

## 2023 年度実施方針

材料・ナノテクノロジー部

1. 件名：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

2. 根拠法

国立研究開発法人新エネルギー・産業技術総合開発機構法第15条第1項第1号ニ及び第3号、第9号

3. 背景及び目的・目標

パリ協定、SDGs 等において産業界には CO<sub>2</sub> 削減、炭素循環型社会の実現等社会課題の解決と持続的経済成長の両方が求められてきているが、近年の合成生物学等の発展に伴い、世界では様々な産業がバイオ化していく情勢となっている。欧米、中国等では、バイオエコノミーの拡大に向け、国家戦略を策定し加速度的に投資を拡大している。2030 年、世界のバイオ市場は約 200 兆円規模に拡大すると予測 (OECD) され、特にものづくり分野での成長が見込まれている中、循環型社会形成に向けた課題解決にバイオが担える役割は大きいと考えられる。バイオによるものづくりは、従来の化学プロセスに比べ、省エネルギー・低コストに物質生産が可能であるとともに、原料を化石資源に依存しないバイオマスからの物質生産が可能であり、炭素循環型社会実現に資するものづくりへの変革が期待できる。バイオマス等を原料としたものづくりへの転換、炭素循環型社会の実現を目指す上で強化すべき取組として、バイオ資源活用促進のための各種技術や従来法にとらわれない次世代生産技術開発等について情報解析技術を活用して確立することが急務と考えられる。

本プロジェクトでは、バイオものづくり産業の基盤として、バイオ資源活用促進のための各種技術や従来法にとらわれない次世代生産技術開発等を実施する。次世代生産技術としてはスケールアップや回収、破碎、分離、精製等まで含め、工業化に向けた生産プロセスに関わる技術の開発と検証を目指す。実生産との橋渡しをより効率的に行うために必要となる規模のバイオ生産プロセス基盤を構築し、実用課題での検証を実施する。さらに、バイオものづくりに必要不可欠な基盤として、バイオ資源の活用を促進するため生物情報・資源の拡充、プロセスに適した原料活用として安定的供給に資する将来的な要素技術、生産プロセスパラメーター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等の開発を行う。

これまで NEDO「植物等の生物を用いた高機能品生産技術の開発」プロジェクト（スマートセルプロジェクト）において、生物が持つ物質生産能力を人工的に最大限引き出した細胞“スマートセル”を構築するための基盤技術を開発してきた。スマートセルプロジェクトで開発してきた各種技術（情報解析技術を核とした微生物育種技術、新規ゲノム編集技術、代謝系発現制御・環境制御技術等）や他省庁事業での取組を必要に応じて活用／連携することにより、生物機能を活用した産業用物質生産システムの一貫的な検証を実現できるバイオファウンドリ基盤を開発し、バイオ由来製品の社会実装の加速化を目指す。これらの取組の中で、バイオとデジタルの融合を基盤とする検証環境を整え、バイオものづくりの基盤技術を開発するとともに本分野で先端研究と産業界の橋渡しをできる人材の育成を図っていく。これらの取り組みにより、CO<sub>2</sub> 削減や炭素循環型社会の実現等社会課題の解決と持続的な経済成長のバランスをとりながら、我が国のバイオエコノミー活性化に向けて貢献をする。

[委託事業]

研究開発項目①「バイオ資源活用促進基盤技術開発」

【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、植物細胞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。

【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、植物細胞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。

【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、植物細胞等の新規バイオ資源候補を20件以上提案する。

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」

【最終目標（2026年度）】

産業用スマートセルの開発やサンプル評価をするための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。

企業・アカデミア等が実用化を進めるターゲット物質についての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。

【中間目標（2024年度）】

生産パラメーター情報等をフィードバックして開発する産業用スマートセルを用いて、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。生産プロセス情報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有効性を検証する。

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。

【中間目標（2022年度）】

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。

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。

[委託・助成事業]

研究開発項目③「産業用物質生産システム実証」

【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。

【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（助成率 大企業：1 / 2 以内、中堅・中小・ベンチャー企業等：2 / 3 以内）。

