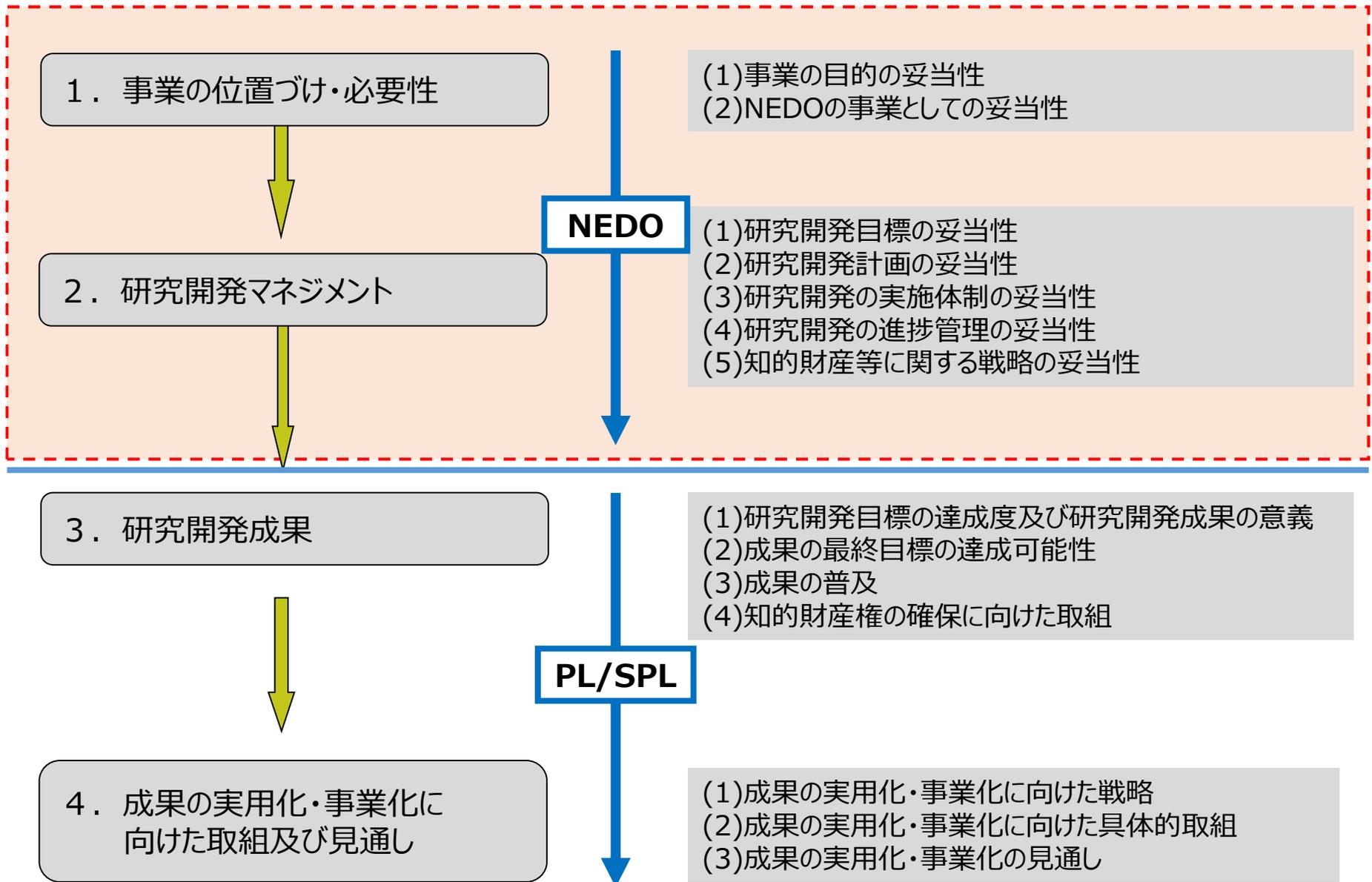


「カーボンリサイクル実現を加速する バイオ由来製品生産技術の開発」 (中間評価)

(2020年度～2026年度 7年間)
プロジェクトの概要 (公開)

5.1 「事業の位置付け・必要性」、「研究開発マネジメント」

NEDO材料・ナノテクノロジー部
2022年9月6日

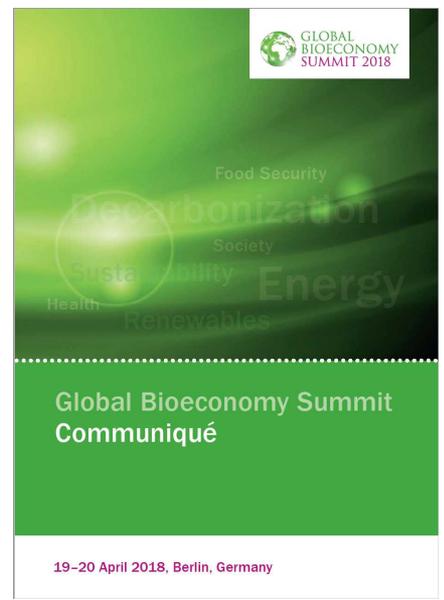


◆事業実施の背景と事業の目的

<世界的な動向>

- OECDにより、バイオテクノロジーは経済生産に大きく貢献できる市場（産業群）としてバイオエコノミー（Bioeconomy）という概念が提唱された。
- 世界各国がバイオエコノミーの発展に関連した戦略政策を策定。

Bioeconomy Policies around the World

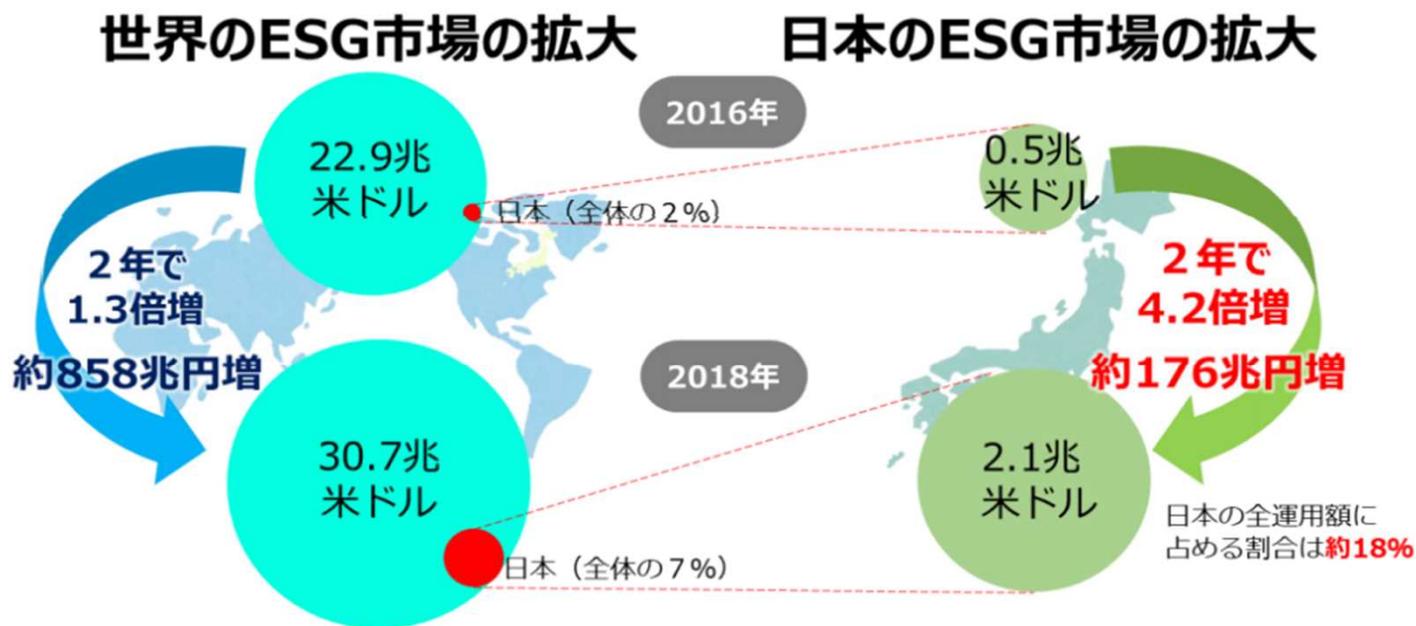


出典：“German Bioeconomy Council”

◆事業実施の背景と事業の目的

＜ESG投資の拡大＞

- 環境（Environment）、社会（Social）、企業統治（Governance）を考慮して投資をおこなう「ESG投資」が世界中で拡大している。環境への配慮は企業にとっても取り組むべき重要課題。
- 先進国を中心に、企業も生き残りをかけて、カーボンニュートラルを目指す技術のイノベーションの開発に大規模な投資をおこなっている。

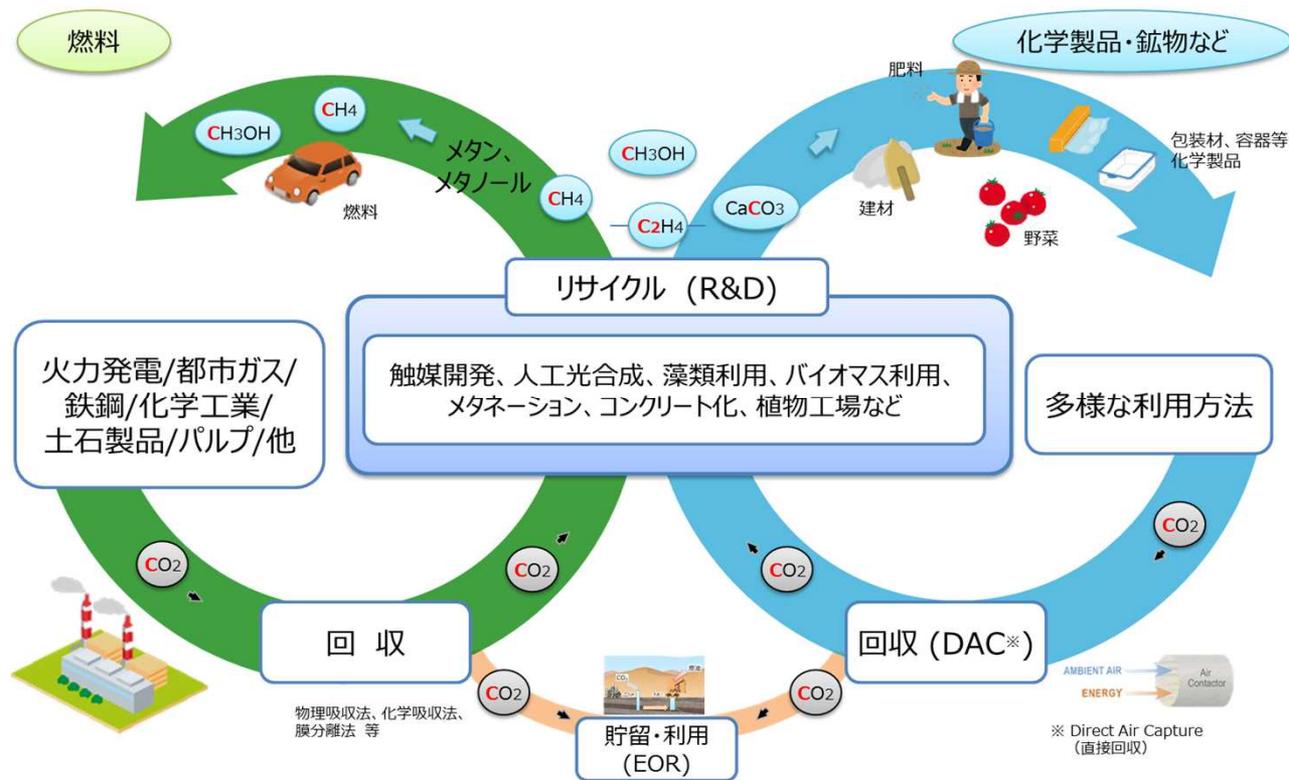


(出典) NPO法人 日本サステナブル投資フォーラム公表資料より環境省作成

◆ 事業実施の背景と事業の目的

＜カーボンリサイクルと経産省の取り組み＞

- パリ協定、持続可能な開発目標（SDGs）を受けて、2050年カーボンニュートラルに向けて**世界的に低炭素・脱炭素化**といった**社会的課題解決と持続的経済成長の両立**が求められている。
- CO₂を資源として捉え、これを分離・回収し、コンクリート、化学品、燃料など多様な製品として再利用するとともに、大気中へのCO₂排出を抑制する技術に係る研究開発・事業化を加速。



◆事業実施の背景と事業の目的

＜カーボンリサイクル技術ロードマップのスコープ＞

- 2030年を比較的短期のターゲットとして、2040年以降を中長期のターゲットとして定めている。
- カーボンリサイクル技術は、CO₂を資源として捉え、少量でも、既存製品を置き換えた分だけCO₂が利用できる。**一つでも多くの分野での技術の確立、普及を目指す。**

2030年：早期の普及実現を目指すもの。

- ① CO₂を利用しやすい環境の確立（分離・回収・利用の低コスト化）
- ② 既に基礎技術が確立し、低コスト化を図ることで既存製品の代替が可能なもの
（水素の低コストでの利用を前提としないもの、高付加価値で代替が進みやすいもの）

2040年以降：中長期に普及を目指すもの。

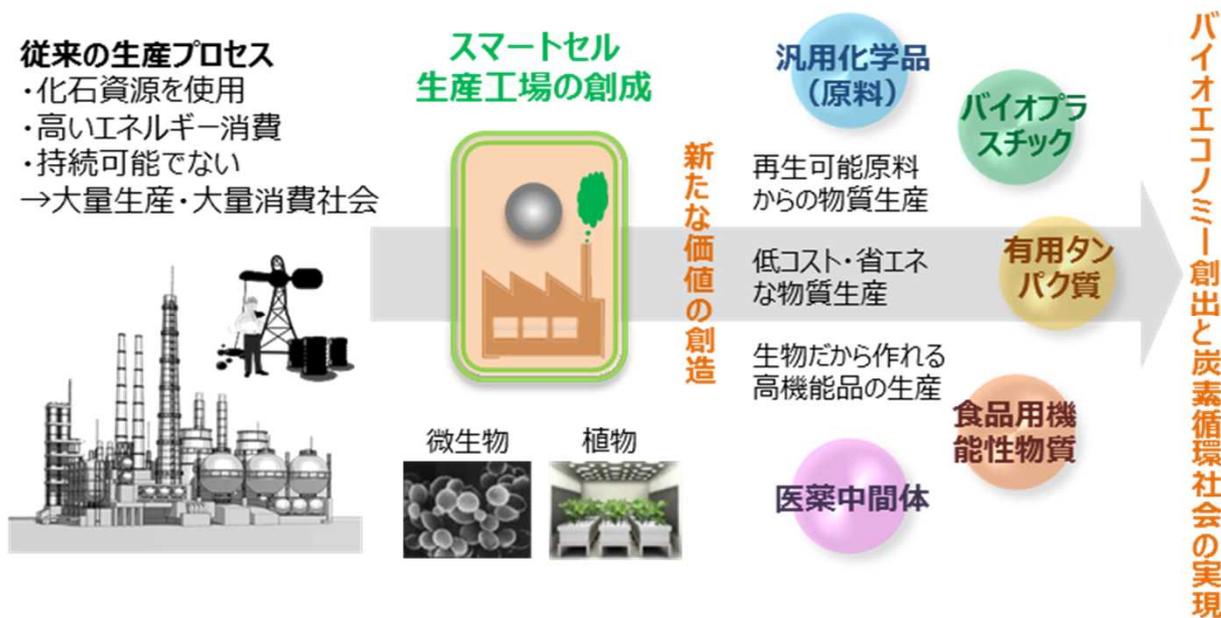
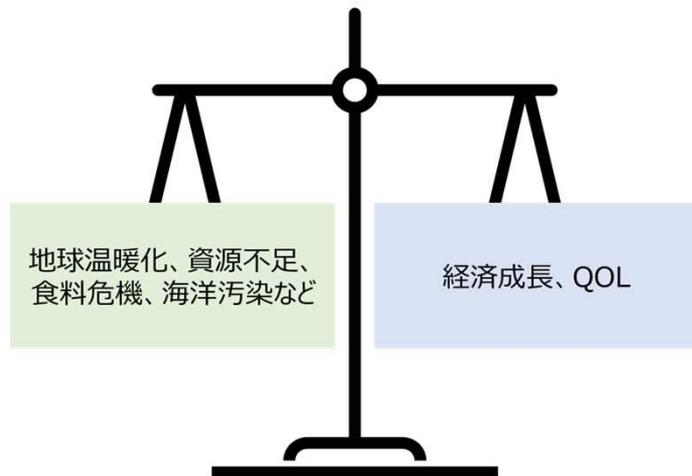
- いまだ未確立の技術である一方、実現した場合、CO₂利用量が多いもの
（水素の低コストでの利用を前提とするもの）

	2030（短期）	2040以降（中長期）
分野	水素が不要なものや高付加価値なものから導入 <ul style="list-style-type: none"> ・ 化学品（ポリカーボネート等） ・ 液体燃料（バイオジェット燃料等） ・ 鋳物（コンクリート製品：道路ブロック等） 	需要が多い汎用品に拡大 <ul style="list-style-type: none"> ・ 化学品（汎用品：オレフィン、BTX等） ・ 燃料（ガス、液体：メタン、合成燃料等） ・ 鋳物（コンクリート製品：汎用品）

◆ 事業実施の背景と事業の目的

＜バイオものづくりの重要性＞

- 産業界には温室効果ガス削減、炭素循環社会の実現等の社会課題解決と持続的経済成長の両方が求められてきている。
- 課題解決に必要な重要技術としてバイオ技術は重要な選択肢のひとつといえる。
- 持続可能な社会に向けて生物機能を活用したものづくりの加速を目指す



◆政策的位置付け

<日本のバイオエコノミー戦略>

- 「バイオ戦略」(2019)。2030年に世界最先端のバイオエコノミー社会の実現に向けて、重点市場領域にバイオ生産システムが設定されている。
- 「バイオ戦略」(2020)。グローバルバイオコミュニティを2地域(東京圏・関西圏)認定し、バイオ製造実証・人材育成機能の整備を進めることに言及されている。

2019・・・重点市場領域：バイオ生産システム

<市場領域>	
➡	① 高機能バイオ素材(軽量性、耐久性、安全性)
➡	② バイオプラスチック(汎用プラスチック代替)
	③ 持続的・一次生産システム
	④ 有機廃棄物・有機排水処理
	⑤ 生活改善ヘルスケア、機能性食品、デジタルヘルス
➡	⑥ バイオ医薬品・再生医療・細胞治療・遺伝子治療関連産業
➡	⑦ バイオ生産システム<工業・食料生産関連(生物機能を利用した生産)>
➡	⑧ バイオ関連分析・測定・実験システム
	⑨ 木材活用大型建築、スマート林業

