

## 研究シーズの概要

生体触媒である酵素は、常温常圧中性で優れた触媒活性を有する。特に、電気が流れる酵素（導電性酵素）を電極に修飾することで、その酵素機能を付与し、様々なエネルギー変換デバイスへの応用が可能である。特に、酸素耐性を持つCO<sub>2</sub>資源化酵素（CDR）とガス拡散型電極（GDE）を用いると、気相中のCO<sub>2</sub>を分離や濃縮プロセスなしで高効率に資源化できる（生物電気化学的DACシステム）。

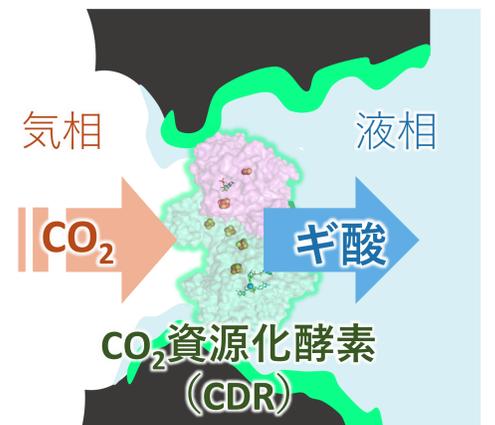
生物電気化学的DACシステムでは、CO<sub>2</sub>資源化産物として、C1化合物（ギ酸やメタノールなど）が生成される。本生成物をバイオものづくりにおける培地源として利用することで、CO<sub>2</sub>回収から有用物質生産を一気通貫に構築でき、カーボンネガティブなものづくりを実現できる。

## 研究シーズの特徴

### ① CDR × GDE で実現する生物電気化学的DACシステム

撥水機能を制御したガス拡散型電極（GDE）に酵素CDRを担持させることで、気相のCO<sub>2</sub>をその場で資源化することが可能である（右図）。生体触媒である酵素の優れた特性から、CO<sub>2</sub>資源化におけるエネルギー効率は無機触媒を凌駕する（3.5倍以上）。

また、本電極は常温常圧中性で作動するため、既存のDACシステムで必要なプロセス（CO<sub>2</sub>の分離・濃縮）を回避でき、外部エネルギーを最小化できる。さらに、作動条件が穏和であることから、「どこでも・誰でも」利用できる安心安全なCO<sub>2</sub>資源化技術である。

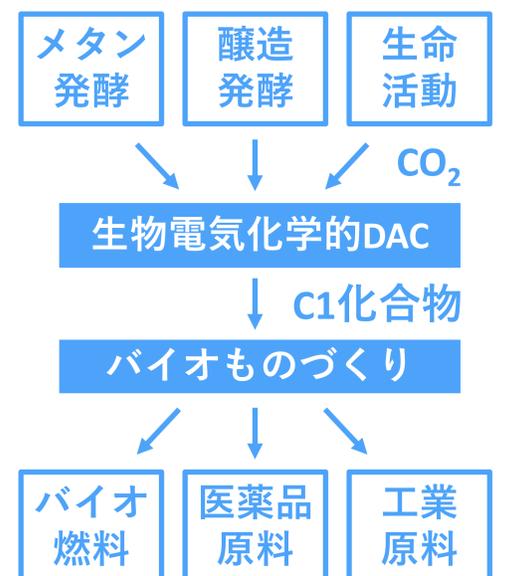


ガス拡散型電極（GDE）

### ② バイオものづくりの起点となる上流技術

CO<sub>2</sub>資源化産物であるC1化合物（ギ酸やメタノールなど）をバイオものづくりの原料として活用することで、CO<sub>2</sub>削減と有用物質生産を同時に達成することができる。例えば、バイオプロセスに関わる空間（ごみ処理施設でのメタン発酵や醸造発酵、人間の生活空間（高層ビルや駅、観光地など）から、CO<sub>2</sub>を安心安全に回収することを想定している。

また、ギ酸あるいはメタノール資源化能を持つ微生物を利用することで、大気中CO<sub>2</sub>の電気固定を起点としたバイオ燃料や医薬品および工業原料の生産が可能となり、カーボンネガティブなものづくりを達成できる。



## 今後の方向性・課題等

本技術（生物電気化学的DACシステム）は、既存のDACシステムを凌駕するポテンシャルを秘めており、これまでアプローチできなかった空間のCO<sub>2</sub>を資源化できる画期的技術である。一方、本技術には、非常に多くの要素技術が詰まっており、解決する社会課題も全世界規模のスケールとなる。そのため、下記の領域における産官学連携が必須であり、様々な企業や自治体、研究者などとの交流を希望する。

- ・ 酵素改良／酵素製造
- ・ 再生可能エネルギーによるCO<sub>2</sub>回収デバイス開発／システム開発
- ・ C1化合物による発酵生産
- ・ 地域や社会との連携（ゴミ処理施設やインフラ設計・整備）