

戦略的イノベーション創造プログラム(SIP)
サーキュラーエコノミーシステムの構築
社会実装に向けた戦略及び研究開発計画(案)

令和5年1月26日

内閣府

科学技術・イノベーション推進事務局

目 次

I. Society5.0における将来像	1
II. 社会実装に向けた戦略	4
1. ミッション	4
2. 現状と問題点	6
3. ミッション到達に向けた5つの視点での取組とシナリオ	12
(1) 5つの視点での取組	12
(2) ミッション到達に向けたシナリオ	17
4. SIPでの取組（サブ課題）	20
(1) 背景（グローバルベンチマーク、SIP制度との整合性等）	22
(2) 社会実装に向けたSIP期間中の達成目標	32
(3) ステージゲート等による機動的・総合的な見直しの方針	33
(4) SIP後の事業戦略（エグジット戦略）	34
5. 5つの視点でのロードマップと成熟度レベル	37
(1) ロードマップ	37
(2) 本課題における成熟度レベルの整理	42
6. 対外的発信・国際的発信と連携	42
III. 研究開発計画	44
1. 研究開発に係る全体構成	44
2. 研究開発に係る実施方針	46
(1) 基本方針	46
(2) 知財戦略	48
(3) データ戦略	48
(4) 国際標準戦略	49
(5) ルール形成	53
(6) 知財戦略等に係る実施体制	53
(7) その他	55

3. 個別の研究開発テーマ	58
(A1) 循環市場拡大に資するデジタル基盤構築	58
(A2) デジタル基盤構築に必要な情報ルールの整理・共通化	58
(A3) 自然資本評価ツールの開発・可視化	60
(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	61
(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	62
(B3) 特殊なプラスチックの選別・循環システム開発	63
(C1) 循環性向上と可視化のためのプラットフォーム整備	64

1. Society5.0における将来像

(リニアエコノミーが引き起こす環境・資源問題の深刻化)

第6期科学技術・イノベーション基本計画で具体化された Society5.0 の唱える将来像は、「持続可能性と強靭性を備え、国民の安全・安心を確保するとともに、一人ひとりの多様な幸せ (well-being) を実現できる社会の実現」である。この理想の実現には、便利さや利益のみを追求する社会ではなく、地球環境や自然と共生する循環型社会の形成が重要だと考えられている。これは、従来の大量生産・大量消費・大量廃棄の一方通行型社会 (リニアエコノミー) は、本来自然が有している健全な物質循環を阻害するほか、気候変動問題や天然資源の枯渇、生物多様性の破壊など、様々な社会問題を引き起こしていることに起因する。一方で、急速な勢いで発展する産業・工業を減速・縮小させる形での循環型社会の実現は、ステークホルダー間の合意形成が難しい。そこで、持続可能な形で資源を利用しつつ、かつ、経済合理性をも同時に満足する循環型経済 (サーキュラーエコノミー) への移行が急務であると世界的に認識されている。

循環型経済とは、一般には、既存の素材や製品をできるだけ長く利用するため、共有、リース、再利用、修理、改修、リサイクルしていく生産と消費の経済モデルと考えられている。また、サーキュラーエコノミーへの移行の流れを世界的に牽引しているエレンマッカーサー財団によると¹、循環型経済は、①廃棄物や環境汚染をなくす、②素材、製品の循環性をあげる、③自然再生、という3つの原則に基づき推進されるべきであるとしている。これらの取組により得られる成果として、気候変動問題、生物多様性の損失、廃棄物・汚染などの地球規模の課題の解決を列挙し、地下資源等の枯渇資源に頼ることなく、循環性を高めることで、持続的に成長可能な経済システムを構築すべきである、と指摘している。

(欧州主導のサーキュラーエコノミー政策の影響)

このような気運の高まりを受け、2015年、欧州委員会は、欧州が循環型経済へ移行し、国際競争力を高め、持続可能な経済成長を促進し、新たな雇用を創出するための施策を盛り込んだ、初の循環型経済行動計画を採択した。

また、2020年3月には、欧州委員会は、持続的な成長のための欧州の新しいアジェンダである「欧州グリーンディール」の主要な構成要素の一つと位置付けられている、新しい循環型経済行動計画 (CEAP) も採択した。同計画において、EU の循環型経済への移行は、天然資源への負荷を軽減し、持続可能な成長と雇用を生み出すとともに、EU の2050年のカーボンニュートラル目標達成と生物多様性の損失を食い止めるための前提条件と考えられている。サーキュラーエコノミーについては、「経済成長と雇用の創出」を強調し、経済政策を通じて環境に対応していく点が、これまでの環境政策との大きな違いと言える。特に、製品の流れをデジタル情報として共有することを前提としたデジタル・プロダクト・パスポ

¹ 出典：ELLEN MACARTHUR FOUNDATION (<https://ellenmacarthurfoundation.org/>)

ート(DPP)などの新しいコンセプトが数多く提示されており、これが EU 以外の国々にとっては、非関税参入障壁にもなりうると考えられている。

(物質の流れとデジタル情報の高度融合による Society5.0)

サーキュラーエコノミーの実現は、政府の規制あるいは特定の企業の技術開発だけで成立するものではなく、幅広いステークホルダーの相互連携が不可欠である。素材・製品開発といった動脈産業とリサイクルを担う静脈産業が連携した動静脈・静動脈連携、具体的には、素材・製品・流通・回収・分別・リサイクルの各段階の担い手が、先に述べた DPP などを活用することで、高度に連携し、バリューチェーンを構築することが求められる。

加えて、サーキュラーエコノミーへの移行は従来のリニアエコノミーからのビジネスモデル・ライフスタイルの転換を意味するため、新しい価値観として社会に受容される必要がある。このためには、技術開発における自然科学的なアプローチだけでなく、社会・人文科学的なアプローチが必要であり、産学官民の幅広いステークホルダーが一体となり社会課題の解決に取り組む「総合知」を活用したアプローチにより、企業・消費者の意識・行動変容も含めた取組が必要となる。

第 5 期科学技術基本計画において、Society5.0 は、「サイバー空間（仮想空間）とフィジカル空間（現実空間）を高度に融合させたシステムにより、経済発展と社会的課題の解決を両立する、人間中心の社会」と定義されている。まさにこのサイバー空間（仮想空間）におけるデジタル情報と、フィジカル空間（現実空間）における物質循環の高度融合こそが、サーキュラーエコノミーにおいて最も重要な点である。

サーキュラーエコノミーに関する国際標準を決定する ISO/TC 323 の WG5 にて議論されている DPP における要件定義に対応する「製品循環性データシート」(PCDS : Product Circularity Data Sheet) が上記の高度融合に該当すると考えられる。WG5 を主導するルクセンブルクグループの HP²によると、

「質の高い連続的な物質循環を目指した効果的な循環型経済には、資源だけでなく情報の循環が必要である。しかし、その取り扱いに多くの人的・金銭的資源が必要となるため、多くの情報が欠落しているのが現状である。特に、企業秘密が透明性を妨げ、報告基準が欠如しているため、メーカーは顧客や製品プラットフォームに多様なフォーマットで異なるデータセットを送信せざるを得ない。その解決策は、中央集権的な「標準」ではなく、誰もが自分自身のシステムに適応できるような標準化されたデータの表示方法（要件定義ともいう）を開発することである。これを支援するため、ルクセンブルク経済省は、多くの国及び地域のメーカーやプラットフォームと協力し、PCDS を立ち上げた。このイニシアティブは、基本的な循環データを分散型で幅広く利用できるようにすることに重点を置いており、集中型のプラットフォームやデータベースに依存する必要がなく、不必要な中央集権化を回避することができる。」

² 出典 : Product Circularity Data Sheet (<https://pcds.lu/>)

と記載している。つまり欧州では、現在、物質とデータの融合をオンデマンドでかつ分散して行えるような仕組みづくりを行っている最中だと考えることができる。これはまさに Society5.0 の理念そのものである。

（プラスチックを主な対象とするサーキュラーエコノミーシステムの将来像）

さて、近年、エレンマッカーサー財団が特に力を入れているのが、昨今社会的課題として取り上げられることの多いプラスチックに関する内容であり、これは「A circular economy for plastic」と呼ばれている。彼らの問題意識は極めてシンプルであり、

「私たちは、プラスチックの設計、使用、再利用の方法を変えなければならない。単なるリサイクルや削減のみでは、プラスチック汚染の危機から脱出することはできない。今行動しなければ、2050年までに海の中の魚よりもプラスチックの方が多くなってしまいかもれない。」

と指摘している。プラスチック素材大国である我が国においても、温室効果ガスの排出、廃棄物、環境汚染の全てに直接的に影響するプラスチック問題に、今こそ国家レベルにて対処しておくことが肝要である。

そもそもプラスチックを含むポリマー材料は、金属、セラミックと並ぶ3大材料と呼ばれており、他の材料に比べて軽量で加工が容易という点に特徴がある。発明されてから100年程度しか経っていないが、現在に至るまでに金属やセラミックを次々と置き換えてきた結果、いつの間にか我々の身の回りはプラスチックで満ち溢れる状態になっている。増えすぎたプラスチックは海洋プラスチックの問題などを引き起こしているだけでなく、回収したプラスチックの処理方法が世界的な課題となっている。我が国は、焼却によって処理している割合が約70%あり、この大部分はサーマルリカバリとして熱等に変換して有効利用されている。しかしながら焼却時に大量のCO₂が排出されており、カーボンエミッションの観点からは望ましい状況とは言えない。その結果、金属やセラミックと比較したとき、素材のリサイクルによるCO₂削減効果は大部分が焼却されているプラスチックが圧倒的に高いことが知られており、資源循環を基軸とするサーキュラーエコノミーがこれら3つの中で最も必要とされている。

そこで、本SIP課題「サーキュラーエコノミーシステムの構築」（以下「本SIP」という。）では、その有用性から日々の生活において必要不可欠なプラスチックを主な対象とし、幅広いステークホルダーが連携した循環型のバリューチェーンを構築する。特に全ての物質の流れ（フィジカル空間）をデジタル情報（サイバー空間）にて可視化する分散型システム構築を目指す。併せて、企業・消費者の行動変容に取り組むことで、サーキュラーエコノミーが社会に受け入れられた Society5.0 社会の実現を目指す。

II. 社会実装に向けた戦略

1. ミッション

本SIPでは、Society5.0として目指すべき「国民の安全と安心を確保する持続可能で強靱な社会」「サイバー空間とフィジカル空間の高度融合」の実現を目的に、素材、製品、流通、回収、分別、リサイクルの各段階のプレイヤーがデジタル（デジタル基盤構築）を介した効率的な連携（動静脈・静動脈連携）を実現すると同時に、それらを加速化させるためのイノベティブな技術開発や環境構築（循環配慮設計）を行うことにより、アップグレード可能なプラスチックサーキュラーエコノミーを世界に先駆けて構築する。特に、欧州の製品起点のサーキュラーエコノミーに対して、物質の流れ（マテリアルフロー）を可視化する素材起点のサーキュラーエコノミーを分散型で実現する日本版DPPの開発に早急に取り掛かる必要がある。また、再生材の来歴や物性に基づく更なる効率的な活用など、サーキュラーエコノミーへの移行に向けては静脈産業の重要性が増すことから、サーキュラーエコノミーデジタル化導入のケアやリサイクルプレイヤーの育成、リサイクルプレイヤーの育成に配慮した形での動脈側の取組を強化する。

特に、SIP事業開始から10年後を目処に、サーキュラーエコノミーの概念が広く受容され、経済合理性に目途が付いた循環型バリューチェーン及びビジネスモデルの構築、企業・消費者の行動変容及び社会的受容性の醸成、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を促すためのルール形成等が成立するような取組を実施する。

そこで次に挙げる5つのミッションに取り組むこととする。

ミッション1：情報共有のためのデジタルプラットフォームの構築

産学官民の多様なステークホルダーで共有すべき情報（資源の回収ルート、再生材の品質等）に関するルール作り及び資源回収から再生材製造までのトレーサビリティ確保のための分散型情報共有プラットフォーム（日本版DPP）の構築及びマテリアルフローの定量的可視化を行い、その成果をもとに国際標準化（ISO/TC323等）へ働きかける。また、情報の利活用による環境性・循環性の評価や、リサイクルに伴う経済合理性などを検討し、ステークホルダーの合意形成が得られる合理的なシステム構築を目指す。

ミッション2：動静脈・静動脈連携を実現する技術の開発

（マテリアルリサイクルを中心とした）水平リサイクルを可能とする高度分別・選別技術の開発により、高品質な再生材を低コストかつ安定的に供給し、デジタル基盤に連携すべき再生材の品質・量を定量的に把握する技術の開発に取り組む。高度分別・選別において、自治体との連携や、現時点では再資源化が困難であるものの潜在的な再資源化ポテンシャルの高いプラスチックにも対応できる仕組みの構築を目指す。

ミッション3：サーキュラーエコノミーにおけるイノベティブな循環を推進するための 技術開発・環境構築

サーキュラーエコノミーの実現を支えるイノベティブな循環を前提とした循環配慮素材・製品・リサイクル設計技術開発や、循環性の向上・可視化のための環境試験・診断・高性能トレーサーの開発（分子トレーサー、DNAトレーサー）等を行い、日本発のプラスチックサーキュラーエコノミー構築にて世界に衝撃を与える。

ミッション4：情報開示に関する国際的なルール形成（TCFD、TNFD）への対応

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を促し、産業競争力の強化や出口戦略につなげることを後押しする情報開示に関する国際的なルール形成（TCFD、TNFD等）に対応する。

ミッション5：企業・消費者の行動変容及び社会的受容性の醸成

社会心理学を活用した企業・消費者の行動変容及び社会的受容性に関して検証し、リニアエコノミーのライフスタイル及びビジネスモデルからサーキュラーエコノミーへの移行を促進する。

ミッション 1～3 は個別課題であり、ミッション 4、5 はそれを実現するための共通課題である。（図 II-1 参照）

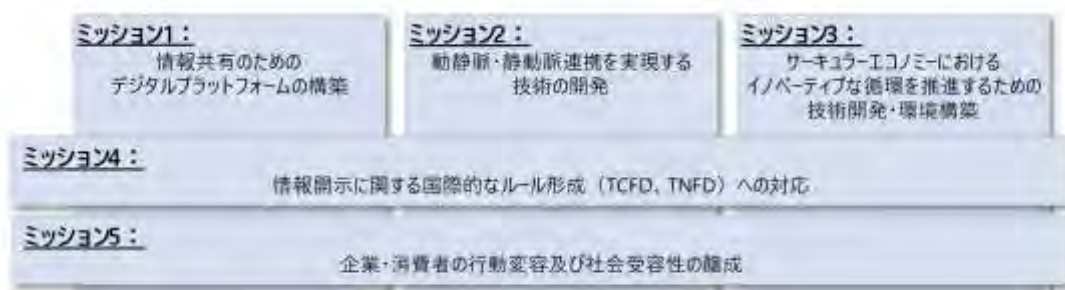


図 II-1 ミッションにおける5つの要素とマトリクスイメージ

2. 現状と問題点

(リニアエコノミーが引き起こす環境問題の深刻化の現状)

これまでの大量生産・大量消費・大量廃棄のリニアエコノミーの社会構造が一因となり、プラスチックごみによる地球規模での環境汚染が深刻化している。プラスチックは、1950年頃から本格的に生産が開始され、加工性や物性の高さにより利用が拡大した。今や日常生活や工業利用に必要不可欠な素材である。各種統計を眺めてみても、世界におけるプラスチック生産量は年々増加を続けている。具体的には、1950年の200万トンから2019年には3億6800万トンに達するなど、過去70年間で約200倍となり、使用用途の多様化に伴い、今後も増加する見込みである。一方で、不適正な処理により世界中で年間数百万トンを超えるプラスチックごみが海洋へ流出することによる生物多様性への損失、プラスチックを焼却することによる大量のCO₂排出など、地球規模での環境汚染が懸念されている。

特に我が国においては、一般には、プラスチックのリサイクル率は世界的に見ても高いと考えられているものの、7割以上が焼却され熱として回収されており（これを国内ではサーマルリカバリというが、気候変動問題が契機となり、世界的に認められない可能性がある）、CO₂発生抑制を前提とした、プラスチックを燃やさないで処理するための対応策が急がれる。一方で、もしも十分な処理対策を講じることなく焼却を止めてしまうと、処理しきれないプラスチックゴミが街中に溢れ出すことが懸念される。

この問題を解決するには、リニアエコノミーの社会構造を見直し、資源が効率的に循環されるサーキュラーエコノミーへの移行を目指す必要がある。この移行は社会に恩恵をもたらすことが具体的に指摘されており（図II-2参照）、例えば、スウェーデンのMaterial Economics社は、リニアエコノミーからサーキュラーエコノミーへ移行することで、2050年におけるプラスチックに係る産業由来のCO₂排出量が非移行時の約半分に抑えられるとの試算を報告しており³、CO₂発生抑制において大きな効果が見込まれる。

³ 出典：Material Economics 社 “The Circular Economy a Powerful Force for Climate Mitigation”
(<https://materialeconomics.com/publications/the-circular-economy-a-powerful-force-for-climate-mitigation-1>)

サーキュラーエコノミーが進まない世界



サーキュラーエコノミーが実現した世界



図 II-2 サーキュラーエコノミーのユートピア・ディストピア

(欧州主導の政策による影響の現状)

サーキュラーエコノミーへの移行は、多くの企業においてビジネスモデルの変革を伴うことから経済政策とも密接に関わる。サーキュラーエコノミーは資源循環だけでなく、資源回収・再利用を前提に原材料調達・製品設計・バリューチェーンのエコデザインを行うなど、抜本的なビジネスモデル変革を通じて、経済成長と雇用創出の効果も期待されている。欧州においては、2015年12月に欧州委員会がサーキュラーエコノミー行動計画を発表し、その中でプラスチック等を優先分野に指定したEUレベルでのサーキュラーエコ

ノミーの構築を目指している。また、先にも述べたように、2019年12月に発表された「CO₂排出抑制と雇用創出を目指す施策」である欧州グリーンディールにおいてもプラスチックサーキュラーエコノミーは優先課題の一つに位置付けられている。

欧州グリーンディール政策をもとに各種法規制、バリューチェーンの可視化・標準化の強化が進むと考えられる中、こうした動きに対応できない製品・事業者は事実上の参入障壁により、国際競争力を喪失するおそれがある。グローバルで事業展開する日本の製造業及びサプライチェーンにおいても対応が求められ、我が国においても、プラスチックサーキュラーエコノミーへの移行は避けては通れない課題となりつつある。例えば、環境分野において数値目標を掲げた規制的手法を多用する欧州連合においては、近い将来、製品に係る再生原料・バイオマス原料の使用割合の数値目標を導入することが予想される。これに伴い、日本の製造業及びサプライチェーンにおいても、再生材・バイオマス原料の需要量の拡大・品質向上のニーズが高まり、現在ペットボトルの再生材価格がヴァージン原料価格を上回っているように、他のプラスチックについても、再生材・バイオマス原料の市場価値の上昇がもたらされる可能性が高いと考えられる。

このような状況を受け、複数省庁が連携し、2019年5月にプラスチック資源循環戦略を策定、2022年4月にプラスチック資源循環促進法が施行された。また、従来のプラスチックの3Rに加え、プラスチックの再生利用やバイオマスプラスチックの導入など、再生素材や再生可能資源に適切に切り替えるRenewableを加えた3R+Renewableを基本原則とした取組が推進されている。さらに、2020年5月には経産省より循環経済ビジョン2020が策定され、事業者へ循環性の高いビジネスモデルへの転換を促すものとなっている。これらを背景にリサイクルを中心にした各種技術開発（GI基金、NEDOプロ等）がなされている。（図II-3参照）

これらは、サーキュラーエコノミーの一部を切り出した個別技術開発であり、欧州に見られるようなサーキュラーエコノミー全体を扱ったものではない。また、国内民間企業での取り組みのスピードは必ずしも早いとはいえず、欧州企業群に取り残されていると言っても過言ではない。既存の収益性のある事業を犠牲にするような単独の民間事業者レベルでの取組では、必要な構造改革は容易ではなく、インセンティブを含む多面的なサポートを必要としているのが現状である。

一方で、サーキュラーエコノミーに適応する循環に配慮されたプラスチック等の素材開発、製品設計、ビジネスモデルを構築することは、素材開発力に優れた我が国にとって環境先進国である欧州に追いつき追い越す絶好の機会であり、我が国の国際的な産業競争力の向上へとつながる。特に、プラスチックのサーキュラーエコノミー及び高分子のリサイクル科学は未成熟であり、分解に適した素材（分子・材料）、高性能トレーサーあるいは各種効率的リサイクルの研究開発は今後取り込まれるべき分野の一つである。

