

ツインパワーで始動します ～炭素回収技術評価センターとバイオものづくり実験棟の紹介～

化学研究グループ	グループリーダー・主席研究員 サブリーダー・主席研究員 主任研究員	余語 克則 水野 雅彦 後藤 和也
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	乾 将行 平賀 和三
企画調査グループ	グループリーダー・主席研究員 主任	閑念 磨聡 辰巳 奈美

我が国では 2050 年カーボンニュートラルを目指すことを宣言し、CO₂ 排出削減と経済成長・産業競争力強化を両立させるため、様々なエネルギー・温暖化対策が採られている。このような取り組みの一環として、

- ① 大幅な CO₂ 排出削減が困難な産業分野等に向けて、排出される CO₂ を低コストかつ低エネルギーで分離回収できる素材の研究開発
- ② 遺伝子組換え技術を活用して微生物等の細胞によって化学素材や燃料、医薬品等を生産する「バイオものづくり」が推進されている。

RITE では従来からこれらの研究開発に取り組んできたが、こうした時代の要請を踏まえ、2024 年度には①外部サンプルを受入れ CO₂ 分離素材の評価を行う炭素回収技術評価センターと②高付加価値化学品のバイオ生産を目指すバイオものづくり実験棟の 2 棟を隣接して新築した。いわばツインパワーとして研究開発の更なる加速を推進するための新たな取り組みが始動したところであり、本特集ではこれら 2 つについて紹介する。

2. 炭素回収技術評価センター

2.1. 設立背景

RITE では CO₂ 分離回収技術に関してこれまでに化学吸収法、吸着法、膜分離法を中心に、さまざまな CO₂ 回収技術の研究開発を通して一部実用化にも成功してきたが、今回、これらに加えて CO₂ 分離回収・有効利用技術の共通基盤としての研究支援・産業連携を推進するため、「CO₂ 分離素材の標準評価共通基盤の確立」を目指した取り組みを行う。

2022 年 5 月に国立研究開発法人産業技術総合研究所と共同で NEDO 委託事業「グリーンイノベーション基金事業／CO₂ の分離回収等技術開発／低圧・低濃度 CO₂ 分離回収の低コスト化技術開発・実証／CO₂ 分離素材の標準評価共通基盤の確立（以下、本事業）」を受託し、本事業の中で実ガスを使った分離素材の評価試験を行うことができる共通基盤センター（RITE 炭素回収技術評価センター：RITE Carbon Capture Center (RCCC)）を国内に初めて設立した。

米国、ノルウェー、オーストラリアなどでは国等が運営する第三者機関としての実ガス試験センターがあり、各国の試験センター間で相互に情報交換する International Test Center Network (ITCN) を形成している。RITE は 2017 年から ITCN メンバーに加入し、意見交換の輪に入るとともに、日本初の試験センター設立を目指してきた。今回、長年の願いが成就し、実ガス試験センターを設立することができた。

2.2. 施設紹介

RITE 炭素回収技術評価センターは、センター専用の都市ガス小型ボイラーと CO₂ 分離回収設備からなる。材料開発に強みを有する日本の特長を更に強化すべく、CO₂ 分離素材開発の初期から実ガス試験を行えるセンターとし、我が国の CO₂ 分離素材開発の早期実用化を支援する。

図1に示すように、ボイラーから排出するガスをクーラー、ブロワ、冷却チラーを通した後、吸収法、吸着法およ

排ガスを各試験設備へ供給できる。吸収液試験設備は、
吸収塔(充填層部)：2mH×0.2mΦ 再生塔(充填層部)：2mH×0.1mΦ から成り、試験には約70Lの吸収液を使用する。PSA 試験設備は、250A×1800Lの吸着塔を3塔備え、吸着圧力 101～900kPa、脱着圧力 10kPa の試験を露点-60℃の条件で行うことが可能である。膜モジュール試験設備は、約1mのモジュールを据付けられるスペースを有し、温度：30～85℃ 圧力：101～900kPa(供給) 10～101kPa(透過) 露点：-15～80℃の試験が可能な仕様となっている。

