



グリーンイノベーション基金事業／ バイオものづくり技術によるCO₂を直接原料とした カーボンリサイクルの推進

2025年度 WG報告資料

2026年3月4日

バイオ・材料部

目次

1. プロジェクトの概要
2. プロジェクトの実施体制
3. プロジェクトの実施スケジュール
4. プロジェクト全体の進捗
5. 実施企業等の取組状況とNEDO委員会での意見
6. プロジェクトを取り巻く環境
7. NEDOによる社会実装に向けた支援に関する取組状況

(参考1) プロジェクトの事業規模

(参考2) 研究開発進捗のマイルストーン

(参考3) 各コンソーシアムの事業概要

(参考4) CO2固定微生物利活用データプラットフォーム POMIC の構築

1. プロジェクト概要

- 本プロジェクトは、以下の研究開発項目 1～3 を実施することにより、**従来石化由来原料で製造されてきた製品の原料をCO₂へ転換**すること、また、**ケミカルプロセスを微生物等のバイオプロセスに転換**することにより、GHG削減を目指すものである。

研究開発項目 1

有用微生物の開発を加速する微生物等改変プラットフォーム技術の高度化

研究開発項目 2

CO₂を原料に物質生産できる微生物等の開発・改良

研究開発項目 3

CO₂を原料に物質生産できる微生物等による製造技術等の開発・実証

研究開発概要

微生物ライブラリや代謝物DBの拡充、AI技術等を用いた効率的な微生物設計システムの開発、ロボティクスやセンシング技術を駆使したゲノム、微生物構築、微生物性能試験等の生物化学的な実験の効率化、収集した代謝物を統合処置するためのシステム開発等、DBTLを構成する各要素技術開発

CO₂を吸収・固定化し物質を生産する代謝経路を持つ微生物に対する遺伝子組換え等の手法や、高い物質生産性を有する既存の産業微生物に対するCO₂を吸収・固定化し物質を生産する代謝経路の組み込みといった手法を用いた、商用化可能な産業用微生物の開発

CO₂を原料として物質生産ができる微生物の培養方法の最適化、培養規模のスケールアップ（セミコマーシャルレベルまで）、目的物質の分離、精製、加工技術の開発、及び、物質生産実証に伴うLCA評価



アウトプット目標

1. 2030 年までに、DBTL サイクルの 1 サイクルあたりの時間を短縮するための技術開発、さらに、サイクル回数を削減しコストを低減する技術を確立し、有用微生物の開発期間を最大 1 / 10 程度に短縮する技術を確立。
2. 2030 年までに、一般的な天然株と比較して物質生産機能または CO₂固定化能を 5 倍程度向上させ、商用レベルで物質生産できる微生物（商用株）を開発、もしくは既に物質生産機能または CO₂固定化能の高い微生物にゲノム編集等を行って生産機能等を保ちながら従来とは異なる原料・目的物質を利用可能な微生物（商用株）を開発。
3. 2030 年までに、微生物等を用いて、CO₂ を原料として生産した物質の製造コストが、2030 年時点の代替候補の製品の 1.2 倍以下となる技術を開発。

2-1. プロジェクトの実施体制

- 6つの課題が採択され研究開発を実施（幹事機関：カネカ、ちとせ研究所、積水化学工業、双日、NITE、富士フイルム）
- CO₂を原料に物質生産を行う**独立栄養微生物**として、各コンソーシアムでそれぞれ、①水素酸化細菌（CO₂、H₂、O₂を利用）、②CO資化菌（COを利用）、③微細藻類（光合成を利用）、の3種類について開発中
- 水素酸化細菌とCO資化菌では**安全で効率的な「ガス発酵」**技術について、藻類では**独自の培養技術（フォトバイオリクター）**について大規模実証を実施

各コンソーシアムの研究開発概要

研究開発項目1

有用微生物の開発を加速する微生物等改変プラットフォーム技術の高度化

- 水素酸化細菌やCO資化菌など**独立栄養微生物の利活用プラットフォーム（NITE）**構築。PJ期間中は「GIフォーラム」で利用可能とし、PJ終了後はNITEで公開予定。
- 水素酸化細菌（カネカ）や微細藻類（ちとせ研究所）の改変プラットフォームを構築。

研究開発項目2

CO₂を原料に物質生産できる微生物等の開発・改良

- 【水素酸化細菌】既に従属栄養で製造している**生分解性プラスチック「PHBH」（カネカ）**、現在は**化石燃料から製造している化成品の原料（双日）**をターゲットとして、生産微生物開発。
- 【CO資化菌】現在は**化石燃料から製造している化成品の原料（積水化学工業）**を生産する微生物開発。
- 【藻類】光合成による高生産を目指した藻類開発を行い、**樹脂、化粧品、燃料、飼料、食品等の多様な製品に応用展開（ちとせ研究所）**。

研究開発項目3

CO₂を原料に物質生産できる微生物等による製造技術等の開発・実証

- 【水素酸化細菌】【CO資化菌】従来のバイオマス原料からの微生物生産とは異なる、**安全で効率的な「ガス発酵」プロセスの開発**（カネカ、双日、積水化学工業、富士フイルム）が必要。
- 【藻類】効率的なフォトバイオリクターによる光合成生産を目指して、**マレーシアでの大型実証（ちとせ研究所）**。

2-2. プロジェクトの実施体制

- 水素酸化細菌やCO₂資化菌など**独立栄養微生物の利活用プラットフォーム（NITE）**構築。PJ期間中は「GIフォーラム」で利用可能とし、PJ終了後はNITEで公開予定。
- **水素酸化細菌（カネカ）**や**微細藻類（ちとせ研究所）**の改変プラットフォームを構築。

研究開発項目1：有用微生物の開発を加速する微生物等改変プラットフォーム技術の高度化

(※) WG出席企業

テーマ名・事業者名	実施内容	事業期間
<u>CO₂からの微生物による直接ポリマー合成技術開発</u> ・株式会社カネカ（幹事）（※） ・日揮ホールディングス株式会社 ・株式会社バックス・バイオイノベーション ・株式会社島津製作所	【研究開発項目①】 ・CO ₂ バイオファウンドリの確立(代謝設計技術、微生物の迅速構築技術、高速評価システム、AIシステムなどの開発)	2023年度～2030年度
<u>光合成によるCO₂直接利用を基盤とした日本発グローバル産業構築</u> ・株式会社ちとせ研究所（※） SGの結果、項目1は2025年度で終了	【研究開発項目①】 ・育種開発に要する期間を従来比1/10とする、実用微細藻類の非遺伝子組換えゲノム編集・調整基盤開発	2023年度～2025年度
<u>CO₂固定微生物利活用プラットフォームの構築</u> ・独立行政法人製品評価技術基盤機構（NITE）（幹事） ・国立研究開発法人海洋研究開発機構 ・国立大学法人茨城大学 ・国立大学法人京都大学 ・国立大学法人東京大学 ・大学共同利用機関法人情報・システム研究機構 国立遺伝学研究所 ・大学共同利用機関法人情報・システム研究機構データサイエンス共同基盤施設ライフサイエンス統合データベースセンター ・bitBiome株式会社	【研究開発項目①】 ・有用微生物の開発を加速する微生物等改変プラットフォーム技術の高度化	2023年度～2030年度

2-3. プロジェクトの実施体制

- 【水素酸化細菌】既に従属栄養で製造している**生分解性プラスチック「PHBH」（カネカ）**、現在は**化石燃料から製造している化成品の原料（双日）**をターゲットとして、生産微生物開発。
- 【CO資化菌】現在は**化石燃料から製造している化成品の原料（積水化学工業）**を生産する微生物開発。
- 【藻類】光合成による高生産を目指した藻類開発を行い、**樹脂、化粧品、燃料、飼料、食品等の多様な製品に応用展開（ちとせ研究所）**。

研究開発項目2：CO₂を原料に物質生産できる微生物等の開発・改良

(※) WG出席企業

テーマ名・事業者名	実施内容	事業期間
<u>CO₂からの微生物による直接ポリマー合成技術開発</u> ・株式会社カネカ（幹事）（※） ・日揮ホールディングス株式会社 ・株式会社バックス・バイオイノベーション ・株式会社島津製作所	【研究開発項目②】 ・バイオポリマー生産微生物の開発	2023年度～2030年度
<u>光合成によるCO₂直接利用を基盤とした日本発グローバル産業構築</u> ・株式会社ちとせ研究所（※）	【研究開発項目②】 ・脂質生産性を従来比5倍以上へ改良する、高効率な非遺伝子組換えゲノム編集・調整	2023年度～2030年度
<u>バイオものづくり技術によるCO₂を原料とした高付加価値化学品の製品化</u> ・積水化学工業株式会社（幹事）（※） ・公益財団法人地球環境産業技術研究機構（RITE） RITEは2026年度から積水化学工業株式会社の委託先	【研究開発項目②】 ・CO ₂ を原料に物質生産できる微生物等の開発・改良	2023年度～2030年度
<u>水素細菌によるCO₂とH₂を原料とする革新的なものづくり技術の開発</u> ・双日株式会社（幹事） ・一般財団法人電力中央研究所 ・Green Earth Institute株式会社 ・DIC株式会社 ・東レ株式会社（※） ・株式会社ダイセル SGの結果、東レ株式会社と一般財団法人電力中央研究所のみ事業継続	【研究開発項目②】 ・化成品を生産する組換え水素細菌の開発	2023年度～2030年度

2-4. プロジェクトの実施体制

- 【水素酸化細菌】【CO資化菌】従来のバイオマス原料からの微生物生産とは異なる、**安全で効率的な「ガス発酵」プロセスの開発**（カネカ、双日、積水化学工業、富士フイルム）が必要。
- 【藻類】効率的なフォトバイオリアクターによる光合成生産を目指して、**マレーシアでの大型実証（ちとせ研究所）**。

