

バイオ研究グループ

グループメンバー(2023年4月)

グループリーダー・主席研究員	乾 将行	研究員	野崎 裕貴
副主席研究員	寺本 陽彦	研究員	Dyah Candra Hapsari Subagyo
副主席研究員	平賀 和三	研究員	清水 崇史
副主席研究員	寺崎 肇	研究員	Dita Grinanda
副主席研究員	宮本 正人	研究員	新宅 みゆき
主任研究員	田中 裕也	研究員	黒石川 嵩幸
主任研究員	須田 雅子	研究助手	渡邊 淳子
主任研究員	北出 幸広	研究助手	池永 由布子
主任研究員	加藤 直人	研究助手	水口 祥子
主任研究員	長谷川 智	研究助手	永守 美雪
主任研究員	渡邊 彰	研究助手	内藤 香枝
主任研究員	小暮 高久	研究助手	池田 永子
主任研究員	久保田 健	研究助手	米田 和代
主任研究員	大井 潔	研究助手	小泉 真夕
研究員	清水 哲	研究助手	西 淳子
研究員	肥後 明佳	研究助手	森 佳代子
研究員	Natalia Maria Theresia	研究助手	岩島 素巳
研究員	柏木 紀賢	研究助手	吉田 佳世
研究員	小林 淳平	研究助手	岡田 亜弥
研究員	橋本 龍馬	研究助手	フオークナー 真紀
研究員	猿谷 直紀		

カーボンニュートラルに貢献するバイオリファイナリー技術の開発

1. はじめに

世界的に脱炭素化の潮流は加速しており、各国ともグリーン分野への研究開発支援や先端技術の導入支援などを積極的に実施している。日本政府は2020年10月、2050年までに温室効果ガス排出量を実質ゼロとする「2050年カーボンニュートラル」を宣言した。バイオプロセスは常温常圧下でものづくりが進行するため、高温高圧条件下でものづくりが行われる化学プロセスと比較して、CO₂排出削減が期待できる。また、“バイオものづくり”は、化学プロセスとは異なり、一般的に細胞内で多段階の反応により合成されるので、炭素数の多い化学構造が複雑な化合物生産ほど競争力が高い。2022年3月の「第4回新しい資本主義実現会議」において岸田内閣総理大臣は、今後、重点的に投資を行う5つの科学技術・イノベーション分野の一つとして、“バイオものづくり”をあげた。この会議の中で「“バイオものづくり”は、地球温暖化などの社会課題の解決と経済成長の二兎を追える研究分野として推進する」と発言されている。

一方、近年、バイオテクノロジーは、合成生物学やゲノム編集技術等が急速に進展している。さらに、発展が著しいIoTやAI等の情報技術(デジタル)とバイオテクノロジーとが融合した“バイオ×デジタル技術”の技術革新が起こりつつある。この“バイオ×デジタル技術”により、原料を石油からバイオマス資源や大気中のCO₂に変換可能な“バイオものづくり”の社会実装が加速し、カーボンニュートラル・カーボンネガティブへの大きな貢献が期待できる。

このような背景の下、当グループでは、これまで、地球環境と経済の両立をめざして、微生物を利用したバイオプロセスによって、非可食バイオマスからバイオ燃料やグリーン化学品を高効率で生産するバイオリファイナリーの技術開発に取り組んでいる。この開発で我々は、代表的な工業微生物であるコリネ型細菌が、還元(嫌気)条件下では増殖は抑制されるものの代謝機能は維持され、糖類を代謝し有機酸等を効率よく生成する現象を見出した。そして、これを基に、増殖非依存型バイオプロセス

「RITE Bioprocess」を開発した。また、工業化に必須の要素技術である「非可食バイオマス由来の混合糖の完全同時利用」や「発酵阻害物質への高度耐性」等を確立した(第2章参照)。

それらの技術を利用して、バイオ燃料としてはエタノール、イソブタノール、水素等について、グリーン化学品としては乳酸、コハク酸、アラニン、バリン、トリプトファン、シキミ酸、プロトカテク酸、4-アミノ安息香酸、4-ヒドロキシ安息香酸等について世界最高レベルの高効率生産を報告している。現在は、より高付加価値な香料、化粧品、医薬品、繊維、ポリマー等の原料となる芳香族化合物等の生産技術開発等の“バイオものづくり”技術に注力している(第3章参照)。

