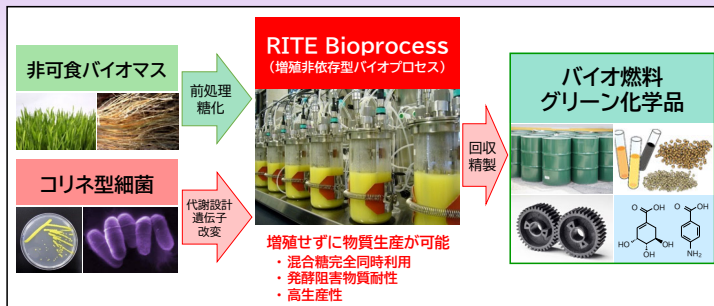


研究概要とコア技術

～微生物によるバイオマスから燃料・化学品の生産～

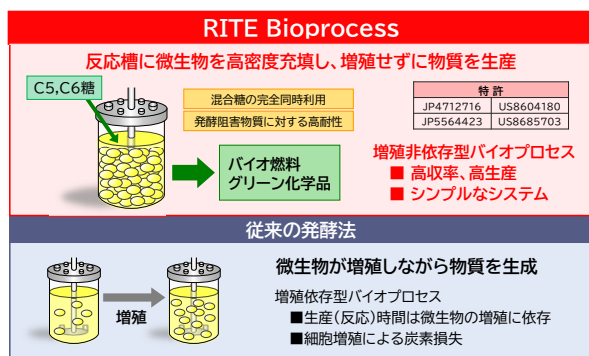
バイオものづくり技術の概要

- **バイオものづくり**とは、遺伝子技術を活用して微生物や動植物等の細胞によって物質を生産することであり、化学素材、燃料、医薬品、食品等、様々な産業分野で利用される技術です。
- 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ると言われています。**RITE**は、コリネ型細菌を利用して、バイオマスからバイオ燃料やグリーン化学品等を世界的にも高い生産性で製造することができる**バイオものづくりの基本技術**（「**RITE Bioprocess**」等）を確立しています。



RITEコア技術「RITE Bioprocess」～増殖非依存型バイオプロセス～

- RITEが開発した「**RITE Bioprocess**」は、微生物の増殖を抑制した状態で化合物を生産させるという、**増殖非依存型バイオプロセス**であり、バイオ燃料やアミノ酸、芳香族化合物を始めとしたグリーン化学品を高効率で製造する革新的な独自技術です。



特長1：増殖非依存型バイオプロセス

- 生産時には増殖に必要な栄養やエネルギーが不要となり、それらが目的物質の生産に使用されるため、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になります。

特長2：C5 & C6糖類の完全同時利用

- 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ます。RITEは、C5糖とC6糖の同時利用を実現し、セルロース系原料の効率的な利用を可能にしました。

特長3：発酵阻害物質に対する高耐性

- バイオマスの前処理中に生成するフェノール類などの発酵阻害物質は、バイオエタノール製造過程で強い阻害を示すことが知られています。「RITE Bioprocess」は、これらの発酵阻害物質に高耐性(非感受性)であることが実証されています。

RITEでの生産物質例

- 現在、**バイオ燃料**では、エタノールやバイオ水素からブタノールや高性能バイオジェット燃料素材へ、**グリーン化学品**では、L-乳酸、D-乳酸、アミノ酸から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ます。

バイオ燃料
■ ガソリン混合・代替
・ エタノール*
■ バイオジェット燃料
・ イソブタノール*
・ n-ブタノール*
・ 100%グリーンジェット燃料 〔C9～C15飽和炭化水素 + 芳香族化合物〕
■ バイオ水素

