
2.1.1	温室効果ガス排出量実態把握調査の方針の検討	48
2.1.2	各処理工程における調査の実施	51
2.1.3	算定モデル構築に向けた検討	72
2.2	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	78
2.2.1	自動車リサイクルに影響する可能性のある動向の整理	78
2.2.2	自動車リサイクルの各工程での対応策等	85
2.2.3	自動車リサイクル全体の温室効果ガス排出削減対策等	93
2.3	自動車リサイクル分野における今後の検討事項	113
2.3.1	今後の検討における時間軸と方向性のイメージ	113
2.3.2	今後の検討事項・検討スケジュール	114
3.	有識者ヒアリング及び検討会運営	117
3.1	有識者等へのヒアリングの実施	117
3.1.1	調査・検討の方向性に関するヒアリング	117
3.1.2	実態把握等に関するヒアリング	117
3.2	有識者等で構成する検討会の設置	118
3.2.1	検討会の設置	118
3.2.2	検討会の開催概要	119
4.	自動車リサイクル制度由来のPOPs含有廃棄物に関する調査	120

4.1	自動車破碎残さ(ASR)のサンプリング	120
4.1.1	ASR のサンプリング施設(事業所)	120
4.1.2	サンプリング方法	121
4.1.3	試料調整方法	122
4.2	ASR 性状分析の方法.....	123
4.2.1	分析項目	123
4.2.2	分析方法.....	123
4.3	ASR 性状分析の結果及び考察.....	130
4.3.1	ASR 物理組成等の調査結果	130
4.3.2	三成分等の調査結果.....	136
4.3.3	重金属類等の調査結果	139
4.3.4	臭素系難燃剤の調査結果	141
4.3.5	ダイオキシン類の調査結果.....	143
4.3.6	5mm 以下の ASR におけるプラスチックの調査結果	147
4.4	分析結果のまとめ	148
4.4.1	過去の調査の概要.....	148
4.4.2	ASR 性状の経年推移及び課題の整理	152

目次

図 1-1	電池規則案の概要	3
図 1-2	欧州における一般的な ELV の破碎工程	13
図 1-3	トヨタの車両における再生樹脂活用の最大化	16
図 1-4	日産自動車における資源依存に関する長期ビジョン	17
図 1-5	本田技研工業が目指す「Triple Action to ZERO」	17
図 1-6	SUBARU における「環境アクションプラン 2030」に関連する取り組み(資源循環)	18
図 1-7	SUBARU による国内主要拠点の廃棄物発生量と処理の内訳	19
図 1-8	樹脂溜まり付き押出機	22
図 1-9	各種フィラー強化樹脂の摩耗特性比較	26
図 1-10	樹脂 1kg 当たりの CO2 排出量	27
図 1-11	パルプ強化バイオプラスチック材料の性能評価	28
図 1-12	ハニカム状に成型したパルプモールドボード(左)と ブロー成形によるパルプ・バイオ PE 複 合ボード(右)	29
図 1-13	バイオプラスチック部品のライフサイクル(工程内リサイクル)	30
図 1-14	バイオプラスチック材料のリサイクル可能回数	31
図 1-15	パルプ・バイオ PE 複合ボードの工程内リサイクルフロー	32
図 1-16	バイオプラスチック部品のライフサイクル(市場回収リサイクル)	32
図 1-17	バイオ PE-パルプ 30 熱老化後の VOC 結果	33
図 1-18	バイオ PE-パルプ 30 湿老化後の VOC 結果	33
図 1-19	使用済車載用リチウムイオン電池(LiB)の排出フロー(駆動用大型 LiB、8 社、令和 3 年度)	41
図 1-20	使用済車載用リチウムイオン電池(LiB)の排出フロー (回生エネルギー蓄電用小型 LiB、8 社、令和 3 年度)	41
図 1-21	ASR 再資源化フロー(平成 25 年度重量実績ベース)	44
図 1-22	ASR 再資源化フロー(令和 3 年度重量実績ベース)	47
図 2-1	精緻化のイメージ	50
図 2-2	解体工程「ニブラ・プレスあり」の処理・マテリアルフロー(事業者 1)	53
図 2-3	解体工程「プレス・ニブラ+その他選別機あり」の処理・マテリアルフロー(事業者 2)	54
図 2-4	破碎工程でよく見られる処理・マテリアルフロー	57
図 2-5	ASR リサイクル・処理の各方式の処理量の割合・施設数(令和 3 年度)	61
図 2-6	流動床炉(燃料代替(燃料代替+原料化))の ASR 再資源化施設の処理・マテリアルフロー (再資源化施設 1)	62
図 2-7	流動床炉(乾留ガス化・熱回収・原料化)の ASR 再資源化施設の処理・マテリアルフロー (再 資源化施設 2)	62
図 2-8	算定対象とする再利用可能部品の考え方	68
図 2-9	リアバンパーのマテリアルフロー(算定対象プロセス及び活動量の整理)	70

図 2-10	算定 Excel ファイルの全体像のイメージ(出力シート)(案)	75
図 2-11	算定 Excel ファイル 入力シートのイメージ	75
図 2-12	論点間について	78
図 2-13	自動車用鉛蓄電池のリサイクルシステム	79
図 2-14	リチウムイオン電池(LiB)の主なリサイクルプロセス	80
図 2-15	国内におけるリチウムイオン電池(LiB)の処理状況	80
図 2-16	自動車メーカー各社におけるリチウムイオン電池(LiB)の回収・リサイクルマニュアル例	81
図 2-17	CFRP リサイクルチェーンの工程と技術	82
図 2-18	使用済自動車から回収した CFRP リサイクルの工程と課題	82
図 2-19	使用済自動車から回収した炭素繊維取り出しの工程と課題	83
図 2-20	自動車に使用される主な非鉄金属量	87
図 2-21	非鉄金属製錬業界における ASR 再資源化の取り組み	87
図 2-22	DOWA ホールディングスにおけるリサイクル工程	88
図 2-23	鉄鋼製造法	89
図 2-24	カーボンニュートラルを目指すセメント産業の長期ビジョン(概要)	90
図 2-25	自動車ライフサイクルにおける GHG 排出量のバウンダリ	94
図 2-26	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	94
図 2-27	自動車部品と素材構成の関係イメージ	96
図 2-28	自動車リサイクル工程別の温室効果ガス排出量推計値	96
図 2-29	自動車全体、解体・破碎段階での回収、ASR における素材構成(※重量はイメージ)	97
図 2-30	解体・破碎段階での回収及び ASR の素材構成(左図:重量ベース/右図:GHG 排出量ベース)	98
図 2-31	事業概要及び採算性検討の考え方	100
図 2-32	回収品の費用と収益	100
図 2-33	採算性評価	103
図 2-34	二次破碎・選別工程処理フロー	104
図 2-35	資源回収インセンティブ制度開始時点における GHG 評価の考え方	111
図 2-36	解体工程での資源回収における GHG 排出量算出イメージ	111
図 2-37	今後の検討における時間軸と方向性のイメージ	114
図 2-38	令和 5 年度調査・検討スケジュール(案)	116
図 4-1	試料調整フロー	122
図 4-2	重金属類等の分析フロー(銀、臭素、全水銀以外)(硫硝酸分解王水溶解・アルカリ融解法)	125
図 4-3	重金属類の分析フロー(銀)	126
図 4-4	臭素系難燃剤(PBDE,PBB,HBCD)の分析フロー	127
図 4-5	ダイオキシン類(PCDD,PCDF,DL-PCB)の分析フロー	128
図 4-6	ASR 組成分類比較	133
図 4-7	組成分類調査結果(過去の調査結果との比較)	135
図 4-8	三成分分析結果	136

図 4-9 三成分調査結果(過去の調査結果との比較).....	138
図 4-10 ASR 中の有害金属の経年変化	152
図 4-11 ASR 中の PBDE(4~7 及び 9~10 臭素化物)濃度の経年変化.....	153

表 目次

表 1-1 欧州電池規則案の内容(要点抜粋)	3
表 1-2 ELV 指令評価報告書における欧州自動車メーカーの再生材利用状況整理	8
表 1-3 乗用車メーカーの再生材利用における情報開示状況	15
表 1-4 SUBARU における「環境アクションプラン 2030」に関連する取り組み(資源循環)	18
表 1-5 (公財)自動車リサイクル高度化財団における技術開発に関連する実証事業	19
表 1-6 日産自動車株式会社における技術開発に関連する実施事業	22
表 1-7 PA6T、PA66 との物性比較表	26
表 1-8 検討対象としたバイオプラスチック材料	28
表 1-9 CO2 排出削減効果	34
表 1-10 クラフトパルプ配合のバイオ PE によるバッテリーキャリアの CO2 排出量	35
表 1-11 古紙パルプ配合のバイオ PE によるバッテリーキャリアの CO2 排出量	36
表 1-12 古紙パルプ配合のバイオ PE と古紙パルプの複合体によるフロアボードの CO2 排出量	37
表 1-13 使用済車載用リチウムイオン電池(LiB)排出フローの令和 3 年度と令和 2 年度の比較	42
表 1-14 ASR の再資源化状況(平成 25 年度重量実績ベース)	43
表 1-15 ASR の再資源化状況	46
表 2-1 温室効果ガス(GHG)排出量実態把握の目的と求められる精度	48
表 2-2 令和 3 年度 CN 業務での温室効果ガス(GHG)排出量実態把握の課題	49
表 2-3 温室効果ガス(GHG)排出実態把握の調査対象と検討スケジュール	50
表 2-4 処理パターンの異なる事業者(2 社)の GHG 排出量の比較(2 サンプルに基づく参考値)	53
表 2-5 解体業者の事業者規模と処理パターンの対応関係	55
表 2-6 2 種類の処理パターンの事業者(4 社)の破碎工程の GHG 排出量の比較(4 サンプルに基づく参考値)	58
表 2-7 各 ASR リサイクル・処理方式と各技術分類に該当する ASR 再資源化施設での処理量 (ASR 引取量全体に占める割合(%))	60
表 2-8 流動床炉による ASR リサイクル・処理工程の GHG 排出量(t-CO2/台)	63
表 2-9 マテリアルの再資源化施設における主な回収マテリアル	64
表 2-10 再利用可能部品の算定の考え方に関する有識者ヒアリング結果	67
表 2-11 再利用可能部品の試算結果に関する有識者ヒアリング結果	69
表 2-12 本年度の調査・検討の成果と課題	71
表 2-13 ヒアリングで得られた算定モデル構築につながる示唆	73
表 2-14 算定モデル(第一版)の公表及びその後の改良の方針	74
表 2-15 各排出係数の算定に必要な入力項目	76
表 2-16 検討会における主なご意見と令和 5 年度の課題・対応方針	77
表 2-17 CFRP リサイクル手法の例	84

表 2-18	ASR 再資源化に関わる業界のカーボンニュートラルに向けた取り組み	85
表 2-19	鉄鋼業界のカーボンニュートラルに関連する取り組み	88
表 2-20	中間処理業における対策(主な例示)	91
表 2-21	自動車リサイクルに関する GHG 排出量の削減方策(例)	95
表 2-22	(公財)自動車リサイクル高度化財団事業における樹脂、ガラスの回収・再資源化技術開発	98
表 2-23	インセンティブを考慮した回収品の収支	101
表 2-24	回収品の費用と収益(解体事業者)	102
表 2-25	ELV からの資源回収による GHG 削減効果の評価事例	106
表 2-26	解体工程における回収/ASR からの回収の評価結果比較	107
表 2-27	GHG 削減効果と経済価値の関係イメージ	107
表 2-28	資源回収インセンティブに関する今後の検討事項(案)	112
表 2-29	回収を促進すべき資源を検討する際の観点(例)	113
表 2-30	論点ごとの調査・検討結果と今後の検討事項(案)	114
表 3-1	調査・検討の方向性に関するヒアリング実施概要	117
表 3-2	実態把握に関するヒアリング実施概要	118
表 3-3	自動車リサイクルのカーボンニュートラル及び 3R の推進・質の向上に向けた検討会の開催概要	119
表 4-1	ASR のサンプリング施設	120
表 4-2	サンプリング日及びサンプリング施設	120
表 4-3	ASR のサンプリング状況	121
表 4-4	分析項目	123
表 4-5	物理組成、三成分の分析方法	123
表 4-6	重金属類等の分析方法	124
表 4-7	全有機炭素、強熱減量の分析方法	129
表 4-8	ASR 組成分類調査結果	130
表 4-9	ASR 組成分類写真	131
表 4-10	組成分類調査結果(過去の調査結果との比較)	134
表 4-11	三成分の調査結果	136
表 4-12	三成分及び低位発熱量分析結果(過去の調査結果との比較)	137
表 4-13	重金属類等調査結果	139
表 4-14	重金属類等成分分析結果(過去の調査結果との比較)	140
表 4-15	臭素系難燃剤調査結果	141
表 4-16	臭素系難燃剤調査結果(過去の調査結果との比較)	142
表 4-17	使用済自動車 ASR のダイオキシン類調査結果	143
表 4-18	共英製鋼株式会社で採取した ASR のダイオキシン類分析結果	144
表 4-19	豊田メタル株式会社で採取した ASR のダイオキシン類分析結果	145
表 4-20	株式会社エコネコルで採取した ASR のダイオキシン類分析結果	146
表 4-21	全有機炭素及び強熱減量の調査結果	147

1. 15年目報告書に基づく対応について

1.1 自動車リサイクル制度の運用状況に関する基本的調査

1.1.1 海外動向

我が国の自動車リサイクル制度の運用の参考となる欧州 ELV 指令及び欧州電池規則案について最新動向を収集・整理した。また、自動車リサイクルのカーボンニュートラル及び 3R の推進・質の向上の観点で、欧州における自動車メーカーの再生材利用動向、自動車破碎残さ(以下、「ASR」と言う。)相当物処理動向、欧米自動車メーカーにおける自動車リサイクルのカーボンニュートラルに関する取組動向についても収集・整理した。

(1) 欧州 ELV 指令に関する動向

欧州では、2020年8月の評価報告書「Supporting the Evaluation of the Directive 2000/53/EC on end-of-life vehicles」の発行をもって欧州 ELV 指令の見直し作業が終了し、2022年第2四半期の採択に向けて、改正案の作成が進められるとされていた。欧州 ELV 指令に関する2023年2月時点の動向を公表情報に基づき以下のとおり整理した。

- ロードマップ上は進捗なく、2020年11月19日に意見受付を終了。2021年第2四半期(4～6月)にパブリックコンサルテーション実施予定。
- 2022年第2四半期(4～6月)に改正案を採択予定が、同年第4四半期(10～12月)に変更。
- 2021年7月20日～2021年10月26日の予定でパブリックコンサルテーションを開始。(2022年第4四半期(10～12月)の改正案採択予定は変わらず。)
- 2023年2月現在も、2022年第4四半期(10～12月)の改正案採択予定は変わらず。更新が行われていない状況で現在の状況は不明である。

出所)End-of-life vehicles – revision of EU rules https://ec.europa.eu/info/law/better-regulation/have-your-say/initiatives/12633-End-of-life-vehicles-revision-of-EU-rules_en(2023年2月22日閲覧)

(2) 欧州電池規則案の動向

1) これまでの経過

欧州電池規則に関するこれまでの経過は以下のとおり。

- 2020年12月10日、欧州委員会改正案(欧州理事会と欧州議会で議論開始)
- 2021年10月27日、スロベニア議長案(欧州理事会による修正案)
- 2022年3月17日、環境理事会で欧州理事会採択案を可決。欧州理事会と欧州議会は最終文書の合意に向け協議開始
- 2022年12月9日、電池規則について暫定合意

- 2023年1月13日、事務総局(The General Secretariat of the Council=GSC)が常駐代表委員会(Permanent Representatives Committee=Coreper)に対し、合意に向けた最終文書の分析を提示
- 1月18日、欧州理事会議長より欧州議会環境委員会委員長への書簡と最終文書を掲載
 - 書簡には「1月18日の常駐代表委員会で最終文書を承認したため、欧州議会が添付の最終文書を第一読会で採択した場合(両機関の法言語学者による改定を条件とする)、欧州理事会は欧州議会の立場を承認し、当法律は欧州議会の立場に対応する文言で採択されるものとする」と記載。
 - 最終文書は規則案全文(前文、条項、附属書からなる約340頁)だが、文中とところどころ編集記号のような「■」が入っているため、EU官報に掲載する正式文書の一步手前のバージョンと推定される。
- 2023年2月現在、最新の公表文書は以下のものとなる。このため2)以降では、以下の最終文書に基づき最新の情報を整理している。
 - 2023年1月18日電池規則欧州理事会最終文書
<https://data.consilium.europa.eu/doc/document/ST-5469-2023-INIT/en/pdf>

2) 欧州電池規則案の概要

EUでは蓄電池をサーキュラーエコノミー政策の最優先事項の1つに位置付けている。2020年12月に欧州委員会がサーキュラーエコノミーの進展を目標とした新たな欧州電池規則の草案を公表した。その中で特に重要と考えられるポイントは以下の3点である。

- カーボンフットプリント
 - 2kWh超の産業用蓄電池及びEV蓄電池は、kgあたりCO₂を単位とするカーボンフットプリント等を含む技術文書の添付が必要となる。
- リサイクル材の含有基準
 - コバルト、鉛、リチウム又はニッケルを含む2kWh超の産業用蓄電池及びEV蓄電池等は、これらの原材料のリサイクル材利用率を含む技術文書の添付が必要となる。
 - さらに、段階的に引き上げられるリサイクル材利用率を満たす必要がある。
- バッテリーパスポート
 - 2kWh超の産業用蓄電池及びEV蓄電池は、製品固有の電子記録の保持が義務づけられる。
 - カーボンフットプリント、原材料構成、リサイクル材利用率、製品寿命などが記録される見込み。

図 1-1 に欧州電池規則案の概要を示す。

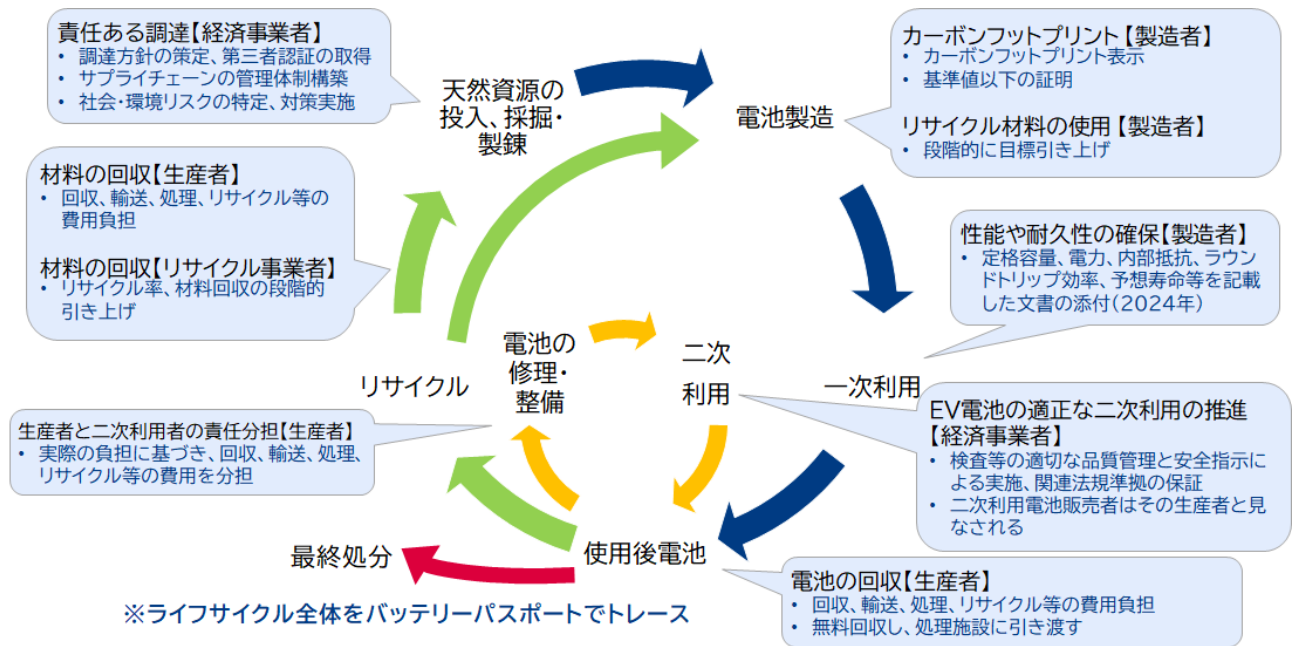


図 1-1 電池規則案の概要

注釈) 経済事業者(economic operator): 電池の製造、再利用又は二次利用の準備、二次利用又は再製造、供給又はオンライン含む販売又はサービス提供に関する義務の対象となる製造者、正式な代表者、輸入者、販売者又はサービス提供者、又はあらゆる人又は法人、生産者(producer): 指令 2011/83/EU 第 2 条第 7 項に規定する遠隔契約を含め、使用する販売手法に関わらず、加盟国内で電池を販売する、製造者、輸入者、販売者、その他の人又は法人、製造者(manufacturer): 電池を製造する、又は電池を設計又は製造し、その名称又は商標により販売又はサービス提供する人又は法人
出所) 2023 年 1 月 18 日 電池規則欧州理事会最終文書(<https://data.consilium.europa.eu/doc/document/ST-5469-2023-INIT/en/pdf>)に基づき株式会社三菱総合研究所作成

3) 欧州電池規則案の内容(要点抜粋)

a. ライフサイクル段階ごとの整理

欧州電池規則案の内容について、ライフサイクル段階ごとに要点を抜粋整理した結果を表 1-1 に示す。

表 1-1 欧州電池規則案の内容(要点抜粋)

段階	内容	対象者	義務	期日(2023 年内に採択の場合)	関連条項
天然資源の投入、採掘・製錬	責任ある調達	経済事業者(売上高 4 千万ユーロ未満の企業は免除)	調達方針を策定し、定期的に第三者認証を受ける サプライチェーンの管理体制を構築する 社会及び環境に与えるリスクを特定し、 防止・影響緩和等の対策を行う	本規則施行後 24 か月より(2025 年以降)	45a.調達方針 45b.管理システム 45c.リスク管理計画
電池製造	カーボンフットプリント	製造者	ライフサイクルのカーボンフットプリントを表示する	本規則施行後 18 か月、又は委任法令又は実施法令施行後 12 か月のいずれか遅い方より(2025 年下半年以降)	7.カーボンフットプリント

段階	内容	対象者	義務	期日(2023年内に採択の場合)	関連条項
			カーボンフットプリントが基準値以下であることを技術文書に示す	本規則施行後 54 か月、又は委任法令又は実施法令施行後 18 か月のいずれか遅い方より(2028 年下半年以降)	
	リサイクル材料の使用	製造者	コバルト 16%、鉛 85%、リチウム 6%、ニッケル 6%	本規則施行後 96 か月より(2031 年以降)	8.リサイクル材 使用量
			コバルト 26%、鉛 85%、リチウム 12%、ニッケル 15%	本規則施行後 156 か月より(2036 年以降)	
一次利用	性能や耐久性の確保	製造者	以下を記載した文書を添付する 定格容量(Ah)とその減少率(%) 電力(W)とその減少率(%) 内部抵抗(ω)とその増加率(%) ラウンドトリップ効率とその減少率(%) 設計条件下での予想寿命(サイクル、年数)	本規制施行後 12 か月より(2024 年以降)	10.性能・耐久性要件
使用後電池	電池の回収	生産者	電池の回収、輸送、処理、リサイクル等の費用を負担する 消費者及び回収システムより無料回収し、処理施設に引き渡す	—	47.拡大生産者責任 49.EV 電池の回収
リサイクル	材料の回収	生産者	電池の回収、輸送、処理、リサイクル等の費用を負担する	—	47.拡大生産者責任
		リサイクル事業者	○リサイクル率 鉛蓄電池 75%、LiB65%、NiCd80%、その他の電池 50%	2025 年 12 月 31 日までに	57.リサイクル率と材料回収目標
			○リサイクル率 鉛蓄電池 80%、LiB70%	2030 年 12 月 31 日までに	
			○材料回収 コバルト 90%、銅 90%、鉛 90%、リチウム 50%、ニッケル 90%	2027 年 12 月 31 日までに	
○材料回収 コバルト 95%、銅 95%、鉛 95%、リチウム 80%、ニッケル 95%	2031 年 12 月 31 日までに				
電池の修理・整備	生産者と二次利用者の責任分担	生産者	生産者と二次利用対象の電池の生産者は、実際の負担に基づき、電池の回収、輸送、処理、リサイクル等の費用を分担する	—	47.拡大生産者責任
二次利用	EV 電池の適正な二次利用の推進	経済事業者	二次利用対象の電池の検査、性能試験、梱包及び輸送が適切な品質管理と安全指示に従い実施され、本規則含む関連法規に準拠することを保証する 二次利用対象の電池を販売する経済事業者はその生産者と見なされ、EPR を負う	—	44a.二次利用対象の電池を販売する経済事業者の義務 47.拡大生産者責任

注 1) 経済事業者(economic operator): 電池の製造、再利用又は二次利用の準備、二次利用又は再製造、供給又はオンライン含む販売又はサービス提供に関する義務の対象となる製造者、正式な代表者、輸入者、販売者又はサービス提供者、又はあらゆる人又は法人、生産者(producer): 指令 2011/83/EU 第 2 条第 7 項に規定する遠隔契約を含め、使用する販売手法に関わらず、加盟国内で電池を販売する、製造者、輸入者、販売者、その他の人又は法人、製造者(manufacturer): 電池を製造する、又は電池を設計又は製造し、その名称又は商標により販売又はサービス提供する人又は法人

注 2) LiB はリチウムイオン電池、NiCd はニッケル・カドミウム電池を指す。

出所) 2023 年 1 月 18 日電池規則欧州理事会最終文書(<https://data.consilium.europa.eu/doc/document/ST-5469-2023-INIT/en/pdf>)に基づき株式会社三菱総合研究所作成

b. バッテリーパスポートに関する整理

バッテリーパスポートとは欧州電池規則案で提案された電池の製品情報を電磁的に登録・公開する仕組みである。電池バリューチェーンに関わる事業者が個々の電池製品の属性情報を登録し、利用者はオンラインで閲覧可能となる。システム利用者に公開される情報には、原材料の構成、カーボンフットプリント情報、調達に関する社会的責任情報、リサイクル材料の使用量、サイクル回数で表される寿命等が含まれる予定である。リサイクル事業者やリサイクル材利用者等に限定公開される情報の中には、処理作業用の分解手順や安全対策に関する情報の他、正極・負極・電解液の材料を含む詳細構成等も含まれる。これらの情報はリサイクルのために必要な情報ではあるが、材料配合等は極めて重要な技術情報であり、懸念を抱くステークホルダーも存在する。

EU 加盟国では欧州電池規則の制度導入に向けた取り組みが進む見込みである。例えば、ドイツ国内ではバッテリーパスポートの制度設計のイニシアティブを握るため、新しいコンソーシアムが 2022 年 4 月 25 日に立ち上げられている。

以下、バッテリーパスポートに関する要点を整理した。

- 導入時期
 - 本規則施行後 42 か月(2026 年下半期以降)より、販売又は使用開始するすべての電池にバッテリーパスポートが必要になる(第 65 条第 1 項)
- 経済事業者又はその代行者の責務
 - バッテリーパスポートの情報の正確性、完全性、最新性を保証する(第 65 条第 4 項)
 - バッテリーパスポートが提供するデータを保存する(第 65a 条(c))
- 「利害関係者」(アクセス・処理することに正当な利益を持つ人又は法人)がアクセスできる情報(第 65 条第 2 項)
 - 修理業者、再製造業者、再利用業者、リサイクル業者が本規則に従いその経済活動を実施する上で不可欠な、安全対策含む解体情報や個々の電池の詳細な構成に関する情報(附属書 XⅢ第 2 項「モデル関連情報」)
 - 電池購入者及びその代行者にとって、特定卸供給事業者やエネルギー市場参加者が個々の電池を利用できるようにするために不可欠な情報(附属書 XⅢ第 4 項「個々の電池に関する情報とデータ」)
- ステータスの変更(第 65 条第 6 項)
 - 再利用又は二次利用の準備、二次利用又は再製造の対象となる電池については、第 65 条第 4 項のバッテリーパスポートに関する義務履行の責任は、その電池を販売又は使用開始する経済事業者に委譲される。電池には、元の電池のバッテリーパスポートにリンクする新しいバッテリーパスポートが付与される
 - 電池のステータスが「廃棄物」となった場合、第 65 条第 4 項のバッテリーパスポートに関

する義務履行の責任は、生産者又はその代行者である生産者責任組織又は廃棄物管理者に委譲される

- バッテリーパスポートは、電池がリサイクルされた後に無効になるものとする
- 欧州委員会による実施法令(第 65 条第 7 項)
 - 本規則施行後 36 か月(2026 年以降)までに、欧州委員会は、「利害関係者」がアクセス、ダウンロード、共有、公開、再利用できる情報の範囲を指定する実施法令を採択する
 - 「利害関係者」を特定し、ダウンロード、共有、公開、再利用できる範囲を決定する基準は、以下のとおりである
 - 電池のステータス、残存価値、再利用の可能性を評価するために情報を入手する必要性
 - 再利用又は二次利用の準備、二次利用又は再製造、リサイクル、そのいずれかを選択するために情報を入手する必要性
 - 適用される EU 法に従い、商業上の機密情報へのアクセスと処理が必要最小限に制限されることを保証する必要性
- バッテリーパスポートの仕様
 - QR コードよりアクセスし、経済事業者が販売時に個々の電池に付与する識別子にリンクする。QR コードと識別子は、ISO/IEC15459:2015(同定識別子の国際規格)又は同等のものに準拠する(第 65 条第 3 項)
 - パスポートが提供するすべての情報は、特定ベンダーの独自技術に依存せずオープンで相互運用可能なデータ交換ネットワークを介して転送可能であり、機械による読み取り、構造化、検索が可能とする(第 65 条第 5 項)
 - エンドツーエンドの通信及びデータ転送に関する技術、セマンティック、構造的側面は、エコデザイン規則により規定される他の DPP と完全に相互運用可能であるものとする(第 65a 条(a))
 - 消費者、経済事業者、その他の関係者は、附属書 XIII に規定するそれぞれのアクセス権及び第 65 条第 7 項に従い採択される実施法令に基づき、バッテリーパスポートに無料でアクセスできるものとする(第 65a 条(b))
 - パスポートは、経済事業者が消滅又は EU における活動停止後も引き続き利用可能とする(第 65a 条(e))

バッテリーパスポートの要点について欧州電池規則の附属書から抜粋し、以下のとおり整理した。

<一般に公開されるモデル関連情報(附属書 XIII 第 1 項)>

- A) 附属書 VI パート A の項目(製造者 ID、分類、電池 ID、製造場所、製造日、重量、容量、化学的性質、水銀・カドミウム・鉛以外の有害物質、使用可能な消火剤、重量比 0.1%以上の重要鉱物)
- B) 化学的性質、水銀・カドミウム・鉛以外の有害物質、重要鉱物を含む材料組成
- C) カーボンフットプリント情報
- D) 調達方針報告書に示された責任ある調達に関する情報

- E) リサイクル材使用量に関する情報
- F) リサイクル可能な材料の含有率
- G) 定格容量(Ah)
- H) 最小・公称・最大電圧(該当する場合は温度範囲)
- I) 「オリジナル」の電力容量(W)と限界値(該当する場合は温度範囲)
- J) サイクル数で表した予想寿命と実施した参考試験
- K) 消耗するまでの容量閾値(EV 用電池のみ)
- L) 未使用時に電池が耐えられる温度範囲(参考試験)
- M) 保証適用期間
- N) 初期とサイクル寿命 50%のラウンドトリップ効率
- O) セル及びパックの内部抵抗
- P) 関連するサイクル寿命試験の C レート
- Q) ラベル表示要件
- R) EU 適合宣書
- S) 電池廃棄の防止と管理に関する情報

<利害関係者と欧州委員会のみアクセス可能なモデル関連情報(附属書XⅢ第2項)>

- A) カソード、アノード、電解質の材料を含む詳細な組成
- B) 構成部品のパーツナンバーとスペアパーツの供給者の詳細な連絡先
- C) 以下を含む解体情報
 - セルの位置を示す分解図
 - 分解順序
 - 解除する固定技術の種類と数
 - 分解に必要な工具
 - 部品を損傷するリスクがある場合その警告
 - セルの数とレイアウト
- D) 安全対策

<通知機関、市場監視当局、欧州委員会のみアクセス可能な情報(附属書XⅢ第3項)>

- A) 本規則に規定された要件又は関連する実施法令又は委任法令への準拠を証明するテストレポートの結果

<利害関係者のみアクセス可能な個々の電池に関する情報とデータ(附属書XⅢ第4項)>

- A) 販売時とステータスが変化した時の性能及び耐久性に関するパラメータ値(第10条「性能・耐久性要件」に規定)
 - 定格容量(Ah)とその減少率(%)
 - 電力(W)とその減少率(%)
 - 内部抵抗(Ω)とその増加率(%)

- ラウンドトリップ効率とその減少率(%)
- 設計条件下での予想寿命(サイクル、年数)

B) 劣化状態のパラメータ値(附属書VII「劣化状態と予想寿命を決定するパラメータ」に規定)

- EV 用電池については「認定エネルギー状態」(SOCE, state of certified energy)=使用可能電池エネルギーを性能指標とする車両用蓄電池の劣化状態

C) 「オリジナル」「二次利用」「再製造」「廃棄物」のステータス情報

D) 充放電サイクル数、故障等のネガティブイベント、温度等の動作環境条件及び充電状態の履歴等の使用状況に関する情報とデータ

出所)2023 年 1 月 18 日電池規則欧州理事会最終文書(<https://data.consilium.europa.eu/doc/document/ST-5469-2023-INIT/en/pdf>)に基づき株式会社三菱総合研究所作成

(3) 欧州自動車メーカーにおける再生材の利用動向

ELV 指令評価報告書(2020 年 8 月発行)によると、欧州自動車メーカーの再生材利用の取組状況は表 1-2 のとおりであり、以下の点が指摘されている。

- ELV 指令第 4 条(1)(c)に、加盟国は自動車メーカーに対し、材料・部品メーカーと連携して再生材利用を増やすよう奨励する、と記載されているが、具体的な目標値は規定されていない。
- 再生プラスチックに関しては、新車製造に適した量と質が不足しているとの指摘がある。再生プラスチックの製造コストは 5 割増しで用途が限られる上、様々な種類を手作業で選別する必要があり、実際には解体工程でほとんど取り外されていない。

また、主な欧州自動車メーカー各社における、使用済部品の回収・リサイクルや、再生材利用に関する取組状況を、以降で詳述する。

表 1-2 ELV 指令評価報告書における欧州自動車メーカーの再生材利用状況整理

メーカー、モデル	種類	年	リサイクル材料の割合
フォルクスワーゲン、ゴルフ	再生材料全体	2009	車両重量の 40%(再生プラスチック 15kg)を達成
ダイムラー、一般	再生材料全体	2015	2015 年までに 2010 年比 25%増の目標に対し、39%を達成
ダイムラー、メルセデス S クラス	再生プラスチック	不明	総重量 49.7kg のコンポーネントに使用(アウターの黒いプラスチック部品はすべて)
ダイムラー、メルセデス B クラス	再生プラスチック	不明	旧モデル比 13%増(ホイールアーチライニング、ケーブルダクト、アンダーボディパネル等)
ダイムラー、メルセデス A クラス	再生プラスチック	不明	総重量 58.3kg(118 のコンポーネントと小さな部品)
オペル、アダム	不明	2015	170 のコンポーネント
BMW、7 シリーズ	再生プラスチック	不明	全プラスチック重量の 15~20%
BMW、i3	再生プラスチック	不明	熱可塑性プラスチックの 25%
ボルボ	再生プラスチック	不明	2025 年以降、すべての新車に 25%以上
ルノー、エスパス	再生プラスチック	不明	50kg

出所)Supporting the Evaluation of the Directive 2000/53/EC on end-of-life vehicles
<https://ec.europa.eu/environment/pdf/waste/elv/ELVD%20Evaluation-Final%20report%20Aug2020-rev1.pdf>(2020 年 12 月 10 日閲覧)

1) フォルクスワーゲン¹

- 使用済部品の回収・リサイクルに関する取り組み
 - 定量的な実績の記載なし。
 - エンジン、トランスミッション、電子機器等を再製造し、再利用している。例えば、グループ会社の MAN は、エンジンやその他 55 の部品を回収し、再利用可能な場合は再製造して販売。現在、約 3,900 点の再生部品を提供している。
- 再生材利用に関する取り組み
 - スペアホイールコンパートメントカバー、フロアカバー、ホイールアーチインサート等に再生プラスチックを使用。多くの車両で、総重量の約 3 分の 1 は、再生金属及び再生油性材料が占めている。
 - プレス工程で排出されるアルミニウムスクラップを再生し再利用。製造時のエネルギーを 95%削減し、2017 年来、72 万トンの CO2 を削減した。
 - 様々な種類の混ざったプラスチックをケミカルリサイクルする実証実験を開始。さらに、連邦研究省の支援を受け、BASF 等と共同で、ASR をケミカルリサイクルする実証実験を行っている。
 - タンク製造時のプラスチック廃棄物を、将来的に再生利用する予定。これにより年間 1,600 トンのプラスチックがタンクに再生され、2,500 トンの CO2 と材料費 2.7 億円を削減できる見込み。
 - EV 車「ID.ファミリー」の特別モデルでは、シーリングヘッドライナー、ファブリック、カーペット、シート、ドアトリム、装飾部分に、ペットボトル等の再生材を最大 100%使用する。
- 再生材利用に関する将来目標
 - サーキュラーエコノミー(CE)をグループとして取り組む「次世代モビリティ」戦略の重要なカギと位置付けており、現在、具体的な目標の策定過程にある。
 - CE の KPI を設定する計画で、目標と指標を明確にし、電池、鉄鋼、アルミニウム、プラスチック等の重要な構成部品及び材料の循環ビジネスモデルを実現するとしている。

¹ フォルクスワーゲンホームページ

(<https://www.volkswagenag.com/en/sustainability/environment/recycling.html>、https://www.volkswagenag.com/presence/nachhaltigkeit/documents/sustainability-report/2021/focus-topics/220310_VW_NB21_Circular_Economy_EN.pdf)、2022 年 6 月 1 日閲覧

2) メルセデス・ベンツ²

- 使用済部品の回収・リサイクルに関する取り組み
 - 定量的な実績の記載なし。
 - 1996年にメルセデス・ベンツ中古部品センターを設立。年間5,000台以上の車両を解体し、部品については必要に応じて再製造し、基準を満たすものを再利用している。
 - 車両用蓄電池も同様に再利用し、基準に満たない場合は、メルセデス・ベンツエナジー社で定置用蓄電システムとして取り扱う。

- 再生材利用に関する取り組み
 - 2000年より、車種ごとに再生材を含む構成部品の最小比率を指定し、環境証明書として公開。
 - 再生材の使用をさらに拡大するため、技術者同士やサプライヤーとの情報共有を奨励。契約前や共同設計中に、サプライヤーは新しく開発された再生材を提示し、置き換え可能かを判断。
 - 再生材を使用したモデルを発売。
 - メルセデス・ベンツ EQC(同社初の市販EV、SUV)
 - ペットボトル由来の再生材を100%使用したシートカバーをオプション選択可能
 - 主にプラスチックを使用するホイールアーチライニングやアンダーボディパネルなどの主要構成部品43点、プッシュボタンやナット、ケーブルファスナーなど多数の小さな部品を、再生材に変更
 - 構成部品の36.9kgに再生材を使用

 - メルセデス・ベンツ EQS(2021年4月発売の新型EV、Sクラス)
 - 構成部品の80kg以上に再生材又は再生可能材を使用
 - プレス加工されるスチールに、再生スチールを80%使用
 - 2021年5月より、バイオプラスチックを60%使用した射出成型によるコンパートメント製造を開始し、コンパートメント底の80%は、リサイクルが容易なPP再生材を使用
 - 2021年5月より、フロアカバーに漁網、工場残渣、カーペット等の再生ナイロン糸を使用

- 再生材利用に関する将来目標

² メルセデス・ベンツホームページ(<https://group.mercedes-benz.com/sustainability/resources/circular-economy.html>, <https://sustainabilityreport.mercedes-benz.com/2021/servicepages/downloads/files/entire-mercedes-benz-sr21.pdf>, <https://sustainabilityreport.daimler.com/2020/changing-lanes/decarbonization-and-climate-protection.html>)、以上、2022年5月31日閲覧

- 2030 年までに、再生材の比率を平均 40%にする。

3) BMW³

- 使用済部品の回収・リサイクルに関する取り組み
 - 定量的な実績や、使用済部品の回収・リサイクルに関する具体的な取組内容については記載なし。
- 再生材利用に関する取り組み
 - 欧州全体で構成部品の平均 30%に再生材及び再利用材を使用している。ただし、プラスチックは数%、アルミニウムは 50%など、材料や構成部品により差がある。
 - 2021 年 9 月発表のコンセプトカー「i Vision Circular」は、100%再生材で製造されていて、すべて再利用可能。2040 年を想定している。
- 再生材利用に関する将来目標
 - 2030 年目標として、リサイクルプロセスを新たなレベルに引き上げ、再生材及び再利用材比率を 50%にすることを掲げている。

4) Volvo⁴

- 使用済部品の回収・リサイクルに関する取り組み
 - 37,567 点の部品を再製造(原材料合計 457 トンに相当)し、1,647 点の車両用蓄電池を回収した(いずれも 2021 年度実績)。
 - 現在、エンジン、ギアボックス、ターボコンプレッサ、クラッチ等 36 の構成部品を再製造している。
- 再生材利用に関する取り組み
 - 2021 年 11 月、同社初となる EV 専用モデル「リチャージ」を発表。2030 年までに全車 EV 化、2040 年までに気候中立を目指す同社にとって、「持続可能なモビリティ」への道筋を視覚化したモデルであり、天然素材や再生材等の持続可能材料を多用している。
 - シートクッション、ドアのタッチ面に、セルロース由来のテンセル繊維を使用(プラスチック削減)
 - シートバック、ヘッドレスト、ステアリングホイールの一部に、森林由来のバイオ及び再生成分から作った新素材を使用(革の代替品として CO2 を 74%削減)

³ BMW ホームページ、<https://www.bmwgroup.com/en/report/2021/downloads/BMW-Group-Report-2021-en.pdf>、2023 年 3 月 9 日閲覧

⁴ Volvo ホームページ(<https://www.volvocars.com/intl/v/sustainability/circular-economy>、<https://www.media.volvocars.com/global/en-gb/media/pressreleases/289684/the-concept-recharge-visualises-volvo-cars-path-towards-sustainable-mobility>)、以上、2022 年 5 月 31 日閲覧

- 下部収納エリア、ヘッドレストとフットレストの裏側、フロント・リアバンパー、窓枠に亜麻複合材を使用(プラスチック削減)
- タイヤは、鉱油を一切使用せず、天然ゴム、バイオシリカ、レーヨン、バイオ樹脂等の再生材及び再生可能材を含む 94%の非化石燃料材で製造
- 再生材利用に関する将来目標
 - 2040 年までに、循環型製品による循環型企業になる。廃棄物の削減、再生材利用の拡大、部品の再製造及び再利用に注力する。
 - 2025 年までに、CE を推進し、コストを約 130 億円、CO2 排出量を年間 250 万トン削減する。
 - 再生材及びバイオ材料の比率を大幅に増やす。2025 年に、再生プラスチック及びバイオプラスチック 25%、再生アルミニウム 40%、再生スチール 25%を目標とする。

(4) 欧州における ASR 相当物処理動向

1) 欧州における ASR 相当物処理の概要⁵

ELV 指令において、ASR 相当物の処理に関する規定は見当たらなかった。ELV 指令におけるリサイクルの目標値(2015 年目標値)は、「再使用とリカバリーについては、95%以上、再使用とリサイクル(リカバリーからエネルギーリカバリーを除く)については 85%以上(車両重量ベース)」とされており、ASR 再資源化に関する目標値は定められていない。また、2009 年時点では、再利用とリカバリーの目標達成に向けては、PST(Post-shredder technology)施設等の普及が必要とされていた。

2020 年 8 月の ELV 指令評価報告書では、一般的な ELV の破碎工程として、図 1-2 に示すとおり、無害化、解体作業の後、ELV の破碎が行われ、軽い残渣(shredder light fraction, SLF)と、一部の重い残渣(shredder heavy fraction, SHF)は、PST 施設で再処理されるか、又は処分されるとしている。

⁵ EUR-Lex ELV 指令(<https://eur-lex.europa.eu/legal-content/EN/TXT/?uri=CELEX%3A32000L0053&qid=1653977040825>)、産業構造審議会環境部会廃棄物・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 21 回合同会議 資料 3-4-1 欧州における自動車リサイクルに関わる視察調査の概要(https://www.meti.go.jp/shingikai/sankoshin/sangyo_gijutsu/haikibutsu_recycle/jidosha_wg/pdf/g90324e08j.pdf)、同会議資料 3-4-2 自工会 欧州視察調査結果(https://www.meti.go.jp/shingikai/sankoshin/sangyo_gijutsu/haikibutsu_recycle/jidosha_wg/pdf/g90324e09j.pdf)、産業構造審議会環境部会廃棄物・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 19 回合同会議 資料 7 各国の自動車リサイクル制度(https://www.meti.go.jp/shingikai/sankoshin/sangyo_gijutsu/haikibutsu_recycle/jidosha_wg/pdf/g90219b08j.pdf)、以上、2022 年 6 月 8 日閲覧

- ① 気流分離と集塵機により選別した軽い残渣(SLF)はPST工程へ
- ② 磁気分離で鉄を取り出した後の重い残渣(SHF)を分類
 - a. 10mm以下はPST工程へ
 - b. 10~100mmは渦電流で分離
 - ✓ 金属は密度分離とセンサー分離によってマグネシウム、アルミニウム、銅、真鍮、亜鉛、ステンレスに選別
 - ✓ 非金属(被覆付き銅線含む)はPST工程へ
 - c. 100mm以上は手作業でアルミニウム合金とクロム・ニッケル系ステンレス鋼・銅複合材を選別

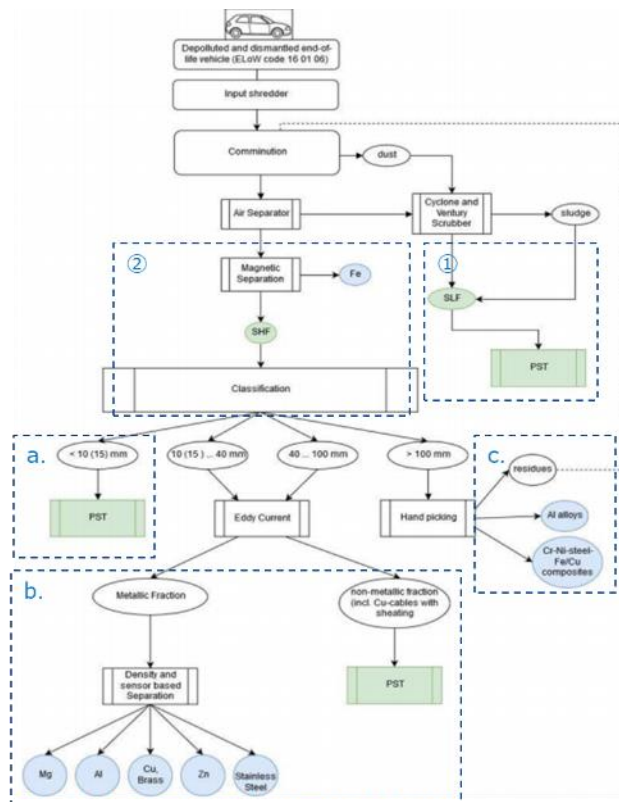


図 1-2 欧州における一般的な ELV の破碎工程

出所) Supporting the Evaluation of the Directive 2000/53/EC on end-of-life vehicles (<https://ec.europa.eu/environment/pdf/waste/elv/ELVD%20Evaluation-Final%20report%20Aug2020-rev1.pdf>)、2023年3月20日閲覧、左側説明文は三菱総合研究所追記

2) ASR 相当物のリサイクルに取り組む企業(PST 施設等)

- VW-Sicon⁶
 - ドイツ連邦研究省の支援を受け、フォルクスワーゲン、Oeko-Institut(環境研究所)、BASF(化学)、SICON(加工技術)、クラウスタール工科大学が共同で、ELV からプラスチックを体系的にリサイクルする SyKuRA(systematic recycling of plastics from ELVs)プロジェクトを実施。
 - ASR 中のミックスプラスチックを最大 800 度で熱分解し、ケミカルリサイクルを行う計画。
 - フォルクスワーゲンは、同プロジェクトが 2050 年気候中立目標に貢献する、としている。
- Galloo Plastics⁷
 - ベルギーとフランス北部で ELV、WEEE 等の金属リサイクルを行う Galloo 社の子会社として、車両解体・破碎後の ASR 中のミックスプラスチックを高度比重分離技術により選別し、PP、PE、ABS 等のペレットやフレークとして販売している。

⁶ フォルクスワーゲンホームページ(<https://www.volkswagenag.com/en/news/stories/2021/09/recycling-in-car-construction-cleanly-recycled-is-as-good-as-new.html>)、2022年6月8日閲覧

⁷ Galloo ホームページ(<https://www.galloo.com/nl>、<https://gallooplastics.eu/en/compounding/>)、2022年6月8日閲覧

- ARN(HKS Scrap Metals)⁸
 - ARN(オランダ自動車リサイクル協会)が設立した PST 施設を、2020 年にオランダの金属リサイクル会社 HKS Scrap Metals に移管。
 - 磁力選別と振動選別により、ASR をプラスチック、金属、繊維、残渣に選別した後、ミックスプラスチックは種類別に、金属は銅、アルミニウム、鉄、ステンレスに分離。

(5) 欧米自動車メーカーにおける自動車リサイクルのカーボンニュートラルに関連する取組動向

欧州及び米国の主要自動車メーカーにおける、自動車リサイクルのカーボンニュートラルに関連する取組状況を以下のとおり整理した。

- フォルクスワーゲン⁹
 - 2050 年にグループ全体でカーボンニュートラルを達成することを目標としている。
 - 2018 年のサプライチェーン、生産、燃料・電気製造、走行、リサイクル等の 5 項目の排出量に対し、EV 推進、再生エネルギーの利用促進、サプライチェーン・生産・使用段階の追加措置の 3 つの施策により、2030 年の削減目標を達成するとしている。
- BMW¹⁰
 - 2030 年までに排出量(スコープ 1+2)を 2019 年比で 80%削減する(サプライチェーン 20%削減、生産 80%削減、使用段階 50%削減)ことを目標としている。カーボンフットプリント削減については、循環経済を推進するとして、再生材利用率の拡大、ELV のリサイクル推進、リサイクル工程に適した車体構造と設計、電池のリサイクル性とリユースの向上に言及している。
- メルセデス・ベンツ¹¹
 - 2039 年までに新車をカーボンニュートラルにするとしている。技術開発、原材料の抽出、生産、耐用年数、リサイクルまでのバリューチェーンのすべての段階で取り組むとしている。
- 米国自動車メーカー(GM、フォード)¹²
 - GM は 2040 年、フォードは 2050 年に、製品とオペレーション(サプライヤーを含む)のカーボンニュートラルを実現するとしている。EV 推進や再生エネルギーの活用が主であり、リサイクル段階の取り組みには言及なし。

⁸ ARN ホームページ(<https://arn.nl/activiteiten/verwerking-in-shredderbedrijven-en-de-pst-fabriek/>、<https://www.hksmetals.eu/nl/pst-fabriek-tiel>)、2022 年 6 月 8 日閲覧

⁹ VW(<https://www.volkswagenag.com/en/sustainability/decarbonization.html>)、2022 年 5 月 18 日閲覧

¹⁰ BMW(<https://www.bmwgroup.com/en/sustainability/our-focus/co2-reduction.html>)、2022 年 5 月 18 日閲覧

¹¹ メルセデス・ベンツ(<https://group.mercedes-benz.com/sustainability/climate/>)、2022 年 5 月 18 日閲覧

¹² GM(https://www.gmsustainability.com/pdf/resources-and-downloads/GM_2021_SR.pdf)、フォード(<https://corporate.ford.com/social-impact/sustainability.html>)、2022 年 5 月 18 日閲覧

- 両社と Stellantis(クライスラーが出資)の共同技術会社の子会社は、ASR から回収したプラスチックをケミカルリサイクルして自動車部品に再利用するプロジェクトを実施している。

1.1.2 国内動向

(1) 自動車メーカーにおける再生材利用動向

国内自動車メーカーにおける、再生材の利用動向や、利用に関する今後の方向性について、情報収集を行った。一般社団法人日本自動車工業会に所属する主な乗用車メーカー8社(表 1-3)のうち、再生材利用に関する定量的な将来目標を示している4社の例を以下に示す。

表 1-3 乗用車メーカーの再生材利用における情報開示状況

事業者名	使用済部品(バンパー等)の回収・リサイクルに関する定量的な実績を示している	再生材利用に関する定量的な将来目標を示している
トヨタ自動車株式会社	○	○
日産自動車株式会社	○	○
本田技研工業株式会社	○	○
株式会社 SUBARU	○	○
マツダ株式会社	○	-
スズキ株式会社	○	-
ダイハツ工業株式会社	○	-
三菱自動車工業株式会社	-	-

出所)各事業者のホームページ、統合報告書等に基づき作成

1) トヨタ自動車株式会社¹³

- 2021年度のバンパーリサイクル量は54.4万本。
- 廃車のシュレッダーダスト(ASR)を素材として再利用すべく、豊田メタル株式会社の破砕選別技術を活用したASR由来の再生樹脂材を新車に採用していく予定。2022年以降販売される新型車への段階的織り込みを開始し、今後は、2030年までに再生樹脂の利用を3倍以上に拡大する目標に向けて、さらなる採用を計画。(図 1-3)

¹³ トヨタ自動車株式会社 Sustainable Data Book(2022年12月22日閲覧)
https://global.toyota/pages/global_toyota/sustainability/report/sdb/sdb22_jp.pdf

トヨタの車両における再生樹脂活用の最大化

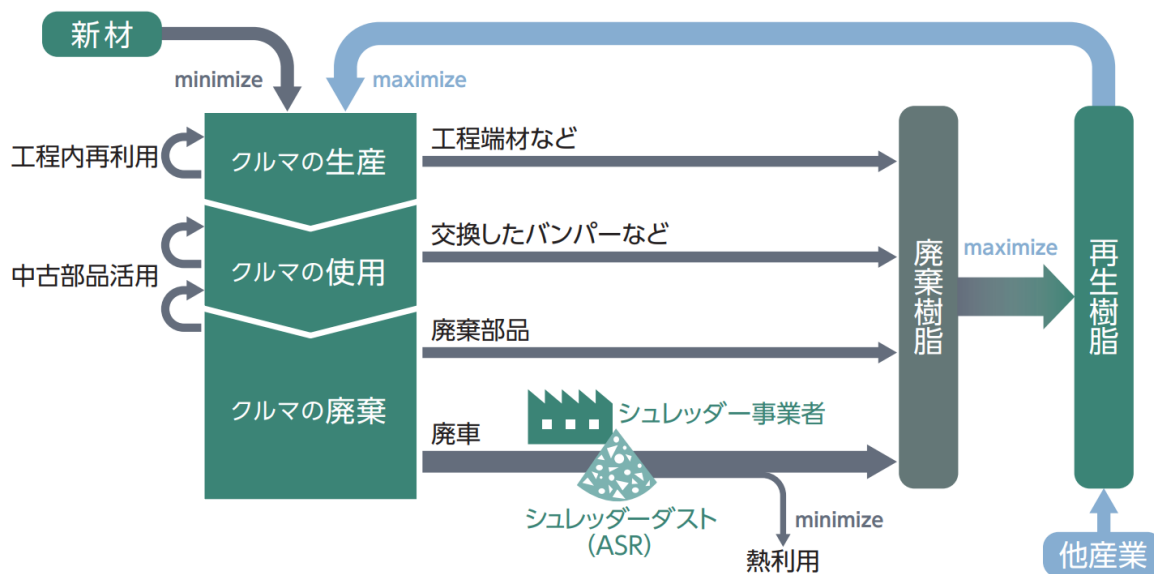


図 1-3 トヨタの車両における再生樹脂活用の最大化

出所)トヨタ自動車株式会社 Sustainable Data Book(2022 年 12 月 22 日閲覧)

https://global.toyota/pages/global_toyota/sustainability/report/sdb/sdb22.jp.pdf

2) 日産自動車株式会社

- 2050 年に「1 台当たり資源使用量のうち、新規採掘資源に頼らない材料を 70%にする」という長期ビジョンを掲げ、車の材料としての使用割合が高く環境影響が大きい鉄、アルミニウム、樹脂の 3 つの材料の水平リサイクルに取り組んでいる。(図 1-4)
- 2022 年度の目標として台当たり再生材利用率 30%を目指しており、グローバル生産車両を対象に以下の取り組みを進めている。¹⁴
 - 国内工場と中国合弁会社で、塗装済バンパースクラップの塗装を除去し、新車用に使用。
 - 販売会社で交換されたバンパーを回収し、アンダーカバー等の部品材料にしており、2021 年度は国内で交換されたバンパーの 63.0%にあたる約 93,000 本を回収。
 - ASR を自動車材料として再生するため、2021 年度は「ASR 回収プラスチックのアップグレードリサイクル技術研究」を実施。(1.1.2(3)参照)

¹⁴ 日産自動車株式会社 SUSTAINABILITY REPORT 2022(2022 年 12 月 22 日閲覧)

[https://www.nissan-](https://www.nissan-global.com/JP/SUSTAINABILITY/LIBRARY/SR/2022/ASSETS/PDF/SR22_J_All.pdf)

[global.com/JP/SUSTAINABILITY/LIBRARY/SR/2022/ASSETS/PDF/SR22_J_All.pdf](https://www.nissan-global.com/JP/SUSTAINABILITY/LIBRARY/SR/2022/ASSETS/PDF/SR22_J_All.pdf)

資源依存に関する長期ビジョン

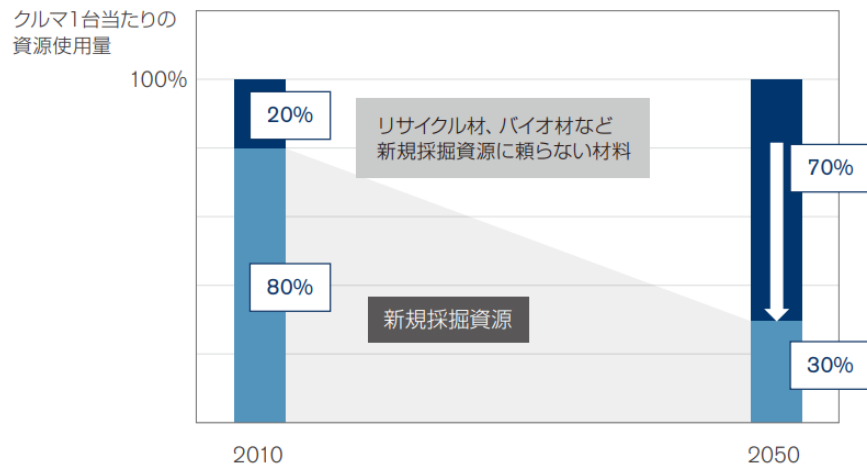


図 1-4 日産自動車における資源依存に関する長期ビジョン

出所)日産自動車株式会社 SUSTAINABILITY REPORT 2022(2022年12月22日閲覧)

https://www.nissan-global.com/JP/SUSTAINABILITY/LIBRARY/SR/2022/ASSETS/PDF/SR22_J_All.pdf

3) 本田技研工業株式会社

- 2050年に環境負荷ゼロを目指す取り組みの一つにリソースサーキュレーションを掲げており、バッテリーのリユースやリサイクルをはじめとするマテリアルリサイクルに関する研究を進め、サステナブル・マテリアル100%での製品開発にチャレンジするとしている。¹⁵(図 1-5)
- 2021年度は、使用済みバンパー約13.8万本を回収・リサイクルし、アンダーカバーなどに使用。

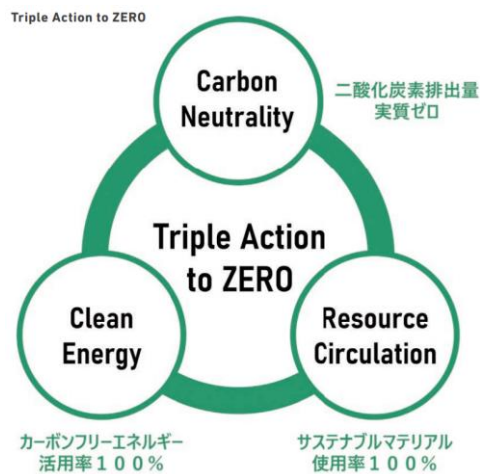


図 1-5 本田技研工業が目指す「Triple Action to ZERO」

出所)本田技研工業株式会社 Sustainability Report 2022(2022年12月22日閲覧)

<https://www.honda.co.jp/sustainability/report/pdf/2022/Honda-SR-2022-jp-all.pdf>

¹⁵ 本田技研工業株式会社 Sustainability Report 2022(2022年12月22日閲覧)

<https://www.honda.co.jp/sustainability/report/pdf/2022/Honda-SR-2022-jp-all.pdf>

4) 株式会社 SUBARU ¹⁶

- 2021 年度に制定した「環境アクションプラン 2030」では、2030 年までに OEM 供給を受ける車種を除く新型車に使用するプラスチックの 25%以上をリサイクル素材由来とすることを目指し研究開発を進める、としている。(表 1-4)
- 再生樹脂活用に向けた技術開発の取り組みとして、Subaru of America, Inc.では、海洋ごみ等を再利用したリサイクル素材を 100%使用したフロアマットの開発と発売を支援した。
- 生産時に発生した鉄、アルミニウム、プラスチック等の端材やスクラップ、回収した使用済み商品等を再利用することでクローズド・ループ・リサイクルに取り組む。国内主要 3 拠点における社内リサイクル量は 2,414 トンで、廃棄物発生量の約 2.6%に相当する。(図 1-7)

表 1-4 SUBARU における「環境アクションプラン 2030」に関連する取り組み(資源循環)

領域	長期目標	環境アクションプラン2030		
		中期目標	当面 (1~3年程度) の取り組み	2021年度の主な実績
			主な取り組み項目	
商品 (自動車)	資源循環およびカーボンニュートラルに貢献	<ul style="list-style-type: none"> ・ 2030年までに、世界で発売する新型車^{※1}について、使用するプラスチックの25%以上をリサイクル素材由来^{※2}とすることを目指す ・ バイオマスプラスチックなどのCO2フリー素材の採用に取り組む ・ より環境影響の少ないプラスチック素材^{※3}の積極的な採用に取り組む 	<ul style="list-style-type: none"> ・ 2030年までの目標に向け、社内で段階的な目標を策定し、初期段階達成の見通しを得る。また、さらなる目標達成に向け対象部品の拡大を継続的に検討していく 	<ul style="list-style-type: none"> ・ 再生プラスチック活用に関して段階的な目標を策定 ・ 対象の各開発車に、順次導入推進中
生産	クリーンな工場で循環型社会の形成に貢献	国内外生産工場 ^{※4} のゼロエミッション(直接、間接を問わず埋め立て処分量ゼロレベル)	国内外生産工場のゼロエミッションの継続(直接、間接を問わず埋め立て処分量ゼロレベル)	<ul style="list-style-type: none"> ・ 国内外生産工場のゼロエミッションの継続(直接、間接を問わず埋め立て処分量ゼロレベル) ・ プラスチック循環活用の検討(単純焼却→サーマルリサイクル、マテリアルリサイクルの拡大)
		国内外生産工場 ^{※4} における水使用の適正管理	国内外生産工場 ^{※4} における水使用の適正管理の継続	国内外生産工場 ^{※4} における水使用の適正管理の継続

※1 他社からOEM供給を受ける車種を除く。

※2 マテリアルリサイクル、ケミカルリサイクルプラスチックなど。

※3 製造段階でのCO2排出や環境汚染のより少ない材料・サプライヤー

※4 親会社(群馬製作所、東京事業所、宇都宮製作所)および子会社(富士機械(株)、桐生工業(株)、(株)イチタン、(株)スバルロジスティクス、輸送機工業(株)、Subaru of Indiana Automotive, Inc.)