また、一方で、“バイオ×デジタル技術”の最新の技術開発として、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)スマートセルプロジェクト、SIP(戦略的イノベーション創造プログラム)、NEDOバイオものづくりプロジェクトに参画し、従来の合成法では生産が難しかった高機能化学品の生合成や生産プロセスの効率化に向けて「スマートセル創製技術」等の研究開発を進めている。2022年7月には、「スマートセル創製技術」を利用した民間企業との連携開発による香料やカロテノイドの生産について、NEDOバイオものづくり実証プロジェクトに採択され、事業化に向けた研究開発を開始している。また、NEDOムーンショットプロジェクトにも参画しており、非可食バイオマスを原料とした海洋分解可能なマルチロック型バイオポリマーの研究開発に取り組んでいる(第4章参照)。

本概説では、まず、我々のコア技術である「RITE Bioprocess」及び新たなコア技術である「スマートセル創製技術」等について説明する。次に、それらを利用したターゲット別の開発成果等について紹介する。そして、基盤技術開発として、近年進展が著しい“バイオ×デジタル技術”の技術革新に基づく国家プロジェクトについて述べ、最後に、事業化への取り組みについて紹介する。

2. RITEのコア技術

2.1. 「RITE Bioprocess」

当グループが開発した「RITE Bioprocess」は、バイオ燃料や、アミノ酸・芳香族化合物等のグリーン化学品を、高効率で製造することを可能にする独自技術である(図1)。以下にその3つの特長について紹介する(詳しくは、RITE Today 2022参照)。

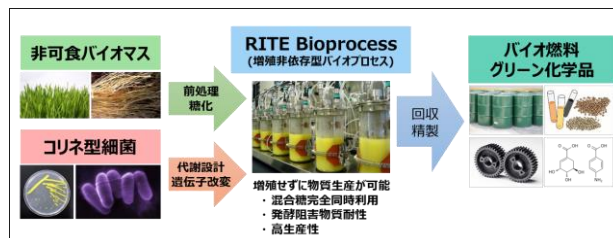


図1 「RITE Bioprocess」を利用した
バイオリアファイナリー概念

特長① 増殖非依存型バイオプロセス

嫌気的な条件や、増殖に必須な因子を削除することにより、細胞の分裂を停止させた状態で目的とする一連の反応を行うことを可能にした(図2)。即ち、これまで増殖に使われていた栄養やエネルギーが、目的物質の生産に使用される。これにより微生物細胞を化学触媒のように極めて効率的に利用することが可能となり、通常の化学プロセスと同等以上の高い生産性を備えたバイオプロセスを実現した。

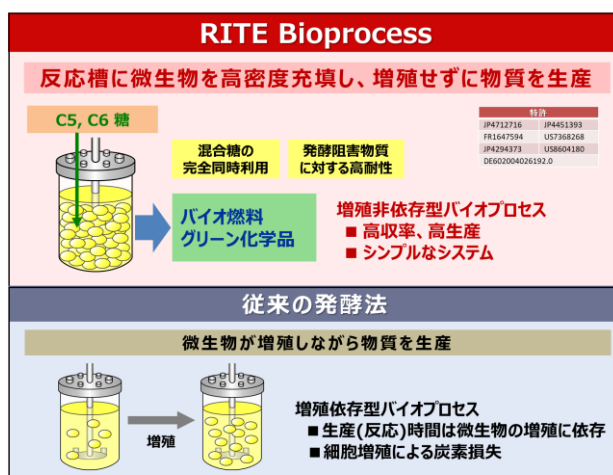


図2 「RITE Bioprocess」の特長①
(増殖非依存型バイオプロセス)

特長② C5&C6糖類の完全同時利用

非可食バイオマスの多く(セルロース系バイオマス)は、

キシロースやアラビノースなどのC5糖と、グルコースなどのC6糖の混合物から構成される。

当グループは、C5糖代謝遺伝子に加えC5糖輸送体遺伝子を導入することにより、C5糖の利用速度をC6糖並みに高めることに成功している(図3)。これにより、C5&C6糖類の完全同時利用が可能となり、セルロース系(非可食バイオマス)原料を効率的に利用できるようになった。

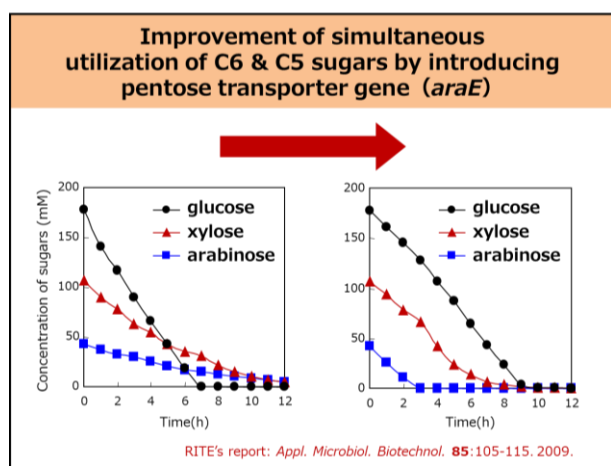


図3 「RITE Bioprocess」の特長②
(C5&C6糖類の完全同時利用)