No.	事業名	事業内容	課題候補との関係性	所管省庁	令和4年度(億円)
1	プラスチック資源循環等推進事業費	○プラスチックの資源循環の促進等に関する法律の施行状況及び容器リサイクルに係る排出実態を調査	法施行調査	環境省	2.6
2	グリーンイノベーション(GI)基金【研究開発項目2】 廃プラスチックからの化学品製造技術の開発	○使用済みタイヤ(廃ゴム)からの化学品製造技術、炭素資源循環型の合成ゴム基幹化学品製造技術、廃プラスチックを原料とするケミカルリサイクル技術の開発(原則、TRL4以上が対象)	個社による開発・実証であり成果について要観察	経産省	408.5 (10年間)
3	ムーンショット【目標4】2050年までに、地球環境再生に向けた持続可能な資源循環を実現	○非可食性バイオマス原料による海洋分解可能なマルチブロックバイオポリマーの研究開発	回収できないポリマーを対象としており直接は関係しない	経産省	28.5+
4	地域資源循環を通じた脱炭素化に向けた革新的触媒技術の開発・実証事業	○地域の廃プラスチック、未利用バイオマスを活用し、大幅なCO2削減、CEを実現するための、革新的で比較的安価な触媒技術を開発	直接は関係しない	環境省	19
5	脱炭素社会を支えるプラスチック等資源循環システム構築実証事業	○プラスチック等の化石資源由来素材からの代替素材への転換・社会実装、リサイクルプロセス構築・省CO2化を支援	バイオマス原料であり連携可	環境省	36
6	プラスチック有効利用高度化事業	○廃プラスチックの高度リサイクルを促進する技術基盤の構築、海洋性分解性プラスチックの導入・普及を促進する技術基盤の構築	実用化(スケールアップ)研究	経産省	15
7	食品ロス削減・プラスチック資源循環の推進	○複合素材プラスチック、廃油等のリサイクル困難素材のリサイクル技術・設備導入を支援	食品・漁業・農業	農水省	2.2
8	脱炭素社会構築のための資源循環高度化設備導入促進事業	○リサイクル設備・再生可能資源由来素材等の製造設備の導入を支援	設備補助	環境省	100
9	循環経済移行促進事業	○プラスチック資源循環分野での情報発信のほか、途上国に対する能力開発や制度構築を支援	情報発信・途上国支援	環境省	5.2
10	循環産業の海外展開支援基盤整備事業	○途上国の求める廃棄物処理・リサイクル・浄化槽による生活排水処理を効率的に実施するための周知・普及・調査等を実施	途上国支援	環境省	4
11	海岸漂着物等地域対策推進事業	○都道府県や市町村等が実施する海洋ごみ(漂流・漂着・海底ごみ)対策を支援	漂着物回収・処理	環境省	1.7
12	海洋ごみに係る削減方策総合検討事業費	○海洋ごみのモニタリング調査、地方自治体・民間事業者等の連携強化、国際的な人材育成等の実施	国際協力	環境省	2.1
13	海洋プラスチックごみ総合対策費	○「大阪ブルー・オーシャン・ビジョン」の実現に向け、国際枠組に基づく取組を推進するほか、海洋プラスチックごみ対策を実施	直接は関係しない	環境省	2.1

図 II-3 プラスチックの資源循環分野に関連した各府省主要の研究開発関連事業

(循環市場の情報の流れが分断されている問題点)

サーキュラーエコノミーを構築する上で、素材・製造・流通・消費・分別・リサイクルといったステークホルダー間において、分断・欠落している資源循環に必要な情報のデジタル化・共通化が重要な問題点となっている。

先に述べたように、欧州では、DPPへの取組が加速している。DPPは、製品やそのサプライチェーンに関するデータを収集し、バリューチェーン全体で共有することで、消費者を含む全ての関係者が、使用する材料や製品、そしてそれらが引き起こす環境負荷について可視化できるようにすることを目的に考案されたものである。欧州委員会が最近発表した、サーキュラーエコノミーパッケージには、持続可能な製品のためのエコデザイン規則(ESPR)の提案も含まれている。ESPRは、製品とその部品のトレーサビリティを強化する重要な規制要素としてDPPを定めている。我が国においてもDPPの取組はあるものの、いくつかの事業者レベルでコンソーシアムを作ることに取り組みされており、分散型で、かつオンデマンドに利用できるべきとする(PCDSをはじめとする)欧州の思想と必ずしも一致しない。早いスピードでルール化が進む欧州のコンセプト構築・デジタル化に合わせていくためには、中央集権型でなく分散型でアジャイルなシステム構成が広く国内に広がることが重要である。

(資源循環の拡大に必要な動静脈・静動脈連携の不足の問題点)

現在、大量廃棄された資源の約70%が焼却され、素材原料となる枯渇性資源の輸入に頼るリニアエコノミーにおいては、静脈から動脈への物質の流れ(バリューチェーン)が細いことが、国内外における長年にわたる大きな課題となってきた。

こうした中、海洋プラスチック問題、気候変動問題、諸外国の廃棄物輸入規制等への対応を契機として、製品の設計からプラスチック廃棄物の処理まで関わるあらゆる主体におけるプラスチック資源循環等の取組(3R+Renewable)を促進するため、「プラスチックに係る資源循環の促進等に関する法律」(令和3年法律第60号)が令和4年4月に施行した。この法律により、設計・製造段階の環境配慮設計、販売・提供団体のワンウェイプラスチックの使用の合理化、排出・回収・リサイクル段階での市町村の分別収集・再商品化、製造・販売事業者等による自主回収、排出事業者の排出抑制・再資源化といった法的枠組みが強化された。

一方、欧州においては、サーキュラーエコノミー政策による事実上の参入障壁化のおそれや、欧州流のサーキュラーエコノミーによる事業者の先行者利益・国際競争力の強化の動きが加速している。我が国産業の国際競争力を高め、国際標準化のイニシアティブをとるためにも、法的枠組みが強化された機会を活用し、製品の長期使用による発生抑制、繰り返し利用するリユースを進めながら、それができないものは繰り返しリサイクル(再資源化)する静脈から動脈への資源循環の拡大を急ぐ必要が増している。

動脈産業による再生材の高度で安定的な利用を進めるためには、我が国に浸透する分

別文化の利点も活かしながら、分別回収・選別・リサイクルする静脈産業から、製造・流通を担う動脈産業への再生材の質の可視化・向上と、地域の特性にも応じた、安定的・低コストな供給量の拡大を図る必要がある。そのためには、現時点では分別回収や再資源化が困難であるものの、潜在的に高品質な回収・再資源化ポテンシャルの高いバイオマス資源・使用済みプラスチックの分別回収ルートや利用資材の再資源化について、コンセプト化（TRL2）や概念検証（TRL3）の段階から、これまで連携の薄かった業種間や産学官の枠を超えた動静脈・静動脈の連携により取り組む必要がある。

（資源循環の拡大・循環市場の可視化に最先端技術が十分に活用されていない問題点）

もう一点重要な点として、欧州のサーキュラーエコノミーは全てが製品起点に構想されており、素材起点ではないということも指摘しておきたい。製品起点のサーキュラーエコノミーでは、素材はいわゆる石油由来の従来型プラスチックを想定しており、メガリサイクラーのリサイクル技術に頼る部分が多い。しかしながら、それでは、サーキュラーから溢れたプラスチックは燃やすか、埋め立てるしか手がなく、サーキュラーエコノミーの理念とは異なる。そもそも、従来のプラスチック素材は循環を重ねるたびに、特性が劣化する。つまり、ダウングレードサーキュラーエコノミーと言える。素材産業に強みを持つ我が国としては、静動脈連携によって素材革新を打ち出し、循環するたびに素材特性を向上するアップグレード可能なサーキュラーエコノミーで世界に衝撃を与えたい。また、製品起点であれば、トレーサビリティは電子透かし等の適用で事が足りるが、素材起点となると分子スケールまでの分解を念頭に置いた電子透かしの開発が必要不可欠である。この辺りは世界的にも研究が開始したばかりであり、本SIPでも積極的に取り組みたい。

加えて、サーキュラーエコノミーへの移行はライフスタイルの転換を伴うものであり、一般社会に受け入れられるものでなくてはならず、幅広いステークホルダーが協調して取り組む必要がある。個別の技術開発だけでなく、企業・消費者の行動変容を促せるよう、人文・社会科学分野も含めた幅広いステークホルダーが参画し「総合知」を活用することで、産学官民が連携して共通の課題に取り組むことが求められる。そこでPD・サブPD・サブPD（戦略C）のリーダーシップのもと、次の3つのサブ課題を設定する。

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（ミッション1、4、5）

循環市場における情報の可視化を可能にする日本版 DPP の構築及び DPP で流通すべき情報に関するルール整備を行い、素材・製造・流通・消費・分別・リサイクルの資源循環をデジタル情報でつなげることで、再生材料の利用を促進する仕組みを導入する。

サブ課題 B：資源循環の拡大を促す動静脈・静動脈連携（ミッション2、4、5）

高品質な再生材の低コスト・安定的な供給を行うため、使用済プラスチックや、自治体

との協力による回収プラスチックの分別・供給システムを開発する。また、現時点では再資源化が困難であるものの、潜在的な再資源化ポテンシャルの高いバイオマス（古紙、木材、衣類等）由来・建築資材由来の再生プラスチックの供給増を進めるための動静脈・静動脈連携モデルを構築する。

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（ミッション 3、4、5）

日本の最先端技術（放射光等）の活用により、循環性の向上・可視化のための環境試験・診断・高性能レーザー（分子レーザー、DNAレーザー）の開発を行うプラットフォームを構築し、世界に先駆けた水平サイクルを可能とする。また、産学官が連携して、再生材料の保証・認定に繋がるデータの仕様、利活用法等について検討する。

3. ミッション到達に向けた5つの視点での取組とシナリオ

(1) 5つの視点での取組

「II.1.ミッション」で示した5つのミッションの達成に向けて、「II.2.現状と問題点」を鑑み、図II-4のとおり、「技術開発」、「事業」、「制度」、「社会的受容性」、「人材」の5つの視点から、早期の社会実装を図るための取組を進める。

【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】

技術開発

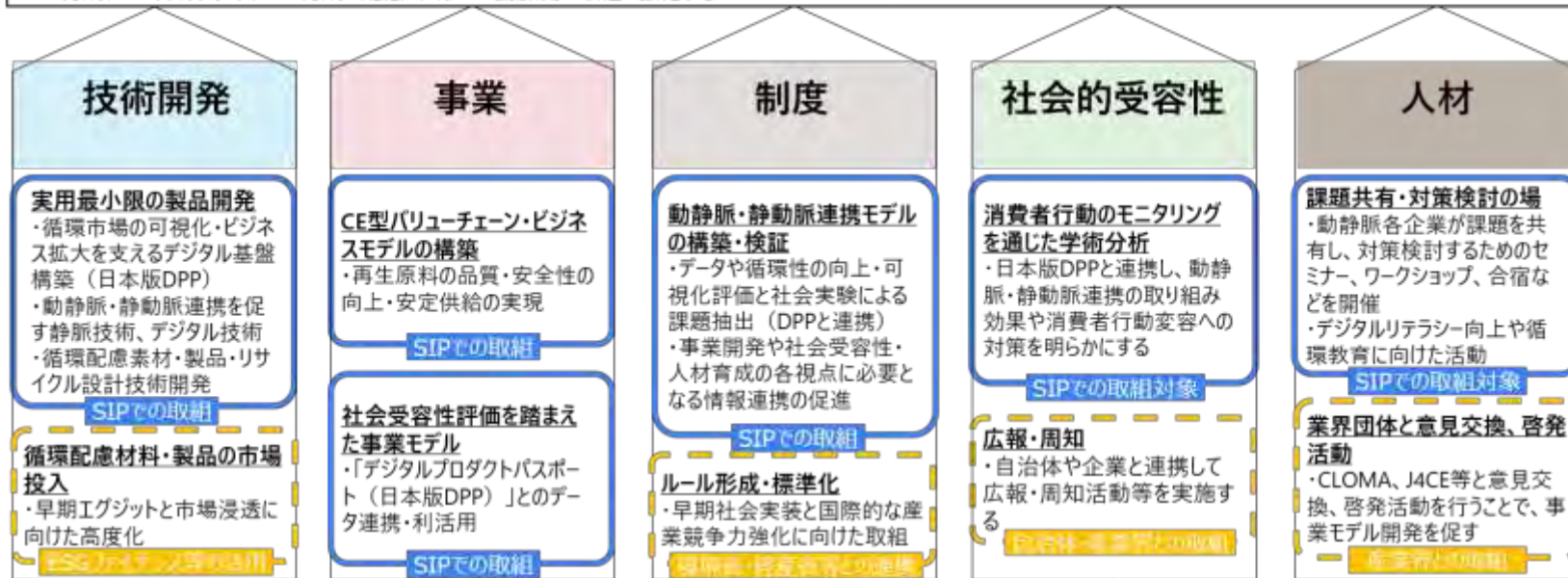
(SIP での取組)

- ・ 原料・素材・製品のライフサイクルを通じてトレーサビリティに関する情報項目を整理し、バリューチェーンの各プレイヤーが開示すべき相手だけに提供できるようなセキュアなデータプラットフォームとして「デジタル・プロダクト・パスポート（日本版 DPP）」を構築する。

(サーキュラーエコノミーシステムの構築) 5つの視点での取組

ミッション

- Society5.0として目指すべき「国民の安全と安心を確保する持続可能で強靱な社会」「サイバー空間とフィジカル空間の高度融合」の実現を目的に、動静脈産業が連携し、素材、製品、回収、分別、リサイクルの各段階のプレイヤーが循環を配慮したプロダクト設計を行い、それらがデジタル化で効率化されたアップグレード可能なプラスチックサーキュラーバリューチェーンを構築する。また、再生材の更なる活用など、CEへの移行に向けては静脈産業の重要性が増すことから、CEデジタル化導入のケアリサイクルプレイヤーの育成、リサイクルプレイヤーの育成に配慮した形で動脈側の取組を強化する。



社会実装に関わる現状・問題点

- 大量生産・大量消費・大量廃棄の一方通行型の経済社会構造において、プラスチックごみによる地球規模での環境汚染が深刻化。また、欧州主導のCE政策によるバリューチェーンの可視化・標準化の動きに対応できない製品・事業者は、事実上の参入障壁により、国際競争力を失うおそれ。
- 環境・資源問題の解決と国際競争力の確保のため、資源を循環させるCEに移行するには、マテリアルフローを定量化・見える化する「デジタル化」、資源回収・再利用のために不可欠な動→静脈・静→動脈の双方での「動静脈・静動脈連携」、サーキュラーエコノミーの鍵となる再生材の品質・安全性・「循環性の向上」が課題。
- これら課題の解決により、マテリアルフロー（フィジカル空間）をデジタル情報（サイバー空間）でアップグレードにつなぐCE（Society5.0）を実現するには、技術的な要素だけでなく、リサーチインフラ・法整備、ビジネスモデル変革のための事業開発・人材育成、ライフスタイル転換の社会的受容性の拡大のため、府省横断での連携が不可欠。

図 II-4 本 SIP における 5 つの視点での取組

制度（環境整備も含む）

（SIP での取組）

- ・ サークュラーエコノミー移行促進・評価を目的として、日本版 DPP のデータを活用したマテリアルフローやカーボンフットプリント (TCFD と関連)・自然資本評価 (TNFD との関連、バイオマテリアル導入に伴う特性とコストのトレードオフ解消)・行動変容 (循環性やインセンティブ創出) の可視化とデータ連携を行うツールを開発する。また、ISO/TC323 などの国際標準化検討とも連携していく。

（環境省・経産省等との連携）

- ・ サークュラーエコノミー型バリューチェーンの社会的受容を通じて、早期社会実装と国際的な産業競争力を高めるため、ルール形成や国際標準化などを積極的に提言するための「SIP CE ルール形成・標準化提言ワーキンググループ（仮称）」を設置する。PD、サブ PD、サブ PD（戦略 C）、有識者、企業エキスパート、研究推進法人等で構成される同ワーキンググループ（WG）では、各テーマからの課題、ニーズ、戦略に関わるルール・標準化の要望だけでなく、課題マネジメントを通じて俯瞰的に要素を抽出し、関係府省庁、国際機関への提言を取りまとめる。（図 II-5 参照）

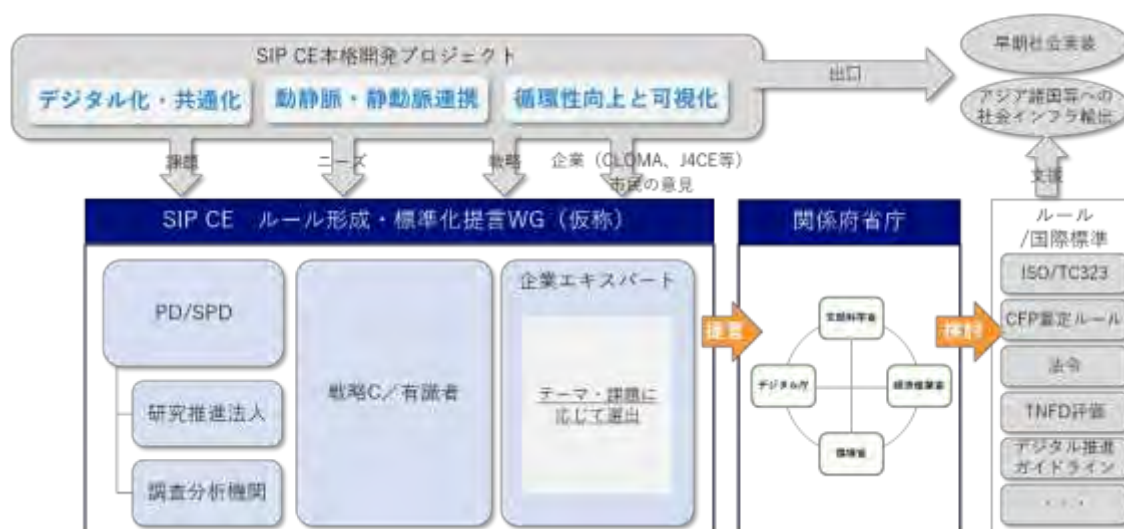


図 II-5 ルール形成・標準化提言の体制

社会的受容性

（SIP での取組）

- ・ 「技術開発」で構築する日本版 DPP と連携しながら、循環性の可視化による消費行動を促す仕組みづくりや、消費行動・循環行動（使用済み製品の分別など）のモニタリングを通じた学術分析に基づき社会的受容性を把握・評価（モデル化）し、取組・効果のモニタリングや製品群／消費者・事業者層別の詳細な対策を明らかにする。
- ・ 上記を通じて、人材育成につながる行動変容を促すコミュニケーションプログラムの

確立など、持続可能な循環経済構築に向けた共創ネットワークを構築・拡大する。

- ・ 消費者の行動変容と連携した研究者育成・啓発を進めるため、FSでも実施したタウンミーティングを通じ消費者・市民との意見交換を定期的に行う。

(自治体・産業界との取組)

- ・ 新しい価値観であるサーキュラーエコノミーの社会的受容性を高めるため、自治体や企業と連携して広報・周知活動等を実施し、企業・消費者の意識・行動変容を働きかける。企業の意識・行動変容については、セミナーやワークショップ、合宿等の開催にも取り組み、社会的受容性を多角的に高める。

【サブ課題 B：資源循環の拡大を促す動静脈・静動脈連携】

技術開発

(SIP での取組)

- ・ 使用済み製品の分別・選別の高度化に向けたデータ利活用や分別・選別結果のデータ化（可視化）に関する技術開発を行い、リサイクル技術とデジタルの連携を進める。
- ・ 分別・選別の結果がデータ化されることを通じて、水平リサイクルの実現と再生原料の活用拡大につながるトレーサビリティを確立する。

(ESG ファイナンス等の活用)

- ・ 早期に市場投入可能な実用最小限の製品（MVP）⁴を中心に開発し、市場投入可能な製品（MMP）に向けた開発が可能となったテーマは SIP をエグジットし、ESG ファイナンス、グリーンイノベーション基金、その他開発プログラム等の活用を通じて SIP をエグジットしていく。

制度（環境整備も含む）

(SIP での取組)

- ・ 「事業」、「社会的受容性」、「人材」の各視点に必要となる情報連携の促進を目的とした、サーキュラーエコノミー促進・評価ツールの整備を行う。

(SIP に関連する産学官との取組)

- ・ 自治体等の回収ステーションや回収 BOX を設置し、分別回収を強化する。分別強化促進に向けた周知、消費者インセンティブ設計、分別強化に合わせたソーティングなどのリサイクルプロセス設計を行う。

【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】

技術開発

(SIP での取組)

- ・ デジタル化と動静脈・静動脈連携を促すため、素材の品質や残存価値を分析・予測し、

⁴ 試行錯誤的に顧客学習するための何度も改良しやすくした簡易な提供品のこと。

品質や安全性を可視化する技術や、循環配慮型製品の原料から素材・製品を経て再度原料に戻るまでのサーキュラーエコノミー型バリューチェーンを可視化するためのトレーサ技術（トレーサビリティシステムで必要となる識別子となるトレーサー）の開発を行う。