2020・・・グローバルバイオコミュニティの形成
バイオ製造実証・人材育成機能の整備

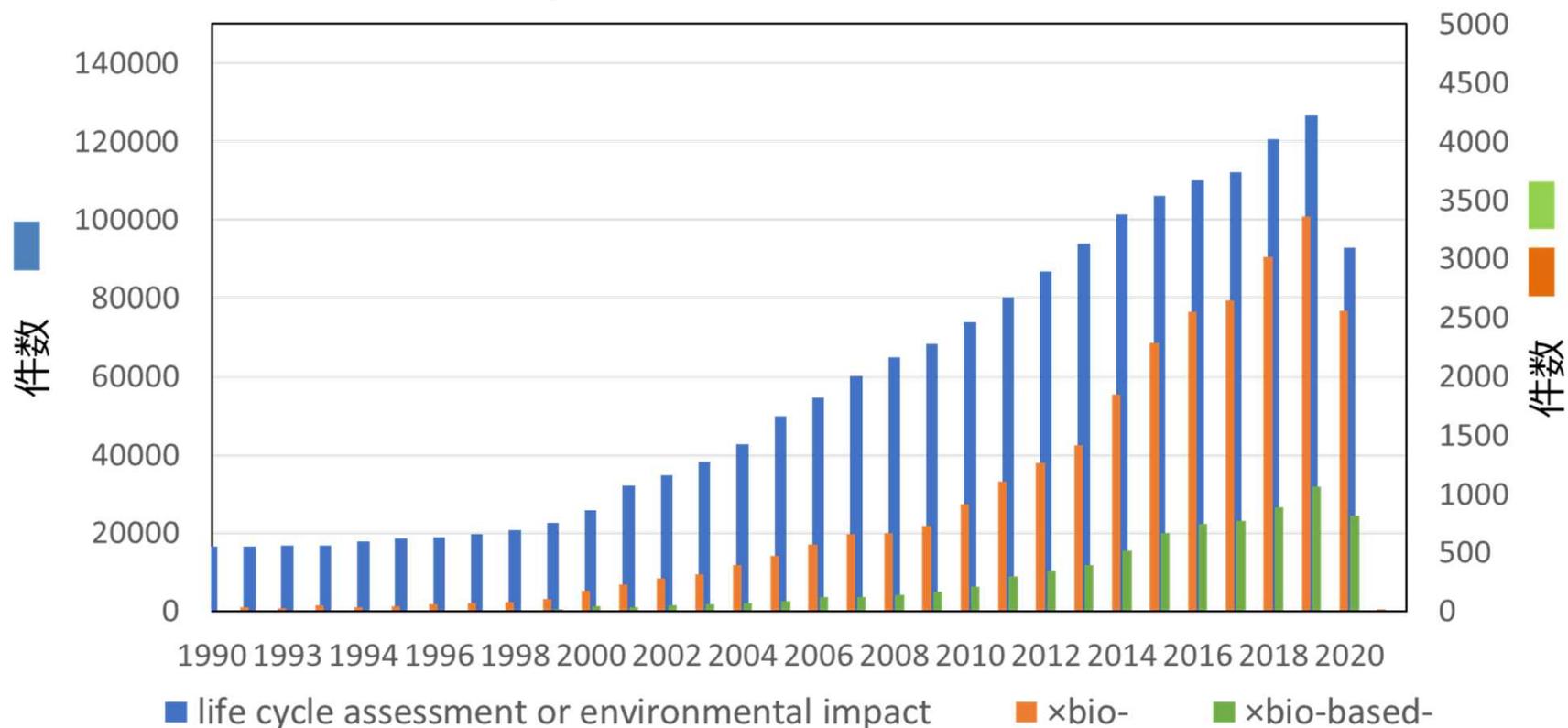
バイオ戦略2020(基盤的施策)の概要	
1	新型コロナウイルス感染症対策に係る研究開発等の推進 ・ 診断法、治療法、ワクチン開発、機器・システム開発、環境整備等、国際連携 ・ ワクチンの早期実用化のための体制整備(生産体制の整備)
2	市場獲得を実現するデータ連携促進 ・ バイオデータ連携・利活用に関するガイドライン(仮称)の策定：ニーズ別の議論の促進、市場領域ロードマップ反映 > テーマ設定 : 例:シジミ等の海洋生分解性プラスチック代替による環境負荷の低減 > 必要な仕組み等の検討・設計 : 例:生分解性プラスチックの表示制度の創設 > データ連携・利活用 : 例:表示制度を運用するためのデータ連携
3	グローバルバイオコミュニティ・地域バイオコミュニティの形成 ・ グローバルバイオコミュニティ(2地域程度)・地域バイオコミュニティ(数都市程度)の認定、連携促進、市場領域の推進、国内外への情報発信 > コミュニティ内で、オープンイノベーション、ESG等の観点から企業等を評価し、長・官による投資を促進 ・ グローバルバイオコミュニティにおけるバイオ製造実証・人材育成機能の整備
4	バイオ戦略2019に沿って遅滞なく取り組むべき基盤的施策(市場領域関連) ・ 迅速な経済回復を見据え、バイオ戦略の市場領域におけるデータ関連、バイオコミュニティ形成関連等、制度整備関連等バイオ戦略2019に沿った基盤的施策を遅滞なく推進
5	バイオ戦略を推進する司令塔機能の強化 ・ 全体目標の評価：KPIを設定し、定量的、定性面から有識者会議で評価を実施 ・ 市場領域ロードマップ策定、バイオコミュニティの認定、ガイドラインの策定：各省施策の関連付けを推進

◆技術戦略上の位置付け

＜LCAの重要性＞

- 環境影響を可視化する取り組み（Life Cycle Assessment：LCA）報告例が増加、特に“バイオ”については、2010年以降急加速、関心が高まっている。

Life Cycle Assessment関連の論文数

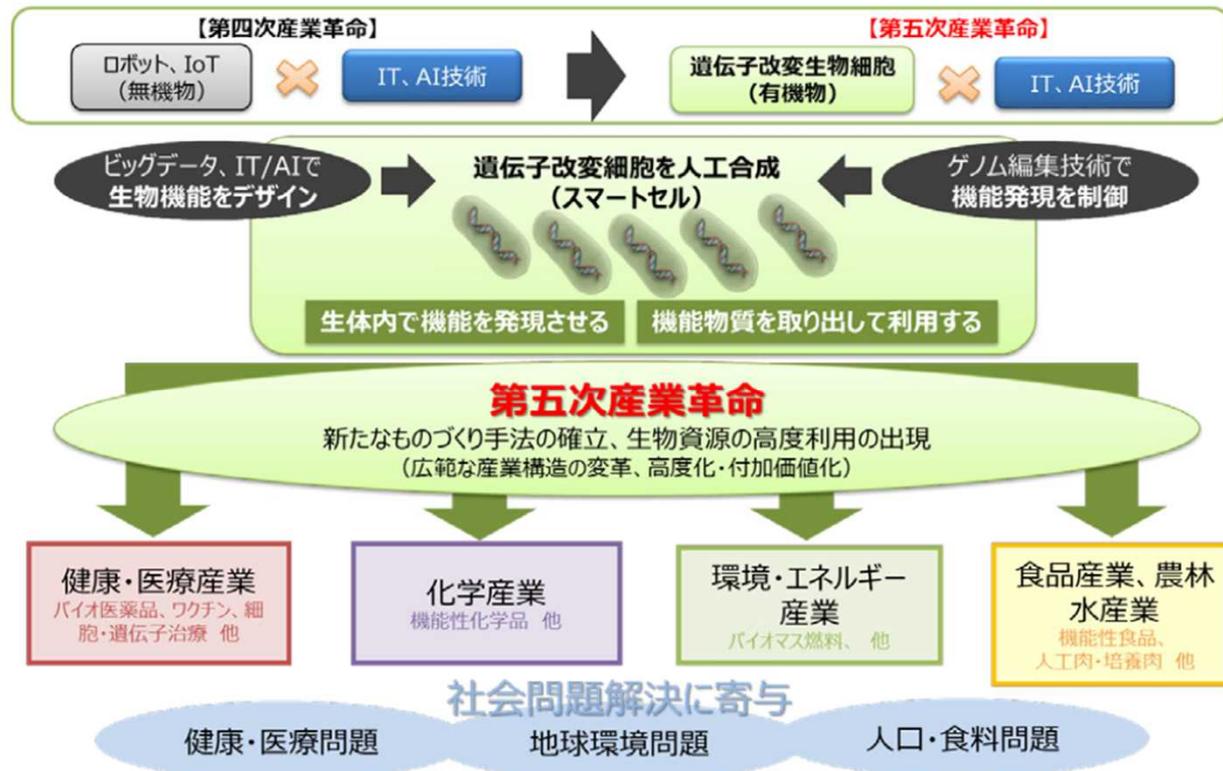


出所：PubMedにて検索結果を基にNEDO技術戦略研究センター作成

◆政策的位置付け

＜経産省バイオ政策＞

- 高度に機能がデザインされ、機能発現が制御された生物細胞（＝スマートセル）を活用し、生物機能を活用した新たな産業群「スマートセルインダストリー」の創生を目指す。
- 前身事業（2016-2021年度 NEDOスマートセルプロジェクト）を踏まえ、バイオ資源の活用とスケールアップでの課題解決を行う本事業を立案・着手。

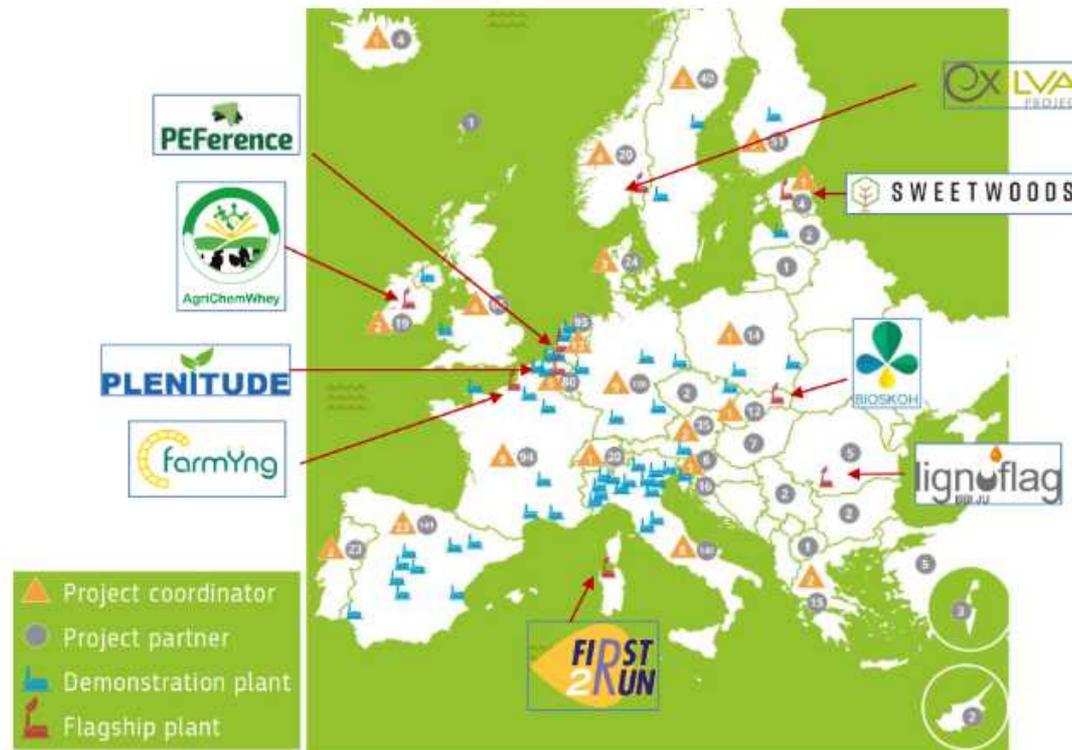


◆ 国内外の研究開発の動向

＜海外の取組例＞

- 欧米では研究開発と市場のギャップを埋める支援策として、スケールアップ検証のためのデモプラントの建設やバイオフィウンドリを有する研究開発施設の整備が進む。
- 例えば、欧州ではBio-based Industries Joint Undertaking (BBI JU) から支援を受けているDEMO/FLAGSHIPプロジェクトが各地で進行中。

＜欧州のDEMO/FLAGSHIPプロジェクト参画状況＞



◆他事業との関係

- バイオによるものづくりを加速させるため、スマートセルPJの成果も活用しつつ、取り組むことができなかったさらなる課題に着手。
- 本事業では、産業用スマートセルの創出や生産プロセスの効率化を目指し、技術開発・バイオ生産実証拠点整備・人材育成に取り組む。

2016-2021 (スマートセルPJ)

2020-2026 (バイオものづくりPJ)

NEDO／植物等の生物を用いた高機能品生産技術の開発

- ・多様な生物情報を活用し合理的な生物育種
- ・スマートセル創出に関する各種要素技術を開発

NEDO／カーボンリサイクル実現を加速するバイオ由来製品生産技術の開発

- ・工業化に向けたバイオ生産プロセスの開発
- ・生産プロセス条件と育種の関連付けが可能な統合解析システムの開発
- ・バイオファウンドリ基盤の整備

実生産までのギャップを縮め、橋渡す研究開発プロジェクト



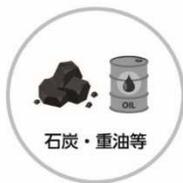
＜本事業の概要＞

＜国が整備する共通基盤＞

- バイオものづくりに関わる各種技術
- バイオ生産実証拠点
- 人材育成

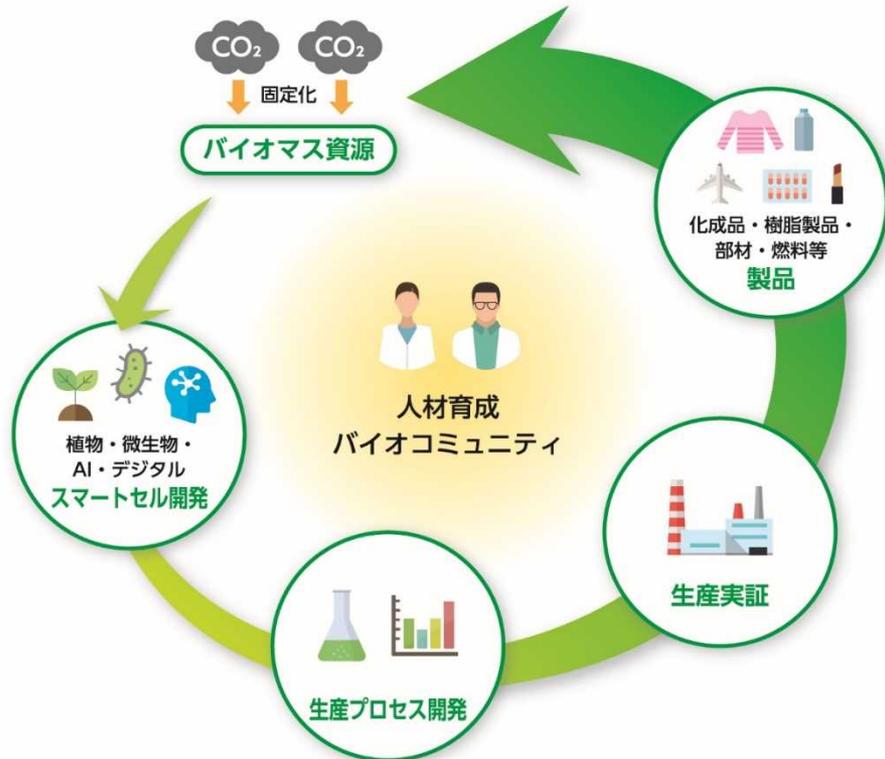
化石資源に依存したものづくり

- ・ CO₂排出量増大
- ・ 環境負荷



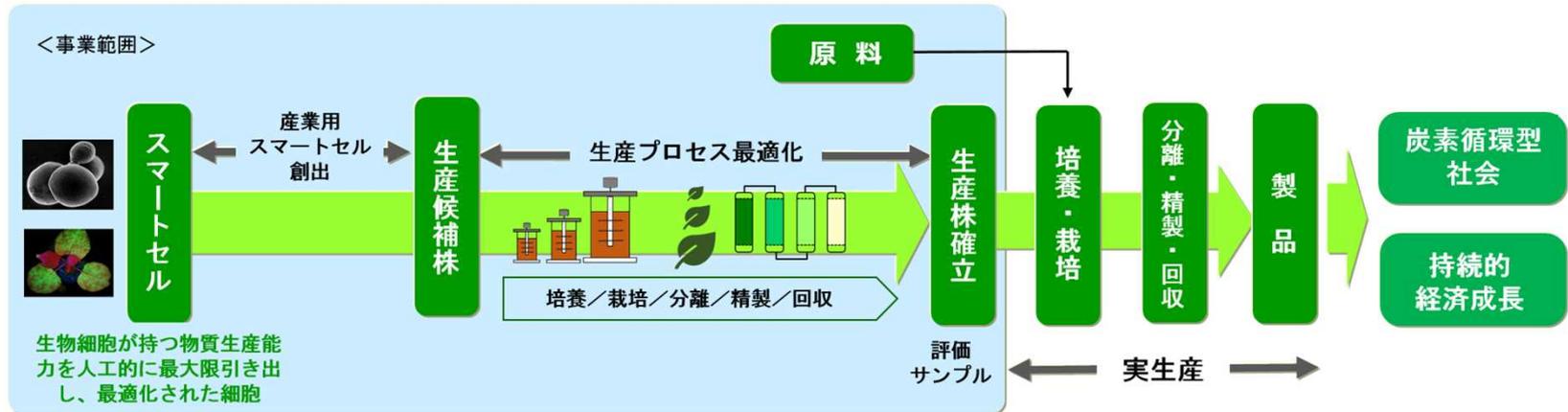
リサイクルやCCUSにより循環型社会を目指す

持続性のあるバイオによるものづくり



バイオエコノミー社会の実現を目指す

＜本事業の概要＞



研究開発項目①バイオ資源活用促進基盤技術開発
研究開発項目②生産プロセスのバイオファウンドリ基盤技術開発

＜共通基盤＞

● バイオものづくりに関わる各種技術開発

バイオ資源活用促進のための技術、生産プロセスに関わる各種技術

● バイオ生産実証拠点の整備

実生産への橋渡しを可能とするスケールを有し、スケールアップ・プロセス検討や試作を可能とする場

● 人材育成

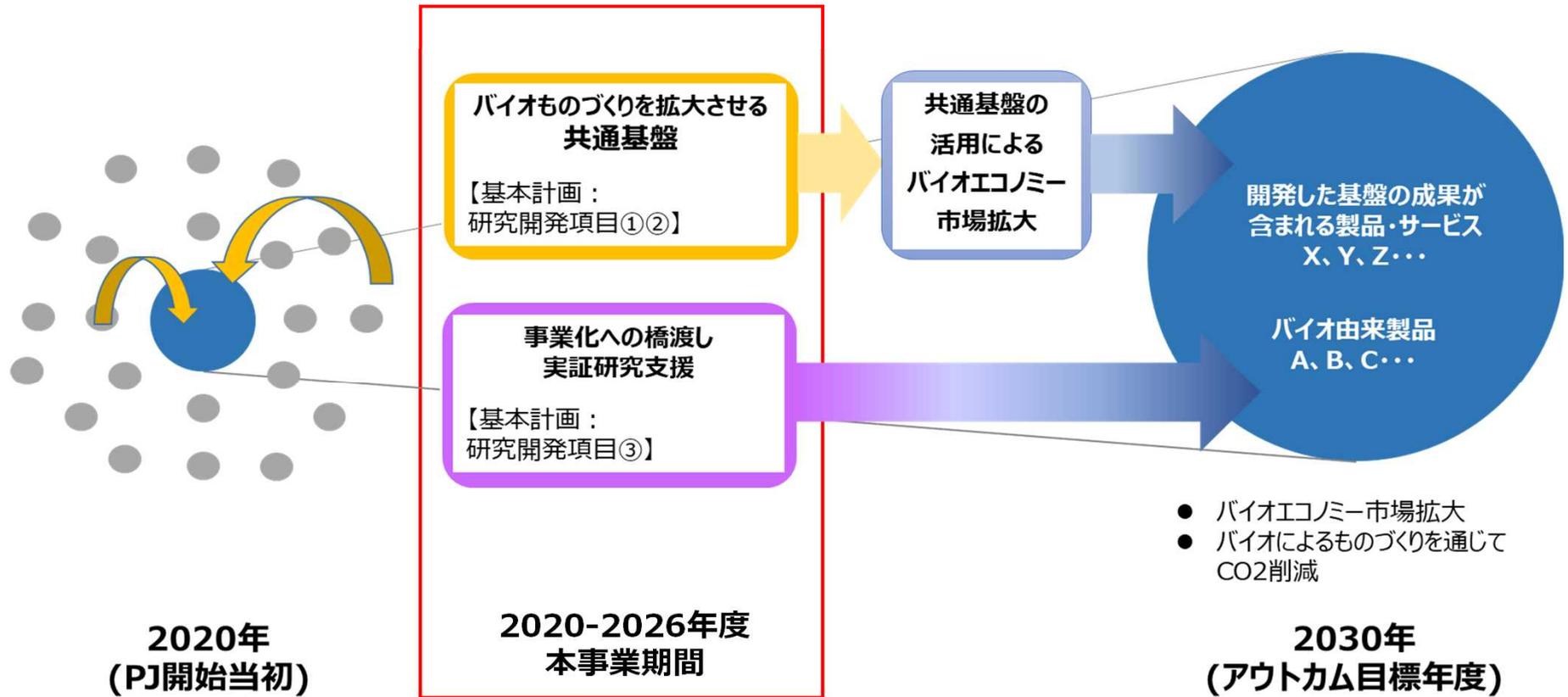
バイオものづくりに関わる基礎・応用・実用段階の実習など

研究開発項目③産業用物質生産システム実証
(2021年度～)