グリーン化学品	
■ 芳香族化合物	■ アミノ酸
・ シキミ酸(インフルエンザ治療薬タミフル原料)	・ アラニン(キレート剤)
・ フェノール*(フェノール樹脂、ポリカーボネート)	・ パリン (次世代飼料用アミノ酸、医薬品原料、食品)
・ 4-ヒドロキシ安息香酸*(ポリマー原料)	・ トリプトファン (飼料用アミノ酸、医薬品原料、飲料)
・ アニン* (石油外天然資源タイヤ原料(老化防止剤))	
■ 有機酸	■ アルコール
・ D-乳酸*、L-乳酸* (ステレオコンプレックス型ポリ乳酸)	・ イソプロパノール(プロピレン原料)
・ コハク酸*	・ キシトール(甘味料)

*=ポリマー原料

新たな非可食バイオマス原料の活用

- 現在廃棄されている未利用資源の効率的な原料化技術開発も行っています。
- 具体的には、みかん脱汁液、焼酎粕、古紙、ふすま(小麦表皮の粉碎物)などの新たな非可食バイオマス原料の活用を検討しています。



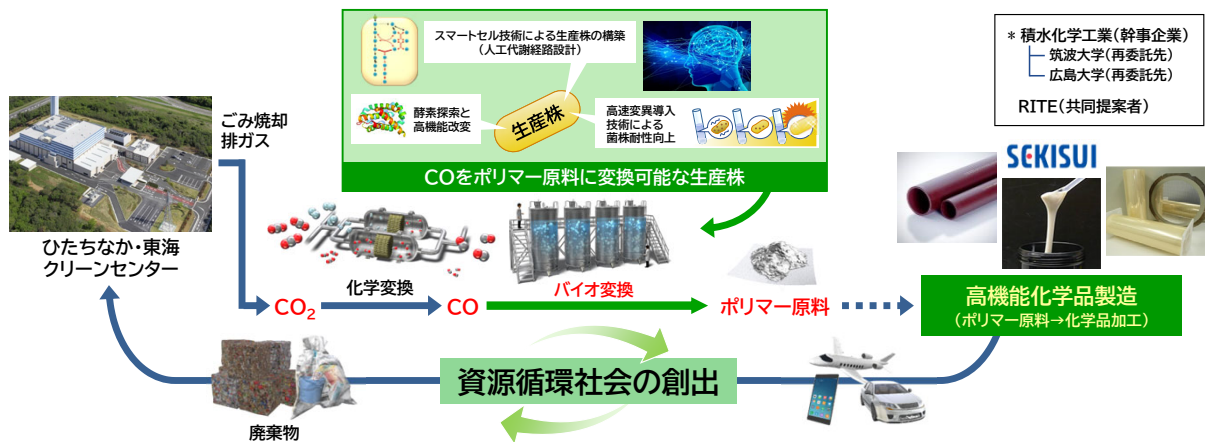
*RITE Bioprocessは、公益財団法人地球環境産業技術研究機構の登録商標(登録第5796262号)です。

社会実装のための技術開発

～CO₂を原料とする技術～

NEDO グリーンイノベーション基金事業

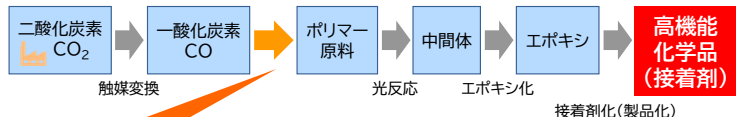
■積水化学工業株式会社と共同で、廃棄物処理施設から排出される燃焼排ガス(CO₂)を原料として、最終的に高付加価値化学品を製造する革新的なものづくり手法を構築し、カーボンニュートラル社会の実現に貢献します。RITEは、これまでに培ってきたスマートセル技術、酵素改変技術、菌株耐性化技術、バイオ生産技術などを活かし、燃焼排ガス原料から高付加価値化学品(高機能接着剤)の原料を生産する微生物生産株開発とバイオプロセス開発をスタートしました。RITEは、ガス原料の資化菌を育種してポリマー原料に変換可能な生産株の新規開発とこれを利用した独自のバイオプロセスの開発を進めています。



