

# 公益財団法人自動車リサイクル高度化財団 自主事業

AI/IoTを用いた自動車リサイクル高度化に係る自主事業

## 事業報告会資料

代表事業者名：株式会社 エヌ・ティ・ティ・データ経営研究所

2025年9月2日

# AI/IoTを用いた自動車リサイクル高度化に係る自主事業 事業報告（2024年度）

2025年9月2日  
株式会社NTTデータ経営研究所  
社会・環境システム戦略コンサルティングユニット

# 目次

I. 事業概要

II. データサイエンス実証WGでの検討結果

III. データ連携基盤実証WGでの検討結果

IV. 次年度の進め方

I

## データ連携基盤WGの検討結果

# 1. 事業目的・目標

- 本事業はリサイクル領域のDX化の実現に向けて、AI/IoT活用による自動車リサイクルの高度化を達成するための基盤の明確化、AI/IoT適用に向けた道筋を設定することを目標とした。

## 事業目的・目標

- **目的:**自動車リサイクル高度化のために、**リサイクル領域のDX化の実現**に向けたAI/IoTの適用検証を行う。
- **目標:**自動車リサイクル領域へのAI/IoTの適用について、現行のリサイクルスキームにおける技術的課題、制度的課題等を抽出したうえで、**AI/IoT活用による自動車リサイクルの高度化を達成するための基盤の明確化、AI/IoT適用に向けた道筋を設定**する。
- **達成要件:**
  - ①モデルケースにおけるAI/IoT適用時の状況把握
  - ②現行リサイクルスキームのDX化における課題の抽出
  - ③自動車リサイクルへのAI/IoT適用要件の明確化
- **想定アウトプット(イメージ):**  
AI/IoTを活用し、一定範囲内の性状のリサイクル原料を使用・再生することにより、現状のリサイクルの質を一段上げるためには何が必要なのか、上流で把握しているデータ、解体業者・破砕業者の選別品(再生原料)、再生事業者の既存リサイクル技術のトレーサビリティをマッチさせることで、自動車で使える高品質なものにするために必要な基盤を明確化することとあわせて、具現化に向けたロードマップを策定する。

**※モデルケースはアルミリサイクルとする。**

**※③に関しては、高度にデジタル化したスキームの応用展開、リスク対応についてあわせて検討する。**

## 2. 実施体制

- 本事業ではデータサイエンス、データ連携基盤の2つのWGにより実証、検討を行った。
- データサイエンス実証WGではアルミを題材にAI/IoTを用いた実証、データ連携基盤実証WGでは、既存のプラットフォームへの連携・対応を見据えたデータ連携基盤のあり方を検討した。

### ● データサイエンス実証WG

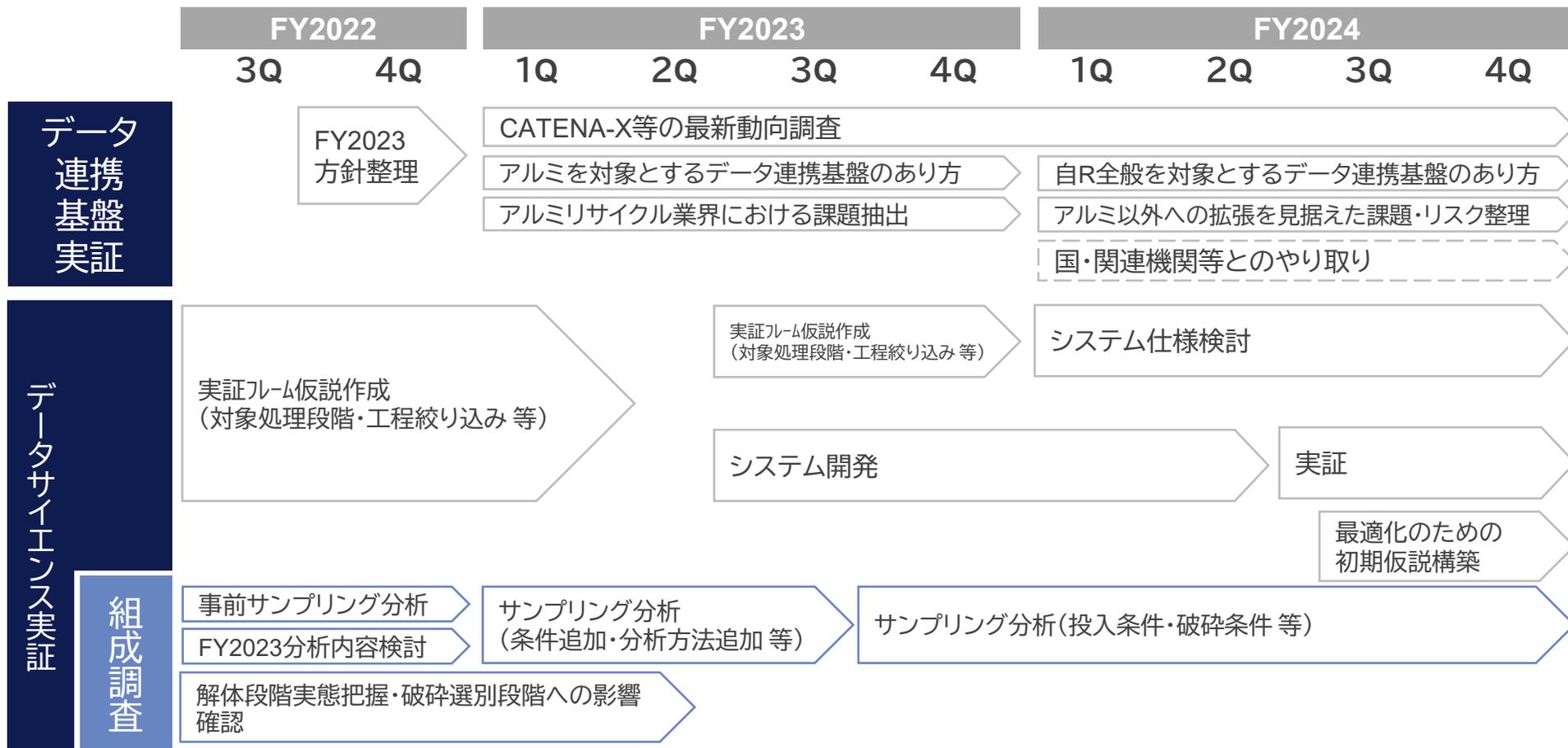
- アウトプット：システム開発
- **アルミを題材にデータサイエンス（AI/IoT）を活用したシステム実証**を実施

### ● データ連携基盤実証WG

- アウトプット：机上検討
- **データサイエンス実証WGでの検討内容も踏まえ、**先行するプラットフォーム（Catena-X等）への連携・対応を見据えた**データ連携基盤のあり方**について検討を実施

### 3. スケジュール

- 本事業は2022年度～2024年度の3年間で実施した。
- 実施スケジュール（3か年）は以下のとおり。



## Ⅱ

### データ連携基盤WGの検討結果

# 1. データ連携基盤実証の到達目標

- アルミリサイクルにおけるデータ連携基盤のあるべき姿を整理した上で、自動車リサイクル全般への拡張に向けた課題等を整理した。

## 3年目の ゴール設定 (本実証の 最終到達目標)

- 自動車リサイクル全般におけるデータ連携基盤のあるべき姿を提示
  - 自動車リサイクルに係る素材・品目(アルミ、プラスチック、LiB、等)を対象
  - GAIA-X・Catena-Xに対応しうるデータ連携基盤のあり方及びデータ利用者の利便性並びにデータ提供者のメリットを十分確保するために必要なデータの所有権、使用許諾等に関するルール、プラットフォームの管理主体等の方針を設定
- アルミ以外の自動車リサイクル全般への拡張を見据えた課題・リスク等の整理

## 2年目の ゴール設定

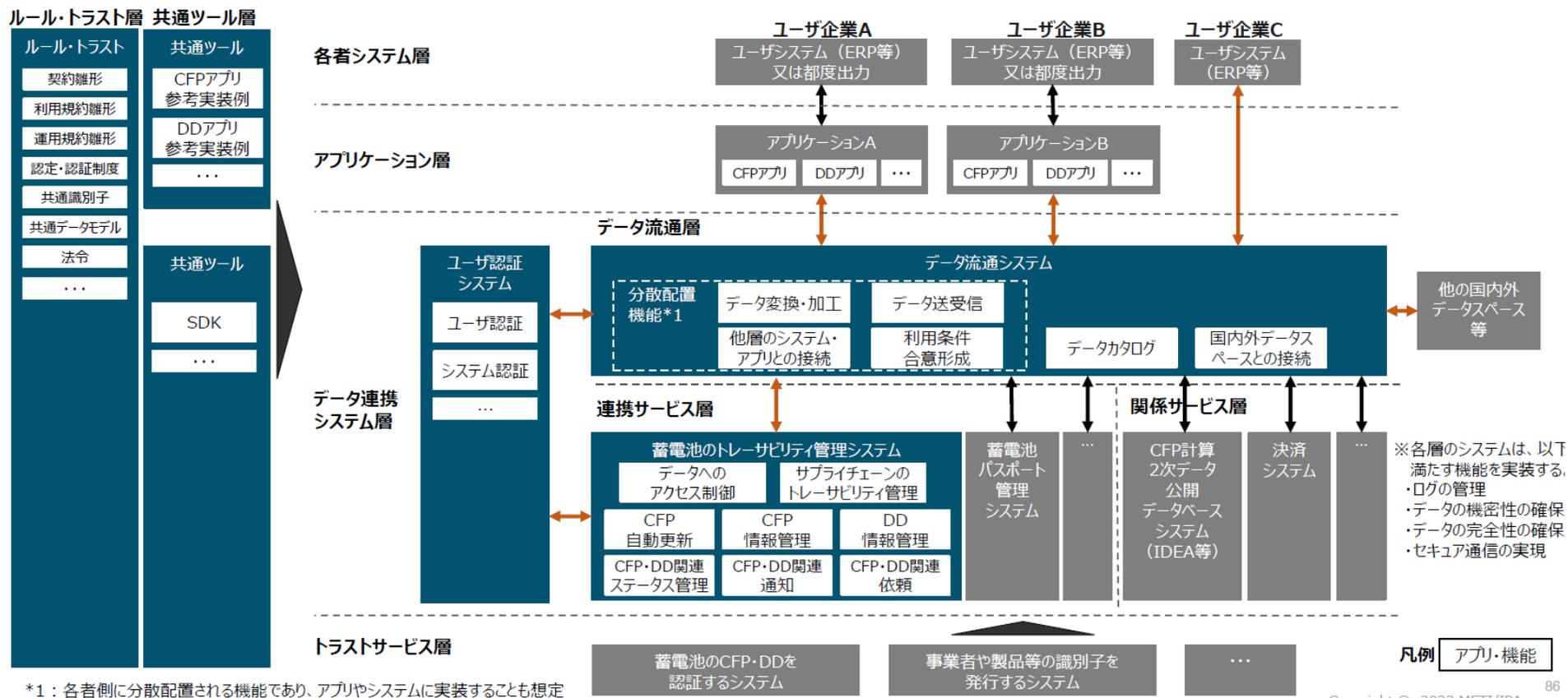
- アルミリサイクルにおけるデータ連携基盤のあるべき姿を提示
  - GAIA-X・Catena-Xに対応しうるデータ連携基盤のあり方及びデータ利用者の利便性並びにデータ提供者のメリットを十分確保するために必要なデータの所有権、使用許諾等に関するルール、プラットフォームの管理主体等の方針を設定
- アルミリサイクル業界におけるデータ連携基盤接続に向けた課題抽出
  - リサイクラー等のプロセスデータの可視化・利活用の技術、情報連携、コスト課題 等

## 1年目の ゴール設定

- アルミリサイクルにおけるデータプールの必要要件、及び実現のための課題の明確化
  - リファレンス・アーキテクチャの各項目(特に戦略・政策、ルール、組織の3項目)について、自動車のアルミリサイクルにおける必要要件を設定
  - 既存プラットフォーム、現状のアルミリサイクルの実態等の情報を基に、必要要件の実現可能性検討及び実現のためのギャップ(=課題)を特定

# (参考) データ連携基盤の検討フレーム

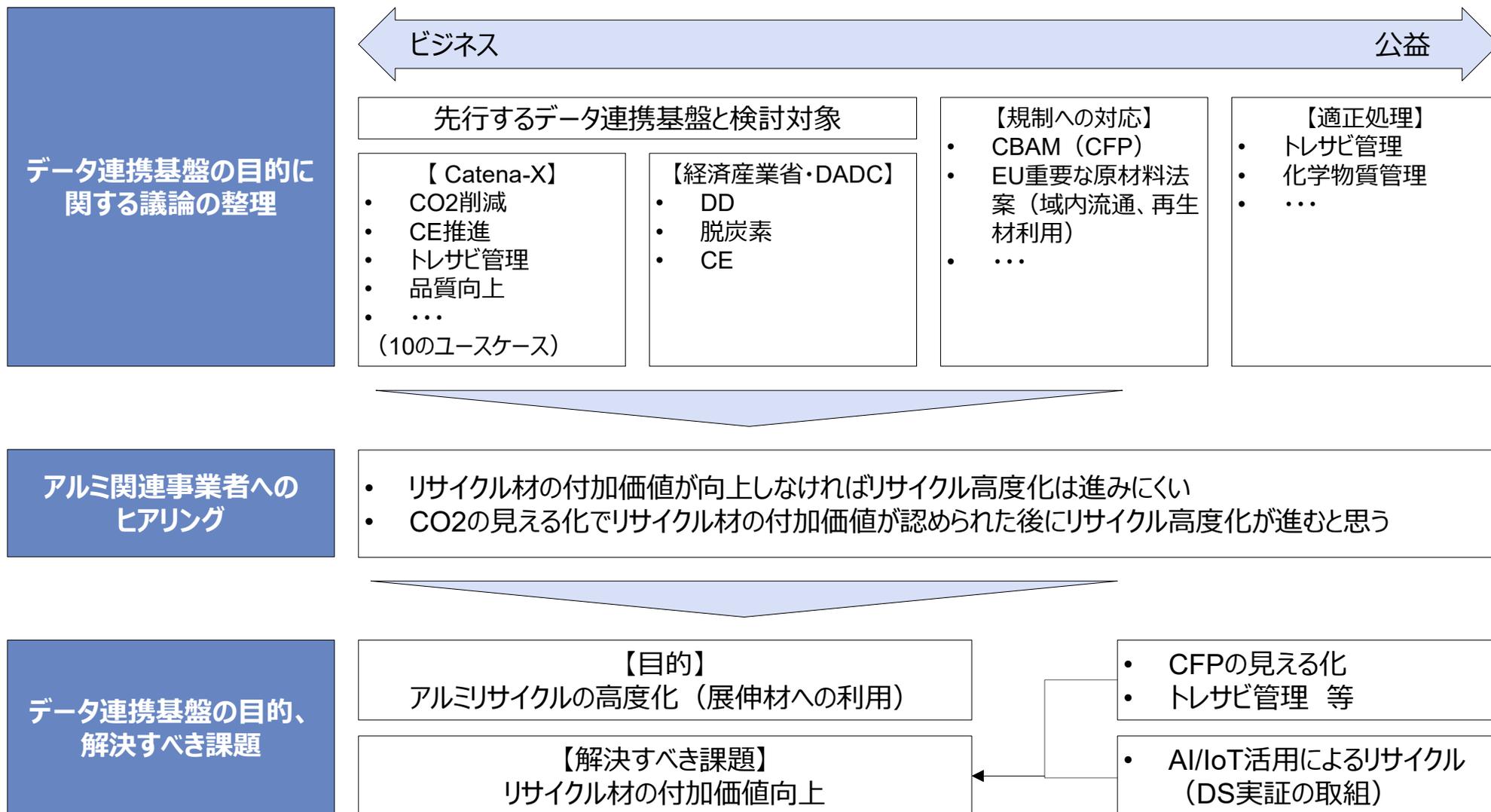
- 経済産業省のウラノス・エコシステムにおいて、システム面における各階層の役割と連携の流れの全体像が以下のように整理されている。
- 本WGにおけるデータ連携基盤のあるべき姿も同様のアーキテクチャで整理した。



(出典) 経済産業省・DADC\_サプライチェーン上のデータ連携の仕組みに関するガイドラインα版 (蓄電池CFP・DD関係)

## 2. アルミリサイクルにおけるデータ連携基盤のあり方

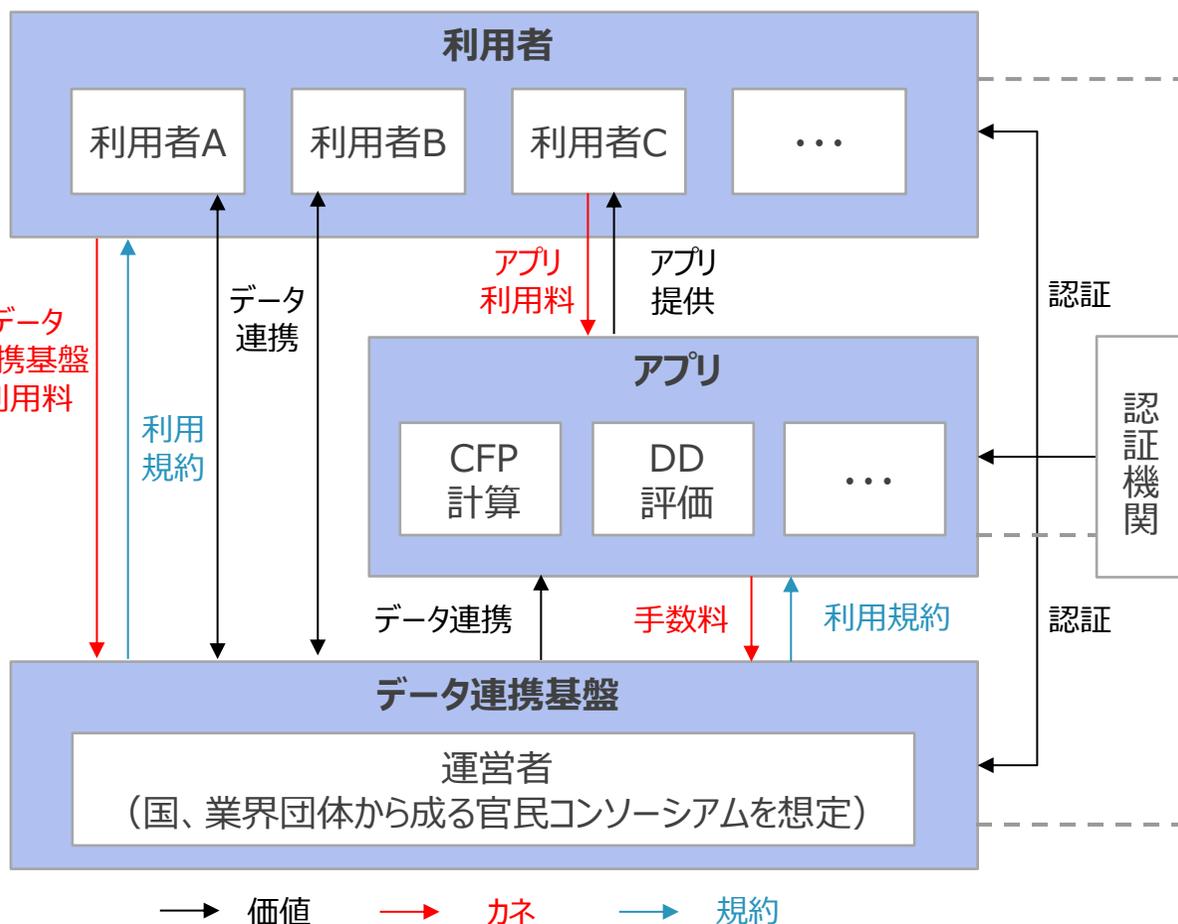
- アルミを対象とするデータ連携基盤について、アルミリサイクル高度化を主な目的として、CFPの見える化等によりリサイクル材の付加価値向上に向けた課題解決を図ることと整理した。



