



H-AIST CE Lab.

日立-産総研サーキュラーエコノミー連携研究ラボ 第3回オープンフォーラム

「ありたき将来」の実現を牽引するデジタルソリューション

2026年2月17日

日立-産総研サーキュラーエコノミー連携研究ラボ

河野 一平(産総研)、古川 慈之(産総研)



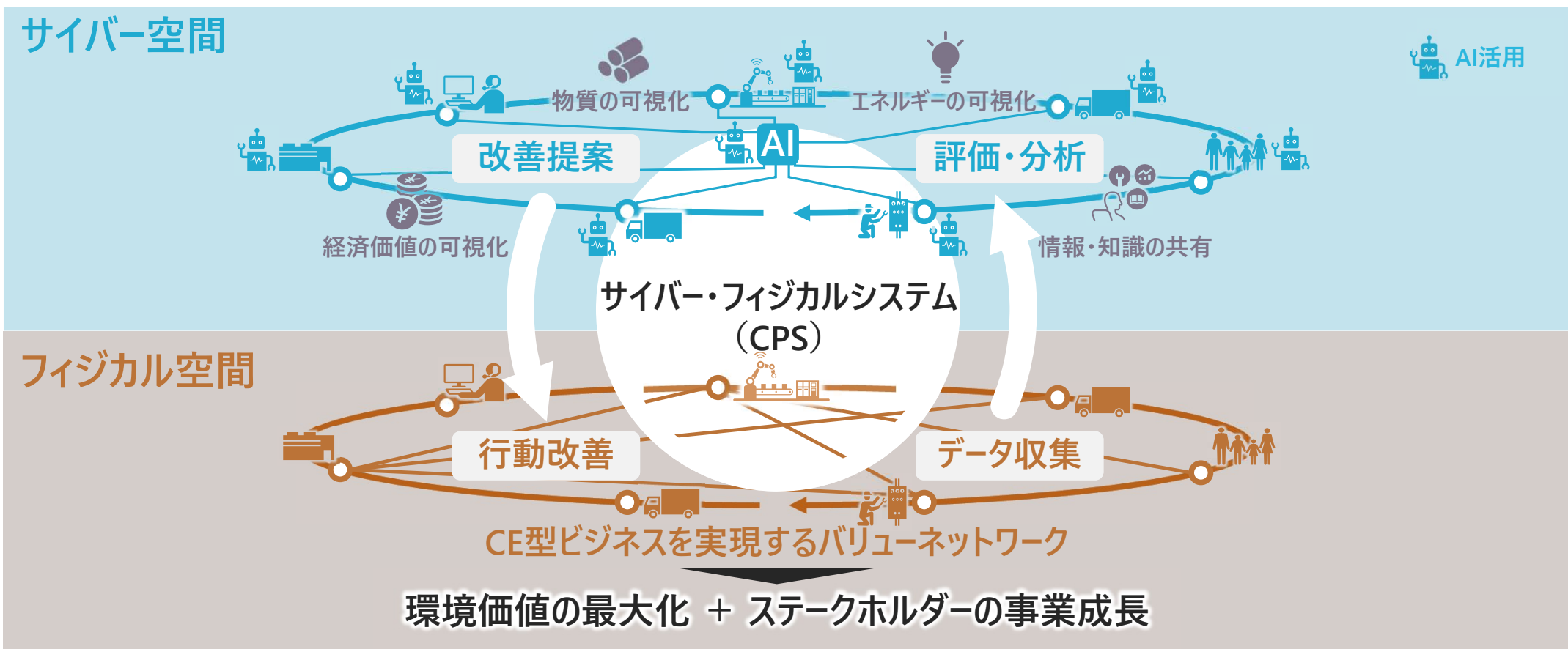
H-AIST CE Lab.

Contents

1. めざす姿と取組内容
2. ライフサイクルシミュレータと解析事例
3. 静脈デジタル化による環境負荷評価の精緻化
4. 今後の展望とまとめ

1-1. 「ありたき将来」に向け、デジタルソリューションでめざす姿

「物質」「エネルギー」「情報・知識」と経済の循環を牽引するサイバー・フィジカルシステムを構築。
AIも活用し、環境価値の最大化と各ステークホルダーの事業成長を実現



1-2. これまでの取組みと本日の発表内容

ワークショップを通じて解決すべき課題を設定。
「ライフサイクルシミュレータ」と「静脈デジタル化」を開発し、社内外で検証



ワークショップを通じて
CPSの活用事例を抽出

解決すべき
2つの課題を設定

- 循環方法最適化 (4R+R)
- ESGレポート
- 環境配慮設計
- トレーサビリティ
- ライフサイクルアセスメント (LCA)
- 製造/再製造最適化 (-CO2)

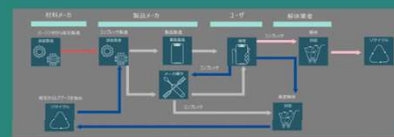
適切な
循環方法の選択

実データに基づく
環境負荷の把握

本日の発表内容

2章 ライフサイクルシミュレータ

環境・経済価値を
定量化



[PoC] スクリュー圧縮機、空調機、ATM、建設機械...

