

# 新規国家プロジェクト(GI 基金、バイオものづくり革命)の獲得と今後の研究開発の展望について

バイオ研究グループ

グループリーダー・主席研究員  
副主席研究員  
主任研究員

乾 将行  
平賀 和三  
久保田 健

## 1. はじめに

バイオものづくりは、持続可能な社会の実現に向けて、カーボンニュートラルへの貢献が期待されている。この技術は、生物学的プロセスを利用して、化石燃料に依存しない方法で製品を生み出すことを可能にする。例えば、微生物を使用してCO<sub>2</sub>を直接原料とするカーボンリサイクルが挙げられる。これにより、大気中のCO<sub>2</sub>を有用な化合物に変換し、温室効果ガスの削減に貢献することができる。また、バイオマス資源などの再生可能資源から造られたバイオプラスチックやバイオ燃料などの製品は、従来の石油ベースの製品に比べて環境負荷が低い。これらの製品の普及により、産業全体のカーボンフットプリントを減らすことが期待されている。

RITE は、これまでにスマートセル技術やバイオリファインリー技術の研究開発を通じて、バイオ燃料やグリーン化学品の生産に取り組んできたが、2023年度にグリーンイノベーション基金事業とバイオものづくり革命推進事業を受託し、持続可能な社会の実現に向けた新たな一歩を踏み出した。これらの事業では、温室効果ガスであるCO<sub>2</sub>やバイオマス資源を原料として化学品や燃料を生み出すカーボンリサイクル技術の開発を行う。今後は、バイオものづくり技術を核として、多様なバイオマス資源やCO<sub>2</sub>を原料として高付加価値化学品を製造する革新的なものづくり手法を構築し、カーボンニュートラル社会の実現に貢献することを目指す。この取り組みは、従来の化石資源を原料とした製造プロセスを置き換える持続可能なものづくりとして、次世代の産業基盤となり得ると期待できる。

本特集では、バイオものづくりに関する世の中の動向を概観した上で、グリーンイノベーション(GI)基金事業とバイオものづくり革命推進事業におけるRITEの取り

組みについて紹介する。

## 2. バイオものづくりに関する世界および日本の動向

バイオものづくりは、持続可能な製造法として世界的に注目されており、欧米を中心に、この分野における競争が激化している。

米国では、バイオテクノロジーとバイオものづくりの推進に関する大統領令が署名され、今後10年以内に製造業の3分の1をバイオものづくりが置き換わるとしており、その市場規模は約30兆ドルに達すると分析されている<sup>1)</sup>。このような政策により、バイオものづくりの拡大と集中的な投資が行われる方針が示されている。

欧州では、循環型社会の構築に向けた国際ルール形成を重視しており、「包装と包装廃棄物に関する新規規則案」の採択<sup>2)</sup>や欧州再生可能エネルギー指令(REDⅢ)の改定<sup>3)</sup>など、環境規制戦略によってバイオものづくりの方向性の提示とバイオエコノミーの推進を図っている。

我が国では、これまでもこの分野での競争力確保のため、国立研究開発法人新エネルギー・産業技術総合開発機構(NEDO)は、バイオ技術とデジタル技術を融合した独自で効率的な遺伝子設計・組換え技術の構築を目指し、「植物等の生物を用いた高機能品生産技術の開発(スマートセルプロジェクト、2016~2020年度)」<sup>4)</sup>を実施し、多くの成果を創出した<sup>5)</sup>。この考え方および成果は、現在の「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(バイオものづくりプロジェクト、2020~2026年度(予定))」<sup>6)</sup>などに引き継がれている。RITEも、これらのプロジェクトに参加し、多くのコア技術を開発して、現在の技術開発に生かしている(バイオ研究グループの研究活動概説を参照)。

そのような中で、2020年10月には、菅内閣総理大

臣(当時)が、2050年までにカーボンニュートラルを目指す(温室効果ガスの排出を全体としてゼロとする)ことを宣言した。それを受けて政府は、温暖化への対応を成長の機会ととらえ、2021年6月、「グリーン成長戦略」<sup>7)</sup>を策定し、そのための予算として、NEDOに2兆円の「グリーンイノベーション基金」<sup>8)</sup>を造成した。

