貴金属、稀少金属を用いない C O ₂ 資源化光触媒を 開発

東京工業大学 理学院 化学系の石谷 治 教授、前田 和彦 准教授、栗木 亮 大学院生/日本学術振興会 特別研究員らは、フランス パリ第7大学のマーク・ロバート 教授らの研究グループと共同で、JST 戦略的創造研究推進事業 CRESTの国際強化支援のもと、有機半導体材料と鉄錯体から成る光触媒に可視光を照射すると、二酸化炭素(CO2)が有用な一酸化炭素(CO)へ選択的に還元されることを発見した。

これまで開発されてきた高効率 CO₂還元光触媒は、ルテニウムやレニウムといった貴金属や稀少金属を用いたものがほとんどだったが、今回開発した光触媒は、これらの金属を全く使わずに、ほぼ同等の光触媒性能を示すことがわかった。

本成果により、<u>卑金属</u>や有機半導体材料だけを用いた光触媒でも、 太陽光をエネルギー源として、地球温暖化の主因である C O 2 を有用な 炭素資源へと変換できることが明らかになった。 研究成果は2018年6月12日(日本時間)、米国化学会誌「Journal of the American Chemical Society」に速報として掲載された。

<研究成果>

石谷教授らは、炭素と窒素から構成される有機半導体カーボンナイトライドを鉄錯体と組み合わせて光触媒として用いることで、二酸化炭素(CO)へと高効率に還元できることを見いだした(図)。この光触媒反応は、太陽光の波長帯でも主成分である可視光を照射することで進行する。カーボンナイトライドが可視光を吸収し、還元剤から触媒である鉄錯体への電子の移動を駆動する。その電子を用いて鉄錯体はCO₂をCOへと還元する。性能の指標となるCO生成におけるターンオーバー数、外部量子収率、CO₂還元の選択率は、それぞれ155、4、2パーセント、99パーセントに達した。これらの値は、貴金属や稀少金属錯体を用いた場合とほぼ同程度であり、すでに報告されている卑金属や有機分子を用いた光触媒と比べて10倍以上高かった。

く背景>

近年、金属錯体や半導体を光触媒として用いてCO₂を還元資源化する技術の開発が世界中で行われている。"人工光合成"と呼ばれるこの技術が実用化されれば、地球温暖化の主因とされ、悪者扱いされているCO₂を、太陽光をエネルギー源にして有用な炭素資源へと変換できるようになる。

これまでに報告されている高い活性を示す光触媒には、ルテニウムやレニウム、タンタルなどの貴金属や稀少金属を含む錯体や無機半導体が用いられてきた。しかしながら、莫大なCO2量を考えると、地球上に多量に存在する元素だけで構成される新たな光触媒を構築する必要があった。

<研究の経緯>

石谷教授らは、JST(科学技術振興機構)の戦略的創造研究推進 事業 CREST「新機能創出を目指した分子技術の構築」における 支援を得て、この課題に挑戦すべく、パリ第7大学のマーク・ロバー ト 教授の研究グループと共同研究を行った。その結果、有機半導体 であるカーボンナイトライドを、鉄と有機物で構成される錯体とを融 合して光触媒として用いることで、可視光の照射かつ常温常圧という 条件でCO₂を高効率に資源化することに成功した。

本成果により、卑金属や有機半導体材料だけを用いた光触媒でも、 太陽光を有効に活用し、地球温暖化の主因であるCO₂を有用な炭素資源へと高効率に変換できることが明らかになった。

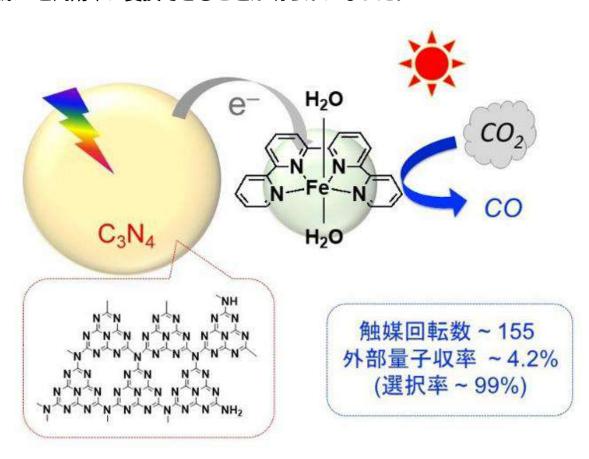


図 カーボンナイトライドと鉄錯体を組み合わせた光触媒による CO₂還元反応