

# 2025

# Activity Report

日立-産総研サーキュラーエコノミー連携研究ラボ  
活動報告書



# 2025

# Activity Report

日立-産総研サーキュラーエコノミー連携研究ラボ  
活動報告書

循環の輪を広げ、調和を生み出す社会へ

「Circular Symphony」は、技術、ルール、そして人間の価値観が調和し、持続可能な未来を奏でる、日立-産総研サーキュラーエコノミー連携研究ラボが掲げる循環型社会のビジョンです。

多様なステークホルダーがそれぞれの役割を果たしながらひとつの交響曲のように共鳴し、環境・経済・社会が共存する未来をつくりたいという願いを込めています。

# Circular Symphony

日立-産総研サーキュラーエコノミー連携研究ラボ  
活動報告書 2025 | 目次

はじめに	11
<b>グランドデザイン</b>	<b>21</b>
「ありうる将来」と「ありたき将来」	24
「ありたき将来」に向けたロードマップ	32
未来に暮らす人々からのメッセージ	45
<b>デジタルソリューション</b>	<b>73</b>
循環の最適化に向けて	76
モノのライフサイクルを可視化・評価する	80
モノの回収・解体・再生のプロセスをデジタル化する	90
今後の展開	96
<b>標準化戦略</b>	<b>101</b>
ルール形成にむけた戦略	104
価値の見える化1 CE付加価値の生産性	110
価値の見える化2 グレーディング	116
グローバルへの発信と今後の展開	120
3年間の歩み	127
あとがき	134
ラボメンバー	136

CE = Circular Economy

はじめに



はじめに

## 日立-産総研 サーキュラーエコノミー 連携研究ラボとは

地球環境問題が深刻化するなか、日本を含めた国際社会全体で、これまでの大量生産・大量消費型の経済から、循環型の経済「サーキュラーエコノミー」への移行が求められています。サーキュラーエコノミーの実現に向けて、限りある資源を高効率に利用するためのグランドデザインや必要なルールや技術などを研究し、世の中へ発信する拠点として、日立-産総研サーキュラーエコノミー連携研究ラボを設立しました。

## サーキュラーエコノミーの実現に向けて

日立-産総研サーキュラーエコノミー連携研究ラボは、株式会社日立製作所(以下、日立)と国立研究開発法人産業技術総合研究所(以下、産総研)が2022年に設立した共同研究拠点です。日立のIT×OT(運用・制御技術)×プロダクトのノウハウと、産総研の研究開発力や標準化活動などの強みを掛け合わせ、資源循環を支えるイノベーションの創生をめざしています。

・サステナビリティ研究におけるグローバルな実績  
・環境に関するルール形成・標準化におけるリーダーシップ



・先進的なデジタル技術を活用したソリューション  
・プロダクト群とその運用に関する豊富なナレッジ

当ラボでは、ライフサイクルアセスメント・資源回収・モノづくりやサービス工学をはじめとした両組織の専門家約40名が共同研究を実施しています。サーキュラーエコノミーの実現に向けて、ありたき社会像の立案や必要とされる施策、ソリューションなどについての研究および開発を推進しています。

## 日本における3つの課題

サーキュラーエコノミーの実現にあたり、現状の日本社会において私たちが課題だと考えているのは以下の3点です。

1

グローバルで多様な市場環境にて、資源循環が  
足かせとならず、経済成長につながる社会像の共有

2

製品ライフサイクルデータの収集、  
活用による環境、経済価値向上を実現する、  
具体的なデジタルソリューションに関する事例の創出

3

グローバルな標準化を踏まえ、特定の地域が不利益とならず、  
かつ互いの地域性を認め合うルール形成戦略の立案

このような課題を産学官のステークホルダーが共有し、連携・協力することで、真のサーキュラーエコノミーを実現できると考えています。

## 法整備や政策などの国際動向

一方、国際社会では、サーキュラーエコノミーの実現に向けた法制度や政策の整備・改正などが各地域で進んでいます。25年度の国際動向を踏まえ、地域ごとにサーキュラーエコノミーをめざす進め方の類型化を試みました。

はじめに | 日立-産総研サーキュラーエコノミー連携研究ラボとは

各国、各地域で、資源の安定した確保と、資源レジリエンス強化の観点から、資源循環の対策が加速しています。日本では、資源有効利用促進法の改正案が2025年6月初旬に国会で可決されました。

このような状況の中、「物質」「エネルギー」「情報・知識」を資源と捉え、これらの資源を有効に活用する必要があります。複数の業界で同時に同じ「物質」を回収したり、ある業界で培われた「情報・知識」を他業界に活用したり、業界を越えて協力・連携することにより、資源利用の効率を上げることができると私たちは考えます。

例えば、日立は100年以上、モータを作り、使ってきた会社です。そこで培われたモータの技術を別業界のモータに診断という形で適用すれば、大きくエネルギーをセーブできると思います。さらに、この診断技術を活用すれば、物質、廃棄資源のグレーディングを実現でき、業界横断での物質資源の活用が促進されることが考えます。

まさに、サーキュラーエコノミーの実現には多様なステークホルダーが共存し、協力・連携が必要不可欠なのです。

- '25 エコデザイン規則施行、欧州ELV規則発効
- '25 レアアース等の重要原材料の確保に向けた行動計画「RESourceEUアクションプラン」を発表
- '25 再生プラスチックの利用拡大に向けた政策パッケージを発表、ケミカルリサイクルを推進



## 欧州 規制主導型

- '25 資源有効利用促進法の改正法案が成立、再生資源の利用義務化、環境配慮設計の促進
- '25 バッテリーをユースケースとしたデータ連携基盤「ウラノス・エコシステム」の事例ローンチ
- '25 CPsへ800超の企業・自治体・大学が参画

## 日本

### 産官学協調型

- '25 Microsoft: Circular Centerプログラムに基づく部品の再利用、レアアース等の高効率回収を拡充
- Apple: 部品の再利用を前提とした設計を採用、リサイクルロボットにより素材の回収率向上
- '24 「国家プラスチック汚染防止戦略」公表



## 米国

### 先進企業主導型



## 中国

### 国家主導型

- '21-'25 「第14次五カ年計画」でサーキュラーエコノミーを国家戦略の柱と位置づけ、資源循環の量・質の向上を全国展開
- '26 固体廃棄物に関する管理行動計画を発表
- '25 「リサイクル材料の応用普及アクションプラン」を発表、鉄鋼、非鉄金属、プラスチックを重点化

## 道筋を創るための研究テーマ

サーキュラーエコノミーの実現に向けた道筋を創り出すために「将来シナリオ」「技術」「制度」の3つの観点から、ラボの研究テーマを「循環経済社会のグランドデザインの策定」、「循環経済向けデジタルソリューションの開発」「標準化戦略の立案・施策の提言」の3つに決めました。



### 主な意見交換先

経済産業省、環境省、東京大学、東海大学、早稲田大学、信州大学、筑波大学、神奈川大学、循環経済協会、日本生産性本部、アマタグループ、三菱UFJリサーチ&コンサル、デロイトトーマツ コンサルティング、パナソニックHD、三菱マテリアル、三菱電機、博報堂、UNIVERSITY of CREATIVITY、聖学院高等学校 他

「グランドデザイン」では、未来社会のありたき姿と移行プロセスを提示し、ステークホルダーと共有、共感の獲得をめざします。「デジタルソリューション」では、サーキュラーエコノミー社会を想定したユースケースから課題を抽出、それらを解決するソリューションを考案し、日立グループから実装を進めていく予定です。さらに、「標準化戦略」では、データ収集や活用方法などについて施策を提言し、国内企業の国際競争力強化に資する攻めと守りのルール形成を図ります。

共同研究の内容や成果は、オープンフォーラムや提言書などを活用し、社会へ積極的に情報発信・意見交換をすることで、グローバルにサーキュラーエコノミーの分野をリードできるよう取り組んでいます。

2024  
2

「第1回オープンフォーラム」あるべきサーキュラーエコノミー社会の姿とそこに至るまでの課題を議論。

2024  
4

「標準化に特化したシンポジウム」ラボの活動成果の発信に加えて、グローバルな7か国の標準化に関する取り組みを共有。

2025  
2

「第2回 オープンフォーラム」ありたき将来と実現に向けた具体的なアプローチを議論。

上記に加えて、科学技術と経済の会やCEATEC、自動車技術会、サーキュラーパートナーシップEXPO、2025年日本国際博覧会（大阪・関西万博）などのイベントにおいて、私たちの取り組みを発信し、その都度、さまざまな場で多くの皆様との対話やアンケートから、課題や気づきを得てきました。

はじめに | 日立-産総研サーキュラーエコノミー連携研究ラボとは

グランドデザイン

## P32

### 「ありたき将来」に向けたロードマップ

- ・ロードマップ策定のアプローチ
- ・「ありたき将来」からのバックキャスト
- ・現状の課題からのフォアキャスト
- ・インセンティブA「連携スキーム」を支えるルール
- ・インセンティブB「モノのサービス化」を促進するルール
- ・インセンティブC 循環を拡張させる「技術革新」
- ・インセンティブD 自然と行動を促す「多様な選択肢」
- ・ロードマップからの気づき

## 想いを行動へ、理想を現実へ

私たちが描いた「ありたき将来」の実現。  
その鍵となるのは「インセンティブ」の設計です。

公平なルール、技術による施策の最適化、  
そして満たされる心。

これらが互いに作用し、背中を押すことで、  
誰もが自然と循環の輪に加わることができる。

そんな未来への確かな道筋を描きます。



## P24

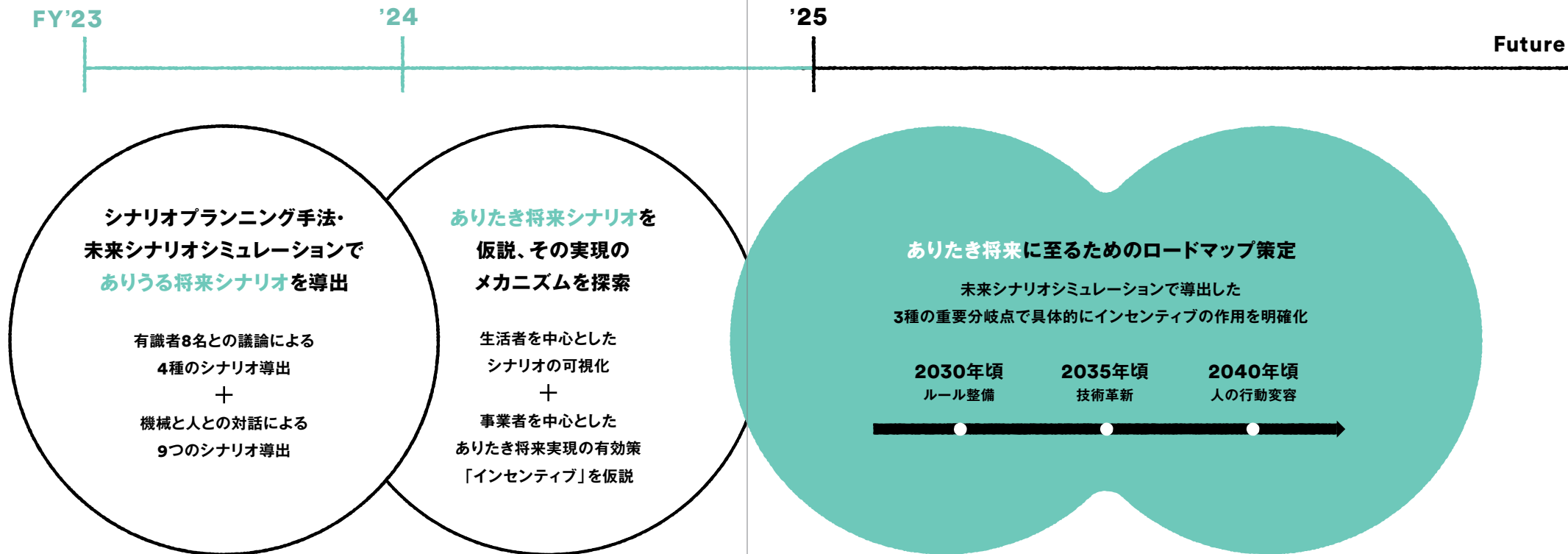
### 「ありうる将来」と「ありたき将来」

- ・「ありうる将来」のシナリオ仮説
- ・シナリオの中から「ありたき将来」を導き出す
- ・「ありたき将来」のためのインセンティブ

## 「ありうる将来」と「ありたき将来」

ランドデザイン策定のテーマでは、サーキュラーエコノミーをめぐる「ありうる将来」と「ありたき将来」の定義を推進してきました。起こりうるいくつかの社会の将来像（ありうる将来）を紐解くことで、私たちが意思を持って向かいたい将来像（ありたき将来）と、そこへ向かう道筋を明確にすることを目的としています。

これまで、シナリオプランニング手法や「未来シナリオシミュレーション」を活用し、客観的なデータや有識者との議論に基づき、複数の「ありうる将来」のシナリオを導出・評価してきました。そして、その中から私たちがめざすべき「ありたき将来」の姿を描き出しました。2025年度は、この「ありたき将来」からバックキャストしながら、将来像の実現に至るための具体的な「ロードマップ」を策定しました



## 「ありうる将来」のシナリオ仮説

これまで描いてきた「ありうる将来」の姿に、私たちはどのように辿り着くのか。そしてその過程において、いつ、どのような障害が発生しうるのか。これらの問いに対する示唆を得るために、「未来シナリオシミュレーション」を活用しました。

このシミュレーションでは、循環経済を指向する未来のシナリオを、社会・経済・環境・資源循環といった複数のKPI（重要業績評価指標）を用いて定量的に評価します。これにより、未来のシナリオが分かれる「重要な分岐点」を可視化し、理想の未来へ向かうための具体的な議論を深めることが可能になります。

具体的には、以下の3つのステップで「ありうる将来」の導出を進めました。

1

情報収集と  
モデル化

2

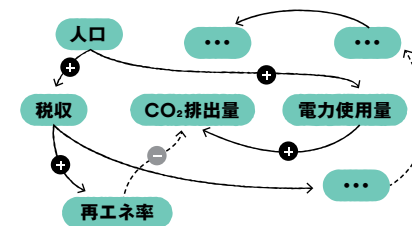
シナリオ生成と  
分岐点可視化

3

シナリオ評価と  
施策検討

### 人間同士の対話

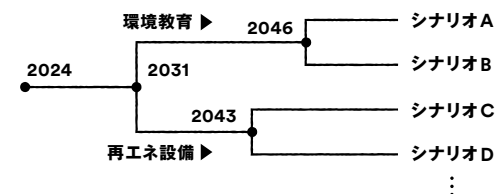
ラボメンバー13名によるワークショップで、391ノードに及ぶ因果連関図を作成し、ノード間を定式化



### シミュレーションの実行

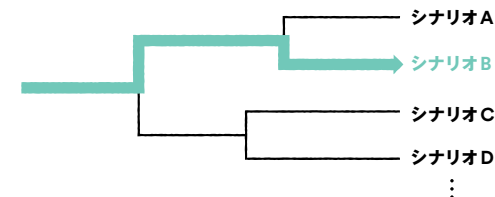
未来シナリオシミュレーション\*を用い、2万通りのシナリオを生成、9種のシナリオ群への分岐に集約

\*京都大学と日立が開発した日立未来課題探索共同研究部門（日立京大ラボ）が開発した「政策提言のための技術」を活用



### 人間による評価

9種のシナリオ群を評価し、最も理想的と思えるシナリオを選出、そのシナリオを満たす要件を抽出。

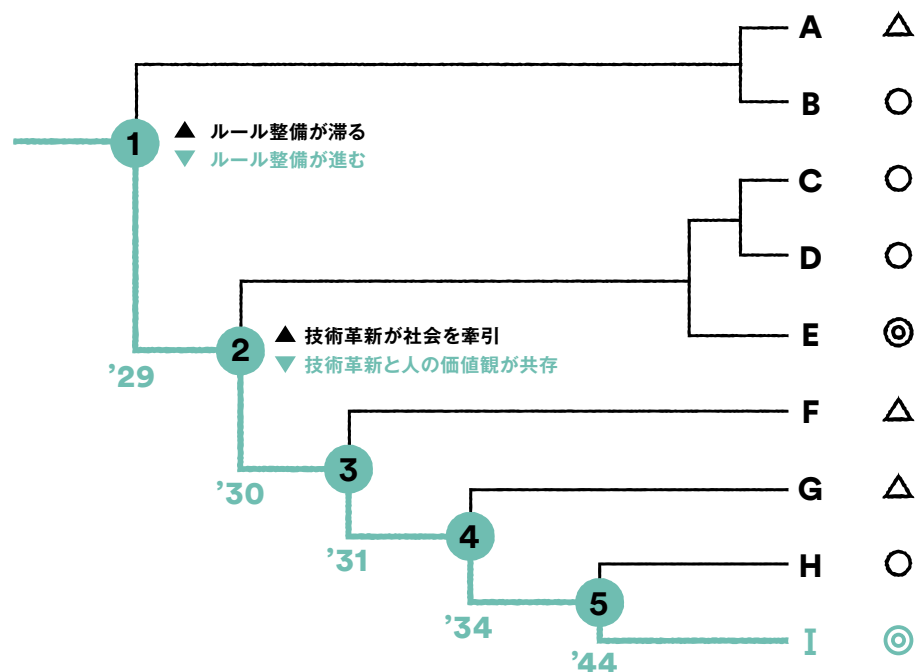


## シナリオの中から「ありたき将来」を導き出す

未来シナリオシミュレーションにより導出した、約2万通りのシナリオから絞り込まれた9つのシナリオ群を、社会・経済・環境・資源循環などの複数指標で評価しました。その結果、技術革新のみに過度に依存するのではなく、資源循環に対する生活者の意識向上や、リペアなどの長寿命化技術の活用によって自然に循環が実現するシナリオIが、私たちがめざすべき「ありたき将来」に最も近いと判断しました。

分岐による変化

シナリオ 評価



シナリオIへ辿り着くために必要な要件

- '30年頃に「制度・規制」が整備されていなければならない
- リペア、リマニュファクチャリング(リマン)、メンテナンス等の製品の「長寿命化」に関わる技術・サービスが導入される
- '30年代は、化石エネルギー・資源からの脱却が計画通りに進む必要がある
- 資源循環への生活者の意識が、今以上に向上しなければならない
- '40年代には、資源循環を促進する仕掛けが広く社会に広まっている(e.g.エコポイントのようなもの)

ありうる将来シナリオの方向感

シナリオの要点

ルールが進まず手遅れ

ルール整備が遅れ、  
他のKPIが追いつかない

整備が遅れ、KPI向上は2050年以降

環境負荷低減が進むも、人々は疲弊

KPIは良好だが、技術の実現が楽観的

望まずとも技術の下支えにただ従うのみ

人が望む環境に、技術が実現を牽引

一方的なルールに誰もついてこない

化石資源への依存が続く

人々のサーキュラーエコノミー理解が追いつかない

理解できても関与の仕方がわからない

生活者の意識が大きく変化している

行動と循環が一致する仕掛けができている

## 「ありたき将来」のためのインセンティブ

私たちがめざす「ありたき将来」とは、人々の多様な価値観に対して、ルールや技術といった「社会の仕組み」が柔軟に寄り添い、資源循環を自然と促す社会です。

環境意識の高い人にとっては、思い通りに循環へ関与できる仕組みが整っており、さらには、利便性重視の人にとっても、意識せずに循環に導かれる選択肢があることが理想です。

この理想のシナリオを実現するためには、循環の仕組みにおける起点を作り、人々の行動を変容させる駆動力として「インセンティブ」の設計が極めて有効な手段となります。



規制やルール



技術や  
サービス・ツール



コミュニティや  
慣習

ランドデザインにおけるインセンティブとは、「人々が特定の行動を取るように動機づけるための手段や仕組み」を指します。単なる金銭的な報酬（ポイントやキャッシュバックなど）にとどまらず、循環を後押しする「規制やルール」、利便性を高める「技術やサービス・ツール」、さらには人々の充足感を生む「コミュニティや慣習」などを含めた、広義のインセンティブとして捉えています。

### 環境意識が高い人には、思い通りの再生を支援する仕組みを



愛用自転車をカスタマイズしにコミュニティーセンタへ。  
専門家と相談して選んだ再生タイヤに交換してみよう！



### 利便性重視の人には、意識させない循環への誘いを



通勤はシェア電動自転車。マイバッテリーを使えばポイントが貯まるし、自分で漕いだら充電できて運動にもなるからお得



# 「ありたき将来」に向けたロードマップ

## ロードマップ策定のアプローチ

「ありたき将来」へのロードマップ策定にあたっては、まずラボメンバー12名による継続的なワークショップを実施し、バリューネットワークの構築と、そこに点在する課題およびインセンティブの仮説抽出を行いました。次に、この仮説をベースとして、アカデミアや企業などの有識者へのヒアリングと議論を重ねました。

今回の具体的な検討においては、日立グループの「産業機器」を事例として取り上げています。理想とする「ありたき将来」からのバックキャストと、現状からのフォアキャストをすり合わせることで、各分岐点で鍵となるインセンティブを導き出し、ロードマップ仮説を構築しました。