図 1-6 SUBARU における「環境アクションプラン 2030」に関連する取り組み(資源循環)

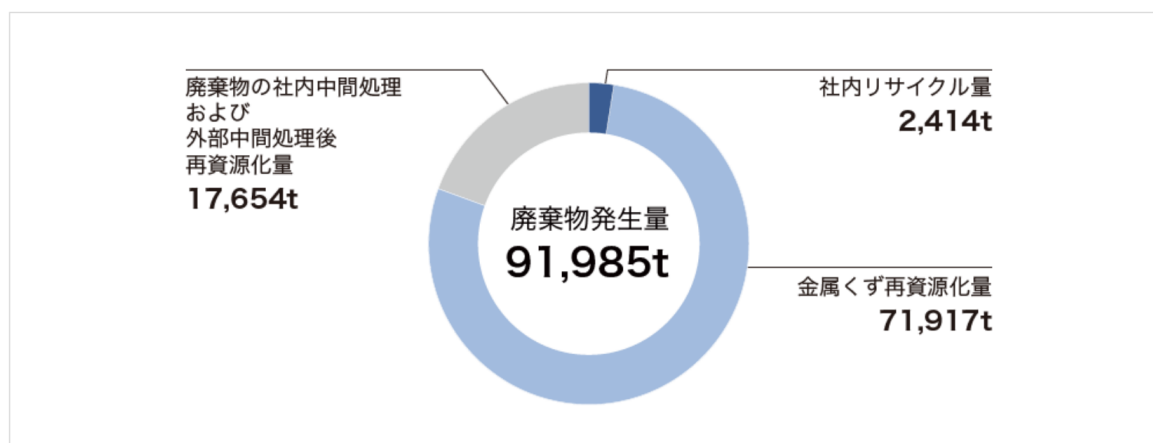
出所)株式会社 SUBARU サステナビリティ Web 2022(2022 年 12 月 22 日閲覧)

https://www.subaru.co.jp/csr/report/pdf/2022/subaru_sustainability_report2022_all.pdf

¹⁶ 株式会社 SUBARU サステナビリティ Web 2022(2022 年 12 月 22 日閲覧)

https://www.subaru.co.jp/csr/report/pdf/2022/subaru_sustainability_report2022_all.pdf

廃棄物発生量と処理の内訳



集計範囲： 群馬製作所、東京事業所、宇都宮製作所

* 外部中間処理後の埋め立ては発生していません。

図 1-7 SUBARU による国内主要拠点の廃棄物発生量と処理の内訳

出所)株式会社 SUBARU サステナビリティ Web 2022(2022 年 12 月 22 日閲覧)

https://www.subaru.co.jp/csr/report/pdf/2022/subaru_sustainability_report2022_all.pdf

(2) 自動車リサイクル高度化財団における実証事業の概況

公益財団法人自動車リサイクル高度化財団で実施されている、技術開発に関連する 2021 年度事業は表 1-5 に示す 1 事業である。

表 1-5 (公財)自動車リサイクル高度化財団における技術開発に関連する実証事業

事業名称	事業期間	事業の概要	主な対象	実用化時期・規模
ASR を発生させない全部再資源化の効率化・拡大実証事業 (株式会社エコーアル)	2020 年度 ~2021 年度 (2 か年)	<ul style="list-style-type: none"> 二軸前処理装置：コスト低減・処理能力拡大に向けた検討、全部再資源化事業者向けに装置の仕様詳細を検討 全部利用プレス：電炉メーカーによる利用向上を目指し品質・コストバランス検証 	プレッシュレッダー	<ul style="list-style-type: none"> 二軸前処理装置：導入コスト、設置場所を考慮の上、2021 年度に小型・中型タイプの仕様を作成 全部利用プレス：2021 年度には銅含有量を明らかにし、全部利用プレス販売増を目指す

出所)2021 年度自動車リサイクルの高度化等に資する調査・研究・実証等に係る助成事業「ASR を発生させない全部再資源化の効率化・拡大実証事業」最終報告書(2023 年 1 月 24 日閲覧)

https://j-far.or.jp/wp-content/uploads/2021report_Eco-r.pdf

本事業では、二軸前処理装置を利用してドアパネルや電動パワーシート等の解体における作業負荷が大きい部品をほぐし、モーターやワイヤーハーネス等の銅製品を回収することにより、解体作業の効率化と品質(銅含有率 0.3%以下)の見える化、全部利用プレスの販売増加を目指す検討が行われた。

【試験内容】

- ニブラ+二軸方式の作業時間計測と銅部品回収重量測定を実施
- ニブラ+二軸方式の作業時間計測結果から、作業コストを試算し、作業フロー改善による効果を検証

- 全部利用プレスの品質評価を実施(部品解体の過程における銅部品の概算確認、電炉利用の向上に向けた、全部利用プレスの溶解後成分の品質評価)
- 作業内容・機器・フロー等改善案検討を実施(ニブラ+二軸方式の作業フロー策定をはじめとする作業内容の改善検討、二軸前処理装置改良、X線装置を用いた自動選別の検討)

【結論】

- 全車格平均作業時間で 2021 年度ニブラ+二軸方式は、2020 年度のニブラ+二軸方式より 13 分 07 秒の作業時間を削減できた。
- 2021 年度ニブラ+二軸方式の台当たり作業コストが最も安価(1,714 円/台)となった。
- 徹底的な部品解体による銅量測定の結果、自動車に含まれる銅部品の 7 割強を占めるというワイヤーハーネスの回収負荷を軽減できるという点で、二軸前処理装置利用の優位性を確認できた。また溶解試験での成分分析結果と徹底的な解体による銅量測定の試算値が整合し、全部利用プレス品質の観点でも「銅含有率の要件を十分満たした品質である」との評価を得た。
- 手選別工程における、二軸前処理装置への投入回数や手選別作業の人数を見直し、作業時間の削減ができた。また装置改良を行った結果、バケット昇降装置を活用した場合の投入タイミングの改善が必要である。さらに、X線装置と AI 学習による自動選別の検証では、ガラスと混在するワイヤーハーネスの識別率を上げることが課題である。

【次年度以降の検討項目】

- ニブラ+二軸方式の作業フローにおける、手選別する作業員の手待ち時間の有効活用と、手選別工程に運び込まれる排出量を一定するための投入タイミングを検討する。
- 全部利用プレスの品質評価の際には、各電炉において受入可能な全部利用プレスサイズに制限する対応が必要である。プレスサイズが大きい場合には、プレス後に切断する必要が出てくることより、個体管理体制を見直すことも求められる。
- 基板等の部材が重複し、ガラス等が混在していると、自動識別の精度が極端に低下したため、ガラス除去のスキームの検討が必要である。

【実証事業のこれまでの実施内容及び段階】

<p>2020 年度 (1 年目)</p>	<p>【実施内容】</p> <ul style="list-style-type: none"> ● ①作業時間計測 ②銅部品回収重量測定 ③作業コスト試算 ④回収品の性状確認 ⑤作業内容・機器・フロー等改善案検討 <p>【成果】</p> <ul style="list-style-type: none"> ● 作業負荷の大きいドア・電動パワーシート、インパネ・ダッシュボードの作業時間で「ニブラ+二軸方式」の優位性を確認(「ニブラ+手解体」比 14.1%縮小、「手解体」比 42.7%縮小) ● 刃幅調整によって細かい処理材を減らし、手選別の作業時間を 26.4%縮小 ● X線装置の投影画像から銅部品形状を判別し選別可能であることを確認 ● 車両投入～プレス出荷まで一気通貫で個体管理ができるシステム仕様を検討
---------------------------	---

2021年度 (2年目)	<p>【実施内容】</p> <ul style="list-style-type: none"> ● ①作業時間計測 ②銅部品回収重量測定 ③作業コスト試算 ④全部利用プレスの品質評価 ⑤作業内容・機器・フロー等改善案検討 <p>【成果】</p> <ul style="list-style-type: none"> ● ①「ニブラ+二軸方式」は前年比13分07秒の削減。 ● ②全部利用プレスの銅含有率が銅含有率0.3%以下。 ● ③2021年度ニブラ+二軸方式の作業コストが最安の1,714円/台となった。 ● ④全部利用プレスについて「銅含有率の要件を十分満たした品質である」と評価された。 ● ⑤手選別工程の作業時間が削減。二軸前処理装置改良では、バケット昇降装置を活用した際の投入タイミング改善が求められた。X線装置による自動選別ではガスと混在するワイヤーハーネスの識別率を上げることが求められた。
-----------------	--

【小規模ロットでの品質及びコスト評価の状況】

- 品質:「溶解試験・成分分析」と「徹底的な部品解体による銅量の測定」の結果、両者ともに全部利用プレスの銅含有率0.3%以下であることを検証し、全部利用者からも品質に問題がないことを確認できた。
- コスト:2021年度のニブラ+二軸方式の作業コストは、2020年度のニブラ+手解体方式に比して、19%の圧縮を図り、最安の1,714円/台となった。

【コンパウンダーにおける品質管理】

(特になし)

【有害物質(臭素系難燃剤等)への対応】

(特になし)

【量産化技術の開発状況】

- 二軸前処理装置への投入タイミングの最適化や手選別工程における手待ち時間の有効活用、また工場内のレイアウト及び動線の検討により、作業の効率化と生産性の向上を図れる可能性があることを確認。

【車両重量との関係】

(特になし)

(3) 日産自動車株式会社におけるリサイクル高度化実施事業の概況

日産自動車株式会社で実施されている、プラスチックリサイクルの技術開発に関連する2021年度事業は表1-6に示す1事業である。

表 1-6 日産自動車株式会社における技術開発に関連する実施事業

事業名称	事業期間	事業の概要	主な対象	実用化時期・規模
ASR 回収プラスチックのアップグレードリサイクル技術研究(福岡大学)	2017 年度 ~2021 年度 (5 年間)	自動車部品へのリサイクル材適用拡大に向けた、ASR 回収プラスチック(PP)の物性改質技術と量産性の確保	ポストシュレッダー	2021 年度には、ASR 回収 PP の物性を保持し量産化する条件検討を実施

出所)日産自動車株式会社リサイクル高度化実施事業「ASR 回収プラスチックのアップグレードリサイクル技術研究」報告書(2023 年 1 月 24 日閲覧)
https://www.nissan-global.com/JP/SUSTAINABILITY/ENVIRONMENT/A_RECYCLE/R_FEE/SAISHIGEN/PDF/2021_report_01.pdf

本事業では、ASR 発生量削減を目的とし、ASR 回収プラスチック(PP)の物性改質技術とその量産性を確保し、自動車部品へのリサイクル材適用を拡大する検討が行われた。

【試験内容】

- ASR 回収 PP の量産性の確保に向け、樹脂溜まり付き押出機を用いる場合の最適な生産条件を見出す。(図 1-8)
 - シリンダー・樹脂溜まり部の温度を一定下にし、スクリー回転数(rpm)・フィード量(kg/h)・樹脂溜まり部有無の 3 点の実験条件を変え、検討する。
 - また、各条件でペレタイズした対象物について、アイゾット評価や TEM(透過電子顕微鏡)観察を実施する。
- 前年度からの検討課題とされる ASR 回収 PP のリサイクルにおいて顔料が与える物性への影響について、顔料種とそのペレタイズ条件ごとに、以下の物性試験を実施する。
 - 各条件でペレタイズした対象物について、引張試験、アイゾット試験、SEM(走査電子顕微鏡)観察を行うとともに、プレス成形フィルムの外観観察をする。

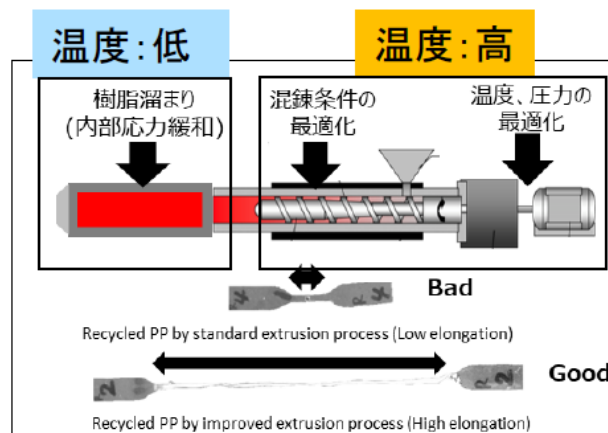


図 1-8 樹脂溜まり付き押出機

出所)日産自動車株式会社リサイクル高度化実施事業「ASR 回収プラスチックのアップグレードリサイクル技術研究」概要(2023 年 1 月 24 日閲覧)
https://www.nissan-global.com/JP/SUSTAINABILITY/ENVIRONMENT/A_RECYCLE/R_FEE/SAISHIGEN/PDF/2021_outline_01.pdf

【結論】

- ASR 回収 PP の量産化に向けた生産条件の設定にあたり、以下の試験を実施したことを通じ、樹脂溜まり付き押出機を用い、かつ高生産向けの条件下では、ASR の物性が向上することが分かった。
 - シリンダー温度 200℃、樹脂溜まり温度をシリンダーより 40～60℃低い 140℃で一定とし、スクリュウ回転速度を 300rpm に高速化、また高生産向けにフィード量を上げた場合、引張性が高まる傾向があった。
 - アイゾット試験でも物性低下は見られず高性能を保った。
- ASR 回収 PP のマテリアルリサイクルにおいて顔料が与える影響を検討した結果、以下のとおり、物性面の課題が挙げられた。
 - 顔料の中でも濃色であるほど、引張試験の破断伸びが大きく低下する傾向であった。アイゾット試験では、いずれの条件もバージン品よりもアイゾット衝撃強さが若干低い傾向であった。
また SEM 観察やプレス成形フィルムの観察によると、破砕品の引張試験で高性能であった白色顔料種では異物がほぼないが、混錬により顔料が凝集化した。一方、濃色顔料種では破砕品段階から凝集が見られた。

【事業化に向けた検討課題】

- 高生産向け条件で、ASR の物性向上を保持した生産が可能となったのは、高選別の ASR を用いたためである。今後は、ASR の不純物の除去レベルの影響度を検討し、リペレタイズの採算性も考慮していく必要がある。
- 顔料種と着色工程の再検討、また、破砕品・混錬段階における顔料の凝集を回避・除去できるような混錬条件の検討が必要である。

【実証事業のこれまでの実施内容及び段階】

2017 年度 (1 年目)	【実施内容】 <ul style="list-style-type: none">● ASR 回収 PP の基本性状の解析● 物性回復に向けた課題の明確化 【成果】 <ul style="list-style-type: none">● ASR 回収 PP の基本性状を把握(せん断履歴が大きい、ゴム成分等の混合品である等)● 実証実験に向けた課題を明確化
2018 年度 (2 年目)	【実施内容】 <ul style="list-style-type: none">● 簡易的な樹脂溜まり付き押出機による ASR 回収 PP のペレタイズ実験 【成果】 <ul style="list-style-type: none">● メッシュを通していない異物が多く残る ASR 回収 PP でも力学特性が改善● 樹脂溜まり付き押出機の試作と運転条件確認

2019年度 (3年目)	【実施内容】 <ul style="list-style-type: none"> ● 樹脂溜まり付き押出機による ASR 回収 PP の物性回復効果の検証、押出プロセス条件の最適化 【成果】 <ul style="list-style-type: none"> ● 再ペレタイズ品は物性が向上し、条件によってはバージン品並みに物性が向上することを確認
2020年度 (4年目)	【実施内容】 <ul style="list-style-type: none"> ● 二軸押出機の混錬条件が物性に及ぼす影響の検証、物性回復メカニズムの解明 ● 顔料がリサイクル特性に与える影響の検討 【成果】 <ul style="list-style-type: none"> ● プロセスの最適化によりバージン品並み又はそれ以上の物性向上が可能であることを確認 ● 不純物である顔料の色調・種類がリサイクル特性に大きく影響することを確認
2021年度 (5年目)	【実施内容】 <ul style="list-style-type: none"> ● 量産化に向けた樹脂溜まり付き押出機を用いた運転条件の最適化 ● 顔料種によるリサイクル物性への影響の検討 【成果】 <ul style="list-style-type: none"> ● 樹脂溜まり付き押出機における高生産向けの運転条件を見出すとともに、ASR の物性向上が確認 ● 顔料種が混在することにより、ASR 回収 PP のリペレタイズにおいて物性面に課題をもたらすことを確認

【小規模ロットでの品質及びコスト評価の状況】

- 品質:樹脂溜まり付き押出機を用い、高生産向けの条件(樹脂溜まり温度・シリンダー温度・スクリー回転数・フィード量)にすることで、ASR の物性向上(延性・アイゾット衝撃強度・ラメラ構造の変異)が確認された。
- コスト:上記の品質を保持した生産は、高選別の ASR を用いたことにより可能となったため、ASR の不純物の除去レベルが物性に与える影響度とともに、ASR のリペレタイズの採算性を検討していく必要がある。

【コンパウンダーにおける品質管理】

(特になし)

【有害物質(臭素系難燃剤等)への対応】

(特になし)

【量産化技術の開発状況】

- 樹脂溜まり付き押出機において、樹脂溜まり温度をシリンダー温度より 60℃低くしスクリーを高速化する、また高生産向けのフィード量にすることにより、ASR の物性向上が可能である最適な量産条件を見出した。

【車両重量との関係】

(特になし)

(4) 自動車向けバイオプラスチックの技術開発・採用動向

(3)までで述べた、Car to Car リサイクルを始めとする再生資源利用以外の観点として、自動車部品をバイオプラスチックへ代替する検討が行われている。そこで、バイオプラスチック素材の技術開発動向や、バイオプラスチック素材の自動車部品への採用動向について、情報収集を行った。

1) バイオプラスチック素材の開発

環境省「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報告書 自動車リサイクル制度の効率化に関する検討等編」で取り上げた、ユニチカ株式会社の「XecoT[®]」について、本年度も追加の情報公開があったため、その概要を示す。

- 自動車等に使用される 6T ナイロン(PA6T)や 66 ナイロン(PA66)に世界的供給不足が続いており、代替可能なナイロン樹脂「ゼコット[®]/XecoT[®] AG310A-64」「ゼコット[®]/XecoT[®] AG310A-67」「ナノコン/Nanocon[®] M2090」各シリーズを開発、販売を開始。物性等は(表 1-7)のとおり。¹⁷
 - ゼコット[®]/XecoT[®] AG310A-64: 摺動部品、自動車機構部品、電装部品
 - ゼコット[®]/XecoT[®] AG310A-67: 自動車、電気電子、工業、一般
- ポリアミド合成技術とバイオマス素材の利用技術の組み合わせで開発された耐熱素材で、低摩耗性や高温高荷重下の低クリープ特性などを有し(図 1-9)、耐熱性、結晶性、低吸水性、耐薬品性、耐摩耗性、電気特性、高品質のいずれをとっても世界最高レベルの性能を持ち、石油由来であるナイロン6(PA6)やナイロン66(PA66)に比べ、CO₂ 排出量もはるかに小さい(図 1-10)。¹⁸ インペラ部品、EV 駆動用モーターベアリング部品での採用・検討が進んでいる。56wt%がバイオマス由来である。

¹⁷ ユニチカ株式会社ニュースリリース 高分子事業 2021/3/17

「6T ナイロンや 66 ナイロンの世界的な供給不足に対応した代替素材となるナイロン樹脂シリーズの開発及び販売について」
http://www.unitika.co.jp/news/high-polymer/6t_66.html?page=1(2021 年 4 月 15 日閲覧)

¹⁸ ユニチカ株式会社ニュースリリース 高分子事業 2022/8/19

「バイオマスで環境に貢献する樹脂の展開について～「XecoT[®]」「テラマック[®]」「カラクル[®]～」
<https://www.unitika.co.jp/news/high-polymer/xecot.html>(2022 年 12 月 22 日閲覧)

表 1-7 PA6T、PA66 との物性比較表

<表. PA6T・PA66 との物性比較表>

	(1) ガラス繊維強化 PA6T 代替		(2) ガラス繊維強化 PA66 代替		(3) 非強化 PA66 代替	
	XecoT AG310A45DM-64	ガラス繊維強化 PA6T	XecoT AG310A33MS-67	ガラス繊維強化 PA66	NANOCON M2090S	非強化 PA66
引張強度(MPa)	249	245	190	184	81	78
曲げ弾性率(MPa)	14900	13800	10000	9700	3100	2700
耐熱性(DTUL)(°C)	277	260	225	247	67	70
密度(g/cm ³)	1.54	1.58	1.40	1.40	1.14	1.14
比摩耗量(mm ³ /(kN・km))	32	240	—	—	—	—
平衡吸水率(%)	0.9	1.2	1.5	1.6	2.8	2.3

出所)ユニチカ株式会社ニュースリリース 高分子事業 2021/3/17

「6T ナイロンや 66 ナイロンの世界的な供給不足に対応した代替素材となるナイロン樹脂シリーズの開発及び販売について」
http://www.unitika.co.jp/news/high-polymer/6t_66.html?page=1 (2021年4月15日閲覧)

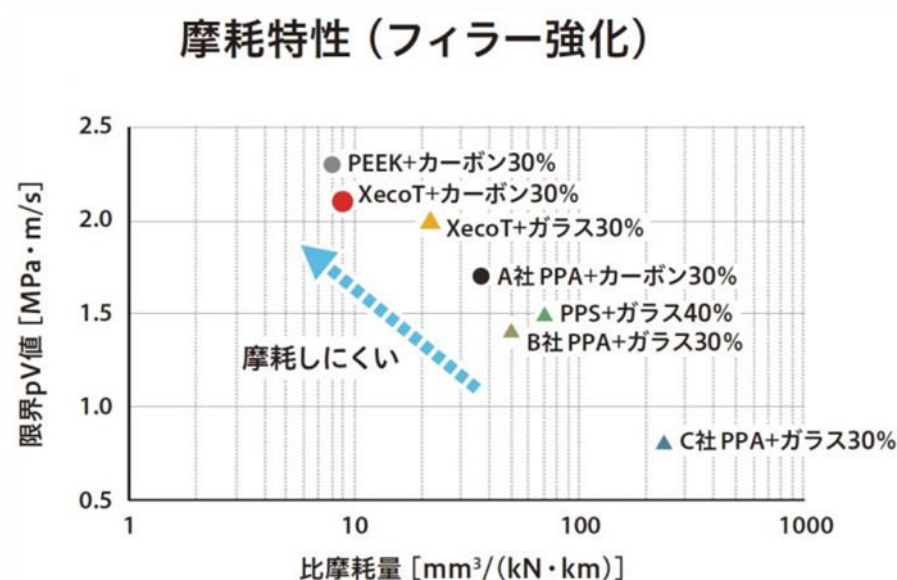
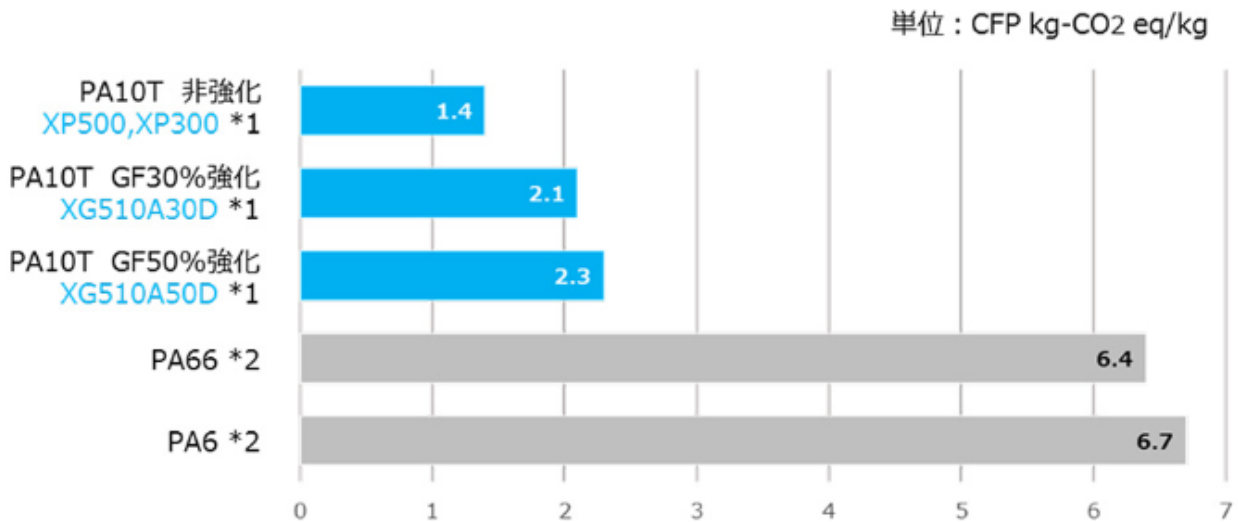


図 1-9 各種フィラー強化樹脂の摩耗特性比較

出所)Plabase 2020.10.4 ニュースユニチカ <https://plabase.com/news/5536> (2023年3月20日閲覧)



情報源：*1. 社内部計算（ソフトウェア：MiLCA、データベース：IDEA ver2.3）

*2. 社外部計算（Plastics Europe）

CFP=製品のカーボンフットプリント、資源の抽出から製品の製造までの CO₂ 排出量を計算

図 1-10 樹脂 1kg 当たりの CO₂ 排出量

出所)ユニチカ株式会社ニュースリリース 高分子事業 2022/8/19

「バイオマスで環境に貢献する樹脂の展開について～「XecoT®」「テラマック®」「カラクル®」～」

<https://www.unitika.co.jp/news/high-polymer/xecot.html>(2022年12月22日閲覧)

2) バイオプラスチックの自動車部品への適用検討

バイオプラスチックの自動車部品への適用検討例について、環境省「脱炭素社会を支えるプラスチック等資源循環システム構築実証事業(パルプ、バイオプラスチックを用いた部品適用検討)」(トヨタ車体株式会社)における検討状況を確認した。事業概要は以下のとおり。

- 石油由来の自動車部品材料を、非石油由来でリサイクル可能な材料へ置換することを目的とする、3か年のプロジェクト。
- バイオプラスチックの自動車部品適用の課題である耐熱性について、植物フィラーとの組み合わせによる克服を目指す。
- 令和元年度(1年目)は、パルプ強化バイオプラスチック材料の性能評価、製品化目標部品の選定、バイオプラスチック材料の工程内リサイクル性の検証、材料調達・生産・部品製造までのライフサイクルアセスメント(LCA)評価を実施。
- 令和2年度(2年目)は、自動車部品としての性能評価、工程内リサイクル性の評価、自動車使用時までのLCA評価を実施。
- 令和3年度(3年目)は、VOC(揮発性有機化合物)や衝撃性の課題についての対策、パルプ材料を使用した部品の市場での使用環境を加味したリサイクル性の評価、パルプ、バイオプラスチック部品の自動車廃却後まで加味したLCA評価を実施。

a. パルプ強化バイオプラスチック材料の性能評価と製品化目標部品の選定(1年目)

植物フィラーとの相性の良い 3 種類のバイオプラスチック材料を検討対象とし、植物フィラーとして古紙パルプを配合し、性能評価を実施した。(表 1-8)

PLA は、パルプ配合による耐熱性の改善は見られなかったが、結晶核剤やアニール処理により、A 群(一般部品)、B 群(耐熱部品)、C 群(高剛性部品)としての適用の可能性があることが分かった。

バイオ PE は、パルプ配合により耐熱性、曲げ弾性率ともに向上し、A 群、B 群、C 群としての適用の可能性があることが分かった。

PA11 は、パルプ配合により耐熱性が大幅に向上し、D 群(高耐熱部品)としての適用の可能性があることが分かった。

リサイクル性や取り外しの容易さを考慮し、A 群、B 群より、フロアボード、ドアトリム、ピラー、スカッフプレート、フードサイレンサーを、製品化目標部品に選定した。(図 1-11)

表 1-8 検討対象としたバイオプラスチック材料

種類	由来・製法
PLA (Polylactic acid、ポリ乳酸)	トウモロコシより抽出した澱粉を発酵して得られる乳酸を重合したもの
バイオ PE (Biopolyethylene、バイオポリエチレン)	サトウキビより搾取した糖を発酵して得られるエタノールを脱水反応させることで得られるエチレンを重合したもの
PA11 (Polyamide11、ナイロン 11)	ひまし油をエステル交換、加熱分解、加水分解、求核置換反応して得られる 11-アミノウンデカン酸を重合したもの

出所)環境省「令和元年度脱炭素社会を支えるプラスチック等資源循環システム構築実証事業(パルプ、バイオプラスチックを用いた部品適用検討)」(2020年3月)

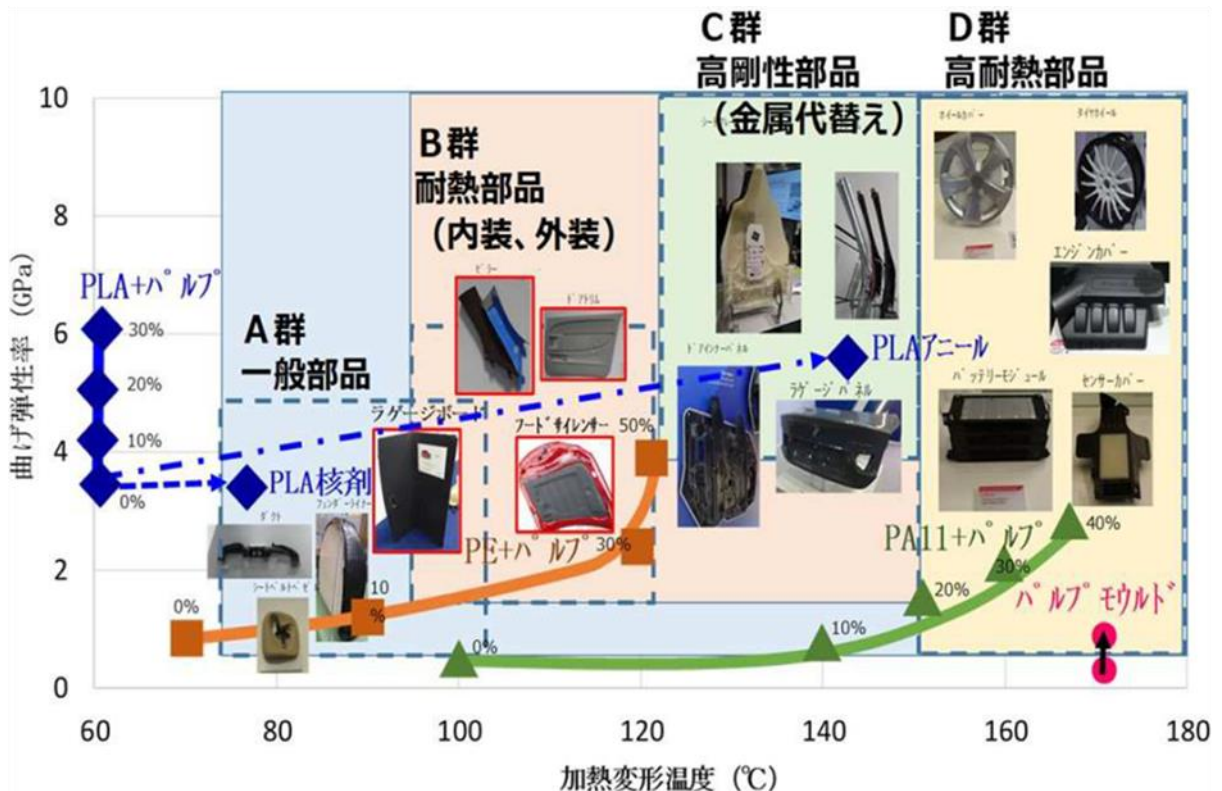


図 1-11 パルプ強化バイオプラスチック材料の性能評価

出所)環境省「令和元年度脱炭素社会を支えるプラスチック等資源循環システム構築実証事業(パルプ、バイオプラスチックを用いた部品適用検討)」(2020年3月)

b. 自動車部品としての性能評価

ア) バイオ PE 材料を活用した製品評価(2 年目)

- 1 年目のパルプ強化バイオプラスチック材料の性能評価より、バイオ PE が自動車部品への適用の可能性が最も高いと考えられることから、バイオ PE について、部品適用の検討を行った。
- バイオ PE に古紙パルプを 30% 配合した材料の特性(耐熱性、曲げ弾性率)に合う部品として、バッテリーキャリアを選定し、既存の金型を用いて射出成形により試験体を成形し、一連の製品評価を行った。その結果、試験体と同等の板厚、リブ等の補強構造を確保できれば性能に問題ないことが分かったが、設計上、十分な厚さや補強構造が確保できない場合や車両衝突時の破壊の可能性については、今後の確認が必要である。
- 植物フィラーについては、古紙パルプだけでなく、アバカパルプ、竹パルプ、クラフトパルプも含め検討を実施した。その結果、長く細い繊維が多いアバカパルプを 30% 配合した材料は、ガラス繊維強化ポリプロピレン(PP-GF)規格値に相当する耐熱性を示した。また、熱による分解成分の少ないクラフトパルプを 30% 配合した材料は、VOC(アセトアルデヒド)の発生量が少ないことが分かった。VOC 対策としては、熔融温度低減、パルプ種変更、アセトアルデヒドと化学反応するキャッチャー剤の添加により、発生量の低減目標を達成できた。

イ) パルプ・バイオ PE 複合ボードの性能評価(2 年目)

- 1 年目の製品化目標部品の選定結果を踏まえ、ハニカム状に成型したパルプモールドボードとパルプ強化バイオ PE シートをブロー成形により組み合わせることでフロアボードを試作し、性能評価を行った。(図 1-12)
- 荷重変形試験、耐熱荷重負荷試験、湿冷熱繰り返し試験ではいずれも合格したが、衝撃性試験では最小破壊強度以下で割れが発生し、材料配合や設計等の改善が課題として残った。

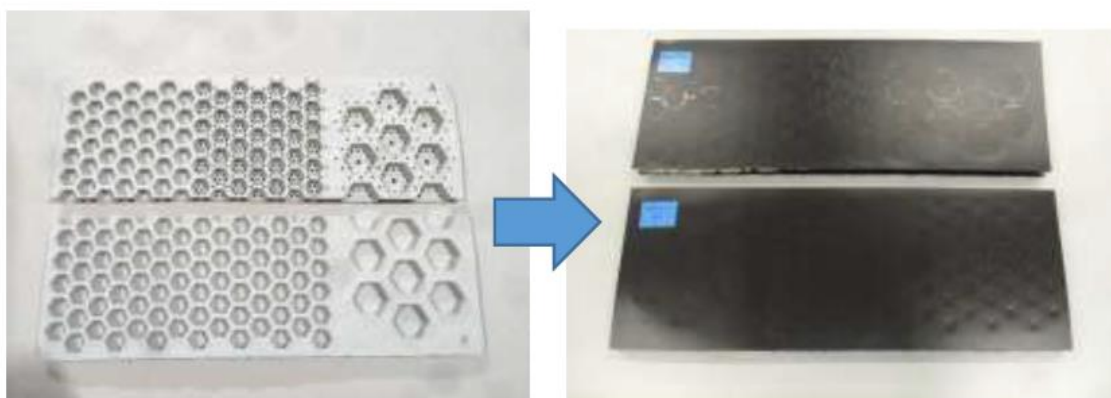


図 1-12 ハニカム状に成型したパルプモールドボード(左)とブロー成形によるパルプ・バイオ PE 複合ボード(右)

出所)環境省「令和 2 年度脱炭素社会を支えるプラスチック等資源循環システム構築実証事業(パルプ、バイオプラスチックを用いた部品適用検討)」(2021 年 3 月)

ウ) VOC や衝撃性の課題についての対策(3 年目)

- パルプモールドは吸音性、一定の遮音性を持つことから、NV(Noise Vibration)材料として期待ができることが分かった。パルプモールドの汎用的な部品への採用を拡大するためには、吸音性の機能だけでなく他の機能も組み合わせ、多機能で軽量化に寄与する環境材料としての提案が重要になると考えられる。
- VOC 対策に関しては、2 年目の検討によりアセトアルデヒドとホルムアルデヒド両方に対応できるキャッチャー剤の使用が有効であることが確認できたため、3 年目は段ボール、新聞古紙での効果確認とキャッチャー剤の添加量、配合方法の最適化検討を行った。
- VOC 試験の結果、古紙解繊時にキャッチャー剤を配合した場合の VOC 低減効果は十分なものではなく目標を満足できなかった。また、定着材を使用してパルプモールドへのキャッチャー剤の定着を試みたが有意な効果が見られなかった。さらにキャッチャー剤の量を増やして検討を行った結果 VOC 対策を行うためには多量のキャッチャー剤添加が必要なが分かった。しかし商業的な採用への課題となるため、より低コストとなる方法を検討する必要があることが分かった。
- バイオポリエチレン材料によるバッテリーキャリアについてはバイオポリエチレンの耐熱性、剛性、VOC、冷熱繰り返し性、振動耐久性、落錘衝撃性及び耐液性の評価、スレッド試験を実施し合格を確認した。
- 内装部品の成形性を確認し、流動性を調整することで成形可能であることを確認できた。

c. 工程内リサイクル性と市場回収リサイクル性の検証

ア) バイオプラスチック材料の工程内リサイクル性の検証(1 年目)

- バイオプラスチック部品のリサイクルにおける材料劣化の主な原因は、押出コンパウンド工程による負荷、射出成形工程による負荷、市場環境負荷の 3 つである。市場回収リサイクルを行う場合はこの 3 つの負荷が繰り返され、工程内リサイクルを行う場合は、射出成形による熱負荷が繰り返されることになる。(図 1-13)

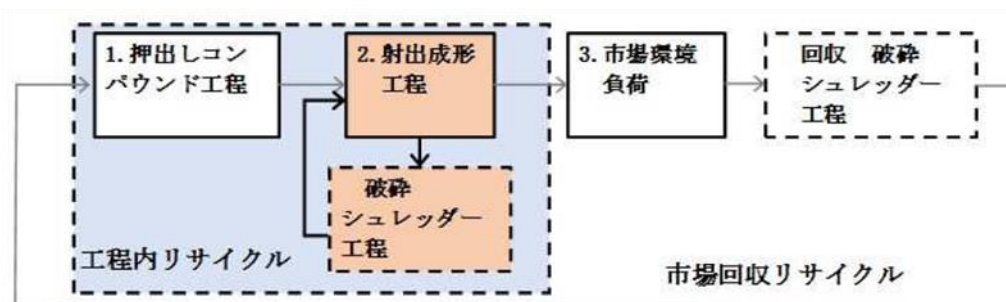


図 1-13 バイオプラスチック部品のライフサイクル(工程内リサイクル)

出所)環境省「令和元年度脱炭素社会を支えるプラスチック等資源循環システム構築実証事業(パルプ、バイオプラスチックを用いた部品適用検討)」(2020 年 3 月)

- バイオプラスチック材料の工程内リサイクル性を検証するため、PLA、バイオ PE、PA11(いずれもパルプ未配合)について、射出成形後にすべてを破碎処理し再度射出成形したものをリサイクル1回として、評価を行った。外観評価では、PLAとPA11はリサイクル回数の増加により若干の黄ばみが発生したが、バイオPEは劣化の兆候は見られなかった。ISOに基づく試験では、いずれもリサイクル回数の増加による大きな物性低下は見られなかった。
- 射出成型機のスクリー内での樹脂の滞留時間2分がリサイクル1回の熱負荷と同等であるため、成形温度と滞留時間の組み合わせから、リサイクル可能回数の予測を行った。その結果、240℃で2回までは、バイオプラスチック材料のリサイクルが可能であると考えられる。(図1-14)

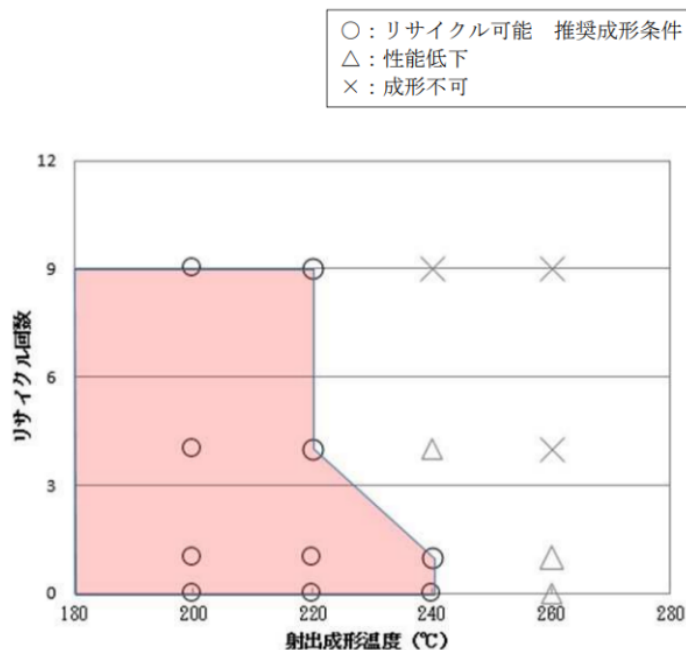


図 1-14 バイオプラスチック材料のリサイクル可能回数

出所)環境省「令和元年度脱炭素社会を支えるプラスチック等資源循環システム構築実証事業(パルプ、バイオプラスチックを用いた部品適用検討)」(2020年3月)

イ) バイオPEの工程内リサイクル性の検証(2年目)

- パルプ強化バイオプラスチック材料の工程内リサイクル性を検証するため、バイオPEにパルプを10%配合した材料と、30%配合した材料の2つについて評価した。
- 工程内リサイクルを5回行った結果、いずれも溶融時の流動性の増加と強度物性の低下が確認された。リサイクル回数の増加に伴い繊維が短くなったことが要因と考えられるが、一般的にガラス繊維入り樹脂はリサイクル回数3回で繊維長が半減し、引張強度が40%程低下するのに対し、バイオPEにパルプを30%配合した材料の物性低下は20%にとどまっており、物性低下は見られるものの、ガラス繊維入り樹脂のリサイクル時と比べ、大きな変化はなかった。

ウ) パルプ・バイオ PE 複合ボードの工程内リサイクルの検証(2 年目)

- パルプ・バイオ PE 複合ボードについて、製造時の廃材をリペレットし物性を測定した結果、バージン材とほぼ同等の機械特性を確保できることを確認した。今後は経年使用後のリサイクル性についての検証が必要である。

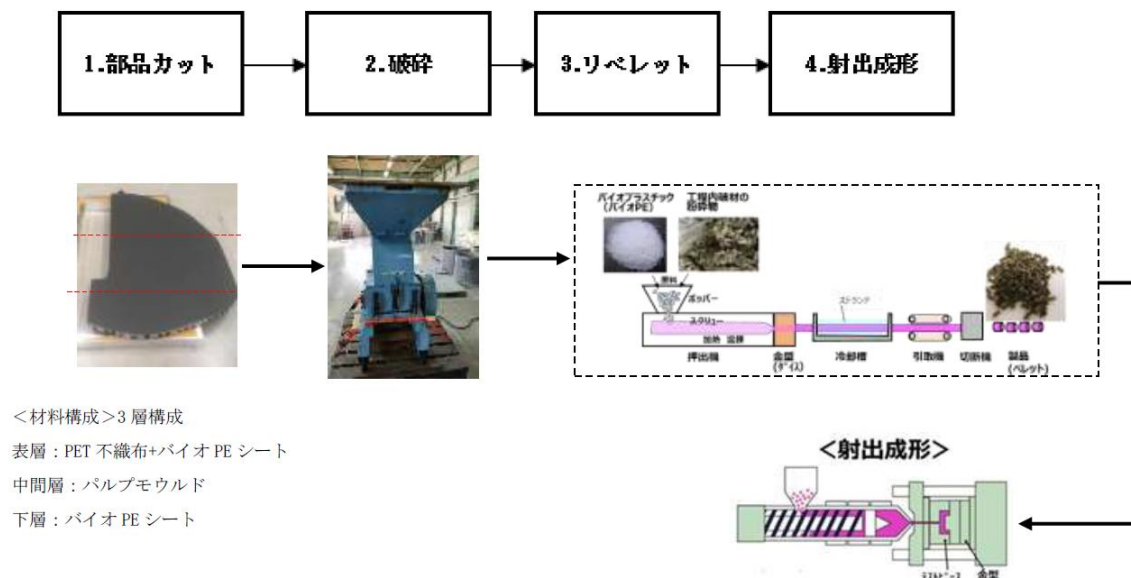


図 1-15 パルプ・バイオ PE 複合ボードの工程内リサイクルフロー

出所)環境省「令和元年度脱炭素社会を支えるプラスチック等資源循環システム構築実証事業(パルプ、バイオプラスチックを用いた部品適用検討)」(2020 年 3 月)

エ) パルプ材料を使用した部品の市場での使用環境を加味したリサイクル性の検証(3 年目)

- 3 年目は 2 年目のパルプ材料を使用した部品の工程内リサイクル性について、パルプが凝集しないように工夫を行った検討を踏まえて、市場環境負荷を考慮した市場回収リサイクル性検証を行った(図 1-16)。
- 熱老化試験、湿老化試験を実施し、合格したことを確認した。熱老化及び湿老化によって VOC が悪化することはないことを確認した。バイオ PE-パルプ 30 はキャッチャー剤を添加することで自動車内装材の VOC の規格値を達成している(図 1-17、図 1-18)。
- よって、リサイクルが可能であることが分かった。

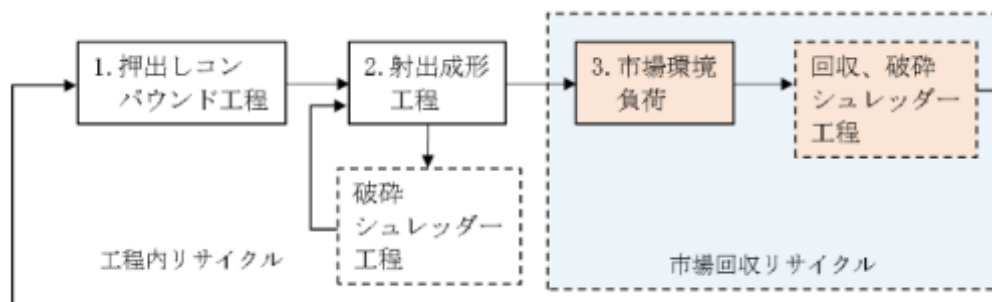


図 1-16 バイオプラスチック部品のライフサイクル(市場回収リサイクル)

出所)環境省「令和 3 年度脱炭素社会を支えるプラスチック等資源循環システム構築実証事業(パルプ、バイオプラスチックを用いた部品適用検討)」(2022 年 3 月)

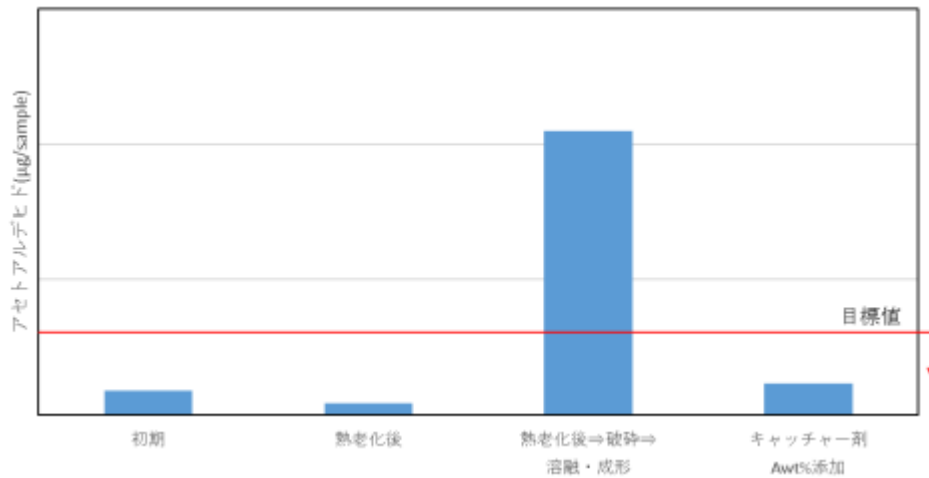


図 1-17 バイオ PE-パルプ 30 熟老化後の VOC 結果

出所)環境省「令和 3 年度脱炭素社会を支えるプラスチック等資源循環システム構築実証事業(パルプ、バイオプラスチックを用いた部品適用検討)」(2022 年 3 月)

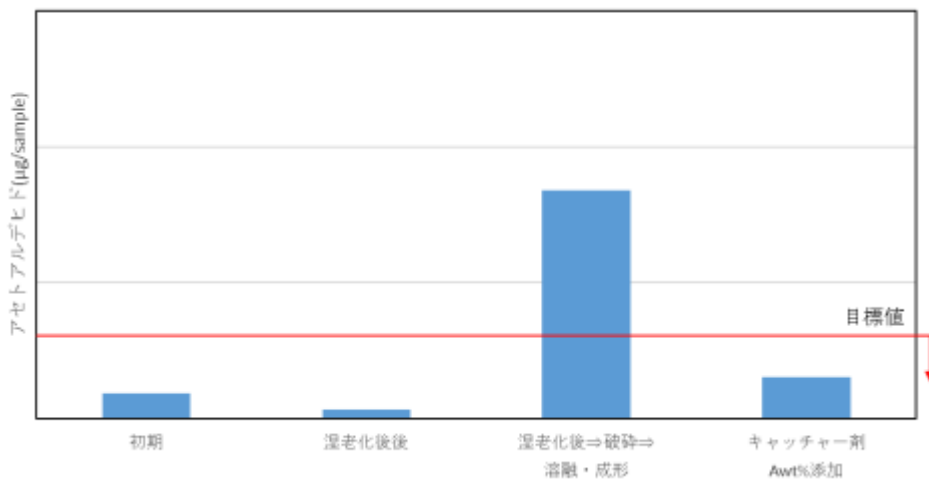


図 1-18 バイオ PE-パルプ 30 湿老化後の VOC 結果

出所)環境省「令和 3 年度脱炭素社会を支えるプラスチック等資源循環システム構築実証事業(パルプ、バイオプラスチックを用いた部品適用検討)」(2022 年 3 月)

d. ライフサイクルアセスメント(LCA)評価

ア) 材料調達・生産・部品製造までの LCA 評価(1 年目)

- PLA、バイオ PE、PA11(いずれもパルプ未配合)について、既存の PP 樹脂をベースラインとして部品製造までの LCA 評価を行った結果、モノマー生産時の CO₂ 排出原単位が大きい PA11 以外で、CO₂ 排出削減効果があると推計された。(表 1-9)

表 1-9 CO2 排出削減効果

	①評価対象製品	②ベースライン	③CO2削減量 (②-①)
パルプモールド自動車部品製造時までのCO2排出削減効果の推計	紙パルプ繊維による自動車吸音材 (1kg)	ポリエステル繊維による自動車吸音材 (1kg)	10.13781
	1.16657	11.30438	
バイオプラスチック自動車部品製造時までのCO2排出削減効果の推計	バイオプラ (PLA) による自動車樹脂部品 (1kg)	PP樹脂による自動車樹脂部品 (1kg)	0.76793
	3.08068	3.84861	
	バイオプラ (PE) による自動車樹脂部品 (1kg)	PP樹脂による自動車樹脂部品 (1kg)	2.08251
	1.76610	3.84861	
	バイオプラ (PE) による自動車樹脂部品 (1kg) ※クレジット加味	PP樹脂による自動車樹脂部品 (1kg)	4.42270
	-0.57409	3.84861	
	バイオプラ (PA11) による自動車樹脂部品 (1kg)	PP樹脂による自動車樹脂部品 (1kg)	-2.84157
	6.69018	3.84861	

※PEのクレジットを加味した値は参考値

出所)環境省「令和元年度脱炭素社会を支えるプラスチック等資源循環システム構築実証事業(パルプ、バイオプラスチックを用いた部品適用検討)」(2020年3月)

イ) 材料調達・生産・部品製造・使用までの LCA 評価(2年目)

- 以下の3種類のバイオプラスチック部品について、自動車使用時までの LCA 評価を行った。なお、部品製造時の工程内リサイクルも検討に含めた。流通における CO2 排出量はベースラインとする既存の PP-GF 系材料と数値に違いがないため、対象範囲から除外した。
 - クラフトパルプ配合のバイオ PE によるバッテリーキャリア(表 1-10)
 - 古紙パルプ配合のバイオ PE によるバッテリーキャリア(表 1-11)
 - 古紙パルプ配合のバイオ PE と古紙パルプの複合体によるフロアボード(表 1-12)
- すべての評価対象製品において、部品製造時までの合計で CO2 排出削減効果が認められた。また、すべての評価対象製品でベースラインの部品に対し軽量化が想定できることから、使用時を考慮しても CO2 排出削減が見込まれる。ただし、パワートレインの種類やタイヤ、空気抵抗等により前提条件が大きく変わるため、使用時の評価結果については参考値と捉えるべきと考える。

表 1-10 クラフトパルプ配合のバイオ PE によるバッテリーキャリアの CO2 排出量

① 評価対象製品		仮に0.87%を非エネルギー起源とカウント		
		②-1 クラフトパルプ配合のバイオPEによるバッテリーキャリア		
		エネルギー起源	非エネルギー起源	合計
実証事業 終了時点 (kg-CO2/ 年)	材料調達・生産	1.90	0.0131	1.91
	部品生産	0.891	—	0.891
	使用	3.69	—	3.69
	合計	6.48	0.0131	6.49
② ベースライン		②-1 PP- (GF+WD) によるバッテリーキャリア		
		エネルギー起源	非エネルギー起源	合計
実証事業 終了時点 (kg-CO2/ 年)	材料調達・生産	1.90	0.0098	1.91
	部品生産	0.980	—	0.980
	使用	3.90	—	3.90
	合計	6.78	0.0098	6.79
③ 削減量 (②-①)		エネルギー起源	非エネルギー起源	合計
実証事業 終了時点 (kg-CO2/ 年)	原材料調達・生産	0.00	-0.0033	0.00
	部品生産	0.089	—	0.089
	使用	0.21	—	0.21
	合計	0.30	-0.0033	0.30

出所)環境省「令和 2 年度脱炭素社会を支えるプラスチック等資源循環システム構築実証事業(パルプ、バイオプラスチックを用いた部品適用検討)」(2021 年 3 月)

表 1-11 古紙パルプ配合のバイオ PE によるバッテリーキャリアの CO2 排出量

①評価対象製品		仮に0.87%を非エネルギー起源とカウント		
		②-2 新聞又は段ボール古紙配合のバイオPEによるバッテリーキャリア		
		エネルギー起源	非エネルギー起源	合計
実証事業 終了時点 (kg-CO2/ 年)	材料調達・生産	1.78	0.01226	1.79
	部品生産	0.841	—	0.841
	使用	3.48	—	3.48
	合計	6.10	0.01226	6.11
②ベースライン		②-2 PP-(GF+WD) によるバッテリーキャリア		
		エネルギー起源	非エネルギー起源	合計
実証事業 終了時点 (kg-CO2/ 年)	材料調達・生産	1.91	0.00589	1.92
	部品生産	1.246	0.00233	1.248
	使用	3.90	—	3.90
	合計	7.06	0.00822	7.07
③削減量 (②-①)		エネルギー起源	非エネルギー起源	合計
実証事業 終了時点 (kg-CO2/ 年)	原材料調達・生産	0.13	-0.00637	0.13
	部品生産	0.405	0.0023	0.407
	使用	0.42	—	0.42
	合計	0.96	-0.0040	0.96

出所)環境省「令和 2 年度脱炭素社会を支えるプラスチック等資源循環システム構築実証事業(パルプ、バイオプラスチックを用いた部品適用検討)」(2021 年 3 月)

表 1-12 古紙パルプ配合のバイオ PE と古紙パルプの複合体によるフロアボードの CO2 排出量

① 評価対象製品		仮に0.87%を非エネルギー起源とカウント		
		③バイオPE+新聞又は段ボール古紙配合によるフロアボード		
		エネルギー起源	非エネルギー起源	合計
実証事業 終了時点 (kg-CO2/ 年)	材料調達・生産	4.62	0.032	4.65
	部品生産	5.45	—	5.45
	使用	15.2	—	15.2
	廃棄・リサイクル	0.00000		0.00000
	合計	25.3	0.032	25.3
②ベースライン+QQ36:Y67		③PP-GF樹脂によるフロアボード		
		エネルギー起源	非エネルギー起源	合計
実証事業 終了時点 (kg-CO2/ 年)	原材料調達・生産	9.72	0.0511	9.75
	部品生産	1.714	0.01505	1.729
		7.72	0.0151	7.73
	使用	18.6	—	18.6
	合計	36.1	—	36.1
③削減量 (②-①)		エネルギー起源	非エネルギー起源	合計
実証事業 終了時点 (kg-CO2/ 年)	原材料調達・生産	5.10	0.019	5.10
	部品生産	2.27	0.0151	2.28
	使用	3.4	—	3.4
	合計	10.8	0.034	10.8

