

解体・破碎業者向け GHG 排出量削減の手引き（本編） 令和 5 年度末時点版

本手引きでは解体・破碎に係る採算性に関しても一部言及しておりますが、実証データ等が不十分であり、議論の余地がございます。また、温室効果ガス排出量（以下「GHG 排出量」という。）に関する定量データを掲載している箇所もございますが、今後も数値更新が行われる可能性があるため、参考値として捉えていただけますと幸いです。

1 はじめに

1.1 本手引きの目的

昨今の 2050 年カーボンニュートラル(CN)の実現に向けて、あらゆる産業において温室効果ガス削減に向けた取組が進み、各事業者においては、廃棄・リサイクル段階も含めたサプライチェーン全体の排出量の削減が求められるようになってきています。このため、廃棄物・資源循環分野における温室効果ガス（GHG）排出削減に向けた取組は今後一層重要となっていきます。

このような社会情勢の変化を踏まえ、自動車リサイクル分野でも、GHG 排出量把握・排出量削減に向けた対応が必要となってきております。その中でも、この度、解体・破碎業者向けの手引きを作成した背景は、次の通りです。

- ASR 削減及び再資源化の高度化に資するような素材の回収に取り組む解体業者等に対して、その取組に応じて、預託されたリサイクル料金を原資とした経済的インセンティブを付与する「資源回収インセンティブ制度」が 2026 年より開始予定。制度により資源回収・再生資源利用が促進されることで、カーボンニュートラルの実現にもつながる。
- そこで、資源回収における重要なプレイヤーである解体・破碎業者に向けて、資源回収による温室効果ガス（GHG）排出量削減効果を提示しつつ、自社における GHG 排出量把握方法や排出量削減に向けた具体的な取組事例について情報共有を行うことで、資源回収と GHG 排出量削減のさらなる促進を目指す。

うち、特に以下に当てはまる解体・破碎業者を対象として作成いたしました。

- 自社でも GHG 排出量削減に向けた取組を始めたいが、何から着手すればよいか分からない
- 他の業者における GHG 排出量削減に向けた取組事例を学び、自社における取組に活かしたい 等

1.2 本手引きの構成

本手引きは、以下表 1 の構成で作成しております。

表 1 本手引きの構成

章立て	内容
2. CN に向けた潮流の中で自動車リサイクル分野に望まれる対応	CN を目指すにあたっての社会潮流の変化が、自動車業界・自動車リサイクル分野にも及び、GHG 排出量削減に向けた取組が必要である背景について
3. 自動車リサイクル分野全体の排出状況と排出削減における解体・破碎の役割	自動車リサイクル分野の中でも、特に解体・破碎業者が果たすことができる CN に向けた役割とその貢献について
4. GHG 排出量削減に向けた具体手法	解体・破碎業者が CN に向け、GHG 排出量削減に取り組む際に参考となる具体事例の紹介

2 CN に向けた潮流の中で自動車リサイクル分野に望まれる対応

2.1 CN に伴う外部環境の変化と自動車リサイクル分野への影響

2050 年 CN を目指すにあたっての社会情勢の変化は、産業界全体にも波及し、自動車業界・自動車リサイクル分野も例外ではなく、早急な対応検討が必要とされています。

令和 4 年 9 月に策定された循環経済工程表では、資源循環が CN に貢献可能である産業部門は我が国の GHG 排出量の約 36%を占めるという試算が示されていますⁱ。このうち、自動車業界・自動車リサイクル分野における CN に向けた施策の方向性としては、排出実態の早急な把握と、それを踏まえた自動車のライフサイクル全体、また自動車のリサイクルプロセスそのものの脱炭素化が示されています。2.2 では排出量把握に向けたエネルギー消費量把握の具体方法をご紹介します。(図 1)