### 1 インセンティブ抽出の仮説

- ・ 複数の製品を対象に、ラボメンバー12名の継続的なワークショップを実施
- ・ バリューネットワークに点在する課題と、それに対するインセンティブを抽出
- ・ 「ありたき将来」からのバックキャストと「現状」のフォアキャストを整合しつつ合意形成



## 「ありたき将来」からのバックキャスト

前章で触れた通り、未来シナリオシミュレーションによって導き出された「ありたき将来（シナリオ I）」は、人々の意識が向上し、長寿命化技術の活用などによって無理なく自然に循環が実現している未来です。



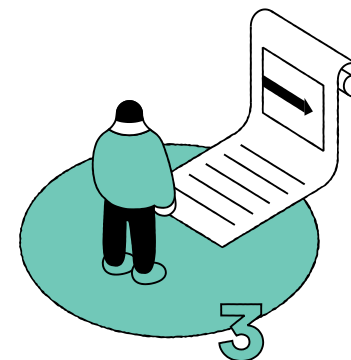
この理想のシナリオへ到達するには、3つの重要な分岐点を順に乗り越えていく必要があります。具体的には、まず2030年頃に循環の基盤となる「ルール整備」が進み、続いて2035年頃に人の価値観と共存する形で「技術革新」が加速し、そして最終的に2040年頃、社会全体で「人の行動変容」が定着していくというプロセスです。

### 2 有識者議論による深耕

- ・ ラボが導いた仮説をもとに、アカデミアや企業等の有識者5名へヒアリング
- ・ 議論を通じて、複雑系のインセンティブ設計に関するインサイトを獲得

### 3 ロードマップ仮説構築

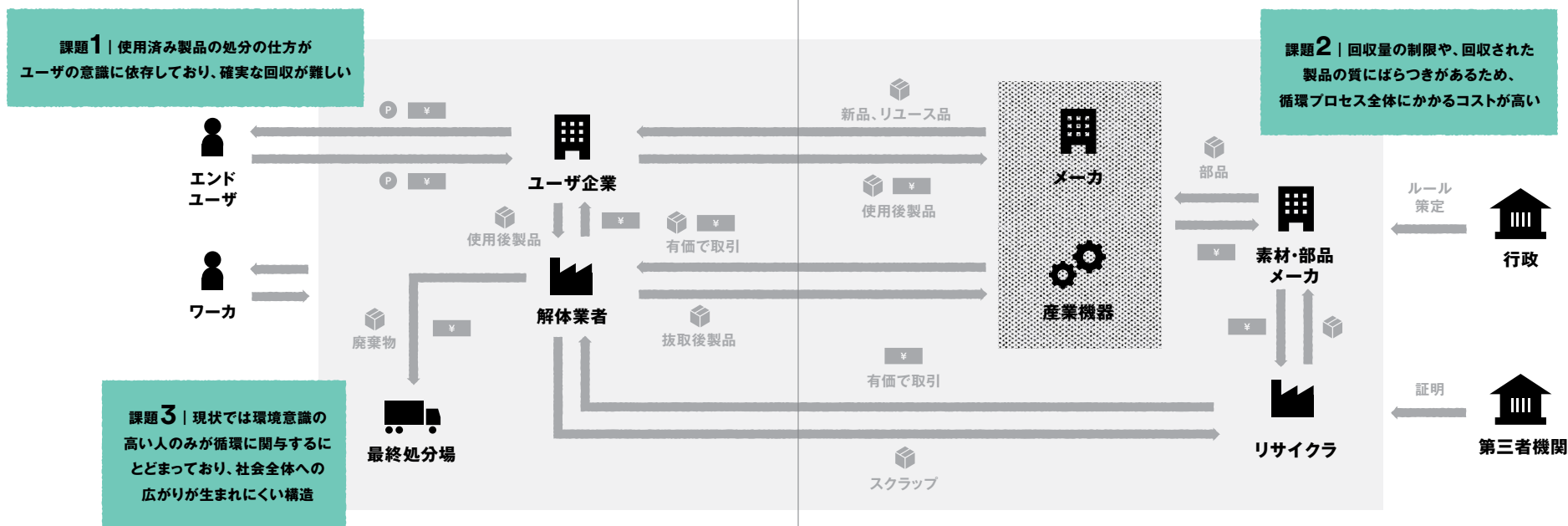
- ・ 各分岐点で重要となるインセンティブをまとめたロードマップを策定
- ・ 特に、直近の分岐点であるルール整備を深掘り



## 現状の課題からのフォアキャスト

一方、現在のバリューネットワークにおける課題も洗い出しました。私たちがめざす「ありたき将来」と現状の間に存在するギャップを整理し、特に影響が大きいと考えられる3つの課題に注目しました。

当ラボでは、各年代の分岐点で適切なインセンティブを効率的に作用させることが「ありたき将来」へ近づくための確かな道筋だと考え、各課題を起点にしたインセンティブを定義しました。なお、今回提示するロードマップと検討手法は、「日立グループが扱う産業機器」に特化した一つのケーススタディであり、これが唯一の正解ではありません。しかし、他分野や他製品においてサーキュラーエコノミーへの移行のロードマップを検討する際にも、十分に活用・応用できるアプローチであると考えています。



### 課題1 | 回収が困難である

使用済み製品の処分の仕方がユーザーの意識に依存しており、確実な回収が難しい。

### 課題2 | 循環にかかるコストが高い

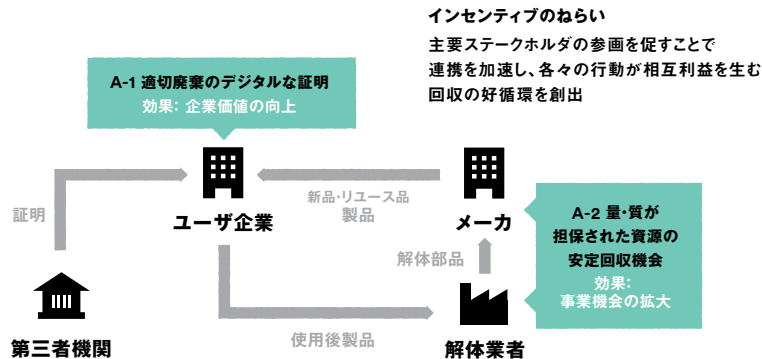
回収量の制限や、回収された製品の質にばらつきがあるため、循環プロセス全体にかかるコストが高い。

### 課題3 | 社会全体にアクションが拡大しにくい

現状では環境意識の高い人のみが循環に関与するにとどまっており、社会全体への広がりが生まれにくい構造。

# A

## 課題1 対してのインセンティブ 「連携スキーム」を支えるルール



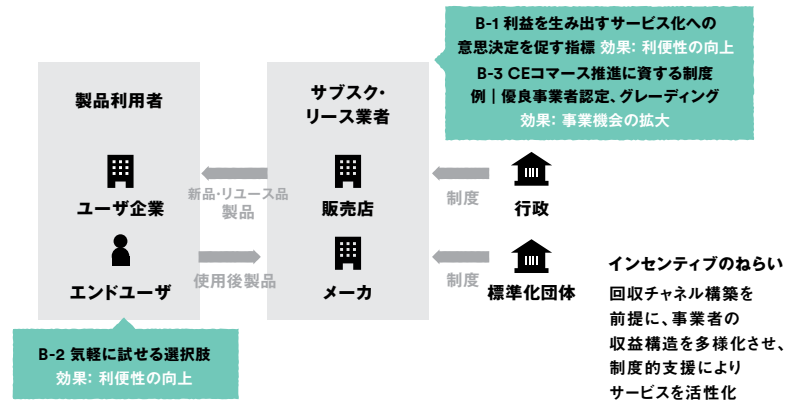
直近に生じる「ルール整備」が中心となる2030年頃の分岐点では、まず課題1である「使用済み製品の回収の困難さ(処分の仕方がユーザの意識に依存している)」の解決をめざします。ここでは、ユーザ企業の参画も促す「連携スキーム」を、ルールで支えることによって、確実な回収を促進します。

具体的には、「適切廃棄のデジタルな証明」というインセンティブをユーザ企業に付与することで、適切な処分プロセスが可視化され、企業価値の向上という効果が見込まれます。同時に、メーカーや解体業者に対しては「量・質が担保された資源の安定回収機会」というインセンティブが与えられ、彼らの事業機会の拡大へとつながります。

このように、この分岐点においては、主要ステークホルダの積極的な参画を促して連携を加速させることで、各々の行動が相互利益を生み出すような「回収の好循環」を創出することをねらいとしています。

# B

## 課題1 対してのインセンティブ 「モノのサービス化」を促進するルール



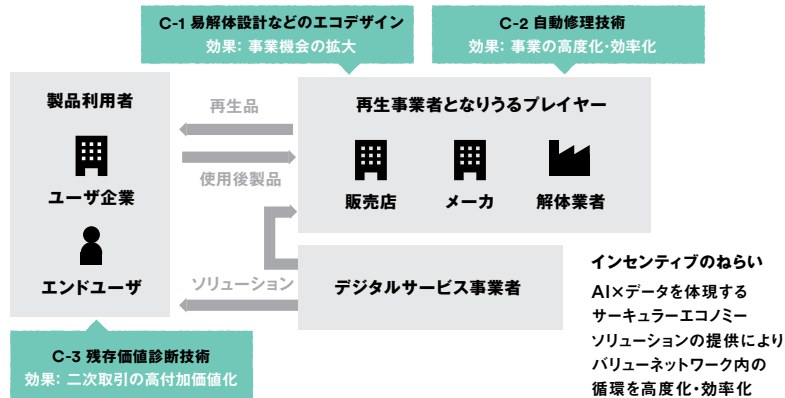
課題1である「回収の困難さ」を解決するためのもう一つのアプローチとして、事業者主導の「モノのサービス化」が挙げられます。サービス化を促進するには、指標や制度をつくる必要があると考えられます。

例えば、「サービス化によって利益が出るかどうかの指標」を提示することで、as a Service型のビジネスモデルを取りやすくなり、事業者の収益構造が多様化します。ユーザには製品を購入せずとも「気軽に試せる選択肢」を提供することになり、製品利用者の利便性を大きく向上させます。

さらに、優良事業者認定やグレーディングといった「CE※コマース推進に資する制度」を整えることで、サブスクリプション・リース事業者の事業機会がさらに拡大します。このように、回収チャネルの構築を前提として事業者の収益構造を多様化させ、制度的な支援によってサービスそのものを活性化させることをねらいとしています。 ※サーキュラーエコノミー

## C

### 課題2 対してのインセンティブ 循環を拡張させる「技術革新」



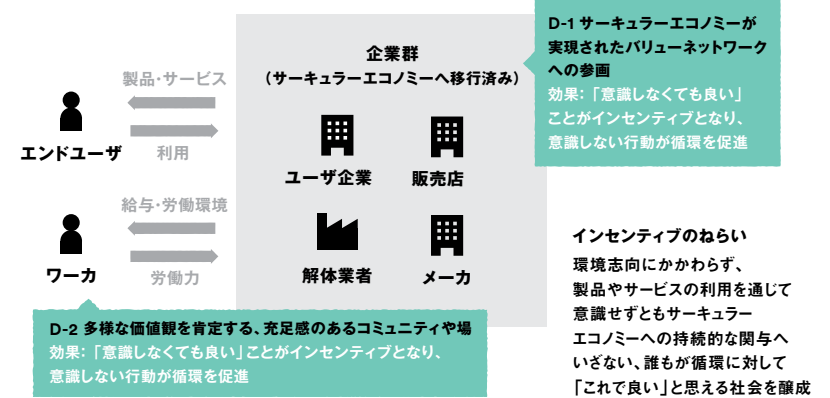
ルール整備に続いて生じる、技術革新が中心となる2035年頃の分岐点に向けては、課題2「循環にかかるコストの高さ(回収量の制限や質のばらつき)」の解決をめざします。ここでは、AIが浸透した「循環を拡張する技術」を活用し、経済合理性を担保することで課題解決を図ります。

例えば、「解体が簡単なエコデザイン」や「自動で修理できる技術」が普及することで、再生業者の事業機会が大きく拡大し、事業自体の高度化・効率化が見込まれます。また、AIを用いた「モノの残存価値診断技術」が実用化されることで、製品利用者や再生業者が製品の二次取引を行う際に、残存機能を適正に評価できるようになり、付加価値も高まっていきます。

このように、この分岐点においては、AIとデータを掛け合わせたソリューションの提供により、バリューネットワーク内の循環をさらに高度化・効率化させることをねらいとしています。

## D

### 課題3 対してのインセンティブ 自然と行動を促す「多様な選択肢」



人の行動変容が中心となる2040年頃の分岐点では、課題3「社会全体にサーキュラーエコノミー行動が拡大しにくい」という問題の解決をめざします。そのために、多様な価値観を肯定する「循環につながる多様な選択肢」を用意し、誰もが自然に循環へ関与できる仕組みを構築します。

例えば、企業にとっての「サーキュラーエコノミーが実現されたバリューネットワークへの参画」や、ユーザに対する「充足感のあるコミュニティや場」の提供です。エンドユーザ、企業に勤めるワーカにとって、「自分にも得がある」、「無理に意識する必要がない」ということ自体がインセンティブになり、自然と行動を促します。

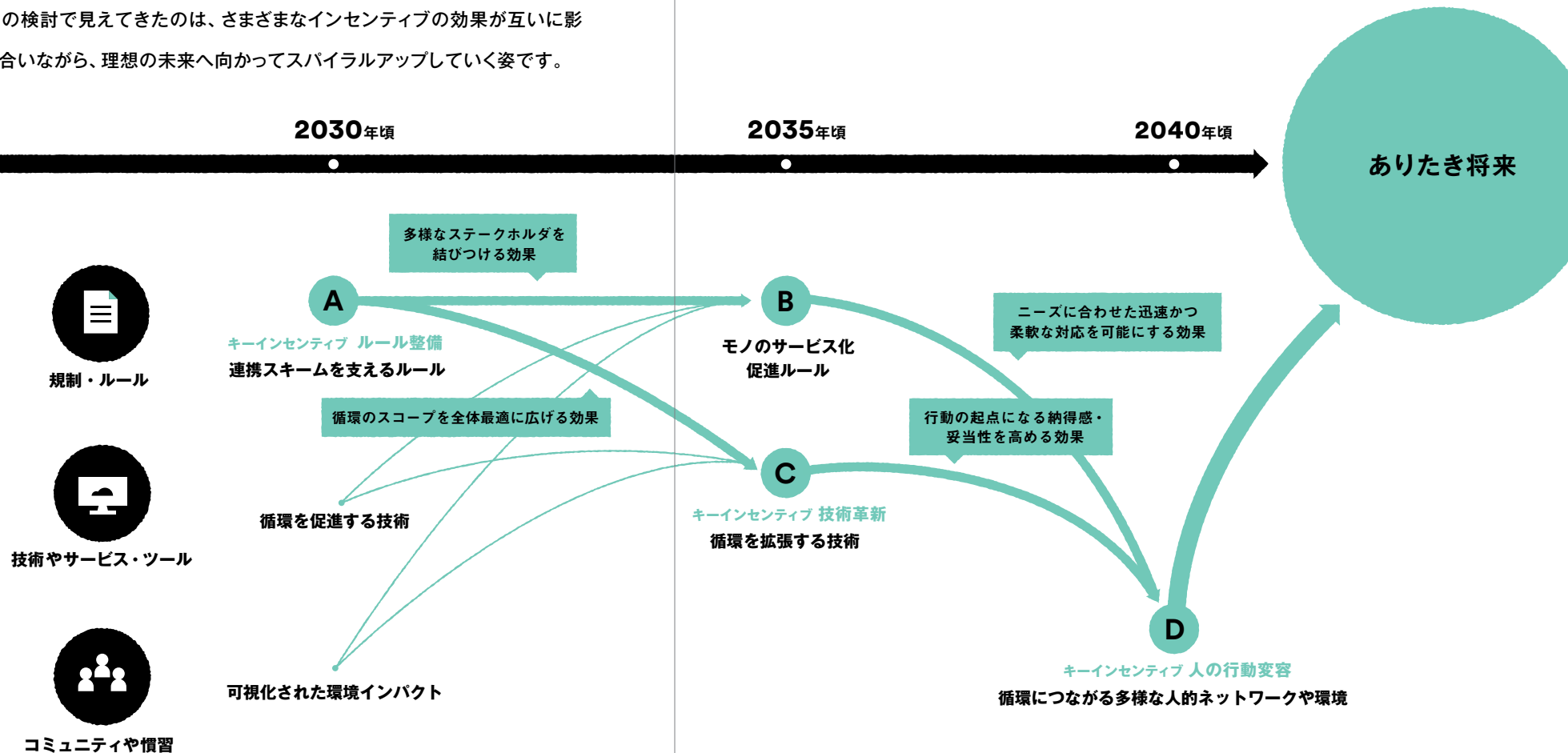
環境志向の有無に関わらず、製品・サービスの利用を通じて意識せずともサーキュラーエコノミーへ持続的に関与でき、誰もが「これで良い」と思える社会を醸成します。異なる価値観が無理なく共存できることが、私たちのめざす「ありたき将来」につながると考えています。

## ロードマップからの気づき

ここまでで、「ありたき将来」へのロードマップを、現状の課題や各年代の分岐点の観点から検討してきました。私たちがめざす社会へ至るためには、各年代において単一の施策ではなく、多種多様なインセンティブが複合的に作用する必要があります。

今回の検討で見えてきたのは、さまざまなインセンティブの効果が互いに影響し合いながら、理想の未来へ向かってスパイラルアップしていく姿です。

このスパイラルアップは対象とする製品単体にとどまらず、他製品や他業種の動きからも影響を受けます。社会全体で相互作用を生み出すことで、着実に「ありたき将来」へと近づいていけると、私たちは考えています。



行動を促すインセンティブにより、  
ルールや技術、人の行動が互いに影響し、  
スパイラルアップしながら、ありたき将来へ。  
このグランドデザインを社会へ提言し、  
自律的な循環の輪を広げていきます。

## '22-'23 スコープ定義・将来シナリオ分析

サーキュラーエコノミーに関するホットトピック、  
「ありうる将来」のシナリオを抽出。

## '24 将来像の具体化・要件定義

「ありたき将来」に向けた達成要件のあぶり出し。

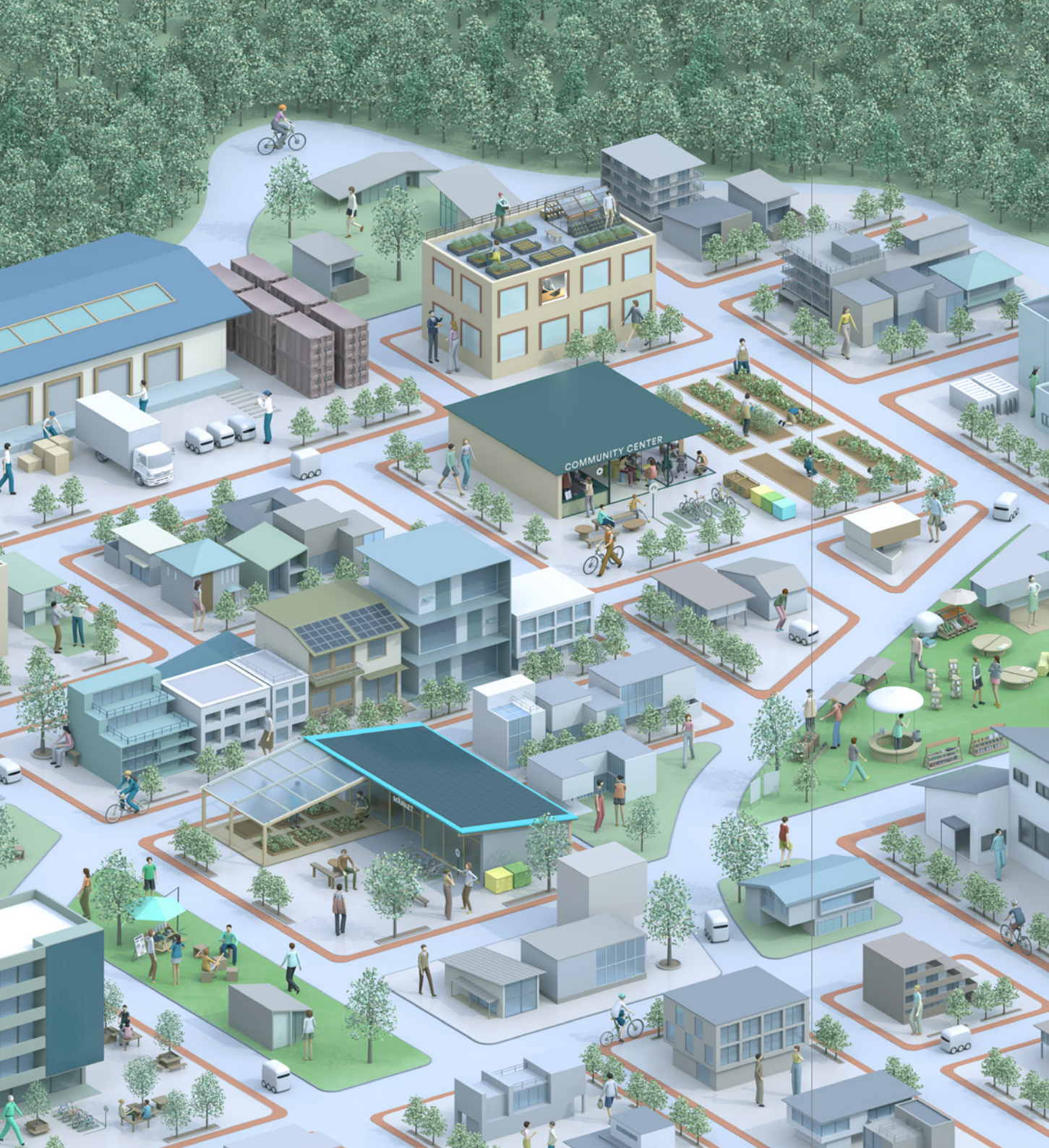
## '25 ロードマップの策定

ありたき将来に至るためのインセンティブを抽出し、  
2040年までのロードマップとして整理。

## 今後の活動 社会に向けてグランドデザインを発信

「ありたき将来」とそこへ至るための方策をまとめた  
提言書を発刊し、社会実装に向けて広く発信していきます。

未来に暮らす人々からのメッセージ



## 2040年の人々と対話する

ここでは、サーキュラーエコノミーが実現している2040年の架空都市「みらい循環市」。当ラボは、生成AIを活用して、「未来に暮らす人々」をシミュレーションしました。日々の暮らしや仕事の様子を、ぜひ聞いてみてください。