● バイオ由来製品創出を目指す企業テーマの研究を支援

(助成事業での実施。一部委託フェーズからの開始テーマもあり)

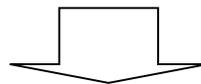
◆実施の効果（費用対効果）



- 事業費総額(2020-2026)：150億円（NEDO負担額 138億円）予定
- アウトカム目標
 - ・7兆円規模のバイオエコノミー市場形成に貢献。
 - ・367万t-CO2／年のCO2削減効果に貢献。

◆NEDOが関与する意義

- **社会的必要性：大**
 - ・環境負荷低減、炭素循環社会の構築等、地球規模の課題解決に貢献。
- **一社単独での研究開発の難易度：高**
 - ・生物工学、化学工学、情報科学等の複数分野の融合が必要。
 - ・多様な技術が求められ、効率的な開発を進めるためには産学官の英知の結集を要する。
- **国主導で実施する必要性：有**
 - ・現状技術ではコスト的に見合わないため民間企業には市場原理に基づく研究開発実施のインセンティブが期待できない領域。
 - ・バイオプロセスのLCAは標準的な評価手法が確立されておらず、PJを通じてコンセンサスを得ながら開発を進める必要がある。
- **波及効果をもたらす分野：大**
 - ・本事業は工業（ものづくり）産業の競争力強化に貢献するアウトプットが期待できる。
 - ・開発する基盤技術は医療・ヘルスケア分野、エネルギー分野、農畜水産分野へも展開可能。

**N E D O が も つ こ れ ま で の 知 識 、 実 績 を 活 か し て 推 進 す べ き 事 業**

◆ バイオものづくり拡大に向けた産業上の課題

産業上の課題（技術）

- 産業生産に適した宿主の性能向上
- 産業用スマートセル開発や生産物を得るまでのプロセス開発期間の短縮化、省力化
- 次世代生産プロセス技術の確立
- 実生産に至るの技術・ノウハウが熟練者に依存しており新規参入が難しい など

産業上の課題（実証）

- 研究開発着手機会
- ベンチ～パイロットスケール研究開発投資

生産プロセス
最適化

産業用スマート
セル創出

スマートセル
設計

目的生成物を作るための代謝経路デザインが可能になりつつある

試作評価

実生産

バイオ由来製品
社会実装

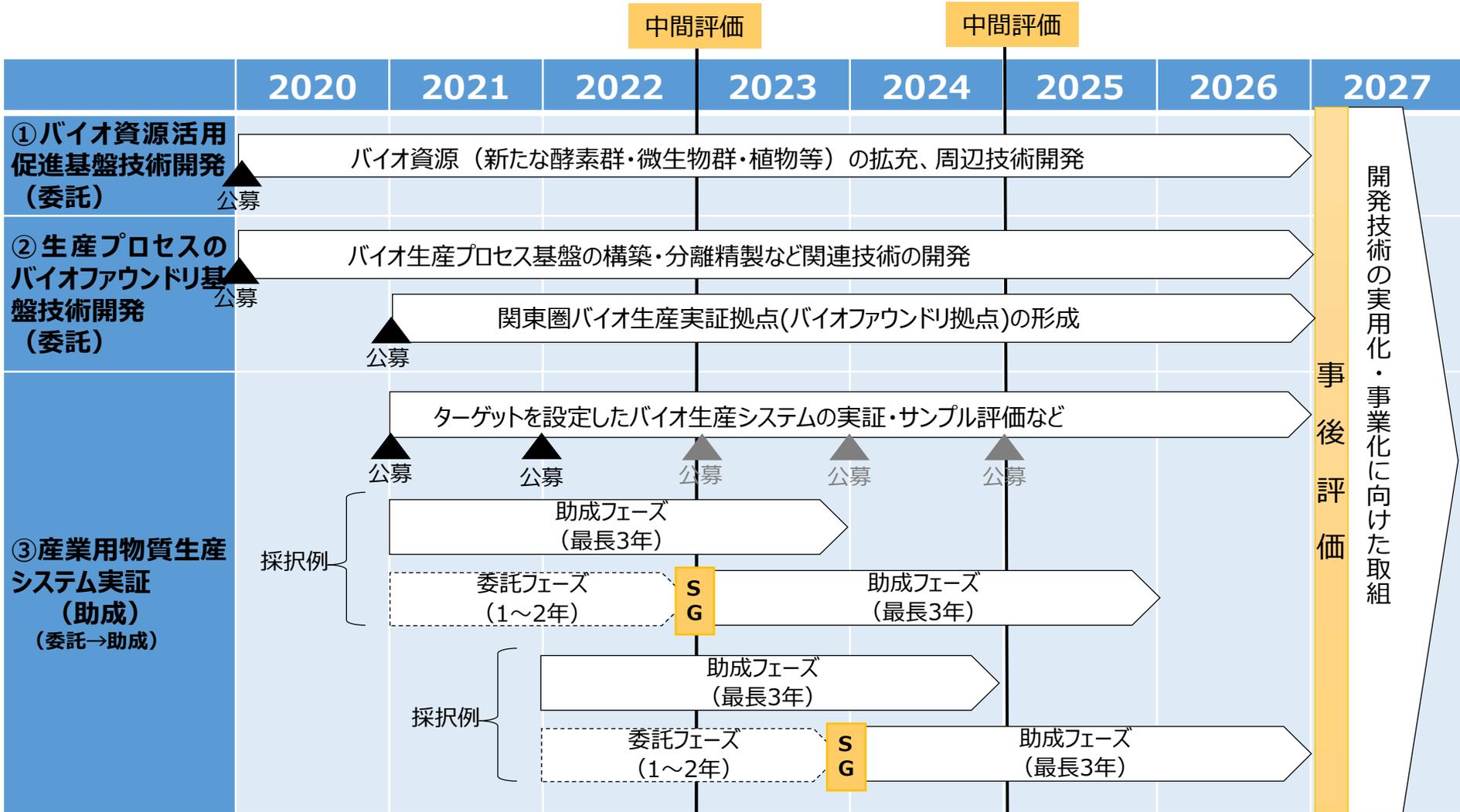
産業上の課題（人材・環境）

- 経験が少ない企業がバイオものづくりに参入する研究開発環境の不足。
- 基礎～実践がわかるものづくり人材の育成。

※令和2年度補
正予算（微生物
発酵生産実証拠
点の取組追加）

2. 研究開発マネジメント (1) 研究開発目標の妥当性

◆研究開発計画



※LCA評価手法を取り入れた技術課題の解決や新たな技術を理解する人材育成も行う。本事業で形成するバイオファウンドリ拠点では、必要に応じて試行ユーザーの一部利用を含む運用を可能とする

◆ 事業の目標

【共通基盤：研究開発項目①②】

研究開発項目①

委託

「バイオ資源活用促進基盤技術開発」

【中間目標（2022年度）】

バイオものづくりの社会実装促進に要する酵素、微生物、植物等の新規バイオ資源候補を20件以上提案する。

【中間目標（2024年度）】

バイオものづくりの社会実装促進に要する酵素、微生物、植物等の新規バイオ資源候補を40件以上提案し、その中から20個以上有用なものを選抜し評価する。

【最終目標（2026年度）】

バイオものづくりの社会実装促進に要する酵素、微生物、植物等の新規バイオ資源候補を100件以上提案し、その中から20個以上有用なものを選抜・評価し、ユーザーとなる企業に提供可能な状態とする。

■ 根拠

代謝経路設計を具現化し、産業用スマートセルを創出するには既知の酵素変換・活性、生物宿主では限定されるのが現状。バイオプロセスの革新を加速するため、新規な酵素群・微生物・植物等の生体触媒の合理的な取得を目標に設定した。

研究開発項目②

委託

「生産プロセスのバイオファウンドリ基盤技術開発」

＜バイオ生産プロセス基盤技術の開発＞

【中間目標（2022年度）】

次世代のバイオ生産システム基盤が、評価サンプルとなる生産物が得られる環境であることを1例以上のモデル生産物で確認する。また、生産プロセス情報等に基づく産業用スマートセル開発に向けて、生産と育種を関連づけさせることができる統合解析システムのプロトタイプを開発。

【中間目標（2024年度）】

具体的な生産物事例を設定し、次世代のバイオ生産システム基盤の基本設計が実生産への橋渡しをする上で有効であることを最低1つのターゲットで検証する。また、産業用スマートセル開発に向けて、生産と育種を関連づけさせることができる統合解析システムの有効性を検証する。

【最終目標（2026年度）】

産業用スマートセルの開発や生産物を得るまでのプロセスについて、開発期間の短縮化、プロセスの省力化等が可能であることを実証する。また、次世代生産技術への育種モデルの変換を目指した拡張性のある統合解析システムを確立する。

■ 根拠

植物ではダウンストリームプロセスの工業化が求められており、次世代のバイオ生産システム基盤開発を目標とした。また、微生物ではスケールアップで生じる生産性の低下等の課題をバイオとデジタルの融合により解決することを目指した目標を設定。微生物バイオファウンドリは共用の生産実証拠点としての機能を構築し実効性を確認する目標を設定した。

＜関東圏バイオ生産実証拠点(バイオファウンドリ拠点)の形成＞

【中間目標（2022年度）】

発酵槽から生産ターゲット物質の分離・精製処理を含む、微生物を用いた物質生産の実用化検証が可能バイオファウンドリ拠点を形成し検証を開始する。

【中間目標（2024年度）】

バイオファウンドリ拠点を活用して企業・アカデミア等が実用化を進める生産ターゲット物質について複数例検証を行いながらバイオファウンドリ機能の改善点を明確にするとともに、ものづくり人材の育成プログラムを作成する。

【最終目標（2026年度）】

検証事例を増やしてバイオファウンドリ拠点の実効性を示すとともに、ものづくり人材の育成プログラムの運用を開始する。

2. 研究開発マネジメント (1) 研究開発目標の妥当性

◆ 事業の目標

【研究開発項目③】

研究開発項目③

委託

助成

「産業用物質生産システム実証」

特定の生産ターゲットを設定した上で、目的物質の生産性向上を狙うとともに、量産化を見据えて生産プロセスの最適化を図り、産業用スマートセル等の生物機能を活用した物質生産による生産物のサンプル評価を行う。

なお、研究開発段階に応じて委託又は助成で実施することとし、各フェーズで設定している事業期間以内で研究開発を終了する又はステージゲートによるフェーズ移行を求める。

【達成目標】

○委託フェーズ（研究開発期間は、原則1～2年以内）

開発終了時点で、産業用物質生産システム検証を開始できる基本的な株やデータの取得が完了していること。

○助成フェーズ（研究開発期間は、原則1～3年以内）

開発終了時点で、評価サンプルによる生産物評価により、性能、環境合理性、経済性等の面で総合的に競争力があること。

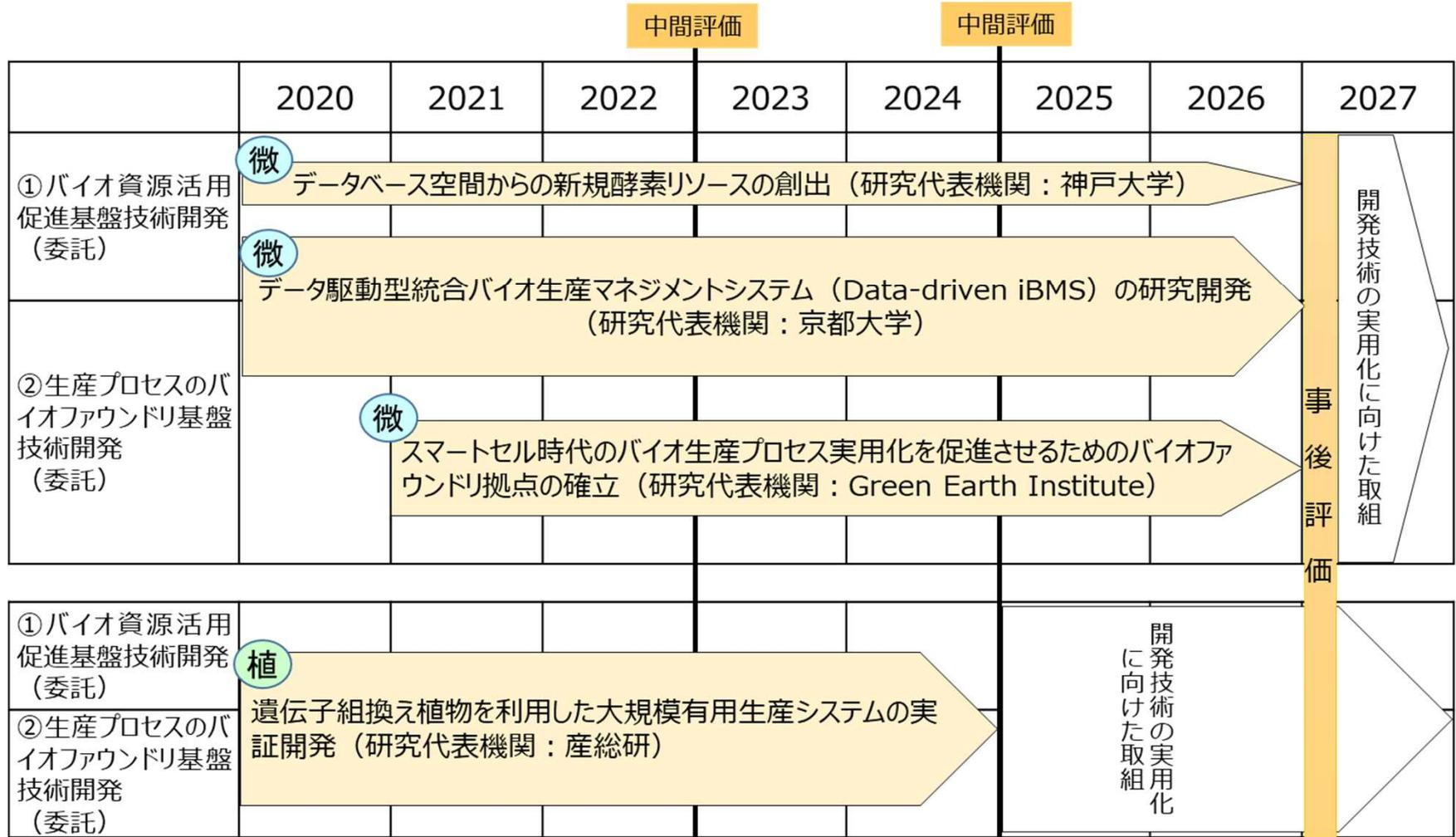
■ 根拠

バイオ由来製品の社会実装をスムーズに行うためには、生産ターゲットのサンプル評価を進めることで開発スピードの高速化・効率化・確実性を向上させ、生物機能活用による物質生産における課題を解決する必要がある。高生産性生物開発が未着手の場合でラボ実験による基本株を取得する等のチャレンジングな研究開発を要するものは、委託フェーズからの研究開発を可能としている。また、ステージゲートを設けることでならぬ研究開発費投入の妥当性を確認するスキームとしている。

2. 研究開発マネジメント (2) 研究開発計画の妥当性

◆研究開発のスケジュール (1/3)

【共通基盤：研究開発項目①②】



2. 研究開発マネジメント (2) 研究開発計画の妥当性

◆研究開発のスケジュール (2/3)