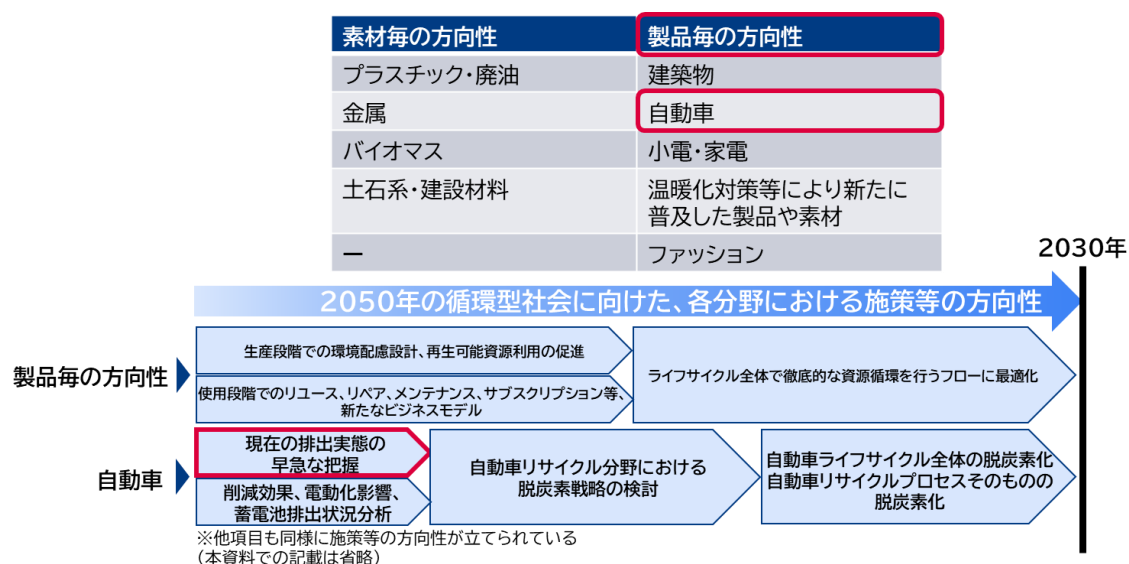


図 1 循環経済工程表における自動車リサイクル分野の位置づけ（出所 1 掲載図表を基に三菱総合研究所作成。）ⁱⁱ

2.2 自動車リサイクル分野における GHG 排出量削減に向けた具体施策ⁱⁱⁱ

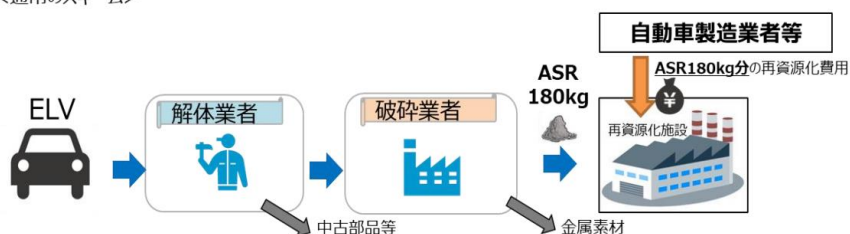
自動車リサイクル分野では、2.1 に示した施策等の方向性に従い、対応策の検討が進められています。自動車リサイクル分野に関連する事業者は、この方向性に従い、GHG 排出量把握・排出量削減に向けた取組に協力していくことが望まれます。

- ・ 資源回収インセンティブ制度の開始（2026 年より、図 2）

解体・破砕業者を含む関係事業者において、プラスチックやガラスといった資源を回収し、リユースやリサイクルを行う取組に対して、経済的なインセンティブを付与する制度が開始される（図 2）。

また、本制度で入手可能なデータ・情報を用い、資源回収した場合の GHG 排出量算定が可能な「GHG 排出量算定モデル^{※1}」が提供される。

<通常のスキーム>



<回収インセンティブ付与の例>

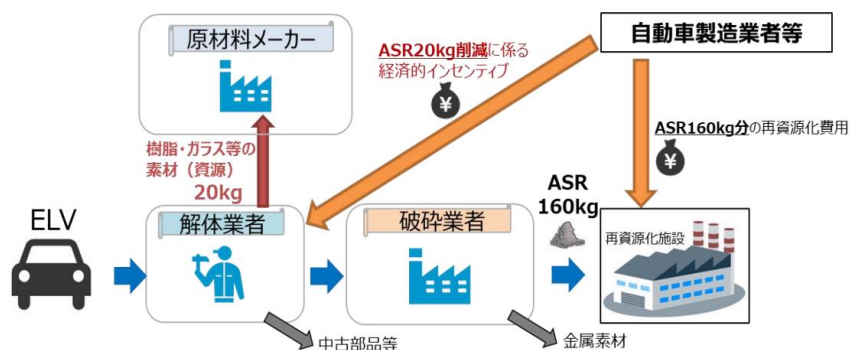


図 2 資源回収インセンティブのイメージ^{iv}

(参考※1) GHG 排出量算定モデル

自社のエネルギー起源排出量を把握^{※2}している解体・破碎業者向けの算定モデルを公開予定。解体・破碎工程では、プレス機・ニブラ・シュレッダー等の機器設備に由来するエネルギー消費量が多いことより、それらの排出量把握から優先的に行っていくことが望ましい。^v