プロセスフローと鍵となるバイオ変換技術開発

■燃焼排ガス原料から高付加価値化学品(高機能接着剤)を製造するプロセスフローにおいて、バイオ変換技術開発は、鍵となる最重要課題です。ガス原料からポリマー原料に変換可能な菌株開発においては、遺伝子組換えツール(プラスミド、発現プロモーター等)や手法(形質転換法、遺伝子破壊法等)を独自に開発しました。これらを活用して、ガス原料から効率よく中間体やポリマー原料を生産可能な菌株を育種するため、人工代謝経路上で不可欠な高活性酵素の探索や機能改変、代謝経路の強化、培養評価を行い、目的とする高生産株を開発中です。

■ガス原料から効率的に中間体やポリマー原料を生産可能とするため、専用のバイオプロセスの設計や培養条件の最適化、連続プロセス化などの開発を進めています。



バイオ変換【最重要課題】

COからポリマー原料に変換可能な菌株開発

- ・ 遺伝子組換えツール整備
- ・ CO → 中間体、ポリマー原料の生産株育種
- ・ 高活性酵素探索、機能改変、培養評価

バイオプロセスの開発

- ・ プロセス設計、培養条件最適化、連続プロセス開発

専用実験棟の建築と「ガス原料」からの「新しいバイオものづくり」



■非可食バイオマス由来糖原料からのものづくりに続く、新たな原料として燃焼排ガスなどのガス原料に着目し、専用実験棟(バイオものづくり実験棟)を建築中であり、ガス原料からの新しいバイオものづくりの研究開発を加速、推進します。

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

社会実装のための技術開発と拠点整備

～菌株開発プラットフォームの構築～

NEDO バイオものづくり革命推進事業

- RITEは、高砂香料工業株式会社、帝人株式会社と共同で、バイオものづくり革命推進事業、テーマ名「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」を開始しました。
- 本事業では、未利用資源に含まれる多種混合糖の同時利用能や、毒性への耐性を持ったコリネ菌の育種技術開発を実施します。また、この開発を高効率に行うためのデータベース、情報解析システム、自動化システムなど、世界で唯一の技術を備えた菌株開発プラットフォームを整備します。
- 本事業の成果を基にRITEは、自社製品のバイオ化を望む企業等と共同で「高生産性菌株とバイオ生産技術」を開発する事業を始めます。これによりバイオものづくり製品の社会実装を目指します。

RITEが開発する技術の特徴

未利用資源の有効活用



国内の廃棄バイオマスを効率良く利用する技術開発

生産可能物質の対象拡大



生物に毒性を示す生産困難物質までも生産可能とする技術開発

技術開発期間の短縮



データベース、育種支援アプリ、ロボット等による開発効率化

バイオものづくり製品の社会実装を目指して共同研究を拡大

- RITEは、バイオものづくり製品の社会実装を早期に実現するため菌株開発プラットフォームを立上げ、バイオ生産技術開発を加速します。

- 知識・技術・設備・人材等を専用研究棟に集約、拠点化
- 実験データ、菌株の徹底管理による情報漏洩防止

- 自社製品をバイオ化したい
- 未利用資源から製品を作りたい

まずはご相談ください！

RITE バイオ研究グループ
mmg-lab@rite.or.jp



2025年竣工予定

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

基盤技術開発

～海洋分解性プラスチック、毒性物質、バイオ燃料～

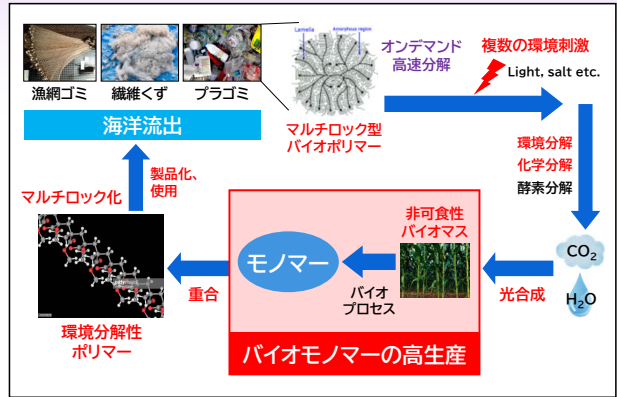
NEDO ムーンショット型研究開発事業

非可食バイオマス原料からのモノマー生産

■強靭性と海洋生分解性を兼ね備えた新しいバイオプラスチックを開発するため、非可食バイオマスから、その原料モノマーとなる脂肪酸ジカルボン酸のバイオ生産に取り組んでいます。RITEは、この脂肪酸ジカルボン酸を高生産可能な菌株(スマートセル)の構築と高生産技術の開発に成功しました。

