

令和2年度環境省請負事業

令和2年度リサイクルシステム統合強化による循環 資源利用高度化促進業務 報告書

自動車リサイクル制度の効率化に関する検討等編

2021 年 3 月 31 日

 株式会社三菱総合研究所

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」という。）の施行から 15 年が経過した。施行後 15 年目の制度の評価点検の議論のため、自動車リサイクル制度の施行状況や審議会等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に以下の調査を実施する。

- (1) 自動車リサイクル制度の評価点検の議論
- (2) 自動車分野における 3 R の質の向上に向けた検討

Summary

Recognizing that 15 years have passed since the enforcement of ‘the Act on Recycling, etc. of End-of-Life Vehicles (Act No. 87 of 2002)’, the research on implementation status of the Law is to be conducted for a discussion towards the review of the recycling program after the said years. The research including auxiliary ones where necessary, also aims at collecting and organizing information required for materializing measures recommended by the relevant council as well as advancing automotive vehicle recycling, with focuses on the following.

- (1) Discussion on actual status of the auto vehicle recycling program
- (2) Consideration on enhancement of the 3R’s quality in the automotive vehicle sector

目次

1. 自動車リサイクル制度の評価点検の議論	1
1.1 自動車リサイクル制度の運用状況に関する調査.....	1
1.1.1 海外動向	1
1.1.2 次世代自動車.....	36
1.1.3 有害物質	54
1.1.4 自治体におけるヤード条例	55
1.2 合同会議の開催支援.....	57
2. 自動車分野における3Rの質の向上に向けた検討	61
2.1 ASR の処理状況の確認.....	61
2.1.1 自動車破碎残さの再資源化に関する提供データの内容	63
2.1.2 自動車破碎残さの再資源化に係る分析方法	63
2.1.3 自動車破碎残さの再資源化に係る分析結果	63
2.2 解体インセンティブに関する検討.....	65
2.2.1 資料作成補助.....	65
2.2.2 勉強会の開催.....	93
2.3 ユーザーインセンティブに関する検討	95
2.3.1 資料作成補助.....	95
2.3.2 作業部会の開催	119
3. 使用済車載用リチウムイオン電池の排出フローの作成	121
3.1 調査方法.....	121
3.2 調査結果.....	122
3.2.1 ヒアリング結果の概要	122
3.2.2 使用済車載用リチウムイオン電池の排出フロー	124
3.2.3 LiB 排出フローの精緻化や有効活用に向けた今後の調査の方向性について	127

図目次

図 1-1	グローバルバッテリーアライアンスロードマップ	9
図 1-2	CFRP の代表的な用途	37
図 1-3	CFRP の市場規模（2014 年時点）	38
図 1-4	CFRP の日米欧市場における用途別市場規模（2014 年時点）	39
図 1-5	CFRP の地域別世界市場規模の推移と将来予測（2014 年時点）	39
図 1-6	CFRP の日米欧市場における用途別市場規模と将来予測（2014 年時点）	40
図 1-7	PAN 系炭素繊維複合材料（成型加工品）の世界市場（2016 年見込み）	41
図 1-8	CFRP リサイクルチェーンの工程と技術	42
図 1-9	使用済自動車から回収した CFRP リサイクルの工程と課題	43
図 1-10	使用済自動車から回収した炭素繊維（CF）取り出しの工程と課題	44
図 1-11	FiberEUse プロジェクトのコンセプトとパートナー	47
図 1-12	FiberEUse 3 つの使用ケース	48
図 1-13	FiberEUse プロジェクト ケース 2	49
図 1-14	FiberEUse プロジェクト ケース 3	50
図 2-1	ASR 再資源化フロー（平成 25 年度重量実績ベース）	62
図 2-2	ASR 再資源化フロー（令和元年度重量実績ベース）	64
図 2-3	自動車に使用されているガラスの部位別特徴	67
図 2-4	使用済自動車由来のガラス排出量（上図）及び回収可能なガラスの量（下図）	68
図 2-5	車種別自動車ガラス重量を考慮した場合の回収可能なガラス量の推計	69
図 2-6	ガラスリサイクルの全体像と使用済自動車由来ガラスの受入可能性	71
図 2-7	自動車用板ガラスへの水平リサイクルの LCA	72
図 2-8	板ガラスへのリサイクルによる CO2 削減効果	73
図 2-9	フロントガラスのグラスウールへのリサイクルによる CO2 削減効果	73
図 2-10	フロントガラス以外のガラスのグラスウールへのリサイクルによる CO2 削減効果	74
図 2-11	ガラスリサイクルによる CO2 削減効果（グラスウール製造、フロントガラス及びフロントガラス以外の部位由来）	74
図 2-12	ASR 再資源化量の削減による CO2 削減効果	75
図 2-13	使用済自動車由来ガラスのリサイクルに関連する SDGs	76
図 2-14	現在の主な使用済自動車由来ガラスのフロー	76
図 2-15	想定される使用済自動車由来ガラスのリサイクルフロー（パターン 1~3）	77
図 2-16	リサイクルにあたっての現状の課題／今後の技術的検討事項（J-FAR 報告書をもとに整理）	77
図 2-17	使用済自動車由来ガラスのリサイクル用途先と課題	78
図 2-18	ガラス売却収益増加の制度面の方策（相対的コストの低減）	79
図 2-19	ガラス部位別・リサイクル用途別に必要となる処理の整理	84
図 2-20	想定されるコンソーシアムの参加主体の役割のイメージ	85
図 2-21	想定されるコンソーシアムの参加主体のメリットや課題のイメージ	85
図 2-22	物性ばらつきの制御イメージ	102

図 2-23	流選なると粗選別機	104
図 2-24	内装 PP 樹脂・バンパー処理設備設置状況	106
図 2-25	レーザーフィルター付きペレタイザー	108
図 2-26	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	112
図 2-27	脱炭素社会構築のための資源循環高度化設備導入促進事業	112
図 2-28	リサイクルフローの概要	113
図 2-29	選別プロセスフローの概要	113
図 2-30	プラスチック資源循環戦略の概要	115
図 2-31	プラスチック資源循環施策の自動車リサイクル関連箇所	116
図 2-32	バイオプラスチック導入ロードマップの自動車リサイクル関連箇所	117
図 2-33	解体インセンティブ制度（仮称）のイメージ	118
図 3-1	全国ベースの解体規模別の事業者数と解体台数の割合	121
図 3-2	使用済車載用リチウムイオン電池の排出フロー（8 社計 2019 年度）（大規模な解体事業者 8 社合計・フルハイブリッド車や EV などの大型 LiB のケース）	125
図 3-3	使用済車載用リチウムイオン電池の排出フロー（8 社計 2019 年度）（大規模な解体事業者 8 社合計・回生エネルギー蓄電用などの小型 LiB のケース）	126
図 3-4	使用済車載用リチウムイオン電池の排出フロー（国内全体 2019 年度推計）	126

表 目 次

表 1-1	ELV 指令（2000/53/EC）を巡る直近の動向	1
表 1-2	自動車メーカーによるリサイクル材料使用の取り組み	3
表 1-3	バッテリーバリューチェーンプロジェクト補助対象企業	5
表 1-4	バッテリーバリューチェーン実現の指針となる 10 原則	10
表 1-5	電池指令（2006/66/EC）を巡る直近の動向	14
表 1-6	電池指令改正案の構成と概要	16
表 1-7	電池の種類と定義	19
表 1-8	電池指令改正案附属書 I 有害物質の規制	19
表 1-9	リサイクル材料の最低比率	21
表 1-10	電池指令改正案附属書 XII B. 最低リサイクル率（平均重量比）	26
表 1-11	電池指令改正案附属書 XII C. 原料回収目標	27
表 1-12	各主体に求められる責務	31
表 1-13	各主体の規定事項	33
表 1-14	各主体の情報登録期限	33
表 1-15	トレーサビリティ管理プラットフォームに登録する情報（申請資料付録 3 より）	34
表 1-16	CFRP の自動車採用事例	41
表 1-17	CFRP リサイクルにおける炭素繊維取り出し技術一覧	44
表 1-18	POPs 条約における直近の物質追加の動き	54
表 1-19	調査対象 7 物質	55
表 1-20	自治体におけるヤード条例の概要	55
表 2-1	ASR の再資源化状況（平成 25 年度重量実績ベース）	61
表 2-2	ASR の再資源化状況	64
表 2-3	令和 2 年度合同会議における関連するご意見	65
表 2-4	リサイクルガラスの活用用途別 想定される課題（品質・需要量）	70
表 2-5	課題と技術の概要	79
表 2-6	解体時のガラス取り外し方法のベストプラクティス	80
表 2-7	板ガラス用途カレットの受入基準	81
表 2-8	自動車ガラスに含まれる主な忌避物質・不純物	81
表 2-9	各部位のガラスと不純物の存在	82
表 2-10	発泡ガラスを用いた溶出試験結果と抑制効果のある添加剤	88
表 2-11	発泡ガラス製品例	88
表 2-12	技術開発に関連する実証事業	90
表 2-13	実証事業から抽出された検討課題等	93
表 2-14	日産自動車におけるプラスチックリサイクルに関連するリサイクル高度化実 施事業	95
表 2-15	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	101
表 2-16	2050 年カーボンニュートラルに伴うグリーン成長戦略（2020 年 12 月 25 日策 定）抜粋	114

表 2-17	自動車のプラスチック材料リサイクル推進による CO2 削減効果	114
表 3-1	ヒアリング調査の概要	121

1. 自動車リサイクル制度の評価点検の議論

自動車リサイクル制度の評価点検の議論のため、本制度の運用状況について基本的な調査を行い、現状の使用済自動車の処理の流れについて、情報の収集・整理を行った。

また、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「合同会議」という。）の開催支援を行った。

1.1 自動車リサイクル制度の運用状況に関する調査

1.1.1 海外動向

(1) 欧州 ELV 指令

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」¹の発行をもって ELV 指令の見直し作業が終了し、現在は、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ている。ELV 指令（2000/53/EC）を巡る直近の動向を表 1-1 に示す。

表 1-1 ELV 指令（2000/53/EC）を巡る直近の動向

ELV 指令の見直し	
2018 年 6 月 14 日	ELV 指令、電池指令、WEEE 指令を改正する指令(EU) 2018/849 を公布 ● 循環経済への移行という EU のコミットメントに照らし、3 つの指令について、特に関連する廃棄物の流れに含まれる特定の材料の目標設定が可能かどうかを考慮して見直し、必要に応じて修正を行う ● ELV 指令の見直しについては、ELV の疑いのある中古車の出荷や、加盟国の廃棄物輸送者間の合意に基づく廃車の出荷に関するガイドライン(Correspondents' Guidelines No.9)の適用など、行方不明の ELV の問題にも注意を払う必要がある ● ELV 指令について、欧州委員会は 2020 年 12 月 31 日までに見直しを行い、必要に応じて改正案を添えて、欧州議会と理事会に報告書を提出しなければならない
2018 年 10 月 4 日～11 月 1 日	見直し作業に関するロードマップを公開し、意見受付を実施
2019 年 8 月 6 日～10 月 29 日	パブリックコンサルテーションを実施
2020 年 8 月	評価報告書「Supporting the Evaluation of the Directive 2000/53/EC on end-of-life vehicles」の最終版を発行

¹ <https://ec.europa.eu/environment/waste/elv/pdf/ELVD%20Evaluation-Final%20report%20Aug2020-rev1.pdf>（閲覧日：2021 年 2 月 8 日）

ELV 指令改正案の作成	
2020 年 10 月 22 日～11 月 19 日	ELV 指令改正の影響評価に関するロードマップを公開し、意見受付を実施
2021 年第 2 四半期	パブリックコンサルテーションを実施予定
2022 年第 2 四半期	欧州委員会により改正案を採択予定

出所) 欧州委員会ウェブサイトより作成

<https://eur-lex.europa.eu/legal-content/EN/TXT/PDF/?uri=CELEX:32018L0849&from=EN>

<https://ec.europa.eu/info/law/better-regulation/have-your-say/initiatives/1912-Legislation-on-end-of-life-vehicles-evaluation>

<https://ec.europa.eu/info/law/better-regulation/have-your-say/initiatives/12633-Revision-of-EU-legislation-on-end-of-life-vehicles> (閲覧日: 2021 年 2 月 8 日)

1) ELV 指令評価報告書の主な調査結果

ELV 指令の評価報告書「Supporting the Evaluation of the Directive 2000/53/EC on end-of-life vehicles」の主な調査結果は以下のとおりである。

- ELV 指令は、当初の目的としていた自動車からの有害物質の排除、回収・リサイクル目標の達成、ELV 回収拠点の拡大、自動車部品の解体情報の OEM 提供などを概ね達成した。
- ELV 指令の実施における重要な問題は、報告されていない多数の「行方不明の ELV」であり、ELV の年間推定台数の約 35% (約 400 万台) に相当する。その発生理由は様々だが、そのうちのいくつかは高い環境リスクをもたらしている。また、車両登録の抹消手順が加盟国間で異なることも重要な側面である。
- ELV 指令の主な課題は、特に以下の点で、欧州グリーン・ディールと Circular Economy Action Plan (「サーキュラーエコノミー・アクションプラン」参照) の目標との一貫性を高めることである。
 - ✓ 再利用とリサイクルを促進する自動車のエコデザイン
 - ✓ より野心的で具体的な再利用目標の推進
 - ✓ リサイクル目標 (重量比ではなく材料ごとに設定)
 - ✓ 自動車製造におけるリサイクル材料の使用
 - ✓ ELV 管理費用の調達において生産者が果たす役割 (本格的な EPR スキームに対応)
- 車両修理とスクラップ部門の検査における最低基準を導入することで、認可処理施設の未認可施設に対する競争力を高める可能性がある。ELV 指令の適用範囲からは車両数の約 25% (二輪車やトラック等) が除外されており、環境リスクの面からは含めるべきだが、除外理由の正当性についても考慮すべきである。
- ELV 指令は、2000 年の採択以降、プラスチックや電子部品の使用増加や EV 市場の拡大といった、自動車生産の進化がもたらす課題と機会に十分に対応していない。
- ELV 指令には、自動車産業における循環モデルの構築と、自動車市場の課題への対処に直接関連する様々な面の一般規定が含まれている。しかし、その多くは十分に詳細、具体的、計測可能ではないため、自動車産業が真の循環型産業になるという期待に見合う EU レベルでの実質的な改善をもたらしていない。
- ELV 指令と他の指令との一貫性の欠如も、自動車部門の循環経済への移行の進展を妨げている。特に、以下の点が指摘される。

- ✓ リサイクルの定義（廃棄物枠組み指令よりも ELV 指令のほうが広い）
- ✓ 有害物質リスト。4 つの重金属に限定されているが、他の法規（RoHS 指令など）で禁止されているその他の有害物質が車両コンポーネントに含まれているため、材料回収を妨げる可能性がある
- ✓ ELV 指令および 3R(reusability, recyclability, recoverability) 型式認証指令 (Directive 2005/64/EC) における、リサイクル可能な車両設計に関する規定
- ✓ ELV 指令および車両登録書類に関する指令 (Directive 1999/37/EC) での車両登録抹消手順

2) 自動車製造におけるリサイクル材料の使用

評価報告書では、自動車製造におけるリサイクル材料の使用について、欧州グリーン・ディールと Circular Economy Action Plan の目標との一貫性を高める必要があるとしている。具体的には、以下の点を指摘している。

- ELV 指令の第 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リサイクル材料の使用を増やすよう奨励する、とあるが、具体的な目標値の規定はない。
- 自動車メーカーの中には、自発的にリサイクル材料の使用を増やす取り組みを行っているところがある（表 1-2 参照）。
- 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うえ、様々な種類を手作業で選別する必要がある、実際には解体工程でほとんど取り外されていない。

表 1-2 自動車メーカーによるリサイクル材料使用の取り組み

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	?	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	?	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	?	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	?	2015	170 のコンポーネント
BMW、7 シリーズ	再生プラスチック	?	全プラスチック重量の 15~20%
BMW、i3	再生プラスチック	?	熱可塑性プラスチックの 25%
ボルボ	再生プラスチック	?	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	?	50kg

出所) 欧州委員会「Supporting the Evaluation of the Directive 2000/53/EC on end-of-life vehicles」より作成
<https://ec.europa.eu/environment/waste/elv/pdf/ELVD%20Evaluation-Final%20report%20Aug2020-rev1.pdf>
 (閲覧日: 2021 年 2 月 8 日)

(2) 欧州電池指令等

1) 電池に関する欧州の動き

欧州では、電池に関するアクションプランの打ち出しや、電池のサプライチェーン構築（バリューチェーンプロジェクトやバッテリーアライアンス）等の動きがある。

a. サーキュラーエコノミー・アクションプラン

2019 年 4 月、欧州委員会は電池に関するアクションプランを発表した。欧州における戦略的電池バリューチェーンの構築について方針が示されている。欧州にて、競争力があり、持続可能で革新的・戦略的な電池のエコシステムを構築することを提言している。具体的には、以下の事項を提言している。

- 次世代電池技術の設計と展開のための、研究、イノベーション、実証
- 電池バリューチェーンへの積極的な投資
- クリーンで安全で、競争力があり、倫理的に製造された電池の規格の検討

欧州が電池に対して戦略的なアプローチをとる理由として、クリーンモビリティへの変化や再生可能エネルギーの更なる推進のために電池が更に重要性を増すこと、また、欧州でエネルギーや資源の供給不安を克服することが挙げられている。

2020 年 3 月に公開された New Circular Economy Action Plan でも、循環効果が高く資源を注力すべき分野のひとつとして batteries and vehicles を挙げ、循環性を高める法的枠組みに関する具体的なアクションを作成予定としている。

2020 年中に、電池に関する新しい法的枠組みを提案する予定である（「電池指令（2006/66/EC）を巡る直近の動向」参照）。電池指令に対する評価とバッテリーアライアンスによる作業に基づき、以下について検討することとしている。

- すべての電池の回収・リサイクル率を引き上げ、希少金属を確実に回収し、消費者にガイダンスを提供するための規則と対策
- 非充電式電池について、代替品が存在するところでの段階的な使用停止
- 製造におけるカーボンフットプリント、原材料の倫理的調達と供給の安全性、再利用・転用・リサイクルの容易さ等を考慮した持続可能性と透明性に関する要件

また、ELV に関する規則について、設計段階から廃車後の処理を考慮し、循環型のビジネスモデルを促進する方向で、改訂を予定している（「欧州 ELV 指令」参照）。さらに、廃油の回収と環境に配慮した処理を確実に行う効果的な対策について検討を進めている。

b. バッテリーバリューチェーンプロジェクト

EU 域内企業による次世代電池供給体制の整備のため、電池システムの原材料から部品・製品、リサイクルに至るサプライチェーン構築に関わる汎欧州研究開発・イノベーションプロジェクトに対して、7 カ国（ベルギー、フィンランド、フランス、ドイツ、イタリア、ポ

ーランド、スウェーデン) による国家補助が行われる。17 のプロジェクトの参画企業に対して今後数年間に約 32 億ユーロを上限に行われる。対象となる研究開発分野ごとの企業(関係国) は表 1-3 のとおりである。

表 1-3 バッテリーバリューチェーンプロジェクト補助対象企業

研究開発分野	補助対象企業
先端素材・原材料	BASF(ドイツ、フィンランド) エネリス(ポーランド) ケリバー(フィンランド) ナノシル(ベルギー) ソルベイ(ベルギー、フランス、イタリア) テラファーマ(フィンランド) ユミコア(ベルギー、ポーランド)
セル・モジュール	ACC(ドイツ、フランス) BMW(ドイツ) エンデュランス(イタリア) エネリス(ポーランド) FAAM(イタリア) ファルタ(ドイツ) スウェーデン電気自動車研究所(SEEL)
電池システム	BMW(ドイツ) エンデュランス(イタリア) エネルエックス(イタリア) エネリス(ポーランド) カイトック(イタリア) スウェーデン電気自動車研究所(SEEL)
(使用済み電池システムの)回収、解体、再利用、リサイクル、リサイクルされた素材・原材料の精錬・再生	BASF(ドイツ、フィンランド) エンデュランス(イタリア) エレメンタル(ポーランド) エネリス(ポーランド) FAAM(イタリア) フォルタム(フィンランド) スウェーデン電気自動車研究所(SEEL) ユミコア(ベルギー、ポーランド)

出所) JETRO ウェブサイト、欧州委員会ウェブサイトより作成

<https://www.jetro.go.jp/biznews/2019/12/81275c93e8da4e1f.html>

https://ec.europa.eu/commission/presscorner/detail/en/ip_19_6705 (閲覧日 : 2021 年 2 月 8 日)

c. エコデザインバッテリー

2018 年 5 月、欧州委員会が電池に関する戦略的アクションプランを発表した。安全で持続可能な電池生産が重要で、そのフレームワークとして、レビュー中の電池指令の最大限の活用と、エコデザイン指令の枠組みで将来的な規制の追及が可能と言及されている。これを受けて欧州委員会は電池について、2018 年 9 月、Ecodesign preparatory Study for Batteriesを開始した。充電可能な「産業用及び電気自動車に使用される電池」を対象とし、電池の持続可能性要件を確立することを目指す。

欧州研究機関 (VITO, Fraunhofer, Viegand Maagøe) が中心となり、電池のエコデザイン規制の在り方を議論し、その結果を政策提言として Task 7 報告書 19 に取りまとめた。電池の劣化状態評価のために必要なデータを BMS に保管し、中央データベースに収集できるようにすることなどを提言している。

今後の政策動向としては、2019 年 12 月に発表された欧州グリーン・ディールの中で「電池については、産業界との新たな連携や戦略的バリューチェーンへの投資が不可欠である。欧州委員会は、引き続き電池に関するアクションプラン（前述）を実行し、European Battery Alliance を支援する。」としている。

2020 年には、拡大する電気自動車市場への供給を含め、すべての電池に安全で循環的かつ持続可能なバリューチェーンを確保するための法律を提案する予定である。

また、エコデザインバッテリー調査に関連して、「Sustainability requirements for batteries」と呼ばれるイニシアチブの下、潜在的な政策の話し合いは既に始まっている模様である。

d. 欧州バッテリーアライアンス

2017 年 10 月、欧州委員会は電気自動車向け電池の開発・生産で欧州の関連企業を結集させるため“European Battery Alliance”を立ち上げた。持続可能な電池バリューチェーンを達成すべく、産業発展の方策等を提示している。

バリューチェーンの下流には廃電池のリサイクルも含まれており、リサイクルに対する提言も実施している。

2) 鉛蓄電池の動向（廃絶の動き）

欧州での車載用鉛蓄電池の廃止の動きは見当たらない。

Lead-acid batteries、starter batteries（始動用バッテリー）、auxiliary battery（補機バッテリー）等のキーワードで EC サイト、ECOLEX サイト（FAO、IUCN、UNEP が共同で運営する環境法に関する情報サイト）を検索し、また、「Circular Economy Action Plan」「バッテリーバリューチェーンプロジェクト」「European Battery Alliance」についても確認したが、車両用鉛蓄電池の廃絶に関する記載は無かった。

なお、欧州委員会による 2018 年のレポート“Science for Environment Policy: Towards the battery of the future”²に、鉛蓄電池に関する以下の記載がある。

- リチウムイオン電池は急速に普及し短期間のうちに市場を独占する可能性があるが、世界及び欧州では、鉛蓄電池も 2025 年までは依然として普及するものと予想される。
- 車載用鉛蓄電池のリサイクル率は非常に高い。鉛蓄電池の構造は比較的単純で使用材料も少ないため標準化しやすく、また回収ネットワークも築かれているので、低コストで高収益な回収が可能である。一方、リチウムイオン電池のリサイクルには技術的な課題が多い。

3) 始動用 LIB の動向（自動車メーカーにおける開発・販売状況）

GS ユアサがハンガリーで始動用 LIB 工場を稼働開始した。その他、複数の企業で始動用

2

https://ec.europa.eu/environment/integration/research/newsalert/pdf/towards_the_battery_of_the_future_FB20_en.pdf
（閲覧日：2021 年 2 月 8 日）

LIB 開発・導入の動きがある。

a. GS ユアサ

ハンガリーに車載用リチウムイオン電池の工場を建設し、2019 年に稼働を開始した。エンジンの始動用バッテリーとして欧州の自動車メーカーに供給する。年 50 万個を生産予定である。主力の鉛蓄電池が市場の拡大が見込めず、リチウムイオン電池を成長事業と位置付ける。

現在、エンジンを始動する電池は鉛蓄電池が主流であるが、容量の大きいリチウムイオン電池は環境への影響が小さく欧州での需要が見込める点、また独自性から、市場開拓を目指しての進出である。新工場では国内で製造した電池の基幹部品「セル」の組み立てをするが、将来はセル自体を製造する予定である。³⁴

なお、矢野経済研究所「2019 年版 車載用リチウムイオン電池市場の現状と将来展望」の自動車メーカー17 社と車載用 LIB メーカー15 社（日欧米中韓）の最新動向の調査結果として、始動用 LIB について記載があるのは GS ユアサ 1 社のみである。

b. エリーパワー、マツダ、宇部興産

エリーパワーとマツダ、宇部興産は 2018 年 3 月、四輪車始動用バッテリー向けリチウムイオン電池の共同開発を発表していた。2021 年の実用化を目指し、「開発を続けている」（エリーパワー担当者）とする。⁵

c. A123 System LLC（米）

マイクロハイブリッド車向けに 12V 始動用バッテリーを提供している。⁶

d. メルセデス・ベンツ

「メルセデス・ベンツエンジン始動用リチウムイオンバッテリー（12V）回収・リサイクルマニュアル」（日本国内自動車解体事業者向け）⁷が存在する。

エンジン始動用リチウムイオンバッテリー搭載車両は、2016 年 2 月現在、6 モデルである（うち 2 モデルについては一部のみ該当）。

なお、2014 年に欧州、日本、韓国の自動車工業会や車両用電池協会が共同で発表したレ

³ 日本経済新聞「GS ユアサ、ハンガリーの新工場稼働」（2019 年 10 月 7 日付）

https://www.nikkei.com/article/DGXMZO50694200X01C19A0LKA000/?n_cid=SPTMG002（閲覧日：2021 年 2 月 8 日）

⁴ 日本経済新聞「GS ユアサが欧州に電池工場、エンジン始動用から開拓」（2018 年 1 月 11 日付）

<https://www.nikkei.com/article/DGXMZO25570500R10C18A1X13000/>（閲覧日：2021 年 2 月 8 日）

⁵ MONOist「重い鉛電池を置き換える、バイク始動用リチウム電池が一般販売」（2019 年 3 月 25 日付）

<https://monoist.atmarkit.co.jp/mn/articles/1903/25/news050.html>（閲覧日：2021 年 2 月 8 日）

⁶ A123 System LLC ウェブサイト、<http://www.a123systems.com/automotive/products/systems/>（閲覧日：2021 年 2 月 8 日）

⁷ http://www.mercedes-benz.jp/corporate/csr/recycle/pdf/MB_LiB_Recycle_Outline_12V_1602.pdf（閲覧日：2021 年 2 月 8 日）

ポート” A Review of Battery Technologies for Automotive Applications”⁸には、「リチウムイオン電池は今後数十年で始動用鉛電池に代わることはない。始動用に使われた場合は、通常 10 年の寿命が 2～4 年になるだろう」との見解が記載されている。

同レポートの作成メンバーは以下のとおりである。

- The Association of European Automobile and Industrial Batteries Manufactures (EUROBAT)
- European Automobile Manufacturers Association (ACEA)
- 日本自動車工業会 (JAMA)
- Korea Automobile Manufacturers Association (Kama)
- International Lead Association (ila)

4) グローバルバッテリーアライアンス

グローバルバッテリーアライアンス（以下、GBA）は 2017 年の設立以来、持続可能なバッテリーバリューチェーンの確立と協力支援を目的に活動を行っている。バッテリーのバリューチェーンに関するデータを共有するデジタルプラットフォーム「バッテリーパスポート」を構想中である。欧州バッテリーアライアンスとは協力関係にある。

a. これまでの活動状況

- 2017 年 9 月：世界経済フォーラムの 3 つのプラットフォーム（エネルギーと材料、グローバル公益、モビリティ）に関連するプロジェクトとして、2017 年に設立された。
 - ✓ 持続可能なバッテリーバリューチェーンの確立と協力支援を目的とする。パリ協定で輸送・電力部門に求められる排出量削減や、電気の供給、安全で持続可能な雇用の創出を目指す。そのために、この 10 年間にバッテリーバリューチェーンを 20 倍に拡大する必要があるとしている。持続可能な市場を確立し、バッテリーの展開を加速するためには、サプライチェーンにおける行動が必要であるとしている。
 - ✓ 持続可能な方法で電池を製造するということは、排出量を抑え、人権侵害を排除し、バリューチェーン全体で安全な労働環境を保証し、再利用やリサイクルを拡大することを意味する。
 - ✓ 展開を加速するためには、バリューチェーン全体だけでなく充電設備含むインフラにも投資を呼び込む必要がある。また、生産コストの低減や利用率向上により、電池自体がより手ごろな価格になる必要がある。
 - ✓ 産学官より 70 の組織が参加している。
- 2017 年：「コンセプト段階」として主要目的の定義等を行った。
- 2018 年：「構築段階」として、ロードマップ作成や地域・国間パートナーシップによる協力関係の構築等を実施した。
 - ✓ コンゴでのコバルト採掘における児童労働根絶を目的とする投資プログラムを稼働・調整する取組を進めた。

⁸ https://www.acea.be/uploads/publications/Rev_of_Battery_technology_-_full_report.pdf（閲覧日：2021 年 2 月 8 日）

- ✓ リチウムイオン電池の持続的かつ革新的なバリューチェーンについて、国際連合ラテンアメリカ・カリブ経済委員会 (United Nations Economic Commission for Latin America and the Caribbean、ECLAC)の支持を得た。
- ✓ 欧州バッテリーアライアンスとのパートナーシップを確立し、2019 年第 1～第 3 四半期に、欧州電池指令と電池のエコデザイン原則の改訂について、GBA が協力することになった。
- ✓ 再生可能エネルギーを世界に普及するため蓄電池に 10 億ドルを投じる取り組みの一環として世界銀行とパートナーシップを形成し、また、中・低所得国における EV 開発を拡大するための共同開発プログラムについて、IEA（国際エネルギー機関）とパートナーシップを形成した。
- 2019 年：「行動段階」として、アライアンスメンバーの拡大やロードマップの展開を行う予定である（2019 年 1 月時点）。
 - ✓ 鉛蓄電池管理のベストプラクティス白書発行
 - ✓ コバルトの手掘り・小規模採掘に関する予測文書発行
 - ✓ 電池の持続可能設計白書（設計 KPI）発行
 - ✓ コバルトの深海採掘方針の概要発行（GBA、鉱業、海洋チーム）
 - ✓ バッテリーバリューチェーン全体の影響と可能性に関するレポート発行（要確認）（※「（要確認）」は出所に記載の通り、以下同様）
 - ✓ EV 用電池のリサイクルを実現する政策環境整備に関する白書発行
 - ✓ 電池のマテリアルパスポート作成に関する白書発行（要確認）
 - ✓ 南米とアフリカでの行動イニシアチブ（暫定）

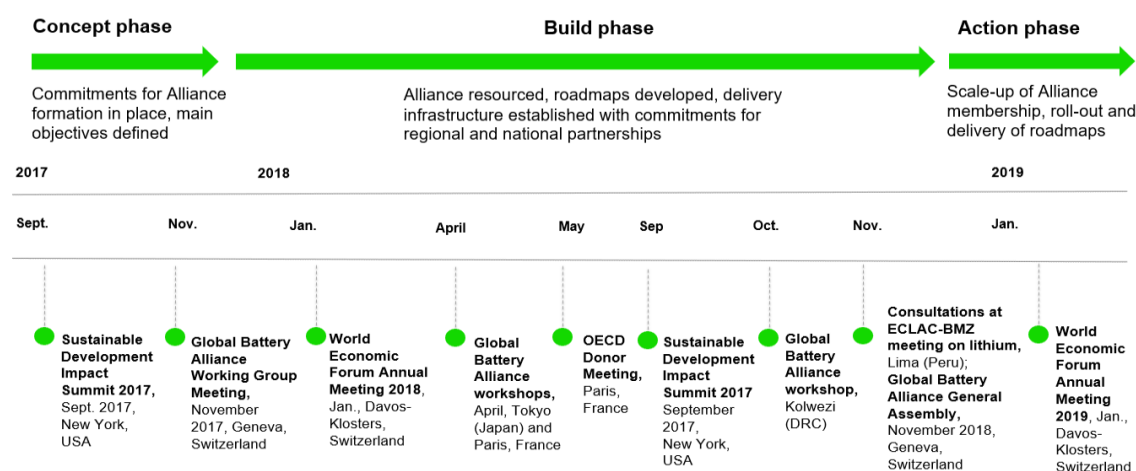


図 1-1 グローバルバッテリーアライアンスロードマップ

出所) GBA ウェブサイト、http://www3.weforum.org/docs/WEF_GBA_Overview_2019.pdf、2021 年 2 月 2 日取得

- 以下のテーマごとにワーキンググループで活動を行っている。
 - ✓ 原料
 - コバルト WG (コンゴにおけるコバルト採掘に関わる人権保護や透明性向上等)
 - リチウム WG (南米のリチウム生産国での責任ある持続的バリューチェーン

構築)

✓ サークュラーエコノミー

- リチウムイオン電池 WG (二次利用、リサイクルの仕組みづくり、「パスポート」の作成)
- 鉛蓄電池リサイクル WG (インドなどの違法なリサイクルによる健康・環境・経済的悪影響の削減)

✓ イノベーション

- 持続的バッテリーの設計原則 (KPI、設計原則の草案)⁹
- 2020 年 1 月 23 日に、「バッテリーバリューチェーン実現の指針となる 10 原則」を発表した (表 1-4 参照)。2030 年までに持続可能なバッテリーバリューチェーンを実現するための最初のステップとなる 10 原則であり、これらの実行に向けた具体的な方法については 2020 年に最終決定する予定である。自動車、鉱業、化学、エネルギー等の関連企業 (収益総額 1 兆ドル) や国際機関、NGO など 42 の組織がこの原則に合意しており、その他の組織にも参加を呼び掛けている。

表 1-4 バッテリーバリューチェーン実現の指針となる 10 原則

- | |
|---|
| <p>○パリ協定達成の推進力として循環経済アプローチを組み込むために</p> <ol style="list-style-type: none">1. 電池の一次利用の生産性を最大化する2. 生産的で安全な二次利用を可能にする3. 電池材料の循環回収を確実にする <p>○雇用を創出し、経済的価値を高め、低炭素経済の確立に貢献するために</p> <ol style="list-style-type: none">4. 温室効果ガスの排出とその大幅削減に関する透明性の確保5. エネルギー効率対策に優先順位を付け、再生可能エネルギーの使用を拡大する6. 発展途上国を中心に、電池式再生可能エネルギーの利用を促進する7. 雇用創出とスキル開発をサポートする <p>○SDGs に沿った人権保護と経済開発のために</p> <ol style="list-style-type: none">8. 児童・強制労働を即刻排除し、バリューチェーンの影響を受ける人々のコミュニティを強化し人権を尊重する9. 公衆衛生と環境保護を促進し、バリューチェーンにおける悪影響を最小化する10. 責任ある貿易と腐敗防止、地域の価値創造、経済の多様化をサポートする |
|---|

出所) GBA ウェブサイトより作成

<https://www.weforum.org/global-battery-alliance/action>

<https://www.weforum.org/press/2020/01/42-global-organizations-agree-on-guiding-principles-for-batteries-to-power-sustainable-energy-transition/> (閲覧日: 2021 年 2 月 8 日)

- 2019 年 9 月に発行された GBA のインサイトレポート“A Vision for a Sustainable Battery Value Chain in 2030: Unlocking the Full Potential to Power Sustainable Development and

⁹ GBA ウェブサイト、http://www3.weforum.org/docs/WEF_GBA_Overview_2019.pdf (閲覧日: 2021 年 2 月 8 日)

Climate Change Mitigation”¹⁰¹¹では、2030 年に向けた持続可能なバッテリーバリューチェーンの展望として、以下のように記載している。

- ✓ 電池は排出量削減に貢献するだけでなく、採掘から再利用・リサイクルまでのバリューチェーン全体に体系的に投資することで、より広い経済・社会的利益をもたらす。
- ✓ そのためには現在のバリューチェーンを約 20 倍に拡大し、今後 10 年間で 5,500 億ドルの投資が必要になる。また、拡大する需要を満たすためには採鉱の大幅な拡張も必要である。最も重要なのは、電池を持続可能なものとするために、循環型のバリューチェーンに構造をシフトすることである。
- ✓ 2030 年にはコバルトの世界需要の 13%、ニッケルの 5%、リチウムの 9%がリサイクルにより供給され、それ以降も寿命を迎える電池の急増により増加すると予想される。
- ✓ さらに、トレーサビリティの確立と人権保護の観点からの適切な介入、地域経済の価値創造により、より責任のあるバリューチェーンを構築する必要がある。この目的のために、GBA は今後 10 年間で児童労働を根絶するためのロードマップを、2019 年に発行し実行する。

b. 欧州バッテリーアライアンスとの関係

GBA の活動報告 Global Battery Alliance “Overview”（2019 年 1 月）に、「欧州バッテリーアライアンスとのパートナーシップを確立し、2019 年第 1～第 3 四半期に、欧州電池指令と電池のエコデザイン原則の改訂について、GBA が協力することになった。」と記載がある。

欧州委員会が電池のエコデザイン規制の在り方を議論し、その結果を政策提言としてとりまとめた Task7 報告書（2019 年 8 月）¹²では、GBA のバッテリーパスポートにも言及し、欧州委員会としても電池規制の範囲をサステナブルバッテリーに拡大しようとしていると述べ、GBA のイニシアチブと並行して検討する方針を示している。また、欧州市場に入ってくる電池モジュールとパックにシリアルナンバーをつけ、データベースとリンクさせることを提案しており、この欧州バッテリーアライアンス（以下、EBA）のイニシアチブと GBA の適合性について検討する必要があるとしている。

EV 関係のニュースサイト eVisions では、コバルトの問題を特集するなかで、EBA と GBA に言及している。両社を「姉妹組織」とした上で、EBA は欧州のバッテリーバリューチェーンに焦点を当てており、アライアンスというよりもむしろ、利害関係者主導のネットワークづくりのためのプラットフォームと説明している。¹³

¹⁰ http://www3.weforum.org/docs/WEF_A_Vision_for_a_Sustainable_Battery_Value_Chain_in_2030_Report.pdf（閲覧日：2021 年 2 月 8 日）

¹¹ <https://www.weforum.org/press/2019/09/decade-of-the-battery-sustainable-batteries-represent-the-best-prospect-for-meeting-paris-climate-goals/>（閲覧日：2021 年 2 月 8 日）

¹² https://www.eceee.org/static/media/uploads/site-2/ecodesign/products/Batteries/ed_battery_task_7_v45_final.pdf（閲覧日：2021 年 2 月 8 日）

¹³ eVisions 「Cobalt concerns」 <https://magazine.automotiveev.com/issue3/the-cobalt-institute.php>（閲覧日：2021 年 2 月 8 日）

c. バッテリーパスポートの動向

2019 年 9 月の GBA のインサイトレポート” A Vision for a Sustainable Battery Value Chain in 2030: Unlocking the Full Potential to Power Sustainable Development and Climate Change Mitigation”¹⁴で、バッテリーパスポートに言及している（下 3 点）。同時期に Sustainable Development Impact Summit に関連して出された GBA のリリース” Three steps to clean up electric vehicle supply chains”¹⁵でも、バッテリーパスポートに言及している（上 2 点）。

- 電池のバリューチェーンに関するデータを共有するデジタルプラットフォーム上の一種の「品質シール」である「バッテリーパスポート」のコンセプトを発表。「バッテリーパスポート」は、人権や環境フットプリントの順守等の分野で用いられることが期待されている。
- EV 用電池に使われるコバルト産出現場での児童労働や人権侵害に触れ、サプライチェーンをクリーンアップするための第 1 段階として「サプライチェーン全体の基準」が必要とし、「バッテリーパスポート」に言及。
- バッテリーパスポートは、化学組成、生産地、状態、管理者の変遷といったデータの共有を可能にする。ライフサイクルを通じて電池を識別・追跡するための強力な手段となり、短期的には電池の寿命延長と廃棄処理システムの構築に役立つ。
- （使用済み電池の再利用について）バッテリーパスポートにより、一次利用後の電池の性能について、管理システムと分析ツールを用いた迅速かつ低コストでの評価が可能になり、適切な電池を選択・評価することができるようになる。
- （リサイクルについて）バッテリーパスポートや追跡技術等のデジタルな手法により効率的で安全な回収・輸送・リサイクルが可能になり、手続き費用の削減と回収率の向上が望める。

今後の動きについて、GBA による公式の情報はないが、EV 関連のニュースサイトに掲載されたドイツでの GBA への取材記事に、以下のように記載されている。¹⁶

- GBA は、2022 年までに正しく製造されたバッテリーシール（＝バッテリーパスポート）を完成させたいと考えている。
- プロトタイプは 2020 年末までに、最初のバージョンは 2021 年までに作成される予定である。
- プロジェクトはまだ構想段階で、時間軸に関しては異なる見方もあり、適切な処理を行うには 3 年以上かかるとする向きもある。

また、同取材記事は以下の点についても指摘している。

- この「バッテリーパスポート」により、GBA に参加する企業は、EV 用電池製造に向けられる批判に対抗したいと考えている。

¹⁴ http://www3.weforum.org/docs/WEF_A_Vision_for_a_Sustainable_Battery_Value_Chain_in_2030_Report.pdf（閲覧日：2021 年 2 月 8 日）

¹⁵ <https://www.weforum.org/agenda/2019/09/clean-vehicles-have-a-dirty-secret-and-it-s-time-we-took-action/>（閲覧日：2021 年 2 月 8 日）

¹⁶ Electrive.com 「Battery manufacturing seal to be ready by 2022」（2020 年 2 月 24 日付）

<https://www.electrive.com/2020/02/24/battery-manufacturing-seal-to-be-ready-by-2022/>（閲覧日：2021 年 2 月 8 日）

- EV 等を購入する消費者に対し、電池生産に関するより多くの情報を提供することを目的としている。ただし、バリューチェーンの個々の段階における具体的な制限値（水の消費量や CO2 排出量など）が含まなければならないが、どの値が「良好」または「不良」とされるかはまだ不明である。消費者団体や政府の代表等もこの議論に参加するとのことである。

一方、バッテリーパスポート関連のパイロットプロジェクトについても進行している。GBA のナレッジパートナーである Everledger 社（英）は、2020 年 1 月のリリースで以下を発表している。¹⁷

- ブロックチェーンと IoT 技術によるリチウムイオン電池のライフサイクル追跡に関する 2 つのパイロットプログラムについて、米国エネルギー省より第 1 段階の資金が提供された。最初のプログラムは、フォードと共同で EV 用電池のライフサイクルの関係者を結び付け、最適な管理と使用後の責任ある回収を保証するものである。2 つ目のプログラムは、携帯電子機器に使われるリチウムイオン電池のリサイクルについて消費者に通知し、報酬を与えるプラットフォームに焦点を当てたものである。
- どちらも最新の識別・データ取得・ブロックチェーン技術を用いて、個別のデジタル ID（または「バッテリーパスポート」）を電池に付与する。関係者は、電池の場所、状態、ヘルススコア、リサイクル可能な金属を完全に把握することができる。フォードとの協力により、電池は製造の段階から追跡される。

5) 電池指令（2006/66/EC）を巡る直近の動向

欧州委員会は 2020 年 12 月 10 日に電池指令の改正案「Proposal for a REGULATION OF THE EUROPEAN PARLIAMENT AND OF THE COUNCIL concerning batteries and waste batteries, repealing Directive 2006/66/EC and amending Regulation (EU) No 2019/1020」¹⁸とその附属書「ANNEXES to the Proposal for a Regulation of the European Parliament and of the Council concerning batteries and waste batteries, repealing Directive 2006/66/EC and amending Regulation (EU) No 2019/1020」¹⁹を公開し、2021 年 2 月 7 日までの意見受付を実施した。同改正案は、加盟国に対し国内法化を求める「指令(Directive)」ではなく、直接効力を持ち、国内法化を必要としない「規制(Regulation)」として提案されている。

¹⁷ everledger 「Circular thinking: the race to trace battery lifecycles」（2020 年 1 月 23 日付）

