

自動車リサイクル全般でのCO2排出量可視化 フェーズ2

2023年度 JFAR自主事業 事業報告会資料

目次

1. 本業務の基本情報・進め方・スケジュール
2. CO2排出量可視化に関する前提条件等の整理
3. 各事業者の実証結果及び考察
4. 工程別の実証結果及び考察
5. 今後の課題及び解決方策

1. 本業務の基本情報・進め方・スケジュール

本業務の基本情報

● 事業名

- 自動車リサイクル全般でのCO2排出量可視化(フェーズ2)

● 事業目的

- 2050年カーボンニュートラル及び更なる資源循環を推進する上で、自動車リサイクルにおけるCO2排出量を把握・公表し、関係者に幅広く認識いただくとともに、今後の自動車リサイクル高度化財団の取組方針を決めるための基礎資料の一つとして活用すること
- 解体事業者、破砕事業者等が自ら算定可能とし、CO2削減に資するのを目指すこと

● 事業実施体制

- エム・アール・アイリサーチアソシエイツ株式会社 サステナビリティ事業部・数理システム事業部
- 協力事業者:解体事業者・破砕業者・解体及び破砕を行う事業者の計9社

● 事業実施期間

- 2023/8/7~2024/3/29

● 事業内容

- 本事業では解体・破砕事業者合計9社を対象に、解体・破砕工程のCO2排出原単位を算定し、事業者、車両区分による差異とその要因の考察、事業者自らが算定するための課題を取りまとめる。

本業務の進め方

- 前頁の業務内容(仕様項目)を以下のように整理し、各事業者ごとに、以下の流れで業務を進めた。

仕様	業務の進め方	
仕様1	STEP 1	<p>実証サイトの状況及び解体・破碎工程の把握のためのヒアリング フロー案の作成</p> <ul style="list-style-type: none"> ● 各事業者の作業状況や実証の要望(日程・計測機器等)を確認する。 ● 本実証における作業フローや使用設備を聞き取り、作業フロー案を作成する。
	STEP 2	<p>現地視察・作業フローの確認 計測ポイント・クランプ条件の把握 フローの更新・記録用紙の作成</p> <ul style="list-style-type: none"> ● 現地視察を行い、実際の作業フローを確認し、フローを更新する。 ● 各計測ポイントでの測定方法・算出方法をすり合わせ、記録用紙を作成する。また、クランプレンタルのための条件を整理し、財団殿経由で発注する。
仕様2	STEP 3	<p>実証の実施 データの取得</p> <ul style="list-style-type: none"> ● データ記録のための状況を事業者とすり合わせし、実証を行う。 ● 実証中のトラブルや追加確認事項が発生した場合、再度現地を訪問する。 ● クランプデータ及び事業者に記入いただいたデータを入手する。
	STEP 4	<p>取得データのクリーニング 排出原単位の算出</p> <ul style="list-style-type: none"> ● クランプ計測により得られたデータを解析に用いるためにデータクリーニングを行う。 ● 記録用紙で整理されたデータも用いて、各工程の排出原単位を算出・整理する。
仕様3	STEP 5	<p>事業者間の工程全体及び各工程の 排出原単位の比較・要因分析</p> <ul style="list-style-type: none"> ● 解体事業者・破碎事業者間の工程全体や各工程の排出原単位を比較し、異なる要因を分析する。 ● 分析のために追加で必要になった情報をWeb又は現地にてヒアリングする。
	STEP 6	<p>事業者自身でCO2排出原単位を 算定するための課題の整理</p> <ul style="list-style-type: none"> ● これまでに分析・整理した内容を基に、事業者がCO2排出量を算定するための課題を整理する。

本業務の実施計画と本日のご報告内容

- 中間報告以降、未実施だった事業者の実証も完了し、データクリーニング、分析、課題整理等を実施した。

タスク	2023															2024																					
	8				9				10				11			12				1			2			3											
	7	14	21	28	4	11	18	25	2	9	16	23	30	6	13	20	27	4	11	18	25	1	8	15	22	29	5	12	19	26	4	11	18	25			
(1) CO2排出量可視化に関する前提条件等の整理																																					
解体・破砕に係る機器の整理																																					
J-far殿、リサイクラー、MRAの3者キックオフ																																					
協力業者の基本情報の整理に向けたヒアリング項目設定・フローの整理・実証条件の確認																																					
リサイクラーとのWebヒアリング																																					
現地訪問・設置場所の確認																																					
実証実施に向けたリサイクラーとの調整、レンタルランプの調整																																					
(2) 解体・破砕事業者における CO2排出量可視化																																					
実証第1期の実施(解体業者A、解体業者D、解体・破砕業者A①、破砕業者C①)																																					
実証第2期の実施(解体業者B、解体業者E、破砕業者A、破砕業者B、破砕業者C②)																																					
実証第3期の実施(解体業者C、解体・破砕業者②)																																					
週次社内打合せの実施																																					
取得電力データのクリーニング																																					
排出原単位の算定・過年度比較・課題の整理																																					
(3) 報告書の作成																																					
評価項目の設定																																					
解体事業者のプロセス・事業の違いによる差異の影響分析																																					
車両区分による差異の有無とその要因分析																																					
自社の自動車処理プロセスにおける CO2 排出量を算定するための課題整理																																					
分析にあたっての追加聞き取り																																					
PPT資料の作成																																					
Word報告書の作成																																					3/12提出
(4) その他																																					
契約の締結	8/7																																				
業務従事日誌フォーマットに関するご相談																																					
作業実施報告書の提出																																					
業務委託委員会(中間報告会)での発表																																					
業務委託委員会(最終報告会)での発表																																				3/27	
納品																																				3/29	

2. CO2排出量可視化に関する前提条件等の整理

協力事業者各社の条件

- 本実証に協力いただく事業者は計9社
 - 解体事業者5社、解体と破砕のどちらも行う事業者1社、破砕事業者3社に協力いただいた。
- 条件
 - 解体事業者：①1.5t以上、②1t以上1.5t未満、③1t未満、④大型車両の4区分 10～20台程度
 - 破砕事業者：車両区分は無く、1回300～400t程度の破砕を1～3回
 - 詳細は、下表の通り（他事業者と異なる条件には黄色ハイライト）

工程	略名	車両区分	対象台数・回数(重量)
解体5社	解体事業者A	①、②、③	10台程度
	解体事業者B	①、②、③	20台程度
	解体事業者C	①、②、③	20台程度 国内販売向けパーツを回収する場合としない場合で車両をそれぞれ記録
	解体事業者D	①、②、③	20台程度 エンジンの取り付け状態を記録
	解体事業者E	②、③	20台程度
解体破砕1社	解体・破砕事業者A	①、②、③、④	20台程度、大型車両は3台
		車両区分無し、車両のみの破砕	2回(各300～400台分)
破砕3社	破砕事業者A	車両区分無し、車両のみの破砕	1回(441t)
	破砕事業者B	車両区分無し、車両のみの破砕	3回(約300t) 2工場あるうち、後半の工場は1回
	破砕事業者C	車両区分無し、車両のみの破砕	2回(約300t)

※条件が他事業者と異なる内容に黄色ハイライト

データの取得方法・CO2排出量原単位の算出方法

- 本実証では、電力及び燃料(軽油・ガソリン・重油)の使用時間や使用量、並びに使用済自動車、部品、素材等の回収マテリアルを各事業者に必要な範囲で記録・提供いただいた。
 - 電力由来のCO2排出量
 - クランプ式の電力系を用いて、解体・破砕の処理時間中に消費された電力量に、電気事業者別排出係数の代替値(代替値:0.000441 t-CO2/kWh)を乗じて、各処理プロセスのCO2排出量を算出
 - 燃料由来のCO2排出量
 - 実証中に消費された燃料の量に、算定・報告・公表制度における算定方法・排出係数一覧の排出係数(ガソリン:2.32 t-CO2/kL、軽油: 2.58 t-CO2/kL)を乗じて、各処理プロセスのCO2排出量を算出
 - マテリアル
 - 解体工程:使用済自動車の台数及び重量を車検証又は実測により記録、取り外した部品の名称及び重量を可能な範囲で記録
 - 破砕工程:破砕工程に投入した重量及び回収した素材重量を可能な範囲で記録
- 上記のデータを用いて、解体工程では使用済自動車1台当たりのkg-CO2排出量原単位又は使用済自動車1kg当たりのg-CO2排出量原単位、破砕工程では投入量1kg当たりのg-CO2排出量原単位を算出