## 2. アルミリサイクルにおけるデータ連携基盤のあり方

- 先行事例調査、関連事業者へのヒアリングを踏まえた検討を行い、アルミリサイクルにおけるデータ連携基盤の全体像及びルール、運用等に関するあり方を整理した。

### データ連携基盤の全体像

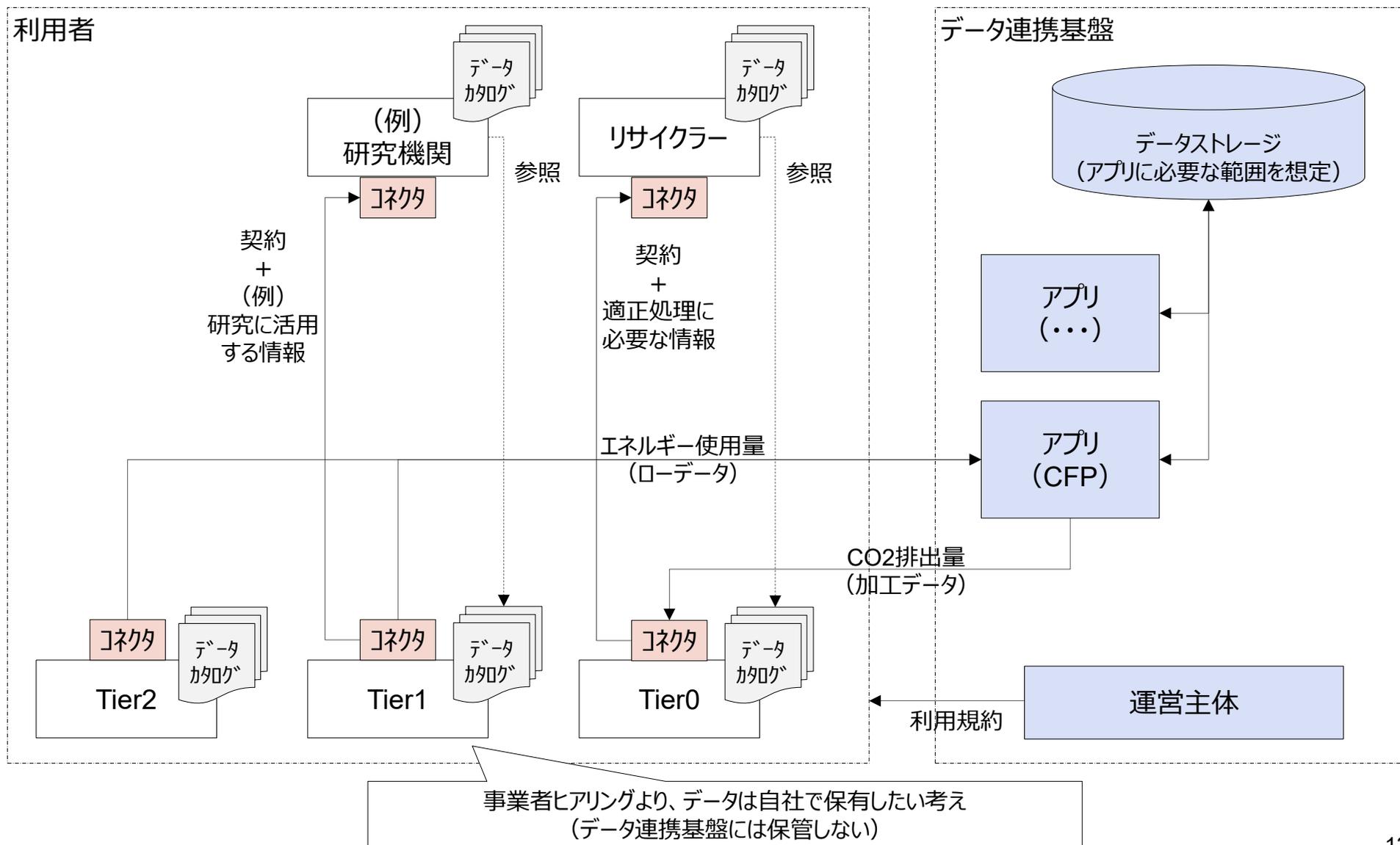


### ルール、運用等に関するあり方

- データ提供は相対取引で行い、提供者が許可した相手のみを開示される
- データカタログによりデータ連携基盤上で取引可能なデータを把握可能にする
- データ保管場所は基本的に各利用者とする (アプリ、データ連携基盤には保管しない)
- データの信頼性は第三者が認証することで担保する
- カーボンフットプリント、人権デューデリジェンス、再生材利用率の見える化等の社会課題の解決に活用する利用者のデータは加工データとして必要な範囲に限り利用する
- データ連携基盤の運営者は中立的な立場から国や関連する業界団体が担う
- 利用規約に提供データに虚偽があった場合のペナルティを規定する

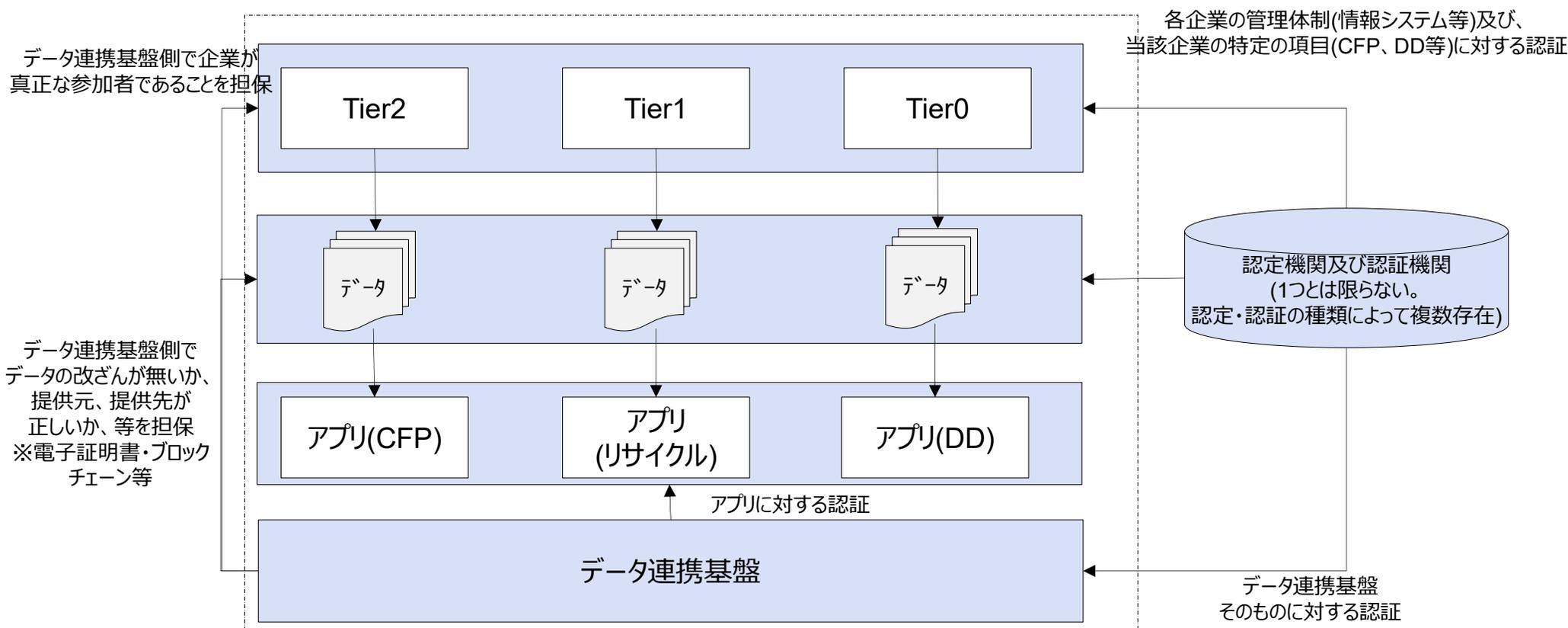
## 2. アルミリサイクルにおけるデータ連携基盤のあり方

- データガバナンス等のルールに関しては以下の概念図のようになると考えられる。



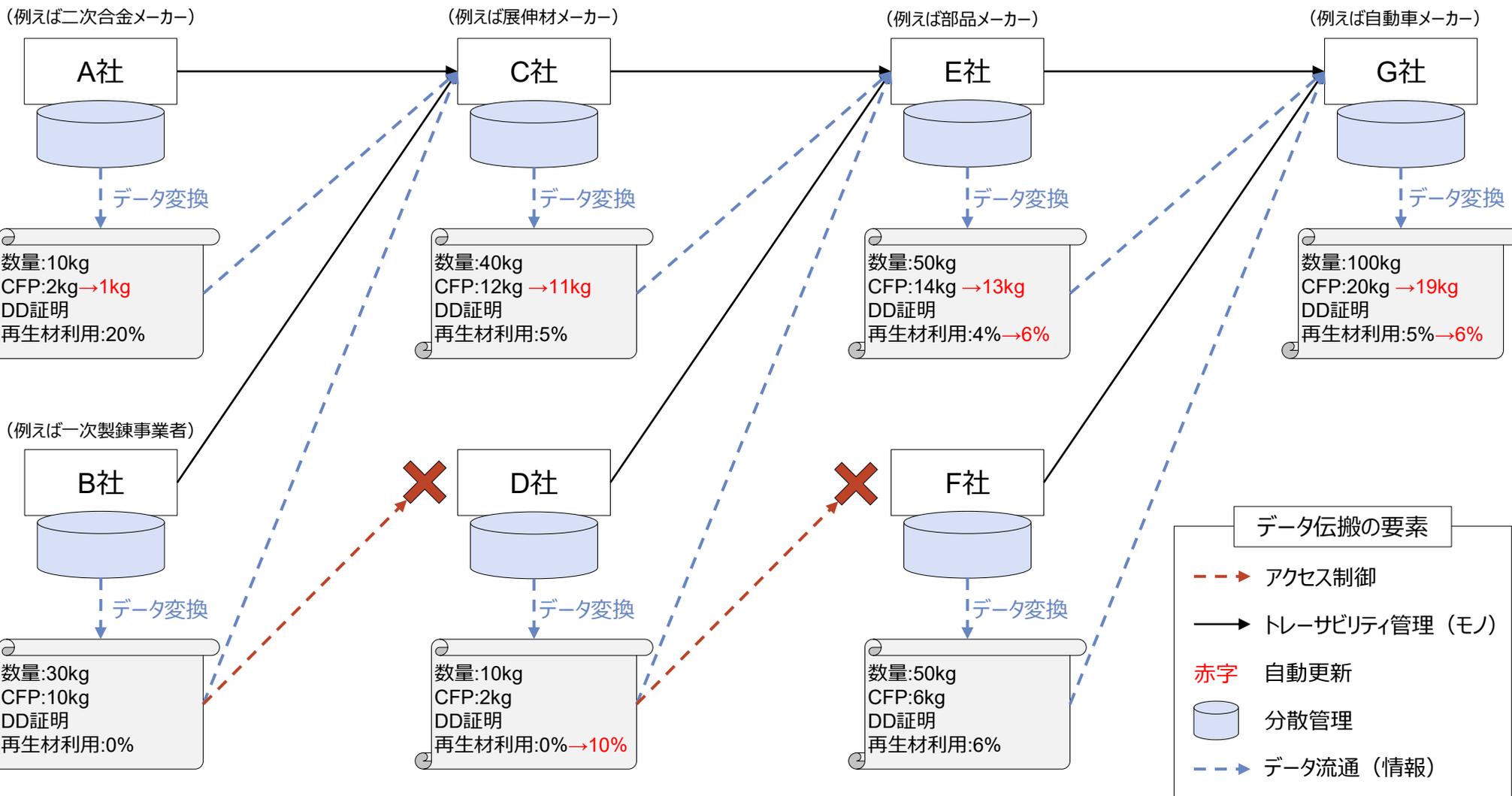
## 2. アルミリサイクルにおけるデータ連携基盤のあり方

- 認証機関の立ち上げは国を中心に行われ、認証の対象は企業そのものやその管理体制、CFP、DD等に関わる手法になると想定。
- また、データ連携基盤そのものが何等かの公益認証・認定を受ける必要が出てくる可能性がある。
- 他方、これとは別にデータそのものが真正であることの担保、データにアクセスする者がデータ連携基盤に参画する真正な企業であることの担保が技術的に行われる必要がある。



## 2. アルミリサイクルにおけるデータ連携基盤のあり方

- アルミリサイクルのデータ連携基盤では、下図のようなサプライチェーンでのデータ伝搬によりCFP等に加えて再生材利用率の見える化も重要と考えられる。



（出典）経済産業省・DADC\_サプライチェーン上のデータ連携の仕組みに関するガイドラインα版（蓄電池CFP・DD関係）

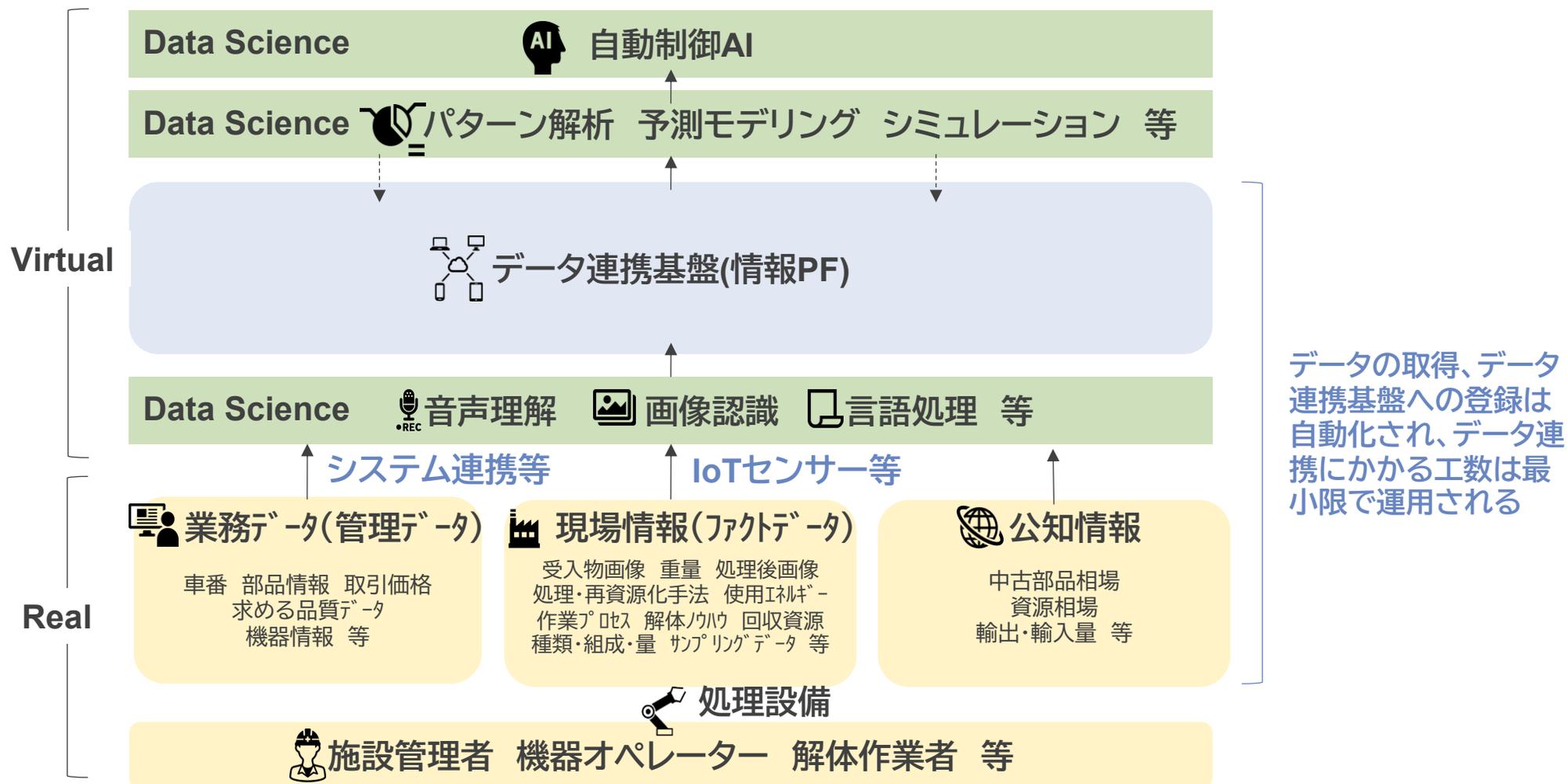
## 2. アルミリサイクルにおけるデータ連携基盤のあり方

- アルミリサイクル高度化（展伸材への再利用等）に向けたデータ連携基盤では、仮説として以下のようなステークホルダーのインセンティブ、情報の共有化・有効利用が想定される。

主なステークホルダー	自動車メーカー	解体事業者	破碎事業者	二次合金メーカー	成形品メーカー
PF参画のインセンティブ	<ul style="list-style-type: none"> <li>アルミリサイクル材の展伸材利用</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>売却価格UP</li> <li>売却量UP</li> </ul>		<ul style="list-style-type: none"> <li>—</li> </ul>	
インセンティブの必要条件	<ul style="list-style-type: none"> <li>不純物が低位安定しているアルミ二次合金の確保</li> <li>アルミ二次合金組成の高精度な把握</li> <li>アルミリサイクル材のトレサビ確保</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>精緻解体による解体</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>不純物が低位安定しているアルミスクラップの確保</li> <li>アルミスクラップ組成の高精度な把握</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>不純物が低位安定しているアルミ二次合金の確保</li> <li>アルミ二次合金組成の高精度な把握</li> </ul>	
提供するデータ	<ul style="list-style-type: none"> <li>アルミ使用箇所</li> <li>アルミ使用量</li> <li>アルミの合金種別</li> <li>アルミ調達品質基準</li> <li>自動車解体方法</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>解体プロセス</li> <li>解体した車種</li> <li>回収物</li> <li>回収重量</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>破碎選別プロセス</li> <li>スクラップロットごとのインプット情報</li> <li>アルミスクラップ回収量</li> <li>アルミスクラップ組成分析結果実績 (AI/IoTデータ)</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>二次合金化プロセス</li> <li>二次合金ロット毎のインプット情報</li> <li>二次合金製造量</li> <li>アルミ二次合金組成分析結果</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>アルミ成形プロセス</li> <li>アルミ成形品ロット毎のインプット情報</li> <li>アルミ成形品製造量</li> <li>アルミ成形品組成分析結果</li> </ul>
		<ul style="list-style-type: none"> <li>プロセスにおける使用エネルギー量</li> </ul>			

## 2. アルミリサイクルにおけるデータ連携基盤のあり方

- アルミリサイクル高度化に向けては、物理データ⇔バーチャルデータの連携等が必要。
- データの連携はデータ連携基盤と自社システムとの連携、IoTセンサー等の自動化により、データの取得やデータ連携基盤への入力にかかる工数が最小限となる運用が行われることを想定。



### 3. 自動車リサイクル全般におけるデータ連携基盤のあり方

- 自動車リサイクル全般への拡張にあたっては、パーツ／マテリアル、有価物／廃棄物の分類で類型化して、主たる検討対象を設定した。
- 本事業及びウラノス・エコシステム等の既存の検討、調査内容を活用しながら検討を行った。

