

令和6年度 最終評価様式

諸外国での金属・自然資源等の再生資源の調達等に向けた 国際ルールへの対応と海外調査事業

令和7年5月
環境省

- 実施する重点課題（特に該当するものには◎、そのほかで該当するものには○（複数可）を記載）

業務プロセス転換・ 政策転換に向けた取組	次期SIP/FSより 抽出された取組	SIP成果の社会実装 に向けた取組	スタートアップの事業創出 に向けた取組	若手人材の育成 に向けた取組	研究者や研究活動が 不足解消の取組	国際標準戦略の促進 に向けた取組
	○					

- 関連するSIP課題（該当するものには○を記載）

持続可能な フードチェーン	ヘルスケア	包摂的 コミュニティ	学び方・ 働き方	海洋 安全保障	スマート エネルギー	サーキュラー エコノミー	防災ネット ワーク	インフラ マネジメント	モビリティ プラットフォーム	人協調型 ロボティクス	バーチャル エコノミー	先進的量子 技術基盤	マテリアル 事業化・ 育成エコ
						○							

1. 社会実装に向けた施策・取組等の全体俯瞰の中での成果（進捗の説明）

① 全体概要

① 解決すべき社会課題

- Society5.0の実現には、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）から、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**循環経済（サーキュラーエコノミー）への転換**が重要である。また、世界の状況に目を転ずると、**欧州連合を中心に循環経済への移行に向けた取組が様々な規制・ルール化とセットで進められている**。
- また、企業や団体の経済活動を通じて自然資本へ与える影響や依存を評価し情報開示する枠組みであるTNFD(Taskforce on Nature-related Financial Disclosures:自然関連財務情報開示タスクフォース)の最終版ガイダンスが2023年9月に示され、国内外問わず企業による開示が進んでいる。今後は、日本の商社等が「金属資源や木材/農作物資源等」を調達する際には、**自然資本に負荷をかけないで調達をしていくこと**、すなわち**サーキュラーエコノミーへの転換が国際ルールとしてより強く求められていくこととなる**。
- 日本においては、**SIP/BRIDGEにおいてプラスチックの高度リサイクルに資する技術・枠組みとして、不純物除去技術や再生産プロセスの効率化、国内外の再生材データバンクの構築、TNFDに関する研究開発等**に取組んでいるが、欧州等の動きを鑑みるに、**その他の金属資源や自然資源(木材・農作物等)についての取組も必要である**。

② 取組施策の内容

- ASEAN地域において、以下の2つの調査を行った。ASEAN地域では中古自動車のニーズが高く、日本からの（自動車に含まれる）金属資源の流出先になっていることから、自動車リサイクル**システムの導入支援を通じた金属回収の検討を行うために適切な地域**である。また自然資源の調達においてもASEAN地域は重要な地域である。

テーマ①：ASEAN地域等への展開を見据えて、**日本の解体事業者が培ってきた金属リサイクルの技術・システムを想定し**、比較的短期間の時間軸で**海外でも普及が可能な業務コストが低いものを念頭におきつつ**、国内におけるFS調査とASEAN地域等への展開・国際ルール形成・仲間作りのための課題を整理する調査を実施。

テーマ②：TNFDをはじめとした国際動向の変化で生じる新しいビジネス機会として、リモートセンシング技術等を活用した自然関連の情報開示支援サービスの技術実証を行いつつ、ASEAN地域における課題等の調査を実施。

