【国際先導研究】

カーボンニュートラルを志向した作動状態解析に基づく固体触媒設計

研究代表者	東北大学・大学院工学研究科・教授 **冨重　圭一（とみしげ　けいいち）** 研究者番号：50262051
研究課題情報	課題番号：23K20034 研究期間：2023年度～2029年度 キーワード：カーボンニュートラル、二酸化炭素、バイオマス、触媒、作動状態解析

この国際共同研究の重要性・面白さは何か（研究の目的と意義）

地球温暖化の最大の要因は、化石資源（石炭、石油、天然ガス）の使用に伴って発生する二酸化炭素であるため、カーボンニュートラル（以下CN)の実現には脱化石資源が不可欠である。脱化石資源のためのコンセプトを図１に示す。これまで液体燃料や化学品中の炭素のほとんどを石油に依存してきた。そのため、この炭素源を化石資源以外から供給することは電力以上に大きなイノベーションを必要とする。脱化石資源は、この炭素源を石油などの化石資源から、二酸化炭素やバイオマスへとシフトさせることを意味する。しかし、この原料転換は、変換方法の転換を意味している。すなわち、石油系の原料を用いた従来の化学品製造プロセスは、酸化や水和といった酸素原子を原料炭化水素に導入する方法で含酸素化学品を合成するため、酸化反応などが主として用いられてきた。しかし、バイオマスや二酸化炭素を原料として用いる場合には、酸素原子を多く含む化合物から酸素含有量を下げる還元反応が主として用いられることになる。これは、原料転換により、キーとなる化学反応が酸化反応から還元反応に、すなわち、完全に「逆方向」の反応になることを意味する。これは、従来型プロセスをそのまま用いることが非常に難しいことを示しており、燃料や化学品製造のCN実現に向けた大きなイノベーションが求められている本質であり、新しい触媒の開発がカギとなっている。そして、CN実現は世界共通のターゲットであり、2050年CN実現は、今の若手世代が担うことになる。そこで本国際先導研究を通じて、若手研究者を世界のトップレベル研究者のもとに派遣し、共同研究を展開することで触媒開発のエキスパートを育成することを目的とする。本研究では、二酸化炭素の還元的・非還元的変換、バイオマスの還元的・非還元的変換、という4つの変換のための固体触媒の開発を目的とする（図２）。

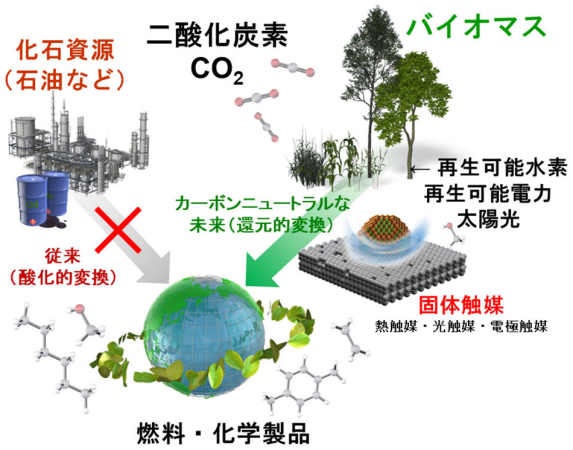

図1　二酸化炭素とバイオマスの触媒変換による脱化石資源化

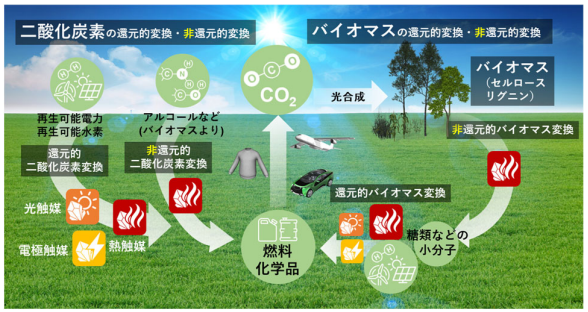

図２　二酸化炭素とバイオマスの還元的または非還元的触媒変換

誰がこの国際共同研究を行うのか（優れたグループによる国際共同研究体制）

二酸化炭素・バイオマス変換のための触媒開発において、極めて高い実績をもち、有望な触媒シーズや分析技術を持った国内の研究者が集結し、欧州、米国、アジアのトップレベル研究者のもとへ博士後期課程大学院生および博士研究員を派遣して、国際共同研究を実施し、CN実現に向けた高性能触媒の開発を加速させる（図３）。