さらに、2022年6月には、岸田内閣総理大臣が、「新しい資本主義のグランドデザイン及び実行計画」を発表した<sup>9)</sup>。この中で、バイオものづくりは、地球規模での社会的課題の解決と経済成長との両立を可能とする、二兎を追える研究分野であり、この分野に大胆かつ重点的な投資を行うと記載されている。

これらの方針に基づき、2023年にNEDOは、「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CO<sub>2</sub>を直接原料としたカーボンリサイクルの推進事業」および「バイオものづくり革命推進事業」を立ち上げ、バイオものづくりの原料と製品の多様化や生産技術の高度化、さらには将来の産業構造の見通しに基づき、効率的な物質生産微生物を設計・開発する国内プラットフォームの育成などを支援している<sup>10)</sup>。

RITEは、これら二つの事業に企業と共同で提案・採択され、事業を遂行している。以下、これらの事業におけるRITEの取り組みについて紹介する。

### 3. グリーンイノベーション基金事業\*

#### 3.1. 事業概要

前述のように、2020年に日本政府が掲げた「2050年カーボンニュートラルを実現」という目標に向けて、「グリーン成長戦略」が策定され、その取り組みの一つとして2021年、NEDOに「グリーンイノベーション基金(GI基金)」が創設された。そして2023年にGI基金事業の一環として、NEDOは、「バイオものづくり技術によるCO<sub>2</sub>を直接原料としたカーボンリサイクルの推進」(予算総額1,767億円)に着手することを発表し、公募の結果、合計6テーマが採択された。従来の「バイオマス資源」を原料とした微生物によるバイオものづくりではなく、「CO<sub>2</sub>の炭素を直接原料」として利用する点が、GI基金事業の最大の特徴である。

本事業を通じて、CO<sub>2</sub>を原料とした新しいバイオものづくり製品の開発と社会実装により、カーボンニュートラル実現に貢献するとともに、CO<sub>2</sub>の資源化による産業構造の変革を目指す。

RITEは、積水化学工業株式会社と共同で「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CO<sub>2</sub>を直接原料としたカーボンリサイクルの推進／CO<sub>2</sub>を原料に物質生産できる微生物等の開発・改良、CO<sub>2</sub>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／バイオものづくり技術によるCO<sub>2</sub>を原料とした高付加価値化学品の製品化」という事業が採択され、実施中である(事業期間:2023~2030年度の8年間)。

#### 3.2. CO<sub>2</sub>等の微生物利用によるものづくりへの挑戦

RITE／積水化学工業株式会社が本事業で用いる酢酸生成細菌(CO<sub>2</sub>資化菌など)は、ガス固定を可能とする既報の7種の代謝経路の中では最も少ないATPのエネルギー消費で効率的にガスを固定できる特徴を有する。従って、ガスを原料として効率的に増殖し、有用物質を生産可能である。デメリットは、酢酸生成菌の多くが絶対嫌気性菌であり酸素を嫌うため、専用の嫌気培養設備と、培養のノウハウが必要である点や、酢酸生成菌からスマートセルを構築する際には、独自の遺伝子組換えツールと技術の開発が必要である点などが挙げられる。これらについては、RITEがGI基金事業で専用建屋を建築して専用設備・装置を導入し、研究開発することによって解決する。

RITEは長年、コリネ型細菌を用い、様々なバイオマス資源由来の糖原料から様々な有用化学品やバイオ燃料の生産を可能としてきた。本事業により、RITEは、「ガス原料」から「新しい微生物」を用いた、新しいバイオものづくりに挑戦する。

#### 3.3. RITEの実施テーマ

RITE／積水化学工業株式会社が行う本事業の研究開発イメージを図1に示した。CO<sub>2</sub>を、積水化学工業株式会社が化学触媒でエネルギー準位が高い(生物が利用