私たちは、「ありたき将来」としてサーキュラーエコノミーが浸透した未来社会の姿を描いてきました。しかし、その社会で生活する人々やビジネスを行う企業が、その制度や仕組みをどう受け止め、日々の選択や行動がどう変わっていくのかを描けなければ、未来の社会像は実感を伴いません。

そこで本プロジェクトでは、循環型社会が日常として根づいた都市「みらい循環市」を先に描き、その社会像や前提条件を丁寧に設定しました。そのうえで生成AIによるロールプレイを行い、循環型社会を動かす心理や、実装の過程で生じる戸惑いや障壁について仮説を導き出します。



## 未来ペルソナとは

一般的なペルソナは「現在の人物像」を具体的に描くモデルですが、10年以上先の未来は価値観や行動が大きく変化するため、人間の想像だけではその変容を正確に捉えることが困難です。そこで未来ペルソナは、未来の社会に存在しうる人物像として設計され、将来の価値観変容を踏まえた人物像を描きます。この未来像の精度を高めるために、博報堂が30年以上蓄積してきた生活者データをもとにした生成AI「バーチャル生活者」を活用し未来の「価値観のブレ」を補いながら、より確度の高い未来の生活者像として構築しています。

## 今はまだいない「未来のペルソナ」をつくる

このプロジェクトでは、未来の人々のインサイトを捉えるため、「未来ペルソナ」という考え方を採用しました。当ラボが培ってきた研究知見を、博報堂による生成AIツール「バーチャル生活者」と組み合わせることで、2040年頃に想定される「生活者像」と「事業者像」を創出しました。

さらに、この未来ペルソナに対して、当ラボが描く循環経済社会のビジョンや技術、ルールを提示し、その未来観に基づく考え方や意見を引き出しました。



未来に暮らす人々からのメッセージ

## 未来ペルソナを生成するために用いた3つのデータ

### 博報堂

博報堂が30年以上にわたり蓄積した、生活者の価値観や行動に関する大規模データを基盤とする生成AI「バーチャル生活者」を活用。未来の価値観変容を導き出すための、信頼性の高い基礎情報として用いました。

### 日立-産総研サーキュラーエコノミー連携研究ラボ

未来シナリオシミュレーション技術を用いて、約2万通りの可能性から精緻化した「ありうる将来」の代表シナリオを構築。この独自の研究成果を、未来の社会環境を定義するプロンプトとしてAIに入力しました。

### UNIVERSITY of CREATIVITY

次世代を担う中高生たちと実施した「SFプロトタイピングワークショップ」の成果を活用。サーキュラーエコノミー社会におけるリアルな価値観や行動変容の動機を、AIへのプロンプトとして反映しました。

※ UNIVERSITY of CREATIVITYは、博報堂が運営する創造性の研究・実装プラットフォームです。

## みらい循環市の事業や取り組み

2040年に設立された循環型社会の架空のモデル自治体「みらい循環市」。資源循環と廃棄物ゼロをめざし、エコデザインと市民参加を基盤にした新しい街の在り方で、環境価値と経済価値の両立を図ります。

### 1

#### 自転車を再生タイヤでカスタマイズ

標準化されたエコデザインによる部品で業界全体で環境負荷・コストを低減



### 2

#### 自転車のバッテリーを給水機に再利用

使えなくなった製品を、別の用途へとリバーパス



未来に暮らす人々からのメッセージ

3

電動自転車をアプリでシェアリング

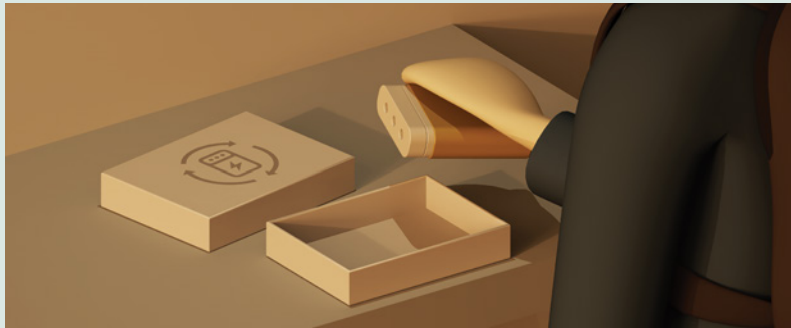
利用方法をデジタルで支援し、製品の性能低下を最小限に



4

バッテリーが古くなると交換用の新品と箱が届く

利用状況をモニタリングし、製品の残存価値があるうちに回収、製品寿命を延伸



5

ライフサイクルシミュレーションの適用

ライフサイクル全体で、計画段階から環境価値・経済価値を評価できる仕組みが普及



6

CE付加価値の生産性指標による評価

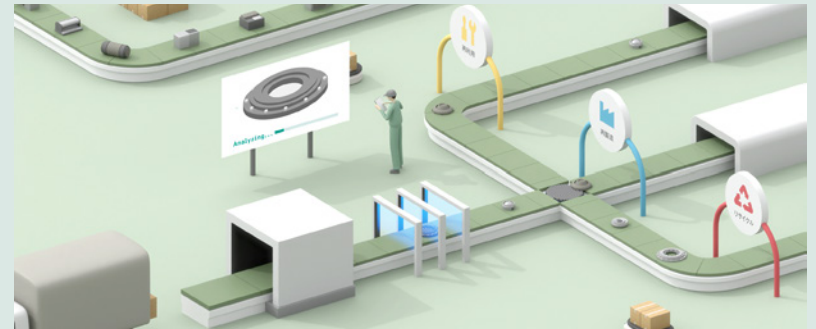
環境価値と経済価値の総合評価により、CEへのスムーズな移行を促すルールが浸透



7

グレーディング指標の活用

使用済み製品のグレードをはかる基準による、最適な再生と循環の実現



未来に暮らす人々からのメッセージ

ペルソナ1 | 中村りな

「長く使えるモノに惹かれる人です。」

年齢 26  
職業 フリーライター  
家族構成 既婚・子なし  
価値観 環境性重視 ★★★★★  
経済性重視 ★



**Q** サーキュラーエコノミー製品を選ぶモチベーションやきっかけを教えてください。

**A** まず、実用性と環境への配慮のバランスが取れていることです。いくら環境に良くても、使い勝手が悪いと結局無駄になってしまいますから。次に、その製品にまつわるストーリーに共感できるかどうかです。例えば、地元の廃材を使って職人さんが作った家具なら、「この街の循環に参加しているんだ」という感覚が得られて嬉しいんです。

最後に、正直に言うと「私、いい選択してるな」という、ちょっとした自己満足感もあります。それが次の行動につながるモチベーションになっているんですね。



ペルソナ2 | 山田けんじ

「一番大事なのは実用性とコスパです。」

年齢 24  
職業 市役所職員  
家族構成 未婚・子なし  
価値観 環境性重視 ★★  
経済性重視 ★★



**Q** もっとこんなサービスがあったらいいなと思うことがあれば教えてください。

**A** 自分がリサイクルに出したものが、最終的にどんな製品に生まれ変わったかを教えてくれるサービスがあったらいいなと思います。「あなたが出したペットボトルは、こんなTシャツになりました」みたいな通知が来たら、すぐモチベーション上がりそう。

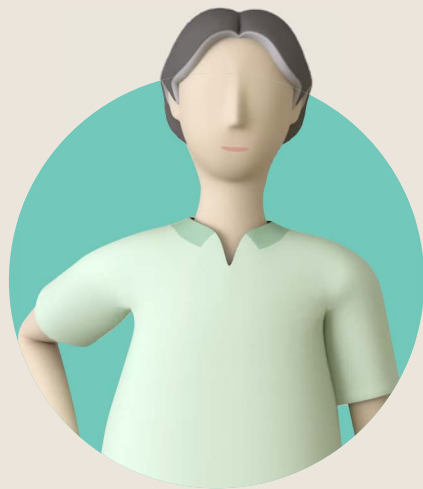
あと、循環活動をゲーム感覚で楽しめるアプリとか、地域の人とチーム戦で分別やりサイクルを競える仕組みがあったら、もっと積極的に参加したくなると思います。



ペルソナ3 | 佐藤正雄

「“もっと長持ちさせたい”って  
お客さんが増えました。」

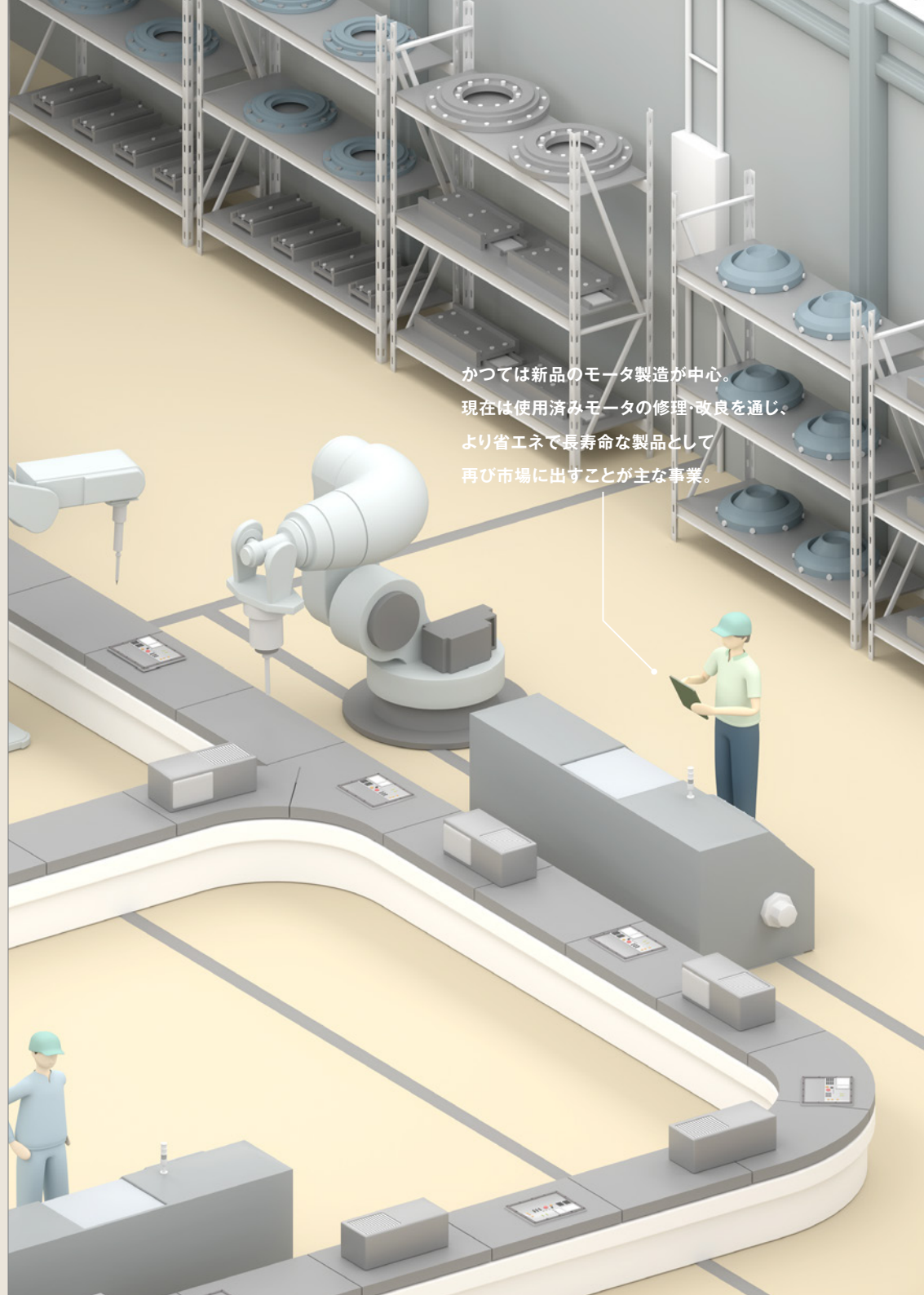
年齢 59  
勤務先 ミライ産業モータ株式会社  
役職 生産技術部 シニアエキスパート



**Q** あなたのお仕事の、2020年代との  
一番大きな変化を教えてください

**A** 一番大きな変化は、「作って売る」から「直して長く使っ  
てもらう」に完全にシフトしたことです。

2020年代は、とにかく新しいモータを効率よく製造することが私たちの仕事でした。でも今は、回収されたモータを見て「どこを直せば、あと何年使えるか」「どの部品を最新のものに変えれば、エネルギー効率がもっと良くなるか」ということを考える仕事になっています。リユースやアップグレードでは、ひとつひとつモータの状態が違うので、その都度最適な判断をしなければならない。まるでお医者さんが患者さんを診察するような感覚で、モータの「診断」をして、最適な「治療法」を考える。そんな仕事になりました。



かつては新品のモータ製造が中心。  
現在は使用済みモータの修理・改良を通じ、  
より省エネで長寿命な製品として  
再び市場に出すことが主な事業。

**Q** その変化に行政のルールは  
どう関わっていますか？

**A** リサイクルやリユースのプロセスで、どれだけ効率的に  
価値を生み出すかを考えないと、単に環境に良いだけで  
はビジネスとして成立しませんから、非常に重要な考え  
方だと思います。

例えば、私たちが手掛けているモータのアップグレード  
やリユースなんかは、新しい部品を使わず、リユース可能  
な素材を使うことでコストを抑えつつ、性能を上げる方法  
を模索しているわけです。こうした模索が「サーキュラー  
エコノミー付加価値の生産性」での評価に反映される中  
で、どれだけ「効率的に」「高品質に」やるかが、結局は  
競争力を持つための鍵だと気づいたんです。

実際に「どれだけのリソースを使わずに、効率的に価値  
を提供できるか」を考えることで、ちょっとした改善や  
調整が利益につながることを実感しています。

新品を作るよりも、すでにある部品を使って性能を上げる  
方が効率的ですし、環境負荷も減りますから、その点で  
は間違いなくプラスになります。それに、エコに配慮した  
事業を進めていることが市場でも評価され、ブランドの  
信頼性や競争力を高めることにもつながるんですね。



🔧 製造業者からのメッセージ

ベルソナ4 | 木村直人

「バッテリーを“売る”会社が  
“回す”会社になったんです。」

年齢 41  
勤務先 バッテリーサポートネット株式会社  
役職 事業開発部長



**Q** 現在の課題を教えてください。

**A** 今、一番頭を悩ませているのは「バッテリーの余剰と最適な流通  
のバランス」です。サーキュラーエコノミーがうまく機能した  
結果、バッテリーが捨てられることはほぼなくなりました。でも  
今度は逆に、リユース品が市場に溢れすぎて供給過多になって  
います。みらい循環市内ではバッテリーが余っているのに、他の  
都市ではまだ不足している、という地域格差も生まれています。

この課題を解決するために、私たちは「バッテリーの価値を動的  
に調整する仕組み」を作ろうとしています。また、都市間でバッ  
テリーを流通させる仕組みも検討中です。要は「循環の停滞」を  
いかに防ぐかが次の大きなテーマになっています。サーキュラー  
エコノミーが成功したからこそその「贅沢な悩み」とも言えますが、  
市場の健全性を保つためには重要な課題だと考えています。





電動車、家庭用蓄電池、企業設備など、  
みらい循環市に点在するあらゆる  
バッテリーをAIで監視・制御し、  
エネルギーの流れを効率化。

**Q** ライフサイクルシミュレータとの  
関わりを教えてください。

**A** ライフサイクルシミュレータは、私たちの仕事には欠かせないツールになっています。これは、みらい循環市が導入したシステムで、簡単に言うと「都市全体の資源の流れをコンピューターで計算して、一番効率的な配置を教えてください」です。

具体的には、都市内のすべてのバッテリーの状態をデータ化して、「このバッテリーはあと何年使えるか」「どこに移動させれば最も有効活用できるか」「いつリサイクルに回すべきか」といったことを瞬時に計算してくれます。私たちも毎日このシミュレーション結果を見ながら、バッテリーの最適な流通ルートを決めています。

例えば、Aエリアでリユースバッテリーが余っているけど、Bエリアでは不足している時に、ライフサイクルシミュレータが「この量を、このタイミングで移動させるのがベスト」って提案してくれるんです。おかげで、バッテリーの供給過多を防ぎながら、必要な場所に適切に届けることができるようになりました。

ペルソナ5 | 河野美智子

「モノの命をもう一度吹き込む仕事なんです。」

年齢 52  
勤務先 リサイクルテック株式会社  
役職 品質管理部 部長



Q

あなたのお仕事の、2020年代との一番大きな変化を教えてください

A

一番大きな違いは、「修理・再利用が当たり前になったこと」です。2020年代はまだ、「壊れたら買い替える」が一般的で、再生品は「安い代替品」という位置づけでした。しかし、2025年以降サーキュラーエコノミーが急速に浸透し始め、自治体や企業が持続可能な社会をめざして取り組み始めました。私たちもその波に乗って、リマン業務をさらに拡大することができたんです。

2040年の今では、「壊れたら修理する」が常識になりました。過去はメーカーごとに部品規格がバラバラで修理が困難でしたが、いまは統一部品規格で修理・再生が効率的になったのも大きいです。

回収された小型家電や産業用部品を高品質な「リマニュファクチャリング(リマン)技術」で再生し、廃棄物に新たな価値を与える老舗リサイクル業者。現在はリマン事業に領域を拡張中。



**Q** その変化に行政のルールはどう関わっていますか？

**A** サーキュラーエコノミーを推進するために、どれだけ効率的に価値を生み出しているかを示す指標ですね。私たちのようなリマン業者にとっては、単に材料としてリサイクルするだけでなく、リユースやリファービッシュなど、より小さなループを回す過程でどれだけ経済的な付加価値を生み出せるかが重要なんです。

メリットとしては、リマン業者としては、やっぱり資源を無駄にせず、長く使える形で価値を引き上げられることは大きな魅力です。リマンを進める中で、製品や部品の残存価値を上げることができれば、経済的にも環境的にもプラスになります。例えば、製品そのものは壊れて価値がなくなっても、個々の部品はまだ使えて価値があったりします。

それらを活用することで、もともと廃棄されるはずだった資源を有効活用できるし、それが社会的にも評価される。ここでの付加価値を上げることは、企業としての信頼やブランド価値にもつながりますし、サステナビリティを重視する生活者にとっても魅力的な選択肢になります。



ペルソナ6 | 石井 琴音

「余剰とニーズをつなぐ、循環をデザインします。」

年齢 31  
勤務先 株式会社エコ・コーディネーターズ  
役職 サーキュラーデザイナー




**Q** 現在の課題を教えてください。

**A** 現在の最大の課題は、「循環の自由度が失われつつあること」です。サーキュラーエコノミーが進んで、資源が無駄にならない仕組みはほぼ完成しました。でも、その一方で、すべてが管理されすぎていて、自由な循環や新しい使い方が生まれにくくなっているんです。

例えば、資源の流れが最適化されて「この素材は次にどこへ行くか」が決まっているのですが、これが逆に「新しい使い方を思いついても、ルール上それを実現するのが難しい」状態を生んでいます。例えば鉄道部品を家具として使えるアイデアが浮かんでも、その部品がすでに別の用途に割り当てられていると、勝手にルートを変えることができないんです。





サーキュラーデザインの専門企業では製品や部品の「その先の利用」を見据えた循環型設計を行う。

**Q** ライフサイクルシミュレータとの  
関わりを教えてください

**A** ライフサイクルシミュレータは、製品がどの循環方法を取れば環境負荷とコストのバランスが最も良くなるかを計算してくれるツールです。私の業務では頻繁に活用しています。例えば、部品の循環を考えると、「この部品をリユースする場合」と「完全にリサイクルする場合」のCO<sub>2</sub>排出量・コスト・寿命をライフサイクルシミュレータで比較分析します。

「リユースのほうが20%経済的で、環境負荷も30%低い」といった具体的なデータが出ると、それを基に最適なルートを提案できるんです。シミュレーション結果を参考にしつつ、新しいアイデアを試したりもしながら新しい循環の形を模索しています。