出所1) 環境省「電気事業者別排出係数(特定排出者の温室効果ガス排出量算定用)」https://ghg-santeikohyo.env.go.jp/files/calc/r05_coefficient_rev4.pdf(2024年3月1日閲覧)

出所2) 環境省「算定・報告・公表制度における算定方法・排出係数一覧」https://ghg-santeikohyo.env.go.jp/files/calc/itiran_2009.pdf(2024年3月1日閲覧)

本試算では1台ずつのデータを抽出することが困難なプロセスも見られたことから、区分ごとの積算データを用いて、原単位を算出

3. 各事業者の実証結果及び考察

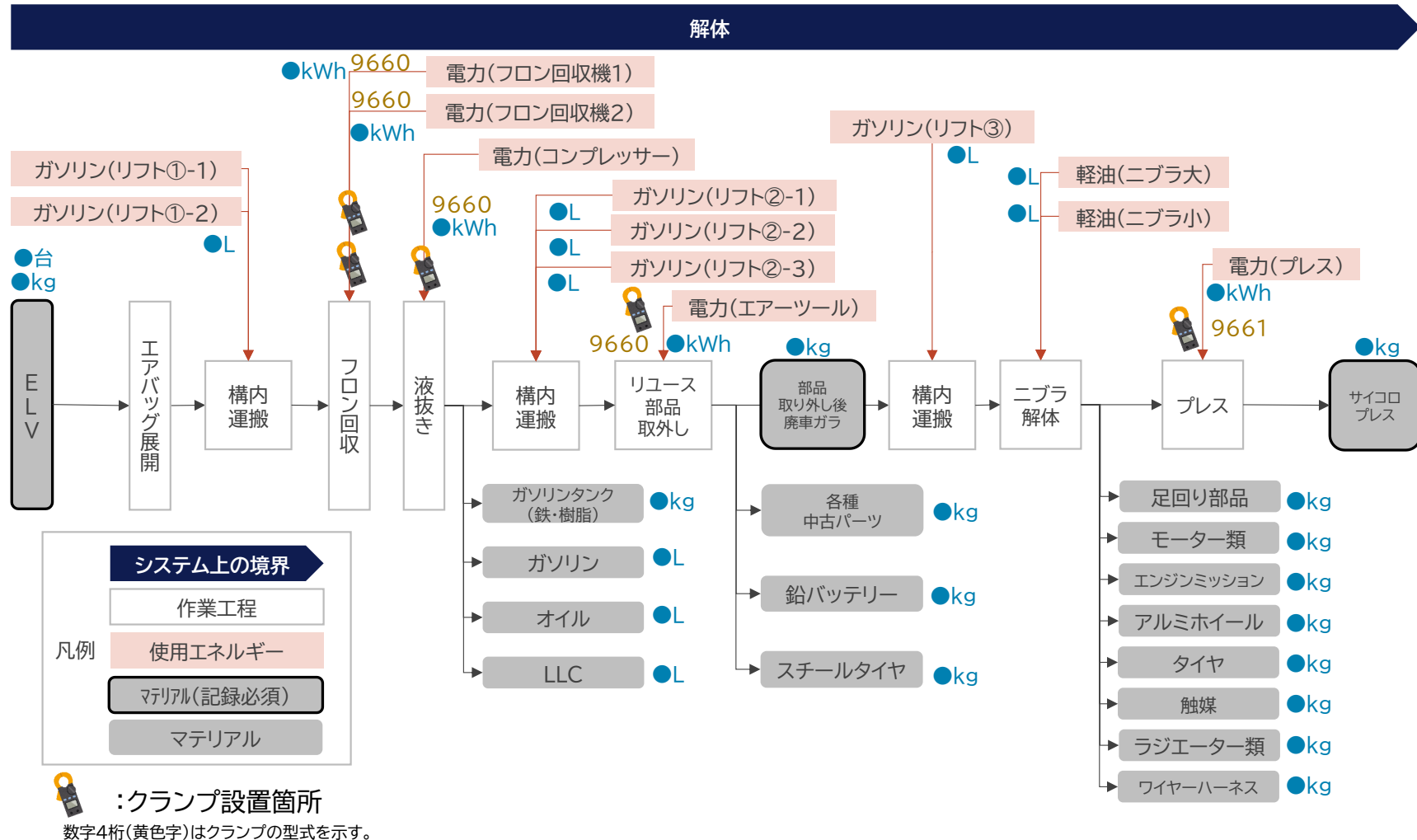
- 時間の都合上、個社別の結果は以下の事業者をご紹介します
 - 解体：解体事業者B、解体事業者C
 - 破碎：破碎事業者B

解体事業者Bの処理フロー

- 解体事業者Bの処理フローは以下の通り
フロン回収→部品取り外し→ニブラ解体→プレス
の流れで行われる

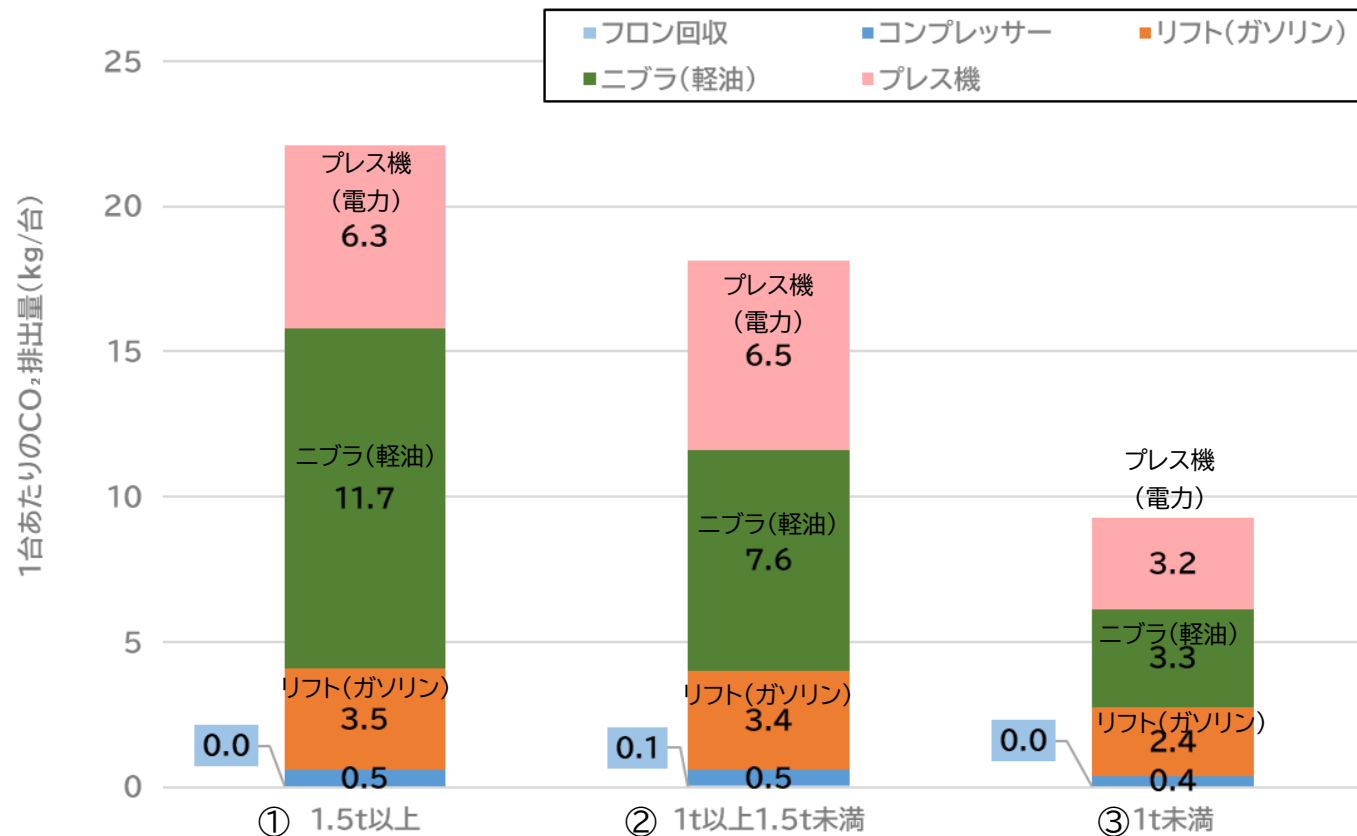
【エネルギー投入設備一覧】

電力:フロン回収機2台、コンプレッサー、エアーツール
軽油:ニブラ大・小、
ガソリン:リフト7台



解体事業者BのCO2排出量原単位

- 車両区分が軽量になるにつれ、排出量原単位も減少した。(解体事業者A、D、Eも同様)
- ニブラに占める割合が最も高く、次にプレス機が続いた。
- 全車両で取り外した部品は、①②では16個、③では14個だった。③のCO2排出量原単位が顕著に小さかったのは、取り外し部品の個数の違いも影響している可能性が考えられた。

