

「第3期SIP サーキュラーエコノミーシステムの構築」 についての紹介

2023年5月15日
プログラムディレクター 伊藤耕三

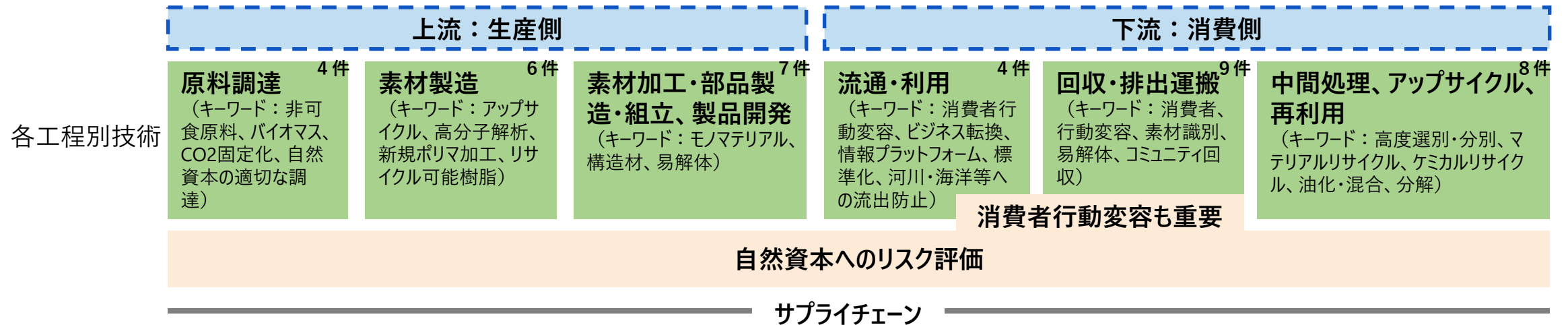
課題候補 「サーキュラーエコノミーシステムの構築」 (内閣府資料 令和4年3月31日)

大量に使用・廃棄されるプラスチック等素材の資源循環を加速するため、原料の調達から、設計・製造段階、販売・消費、分別・回収、リサイクルの段階までのデータを統合し、サプライチェーン全体として産業競争力の向上や環境負荷を最小化するサーキュラーエコノミーシステムの構築を目指し技術開発を行うとともに、消費者の行動変容を促す環境整備も検討する。その際、脱炭素社会の実現や環境配慮が付加価値になる情報開示に関する国際的なルール形成 (TCFD、TNFD等) への対応についても併せて検討を行う。

<「次期 SIP ターゲット領域有識者検討会議」による課題の構成案： **プラスチック等素材に係るサーキュラーエコノミーシステム**>

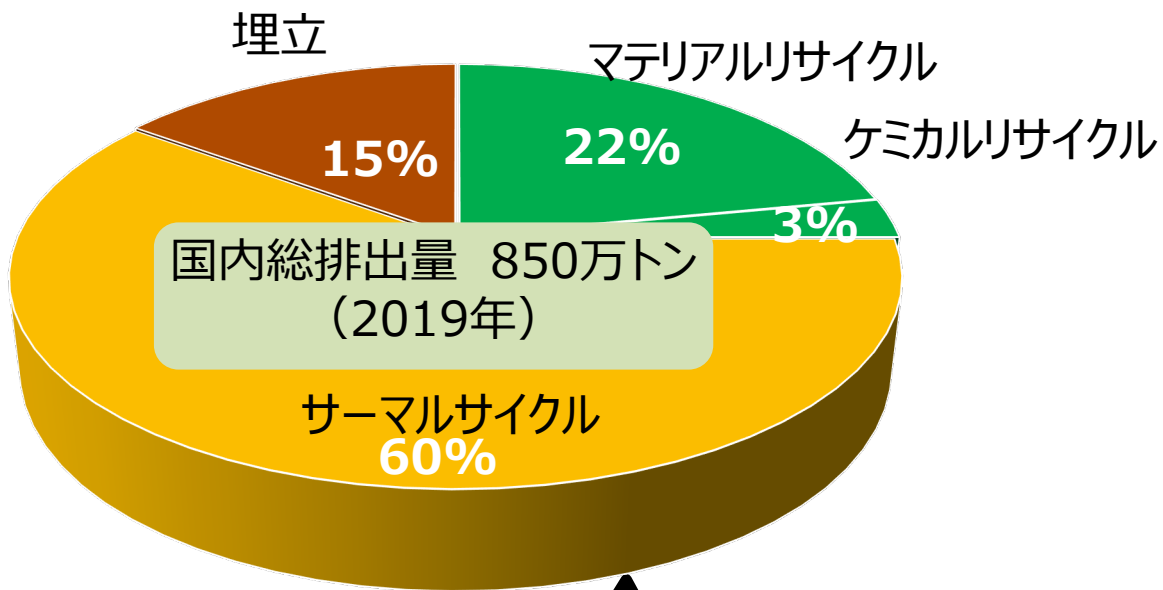
ビジネスモデル **CEビジネスモデル構築 (動静脈連携、ビジネスモデル転換、国際的なサプライチェーンにおける環境配慮 (TCFD、TNFD) への対応)** 4件
 (キーワード: 資源循環、ビジネス転換、素材識別、標準化)

データ基盤 **物質フローモデル構築、トレーサビリティプラットフォーム (見える化)** 1件
 (キーワード: リサイクル証明、フットプリント (カーボン・水・自然資本※等)、ブロックチェーン、情報プラットフォーム)
 ※自然資本=水資源、鉱物資源、森林資源、海洋資源等



全体の方方向性やサブ課題の構成を整理するとともに、課題候補のフーズビリティスタディ (FS) を実施し、研究開発計画を作成。(令和4年度)

