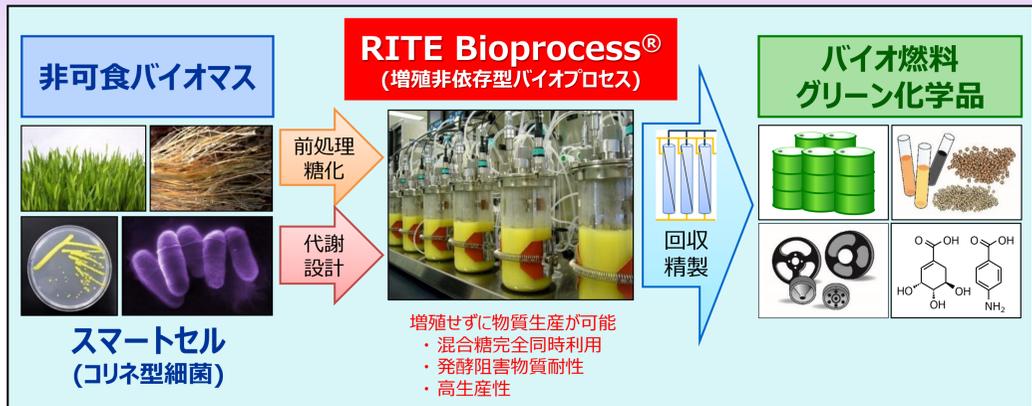


バイオリファイナー

— 微生物によるバイオマスから燃料・化学品の生産 —

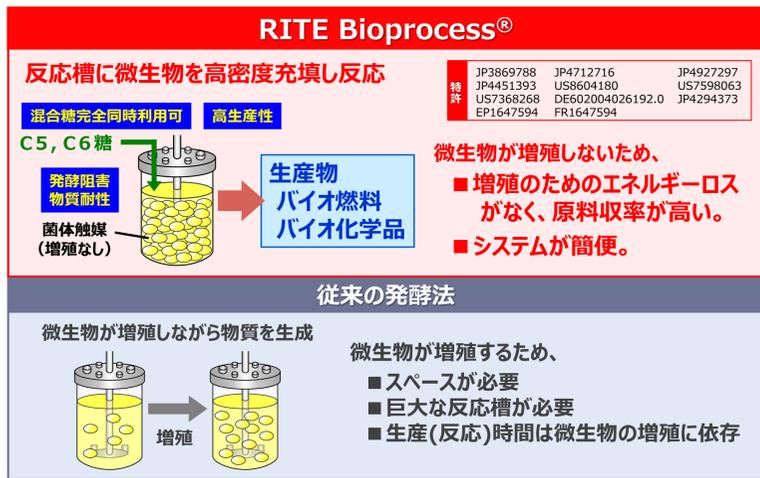
カーボンニュートラルに貢献するバイオリファイナー技術の開発

バイオリファイナーとは、これまで石油から作られていた各種燃料や化学品を、バイオマスから作るプラントや技術のことです。バイオマスは、その元となる植物の成長過程で二酸化炭素を吸収するので、**バイオリファイナーは、カーボンニュートラルに貢献する**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リファイナーの基本技術(「RITE Bioprocess®」等)を確立しています。



コア技術:「RITE Bioprocess®」とは? — 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糖の利用に関与する遺伝子をコリネ型細菌に導入することにより、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、フラン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

右図に、これまでにRITEで生産した物質の一部を示します。多くの物質で**世界最高水準の生産性**を実現しています。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	グリーン化学品	
<ul style="list-style-type: none"> ガソリン混合・代替 <ul style="list-style-type: none"> ・エタノール* バイオジェット燃料 <ul style="list-style-type: none"> ・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 	<ul style="list-style-type: none"> 芳香族化合物 <ul style="list-style-type: none"> ・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) ・アクリン* (石油外天然資源タイヤ原料 (老化防止剤)) 有機酸 <ul style="list-style-type: none"> ・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* 	<ul style="list-style-type: none"> アミノ酸 <ul style="list-style-type: none"> ・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、食品) ・トリプトファン (飼料用アミノ酸、医薬品原料、飲料) アルコール <ul style="list-style-type: none"> ・イソプロパノール (プロピレン原料) ・キシリトール (甘味料)

赤字 = 世界最高の生産性を達成済 * = ポリマー原料

新たな非可食バイオマス原料の活用

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**の活用も検討しています。



* 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。

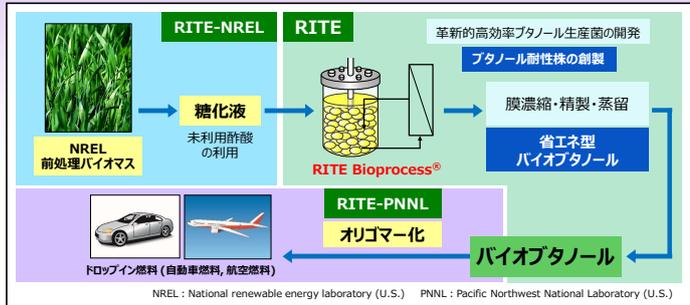
バイオ燃料生産技術開発

— バイオジェット燃料、バイオ水素 —

バイオジェット燃料生産技術開発

コリネ型細菌を用いて**世界最高濃度のブタノール生産**に成功しました。生産菌株のブタノール耐性向上、収率向上、生産速度向上のための研究開発などを通じ、実糖化液原料から世界最高レベルの生産スペックを達成しました。更に、ドロップイン燃料製造の最適条件設定に成功しました※1。これらの成果をベースに、「日本で初めての純国産バイオジェット燃料フライト」に成功しています。