<https://www.everledger.io/circular-thinking-the-race-to-trace-battery-lifecycles/>（閲覧日：2021 年 2 月 8 日）

¹⁸

https://ec.europa.eu/environment/waste/batteries/pdf/Proposal_for_a_Regulation_on_batteries_and_waste_batteries.pdf（閲覧日：2021 年 2 月 8 日）

¹⁹ [https://ec.europa.eu/environment/waste/batteries/pdf/Annexes-](https://ec.europa.eu/environment/waste/batteries/pdf/Annexes-Proposal_for_a_Regulation_on_batteries_and_waste_batteries.pdf)

[Proposal_for_a_Regulation_on_batteries_and_waste_batteries.pdf](https://ec.europa.eu/environment/waste/batteries/pdf/Annexes-Proposal_for_a_Regulation_on_batteries_and_waste_batteries.pdf)（閲覧日：2021 年 2 月 8 日）

表 1-5 電池指令（2006/66/EC）を巡る直近の動向

電池指令の見直し	
2018 年 6 月 14 日	ELV 指令、電池指令、WEEE 指令を改正する指令(EU) 2018/849 を公布。 ● 循環経済への移行という EU のコミットメントに照らし、3 つの指令について、特に関連する廃棄物の流れに含まれる特定の材料の目標設定が可能かどうかを考慮して見直し、必要に応じて修正を行う。 ● 電池指令の見直しについては、有害物質を使用しない新しいタイプの電池の開発についても考慮に入れる必要がある。
電池指令改正案の作成	
2020 年 5 月 28 日～7 月 9 日	改正に伴う影響評価に関するロードマップを公開し、意見受付を実施
2020 年 12 月 10 日～2021 年 2 月 7 日	欧州委員会による改正案が採択・公開され、意見受付を実施
2022 年 1 月 1 日	新たに電池規制として適用開始予定
2023 年 7 月 1 日	現行の電池指令 2006/66/EC 廃止予定

出所) 欧州委員会ウェブサイトより作成

<https://eur-lex.europa.eu/legal-content/EN/TXT/PDF/?uri=CELEX:32018L0849&from=EN>

<https://ec.europa.eu/info/law/better-regulation/have-your-say/initiatives/12399-Modernising-the-EU-s-batteries-legislation>

https://ec.europa.eu/environment/waste/batteries/pdf/Proposal_for_a_Regulation_on_batteries_and_waste_batteries.pdf (閲覧日: 2021 年 2 月 8 日)

a. 改正案の背景

電池需要は主に道路輸送の電動化によって急増し、2030 年の世界需要は 2018 年の 14 倍になると予測される。EU はその 17%を占め、需要だけでなく生産においても世界第 2 位の市場となる。

指数関数的な電池需要の拡大は、コバルト、リチウム、ニッケル、マンガンといった原料需要の急増を伴う。EV 用電池について言えば、EU における需要量はリチウムが 2030 年に 18 倍、2050 年に 60 倍になり、コバルトはそれぞれ 5 倍と 15 倍に、レアアースは 2050 年に 10 倍になると予測される。また、電池生産の拡大に伴い、使用済み電池の廃棄量も増大し、リサイクルされるリチウム系電池は、2020 年から 2040 年の間に 700 倍になると予測されている。²⁰²¹

欧州では 2006 年に施行された電池指令(2006/66/EC)に基づいてこれまで規制が行われてきたが、上記を含む社会経済状況、技術革新、市場、利用状況の変化に対応した、新たな法的枠組みが求められている。また、法的安定性を提供することで、EU 内外で大規模投資を解放し、革新的で持続可能な電池の生産能力を高め、急拡大する市場に対応する必要がある。

b. 改正案の位置づけ

欧州委員会は、この改正案を通じ、電池バリューチェーンのサーキュラーエコノミーの促

²⁰ https://ec.europa.eu/commission/presscorner/detail/en/fs_20_2359 (閲覧日: 2021 年 2 月 8 日)

²¹ https://ec.europa.eu/commission/presscorner/detail/en/qanda_20_2311 (閲覧日: 2021 年 2 月 8 日)

進を目指しており、資源利用の効率化によりバージン材への依存と採掘段階における環境影響を減らし、最終的に電池による環境負荷全体を削減することを目標としている。

2020年3月に欧州委員会が採択した New Circular Economy Action Plan (NCEP)は、持続可能な成長を目指す欧州グリーン・ディールの主要な構成要素である。電池指令改正案は、この NCEP の最初のイニシアチブであり、欧州グリーン・ディールが 2050 年を目標とする「気候中立」（温室効果ガス排出実質ゼロ）を達成するためのカギとされている。さらに、持続可能な電池は電気自動車の電力として温室効果ガス排出削減に大きく貢献するだけでなく、EU のエネルギーミックスにおける再生可能エネルギーの比率拡大を促進することが期待されている。

c. 改正案の特徴

ア) 指令(Directive)から規制(Regulation)への変更

現行の電池指令は廃棄段階のみを対象とし、性能や耐久性、温室効果ガス排出、責任ある調達といった生産・使用段階をカバーする枠組みとなっていない。改正案は、原料調達から廃棄までの電池のライフサイクル全体をカバーするものであり、さらに加盟国に対し国内法化を求める指令(Directive)ではなく、直接効力を持つ規制(Regulation)とすることで、より強い効力を持つものとなる。

イ) すべての電池に対する義務的要件

欧州市場に投入されるすべての電池、すなわち産業用電池、自動車用電池、電気自動車用電池、携帯用電池について、以下の義務的要件を満たす場合のみ、生産者は市場投入または使用開始が可能としている。EU 外で生産された電池は、輸入者または販売者がこれに適合していることを保証する必要がある。

- 持続可能性と安全性の要件
 - ✓ 有害物質規制（水銀、カドミウム）
 - ✓ カーボンフットプリント（宣言、性能クラス表示、最大閾値）
 - ✓ リサイクル材料使用量（コバルト、鉛、リチウム、ニッケル）
 - ✓ 性能・耐久性要件 等
- 表示と情報の要件
 - ✓ ラベル表示
 - ✓ QR コード
 - ✓ 電池管理システム（健康状態・予想寿命を決定するパラメータ情報） 等

ウ) 経済事業者のライフサイクル管理義務

人権や社会・環境基準に配慮した原料を使用し、最も環境負荷の少ない方法で生産するとともに、使用後は再利用、再製造、リサイクルすることで、貴重な原料を域内経済に循環させるため、経済事業者（生産者、その代理人、輸入者、販売者、サービス提供者）に

対し以下の義務を求めている。

- 原料の責任ある調達（デューデリジェンス）方針の策定（産業用電池、電気自動車用電池を上市する経済事業者が対象）
- 拡大生産者責任に基づく廃棄物管理義務の遂行
 - ✓ すべての廃電池を無料で回収する（自動車用電池、産業用電池、電気自動車用電池の生産者が対象）
 - ✓ 回収した廃電池は埋立・焼却せず、すべて二次利用・再製造またはリサイクル工程に送られる

エ）電気自動車用電池の二次利用・再製造の促進

電気自動車用電池と産業用電池の二次利用・再製造のための明確な枠組みを確立している。

- 二次利用・再製造する事業者に対し、電池管理システムへのアクセスを許可する
- 上記事業者に対し、二次利用・再製造された電池が本規制を含む要件に適合することを保証する義務を課す
- 二次利用・再製造された電池は、カーボンフットプリント、リサイクル材料使用量、性能・耐久性要件、デューデリジェンス方針策定に関する義務の対象外とする

オ）新しい IT 技術の活用

バッテリーパスポートや電子交換システムといった新しい IT 技術の利用により、安全なデータ共有、市場の透明性の向上、大容量電池のライフサイクルを通じたトレーサビリティを実現する。

d. 改正案の構成と概要

表 1-6 電池指令改正案の構成と概要

構成		概要
第 1 章 総則	第 1 条 主題と範囲	すべての電池、すなわち携帯用、自動車用、電気自動車用、産業用の電池に適用する
	第 2 条 定義	－
	第 3 章 自由移動	要件に適合する電池は欧州市場において自由に移動することができる
	第 4 条 持続可能性、安全性、表示および情報要件	第 2 章と第 3 章の要件を満たす場合のみ、市場投入または使用開始することができる
	第 5 条 所轄官庁	加盟国は、廃電池の管理（第 7 章）の義務を履行する所轄官庁を指定し、生産者が同章の要件を遵守するよう監視・検証する
第 2 章 持続可能性と安全性の要件	第 6 条 有害物質の規制	有害物質、特に水銀とカドミウムの使用に関する制限を定める。附属書 I 参照
	第 7 条 電気自動車用電池と充電式産業用電池のカーボンフットプリント	カーボンフットプリント宣言、性能クラス表示、ライフサイクルにおける最大カーボンフットプリント閾値。附属書 II 参照

	第 8 条 産業用、電気自動車、自動車用電池のリサイクル材料使用量	コバルト、鉛、リチウム、ニッケルのリサイクル材料の最低比率
	第 9 条 携帯用電池の性能・耐久性要件	－
	第 10 条 充電式産業用電池と電気自動車用電池の性能・耐久性要件	電気化学的性能と耐久性に関するパラメータを技術文書に記載。附属書Ⅳ参照
	第 11 条 携帯用電池の取り外し・交換性	－
	第 12 条 固定蓄電池システムの安全性	－
第 3 章 表示と情報の要件	第 13 条 電池の表示	ラベル表示、QR コード。附属書Ⅵ参照
	第 14 条 電池の健康状態と予想寿命に関する情報	健康状態と予想寿命を決定するパラメータに関するデータを含む電池管理システム。附属書Ⅶ参照
第 4 章 適合性	第 15 条～第 20 条	適合性評価に関する規則を含み、大部分が標準規定である
第 5 章 適合性評価機関の通知	第 21 条～第 37 条	適合性評価機関の通知に関するものであり、大部分が標準規定である
第 6 章 第 7 章の義務以外の経済事業者の義務	第 38 条 生産者の義務	第 2 章と第 3 章の要件を満たす電池のみを市場投入または使用開始することができる。附属書Ⅷに規定された技術文書を作成する
	第 39 条 2kWh 以上の充電式産業用電池と電気自動車用電池を上市する経済事業者がサプライチェーンのデューデリジェンス方針を策定する義務	欧州市場に投入される充電式産業用電池と電気自動車用電池に関するデューデリジェンス方針を策定することを要求している。欧州委員会は、この義務に関係する物質とリスク分類のリストを見直す権限を与えられている。附属書Ⅹ参照
	第 40 条 認定代理人の義務	－
	第 41 条 輸入者の義務	第 2 章と第 3 章の要件を満たす電池のみを市場投入または使用開始することができる
	第 42 条～第 45 条	販売者の義務、サービス提供者の義務、生産者の義務が輸入者・販売者に適用される場合、経済事業者の特定方法
第 7 章 廃電池の管理	第 46 条 生産者の登録	－
	第 47 条 拡大生産者責任	生産者は拡大生産者責任を有し、廃棄物管理を遂行する義務がある
	第 48 条 携帯用電池の回収	－
	第 49 条 自動車用、産業用、電気自動車用電池の回収	自動車用、産業用、電気自動車用電池の生産者は、すべての廃電池を無料で回収する義務がある
	第 50 条～第 55 条	販売者の義務、使用者の義務、処理施設の義務、廃棄物管理当局の参加、携帯用電池の回収拠点と回収率
	第 56 条 処理・リサイクル	回収した廃電池は埋立・焼却してはならない
	第 57 条 リサイクル率と原料回収目標	回収した廃電池はすべてリサイクルし、処理業者は最低リサイクル率と原料回収目標を達成しなければならない。附属書Ⅺ参照
	第 58 条 廃電池の輸送	廃電池の輸送が規制(EC) No1013/2006 と規制(EC) No1418/2007 に適合していることを条件に、処理・リサイクルを EU 外で実施することが可能である
	第 59 条 産業用電池と電気自動車用電池の二次利用・再製造の要件	電池を二次利用・再製造する事業者は、電池管理システム等の情報に適宜アクセスできる。二次利用・再製造された電池は、第 7 条、第 8 条、第 10 条、第 39 条に規定された義務の対象外となる
	第 60 条～第 62 条	使用済み情報、当局への報告、欧州委員会への報告
	第 63 条 適用開始日	第 7 章は、2023 年 7 月 1 日より適用される

第 8 章 電子情報交換	第 64 条 電子交換システム	充電式産業用電池と電気自動車用電池を上市する経済事業者は、電子交換システムに情報・データを保存し一般に利用可能にする。附属書ⅩⅢ参照
	第 65 条 バッテリーパスポート	2026 年 1 月 1 日までに、産業用電池と電気自動車用電池は、個々に「バッテリーパスポート」を有するものとする
第 9 章 EU 市場の監視、輸入管理、保護手順	第 66 条～69 条	－
第 10 章 グリーン公共調達、有害物質規制の改訂手順、サプライチェーンデューデリジェンス制度の欧州委員会による承認	第 70 条 グリーン公共調達	－
	第 71 条 有害物質規制の改訂手順	－
	第 72 条 サプライチェーンデューデリジェンス制度	－
第 11 章 委任された権限と委員会の手続き	第 73 条～第 74 条	－
第 12 章 修正	第 75 条 規制 (EU) 2109/1020 の改訂	－
第 13 章 最終規定	第 76 条 罰則	－
	第 77 条 レビュー	2030 年 12 月 31 日までに欧州委員会は本規制の適用に関する報告書を作成するものとする
	第 78 条 廃止・経過規定	電池指令 2006/66/EC は、2023 年 7 月 1 日より廃止される
	第 79 条 施行と適用	本規制は、EU 官報 (Official Journal) に掲載されてから 20 日後に発効され、2022 年 1 月 1 日より適用される

出所) 欧州委員会「Proposal for a REGULATION OF THE EUROPEAN PARLIAMENT AND OF THE COUNCIL concerning batteries and waste batteries, repealing Directive 2006/66/EC and amending Regulation (EU) No 2019/1020」より作成
https://ec.europa.eu/environment/waste/batteries/pdf/Proposal_for_a_Regulation_on_batteries_and_waste_batteries.pdf (閲覧日: 2021 年 2 月 8 日)

e. 改正案の内容 (主な条項の抜粋)

ア) 第 1 章 総則 第 1 条 主題と範囲

- (1) 本規制は、電池の市場投入または使用開始に伴う持続可能性、安全性、表示、情報に関する要件、および廃電池の収集、処理、リサイクルに関する要件を定める
- (2) 本規制は、形状、体積、重量、設計、材料組成、用途、目的に関わらず、すべての電池、すなわち携帯用電池、自動車用電池、電気自動車用電池、産業用電池に適用するものとする。他の製品に組み込まれているか、または追加されている電池にも適用するものとする。

イ) 第 1 章 総則 第 2 条 定義

表 1-7 電池の種類と定義

電池の種類	定義
携帯用電池	密閉されていて、5kg 未満であり、産業用に設計されておらず、電気自動車用電池または自動車用電池ではない電池
自動車用電池	自動車のスターター（セルモーター）、照明、イグニッション電源のみに使われる電池
産業用電池	産業用に設計された電池、および、携帯用電池、電気自動車用電池、自動車用電池を除くその他の電池
電気自動車用電池	道路輸送用のハイブリッド車と電気自動車に牽引力を提供するために特別に設計された電池

出所) 欧州委員会「Proposal for a REGULATION OF THE EUROPEAN PARLIAMENT AND OF THE COUNCIL concerning batteries and waste batteries, repealing Directive 2006/66/EC and amending Regulation (EU) No 2019/1020」より作成
https://ec.europa.eu/environment/waste/batteries/pdf/Proposal_for_a_Regulation_on_batteries_and_waste_batteries.pdf（閲覧日：2021 年 2 月 8 日）

ウ) 第 2 章 持続可能性と安全性の要件 第 6 条 有害物質の規制

規制(EC) No1907/2006 の附属書 XVII に加え、本規制の附属書 I において制限されている有害物質は、当該制限の条件に適合しない限り、電池に含まれないものとする

表 1-8 電池指令改正案附属書 I 有害物質の規制

物質名	制限条件
水銀 (CAS No. 7439-97-6、EC No. 231-106-7 およびその化合物)	電池は、製品に組み込まれているかどうかに関わらず、重量で 0.0005%を超える水銀（水銀金属として表される）を含んではならない 指令 2000/53/EC が適用される車両に使用される電池は、均質な材料に重量で 0.1%を超える水銀（水銀金属として表される）を含んではならない
カドミウム (CAS No. 7440-43-9、EC No. 231-152-8 およびその化合物)	携帯用電池は、製品に組み込まれているかどうかに関わらず、重量で 0.002%を超えるカドミウム（カドミウム金属として表される）を含んではならない 上記(1)は(a)非常用照明を含む非常用警報システム(b)医療機器での使用を目的とする携帯用電池には適用されない 指令 2000/53/EC が適用される車両に使用される電池は、均質な材料に重量で 0.01%を超えるカドミウム（カドミウム金属として表される）を含んではならない 上記(3)は、指令 2000/53/EC の附属書 II に基づく免除対象の車両には適用されない

出所) 欧州委員会「Proposal for a REGULATION OF THE EUROPEAN PARLIAMENT AND OF THE COUNCIL concerning batteries and waste batteries, repealing Directive 2006/66/EC and amending Regulation (EU) No 2019/1020」より作成
https://ec.europa.eu/environment/waste/batteries/pdf/Proposal_for_a_Regulation_on_batteries_and_waste_batteries.pdf（閲覧日：2021 年 2 月 8 日）

エ) 第 2 章 持続可能性と安全性の要件 第 7 条 電気自動車用電池と充電式産業用電池のカーボンフットプリント

- (1) 2024 年 7 月 1 日より、2kWh 以上の電気自動車用電池と充電式産業用電池は、工場からの種類別の出荷ごとに、以下の情報を含むカーボンフットプリント宣言が記載された技術文書を添付するものとし、欧州委員会は 2023 年 7 月 1 日までに、附属書Ⅱに規定された必須要素に基づく総カーボンフットプリントの計算方法と宣言の書式を制定し、それぞれ委任法令と実施法令として採択する
 - 1) 生産者に関する管理情報
 - 2) 申告が適用される電池に関する情報
 - 3) 電池生産施設の地理的位置に関する情報
 - 4) 二酸化炭素換算 kg で計算した電池の総カーボンフットプリント
 - 5) ライフサイクルステージ (材料採掘・前処理、生産、販売、使用後・リサイクル) ごとのカーボンフットプリント
 - 6) 第三者検証書
 - 7) カーボンフットプリント宣言の結果を裏付ける研究の公開情報へのリンク
- (2) 2026 年 1 月 1 日より、上記の電池は、個々の電池が対応するカーボンフットプリント性能クラスを示す、はっきりと読みやすく消えないラベルを付けるものとし、欧州委員会は 2024 年 12 月 31 日までに、附属書Ⅱに規定された関連する必須要素を考慮したカーボンフットプリント性能クラスとラベル表示の書式を制定し、それぞれ委任法令と実施法令として採択する
- (3) 2027 年 7 月 1 日より、上記の電池は、工場からの種類別の出荷ごとに、宣言したライフサイクルのカーボンフットプリント値が最大閾値を下回ることを証明する技術文書を添付するものとし、欧州委員会は 2026 年 7 月 1 日までに、附属書Ⅱに規定された関連する必須要素を考慮してライフサイクルにおける最大カーボンフットプリント閾値を決定し、委任法令として採択する

オ) 第 2 章 持続可能性と安全性の要件 第 8 条 産業用電池、電気自動車用電池、自動車用電池のリサイクル材料使用量

- (1) 2027 年 1 月 1 日より、活物質としてコバルト、鉛、リチウム、ニッケルを含む、2kWh 以上の産業用電池、電気自動車用電池、自動車用電池は、工場からの種類別の出荷ごとに、これらのリサイクル材料の含有量に関する情報を技術文書に添付するものとし、欧州委員会は 2025 年 12 月 31 日までに、その計算・検証方法と書式を定めた実施法令を採択する
- (2) 上記の電池は、2030 年 1 月 1 日以降、または 2035 年 1 月 1 日以降、工場からの種類別の出荷ごとに、下記の最低比率以上のリサイクル材料を含むことを証明する技術

文書を添付するものとする

表 1-9 リサイクル材料の最低比率

物質名	2030 年 1 月 1 日以降	2035 年 1 月 1 日以降
コバルト	12%	20%
鉛	85%	85%
リチウム	4%	10%
ニッケル	4%	12%

出所) 欧州委員会「Proposal for a REGULATION OF THE EUROPEAN PARLIAMENT AND OF THE COUNCIL concerning batteries and waste batteries, repealing Directive 2006/66/EC and amending Regulation (EU) No 2019/1020」より作成
https://ec.europa.eu/environment/waste/batteries/pdf/Proposal_for_a_Regulation_on_batteries_and_waste_batteries.pdf (閲覧日: 2021 年 2 月 8 日)

- (3) 各リサイクル材料の入手可能性や不足状態に鑑み正当かつ適切な場合は、欧州委員会は 2027 年 12 月 31 日までに、上記目標を改定する委任法令を採択することができる

カ) 第 2 章 持続可能性と安全性の要件 第 10 条 充電式産業用電池と電気自動車用電池の性能・耐久性要件

- (1) 本規制の発効後 12 ヶ月より、2kWh 以上の電気自動車用電池と充電式産業用電池は、附属書Ⅳの A に規定された電気化学的性能と耐久性に関するパラメータを技術文書に記載するものとする。技術文書には、これらの値を測定、計算、推定するために使用した技術仕様、基準、条件の説明も含めるものとし、その説明には、少なくとも附属書Ⅳの B に規定された要素を含むものとする

● 附属書Ⅳ A. 電気化学的性能と耐久性に関するパラメータ

- 1) 定格容量(Ah)とその減少率(%)
- 2) 電力(W)とその減少率(%)
- 3) 内部抵抗(Ω)とその増加率(%)
- 4) エネルギー往復効率²²とその減少率(%)
- 5) 設計された条件下での予想寿命の指標

● 附属書Ⅳ B. パラメータ測定の説明のための要素

- 1) 適用した放電率と充電率
- 2) 最大許容電力 (W) とエネルギー (Wh) の比率
- 3) サイクル寿命テストにおける放電深度

²² エネルギー往復効率とは、放電テスト中に電池によって供給される正味エネルギーと、標準充電によって初期充電状態を復元するために必要な総エネルギーとの比率

- 4) 充電状態が 80%と 20%での電力容量
 - 5) 測定されたパラメータを使用して実施した計算
- (2) 2026 年 1 月 1 日より、2kWh を超える充電式産業用電池は、附属書Ⅳの A に規定された電気化学的性能と耐久性に関するパラメータについて、欧州委員会が 2024 年 12 月 31 日までに設定し委任法令として採択した最低値を満たすものとする

キ) 第 3 章 表示と情報の要件 第 13 条 電池の表示

- (1) 2027 年 1 月 1 日より、電池は附属書Ⅵの A に規定された下記の情報をラベル表示し、携帯用電池と自動車用電池は容量、携帯用電池は特定用途で使用された場合の最小平均持続時間の情報を含むものとする

● 附属書Ⅳ A. 電池に関する一般情報

- 1) 生産者の名称、登録商号または商標
 - 2) 電池の種類、出荷番号やシリアル番号など識別可能な要素
 - 3) 電池の型式 ID
 - 4) 製造日
 - 5) 上市日
 - 6) 化学的性質
 - 7) 電池に含まれる水銀、カドミウム、鉛以外の有害物質
 - 8) 電池に含まれる重要な材料
- (2) 2023 年 7 月 1 日より、附属書Ⅵの B の要件に従い電池に分別収集を示す記号を表示し、カドミウム含有量 0.002%、鉛含有量 0.004%を超える電池は、化学記号である Cd または Pb を記すものとする
- (3) 附属書Ⅵの C の要件に従い、電池に QR コードを表示し、以下の情報へのアクセスを提供するものとする
- 1) 2027 年 1 月 1 日より上記(1)、2023 年 1 月 1 日より上記(2)の情報
 - 2) 本規制の発効後 12 か月より、充電式産業用電池と電気自動車用電池は、第 39 条に言及された第三者検証の報告書等
 - 3) 2024 年 7 月 1 日より、2kWh 以上の電気自動車用電池と充電式産業用電池は、第 7 条 (1) に言及されたカーボンフットプリント宣言
 - 4) 2026 年 1 月 1 日より、2kWh 以上の電気自動車用電池と充電式産業用電池は、第 7 条 (2) に言及されたカーボンフットプリント性能クラス
 - 5) 2027 年 1 月 1 日より、2kWh 以上の電気自動車用電池と充電式産業用電池、自動車用電池は、第 8 条に基づくリサイクル材料使用量
 - 6) 2023 年 1 月 1 日より、すべての電池は、第 18 条に言及された「EU 適合宣言」
 - 7) 2023 年 7 月 1 日より、すべての電池は、第 60 条に言及された「使用済み情報」

- (4) 以上のラベルと QR コードは、印刷または刻印しなければならない
- (5) 欧州委員会は 2025 年 12 月 31 日までに、ラベル表示要件の統一仕様を制定し、実施法令として採択するものとする

ク) 第 3 章 表示と情報の要件 第 14 条 電池の健康状態と予想寿命に関する情報

- (1) 2kWh 以上の電気自動車用電池と充電式産業用電池は、附属書Ⅶに規定された電池の健康状態と予想寿命を決定するパラメータに関するデータを含む電池管理システムを有するものとする

- 附属書Ⅶ 電池の健康状態を決定するためのパラメータ

- 1) 残容量
- 2) 全体的な容量の減少
- 3) 残りの電力と電力減少
- 4) 残りの往復効率
- 5) 実際の冷却需要
- 6) 自己放電率の推移
- 7) オーム抵抗および/または電気化学的インピーダンス

- 附属書Ⅶ 電池の予想寿命を決定するためのパラメータ

- 1) 電池の製造日、使用開始日
- 2) エネルギー処理能力
- 3) 容量処理能力

- (2) 上記の電池管理システム内のデータへのアクセスは、電池を合法的に購入した個人・法人またはその代理人に対し、以下の目的のため、差別なく提供されるものとする

- 1) 電池の残存価値と今後の使用可能性の評価
- 2) 電池の再利用・二次利用・再製造の容易化
- 3) 収集事業者や市場参加者による蓄電池としての利用

- (3) 本条の規定は、車両の型式認証に関する EU 法に定められた規定に追加して適用されるものとする

ケ) 第 6 章 第 7 章の義務以外の経済事業者の義務 第 39 条 2kWh 以上の充電式産業用電池と電気自動車用電池を上市する経済事業者がサプライチェーンのデューデリジェンス

方針を策定する義務

- (1) 本規制の発効後 12 ヶ月より、2kWh 以上の充電式産業用電池と電気自動車用電池を上市する経済事業者は、以下のサプライチェーンのデューデリジェンスの義務を遵守し、第三者検証の結果を含め、義務遵守を証明する文書を保管するものとする
- (2) 上記(1)の経済事業者は、
 - 1) 附属書Xの第1項に示す原料（コバルト、天然黒鉛、リチウム、ニッケル、その化合物）のサプライチェーンに関する会社方針を採用し、供給者と一般に対して分かり易く伝える
 - 2) OECD デューデリジェンスガイダンス附属書Ⅱのモデルサプライチェーンポリシーに示された基準と一致するサプライチェーンポリシー基準を組み込む
 - 3) プロセスを監督し 5 年以上記録を保管する担当役員を設置し、サプライチェーンデューデリジェンスをサポートする内部管理体制を構築する
 - 4) サプライチェーン全体の管理システムと透明性を確立し運用する。かかるシステムは、以下の情報を提供する文書により補完される
 1. 名称と種類を含む原料の説明
 2. 原料の供給者の名称と所在地
 3. 原料の原産国と、採掘から経済事業者へ引き渡されるまでの取引
 4. 電池に使用される原料の量（割合または重量）
 - 5) リスク管理方法を含むサプライチェーンポリシーを、供給者との契約に組み込む
 - 6) 苦情処理メカニズムを、早期リスク認識システムとして確立するか、他の経済事業者との協定や外部専門家への依頼を通じて提供する
- (3) 上記(1)の経済事業者は、
 - 1) 上記の情報に基づき、附属書Xの第2項に示すリスク分類（空気、水、土壌、生物多様性、健康、労働安全衛生、児童労働含む労働権、人権、コミュニティ）に関連する悪影響を特定し評価する
 - 2) 特定されたリスクによる悪影響を防止・緩和するため、以下を実施する
 1. 担当役員へサプライチェーンのリスク評価結果を報告する
 2. リスクを防止・緩和できる供給者に圧力をかけることを考慮し、OECD デューデリジェンスガイダンス附属書Ⅱに準拠したリスク管理措置を採用する
 3. リスク管理計画を実行し、リスク緩和策の効果を監視し、担当役員に報告し、緩和に失敗した場合の供給者との契約停止を検討する
 4. 緩和を必要とするリスクについて、または状況が変化した後、追加的な事実・リスク評価を行う
- (4) 上記(1)の経済事業者は、サプライチェーンデューデリジェンスポリシーに対し、通知機関による第三者検証を受ける

- (5) 上記(1)の経済事業者は、加盟国の市場監視当局の要請に応じ、第三者検証の報告書やサプライチェーンデューデリジェンス制度への準拠の証拠を提出する
- (6) 欧州委員会は、附属書Xの第2項に言及された社会的・環境的リスクに関し、上記デューデリジェンス要件の適用に関するガイダンスを策定するものとする

コ) 第7章 廃電池の管理 第47条 拡大生産者責任

- (1) 生産者は、EU加盟国の領土内で初めて上市する電池の拡大生産者責任を有し、以下の廃棄物管理義務を確実に遂行するものとする
 - 1) 廃電池の分別収集（第48条、第49条）、その後の輸送、二次利用・再製造の準備、安全対策を含む廃電池の処理・リサイクル(第56条)
 - 2) 加盟国の領土内で初めて上市した電池に関する義務についての報告（第61条）
 - 3) 使用者が不適切に廃棄した電池を特定する調査費用の負担を含む、電池の分別収集の促進（第48条第1項）
 - 4) 使用済み情報を含む情報の提供（第60条）
 - 5) 上記活動に対する費用負担
- (2) 生産者は、上記義務の遂行を生産者責任組織に委託することができる
- (3) 生産者と委託を受けた責任組織は、
 - 1) 上記義務を遂行するために必要な組織的・財政的手段を有し、
 - 2) 自己管理メカニズムを設置するとともに定期的に独立監査を実施し、財政管理や収集・報告データの質について定期的に評価するものとする

サ) 第7章 廃電池の管理 第49条 自動車用、産業用、電気自動車用電池の回収

- (1) 自動車用電池、産業用電池、電気自動車用電池の生産者または生産者責任組織は、すべての廃電池を、無料で、使用者または以下の収集拠点より回収するものとする
 - 1) 上記電池の販売者（第50条第1項）
 - 2) 使用済電気電子機器および使用済車両の処理・リサイクル施設（第52条）
 - 3) 廃棄物管理を代行する公的機関または第三者（第53条）
- (2) 上記の収集拠点は、廃電池の収集・管理の収益性が高い地域に限定せず、人口規模・密度、廃電池の予想量、使用者へのアクセス可能性を考慮し、EU加盟国の領土全体をカバーするものとする

- (3) 上記電池の生産者または生産者責任組織は、
- 1) 安全要件を満たす回収インフラを各拠点に設置し、必要経費を負担する。回収容器は、各拠点で回収される可能性のある廃電池の量と危険性に対応するために十分なものとする
 - 2) 回収は、インフラの容量と、回収される可能性のある廃電池の量と危険性に比例する頻度で行う
 - 3) 使用者・収集拠点から回収した廃電池は、処理・リサイクル施設に引き渡すものとする（第 56 条）
- (4) 回収した廃電池は、処理・リサイクルのために認定廃棄物管理事業者に引き渡すことができる（第 56 条）。その場合は、上記(3)の 3)に記載した生産者の義務は果たされたものとする

シ) 第 7 章 廃電池の管理 第 57 条 リサイクル率と原料回収目標

- (1) 回収した廃電池はすべてリサイクル工程に送られ、リサイクル業者は、附属書XIIの B と C に規定された最低リサイクル率と原料回収目標を確実に達成するものとする
- (2) 欧州委員会は 2023 年 12 月 31 日までに、リサイクル率と原料回収の計算・検証に関する詳細な規則を定めた実施法令を採択するものとし、リサイクル率と原料回収はこれに従って計算するものとする

表 1-10 電池指令改正案附属書XII B. 最低リサイクル率（平均重量比）

電池種類	2025 年 1 月 1 日までに	2030 年 1 月 1 日までに
鉛蓄電池	75%	80%
リチウムを使用した電池	65%	70%
他の廃電池	50%	—

出所) 欧州委員会「ANNEXES to the Proposal for a Regulation of the European Parliament and of the Council concerning batteries and waste batteries, repealing Directive 2006/66/EC and amending Regulation (EU) No 2019/1020」より作成 https://ec.europa.eu/environment/waste/batteries/pdf/Annexes-Proposal_for_a_Regulation_on_batteries_and_waste_batteries.pdf（閲覧日：2021 年 2 月 8 日）

表 1-11 電池指令改正案附属書Ⅻ C. 原料回収目標

物質名	2026 年 1 月 1 日までに	2030 年 1 月 1 日までに
コバルト	90%	95%
銅	90%	95%
鉛	90%	95%
リチウム	35%	70%
ニッケル	90%	95%

出所) 欧州委員会「ANNEXES to the Proposal for a Regulation of the European Parliament and of the Council concerning batteries and waste batteries, repealing Directive 2006/66/EC and amending Regulation (EU) No 2019/1020」より作成 https://ec.europa.eu/environment/waste/batteries/pdf/Annexes-Proposal_for_a_Regulation_on_batteries_and_waste_batteries.pdf (閲覧日: 2021 年 2 月 8 日)

ス) 第 7 章 廃電池の管理 第 59 条 産業用電池と電気自動車用電池の二次利用・再製造の要件

- (1) 電池を二次利用・再製造する事業者は、電池の健康状態と残存寿命を評価・決定するために電池管理システムにアクセスすることができる。また、電池及び電池が組み込まれた装置、車両、コンポーネントの取り扱いとテストに関する情報に同等の条件で適宜アクセスすることができる
- (2) 上記事業者は、以下を保証するものとする
 - 1) 電池とそのコンポーネントの検査、性能テスト、梱包、出荷が適切な品質管理と安全指示に基づき実施されること
 - 2) 二次利用・再製造された電池が本規制、他の法律による製品・環境・健康保護要件、販売後の特定用途に関する技術要件に適合すること
- (3) 二次利用・再製造された電池は、以下に規定された義務の対象外とする
 - 1) カーボンフットプリント (第 7 条)
 - 2) リサイクル材料使用量 (第 8 条)
 - 3) 性能・耐久性要件 (第 10 条)
 - 4) サプライチェーンのデューデリジェンス方針策定 (第 39 条)
- (4) 二次利用・再製造の対象となる廃電池は、廃棄物でないことを証明するため、当局の要請に応じて所有者が健康状態評価結果、所有権の販売・譲渡に関する書類等を提示するものとする

セ) 第 8 章 電子情報交換 第 64 条 電子交換システム

- (1) 欧州委員会は 2026 年 1 月 1 日までに、電池情報の電子交換システムを設置し、2024 年 12 月 31 日までに、システムアーキテクチャ、フォーマット、情報・データの利用等に関する規則を制定し、実施法令として採択するものとする
- (2) 2kWh 以上の充電式産業用電池と電気自動車用電池を上市する経済事業者は、附属書 X III に規定された情報・データを同システムに保存し、電子的に利用可能にするものとする

● 附属書 X III 電子交換システムに保存する情報

- 1) 一般公開部分（経済事業者が一般にアクセス可能な部分に保存する情報）
 1. 電池の生産者
 2. 電池の種類
 3. 市場投入日など型式を識別するのに十分な一般的説明
 4. 生産地と生産年月日
 5. 重要な原料を含む電池の組成
 6. 関連する実施措置に示された単位でのカーボンフットプリント情報
 7. 関連する実施措置に示された責任ある調達に関する情報
 8. 関連する実施措置に示されたリサイクル材料情報
 9. 定格容量(Ah)
 10. 最小・公称・最大電圧、該当する場合は温度範囲
 11. 本来の電力容量(ワット)と限界値、該当する場合は温度範囲
 12. サイクル数で表した予想寿命、使用した基準テスト
 13. 消耗までの容量閾値(電気自動車用電池のみ)
 14. 未使用時に電池が耐えられる温度範囲(基準テスト)
 15. 保証適用期間
 16. 最初とサイクル寿命 50%でのエネルギー往復効率
 17. 内部電池セル・パックの抵抗
 18. 関連するサイクル寿命テストの C レート
- 2) 認定された経済事業者と委員会のみアクセスできる部分の要件（認定された再製造者、二次利用者、リサイクル業者のみアクセス可能）
 1. カソード、アノード、電解質に使用される原料を含む詳細な組成
 2. コンポーネントの部品番号、交換部品の供給者の詳細な連絡先
 3. 解体情報（バッテリーセルの位置を示す分解図、分解順序等）
 4. 安全対策
- 3) 通知機関、市場監視当局、委員会のみアクセスできる部分の要件
 1. 本規則およびその実施・委任措置に規定された要件への適合を証明するテストレポートの結果

ソ) 第 8 章 電子情報交換 第 65 条 バッテリーパスポート

- 1) 2026 年 1 月 1 日までに、市場投入または使用開始される 2kWh 以上の産業用電池と電気自動車用電池は、個々に電子記録「バッテリーパスポート」を有するものとする
- 2) バッテリーパスポートは、電池を上市する経済事業者が個々の電池に付与する固有の ID によって識別され、その ID は、電池に印刷または刻印するものとする
- 3) バッテリーパスポートは、電子交換システムに保存されたそれぞれの電池種類・型式に関する基本特性情報にリンクするものとする。電池を上市する経済事業者は、バッテリーパスポートに含まれるデータが正確、完全、最新であることを保証するものとする
- 4) バッテリーパスポートは、電子交換システムと相互運用可能な電子システムを通じて、オンラインでアクセスできるものとする
- 5) バッテリーパスポートは、上市後に電池の状態が変化する可能性がある場合、第 10 条に記載した性能・耐久性パラメータの値に関する情報へのアクセスを許可するものとする
- 6) 状態の変化が修理や二次利用によるものの場合、バッテリーパスポート内の記録の責任は、その電池を市場投入または使用開始する経済事業者に委譲されるものとする
- 7) 欧州委員会は、バッテリーパスポートを通じてアクセス可能な情報・データのアクセス、共有、管理、探査、公開、再利用に関する規則を制定するための実施法令を採択する権限を有する

(3) 中国のリチウムイオン電池リユース・リサイクル関連制度

中国では拡大生産者責任を適用し、ライフサイクル各段階に関する要求を明確に規定している。また、制度により、蓄電池の生産から廃棄、再利用までのプロセス全体のトレーサビリティを確保している。

- 電池の回収・リサイクル等の政策動向
 - ✓ 「新エネルギー自動車動力蓄電池回收利用管理暫定弁法」により、回収・リサイクルを規定。自動車メーカーは車載用蓄電池の回収の責任を負い、関連企業（電池メーカー等）は有効的利用と環境保護の処置を保障する必要あり。
 - ✓ 国は車載用蓄電池のリサイクル・再利用に関する技術研究を支援。産学官連携の促進や二次利用・リサイクル利用の推奨、リサイクルの技術革新を後押し。
- トレーサビリティの確保政策
 - ✓ 「新エネルギー自動車動力蓄電池回收利用管理暫定弁法」に基づき、トレーサビリティ総合管理プラットフォームを構築。新エネルギー動力蓄電池の生産、販売、使用、廃棄、リサイクル、再利用のプロセス全体の情報を収集し、各主体がリサ

イクルに関する責務を果たしているかを監視。

- ✓ 本規定の施行日以降に発表された新エネルギー自動車等を対象とし、施行日以前に生産、輸入された新エネルギー車は、施行日から1年以内に関連情報をトレーサビリティ管理プラットフォームに登録する必要がある。

1) 中華人民共和国工業情報化部の取組

中国自動車技術研究センター（CATRC）によると、中国における新エネルギー自動車²³の生産・販売台数は2020年までに累計500万台に達する見込みである。2018年～2020年に12～20万トンの電池が処分されたが、電池の平均寿命（約5～8年と想定）を考慮すると、2025年には35万トンまで増加する可能性が高い。²⁴

上記に対応するため、中国政府は2018年2月に「新エネルギー自動車動力蓄電池回收利用管理暫定弁法」を、2018年7月に「新エネルギー自動車動力蓄電池回收利用トレーサビリティ管理暫定規定」を策定した。^{25,26,27}

工業情報化部では、バッテリーリサイクルサービスネットワークの構築と運用のためのガイドライン草案を作成し、パブリックコメントを実施した（2019年9月24日²⁸）。

- 新エネルギー自動車動力蓄電池回收利用管理暫定弁法（中国名：新能源汽车动力蓄电池回收利用管理暂行办法（工信部联节〔2018〕43号））
 - ✓ 拡大生産者責任（EPR）を適用し、動力蓄電池リサイクルの確立と自動車メーカー、電池メーカー等による回収チャネルの共同構築・利用の推奨等を規定。
 - ✓ 新エネ自動車生産メーカー：使用済み蓄電池の回収と処理などに関して主体的な義務を負う。
 - ✓ 新エネ自動車販売業者や蓄電池生産事業者：蓄電池の回収および手続き等を購入者へのマニュアルに明記するなど、リサイクル過程において相対的な義務を負う
- 新エネルギー自動車動力蓄電池回收利用トレーサビリティ管理暫定規定（中国名：新能源汽车动力蓄电池回收利用溯源管理暂行规定（中华人民共和国工业和信息化部公告2018年第35号））
 - ✓ リサイクルのトレーサビリティ管理と新エネルギー車の電源バッテリーの利用に関する暫定規定。
 - ✓ EV用電池を製造から販売、使用、リサイクル、再利用のすべての段階において監視・追跡するためのオンライン型の全国情報管理プラットフォームを構築。

²³ 中国における新エネルギー自動車は、PHV、EV、燃料電池車を指す

²⁴ http://english.www.gov.cn/state_council/ministries/2018/02/14/content_281476046844916.htm（閲覧日：2021年2月8日）

²⁵ http://english.www.gov.cn/state_council/ministries/2018/05/28/content_281476163402900.htm（閲覧日：2021年2月8日）

²⁶ http://www.gov.cn/xinwen/2018-02/26/content_5268875.htm（閲覧日：2021年2月8日）

²⁷ <http://www.huaibin.gov.cn/wzd/webinfo/2018/08/1534706988493194.htm>（閲覧日：2021年2月8日）

²⁸ https://www.crracelve.com/policy_x-6586-1.html（閲覧日：2021年2月8日）

✓ システムへの登録期限を以下のように規定

- 車両認証取得後 15 営業日以内にバッテリー情報を登録
- 2018 年 8 月以前に生産された EV のデータは、2019 年の 8 月末までに登録

2) 新エネルギー自動車動力蓄電池回収利用管理暫定弁法の概要

車載用蓄電池の回収に拡大生産者責任（EPR）を適用し、ライフサイクル各段階に関する要求を明確に規定している。

自動車メーカーは車載用蓄電池の回収に対して主体责任を負い、関連企業（電池メーカー等）は車載用蓄電池の有効的利用と環境保護の処置を保障する必要がある。

国は車載用蓄電池のリサイクル・再利用に関する技術研究を支援しており、特に産学官連携の促進や二次利用・リサイクル利用の推奨、車載用蓄電池のリサイクルの技術革新を後押ししている。