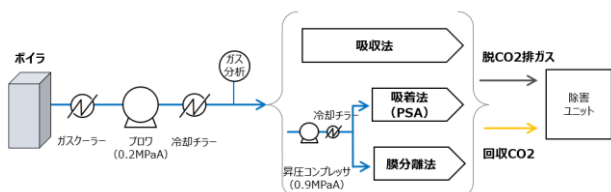


図1 炭素回収技術評価センター全体構成

センター内の機器設備配置は、図 2 に示す通り、①評価棟内に吸収液試験設備、PSA(Pressure Swing Adsorption)試験設備、膜モジュール試験設備を、屋外の②ユーティリティヤードに排ガス供給設備とユーティリティ設備を設置する。評価棟内の空スペースには今後、TSA(Temperature Swing Adsorption)試験設備を導入する予定である。

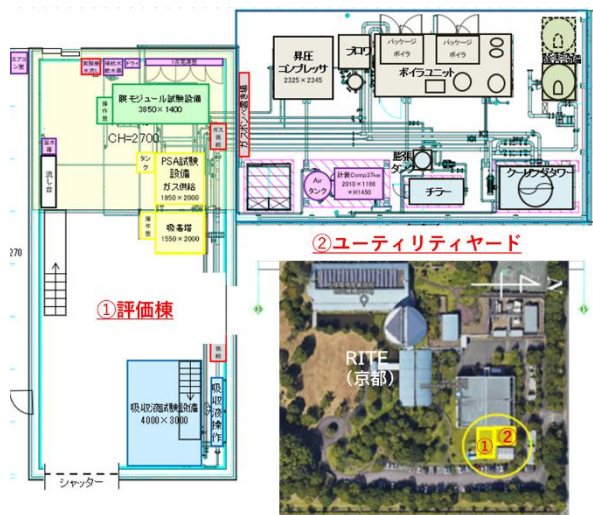


図 2 炭素回収技術評価センター配置

各設備の仕様は、有識者からなるプロジェクト推進協議会の委員の意見を取り入れて決定した。排ガス供給設備は、蒸気量 250kg/h 相当の都市ガスボイラーを 2 基備え、法定点検の際も途絶えることなく連続して燃焼



図3 炭素回収技術評価センター設備

2.3. 今後の展開

標準材の試験を通して確立した標準評価法を用いて信頼のおける公正・中立な実ガス試験データを取得できるセンターとして広く活用いただけるよう運営していきたい。ユーザーが要望する試験条件にも個別に柔軟に対応するとともに、外部サンプル評価も行う。多くの外部ユーザーの皆様、当センターでの実ガス試験へお申込みいただければ幸いです。

標準材評価、持ち込まれる外部サンプル評価を通して、国内の CO₂ 分離素材開発の促進、国際標準化に向けたデータベースの蓄積・拡充に尽力する所存である。我が国の CO₂ 分離素材開発の加速に繋がれば光栄である。

お問い合わせ先: RITE 化学研究グループ

後藤和也 goto.ka@rite.or.jp

3. バイオものづくり実験棟

3.1. 設立背景

RITE は 2023 年 3 月より、積水化学工業株式会社と共同で、NEDO 委託事業「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」※1 を実施している（詳細は[こちら](#)）。本事業では、これまでに培ってきたスマートセル創製技術、遺伝子組換えによる酵素改変技術、発酵阻害物質に対する微生物耐性化技術、バイオ生産技術等を駆使し、ごみ焼却施設から排出される排ガス(CO₂)を、高付加価値な化学品へとバイオ変換する生産菌株の開発と、これを用いたバイオプロセス開発をスタートした(図 4)。

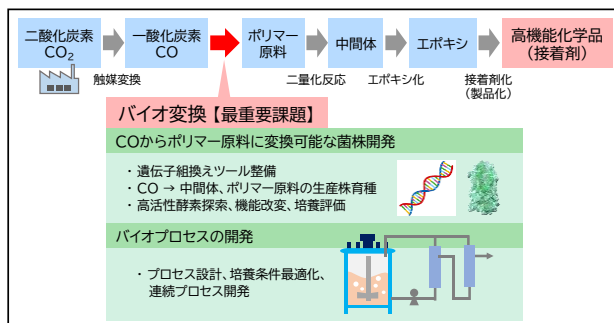


図 4 事業概念図

CO₂ は有機物を燃焼させた最終産物の一つで、極めて安定な化合物である。植物のように光エネルギーを利用し、CO₂ を糖に還元してからこれをバイオものづくり用の原料とする方法もあるが、光エネルギーを一様に微生物に与えるためには、大型の設備と広い敷地が必要となる。