- ・ 動静脈・静動脈連携におけるイノベーション創出のためのリサーチインフラとして、デジタル解析基盤（環境試験、診断、微細構造解析、試作）と最先端高度診断分析（放射光等）の最適配置・利用の構築・連携を行う。

制度（環境整備も含む）

（SIP での取組）

- ・ サブ課題 A と連携し、サーキュラーエコノミーの評価に必要なデータを整理・共有する（データ化・収集など）。

社会的受容性

（SIP での取組）

- ・ 素材・製品・消費者・リサイクルといったバリューチェーンの各プレイヤーが受け入れられる素材特性を経済合理性も含め検討する。
- ・ 技術開発の各項目を踏まえ、循環性・耐久性の特性を活かしたサーキュラーエコノミー型バリューチェーンを通して収支評価を行う。

【サブ課題 A～C 共通】

「事業」及び「人材」については、各サブ課題に共通するテーマが主なものとなるため、下記にまとめる。

事業

（SIP での取組）

- ・ サブ課題 A で構築される「デジタル・プロダクト・パスポート（日本版 DPP）」とのデータ連携・利活用や動静脈・静動脈連携を可能にするための「マッチングアプリ」の開発、社会的受容性における「消費者行動変容の把握・評価」による社会的受容性評価を踏まえた事業モデルの検討などを行う。

人材

「技術開発」、「事業」、「制度」、「社会的受容性」の4項目を進めるに当たり、経営者・研究者・事業企画担当などがサーキュラーエコノミーに対する理解を深める必要がある。また、消費者行動変容に資する教育・啓発のツール化にも取り組む。

(SIP での取組)

- ・ 日本版 DPP の構築に当たって、データ整備、データ利活用などに関するデジタルリテラシー向上に資するワークショップ、合宿・勉強会等を開催する。
- ・ 消費者のライフスタイル、行動変容につながる循環教育ツールを活用する。
- ・ 製造業・流通を中心とした動脈企業と循環を担う静脈企業のそれぞれがどのような課題感を持っているか共有し、対策検討できる場（定期的なセミナー、ワークショップ、合宿などの開催）を形成する。

(産業界との取組)

- ・ SIP で議論された動静脈・静動脈連携や消費者行動変容に関わる課題・対応案などについて、業界団体（CLOMA、J4CE 等）と意見交換、啓発活動を行うことで、事業開発を促す。また、ルール形成・標準化の検討・提言にも反映していく。

(2) ミッション到達に向けたシナリオ

大量生産・大量消費・大量廃棄のリニアエコノミーの経済社会構造において、プラスチックごみによる地球規模での環境汚染が深刻化している。また、欧州主導のサーキュラーエコノミー政策によるバリューチェーンの可視化・標準化の動きに対応できない製品・事業者は、事実上の非関税参入障壁により、国際競争力を失うおそれがある。

環境・資源問題の解決と国際競争力の確保のため、資源を循環させるサーキュラーエコノミーに移行するには、マテリアルフローを定量化・見える化する「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」、バリューチェーンに関わるステークホルダーの連携により完全な循環を構築するための「資源循環の拡大を促す動静脈・静動脈連携」、資源回収・再利用を前提とする原材料調達・製品設計・デザインを行うために最先端技術を活用した「循環性向上と可視化のためのプラットフォーム整備」が課題となる。

これら課題の解決により、マテリアルフロー（フィジカル空間）をデジタル情報（サイバー空間）でアップグレードにつなぐサーキュラーエコノミー（Society5.0）を実現するには、技術的な要素だけでなく、リサーチインフラ・ルール整備、ビジネスモデル変革のための事業開発・人材育成、ライフスタイル転換の社会的受容性の拡大のため、府省横断での連携が不可欠である。

Society5.0 として目指すべき「国民の安全と安心を確保する持続可能で強靱な社会」「サイバー空間とフィジカル空間の高度融合」の実現を目的に、動静脈産業が連携し、素材、製品、回収、分別、リサイクルの各段階のプレイヤーが循環を配慮したプロダクト設計を行い、それらがデジタル化で効率化されたアップグレード可能なプラスチックサーキュラー型バリューチェーンを構築する。また、再生材の更なる活用など、サーキュラーエコノミーへの移行に向けては静脈産業の重要性が増すことから、サーキュラーエコノミーデジタル化導入のケアやリサイクルプレイヤーの育成、リサイクルプレイヤーの育成に配慮した形での動脈側の取組を強化する。

そのために、本 SIP として考えられている 5 つの視点として、「技術開発」、「事業」、「制度」、「社会的受容性」、「人材」のそれぞれについて、SIP での取組だけでなく、関係省庁や自治体・産業界との連携、ESG ファイナンスなどを通じて早期社会実装に関わる問題点の解決・対策に取り組む。

ミッション達成に向けたシナリオ達成の戦略を、以下ロジックツリーにて示す（図 II- 6 参照）。

Activity : 技術や環境（インフラ・制度）の開発・整備や社会的受容に係る研究を開始し、研究開発の成果を出していく。その中でも特に「循環性向上と可視化のためのプラットフォーム」により加速化される循環配慮設計に関する技術開発については、MVP 達成をステージゲートとし、ESG ファイナンスなど、その他プログラムの活用による早期エグジットを目指す。また、Society5.0 に必要不可欠となるデジタル利活用の構築も進めていく。

Output : 前述の MVP や研究開発の成果を活用した社会実装に向けたサーキュラーエコノミー型バリューチェーンの実証実験と並行して動静脈・静動脈連携モデルを構築していく。特に社会実装において、必要不可欠となる省庁や業界団体等との連携、自治体・消費者への広報・周知・啓発にも取り組む。

Outcome : 上記 Activity・Output を通じて、3 つのサブ課題「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」「B : 資源循環の拡大を促す動静脈・静動脈連携」「C : 循環性向上と可視化のためのプラットフォーム整備」に取り組み、サーキュラーエコノミーバリューチェーン及びビジネスモデルが消費者に受け入れられる社会を実現していく。

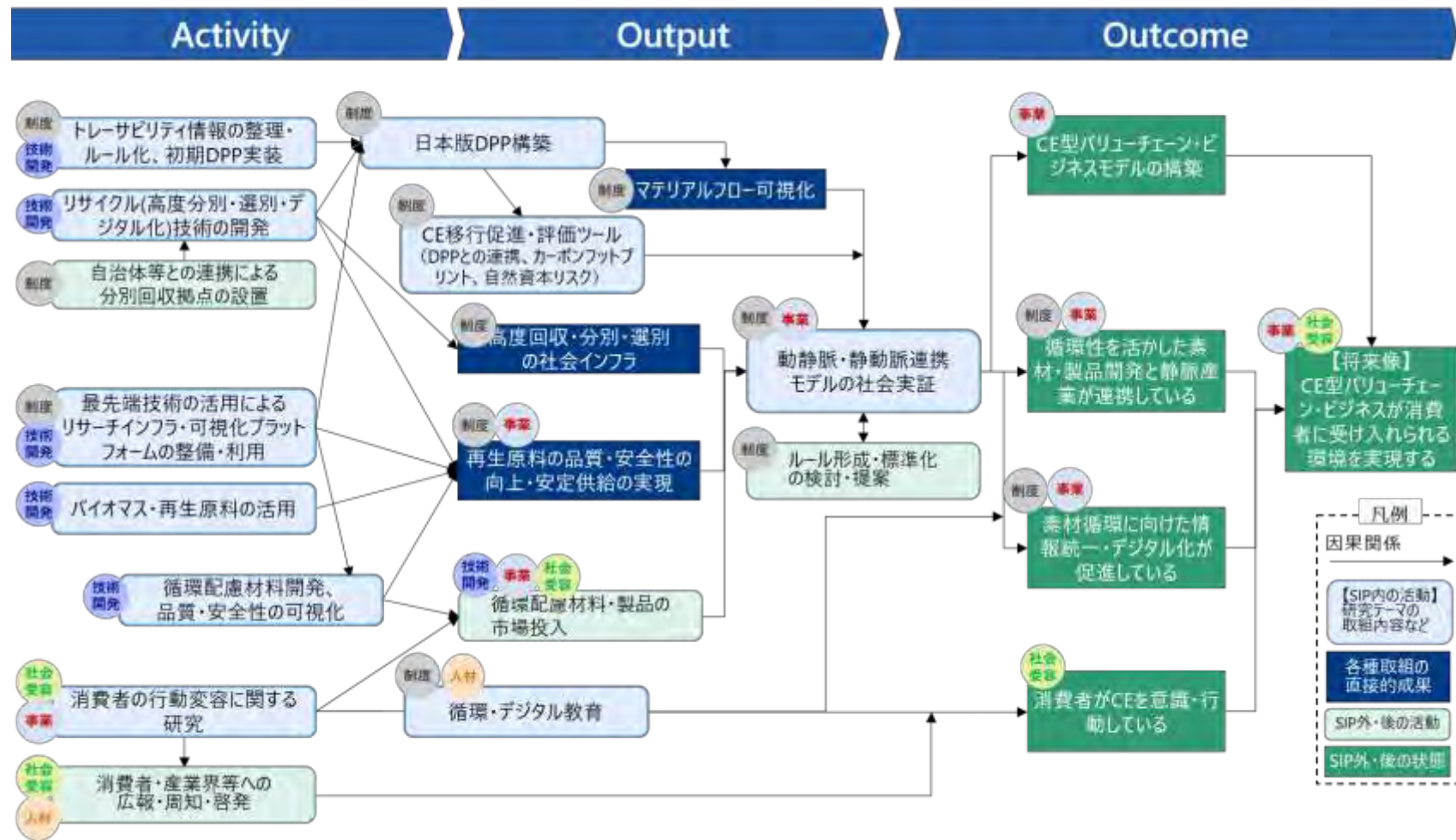


図 II-6 本 SIP におけるロジックツリー

4. SIP での取組（サブ課題）

前述した「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」「B：資源循環の拡大を促す動静脈・静動脈連携」「C：循環性向上と可視化のためのプラットフォーム整備」の3つのサブ課題に対するSIP内で実施する取組は以下（図II-7及び図II-8参照）を想定する。

サブ課題Aについては、サブ課題B及びCに共通するデジタルインフラとして「日本版DPP」の構築とそれに必要となる情報ルールの整理（要件定義）、DPPデータの利活用による環境性・循環性の評価を中心的テーマとする。

サブ課題Bは、サーキュラーエコノミーシステム構築やデジタル化を実現するため、再生材の品質向上・データ化につながる回収・分別・選別といったリサイクル技術の高度化、静脈産業の育成に関する取組が重要となる。

サブ課題Cは、循環配慮素材・製品の開発と品質・安全性の検証、循環性向上などにつながるリサーチインフラと連携したプラットフォーム整備を行うこと（循環配慮設計の加速化）で、サブ課題A及びBとの相乗効果を創出する。

以下、各サブ課題に紐づく背景、国内外動向について記載する。



- 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**
- サブ課題B：資源循環の拡大を促す**動静脈・静動脈連携**
- 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**

図 II-7 サーキュラーエコノミーの実現に向けた各サブ課題の取組

関係府省：文科省、経産省、
環境省、デジタル庁

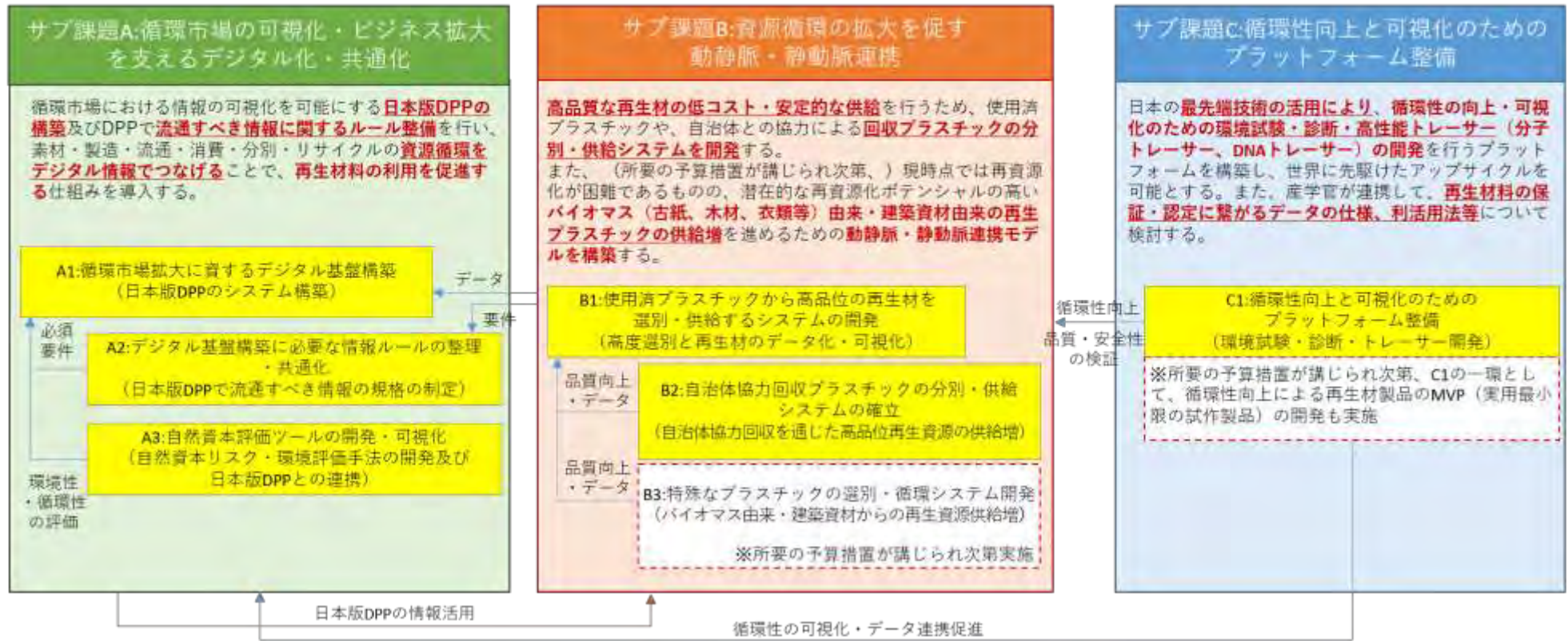


図 II-8 サークュラーエコノミーシステムの構築 体制図

(1) 背景（グローバルベンチマーク、SIP 制度との整合性等）

【グローバルベンチマーク】

2015年の国連サミットで採択されたSDGsや、海洋プラスチック問題の顕在化を背景として、国際社会ではプラスチックによる海洋を中心とした環境汚染への対策が進められている（図 II-9 参照）。

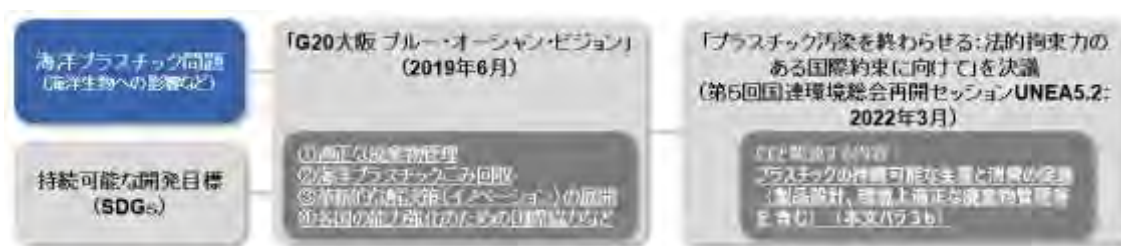


図 II-9 海洋プラスチック問題に関わる近年の国際動向

2022年3月の国連環境総会（UNEA-5.2）においては、2024年末までに「End Plastic Pollution: Towards a legally binding instrument（プラスチック汚染を終わらせるための国際的な法的拘束力のある協定）」を締結することが決議され、政府間交渉委員会が設立された。協定の内容は一部が大筋で既に合意されており、サーキュラーエコノミー型経済への移行が重視される内容となっている（図 II-10 参照）。また、サーキュラーエコノミー型経済への移行によるGHG排出量の削減、海洋への流入プラスチック量の削減、ヴァージンプラスチック生産量の削減などについても、具体的な数値目標が言及されている。

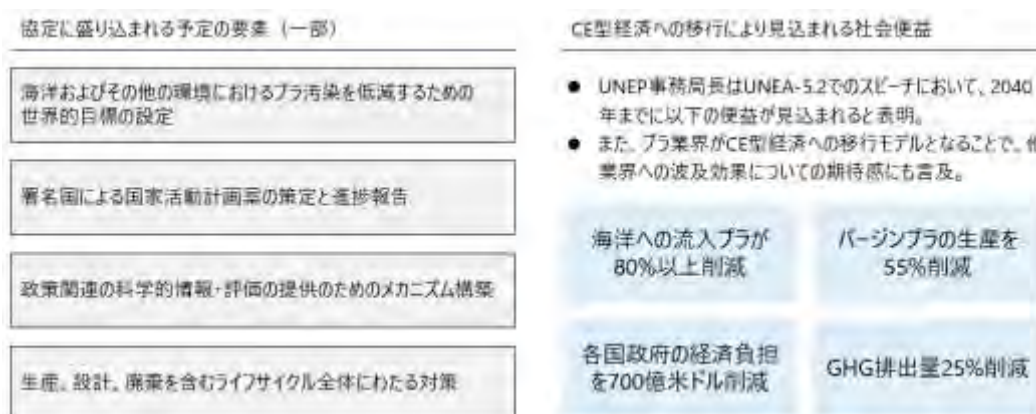


図 II-10 2024年に締結予定の国際協定の概要と見込まれる社会便益

このような国際的な潮流の中、サーキュラーエコノミー政策が先行する欧州は2022年、従来のエコデザイン「指令」から、加盟国に直接適用される「規則」に置き換え、域内での統一的な運用を図ることを目的とした、エコデザイン規則案を発表した。エコ

デザイン規則案においては、持続可能な製品を実現するための循環配慮設計に関する新規則をエコデザインの要件として定めている（図 II- 11 参照）。

概要	<ul style="list-style-type: none"> 持続可能な製品政策枠組みパッケージの第一弾としてエコデザイン規制の改正案が公表 従来のエコデザイン「指令」から、加盟国に直接適用される「規則」に置き換え、域内での統一的な運用を図ることを目的とする
エコデザインの要件	<ul style="list-style-type: none"> 製品の耐久性・信頼性、再利用可能性、アップグレード性、修理可能性、メンテナンス、リファビリッシュの容易性を評価 製品・素材の循環性を阻害する物質を含有することに対する制限 製品のエネルギー使用量・またはエネルギー効率 製品の資源利用・資源効率性 製品に含まれる最低限の再生資源含有量を規定 製品・素材の分解、再製造・リサイクルの容易性 製品ライフサイクルにおける環境影響（CFPを含む） 包装廃棄物を含む廃棄物の防止と削減
実効性の担保	<ul style="list-style-type: none"> 対象となる全ての製品にDPPを導入 製品のタグ付、識別化、循環性・持続可能性に関するデータへのリンク付を実施

図 II- 11 欧州エコデザイン規則案の概要

欧州の循環型経済行動計画においては、主な持続可能性における原則を明確化しており、製品中の有害物質の削減やエネルギー資源効率の向上、製品のリサイクル原料含有量の増大、リマニュファクチャリングとリサイクルの高度化、炭素と環境のフットプリントの削減、製品情報のデジタル化等を定めている。また、循環型経済行動計画を根拠に、サプライチェーンに影響する様々な法制度が制定されている。例えば、欧州委員会は 2020 年 12 月、行動計画に基づく法制度の第一弾として、ライフサイクル全体での CO₂ や資源消費の削減を求めるバッテリー規制改正案を発表した。具体的には以下の内容が挙げられる。

- EV バッテリーや産業用充電電池を対象に、以下等を義務化。
 - ・ 製造者や製造工場の情報、バッテリーとそのライフサイクルの各段階での CO₂ 総排出量、独立した第三者検証機関の証明書などを含むカーボンフットプリントの申告（2024 年 7 月 1 日から）。
 - ・ ライフサイクル全体での CO₂ 排出量を把握するための性能分類（performance class）の表示（2026 年 1 月 1 日から）。
 - ・ ライフサイクル全体でのカーボンフットプリントの上限値の導入（2027 年 7 月 1 日から）。
- コバルトや鉛、リチウム、ニッケルを含む EV バッテリー、産業用バッテリー、自動車蓄電池に関しては、以下等を義務化。
 - ・ 再利用された原材料の使用量の開示（2027 年 1 月 1 日から）。

- ・ 再利用された同原材料のそれぞれの使用割合の最低値の導入（2030年1月1日から）
- 種類別のバッテリーの回収義務などの製造者責任も追加。
 - ・ 2023年末までに45%、2030年末までに70%の回収を求める。
 - ・ 最終消費者が新たなバッテリーを購入しない場合でも無償で回収。

