

「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

プロジェクトの詳細説明 (公開版)

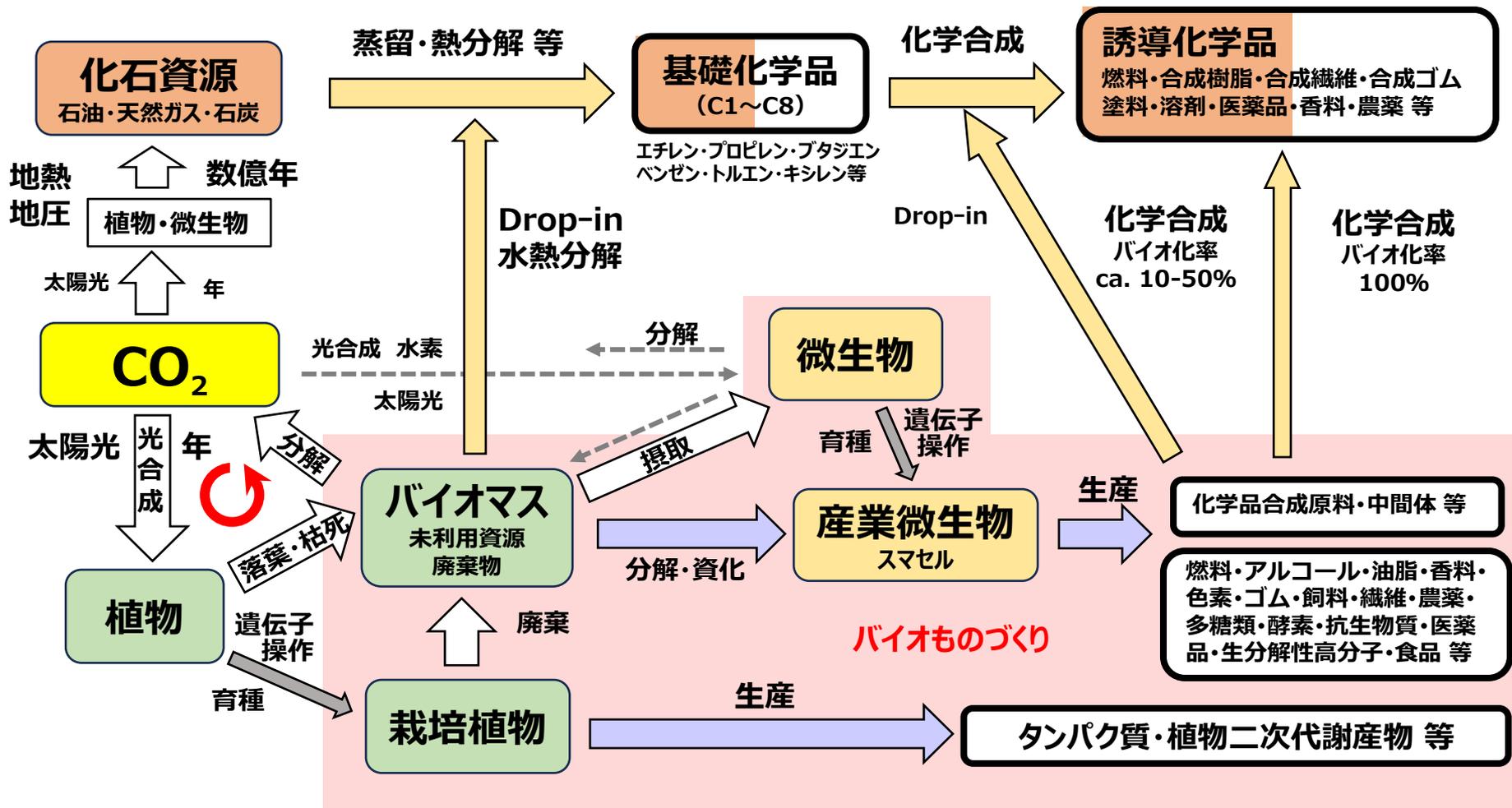
2025年6月16日

国立研究開発法人 新エネルギー・産業技術総合開発機構

PL : 関 実 (国立大学法人千葉大学 名誉教授)