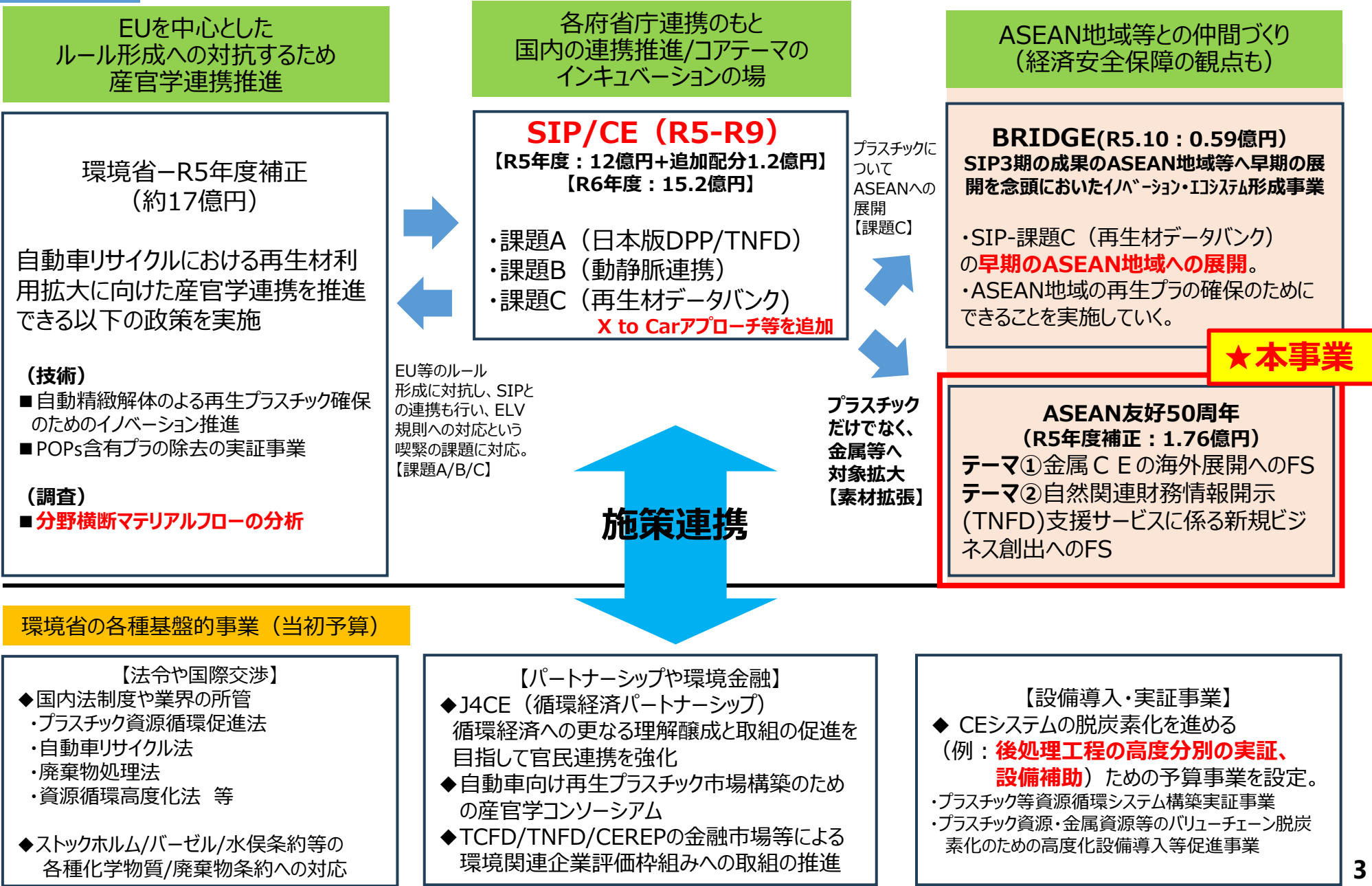
- ASEAN地域におけるサーキュラーエコノミーで日本が主導権を握るには、早い段階で、課題や求められる技術要素、各国のルールへの対応が必要となる。多様な省庁の関係が必要であり、例えば、**①廃棄物処理法や自動車リサイクル法等の資源循環法令に関わる環境省・経産省、②貿易の観点での経産省、③港湾などの輸送システムは国交省、④林業資材とTNFDは農水省・環境省・金融庁等**、内閣府の主導のもと様々な省庁が関わり、アジアの機関（アジアのOECDとされるERIA等を想定）と連携して調査を行い、各省の課題の特定を進め、フィードバックしていくことを想定している。
- それにあたっては、**サーキュラーエコノミーやネイチャーポジティブ**の両施策に取組んでいる環境省を中心として 関係省庁との連携を見据えた上で、FS調査や実証を行うことが重要である。

③ 成果の社会実装

- テーマ①：既存設備に実装可能な本実証の成果である脳型AIによる破碎工程の自動化技術は、今後自動車だけでも1億トン以上の資源発生が見込まれるASEANにおける金属スクラップの資源循環を促し、日本の資源循環産業の国際展開や持続可能なサプライチェーンの構築が期待される。
- テーマ②：成果を自然資本のフットプリントを評価するネイチャーフットプリント（BRIDGE研究開発型にて開発）等に統合することで、特に洪水・渇水にかかる指標は、算定変数としてグローバルスケールでの活用可能性がある。