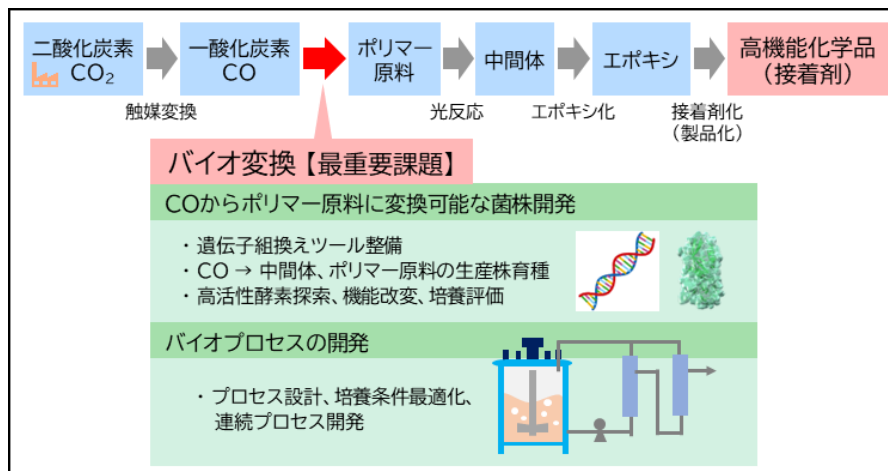


図1 バイオものづくり技術によるCO<sub>2</sub>を原料とした高付加価値化学品の製品化イメージ

しやすい)CO に高効率変換し、RITE は、CO から酢酸生成菌(CO 資化菌など)等を用いたバイオプロセスによってエポキシ樹脂の原料となるポリマー原料に変換する。得られたポリマー原料は、積水化学工業株式会社が光二量体化、エポキシ化を経て耐熱性接着剤を製造する。この高付加価値な耐熱性接着剤は、スマートフォン、航空機、自動車などの耐熱性が求められる部材の特殊な接着に用いられる。使用後は、燃焼して CO<sub>2</sub> にして同じスキームで資源循環のサイクルを回すことが可能である。接着剤の製造コストは、現行品比 1.2 倍以下の実現を目指す。

RITE は、これまでに培ってきたスマートセル技術とバイオ生産技術を活かし、酢酸生成菌の一種である CO 資化菌などを用いて、最重要課題である①COからポリマー原料に変換可能な菌株の開発(CO 資化菌の遺伝子組換えツールの開発、CO から中間体やポリマー原料の生産株構築)と、②ポリマー原料の生産を可能とするバイオ生産プロセスの開発(プロセス設計、培養条件の最適化、連続プロセス開発)等を主にラボスケールで行う。

### 3.4. 今後の展望

我が国のごみ焼却施設は「完全燃焼型」のものが多く、定法によって NO<sub>x</sub>、SO<sub>x</sub> を除去すれば CO<sub>2</sub> を主成分とする排ガスを得ることができる。このような設備は国内に約 1 万か所あることから、本事業で開発した技術は全国のごみ処理施設へと展開できる可能性を秘めてい

る。また、ごみ焼却施設以外にも製鉄所、火力発電所、工場などから排出される CO<sub>2</sub> を効率よくバイオものづくりに利用できるようになれば、カーボンリサイクルの推進に貢献できるとともに、バイオマス資源由来の糖などを原料とするよりも、国内での炭素固定化やバイオマス資源運搬時の CO<sub>2</sub> 排出削減にも寄与できる可能性がある。可食や非可食バイオマス資源が豊富ではない日本においては、大気中の CO<sub>2</sub> を資源として活用できることは、将来の原料を確保する観点からも有利である。

将来的には、CO<sub>2</sub>から様々な高付加価値化合物を高濃度・高収率で連続バイオ生産可能とする技術開発や、化学法では異性体の副生などによって製造が困難な高機能かつ高付加価値な化合物を、CO<sub>2</sub>原料から選択的にバイオ生産可能とする技術開発などへの新展開が期待される。