特長③ 発酵阻害物質に対する高耐性

「RITE Bioprocess」では、前述のように微生物が増殖しないため、発酵阻害物質に対して高耐性であることを実証している(図4)。そのため、様々な発酵阻害物質が含まれた糖化液の利用、さらには発酵阻害物質の生産にも適用できる。

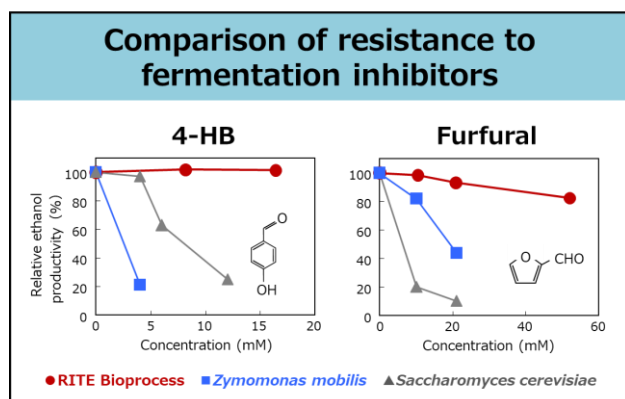


図4 「RITE Bioprocess」の特長③
(発酵阻害物質に対する高耐性)

2.2. 新しいRITEのコア技術

近年、バイオテクノロジーが高度化し、IT・AI 技術の応用分野が急速に広がる中で、複数の国家プロジェクト等において、「高度に機能がデザインされ、機能の発現が制御された生物細胞」いわゆるスマートセルを設計、育種する技術等を複数の大学、研究所、企業と連携して開発してきた(第4章参照)。それら新しい有用技術の一部を紹介する。

スマートセル創製技術

「スマートセル」=「賢い細胞」とは、遺伝子改変により、高度に機能がデザインされ、機能の発現が制御された生物細胞を意味する。当グループではより具体的に、最先端の情報解析技術とバイオテクノロジーにより高度に機能がデザインされ、これまで利用できなかった生物機能を引き出すことによって物質生産能力が人工的に最大限引き出された細胞の事をスマートセルと呼ぶ。このスマートセルを効率的に創る技術群を「スマートセル創製技術」や「スマートセル設計システム」と総称している(図5)。当グループは後述のNEDOスマートセルプロジェクト(2016-2020)及びNEDOバイオものづくりプロジェクト(2020-継続)に参画しこれらの技術群の開発に携わってきた。同時に、高い生産能力を持つコリネ型細菌を開発することで技術の有効性を実証した。

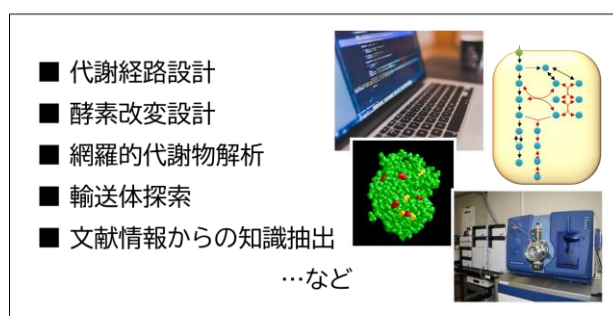


図5 スマートセルを効率的に創る技術群

連続反応システム

当グループはこれまでバイオ技術を駆使して様々な化合物生産に取り組んできたが、生産ターゲット化合物によっては細胞毒性の影響が著しく強く、反応液中に蓄積した目的化合物そのものの毒性によって生産が停止し

てしまうという課題に直面した。例えば、NEDOスマートセルプロジェクトやNEDOバイオものづくりプロジェクトで開発に取り組んでいるカテコールは、従来のバッチ法ではある一定の濃度に達したところで生産が頭打ちした。そこで、細胞毒性の影響を回避した高生産を実現すべく、菌体反応に吸着や抽出などの工学的手法を組み合わせることで、目的化合物だけを選択的に系外へ除去・回収しながら生産が可能な連続反応システムを構築した。一例として、図6に示すような樹脂吸着と膜分離を組み合わせた連続反応システムを構築し、カテコール生産に適用することで、カテコールの飛躍的な高生産を実現した。