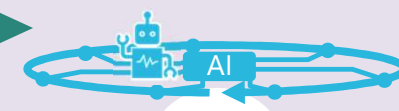
3章 静脈デジタル化

ライフサイクル
全体の定量把握



[PoC] スクリュー圧縮機、空調機、自動車部品...

4章 今後の展望



CPS



AI-ReadyなCE向け
サイバー・フィジカル
システム

2. ライフサイクルシミュレータと解析事例

FY23

解決すべき課題の抽出

ワークショップを通じて
CPSの活用事例を抽出

解決すべき
2つの課題を設定

2-1 ライフサイクルシミュレータの概要

循環方法の選択

2-2 循環量を拡大するサービスの最適設計とその事例

LCA ライフサイクル
アセスメント

製造/再製造
最適化

実データに基づく
環境負荷の把握

FY24

ソリューションのコア技術開発

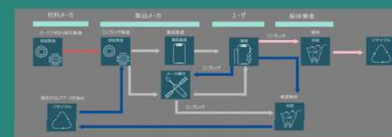
FY25

事例蓄積、事業活用への移行、社外適用

本日の発表内容

2章 ライフサイクルシミュレータ

環境・経済価値を
定量化



[PoC] スクリュー圧縮機、空調機、ATM、建設機械...

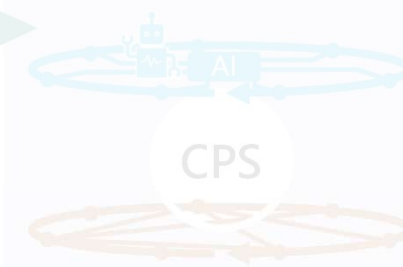
3章 静脈デジタル化

ライフサイクル
全体の定量把握



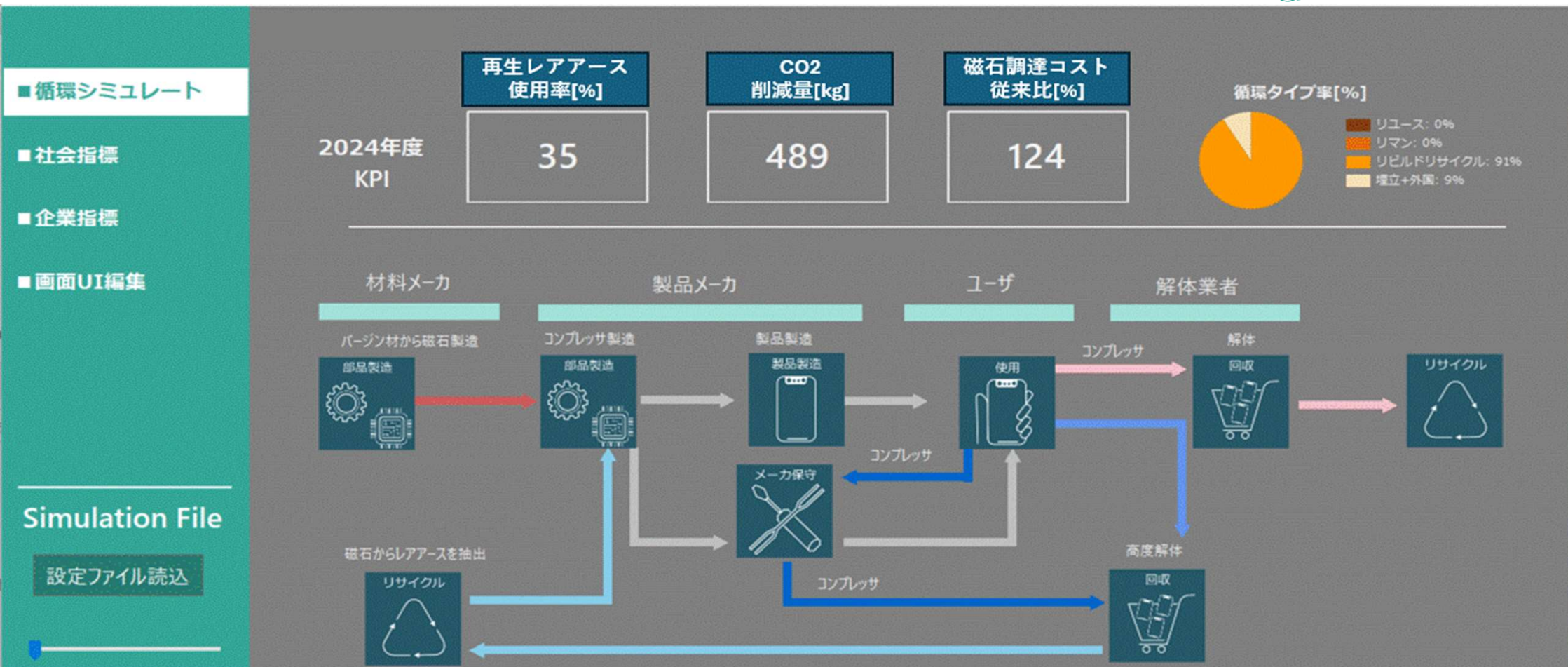
[PoC] スクリュー圧縮機、空調機、自動車部品...