バイオプラスチックの海洋生分解(分解スイッチ)

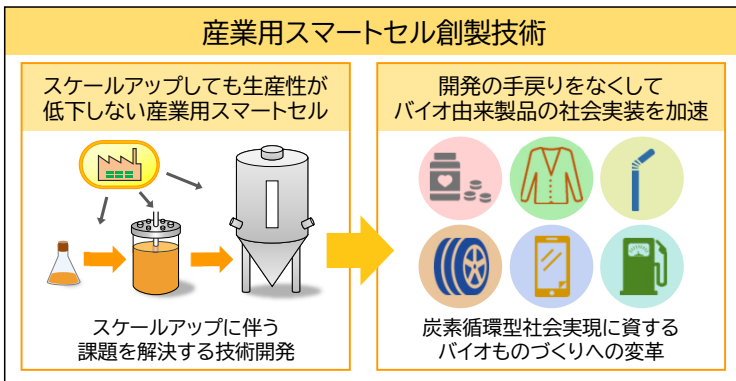
■使用中は分解されず、誤って海洋に散逸した際に分解スイッチが入る分子メカニズムを組み込んだ新しいバイオプラスチックの開発に取り組んでいます。RITEは、海洋の「塩」によってバイオプラスチックの分解開始のスイッチがオンになるマルチロック型バイオポリマーの開発を推進しています。



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

NEDO 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

バイオものづくり技術の実用化に伴う課題を解決するための新規技術群「産業用スマートセル創製技術」の開発



■スケールアップするとしばしば予期せぬ生産性の低下が観察されます。ラボでの小規模スケール検討と比較して、巨大発酵槽内では局所的な培養環境変化が起こり易く、この培養環境不均一性に起因した培養ストレスが生産性低下の一因と考えられます。

■生産データを基にシミュレーションモデル等を活用し、このような実生産時に起こりうる問題の解決技術開発等を実施しています。

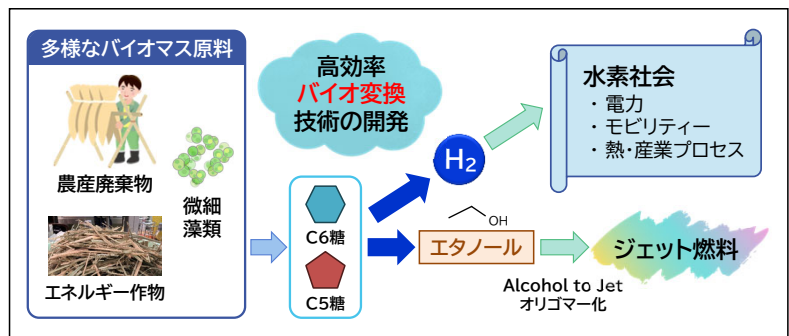
※この成果は、NEDO(国立研究開発法人新エネルギー・産業技術総合開発機構)の委託業務の結果得られたものです。

JST 共創の場形成支援プログラム(COI-NEXT)

炭素耕作による燃料生産技術の開発

■光合成によるCO₂固定量の大幅な増大を目指して、バイオマス生産技術の開発を実施する産学連携と連携し、多様なバイオマスから高効率で燃料を生産するためのバイオ変換技術の開発を実施しています。