※1: 経済産業省「革新的なエネルギー技術の国際共同研究開発事業 (2015～2019年)」の成果。



<日本初の純国産バイオジェット燃料を搭載したフライトに成功！>



日本航空株式会社 (JAL) が主催し、RITE および RITE 発ベンチャー企業である Green Earth Institute 株式会社が参画したプロジェクト※2において**日本で初めて純国産バイオジェット燃料の製造**に成功しました。それは、2021年2月4日のJL319便 (羽田空港発、福岡空港行き) に搭載され、**日本で初めての純国産バイオジェット燃料フライト**にも成功しました。本バイオジェット燃料は、古着を酵素で分解して得られた糖を原料とし、微生物にイソブタノールを生産させ、これを濃縮後、化学変換することで製造されています。このイソブタノール生産において、RITEが開発した革新的なバイオプロセス「**RITE Bioprocess®**」と「**イソブタノール高生産コリネ型細菌**」が用いられています。

※2: 日本航空株式会社 (JAL) が主催する「10万着で飛ばそう! JAL/バイオジェット燃料フライト」プロジェクトで、JAL、Green Earth Institute 株式会社、株式会社 JEPLAN、および RITE が協力して実施。

バイオ水素生産技術開発

<水素はカーボンニュートラル実現の鍵>

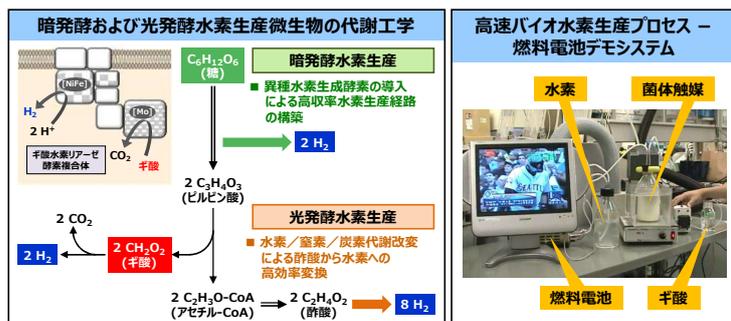
水素は燃焼時に水しか生成しないこと、再生可能エネルギーを含む多様なエネルギー源からの生産・貯蔵・運搬が可能なこと、電力、運輸、熱・産業プロセスのあらゆる分野に利用し脱炭素化が可能なことなどから、**カーボンニュートラル実現の鍵**と言われています。

米国エネルギー省は、2020年11月に「Hydrogen Program Plan」を発表し、2021年6月には、水素のコストを10年以内に80%削減することを目指し「Hydrogen Shot」を立ち上げました。微生物を利用した**バイオマス変換**による**水素生産**は、「天然ガス改質+CCUS」や「(太陽光発電+水電解)などと並んで、有望なCO₂フリー水素生産技術と位置付けられています。その他、世界各国で水素国家戦略が一気に動き出しています。

US DOE (米国エネルギー省) Hydrogen Program Plan (水素プログラム計画) Diverse hydrogen production technologies (多様な水素製造技術)	
FOSSIL RESOURCES (化石資源)	
• Coal Gasification with CCUS (石炭ガス化+CCUS)	• Natural Gas Conversion with CCUS (天然ガス改質+CCUS)
BIOMASS/WASTE (バイオマス/廃棄物)	
• Biomass Conversion (バイオマス変換)	• Waste to Energy (廃棄物エネルギー化)
H ₂ O SPLITTING (水分解)	
• Direct Solar (太陽光直接水分解)	• High Temp. Electrolysis (高温水電解)
• Low Temp. Electrolysis (低温水電解)	

RITEでは、ギ酸を利用した独自の**高速バイオ水素生産プロセス**を開発し、従来の水素発酵生産プロセスより1~2桁高い水素生産速度を達成しています。この成果を基盤とし、バイオマス原料(糖)からの水素収率の大幅向上に向けて、代謝工学による新規高収率水素生産微生物の開発に取り組んでいます※3。

※3: JST 共創の場形成支援プログラム(育成型)/炭素循環型社会実現のためのバイオエコノミーイノベーション共創拠点 (2021~2022年)で実施しています。



グリーン化学品生産技術開発

— 香料・化粧品・医薬品原料、高性能プラスチック原料 —

香料・化粧品・医薬品や高性能ポリマー原料となる、基幹工業化学品／高付加価値化学品としてのグリーン芳香族化合物の生産が近年注目を集めています。RITEでは、細胞毒性化合物への高耐性能を有するコリネ型細菌と「RITE Bioprocess®」の優位性を生かし、従来は高生産が困難とされてきた様々な**有用芳香族化合物の高効率バイオ生産技術**の開発を推進しています。

