



## <研究背景・内容>

科学技術の発展と共に温室ガスなどによる地球環境汚染、大量の産業廃棄物処理および石油・石炭などの化石エネルギーの枯渇という重大な問題を次の世代に残さないために、環境低負荷型エネルギー循環システムの構築や二酸化炭素を代表とする温室効果ガスを有効利用するエネルギー変換システムの開発が急務です。地球規模で削減目標が定められている二酸化炭素は、排出を規制して削減する方法以外に、むしろこれを積極的に原料として活用し、有用物質に変換する方法は意義ある技術課題になります。このような背景から、太陽エネルギーを利用し二酸化炭素を新たな燃料に変換する人工光合成技術が注目を浴びています。

これまで大阪市立大学人工光合成研究センターでは、二酸化炭素をギ酸(燃料、化成品、エネルギー貯蔵媒体)に変換する反応を促進させる触媒=“ギ酸脱水酵素(FDH)”の活性を飛躍的に向上させることを目的とした研究を進めてきました。特に、メチルビオローゲンと呼ばれる単純な化学構造を持つ電子メディエータの陽イオンラジカル(MV<sup>•+</sup>)がFDHの二酸化炭素還元触媒能を飛躍的に向上させることを見出してきました(<https://www.journal.csj.jp/doi/fpi/10.1246/cl.150425>)。

反応式から分かるように、FDHが触媒して二酸化炭素をギ酸へ還元するためにはMV<sup>•+</sup>が2分子必要です。しかし、それらのMV<sup>•+</sup>がFDH内で二酸化炭素をギ酸に還元する具体的なメカニズムについては明らかではなく、実験的に得られたデータを基にしたMichaelis-Menten式<sup>\*2</sup>による単純な酵素反応速度論だけで議論されてきており、FDHとMV<sup>•+</sup>との本質的な相互作用に関しては解明されていませんでした。

今回、酵素反応速度論に基づい

たいいくつかの反応モデル解析を天尾 豊教授が、理論化学的計算に基づくFDH内でのMV<sup>•+</sup>の結合様式及び密度汎関数理論(DFT)によるMV<sup>•+</sup>の電子状態解析を宮地輝光助教がそれぞれ担当する形で共同研究を実施し、FDH内でのMV<sup>•+</sup>とCO<sub>2</sub>の結合様式を明らかにし、FDHを触媒として二酸化炭素をギ酸へ還元する過程において、MV<sup>•+</sup>による電子供給が図に示すような機構で進行することを突き止めました。

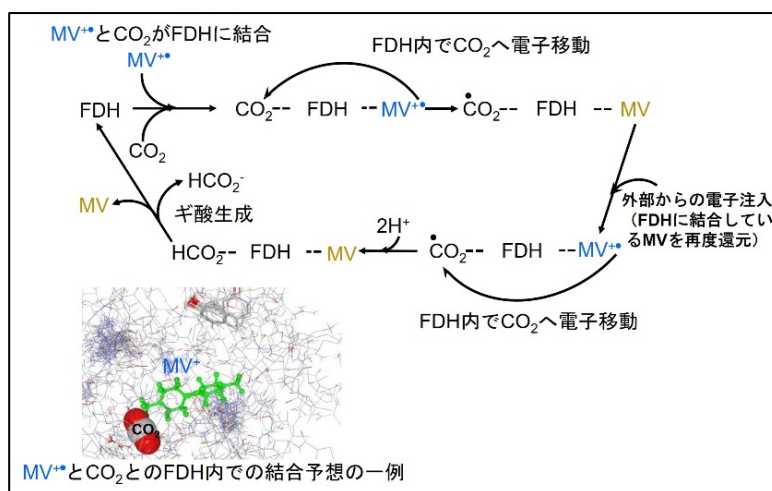
<sup>\*2</sup> Michaelis-Menten 式...酵素の反応速度論に大きな業績を残したレオノール・ミカエリスとモード・レオノーラ・メンテンにちなんで、酵素の反応速度  $v$  に関する式である。

## <今後の展開>

今回の発見は、二酸化炭素を効率的に有機分子に変換する人工光合成系実現に向け、触媒機能を向上させる補酵素の開発・設計における重要な指針になるものと考えられます。

## <資金情報>

本研究の成果は、大阪市立大学人工光合成研究拠点共同利用・共同研究課題、学術研究助成基金助成金国際共同研究加速基金(国際共同研究強化(B))および科学研究費補助金新学術領域研究によって得られたものです。



**【研究内容に関するお問い合わせ先】**

大阪市立大学 人工光合成研究センター  
所長 天尾 豊 (あまお ゆたか)

TEL : 06-6605-3726

Email : [amao@osaka-cu.ac.jp](mailto:amao@osaka-cu.ac.jp)

東京工業大学 物質理工学院 応用化学系  
助教 宮地 輝光 (みやじ あきみつ)

TEL: 045-924-5417

Email: [miyaji.a.aa@m.titech.ac.jp](mailto:miyaji.a.aa@m.titech.ac.jp)

**【報道に関するお問い合わせ先】**

大阪市立大学 広報課  
担当 : 西前 香織

TEL : 06-6605-3411

Email : [t-koho@ado.osaka-cu.ac.jp](mailto:t-koho@ado.osaka-cu.ac.jp)

東京工業大学 総務部 広報課

TEL : 03-5734-2975

Email : [media@jim.titech.ac.jp](mailto:media@jim.titech.ac.jp)