上記の影響としてグローバルで事業展開を行う日本の製造業及びサプライチェーンにおいても対応が求められることとなる。

次に各サブ課題についてより詳細な動向を述べることとする。

【A. 循環市場の可視化・ビジネス拡大を支えるデジタル化・共通化に関連する動向】

サーキュラーエコノミーの実効性担保を目的として、対象となる全ての製品に DPP を導入、製品のタグ付、識別化、循環性・持続可能性に関するデータへのリンク付を実施するとしており、エコデザイン規則案の施行により、欧州では製品メーカーに対する再生材利用、CFP の要求が厳格化される。

動静脈・静動脈連携では静脈からリサイクルで動脈に戻すだけでなく、動脈が静脈をモニタリングしながらそれに適した素材を作ることも重要であり、そのためにマテリアルフローを可視化するトレーサビリティ/デジタル化(日本版 DPP の開発)が重要となる。

これに対して、データ交換の仕組みとして欧州全体の業界横断的な Gaia-X 及びそれに準拠した自動車産業向けの Catena-X(ドイツ中心)がデータ交換を中心としたデジタル面の標準化及びオープンソースソフトウェア等の提供を進めている。これらの設計思想の根底にはデータ主権の考え方があり、各企業・団体は自らの活動に関するデータの蓄積場所、加工方法や公開先を自ら決定しコントロールするという考え方である。この考え方を実現するため、デジタルプラットフォームによる中央集権型データ管理の対極となる分散型データスペースの構築が進められている。欧州の DPP は、この分散型データスペースの上で構築されることが想定される。

日本国内としては、プラスチックの動静脈におけるトレーサビリティのためのプラットフォームが構築されつつあり、DPP につながり得る一方、これらプラットフォームに参加できていない企業も静脈系の中小企業を中心に多数存在する。日本版 DPP を実現するためには、そういった市場関係者の新規参加を可能とするとともに、既存のトレーサビリティプラットフォームをつなぐ形での分散型の DPP の実現が不可欠となる。そのためには、標準化されたルール・仕様に基づいて市場参加者が自らのデータをコントロール可能な仕組みが求められると考えられる。日本の分散型データスペースとしては一般社団法人データ社会推進協議会(DSA)による DATA-EX の取組があるが、DATA-EX(Gaia-X, Catena-X も基本同様)自体はあくまでデータ交換を中心とした基盤である。日本版 DPP を実現するためには、DPP を構成するデータシートや使用さ

れるコード体系を標準化したうえで、それを作成・公開・コントロールするためのプラットフォームやDPP全体の運用を可能とするためのプロセス・機能が必要になる。

(グローバルに対する日本の状況)

現時点では、GAIA-X や DATA-EX といったデータ交換ソフトウェアはオープンソースとして提供されており、誰でも低コストで利用できることを想定している。ただし、欧州でも DPP 構築に向け、Joint Research Center (合同研究センター) や CEN/CENELEC (欧州標準化委員会および欧州電気技術標準化委員会) などが中心になり、データ要件や技術要件の整理を行っているため詳細は未定であるものの、DPP において交換されるデータの正しさを担保する方法や管理体制(組織)の検討が必要となっている。サプライチェーン全体にわたってデータ共有するためには、企業体力がある大手だけでなく、中小企業も対応できるコストレベル(あるいは負担方法)の実現が課題となる。

【B. 資源循環の拡大を促す動静脈・静動脈連携】

自動車メーカーであるルノーグループは、製品の廃棄物回収で強みをもつ製造業がサーキュラーエコノミーを促進する動きが出始めている(図 II-12 参照)。このように、最終製品メーカー自身が廃棄物回収を進め自ら再生素材・原料の製造を始める動きはサーキュラーエコノミーの促進に向けたドライバーとなる。このような動きは、一方の素材・原料メーカーにとっては自社非再生原料の販売減少として脅威となる可能性もある。

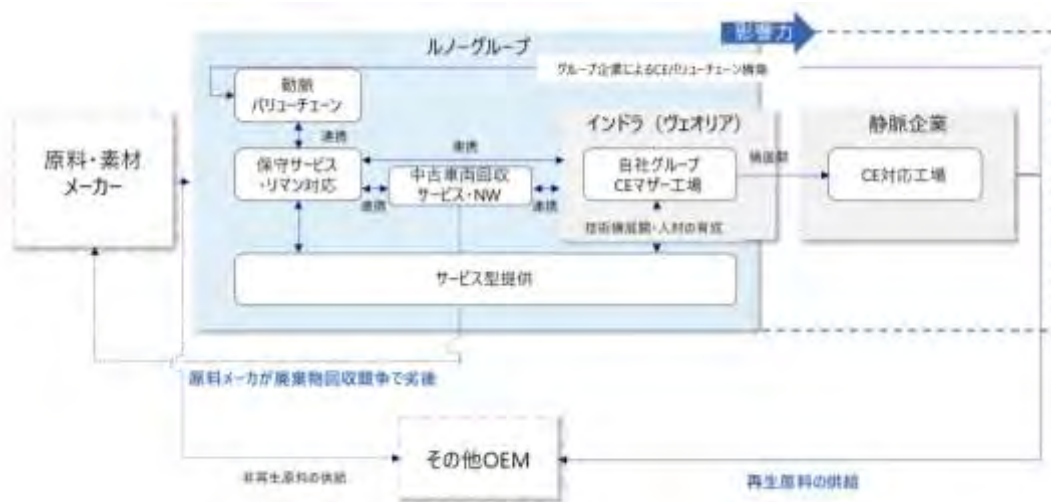


図 II-12 ルノーグループを起点とした欧州における製造業起点のサーキュラーエコノミー促進事例

また、総合化学メーカーであるドイツの BASF は、サーキュラーエコノミー型経済

に適合するビジネスモデルの開発のために、既に多くの取組を進めている（図 II-13 参照）。例えば、再生可能な原材料の使用を拡大するとともに、化学物質のリサイクルによる再生原料の生産に関する技術開発を行っている。また、再生可能材・再利用材の利用やリサイクルの促進によるマテリアルリサイクルの拡大を図り、それを支えるためのトラッキングソリューションを開発し、循環性を向上させている。

BASFの注力分野	主な取り組み
<p>新素材の開発</p>  <ul style="list-style-type: none"> 持続可能な資源からの再生可能およびリサイクル可能な原材料を開発 	<ul style="list-style-type: none"> ChemRecycling - 化学物質のリサイクルによる再生原料の生産に関する技術に焦点をあてることで資源循環を拡大 Biomass Balance-BASFの統合的な生産システムにおける再生可能な原材料の使用を拡大 Bio-based products - 再生可能な資源からの原料調達を拡大
<p>新たな材料循環</p>  <p>再生可能材・再利用材の利用やリサイクルなどを促進することによるマテリアルリサイクルの拡大とそれを支えるトラッキング等のシステム開発</p>	<ul style="list-style-type: none"> ReciChain- サプライチェーン全体におけるプラスチック循環を促進するためのトラッキングソリューションを開発 Verbound-資源循環を効率化するための生産拠点・リサイクル拠点の整備 リサイクル可能な素材の組み込み・技術開発- 堆肥化可能なバイオポリマーの開発、再生プラスチックに適した添加剤の開発、リサイクル技術の開発、金属リサイクルにおける洗浄ソリューションの開発等
<p>新しいビジネスモデル</p>  <ul style="list-style-type: none"> 循環型ビジネスに合わせ、リサイクル・農業などの新たなビジネスモデルを開発 	<ul style="list-style-type: none"> 赤外分光ソリューション-プラスチックの選別とリサイクルのためのグレード選別に活用 デジタル農業ソリューション - 農家が最も効率的に作物を生産できるよう、土地の特性に応じたアドバイスを提供するデジタル製品・ソリューションの開発

図 II-13 総合化学メーカーBASF の取り組み事例

（グローバルに対する日本の状況）

これら欧州の動きに対して、国内でもプラスチックについては、自動車・家電・容器包装・建設など各個別リサイクル法に基づき、使用済み製品の回収、リサイクルが進められている。リサイクル率だけでなく、回収した再生原料の用途拡大など、リサイクルの経済性や品質の向上に関する取り組みや、再生原料をもう一度同一製品に利用する水平かつクローズドなリサイクルが進められている。欧州では製品に関わらずリサイクル率やリサイクル材使用率が規定されているため、低コストなポストシュレッダー

(破碎後選別)が主流となっているが、日本でも同様にポストシュレッダー技術の導入や解体時の分別を通じて高品質な再生原料回収の低コスト化などを進めており、テーマ A におけるデジタル利活用との親和性により、安価に再生プラスチックを使いこなす仕組みの構築が期待される。

【C. プラットフォーム整備による循環性の向上及び可視化に関連する動向】

欧州のエコデザイン規則案においては、対象製品に共通して求められる耐久性、再利用可能性、修理可能性、エネルギー効率などの要件及び消費者のための情報開示などが義務付けられる。欧州委員会では 2022 年末までに、環境影響の大きい分野を中心に、優先的に委任立法を進める製品分野の選定を進めるためのパブリックコンサルテーションを実施している。また、優先分野として、欧州委員会の初期評価では繊維製品、家具、タイヤなどの消費財に加え、鉄鋼・アルミニウム製品など中間財も候補に挙げられている。これら、エコデザイン規則案の施行により、欧州では製品メーカーに対する再生材利用の要求が厳格化されることとなる。

最終製品メーカー自身が廃棄物回収を進め自ら再生素材・原料の製造を始めると、素材・原料メーカーにとっては自社非再生原料の販売量が落ち込むだけでなく再生素材・原料をつくる原料となる廃棄物の調達ができないため、再生原料市場においても後塵を拝する懸念がある。また、先行している最終製品メーカーが再生材メーカーとして、同業他社に再生原料を供給することでリスクも拡大しうるものと想定される。

欧州の動きに対し、日本は循環性向上と可視化のためのプラットフォーム整備によって循環配慮設計を加速し、サーキュラーエコノミーを実現・促進することが必要と考える。日本での循環配慮設計の実現に向けては、素材製造段階での易分解性を考慮した分子/材料設計、製品開発段階での素材の特性を活かしつつモノマテリアル化・耐久性を製品に活かす設計に加え、回収された使用済製品に含まれる素材の価値を維持したまま水平リサイクルを行うことが重要となる。

例えば、国内において、素材・原料起点での取組として、素材・原料メーカーによる炭素繊維複合材料である CFRP に関するリサイクル技術の評価や、マテリアルリサイクル性に優れた CNF を強化剤としたバイオマス原料の素材開発などが国内で行われている。また、循環性向上の動きとして静脈メーカーでも選別技術開発などの動きが見受けられるが、これらは個社レベルでの取組であり、動脈側と静脈側の連携にも至っていないのが実状となっている。

それらに対し、循環性の向上・可視化のためのプラットフォーム、また、産学官が連携して、再生材料の保証・認定に繋がるデータの仕様、利活用法等について検討することで、循環配慮設計の実現を図ることが必要であり、また、これらの取組は、日本が有する素材開発技術における国際競争力を生かすことにもつながるものと考えられる。

(グローバルに対する日本の状況)

日本は、素材開発において高い国際競争力を有するため、素材起点による循環配慮設計という新しいコンセプトの早期実現や国際標準化を進めていく余地があり、このプラットフォームを活用して静脈産業の育成を加速し、製品メーカーとも連携し、製品設計において循環配慮素材の耐久性・循環性等を活かすことで、サーキュラー型の付加価値が高い製品やビジネスモデル構築が期待される。

【まとめ】

バリューチェーンのステークホルダー全体を巻き込んだ高度な連携を実現し、マテリアルフローを可視化するトレーサビリティを担保するための「デジタル化・共通化」が必須である。現状において、特定企業を提供先としたトレーサビリティシステムを構築する企業はいくつか国内に存在するが、これらを業界横断的に相互連携させなければならない。そのためには、現時点では各企業が個別に模索しているデータ項目やデータ収集方法、利活用法などについて、業界全体で検討を進め、システムを共通化させる必要である。また、業界内で競合するあらゆる企業の参加障壁を下げるために、業界内の特定企業が主導した形ではなく、中立的な形で分散型情報プラットフォームの考え方に基づいた取り組みを行うことが求められる。また、こうした取り組みの実施に当たっては、巻き込むべきステークホルダーとして一般消費者も含まれることに留意する必要がある。つまり、サーキュラーエコノミーの実現は経済モデルの大幅な変化をもたらすものであり、一般消費者にも受容され、行動変容が引き起こされることが重要である。一般消費者の受容なしでは消費されたプラスチックの効率的な回収は見込めず、再生材として循環されることも難しい。業界のみならず社会全体を巻き込んだ形でのトレーサビリティを実現する必要がある。

日本では2019年のプラスチック資源循環戦略のマイルストーンとして、「2030年までにワンウェイプラスチックを累積25%排出抑制」「2025年までにリユース・リサイクル可能なデザインに」「2030年までにプラスチック再生利用倍増(約100万トン増)」「2030年までにバイオマスプラスチック約200万トン導入」等が明記されている。また、循環経済ビジョン2020では、循環システムの検討が急がれる分野として、プラスチック、繊維、CFRPが挙げられている。さらに、2022年のプラスチック資源循環促進法では「環境配慮設計に関する指針の策定」や「回収・再資源化しやすい仕組みづくり」が謳われており、サーキュラーエコノミーは日本の産業政策における極めて重要な課題として位置づけられている。サーキュラーエコノミーの実現は「脱石化」による社会の持続可能性の向上をもたらし、さらに我が国における資源安全保障にも貢献する。また、廃プラスチックの処理方法としてはサーマルリカバリが現在の日本の主流であり、この割合は他国と比較しても高い(図II-14参照)。しかし、サーマルリカバリはカーボンニュートラルの観点から国際的には循環性にカウントされない可能性もある。

TCFDによりカーボンニュートラルの動きが加速する中、企業に求められる対応事項は幅広く、業界全体での対応が必要となっていることから、サーマルリカバリからの脱却は我が国の産業政策上の喫緊の課題と言える。サーキュラーエコノミー実現によりサーマルリカバリから転換し（「焼却率の低下」）、プラスチック産業由来のCO₂発生を抑制することで、気候変動の回避に寄与する。さらに、プラスチック回収の促進により環境中への廃棄が抑制されることは海洋プラスチック問題の解決にもつながるなど、「自然資本」に関わる貢献も見込まれる。生物多様性に関する枠組みであるTNFDの検討が現在進んでいるが、サーキュラーエコノミーの実現はこうした観点での寄与も見込まれる。

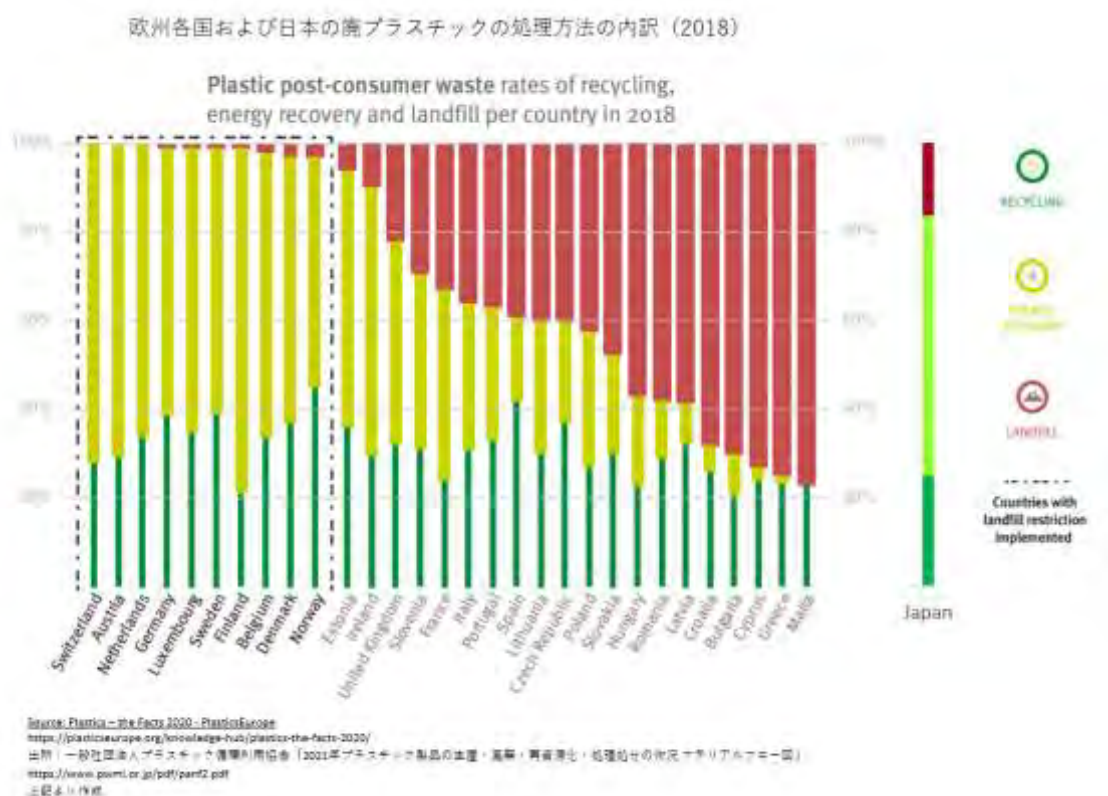


図 II- 14 欧州各国および日本の廃プラスチックの処理方法の内訳（Plastic post-consumer waste, 2018）

本 SIP では、以上の「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」「B 資源循環の拡大を促す動静脈・静動脈連携」「C:循環性向上と可視化のためのプラットフォーム整備」を掛け合わせた、全てのステークホルダーが関与したバリューチェーン全体での循環性の向上に向けた取り組みにより、プラスチックサーキュラー

エコノミーの実現を目指している。

【SIP制度との整合性】

SIPは、社会的に不可欠で、日本の経済・産業競争力にとって重要な課題に対して、基礎研究から出口（実用化・事業化）までの研究開発を一気通貫で推進し、府省連携による分野横断的な研究開発に産学官連携で取り組むプログラムである。サーキュラーエコノミーシステムの構築は、業界全体に跨るバリューチェーン改革と同義であることから、個社レベルでの取り組みでは不十分であり、企業間連携及び規制・制度の整備等が必要である。また、メガリサイクラーと呼ばれる静脈側の大企業が存在する欧州とは異なり、日本の静脈産業は小規模な事業者が各地域に分散していることが特徴であり、サーキュラーエコノミー実現に向けては静脈企業の育成も重要となる。動脈産業は経済産業省の管轄、静脈産業は環境省の管轄であることから、府省連携が必須であることに加え、基礎研究から実用化・事業化までを産学官連携の中で一気通貫に行うことが重要であり、SIP制度の基本指針と合致する。

なお、社会的な不可欠性が高く、日本の産業競争力が高いプラスチックを本SIPの主眼に置くが、図II-15に示すように、エコデザイン規則案の対象である電子・電気、繊維、建設にもDPPの観点で対応していく方針である。また、エコデザイン規則案の上位概念であるサーキュラーエコノミーアクションプランが対象とする食品、水については、第3期SIP課題候補「豊かな食が提供される持続可能なフードチェーンの構築」との連携で対応する。課題候補「豊かな食が提供される持続可能なフードチェーンの構築」では食料安全保障やカーボンニュートラル、環境負荷低減を目的として掲げており、本課題候補が目指すサーキュラーエコノミー型経済の実現との親和性は極めて高いと言える。