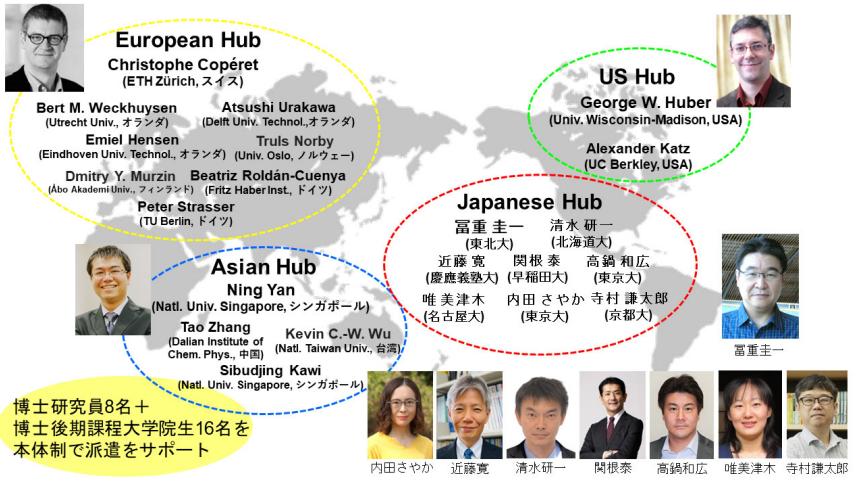

図3　カーボンニュートラルを志向した作動状態解析に基づく固体触媒設計のための国際共同研究体制

どのように将来を担う研究者を育成するのか（人材育成計画の内容）

カーボンニュートラル実現に向けて触媒開発が必要となり、それを担うエキスパートが求められる。重要な点として、触媒は反応進行（作動状態）中、加熱、光照射、電圧・電流、反応物質共存などにより、構造・状態が反応前と異なっていることが多い。そのため、作動状態での触媒構造解析を行い、それを踏まえた上で、さらなる高性能な触媒の開発を進める。具体的には、参画研究者がこれまで見出してきた触媒シーズについて最先端分光を駆使した作動状態の構造解析を行う（図４）。若手研究者(博士研究員8名＋博士後期課程大学院生16名）を派遣先し、海外研究者がそれぞれ独自に所有する解析アプローチを活用する経験を活かし、触媒開発のエキスパートへの若手研究者の成長が期待される。

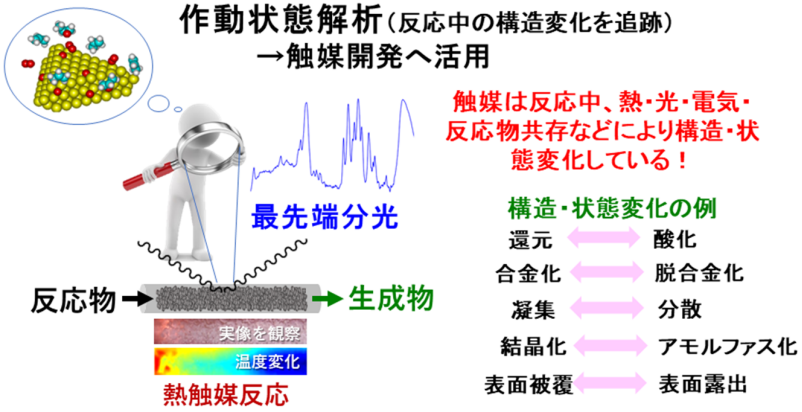

図4　触媒の作動状態解析のイメージ

ホームページ等	http://www.che.tohoku.ac.jp/~erec/