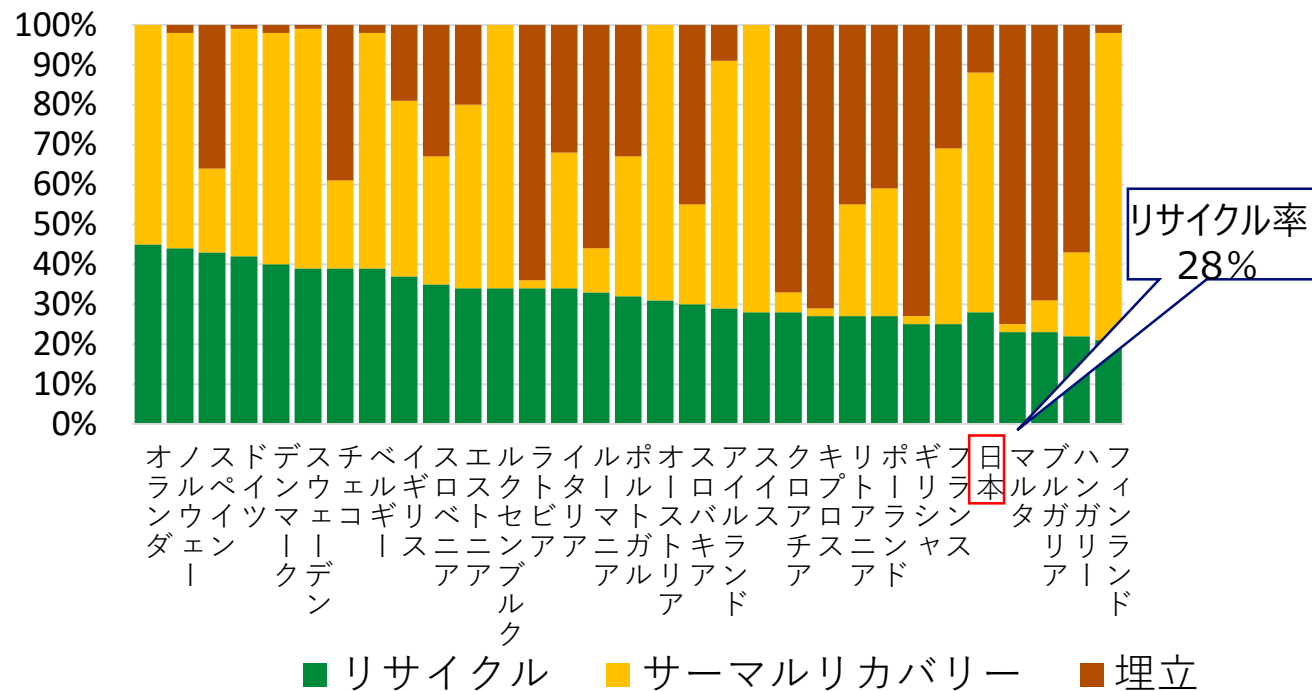
現状の使用済プラスチックの処理状況



サーマルリサイクル
 プラスチックごみを焼却して、熱エネルギーに変え再利用するリサイクルのこと。海外ではリサイクルに当てはまらない。

プラスチック循環利用協会 (2022年)

欧州各国及び日本の一般廃プラスチックの処理方法の内訳 (2020年)

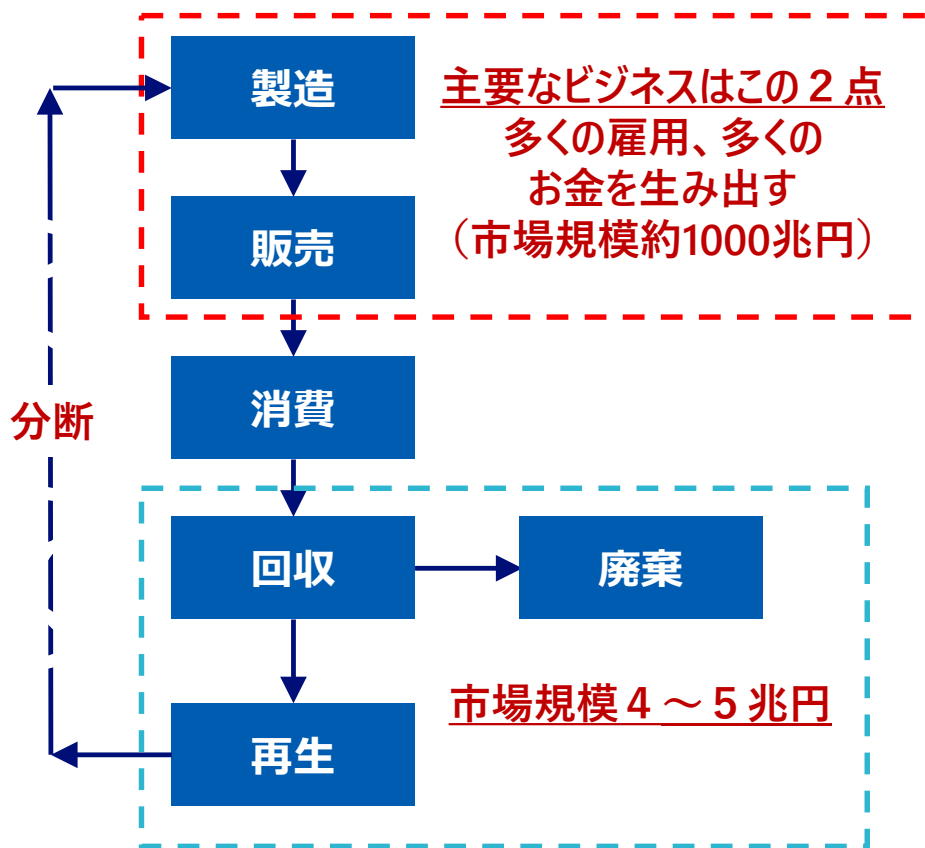


- 欧州プラスチック戦略 (EU Plastic strategy, 2018.1)**
- 2030年までに自治体廃棄物のリサイクル率65%、容器包装廃棄物のリサイクル率75%を達成
 - 2030年までに全ての廃棄物の埋立率を最大10%に削減
⇒ 埋立禁止へ