背景：「バイオものづくり」の位置づけ

バイオ由来製品
bio-based products



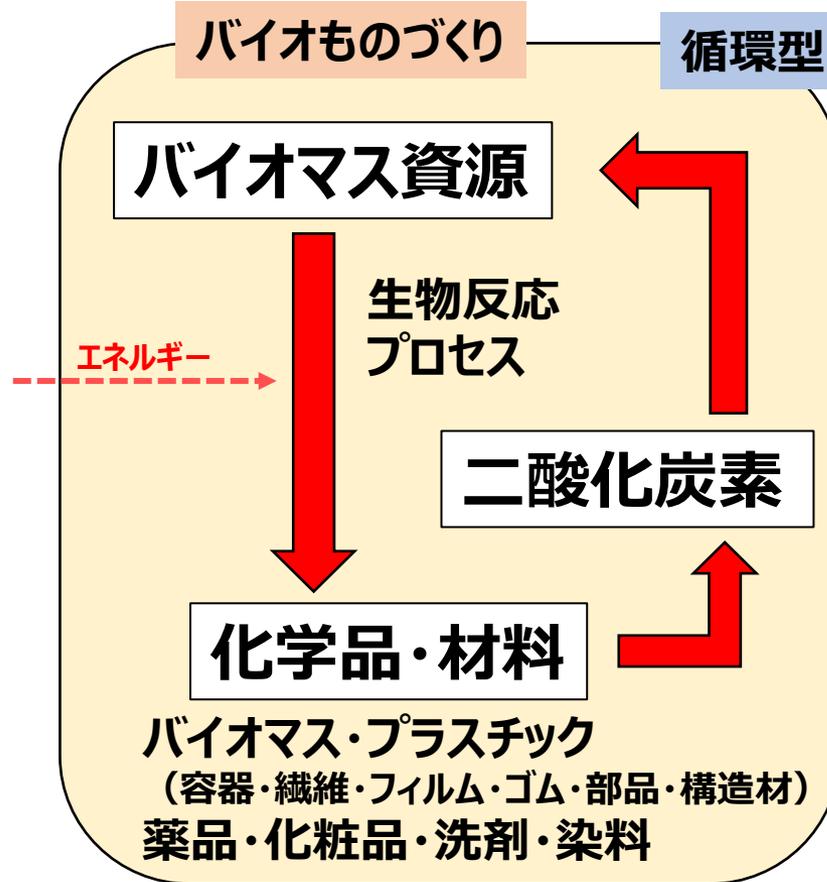
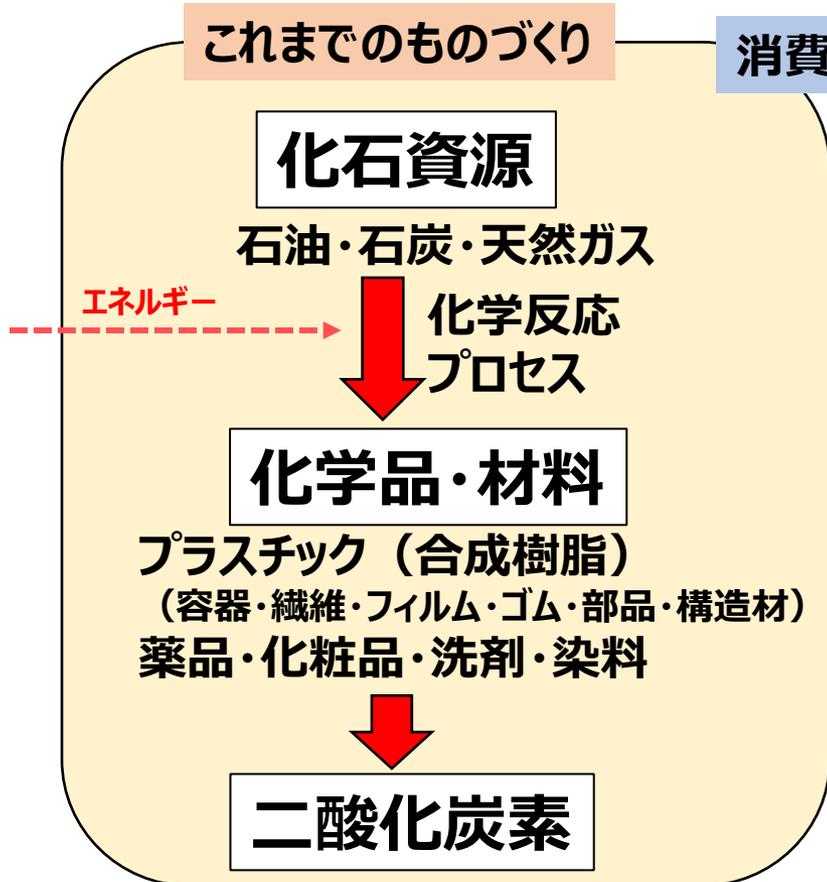
背景：なぜ「バイオものづくり」を目指すのか？

バイオ戦略2019

① 炭素循環型社会の構築

② 成長産業分野

ホワイトバイオ



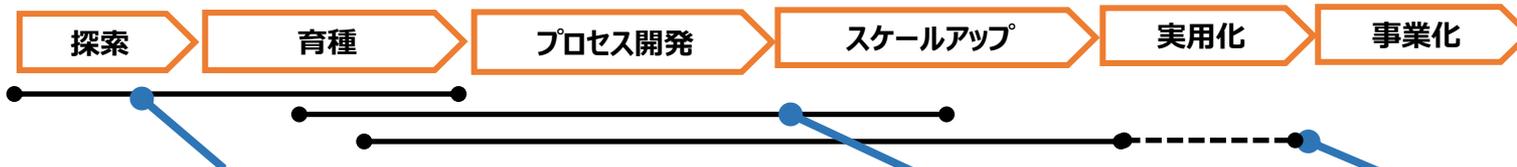
アウトカム

① 367万t-CO₂の削減に貢献

② 7兆円規模のバイオ市場形成に貢献

研究開発内容 (全体概要)