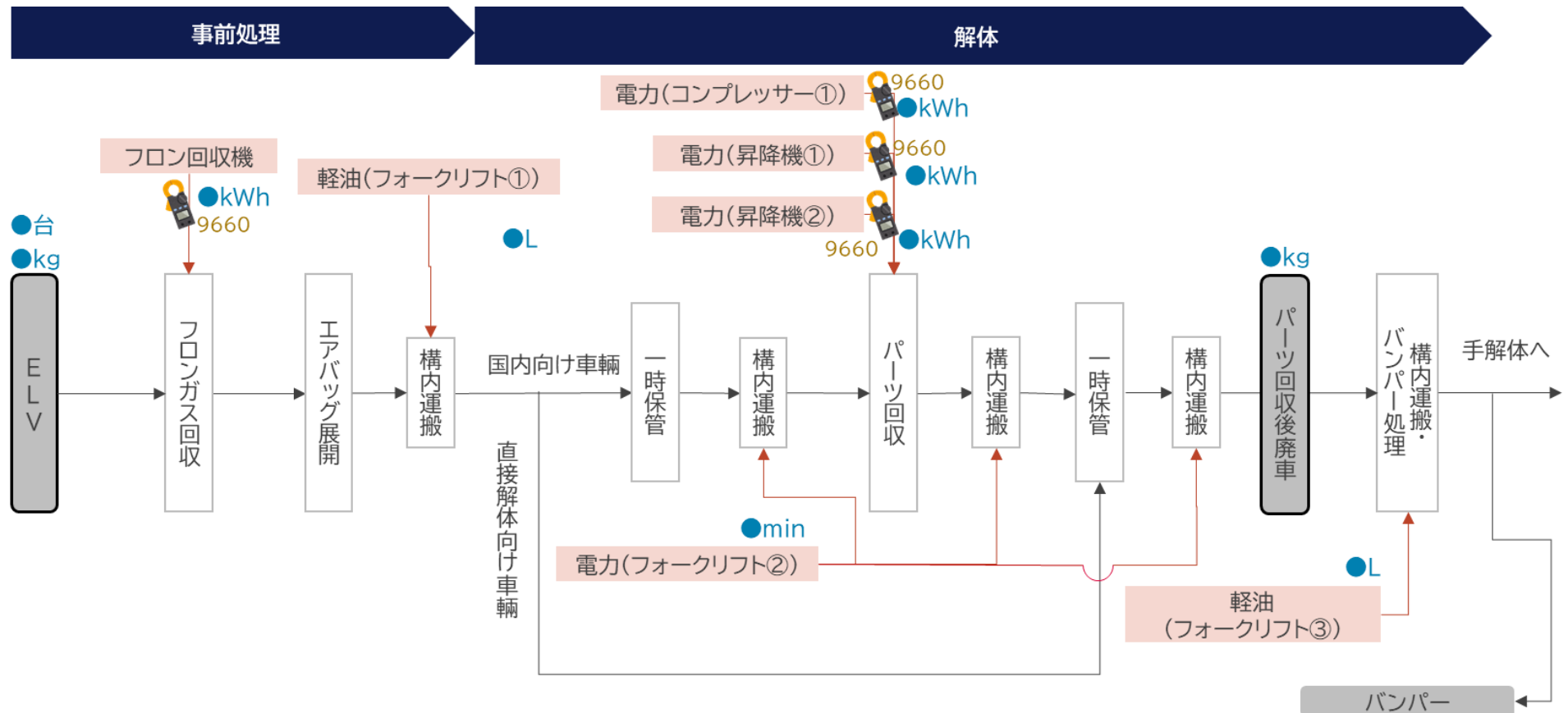


解体事業者Cの処理フロー①

- 解体事業者Cの処理フローは以下2ページの通り

【エネルギー投入設備一覧】

電力: フロン回収機、コンプレッサー2台、昇降機3台、
 廃油抜き取り装置、搬送機、反転機、
 油圧カッター、掃い出し機、プレス機
 軽油: フォークリフト5台、ニブラ