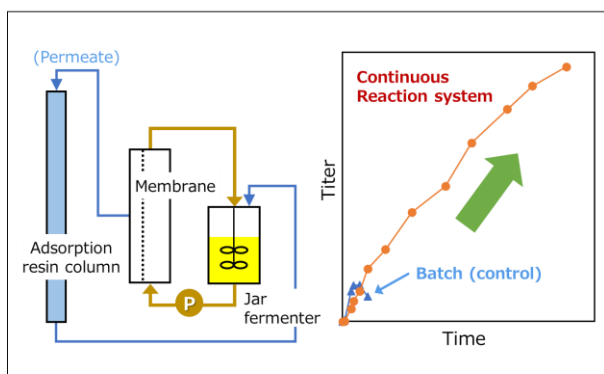


図6 膜分離と樹脂吸着を利用した連続反応システム
(カテコール生産事例)

2.3. 主な生産物質

現在、当グループによって高生産を実現している物質の一部を図7に示す。前述の様に、多くの物質で世界最高レベルの生産性を達成している。バイオ燃料では、エタノールやバイオ水素に加えブタノールや高性能バイオジェット燃料素材などへ、グリーン化学品では、L-乳酸、D-乳酸、アミノ酸に加え、芳香族化合物などの高機能化学品へと幅広い展開を図っている。

バイオ燃料	グリーン化学品
ガソリン混合・代替 ・エタノール* Bio-jet fuels ・イソブタノール* ・n-ブタノール* ・C9~C15 飽和炭化水素 + 芳香族化合物 バイオ水素	芳香族化合物 ・シキミ酸* (インフルエンザ治療薬タミフル原料) ・フェノール* (フェノール樹脂、ポリカーボネート) ・4-ヒドロキシ安息香酸* (ポリマー原料) ・アコリン* (石油外天然資源タイヤ原料) ・4-アミノ安息香酸* (医薬品原料) ・プロトカデク酸* (化粧品原料) 有機酸 ・D-乳酸*, L-乳酸* (ステレオコンプレックス型 ポリ乳酸) ・コハク酸* アミノ酸 ・アラニン (キレート剤) ・バリン (次世代飼料用アミノ酸、医薬品原料) ・トリプトファン (次世代飼料用アミノ酸、医薬品原料) アルコール ・イソプロパノール (プロピレン原料) ・キシリトール (甘味料)

* : ポリマー原料
赤色文字: 世界的水準生産達成

図7 「RITE Bioprocess」による主な生産物質

3. ターゲット別開発

3.1. バイोजェット燃料

エタノール(C2)やブタノール(C4)を出発原料として、化学変換によってジェット燃料(C9-C15)を製造することができる。即ち、植物由来のバイオエタノールやバイオブタノールからバイオジェット燃料を製造して航空機を飛ばすことができる。航空機からのCO₂排出削減には原油から植物由来の原料に置換することが必須と認識され、業界団体の動きが加速している。バイオエタノールやバイオブタノールを原料としたジェット燃料は、Alcohol to Jetを略してATJ燃料と呼ばれ、米国材料試験協会(ASTM)の規格をクリアし、商業フライトへ利用が可能となっている。

当グループでは、「RITE Bioprocess」を利用したバイオエタノール及びバイオブタノール高効率生産プロセスの開発を行い、エタノールやイソブタノールのバイオ生産では、世界最高レベルの高生産性を達成している。今後、これらの要素技術を更にブラッシュアップするとともに、要素技術の統合・最適化、様々な非可食原料の活用などを通じてバイオエタノールやバイオブタノールからのジェット燃料生産と実用化・事業化を目指す。

3.2. バイオ水素

水素は燃焼時に水しか生成しないこと、再生可能エネルギーを含む多様なエネルギー源からの生産・貯蔵・運搬が可能なこと、電力、運輸、熱・産業プロセスのあらゆる分野に利用することで脱炭素化が可能なこと、などが

ら、カーボンニュートラル実現の鍵となる。しかしながら、現行の主要な水素製造技術は化石エネルギーを原料とするため、これに由来するCO₂の排出が大きな課題となる。日本では、2017年に「水素基本戦略」が策定され、その中で、2050年を見据えた水素社会の実現のために革新的なCO₂フリー水素製造技術の着実な開発が必要とされている。また、2021年には、米国エネルギー省が「Hydrogen Shot」で野心的なCO₂フリー水素のコスト目標(10年以内に80%削減)を打ち上げるなど、世界各国で水素国家戦略が一気に動き出している。CO₂フリー水素生産技術としては、CCUSと組み合わせた化石資源からの大規模水素生産、再生可能エネルギー発電と組み合わせた水電解と並んで、バイオマス/廃棄物を原料とした発酵水素生産技術が大きく取り上げられている。