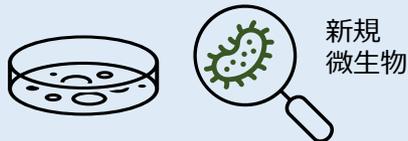
バイオプロセスの開発段階



① バイオ資源活用促進基盤技術開発

■ 高性能酵素・宿主の探索・改変構築

- **微生物**：産業応用の課題に応じた微生物の探索・スクリーニング技術（新規遺伝子源の獲得）



新規微生物

- **酵素**：未利用資源廃棄物・新規反応・超高活性酵素の探索・改変技術・産業用有用酵素データベース構築



多様な原料
新規反応・生産物
高活性酵素等

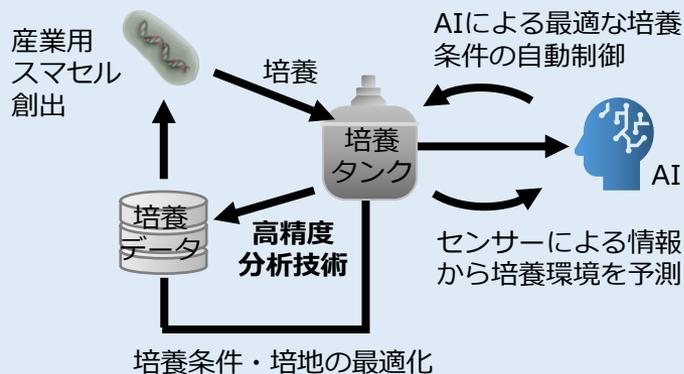
- **植物**：有用物質高生産植物の育種



宿主改変

② 生産プロセスのバイオファウンドリ基盤技術開発

■ バイオプロセス基盤技術の開発（技術開発拠点整備）

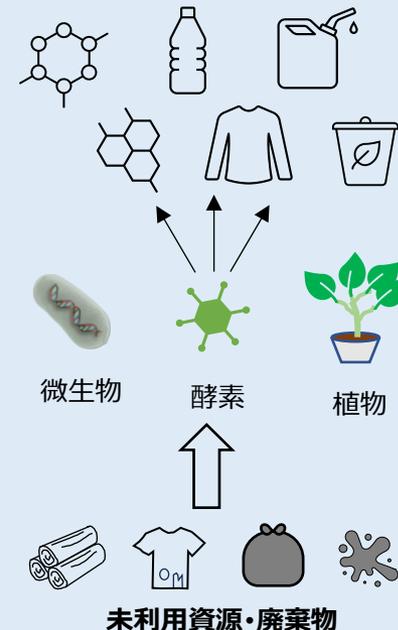


■ スケールアップ支援（開発拠点・試作設備整備）

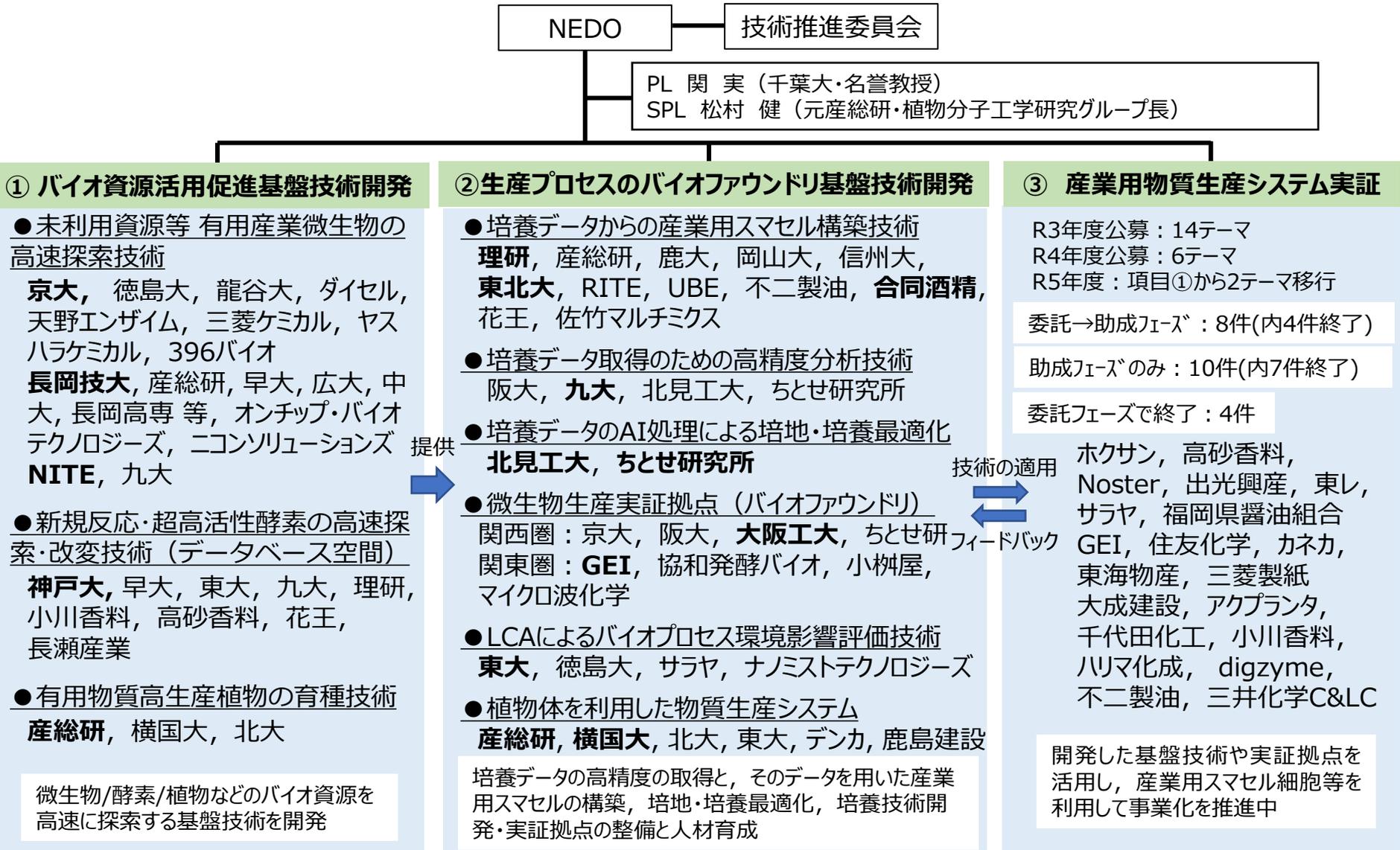


③ 産業用物質生産システム実証

- 様々な企業が産業用細胞/酵素を開発し、基盤技術を利用して実用化を推進（開発技術・拠点等を利用）



実施体制 (産学官連携)