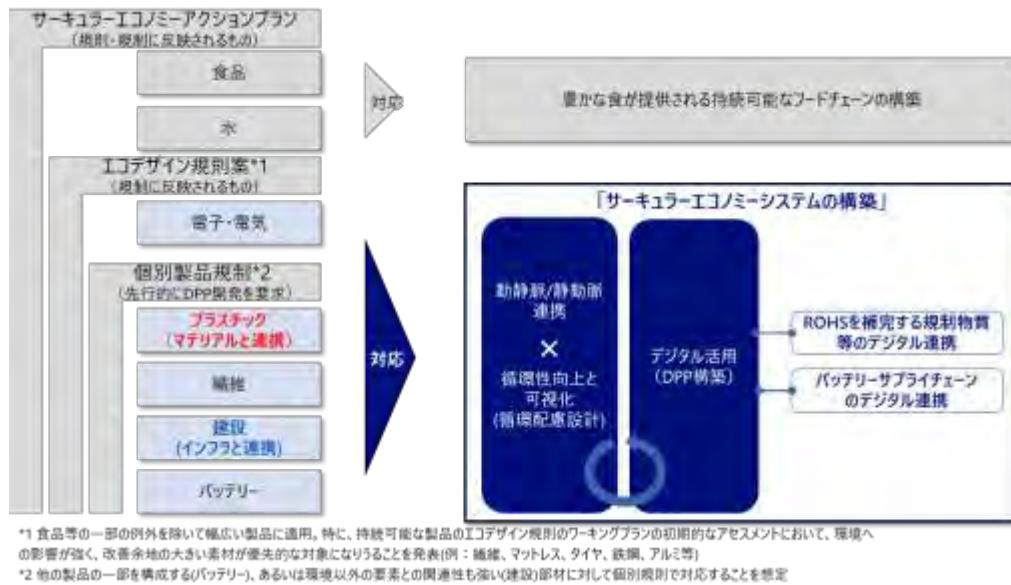


図 II- 15 欧州サーキュラーエコノミーの動向を踏まえた
本 SIP の取組領域と他課題候補との連携領域

さらに、マテリアルデータの構造化と利活用の推進を掲げる課題候補「マテリアルプロセスイノベーション基盤技術の整備」と連携する。この連携により、放射光等の我が国が誇る世界最先端のリサーチインフラを活用する本 SIP の取組をより効率的に進めることが可能となる(図 II- 16 参照)。このような最先端の技術の利活用から、一般消費者を含む幅広いステークホルダー全体を巻き込んだ社会実装に関する取り組みまでを「総合知」の活用により一気通貫に行うことにより、本課題候補の取り組みは極めてイノベティブなものとなる。以上より、本課題候補により期待される日本の社会・経済・産業への波及効果は、極めて広範かつ大きなものであると言える。



図 II- 16 日本の NanoTerasu が持つ海外放射光施設と比較した優位性

(2) 社会実装に向けた SIP 期間中の達成目標

RFI (Request for information) の結果をもとに課題の構成案を抽出し (図 II-17 参照)、さらに様々な研究機関・民間事業者によるフィージビリティスタディにおいて、基礎研究・仮説検証を行った。これらの過程において、「技術開発」、「事業」、「制度」、「社会的受容性」、「人材」の 5 つの視点の到達レベル (XRL) がおよそ 2 であることが確認されたテーマを本 SIP の対象としている。

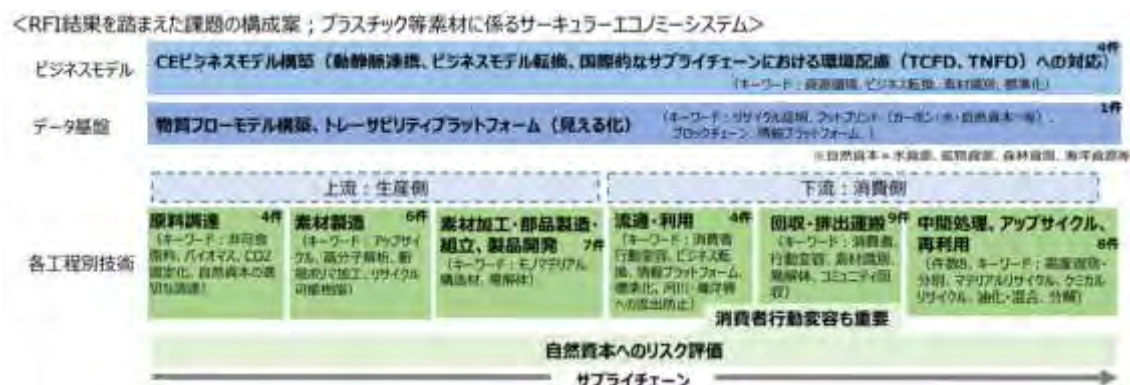


図 II-17 RFI の結果

その上で、本 SIP の期間中には、5 つの視点全てにおいて、およそレベル 5~6 への到達を目指す。また、一部は SIP に関連する産学官との取組によりレベルの向上を図る。サブ課題毎の設定に関する詳細は、次のとおりである。

【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】

- ・ 日本版 DPP の構築によるサーキュラーエコノミー型バリューチェーンにおける動静脈データ利活用 (5 年以内) 【TRL6】
- ・ カーボンフットプリント算出、自然資本評価、行動変容モニタリングなどのサーキュラーエコノミー移行促進・評価ツールの開発 (5 年以内) 【GRL5~6】
- ・ 環境性表示や環境配慮製品による消費行動を促す仕組みづくりや、消費行動・循環行動のモニタリングによる消費者行動変容の把握・評価 (5 年以内) 【SRL6】

【サブ課題 B：資源循環の拡大を促す動静脈・静動脈連携】

- ・ リサイクル技術の開発・リサイクラーの育成 (5 年以内) 【TRL5】
- ・ 自治体等と連携した回収ステーション・BOX の設置、周知、ソーティングセンター整備など、分別回収拠点の整備・分別強化 (3 年以内) (SIP に関連する産学官との取組) 【GRL3~4】
- ・ 分別回収、リサイクル技術、デジタル技術等の連携実証による動静脈・静動脈連携モデルの構築 (5 年以内) 【BRL5~6】

- ・ バイオマス・再生原料の活用（5年以内）【TRL5~6】
- ・ 自治体・企業と連携した広報・周知活動の実施（5年以内）【SRL6】
- ・ セミナー、ワークショップ、合宿の開催、ゲーミフィケーション・ツールの活用による循環・デジタルに関する教育（5年以内）【HRL6】
- ・ 動静脈・静動脈連携モデルの理解・啓発、事業モデル開発の加速、ルール・標準化への反映を目的とした CLOMA 等の業界団体との連携（SIP に関連する産学官との取組）（5年以内）【HRL4~6】

【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】

- ・ 最先端技術の活用によるリサーチインフラ・可視化プラットフォームの整備・利用（5年以内）【TRL5~6】
- ・ 研究者育成・啓発、消費者行動変容との連携を目的としたタウンミーティングの定期的な実施（5年以内）【SRL6】

(3) ステージゲート等による機動的・総合的な見直しの方針

本 SIP は「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」「B：資源循環の拡大を促す動静脈・静動脈連携」「C：循環性向上と可視化のためのプラットフォーム整備」の3つのサブ課題の解決に取り組むよう構築されている。事業開発の効率化において、ステージゲートは極めて重要な手法であり、本 SIP の実施期間である5年間の中でも各サブ課題に対し、それぞれのサブ課題の特性や現状の開発状況なども考慮しながら効率的にステージゲートを設け、その実現性を評価し、必要に応じて開発の方向性の修正・撤退を実施する方針である（図 II- 18 参照）。

サブ課題 A では、3年目までの SIP 独自の日本版 DPP 構築に関わる要件定義・MVP での開発といった目標を掲げる。3年目までにトレーサビリティシステムを中心にデータ連携・利活用に向けたバリューチェーンにわたるルール形成や DPP 実装に向けた課題検討を行い、日本版 DPP 構築の要件定義・MVP での開発を達成する。その後は、バリューチェーンを構成する全てのプレイヤーが容易に参画できるプラットフォームの構築を目指し、4年目からは日本版 DPP の本格開発と実証を通じ、不足機能の補完や適用製品・機能の拡充を目指す。

サブ課題 B では、1-3年目でサブ課題 C により加速される循環配慮設計の進捗度合いを確認し、MVP 達成が困難であるような個別テーマに対してはサーキュラーエコノミー構築という全体目標に対し、補完できるような追加テーマを検討することを想定している。4年目から循環配慮設計のアウトプットを活用し、分別回収、リサイクル、デジタル化などサーキュラーエコノミー型バリューチェーンを通じた動静脈・静動脈連携モデルの実証を行うものとする。

サブ課題 C では、3年目までに循環性向上と可視化のためのプラットフォームを活用

し、高性能トレーサー（分子トレーサー、DNA トレーサー）や可視化技術を開発する。本 SIP の方針として、完成度の高い状態になるまで待つからの技術の導入を行うのではなく、実際にユーザーに使ってもらうことで技術の早期成熟化を図ることを想定している。本サブ課題では MVP の概念を存分に反映し、より短いサイクルを通じた開発を実施するものとする。4 年目からは、日本版 DPP や動静脈・静動脈連携モデルの実証と連携し、高性能トレーサー技術や可視化技術の実証を行う。

	Y1	Y2	Y3	Y4	Y5
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	3年目までにSIP独自の日本版DPP構築に関わる要件定義・MVPでの開発達成 ※1-3年目では動静脈・静動脈連携モデルにおいて、日本版DPPが機能するためのルール形成や課題検討、プロトタイプ構築を実施 ※4年目からは不足機能の補完や適用製品の拡充を目指す				
サブ課題 B 資源循環の拡大を促す動静脈・静動脈連携	4年目からのモデル実証本格化に向け、個別テーマごとの開発目標達成 ※1-3年目ではサブ課題Cにより加速される循環配慮設計の進捗状況に応じて、MVPが困難であった個別テーマに対し、補完できるような追加テーマを検討するフォローアップを実施 ※4年目からは循環配慮設計のアウトプットを活用したモデル実証を実施				
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	プラットフォームを活用した日本版DPP及び動静脈・静動脈連携モデルを支える技術開発の達成 ※1-3年目では循環性向上と可視化のためのプラットフォームを活用し、高性能トレーサーや可視化技術を開発 ※4年目からは日本版DPPや動静脈・静動脈連携モデルの実証と連携し、高性能トレーサー技術や可視化技術を実証する				

図 II- 18 サブ課題に応じたステージゲートにおける判断基準

(4) SIP 後の事業戦略（エグジット戦略）

本 SIP ではサブ課題及び各サブ課題に結び付く個別テーマを結集し、“サーキュラーエコノミーの構築”という社会課題解決に向け、相互に連携することを想定している。“エコシステム構築”や“資源循環におけるリサーチインフラ”、“消費者の行動変容”、“選別技術”などの多岐にわたる個別テーマを結集し、社会実装を実現させるためには、個別テーマで実証した技術やシステムについて、民間企業間の展開のみならず、自治体等を巻き込んだ動静脈チェーン全体での連携、スケール拡大・横展開に向けた新たな体制構築が必要になる。

そこで、個別テーマにおいて概念検証・初期検討・実証を通じ、その XRL が十分に向上し、社会実装・発展に向けた検討フェーズへと移るべきと判断されたテーマについては、早期の社会実装を見据え、5年間の SIP 実施期間の終了を待たずに、本 SIP から早期エグジットすることを想定している。サーキュラーエコノミー実現に向けた XRL を活用した開発ロードマップを示す（図 II- 19 参照）。

本 SIP からの早期エグジットに向けた XRL の早期成熟を実現するために、MMP（市場投入可能な製品）などの考え方も取り込む。完全な状態となることを待たずに、市場投入し、

早期購入者やテスターからのフィードバックを経て開発サイクルを回しながらその実装の成熟を図ることも想定している。

早期エグジットの場合を含む本 SIP 後の進め方はテーマにより様々であるが、一例としては経済産業省のグリーンイノベーション基金等も活用して、さらに大型の実証事業を経てからの社会実装が想定される。また、各事業者による事業化に向けた設備投資や設備補助、ESG ファイナンスや補助金スキーム等を調達・活用した社会実装も想定している。加えて、社会的受容性を高めるため、産学官連携によるルール形成・標準化の促進も必要である。上述したように、サーキュラーエコノミーは第 6 期科学技術・イノベーション基本計画で具体化された Society5.0 と密接に関与しているほか、プラスチック資源循環戦略やプラスチック資源循環促進法、循環経済ビジョン 2020 などの近年策定された施策との整合性も高く、本 SIP 後の事業戦略への不安はないと考えられる。また、欧州グリーンディール政策をもとに各種法規制の強化が進む中で、グローバルで事業展開する日本の製造業及びサプライチェーンにおいても対応は必須であることから、各事業者による取り組みが滞ることも考え難い。

以降には、以上の前提のもとでの課題達成後の想定する姿とそれにあたってのビジネスモデルをまとめておく。



図 II-19 サーキュラーエコノミー実現に向け XRL を活用した開発ロードマップ

【サブ課題Aの達成後の想定する姿】

- 現状ではほとんどの部品にヴァージン材が使用されている最終消費財（具体的には自動車・家電・容器包装を想定）を対象に、素材製造から製品製造、分別、再生原料、素材製造の循環の輪の中で、SIPで開発するトレーサーを用いて実用最小限の製品開発

(MVP) レベルの日本版 DPP のプロトタイプが構築されており、市場投入可能な製品開発 (MMP) への移行準備ができている状況を想定している。併せて関連するルール・標準化の提案がなされていることにも対応したい (ミッション 1 及び 5 関連)。

- 日本版 DPP の開発と連携する形で、SIP 参加の産学官を中心とするモデル地域における社会実証を経て、消費者、技術者・研究者、地方公共団体、(再生原料の需給・小売り・情報開示に関する国際的なルール (TCFD・TNFD) への対応ニーズのある) 事業者の行動変容及び社会的受容性の醸成を促すための、循環・デジタル教育プログラム、サーキュラーエコノミー移行促進・評価ツール及び需給マッチングツールのプロトタイプが開発されている状況を想定している (ミッション 4 及び 5 関連)。

【サブ課題 B の達成後の想定する姿】

- プラスチック資源循環促進法の施行を受けて、地方公共団体による容器包装プラスチックと製品プラスチックの一括回収や、地方公共団体や消費者と協力した自主回収が、様々な地域で拡大する中で、回収プラスチックの質と量の拡大のポテンシャルを向上する技術が、SIP 参加の静脈企業と動脈企業の連携による社会実証・検証により幅広く提供ができている状況を想定している (ミッション 3 関連)。

【サブ課題 C の達成後の想定する姿】

- ヴァージン原料を代替する水平リサイクルを実現するための高品質な再生材料の静脈企業による開発や、再生材や製品内の循環因子の可視化と向上を促す計測基盤の構築、ポリマー材料の機械特性及び分解・結合モデルによる物性を高精度に予測するデジタルツールの構築等を通じて、循環配慮設計の成功事例を動静脈企業に水平展開することが可能となっている状況を想定している (ミッション 3 関連)。

【想定されるビジネスモデルの例】

近い将来、自動車などの最終製品に再生プラスチックの利用率が規定される可能性が高い。その場合には、最終製品からの回収だけでは再生プラスチックが不足することになり、一般消費財からの良質の再生プラスチックの回収が必要となるだけでなく、ペットボトルのように再生プラスチックの価格上昇が予想される。そこで、素材メーカーとリサイクラーが密接に連携し、再生プラスチックの性能、品質と供給性を向上させることで、サプライチェーンにおける再生プラスチックの価値とプレゼンスが向上し、最終製品メーカー (ブランドオーナー) への価値訴求を実現するビジネスモデルが汎用プラスチックで成立する。日本の素材メーカーは世界に冠たる材料技術は有するものの、回収プラスチックへのリーチは弱く、高品質な回収プラスチックの安定的確保は難しい。一方でリサイクラーは、回収・分別のノウハウは持っているが、回収プラスチックの品質向上や用途開発はあまり強いとは言えない。この両者がタッグを組み互いの弱みを補完することで、特に

廃棄物の半分以上を占めている汎用プラスチックの分野において、再生プラスチックの安定供給と利用拡大が新たなビジネスモデルによって拡大すると考えられる。

本 SIP で、素材起点の日本版 DPP、動静脈連携による可能な限りモノマテリアル化した汎用プラスチック素材を回収するシステムの構築、リサイクラーに対するアカデミアの技術支援とともに、ボトルを洗って分別するという日本の文化をペットボトルだけでなく汎用プラスチックにも広げること（消費者の行動変容）は、日本の化学素材メーカーや、再生材の利用を必要とする最終製品メーカー、リサイクルに関わる静脈企業に対して、汎用プラスチックの再生利用の拡大という大きなビジネスチャンスをもたらすことができる。すなわち本 SIP は、国内のプラスチック問題の解決だけでなく、我が国の国際的な産業競争力強化にも同時に貢献するものとなっている。

5. 5つの視点でのロードマップと成熟度レベル

(1) ロードマップ

技術開発：（図 II- 20 参照）

デジタル化に向けた「日本版 DPP 構築」は1-3年で要件定義と PoC システム構築 (TRL4) を進め、4 年目以降に SIP 参画企業が利用できるシステム開発する (TRL6)。これにより、4 年目以降に進める「動静脈・静動脈連携モデルの構築」を通じて、社会実装に向けた実証を行う。

上記と並行して動静脈・静動脈連携につながる高度分別・選別や水平リサイクルの実現に向けたリサイクル技術開発やリサイクラーの育成、動静脈・静動脈連携と連携が期待される循環配慮材料の開発や環境負荷が低く、持続可能なバイオマス・再生原料の活用などを進める。また、産学連携により最先端高度診断分析（放射光等）の最適配置・利用に基づくデジタル解析基盤（環境試験、診断、トレーサー開発）を進める。

特にサブ課題 C のプラットフォームにより開発される技術については、ステージゲートとなる3年目には MVP を開発し、4 年目以降には「事業」で進める「動静脈・静動脈連携モデルの社会実証」において、実証投入（BRL5～6 相当）を目指す。

事業：（図 II- 20 参照）

サーキュラーエコノミーは新しい経済概念であり、まだ事業モデルやマーケット自体が成熟していない領域である。そのため、BRL2 に相当する仮説づくりから開始し、「技術開発」、「制度」、「社会的受容性」の各テーマと連携しながら、成熟度を高めていく必要がある。4 年目以降にはデータ収集・利活用を通じて社会的受容性の評価を行うことで、事業化の実証（BRL5～6）を行う。

また、4 年目以降に進める「動静脈・静動脈連携モデルの構築」を通じて、社会実装に向けた実証や社会的受容性の評価との連携・データ活用を進める（BRL6）。

制度（環境整備も含む）：（図 II-20 参照）

カーボンフットプリント算出、自然資本リスク評価、行動変容モニタリングなどに関連した情報連携促進といった、サーキュラーエコノミー評価などの学術研究やツール利活用の検討を進めていく（SIP 期間中に GRL5～6 を目指す）。

自治体等と連携し、回収ステーション・BOX の設置、周知、ソーティングセンター整備などを通じて、「技術開発」で進めるリサイクル技術開発との相乗効果による高品質な再生原料の安定供給の実現につなげていく。

本課題における成熟度レベルを活用したロードマップ

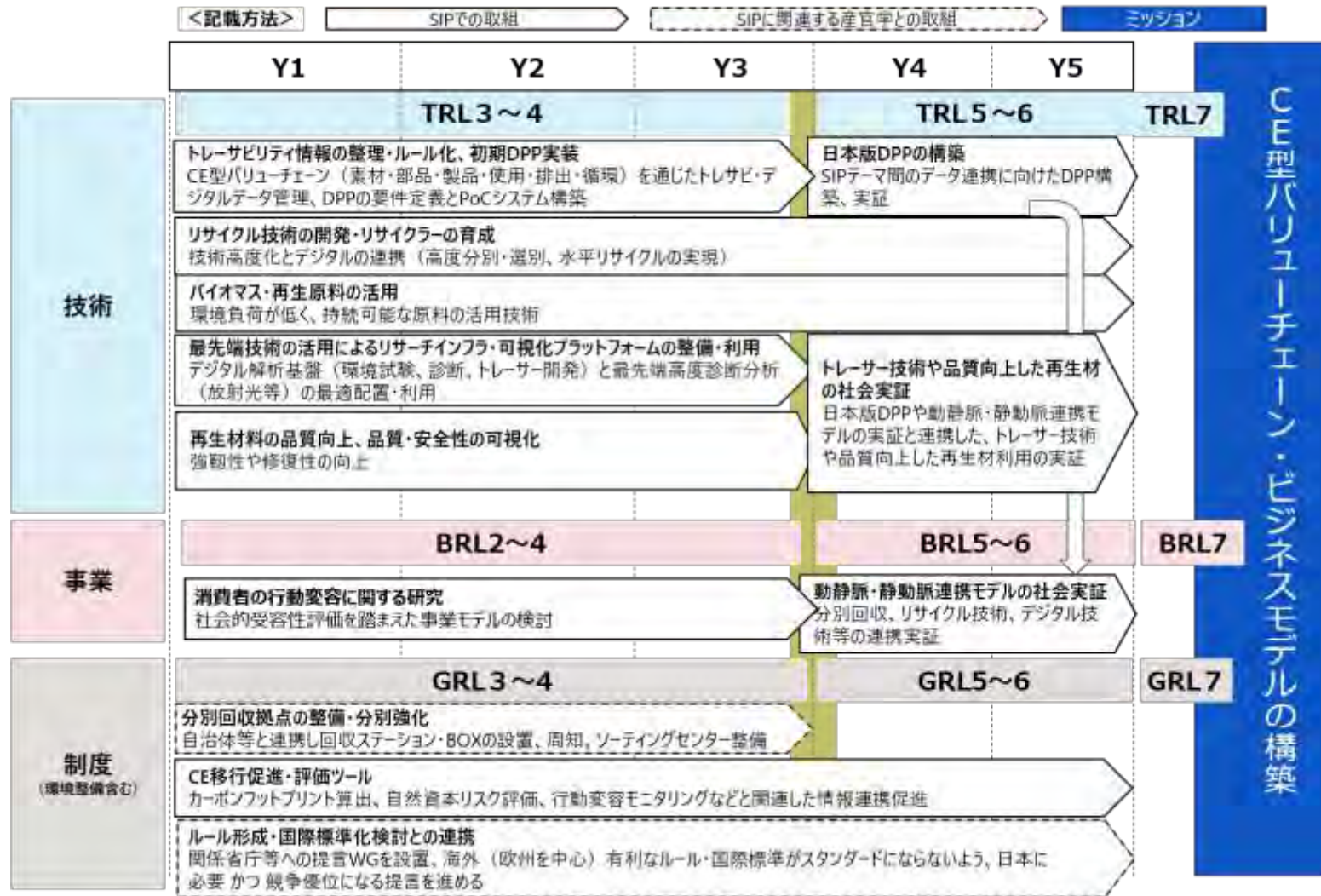


図 II-20 ロードマップ（技術・事業・制度）

社会的受容性：(図 II- 21 参照)