出所)環境省「令和 2 年度脱炭素社会を支えるプラスチック等資源循環システム構築実証事業(パルプ、バイオプラスチックを用いた部品適用検討)」(2021 年 3 月)

ウ) 廃却後まで加味した LCA 評価(3 年目)

- 今回検討した以下のすべてについて、部品廃却時まで想定した CO2 排出量の削減効果が認められた。
 - クラフトパルプによる自動車吸音材
 - 新聞又は段ボール古紙による自動車吸音材
 - クラフトパルプ配合のバイオ PE によるバッテリーキャリア
 - 新聞又は段ボール古紙配合のバイオ PE によるバッテリーキャリア
 - 新聞又は段ボール古紙配合のバイオ PE と新聞又は段ボール古紙の複合体によるフロアボード
 - パルプ・綿複合サイレンサー
- また、上記のすべてで、ベースラインの部品に対し軽量化できることが想定でき、使用(走行)を考慮しても CO2 排出削減が見込まれる。ただし、この結果はパワートレインの種類やタイヤ、空気抵抗等で大きく左右される。

1.2 使用済車載用リチウムイオン電池(LiB)の排出フロー等の調査

「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」(令和3年7月)における「今後電動車の増加により処理すべき電池の数も多くなること、(中略)、自動車リサイクル制度上、蓄電池をどう取り扱うべきかを検討していくことが求められる。」という提言を受け、自動車リサイクルにおける使用済車載用リチウムイオン電池(以下、「LiB」と言う。)の実態を把握する必要がある。

資源循環の観点からは、まだ使用可能な使用済 LiB は可能な限り国内でリユースされること、またリサイクルされる場合は十分に有用金属を回収されることが望ましく、実態を把握するため、自動車リサイクルルートにおいて捕捉可能な排出フロー及び処理状況に関する調査を実施した。

1.2.1 使用済車載用 LiB の排出フローの調査

令和2年度業務¹⁹及び令和3年度業務²⁰における調査では、解体業者へヒアリングを行い、使用済車載用 LiB の流通に関する調査を実施した。本年度業務における調査でも、これまでと同じ解体業者に対してヒアリングを行い、LiB の排出フローの推移を確認した。

(1) 排出フローに関するヒアリング結果の概要

1) 解体業者1社当たりのLiB搭載車の取り扱い規模

- ヒアリングを行った解体業者8社のそれぞれの解体台数に占めるLiB搭載車の解体台数の割合は、0.6～3.8%の間であった(年間1万台の解体台数であれば60～380台に相当)。対してニッケル水素電池の割合は0.5～19.9%とLiB搭載車に比べ多い解体業者もあれば、少ない解体業者もあった。
- LiB搭載車の解体台数は、新型コロナウイルス感染症の影響による新車購入の減少の影響が続いていることと、中古車市場・オークションへの流通量が増加したことで、解体業者全体としては令和2年度と比べて減少傾向であった。
- ニッケル水素電池搭載車の解体台数は、令和2年度比約2.5倍となった業者もあった。これは、ハイブリッド自動車在使用済自動車として排出され始め、その多くがニッケル水素電池搭載車であることに起因している。
- EVは、各社年間でも数台程度の取り扱いであり、その数台も事故車としての入庫がほとんどであった。

2) LiBが搭載された使用済自動車の調達元

- 各社とも、特にLiB搭載車を狙って車両を調達するという傾向はなかった。現在ディーラー等は、LiB搭載車をなるべく高く売却できるオークションへ流通させることが多くなっており、解体業者がLiB搭載車を狙って調達しようとする、直接ディーラーから調達するより高値で、オー

¹⁹ 環境省「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」

²⁰ 環境省「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」

クッションで落札することになるとのコメントもあった。

- 事故車などでの入荷が多いため、保険会社からの入庫が多い傾向が確認された。

3) 解体プロセスについて(手順、時間等)

- 解体は基本的にメーカーの解体手順書に沿って実施しているとのことであった。ただし、解体経験のある車種については、毎回手順書を確認することはなく、新たな車種を入庫した場合にのみ解体手順書を確認するという方法が多かった。
- 電池の取り外し後は放電処理ができなくなるため、放電処理～電池の取り外しという処理の順番は解体手順書を遵守している。また取り外しにあたっては、事故車の場合はドアが開かない・ネジの場所が埋もれている等により解体が難航する場合があるが、革製手袋や長靴の着用、専用工具の使用等により、安全対策を行っているという回答もあった。
- 令和 2 年度と同様、解体時間については、回生エネルギー蓄電用の小型 LiB であれば、シートを外してネジを数本取るだけであり、5～10 分程度との回答が多かった。また、フルハイブリッドの車両の電池については 20～30 分程度、EV は約 400kg に及ぶ LiB が車体フロアに下に設置されており、車体を吊り下げて取り外す必要があるため 30～40 分程度の時間がかかるとの回答があった。他方で、EV の取り外しに慣れてきたことで、20 分程度での処理が可能という回答もあった。
- なお、令和 3 年度業務における調査から大きく解体プロセスや設備を見直した業者は確認できなかった。今後の LiB 搭載車の解体台数の増加に備えて、各社で、機器設備の検討、LiB の安全な取り外し方法の検討等の対応を進めている。

4) 取り外した LiB の出荷先

- 電池をリユース、リビルド、リサイクル業者のいずれに回すかという出荷先の判断方法については、LiB・ニッケル水素電池等の電池の種類による方法、また電池の品質状態による方法に大きく分かれた。
 - 電池の種類に着目する場合、LiB は一般社団法人自動車再資源化協力機構(以下、「自再協」と言う。)・国内リユース、ニッケル水素電池は国内リユース・リビルド業者へ出荷している傾向であった。
 - 電池の品質状態に着目する場合、電池残量があり損傷がない等の品質が担保されている電池は、リユース・リビルド品として販売されている。スキャンツールを用い、電池の不具合を確認した上でリユース・リビルド業者へ引き渡しているという回答もあった。リユース・リビルド品の販売先として、令和 2 年度は、国内への販売は減少し、外国人バイヤーへの販売割合が増加していたが、令和 3 年度は、再び国内販売の割合が増加傾向であった。その要因としては、国内リビルド業者の増加や、国内での新品部品の不足による流通量の増加等が挙げられた。
 - 前述に挙げる品質が担保されずリユースができない電池は、大半が自再協による回収ルートへリサイクル向けとして出荷されるため、多くの施設で退蔵する電池はほぼないという状況であった。ただし、事故の影響等で LiB の外装ケースが破損している場合には、自

再協による回収ルートでも引き取りが難しいため、自社保管している事業者もあった。

- 大型 LiB・小型 LiB・ニッケル水素電池について、リユース・リビルド業者への販売価格は国内向けで 3 万円程度/個、国外向けで 3～5 万円程度/個である。
- 自再協による回収ルート以外の国内リサイクル業者に LiB を出荷する場合、3,000～5,000 円程度/個で売却できるものから、2,000 円程度/個を支払って引き取ってもらうものまで、搭載されていた車種によって差が見られた。

5) LiB 取り扱い上の課題

- ショート・感電リスクや発火リスクがあるため、取り外し方法や取り外し忘れには十分注意しているという回答があった。
- 水没・火災に遭った事故車等の場合、電池が取り外しにくくなっていることもあるため、そのような場合の処理方法を整備してほしいという回答があった。また、バッテリーマネジメントシステム(BMS)や安全データシート(SDS)の情報、電池に含まれる素材情報等について、公開されていない、もしくは解体業者まで届きにくい状況にあるため、より丁寧かつ迅速な情報提供が必要という回答が複数あった。特に電池に含まれる素材の種類や構成割合、それらの素材の可燃性や安全性といった情報を把握できれば、消防との安全管理上の確認や、今後の事業展開の検討にもつなげることが可能との意見があった。
- 今後の LiB 処理数の増加を見越し、作業員の資格取得や講習会を通じた人材育成・採用を強化しているという事業者も見られた。
- 自再協による回収ルートに引き渡す際には、1 台ごとに申請書類を作成・梱包をする必要があり手間がかかるため、より効率的な仕組みを構築してほしいという回答があった。

(2) 使用済車載用 LiB の排出フローの作成

ヒアリングを踏まえ、ヒアリングを実施した比較的大規模な解体業者における LiB の排出フローについて、EV やフルハイブリッド車などの大型 LiB のケース(図 1-19)と、小型 LiB のケース(図 1-20)に分けて整理した。点線は数値を把握できていない想定フローを示す。また、表 1-13 に令和 3 年度と令和 2 年度の比較を示す。図中の比率は個数ベースである。なお、比較的大規模とはいえ解体業者 8 社におけるフローであるため、数値の解釈、評価については十分留意する必要がある。

1) 駆動用大型 LiB

令和 3 年度は、解体業者からの引渡先としては、リユース向けが 45%、リサイクル向けが 54%、解体業者における退蔵が 1%であった。リユース向けの内訳は、海外・国内向けがそれぞれ 5 割程度ずつ、リサイクル向けの内訳は、自再協向けと、自再協以外向け(主に電炉)でそれぞれ 5 割程度ずつであった。

令和 2 年度は、リサイクルの方がリユースよりも多かった(リユース 28%、リサイクル 72%)が、令和 3 年度はリユースへの流通が増え同程度の割合となった。また、リユースの内訳も令和 2 年度は海外輸出が多かった(海外約 6 割、国内約 4 割)が、令和 3 年度は国内への流通が増えた。

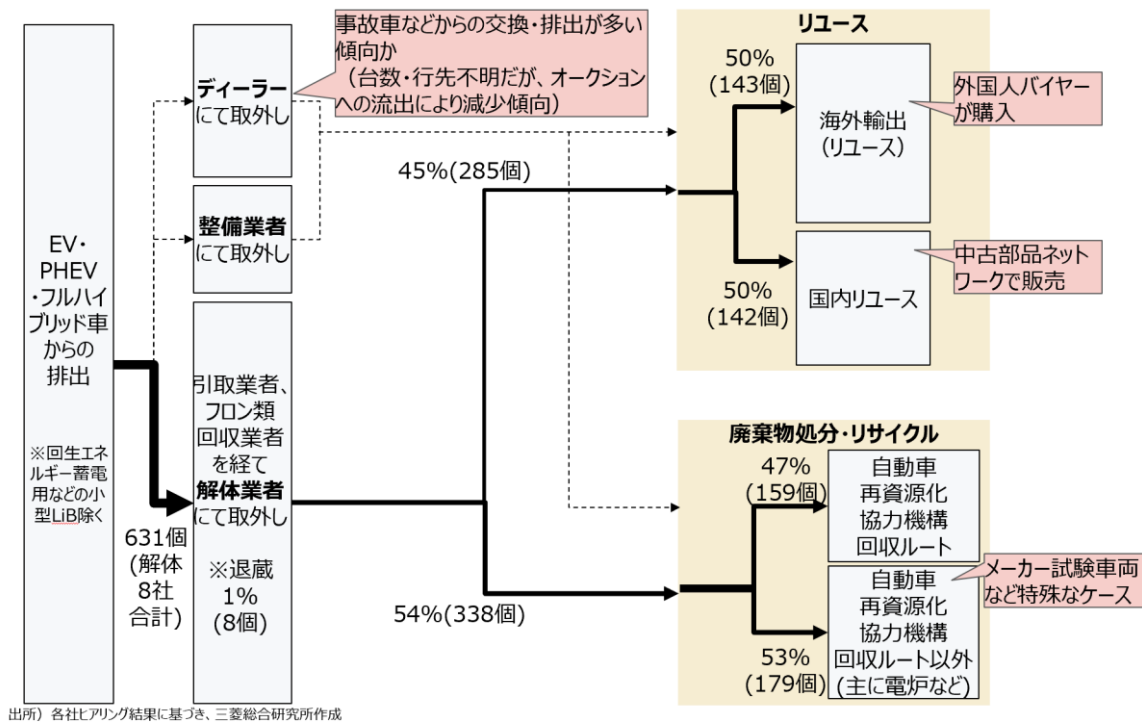


図 1-19 使用済車載用リチウムイオン電池(LiB)の排出フロー(駆動用大型 LiB、8 社、令和 3 年度)

2) 再生エネルギー蓄電用小型 LiB

令和 3 年度は、解体業者からの引渡先としては、リユース向けが 53%、リサイクル向けが 40%、解体業者における退蔵が 6%であった。リユース向けの内訳は、海外が約 7 割、国内が約 3 割であり、令和 2 年度(海外約 9 割、国内約 1 割)と比較すると、国内への流通が増加した。また、リサイクル向けは令和 2 年度と同様すべて自再協に引き渡されていた。

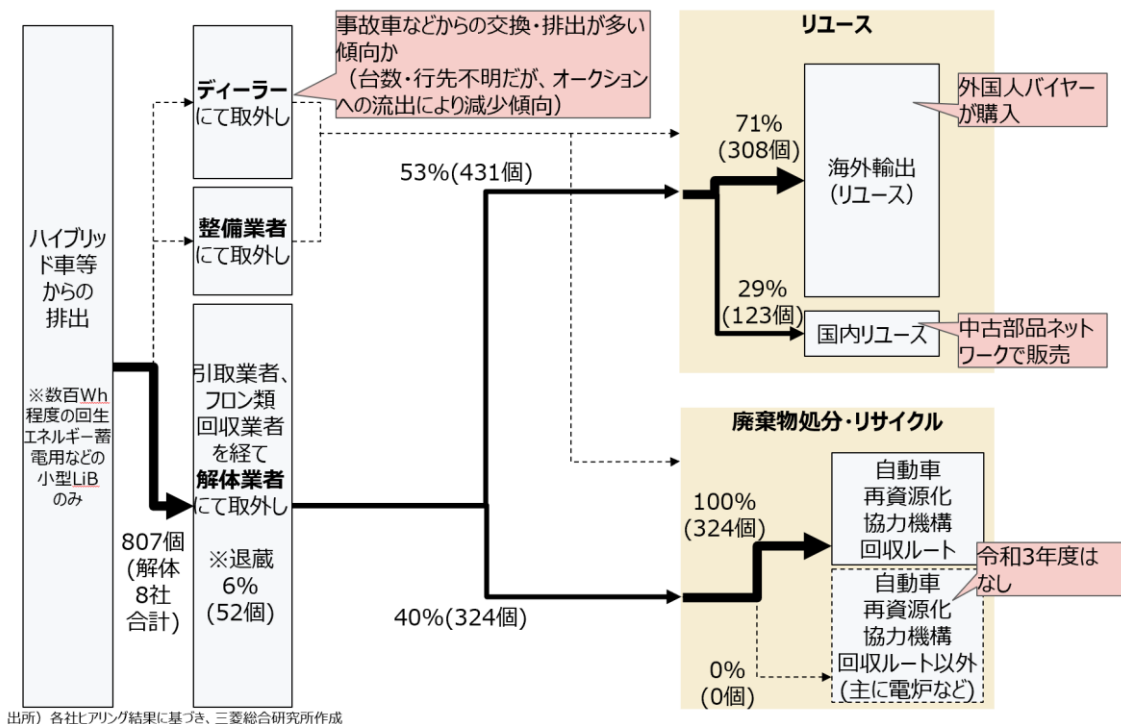


図 1-20 使用済車載用リチウムイオン電池(LiB)の排出フロー(再生エネルギー蓄電用小型 LiB、8 社、令和 3 年度)

表 1-13 使用済車載用リチウムイオン電池(LiB)排出フローの令和 3 年度と令和 2 年度の比較

単位:個

	大型 LiB		小型 LiB	
	令和 3 年度	令和 2 年度	令和 3 年度	令和 2 年度
解体業者取扱量	631(100%)	477(100%)	807(100%)	990(100%)
リユース向け	285(45%)	135(28%)	431(53%)	651(66%)
海外輸出	143(50%)	84(63%)	308(71%)	611(94%)
国内リユース	142(50%)	50(37%)	123(29%)	40(6%)
リサイクル向け	338(54%)	342(72%)	324(40%)	339(34%)
自再協*	159(47%)	177(52%)	324(100%)	339(100%)
自再協以外	179(53%)	165(48%)	0(0%)	0(0%)
退蔵	8(1%)	0(0%)	52(6%)	0(0%)

注 1) 表中「自再協」は、一般社団法人自動車再資源化協力機構回収ルートを示す。令和 3 年度の自再協の LiB 回収個数は、5,059 個、令和 2 年度は 3,648 個。今回の調査で把握した数は令和 3 年度 483 個、令和 2 年度 516 個であり、捕捉率は、令和 3 年度 9.5%、令和 2 年度 14%である。

注 2) 割合は、四捨五入をしているため、合計が 100%にならない場合がある。

1.2.2 使用済車載用 LiB の処理状況に関する調査

使用済車載用 LiB の国内における処理状況を把握するために、自再協の電池回収スキームに参加する事業者に対してヒアリングを行った。

令和 3 年度業務における調査と共通の 3 事業者へヒアリングを実施し、LiB 受入状況(処理量や性状等)、LiB 処理状況(処理施設の状況、リサイクル産物の性状等)、リサイクル産物の引渡状況(引渡数量や引渡先の状況等)といった観点で状況把握を行った。

調査結果の概要は以下のとおり。

- LiB 受入・処理状況
 - 令和 2 年度と比べて令和 3 年度の LiB 処理量が増加した事業者が多い。また、LiB リサイクル市場の立ち上がりを意識して、設備増強を行った事業者や研究開発を行う事業者も見られた。
 - LiB の仕入先(排出元)によって、排出される LiB の種類は多様であり、組成も異なる。また、LiB の組成は製造年代によって変化しており、排出される LiB の組成にもその変化が現れると考えられる。
 - LiB の処理プロセスについて、より多様な金属資源等を高純度で回収できるような技術開発に注力している事業者も見られた。
- リサイクル産物の引渡状況
 - LiB 処理量増加に伴いリサイクル産物量が増加しても、その売却ルートは確保できているとした事業者も見られた。
 - 現状は LiB の処理量が少ないものの、リサイクル産物の引渡先としては、国内への売却、海外への売却のいずれも存在する。今後、処理量が増加してリサイクル産物が増加すると、海外への売却が増える可能性がある。
 - リチウム等の資源価格の動向によっても、ブラックマス(リサイクル産物のうち、リチウム、ニッケル、コバルト等の濃縮物)の引渡価格は変わる。

- その他

- 国内の LiB リサイクルでは使用済 LiB の取扱いが主だが、海外では、LiB 製造工程端材の取扱いが主となっている場合があり、国内の LiB リサイクル処理と比べてリサイクル施設における LiB の受入品質基準が高い場合がある。
- 海外では、資源価格の高騰を背景に、LiB を有価で引き取ってリサイクルを行う事業者も存在する。使用済 LiB の物量の確保は、海外との競争になりつつあるという事業者も見られた。
- LiB を搭載した中古車の輸出や、有価で買い取られた LiB の輸出が増えると、国内で循環させることができる LiB の処理量が減少するとともに、使用済 LiB の処理状況を把握しにくくなることが懸念されるという声もあった。

1.3 自動車リサイクル合同会議の資料作成補助

1.3.1 自動車破碎残さ(ASR)の再資源化状況

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 43 回合同会議にて取りまとめられた「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(平成 27 年 9 月)」に示されている ASR の再資源化状況(平成 25 年度重量実績ベース)(表 1-14)及び ASR 再資源化フロー(平成 25 年度重量実績ベース)(図 1-21)について最新データへの更新作業を行った。

表 1-14 ASR の再資源化状況(平成 25 年度重量実績ベース)

熱回収	72.4%
マテリアルリサイクル	24.3%
スラグ	10.6%
鉄	3.7%
セメント	2.8%
ミックスメタル	2.0%
銅	1.5%
スラグ・溶融メタル	0.9%
転炉・電炉原材料	0.8%
土砂・ガラス	0.7%
セメント原材料	0.6%
プラスチック	0.5%
その他	0.1%
最終処分	3.3%

出所)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」9 頁(平成 27 年 9 月)

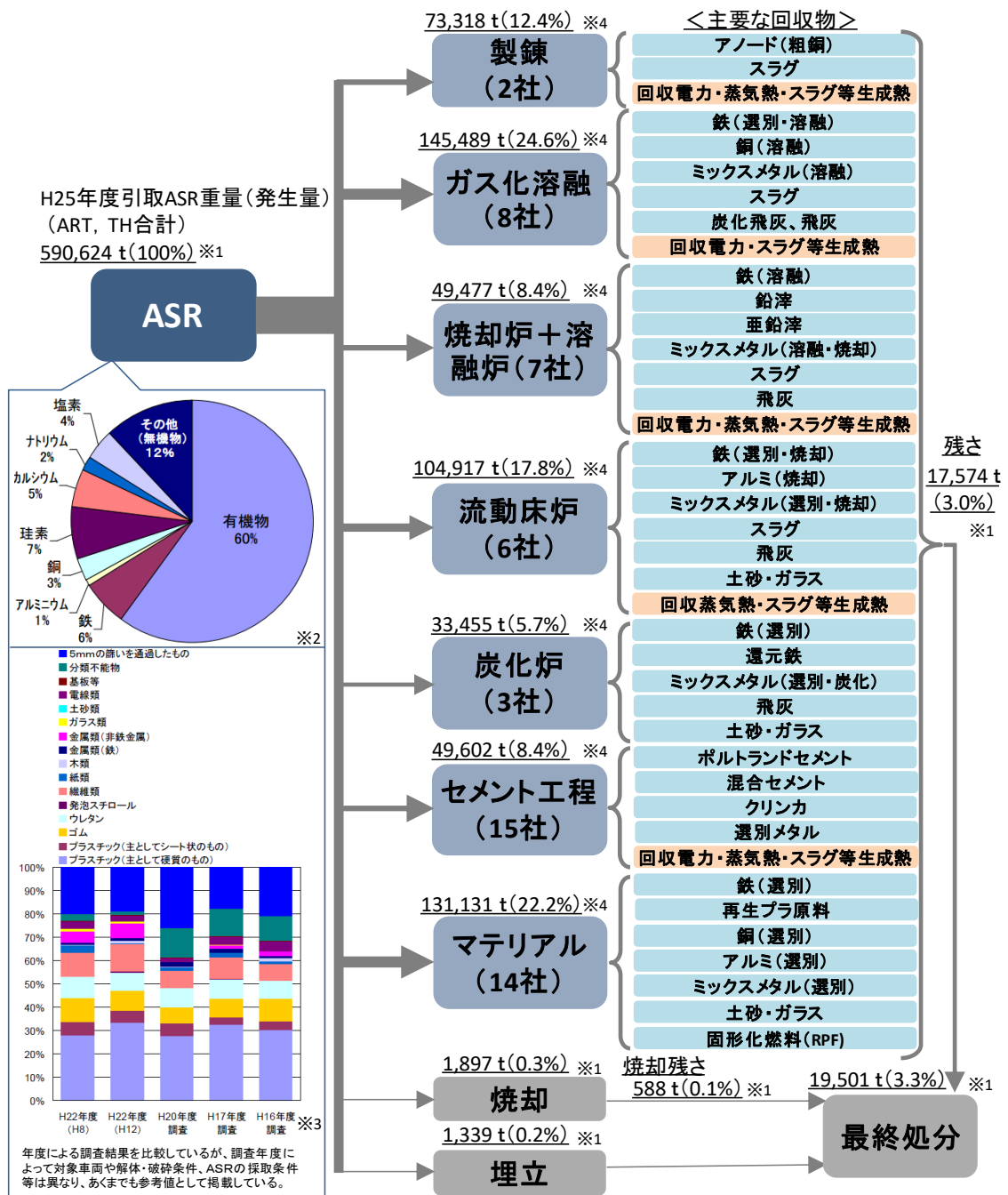


図 1-21 ASR 再資源化フロー(平成 25 年度重量実績ベース)

出所)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」10 頁(平成 27 年 9 月)

(1) ASRの再資源化に関する提供データの内容

ART チームと TH チームから提供を受けたデータのうち、下記の項目のデータを使用した。

<使用したデータ>

- 28 条施設種類別引取実績
- ASR 投入施設活用率
 - ASR(可燃分等量、灰分量、合計量)
 - その他投入物(可燃分等量、灰分量、合計量)
 - 回収マテリアル量

(2) ASRの再資源化に係る分析方法

分析は平成 25 年度の再資源化状況及び再資源化フロー作成の方法を踏襲し、以下の流れで実施した。算出対象はすべての ASR 再資源化施設²¹とした。なお、データの制約からマテリアルリサイクルにおける回収マテリアルの内訳項目については、平成 25 年度と一部異なっている。

<分析の流れ>

- (ア)ASR 由来灰分比率の算出
 - $ASR \text{ 由来灰分}^{*1} \div \text{その他投入物由来灰分}$
- (イ)ASR 投入 1t 当たりの回収マテリアル量
 - $\text{マテリアルごとの回収量}^{*1} \times ASR \text{ 由来灰分比率}^{(ア)}$
※1 ASR 投入施設活用率データより
- (ウ)各施設の ASR 由来のマテリアル回収量
 - $\text{各施設における ASR 投入量}^{*2} \times ASR \text{ 投入 1t 当たりの回収マテリアル量}^{(イ)}$
※2 28 条施設種類別引取実績より

²¹ 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 57 回合同会議 参考資料 7-1 及び 7-2 を参照

(3) ASR の再資源化に係る分析結果

1) ASR の再資源化状況

ASR 再資源化施設によって回収されたマテリアルやエネルギーの割合は、表 1-15 のとおりである。ASR の再資源化の内訳は、マテリアルリサイクルが 29.0%、熱回収が 67.4%となっている。平成 25 年度と比較すると、マテリアルリサイクルの割合が増加し、熱回収の割合が減少している。マテリアルリサイクルの主な用途品目では、セメント類の割合が大きく増加している。また、令和 2 年度と比較すると、マテリアルリサイクルの割合が微増し、熱回収の割合が微減している。

表 1-15 ASR の再資源化状況

ASR の再資源化状況 (重量実績ベース)	平成25年度	令和2年度	令和3年度
熱回収	72.4%	69.0%	67.4%
マテリアルリサイクル	24.3%	27.1%	29.0%
金属類	19.5%	13.4%	13.6%
スラグ			
鉄			
ミックスメタル			
銅			
スラグ・溶融メタル			
セメント類	3.4%	10.9%	12.8%
セメント			
セメント原燃料			
土砂・ガラス	0.7%	0.5%	0.5%
プラスチック	0.5%	0.6%	0.6%
その他	0.1%	1.7%	1.6%
最終処分	3.3%	3.9%	3.6%

データ出所)

平成 25 年度重量実績ベース: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 資料 4 18 頁(令和 2 年 8 月)

令和 2 年度重量実績ベース: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」17 頁(令和 3 年 7 月)

令和 3 年度重量実績ベース:環境省

1.3.2 自動車破碎残さ(ASR)の再資源化フロー

ASR の通常処理における処理フローを図 1-22 に示す。ASR 再資源化施設には、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、マテリアルの 7 種類の施設がある。ASR の再資源化については、製錬やセメント等の用途で再資源化されており、その残さを含む最終処分は 18,793t (引取 ASR 重量全体の 3.6%)である。

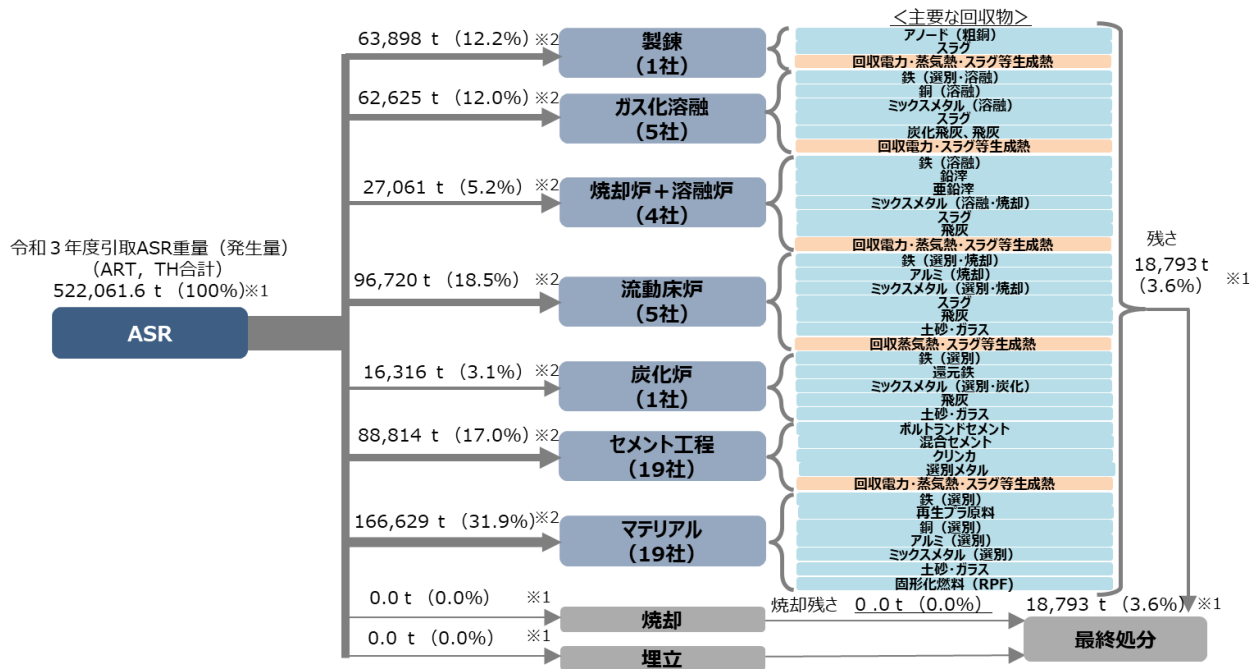


図 1-22 ASR 再資源化フロー(令和 3 年度重量実績ベース)

出所)※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 資料 3「自動車リサイクル法の施行状況」7 頁(令和 4 年 11 月)
※2 環境省

2. 自動車リサイクル分野における 2050 年カーボンニュートラル実現に向けた実態把握・対策検討

2.1 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の算定

2.1.1 温室効果ガス排出量実態把握調査の方針の検討

(1) 調査の目的

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」(以下、「令和 3 年度 CN 業務」と言う。)に引き続き、日本全体の温室効果ガス(以下、「GHG」と言う。)排出実態調査を実施した。実態把握調査の目的は、自動車リサイクルに由来する GHG 排出量削減に向けた方策を検討するための基礎情報を得るとともに、自動車リサイクルに関係する事業者が自社の排出量を算出できるようなモデル(以下、算定モデルと言う。詳細は 2.1.3 を参照。)を作成するための排出係数等の基礎情報を得ることである。各目的において、求められる実態把握の精度を表 2-1 に整理する。

表 2-1 温室効果ガス(GHG)排出量実態把握の目的と求められる精度

目的	具体的な活用イメージ	求められる精度	検討状況
GHG 排出量削減に向けた方策検討のための基礎情報を得る	・ 排出量が多い工程(ASR 処理等)を見出し、その工程を優先して、対策を講じる	・ 工程別の GHG 排出量の規模を大まかに把握できる	<ul style="list-style-type: none"> 令和 3 年度 CN 業務の成果によって、GHG 排出量の大きい工程は特定できている 本年度業務において、GHG 排出量の大きい工程について、処理方法ごとの GHG 排出傾向を分析した
	<ul style="list-style-type: none"> 排出量が少ない処理方法を普及する方策を検討する 特に排出量が多い処理方法について、排出量削減方策を検討する 	・ 処理方法間の GHG 排出傾向の違いが分かる	
自社の排出量を算出できるようなモデルを作成するための排出係数等の基礎情報を得る	・ (処理方法をパターン分けすることができれば)排出実態把握を通して、処理方法のパターンに応じた排出係数を算出する	・ 事業者が選べるよう、処理方法のパターンに応じた排出係数を設定できる	

注釈)表中「令和 3 年度 CN 業務」は、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」を指す。

(2) 本年度の調査の対象

本年度の検討では、解体工程、破砕工程、ASR、再利用可能部品、LiB を対象に検討を深めることとした。これらを検討対象とした理由として、令和 3 年度 CN 業務時点では、解体工程、破砕工程、ASR については入手した情報が限定的であり、より精緻な実態把握が必要と考えられること、再利用可能部品、LiB については GHG 排出量算定対象としていなかったものの、今後 GHG 排出量への寄与が増加すると考えられ、算定範囲拡大の検討が必要と考えられることが挙げられる。詳細を表 2-2 に示す。

表 2-2 令和 3 年度 CN 業務での温室効果ガス(GHG)排出量実態把握の課題

		令和 3 年度 CN 業務での排出量実態把握の課題
①GHG 排出量の推計方法の精緻化	解体・破碎	令和 3 年度 CN 業務では、各工程の排出量(日本全国値)の相場観をつかむため、入手できた情報の範囲で推計を実施した。(公財)自動車リサイクル高度化財団(J-FAR)事業等のチャンピオンデータと思われるデータを使用していたが、代表性のある排出係数であるかは確認できていない。
	ASR	ASR が最も排出量が多い工程であったが、算定にあたっては異なる処理方法について 1 つの排出係数(ガス化溶融)を想定していた。実際には工程によって排出係数が異なると想定されるため、より精緻に見る必要がある。
②算定範囲の拡大	再利用可能部品(窓ガラス、バンパー、内装品等)	令和 3 年度 CN 業務の段階では GHG 排出量の算定に含めていなかった。資源回収インセンティブ制度の開始にあたり、リユース、リサイクルによる排出量控除の考え方を整理する必要がある。
	LiB	令和 3 年度 CN 業務の段階では GHG 排出量の算定に含めていなかった。今後の処理量増加に備え、リユース、リサイクルによる排出量控除の考え方を整理する必要がある。

注釈)表中「令和 3 年度 CN 業務」は、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」を指す。

(3) 本年度の調査の方向性

本年度は、「GHG 排出量推計方法の精緻化」「算定範囲の拡大」の 2 つの方針で、調査を実施した。

1) GHG 排出量推計方法の精緻化

解体・破碎工程と ASR リサイクル・処理工程は、事業特性や処理方法の違いによって、事業者間で GHG 排出傾向に差があると考えられる。例えば、ASR リサイクル工程のうち、ガス化溶融と製錬では同じ処理量でも GHG 排出量が異なる。そのため、GHG 排出量推計方法の精緻化に向け、GHG 排出傾向に応じた処理方法のパターン(以下、「処理パターン」と言う。)分け、処理パターンごとのプロセスの整理、処理パターン間の GHG 排出量の定性的な傾向分析を行うこととした。

令和 3 年度業務での推計においては、日本全体の活動量に 1 つの排出係数を乗じて推計していたが、GHG 排出量の傾向に応じて、処理方法を複数の処理パターンに分類し、処理パターンごとに排出係数を設定することで精緻化できるのではないかという仮説を設定し、本年度は、その仮説の妥当性を検証することを目指した。

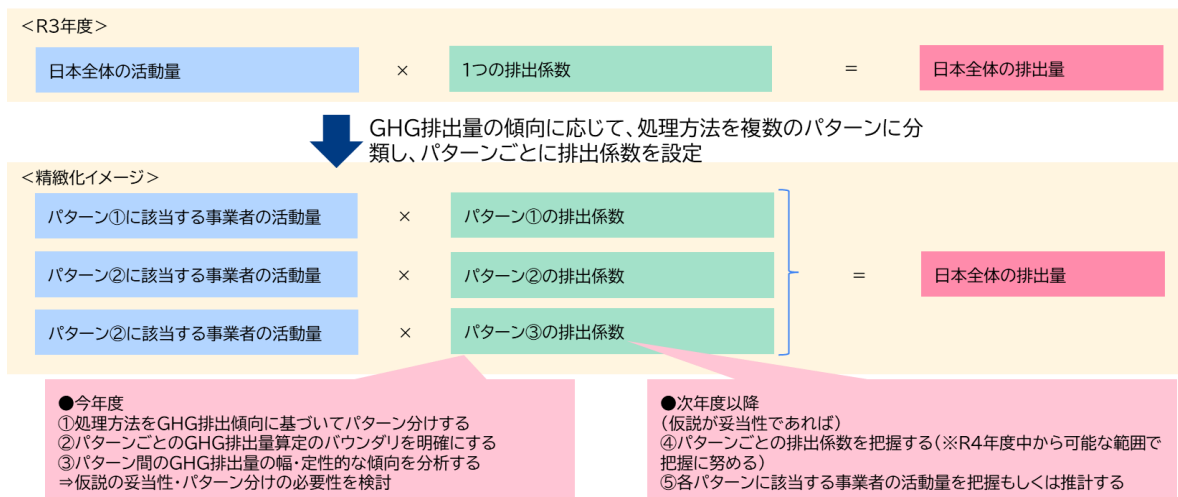


図 2-1 精緻化のイメージ

2) 算定範囲の拡大

令和3年度CN業務でのGHG排出量推計に含まれていない再利用可能部品(窓ガラス、バンパー、内装品等)、LiB について、推計に向けた方針(推計方法・推計の粒度)を検討・整理することとした。これらの品目の日本全体の排出量推計への計上については、次年度以降の課題とする。

(4) 調査のスケジュール

GHG 排出量実態把握調査の方向性及び対象工程・品目について、直近～中長期のスケジュールを表 2-3 に示す。短期的には、「推計方法の精緻化」については、処理パターン別のGHG 排出傾向の把握と令和5年度に公表予定の算定モデルへの反映を目指し、「算定範囲の拡大」については、再利用可能部品とLiBのGHG 排出量推計方法の整理を目指すこととした。

表 2-3 温室効果ガス(GHG)排出実態把握の調査対象と検討スケジュール

時間軸		1)推計方法の精緻化		2)算定範囲の拡大		
		工程		追加品目		
		解体・破砕	ASRリサイクル・処理	再利用可能部品	LiB	その他
直近	2021(令和3)年度:排出実態把握検討会、資源回収インセンティブWGの実施	・ GHG 排出傾向の差を踏まえた処理パターン分け・処理パターンごとのプロセスの整理、処理パターン間のGHG 排出傾向の比較を行う		・ GHG 排出量の推計に向け、考え方の整理、フロー等の実態把握を進める。	-	
	2022(令和4)年度～:CN/3R 検討会設置					
短期	2023～2025年: JARS 大規模改造実装(2026年1月:本格稼働開始)	・ 令和5年度に公表するGHG 排出量算定モデルに検討を反映する。		-		

時間軸		1)推計方法の精緻化		2)算定範囲の拡大		
		工程		追加品目		
		解体・破碎	ASRリサイクル・処理	再利用可能部品	LiB	その他
中期	2025年～:自動車リサイクル法施行20年目の評価・検討に向けた審議会開催	<ul style="list-style-type: none"> ・ 必要に応じて、GHG 排出量算定モデルのさらなる精緻化の検討を行う。 ・ 廃棄物全体での検討や環境省「循環資源のリサイクル及び低炭素化に関する効果算出ガイドライン」と整合する形で、GHG 算定ガイドラインやマニュアルへの落とし込みを検討する。 ・ 資源回収インセンティブの検討状況に従い、より詳細なデータ収集、算定方法を検討する。 			<ul style="list-style-type: none"> ・ 次いで影響が大きい品目について、必要に応じて推計詳細化・GHG 排出量算定モデルの対象として検討する。 	
長期	2030年～:2050年CNに向けた取り組み	<ul style="list-style-type: none"> ・ 事業者のGHG 排出実態に基づき、将来の自動車の電動化推進や使い方の変革を考慮した上で、より効果的な削減取組を推進する。 				

注釈)表中「JARS」は「自動車リサイクルシステム」を、「CN/3R 検討会」は本年度開催した「自動車リサイクルのカーボンニュートラル及び3Rの推進・質の向上に向けた検討会」を指す。

2.1.2 各処理工程における調査の実施

(1) GHG 排出量推計方法の精緻化

「GHG 排出量推計方法の精緻化」について、解体工程、破碎工程、ASR リサイクル・処理工程を対象に、調査方針を立て、調査・検討を行った。

1) 解体工程

a. 調査方針

2.1.1(3)1)で示したとおり、本年度業務における調査では、GHG 排出量推計方法の精緻化に向け、GHG 排出傾向に応じた処理パターン分け、処理パターンごとのプロセスの整理、処理パターン間のGHG 排出量の定性的な傾向分析を行うこととした。

(一社)日本自動車リサイクル機構へのヒアリング結果に基づき、以下のとおり、処理パターン分けの仮説を設定した。

- 手解体(ニブラ・プレスなし)
- ニブラ・プレスあり
- ニブラ・プレス+選別機あり

その上で、本年度業務における調査では、まず処理量が多く重要度の高い処理パターン(「ニブラ・プレスあり」、「ニブラ・プレス+その他選別機あり」)に該当する(一社)日本自動車リサイクル機構所属事業者(2社)にヒアリングを行い、フローと投入エネルギーに関する情報を収集した。収集したデータをもとに、2事業者の解体1台あたりのGHG 排出量を整理した。

b. 調査結果

「ニブラ・プレスあり」と「ニブラ・プレス+その他選別機あり」の 2 つの処理パターンについて、各処理パターンに該当する事業者ヒアリングを行った。ヒアリング結果をもとに処理フローと各処理プロセスでのエネルギー使用量を把握した上で、使用済自動車解体 1 台あたりの GHG 排出量を算出し、比較した。なお、2 事業者の事業規模は同程度である。今回の比較は処理パターンごとに 1 事業者ずつ(計 2 事業者)をサンプルとしたものであり、数値の代表性があるとは限らない。

2 事業者の GHG 排出量の比較結果を表 2-4 に示す。2 事業者のうち「ニブラ・プレス+その他選別機あり」の処理パターンに該当する事業者 2 が利用する「プラスチック破碎・ナゲット」(「その他選別機」に該当)の GHG 排出量は、約 4kg-CO₂/台(当該事業者全体のうち 2 割程度)であった。処理パターンの違いによる GHG 排出量の違いは無視できない。

また、2 事業者で共通の工程である「トラック・リフト」「ニブラ」「プレス成型」においても、GHG 排出量に大きな差があった。「トラック・リフト」では 4 倍程度(ただし、使用燃料にも差異あり)、「ニブラ」「プレス成型」では 2~3 倍であった。この差が発生した要因としては、「トラック・リフト」については車両の燃費や工場の面積・動線、「ニブラ」「プレス成型」については、機器・設備の仕様(エネルギー効率)や機器・設備への処理負荷の大小等が考えられる。しかしながら、事業者への追加ヒアリングを行ったところ、「トラック・リフト」のエネルギー使用量・GHG 排出量の排出量の大きい事業者 2 の方が、事業者 1 よりも自動車リサイクル関連設備の配置してある面積が小さかった(3 分の 1 程度)。また、「ニブラ」については、新しい設備を使用している事業者 1 の方が、排出量が大きかった。稼働時間については、両事業者で同程度であった。「プレス」については、事業者 1 の方が新しい機器を使用しており、稼働時間が短く、GHG 排出量が小さいという結果であった。同じプロセスでも GHG 排出量に差が発生する要因については、さらなる分析が必要である。

令和 3 年度 CN 業務での推計では、解体工程(運搬を除く)としては、「手持ちニブラ」のみ計上(0.24kg-CO₂/台)していたが、「トラック・リフト」「ニブラ」「プレス」等の機器・設備でのエネルギー消費量・GHG 排出量が大きいことも分かった。

表 2-4 処理パターンの異なる事業者(2社)の GHG 排出量の比較(2 サンプルに基づく参考値)

単位:kg-CO₂/台

工程		エネルギー種別	事業者 1 「ニブラ・プレスあり」	事業者 2 「ニブラ・プレス+その他選別機あり」	(参考)令和 3 年度 CN 業務での推計 の結果
解体	トラック・リフト**	事業者 1:軽油 事業者 2:ガソリン	2.2	9.3	計上なし
	手持ちニブラ (手解体用)	電力	該当なし	該当なし	0.24
	ニブラ	軽油	4.6	1.7	計上なし
	プレス成型	電力	2.9	7.1	計上なし
マテリアルリサイクル	プラスチック破 砕・ナゲット(内 装材とバンパー を分別)	電力	該当なし	3.9	計上なし
解体工程合計*		-	9.8	18.1	0.24

*今回対象とした 2 つの処理パターンで、処理の範囲が異なるため、マテリアルフロー上でのバウンダリは異なっているが、本年度業務における調査では解体業者の GHG 排出量の推計の精緻化を目指しているため、解体業者の事業範囲をバウンダリとして比較している。

**「トラック・リフト」については、場内の輸送のみを対象とし、場外への輸送は算定対象外とした。事業者 2 については、トラック・リフト全体のガソリン消費量をもとに、場内利用は 3 割程度というヒアリング結果をもとに、推計を行った。使用済自動車からガソリン・軽油を抜き取り、有効活用した場合の GHG 排出量も算定対象としている。

注釈)表中「令和 3 年度 CN 業務」は、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」を指す。

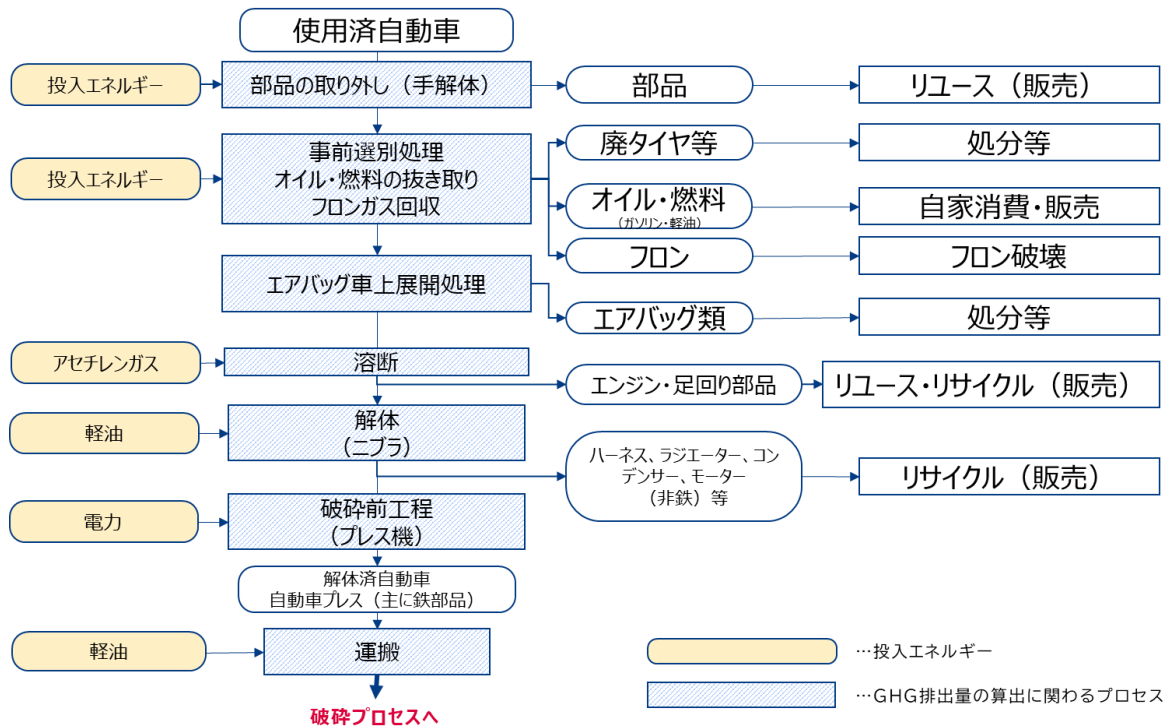


図 2-2 解体工程「ニブラ・プレスあり」の処理・マテリアルフロー(事業者 1)

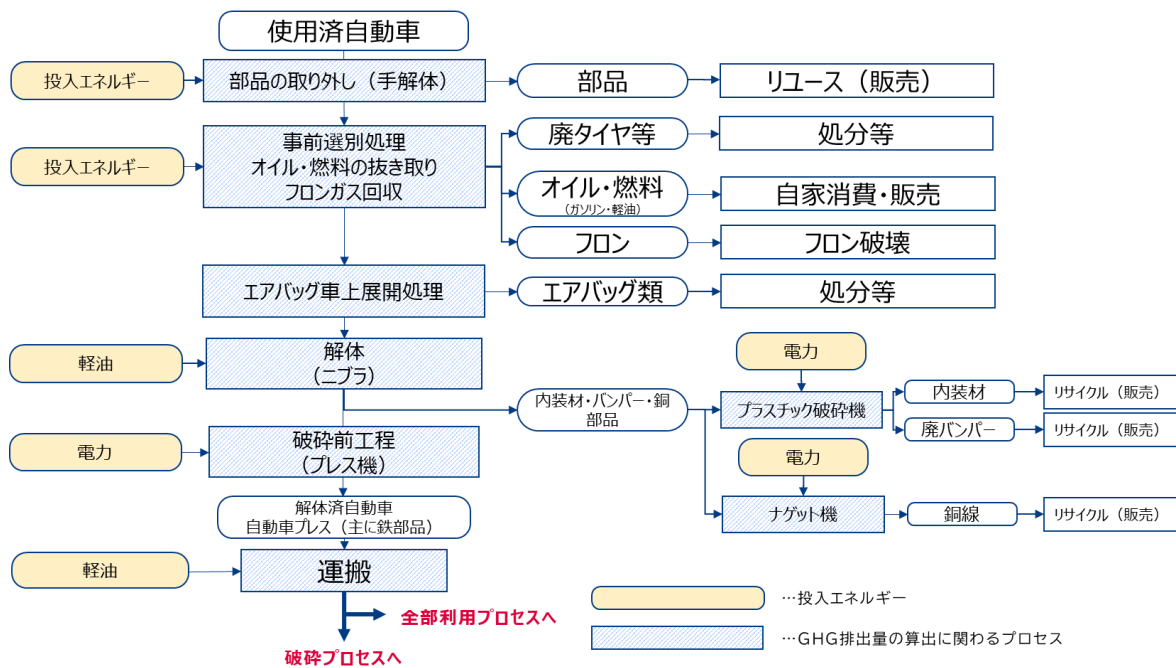


図 2-3 解体工程「プレス・ニブラ+その他選別機あり」の処理・マテリアルフロー(事業者 2)

c. 結論・今後の方針

ヒアリング結果から、処理パターンの違いによって計上すべき項目は異なり、処理パターンがGHG排出量に影響を与えることが分かった。一方、それ以外の要因がGHG排出量に与える影響も大きい可能性があることが分かった。処理パターンだけでは、GHG排出量の差を説明しきれない可能性がある。

また、全国の解体台数の多くを占める「ニブラ・プレスあり」と「ニブラ・プレス+その他選別機あり」の処理パターンでは、令和3年度CN業務での推計には計上していなかった「トラック・リフト」、「ニブラ」、「プレス成型」、「(「ニブラ・プレス+その他選別機あり」の場合は)「その他選別機」のエネルギー消費量が大きいことが分かった。令和3年度CN業務での推計では、解体工程(運搬を除く)として「手持ちニブラ」のみを計上していたため、全国の解体工程のGHG排出量は、実際には令和3年度CN業務での推計結果より大きいと推測される。

本年度の検討では、2事業者のみを対象にヒアリング・GHG排出量の算出を行ったが、サンプル数が少ないため、結論付けることは困難であり、次年度以降、以下の①②の調査等を行うことが望ましい。

- ① 多くの事業者に通ずる工程である「トラック・リフト」「ニブラ」「プレス成型」等のプロセスでのGHG排出量を計上した、日本全国の解体工程のGHG排出量の推計を行い、精緻化する。排出係数の設定にあたっては、(可能であれば本年度業務でのヒアリング対象事業者も含め)4~5社程度にヒアリングを実施し、排出係数に大きなばらつきがなければ、平均値をとって排出係数とする。
- ② サンプル数を増やしてヒアリングを実施し、設備・機器の観点以外でGHG排出量に影響する要因を調査する。特に、使用機器・設備の仕様(エネルギー効率)や、処理負荷の大小といった観点に着目し、データ収集や要因分析を行う。

上記の調査のための具体的なヒアリング事項は、以下のように想定する。

- 「トラック・リフト」「ニブラ」「プレス成型」等のプロセスの排出係数を設定するためのヒアリング事項(※日本全国の解体工程の GHG 排出量の推計に使用)
 - 設備・機器(フロー)
 - 各設備・機器でのエネルギー消費量
- 設備・機器(フロー)以外の GHG 排出量に影響する要因を分析するためのヒアリング事項(※GHG 排出量への影響が大きい要因の見当をつけるための情報として使用)
 - 事業所・機器・設備の特徴に関する要因
 - 機器・設備の仕様(エネルギー効率等)
 - 事業所面積
 - その他、事業所・機器・設備の特徴、事業所の立地 等
 - 運用に関する要因
 - トラック・フォークリフト等の動線
 - 設備・機器への負荷状況(適正な処理量か、過剰か等)
 - 稼働時間
 - その他、運用上の工夫 等

日本全体の GHG 排出量の推計を行う際には、ヒアリング結果をもとに処理パターン別の排出係数を設定するとともに、表 2-5 に示したような事業者規模と処理パターンの対応関係を用いて、各処理パターンに該当する事業者数を推定し、推計を行うことが考えられる。(事業者規模別事業者数は把握可能である。)

算定モデルの構築にあたっては、処理パターン別の排出係数を組み込み、処理パターンを選択すると対応した排出係数が算出に使用されるようにすることが考えられる。

表 2-5 解体業者の事業者規模と処理パターンの対応関係

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	81.6%	16.7%			1.7%		100%

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
(参考)全国に占める解体台数割合	17.6%	54.1%			28.3%		100%
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		-

出所)自動車リサイクルデータ Book 2018(公益財団法人自動車リサイクル促進センター)

2) 破碎工程

a. 調査方針

解体工程と同様、破碎工程についても、GHG 排出量推計方法の精緻化に向け、GHG 排出傾向に応じた処理パターン分け、処理パターンごとのプロセスの整理、処理パターン間の GHG 排出量の定性的な傾向分析を行うこととした。

(一社)日本鉄リサイクル工業会へのヒアリング結果に基づき、以下のとおり、処理パターン分けの仮説を設定した。

- 単純破碎
- 解体+破碎
- 破碎+ASR 再資源化

上記の処理パターンのプロセスの特徴及び GHG 排出量の関係を分析するため、破碎工程のプロセス及び各プロセスの投入エネルギー等の情報を取得できるような調査票を作成し、(一社)日本鉄リサイクル工業会経由で事業者(8社)に配布・回収し、回答を分析した。

回答を踏まえ、2社に対し、投入エネルギーが特に大きい工程について追加ヒアリングを行った。

b. 調査結果

(一社)日本鉄リサイクル工業会所属の破碎業者 8 事業者にアンケートを配布し、全社から回答を得た。アンケートでは、各事業者の破碎工程のプロセス及び各プロセスの投入エネルギーもしくは事業所全体でのエネルギー使用量等を聞いた。

アンケートの結果をもとに作成した、破碎工程の主な処理・マテリアルフローを図 2-4 に示す。アンケートの結果、「単純破碎」「破碎・解体」「破碎+ASR 再資源化」の処理パターンと破碎工程のフロー、機器・設備の明確な対応関係は見られなかった。ただし、「破碎のみ」の事業者では非鉄金属選別機はなく、「解体+破碎」「破碎+ASR 再資源化」の事業者では、非鉄金属選別機(図 2-4 赤枠内)が含まれる場合が多いという傾向が見られた。

エネルギー消費量については、8 事業者のうち 2 事業者は「使用機器・設備ごとに把握している」と回答し、他の 6 事業者は「使用機器・設備ごとではなく事業所全体なら把握している」と回答した。事業所全体のエネルギー消費量の回答の記載があった 2 事業者に、投入エネルギーの特に大きな工程について追加ヒアリングを行ったところ、シュレッダー本体のエネルギー消費量が圧倒的に多く、風力選別機やメタルソータがそれに次ぐという回答であった。公益財団法人自動車リサイクル高度化財団「自動車リサ

イクル全般での CO2 排出量可視化業務」²²の結果を見ても、同様の結果となっている。

年間処理台数及び投入エネルギー(電力使用量又は原油換算使用量)について情報を得られた事業者の排出係数を表 2-6 に示す。処理プロセス及び処理の規模に関わらず、使用済自動車 1 台処理あたりの GHG 排出量は、0.015~0.036t-CO₂/台程度であった。これは、令和 3 年度 CN 業務での推計結果の 54%~127%程度である。今回 GHG 排出量を算定した 4 事業者では、年間処理台数が多い事業者の方が、使用済自動車 1 台当たりの GHG 排出量が小さい傾向にあった。年間処理台数が多く、面積も大きい、大規模で高効率な機器・設備を導入しやすく、効率的な処理が行われている可能性が考えられる。最も排出係数が低い事業者は、大型シュレッダーの導入により処理効率の向上を図っているとのことであった。また、A 社と B 社からシュレッダーへの負荷状況に関する情報を得たところ、A 社の負荷状況はシュレッダーの処理性能に対して、5 割程度、B 社は 7 割程度であった。シュレッダーの処理性能を超えない範囲では、負荷が大きい方が、稼働時間を短縮し効率的な処理ができる可能性がある。また、うち 3 事業者(A 社・B 社・D 社)の 3 社から、事業所面積のうち自動車リサイクル関連の設備を配置している面積を聞き取ったところ、使用済自動車 1 台当たりの自動車リサイクル関連の設備を配置している面積が大きい事業者の方が、使用済自動車 1 台当たりの GHG 排出量が小さい傾向にあった。なお、表 2-6 の数値は 4 事業者をサンプルとしたものであり、数値の代表性があるとは限らない点に留意が必要である。

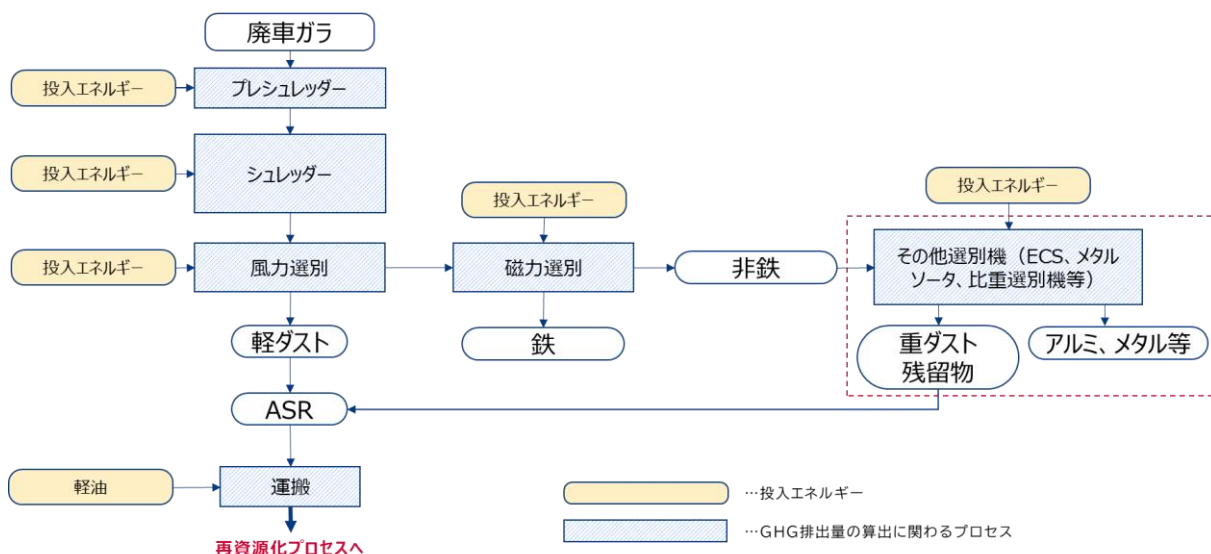


図 2-4 破碎工程でよく見られる処理・マテリアルフロー

注釈) 赤枠内は、「解体+破碎」「破碎+ASR 再資源化」の事業者で多く見られたプロセス。全事業者の処理プロセスに含まれるわけではない。

²² 公益財団法人自動車リサイクル高度化財団「自動車リサイクル全般での CO2 排出量可視化業務」

表 2-6 2 種類の処理パターンの事業者(4 社)の破碎工程の GHG 排出量の比較
(4 サンプルに基づく参考値)