① バイオ資源活用促進基盤技術開発

- 未利用資源等 有用産業微生物の高速探索技術
京大, 徳島大, 龍谷大, ダイセル, 天野エンザイム, 三菱ケミカル, ヤスハラケミカル, 396バイオ
長岡技大, 産総研, 早大, 広大, 中大, 長岡高専 等, オンチップ・バイオテクノロジーズ, ニコンソリューションズ
NITE, 九大
- 新規反応・超高活性酵素の高速探索・改変技術 (データベース空間)
神戸大, 早大, 東大, 九大, 理研, 小川香料, 高砂香料, 花王, 長瀬産業
- 有用物質高生産植物の育種技術
産総研, 横国大, 北大

微生物/酵素/植物などのバイオ資源を高速に探索する基盤技術を開発

② 生産プロセスのバイオファウンドリ基盤技術開発

- 培養データからの産業用スマセル構築技術
理研, 産総研, 鹿大, 岡山大, 信州大, 東北大, RITE, UBE, 不二製油, 合同酒精, 花王, 佐竹マルチミクス
- 培養データ取得のための高精度分析技術
阪大, 九大, 北見工大, ちとせ研究所
- 培養データのAI処理による培地・培養最適化
北見工大, ちとせ研究所
- 微生物生産実証拠点 (バイオファウンドリ)
関西圏: 京大, 阪大, 大阪工大, ちとせ研
関東圏: GEI, 協和発酵バイオ, 小栴屋, マイクロ波化学
- LCAによるバイオプロセス環境影響評価技術
東大, 徳島大, サラヤ, ナミストテクノロジーズ
- 植物体を利用した物質生産システム
産総研, 横国大, 北大, 東大, デンカ, 鹿島建設

培養データの高精度の取得と、そのデータを用いた産業用スマセルの構築、培地・培養最適化、培養技術開発・実証拠点の整備と人材育成

③ 産業用物質生産システム実証

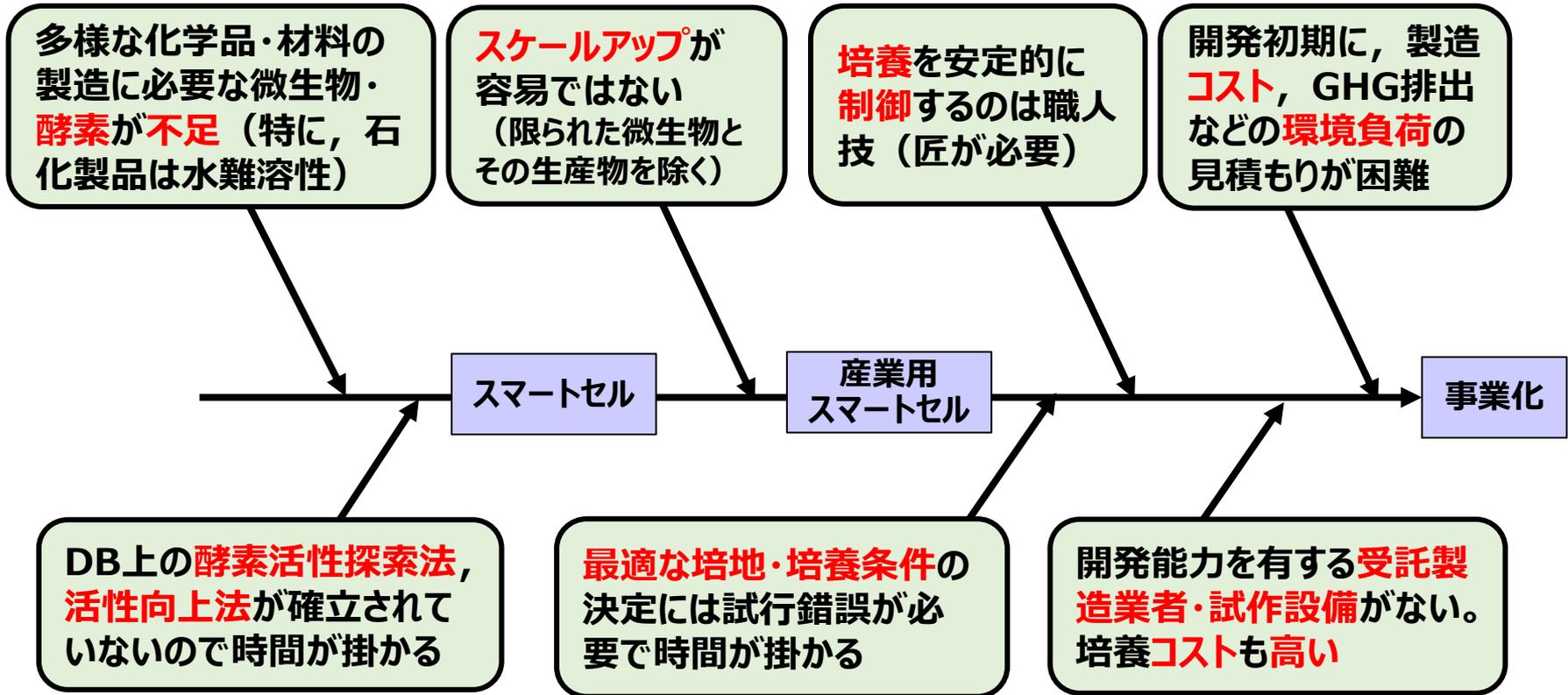
- R3年度公募: 14テーマ
 - R4年度公募: 6テーマ
 - R5年度: 項目①から2テーマ移行
 - 委託→助成フェーズ: 8件(内4件終了)
 - 助成フェーズのみ: 10件(内7件終了)
 - 委託フェーズで終了: 4件
- 技術の適用
- ホクサン, 高砂香料, Noster, 出光興産, 東レ, サラヤ, 福岡県醤油組合 GEI, 住友化学, カネカ, 東海物産, 三菱製紙 大成建設, アクプラント, 千代田化工, 小川香料, ハリマ化成, digzyme, 不二製油, 三井化学C&LC