サーキュラーエコノミーの実現において、消費者の行動変容（ライフスタイル変容）が必要不可欠であることから、本 SIP では消費者行動変容を中心に取り組む。本 SIP 期間中は継続的に消費者の行動モニタリングを通じた学術分析や、広報・啓発の活動を通じて社会的受容性に訴求、変化を促し（SRL3～5）、5年目には普及に向けた方向性を取りまとめる（SRL6）。

人材：(図 II- 21 参照)

動脈産業において、サーキュラーエコノミーに対する理解度はいまだに低く、静脈産業は動脈産業に対する理解やデジタルリテラシーが低い状態にある。そのため、双方の人材育成に向けたセミナー、ワークショップ、合宿、ツール等の活用を進めていく（HRL2～3）。人材育成については、CLOMA や J4CE 等の業界団体、学会などと連携していく（HRL4～6）。

本課題における成熟度レベルを活用したロードマップ

<記載方法> SIPでの取組 SIPに関連する産官学との取組 ミッション

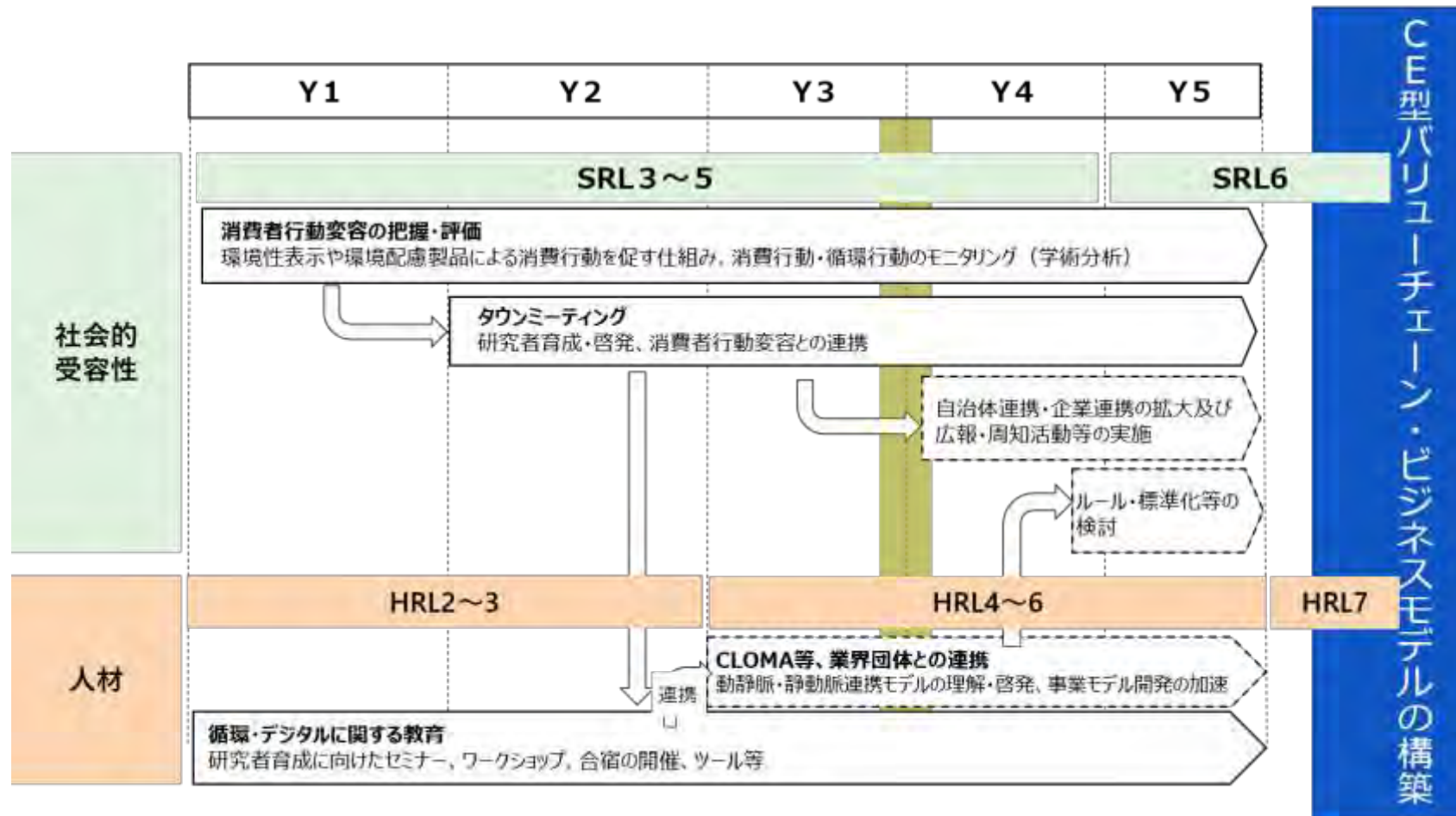


図 II-21 ロードマップ（社会的受容性・人材）

(2) 本課題における成熟度レベルの整理

「(1) ロードマップ」のとおり、成熟度レベルの目標を設定したが、サーキュラーエコノミーの実現には社会的受容性(消費者行動変容を中心とした)の高まりが必要であり、「技術開発」、「事業」、「制度」、「人材」の成熟と相互に関連するため、単一テーマの成熟度だけでなく、全体の整合を取りながら進めていく必要がある。

6. 対外的発信・国際的発信と連携

本 SIP においては、技術開発にとどまらず、5つの視点に基づいた総合知を活用することにより社会変革を起こすことが重要と考えている。そこで、実施内容の社会実装を念頭に、具体的には以下の5点に取り組むことを想定している。

(消費者・国民向け啓発活動)

サーキュラーエコノミーは、生まれて間もないコンセプトであることから、その理解が社会全体に普及しているとは言い難い。特に、プラスチックに関しては、焼却を前提としたサーマルリカバリが進んでいるために、世界的なサーキュラーエコノミー動向とかけ離れている。そこで、タウンミーティングや各種メディアに出演することで、サーキュラーエコノミーに関する正しい情報を伝える啓発活動が必要である。

(リサイクラー向け技術サポート)

我が国では、リサイクラーの多くが中小企業であることから、個社において世界的なサーキュラーエコノミー動向を独自に把握することには困難が伴うと予想される。本 SIP において設定されるミッション及び協調領域の成果は、SIP に参画していないリサイクラーに対しても共有される必要がある。関係府省とも連携しつつ、本 SIP にて開発された技術やシステムの普及もかねてサポートする。

(ISO/TC323 対応)

フランスが中心となり、サーキュラーエコノミーの国際規格制定の流れが加速している。現状は製品起点のサーキュラーエコノミーが推進されており、このままでは、我が国の素材産業の競争力低下につながりかねない。関係府省と連携をとりつつ、ISO committee に働きかけたい。

(各種国際学会への働きかけ)

サーキュラーエコノミーは政府系セクターの取組が中心であり、グリーン戦略あるいはカーボンニュートラル等に比べると、いまだ学术界での展開は限られている。各種国際学会において、学会関係者に働きかけ、特別セッションを打ち立てることで、学術分野において「サーキュラーエコノミー先進国」という位置を勝ち取りたい。また、一流国際誌の Editor

へ働きかけ、特集号の編纂などの企画も行いたい。こうした取組を通じて、国際的なプレゼンスの向上を目指す。

(PD・サブ PD・サブ PD (戦略 C) による定期的な欧州視察と連携構築)

エレンマッカーサー財団をはじめとして、サーキュラーエコノミーの動きは、世界的に見ても欧州が突出している。EU やその加盟国が組み立てるルールを理解することなく、国内で閉じた議論をしてもガラパゴス化してしまう。そこで、PD・サブ PD 等が積極的に視察あるいは連携構築を目的とした渡欧を実施するにより、世界的動向を正確に把握するとともに、対外的アピールを行う。

III. 研究開発計画

1. 研究開発に係る全体構成

PD・サブ PD・サブ PD（戦略 C）のもと、3つのサブ課題と、その相互連携に対応できるように、個別テーマを設定している（図 III-1 参照）。

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

循環市場における情報の可視化を可能にする日本版 DPP の構築及び DPP で流通すべき情報に関するルール整備を行い、素材・製造・流通・消費・分別・リサイクルの資源循環をデジタル情報でつなげる。

サブ課題 B 及び C に共通するデジタルインフラの構築として、「循環市場拡大に資するデジタル基盤構築（日本版 DPP のシステム構築）」、その必須要件となる「デジタル基盤構築に必要な情報ルールの整理・共通化（日本版 DPP で流通すべき情報の規格の制定）」及び DPP の情報を活用して環境性・循環性を評価する「自然資本評価ツールの開発・可視化（自然資本リスク・環境評価手法の開発及び日本版 DPP との連携）」の3つのテーマで構成している。

サブ課題 B：資源循環の拡大を促す動静脈・静動脈連携

高品質な再生材の低コスト・安定的な供給を行うため、使用済プラスチックや、自治体との協力による回収プラスチックの分別・供給システムを開発する。

静脈産業のケア・育成につながる「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（高度選別と再生材のデータ化・可視化）」、再生材の品質向上・供給量増加につながる「自治体回収プラスチックの分別・供給システムの確立（自治体回収を通じた高品位再生資源の供給増）」の2つのテーマで構成している。さらに、所要の予算措置が講じられ次第、現時点では再資源化が困難であるものの、潜在的な再資源化ポテンシャルの高いバイオマス（古紙、木材、衣類等）由来・建築資材由来の再生プラスチックの供給増を進めるための動静脈・静動脈連携モデルを構築するため、「特殊なプラスチックの選別・循環システム開発（バイオマス由来・建築資材からの再生資源供給増）」のテーマに取り組む。

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

日本の最先端技術の活用による循環配慮材料の開発や、循環性の向上・可視化のための環境試験・診断・高性能トレーサー（分子トレーサー、DNA トレーサー）の開発を行うプラットフォームの構築により、世界に先駆けたアップサイクルを可能とする循環配慮設計を実現する。また、産学官が連携して、再生材料の保証・認定に繋がるデータの仕様、利活用法等について検討する。

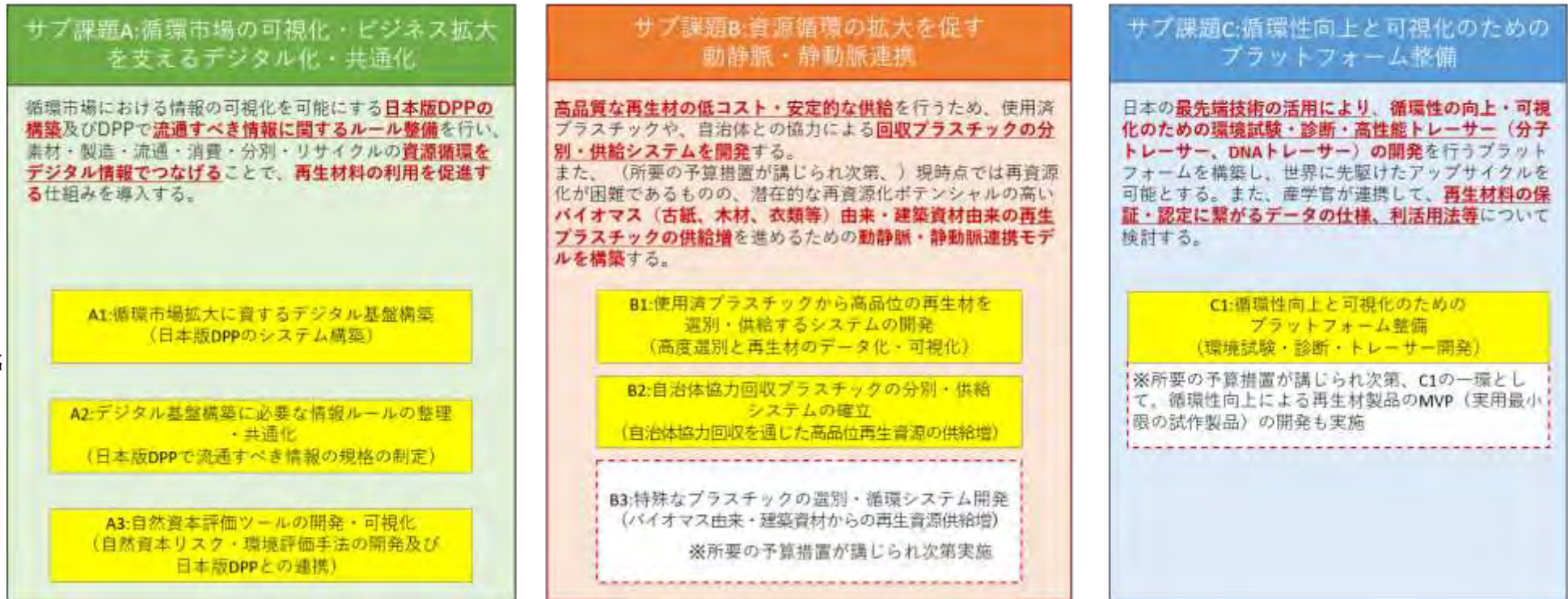


図 III-1 サークュラーエコノミーシステムの構築の全体構成

2. 研究開発に係る実施方針

(1) 基本方針

(サプライチェーン全体としてのプラスチックサーキュラーエコノミーシステム)

本 SIP では、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環境負荷を最小化するとともに産業競争力の向上を図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を目指し技術開発を行うとしている。特に、循環の起点として素材から素材（再生材を原料とした）の動静脈・静動脈連携を産学官がフィジカル・サイバーの両面で体系的に取り組む点が世界的に見ても卓越性・独自性・先見性を有するポイントである。

これは欧州が拡大生産者責任に基づく規制を通じて、製品起点でサーキュラーエコノミーの取組を先行させ、そこから素材を巻き込んでいく動きであるという FS での調査結果に対し、国内の産業構造から見て、素材・製品産業に比べ、静脈産業は地域性が強く相対的に規模が小さいことから、素材・製品産業が静脈産業をケアし、寄りそう取組に重点を置くサーキュラーエコノミーこそが、我が国の環境負荷低減と産業競争力向上の両方に貢献するという、課題全体としての合意に基づいている。

製品メーカーだけでなく、日本が強みとする素材メーカーが循環への取り組みを他産業任せにせず、積極的に静脈産業との連携を進める必要がある。その実現にはデジタル基盤による循環の可視化のみならず、ビジネス拡大を後押しする政府としての取組、デジタル基盤と連携した循環技術向上、産学連携による循環配慮設計における社会インフラ構築などが必須となる。

(デジタル×動静脈・静動脈連携×循環性向上と可視化)

まず、動静脈全てのプレイヤーを通じてプラスチックの循環性を高めるため、原料・素材・製品のマテリアルフローや品質の可視化などを促す情報連携が可能となる「デジタル基盤の構築」が必要不可欠である。また、デジタル基盤構築においては、動静脈全てのプレイヤーにおいて共有すべき情報ルールの整理・共通化が前提となる。

「デジタル基盤の構築」と並行し、物理的にも使用済み製品の分別や再生材原料の選別において、品質向上と量の増加に資する循環技術の開発により、資源循環の拡大を促す「動静脈・静動脈連携」の技術開発が必要である。特に使用済み製品の分別強化は有効であり、取り組むに当たっては自治体（消費者）の巻き込みが必要不可欠である。また、分別と選別のいずれにおいても回収された再生プラスチック原料の品質・量をデジタル情報として素材メーカー・製品メーカーへ提供可能となることが要件となる。

「デジタル基盤の構築」と「動静脈・静動脈連携」の両方の高度化に向け、科学的根拠に基づく素材・製品開発につながる再生材の品質・安全性・「循環性の向上とその可視化」を通じた循環配慮設計の促進が必要となる。「静脈側のリサイクルの許容量を見込んだ動脈整備」あるいは「動脈の持つリサイクル性を考慮した製品・静脈設計」など、単に素材開発に

終わらせることなく、デジタル化あるいはサーキュラーシステムへの実装を考える点が重要である。放射光等の日本の最先端技術を活用することにより、技術・ビジネスのいずれについてもイノベーションを促す。特に循環性の向上と可視化を通じた循環配慮設計の促進を短い時間で達成し、「動静脈・静動脈連携の構築」への移行を実施しなくてはならない。この点が、SIP 特有の運用理念である「エグジット戦略」と強く結びついている。

（日本版 DPP の構築）

「デジタル基盤の構築」は、欧州における DPP が契機となり、日本企業が各種ビジネスを国際的に実施していく際の事実上の参入障壁になることが予想される。特に、欧州委員会におけるサーキュラーエコノミーに関する取組のスピードは、想像を超えて極めて速く、この対応を間違えた際には、我が国の国力あるいは産業競争力の低下に直結しかねない異常な状態にある。これら先行する欧州の動向をも踏まえ、現在は、化学・素材メーカー各社で、プラットフォームを独自に構築し、セキュアにデータ交換ができる仕組み作り（プラットフォームの提供）を各社のバリューチェーンを中心に取り組んでいる。しかしながら、これでは、比較的危機意識の高い、あるいは、欧州の事情に精通する特定の組織のみが参画できるのみで、我が国全体としての力が結集できるとは言い難い。特に、我が国におけるリサイクラーのデジタルリテラシーは必ずしも高いとは言えず、国際的なデジタル化競争に後塵を拝する可能性が高い。また、欧州におけるデジタル化は、仮想通貨と同じく分散管理（Decentralized）されている点に特徴があり、各社のステークホルダーあるいは関連会社のコンソーシアムで集中管理（Centralized）することにより囲い込む日本型のシステムでは、自己組織あるいは自己発展的にシステムが成熟している欧州のシステムには対応できない。

そこで、本 SIP では、現存する各社（あるいは既存のコンソーシアム）における取組を通じた「動静脈・静動脈連携」と「循環性向上と可視化」を力強く支援するとともに、本 SIP 課題独自の日本版 DPP（素材起点で先端科学技術が導入されることで高度化された）の構築を図ることにより、幅広いステークホルダーがデジタル化の取組に参画できる土壌を形成し、かつ、デジタル化の要件は広く世界市場に受け入れられる一般的なものとなるように心がけることにより、国際競争力を有するプラスチックサーキュラーエコノミーの構築を目指す。

（実用最小限の製品（Minimum Viable Product））

特に、日本企業は多くの場合、完成したシステムや製品に固執することで、市場投入の時期を逸し、高い技術を有しながら、既に過当競争になった事業領域に参入せざるを得ないという事例（携帯電話、ネットビジネス等）が数多くある。そこで、米国の産業競争力の源泉とも言えるスタートアップビジネスにおいて提唱された「実用最小限の製品（Minimum Viable Product）」という概念（試行錯誤に顧客学習するために、何度も改良しやすくするための簡易な提供品を意味する用語）を導入し、まずは最小限の労力で最大限の顧客学習を行えるように最低限のスペックで実装することを目指してアジャイルに取り組む。その上

で、出口戦略として、「市場投入可能な製品 (Minimum Marketable Product)」を想定しており、5年後に、経済合理性について一定の見込みを立てることが本課題に取り組む各事業者の目標となる。

(2) 知財戦略

知財戦略について、本 SIP で掲げる「動静脈・静動脈連携」や「循環性向上と可視化」の領域で、競合するコアの技術では特許取得が可能で、それが実用化に際して有利に作用する技術は、可能な限り特許を取得する一方、「デジタル化・共通化」の領域では、日本版 DPP の実装に当たり、1社単独での活動には限界があることから、競合他社を巻き込んだソリューションの開発・普及を目指し、業界全体で共通化が必要な技術については、オープン戦略を採用し、業界内におけるデファクト化を進めるものとする。

なお、知財戦略の策定、実施に当たっては、後述(6)に定める知財委員会において行う。

(3) データ戦略

今後、静脈企業から動脈企業に高品位の再生材を安定的に提供するためには、再生材の品質を保証する情報のほか、再生材の原料を供給する静脈企業と需要者である動脈企業とマッチングするための情報共有プラットフォーム（日本版 DPP）の構築が必要となる。