(参考※2) 解体・破碎に係るエネルギー消費量の把握方法

「(1)実測する方法」「(2)推計する方法」が考えられます。(表 2)^{vi}

表 2 エネルギー消費量把握方法

エネルギー種	エネルギー消費量の把握方法 例	対応する設備機器 例
電力	(1) 該当機器の消費電力を実測し把握。 (2) カタログ等から定格電力を把握し、使用時間を掛け合わせることで、電力消費量を算出。	・ コンプレッサー ・ フロン回収機 ・ ジブクレーン ・ シュレッダー ・ 重液選別機 等
燃料(軽油・重油・ガソリン等)	(1) 該当機器の操業前後の燃料タンク目盛を計測。 (2) 平均燃費と機器の使用時間を掛け合わせることで、燃料消費量を算出。	・ リフト ・ ニブラ ・ バックホー ・ ショベル ・ マグネット ・ トラック ・ 自家発電設備 等

3 自動車リサイクル分野全体の排出状況と排出削減における解体・破碎の役割

3.1 自動車リサイクル分野全体の GHG 排出量削減に対する解体・破碎工程の貢献

自動車リサイクル分野全体の GHG 排出量を俯瞰した場合、特に ASR 再資源化工程、事前選別処理品目の処理工程における排出量が大きく、^{viii}解体・破碎工程における排出量は自動車リサイクル分野全体のエネルギー起源の 3 割程度である。

ところが、次の観点から解体・破碎工程における GHG 排出量削減への貢献は、後工程にも波及するため、自動車リサイクル分野の CN に向けて必要不可欠となっております（図 3）。

- 解体・破碎工程における部品・素材回収を通じた排出量削減への貢献
解体・破碎工程で部品・素材回収が行われ、リユース・マテリアルリサイクルが実施されることで、以下に挙げる観点で、GHG 排出量削減にも貢献する。

①解体・破碎工程以降の処理の後工程（ASR 再資源化等）における排出削減効果

②新規の部品・素材製造を代替することによる排出削減効果

- 解体・破碎工程におけるエネルギー消費量削減を通じた排出量削減
2.2 で述べた通り、解体・破碎工程では、主にプレス機・ニブラ・シュレッダー等の機器設備に由来するエネルギー消費量が多いことから、それらのエネルギー使用量削減が、GHG 排出量の削減につながる。