- バイオ水素生産技術の開発
新規水素生産微生物の構築、機能強化
- バイオ液体燃料生産技術の開発
バイオマス糖化液からの高効率エタノール生産



※国立研究開発法人科学技術振興機構(JST)共創の場形成支援プログラム(COI-NEXT)カーボンネガティブの限界に挑戦する炭素耕作拠点にて実施中。

事業化に向けた取り組み

～株式会社化、NEDO実証事業～

グリーンケミカルズ株式会社(GCC)

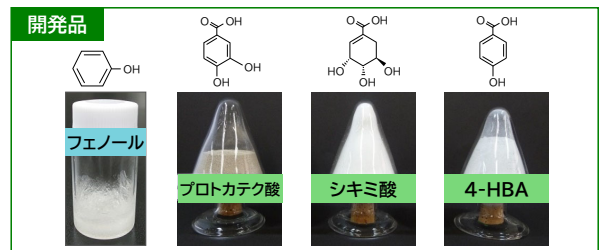
会社概要

- 社名: グリーンケミカルズ株式会社(GCC)
- 設立: 2010年2月
- 本社所在地: 京都府木津川市木津川台九丁目2番地
- 代表取締役社長: 林 茂(住友パークライト株式会社相談役)
- これまでの歩み:
 - 2010年2月…「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」の設立。(公益財団法人地球環境産業技術研究機構と住友パークライト株式会社により設立)
 - 2014年5月…「グリーンフェノール開発株式会社」への組織変更(技術研究組合の株式会社化第1号)
 - 2018年4月…「グリーンケミカルズ株式会社」への商号変更。(フェノール以外の有用化合物にも開発拡大)



芳香族関連化合物の生産技術開発

■コリネ型細菌の代謝改変により、2段工程法による**フェノール**に加えて、シンプルな1段工程法により、液晶ポリマー原料となる**4-ヒドロキシ安息香酸(4-HBA)**、インフルエンザ治療薬タミフルの合成原料となる**シキミ酸**、医薬品原料や香料(バニリン)原料となる**プロトカテク酸**の糖原料からの高効率バイオ生産を実現しました。



NEDO 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

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

■**香料**は、紀元前から珍重されており、19世紀までの香料産業においては、希少な精油や天然抽出物が用いられてきました。近年、石化由来の原料を用いた合成香料が開発され産業が拡大するに伴い、環境への負荷も高まってきたことから、再生可能なバイオマスからバイオプロセスによる天然香料素材の生産が強く望まれています。本事業では、**香料素材の有する微生物阻害**により発酵生産が困難であるという産業的障壁に挑むため、三大フローラル香調の一つである**ローズ香料**の生産システム実証を行います。



事業イメージ

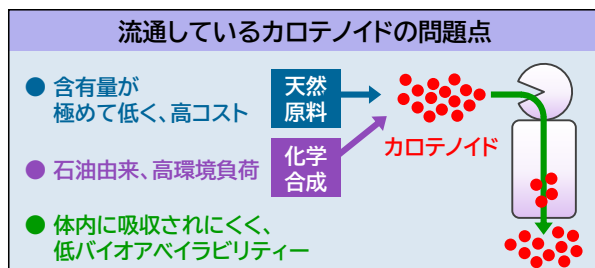
■RITEで開発されたコリネ型細菌を用いた**増殖非依存型バイオプロセス**と、高砂香料工業株式会社が開発された微生物阻害を回避するための**フロー連続単離法**を組み合わせることにより、高効率な発酵生産を可能にし、同時に系内より生産物を連続的に単離する一連の生産システムの開発に取り組みます。

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

高吸収型天然カロテノイドの大量生産システム実証

■**カロテノイド**は、高い抗酸化活性を有し、生活習慣病予防やアンチエイジングに有効な**機能性成分**です。ただし、市場に流通しているカロテノイドは化学合成品が多く、天然由来も含有量が極めて低いため、高コストです。**体内に吸収されにくく、バイオアベイラビリティが低いことも課題**となっています。

■ハリマ化成株式会社と共同で、**高吸収型カロテノイドを特異的に高生産するスマートセルの開発に成功**しました。現在、培養から抽出・精製、製品化に至る大量供給システムの確立を進めています。



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