現状では、動脈企業の一部では、異なる形態でプラスチックのトレーサビリティシステムは存在するものの、動静脈でデジタル化されたバリューチェーンを実現するためには、個社システムに依存しないプラットフォームが求められる。DPP を構成するデータシートや使用されるコード体系を標準化した上で、それを作成・公開・コントロールするためのプラットフォームが欠かせない。この実現のためには、個社の競争力につながる企業情報にも配慮しつつ、静脈企業、動脈企業それぞれが必要とする情報を提供してもらうためのデータ環境整備が必要である。

なお、データ環境整備に当たっては、我が国における包括的データ戦略（令和3年6月18日デジタル庁）を参考に、本 SIP に参加するプレイヤーが、次図の我が国全体のデータ構造＝「アーキテクチャ」を共有し、それぞれの取組の社会全体での位置付けを明確化、連携の在り方を模索するとともに、無駄な重複の排除、欠落部分の補完を行うものとする（図 III-2 参照）。

また、日本版 DPP 構築に当たっては、日本のサーキュラーエコノミーの基盤として持続的に機能するよう、エグジット後の日本版 DPP の運用体制及びシステム全体の要件について、社会実装の実現性を踏まえ、SIP に参画する全ての企業・アカデミア等が参加する形で今後検討する。



図 III- 2 包括的データ戦略のアーキテクチャ（デジタル庁「包括的データ戦略」より）

(4) 国際標準戦略

サーキュラーエコノミーにおける、国際標準化に向けた取組については、欧州に有利な環境づくりが進められており、2018年には、フランスの提案により ISO/TC323 が設立され、サーキュラーエコノミーの国際標準化に関する検討が進められている。

サーキュラーエコノミーに関わる原則や定義、評価指標や基準などが国際規格となれば、その内容によっては幅広い産業やビジネスに影響を及ぼすことが懸念される。このため、本 SIP においては、サーキュラーエコノミーに適応したビジネスモデルや製品等の開発に当たり、これら国際標準化の動きにも留意しつつ、デジタル標準の策定に対応可能な取組を進める。

特に、デジタルパスポート、タグ付けなどの手法を活用した製品情報のデジタル化の分野では、日本版 DPP の構築を目指し、研究開始から3年を目途に、バリューチェーン（素材・部品・使用・排出・循環）を通じたトレーサビリティ情報を整理しデジタル化を進め、研究期間終了までに日本版 DPP による動静脈産業におけるデータの利活用を図る。

また、本 SIP では、日本版 DPP 構築に向けて、サプライチェーン全体にわたる様々なステークホルダーが、公平で簡易かつセキュアに参画できるためのルール化を進めていく。特に、各ステークホルダーは、サプライチェーンにおいて異なる役割とプロセスを有しており、役割・プロセスごとに連携可能あるいは利用可能なデータ項目が異なることから、当初は DPP として必要最小限のレベルから開始し、徐々に拡張していくことを目指す。

さらに、既に複数のステークホルダーが個社サプライチェーンを中心としたトレーサビリティ基盤を構築していることから、それら既存の基盤とも接続していく必要があるため、

分散型情報共有プラットフォームのアーキテクチャや、トレーサビリティの高度化に向けて本 SIP で開発予定のトレーサーについても、仕様や利活用ルールが必要になる。(図 III-3 参照)



分類	標準化項目	説明
A)アーキテクチャ	ID 管理 / 認証	参画する組織・個人の ID 管理と認証のしくみ ※素材・製品等の ID 管理を含む
	アクセス制御	データの所有者が公開先をコントロールし、許可された組織・個人だけが参照できるしくみ
	データ交換	プラットフォーム間・組織間でデータ交換するしくみ ※特定のプラットフォームに依存しない、相互運用性のあるオープンなしくみが求められる ※ここに、上記アクセス制御が組み込まれる
B)プロセス・役割	プロセス	各組織が DPP に参画するためのオンボーディングプロセス、データ登録・公開プロセス等
	役割	各ステークホルダーの役割
C)データ	データ項目	DPP として登録・公開すべきデータ項目
	コード体系	分類等のコード
D)トレーサー	物理的な識別子	製品分類別に、備えるべき識別子の種類 ※バーコード/QR コード/電子透かし/トレーサー(ケミカルバーコード)等が考えられるが、使用者・静脈系企業として、どの製品分類にはどの種類の識別子が必要かを明確にする

図 III-3 DPP 構築における検討要素

A)アーキテクチャはガラパゴス化とならないよう、各国間で共通化することが望ましく、特に「日本版 DPP」構築時の要点としては、B)プロセス・役割、C)データについて、国内の産業ニーズや法規制を踏まえる必要がある。また、D) トレーサー技術によって取得され

るデータ項目の違いなど主に下記6項目が想定される。(表 III-1)

表 III-1 日本版 DPP 構築時の要点

項目	説明
①リサーチインフラの活用	循環性向上と可視化を加速する日本の最先端技術の活用により、科学的根拠に基づいたサーキュラーエコノミーの規格構築を行う。
②オープン・クローズ戦略	サーキュラーエコノミー実現のために必要十分なデータのみをオープン、それ以外はクローズとすることで、個社の機密情報にも配慮する。
③プラ種・用途ごとの活用	プラスチックの種類・用途ごとに、仕様の検討・調整を行う。
④トレーサーとの連携	データ可視化の手段となるトレーサー開発にも取り組み、連携する。
⑤消費者行動変容の促進	データ可視化により、消費者の行動変容を促進する。
⑥環境性・循環性の評価	DPP データを活用したカーボンフットプリント算出・自然資本リスク・環境評価手法の開発

①～⑥の各項目を図示すると図 III-4 のとおりとなる。

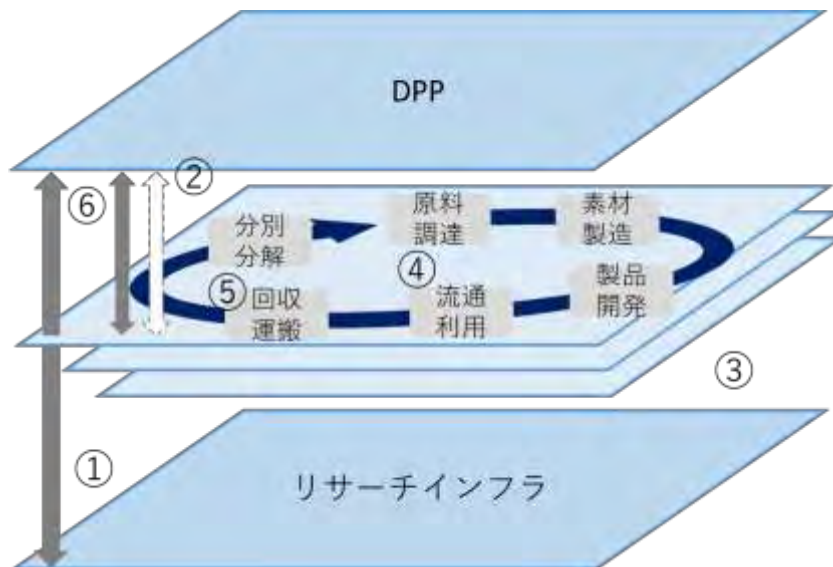


図 III-4 日本版 DPP 構築時の要点の図示

また、上記のルールを原案として、社会実装に向けた実証実験などを通じて更新し、さらには日本の国際的な産業競争力強化とするため、ISO/TC323 (特に WG5:PCDS) にも反映できるよう、提言していく必要がある。

特に欧州で DPP 要件（必須項目案）の検討が先行しているのに対し、日本版 DPP では素材・リサイクルの両側で再生原料の信頼性を高める情報項目及び連携基盤を構築し、動静脈・静動脈連携を加速することを特徴としていく。例えば、動脈側が再生材を安心・安全に利用するための情報を静脈側が自主的に開示することが可能となる仕組みや、サプライチェーンの各プレイヤーから連携された情報を活用し、リサーチプラットフォームと連動したビッグデータの分析・解析に基づくマテリアルバランス・物性や劣化の予測や客観的な信頼性保証（認証基盤への発展可能性）を実現し、再生原料の流通量増加や付加価値向上を目指す。（図 III- 5 参照）

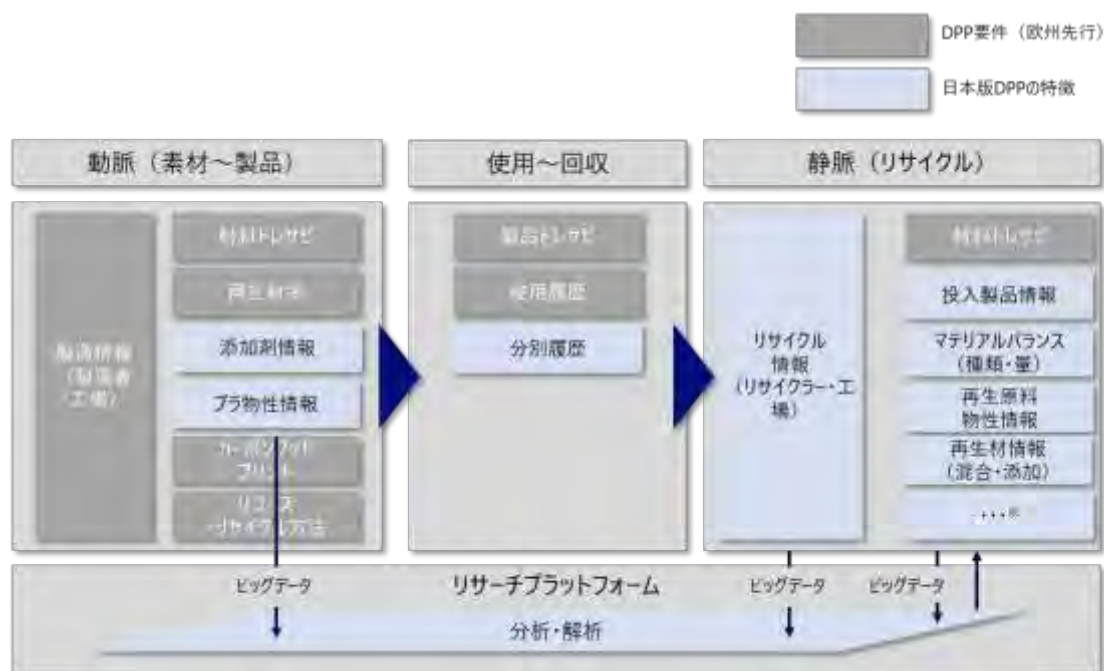


図 III- 5 日本版 DPP の特徴

日本版 DPP 構築による変化は ISO/TC323 にとどまらず、一次データ（ステークホルダーのリアルなデータ）の連携・利用により、カーボンフットプリント算定、循環性評価、再生材規格、TNFD 評価等の定量的測定に関する精度向上、マテリアルフロー可視化の高度化による各種ガイドラインあるいはサーキュラーエコノミー関連政策・法制度の検討にも波及する可能性がある。（図 III- 6 参照）

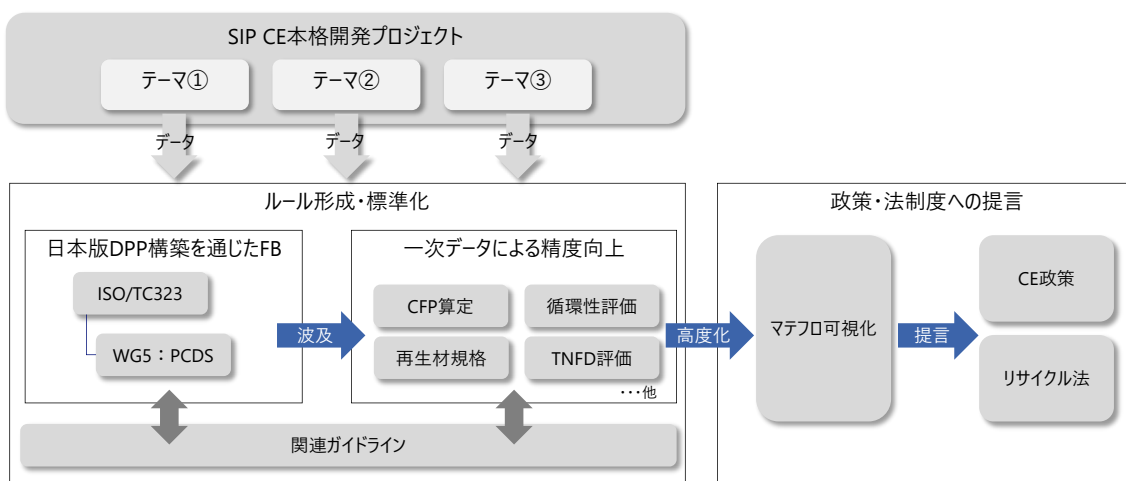


図 III-6 DPP によるルール形成・標準化等への波及

(5) ルール形成

世界的な資源・エネルギー・食料需要の増大、廃棄物量の増大、環境問題の深刻化を背景に、今後、リニアエコノミーからサーキュラーエコノミーへの移行を一層促進していくためには、サーキュラーエコノミーに積極的に取り組む企業に対し、金融市場から投資を呼び込む仕組み作りが必要である。既に気候変動における企業の取組については、TCFD（気候関連財務情報開示タスクフォース）の提言に基づき、非財務情報の開示が進み、それに基づいて投資家・金融機関が企業を評価し ESG 投資が行われている。

現在、国際機関では、気候変動に続き生物多様性がテーマとして掲げられており、2021年には TNFD（自然関連財務情報開示タスクフォース）が発足し、自然資本及び生物多様性に関する企業のリスク管理と開示の枠組みについての議論が進んでいる。

本 SIP では、自然資本（森林、水、生物資源等）への影響を適切に評価するための評価ツールを開発するとともに、産学官の連携により、PDCA を回しながら原材料（バイオマス原料など）に関するリスク評価の実施を通じて、サーキュラーエコノミー実現を目指す企業における、ESG 投資の活用に向けたルール作りに貢献していく。

前述 II.3 の「制度」でも触れたように、個別テーマやテーマ間連携を通じて、前述の「国際標準戦略」と連動し、ルール形成・見直しに関する提言を本 SIP で取りまとめていく。

(6) 知財戦略等に係る実施体制

研究開発の成功と成果の実用化・事業化による国益の実現を確実にするため、優れた人材・機関の参加を促すためのインセンティブを確保するとともに、知的財産等について適切な管理を行う。

①知財委員会

○課題または課題を構成する研究項目ごとに、知財委員会を研究推進法人等または選

定した研究責任者の所属機関（委託先）に置く。

- 知財委員会は、研究開発成果に関する論文発表及び知財権の権利化・秘匿化・公表等の方針決定等のほか、必要に応じ知財権の実施許諾に関する調整等を行う。
- 知財委員会は、原則として PD または PD の代理人、主要な関係者、専門家等から構成する。
- 知財委員会の詳細な運営方法等は、知財委員会を設置する機関において定める。

②知財及び知財権に関する取り決め

- 研究推進法人等は、秘密保持、バックグラウンド知財権（研究開発責任者やその所属機関等が、プログラム参加前から保有していた知財権及びプログラム参加後に SIP の事業費によらず取得した知財権）、フォアグラウンド知財権（プログラムの中で SIP の事業費により発生した知財権）の扱い等について、予め委託先との契約等により定めておく。

③バックグラウンド知財権の実施許諾

- 他のプログラム参加者へのバックグラウンド知財権の実施許諾は、知財の権利者が定める条件に従い（あるいは「プログラム参加者間の合意に従い」、知財の権利者が許諾可能とする。
- 当該条件などの知財の権利者の対応が、SIP の推進（研究開発のみならず、成果の実用化・事業化を含む）に支障を及ぼすおそれがある場合、知財委員会において調整し、合理的な解決策を得る。

④フォアグラウンド知財権の取扱い

- フォアグラウンド知財権は、原則として産業技術力強化法第 17 条第 1 項を適用し、発明者である研究開発責任者の所属機関（委託先）に帰属させる。
- 再委託先等が発明し、再委託先等に知財権を帰属させる時は、知財委員会による承諾を必要とする。その際、知財委員会は条件を付することができる。
- 知財の権利者に事業化の意志が乏しい場合、知財委員会は、積極的に事業化を目指す者による知財権の保有、積極的に事業化を目指す者への実施権の設定を推奨する。
- 参加期間中に脱退する者に対しては、当該参加期間中に SIP の事業費により得た成果（複数年度参加の場合は、参加当初からのすべての成果）の全部または一部に関して、脱退時に研究推進法人等が無償譲渡させること及び実施権を設定できることとする。
- 知財の出願・維持等にかかる費用は、原則として知財の権利者による負担とする。共同出願の場合は、持ち分比率及び費用負担は、共同出願者による協議によって定める。

⑤フォアグラウンド知財権の実施許諾

- 他のプログラム参加者へのフォアグラウンド知財権の実施許諾は、知財の権利者が定める条件に従い（あるいは「プログラム参加者間の合意に従い」）、知財の権利者が許諾可能とする。
- 第三者へのフォアグラウンド知財権の実施許諾は、プログラム参加者よりも有利な条件にはしない範囲で知財の権利者が定める条件に従い、知財の権利者が許諾可能とする。
- 当該条件等の知財の権利者の対応が、SIPの推進（研究開発のみならず、成果の実用化・事業化を含む）に支障を及ぼすおそれがある場合、知財委員会において調整し、合理的な解決策を得る。

⑥フォアグラウンド知財権の移転、専用実施権の設定・移転の承諾

- 産業技術力強化法第17条第1項第4号に基づき、フォアグラウンド知財権の移転、専用実施権の設定・移転には、合併・分割による移転の場合や子会社・親会社への知財権の移転、専用実施権の設定・移転の場合等（以下、「合併等に伴う知財権の移転等の場合等」という。）を除き、研究推進法人等の承認を必要とする。
- 合併等に伴う知財権の移転等の場合等には、知財の権利者は研究推進法人等との契約に基づき、研究推進法人等の承認を必要とする。
- 合併等に伴う知財権の移転等の後であっても研究推進法人は当該知財権にかかる再実施権付実施権を保有可能とする。当該条件を受け入れられない場合、移転を認めない。

⑦終了時の知財権取扱いについて

- 研究開発終了時に、保有希望者がいない知財権等については、知財委員会において対応（放棄、又は、研究推進法人等による承継）を協議する。

⑧国外機関等（外国籍の企業、大学、研究者等）の参加

- 当該国外機関等の参加が課題推進上必要な場合、参加を可能とする。
- 適切な執行管理の観点から、研究開発の受託等にかかる事務処理が可能な窓口又は代理人が国内に存在することを原則とする。
- 国外機関等については、知財権は研究推進法人等と国外機関等の共有とする。

(7) その他

リニアエコノミーからサーキュラーエコノミーの移行に当たっては、技術開発、プラットフォーム構築、国際標準・ルール構築に携わる民間企業・官公庁のみならず、サーキュラーエコノミー構築に欠かせない消費者の行動変容・社会的受容性の変革が求められる。例えば、循環に配慮した素材開発・製品設計、使用済プラスチックの回収スキームの構築、

フィジカル及びサイバー両面でのリサイクルインフラの整備・普及のためには、民間企業の取組や行政の取組に加え、事業用を除いたその他リサイクルのスタート地点となる初期分別の担い手となる一般市民のマインドセットを大きく変容させることが不可欠である。また、循環に配慮した製品への意識を高め、実際に購入してもらうためにも、消費者の行動心理は極めて重要である。

本 SIP の研究開発におけるその他の実施方針としては、産業面からのアプローチのみならず、社会心理学を活用した企業・消費者の行動変容及び社会的受容性を検証し、プラスチックサーキュラーエコノミーにおける社会的受容性を踏まえた事業モデルを検討することを想定している。

また、そのための具体的な手段として、広報・啓発活動を通じて、消費者や直接的にサーキュラーエコノミーの価値について啓発していく。その事前準備のための FS 期間においては、研究者育成・啓蒙、消費者行動変容との連携のための意見聴取の一環として、タウンミーティングを開催した。(図 III-7 参照)

タウンミーティング
市民との意見交換（消費者の行動変容）

タウンミーティング

一般の方を対象として、サーキュラーエコノミーに関する講演、クイズ等を通じた意識の変化について、アンケート調査を行う。「焼却率の削減」、「脱石油化」に関連したテーマを設定。

- 日時：2022年10月9日（日）14時～15時
- 場所：東京ドームシティ ラクーアガーデンステージ
- 演者：伊藤教授（東京大学）、岡部教授（東北大学）、水谷室長（環境省）
- 司会：八木亜希子さん

時間	プログラム
14時～15時	パネルディスカッション ①イントロダクション（パネリストの紹介） ②そもそもプラスチックとは ③家庭ごみのプラスチックとその処理 ④プラスチックの必要性 ⑤海洋プラスチック問題 ⑥サーキュラーエコノミーとプラスチックのリサイクル ⑦サーキュラーエコノミーにおける世界的な動向