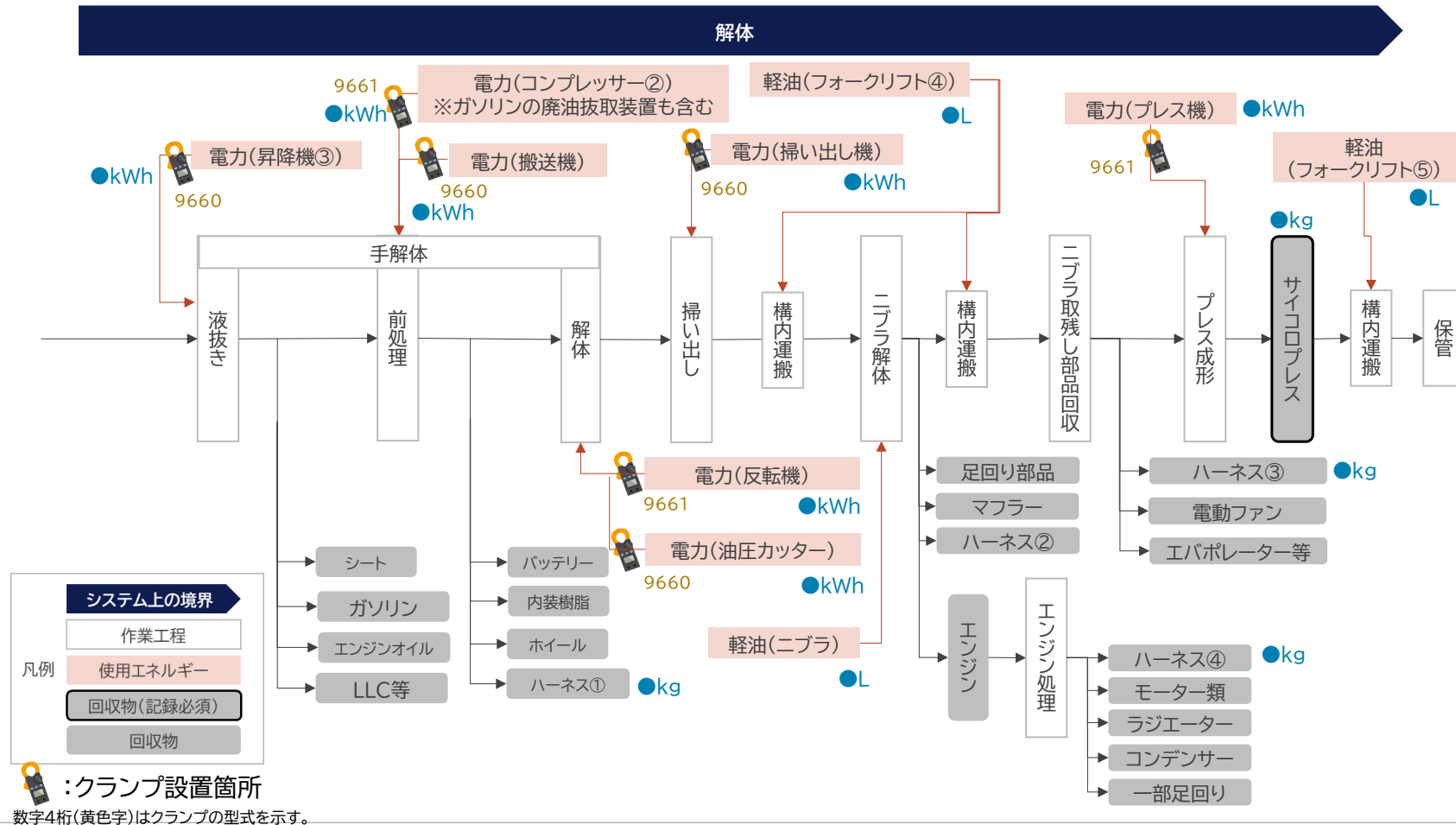


解体事業者Cの処理フロー②

- 解体事業者Cの処理フローは以下2ページの通り

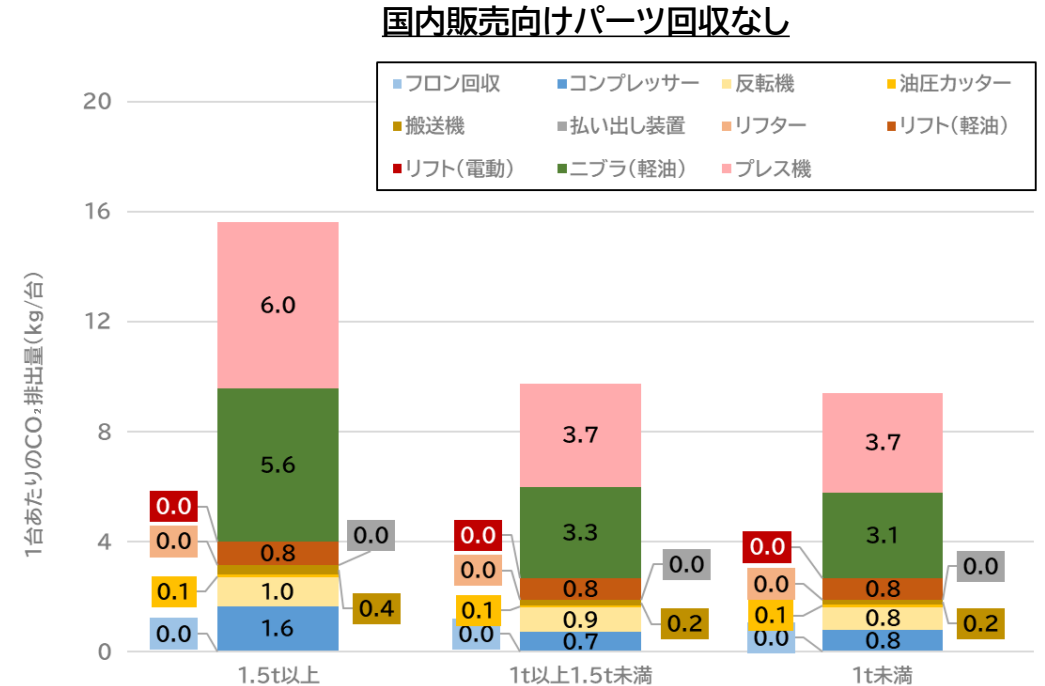
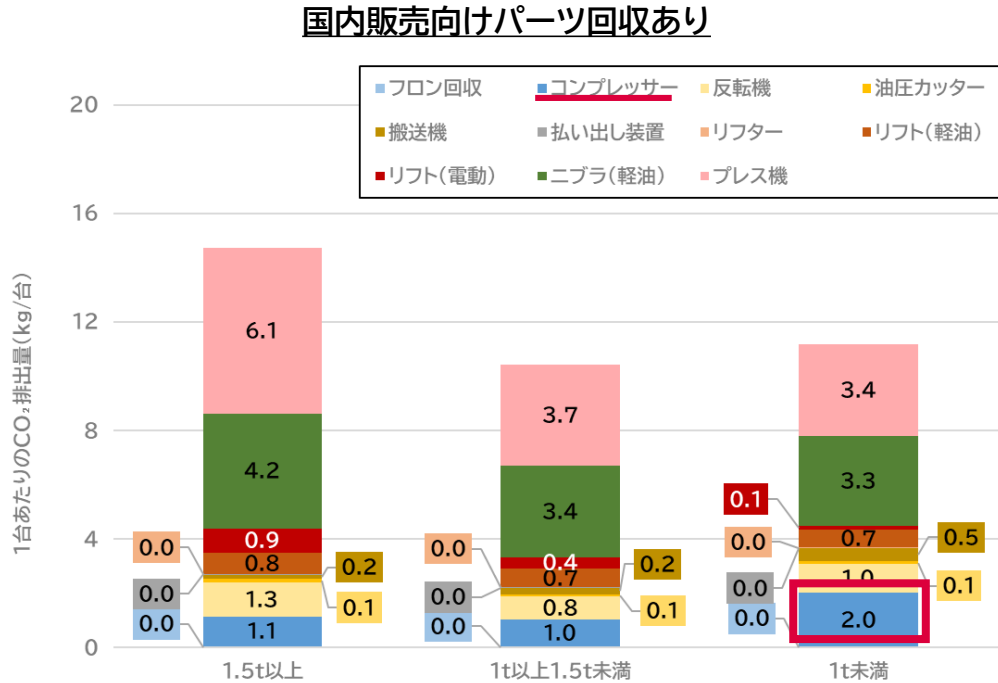
【エネルギー投入設備一覧】

電力: フロン回収機、コンプレッサー2台、昇降機3台、
廃油抜き取り装置、搬送機、反転機、
油圧カッター、掃い出し機、プレス機
軽油: フォークリフト5台、ニブラ



解体事業者CのCO2排出量原単位

- 国内販売向けのパーツを回収する車両と回収しない車両を分けて実証・記録いただいた。
 - 今回のケースでは、国内販売向けパーツ回収の有無が、CO2排出量原単位に顕著な影響を及ぼす可能性は低いことが示唆された。(回収有無のどちらの場合でも、20個以上のパーツを回収しており、差も数個程度)
- 事業者で唯一、国内販売向けパーツを回収する場合において、車両区分と排出量に比例関係が見られなかった。
 - 区分③でコンプレッサー消費量が、その他の条件と比較して高くなったことが影響していると考えられる。
 - 考えられる要因：回収部品・個数の違い、作業者のスキル、対象台数の少なさ