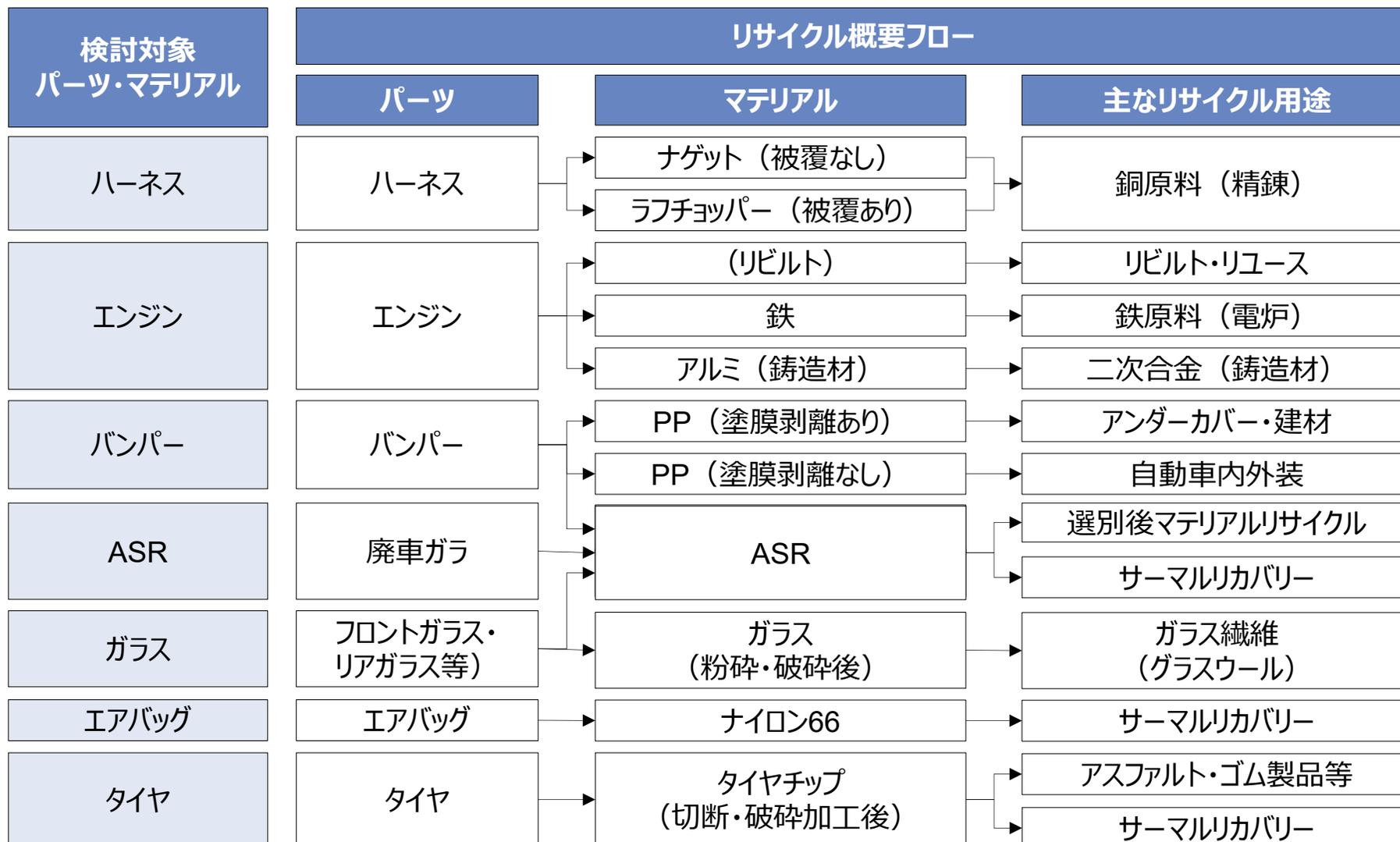
	破砕工程で選別、回収	解体工程で取外し、回収	
		マテリアル	パーツ
有価物 (有償)	アルミ※	ハーネス	エンジン
廃棄物 (逆有償)	ASR	バンパー (プラスチック)	LiB
		ガラス	エアバッグ、タイヤ

本事業でこれまで検討

ウラノス・エコシステムで検討中

### 3. 自動車リサイクル全般におけるデータ連携基盤のあり方

- 対象とするパーツ・マテリアルについて、現状の主なリサイクルの概要フローを整理した。



### 3. 自動車リサイクル全般におけるデータ連携基盤のあり方

- 対象とするパーツ・マテリアルのリサイクル状況とリサイクル高度化等の方向性について整理した。
- リサイクル高度化等の方向性として、解体工程での取外し、水平リサイクル、マテリアルリサイクルへの移行等が挙げられる。

パーツ・マテリアル	現状のリサイクル・処理状況	リサイクル高度化・資源効率性の向上
ハーネス	<ul style="list-style-type: none"> <li>解体で取外し、約8割が中国に輸出</li> <li>国内ではナゲット処理後に銅材にリサイクル</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>国内でのリサイクル促進</li> <li>高度選別による水平リサイクル</li> </ul>
エンジン	<ul style="list-style-type: none"> <li>解体で取外し、リユースまたはリサイクル</li> <li>リサイクル率はほぼ100%</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>リユース（リビルト含む）の促進</li> </ul>
バンパー	<ul style="list-style-type: none"> <li>解体で取外されるのは半数程度</li> <li>取外し後、塗膜剥離されない場合はアンダーカバー、建材等にリサイクル</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>解体工程での取外し促進</li> <li>塗膜剥離による水平リサイクル</li> </ul>
ASR	<ul style="list-style-type: none"> <li>約7割が熱回収、約3割がマテリアルリサイクル</li> <li>認定全部利用台数は引取台数の約6%</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>解体自動車全部利用の拡大</li> <li>マテリアルリサイクルへの移行</li> </ul>
ガラス	<ul style="list-style-type: none"> <li>取出されたガラスはカレットメーカーに売却されるが、ASRに混合して処理されるものもある。</li> <li>取外されたガラスはグラスウールにリサイクル可能</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>解体工程での取外し促進</li> <li>板硝子へのリサイクル</li> </ul>
エアバッグ	<ul style="list-style-type: none"> <li>約240万件（1675t）の引取り、リサイクル率は95%。</li> <li>手法はサーマルリサイクルが大半</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>解体取外し方法の標準化</li> <li>マテリアルリサイクルへの移行</li> </ul>
タイヤ	<ul style="list-style-type: none"> <li>98%が有効利用されているが、サーマル利用が66%と多く、マテリアルリサイクルは15%。</li> <li>NEDO事業でケミカルリサイクル技術を開発中</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>マテリアルリサイクルへの移行</li> <li>ケミカルリサイクルの技術開発</li> </ul>

### 3. 自動車リサイクル全般におけるデータ連携基盤のあり方

- 対象とするパーツ・マテリアルのリサイクル高度化等に向けたデータ連携の仮説として、取り外しの手順・方法の連携、設備保有情報の可視化や事業者間のマッチング等を設定した。

パーツ・マテリアル	リサイクル高度化等のための課題	リサイクル高度化に向けたデータ連携の仮説
ハーネス	<ul style="list-style-type: none"> <li>一部のELVでは取り外されていない</li> <li>前処理を実施した場合でも買取価格に反映されていない可能性がある</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li><b>ハーネスの位置、取り外し手順の情報が連携</b>されれば、取り外される比率が更に向上するのではないか</li> <li><b>前処理有無等の品位情報が連携</b>されれば適切な買取価格となり、取り外される比率の向上、国内循環に寄与するのではないか</li> </ul>
エンジン	<ul style="list-style-type: none"> <li>JARA・NGP未加入の解体事業者でリユース可能なエンジンがリサイクルに流通している可能性も考えられる</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>JAPRAが設定している<b>品質検討基準に基づく品質情報</b>が連携されれば、リサイクルからリユースへの流通が増加するのではないか</li> </ul>
バンパー	<ul style="list-style-type: none"> <li>解体工程での取外し促進のためにはプラスチック破砕機での処理が必要と考えられる</li> <li>自動車内外装にリサイクルするためには塗膜剥離処理を行う必要があると考えられる</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li><b>プラスチック破砕機を保有する解体事業者等の可視化及びマッチング</b>ができれば取外す比率が向上するのではないか</li> <li><b>資源回収インセンティブでの取外しのメリット金額が可視化</b>されれば、取り外す比率が向上するのではないか</li> </ul>
ASR	<ul style="list-style-type: none"> <li>全部利用に向けては、銅部品の効率的な取外しとAプレス品質の見える化が重要と考えられる</li> <li>ASRのマテリアルリサイクルに向けては、樹脂選別等の能力増強が必要な状況</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li><b>解体事業者への銅部品の取外し方法が連携</b>されれば、全部利用への流通量が増加するのではないか</li> <li><b>Aプレスの品質が可視化、連携</b>されれば、Aプレスの電炉で受け入れやすくなるのではないか</li> </ul>

### 3. 自動車リサイクル全般におけるデータ連携基盤のあり方

- 対象とするパーツ・マテリアルのリサイクル高度化等に向けたデータ連携の仮説として、取り外しの手順・方法や異物混入状況等の品質情報の連携等を設定した。

パーツ・マテリアル	リサイクル高度化等のための課題	リサイクル高度化に向けたデータ連携の仮説
ガラス	<ul style="list-style-type: none"> <li>フロントガラスなどのラミネートガラスの層の分離が必要である</li> <li>フレームやゴムなどの異物がガラスに付着しており、純度を保つために取り外しが必要である</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li><u>ガラスの取り外し方法、異物混入状況等の情報が連携</u>されれば、板ガラスへのリサイクルが増加するのではないか</li> <li><u>資源回収インセンティブでの取り外しのメリット金額が可視化</u>されれば、取り外す比率が向上するのではないか</li> </ul>
エアバッグ	<ul style="list-style-type: none"> <li>エアバッグのリサイクル用途は一部のエシカル商品向けに限定されている</li> <li>エアバッグに統一した回収基準はなく、回収前に形状、サイズの種類等の把握は現状困難</li> <li>エアバッグに含まれる化学物質（例：ナトリウムアジド）の無害化が必要である</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>統一した回収基準が設定された上で、<u>カタログ化されたエアバッグ布の種類や化学物質の無害化方法等の情報</u>がリサイクラー（デザイナー含む）に連携されれば、エアバッグ布の素材としてのリサイクルが進むのではないかと</li> </ul>
タイヤ	<ul style="list-style-type: none"> <li>天然ゴムや合成ゴム、カーボンブラック／シリカなどさまざまな原材料が使用されており、素材ごとの分別が難しく、熱利用にとどまる</li> <li>マテリアルリサイクルとして道路舗装材に利用時も品質（除去率）により外観に影響が出てくる場合がある</li> <li>ケミカルリサイクルに求められる品質条件が明確でない</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li><u>タイヤの分離選別後の品質（分離選別プロセス、除去率等）の情報</u>が連携されれば、マテリアルリサイクル及びケミカルリサイクルの比率増加に寄与するのではないかと</li> </ul>

### 3. 自動車リサイクル全般におけるデータ連携基盤のあり方

- リサイクル高度化等に向けたデータ連携の仮説について、関連する事業者へのヒアリングを実施した。
- ハーネス、バンパー、ガラス、エアバッグでは、データ連携がリサイクル高度化に一定程度寄与する可能性があると考えられる。（次スライド以降にそれぞれのデータ連携基盤の全体像を整理）

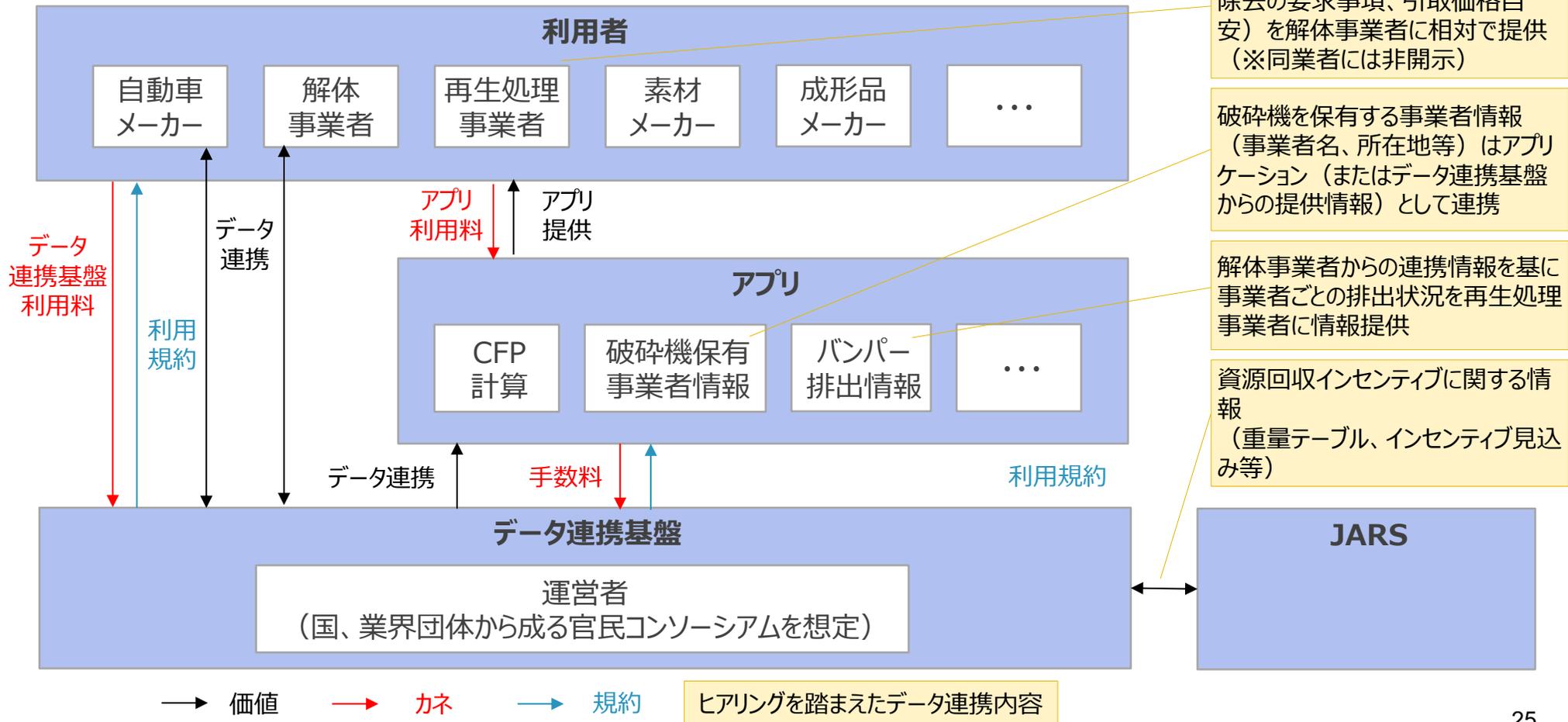
パーツ・マテリアル	データ連携によるリサイクル高度化等の可能性（ヒアリングによる検証結果）	
ハーネス	○	<ul style="list-style-type: none"> <li>ハーネスの取付位置は把握しているが、取り残しがあるのは工数の問題である</li> <li>アルミハーネスの比率が多くなった場合には<b>アルミハーネスが含まれるかの情報は有用</b>になる</li> <li>ハーネスと異物を分けておくのがよく、<b>買い手の条件を示すことで解体事業者が対応</b>してくれるかもしれない</li> </ul>
バンパー	○	<ul style="list-style-type: none"> <li><b>粉砕機を保有している事業者の情報が共有できるとリサイクル高度化のプレイヤーが増える</b>と思う</li> <li>バンパーを含むプラスチックについて<b>引取側が求める品質を解体事業者が把握</b>できるとよい</li> <li>開示困難な情報はあがるが、データ連携を相対で行い、情報が同業者に回らなければ可能性はある</li> </ul>
ガラス	○	<ul style="list-style-type: none"> <li>ガラスの端にメーカーマークで<b>メーカーと品種が記載されているため、その情報を連携</b>できるとよい。</li> <li>異物混入に関して分別回収のガイドラインを作る検討をしており、その<b>ガイドラインに準拠したかの情報で異物混入の判別</b>ができると思う</li> </ul>
エアバッグ	○	<ul style="list-style-type: none"> <li>BtoBを見据えたエアバッグ布のサンプル作成を検討中であり、<b>サンプル情報を載せることでリサイクルによる具体的な製品化イメージを持たせたい</b></li> <li>エアバッグ布の色、サイズ、材質、洗浄方法等を掲載するカタログを作成予定であるが、網羅的に作成するには自動車メーカーからの情報提供が必要</li> </ul>
ASR	○～△	<ul style="list-style-type: none"> <li>自動車メーカーから車種ごとにどのような材質があるか情報があれば貴重な参考情報になる</li> <li>廃車ガラの銅の比率は工程認証で判断されており、品質異常は起きていない</li> <li>品質の見える化による電炉・転炉側の受入量増大や製品の付加価値向上等のメリットがあるかはわからない</li> </ul>
タイヤ	○～△	<ul style="list-style-type: none"> <li>熱分解を促進させる上でタイヤの組成は有用な情報になるのではないかと</li> <li>熱分解で使う破碎されたタイヤの元情報（メーカー等）を特定するのは難しく、タイヤメーカーが自社のタイヤだけを集めるのは現実的にできないと思う</li> </ul>
エンジン	△	<ul style="list-style-type: none"> <li>取外し後の流通の当たりを付けて廃車を仕入れており、パーツとして回る前提で仕入れ価格を決めている。エンジンについても仕入れる段階でリユースかリサイクルかの方向性を付けている。</li> <li>リユースの流通は洗練されているため、その比率を高める余地は小さいのではと思う</li> </ul>



### 3. 自動車リサイクル全般におけるデータ連携基盤のあり方

- バンパーでは、再生処理事業者の引取条件、近隣での破砕機保有情報を可視化することで、経済性を一定程度確保しつつ解体事業者での取外し促進に繋げることが考えられる。

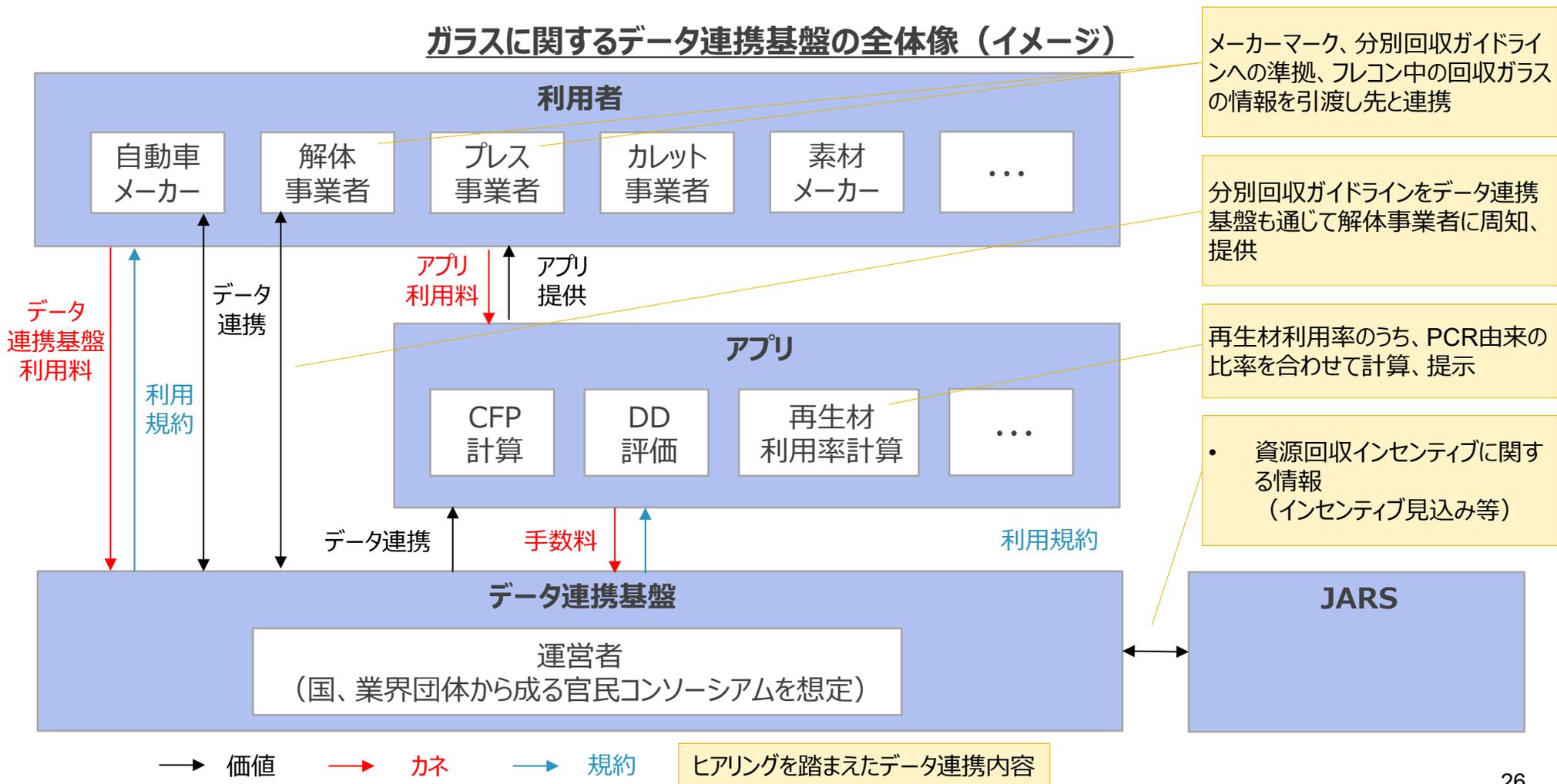
バンパーに関するデータ連携基盤の全体像（イメージ）



### 3. 自動車リサイクル全般におけるデータ連携基盤のあり方

- ガラスでは、解体段階でのガラスの回収情報（分別回収ガイドラインへの準拠等）を連携することで板硝子向けリサイクルの基準を満たすことを把握し、また再生材利用率を可視化することでガラスの回収促進の一助となることが考えられる。