芳香族化合物生産技術開発

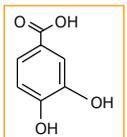
コリネ型細菌の代謝改変により、インフルエンザ治療薬タミフルの合成原料となる**シキミ酸**、高性能ポリマーや医薬品原料等として有用な**4-ヒドロキシ安息香酸(4-HBA)**、**プロトカテク酸**の糖原料からの高効率バイオ生産を実現しました。

現在、住友ベークライト株式会社と共同で設立した**グリーンケミカルズ株式会社**において、より高効率な生産方法の確立、非可食バイオマス原料の高効率利用など、事業化を目指した活動を行っています。



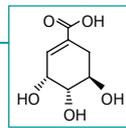
プロトカテク酸の用途

- 医薬品原料
- 化粧品原料
- 香料(バニリン)原料
- ポリマー原料
- 食品用抗酸化剤
- 農薬、抗菌薬
- 飼料添加物
- 染毛剤
- カテコール製造原料



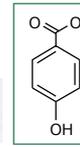
シキミ酸の用途

- 医薬品
 - ・ 抗インフルエンザ薬(タミフル)原料
 - ・ 鎮痛薬、抗うつ薬、抗不安薬
 - ・ 抗血栓薬、血圧降下剤、胆石治療
 - ・ 抗炎症薬(NF-kB阻害作用)
 - ・ 抗菌薬
 - ・ 脂肪吸収抑制作用
 - ・ 免疫応答調節機能
- 化粧品
 - ・ 美白剤
 - ・ しわ防止剤
 - ・ 育毛剤
 - ・ 抗酸化剤



4-ヒドロキシ安息香酸の用途

- 液晶ポリマー原料
- 防腐剤(パラベン)
- バイオフェノール前駆体
- 防カビ剤
- 写真薬
- 香料の原料
- ナイロン樹脂の可塑剤

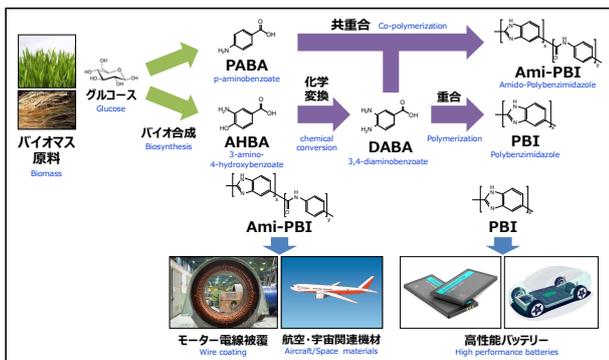


高性能プラスチック原料生産技術開発

バイオ由来でかつ既存プラスチック(ポリマー)を超越した性能を示すプラスチックの開発に取り組んでいます。これまで、バイオ由来ポリマーは、脂肪族系ポリマーに限定されてきましたが、我々は、**バイオ由来芳香族系ポリマー**を実現することにより、既存ポリマーを超越した性能を示すポリマーを開発することに成功しました。

<高耐熱プラスチック>

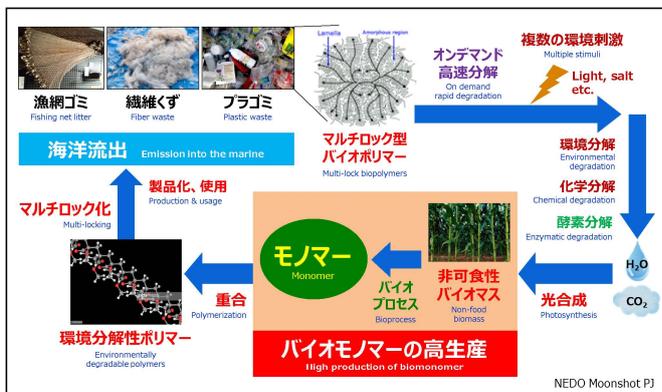
バイオマスからバイオ合成により得られた芳香族化合物を原料にすることで、既存ポリマーの置き換えだけでなくより高性能な材料の合成が可能となりました。その一つが**超高耐熱性ポリマー**です。さらに、このポリマーを焼成することで**高耐久性、高速充電能を持つ電池材料**が得られます。現在、モノマーである芳香族化合物のバイオ合成、バイオ変換の効率化を進めています。



※戦略的イノベーション創造プログラム(SIP、2018~2022年度(予定))にて実施中。

<生分解性プラスチック>

生分解のタイミングとスピードをコントロールできるプラスチック(例えばマルチロック型バイオポリマー)の開発は、資源循環の観点から極めて重要です。非可食性バイオマス原料からコリネ型細菌を利用した独自のバイオプロセスによって、**海洋生分解性を有するマルチロック型バイオポリマー**の原料となるモノマーの高生産などを目指して開発を進めています。



※NEDOムーンショット型研究開発事業(2020~2029年度(予定))にて実施中。