CO は CO₂ よりも反応性が高いことが知られている。CO₂ から CO を得て、これを原料として利用できれば、光エネルギーを必要としないバイオものづくりが可能となる。RITE バイオ研究グループでは、地球上に酸素が無い太古の時代から存在する「CO 資化菌」に着目した。CO 資化菌は、CO を細胞に取り込んで増殖できる優れた微生物である。この CO 資化菌の能力を最大限に利用し、さらに微生物の物質生産能を自在にデザインすることで、CO から高付加価値な化学品のバイオ生産を行うことを着想した。

積水化学工業株式会社は、化学触媒を用いて 90% 以上の高効率で CO₂ から CO に変換できる技術の開発に成功している。RITE のバイオものづくり技術によって、CO から同社の高機能化学品（接着剤）のポリマー原料をバイオ生産できるようになれば、カーボンリサイクルの実現が可能となる。

3.2. 施設紹介

RITE では、これまでもガス成分を原料とするバイオ変換技術の蓄積があったが、このたび本格的に取り組むため、専用の実験棟（バイオものづくり実験棟）を新設した(図 5)。



図 5 新設したバイオものづくり実験棟

1 階には、ガス発酵を行うために必要な培養設備を設置している。酸素を嫌う CO 資化菌の遺伝子操作には、特殊なガス成分の実験環境が必要なため、専用の嫌気チャンバーを設置している(図 6)。



図 6 遺伝子操作等を行うための専用の嫌気チャンバー

嫌気チャンバーは、任意のガス組成環境下で微生物の培養が可能なワークステーションである。遺伝子操作に必要な機材はあらかじめチャンバー内に収納しているため、研究者らはグローブを通して、CO 資化菌を用いた様々な遺伝子組換え実験や、嫌気培養（ガス発酵）実験を行うことができる。

開発した生産菌株を用いたバイオプロセスの開発は、ガス発酵専用の培養設備（局所排気装置内に設置されたジャー培養装置等）で行う。本プロセスでは、供給ガスと発酵後の排出ガスの成分組成を、オンサイトで定量可能にしており、CO の利用効率をタイムリーに評価できる（図 7）。これら最新設備を駆使し、開発したCO資化菌株の発酵条件の最適化や、連続プロセス法の開発検討を行っている。



図 7 専用のガス発酵装置を用いた研究風景

2 階では、開発中の菌株（スマートセル）の詳細な生物機能の解析や改良、副生成物の解析や、バイオプロセス評価などを集中して行うため、必要な機器を整備している。特に、培養の過程で生じる様々な代謝産物の分析を行うため、HPLC による分析システムを充実させている（図 8）。

バイオものづくり実験棟は、研究員が安全にガス発酵を中心とした研究開発を行えるよう、各種法令に対応した安全衛生環境を整備している。



図 8 代謝産物分析専用の HPLC

3.3. PR・今後の展開

バイオ生産法は、化学法では異性体の副生などによって製造が難しい高付加価値な化合物でも、常温・常圧に近いマイルドな条件下で酵素の連続した触媒作用を駆使することで、選択的に合成できるなど優れた点が多く、様々な分野での応用が期待される。本技術開発により、将来、DAC 設備で捕捉回収した CO₂ や、ごみ焼却施設、製鉄所、火力発電所、各種工場などから排出される CO₂ を用いて、様々な化学品や産業活動に必要な燃料のバイオものづくりが可能となれば、RITE が目指すカーボンニュートラルの実現に大きく貢献できると考えている。

RITE は、バイオものづくり産業への参入を希望する企業の期待に応えるため、新しい技術開発に取り組み、事業化に最適な生産菌株を開発し、生産技術を提供する研究活動を、今後もさらに発展させていく。

※¹ 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）の委託業務の結果得られたものです。

CO₂を原料として高付加価値な化学品を製造するバイオものづくり手法を確立します。CO₂有効利用に興味をお持ちの皆様はぜひお問い合わせください。

お問い合わせ先： RITE バイオ研究グループ
mmg-lab@rite.or.jp