4章 今後の展望



AI-ReadyなCE向け
サイバー・フィジカル
システム

2-1-1. H-AISTライフサイクルシミュレータ



製品ライフサイクルのモデリングにより、マテリアルフロー、CO₂、経済価値の収支を解析、
ライフサイクル全体と各ステークホルダのCE指標を定量評価

2-1-2. H-AISTライフサイクルシミュレータの特長

様々な循環を同時解析し、複数の指標で比較評価が可能。
ユーザの行動モデルを用いたサービス設計により、資源循環量を拡大

循環方法最適化 **実装完**

リサイクルや部品再生など
多様なパターンの循環を評価

製品/部品/材料単位の循環を
同時に解析

製品循環
材料循環
部品循環

BOM形式での製品モデル表現

BOM: Bill of Materials, LCA: Life Cycle Assessment

ESGレポーティング **実装完**

目的に応じて
様々な指標を使い分け

複数の指標をLCAのルールに従って
算出

マテリアルフロー × 原単位 = 指標

コスト
重量
環境負荷

収支
廃棄物量
CO₂排出量
再生材使用量

原単位ベースの指標計算

環境配慮設計 **本日紹介**

循環量を拡大する
サービスの最適設計

マテリアルフローを決定する
ステークホルダの選択を考慮

解析結果
行動モデル

ユーザ
業者選定要素

コスト重視
環境重視

処理費用
CO₂削減量
資源再利用率

回収サービス設計

ユーザ行動のモデル化

2-1-3. ユーザ行動のモデル化と回収サービスの設計

「ユーザによる使用済製品の回収先選択」に及ぼす要件の重要度を定量モデル化。
ユーザ行動モデルに基づくシミュレーションを活用し、最適な回収サービスを設計

ユーザ行動のモデル化

例: 複数の業者から回収先を選択する確率

ユーザが重視する要素を定量把握し、
選択する回収先の確率を算出

データ

コンジョイント分析

ロジットモデル

使用済製品の
排出に関する
アンケート※1

回収サービス
仕様の効用
 $U_i = \beta_1 x_{i1} + \dots$

回収先の
選択確率

選択肢

1. 費用高/CO₂多...
2. 費用安/CO₂少...
3. 費用低/CO₂中...

要素の重み

費用: $\beta_1 = -1.5$
CO₂: $\beta_2 = 0.3$
⋮

選択確率の式

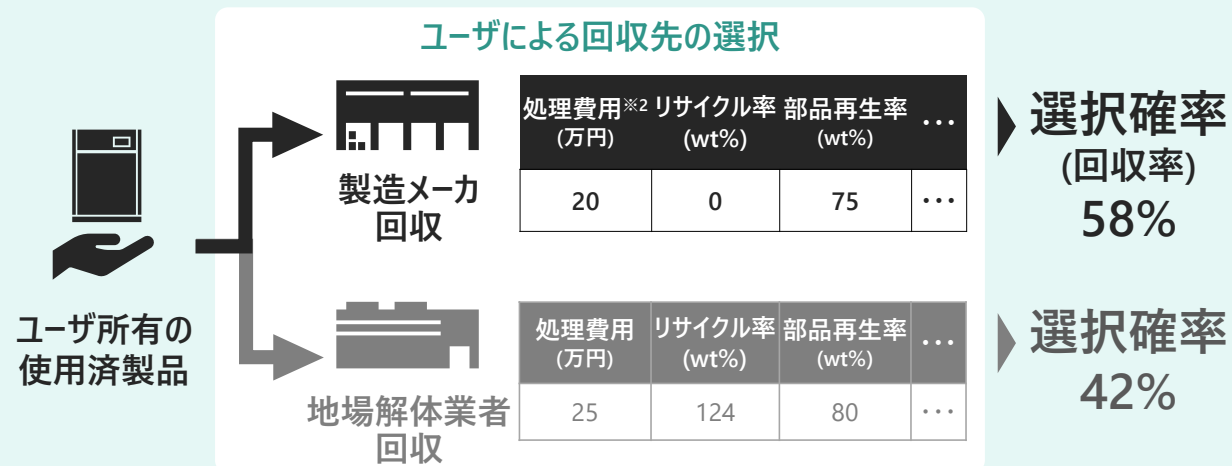
$$P_i = \frac{\exp(U_i)}{\sum_j \exp(U_j)}$$

※1 2025年6月に実施した、産業機器の排出先を
選定・承認する方(409名)を対象としたアンケート

回収サービスの設計

例: メーカーによる使用済製品の回収

ユーザ行動を反映したモデルを用いて、
回収サービスの仕様を決定



※2 ユーザが回収先に廃棄処理を委託するために支払う費用

2-2-1. 事例：スクリーン圧縮機における回収サービスの設計

日立産機は、スクリーン圧縮機の主要ユニット部品を再生するリビルトプロダクツ事業を展開。
本事業を事例に、回収サービス設計への活用を検証

スクリーン圧縮機：
保守整備での再生品適用

空調機：
磁石リサイクル

ATM：
製品への再生部品搭載

建設機械：
地域を跨ぐ部品回収

...