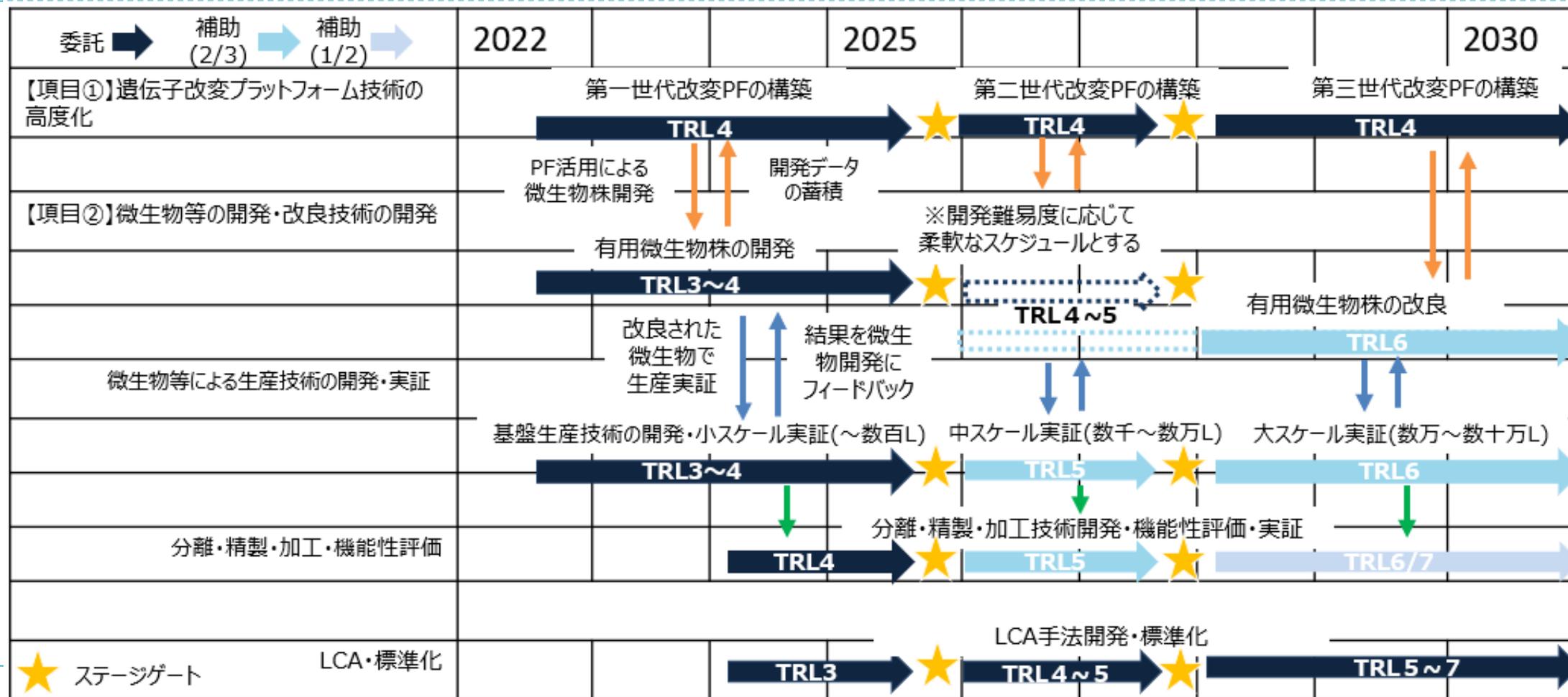
研究開発項目3：CO₂を原料に物質生産できる微生物等による製造技術等の開発・実証

(※) WG出席企業

テーマ名・事業者名	実施内容	事業期間
<u>CO₂からの微生物による直接ポリマー合成技術開発</u> ・株式会社カネカ（幹事）（※） ・日揮ホールディングス株式会社 ・株式会社バックス・バイオイノベーション ・株式会社島津製作所	【研究開発項目③】 ・安全で高効率なガス発酵プロセスの構築 ・CO ₂ を直接原料とするPHBHのセミコマーシャルプラントでの生産実証 ・CO ₂ を直接原料とする多様な微生物に対応する生産プロセス開発基盤の構築	2023年度～2030年度
<u>光合成によるCO₂直接利用を基盤とした日本発グローバル産業構築</u> ・株式会社ちとせ研究所（※）	【研究開発項目③】 ・代替候補品の製造コストと同等以下にする、生産プロセスの開発・実証	2023年度～2030年度
<u>バイオものづくり技術によるCO₂を原料とした高付加価値化学品の製品化</u> ・積水化学工業株式会社（幹事）（※） ・公益財団法人地球環境産業技術研究機構（RITE） RITEは2026年度から積水化学工業株式会社の委託先	【研究開発項目③】 ・CO ₂ を原料に物質生産できる微生物等による製造技術等の開発・実証	2023年度～2030年度
<u>水素細菌によるCO₂とH₂を原料とする革新的なものづくり技術の開発</u> ・双日株式会社（幹事） ・一般財団法人電力中央研究所 ・Green Earth Institute株式会社 ・DIC株式会社 ・東レ株式会社（※） ・株式会社ダイセル SGの結果、東レ株式会社と一般財団法人電力中央研究所のみ事業継続	【研究開発項目③】 ・水素細菌の培養技術の開発と実証	2023年度～2030年度
<u>CO₂を原料に物質生産できる微生物等による製造技術等の開発・実証</u> ・富士フイルム株式会社 SGの結果、2025年度で事業終了。ただし、カネカコンソーシアムの島津製作所の再委託先として関連する国際標準化の取り組みを継続（詳細は後述）	【研究開発項目③】 ・CO ₂ を原料に物質生産できる微生物による製造技術等の開発・実証	2023年度～2025年度

3. プロジェクトの実施スケジュール

- 毎年度、2回の技術・社会実装推進委員会を実施（2023年度のみ、契約年度のためサイトビジットと同時開催で1回）
- コンソーシアムごとにサイトビジット（NEDO技術・社会実装推進委員会視察）も随時実施
- ステージゲート審査①：2025年10月実施、ステージゲート審査②：2027年10月頃を予定



4. プロジェクト全体の進捗

- 課題ごとに進捗に差はあるものの、概ね計画通りに進捗。
- SGを実施して、テーマと予算の絞り込み及び課題間連携の構築を行い、**全体の実施体制を再構築**。
- 昨今の物価高騰や建築業界における納期遅延の影響により**プラント建築等の予算やスケジュールに影響**。SGで予算と計画見直しを実施。

「技術面」

<実施企業等の主な取組状況>

<NEDO委員会による主な意見>

「研究開発の進捗度」等について

- 遺伝子改変プラットフォーム技術の高度化（研究開発項目1）及び微生物等の開発・改良技術の開発（研究開発項目2）は、全体的に順調に進捗。
- 微生物等による生産技術の開発・実証（研究開発項目3）は、ラボスケールからベンチスケールまで計画通りに進捗。また、プラント等の納期遅れや物価高騰など外部環境の変容によって影響を受けたため、計画見直しを実施。



- 新規微生物探索やデータベース構築などの実施内容は、数値目標だけではなく、**産業界への貢献度合いを指標とすることが重要**。
- 育種に関して課題ごとに進捗に差が生じている。
- ガス発酵の各課題において独自の手法開発を進めているが、**安全性を含めて非競争領域は情報共有も必要**。

「研究開発の見通し」等について

- 微生物育種と一体となって培養規模のスケールアップを進め、パイロットスケール、セミコマーシャルスケール実証までをスケジュール通りに行われる見通し。



- **項目2の育種は項目3のスケールアップが確実に連動するよう「手戻りのない育種」が重要**で、両項目は連携して一体となって進めるべき。

「事業面」

<実施企業等の主な取組状況>

<NEDO委員会による主な意見>

「市場機会の認識」、「社会実装に向けた取組状況」等について

- GHG排出削減量について**統一フォーマットの試算シートにて各社で実施**している。
- 各製品の市場拡大を目指した標準化戦略やルール形成戦略を検討している。



- 技術開発と並行してルール形成戦略を進めることが重要。
- 様々な標準・規格や認証などを戦略的にマッピングすることが理想。

「ビジネスモデル」等について

- 微生物育種プラットフォームについて、海外競合企業の分析を行いビジネスモデルの検討を行っている。
- CO₂を原料として生産する価値についてどのように市場に訴求するか各社で検討している。



- 微生物育種プラットフォームが産業界に貢献するためには、一気通貫型育種、要素技術のモジュール化、受託/実装支援など柔軟に検討することが重要。
- 生産技術開発だけでなく、H₂やCO₂などの原料調達が重要になるため、早期から検討を始めることが必要。
- CO₂原料であることの**「価値化」が重要**。

5 - 1. 実施企業等の取組状況とNEDO委員会での意見

CO₂からの微生物による直接ポリマー合成技術開発

カネカコンソーシアム（株式会社カネカ（幹事）、日揮ホールディングス株式会社、株式会社バックス・バイオイノベーション、株式会社島津製作所）

<p>研究開発項目1 ガス発酵バイオファウンドリの確立 (代謝設計技術、微生物の迅速構築技術、高速評価システム) ・株式会社バックス・バイオイノベーション</p> <p>多検体かつ高速生産性評価システム ・株式会社島津製作所</p>	<p>取組状況</p> <ul style="list-style-type: none"> 水素酸化細菌を育種するプラットフォーム（代謝設計技術、組換え基盤技術、菌株構築・評価技術等）を整備。(バックス) 代謝設計技術を用いた育種により乳酸生産19g/Lを達成（2025年度目標値10g/L）。(バックス) 多検体培養装置を開発し、1,000株一斉培養が可能に。100mL培養のスケールダウンモデルとしても活用へ。他コンソへも今後展開予定。(島津製作所) <hr/> <p>委員からの助言</p> <ul style="list-style-type: none"> 数値目標を達成し育種開発技術が構築されている。今後は、カネカのポリマー高生産化に貢献する成果にも期待する。 →開発した育種技術をカネカのポリマー生産株に適用予定。
<p>研究開発項目2 バイオポリマー生産微生物等の開発・改良 PHBH生産株・生産性向上株の開発 ・株式会社カネカ（幹事）</p>	<p>取組状況</p> <ul style="list-style-type: none"> ポリマー生産株の育種によりPHBH生産株の構築に成功。(カネカ) 培養最適化検討を行い、PHA生産性を1年半で6倍以上に向上。(カネカ) <hr/> <p>委員からの助言</p> <ul style="list-style-type: none"> 着実に育種が進捗している。今後、水素収率のさらなる改善に期待する。
<p>研究開発項目3 CO₂を原料に物質生産できる微生物等による製造技術等の開発・実証 安全・高効率なガス発酵プロセス開発、PHBHのセミコマーシャルプラントの開発・実証 LCA評価 ・株式会社カネカ（幹事） ・日揮ホールディングス株式会社 ・株式会社島津製作所</p>	<p>取組状況</p> <ul style="list-style-type: none"> 世界初の200Lガス循環培養槽稼働開始（カネカ、日揮） 5～200L培養槽への自動サンプリング装置や多角分析システムを導入。(日揮、島津製作所) 3,000L規模までコールドフロー試験によるCFD検証が完了。(日揮) 3,000Lパイロット設備と数十万Lセミコマ設備の仕様検討開始。(カネカ、日揮) 培養液中のCO₂測定の国際標準化（ISO/TC47新規WG）を富士フイルムと連携して進める。(島津製作所) <hr/> <p>委員からの助言</p> <ul style="list-style-type: none"> カネカと日揮に設置する3,000Lパイロットの実証において、共通の尺度・評価手法を早期に整備して実施することが重要。 200L槽稼働は評価できるが、育種株の200L槽での評価も確実に進めて育種とスケールアップを連動して進めてほしい。

5 - 2. 実施企業等の取組状況とNEDO委員会での意見

光合成によるCO₂直接利用を基盤とした日本発グローバル産業構築

株式会社ちとせ研究所

<p>研究開発項目 1 育種開発に要する期間を従来比1/10とする、 実用微細藻類の非遺伝子組換えゲノム編集・ 調整基盤開発</p> <p>・株式会社ちとせ研究所</p>	<p><u>取組状況</u></p> <ul style="list-style-type: none">・ 国産技術によるゲノム編集技術を検討し、可能性が示された。・ ドロップレット技術を用いたハイスループットなスクリーニング技術を確立。 <hr/> <p><u>委員からの助言</u></p> <ul style="list-style-type: none">・ SG後は、項目1のテーマを整理し、確立した技術を項目2へ適用することが研究リソースの集中の面でも望ましい。 →項目1は2025年度で終了し、得られた成果は2026年度からは項目2の育種へ適用する。
<p>研究開発項目 2 脂質生産性を従来比5倍以上へ改良する、高 効率な非遺伝子組換えゲノム編集・調整</p> <p>・株式会社ちとせ研究所</p>	<p><u>取組状況</u></p> <ul style="list-style-type: none">・ 脂質生産性が向上した非組み換え変異株を複数獲得し、ゲノム解析を完了。 <hr/> <p><u>委員からの助言</u></p> <ul style="list-style-type: none">・ 育種戦略の方法論は化学変異、実験室進化、不均衡変異など幅広いアプローチで進めるべき。
<p>研究開発項目 3 代替候補品の製造コストと同等以下にする、生 産プロセスの開発・実証</p> <p>・株式会社ちとせ研究所</p>	<p><u>取組状況</u></p> <ul style="list-style-type: none">・ 藻類バイオマス生産性15g/m²/dayの培養技術を確立。・ 省エネルギーで効率的な湿式抽出プロセスの基本技術を開発。 <hr/> <p><u>委員からの助言</u></p> <ul style="list-style-type: none">・ 大規模実証予定地においては、これまでの5ha実証地での培養結果の再現性取得を最優先とするべき。 →2026年度から当該地でまず6ha規模の実証開始を検討。・ 想定される製品について、コストや量的に最も主要な候補となるものを設定することが重要。