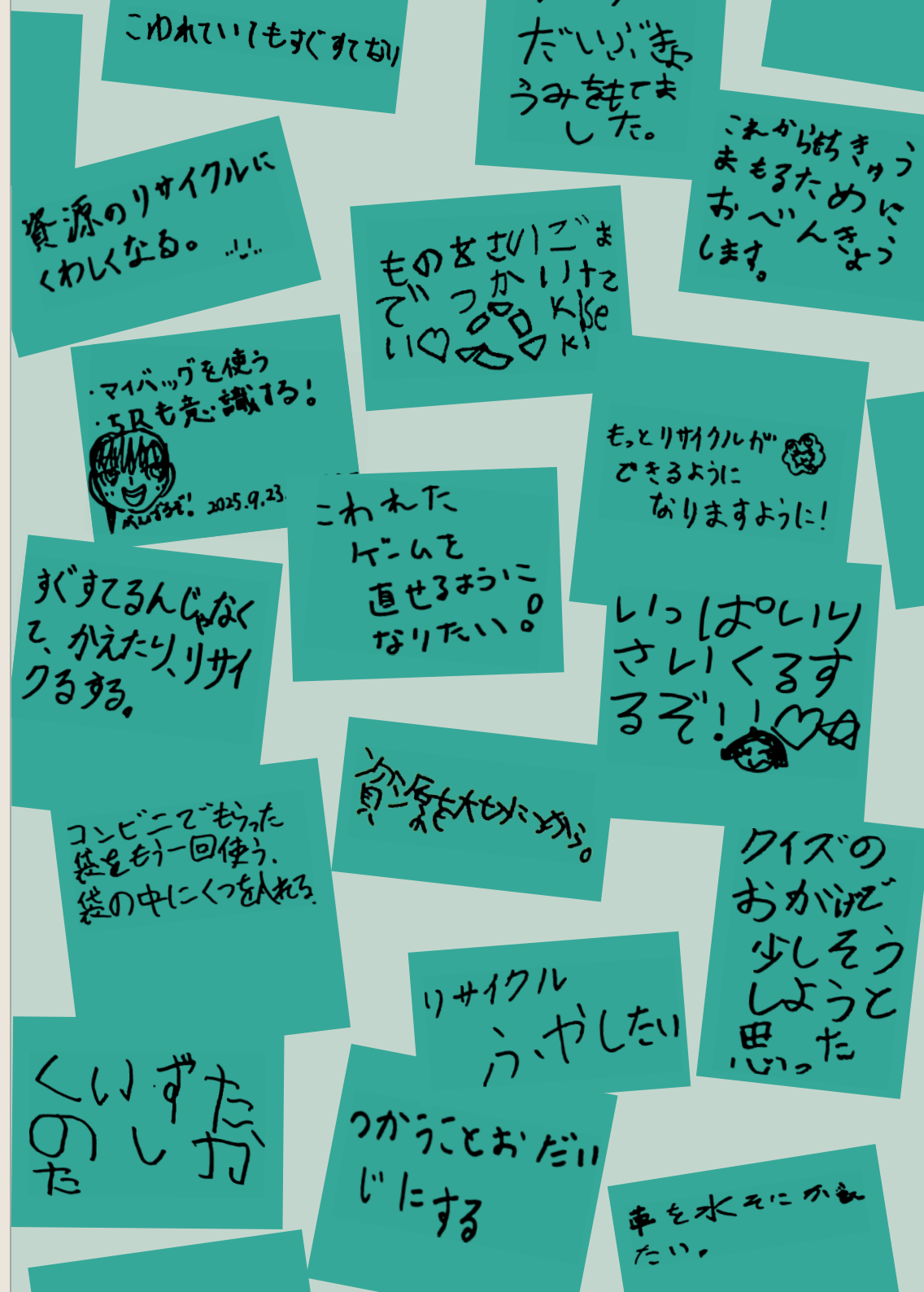
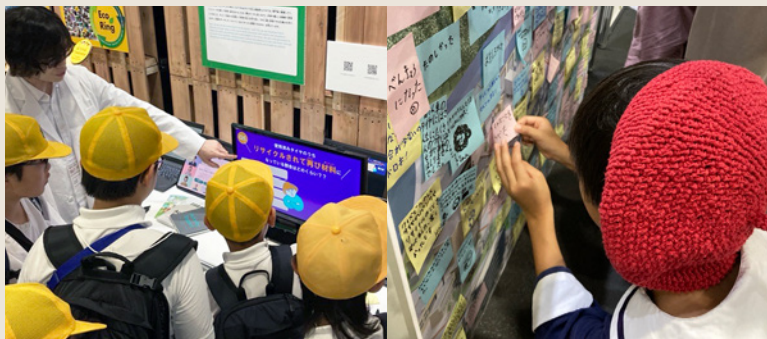
## 今を生きる人々からの反応

「みらい循環市」の住人たちからのメッセージは、現在を生きる私たち自身への問いかけでもあります。当ラボは、大阪・関西万博での展示や企業とのワークショップを通じて、子どもから大人まで、多様な世代の来場者・参加者が未来の声に触れる機会を設け、その反応を収集しました。

2025  
9

大阪・関西万博・経済産業省主催  
サーキュラーエコノミー研究所

経産省主催の催事に出展し、「サーキュラーエコノミー社会に暮らす人々の未来研究」と題したコンテンツで、子供たちからの素直な反応をもらいました。

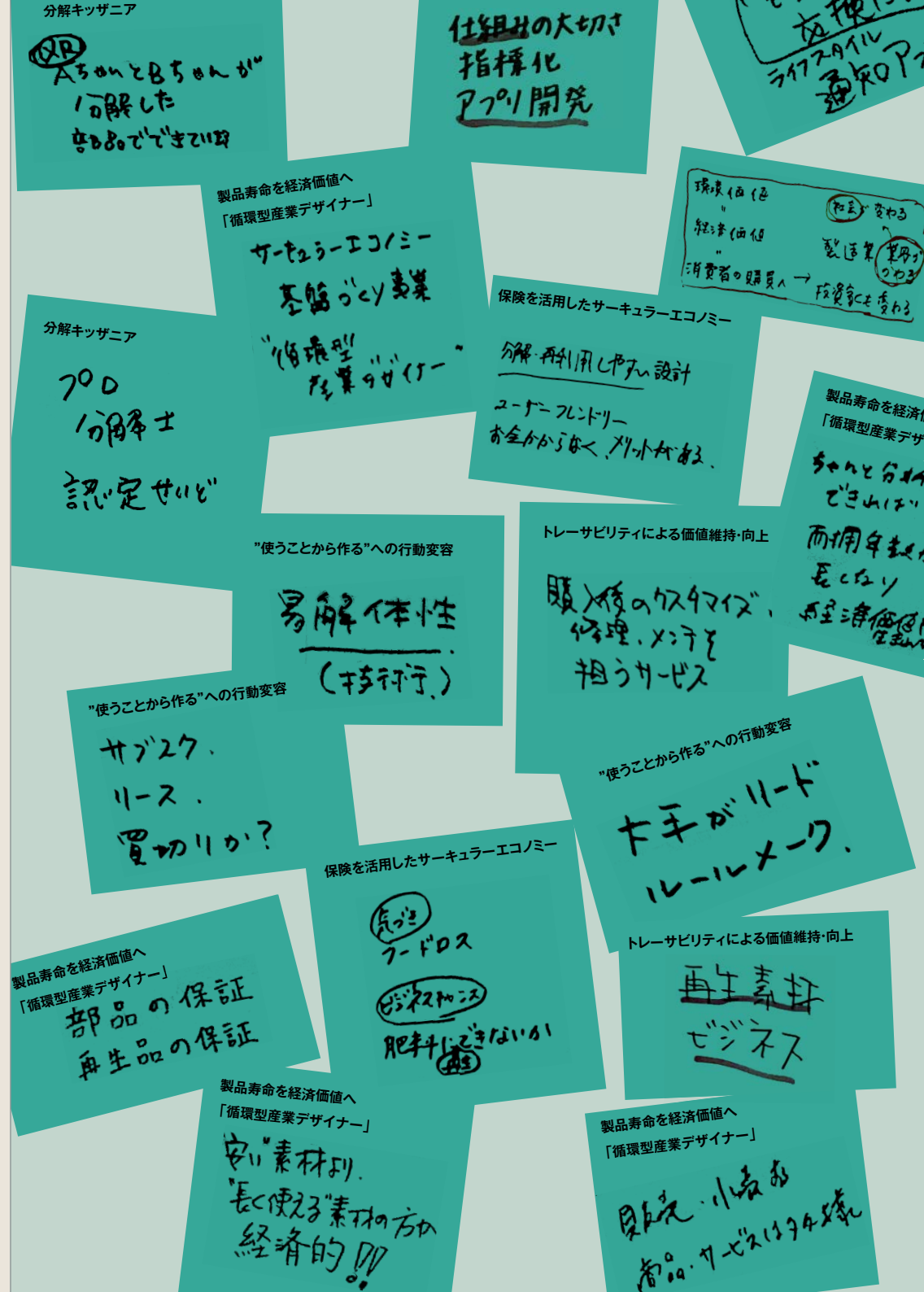


一般社団法人Future Center Alliance Japan主催  
第3回 テーマオーナープログラム

未来ペルソナとの対話を通じ、産官学の多様な参加者がサーキュラーエコノミーへの理解を深める機会を設けました。未来の人々の価値観や想いから気づきを得てビジネス機会を探索し、循環型社会を「自分ごと」として考察。グループで事業アイデアを考案し、意見交換を行いました。参加者からは「他業種の方々と議論でき有意義だった」「小さなことから一緒に取り組みたい」などの反応が寄せられました。



私たちは今後も、未来からのメッセージを、いま現在の選択や行動につながる問いとして、多様な立場の人々と共有していきます。



分解キッザニア

AR  
AちゃんとBちゃんが  
1分解した  
ものもできていい

仕組みの大切さ  
指標化  
アプリ開発

本使  
ラゲージ  
通知

製品寿命を経済価値へ  
「循環型産業デザイナー」

サーキュラーエコノミー  
基盤づくり

「循環型  
産業デザイナー」

環境価値  
経済価値  
消費者の購買力へ  
投資家へ  
変化  
変革  
変わる

分解キッザニア

700  
分解士  
認定せいで

保険を活用したサーキュラーエコノミー

分解・再利用しやす設計

ユーザーフレンドリー  
安全からなく、メリットある。

製品寿命を経済価値へ  
「循環型産業デザイナー」

ちゃんと分解  
できると

「使うことから作る」への行動変容

易解イキ性  
(移行性)

トレーサビリティによる価値維持・向上

購入後のカスタマイズ、  
修理、メンテナンス  
相うサービス

「使うことから作る」への行動変容

サブスク、  
リース、  
買取りか?

「使うことから作る」への行動変容

大手がリード  
ルールメーカー。

保険を活用したサーキュラーエコノミー

食の  
フードロス

お米の  
肥料にできないか

トレーサビリティによる価値維持・向上

再生素材  
ビジネス

製品寿命を経済価値へ  
「循環型産業デザイナー」

部品の保証  
再生品の保証

製品寿命を経済価値へ  
「循環型産業デザイナー」

安い素材も、  
長く使える素材の方が  
経済的!!!

製品寿命を経済価値へ  
「循環型産業デザイナー」

買収・小売  
商品・サービスは345歳

デジタルソリューション

## リアルとデジタルで、 循環を加速する

### P76

#### 循環の最適化に向けて

- ・バリューネットワーク構築のために
- ・2つの課題とそれに対するソリューション

### P80

#### ソリューション1 | ライフサイクルシミュレータ モノのライフサイクルを可視化・評価する

- ・ライフサイクルシミュレータの特長
- ・ユーザ行動のモデル化
- ・ケース | スクリュー圧縮機における回収サービスの設計

### P96 今後の展開

資源循環を牽引する  
サイバー・フィジカルシステムの実装へ

### P90

#### ソリューション2 | 静脈のデジタル化

#### モノの回収・解体・再生のプロセスをデジタル化する

- ・3つの要素技術
- ・ケース1 | 回収品の型番自動識別によるトレーサビリティの再生
- ・ケース2 | プロセス由来の環境負荷算出に向けた原単位作成

最適な循環ルートは、

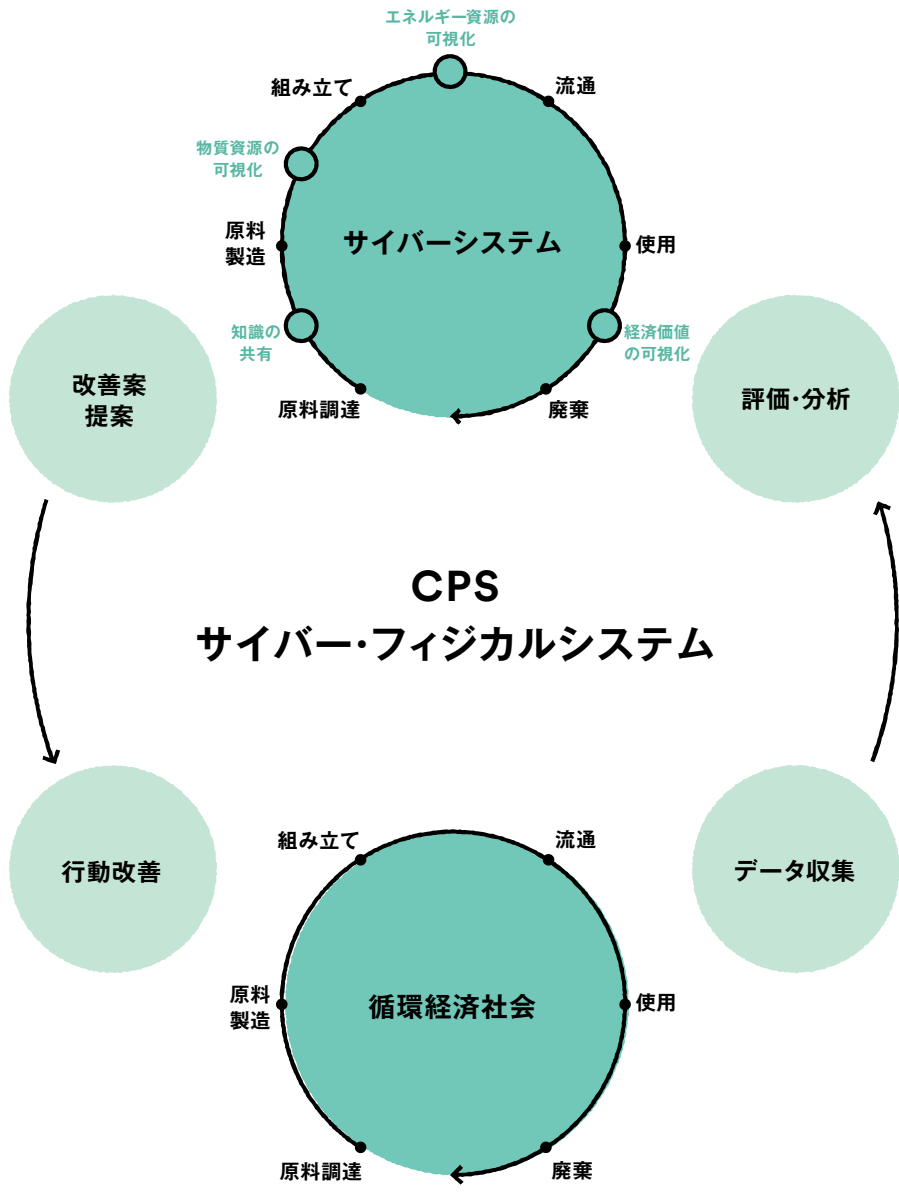
机上の計算だけでは分かりません。

シミュレーション予測と、現場のデータを融合。

「理論」と「実態」の両面から

環境にもビジネスにも最適な選択肢を導き出し、

確実な循環の実装を支えます。



## 循環の最適化に向けて

### バリューネットワーク構築のために

サーキュラーエコノミーは、単独の企業だけでは実現できません。メーカーやリサイクラ、生活者などのステークホルダが連携して取り組むことが重要です。このようなステークホルダ間の連携には、一方通行のバリューチェーンではなく、相互に絡み合うバリューネットワークを構築する必要があります。

当ラボでは、モノの流れの透明性が確保されることだけでなく、各ステークホルダの行動が正当に評価され、適正にフィードバックされることで、サーキュラーエコノミーへの自発的な行動が促進されるバリューネットワークの構築をデジタルソリューションにより実現することをめざします。このために必要なのが、サーキュラーエコノミー向けのサイバー・フィジカルシステムです。

## 2つの課題とそれに対するソリューション

当ラボでは、サーキュラーエコノミーの実現に向け、ステークホルダに求められる行動から、サイバー・フィジカルシステム(CPS)を活用した6つのユースケースを立案しました。さらに、それらを実装する上で企業が直面する障壁をヒアリングなどで深掘りし、解くべき「2つの本質課題」を導き出しました。

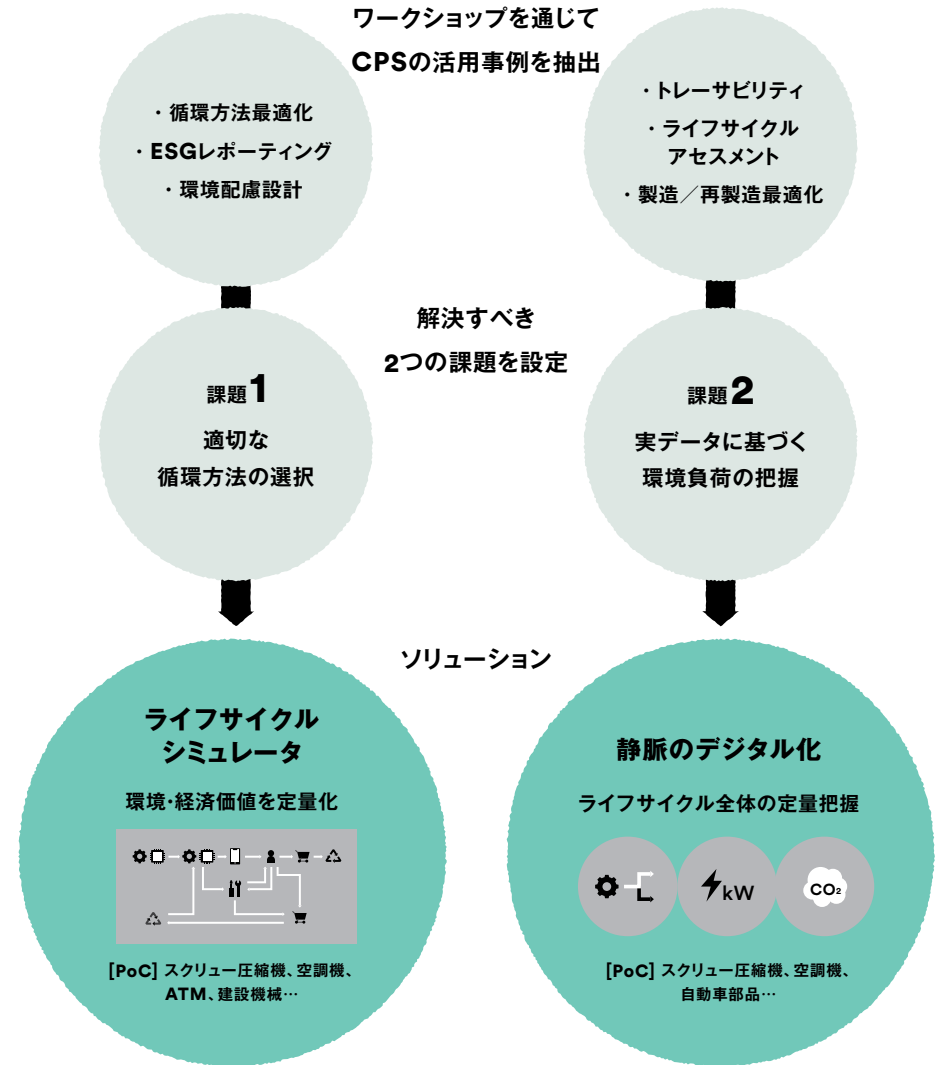
現在、私たちはこれらの課題を解決するためのコア技術を開発し、実際の事業を通じた検証を進めています。

