

水素の活性化を駆動力とする次世代触媒反応の開発

	研究代表者	東北大学・工学研究科・教授 富重 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：23H05404 キーワード：二酸化炭素、バイオマス、還元触媒、活性水素種	研究期間：2023年度～2027年度

なぜこの研究を行おうと思ったのか（研究の背景・目的）

●研究の全体像

カーボンリサイクルやカーボンニュートラルの実現に寄与する触媒反応として、二酸化炭素やバイオマス関連化合物の還元反応の重要性が急激に増している。リニューアブルな光や電気から水素を効率的に得ることは近い将来可能になると予想でき、水素社会の到来も視野に入れられている。本研究では、水素を還元剤とした二酸化炭素やバイオマス関連化合物からの燃料・化学品合成において、今までより、水素の圧力が低い条件や低温条件で、多様な目的生成物を効率良く与える触媒の開発を目指す。

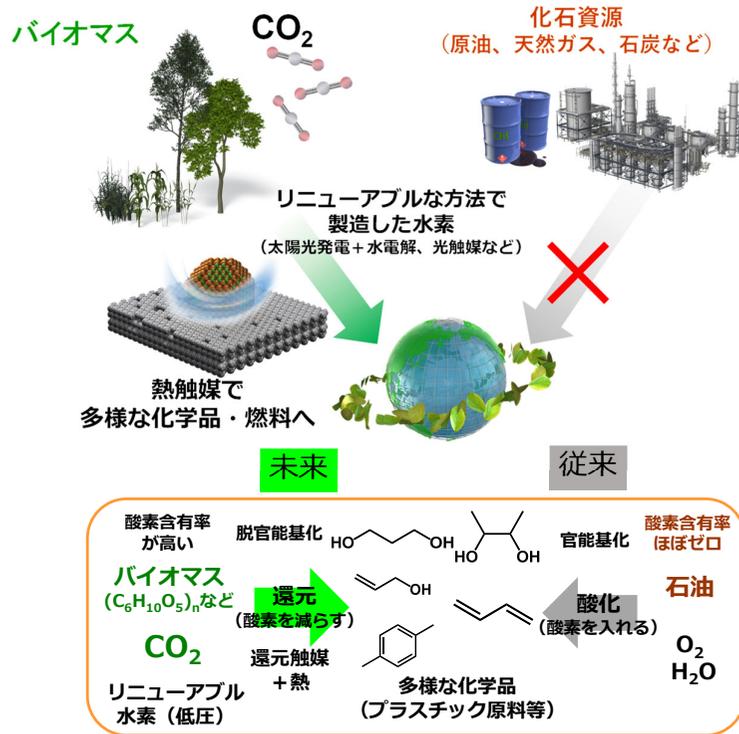
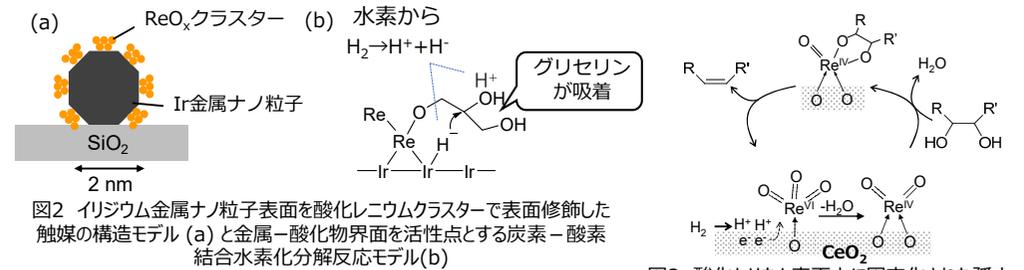


図1 カーボンニュートラル・カーボンリサイクル・脱化石資源をバイオマス・二酸化炭素の還元で実現するイメージ図

●バイオマスに関連する化合物の水素化脱酸素のための開発触媒を活用

研究代表者は、これまでバイオマスに関連する化合物であるグリセリンやエリスリトールから水素を還元剤として用いた酸素含有率を下げる水素化脱酸素反応に有効な触媒を開発してきた。具体的には、イリジウムなどの金属ナノ粒子の表面を酸化レニウムクラスターで表面修飾した触媒や、酸化セリウム表面上に固定化された孤立した酸化レニウム種を活性点とする触媒である。



●水素は安価で便利な還元剤

水素は、現在、化石資源（主として天然ガス）を水蒸気と反応させて製造しており、得られる水素は製造時から高い圧力を持っている。一方で、再生可能エネルギーから得られる水素は、相対的には極めて低い圧力しか持っていない。上記のような反応は高い水素圧で実施されているが、圧力を増加させるには多大なエネルギーが必要となる。ここでは、低圧水素でも反応を可能にする触媒の開発に挑む。

この研究によって何をどこまで明らかにしようとしているのか

●水素ファシリテーター材料の開発と機構解明

水素を還元剤とする反応では、水素分子を解離活性化して、触媒反応に有効な水素活性種を活性点へと供給することが必要となる。これまで高圧水素が必要とされた大きな理由は、水素分子を活性化できる機能が期待できる金属の表面が、反応物や溶媒の分子に覆われてしまい、活性化機能が阻害された状態になっているためである。これに対して本研究では、水素以外の分子の吸着が弱く、反応条件下で水素分子を活性化し、活性化された水素種を触媒活性点まで輸送することができる材料（ここでは、水素ファシリテーターと呼ぶ）を開発し、低圧水素でも効率よく反応を進行させることができる方法を開発する。同時に、水素分子の活性化の機構や表面上を移動する機構についても研究を行う。また、固体触媒、分子触媒、生体触媒など様々な触媒反応系について、水素ファシリテーターによる性能向上についての研究も展開する。

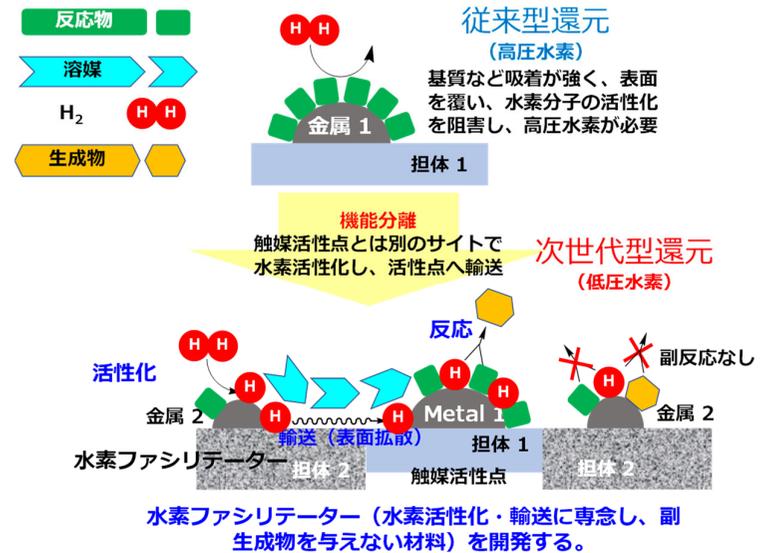


図4 従来型還元の問題点と水素ファシリテーターを用いた次世代型還元