スクリーン圧縮機と再生対象部品

再生対象 エアエンド（空気を圧縮する主要ユニット部品）



スクリーン圧縮機



エアエンド

出典：日立産機システム ホームページ(<https://www.hitachi-ies.co.jp/>)

日立産機のリビルトプロダクツ事業

A社の整備において、使用済のエアエンドを再生品と交換。
使用済エアエンドを再生して、B社に交換部品として提供

使用 → 回収・再生 → 部品交換



A社



日立産機

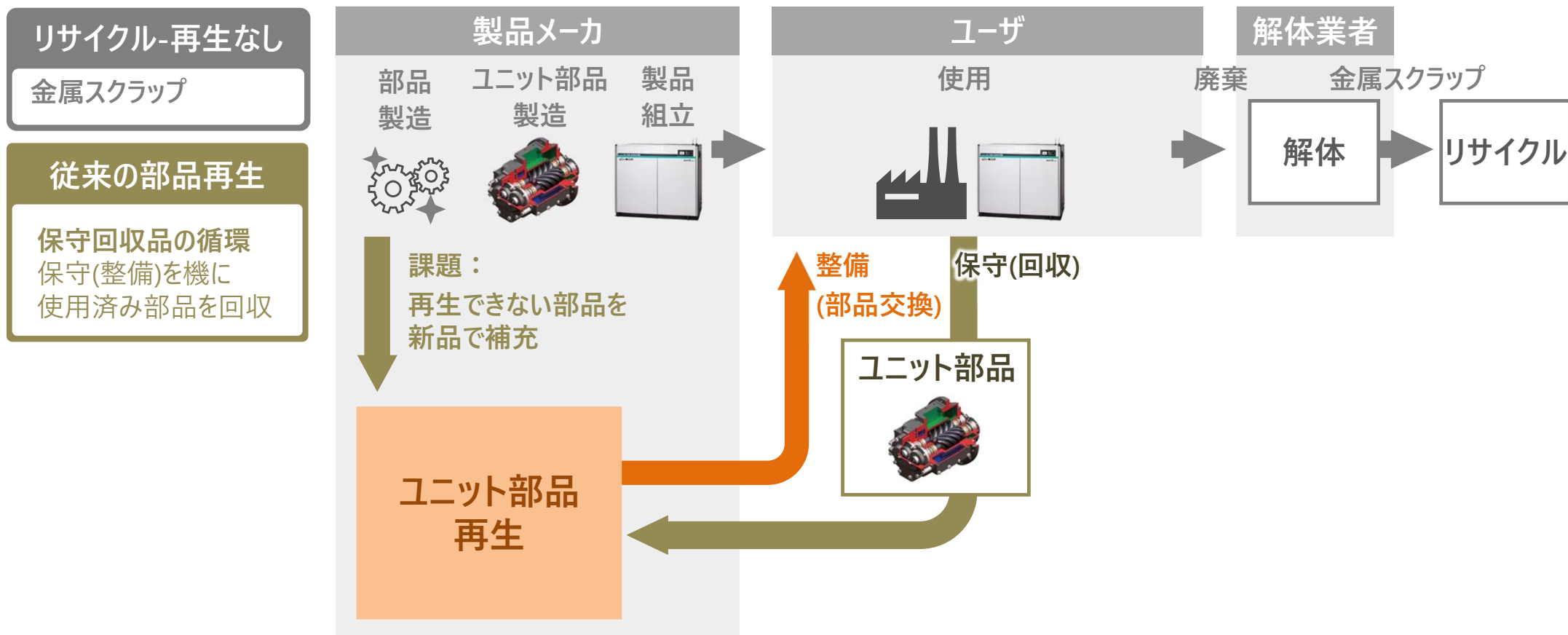


B社



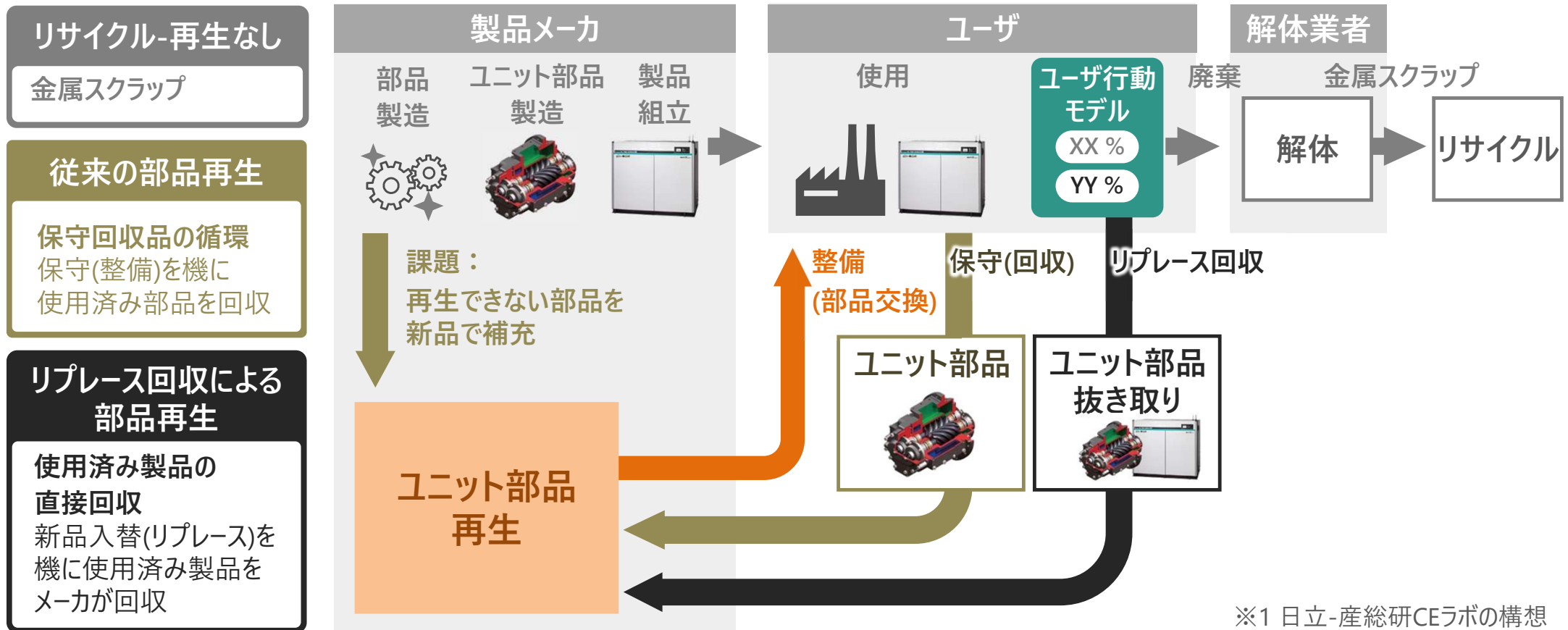
2-2-2. 現状の部品再生におけるライフサイクル

保守整備で回収したユニット部品を再生・交換。
損傷して再生できない部品は、環境負荷・コストが大きい新品を補充して代替



2-2-3. リプレース回収の構想

スクリー圧縮機自体をリプレースで回収し、ユニット部品を抜き取り、新品補充を抑制※1。
製品メーカーとして、回収率を考慮した適切な回収サービスの設計が必要

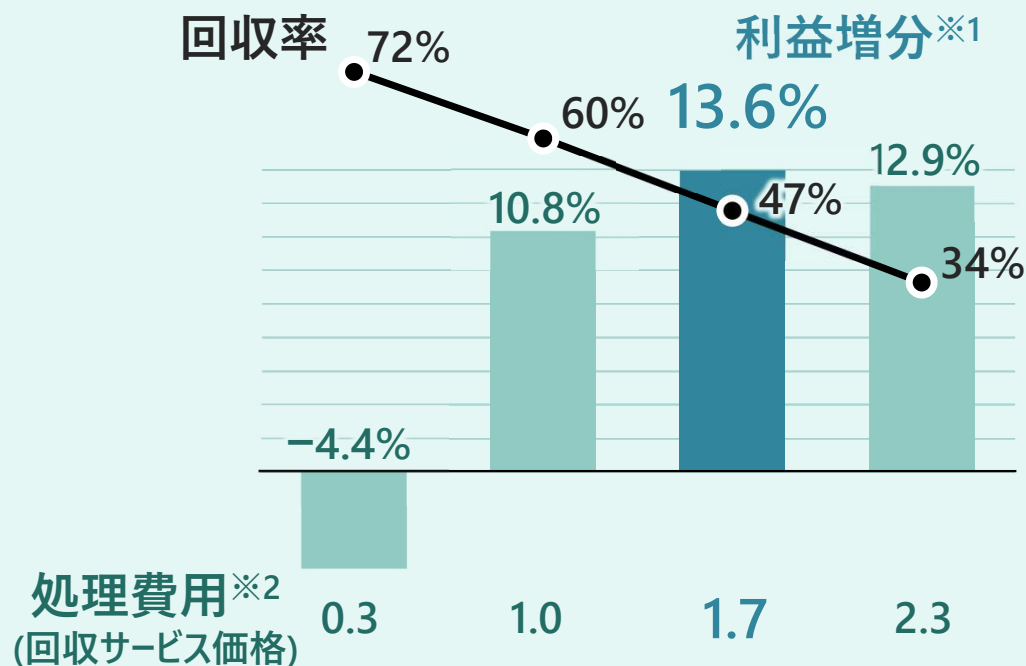


※1 日立-産総研CEラボの構想

2-2-4. ユーザ行動モデルによる回収サービス設計