#### 4.1 実施内容及び進捗（達成）状況

プロジェクトマネージャー（PMgr）に NEDO 材料・ナノテクノロジー部バイオエコノミー推進室の林智佳子を任命して、プロジェクトの進行全体を企画・管理やそのプロジェクトに求められる技術的成果及び政策的効果を最大化させる。

また、千葉大学 大学院工学研究院 教授 関 実 氏をプロジェクトリーダー（PL）、一般財団法人バイオインダストリー協会 事業連携推進部長 中川 智 氏及び元産業技術総合研究所 生物プロセス研究部門 植物分子工学研究グループ長 松村 健 氏をサブプロジェクトリーダー（SPL）とし、研究開発に推進した。実施体制については、別紙を参照のこと。

#### 2022年度 実施内容

##### 研究開発項目①「バイオ資源活用促進基盤技術開発」[委託事業]

生産性向上に資する高性能機能宿主、遺伝子の高効率スクリーニング技術開発、活性・機能情報とゲノム情報が紐づけられた微生物ライブラリーの構築、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の開発等を引き続き推進し、バイオものづくりに有用なバイオ資源候補を提案した。また、遺伝子の一過性発現系において *Nicotiana benthamiana* を用いた有用タンパク質を高生産する新規宿主植物開発を推進し、有望系統の選抜を終了させた。

##### 研究開発項目②「生産プロセスのバイオフアウンドリ基盤技術開発」[委託事業]

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した。微生物による次世代のバイオ生産システムや遺伝子導入後の植物に対する高発現栽培技術・大規模抽出精製プロセスに関して、基本設計に目途を立て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した。さらに、発酵槽から生産ターゲット物質の分離・精製処理を含む、微生物を用いた物質生産の実用化検証が可能な関東圏バイオフアウンドリ拠点を形成し、モデル生産物で検証を開始した。

##### 研究開発項目③「産業用物質生産システム実証」[委託・助成事業]

2021年度から開始している研究開発を推進するとともに、公募により新たに実施者を選定し、実証テーマを6件拡充した。野生植物に原料を依存する医薬品・化粧品・ヘルスケア製品などの有効成分の発酵生産による工業化を目指すテーマや、繊維・樹脂素材であるポリアミドやポリプロピレンのバイオ化を目指すテーマ等の20件の研究開発を推進した。

また、2023年度に委託から助成にフェーズ移行する計画のテーマを対象にステージゲート審査を実施し、助成フェーズに進む案件を決定した。

#### 4.2 実績推移

	2020	2021		2022	
	委託	委託	助成	委託	助成
実績額推移 需給会計（百万円）	1,780	3,554	115	3,262	315

特許出願件数（件）	3	3	3	33	3
論文発表数（報）	2	25	0	25	0
学会・フォーラム等（件）	32	99	2	81	17

## 5. 事業内容

プロジェクトマネージャー（PMgr）に NEDO 材料・ナノテクノロジー部バイオエコノミー推進室の林智佳子さんをサブプロジェクトマネージャー（SPMgr）に同室の峯岸芙有子さんを任命して、プロジェクトの進行全体を企画・管理やそのプロジェクトに求められる技術的成果及び政策的効果を最大化させる。

また、千葉大学 大学院工学研究院 名誉教授 関実氏をプロジェクトリーダー（PL）及び元産業技術総合研究所 生物プロセス研究部門 植物分子工学研究グループ長 松村健氏をサブプロジェクトリーダー（SPL）とし、既に着手している研究開発を推進する。

### 5. 1 2023年度事業内容

#### 研究開発項目①「バイオ資源活用促進基盤技術開発」[委託事業]

生産性向上に資する高性能機能宿主、遺伝子の高効率スクリーニング技術開発、活性・機能情報とゲノム情報が紐づけられた微生物ライブラリーの構築、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の開発等を引き続き推進し、バイオものづくりに有用なバイオ資源候補を獲得する。また、遺伝子の一過性発現系において *Nicotiana benthamiana* を用いた有用タンパク質を高生産する新規宿主植物開発を推進し、作出系統の発現汎用性実証試験に着手する。