事業者		A 社	B 社	C 社	D 社	(参考)令和 3 年度 CN 業務での推 計の結果	(参考)公益財団法人 自動車リサイクル高 度化財団「自動車リ サイクル全般での CO2 排出量可視化 業務」	
							A 社	B 社
処理パターン		破碎のみ	解体+破碎	破碎+ASR 再資源化	破碎+ASR 再資源化	破碎のみ	-	-
年間処理 台数	台/年	16,364	30,717	45,455	127,273	-	-	-
電力使用 量	kWh/年	1,269,000	2,160,000	2,500,000	-	-	-	-
原油換算 使用量	L/年	-	-	-	750,000	-	-	-
GHG 排出 量	t-CO2/台	0.0364	0.031	0.0259	0.0154	0.0286	約 0.032 ²³	約 0.023 ²⁴
備考		-	解体工程があるため、処理台数は得られた処理重量を廃車ガラの重量(0.586t/台)を除いて算出	処理台数は、得られた処理重量を使用済自動車の重量(1.1t/台)を除いて算出	処理台数は、得られた処理重量を使用済自動車の重量(1.1t/台)を除いて算出。原油換算量は 6 事業所の合計を平均した値。大型シュレッダー(2000HP)を導入し、処理能力を上げることににより、処理効率が向上	プレスせん断処理・シュレッダー処理のみを計上	報告書 ²⁵ P18 図 2-7 円グラフから読み取り	報告書 P19 図 2-9 円グラフから読み取り

注釈)表中「令和 3 年度 CN 業務」は、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」を指す。

c. 結論・今後の方針

「単純破碎」「解体+破碎」「破碎+ASR 再資源化」の処理パターンと機器・設備の明確な対応関係は見られなかったものの、「破碎のみ」の事業者では非鉄金属選別機はなく、「解体+破碎」「破碎+ASR 再資源化」の事業者では、非鉄金属選別機が含まれる場合が多いという傾向が見られた。

シュレッダーのエネルギー消費量が圧倒的であり、他の設備の影響は比較的小さいという 2 社の意見を踏まえると、シュレッダーはすべての事業者にある設備と考えられるため、機器・設備の違いでは GHG 排出傾向を説明できない可能性がある。一方、風力選別機・磁力選別機等によって、ASR を高

²³ 解体・破碎・ASR 再資源化プロセスによる 使用済自動車 1 台の処理にかかわる CO2 排出量の 4 割程度

²⁴ 破碎・選別・ASR 再資源化プロセスによる 使用済自動車 1 台の処理にかかわる CO2 排出量の 6 割程度

²⁵ 公益財団法人自動車リサイクル高度化財団(2022 年 10 月 31 日)「自動車リサイクル全般での CO2 排出量可視化業務」報告書(URL:https://j-far.or.jp/wp-content/uploads/2022report_CO2.pdf)(2023 年 2 月 28 日閲覧)

度を選別することで、資源を回収し、バージン原料を代替することができ、ライフサイクルにおける GHG 排出量の削減につながると考えられるため、GHG 排出量の控除量の観点からは、処理パターン分けが有効であると考えられる。

次年度以降は、破碎工程のフローに直接注目した処理パターン分けの仮説を改めて立てた上で、GHG 排出傾向を分析するのが良いと考えられる。ヒアリング結果を踏まえ、破碎工程のプロセスは、以下の 3 つに処理パターン分けできるのではないかという仮説を立てた。

- 「シュレッダー＋磁力選別機」
- 「シュレッダー＋磁力選別機＋風力選別機」
- 「シュレッダー＋磁力選別機＋風力選別機＋その他選別機(非鉄金属選別機等)」

ヒアリングの方針としては、前述の 3 つの処理パターンについて、各 1～2 社(計 4～5 社程度)にヒアリングを行い、以下の事項について聞くことが考えられる。本年度業務における破碎工程の分析で得られた知見を踏まえ、設備・機器(フロー)以外の GHG 排出量に影響する要因についても調査を行う。なお、これらの事項について、破碎業者から聞き取ることが難しい場合には、機器・設備メーカー等にヒアリングを行うことも考えられる。

- 排出係数を設定するためのヒアリング事項
 - 設備・機器(フロー)
 - 各設備・機器でのエネルギー消費量
- 設備・機器(フロー)以外の GHG 排出量に影響する要因を調査するためのヒアリング事項
 - 事業所・機器・設備の特徴に関する要因
 - 機器・設備の仕様(エネルギー効率等)
 - 事業所面積
 - その他、事業所・機器・設備の特徴、事業所の立地 等
 - 運用に関する要因
 - 設備・機器への負荷状況(適正な処理量か、過剰か等)
 - 稼働時間
 - その他、運用上の工夫 等

日本全体の GHG 排出量の推計を行う際には、ヒアリング結果をもとに処理パターン別の排出係数を設定し、各処理パターンに該当する事業者数について仮定を置いて、推計を行うことが考えられる。

算定モデルの構築にあたっては、処理パターン別の排出係数を組み込み、処理パターンを選択すると対応した排出係数が算出に使用されるようにすることが考えられる。

3) ASR リサイクル・処理

a. 調査方針

本年度は、「GHG 排出量算定の精緻化に向けた算定方法の見直し」と「マテリアル工程の分類」という2つの観点から検討を行った。

ア) GHG 排出量算定の精緻化に向けた算定方法の見直し

解体・破碎工程と同様、ASR リサイクル・処理工程についても、GHG 排出量推計方法の精緻化に向け、GHG 排出傾向に応じた処理パターン分け、処理パターンごとのプロセスの整理、処理パターン間のGHG 排出量の定性的な傾向分析を行うこととした。ART・TH 両チームへのヒアリングを通じて、GHG 排出傾向の観点での処理パターン分けにあたっては「技術分類」を考慮すると良いのではないかという助言を得た。一方で、令和3年度 CN 業務の GHG 排出量推計に用いていた ASR リサイクル・処理方式も GHG 排出量の傾向と対応していると考えられるため、まず、ASR リサイクル・処理方式と技術分類の対応関係を整理した。(表 2-7)

表 2-7 各 ASR リサイクル・処理方式と各技術分類に該当する ASR 再資源化施設での処理量 (ASR 引取量全体に占める割合(%))

		ASRリサイクル・処理方式							
		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	焼却
技術分類	燃料代替(燃料代替+原料化)	12%	0%	2%	11%	0%	17%	0%	0%
	焼却・熱回収(焼却処理+熱回収+原料化)	0%	0%	3%	1%	0%	0%	0%	0%
	乾留・ガス利用(乾留ガス化+ガス利用+原料化)	0%	11%	0%	0%	0%	0%	0%	0%
	乾留・熱回収(乾留ガス化+熱回収+原料化)	0%	1%	0%	7%	3%	0%	0%	0%
	素材選別(素材選別+燃料代替)	0%	0%	0%	0%	0%	0%	32%	0%

出所) 環境省データ及び「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 回合同会議参考資料 7-1、7-2 より MRI 作成

主な技術分類が大きく割れているのは、「流動床炉」「焼却炉+溶融炉」である。今回は、処理方式×技術分類の処理パターンで、GHG 排出傾向の差異を把握することを目指し、まずは、ASR 投入量が最も多く、GHG 排出量算定結果も最も多い、流動床炉の主な2つの技術分類に注目した。各分類(「燃料代替(燃料代替+原料化)」「乾留・熱回収」)にあてはまる再資源化施設(各1社、計2社)を両チームから紹介いただき、ヒアリングを行うこととした。

イ) マテリアル工程の分類

ASR リサイクル・処理方式のうち、マテリアル工程については、令和3年度 CN 業務での推計では、様々なリサイクル方法の差異を考慮せず、まとめて算定してしまっている上、ガス化溶融の排出係数を暫定的に用いているといった課題がある。また、回収マテリアルの種類等により、さらに GHG 排出傾向に差異がある可能性がある。そのため、本年度は、マテリアル工程の分類の観点を検討した。ASR リサイクル・処理の各方式の処理量の割合・施設数(令和3年度)を図 2-5 に示す。

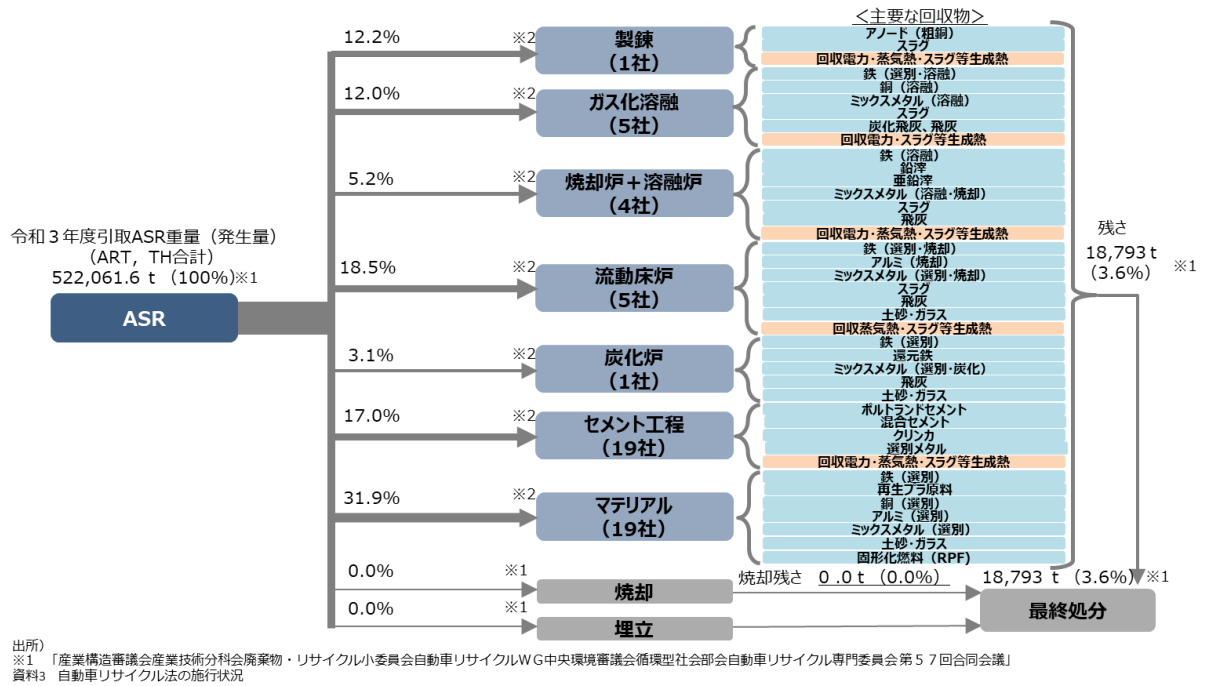


図 2-5 ASR リサイクル・処理の各方式の処理量の割合・施設数(令和3年度)

b. 調査結果

ア) GHG 排出量算定の精緻化に向けた算定方法の見直し(流動床炉ヒアリング結果)

ASR 再資源化施設(流動床炉)へのヒアリングの結果、流動床炉で、技術分類が「燃料代替(燃料代替+原料化)」である再資源化施設(再資源化施設1)と技術分類が「乾留・熱回収」である事業者(再資源化施設2)にヒアリングを行い、フローを図2-6、図2-7のとおり整理した。

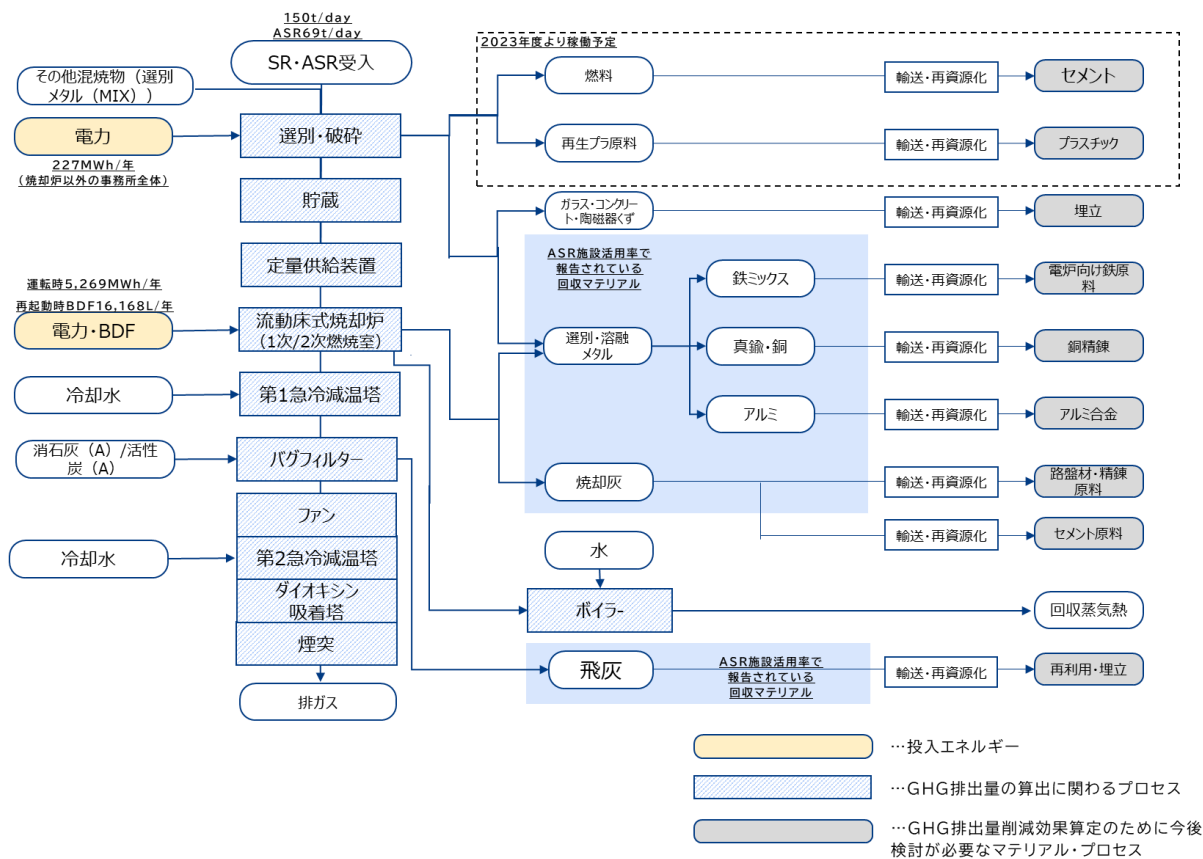


図 2-6 流動床炉(燃料代替(燃料代替+原料化))の ASR 再資源化施設の処理・マテリアルフロー (再資源化施設 1)

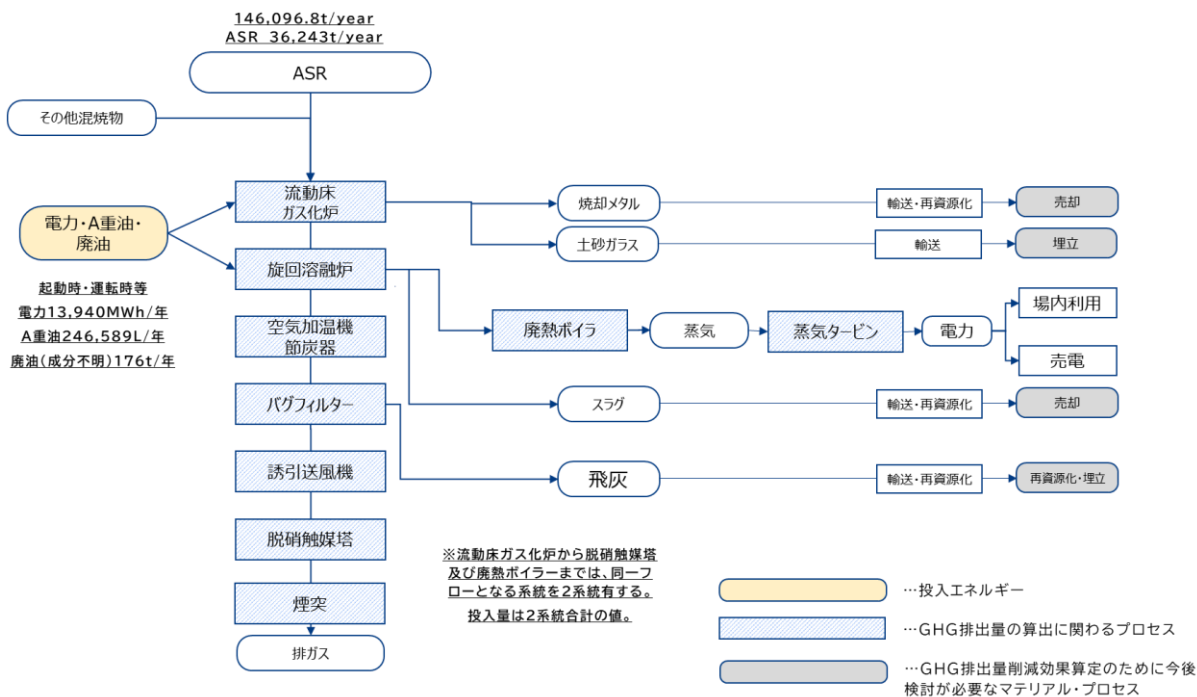


図 2-7 流動床炉(乾留ガス化・熱回収・原料化)の ASR 再資源化施設の処理・マテリアルフロー (再資源化施設 2)

再資源化施設 1 及び再資源化施設 2 の GHG 排出量は、表 2-8 のとおり算出された。表 2-8 の数値は 2 事業者へのヒアリング結果であり、数値の代表性があるとは限らない。

再資源化施設 1・2 ともに、令和 3 年度 CN 業務での推計に計上していなかった処理プロセスからの排出があることが確認された。再資源化施設 1・2 ともに、「焼却・溶融炉の運転」に関する GHG 排出量が全体の 9 割以上を占め、それ以外の GHG 排出量は、全体の 10%未満の寄与にとどまった。再資源化施設 1・2 ともに、令和 3 年度 CN 業務での推計で用いた排出係数と比較し、±3~4 割程度の差異に収まっている。

表 2-8 流動床炉による ASR リサイクル・処理工程の GHG 排出量(t-CO2/台)

工程の各項目		エネルギー種別	再資源化施設 1:燃料代替・原料化	再資源化施設 2:乾留ガス化・熱回収・原料化	(参考)令和 3 年度 CN 業務での推計の結果
焼却炉・溶融	誘引ファン・1 次押込ファン・2 次押込ファン等の運転	電力	0.10	-	計上なし
	起動時・スクリーコンベア・運転時(誘引送風機)	電力	-	0.18	計上なし
	一般廃棄物の処理(16 施設の平均)	電力	-	-	0.15
	焼却炉の立ち上げ(年 3 回起動時の A 重油代替 BDF 使用量)	軽油*	0.0017	-	計上なし
	スクリーコンベア・流動床ガス化炉・巡回溶融炉	A 重油	-	0.018	計上なし
	スクリーコンベア・流動床ガス化炉・巡回溶融炉	廃油	-	0.014	計上なし
ホイールローダー	荷下ろしのダンプ・掻き揚げ、構内作業、燃え殻の排出時の運搬	軽油	0.0020	-	計上なし
焼却施設以外	破碎機、集塵機、その他の事務所	電力	0.0042	-	計上なし
流動床炉の ASR リサイクル・処理工程合計**			0.11	0.21	0.15

*実際には BDF の排出係数は 0t-CO2/t であるが、一般的なエネルギー消費による GHG 排出量の把握のため、軽油の原単位を使用

**本計算には、ASR の非エネルギー起源 CO2 は未計上

注釈)表中「令和 3 年度 CN 業務」は、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」を指す。

また、ヒアリングの中で、ASR の組成(プラスチックやゴムの割合等)に関しては、ASR の発生工程が多様なため、ASR の組成も様々であり、受け入れのたびにその組成を把握しているわけではないが、ASR の比重・発熱量は含有するガラスの量の影響を受けるため、ガラスが多い ASR は発熱量が相対的に低いという情報を得た。

イ) マテリアル工程の分類

「マテリアル工程」に分類される 19 施設の分類について、令和 3 年度 CN 業務での推計では 1 つの排出係数(暫定的にガス化溶融と同じ値)を用いて GHG 排出量を算出したが、実際には様々なリサイクル方法が含まれる。本年度は、GHG 排出量の観点で、各リサイクル方法の特徴を捉えることを目的として、分類を試みた。

分類にあたっては、回収マテリアルによって、処理工程が異なり、処理工程での GHG 排出の傾向も

異なるのではないかという仮説のもと、令和 3 年度の情報を用いて、19 のマテリアルの再資源化施設について、主な回収マテリアル²⁶の観点から分類を行った(表 2-9)。

回収マテリアルは、「土砂・ガラス」「燃料代替(セメント原燃料)²⁷」「選別メタル」「電炉・転炉原材料」に大別される。

表 2-9 マテリアルの再資源化施設における主な回収マテリアル

No.	主な回収マテリアル
1	選別メタル
2	選別メタル(鉄・非鉄)
3	転炉・電炉原材料
4	電炉原材料
5	電炉原材料
6	土砂・ガラス
7	土砂・ガラス
8	土砂・ガラス
9	土砂・ガラス
10	土砂・ガラス、塩ビ樹脂
11	土砂・ガラス、再生プラ原料
12	土砂・ガラス、選別メタル
13	燃料代替(セメント原燃料)
14	燃料代替(セメント原燃料)
15	燃料代替(セメント原燃料)
16	燃料代替(セメント原燃料)
17	燃料代替(セメント原燃料)
18	燃料代替(セメント原燃料)
19	燃料代替(セメント原燃料)、選別メタル

出所)ART・TH チーム資料より三菱総合研究所作成

c. 結論・今後の方針

流動床炉については、「燃料代替(燃料代替+原料化)」では、「焼却炉の運転」による GHG 排出量が、全体の 9 割近くを占めていた。「焼却・溶融炉の運転」による GHG 排出量は、令和 3 年度 CN 業務での推計と大きくはずれておらず、±3~4 割程度の差異に収まっている。一方、令和 3 年度 CN 業務では計上していなかった処理プロセスでの GHG 排出もあることが分かった。そのため、令和 3 年度 CN 業務での推計結果よりも、実際の GHG 排出量はやや大きい可能性がある。

今後の GHG 排出量の精緻化の方針としては、以下が考えられる。

- 流動床炉以外の ASR リサイクル・処理方式についても、各方式の GHG 排出量を把握し、処理方式間での GHG 排出量のばらつきや令和 3 年度 CN 業務での推計との差異を分析する。優先して精緻化を検討すべき処理方式(本年度業務において調査を実施した流動床炉を除く)の考え方は以下のとおり。

²⁶ 「主な回収マテリアル」としては、回収量が最も大きいもの(同程度の量のものがあれば 2 つ)を抽出して表に記載している。

²⁷ 「セメント工程」に分類されている再資源化施設は ASR を直接セメント工程で処理するのに対し、「マテリアル」に分類されている再資源化施設での「燃料代替(セメント原燃料)」としては、ASR を事前選別したもの(RDF・RPF 等回収物)をセメント工程に送るため、セメント工程において処理している ASR の性状が異なる。

- 特に処理量の大きい方式:マテリアル、セメント工程、ガス化溶融、製錬
- 処理方式とは異なる文献値を用いている方式:製錬、炭化炉、セメント工程、マテリアル(いずれの工程についても、ガス化溶融の排出係数を利用)
- 特に処理量の大きいマテリアル工程については、本年度の検討結果を踏まえて分類を行い、分類間での GHG 排出量のばらつきや令和 3 年度 CN 業務での推計との差異を分析する。

なお、日本全体の GHG 排出量推計の精緻化への反映や後述の算定モデルの構築にあたっては、各方式の排出係数を設定する必要があるため、文献値がない方式(製錬、流動床炉、炭化炉、セメント、マテリアル)については、排出係数を設定する必要がある。ヒアリングとアンケート等を組み合わせて、調査を行うことが考えられる。ヒアリング・アンケートで把握したい事項は以下のとおりである。

- 再資源化施設へのヒアリング事項
 - 処理のフロー、設備・機器
 - 各設備・機器でのエネルギー消費量
 - 事業所・機器・設備の特徴
 - (マテリアル工程のみ)回収マテリアル・回収エネルギーの用途
 - (マテリアル工程のみ)等
- チームへのヒアリング事項
 - 再資源化施設へのヒアリングを踏まえた分析結果について、違和感がないかを確認いただく。

また、本年度業務における検討では、ASR 再資源化による GHG 排出量の精緻化に向けた調査・検討を行ったが、今後は GHG 排出量のみならず、ASR 再資源化による GHG 排出量削減効果(マテリアルやエネルギーの回収による控除)の算定に向けた検討を進める必要がある。本年度業務では、再利用可能部品の GHG 排出量削減効果の検討((2) 1)で後述)を進めたため、その検討結果も踏まえ、令和 5 年度以降に ASR 再資源化による GHG 排出量削減効果の考え方も整理していく必要がある。

(2) 算定範囲の拡大

1) 再利用可能部品

a. 調査方針

再利用可能部品の GHG 排出量の推計に向けた方針(推計方法・推計の粒度)を検討・整理するため、本年度の調査は、以下のとおり実施した。

ア) 再利用可能部品の定義と算定対象の条件の整理

有識者へのヒアリング結果等を踏まえ、使用済自動車から取り外した部品のうち、再利用可能とする

部品の定義や算定対象とする条件を整理した。

イ) 算定対象の条件に関する情報の収集

以下の情報源から、活動量(部品の重量・組成)、部品リユース・素材リサイクルの割合を収集・整理した。

- 過年度の実証事業報告書・論文
- 公益財団法人自動車リサイクル高度化財団(J-FAR)のこれまでの実証実験結果
- 有識者提供の報文・研究データ

部品の回収率、部品リユースと素材リサイクルの割合を以下の文献から整理した。同時に、プラスチック又はガラスを含む部品で算定対象とする部品の候補を選定した。

- 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

部品リユースについては、既存データベースの利用可能性について、運用元や関係者であるNGPエコプロジェクトや、日本自動車リサイクル部品協議会、自動車部品工業会に確認した。その結果、以下のデータベースについて、利用できる可能性があることが分かった。

- NGP エコプロジェクト
- 一般社団法人日本自動車リサイクル部品協議会

素材リサイクルについては、算定対象とする素材の投入エネルギーに関する情報を整理した。また、プラスチックなどの組成から、非エネルギー起源の排出係数を整理した。

ウ) 算定対象プロセスの試作及び試算

「イ)算定対象の条件に関する情報の収集」で得られた情報をもとに、算定部品の算定対象プロセスの作成と GHG 排出量及び排出控除量の試算に向けた検討を行った。

b. 検討結果

ア) 再利用可能部品の定義と算定対象の条件

再利用可能部品の定義と算定の考え方について、有識者にヒアリングを行った。有識者は以下の 2 名。ヒアリング結果を表 2-10 に示す。ヒアリングに対応いただいた有識者は、立命館大学 政策科学部 准教授 中野勝行氏、京都大学 環境安全保健機構環境管理部門 准教授 矢野順也氏である。

表 2-10 再利用可能部品の算定の考え方に関する有識者ヒアリング結果

GHG 排出控除に関する事項	有識者からのご指摘	有識者のご指摘を踏まえた GHG 排出控除量の算定方針 (案)
算定の考え方	<ul style="list-style-type: none"> ・ 実務上、データの入手や加工作業等の工数に制約があるため、データの入手可能性及び利用可能性に基づき、算定部品を絞り込んでいくのが良い。 ・ 短期的には、素材単位で GHG 削減量は整理を行うのが良い。 ・ プラスチック・ガラスで組成された部品のうち、自動車一台に占める重量の割合が大きい部品が、ASR の発生量に影響を与えるものとする。 	<ul style="list-style-type: none"> ・ 部品単位で排出係数を設定できない場合は、まずは素材単位で算定できるようにする。 ・ 実務的に入手できる情報のうち、プラ及びガラスで組成された部品で ASR 発生量につながりやすいものを算定対象にする。
算定部品	<ul style="list-style-type: none"> ・ 事業者・解体車両によっては取り外される場合があり、ASR 源になりうる部品のうち、重量の大きい部品を対象にすると良い。 ・ 対象部品の選定の目安(条件)を設定してはどうか。 	<ul style="list-style-type: none"> ・ 事業者・解体車両によっては取り外される場合があり ASR 源になりうるプラ部品とガラスを含む部品を算定対象の部品にする。
算定方法【素材】	<ul style="list-style-type: none"> ・ プラスチック部品の樹脂組成は考慮すべきである。さらに、有害物質についてもリサイクルの観点で整理が必要。 ・ 本評価では、LCI データベース IDEA 等を用いるのが良い。 	<ul style="list-style-type: none"> ・ 素材リサイクルによる排出控除係数は、LCI データベース IDEA 等のデータを用いて設定する。
算定方法【部品】	<ul style="list-style-type: none"> ・ 部品当たりの GHG 排出量は、可能であれば、部品メーカーから入手できると良い。自動車部品工業会の LCA(ライフサイクルアセスメント)分科会から、部品当たりの GHG 排出量に関するデータが入手可能か相談してみてもどうか。データを入手できない場合は、NGP エコプロジェクトのデータを利用すれば良いかと思う。 ・ 利用回数や使用年数の実態を事業者へのヒアリングにより設定する必要がある。 	<ul style="list-style-type: none"> ・ 部品リユースによる排出控除係数は、既存かつより精度の高い公開情報(自動車部品工業会、NGP エコプロジェクト等)が利用可能かを確認する。

有識者ヒアリングを踏まえ、再利用可能部品の定義と算定対象を以下のように整理した。

- 再利用可能部品の定義
 - 使用済自動車から取り外すことができ、部品リユース(リビルド含む)又は素材リサイクルできる部品を「再利用可能部品」とする。
- 算定対象:以下の項目について、実績値をもとに把握又は文献値や既存データベース等をもとに設定できる再利用部品を算定対象とする。
 - 数量・重量・組成
 - 部品リユース・素材リサイクルの割合
 - 排出係数・排出控除係数
- 算定条件
 - 再利用可能部品は 1 度目のリユース・リサイクルと仮定する。
 - バージンパーツ及びバージン原料に係るエネルギー投入は、排出控除係数として用いる。排出控除量は二次情報をもとに推計することから、排出量とは別に算定・計上する。

- 部品リユースと部品リサイクルの控除量についても別々に算定計上する。
- プロセス中で異物除去の項目を算定に含めるかどうかは、算定全体における影響度(異物の重さ)等をもとに、判断する。

イ) 算定対象の条件に関する情報の収集

算定にあたって必要となるデータは、以下の方法で収集できる見込みである。

- 数量・重量
 - 全国推計:文献値や公開情報等を用いる。
 - 事業者推計:実績値を用いる。
- 部品リユース・素材リサイクルの割合
 - 全国推計:文献値を用いる。まずは、図 2-8 で橙色に示した部品を優先的に検討する。
 - 事業者推計:実績値を用いる。
- 排出係数・排出控除係数
 - 全国推計・事業者推計:可能な限り、既存データベースを用いる。

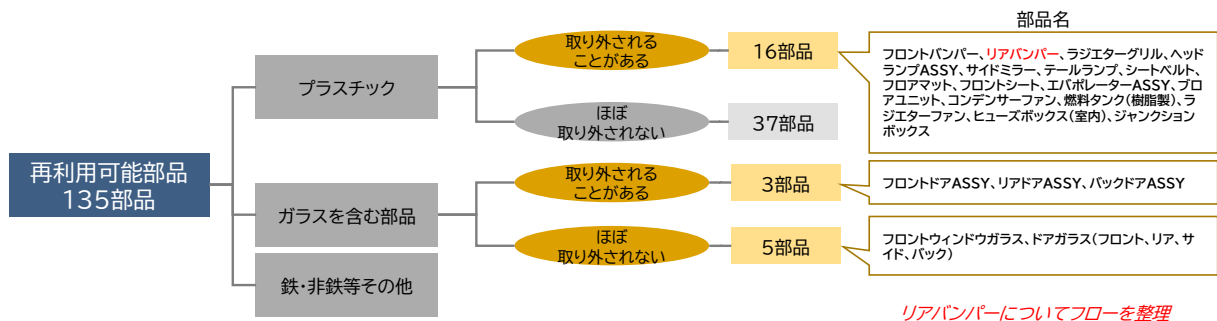


図 2-8 算定対象とする再利用可能部品の考え方

出所)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

ウ) 算定対象プロセスの試作及び試算

「イ)算定対象の条件に関する情報の収集」で得られた情報をもとに、算定部品の算定対象プロセスの作成と GHG 排出量及び排出控除量の試算を行った。

検討したプロセスと試算結果について、有識者ヒアリングを実施し、推計方法及び推計の粒度を確認した。有識者へのヒアリング結果の要旨を表 2-11 に示す。有識者は、早稲田大学 大学院環境・エネルギー研究科 教授 小野田弘士氏、立命館大学 政策科学部 准教授 中野勝行氏、京都大学 環境安全保健機構環境管理部門 准教授 矢野順也氏の 3 名である。

表 2-11 再利用可能部品の試算結果に関する有識者ヒアリング結果

有識者からのご指摘	
GHG 排出控除に関する算定の考え方	<ul style="list-style-type: none"> GHG 排出控除量の評価は、品質とプロセスの 2 つの観点から過大評価していると考えられる。概算として排出量及び排出控除量を示すためには、もう少し検討が必要である。 算定目的の整理が必要である。ライフサイクルアセスメント(LCA)は算定目的が重要で、目的に応じて妥当性や方法論を決める。算定結果を参考値の扱いとするか、意思決定に利用するかで算定に要求する妥当性が変わる。 再利用可能部品の現在の評価の考え方は、日本自動車リサイクル部品協議会の CO2 排出量削減効果の評価の考え方とほとんど変わらない。バージン部品とリユース部品が等価となる前提で計算している。 再利用部品に関する考え方に、特段違和感はない。データベース(IDEA)のバージョンは統一するのが理想であるが、難しいことも理解している。また、引用する原単位のデータベースは、可能なら最新版を利用すべき。
推計方法	<ul style="list-style-type: none"> 素材リサイクル及びリユース部品に加えて、リビルド部品も今後加えた方がよい。 リユース又はリサイクルするための輸送に係る排出量をバウンダリに含めるべき。 可能な限りリユース・リサイクルの効果を分けて算定すべき。 どのようなプロセスで再商品化されているかのデータは、解体・破碎事業者よりも販売事業者ヒアリングすべきかもしれない。 異物除去に係る GHG 排出量については、算定全体における影響度(異物の重さ)等をもとに、GHG 排出量を算定するか判断する方針でよい。一方で、軽量のため GHG 排出量算定の優先度は低くなるが、資源循環の高度化の観点から実際には回収した方がよい部品もある。 将来、電源構成が変化した場合に原単位が変更できるように計算は整理しておくが良い。 リサイクルされた後に使用済となった素材・リユースされた後に使用済となった部品は再度再利用されず焼却される設定ということだが、フロー図にはその設定が明記されていない。焼却までのプロセスが理解できるようなフロー図を整理すべき。
事業者の推計に向けての留意点	<ul style="list-style-type: none"> 一般事業者が容易かつ平易に利用可能な制度の設計という観点では、できる限り日常的に管理しているデータの入力により GHG 排出控除量を算定できる形にするのが理想。デフォルト値は、随時更新し公的な形で提供するのが望ましい。

有識者ヒアリングを踏まえて、リアバンパーを例にした場合の算定対象プロセス及び活動量に関する情報を図 2-9 のように整理した。GHG 排出控除量として計上する部分を、黄色(エネルギー起源 CO2)又は緑色(非エネルギー起源 CO2)で示した。

試算にあたっては、排出量と排出控除量は別々に計上し、リユース(リビルド含む)とリサイクルの排出控除量も別々に計上した。推計の粒度としては、再利用可能部品の排出量と排出控除量の大小をつかめるように影響度(重量等)の大きな項目について算出した。試算については、まだ課題があるため、引き続き検討が必要である。

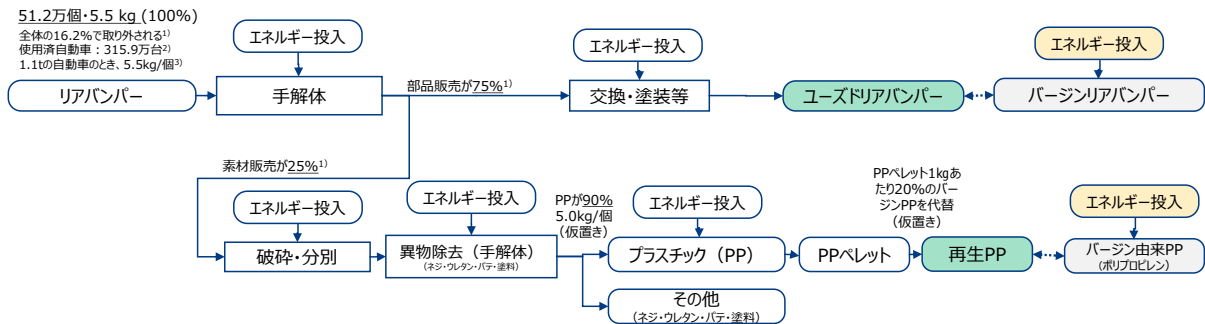


図 2-9 リアバンパーのマテリアルフロー(算定対象プロセス及び活動量の整理)

注釈)有効数字は2桁になるよう四捨五入

出所 1)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 2)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

出所 3)リサイクル部品でCO2削減 | NGP エコプロジェクト (nepp.jp) <https://www.nepp.jp/co2/> (2022年12月26日閲覧)

c. 結論・今後の方針

GHG 排出量・排出控除量の試算にあたっては、各部品のより詳細なマテリアルフロー及びプロセス(回収率、歩留率等)の実態把握が必要であることが分かった。プロセスの整理にあたっては、解体工程で回収されたりサイクル素材がどのような用途で実際にリサイクルされるかを把握する必要があること、素材販売の実態はどのようになっているのかを把握する必要があること(販売できなかった部品は、破砕工程等に戻るとの意見もあったため)が課題である。

今後の方針としては、算定対象とする再利用可能部品のうち、GHG 排出量・排出控除量の試算に特に影響の大きい部品(回収率・1部品当たりの炭素含有量)を選定した上で、実際のマテリアルフロー及びプロセスに関する文献調査を実施することが考えられる。その結果を踏まえ、マテリアルフロー及びプロセス(必要に応じて複数パターン)を仮定し、排出量・排出控除量の試算を行った上で、選定した再利用可能部品のGHG 排出量・排出控除量の全国推計の試算を行うことが考えられる。個社のGHG 排出量の算定モデルの作成に向けては、マテリアルフロー及びプロセスに関して、個社の実態に即したデータを入力いただけるような枠を用意する必要がある。

2) LiB

LiBについては、経済産業省の蓄電池のサステナビリティに関する研究会においては、解体後の駆動用LiBの流通経路として、約半数がリユースされ、約半数が処理されていることが判明した一方、中間処理以降の流通状況や、リユース市場の詳細が依然不明であり、引き続き実態調査を行うこととしている。LiBのライフサイクル全体におけるカーボンフットプリント(CFP)を把握する試みが予定されている。それぞれのフローに回る蓄電池の割合については、調査を進めるとされている。

このような状況から、LiBについては、今後フローに関する知見が蓄えられてから、GHG 排出量算定を行うことが適切であると考えられる。

今後は、引き続きLiBのフローやGHG 排出量の評価に関する調査動向を把握する。

(3) 本年度業務の成果と課題、今後の方向性

本年度の調査・検討の成果と課題を表 2-12 に整理した。

GHG 排出量推計方法の精緻化については、解体は、令和 3 年度 CN 業務での推計で、排出量が少ないという結果であったが、令和 3 年度 CN 業務では考慮していなかったプロセスの影響が大きいと考えられるため、重要なプロセスを計上し、日本全国の推計値を算出する必要があると考えられる。破碎は、令和 3 年度 CN 業務での推計で、プレスせん断処理・シュレッダー処理の数値のみ計上していたが、本年度業務でのヒアリング結果を踏まえると、シュレッダー処理の排出量が大きいと、排出量に大きなずれはないと推測される。ASR リサイクル・処理工程は、令和 3 年度推計で最も GHG 排出量が大きい工程であったため、重要度が高い。本年度業務での検討では、ASR リサイクル・処理工程については、流動床炉のみ調査したところであるため、他の処理方式についても調査する必要がある。本年度の結果を踏まえ、まずは処理量が多く、様々な処理方法が存在する「マテリアル工程」に注目するのが良いと考えられる。

算定範囲の拡大については、本年度の検討を踏まえ、引き続き再利用可能部品の GHG 排出量及び排出控除量の算定方法の整理を進めるとともに、LiB についても動向を調査する必要がある。

表 2-12 本年度の調査・検討の成果と課題

		本年度業務における検討の成果	本年度業務における検討の課題
① GHG 排出量 の推計 方法の 精緻化	解体	<ul style="list-style-type: none"> 解体工程を 3 つの処理パターンに分類し、特に重要な 2 つの処理パターンに該当する 2 事業者のフローと GHG 排出量を調査した。 処理パターンの違いに加え、それ以外の要因が GHG 排出量に与える影響も大きい可能性があることが分かった。 処理パターン以外の GHG 排出量に影響する要因について、2 事業者に追加ヒアリングを行ったが、機器・設備の製造年や事業所の面積とは必ずしも対応していなかった。 	<ul style="list-style-type: none"> 本年度の検討では、サンプル数が少ないため、結論を出すことはできない。処理パターンによる GHG 排出量の傾向が見出せるのか、処理パターン以外の要因の影響が大きいのかについて、サンプル数を増やして調査できると良いのではないかと。
	破碎	<ul style="list-style-type: none"> 破碎工程を 3 つの処理パターンに分類し、フロー及び投入エネルギーに関する情報を収集したところ、その分類間で、破碎工程での使用機器・設備の特徴に大きな差異は見られなかった。 そのため、破碎工程での使用機器・設備に直接着目した処理パターン分けの仮説を立てた。 処理パターン以外の GHG 排出量に影響する要因について、追記予定 	<ul style="list-style-type: none"> 次年度以降は、破碎工程での使用機器・設備に直接着目した処理パターン分けの仮説の妥当性を検証すると同時に、各処理パターンの GHG 排出傾向を把握する必要がある。
	ASR	<ul style="list-style-type: none"> ASR 処理方式の分類と技術分類の観点から、流動床炉に着目し、流動床炉の主な 2 つの 	<ul style="list-style-type: none"> 本年度の検討では、サンプル数が少ないため、処理パターン分けの妥当性・GHG 排出量の精緻化の方針について

		本年度業務における検討の成果	本年度業務における検討の課題
		技術分類(「焼却・熱回収」「乾留・熱回収」)でのフローとGHG 排出量の特徴を把握した。 ・ マテリアルの分類を検討し、仮説を立てた。	は、次年度以降、さらなる検討が必要である。 ・ マテリアルの分類の仮説の妥当性を検証すると同時に、各分類の GHG 排出傾向を把握する。
②算定範囲の拡大	再利用可能部品(窓ガラス、バンパー、内装品等)	・ 再利用可能部品の控除量の考え方や算定方法を整理した。 ・ リアバンパーについて、再利用による控除量の試算に向けた検討を行った。 ・ フローの整理や GHG 排出量・控除量の試算に向けた課題を整理した。	・ 課題として整理した事項を算定対象とする再利用可能部品のうち、GHG 排出量・排出控除量の特に関与の大きい部品を選定し、実際のマテリアルフロー及びプロセスに関する調査を実施する。 ・ その上で、選定した再利用可能部品の GHG 排出量・排出控除量の全国推計の試算を行う。
	LiB	・ 解体業者・非鉄製錬業者へのヒアリングを通して、フローに関する情報を収集した。 ・ LiB の GHG 排出量の算定における論点を整理した。	・ 解体後の LiB のフローは明確ではない部分が多く存在し、GHG 排出量算定のバウンダリや算定方法の設定が困難であるため、引き続き動向調査が必要である。

2.1.3 算定モデル構築に向けた検討

(1) GHG 排出量算定モデルの背景・目的

事業者が自社の GHG 排出量を簡便に算定し把握するためのツールとして、GHG 排出量算定モデル(以下、「算定モデル」と言う。)の作成を検討した。算定モデルは、GHG 排出量の実態把握の精緻化に向け、各事業者の算定結果を集約していく必要があることから発案された。また、令和 3 年度 CN 業務で実施した「令和 3 年度温室効果ガス排出実態把握検討会」では、以上の算定結果をもとに、自動車リサイクル業界関係者と情報共有を行い、データ把握における連携や、横串を通じた検討を行う必要性が指摘されている。

より多くの算定結果を収集するためには、まずは事業者に算定モデルを広く利用してもらう必要があること、また、事業者は GHG 排出量に関する詳細な情報を必ずしも把握していないことから、まずは、事業者が把握している情報の範囲でも算出できるような算定モデルの作成を検討した。さらに将来的には、算定モデルによって算定された結果を集約し、GHG 排出量の全国推計に活用することを見据えているため、データ収集・共有の仕組み構築に向けた検討も並行して進めていくことが求められる。

令和 5 年度中に算定モデルの第一版を公表することを目指し、まずは令和 3 年度 CN 業務で作成された日本全体の算定モデルをベースとして、多くの事業者が把握している使用済自動車の「台数・重量」のみを入力するだけで自社の GHG 排出量算定ができるモデルを作成することを検討した。

(2) 算定モデル構築の方向性

1) 算定モデル構築の方針

自動車リサイクル関連業界団体へのヒアリングを通して、多くの事業者が入力可能な項目は、使用済自動車の「台数・重量」のみであると確認した(表 2-13)。さらに GHG 排出量実態把握によって、排出係数のより正確な設定や、各工程における処理パターンの分類に応じた排出係数の設定ができるようになることを想定し、以下のような方針で算定モデルを構築することとした。

- 使用済自動車の「台数・重量」を入力するだけで GHG 排出量の算定ができるよう、排出係数を準備しておく。
- 排出係数に関わるデータを把握できている事業者向けに、実態に合わせて排出係数をカスタマイズできるような設計とする。
- 将来的には、処理パターンに応じた排出係数を設定しておき、事業者が自社の状況に合わせて選択できるようにすることも視野に入れる。

表 2-13 ヒアリングで得られた算定モデル構築につながる示唆

工程	ヒアリング・調査結果
解体	・ (一社)日本自動車リサイクル機構(JAERA)へのヒアリング結果:現状、個別事業者の GHG 排出量に関するデータは、個社・JAERA とともに把握できていない。年間処理台数、月間処理台数、施設全体の電圧別電力使用量、燃料消費量は把握できる。
破碎	・ (一社)日本鉄リサイクル工業会(JISRI)所属事業者へのアンケート結果:エネルギー使用量について、回答 8 社のうち、2 社は「使用機器・設備ごとに把握している」と回答し、他の 6 社は「使用機器・設備ごとではなく事業所全体なら把握している」と回答した。

注釈)算定モデル構築の方針についてのヒアリングを行ったわけではないが、GHG 排出量算定の精緻化に向けて行ったヒアリングの結果得られた示唆を整理した。

2) 算定モデル構築後の改良の進め方イメージ

算定モデルについては、令和 5 年度中に第一版を公表することを目指しているが、第一版の公表後、モデルの改良を行うことを想定する。令和 5 年度中の公表時点では、GHG 排出量実態把握が暫定的であるため、算定モデルも暫定的なものにならざるをえない。また、GHG 排出削減効果についても、算定方法を令和 5 年度にかけて検討する予定であるため、令和 5 年度中の算定モデルへの反映には至らないことが想定される。そのため、算定モデルによって、より正確に事業者の GHG 排出量を算定できるようにするとともに、資源回収インセンティブ制度との接続化も見据えて GHG 排出削減効果を評価可能なツールの一つとしても活用できるよう、令和 6 年度以降に改良を行う予定である。

第一版で実装を目指す事項と、以降の版で順次改良を行う事項について、現時点での想定を表 2-14 に示した。

表 2-14 算定モデル(第一版)の公表及びその後の改良の方針

	令和 5 年度中に公表する第一版	令和 6 年度以降の改良方針 (太字下線:主な追加要素)
算定モデルの目的	<ul style="list-style-type: none"> 自社の GHG 排出量算定 (※主に Scope1, 2 に相当) 	<ul style="list-style-type: none"> 自社の GHG 排出量算定 (※主に Scope1, 2 に相当) 自社の GHG 排出量削減効果の算定 (※資源回収インセンティブ制度における各コンソーシアムの排出量評価のツールにもなりうる)
対象の工程	<ul style="list-style-type: none"> フロン類回収 解体 事前選別処理 破砕 全部利用 ASR リサイクル ASR 処理 	<ul style="list-style-type: none"> 左記に加え、再利用可能部品に関する算定 以下工程における排出量削減効果も加味 <ul style="list-style-type: none"> 再生利用可能部品のリユース・リサイクル ASR リサイクル
算定モデルの機能	<ul style="list-style-type: none"> 台数・重量のみによる算定 排出係数のカスタマイズ 	<ul style="list-style-type: none"> 台数・重量のみによる算定 排出係数のさらなるカスタマイズ 各工程の処理パターン別の排出係数を選択可 資源回収インセンティブ制度に参画する各コンソーシアムの申請時の情報・JARS に登録された情報の取り込み可能
算定モデルの構築に必要なデータ等	<ul style="list-style-type: none"> 令和 3 年度業務における調査で用いた算定モデル(工程区分・プロセス小項目・排出係数) 	<ul style="list-style-type: none"> GHG 排出量実態把握の検討結果に基づく、算定モデル(工程区分・プロセス小項目の設定・各工程の処理パターン別の排出係数) 各コンソーシアムの申請時の情報(例:参画事業者の保有設備等)、JARSに登録された情報(例:回収資源の重量データ等)(※JARS からデータ等出力した上で、別途の形で使用することを想定)

(3) 算定モデルのイメージ

1) 算定用 Excel ファイルの全体像

算定モデルは、Excel ファイルで作成することを想定する。1つの算定用 Excel ファイルに、自動車リサイクル工程ごとの GHG 排出量算定シート(入力シート)と、入力された工程の GHG 排出量を合算するシート(出力シート)を含む。(図 2-10)

工程ごとの入力シートイメージとして、図 2-11 にフロン類回収・解体・破砕工程の例を示す。令和 5 年度に公表予定の算定モデル(第一版)では、多くの事業者が入力可能である使用済自動車の「台数・重量」データを入力するだけでも排出量算定ができるよう、あらかじめ排出係数を組み込んでおく想定である。入力シート(図 2-11)にて、赤字・赤枠で示す「台数・重量」のみを入力すれば、青字で示す「GHG 排出量」がプロセス小項目ごとに算出可能となる。

工程ごとに各入力項目を入れると、出力シート(図 2-10)に事業者が入力した全行程の GHG 排出量合計が算出されるという構成である。

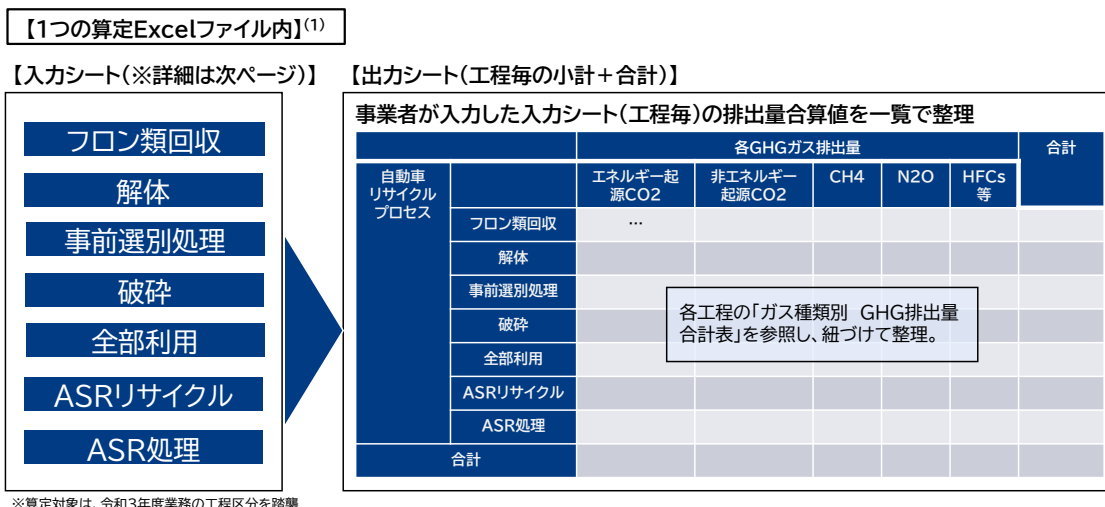


図 2-10 算定 Excel ファイルの全体像のイメージ(出力シート)(案)

【入力シート】 ※以下、項目ごとの排出係数は令和3年度業務時点のデータを使用。令和6年度以降に改良予定。

<排出項目別 年間当たりのGHG排出量算定表⁽¹⁾> 入力項目:赤枠・赤字、出力項目:青字

フロン類回収					
プロセス小項目	項目	台数・重量 [台/年]	排出係数 [t-CO2eq/台]	GHG排出量 [t-CO2eq/年(全国値)]	備考 (各項目の起源ガス種)
フロン類の破壊処理	フロン破壊への投入エネルギーに伴うCO2排出量	9,000	0.00591	53	エネルギー起源CO2
フロン類の破壊処理	フロン破壊に伴うCO2排出量	9,000	0.0002	2	非エネルギー起源CO2
運搬	運搬に伴うCO2排出量	9,000	0.0079020	71	エネルギー起源CO2

事業者が入力
※数値はダミー

算出値を組み込み済
※但し事業者がカスタマイズ可。
以降ページでカスタマイズの際
の必要データを列挙。

自動的に出力
台数・重量[台/年]×排出係数[t-CO2eq/台]

解体					
プロセス小項目	項目	台数・重量 [台/年]	排出係数 [t-CO2eq/台]	GHG排出量 [t-CO2eq/年(全国値)]	備考 (各項目の起源ガス種)
ニブラによる解体	投入エネルギーに対するCO2排出量	10,200	0.00024	2	エネルギー起源CO2
運搬	破碎施設への運搬に伴うCO2排出量	10,200	0.0069	70	エネルギー起源CO2
運搬	全部利用施設への運搬に伴うCO2排出量	10,200	0.0355	362	エネルギー起源CO2

破碎					
プロセス小項目	項目	台数・重量 [台/年]	排出係数 [t-CO2eq/台]	GHG排出量 [t-CO2eq/年(全国値)]	備考 (各項目の起源ガス種)
プレスせん断処理・シュレッダー処理	投入エネルギーに対するCO2排出量	9,800 [台/年]	0.0286 [t-CO2eq/台]	280	エネルギー起源CO2
運搬	運搬に伴うCO2排出量	9,800 [t/年]	0.0545 [t-CO2eq/t]	534	エネルギー起源CO2

図 2-11 算定 Excel ファイル 入力シートのイメージ

注釈)プロセス小項目の区分は当該算定ファイルでの区分を踏襲した暫定的なもの

2) 算定モデルにおける排出係数カスタマイズの機能

入力シートにおいては、事業者が排出係数に関わるデータを把握している場合を想定し、各事業者が排出係数をカスタマイズする機能を用意することを検討した。排出係数のカスタマイズを行う場合に、事

業者が入力する項目を各工程・排出係数ごとに示す。(表 2-15)

「GHG 排出量算定に用いる排出係数」は、算定モデルの中で、公表されている文献値等をもとに算出し、GHG 排出量の算定式にあらかじめ組み込んでおくことを想定する。他方で、事業者が、「台数・重量」のみならず、排出係数に関連するデータを把握している場合には、そのデータを入力することによって、より各事業者の状況に即した排出係数を算出できるようにする。排出係数のカスタマイズに使用する項目を「排出係数をカスタマイズする場合事業者が入力可能な項目」として表 2-15 に示す。

表 2-15 各排出係数の算定に必要な入力項目

工程	GHG 排出量算定に用いる排出係数	排出係数をカスタマイズする場合 事業者が入力可能な項目
フロン 類回収	フロン破壊への投入エネルギーに伴う CO2 排出量[t-CO2/台]	<ul style="list-style-type: none"> ・ HFC(ハイドロフルオロカーボン)引取量[g-HFC/台] ・ フロン破壊処理に伴う CO2 排出量[kg-CO2/kg]
	フロン破壊に伴う CO2 排出量[t-CO2/台]	<ul style="list-style-type: none"> ・ HFC(ハイドロフルオロカーボン)引取量[g-HFC/台]
解体	ニブラによる解体における、投入エネルギーに対する CO2 排出量[t-CO2/台]	<ul style="list-style-type: none"> ・ ニブラによるエネルギー消費量[kWh/台] ・ 電力使用に伴う CO2 排出量[t-CO2/kWh] ・ 軽油使用に伴う CO2 排出量[t-CO2/kg]
破碎	プレスせん断処理・シュレッダー処理における、投入エネルギーに対する CO2 排出量[t-CO2/台]	<ul style="list-style-type: none"> ・ 破碎処理によるエネルギー消費量[kWh/kg] ・ 電力使用に伴う CO2 排出量[t-CO2/kWh] ・ 軽油使用に伴う CO2 排出量[t-CO2/kg] ・ 使用済自動車 1 台当たりの廃車ガラ重量[(t/台-ELV)]
運搬	次工程への運搬に伴う CO2 排出量[t-CO2/台]	以下往路・復路分のデータが必要。 <ul style="list-style-type: none"> ・ 輸送重量(t/トラック 1 台) ・ 輸送距離(km/トラック 1 台) ・ (可能であれば)トラックの燃料使用量(l/t km) ・ 輸送車 1 台当たりの ELV 輸送台数(台-ELV/台-輸送車)

(4) 検討会での議論を踏まえた課題整理と今後の方針

「2.1.3 算定モデル構築に向けた検討」については、自動車リサイクルのカーボンニュートラル及び3Rの推進・質の向上に向けた検討会(3.2 で後述)第2回及び第3回検討会で議論された。

検討会での主な議論と、それを踏まえた令和5年度における課題・対応方針を表2-16に示す。

表 2-16 検討会における主なご意見と令和5年度の課題・対応方針

	ご意見	令和5年度の課題・対応方針
算定モデル構築の詳細について	<ul style="list-style-type: none"> 各工程において、GHG 排出量以外の出力項目を追加できるようにする必要はないのか。 	<ul style="list-style-type: none"> 算定モデルの出力項目は、令和5年度の第一版では、台数・重量に基づく直接的な排出量とする。 他方で、令和6年度以降の改訂において、リユース・リサイクルによるGHG 排出量控除を考慮する際には、素材の回収量等の出力も重要となる。算定モデル構築の序盤から、GHG 排出量以外の出力項目についても検討する。
	<ul style="list-style-type: none"> 工程分類について、フロン類回収工程と解体工程を別建てにしているが、現場感覚ではフロン回収と解体工程は一連につながっている。 	<ul style="list-style-type: none"> 各事業者が算定モデルを使いやすいように区分を見直すことも検討する。
他制度・システムとの接続について	<ul style="list-style-type: none"> 算定モデルと自動車リサイクルシステム(JARS)の連携イメージを整理しておくべきである。 	<ul style="list-style-type: none"> 算定モデルは、事業者が負担なく自社の排出量を算定できるようにすることを第一の目的とする。 JARSとの接続については、算定モデルのシステムを具体化した段階で検討する。 まずは、事業者の負担軽減の観点から、令和5年度以降開発が予定されているJARS大規模改造で想定しているデータ項目を参考に、算定モデルのデータ入力項目を検討する。
	<ul style="list-style-type: none"> 各事業者におけるScope1・2の算定ができるのは重要だが、地球温暖化対策の推進に関する法律で定められるGHG 排出量算定・報告・公表制度(SHK 制度)にも利用できる粒度での排出量算定が可能か。 	<ul style="list-style-type: none"> SHK 制度との接続については、現段階では検討しておらず、算定モデルの目的は、自動車リサイクル法の解体・破碎処理をはじめとする事業者の自主的な算定に用いることとしている。 他方で、SHK 制度をはじめとし、本算定モデルの活用・関連が見込まれる施策・制度との接続は視野に入れ、今後の検討を進めることも必要である。

2.2 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

本年度開催した「自動車リサイクルのカーボンニュートラル及び3Rの推進・質の向上に向けた検討会」(開催概要は3.で後述)では、自動車リサイクルも含む自動車のライフサイクル全体を俯瞰し、前述の実態把握調査を通じて把握した課題や対応策等も踏まえ、図2-12に示す論点について、議論を行った。

ここでは、自動車リサイクルに影響する可能性のある動向調査及びGHG排出実態調査の結果や、上記検討会での議論を踏まえ、2050年カーボンニュートラル実現に向けた、自動車リサイクルの各工程での対応策等を整理した。