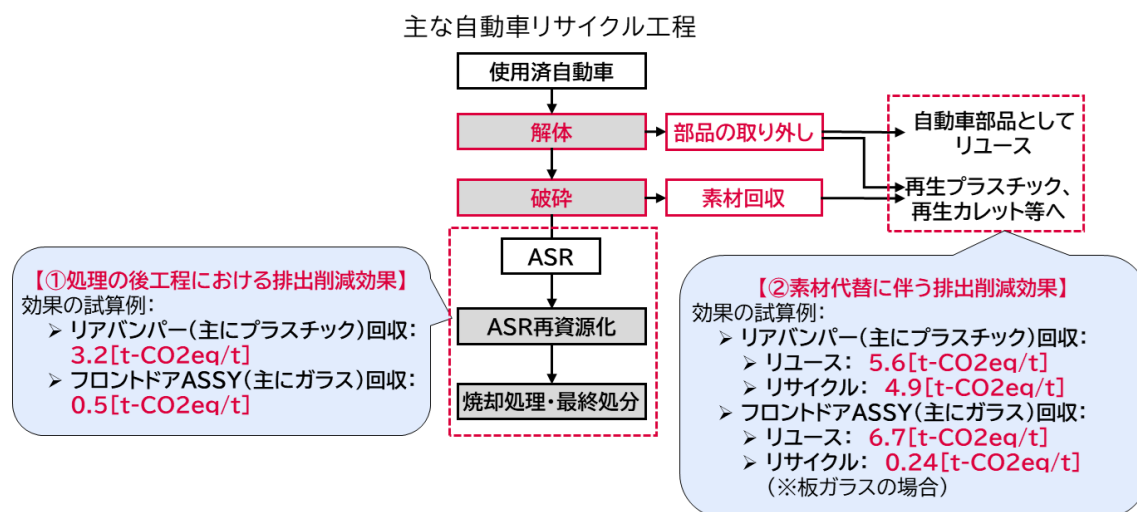


図 3 解体・破碎工程での GHG 排出量の変化 ^{viii,ix}

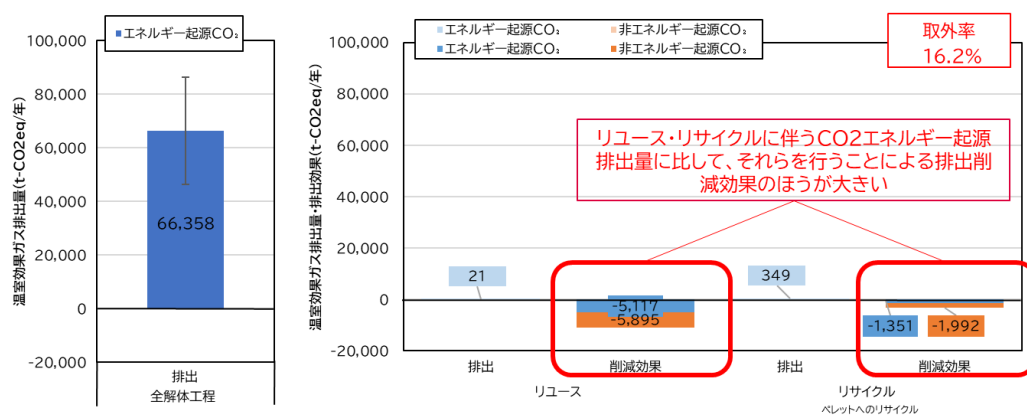
3.2 解体・破碎業者における高度な回収・解体・処理による素材代替に伴う排出削減効果（プラスチック及びガラスの例）

現状でも、解体・破碎業者による部品・素材回収は実施されており、GHG 排出量削減効果をもたらしています。

参考として、リアバンパー、フロントドア ASSY を例に、3.1 で述べたうちの特に「②新規の部品・素材製造を代替することによる排出削減効果」の規模を図 4、図 5 に示しております。なお、図中に含まれる用語の定義は表 3 の通りです。

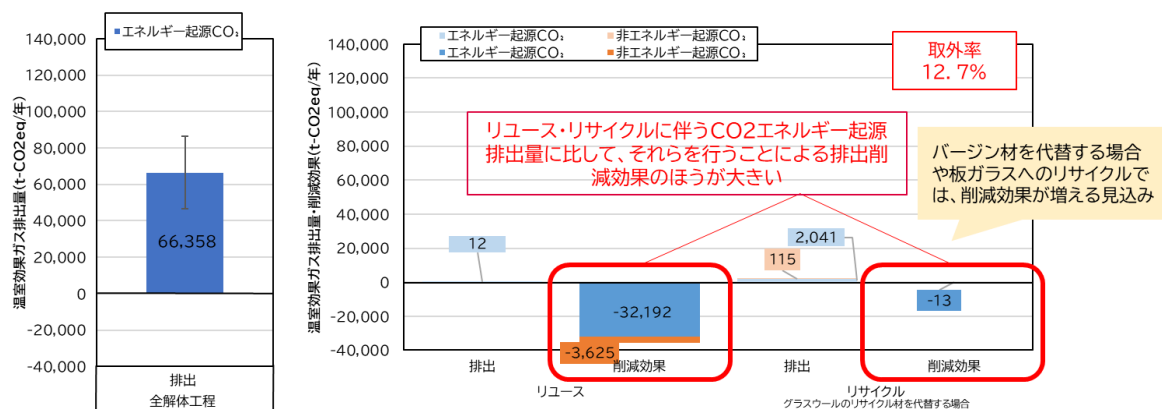
表 3 各用語の定義

用語	定義
エネルギー起源排出量	機器設備における電力・軽油等のエネルギー使用に伴う GHG 排出量
非エネルギー起源排出量	可燃分が焼却された際に生じる GHG 排出量



※ASR再資源化に用いた排出係数は、全方式の排出係数を加重平均して算出

図 4 リアバンパーのリユース・リサイクルによる素材代替に伴う排出削減効果
(年間・日本全体) 試算結果^{x,※1}



※ASR再資源化に用いた排出係数は、全方式の排出係数を加重平均して算出

図 5 フロントドア ASSY のリユース・リサイクルによる素材代替に伴う排出削減効果
(年間・日本全体) 試算結果^{xi,※1,※2}

※1「取外率= (「日本自動車リサイクル機構 (2020) 使用済自動車の解体段階におけるベースリサイクル率の実態調査 報告書」^{xii}で対象となった台数) / (分母の台数のうち対象とする部品が取り外された台数)」にて算定。フロントドア ASSY は左右両扉を回収すると仮定し重量換算。)