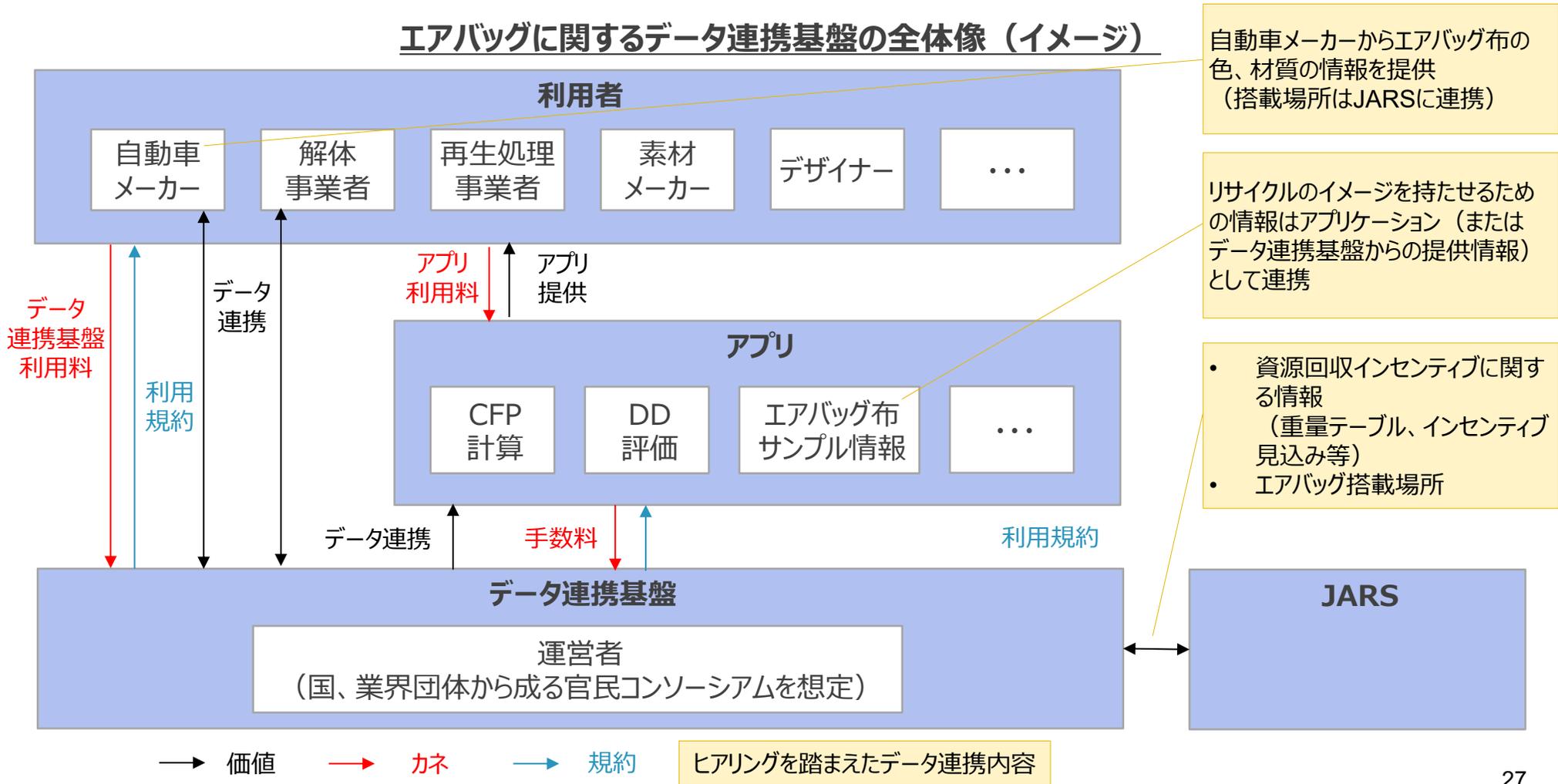
ガラスに関するデータ連携基盤の全体像（イメージ）



### 3. 自動車リサイクル全般におけるデータ連携基盤のあり方

- エアバッグでは、自動車メーカーからのエアバッグ布の情報（色、形状、材質等）やエアバッグ布サンプル情報の連携により、エアバッグ布のリサイクル需要を可視化することで、解体事業者の回収促進に繋がられるのではないかと。

エアバッグに関するデータ連携基盤の全体像（イメージ）



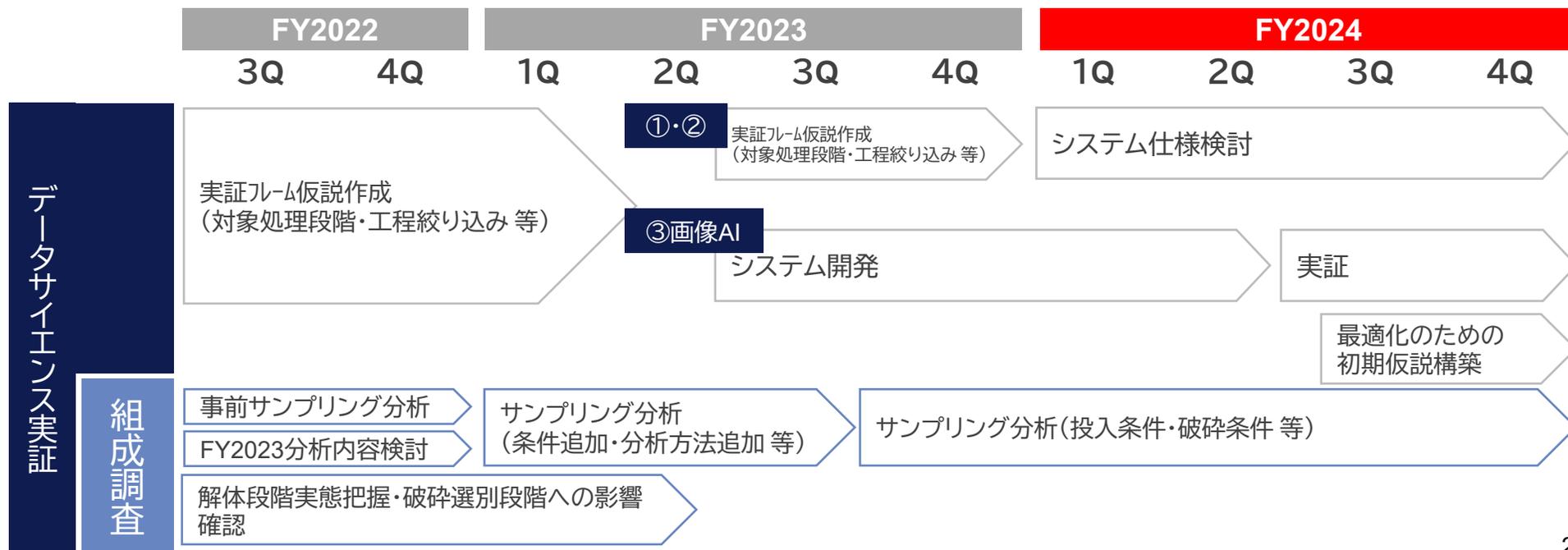
# Ⅲ

## データサイエンスWGの検討内容

# 1. 2022、2023年までの経緯等

2023までに実証フレームの仮説の作成を完了、及び実際のシステム開発に着手した。

項目	実施結果（概要）
実証フレーム仮説作成	実証のゴール、システムを作る目的、実証仮説（コンセプト）と段階的に整理。3つの仮説を中心に検討した結果、サンプリング分析や画像AIのオフライン実証等を行いながら、一体的なモデル（構想図）として整理した。
システム開発	<ul style="list-style-type: none"> <li>FY2024にハリタ金属の実際の破碎選別ラインでの実証を行うことを想定し、FY2023はオフライン実証（破砕片ごとの組成判定、教師データ画像作成、AI構築、性能検証）を実施。</li> <li>ビニールシート上に破砕片を配置した状態での性能検証では、最大90%超の正解率となった。</li> </ul>
サンプリング分析	<ul style="list-style-type: none"> <li>上半期は、FY2022に採取したサンプルの溶解分析を引き続き実施し、ハリタ金属の通常時の操業におけるマテリアルバランスの変化、組成分析を実施。</li> <li>下半期は、前頁の仮説②を検証するため、投入条件（入力外乱抑制）・破碎条件を変更して分析を実施。（全5条件のうち、条件1・2の溶解分析を実施）</li> </ul>



## 2. システム開発に至る経緯等

- 忌避物質の混入防止、アルミの純度の安定等の課題・仮説をベースに、破碎工程に画像AIシステムを適用することによって、リサイクル高度化が可能ではないか、という結論に至った。

### 実証に向けた仮説検討(イメージ)

	ステークホルダー	評価指標	データサイエンス(分析技術)	必要なデータ	データ取得の手段	現実世界へのFB方法	...	実現可能性	
アルミリサイクルの高度化 ↳ リサイクル品質の向上 ↳ 製品設計 ↳ ...	破碎事業者	忌避物質の混入を予測・防止する	単位面積あたりの忌避物質の含有量	・画像認識 ・機械学習	・教師データ(大量の画像) ・組成情報	・ライン上のセンサー ・サンプリング分析	一部の選別工程を省略?	...	○
	破碎事業者	より純度の高いアルミを取り出す	・	XXX	XXX	XXX	XXX	...	XXX
	破碎事業者	取り出したアルミの純度のバラつきが少ない	XXX	XXX	XXX	XXX	XXX	...	XXX
	破碎事業者	アルミの残存率を正確に把握する	XXX	XXX	XXX	XXX	XXX	...	XXX
	...	XXX	XXX	XXX	XXX	XXX	XXX	...	XXX

## 2. システム開発に至る経緯等

- 具体的には、非鉄選別後の破砕片に対して、ピース毎の素材種判定を行う画像AIを構築した。

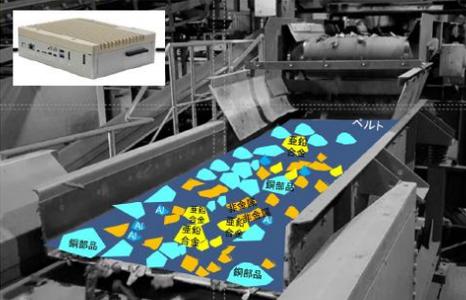
### 破砕片の画像認識AI基礎モデルの作成

JFE

- 「素材種」をピース毎に画像AI判別
- 必要に応じて、後段「選別ゲート」で分別

「素材種」判別・・・人の目で選別できるものが対象  
Lvl.1 展伸材・鋳物材・忌避物質  
Lvl.2 AI・真鍮・亜鉛合金・銅部品・非金属(プラ・基板)  
※AI4000系、5000系、6000系など判別は無理

エッジPC カメラ



本WG検討範囲外

選別ゲート

AI高純度ボックス

忌避物質過多

B級品

選別ルール例

- AI > 90%
- Zn > 10%

「B級品」criteria

例えば

- ①コンベアベルト上 2m区画 ごとに撮影
- ②各金属成分比率判定(忌避物質有無判断)
- ③その 2m区画 ごとに選別ゲート角度を変更し 回収先を分ける

各ボックス内は  
ばらつき低減・商品価値向上

Copyright © 2023 JFE Techno-Research Corporation. All Rights Reserved.

13

### 3.データサイエンス実証\_\_スケジュール(FY2024実施分)

- 2024年度については、NTTデータ経営研究所を中心に最適化のための初期仮説構築を進めた。
- また、NTTデータ経営研究所からの委託先であるJFEテクニサーチを中心に、サンプリング分析、画像AIシステムの開発及びその実証試験(RUN0～2)を進めた。

項目	実施結果（概要）
最適化のための初期仮説構築	<ul style="list-style-type: none"> <li>実証試験及び各種ヒアリングの結果を元に、アルミサイクルへのAI・IoT適用要件・ノウハウの検討・整理、及びアルミ以外の自動車R全般への拡張を見据えた課題・リスク等の整理を行った。</li> </ul>
条件3～5のサンプリング分析	<ul style="list-style-type: none"> <li>FY23における条件3～5で取得したサンプルの溶解処理及び分析を行うことで、シリコン、及びその他10種の元素について、重量等を計測した。</li> </ul>
画像AIの模擬環境での検証及び、RUN0～2における検証	<ul style="list-style-type: none"> <li>HARITA様の破碎選別ラインで実証を行った。具体的には、まずJFE社内に模擬的に環境を構築し、試験、その後、静止画像を対象にしたRUN0、動画を対象にしたRUN1、2の実証をそれぞれ行った。</li> </ul>



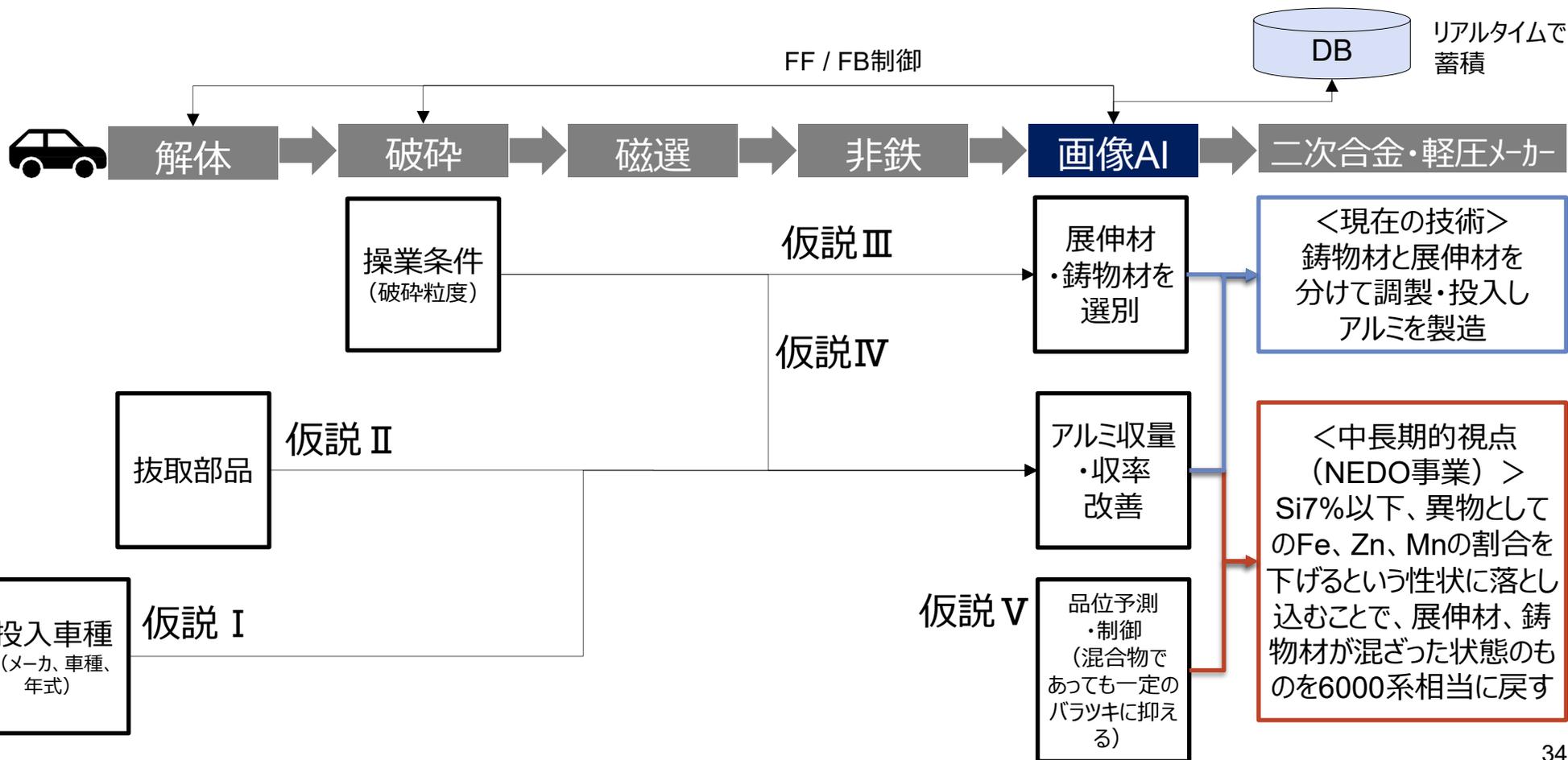
## 4. 実証仮説

- 2024年度においては、2023年度に設定した仮説から、より具体的な検証項目を整理して、以下のI～Vの仮説として改めて整理した。
- 2024年度の実証期間では、下記の仮説について、工場の実ラインにおける検証、及びサンプリング分析の結果等をもとに精緻化を進めた。

仮説	イメージ
<b>仮説Ⅰ</b> <b>投入車種で品位操作ができる</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>〇〇社製車の投入比率↑ → 展伸材比率↑ (23条件1,2 / 24条件5…軽)</li> <li>××社製車の投入比率↑ → 鋳物材比率↑ (23条件1,2 / 24条件5…軽)</li> </ul>
<b>仮説Ⅱ</b> <b>抜取パーツで品位操作ができる</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>△△社製車の□□パーツを解体時に抜き取り → Mg合金含有率↓ (23/24)</li> </ul>
<b>仮説Ⅲ</b> <b>破砕粒度で品位操作ができる</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>破砕粒度小で異物付アルミなどの混成材↓ (単体分離性向上) (24条件3,4)</li> </ul>
<b>仮説Ⅳ</b> <b>操業条件 → 鉄・非鉄収率が変化する</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>破砕粒度大で鉄回収率↑・非鉄回収率↑ (24条件3,4)</li> <li>破砕粒度大で処理速度↑ (24条件3,4)</li> </ul>
<b>仮説Ⅴ</b> <b>画像AIで品位判断ができる</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>展伸/鋳物材/銅/銅線ピース毎選別、個数、面積推定ができる (23オフライン実証、24実ライン実証)</li> </ul>