**1** 課題「適切な循環方法の選択」に対して  
モノの流れやユーザの行動をモデル化し、環境・経済価値を定量評価する「ライフサイクルシミュレータ」を開発しました。

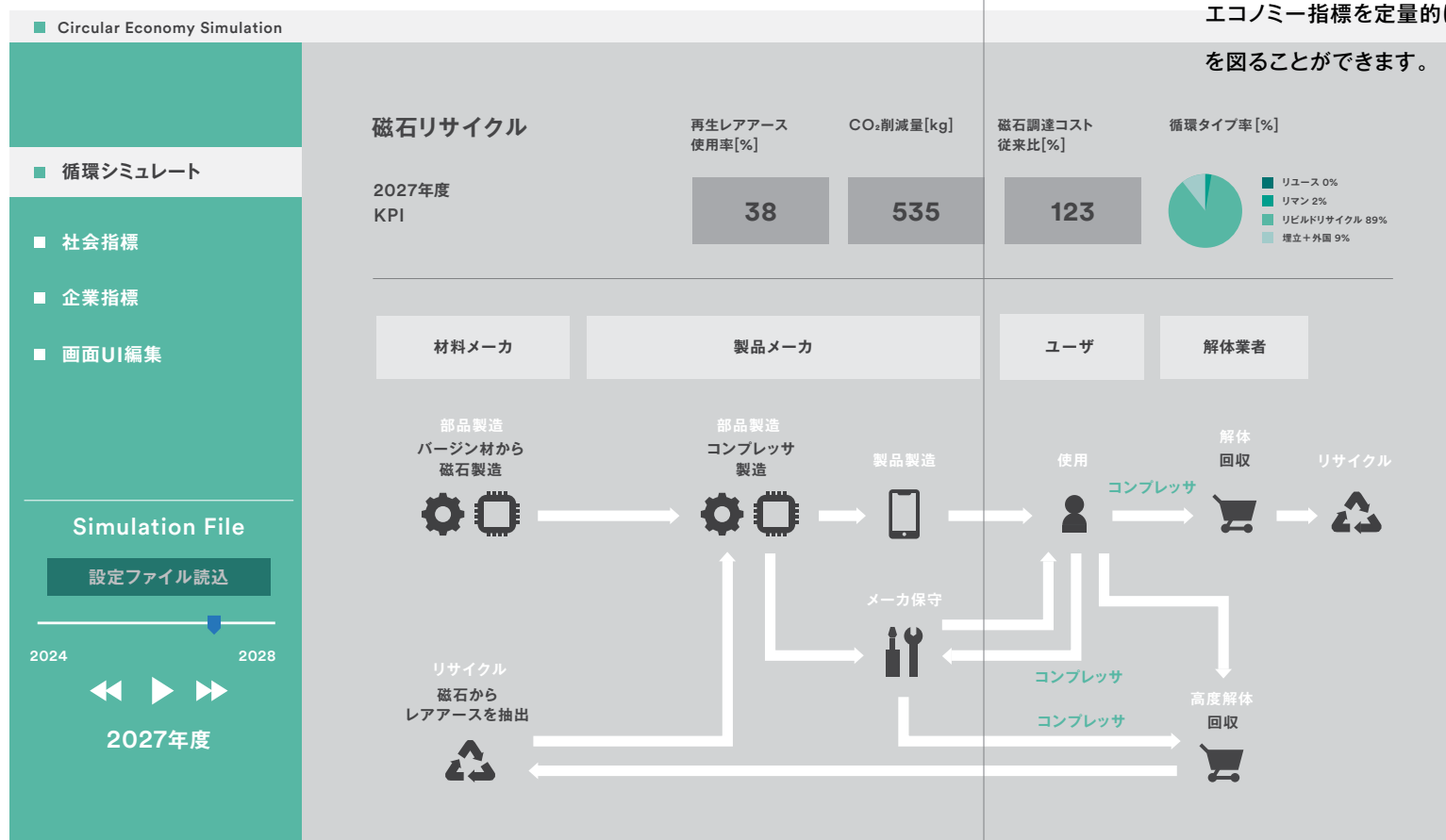
**2** 課題「実データに基づく環境負荷の把握」に対して  
回収・解体・再生といった「静脈プロセスのデジタル化」により、ライフサイクル全体の実態（環境負荷やコストなど）を精緻に把握するソリューションを構築しています。

これら2つのソリューションを両輪としてサイバー・フィジカルシステムを実装し、環境価値の最大化と企業の事業成長を両立するバリューネットワークの構築を牽引します。

CPS: Cyber-Physical System ESG: Environment, Social & Governance  
ATM: Automated Teller Machine



## ソリューション1 | ライフサイクルシミュレータ モノのライフサイクルを可視化・評価する



当ラボが開発した「H-AISTライフサイクルシミュレータ」は、製品のライフサイクル全体をデジタル空間にモデリングするためのツールです。

このシミュレータでは、物質資源の流れである「マテリアルフロー」をはじめ、それに伴って発生する「CO<sub>2</sub>排出量」や「経済価値（お金の収支）」を統合的に解析することが可能です。これにより、ライフサイクル全体としての環境負荷・経済性だけでなく、関与する各ステークホルダそれぞれのサーキュラーエコノミー指標を定量的に評価し、最適な循環プロセスや事業モデルの設計を図ることができます。

## ライフサイクルシミュレータの特長

このライフサイクルシミュレータでは、当ラボが想定するサイバー・フィジカルシステム（CPS）のユースケースに基づいて、以下の3つの機能を実装しました。

### 1 循環方法の最適化：BOM形式での製品モデル表現

リサイクルや部品再生など、多様なパターンの循環を正確に評価するため、製品・部品・材料という異なる単位での循環を同時に解析できる、BOM(Bill of Materials/部品表)形式での製品モデル表現を採用しています。



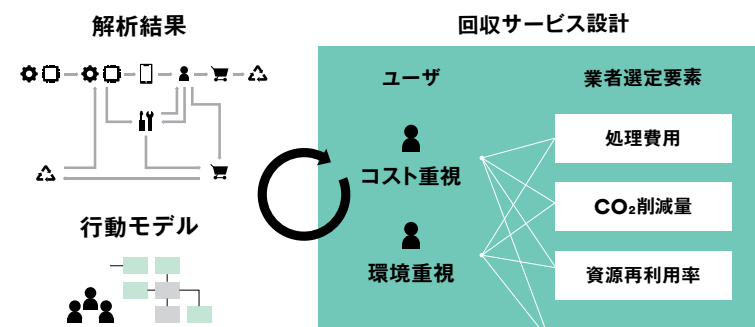
### 2 ESGレポーティングへの対応：原単位ベースの指標計算

目的に応じてさまざまな評価指標を使い分けられるよう、原単位ベースでの指標計算を可能にしました。これにより、複数の指標をライフサイクルアセスメント(LCA)のルールに従って定量的に算出することができます。



### 3 循環量を拡大するサービスの最適設計：ユーザ行動のモデル化

資源の循環量(マテリアルフロー)は、関係するステークホルダの選択によって大きく左右されます。これをシミュレーションに組み込み、最適な回収サービスを設計する機能を実装しました。



本章では、この中の「ユーザ行動のモデル化」について、具体的な事例を交えながら詳しくご紹介します。

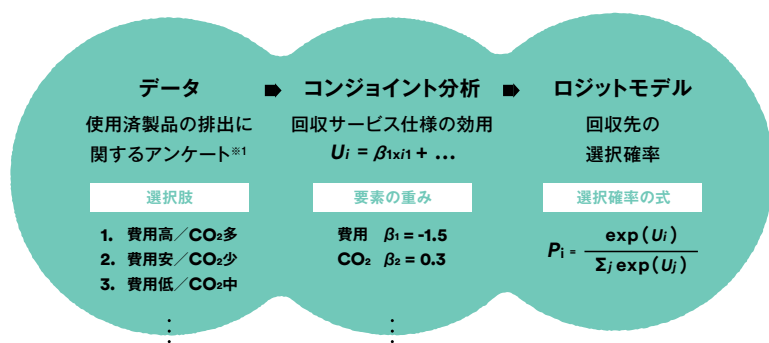
## ユーザ行動のモデル化

製品の循環量を拡大するためには、「ユーザが使用済製品をどこに排出するか」という選択行動を深く理解することが重要です。そこで当ラボでは神奈川大学・山本研究室との共同研究により、ユーザによる回収先選択に影響を及ぼす要件の重要度を定量的にモデル化し、それに基づくシミュレーションを活用して、最適な回収サービスを設計する手法を開発しました。

具体的には、ユーザが複数の業者の中から、どの回収先を選択するかの確率をモデル化しています。まず、主に工場などで産業機器の排出先を選定・承認する担当者(409名)を対象に、使用済製品の排出に関するアンケートを実施しました。

### 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



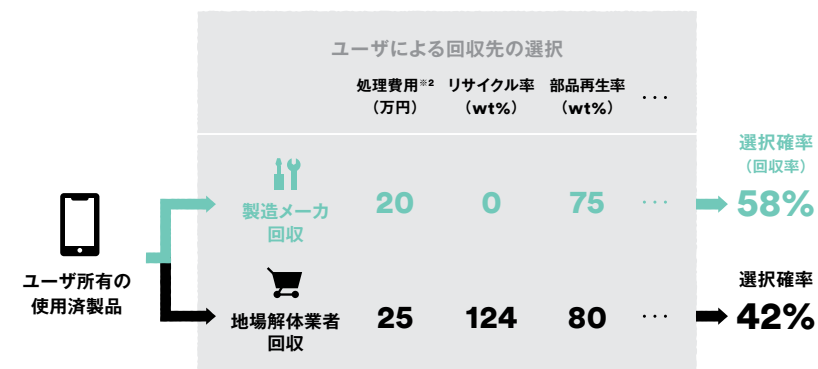
※1 2025年6月に実施した、産業機器の排出先を選定・承認する方(409名)を対象としたアンケート

その調査結果を基に、「コンジョイント分析」と呼ばれる手法を用いて、処理費用やCO<sub>2</sub>排出削減量、部品再生率といった回収サービスの各仕様に対して、ユーザが何をどれだけ重視するかを「効用」という数値で定量化しました。さらに、これを経済学などで用いられる「ロジットモデル」に当てはめることで、特定の回収先が選ばれる確率を算出します。

このユーザ行動モデルをシミュレータに組み込むことで、メーカーなどのサービス提供側は、回収サービスの仕様をさまざまに組み替えながら、それが選択確率(=回収率)にどのように影響するかをシミュレーションできるようになります。これにより、事業として求める回収率を達成できるように、根拠に基づいた最適な回収サービスの仕様を決定することが可能となります。

### 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

## ケース

### スクリー圧縮機における回収サービスの設計

ここからは、具体的な事例を基にユーザ行動モデルの活用についてご説明します。ユーザ行動モデルを活用し、環境価値と経済価値を両立する「回収サービス」の最適な仕様を導き出した取り組みです。

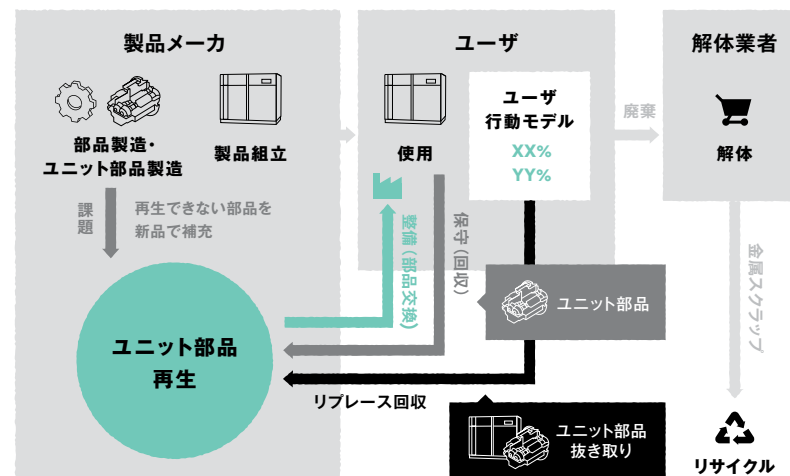
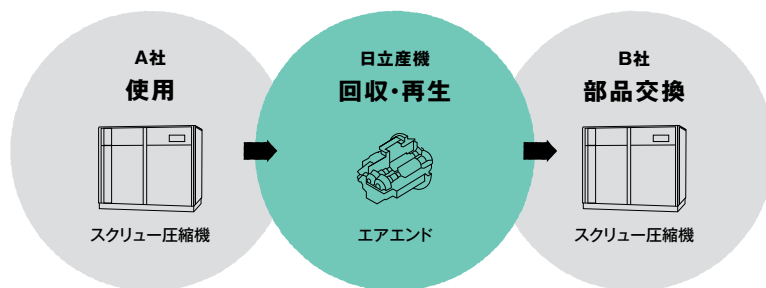
## 課題

今回は、株式会社日立産機システムが展開する、スクリー圧縮機（空気を圧縮する装置）の「リビルトプロダクツ事業」を対象としました。この事業は、装置保守の際に取り外した主要ユニット部品「エアエンド」を、あらかじめ再生しておいた別のエアエンドと交換することで、装置のダウンタイム（停止時間）を短縮する仕組みです。

しかし、回収した部品の中には損傷が激しく再生できないものもあり、不足分を「新品」で補充することで、環境負荷やコストが増大するという課題がありました。

#### 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



- リサイクル・再生なし 金属スクラップ
- 従来の部品再生 保守回収品の循環 [保守(整備)を機に使用済み部品を回収]
- リプレース回収による部品再生 使用済み製品の直接回収 [新品入替を機に使用済み製品をメーカーが回収]

## 解決策

当ラボでは、新品部品の補充を減らすため、機器を新製品に入れ替える（リプレースする）タイミングでメーカーが旧製品ごと回収し、そこから部品を抜き取って再生プロセスに適用する「リプレース回収」を構想しました。

この構想を実現する上で鍵となるのが「回収率の設計」です。ユーザに従来の解体業者ではなくメーカーの回収サービスを選んでもらい、いかに確実に回収できるかが事業の成否を分けます。

**検証** ユーザ行動モデルを搭載したライフサイクルシミュレータを用いて、この「リブレース回収」のサービス仕様（価格や情報の開示など）をさまざまに組み替え、回収率やメーカーの利益がどのように変化するかを評価・検証しました。

**結果** シミュレーションの結果、以下のことが明らかになりました。

・価格と利益のトレードオフ

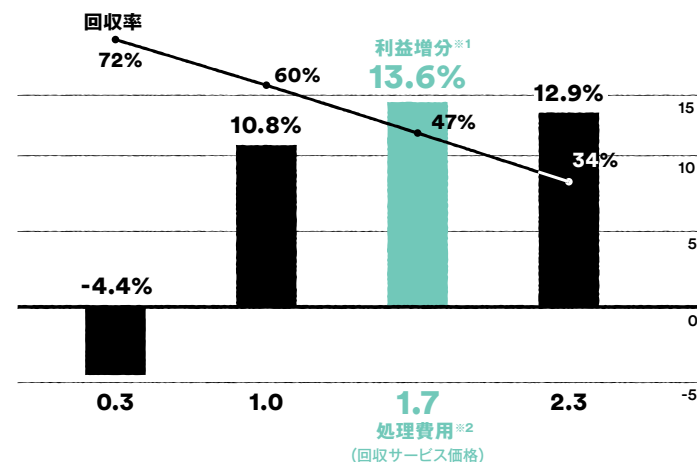
回収価格（ユーザが支払う処理費用）を安く設定すれば回収率は上がりますが、作業コストがかさみメーカーの利益を圧迫します。単純な回収率の最大化ではなく、適切なサービス価格を見極めることが利益最大化につながります。

・「環境貢献度」訴求の相乗効果

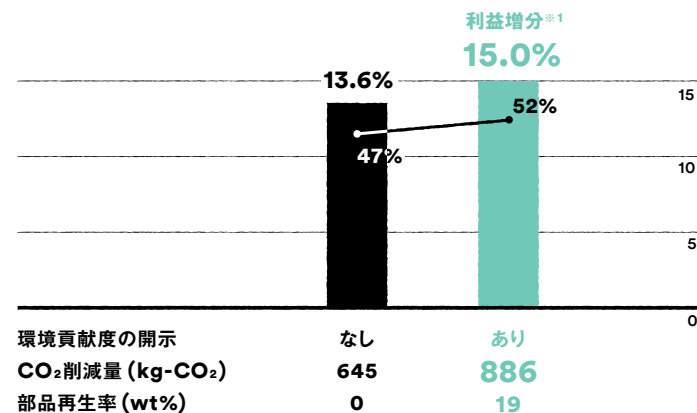
メーカーによる直接回収が「CO<sub>2</sub>削減」や「部品再生」につながるという環境貢献度をユーザに開示・訴求することで、回収率（選択確率）が底上げされ、結果としてメーカー側の利益もさらに増加することが確認されました。

これらの結果から、単なる価格競争に陥るのではなく「環境貢献度」をユーザにしっかりと訴求することが、環境価値と経済価値を同時に高める上で非常に有効な手段であることが実証されました。

処理費用（回収サービス価格）



ユーザへの「環境貢献度」開示の効果



※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

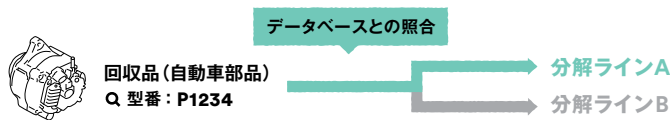
## モノの回収・解体・再生のプロセスをデジタル化する

### 3つの要素技術

回収品の正確な把握と、静脈プロセス(回収・解体・再生)の環境負荷削減に向けて、当ラボではデジタル化の要素技術を開発してきました。抽出した課題に対応するため、具体的に以下の3つの要素技術に取り組んでいます。

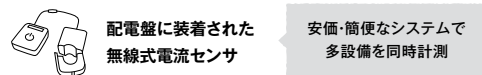
#### 1 トレーサビリティの再生：回収品の型番識別

回収品の状態や種類に応じて、最も適した解体・再生方法を選択するための「型番識別技術」です。



#### 2 プロセスの可視化と効率化：リモート電力計測

解体や再生プロセスにおける環境負荷やコストを可視化するため、装置ごとの消費電力量と使用時間を把握します。これには、産総研が独自に開発した安価で簡便な無線式電流センサーシステムを適用し、多数の装置を遠隔から同時に常時計測してデータを取得しています。



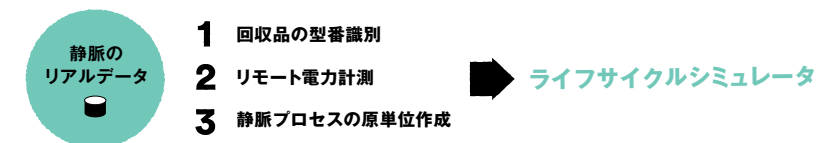
#### 3 ライフサイクルアセスメントの精緻化：静脈プロセスの原単位作成

静脈プロセスにおける環境負荷の事前推定に取り組みました。例えば、自動車コンプレッサの再生においては、CO<sub>2</sub>排出量の実に72%をプロセス由来が占めます。しかし現状では、その評価基準となる「原単位」が未整備であるため、事前の見積もりが困難でした。そこで循環の最適化に向け、静脈プロセスにおける原単位の作成を進めています。



※1 第20回LCA学会研究発表会予稿集(25年3月)を元に当ラボで作成

これら3つの要素技術によって取得した「静脈のリアルデータ」を、先ほどのライフサイクルシミュレータに入力することで、より精度の高い定量評価とサービス設計の実現をめざしています。本章では、この中から「型番自動識別」と「原単位の作成」の2つについて、ケーススタディとして詳しくご紹介します。



## ケース1

### 回収品の型番自動識別によるトレーサビリティの再生

1つ目の要素技術は、回収品に最も適した解体や再生の方法を速やかに判断し、資源循環のトレーサビリティを確保するための取り組みです。

**課題** 静脈プロセスにおいては、汚れや摩耗などにより、回収品のタグや銘板が読み取れないケースが少なくありません。

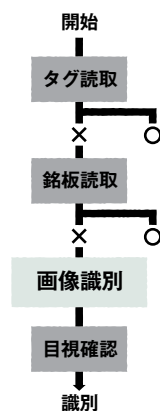
**解決策** そこで当ラボでは、画像から回収品の型番を自動で識別する技術を開発しました。この技術の大きな特徴は、取得した回収品の画像から「特徴点の抽出」と「クラスタリング」を行い、識別のベースとなるテンプレート画像を自動生成する点にあります。これにより、初めて持ち込まれる型番の回収品（初回品）であっても、システムが自動でデータベースを更新して対応することが可能です。

実際の識別処理では、この生成されたテンプレート画像を用いた「テンプレートマッチング」を行い、製品の種別と型番を正確に割り出します。手作業による事前のデータベース登録の手間を大幅に削減できる画期的な仕組みです。

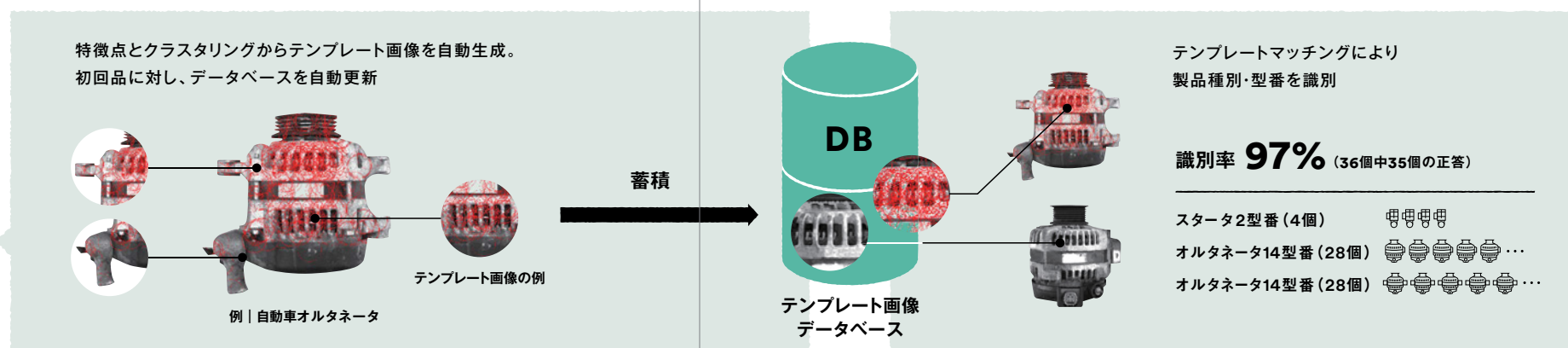
**検証** この手法を実装した試作システムを構築し、自動車部品のリビルトメーカーである信越電装株式会社のご協力を得て、実際の事業環境を想定した画像識別の検証実験を実施しました。