※2 資源採掘・製造・使用段階の排出量及びリユース・リサイクルの削減効果には、石灰石 (CaCO₃) 及びドロマイト (Ca・Mg (CO₃)₂) の燃焼由来の CO₂ も含める必要があるが本試算には含まれていない。

4 GHG 排出量削減に向けた具体手法

4.1 「プラスチック・ガラス」の回収・再資源化を通じて GHG 排出量削減に取り組む実証事例

解体・破碎工程では主に鉄・非鉄類の回収がなされていますが、プラスチック類は回収されず、ASR に多く含まれております。また、使用済自動車からのガラスの回収・再資源化に関する技術開発が進んでいる現状にあります。

よって資源回収インセンティブ制度の対象品目にもなっている「プラスチック・ガラス」の解体・破碎業者による高度な回収・解体・処理の事例を表 4、表 5 に示しております。

表 4 実証事業を通じてコスト・採算性を評価した事例^{xiii,xiv,xv}

事例	事業概要	事業の効果(コスト・採算性評価) ※各事業における特定の条件下での算出結果であることに留意
1	- 対象資源: プラスチック - 対象資源の回収工程: ASR 再資源化工程 - マテリアルリサイクルの拡大・ASR 削減に向け、低コスト・歩留まりを高く ASR から PP 樹脂選別を行う渦巻水流選別装置の技術開発・設備導入、普及	【事業全体の収支】 再生 PP 樹脂生産 1kg あたりの販売単価を 20 円/kg とした場合 - プラスチック処理の収支(全体収支): 12 円/kg のマイナス(設備の減価償却費含む) 左記設備を ASR 再資源化施設内の再生樹脂回収工程導入した際、ASR 中の樹脂が回収・有価販売される。その ASR 再資源化費用を 25 円/kg と仮定した場合、 - プラスチック処理の収支(全体収支): プラスに転じる(設備コスト含む)
2	- 対象資源: プラスチック・ガラス - 対象資源の回収工程: 解体工程 - 再生材の利用拡大・ASR20%削減を目指した樹脂、ガラスの広域回収・高度な選別・再資源化処理の技術開発と検討	【事業全体の収支】 各プラスチック・ガラス回収品 1kg あたり - プラスチック処理の収支: 34.9 円/kg のマイナス - ガラス処理の収支: 16.3 円/kg のマイナス - 全体収支: 22.9 円/kg のマイナス 【解体業者に絞った場合の収支】 各プラスチック・ガラス回収品 1kg あたり - プラスチック処理の収支: 19.4 円/kg のマイナス - ガラス処理の収支: 8.3 円/kg のマイナス - 全体収支: 12.8 円/kg のマイナス
3	- 対象資源: ガラス - 対象資源の回収工程: 解体工程 - 高度な 3R の実現、ASR 削減を目指し、自動車ガラスの再資源化の経済性評価を実施。地理条件及び選好・忌避成分等どのような条件が採算に関与するかを検討	【最も収益性の高いケース】 (解体業者から一次集荷拠点への合積み进行を想定) - ダスト引き改訂による増収 9.7 円/kg が実現した場合: 1.1~5.4 円/kg の収益 ※ただし、二次輸送(一次集荷拠点からカレット工場までの輸送)のコスト次第 - 二次輸送についても合積み实现し、輸送コストが削減できた場合: 8.2 円/kg の収益