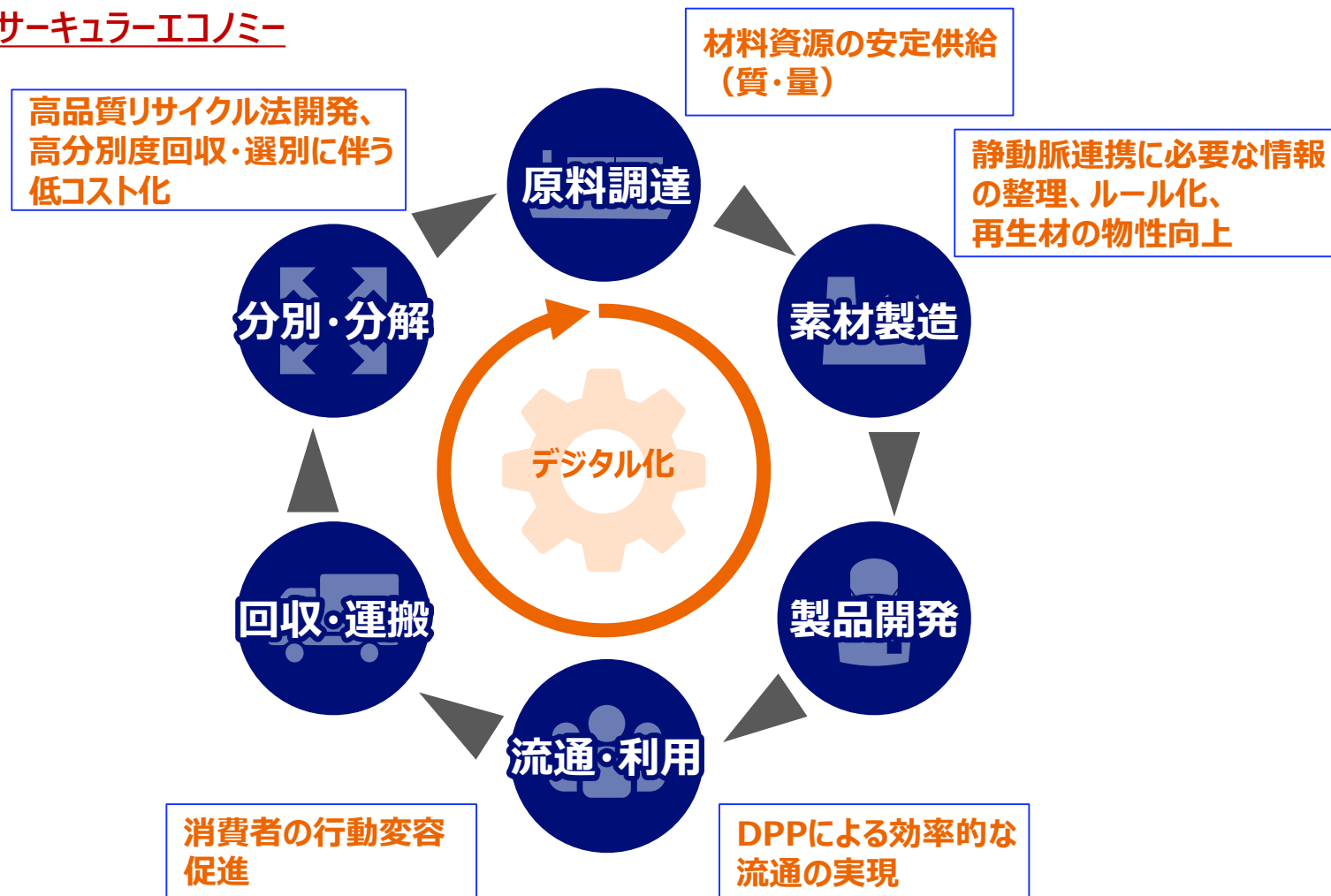
燃やさず、埋めず、プラスチックの循環を目指す

サーキュラーエコノミーにおけるビジネスモデルの変化と課題

従来のリニアエコノミー



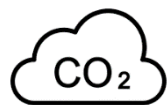
サーキュラーエコノミー



デジタル・プロダクト・パスポート (DPP) の概略



製品の原産地/製造者情報、素材・含有量、サプライチェーンのトレーサビリティ



カーボンフットプリントやリサイクル素材などのサステナビリティ関連情報



製品ライフサイクル情報



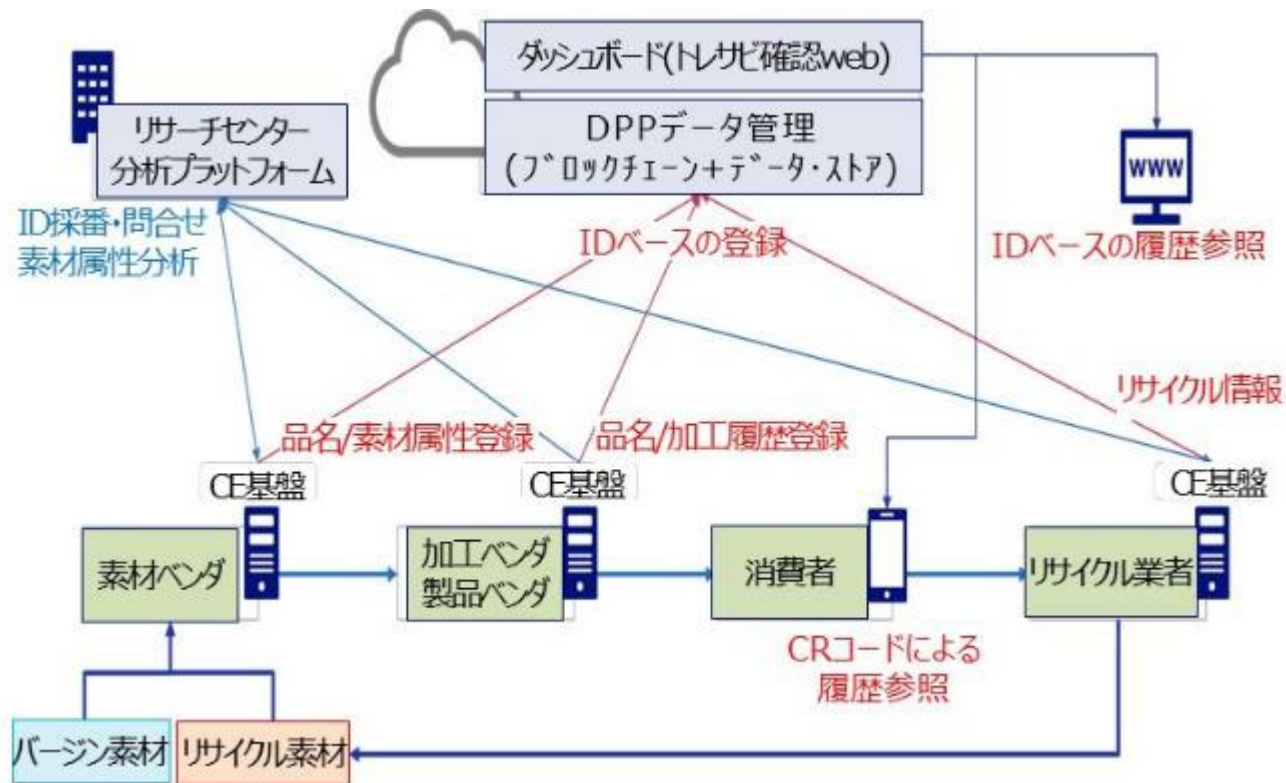
政府機関向けコンプライアンス情報、法順守の監視高率化



例) Circularise社のブロックチェーンシステム

DPPの目的

- DPPにより、エネルギー利用・再生材含有率・環境負荷物、修理可能性や耐久性など、製品のサステナビリティ・循環性に関する情報を原材料、リサイクル、製品に至るまで紐付けする。



プラスチックサーキュラーエコノミーシステムの構築に資する国内の先進事例視察（静脈企業を中心に）

- 動静脈・静動脈連携の実現に資する国内の取組について、現地視察や意見交換などを通して課題の抽出と整理やデジタル化の現状把握、SIP目標の設定等に必要情報の収集を実施