1. 社会実装に向けた施策・取組等の全体俯瞰の中での成果（進捗の説明）

② 全体俯瞰図



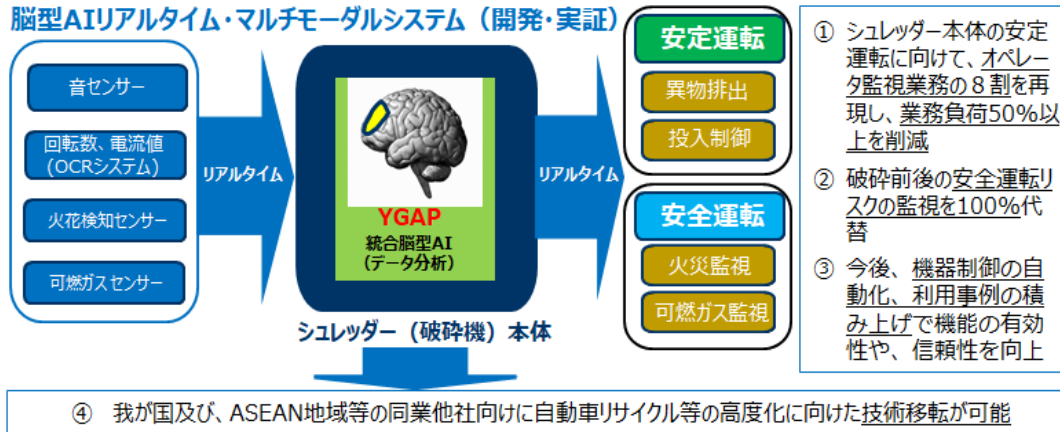
2. 研究成果及び出口戦略、達成状況（取組全期間）

テーマ

①サーキュラーエコノミー（循環経済） 海外調査・技術実証～自動車リサイクルにおける脳型AIによる破碎工程の自動化技術の開発と実証～

① 研究成果及び達成状況

- ・自動車リサイクルの破碎工程において、音響、回転数、電流値、可燃系ガス、火花等の各種センサーと連動した脳型AIリアルタイム・マルチモーダルシステムを用いて、異物混入の判断、運転状態、危険感知など**安定運転、安全運転の判断を自動化する効率的な管理手法の確立**が図れた。
- ・今後のASEAN地域等における機械導入の進捗に伴う生産効率性や安全性の向上のみならず、人手不足や労働者の離職率の問題の解消にも結びつく可能性がある。



② 出口戦略・研究成果の波及

- ・脳型AIシステムによる効率的な管理手法の活用は、国内外の大型シュレッダー等を有する**同業他社等においても利用ニーズが高く**、さらに、既存設備に後から搭載でき、深層学習型AIと比較した場合の**業務負荷が低く普及も容易**であることから、実際の現場利用を通じて、**機能の有効性の確認と信頼性の向上を図りつつ、同業他社との連携を通じた利用事例の積み上げ、横展開が必要**となる。
- ・ASEAN地域等では、先端的な技術（AI・ICT、量子技術等）と日本に強みがある循環産業の技術を融合させた技術が、一足飛びに導入される可能性があるため、現地企業と連携して日本企業の展開チャンスを見定める必要がある。

③ 目標達成状況等の特記事項

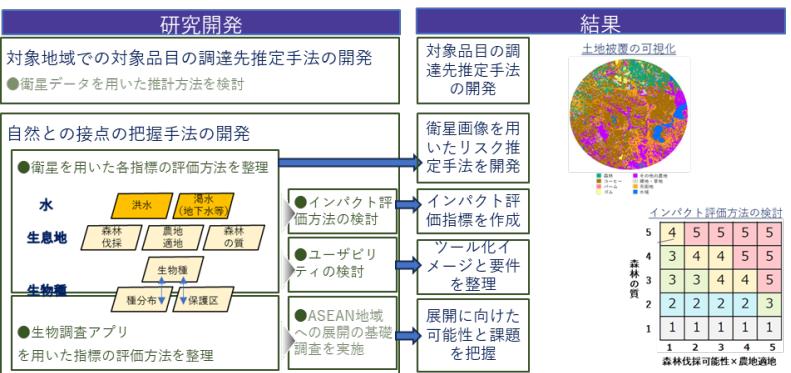
- ・技術面においては、機器制御の自動化の検証、利用事例を通じた機能の有効性（通信安定性を含む）の確認、信頼性の向上が必要となる。また、設備設置にあたり、シュレッダー工場における振動、粉塵、防水、スクラップ飛散等の特殊性を考慮した機器の選定が必要となる。
- ・ASEAN地域向けの展開に向けては、今後のシュレッダ設備の導入拡大の動向を見極めつつ、中長期的な視点に基づく官民連携によるASEAN地域でのルール形成の支援のための取組が必要となる。