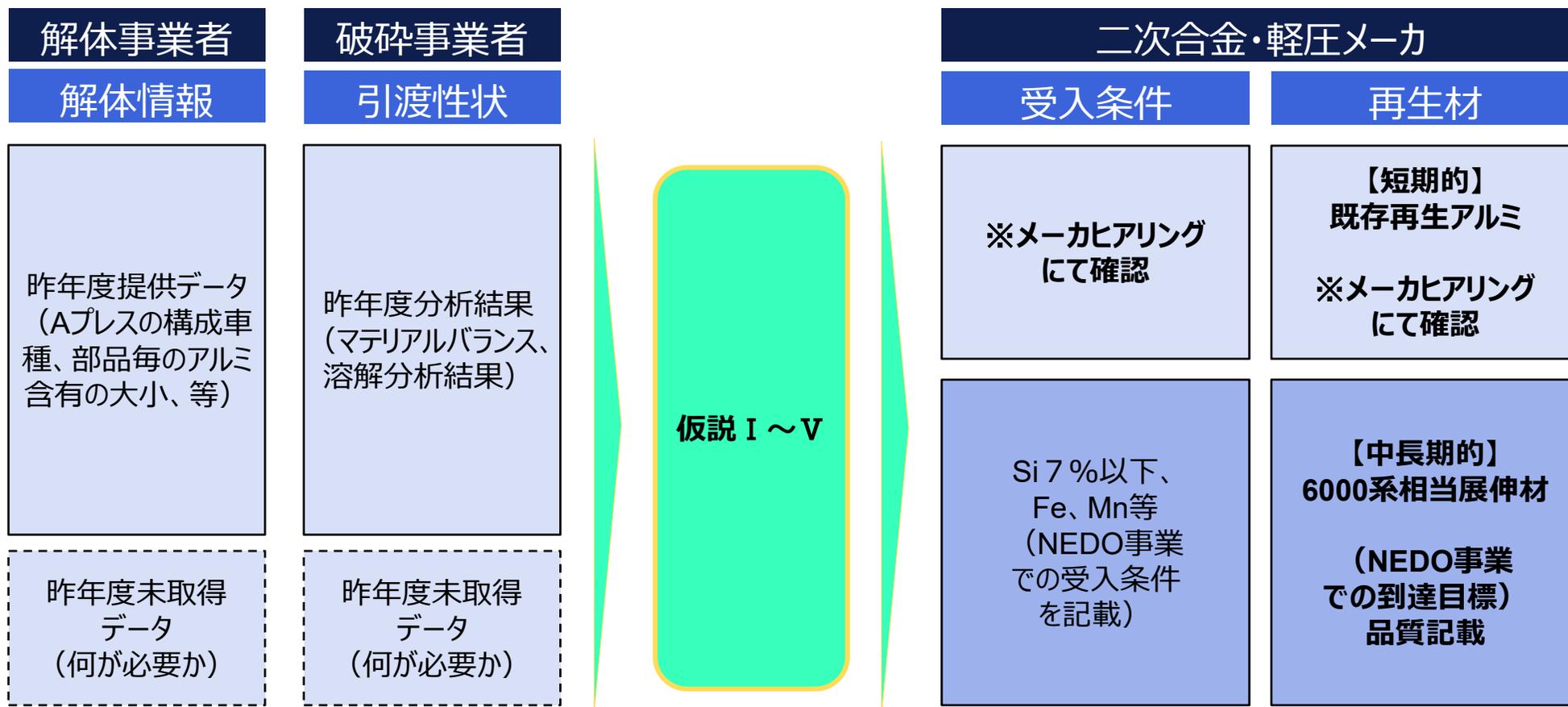
## 4. 実証仮説

- 前頁の仮説 I ~ V について、サンプリング分析や画像AIのオフライン実証等を行いながら、一体的なモデル（構想図）として整理した。
- 画像AIによる判定に加え、リアルタイムで蓄積される画像AIの判別データ、サンプリング分析のデータ等を組み合わせることで、解体・破碎工程へのフィードフォワード・フィードバック制御等が出来ないか検証した。



## 4. 実証仮説

- 2023年度までの分析結果を踏まえ、仮説 I ~ Vによる再生材製造の実現可能性・期待値・課題（実現するために必要となる情報等含む）について取りまとめた。
- 二次合金メーカ(鋳物)、軽圧メーカ(展伸材)(以下、総称して「二次合金メーカ」と記載)へのヒアリングを通じて、短期的・中長期的 双方の観点での受け入れ条件等について取りまとめた。



# 5. システム開発・実証(画像AI)取組概要

- 非鉄選別後の破砕片に対して、素材種判定を行う画像AIシステムをJFEテクノリサーチ社と構築した。
- 破砕工程への投入物を制御したサンプリング分析の結果を活用しながら、破砕片の画像認識AI基礎モデルを作成した。

## 破砕片の画像認識AI基礎モデルの作成

JFE

- 「素材種」をピース毎に画像AI判別
- 必要に応じて、後段「選別ゲート」で分別

「素材種」判別・・・人の目で選別できるものが対象  
Lvl.1 展伸材・鋳物材・忌避物質  
Lvl.2 AI・真鍮・亜鉛合金・銅部品・非金属(プラ・基板)  
※AI4000系、5000系、6000系など判別は無理

本WG検討範囲外

選別ゲート

AI > 90%

選別ルール例

Zn > 10%

「B級品」criteria

AI高純度ボックス

忌避物質過多

B級品

エッジPC

カメラ

例えば

- ①コンベアベルト上 2m区画 ごとに撮影
- ②各金属成分比率判定(忌避物質有無判断)
- ③その 2m区画 ごとに選別ゲート角度を変更し 回収先を分ける

各ボックス内は  
ばらつき低減・商品価値向上

Copyright © 2023 JFE Techno-Research Corporation. All Rights Reserved.

13

# 5. システム開発・実証(画像AI)取組概要

- 前頁で示した画像AIシステムの具体的な検証作業として、2024年度には、HARITAの工場の実ラインで、**RUN0～RUN2の、計3回の実証試験**を行った。
- 最終RUN2においては、鋳物材と銅については約90%、展伸材については80%強の識別一致率を記録した。



## これまでの各画像AIモデル評価の変遷

23年度ラボ～24年度RUN0～RUN2試験でAIモデルのレベルアップを確認(順調)。

年度	試験	取扱画像	検証順	試験	検証目的	結果	結果詳細
23	ラボ	青黒シート上 ピース(静止)	検証①	ラボ	基本性能検証	◎	展伸材/鋳物材の識別一致率:93%～100%(その他素材種も同様)
24	RUN0 (6月)	静止コンベア SS=1/100	検証②	RUN0	現地 <b>ライン</b> 静止 状態での検証	△	展伸材/鋳物材の識別一致率:75%レベルまで悪化(その他素材種も厳しい)
			検証③	RUN1 準備	現地教師画像 での性能向上	◎	正解率97%レベルまで向上
24	RUN1 (9月)	動作コンベア 通常撮影 SS=1/100 ～1/400sec	検証④	RUN1	<b>ライン稼働時</b> の性能検証	△	正解率は65%まで悪化 展伸材/鋳物材の識別一致率:66～86% (Cuは50%オーダー) →P11
			検証⑤	RUN2 準備	<b>稼働時画像学習</b> による性能向上	◎	参考:準カンニング評価/正解率95%以上 まで向上、Cu/Mg合金も同様
24	RUN2 (11月)	動作コンベア <b>高速撮影</b> SS = 1/400 ～1/1000sec	検証⑥	RUN2	<b>ライン稼働時</b> の性能検証	○	正解率は82%(RUN1より向上) 識別一致率では、鋳物材、Cu:90%、 展伸材80%強→P8～10

前段ライン  
振動ブレ排除

# 5. システム開発・実証(画像AI)取組概要

- 仮説1～5の検証結果は以下。各仮説の詳細な検証結果については、次頁以降に示す。



## まとめ 仮説検討結果一覧

仮説	23-24年度検証結果	操業ガイダンス提案
<b>仮説1</b> 投入車種での品位操作	<ul style="list-style-type: none"> <li>トヨタは展伸材重量比率大。ホンダは鋳物材重量比率大</li> <li>軽自動車は、普通車と比較して、アルミックス選別物のZn比率が高い。</li> <li>工場実証試験（2トヨタ評価）において、ミックスメタルのSi値4%目標としたトヨタ車/ホンダ車の混合投入試験を実施した。破碎片のLIBS計測によるSi値は4%とほぼ目標値となった。</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>投入車種制御により、アルミックスのSi濃度FF制御が可能</li> <li>投入車種と解体部品操作による、微量添加金属のFF制御が可能</li> </ul>
<b>仮説2</b> 抜取パーツでの品位操作	<ul style="list-style-type: none"> <li>トヨタ/ホンダ/軽自動車で、アルミコア、銅コア、ハーネスなど基本的な抜き取り部品傾向は同じ。</li> <li>特徴的な材質を使っている部品情報があれば、解体部品情報による抜き取り部品での品位操作は可能である。</li> </ul>	抜取部品によって忌避元素を低減するFF制御が可能
<b>仮説3</b> 破砕粒度での品位操作	<ul style="list-style-type: none"> <li>破砕粒度大（35mm⇒65mm）でアルミックス選別物での展伸材比率増</li> <li>破砕粒度大（35mm⇒65mm）でアルミックス選別物でのZn、Mg合金比率減</li> <li>トヨタ車は、破砕粒度（50mm⇒65mm）でもアルミックス選別物のアルミ展伸材比率増</li> <li>破砕粒度小（35mm）で、25mm以下回収物のCu組成比率が上昇</li> </ul>	破砕粒度増で展伸材比率増のアルミックス品位制御が可能
<b>仮説4</b> 破砕粒度による処理能力、鉄・非鉄収率	<ul style="list-style-type: none"> <li>破砕粒度変更(35mm⇒65mm) 処理量up、鉄回収率up、アルミックス回収率up</li> <li>破砕粒度変更(50mm⇒65mm)では、アルミックス回収率に変化は見られなかった</li> </ul>	廃自動車破砕粒度は、50mm～65mm程度が適正
<b>仮説5</b> 画像AIによる品位判断	<ul style="list-style-type: none"> <li>●RUN0結果               <ul style="list-style-type: none"> <li>学習画像：ラボ静止画 → 検証画像：現地コンベア静止画⇒正解率 63%～75%</li> <li>学習画像：現地コンベア静止画 → 検証画像：現地コンベア静止画 正解率 97%～99%（RUN1モデルに適用）</li> </ul> </li> <li>●RUN1結果               <ul style="list-style-type: none"> <li>検証画像：コンベア稼働時動画 ⇒ 正解率65%</li> </ul> </li> <li>●RUN2結果               <ul style="list-style-type: none"> <li>学習画像：現地コンベア静止画+動画(n増し) → 検証画像：コンベア稼働時動画 正解率82%</li> <li>アルミックス選別物のSi推定を検証して、定量的に推定できることを確認した。</li> </ul> </li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>画像AIによるアルミ展伸材/鋳物材比率のリアルタイムモニタおよび品位推定FB操業ガイダンスが可能</li> <li>2次合金メーカーへのアルミックス選別物のSi組成のオンライン情報提供</li> </ul>

## 5. システム開発・実証(画像AI)取組概要

- 2024年6月に実施した**RUNO**試験では、HARITAの工場の実ラインで、静止画像を撮影しての識別を行った。
- 前頁に記載のとおり、**RUNO**当日は**識別一致率が約75%**だったところ、RUNOで得られた教師画像を使ったAIの改良後は、**約97%**まで向上した。



### RUNO 実施内容・スケジュール

2024年6月21日実施。HARITA射水リサイクルセンター F32コンベアにて各素材種計600ピースを画像撮影。

- 08:30 HARITA様に到着、実施内容説明
- 09:00 カメラセット・画角調整
- 10:00 撮影開始AMの部 目標 200ピース(ヘルメット3名分ご用意: HARITA様)
- 12:00 AMの部終了、昼食(昼食3名分ご用意: HARITA様)
- 13:00 撮影開始PMの部 目標 残り400ピース/全600ピース撮影
- 16:00 撮影終了、纏め議論など
- 16:30 全工程終了



### RUNO 画像撮影実施状況 2024/06/21@HARITA射水リサイクルセンター



Copyright © 2024 JFE Techno-Research Corporation. All Rights Reserved.

# 5. システム開発・実証(画像AI)取組概要

- 2024年10月に実施した**RUN1**試験では、HARITAの工場の実ラインで、ベルトコンベアを稼働させての実証を行った。
- RUN0では静止した状態であったため、稼働した際とのギャップが大きく、識別一致率は**約65%**まで低下した。



## 実証試験RUN1概要 : 日程 10/1(火)~10/2(水) 2日間

- 目的**
- 現場ラインでの画像AI素材種判定精度の確認 (事後LIBS分析結果と照合)
  - 提案5仮説中の破碎粒度FB/投入車種FF試験 (相当) の効果を確認

- 精度確認試験…LIBS分析済みピースを素材別にコンベアへ投入、判別
- 対象自動車スクラップ … メーカー、車種、台数 (廃車総重量 11.5ト)

メーカー	車種	台数	平均単重 (kg)	総重量 (kg)
トヨタ	普通車	10	681	6,810
ホンダ	普通車	7	669	4,680

総重量 11,490 (kg)

- 実証試験5ケース … 破碎粒度FB/投入車種FF試験 (相当) を兼ねる

試験No.	投入車種	破碎粒度	目的	備考 (画像AI計測は全量連続実施 / LIBS計測は中間一部)
1	トヨタ 3台	50mm	トヨタ規準確認	※ 目切れ影響考慮して、3台投入
2	トヨタ 3台	65mm	破碎粒度FB制御	※ トヨタ目切れ影響考慮してNo.1直後に実施
3	ホンダ 2台	50mm	ホンダ規準確認	※ 目切れ影響考慮して、2台投入
4	ホンダ 3台	65mm	破碎粒度FB制御	※ ホンダ目切れ影響考慮してNo.3直後に実施
5	トヨタ4台+ ホンダ2台	65mm	投入車種FF制御 (Si4%目標)	LIBS分析サンプルはトヨタ車・ホンダ車が適切に混ざり合っていることが大事だが、操業では困難ゆえ、最終回収物からJISサンプリングを実施

※各試験の中間安定状態で LIBS分析用に300ピース回収、同タイミングの画像AI結果と比較を実施

# 5. システム開発・実証(画像AI)取組概要

- 2024年11月に**RUN2**試験を実施した。RUN1 と同様に稼働したベルトコンベア上での実証である。
- RUN1 の結果をベースにAIモデルに改良を加えたほか、シャッタースピードを短縮することによって、識別一致率の向上を図った。
- また、当該**RUN2**試験の結果を基に、仮説1～5の検証を行った。



## 実証試験RUN2計画：日程 11/26(火)PM～11/27(水)

- 工場実証試験は2回のRUNを実施した。工場実証試験条件を以下に示す。
- 目的；①RUN1画像AIモデル検証、②カメラシャッタースピード短縮効果検証  
(RUN1:1/400sec → RUN2: 1/1000sec)

### ●対象自動車スクラップ・・・ メーカー、車種、台数（廃車総重量 10.5トﾝ）

メーカー	車種	台数	平均単重 (kg)	重量 (kg)
トヨタ	普通車	9	669	6,022
ホンダ	普通車	7	634	4,438

総重量 10,460 (kg)

参考：前回RUN1時AP

メーカー	車種	台数	平均単重 (kg)	総重量 (kg)
トヨタ	普通車	10	681	6,810
ホンダ	普通車	7	669	4,680

総重量 11,490 (kg)

### ●実証試験5ケース・・・ 破碎粒度FB/投入車種FF試験（相当）を兼ねる

試験No.	投入車種	破碎粒度	目的	備考（画像AI計測は全量連続実施 / LIBS計測は中間一部）
1	トヨタ 3台	50mm	トヨタ規準確認	目切れ影響考慮して、3台投入
2	トヨタ 3台	65mm	破碎粒度FB制御	破碎粒度変化は小さいが、粒度50mm/65mmでの傾向を確認する
3	ホンダ 3台	50mm	ホンダ規準確認	目切れ影響考慮して、3台投入
4	ホンダ 3台	65mm	破碎粒度FB制御	破碎粒度変化は小さいが、粒度50mm/65mmでの傾向を確認する
5	トヨタ3台+ ホンダ1台	65mm	投入車種FF制御 Si 4%目標	トヨタ・ホンダが適切に混ざり合っていることが大事だが操業では困難ゆえ、LIBS計測ピースは最終選別物から適切にサンプリング。

※各試験の中間安定状態で LIBS分析用に、アルミミックス選別工程で300ピースオンライン回収、同タイミングの画像AI結果と比較を実施

# 5. システム開発・実証(画像AI)取組概要

- **RUN2**試験の結果から、仮説1(投入車種の変更による品位操作)について、Siの値をリアルタイムで制御することが可能であることが示された。



## 仮説1 投入車種での品位操作 計画と結果

去年までに集めたデータ	・投入車種トヨタ車(条件1)、ホンダ車(条件2)、車種混合31台投入(22年度下期:混合1)の元素分析データと元素マテバラ解析データ
今年集めたデータ	・軽自動車(条件5)の元素分析と元素マテバラ解析データ
今年度の実施項目	・軽自動車(条件5)の熔融元素分析 ・条件5の元素・重量マテバラ解析と条件1、2、5の選別特性解析
今年度の実証のアウトプット	①投入車種構成の操作による選別品の品位、回収率のFF操業ガイダンス提案 ⇒Si組成4%制約でのFF操業ガイダンス提案例(下表) 例えば、アルミミックス選別品でSi組成4%想定なら、トヨタ車:ホンダ車=3:1の重量比で投入 ②画像AIと組み合わせたFB操業ガイダンス化 ⇒画像AI実証試験時の試験条件、方法は後述する(FB模擬)。

### ●工場実証試験でのFF操業ガイダンス実証

	投入車種 重量比率 (%)			非鉄ミックスSi分析値 (%) (*1)
	トヨタ	ホンダ	軽	
実績データ	100	0	0	3.2
	0	100	0	5.7



	投入車種 重量比率 (%)			非鉄ミックス目標Si値 (%)
	75	25	0	
目標値	75	25	0	3.8
工場実証値	75	25	0	4.0 (*2)

### ●結果

- ・トヨタ車、ホンダ車、軽自動車でアルミミックス合金種組成が異なる。
- ・LIBS計測の結果、トヨタ車は展伸材比率が、ホンダ車、軽自動車では鋳物材比率が高い。
- ・軽自動車では、アルミミックスのZn合金比率が20%以上あり、普通車に比べて高い。
- ・トヨタ車/ホンダ車の混合投入による、アルミミックス回収物のSi制約操業の実証試験を実施した(左表)。
- ・投入条件:トヨタ車2,128kg(75%比率)、ホンダ車714kg(25%比率)
- ・破碎粒度設定:65mm
- ・混合投入量に対して、回収率換算したSi値は4.0%となった。
- ⇒LIBS計測値を、各車種の回収率を考慮した回収量推定比率で、換算したSi値は、目標値となった。投入車種制御による、品位FF操作の操業ガイダンス化は可能である。また、画像AIによる品位モニタの活用でリアルタイムFB操業が可能である(後述)。

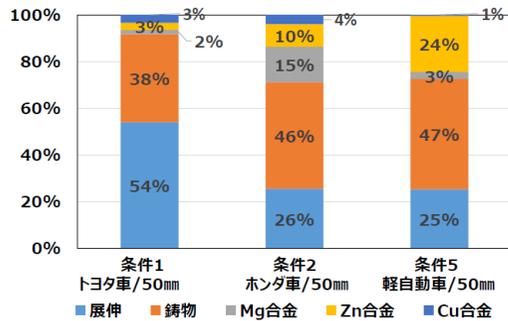
(\*1) 設定粒度65mm、LIBS計測 (\*2) 回収率を考慮した回収量推定比で換算

# 5. システム開発・実証(画像AI)取組概要

- 仮説1の検証の中で、メーカ・車種ごとの投入量や組み合わせを調整することで、回収物の組成の均一性を上げられる可能性があることが示された。

## 仮説1 投入車条件での比較 (アルミックス合金種組成)

### ● LIBS計測によるアルミックス破砕片の合金種の重量比率



### ● アルミ合金中の鋳物材、展伸材比率

	条件1	条件2	条件5
鋳物材比率	41%	64%	64%
展伸材比率	59%	36%	36%

・投入車種操作による選別物品位の影響評価(仮説1)のため、10トヨタ車の破砕試験を実施した。

・アルミックス回収破砕片のLIBS計測による材質計測を行った。

・トヨタ車は展伸材比率が50%超で、アルミ材比率も90%以上と高い比率である。

・ホンダ車は鋳物材比率が50%程度。Mg材比率が他車種と比べて高い。

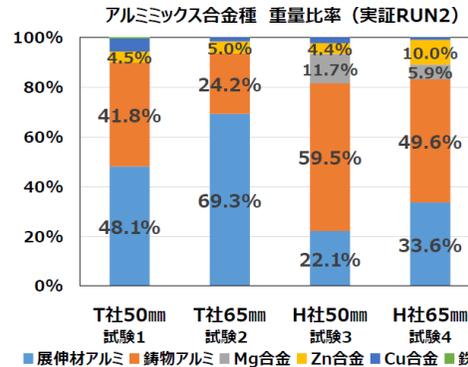
・軽自動車は鋳物材比率が50%程度。Zn合金比率が20%以上で、普通自動車と比べて高い値であった。