開発した基盤技術や実証拠点を活用し、産業用スマセル細胞等を利用して事業化を推進中

研究開発項目①② 共通基盤（微生物）

課題：「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一応できたが、事業化を阻む多くの課題



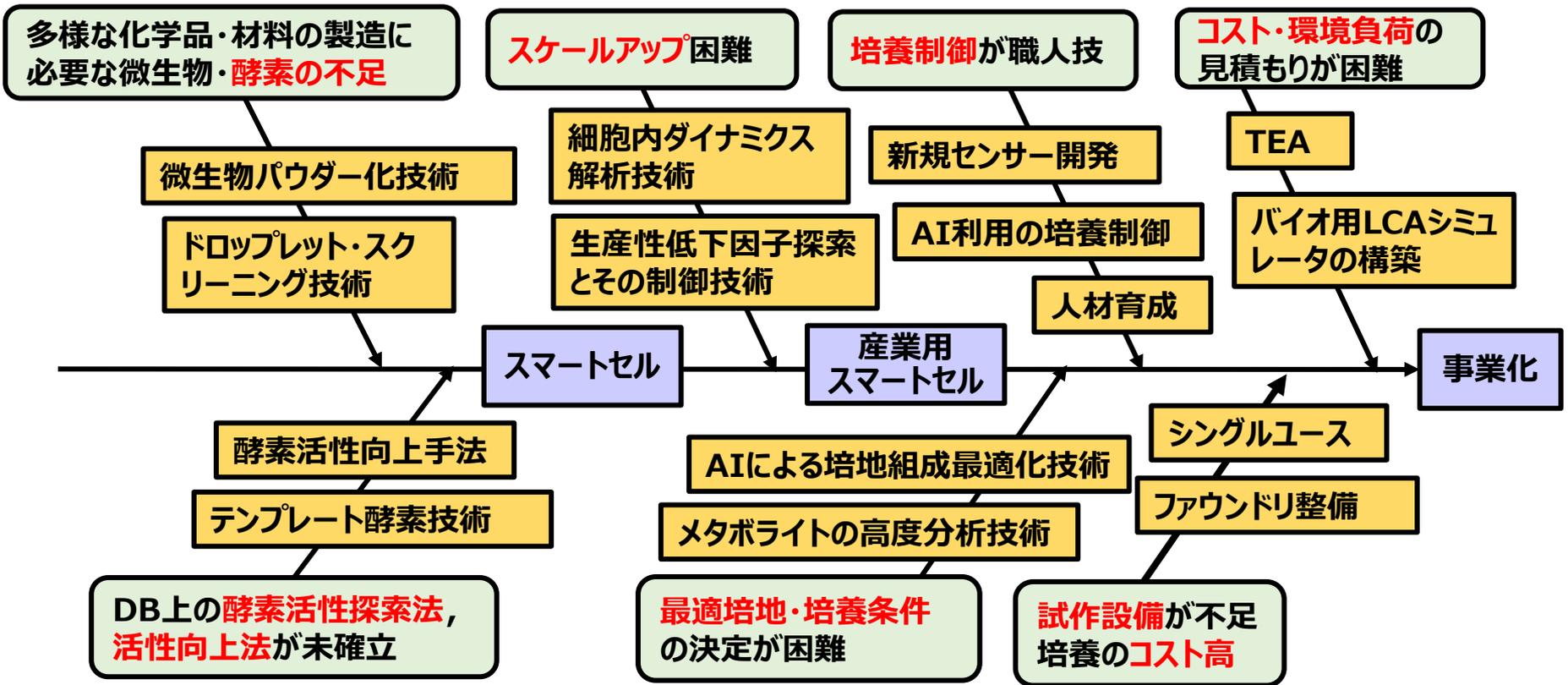
本プロジェクトでは、セルの構築から事業化までの主要課題の解決を目指す

本PJにおける課題と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のボトルネックとなる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実用化開発