2. 研究成果及び出口戦略、達成状況（取組全期間）

テーマ ②先端技術を用いたASEAN地域からの自然資本のサステナブル調達の評価検証事業

① 研究成果及び達成状況

- ・自然資本(コーヒー、天然ゴム等)の調達先について、衛星データを活用することで**土地被覆図の作成(planet画像)**、**農地の抽出(Sentinel-2)を可能とした推計手法を確立**した(右図)。また、水・生物種・生息地に関する指標とそれらを用いた**インパクト評価指標を開発**した。
- ・生物調査アプリはASEAN地域での導入に向けて、現地調査により**動物80種、植物55種**を確認。
- ・インパクト評価指標は、各指標の統合方法や活用方法を勘案し、評価指標案を検討した。更に、金融商品における実用可能性及び事業者でのツール化要件についてヒアリング調査を実施し、活用可能な方法や今後の課題に関する整理を実施した。また、視覚的に把握できるツールを検討(ユーザビリティの把握)し、**事業者と金融機関等3社へのヒアリングを通じて本事業成果のツール化に向けた必要条件の確認**を実施した。自然との接点(農地)の推定や指標、ユーザーインターフェース要望、森林変化状況やその要因、保護区情報、農作物の変化にかかる情報など、追加の必要性についても示唆を得た。



② 出口戦略・研究成果の波及

- ・事業者における**サステナビリティ調達の推進に加え、EUDR等の規制導入対象の評価の活用も期待**される。算定ロジックに基づく積み上げ式のライフサイクルアセスメント手法の指標の検証に活用も期待される。
- ・本成果の定量指標を自然資本のフットプリントを評価する**ネイチャーフットプリント等へ統合なども想定**され、世界規模でのデータ収集が可能となれば、特に洪水・渇水にかかる指標は算定変数としてグローバルスケールでの活用可能性がある。
- ・**民間企業(複数社)に対して新規事業拠点のアセスメントでの活用及び調達のトレーサビリティでの活用を提案**している。
- ・「Mizuho自然資本インパクトファイナンス」等のサステナブルファイナンス商品での活用に関しては、顧客ニーズが起点となるため、ファイナンス及びコンサルティングニーズの有無について認識を深めることが必要。

③ 目標達成状況等の特記事項

- ・経年モニタリングで要求されるデータの時間的な連続性や、一部の評価指標は1年程度では大きな変動がなく環境の変化に対して評価指標が連動しない(反応性が低い)点に課題があり、経年モニタリングなどの短期的な利用には向いていない点がある。他方、事業場所のリスクなどの時間的な連続性の不要な評価には活用される可能性がある。
- ・インパクト評価指標について、現時点では実用化に向けた課題があるため、更なるブラッシュアップが必要となる。