<サイトビジット先>

セイコーエプソン株式会社（'22/9/27）

- ① 広丘事業所（塩尻市）
- ② 神林事業所（松本市）

遠東石塚グリーンペット株式会社（'22/10/20）

- ③ 東京工場（猿島郡境町）

協栄産業株式会社（'22/11/17）

- ④ 東日本FtoPファクトリー（笠間市）

グリーンサイクルシステムズ株式会社（'22/11/21）

- ⑤ 本社工場（千葉市）

J&T環境株式会社（'22/11/29）

- ⑥ 横浜工場（横浜市）
- ⑦ 川崎工場（川崎市）

株式会社 富山環境整備（'22/12/4）

- ⑧ 本社工場（富山市）

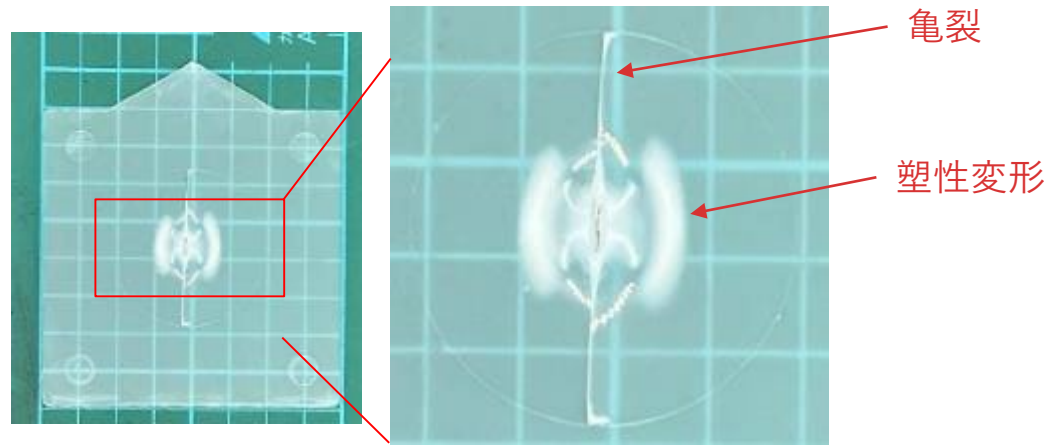
株式会社 プラニック（'23/3/15）

- ⑨ 本社工場（御前崎市）

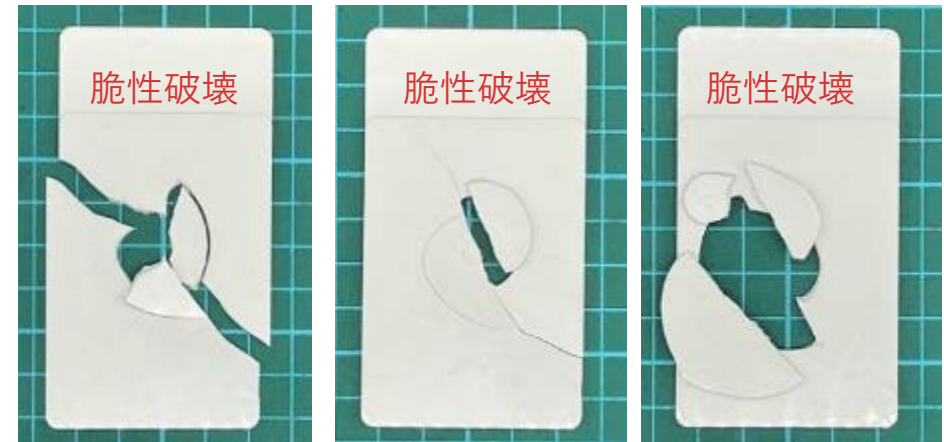
株式会社 相田商会（'23/4/12）

- ⑩ 本社工場（米沢市）