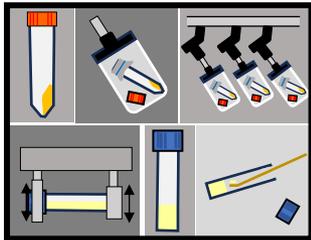
➡ 事業化

バイオ資源活用促進基盤技術開発(バイオ資源拡充)

- **産業用スマセル構築のための酵素・微生物リソースの不足**：環境中で生物が生産できない物質あるいは微量しか生産しない物質を大量生産するために必要な酵素・細胞は容易には見つからない。
- 本事業では、カーボンリサイクルの実現に向けて、未利用あるいは廃棄バイオマス資源等から多様な有機化合物を生産する**有用微生物や酵素を探索するための新規な手法**を開発。
- **産業用スマートセル作製に必要な酵素・微生物資源・動植物資源の拡大**により、多様な資源から様々な有用物質を効率的に生産するための宿主微生物・代謝経路を利用可能にすることを旨とする。

高機能酵素の 新規探索手法

パウダー化微生物による機能スクリーニングシステム(京大/NITE)



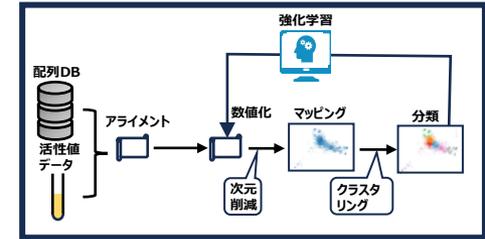
新規微生物探索手法 超ハイスループット化

ハイスループットなドロップレット・スクリーニングシステム(長岡技大・OCBT等)



酵素触媒能力の改変手法 自動化機器による高速化

データベースからのテンプレート酵素提案システムと人工酵素化(神戸大等)



研究進捗・環境変化を踏まえた研究開発内容の加速・修正(当初目標を上方修正)