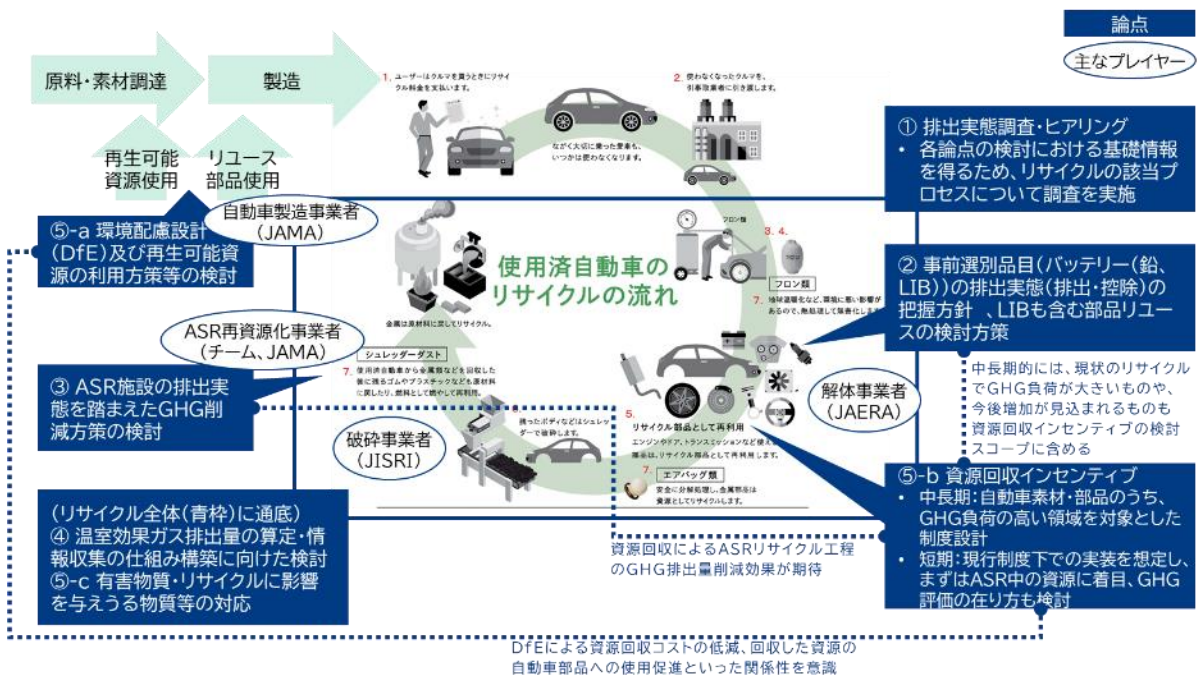


図 2-12 論点間の関係について

出所) (公財)自動車リサイクル促進センター「使用済自動車のリサイクル処理の流れ」に吹き出しなど追加
<https://www.jarc.or.jp/automobile/mechanism/recycleflow/> (2023年2月22日閲覧)

2.2.1 自動車リサイクルに影響する可能性のある動向の整理

自動車リサイクルに影響する可能性のある要素として、バッテリー(鉛蓄電池、LiB)の使用、炭素繊維強化プラスチック(以下、「CFRP」と言う。)の利用、化学物質や重金属の適正管理の3つの観点を取り上げ、動向等を整理した。

(1) バッテリー

1) 鉛蓄電池

自動車用鉛蓄電池については、図 2-13 に示すとおり、一般社団法人鉛蓄電池再資源化協会(SBRA)におけるリサイクルシステムが構築されている。

(1) 対象範囲

○鉛蓄電池再資源化協会(以下、SBRA※1という)におけるリサイクルシステムの対象となる電池は、自動車(二輪車、農業機械、建設機械等を含む)の鉛蓄電池が使用済となったもの(以下、使用済バッテリーという)であって、排出事業者から廃棄物としてSBRAに処理を委託されたもの。

※1 SBRA: Lead Acid Storage Battery Recycle Associationの略称

(2) いきさつ

○輸入電池の増加等を背景として、国内電池メーカー及び輸入事業者が共同で、使用済バッテリーの回収・再資源化を行うためのセーフティネットとしてシステムを構築。

○SBRAが廃棄物処理法の広域認定(産廃及び一廃)を取得。管理票情報システムによる処理の一括管理を実施。

- ・ 2012年4月10日 広域認定取得
- ・ 同年4月11日 限定運用開始
- ・ 同年7月21日 本格運用開始

(3) 運用体制(2021年3月末現在)

- ・ 参加メーカー等 : 7者※2
- ・ 排出事業者 : 11,850件
- ・ 回収事業者 : 91者
- ・ 解体事業者 : 14者

※2 国内電池メーカー : 4者
電池輸入事業者 : 3者

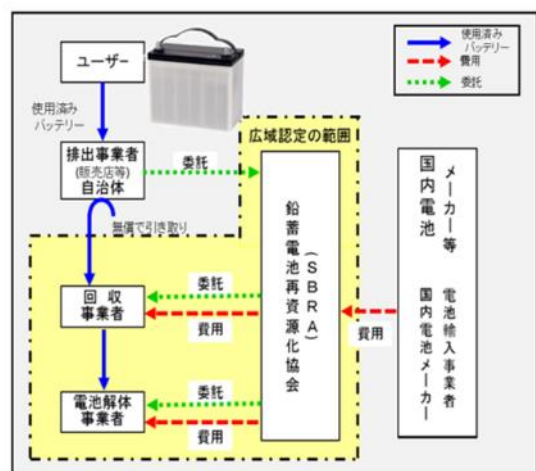


図 2-13 自動車用鉛蓄電池のリサイクルシステム

出所)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56回合同会議 資料7-1「(一社)鉛蓄電池再資源化協会(SBRA)資料」P1
<https://www.env.go.jp/council/03recycle/y033-56/900419206.pdf>(2022年8月5日閲覧)

2) リチウムイオン電池(LiB)

a. 国内における処理状況

LiB(リチウムイオン2次電池)のリサイクルプロセスには、図 2-14 に示すとおり、主に「乾式製錬+湿式製錬」と「湿式製錬」の2つの手法がある。無害化処理後の電池粉(ブラックマス)から熱処理により回収する乾式製錬と薬剤により回収する湿式製錬により、LiBの正極材に必要なコバルト、ニッケル等を再生する。

また、一般社団法人日本自動車工業会では、セーフティネットの観点から、自再協を窓口として、LiBの共同回収システムを構築している。(図 2-15)

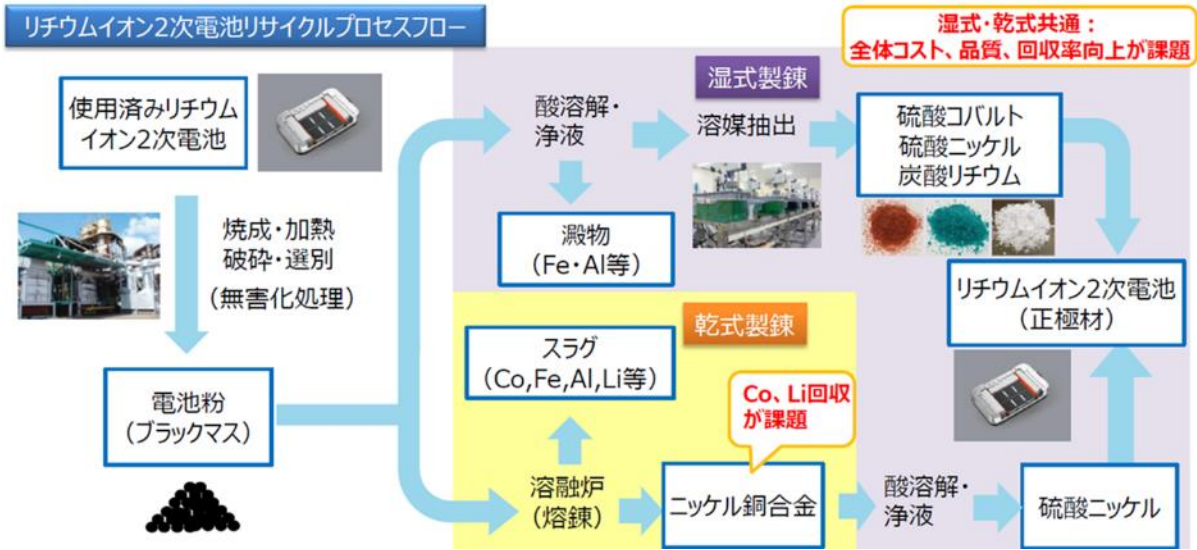


図 2-14 リチウムイオン電池(LiB)の主なリサイクルプロセス

出所) 経済産業省 第2回 蓄電池のサステナビリティに関する研究会 資料3「事務局資料」P54
https://www.meti.go.jp/shingikai/mono_info_service/chikudenchi_sustainability/pdf/002_03_00.pdf
 (2022年8月5日閲覧)

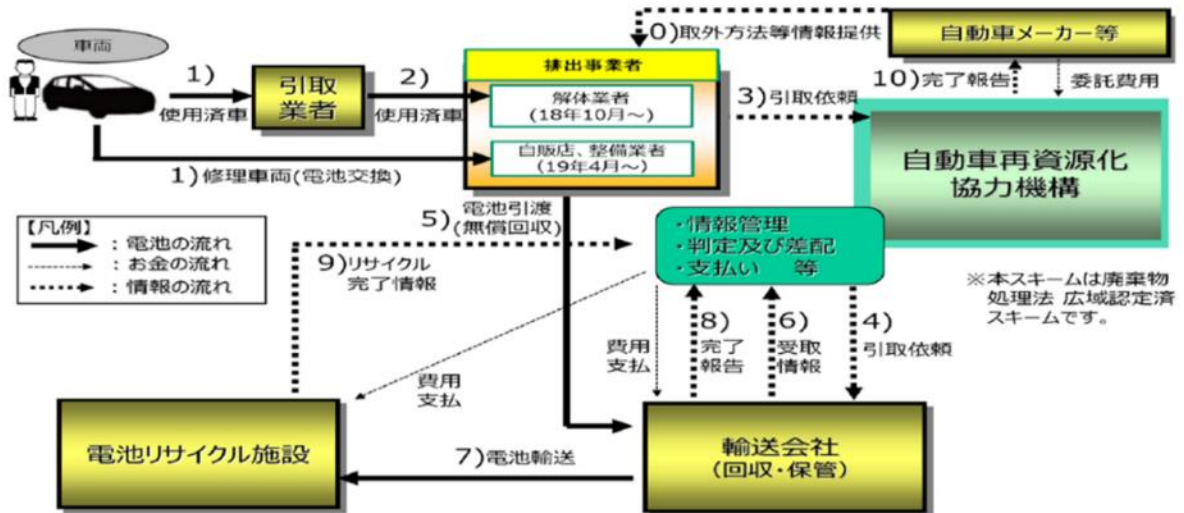
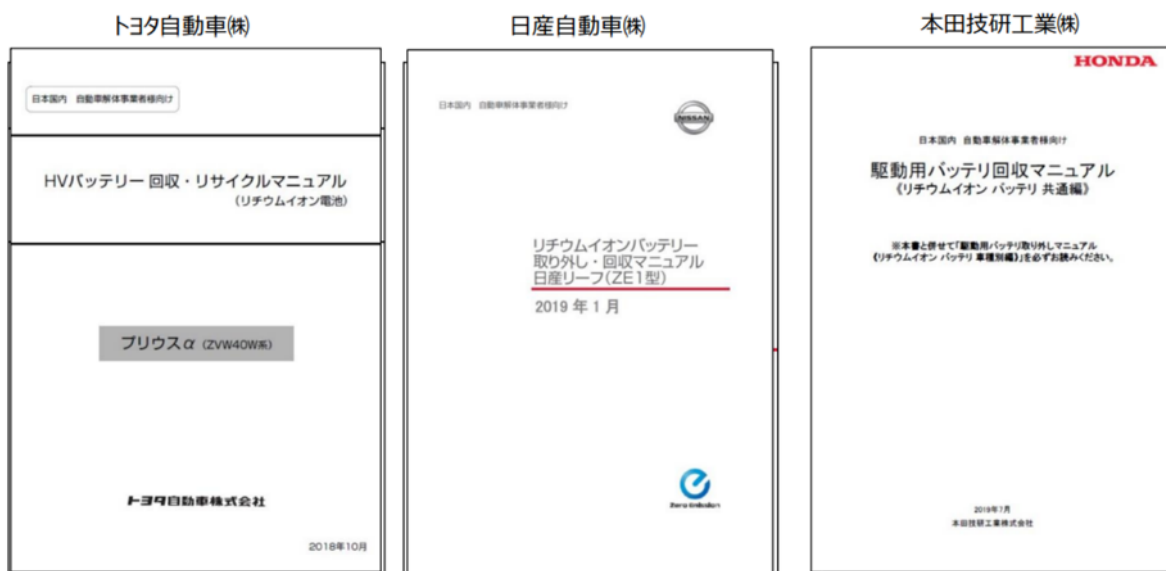


図 2-15 国内におけるリチウムイオン電池(LiB)の処理状況

出所) 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56回合同会議 資料6「(一社)日本自動車工業会の取組について」P8
<https://www.env.go.jp/council/03recycle/y033-56/900419205.pdf> (2022年8月5日閲覧)

b. 使用済自動車からの解体に関する取組状況

自動車メーカー各社において、使用済自動車からの LiB の回収・リサイクルマニュアルを作成し、情報提供を行っている。(図 2-16)



(上記マニュアルは代表例)

図 2-16 自動車メーカー各社におけるリチウムイオン電池(LiB)の回収・リサイクルマニュアル例

出所)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 56 回合同会議 資料 6 「(一社)日本自動車工業会の取組について」P9
<https://www.env.go.jp/council/03recycle/y033-56/900419205.pdf> (2022 年 8 月 5 日閲覧)

(2) 炭素繊維強化プラスチック(CFRP)

1) CFRP 処理の現状

電気自動車、燃料電池自動車等の次世代自動車には、車体重量の軽量化等のために炭素繊維強化プラスチック(以下、「CFRP」と言う。)が使用される場合があるが、現在、使用済自動車由来の CFRP は、発生量が限定的であることから、埋立処理が行われている。

CFRP から炭素繊維を取り出す技術が出てきているが、技術開発を行う各社がそれぞれの条件で実験・評価を行っており、使用済自動車由来 CFRP のリサイクル方法の横並びでの比較は、まだ十分ではないと考えられる。また、炭素繊維の取り出し以外の工程(廃材回収、中間基材製造、部品成形)に関する技術開発の実施は少ない。(図 2-17)

既往研究では、CFRP 回収の仕組み構築、最適な炭素繊維の取り出し技術の見極め、中間基材製造工程や部品成形工程全体の処理能力向上手法の確立、品質保証制度等が課題として挙げられている。(図 2-18)

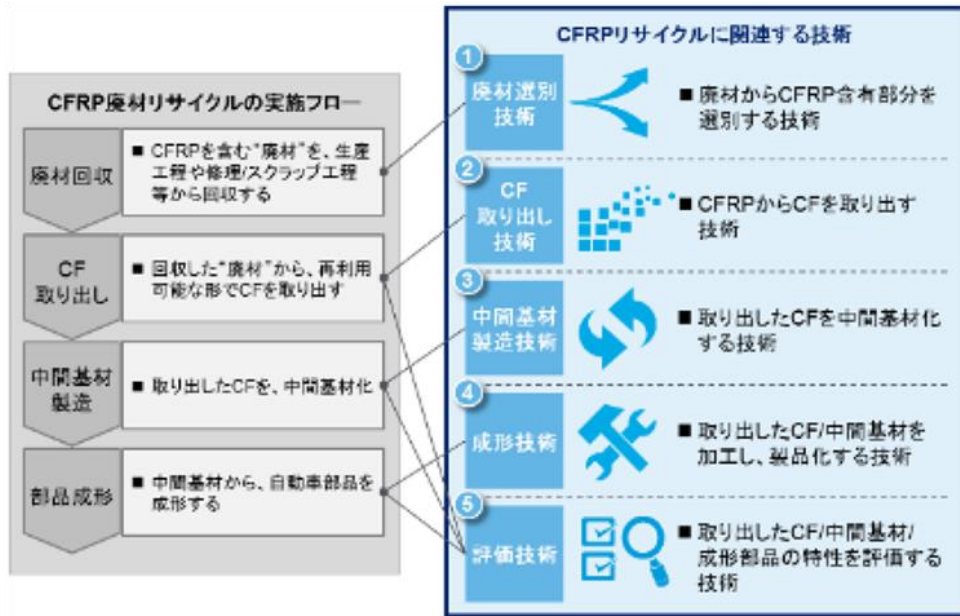


図 2-17 CFRP リサイクルチェーンの工程と技術

出所)デロイトトーマツコンサルティング・日産自動車「CFRP の CartoCar リサイクルへ向けた実証」(2018)P1、
https://www.nissan-global.com/JP/SUSTAINABILITY/ENVIRONMENT/A_RECYCLE/R_FEE/SAISHIGEN/2017/PDF/report_demonstration_cfrp_car_to_car_recycling.pdf(2022年8月9日閲覧)

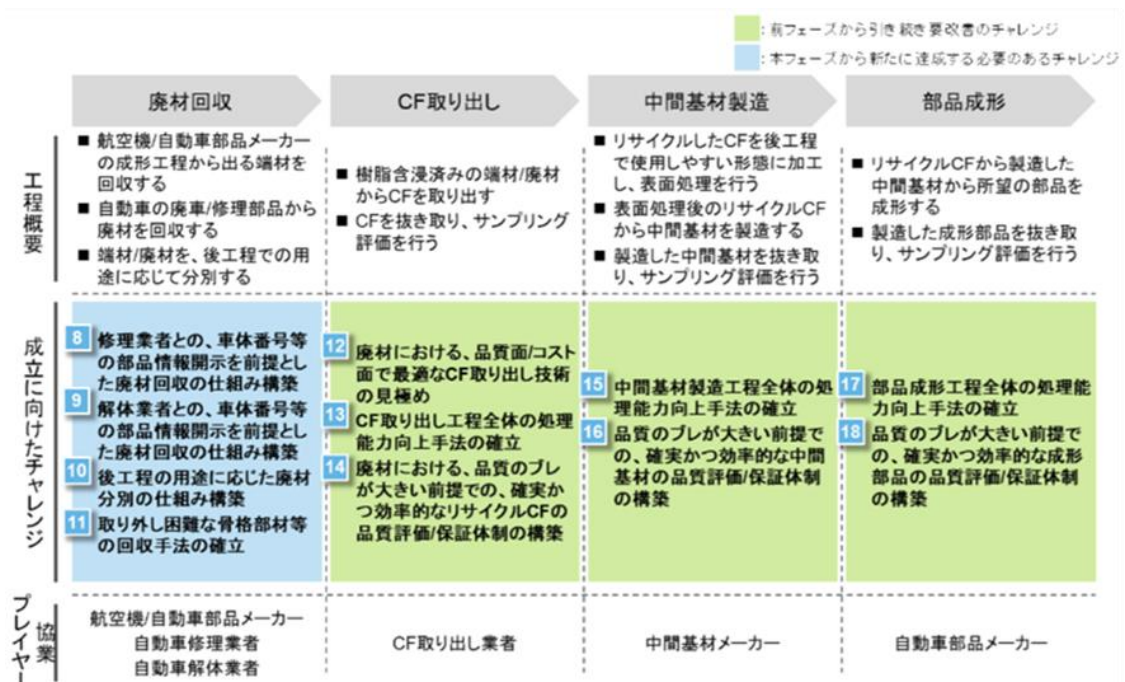


図 2-18 使用済自動車から回収した CFRP リサイクルの工程と課題

出所)デロイトトーマツコンサルティング・日産自動車「CFRP の Car to Car リサイクルへ向けた実証」(2018)P22、
https://www.nissan-global.com/JP/SUSTAINABILITY/ENVIRONMENT/A_RECYCLE/R_FEE/SAISHIGEN/2017/PDF/report_demonstration_cfrp_car_to_car_recycling.pdf(2022年8月9日閲覧)

2) CFRP リサイクルにおける炭素繊維(CF)取り出し技術

デロイトトーマツコンサルティング・日産自動車による報告書「CFRP の Car to Car リサイクルへ向けた実証」(2018)では、CFRP からの炭素繊維の取り出し方法を、図 2-19 に示すとおり、熱分解法、化学分解法、物理分解法に大別している。

	技術の定義	技術の特徴	技術の課題
 熱分解法	<ul style="list-style-type: none"> ■ 加熱によって、CFRPの樹脂部分を熱分解し、CFと樹脂を分離させる 	<ul style="list-style-type: none"> ■ 熱処理が主体のため比較的低コストで、大型処理の設備を作り易い ■ 取り出したCFの特性劣化は少ない 	<ul style="list-style-type: none"> ■ コスト/品質/大量処理化のバランスがとれているが、実用化の要求水準には至っていない
 化学分解法	<ul style="list-style-type: none"> ■ 熱分解以外の化学反応(主に溶液)によって、CFと樹脂を分離させる 	<ul style="list-style-type: none"> ■ 取り出したCFの特性劣化が少ない 	<ul style="list-style-type: none"> ■ 高圧プロセスを含む場合は高コストで、大量処理化にも課題あり
 物理分解法	<ul style="list-style-type: none"> ■ CFRPへの物理的衝撃によって、CFと樹脂を分離させる 	<ul style="list-style-type: none"> ■ 物理破壊の装置への投資コストは、熱/化学分解法と比較し安価 ■ 大量処理への設備転用も容易 	<ul style="list-style-type: none"> ■ 粉砕してしまうため、取り出せるCFの形状は粉末状のみ ■ 衝撃を加えるため、取り出したCFの品質は低い

図 2-19 使用済自動車から回収した炭素繊維取り出しの工程と課題

出所)デロイトトーマツコンサルティング・日産自動車「CFRP の Car to Car リサイクルへ向けた実証」(2018)P3、
https://www.nissan-global.com/JP/SUSTAINABILITY/ENVIRONMENT/A.RECYCLE/R.FEE/SAISHIGEN/2017/PDF/report_demonstration_cfrp_car_to_car_recycling.pdf(2022年8月9日閲覧)

3) CFRP リサイクルに関する国際的な動向

Horizon 2020 においては、FiberEUUse の他に、CFRP リサイクルに関するプロジェクトが 8 つあるが、航空機由来の CFRP を対象とするものや、技術開発にフォーカスしているものが多い。

また、Circular Economy Action Plan や欧州委員会のホームページでは、CFRP のリサイクルについての言及は見当たらない。

4) 欧州における CFRP のリサイクル手法の開発状況

2019 年の日 EU 産業政策対話では、CFRP に関する積極的な言及はなく、欧州では CFRP リサイクルに関する政策的な動向は見られない。他方で、Horizon 2020(全欧州規模で実施される研究及び革新的開発を促進するための欧州研究・イノベーション枠組み計画)の中で CFRP リサイクル技術等の開発が進められている。

また、使用済 CFRP 及び GFRP(ガラス繊維強化プラスチック)の大規模実証プロジェクト

“FiberEUse”²⁸が実施されている。このプロジェクトでは、表 2-17 に示す CFRP のリサイクル手法のうち、熱処理による繊維回収(ア)と非破壊的検査・修復による再利用(イ)という 2 種類の CFRP リサイクル方法の実証が進められている。

その他のリサイクル方法としては、破碎・粉碎・選別による熱可塑性ポリマーの充填剤としての再利用(ウ)や、電気力学的な断片化技術による繊維回収(エ)が研究されている。

表 2-17 CFRP リサイクル手法の例

リサイクル手法	特徴
ア) 熱処理によるガラス繊維・炭素繊維の生地回収	<ul style="list-style-type: none"> 使用済風力タービンと航空機コンポーネント由来の CFRP・GFRP の長繊維を自動車の装飾的・構造的コンポーネント、建築材料に再利用する。 使用済 CFRP・GFRP 部品からの炭素繊維・ガラス繊維の回収には、革新的な熱処理技術が用いられる。 最大の課題は、炭素繊維・ガラス繊維ともに生地の形で回収すること。
イ) 非破壊的検査・修復・再生による再利用	<ul style="list-style-type: none"> 自動車由来の使用済 CFRP を自動車に再利用する。 ホワイトボディ全体を再生し、取り付け部品だけで設計変更を行う方法と、使用済自動車のホワイトボディを分解し、部品として再生し、新しいホワイトボディに取り付ける方法がある。 主な課題は、CFRP の再利用を見越したホワイトボディコンセプトの開発が必要であること。
ウ) 破碎・粉碎・選別による熱可塑性ポリマーの充填剤としての再利用	<ul style="list-style-type: none"> 使用済航空機から発生する熱可塑性 CFRP を、最初に丸のこで小さな断片に切断し、次に不均一な粉末に粉碎し、篩にかけて粒度の異なる粉末を選別し、1 mm 以下の粒子に還元する方法。
エ) 電気力学的な断片化技術による繊維回収	<ul style="list-style-type: none"> 非常に短い高電圧パルスを水中で固体に当てて分解するという物理的プロセス。 メカニカルリサイクル、ケミカルリサイクルやマイクロ波を用いた方法はコストが高く、高品質の繊維を十分に取り出せない等の問題があるため、それを解消する。

出所)FiberEUse ウェブサイト, <http://fibereuse.eu/index.php/detail/for-thermal-recycling>, (2023 年 2 月 24 日閲覧)

FiberEUse ウェブサイト, <http://fibereuse.eu/index.php/detail/for-inspection-repair-and-remanufacturing>, (2023 年 2 月 24 日閲覧)

Sustainable recycling of aircrafts composites <https://cordis.europa.eu/project/id/296546> (2023 年 2 月 24 日閲覧)

欧州委員会 High Voltage Pulse Fragmentation Technology to recycle fibre-reinforced composites <https://cordis.europa.eu/project/id/323454> (2023 年 2 月 24 日閲覧)

(3) 化学物質や重金属の適正管理

一般社団法人日本自動車工業会では、2002 年に、重金属削減の自主取組として 4 物質(鉛、水銀、六価クロム、カドミウム)を対象に目標を設定し、2021 年発売の新型車についても目標を達成した。²⁹

難燃剤として使われてきた Deca-BDE(デカブロモジフェニルエーテル)は、残留性有機汚染物質に関するストックホルム条約(POPs 条約)で附属書 A(廃絶)に追加され、Deca-BDE の LPC³⁰については国際議論が継続している状況である。平成 30 年 4 月以前に販売された自動車には Deca-BDE が含有しており、使用済自動車のリサイクルにあたっては、Deca-BDE が LPC 以上の濃度で含まれる

²⁸ FiberEUse ウェブサイト Demo-Cases <http://fibereuse.eu/index.php/detail> (2023 年 2 月 24 日閲覧)

²⁹ 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 57 回合同会議 参考資料 3-1 https://www.env.go.jp/council/content/i_03/000084956.pdf (2023 年 2 月 22 日閲覧)

³⁰ Low POPs Content(POPs の含有量が少ない場合に係る濃度水準)

部品や素材の除外が必要となる。

また、有害廃棄物の国境を越える移動及びその処分の規制に関するバーゼル条約第 15 回締約国会議(2022 年 6 月)では、「POPs 廃棄物に関する技術ガイドライン」が採択され、「プラスチック廃棄物に関する技術ガイドライン」についても議論が行われている。

2.2.2 自動車リサイクルの各工程での対応策等

2050 年カーボンニュートラル実現に向けた、各リサイクル工程(解体・破砕工程、ASR 再資源化工程、その他自動車リサイクル全般)での対応策や取組事例等を整理した。

(1) 解体・破砕工程

ヒアリング調査等を通じて把握された、解体、破砕工程における 2050 年カーボンニュートラル実現に向けた対応例は、以下のとおり。

- 解体業者における取組事例
 - 工場の屋根に太陽光パネルを設置。
 - 使用する機器・設備の定期的なメンテナンスや部品交換を実施し、処理のエネルギー効率を維持。
 - ニブラやフォークリフトを電動式(バッテリー式)に交換することを検討。
- 破砕業者における取組事例
 - 工場の屋根に太陽光パネルを設置。
 - 事業所で使用する電力を、再生可能エネルギー電力へ切り替え。

(2) ASR 再資源化工程

ASR 再資源化に関わる業界では、表 2-18 に示すとおり、カーボンニュートラル又は GHG 排出量削減に向けた取組方針を掲げているが、ASR は処理対象物の一つに過ぎず、自動車リサイクルにおけるカーボンニュートラル又は GHG 排出量削減に直接言及した例は見られなかった。

以降で、各業界における取組状況を詳述する。

表 2-18 ASR 再資源化に関わる業界のカーボンニュートラルに向けた取り組み

ASR 再資源化工程	ASR 再資源化施設の主たる業界	業界のカーボンニュートラル(CN)又は温室効果ガス(GHG)削減に向けた取り組み
製錬(1 社)	非鉄金属業	<ul style="list-style-type: none"> ● CN 実現に向け、蓄電池や半導体の生産拡大、風力・太陽光発電や EV の推進により、銅やレアメタルの供給確保が一層重要となるため、資源開発や資源リサイクルに積極的に取り組み、非鉄金属材料の安定供給を通じ、2050 年 CN に貢献している(日本鉱業協会) ● 自動車リサイクルに関する取り組みに言及なし
流動床炉(5 社)		
炭化炉(1 社)	鉄鋼業	<ul style="list-style-type: none"> ● 2050 年 CN に貢献すべく、「ゼロカーボン・スチール」の実現に向けて果敢に挑戦すると宣言(日本鉄鋼連盟) ● 自動車リサイクルに関する取り組みに言及なし

ASR 再資源化工程	ASR 再資源化施設の主たる業界	業界のカーボンニュートラル(CN)又は温室効果ガス(GHG)削減に向けた取り組み
セメント工程(19社)	セメント業	<ul style="list-style-type: none"> 2050年CNに貢献すべくビジョンを公表。業界としてCNを目指すとの明言なし(セメント協会) 自動車リサイクルに関する取り組みに言及なし
ガス化溶融(5社) 焼却炉+溶融炉(3社)	産業廃棄物処理業	<ul style="list-style-type: none"> 2050年CNに向けた取り組みはないが、2018年に低炭素社会実行計画を発表。会員企業のCO2換算GHG排出量を管理対象とし、全体として、2020年度(2018~2022年度平均値)に2010年度と同程度に抑制、2030年度(2028~2032年度平均値)には2010年度の1割削減を目標としている(全国産業資源循環連合会) 自動車リサイクルに関する取り組みに言及なし
マテリアル(18社)		

出所)日本鉱業協会「2050年カーボンニュートラル実現に向けた非鉄金属業界の取り組みについて」
[\(https://www.kogyo-kyokai.gr.jp/\)](https://www.kogyo-kyokai.gr.jp/)、
 日本鉄鋼連盟ホームページ(<https://www.zero-carbon-steel.com/about/>)、
 セメント協会資料(https://www.jcassoc.or.jp/cement/4pdf/220324_01.pdf)、
 全国産業資源循環連合会資料(https://www.zensanparen.or.jp/wp/wp-content/themes/sanpai/assets/pdf/activities/global_warming_eco_plan.pdf)、
 以上2022年5月20日閲覧

1) 非鉄金属業界

自動車に使用される非鉄金属が国内需要に占める割合は、図 2-20 に示すとおり、銅 26.7%、亜鉛 16.5%、鉛 88.9%と高い。

非鉄金属業界におけるリサイクル原料の利用は増加傾向にあり、銅精錬では、銅又は銅合金の故銅(銅スクラップや銅屑)、携帯電話や基板屑等の廃電子機器、近年は ASR をはじめとするシュレッダーダスト、溶融飛灰等へと幅を広げている。

日本鉱業協会は、ASR 再資源化について、①ASR のリサイクル率以外の指標がない、②CFRP の増加に対し適正処理・リサイクル技術の開発が急がれるという 2 点を課題としている。(図 2-21)

個社の取り組みとして、DOWA ホールディングス株式会社では、自動車リサイクル法に対応し、秋田県のエコシステム小坂、岡山県のエコシステム岡山の 2 拠点に「金属・蒸気回収炉」を整備し、ASR から有価金属及びリサイクル工程で発生する蒸気を回収し、蒸気は近隣工場へ供給して熱エネルギーとして利用している。(図 2-22)

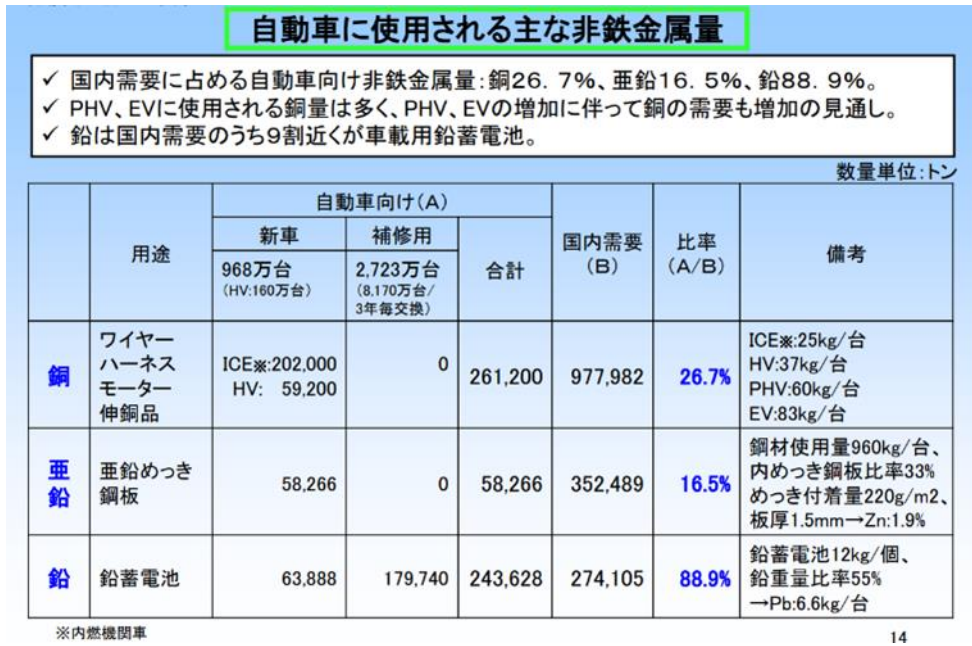


図 2-20 自動車に使用される主な非鉄金属量

出所)日本鉱業協会「非鉄金属製錬業界の自動車リサイクルに対する取り組み」P14
 (https://www.meti.go.jp/shingikai/sankoshin/sangyo_gijutsu/haikibutsu_recycle/jidosha_wg/pdf/051_04_00.pdf)、2022年8月9日閲覧

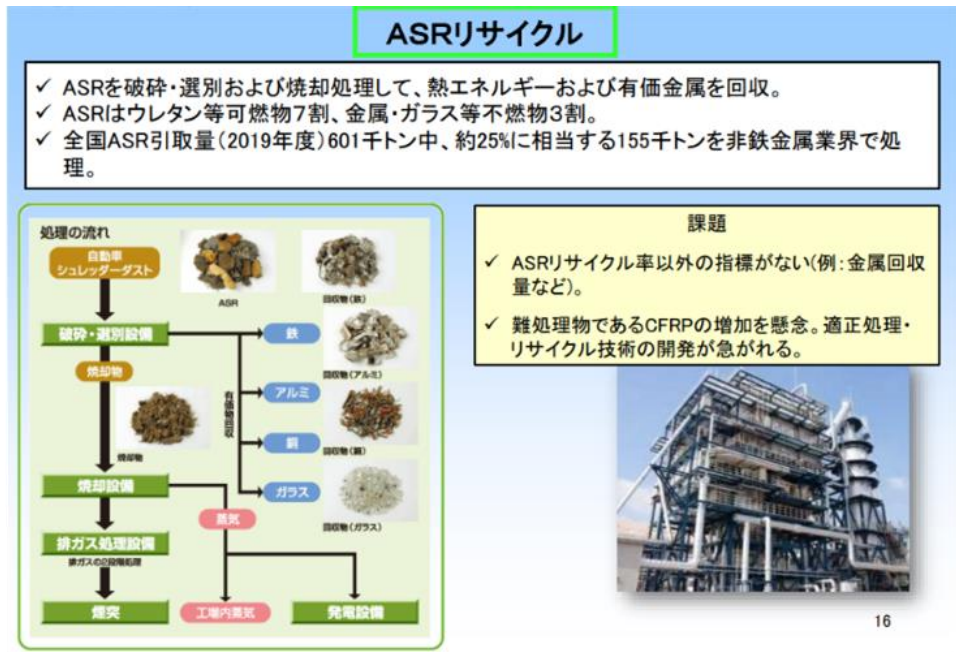
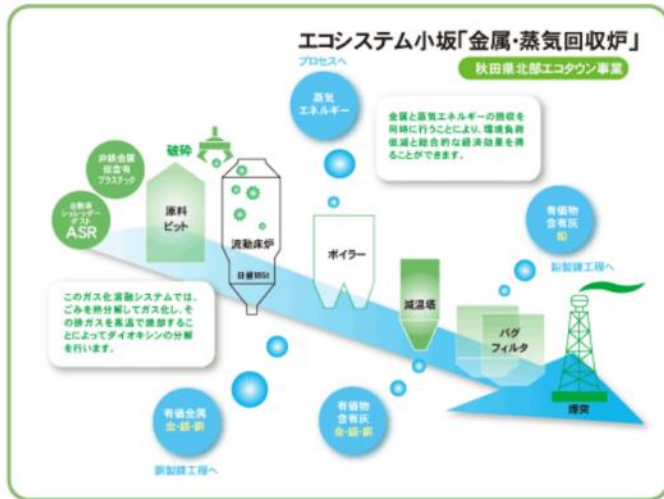


図 2-21 非鉄金属製錬業界における ASR 再資源化の取り組み

出所)日本鉱業協会「非鉄金属製錬業界の自動車リサイクルに対する取り組み」P16
 (https://www.meti.go.jp/shingikai/sankoshin/sangyo_gijutsu/haikibutsu_recycle/jidosha_wg/pdf/051_04_00.pdf)、2022年8月9日閲覧



リサイクル工程：

- 流動床から排出される不燃物は、物理選別工程を経て金属スクラップ（鉄、非鉄ミックスメタル）を回収
- ばいじんに含まれる銅や鉛などの重金属類は、グループ会社の製錬工程を経てリサイクル（重金属類を含む廃棄物でも安全な処理が可能）
- 蒸気として回収した熱エネルギーは、自社工場の熱源とするほか、隣接するグループ会社に供給し、製錬プロセスや発電タービンに利用

金属・蒸気回収炉の特徴：

- 安定燃焼による環境負荷減（CO₂、NO_x）
- 乾式/湿式の2段階の排ガス処理
- 活性炭吸着によるダイオキシン類の極小化

図 2-22 DOWA ホールディングスにおけるリサイクル工程

出所) DOWA エコシステムホームページ (<https://www.dowa-eco.co.jp/business/recycle/>、<https://www.dowa-eco.co.jp/EKS/facility.html>、<https://www.dowa-eco.co.jp/EOK/service.html>)、2022年5月17日閲覧

2) 鉄鋼業界

一般社団法人日本鉄鋼連盟では、鉄鋼業界として日本の 2050 年カーボンニュートラルに貢献すべく、「ゼロカーボン・スチール」の実現に向けて果敢に挑戦すると宣言している。(表 2-19、図 2-23)

表 2-19 鉄鋼業界のカーボンニュートラルに関連する取り組み

現在の鉄鋼製造法	水素を用いた鉄鋼製造法	ゼロカーボン・スチールへの挑戦
<ul style="list-style-type: none"> 鉄鉱石を石炭などの化石燃料を用いて還元し鉄を生成。CO₂を発生。 $Fe_2O_3 + 3CO \rightarrow 2Fe + 3CO_2$ 	<ul style="list-style-type: none"> 水素を用いて鉄鉱石の還元を行う。CO₂の代わりにH₂Oを発生。 $Fe_2O_3 + 3H_2 \rightarrow 2Fe + 3H_2O$ <p>【課題】</p> <ol style="list-style-type: none"> 水素還元は吸熱反応のため、爆発性のある水素ガスを大量に加熱する必要がある 水素のみで還元する完全水素還元製鉄には、従来の高炉とは異なる還元方法が必要 大量の安価なカーボンフリー水素が必要 	<p>【ステップ 1】</p> <ul style="list-style-type: none"> 製鉄所内で発生する副生ガスを利用することで、高炉に 10%程度まで水素を吹き込み、投入する炭素量を減らす研究開発を進めている。 高炉は通気性維持のため支えとなる石炭が必要なため、CCUS 技術を組み合わせ、残りの CO₂ 排出を抑制する技術開発も必要となる。 <p>【ステップ 2】</p> <ul style="list-style-type: none"> 完全水素還元製鉄には、石炭の支えを必要としない天然ガス(メタン)を利用する直接還元法があるが、100%水素を適用すると、鉄鉱石が粉化し目詰まりする、還元が進むと固着して取り出せなくなる等の問題が発生するため、現時点では特殊な鉄鉱石しか使えない。

出所) 日本鉄鋼連盟ホームページ(<https://www.zero-carbon-steel.com/about/>)、2022年5月16日閲覧

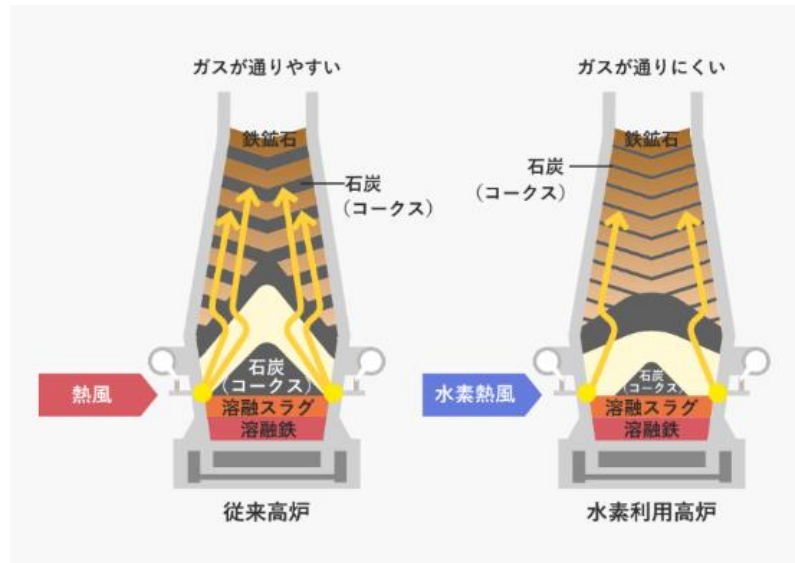


図 2-23 鉄鋼製造法

出所)日本鉄鋼連盟ホームページ(<https://www.zero-carbon-steel.com/about/>)、2022年5月16日閲覧

3) セメント業界³¹

一般社団法人セメント協会では、2050年カーボンニュートラルに貢献すべき分野についてビジョン(図 2-24)を公表しているが、セメント業界として2050年カーボンニュートラルを目指すとは明言していない。セメント産業は、主成分の酸化カルシウムを得るため石灰石を加熱分解する際にCO₂が発生する($\text{CaCO}_3 \rightarrow \text{CaO} + \text{CO}_2$)ため、国内の産業部門のうち、電力、鉄鋼、化学に次ぐCO₂排出源となっている。

³¹ セメント協会資料(https://www.jcassoc.or.jp/cement/4pdf/190125_01.pdf、https://www.jcassoc.or.jp/cement/4pdf/220324_01.pdf、https://www.jcassoc.or.jp/cement/4pdf/220324_02.pdf)、2022年5月17日閲覧

2022年3月24日改訂 (旧: 脱炭素社会を目指すセメント産業の長期ビジョン)		一般社団法人 セメント協会 Japan Cement Association
カーボンニュートラルを目指すセメント産業の長期ビジョン(概要)		
1. 本ビジョンの狙い	わが国の目指すカーボンニュートラルの実現に貢献するため、現時点において、2050年に向けての目指す対策と絵姿をビジョンとして示した。	
2. 広義の国内需要量	2050年における広義の国内需要量(セメントの官需、民需、セメント系固化材)は3,400万t～4,200万t程度と予測されるが、生産量は、輸出と輸入が加わるため、更に幅をもって捉えるべきである。	
3. セメント産業の果たすべき役割	当産業は将来的にも次のような役割を果たしていく。 [基礎素材の供給者]、[循環型社会形成への貢献]、[地域経済への貢献]、[災害廃棄物処理への貢献]	
4. 目指すべき対策の方向と克服すべき課題	<p>目指すべき対策の多くは、克服すべき困難な課題を抱えており、その実現には「非連続なインベーション」が不可欠であり、建設業界をはじめとしたステークホルダーの理解と協力も必要。</p> <ul style="list-style-type: none"> ・ クリンカ/セメント比の低減 ・ 投入原料の低炭素化 ・ 省エネルギーの推進 ・ 鉱化剤使用等による焼成温度低減 ・ 使用エネルギーの低炭素化 ・ 低炭素型新材料の開発 ・ 二酸化炭素回収・利用・貯留(CCUS)への取り組み ・ セメントカーボネーション(セメント水和物の二酸化炭素の固定) ・ コンクリート舗装の推進による重量車の燃費向上に伴う二酸化炭素低減 	
5.1 2050年に向けて目指す対策	<p>(1)プロセス起源二酸化炭素</p> <ul style="list-style-type: none"> ・ 普通ポルトランドセメントの少量混合成分の増量により、クリンカ/セメント比が0.85から0.825に低減することを目指す。 ・ セメントカーボネーションにより固定する二酸化炭素量(強制的に固定化させるものは含めない)は相当量あることが報告されているが、国際的に合意された算定方法が確立していないため、セメント産業が係る貢献として、絵姿に示す。 <p>(2)エネルギー起源二酸化炭素</p> <ul style="list-style-type: none"> ・ 省エネとエネルギー代替廃棄物の利用拡大を進め、また、クリンカ/セメント比の低減分のエネルギー使用量削減が可能。 ・ 焼成用エネルギーは、バイオマスを含む代替廃棄物の利用拡大、将来的な水素・アンモニア・合成メタン混焼などにより、ゼロエミッション系の混焼を少なくとも50%までに増やすことを目指す。 ・ 自家発電は、バイオマス燃料を始めとした各種ゼロエミッション系燃料への転換によるゼロエミッションを目指す。 <p>(3)プロセス起源、エネルギー起源両方に向けた二酸化炭素の回収・利用・貯留</p> <ul style="list-style-type: none"> ・ 国のグリーン成長戦略等に沿いながら、技術開発を推進し、二酸化炭素の回収・利用・貯留の技術によって削減を目指す。 <p>(4)その他の想定</p> <ul style="list-style-type: none"> ・ ユーザーの低炭素化への意識向上から、将来的にはクリンカの比率がより低減することが想定され、2030年に0.825を目指したクリンカ/セメント比が、2050年には0.8にまで低減することを想定する。 	

図 2-24 カーボンニュートラルを目指すセメント産業の長期ビジョン(概要)

出所)セメント協会資料(https://www.jcassoc.or.jp/cement/4pdf/220324_02.pdf)、2022年5月17日閲覧

4) 産業廃棄物処理業界

公益社団法人全国産業資源循環連合会では、産業廃棄物の適正処理により循環型社会を形成し環境問題に取り組むことが必要との観点から、2007年より自主行動計画を策定している。2018年には、より長期的な視点に立った低炭素社会実行計画として改定を行い、下記の目標を策定した。

- 会員企業のCO₂換算GHG排出量を管理対象とし、全体として2010年度比で2020年度(2018～2022年度平均値)に±0%に抑制、2030年度(2028～2032年度平均値)に1割削減
- 2030年度に収集運搬業は燃費を1割改善、中間処理業は焼却に伴う発電量・熱利用量を各2倍にする

また、同連合会では、産業廃棄物の中間処理業におけるGHG排出削減対策として、表2-20に示す対策を挙げている。なお、企業にとって対策実施が最終的に利益につながることを目指すとともに、中小企業が多数を占める業界の特徴に配慮し、中央省庁・地方公共団体等からの支援の拡充を求められている。

表 2-20 中間処理業における対策(主な例示)

中間処理業における対策(主な例示)	
1. 焼却時に GHG を発生する産業廃棄物の 3R 促進	<ul style="list-style-type: none"> 産業廃棄物を原料とした燃料製造(廃油精製・再生、RPF、廃プラ類由来の原燃料、木くずチップ・ペレット、廃タイヤチップ、混合燃料等) バイオマスエネルギー製造(バイオガス、バイオエタノール、バイオディーゼル等) コンポスト化・飼料化 製品原料化・再利用化(再生タイヤ製造、廃タイヤ原料化、廃プラ類のマテリアルリサイクル、家畜敷料用木くずチップ、再生木材製造等) 選別率の向上 分別排出の推進
2. 焼却時のエネルギー回収の推進	<ul style="list-style-type: none"> 廃棄物発電(廃棄物発電設備の導入、発電効率の向上) 廃棄物熱利用(廃棄物熱利用設備の導入、オフライン熱輸送システムの導入)
3. GHG 排出量を低減する施設の導入・運転管理	<ul style="list-style-type: none"> ダイオキシン類発生抑制自主基準対策済焼却炉における基準の遵守 下水汚泥焼却炉における燃焼の高度化

出所)全国産業資源循環連合会資料(https://www.zensanpairen.or.jp/wp-content/themes/sanpai/assets/pdf/activities/global_warming_eco_plan.pdf)、2022年5月23日閲覧

(3) 自動車リサイクル全般

前述した団体や個社等の取り組み以外で、GHG 排出量削減に取り組む団体や個社の例を以下のとおり整理した。

- 公益財団法人自動車リサイクル促進センター³²
 - 自動車リサイクル情報システム(JARS)の大規模見直しを実施しており、2026年1月を見直し後の稼働目標としている。
 - 主要検討課題として、業務効率性の向上、新技術への対応とコストの抑制に加え、「今後リサイクルを取り巻く外部環境が大きく変化していく中で、自動車リサイクルの高度化に資する拡張性のあるシステム基盤とする」ことを挙げている。
 - 2022年度までに確定したシステム仕様を踏まえ、2023年度からシステム設計・開発を開始予定。
- 一般社団法人日本自動車部品工業会
 - 「カーボンニュートラル対応部会」を発足した。
- 一般社団法人日本自動車リサイクル部品協議会
 - 自動車補修用のリユース部品、リビルド部品を使用することでGHG排出量削減に寄与するとして、リユース部品、リビルド部品の普及促進活動を行っている。³³

³² 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 資料5「(公財)自動車リサイクル促進センター(JARC)の取組について」
https://www.env.go.jp/council/content/i_03/000084938.pdf (2023年2月27日閲覧)

³³ 一般社団法人日本自動車リサイクル部品協議会「グリーンポイントクラブについて」(2023年2月24日閲覧)
https://www.japra.gr.jp/gpc/about_club

- NGP 日本自動車リサイクル事業協同組合³⁴
 - 使用済自動車の適正処理とリサイクル部品の生産・販売を実施。組合員数 134 社。
 - 環境省「令和 3 年度気候変動アクション環境大臣表彰」普及・促進部門(緩和分野)において、「自動車リサイクル部品の CO2 削減効果の研究を活用したカーボンニュートラルに向けた普及・啓発」というテーマで受賞。

- リバーホールディングス株式会社³⁵
 - 2021 年 4 月、株式会社タケエイと経営統合。その理由として、CO2 排出量削減や廃プラスチックリサイクル等の技術対応において共同で経営資源を投じる方が効率的であることを挙げている。
 - 同年 6 月、住友化学株式会社とプラスチックリサイクルに関する業務提携に向け、以下の検討を開始。
 - 自動車など由来の廃プラスチックの再利用に向けた高度選別技術の開発
 - リサイクルプラスチック製品における環境負荷評価
 - プラスチック廃棄物リサイクル品の社会実装化への取り組み

- 豊田メタル株式会社³⁶
 - トヨタ自動車株式会社の委託を受け、リサイクルしやすい車両構造や効率的な解体技術を研究開発し、自動車設計への織り込み提案等を行っている。
 - ASR サーマルリサイクルゼロに向け、ゴムやガラス等リサイクルが難しい材料の再資源化に取り組む他、バンパーtoバンパーのような水平リサイクル実現に向けた研究開発を進めている。

- 一般社団法人日本自動車工業会³⁷
 - 政府宣言を受け、「2050 年カーボンニュートラルに全力でチャレンジする」と発表。欧州中心のカーボンニュートラル=EV 推進という図式に対し、日本では火力発電比率が 75% と高くエネルギー製造時の排出量が多い点や、エンジン部品関連の約 100 万人の雇用を失う可能性を指摘。エネルギー事情や EV 以外の技術の強みを踏まえた、日本らしいカーボンニュートラルの道を目指す、としている。

- 自動車メーカー
 - 国内自動車メーカーにおいて、2050 年カーボンニュートラルに向けたビジョン等を発表した例が見られる。
 - トヨタ自動車株式会社は、ライフサイクル全体での排出ゼロを目指し、廃棄・リサイクル段

³⁴ 日本自動車リサイクル事業協同組合ホームページ(<https://www.ngp.gr.jp/news/>)、2022 年 5 月 16 日閲覧

³⁵ リバーホールディングスホームページ(<https://www.re-ver.co.jp/>)、2022 年 5 月 16 日閲覧

³⁶ 豊田メタルホームページ(<https://www.toyotametal.com/business/automobile-recycling-labo/>)、2022 年 5 月 16 日閲覧

³⁷ 日本自動車工業会ホームページ(<https://blog.jama.or.jp/?p=655>)、2022 年 5 月 16 日閲覧

階においては、再生材の使用拡大や解体を容易にする設計を推進するとしている。³⁸

- 他社でも、カーボンニュートラルに関連し、マテリアルリサイクル等を掲げているが、リサイクル段階における具体的な取り組みの言及は見られなかった。

2.2.3 自動車リサイクル全体の温室効果ガス排出削減対策等

自動車リサイクルの解体・破砕段階で回収される資源(部品・素材等)を、リユース又はリサイクルすることで、ASR 発生量削減及び資源循環への寄与に加え、GHG 排出削減にも寄与する。

ここでは、自動車リサイクルにおいて実施可能な取り組みと、GHG 排出削減との関係を示した上で、特に、資源回収による GHG 排出削減効果、資源回収の導入見通し、その際の各関係主体の役割等を整理した。

(1) 自動車分野における GHG 排出量削減との関係整理

1) 自動車ライフサイクルにおける GHG 排出

自動車ライフサイクル全体における GHG 排出量を評価する場合、バウンダリの考え方として、図 2-25 に示すとおり、素材調達、製造、走行(使用する燃料の採掘、供給等も含む)、廃棄を包含することになる。

自動車ライフサイクルの段階別に GHG 排出量を評価すると、「処分、リサイクル」での直接的な排出量は全体の数%程度であるが、部品リユース、リサイクルにより「部品製造」「組立」といった段階での排出量(1~2 割程度に相当)の削減にもつながる。(図 2-26)

なお、処分、リサイクル段階として、現行の自動車リサイクル法では、フロン類、エアバッグ類、ASR 類の処理が規定されているが、事前選別処理品目(廃タイヤ、廃油・廃液、バッテリー等)や再利用可能部品³⁹のリユース、リサイクルは自動車リサイクル法の対象外となっている点に留意が必要である。

³⁸ トヨタ自動車ホームページ

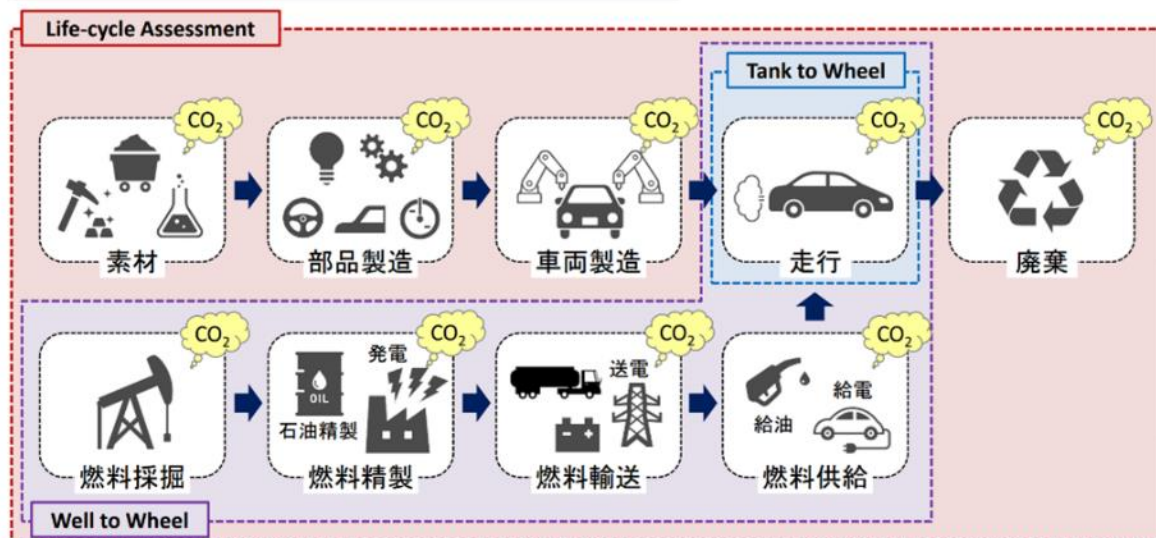
(https://global.toyota/pages/global_toyota/sustainability/report/sdb/sdb21_jp.pdf)、2022 年 5 月 16 日 閲覧

³⁹ ここでの再利用には資源としてのリサイクルも含む

排出量のバウンダリ

- Tank to Wheel(2020年度燃費基準)は、走行時の燃費(又はCO2排出量)のみを対象とする。
- Well to Wheel(2030年度燃費基準)は、ガソリンや電力のエネルギー源の採掘から供給までのエネルギー効率(CO2排出量)も含む。
- LCAは、Well to Wheelに加え、自動車の製造段階から廃棄段階までのCO2排出量も含む。

Tank to Wheel, Well to Wheel, LCAのイメージ



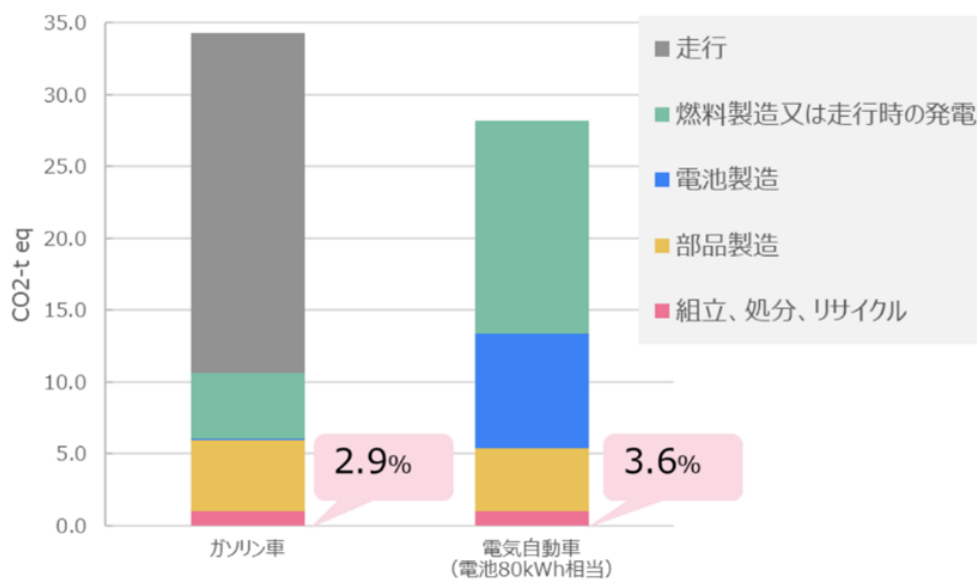
(出典)各自動車メーカーや公的資料をベースにみずほ情報総研作成。

9

図 2-25 自動車ライフサイクルにおける GHG 排出量のバウンダリ

出所) 税制全体のグリーン化推進検討会 第2回 資料 2-2(2023年2月22日閲覧)

<https://www.env.go.jp/policy/%E3%80%90%E8%B3%87%E6%96%99%EF%BC%92%EF%BC%8D%EF%BC%92%E3%80%91%E8%87%AA%E5%8B%95%E8%BB%8A%E6%8E%92%E5%87%BA%E9%87%8F%E3%81%AE%E3%83%90%E3%82%A6%E3%83%B3%E3%83%80%E3%83%AAptx.pdf>