### ● 車種によりアルミックス合金種組成が異なる。

・トヨタ車は展伸材比率が、ホンダ車、軽自動車では鋳物材比率が高い。

・実証試験でも車種影響を検証する。

## 仮説1 実証試験でのアルミックス回収物の合金種重量比率



・実証試験RUN2でのアルミックス回収物のLIBS計測による材質比率を左図に示す。

・両社で、破砕粒度を50mm/65mmに変えた条件で破砕選別試験を行い、試験時に約300破砕片をコンベアからサンプリングして、オフラインでLIBS計測した。

### ① 仮説1 (メーカによる違い) 検証

・トヨタ車とホンダ車の破砕選別試験結果を比較する(試験1と3及び試験2と4の比較)

・展伸材、鋳物材比率およびMg比率などで、両社の違いが見られた。

・例えば、試験2 (トヨタ車/65mm粒度設定) と試験4 (ホンダ車/65mm) を比較すると、展伸材アルミはトヨタ車は70%でホンダ車の2倍の比率を示した。

・ホンダ車は、アルミックス回収物の鋳物材比率が高かった。

・今後の検討が必要であるが、車種の投入組み合わせを調整することで回収物組成の均一性を上げられる。

# 5. システム開発・実証(画像AI)取組概要

- **RUN2**試験の結果から、仮説2(解体部品による品位操作)について、忌避元素とされるMgについてFF(フィード・フォワード)制御を行うことが可能であることが示された。



## 仮説2 解体部品での品位操作 (忌避元素の低減)

去年までに集めたデータ	・トヨタ車(条件1)、ホンダ車(条件2)、車種混合31台投入(22年度下期:混合1)の解体部品データと解体特性解析および条件3~5での解体部品データ
今年集めるデータ	・特徴材質部品の調査(Mg材、Cu材)
今年度の実施項目	・条件3~5の解体部品特性データ整理、元素分析・マテバラ解析 ・工場実証試験での投入車種制御による忌避物質の組成解析
今年度の実証のアウトプット	<ul style="list-style-type: none"> <li>・忌避物質低減化のFF操業ガイダンス提案</li> <li>⇒23年度の破碎粒度50mmでの溶融元素分析値をもとに、アルミックス選別物でMg組成4%以下で組成制御を目標とすると、トヨタ車、ホンダ車投入時の投入設定は、3:1重量比で投入する</li> <li>・更なるMg低減化が必要な場合の操業ガイダンス検討</li> <li>①解体工程へのMg部品除去連携 ②重液選別適用 など</li> </ul>

	投入車種 重量比率 (%)		アルミックスMg分析値 (%)	AL組成率 (%)
	トヨタ	ホンダ		
23実績値	100	0	2.3	88
	0	100	8.9	86

●条件5(軽自動車)の解体傾向を調査した。23年度実施の普通車との解体傾向を比較した。ECU(電子制御部品)、アルミコア、銅コア、ハーネスのような単一非鉄金属部品は高い解体率を示しており、基本的な解体傾向は普通車と違わなかった。

・今回、工場実証試験時に、トヨタ車/ホンダ車の投入重量を制御して、アルミックスのMg値のFF組成検証を行った(左図)

・破碎粒度条件、投入量、分析方法など23年度条件とは異なるが、混合投入により、Mgの目標上限を下回る組成値となった。  
詳細結果は後述する。

・さらに、n増しデータを得ることで、微量添加金属組成の組成を想定した投入物制御のFF操業ガイダンス化が可能となる。

### ●24年度の工場実証

	投入車種 重量比率 (%)		アルミックスMg上限値 (%)	AL組成率 (%)
	トヨタ	ホンダ		
目標設定	75	25	4(23実績より推定)	88
実証実績	75	25	0.3(*2)	84

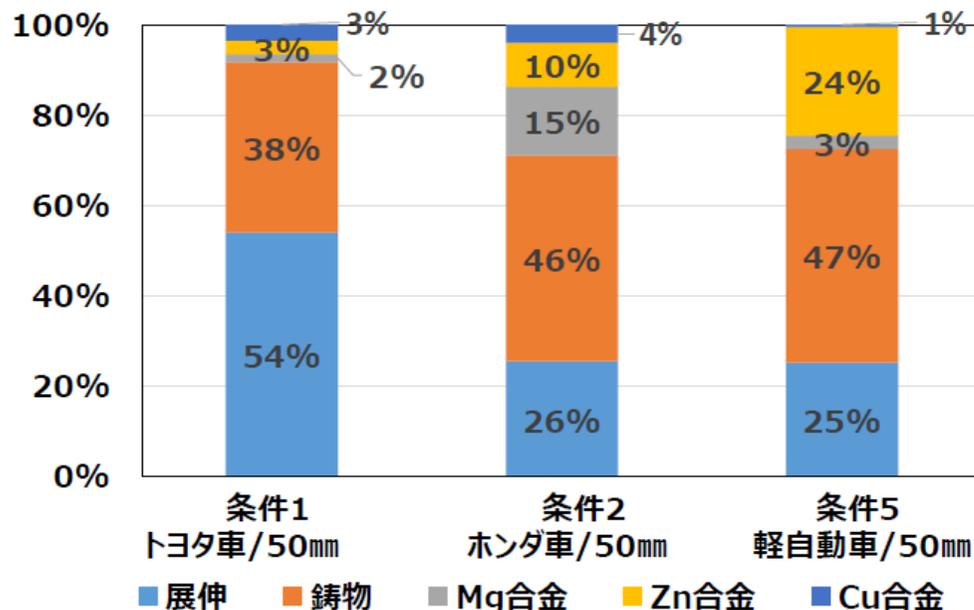
(\*1)破碎粒度50mm、溶融元素分析 (\*2)設定粒度65mm、LIBS計測

# 5. システム開発・実証(画像AI)取組概要

- 同様に、解体コスト/メリットによって解体傾向は決まるものの、特定の元素を多く含む部品の回収によって、品位調整が可能であることが示された。

## 仮説2 解体傾向による組成比較 (アルミミックス合金種組成)

### ● LIBS計測によるアルミミックス破砕片の合金種の重量比率



### ● アルミ合金中の鋳物材、展伸材比率

	条件1	条件2	条件5
鋳物材比率	41%	64%	64%
展伸材比率	59%	36%	36%

- メーカー別、車種別の解体傾向を調査した。
- ECU、アルミコア、ハーネスなど基本的な解体部品傾向に差は見られない。
- 銅コアはトヨタ、軽自動車で解体比率が高い。
- アルミミックス回収破砕片のLIBS計測による材質計測結果から、アルミ以外の材質の特徴として、
- ホンダ車は **Mg材比率が他車種と比べて高い。**
- 軽自動車は **Zn合金比率が20%以上で、普通自動車と比べて高い値であった。**



- 現状の解体傾向に大きな差は無いが、車種によりアルミミックス合金種組成が異なる。
- 解体コスト/メリットで解体傾向は決まると考えられるが、Mg、Zn部品など特徴部品の解体が可能ならアルミミックス回収物での品位調整が可能である。

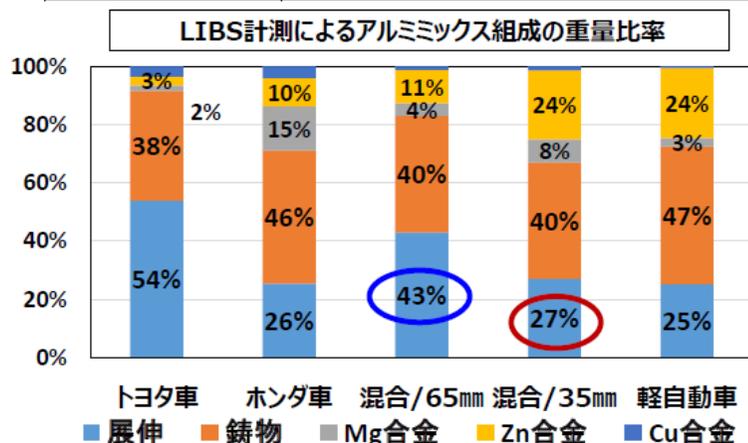
# 5. システム開発・実証(画像AI)取組概要

- **RUN2**試験の結果から、仮説3(破碎粒度による品位操作)について、65mmとすることが適正であることが示唆された。
- また、画像AI解析によるリアルタイムでのアルミの組成評価の可能性も示された。



## 仮説3 破碎粒度による品位操作

去年までに集めたデータ	・破碎粒度50mmのトヨタ車(条件1)、ホンダ車(条件2)の溶融元素分析、元素マテバラデータ ・アルミミックス選別破砕片のLIBSによる材質分析データ
今年度集めたデータ	・破碎粒度65mm(条件3)、破碎粒度35mm(条件4)のアルミミックス破砕片のLIBS材質計測データ、元素分析およびマテバラ解析データ
今年度の実施項目	・条件3、条件4でのアルミミックス破砕片のLIBS材質計測と破碎・選別物の溶融元素分析 ・条件1～5のアルミミックス選別物の材質解析 ⇒破碎粒度変化によるアルミミックス品位解析および純度、回収率解析
今年度の実証のアウトプット	・破碎粒度変化による選別品の純度、回収率のFF操業ガイダンス提案 ・画像AIと組み合わせて、リアルタイムアルミ品位推定と出荷先(用途先)ガイダンス化の可能性を示した。



### ●結果

- ・左図にLIBS計測によるアルミミックス回収物の合金種組成を示す。普通車/軽自動車の混合投入時の破碎粒度65mm(条件3)は、破碎粒度35mmと比較して、アルミ展伸材比率が上がり、選別物の異種金属比率が下がり、アルミ純度が向上している。
- ・人による材質判断データから、35mmに破碎粒度を細かくしても異物付き破砕片の比率は変化しなかった。
- ・工場実証試験時の投入重量は少ないが、投入車種を明確化(トヨタ車、ホンダ車)して、破碎粒度50mm/65mmの比較条件で実証試験を実施した。結果は後述する。
- ・破碎粒度は、65mm程度が適正と考える。画像AI解析によるリアルタイムでのアルミ組成評価は可能である(後述)。

## 5. システム開発・実証(画像AI)取組概要

- 展伸材比率の向上、アルミ比率の向上、という点においては65mmの破碎粒度が適正と考えられた。
- 他方で、車種等によって、より適した条件が存在する可能性もある点には留意が必要。



### 仮説3 アルミミックス破碎粒度での品位影響解析

- 破碎粒度を大きくすることで、アルミミックス選別物では、
  - ・異種金属混入比率が減少（＝アルミ回収純度向上）している。
  - ・展伸材アルミ比率が上昇している
- 人手によるアルミミックス選別物の材質判断では、破碎粒度を35mmに小さくしても、異物付き個数、重量に変化は見られなかった。
- 破碎粒度を35mmに細かくしても、重液選別重量物側にアルミ組成が40%程度存在する。



- アルミミックス選別物のアルミ展伸材比率向上、アルミ比率向上の点では、今回の試験範囲では、破碎粒度65mmが適正である。
- アルミミックスの品位操作では、投入車種、破碎粒度で適正な破碎条件が有ると考えられる。  
⇒工場実証試験で、設定可能な条件で、投入車種、粒度影響を確認した

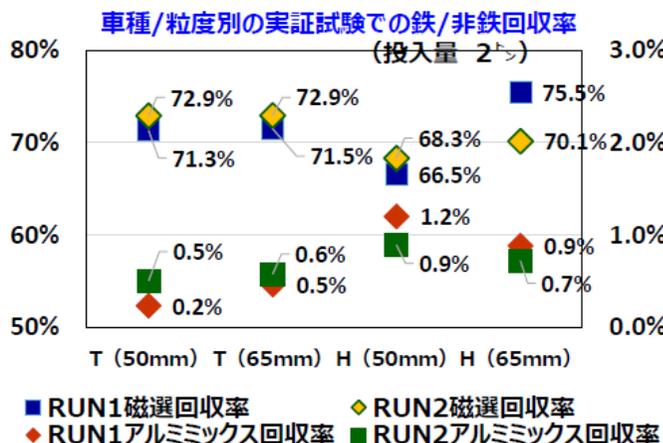
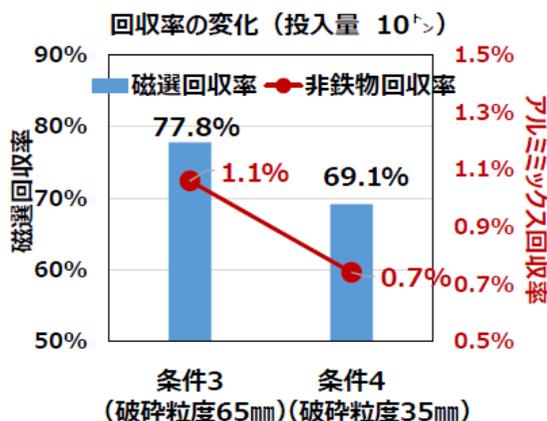
# 5. システム開発・実証(画像AI)取組概要

- **RUN2**試験の結果から、仮説4(破碎粒度による処理能力の向上)について、破碎粒度を大きくすることが処理能力が上がる可能性がことが示唆された。
- 一定の品質を維持しながら、処理能力を優先するような操業ガイダンスの可能性も示された。



## 仮説4 破碎粒度による処理能力、マテバラ解析

去年までに集めたデータ	・条件3(破碎粒度65mm、車種混合)、条件4(破碎粒度35mm、車種混合)の重量マテバラデータ
今年度集めるデータ	・条件3、4の非鉄ミックス破砕片のLIBS材質分析、熔融元素分析、マテバラ解析データ
今年度の実施項目	・条件3、4の非鉄ミックス破砕片のLIBS材質分析と熔融元素分析 ・条件3、4の処理能力、純度、回収率解析
今年度の実証のアウトプット	・破碎粒度操作による選別品の処理能力、回収率のFF操業ガイダンス提案(下図) ・画像AIと組み合わせたリアルタイム品位推定。出荷先(用途先)ガイダンス化



・処理量10<sup>ト</sup>で粒度設定を35mm/65mmと2倍変化した場合、鉄回収率は10%、非鉄回収率も向上した。

・工場実証試験で追加検討を実施した。粒度変化が50mm/65mmと小さく、処理量が2<sup>ト</sup>と少ない影響かは分からないが、①アルミ回収率、②トヨタ車の鉄回収率に変化は見られなかった。

・投入車種限定して、20<sup>ト</sup>~30<sup>ト</sup>投入による試験操業でのn増しデータが得られれば評価精度が高まる。

・破碎粒度を大きくすることで、処理能力は上がる。

⇒適正品質による処理能力優先操業ガイダンスへの展開は可能性が有る

# 5. システム開発・実証(画像AI)取組概要

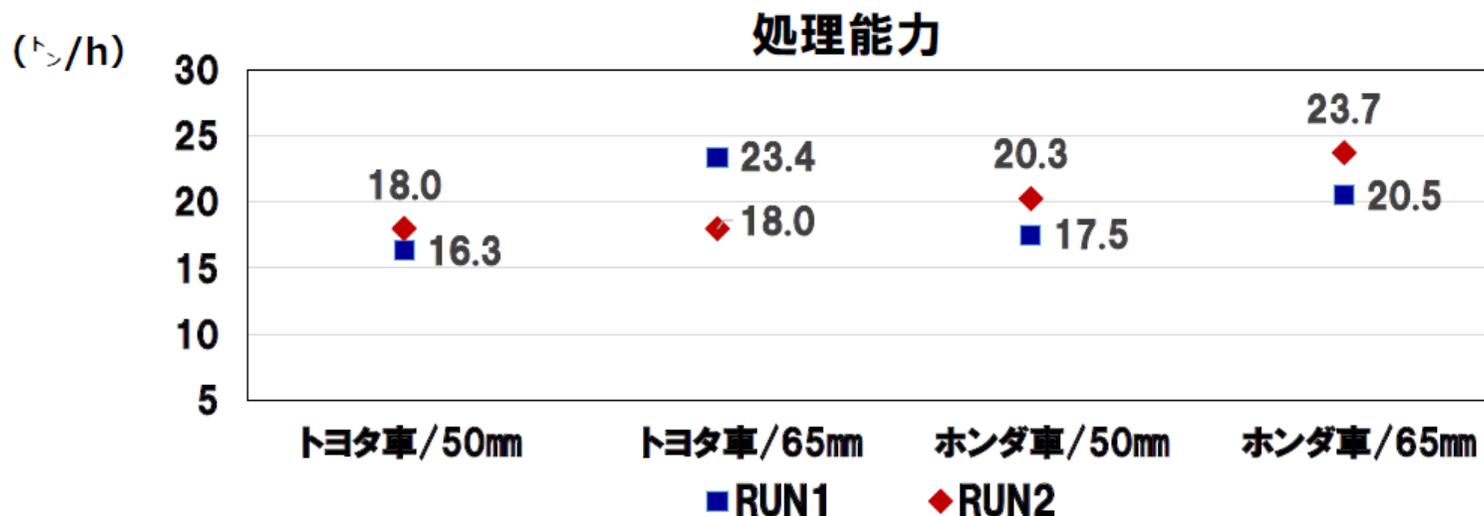
- RUN1、2試験の結果から、破碎粒度を大きくすることで処理能力が向上する傾向が見出された。



## 仮説4 破碎粒度の違いによる処理能力の変化

### ● 工場実証試験でのメーカー、破碎粒径による処理能力の変化

- ・破碎粒度を変化させて(50mm/65mm)、処理能力の傾向を解析した。
- ・今回のメーカー別の車両投入量は2~3台で、数分の処理時間のため、定常状態での傾向が得られてない可能性があり、定量的な評価はできないが、定性的には、以下の傾向が得られた。
- ・トヨタ車、ホンダ車ともRUN1、2を平均すると、破碎粒度を大きく(65mm)すると、処理能力は増大した。
- ・昨年度の投入量10<sup>ト</sup>規模の試験結果と同じ傾向を示した。



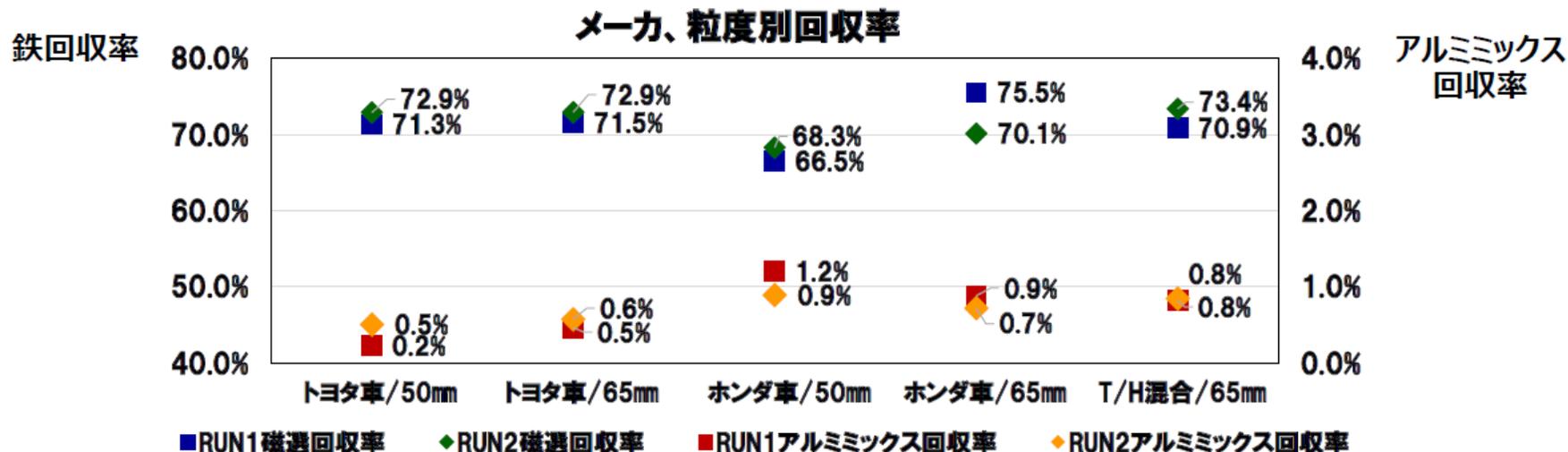
# 5. システム開発・実証(画像AI)取組概要

- **RUN1、2**試験の結果から、破碎粒度によるアルミ回収率は変化が無いことが示された。
- 鉄回収率については、ホンダ車の場合、破碎粒度を大きくすることで上昇する傾向が見られた。