#### 研究開発項目②「生産プロセスのバイオフィアウンドリ基盤技術開発」[委託事業]

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高度化に着手する。微生物による次世代のバイオ生産システムや遺伝子導入後の植物に対する高発現栽培技術・大規模抽出精製プロセスに関して開発を継続し、一貫した大規模生産システムの検討に着手する。

また、微生物を用いた物質生産の実用化検証が可能な関東圏バイオフィアウンドリ拠点の最大スケール設備の稼働を開始する。

#### 研究開発項目③「産業用物質生産システム実証」[委託・助成事業]

着手しているテーマにおいて、炭素循環型社会実現に向けて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。

また、2024年度に委託から助成にフェーズ移行する計画のテーマを対象にステージゲート審査を実施する。

### 5. 2 2023年度事業規模（予定）

需給勘定 2,641 百万円（委託・助成）

※事業規模については、変動があり得る。

## 6. その他重要事項

### (1) 評価の方法

NEDO は技術評価実施規程に基づき、技術的及び政策的観点から、研究開発の意義、目

標達成度、成果の技術的意義並びに将来の産業への波及効果等について、外部有識者による研究開発の中間評価を基本計画に設定する時期に実施する。

## (2) 運営・管理

NEDOは、研究開発全体の管理及び執行に責任を負い、研究開発の進捗のほか、外部環境の変化等を適切に把握し、必要な措置を講じるものとする。運営管理は、効率的かつ効果的な方法を取り入れることとし、次に掲げる事項を実施する。

### ① 研究開発の進捗把握・管理

NEDOは、PL、SPL、研究開発実施者と緊密に連携し、研究開発の進捗状況を把握する。また、外部有識者で構成する技術推進委員会等を組織し、定期的に技術的評価を受け、目標達成の見通しを常に把握するとともに、必要に応じて研究開発の加速、中止を検討する。早期実用化が可能と認められた研究開発については、開発フェーズの進展に応じて委託事業から助成事業へのスキーム変更や期間内であっても研究を完了させる等、実用化へ向けた実質的な研究成果の確保と普及に努める。

### ② 技術分野における動向の把握・分析

プロジェクトで取り組む技術分野について、内外の技術開発動向、政策動向、市場動向等について調査し、技術の普及方策を分析、検討する。

なお、調査の効率化の観点からプロジェクトにおいて委託事業として実施する。

### ③ 研究開発テーマの評価

NEDOが設置する外部有識者で構成する技術推進委員会等で定期的にテーマ評価を行う。研究開発項目③を対象としてステージゲート方式を適用し、研究開発を効率的に推進させる。

## (3) 複数年度契約の実施

あり

## (4) 知財マネジメントにかかる運用

「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における知財マネジメント基本方針」を適用する。

## (5) データマネジメントにかかる運用

「NEDOプロジェクトにおけるデータマネジメントに係る基本方針（委託者指定データを指定しない場合）」に従ってプロジェクトを実施する。

## (6) 研究開発項目間の連携

研究開発実施者は、他の研究開発テーマに裨益する共通基盤技術について、研究開発テーマの垣根を越えてプロジェクト全体として研究成果の最大化を図るよう努めるものとする。特に、研究開発項目①、②は、研究開発段階において連携することが不可欠であることから、必要に応じて秘密保持契約や共同研究契約等の締結や実施計画及び実施体制の見直しを柔軟に行い、密接な連携関係をとること。

## (7) バイオ生産実証拠点にかかる運用

バイオ戦略 2020 等の政策的位置づけを踏まえた取組として、生産プロセス開発・スケールアップ検討・サンプル試作等を行うことができる基盤を構築し、拠点を利用する実証が推進できるよう運用をする。なお、ユーザーからのフィードバックを活かすこととし、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。

(8) 人材育成にかかる運用

本プロジェクトは NEDO 特別講座（NEDO プロジェクトを核とした人材育成、産学連携等の総合的展開）の一環で人材育成や必要に応じて周辺研究等を行う。

7. 実施方針の改定履歴

(1) 2023 年 3 月、制定

(2) 2023 年 11 月、サブプロジェクトマネージャー配置及び実施体制変更に伴う改訂

(別紙) 実施体制図

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」



NEDO  
プロジェクトマネージャー (PMgr) : 材料・ナノテクノロジー部 林 智佳子  
サブプロジェクトマネージャー (SPMgr) : 材料・ナノテクノロジー部 峯岸 英有子