【研究開発項目③：産業用物質生産システム実証】

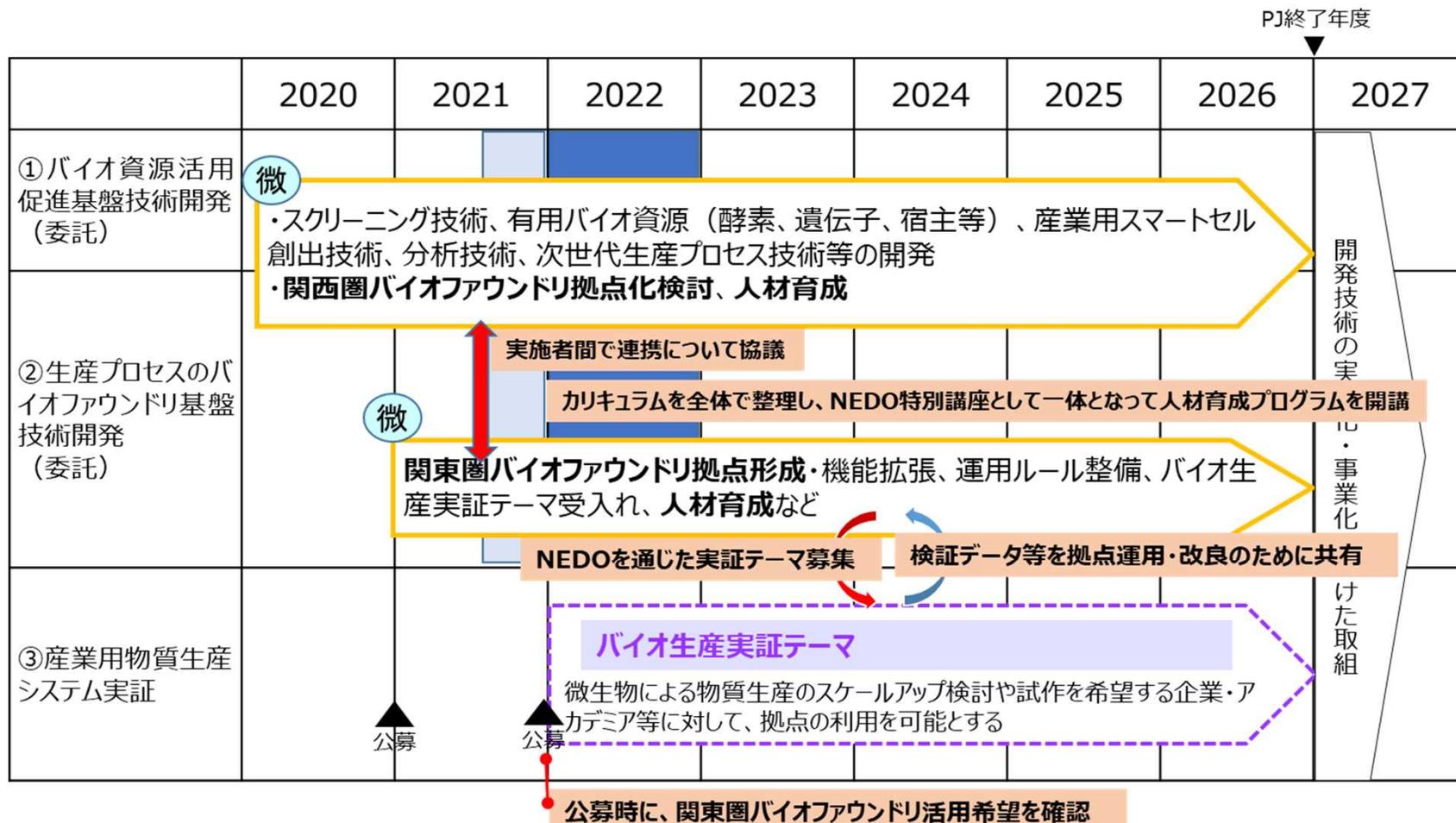
- 2021年度採択、14テーマ。

研究代表機関	テーマ名	実施期間	実施フェーズ
カネカ	大腸菌発酵による酸化型グルタチオン高生産技術の開発	2021-2022	助成
東レ	ポリアミド原料の発酵生産技術開発	2021-2023	助成
福岡県醤油醸造協同組合	天然ヒト型長鎖セラミド高効率生産システムの開発と実証	2021-2023	助成
ホクサン	ジャガイモシストセンチュウ孵化促進物質 (PCN HF) 大量生産システムの構築	2021-2023	助成
住友化学	微生物によるグリチルレチン酸および類縁体の生産システム実証	2021(SG) 2022-2024	委託→助成
Noster	次世代グリーンバイオ素材「HYA50」のインライン自動化生産システム開発	2021(SG) 2022-2024	委託→助成
大成建設	生物メタネーションとバイオ燃料製造を可能とする新排水処理プロセスの開発	2021-2022(SG)	委託
アクプランタ	エピジェネティクス代謝変換技術を用いた高集積糖生産システムの実証	2021-2022(SG)	委託
三菱製紙	製紙工場における第二世代糖生産システム実証	2021-2022(SG)	委託
サラヤ	超耐熱性プロテアーゼを活用した感染制御技術の社会実装実証	2021-2022(SG)	委託
MMAG	糸状菌が生産する農薬活性天然物の生産性向上システムの構築、実証	2021-2022(SG)	委託
カネカ	<i>Bacillus</i> 属細菌による抗菌環状リポペプチド生産システム実証	2021-2022(SG)	委託
東海物産	バイオプロセスによるイミダゾールジペプチドの効率的生産方法の開発	2021-2022(SG)	委託
Green Earth Institute	コリネ菌によるバイオイソプロパノール生産システム実証	2021-2022(SG)	委託

2. 研究開発マネジメント (2) 研究開発計画の妥当性

◆ 研究開発のスケジュール (3/3)

- 令和2年度補正予算により、関東圏バイオファウンドリ拠点整備事業に着手し取組を強化したことをきっかけに、微生物関連全体の取組を有機的に連携させるマネジメントを行っている。



2. 研究開発マネジメント (2) 研究開発計画の妥当性

◆プロジェクト費用

(単位：百万円)

研究開発項目	2020年度	2021年度	2022年度 ^(*3)	合計
①バイオ資源活用促進基盤技術開発 ②生産プロセスのバイオファウンドリ基盤技術開発	1,773 ^(*1)	2,572 ^(*2)	(3,495) ^(*2)	(7,839)
③産業用物質生産システム実証	—	300	(376)	(676)
政府予算 (合計)	1,773	2,872	3,871	8,516

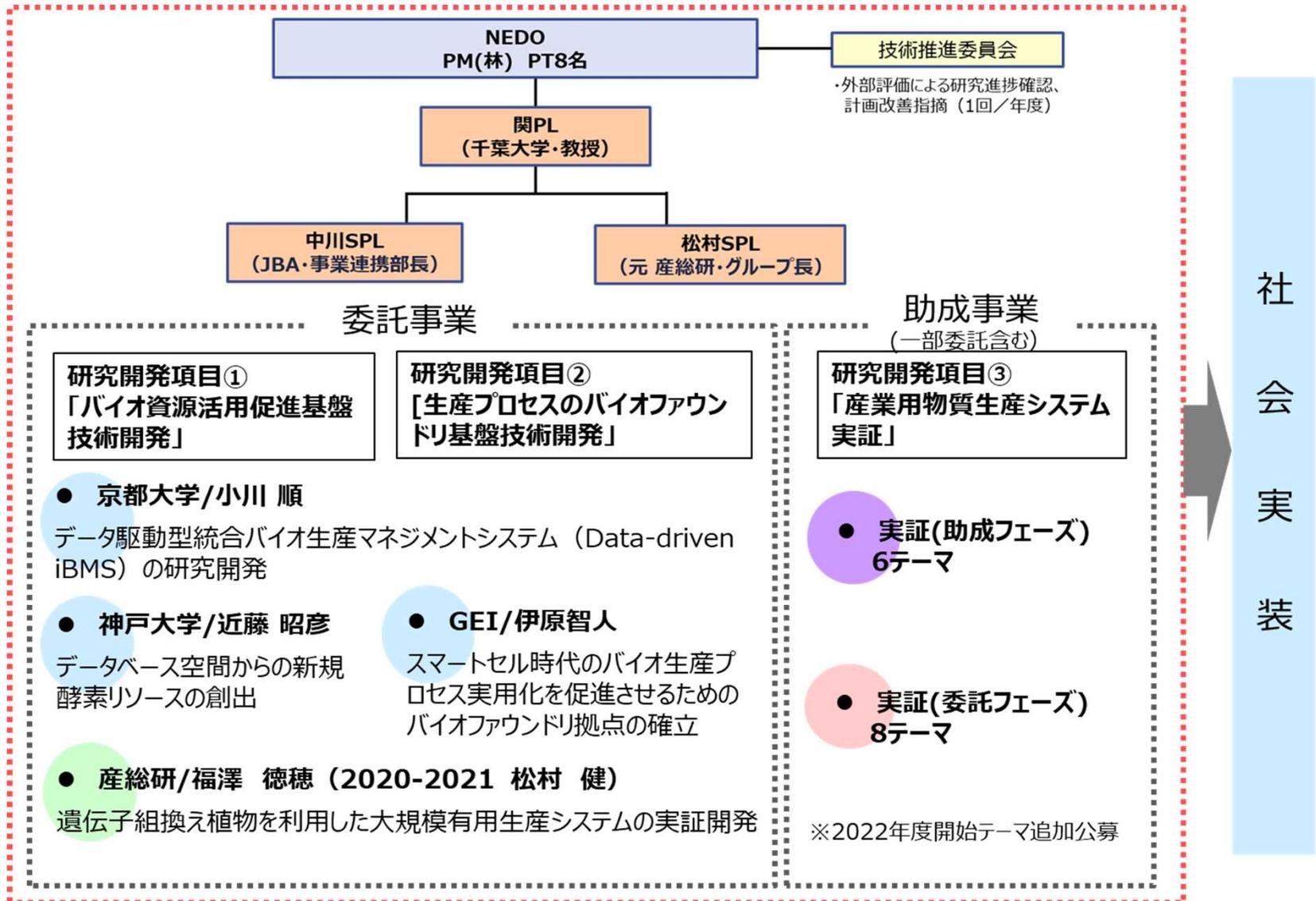
*1 令和元年度補正予算。

*2 通常予算及び令和2年度補正予算を含む実績。

*3 2022年度費用は予定。

2. 研究開発マネジメント (3) 研究開発の実施体制の妥当性

◆ 研究開発の実施体制 (1/2)



2022年7月時点

◆ 研究開発の実施体制 (2/2)

研究開発項目①

バイオ資源活用促進基盤技術開発

- **M01 データ駆動型統合バイオ生産マネジメントシステム(Data-driven iBMS)の研究開発**
研究代表者：京都大学/小川 順 (59機関)

【アカデミア(27)】京大、医薬基盤・健康・栄養研、徳島大、龍谷大、長岡技科大、長岡高専、函館高専、鶴岡高専、都城高専、九大、産総研、鹿児島大、信州大、岡山大、早稲田大、広島大、NITE、東大、新潟薬科大、東北大、RITE、大阪大、九大、東大、徳島大、北見工大、大工大

【企業(32)】ダイセル、天野エンザイム、三菱ケミカル、カネカ、ヤスハラケミカル、日東薬品、396バイオ、ニコンソリューションズ、オンチップ・バイオ、花王、不二製油、佐竹マルチミクス、合同酒精、UBE、ちとせ、JBA、北海道糖業、AGC、神戸天然物化学、東レ、味の素、協和発酵、カネカ、天野エンザイム、三井化学、丸菱エンジ、エイブル、NRIシステムテクノ、三ツワフロンテック、ビジネスエンジニアリング、日立プラント、三菱商事

- **M02 データベース空間からの新規酵素リソースの創出**

研究代表者：神戸大学/近藤 昭彦 (11機関)

【アカデミア(5)】神大、九大、東大、理研、千葉大

【企業(6)】出光興産、小川香料、花王、高砂香料、長瀬産業、不二製油

- **P01 遺伝子組換え植物を利用した大規模有用生産システムの実証開発**
研究代表者：産総研/福澤 徳穂 (2020-2021年度 松村 健) (5機関)

【アカデミア(3)】産総研、北大、東大 【企業(2)】鹿島建設、デンカ

研究開発項目②

生産プロセスのバイオファウンドリ基盤技術開発

- **FM01 スマートセル時代のバイオ生産プロセス実用化を促進させるためのバイオファウンドリ拠点の確立**

研究代表者：Green Earth Institute/伊原智人(5機関)

【アカデミア(1)】北大

【企業(4)】GEI、協和発酵バイオ、小栴屋、マイクロ波化学

研究開発項目③

産業用物質生産システム実証

- **助成フェーズ 6テーマ (15機関)**
【微生物5テーマ、植物1テーマ】

JM01 (カネカ、神大、阪大)

JM02 (東レ、産総研)

JM03 (福岡県醤油組合、九大、理研、産総研)

JP01 (ホクサン、産総研)

JM10 (住友化学、阪大)

JM11 (Noster、京大)

- **委託フェーズ 8テーマ (19機関)**
【微生物6テーマ、植物1テーマ、藻類1テーマ】

JE01 (大成建設・埼玉大・中部大・かずさDNA)

JP02 (アクプランタ・東工大・高崎健大)、

JM04 (三菱製紙、Bio material in Tokyo)

JM05 (サラヤ・岡山理科大)

JM06 (MMAG、産総研)

JM07 (カネカ、神大、群大)

JM08 (東海物産・早稲田大)

JM09 (Green Earth Institute)

・下線 = 研究代表者所属機関

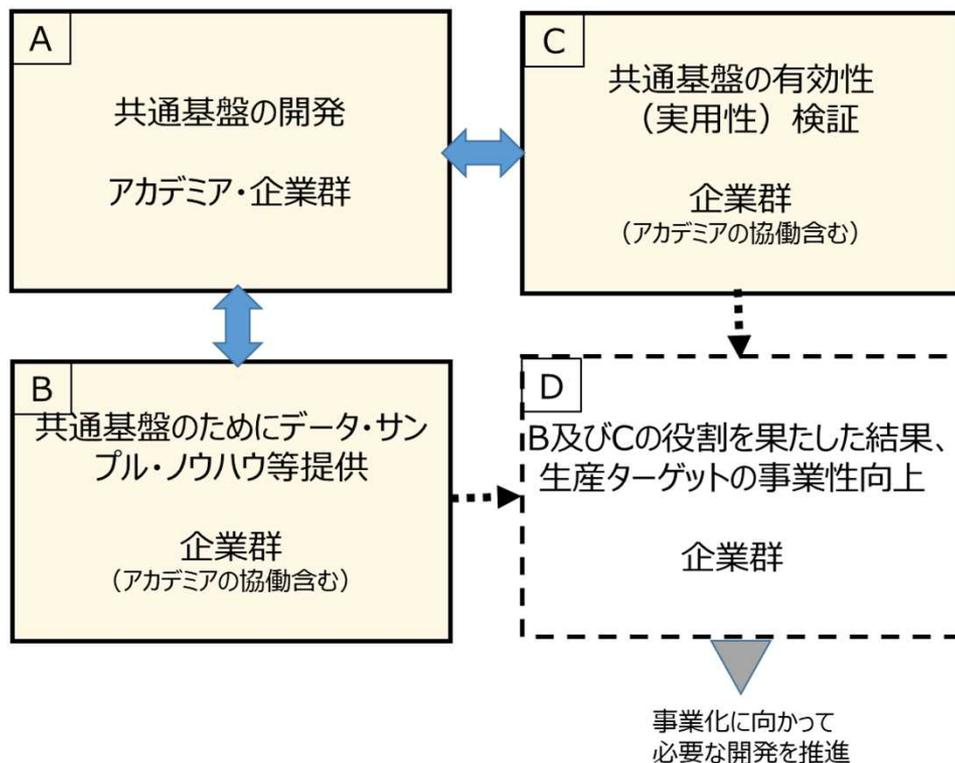
・各テーマの実施体制は事業原簿参照

2. 研究開発マネジメント (3) 研究開発の実施体制の妥当性

◆実施者間の連携関係

【共通基盤：研究開発項目①②】

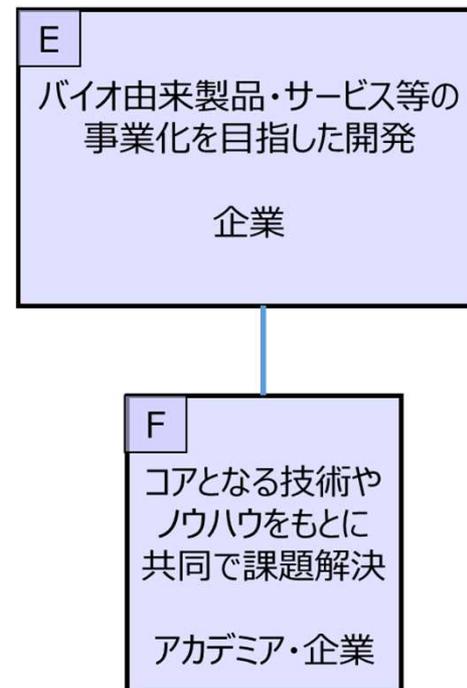
- 参画する企業・アカデミアは、A～Cのいずれかの役割を担う。
- PJ内で産業ニーズを捉えながら効率的な開発を進める体制。企業テーマで開発成果のPOCを確認することにより、開発成果の実用性向上スピードが上がる。



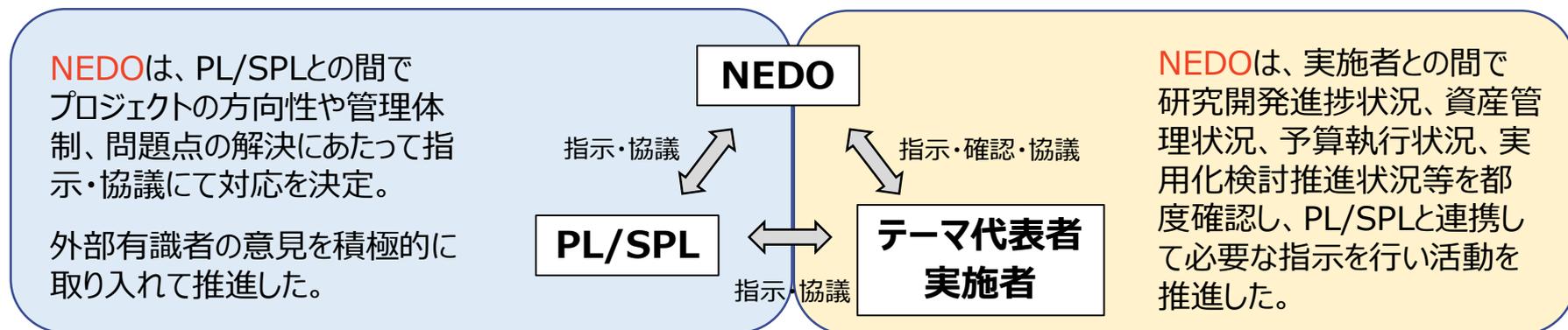
【研究開発項目③】

産業用物質生産システム実証

- 事業化を担う企業 (E) が主体となり、課題解決に必要な技術やノウハウを保有する機関と体制を組んで研究開発を行う。



◆ 研究開発管理

**ステアリング会議 (PL/SPL/PM・PT) (随時、対面／オンライン／メールで協議)**

- ・ 中間目標、最終目標に関して各研究開発テーマの具体的な達成指標を確認
- ・ 研究開発項目・分野を超えた連携・技術利用を推進
- ・ テーマ再編、予算配分見直し等を検討
- ・ 対外的な成果の開発PR、技術利用促進策の検討・実施

進捗確認

- ・ テーマ単位の研究進捗、計画の軌道修正指示等(2回程度/年)
- ・ 個別の検討課題に応じて、現場確認・打合せ・指導等(都度)
- ・ 月報・日誌、予算執行調査による確認(1回/月)

テーマ連携/テーマ代表者会議 (1-2回/年度)

- ・ 年度の主要イベント・スケジュール、成果の発信など留意すべきことの共有や議論。
- ・ 実施概要をnon confidentialベースで情報交換。2022年度は10月に対面でポスターセッションを予定。

技術推進委員会 (1回/年度)