微生物機能を利用した発酵水素生産(バイオ水素生産)は、将来の持続可能なCO₂フリー水素製造技術となり得るが、経済性あるバイオ水素生産技術の確立には、生産性の飛躍的な向上が必要とされている。これを実現するためには、先進的なバイオテクノロジーによる高効率水素生産微生物の創製技術が重要な鍵となる。当グループは、ギ酸を介した暗発酵水素生産経路を利用して圧倒的な水素生産速度(最大300 L H₂/h/L)を達成している。この成果を基盤とし、光発酵との統合によるバイオマス原料(糖)からの水素収率の大幅向上に向けた技術開発に取り組んでいる(図8)。ギ酸を介した暗発酵水素生産では利用されない余剰の還元力を利用できる水素生産経路の導入・強化を行い、また、光発酵水素生産微生物の水素代謝/炭素貯蔵/酢酸代謝の制御因子の改変をベースに恒常的水素高生産株の確立に成功している。

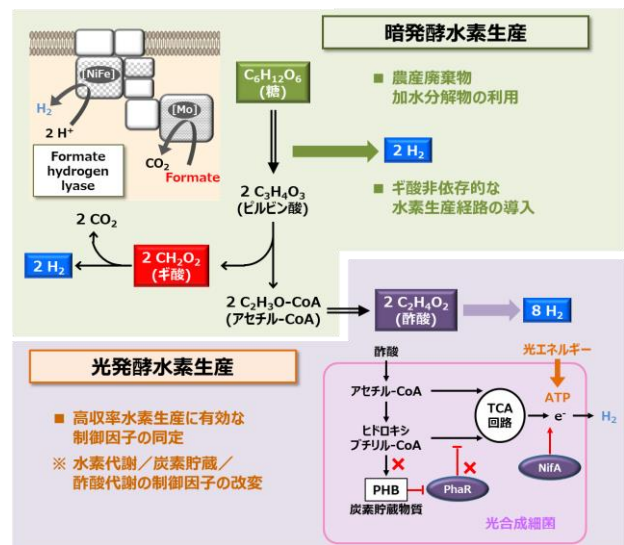


図8 暗発酵および光発酵水素生産株の代謝工学

3.3. グリーン芳香族化合物

芳香族化合物は、ポリマー等の原料として重要な基幹工業化学品であると同時に、医薬品、機能性栄養素材、香料、化粧品等の原料となる高付加価値な化合物が数多く存在する。芳香族化合物は現在、石油や天然の植物等を原料として製造されているが、脱石油依存、環境保全、および生産性の観点から、高効率なバイオ生産法の確立が望まれている。微生物細胞内ではフェニルアラニン、チロシン、トリプトファンといったアミノ酸や葉酸(ビタミンB₉)、補酵素Qなど種々の芳香族化合物が生合成されている。これらの化合物は全てシキミ酸経路と呼ばれる代謝経路から派生する。当グループは適切な遺伝子組換えを施したコリネ型細菌を高効率バイオ変換技術へ適用することで、非可食バイオマスを原料としてインフルエンザ治療薬タミフルの原料とされるシキミ酸、機能性ポリマー原料として有望な4-アミノ安息香酸、そしてポリマー、医薬品、化粧品、接着剤、香料(バニリン)原料として有望な芳香族ヒドロキシ酸の高生産プロセスの確立に成功してきた。

当グループでは、2022年からNEDOバイオものづくり実証プロジェクト「フロー連続単離法と増殖非依存型バイオプロセスによるローズ香料の生産システム実証」(代表機関名:高砂香料工業株式会社)に参画し、産業用

スマートセルの開発と香料素材が有する微生物阻害を回避するバイオ生産システムの開発を進めている(図9)。



図9 ローズ香料素材の生産実証

4. 基盤技術開発(国家プロジェクト)

4.1. NEDOバイオものづくりプロジェクト

バイオものづくり産業の基盤となる次世代生産技術開発を、「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」(NEDOバイオものづくりプロジェクト)にて実施する。生物機能を利用した物質生産は、従来の化学プロセスに比べて省エネルギー化が期待できる。さらに原料として化石資源ではなくバイオマスを利用できるため、炭素循環型社会の実現に大きく貢献する。

このプロジェクトの前身である「植物等の生物を用いた高機能品生産技術の開発」(NEDOスマートセルプロジェクト)において、当グループはスマートセルを設計、育種する技術を複数の大学、研究所、企業と連携して実施した。さらにその技術を使い目的物質を高濃度に生産可能な生産株を効率的に短期間で育種することで、技術の有効性を示した。スマートセルの社会実装を促進させるため、バイオものづくりプロジェクトではスマートセル創製技術をさらに発展させ、スケールアップや精製などを含んだ生産プロセス技術の開発を行う。