以下、各主体に求められる設計から使用・廃棄段階までの責務を整理する。

表 1-12 各主体に求められる責務

主体	暫定弁法で求められる事項	
工業情報化部	管理・監督	【標準化】 国家標準化部門とともに、蓄電池の解体、包装、輸送、残量測定、二次利用、材料回収、安全性および環境保護等のリサイクル技術基準を研究・策定し、リサイクル管理の標準体系を構築する。 【トレーサビリティ情報システムの構築】 自動車メーカーがリサイクルサービス拠点の情報を定期的にアップロードできるような全国統一のトレーサビリティ情報システムを整備し、情報をタイムリーに公開できるようにする。関係省庁は情報共有メカニズムを確立し、蓄電池の供給源を把握する。 【規制】 関連部門と連携して、二次利用蓄電池の使用管理や二次利用企業向けのガイダンス強化等の規制により、製品の品質と安全を保証する。規定を遵守しない企業に対しては、改善命令や強制認証（CCC 認証）の停止等の是正措置を講じる。
自動車メーカー	準備段階	【情報提供】 関連規制等を遵守し、蓄電池の解体及び保管技術情報や電池の種類、有害成分に関する情報、リサイクル対策等の情報を積極的に開示する。
	生産段階	【情報提供】 新エネルギー車と蓄電池のコード対応情報を記録しなければならない。 【情報登録】 トレーサビリティシステムに、電池コードと新エネ車情報を速やかに登録しなければならない。 【引渡し】 自動車の製造過程で廃棄された蓄電池は、回収サービス拠点または総合利用企業に引き渡さなければならない。
	販売段階	【情報提供】 販売業者に対してトレーサビリティ情報システムに新エネルギー車と所有者のトレーサビリティ情報を登録するよう依頼し、車両のユーザーマニュアルに蓄電池の回収要求とプロセスなどの関連情報を明確に記さなければならない。

	使用・修理段階	【修理ネットワークの構築】 修理サービスネットワークを構築し、新エネルギー車の所有者の修理ニーズを満たすとともに、法律に従い蓄電池の修理、分解、交換及び保管に関する技術情報を公開しなければならない。
	回収段階	【回収ネットワークの構築】 車載電池の回収ネットワークを構築し、新エネルギー車の使用及び廃棄後に生じる蓄電池の回収に責任を負わなければならない。
	廃棄段階	【情報提供】 廃車回収解体企業と協力し、使用済蓄電池の解体・保管の技術情報、回収サービス拠点及び新エネルギー車の回収関連情報を共有する。 【回収】 回収サービス拠点は、廃新エネルギー車から分解した蓄電池を回収しなければならない。廃新エネルギー車の回収・解体は、国の廃棄自動車回収分解法規、規則と標準の要求を満たさなければならない。
電池メーカー	設計段階	【情報提供・環境配慮設計】 標準化され、汎用性があり、分解しやすい製品構造設計を採用しなければならない。 蓄電池制御システムインターフェースや通信プロトコル等、回収・利用に役立つ関連情報を、協議の上公開しなければならない。
	準備段階	【情報提供】 自動車メーカーに蓄電池の解体及び保管技術情報を速やかに提供し、必要に応じて技術研修を提供しなければならない。
	生産段階	【情報提供】 電池メーカーは自動車メーカーと協同し、国家統一コード標準に基づき、その生産する蓄電池に番号をつけなければならない。 【情報登録】 トレーサビリティシステムに、電池コードと新エネルギー車情報を速やかに登録しなければならない。 【引渡し】 電池の製造過程で廃棄された蓄電池は、回収サービス拠点または総合利用企業に引き渡さなければならない。
アフターサービス・リース会社	使用・修理段階	【情報確認】 新エネルギー車のアフターサービスを行う事業者や電池のリース会社は、蓄電池の修理、分解、交換及び保管時に、新エネルギー車の所有者情報を確認しなければならない。
二次利用企業 (廃蓄電池の検出、分類、分解、再編成を行う企業)	廃棄段階	【解体・リサイクル】 自動車メーカーが提供する蓄電池の解体及び保管技術情報に従い、先進的で適用可能な技術を活かし、廃蓄電池を分類、再編成し、二次利用用途向けにエンコードする。
リサイクル企業	廃棄段階	【解体・リサイクル】 自動車メーカーが提供する技術情報に従い、先進的で適用可能な技術を活かし、廃蓄電池の解体・リサイクル、無害化処理等を行う。

出所) 中国工業情報化部「新エネルギー自動車動力蓄電池回收利用管理暫定弁法」より作成

<http://www.miit.gov.cn/n1146295/n1652858/n1652930/n3757016/c6068823/content.html> (閲覧日: 2021 年 2 月 8 日)

3) 新エネルギー自動車動力蓄電池回收利用トレーサビリティ管理暫定規定の概要

「新エネルギー自動車動力蓄電池回收利用管理暫定弁法」(産業情報技術省[2018] No.43)に基づき、トレーサビリティ総合管理プラットフォームを構築し、新エネルギー動力蓄電池の生産、販売、使用、廃棄、リサイクル、再利用のプロセス全体の情報を収集し、各主体が

リサイクルに関する責務を果たしているかを監視する。2018 年 8 月 1 日に施行。

本規定の施行日以降に発表された新エネルギー自動車及び強制認証付き

の新たに輸入された新エネルギー車を対象とし、施行日以前に生産、輸入された新エネルギー車は、施行日から 1 年以内に関連情報をトレーサビリティ管理プラットフォームに登録する。

表 1-13 各主体の規定事項

主体	規定事項
自動車メーカー	回収サービス拠点に関する情報を登録し(申請資料:付録 4)、それらを企業の Web サイトに公開。
電池メーカー・二次利用企業	「自動車用電源バッテリーコード記録システムの開始に関する通知」(中机函[2018]73 号)に従い、メーカーコードやコーディングルール等を登録。
自動車メーカー、廃車回収・解体企業、二次利用企業、リサイクル企業	トレーサビリティ管理プラットフォームのアカウントに申請(申請資料:付録 1、2 ²⁹)。各企業は、トレーサビリティ管理プラットフォームに情報を登録(申請資料:付録 3)。
各主体	内部管理システムを確立しトレーサビリティ管理を強化し、トレーサビリティ情報が正確かつ真実であることを保証。

出所) 中国工業情報化部「新エネルギー自動車動力蓄電池回収利用トレーサビリティ管理暫定規定」より
作成 <http://www.miit.gov.cn/n1146295/n1146592/n3917132/n4061768/c6245200/content.html> (閲覧日:
2021 年 2 月 8 日)

表 1-14 各主体の情報登録期限

主体	登録手続き・登録期限
自動車メーカー	車両認証取得後 15 営業日以内に、輸入業者は新エネルギー車の輸入、検査、検疫完了後 15 営業日以内に情報を登録。
自動車販売事業者	車両販売後に記録情報を自動車メーカーに提出するとともに、車両の所有者に対して情報が変更された場合の情報更新手順等を通知。自動車メーカーは、車両販売及び車両所有者の情報が更新されてから 30 営業日以内に情報を登録。
自動車メンテナンス、バッテリーリース業者	電源バッテリーの保守および交換後、時間内に自動車メーカーに情報を提出。自動車メーカーは、電源バッテリーの保守および交換後 30 営業日以内にトレーサビリティ情報を登録。
リサイクル企業	使用済みバッテリーのリサイクルと移動後、自動車メーカーに情報を提出。自動車メーカーは、使用済みバッテリーのリサイクル・移動後 30 営業日以内に情報を登録。
自動車メーカーと協力関係を有していない新エネルギー車の販売業者、メンテナンス業者、リース業者	期限内にトレーサビリティ管理プラットフォームを通じて申請書を提出し、情報をトレーサビリティ管理プラットフォームに登録。
廃車回収・解体企業	廃新エネルギー車を受け取り「廃自動車リサイクル証明書」を発行してから 15 営業日以内に、使用済み蓄電池を解体して倉庫に引き渡してから 15 営業日以内に情報を登録。

出所) 中国工業情報化部「新エネルギー自動車動力蓄電池回収利用トレーサビリティ管理暫定規定」より
作成 <http://www.miit.gov.cn/n1146295/n1146592/n3917132/n4061768/c6245200/content.html> (閲覧日:
2021 年 2 月 8 日)

²⁹ 申請資料付録 1,2 は、企業名、事業形態(自動車メーカー、廃車のリサイクル・解体事業、二次利用、リサイクル、その他)、本社所在地、生産拠点、企業コード、連絡先 等を記載するもの。輸入業者も申請が必要。

表 1-15 トレーサビリティ管理プラットフォームに登録する情報
(申請資料付録 3 より)

登録情報カテゴリ	具 体 内 容
自動車メーカー	
車両生産情報	● VIN コード、電池パックコード、車種、名称、ブランド、モデル、製造日
車両販売情報	● VIN コード、用途、販売日、販売エリア、ナンバープレート ● 所有者情報(個人(姓名・ID 番号)、企業(企業名、統一社会信用コード、住所))
車両修理交換情報	● VIN コード、修理交換日、状態(交換パッケージ/交換モジュール)、一次電池コード ● 一次電池の行先(企業名、統一社会信用コードまたは DUNS ナンバー) ● 新電池コード
電池交換・在庫情報	● 交換企業名、統一社会信用コード、種類(入庫/出庫)、交換日、入庫電池パックコード、出庫電池パックコード ● 出庫電池パック行先、(企業名、統一社会信用コードまたは DUNS ナンバー)
電池交換情報	● VIN コード、変更日(年月日、時分秒)、一次電池パックコード、交換電池パックコード
電池回収情報	● 回収サービスネットワーク名称、回収サービスネットワークの統一社会信用コード、電池タイプ(パック/モジュール/単体)、電池コード、入庫日
電池廃止情報	● 廃止企業(回収サービスネットワーク/電池交換企業 /修理業者/電池メーカー) 名称、廃止企業の統一社会的信用コード、廃止電池タイプ(パッケージ/モジュール/単体)、電池種類(ニッケル水素/リン酸鉄リチウム/マンガン酸リチウム/コバルト酸リチウム/三元/チタン酸リチウム/その他)、廃止電池コード、廃止電池品質 ● 廃止電池の行先(企業名、統一社会信用コードまたは DUNS ナンバー)、廃止日
廃車回収・解体企業	
廃車情報	● VIN コード、電池パックコード、電池種類(ニッケル水素/リン酸鉄リチウム/マンガン酸リチウム/コバルト酸リチウム/三元/チタン酸リチウム/その他)、廃棄日、電池出庫日 ● 電池パックの行先(企業名、統一社会信用コードまたは DUNS ナンバー)
二次利用企業	
二次利用情報	● 二次電池(パック/モジュール/単体)コード、二次利用方式(パック/モジュール/単体)コード、一次電池(パック/モジュール/単体)コード ● 二次電池(パック/モジュール/単体)の行先(個人情報(姓名・ID 番号)、企業情報(企業名、統一社会信用コードまたは DUNS ナンバー)) ● 応用分野、廃棄電池(パック/モジュール/単体)コード、廃棄電池(パック/モジュール/単体)品質 ● 廃棄電池(パック/モジュール/単体)の行先(企業名、統一社会信用コードまたは DUNS ナンバー) ● 出庫日
リサイクル企業	
リサイクル情報	● 入庫電池の出所の企業名、入庫電池出所の統一社会信用コード、電池コード、入庫日、入庫品質、リサイクル日、処理品質、リサイクル物質名(元素種類)、リサイクル率、リサイクル材の品質、廃棄物の行先

出所) 中国工業情報化部「新エネルギー自動車動力蓄電池回収利用トレーサビリティ管理暫定規定」より
作成 <http://www.miit.gov.cn/n1146295/n1146592/n3917132/n4061768/c6245200/content.html> (閲覧日:
2021 年 2 月 8 日)

(4) 北米における電池リサイクル関連動向

米国エネルギー省がリチウムイオン電池の再利用を促進しようとしており、再利用コン

テストの実施と研究センターの設立を進めている。

1) 再利用コンテストの実施と研究センターの設立

2019年1月17日、米国エネルギー省は、リチウムイオン電池の再利用（リサイクルも含む）を推進するため、再利用コンテストを実施するとともに、アルゴンヌ国立研究所内に再利用研究開発センター（ReCell Lithium-Ion Battery Recycling R&D Center³⁰）を立ち上げると発表した。

コンテスト賞金は、発案から試作、実証までの3段階で計550万ドル用意されている。

研究開発センター設立には1,500万ドル投資し、産官学のコラボレーションにより、リチウムイオン電池材料を回収するコスト効果の高い再利用プロセスの開発を目指す。

主な研究分野は以下のとおり。

- リサイクルコスト削減のためのバッテリーパックの設計と材料開発
- 元素レベルではなく陰極からのコバルト回収を実現し、リサイクルの収益性を高める
- グラファイトアノード、電解質、電極シート等の他の材料の回収
- リサイクルされた材料から作ったセルがEVの性能基準を満たすか検証³¹

消費者向け電化製品や、防衛、エネルギー貯蔵、輸送用途のリチウムイオン電池から、リチウムやコバルトなどのクリティカルマテリアルを回収・再利用する。クリティカルマテリアルは高価なうえ輸入に依存しており、大統領令13817号でも「重要鉱種の安全で安定した供給確保」のため「重要鉱種の再利用・再加工技術の開発」が必要だとしている。

現在、アメリカではリチウムイオン電池の回収・再利用率は5%に満たないが、今回の取組によってリチウムイオン電池の90%を収益性のある方法で回収する技術開発を目指す。³²

2) リチウムイオン電池の重要原料の削減、リサイクル、回収に関する研究計画

2019年7月19日、米国エネルギー省EERE（Office of Energy Efficiency & Renewable Energy）内のVehicle Technologies Office（VTO）が、「リチウムイオン電池の重要原料の削減、リサイクル、回収に関する研究計画」を発表した³³。供給リスク緩和のためのサプライチェーンの多様化、代替材料・技術の開発、リサイクル・再利用・有効活用による重要原料の世界的な需要の低減の3つを柱とし、2022年9月までに、EV用バッテリーパックのコストを150

³⁰ <https://recellcenter.org/>（閲覧日：2021年2月8日）

³¹ 米国エネルギー省「Vehicle Technologies Office's Research Plan to Reduce, Recycle, and Recover Critical Materials in Lithium-Ion Batteries」<https://www.energy.gov/sites/prod/files/2019/07/f64/112306-battery-recycling-brochure-June-2019%202-web150.pdf>（閲覧日：2021年2月8日）

³² 米国エネルギー省「Energy Department Announces Battery Recycling Prize and Battery Recycling R&D Center」<https://www.energy.gov/articles/energy-department-announces-battery-recycling-prize-and-battery-recycling-rd-center>（閲覧日：2021年2月8日）

³³ 米国エネルギー省「EERE's Vehicle Technologies Office Releases the Research Plan to Reduce, Recycle, and Recover Critical Materials in Lithium-Ion Batteries」<https://www.energy.gov/eere/vehicles/articles/eere-s-vehicle-technologies-office-releases-research-plan-reduce-recycle-and>（閲覧日：2021年2月8日）

ドル/kWh 以下に抑えることを目標としている。この実現のため、VTO は以下の 3 つの研究分野をサポートする。

- 次世代リチウムイオン電池のための低コバルト/非コバルト活性陰極材料
- ReCell Lithium-Ion Battery Recycling R&D Center を設立し、コスト効果の高いリサイクル技術によるリチウムイオン電池材料を回収 1) 参照
- リチウムイオン電池再利用コンテストを設立 1) 参照

3) その他

米国環境保護庁(EPA)は、資源の持続可能な管理について Sustainable Materials Management (SMM) というアプローチを取っており、欧州における Circular Economy の概念の下で展開されている廃棄物管理やリサイクルなどの政策は SMM の下で実施されているが、その戦略計画では電池のリサイクルについて言及されていない。

1.1.2 次世代自動車

(1) CFRP (炭素繊維強化プラスチック)

1) CFRP の代表的な用途

次世代自動車での使用が見込まれる CFRP (炭素繊維強化プラスチック) は、軽さ、硬さ、強度などの力学的特性や熱的安定性、化学的安定性、X 線透過性、電磁波特性などの機能的特性を有する。その特性から、鉄やアルミニウムなどの金属に代わる材料として、様々な用途で実用化が進んでいる。



図 1-2 CFRP の代表的な用途

- 出所) 1 日刊工業新聞 深層断面／アジア勢に対抗 新たな投資視野-炭素繊維、勝利への布石、
<https://www.nikkan.co.jp/articles/view/00425622>、(閲覧日: 2021 年 2 月 18 日)、
 2 帝人ウェブサイト JAL 向けの「A350XWB」機体が初飛来
https://www.teijin.co.jp/news/2019/20190620_2033.html、(閲覧日: 2021 年 2 月 9 日)
 3 東レウェブサイト 素材の力でグリーン経済の発展を支える
<https://www.toray.co.jp/sustainability/vision/articles/vol05.html>、(閲覧日: 2021 年 2 月 2 日)
 4 帝人ウェブサイト 炭素繊維「テナックス」が鉄道橋のケーブルに採用
https://www.teijin.co.jp/news/2020/05/27/20200527_01.pdf、(閲覧日: 2021 年 2 月 9 日)
 5 三菱ケミカル(三菱レイヨン)ウェブサイト ゴルフクラブシャフト《FUBUKI》AT シリーズの発売について <https://www.m-chemical.co.jp/news/mrc/detail/20140822112954.html>、(閲覧日: 2021 年 2 月 9 日)

2) CFRP 市場規模

a. 世界の地域別販売数量

2014 年の世界の CFRP 販売数量は約 11.9 万トンで、うち自動車用途は 10%で 1.2 万トン程度であった。

また、2014 年の日本の CFRP 販売数量は約 1 万トンで、世界での販売数量の約 9%に相当する。自動車用途はうち 20%で 2,000 トン程度であった。

なお、CFRP 市場規模の体系的な推計としては、株式会社富士経済「炭素繊維複合材料 (CFRP/CFRTP³⁴) 関連技術・用途市場の展望 2016」の中の 2014 年時点市場規模の推計が最新である。

³⁴ CFRP、CFRTP: CFRP は熱硬化性 CFRP、CFRTP は熱可塑性 CFRP を指す。熱硬化性 CFRP は、母材として主に熱硬化性エポキシ樹脂が用いられる。金属と比較しても比強度、比剛性が非常に高いが、サイクルタイムが長く、リサイクルができない等の欠点を有する。熱可塑性 CFRP は、母材としては、ポリオレフィン (PE、PP) 等の様々な樹脂が使用できる。成形サイクルが短く生産コストが安く、リサイクルも可能だが、熱硬化性樹脂に比較して強度が劣り、生産上では繊維への含浸が難しいという課題がある。

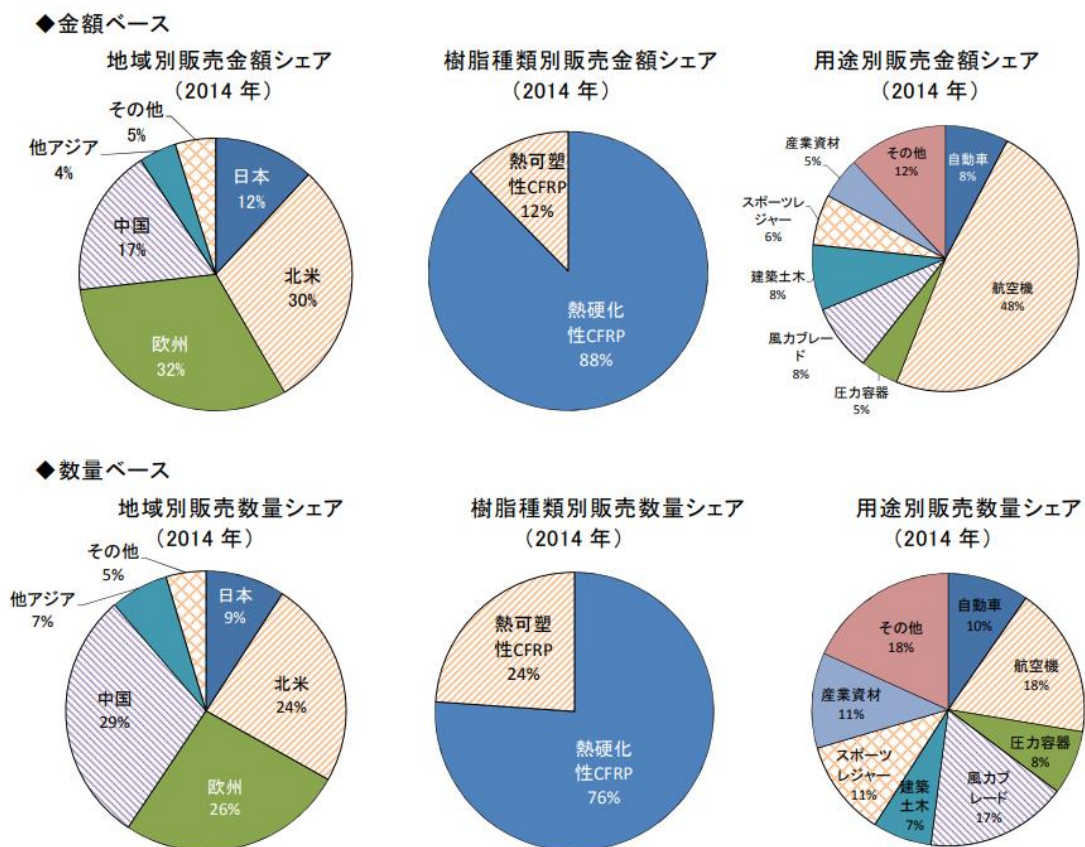


図 1-3 CFRP の市場規模 (2014 年時点)

出所) 特許庁「平成 28 年度特許出願技術動向調査報告書 (概要) 繊維強化プラスチック」P12 図 2-1
https://www.jpo.go.jp/resources/report/gidou-houkoku/tokkyo/document/index/28_09.pdf、(閲覧日: 2021 年 2 月 9 日)

b. 世界の用途別販売数量

2014 年の世界の自動車用途 CFRP 販売数量は、世界で 1.2 万トン程度、日本で 2,000 トン程度である。日欧米を比較すると、欧州で特に多く 7,000 トン程度である。日欧米の合計で 1 万トン程度である。

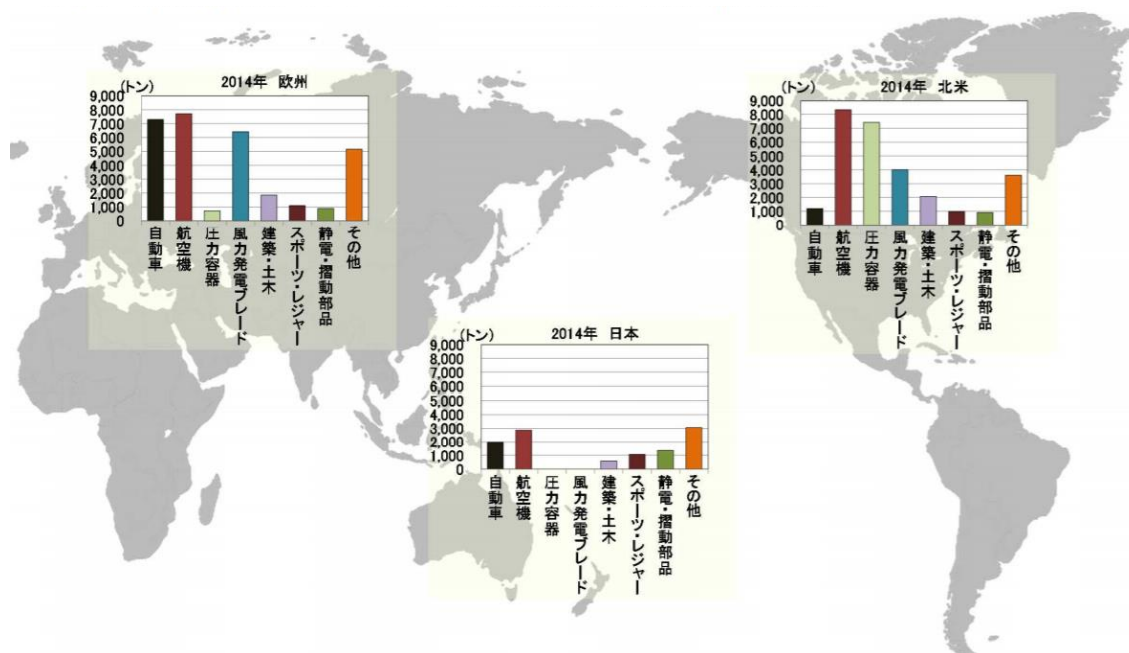


図 1-4 CFRP の日米欧市場における用途別市場規模 (2014 年時点)

出所) 特許庁「平成 28 年度特許出願技術動向調査報告書 (概要) 繊維強化プラスチック」P13 図 2-2
https://www.jpo.go.jp/resources/report/gidou-houkoku/tokkyo/document/index/28_09.pdf、(閲覧日: 2021 年 2 月 9 日)

3) CFRP 市場規模の将来予測

a. 世界の地域別販売数量の将来予測

2025 年には、市場全体 (世界) の販売数量は約 43 万トン (2014 年の約 3.6 倍) に拡大すると予測されている。

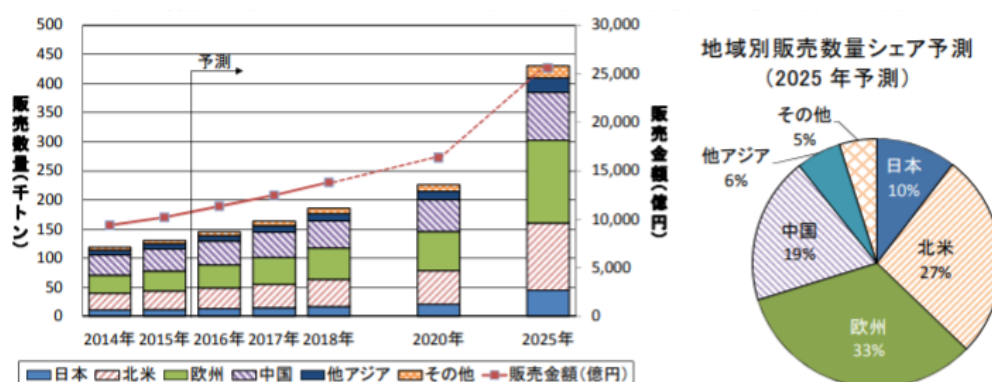


図 1-5 CFRP の地域別世界市場規模の推移と将来予測 (2014 年時点)

出所) 特許庁「平成 28 年度特許出願技術動向調査報告書 (概要) 繊維強化プラスチック」P20 図 2-8
https://www.jpo.go.jp/resources/report/gidou-houkoku/tokkyo/document/index/28_09.pdf、(閲覧日: 2021 年 2 月 9 日)

b. 世界の用途別販売数量の将来予測

2025 年の日欧米の自動車用途 CFRP 販売数量は 10.4 万トン程度と、2014 年に比べ 10 倍に拡大すると予測される。これは、2025 年時点の CFRP 市場全体の販売数量の約 4 分の 1 を占める数量である。

地域別にみると、自動車用途 CFRP 販売数量は、日本では 1.7 万トン、欧州では 6.4 万トン、米国では 2.3 万トンと予測されている。

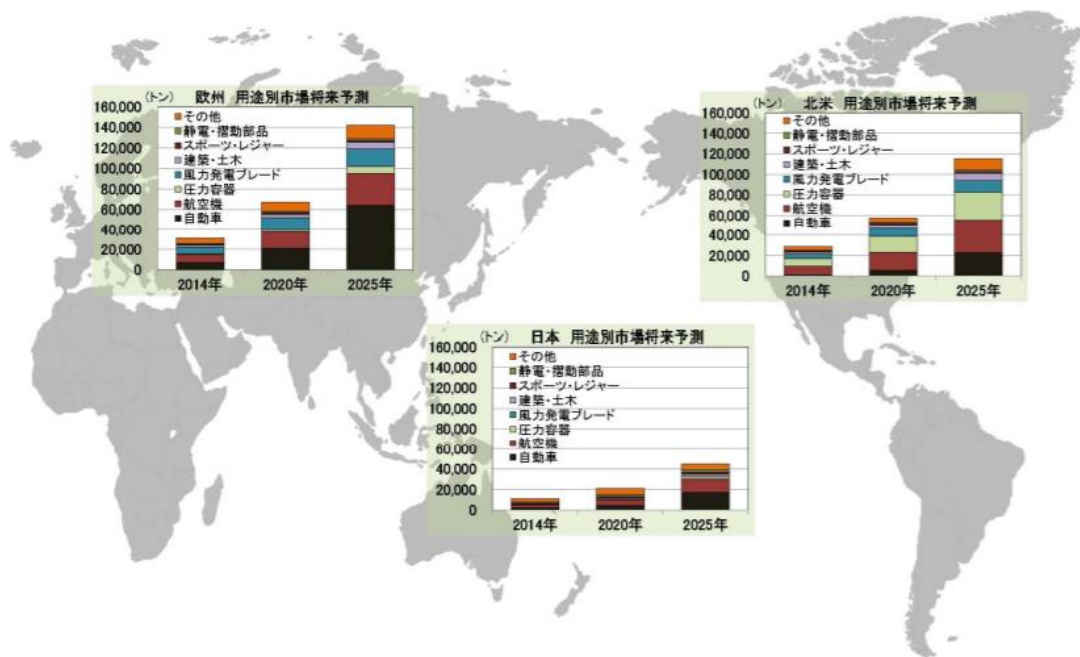


図 1-6 CFRP の日米欧市場における用途別市場規模と将来予測（2014 年時点）

出所）特許庁「平成 28 年度特許出願技術動向調査報告書（概要）繊維強化プラスチック」P21 図 2-9

https://www.jpo.go.jp/resources/report/gidou-houkoku/tokkyo/document/index/28_09.pdf、（閲覧日：2021 年 2 月 9 日）

c. 国内の CFRP 市場規模の将来予測

国内の PAN 系 CFRP（成形加工品）³⁵の市場規模は、約 1 兆 3 千億円（2016 年見込み）から、2030 年には約 4 兆 9 千億円に拡大すると予測されている。

自動車分野の CFRP の市場規模は約 1 千億円（2016 年見込み）から、2030 年には約 7 千 5 百億円まで成長すると予測されている。

端材・廃材利用 CFRP の世界市場は、74 億円（2016 年見込み）から、2030 年には 996 億円に成長すると予測されている。³⁶

³⁵ PAN 系炭素繊維複合材料は、ポリアクリロニトリル（PAN）繊維（原料：アクリル繊維）を原料とする炭素繊維複合材料。市販されている炭素繊維の 9 割以上は PAN 系炭素繊維である。その他の炭素繊維としてはピッチ系（原料：コールタールピッチや石油ピッチ）がある。

³⁶ 富士経済グループ マーケット情報 https://www.fuji-keizai.co.jp/market/detail.html?cid=17019&view_type=2 （閲覧日：2021 年 2 月 10 日）



図 1-7 PAN 系炭素繊維複合材料（成型加工品）の世界市場（2016 年見込み）

出所) 富士経済グループ マーケット情報 自動車用途、航空機用途を中心に市場拡大が期待される炭素繊維複合材料の世界市場を調査 https://www.fuji-keizai.co.jp/market/detail.html?cid=17019&view_type=2、（閲覧日：2021 年 2 月 9 日）

4) CFRP の自動車採用事例

現状は高級車を中心に CFRP の採用が続いている。2025 年前後から量産モデルへの採用が本格化すると予測されている。

表 1-16 CFRP の自動車採用事例

自動車メーカー	素材メーカー	車種名	部品名
日産	東レ	スカイライン GT-R	ボンネットフード
三菱、日産、マツダ、アストンマーチン	東レ	パジェロ、フェアレディ Z、RX-8、DB9	プロペラシャフト
ホンダ	東レ	CLARITY FUEL CELL	燃料電池スタックの電極基材、高圧水素貯蔵タンク
トヨタ	東レ	MIRAI	スタックフレーム、燃料電池スタックの電極基材、高圧水素貯蔵タンク
アウディ	三菱ケミカル	RS 5 Coupé	ルーフ
トヨタ	三菱ケミカル	レクサス LC500、LC500h	ドアインナー、ラゲッジインナー
トヨタ	三菱ケミカル	プリウス PHV	バックドア
ホンダ	三菱ケミカル	S660	ルーフ
日産	三菱ケミカル	GT-R 2014 年モデル	トランクリッド
GM	帝人	GMC シエラ・デナリ 1500、GMC シエラ AT4 1500	ピックアップボックス
トヨタ	帝人	燃料電池バス	ルーフカバー
BMW		量産型電気自動車「i3」シリーズ	モノコック

出所) 各社（自動車メーカー・素材メーカー）ウェブサイトより作成

5) CFRP のリサイクルについて

a. CFRP 処理の現状

現在、使用済自動車由来の CFRP は、量が限定されていることから、埋立処理がなされている。

CFRP からの炭素繊維（CF）の取り出し技術は注目されているが、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、十分ではない。

また、CF 取り出し以外の工程（廃材回収、中間基材製造、部品成形）の技術開発は少ない。

既往研究では、CFRP 回収の仕組み構築や最適な CF 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。

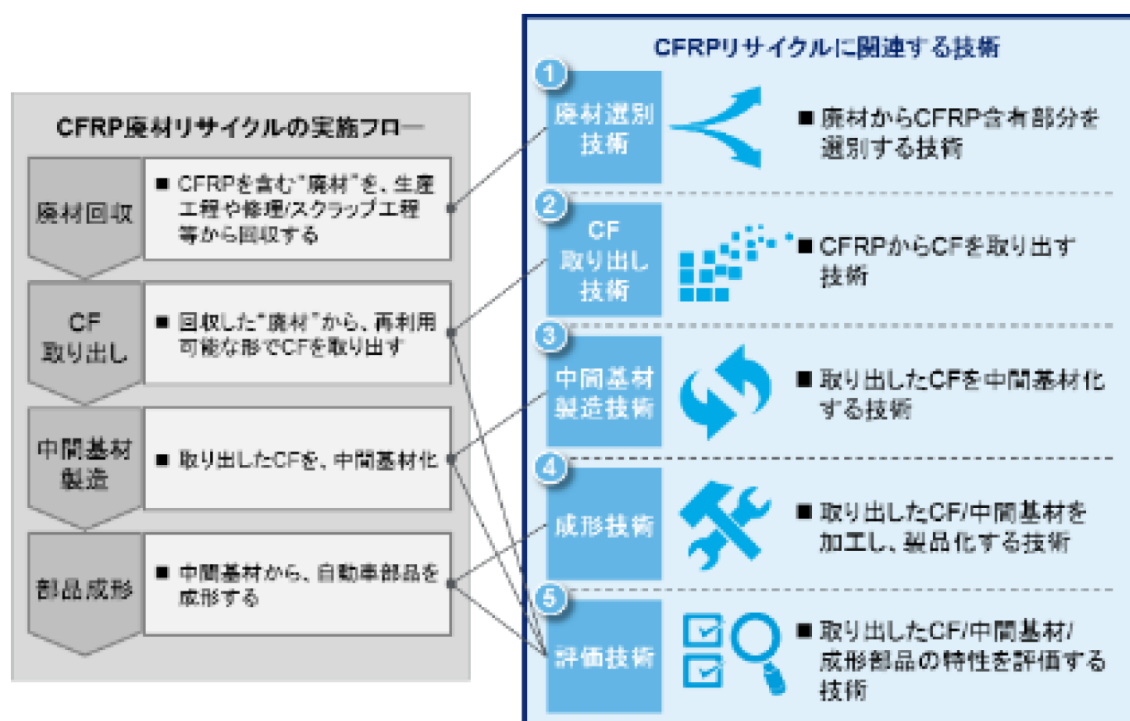


図 1-8 CFRP リサイクルチェーンの工程と技術

出所) デロイトトーマツコンサルティング・日産自動車「報告書 CFRP の Car to Car リサイクルへ向けた実証」(2018)

[https://www.nissan-](https://www.nissan-global.com/JP/ENVIRONMENT/A_RECYCLE/R_FEE/SAISHIGEN/2017/PDF/report_demonstration_cfrp_car_to_car_recycling.pdf)

[global.com/JP/ENVIRONMENT/A_RECYCLE/R_FEE/SAISHIGEN/2017/PDF/report_demonstration_cfrp_car_to_car_recycling.pdf](https://www.nissan-global.com/JP/ENVIRONMENT/A_RECYCLE/R_FEE/SAISHIGEN/2017/PDF/report_demonstration_cfrp_car_to_car_recycling.pdf)、(閲覧日：2021年2月9日)

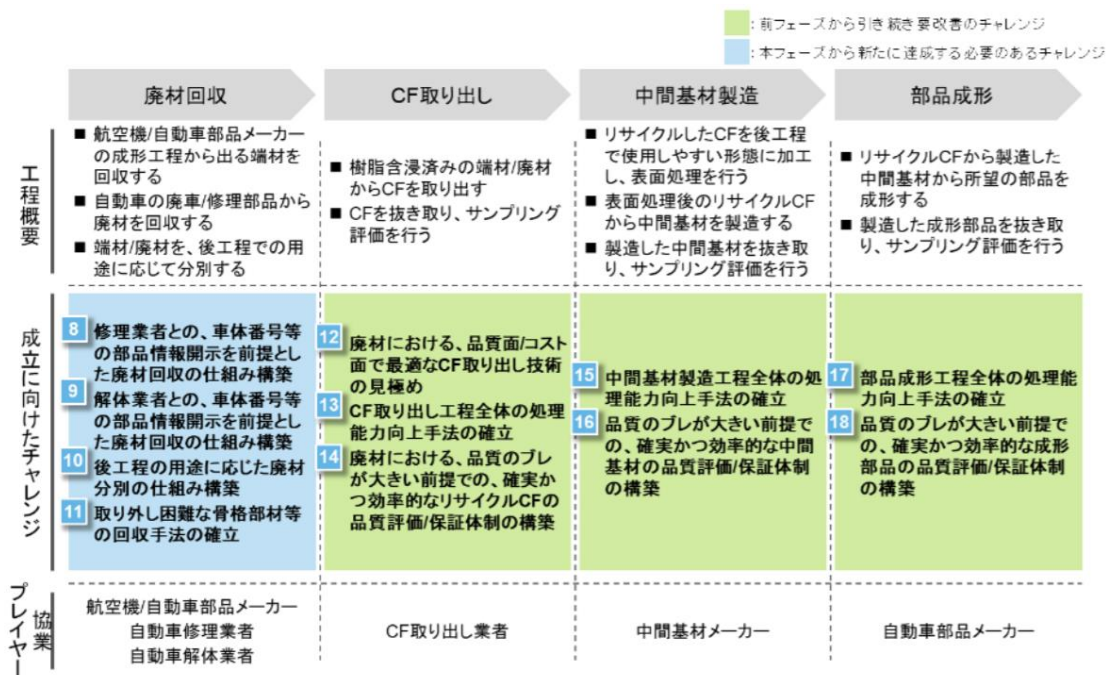


図 1-9 使用済自動車から回収した CFRP リサイクルの工程と課題

出所) デロイトトーマツコンサルティング・日産自動車による報告書「CFRP の Car to Car リサイクルへ向けた実証」(2018) https://www.nissan-global.com/JP/ENVIRONMENT/A_RECYCLE/R_FEE/SAISHIGEN/2017/PDF/report_demonstration_cfrp_car_to_car_recycling.pdf、(閲覧日: 2021 年 2 月 9 日)

b. CFRP リサイクルにおける炭素繊維 (CF) 取り出し技術一覧

CFRP からの炭素繊維の取り出し方法は、熱分解法、化学分解法、物理分解法に大別される。

	技術の定義	技術の特徴	技術の課題
 熱分解法	■ 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	■ 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	■ 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	■ 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	■ 取り出した CFの特性劣化は少ない	■ 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	■ CFRPへの 物理的衝撃 によって、CFと樹脂を分離させる	■ 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	■ 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 1-10 使用済自動車から回収した炭素繊維（CF）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・日産自動車による報告書「CFRP の Car to Car リサイクルへ向けた実証」(2018)

[https://www.nissan-](https://www.nissan-global.com/JP/ENVIRONMENT/A_RECYCLE/R_FEE/SAISHIGEN/2017/PDF/report_demonstration_cfrp_car_to_car_recycling.pdf)

[global.com/JP/ENVIRONMENT/A_RECYCLE/R_FEE/SAISHIGEN/2017/PDF/report_demonstration_cfrp_car_to_car_recycling.pdf](https://www.nissan-global.com/JP/ENVIRONMENT/A_RECYCLE/R_FEE/SAISHIGEN/2017/PDF/report_demonstration_cfrp_car_to_car_recycling.pdf)、(閲覧日：2021年2月9日)

表 1-17 CFRP リサイクルにおける炭素繊維取り出し技術一覧

	技術分類	機関	受入物	回収物	規模	課題
熱分解法	1段階熱分解法	東レ、帝人、三菱レイヨン	様々なCFRP	炭素繊維(チヨップドF、ミルドF)、ガス7),8)	事業化: 1,000t/年4)	高温空気により炭素繊維が劣化2)
	2段階熱分解法1)	岐阜大学、カーボンファイバーリサイクル工業株式会社	様々なCFRP1)	炭素繊維(長繊維)1)	事業化	高温空気により炭素繊維が劣化2)
	過熱水蒸気法3)	一般財団法人ファインセラミックスセンター、高砂工業株式会社	不明	炭素繊維(長繊維)	開発中	最適処理条件は樹脂種に強く依存3)
化学分解法	常圧溶解法4)	日立化成	テニス、バドミントンラケット4)	炭素繊維(長繊維)、樹脂分解物7)	事業化: 12t/年4)	処理時間が10時間以上と長く、溶媒回収が困難2)

	超臨界分解法 2)	静岡大学	不明	炭素繊維(長繊維), プレポリマー 7)	開発中	処理効率が低い 3)
	亜臨界分解法 5)	熊本大学	CFRP 原料 5)	炭素繊維, 樹脂分解物 7)	開発中	処理効率が低い 3)
	半導体熱活性化法 6)	信州大学	不明	炭素繊維 7)	開発中	不明
	電気分解法 9)	アイカーボン株式会社	様々な CFRP	炭素繊維	事業化	事前に粉砕処理が必要 9)
物理分解法	2 段階粉砕処理法 10)	リバーステクノロジー	不明	炭素繊維	開発中	取り出し CF の繊維長が限られる
	高電圧衝撃波法 10)	太平洋セメント、東北大学、早稲田大学	不明	炭素繊維	不明	不明

出所)

- 1) 岐阜大学 「世界中で廃棄される 炭素繊維強化プラスチックを 岐阜の英知を結集してリサイクル。」
https://www.gifu-u.ac.jp/about/publication/g_lec/special/201512_moritomi.html (閲覧日: 2020 年 6 月 22 日)
- 2) 静岡大学 「亜臨界・超臨界流体を用いる炭素繊維強化プラスチックのリサイクル」
https://shingi.jst.go.jp/past_abst/abst/p/14/1446/shizuoka06.pdf (閲覧日: 2020 年 6 月 22 日)
- 3) 一般財団法人ファインセラミックス・高砂工業株式会社 「過熱水蒸気を利用した CFRP からの炭素繊維回収と繊維表面改質」
https://www.chubu.meti.go.jp/d21kankyo/event/29fy/20171002cfpr_matching/jfcc.pdf (閲覧日: 2020 年 6 月 22 日)
- 4) 日立化成 柴田ら (2013) 「常圧溶解法による CFRP リサイクル技術」 https://www.hitachi-chem.co.jp/japanese/report/056/56_sou01.pdf (閲覧日: 2020 年 6 月 22 日)
- 5) 桑田ら (2007 年) 「繊維強化プラスチックの亜臨界処理による原料成分の回収」
https://www.jstage.jst.go.jp/article/scej/2007/0/2007_0_598/_article/-char/ja/ (閲覧日: 2020 年 6 月 22 日)
- 6) 水口ら (2013 年) 「酸化半導体の熱活性を利用した CFRP の完全分解と CF のリサイクル」
https://soar-ir.repo.nii.ac.jp/?action=pages_view_main&active_action=repository_view_main_item_detail&item_id=18176&item_no=1&page_id=13&block_id=45 (閲覧日: 2020 年 6 月 22 日)
- 7) 三菱重工業 金升ら (2018) 「航空機複合材廃材のリサイクル利用による環境負荷低減」
<https://www.mhi.co.jp/technology/review/pdf/552/552004.pdf> (閲覧日: 2020 年 6 月 22 日)
- 8) 三菱レイヨン (2015) 「炭素繊維複合材料とリサイクル」
https://www.meti.go.jp/earthquake/nuclear/pdf/150223/150223_01e.pdf (閲覧日: 2020 年 6 月 22 日)
- 9) アイカーボン 「電気分解法の詳細」 <http://www.aicarbon.co.jp/tech-detail.html> (閲覧日: 2020 年 6 月 22 日)
- 10) デロイトトーマツコンサルティング・日産自動車 (2018) 「CFRP の Car to Car リサイクルへ向けた実証」 https://www.nissan-global.com/JP/ENVIRONMENT/A_RECYCLE/R_FEE/SAISHIGEN/2017/PDF/report_demonstration_cfrp_car_to_car_recycling.pdf (閲覧日: 2020 年 6 月 22 日)