回収率を考慮しつつ、利益が最大となる回収サービス価格を提案。
「環境貢献度」をユーザに訴求することで環境価値と経済価値を両立

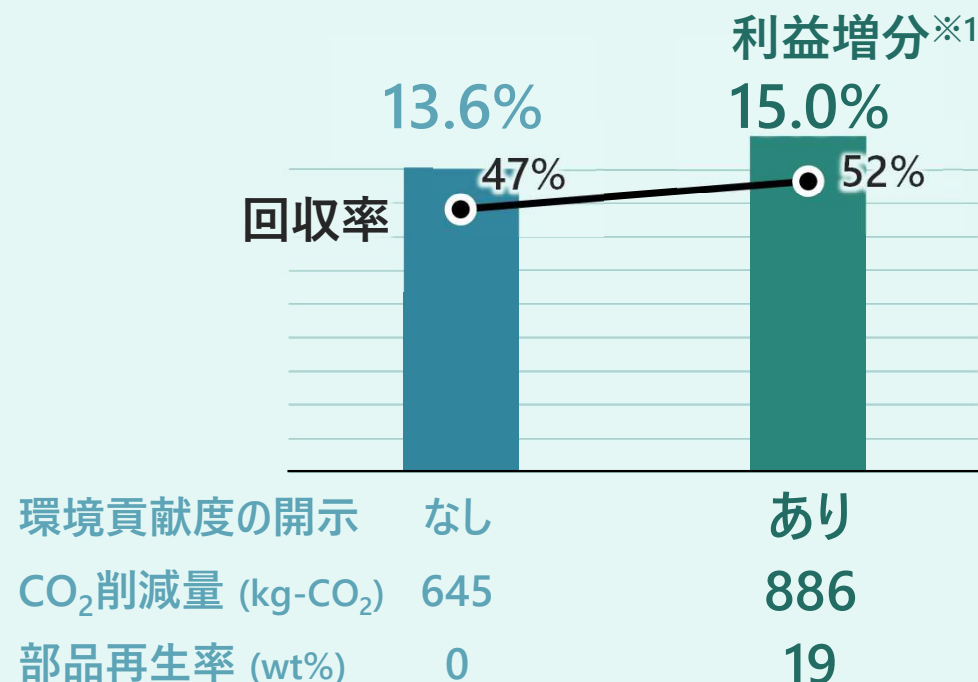
処理費用 (回収サービス価格)



※1 現行の部品再生事業を基準とした利益増分

※2 ユーザがメーカーに回収費用として支払う費用。従来の回収処理費用に対する比にて表現

ユーザへの「環境貢献度」開示の効果



3. 静脈デジタル化による環境負荷評価の精緻化

FY23

解決すべき課題の抽出

FY24

ソリューションのコア技術開発

FY25

事例蓄積、事業活用への移行、社外適用

3-1 静脈デジタル化のねらいと概要

3-2 トレーサビリティを再生する 回収品の型番自動識別

3-3 プロセス由来の環境負荷算出

LCA プロセスマップ 環境負荷の把握

製造/再製造
最適化

本日の発表内容

2章 ライフサイクルシミュレータ

環境・経済価値を
定量化



[PoC] スクリュー圧縮機、空調機、ATM、建設機械...

3章 静脈デジタル化

ライフサイクル
全体の定量把握



[PoC] スクリュー圧縮機、空調機、自動車部品...

4章 今後の展望



CPS



AI-ReadyなCE向け
サイバー・フィジカル
システム

3-1. 静脈デジタル化のねらいと概要