2020年度から始まったこのプロジェクトに当グループは初年度から参画し、バイオものづくり技術の実用化に伴う課題を解決するための新規技術の開発を進めている(図10)。2022年度は主に石化代替品をバイオ生産する際に問題となる生産物毒性を克服する技術の開発を進めた。加えて、最適な培養液成分を決定する情報解析技術の開発と有効性検証を実施した。今後は上記に加えて他の有用な技術の開発とその有効性検証を、コリネ型細菌を用いて実施する。これら各種技術の開発に

よりバイオ由来製品の社会実装を加速することを目指す。

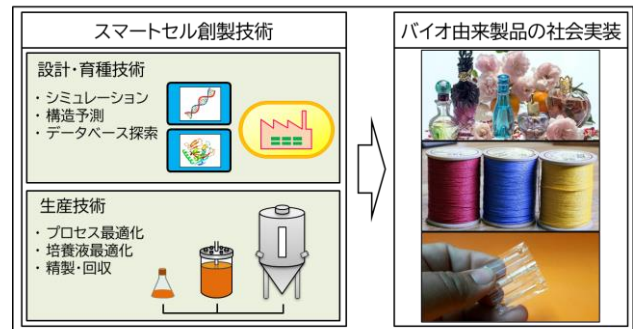


図10 スマートセルを用いたバイオ由来製品の社会実装

4.2. NEDOMーンショット型研究開発プロジェクト

NEDOMーンショット型研究開発プロジェクト「非食性バイオマスを原料とした海洋分解可能なマルチロック型バイオポリマーの研究開発」では、プラスチックの分解に「マルチロック機構」を導入すべく研究開発を行っている。すなわち分解の際に、光、熱、酸素、水、酵素、微生物、触媒などの複数の刺激を同時に必要とすることで、使用時には分解を抑えて耐久性・強靱性を保って劣化を防ぎ、海洋環境中に誤って拡散した際にはマルチロックが外れて高速なオンデマンド分解を実現可能とする。

本プロジェクトにおいて実用化を目指す製品は、使用時に二次的な微細粉などを発生するタイヤ、繊維のほか、プラスチックボトル、ゴーストフィッシングの要因となる漁網や釣具であり、いずれも海洋への流出による環境への悪影響が懸念されている。

当グループでは、2022年度は、これまでに企業などから要望があった数種のモノマーについて、人工代謝経路の設計や高生産株の構築、生産条件の検討など実施し、高生産に成功した。今後は人工代謝経路の改変等をつうじてさらなる生産濃度の向上を目指す。プラスチック分解酵素については、2022年度は変異導入等によって顕著な高機能化と、酵素の生産濃度向上に成功した。今後は、マルチロック型プラスチックの分解開始のタイミングを人工的に制御可能とする技術の開発(分解酵素を活用した新技術への展開)を含めた研究開発を目指す。(本プロジェクトのホームページは[こちら](#))

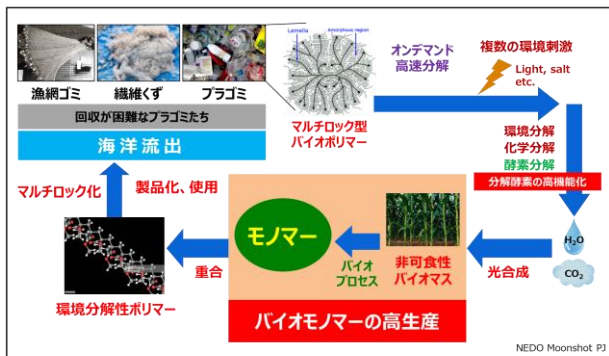


図11 マルチロック型生分解性プラスチックの開発
による資源循環の実現イメージ

4.3. SIP(高機能ポリマー用バイオモノマーの開発)

バイオによる物質生産において目的物質が生産できるかはその物質の生合成経路を構築できるかによる。生合成経路は複数の酵素によって形成され、出発物質(基質)が酵素反応により変換されて生じた生成物が次の酵素の基質となり変換を受ける。現在8000を超える酵素反応が知られており、これらを組み合わせることで生合成経路の改変、拡張を行う。

当グループは府省・分野の枠を超えて基礎研究から実用化・事業化までを見据えた取組を産学官連携で進めるプログラムである戦略的イノベーション創造プログラム(SIP: Cross-ministerial Strategic Innovation Promotion Program)における課題「スマートバイオ産業・農業基盤技術」に参画しており、目標であるバイオとデジタルの融合・データ活用により生物機能を活用したものづくりによる持続可能な成長社会の実現に向けて研究開発を進めている。