## 仮説4 破碎粒度の違いによる鉄/非鉄回収率の変化

- メーカー別に破碎粒度を変化させて、回収率の傾向を解析した。
- 今回の投入量は、車両2~3台で、数分の処理時間のため、定常状態での傾向が得られてない可能性があるが、RUN1、RUN2のデータを以下に示す。
- トヨタ車では、破碎粒度を50mm、65mmと変えても、鉄回収率は変化が無かった。
- ホンダ車では、破碎粒度を大きく(65mm)すると、鉄回収率が上昇する傾向が見られた。
- 50mm/65mm程度の破碎粒度の変化では、アルミミックス回収率は変化が無かった。
- 投入量は、車両2~3台と少なく処理時間も数分と短いですが、RUN1、2で回収率は同様の傾向が得られた。



# 5. システム開発・実証(画像AI)取組概要

- **RUN0~2**試験の一連の結果から、仮説5(画像AIによる素材判定)は十分に有効であることが示された。



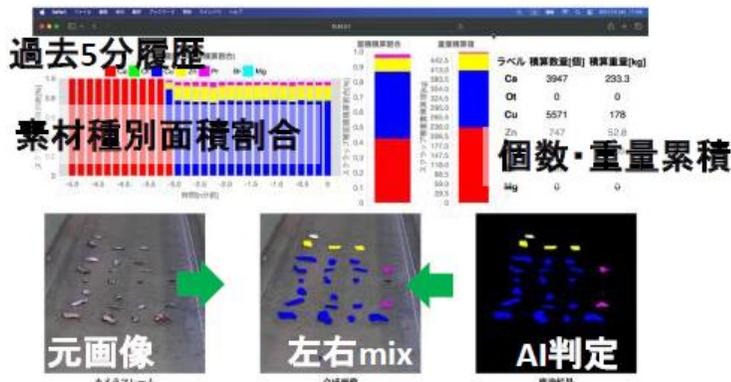
## 2024年度画像AI実証試験概要(仮説5)

昨年度までの実証のアウトプット	ラボ内青・黒シート上での画像AIによる <b>素材種判定を実施、正解率 95%</b> 程度を確認 (素材種: 鋳物材AI/展伸材AI/銅/銅線/亜鉛/真鍮/その他異物)	
今年度の実証項目 <b>突破碎選別ラインでの品位判断</b>	準備	JFE-TEC試験棟に設置した仮設コンベアにてシステム事前動作チェック
	RUN0	<b>現場撮影画像学習によるモデル構築 → 机上での正解率97.3%確認</b>
	RUN1	実証1回目... <b>素材種判定(重量推定) + FB/FF模擬試験</b>
	<b>RUN2</b>	<b>実証2回目... 新AIモデルによるRUN1追試</b>
今年度のアウトプット	<ul style="list-style-type: none"> <li>・画像AIにより <b>(全体)正解率82%</b>を確認</li> <li>・画像AI情報のFF/FBオペレーションにより、<b>素材種含有率調整の有効性</b>を確認</li> </ul>	

| 報告



2024年度実証試験対象



実証システム出力画面例 2024/9/25revise



(補足)複数端末での同時チェック

# 5. システム開発・実証(画像AI)取組概要

- 開発・実証したAIモデルは2023年度、2024年度の間で2度のレベルアップが行われた。
- 最終形であるRUN2使用モデルでは、十分な判定精度が得られた。



## 本PJにおける各画像AIモデルの呼称

- ・23年度～24年度に画像AIモデルのレベルアップを実施。
- ・転換ポイントは、  
①ラボのみ→②HARITAコンベア静止状態での評価→③コンベア動作状態での評価

構築年度	モデル呼称	教師画像	主な特徴
23年度	ラボモデル	ラボ内青シート上ピース ラボ内黒シート上ピース	・ラボ内シート上ピースに対しては、展伸材アルミ、鋳物材アルミ、銅、亜鉛、Mg合金、Zn合金など精度良く判定 ・HARITAコンベア上ピースに対しては判定精度↓
24年度	RUN1使用モデル	HARITAコンベア上ピース (コンベア静止)	・コンベア上ピース(静止)の判定精度は良好 ・コンベア動作時(RUN1)判定精度は静止時より悪化 ↑コンベア振動ブレが主原因と思われる
24年度	RUN2使用モデル	HARITAコンベア上ピース (コンベア静止) + コンベア動作時ピース	・教師データのn増し(動画を取込) 対策 ・入力画像取得時のシャッター速度短縮 ・モデル作成時の検証(RUN1動画の一部を学習、残りをテスト)では良好 ・コンベア動作時(RUN2)判定精度はRUN1より向上

## 5. システム開発・実証(画像AI)取組概要

- 最終的な結果として、鋳物材、展伸材、銅については素材判別が可能である見通しが立った。
- また、個数の判定については概ね問題無いものの、重量については、厚みや比重等の情報取得が課題である。



### まとめ(HARITA社における実証試験)

---

#### • 精度確認試験

-正解率: 82%、識別一致率: 鋳物材93%、展伸材82%、Cu88%

識別正解率: 鋳物材76%、展伸材87%、Cu90%

上記素材種ではオンライン測定可能の見通しを得た

-学習データ増しによるモデル改良、シャッター速度短縮による入力画像ブレ除去が  
精度向上に寄与

-展伸材の面積が小さいピースに課題有り

#### • 実証試験(破碎粒度FB/投入車種FF試験(相当)を兼ねる)

-全体個数はLIBSに対して、-4%~7%の誤差と良好

-重量についてはLIBS対して、25-55%の誤差 厚み、比重情報の取得が課題

-Si推定調査では定性的な傾向は一致、濃度1%以内の誤差に収まる

低価値材/高価値材の品位判断は可能

## 5. システム開発・実証(画像AI)取組概要

- RUN2試験の結果から、画像AIシステムの精度向上には、面積が小さいピースを前段フィルタで除去すること、高性能な機器やカメラを導入することで一定の成果が得られると考えられる。



### 正解率向上へのアクション(今後の課題)

- 1.面積が小さいピース(=重量的には寄与小さい)を前段フィルタで除去  
(面積が比較的大きい(=正解率が高い)割合を高める)
- 2.モデルの精度向上  
展伸材の小さい面積、銅の大きい面積を中心にn増し→効果は不透明  
小さい面積にも対応できるモデルを搭載(トレードオフ:マシンスペック(速度、大きさ))  
高性能カメラの導入

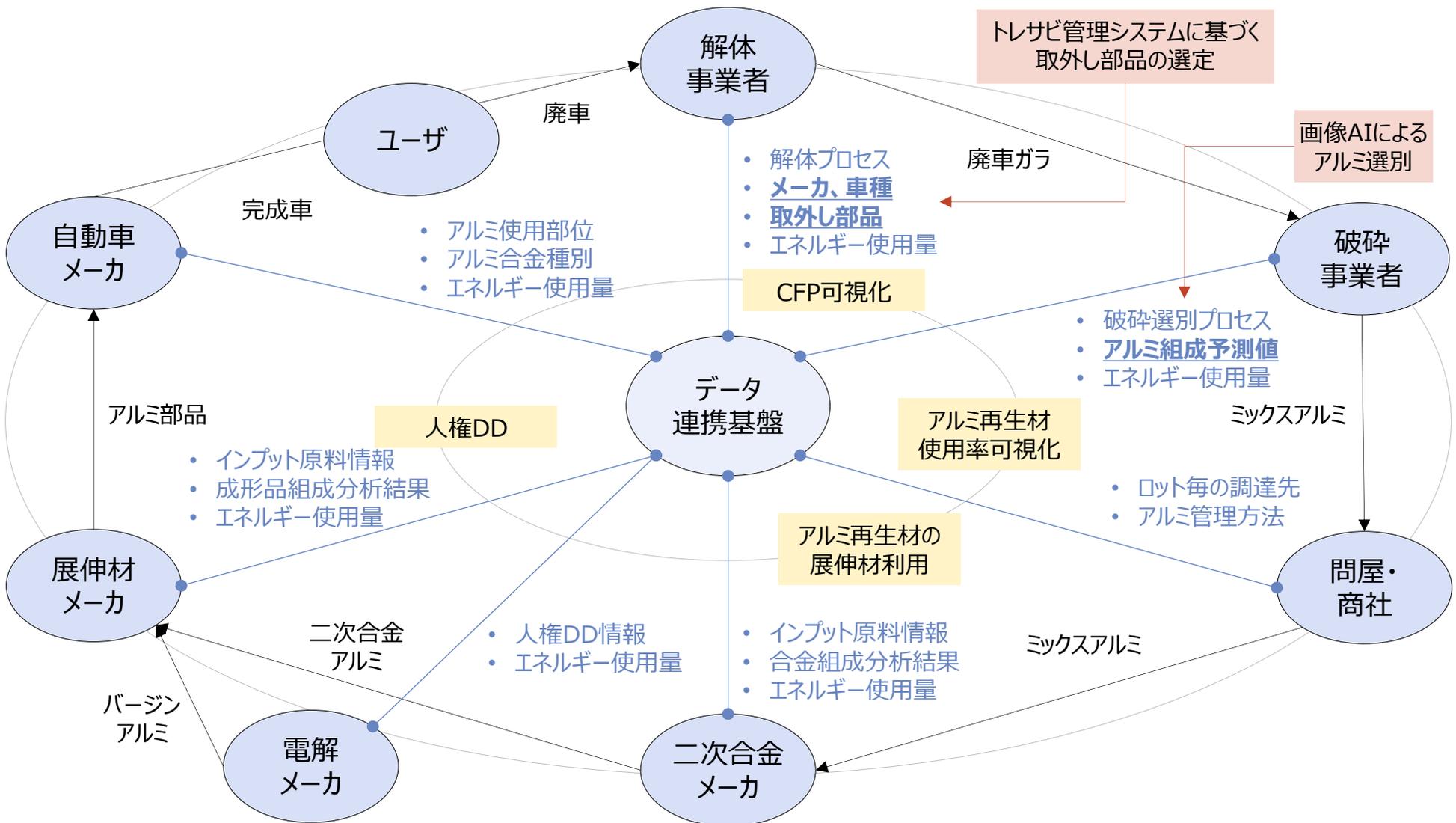
**IV**

**本事業の検討を通じたアルミリサイクルの世界観**

# 1. 本事業の最終アウトプットイメージ

- データサイエンス×データ連携基盤の世界観（ユースケース：アルミ）

• 各プレイヤーからの連携データ  
 凡例 データ連携基盤からの連携情報  
 AI/IoTの活用（一例）



# 1. 本事業の最終アウトプットイメージ

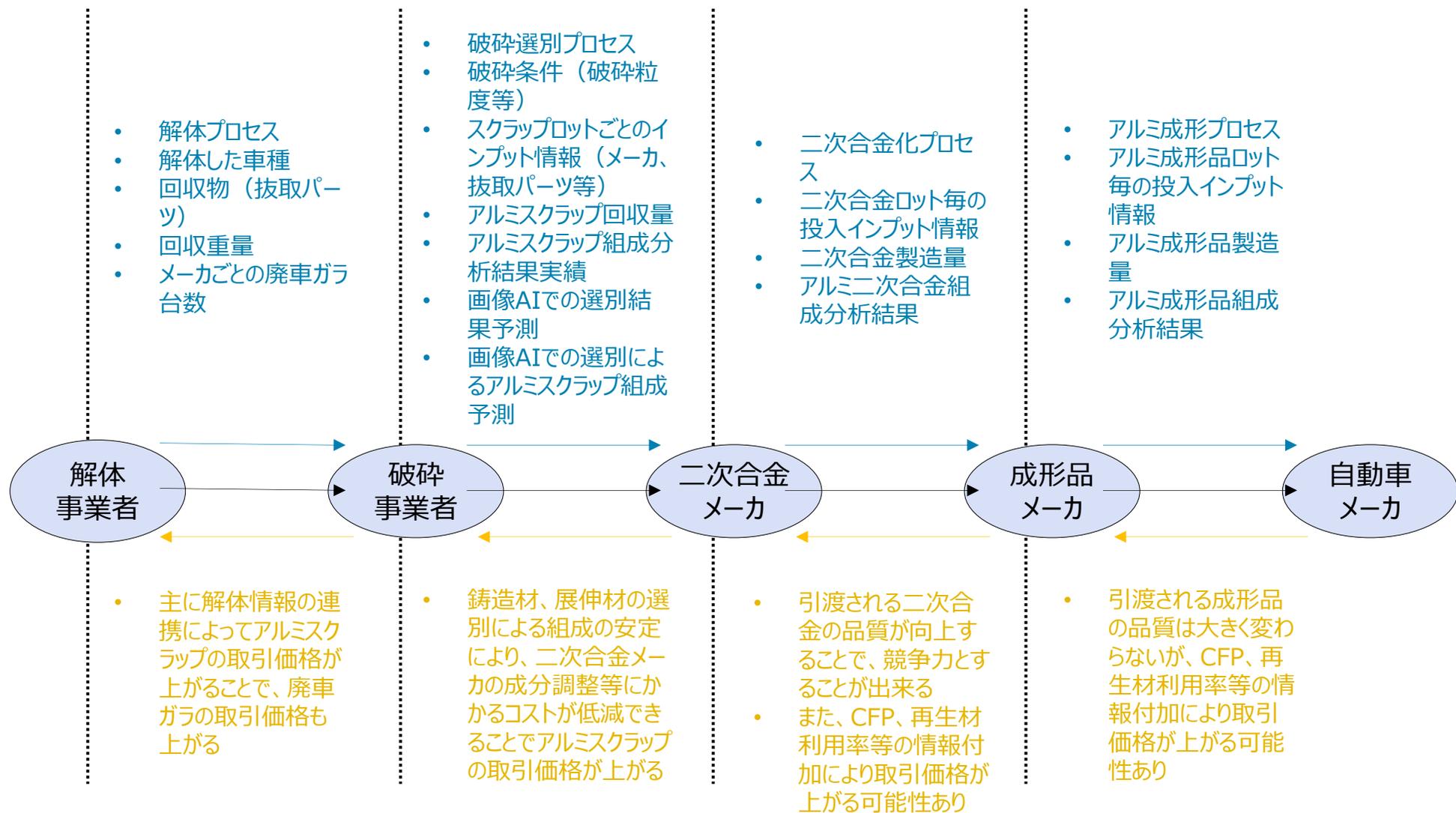
- 両WGの検討結果を踏まえ、提供データと短期・中長期のメリットを再整理した。

主なステークホルダー		自動車メーカー	解体事業者	破砕事業者	二次合金メーカー	成形品メーカー
提供するデータ		<ul style="list-style-type: none"> <li>アルミ使用箇所</li> <li>アルミ使用量</li> <li>アルミの合金種別</li> <li>アルミ調達品質基準</li> <li>自動車解体方法</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>解体プロセス</li> <li>解体した車種</li> <li>回収物（抜取パーツ）</li> <li>回収重量</li> <li>メーカーごとの廃車ガラ台数</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>破砕選別プロセス</li> <li>破砕条件（破砕粒度等）</li> <li>スクラップロットごとのインプット情報（メーカー、抜取パーツ等）</li> <li>アルミスクラップ回収量</li> <li>アルミスクラップ組成分析結果実績</li> <li>画像AIでの選別結果予測</li> <li>画像AIでの選別によるアルミスクラップ組成予測</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>二次合金化プロセス</li> <li>二次合金ロット毎の投入インプット情報</li> <li>二次合金製造量</li> <li>アルミ二次合金組成分析結果</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>アルミ成形プロセス</li> <li>アルミ成形品ロット毎の投入インプット情報</li> <li>アルミ成形品製造量</li> <li>アルミ成形品組成分析結果</li> </ul>
		<ul style="list-style-type: none"> <li>プロセスにおける使用エネルギー量</li> </ul>				
メリット	現在の技術（短期）	<ul style="list-style-type: none"> <li>低CFPアルミの調達</li> <li>アルミの国内循環による安定調達</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>廃車ガラの取引価格向上（二次合金の成分調整コスト低減の範囲）</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>アルミスクラップの取引価格向上（二次合金の成分調整コスト低減の範囲）</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>成分調整等にかかるコストの低減</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>低CFPアルミの調達</li> <li>アルミの国内循環による安定調達</li> </ul>
	中長期視点	<ul style="list-style-type: none"> <li>低CFPアルミの調達</li> <li>再生材を使用した展伸材の調達</li> <li>アルミの国内循環による安定調達</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>廃車ガラの取引価格向上（二次合金の取引価格向上の反映）</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>アルミスクラップの取引価格向上（二次合金の取引価格向上の反映）</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>展伸材利用による二次合金の取引価格向上</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>低CFPアルミの調達</li> <li>再生材を使用した展伸材の調達</li> <li>アルミの国内循環による安定調達</li> </ul>

# 1. 本事業の最終アウトプットイメージ

青色：情報の流れ  
 黒色：モノの流れ  
 黄色：お金の流れ(単位：円/kg)

- データサイエンス×データ連携基盤の世界観  
 (ユースケース：アルミ組成・短期(鋳物材))



# 1. 本事業の最終アウトプットイメージ

黒色：モノの流れ  
 黄色：お金の流れ(単位：円/kg)  
 赤：従来の価格イメージ  
 青：世界観が実現した場合の理想の価格イメージ

- これまでのヒアリングや検証、前頁までの検討を踏まえて、各ステークホルダーがメリットを享受できる仮説を構築した。
- これについて、2024年12月時点での仮説は以下のとおり。その後ヒアリングを経て精緻化した

(前提として) 静脈→動脈に至るサプライチェーンに共通する、データ連携基盤及びアプリを基点とした、製品及び部品レベルの情物一致・トレーサビリティ管理の実現

取外部品や投入車種に関する操業ガイドライン等の策定(供給側)・再生材受入品質の開示(調達側)、  
 が整備された上では、画像AIによる品位判断によって、Si、銅、鉄、Mg等の含有が一定範囲で安定したミ  
 ックスアルミが、ローコストで供給・調達可能に

(将来)組成コントロールに加えて、NEDO等の技術開発進展、また例えば、鋳物材を混ぜた展伸材**相当材**におけるメーカー側の品  
 質の摺合せも等をクリアすることで、**アルミ水平リサイクルが実現**  
 リサイクル率やCFPIに関する法規制の整備による再生材の利用増

解体プロセスの**最適化・標準化による、コスト削減**  
 加えて、解体後の廃車ガラの取引価格の向上も見込める

組成が一定に収まることで、  
**例えば、鋳物系ミックスアルミの取引価格が向上(50~150円/kg ↑4割程度)**  
 (将来的に)展伸材でも同じ効果が期待出来る可能性

一定範囲のミックスアルミを安定して調達することで、**都度の契約や成分調整に掛かっていたコストが低減**  
 再生アルミの付加価値をメーカー以降に転嫁可能に

バージンアルミを用いないことによる、低CFPなアルミ部品(**脱炭素**)  
 高い水平リサイクル率を満たしたアルミ部品(**資源循環**)  
 国内におけるアルミ資源循環の実現(**経済安保の確保**)



アルミ鋳物材における前後の価格イメージ

破碎⇔二次合金間の価格上昇に伴い、解体⇔破碎間の価格も上昇

品位の安定によって、取引価格が上昇(AI導入コストはあるものの、それを上回る利益がある想定)



500	500
利益	利益
コスト	コスト
買値	買値

買値は上がるものの、品位と供給が安定することで、コストが減少、その分利益が増加

600	600
買値	付加価値
	買値

付加価値としてのCFPI、リサイクル率をクリアした部品を入手可能。付加価値付与に必要なコストはAI/IoTで可能な限り抑えられる

# 1. 本事業の最終アウトプットイメージ

- 今回、最終アウトプットイメージの検討、及びその実現のための課題を整理するに当たって、解体事業者、二次合金メーカ、成形品メーカを含む、アルミリサイクルのサプライチェーン上の各種ステークホルダーにヒアリングを実施した。
- 次頁以降で、ヒアリングによって得られた課題感等を整理するとともに、前頁に示した従来の仮説を精緻化した。