- ・ 採択審査にも関与した有識者を含む外部有識者による進捗確認・改善コメント。実施者にフィードバック。

◆研究開発管理、動向・情勢の把握と対応

(1) 技術の取捨選択や融合、実施体制の見直し等

- 共通基盤開発（研究開発項目①②）において、個別に採択されたテーマの研究が重複なく補完関係で進められるように研究代表者同士での協議を行った。
- PL/SPLの技術指導によって、研究促進のための融合や開発アプローチの追加・見直し等を実施。
- 研究開発項目③でフェーズ移行の時期にステージゲート審査を実施。

(2) 社会・経済情勢変化、政策・技術動向の把握など

- NEDO技術戦略研究センター(バイオエコノミーユニット)と連携し、国外政策動向・技術動向などを調査。
- 研究開発推進のための特許・先行技術調査などを実施計画の一部に盛り込み動向を把握しながら研究開発を推進。
- 政策動向や他部署の研究開発PJ情報を保有するNEDOと産業界やアカデミアの動向を多く保有するPL/SPLが、随時情報を交換しPJへの影響を確認しつつマネジメントを実施。
- 補正予算による事業追加に対応し、公募・採択・事業に着手した。既存実施者との連携関係整理を主導。

(3) PJ外へのアウトリーチ

- 生物工学会とNEDO共催でキックオフシンポジウムを実施(2021年5月)。
- マッチングイベントにNEDOが出展ブースを構え、PJ成果の広報機会を提供
BioJapan2020,2021,2022(予定)。Nanotech2021,2022,2023(予定)
- PL/SPL/PMが外部講演を行いPJ紹介。化学装置系雑誌への記事寄稿。新聞・雑誌等の取材対応。
- 技術情報集約ホームページを作成中。イベントで技術集を配布予定。

(4) 突発対応

- 地震、水害等の災害や感染症対応による研究への影響などを逐次確認。また半導体不足による影響を考慮し、研究機器導入計画の前倒しや研究予算繰越等の対応を図った。

◆知的財産権等に関する戦略**【共通基盤：研究開発項目①②】**

- 開発した技術の競争的価値が守られる場合には国内外への特許出願等により権利化を推奨（出願後の維持管理方策も考慮）、守られないことが想定される場合はノウハウ化を推奨。
- 論文等での成果の公表は知財化状況に応じて適切なタイミングで行うこと。

【研究開発項目③産業用物質生産システム実証】

- 各助成事業者の事業化方針に沿った知財化を推奨

◆知的財産管理

▶ プロジェクト知財マネジメント基本方針

テーマ参加者で以下の事項について合意することを規定。

- ・知財運営委員会の設置
- ・秘密保持
- ・プロジェクト成果のテーマ外への開示
- ・発明等の成果の届出及び権利化等の方針決定手続
- ・権利化等の方針
- ・フォアグラウンドIPの帰属・実施
- ・バックグラウンドIP・フォアグラウンドIPの実施許諾

等

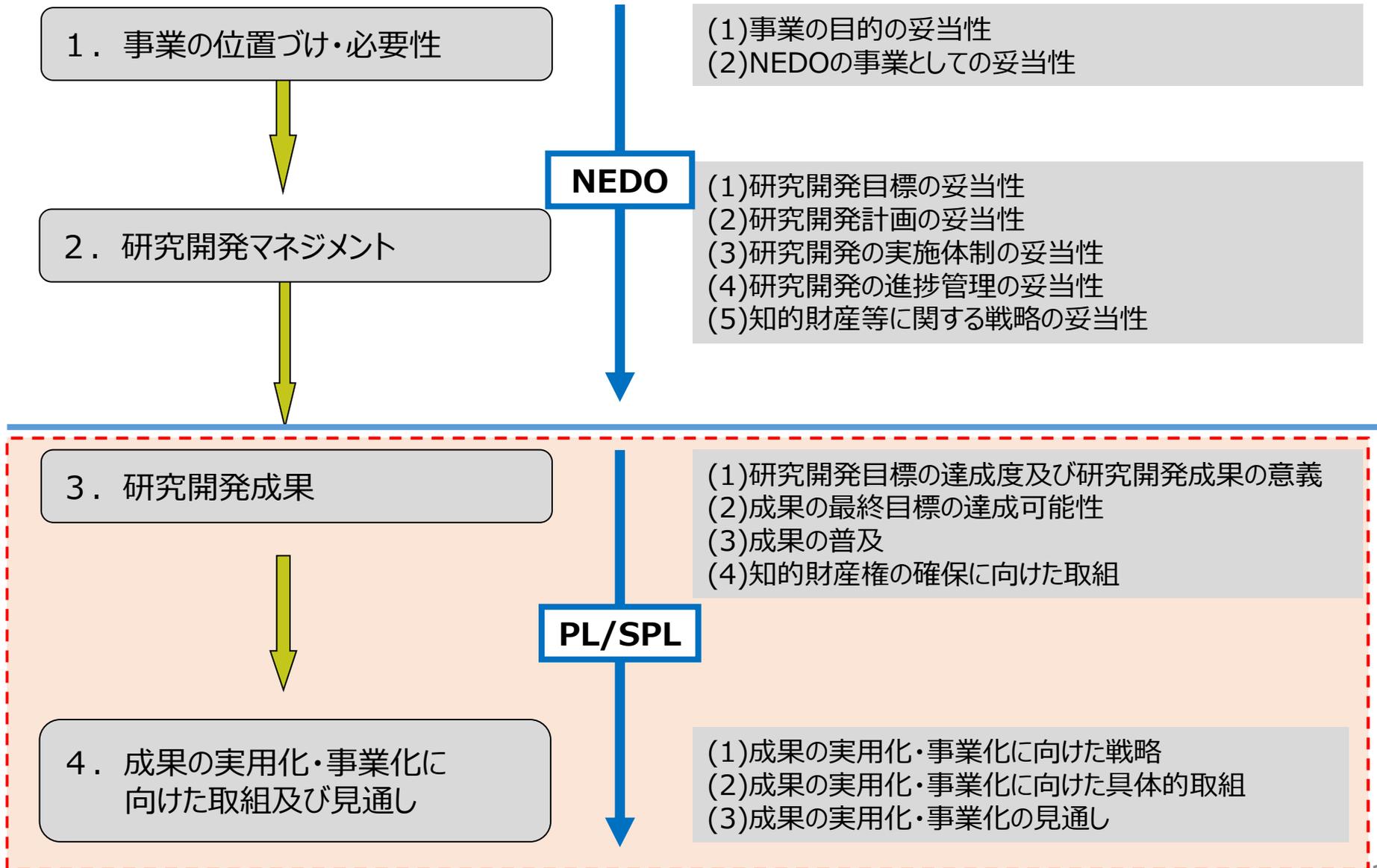
▶ 知財運営委員会の運用

- ・メンバーは、プロジェクト参加者の代表者、知的財産の専門家等で構成。
- ・プロジェクト成果のノウハウ化・特許化について審議・認定等

「カーボンリサイクル実現を加速する バイオ由来製品生産技術の開発」 (中間評価)

(2020年度～2026年度 7年間)
プロジェクトの概要 (公開)

5.2 「研究開発成果、成果の実用化・事業化に向けた取組及び見通し」



◆研究開発項目毎の目標と達成状況 (1/4)

研究開発項目①「バイオ資源活用促進基盤技術開発」

目標 (2022年度)	成果	達成度 (2022年 度末)
<p>バイオものづくりの社会実装促進に要する酵素、微生物、植物等の新規バイオ資源候補を20件以上提案する。</p>	<p>酵素、微生物、植物等の新規バイオ資源候補を50件獲得済み。今年度末までの取組によってさらに成果蓄積が期待できる。</p> <p>具体的には、</p> <ul style="list-style-type: none"> ・有用遺伝子資源28件 (Acyl-CoA synthetase遺伝子、糖変換酵素遺伝子、脂質変換酵素遺伝子、オキシダーゼ、オキシゲナーゼなど) ・各種炭素源を使用可能な油脂酵母6株 ・有用化合物生産につながる酸化還元反応や脱炭酸反応などのテンプレート酵素10件、人工酵素プロトタイプ5件を獲得 ・新規宿主植物の開発において、モデル遺伝子の発現レベルを3倍以上に増加可能な植物体候補を予備的実験で獲得。さらに発現増加可能な組換え植物体・ゲノム編集植物体を選抜中 など 	◎

3. 研究開発成果 (PJ全体) (1) 研究開発目標の達成度及び研究開発成果の意義

◆研究開発項目毎の目標と達成状況 (2/4)

研究開発項目②「生産プロセスのバイオファウンドリ基盤技術開発」

目標 (2022年度)	成果	達成度 (2022年度末)
<p>次世代のバイオ生産システム基盤の基本設計に目途が立ち、評価サンプルとなる生産物が得られる環境であることを1例以上のモデル生産物で確認する。また、生産プロセス情報等に基づく産業用スマートセル開発に向けて、生産と育種を関連づけさせることができる統合解析システムのプロトタイプを開発する。</p>	<p>【植物】</p> <ul style="list-style-type: none"> ・宿主改変から大規模抽出精製まで一貫した大規模植物生産の開発を実施。up-streamから、down-streamに至るまで新規の技術開発の一例として、有用物質抽出・精製システム開発ではパイロットプラントスケールの試作機的设计・製作・改造等を進め、基本設計に目途が立ちつつある。また、破砕処理システムでは目的タンパク質の抽出効率が中間目標値を大幅に上回る結果を得る等、生産物が得られるシステムであることを確認した。 	◎
	<p>【微生物】</p> <ul style="list-style-type: none"> ・「培養データ駆動型統合バイオ生産マネジメントシステム」開発を実施。その構成要素となる主要な技術群は2022年度末時点での技術目標を達成する見込み。油脂酵母を事例として生産物が得られる方法論であることを確認する結果が得られた。さらに、異なる宿主・ターゲット物質での応用を進める計画がある。 ・また、生産プロセス情報等に基づく産業用スマートセル開発のための統合解析システムのプロトタイプが2022年度末にできる見込み。例えば、測定培養データを元に、宿主細胞の「収率」「生育速度」「生産フェーズ」の最適化のための細胞内代謝のダイナミクス解析技術を開発し、大腸菌および油脂酵母モデルを適用し新たな改変箇所を提案可能である結果が得られている。 ・さらに、生産と育種を関連付けさせて開発期間を短縮するため、必要とされるデータを集積し、統合的に活用できる環境の整備ができつつある。 ・LCA・TEA検証のため、油糧酵母、SL生産株の培養における炭素収支や卓上培養槽運転に伴う電力消費のデータを取得。シミュレーターver.1を2022年9月開発完了見込み。 	◎

◆研究開発項目毎の目標と達成状況 (3/4)

研究開発項目②「生産プロセスのバイオファウンドリ基盤技術開発」

目標 (2022年度)	成果	達成度 (2022年度末)
<p>発酵槽から生産ターゲット物質の分離・精製処理を含む、微生物を用いた物質生産の実用化検証が可能なバイオファウンドリ拠点を形成し、モデル生産物で検証を開始する。</p>	<p>【バイオファウンドリ拠点】 ・関東圏に発酵槽から生産ターゲット物質の分離・精製処理を含む実証拠点の構築を整備中。新設建屋の施工事業者を選定し、設計についてのデザインレビュー（開発、設計の審査）を実施。運営委員会を設置し、各種法規制の順守のため運営マニュアルを策定するなど、バイオファウンドリ拠点の運用方針を策定2022年度中に最大3,000L規模の発酵槽を備える実証設備を完成させ、1種のターゲットを用いたスケールアップ検証予定。 ・最大1,500L規模の既存の発酵槽設備で1種のターゲットを用いたスケールアップ検証に着手済み。 ・さらに、高性能CFDソフトウェア・スケールダウンモデルを利用したバイオ生産プロセスの最適化手法とスケールアップ実証手法の開発、マイクロ波技術を使ったバイオ生産プロセスの低コスト化・省エネ化・低炭素化等の周辺技術開発を進めている。 ・2020年度実施者の取組の中から神戸大・阪大・大工大・京大・ちとせ研究所が整備・開発を進めている設備をもとに、関西圏バイオファウンドリ拠点化を検討し着手。本格稼働またはPJ内研究の支援を行い、PJ外からの受入れ仕組みを構築中。</p> <p>【人材育成】 ・バイオ生産プロセスにおける最適化及びスケールアップ手法、CFD解析手法の研修、バイオファウンドリ設備を使ったバイオ生産プロセスの運転の実習等の研修資料の完成。予定を前倒して、2022年の秋から研修を開始。 ・大阪工大に教育施設として設置完了。人材育成プログラム（基礎・応用セミナー）基礎編受講実績61名。NEDO特別講座として一般公開を開始。</p>	<p>◎ （人材育成取組は前倒し成果）</p>

◆研究開発項目毎の目標と達成状況 (4/4)

研究開発項目③「産業用物質生産システム実証」

目標 (2022年度)	成果	達成度 (2022年度末)
<p>以下の内容を基本としつつ、用いる生物種やターゲット物質等によって目標が大きく異なることから、具体的な定量目標は研究開発テーマ毎に別途実施計画書において定める。</p> <p>【委託フェーズ】研究開発期間終了時点で、産業用物質生産システム検証を開始できる基本的な株やデータの取得が完了している。</p> <p>【助成フェーズ】研究開発期間終了時点で、評価サンプルによる生産物評価により、性能、環境合理性、経済性等の面で総合的に競争力があることを示す。</p>	<p>全ての実施テーマは、事業化に向けて解決すべき各種課題について毎年度の目標を定めて研究開発を実施。</p> <p>・助成フェーズの実施テーマは、スケールアップ検討を進めることにより各テーマにおける毎年度目標を達成している(または達成見込み)。 一部ターゲット物質の生産性向上に関して期待通りの成果が出なかったテーマがあるが、今後培養条件の再検討を行う等課題解決を進めている。</p> <p>・委託フェーズの実施テーマは、産業用物質生産システム検証を開始できる基本的な株やデータの取得が進展している。ステージゲート段階での目標クリアに向けて研究を推進。助成フェーズでのスケールアップ検証準備を実施計画に含んでいるテーマでは、培養条件の確認など着実に研究を進めている。</p>	○