破砕事業者Bの処理フロー①

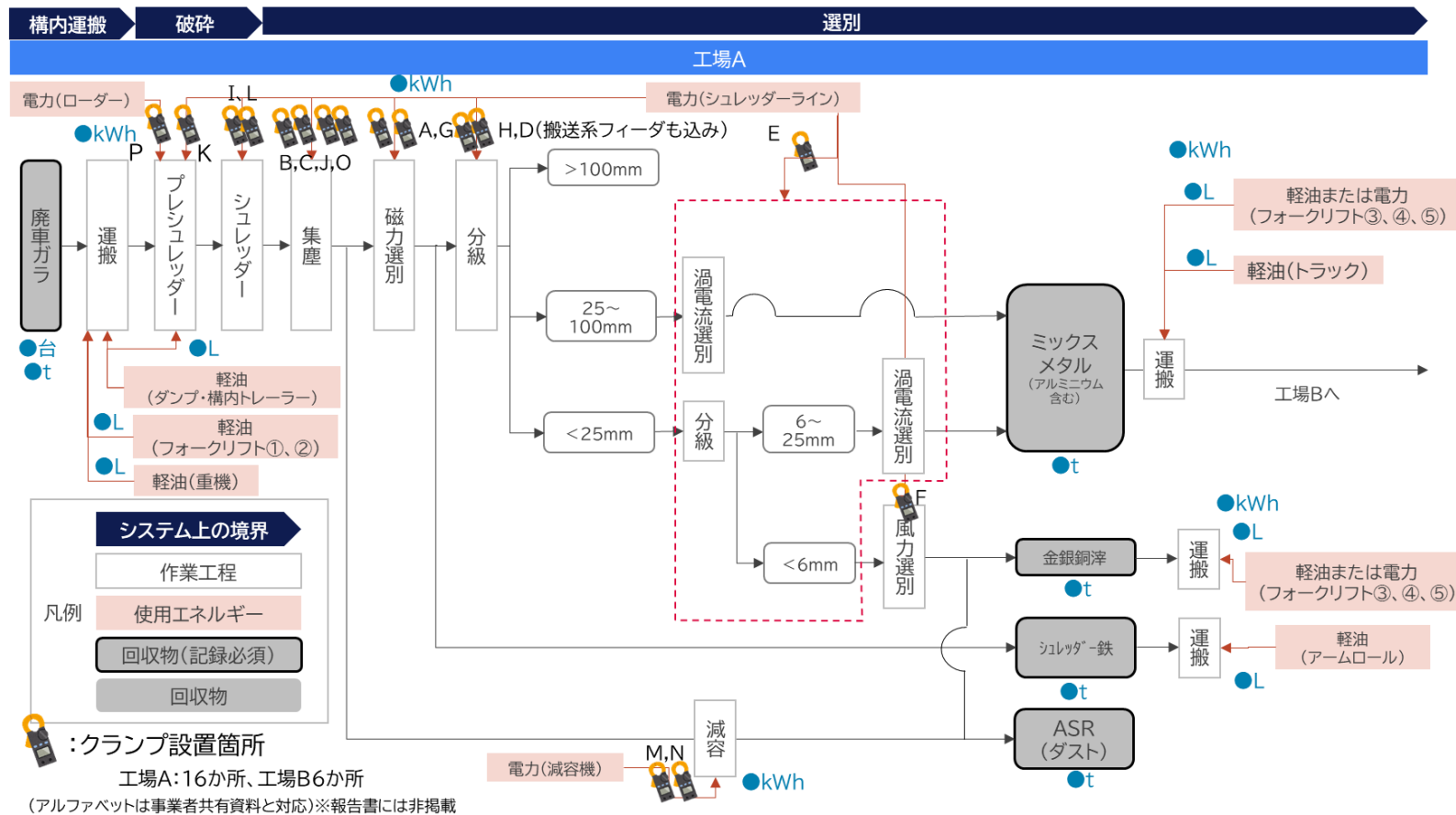
- 破砕事業者Bの処理フローは以下の通り

【エネルギー投入設備一覧】

電力:ローダー、シュレッダーライン、減容機、フォークリフト4台(*)、トロンメル、洗浄機、重液選別装置、色選別機、リニア選別機

軽油:ダンプ、構内トレーラー、フォークリフト4台(*)、トラック、アームロール、タイヤショベル

*フォークリフトは軽油又は電力で合計4台



破碎事業者Bの処理フロー②

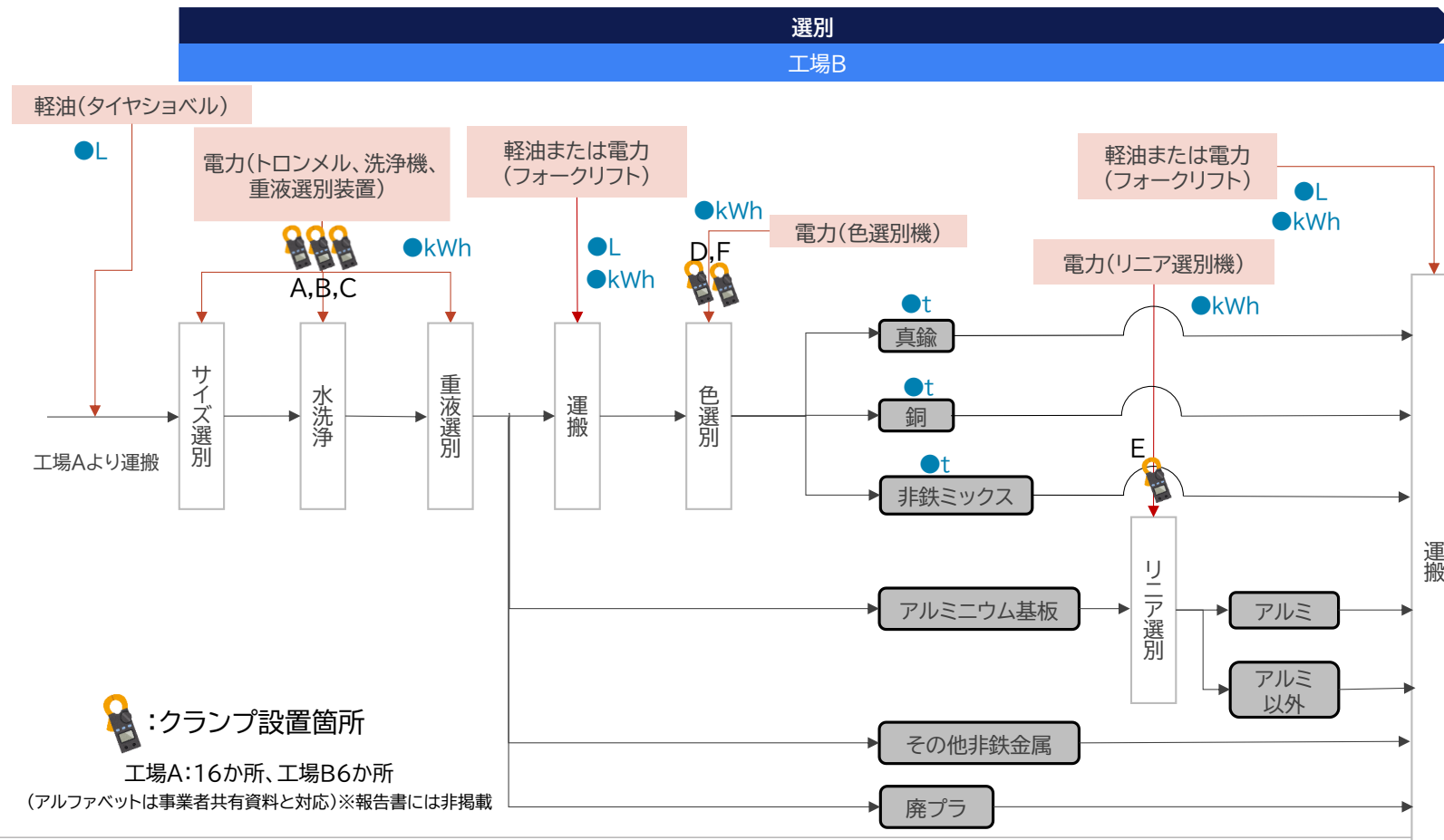
- 破碎事業者Bの処理フローは以下の通り

【エネルギー投入設備一覧】

電力: ロダー、シュレッダーライン、減容機、フォークリフト4台(*)、トロンメル、洗浄機、重液選別装置、色選別機、リニア選別機

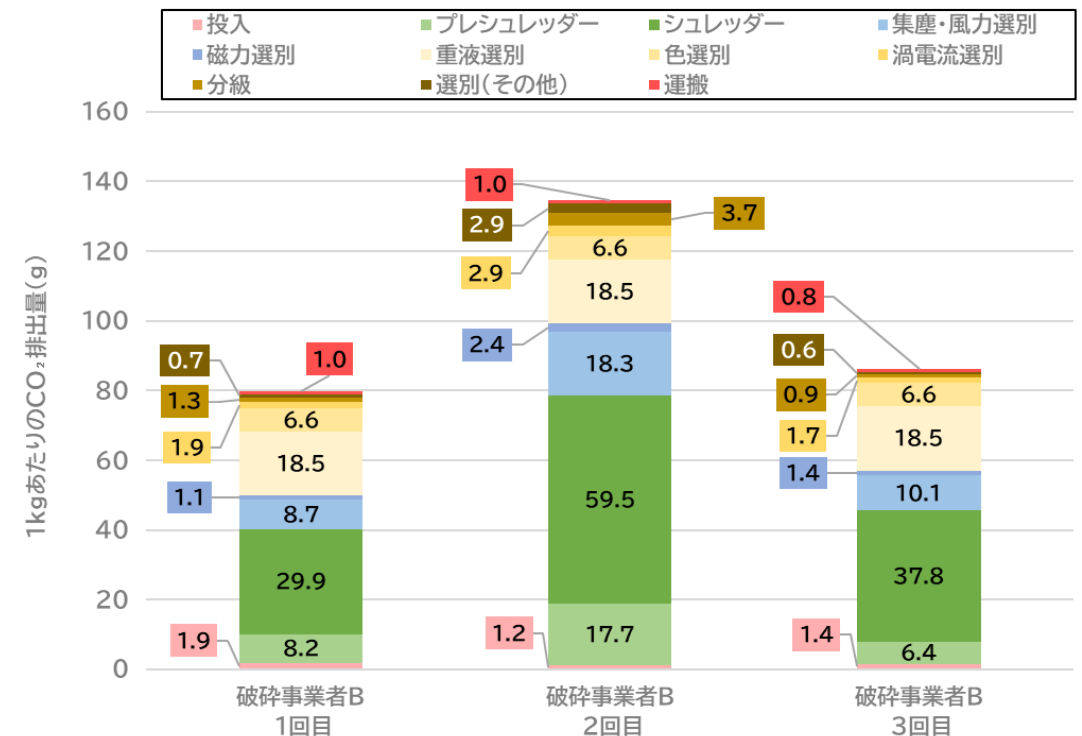
軽油: ダンプ、構内トレーラー、フォークリフト4台(*)、トラック、アームロール、タイヤショベル