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、上記の表中の 2 段階熱分解法、過熱水蒸気法、常圧溶解法、電気分解法を、「強度の劣化度」「取り出し/処理コスト」「大量処理可否」「制約条件」の観点から、有望技術として抽出している。

c. CFRP リサイクルに関する国際的な動向

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ないものと考えられる。

一方、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”³⁷が実施されている。Horizon2020 においては、FiberEUse 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。

- 日 EU 産業政策対話（2019 年 4 月 23 日）における CFRP 関連の記載
 - ✓ 日本からは、経済産業省発表資料にて CFRP のリサイクルの重要性について言及しているものの、欧州の資料では言及はなかった。
 - ✓ 議事録では、欧州側より「CFRP の関係では、本日出席した関係者（DG GROW、DG CLIMA、DG ENV 等）以外、例えば、建築物や風力発電にも使用されているという視点から DG-BUILDING や DG ENERGY 等も関心を持つと考えられる。それぞれと連携しながら協力を進めるべく、フォローしていきたい。」と発言があったとの記載がある。また、「そのほか、協力分野（例：CFRP リサイクル、リチウム電池等の扱い、アジア・アフリカ等における協力、EV のバッテリー再利用に向けたその取扱い方法、タクソミー、気候変動に関するイノベーション協力等）については追って整理」との記載もあった。
- Horizon2020 “FiberEUse”
 - ✓ 予算は 13.8 億円で、実施期間は 2017 年～2021 年。
 - ✓ 使用済 CFRP 及び GFRP の再利用に関する大規模実証プロジェクト。クラウドベースの ICT ソリューションから市場開拓、ロジスティックにおける障害分析、ロジスティック別の LCA などにより、産業全体が複合材（composite）のサーキュラーエコノミーモデルへ移行するようサポートする。
 - ✓ 以下の 2 つの大規模な開発・実証を目的としている。
 - メカニカルリサイクル及びサーマルリサイクルにより、収益性の高い CFRP と GFRP の再利用方法を開発するための革新的な製造技術を統合する
 - 複合材に関するすべてのセクターの関係者の参加を促し、ネットワーク化するためのイノベーション戦略を策定し、結果共有のためのプラットフォームを提供する

³⁷ FiberEUse ウェブサイト Demo-Cases <http://fibereuse.eu/index.php/detail>（閲覧日：2021 年 2 月 10 日）

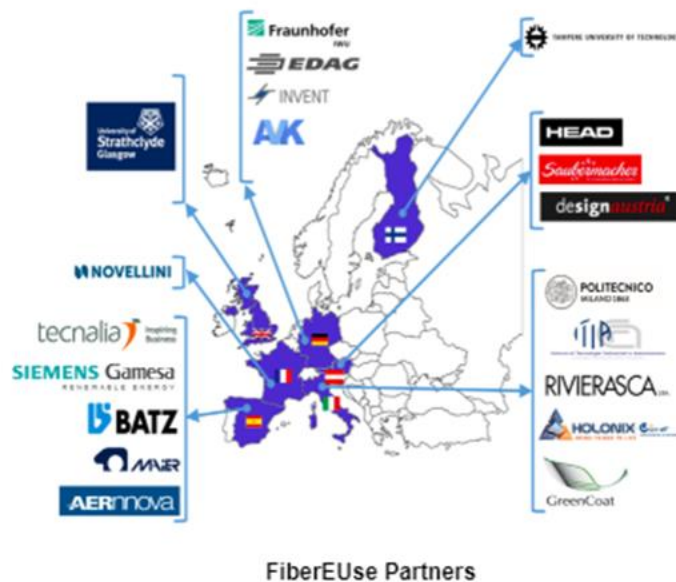
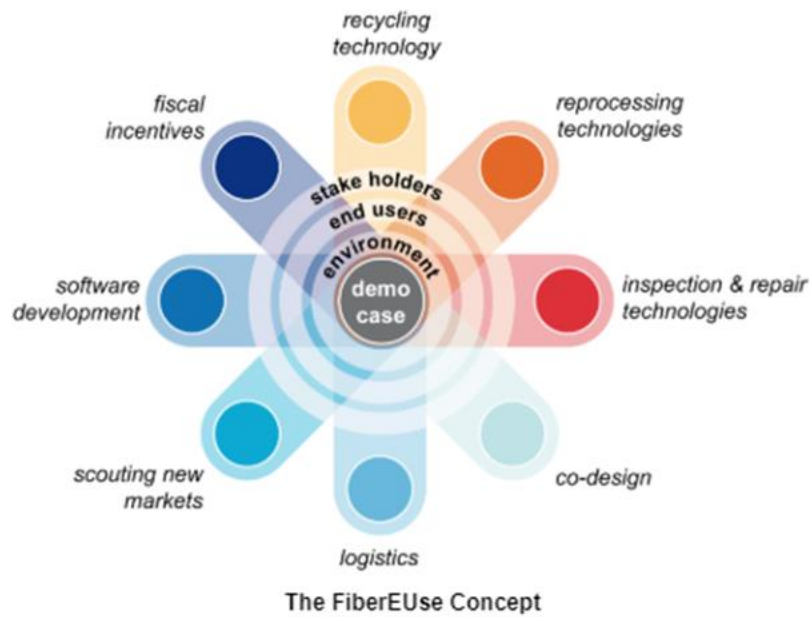


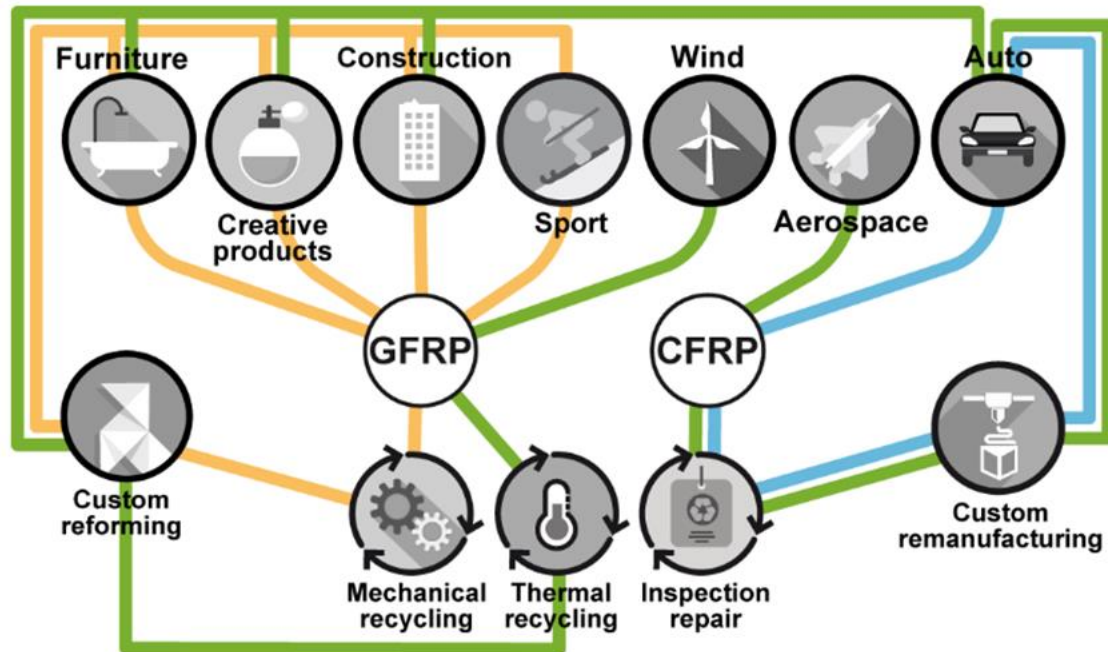
図 1-11 FiberEUse プロジェクトのコンセプトとパートナー

出所) FiberEUse ウェブサイト Overview、<http://fibereuse.eu/index.php> (閲覧日：2021 年 2 月 10 日)

- ✓ このプロジェクトでは、3つの使用ケースの実現を想定している(図 1-12 参照)。
 - ケース 1 (黄色)：短繊維 GFRP のメカニカルリサイクルにより、家具、スポーツ、クリエイティブ製品などの付加価値のあるカスタマイズされた製品に再利用する。UV3D プリンティングや物理蒸着によるメタライゼーションなどの新しい製造技術が使用される。
 - ケース 2 (緑)：長繊維 (ガラスおよびカーボン) のサーマルリサイクルによりハイテク製品に再利用する。使用済風力タービンと航空宇宙部品を、自

自動車コンポーネントと建材に再利用する。

- ケース 3 (青) : ハイテク製品の使用済 CFRP の検査・修理・リマニュファクチャリングをする。自動車部門で完全な循環経済を実証するため、適応設計と製造基準が実装される。



FiberEUse Use-Cases and Industrial Sectors Involved

図 1-12 FiberEUse 3つの使用ケース

出所) FiberEUse ウェブサイト、Demo-cases <http://fibereuse.eu/index.php> (閲覧日: 2021 年 2 月 10 日)

- ✓ 実証事業の結果に関しては、現時点では公式サイト内には記載がない。

d. 欧州における CFRP のリサイクル手法の開発状況

前述の Horizon2020 のプロジェクト”FiberEUse”では、熱処理による繊維回収と非破壊的検査・修復による再利用という 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や、電気力学的な断片化技術による繊維回収が研究されている。

ア) 熱処理によるガラス繊維・炭素繊維の生地回収 (FiberEUse プロジェクト ケース 2)

- 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。

- 航空産業では、欧州内で 1.54 万トンの CFRP を使用している。航空機の CFRP コンポーネントはほとんどが埋め立てられている。
- 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。プロジェクトのパートナーである Tecnalia 社が開発した 400 度以下の低温無酸素熱分解加工により、炭素繊維とガラス繊維の強度と柔軟性を部分的に残すことができる。
- 最大の課題は、炭素繊維・ガラス繊維ともに生地形で回収することであり、そうすることで T-RTM（樹脂トランスファー成形）技術で再加工し、構造部品を製造することができる。
- 繊維を生地の形で回収できない場合は、切断後の加工によって繊維を配合に適した状態に調整し、二軸押出機でリサイクル繊維と PP や PA などの熱可塑性物質を混ぜ合わせ、強化ペレットを生成する。最終製品となる自動車部品は、射出成形で製造する。
- 分解→部品検査→熱分解→繊維検査→成形（サイズ調整、樹脂追加）→仕上げ→最終製品検査の順に処理・回収される（図 1-13 参照）。

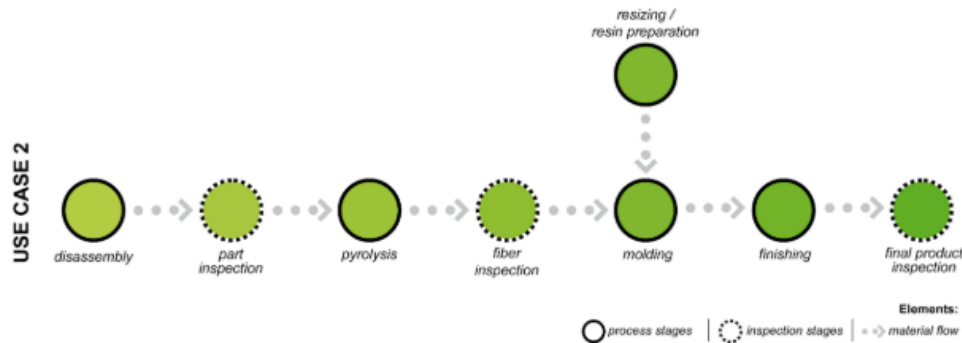


図 1-13 FiberEUse プロジェクト ケース 2

出所) FiberEUse ウェブサイト, <http://fibereuse.eu/index.php/detail/for-thermal-recycling>、（閲覧日：2021 年 2 月 2 日）

- 以下が主な課題である。
 - ✓ 大きな CFRP・GFRP 部品から炭素繊維・ガラス繊維を回収する低温熱分解加工の最適化
 - ✓ 生地としての炭素繊維・ガラス繊維の回収（短繊維ではなく長繊維として）
 - ✓ 再生繊維のサイズの変更
 - ✓ コストを最適化するためのパラメータの最適化

イ) 非破壊的検査・修復・再生による再利用（FiberEUse プロジェクト ケース 3）

- 自動車由来の使用済 CFRP を自動車に再利用する。
- 自動車業界における頻繁な設計変更を考慮し、2 つのアプローチが提示されている。自動車ビジネスにとって設計変更は重要なため、このプロジェクトは主にアプローチ 2 に焦点を当てることとしている。
 - ✓ アプローチ 1: 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。

比較的安価で速い方法だが、自動車のデザイン全体の魅力を維持できるかが課題である。設計者にとっての変更可能範囲は、非構造的なカバー部品やエクステリアに制限される。

- ✓ アプローチ 2：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。管理しやすい部分の CFRP 構造を用いて別のホワイトボディを作るモジュール組立方式のため、より大きな設計変更が可能である。
- 現状と各アプローチの流れを次のように説明している。
 - ✓ 現状（上段）：A 社（自動車メーカー）が開発・製造・販売→購入者（最初の所有者）が約 15 年間使用→B 社が解体しコンポーネントを転売
 - ✓ アプローチ 1（上段→中段）：（上段より続く）→C 社が主な CFRP 構造を購入し、補修・補強を施し、価値の向上した改修構造として転売→A 社（自動車メーカー）が改修 CFRP 構造を購入し、新しい車に組み入れ、市場にて再度販売→購入者（2 番目の所有者）がさらに 15 年間使用
 - ✓ アプローチ 2（上段→下段→中段右）：（上段より続く）→C 社が主な CFRP 構造を購入し、使用済みホワイトボディを解体→C 社または D 社が、CFRP 部品を再生して新しいホワイトボディに取り付け、価値の向上した改修構造として転売→A 社（自動車メーカー）が改修 CFRP 構造を購入し、新しい車に組み入れ、市場にて再度販売→購入者（2 番目の所有者）がさらに 15 年間使用

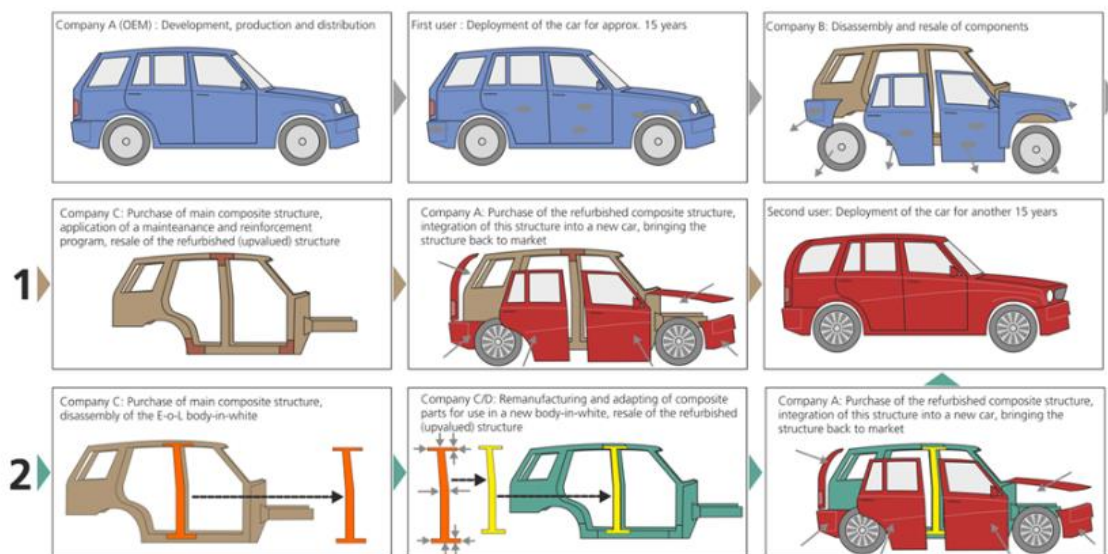


Figure 1.3.7: Two approaches for remanufacturing and reuse of composite structures in the automotive sector.

図 1-14 FiberEUse プロジェクト ケース 3

出所) FiberEUse ウェブサイト, <http://fibereuse.eu/index.php/detail/for-thermal-recycling>、（閲覧日：2021 年 2 月 2 日取得）

- ホワイトボディでは B ピラーが、内部構造ではリアシートバックが、再生の主な対象となると思われる。再生部品は、新しい部品の約半分の価格で、その機能に応じた

剛性・疲労強度基準を満たす必要がある。

- 以下が主な課題とされている。
 - ✓ 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。新しい部品と再利用部品のどちらも取り付け可能な構造基準を含む。
 - ✓ 車体の迅速かつ非破壊的な解体が必要となる。CFRP 部品を取り外して検査、改修、再利用するために、CFRP の構造そのものを破損せずに取り外せるジョイント（取り外し可能な接着ジョイント）が必要となる。
 - ✓ 非破壊検査と修復が必要である。使用済部品を検査し再生するためには、迅速で信頼性が高く効率的な技術が必要となる。さらに、小さな損傷を補修するための革新的な修復方法が必要である。
 - ✓ 使用済部品のグローバルな回収・再生をサポートするビジネスコンセプトの確立が求められる。これによって、欧州のサーキュラーエコノミーのスタートアップ活動が開始することになる。

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

- 欧州最大の研究開発支援プログラム Horizon2020 によるプロジェクト“Sustainable recycling of aircrafts composites” (SUSRAC)³⁸（2011～2013 年）では、航空機の解体により発生する CFRP のリサイクル方法に関する研究が行われた。
- 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、ふるい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を開発した。
- この粉末は、費用対効果の高い熱可塑性ポリマーの充填剤として使用される。
- 乳化に基づく加工によって顕微鏡レベルでの均一性を実現し、熱可塑性ポリマーと充填剤の界面接着が促進したことで、従来の製法に比べ密着性及び熱的・機械的特性が向上した。
- 充填剤の性質と比率が異なるさまざまな配合の試作品をテストした結果、使用済航空機から取り出されたリサイクル材料は、屋内・屋外の家具用途のバージンプラスチックの優れた代替品であることがわかった。さらに、この材料は熱可塑性であるため、再利用の寿命が終了した後は、再びリサイクルすることができる。
- 本プロジェクトの成果を引継ぎ、乳化による CFRP リサイクル方法を用いた熱可塑性高充填複合材の工業生産計画を作成するプロジェクト“INDUSTRIAL RECYCLING OF CFRP BY EMULSIFICATION (IRECE)”（2013～2014 年）³⁹が実施された。

エ) 電気力学的な断片化技術による繊維回収

- 同じく Horizon2020 によるプロジェクト“High Voltage Pulse Fragmentation Technology to

³⁸ Sustainable recycling of aircrafts composites <https://cordis.europa.eu/project/id/296546> （閲覧日：2021 年 2 月 12 日）

³⁹ 欧州委員会 New technologies and strategies for fuel cells and hydrogen technologies in the phase of recycling and dismantling <https://cordis.europa.eu/project/id/335277> （閲覧日：2021 年 2 月 12 日）

recycle fibre-reinforced composites” (2012～2015 年) ⁴⁰では、スイスの SELFRAG 社が CFRP のリサイクル技術研究を行った。

- 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。このプロジェクトでは、電気力学的な断片化技術により、これらを解決するとしている。
- これは、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で、すでにシリコンウェハーや太陽電池を製造するための高品質シリコンの破砕、岩石からのリチウム鉱物の抽出などに用いられている。
- パイロットプラントでこの技術を実証し、60 mm 未満の CFRP の処理で目標としていたリサイクルレベルを達成した。処理された材料で作った部品は、新しい材料で作られた部品と同等の強度であることがわかった。

e. CFRP リサイクル工程で健康に影響を及ぼす可能性のある事項

廃車ガラ破砕時の CFRP の粉塵発生や、その健康影響についてまとめた調査結果は見当たらない。ただし、CFRP の特性上、破砕処理において粉塵が発生する可能性はあり、CFRP の粉塵は皮膚にかゆみを生じるとされている。

ア) CFRP の粉塵発生可能性

CFRP を含む廃車ガラの破砕による粉塵発生については、現時点では調査報告は見当たらない。

一般的には、炭素繊維協会「炭素繊維の安全な取り扱い」⁴¹では、炭素繊維は「破断伸びが小さい（高々2%）ので、取扱いによっては折損したり毛羽となったりし、短くなった単繊維はフライや粉塵となり大気中に飛散し易い。」との記述がある。

CFRP の破砕処理において、どのように粉塵が発生するかの調査報告は見当たらないものの、CFRP の加工においては、乾式切削加工で粉塵が大量に発生するとされている⁴²ことから、破砕処理においても粉塵が発生する可能性は考えられる。

イ) CFRP の粉塵の健康影響

炭素繊維協会「炭素繊維の安全な取り扱い」⁴³には、「炭素繊維の弾性率は高いものが多く、また繊維径が細いのでショートファイバーは皮膚や粘膜に突き刺さり易く、痛み・かゆみを生じ易い。皮膚の露出、防塵への注意が必要である。」との記述がある。さらに、皮膚

⁴⁰ 欧州委員会 High Voltage Pulse Fragmentation Technology to recycle fibre-reinforced composites
<https://cordis.europa.eu/project/id/323454> （閲覧日：2021 年 2 月 12 日）

⁴¹ 炭素繊維協会「炭素繊維の安全な取り扱い」<https://www.carbonfiber.gr.jp/pdf/toriatsukai.pdf>（閲覧日：2020 年 12 月 25 日）

⁴² 株式会社 ACM「熱硬化性 CFRP への代替&採用事例紹介」（2012 年）https://www.acm-neo.jp/wordpress/wp-content/themes/acm/img/download_img03.pdf
（閲覧日：2020 年 12 月 25 日）

⁴³ 41 に同じ

に付着した場合には、炭素繊維の粉塵やフライが皮膚に付着しただけでもかゆみを生じるが、こすると細い針金のような繊維が皮膚に刺さって二次的な皮膚の炎症を起こすことがあるとされている。

また、CFRP の粉塵は、皮膚のみならず、目や咽喉を刺激することがある。⁴⁴

CFRP に限らず、一般的に粉塵は、職業的に大量に吸入されると肺等に悪影響を及ぼすことがある。CFRP が粉塵となって吸入される可能性や吸入された場合の肺への影響に関するまとまった研究は見当たらない。参考として、各種の粉塵の許容濃度は、日本産業衛生学会「許容濃度等の勧告（2020 年度）」表 I-3⁴⁵に示されている。CFRP の粉塵は、現時点では第 3 種粉塵に該当すると考えられ、その許容濃度は、吸入性粉塵 2mg/m³、総粉塵 8mg/m³である。

(2) 水素タンク

燃料電池に使用される水素タンクについては、リサイクルの取組に関する情報は見当たらない。燃料電池車自体が普及段階にあり、水素タンクのリサイクルの取組はまだ特に行われていない様子である。欧州では、Horizon2020 の中でリサイクルに関する研究プロジェクトが動いているものの、規模は小さい。

以下に Horizon2020 のプロジェクトを紹介する。

- Horizon2020 “New technologies and strategies for fuel cells and hydrogen technologies in the phase of recycling and dismantling”（「リサイクルと解体の段階における燃料電池と水素技術の新技术と戦略」）⁴⁶
 - ✓ 燃料電池の普及拡大段階に向けたリサイクル・解体技術の研究プロジェクト。
 - ✓ 2016 年 5 月から 2019 年 4 月にかけて実施された。
 - ✓ プラチナ等の希少金属を含まない触媒の利用推奨、複数の材料を一度に回収する技術の研究等に言及している。
 - ✓ 関係者に向けた推奨事項とガイドラインを含む参考文書を作成した。
 - ✓ LCA、リサイクルセンターでの適応に関するタイムライン、EPR スキーム、経済的な視点からリサイクルを含むビジネスモデル等についても提案している。
 - ✓ 予算：約 50 万ユーロ（※燃料電池・水素に関する研究全体では、Horizon2020 で 6.65 億ユーロを投資している）
- Horizon2020 “Thermoplastic Hydrogen tanks Optimised and Recyclable”（「最適化されリサイクル可能な熱可塑性水素タンク」）⁴⁷
 - ✓ 水素タンクのリサイクルに関する研究ではないが、熱可塑性複合材料のリサイ

⁴⁴ 41 に同じ

⁴⁵ 日本産業衛生学会「許容濃度等の勧告（2020 年度）」表 I-3. 粉塵の許容濃度 注 1.b.
<https://www.sanei.or.jp/images/contents/309/kyoyou.pdf>（閲覧日：2020 年 12 月 25 日）

⁴⁶ 欧州委員会 New technologies and strategies for fuel cells and hydrogen technologies in the phase of recycling and dismantling <https://cordis.europa.eu/project/id/700190>（閲覧日：2021 年 2 月 12 日）

⁴⁷ 欧州委員会 Thermoplastic Hydrogen tanks Optimised and Recyclable <https://cordis.europa.eu/project/id/826262>（閲覧日：2021 年 2 月 12 日）

クル可能性についても言及されている。現在実施中のプロジェクト（2019 年 1 月～2021 年 12 月）のため、詳細は不明である。

✓ 予算：約 285 万ユーロ

その他、欧州燃料電池水素共同実施機構（FCH-JU; Fuel Cells and Hydrogen Joint Undertaking）や、燃料電池車を開発している自動車メーカー（トヨタ、ホンダ、ヒュンダイ、ベンツ、BMW）についても調査したが、リサイクルに関する情報は見当たらない。触媒として使用されているプラチナ回収については、一部で動きがある。

1.1.3 有害物質

(1) POPs 条約における物質追加の状況

追加が検討されている物質を表 1-18 示す。このうち、Dechlorane Plus は、塩素系難燃剤として使われ、臭素系難燃剤の代替として注目されてきた。EU は、Dechlorane Plus が Deca-BDE に置き換わる製品となることを懸念している⁴⁸。

表 1-18 POPs 条約における直近の物質追加の動き

直近の POPRC 会合	第 15 回 POPRC 会合は、2019 年 10 月 1～4 日にローマで開催(次回は 2020 年 9 月 14～18 日)
第 15 回 POPRC での物質追加の動き	● 2017 年 5 月にノルウェーが提案したペルフルオロヘキサンスルホン酸(PFHxS)(perfluorohexane sulfonic acid (PFHxS))とその塩及び PFHxS 関連物質の追加が審議され、具体的な適用除外を付すことなく附属書 A への追加を COP に勧告することが決定 ● Dechlorane Plus (CAS No. 13560-89-9) 及び、そのシン異性体 (syn-isomer (CAS No. 135821-03-3))ならびにアンチ異性体 (anti-isomer (CAS No. 135821-74-8))の追加が再びノルウェーにより提案 ● トキシクロル(Methoxychlor)の追加が EU によって提案

出所) UNEP 「POPs Overview」 <http://www.pops.int/TheConvention/Overview/tabid/3351/Default.aspx> （閲覧日：2020 年 06 月 08 日），農林水産省「残留性有機汚染物質に関するストックホルム条約」
https://www.mofa.go.jp/mofaj/gaiko/treaty/pdfs/t_020408.pdf （閲覧日：2020 年 06 月 08 日），環境省「第 3 回 POPs 対策検討会資料（環境省） POPs 条約への加入について」
<https://www.env.go.jp/chemi/pops/kento/03/pdf/ref02.pdf> （閲覧日：2020 年 06 月 08 日），経済産業省「POPs 条約」https://www.meti.go.jp/policy/chemical_management/int/pops.html （閲覧日：2020 年 06 月 08 日）

(2) 欧州 RoHS 指令への物質追加の検討状況

新たに電気電子機器への使用を制限する物質として、2018 年 4 月より、表 1-19 に示す 7 つの物質がステークホルダーにより協議中である。その他、43 の優先物質に関する情報収集が進められている。

⁴⁸ 先山ら（2016）「我が国の塩素系難燃剤 Dechlorane Plus による汚染レベルについて」
https://www.jstage.jst.go.jp/article/jec/26/2/26_77/_pdf 253 (閲覧日：2020 年 06 月 08 日)

調査対象 7 物質のうち、下線の物質については、自動車に使用されている可能性があるため、動向に注意が必要である。

表 1-19 調査対象 7 物質

物質名	主な用途
<u>三酸化ニアンチモン</u>	難燃剤、PVC、ゴム、繊維、PET 生産用触媒、ガラス製造添加物、塗料および陶器の顔料、自動車内装
<u>テトラブロモビスフェノール A (TBBP-A)</u>	プリント基板用エポキシ・レジン、電子部品カプセル化用レジン
<u>リン化インジウム</u>	半導体、光通信用レーザーダイオード、LED、ヘテロ接合バイポーラトランジスタ、光通信インターネット用部品、太陽光セル、レーザーや光検知器用など高性能 IC
<u>中鎖塩素化パラフィン(MCCPs)</u>	接着・シーリング材、潤滑材、塗料、ウレタンフォーム、難燃剤
<u>ベリリウムおよびその化合物</u>	航空機部品、エネルギー・電気機器部品、通信機器、バイオ医学用機器、防衛関連機器、自動車用部品その他。
<u>硫酸ニッケルおよびスルファミン酸ニッケル</u>	[硫酸ニッケル] 触媒および触媒前駆体のためのニッケル塩、その他ニッケル塩、ニッケル金属粉末、表面処理、バッテリー [スルファミン酸ニッケル] 金属表面処理、バッテリー、硫酸ニッケルからのニッケル塩
<u>二塩化コバルトおよび硫酸コバルト</u>	[二塩化コバルト] 表面処理プロセス・表面処理での表面安定化処理・メッキ、無機顔料・ガラス原料・ガラスおよび陶器・バリスタ・磁石(焼成/焼結)製造、水処理化学品・脱酸素剤・防蝕剤、バッテリー [硫酸コバルト] 表面処理プロセス、化学品製造およびその他湿式化学品プロセス、無機顔料・ガラス原料・ガラスおよび陶器・バリスタ・磁石(焼成/焼結)製造、水処理化学品・脱酸素剤・防蝕剤、バッテリー

1.1.4 自治体におけるヤード条例

海外に輸出する目的で使用済自動車から部品取りをするなど、無許可解体ヤードの存在が自動車リサイクル制度の評価検討の中でも課題として指摘されている。一部の自治体においてヤードを取り締まる条例を制定する動きがあり、概要を調査・整理した。自治体におけるヤード条例の概要を表 1-20 に示す。

表 1-20 自治体におけるヤード条例の概要

	ヤードの定義	規制の内容
①千葉県 (2014 年 12 月) 千葉県特定自動車部品のヤード内保管等の適正化に関する条例	特定自動車部品の保管又は分離の用に供する施設のうち、その外周の全部又は一部に板塀、垣、柵、壁、コンテナその他これらに類する工作物が存する施設	・ 特定自動車部品のヤード内保管等に係る届出(第 3 条) ・ 油等の地下浸透等の防止(第 4 条) ・ 相手方の確認及び不正品の申告(第 5 条) ・ 記録の作成等(第 6 条) ・ 標識の掲示(第 7 条) ・ 立入検査(第 11 条)
②兵庫県三木市 (2016 年 7 月) 三木市におけるヤード内保管等の適正化に関する条例	特定車両特定部品等の保管又は分離の用に供する施設のうち、その外周の全部又は一部に板塀、垣、柵、壁、コンテナその他これらに類する工作物又	・ 特定車両特定部品等のヤード内保管等に係る届出(第 3 条) ・ 油の地下浸透等の防止(第 4 条) ・ 相手方の確認及び不正品の申

	は樹木が存する施設をいう。ただし、特定車両等の保管又は分離の用に供する施設については、特定車両等を国外に輸送するためにコンテナを使用する施設に限る。	告(第5条) ・ 記録の作成等(第6条) ・ 標識の掲示(第7条) ・ 立入検査(第12条)
③茨城県 (2017年4月) 茨城県ヤードにおける自動車の適正な取扱いの確保に関する条例	自動車の解体(部品、材料その他の有用なものを分離する行為であって公安委員会規則で定めるものをいう。以下同じ。)の用に供する施設(その敷地を含む。以下同じ。)のうち、当該施設の外周の全部又は一部に板塀、垣、柵、壁、コンテナその他これらに類する工作物(それらの存在により当該施設の外部から内部における自動車の解体の状況の視認が困難であるものに限る。)が存する施設	・ ヤードにおいて自動車を解体しようとする者の届出義務(第3条第1項) ・ 届出内容の変更、廃止、休止等をする場合の届出義務(第3条第2項・第3項) ・ ヤード内自動車解体者が自動車を引き取る際の相手方の確認等の義務(第4条) ・ 相手方の確認等の際に提示を受けた書類の写しの保存義務(第5条) ・ 土地等の譲渡等をする場合の措置(第6条) ・ ヤードに対する立入り検査等(第7条)
④愛知県 (2019年12月) ヤードにおける盗難自動車の解体の防止に関する条例	自動車解体の用に供する施設又は場所	・ 届出(第3条) ・ 標識の掲示(第4条) ・ 従業者名簿(第5条) ・ 確認及び申告(第6条) ・ 引取記録の作成等(第7条) ・ 保管命令(第8条) ・ 自動車解体業の停止命令等(第10条) ・ 土地等の貸付け等をしようとする者の責務(第11条) ・ 立入検査等(第13条)
⑤埼玉県 (2020年7月) 埼玉県ヤードにおける自動車等の適正な取扱いの確保に関する条例	自動車等の保管又は解体(自動車等から部品その他の物品を分離する行為又は自動車等の車体を切断する行為をいう。第四号及び第五条において同じ。)の用に供する施設(その敷地を含む。)のうち、塀、垣、柵、コンテナその他これらに類する囲いであって、みだりに人が立ち入るのを防止することができるものが当該施設の周囲に設けられたもの。	・ ヤード内自動車等関連事業に係る届出(第3条) ・ 相手方の確認(第4条) ・ 盗難自動車等の申告(第5条) ・ 記録の作成等(第6条) ・ 従事者名簿の備付け(第7条) ・ 土地等の譲渡等をしようとする者の責務(第8条) ・ ヤードの視認性の確保(第9条) ・ 標識の掲示(第10条) ・ 立入検査等(第11条)

出所) 千葉県ウェブサイト : [http://www3.e-reikinet.jp/cgi-bin/chiba-](http://www3.e-reikinet.jp/cgi-bin/chiba-ken/D1W_resdata.exe?PROCID=1397791110&CALLTYPE=1&RESNO=827&UKEY=1600843967210)

[ken/D1W_resdata.exe?PROCID=1397791110&CALLTYPE=1&RESNO=827&UKEY=1600843967210](http://www3.e-reikinet.jp/cgi-bin/chiba-ken/D1W_resdata.exe?PROCID=1397791110&CALLTYPE=1&RESNO=827&UKEY=1600843967210)

兵庫県三木市ウェブサイト : https://www.city.miki.lg.jp/reiki/reiki_honbun/k317RG00001173.html

茨城県ウェブサイト : https://www.pref.ibaraki.jp/kenkei/a01_safety/security/documents/yardjorei.pdf

愛知県ウェブサイト : <https://www.pref.aichi.jp/police/syokai/houritsu/sekou-kaisei/kokusai/images/r2-joubunn.pdf>

埼玉県ウェブサイト : <http://www.police.pref.saitama.lg.jp/c0050/documents/zyoubunsin.pdf>

いずれも閲覧日 : 2020年9月21日

1.2 合同会議の開催支援

合同会議の実施に当たり、合同会議資料の作成及び合同会議の開催支援を行った。業務実施期間の間、合同会議の開催に当たって以下の業務を行った。

＜合同会議の開催に当たって実施した業務＞

- 合同会議委員への連絡等の必要な手続きの補助
- Web 会議システムへの開催補助
- 会場の確保及び設営
- 会場のキャンセル手続き、キャンセル費用の負担
- 傍聴者及び報道機関関係者の取りまとめ
- 議事運営
- 議事概要（第 48 回から第 53 回）作成
- 議事録作成（第 49 回、第 52 回、第 53 回）作成 等

＜業務実施期間中に開催された合同会議（第 48 回～第 53 回）＞

会議名	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
日時	令和2年8月19日(水) 14:00～16:00
場所	web 会議
議題	1. 自動車リサイクル制度の評価・検討について 2. その他
資料	資料 1 議事次第 資料 2 委員名簿 資料 3 自動車リサイクル制度の評価・検討について【事務局】 資料 4 自動車リサイクル制度の現状【事務局】 資料 5 自動車リサイクルの最近の状況について(新型コロナウイルス感染下の動向)【事務局】 資料 6 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のフォローアップ状況【事務局】 資料 7 自動車リサイクル制度の評価・検討における主な論点案【事務局】 資料 8 ヒアリングの進め方について【事務局】
参考資料	参考資料 1 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) 参考資料 2 自動車リサイクル法の施行状況 参考資料 3 リサイクル料金の余剰部分を活用した事業 参考資料 3-1 自動車リサイクル高度化財団 実施事業 参考資料 3-2 本田技研工業株式会社 実施事業 参考資料 3-3 日産自動車株式会社 実施事業 参考資料 3-4 スズキ株式会社 実施事業 参考資料 4 自主取組の状況について 参考資料 4-1 『重金属 4 物質の削減に関する自主取組み』の進捗状況 参考資料 4-2 次世代車の適正処理・再資源化の取組状況 参考資料 4-3 商用車架装物リサイクルに関する自主取組みの進捗状況 参考資料 4-4 二輪車リサイクル自主取り組み実施報告 参考資料 4-5 輸入車の重金属 4 物質等の削減・使用廃止に関する対応状況 参考資料 4-6 使用済自動車用鉛蓄電池・リサイクルシステムの運用状

	況 参考資料 4-7 廃棄物処理システム(実績報告) 参考資料 4-8 タイヤ業界におけるリサイクルへの取組み 参考資料 5 省 CO2 型リサイクル等設備技術実証事業概要(環境省実証事業) 参考資料 6 フロン類 引取・破壊体制の概要/実績について 参考資料 7 エアバッグ類 引取・再資源化体制の概要/実績について 参考資料 8-1 ART シュレッダーダストの引き取り・再資源化の体制及び実績 参考資料 8-2 TH チームシュレッダーダストの引き取り・再資源化の体制及び実績 参考資料 9 令和元年度 各自動車メーカー等のリサイクル率及び収支の状況 参考資料 10 令和 2 年度リサイクル施設の ASR 投入施設活用率一覧表 参考資料 11 関係事業者の登録・許可の状況 参考資料 12 行政処分等の状況 参考資料 13 令和元年度における再資源化預託金等の流れ 参考資料 14 移動報告状況(平成 31 年 4 月～令和 2 年 3 月) 参考資料 15 フロン類年次報告の状況 参考資料 16 都道府県別・保健所設置市別 不法投棄・不適正保管車両の状況 参考資料 17 都道府県・保健所設置市別大規模事案台数/事案数(100 台以上) 参考資料 18 令和元年度 離島対策等支援事業 実績報告 参考資料 19 道路運送車両法等に基づく自動車の解体・輸出に係る抹消登録、届出等の状況 委員提出資料
--	--

会議名	産業構造審議会産業技術環境分科会廃棄物・リサイクル小委員会自動車リサイクルWG 中央環境審議会循環型社会部会自動車リサイクル専門委員会 第49回合同会議
日時	令和2年9月25日(金)14:00～16:30
場所	web 会議
議題	1. 指定法人に対するヒアリング 2. 自動車製造業者等に対するヒアリング 3. 消費者団体に対するヒアリング 4. その他
資料	資料 1 議事次第 資料 2 委員名簿 資料 3 ヒアリングの進め方について【事務局】 資料 4 ヒアリング関係資料【(公財)自動車リサイクル促進センター】 資料 5 ヒアリング関係資料【自動車製造業者等】 資料 5-1 ヒアリング関係資料【(一社)日本自動車工業会】 資料 5-2 ヒアリング関係資料【日本自動車輸入組合】 資料 6 ヒアリング関係資料【消費者団体】 資料 6-1 ヒアリング関係資料【(公社)日本消費生活アドバイザー・コンサルタント・相談員協会】 資料 6-2 ヒアリング関係資料【NPO 法人持続可能な社会をつくる元気ネット】
参考資料	なし

会議名	産業構造審議会産業技術環境分科会廃棄物・リサイクル小委員会自動車リサイクルWG 中央環境審議会循環型社会部会自動車リサイクル専門委員会 第50回合同会議
-----	--

日時	令和2年9月30日(水) 9:30～12:00
場所	web 会議
議題	1. 関連事業者に対するヒアリング 2. 地方公共団体に対するヒアリング 3. その他
資料	資料 1 議事次第 資料 2 委員名簿 資料 3 ヒアリング資料【引取業者】 資料 3-1 ヒアリング関係資料【(一社)日本自動車販売協会連合会】 資料 3-2 ヒアリング関係資料【(一社)日本中古自動車販売協会連合会】 資料 3-3 ヒアリング関係資料【(一社)全国軽自動車協会連合会】 資料 3-4 ヒアリング関係資料【(一社)日本自動車整備振興会連合会】 資料 4 ヒアリング関係資料【(一社)日本自動車リサイクル機構】 資料 5 ヒアリング関係資料【(一社)日本鉄リサイクル工業会】 資料 6 ヒアリング関係資料【地方公共団体】 資料 6-1 ヒアリング関係資料【三重県】 資料 6-2 ヒアリング関係資料【川崎市】
参考資料	参考資料 1 ヒアリングの進め方について

会議名	産業構造審議会産業技術環境分科会廃棄物・リサイクル小委員会自動車リサイクルWG 中央環境審議会循環型社会部会自動車リサイクル専門委員会 第51回合同会議
日時	令和2年11月20日(金)9:30～11:30
場所	web 会議
議題	1. ASR削減、再資源化の高度化のための取組について 2. 非鉄金属精錬業界の自動車リサイクルに対する取組について 3. 車載用リチウムイオン電池のリユース等に係る検討について 4. その他
資料	資料 1 議事次第 資料 2 委員名簿 資料 3 ASR 削減、再資源化の高度化のための取組について 資料 3-1 ヒアリング関係資料【日本プラスチック工業連盟、いその株式会社】 資料 3-2 ヒアリング関係資料【全国板カレットリサイクル協議会】 資料 3-3 自動車リサイクル制度における解体インセンティブ制度(仮称)について【事務局】 資料 4 ヒアリング関係資料【日本鋳業協会】 資料 5 車載用リチウムイオン電池のリユース等に係る検討について【経済産業省自動車戦略企画室】
参考資料	なし

会議名	産業構造審議会産業技術環境分科会廃棄物・リサイクル小委員会自動車リサイクルWG 中央環境審議会循環型社会部会自動車リサイクル専門委員会 第52回合同会議
日時	令和2年12月23日(水)14:00～16:30
場所	web 会議
議題	1. 自動車リサイクルにおける料金制度について 2. 日本自動車工業会からの料金、費用に関する提案等について 3. その他
資料	資料 1 議事次第 資料 2 委員名簿 資料 3 自動車リサイクルにおける料金制度について【事務局】

	資料 4 日本自動車工業会からの料金、費用に関する提案等について【事務局】 資料 5 指定法人業務に関する費用負担の考え方について【事務局】
参考資料	参考資料 1 指定法人業務に関する費用負担の基本的考え方について（平成 16 年 3 月第 6 回合同会議資料） 参考資料 2 令和 1 年度 各自動車メーカー等のリサイクル率及び収支の状況 日本自動車工業会提出資料 委員提出資料

会議名	産業構造審議会産業技術環境分科会廃棄物・リサイクル小委員会自動車リサイクルWG 中央環境審議会循環型社会部会自動車リサイクル専門委員会 第53回合同会議
日時	令和2年2月22日(月) 14:00～16:00
場所	web 会議
議題	1. 自動車リサイクル法の評価・検討に当たっての論点整理について 2. その他
資料	資料 1 議事次第 資料 2 委員名簿 資料 3 論点整理に係る個別事項について 資料 4 自動車リサイクル制度の評価・検討における主な論点(案)について
参考資料	参考資料 1 これまで合同会議で出された主な意見について 参考資料 2 自動車リサイクルに関連する施策動向 委員提出資料

2. 自動車分野における 3R の質の向上に向けた検討

自動車リサイクル法の安定的な運用のため、ASR の処理状況を確認するとともに、必要な施策の補助となる調査・検討を行う。具体的には、合同会議の議論を踏まえつつ、3R の質の向上に向けた検討等を行うため、有識者等から成る作業部会等を検討項目に応じてそれぞれ開催した。

2.1 ASR の処理状況の確認

合同会議にてとりまとめられた「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 2-1）及び ASR 再資源化フロー（平成 25 年度重量実績ベース）（図 2-1）について最新データへの更新作業を行った。