再生材の物理特性（高速打ち抜き試験によるバージンPPと再生PPの比較）



衝撃試験後の試験片（バージンPP） 塑性的破壊



衝撃試験後の試験片（再生PP） 脆性破壊

現状、（PETボトル以外の多くのプラスチック製品では）再生材の品質が課題で水平リサイクルは困難

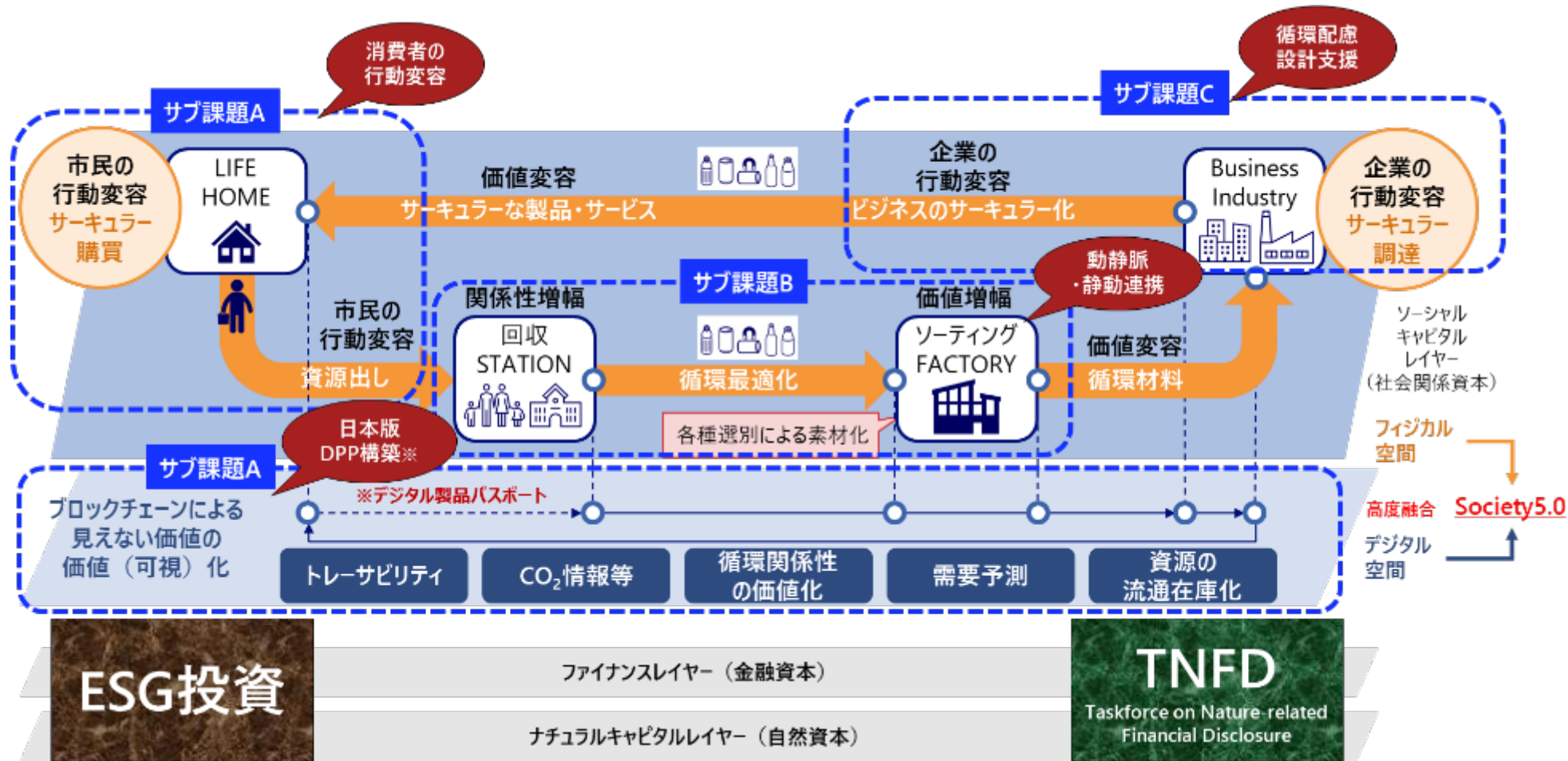
▶▶ 強度を必要としない製品（パレットなど）へのカスケード（ダウングレード）リサイクルもしくは輸出

再生品の品質向上には、サプライチェーン全体での連携が必須

（信頼性の高いデータ、モノマテリアル化、基盤等）

最終ゴールイメージ サーキュラーエコノミープラットフォーム

- 動静脈企業が連携し、素材、製品、回収、分別、リサイクルの各プレイヤーが循環に配慮した取組を通じてプラスチックCEバリューチェーンを構築
- 物に関わる全ての産業・消費行動・環境影響の情報基盤への発展も可能→日本のC E 社会構築の基礎になる