回収品の把握と静脈プロセスの環境負荷削減に向けたデジタル化の要素技術を開発。
解析精度の向上につながる「静脈のリアルデータ」をライフサイクルシミュレータに提供

トレーサビリティ

3-2

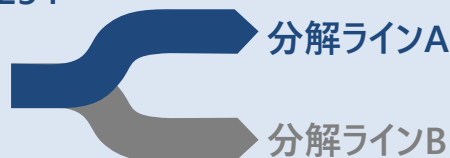
回収品に適した
解体・再生方法を選択

データベースと照合するため
回収品の型番を特定

型番：P1234



回収品
(自動車部品)



回収品の型番識別

製造/再製造最適化

環境負荷やコストの削減に向けた
プロセスの可視化と効率化

プロセスの
電力量と使用時間を把握



無線式電流センサ 配電盤
安価・簡便なシステムで多設備を同時計測

リモート電力計測

静脈のリアルデータ

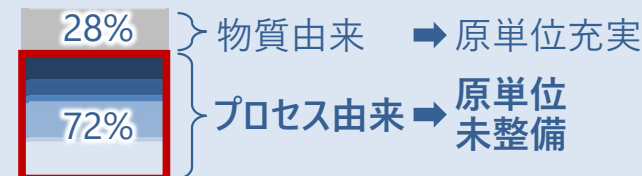
LCA ライフサイクルアセスメント

3-3

設計・出荷時のLCAにおいて、
静脈プロセスの環境負荷も考慮

環境負荷を事前推定する
原単位の整備

例) 自動車コンプレッサ再生のCO₂排出量内訳^{※1}



静脈プロセスの原単位作成

ライフサイクルシミュレータ

3-2. トレーサビリティを再生する回収品の型番自動識別

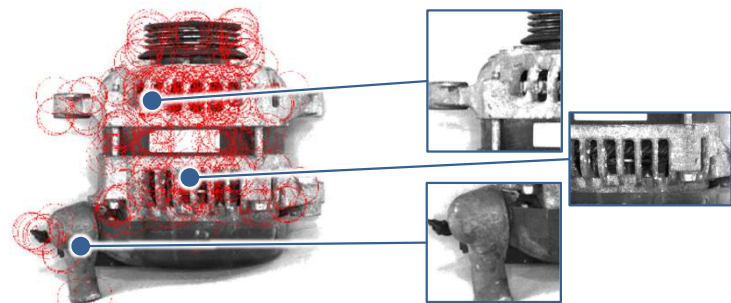
信越電装(株)
連携

H-AIST CE Lab.