【参加者コメント】

- > 「エレン・マッカーサーのお話は一緒に参加した息子にとっても示唆に富むメッセージだったと感じています。」
- > 「夫婦で勉強させて頂きました。」
- > 「詰め替え用の包装の話などとても勉強になる話もありました。本当に参加して良かったと感じました。」




図 III-7 タウンミーティング開催概要

さらに、FS 実施機関を対象にワークショップも複数回にわたり開催した。いずれの回も聴講者へのアンケートを実施し、非常に前向きな意見を取集している（図 III-8 参照）。

各講演に関して、現在のFSおよび来年度の本プロジェクトで役立つと思った内容、不明点など（自由記入）

- ①本SIP課題の概要と計算・モデリング・データプラットフォーム
- 欧州のCEにおける特徴を理解することができ、日本が取り組むCEとの差別化ポイントがへの理解が得られたと感じた。大変勉強になりました。ビジョンの日本版DPPでは、『すべてのマテリアルフローを見える化する』という壮大なものであり、ステークホルダーをどのように巻き込むかがカギと感じました。
 - 素材起点の日本版DPPの重要性を再認識できた。また、ポリマーのマルチスケールモデリングの最近の発展について大変勉強になりました。
 - 欧州事例と比較した日本版施策の優位性について理解を深めることができた。
 - 実用最小限の製品MVPの考え方が分かり易く、CEの早期実装・実現のために不可欠な考え方であると再認識しました。
- ②CEのエンジンとしてのNanoTerasu（ナノテラス）
- CEはトレーサビリティ（見える化）が大前提。量や物性などマクロな情報は扱いやすいが、素材循環のポテンシャルをとことん追求するとミクロな分析評価技術が必要不可欠になる。その門戸を広く開いていくことはCEの深化につながると思います。
 - 循環システムの中でのトレーサビリティの実現性についてイメージを持つことができた。
 - ソフトマテリアルの解析には有効な設備である。具体的な案件として、動的架橋構造を有する熱硬化樹脂の架橋解析を実施したい。
 - 材料開発やDPP技術構築に重要な解析力を提供頂けることが明確となり、心強く感じました。

図 III- 8（例）第2回ワークショップアンケート結果

本 SIP の中でも、タウンミーティングや展示会への出展、各種メディアを通じた意見交換を定期的に行い、世の中に広く一般的にサーキュラーエコノミーの実現価値について訴求していく予定である。

加えて、消費者が自発的にサーキュラーエコノミーの構築に参加してもらうためには、環境問題に取り組むことが楽しいことだと感じてもらうことも重要である。このため、ゲーミフィケーションにより、消費者行動変容のサポートをすることも想定している。

FSを通じて欧州や米国、中国のサーキュラーエコノミーに関する動向調査は実施したが、これらテーマの開発スピードは目まぐるしいものがあり、継続的な動向調査は必要不可欠であると考えられる。そのため本 SIP の中でも海外動向調査を通じて、世界全体の方針との日本国の方針がずれていないか（ガラパゴス化はしないか）、将来を見通しどのような動向が予測されるかを確認する必要がある。

3. 個別の研究開発テーマ

(A1) 循環市場拡大に資するデジタル基盤構築

① 研究開発目標

サーキュラーエコノミーへの移行と循環市場拡大のためには、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に再生材料の利用を促進することが不可欠である。そのためには、対象となる素材・製品に DPP を導入し、素材・製品のタグ付け、識別化、循環性・持続可能性に関するデータへのリンク付けを実施し、資源循環に関わる動静脈産業の各段階のプレイヤーが素材・製品のマテリアルフローをトレース可能な形でデジタル情報として共有する必要がある、それを可能とする情報共有プラットフォームの構築が求められる。

我が国においては、現状、プラスチックの動静脈におけるトレーサビリティのためのプラットフォームが個社の取組において構築されているものの、これらのプラットフォームに参加できない企業も静脈系の中小企業を中心に多数存在する。そのため、資源循環の実現に向け、誰もが参加可能な形で、既存のトレーサビリティプラットフォームをつなぐ分散型の情報共有プラットフォーム（日本版 DPP）の構築を目指す。

1. 2025 年度までに、「A2：デジタル基盤構築に必要な情報ルールの整理・共通化」の研究開発テーマと連携し日本版 DPP の要件定義を実施する。【TRL4】
2. 2025 年度までに、概念実証用のシステム構築を行い、2026 年度以降に自治体や動静脈企業と連携した実証・社会実装試験を行う。【TRL5～6】

② 実施内容

研究開発項目①【情報共有プラットフォームの構築】

既存の個社プラットフォームと連携した分散型の情報共有プラットフォーム（日本版 DPP）の構築に向け、次の取組を実施する。

- ・データベースの外部ネットワーク連携に関するルールの検討
- ・日本版 DPP の実現に必要なブロックチェーンの構築
- ・分別の高度化に向けた日本版 DPP に用いるコード種別の有効性評価、識別精度向上のための検討（近赤外線分光、画像認識の活用等）
- ・A2 のテーマと連携した日本版 DPP の仕様の検討（物性・再生プラ情報・安全性・発行者定義等の備えるべき機能・製品パラメータの整理）
- ・日本版 DPP の有効性を検証するため、我が国の強みである素材メーカー（樹脂、タイヤ等）、静脈企業及び自治体等と連携した検証及び社会実装実験 等

(A2) デジタル基盤構築に必要な情報ルールの整理・共通化

① 研究開発目標

サーキュラーエコノミーの実現に向けては、動静脈企業の連携とデジタル化の促進が必要不可欠である。国内においては、現在のところ、デジタルプロダクトパスポート(DPP)の構成要素となるプラスチックを中心とした複数の個社トレーサビリティシステムが構築されているが、動静脈でデジタル化されたバリューチェーン連携の実現には、個社システム間や個社システムに依存しない仕組み(日本版 DPP)が必要となり、その実現にはデータ共有・利活用に関するルール形成とルールに沿ったデジタル基盤を構築する必要がある。

また、日本版 DPP の要件定義に当たっては、欧州における DPP と適合させる必要があり、欧州における DPP の状況を踏まえた上で、日本版 DPP に係る要件定義・ルール形成を実施する。

併せて、日本版 DPP に含まれる情報を活用した、再生プラスチックの利用促進ツール等の資源循環に資するツールの開発を行い、プラスチック資源循環戦略で掲げる「2030年までのプラスチック再利用の倍増」(約100万トン増)などの目標達成に寄与する。

さらに、サーキュラーエコノミーの実現に向けては、技術開発や国際標準・ルール構築のみならず、消費者・企業の行動変容や社会的受容性の向上が求められることから、サーキュラーエコノミーへの移行に伴う社会心理学的側面からの検証を通じ、消費者・企業の行動変容及び社会的受容性の向上を目指す。

1. 2025年度までに、「A1：循環市場拡大に資するデジタル基盤構築」の研究開発テーマと連携し、日本版 DPP の要件定義・ルール形成を行い、実証・社会実装試験を通じた検証・改善を図る。【TRL5～6】
2. 2025年度までに、日本版 DPP と連携させた、資源循環に資するツールの開発を行い、2026年度以降に動静脈産業と連携した実証実験を行う。【TRL5～6】
3. 消費者の行動変容に係るツールの開発等を2025年度までに実施し、2026年度以降に研究成果のフィードバックや実証実験を通じて、検証・改善を図る。【BRL5～6】

② 実施内容

研究開発項目①【日本版 DPP の要件定義・ルール形成、資源循環に資するツール開発】

日本版 DPP の仕様策定に当たっては、DPP 構想で先行する欧州の DPP に適合することが求められることから、欧州での仕様策定状況について随時情報収集を行う。欧州における DPP の動向を踏まえつつ、「A1：循環市場拡大に資するデジタル基盤構築」の研究開発テーマと連携し、企業間連携とそのためのルール化や要件定義(データ共有・利活用に関するルール形成等要件定義)を実施する。また日本版 DPP と連携した、再生プラスチックの需給マッチングツール等の資源循環に資するツールの開発を行い、動静脈企業の活用による実証実験を経て実装する。

研究開発項目②【消費者の行動変容に係る研究】

プラスチック製品に対する意識調査や日本版 DPP において消費者に提供される環境面等（安全性、再生材が利用されているか等）の情報を整理し、各プラスチック製品群に最適な対策を同定する手法を開発する。また、モデル地域を設定し、消費者や小売事業者等を中心に、バリューチェーンを通じたステークホルダーの行動変容を分析しモデル化する。加えて、サーキュラーエコノミーに関する教育プログラムの開発等を通じ、消費者の行動変容を促す。

(A3) 自然資本評価ツールの開発・可視化

① 研究開発目標

国連開発計画等の民間主導で構成された 40 名の作業部会が 2023 年までに、TNFD（自然関連財務情報開示タスクフォース）のフレームワークを公表予定であり、気候変動に次いで、TNFD に賛同する企業の財務会計への組入れが将来的に進展すると想定される。しかし、バイオマスプラスチックを含む TNFD の評価ツールは国際的にいまだに確立されていない。そこで、バイオマス資源を含む農産物を中心としたサプライチェーンに内在する自然資本、とりわけ農業活動により大きな影響を受ける生物多様性への影響を全球スケールで評価するツールの開発を行い、それを踏まえ、バイオマス資源サプライチェーンに直接的又は間接的に関わる企業等と連携し、企業単位での影響評価手法の実証を行う。

また、モデル自治体（「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」の連携企業がケーススタディを実施する自治体を想定）における実証試験を通して、日本版 DPP に関するフォアグラウンドデータを作成し、インベントリデータベースにフィードバックすることにより、カーボンフットプリント（CFP）を含むサプライチェーン全体における環境負荷の定量化を行う。

1. 2027 年度までに、バイオマス資源の利用に着目した評価ツールを開発し、SIP 参画企業から収集した情報・データを基に、バイオマスプラスチックの生産量や種類、原材料に関するシナリオを策定し評価を行う。【GRL5～6】
2. 2027 年度までに、回収プラスチックの特性やリサイクルプロセスに関する情報を収集し、日本版 DPP に載せる安全情報の検討・整理を行うとともに、サプライチェーン全体における環境負荷のうちカーボンフットプリント（CFP）の算定方法を立案する。【GRL5～6】

② 実施内容

研究開発項目①【影響評価ツールの開発・実証と TNFD に準拠した評価枠組みの開発、再生材に係る安全性情報の検討】

バイオマス資源の利用に着目した評価ツールを開発し、評価ツールの実証に必要な情報・データを基に、バイオマスプラスチックの生産量や種類、原材料に関するシナリオを策定し評価を試行し、SIP 参画企業からフィードバックを得つつ、評価ツールの改定を実施する。また、サプライチェーン分析及び評価指標の改定を含む枠組みの再検討を行い、バイオマス資源利用に関連するセクターにおける TNFD 枠組みに準拠した評価手法を開発する。さらに、モデル自治体を対象に、プラスチック循環システムが導入された場合のライフサイクル評価を実施し、ボトルネックやホットスポットなどの抽出結果から、コスト及び環境負荷を最小化する日本版 DPP に必要なシステム提案を行うとともに、日本版 DPP に載せる安全性情報の検討・整理を行う。

(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

① 研究開発目標

使用済プラスチックの半分を占める容器・包装の 20%は、国内外で広く普及する光学選別機では選別できない黒色や小径であり、焼却処理されている現状がある。これらの選別が可能な静電選別機を、前処理フローが確立していない分野で社会実装するには、多様な使用済プラスチックの種類と組成変動に対応する機能とオペレーションノウハウのリサイクラーへの提供が必要だと考えられる。そこで、多様な種・形状のプラスチックの選別による高品位な再生材の動脈側への安定供給を図るため、静電選別技術の汎用化、リサイクルプロセスやバリューチェーンのデータを活用し、AI 等により選別条件を最適化・自動制御するオペレーション支援技術、DPP 等と連携するアーキテクチャの開発を行う。

また、現状の再生材は、主成分以外の異物の混入や揮発成分の含有により、材料物性のバラつきや製品製造時の成形不良などが原因となり、特定の製品用途にしか使用されていない。プラスチック資源循環促進法の施行により、リサイクル可能なプラスチック量は多くなると想定されることから、再生材を広く製品利用するため、「C1：循環性向上と可視化のためのプラットフォーム整備」とも連携して、放射光等を利用するなど、各利用製品の要求特性に応じた高品質な再生材を開発する。

1. 2027 年度までに、動静脈・静動脈連携につながる高度分別・選別や水平リサイクルの実現に向けたリサイクル技術を開発するとともに、リサイクラーの育成を図る。【TRL5】
2. 2027 年度までに、各利用製品の要求特性に応じた高品質な再生材を開発するとともに、バイオマス・再生原料の活用を図る。【TRL5～6】

② 実施内容

研究開発項目①【使用済プラスチックのリサイクルプロセス標準化、高品位再生材の開発】

様々なプラスチック種（PE、PET等）や形状（フィルム、小径等）に対応する静電選別の汎用化に向けた装置開発の他、産学官連携により高品質な再生プラスチック材料を製造するためのリサイクルプロセスの標準化の検討を進めるとともに、自治体とも連携して消費者の行動変容と再生プラスチックの利用用途拡大のため、高品位再生材・バイオマスを活用した用途材を開発する。本項目には高品位化のためのフィルターなどの利用も含まれる。

(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

① 研究開発目標

モデル地域を選定し、当該地域の市民、自治体、リサイクラー等、素材ユーザーと連携した形で、①資源回収ステーション／BOXにおいて、市民参加を促す動機づくり、DPPと連携した資源回収方法、分別アイテムごとの回収状況をリアルタイムで把握する手法の検討、②ソーティングセンターにおいて、分別物の品質保証と人手に頼らない自動センシングプロセス及び物量効率化等の検討を行う。また、「A1：循環市場拡大に資するデジタル基盤構築」で構築する情報共有プラットフォームと連携し、マテリアルフローの見える化をすることによる、安全性／安定性を担保する形でのプラスチック地域循環モデルの実証実験を行う。

また、選別工程から生じる残渣や、分別・選別が困難な混合プラスチック、金属等の異種材料や汚れが付着した雑多で不均質化かつ多様な不純物を含む使用済プラスチックは、マテリアルリサイクルが困難で、新しいリサイクルシステムの構築とそれを推し進める技術開発が不可欠な状況になっていることから、これらに対応するための技術開発も併せて行う。

1. 2027年度までに、動静脈・静動脈連携につながる水平リサイクルの実現に向けたリサイクル技術を開発するとともに、リサイクラーの育成を図る。【TRL5】
2. 2027年度までに、自治体等と連携した資源回収ステーション／BOXの設置、ソーティングセンターの整備など、分別回収拠点の整備・分別の強化を図る。【GRL3～4】
3. 2027年度までに、分別回収・リサイクル技術、デジタル技術等の連携実証による動静脈・静動脈連携モデルを構築する。【BRL5～6】

② 実施内容

研究開発項目①【高度分別・回収を目的とした使用済プラスチックの回収方法の開発】

素材メーカーの需要に基づいたプラスチックを洗浄された状態で分別回収するための回収方法（資源回収ステーション／BOX設置等）を開発するとともに、回収されたプラスチックの種類ごとの資源情報と回収状況をリアルタイムで把握できる方法を開発する。

また、分別・回収されたプラスチックを保管・集約・検品・減容・情報化する機能をもつ実証施設を整備し、日本版 DPP へのトレーサビリティの提供手法を開発する。

加えて、マテリアルリサイクルが困難で、汚れが付着した雑多で不均質かつ多様な不純物を含む使用済プラスチックについて、アップサイクルを可能とする技術を開発する。

(B3) 特殊なプラスチックの選別・循環システム開発

(本テーマは所要の予算措置が講じられ次第実施する。)

① 研究開発目標

再資源化が困難で現時点では焼却されているバイオ・建築資材（塩ビ）由来のプラスチックについて、再資源化に係る循環システムを構築する。古紙、廃衣類、木質素材、建設素材等の循環システムの検討が急がれる分野の廃棄物から再資源化が可能なものを選別し、新たな素材、部品へアップサイクルする。併せて、製品のサプライチェーンのデータを日本版 DPP に連携することで、資源循環の可視化、ビジネスの拡大を図る。

また、選別工程から生じる残渣や、分別・選別が困難な混合プラスチック、金属等の異種材料や汚れが付着した雑多で不均質化かつ多様な不純物を含む廃プラスチックなども日本版 DPP を活用したアップサイクルを可能とする技術開発を行う。

1. 2027 年度までに、動静脈・静動脈連携につながるリサイクル技術の開発と、リサイクラーの育成を図る。【TRL5】
2. 2027 年度までに、バイオマス由来・建築廃材に含まれる廃プラスチックから再生材へアップサイクルする技術を開発する。【TRL5】

② 実施内容

研究開発項目①【解繊したセルロースを使った複合プラスチックの開発】

古紙、廃衣類、木質素材を解繊し、セルロース繊維の高比率な複合化による低コスト化と高強度化により、新たな素材、部品へアップサイクルする技術を開発する。加えて、サプライチェーンのデータを LCA や経済性も含めて統合することで、日本版 DPP の開発につなげる。

研究開発項目②【建設廃材に含まれるプラスチックからの再生材の開発】

建設現場から排出される廃プラスチックのうち、マテリアルリサイクルに適した廃プラスチックを分別して、バイオマス等と混合熔融する技術を開発するとともに、雑多な廃プラスチックについても日本版 DPP 活用したアップサイクルを可能とする技術を開発する。

(C1) 循環性向上と可視化のためのプラットフォーム整備

① 研究開発目標

リサイクル材から作られた製品の品質に対するメーカーの信頼性向上を図ることが実際の市場での資源循環を円滑に回すために必須であることから、SIP 参加企業・アカデミア等の産学官研究者の横連携の活性化に貢献する拠点をづくり、放射光等の日本の最先端技術も活用し、再生材の循環性・耐久性・品質を高めるための技術や、環境負荷が低く、持続可能な原料調達が可能バイオマス樹脂の開発を行う SIP 参画企業を支援するとともに、材料開発に十分な知見を有さないリサイクラーへの技術指導などの支援を行う。また日本版 DPP に貢献する高性能トレーサーを開発する。その成果や課題をフィードバックすることにより、サブ課題 A 及び B の研究開発を支援・加速化する。

1. 2025 年度までに、再生材の試作・環境試験・診断・トレーサー技術開発を一気通貫して行える拠点を設置し、SIP 参画企業における再生材の開発に貢献する。
【TRL5~6】
2. 2025 年度までに、技術課題の抽出を行い、高性能トレーサーの試作を行う。
【TRL5~6】
3. 2025 年度までに、(自動車用、包装材用、家電用) モデル試料を用いて、ヴァージン材とリサイクル材の差分データから、それぞれの実材料の循環因子を可視化する方法論を開発し、2027 年度までに、モデル試料で確立した知見を再生材製品(試作品)に展開し、各企業と連携して循環因子の可視化を図るとともに、再生材料の保証・認定に貢献するデータの仕様、利活用法等について検討する。【TRL4】

② 実施内容

研究開発項目①【産官学の技術課題の協業の活性化に貢献する SIP ラボの設置・運用、循環性を向上させた再生材製品(試作品)の開発】

SIP 参加企業・アカデミア等の産学官研究者が連携し、再生プラスチック材料の試作・環境試験・診断・トレーサー技術を開発し、プラスチックのサーキュラーエコノミーの技術開発拠点(SIP ラボ)を設置する。材料開発に十分な知見を有さないリサイクラーへの技術指導を通じて、再生プラスチック材料のデータセットの作成支援や再生プラスチック材料の品質向上を図るとともに、日本版 DPP の特徴である寿命予測や劣化の可視化などについても検討する。

また、SIP ラボを活用し開発する上記技術は、実際の再生材製品の中でその有効性を確認する必要がある。このため、不可分一体の取組として、所要の予算措置を確保次第、上記技術を用いた循環性・耐久性・品質を高める再生材料に係る研究開発を行い、自動車、家電及び容器包装に係る実用最小限の試作再生材製品(MVP)の開発にむけ必要な技術開発をおこなうことにより、当該技術の有効性を検証するとともに、サブ課題 A の日本

版 DPP やサブ課題 B の動静脈・静動脈モデルの実証と連携（※）してサーキュラーエコノミーの社会実現のための関連技術の社会実装を加速化する。

（※研究開発目標の 1. 及び 2. については、トレーサーを組み込んだ再生材製品（試作品）の開発を通じて得られたデータセット（物性、プラスチックの種類・量、再生プラ比率、安全性等）の有効性をサブ課題 A と連携して確認する。さらに、研究開発目標 3. については、その結果得られた、再生材の品質向上に必要な情報をサブ課題 B の再生材の高度選別、または自治体協力のもとリサイクラーによる高品質回収システムにフィードバックすることで、これらのシステムをアジャイルに構築していく。）