## 実施概要

- 日時： 2025年2月12日(水)～17日(月)に掛けて実施
- 実施方法： WEB会議(Microsoft Teams)
- 対象者(略称、実施順)： 解体事業者、二次合金メーカ、成型品メーカ

# 1. 本事業の最終アウトプットイメージ

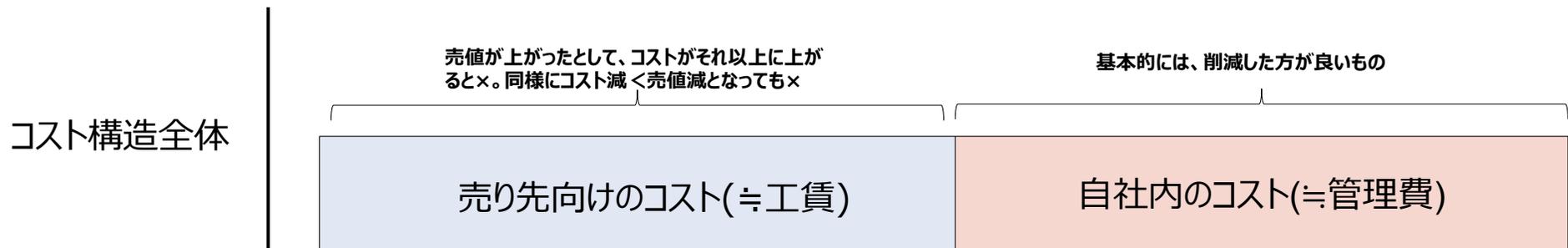
- ステークホルダーへのヒアリングを経て、新たに得られた意見を整理するとともに、仮説の修正・精緻化を行った。

ステークホルダー	メリットに関する従来の仮説	ヒアリングで得られた意見等(要約)	新たな仮説
解体事業者	<ul style="list-style-type: none"> <li>解体プロセスの最適化・標準化による、コスト削減の可能性がある</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>コスト構造のオーダーを考慮すると、後工程のために解体段階で工程を増やすと、ペイするのは困難ではないか</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>付加価値の源泉となる情報をモノと紐づけることで、廃車ガラの買取価格が上昇する <b>(詳細は別途個別ページでご説明)</b></li> </ul>
破碎事業者	<ul style="list-style-type: none"> <li>組成が一定に収まることで、例えば、鋳物系ミックスアルミの取引価格が向上する可能性がある</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>概ね、違和感なし</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>変更なし</li> </ul>
二次合金メーカー	<ul style="list-style-type: none"> <li>一定範囲のミックスアルミを安定して調達することで、都度の契約や成分調整に掛かっていたコストが低減する可能性がある</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>二次合金メーカーにおいては、事前の選別作業、成分調整、成形のプロセスがある。前2者についてはコスト低減の余地がある</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>一定範囲のミックスアルミを安定して調達することで、成分調整等に掛かっていたコストが低減するのではないかと <b>(詳細は別途個別ページでご説明)</b></li> </ul>
成形品メーカー	<ul style="list-style-type: none"> <li>引渡される二次合金の品質は大きく変わらないが、CFP、再生材利用率等の情報付加により取引価格が上がる可能性がある</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>ある程度高品質な二次合金が入ってくれば、それをもって競争力とすることも可能である</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>高品質な二次合金が供給されれば、それを高く買うことになっても、品質をもって競争力とすることで、自社の利益に繋げることが可能</li> </ul>

# 1. 本事業の最終アウトプットイメージ

- 解体事業者においては、コスト構造等を踏まえると、「付加価値に繋がる情報」を「モノと紐付けて破砕事業者へ渡すこと」が、買取価格の上昇等に繋がる、ことがベターではないか。
- ヒアリングを行った会宝産業や同社及び、同社とアライアンスを組成する100社程度においても、各種情報を扱い、SC下流に伝えることは可能な旨のコメントを頂戴した。
- ヒアリングから、解体プロセスの最適化等はある必要ではあるものの、それによってコストを減少させ、利益の増加に繋げることは容易ではない、と結論付けた。

## 解体事業者のコスト構造(イメージ)



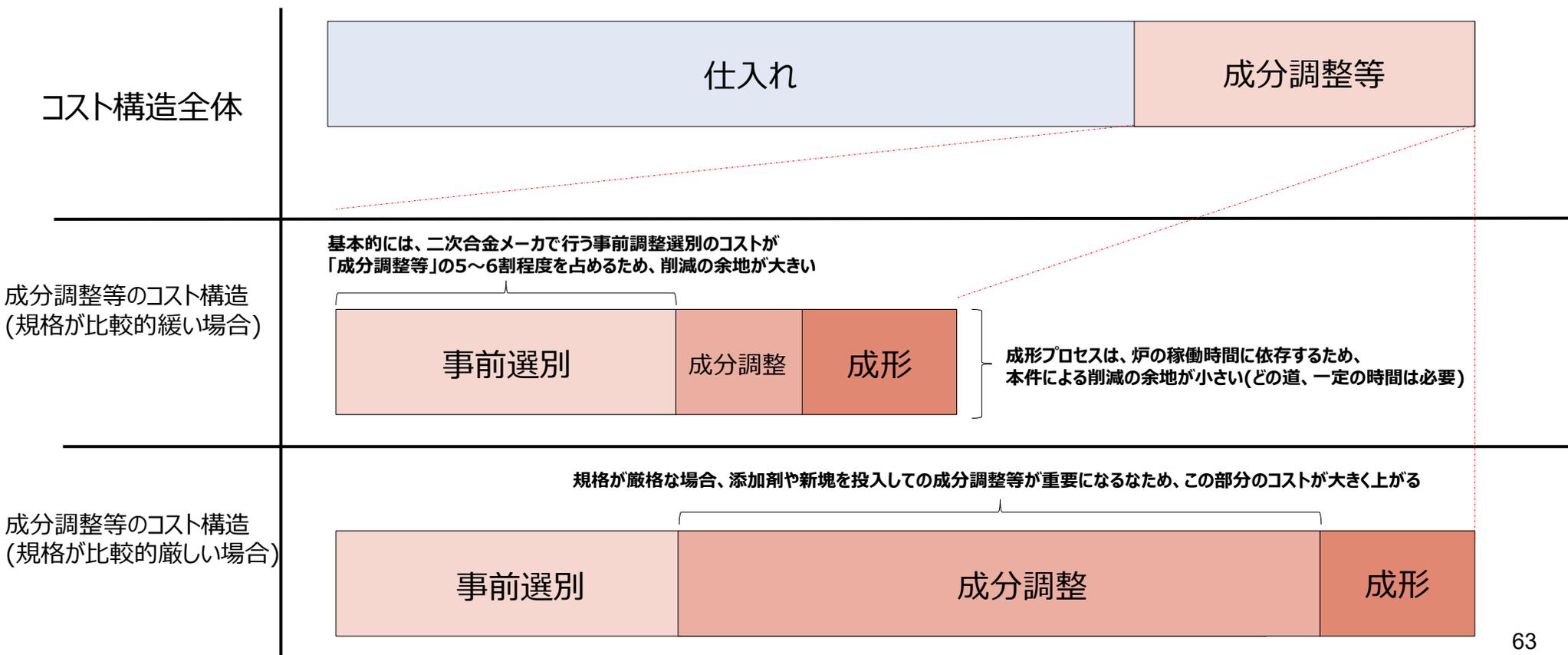
### コスト構造の考え方 (特に工賃部分)

- ✓ **「100~200円/分・工数」**のような考え方がベース(オーダーもこの程度)
- ✓ このため、例えば後段の破砕事業者のために、工数を追加した場合、それによって売値が100円/分・工数上昇したとして、コスト部分で100円/分・工数の損が発生していれば、取り組む意味はなくなる。
- ✓ 加えて、実際にはアルミ以外の様々な素材を含む自動車全体を解体しているため、アルミに関して何等か工程を削る・増やすことが、他の素材に掛かるコストに影響を及ぼすこともありうる。
- ✓ 現実問題として、二次合金メーカーと成形品メーカー間のアルミ鋳物材の取引価格が400円~500円/kg程度であることなどを踏まえると、作業の追加によって、100円/kgのオーダーで利益を出すことは難しいと考える

# 1. 本事業の最終アウトプットイメージ

- 二次合金メーカーのコスト構造においては、仕入れ値が大きな部分を占めている。
- しかしながら、成分調整等に掛かるコストも、無視出来るほど小さい訳ではないため、この部分を低減させることは意味がある。
- また、求められる成形品の規格・品質によっても、コスト構造が異なるものの、「(二次合金メーカーで)事前選別に掛かるコスト」、「成分調整に掛かるコスト」を低減させることが有用。

## 二次合金メーカーのコスト構造(イメージ)



# 1. 本事業の最終アウトプットイメージ

## ・ 精緻化後のデータサイエンス×データ連携基盤の世界観 (ユースケース：アルミ組成・短期(鋳物材))

黒色：モノの流れ  
 黄色：お金の流れ(単位：円/kg) ※数値は(仮)のもの  
 赤：従来の価格イメージ  
 青：世界観実現した場合の理想の価格イメージ

(前提として) 静脈→動脈に至るサプライチェーンに共通する、データ連携基盤及びアプリを基点とした、製品及び部品レベルの情物一致・トレーサビリティ管理の実現

取外部品や投入車種に関する操業ガイドライン等の策定(供給側)・再生材受入品質：シリコン、銅、鉄、マグネシウム等の含有が一定範囲での安定(調達側)、が達成された場合、画像AIによる品位判断によって、ミックスアルミがローコストで供給・調達可能に

リサイクル率やCFPに関する法規制の整備による再生材の利用増

主に破碎事業者に対して、付加価値を生む情報を付与することで、売上の価格が上昇

組成が一定に収まることで、  
**例えば、鋳物系ミックスアルミの取引価格が向上(3~4割程度)**  
 (将来的に)展伸材でも同じ効果が期待出来る可能性

一定範囲のミックスアルミを安定して調達することで、**都度の成分調整等に掛かっていたコストが低減**

二次合金メーカーから高品質な材料が入ってくる場合、仕入れ値は高くなるものの、**品質を背景に競争力**とすることが出来る

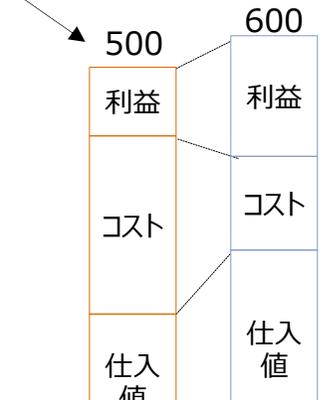
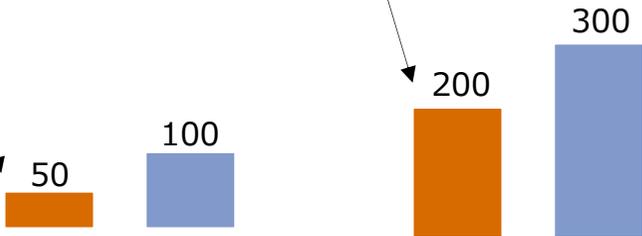
CFP、リサイクル率が可視化  
上記に加えて、静脈内でのトレーサビリティ確保が付加価値となり、



破碎⇔二次合金間の価格上昇に伴い、解体⇔破碎間の価格も上昇

品位の安定によって、取引価格が上昇(AI導入コストはあるものの、それを上回る利益がある想定)

アルミ鋳物材における前後の価格イメージ



破碎からの仕入値は上がるが、品位・供給安定により、コスト減少、成形品メーカー向けの売値も上昇余地あり



成形品メーカーは仕入値が多少上がっても、品質を背景に競争力を獲得出来る  
自動車メーカーは、付加価値としてCFP、リサイクル率をクリアした部品を入手出来る

# 1. 本事業の最終アウトプットイメージ

## ・ 精緻化後のデータサイエンス×データ連携基盤の世界観 (ユースケース：アルミ組成・中長期(展伸材))

黒色：モノの流れ

黄色：お金の流れ(単位：円/kg) ※数値は(仮)のもの

赤：従来の価格イメージ

青：世界観実現した場合の理想の価格イメージ

(前提として) 静脈→動脈に至るサプライチェーンに共通する、データ連携基盤及びアプリを基点とした、製品及び部品レベルの情物一致・トレーサビリティ管理の実現

・ 展伸材そのものより分けによって展伸材のリサイクルを実現  
 ・ 2% < Si < 7%程度の鋳物材を選択的により分けることによって、NEDOの不純物低減技術の適用が容易になる。

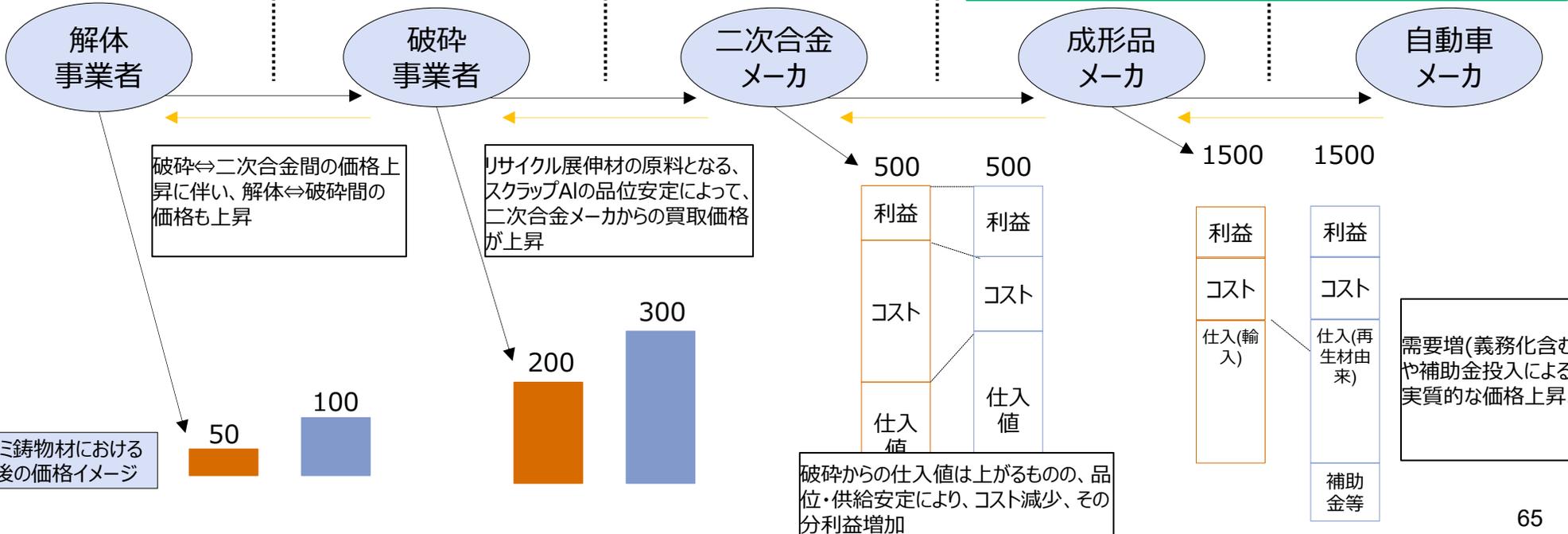
・ 組成コントロール + NEDO等の技術開発進展、また例えば、鋳物材を混ぜた展伸材**相当材**におけるメーカー側の品質の摺合せも等をクリアすることで、**リサイクル展伸材の展伸材の供給の実現が目指される**  
 ・ リサイクル率やCFPIに関する法規制の整備による再生材の利用増  
 ・ 上記から、リサイクル展伸材の**需要増**。国も普及のために**補助金投入**。

・ SC下流に対して付加価値を生む情報を付与することで、売上の価格が上昇

・ リサイクル展伸材の原料となるスクラップAlの組成が一定に収まることで、二次合金メーカーに安定して供給が可能に

・ 技術の適用に条件がある中、一定範囲のミックスアルミを安定して調達することが可能になる。

・ バージンアルミを用いない、低CFPなアルミ部品**(脱炭素)**  
 ・ 高いリサイクル率を満たしたリサイクル展伸材**(資源循環)**  
 ・ 付随して、輸入再生塊を使用せずに済むことによる、国内におけるアルミ資源循環の実現**(コスト低減、経済安保の確保)**  
 ・ 将来的に生じる可能性が高いであろう、**国際規制への対応**



## 2. 世界観実現のための課題

- データサイエンス・データ連携による「業界全体のリサイクルの高度化」、「全てのステークホルダーにメリットが出る世界」を実現するには、業界全体で一気通貫の仕組みの確立等が必要ではないか。

### 世界観の実現のために求められるもの

①	データ連携の自動化	<ul style="list-style-type: none"> <li>業務データ及び現場データが、システム間連携やIoTセンサー等で、<b>自動的にデータ連携基盤上に入力されることが必要</b>ではないか</li> </ul>
②	画像認識等の技術での情報処理	<ul style="list-style-type: none"> <li>アルミに加えて銅や亜鉛についても<b>画像AIモデルによる判別</b>を目指してシステムを構築している。</li> <li>他方で、目視以外で組成等を判断する場合、その<b>素材の実態に即した代替手法</b>が必要になる。</li> </ul>
③	データ連携基盤を通じたマッチング等	<ul style="list-style-type: none"> <li><b>一定の基準、量を集積</b>し、二次合金メーカーに売ること、<b>スケールメリット</b>が得られるのではないか</li> <li><b>データ連携基盤を通じた情物一致</b>が考えられる</li> </ul>
④	自動車メーカー主導の一気通貫したコンソーシアム等の組成	<ul style="list-style-type: none"> <li>自動車メーカー、再生材メーカー等にとって使いやすい値を目標として、イニシアティブを取った上で<b>各種基準等を設定し、解体・破砕業者等に示すことが必要</b>ではないか</li> </ul>
⑤	アルミリサイクル高度化の更なる推進のためのインセンティブ	<ul style="list-style-type: none"> <li><b>サプライチェーン全体に利益を還元</b>するために、例えばデータ連携基盤とERP等で<b>情報連携を行うことで確実にサプライチェーン上流にも利益を案分し、浸透させる</b>ことが出来るのではないか</li> </ul>

### 事業者ヒアリングを踏まえた課題

<ul style="list-style-type: none"> <li>現状は個別の車両ごとの情報整理はされていないケースが多い</li> <li>データ入力の手間暇がかからないよう情報管理を省力化することが重要</li> </ul>
<ul style="list-style-type: none"> <li>アルミリサイクルでは組成・品質が特に重要な項目である</li> <li>組成等の情報取得、判断を如何にIoTやAIで代替するかが課題となる</li> </ul>
<ul style="list-style-type: none"> <li>解体・破砕の事業者数に対して二次合金メーカーは非常に少ない</li> <li>解体・破砕事業者単体では回収量が少ないため利益が出ない部素材がある</li> </ul>
<ul style="list-style-type: none"> <li>アルミリサイクルに必要な引渡基準が明示されない場合も多い</li> <li>上記により付加価値の源泉となる情報の取引が活発化しない課題が生じる</li> </ul>
<ul style="list-style-type: none"> <li>補助金等のメリットは、一般論として最終製品の製造者に付与される例が多く、サプライチェーン上流に転嫁されるかどうか懸念される</li> </ul>

## 2. 世界観実現のための課題

- ヒアリング等を通じて明らかになった課題を改めて整理すると、事業開始当初に描いていた、「リアルデータ・バーチャルデータの連携」という絵図と合致する部分が多い。
- 他方で、「国内の自動車アルミの資源循環」という観点で考えた場合、AI/IoT・システムのみでは解決が難しい課題も存在する。
- 即ち、個社の業務の部分においては、データサイエンス・データ連携によって最適化を進めることは当然必要ではあるが、「業界全体のリサイクルの高度化」、「全てのステークホルダーにメリットが出る世界」まで視野に入れた場合、**業界全体で一貫通貫した処理を行う仕組みの確立や、国等による制度的な措置が必要ではないか。**



**NTT DATA**  
Trusted Global Innovator