表 2-1 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）

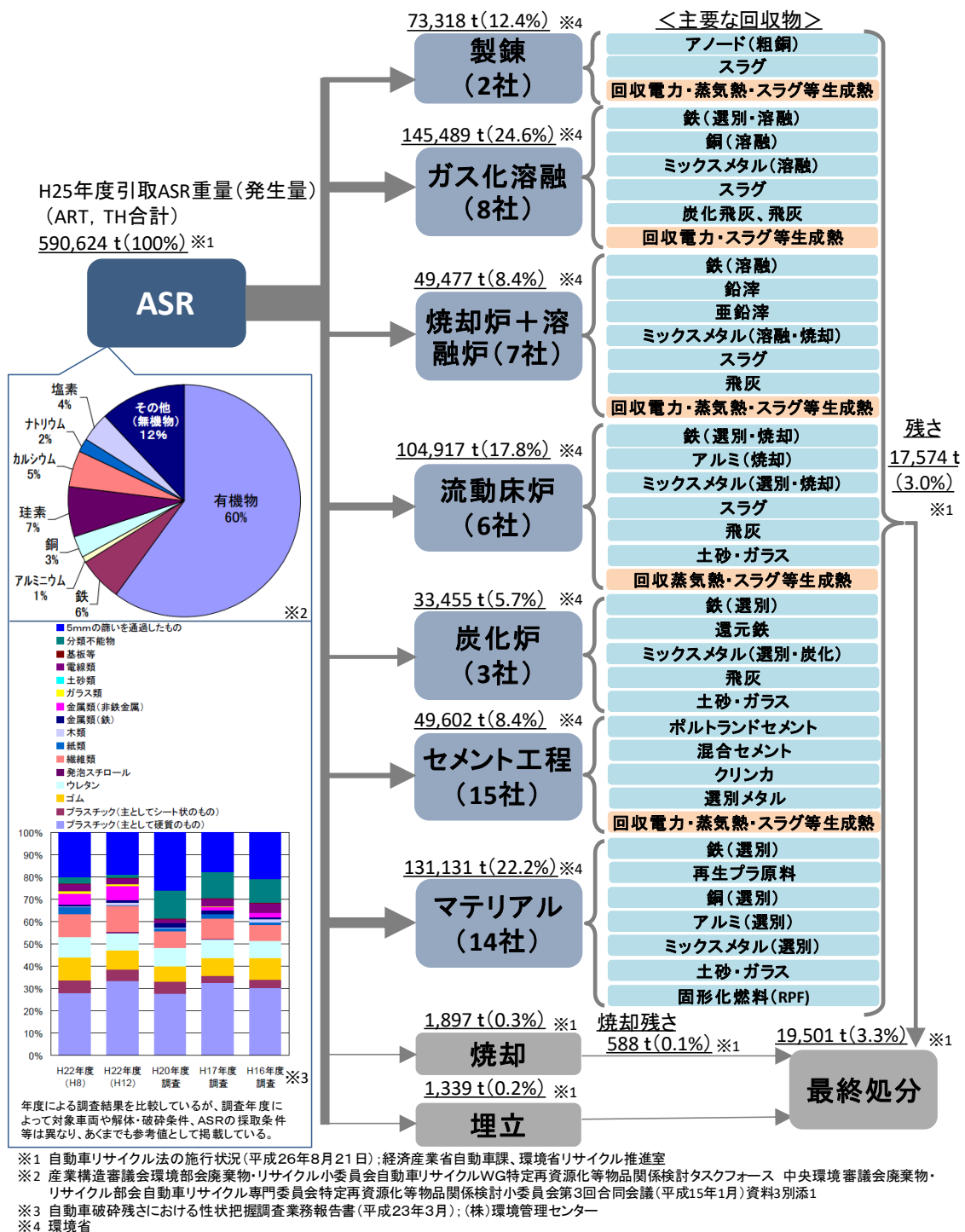


図 2-1 ASR 再資源化フロー (平成 25 年度重量実績ベース)

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)

2.1.1 自動車破碎残さの再資源化に関する提供データの内容

ART と TH チームから提供を受けたデータの内、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
- 自動車破碎残さ投入施設活用率
 - ✓ 自動車破碎残さ（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

2.1.2 自動車破碎残さ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。算出対象は全ての ASR 再資源化施設⁴⁹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
 - ✓ $\text{ASR 由来灰分}^{※1} \div \text{その他投入物由来灰分}$
- （イ）ASR 投入 1t あたりの回収マテリアル量
 - ✓ $\text{マテリアルごとの回収量}^{※1} \times \text{ASR 由来灰分比率}^{(ア)}$
- （ウ）各施設の ASR 由来のマテリアル回収量
 - ✓ $\text{各施設における ASR 投入量}^{※2} \times \text{ASR 投入 1t あたりの回収マテリアル量}^{(イ)}$

※1 自動車破碎残さ投入施設活用率データより

※2 28 条施設種類別引取実績より

2.1.3 自動車破碎残さの再資源化に係る分析結果

(1) 自動車破碎残さの再資源化状況

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 2-2 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 28.1%、熱回収が 68.1%となっている。マテリアルリサイクルの主な用途品目はセメントの割合が増加している。

⁴⁹ 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 参考資料 8-1 及び 8-2 を参照

表 2-2 ASR の再資源化状況

ASRの再資源化状況 (平成25年度重量実績ベース)		ASRの再資源化状況 (令和元年度重量実績ベース)	
熱回収	72.4%	熱回収	68.1%
マテリアルリサイクル	24.3%	マテリアルリサイクル	28.1%
金属類	19.5%	金属類	13.9%
スラグ		スラグ	
鉄		鉄	
ミックスメタル		ミックスメタル	
銅		銅	
スラグ・溶融メタル		スラグ・溶融メタル	
転炉・電炉原材料		転炉・電炉原材料	
セメント類	3.4%	セメント類	11.5%
セメント		セメント	
セメント原燃料		セメント原燃料	
土砂・ガラス	0.7%	土砂・ガラス	0.5%
プラスチック	0.5%	プラスチック等	0.4%
その他	0.1%	その他	1.9%
最終処分	3.3%	最終処分	3.8%

(2) 自動車破碎残さの再資源化フロー

ASR の通常処理における処理フローを図 2-2 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 21,305t（全体の 3.8%）である。

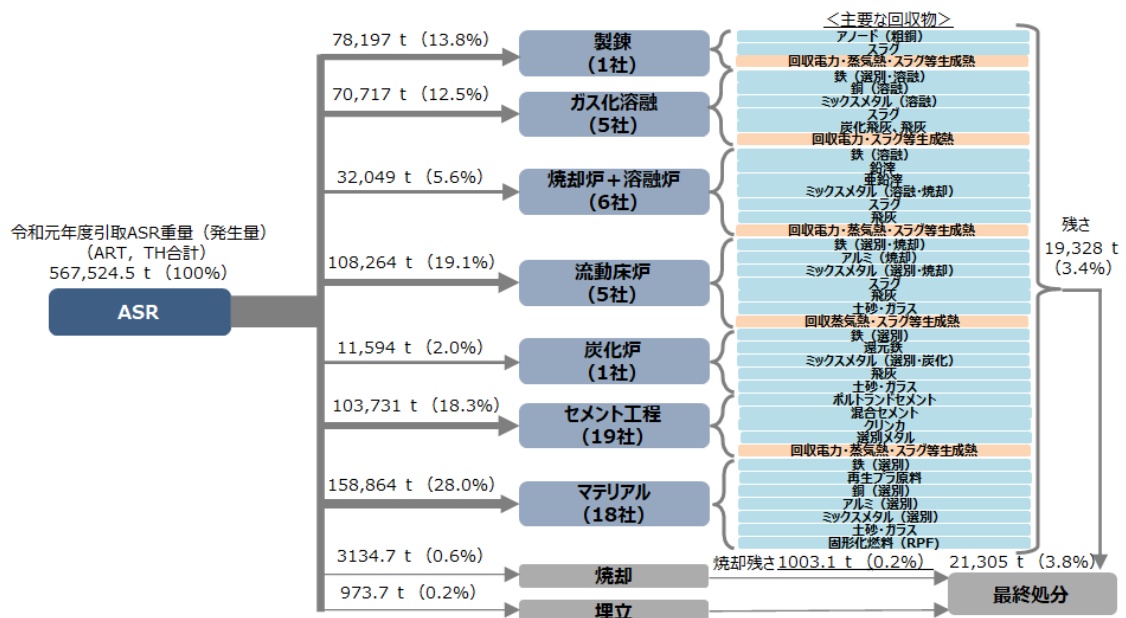


図 2-2 ASR 再資源化フロー（令和元年度重量実績ベース）

2.2 解体インセンティブに関する検討

2.2.1 資料作成補助

(1) 使用済自動車由来ガラスのリサイクルに関するこれまでの議論

使用済自動車由来ガラスのリサイクルに向けた検討にあたり、令和 2 年度の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 合同会議（第 48 回～第 53 回）において委員から出された意見を表 2-3 に整理した。

表 2-3 令和 2 年度合同会議における関連するご意見

下線：特に関連する情報提供・ご意見

	関連する情報提供(資料)	関連するご意見概要
第 48 回 (2020 年 8 月 19 日)	自動車製造業者等が ASR を全量引き取ることとなっており、その原資もリサイクル料金であることから、<u>解体業者や破砕業者によるリユース、リサイクルに対するインセンティブが十分に働いていく面がある。破砕・選別の精度を上げることでプラスチックやガラス等の素材を回収する取組もなされているが、事業採算性に課題がある。</u>(事務局資料)	マテリアルリサイクルの充実、高度化に向けて、何らかの数値目標的なものを設定する必要があるのではないかと。川上から川下までの一気通貫での仕組みを考えていく必要があるのではないかと。(第 48 回赤穂委員)
第 49 回 (2020 年 9 月 25)	(他の論点を中心に情報提供が行われた)	(他の論点を中心に議論が行われた)
第 50 回 (2020 年 9 月 30 日)	- 例えばプラスチックやガラスなどを破砕する前に解体業者で分別・回収して適正な再資源化を促進する取り組みが必要。<u>インセンティブ付与の仕組み作りや新しいリサイクル技術の導入支援などを要望。</u>(自動車リサイクル機構資料) - 解体業者や破砕業者はプラスチック・ガラス等を回収するインセンティブが無い。<u>ASR 処理料金を原資とした ASR の精緻な分別に対する経済的なインセンティブの検討が最重要。</u>(鉄リサイクル工業会資料)	- ASR の削減には、<u>プラスチックやガラスに特化したインセンティブがもっと必要と感じた。</u>(佐藤委員) - プラスチックやガラスの回収は、<u>経済的なインセンティブと同時に、利用先の確保、再利用の方法等も考えていく必要がある。</u>(森谷委員) - 自動車業界に限らず、エリアごとに素材、マテリアルを集めるような仕組みも、構想する必要があるかもしれない。(酒井(康)委員) <u>新技術に対するインセンティブ等も議論していただいて、マテリアルリサイクルが構築されていく。</u>(乗田委員)
第 51 回 (2020 年 11 月 20 日)	- J-FAR 実証事業において、<u>ELV 由来(フロントガラスを除く部位ごと)のカレット原料でも問題なく繊維化でき、板ガラス製品由来のグラスウールと同等の性能を確認。</u>(全国板カレットリサイクル協議会資料) - 使用済自動車由来ガラスを外す費用、運ぶ費用、合わせガラスの産業廃棄物処理費用が発生する。<u>ASR 中のガラス</u>	<u>解体・破砕業者へのインセンティブの仕組みは、基本的に賛成。</u>(委員多数) - 法改正をしない場合、罰則がない。家電リサイクルで、リサイクル料金をもらって横流ししたケースがあった。これが起こると、自動車リサイクルに対して国民の不信感を招く恐れがあるので注意が必要。再生品の品質がはっきりしないとリサイクルが

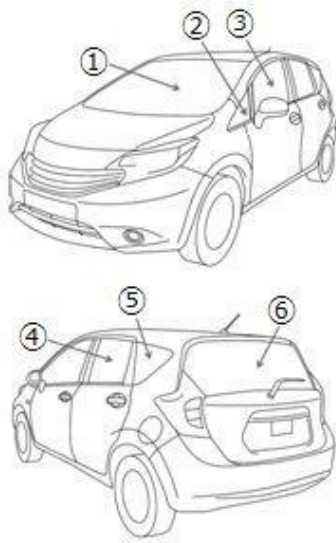
	<u>が減り、相当分の ASR 処理費等を応用するなどの工夫に期待。(同上)</u>	回っていかないため、<u>再生品の規格も検討すべき。</u>(大塚委員) ● このインセンティブのボリュームでは経済的に回らないという可能性も想定して、<u>今のスキームで不十分な場合にどうするか、検討すべき。</u>(酒井(康)委員) ● インセンティブは、経済原理の中でリサイクルが進むようになるための呼び水であるとしっかり位置付けるべき。単純な重量だけでなく、<u>質についても留意する仕組みがあると良いのではないか。</u>(赤穂委員) ● <u>トレーサビリティを確保する仕組みを考える必要がある。</u>(森谷委員)
第 52 回 (2020 年 12 月 23)	(他の論点を中心に情報提供が行われた)	(他の論点を中心に議論が行われた)
第 53 回 (2021 年 2 月 22 日)	● <u>自動車リサイクル制度の評価・検討における主な論点(案)として、ガラスやプラスチック等の素材の回収に取り組む解体業者等に対してインセンティブを与える制度の具体化に向けた検討の必要性が挙げられた。</u>	● 解体インセンティブ制度を実効性のある仕組みにするため、特預金を活用した形で制度設計をしていたきたい。(酒井(康)委員) ● フロン、エアバック、ASR 以外のリサイクルも重要。<u>プラスチックとガラスのリサイクルは重点だ</u>と考えている。(森谷委員) ● ASR の確実な処理、<u>ガラス、プラスチックの回収</u>などもっと解体インセンティブを設けること賛成したいと思うが、その際にインセンティブの付け方については公平、公正な仕組みが必要。<u>マテリアルリサイクルが促進する方向でインセンティブを活用</u>いただきたい。(赤穂委員) ● <u>LIB、ガラス、プラスチックの再資源化</u>が有効に進むような預託金、特預金の活用を期待したい。(佐藤委員) ● リサイクル料金の設定は簡素化する方がいいと思う。過度な負担を当事者にさせてはいけない。(佐藤委員)

(2) 使用済自動車由来ガラスの基礎情報

使用済自動車由来ガラスのリサイクルに向けた検討にあたり、ガラスの部位別特徴や排出量等の基礎的な情報を整理した。

1) 自動車に使用されているガラスの部位別特徴

自動車に使用されているガラスは、その特徴から大きく 4 つに分類することができる。



I. フロントガラス（主に合わせガラス→①）

中間膜（PVB）を持つ合わせガラス。縁に**黒セラ**（セラミックプリント）が存在する他、上部の日よけとなるボカシ、車体標章のシール等が存在する。

II. リアガラス（主にUVカットかつプライバシーガラス→⑥）

防曇熱線が含まれるほか、端子部分にハンダが使用されている。縁に**黒セラ**がある。

III. サイドフロントガラス（主にUVカットガラス→②③）

ほぼ一様な構造・成分である。色が薄いと考えられる。

IV. サイドリアガラス（主にUVカットかつプライバシーガラス→④⑤）

ほぼ一様な構造・成分である。色が濃いと考えられる。

図 2-3 自動車に使用されているガラスの部位別特徴

出所) 日産自動車ウェブサイト Q&A

<http://www.nissan.co.jp/AP-CONTENTS/POSTOFFICE/ANSWERS/34806.html>（閲覧日：2021年3月11日）

マテック「2019年度自動車リサイクルの高度化に資する調査・研究・実証等に係る助成事業報告書」22頁

2) 使用済自動車由来ガラスの排出量と回収可能な量の推計

a. 使用済自動車由来ガラスの排出量と回収可能な量の推計

自動車1台あたりに使用されるガラスは32kg程度であることから、使用済自動車由来のガラス排出量は336万台×32kg/台=約11万tと推計される。

また、自動車1台あたりから回収可能なガラスの量は17kg程度（※3）と考えられることから、使用済自動車から回収可能なガラスの量は、年間約5.7万tと推計される。これは、ガラス排出量全体の半分程度である。

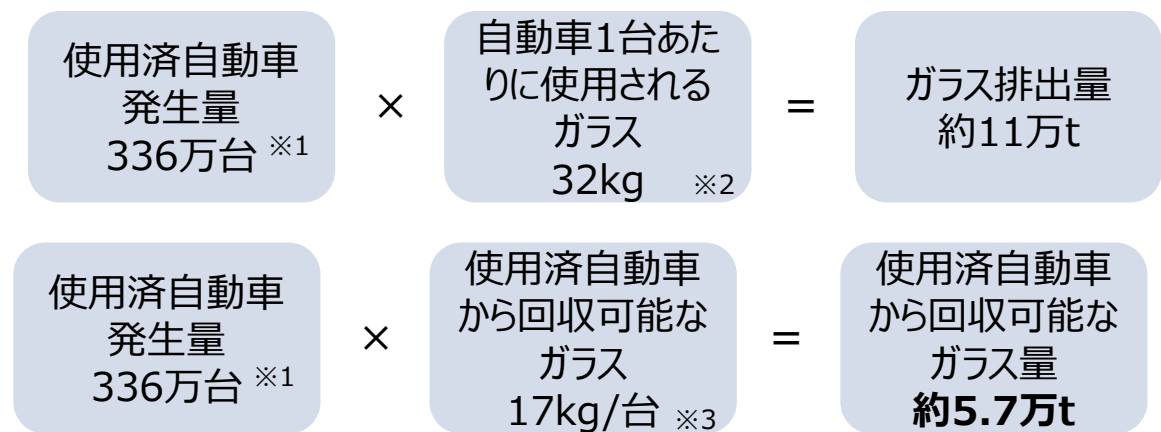


図 2-4 使用済自動車由来のガラス排出量（上図）及び回収可能なガラスの量（下図）

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 参考資料2（2019年度の使用済自動車の引取台数）2頁
- ※2 環境省「マテリアルリサイクルによる天然資源消費量と環境負荷の削減に向けて（低炭素型3R技術・システム実現のための素材別リサイクル戦略マップ案の検討）」60頁（2016年）
- ※3 財団法人機械システム振興協会（委託先：財団法人製造科学技術センター）「システム技術開発調査研究 板ガラスリサイクルシステムに関する調査研究報告書」7頁（平成19年）
フロントガラスは12.5kg/台で、解体時にはフロントガラスの真ん中を切り取るとすると、歩留まりは6割とされ、回収されるガラスは7.5kgとなり、切り取られたフロントガラスの中間膜との分別工程での歩留まりを考慮すると、カレットとして利用可能な量は4.5kgとの記載がある。また、三菱UFJリサーチ&コンサルティング株式会社「2019年度自動車リサイクルの高度化等に資する調査・研究・実証に係る助成事業（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）報告書」9頁に、自動車用板ガラスの回収量は、フロントガラスを除く自動車ガラス1台当たり約12.5kgと想定と記載があることから、4.5+12.5=17kgと算出される。

b. 車種別自動車ガラス重量を考慮した場合

上記の使用済自動車由来ガラス排出量の推計は、1台あたりのガラス重量が32kg程度という設定に基づいている。これは普通自動車のガラス量である。軽自動車・小型自動車等では1台あたりのガラス重量はこれよりも小さいため、車種によるガラス重量の違いを考慮すると、排出量は2.5万トン程度小さく推計される。

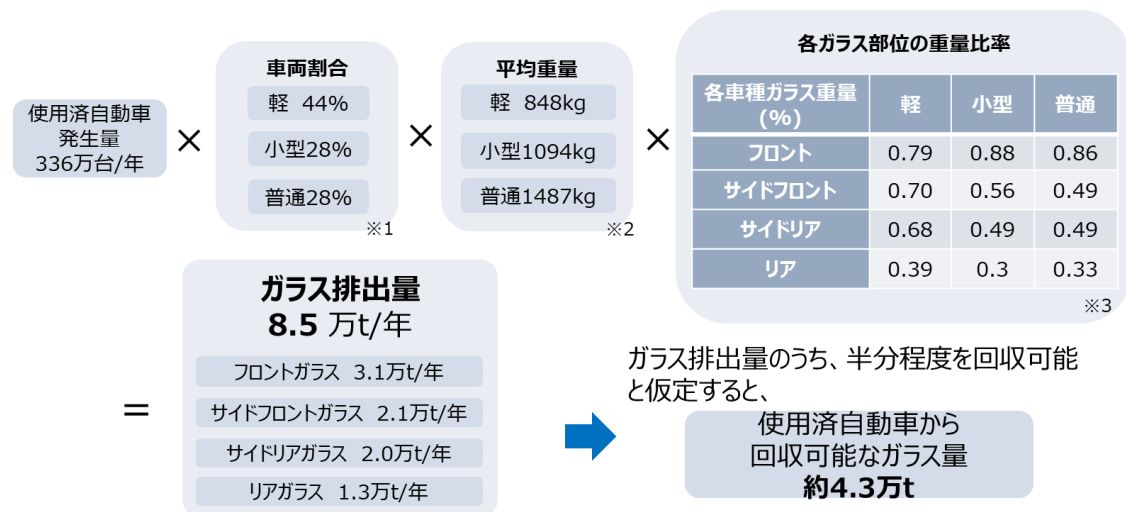


図 2-5 車種別自動車ガラス重量を考慮した場合の回収可能なガラス量の推計

出所)

- ※1 自動車リサイクル促進センター「自動車リサイクルデータ Book2019」16 頁（2020 年）
ただし、小型自動車と普通自動車を区別したデータがないため、小型自動車と普通自動車は同割合存在していると仮定し、車両割合を割り振った。
- ※2 三菱 UFJ リサーチ&コンサルティング株式会社「2019 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（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）最終報告書」65-70 頁（2020 年）
- ※3 自動車リサイクル促進センター「自動車リサイクルデータ Book2019 資料編」65 頁より算出

(3) 使用済自動車由来ガラスのリサイクルに関する課題整理

使用済自動車由来ガラスのリサイクルに関する課題を整理するにあたり、リサイクルガラスの活用用途別の品質面の要求水準とそれに関する想定課題及び想定需要量とそれに関する想定課題を表 2-4 に整理した。

表 2-4 リサイクルガラスの活用用途別 想定される課題（品質・需要量）

リサイクルガラスの活用用途	品質		需要量	
	要求水準	想定課題	想定需要量	想定課題
①自動車用板ガラス	● 板硝子協会が定めるガラスカレット受入品質規格 ● 安全性確保のため、要求水準が非常に高い	● 要求水準に対応するためには、解体業者で部位別に取り外し、管理する必要があるため、回収コストがより高くなる ● 部位別に回収できた場合でも、品質の明確なカレット生産は難しい可能性がある	約 30 万トン（板ガラス全体では約 118 万トン）	● プレコンシューマーカレットの減少等を背景に、需要量の観点での課題は少ないと考えられる
②建築用板ガラス	● 板硝子協会が定めるガラスカレット受入品質規格 ● 自動車用板ガラスに比べ、要求水準は厳しくない	● ①と同じ。ただし、要求水準が①ほど厳しくないため、課題をクリアしやすいと考えられる		
③グラスウール	● 要求水準は低い	● 問題ない	約 20 万トン	● 国内の生産能力は 25 万トン強のため、自動車カレットへの需要は大きくはないと考えられるが、今後断熱材等用途が拡大する可能性はある
④ガラス発泡リサイクル資材	● ガラスの中では要求水準が最も低い	-	不明	-
⑤セラミックタイル	● 土砂が主原料であり、要求水準が低い	-	不明	-
⑥路盤材	● 土砂が主原料であり、要求水準が低い	-	不明	-

出所) 低炭素型 3R 技術・システムの社会実装に向けた素材別リサイクル戦略マップ検討会「マテリアルリサイクルによる天然資源消費量と環境負荷の削減に向けて～素材別リサイクル戦略マップ策定に向けた調査・検討の中間報告～」(平成 28 年)

<https://www.env.go.jp/press/files/jp/102960.pdf> (閲覧日: 2021 年 3 月 11 日)

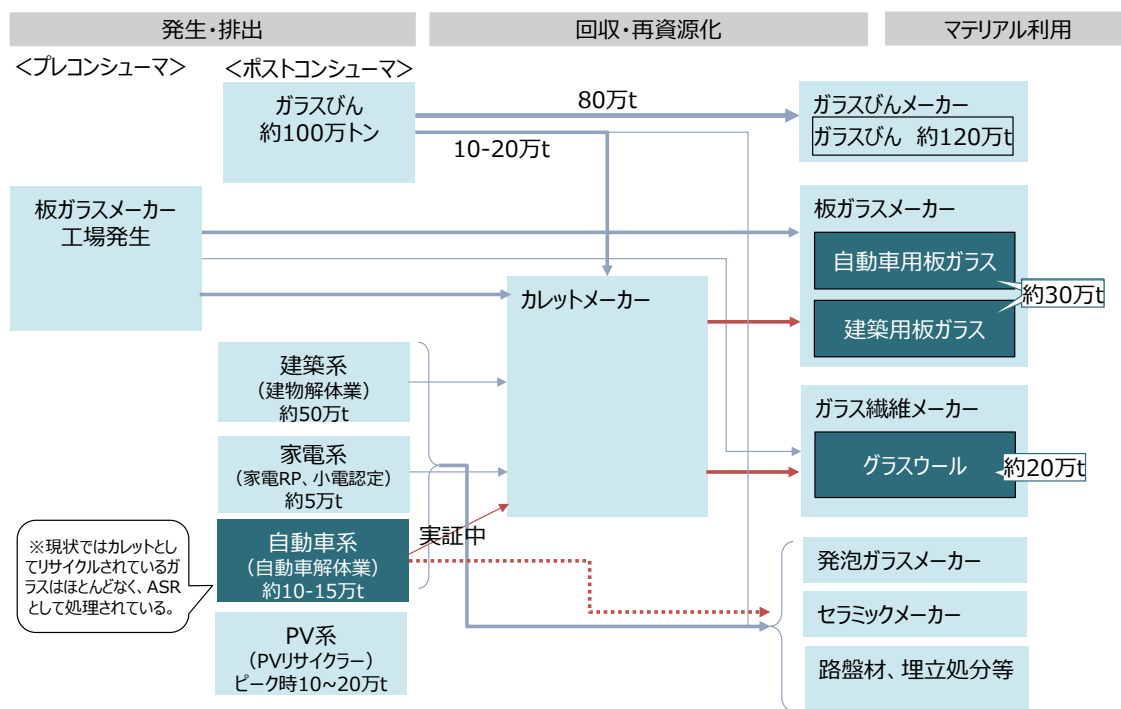


図 2-6 ガラスリサイクルの全体像と使用済自動車由来ガラスの受入可能性

出所) 国立研究開発法人新エネルギー産業技術総合開発機構「太陽光発電システム長期安定電源化技術開発プロジェクト」(2019年度)事業原簿

(4) 使用済自動車由来ガラスのリサイクルの効果

1) 自動車用板ガラスへの水平リサイクルの LCA

使用済自動車ガラスを自動車用板ガラスに再生できるカレットとしてリサイクルすることで、①天然資源の使用回避による採掘・輸送による排出削減、②製造工程での CaCO_3 の反応の回避による排出削減、③一度ガラス化されたものを使うため低温で溶融できることによる燃焼熱需要の節約による排出削減、④ASR 処理量の削減による排出削減が可能である。

醍醐ら(2011)では、1台の自動車用板ガラス 32kg を機能単位とすると、リサイクルしない場合より CO_2 排出量は 36% 少なくなり、使用済自動車からの板ガラスを水平リサイクルすることで CO_2 を削減することが可能であるとされている。⁵⁰

⁵⁰ 醍醐市朗、張玄庚、松野泰也「使用済み自動車からの板ガラスリサイクルの環境性および事業採算性評価」(2011年、日本 LCA 学会誌 7 巻 1 号) https://www.jstage.jst.go.jp/article/lca/7/1/7_72/_pdf (閲覧日: 2021年3月11日)

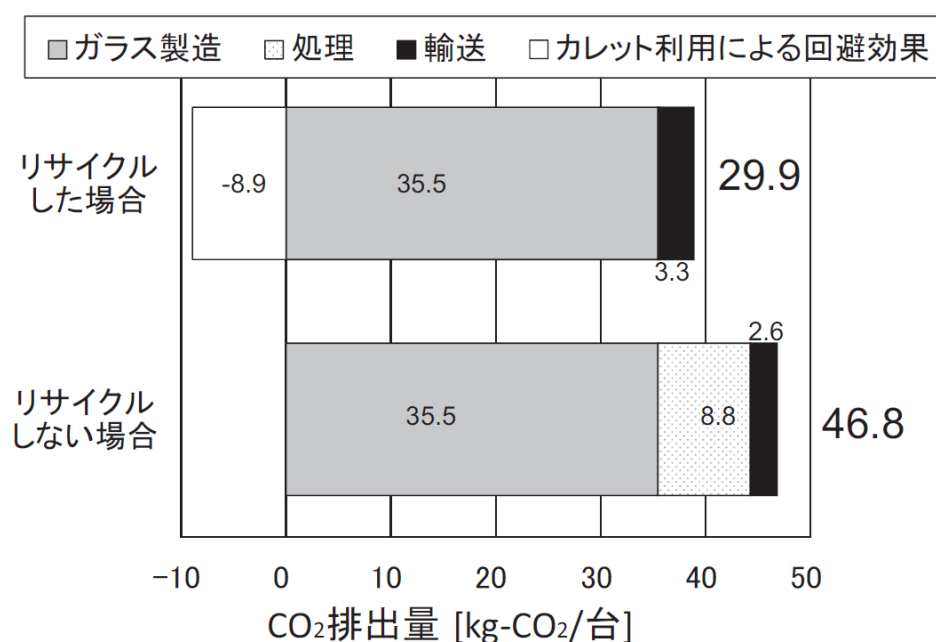


図 2-7 自動車用板ガラスへの水平リサイクルの LCA

出所) 醍醐市朗、張玄庚、松野泰也「使用済み自動車からの板ガラスリサイクルの環境性および事業採算性評価」(2011 年、日本 LCA 学会誌 7 巻 1 号)
https://www.jstage.jst.go.jp/article/lca/7/1/7_72/_pdf (閲覧日: 2021 年 3 月 11 日)

また、使用済自動車由来ガラスのリサイクルを回収可能なガラス量全量について行った場合の CO2 削減効果を試算した。

硝子繊維協会提供情報によると、原材料の天然資源（硅砂、ソーダ灰、ドロマイト等）をリサイクルカレットで代替する場合、0.289t-CO2/t-カレットの CO2 排出が削減できる。これは、カレット使用により、原料採掘／精製工程、搬送工程、溶解反応工程、原料分解による CO2 排出を回避できることによる。

この原単位を用いて試算すると、使用済自動車から回収可能なガラス（約 5.7 万 t）をすべてリサイクルしてカレットとして使用することにより、1.65 万 t/年の CO2 削減が可能と算出される。これは、板ガラスへの再利用による年間 CO2 排出量 108.7 万 t-CO2（2017 年）⁵¹の 1.5%に相当する。

⁵¹ 板硝子協会ウェブサイト「板ガラス製造業の低炭素社会実行計画・フォローアップ結果報告」
<http://www.itakyo.or.jp/data/research/followup2.html> (閲覧日: 2021 年 3 月 11 日)

$$\begin{array}{|c|} \hline \text{使用済自動車} \\ \text{から回収可能な} \\ \text{ガラス量} \quad \text{※1} \\ \text{約5.7万t} \\ \hline \end{array} \times \begin{array}{|c|} \hline \text{カレット使用による} \\ \text{CO2削減原単位} \\ \text{0.289} \quad \text{※2} \\ \text{t-CO2/t-カレット} \\ \hline \end{array} = \begin{array}{|c|} \hline \text{ガラスリサイクルによる} \\ \text{CO2削減効果} \\ \text{1.65万t/年} \\ \hline \end{array}$$

図 2-8 板ガラスへのリサイクルによる CO2 削減効果

出所)

※1 図 2-4 参照

※2 第1回使用済自動車由来ガラスの再生利用促進に向けた勉強会 資料 4-2（板硝子協会様発表資料）24 頁より、カレット使用で削減できる CO2 排出量（0.347t-CO2/t-カレット）－カレット使用で増加する CO2 排出量（0.058t-CO2/t-カレット）＝ 0.289t-CO2/t-カレットと算出される。

ただし、この試算は天然資源による板ガラス製造をリサイクルカレットで代替する効果についてであり、ガラスが ASR に混ざって溶融等の処理をされた場合をベースラインとした CO2 削減量については、改めて検討が必要である。

2) グラスウールへのリサイクルの LCA

グラスウール製造にあたり、ガラスびんカレットをフロントガラス由来のリサイクルカレットで代替する場合、廃車ガラガラス分のシュレッダー処理が不要になること、リサイクルされるガラス及び中間膜の埋立処分量が削減されること、ガラスびんカレットの使用量が削減されること、中間膜の使用量が削減されることにより、1 台あたり（ガラス量：フロントガラス 7.5kg）、0.587kg-CO2/台の CO2 排出が削減できる。

この原単位を用いて試算すると、使用済自動車から回収可能なガラス（336 万台分）をすべてリサイクルしてカレットとして使用すると、1,972t/年の CO2 削減が可能と算出される。

$$\begin{array}{|c|} \hline \text{使用済自動車} \\ \text{発生量} \quad \text{※1} \\ \text{336万台/年} \\ \hline \end{array} \times \begin{array}{|c|} \hline \text{カレット使用による} \\ \text{CO2削減原単位} \\ \text{0.587} \quad \text{※2} \\ \text{kg-CO2/台} \\ \hline \end{array} = \begin{array}{|c|} \hline \text{ガラスリサイクルによる} \\ \text{CO2削減効果} \\ \text{1,972t/年} \\ \hline \end{array}$$

図 2-9 フロントガラスのグラスウールへのリサイクルによる CO2 削減効果

出所)

※1 図 2-4 参照

※2 マテック「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」https://www.env.go.jp/recycle/car/pdfs/h26_report01_mat03.pdf（閲覧日：2021 年 3 月 11 日）

また、グラスウール製造にあたり、ガラスびんカレットをフロントガラス以外の部位由来のリサイクルカレットで代替する場合、廃車ガラガラス分のシュレッダー処理が不要になること、リサイクルされるガラスの埋立処分量が削減されること、ガラスびんカレットの

使用量が削減されることが削減されることにより、1 台あたり（ガラス量：全体 32kg からフロントガラス 7.5kg を除いた 24.5kg） 0.0343kg-CO₂/台の CO₂ 排出が削減できる。

この原単位を用いて試算すると、使用済自動車から回収可能なガラス（336 万台分）をすべてリサイクルしてカレットとして使用すると、115.2t/年の CO₂ 削減が可能と算出される。

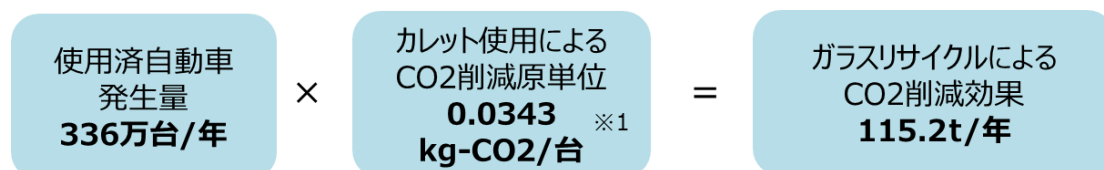


図 2-10 フロントガラス以外のガラスのグラスウールへのリサイクルによる CO₂ 削減効果

出所)

※1 マテック「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」https://www.env.go.jp/recycle/car/pdfs/h26_report01_mat03.pdf（閲覧日：2021 年 3 月 11 日）

・フロントガラス以外のガラスのリサイクルによる CO₂ 削減排出量は、フロントガラスのリサイクルのリサイクルによる CO₂ 排出量から、フロントガラス処理機の運転による CO₂ 排出量と中間膜の輸送による CO₂ 排出量を除いた 0.0331kg-CO₂/kg-カレットと算出される。

・また、フロントガラス以外のガラスのリサイクルによる CO₂ 削減量は排出、フロントガラスのリサイクルによる CO₂ 排出削減量から、中間膜製造代替による CO₂ 排出削減量を除いた 0.0345kg-CO₂/kg-カレットである。

・したがって、フロントガラス以外の部位由来のカレットの利用による CO₂ 削減原単位は、0.0345kg-CO₂/kg-カレット-0.0331kg-CO₂/kg-カレット= 0.0014kg-CO₂/kg-カレットとなる。

・フロントガラス以外の部位のガラスの重量は、1 台あたり全体 32kg-フロントガラス 7.5kg=24.5kg であることから、カレット使用による 1 台あたりの CO₂ 削減量は、0.0014kg-CO₂/kg-カレット ×24.5kg/台=0.0343kg-CO₂/台と算出される。

以上より、フロントガラス及びフロントガラス以外のガラスのグラスウールへのリサイクル、2,087t/年の CO₂ 削減が可能と算出される。

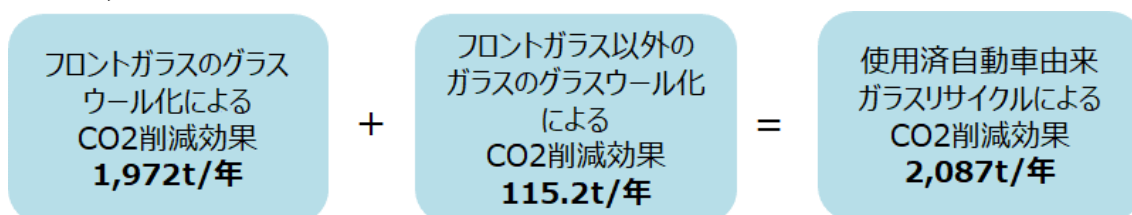


図 2-11 ガラスリサイクルによる CO₂ 削減効果（グラスウール製造、フロントガラス及びフロントガラス以外の部位由来）

ただし、この試算はフロントガラスのリサイクルについての既存の LCA の原単位の内訳を用いた試算であり、埋立がベースラインとなっている。フロントガラス以外のガラスの正確な LCA については詳細に検討する必要があるとともに、ガラスが ASR に混ざって溶融等の処理をされた場合をベースラインとした CO₂ 削減量については、改めて検討が必要である。

また、板ガラスへのリサイクルの場合は、天然資源代替の効果を算出しているのに対し、グラスウールへのリサイクルの場合は、ガラスびんカレット（リサイクルカレット）置き換

えの効果を算出しているため、グラスウールへのリサイクルの効果は小さく算出されてしまう。

3) ASR 再資源化量の削減による CO2 削減効果

ガラスのリサイクルにより、原料消費や製造工程回避による CO2 削減効果のみならず、ASR 削減により、ASR の再資源化による CO2 排出を回避できるという効果も考えられる。ガス化溶融による ASR 再資源化を回避することにより、以下の CO2 削減効果が見込まれる。

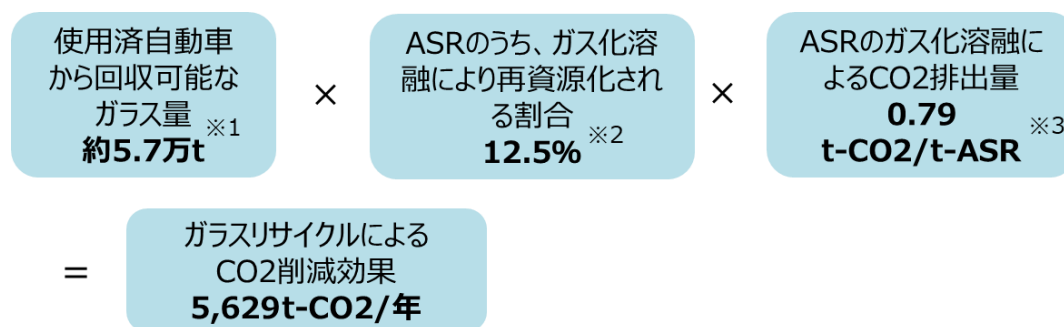


図 2-12 ASR 再資源化量の削減による CO2 削減効果

- ※1 第2回使用済自動車由来ガラスの再生利用促進に向けた勉強会 資料4 P4
- ※2 産業構造審議会産業技術環境分科会廃棄物・リサイクル小委員会 自動車リサイクルWG 中央環境審議会循環型社会部会自動車リサイクル専門委員会 第48回合同会議 資料4 P17
 (https://www.meti.go.jp/shingikai/sankoshin/sangyo_gijutsu/haikibutsu_recycle/jidosha_wg/pdf/048_04_00.pdf)
- ※3 三菱UFJリサーチ&コンサルティング平成27年度低炭素型3R技術・システム実証事業「自動車リサイクルの全体最適化を念頭においた解体プロセスの高度化実証事業」報告書
 (http://www.env.go.jp/recycle/car/pdfs/h27_report01_mat07.pdf) 従来方式の解体等プロセスの場合、ASR発生量は133.5kg/台、ガス化溶融によるCO2排出量は105kg-CO2/台とされていることから、ASR1kgあたりのCO2排出量は、105kg-CO2/台÷133.5kg/台=0.79kg-CO2/kg-ASR=0.79t-CO2/t-ASRと算出できる。

他の再資源化方法についても、同様に、回避することにより CO2 削減効果を期待できる可能性がある。

4) SDGs への取組による効果

CO2 削減効果以外には、企業として SDGs への取組を充実させることができるという効果が挙げられる。これにより、使用済自動車由来ガラスのリサイクルに取り組む企業にとっては、優良な仕入先との取引が可能となることや、優秀な人材を確保しやすくなるというメリットが考えられる。

関連するSDGs		使用済自動車由来ガラスの再生利用における貢献 ※ () 内は関連のターゲット
目標 9 レジリエントなインフラを整備し、包摂的で持続可能な産業化を推進するとともに、イノベーションの拡大を図る	9 産業と雇用 の創出	ガラスリサイクル技術の開発やガラスリサイクル産業の拡大、ガラス産業における原料調達安定化により、持続可能性を向上させる。(9.4関連)
目標 12 持続可能な消費と生産のパターンを確保する	12 つくる責任 つかう責任	- ガラスの持続可能な管理および効率的な利用を達成する。(12.2関連) - 製品ライフサイクルを通じてガラスに関連する化学物質や廃棄物の環境に配慮した管理を達成する。(12.4関連) - 大気、水、土壌への排出を大幅に削減することにより、ヒトの健康や環境への悪影響を最小限に留める。(12.4関連) - ASRを削減する。(12.5関連)
目標 13 気候変動とその影響に立ち向かうため、緊急対策を取る	13 気候変動に 適応する	ライフサイクルCO2の削減により気候変動の緩和に貢献する。(13.2関連)
目標 17 持続可能な開発に向けて実施手段を強化し、グローバル・パートナーシップを活性化させる	17 パートナーシップ で目標を達成しよう	自動車メーカー・輸入業者を始め自動車の産業界と、ガラス製品メーカー・カレットメーカー等ガラス産業界、自動車ユーザー、行政、自動車解体業者、破砕業者等が一体となり、ガラスリサイクルを推進する。(17.17関連)

図 2-13 使用済自動車由来ガラスのリサイクルに関連する SDGs

(5) 自動車リサイクルフローにおけるガラスリサイクルの課題整理

J-FAR 事業報告書（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」（2019））をもとに、自動車リサイクルフローにおけるガラスリサイクルの課題を整理する。

1) 現在の主な使用済自動車由来ガラスのフロー

現時点では、使用済自動車由来のガラスはほとんどリサイクルされていない。

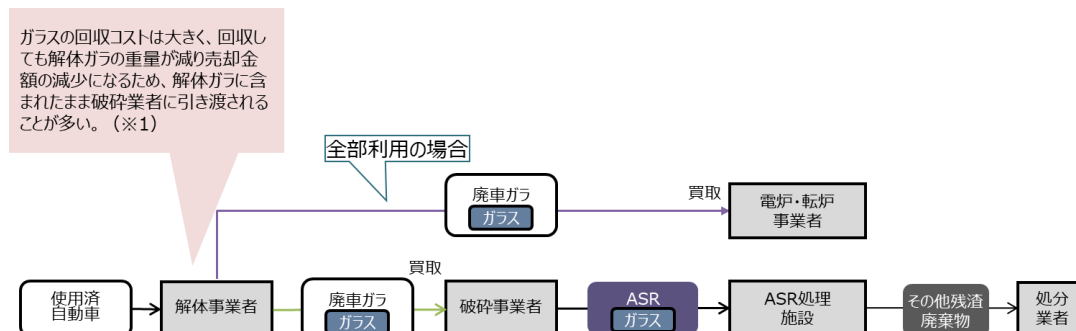


図 2-14 現在の主な使用済自動車由来ガラスのフロー

出所)