表 5 実証事業を通じて GHG 排出量削減効果进行评估した事例^{xvi,xvii,xviii}

事例	事業概要	CO2 削減効果評価方法		CO2 削減効果 ※各事業における特定の条件下での算出結果であることに留意
1	・対象資源：樹脂 ・対象資源の回収工程：解体工程	評価方法	・解体時に PP 部品を取り外し、PP 1t をマテリアルリサイクルした場合の CO2 削減量を算出	【評価結果】 再生 PP 1t あたりの CO2 削減効果： 3.00tCO2/t-PP (①と、②+③の差分)
		対象範囲	・PP 部品の回収、輸送、粉碎・洗浄、再生材製造	
2	・対象資源：ガラス ・対象資源の回収工程：解体工程	評価方法	・フロントガラスから、ガラスカレット及び中間膜を回収し、再生利用することによる CO2 排出削減量を算出	【評価結果】 フロントガラス 1t あたりの CO2 削減量： 0.08tCO2 (①と、②+③+④+⑤の差分)
		対象範囲	・使用済み自動車からのフロントガラス取り外し、リサイクル原料（ガラスカレット、中間膜）回収、利用会社までの輸送	
3	・対象資源：樹脂 ・対象資源の回収工程：ASR 再資源化工程	評価方法	・ASR からの金属類回収後残渣（入荷原料）※より、硬質プラスチックを選別回収して材料リサイクルを行う場合の CO2 排出量削減量を算出 ※入荷原料に占める硬質プラスチック含量は 70%程度で、うち 6 割程度に相当する PP を回収	【評価結果】 入荷原料 1t あたりの CO2 削減効果： 0.86tCO2/t (⇒1.97tCO2/t-PP※) (①と、②+③の差分) ※タルクを含む PP も回収しているため、タルク製造の代替効果も含む値
		対象範囲	・プラスチック成形加工の原料となる再生樹脂ペレット製造 ・硬質プラスチック選別回収後の残渣の、セメント製造施設における原燃料処理	

4.2 エネルギー起源排出量の削減に向けた主要設備ごとの対策例

解体・破碎工程で使用される主要設備について、よりエネルギー消費量を削減し、GHG 排出量の削減につなげるための対策例を、表 6 に整理いたしました。

表 6 エネルギー起源排出量の削減に向けた機器設備利用に関する留意点^{xix,xx}

【①リサイクル機器設備全般に共通する点】

観点	留意点
事業所の環境整備、その他	・ 定期的な大規模メンテナンスの実施。 (プレス機の例:10 年に 1 度の大規模メンテナンスを推奨。プレス機の O リングやシリンダーの劣化による油漏れ・油漏れで圧力がかかりにくくなることによる消費電力の増加につながる。) ・ 省エネルギー・省資源化に向けた取組等の実施。 (処理工程の効率化(プレス機の例:工場内の動線確保による機器の待機時間削減)) ・ 会社方針としての脱炭素に向けた定量目標の設定。 (エネルギー使用量・CO2 排出量の目標値設定。)
(参考)新規設備等への更新	・ 電化機器設備等の利用。 (電気式フォークリフト・ニブラ等の利用。) ・ 事業所における再生可能エネルギー利用への転換。 (太陽光発電による電力自給化。)

【②主に解体工程で使用する「ニブラ」に関する点】

観点	留意点
機器の運用	・ 手作業での解体時、ハーネスが抜けやすいよう、エンジンルーム内でハーネスをカットすること、室内のハーネスを予め引っ張っておくことが有効。

【③主に破碎工程で使用する「プレス機」に関する点】

観点	留意点
機器の運用	・ 可能な限り、砂・ガラスを除去した後に、プレス機に投入する。 (プレス時に動く蓋・投入ボックス間は隙間がないようにしているため、砂・ガラスはプレス機を摩耗させ、余計な消費電力がかかる。鉄よりもガラスのほうが研磨剤として影響が大きい。) ・ 自動車用シートは予め除去した後に、プレス機に導入する。 (特に大型車のシートは潰れにくく、余計な消費電力がかかる。プラスチック類は自動車の中に入れ、一緒にプレスできるように詰めるのがよい。)
事業所の環境整備、その他	・ プレス機の待機時間を減らすため、工場内の効率的な動線確保。 (少人数で機器を取扱う場合、投入間隔がのびる傾向。プレス機は待機時間の消費電力が大きい。) ・ 最適温度(モーター仕様の場合:10-40℃程度)での運用。 (プレス機は油圧式のため、気温が非常に低いと油の粘度が高くなりモーターに負荷がかかる。気温が非常に高いと、油の粘度が低くなり油漏れが増える。)
(参考)新規設備等への更新	・ モーター仕様プレス機に比し消費電力を抑制可能なインバーター仕様の導入。 (定置式・簡易式共に消費電力を抑制可能。ただし、精密機器を保護する防塵スペースの確保が必要であり高コスト。) ・ 自動車解体業者では簡易式プレス機が主要。一方、定置式プレス機であれば、廃車投入時にかかるエネルギー消費量を抑制可能。 ※定置式: 鉄板等を置いた地面にそのまま溶接し設置する様式 ※簡易式: 地面にポットを掘り機器を埋め込む形式 (定置式は廃車をフォークリフトで投入可能だが、簡易式は重機での投入が必要。ただし、定置式の消費電力は、簡易式の消費電力よりも大きい。)