*フォークリフトは軽油又は電力で合計4台



破砕事業者BのCO2排出量原単位

- 破砕事業者Bにおける実証回別の廃車ガラ投入量1kgあたりのCO2排出量原単位を以下に示す。
 - 破砕事業者Bでは、工場Aでの記録を3回、工場Bでの実証を1回実施。工場Bの結果は3回とも同一内容を積上。
- 破砕事業者BのCO2排出量原単位は、約80～130gCO2/kgであった。
- いずれの場合もシュレッダーに占める割合が最も高かった。(解体・破砕事業者A、破砕事業者A、Cも同様)
- 1回目と3回目はほぼ同値だったのに対して、2回目が50gCO2/kg近く大きくなった。
 - 理由:オペレーションが異なっていたため。
 - 具体的には、1回目と3回目では、ASRを処理するために、シュレッダーラインを止める時間があった。



4. 工程別の実証結果及び考察

- 時間の都合上、以下の結果をご紹介します
 - 解体：車両区分②(1～1.5t)
 - 破碎：全結果

解体事業者の各社フロー 一覧

- 同工程を同色で色づけている。

運搬の回数や解体の仕方には事業者ごとに特徴があるが、流れは概ね同一。

解体事業者Eは、ニブラは用いず部品を取り外している。

破碎工程まで一貫して行う解体・破碎事業者は、ニブラでの解体を精緻に行い、プレスは行っていない。

凡例

■: マテリアル

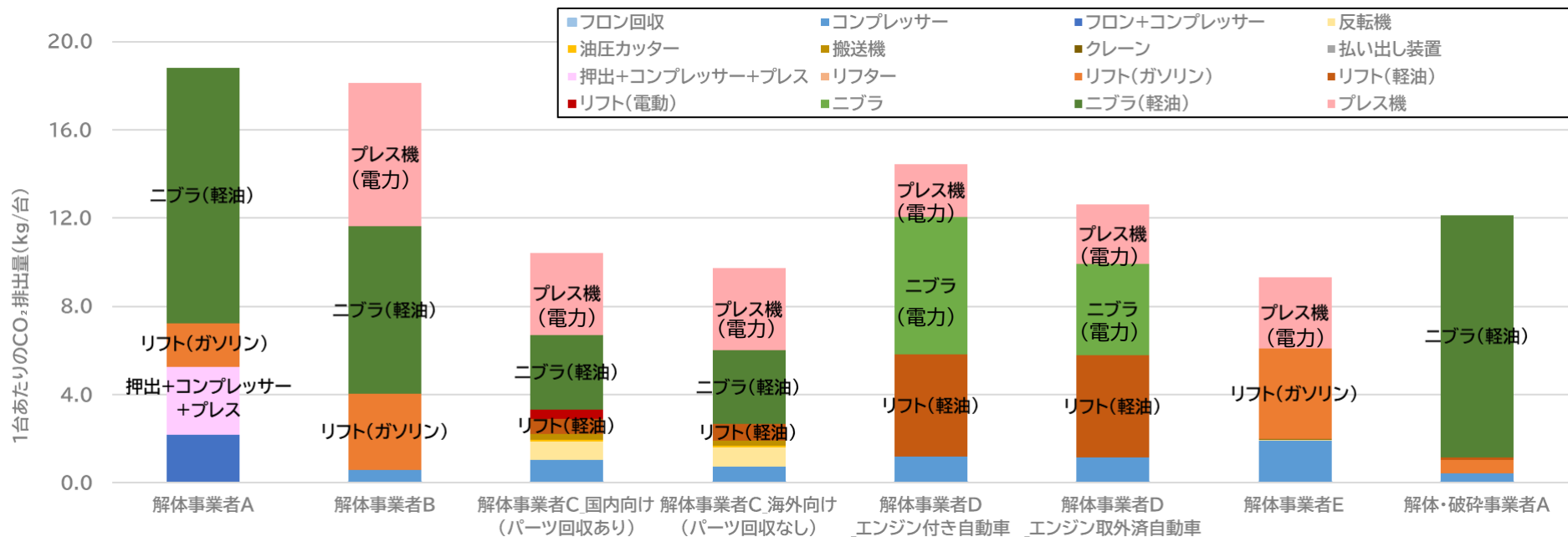
□: プロセス



※大型車両ではガス切りからニブラへの移動があるが、短距離であり、本実証では台数が少ないため計測が困難と判断し、対象外とした

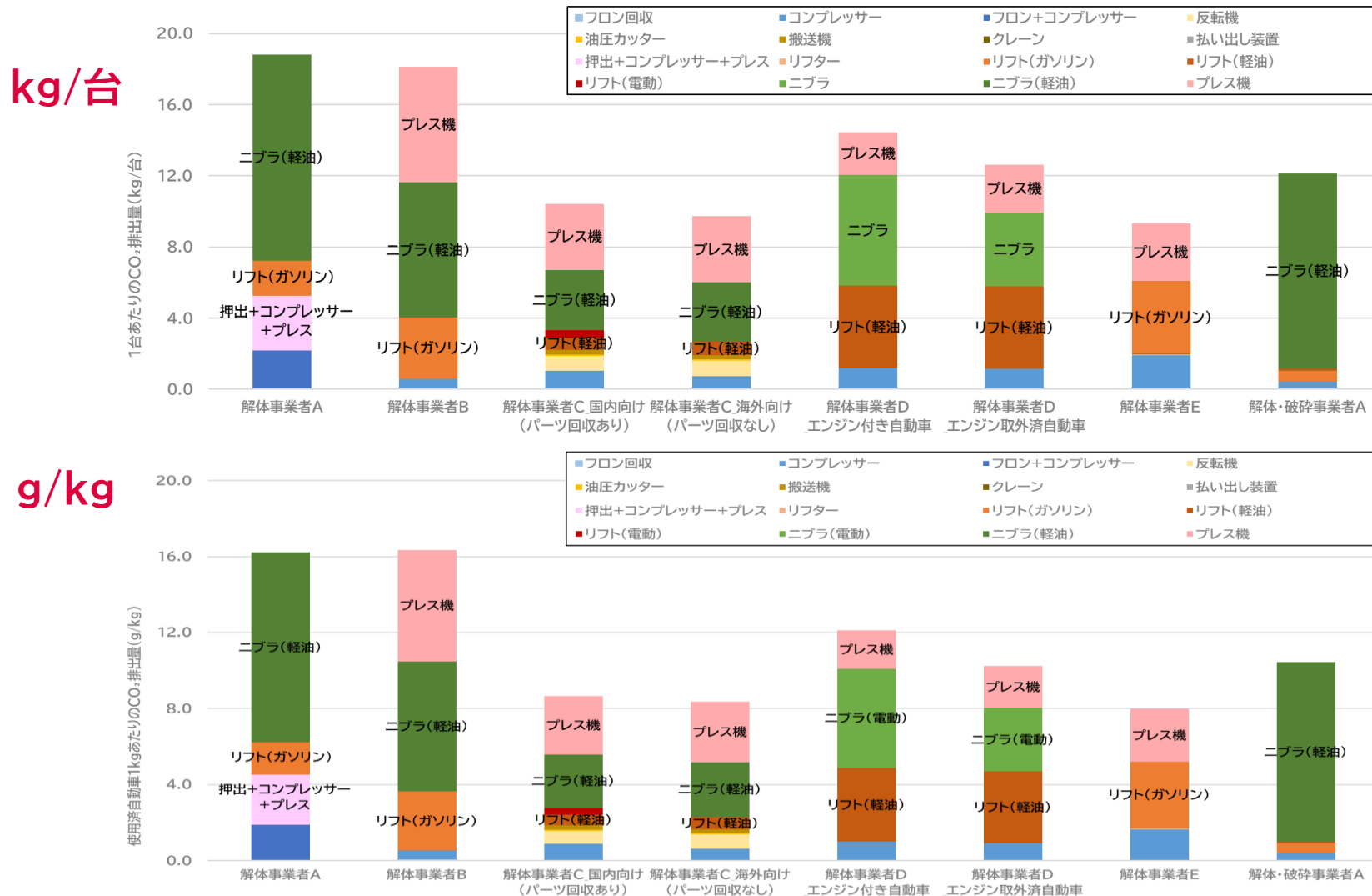
1t以上1.5t未満の車両における解体事業者の結果 一覧(kg/台)