有効性が検証されたため、社会実装加速のためにNITEに技術導出

副次的/
波及効果

NITE-NBRC保存微生物株の再評価

海外競合企業の台頭を踏まえ、AI画像処理検出・1000万検体対応

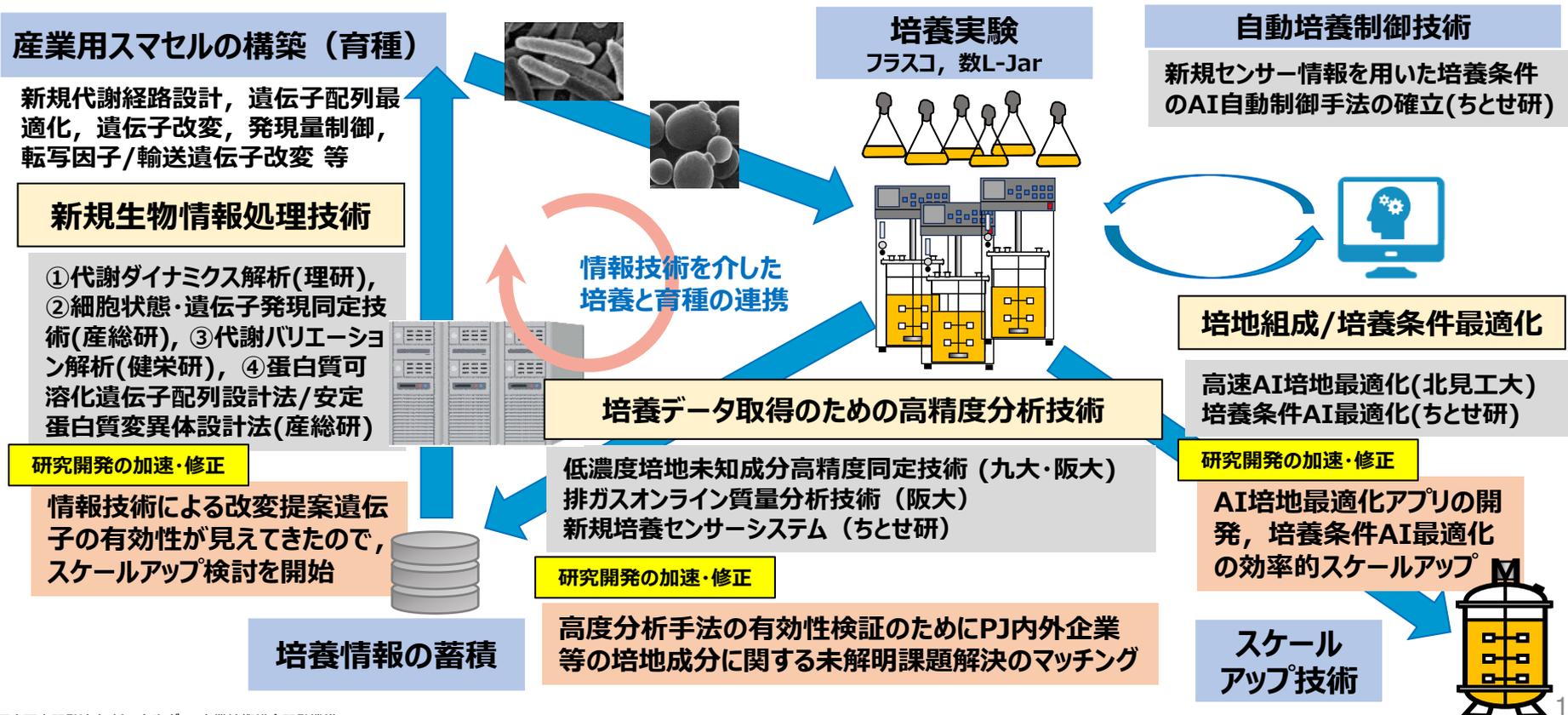
AI画像処理による細胞分類→環境/食品評価、細菌検査/細胞診断

AI構造予測技術劇的進歩を踏まえ、酵素改変手法に構造情報を追加

ゲノムシーケンスからの酵素活性予測の高度化/新規活性の創出

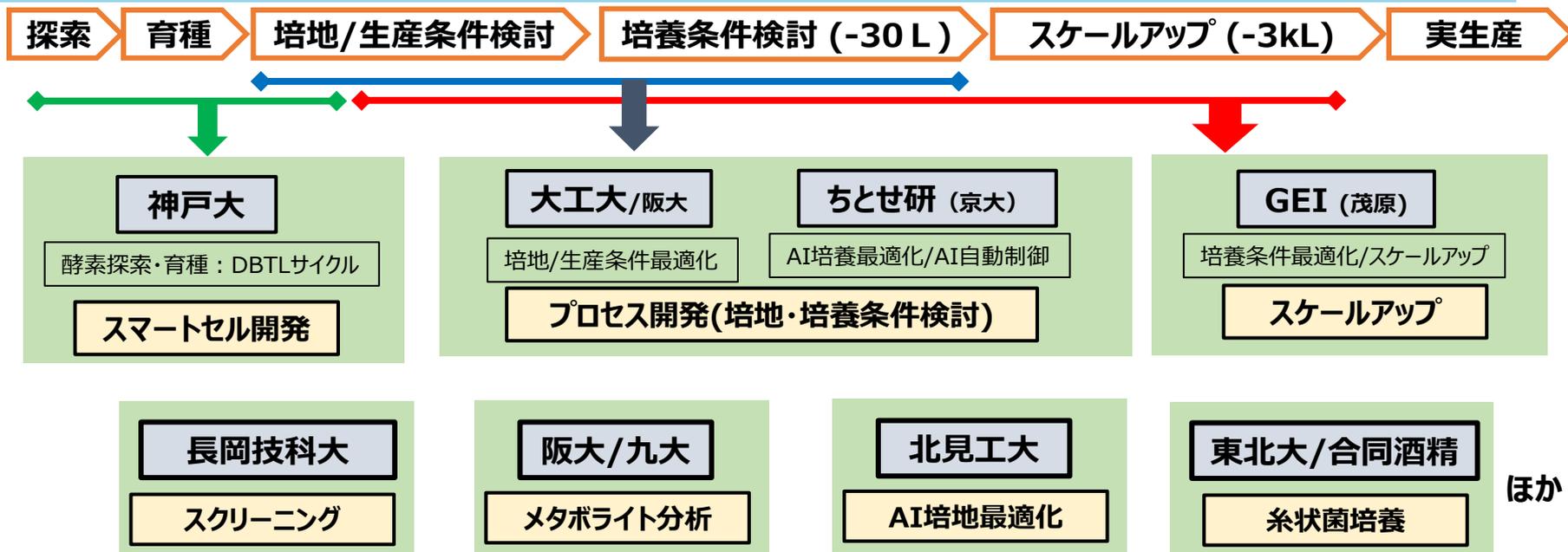
微生物育種と培養スケールアップ基盤技術開発

- 本事業では、**高精度の培養データ**を利用して、産業用スマセルの構築、AIを用いた培地組成最適化、流加手法最適化、スケールアップ手法、AIを用いた培養最適化、AI自動培養制御等のバイオプロセス開発のための**共通基盤技術**を開発し、**技術開発拠点として社会実装**を目指す。
- 培地中の**数百種類の微量メタボライト濃度の経時変化データ**を**多種同時に高精度取得**するための高度分析技術の開発が必要。定量的で再現性の高い微量液体の前処理方法の開発と液クロ、ガスクロ、質量分析等の分析手法の高度化が必要。また、リアルタイムモニタリングのための**センサーシステム**も開発利用する。



受託研究開発拠点 (バイオフィアウンドリ) の整備

- 微生物育種, 培養条件決定, 培養プロセス開発, スケールアップ, 生産物の分離精製, 製品試作などのための, 一連の**受託研究開発拠点**を整備し, **ラボ技術の社会実装の橋渡しを担うバイオプロセス開発プラットフォーム**を構築。
- 複数のバイオフィアウンドリを構築し, 本PJで開発中の基盤技術を有する**他の研究開発拠点とも連携 (ネットワーク化)**することで, スマセル構築, 培地・培養条件最適化, 培養スケールアップ, 小規模試作, 分離精製, 原料転換 等の開発支援機能を重層的に分担。同時に, **バイオ人材の育成, LCA手法の普及**の中核も担う。