【④主に破碎工程で使用する「シュレッダー」に関する点】

観点	留意点
機器の仕様・運用	・ エネルギー効率を高くするため、投入量を多くする。 (エネルギー消費量の機種・設備能力による差は小さく、モーターの動力に依存する。定格出力の8-9割程度を維持するのがよい。定格出力を超えると、回転速度が制限されエネルギー効率が悪化する。) ・ 自動車は、破碎前にせん断等によりある程度ほぐしておく。 (破碎機への過度な負荷を避け、エネルギー消費量の抑制につながる。)
事業所の環境整備、その他	・ 処理の効率を上げるには、シュレッダーのハンマーが適度に摩耗し、多少丸みを帯びた段階のものをを用いるのが適切である。 (ハンマー・ブレードの双方が新品だと、ASRが排出される隙間が小さく、排出に要すエネルギーが多くなる。一方、摩耗が進むと投入物の滞留時間が増え、処理効率が悪化する。) ・ 高温下での運転を避ける。 (設置場所の気温が高い場合、シュレッダー補機等の冷却に要するエネルギー消費量が大きくなる。) ・ 破碎・選別の工程を一貫ラインとして仕掛品を途中排出しないことで、「破碎後仕掛品を重機等で選別ラインに投入する」工程を省略。

以上

<本文中の脚注一覧>

- ⁱ 環境省 HP、ホーム>政策>審議会・委員会等>中央環境審議会情報>循環型社会部会>中央環境審議会循環型社会部会（第43回）審議結果「第四次循環型社会形成推進基本計画の進捗状況の第2回点検結果（循環経済工程表）2050年の循環型社会に向けて（令和4年9月中央環境審議会循環型社会部会）」、p.46、
<https://www.env.go.jp/content/000071596.pdf>（2023年12月11日閲覧）
- ⁱⁱ 1 掲載図表を基に三菱総合研究所作成。
- ⁱⁱⁱ 環境省 HP、ホーム>政策>政策分野一覧>環境再生・資源循環>各種リサイクル法>「自動車リサイクルのカーボンニュートラル及び3Rの推進・質の向上に向けた検討会 令和5年度第1回検討会」資料5「資源回収インセンティブとカーボンニュートラルの連接に向けた検討について」p.15、
<https://www.env.go.jp/council/content/03recycle03/000161769.pdf>（2023年10月6日閲覧）
- ^{iv} 経済産業省 HP、ホーム>審議会・研究会>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>「産業構造審議会産業技術環境分科会廃棄物・リサイクル小委員会 自動車リサイクルWG 中央環境審議会循環型社会部会自動車リサイクル専門委員会 第57回合同会議」参考資料1「使用済自動車に係る資源回収インセンティブガイドライン（中間取りまとめ）」p.9、
https://www.meti.go.jp/shingikai/sankoshin/sangyo_gijutsu/haikibutsu_recycle/jidosha_wg/pdf/057_s01_00.pdf
（2023年12月5日閲覧）
- ^v 環境省 HP、ホーム>政策>政策分野一覧>環境再生・資源循環>各種リサイクル法>「自動車リサイクルのカーボンニュートラル及び3Rの推進・質の向上に向けた検討会 第3回検討会」資料2-1「温室効果ガス排出実態把握について」p.11-13, 15-17、<https://www.env.go.jp/council/content/03recycle03/000113186.pdf>（2023年9月15日閲覧）
- ^{vi} 公益財団法人自動車リサイクル高度化財団(J-FAR)HP、2022年度自主事業「自動車リサイクル全般でのCO2排出量可視化業務」、「自動車リサイクル全般でのCO2排出量可視化業務 報告書(2022年10月31日)」、みずほリサーチ&テクノロジーズ株式会社、p.7-8,13,16、https://j-far.or.jp/wp-content/uploads/2022report_CO2_modified.pdf
（2023年11月10日閲覧）
- ^{vii} 環境省 HP、ホーム>政策>政策分野一覧>環境再生・資源循環>各種リサイクル法>「自動車リサイクルのカーボンニュートラル及び3Rの推進・質の向上に向けた検討会 令和5年度第1回検討会」資料3「本年度の検討のアウトプットイメージについて」p.12、<https://www.env.go.jp/council/content/03recycle03/000161760.pdf>（2023年10月6日閲覧）
- ^{viii} 環境省 HP、ホーム>政策>政策分野一覧>環境再生・資源循環>各種リサイクル法>「自動車リサイクルのカーボンニュートラル及び3Rの推進・質の向上に向けた検討会 令和5年度第1回検討会」資料3「本年度の検討のアウトプットイメージについて」p.6、<https://www.env.go.jp/council/content/03recycle03/000161760.pdf>（2023年10月6日閲覧）、掲載図表を基に三菱総合研究所作成。
- ^{ix} 環境省「令和5年度リサイクルシステム統合強化による循環資源利用高度化促進業務(自動車リサイクルパート)」における再利用可能部品のリユース・リサイクルによる排出削減効果算定ファイルで用いた値。
- ^x 環境省「令和5年度リサイクルシステム統合強化による循環資源利用高度化促進業務(自動車リサイクルパート)」における再利用可能部品のリユース・リサイクルによる排出削減効果算定ファイルで用いた値。
- ^{xi} 環境省「令和5年度リサイクルシステム統合強化による循環資源利用高度化促進業務(自動車リサイクルパート)」における再利用可能部品のリユース・リサイクルによる排出削減効果算定ファイルで用いた値。
- ^{xii} 一般社団法人 日本自動車リサイクル機構（2020年8月31日）「使用済自動車の解体段階におけるベースリサイクル率の実態調査 報告書」自動車リサイクル高度化財団における実証事業報告書、
https://j-far.or.jp/wp-content/uploads/2020report_RecyclingRate.pdf（2023年12月22日閲覧）
- ^{xiii} ハリタ金属（株）（2021年3月）「水流選別活用による樹脂リサイクルの技術開発と設備導入及び普及」自動車リサイクル高度化財団における実証事業報告書、
https://j-far.or.jp/wp-content/uploads/2020report_Harita.pdf（2023年10月27日閲覧）