※1 マテック「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」https://www.env.go.jp/recycle/car/pdfs/h26_report01_mat03.pdf（閲覧日：2021 年 3 月 11 日）

2) 想定される使用済自動車由来ガラスのリサイクルフロー（パターン 1~3）

使用済自動車由来ガラスのリサイクルフローとして、以下のパターン 1~3 が想定される。パターン 1 は、解体事業者で取り外されたガラス等を廃車ガラと混載して破砕業者（一次集荷拠点）へ輸送するもの、パターン 2 は、全部利用で、解体事業者で取り外されたガラス等を廃車ガラと混載して電炉事業者へ輸送するもの、パターン 3 は、全部利用で、解体事

業者でガラスを資源化処理したのち、カレットメーカーへ輸送する（廃車ガラのみを電炉業者に販売する）というものである。

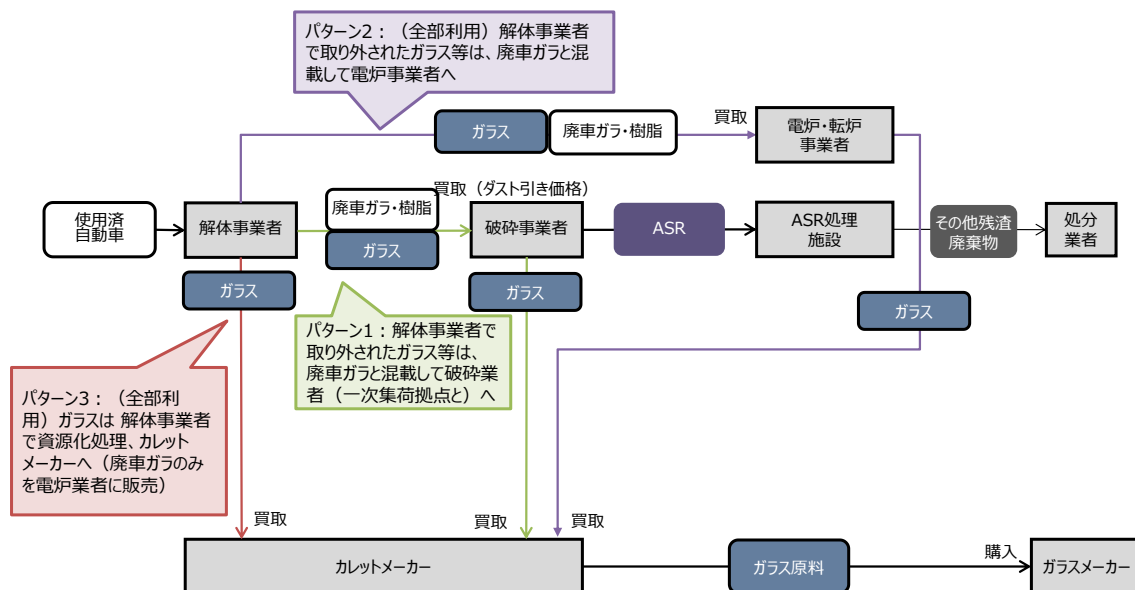


図 2-15 想定される使用済自動車由来ガラスのリサイクルフロー（パターン 1~3）

3) リサイクルにあたっての現状の課題／今後の技術的検討事項（J-FAR 報告書をもとに整理）

使用済自動車由来ガラスのリサイクルにあたっては、フローの各局面で、図 2-16 のような現状の課題／今後の技術的検討事項が挙げられる。

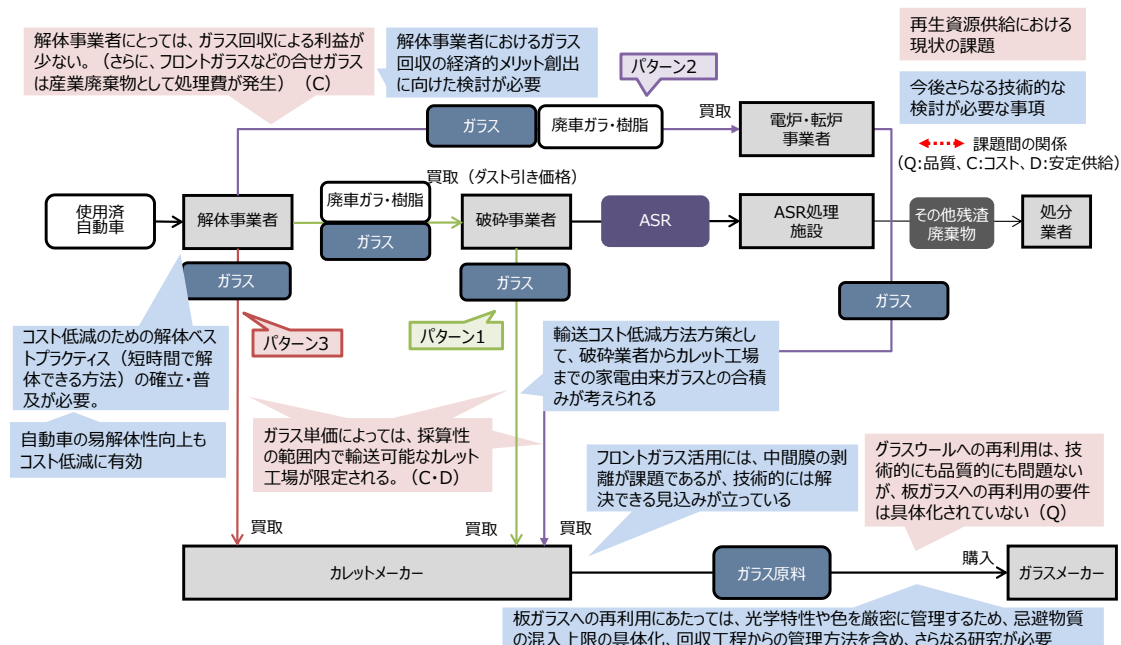


図 2-16 リサイクルにあたっての現状の課題／今後の技術的検討事項（J-FAR 報告書をもとに整理）

4) 課題間の関係の整理

使用済自動車由来ガラスのリサイクルに向けた主な課題としては、大きく分けると以下の2つが挙げられる。

- ✓ 現状では、カレット原料としての販売価格が低く、解体業者にとっては回収するメリットがないため、回収量が見込めない。（コストと安定供給のトレードオフ）
- ✓ 板ガラスへの再生利用についても、技術的課題（後述）が解決されれば、実現可能性はある。ただし、板ガラスに再生利用するためには、部位別・メーカー別の回収が必要になり、解体・回収コストが増大する。（コストと品質のトレードオフ）

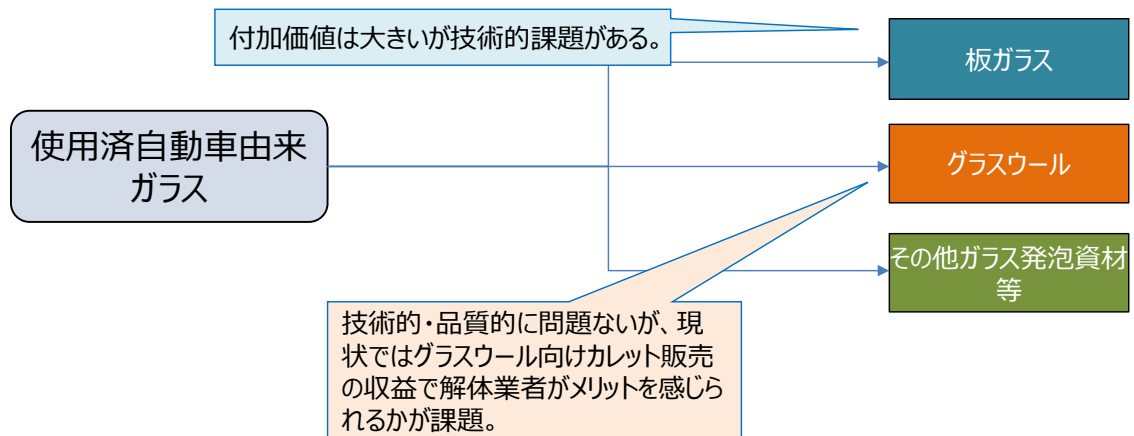


図 2-17 使用済自動車由来ガラスのリサイクル用途先と課題

5) ガラス売却収益増加の制度面の方策（相対的コストの低減）

前述の課題を解決するための、ガラス売却収益を増加させるための制度面の方策としては、以下の3つが挙げられる。

- ✓ ガラス回収に合わせて回収される部品（PP として有価で販売できるドアトリム等）の売却収益を考慮する。
- ✓ ガラス回収分のダスト引き改定を実現する。（ダスト引き改定がない限り、コストが収入を上回る。）
- ✓ ASR 削減効果（シュレッダー経費、収集運搬経費等）も考慮し、解体業者に価格として還元する。

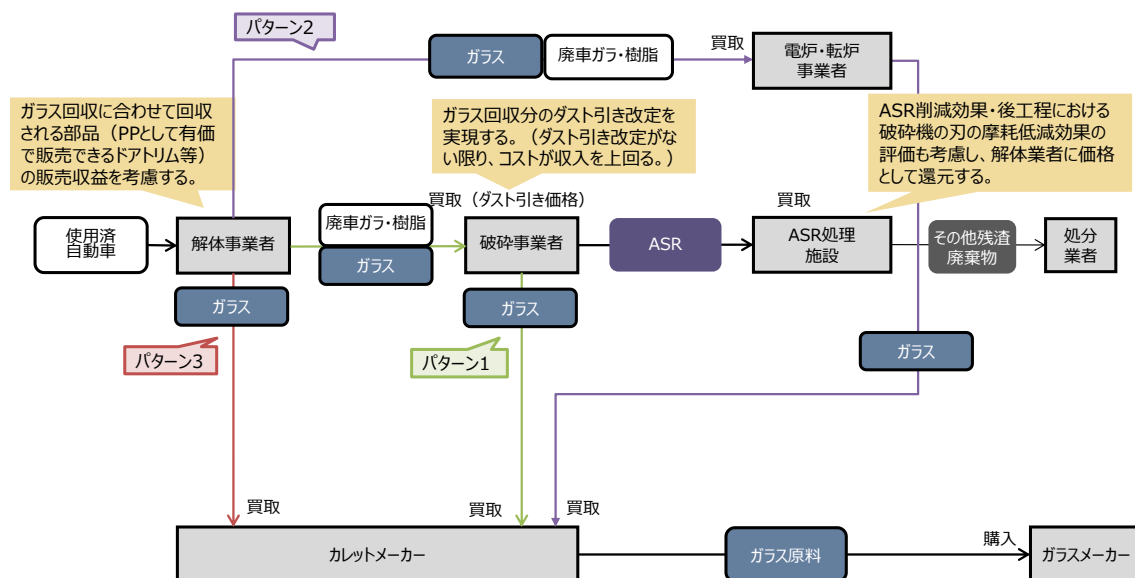


図 2-18 ガラス売却収益増加の制度面の方策（相対的コストの低減）

(6) 課題・ボトルネックの解消に資する可能性のある技術等

1) 課題と技術の概要

使用済自動車由来ガラスのリサイクルにあたっての技術的な課題としては、①解体時のガラス取り外しの効率化、②使用済自動車由来カレットの高品質化のための不純物除去、③着色ガラスの分別・選別が挙げられる。

各課題に対応する技術の状況は表 2-5 のとおりである。

表 2-5 課題と技術の概要

技術的課題		対応技術	導入状況	今後の課題
①ガラス取り外しの効率化		部位ごとに取り外し方法のベストプラクティス検討結果あり	導入あり	器具の開発 コスト削減
②不純物除去	中間膜	【湿式】剥離液でカレットと中間膜を回収可	導入あり	コスト削減
		【乾式】破碎後、中間膜からガラス片を剥離	導入あり	生産効率の向上（剥離ガラス量増加、剥離にかかる時間短縮）
	黒セラ	酸によるエッチング	不明	更なる分離液の開発
	防曇熱線	同上、銀も回収	不明	同上
	有機フィルム	不明	不明	-
③着色ガラス分別・選別		部位ごとに回収（＋光学選別）	不明	コスト削減

出所）

- 三菱 UFJ リサーチ&コンサルティング株式会社「2019 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（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）最終報告書」43-48 頁、54-56 頁（2020 年）
- 財団法人製造科学技術センター（委託元：経済産業省）「平成 21 年度資源循環推進調査委託費（3R

システム化可能性調査事業) 合わせガラスのリサイクルに関する調査研究 調査報告書」31-36 頁 (2010 年)

- ・ 機械システム振興協会 (委託先: 財団法人製造科学技術センター) 「板硝子リサイクルシステムに関する調査研究 報告書 (要旨)」 31-32 頁 (2007 年)
- ・ 新エネルギー・産業技術総合開発機構 (委託先: 製造科学技術センター) 「エネルギー使用合理化技術戦略的開発 エネルギー使用合理化技術戦略的開発 (FS 事業) ガラスリサイクルシステムの事前調査報告書」 21-28 頁 (2008 年)
- ・ 奥村和彦ら (旭硝子株式会社) 「自動車用ガラスのリサイクル技術と課題」 (2001 年、NEW GLASS 16(2)、41-43 頁)

2) 技術的課題①解体時のガラス取り外しの効率化

解体時のガラス取り外し方法のベストプラクティスを、表 2-6 にガラスの部位別に整理した。

表 2-6 解体時のガラス取り外し方法のベストプラクティス

部位	回収方法	機械利用	備考
フロント	切断	機械 (カッター・チゼル・エアソー ⁵²)	機械による作業と手作業で、所要時間の差が大きい。
フロントサイド	(ドアトリムごと)解体	手	-
リアサイド	(ドアトリムごと)解体	手	小さい部位の取り外しがありフロントサイドより時間がかかる。
リア	破砕	手	機械で横転させることで容易になるがコストが高くなる

※ フロントガラスやリアガラスについては、ウレタンを加熱 (200℃) して軟化させることで取り外す技術も存在し、ガラスを最大限取り出すことができるが、解体業者における導入は現実的ではないと考えられる。⁵³

3) 技術的課題②使用済自動車由来カレットの高品質化のための不純物除去

板ガラスへのリサイクルにあたっては、忌避物質等の不純物を除去し、板硝子協会の定める板ガラス受入基準 (表 2-7) を満たす必要がある。

⁵² 三菱 UFJ リサーチ&コンサルティング株式会社「2019 年度自動車リサイクルの高度化等に資する調査・研究・実証に係る助成事業 (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) 最終報告書」 43-48 頁、54-56 頁 (2020 年)

⁵³ 機械システム振興協会 (委託先: 財団法人製造科学技術センター) 「板硝子リサイクルシステムに関する調査研究 報告書 (要旨)」 33-34 頁 (2007 年)

表 2-7 板ガラス用途カレットの受入基準

不純物の種類	大きさ	許容量	備考
中間膜・フィルム・紙・ステッカー・ゴム・プラスチック・糊・木片等有機物・有機化合物（金属蒸着、ラミネートは除く）	10mm 以上	無いこと	-
	10mm 未満	20ppm 以下	20g/t 以下
石、砂、セラミックス、セメント等	0.5mm 以上	無いこと	
	0.5mm 未満	10ppm 以下	10g/t 以下
鉄くず	1mm 以上	無いこと	
	1mm 未満	10ppm 以下	10g/t 以下
Al, Ni 化合物, 非鉄金属	全て	無いこと	-

※ 下線は使用済自動車由来ガラスに混入する可能性が高いと考えられるもの。

※ 国内板ガラス製造 3 社共通。混色は、濃色ガラス、黒セラ・デフォッガー、自動車窓ガラス以外は可能とされている。

※ UV カットは除くとされている。

出所) マテック「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」https://www.env.go.jp/recycle/car/pdfs/h26_report01_mat03.pdf（閲覧日：2021 年 3 月 11 日）

また、自動車ガラスに含まれる主な忌避物質・不純物は下表の通りである。その他、現在では使用が禁止されているクロム・鉛についても留意が必要かと考えられる。

表 2-8 自動車ガラスに含まれる主な忌避物質・不純物

不純物	主な成分	主な用途	混入で生じる問題
黒セラ（セラミックプリント）	SiO ₂ , ZnO, Cr ₂ O ₃ , CuO etc. (ガラス分が黒色顔料を包む)	フロント・リアガラスの縁のウレタン保護(15%程度)	透視性の大幅低下 選別で見落とされる可能性
中間膜	PVB(ポリビニルブチラル) (PVA+ブチルアルデヒド)	フロントガラス(合わせガラス)の接着剤(樹脂)	酸素消費による着色欠点の発生
防曇熱線	銀	リアガラスの加熱の金属線	ガラス溶解炉を傷める
端子	ハンダ(錫等)	防曇熱線の電極	受入基準を満たせない
有機フィルム	有機化合物	ガラス表面の加工	受入基準を満たせない
シール	-	車検シール等	受入基準を満たせない
その他金属分	Al, Ni, Cr, Co etc.	車体の一部、(ガラスの着色成分)	粒状欠点が発生される

出所) 新エネルギー・産業技術総合開発機構（委託先：製造科学技術センター）「エネルギー使用合理化技術戦略的開発 エネルギー使用合理化技術戦略的開発（FS 事業）ガラスリサイクルシステムの事前調査報告書」21-28 頁（2008 年）

奥村和彦ら（旭硝子株式会社）「自動車用ガラスのリサイクル技術と課題」（2001 年、NEW GLASS 16(2)、41-43 頁）

各部位のガラスと不純物の存在を表 2-9 に整理する。各部位のガラスのリサイクル（特に板ガラスへのリサイクル）にあたっては、該当する不純物除去が必要となる。以下で、各

不純物の除去技術に関する情報を整理する。

表 2-9 各部位のガラスと不純物の存在

ガラス部位	黒セラ	中間膜	防曇熱線	端子	有機フィルム	シール	その他金属
フロント	○	○	－	－	△	△	△
フロントサイド	△	－	－	－	－	－	△
リアサイド	△	－	－	－	△	－	△
リア	○	－	○	○	△	△	△

凡例 ○：存在している可能性がかなり高い △：存在している可能性がある －：存在しない

a. フロントガラスの中間膜処理技術

- クラッシャーロールで 2 度破碎したのち、専用の剥離液（OMB-100）を使用し、温度 50℃、液濃度 5%、処理時間 30 分という条件のもとバレル内で剥離を実行することで、十分な選別が行われたという実験結果がある。⁵⁴
- 合わせガラスからはカレットを 85%程度回収できるが板ガラスとして戻せる比較的粗い（1mm 以上）カレットを 60%弱回収できる。
- 残りはガラスビーズ等に使用される。⁵⁵
- 機械的な切断・破碎や剪断引き延ばしで選別する乾式技術も存在する。ただし、中間膜にガラス分が残る可能性が高い。⁵⁶
- なお、乾式剥離の場合は、中間膜にガラス片が残るため、中間膜の再利用はできず、埋立処理をすることとなる。
- 剥離液で中間膜とガラスを剥離する湿式剥離の場合は、品質的には水平リサイクルも可能であるが、コストに課題がある。⁵⁷

b. 黒セラ除去技術

- 酸によるウェットエッチングを行うことで剥離できる。低濃度の酸溶液で浸漬処理を行い、30 分程度で完全剥離となる。⁵⁸

⁵⁴ 財団法人製造科学技術センター（委託元：経済産業省）平成 21 年度資源循環推進調査委託費（3R システム化可能性調査事業）「合わせガラスのリサイクルに関する調査研究 調査報告書」31-36 頁（2010 年）

⁵⁵ 機械システム振興協会（委託先：財団法人製造科学技術センター）「板硝子リサイクルシステムに関する調査研究 報告書（要旨）」31-32 頁（2007 年）

⁵⁶ 新エネルギー・産業技術総合開発機構（委託先：製造科学技術センター）「エネルギー使用合理化技術戦略的開発 エネルギー使用合理化技術戦略的開発（FS 事業）ガラスリサイクルシステムの事前調査報告書」21-28 頁（2008 年）

中小企業庁 関東経済産業局 千葉県産業技術研究所「自動車合わせガラスのリサイクル用技術開発」（2005 年）

⁵⁷ 全国板カレットリサイクル協議会 事務局「使用済自動車由来ガラスのリサイクルについて」（2020 年）https://www.meti.go.jp/shingikai/sankoshin/sangyo_gijutsu/haikibutsu_recycle/jidosha_wg/pdf/051_03_02.pdf（閲覧日：2021 年 3 月 11 日）

⁵⁸ 新エネルギー・産業技術総合開発機構（委託先：製造科学技術センター）「エネルギー使用合理化技術

c. 防曇熱線除去技術

- 黒セラと同じ剥離工程で実施することができ、黒セラ同様 30 分程度で剥離となるため、同じ装置で実施できる。⁵⁸
- 短冊状に再資源化することができ、これらを有価で取引することができ、回収率も 97% と高い。⁵⁹
- 他にも過熱水蒸気を 5-15 分程度噴射することで剥がす技術も存在する。⁶⁰

d. その他の接着不純物について

- シールのアルミ箔はスクレーパーで除去したり、リアガラスの端子についても解体の段階で、手で取ってしまうことが効率的と考えられる。⁶¹
- 遮光等の目的で貼り付けられた有機フィルムの除去方法を検討する必要がある。

e. 着色ガラスのリサイクルについて

- 着色ガラスについては、着色の少ないフロントガラスのみを原料として建築用板ガラスに活用し、着色の多いリアサイドガラスを原料として自動車向け着色板ガラスに活用することが考えられる。⁶¹

f. UV カットガラスのリサイクルについて

- UV カットガラスは、板ガラス用カレットの受入基準で除外されているため、リサイクルのためには今後の検討が必要である。

4) ガラス部位別・リサイクル用途別 必要となる処理の整理

より高付加価値の製品へリサイクルするためには、より多くの処理が必要となる。図 2-19 の緑色の箱で示した処理は、グラスウールへのリサイクルにあたり必要となるもの、オレンジの箱で示した処理は、板ガラスへのリサイクルのために追加的に必要となると考えられるものである。

戦略的開発 エネルギー使用合理化技術戦略的開発（FS 事業）ガラスリサイクルシステムの事前調査報告書」21-28 頁（2008 年）

⁵⁹ 機械システム振興協会（委託先：財団法人製造科学技術センター）「板硝子リサイクルシステムに関する調査研究 報告書（要旨）」31-32 頁（2007 年）

⁶⁰ （特許）導電性ペーストの除去方法

⁶¹ 三菱 UFJ リサーチ&コンサルティング株式会社「2019 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（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）最終報告書」（2020 年）

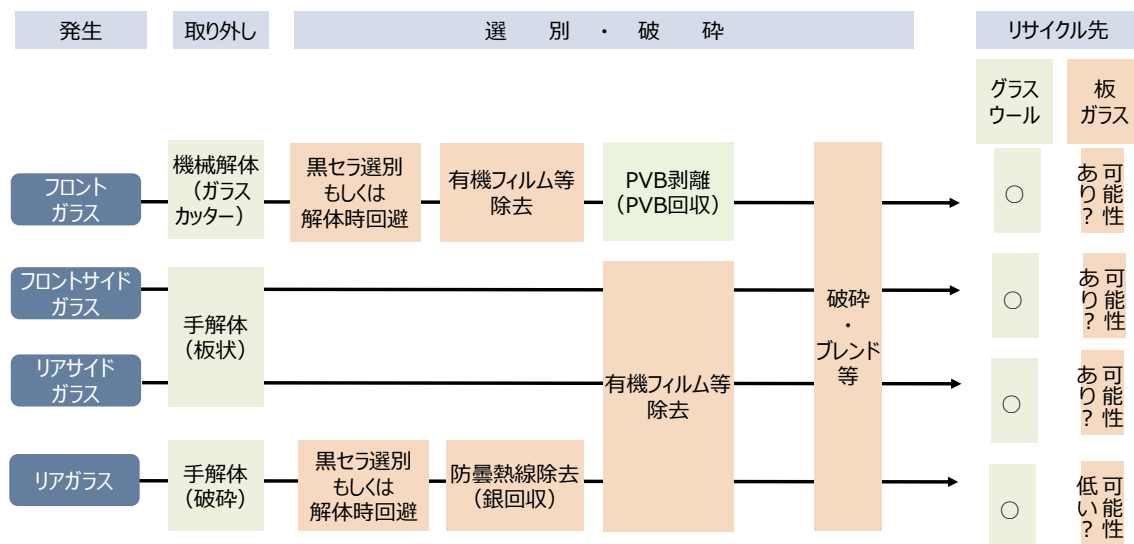


図 2-19 ガラス部位別・リサイクル用途別に必要となる処理の整理

(7) 想定される解体インセンティブコンソーシアムの例示（ガラス）

使用済自動車由来ガラスのリサイクルの実現にあたっては、使用済自動車由来ガラスのリサイクルに取り組む意思のある解体業者、破碎業者、カレットメーカー、商社的役割を持つ管理会社のコンソーシアムを形成することが想定されている。以下で、想定されるコンソーシアムのイメージとメリット、課題を整理する。

1) 想定されるコンソーシアムの参加主体の役割のイメージ

想定されるコンソーシアムの参加主体（解体業者、破碎業者、カレットメーカー、商社的役割を持つ管理会社）の役割のイメージを図 2-20 に示す。

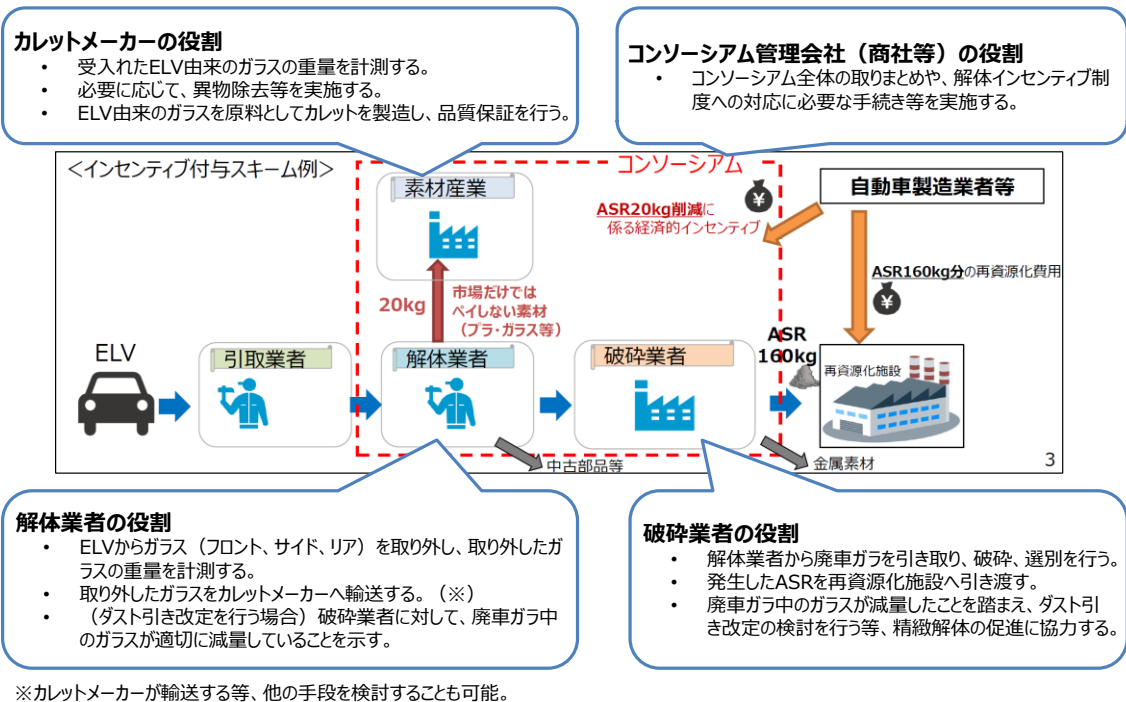


図 2-20 想定されるコンソーシアムの参加主体の役割のイメージ

2) 想定されるコンソーシアムの参加主体のメリットや課題のイメージ

想定されるコンソーシアムの参加主体（解体業者、破砕業者、カレットメーカー、商社の役割を持つ管理会社）それぞれにとって、コンソーシアムに参加するメリットと想定される課題を図 2-21 に示す。

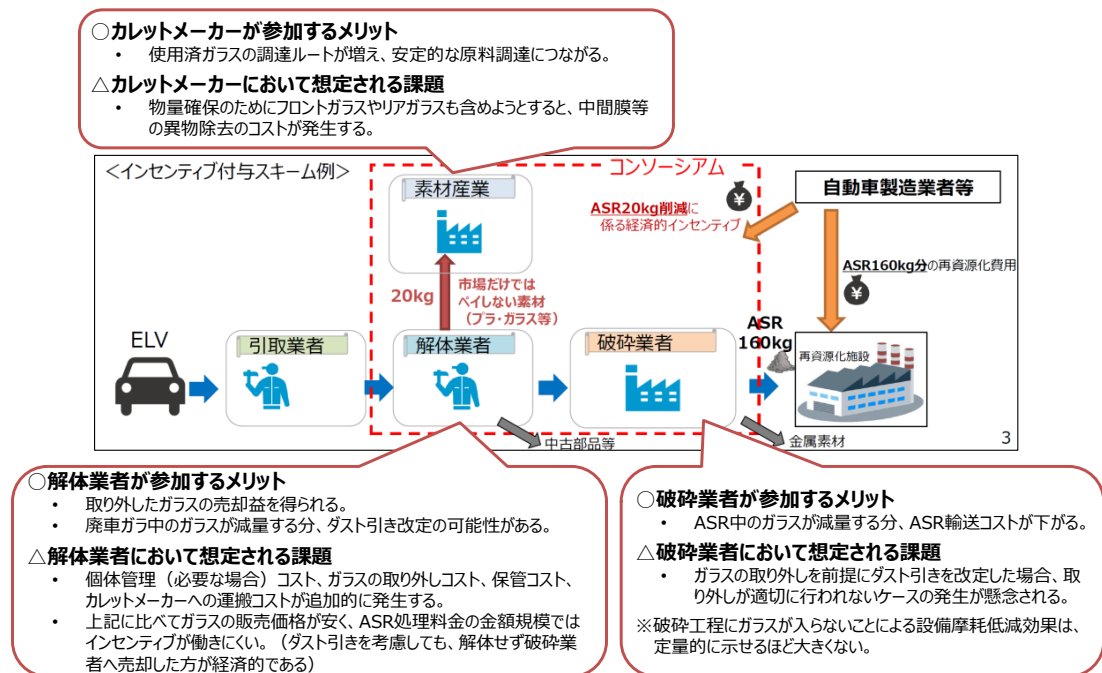


図 2-21 想定されるコンソーシアムの参加主体のメリットや課題のイメージ

3) 想定される課題へのアプローチ方法のイメージ

以下のような好条件が整っているケースから、順次コンソーシアムの構築可能性を検討する。

- ✓ 解体業者がガラスの取り外しや異物除去に適した設備・能力を保有する
- ✓ 解体業者とカレットメーカーが近接している
- ✓ 解体業者と破砕業者の間でダスト引き改定の検討可能性がある 等

また、それぞれの工程をより効率的に実施するため、以下のような観点での検討、検証を継続する。

- ✓ 解体、異物除去のベストプラクティスの横展開
- ✓ 新たな技術開発の促進
- ✓ 取り外したガラスの効率的な輸送の工夫 等

以上の検討を踏まえ、引き続き、コンソーシアム参画事業者が信頼関係の中でメリットを享受できるような、コンソーシアムの運用方法や必要なルール等を検討していく必要がある。

(8) 発泡ガラスの基礎情報

使用済自動車由来ガラスのリサイクル用途として、検討の主な対象とはしなかった発泡ガラスについても情報を収集した。

1) 発泡ガラスの概要

- 発泡ガラスとは
 - ✓ 主に廃ガラスを粉砕・焼成発泡して作られる多孔質軽量発泡資材。
 - ✓ 軽量、無機、剛性、耐久性、耐火性、断熱性、保水性、透水性、耐凍性などの特長がある。
 - ✓ 低比重・高吸水性で超軽量の連続気泡（主に保水材に用いられる）から、高比重・低吸水性で水より重い独立気泡（主に建設材料に用いられる）まで、調整して製造可能である。
 - ✓ 用途に応じ、粉体～碎石（土木、農業、浄化、骨材等）、ボード（断熱材等）と、形状が異なる。
- 生産量・消費量
 - ✓ 経済産業省生産動態統計等では該当する情報を収集していない。
 - ✓ 2013年の利用量は数千～1万トンと推計されている。⁶²

⁶² 低炭素型 3R 技術・システムの社会実装に向けた素材別リサイクル戦略マップ検討会「マテリアルリサイクルによる天然資源消費量と環境負荷の削減に向けて～素材別リサイクル戦略マップ策定に向けた調査・検討の中間報告～」23 頁（平成 28 年）

<https://www.env.go.jp/press/files/jp/102960.pdf>（閲覧日：2021 年 3 月 11 日）

- 用途
 - ✓ 土木（軽量盛土材、擁壁の裏込め材、暗渠排水材、かさ上げ材）
 - ✓ 緑化（無機質土壌改良材、酸素管、屋上緑化資材、人工軽量土壌）
 - ✓ 農業（無機質土壌改良材、暗渠排水材、人工軽量土壌、マルチング材、溶液栽培）
 - ✓ 浄化（雨水貯留システム、人工湿地システム、水質浄化資材、水槽ろ過材）
 - ✓ 建築（軽量骨材、断熱材）
 - ✓ その他（防犯・防草砂利、道路段差修正材、土壌脱臭、ストーンウォッシュ）⁶³

2) 発泡ガラスによって代替できる可能性のある資材の需要量

a. 道路用単粒度碎石

- 単粒度碎石は粒度が一定のため比較的透水性が高く、道路建設資材として様々な用途に用いられる。2019年の全国出荷量は1,640万トンである⁶⁴
- 発泡ガラスの軽量性・透水性・耐凍性などの特徴から、代替需要が拡大する可能性がある。

b. 軽量コンクリート骨材

- 2018年の人工軽量骨材を使用したコンクリートの全国出荷量は、約23万m³⁶⁵
 - ✓ うち生コンクリートは約20万m³で、同年の生コンクリート全国出荷量8,548万m³⁶⁶の約0.23%に相当する。
 - ✓ 主に膨張頁岩を人工的に焼成・発泡して作られたものを骨材として使用している。
- そのうち人工軽量骨材は、約14万m³程度と推計される。
 - ✓ 骨材、砂、セメントを標準的な配合比率である6対3対1（容積比）で混ぜたと仮定した場合。
 - ✓ （参考）2019年のコンクリート用碎石の全国出荷量は単粒度碎石（粗骨材）6,565万トン、砕砂（細骨材）3,087万トン、合計9,652万トン⁶⁴で、これらの一部が軽量骨材に切り替わることがあれば、軽量骨材の需要拡大の可能性はある。

c. 住宅用断熱材

- 年間出荷量約40万トンのうち、フォーム状で硬質の製品（フェノールフォーム、ビーズ法・押出法ポリスチレンフォーム、硬質ウレタンフォーム）は、約17万トンで

⁶³ ガラス発泡資材事業協同組合「組織概要」

<http://supersol.jp/wordpress/wp-content/uploads/2020/08/b9d51d3f7b3c2fe594ebc8e4085d3a7a.pdf>（閲覧日：2021年3月11日）

⁶⁴ 経済産業省「碎石等動態統計調査」<https://www.meti.go.jp/statistics/sei/saiseiki/index.html>（閲覧日：2020年11月25日）

⁶⁵ 人工軽量骨材協会ウェブサイト <http://www.keiryokotsuzai.com/>（閲覧日：2020年11月25日）

⁶⁶ 全国生コンクリート工業組合連合会ウェブサイト <https://www.zennama.or.jp/3-toukei/gaiyou/index.html>、（閲覧日：2020年11月25日）

ある⁶⁷。

- いずれも燃焼性～難燃性であるのに対し、発泡ガラスを用いた断熱材は完全不燃性という利点があり、用途や加工性に応じた代替需要の可能性はある。

3) 発泡ガラスの忌避成分等

発泡ガラスの原材料の要求水準はガラスの中でも低く、忌避物質に関する情報は見当たらない。ただし、発泡ガラスの原料として廃ガラスを使用する場合、主原料、清澄剤、着色剤等に使用されるカドミウム、鉛、六価クロム、ヒ素、水銀、セレンなどの重金属類が流出する可能性があるとしてされている。

発泡ガラスを用いて溶出試験を行った結果、鉛、六価クロム、ヒ素の溶出が確認された。いずれも緑系ガラスに多く含まれており、他（茶、青、無色）と比較して緑系ガラスの溶出量が多い傾向にある。

一方で、溶出抑制効果のある添加剤が確認されており、適切な使用により安全な発泡ガラスの製造が可能である（表 2-10）。⁶⁸

表 2-10 発泡ガラスを用いた溶出試験結果と抑制効果のある添加剤

重金属類	溶出量(土壤環境基準と比較)	溶出抑制効果のある添加剤
鉛	超過するものがあった	硫酸カルシウム、炭酸カルシウム、リン酸カルシウム、硫酸鉄
総クロム	すべて超過しなかった	—
ヒ素	すべて超過した	水酸化カルシウム、硫酸カルシウム、炭酸カルシウム、リン酸カルシウム、硫酸鉄

4) 発泡ガラス製品例

主に廃ガラスびんを原料として、様々な製品が実用化されている。

表 2-11 発泡ガラス製品例

製品名	事業者	原料	活用分野
スーパーソル R(※1)	矢崎総業株式会社	廃ガラスびん	土木・建設、軟弱地盤の補強(沈下抑制、嵩上、地すべり防止、耐震補強)、盛土の軽量化(橋台背面、土圧軽減、構造物上部、ビル屋上緑化)、保水/排水基盤(公園緑化)
エコパミス(※1)	矢崎総業株式会社	廃ガラスびん	園芸用土(水耕栽培、装飾)
NEXTONE-α(※1)	株式会社不動テクノス、北総株式会社	廃ガラスびんと廃牡蠣貝殻	水質浄化(再生材による水中の栄養塩類の吸着、微生物繁殖、浮遊粒子の捕捉沈降)
防犯ジャリ(※1)	株式会社エコネクスト	廃ガラスびん	ガーデニング用品(防犯・防草ジャリ、鉢底石)、水質浄化、消臭材、路盤材

⁶⁷ 矢野経済研究所「住宅用断熱材市場に関する調査」

https://www.yano.co.jp/press-release/show/press_id/2284（閲覧日：2020年11月25日）

⁶⁸ 門木ら「廃ガラスを再生した発泡ガラスの重金属類の溶出と抑制」（2016年、環境工学研究論文集・第43巻、289-298頁）

https://www.jstage.jst.go.jp/article/proes1992/43/0/43_0_289/_pdf/-char/ja（閲覧日：2020年11月26日）

製品名	事業者	原料	活用分野
スーパーソル (※1)	株式会社ソルク	廃ガラスびん	土木、建築、緑化、農業・園芸、水質浄化、防犯砂利
ミラクルソル (※2)	日本建設技術株式会社	空きビンをはじめとするガラス廃材	水質改善、緑化、土木資材 * 表面をゼオライト化し重金属の吸着等を可能にする高機能製品も商品化
バブグラス (※3)	村上開明堂	自動車用バックミラー製造時のガラス端材	水槽の水質浄化、豚舎の脱臭、工場排水に含まれるフッ素の吸着
Gライト(※4)	クリスタルクレイ株式会社	廃ガラスびん	超軽量発泡骨材(構造用軽量コンクリートの骨材)
サーマルライト (※5)	株式会社雅	廃ガラス	緑化用基盤材、断熱材、バイオ担体、工作素材、軽石代替、内装用壁材、緑化用縁石、ガーデニングボード、工作
フォームグラス (※6)	ピッツバーグコーニング社(米)	-	住宅の外断熱、極低温タンク底部の耐荷重断熱材、石油化学プラントの保温保冷断熱材、屋上緑化の耐腐食断熱材、地下室壁面・床の防湿防水断熱材

出所)

- ※1 低炭素型 3R 技術・システムの社会実装に向けた素材別リサイクル戦略マップ検討会「マテリアルリサイクルによる天然資源消費量と環境負荷の削減に向けて 資料編 4. ガラスに関する情報収集・分析」<https://www.env.go.jp/press/files/jp/102962.pdf>
- ※2 日本建設技術株式会社ウェブサイト <http://www.nkg-net.co.jp/miraclesol/index.html>
- ※3 日本経済新聞ウェブサイト「発泡ガラスで水浄化や脱臭村上開明堂が端材再利用」(2018年5月22日) <https://www.Nikkei.com/article/DGXMZO30827930S8A520C1L61000/>
- ※4 小山明男 エコプレミアムシンポジウム資料「環境解体、リサイクル技術と最終処理技術」http://www.grcj.jp/dcms_media/other/symposium01_pdf04.pdf
- ※5 クリスタルクレイ株式会社資料 <http://www.crystalclay.co.jp/pdf/network.pdf>
- ※6 株式会社雅ウェブサイト http://japan-miyabi.com/thermal_light/02.htm
- ※ 有限会社サンリミテッドウェブサイト <http://www.ann.hi-ho.ne.jp/yyoshimura/fgtop.html>

いずれも閲覧日：2020年11月25日

(9) 自動車リサイクル高度化財団における実証事業の概況

1) 2019 年度事業の概要

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実証事業は以下の5事業である。⁶⁹

⁶⁹ 自動車リサイクル高度化財団公募事業報告書より作成
<https://j-far.or.jp/project/> (閲覧日：2020年8月19日)

表 2-12 技術開発に関連する実証事業

実施主体		事業名称	事業期間	事業の概要	主な対象	実用化時期・規模
①	(株)矢野経済研究所	自動車由来樹脂リサイクル可能性実証	2017/12～2020/3 (3 か年)	● Car to Car リサイクルに向けた、PP 部品の回収・コンパウンド化・物性評価等による再利用の仕組みの構築	プレシュレッダー	2020 年度以降 (量産化検討、量産化準備)
②	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	2018/7～2020/3 (2 か年)	● 水流選別を活用した、ASR からの効率的な PP 樹脂回収方法の開発	ポストシュレッダー	2020 年度以降に量産装置へ改良、2025 年度に 627t の再生樹脂回収を目指す
③	西日本オートリサイクル(株)	精緻解体による高品質樹脂リサイクルスキーム実証事業	2018/7～2020/3 (2 か年)	● PP 樹脂の Car to Car リサイクルに向けた解体プロセスの構築、樹脂押出法による再生材の高度化、北九州エコタウンスキームの実証及びその評価	プレシュレッダー	(明記なし)
④	(株)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	2018/7～2021/3 (3 か年)	● ASR 発生量削減に向けた、樹脂・ガラス部品のマテリアルリサイクル ● バンパーPP の塗膜除去による Car-to-Car リサイクル可能性の検証	プレシュレッダー	2020 年以降に実運用を開始、その後他地域への展開を検討
⑤	三菱UFJリサーチ&コンサルティング(株)	地理条件及び選好・忌避成分に着目した自動車ガラス再資源化実証	2018/7～2020/3 (2 か年)	● 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	プレシュレッダー	(明記なし)

2) 使用済自動車由来ガラスのリサイクルに関連する事業：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（⑤）

使用済自動車由来ガラスのリサイクルに関連する事業としては、三菱 UFJ リサーチ&コンサルティング（株）による「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」がある。事業の概要を以下に整理する。

【目的】

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を実現し、ASR 削減とそれに伴うリサイクル料金（ユーザー負担）低減を実現する。

【実証事業のこれまでの実施内容及び段階】

2018 年度 (1 年目)	【実施内容】 ● ガラス解体の作業性検討 ● 効率的なロジスティクス検証 ● 自動車ガラスの特性分析 【成果】 ● ガラス解体のベストプラクティスを特定 ● ダスト引き改訂を考慮すれば事業性があることを確認 ● ガラス単価別に回収可能なガラス量を試算 ● フロントガラス・リアガラスを除き、ほぼ一様な構造・成分であることを発見 ● グラスウール向けなら制約は少ないことを発見
2019 年度 (2 年目)	【実施内容】 ● フロントガラスの作業性検討 ● 廃車ガラ／家電リサイクル由来のガラスとの合積みの効果検証 ● 自動車ガラス(フロントガラス)の特性分析 ● グラスウールの試作 【成果】 ● フロントガラス解体の作業時間、効率的な作業方法を特定 ● 合積みの場合の収益を試算 ● フロントガラスの成分・構成を特定 ● グラスウール製造には技術的課題が無いことを確認