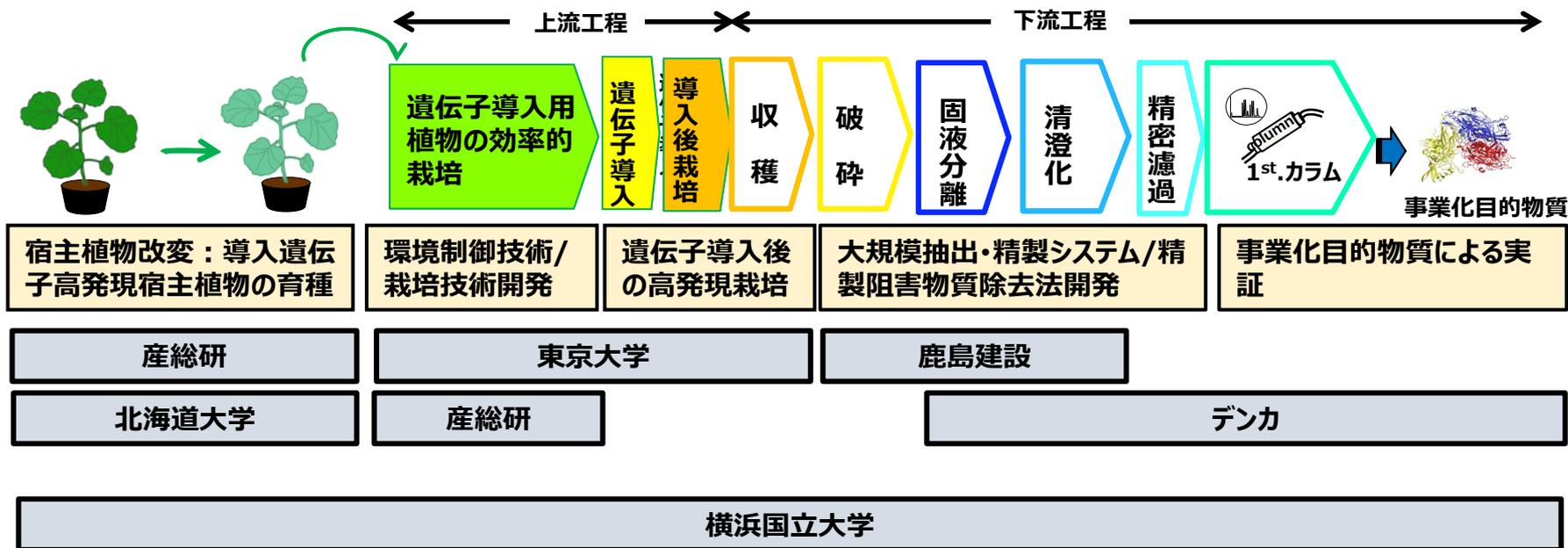


バイオプロセス開発プラットフォーム (バイオ人材の育成・LCA手法の普及)

研究開発項目①② 共通基盤（植物）

GM植物を利用した有用物質生産システムの開発

- 本事業では、導入遺伝子の一過性発現植物による有用物質(タンパク質等)生産技術を確立するため、宿主植物の育種、効率的な植物栽培法、植物葉からの高効率抽出/精製プロセスを開発し、事業化へ向けた実証中(我が国初、欧米・中国では既に事業化)。
- 宿主植物の**感染抵抗性**および**タンパク質分解系**の抑制株を創出。
- **光照射**等の環境制御・水耕培地組成検討等により、枯死抑制・エネルギー高効率栽培を実現。
- ハイスループット(数百kg/ロット)な葉のからのタンパク質精製システムを構築・実証。



事業終了後の社会実装の加速を見据え、2024年度より横浜国立大学を参画させ、開発した一連のプロセスを集約した研究開発拠点を構築。ここで、開発した基盤技術に関わる人材育成・成果の社会実装・企業とのマッチング等を進める予定。

研究開発項目③ 実証研究テーマ

実証課題

番号	実施者	菌株	生産物	実施期間	2024末	最終評価
JM01	カネカ	【菌株】 大腸菌 5 コリネ菌 3 放線菌 1 酵母 5 糸状菌 2 微細藻類 1 植物 3 その他 2 【生産物】 脂肪酸 2 油脂 2 アルコール 1 有機酸 1 テルペノイド 2 ペプチド 3 酵素 2 タンパク質 1 糖 1 その他 6		2021-2助成	【最終評価】 【2024年度末終了】 11 内 目標達成9 未達2（開発継続） 【2025年度中に 終了予定】 7 内 2024年末評価 達成 5 未達 2 【SGで終了】 4	
JM02	東レ（産総研）			2021-3助成		
JM03	福岡県醤油醸造組合（理研, 九大）			2021-3助成		
JM04	三菱製紙（bits）			2021-2委託		
JM05	サラヤ（岡山理大）			2021-2委託, 2023-5助成		
JM06	三井化学C&LC（産総研）			2021-2委託, 2023-5助成		
JM07	カネカ（神戸大, 麻布大）			2021-2委託, 2023-4助成		
JM08	東海物産（早大）			2021-2委託, 2023-5助成		
JM09	GEI			2021-2委託		
JM10	住友化学（阪大）			2021委託, 2022-4助成		
JM11	Noster（ダイキンAS,京大）			2021委託, 2022-4助成		
JM12	出光興産			2022-4助成		
JM13	高砂香料工業（RITE）			2022-4助成		
JM14	小川香料（神戸大）			2022-4助成		
JM15	ホクサン（産総研）			2021-3助成		
JM16	ハリマ化成（RITE）			2022委託, 2023-4助成		
JM17	不二製油			2020-2委託, 2023-5助成		
JM18	Noster			2020-2委託, 2023-5助成		
JP01	digzyme（産総研）	2022-3委託				
JP02	アクプランタ（東科大, 高崎健大）	2021-2委託, 2023-5助成				
JP03	千代田化工（産総研, 阪大, ニッピ）	2022-5助成				
JE01	大成建設（埼玉大, 中部大, DNA研）	2021-2委託				