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 2-26 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

出所) 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」(2022年3月)P2 <https://www.env.go.jp/content/000046063.pdf>(2022年10月14日閲覧)

2) 自動車リサイクルにおける取り組みと GHG 排出量削減との関係

温室効果ガスインベントリ(日本の GHG 排出量・吸収量)⁴⁰における排出源の分野と、自動車リサイクルに関する排出量項目の関係を表 2-21 に示す。また、資源回収によって、直接的な排出量削減につながる他、リユース、リサイクルを通じた排出量削減効果も見込まれる。

表 2-21 自動車リサイクルに関する GHG 排出量の削減方策(例)

温室効果ガスインベントリにおける排出源	自動車リサイクルに関する排出	
	排出量項目	GHG 排出量削減方策(例) (太字下線:資源回収に関するもの)
【1.A】燃料の燃焼	中間処理における燃料・電力使用に伴う CO ₂ 排出量(フロン類破壊、解体、事前選別処理、破碎、全部利用、ASR 再資源化、ASR 焼却処理)	<ul style="list-style-type: none"> 各処理工程の効率化(使用設備のメンテナンスや更新、処理時の工夫等) 使用設備の使用エネルギーの脱炭素化 ASR 発生量の削減(解体時、破碎時の資源回収等) 等
	ASR 最終処分における燃料・電力使用に伴う CO ₂ 排出量	<ul style="list-style-type: none"> 最終処分量の削減 使用設備の使用エネルギーの脱炭素化 等
	ASR、廃油・廃液、廃タイヤ、発炎筒の原燃料利用に伴う CO ₂ ・CH ₄ ・N ₂ O 排出量	<ul style="list-style-type: none"> ASR 発生量の削減(解体時、破碎時の資源回収等) ASR や事前選別処理品目のリユース・リサイクル(マテリアル・ケミカル)の拡大 原燃料利用時のエネルギー回収効率の向上 等
	全部利用に伴う CO ₂ ・CH ₄ ・N ₂ O 排出量	<ul style="list-style-type: none"> 解体時のプラスチック・ゴム・繊維部品等の回収等
	リサイクル工程間の輸送における燃料使用に伴う CO ₂ 排出量	<ul style="list-style-type: none"> 輸送の効率化 輸送エネルギーの脱炭素化 等
【5.A】固形廃棄物の処分	ASR 残さの埋め立てに伴う CH ₄ 排出量	<ul style="list-style-type: none"> 最終処分量の削減
【5.C】廃棄物の焼却と野焼き	ASR 焼却処理、事前選別品目の焼却・溶融(廃タイヤ・廃油・廃液・発炎筒・バッテリー・エアバッグ)に伴う CO ₂ ・CH ₄ ・N ₂ O 排出量	<ul style="list-style-type: none"> ASR 発生量の削減 ASR や事前選別処理品目のリユース・リサイクル(マテリアル・ケミカル)の拡大 等

(2) 資源回収インセンティブにおける対象資源の考え方

自動車の主な材料や部品等と、素材重量及び GHG 排出量との関係は、およそ図 2-27 のとおりとなっている。資源回収インセンティブを通じて回収、再利用を促進すべき対象資源は、部品や素材ごとの重量や GHG 排出量の観点から、総合的に勘案して定めていくべきものである。

短期的には、現行の自動車リサイクル法で処理が規定され、リサイクル料金で処理されている 3 品目(フロン類、エアバッグ類、ASR 類)のうち、図 2-28 に示したとおり GHG 排出量が特に大きいと推計された ASR 類の削減促進に着目し、自動車リサイクルシステム大規模改造後の本格稼働(2026 年 1 月予定)に併せて、資源回収インセンティブ制度の開始を目指すことが考えられる。

ASR 類に含まれる資源のうち、短期的な資源回収インセンティブ制度における対象資源としては、以下の 4 つの観点から、プラスチック、ガラスが候補となる。以降で、各観点について詳述する。

⁴⁰ 温室効果ガスインベントリオフィス「日本国温室効果ガスインベントリ報告書 2022 年」、
https://www.nies.go.jp/gio/archive/nir/jqjm10000017uzyw-att/NIR-JPN-2022-v3.0_J_GIOweb.pdf、
2023 年 2 月 9 日閲覧

- 1) 自動車全体に占める重量のうち大部分が、回収されずに ASR に含まれている
- 2) 資源回収による GHG 排出量削減効果が見込める
- 3) 使用済自動車からの回収、再資源化の技術開発が進んでいる
- 4) 現状で回収を行うには事業採算性に課題があるが、インセンティブによって収支をプラスにできる可能性がある

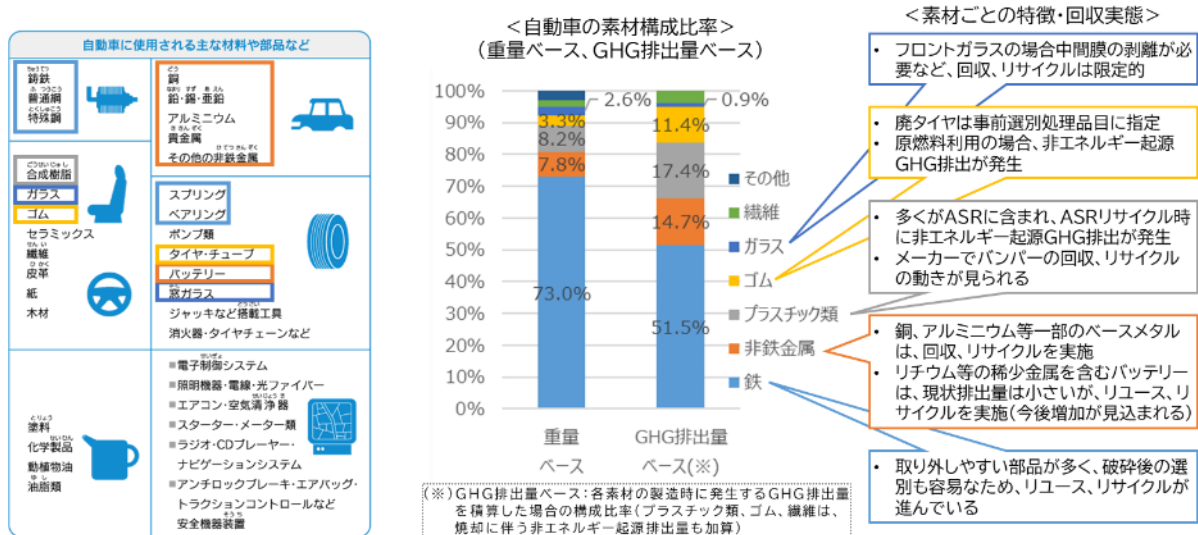


図 2-27 自動車部品と素材構成の関係イメージ

出所)左図:(一社)日本自動車工業会ホームページ「クルマづくりは日本の重要な産業」(2022年10月14日閲覧)、囲い追加
<https://www.jama.or.jp/library/children/encyclopedia/encyclopedia1.html>

中央図:自動車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45回合同会議資料 4-2「再生資源利用等の進んだ自動車へのインセンティブ(リサイクル料金割引)制度(仮称)骨子(案)」P7の値を用いて作成、<https://www.env.go.jp/council/03recycle/y033-45/900419061.pdf>(2022年9月7日閲覧)、各素材の製造、焼却時のGHG排出量は各種文献を参考に設定

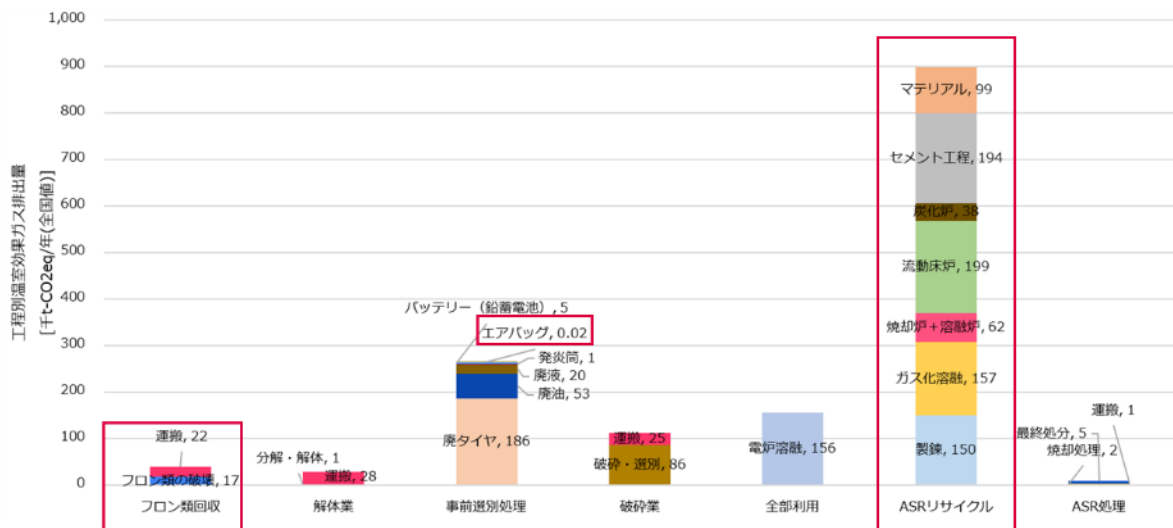


図 2-28 自動車リサイクル工程別の温室効果ガス排出量推計値

出所)環境省、令和4年9月12日自動車リサイクルのカーボンニュートラル及び3Rの推進・質の向上に向けた検討会、「参考資料1 自動車リサイクルにおける温室効果ガス排出量の把握に向けた検討状況」P39よりグラフの抜粋。赤枠追記。

1) 自動車全体に占める重量のうち大部分が ASR に含有

自動車全体及び ASR における素材構成と、その差分である解体・破砕段階で回収される素材構成を図 2-29 に示す。自動車全体で見ると、鉄や非鉄金属の占める割合が大きいですが、解体、破砕、選別を通じて発生する ASR の組成を見ると、プラスチック類、ゴム、繊維といった素材が多くを占める。

特にプラスチック類は、自動車に使用されているものの多くが回収されずに ASR に含まれている状況である。

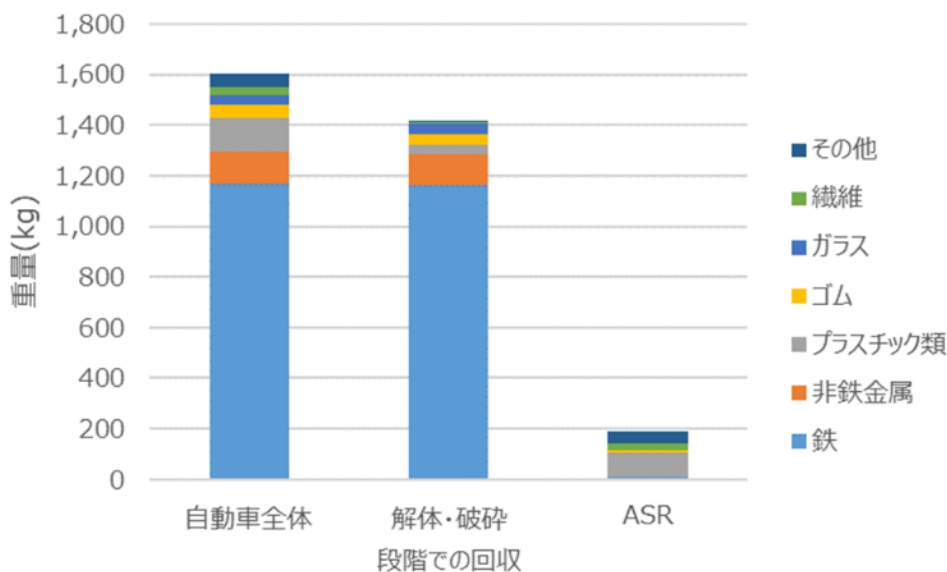


図 2-29 自動車全体、解体・破砕段階での回収、ASR における素材構成(※重量はイメージ)

出所)自動車全体の素材構成:自動車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45 回合同会議資料 4-2「再生資源利用等の進んだ自動車へのインセンティブ(リサイクル料金割引)制度(仮称)骨子(案)」P7 の値を用いて作成、
<https://www.env.go.jp/council/03recycle/y033-45/900419061.pdf>(2022 年 9 月 7 日閲覧)
 ASR 組成:環境省「平成 30 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」P23 の値を用いて作成、<https://www.env.go.jp/content/000045692.pdf>(2022 年 9 月 7 日閲覧)

2) 資源回収による GHG 排出量削減効果が期待

解体・破砕段階での回収及び ASR の素材構成を図 2-30 に示す。GHG 排出量ベース(右図)で見ると、鉄(51%:鉄部品、スクラップからの回収等)、非鉄金属(14%:アルミニウム部品、ワイヤーハーネス、基板等)、ゴム(9%:タイヤ等)、プラスチック類(6%:バンパー、シート等)の割合が大きく、これらの多くは、有価売却等を経て、再資源化されている。

解体・破砕段階での回収素材構成及び ASR 組成を比較すると、ASR には排出係数の大きいプラスチック、ゴム、繊維が多く残存していることから、重量ベース(左図)で見ると、GHG 排出量ベース(右図)で見ると、自動車全体に占める ASR の寄与が大きい。ASR の段階での回収量素材構成を GHG 排出量ベース(右図)で見ると、プラスチック類(約 12%)、ゴム(約 3%)、繊維(約 3%)の順に GHG 排出量が多くなっている。

また、令和 3 年度 CN 業務で試算された自動車リサイクル分野全体の GHG 排出量(172.6 万 t-CO₂/年)を使用済自動車処理台数(314.7 万台/年(2019 年度))で除すと、自動車リサイクルプロセスにおける直接的な GHG 排出量は 0.5t-CO₂/台と推計されるが、図 2-30 の右図のとおり、自動車

に使用される各素材の製造時に発生する GHG 排出量を積算すると 3.6t-CO₂/台と推計され、資源回収・再利用を通じて、こうした素材製造時の GHG 排出量削減効果も期待される。

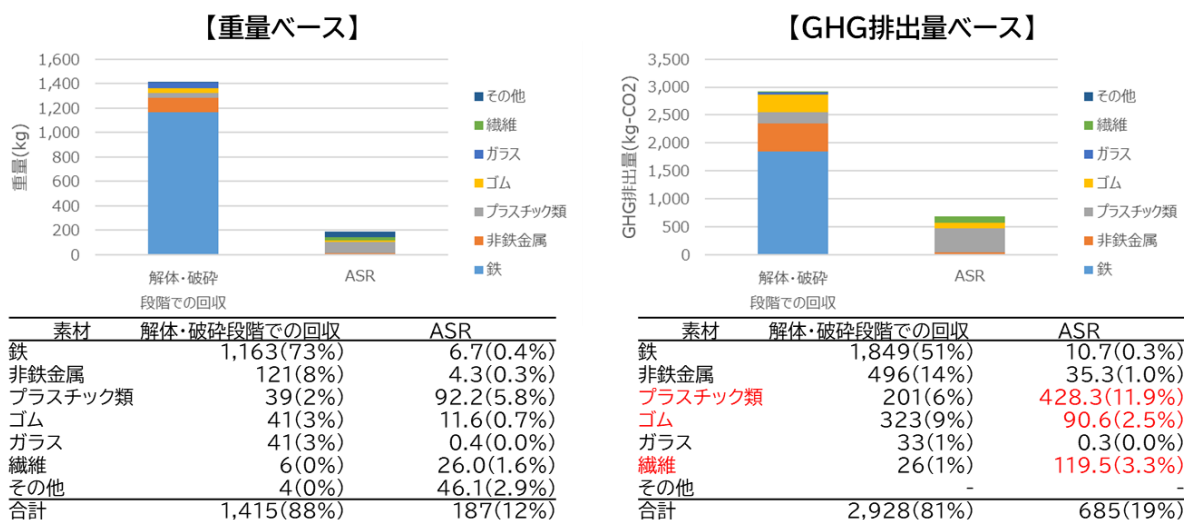


図 2-30 解体・破砕段階での回収及び ASR の素材構成(左図:重量ベース/右図:GHG 排出量ベース)

注 1) 左右の表いずれも、括弧内の比率は、自動車全体(解体・破砕段階での回収と ASR の合計)を 100%とした場合の比率を表す。
 注 2) 右図では各素材の製造時に発生する GHG 排出量(プラスチック類、ゴム、繊維は、焼却に伴う非エネルギー起源排出量)も加算。出所)自動車全体の素材構成、ASR 組成は、下記より設定。また、各素材の製造時、焼却時に発生する GHG 排出量は各種文献を参考に設定。

自動車全体の素材構成:自動車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 45 回合同会議資料 4-2「再生資源利用等の進んだ自動車へのインセンティブ(リサイクル料金割引)制度(仮称)骨子(案)」P7 の値を用いて作成、
<https://www.env.go.jp/council/03recycle/y033-45/900419061.pdf>(2022 年 9 月 7 日閲覧)
 ASR 組成:環境省「平成 30 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」P23 の値を用いて作成、<https://www.env.go.jp/content/000045692.pdf>(2022 年 9 月 7 日閲覧)

3) 回収・再資源化技術が進捗

公益財団法人自動車リサイクル高度化財団(J-FAR)事業では、樹脂、ガラスの回収・再資源化技術開発が進められてきた。(表 2-22)

表 2-22 (公財)自動車リサイクル高度化財団事業における樹脂、ガラスの回収・再資源化技術開発

事業名【対象資源】	代表事業者・実施期間	概要
水流選別活用による樹脂リサイクルの技術開発と設備導入及び普及【樹脂】	ハリタ金属株式会社 2018~2020 年	<ul style="list-style-type: none"> マテリアルリサイクルとしては、自動車以外のその他製品への展開は十分可能であることが確認できた。また、ASR の低減効果により経済的な恩恵が大きいことも示唆された。 一方、ASR から回収したプラスチックの CAR TO CAR 樹脂リサイクルについてはコストや難燃剤等の課題を残すことになったが、実現への道筋は見えた。
ASR20%削減を目指した樹脂、ガラスの広域回収・高度処理【樹脂・ガラス】	株式会社マテック 2018~2020 年	<ul style="list-style-type: none"> 現状では回収品をリサイクル原料とするまでのコストは売却単価よりも高く、収支は-が見込まれるため採算性の確保が必要。 レーザーフィルターの導入により安定して物性値の高い再生 PP ペレットの生産が可能となったが、自動車部品への具体的な活用には至っていない。
自動車由来樹脂リサイクル可能性実証【樹脂】	矢野経済研究所 2018~2020 年	<ul style="list-style-type: none"> ①品質面、②環境規制対応面では一定の可能性を見極めることができた。しかしながら、さらなるコスト低減策を積み上げても、自動車向けの目標コストには到達できず、また量産規模へ対応する供給量は見込めない 結果が明確になった。

事業名【対象資源】	代表事業者・実施期間	概要
		<ul style="list-style-type: none"> しかしながら、コスト面での国等の政策の後押しがあれば、今回の実証結果により、大規模事業者等の「事業者限定」で「少量での樹脂回収、再生材活用」の可能性はあるのではないかとと思われる。
自動車由来樹脂リサイクル可能性実証【樹脂】	西日本オートリサイクル株式会社 2018～2019年	<ul style="list-style-type: none"> 事業化に向けての課題として、異材除去作業の効率化によるコストダウン、異材を除去しやすい部品づくりと選別作業の生産性向上(動脈・静脈企業連携による易解体部品設計)、樹脂を確実に外すインセンティブ制度の構築等が挙げられた。
地理条件及び選好・忌避成分に着目した自動車ガラス再資源化実証【ガラス】	三菱 UFJ リサーチ & コンサルティング株式会社 2018～2019年	<ul style="list-style-type: none"> 自動車ガラスを利用したグラスウール製造には、技術的課題がないことを確認 全プロセス束ねた共同体として解体を改良し、再資源化までの輸送コストも考慮することで採算性は向上 今後は解体業者の採算性向上を目指し、事業者間連携の拡大やガラス回収のインセンティブ検討が必要

出所) (公財)自動車リサイクル高度化財団事業の事業報告書に基づき作成

4) 現状では事業採算性に課題

前述の公益財団法人自動車リサイクル高度化財団事業では、樹脂、ガラスの回収における事業採算性の評価も実施された。なお、解体事業者では、樹脂、ガラス回収事業における収支がプラスマイナスゼロとなっても、現状では廃車ガラを有価で売却できていることと比較すると、事業者全体では採算が合わない可能性がある点に留意が必要である。

a. 株式会社マテック: ASR20%削減を目指した樹脂、ガラスの広域回収・高度処理(自動車リサイクル高度化財団における実証事業(2018～2020年度))

- プラスチック、ガラス部品を解体工程で回収、マテリアルリサイクルすることで ASR 発生量の 20%削減を目標とした事業であり、図 2-31 に示す事業を想定し、採算性を評価した。
- 採算性の評価の結果は図 2-32、表 2-23 のとおり。収支は、プラスチックが 34.9 円のマイナス、ガラスが 16.3 円のマイナス、全体では 22.9 円のマイナスとなった。
- 仮の金額水準として、ASR 処理料金相当のインセンティブ(30 円/kg 程度)が付与された場合、バンパー、内装 PP、フロンとガラス、サイドガラス、リアガラスの収支がプラスに転じた。
- 解体事業者に絞って採算性を検討した結果は表 2-24 のとおり。収支は、プラスチック 19.4 円のマイナス、ガラスが 8.3 円のマイナス、全体では 12.8 円のマイナスとなった。

本事業における採算性の検討

- 解体事業者において使用済み自動車から中古パーツに加え、樹脂、ガラス部品を回収する。
- 回収した樹脂、ガラスはエリアごとに設置した集約拠点へ、解体事業者が日常の行き来する活動の中で、ついでに運搬する。
- 樹脂、ガラスが回収された鉄リッチの廃車ガラは、破碎業者が歩引き率の引下げ(現状約30%から25%に改善)をし、買い取る。
- 集約拠点に集まった樹脂、ガラス部品は、専用もしくは廃車ガラとの混載により処理拠点に運搬する。
- 回収した樹脂のうち PP 素材のものは、付加価値を高め Car-to-Car リサイクルを目指し、レーザフィルターでパレット化し、販売する。その他回収品も既存の売却ルートを活用し、リサイクルする。

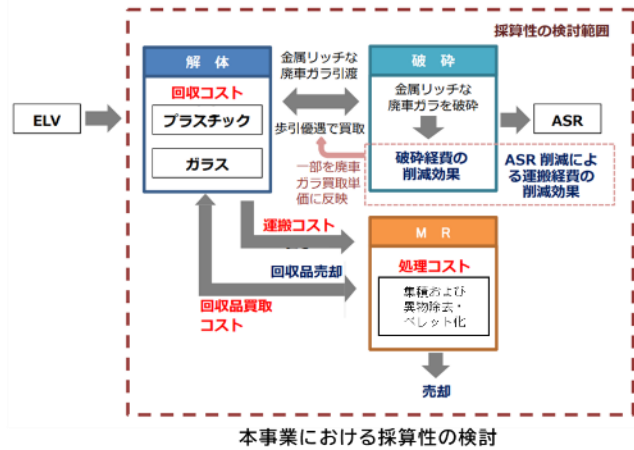


図 2-31 事業概要及び採算性検討の考え方

出所)株式会社マテック(2021年3月)「ASR20%削減を目指した樹脂、ガラスの広域回収・高度処理(自動車リサイクル高度化財団における実証事業報告書)」https://j-far.or.jp/wp-content/uploads/2020report_Matec.pdf

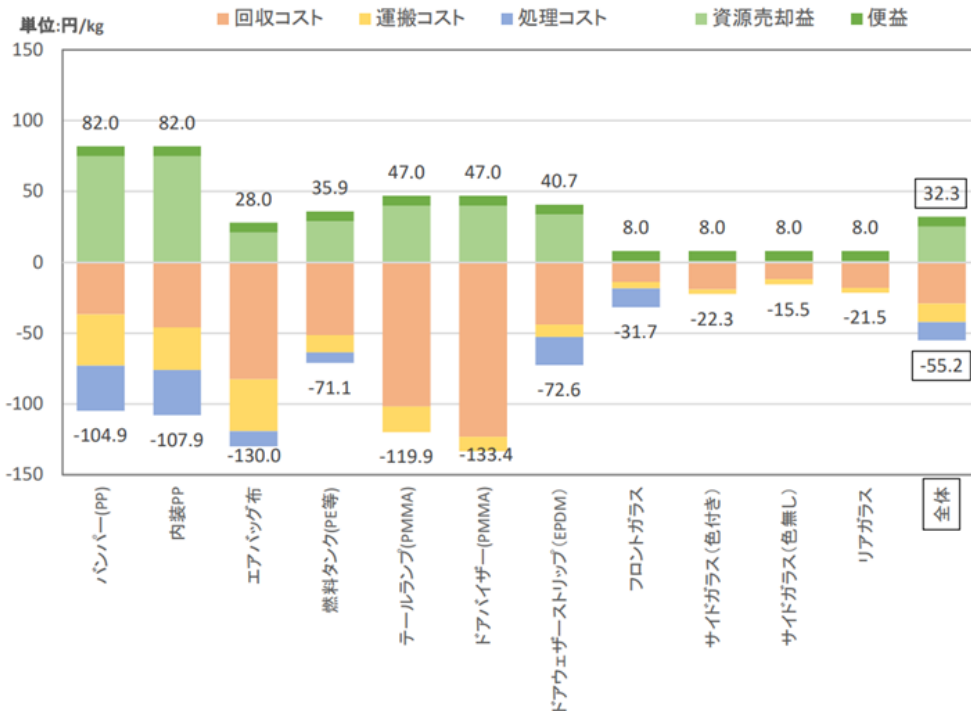


図 2-32 回収品の費用と収益

出所)株式会社マテック(2021年3月)「ASR20%削減を目指した樹脂、ガラスの広域回収・高度処理(自動車リサイクル高度化財団における実証事業報告書)」https://j-far.or.jp/wp-content/uploads/2020report_Matec.pdf

表 2-23 インセンティブを考慮した回収品の収支

区分	バンパー (PP)	内装 PP	エアバッグ布	燃料タンク (PE 等)	テールランプ (PMMA)	ドアバイザー (PMMA)
回収コスト	36.8	45.9	82.6	51.4	101.8	123.2
運搬コスト	36.3	30.2	36.6	12.3	18.1	10.2
処理コスト	31.8	31.8	10.8	7.4	0.0	0.0
費用 計	104.9	107.9	130.0	71.1	119.9	133.4
資源売却益	75.0	75.0	21.0	28.9	40.0	40.0
便益	7.0	7.0	7.0	7.0	7.0	7.0
収益 計						
インセンティブ	30.0	30.0	30.0	30.0	30.0	30.0
収支②※	7.1	4.1	-72.0	-5.2	-42.9	-56.4

区分	ドアウェザー ストリップ (EPDM)	フロント ガラス	サイドガラス (色付き)	サイドガラス (色無し)	リアガラス	全体 (合計)
回収コスト	44.0	13.9	19.1	11.8	18.1	29.2
運搬コスト	8.8	4.5	3.2	3.7	3.4	13.0
処理コスト	19.8	13.3	0.0	0.0	0.0	13.0
費用 計	72.6	31.7	22.3	15.5	21.5	55.2
資源売却益	33.7	1.0	1.0	1.0	1.0	25.3
便益	7.0	7.0	7.0	7.0	7.0	7.0
収益 計						
インセンティブ	30.0	30.0	30.0	30.0	30.0	30.0
収支②※	-1.9	6.3	15.7	22.5	16.5	7.1

※前出の資源売却益と便益で試算した収支と区分するため「収支②」と記す。

出所)株式会社マテック(2021年3月)「ASR20%削減を目指した樹脂, ガラスの広域回収・高度処理(自動車リサイクル高度化財団における実証事業報告書)」https://j-far.or.jp/wp-content/uploads/2020report_Matec.pdf

表 2-24 回収品の費用と収益(解体事業者)

(単位：円/kg)

区分	プラスチック	ガラス	全体 (合計)
回収コスト	49.9	14.9	29.2
運搬コスト	0	0	0
費用 計	49.9	14.9	29.2
回収品売払単価	24.9	1.0	10.8
便益のうち解体事業者配分額	5.6	5.6	5.6
収益 計	30.5	6.6	16.4
収支①	-19.4	-8.3	-12.8

出所)株式会社マテック(2021年3月)「ASR20%削減を目指した樹脂, ガラスの広域回収・高度処理(自動車リサイクル高度化財団における実証事業報告書)」https://j-far.or.jp/wp-content/uploads/2020report_Matec.pdf

b. 三菱 UFJ リサーチ & コンサルティング(株):地理条件及び選好・忌避成分に注目した自動車ガラス再資源化実証(自動車リサイクル高度化財団における実証事業(2018~2019年度))

- 品質や採算性の観点で再資源化が困難と考えられている自動車ガラスのリサイクル実現に向けた検討・実証を行った。考える最も収益性の高いケースでの採算性評価は図 2-33 のとおり。(解体事業者から一次集荷拠点への合積みを想定。)
- 最も効率的なケースでは、沖縄県以外のすべてのエリアで経済合理的にガラスが回収可能との結論が得られた。
- ダスト引き改訂が実現した場合、二次輸送のコストによるが、1.1~5.4 円/kg の収益が期待できる。二次輸送(一次集荷拠点からカレット工場までの輸送)についても合積みを実現し、輸送コストが削減できた場合(左端)には、8.2 円/kg の収益が期待できる。

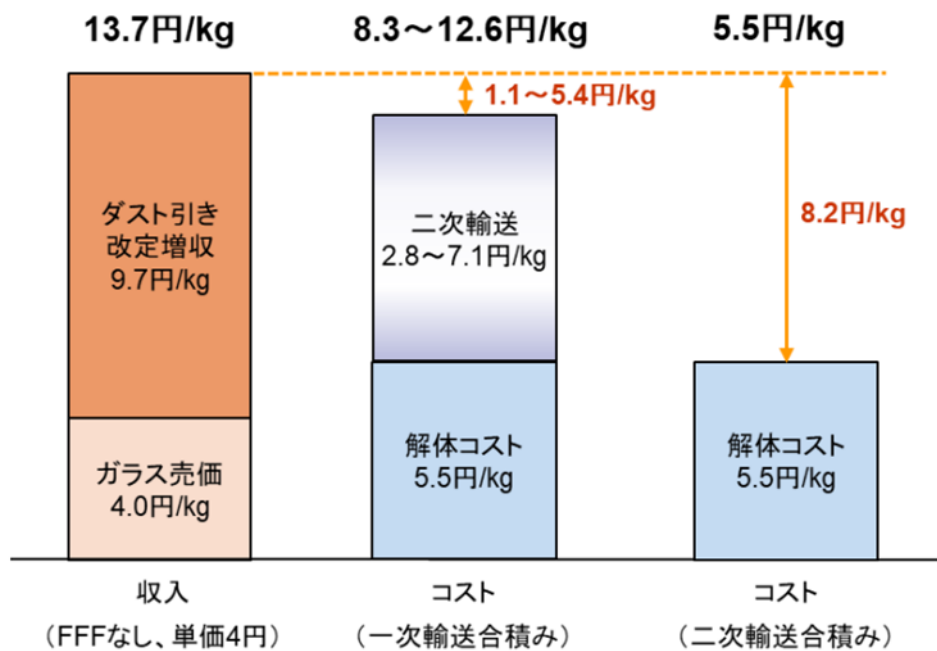


図 2-33 採算性評価

出所)三菱 UFJ リサーチ&コンサルティング(株)(2020年3月)「地理条件及び選好・忌避成分に注目した自動車ガラス再資源化実証」自動車リサイクル高度化財団における実証事業報告書、
https://j-far.or.jp/wp-content/uploads/2019report_MURC.pdf

c. ハリタ金属(株):水流選別活用による樹脂リサイクルの技術開発と設備導入及び普及(2018~2020年度)

- 水流選別設備を用いて ASR から選別・回収した樹脂で、再生 PP 樹脂を生成し、物性評価を実施。ASR から 14.6%の樹脂を回収し、自動車以外の製品へのマテリアルリサイクルの可能性を確認。(図 2-34)
- 事業性としては、再生 PP 樹脂生産 1kg あたり、販売単価 20 円/kg としても、収支は-12 円/kg となった。(設備の減価償却費を含む)
- ASR 再資源化費用を 25 円/kg と仮定すると、設備コストも含めて収支がプラスとなる。

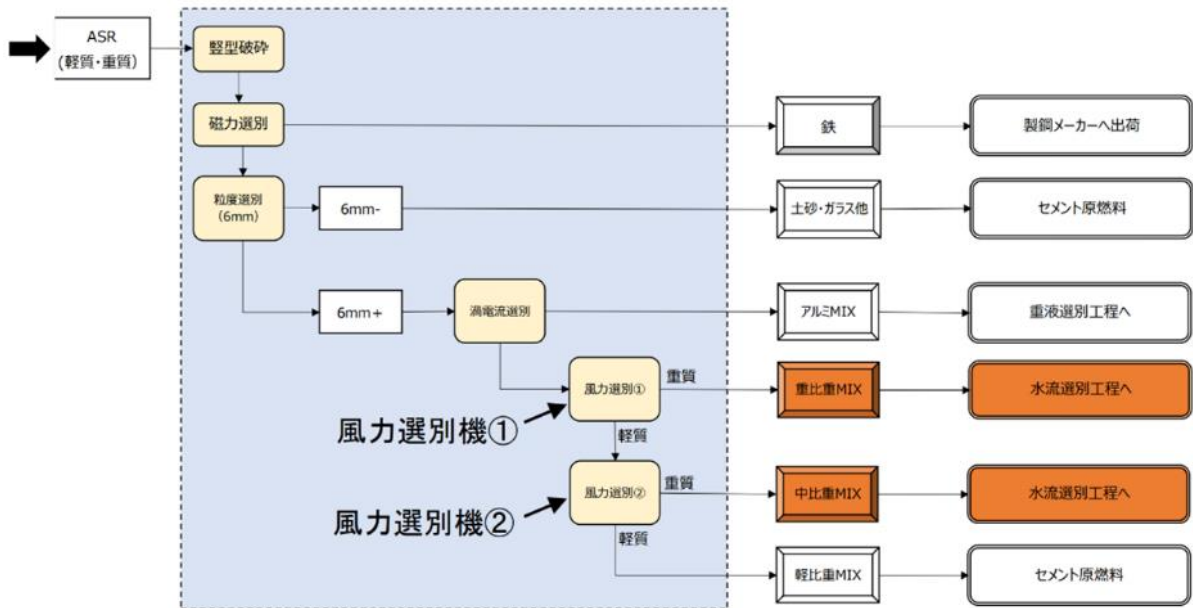


図 2-34 二次破碎・選別工程処理フロー

出所)ハリタ金属(株)(2021年3月)「水流選別活用による樹脂リサイクルの技術開発と設備導入及び普及」自動車リサイクル高度化財団における実証事業報告書、https://j-far.or.jp/wp-content/uploads/2020report_Harita.pdf

(3) 資源回収による GHG 等の削減効果

1) 資源回収量及び ASR 削減量の試算

資源回収インセンティブによる資源回収及び ASR 削減効果について、A)解体時に、プラスチック、ガラスを回収したと想定した場合、B) ASR から、プラスチックを回収したと想定した場合の 2 パターンで試算を行った。

- A)解体時に、プラスチック、ガラスを回収したと想定した場合の試算
 - ①令和 2 年度 J-FAR 事業(株式会社マテック)の事例では、解体時に ELV1 台あたり約 30kg/台⁴¹の資源を回収
 - 内訳:プラスチック 12kg、ガラス 18kg⁴¹
 - ②資源回収インセンティブ単価として、ASR 削減量 1kg あたり 30 円/kg を仮定
 - 令和 2 年度 J-FAR 事業(株式会社マテック)における設定。自動車メーカー 8 社の ASR1t 当たり処理料金の平均。⁴¹
 - ③資源回収意向のある解体事業者は、最小 2 割程度～最大 9 割程度⁴²であることから、

⁴¹ 公益財団法人自動車リサイクル高度化財団ホームページ「事業について 2020 年度事業『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」P97,106、https://j-far.or.jp/wp-content/uploads/2020report_Matec.pdf (2022 年 11 月 17 日閲覧)

⁴² 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 56 回合同会議 資料 4 別紙「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に基づく今後の対応について」P4、<https://www.env.go.jp/council/03recycle/y033-56/900419202.pdf> (2022 年 10 月 13 日閲覧)

年間 ELV 引取台数 279 万台⁴³×2 割～9 割=61 万台～254 万台で資源回収が行われると仮定

■ ①～③を踏まえた試算結果

- インセンティブ総額:①×②×③=6 億円～23 億円
(参考:令和 3 年度リサイクル料金(ASR)払渡し 210 億円⁴³)
- ◇ ASR 削減量:①×③=2 万トン～8 万トン
(参考:令和 3 年度引取 ASR 重量 52.2 万トン⁴³)

● B)ASR から、プラスチックを回収したと想定した場合の試算

- ①令和 2 年度 J-FAR 事業(ハリタ金属株式会社)の事例では、ASR から 14.6%のプラスチック⁴⁴を回収
 - 1 台当たり ASR 引取重量 187kg/台⁴⁵より、プラスチック回収量は 27kg/台
- ②資源回収インセンティブ単価として、ASR 削減量 1kg あたり 30 円/kg を仮定
 - 令和 2 年度 J-FAR 事業(株式会社マテック)における設定。自動車メーカー 8 社の ASR1t 当たり処理料金の平均。⁴⁶
- ③資源回収意向のある破碎事業者は、最小 3 割程度～最大 9 割程度⁴⁷であることから、年間 ELV 引取台数 279 万台⁴⁶×3 割～9 割=92 万台～257 万台で資源回収が行われると仮定
- ①～③を踏まえた試算結果
 - インセンティブ総額:①×②×③=8 億円～21 億円
(参考:令和 3 年度リサイクル料金(ASR)払渡し 210 億円⁴⁵)
 - ASR 削減量:①×③=3 万トン～7 万トン⁴⁸
(参考:令和 3 年度引取 ASR 重量 52.2 万トン⁴⁵)

⁴³ 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 資料 3「自動車リサイクル法の施行状況」P8,14、https://www.env.go.jp/council/content/i_03/000084936.pdf (2022 年 11 月 17 日閲覧)

⁴⁴ 公益財団法人自動車リサイクル高度化財団ホームページ「事業について 2020 年度事業『水流選別活用による樹脂リサイクルの技術開発と設備導入及び普及』報告書」P29、https://j-far.or.jp/wp-content/uploads/2020report_Harita.pdf (2022 年 11 月 17 日閲覧)

⁴⁵ 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 資料 3「自動車リサイクル法の施行状況」P8,14、https://www.env.go.jp/council/content/i_03/000084936.pdf (2022 年 11 月 17 日閲覧)

⁴⁶ 公益財団法人自動車リサイクル高度化財団ホームページ「事業について 2020 年度事業『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」P97,106、https://j-far.or.jp/wp-content/uploads/2020report_Matec.pdf (2022 年 11 月 17 日閲覧)

⁴⁷ 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 資料 4 別紙「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に基づく今後の対応について」P5、<https://www.env.go.jp/council/03recycle/y033-56/900419202.pdf> (2022 年 10 月 13 日閲覧)

⁴⁸ 解体工程で事前にプラスチック部品を回収した場合、その分 ASR からの回収量は減少するが、回収量合計は変化しないとすると、インセンティブ総額、ASR 削減量は大きく変化しないと推察される

2) GHG 削減量の試算

a. 環境省実証事業における評価例

過去の環境省実証事業では、使用済自動車由来の部品をリサイクルした場合の GHG 排出量削減効果の評価を実施している。(表 2-25)

解体工程における回収(表 2-25 中①)と ASR からの回収(同②)を比較すると、同様な工程であっても、使用している原単位が大きく異なる点がある点に留意が必要である。(表 2-26)

表 2-25 ELV からの資源回収による GHG 削減効果の評価事例

事業名	評価方法	評価対象範囲	主な使用原単位	評価結果
①平成 28 年度環境省委託事業低炭素型 3R 技術・システム実証事業(使用済自動車由来 PP 部品の効率的な再生材生産プロセスの検証)	解体時に PP 部品を取り外し、PP 1t をマテリアルリサイクルした場合の CO2 削減量や新たな CO2 排出量を算出	PP 部品の回収、輸送、粉碎・洗浄、再生材製造	<ul style="list-style-type: none"> バージン PP 材の製造:1.48t-CO2/t ASR ガス化溶解:2.39t-CO2/t-ASR 	再生 PP 1t あたりの CO2 削減効果:3.00t-CO2
②平成 28 年度環境省委託事業低炭素型 3R 技術・システム実証事業(ASR プラスチックの材料リサイクル深化技術の実証)	ASR からの金属類回収後の残渣から、硬質プラスチック(ASR の 70%想定)を選別回収して材料リサイクルを行う場合の CO2 排出量削減量を算出	プラスチック成形加工の原料となる再生樹脂ペレット製造、硬質プラスチック選別回収操作の残渣のセメント製造施設における原燃料処理	<ul style="list-style-type: none"> プラスチックリサイクルのエネルギー投入:0.19t-CO2/t-ASR PP バージン製造代替:1.48t-CO2/t 	リサイクル原料 1t あたりの CO2 削減効果:0.86t-CO2
③平成 27 年度低炭素型 3R 技術・システム実証事業(ASR から材料リサイクルを図る仕組みづくり)	ASR からの金属類回収後の残渣から、硬質プラスチックを選別回収して材料リサイクルを行う場合の CO2 排出量削減量を算出(ASR1t から回収可能なプラスチックは 170kg と想定)	再生プラ分別・回収施設及び樹脂製造施設のエネルギー投入、セメント製造原燃料処理	<ul style="list-style-type: none"> 再生プラ分別・回収施設及び樹脂製造施設のエネルギー投入:0.11t-CO2/t-ASR 	ASR1t 処理当たりの CO2 削減量:0.27t-CO2
④平成 26 年度低炭素型 3R 技術・システム実証事業(自動車のガラスリサイクルの推進事業)	フロントガラスから、ガラスカレット及び中間膜を回収し、再生利用することによる CO2 排出量、環境改善効果として CO2 排出削減量を算出	使用済み自動車からのフロントガラスの取り外しから、リサイクル原料(ガラスカレット、中間膜)の回収及び利用会社までの輸送	<ul style="list-style-type: none"> フロントガラスからガラスカレット、中間膜を回収:0.09t-CO2/t ガラスびんカレット製造代替:0.01t-CO2/t 中間膜の製品代替:0.14t-CO2/t (いずれもフロントガラス 1t あたり)	フロントガラス 1t あたりの CO2 削減量:0.08t-CO2

出所)環境省ホームページ「自動車リサイクル関連 資料集 調査報告書」に掲載されている各報告書より整理

表 2-26 解体工程における回収／ASR からの回収の評価結果比較

	工程	解体工程におけるプラスチック回収(表 2-25 中①)	ASR からのプラスチック回収(表 2-25 中②)
1)排出量	輸送	4kg-CO2/t-PP	-
	粉碎又は選別工程	(粉碎) 148kg-CO2/t-PP	(選別) 81kg-CO2/t-入荷原料 186kg-CO2/t-PP
	<u>リサイクル樹脂製造工程</u>	<u>722kg-CO2/t-PP</u>	105kg-CO2/t-入荷原料 <u>240kg-CO2/t-PP</u>
2)排出量削減効果・バージン素材代替効果	破碎工程	(削減効果があると考えられるが、評価対象外)	-
	<u>ASR 再資源化工程</u>	(ガス化溶融) <u>2,393kg-CO2/t-PP</u>	(セメント原燃料) 376kg-CO2/t-入荷原料 <u>862kg-CO2/t-PP</u>
	バージン樹脂製造工程	1,483kg-CO2/t-PP	1,483kg-CO2/t-PP
	バージンタルク製造工程	-	3kg-CO2/t-入荷原料 6kg-CO2/t-PP
削減効果	2)の合計 - 1)の合計	3,002kg-CO2/t-PP	862kg-CO2/t-入荷原料 1,974kg-CO2/t-PP

注釈)太字下線部は、同様な工程であっても使用している原単位が特に大きく異なっている部分を指す。

出所)事例①:環境省「平成 28 年度環境省委託事業低炭素型 3R 技術・システム実証事業(使用済自動車由来 PP 部品の効率的な再生材生産プロセスの検証)報告書」

https://www.env.go.jp/recycle/car/pdfs/h28_report01_mat01.pdf(2022 年 9 月 5 日閲覧)

事例②:環境省「平成 28 年度環境省委託事業低炭素型 3R 技術・システム実証事業(ASR プラスチックの材料リサイクル深化技術の実証)報告書」

https://www.env.go.jp/recycle/car/pdfs/h28_report01_mat03.pdf(2022 年 9 月 5 日閲覧)、入荷原料(ASR からの金属類回収後の残渣)1t あたりで記載されている各原単位と、その原単位を入荷原料に占める PP の割合(43.7%)を用いて単位換算し、小数点以下を四捨五入した値を併記。

b. 資源回収による GHG 削減効果の経済価値

カーボンプライシングの活用に関する小委員会(令和 3 年 6 月 21 日)において、仮想的に炭素価格を与えた場合の CO2 排出量、経済指標への影響分析が実施された。その際は、温対税 289 円/t-CO2 を引き上げる形として、1,000 円～10,000 円/t-CO2 が想定された。⁴⁹

上記のようなカーボンプライシング実施下を想定すると、資源回収による GHG 削減効果に応じて、表 2-27 に示すような経済価値(事業者から見た資源回収実施のメリット)が生じる。したがって、カーボンプライシング実施下では、事業者が資源回収インセンティブ制度参加判断を行う際に、この経済価値が考慮される可能性がある。

表 2-27 GHG 削減効果と経済価値の関係イメージ

想定する資源回収	過去の環境省事業における GHG 削減効果評価例	GHG 削減効果の経済価値イメージ(1,000～10,000 円/t-CO2 を想定)
解体工程におけるプラスチック回収(表 2-25 中①)	再生 PP 1t あたりの CO2 削減効果:3.00t-CO2/t-PP(注釈)	再生 PP1kg あたり、3～30 円程度
解体工程におけるガラス回収(表 2-25 中④)	フロントガラス 1t あたりの CO2 削減量:0.08t-CO2	フロントガラス 1kg あたり、0.08～0.8 円程度
ASR からのプラスチック回収(表 2-25 中②)	再生 PP 1t あたりの CO2 削減効果:1.97t-CO2/t-PP(注釈)	再生 PP1kg あたり、2～20 円程度

注釈)プラスチック回収について、同様な工程であっても使用している原単位が大きく異なる点があり、評価結果には留意が必要。

⁴⁹ 中央環境審議会地球環境部会 カーボンプライシングの活用に関する小委員会(第 16 回)(令和 3 年 6 月 21 日)資料 1-2 「株式会社価値総合研究所提出資料「カーボンプライシングの経済影響等に関する分析結果について」」、<https://www.env.go.jp/council/06earth/900422447.pdf>(2022 年 8 月 30 日閲覧)

c. 回収したプラスチックから製造する再生材の性状比較

プラスチックについて、A)解体工程から回収した場合(表 2-25 中①)、B)破碎後の ASR から回収した場合(表 2-25 中②)で、GHG 排出量削減効果以外の観点として、再生材として使用可能な用途を比較した結果、A)では、100%再生材でも自動車部品への使用可能性が示唆された一方、B)では、自動車部品へ使用するためにはバージン材との配合が必要となる場合があるとの結果であった。

- A)解体工程から回収した場合⁵⁰
 - ELV の PP 部品由来の原料を 50%以上使用し、家電由来、コンテナやパレット由来、ASR 由来の PP 材と混合することで、PP バージン材を一切用いないリサイクル材 100% のグレード設計を達成
 - 再生材グレードの設定と推奨用途は以下のとおり
 - 3R-A:エアクリーナー、バッテリートレイ
 - 3R-B(高汎用性):シートバック、フェンダーライナー
 - 3R-C(高汎用性):ツールボックス、ラジエーターサポートカバー
 - 3R-D:アンダーカバー、ステップガード

- B)破碎後の ASR から回収した場合⁵¹
 - タルク含有率別に以下のグレードを設定(いずれも樹脂再生(コンパウンド)業者へ出荷)
 - グレード A(PP タルクなし)
 - グレード B(PP 低タルク含有(<17%))
 - グレード C(PP 高タルク含有(17~33%))
 - グレード D(PP 高高タルク含有(>33%))
 - 再生材の使用可能性に関する記述
 - 回収された PP は、自動車部品への利用をターゲットとした再生樹脂製造に使える純度や物性を持っていた
 - ASR 由来プラスチックはその素性から表面劣化が著しい。(中略)現状では、適切な研磨方法を見出せなかった
 - バージン材・添加剤と調製して Car-to-Car リサイクルへの可能性を検討した

⁵⁰ 環境省「平成 28 年度環境省委託事業低炭素型 3R 技術・システム実証事業(使用済自動車由来 PP 部品の効率的な再生材生産プロセスの検証)報告書」P48

https://www.env.go.jp/recycle/car/pdfs/h28_report01_mat01.pdf(2022 年 11 月 28 日閲覧)

⁵¹ 環境省「平成 28 年度環境省委託事業低炭素型 3R 技術・システム実証事業(ASR プラスチックの材料リサイクル深化技術の実証)報告書」P109,P110

https://www.env.go.jp/recycle/car/pdfs/h28_report01_mat03.pdf(2022 年 11 月 28 日閲覧)

d. 資源回収インセンティブによる削減効果の試算

資源回収インセンティブによる GHG 削減効果について、A)解体時に、プラスチック、ガラスを回収したと想定した場合、B)解体工程及び ASR から、それぞれプラスチックを回収したと想定した場合の 2 パターンで試算を行った。なお、前述のとおり、両者で同様な工程であっても使用している原単位が大きく異なる点があり、留意が必要である。

資源回収においては、GHG 排出量削減効果、得られる再生プラスチックの物性等を勘案しつつ、解体工程からの回収、ASR からの回収を適切に組み合わせることが重要である。

- A)解体時に、プラスチック、ガラスを回収したと想定した場合の試算
 - ①令和 2 年度 J-FAR 事業(株式会社マテック)の事例では、ELV1 台あたり約 30kg/台⁵²の資源を回収
 - 内訳:プラスチック 12kg、ガラス 18kg⁵²
 - ②資源回収意向のある解体事業者は、最小 2 割程度～最大 9 割程度⁵³であることから、年間 ELV 引取台数 279⁵⁴万台×2 割～9 割=61 万台～254 万台で資源回収が行われると仮定
 - ③GHG 排出量削減原単位(過年度環境省事業における試算結果を参照)
 - 再生 PP 1t あたりの CO₂ 削減効果:3.00t-CO₂⁵⁵
 - フロントガラス 1t あたりの CO₂ 削減量:0.08t-CO₂⁵⁶
 - ①～③を踏まえた試算結果
 - GHG 排出量の総削減効果:①×②×③=2.2～9.1 万 t-CO₂(プラスチック)、0.1～0.4 万 t-CO₂(ガラス)
 - GHG 排出量削減による経済価値:2.2～9.1 億円(プラスチック)、0.1～0.4 億円(ガラス)
- ※経済価値は、想定しうる中で比較的高い水準である、10,000 円/t-CO₂⁵⁷と仮定

⁵² 公益財団法人自動車リサイクル高度化財団ホームページ「事業について 2020 年度事業『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」P97、https://j-far.or.jp/wp-content/uploads/2020report_Matec.pdf (2022 年 10 月 13 日閲覧)

⁵³ 環境省ホームページ「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 56 回合同会議 議事次第・資料『資料 4 別紙 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に基づく今後の対応について』」P4、<https://www.env.go.jp/council/03recycle/y033-56/900419202.pdf>(2022 年 10 月 13 日閲覧)

⁵⁴ 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 資料 3「自動車リサイクル法の施行状況」P8、https://www.env.go.jp/council/content/i_03/000084936.pdf (2022 年 11 月 17 日閲覧)

⁵⁵ 環境省「平成 28 年度環境省委託事業低炭素型 3R 技術・システム実証事業(使用済自動車由来 PP 部品の効率的な再生材生産プロセスの検証)報告書」P61、https://www.env.go.jp/recycle/car/pdfs/h28_report01_mat01.pdf(2022 年 11 月 17 日閲覧)

⁵⁶ 環境省「平成 26 年度低炭素型 3R 技術・システム実証事業(自動車のガラスリサイクルの推進事業)報告書」P42、https://www.env.go.jp/recycle/car/pdfs/h26_report01_mat03.pdf(2022 年 11 月 17 日閲覧)

⁵⁷ 中央環境審議会地球環境部会 カーボンプライシングの活用に関する小委員会(第 16 回)(令和 3 年 6 月 21 日)資料 1-2「株式会社価値総合研究所提出資料「カーボンプライシングの経済影響等に関する分析結果について」」P14、

- B)解体工程及び ASR から、それぞれプラスチックを回収したと想定した場合の試算
 - ①令和 2 年度 J-FAR 事業(ハリタ金属株式会社)の事例では、ASR 重量の 14.6%⁵⁸のプラスチックを回収
 - 1 台当たり ASR 引取重量 187kg/台⁵⁹より、プラスチック回収量は 27kg/台 (187kg/台×14.6%)
 - したがって、解体工程で 12kg/台⁶⁰のプラスチック部品を回収した場合、ASR からの回収量は 15kg/台(27kg/台-12kg/台)と推定される
 - ②資源回収意向のある解体・破砕事業者を、最小 2 割程度～最大 9 割程度⁶¹と仮定し、年間 ELV 引取台数 279 万台⁵⁹×2 割～9 割=61 万台～254 万台で解体工程及び ASR から資源回収が行われると仮定
 - ③GHG 排出量削減原単位(過去の環境省事業における試算結果を参照)
 - 解体工程からの回収における、再生 PP 1t あたりの CO2 削減効果:3.00t-CO2⁶²
 - ASR からの回収における、再生 PP 1t あたりの CO2 削減効果:1.97t-CO2⁶³
 - ①～③を踏まえた試算結果
 - GHG 排出量の総削減効果:①×②×③=2.2～9.1 万 t-CO2(解体時の回収)、1.9～7.7 万 t-CO2(ASR から回収)
 - GHG 排出量削減による経済価値(解体時の回収、ASR からの回収の合計):4.1～16.8 億円
 ※経済価値は、想定しうる中で比較的高い水準である、10,000 円/t-CO2⁶⁴と仮定

<https://www.env.go.jp/council/06earth/900422447.pdf>(2022 年 8 月 30 日閲覧)

⁵⁸ 公益財団法人自動車リサイクル高度化財団ホームページ「事業について 2020 年度事業『水流選別活用による樹脂リサイクルの技術開発と設備導入及び普及』報告書」P29、https://j-far.or.jp/wp-content/uploads/2020report_Harita.pdf (2022 年 11 月 17 日閲覧)

⁵⁹ 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 資料 3「自動車リサイクル法の施行状況」P8、https://www.env.go.jp/council/content/i_03/000084936.pdf (2022 年 11 月 17 日閲覧)

⁶⁰ 公益財団法人自動車リサイクル高度化財団ホームページ「事業について 2020 年度事業『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」P97、https://j-far.or.jp/wp-content/uploads/2020report_Matec.pdf (2022 年 10 月 13 日閲覧)

⁶¹ 環境省ホームページ「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 56 回合同会議 議事次第・資料『資料 4 別紙 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に基づく今後の対応について』」P4,5、<https://www.env.go.jp/council/03recycle/y033-56/900419202.pdf>(2022 年 10 月 13 日閲覧)

⁶² 環境省「平成 28 年度環境省委託事業低炭素型 3R 技術・システム実証事業(使用済自動車由来 PP 部品の効率的な再生材生産プロセスの検証)報告書」P61、https://www.env.go.jp/recycle/car/pdfs/h28_report01_mat01.pdf(2022 年 11 月 17 日閲覧)

⁶³ 環境省「平成 28 年度環境省委託事業低炭素型 3R 技術・システム実証事業(ASR プラスチックの材料リサイクル深化技術の実証)報告書」で示されている 0.86t-CO2/t-入荷原料(ASR からの金属類回収後の残渣)を、入荷原料に占める PP の割合(43.7%)を用いて換算。タルクを含む PP も回収しているため、タルク製造の代替効果も含む。https://www.env.go.jp/recycle/car/pdfs/h28_report01_mat03.pdf(2022 年 9 月 5 日閲覧)

⁶⁴ 中央環境審議会地球環境部会 カーボンプライシングの活用に関する小委員会(第 16 回)(令和 3 年 6 月 21 日)資料 1-2「株式会社価値総合研究所提出資料「カーボンプライシングの経済影響等に関する分析結果について」」P14、<https://www.env.go.jp/council/06earth/900422447.pdf>(2022 年 8 月 30 日閲覧)

(4) 資源回収インセンティブにおける GHG 評価の考え方

自動車リサイクルシステム大規模改造は、2026年1月本格稼働開始を目指し、令和5年度以降開発が進められる見通しとなっている。

上記の本格稼働開始に併せて資源回収インセンティブ制度が開始すると想定した場合の、制度開始時点における GHG 評価の考え方を図 2-35 に示す。制度開始時点で入手可能と考えられるデータや情報の範囲内で、自動車リサイクルシステム上でのデータ管理とは別途の形で、資源回収を実施した場合の GHG 排出量を算定し、その結果を参考情報として各コンソーシアムへフィードバックすることが考えられる。なお、実際に GHG 排出量算定を行う主体や、算定実施のタイミング等は引き続き検討が必要である。

また、解体工程での資源回収における GHG 排出量算出イメージを図 2-36 に示す。制度開始時点で参照可能なデータや情報を踏まえ、対応する排出係数を設定し、資源回収を実施しない場合(図 2-36 中の表 1)と、実施する場合(図 2-36 中の表 2-a)の GHG 排出量を算出する。資源回収を実施する場合、バージン由来素材代替による削減効果(図 2-36 中の表 2-b)も見込まれるが、制度開始時点では、別途算出した場合も参考値として扱う(排出量と差し引きは行わない)。

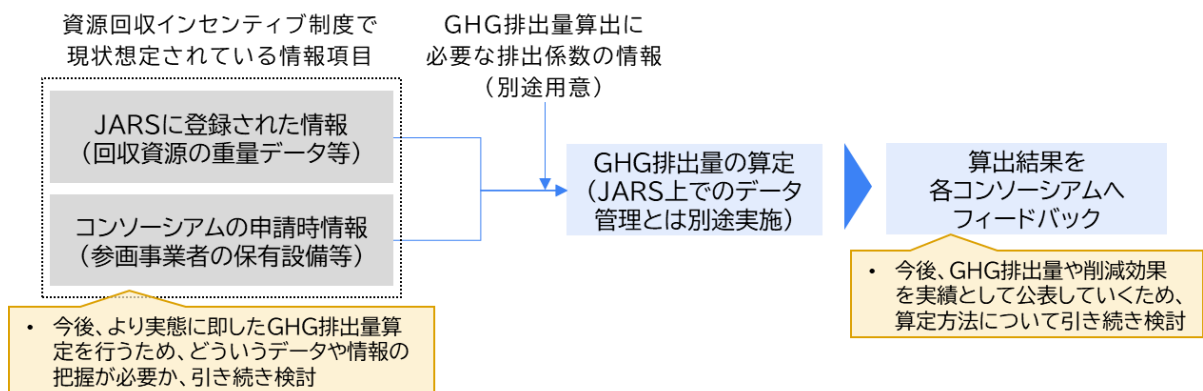


図 2-35 資源回収インセンティブ制度開始時点における GHG 評価の考え方

<表1 現行運用(資源回収実施無し)のGHG排出量>				<表2-a インセンティブ制度導入後(資源回収実施)のGHG排出量>			
項目	活動量 (t)	排出係数 (t-CO2/t)	GHG排出量 (tCO2)	項目	活動量 (t)	排出係数 (t-CO2/t)	GHG排出量 (tCO2)
解体(通常)	XXX	Y1	XXX × Y1	解体(通常)	XX	Y1	XX × Y1
解体(精緻解体)	-	Y2	-	解体(精緻解体)	x	Y2	x × Y2
破碎	XXX	Y3	XXX × Y3	破碎	XX	Y3	XX × Y1
ASRリサイクル	XXX	Y4	XXX × Y4	ASRリサイクル	XX	Y4	XX × Y4
				回収部品輸送・処理・再生材製造	x	Y5	x × Y5