プロジェクトリーダー (PL) : 千葉大学 名誉教授 関 実  
サブプロジェクトリーダー (SPL) : 元産業技術総合研究所 生物プロセス研究部門 植物分子工学研究グループ長 松村 健

委託  
研究開発項目②  
<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ィャンドリ拠点の確立>  
Green Earth Institute 株式会社  
再委託先 : 株式会社小樹屋、マイクロ波化学株式会社



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>

NEDO プロジェクトマネージャー (PMgr) : 材料・ナノテクノロジー部 林 智佳子 サブプロジェクトマネージャー (SPMgr) : 材料・ナノテクノロジー部 峯岸 美有子	
助成	プロジェクトリーダー (PL) : 千葉大学 名誉教授 関 実 サブプロジェクトリーダー (SPL) : 元産業技術総合研究所 生物プロセス研究部門 植物分子工学研究グループ長 松村 健
	<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年度) 株式会社カネカ 共同研究先: 国立大学法人神戸大学、国立大学法人大阪大学
	<ポリアミド原料の発酵生産技術開発> (2021年度~) 東レ株式会社 共同研究先: 国立研究開発法人産業技術総合研究所
	<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年度~) 福岡県醤油醸造協同組合 共同研究先: 国立大学法人九州大学、国立研究開発法人理化学研究所、国立研究開発法人産業技術総合研究所
	<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年度~) ホクサン株式会社 共同研究先: 国立研究開発法人産業技術総合研究所
	<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年度: 委託、2022年度~助成) 住友化学株式会社 共同研究先: 国立大学法人大阪大学
	<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年度: 委託、2022年度~助成) Noster株式会社 共同研究先: 国立大学法人京都大学、委託: 株式会社ダイキンアプライドシステムズ
	<酵母をもちいた非可食バイオマスからの油脂生産技術の開発> (2022年度~) 出光興産株式会社 共同研究先: 学校法人常翔学園 大阪工業大学
	<フロー連続単離法と増殖非依存型バイオペロセスによるローズ香料の生産システム実証> (2022年度~) 高砂香料工業株式会社 委託先: 公益財団法人地球環境産業技術研究機構
	<有用な香料中間体の生産システム開発と実証> (2022年度~) 小川香料株式会社 共同研究先: 国立大学法人神戸大学
	<植物による高度修飾タンパク質の大量生産技術の開発> (2022年度~) 千代田化工建設株式会社 共同研究先: 国立研究開発法人産業技術総合研究所、国立大学法人大阪大学、株式会社ニッピ
	<高吸収型天然カロテノイドの大量生産システム実証> (2022年度: 委託、2023年度~助成) ハリマ化成株式会社 委託先: 公益財団法人地球環境産業技術研究機構

次頁に続く

助成

＜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年度：委託、2023年度～助成）

アケプラント株式会社

共同研究先：国立大学法人東京工業大学、学校法人高崎健康福祉大学

＜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年度：委託、2023年度～助成）

サラヤ株式会社

共同研究先：学校法人加計学園 岡山理科大学

＜糸状菌が生産する農業活性天然物の生産性向上システムの構築、実証＞（2021～2022年度：委託、2023年度～助成）

三井化学クロップ&ライフソリューション株式会社

共同研究先：国立研究開発法人産業技術総合研究所

＜*Bacillus*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年度：委託、2023年度～助成）

株式会社カネカ

共同研究先：国立大学法人神戸大学、国立大学法人群馬大学

＜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年度：委託、2023年度～助成）

東海物産株式会社

共同研究先：学校法人早稲田大学

＜脂溶性化合物生産のための油脂酵母産業用スマートセル構築＞（2023年度～助成）

不二製油グループ本社株式会社

共同研究先：学校法人新潟科学技術学園新潟薬科大学

＜複合微生物系を用いた有用代謝物生産の実証＞（2023年度～助成）

Noster株式会社

研究開発項目③「産業用物質生産システム実証」

<委託フェーズ>