5-3. 実施企業等の取組状況とNEDO委員会での意見

バイオものづくり技術によるCO₂を原料とした高付加価値化学品の製品化

積水コンソーシアム（積水化学工業株式会社（幹事）、公益財団法人地球環境産業技術研究機構）

<p>研究開発項目2 CO₂を原料に物質生産できる微生物等の開発・改良</p> <p>・積水化学工業株式会社（幹事） ・公益財団法人地球環境産業技術研究機構（RITE）</p>	<p><u>取組状況</u></p> <ul style="list-style-type: none"> CO資化菌でガス供給条件最適化、CO資化速度上昇で既報世界一以上の生産速度達成。（積水） 目的物質の生産向上に関わる遺伝子3種を同定、導入酵素活性を2倍以上に改良。（RITE） 最終的な商用KPIとして設定した生産速度目標を達成。（積水、RITE） <hr/> <p><u>委員からの助言</u></p> <ul style="list-style-type: none"> 今後、さらなる収率、生産性向上を加速させることに期待。 生産物質の影響による菌のストレス応答のメカニズムを確認することが重要。 →応答に関与すると予想される遺伝子の発現制御を行う。またモニタリング指標になるマーカー遺伝子を検討する。 微生物の選抜、改変など各機関で並行して進められているが、課題を共有して重複のないように進めるべき。
<p>研究開発項目3 CO₂を原料としたエポキシ接着剤の製造実証 (連続生産プロセス、分離・精製、前処理プロセスの開発等)</p> <p>・積水化学工業株式会社（幹事） ・公益財団法人地球環境産業技術研究機構（RITE）</p>	<p><u>取組状況</u></p> <ul style="list-style-type: none"> CO資化菌についてラボスケールで10週間、50Lベンチスケールで5週間の連続培養に成功（積水） 攪拌型とマイクロバブル型の2種類の方式で比較し、1,000L以上のスケールアップ方式を検討。（積水） 精製プロセスにおいて2025年度目標を達成。（積水、RITE） 最終製品への変換プロセスフローを確立し、CO₂排出量とコストの算出完了。（積水） ひたちなか市クリーンセンターで実証設備の建設に着手。（積水） <hr/> <p><u>委員からの助言</u></p> <ul style="list-style-type: none"> 項目2の育種株が、手戻りの無い形で生産プロセス開発(項目3)に確実に連動するように、項目2と項目3で緊密に連携して研究開発を進めることが重要。 クリーンセンターとの連携については、自治体や議会の時期的な都合など、時間が掛かることが想定されるため、早期に着実に協議を進めてもらいたい。また、他のCO₂源への展開についても検討してほしい。 →現在の実証箇所については自治体や運営会社とは連携しているが、さらに発展できるように連携方法を検討する。

5-4. 実施企業等の取組状況とNEDO委員会での意見

水素細菌によるCO₂とH₂を原料とする革新的なものづくり技術の開発

双日コンソーシアム（双日株式会社（幹事）、一般財団法人電力中央研究所、Green Earth Institute株式会社、DIC株式会社、東レ株式会社、株式会社ダイセル）

<p>研究開発項目2 CO₂から有用物質を生産できる組換え水素細菌の開発 (化合物の生産株の開発)</p> <ul style="list-style-type: none"> ・Green Earth Institute株式会社 ・東レ株式会社 ・株式会社ダイセル 	<p><u>取組状況</u></p> <ul style="list-style-type: none"> ・ 目的物質A生産株の開発で、高効率な水素細菌形質転換フローを確立し、複数の遺伝子組換え株で目的物質生産が認められた。（Green Earth Institute） ・ 目的物質B生産株の開発で、必要な遺伝子導入を行った結果、CO₂と水素を原料として目的物質2.7g/Lの生産を確認。（東レ） ・ 目的物質C生産株の開発で、必要な遺伝子導入を行った結果、目的物質生産が認められた。（ダイセル） <hr/> <p><u>委員からの助言</u></p> <ul style="list-style-type: none"> ・ 目的物質Bについては順調であるものの、AとCは進捗に遅れが認められる。代謝が狙い通りに流れていないことの原因究明が必要。 ・ メタボローム解析やNITE収集株の活用などNITEコンソーシアムとの連携も検討してはどうか。 →NITE収集株の利用など検討を行う。
<p>研究開発項目3 CO₂から有用物質を生産する水素細菌の培養技術の開発と実証 (高度培養技術の基盤開発、物質生産実証試験、化成品/菌体飼料の評価、プロセスのLC-CO₂評価)</p> <ul style="list-style-type: none"> ・双日株式会社（幹事） ・一般財団法人電力中央研究所 ・Green Earth Institute株式会社 ・DIC株式会社 ・東レ株式会社 ・株式会社ダイセル 	<p><u>取組状況</u></p> <ul style="list-style-type: none"> ・ 基質ガス(H₂、O₂、CO₂) の利用特性を解明し、増殖に反映できる高効率培養法を確立（電中研） ・ ガス培養のスケールアップに向けたCFDモデルの構築を実施。（Green Earth Institute） ・ 目的物質Aの精製プロセス確立に向け、各種条件で最適化検討を実施（DIC） ・ 目的物質Bにおいて、10L連続培養用発酵槽を開発（東レ）。今後、スケールアップを他コンソとも連携して実施。 ・ 目的物質Cにおいて、ミニジャーを用いた培養を実施。（ダイセル） ・ 培養後の菌体残渣の評価について実施するとともに諸外国での実施事例調査を行った（双日） <hr/> <p><u>委員からの助言</u></p> <ul style="list-style-type: none"> ・ 培養手法の開発に関して進展しているが、最終的な培養プロセス全体像にどう取り込むかが今後の課題。 ・ スケールアップにおける他コンソとの連携は「スケールアップ培養の外注」のようにならず、しっかりとした連携で「実質的パートナー」となって進めてほしい。

5-5. 実施企業等の取組状況とNEDO委員会での意見

CO₂固定微生物利活用プラットフォームの構築

NITEコンソーシアム（製品評価技術基盤機構(NITE)（幹事）、東京大学、茨城大学、京都大学、海洋研究開発機構(JAMSTEC)、国立遺伝学研究所(遺伝研)、データサイエンス共同利用基盤施設ライフサイエンス統合データベースセンター(DBCLS)、bitBiome株式会社)

研究開発項目1

有用微生物の開発を加速する微生物等の改変プラットフォーム技術の高度化

- ・製品評価技術基盤機構（幹事、NITE）
- ・東京大学
- ・茨城大学
- ・京都大学
- ・海洋研究開発機構(JAMSTEC)
- ・国立遺伝学研究所(遺伝研)
- ・データサイエンス共同利用基盤施設ライフサイエンス統合データベースセンター(DBCLS)
- ・bitBiome株式会社

取組状況

- ・ NITEコンソーシアムが取得したCO₂固定微生物や関連情報をプロジェクト終了後の一般公開を待たずに参画機関に先行提供し、プラットフォームの利便性向上に向けたヒアリングやデータ共有の協力を得る**新たな連携体「GIフォーラム」を2024年度に設立。参画機関への菌株・データの提供、勉強会・交流会の開催、他コンソ支援などを継続実施。**（コンソーシアム）
- ・ **CO₂固定微生物利活用プラットフォームPOMIC（Platform Of Microbial CO₂ Fixation）のプロトタイプ第1版（微生物版）を開発し、2025年度にGIフォーラムに限定公開を開始。**。（フォーラム）
- ・ ゲノム情報から保有する**CO₂固定経路を高精度に推定可能なツールAutoFixMarkを開発。**（遺伝研、DBCLS、NITE）
- ・ 新規CO₂固定微生物の分離（442株）。（NITE、茨城大学、東京大学）
- ・ 既存超好熱菌のCO₂が関与するアミノ酸合成経路やC1化合物代謝を解析。（京都大学）
- ・ MAG解析219件、SAG解析53件、単離菌ゲノム解析271件実施。（遺伝研、bitBiome、JAMSTEC、NITE）
- ・ 培地に関するデータベースTogoMediumとPOMICのデータ連携整備、CO₂固定パスウェイの可視化ツール開発。（DBCLS、遺伝研、NITE）
- ・ タンパク質三次元構造予測データ集積、解析ツールを整備。（bitBiome）

委員からの助言

- ・ GIフォーラムの設立やPOMIC運用は評価できるが、今後は産業界にどのように有効活用されたかのモニタリングが重要。
→産業界での利活用度合を把握する仕組みを構築し、マイルストーン及びKPIを設定するKPIを設定する。
- ・ 新規な有用産業用宿主株の選抜・開発を加速してほしい。
- ・ 将来のプラットフォーム運営について、提供サービス、収益モデル、運営体制、各機関の役割分担など明確化すること。
- ・ データ公開の境界（オープン/クローズ）やデータ構造の標準化方針を、他機関・国際動向のベンチマークも踏まえながら検討してほしい。

5 - 6. 実施企業等の取組状況とNEDO委員会での意見

CO₂を原料に物質生産できる微生物等による製造技術等の開発・実証

富士フイルム株式会社

<p>研究開発項目3 連続ガス培養システム開発 (連続ガス培養システム開発、分離・精製・加工システム開発、LCA実施等)</p> <p>・富士フイルム株式会社</p>	<p><u>取組状況</u></p> <ul style="list-style-type: none">・ 新規ミキサーを開発し、ガス溶解に必要なエネルギーを大幅削減可能な見込み。・ 3L培養装置において高菌体濃度での培養に成功し、200L培養装置に展開中。・ 200L培養装置において防爆状態での培養に成功。・ 菌体の飼料化開発において、ニジマスを用いた給餌試験を開始。・ 培養液中のCO₂測定の国際標準化への取り組みを開始し、ISO/TC47に新規作業項目提案（NP）を日本提案として提出（現在投票期間中）。 <hr/> <p><u>委員からの助言</u></p> <ul style="list-style-type: none">・ 開発したガス培養技術を整理して知財化を進め、他コンソへのライセンス使用などでの展開を検討してほしい。・ カネカコンソの島津と共に、培養液のCO₂計測の標準化に貢献することを期待する。 →NPが承認され次第、今後は島津製作所と連携して新規WGを設立し規格開発を推進する。
---	---