-
- ^{xiv} 株式会社マテック（2021年3月）「ASR20%削減を目指した樹脂，ガラスの広域回収・高度処理（自動車リサイクル高度化財団における実証事業報告書）」、https://j-far.or.jp/wp-content/uploads/2020report_Matec.pdf（2023年10月27日閲覧）
- ^{xv} 三菱UFJリサーチ&コンサルティング（株）（2020年3月）「地理条件及び選好・忌避成分に注目した自動車ガラス再資源化実証」自動車リサイクル高度化財団における実証事業報告書、https://j-far.or.jp/wp-content/uploads/2019report_MURC.pdf（2023年10月27日閲覧）
- ^{xvi} 環境省「平成28年度環境省委託事業低炭素型3R技術・システム実証事業（使用済自動車由来PP部品の効率的な再生材生産プロセスの検証）報告書」p.56、https://www.env.go.jp/recycle/car/pdfs/h28_report01_mat01.pdf（2023年10月27日閲覧）
- ^{xvii} 環境省「平成26年度低炭素型3R技術・システム実証事業（自動車のガラスリサイクルの推進事業）報告書」p.27、https://www.env.go.jp/recycle/car/pdfs/h26_report01_mat03.pdf（2023年10月27日閲覧）
- ^{xviii} 環境省「平成28年度環境省委託事業低炭素型3R技術・システム実証事業（ASRプラスチックの材料リサイクル深化技術の実証）報告書」p.98, 99、https://www.env.go.jp/recycle/car/pdfs/h28_report01_mat03.pdf（2023年10月27日閲覧）
- ^{xix} 環境省 HP、ホーム＞政策＞政策分野一覧＞環境再生・資源循環＞各種リサイクル法＞「自動車リサイクルのカーボンニュートラル及び3Rの推進・質の向上に向けた検討会 令和5年度第1回検討会」資料4「温室効果ガス排出実態把握調査結果について」p.8、<https://www.env.go.jp/council/content/03recycle03/000161763.pdf>（2023年10月6日閲覧）
- ^{xx} 環境省 HP、ホーム＞政策＞政策分野一覧＞環境再生・資源循環＞各種リサイクル法＞「自動車リサイクルのカーボンニュートラル及び3Rの推進・質の向上に向けた検討会 令和5年度第2回検討会」資料3「温室効果ガス排出実態把握結果及び削減方策の考え方」p.8、<https://www.env.go.jp/council/content/03recycle03/000196879.pdf>（2024年2月26日閲覧）