3. 到達目標（KPI）に対する実績

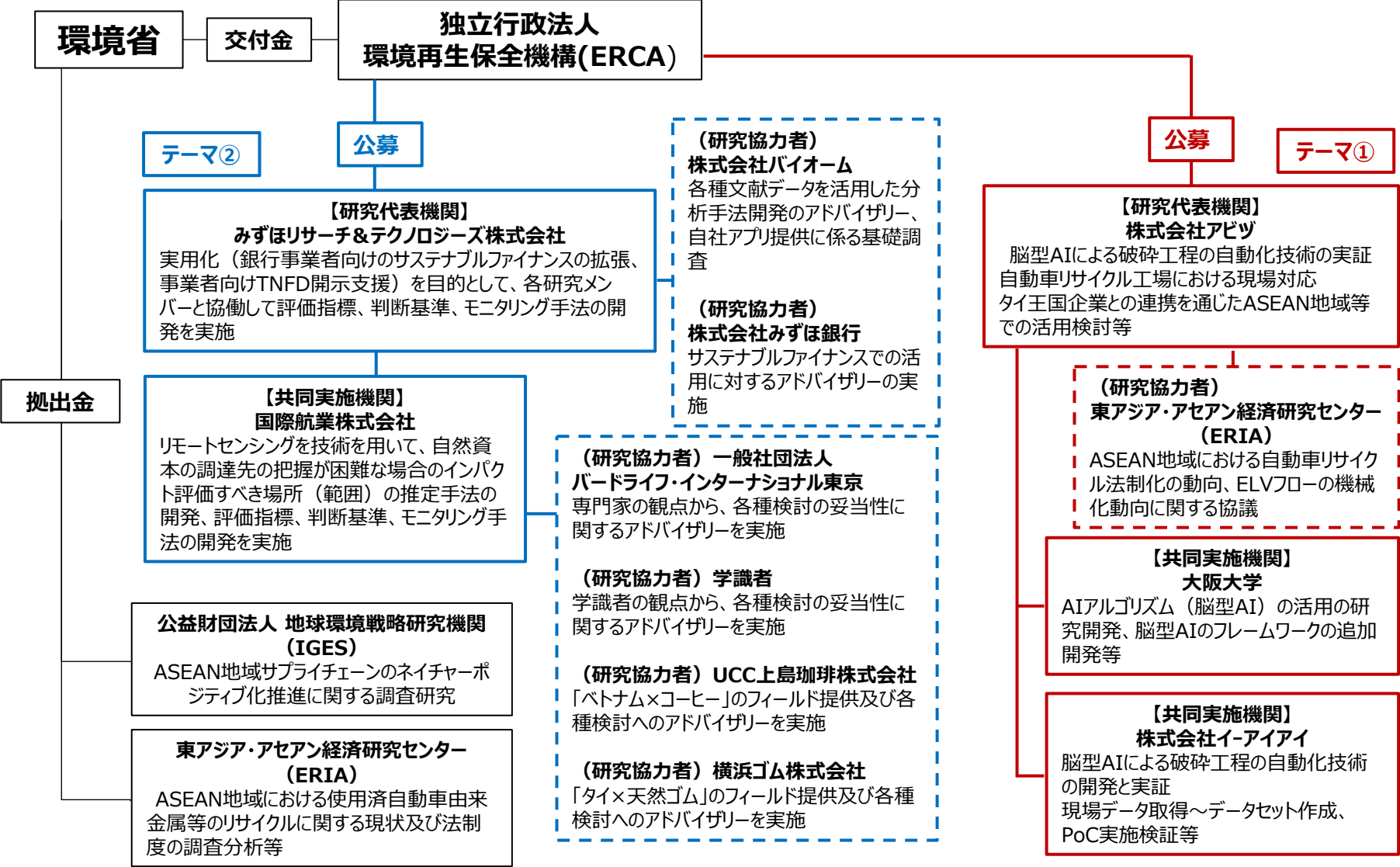
テーマ名	実施内容の概要と到達目標（KPI）	到達目標（KPI）に対する実績	最終年度（単年度）の実施内容と実績
①サーキュラーエコノミー（循環経済）海外調査・技術実証～自動車リサイクルにおける脳型AIによる破碎工程の自動化技術の開発と実証～	【実施内容 1】：脳型AIを活用した「安定運転」の実証モデルの開発 ア） 脳型AIを用いた安定・安全に係る判定システムを開発する。（運転業務の80%を自動化するシステム基盤技術の確立） イ） システムの判定精度、コスト等を対象に、従来のオペレータによる判定・運転と比較し、有効性と効果の評価・検証を行う。（現場実証（PoC）による成果の獲得） ウ） 今後の実用化開発に向けた必要事項と対応方法を明確化すること。（実運用に向けた方法論の明確化） 【実施内容 2】：ASEAN地域等における活用に向けた検討 ア） 現場運用の実現可能性を整理する。（開発成果の拡大に向けた方法論の明確化） イ） ASEAN地域等における技術移転ニーズを明確にする。（ASEAN地域等における技術移転の可能性の検討）	【実施内容 1】 ア） オペレータを常駐から解放し、80%以上の自動化の可能性を確認した。 イ） 異物混入に対するオペレータ判定記録（作業記録）の100%を脳型AIによって検出できることを確認した。また、脳型AIによる検出と合わせたマルチモーダルシステムが実現できる可能性を確認できた。 ウ） 右の通り 【実施内容 2】 ア） 右の通り イ） 右の通り	【実施内容 1】 ア） ①音声（破碎機）、②画像（回転数、電流値）のアナログ数値をOCR技術等を用いて、デジタルデータへ変換を行い、脳型AIを用いた判定システム（以後「脳型AIシステム」という。）を開発した。脳型AIシステムでは脳型AIによる100%精度で異物混入の検出技術を実現、また回転数・電流値から破碎機へのスクラップ投入量の最適化手法を確立、運転自動化に向けた基盤技術として有効性を確認した。 また、①画像（破碎機出口）、②VOC濃度の検知器（破碎機入口）を用いて、脳型AI活用を用いた判定システム（以後「火花、VOC濃度判定」という。）を開発した。火花、VOC濃度判定では100%の精度での検知が確認でき、業務負荷の削減が得られた。 ウ） 脳型AIシステムでは、脳型AIの異物混入検知がオペレータ作業開始に対して数秒～2分早い要因と対策手法の確立が必要である。火花、VOC濃度判定においては、統合システムにおけるネットワーク環境の構築以外の障害はないことが確認できた。 【実施内容 2】 ア） 破碎設備を有する同業他社（100社）には、独自ネットワークを活用し、脳型AIの利用価値を共有していくことを確認。現場運用の課題対応（通信安定性の確保等）は継続する。 イ） 脳型AIシステムの活用は、生産効率の向上や、人手不足や労働者の離職率の問題解決に寄与するため、現地にて面談を実施し従業員の離職の多さや技術継承の問題を明確にして今後のニーズを把握した。また、最新の設備ではなく先進国からの中古設備を導入している現状を踏まえ、後付け可能なパッケージシステムを構築した。