6. プロジェクトを取り巻く環境

- DBTLサイクル技術については、合成生物学 + 自動化 + AI設計による高速化が急速に進展し微生物等改変プラットフォームの整備が進められている。
- バイオマスを原料とする従属栄養微生物に代わり、CO₂を原料とする独立栄養微生物によるものづくりの技術開発に世界各国で関心が高まっており、**2050年には化学品の25～33%がCO₂原料で製造され、同20%とされるバイオマス原料の製造よりも大きくなる**との予想もある（Renewable Carbon Initiative）。

研究開発項目 1

有用微生物の開発を加速する微生物等改変プラットフォーム技術の高度化

研究開発項目 2

CO₂を原料に物質生産できる微生物等の開発・改良

研究開発項目 3

CO₂を原料に物質生産できる微生物等による製造技術等の開発・実証

主な最新動向

- 合成生物学 + 自動化 + AI設計による微生物改変の高速化が急速に進展。
- 公的機関による技術開発の他に、民間企業としては、**アメリカのGinkgo Bioworks**など「**従属栄養での**」プラットフォームが多数台頭するもビジネスとして苦戦する状況もある。
- **独立栄養微生物の育種**にも注目が集まっている。
- 水素酸化細菌：各国で注目が集まり始め、遺伝子組換え菌で燃料や化成品製造を目指した研究開発が着手。非組換え菌では、**Solar Foods（フィンランド）**などが**食品や飼料の分野で事業化**が進められている。
- CO資化菌：**アメリカのLanzaTech（積水化学工業株式会社ともGI事業外で連携）**は独自に開発したCO資化菌により種々の製品を製造。
- 藻類：光合成プロセスを利用したバイオものづくりに関して、国内外プレイヤーが複数存在し、燃料や様々な化成品等生産の開発が進んでいる。
- 水素酸化細菌・CO資化菌：安全で効率的な「ガス発酵」プロセスについて各国で研究開発が進められ、Bio Base Europe Pilot Plant（ベルギー）では**2,000 L級のガス発酵槽の新設を検討中**。
- 藻類：光合成プロセスを利用したバイオものづくりに関して、国内外プレイヤーが複数存在し、実証が進められている。油脂生産などで、**Viridos（アメリカ）は4,000m²の開放槽**。**Cemvita Factory（アメリカ）はパイロットスケール（培養容量55 k L）、2023年4月開設**
 - * 株式会社ちとせ研究所：5 ha（培養面積約50,000m²、培養容量約4,000 k L）、**100ha（100万m²、約8万 k L）**

7. NEDOによる社会実装に向けた支援に関する取組状況

- ① 課題間連携の推進
- ② GI基金CO₂分離回収等技術開発PJ（GI分離回収）との連携
- ③ NEDO水素事業との情報交換
- ④ 大阪・関西万博に出展

- ガス発酵に関して、非競争領域である安全対策等に関する情報共有を行うとともに、意見交換の場を設置。SG後に、スケールアップに関して課題間連携を開始する予定。
- 標準化に関連する意見交換の場を設置。ガス発酵に関連する計測手法に関して島津製作所と富士フィルムが連携して**国際標準化**を進める予定。
- 菌体残渣利用に関して課題間で情報交換を行う場を設定。農水省で令和7年度に示された、
「組換えDNA技術応用飼料及び飼料添加物の安全性に関する確認の手続」及び「組換えDNA技術応用飼料及び飼料添加物の製造基準」の一部改正案について
(<https://public-comment.e-gov.go.jp/pcm/download?seqNo=0000291564>)
についてもヒアリングや情報共有を行った。
- LCAについての前提や認識を共有する場を設置。また、NEDO調査事業の一環で、一般財団法人バイオインダストリー協会と三菱UFJリサーチ&コンサルティング株式会社による**「バイオものづくりに関するLCAの指針検討に向けた基礎調査」**が実施されており、バイオものづくり分野におけるLCAの指針策定に向けた調査や議論が行われている。
- 来年度からもSGの結果を踏まえた全体の体制にあわせて必要な**課題間連携**の促進を継続する。

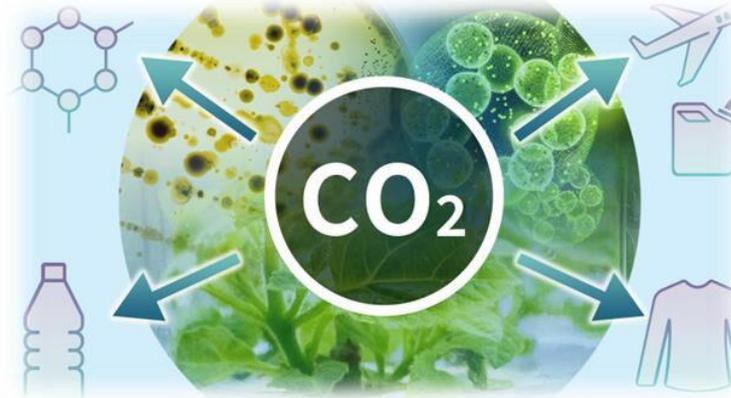
7. NEDOによる社会実装に向けた支援に関する取組状況 ② GI分離回収との連携

- 「グリーンイノベーション基金CO₂分離回収等技術開発PJ（GI分離回収）」との連携検討会を2024年11月に実施。GI分離回収で開発する設備のバイオものづくりでの利用に向けた協議を行っている。

GI分離回収



GIバイオものづくり



バイオものづくりの原料としてCO₂供給



当日の様子

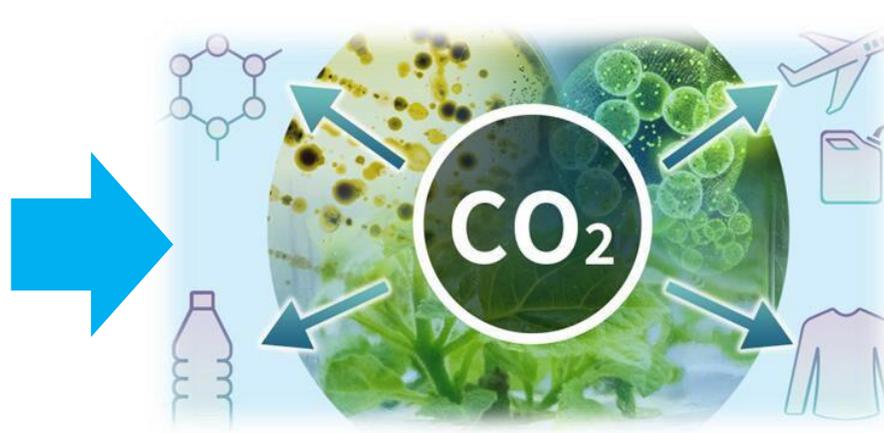
- NEDOにおける水素関連事業の全体像について、水素・アンモニア部水素SCチームからの情報提供を2024年10月に実施。
- 「福島水素エネルギー研究フィールド（Fukushima Hydrogen Energy Research Field（FH2R）」についても担当者間で意見交換を実施

GI大規模水素サプライチェーンの構築



source : JSE, 川崎重工

GIバイオものづくり



水素酸化細菌のガス発酵には水素供給が必要

再エネを利用した世界最大級のアルカリ水電解装置（10MW）「FH2R」



- カネカ、ちとせ研究所、積水化学工業、NITEが、大阪・関西万博日本館に出展



CO₂を炭素源とした生分解性バイオポリマーを使用した器。

水素酸化細菌を利用（カネカ）



日本館内で**実際に藻類を培養**する透明チューブ。

藻類からの様々な用途開発事例も展示（ちとせ）

(参考1) プロジェクトの事業規模

プロジェクト全体の関連投資額※

※ プロジェクト実施企業等が、事業終了後の期間を含めて見積もった社会実装に向けた取組（グリーンイノベーション基金事業による支援を含む）にかかる関連投資額

5,403億円

グリーンイノベーション基金事業の支援規模

	事業規模	支援規模
研究開発項目 1 有用微生物の開発を加速する微生物等改変プラットフォーム技術の高度化	155億円	155億円
研究開発項目 2 CO ₂ を原料に物質生産できる微生物等の開発・改良	83億円	71億円
研究開発項目 3 CO ₂ を原料に物質生産できる微生物等による製造技術等の開発・実証	2126億円	1540億円
社会実装に向けた支援 2025 年大阪・関西万博と連携した社会実装実証等	9億円	9億円

(参考2) 研究開発進捗のマイルストーン

CO₂からの微生物による直接ポリマー合成技術開発

・カネカコンソーシアム（株式会社カネカ（幹事）、日揮ホールディングス株式会社、株式会社島津製作所、株式会社バックス・バイオイノベーション）

研究開発項目1 CO₂を原料とするガス発酵バイオファウンドリの確立

アウトプット目標

研究開発項目1

CO₂を原料とするガス発酵バイオファウンドリの確立
・株式会社バックス・バイオイノベーション

CO₂を原料とする微生物の育種を迅速に行うために、高精度かつ高速な代謝設計技術、ロボティクスによって多様性をもった微生物ライブラリの迅速構築および高品質データの迅速集積技術を開発する。これらの要素技術をデータベースによって相互に連携して、さらにデータから知識を創出するAI技術を開発して、育種の期間を1/10へ短縮する第三世代のCO₂バイオファウンドリを確立する。

実施内容

1-1:
ガス発酵に適した微生物代謝設計技術の開発

1-2:
CO₂を原料とする微生物の迅速構築技術の開発

マイルストーン

[1-1-1] ガス代謝に最適なゲノムスケールの代謝反応モデルの開発：実験値との乖離が●●%以内（2025年）

[1-1-2]人工代謝経路から細胞設計までに要する時間を●●日/サイクル以内（2025年）

[1-2-1] 高度な育種を実現するための多様な遺伝子パーツの創出：●●種以上（2025年）

[1-2-2] 高度な育種と迅速なライブラリ構築を可能とする基盤技術の開発：●●株以上（2025年）

(参考2) 研究開発進捗のマイルストーン

CO₂からの微生物による直接ポリマー合成技術開発

・カネカコンソーシアム（株式会社カネカ（幹事）、日揮ホールディングス株式会社、株式会社島津製作所、株式会社バックス・バイオイノベーション）

研究開発項目1 CO₂を原料とするガス発酵バイオファウンドリの確立

アウトプット目標

研究開発項目1

CO₂を原料とするガス発酵バイオファウンドリの確立
・株式会社島津製作所

CO₂を原料とする微生物の育種を迅速に行うために、高精度かつ高速な代謝設計技術、ロボティクスによって多様性をもった微生物ライブラリの迅速構築および高品質データの迅速集積技術を開発する。これらの要素技術をデータベースによって相互に連携して、さらにデータから知識を創出するAI技術を開発して、育種の期間を1/10へ短縮する第三世代のCO₂バイオファウンドリを確立する。

実施内容

1-3:
CO₂を原料とする微生物の多検体かつ高速での生産性評価システムの開発

マイルストーン

- [1-3-1] 第一世代 CO₂を原料とする微生物の生産性評価システム基盤の開発：
●●●株(2025年)
- [1-3-2] 第二世代 CO₂を原料とする微生物の生産性評価システムの多検体化技術の開発：
●●●株(2027年)
- [1-3-3] 第三世代 CO₂を原料とする微生物の生産性評価システムの高精度化・高速化技術の開発：
●●●株(2030年)