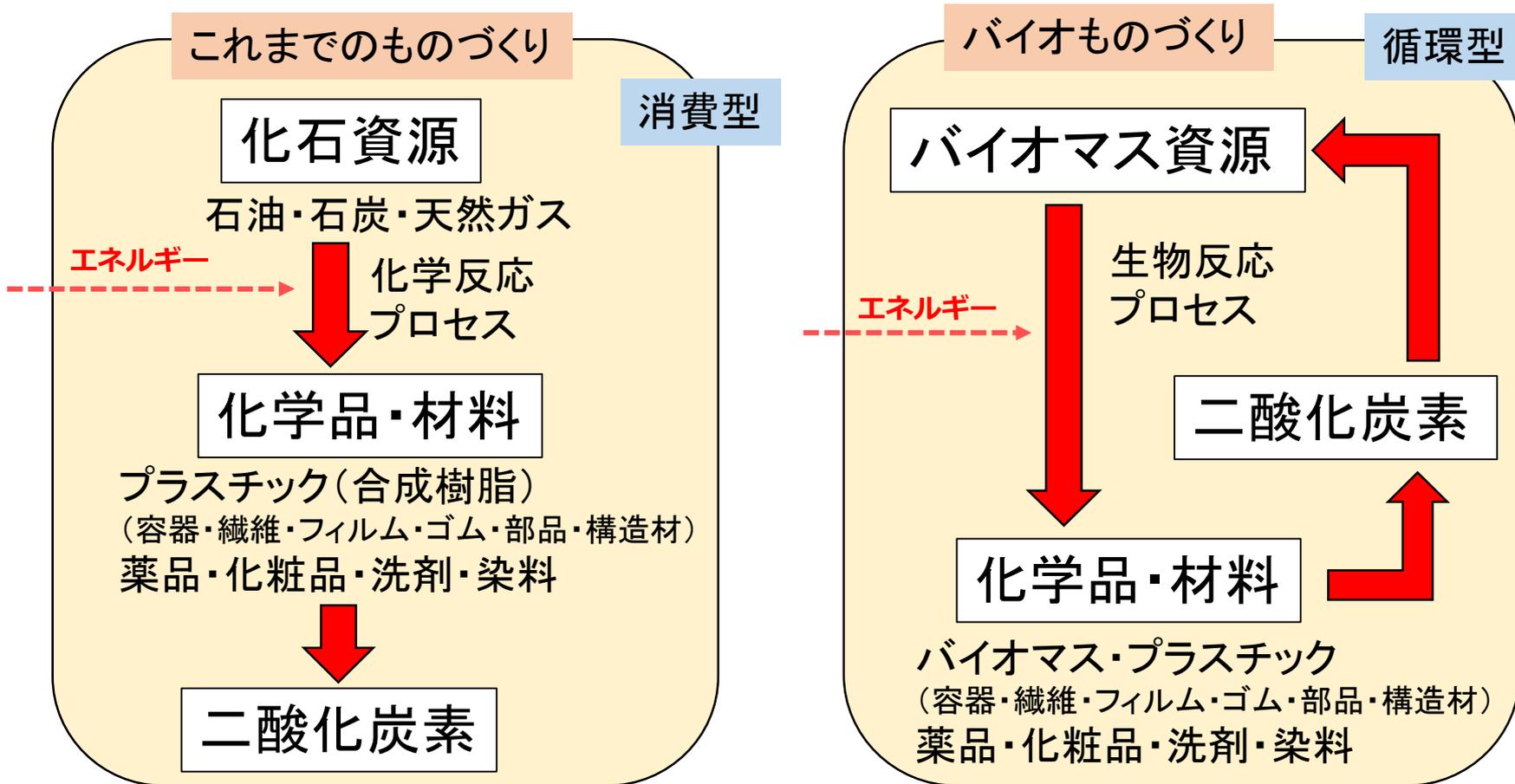
※主要な成果を記載。詳細は事業原簿を参照。

◆背景 1 なぜ「バイオものづくり」を目指すのか？

- ① 2050年カーボン・ニュートラルの実現
- ② バイオは成長が期待される産業分野

地球上で利用されている物質(化学品・材料)に炭素は不可欠

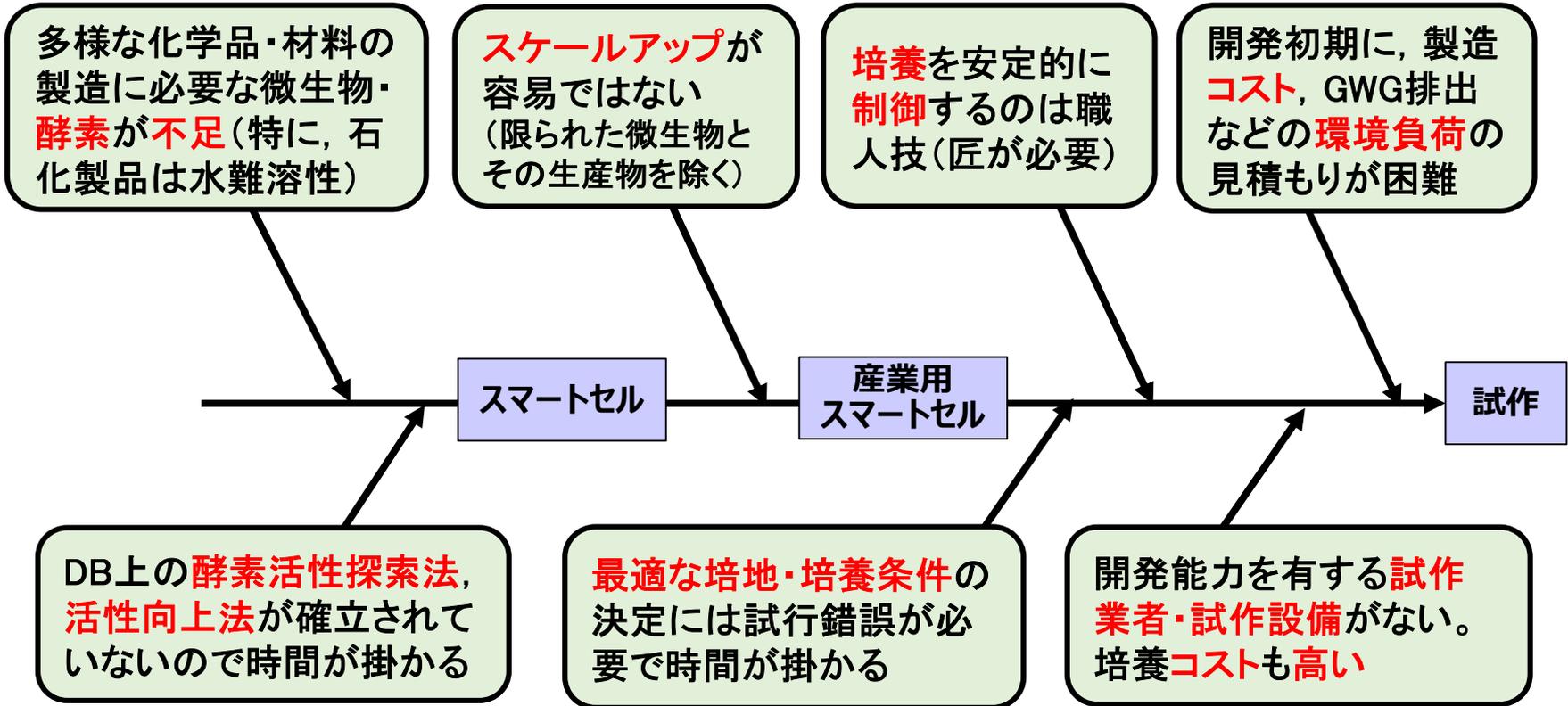
ホワイトバイオ



バイオによる「ものづくり」は炭素循環型(Sustainable)のプロセスとなる可能性

◆背景2 「バイオものづくり」の産業上の課題は何か？

スマートセルの育種技術はできたが、バイオプロセス工業化を阻む多くの課題



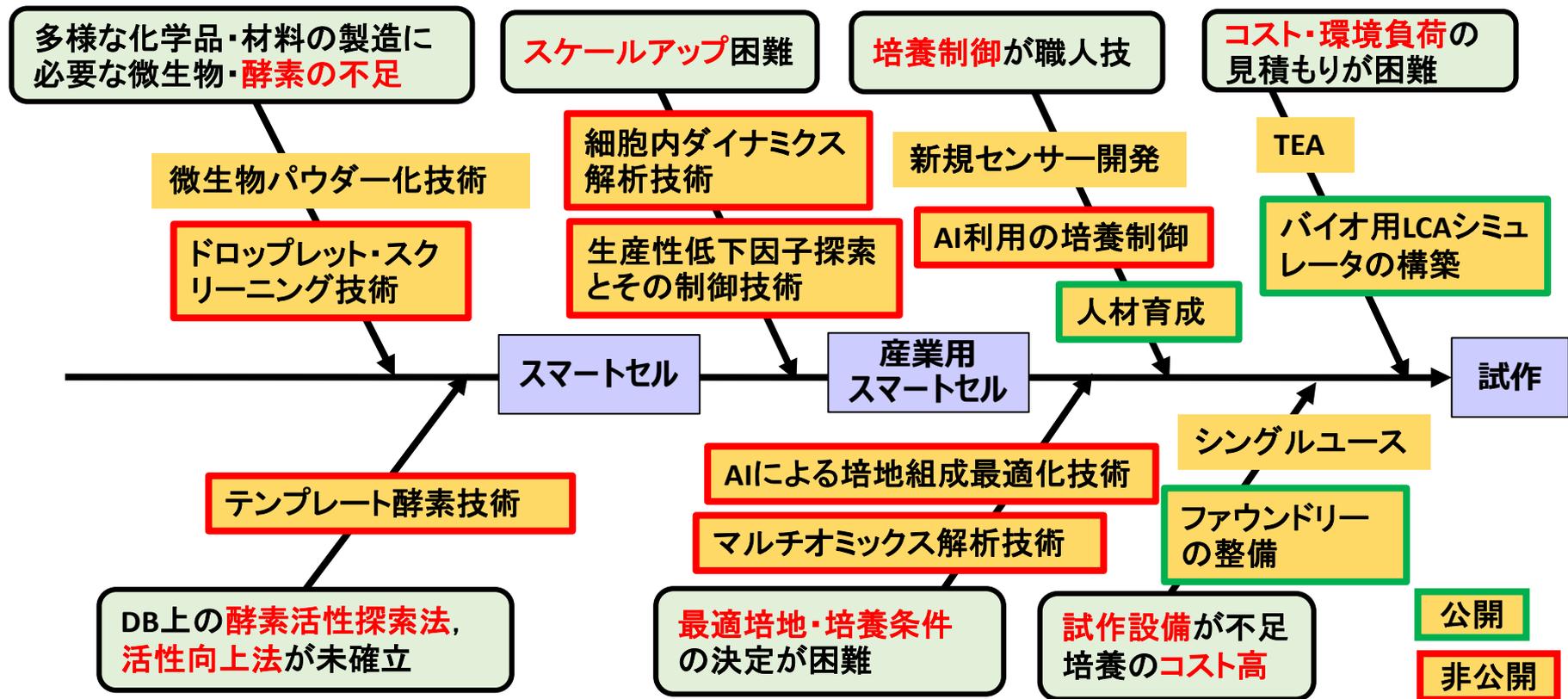
本プロジェクトでは、製品評価のための試作までの主要な課題の解決を目指す

◆ バイオプロセスの課題と本PJにおける研究開発技術の関係

研究開発項目①②

バイオプロセス開発における**製品試作段階**までの主要課題と、本プロジェクトで開発する主要な基盤技術

➡ 開発技術の実用化



研究開発項目③

企業テーマによるバイオ由来製品の实用化開発

➡ 事業化

3. 研究開発成果 (微生物・基盤) ◆具体的な成果と意義

- 研究開発ステージに応じたプラットフォームを作り、プロジェクト内外の研究支援を開始。
- 本プロジェクトで開発中の技術の進展に応じて、将来的には各プラットフォームでも利用可能となる拠点を旨す。

研究開発ステージ

[関西圏]
DBTL型スマートセル開発
プラットフォーム

ロボティクス × デジタル融合型
スマートセル開発

[関西圏]
生産プロセス開発
プラットフォーム

- ・ ~30L規模 プロセス開発
- ・ スマートセル用バイオリソース探索
- ・ 高度人材育成 (LCA、培養、リソース探索)

[関東圏]
生産実証
プラットフォーム

- ・ ~3000L規模スケールアップ
- ・ サンプル試作
- ・ LCA/製造コスト試算
- ・ 人材育成 (パイロットスケール運転実習) など

人材育成 (NEDO特別講座)

神戸大

オープンイノベーション・ハブによる
代謝経路設計～酵素開発～
スマートセル構築～培養スケール
アップまでの共通基盤・コア技術
を融合したトータルシステム

大阪大/大阪工大/京大・ちとせ

- ・ 培養工学
- ・ 産業微生物学、循環型バイオ事業開発
- ・ 産業化支援バイオリソース探索
- ・ バイオ生産関連データサイエンス
- ・ サンプル試作、LCA/TEA

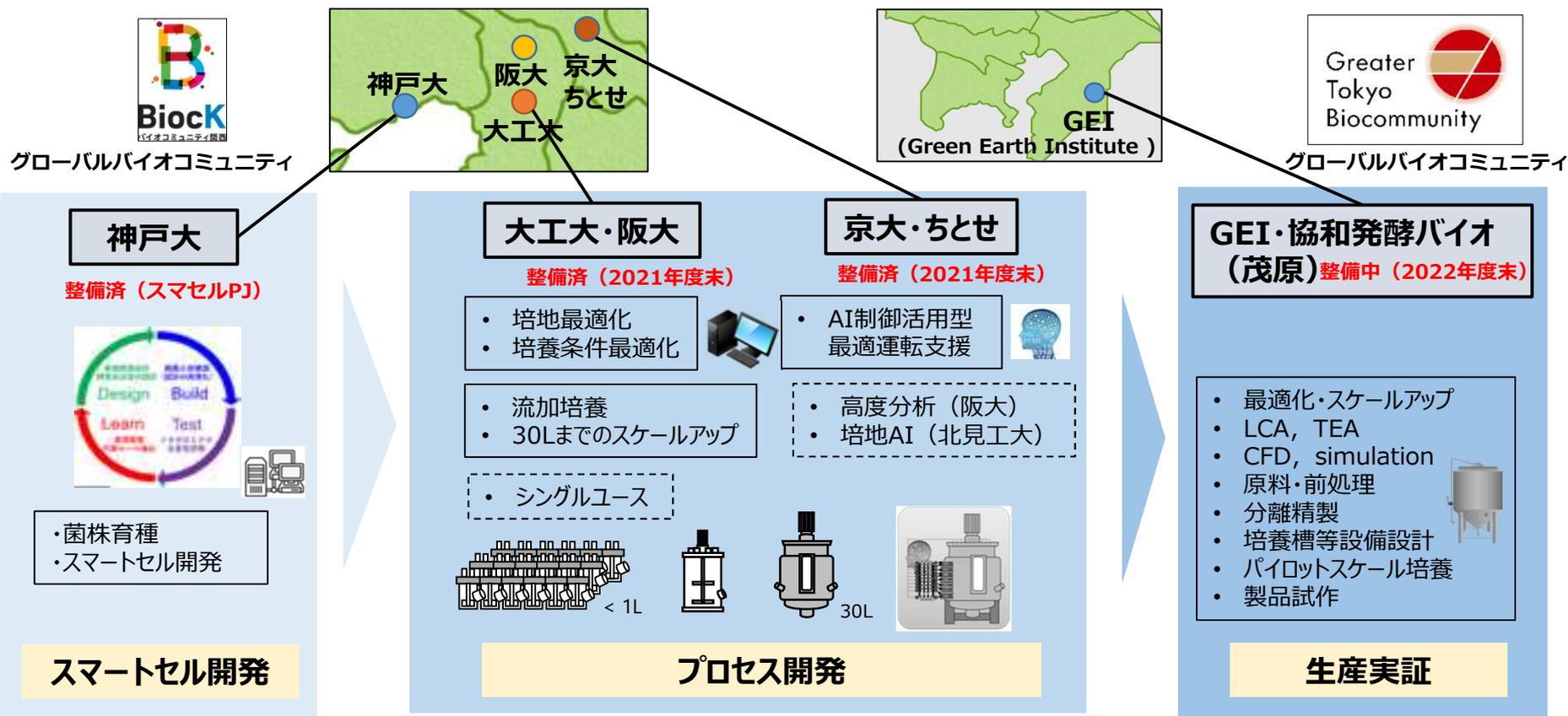
GEI

- ・ 最適化・スケールアップ手法
(CFD、スケールダウンモデル)
- ・ バイオ生産プロセスの実用化
手法
- ・ 培養槽等の設計手法
- ・ パイロットスケール培養槽運転
実習

社
会
実
装

◆バイオファウンドリ拠点の形成

- ・バイオプロセス開発プラットフォームとして、バイオファウンドリを整備
- ・グローバルバイオコミュニティと連携して、一貫した人材育成と開発支援



バイオプロセス開発プラットフォーム

◆具体的な成果と意義

DBTL型スマートセル開発プラットフォーム

- ・ロボティクス × デジタル融合型バイオファウンドリ (神戸大学)
- ・今後、データベース空間からの新規酵素リソースの開発 (神戸大学) の成果が搭載されていく予定

汎用性の高い酵素群を迅速に多数獲得できるプラットフォーム

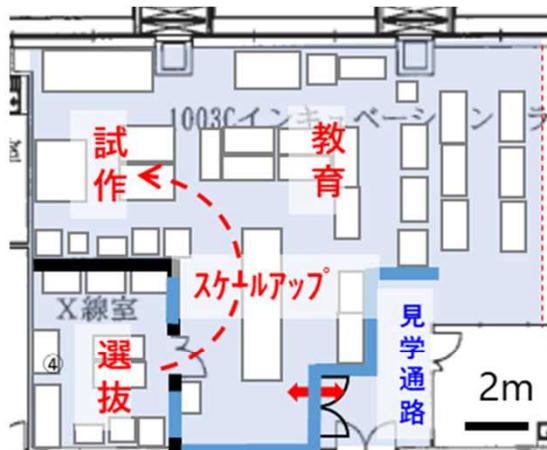


現地調査会(8/17)
見学場所

生産プロセス開発プラットフォーム 実用化検証及びバイオプロダクション人材育成拠点 (大阪工業大学)



大宮キャンパス10号館3F
に設置



プラットフォーム

最適化・試作支援機能

小規模多連バッチ培養 (培地、基本条件探索) ~ 実証規模流加培養 (プロセス最適化)

人材育成

実技教育機能

培養装置の正しい使い方 (操作設計) を教える
実技・座学セミナー (基礎&応用) を定期開催

全ての培養槽に自動サンプラーを整備



30L蒸気滅菌型培養槽



30Lシングルユース
マイクロバブル気泡
型培養槽



20Lシングルユース培養槽



スクリーニング・条件出し用 0.25L
x24連培養槽



教育・小規模流加用 1Lx12連
培養槽



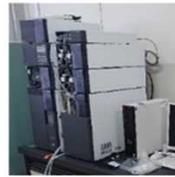
流加培養用 5Lx4連培養槽



自動カウンター
(酵母、微生物)



酵素式センサー



HPLC・UPLC
(糖・有機酸・アミノ酸)

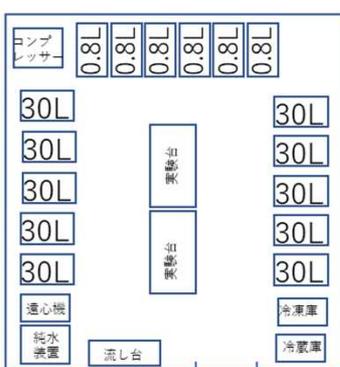


無菌培養 & 分析に関わる基本設備 (P2対応)



現地調査会(8/17)
見学場所

生産プロセス開発プラットフォーム 実用化検証及びバイオプロダクション人材育成拠点 (京都大学・ちとせ研究所)



京都大学



農学部・農学研究科
(講義)



北部総合教育研究棟
(地下1Fに培養装置群を設置)

プラットフォーム

生産プロセス開発

- ・小規模バッチ・流加培養 (基本条件探索)
- ・30L規模流加・並列培養 (プロセス最適化・自動化検討)
- ・サンプル作成 (0.8L・30L Jarを用いたサンプル試作)

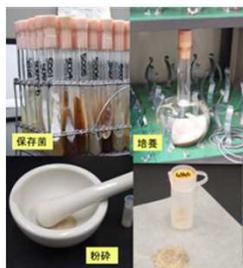
バイオリソース探索

- ・微生物パウダー作成・スクリーニング系の構築
- ・宿主・酵素・遺伝子スクリーニング (微生物パウダーライブラリー等を活用)

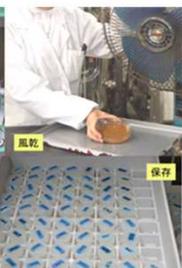
人材育成

バイオ生産の産業化事例に学び、技術開発、事業開発に資する経験知を提供

- ・産業微生物学 (講義)
- ・循環型バイオ事業開発 (講義)
- ・産業化支援バイオリソース探索 (講義・実技)
- ・バイオ生産データサイエンス (講義・実技)



微生物パウダーライブラリー



0.8L培養設備6基



30L培養設備10基 (5基×2社製品)



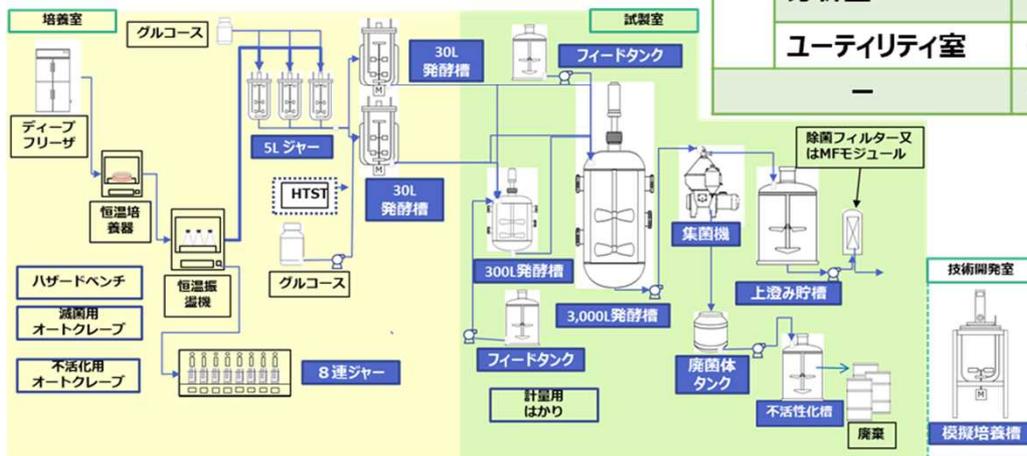
三ツワフロンテック社製

生産実証プラットフォーム (GEI・協和発酵バイオ)



プラットフォーム

建屋	使用目的
既存建屋 (バイオエンジニアベンチ)	・一般的な発酵槽 (30L×3、300L×3、1500L) によるプロセス検討
新設建屋	
前処理糖化室	・バイオマス原料の前処理および糖化反応
技術開発室	・高性能CFD・スケールダウンモデルを用いた最適条件決定、スケールアップシステム開発
培養室	・連続発酵システム検討 ・試製の種培養、前培養 (発酵槽 (5L×3、30L×2)、8連ジャー)
試製室	・スケールアップシステム実証 ・300L、3000L槽規模の試験生産
精製室	・低分子～中分子の生産物の精製、サンプル製造 (設備制約から対応不可のものは外注を想定)
分析室	・各工程に必要な分析
ユーティリティ室	・ユーティリティ供給
—	・その他CO2排出量や製造コストの算出



人材育成

- ・最適化・スケールアップ手法 (CFD、スケールダウンモデル)
- ・実用化手法
- ・培養槽等の設計手法
- ・パイロットスケール培養槽運転実習

◆バイオファウンドリ拠点の運用計画

- ・神戸大拠点（スマセルPJで整備）は本格稼働中
- ・大工大・阪大拠点，京大・ちとせ拠点は，PJ内の取組みを支援中
- ・GEI・協和発酵バイオ（茂原）拠点は，整備中（PJ内から利用希望多数）
- ・PJ外からの受入れの仕組みを構築中→PJ終了後は自走
- ・産業バイオプロセスの開発支援（SU含む）と同時に，関連バイオ人材を育成