## 4. バイオものづくり革命推進事業\*

### 4.1. 事業概要

2023 年度から NEDO が新たに開始した「バイオものづくり革命推進事業」では、多様な原料を入口とし多様な製品を出口としたバイオものづくりのバリューチェーンの構築に必要な技術開発を実施する。これにより、バイオものづくりへの製造プロセスの転換とバイオ由来製品の社会実装を推進することで、経済成長と環境問題などの社会課題の解決を目指す。事業では、バイオものづくり原料の調達のための技術開発を行うとともに、バ

イオ由来製品の付加価値の源泉を握る微生物改変プラットフォームの育成や微生物等の改良技術の開発、量産化のための製造技術開発・実証等を行う。

本事業に対し、RITE は代表提案者として、共同提案者である高砂香料工業株式会社、帝人株式会社と共にバイオ由来製品の社会実装を強力に推進する開発計画を提案し、採択された。

#### 4.2. 実施テーマ

採択された事業である「未利用原料から有用化学品を産み出すバイオアップサイクリング技術の開発」では、RITE は、生産株育種技術の開発と菌株開発拠点の整備を行い、高砂香料工業株式会社と帝人株式会社は、それぞれが得意とする産業分野において、バイオ香料とバイオ高機能繊維の実用化開発を行う。

この事業では、世界のバイオものづくり分野の研究開発に比して独自性と産業競争力を持った成果を挙げるため、次に示す項目に焦点を当て研究開発を行う。

①食品廃棄物や、現在廃棄されている余剰バイオマスを国内未利用資源と位置づけ、これを利用するための「未利用資源の原料化」を実施する。

②様々な未利用資源由来の原料を利用でき、さらに生物に毒性を示す物質までも生産可能とするための「高機能生産菌の育種技術開発及びそれを可能にする拠点整備」を実施する。

③大規模生産技術と、生産途中、生産後の培養液に含まれる目的物を効率良く取り出し精製する技術を確認することで、これまで不可能であった「毒性を示す有用化学品の製造技術開発・実証」を実施する。

④未利用資源からのバイオ由来製品製造プロセスについて LCA を実施し、従来の石化法からバイオ法への変換による CO<sub>2</sub> 削減効果などの環境性能を明確化する(図 2)。

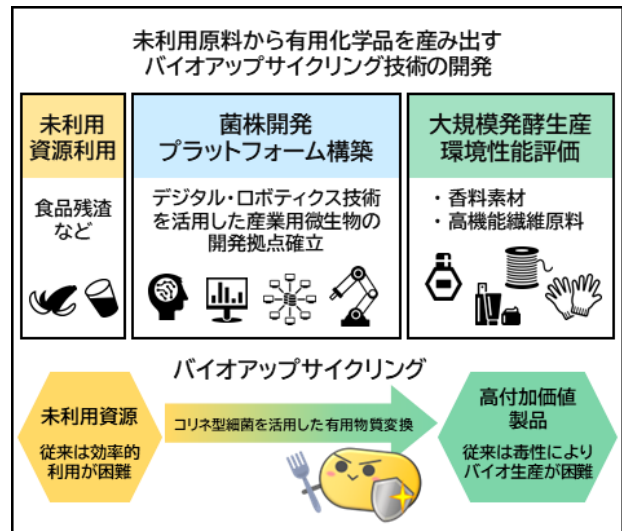


図 2 実施テーマ概要

#### 4.3. RITE による微生物開発プラットフォームへの挑戦

プラットフォームとは、個人や企業などのユーザーがビジネスを展開する時、その基盤となるサービスを提供する企業・組織のことである。ユーザーの数が増えるほど、プラットフォームに蓄積される情報が増え、それを分析・活用することによってビジネスを拡大させることができる。Amazon、Google、Apple がプラットフォーム事業者の代表例であり、それぞれの分野に巨大な影響を与えている。ここで言う微生物菌株開発プラットフォームとは、微生物発酵を利用した物質生産技術の事業化の際の核となる、「高性能な物質生産菌株の開発」というサービスを提供する組織を指している。