(参考2) 研究開発進捗のマイルストーン

CO₂からの微生物による直接ポリマー合成技術開発

・カネカコンソーシアム（株式会社カネカ（幹事）、日揮ホールディングス株式会社、株式会社島津製作所、株式会社バックス・バイオイノベーション）

研究開発項目1 CO₂を原料とするガス発酵バイオファウンドリの確立

アウトプット目標

研究開発項目1

CO₂を原料とするガス発酵バイオファウンドリの確立
・株式会社バックス・バイオイノベーション

CO₂を原料とする微生物の育種を迅速に行うために、高精度かつ高速な代謝設計技術、ロボティクスによって多様性をもった微生物ライブラリの迅速構築および高品質データの迅速集積技術を開発する。これらの要素技術をデータベースによって相互に連携して、さらにデータから知識を創出するAI技術を開発して、育種の期間を1/10へ短縮する第三世代のCO₂バイオファウンドリを確立する。

実施内容

1-4:
育種期間短縮に向けた要素技術の統合によるガス発酵バイオファウンドリの開発

マイルストーン

[1-4-1] 育種プラットフォームの高度化：第一世代（2025年；育種期間●/●）

[1-4-2(1)] CO₂からのポリマー生産収率・生産速度向上を実現するための育種プラットフォーム開発：（研究開発項目2-2のKPIを参照）

[1-4-2(2)] 育種プラットフォームの進化・実証のための菌株開発：CO₂から化合物●種以上合成する菌の育種（2025年）

(参考2) 研究開発進捗のマイルストーン

CO₂からの微生物による直接ポリマー合成技術開発

・カネカコンソーシアム（株式会社カネカ（幹事）、日揮ホールディングス株式会社、株式会社島津製作所、株式会社バックス・バイオイノベーション）

研究開発項目2 バイオポリマー生産微生物等の開発・改良

アウトプット目標

CO₂固定化能力が5倍に向上したポリマー生産微生物開発, 3種類以上のバイオポリマー生産微生物育種

研究開発項目2

バイオポリマー生産微生物等の開発・改良
・株式会社カネカ（幹事）

実施内容

2-1:
PHBH生産微生物開発

2-2:
ガス収率向上菌株創出

2-3:
多様な物性を有するPHA生産微生物育種

マイルストーン

[2-1-1] 3HH組成が2~6mol%のPHBH®生産微生物育種（2025年）

[2-1-2] 3HH組成が10mol%以上のPHBH®生産微生物育種（2027年）

[2-2-1] H₂からのポリマー生産収率を理論収率の50%(2025年度)

[2-2-2] ポリマー生産速度を現行の1.5倍以上(2025年度)

[2-3-1]多様なバイオポリマー生産微生物育種（2030年）

(参考2) 研究開発進捗のマイルストーン

CO₂からの微生物による直接ポリマー合成技術開発

・カネカコンソーシアム（株式会社カネカ（幹事）、日揮ホールディングス株式会社、株式会社島津製作所、株式会社バッカス・バイオイノベーション）

研究開発項目3 CO₂を原料に物質生産できる微生物等による製造技術等の開発・実証

アウトプット目標

安全で高効率なガス発酵プロセスを構築し、①CO₂を直接原料とするPHBHのセミコマーシャルプラントを建設し生産実証を行う。②CO₂を直接原料とする多様な微生物に対応する生産プロセス開発基盤を構築し、統合型バイオファウンドリ機能を実証する。

研究開発項目3

CO₂を原料に物質生産できる微生物等による製造技術等の開発・実証

・株式会社カネカ（幹事）
・日揮ホールディングス株式会社
・株式会社島津製作所

実施内容

3-1:
安全で高効率なガス発酵プロセスの構築

・日揮ホールディングス株式会社
・株式会社島津製作所

3-2:
CO₂を原料とするPHBHのセミコマーシャルプラントによる生産技術の開発・実証

・株式会社カネカ（幹事）
・日揮ホールディングス株式会社

3-3:
生産プロセス開発基盤の構築と統合型バイオファウンドリの機能実証

・日揮ホールディングス株式会社

マイルストーン

[3-1-1] 安全なガスハンドリング手法の確立（2025年度）
[3-1-2] ガス培養の要素技術確立（2025年度）
[3-1-3] ガス培養槽の設計指針の確立（2030年度）
[3-1-4] ガス発酵の最適条件を導き出すための多角計測技術の確立（2025年）多角計測データ収集、統合、解析支援ソフトの開発（2027年度）

[3-2-1] PHBH®生産に適した●L以上の発酵槽の設計完了（2025年度）
[3-2-2] ●L以上の発酵槽での試験データに基づくPHBH®セミコマーシャルプラントの設計指針の確立（2027年度）
[3-2-3] PHBH®セミコマーシャルプラントの設計・フィジビリティの確認（2027年度）
[3-2-4] セミコマーシャルプラントによるCO₂由来PHBHの成形品の試験生産（2030年度）
[3-2-5] 経済性検討の結果、商業プラントにおけるコストが代替製品と比較して1.2倍以下となることを確認（2030年度）

[3-3-1] ●Lから●Lの小規模スケールガス発酵装置を有した生産プロセス基盤の整備、およびガス発酵におけるスケールアップデータの取得（2025年度）
[3-3-2] ガス発酵スケールアップファクターの把握（2027年度）
[3-3-3] ●L以上の発酵槽で開発微生物を生産実証し、ガス発酵スケールアップ指針を確立（2030年度）
[3-3-4] 商業プラントにおける製造コストが代替製品と比較して1.2倍以下となる生産プロセスを構築（2030年度）

(参考2) 研究開発進捗のマイルストーン

光合成によるCO₂直接利用を基盤とした日本発グローバル産業構築

・株式会社ちとせ研究所

研究開発項目1 育種開発に要する期間を従来比1/10とする、実用微細藻類の非遺伝子組換えゲノム編集・調整基盤開発

テーマ名・事業者名

アウトプット目標

研究開発項目1
育種開発に要する期間を従来比1/10とする、実用微細藻類の非遺伝子組換えゲノム編集・調整基盤開発
・株式会社ちとせ研究所

- ・ 産業利用価値の高い微細藻類を従来比1/10期間で非組換えゲノム編集・ゲノム調整できる基盤を開発する。

実施内容

マイルストーン

①ゲノム編集プラットフォーム

ゲノム設計からゲノム編集株機能確認までを5ヶ月で実行できる系3種以上確立 (2025年度)

②ゲノム調整プラットフォーム

蛍光・散乱光ベースで微細藻類1バッチで100万クローンをソーティング (2025年度)

研究開発項目2 脂質生産性を従来比5倍以上へ改良する、高効率な非遺伝子組換えゲノム編集・調整

テーマ名・事業者名

アウトプット目標

研究開発項目2
脂質生産性を従来比5倍以上へ改良する、高効率な非遺伝子組換えゲノム編集・調整
・株式会社ちとせ研究所

- ・ ゲノム編集・ゲノム調整および生産技術とを組み合わせ、非組換えで脂質生産性を5倍以上向上させる。

実施内容

マイルストーン

①ゲノム編集・ゲノム調整株の取得

脂質生産性を向上させる2つ以上の独立した形質を付与し、なおかつ生産性を2倍以上にする (2025年度)

②産業用培養システムによる安全性評価および脂質生産性の確認

400 L培養での評価系確立 (2025年度)

(参考2) 研究開発進捗のマイルストーン

光合成によるCO₂直接利用を基盤とした日本発グローバル産業構築

・株式会社ちとせ研究所

研究開発項目3 代替候補品の製造コストと同等以下にする、生産プロセスの開発・実証

テーマ名・事業者名 アウトプット目標

研究開発項目3-1
生産技術基盤構築
・株式会社ちとせ研究所

- ・ 2030年までに、微細藻類を用い、光合成由来素材の製造コストが2030年時点の代替候補製品と同等価格以下となる技術を開発する。
- ・ 小規模なベンチスケール (5 ha) から中規模パイロットスケール (100 ha) へと段階的に実証のスケールアップを実施し、商用スケール (2,000 ha) へと適用可能な技術開発・実証を実施する。

実施内容

①生産システム開発および最適化

②循環システム開発および最適化

③生産設備低資源化

④100 haスケールアップ

マイルストーン

新規培地及び曝気手法の開発 (2025年度)

新規回収手法及び湿潤原料貯蔵開発 (2025年度)

現地環境に合わせた仕様、設計、計画の調整 (2025年度)

実生産地選定、契約、地形・土壌調査、基本仕様・設計の完了 (2025年度)

(参考2) 研究開発進捗のマイルストーン

光合成によるCO₂直接利用を基盤とした日本発グローバル産業構築

・株式会社ちとせ研究所

研究開発項目3 代替候補品の製造コストと同等以下にする、生産プロセスの開発・実証

テーマ名・事業者名

アウトプット目標

研究開発項目3-2
用途開発・市場展開
・株式会社ちとせ研究所

- ・ 2030年までに、微細藻類を用い、光合成由来素材の製造コストが2030年時点の代替候補製品と同等価格以下となる技術を開発する。
- ・ 小規模なベンチスケール (5 ha) から中規模パイロットスケール (100 ha) へと段階的に実証のスケールアップを実施し、商用スケール (2,000 ha) へと適用可能な技術開発・実証を実施する。

実施内容

①分離・精製

マイルストーン

20 L規模の試験において、従来法に要するエネルギー量の90 %以下で新規抽出法を実施する (2025年度)

②加工実証・用途開発

5品以上の食品原料及び食品製品開発 (2025年度)

(参考2) 研究開発進捗のマイルストーン

光合成によるCO₂直接利用を基盤とした日本発グローバル産業構築

・株式会社ちとせ研究所

研究開発項目3 代替候補品の製造コストと同等以下にする、生産プロセスの開発・実証

テーマ名・事業者名

研究開発項目3-3
LCA基準設定
・株式会社ちとせ研究所

アウトプット目標

- CEF認証取得に必要な情報を揃えるためにパイロットスケール (100 ha)プラントデータを用いて商用生産規模のLCA計算・予測手法の基準を設定する。
- CEF認証ではカバーされない、水使用、食品競合のLCA基準も設定する。

実施内容

①CEF認証

②持続可能性基準の設定

マイルストーン

CO₂排出/固定量算出根拠の公開 (2025年度)

CO₂アロケーション、水資源、農地利用の基準を設定すべき根拠の公開 (2025年度)

(参考2) 研究開発進捗のマイルストーン

バイオものづくり技術によるCO₂を原料とした高付加価値化学品の製品化

・積水コンソーシアム（積水化学工業株式会社（幹事）、公益財団法人地球環境産業技術研究機構）

研究開発項目2 CO→芳香族化合物生産微生物の開発

テーマ名・事業者名

研究開発項目2
CO→芳香族化合物生産微生物の
開発
・積水化学工業株式会社（幹事）
・公益財団法人地球環境産業技術研
究機構

アウトプット目標

✓ 2030年までに、既に物質生産機能またはCO₂固定化能の高い微生物に遺伝子組み換え等を行って生産機能等を保ちながら従来とは異なる原料・目的物質を利用可能な微生物を開発

実施内容

①CO→芳香族化合物/物質X
生産微生物開発

②物質X→芳香族化合物
生産微生物・酵素の開発

マイルストーン

CO→ポリマー原料「0.5 g/L」相当生産確認
(2025年度)

CO→ポリマー原料「0.5 g/L」相当生産確認
芳香族化合物生産酵素活性4倍
(2025年度)