**結果** 実験では、自動車のスターター（2型番・4個）、コンプレッサー（2型番・4個）、オルタネーター（14型番・28個）の合計3種・18型番（計36個）を対象に画像識別を行いました。その結果、36個中35個で正答し、現状で97%という識別率を達成できることを確認しています。

#### 製品識別フロー



#### テンプレート画像を用いた製品自動識別



## ケース2

### プロセス由来の環境負荷算出に向けた原単位作成

静脈プロセス全体での環境負荷を精緻に把握し、循環方法ごとの環境価値を正確に評価・比較するための取り組みです。

**課題** サーキュラーエコノミーの環境価値を正確に評価するためには、材料そのものだけでなく、回収・解体・再生といった「静脈プロセス」で発生する環境負荷も適切に見積もる必要があります。

**解決策** そこで当ラボでは、早稲田大学・伊坪研究室との共同研究により、静脈プロセスを細かな「単位工程」に分割し、それぞれの環境負荷を算出する原単位作成の取り組みを進めました。

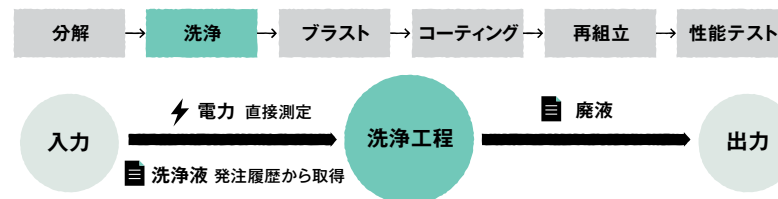
例えば部品の「洗浄」工程においては、実際の作業ラインの装置で消費される電力を測定するだけでなく、洗浄液の投入量や廃液の排出量といった入出力データを、センサーによる直接計測や発注履歴から取得し、環境負荷を算出する手法を適用しました。

**検証** この評価手法を用いて、前章のライフサイクルシミュレータの事例でも取り上げた、スクリー圧縮機の主要部品「エアエンド」の再生における環境負荷を評価しました。

**結果** 再生に用いる「材料のみ」を考慮した場合と比較して、実際の再生プロセス（分解、洗浄、ブラスト、コーティング、再組立、性能テストなど）の負荷を考

### 単位工程の原単位作成例

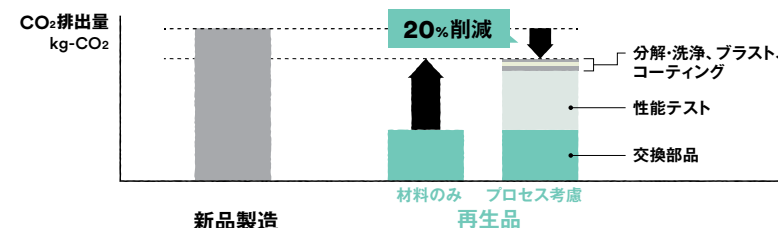
実ラインの消費電力・消耗品などの入出力データを取得、単位工程の環境負荷を算出し、原単位を作成例) スクリュー圧縮機エアエンドの再生プロセス



プロセス原単位作成のガイドラインを発行予定

### 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CO<sub>2</sub>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。



慮に入れると、CO<sub>2</sub>排出量が2倍程度に増加することが明らかになりました。しかしここで重要なのは、プロセス由来の負荷増分を厳密に含めたとしても、依然として「新品製造」と比較してCO<sub>2</sub>排出量を20%削減できるという事実です。これにより、プロセスによる環境負荷を考慮した上でも、新品製造より部品再生の方が確かな環境価値を持つことが実データによって裏付けられました。

**改善点** 工程ごとの負荷を可視化したことで、全体の環境負荷をさらに削減するためには「性能テスト」工程の効率化が最も効果的であるという具体的な改善ポイントも明確になりました。

## 今後の展開

### 資源循環を促進するサイバー・フィジカルシステムの実装へ

本章でご紹介したように、当ラボでは「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」を開発してきました。これにより、サイバー空間におけるサーキュラーエコノミー型ビジネスの客観的な評価と、フィジカル空間からの精緻な実データ収集の双方が可能となりました。

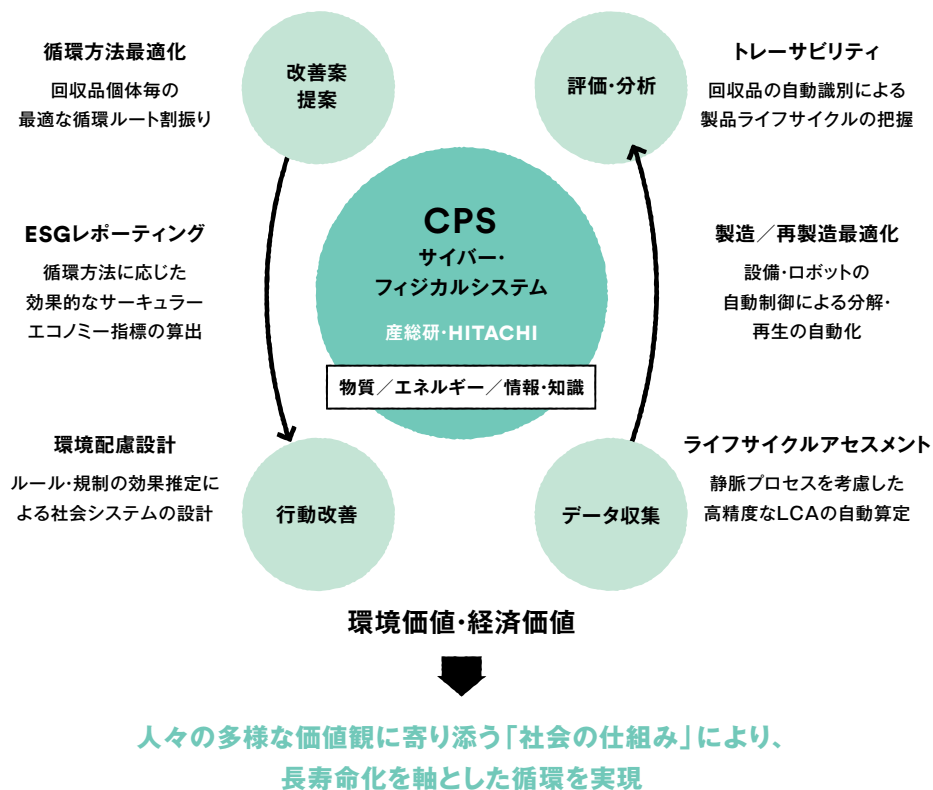
**ライフサイクルシミュレータ** | モノの流れやユーザ行動をモデル化し、循環方法や回収サービスの最適設計を支援します。

**静脈デジタル化技術** | 型番自動識別やリモート電力計測などを通じて、静脈プロセスにおける環境負荷やコストのリアルなデータを取得します。

これら2つの技術を統合した「サイバー・フィジカルシステム(CPS)」の社会実装を強力に推し進めることで、真に効果的な資源循環の促進に貢献できると確信しています。

今後は、AI技術も積極的に組み合わせながら、「物質」「エネルギー」そして「情報・知識」の循環をデジタルソリューションによってさらに強力に牽引していきます。

私たちがめざすのは、効率化だけを追求するのではなく、人々の多様な価値観にしっかりと寄り添う「社会の仕組み」を構築することです。今回事例としてご紹介した部品再生による「製品の長寿命化」を一つの大きな軸とし、社会全体で誰もが迷わず循環を選べる未来を実現していきたいと考えています。



## '22-'23 課題定義とソリューション開発の土台形成

活用事例から、解決すべき課題を定義。「ライフサイクルシミュレータ」を開発し、「静脈のデジタル化」によるデータ収集の基盤を構築。

## '24 ソリューションのコア技術開発・検証

- ・ライフサイクルシミュレータ | 事例検証を通じ、定量解析に基づく施策評価の有効性を確認。
- ・静脈のデジタル化 | 環境負荷の実態把握に向け、静脈プロセスの原単位作成を推進。

## '25 実事例での価値検証と機能拡張

コア技術を用いた事例検証を重ねながら、実装に向けた機能を開発。技術の実用性を証明し、実事業への活用や社外適用を推進。

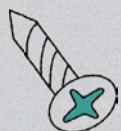
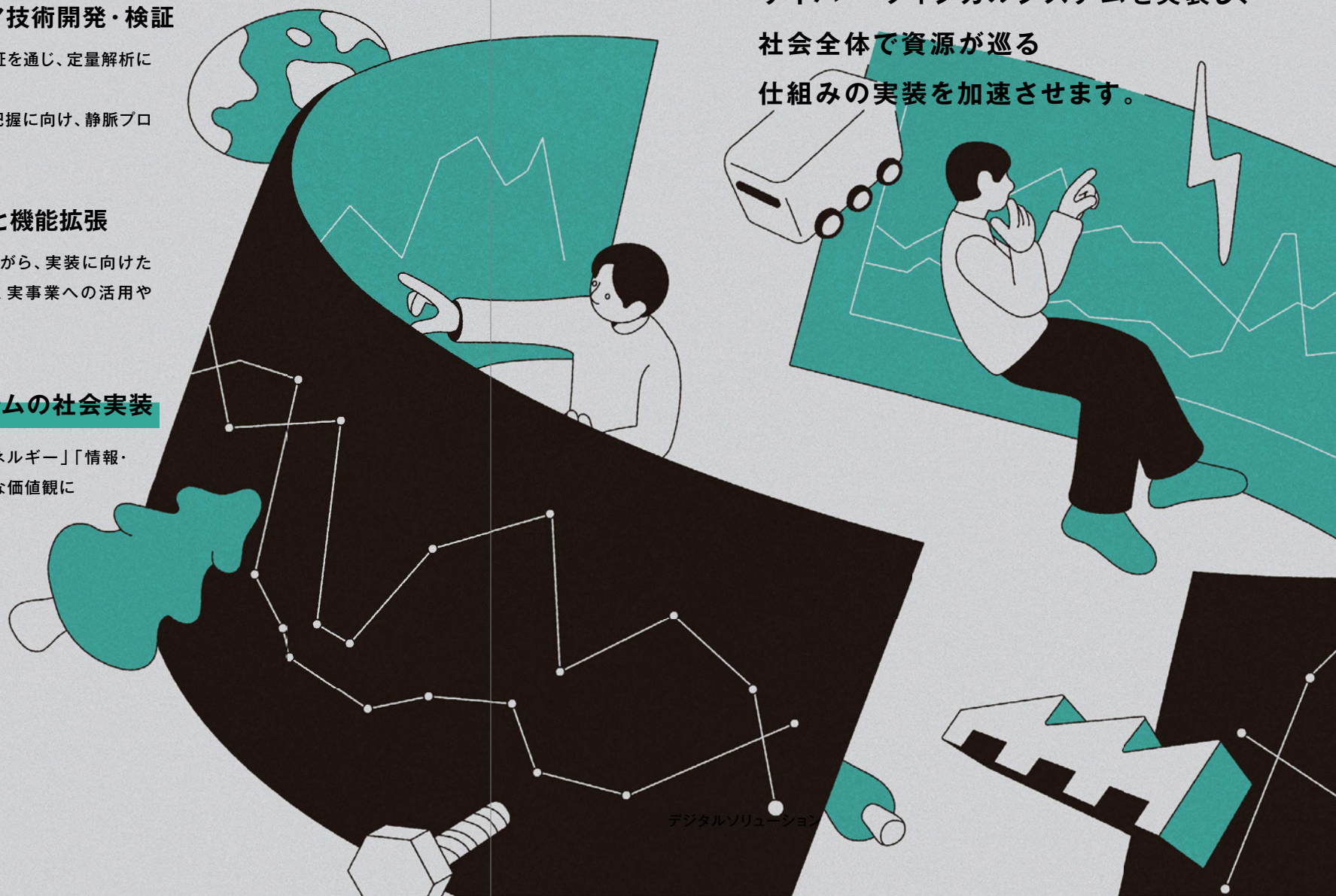
今後の活動

### サイバー・フィジカルシステムの社会実装

AI技術も活用しながら、「物質」「エネルギー」「情報・知識」の循環をデジタルで牽引。多様な価値観に寄り添い、製品の長寿命化を軸としたサーキュラーエコノミーを実現します。

実事業での有効性を事例で検証したシミュレータと静脈デジタル化。

今後は、これらを両軸としたサイバー・フィジカルシステムを実装し、社会全体で資源が巡る仕組みの実装を加速させます。



標準化戰略

## 価値を測る「物差し」を、世界へ

誰もが迷わず循環を選べるように。  
私たちは、投資の価値とモノの品質を  
客観的に評価する仕組みをつくりました。

日本発のルールをグローバルへ。  
世界との対話を重ねながら、  
公正な市場づくりをリードします。

### P110

#### 価値の見える化1 | CE付加価値の生産性

- ・ 経済合理性に目を向けた新指標「CVP」
- ・ CVPのバリューネットワークへの応用
- ・ CVPを使った実例の試算

### P120

#### グローバルへの発信と今後の展開

- ・ 情報発信と対話
- ・ 国際標準化に向けた提案
- ・ 今後の展開

### P104

#### ルール形成に向けた戦略

- ・ 国際標準化から見る課題
- ・ 「攻め」と「守り」の戦略
- ・ 標準化動向の世界地図
- ・ 循環の価値を可視化する

### P116

#### 価値の見える化2 | グレーディング

- ・ グレーディングに必要な要件の抽出
- ・ グレーディングのフレームワーク

# ルール形成に向けた戦略

## 国際標準化から見る課題

サーキュラーエコノミーにおけるルール形成において、現在、各国・地域が積極的に関与する姿勢がこれまで以上に重要となっています。背景にあるのは、国際的なサーキュラーエコノミー移行の波に対応できず、特定の地域や産業にとって不利なルールが形成されてしまうという強い懸念です。現在、エコデザイン規則の制定や、DPP(デジタル製品パスポート)の国際標準化など、欧州がサーキュラーエコノミーの国際ルールを強力に主導しています。国際ルールの検討が進む中で、各地域や産業の実情を十分に共有し合う機会が限られたまま議論が進展すると、これまで蓄積されてきた優れた施策や知見が活かされなくなるおそれがあります。

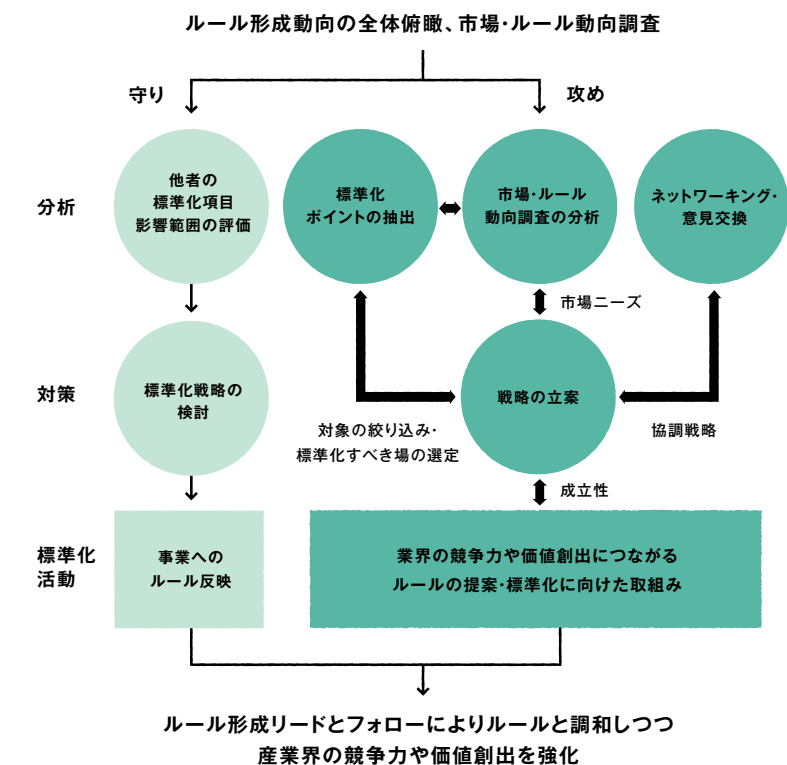
こうした状況を踏まえ、サーキュラーエコノミー分野においてグローバルに持続的な成長を実現していくためには、国際標準化に向けて、実効性の高い取り組みを戦略的に検討していくことが重要です。このような観点から、先行する欧州の政策や標準化の全貌をひとつの「因果のシステム」として捉え、国際的な動向全体を俯瞰したうえで、産業界の競争力や価値創出につながる打ち手を選定していくことが求められています。

## 「攻め」と「守り」の戦略

前述のような課題を背景に、当ラボでは「攻め」と「守り」の両面からルール形成戦略のアプローチを進めてきました。

まず、ラボ発足初年度である2022年度より、グローバルなルール形成の動向調査に着手しました。その調査・分析結果を基盤として、以下の「守り」と「攻め」の標準化戦略を展開しています。

- 攻め** 自国、他国共に不利益にならない標準化を目的とした、日本発のルール・標準を基盤とした標準化において、主体的な役割を果たす
- 守り** 欧州のサーキュラーエコノミー関連の動向を先取りし、いち早く事業に取り込む



# 標準化動向の世界地図

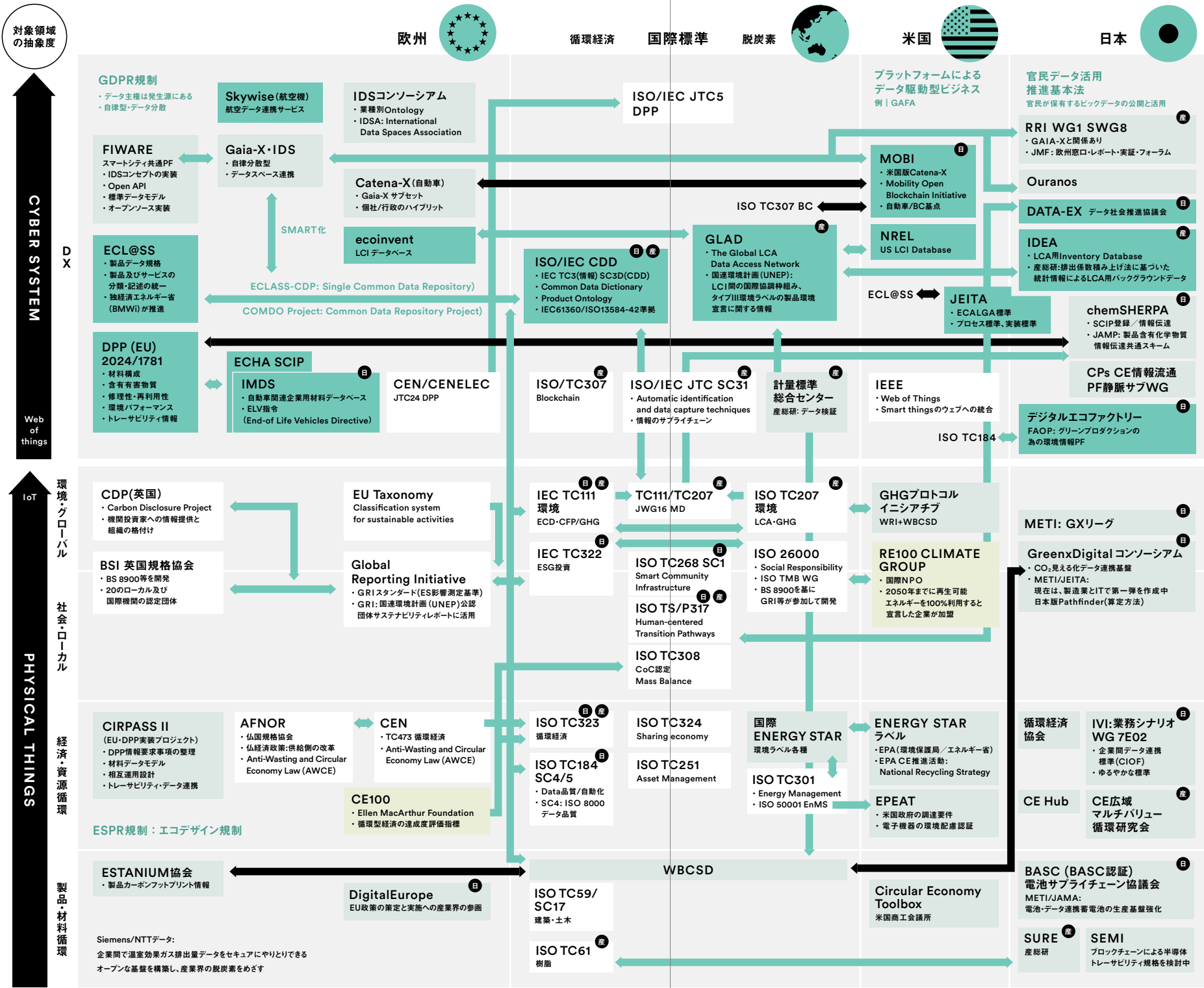
国際標準化戦略の立案に先立ち、私たちは現状を正確に把握するため、サーキュラーエコノミーに関わるグローバルなルール形成動向をまとめた「全体俯瞰図」を作成し、状況の変化に合わせて随時アップデートを行っています。俯瞰図は、サイバーとフィジカルの2つの観点から、地域別の特徴が浮き上がるように整理しています。