RITE は、国家プロジェクトや企業共同研究でこれまで様々な物質生産菌株の開発を行ってきた。このような菌株開発は、高度なバイオテクノロジーを要求するため経験のない企業では初期投資や技術者の育成、ノウハウ習得など極めてハードルが高い。その結果、バイオものづくり産業への参入を望みながらためらう企業が数多く存在する。これらの企業が望む物質生産菌の開発を受託し、提供することが微生物開発プラットフォームの役割であり、その存在は製造プロセスのバイオものづくりへの転換とバイオ由来製品の社会実装を強く推進する。現在、日本においてバイオものづくり産業に参入を希望

する企業から菌株開発依頼を受け事業化につながる生産菌株を開発可能な企業・組織は、極めて限られている。RITE は、これまで蓄積してきた微生物発酵生産技術をフルに活用し、微生物開発プラットフォームとしてバイオ産業全体を活性化させる組織となることを目指す。

#### 4.4. 今後の展望

バイオテクノロジー活用への期待は極めて大きい。環境問題と国内経済成長の二つの課題を同時に解決可能な、未利用資源を利用したバイオものづくりへの変革が強く望まれている。微生物開発プラットフォームはこのような変革を果たすための重要な役割を期待されており、特に RITE の微生物開発プラットフォーム (RITE プラットフォーマー)には次のような貢献が期待される。

①新たな微生物機能の発見と改良：RITE プラットフォーマーは、新たな微生物、微生物機能を探求し、有用な特性を持つ菌株を発見する役割を果たす。これにより、既存の微生物をさらに改良して、より効率的で環境に優しいバイオプロセスを実現することも期待される。

②持続可能な資源の利用：RITE プラットフォーマーは、再生可能な原料を活用するための微生物を開発することが求められる。特に非可食や廃棄されているバイオマスを原料として生産される、例えばバイオ燃料などは、持続可能なエネルギー源として注目される。

③産業界との連携：RITE プラットフォーマーは、産業界と連携して実用的なソリューションを提供する役割を期待されている。新規開発した生産微生物を用いた応用研究や生産実用化を、企業と協力して推進することが求められる。

④人材育成：RITE プラットフォーマーは、次世代の研究者や技術者を育てる役割も担う。可能な範囲での研究成果の共有により知識を広めバイオテクノロジーの発展に努めることが求められる。

RITE プラットフォーマーは、公益財団法人の特徴を活かし、利害関係のない状態で研究開発と人材育成が可能である。特定の企業だけでなく、広く産業界から高生産菌株創製の依頼を募り、未利用資源、再生可能資源

由来のバイオ製品を数多く世に送り出すことで持続可能な社会形成に貢献する(図 3)。

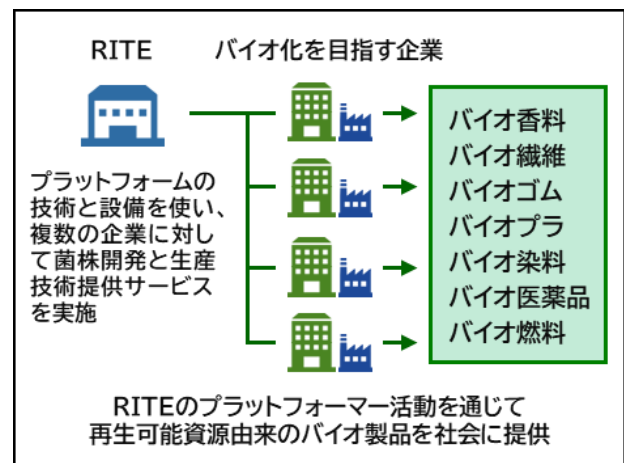


図 3 RITE プラットフォーマーの活動による社会貢献

#### 5. おわりに

バイオものづくり技術の革新は、新しい産業構造を築き、持続可能な経済発展を加速する上で欠かせない要素である。RITE は、これらの技術開発に留まらず、社会実装の際に直面する課題への取り組みにも力を入れ、バイオものづくりの普及を推進していく。そのため、RITE は技術と設備を集約した研究施設を 2 棟、新たに建設することを計画している。それぞれ本特集で紹介した 2 つの新規事業に対応している。