【2019 年度試験内容】

- 使用済自動車の精緻解体実証
 - ✓ 自動車ガラス各部位の解体時間、解体作業、ベストプラクティス、解体コストの分析
- 需給バランス及び地理的条件を考慮したロジスティクス実証
 - ✓ 輸送前利益の推計（ガラス回収費用、ガラス売却による収入、ダスト引き効果を検討）
 - ✓ 集荷可能範囲の特定
 - ✓ 国内における集荷可能量の推計
- 素材メーカーの選好・忌避成分に着目した再資源化可能性に関する検討
 - ✓ ガラス再資源化時の忌避物質の整理
 - ✓ 自動車ガラスの成分分析
- 再資源化プロセスの実証

- ✓ ガラスカレットの製造、試験溶融
- ✓ 実操業ベースでのグラスウール化
- ✓ 材料規格化の検討

【ガラス再資源化にあたっての忌避成分の含有状況】

- いずれの部位の板ガラスでも忌避物質となる鉄、銅、亜鉛、ニッケルは確認されたが、関連事業者からは問題となる量ではないと判断された。
- 銀、鉛、スズがリアガラス、アンチモンがサイドフロントガラスから検出された。

【有害物質（臭素系難燃剤等）への対応】

- 自動車ガラス由来のグラスウールでは、板ガラス由来のものに比べて黒セラや着色剤等の由来とみられる鉛、セレンが有意に多い。ただし、REACH 規制や RoHS 規制では全く問題ない含有量であり、グラスウールメーカーからも販売に問題がないレベルと判断された。

【結論】

- 自動車ガラスを利用したグラスウール製造には、技術的課題が無いことを確認した。
- 解体プロセス全体を改良し、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することがわかった。
- 自動車ガラスのリサイクル実現条件を示し、更なる ASR 削減を実現する可能性を示唆した。

【今後の課題】

- 収益性向上のための、解体部位別の収益性試算、ガラスを取り外すことの付加価値の正当な評価が必要である。
- 合積み等の活用による更なる輸送費の効率化を検討する必要がある。
- ダスト引き率の改定を実現する事業者間連携のコンソーシアムの実現が求められる。
- 付加価値向上に向けて板ガラス用途での検討が必要である。（着色の少ないフロントガラスのみを原料として建築用板ガラスに活用、着色の多いリアサイドガラスを原料として自動車向け着色板ガラスに活用等）

本実証事業から抽出された検討課題等を表 2-13 に整理する。

表 2-13 実証事業から抽出された検討課題等

品質(Q)の検討課題	● 再生品をグラスウールとする場合には、品質的には問題ない。技術的にも問題ない。 ● ガラス売却収益増加のため、建築用・自動車用板ガラスとして再利用するには、光学特性や色を厳密に管理する必要がある。使用済自動車由来のガラスの板ガラスへの再利用については、<u>回収工程からの管理方法を含め、さらなる研究が必要である。</u> ● フロントガラス活用には、中間膜の剥離が課題であるが、技術的には解決できる見込みが立っている。
コスト(C)の検討課題	● コスト低減のためには、解体ベストプラクティス(短時間で解体できる方法)の確立・普及が必要。ベストプラクティスは本事業を通して検証された。ブラッシュアップとともに、展開が求められる。 ● 自動車の易解体性向上により、コストが低減する可能性がある。 ● 輸送コスト低減方法方策として、破砕業者からカレット工場までの家電由来ガラスとの合積みが考えられる。
安定供給・物量確保(D)の検討課題	● 現状では、<u>解体事業者にとっては回収するメリットがないため、回収量が見込めない。</u>ただし、解体・破砕インセンティブ制度の導入により、解体業者にとってのメリットが発生する可能性がある。
QCD の関係性に関する考察	<QとCの関係> ● 板ガラス等に再利用する(Qを上げる)ためには、<u>部位別やメーカー別に回収を行う必要が生じる可能性がある。</u>その場合には、解体・回収のコストが増大すると考えられる。 ● C低減余地は限られているが、Qを上げることで収益を増加させることができる。 <QとDの関係> ● <u>Qが低いとカレット原料としての販売価格も低く、解体業者にとっては回収するメリットがないため、回収量が見込めない。</u> <CとDの関係> ● Cを下げることで、解体業者にとっての回収するメリットとなるが、<u>Cの削減余地は限られている。</u> <その他、ガラス売却収益増加の制度面の方策(相対的Cの低減)> ● 解体・破砕インセンティブ制度の導入により、解体業者にとってのメリットが発生する可能性がある。 ● ガラス回収分のダスト引き改定を実現する。(ダスト引き改定がない限り、コストが収入を上回る。) ● ASR削減効果・後工程における破砕機の刃の摩耗低減効果の評価も考慮し、解体業者に価格として還元する。 ● ガラス回収に合わせて回収される部品(ドアトリム等)の販売収益を考慮する。

2.2.2 勉強会の開催

(1) 勉強会の開催に当たって実施した業務

「使用済自動車由来ガラスの再生利用促進に向けた勉強会（以下、「勉強会」）」（第1回及び第2回）の開催に当たって以下の業務を行った。

<勉強会の開催に当たって実施した業務>

- 勉強会委員（7名）への連絡・日程調整
- 委員の委嘱手続き等の必要な手続きの補助
- ウェブ会議の設定

- 資料作成・送付
- 委員への勉強会出席謝金の支給
- 議事運営、議事概要作成 等

(2) 勉強会の開催概要

勉強会はそれぞれ以下の日時・場所で開催された。会議は非公開で行われた。

<第1回>

令和3年1月29日（金）10:00 から 12:00 に、ウェブ会議にて開催した。

議事次第は以下のとおり。

1. 勉強会の設置趣旨及び進め方について
2. 委員からの情報提供
3. 事務局からの情報提供
4. ディスカッション
5. 今後の進め方について

<第2回>

令和3年2月25日（木）15:00 から 17:00 に、ウェブ会議にて開催した。

議事次第は以下のとおり。

1. 第1回勉強会における主なご意見
2. 委員からの情報提供
3. ディスカッション
4. その他（今後の進め方について）

勉強会では、主に以下のような点について議論がなされた。

<第1回>

- 使用済自動車由来ガラスを、カレットの流通ルートに乗せるにはどうしたら良いか
- ガラスメーカーがカレットを購入する際、どういった観点を確認して判断するか（品質、コスト、安定供給）
- 使用済自動車由来ガラスの用途先としてポテンシャルがある領域はどこか

<第2回>

- 使用済自動車由来ガラスの再利用には、現状でどんな課題・ボトルネックがあると言えるか
- 解体工程・破碎工程のどのプロセスにインセンティブを付与することで、どの課題・ボトルネックを解消する可能性があるか
- コンソーシアムの例示についてのご意見

2.3 ユーザーインセンティブに関する検討

2.3.1 資料作成補助

(1) 日産自動車リサイクル高度化実施事業の概況

日産自動車で実施されている、プラスチックリサイクルに関連するリサイクル高度化実施事業は以下の3事業である。

表 2-14 日産自動車におけるプラスチックリサイクルに関連するリサイクル高度化実施事業

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11月～継続中	自動車用部品へのリサイクル材適用の拡大に向けた、ASR 回収プラスチック(PP)の物性改質技術の確立	ポストシュレッダー	(明記なし)
自動車廃プラスチック油化技術の開発(三井化学株式会社)	2017年8月～2020年3月(3か年)	ASR より回収されたプラスチックを油化し、自動車部品へリサイクルする為の技術検証	ポストシュレッダー	(明記なし)
微生物の分解機能を利用した熱可塑性樹脂バイオリサイクルシステムの研究(慶應義塾大学)	2017年12月～2020年2月(3か年)	PP を分解する微生物の探索及び当該微生物を利用した PP のケミカルリサイクルシステムの可能性検討	ポストシュレッダー	(明記なし)

出所) 日産自動車 リサイクル高度化実施事業報告書より作成

https://www.nissan-global.com/JP/ENVIRONMENT/A_RECYCLE/R_FEE/SAISHIGEN/index.html

(閲覧日: 2020年7月2日)

1) 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)

ASR 発生量の削減のため、ASR 回収プラスチック(PP)の物性改質技術を確立し、自動車用部品へのリサイクル材適用を拡大する検討を行った。

【試験内容】

- 可変樹脂溜まりを持つ二軸押出機を用い、ASR 回収 PP 試料を押出条件あるいは樹脂溜まりの有無など条件を変えてペレタイズを行い、それが射出成形品にどのように影響を示すかについて検討を行った。またその結果をバージン品と比較し、物性の回復の程度を評価した。具体的な内容は以下の通り。
 - ✓ 標準試料の選定 (5種類のバージン PP から力学特性の優れたものを選定)
 - ✓ ペレタイズ処理が施された ASR 回収 PP 試料を原材料とし、種々の条件で再ペレタイズを実施。
 - ✓ 再ペレタイズ試料と原材料を同一条件で射出成型し、ダンベル型試験片を作成し、この試験片の引張力学特性を評価

【結論】

- 原材料から作製した試験片は大きく低下した物性を示したのに対し、再ペレタイズ品は物性が向上していることが見出された。
- 条件によっては標準資料としたバージン並みにまで物性が向上する条件があることが見出された。

【次年度以降の検討項目】

- 不足している樹脂溜まり有り二軸押出機での研究を継続して実施する。
- モデルリサイクル樹脂を用い、物性の変動と内部構造との関連性を研究し、このような変化が発現したメカニズムを解明する。
- 顔料の違いのリサイクル特性への影響に関しても、関連性を研究する。

【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】 ● ASR から選別分類されたプラスチックの基本的性状の解析を実施 ● 物性回復に向けた課題を明確にする 【成果】 ● ASR 由来選別プラスチックの基本性状を把握(せん断履歴が大きいこと、ゴム成分などの混合品であること等) ● 実証実験に向けた課題を明確化
2018 年度 (2 年目)	【実施内容】 ● 簡易的な樹脂溜まり付き押出機による ASR のペレタイズ実験 【成果】 ● メッシュを通していない異物が多く残量している ASR でも力学特性が改善した ● 樹脂溜まりを持つ専用の押出機の試作と運転条件の確認を行った
2019 年度 (3 年目)	【実施内容】 ● 樹脂だまりを持つ専用押出機による ASR 回収プラスチックの物性回復効果の検証、押し出しプロセス条件の最適化 【成果】 ● 再ペレタイズ品は物性が向上していることを確認 ● 条件によっては標準資料としたバージン並みにまで物性が向上することを確認

【小規模ロットでの品質及びコスト評価の状況】

- 特になし。

【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】

- 特になし。

【車両重量との関係】

- 特になし。

2) 自動車廃プラスチック油化技術の開発（三井化学株式会社）

ASR(Automobile Shredder Residue)より回収された廃プラスチックを油化し、自動車用プラスチック等の石油化学製品原料となるナフサ代替としてケミカルリサイクルする為の技術検証を行った。

【試験内容】

- (1) 調達ネットワークからのオレフィン系樹脂の回収量推計、要求品質基準に見合う調達ネットワークからのオレフィン系樹脂の回収量推計、要求品質基準に見合う ASR 選別処理プロセスの検討
 - 油化原料 ASR の要求品質を確保するための前処理プロセスの追加検討
 - 調達先ネットワークの検討（事業スキーム）
 - 原料調達量のシミュレーション（事業規模の想定）
 - ASR 以外の原料調達に関わる検討
 - 事業化に向けた原料調達の検討課題
- (2) 選定した油化プロセスに関わるベンチ試験・精製・クラッキング等の検証、オレフィン樹脂の回収量に基づく事業性評価
 - 原料サンプルの要求品質基準の設定
 - 油化試験（小試験・ベンチ試験）
 - 精製試験（不純物除去、蒸留分離）
 - 水添・クラッキング試験
 - 原料油化プロセスの見直し
 - 事業性評価

【結論】

- (1) 大手 2 社および中小のリサイクル事業者からの原料調達ネットワークを想定し、ASR 中のオレフィン樹脂の回収量を推計したところ、油化原料を 5 万トン確保することは困難であり、ASR 以外からの原料調達可能性を検討する必要性を確認した。また、ASR の選別プロセスに関する 追加的な検証を行い、油化原料としての要求品質基準にあわせるための選別プロセスの課題を抽出した。
- (2) 油化技術として選定した、触媒による接触分解方式（HiCOP 方式）について、ベンチ試験による油化、不純物除去および蒸留精製、クラッキングまでの一連の油化テストを実施した結果、ナフサをクラッキングしたのと同等の組成が得られることを確認できた。また、ASR 選別プロセスにおける窒素除去、油化プロセスにおける不純物除去など、追加検証すべき課題を明確化した。また、事業性評価を行った結果、ナフサ価格に見合う事業コストにするためには、さらに コストダウンのための条件最適化やプロセス見直しが必要であることがわかった。

【次年度以降の検討項目】

- (1) 要求品質基準に見合う ASR 選別プロセスの検証と、調達量の確保と調達コストの低減を実現するための原料ネットワークの検討

- (2) 油化プロセスのコストダウンと条件最適化、事業性評価、それらを踏まえた事業計画の検討

【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】 ● ASR 中のプラスチックを用いた油化技術及びプロセス評価を実施 【成果】 ● 油化原料となるオレフィン系樹脂サンプルの調達先の選定、サンプル調達および分析 ● 先行技術の調査を元に油化プロセスフロー案を構築
2018 年度 (2 年目)	【実施内容】 ● ASR 調達ネットワーク、ASR 選別方法の検討 ● ケミカルリサイクル実現に向けた油化プロセスの選定と小スケールでの油化検証 【成果】 ● ASR 中のオレフィン 5 万トン回収のための調達ネットワーク、物流コストを検討し課題を抽出 ● 油化原料として不純物除のための選別工程と設備投資規模を試算、課題を抽出
2019 年度 (3 年目)	【実施内容】 ● オレフィン系樹脂の回収量推計、ASR 選別処理プロセスの検討 ● 選定した油化プロセスに関わるベンチ試験・精製・クラッキング等の検証、事業性評価 【成果】 ● ASR のみを原料に油化原料を 5 万トン確保することは困難、選別処理の課題を抽出 ● 追加検討すべき課題を明確化

【小規模ロットでの品質及びコスト評価の状況】

- 特になし。

【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】

- ASR 以外のオレフィン系樹脂（家電・容器材等）を原料として調達する場合には、家電由来の臭素系難燃剤入りの廃プラスチックが対象になるとして、家電リサイクル業者にヒアリングを実施して、発生状況・現状の処理方法を確認している。

【量産化技術の開発状況】

- 特になし。

【車両重量との関係】

- 特になし。

3) 微生物による PP リサイクル技術の研究（慶應義塾大学）

PP を分解する微生物を、PP 分解活性スクリーニングによって探索・解析し、当該微生物を利用した PP のケミカルリサイクルシステムの可能性を検討した。

【試験内容】

- (1) 石油分解菌／油田から採取した菌体の PP 分解能のスクリーニング
 - 石油分解菌を常温菌 7 株と好熱菌 4 株（計 11 株）入手し、PP フィルムの入った培養地に植菌して培養
 - 一定期間後の菌の増殖状態及び PP フィルムの状態を観察し、PP 分解能を評価
- (2) 石油分解菌のゲノム解析
 - 石油分解菌の分解機構を明らかにするために、ゲノム抽出・解析を実施
 - 石油分解菌と、同族・同種でゲノムが既に解析されているアルカン分解菌とを比較
- (3) バイオリサイクルの可能性の検討
 - 事業を通じて最も高活性であった石油分解菌を用いたリサイクルの可能性を検討
 - PP 分解生成物を GC-MS で解析

【結論】

- (1) 石油分解菌／油田から採取した菌体の PP 分解能のスクリーニング
 - 既知の石油分解菌、油田から採取した菌体を評価したが、前年度までに見出した石油分解菌よりも高活性な微生物を見出だすことはできなかった。
- (2) 石油分解菌のゲノム解析
 - ゲノム解析の結果、石油分解菌にはアルカン分解菌よりアルカン分解の遺伝子が多いことがわかった。
- (3) バイオリサイクルの可能性の検討
 - PP 分解による生成物は菌体内に取り込まれていることがわかった。この結果は菌体内での代謝によりアセトンやイソプロパノールなどの出発物質であるアセチル-CoA の生成を示唆している。

【次年度以降の検討項目】

- 今後さらに高活性な微生物を探索するため、微生物のゲノム解析を実施する。
- このためには、スクリーニングなど基礎研究が必要なため、共同研究は一旦終了して大学で継続する。

【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】 ● PP 分解能力を有する微生物を探索 ● PP 直接分解のスクリーニングを実施 【成果】 ● 微生物による PP 直接分解の可能性が示唆された。
2018 年度 (2 年目)	【実施内容】 ● PP 分解能を評価し、候補となる微生物のゲノム解析を実施 【成果】 ● 化学物質の分解菌が PP 分解能を持つことがわかった。
2019 年度 (3 年目)	【実施内容】 ● 前年度に引き続き、石油分解菌、油田から採取した菌体を評価 ● PP リサイクルシステムの可能性検討 【成果】 ● PP を分解する微生物により、PP が代謝され有機化合物を生成する可能性があることがわかった。 ● 実用化すれば、環境負荷の低いケミカルリサイクルが期待される。

【小規模ロットでの品質及びコスト評価の状況】

- 実用化に向けた今後の検討課題。

【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】

- 微生物による分解プロセスに、臭素系難燃剤等が影響するかは、今後の検討課題。

【量産化技術の開発状況】

- 本研究で発見した石油分解菌以上に高活性な微生物を発見する必要があり、継続した基礎研究が必要。

【車両重量との関係】

- 特になし。

(2) 自動車リサイクル高度化財団による実証事業の状況

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 2019 年度の実証事業は、以下の 5 事業である。

表 2-15 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
自動車由来樹脂リサイクル可能性実証(株式会社矢野経済研究所)	2017 年 12 月～2020 年 3 月 (3 か年)	Car to Car リサイクルに向けた、PP 部品の回収・コンパウンド化・物性評価等による再利用の仕組みの構築	プレシュレッダー	2020 年度以降 (量産化検討、量産化準備)
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(ハリタ金属株式会社)	2018 年 7 月～2021 年 3 月 (3 か年)	水流選別を活用した、ASR からの効率的な PP 樹脂回収方法の開発	ポストシュレッダー	2020 年度以降に量産装置へ改良、2025 年度に 627t の再生樹脂回収を目指す
精緻解体による高品質樹脂リサイクルスキーム実証事業(西日本オートリサイクル株式会社)	2018 年 7 月～2020 年 3 月 (2 か年)	PP 樹脂の Car to Car リサイクルに向けた解体プロセスの構築、樹脂押出法による再生材の高度化、北九州エコタウンスキームの実証及びその評価	プレシュレッダー	(明記なし)
ASR20%削減を目指した樹脂、ガラスの広域回収・高度処理(株式会社マテック)	2018 年 7 月～2021 年 3 月 (3 か年)	バンパーPP の塗膜除去による Car to Car リサイクル可能性の検証 ASR 発生量削減に向けた、樹脂・ガラス部品のマテリアルリサイクル バンパーPP の塗膜除去による Car to Car リサイクル可能性の検証	プレシュレッダー	2020 年以降に実運用を開始、その後他地域への展開を検討
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(三菱UFJリサーチ&コンサルティング株式会社)	2018 年 7 月～2020 年 3 月 (2 か年)	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	プレシュレッダー	(明記なし)

出所) 自動車リサイクル高度化財団 2019 年度公募事業報告書

<https://j-far.or.jp/project/> (閲覧日: 2020 年 8 月 19 日)

1) 自動車由来樹脂リサイクル可能性実証(株式会社矢野経済研究所)

自動車由来樹脂等の活用促進による 3R 高度化推進が大きな課題であり、ASR の主成分となる樹脂部品活用により、ASR 発生量の削減を目指した。

【試験内容】

- 解体時の回収対象部品を選定して回収を実施し、解体作業費を試算。
- バンパー有姿／破砕品で輸送時の費用を試算して比較。
- 解体業者に対して、費用水準に応じて PP 部品の回収を行うかについてアンケート調査を実施。
- 複数シナリオに基づきコスト試算を実施(コストには、材料費、加工費、販管費を加

味)。

- 自動車メーカーに対して、得られた品質やコスト試算結果についてヒアリングを実施。

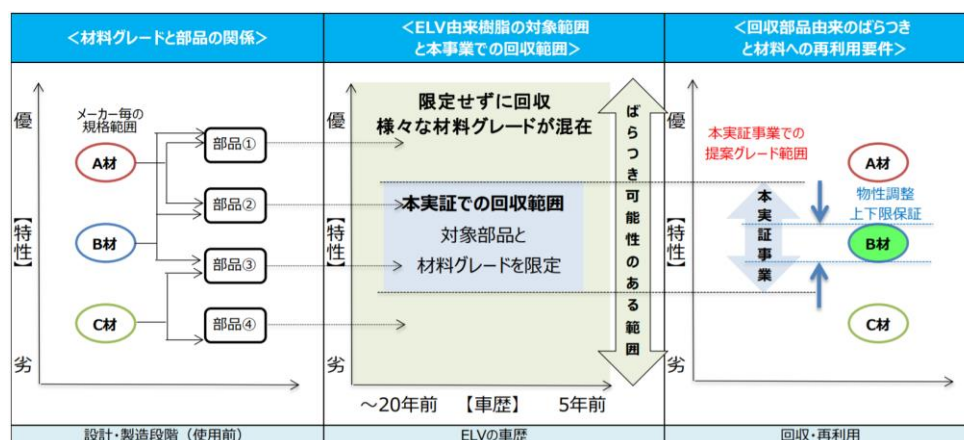


図 2-22 物性ばらつきの制御イメージ

出所) 自動車リサイクル高度化財団 2019 年度公募事業報告書

<https://j-far.or.jp/project/> (閲覧日: 2020 年 8 月 19 日)

【結論】

- 品質: 目に触れず、品質があまり要求されない部品であれば Cat to Car での採用可能性あり。ただし、回収部品種が多いと、物性ばらつきの要因となり、材料規格を満たすための物性調整を要する場合あり。
- 環境規制対応: 回収・加工プロセスで許容濃度未満、検出下限値未満を確認。
- コスト: 120 円/kg のターゲットに対して最安値でも 166 円/kg。検査工程によっては更なるコストアップの可能性あり。
- 安定供給: アンケート調査の結果、約 5,000t/年規模の回収量の可能性はあるが、新車量産に見合う供給量 (数万 t レベル) の確保は困難。

【次年度以降の検討項目】

- 2019 年度が実証事業最終年度。

【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】 ● 回収部品と新品部品との物性を比較。 ● 回収規模は 1t 程度。解体作業コストを試算。 【成果】 ● PP 以外が多い部品は実証に不向きと分かった。 ● 新品と比較して物性の差は小さかった。
2018 年度 (2 年目)	【実施内容】 ● 回収部品と新品部品との物性を比較。 ● PP 以外が多い外装品は除外し、回収量確保のため内装材も回収。回収規模は 10t 程度。 ● 解体作業コスト低減の取り組みを検証。 【成果】 ● 物性に課題は見られなかったものの、より実際に近い回収における物性ばらつきの検証が必要。 ● 解体方法の改善や、事業者が解体経験を積んだことで、1 年目より解体時間が短縮。
2019 年度 (3 年目)	【実施内容】 ● メーカー問わず回収し、回収規模を 43t に拡大。ロット毎の物性のばらつきを検証。 ● 解体事業者アンケートで供給ポテンシャルを把握。 【成果】 ● 回収部品の種類の多さが物性ばらつきに影響。 ● 回収コスト試算の結果、目標に到達せず。 ● 再生樹脂供給ポテンシャルは不十分な状況。

【小規模ロットでの品質及びコスト評価の状況】

- 品質：回収部品の種類が多いほど、物性がばらつく。回収部品を限定することでばらつきを抑えられるが、メーカーの要求物性の達成には個社調整が必要。
- コスト：目標 120 円/kg に対して試算結果 166～211 円/kg。解体作業の改善・習熟によりコスト圧縮を達成。破碎品での輸送がコスト低減に必須。

【コンパウンダーにおける品質管理】

- FT-IR や EDX 等による受入検査をはじめ、工程内での異物混入排除、出荷時検査も実施。

【有害物質（臭素系難燃剤等）への対応】

- 毎年、回収・加工プロセスにおいて Deca-BDE を含む環境負荷物質 10 項目の測定を実施し、許容濃度未満または検出限界未満の結果となった。

【量産化技術の開発状況】

- 適切な機器を導入することで、作業工数低減と品質管理精度等の向上が見込める。
- 解体事業者アンケートの結果、再生樹脂供給量は 5,000t/年程度と推定。新車量産（数万 t レベル）に対しては不十分。

【車両重量との関係】

- 特になし。

2) 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（ハリタ金属株式会社）

Car to Car リサイクルの実現に向けて、水流選別を活用した ASR からの効率的な PP 樹脂回収方法の開発を試みた。

【試験内容】

- 水流選別装置の最適形状の検討（装置作成・改善）
- 上記選別装置を含む、回収設備の設置と検証
- 水流選別のメカニズム、条件の検討（流系シミュレーションの実施）
- 再生 PP 樹脂の評価（物性評価、全臭素分析）



図 2-23 流選なると粗選別機

出所) 自動車リサイクル高度化財団 2019 年度公募事業報告書
<https://j-far.or.jp/project/>（閲覧日：2020 年 8 月 19 日）

【結論】※2019 年度までの進捗

- 品質：水流選別装置にて選別した樹脂にバンパー及び輸送用パレットを 7～8 割配合することで、自動車用のアンダーカバー、目標物性を達成。
 - ✓ 水流選別後のレーザーフィルター付押出機による異物除去の有効性を確認
 - ✓ 臭素系難燃剤含有樹脂もある程度は選別除去可能であることを確認
- 環境規制対応：Deca-BDE の同定・定性分析に GC-MS、FT-IR、ラマン分光法のも適用可能と確認。
- 安定供給：事業計画では、1,089 t/y を見込む（自動車破砕台数 3,000 台/月として試算）

【次年度以降の検討項目】

- 水流選別装置システム導入
- 選別樹脂の販売先の検討
- 回収樹脂の組成把握検討
- 水流選別の実機のメカニズムの技術検証

【実証事業のこれまでの実施内容及び段階】

2018 年度 (1 年目)	【実施内容】 ①ASR から PP 樹脂を効率的に回収するための選別フローの検討、選別装置の開発を実施 ②選別メカニズムのシミュレーション解明 ③回収 PP のペレタイズ、臭素除去の確認 【成果】 - 上昇水流型(循環型)の有効性を確認。異物除去による PP の目標物性の達成、臭素の低減を確認
2019 年度 (2 年目)	【実施内容】 ①水流選別量産装置の目標仕様を満たすための改良 ②水流選別のメカニズム解析と条件設定反映 ③異物除去方法の検討(選別前段の処理、後段のペレタイズ)④有害臭素系難燃剤(Deca-BDE)の分析法の検討 【成果】 - 一部次年度検証が必要な部分はあるものの、1t/h 処理等の仕様目標を満たす目途がついた。 - 異物除去については、レーザーフィルターの有効性を確認。GC-MS 等の Deca-BDE 検出方法を確認。バンパー材等との配合により回収樹脂の自動車部品向け仕様物性を達成。
2020 年度 (3 年目)	【実施内容(予定)】 - 量産設備の設置、実証 - 回収樹脂の販売先の検討

【小規模ロットでの品質及びコスト評価の状況】

- 品質：回収樹脂単体では目標仕様物性（自動車アンダーカバー、バッテリーパン等向け）の達成は難しく、別途調達したバンパー及び輸送用パレットを 7～8 割配合することで仕様物性を達成。
- コスト：ASR 再資源化費用として 25 円/kg の収入を前提に、樹脂販売単価の目標は 20 円/kg としている。トータルのコスト検証は現時点では未実施。

【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】

- 水流選別による重比重粒子の分離により、回収した低比重粒子中の全臭素濃度が低減する効果は確認（重比重側：600ppm、低比重側：15ppm）。最終的な管理方法の確立に向け、Deca-BDE 検出方法について検討中。

【量産化技術の開発状況】

- 2020 年度に設備設置、実証予定。

【車両重量との関係】

- 特になし。

3) 精緻解体による高品質樹脂リサイクルスキーム実証事業（西日本オートリサイクル株式会社）

全部再資源化の精緻解体段階で、再生樹脂材となる内外装の樹脂部品を分別回収、異材や

異樹脂等の混入なく、自動車部品に再利用可能な高品質リサイクル樹脂の安定した生産スキームの構築を実証試験した。

【試験内容】

- 異材異樹脂混入（Deca-BDE 含む）を防止する精緻解体及び樹脂再生時の品質安定化方法の確立
- 異材選別の生産性向上や北九州エコタウンを中核とする企業連携及び樹脂押出法変更によるコスト削減
- 北九州地区での集荷スキーム構築による量の確保と事業性評価
- 自動車リサイクル材としての評価と使用方法の確立



図 2-24 内装 PP 樹脂・バンパー処理設備設置状況

出所) 自動車リサイクル高度化財団 2019 年度公募事業報告書

<https://j-far.or.jp/project/> (閲覧日：2020 年 8 月 19 日)

【結論】

- 品質：回収内装 PP 樹脂からは、一部課題があるものの、自動車部品用原料として、物性、環境負荷物質、外観などから非常に高品質な原料として使用可能と確認。バンパー材は塗装片が残ってしまうものの、目に付きにくいパーツであれば使用可能と確認。
- 環境対応：99 型式より 598 件の検体について調査。Deca-BDE 等の特定臭素の検出限界以下を確認。
- コスト：企業連携による物流費と工具改良による人件費の削減で、生産能力見合いの 13,200 kg/月処理の前提では、166～170 円/製品kgを見込めた。
- 安定供給：バンパー及び内装 PP 樹脂のいずれも社外からの集荷量が目標未達。解体業者アンケート結果から回収インセンティブの必要性を確認。
- 樹脂の物性回復の実証では、熔融加工条件・加工方法の改良による再生材の物性高度化の基礎的データが得られた。

【次年度以降の検討項目】

- 2019 年度が実証事業最終年度。

【実証事業のこれまでの実施内容及び段階】

2018 年度 (1 年目)	【実施内容】 ● 基礎調査:Deca-BDE 含有分析と回収材の決定 ● 再生材物性高度化:押出成形機スクリー製作・取付、物性評価 ● 設備の立ち上げ ● エコタウン内実証スキーム検討、実証実施 【成果】 ● 検査した 81 型の全サンプルから Deca-BDE は 5ppm 以下であることを確認。 ● 当該設備で回収した内装 PP 樹脂とバンパーの初期流動材の良好な品質評価を確認。
2019 年度 (2 年目)	【実施内容(予定)】 ● 基礎調査:Deca-BDE 含有分析(継続) ● 再生材物性高度化(継続) ● エコタウン外実証スキーム構築:実証、再生品の品質評価、事業性評価 【成果】 ● 検査した 18 型の全サンプルから Deca-BDE は 5ppm 以下であることを確認。 ● 樹脂だまりおよび 2 軸破碎機の使用により、引張破壊ひずみと曲げ弾性率等の物性改善を確認。 ● 内装材 PP については自動車部品用としてそんな品質、バンパーについては外観部品以外への使用可能性を確認。

【小規模ロットでの品質及びコスト評価の状況】

- 品質:物性のバラツキの課題はあるものの、内装材は高品質な自動車部品用原料として使用可能。バンパー材は外装部品以外であれば使用可能。
- コスト:地域連携による完結型のリサイクルによりターゲット価格 120 円/kg に対し、コストの乖離が 46~50 円/kg までに抑えられるレベルに到達。事業化のための更なるコスト低減には、集荷量の確保のための樹脂取外しインセンティブとしての買取施策や、動静脈企業連携による樹脂部品の易解体設計の継続が必要。

【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】

- 8 メーカー計 99 型式の全検体で臭素系難燃剤が定量下限値の 5ppm 未満であることを確認。

【量産化技術の開発状況】

- 社外からの回収量目標が未達。アンケート結果より、30~50 円/kg 程度の買取等のインセンティブが必要との結果。

【車両重量との関係】

- 特になし。

4) ASR20%削減を目指した樹脂、ガラスの広域回収・高度処理（株式会社マテック）

プラスチック、ガラス部品を解体工程で回収し、マテリアルリサイクルすることで、ASR

発生量 20%削減を目指す。バンパー（PP）は破碎、比重選別後に塗膜剥離を行ってペレットを製造し、Car to Car リサイクルを目指した。

【試験内容】

- 【解体チーム】回収品目を見直し、中古パーツ取り車両も対象にプラスチック、ガラスを回収し、ASR 削減量検証とバンパー（PP）の Car to Car リサイクル検証に必要な原料を準備。
- 【物流チーム】エリア毎に集約拠点を設定し、解体業者・破碎業者の既存の物流を活用した運搬を検討し、解体チームで回収した部品の運搬実証実験を実施。
- 【マテリアルリサイクルチーム】バンパー（PP）の高付加価値実現のため、レーザーフィルターを導入し、再生 PP ペレットの生産と物性確認を実施。また、解体工程における異物除去工程の軽減について検討。



図 2-25 レーザーフィルター付きペレタイザー

出所) 自動車リサイクル高度化財団 2019 年度公募事業報告書
<https://j-far.or.jp/project/>（閲覧日：2020 年 8 月 19 日）

【結論】

- 北海道内の解体事業者 28 社で 751 台の使用済自動車（中古パーツ取りする車両を含む）の精緻解体を行い、1 台あたり 26.7kg の部品を回収した。それらの車両をシュレッダーで破碎した際の ASR の削減量は 18.4%だった。
- 100 メッシュ程度のレーザーフィルター付きペレタイザーで PP ペレット製造を行い、物性試験の結果、製品の品質が高いことが確認された。ただし、異物混入による外観の問題により、用途の検討が必要。
- レーザーフィルターの使用により、異物除去工程の簡略化の可能性が示唆された。

【次年度以降の検討項目】

- 解体作業習熟度の向上やレーザーフィルター導入による作業コスト改善の検証。
- 湿式比重選別における PP 回収率改善の検討。
- 再生 PP ペレットの用途検討。
- 燃料タンク（PE）等のペレット化等の検討。

【実証事業のこれまでの実施内容及び段階】

2018 年度 (1 年目)	【実施内容】 ● 対象品目の取外し及び ASR 削減量の検証。 ● バンパー(PP)の高度処理に必要な塗膜剥離機の選定。 ● 製造する自動車用プラスチック原料の品質確認。 【成果】 ● アンケートの結果、解体における作業負担増は限定的と分かった。ASR 削減量は 17.5%
2019 年度 (2 年目)	【実施内容】 ● エリア毎に集約拠点を設定し、運搬実証実験を実施。最適な広域輸送方法の検証。 ● バンパー(PP)を原料とした再生 PP ペレット製造と物性確認。 【成果】 ● 地域別の運搬コストを試算。ASR 削減率は 18.4%。 ● レーザーフィルター付きペレタイザーを導入。ペレットの物性は良好だが、異物混入あり。
2020 年度 (3 年目)	【実施内容(予定)】 ● 解体作業習熟度の向上とレーザー付きフィルターの利用による二次解体の作業軽減の検証。 ● 回収品のリサイクル用途の開発。 ● 事業化ベースで実証を展開し、実証事業の最終検証を実施。

【小規模ロットでの品質及びコスト評価の状況】

- 品質：フィルターサイズが細かいほど異物混入は減少するが、処理能力を考慮して 100 メッシュが適当。物性はリサイクル原料として十分で、サンプル間の物性値の差も小さい。ただし、目視で確認できる異物の混入ケースあり。
- コスト：解体では異物除去工程の時間短縮が課題。回収品の運搬コストは 13 円/kg 程度であり、経済性を持って運用できる可能性あり。

【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】

- ガスクロマトグラフィー質量分析法により、全検体で臭素系難燃剤が定量下限値の 5ppm 未満であることを確認。

【量産化技術の開発状況】

- 本年度で事業化コスト検討に必要な基礎データを獲得。次年度（2020 年度）、2 年間の成果を踏まえ、事業化ベースで実証を展開予定。

【車両重量との関係】

- 特になし。

5) 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（三菱 UFJ リサーチ & コンサルティング株式会社）

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を実現し、ASR 削減とそれに伴うリサイクル料金（ユーザー負担）低減を実現する。

【試験内容】

- ELV の精緻解体実証
 - ✓ 自動車ガラス各部位の解体時間、解体作業、ベストプラクティス、解体コストの分析
- 需給バランス及び地理的条件を考慮したロジスティクス実証
 - ✓ 輸送前利益の推計（ガラス回収費用、ガラス売却による収入、ダスト引き効果を検討）
 - ✓ 集荷可能範囲の特定
 - ✓ 国内における集荷可能量の推計
- 素材メーカーの選好・忌避成分に着目した再資源化可能性に関する検討
 - ✓ ガラス再資源化時の忌避物質の整理
 - ✓ 自動車ガラスの成分分析
- 再資源化プロセスの実証
 - ✓ ガラスカレットの製造、試験溶融
 - ✓ 実操業ベースでのガラスウール化
 - ✓ 材料規格化の検討

【結論】

- 自動車ガラスを利用したガラスウール製造には、技術的課題が無いことを確認した。
- 解体プロセス全体を改良し、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することがわかった。
- 自動車ガラスのリサイクル実現条件を示し、更なる ASR 削減を実現する可能性を示唆した。

【次年度以降の検討項目】

- 収益性向上のための、解体部位別の収益性試算、ガラスを取り外すことの付加価値の正当な評価
- 合積み等の活用による更なる輸送費の効率化
- ダスト引き率の改定を実現する事業者間連携のコンソーシアムの実現
- 付加価値向上に向けて板ガラス用途での検討

【実証事業のこれまでの実施内容及び段階】

2018 年度 (1 年目)	【実施内容】 ● ガラス解体の作業性検討 ● 効率的なロジスティクス検証 ● 自動車ガラスの特性分析 【成果】 ● ガラス解体のベストプラクティスを特定 ● ダスト引き改訂を考慮すれば事業性があることを確認 ● ガラス単価別に回収可能なガラス量を試算 ● フロントガラス・リアガラスを除き、ほぼ一様な構造・成分であることを発見 ● グラスウール向けなら制約は少ないことを発見
2019 年度 (2 年目)	【実施内容】 ● フロントガラスの作業性検討 ● 廃車ガラ／家電リサイクル由来のガラスとの合積みの効果検証 ● 自動車ガラス(フロントガラス)の特性分析 ● グラスウールの試作 【成果】 ● フロントガラス解体の作業時間、効率的な作業方法を特定 ● 合積みの場合の収益を試算 ● フロントガラスの成分・構成を特定 ● グラスウール製造には技術的課題が無いことを確認

【ガラス再資源化にあたっての忌避成分の含有状況】

- いずれの部位の板ガラスでも忌避物質となる鉄、銅、 亜鉛、ニッケルは確認されたが、関連事業者からは問題となる量ではないと判断された。
- 銀、鉛、スズがリアガラス、アンチモンがサイドフロントガラスから検出された。

【有害物質（臭素系難燃剤等）への対応】

- 自動車ガラス由来のグラスウールでは、板ガラス由来のものに比べて黒セラや着色剤等の由来とみられる鉛、セレンが有意に多い。ただし、REACH 規制や RoHS 規制では全く問題ない含有量であり、グラスウールメーカーからも販売に問題がないレベルと判断された。

【再資源化用途の開発状況】

- グラスウールへの再資源化では特段課題はない。
- 付加価値向上に向け、板ガラス用途での活用可能性の検討が今後の課題である。（着色の少ないフロントガラスのみを原料として建築用板ガラスに活用、着色の多いリアサイドガラスを原料として自動車向け着色板ガラスに活用等）

(3) 環境省補助事業・実証事業

1) 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

プラスチック代替素材への転換・社会実装を支援する実証事業である。

1. 事業目的
- ① 海洋プラ問題、資源廃棄物制約、温暖化対策等の観点から、プラスチックの海洋汚染低減、3Rや再生可能資源転換が求められています。
 - ② 「プラスチック資源循環戦略」に基づき、「代替素材への転換」、「リサイクルプロセス構築・省CO2化」、「海洋生分解素材への転換・リサイクル技術」を支援し、低炭素社会構築に資するシステム構築を加速化します。

2. 事業内容

- ① 化石由来プラスチックを代替する省CO2型バイオプラスチック等（再生可能資源）への転換・社会実装化実証事業
 バイオマス・生分解性プラスチック、紙、CNF等のプラスチック代替素材の省CO2型生産インフラ整備・技術実証を強力に支援し、製品プラスチック・容器包装や、海洋流出が懸念されるマイクロビーズ等の再生可能資源等への転換・社会実装化を推進。
- ② プラスチック等のリサイクルプロセス構築・省CO2化実証事業
 複合素材プラスチックなどのリサイクル困難素材のリサイクル技術・設備導入を強力に支援し、使用済素材リサイクルプロセス構築・省CO2化を推進。

3. 事業スキーム

- 事業形態 委託事業、間接補助事業（補助率1／3、1／2）
- 対象 民間事業者・団体、大学、研究機関等
- 実施期間 令和元年度～令和5年度

4. 事業イメージ

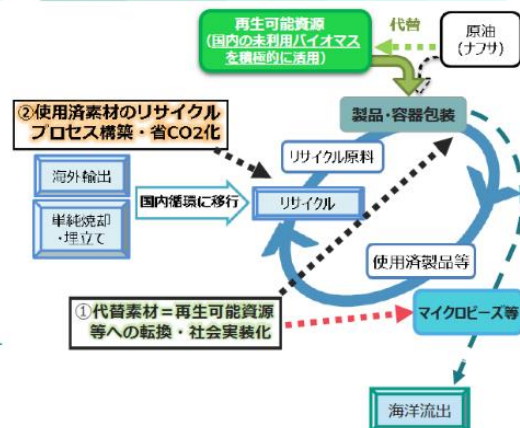


図 2-26 脱炭素社会を支えるプラスチック等資源循環システム構築実証事業

出所) 環境省「令和3年度環境省重点施策集」http://www.env.go.jp/guide/budget/r03/r03juten-sesakushu/1-2_02.pdf（閲覧日：2020年12月23日）

2) 脱炭素社会構築のための資源循環高度化設備導入促進事業

リサイクル設備・再生可能資源由来素材等の製造設備の導入を支援する事業である。

1. 事業目的

- ・「プラスチック資源循環戦略」（令和元年5月策定）の具体化を通じた脱炭素社会構築のため、国内におけるプラスチック循環利用の高度化・従来の化石資源由来プラスチックを代替する再生可能資源由来素材（バイオマス・生分解プラスチック、セルロース等）の製造に係る省CO2型設備の導入支援を行います。
- ・さらに、今後の再エネ主力化に向け排出が増加する太陽光発電設備や高電圧蓄電池といった実証事業等において資源循環高度化が確認されている省CO2型リサイクル設備への支援を行います。
- ・これにより、コロナ禍における新しい生活様式下でのプラスチック使用量増加にも対応した持続可能な素材転換に向けて、国内の生産体制強化を図ります。

2. 事業内容

- ・省CO2型のプラスチック高度リサイクル・再生可能資源由来素材の製造設備への補助

<設備例>



<石油精製所を活用したリサイクル設備> <バイオマスプラスチック製造設備>

- ・省CO2型の再エネ関連製品等リサイクル高度化設備への補助

<設備例>



<Li-ion電池リサイクル設備> <太陽光発電設備リサイクル設備>

3. 事業スキーム

- 事業形態 間接補助事業（補助率1／3、1／2）
- 補助対象 民間団体等
- 実施期間 令和3年度～令和5年度

4. 事業イメージ

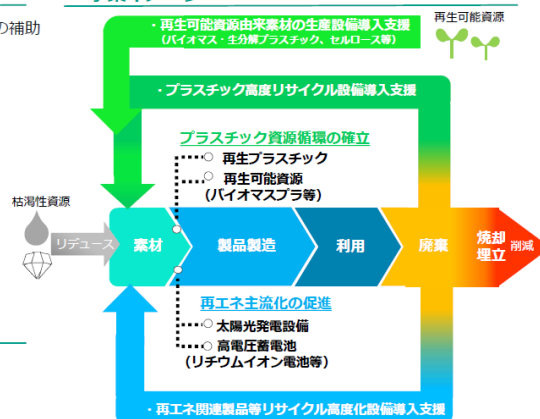


図 2-27 脱炭素社会構築のための資源循環高度化設備導入促進事業

出所) 環境省ウェブサイト <http://www.env.go.jp/earth/earth/ondanka/energy-taisakutokubetsu-kaikeir03/matetr03-08.pdf>（閲覧日：2021年3月23日）