- 各事業者とも、ニブラ、プレス機、リフト由来のCO₂排出量が多い傾向を示した。
 - CO₂排出量への寄与の大きかった3つのプロセスを比較すると、プレスが最も変動係数は小さかった。全事業者が、廃車ガラを2方締めする運用であり作業方法が同内容であるためだと考えられる。
 - ニブラ(平均6.8、標準偏差3.5、変動係数0.51)
 - リフト(平均2.2、標準偏差1.9、変動係数0.86)
 - プレス(平均3.7、標準偏差1.5、変動係数0.41)
- リフトは、各事業者のCO₂排出量原単位も大きく異なっていた。使用済自動車の運搬及び解体時の昇降機の代わりとして利用されている。昇降機として利用する解体事業者B、D、Eでは稼働時間の長さから、リフト由来のCO₂排出量も多いことが示唆された。
- 解体工程は事業者固有の機材、運用に依存する部分も多く、CO₂排出量の相対的な大小の比較といった定性的な解釈が妥当と考えられる。




1t以上1.5t未満の車両における解体事業者の結果 一覧(g/kg)

- 使用済自動車1kg当たりのCO₂排出量で比較した場合も、事業者間の排出量の傾向に大きな違いは見られなかった。



解体事業者の結果 一覧(kg/台及びg/kg)

- 1台当たりCO2排出量は、車両区分が軽量になるにつれ排出量原単位も減少した一方で、1kg当たりのCO2排出量は、車両区分が軽量になるほど排出量原単位は増加する傾向がみられた。
- 現場では、車両重量ではなく車種により回収部品の判断をしていた。1kg当たりの排出量原単位に活用方法は検討が必要と思われる。

kg/台 	①1.5t以上	②1t~1.5t	③1t未満
解体事業者A	19.6	18.8	17.6
解体事業者B	22.1	18.1	9.3
解体事業者C_国内向け(パーツ回収あり)	14.7	10.4	11.2
解体事業者C_海外向け(パーツ回収なし)	15.6	9.7	9.4
解体事業者D_エンジン付き自動車	18.0	14.4	10.9
解体事業者D_エンジン取外済自動車	16.4	12.6	10.9
解体事業者E	-	9.3	8.5
解体・破砕事業者A	12.6	12.1	9.8

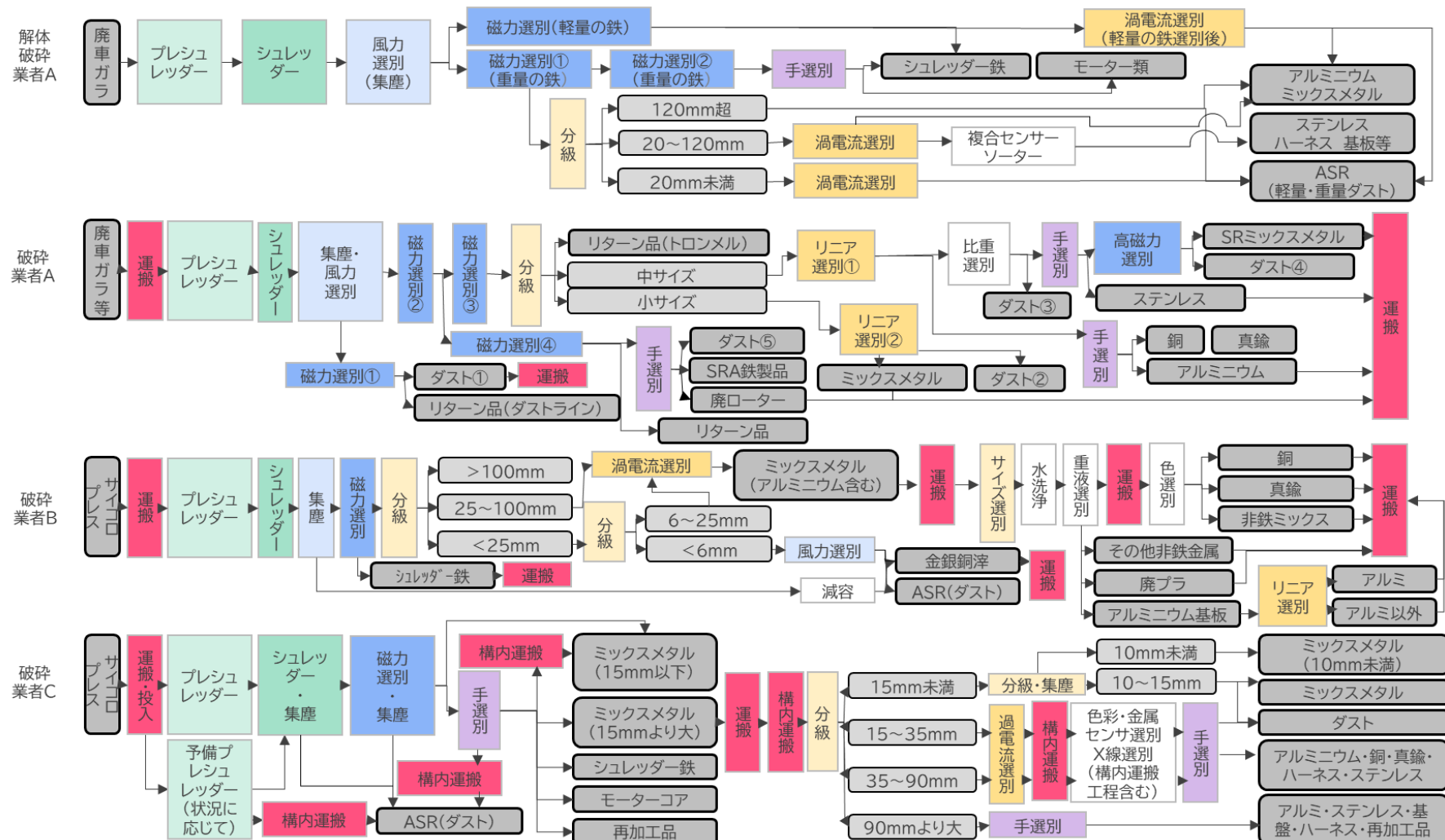
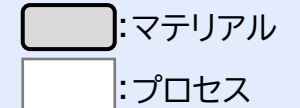
g/kg 	①1.5t以上	②1t~1.5t	③1t未満
解体事業者A	11.7	16.2	20.0
解体事業者B	13.6	16.3	11.0
解体事業者C_国内向け(パーツ回収あり)	8.8	8.6	12.4
解体事業者C_海外向け(パーツ回収なし)	9.6	8.4	11.0
解体事業者D_エンジン付き自動車	11.3	12.1	12.7
解体事業者D_エンジン取外済自動車	10.3	10.2	11.7
解体事業者E	-	8.0	10.3
解体・破砕事業者A	7.8	10.4	11.3