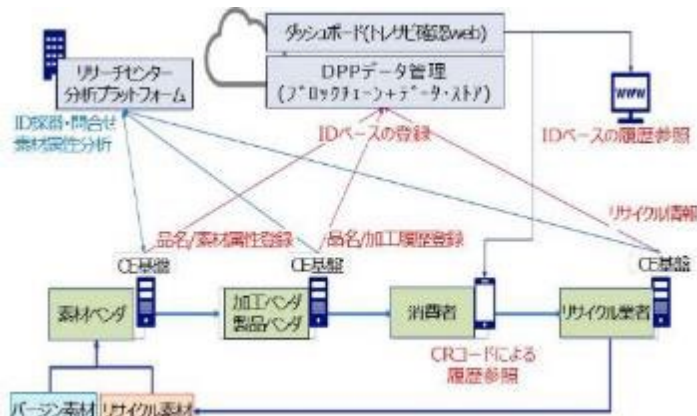
サーキュラーエコノミーシステムの構築 全体構成

サブ課題 A：循環市場の可視化・ビジネス拡大を支えるデジタル化・共通化		実施内容	予算額(百万円)	
			初年度	総額
A1	循環市場拡大に資するデジタル基盤構築	再生材プラスチックのデジタル基盤構築、評価実証	185.0	1,085
A2	デジタル基盤構築に必要な情報ルールの整理・共通化	世界各国のCEビジネス環境調査、情報ルールの文書化、デジタル基盤運用に向けた社会実装検証	108.3	550
		需給マッチングアプリ仕様検討・開発	39.9	160
		プラスチックリサイクルに対する消費者の行動変容	20.0	220
A3	自然資本評価ツールの開発・可視化	自然資本リスク評価ツール開発	45.0	185
		LCA評価ツール開発	20.0	140
サブ課題 B：資源循環の拡大を促す動静脈・静動脈連携		実施内容	予算額(百万円)	
			初年度	総額
B1	使用済プラスチックから高品位の再生材を選別・供給するシステムの開発	使用済プラスチックのリサイクルプロセス標準化、用途拡大に向けた高品位再生材の開発	60.0	200
		古紙・衣類の解繊によるバイオ・再生プラスチック開発	90.9	310
		古紙・衣類の解繊によるバイオ・再生プラスチック開発	60.0	320
		建築廃材に含まれるプラスチックからの再生材開発	40.0	340
B2	自治体協力回収プラスチックの分別・供給システムの確立	モノマテリアル化に向けた高度分別を目的とした使用済プラスチックの資源回収方法の開発	149.9	510
サブ課題 C：循環性向上と可視化のためのプラットフォーム整備		実施内容	予算額(百万円)	
			初年度	総額
C1	循環性向上と可視化のためのプラットフォーム整備	デジタル基盤構築に向けた再生材の品質データ取得/集積拠点構築、SIPラボの設置・運用、高性能レーザー開発、再生材へのデータ駆動科学（インフォマティクス）適用	125.9	670
			99.8	540

循環市場拡大を支える可視化・デジタル化と資源循環拡大を促す動静脈連携（課題概要）

■ DPP(MVP、Minimum Viable Product)

- ・早期に市場投入可能な**実用最小限の製品 (MVP)**を開発し、市場投入可能な製品に向けた開発につなげる
- ・**クラウドサービスを前提とした利用事業者側のニーズに合わせたサーバーモデルを開発**
- ・**欧州CE規制にフレキシブル・アジャイルに対応する**



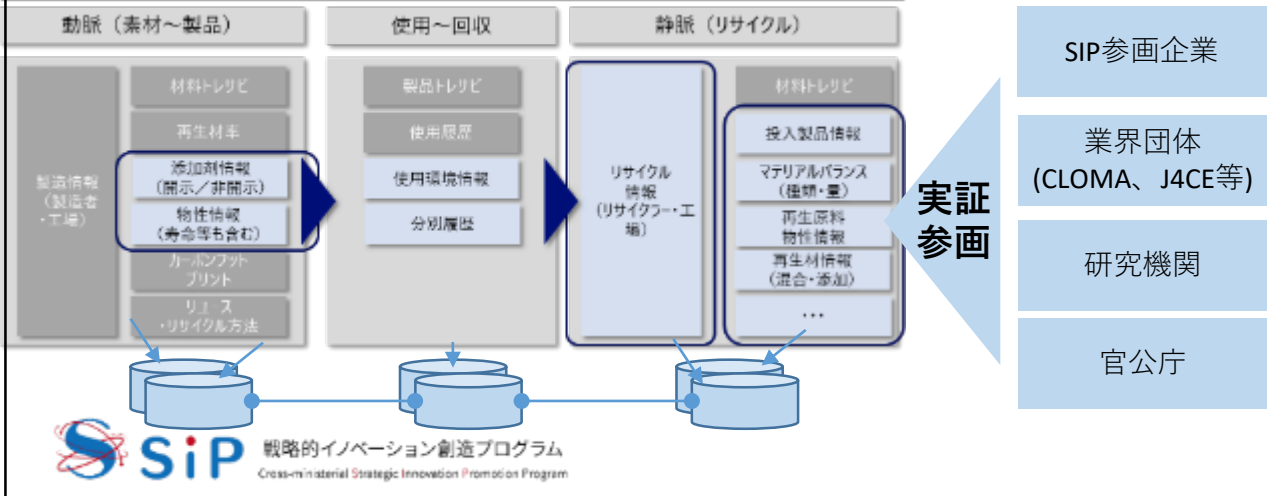
■ TNFD (Task force on Nature-related Financial Disclosure)

自然資本評価ツールの開発・可視化（環境省施策連携:Bridge検討）
 （自然資本リスク・環境評価手法の開発及びLCA・DPPとの連携）



■ 欧州CE規制への対応

国際市場における再生材流通を可能にする**デジタル基盤要件の定義検討**



■ 動静脈連携・高度分別/供給(モノマテ化)・データ集積/連携

サーキュラーエコノミーに適応したビジネスモデルへの移行促進を目指す

- ・サプライチェーン全体の連携促進、モデル化標準化
- ・プラスチック高度回収・分別・供給システム



循環性向上と可視化のためのプラットフォーム整備

- 再生材の品質に関するデータベース構築は、今後の安全な利用、欧州動向を念頭においた長期的な施策検討、要件定義・規格検討のために必要不可欠。
- ➔ 静脈企業からのサンプル（ペレット）収集と分析結果による再生材の品質データベース構築

再生材データバンク構想

データ駆動科学・DX対応
(国研・大学・連携省庁等)



分析・計測
データ集積



収集

再生材ペレット

静脈企業

セキュリティ付き
データ提供

流通

データの可視化
要件定義

SIPラボに
よる技術支援



再生材利用提案
(循環性向上)

樹脂種、ペレットの色（分光測色計）、匂い（臭気計）、密度（アルキメデス法）、分子量（ゲル浸透クロマトグラフィー）、引張弾性率（引張試験）、降伏応力（引張試験）、曲げ強度（曲げ試験）、曲げ弾性率（曲げ試験）、衝撃強度（シャルピー、アイゾット衝撃試験）、疲労寿命（疲労試験機）、固体の粘弾性（DMA）、ガラス転移点（DMA）、融点（DSC）、結晶化度（DSC）、分子構造・組成（赤外吸収分光）、MFR（メルトフロー試験機）、熔融粘弾性（レオメーター）、分解温度（TG/DTA）、球晶・異物（偏光顕微鏡）、ラメラ構造形成度（小角散乱）、結晶の配向度（小角散乱、広角回折）、樹脂組成比（広角回折）、不純物の量（広角回折）、ボイド、異物の量・分布（吸収CT）