世界の流れを俯瞰で把握することで、今後のビジネスモデル、デジタルソリューションの社会実装に向けた、戦略・戦術の策定に活用することを目的としています。

サイバー | データ主権に着目し、データスペースに関わる取り組みを整理。  
 フィジカル | 環境、社会、経済、製品という各レイヤーに分類。

### 凡例

- データ利活用関連活動等
- 標準化関連団体
- 環境団体
- その他団体
- ◀ 関係あり
- ↔ 類似項目
- ◎ 日立参画
- ◎ 産総研参画



CYBER SYSTEM

環境・グローバル

PHYSICAL THINGS

製品・材料循環

D X

IoT

社会・ローカル

経済・資源循環

対象領域の抽象度

Web of things

IoT

社会・ローカル

製品・材料循環



循環経済

国際標準

脱炭素



米国



日本



この俯瞰図からは、多様な地域や標準化の舞台で、非常に多くのルール形成が同時進行している状況が一目で分かります。特にポイントとなるのが、以下の内容です。

**懸念**

- ・欧州はデータスペース整備で先行、データ主権・アクセス権・DPPでルール形成を主導している。

**気づき**

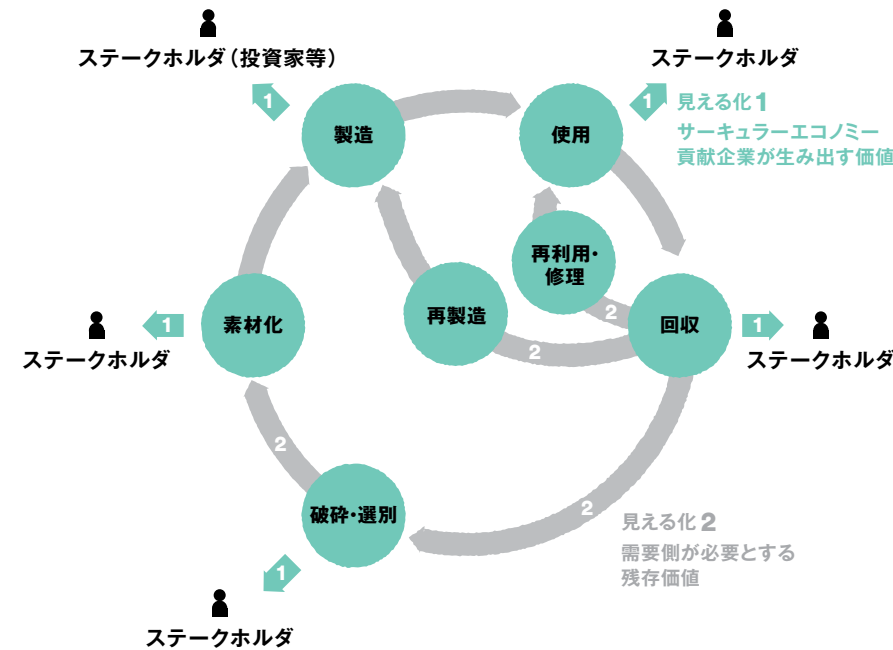
- ・国際標準化機構 ISO や WBCSD はサーキュラー
- ・エコノミー活動の「価値の見える化」へ取り組むが、経済的観点は不足
- ・サイバー・フィジカル間のつながりに向けた取り組みが不足している。

**対策**

- ・ISOにてサーキュラーエコノミーを扱う専門委員会 (TC) はサイバー・フィジカル間のつながりがまだ弱く、両者をつなぐ「見える化」の観点でアプローチが可能である。
- ・ISO/TC323やWBCSDを主軸に、他のTCとも連携した標準化により、仲間づくりのチャンネルを強化する。

## 循環の価値を可視化する

現状分析の結果、動脈産業の行動変容と静脈取引の拡大を促すため、当ラポでは新しい標準化項目として2つの「価値の見える化」を提案しています。



### 価値の見える化1 | CE (サーキュラーエコノミー) 付加価値の生産性

サーキュラーエコノミーに貢献する企業が生み出す価値を見える化し、企業内部での活用や外部への開示を通じて経済成長へと結びつけるための新たな指標です。

- 課題** 従来指標は循環のコスト効率の視点がなく、静脈企業にとっても取り組む意義を見出せない
- 対策** 循環投資の効率向上の見える化指標により、「賢い」サーキュラーエコノミー貢献を促進

### 価値の見える化2 | グレーディング

バリューネットワーク内外のプレイヤー間で、製品や部品を円滑に受け渡すための「モノの残存価値の見える化」、すなわち「グレーディング」です。

- 課題** (製品・部品) モノとしての残存価値が正しく評価されず、最終処分・廃棄されている
- 対策** (製品・部品) 残存機能・寿命の見える化で、需要側が求める「要求仕様」に応じたモノの供給量を増加
- 課題** (材料) 再生材使用の義務化により需給アンマッチの懸念
- 対策** (材料) 再生原料の品質の見える化で、用途に応じた原料の供給量の調整が可能

この後の章で、これら2つの標準化項目について順にご紹介します。

## CE付加価値の生産性

### 経済合理性に目を向けた新指標「CVP」

現在使われている既存のサーキュラーエコノミー指標は、その多くが環境への影響にフォーカスしたものです。先日公開されたWBCSD(持続可能な開発のための世界経済人会議、World Business Council for Sustainable Development)の「Global Circularity Protocol 1.0」においても、一部に経済的側面を含むものの、依然として主な焦点は「資源削減」に置かれています。しかし、企業が環境対応を優先するあまり収益性を失ってしまえば、事業の継続は困難になり、結果として社会全体のサーキュラーエコノミーへの移行そのものが停滞してしまいます。

そこで当ラボでは、環境面だけでなく「経済合理性」に着目した新たな指標として、「CE付加価値の生産性(CVP: Circular Value-added Productivity)」を考案しました。CVPは、「サーキュラーエコノミー事業によって生み出された付加価値」を「循環のために使用したコスト」で割った式で表されます。これにより、循環ビジネスにおける投資やコストの効率を客観的に評価することができます。

この新指標を用いることで、企業は環境への貢献と経済性のバランスを考慮した事業判断が可能となります。私たちは、CVPが企業の効率的なサーキュラーエコノミー貢献を促進し、社会全体のサーキュラーエコノミーへの移行を加速させると考えています。

### 既存のCE指標 → 環境にフォーカスした指標

事業継続の上で、経済合理性の指標が必要

WBCSD Global Circularity Protocol 1.0 (2025年11月)

#### Close the Loop

Circular inflow / Circular outflow / Material circularity

#### Narrow and Slow the Loop

Absolute dematerialization / Relative dematerialization / Actual lifetime

#### Value the Loop

Circular material productivity / Material circularity revenue

経済側面も含むが  
主な焦点は資源削減

#### Impact of the Loop

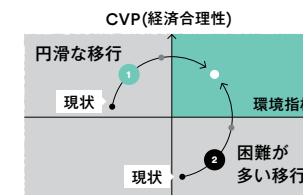
GHG impact / Nature impact / Social impact

### 新しく提案する指標 → 経済合理性に着目した新たな指標

CE付加価値の生産性

$$\text{CVP} = \frac{\text{事業による付加価値}^*}{\text{循環に使用したコスト}}$$

(経済合理性)



① 経済と環境のバランスを考慮(回収・長寿命化など再生材以外のサーキュラーエコノミー貢献も評価)

② 企業活動との両立が課題(高額な再生材による収益の低下)

\*付加価値 = 売上 - 他社に支払ったコスト(中間財投入額)

### CVPの計算式の具体化とバリューネットワークへの応用

CVPを実際のビジネスで活用するためには、財務データを用いて計算できる具体的な式が必要です。

#### 個別の企業を対象とした計算式

まず、1つの企業を対象とした基本的な計算式では、分子の「サーキュラーエコノミー事業による付加価値」を、「売上高」から「中間財費用」を差し引いて算出します。一方、分母の「循環に使用したコスト」は、「売上原価」と「販

## 財務データを考慮した式の具体化

$$CVP = \frac{\text{サーキュラーエコノミー事業による付加価値}}{\text{循環に使用したコスト}}$$



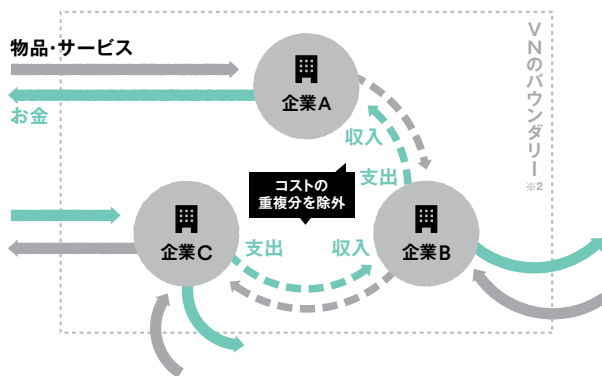
$$CVP = \frac{\text{サーキュラーエコノミー事業による (売上高 - 中間財費用)}}{\text{サーキュラーエコノミー事業による (売上原価※1 + 販売費および一般管理費)}}$$

高度選別による高品質化  
売上高向上

共同回収による循環の効率化  
商品仕入原価・材料費低減

## バリューネットワーク (VN) 対応に式を拡張

$$CVP_{VN} = \frac{\Sigma (\text{サーキュラーエコノミー事業による付加価値})}{\Sigma (\text{循環に使用したコスト} - C_{VN})}$$



### さまざまな形態があるVNに対応する計算方法を検討

- ・ VNに関する各企業の付加価値とコストを合計
- ・ VN内で交換されたコストC<sub>VN</sub>の重複分を分母から除外

※1 売上原価の例:商品仕入原価・材料費、減価償却費など ※2 VNのバウンダリーはISO59010に準拠

「販売費および一般管理費」に分けられます。売上原価には、商品の仕入原価や材料費、設備の減価償却費などが含まれます。

この式によれば、例えば高度な選別技術を導入して再生品の品質を高め、売上高が向上すれば、分子が大きくなり指標は改善します。また、他社との共同回収などで循環の効率を上げ、商品の仕入原価や材料費を低減できれば、分母が小さくなり同様に指標が改善します。このように、どのような施策が指標の向上に結びつくかが明確になります。

## バリューネットワークへの応用

しかし、実際のサーキュラーエコノミーは、1社単独ではなく複数の企業が連携して価値を創出する「バリューネットワーク」を形成するケースがほとんどです。そこで、この計算式をネットワーク全体に対して評価できるように拡張しました。多様な形態を持つネットワークに対応するため、基本的には参加する各企業の「付加価値」と「コスト」をそれぞれ合計していきます。ここで注意が必要なのは、ネットワークの内部において、ある企業の「収入」が別の企業の「支出」として扱われる点です。各企業の支出をそのまま足し合わせると、ネットワーク内で交換されたコストが重複して計算されてしまいます。

これを防ぐため、ネットワーク内で交換されたコストの重複分を分母から除外するルールを設けました。これにより、複雑に連携するネットワーク全体としての正確な生産性を評価できるようになります。

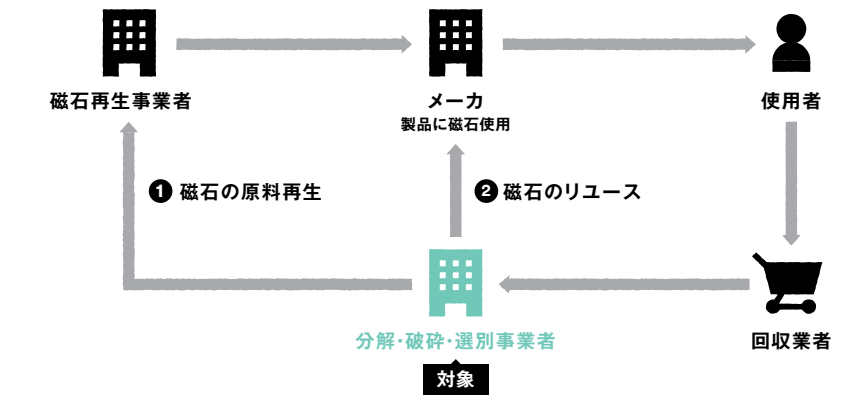
## CVPを使った実例の試算

実際に、CVPを用いた試算例をご紹介します。今回の試算では、産業・医療・情報通信機器などを回収対象とする「磁石再生事業」をモデルとしました。具体的には、2009年に効率化および高度選別化のための新たな設備を導入した事例について計算を行っています。計算の対象としたのは、日立の協創パートナーである分解・破碎・選別事業者です。

試算結果のグラフは、2008年度のCVPを基準値とし、その後の年度ごとの推移を示しています。結果として、設備導入によるプロセスの効率化と、回収資源の高品質化によってCVPが明確に上昇する傾向が見られました。なお、設備導入直後の数年間は初期値からの増加が小幅にとどまっていますが、これは設備の減価償却費がコストとして計上されているためです。

このように、実際の事業データを用いた試算を通じて、CVPという新指標が、設備投資に伴う「効率化」や「高品質化」の効果を、経済合理性の観点からしっかりと反映できる指標であることが確認できました。

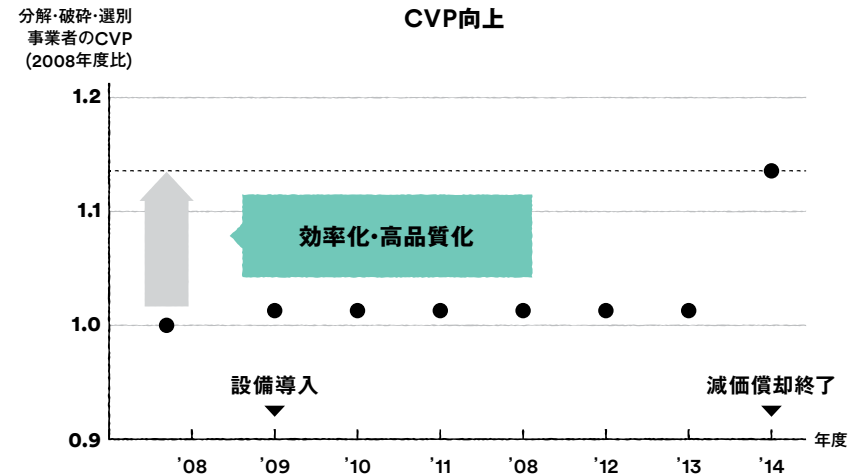
## 試算条件



対象事業	磁石再生事業	施策	2009年に効率化・高度選別化設備を導入
回収製品	産業、医療、情報通信機器	試算対象	分解・破碎・選別事業者 (日立の協創パートナー)

## 試算結果

### 設備導入による効率化・高品質化により CVP向上



## 価値の見える化2

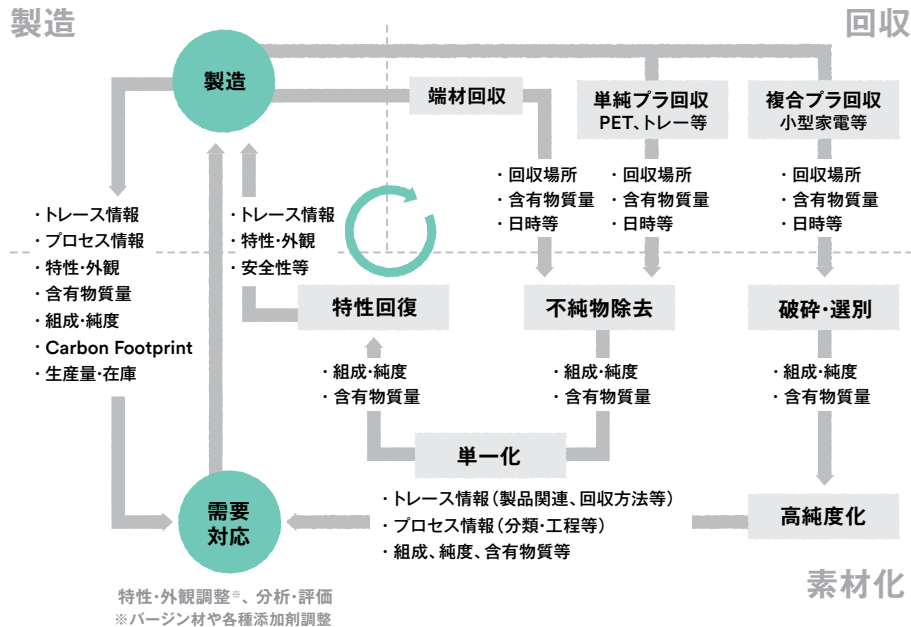
# グレーディング

### グレーディングに必要な要件の抽出

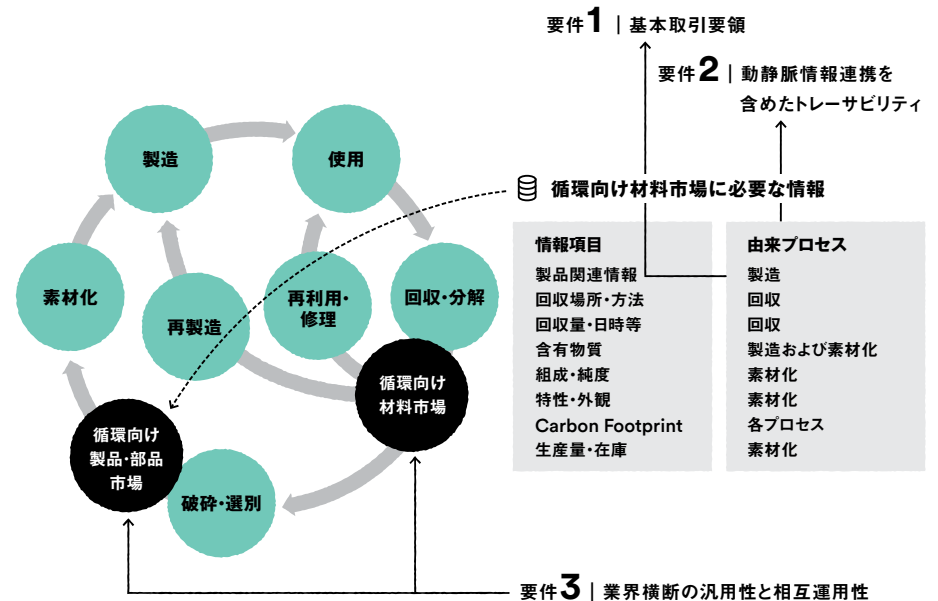
続いて、当ラボが提案するもう一つの標準化項目である「グレーディング（残存価値の可視化）」についてご説明します。私たちはまず、プラスチックの再生プロセスをユースケースとして取り上げ、そこで行われるデータ連携においてどのようなデータ項目が必要になるのか、洗い出しを行いました。その結果、グレーディングの標準化に向けて、3つの主要な要件が明らかになりました。

### プラスチックの再生プロセス

● プロセス    ➡ モノの流れ    黒字: データ項目



### グレーディングに必要な要件の抽出



### 要件 3 | 業界横断の汎用性と相互運用性

これらの仕組みは、特定の業界に限定されるべきではありません。他の多様な「循環向け材料市場」はもちろんのこと、「循環向け製品・部品市場」といった異なるユースケースにも適用できるよう、業界を横断した汎用性と相互運用性を確保する必要があります。そのため、既存規格等で共通言語化し、異業種からの流入を含めた市場創出・拡大をねらいます。

既存規格等の例：IEC/SC 3D（製品分類兵法）、ISO/IEC 82474-1（材料・物質情報）、ISO 22095（サプライチェーンの管理の連鎖）、ISO 59011（バリューネットワーク）、CPs（特に静脈サブWG）、その他データスペース・DPP関連規格等