3. 到達目標（KPI）に対する実績

テーマ名	実施内容の概要と到達目標（KPI）	到達目標（KPI）に対する実績	最終年度（単年度）の実施内容と実績
②先端技術を用いたASEAN地域からの自然資本のサステナブル調達の評価検証事業	【実施内容 1】：自然資本の調達先(インパクト評価すべき場所(範囲))の推定手法の開発。 【実施内容 2】：自然との接点の依存・影響の把握・精緻化。 【実施内容 3】：インパクト評価指標、判断基準、モニタリング手法の検討。 【実施内容 4】：ユーザビリティの検討。	【実施内容 1】：調達先を推定する手法として、一次加工場所の位置情報と衛星データの解析技術を用いた栽培地域の推定手法を開発。 【実施内容 2】：水・生物多様性(生息地)・生物多様性(生物種)について、自然への依存・影響の把握の精緻化方法を開発。 【実施内容 3】：自然・水・農地適地の観点から事業拠点の評価を行う評価指標を開発し、金融機関等の判断基準を整理、モニタリングに必要となるデータの連続性を検討。 【実施内容 4】：知識のない事業者でも調達先の推定手法や評価指標を活用しやすくなるためのユーザーインターフェース導入条件を検討。	【実施内容 1】：事業者ヒアリングを用いて品目ごとに一次加工場所から生産範囲を把握する手法を検討。土地被覆の特徴から衛星データを用いて解析する手法を開発した。(75～80%の精度でplanet画像からの土地被覆図の作成、Sentinel-2からの農地の抽出が可能) 【実施内容 2】：既存のデータを複数組み合わせ、衛星データを分析するモデルを開発。生物種については、衛星データだけではなく、生物調査アプリのASEAN地域への導入にかかる条件整理も実施した。生物調査アプリについてはASEAN地域での導入にかかる検討として、現地調査を行い、動物80形態種、植物55形態種を確認した。現地適用にかかる課題として、同定にかかる現地情報体制の構築が課題であるものの現地の大学とのディスカッションも行い、データベースの整備が整えば支援できる体制であることを確認した。 【実施内容 3】：評価指標については学識者のアドバイスを受けて評価指標を開発した。金融機関へのヒアリングを実施し、判断基準の観点を整理し、ヒアリング結果とデータの連続性を組み合わせモニタリング手法の条件や課題を整理した。 【実施内容 4】：実用化に向けたモデルイメージを作成し、事業者等にヒアリング調査を実施して、実用化に向けた必要要件を確認した。