<表2-b バージン由来素材の代替によるGHG排出量削減効果>			
項目	活動量 (t)	排出係数 (t-CO2/t)	GHG排出量 (tCO2)
バージン由来素材原料調達・製造	x	Y6	x × Y6

比較対象とするケース(表1)は、全く資源を回収しない条件設定で良いが、引き続き検討が必要か
活動量としては、各工程における処理量等が想定される

手法、使用設備により、事業者間で実際の排出係数が大きく異なる可能性がある
また、従来の解体と、資源回収のための精緻解体で、工程に大きな違いがある可能性もある
排出係数を複数パターン用意し、コンソーシアムへの登録時情報を踏まえ、より近いパターンの値を使用できると望ましいか

GHG排出量削減効果(表2-b)は、どんな用途の素材を代替するか等の設定で結果が大きく変わる点に留意が必要

図 2-36 解体工程での資源回収における GHG 排出量算出イメージ

(5) 資源回収に関する今後の検討事項

資源回収インセンティブに関する論点ごとの、本年度の調査・検討結果及び今後の検討事項(案)を表 2-28 に示す。また、論点(1)に関連して、今後、使用済自動車を構成する部品・素材の中で、より回収を促進すべき資源を検討する際は、表 2-29 のような観点を念頭に置いた議論が必要になると考えられる。

表 2-28 資源回収インセンティブに関する今後の検討事項(案)

資源回収インセンティブに関する論点(案) (第 1 回検討会にて提示)	本年度の調査・検討結果 (主に(1)(4)の論点について 調査・検討を実施)	今後の検討事項(案)
(1) 資源回収インセンティブ制度の趣旨及び目的の確認	<ul style="list-style-type: none"> 資源回収インセンティブ制度の対象資源について、現状の ASR 重量への寄与、GHG 排出量を総合的に勘案して決めていくべきとの基本的な考え方を確認。 制度開始時点(※)では、まずはプラスチック、ガラスを対象とする。 (※JARS 大規模改造後の 2026 年 1 月以降を想定) 上記 2 資源以外の、鉄、非鉄等、他の検討すべき資源についても考え方は整理しておくべき。 	<ul style="list-style-type: none"> 回収を促進すべき資源を検討する際の観点を整理。 自動車の部品・資源構成を踏まえ、制度対象として考えられる資源の抽出を検討。 抽出した資源について、リユース・リサイクル実態の深堀調査、資源回収によるインパクト(GHG 排出量削減等)を推定するための情報収集を実施。
(2) 資源回収インセンティブ制度を通じた優良な取り組みの促進策	-	<ul style="list-style-type: none"> 資源回収に取り組む事業者や、回収量を増やすため、制度設計における工夫、優良事例等の情報の横展開の可能性を検討。
(3) 資源回収インセンティブ制度の実施状況に関する情報開示の方法	-	<ul style="list-style-type: none"> 今後の資源回収インセンティブ WG における、制度の実運用に関する議論も踏まえ、制度の効果、インセンティブ付与の妥当性等の面から、情報開示の在り方を検討。
(4) 資源回収インセンティブ制度の実施に伴う GHG 削減効果やその評価	<ul style="list-style-type: none"> 過去の GHG 評価事例における知見を集約し、制度実施下を想定した場合の GHG 削減効果を試算。 今後、過去の知見を参照して実際に評価を行う際は、当時の算出における前提条件等に留意すべき。 制度開始時点では、JARS 上でのデータ管理とは別途の形で、資源回収を実施した場合の GHG 排出量を算定。 	<ul style="list-style-type: none"> 制度開始時点での GHG 評価を見据えて、引き続き、資源回収の工程における GHG 排出実態把握、回収資源のリユース・リサイクルの実態把握を実施。 リユース・リサイクルによる GHG 排出量削減効果の評価の考え方を精査。
(5) 今後の資源回収インセンティブ制度の継続的な実施に向けた留意点	-	<ul style="list-style-type: none"> 回収した資源(制度開始時点ではプラスチック、ガラス)について、リサイクル市場の受容可能性を確認。

表 2-29 回収を促進すべき資源を検討する際の観点(例)

検討する際の観点(例)	使用済自動車を構成する部品・素材との関連(例)
ASR 発生量の削減	<ul style="list-style-type: none"> 特にプラスチック類は、自動車に使用されているものの多くが回収されずに ASR に含有
GHG 排出量の削減(リユース・リサイクルによる排出量控除も考慮)	<ul style="list-style-type: none"> ASR の素材構成を GHG 排出量ベースで見ると、プラスチック類、ゴム、繊維の順に大きい 部品で見ると、ASR、廃タイヤ、廃油・廃液の原燃料利用に伴う排出量が大きい 鉄・非鉄金属について、部品リユースや、Car to Car も含む高度な水平リサイクルにより、GHG 排出量削減効果が大きくなる可能性
資源供給制約(資源の地域偏在性、地政学的リスク等)への対応	<ul style="list-style-type: none"> 基板や車載用電池に使用される稀少金属には、供給制約リスクが高いものも存在
有害物質・リサイクルに影響を与える物質への対応	<ul style="list-style-type: none"> 次世代自動車における車載用電池、炭素繊維強化プラスチック(CFRP)等について、サプライチェーン全体の中で適切に適正に回収することに加え、リユース・リサイクル技術開発も必要 自動車に使用される化学物質等は、国際議論の動向も踏まえつつ適正管理を継続 ある素材のリサイクル時に、他素材の混入による品質低下を避けるため、事前に他素材の部品等を回収する (例:鉄スクラップへの銅混入を防ぐ観点から、ハーネス類を回収する)

注釈)上記表以外にも、リユース・リサイクルにおける処理技術や経済性、リユース部品・再生資源の需要、回収資源の効率的なトレーサビリティ確保といった観点も考慮が必要。

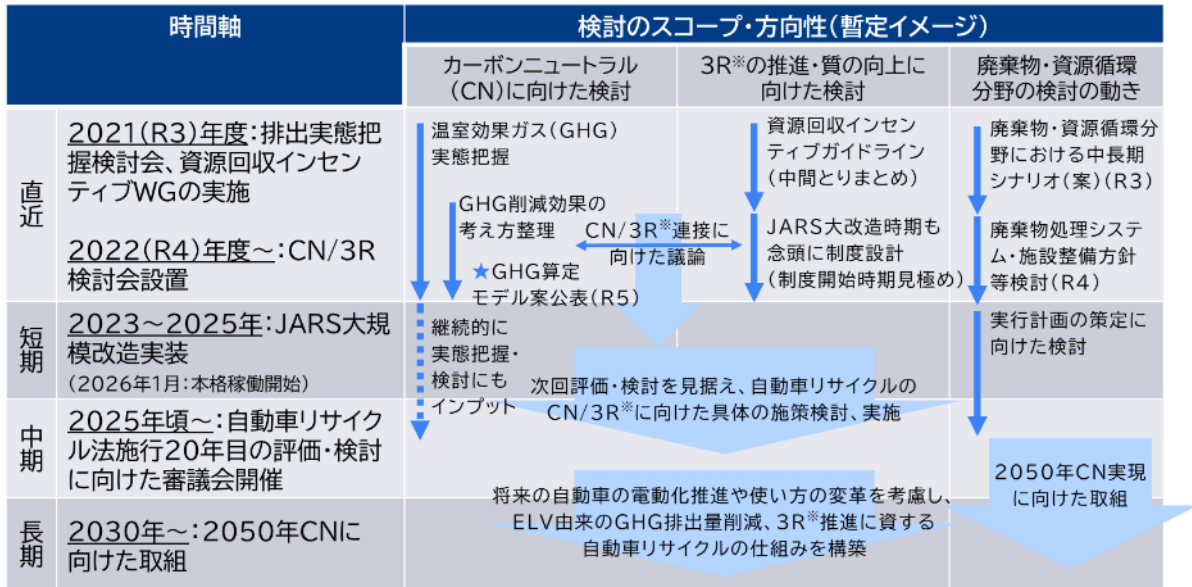
2.3 自動車リサイクル分野における今後の検討事項

本年度実施した、自動車リサイクルに影響する可能性のある動向調査及び GHG 排出実態調査の結果や、「自動車リサイクルのカーボンニュートラル及び 3R の推進・質の向上に向けた検討会」における議論を踏まえ、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今後の検討事項を整理した。

2.3.1 今後の検討における時間軸と方向性のイメージ

今後の、自動車リサイクルにおけるカーボンニュートラル及び 3R の推進・質の向上に向けた検討にあたっては、廃棄物・資源循環分野全体の検討との整合・連動や、図 2-37 に示す短期～長期の時間軸を意識することが必要となる。

また、令和 3 年度 CN 業務から継続して実施している GHG 排出実態把握については、次年度以降も引き続き進め、得られた知見を今後の検討にフィードバックすることが有効と考えられる。



注釈) まずは 3R に着目して検討を開始するが、サーキュラーエコノミーの観点も踏まえて将来的には検討・議論を行っていく想定。

図 2-3-37 今後の検討における時間軸と方向性のイメージ

2.3.2 今後の検討事項・検討スケジュール

(1) 今後の検討事項

本年度の調査、検討結果を踏まえた、自動車リサイクルにおけるカーボンニュートラル及び 3R の推進・質の向上に向けた今後の検討事項案を表 2-30 に示す。

表 2-30 論点ごとの調査・検討結果と今後の検討事項(案)

論点	令和 4 年度の調査・検討結果	今後の検討事項(案) (下線: 特に令和 5 年度に注力する事項)
① 排出実態調査・ヒアリング	<ul style="list-style-type: none"> 特に、解体・破碎・ASR 再資源化の各プロセスについて、業界団体・個社へのヒアリングを実施。 各プロセスにおいて、GHG 排出傾向の差を踏まえた処理パターン分けの仮説を構築し、ヒアリング調査で得られた知見をもとに考察を実施。 	<ul style="list-style-type: none"> <u>引き続き、解体・破碎・ASR 再資源化について、ヒアリング等を通じたデータ収集を実施。可能な部分について、令和 3 年度 CN 業務における全国値の推計結果を更新。(令和 5 年度)</u> <u>CN/3R 推進方策の議論に必要な推計精度に到達できたかを確認し、具体的な方策案の検討を開始。(令和 5 年度~)</u> 全国値推計結果の時点更新方法、将来推計の必要性等を検討。(令和 6 年度~)
② 事前選別品目(バッテリー(鉛、LiB))の排出実態(排出・控除)の把握方針、LiB も含む部リユースの検討方針	<ul style="list-style-type: none"> 令和 3 年度 CN 業務では算定が未実施であった、再利用可能部品・LiB について、リユース・リサイクルによる GHG 排出量控除も含めた算定に向けて、考え方の整理や、基礎データ収集を実施。 	<ul style="list-style-type: none"> <u>再利用可能部品は、入手可能なデータを用いて、リユース・リサイクルによる GHG 排出量控除も含めた試算を実施。(令和 5 年度)</u> LiB は、今後、環境省や他省庁で別途実施される流通実態調査、GHG 排出量関連調査等の知見を確認。(令和 5 年度~) その後、調査・検討における論点を改めて整理。(令和 6 年度~)

論点	令和 4 年度の調査・検討結果	今後の検討事項(案) (下線:特に令和 5 年度に注力する事項)
③ ASR 施設の排出実態を踏まえた GHG 削減方策の検討	<ul style="list-style-type: none"> 公開情報から、ASR 再資源化施設における GHG 削減取組状況を調査。 事業者全体としての CN に向けた取組みに言及した例はある一方、ASR 処理に特化した言及は見られず。 	<ul style="list-style-type: none"> ①で得られた ASR 再資源化工程ごとの GHG 排出に関する特徴の差異を踏まえ、特に GHG 排出量への寄与が大きい工程を中心に、排出量削減に向けて考えられる取組・施策等を検討。(令和 5 年度～) 熱回収・マテリアル回収による GHG 排出量控除の考え方の整理や、基礎データ収集を実施。(令和 5 年度～)
④ GHG 排出量の算定・情報収集の仕組み構築に向けた検討	<ul style="list-style-type: none"> ①で得られた示唆も踏まえ、事業者が自社の GHG 排出量算定のために使用する算定モデルの骨子を作成。 	<ul style="list-style-type: none"> 令和 5 年度中の公表に向けて、骨子をもとに算定モデルを構築。(令和 5 年度) 事業者における算定モデル活用を促すための工夫や仕組みの在り方を検討。(令和 6 年度～) 算定モデルを改良・改修できたタイミングで更新版を公表。(令和 6 年度～)
⑤-a 環境配慮設計 (DfE) 及び再生可能資源の利用方策等の検討	<ul style="list-style-type: none"> 自動車における再生資源やバイオマスプラスチック利用動向に関する基礎情報収集を実施。 	<ul style="list-style-type: none"> 使用済自動車由来(※)も含めた再生資源やバイオマスプラスチックの自動車部品への利用を促す方策等を検討。(令和 6 年度～) (※⑤-b 資源回収インセンティブによる回収量増加も期待される)
⑤-b 資源回収インセンティブ	<ul style="list-style-type: none"> 制度の検討にあたり、ASR 削減や資源循環の観点に加え、CN の観点も含めて検討を行う方針を確認。 制度開始時点では、プラスチック、ガラスを対象と資源する考え方を整理。JARS 大規模改造後に把握可能なデータ・情報も活用し、別途の形で GHG 評価を行う方針を確認。 過去事業の知見から、使用済自動車由来のプラスチックやガラスのリサイクルによる GHG 排出量削減効果を試算。 	<ul style="list-style-type: none"> 引き続き、プラスチック、ガラス以外の他の部品・資源も含め、回収を促進すべき資源を検討。(令和 5 年度～) 制度開始時点での GHG 評価実施を見据えて、①②で得られる知見も踏まえ、評価に必要なパラメータ等を整備。(令和 5 年度～) <p>(資源回収インセンティブ WG において、制度具体化に向けた検討を実施)</p>
⑤-c 有害物質・リサイクルに影響を与える物質等の対応	<ul style="list-style-type: none"> 次世代自動車の普及に伴う車載用電池、炭素繊維強化プラスチック(CFRP)等の処理、自動車に使用される化学物質等の適正管理といった論点を提示。 	<ul style="list-style-type: none"> 引き続き、関連する動向の情報収集を実施。(適宜実施) 国際議論等の結果、自動車リサイクルでも対応が必要な事項が生じる場合、CN/3R 推進への影響について議論。(適宜実施)

注釈)表中「CN」はカーボンニュートラル、「GHG」は温室効果ガス、「令和 3 年度 CN 業務」は環境省「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」を指す。

(2) 令和 5 年度の調査・検討スケジュール

前述の今後の検討事項案を踏まえた、論点ごとの令和 5 年度の調査、検討スケジュール案を図 2-38 に示す。論点①～③の「排出削減方策の検討議論」と、論点④、⑤における検討の関連を意識しつつ、論点ごとの情報の蓄積や、調査等の設計を具体化していく必要がある。

また、ヒアリング調査等で得られた情報や、リユース、リサイクルを通じた排出控除に関するデータや試算結果といった知見を蓄積し、可能な限り自動車リサイクル関係者等へ情報共有していくことが望ましい。

年	2023年			2024年
	4月～6月	7月～9月	10月～12月	1月～3月
検討会	四半期に1回程度、計4回程度を想定			
① 排出実態調査・ヒアリング ② 事前選別品目(バッテリー(鉛、LIB))の排出実態(排出・控除)の把握方針、LIBも含む部品リユースの検討方針	解体・破碎・事前選別品目の実態把握調査	再利用可能部品の排出量控除の考え方整理・控除量の試算	全国推計値の更新検討 排出実態・課題を踏まえた排出削減方策案の検討・議論	
③ ASR施設の排出実態を踏まえたGHG削減方策の検討	ASRリサイクル施設の実態把握調査		排出実態・課題を踏まえた排出削減方策案の検討・議論	
④ 温室効果ガス排出量の算定・情報収集の仕組み構築に向けた検討		排出実態を踏まえた算定モデル構築	算定モデル第一版公表	
⑤-b 資源回収インセンティブ	回収を促進すべき部品・資源の考え方整理	(必要に応じて継続検討・議論) 排出実態を踏まえた、制度開始時点のGHG評価に必要なパラメータ等の整備		
⑤-a 環境配慮設計(DfE)及び再生可能資源の利用方策等の検討 ⑤-c 有害物質・リサイクルに影響を与える物質等の対応	国内外の動向について引き続き情報収集			

図 2-38 令和5年度調査・検討スケジュール(案)

3. 有識者ヒアリング及び検討会運営

3.1 有識者等へのヒアリングの実施

前述の「1. 15 年目報告書に基づく対応について」「2. 自動車リサイクル分野における 2050 年カーボンニュートラル実現に向けた実態把握・対策検討」にあたって、調査・検討の方向性、実態把握等のため、有識者等へヒアリングを行った。

3.1.1 調査・検討の方向性に関するヒアリング

後述の「自動車リサイクルのカーボンニュートラル及び 3R の推進・質の向上に向けた検討会」委員に対して、自動車リサイクル分野における 2050 年カーボンニュートラル実現に向けた実態把握、対策検討の観点で、本年度の調査方針や、検討の方向性に関するヒアリングを実施した。ヒアリングの実施概要を表 3-1 に示す。ヒアリングの結果は、2. で述べた本年度の調査内容や検討内容に反映した。

表 3-1 調査・検討の方向性に関するヒアリング実施概要

ヒアリング対象	実施日	ヒアリング事項
自動車リサイクル分野全般の有識者 (検討会座長)	2022 年 7 月 1 日 2022 年 7 月 19 日 2022 年 9 月 26 日(※) 2022 年 11 月 22 日(※) 2022 年 12 月 9 日 2023 年 2 月 2 日 2023 年 2 月 3 日 ※2 名同時に実施	<ul style="list-style-type: none">● 本年度の調査方針や検討の方向性について● 検討会における論点や事務局資料案について
自動車リサイクル分野の関係者	2022 年 9 月 9 日 2022 年 11 月 15 日 2022 年 11 月 18 日 2022 年 11 月 21 日 2022 年 12 月 14 日	<ul style="list-style-type: none">● 公益財団法人自動車リサイクル高度化財団における調査事業等の状況について● 自動車リサイクルシステムの大規模改造の検討状況について

注釈)表中「検討会」は本年度開催した「自動車リサイクルのカーボンニュートラル及び 3R の推進・質の向上に向けた検討会」を指す。

3.1.2 実態把握等に関するヒアリング

2.1 で述べた、使用済自動車のリサイクルに係る現在の GHG 排出量の算定に関する検討を進める上で、特に再利用可能部品の実態把握を行うため、使用済自動車由来のリユース部品関連業界団体へのヒアリングを実施した。また、リユース部品の GHG 排出量及び排出量控除の考え方について助言を得るため、ライフサイクルアセスメント分野の有識者へのヒアリングを実施した。ヒアリングの実施概要を表 3-2 に示す。ヒアリングの結果は、2.1 で述べた GHG 実態把握調査内容や検討内容に反映した。

表 3-2 実態把握に関するヒアリング実施概要

ヒアリング対象	実施日	ヒアリング事項
ライフサイクルアセスメント分野の有識者(検討会委員)	2022年10月24日 2022年10月25日 2023年1月27日 2023年1月30日(2件)	● 再利用可能部品に関する、算定対象範囲や温室効果ガス排出量控除の考え方について
NGP 日本自動車リサイクル事業協同組合(NGP エコプロジェクト)	2023年1月24日	● 使用済自動車由来のリサイクル部品の生産・販売状況について ● 自動車リサイクル部品による環境負荷低減効果の研究データについて

注釈)「検討会」は本年度開催した「自動車リサイクルのカーボンニュートラル及び 3R の推進・質の向上に向けた検討会」を指す。

3.2 有識者等で構成する検討会の設置

3.2.1 検討会の設置

令和3年7月に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等によりまとめられた「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」を踏まえた各種取組の検討のため、有識者等で構成する「自動車リサイクルのカーボンニュートラル及び 3R の推進・質の向上に向けた検討会」(以下、「本検討会」と言う。)を設置し、3回開催した。本検討会は非公開で実施し、各回終了後、環境省ホームページで資料及び議事概要を公開した。

また、本検討会の開催にあたって、以下の業務を実施した。

- オンライン会議室の設定
- 本検討会委員(11名)の委嘱手続き
- 本検討会委員謝金支払事務
- 本検討会資料の作成・説明
- 本検討会開催までのスケジュール管理(日程調整、委員への説明等)
- 本検討会議事録、議事概要作成 等

3.2.2 検討会の開催概要

本検討会の委員は以下のとおり。また、本検討会各回の開催概要を表 3-3 に示す。

〔共同座長〕	酒井 伸一	公益財団法人 京都高度技術研究所 副所長
〔共同座長〕	村上 進亮	東京大学大学院 工学系研究科 教授
	阿部 知和	公益財団法人 自動車リサイクル促進センター 専務理事
	石田 道昭	日本自動車輸入組合 環境部 部長
	小野田 弘士	早稲田大学大学院 環境・エネルギー研究科 教授
	鬼沢 良子	特定非営利活動法人 持続可能な社会をつくる元気ネット 理事長・事務局長
	酒井 康雄	一般社団法人 日本自動車リサイクル機構 代表理事
	堂坂 健児	一般社団法人 日本自動車工業会 環境技術・政策委員会 リサイクル廃棄物部会 副部会長
	中野 勝行	立命館大学 政策科学部 准教授
	西尾 知久	一般社団法人 日本鉄リサイクル工業会 自動車リサイクル法委員会 委員長
	矢野 順也	京都大学 環境安全保健機構環境管理部門 准教授

(オブザーバー) 経済産業省 自動車課

表 3-3 自動車リサイクルのカーボンニュートラル及び 3R の推進・質の向上に向けた検討会の開催概要

回数	開催日時等	議題
第 1 回	令和 4 年 9 月 12 日(月) 13:00~15:00 オンライン会議	<ul style="list-style-type: none"> ● 本検討会の設置趣旨について ● 本検討会の方向性(案)について ● 本検討会における論点(案)について ● その他
第 2 回	令和 4 年 12 月 16 日(金) 9:30~12:00 オンライン会議	<ul style="list-style-type: none"> ● 本検討会の方向性及び論点について ● 温室効果ガス排出実態把握状況と温室効果ガス排出量算定モデルの構築について ● 資源回収インセンティブ制度とカーボンニュートラルの接続に向けた検討の進め方について ● その他
第 3 回	令和 5 年 2 月 10 日(金) 13:00~15:30 オンライン会議	<ul style="list-style-type: none"> ● 本年度の調査・検討結果について <ul style="list-style-type: none"> ➢ 温室効果ガス排出実態把握調査について ➢ 温室効果ガス排出量算定モデルの構築について ➢ 資源回収インセンティブとカーボンニュートラルの接続に向けた検討について ● 次年度以降の調査・検討スケジュール(案)について ● その他

注釈) 第 1 回検討会の事前に、委員全員(11 名)へ個別に事前説明を実施。

4. 自動車リサイクル制度由来の POPs 含有廃棄物に関する調査

「残留性有機汚染物質(以下、「POPs」と言う。)に関するストックホルム条約」において環境上適正な方法で処理することとされている POPs 含有廃棄物のうち、臭素系難燃剤を含むもの(POP-BFR)の判別・分別等について、過去の調査結果も含めて関連する情報を収集・整理し、ASR 再資源化施設における従来のリサイクルを阻害しない方法等の検討を行った。

また、自動車リサイクル制度由来のプラスチックをマテリアルリサイクルする際に必要な対応の検討を行うために ASR 再資源化施設における ASR の組成調査を実施した。具体的には、ASR を対象に、物理組成、三成分(水分、灰分、可燃分)、重金属類、臭素系難燃剤、ダイオキシン類の含有状況を、ASR のうち 5mm の篩を通過したものを対象に、全有機炭素、強熱減量を、それぞれ調査した。

4.1 自動車破碎残さ(ASR)のサンプリング

4.1.1 ASR のサンプリング施設(事業所)

サンプリングは、表 4-1 に示す ASR 再資源化施設で実施した。試料は、ASR の経年変化を把握するために、過去の調査で実施した事業所として共英製鋼株式会社、豊田メタル株式会社、株式会社エコネコルの 3 事業所から 1 試料ずつ計 3 試料を採取した。また、サンプリング日とサンプリング施設を表 4-2 に示した。

表 4-1 ASR のサンプリング施設

事業所名	選定理由	所在地
共英製鋼株式会社	平成 26、28、30 年度の対象施設であり、過去調査結果と比較可能である。	〒756-0817 山口県山陽小野田市大字小野田 6289-18
豊田メタル株式会社	平成 30 年度の対象施設であり、過去調査結果と比較可能である。破碎処理施設を持ち搬入車両と一定程度リンクできる可能性がある。	〒475-0033 愛知県半田市日東町 1 番地の 6
株式会社エコネコル	平成 26、28 年度の対象施設であり、過去調査結果と比較可能である。	〒418-0111 静岡県富士宮市山宮 3507 番地の 19

表 4-2 サンプリング日及びサンプリング施設

ASR 再資源化事業所名	サンプリング日
共英製鋼株式会社山口事業所	令和 4 年 12 月 15 日
豊田メタル株式会社	令和 4 年 11 月 28 日
株式会社エコネコル	令和 5 年 1 月 7 日


4.1.2 サンプルング方法

ASR のサンプルングは「平成 22 年度自動車破碎残渣における性状把握調査業務(環境省)」における調査方法に準じ、以下の手順で作業を実施した。

- A) 対象の ASR(1~2t 程度)を重機等により、試料の全量を 10m×10mのブルーシートもしくは、同面積のコンクリ面の上に広げ、手作業や重機により攪拌・混合を行った。
- B) 試料の厚みが 30~50cm となるように広げた。
- C) 対象となる ASR の重量及び破碎物の大きさ(粒度)により、産業廃棄物のサンプルング方法(JIS K 0060)に基づき、採取するインクリメントの大きさ(体積)及び採取個数を確認し、各 ASR について試料を 5 回以上採取混合し、約 30~100kg の試料を作成した。採取においては、試料の代表性を得るために、シート上に広げた ASR 試料の上部及び下部からそれぞれ採取するものとした。

また、ASR のサンプルング状況を表 4-3 に示した。

表 4-3 ASR のサンプルング状況

事業所名	試料全景	採取状況	採取試料
共英製鋼株式会社			
豊田メタル株式会社			
株式会社エコネコル			

4.1.3 試料調整方法

採取した ASR 全量を円錐四分法により 10kg に縮分した後、試料を 105℃で乾燥した。乾燥前後の質量の差により水分量を測定後、組成ごとに分類した。分類後の各組成試料をカッティングミル等で 5mm 以下に破碎した後、金属(鉄、非鉄)以外の組成及び 5mm 以下の試料(ASR 細粒分試料)を組成比率で混合・縮分したものを分析用試料とした。重金属、臭素系難燃剤、及びダイオキシン類の分析に供する分析試料は、これらをさらに 0.15mm 以下に微粉碎したものを使用した。

試料調製のフローは図 4-1 に示した。

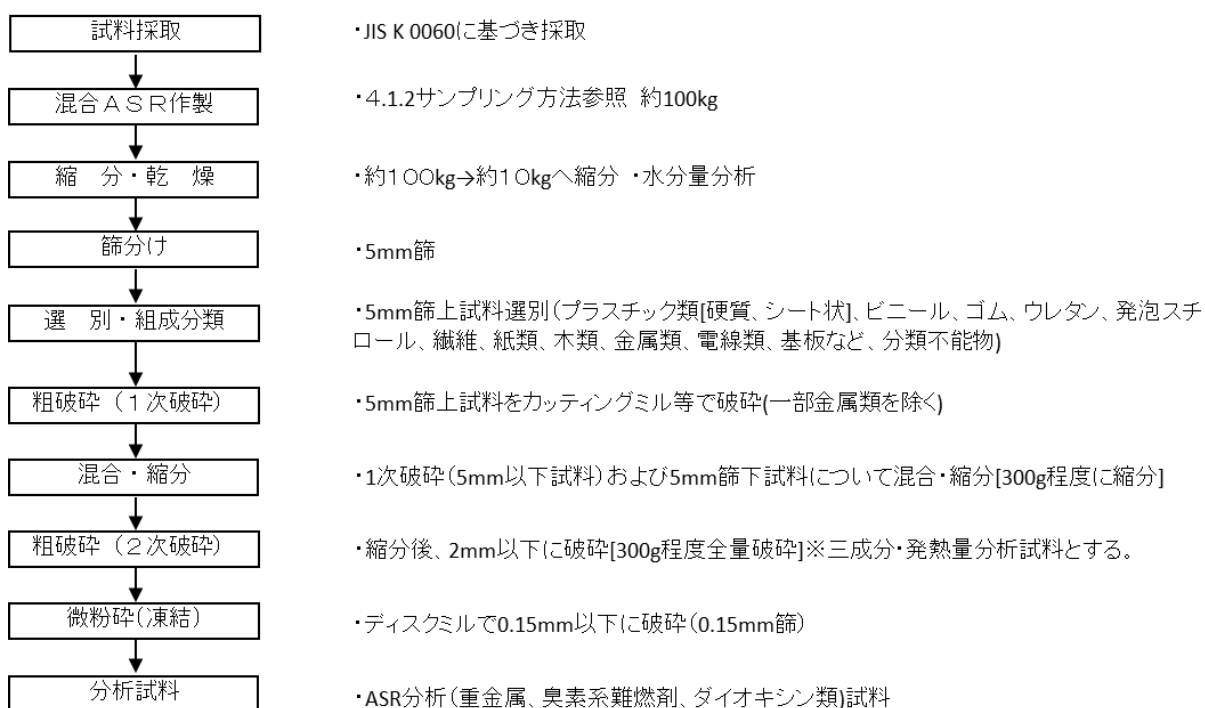


図 4-1 試料調整フロー

4.2 ASR 性状分析の方法

採取、試料調製した ASR について下記の分析を実施した。

4.2.1 分析項目

各分析項目を表 4-4 に示した。

表 4-4 分析項目

分析項目		
物理組成 (重量比)	5mm 篩に残 留したもの	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、金属類(鉄、非鉄金属)、ガラス類、土砂類、電線類、基板等、分類不能物
	5mm 篩を通過したもの	
三成分	三成分(水分、灰分、可燃分)	
重金属類等	Cd, Cr, Pb, Co, Cu, Ni, T-Hg, Ag, Au, Dy, Nd, Br,	
臭素系難燃剤	PBDE(DecaBDE を含む)、HBDCD、PBB	
ダイオキシン類	PCDD、PCDF、DL-PCB	
全有機炭素	5mm 篩を通過したものの中の全有機炭素	
強熱減量	5mm 篩を通過したものの中の強熱減量	

4.2.2 分析方法

(1) 物理組成等

物理組成、三成分の分析方法を表 4-5 に示した。

表 4-5 物理組成、三成分の分析方法

分析項目	分析方法
物理組成	試料全量を乾燥後、目視により分類し組成ごとに秤量して組成割合(重量比)を求める。
三成分*	物理組成の分析により分類された組成ごとに 5mm 以下に破碎し、組成割合に応じて再混合した分析試料を調製する。ただし、大型金属類は破碎ができないため、除外する。 【水 分】破碎前の採取試料全量を乾燥し、乾燥前後の重量差より水分量を算出する。 【灰 分】上記で調製した分析試料を乾燥後、試料を強熱する。強熱前後の重量差より、強熱残渣率を算出する。大型金属類と合算して灰分とする。 【可燃分】全量(100%)－水分－灰分で可燃分を算出する。

注釈)分析方法の詳細は「平成 22 年度自動車破碎残渣における性状把握調査業務(環境省)」に準拠。

(2) 重金属類等

重金属類等の分析項目及び分析方法は、表 4-6 に示すとおりである。

重金属類等の分析方法は、図 4-2～図 4-3 に示す一般社団法人廃棄物資源循環学会物質フロー研究部会による「製品中のレアメタル等の暫定分析方法」に準じて実施した。試料の分取量及び各元素の測定方法については元素の種類や濃度に応じて選択した。それ以外の元素については、基本的には「平成 22 年度自動車破碎残渣における性状把握調査業務(環境省)」に準拠し、臭素(Br)については燃焼イオンクロマトグラフ法を採用した。

表 4-6 重金属類等の分析方法

項目	酸分解前処理	酸分解ろ液測定	残渣前処理	残渣測定	報告
Cr	硫硝酸分解王水溶解	ICP質量分析法	硫硝酸分解王水溶解後アルカリ融解	ICP質量分析法	酸分解ろ液＋残渣 又は酸分解ろ液
Co	硫硝酸分解王水溶解	ICP質量分析法	硫硝酸分解王水溶解後アルカリ融解	ICP質量分析法	酸分解ろ液＋残渣
Ni	硫硝酸分解王水溶解	ICP質量分析法	硫硝酸分解王水溶解後アルカリ融解	ICP質量分析法	酸分解ろ液＋残渣 又は酸分解ろ液
Cu	硫硝酸分解王水溶解	ICP質量分析法	硫硝酸分解王水溶解後アルカリ融解	ICP質量分析法	酸分解ろ液＋残渣
Br	－	－	－	－	燃焼イオンクロマトグラフ法
Ag	硫硝酸分解王水・塩酸溶解	ICP質量分析法	－	－	酸分解ろ液
Cd	硫硝酸分解王水溶解	ICP質量分析法	硫硝酸分解王水溶解後アルカリ融解	ICP質量分析法	酸分解ろ液＋残渣
Nd	硫硝酸分解王水溶解	ICP質量分析法	硫硝酸分解王水溶解後アルカリ融解	ICP質量分析法	酸分解ろ液＋残渣
Dy	硫硝酸分解王水溶解	ICP質量分析法	硫硝酸分解王水溶解後アルカリ融解	ICP質量分析法	酸分解ろ液＋残渣
Au	硫硝酸分解王水溶解	ICP質量分析法	硫硝酸分解王水溶解後アルカリ融解	ICP質量分析法	酸分解ろ液＋残渣
T-Hg	硝硫酸-過マンガン酸カリウム還流分解	還元気化冷原子吸光法	－	－	還元気化冷原子吸光法
Pb	硫硝酸分解王水溶解	ICP質量分析法	硫硝酸分解王水溶解後アルカリ融解	ICP質量分析法	酸分解ろ液＋残渣

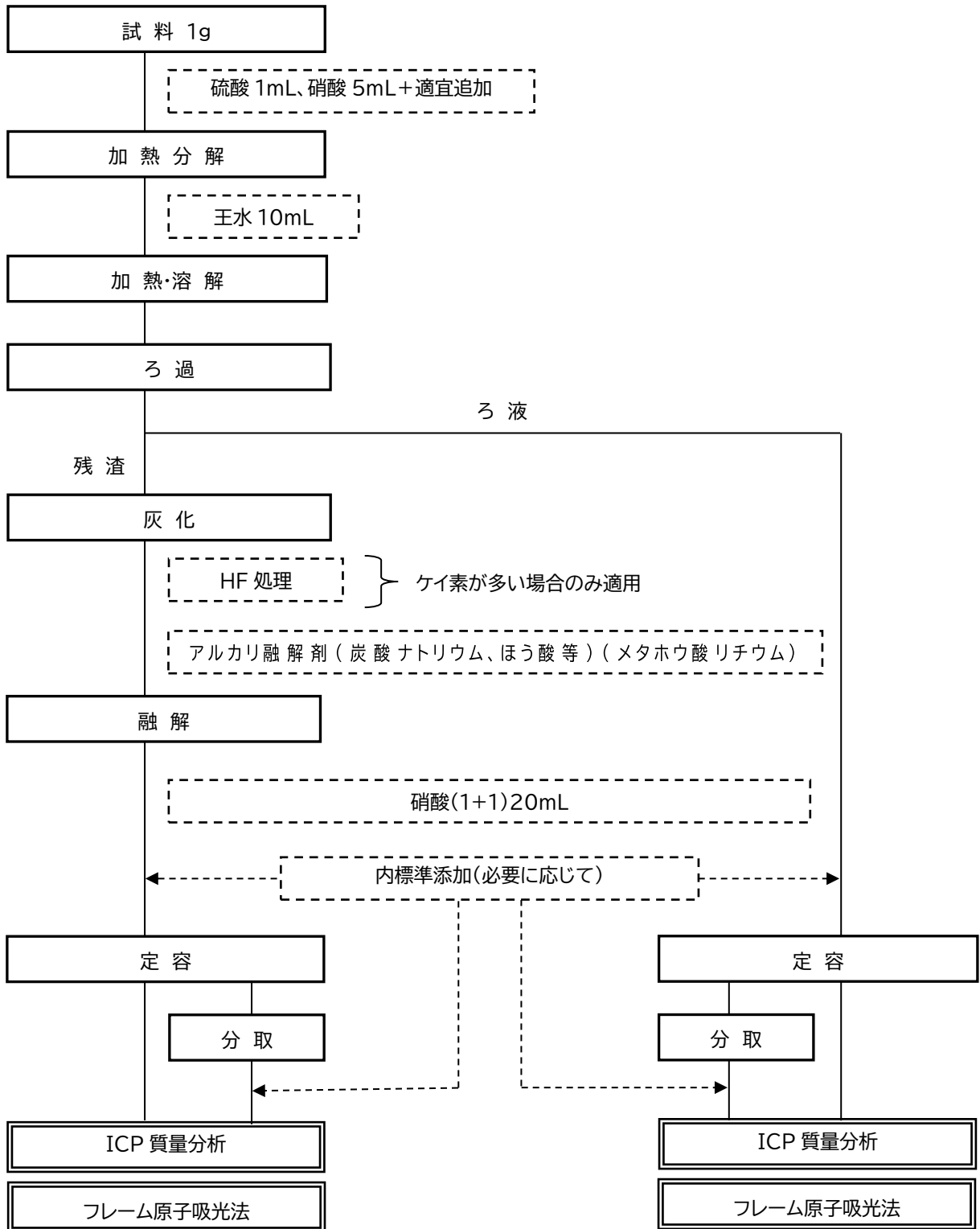


図 4-2 重金属類等の分析フロー(銀、臭素、全水銀以外)
(硫硝酸分解王水溶解・アルカリ融解法)

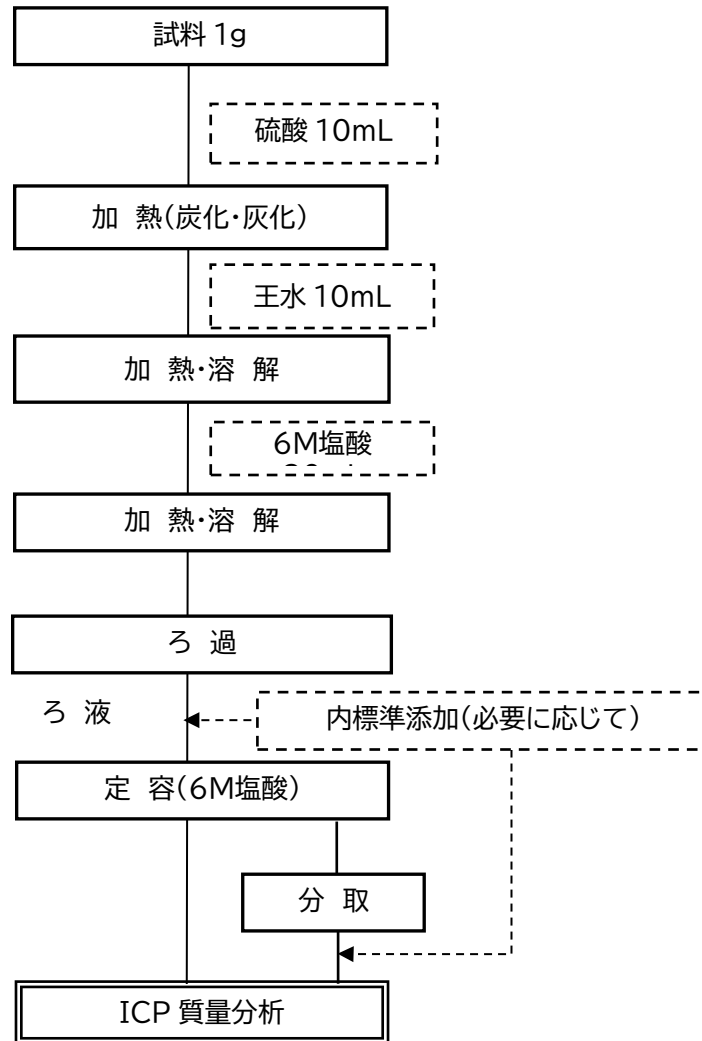


図 4-3 重金属類の分析フロー(銀)

(3) 臭素系難燃剤

臭素系難燃剤の分析は、「平成 22 年度環境省自動車破碎残さにおける性状把握調査業務(環境省)」と同様の方法で実施した。その方法を以下に示す。また、分析手順のフローを図 4-4 に示した。

- A) PBDE(ポリ臭化ジフェニルエーテル:1~10 臭素化物)
溶媒抽出ガスクロマトグラフ質量分析法(IEC 62321 準拠)
- B) PBB(ポリ臭化ビフェニル:1~10 臭素化物)
溶媒抽出ガスクロマトグラフ質量分析法(IEC 62321 準拠)
- C) HBCD(ヘキサブロモシクロドデカン: α 、 β 、 γ)
溶媒抽出液体クロマトグラフ質量分析法

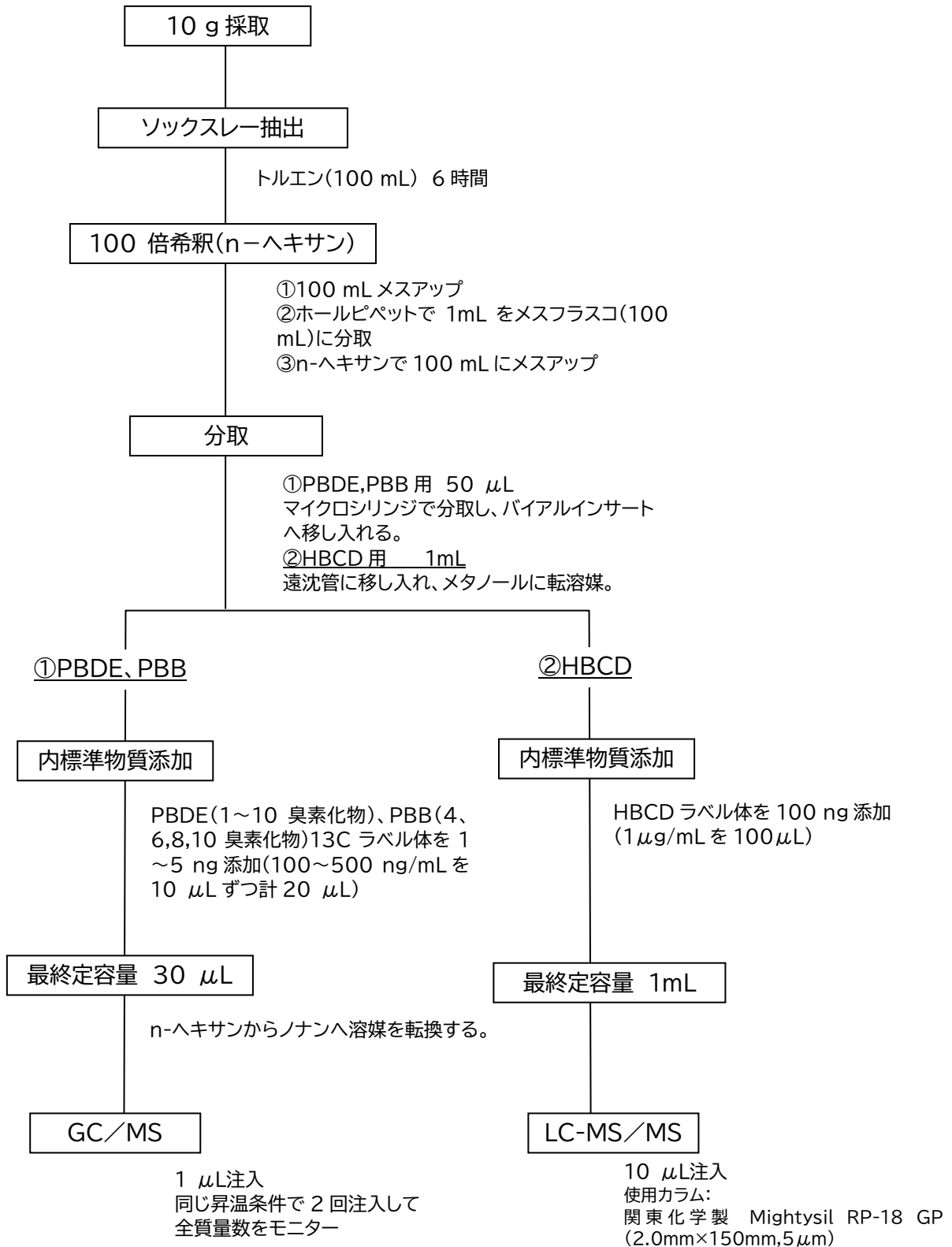


図 4-4 臭素系難燃剤(PBDE,PBB,HBCD)の分析フロー

(4) ダイオキシン類

ダイオキシン類の分析は、溶媒抽出ガスクロマトグラフ質量分析法(平成4年厚生省告示第192号)を用いて分析を実施した。また、分析手順のフローを図4-5に示した。

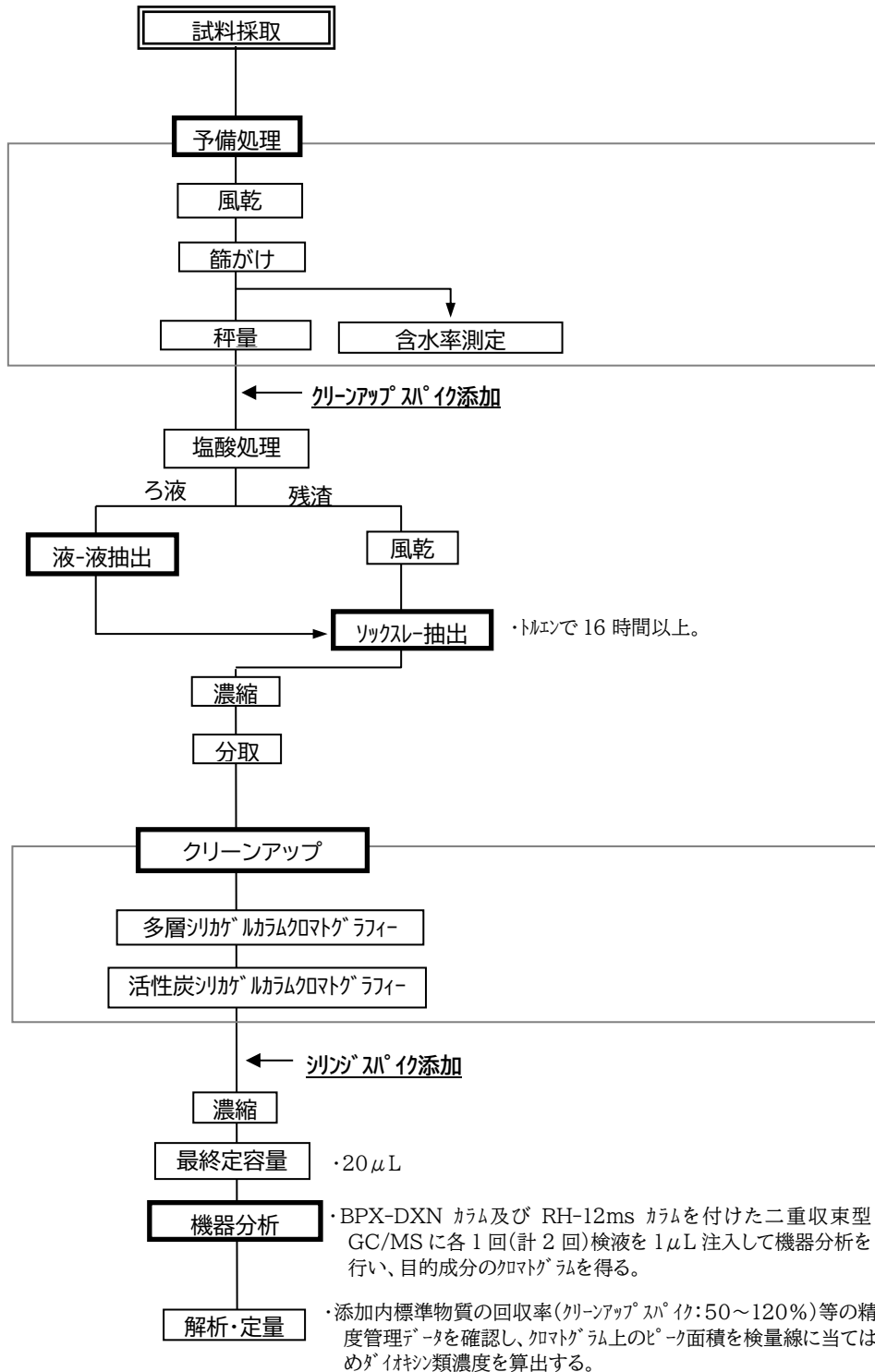


図4-5 ダイオキシン類(PCDD,PCDF,DL-PCB)の分析フロー

(5) 5mm 以下の ASR におけるプラスチック

全有機炭素、強熱減量の分析方法を表 4-7 に示した。

表 4-7 全有機炭素、強熱減量の分析方法

分析項目	分析方法
全有機炭素	ASR の物理組成で、5mm の篩を通過したものを乾燥後、塩酸(1+11)にて洗浄し、CHN コーダーにより測定。(底質調査法に準拠)
強熱減量	ASR の物理組成で、5mm の篩を通過したものを乾燥後、600℃±25℃で 3 時間強熱する。強熱前後の重量差より、強熱減量を算出する。(厚生省通知 (S52.11.4 環整第 95 号)に準拠)

4.3 ASR 性状分析の結果及び考察

4.3.1 ASR 物理組成等の調査結果

(1) 調査結果

本年度の ASR の組成分類調査結果を表 4-8 に示した。また、分類した各組成の写真を表 4-9 に示した。さらに、調査対象事業所の ASR の組成分類比較を図 4-6 に示した。本年度調査の結果、共英製鋼株式会社では、他の 2 事業所に比べ、鉄類の割合が高く、5mm の篩を通過したものの割合が低い結果であった。豊田メタル株式会社では、他の 2 事業所に比べ、プラスチック(主として硬質のもの)及びゴムの割合が高く、繊維類の割合が低い結果であった。株式会社エコネコルでは、他の 2 事業所に比べ、ウレタン、繊維類、5mm の篩を通過したものの割合が高く、プラスチック(主として硬質のもの)及び鉄類の割合が低い結果であった。

表 4-8 ASR 組成分類調査結果

単位:wt%

分類		共英製鋼株式会社	豊田メタル株式会社	株式会社エコネコル	平均
プラスチック (主として硬質のもの)		35.2	39.8	29.1	34.7
プラスチック (主としてシート状のもの)		2.5	2.8	4.1	3.1
ゴム		6.6	7.3	3.3	5.7
ウレタン		9.4	8.5	10.7	9.6
発泡スチロール		0.4	0.6	0.6	0.5
繊維類		18.1	11.5	19.7	16.4
紙類		1.4	1.1	1.2	1.2
木類		0.6	0.1	0.4	0.4
金属類	鉄	5.5	2.3	1.1	2.9
	非鉄金属	2.4	2.7	2.6	2.6
ガラス類		0.2	0.2	0.1	0.2
土砂類		0.0	0.0	0.0	0.0
電線類		0.3	1.1	0.5	0.6
基板等		0.4	0.4	0.1	0.3
分類不能物		0.0	0.0	0.0	0.0
5mm の篩を通過したもの		17.0	21.5	26.8	21.7
計		100.0	100.0	100.1	100.0

注釈) 四捨五入のため各カテゴリーの%の合計が 100%にはならない場合がある。

表 4-9 ASR 組成分類写真





































分類	共英製鋼株式会社	豊田メタル株式会社	株式会社エコネコル
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			

表 4-9 ASR 組成分類写真(続き)

分類		共英製鋼 株式会社	豊田メタル 株式会社	株式会社 エコネコル
金属類	鉄			
	非鉄金属			
ガラス類				
土砂類				
電線類				
基板等				
分類不能物				
5mm の篩を通過したもの				

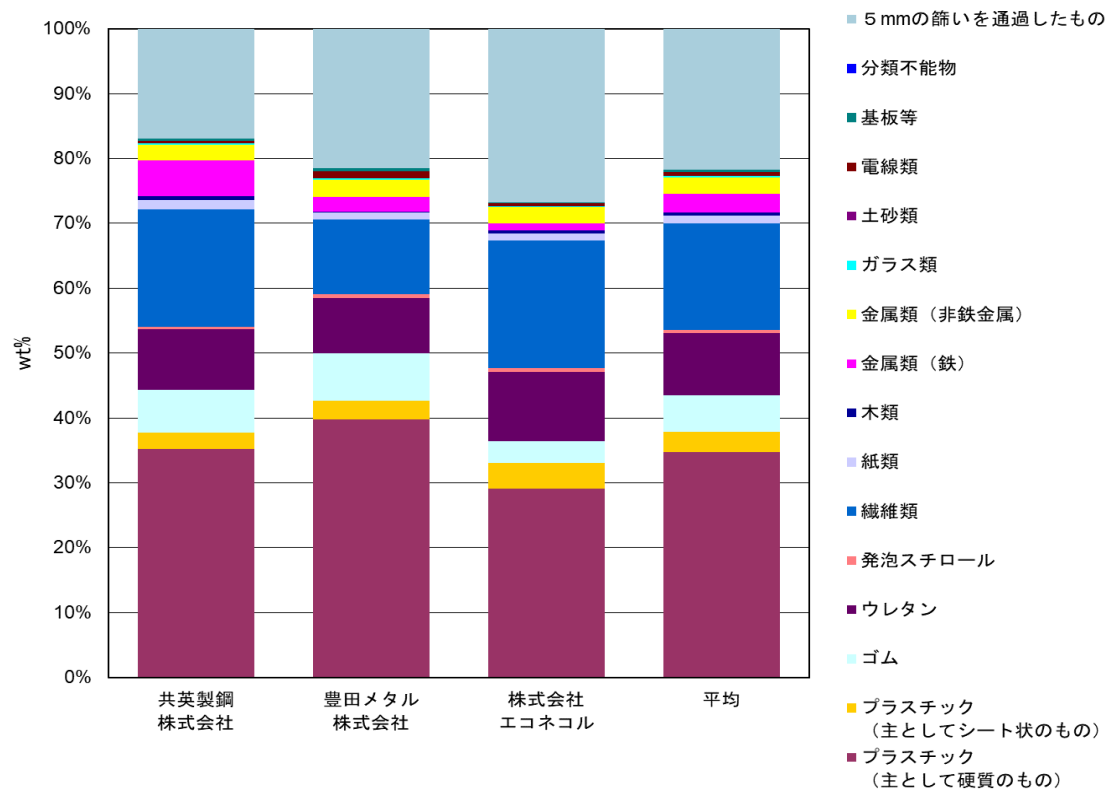


図 4-6 ASR 組成分類比較

(2) 過去の調査結果との比較

組成分類調査結果の過去調査結果との比較を表 4-10 及び図 4-7 に示した。

本年度調査の結果と過去に行った調査結果とを比較した結果、すべての項目について、概ね過去の調査結果の範囲内であった。

また、本年度調査を行った 3 事業所においては、金属類(鉄)の割合が 1.1~5.5wt%と若干差が見受けられ、リサイクル施設による磁気選別機等の設定条件が異なるためであると考えられる。その他の成分についても、概ね過去の調査結果の範囲内であった。なお、本年度と過去の調査結果を比較しているが、対象車両や解体・破碎条件、ASR の採取条件等は異なるため、過去値は参考値として掲載している。

表 4-10 組成分類調査結果(過去の調査結果との比較)

単位:wt%

分類	令和4年度				令和2年度 調査平均値 ¹⁾	平成30年度 調査平均値 ²⁾	平成28年度 調査平均値 ³⁾	平成26年度 調査平均値 ⁴⁾	平成24年度 調査平均値 ⁵⁾	平成22年度 ⁶⁾		平成20年度 調査 ⁷⁾	平成17年度 調査 ⁸⁾	平成16年度 調査 ⁸⁾
	共栄製鋼 株式会社	豊田メタル 株式会社	株式会社 エコネコル	平均値						平成8年 以降ELV	平成12年 以降ELV			
プラスチック (主として硬質のもの)	35.2	39.8	29.1	34.7	37.8	36.0	26.6	27.5	32.1	28.0	33.4	27.7	32.6	30.3
プラスチック (主としてシート状のもの)	2.5	2.8	4.1	3.1	3.8	1.8	4.8	5.3	5.1	5.7	5.1	5.5	3.3	3.9
ゴム	6.6	7.3	3.3	5.7	7.5	6.2	8.1	6.9	7.9	10.4	8.8	6.8	8.1	9.7
ウレタン	9.4	8.5	10.7	9.6	7.0	10.3	7.7	8.5	7.8	8.9	7.7	8.2	8.2	7.5
発泡スチロール	0.4	0.6	0.6	0.5	0.4	1.1	0.6	2.1	0.1	0.0	0.4	0.1	0.3	0.1
繊維類	18.1	11.5	19.7	16.4	12.9	13.9	17.8	16.8	12.9	10.5	11.8	7.6	8.9	7.0
紙類	1.4	1.1	1.2	1.2	1.1	1.2	1.5	1.1	1.8	2.9	0.4	1.3	2.0	1.2
木類	0.6	0.1	0.4	0.4	0.5	0.9	1.2	1.5	1.3	0.4	1.2	0.4	0.3	1.4
金属類	鉄	5.5	2.3	1.1	2.9	3.5	3.6	5.0	3.0	0.9	1.0	1.0	1.6	1.2
	非鉄金属	2.4	2.7	2.6	2.6	3.1	2.3	1.0	0.8	3.3	4.8	6.2	1.4	1.7
ガラス類	0.2	0.2	0.1	0.2	0.5	0.2	0.3	0.5	0.8	1.3	0.9	0.0	0.2	0.1
土砂類	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.1	0.1	0.0	0.0	0.0	0.1	0.0
電線類	0.3	1.1	0.5	0.6	0.7	1.7	3.4	2.2	2.2	3.1	2.7	1.8	3.6	4.3
基板等	0.4	0.4	0.1	0.3	0.2	0.2	0.2	0.2	0.3	0.2	0.2	0.2	0.1	0.2
分類不能物	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.1	0.0	0.5	2.9	1.3	12.7	11.7	10.7
5mmの篩いを通じたもの	17.0	21.5	26.8	21.7	21.2	20.6	21.8	23.5	22.9	19.8	18.9	25.9	17.6	20.7
計	100.0	100.0	100.1	100.0	100.0	100.0	100.0	100.0	100.0	99.9	100.0	100.0	100.0	100.0

注釈) 本年度の調査結果と過去の調査を比較しているが、対象車両や解体・破碎条件、ASR の採取条件等は異なる。

過去値は、参考値として掲載している。四捨五入のため各カテゴリーの%の合計が 100%にはならない場合がある。

出所)

*1「令和 2 年度環境省請負業務結果報告書 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」
(令和 3 年 3 月 株式会社三菱総合研究所)

*2「平成 30 年度環境省請負業務結果報告書 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」
(平成 31 年 3 月 株式会社三菱総合研究所)

*3「平成 28 年度環境省請負業務結果報告書 自動車リサイクル制度の高度化・安定化方策に係る検討・調査業務 報告書」
(平成 29 年 3 月 三菱 UFJ リサーチ&コンサルティング株式会社)

*4「平成 26 年度環境省請負業務結果報告書 自動車リサイクル制度の高度化・安定化方策に係る検討・調査業務 報告書」
(平成 27 年 3 月 株式会社三菱総合研究所)

*5「平成 24 年度環境省請負業務結果報告書 自動車リサイクル促進調査業務 報告書」
(平成 25 年 3 月 株式会社環境管理センター)

*6「平成 22 年度環境省請負業務結果報告書 自動車破碎残さにおける性状把握調査業務 報告書」
(平成 23 年 3 月 株式会社環境管理センター)

*7「平成 20 年度環境省請負業務結果報告書 使用済自動車再資源化の効率化及び合理化等推進調査報告書」
(平成 21 年 3 月 財団法人日本環境衛生センター)

*8「平成 17 年度環境省請負業務結果報告書 事前回収物品等リサイクル促進手法検討調査報告書」
(平成 18 年 3 月 財団法人日本環境衛生センター)