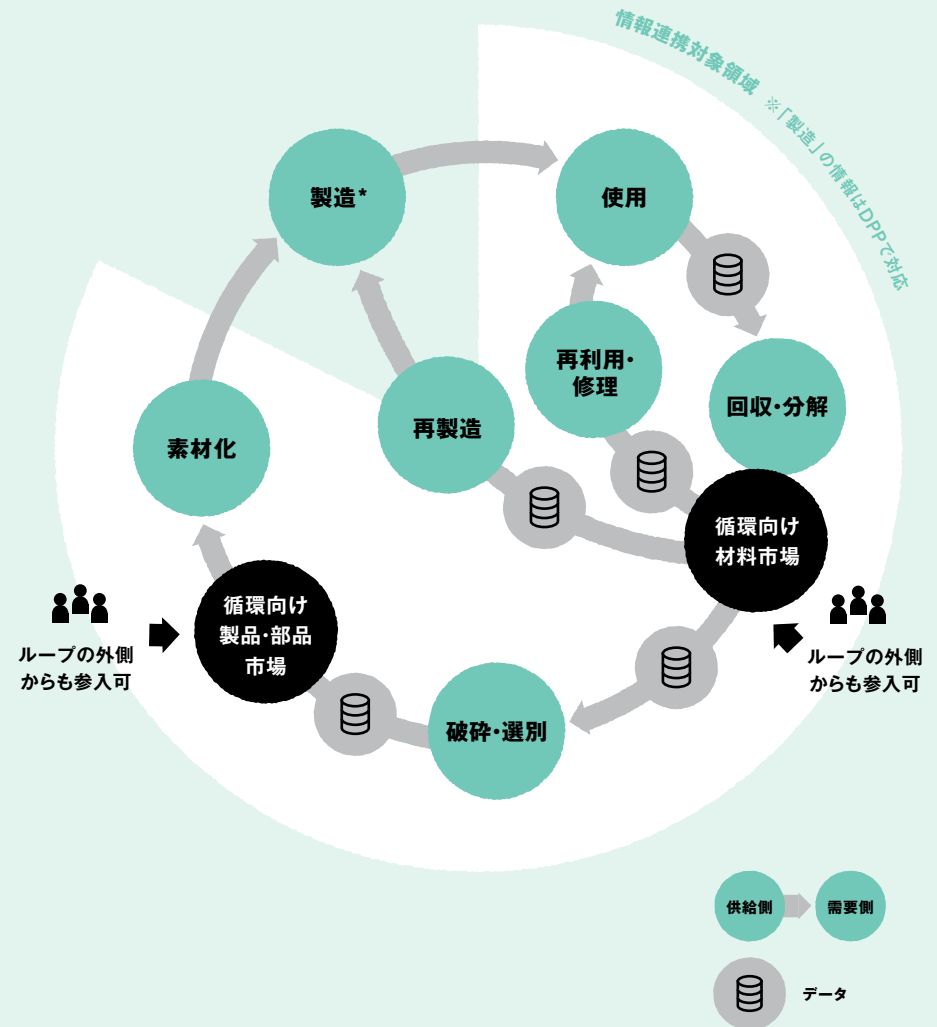
#### グレーディングのフレームワーク

3つの要件を踏まえ、グレーディングにおいて標準化すべき項目案を「グレーディング・フレームワーク」として取りまとめました。特に「業界横断の汎用性と相互運用性の確保」については、既存の規格を有効に活用し、異業種間でのデータ連携を円滑にするため、多角的な調査や意見交換を深めてきました。

グレーディング・フレームワークを情報連携の共通基盤として標準化することで、供給側と需要側の精緻なマッチングが可能となります。これにより、これまででは一対一の相対取引が中心であった静脈領域に、新たに「循環向け製品・部品市場」や「循環向け材料市場」を創出し、循環資源の取引を大きく活性化させることが期待されます。

### フレームワークの全体像

供給側は上流からのデータを活用し、グレードを付して需要側に提示

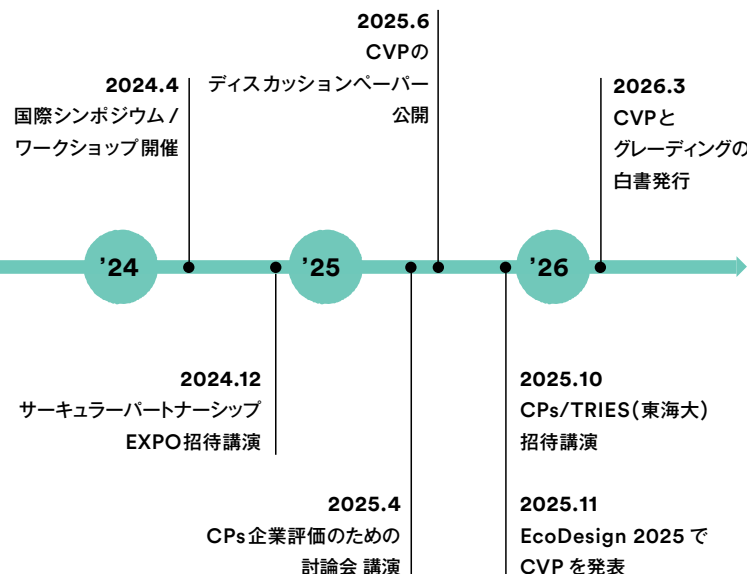


## グローバルへの発信と今後の展開

### 情報発信と対話

これらの標準化を推進するため、当ラボからのルールの提案を広く世に問うとともに、外部への情報発信と対話によるフィードバックの獲得に積極的に取り組んできました。

国際シンポジウムやワークショップを主催して情報発信を行ったほか、CVPに関するディスカッションペーパーを公開し、WBCSDから引用されるなどの成果を上げています。さらに、これまでにいただいた関係者の皆様からのご意見を踏まえ、2026年3月にはCVPとグレーディングに関する白書を発行しました。



産官学連携の取り組みとしては、「サーキュラーパートナーシップEXPO」や「CPs（サーキュラーパートナーズ）企業評価のための討論会」、さらには「TRIES（東海大学 環境・サステナビリティ研究所）」など、多様なステークホルダーが集う場にお招きいただき、講演を行ってきました。また、「EcoDesign 2023 / 2025」といった国際学会でも発表の機会を得ています。

こうしたさまざまな場での発信と対話を通じて貴重なフィードバックを獲得し、提案内容の継続的なブラッシュアップを進めています。

### 国際標準化に向けた提案

さらに、国内外の公式会合への積極的な参加を通じて、国際標準化に向けた歩みを確実に進めてきました。

### ISO/TC323へのアプローチと提案の実現

まず、循環経済協会の下に守秘委員会を設置し、標準化やその他のルール形成に向けた国内調整を進めました。この調整をベースとして、ISO/TC323国内委員会において、ISO 59011（バリューネットワーク）へのCVP収載を提案し、異論なく通過しました。

これを受けて参加したISO/TC323ジャマイカ総会では、大きな進展がありました。同時開催された、中南米各国の国際標準化代表が集まるCOPANT（汎米規格委員会）に招待され講演を行ったところ、それを

聞いたTC323国際議長からISOの場でもプレゼンテーションを行うよう打診を受け、同ワーキンググループ2においてCVPを紹介する機会を得ることができました。

#### WBCSDとの連携と国内ワーキングへの参加

また、ISOにおけるサーキュラーエコノミー指標の検討に強い影響力を持つWBCSD（持続可能な開発のための世界経済人会議）での指標検討にも参画しました。その結果、WBCSDの2026年GCP（Global Circularity Protocol）活動計画に、CVPの検討が明記されるという成果につながりました。国内においては、CPsのワーキングにも継続して参加し、サーキュラーエコノミー情報連携基盤構築の議論に貢献しています。

#### 今後の展開

ラボが提案する2つの標準化項目について、国際ルールの確立に向けた今後のロードマップです。

#### CVP

2028年度のISO規格発行、およびWBCSDが策定するGCP（Global Circularity Protocol）改訂版へのCVP盛り込みを目標に、引き続き関係機関との連携と活動を推進していきます。

#### グレーディング

現在進めているCPsでの情報流通プラットフォーム構築検討の結果を規格案にしっかりと反映させたいとISOへ提案し、2029年の規格発行をめざします。標準化のステップとしては、まず業界を横断して利用できる「共通基盤規格」を確立し、それを土台として各業界の実態に即した「個別規格」の発行へとつなげていく計画です。

外部との対話が始まった  
CVPとグレーディングの標準化。  
3月の白書発行を皮切りに、  
「価値の物差し」を社会へ実装し、  
グローバルなルール形成を牽引します。

## '22-'23 現状把握、標準戦略の立案

情報収集や調査による現状把握と分析。  
課題とニーズを特定、標準化戦略を立案。

## '24 実装に向けての最適化

「CE付加価値の生産性」と  
「グレーディング」の見える化戦略を立案。

## '25 実装に向けての準備

2つの見える化戦略の実用性を検証、具体化。国内外関係機  
関と協力し、ISO、WBCSDへの提案等を推進。

### 今後の活動 国際標準化と社会実装

国内外への積極的な情報発信をさらに加速させ、国際的な共  
感の輪を拡大。2028~2029年のISO規格発行とルールの  
社会実装をめざします。



**3年間のあゆみ**

2022/10

ラボ設立

産総研 臨海副都心センター(東京都江東区青海)に日立-産総研サーキュラーエコノミー連携研究ラボを設置。ラボの目的と3つの研究テーマ(グランドデザイン/デジタルソリューション/標準化戦略)を明示。



日立と産総研から専門家を集め、循環経済社会のあるべき社会像や必要なルール、課題解決策などの共同研究を推進すべく発足しました

10/18

産総研 製造業のサービス化コンソーシアム 2023年第4回会合で講演

「日立-産総研サーキュラーエコノミー連携研究ラボ活動概要の紹介」と題して講演。

11/29-12/1

EcoDesign 2023で活動紹介・成果発表

複数の講演資料(グランドデザイン/ソリューション/標準化)を公開。



1/22

AIST Solutions 「プラスチックリサイクルシンポジウム」発表

標準化動向調査結果とラボの標準化戦略の考え方を発表。講演スライドを公開。

2/5

第1回オープンフォーラム開催

日本橋三井ホールで第1回オープンフォーラムを開催。グランドデザイン、デジタルソリューション、標準化の各トピックを発信。資料多数を公開。



約720名(現地180名、オンライン540名)、約280機関の方にご参加頂きました。

2/13

第2回 産総研 リマニュファクチャリング・シンポジウムで発表

デジタルソリューションの開発状況を発表。

3/5 掲載

精密工学会誌/日刊工業新聞

宮崎ラボ長のインタビュー掲載(精密工学会誌)、並びに日刊工業新聞連載で第1回オープンフォーラムの様子を紹介。

3/15 掲載

日立評論

第1回オープンフォーラムの内容が日立評論に掲載。



動画「サーキュラーエコノミー時代の生活者のスタイル」

3/29

動画公開 「サーキュラーエコノミー時代の生活者のスタイル」

2つの将来シナリオ(メーカ主導デカップリング/環境アイデンティティ)で生活者像を描いた動画を公開。

3/29

2023年度活動報告書を発行

ラボの活動をまとめた報告書を発行。



4/9 掲載

日刊工業新聞にてオープンフォーラムの様子を紹介

日刊工業新聞の東京大学梅田教授(当ラボ客員研究員)の連載「未来を変える」(4月9日掲載分)において、第1回オープンフォーラムの様子を紹介。

4/23

「循環経済移行に向けた国際標準化シンポジウム」を開催

7カ国の標準化の取組みを共有し、約250名が参加。プログラムと多数の資料・動画を公開。翌日は国際ワークショップも開催。



5/13

SPEED研究会で取組み紹介

研究会でラボの取組み概要を紹介。



5/20

早稲田大学CVC  
コンソーシアムでパネル参加

サーキュラーエコノミー × CVCの観点でパネルディスカッションに参加。

5/27

科学技術と経済の会講演

科学技術と経済の会(ライフサイクル・メンテナンス研究会)において、ラボの取組みを講演。

7/26

自動車技術会で  
取組み紹介

オンラインでラボの活動紹介を実施。

8/8

UoCとSFプロトタイプングWSを共同開催

UNIVERSITY of CREATIVITYと共催し、循環型社会を想像するワークショップを実施。



9/3-9/5

精密工学会秋季大会で発表

学術講演会における「持続可能なものづくりのためのライフサイクルエンジニアリング」のオーラルセッションで、ラボ成果を発表。

10/14-10/17

CEATEC 2024 出展

トークショー／パネル展示を実施。



10/22

自動車技術会 リサイクル  
技術部門公開委員会で講演

サーキュラーエコノミー × 自動車リサイクルの観点で講演およびパネルディスカッションにも参加。

11/3-11/7

EcoBalance 2024 で発表

仙台国際センターで開催されたEcoBalanceにてラボ成果を発表。

11/26

資源循環利用技術  
シンポジウム講演

国連大学で行われた資源循環分野のシンポジウムで講演。



ラボで取り組む3つの研究テーマの概要と進捗をご紹介。パネリストの方々とも議論を深めました。

12/4

サーキュラーパートナーシップ  
EXPO 2024 講演

ルール形成／指標／国際連携に関する取組みを講演資料で公開。

12/11

「標準化ポイント」に関する  
検討を報告書掲載

アンケート／インタビュー調査の分析に基づく標準化ポイントの検討報告を公開。

2/6

第2回オープンフォーラムを開催

「サーキュラーエコノミー社会のありたい将来と実現に向けた具体的なアプローチ」をテーマに開催。Topic資料(グランドデザイン、指標、ソリューション、標準化)を公開。



約790名(オンライン参加者含む)にご参加頂き、盛況のうちに終わりました。

3/10

三菱電機-東京大学  
未来デザイン会議 OFで  
パネラー登壇

東京ミッドタウン八重洲にてパネルディスカッションに登壇。

3/18 掲載

日立評論・日刊工業新聞

第2回OFが日立評論に掲載、日刊工業新聞の連載でもイベントの様子を紹介。

4/10

サーキュラーパートナーズ  
情報共有・意見交換会

講演およびパネルディスカッションに参加。

6/10 掲載

月刊『環境管理』に特別寄稿

サーキュラーエコノミー実現に向けた指標選択の考え方を寄稿。

6/16

精密工学会LCE専門委員会で  
取り組み紹介

ラボの取り組みを紹介。

6/19

CVP(サーキュラーエコノミー  
付加価値生産性)  
ディスカッションペーパー公開

サーキュラーエコノミーの費用対効果を見  
える化する新指標CVPのディスカッション  
ペーパーを公開。

8/1

2024年度活動報告書を発行

2024年度の年次活動報告を公開。

2024

Activity  
Report

9/7-9/10

日本機械学会 年次大会  
参加・講演

学会横断テーマ「循環経済の実現に向  
けた機械工学の役割」に参加・講演。

9/16

循環経済協会  
サーキュラーエコノミー  
規格委員会設置を公開

ラボが提案するサーキュラーエコノミー  
規格の検討委員会の設置を公開。

10/1

TRIESオープンカフェで講演  
CE\*指標に関する提案について講演。



10/2

大阪・関西万博「サーキュラー  
エコノミー研究所」に出展

経産省主催イベントに出展。グランドデ  
ザイン等を紹介する体験型コンテンツを  
実施。



10/15

グッドデザイン賞受賞

JDP「2025年度グッドデザイン賞」にて、  
グランドデザインの提言活動が受賞。



10/16

Green Building Japan (GBJ)  
シンポジウム2025パネル登壇

神明神ホールにてパネルディスカッション。



11/7

日本学会議 学術フォーラム  
パネル登壇

循環経済の実現に向けたものづくりの役  
割をテーマに登壇。

11/10

日本設備管理学会 2025年度  
秋季研究発表会基調講演

設備管理×サーキュラーエコノミーに関す  
る基調講演を実施。

11/12-14

EcoDesign 2025で  
Best Paper Awardを受賞

早稲田大学開催のEcoDesign2025で  
4件発表、1報がBest Paper Awardを受賞。



11/28

Future Center Alliance  
Japan (FCAJ) テーマオーナー  
プログラムで活用

FCAJ 2025年度第3回テーマオーナー  
プログラムにて、ラボのグランドデザイン  
が活用。

2/17

第3回オープンフォーラム開催

テーマ:多様なステークホルダーが共存する  
サーキュラーエコノミー社会への挑戦



ステークホルダー間の連携や、  
経済性と環境性の両立を可能にする  
施策のあり方について、  
外部有識者を招いて議論しました。

3/30

2025年度活動報告書を発行

3年間の歩みと2025年度の年次活動報  
告を公開。

2025

Activity  
Report

3/31

CE付加価値の生産性に  
関する白書を発行

循環経済協会がCE付加価値の  
生産性に関する白書を公開。

3/31

グレーディングに関する  
ディスカッションペーパー等を  
公開

当ラボのホームページでグレーディングに  
関するディスカッションペーパー等を公開。

## あとがき

日立-産総研サーキュラーエコノミー連携研究ラボは、2022年10月の発足時に予定していた3年間の活動期間を半年間延長し、循環経済・サーキュラーエコノミー社会の実現に向けて、3年半の活動を行ってまいりました。本報告書は、当ラボが推進する3つのテーマ「グランドデザインの策定」「デジタルソリューションの開発」「標準化戦略の立案・施策の提言」の集大成となる報告書となります。

「グランドデザインの策定」では、エキスパートとの議論、未来シナリオシミュレーションによる循環型社会のありうる将来の深掘りを行うとともに、めざす社会像として意思を込めた「ありたき将来」を実現するインセンティブ設計の概要を発信してきました。

「デジタルソリューションの開発」では、当ラボ独自のライフサイクルシミュレータのプロトタイプを作り上げ、日立グループ内の事業部へ適用をはじめております。また、廃棄された製品の回収後のプロセスを一部デジタル化して、型式分別などの作業効率化の可能性を探りました。

さらに、「標準化戦略の立案・施策の提言」では、国際標準化項目を絞り込み、経済産業省やISO国内委員会との調整に着手するとともに、WBCSD（持続可能な開発のための世界経済人会議）との会話を開始しました。

これら3つのテーマは、その成果を共有し、有機的に連携させながら、研究開発を進めてまいりました。そして、得られた研究成果は国内コンソーシアム、国際会議などの各種イベントにおいて随時発信してきました。今年度はこれまでの成果が評価され、公益財団法人日本デザイン振興会主催の「グッドデザイン賞2025」の受賞、エコデザイン学会連合主催の第14回EcoDesign2025 国際シンポジウムにおいて「Best Paper Award」の受賞に至りました。

当ラボは一旦の区切りを迎えますが、サーキュラーエコノミーは3年半で実現できるテーマではありません。今後も日立および産総研が、この3年半で培った研究成果を引き継ぎ、研究や提言を進めて参ります。

今後も、関係する皆さまからのご指導を賜りたく、引き続き何卒よろしくお願ひ申し上げます。

日立-産総研サーキュラーエコノミー連携研究ラボ  
連携研究ラボ長 宮崎克雅

## ラボメンバー

2026年3月時点

私たちと共にサーキュラーエコノミーを実現する、  
あなたの参画をお待ちしています。



ラボ長	宮崎克雅	日立(産総研出向)		
副ラボ長	増井慶次郎	産総研		
	寺田尚平	日立(産総研出向)		

ラボ長補佐	神林琢也	日立(産総研出向)		
事務局	鈴木音羽	産総研	門井 悠	AIST Solutions
	山本陽子	産総研	鈴木智久	日立
	宮本健一	AIST Solutions		

客員研究員	細田衛士	東海大学		
	梅田 靖	東京大学		
アドバイザー	遠藤 明	産総研	谷 繁幸	日立
	中坊嘉宏	産総研	倉田英明	日立
	持丸正明	産総研	内海幸治	日立
	谷口伸一	日立	熊谷貴禎	日立

## WG1 | 循環経済社会のグランドデザインの策定

主査	伴 真秀	日立		
副査	増井慶次郎(兼)	産総研		
メンバー	森本慎一郎	産総研	中林 亮(兼)	AIST Solutions
	蒲生昌志	産総研	福本 恭	日立
	竹中 毅	産総研	八木将計	日立
	渡辺健太郎	産総研	大堀隼輝	日立
	赤坂文弥	産総研	伊藤将宏	日立
	保高徹生	産総研	神林琢也	日立
	水野裕介	産総研	加賀祐介	日立
	武仲能子	産総研	長谷部浩子	日立
	宮本健一(兼)	AIST Solutions		

---

## WG2 | 循環経済向けデジタルソリューションの開発

主査	河野一平	日立(産総研出向)		
副査	古川慈之	産総研		
メンバー	高本仁志	産総研	三坂孝志	産総研
	澤田浩之	産総研	Kraines Steven	産総研
	小倉一朗	産総研	林 直人	産総研
	Herwan Jonny	産総研	鈴木 健	産総研
	松本光崇	産総研	親松昌幸	日立
	三宅晃司	産総研	森 拓郎	日立
	田原聖隆	産総研	中尾早苗	日立
	大木達也	産総研	佐藤英樹	日立
	池田伸一	産総研	村里有紀(兼)	日立
	梶野智史	産総研	中川忠輔	日立
	中住昭吾	産総研	松本 大輝	日立

---

## WG3 | 標準化戦略の立案・施策の提言

主査	星野 攻	日立		
副査	中林 亮	AIST Solutions		
メンバー	神垣幸志	産総研	松澤洋子	産総研
	田 透	産総研	宮本健一(兼)	AIST Solutions
	蒲生昌志(兼)	産総研	市橋祥之	日立
	佐藤浩昭	産総研	木原隆宏	日立
	水門潤治	産総研	村里有紀	日立
	渡邊宏臣	産総研		

日立-産総研サーキュラーエコノミー連携研究ラボ 活動報告書 2025

2026年3月31日 初版発行

発行者 日立-産総研サーキュラーエコノミー連携研究ラボ

〒135-0064 東京都江東区青海2-3-26

産総研臨海副都心センター内

M-haistcelab-ml@aist.go.jp

<https://unit.aist.go.jp/hitachi-cecrl/index.html>

デザイン 稲垣小雪、植野かなこ

編集 若尾真実

CG 橋本健一制作事務所

イラスト 高橋あゆみ

©H-AIST CE Lab. Printed in Japan.



