

研究課題番号	【2RF-2301】
研究領域	気候変動領域
研究課題	「常温常圧中性におけるCO ₂ からギ酸へのバイオ資源化」
研究代表者（所属）	宋和 慶盛（京都大学）
研究期間	2023年度～2025年度
研究キーワード	CO ₂ 資源化，大気中CO ₂ ，酸化還元酵素，酵素電極反応，ギ酸生産

研究概要と進捗状況（中間の2024年度時点）

【研究概要】

本研究では、生体触媒である酵素を活用した新しいCO₂バイオ資源化技術を提案する。本技術の特徴は、①穏和環境での作動、②生体触媒による高い反応効率であり、「どこでも、誰でも使える、安心安全」なCO₂資源化技術へと展開できる。大気中のCO₂濃度（400 ppm）を想定した環境において、高い安定性と活性を有する酵素機能電極の構築を目指し、その実現可能性の検証を研究目的とする。

【進捗状況】

本研究では、申請者が保有するin silico解析技術（構造解析，仮想変異体作製）とin vitro評価技術（FoDH1発現系と電気化学測定系）を融合させ、高い活性と耐久性を持つスーパー酵素の創出を目指している。すでに、変異体構築に必要なメタノール資化性菌ホモ発現系の構築を完了し、酵素開発の基盤構築に成功した（図1）。また、新規変異体に関する検討は、サブユニット分離に難航しており、計画を変更しその原因究明を行っている。なお、研究計画書には記載していないが、別プロジェクトで得られた新規知見を取り入れ、酵素と電極間の界面を制御することで酵素機能電極の特性向上を図った。具体的には、野生型FoDH1を用い、様々な電極表面修飾剤を検討することで、従来の性能（触媒電流値）を2.5倍改良することに成功した（図2）。さらに、ガス状基質を直接的に反応場に供給できる「ガス拡散型バイオ電極」を構築し、大気中に相当する低CO₂濃度（400 ppmあるいは0.03%）で作動できるDAC型のCO₂バイオ資源化技術を開発している。すでに、気相CO₂100%条件において、「ガス拡散型バイオ電極」のコンセプトを実証することに成功しており、今後の低CO₂濃度での検証に向けて着実な成果が得られている。

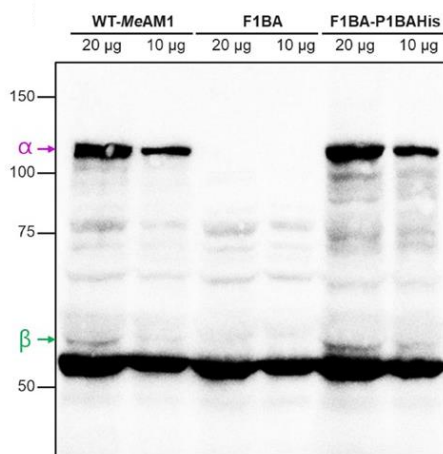


図1：ホモ発現系構築結果

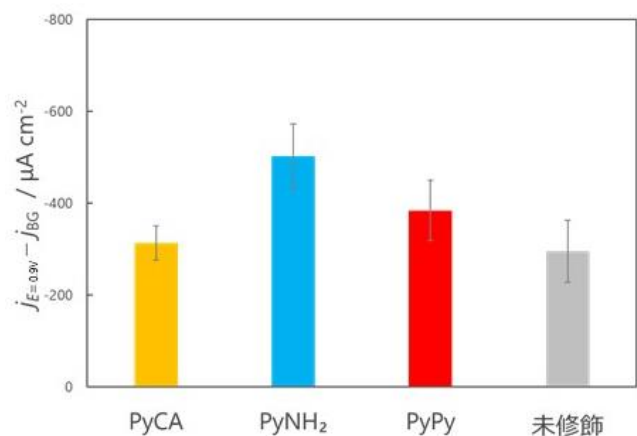


図2：ピレン誘導体による電極機能向上

環境政策等への貢献

- 外部エネルギーが不要で、安心安全なCO₂資源化技術により、様々な地域や場所（例えば、メタン発酵・醸造・人由来のCO₂排出）に柔軟に適応できるインフラ整備が可能
- CO₂回収設備を介さない資源化技術に関する基本特許の取得によって世界をリードし、バイオノズクリなどの産業における国際的競争力の強化と地球規模の社会課題の解決
- ガス拡散型バイオ電極により、カーボンニュートラルな社会の実現だけでなく、優れた日本の環境技術や文化の発信にも貢献し、環境政策において世界をリード