(参考2) 研究開発進捗のマイルストーン

バイオものづくり技術によるCO₂を原料とした高付加価値化学品の製品化

・積水コンソーシアム（積水化学工業株式会社（幹事）、公益財団法人地球環境産業技術研究機構）

研究開発項目3 CO₂を原料としたエポキシ接着剤の製造実証

テーマ名・事業者名

アウトプット目標

研究開発項目3
CO₂を原料としたエポキシ接着剤の製造実証
・積水化学工業株式会社（幹事）
・公益財団法人地球環境産業技術研究機構

✓ 2030年までに、微生物等を用いてCO₂を原料として生産した接着剤の製造コストが、2030年時点の代替候補製品の1.2倍以下となる技術を開発する

実施内容

マイルストーン

①CO→芳香族化合物生産プロセス開発
・連続生産プロセス開発
・分離・精製方法開発

・ラボスケール(~10L)でCO資化菌を連続培養達成
・目的物質生産プロセスの決定
・芳香族化合物回収率60%
(2025年度)

②エポキシ接着剤の生産方法の開発
・高機能化法開発
・エポキシ合成法開発
・接着剤開発

・高機能化体50 g/バッチ
・エポキシ50 g/バッチ
・現行品と同等の接着性能±10%を確認
(2025年度)

③その他
・ストーカ炉とバイオプロセスとを接続するための前処理プロセスの開発
・環境性能および経済性評価

・実ガス由来不純物の影響を3種類以上評価完了
・ラボ試験データを用いた環境性能評価及び経済性評価完了
(2025年度)

(参考2) 研究開発進捗のマイルストーン

水素細菌によるCO₂とH₂を原料とする革新的なものづくり技術の開発

・双日コンソーシアム（双日株式会社（幹事）、一般財団法人電力中央研究所、Green Earth Institute株式会社、DIC株式会社、東レ株式会社、株式会社ダイセル）

研究開発項目2 CO₂から有用物質を生産できる組換え水素細菌の開発

テーマ名・事業者名

研究開発項目2
CO₂から有用物質を生産できる組換え
水素細菌の開発

・Green Earth Institute株式会社
・東レ株式会社
・株式会社ダイセル

アウトプット目標

✓ CO₂とH₂を利用して増殖し、ポリマー原料(PHB)を蓄積する性質を持つ水素細菌について、PHB代謝経路等を改変し、生来では生産されない有用物質に変える組換え株を物質毎に創製する。また、研究開発項目3の培養技術と組み合わせ、一定の生産性を達成する。

実施内容

①化合物①生産株の開発

②化合物②生産株の開発

③化合物③生産株の開発

マイルストーン

・化合物①生産株の構築
・組換え体のガス培養により化合物①の生産を確認
・化合物①生産量 x g/Lを達成
(2025年度)

・化合物②生産株の構築
・組換え体のガス培養により化合物②の生産を確認
・化合物②生産量 y g/Lを達成
(2025年度)

・組換え生産株を構築し、化合物③の生成を確認
・化合物③生産量 z g/Lを達成
(2025年度)

(参考2) 研究開発進捗のマイルストーン

水素細菌によるCO₂とH₂を原料とする革新的なものづくり技術の開発

・双日コンソーシアム（双日株式会社（幹事）、一般財団法人電力中央研究所、Green Earth Institute株式会社、DIC株式会社、東レ株式会社、株式会社ダイセル）

研究開発項目3 CO₂から有用物質を生産する水素細菌の培養技術の開発と実証

テーマ名・事業者名

アウトプット目標

研究開発項目3
CO₂から有用物質を生産する水素細菌の培養技術の開発と実証

- ・双日株式会社（幹事）
- ・一般財団法人電力中央研究所
- ・Green Earth Institute株式会社
- ・東レ株式会社
- ・株式会社ダイセル
- ・DIC株式会社

✓ CO₂とH₂を利用する水素細菌について、高度培養技術を確立し、世界最高水準の菌体生産速度を達成する。また、現行品の1.2倍程度の価格で経済性を獲得できるプロセスを設定し、大型培養規模で実証する。

実施内容

マイルストーン

①高度培養技術の基盤開発

菌体生産速度 A g/Lを数十 Lスケールで達成
(2025年度)

②物質生産実証試験

研究開発項目[2]で開発した組換え株を用いて数十Lスケールで生産性を実証

化合物①: x g/L
化合物②: y g/L
化合物③: z g/L
(2025年度)

③化成品/菌体飼料の評価

<化成品の評価> 品質低下要因となる不純物の推定
<飼料の評価> 野生株菌体の栄養成分の把握と配合適正量を決定
(2025年度)

③プロセスのLC-CO₂評価

・生産フローを作成し、バウンダリを設定
・CO₂とH₂を出発物質に菌体と物質を生産する上記プロセスのLC-CO₂を実測値を基に算定
(2025年度)

(参考2) 研究開発進捗のマイルストーン

CO₂を固定微生物利活用プラットフォームの構築

・NITEコンソーシアム（製品評価技術基盤機構(NITE)（幹事）、東京大学、茨城大学、京都大学、海洋研究開発機構(JAMSTEC)、国立遺伝学研究所(遺伝研)、データサイエンス共同利用基盤施設ライフサイエンス統合データベースセンター(DBCLS)、bitBiome株式会社)

研究開発項目1 有用微生物の開発を加速する微生物等の改変プラットフォーム技術の高度化

テーマ名・事業者名

アウトプット目標

研究開発項目1
有用微生物の開発を加速
する微生物等の改変プラ
ットフォーム技術の高度化

- ・製品評価技術基盤機構 (NITE) (幹事)
- ・東京大学
- ・茨城大学
- ・京都大学
- ・海洋研究開発機構 (JAMSTEC)
- ・国立遺伝学研究所(遺伝研)
- ・データサイエンス共同利用基盤施設ライフサイエンス統合データベースセンター (DBCLS)
- ・bitBiome株式会社

「今後様々な事業者の挑戦が期待できる我が国の「微生物によるCO₂の直接資源化」の開発速度を上げ、バイオものづくりを促進する」ために、本事業では、CO₂からのバイオものづくりの開発環境の基盤整備を行い、CO₂固定微生物利活用プラットフォームを構築・運用することで、CO₂固定能を有する生産用微生物の開発期間を最大1/10程度に短縮することを目標にする。

収集したCO₂固定微生物株は生物資源保存・提供機関として実績のある独立行政法人製品評価技術基盤機構（NITE）より安定的に提供するとともに、構築したCO₂固定微生物利活用プラットフォームについては、NITEの既存のデータベース（微生物横断プラットフォーム：DBRP）の管理体制に沿って運営・管理し、情報を継続的に提供し続けるとともに、さらなる情報拡充に努め、CO₂固定微生物を用いたバイオものづくりのための開発基盤として継続的に維持していく。

実施内容

①CO₂固定微生物の探索及び有用情報整備

②バーチャルCO₂固定微生物・単離菌のゲノム情報収集

③CO₂固定微生物の機能情報のデータベース化と検索ツールの開発

④CO₂固定微生物利活用プラットフォーム構築

マイルストーン

提供可能となるCO₂固定微生物:400株以上
CO₂固定経路関連遺伝子候補の選定・解析着手：25種類以上
(2025年度)

MAG：80サンプル以上、SAG：50サンプル以上、単離菌ゲノム:300株以上
(2025年度)

ツールのプラットフォーム搭載：1件以上
培地DBへのデータ追加：20件以上
三次元構造予測：10M遺伝子産物以上
(2025年度)

プロトタイプDB開発
(2025年度)

(参考2) 研究開発進捗のマイルストーン

CO₂を原料に物質生産できる微生物による製造技術等の開発・実証

・富士フイルム株式会社

研究開発項目3 CO₂を原料に物質生産できる微生物等による製造技術等の開発・実証

テーマ名・事業者名

研究開発項目 I-1
水素細菌の評価システム
構築
・富士フイルム株式会社

アウトプット目標

- 水素細菌のバイオ生産量を定量化するシステムを構築する

実施内容

①菌体密度

マイルストーン

培養液中の水素細菌の菌体密度 γ (g*/L)の定量化
(2025年度)

②物質生産量 (物質生産速度)

水素細菌1g(DCW)が単位時間あたりに生産する物質生産量 β (g/(g*・hr)の定量化
(2025年度)

テーマ名・事業者名

研究開発項目 I-2
培養環境の最適化
・富士フイルム株式会社

アウトプット目標

- ガス・培地成分やプロセス条件等の最適化
- 菌の生物学的特性に基づいたプロセス条件等の最適化提案
- 培養条件に適した菌の最適化

実施内容

③培養環境 (培地/ガス組成等)

マイルストーン

目的物質を生産する水素細菌において、バイオ生産量の目標値を実現する、もしくは実現見通しを示す

(参考2) 研究開発進捗のマイルストーン

CO₂を原料に物質生産できる微生物による製造技術等の開発・実証

・富士フイルム株式会社

研究開発項目3 CO₂を原料に物質生産できる微生物等による製造技術等の開発・実証

テーマ名・事業者名

アウトプット目標

研究開発項目 I -3
連続ガス培養システム開発
・富士フイルム株式会社

- ・ 2030年に、量産化スケールにて、アミノ酸の連続生産の実証を行う。
- ・ 既存技術以上の産生速度を目標とする。

実施内容

マイルストーン

④防爆基本システム

H₂: 4%未満またはO₂: 5%未満を満たす小スケール実証
(2025年度)

⑤ガス高速溶解基本技術

各ガス溶解速度 (H₂: ●●、O₂: ●●、CO₂: ●●(L/L/min)) を小スケールで実現する
(2025年度)

⑥連続菌体分離基本技術

連続菌体/上清分離操作を行った際に、菌体密度を維持する小スケール実証

⑦培養スケールアップ

●●Lスケールでの実証

⑧培養環境(培地/ガス)制御システム

培養槽内の状態のセンシングと、培養支配要因へのFB制御システムの実現

(参考2) 研究開発進捗のマイルストーン

CO₂を原料に物質生産できる微生物による製造技術等の開発・実証

・富士フイルム株式会社

研究開発項目3 CO₂を原料に物質生産できる微生物等による製造技術等の開発・実証

テーマ名・事業者名

アウトプット目標

研究開発項目Ⅱ
分離・精製・加工システム
開発
・富士フイルム株式会社

水素細菌からの産生物質の精製加工と菌体資源化の技術見極め（～2025年※）と量産化スケールのシステム実証（2030年）を行う。

実施内容

マイルストーン

⑨アミノ酸精製加工技術

目標品質に到達、或いは到達見通しを示す
(2025年度)

⑩アルコール等精製加工技術

※アルコール等精製加工技術は生産菌株入手以降に検討開始する

⑪廃菌体資源化技術

既存の廃菌体の資源化に関する技術比較、メタン発酵等の外注テストより候補技術を絞り込む(2025年度)

テーマ名・事業者名

アウトプット目標

研究開発項目Ⅲ
LCA実施等
・富士フイルム株式会社

本バイオ生産システムのCO₂吸収量の定量化及びその手法の構築（2025年度）。事業化後の国内標準化、国際標準化を達成のために、本取り組みで定量化する吸収量が、CO₂減算分としてグローバルに認められるシステムを構築する（2030年度）。