3) 株式会社プラニックの進捗状況

海洋プラスチック問題、使用済自動車プラスチックの再生利用率向上、自動車部品向け高度再生 PP 材の製造に向け、2018 年 12 月に株式会社プラニックが設立された。

当初は 2021 年 3 月の工場稼働を予定していたが、新型コロナウイルス感染拡大の影響を受け、海外から設備を輸入することができず、設備導入が当初予定より 1 年程度遅れている。現状では、2022 年 4 月からの工場稼働を見込んでいる。

リサイクル原料の調達元は当初計画と変わっておらず、リサイクルフローや選別プロセスも同様に、当初計画のとおりである。

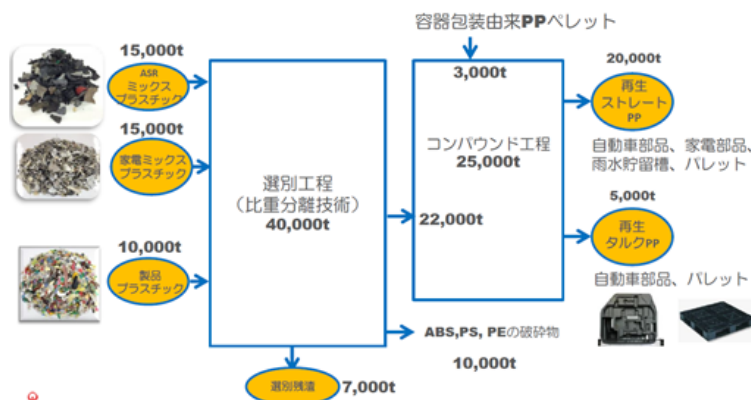


図 2-28 リサイクルフローの概要

出所) プラニックヒアリング結果、令和元年度作業部会資料に基づき三菱総合研究所作成

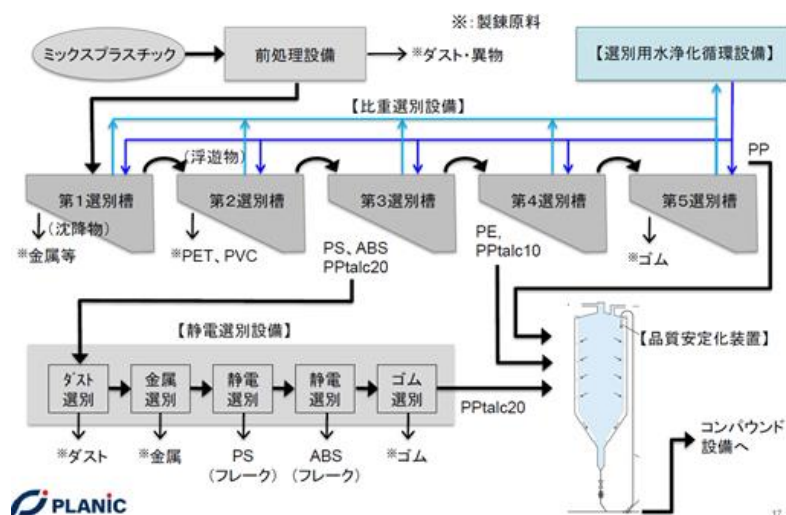


図 2-29 選別プロセスフローの概要

出所) プラニックヒアリング結果、令和元年度作業部会資料に基づき三菱総合研究所作成

(4) 国内外の動向

1) 2050 年カーボンニュートラルに係る国内の動向

2020 年 10 月 26 日、第 203 回臨時国会において、菅総理より「2050 年カーボンニュートラル、脱炭素社会の実現を目指す」ことが宣言された。

電動化や脱炭素燃料の普及とともに、自動車の素材利用についてもカーボンニュートラルへの対応が求められる。

表 2-16 2050 年カーボンニュートラルに伴うグリーン成長戦略（2020 年 12 月 25 日策定）抜粋

分野	内容
自動車・蓄電池産業	2050 年の自動車のライフサイクル全体でのカーボンニュートラル化を目指すとともに、蓄電池産業の競争力強化を図る。 (1) 電動化の推進・車の使い方の変革 (2) 燃料のカーボンニュートラル化 (3) 蓄電池
資源循環関連産業	- リデュース、リユース、リサイクル、リニューアブルについては、法律や計画整備により技術開発・社会実装を後押ししている。廃棄物発電・熱利用、バイオガス利用については、既に商用フェーズに入っており普及や高度化が進んでいる。今後、これらの取組について、「国・地方脱炭素実現会議」等における議論を踏まえつつ、技術の高度化、設備の整備、低コスト化等により更なる推進を図る。 - 循環経済への移行も進めつつ、2050 年までに、温室効果ガスの排出を全体としてゼロにする。

2) （参考）自動車のプラスチックリサイクルによる CO2 削減効果

バンパー等の比較的回収しやすい部品のマテリアルリサイクルを増加させた場合（ベースシナリオ⁷⁰の 0.3 万 t から 2.2 万 t へ拡大）、約 4 万 t の CO2 削減効果が見込まれる。なお、合計値はあくまでも参考であり、扱いに留意が必要である。

表 2-17 自動車のプラスチックマテリアルリサイクル推進による CO2 削減効果

内訳	効果
焼却・サーマルリサイクルからマテリアルリサイクルへの転換による排出される CO2 の減少 - 焼却や埋立への仕向け比率を 24% から 12% に削減と仮定 - マテリアルリサイクルへの仕向け比率を 2% から 15% に引上げと仮定	1.0 万 t-CO2/年 削減 (自動車プラからの排出量の 1.4% に相当)
マテリアルリサイクルによるバージンプラスチック代替効果 - 水平リサイクル: 1.2 万 t 増加と仮定 - カスケードリサイクル: 0.7 万 t 増加と仮定	2.9 万 t-CO2/年 削減
合計	3.9 万 t-CO2/年の削減効果

出所) 低炭素型 3R 技術・システムの社会実装に向けた素材別リサイクル戦略マップ検討会「マテリアルリサイクルによる天然資源消費量と環境負荷の削減に向けて～素材別リサイクル戦略マップ策定に向けた調査・検討の中間報告～」(平成 28 年)

⁷⁰ 2013 年の推定マテリアルフローをベースとしたシナリオ

3) 今後のプラスチック資源循環施策のあり方

我が国はプラスチック資源循環戦略を2019年5月に策定した。今後の戦略展開として、リデュース、リユース・リサイクル、再生利用・バイオマスプラスチック利用について、野心的なマイルストーンを設定している。

重点戦略		基本原則:「3R+Renewable」	(マイルストーン)
リデュース等	- ワンウェイプラスチックの使用削減(レジ袋有料化義務化等の「価値づけ」) - 石油由来プラスチック代替品開発・利用の促進		<リデュース> ①2030年までにワンウェイプラスチックを累積25%排出抑制
リサイクル	- プラスチック資源の分かりやすく効果的な分別回収・リサイクル - 漁具等の陸域回収徹底 - 連携協働と全体最適化による費用最小化・資源有効利用率の最大化 - アジア禁輸措置を受けた国内資源循環体制の構築 - イノベーション促進型の公正・最適なリサイクルシステム		<リユース・リサイクル> ②2025年までにリユース・リサイクル可能なデザインに ③2030年までに容器包装の6割をリユース・リサイクル ④2035年までに使用済プラスチックを100%リユース・リサイクル等により、有効利用
再生材 バイオプラ	- 利用ポテンシャル向上(技術革新・インフラ整備支援) - 需要喚起策(政府率先調達(グリーン購入)、利用インセンティブ措置等) - 循環利用のための化学物質含有情報の取扱い - 可燃ごみ指定袋などへのバイオマスプラスチック使用 - バイオプラ導入ロードマップ・静脈システム管理との一体導入		<再生利用・バイオマスプラスチック> ⑤2030年までに再生利用を倍増 ⑥2030年までにバイオマスプラスチックを約200万トン導入
海洋プラスチック対策	- プラスチックごみの流出による海洋汚染が生じないこと(海洋プラスチックゼロエミッション)を目指した - ポイ捨て・不法投棄撲滅・適正処理 - 海岸漂着物等の回収処理 - 海洋ごみ実態把握(モニタリング手法の高度化)	- マイクロプラスチック流出抑制対策(2020年までにスクラップ製品のマイクロビーズ削減徹底等) - 代替イノベーションの推進	
国際展開	- 途上国における実効性のある対策支援(我が国のソフト・ハードインフラ、技術等をオーダーメイドパッケージ輸出で国際協力・ビジネス展開) - 地球規模のモニタリング・研究ネットワークの構築(海洋プラスチック分布、生態影響等の研究、モニタリング手法の標準化等)		
基盤整備	- 社会システム確立(ソフト・ハードのリサイクルインフラ整備・サプライチェーン構築) - 技術開発(再生可能資源によるプラ代替、革新的リサイクル技術、消費者のライフスタイルのイノベーション) - 調査研究(マイクロプラスチックの使用実態、影響、流出状況、流出抑制対策) - 連携協働(各主体が一つの旗印の下取組を進める「プラスチック・スマート」の展開)	- 資源循環関連産業の振興 - 情報基盤(E S G投資、エシカル消費) - 海外展開基盤	

図 2-30 プラスチック資源循環戦略の概要

出所) 環境省「プラスチック資源循環戦略(概要)」より抜粋

今後の関連施策において、自動車リサイクルへ関連する部分としては、環境配慮設計、再生素材やバイオプラスチック利用促進などがあげられる。

今後のプラスチック資源循環施策の全体像

別添 2

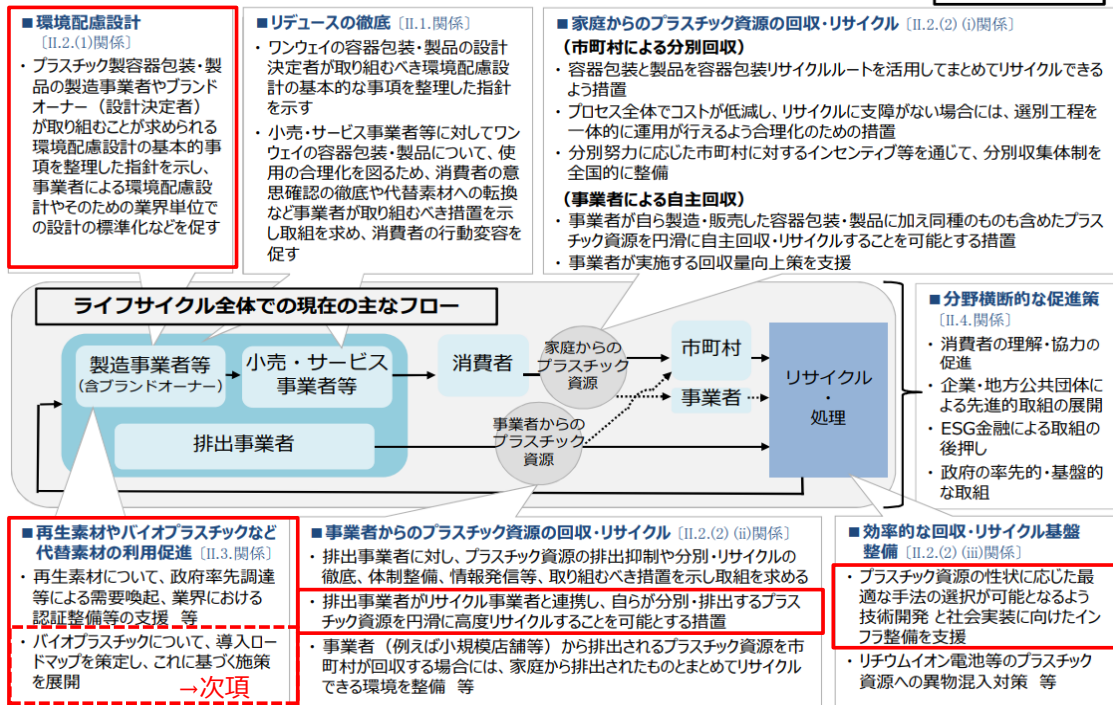


図 2-31 プラスチック資源循環施策の自動車リサイクル関連箇所

出所) 環境省「今後のプラスチック資源循環施策のあり方について」（中央環境審議会意見具申）資料にMRI 赤枠追記

4) バイオプラスチック導入ロードマップ

バイオプラスチックのマイルストーン（2030年までに約200万t）達成に向けたバイオプラスチック導入の方針と施策についてのロードマップが、2021年1月に策定された。

自動車を含む「輸送」製品分野（排出量310千t）への導入方針として、「バイオマスプラスチック（非生分解性）のうち、リサイクルに悪影響がないもの」を導入していく方針が示されている。

②プラスチック製品領域毎の導入が適したバイオプラスチック			
製品領域	導入に適したバイオプラスチック 類型 1：バイオマスプラスチック（非生分解性）のうち、リサイクルに悪影響がない以下①、②のいずれかに該当するもの。 ①バイオマス由来の汎用プラスチック（バイオPE、バイオPET、バイオPP等） ②高機能プラスチック等を代替する同種のバイオマスプラスチック（PA→バイオPA等） 類型 2：バイオマスプラスチック（非生分解性） 類型 3：生分解性プラスチック（※分解環境に適した生分解性機能を持つもの）		製品領域毎に留意が必要な事項 （使用後のフローにおけるリサイクル調和性等の影響）
容器包装等/コンテナ類	類型：1	プラスチック製買物袋	バイオプラスチックがリサイクルへ混入した際に悪影響がないことが求められる。
電気・電子機器/電線・ケーブル/機械等			
家庭・オフィス等で使用される日用品/衣類屋物/家具/玩具等			
可燃ごみ用収集袋		類型：2	特に温室効果ガス排出抑制に資する「類型 2」を導入。
堆肥化・バイオガス化等に用いる生ごみ用収集袋	類型：3		堆肥化・バイオガス化等に伴う分解の際、十分な生分解機能があることが求められる。
建材	類型：1		バイオプラスチックがリサイクルへ混入した際に悪影響がないことが求められる。
農林・水産			
農業用マルチフィルム	【回収・リサイクルの場合】 類型：1	【回収・リサイクルの場合】 使用後の影響の観点から、リサイクル調和性が高い「類型 1」を導入。ただし、分別収集・選別により単一プラスチック種でリサイクルされる場合は、すべての類型も該当し得るため、環境負荷低減効果がより高いものを選択。	【回収・リサイクルの場合】 バイオプラスチックがリサイクルへ混入した際に悪影響がないことが求められる。
	【農地の土壌にすき込む場合】 類型：3	【農地の土壌にすき込む場合】 使用後の機能の観点から、「類型 3」のうち、土壌生分解機能を持つものを導入。ただし、農作業の一環として、適正な管理のもと農地へすき込む場合に限る。	【農地の土壌にすき込む場合】 土壌での生分解機能があることが求められる。
	肥料に用いる被覆材	類型：3	自然環境に流出した際の土壌及び海洋での生分解機能があることが求められる。
漁具等水産用生産資材	【回収・リサイクルの場合】 類型：1	【回収・リサイクルの場合】 使用後の影響の観点から、リサイクル調和性が高い「類型 1」を導入。ただし、分別収集・選別により単一プラスチック種でリサイクルされる場合は、すべての類型も該当し得るため、環境負荷低減効果がより高いものを選択。	【回収・リサイクルの場合】 バイオプラスチックがリサイクルへ混入した際に悪影響がないことが求められる。
	【必ずしも高い強度や耐久性が求められない場合】 類型：3	【必ずしも高い強度や耐久性が求められない場合】 使用後の影響の観点から、「類型 3」のうち、海洋生分解機能を持つものを導入。	【必ずしも高い強度や耐久性が求められない場合】 海洋環境に流出した際の海洋生分解機能があることが求められる。

注）利用の状況、特性、製品の組成、リサイクル技術・システム、新たなバイオプラスチック開発等で整理が変わり得るため、状況に応じて随時、本表を更新していく。

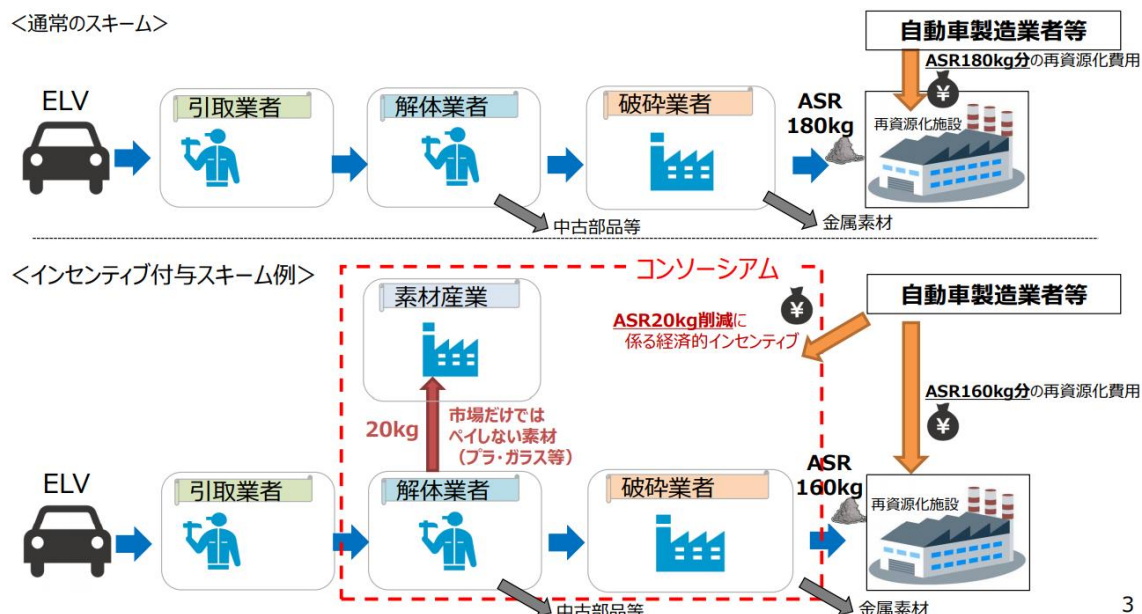
図 2-32 バイオプラスチック導入ロードマップの自動車リサイクル関連箇所

出所）環境省「バイオプラスチック導入ロードマップの概要」<https://www.env.go.jp/press/109024.html>（閲覧日：2021 年 1 月 26 日）に赤枠を追記

5) 解体インセンティブ制度（仮称）

現行の自動車リサイクル法においては、解体業者や破砕業者が ASR を減量するインセンティブが働きにくく、解体工程でのプラスチック・ガラスの回収の事業採算性も低いという課題が存在する。

上記課題を踏まえ、解体工程でのプラスチック・ガラス回収への経済的インセンティブを付与する「解体インセンティブ制度（仮称）」が 2020 年 11 月の審議会において提案され、現在検討されている。



3

図 2-33 解体インセンティブ制度（仮称）のイメージ

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 WG 中央環境審議会循環型社会部会自動車リサイクル専門委員会 第 51 回合同会議資料

6) Deca-BDE 規制に関する国際動向

2017 年、Deca-BDE（デカブロモジフェニルエーテル）は POPs 条約 COP8 で附属書 A（廃絶）に新規追加された。

- 同条約 6 条第 1 項(d)において、POPs 廃棄物は、国際的な規則、基準や指針等を考慮して、「残留性有機汚染物質である成分が残留性有機汚染物質の特性を示さなくなるように破壊され若しくは不可逆的に変換されるような方法で処分されること、又は破壊若しくは不可逆的な変換が環境上好ましい選択にならない場合若しくは残留性有機汚染物質の含有量が少ない場合には環境上適正な他の方法で処分されること」と定められている。
- POPs 条約上は、分解処理が求められる Deca-BDE の濃度水準（LPC、上記下線部に相当する基準値）の具体的な数値は定めず、それらはバーゼル条約の技術ガイドラインによって定められることになっている。

2019 年 5 月のバーゼル条約 COP14 において、技術ガイドラインの Deca-BDE の LPC の規定に関して討議が行われたが、最終的に LPC 基準の決定には至らなかった。

- Deca-BDE の LPC は現状複数案あり（1,000ppm、50ppm 等）
- 今後、Deca-BDE の LPC は、2021 年 7 月（予定）のバーゼル条約 COP15 において議論される。

2.3.2 作業部会の開催

(1) 勉強会の開催に当たって実施した業務

作業部会の開催に当たって以下の業務を行った。

＜合同会議の開催に当たって実施した業務＞

- 作業部会委員（10 名）への連絡・日程調整
- 委員の委嘱手続き等の必要な手続きの補助
- Web 会議室の設定・案内
- 資料作成・送付
- 委員の作業部会出席謝金の支給
- 議事運営、議事概要作成 等

(2) 勉強会の開催概要

第 7 回作業部会は令和 3 年 3 月 11 日（木）10:00 から 12:00 に、オンラインで開催した。会議は非公開で行われた。

議事次第は以下のとおり。

- | |
|--|
| <ol style="list-style-type: none">1. 作業部会の設置趣旨及び進め方について2. 過年度の検討経過3. 状況報告<ol style="list-style-type: none">(1) 実証事業の技術開発状況(2) 国内外の動向(3) Deca-BDE 規制に関する動向4. インセンティブ制度に関する検討の今後の進め方について5. その他 |
|--|

作業部会では、主に以下のような点について議論がなされた。

- 実証事業等における技術開発の進捗状況と今後の見通しについて
- プラスチックのリサイクルによる CO2 削減効果について
- インセンティブ制度に関する検討の今後の進め方・ロードマップについて

(3) 作業部会を踏まえた今後の課題や検討事項について

作業部会の議論を踏まえ、次年度に向けた課題や検討事項として、以下の点が挙げられた。

1) ユーザーインセンティブ制度の施行開始判断に向けた進捗・状況確認事項

- 自動車リサイクル高度化財団等の実証事業の最終的な結果のフォローアップ
- バイオプラスチックの開発状況・生産体制の最新動向のフォローアップ

- 環境省補助事業等による自動車プラスチックのリサイクル設備の導入状況の確認
- バーゼル条約の COP15 における Deca-BDE（臭素系難燃剤）の LCP の決定と、国内担保措置の策定状況確認
- 解体インセンティブ制度の施行見通しとその効果についての確認
- その他国内リサイクル事業者における再生プラスチック供給体制の確認

2) ユーザーインセンティブ制度の効果検討に向けた情報整理

- 自動車における再生プラスチックやバイオプラスチックの利用による CO2 削減効果の分析の精緻化
- ユーザーインセンティブ制度と解体インセンティブ制度との相互影響や整合性の整理

3) ユーザーインセンティブ制度の枠組みの再検討に向けた論点整理

- 自動車 to 自動車以外のプラスチックリサイクルについてのユーザーインセンティブ制度における位置づけの再検討（インセンティブ原資の使途として適切な自動車リサイクルの促進と社会全体での再生プラスチック利用量拡大の両立等）
- カーボンプライシングなどの議論と関連付けた、ユーザーインセンティブ制度以外の自動車への再生プラスチック利用の経済的インセンティブの整理・検討（ユーザーインセンティブ制度との統合的な検討）
- ユーザーインセンティブ制度の検討スケジュールの見通しの必要性の検討
- ユーザーインセンティブ制度開始の判断基準の再検討・具体化

3. 使用済車載用リチウムイオン電池の排出フローの作成

自動車からリチウムイオン電池（以下 LiB）が取り外され、リユース、リサイクル、最終処分等される流れについて可能な限り定量的なデータを収集し、排出フローの作成を行った。なお、排出フロー作成に当たり、自動車メーカー、自動車解体業者等に対して 10 件程度のヒアリング調査（電話、Web 会議システム、メール等の手段による）を行った。

3.1 調査方法

ヒアリング先として、自動車メーカー1社、自動車解体業者8社、自動車中古部品流通プラットフォーム運営事業者1社を選定し、ヒアリングを実施した（表 3-1 参照）。ヒアリングを行う自動車解体業者の選定にあたっては、一般社団法人日本自動車リサイクル機構の協力を得て、地域などが分散するように選定した。ただし、取扱台数の規模としては、小規模な事業者では取り扱い実績がほとんどない場合も多いため、比較的大規模な業者を中心に LiB の取り扱い実態についてヒアリングを行った。（全国の解体台数規模別の事業者数・解体台数割合は図 3-1 参照）

表 3-1 ヒアリング調査の概要

調査先	ヒアリング方法
自動車メーカー:1社	対面
自動車解体業者:8社 年間解体台数規模の内訳 1,001~10,000 台 :1社 10,001 台以上 :7社	電話、Web 会議システム
自動車中古部品流通プラットフォーム運営事業者:1社	メールアンケート

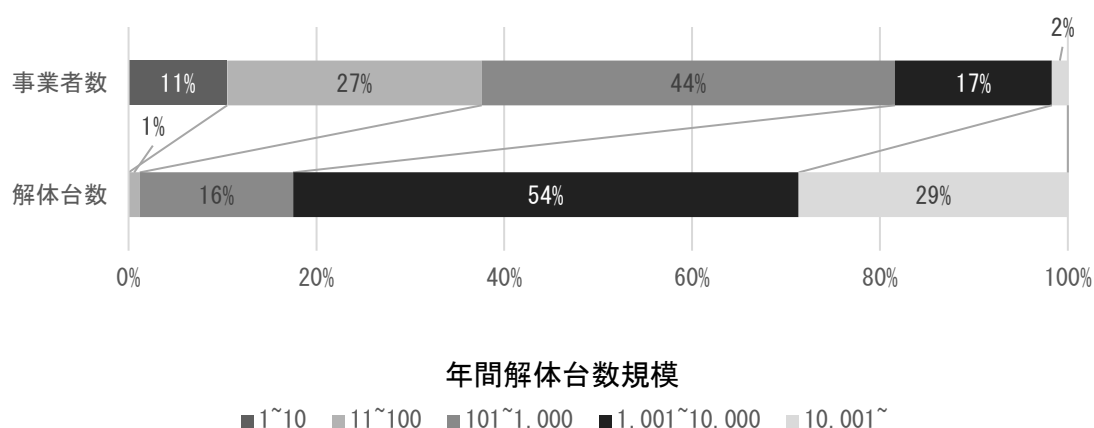


図 3-1 全国ベースの解体規模別の事業者数と解体台数の割合

出所) 日本自動車リサイクル機構「使用済自動車の解体段階におけるベースリサイクル率の実態調査」
2020

3.2 調査結果

3.2.1 ヒアリング結果の概要

(1) 解体業者 1 社あたりの LiB 搭載車の取り扱い規模

【解体業者のヒアリング結果】

- 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、0.1~3%の間であった（年間 1 万台の解体台数であれば 10~300 台に相当）。対してニッケル水素電池の割合は 0.5~8%と LiB 搭載車に比べ多い傾向がみられた。なお、LiB 搭載車の解体台数には回生電力を貯めるのみの小型 LiB⁷¹やマイルドハイブリッド車の小型 LiB が多く含まれており、内訳を把握している事業者によると、0.5kWh を超えるような LiB を搭載したフルハイブリッド車の割合は更に少ない。
- EV や PHEV は、各社年間でも数台程度の取り扱いであった。地方部では充電設備などの普及状況から、全く EV の取り扱い実績がない事業者も存在した。
- ただし、各社とも LiB 搭載車の取扱台数は増加傾向にあり、過去数年で倍増したとの報告もあった。

(2) リチウムイオンバッテリーが搭載された使用済自動車の調達元

【解体業者のヒアリング結果】

- 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。LiB は中古部品としてはそれほど重要なパーツではないため、その有無などによって調達価値が変わるということはないようであった。
- 現時点で LiB を搭載した車両は高年式であることが多く、必然的に買替時の下取りなどではなく、事故車などでの入荷が多くなる。その場合、保険関係での入庫が多い傾向であった。

(3) 解体プロセスについて（手順、時間等）

【解体業者のヒアリング結果】

- 解体は基本的にはメーカーの解体マニュアルに沿って行われている。ただし、解体経験のある自動車については特に毎回マニュアルを参照することではなく、経験のない車両が入った場合にのみマニュアルを参照するという報告が多かった。
- 放電処理はライトを付けっぱなしにする、エンジンをかけ続ける、プラグを抜く、ブレーカーを切るなどの操作により行い、取外し後の電池は端子部にテープを張って絶縁している事業者が多かった。
- 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 分程度との回答が多かった。一方で、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 となると電池自体の重量が重いため、人力

⁷¹ スズキ株式会社の「エネチャージ」などを示す。容量は 100Wh 以下とフルハイブリッド車の電池に比べ小さい。

のみでは難しく、車体を吊り下げる必要もあるため 30~40 分程度の時間がかかるとの回答があった。

(4) 取り外したリチウムイオンバッテリーの出荷先

【解体業者のヒアリング結果】

- 8 社の傾向として、高年式で事故等の影響がないものはリユース部品として販売されている。販売先としては、国内の自動車中古部品ネットワークへの販売が多く、整備工場などが購入していると思われる。また、一部は外国人バイヤーへも販売されている。リユースができない電池（低年式や走行距離が長い車両の電池、水没や損傷物など）については、大半が自動車再資源化協力機構による回収ルートへリサイクル向けとして出されていた。ニッケル水素電池のように、有価で引き取るリサイクル事業者は確認されなかった。一部、メーカー試作車などは、処理費を払って電炉メーカーに産業廃棄物として引き渡されていた。
- 一部の事業者では、大型の LiB については、リユースできない場合、自動車再資源化協力機構へ回収してもらうための梱包作業などが手間であり、現状 10 個程度が退蔵されているという回答があった。
- フルハイブリッド車の電池であれば、国内向けでは 2~5 万円、外国人バイヤー向けには 1~2 万円程度が相場であるようだった。小型の電池であれば、国内向けにはあまり売れず、1 個数千円で外国人バイヤーが購入していくという回答が複数社からあった。

【自動車中古部品流通プラットフォーム運営事業者のヒアリング結果】

- 中古 LiB の購入者は一般的には、自動車修理事業者が大半で、HV バッテリー不具合による交換需要が主な利用用途と思われる。
- また、100 台などの単位でリユースや素材リサイクルの研究目的での引取りも存在する。

【自動車メーカーのヒアリング結果】

- 電池をリパックして載せ替える専門事業者も存在し、中古部品として LiB を購入していると想定される。
- 廃車になった段階で、自動車再資源化協力機構による回収ルートで電池が回収されている台数は、LiB 搭載車の廃車台数全体の 1 割程度と想定されている。
- 外国人バイヤーがバッテリーを買っていくケースが増えていると聞いている。おそらく中東に輸出しているのではないかと。海外にもハイブリッド自動車のリユース市場が存在し、載せ替え用途もあると想定される。

(5) リユース向けとリサイクル向けとの判断基準

【解体業者のヒアリング結果】

- 8 社のうち、LiB のリユース向け販売を行っている 7 社においては、車両の年式、走行距離（駆動部分のパーツの一般的な目安である 10 万 km 以下など）、バッテリーの異常表示が出ていないか等の基準によって、リユース向けに売ることのできる電池を判断し、リユース向けとして国内中古部品販売ネットワークへ登録しているとのことであった。いずれも明確な基準値を設けているわけではなく、中古部品市場の売買動向や、

外国人バイヤーからのニーズの有無によって、リユース向けとして保管するかどうかを判断している。電池の残存容量（SOH）まで測定している事業者はみられなかった。

- 基本的に、大部分の LiB はリユース向けとしており、事故等で損傷の可能性のある電池や売れ残った電池をリサイクルへ回しているとのことであった。

(6) リチウムイオンバッテリー取り扱い上の課題

【解体業者のヒアリング結果】

- 感電リスクや発火・爆発リスクがあるため、取外し方や取外し忘れには十分注意し、屋根付きの倉庫内で保管しているという回答が多かった。
- 駆動用以外の小型の蓄電池が様々な場所に搭載されるようになってきており、それらの取外し忘れのリスクが高まっている。
- 事故車などの場合、メーカーの取外しマニュアルのとおり処理できないこともあり、その場合の対応に苦慮しているようであった。
- 今後、低年式の LiB 搭載廃車が多く発生すると、より多くの解体業者において、リユースが難しい電池を外す作業が発生することになるため、不適切な取外しによる事故等の問題が発生する懸念を持つ解体業者があった。

【自動車中古部品流通プラットフォーム運営事業者のヒアリング結果】

- スキャンツールと呼ばれる、車両状態をチェックする機器があり、通常はその機器を利用してある程度の現在の電池容量率（SOC）を測定する。ヒアリングを実施したプラットフォームでは、この容量率を基準に、60%以上の場合、取外し後 6 ヶ月以内の保管が望ましい、容量率値が 60%未満の場合、取外し後 3 ヶ月以内の保管が望ましい、という指針を示している。ただし、電池の劣化度については測定ができないため、取引時の評価がしにくいという問題がある。

(7) 解体以外での LiB の発生

【自動車メーカーのヒアリング結果】

- ディーラーでも事故での電池交換が発生している。衝突事故を起こした後の電池にリスクを感じ、保険業者が新品に交換している。それらの電池がディーラー、整備工場が発生しているが、追うことはできていないとの回答であった。

3.2.2 使用済車載用リチウムイオン電池の排出フロー

ヒアリングを踏まえ、今回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整理を行った。整理は EV やフルハイブリッド車などの大型の LiB のケース（図 3-2）と、マイルドハイブリッドや回生エネルギー蓄電用の小型の LiB のケース（図 3-3）に分けて実施した。図中の比率は個数ベースである。

一部の解体業者では正確な数字を把握できなかったため、おおよその値で推計した結果も含まれている。傾向として、大規模な解体業者においては、大型 LiB、小型 LiB とともに 6 ～7 割がリユースされているが、大型 LiB が国内リユース中心であるのに対し、小型 LiB は海外向けが主であった。

なお、ヒアリング対象業者は比較的大規模な業者であったため、ヒアリング結果に基づいて国内全体のフローを拡大推計することは難しいと考えられた。よって参考として、全国規模でのフローに関しては、解体業者への既存アンケート結果（日本自動車リサイクル機構「使用済自動車の解体段階におけるベースリサイクル率の実態調査」⁷²⁾）をもとに仕向け先割合を推定し、図 3-4 に示した。全国規模ではリユースに対するリサイクルの比率が高いため、特に小規模な解体事業者においては、解体時に排出された LiB はリサイクルされるケースが多いものと予想される。

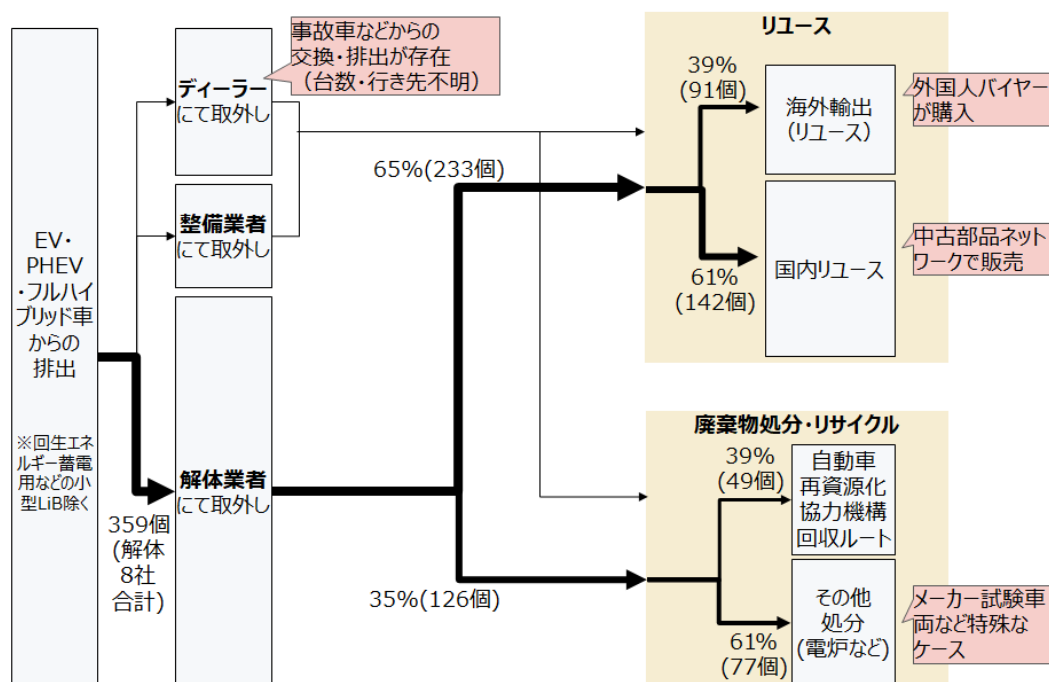


図 3-2 使用済車載用リチウムイオン電池の排出フロー（8 社計 2019 年度）
（大規模な解体事業者 8 社合計・フルハイブリッド車や EV などの大型 LiB のケース）

出所）各社ヒアリング結果に基づき、三菱総合研究所作成

⁷²⁾ 本アンケート結果は、LiB だけではなく、ニッケル水素電池との合計であることに留意が必要である。

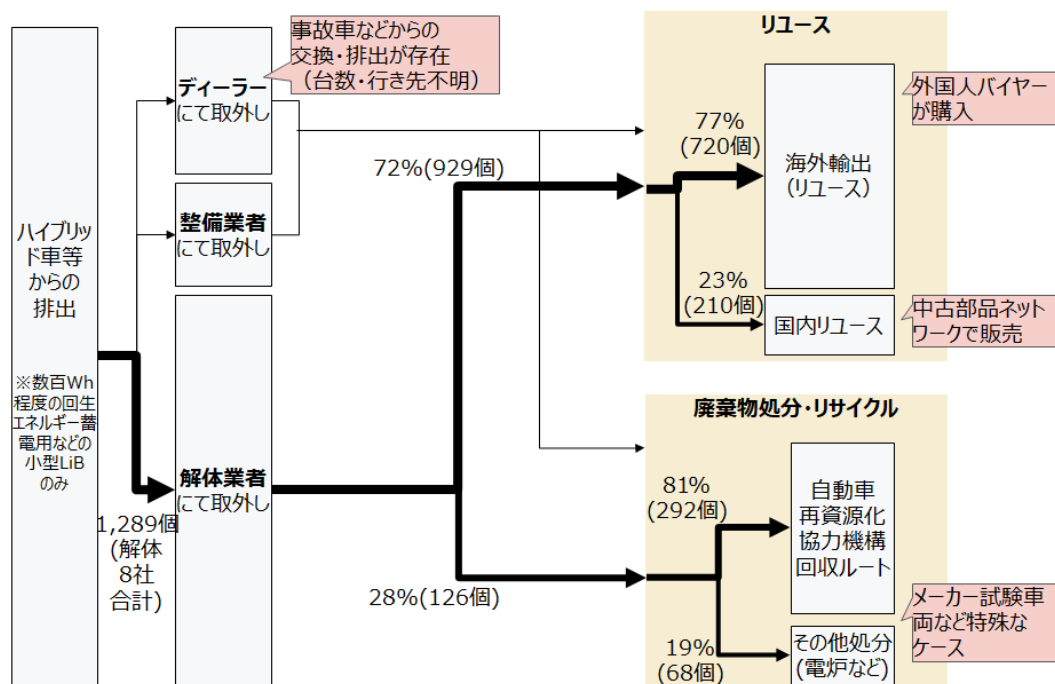


図 3-3 使用済車載用リチウムイオン電池の排出フロー（8 社計 2019 年度）
（大規模な解体事業者 8 社合計・回生エネルギー蓄電用などの小型 LiB のケース）

出所) 各社ヒアリング結果に基づき、三菱総合研究所作成

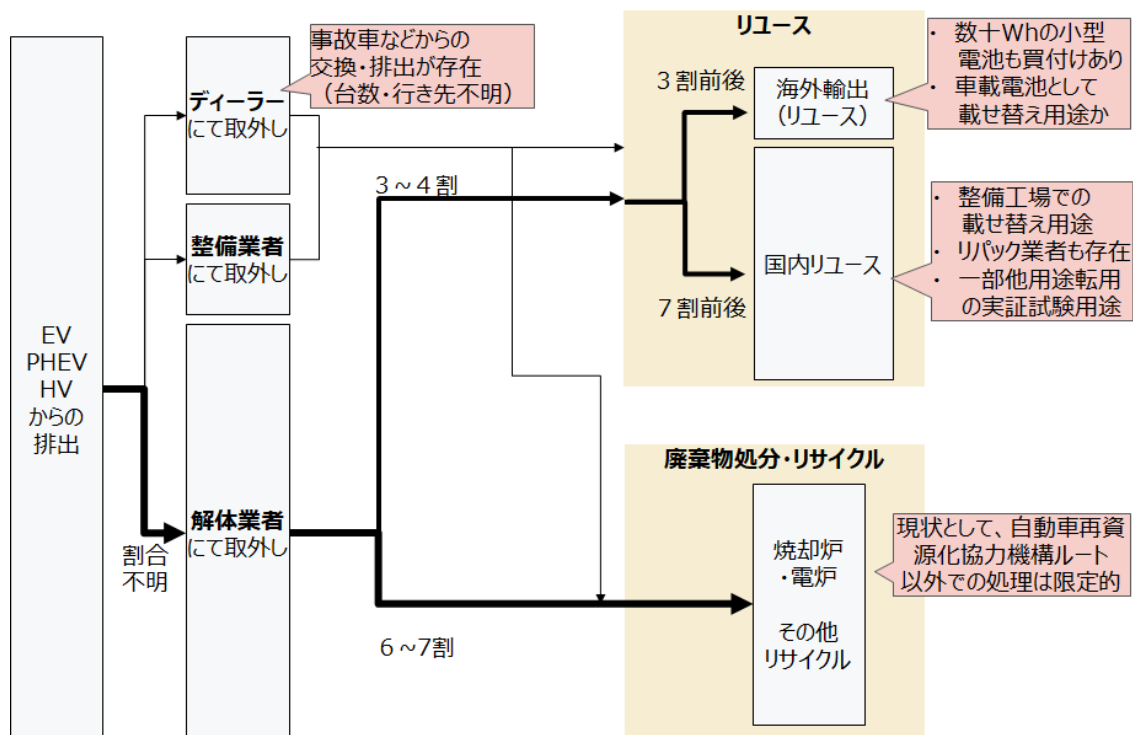


図 3-4 使用済車載用リチウムイオン電池の排出フロー（国内全体 2019 年度推計）

出所) 各社ヒアリング結果および、日本自動車リサイクル機構「使用済自動車の解体段階におけるベースリサイクル率の実態調査」2020 に基づき、三菱総合研究所作成

※ 上記割合は、LiB だけではなく、ニッケル水素電池との合計であることに留意が必要である。

3.2.3 LiB 排出フローの精緻化や有効活用に向けた今後の調査の方向性について

本年度の調査では、既に比較的多くの LiB 取り扱い実績のある大手事業者を中心にヒアリングを行い、解体時の取り扱いの方法や LiB のリユース状況について把握した。今後、電動化された使用済自動車の割合が増えてきた場合の課題と対策を検討するため、今後、以下の方向性での調査が重要となると考えられる。

(1) 車載用 LiB の排出フローの精緻化に向けたマクロ調査

- 全国の解体業者における LiB の取扱量・仕向け先等の定量的な情報収集

(2) 車載用 LiB 解体時の事故等のリスク分析

- 自動車メーカーによる解体時の LiB の取り扱いに関する啓発資料の整理と、解体事業者における当該啓発資料の認知度・参照状況や参照にあたっての課題の整理
- 解体事業者における LiB の取り扱い時のヒヤリ・ハット事例の把握（取り扱い上で課題のあった事業者を対象に情報収集を実施等）
- 自動車再資源化協力機構ルートへ排出されず、退蔵されるケースの原因や実態の把握

(3) 国内の車載用 LiB リユースの促進に向けた解体段階での課題整理

- 車載用 LiB から車載用 LiB へのリユース（単純載せ替え・リパック/リファーマビッシュ）の取組において、解体業者での電池取外し段階で考慮すべき事項の確認・整理
- 車載用 LiB の他用途へのリユース（リパーパス）に関する取組において、解体業者での電池取外し段階で考慮すべき事項の確認・整理
- 海外流出防止に向けた海外への LiB 輸出数量の把握・将来的な輸出量の推定

令和２年度リサイクルシステム統合強化による循環資源利用
高度化促進業務 報告書 自動車リサイクル制度の効率化に
関する検討等編

2021年3月

株式会社三菱総合研究所

サステナビリティ本部

リサイクル適性の表示：印刷用の紙にリサイクルできます

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