分別方式、日時、ペレタイズ日時、ペレタイズ時の温度湿度、回収地域、樹脂の配合率、純度

循環性向上と可視化のためのプラットフォーム整備 デジタル基盤に載せる再生材プラ物性データ候補

(あくまでデジタル基盤の核となるデータを取得・クラウド集積するのが主目的。DPPの必要要件についてはA2での議論と連携)

リサイクル材で
評価すべき
基本物性

樹脂種	ペレットの色 (分光測色計)	匂い (臭気計)	密度 (アルキメデス法)	分子量 (ゲル浸透クロマトグラフィー)
引張弾性率 (引張試験)	降伏応力 (引張試験)	曲げ強度 (曲げ試験)	曲げ弾性率 (曲げ試験)	衝撃強度 (シャルピー, アイゾット衝撃試験)
疲労寿命 (疲労試験機)	固体の粘弾性 (DMA)	ガラス転移点 (DMA)	融点 (DSC)	結晶化度 (DSC)
分子構造・組成 (赤外吸収分光)	MFR (メルトフロー試験機)	溶融粘弾性 (レオメーター)	分解温度 (TG/DTA)	球晶・異物 (偏光顕微鏡)
ラメラ構造形成度 (小角散乱)	結晶の配向度 (小角散乱, 広角回折)	樹脂組成比 (広角回折)	不純物の量 (広角回折)	ボイド, 異物の 量・分布 (吸収CT)
分別方式, 日時	ペレタイズ日時	ペレタイズ時の温 度湿度	回収地域	樹脂の純度, 混合, 添加

DPPに
関わる要件

「データの帰属は内閣府（連携省庁含む）、データ取得機関、試料を提供したリサイクラーとする。ただし、データ利活用（可視化）においては、国の政策、アカデミックな利用に限定し、営利目的には利用できない。リサイクラーから利活用に要望があった場合にはセキュリティ付きでデータを発行する（循環性向上）。」

再生材需要の増加への対応（追加要望）

■ 欧州ELV（使用済自動車）指令

2022年6月3日、欧州委員会はELV指令の改正案の作成を公表し、意見募集を開始した¹⁾。

現在、2023年の改正案の公表に向けて検討が進められている(欧州委員会環境総局によると、**2023年初頭までには欧州委員会による提案書（改正案）が発表される予定²⁾**)。

欧州の各自動車メーカーは、ELV指令改正案の発表を念頭に、新車への再生プラスチック利用率目標値として、

2025年までに20～25%、2030年までに30%の目標を設定している。³⁾

(例：Fordは2025年までに20%、Volvoは25%を目標に設定)

1) Supporting the Evaluation of the Directive 2000/53/EC on end-of-life vehicles final report (2020)

2) Circular economy hub (2022)

3) Roadmap to increase Recycling of Auto Plastics from End-of-Life Vehicles in Canada (2022)

再生プラスチックは将来的に供給不足に陥る

- 乗用車国内生産量：約800万台（コロナ前水準）
- 1台あたりのプラスチック使用量：約120kg
- 再生プラスチック利用率：30%（2030年度想定）

自動車業界の再生プラスチック需要量：36万トン（2030年）

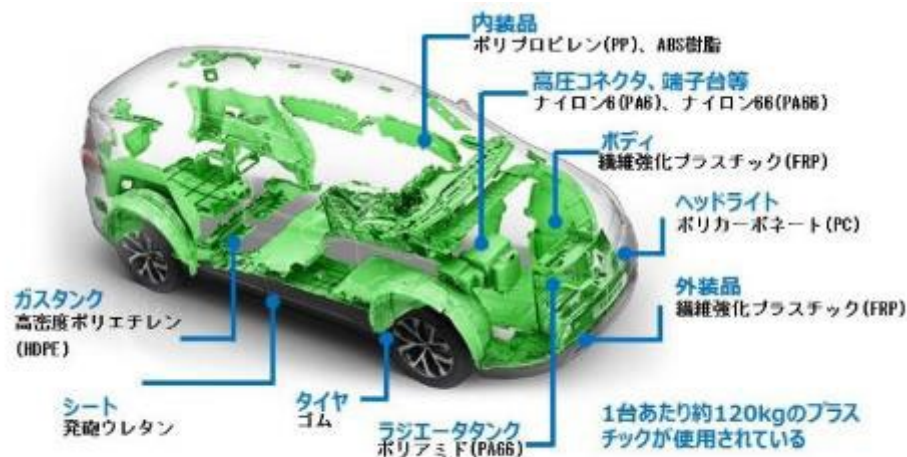
>> 自動車由来再生プラスチック供給量：4万トン（2020年）

今後、Car-to-Carの水平リサイクルのみでは需要に追い付かなくなる

自動車メーカー	新車への再生プラ利用目標値
Ford	20%(2025年)
Volvo	25% (2025年)
BMW	・約10%CFRPをリサイクル ・リアシート、ルーフに再生CFRP化
Renault	・2013年比で50%増し (2025年) ・欧州生産車の20%を再生プラ化

動静脈連携・高度分別/供給(モノマテ化)・データ集積/連携

- **サーキュラーエコノミーに適応したビジネスモデルへの移行促進を目指す**
- **素材メーカーとリサイクラーの動静脈連携により、高性能・高品質な再生プラスチックを安定供給するモデルを確立する**



Renault group report (2018)

東南アジア対応（追加要望）

東南アジアにおけるプラスチック環境問題及びSIPで開発する循環インフラによる連携促進

（背景）

- 東南アジアの多くの国は、世界有数のプラスチック産出国でありながら、**プラスチック廃棄物の回収・分別の循環インフラが脆弱で管理が進んでいない**。また、国内で回収した再生原料を加工する産業も少なく、低品位の原料輸出に留まっている。
- プラスチック廃棄物の不適正処理による**環境汚染や海洋プラスチック問題が生じており、サーキュラーエコノミーのニーズが高い**。