実施内容

マイルストーン

⑫CO₂吸収量の定量化等

定量化環境の整備
標準化動向の調査分析等

⑬CO₂吸収量等の評価手法の開発とその
標準化

標準化内容案を作成及び提案先を選定

(参考 3) CO₂からの微生物による直接ポリマー合成技術開発

【研究開発項目①②③】

事業の目的・概要

【研究開発項目①】：高精度かつ高速な代謝設計技術、微生物ライブラリの迅速構築および高品質データの迅速集積技術を開発する。これらの要素技術をデータベースによって相互に連携し、データから知識を創出するAI技術を開発して、育種の期間を1/10へ短縮するCO₂バイオファウンドリを確立する。

【研究開発項目②】：CO₂固定化能力が5倍に向上したポリマー生産微生物開発、ガラス転移点の異なる3種類以上のバイオポリマー生産微生物育種を行う。

【研究開発項目③】：安全で高効率なガス発酵プロセスを構築し、CO₂を直接原料とするPHBHのセミコマースプラントを建設し生産実証を行う。また、CO₂を直接原料とする多様な微生物に対応する生産プロセス開発基盤を構築し、統合型バイオファウンドリ機能を実証する。

実施体制

※太字:幹事企業

株式会社カネカ、日揮ホールディングス株式会社、株式会社
バックス・バイオイノベーション、株式会社島津製作所

事業規模など

□ 事業規模 (①+②+③) :約1540億円

□ 支援規模 (①+②+③) * :約1092億円

*インセンティブ額を含む。今後ステージゲート等で事業進捗等に合わせ合理化見込み補助率等 (インセンティブ率は10%)

① : 委託、② : 委託 → 2/3、③ : 委託 → 2/3 → 1/2

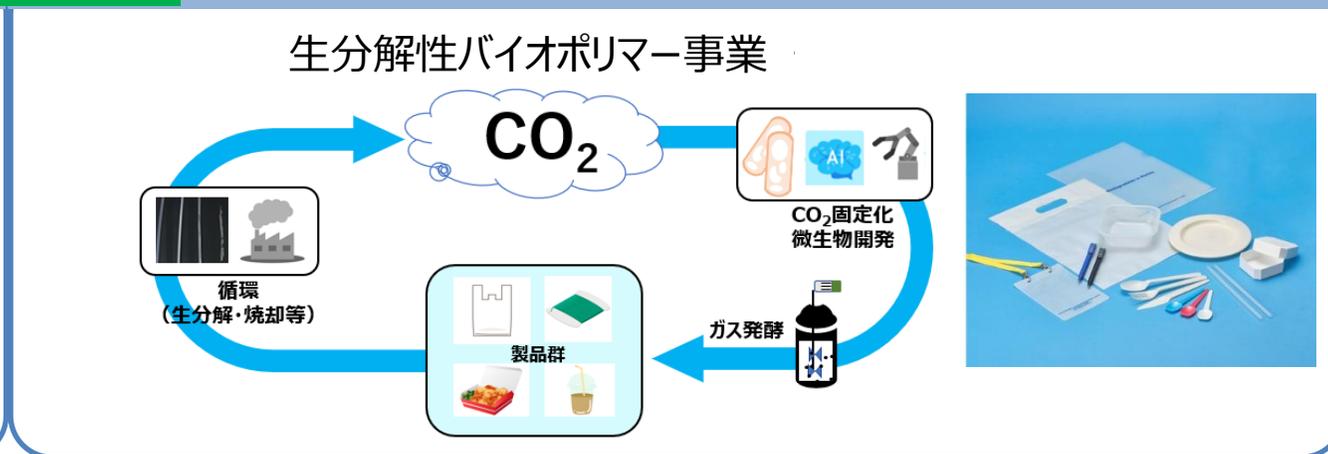
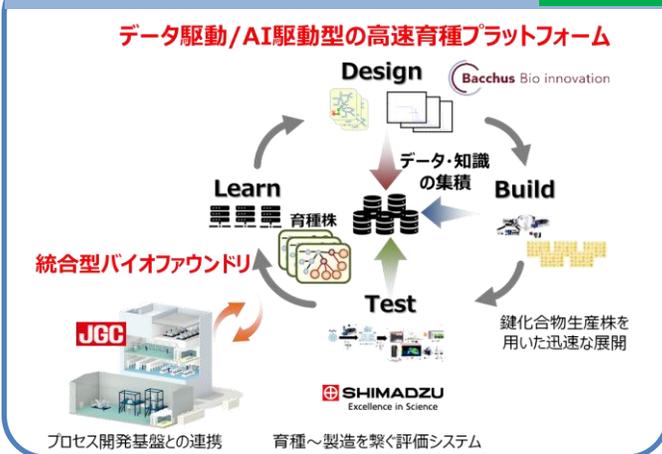
事業期間

①②③2023年度～2030年度(8年間)

① CO₂バイオファウンドリの確立

事業イメージ

②バイオポリマー生産微生物育種 + ③生産実証及びバイオファウンドリ機能の実証



(参考3) 光合成によるCO₂直接利用を基盤とした日本発グローバル産業構築

事業の目的・概要

- 【研究開発項目①】：要する期間を従来比1/10とする、実用微細藻類の非遺伝子組換えゲノム編集・調整基盤開発
- 【研究開発項目②】：脂質生産性を従来比5倍以上へ改良する、高効率な非遺伝子組換えゲノム編集・調整
- 【研究開発項目③】：代替候補品の製造コストと同等以下にする、生産プロセスの開発・実証

事業体制

株式会社ちとせ研究所

事業期間

①②③2023年度～2030年度(8年間)

実施規模

- 事業規模 (① + ② + ③) : 約555億円
 - 支援規模 (① + ② + ③) : 約450億円*
- *インセンティブ額を含む。今後ステージゲート等で事業進捗等に合わせ合理化見込み
- 補助率等 (インセンティブ率は10%)
 - ① : 委託、② : 委託 → 2/3、③ : 委託 → 2/3 → 1/2

事業イメージ

①ゲノム編集・調整期間の短縮 + ②非遺伝子組換えゲノム編集・調整による脂質生産性向上 + ③生産プロセスの開発・実証

項目1 ゲノム編集・調整基盤の開発	項目2 微生物開発	樹脂	燃料	飼料
<p>ゲノム編集・調整に要する期間を1/10に短縮。</p> <ul style="list-style-type: none"> モデルベース設計：代謝モデリング、画像判別モデリング ゲノム編集技術：人工ヌクレアーゼPlatinum TALEN ゲノム調整技術：不均衡変異導入法 ドロップレット/イメージング培養選抜：100万検体の培養選別 	<p>脂質生産性を5倍以上向上。</p> <ul style="list-style-type: none"> 炭水化物低減株：細胞壁、デンプン、多糖類→生産性向上 強光/pH/温度耐性株：現場の屋外過酷環境に適応 非組換え株確認：屋外生産対応 			
<p>項目3-1 生産技術基盤構築</p> <p>生産技術開発により、製造コストを代替候補品と同等以下に。</p> <ul style="list-style-type: none"> 項目3-1-1 生産システム開発：太陽光・CO₂の利用効率最大化 項目3-1-2 循環システム開発：培地再利用/水資源活用 項目3-1-3 生産設備低資源化：生産設備の低コスト/低資源化 項目3-1-4 100haスケールアップ：低コスト/低資源でのスケールアップ 	<p>項目3-2 用途開発・市場展開</p> <p>分離・精製加工技術開発により、製造コストを代替候補品と同等以下に。</p> <ul style="list-style-type: none"> 項目3-2-1 分離・精製：湿潤光合成産物からの低コストな脂質/タンパク質の抽出/分離/精製 項目3-2-2 用途開発・実証：用途開発/品質評価：車両部材、化粧品、食品、飼料、燃料等 	多様な製品の試作		
<p>工場焼却炉発電所</p> <p>CO₂ → 培養 → 回収 → 湿潤液体 → 抽出・分離 → 粗油、粗タンパク質、水層 → 加工 → 中間原料 → 加工</p>				
<p>項目3-3 LCA基準設定</p> <p>CO₂収支など持続可能性を示せるLCA評価基準を設定。</p> <ul style="list-style-type: none"> 持続可能な航空燃料に必要なCEF認証スキームに則ったLCA実施。CEF認証ではカバーされない基準の設定 (CO₂アロケーション/廃棄物/水資源利用性等)。 		食品	色素	繊維

(参考3) グリーンイノベーション基金事業／バイオものづくり技術によるCO₂を直接原料としたカーボンリサイクルの推進 バイオものづくり技術によるCO₂を原料とした高付加価値化学品の製品化

事業の目的・概要

積水化学の強み(CO資化菌による物質生産技術)とRITEの強み(高毒性の芳香族化合物の高生産技術)を活かし、**CO₂からプラスチック原料(モノマー)を経由し、自社製品に循環される新しいパスを創造しカーボンリサイクルを実現**

実施体制

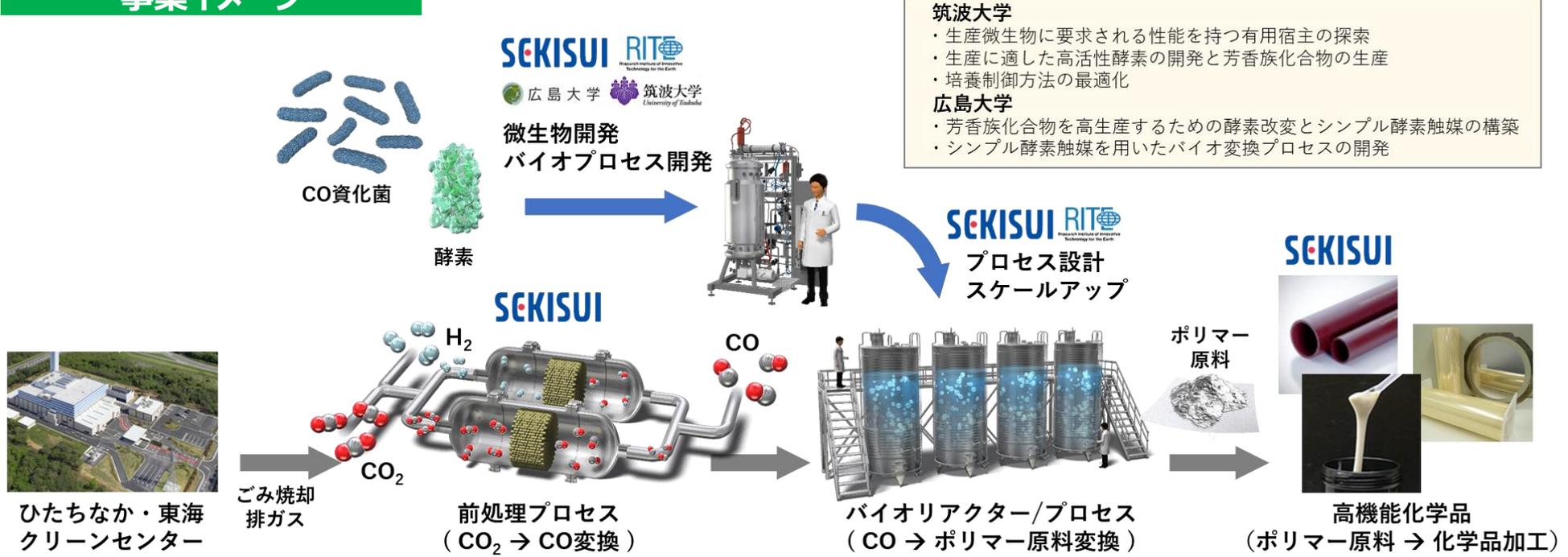
※太字: 幹事企業

積水化学工業株式会社、
公益財団法人地球環境産業技術研究機構

事業期間

②③2023年度～2030年度(8年間)