破碎事業者の各社フロー 一覧

- 同工程を同色で色づけている。

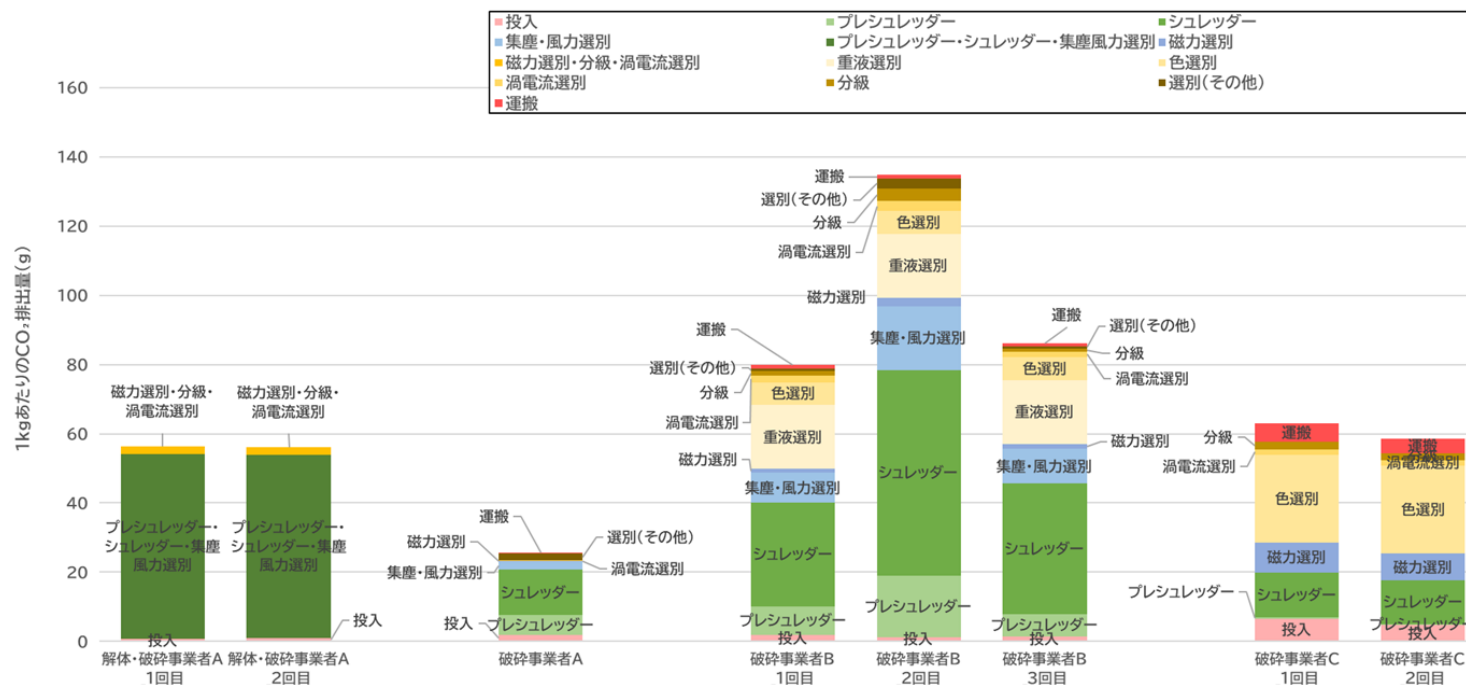
運搬の回数や別工場との連携選別の順序には事業者ごとに特徴があるが、流れは概ね同一。

凡例



破碎事業者の結果 一覧

- 全体では、約25～130gCO₂/kgとCO₂排出量原単位には幅が見られた。
- シュレッダーのCO₂排出量の全体に占める割合が概ね高かった。
- 選別に係るCO₂排出量は事業者により異なる傾向がみられた。
 - 重液選別や色選別(X線選別等含む)は、集塵・風力選別や磁力選別、渦電流選別等よりはCO₂排出量原単位が大きくなることが示唆された。
- 手解体のプロセスが、破碎事業者A及び破碎事業者Bでは3回ずつ行われており、消費エネルギーの省力化に寄与していると考えられる。
- 破碎工程も事業者固有の機材、運用に依存する部分も多く、本事業ではCO₂排出量の相対的な大小の比較といった定性的な解釈が妥当と考えられる。



5. 今後の課題及び解決方策

事業者自らがCO2排出量を算定するための課題

- 事業者が自らのCO2排出量を算定していくための課題を段階別に整理した。

段階	課題
実証の準備 実証の実施	<ul style="list-style-type: none"> ・ 事業者ごとに電力・燃料等の使用実態が異なる。そのため、各事業者の実態に合わせた記録様式の作成する必要がある。 ・ 標準的な型式のクランプは取り付けられない配電盤があり、設置判断できる作業者の参加が必要である。 ・ 破砕工程において、自動車以外の製品も同時に破砕している場合があった。使用済自動車の破砕に係るCO2排出量を把握するためには、自動車のみ運用する実証日を設定する必要がある。 ・ 車両区分ごとに複数台の測定が必要になり、台数を確保する必要がある。
実証後の データの整理、 排出量原単位 の算定	<ul style="list-style-type: none"> ・ 取得したデータには、実証には関係の無い時間に消費された電力や燃料の量も記録されていた。実証で稼働した時間と得られたデータを突合して算定データを整理する必要がある。 ・ 解体工程・破砕工程の各プロセスで1つのデータを必ず得られるわけではなく、区画ごとのデータ取得や複数工程で一つのデータ取得等があった。得られたデータの解釈を工夫する必要がある。

- 事業者が実際の計測データを自ら取得し評価するハードルは高く、上記の課題への対応策を検討していく必要がある。

事業者自らがCO2排出量を算定するための解決方策

- 事業者自らが算定するために、2つの評価手法の整備していくことが、事業者の算定ニーズを満たすのに必要だと考えられる。

評価方法	評価内容	対策・残る課題
2次情報を用いた簡易評価	自らの処理フローを整理し、各プロセスのCO2排出量原単位を公表情報などから引用することで簡易的に試算し評価	<p>【対策】</p> <ul style="list-style-type: none"> ①簡易評価方法のガイドラインの策定 ②事例集等を用いた簡易評価方法の周知 <p>【課題】</p> <p>同じプロセスであっても、事業者の運用方法により排出原単位は大きく異なった。簡易評価で得られた値は、参考としての利用に留めるべきであり、実際の評価には1次情報が必要。</p>
1次情報を取得した実評価	自らの処理フローを整理し、電力消費量データの取得位置・型式や燃料消費量の記録方法の確認した後、各プロセスのエネルギー消費量を取得し、CO2排出量原単位を算定・評価	<p>【対策】</p> <ul style="list-style-type: none"> ①実証を行うために必要な情報、測定手順、測定に関する留意事項等を整理したガイドラインの策定 ②実証を実施するために必要な調査費用の補助又は専門家による支援等 <p>【課題】</p> <p>算定結果の活用方策まで整理されていない。</p>

CO2排出量の算定が進むための解決方策

- CO2排出量の算定が進むためには、CO2排出量の評価方法の整備だけでなく、CO2排出量を評価する必要性やメリットも明らかにして、事業者の理解を促す必要がある。

分析事項	分析内容
部品等のリユース・リサイクルによる削減効果の見える化	解体工程や破碎工程では、部品や素材を回収し再販している。エネルギーを多く投入することで、より多くの部品や素材を回収していることもあることから、自社の作業で発生するCO2排出量だけではなく、リユース・リサイクルすることにより削減が期待されるCO2排出量や天然資源等の消費量も把握することでCO2排出量算定のメリットの遡及が強化できると考えられる。
経済的に見合う環境対策	解体事業者と破碎事業者がCO2排出量の削減に持続的に取り組むには、経済的に成り立つことが重要である。さらに、行動変容が他の業種にどのような影響を及ぼすかなども把握しておけると好ましい。このような観点から、以下の分析を行うことが解体事業者・破碎事業者の取組を促進させるための基礎情報になると考えられる。 <ul style="list-style-type: none"> ・ 解体工程・破碎工程の効率性分析・改善箇所の検討 ・ CO2排出量と経済波及効果を併せた産業連関分析・改善策の検討

- 本資料に関するお問い合わせ先

エム・アール・アイリサーチアソシエイツ株式会社

サステナビリティ事業部(SUD)

数理システム事業部(MBD)

[SUD責任者(PL)・MBD責任者・SUD部長]

小林 和樹 kazuki_kobayashi@mri-ra.co.jp

富樫 智章 togashi@mri-ra.co.jp

馬場 史朗 baba46@mri.co.jp

PL mobile : 090-9819-8981

未来を問い続け、変革を先駆ける

MRI エム・アール・アイリサーチアソシエイツ