4. 実施体制及び実施者の役割分担

テーマ①：サーキュラーエコノミー（循環経済）海外調査・技術実証
テーマ②：先端技術を用いたASEAN地域からの自然資本のサステナブル調達の評価検証事業



5. 民間研究開発投資誘発効果及びマッチングファンド

① 民間研究開発投資誘発効果（財政支出の効率化）

テーマ①：サーキュラーエコノミー（循環経済）の海外調査・技術実証

・日本には170基のシュレッダープラントが実装されており、うち110基が廃自動車の処理に対応している。日本国内での廃自動車処理台数は毎年250～300万台であり95%程度がシュレッダーによる処理となっている。廃棄までの平均の使用年数は13～15年である。1980年代にはシュレッダーダストの不法投棄等が社会問題にもなったが、今後のサーキュラーエコノミーへの規制や再資源化の取り組みを考えるとシュレッダー処理は欠かせない処理フローとなっている。ASEANの自動車保有台数は7000万台を超えており日本の保有台数と同レベルまで来ているが、廃棄のプロセスは不明瞭な点が多く鉄鋼業の能力増強や資源確保の観点からシュレッダー設置台数は現状の28基から今後増加する見込みである。

・他方、ASEAN地域の高学歴化やワーカー不足によりリサイクル業への人材確保は深刻化しておりタイ王国においても他国からの出稼ぎに頼っている現状から練度の低いワーカーによるシュレッダー稼働は結果として火災、爆発のリスクを助長するものになっており、脳型AIによる安定運転、安全運転の確立は火災、爆発などの人的・環境的な側面からも必要不可欠となっている。しかしながらシュレッダーは高額な設備であるためASEAN地域では日本や欧州からの中古設備の導入が多いため自動化には程遠いオペレーションになっており既存設備に実装可能な本実証の成果である脳型AIによる破碎工程の自動化技術は今後自動車だけでも1億トン以上の資源を回収するASEANからの金属スクラップの日本への輸入による国際資源循環に大いに寄与することが想定される。

テーマ②：先端技術を用いたASEAN地域からの自然資本のサステナブル調達の評価検証事業

・世界経済フォーラムが2020年に推計した試算によると、2030年までに「ネイチャーポジティブなソリューションへの転換」によって10兆ドルのビジネスチャンスと約4億人の雇用が創出されるといわれており、日本においてもネイチャーポジティブ経済への移行に伴い、2030年時点で年47兆円のビジネス機会が生まれると推計されている。

・実際に、企業や団体の経済活動を通じて自然資本へ与える影響や依存を評価し情報開示する枠組みであるTNFDには、100社以上の日系企業が賛同している。自社の活動を適切に把握しリスクや機会の分析を行いつつ情報を開示する取り組み状況から、自然資本にかかる取組も脱炭素施策同様に重要であるという認知が急速に進んでいると考えられる。

・また、サステナブル投資は、近年全世界的に拡大傾向にあり、2020年断面では、4,942兆1,400億円(1ドル=140円換算)であり、国内でも40兆円規模と規模の大きい市場である。今後グリーン経済への移行が進んでいく中、サステナ関連の投融資は今後さらに伸びていくことが想定される。例えば、〈みずほ〉においても、既に掲げていた2030年時点で、25兆円とするサステナファイナンス関連目標(2019年度以降の累計額)を4倍の100兆円にまで引き上げたところである。

・サステナビリティに関するリスクの把握やインパクトの評価が進むことによって、情報開示の内容やリスク把握が精緻となり、自然資本関連の投融資が円滑に進むことが期待される。

5. 民間研究開発投資誘発効果及びマッチングファンド

② 民間からの貢献度（マッチングファンド）

合計【7,100万円以上】

テーマ①：サーキュラーエコノミー（循環経済）の海外調査・技術実証：

・脳型AIを活用した破砕工程の自動化における既存設備への実装評価を実施するため、総額約5,900万円の民間投資を呼び込んだ。

テーマ②：先端技術を用いたASEAN地域からの自然資本のサステイナブル調達の評価検証事業：・金融機関やコンサル等とのディスカッションや実用化に向けた検討(民間事業者での活用検討対応)のため、総額約1,200万円の民間投資を呼び込んだ。