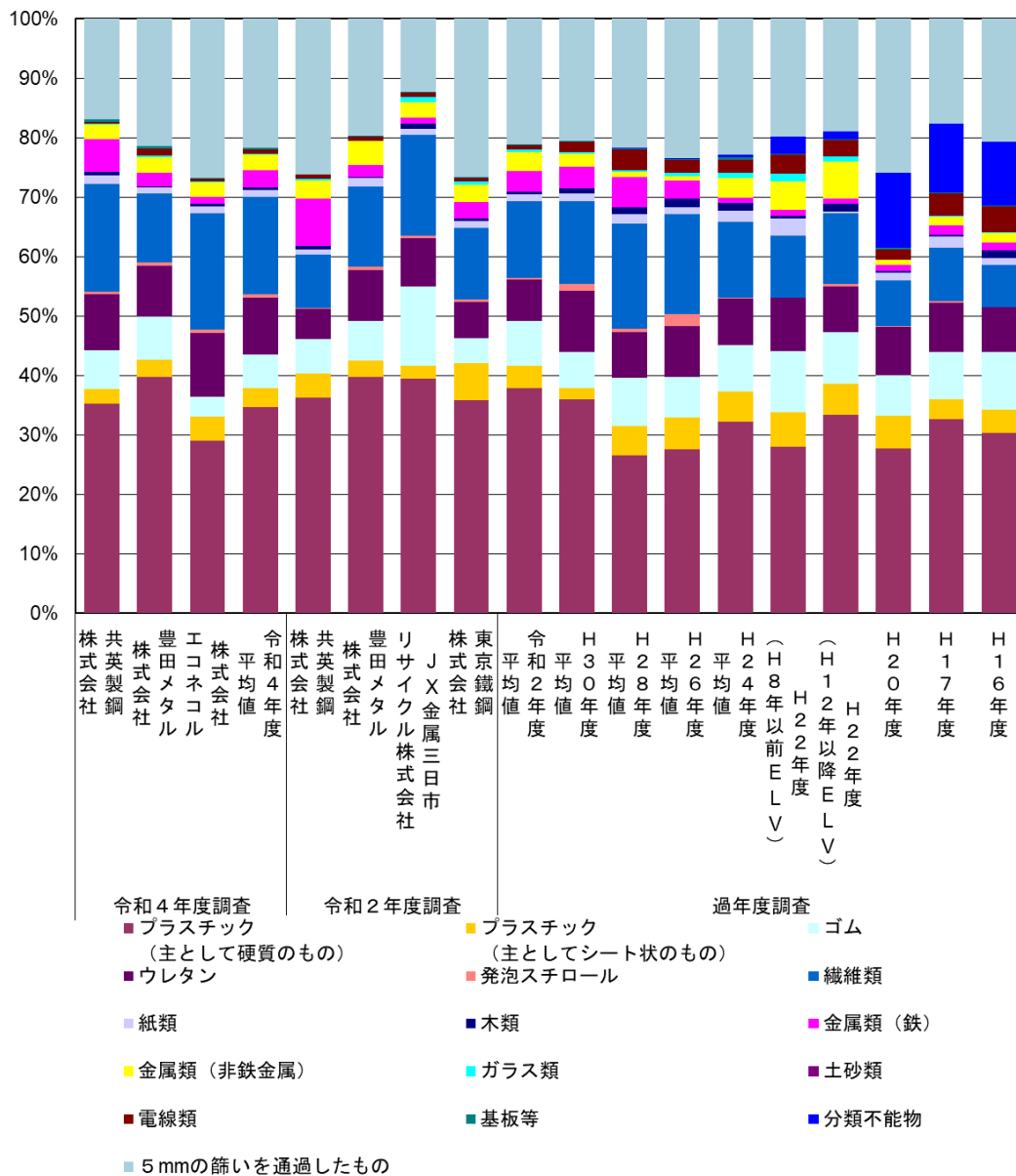


図 4-7 組成分類調査結果(過去の調査結果との比較)

注釈)平成 22 年度調査は、平成 8 年以前製造の ELV と平成 12 年以降製造の ELV に分けて破碎処理した ASR の値

4.3.2 三成分等の調査結果

(1) 調査結果

本年度の ASR の三成分の調査結果を表 4-11 に示した。また、本年度の調査対象事業所の三成分の比較を図 4-8 に示した。今回の調査結果では、株式会社エコネコルの水分の値が、他の 2 事業所に比べて、高い数値となっていた。これは、水分を含みやすい「ウレタン」や「繊維」、「5 mm の篩を通過したもの」の重量割合が、他の 2 事業所より多かったためと推察される。

表 4-11 三成分の調査結果

項目	共英製鋼株式会社	豊田メタル株式会社	株式会社エコネコル	平均
水分(wt%)	2.7	2.2	10.8	5.2
灰分(wt%)	43.4	30.4	26.6	33.5
可燃分(wt%)	53.9	67.4	62.7	61.3

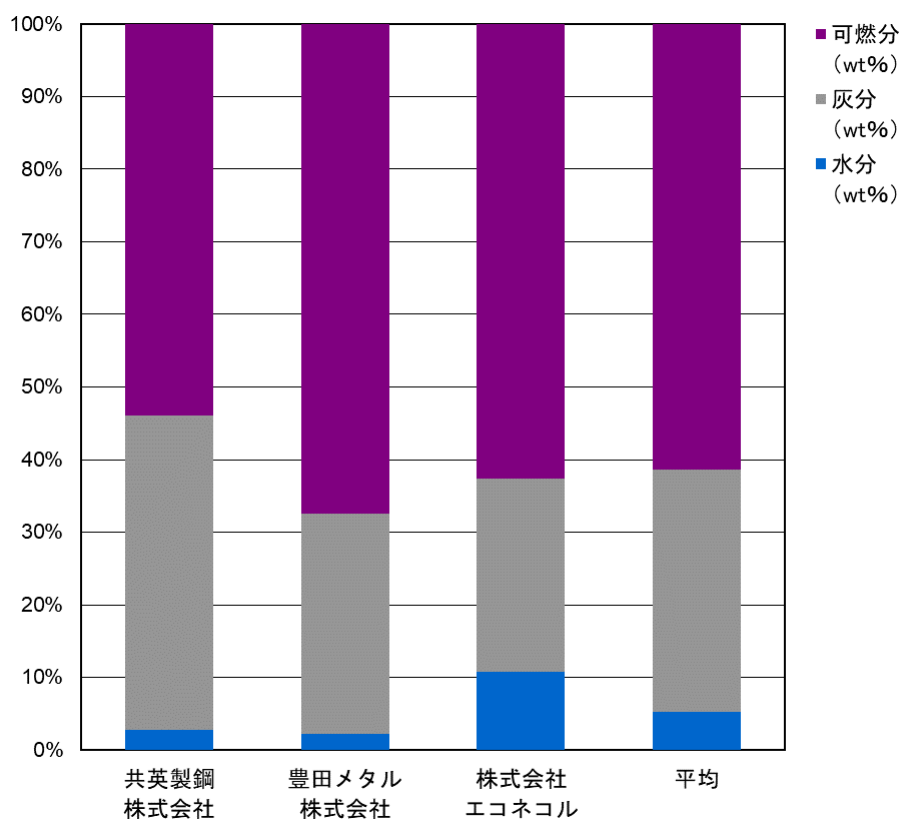


図 4-8 三成分分析結果

(2) 過去の調査結果との比較

三成分調査結果について過去調査結果との比較を、表 4-12 及び図 4-9 に示した。三成分の平均値を見ると、概ね過去の調査結果の範囲内であった。

なお、本年度と過去の調査結果を比較しているが、対象車両や解体・破碎条件、ASR の採取条件等は異なるため、過去値は参考値として掲載している。

表 4-12 三成分及び低位発熱量分析結果(過去の調査結果との比較)

項目	令和4年度調査				令和2年度 調査平均値 *1	平成30年度 調査平均値 *2	平成28年度 調査平均値 *3	平成26年度 調査平均値*4	平成24年度 調査平均値*5	平成22年度*6		平成20年度 調査*7	平成17年度 調査*8	平成16年度 調査*9
	共英製鋼 株式会社	豊田メタル 株式会社	株式会社 エコネコル	平均						平成8年 以降ELV	平成12年 以降ELV			
水分(wt%)	2.7	2.2	10.8	5.2	4.1	6.6	5.9	7.9	18.7	1.2	0.6	1.6	7.2	9.7
灰分(wt%)	43.4	30.4	26.6	33.5	31.2	29.5	39	36	36.7	30.4	30.7	62	33.9	30.5
可燃分(wt%)	53.9	67.4	62.7	61.3	64.7	63.9	55	56	44.6	68.5	68.7	37	59.8	59.8

注釈)本年度の調査結果と過去の調査を比較しているが、対象車両や解体・破碎条件、ASR の採取条件等は異なる。過去値は、参考値として掲載している。

出所)

*1「令和2年度環境省請負業務結果報告書 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」

(令和3年3月 株式会社三菱総合研究所)

*2「平成30年度環境省請負業務結果報告書 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」

(平成31年3月 株式会社三菱総合研究所)

*3「平成28年度環境省請負業務結果報告書 自動車リサイクル制度の高度化・安定化方策に係る検討・調査業務 報告書」

(平成29年3月 三菱UFJリサーチ&コンサルティング株式会社)

*4「平成26年度環境省請負業務結果報告書 自動車リサイクル制度の高度化・安定化方策に係る検討・調査業務 報告書」

(平成27年3月 株式会社三菱総合研究所)

*5「平成24年度環境省請負業務結果報告書 自動車リサイクル促進調査業務 報告書」

(平成25年3月 株式会社環境管理センター)

*6「平成22年度環境省請負業務結果報告書 自動車破碎残さにおける性状把握調査業務 報告書」

(平成23年3月 株式会社環境管理センター)

*7「平成20年度環境省請負業務結果報告書 使用済自動車再資源化の効率化及び合理化等推進調査報告書」

(平成21年3月 財団法人日本環境衛生センター)

*8「平成17年度環境省請負業務結果報告書 事前回収物品等リサイクル促進手法検討調査報告書」

(平成18年3月 財団法人日本環境衛生センター)

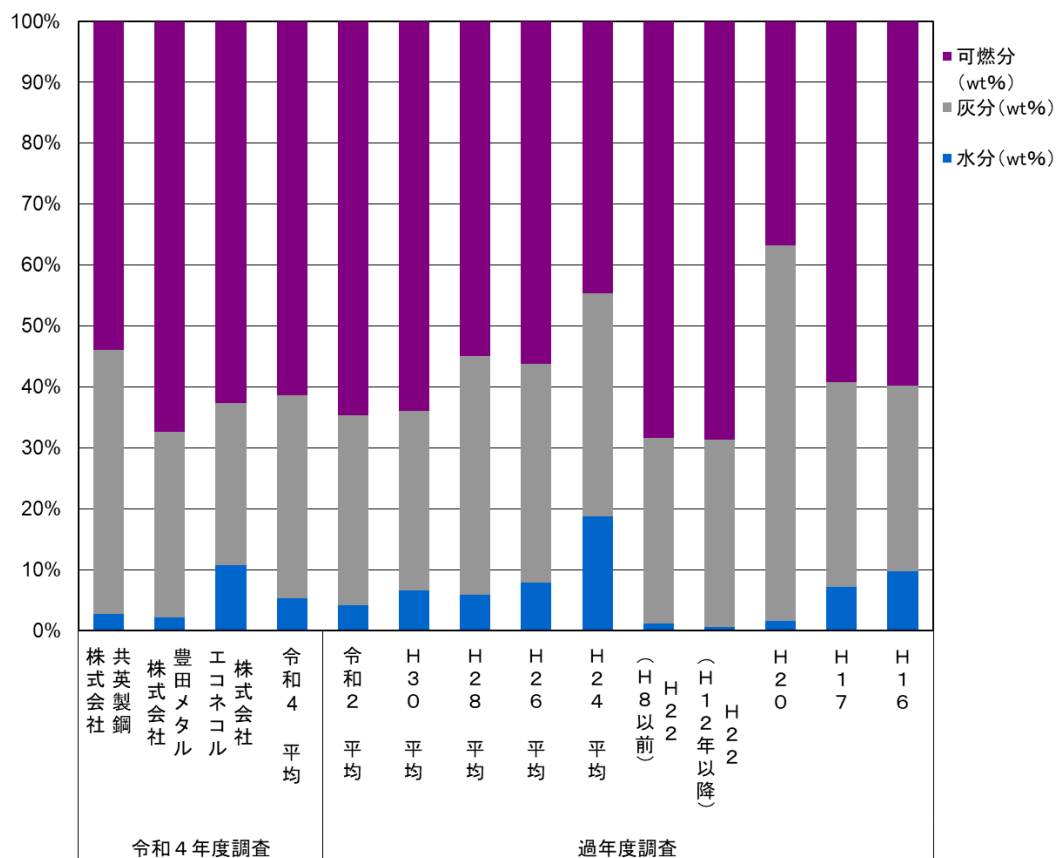


図 4-9 三成分調査結果(過去の調査結果との比較)

4.3.3 重金属類等の調査結果

(1) 調査結果

本年度の ASR の重金属類等調査結果を表 4-13 に示した。本年度調査の結果、共英製鋼株式会社では、他の 2 事業所に比べ、ニッケルの値が高く、銅の値が低い結果であった。豊田メタル株式会社では、鉛の値が他の 2 事業所に比べ、高い結果であった。株式会社エコネコルでは、他の 2 事業所に比べ、クロムと銅の値が高く、臭素の値が低い結果であった。

表 4-13 重金属類等調査結果

単位:mg/kg-dry

項目	共英製鋼株式会社	豊田メタル株式会社	株式会社エコネコル	平均値	定量下限値
Cr	65	73	200	110	1
Co	8	13	50	24	1
Ni	740	33	170	310	1
Cu	3,900	9,100	11,000	8,000	1
Br	290	510	<100	270	100
Ag	4	2	3	3	1
Cd	2	<1	2	1	1
Nd	5	10	29	15	1
Dy	<1	<1	2	<1	1
Au	<1	<1	<1	<1	1
T-Hg	<0.05	<0.05	0.08	<0.05	0.05
Pb	160	880	160	400	1

注釈)1.分析試料は、いずれも組成分類の際に金属類(鉄、非鉄金属)を除いた試料である。
2.定量下限値未满是0として平均値を算出した。

(2) 過去の調査結果との比較

重金属類等調査結果について、過去調査結果との比較を表 4-14 示す。

環境負荷物質である鉛(Pb)は、調査した3事業所のうち2事業所において、過去の調査結果(250~1,800mg/kg)に対し低い傾向が見られた。臭素(Br)については、3事業所のうち1事業所において、過去の調査結果(225~818mg/kg)に対し、低い傾向が見られた。その他の金属項目については、概ね過去と調査結果の範囲内であった。

なお、本年度と過去の調査結果を比較しているが、対象車両や解体・破砕条件、ASRの採取条件等は異なるため、過去値は参考値として掲載している。

表 4-14 重金属類等成分分析結果(過去の調査結果との比較)

単位:mg/kg-dry

項目	令和4年度調査				令和2年度調査				令和2年度 ASR調査 平均値*1	平成30年度 ASR調査 平均値*2	平成28年度 ASR調査 平均値*3	平成26年度 ASR調査 平均値*4	平成24年度 ASR調査 平均値*5	平成22年度 ASR*6		平成20年度 調査 ASR*7	平成17年度 調査 ASR*8
	共栄製鋼 株式会社	豊田メタル 株式会社	株式会社 エコネコル	平均	共栄製鋼 株式会社	豊田メタル 株式会社	JX金属三 日市 リサイクル 株式会社	東京鐵鋼 株式会社						平成8年以前 使用済自動車	平成12年以降 使用済自動車		
Cr	65	73	200	110	120	110	270	160	170	430	179	283	130	110	190	1,200	310
Co	8	13	50	24	14	22	35	18	22	22	30	29	17	9	31	32	-
Ni	740	33	170	310	260	89	1,700	340	600	360	275	318	170	150	220	400	-
Cu	3,900	9,100	11,000	8,000	13,000	22,000	26,000	23,000	21,000	68,000	34,000	21,000	17,000	31,000	20,000	2,600	35,000
Br	290	510	<100	270	1,000	270	190	950	600	440	225	818	680	400	350	500	-
Ag	4	2	3	3	10	6	10	5	8	7	25	8	28	11	10	10	-
Cd	2	<1	2	1	<1	<1	6	1	2	1	13	7	4	1	<1	8	5
Nd	5	10	29	15	5	39	9	6	15	12	13	19	6	20	130	14	-
Dy	<1	<1	2	<1	2	6	<1	<1	2	1	1	5	<1	<1	<1	<1	-
Au	<1	<1	<1	<1	<1	<1	<1	<1	<1	1	0	2	1	<1	1	4	-
T-Hg	<0.05	<0.05	0.08	<0.05	<0.05	<0.05	<0.05	<0.05	<0.05	<1	<1	<1	<1	0.05	<0.05	0.82	1.30
Pb	160	880	160	400	99	290	380	220	250	250	380	578	630	550	350	1,800	1,700

注釈)1. 分析試料は、いずれも金属類(鉄、非鉄金属)を除いた試料である。

2. 本年度と過去の調査を比較しているが、対象車両や解体・破砕条件、ASRの採取条件等は異なる。過去値は、参考値として掲載している。

出所)

*1「令和2年度環境省請負業務結果報告書 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」(令和3年3月 株式会社三菱総合研究所)

*2「平成30年度環境省請負業務結果報告書 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」(平成31年3月 株式会社三菱総合研究所)

*3「平成28年度環境省請負業務結果報告書 自動車リサイクル制度の高度化・安定化方策に係る検討・調査業務 報告書」(平成29年3月 三菱UFJリサーチ&コンサルティング株式会社)

*4「平成26年度環境省請負業務結果報告書 自動車リサイクル制度の高度化・安定化方策に係る検討・調査業務 報告書」(平成27年3月 株式会社三菱総合研究所)

*5「平成24年度環境省請負業務結果報告書 自動車リサイクル促進調査業務 報告書」(平成25年3月 株式会社環境管理センター)

*6「平成22年度環境省請負業務結果報告書 自動車破砕残さにおける性状把握調査業務 報告書」(平成23年3月 株式会社環境管理センター)

*7「平成20年度環境省請負業務結果報告書 使用済自動車再資源化の効率化及び合理化等推進調査報告書」(平成21年3月 財団法人日本環境衛生センター)

*8「平成17年度環境省請負業務結果報告書 事前回収物品等リサイクル促進手法検討調査報告書」(平成18年3月 財団法人日本環境衛生センター)

4.3.4 臭素系難燃剤の調査結果

(1) 調査結果

本年度の ASR の臭素系難燃剤調査結果を表 4-15 に示した。本年度調査の結果、PBDE 及び PBB については、3 事業所間で大きな差は見られなかった。HBCD については、共英製鋼株式会社では不検出であったが、他の 2 事業所では、同程度の濃度で検出された。

表 4-15 臭素系難燃剤調査結果

単位:mg/kg-dry

試料名		共英製鋼株式会社	豊田メタル株式会社	株式会社エコネコル	平均	定量下限値
PBDE	MoBDE	<1	<1	<1	<1	1
	DiBDE	<1	<1	<1	<1	1
	TrBDE	<1	<1	<1	<1	1
	TeBDE	<1	<1	<1	<1	1
	PeBDE	<1	<1	<1	<1	1
	HxBDE	<1	<1	<1	<1	1
	HpBDE	<1	<1	<1	<1	1
	OcBDE	<1	<1	<1	<1	1
	NoBDE	6	6	3	5	1
	DeBDE	83	78	61	74	1
PBB	MoBB	<1	<1	<1	<1	1
	DiBB	<1	<1	<1	<1	1
	TrBB	<1	<1	<1	<1	1
	TeBB	<1	<1	<1	<1	1
	PeBB	<1	<1	<1	<1	1
	HxBB	<1	<1	<1	<1	1
	HpBB	<1	<1	<1	<1	1
	OcBB	<1	<1	<1	<1	1
	NoBB	<1	<1	<1	<1	1
	DeBB	<1	<1	<1	<1	1
HBCD	α	<2	21	26	16	2
	β	<2	3	6	3	2
	γ	<2	3	3	2	2

注釈)1.分析試料は、いずれも組成分類の際に金属類(鉄、非鉄金属)を除いた試料である。

2.定量下限値未满是0として平均値を算出した。

(2) 過去の調査結果との比較

臭素系難燃剤調査結果について、過去調査結果との比較を表 4-16 に示した。

ポリ臭化ジフェニルエーテル(PBDE)は、1～8 臭素化物(MoBDE～OcBDE)については、3 事業所すべてで検出されなかった。NoBDE 及び DeBDE については、前者が 3～6mg/kg、後者が 61～83mg/kg 検出されており、過年度までの数値より低い傾向が見られた。ポリ臭化ビフェニル(PBB)は、本年度調査、過去の調査ともに定量下限値未満であった。ヘキサブプロモシクロドデカン(HBCD)については、 α -HBCD、 β -HBCD、 γ -HBCD が 2 事業所で検出された。 α -HBCD については、2 事業所とも過年度の数値より若干高い傾向が見られた。 β -HBCD、 γ -HBCD については、概ね過去の調査結果と同程度であった。

表 4-16 臭素系難燃剤調査結果(過去の調査結果との比較)

試料名	令和4年度				令和2年度調査 平均値 ^{*1}	平成30年度調査 平均値 ^{*2}	平成28年度調査 平均値 ^{*3}	平成26年度調査 平均値 ^{*4}	平成24年度調査 平均値 ^{*5}	平成22年度 ASR ^{*6}		
	共栄製鋼株式会社	豊田メタル株式会社	株式会社エコネコル	平均						平成8年以前 使用済自動車	平成12年以降 使用済自動車	
PBDE	MoBDE	<1	<1	<1	<1	<1	<1	<1	<1	<1	<1	
	DiBDE	<1	<1	<1	<1	<1	<1	<1	<1	<1	<1	
	TrBDE	<1	<1	<1	<1	<1	<1	<1	<1	<1	<1	
	TeBDE	<1	<1	<1	<1	<1	1	<1	<1	7	<1	
	PeBDE	<1	<1	<1	<1	<1	2	<1	<1	18	<1	
	HxBDE	<1	<1	<1	<1	<1	<1	<1	<1	2	<1	
	HpBDE	<1	<1	<1	<1	<1	<1	<1	<1	<1	<1	
	OcBDE	<1	<1	<1	<1	<1	<1	<1	<1	<1	<1	
	NoBDE	6	6	3	5	3	8	14	5	19	20	6
	DeBDE	83	78	61	74	101	285	238	400	213	410	120
PBB	MoBB	<1	<1	<1	<1	<1	<1	<1	<1	<1	<1	
	DiBB	<1	<1	<1	<1	<1	<1	<1	<1	<1	<1	
	TrBB	<1	<1	<1	<1	<1	<1	<1	<1	<1	<1	
	TeBB	<1	<1	<1	<1	<1	<1	<1	<1	<1	<1	
	PeBB	<1	<1	<1	<1	<1	<1	<1	<1	<1	<1	
	HxBB	<1	<1	<1	<1	<1	<1	<1	<1	<1	<1	
	HpBB	<1	<1	<1	<1	<1	<1	<1	<1	<1	<1	
	OcBB	<1	<1	<1	<1	<1	<1	<1	<1	<1	<1	
	NoBB	<1	<1	<1	<1	<1	<1	<1	<1	<1	<1	
	DeBB	<1	<1	<1	<1	<1	<1	<1	<1	<1	<1	
HBCD	α	<2	21	26	16	<2	2	4	14	<2	5	<2
	β	<2	3	6	3	<2	<2	<2	2	<2	<2	<2
	γ	<2	3	3	2	4	3	<2	7	<2	11	<2

注釈)1.分析試料は、いずれも金属類(鉄、非鉄金属)を除いた試料である。2.本年度と過去の調査を比較しているが、対象車両や解体・破碎条件、ASRの採取条件等は異なるため、過去値は、参考値として掲載している。

出所)

- *1「令和2年度環境省請負業務結果報告書 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」
(令和3年3月 株式会社三菱総合研究所)
- *2「平成30年度環境省請負業務結果報告書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」
(平成31年3月 株式会社三菱総合研究所)
- *3「平成28年度環境省請負業務結果報告書自動車リサイクル制度の高度化・安定化方策に係る検討・調査業務報告書」
(平成29年3月 三菱UFJリサーチ&コンサルティング株式会社)
- *4「平成26年度環境省請負業務結果報告書自動車リサイクル制度の高度化・安定化方策に係る検討・調査業務報告書」
(平成31年3月 株式会社三菱総合研究所)
- *5「平成24年度環境省請負業務結果報告書自動車リサイクル促進調査業務報告書」
(平成25年3月 株式会社環境管理センター)
- *6「平成22年度環境省請負業務結果報告書自動車破碎残さにおける性状把握調査業務報告書」
(平成23年3月 株式会社環境管理センター)

4.3.5 ダイオキシン類の調査結果

(1) 調査結果

本年度の ASR のダイオキシン類調査結果を表 4-17 に、結果の詳細を表 4-18～表 4-20 に示した。

3 事業所においてダイオキシン類が検出された。ただし、3 事業所ともダイオキシン類はわずかに検出されているのみで、廃棄物の処理及び清掃に関する法律で定める埋立基準値の 3ng-TEQ/g-dry を大幅に下回る結果であった。

表 4-17 使用済自動車 ASR のダイオキシン類調査結果

単位:ng-TEQ/g-dry

項目	共英製鋼株式会社	豊田メタル株式会社	株式会社エコネコル
ダイオキシン類	0.00032	0.00030	0.00085

表 4-18 共英製鋼株式会社で採取した ASR のダイオキシン類分析結果

測定対象: 共英製鋼株式会社

弊社検体番号: 7518(分取B)

試料名称	ASR(共英製鋼)		試験方法
採取年月日及び時間	2022年12月15日 09:15		廃棄物含有試験 平成4年厚生省告示第192号 ガスクロマトグラフ質量分析法
試験項目	単位	試験結果	
ダイオキシン類	[ng-TEQ/g-dry]	0.00032	

試験項目	単位	実測濃度 (Cs)	定量下限値	検出下限値	毒性等価係数 (TEF)	毒性当量1 (TEQ)	
		ng/g-dry	ng/g-dry	ng/g-dry	WHO(2006)	[ng-TEQ/g-dry]	
ポリ塩化ジベンゾ-p-ダイオキシン	1,3,6,8-TeCDD	0.035	0.008	0.002			
	1,3,7,9-TeCDD	0.013	0.008	0.002			
	2,3,7,8-TeCDD	N.D.	0.008	0.002	*1	0	
	TeCDDs	0.048					
	1,2,3,7,8-PeCDD	N.D.	0.008	0.002	*1	0	
	PeCDDs	(0.007)					
	1,2,3,4,7,8-HxCDD	N.D.	0.020	0.005	*0.1	0	
	1,2,3,6,7,8-HxCDD	N.D.	0.020	0.005	*0.1	0	
	1,2,3,7,8,9-HxCDD	N.D.	0.020	0.005	*0.1	0	
	HxCDDs	(0.010)					
	1,2,3,4,6,7,8-HpCDD	(0.013)	0.020	0.005	*0.01	0	
	HpCDDs	0.026					
	OCDD	0.10	0.04	0.01	*0.0003	0.00003	
	Total PCDDs	0.19				0.00003	
ポリ塩化ジベンゾ-furan	1,2,7,8-TeCDF	N.D.	0.008	0.002	*0.1	0	
	2,3,7,8-TeCDF	N.D.	0.008	0.002	*0.1	0	
	TeCDFs	0.014					
	1,2,3,7,8-PeCDF	N.D.	0.008	0.002	*0.3	0	
	2,3,4,7,8-PeCDF	N.D.	0.008	0.002	*0.3	0	
	PeCDFs	0.010					
	1,2,3,4,7,8-HxCDF	N.D.	0.020	0.005	*0.1	0	
	1,2,3,6,7,8-HxCDF	N.D.	0.020	0.005	*0.1	0	
	1,2,3,7,8,9-HxCDF	N.D.	0.020	0.005	*0.1	0	
	2,3,4,6,7,8-HxCDF	N.D.	0.020	0.005	*0.1	0	
	HxCDFs	N.D.					
	1,2,3,4,6,7,8-HpCDF	0.026	0.020	0.005	*0.01	0.00026	
	1,2,3,4,7,8,9-HpCDF	N.D.	0.020	0.005	*0.01	0	
	HpCDFs	(0.03)					
OCDF	N.D.	0.04	0.01	*0.0003	0		
Total PCDFs	0.05				0.00026		
Total (PCDDs + PCDFs)	0.24				0.00029		
コプラナーポリ塩化ビフェニル	3,3',4,4'-TeCB	*(#77)	0.10	0.020	0.005	*0.0001	0.0001
	3,4,4',5'-TeCB	*(#81)	N.D.	0.020	0.005	*0.0003	0
	2,3,3',4,4'-PeCB	**(#105)	0.19	0.020	0.005	*0.00003	0.000057
	2,3,4,4',5'-PeCB	**(#114)	(0.014)	0.020	0.005	*0.00003	0
	2,3',4,4',5'-PeCB	**(#118)	0.40	0.020	0.005	*0.00003	0.00012
	2',3,4,4',5'-PeCB	**(#123)	(0.008)	0.020	0.005	*0.00003	0
	3,3',4,4',5'-PeCB	*(#126)	(0.006)	0.020	0.005	*0.1	0
	2,3,3',4,4',5'-HxCB	**(#156)	0.055	0.020	0.005	*0.00003	0.0000165
	2,3,3',4,4',5'-HxCB	**(#157)	(0.011)	0.020	0.005	*0.00003	0
	2,3',4,4',5,5'-HxCB	**(#167)	(0.018)	0.020	0.005	*0.00003	0
	3,3',4,4',5,5'-HxCB	*(#169)	N.D.	0.020	0.005	*0.03	0
	2,3,3',4,4',5,5'-HpCB	**(#189)	N.D.	0.020	0.005	*0.00003	0
	Total Non-ortho PCBs (*)	0.11					0.0001
	Total Mono-ortho PCBs (**)	0.70					0.0001935
Total DL-PCBs	0.81					0.0002935	
Total (PCDDs + PCDFs + DL-PCBs)						0.00032	

- 毒性当量 (TEQ): 各異性体の実測濃度に毒性等価係数を乗じて2,3,7,8-TeCDDに換算した量
1) 毒性当量1: 定量下限値以上の値はそのままの値を用い、定量下限値未満のものは0として算出した。
- 定量下限値及び検出下限値: 各異性体についての定量下限値及び検出下限値 (達成下限値は各異性体の下限値と毒性等価係数の積の合計。)
(達成定量下限値: 0.037 [ng-TEQ/g-dry]) (達成検出下限値: 0.0092 [ng-TEQ/g-dry])
- N.D.: 検出下限値未満を示し、"0"として換算する。定量下限値未満検出下限値以上の異性体の濃度は()付で示す。同族体は検出下限値以上の異性体の合計値。
- 供試重量 : 10.14 g-dry

表 4-19 豊田メタル株式会社で採取した ASR のダイオキシン類分析結果

測定対象: 豊田メタル株式会社

弊社検体番号: 7460(分取B)

試料名称	ASR(豊田メタル)		試験方法
採取年月日及び時間	2022年11月28日		廃棄物含有試験
試験項目	単位	試験結果	平成4年厚生省告示第192号 ガスクロマトグラフ質量分析法
ダイオキシン類	[ng-TEQ/g-dry]	0.00030	

試験項目	単位	実測濃度 (Cs)	定量下限値	検出下限値	毒性等価係数 (TEF) WHO(2006)	毒性当量1 (TEQ)	
		ng/g-dry	ng/g-dry	ng/g-dry		[ng-TEQ/g-dry]	
ポリ塩化ジベンゾパラジオキシン	1,3,6,8-TeCDD	0.025	0.008	0.002			
	1,3,7,9-TeCDD	(0.007)	0.008	0.002			
	2,3,7,8-TeCDD	N. D.	0.008	0.002	*1	0	
	TeCDDs	0.032	-	-			
	1,2,3,7,8-PeCDD	N. D.	0.008	0.002	*1	0	
	PeCDDs	(0.005)	-	-			
	1,2,3,4,7,8-HxCDD	N. D.	0.020	0.005	*0.1	0	
	1,2,3,6,7,8-HxCDD	N. D.	0.020	0.005	*0.1	0	
	1,2,3,7,8,9-HxCDD	N. D.	0.020	0.005	*0.1	0	
	HxCDDs	(0.007)	-	-			
	1,2,3,4,6,7,8-HpCDD	0.023	0.020	0.005	*0.01	0.00023	
	HpCDDs	0.023	-	-			
	OCDD	0.19	0.01	0.01	*0.0003	0.000057	
	Total PCDDs	0.26	-	-		0.000287	
	ポリ塩化ジベンゾフラン	1,2,7,8-TeCDF	N. D.	0.008	0.002		
		2,3,7,8-TeCDF	(0.002)	0.008	0.002	*0.1	0
TeCDFs		0.013	-	-			
1,2,3,7,8-PeCDF		N. D.	0.008	0.002	*0.03	0	
2,3,4,7,8-PeCDF		N. D.	0.008	0.002	*0.3	0	
PeCDFs		0.021	-	-			
1,2,3,4,7,8-HxCDF		N. D.	0.020	0.005	*0.1	0	
1,2,3,6,7,8-HxCDF		N. D.	0.020	0.005	*0.1	0	
1,2,3,7,8,9-HxCDF		N. D.	0.020	0.005	*0.1	0	
2,3,4,6,7,8-HxCDF		N. D.	0.020	0.005	*0.1	0	
HxCDFs		N. D.	-	-			
1,2,3,4,6,7,8-HpCDF		(0.005)	0.020	0.005	*0.01	0	
1,2,3,4,7,8,9-HpCDF		N. D.	0.020	0.005	*0.01	0	
HpCDFs		(0.011)	-	-			
OCDF		N. D.	0.01	0.01	*0.0003	0	
Total PCDFs		0.04	-	-		0	
Total (PCDDs + PCDFs)	0.30	-	-		0.000287		
コプラナーポリ塩化ビフェニル	3,3',4,4'-TeCB	*(#77)	0.071	0.020	0.005	*0.0001	0.0000071
	3,4,4',5'-TeCB	*(#81)	N. D.	0.020	0.005	*0.0003	0
	2,3,3',4,4'-PeCB	**(#105)	0.079	0.020	0.005	*0.00003	0.00000237
	2,3,4,4',5'-PeCB	**(#114)	(0.007)	0.020	0.005	*0.00003	0
	2,3',4,4',5'-PeCB	**(#118)	0.18	0.020	0.005	*0.00003	0.0000054
	2',3,4,4',5'-PeCB	**(#123)	N. D.	0.020	0.005	*0.00003	0
	3,3',4,4',5'-PeCB	*(#126)	N. D.	0.020	0.005	*0.1	0
	2,3,3',4,4',5'-HxCB	**(#156)	0.025	0.020	0.005	*0.00003	0.0000075
	2,3,3',4,4',5'-HxCB	**(#157)	(0.006)	0.020	0.005	*0.00003	0
	2,3',4,4',5,5'-HxCB	**(#167)	(0.009)	0.020	0.005	*0.00003	0
	3,3',4,4',5,5'-HxCB	*(#169)	N. D.	0.020	0.005	*0.03	0
	2,3,3',4,4',5,5'-HpCB	**(#189)	N. D.	0.020	0.005	*0.00003	0
	Total Non-ortho PCBs (*)	0.071	-	-		0.0000071	
Total Mono-ortho PCBs (**)	0.30	-	-		0.0000052		
Total DL-PCBs	0.37	-	-		0.00001562		
Total (PCDDs + PCDFs + DL-PCBs)					0.00030		

- 毒性当量 (TEQ): 各異性体の実測濃度に毒性等価係数を乗じて2,3,7,8-TeCDDに換算した量
1) 毒性当量1: 定量下限値以上の値はそのままの値を用い、定量下限値未満のものは0として算出した。
- 定量下限値及び検出下限値: 各異性体についての定量下限値及び検出下限値 (達成定量下限値は各異性体の定量下限値と毒性等価係数の積の合計。)
(達成定量下限値: 0.037 [ng-TEQ/g-dry]) (達成検出下限値: 0.0092 [ng-TEQ/g-dry])
- N. D.: 検出下限値未満を示し、"0"として換算する。定量下限値未満検出下限値以上の異性体の濃度は()付で示す。同族体は検出下限値以上の異性体の合計値。
- 供試重量 : 10.62 g-dry

表 4-20 株式会社エコネコルで採取した ASR のダイオキシン類分析結果

測定対象: エコネコル株式会社

弊社検体番号: 7561

試験名称	ASR (エコネコル)		試験方法
採取年月日及び時間	2023年01月07日		廃棄物含有試験
試験項目	単位	試験結果	平成4年厚生省告示第192号 ガスクロマトグラフ質量分析法
ダイオキシン類	[ng-TEQ/g-dry]	0.00085	

試験項目	単位	実測濃度 (Cs)	定量下限値	検出下限値	毒性等価係数 (TEF)	毒性当量1 (TEQ)
		ng/g-dry	ng/g-dry	ng/g-dry		[ng-TEQ/g-dry]
ポリ塩化ジベンゾパラジオキシン	1,3,6,8-TeCDD	0.023	0.008	0.002		
	1,3,7,9-TeCDD	N. D.	0.008	0.002		
	2,3,7,8-TeCDD	(0.002)	0.008	0.002	×1	0
	TeCDDs	0.026	-	-		
	1,2,3,7,8-PeCDD	(0.004)	0.008	0.002	×1	0
	PeCDDs	0.035	-	-		
	1,2,3,4,7,8-HxCDD	N. D.	0.020	0.005	×0.1	0
	1,2,3,6,7,8-HxCDD	(0.009)	0.020	0.005	×0.1	0
	1,2,3,7,8,9-HxCDD	(0.007)	0.020	0.005	×0.1	0
	HxCDDs	0.072	-	-		
	1,2,3,4,6,7,8-HpCDD	0.069	0.020	0.005	×0.01	0.00069
	HpCDDs	0.12	-	-		
	OCDD	0.23	0.04	0.01	×0.0003	0.00069
	Total PCDDs	0.48	-	-		0.000759
ポリ塩化ジベンゾフラン	1,2,7,8-TeCDF	N. D.	0.008	0.002		
	2,3,7,8-TeCDF	(0.002)	0.008	0.002	×0.1	0
	TeCDFs	0.020	-	-		
	1,2,3,7,8-PeCDF	(0.003)	0.008	0.002	×0.03	0
	2,3,4,7,8-PeCDF	(0.005)	0.008	0.002	×0.3	0
	PeCDFs	0.041	-	-		
	1,2,3,4,7,8-HxCDF	(0.006)	0.020	0.005	×0.1	0
	1,2,3,6,7,8-HxCDF	N. D.	0.020	0.005	×0.1	0
	1,2,3,7,8,9-HxCDF	(0.006)	0.020	0.005	×0.1	0
	2,3,4,6,7,8-HxCDF	(0.008)	0.020	0.005	×0.1	0
	HxCDFs	0.026	-	-		
	1,2,3,4,6,7,8-HpCDF	(0.017)	0.020	0.005	×0.01	0
	1,2,3,4,7,8,9-HpCDF	(0.008)	0.020	0.005	×0.01	0
	HpCDFs	(0.02)	-	-		
OCDF	0.04	0.04	0.01	×0.0003	0.00012	
Total PCDFs	0.15	-	-		0.00012	
Total (PCDDs + PCDFs)	0.63	-	-		0.000771	
コプラナーポリ塩化ビフェニル	3,3',4,4'-TeCB	*(#77) 0.16	0.020	0.005	×0.0001	0.00016
	3,4,4',5'-TeCB	*(#81) (0.007)	0.020	0.005	×0.0003	0
	2,3,3',4,4'-PeCB	**(#105) 0.58	0.020	0.005	×0.00003	0.0000174
	2,3,4,4',5'-PeCB	**(#114) 0.044	0.020	0.005	×0.00003	0.00000132
	2,3',4,4',5'-PeCB	**(#118) 1.3	0.020	0.005	×0.00003	0.000039
	2',3,4,4',5'-PeCB	**(#123) 0.026	0.020	0.005	×0.00003	0.00000078
	3,3',4,4',5'-PeCB	*(#126) (0.008)	0.020	0.005	×0.1	0
	2,3,3',4,4',5'-HxCB	**(#156) 0.19	0.020	0.005	×0.00003	0.0000057
	2,3,3',4,4',5'-HxCB	**(#157) 0.048	0.020	0.005	×0.00003	0.00000144
	2,3',4,4',5,5'-HxCB	**(#167) 0.074	0.020	0.005	×0.00003	0.00000222
	3,3',4,4',5,5'-HxCB	*(#169) N. D.	0.020	0.005	×0.03	0
2,3,3',4,4',5,5'-HpCB	**(#189) (0.020)	0.020	0.005	×0.00003	0	
Total Non-ortho PCBs (*)	0.18	-	-		0.000016	
Total Mono-ortho PCBs (**)	2.3	-	-		0.00006786	
Total DL-PCBs	2.5	-	-		0.00008386	
Total (PCDDs + PCDFs + DL-PCBs)					0.00085	

- 毒性当量 (TEQ): 各異性体の実測濃度に毒性等価係数を乗じて2,3,7,8-TeCDDに換算した量
1) 毒性当量1: 定量下限値以上の値はそのままの値を用い、定量下限値未満のものは0として算出した。
- 定量下限値及び検出下限値: 各異性体についての定量下限値及び検出下限値 (達成下限値は各異性体の下限値と毒性等価係数の積の合計。)
(達成定量下限値: 0.037 [ng-TEQ/g-dry]) (達成検出下限値: 0.0092 [ng-TEQ/g-dry])
- N. D.: 検出下限値未満を示し、"0"として換算する。定量下限値未満検出下限値以上の異性体の濃度は()付で示す。同族体は検出下限値以上の異性体の合計値。
- 供試重量 : 5.106 g-dry

4.3.6 5mm 以下の ASR におけるプラスチックの調査結果

本年度は 5mm の篩を通過した ASR 試料(以下、「5mm 以下試料」と言う。)について、全有機炭素及び強熱減量が、5mm 以下試料中のプラスチック含有率を推計する指標になるかを検討するため調査を実施した。全有機炭素及び強熱減量の調査結果を表 4-21 に示した。

全有機炭素は、5mm 以下試料中の有機物に含まれる炭素の重量を示しており、ASR の組成ではプラスチック、ゴム、ウレタン、繊維類などが該当する。一方で、強熱減量は、600°C で加熱した際の重量の減量分(可燃分に相当)の重量を示しており、全有機炭素と同様に ASR の組成ではプラスチック、ゴム、ウレタン、繊維類などが該当する。したがって、全有機炭素は炭素重量のみの値、強熱減量は可燃分全体の値となるため、5mm 以下試料に含まれるプラスチック重量は、全有機炭素量の値～強熱減量の値の間であると想定される。なお、ここでのプラスチック重量は、4.3.1 で示した組成分類のうちのプラスチックだけでなく、プラスチック、ゴム、ウレタンなどの合成樹脂及び、合成繊維も含む。

また、今回の結果では、3 事業所中 2 事業所で全有機炭素と強熱減量の値に大きな差が見られた。この 2 事業所のように全有機炭素と強熱減量の値に差が出る場合、熱分解により放出される炭素分が少なかったと言えることから、燃焼した有機物の構成が、PP や PE などの炭化水素が主体のオレフィン系の有機物ではなく、ウレタンやナイロンなどの窒素や酸素が多く含まれる有機物が主体であったか、難燃剤や可塑剤などハロゲン元素を多く付加した物質が多く含まれていた可能性が考えられる。

表 4-21 全有機炭素及び強熱減量の調査結果

単位:wt%-dry

項目	共英製鋼株式会社	豊田メタル株式会社	株式会社エコネコル	平均
全有機炭素	21.1	3.8	12.0	12.3
強熱減量	30.2	18.3	39.7	29.4

4.4 分析結果のまとめ

4.4.1 過去の調査の概要

(1) 令和 2 年度調査(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)

解体業者から排出されている ASR の性状等を把握するために、4 事業所から排出された ASR を採取し、物理組成、三成分、重金属類等、臭素系難燃剤、ダイオキシン類の含有状況の調査を実施した。

ASR の組成分類では、プラスチック(主に硬質のもの)については、過去の調査結果(26.6～36.0%)に対して、本年度調査の平均値は 37.8%とやや高い傾向が見られた。金属類(鉄)については、概ね過去の調査結果の範囲内であったが、4 施設においては金属類(鉄)の割合が 1.0～8.0%と大きな差が見受けられた。

三成分については、概ね過去の調査結果の範囲内であった。

重金属類については、環境負荷物質である鉛(Pb)は、過去の調査結果(250～1,800mg/kg)に対し、調査した 4 事業所のうち 2 事業所で 99ppm、220ppm と低い傾向が見られた。反対に、臭素(Br)については、過去の調査結果(225～818mg/kg)に対し、2 事業所で 950ppm、1,000ppm と高い傾向が見られた。その他の金属項目については、概ね過去と調査結果の範囲内であった。

臭素系難燃剤については、ポリ臭化ジフェニルエーテル(PBDE)は、1～8 臭素化物(MoBDE～OcBDE)については、4 事業所すべてで検出されなかった。NoBDE 及び DeBDE については、前者が 1～6mg/kg、後者が 59～180mg/kg 検出されており、過年度までの数値より低い傾向が見られた。ポリ臭化ビフェニル(PBB)は、本年度調査、過去の調査ともに定量下限値未満であった。ヘキサブロモシクロドデカン(HBCD)については、 α -HBCD、 β -HBCD が 1 事業所、 γ -HBCD が 2 事業所で検出されたが、概ね過去の調査結果と同程度であった。

ダイオキシン類については、4 事業所中 2 事業所においては検出されなかった。残りの 2 事業に関しても、ダイオキシン類はわずかに検出されたものの、廃棄物の処理及び清掃に関する法律で定める埋立基準値の 3ng-TEQ/g-dry を大幅に下回る結果であった。

(2) 平成 30 年度調査(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)

解体業者から排出されている ASR の性状等を把握するために、4 事業所から排出された ASR を採取し、物理組成、三成分、発熱量、重金属類等、臭素系難燃剤の含有状況の調査を実施した。

ASR の組成分類では、金属類(鉄)については、4 施設の平均が 3.6%と前回調査(5%)より低い割合であったが、それ以前の調査結果(0.9～3.0%)より高い割合であった。また、過去の調査のプラスチック(主に硬質のもの)の平均値が 26.6～33.4%に対し、本年度調査の平均値は 36.0%とプラスチック(主に硬質のもの)の割合が高い傾向が見られた。

三成分及び低位発熱量については、概ね過去の調査結果の範囲内であった。

重金属類については、過去の調査結果と比較すると、環境負荷物質である鉛(Pb)は、本年度の調査結果が 190～300mg/kg と過去の調査結果 350～1,800mg/kg に対し低い傾向が見られた。また、

臭素(Br)についても、本年度の調査結果が 280～630mg/kg と過去の調査結果 225～818mg/kg の範囲内であった。銅(Cu)については、本年度の調査結果の平均が 68,000mg/kg と過去の調査結果 2,600～35,000mg/kg に対して高い傾向が見られた。その他の金属項目については、概ね過去と調査結果の範囲内であった。

臭素系難燃剤については、ポリ臭化ジフェニルエーテル(PBDE)は、1～8 臭素化物(MoBDE～OcBDE)が 4 事業所中 2 事業所で検出された。NoBDE 及び DeBDE については、前者が 4～12mg/kg、後者が 160～400mg/kg 検出されており、概ね過去の調査結果と同程度であった。一方、ヘキサブロモシクロドデカン(HBCD)については、 α -HBCD が 2 事業所、 β -HBCD が 1 事業所、 γ -HBCD が 2 事業所で検出されたが、概ね過去の調査結果と同程度であった。ポリ臭化ビフェニル(PBB)は、いずれの試料も定量下限値未満であった。

(3) 平成 28 年度調査(自動車リサイクル制度の高度化・安定化方策等に係る検討・調査業務)

解体業者から排出されている ASR の性状等を把握するために、4 事業所から排出された ASR を採取し、物理組成、三成分、発熱量、重金属類等、臭素系難燃剤の含有状況の調査を実施した。

ASR の組成分類では、金属類の割合が高い傾向が見られた。また、繊維類については、4 施設の平均が 17.8%と平成 26 年度調査(16.8%)同様であり、それ以前の調査結果(7.0～12.9%)より多く含まれている傾向があった。

三成分及び低位発熱量については、概ね過去の調査結果の範囲内であった。

重金属類については、過去の調査結果と比較すると、環境負荷物質である鉛(Pb)は、本年度の調査結果が 50～770mg/kg と過去の調査結果 350～1,800mg/kg に対し低い傾向が見られた。また、臭素(Br)についても、本年度の調査結果が 100～300mg/kg と過去の調査結果 350～818mg/kg に対して低い傾向が見られた。その他の金属項目については、概ね過去と調査結果の範囲内であった。

臭素系難燃剤については、ポリ臭化ジフェニルエーテル(PBDE)は、1～8 臭素化物(MoBDE～OcBDE)については、過去の調査では試料によって検出される物質が見られたが、本年度の調査ではいずれの試料も定量下限値未満であった。NoBDE 及び DeBDE については、前者が 11～17mg/L、後者が 180～320mg/kg 検出されており、概ね過去の調査結果と同程度であった。一方、ヘキサブロモシクロドデカン(HBCD)については、 α -HBCD が 2 事業所、 γ -HBCD が 1 事業所で検出されたが、概ね過去の調査結果と同程度であった。ポリ臭化ビフェニル(PBB)は、いずれの試料も定量下限値未満であった。

(4) 平成 26 年度調査(自動車リサイクル制度の高度化・安定化方策等に係る検討・調査業務)

解体業者から排出されている ASR の性状等を把握するために、4 事業所から排出された ASR を採取し、物理組成、三成分、発熱量、重金属類等、臭素系難燃剤の含有状況の調査を実施した。

ASR の組成分類では、繊維類の割合が高い傾向が見られた。また、一部の事業者では、金属類(鉄)やウレタンの割合が高かった。

三成分の分析では水分が高い調査事業所があり、降雪及び寒冷地施設であることが原因であると推

察された。灰分、可燃分については、概ね過去の調査結果の範囲内であった。

重金属類については、鉛(Pb)が 280~1200mg/kg 程度検出されており、過年度の調査結果からやや低減傾向にあるものの、近年の調査結果と同程度であり、継続的なモニタリングが重要であることが確認された。その他の金属項目については概ね過去の調査結果と同等の値であった。臭素(Br)については、4 事業所中 3 事業所で、過年度の調査結果よりも高い値が見られた。レアメタルや貴金属類の項目については、いずれの項目についても過去の調査結果と比較して含有量の大きな差異は認められなかった。

臭素系難燃剤については、ポリ臭化ジフェニルエーテル(PBDE)では 4~6 臭素化 PBDE が検出されず、9~10 臭素化 PBDE が主成分であった。一方、ヘキサブロモシクロドデカン(HBCD)はすべての事業所で検出されており、過去の調査結果よりも高い傾向が見られた。ポリ臭化ビフェニル(PBB)は、いずれの試料も定量下限値未満であった。

(5) 平成 24 年度調査(自動車リサイクル促進調査業務)

解体業者から排出されている ASR の性状等を把握するために、4 工場から排出された ASR を採取し、物理組成、三成分、発熱量、重金属類等、臭素系難燃剤の含有状況の調査を実施した。

ASR の組成分類では、車両の軽量化や使用する材料の変化により、プラスチック類(主として硬質のもの)が、やや高くなる傾向が見られた。

三成分の分析では、水分に関して、過去の調査結果より高い結果となったが、これは当該調査の対象施設のうち 3 施設が降雪寒冷地の施設であり、そこで発生した ASR が降雪・低温の条件下においては、雪・氷の混入があるなど、水分が蒸発しにくい状態にあることに起因するとされる事象を確認した。

重金属類については、新車の自動車部品についての鉛(Pb)の使用量が削減され始めて 10 年程度経過するが、現在排出されている使用済自動車 ASR の鉛濃度は、低減傾向にあるものの、まだ高濃度であり取扱いに注意が必要であるとされた。

臭素系難燃剤については、平成 24 年度調査及び平成 24 年以前の調査でもある程度の検出が見られたが、RoHS 指令、WEEE 指令等の基準である 1000mg/kg を下回っていた。ただし、平成 22 年度調査では 9~10 臭素化 PBDE が主成分であったが、平成 24 年度調査では、一部の ASR で 4~6 臭素化 PBDE が検出されており、異なる組成を示す。ASR の臭素系難燃剤の調査については、調査事例が少ないことから、今後も使用状況に関する情報収集や分析調査を実施し、知見を収集する必要があるとされた。

まとめとして、今後も環境負荷物質の使用量削減に向けた自動車製造業者等の取り組みを推進し、また、自動車リサイクル促進のため、継続して ASR の性状把握調査を実施する必要があるとされた。

(6) 平成 22 年度調査(自動車破碎残さにおける性状把握調査業務)

環境負荷物質である鉛や水銀等を含む自動車部品について、環境負荷物質の使用量が削減され始めた時期を挟み前後する平成 8 年以前に販売された使用済自動車(以下「平成 8 年以前使用済自動車」と言う。)と、平成 12 年以降に販売された使用済自動車(以下「平成 12 年以降使用済自動車」と言う。)を確保し、試験が実施された。

入手した使用済自動車を、自動車解体業者の標準的手順により解体・破碎を実施し、平成 8 年以前

使用済自動車由来の ASR と平成 12 年以降使用済自動車由来の ASR を作成し、物理組成、三成分、重金属類等、臭素系難燃剤等について分析し、比較している。

平成 8 年以前使用済自動車に対する平成 12 年以降使用済自動車の分析結果は、組成分類でプラスチック類(主として硬質のもの)の増加傾向、重金属類等では鉛の減少傾向が見られた。この傾向は、前者は車両の軽量化や使用する材料の変化の影響、後者は環境負荷物質が低減された影響と推測された。一方、使用量が増加しているレアメタルについては、両者の結果に大きな差はなく、レアメタルの ASR への移行は少ないと推測された。

(7) 平成 20 年度調査(使用済自動車再資源化の効率化及び合理化等推進調査)

使用済自動車に係る自動車部品等の重量・成分分析方法標準化の検討及び実車(2 台)の重量・成分分析を実施して、より高度な次世代の使用済自動車の再資源化を検討した。また、使用済自動車の再資源化処理における物質フロー情報を得るために、ASR の組成、金属等含有量分析を実施された。

ASR の調査は、複数の破碎処理施設から搬入・集積されたストックヤードの ASR を対象として実施された。他年度調査と比較し、灰分が高い結果であった。

(8) 平成 17 年度調査(事前回収物品等リサイクル促進手法検討調査報告書)

自動車リサイクル法施行後の解体自動車の実態調査(ASR の性状及び ASR の再資源化施設)が実施された。実態調査は、破碎前処理事業者及び破碎事業者へのアンケート調査と、破碎施設から発生する ASR の組成、重金属等の含有量試験、溶出量試験が実施された。なお、当報告書では、平成 16 年度の調査報告書に未掲載であった平成 16 年度に実施した ASR の調査結果も掲載されている。

平成 17 年度調査及び平成 16 年度調査の ASR の組成、重金属等の含有量試験の結果では、他年度と比較し、特出した傾向や特徴は見られていない。報告書では、鉛の溶出量結果が埋立処分に係る判定基準値を超えていることが問題とされている。

4.4.2 ASR 性状の経年推移及び課題の整理

(1) 有害金属

ASR 中の有害金属として、鉛、カドミウム、水銀、臭素の濃度の経年変化を図 4-10 に示す。

ASR 中の鉛の濃度は、令和 2 年度調査(前回調査)から本年度調査では若干増加傾向であったが、これまでの調査結果を中期的に評価すると、低減傾向が見られる。自動車メーカーによる自主的な使用制限から 20 年程度経過しており、今後も緩やかに ASR 中の鉛濃度が低減していくと推測される。

カドミウムについては微量の含有量で概ね横ばいに推移している。

水銀については本年度の結果も含め定量下限値未満の結果が多くなっている。

臭素については、平成 26 年度調査までは増加傾向が見られたが、平成 28 年度調査ではそれまでの調査より低い値を示した後、令和 2 年度まで増加傾向が見られた。本年度調査では平成 28 年度と同様に、過年度より低い値が見られた。これまでの調査結果から中期的に評価すると横ばい傾向が見られる。現在市販されている製品中の難燃剤は PBDE 以外の物質への代替が進んでいるものの、他の臭素系難燃材へ代替されることや可塑剤等の他用途で臭素が使用される可能性があり、今後の ASR 中の臭素含有量の増減については推測が難しい。

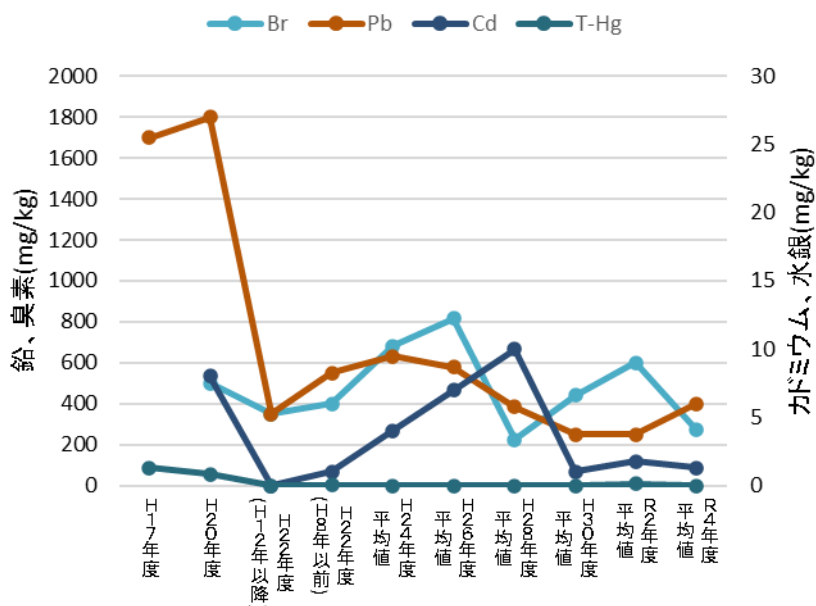


図 4-10 ASR 中の有害金属の経年変化

(2) 臭素系難燃剤

ASR 中の臭素系難燃剤について、過年度業務における調査及び本年度業務における調査では、規制対象となる PBB は検出されず、HBCD は継続的に数 mg/kg 程度の微量の検出が見られるが、増減の傾向は見られない。(前掲表 4-16)

また、4～7 臭素化の PBDE (TeBDE～HpBDE) の濃度の経年変化を図 4-11 に示す。平成 30 年度調査及び平成 24 年度調査で検出したのみで他年度の調査では不検出であった。一方、DeBDE は平成 28 年度調査まで増加傾向にあったが、平成 30 年度調査以降は減少傾向を示している。

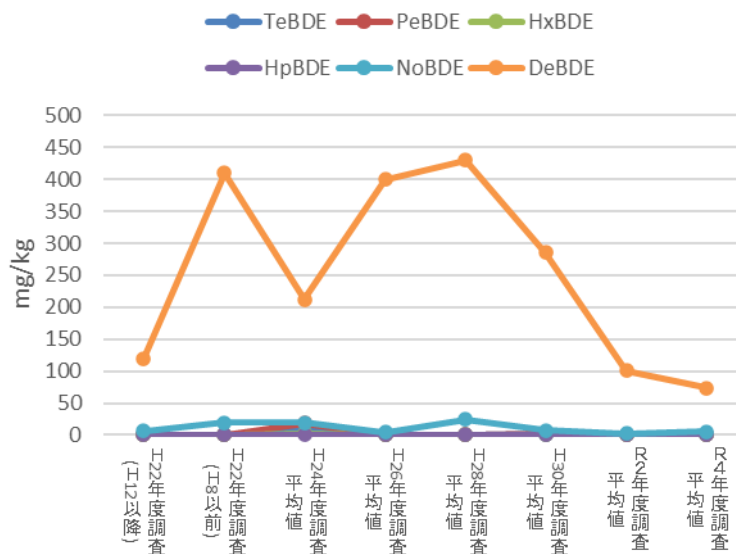


図 4-11 ASR 中の PBDE(4～7 及び 9～10 臭素化物)濃度の経年変化

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 報告書
自動車リサイクル制度の効率化に関する調査・検討等編

2023年3月

株式会社三菱総合研究所
サステナビリティ本部