テンプレートの自動生成により、初回品にも自動対応可能なデータベース更新の仕組みを実現。
自動車部品3種18型番について、製品種別・型番を識別可能と検証(識別率97%)

テンプレート画像を用いた製品自動識別

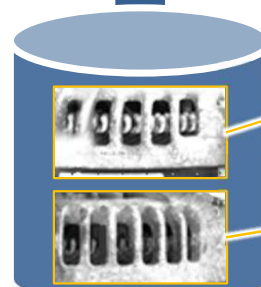
特徴点とクラスタリングからテンプレート画像を自動生成。
初回品に対し、データベースを自動更新



例) 自動車オルタネータ

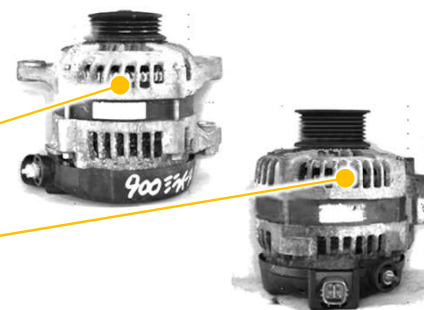
テンプレート画像の例

蓄積



テンプレート画像データベース

テンプレートマッチングにより
製品種別・型番を識別



識別率：97%
(36個中35個の正答)

製品識別フロー

開始

タグ読取

×

銘板読取

×

画像識別

目視確認

識別

3-3. プロセス由来の環境負荷算出に向けた原単位作成

早稲田大
伊坪研 共研

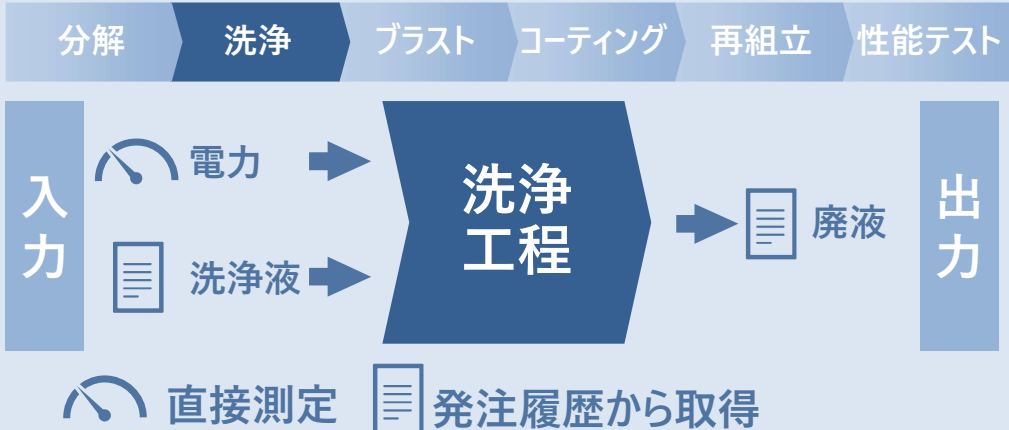


電力計測と発注履歴による実データをもとに単位工程の環境負荷を評価し、原単位を作成。
プロセス由来の環境負荷の把握により、循環方法ごとの環境価値を正確に把握

単位工程の原単位作成(例)

実ラインの消費電力・消耗品などの入出力データを取得、
単位工程の環境負荷を算出し、原単位を作成

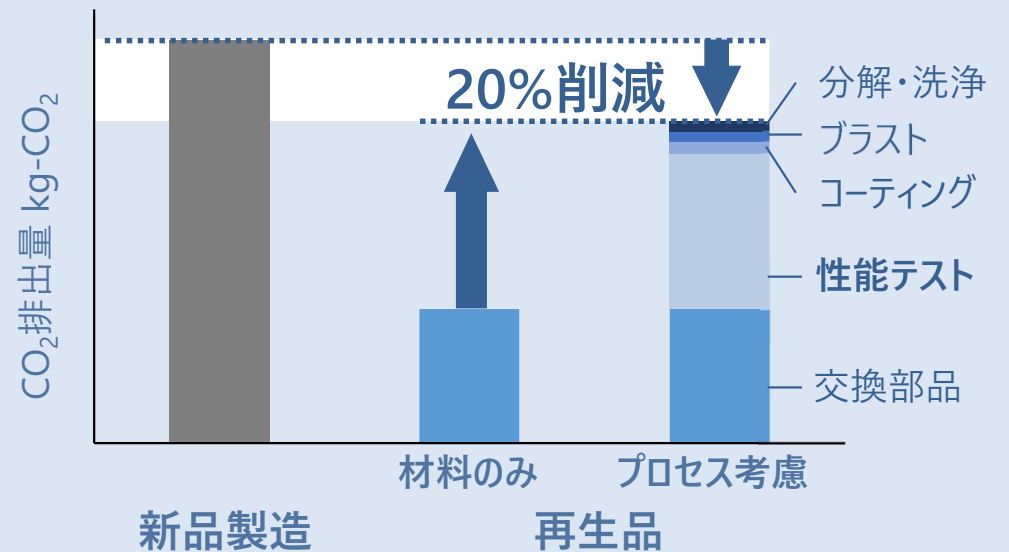
例) スクリュー圧縮機エアエンドの再生プロセス



プロセス原単位作成のガイドラインを発行予定[’26/3]

エアエンド 新品/再生部品の環境負荷

- プロセス由来の環境負荷を考慮しても、再生することで、新品製造よりもCO₂排出量を20%削減することが可能
- 環境負荷の削減には性能テストの効率化が効果的



4. 今後の展望とまとめ



本日の発表内容

2章 ライフサイクルシミュレータ

環境・経済価値を
定量化

[PoC] スクリュー圧縮機、空調機、ATM、建設機械...