当グループが参画する本課題のコンソーシアムの一つ「高機能バイオマテリアル設計・生産技術開発」では、市場が所望する新機能を有するポリマーを、バイオマスなどの安価な原料から生合成されたモノマーを用いて合成することを目標としている。これまでに非常に高い耐熱性を有するポリマーや電池材料となるポリマーの開発に成功している(図12)。これらのポリマーを構成するモノマーの生合成経路を構築するために、当グループはこれらのポリマーを構成するモノマー原料の生合成に関わ

る酵素を対象に酵素機能改変技術の開発並びにその検証を進めている。より具体的には、多数の変異体の酵素活性データを機械学習に供することで、有望な変異の組合せの効率的な抽出技術や、酵素のアミノ酸配列情報を基に目的機能を有する新規酵素の探索技術について検証している。これらの技術により、基質特異性の改変や活性の向上を達成している。2022年度はモノマー生産株の改良、培養条件の検討を進めることで生産性を高めると共に連携コンソーシアムより提供されるバイオマス由来の原料からの生産を実証した。また、芳香族ジアミンの生合成経路を構成する酵素を新規対象として、酵素機能改変技術の有効性検証を進めている。

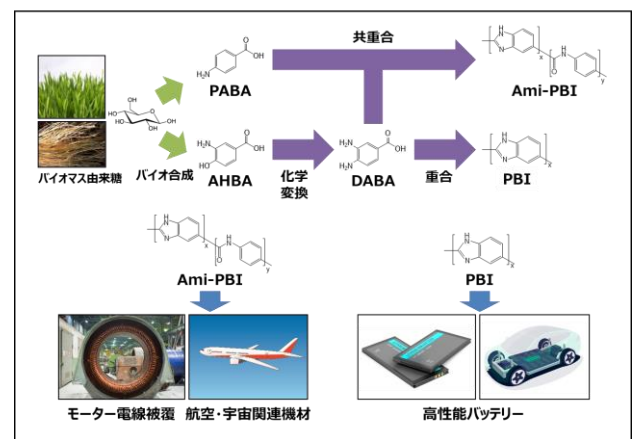


図12 開発モノマー及びポリマー合成とその用途

5. 実用化への取り組み

5.1. グリーンケミカルズ株式会社(GCC)

(本社・京都研究所:RITE本部内、

静岡拠点:住友バークライト株式会社静岡工場内)

(GCCについては[こちら](#))

2010年2月、RITEは、住友バークライト株式会社と共同で、非可食バイオマスを原料として、バイオプロセスによるフェノール生産およびフェノール樹脂製造に関わる基盤技術開発を進めるためグリーンフェノール・高機能フェノール樹脂製造技術研究組合(GP組合)を設立した。2014年5月、同組合をグリーンフェノール開発株式会社(GPD)へ改組し、これが技術研究組合の株式会社化第1号となった。2018年4月には、同社の技術はフェノール生産以外にも有用な化合物を並行的に生産可能

であるため、グリーンケミカルズ株式会社(GCC)へ社名を変更した。

現在、GCCでは、グリーンフェノール生産技術開発で培った量産技術とノウハウを活用し、従来は高生産が難しいと考えられていた芳香族化合物などの付加価値の高い様々なグリーン化学品(図13)の量産技術の確立を鋭意進めており、顧客ニーズに合致したグリーン化合物の商品化を加速している。

また、原料となる非可食バイオマスについても、これまで利活用されてこなかった「みかん脱汁液」をはじめ、様々な物質を対象に、幅広く実用化の検討を進めている。

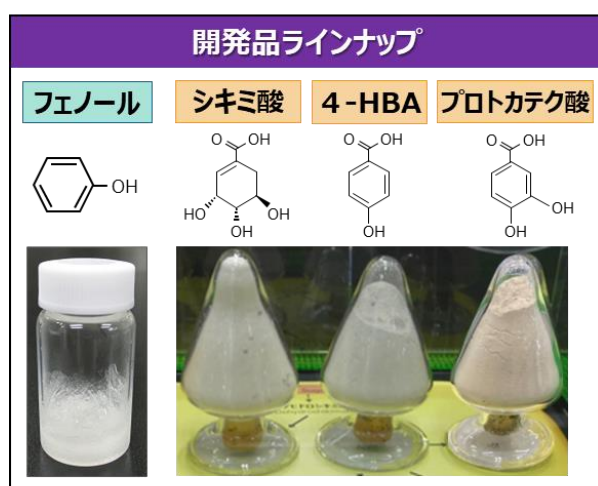


図13 GCCの主な開発品ラインナップ

5.2. Green Earth Institute株式会社(GEI)

(本社:東京都新宿区、

研究所:千葉県木更津市・千葉県茂原市)

(GEI ホームページは[こちら](#))