拠点		2022	2023	2024	2025	2026
スマセル育種	神戸大	既に本格稼働中(実績15件)				
プロセス開発	大工大・阪大	PJ内で稼働中(実績1社、取組中2社、待ち1社)		本格稼働開始(4件/年)		
	京大・ちとせ	PJ内で稼働中(実績1社)		本格稼働開始(4-8件/年)		
生産実証	GEI・協和発酵バイオ	利用希望調査 PJ内14企業が希望表明		生産実証		

3. 研究開発成果 (微生物・基盤) ◆具体的な成果と意義

◆バイオ人材の育成

- ・バイオ人材の不足→合成生物学から培養・精製プロセスまで一貫した理解
- ・現場を支える人材の不足→バイオ生産に必要な知識と技術を座学と実技で

拠点		2022	2023
スマセル育種	神戸大	代謝設計～酵素開発～スマートセル構築 他 (随時受け入れ中)	
プロセス開発	大工大・阪大	培養基礎セミナー(座学・実技) ● 5月 ● 8月 ● 11月	培養応用セミナー(座学・実技)、培養工学
	京大・ちとせ		産業微生物学、データサイエンス、バイオリソース探索 他
生産実証	GEI・協和発酵バイオ	バイオプロセス実用化 { 洗浄・滅菌、スケールアップ 他	多変量解析、流動解析、前処理、糖化、精製 他

人材育成プログラム (NEDO特別講座)

プログラム	担当	時期
代謝経路設計_酵素開発_スマセル構築_培養スケールUPまでのトータルシステムのOJD	神戸大	2021～
培養基礎 (バイオリクターの装置および操作の基本設計, 酸素供給能評価法)	大工大	2022～
培養応用 (流加培養および蒸気滅菌型培養槽 (30L) の操作方法)	大工大・阪大	2023～
培養工学に関する実践的知識	阪大	2023～
高度バイオものづくり (LCA/TEA他, 目利き人材および実務人材の育成)	大工大・阪大	2024～
産業微生物学	京大	2023～
循環型バイオ事業開発	京大・ちとせ	2023～
バイオ生産に関するデータサイエンス	京大・ちとせ	2023～
産業化支援バイオリソース探索のOJD	京大	2023～
バイオプロセスの実用化1～10 (洗浄, 滅菌, 細胞分離, 基本設計, 精製, 前処理, 解析, CFD等)	GEI	2022～

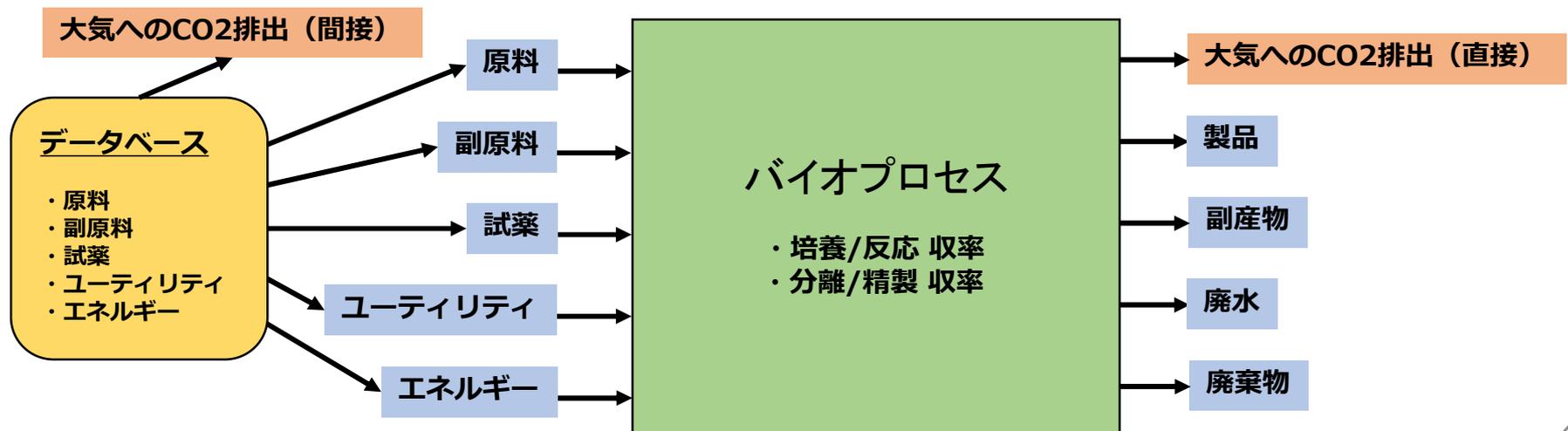
(2022年7月時点)

◆バイオプロセス用LCA, TEA シミュレーターの開発

- ・バイオプロセス=カーボン・ニュートラルではない
- ・開発の初期段階でバイオプロセスのLCA・TEAが必要
- ・バイオプロセスに必要なデータ(特に原料), プロセスモデルが不足
- ・液体培養(ソホロリピッド), 固体培養(セルラーゼ)からデータ収集
- ・①物質収支②GHG排出量③生産コストの推定④感度解析の実現が目標

→ GHG排出削減効果の高いバイオ製品・技術の優先的な社会実装

→ バイオ製品の改良点の明確化によるプロセス開発の効率化



P01 : 遺伝子組換え植物を利用した大規模有用物質生産システムの実証開発

背景

・植物の遺伝子組換えを用いた物質生産（タンパク質）技術は、
 ①動物/微生物等、由来の病原体混入リスクが低い、②拡大生産が容易（栽培）、③低コスト性（施設・ランニングコストなど）、④省エネルギー生産（培養等と比較して）などの理由から、特に欧米や中国などでは既に試薬や化粧品・医薬品原材料の植物生産が実用化、上市されている。

植物による組換えタンパク質生産 方法

(主に種の範囲を超えた有用物質生産)

遺伝子組換え植物体
 (Stable transgenic plants)

遺伝子組換え植物体の作出に数週間から数ヶ月要する

一過性発現系
 (Transient expression)

例) 植物ウイルスベクター
 アグロインフィルトレーション
 アグロインフェクション

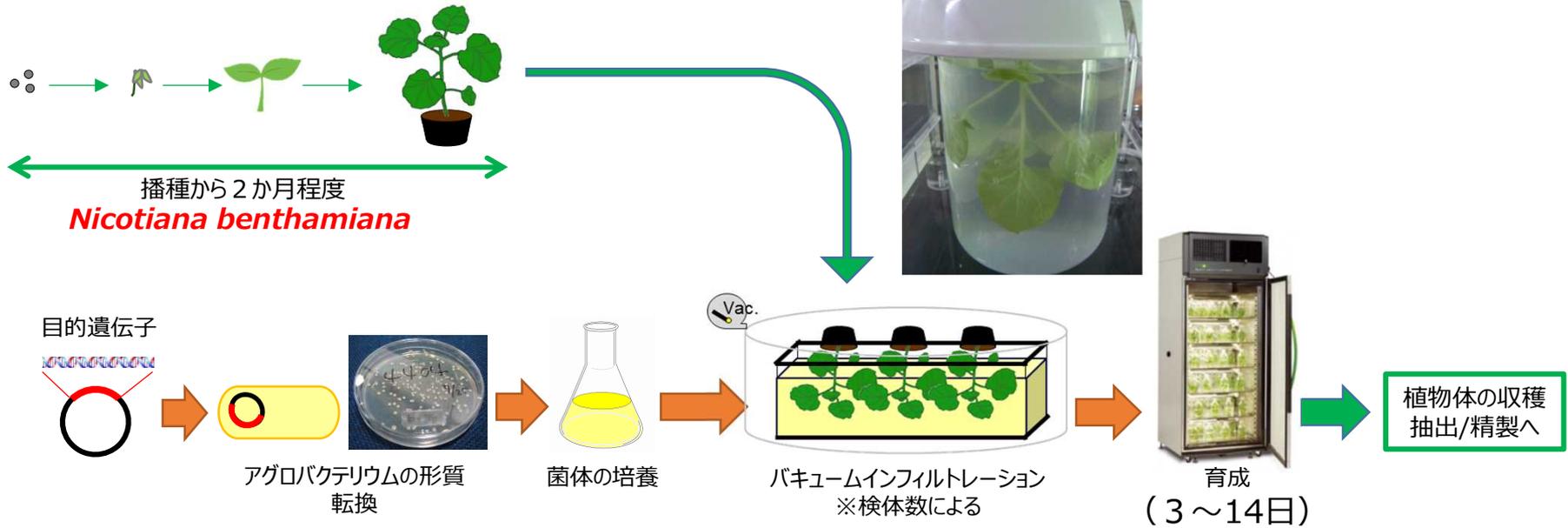
治療用抗体(ヒト抗体)
 診断用等抗体
 ワクチン(ヒト・動物)
 医療用タンパク質(ヒト・動物)
 研究・製造用試薬
 化粧品等主成分
 機能性食品素材

遺伝子導入操作より数日程度で目的物質を得られる。

遺伝子組換え体よりも目的物質の発現量が多い傾向にある

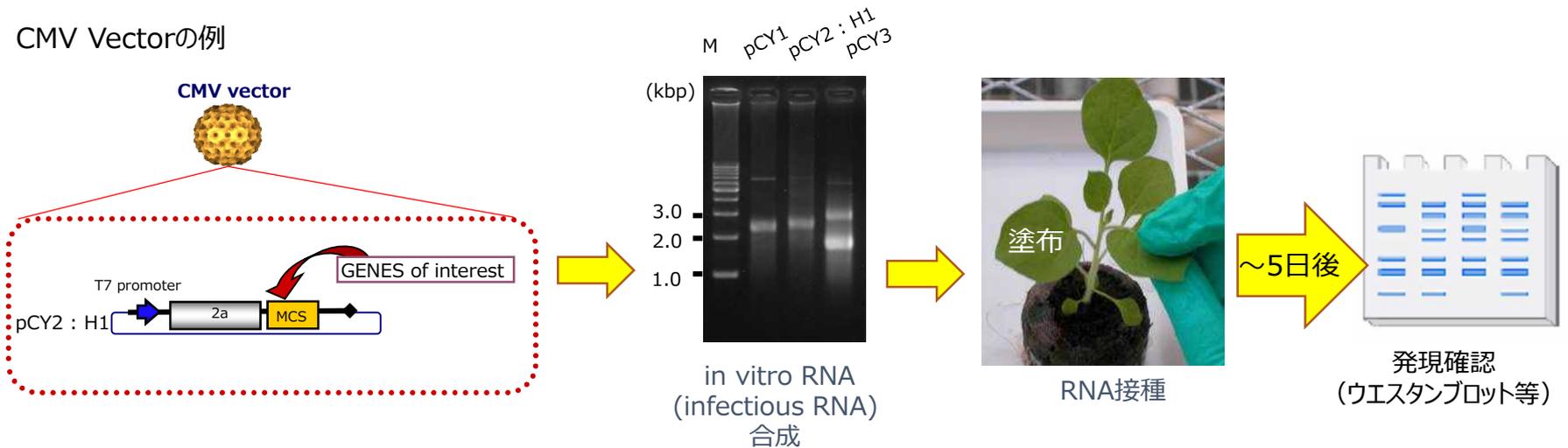
3. 研究開発成果 (植物・基盤) 全体概要

(1) Agro-infiltration and/or Agro-infection



(2) Plant virus vector

CMV Vectorの例



「海外の状況」

医薬品原材料等の生産

既に欧米では10箇所程度、[物質生産植物工場（ほとんど一過性発現系）](#)が事業化へ向けて稼働
アジアでも、中国、韓国などで事業活動に至っており、タイなどでも拠点整備も進められている。

※昨年10月からカナダ企業が開発したCOVID-19植物生産ワクチン（カナダで承認済）の
治験が日本国内で開始。

- ➡ 先行のmRNAワクチン（ファイザー/モデルナ）、ウイルスベクター（アストラゼネカ）、不活化ワクチンと「safety/reactogenicity, efficacy, logistics, COGS」の総合評価において、当該企業の植物ワクチンが遜色ないことが示されている。
- ➡ この植物ワクチンの生産性は、当該企業の植物工場一ヶ月でmRNAワクチン 10million dose分と報告されている。

上記何れもViruses 13, 418(2021)より引用

化粧品等の生産

既にEUの企業により、遺伝子組換え植物で生産したヒト上皮細胞成長因子を
原材料とした化粧品が、世界中で上市、日本国内でも販売・入手可能



空港免税店での販売ブース

その他試薬等の生産

欧米の企業を中心に、複数の事業展開が図られている。

「国内の状況」

現在、欧米には遺伝子組換え植物を利用した物質生産（大規模）事業拠点が複数ある。

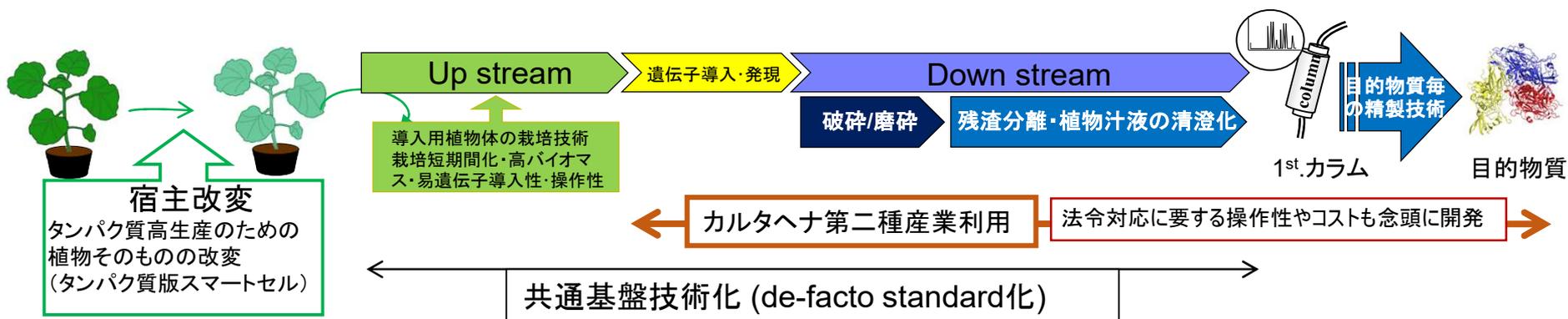
国内においては、**植物遺伝子操作技術等、要素技術はトップレベル**であるにもかかわらず、**実用化・事業化拠点は、**

一つも存在しない。



P01：遺伝子組換え植物を利用した大規模有用物質生産システムの実証開発

目的 本研究では、国内での大規模植物生産系の実用化技術開発を目的に、宿主となる植物種の改変から生産技術（栽培）、および数百kgのバイオマスをごく短時間にカルタヘナ法に対応した大規模抽出・精製までの一貫した高効率な工程の開発と事業化へ向けた実証を行う。



プロジェクト基本計画
研究課題①

プロジェクト基本計画 研究課題②

P01 : 遺伝子組換え植物を利用した大規模有用物質生産システムの実証開発

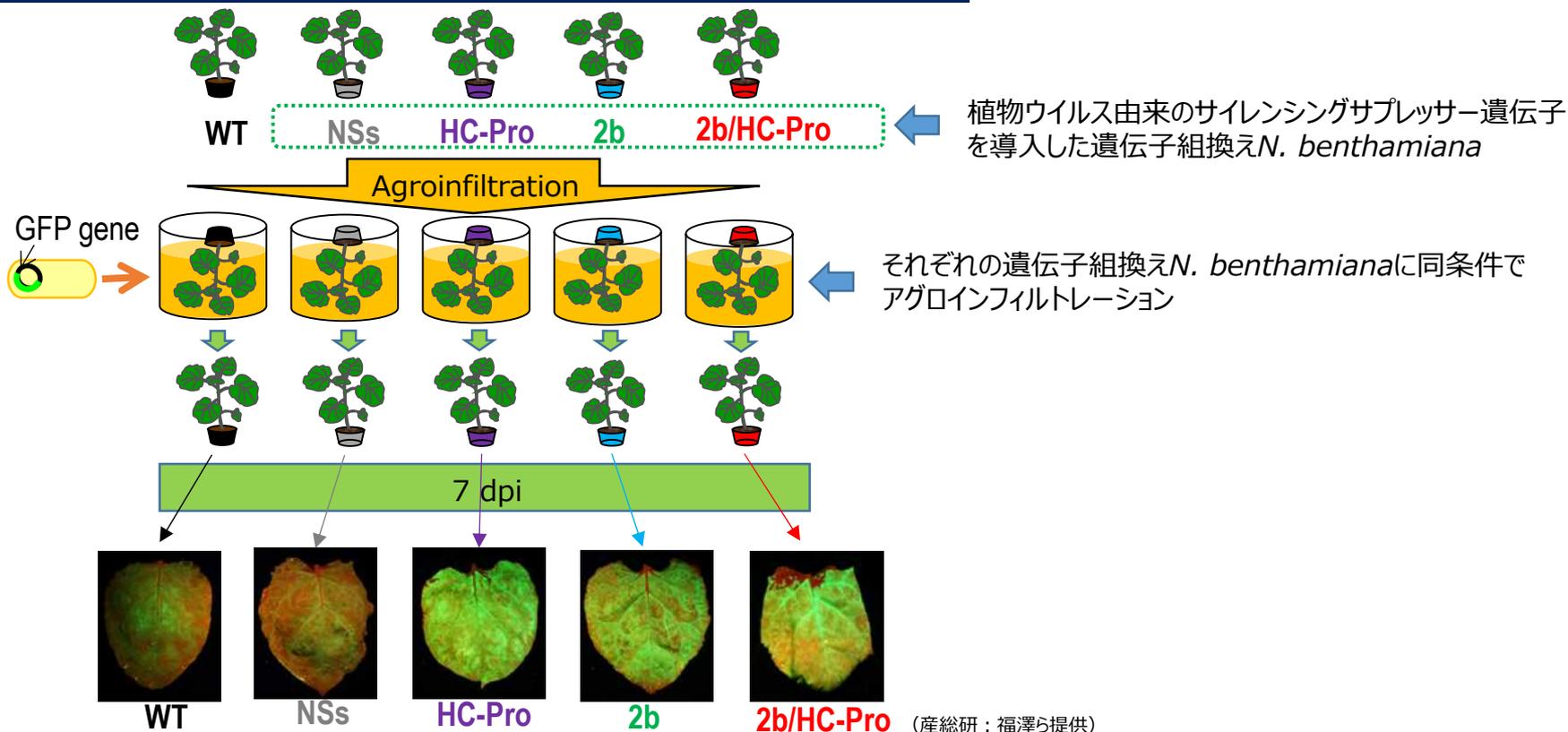
宿主植物の改変

植物の一過性発現系に用いられている植物は世界的に、

*Nicotiana benthamiana*がほぼ**100%**物質生産用に改変した*Nicotiana benthamiana*を開発海外研究例
低アルカロイド
植物型糖鎖修飾抑制
ヒト型糖鎖修飾 など