事業イメージ



- ## 事業規模など
- 事業規模 (②+③) : 約136億円
 - 支援規模 (②+③) * : 約113億円
 *インセンティブ額を含む。今後ステージゲート等で事業進捗等に合わせ合理化見込み
 - 補助率等 (インセンティブ率は10%)
 ② : 委託 → 2/3、③ : 委託 → 2/3 → 1/2

(参考3) グリーンイノベーション基金事業／バイオものづくり技術によるCO₂を直接原料としたカーボンリサイクルの推進
水素細菌によるCO₂とH₂を原料とする革新的なものづくり技術の開発

事業の目的・概要

水素細菌によるCO₂とH₂を原料とした各種化成品、飼料原料の高効率生産技術を確立し、化成品の化石由来原料からの転換、および飼料の代替タンパクのニーズに対応した、国際競争力のある製造事業を構築する

- 研究開発項目②：化成品を生産する組換え水素細菌の開発
- 研究開発項目③：水素細菌の培養技術の開発と実証

実施体制

双日株式会社、一般財団法人電力中央研究所、Green Earth Institute株式会社、DIC株式会社、東レ株式会社、株式会社ダイセル

太字：幹事企業

事業規模など

- 事業規模（②＋③）：約68億円
 - 支援規模（②＋③）：約50億円*
 - 補助率等（インセンティブ率は10%）
②：委託（2/3）、③：助成（2/3～1/2）
- *インセンティブ額を含む。今後ステージゲート等で事業進捗等に合わせ合理化見込み

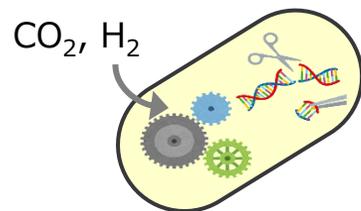
事業期間

②③ 2023年度～2030年度(8年間)

事業イメージ

②化成品を生産する組換え水素細菌の開発

- 野生株の持つ高いPHB（ポリヒドロキシ酪酸）生産能を活用し、各種化成品を高生産する菌株を開発

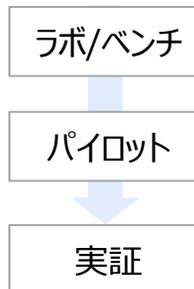


水素細菌

- 各種化成品の生産
 - プラスチック
 - インク、塗料
 - 繊維
 - 化粧品 などの原料
- 菌体残渣を飼料活用

③水素細菌の培養技術の開発と実証

- 段階的スケールアップを通じて高度培養技術を確立
- Life Cycle-CO₂を適切に評価し、製品に環境価値を付与



実施内容

- ①培養技術の基盤開発
- ②生産実証試験
- ③化成品・飼料の評価
- ④LC-CO₂評価

事業の目的・概要

- 「CO₂固定微生物利活用プラットフォーム」を構築する。本プラットフォームにCO₂固定微生物及び関連するデータを集約し、培養情報やゲノム情報をはじめとする様々なデータを国内の産業界やアカデミア等が一元的に検索することを可能にする。
- 2030年までに、DBTLサイクルの1サイクルあたりの時間を短縮するための技術開発と、サイクル回数を削減しコストを低減する技術確立することで、有用微生物の開発期間を最大1/10程度に短縮する技術確立する。

実施体制 ※太字: 幹事機関

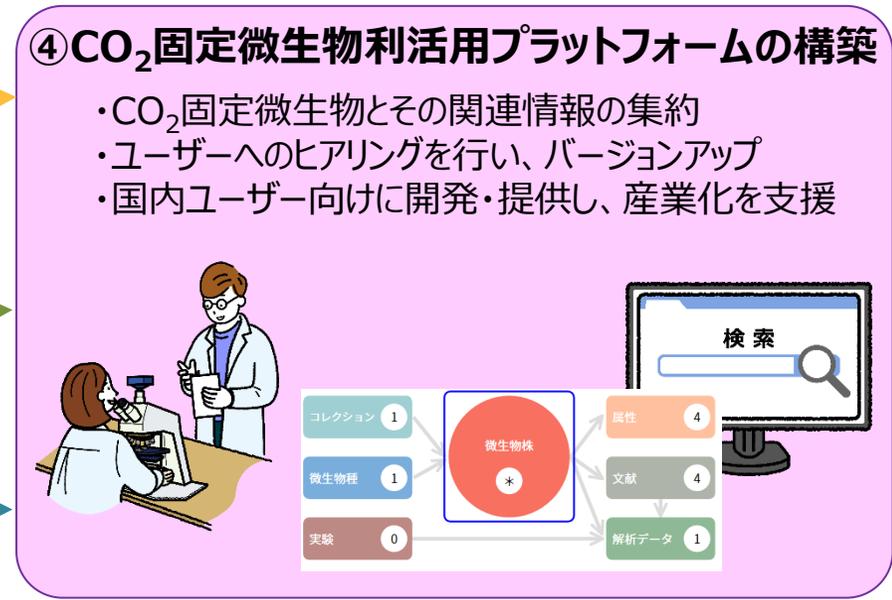
独立行政法人製品評価技術基盤機構、国立研究開発法人海洋研究開発機構、国立大学法人茨城大学、国立大学法人京都大学、国立大学法人東京大学、大学共同利用機関法人情報・システム研究機構 国立遺伝学研究所、大学共同利用機関法人情報・システム研究機構データサイエンス共同基盤施設ライフサイエンス統合データベースセンター、bitBiome株式会社

事業規模など

- 事業規模: 約33億円
- 支援規模*: 約33億円
*インセンティブ額を含む。今後ステージゲート等で事業進捗等に合わせ合理化見込み
- 補助率等
委託 (インセンティブ率は10%)

事業期間
2023年度～2030年度(8年間)

- 事業イメージ**
- ① CO₂固定微生物の探索及び有用情報の整備
 - ・環境サンプル(温泉水等)の採取
 - ・環境サンプルからの新規微生物の分離と提供体制整備
 - ・微生物の生育情報の収集と整備
 - ・酵素・代謝経路の解析とデータ収集
 - ② バーチャルCO₂固定微生物・単離菌のゲノム情報の収集
 - ・微生物のゲノム解析
 - ・環境サンプルから直接ゲノム情報を取得
 - ③ CO₂固定微生物の機能情報のDB化と検索ツールの開発
 - ・CO₂固定に関わる代謝経路情報の整備と検索ツール開発
 - ・ゲノム情報からCO₂固定に有用な遺伝子を検出するツールを開発
 - ・三次元構造予測による有用遺伝子産物の探索とデータ整備



グリーンイノベーション基金事業／バイオものづくり技術によるCO₂を直接原料としたカーボンリサイクルの推進
CO₂を原料に物質生産できる微生物等による製造技術等の開発・実証

(参考 3)

事業の目的・概要

- 原料のCO₂供給から製品製造までのバリューチェーンを構築、商用生産までのスケールアップや製造技術の高度化を推進
- CO₂を原料とした新しいバイオものづくり製品の社会実装とCO₂の資源化による産業構造の変革

実施体制

富士フイルム株式会社

事業期間

③2023年度～2030年度(8年間)

事業規模など

	FY23～25年	FY26～30年
□ 事業規模	：20億円	約二百数十億円
□ 支援規模	：20億円*	約百数十億円
	(*インセンティブ率10%含む場合)	
□ 補助率等	：委託 9/10	助成2/3～1/2

事業イメージ

複合ガス (CO₂、H₂、O₂) から、有機物を安全かつ効率的に生産できるプラットフォーム技術を開発し、量産化スケールで実証する。

- 自社販売、CDMO、ソリューションビジネスを通じて、新しいバイオものづくりの社会実装に努め、サステナブル社会実現へ貢献する。
- 当社の様々な製品、サービス等で培ったコア技術を本事業に展開し、発展させることでCO₂資源化の実現を目指す。



写真フィルム



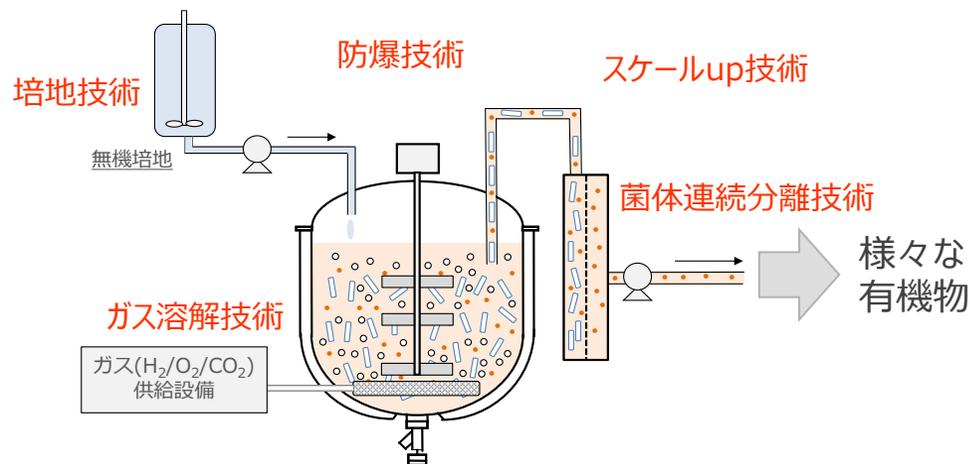
バイオCDMO



培地・試薬

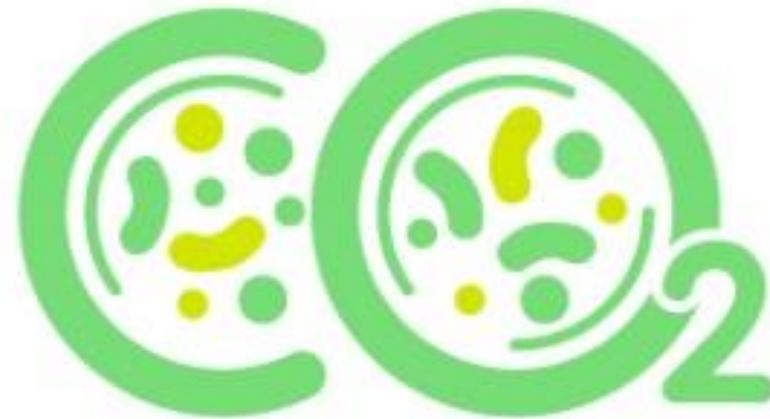


化粧品



CO₂の資源化を目指すバイオ生産イメージ図

CO₂固定微生物利活用データプラットフォーム POMIC の構築



POMIC
CO₂固定微生物利活用プラットフォーム
(Platform Of Microbial CO₂ Fixation)

2025年10月時点で、
計771種、1,336株
のCO₂固定微生物の
データを収載

POMIC構築の意義

- 世界で唯一無二のCO₂固定微生物に特化したデータプラットフォーム
- 各種データを一元化し、検索・解析ツールとともに提供
(公知/新規、菌株・ゲノム・機能・培養条件等)
- CO₂を原料とするバイオものづくりの研究開発・社会実装を加速

GIフォーラムとの共創

- 我が国の事業者のバイオものづくりを優先的に支援
(事業期間中はGIフォーラム参画機関に限定公開)
- ユーザーニーズを踏まえた段階的なバージョンアップ
(GIフォーラム参画機関への継続的なヒアリング)
- 参画機関からのフィードバックデータを収載