GI 基金事業で整備する研究棟には、CO<sub>2</sub> を原料としたポリマー原料の発酵生産とそのバイオプロセス開発に特化した設備を導入する。この研究棟は本年度(2024 年度)竣工予定であり、これにより CO<sub>2</sub> からの高付加価値化合物の発酵生産技術開発を大きく加速することができる。

一方、バイオものづくり革命推進事業でもプラットフォーム機能を集約した専用の実験棟の建設計画を進めている。デジタル・ロボティクス技術を取り込み、超効率的な高生産菌株の育種を可能とする。企業から依頼された菌株開発を複数同時に行うため、情報セキュリティー面も十分に考慮した構成とする。こちらは本年度着工を目指している。

この特集における GI 基金事業とバイオものづくり革

命推進事業を推進し、それぞれの専用研究棟での活動を軌道に乗せることにより、RITEは、化石燃料に依存しない製造プロセスの実現可能性を探求し、CO<sub>2</sub> 排出量の削減による環境保全への貢献を目指す。

これらの活動は、循環型社会の構築と、2050年のカーボンニュートラル達成に向けた重要なステップである。RITEは、バイオものづくりのさらなる進化と、それがもたらす持続可能な社会の実現を追求し続ける。RITEの取り組みが、将来の世代にとってより良い環境を築くための土台となることを心から願っている。

この特集が、RITEの活動を広く知ってもらい、持続可能な未来を共に創造するためのきっかけとなることを期待している。

#### 参考文献

- 1) 経済産業省、バイオものづくり革命の実現、2023年4月19日、  
[https://www.meti.go.jp/shin-gikai/sankoshin/shin-ki-jiku/pdf/014\\_05\\_00.pdf](https://www.meti.go.jp/shin-gikai/sankoshin/shin-ki-jiku/pdf/014_05_00.pdf)
- 2) 環境省、バイオプラスチック及び再生材利用の促進に向けた調査・検討委託業務 報告書、2023年3月24日、  
<https://www.env.go.jp/content/000136496.pdf>
- 3) 再生可能エネルギー指令(Renewable Energy Directive:REDⅢ)が改正へ、  
<https://baumconsult.co.jp/2022/10/07/%E5%86%8D%E7%94%9F%E5%8F%AF%E8%83%BD%E3%82%A8%E3%83%8D%E3%83%AB%E3%82%AE%E3%83%BC%E6%8C%87%E4%BB%A4renewable-energy-directive%EF%BC%9Ared%E2%85%B2%E3%81%8C%E6%94%B9%E6%AD%A3%E3%81%B8%EF%BD%9E/>
- 4) NEDO スマートセルプロジェクト、  
<https://www.jba.or.jp/nedo-smartcell/project/>
- 5) NEDO「スマートセルプロジェクト成果集」、  
<https://www.nedo.go.jp/content/100923930.pdf>
- 6) NEDO バイオものづくりプロジェクト、  
<https://www.jba.or.jp/b-production/>
- 7) 2050年カーボンニュートラルに伴うグリーン成長戦略、内閣官房 経済産業省 内閣府 金融庁 総務省 外務省 文部科学省 農林水産省 国土交通省 環境省、2021年6月18日、  
<https://www.meti.go.jp/policy/energy-environment/global-warming/ggs/pdf/green-honbun.pdf>
- 8) NEDO グリーンイノベーション基金、  
<https://green-innovation.nedo.go.jp/>
- 9) 「新しい資本主義のグランドデザイン及び実行計画」2022年6月7日、  
<https://www.cas.go.jp/jp/seisaku/atarashii-sihonsyugi/pdf/ap2022.pdf>
- 10) 経済産業省「バイオ政策の進展と今後の課題について」、2023年5月12日、  
[https://www.meti.go.jp/shin-gikai/sankoshin/shomu-ryutsu/bio/pdf/016\\_04\\_00.pdf](https://www.meti.go.jp/shin-gikai/sankoshin/shomu-ryutsu/bio/pdf/016_04_00.pdf)

※この成果は、国立研究開発法人新エネルギー・産業技術総合開発機構(NEDO)の委託事業の結果得られたものです。