3章 静脈デジタル化

ライフサイクル
全体の定量把握

[PoC] スクリュー圧縮機、空調機、自動車部品...

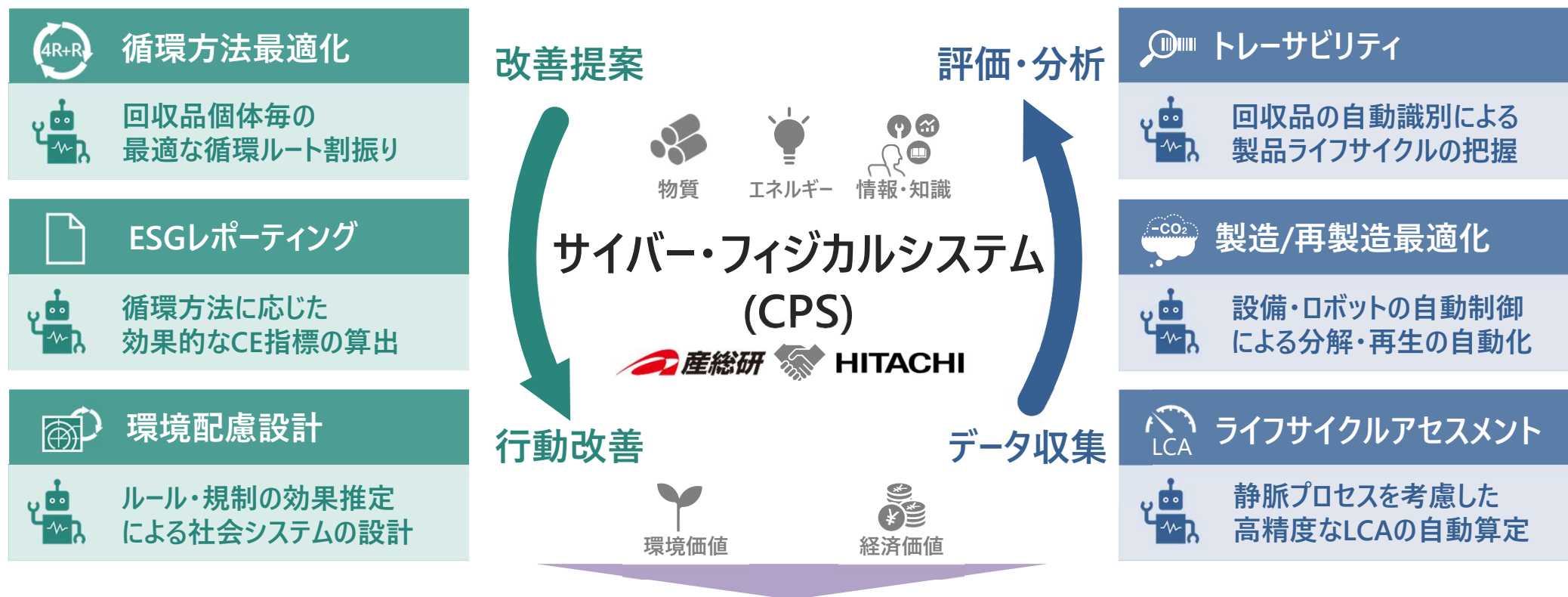
4章 今後の展望

CPS

AI-ReadyなCE向け
サイバー・フィジカル
システム

4-1. 資源循環を促進するサイバーフィジカルシステム

サイバーでのCE型ビジネス評価とフィジカルなデータの収集を可能とする技術を開発。
今後は、AIも活用しながら、「物質」「エネルギー」「情報・知識」の循環をデジタルで牽引



人々の多様な価値観に寄り添う「社会の仕組み」により、長寿命化を軸とした循環を実現

- 「ありたき将来」の実現に向けたデジタルソリューションのコア技術として、「ライフサイクルシミュレータ」と「静脈デジタル化技術」を開発
- ユーザが機器を処分する際の回収先を選択する確率をモデル化し、スクリー圧縮機のリプレース回収における回収サービス設計を事例に検証
- 静脈プロセスの環境負荷・コスト削減とリアルなデータの収集に向け、回収品の型番識別、リモート電力計測システム、プロセス原単位の作成技術を開発・検証
- 開発技術とAIを組み合わせた、効果・効率の高いCE型ビジネスの設計・運用を実現し、多様な価値観に寄り添う「社会の仕組み」により、循環を牽引していく



HITACHI

Circular Symphony | 循環の輪を広げ、共鳴と調和を生み出す社会へ