プラスチック廃棄物による環境汚染

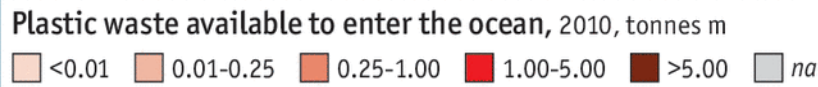
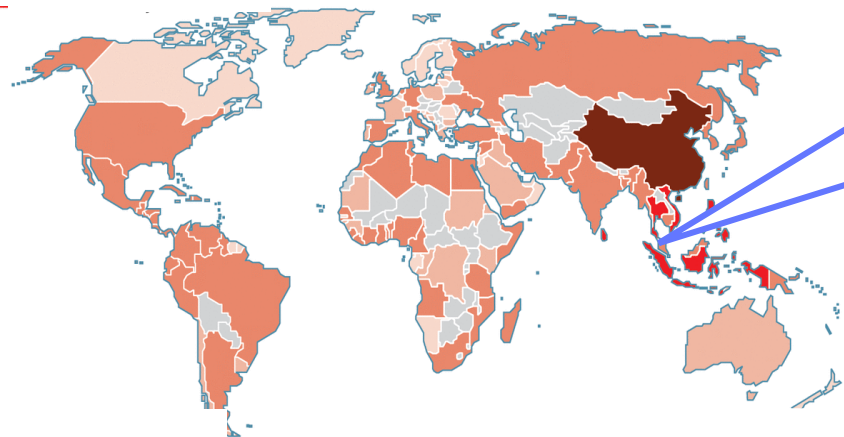
簡易プラ廃棄施設



廃棄物仮設シェルター



3Rでの廃棄物処理場



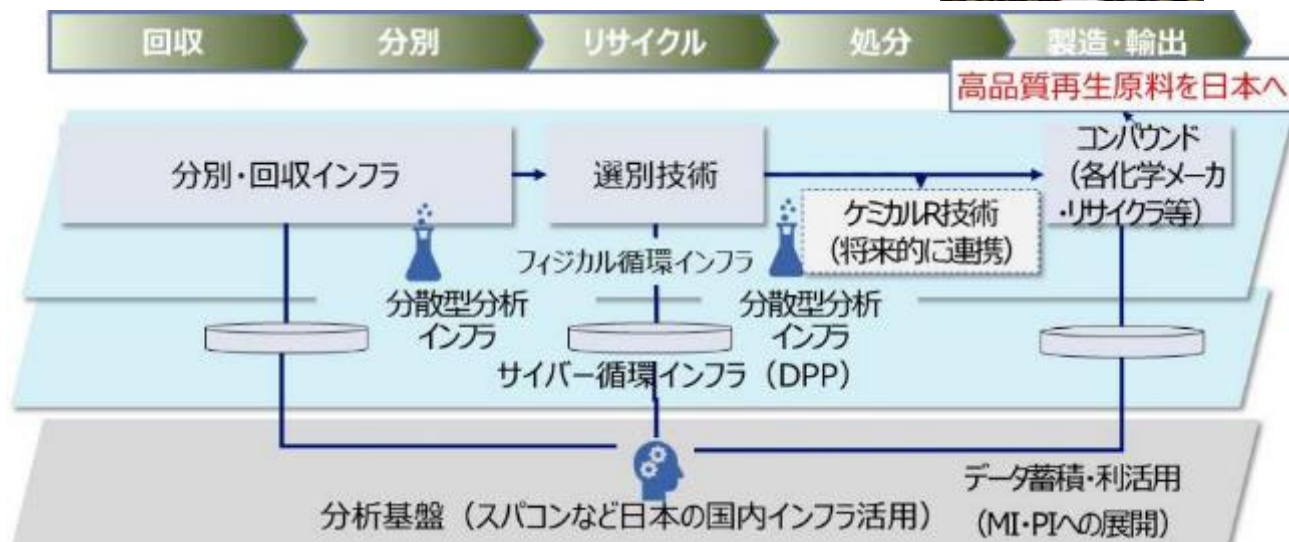
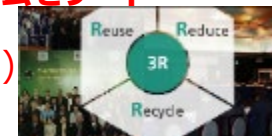
プラスチックの海洋流入量（2010年）

Source : Plastic waste inputs from land into the ocean (2015)

SIP成果の東南アジアへの横展開

- SIPで構築するフィジカル・サイバーの循環インフラにより、東南アジアとの連携を促進することで、**脆弱な東南アジア各国の循環インフラをアップデート**し環境問題を解決
- 高品質の再生材を日本へ輸入することで、今後需要の増加が見込まれる**高品質再生材の入手経路を確保**するなど、両国の経済にプラスに寄与
- シンポジウム*)を開催することで、**アジア・オセアニア地域のハブ間連携を強め**、主にCE研究及び政策の情報をキー展開できる**連携プラットフォームをリード**

*) : CE国際シンポジウム（SIPで実施、2023年第1回予定）
アジア太平洋3R循環経済推進フォーラム（隔年）等



他テーマとの連携 包摂的コミュニティプラットフォームの構築

需要基点でのリサイクルモデルの構築

- 素材ユーザーのニーズに基づいた分別回収
- 安全性/安定性を担保する回収・再生プロセスの基準化
- 質のよい特定のプラスチック製品の効率的分別回収と再生材の品質向上



多世代の人の集う場としての回収ステーション

- 人が集う場の力、そのポテンシャルを活かすプラットフォームとしての活用
- 公民館等を拠点とした多世代の市民参加型ステーション回収の展開 **現行の自治体(年間6kg/人)の6倍「量」の収集効果 + 圧倒的な「質」の向上**



テーマ間連携(包摂的コミュニティプラットフォームの構築)

- 総合知を活用し(社会心理学、環境経済学、行動経済学等)、環境意識の高い層に加え、無関心層を取り込み、**いっそうの行動変容の促進**
- 知識と動機付け、行動しやすい環境づくり



- 多くの地域での回収量と質の向上
- 公共性・社会全体のWell-being 向上につなげる



リサイクルモデル



包摂的コミュニティプラットフォーム