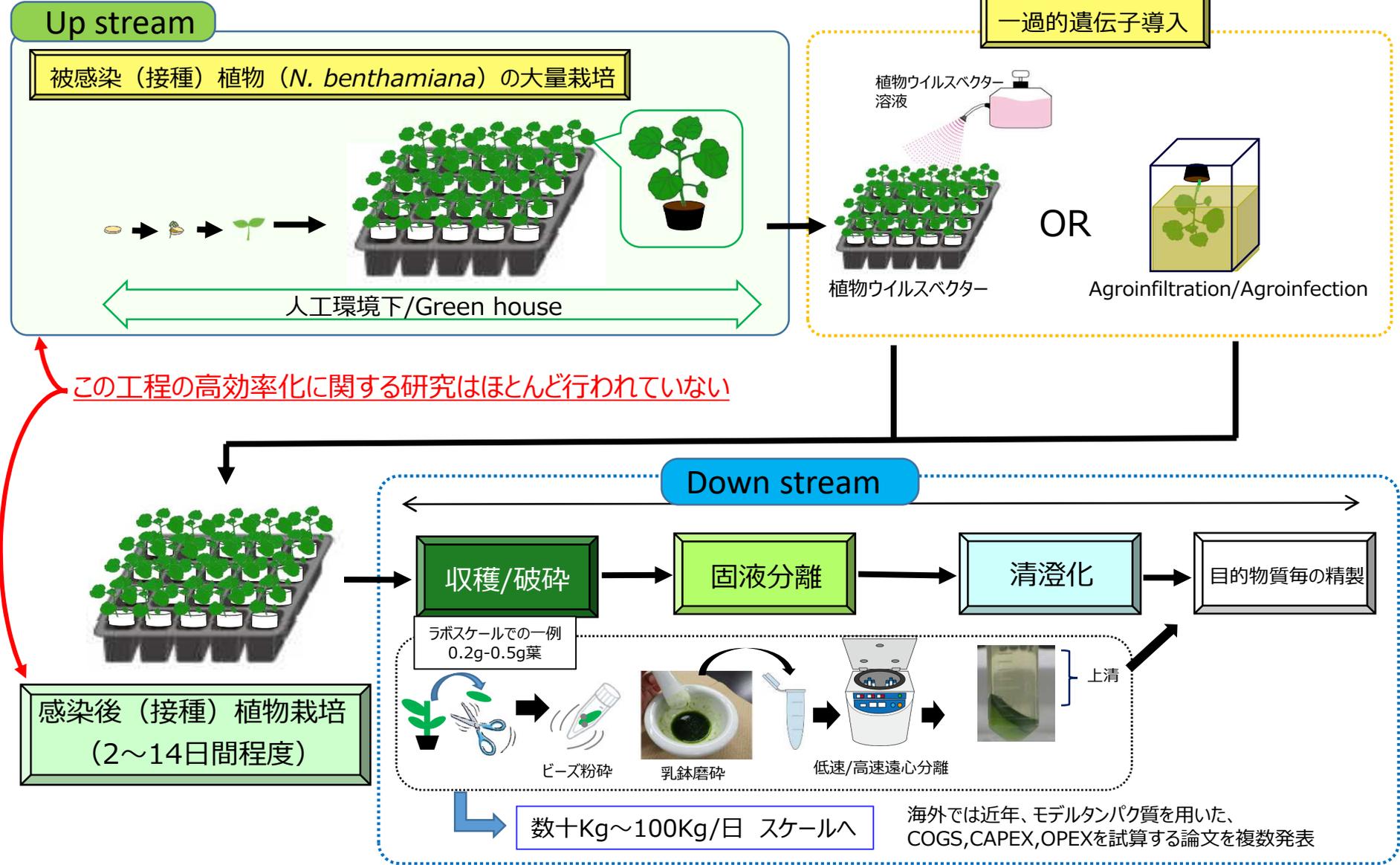
そのまま世界的な実用化植物となる

プロジェクト実施前の研究開発例の紹介 (目的物質高発現化)



3. 研究開発成果 (植物・基盤) 全体概要

一過性発現系(transient expression)の流れ



感染後 (接種) 植物栽培 (2~14日間程度)

収穫/破碎 → 固液分離 → 清澄化 → 目的物質毎の精製

ラボスケールでの一例 0.2g-0.5g葉



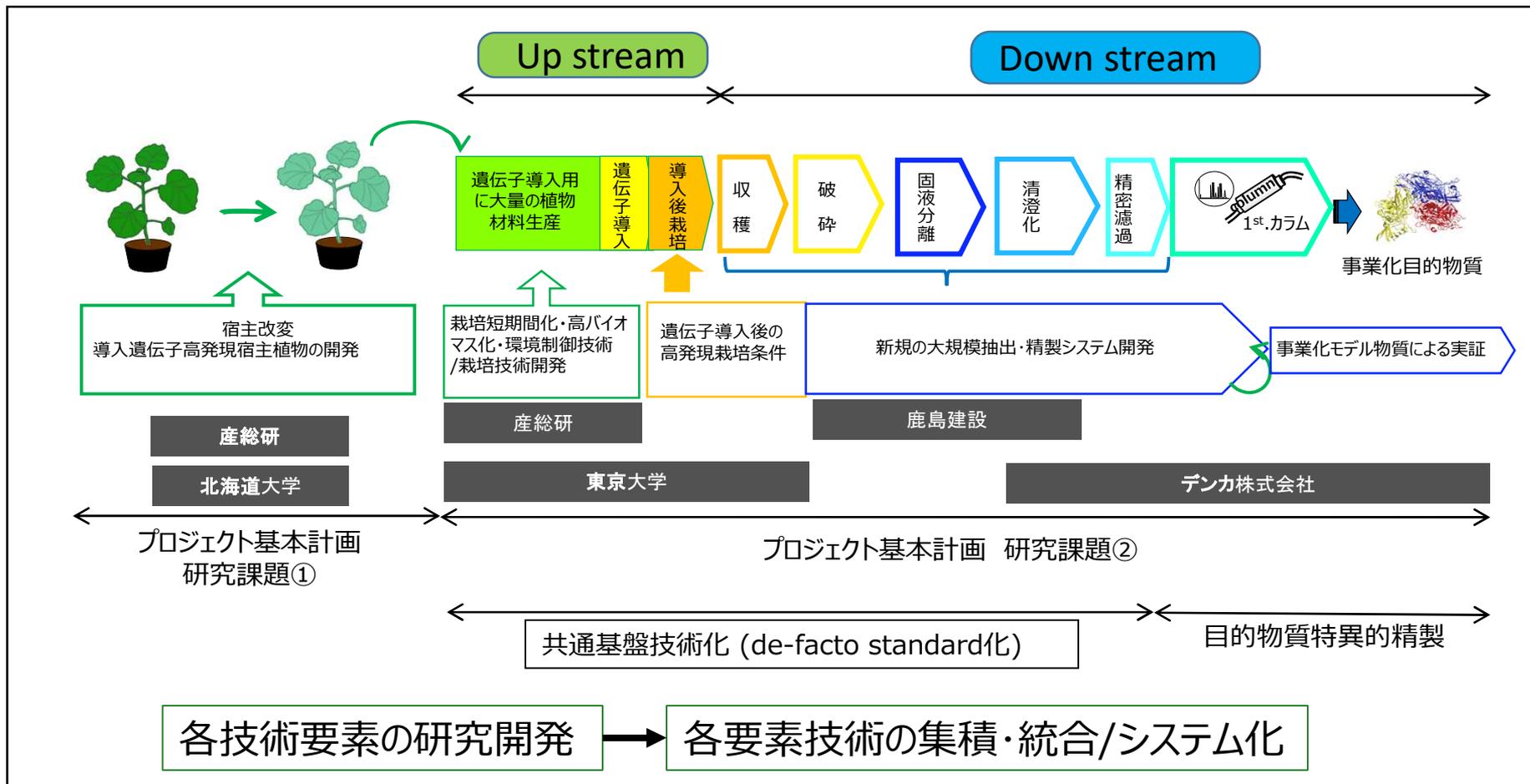
数十Kg~100Kg/日 スケールへ

海外では近年、モデルタンパク質を用いた、COGS, CAPEX, OPEXを試算する論文を複数発表

カルタヘナ第二種産業利用

P01：遺伝子組換え植物を利用した大規模有用物質生産システムの実証開発

課題全体概要と実施体制



◆創出したいバイオ由来製品の考え方

単に技術が確立されるだけではなく、**技術がインパクトある形で社会に実装**され、実際に**日本の経済の成長**や**世界の社会課題の解決**につなげていくことが重要。

※ 特に (1) **バイオでしか実現できない高付加価値な機能を有し、**

(例：機能性素材、動物・アレルギーフリー、数量制限のある天然物からの脱却等)

(2) バイオ産業の裾野拡大に資する**一定以上の市場規模が狙える**

ような技術・製品の社会実装に期待。

■創出したいバイオ由来製品の考え方 (参考)

大分類		中分類	(複数可)	小分類 (出口製品)	(複数可)
I	石油由来製品	1	金額規模の大きな市場獲得が期待できる物質	A	汎用化学品 (中間体)
II	動物・植物由来微量成分 (二次代謝産物、香料、アルカロイド、生薬など)	2	市場ニーズが明確な物質、需要が伸びている物質	B	高機能化学品 (中間体)
III	微生物由来で実用化に至っていない物質	3	新たに市場開拓が期待される物質	C	食品・食品添加物素材
IV	その他	4	サプライチェーンの中でバイオプロセス転換が求められている物質	D	香料
				E	化粧品素材
				F	医薬品 (中間体)
				G	飼料
		5	低コスト化により需要増加が期待される物質	H	その他

3. 研究開発成果 (研究開発項目③：実証) 全体概要

- 2021年度採択、14テーマ。

公開セッションで説明

非公開セッションで説明

研究代表機関	テーマ名	主要な対象市場
カネカ	大腸菌発酵による酸化型グルタチオン高生産技術の開発	高機能化学品（中間体）
東レ	ポリアミド原料の発酵生産技術開発	汎用化学品（中間体）
福岡県醤油醸造協同組合	天然ヒト型長鎖セラミド高効率生産システムの開発と実証	化粧品素材
ホクサン	ジャガイモシストセンチュウ孵化促進物質（PCN HF）大量生産システムの構築	高機能化学品（中間体）
住友化学	微生物によるグリチルレチン酸および類縁体の生産システム実証	食品・食品添加物素材
Noster	次世代グリーンバイオ素材「HYA50」のインライン自動化生産システム開発	食品・食品添加物素材
大成建設	生物メタネーションとバイオ燃料製造を可能とする新排水処理プロセスの開発	汎用化学品（中間体）、高機能化学品（中間体）
アクプランタ	エピジェネティクス代謝変換技術を用いた高集積糖生産システムの実証	汎用化学品（中間体）
三菱製紙	製紙工場における第二世代糖生産システム実証	汎用化学品（中間体）
サラヤ	超耐熱性プロテアーゼを活用した感染制御技術の社会実装実証	高機能化学品（中間体）
MMAG	糸状菌が生産する農薬活性天然物の生産性向上システムの構築、実証	高機能化学品（中間体）
カネカ	<i>Bacillus</i> 属細菌による抗菌環状リポペプチド生産システム実証	高機能化学品（中間体）
東海物産	バイオプロセスによるイミダゾールジペプチドの効率的生産方法の開発	食品・食品添加物素材
Green Earth Institute	コリネ菌によるバイオイソプロパノール生産システム実証	汎用化学品（中間体）

天然ヒト型長鎖セラミド高効率生産システムの開発と実証 (1/2)

代表機関：福岡県醤油醸造協同組合

共同研究先：九州大学、(国研) 理化学研究所、(国研) 産業技術総合研究所

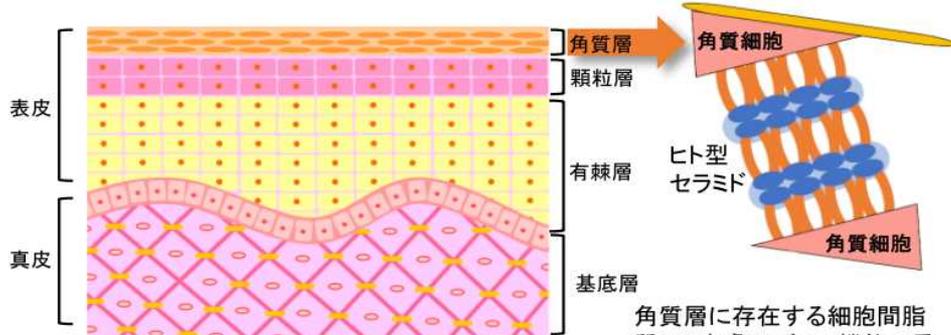
事業期間：2021年度～2023年度 [助成事業]

◆ 開発ターゲット技術・製品：発酵生産技術、化粧品原料

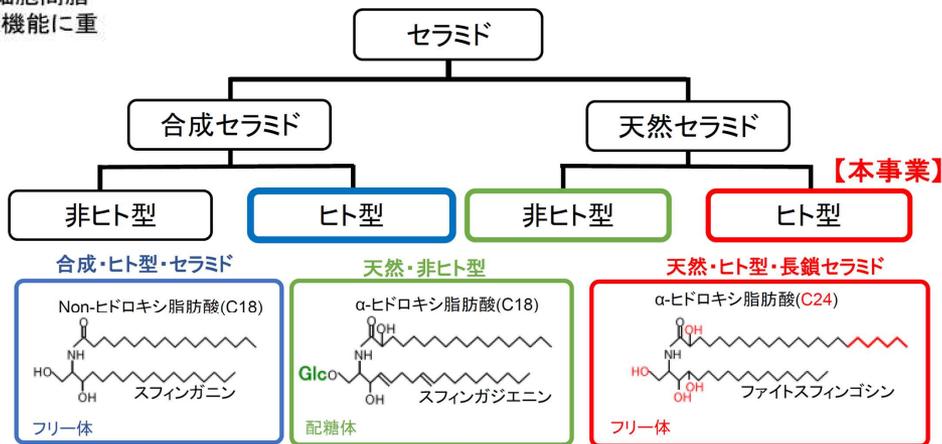
◆ 対象市場領域：化粧品

セラミドとは

セラミドとはスフィンゴ脂質の一種で皮膚の最外層で肌を保護する



- セラミドは表皮の最外層である角質層に存在する細胞間脂質で外界からの異物の侵入や内部からの水分の蒸散を防ぐバリアの機能を担い肌の保湿成分として注目を集めている。
- 本研究ではヒトの角質層に存在するセラミドと同じ化学構造を有し脂肪酸部分の炭素数が24のセラミド(ヒト型長鎖セラミド)の高効率生産を実現する。



天然ヒト型長鎖セラミド高効率生産システムの開発と実証(2/2)

- 長鎖脂肪酸を含むセラミドは経皮水分蒸散量の低減に重要であり、ヒト型長鎖セラミドはバリア機能を高めることが期待され、その事業化に向け、細胞当たりの生産性を向上させ培養期間を短縮し年間生産能力を向上させ、製造コストを従来法より大幅に低減した麹菌発酵・セラミド抽出法を開発する。



3. 研究開発成果 (PJ全体) (3) 成果の普及 (4) 知的財産権の確保に向けた取組

◆成果の普及・知的財産権の確保に向けた取組

年度	特許			論文		その他外部発表				受賞実績
	国内	外国	PCT	査読付き	その他	学会発表・講演	新聞・雑誌等への掲載	展示会への出展	その他	
2020	2	0	1	1	1	28	2	1	1	2
2021	2	1	3	22	3	67	12	15	7	5
2022～(見込含む)	23	7	6	25	0	64	15	10	9	0
PJ期間合計	27	8	10	48	4	159	29	26	17	7

(表：研究実施者主体の取組を集計したもの)

プレスリリース(実績) [リリース日・リリース主体]

2020年度 2件 [2020.8.25 NEDO、2020.9.11 宇部興産]

2021年度 8件 [2021.7.7 NEDO、2021.7.7 アクプランタ、2021.7.7 東海物産、2021.7.9 Noster、2021.8.23 NEDO、2021.8.27 GEI、2021.9.6 マイクロ波化学、2022.2.7 GEI]

2022年度 9件 [2022.5.24 NEDO、2022.5.24 GEI、2022.7.1 NEDO、2022.7.1 大阪工業大学、2022.7.1 GEI、2022.7.4 大阪大学、2022.7.31 NEDO、2022.8.24 NEDO、2022.8.24 東レ]

◆成果の普及に向けた取組

NEDOプレスリリース例	主な掲載記事
<ul style="list-style-type: none"> ● バイオ由来製品の实用化に向け、産業用物質生産システムの実証14件に着手 —バイオ産業の裾野拡大や炭素循環型社会の実現を目指す— 	2021.07.08 化学工業日報 朝刊1面 など
<ul style="list-style-type: none"> ● 関東圏に微生物機能を活用したバイオ生産の実証拠点を形成 —实用化に向けたスケールアップ検証と人材育成の場を提供— 	2021.08.24 化学工業日報 朝刊3面 2021.09.10 日刊工業新聞 朝刊3面社説 2021.09.27 化学工業日報 朝刊4面 2021.11.22 日本経済新聞 朝刊19面 2021.12.23 化学工業日報 朝刊8面 2022.01.28 日本経済新聞 朝刊18面 など
<ul style="list-style-type: none"> ● 千葉県で微生物発酵生産用の実証拠点を稼働開始 —バイオ由来製品の商用生産を想定したスケールアップ検証などを実施— 	2022.05.25 化学工業日報 朝刊3面 2022.05.25 日刊工業新聞 朝刊21面 など
<ul style="list-style-type: none"> ● バイオものづくり分野の人材育成プログラムを順次開講 —理論から実践までを学び、バイオものづくり人材の育成を目指す— 	2022.07.04 化学工業日報 朝刊3面 2022.07.07 読売新聞 夕刊5面 2022.08.22 読売新聞 朝刊2面 など
<ul style="list-style-type: none"> ● 100%バイオ由来アジピン酸の合成方法を開発 —環境配慮型ポリアミド66の实用化に向けたスケールアップ検討を開始— 	2022.08.24 日本経済新聞オンライン 2022.08.25 化学工業日報 朝刊1面 など

◆ 成果の活用・ユーザーに向けて成果を普及させる取組・情報発信

【共通基盤】

- 開発技術（成果）の見える化
⇒技術集約ホームページを制作中
- バイオフィューズ拠点、順次プロジェクト内外から利用者を受入れ
⇒PJ内参画企業の利用希望を調査
⇒研究開発項目③において公募する実証テーマに関して
バイオフィューズ拠点利用希望を確認。
- 人材育成、順次プロジェクト内外から受講者を受入れ
⇒バイオものづくり人材育成講座（NEDO特別講座）を開講
⇒各拠点のホームページにプログラム内容を公開。
⇒プレスリリースで周知。

◆ 波及効果

- 経済波及効果：約6兆円（2030年度）市場に働きかけ
- CO₂削減効果：360百万 t/年

（2022年7月時点、研究開発項目③実施企業テーマの企業化計画を基に試算。）