Green Earth Institute 株式会社(GEI)は、RITEが独自開発した前述の革新的バイオプロセス「RITE Bioprocess」の研究成果を早期に事業化するため2011年9月1日に設立されたRITE発ベンチャー企業である。同社は、微生物を用いたアミノ酸等のグリーン化学品生産技術やブタノール等のバイオ燃料生産技術の実用化のため、RITEとの共同研究を含めた技術開発や事業化を目指した活動を実施している。

2021年8月からは、政府が進めるバイオ戦略の要で

あるグローバルバイオコミュニティの中核として、バイオリファナリー技術のプラットフォームを構築するバイオファウンドリ事業(NEDO委託事業)を実施している。

2021年12月には、東証マザーズに上場を果たしている(2022年4月4日付の東京証券取引所の市場区分の見直しに伴い、同日以降の上場金融商品取引所名は、東京証券取引所グロース市場となっている)。

現在、GEIとは、アミノ酸にて商用スケールでの生産に成功した実績を活かし、これまでとは別種のアミノ酸にて商用生産の実現に取り組んでいる。

この他にも、バイオプラスチックの原料となる化学品や、生分解性樹脂の原料となる化学品など、持続可能な発展に貢献するバイオ生産の実現を目指し、協力して開発を進め、事業化に向けたマーケティングや量産化に向けたスケールアップを行っている。

5.3. 企業との共同研究

本概説で紹介しているバイオ燃料やグリーン化学品以外にも多くの物質に関して、企業からの要望に応じて共同研究を実施している。

ハリマ化成株式会社とは、高吸収型天然カロテノイドの大量生産システムの開発と実証に関して、NEDOの委託事業として共同研究開発を実施している(詳細は[こちら](#))。

高砂香料工業株式会社とは、フロー連続単離法と増殖非依存型バイオプロセスによるローズ香料の生産システム実証に関して、NEDOからの助成を受け協力して実施している(詳細は[こちら](#))。

これら以外にも、多くの企業と共同研究を実施している。それらの内容について、具体的には紹介できないが、早期事業化を目指して企業の1商品(化石資源由来の物質)をバイオ由来にする研究開発に加えて、企業の主要商品や原料(化石資源由来の物質)をバイオ由来にする中長期の研究開発も複数実施している。

6. おわりに

近年、前述の「バイオ×デジタル技術」の技術革新や新たな知見・手法により、4章で紹介した国家プロジェクト

を中心に、スマートセル開発の飛躍的な効率化を実現している。そして、それらの成果により創製されたスマートセルの社会実装に向けて、生産実証の取り組みが精力的に実施されている。これらにより、新産業(スマートセルインダストリー)が創生され、エネルギー分野に加えて工業分野(ものづくり)にも大きな波及効果を与えることが期待されている(図14)。

当グループでは、2023年も引き続き、国家プロジェクトや企業との共同研究を通じて、前述の「RITE Bioprocess」や「スマートセル創製技術」等を利用して、芳香族化合物等のグリーン化学品生産やバイオ水素等のバイオ燃料生産の研究開発、さらにはそれらの実用生産技術開発を行い、カーボンニュートラルの実現に貢献してゆきたい。

尚、2020年10月の「2050年カーボンニュートラル」宣言以来、企業からの問い合わせや引き合いが増加しており、企業との共同研究の件数も増えてきている。RITEバイオ研究グループでは、5章3節にて紹介した以外のケースも含め、共同研究先企業を募集中である。これまで、一般的には微生物生産が難しいとされる化合物、例えば、前記、芳香族化合物に関しても、最新の要素技術開発の成果等を利用して高生産できる可能性がある。バイオ化したい化合物があれば、是非、ご連絡いただきたい。

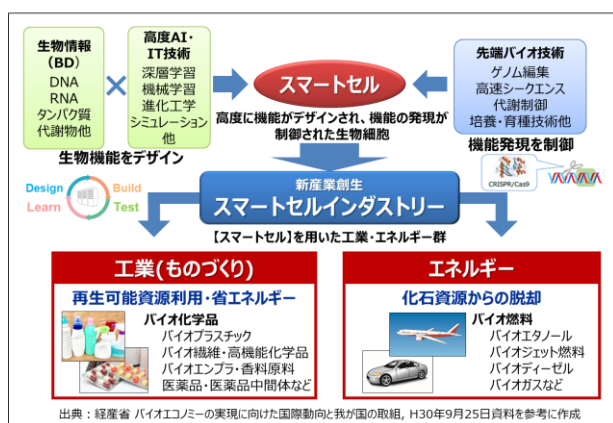


図14 「バイオ×デジタル」が拓く世界

※「RITE Bioprocess」は、RITEの登録商標(商標登録第5796262号)