

京都大学大学院 工学研究科 高等研究院 グリーン元素資源プロセッシング研究部門

研究部門代表：米田 稔（都市環境工学専攻）

本研究部門の目的と主要構成員

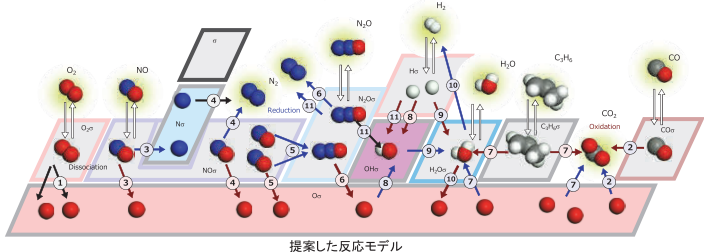
エネルギー・資源の制約の中で深刻化しつつある地球環境問題を解決し、人類社会の持続的な発展を実現する新たな基盤技術の創成が求められています。特に、貴重な元素資源を、地球環境を損ねることなく人類の発展に資する資源として活用する「グリーン元素資源プロセッシング」の創出と、その基盤となる学理の体系化、さらには教育・人材育成・アウトリーチ・国際協力の展開が、大学の社会的責務として強く求められています。このような要請に応えるべく、個別の研究分野における取組みに加えて、工学を横断する視点からの研究の推進が必須となっています。こうした喫緊の社会的課題の解決を目的として、工学研究科の3つの専攻と環境科学センター、先端医工学研究ユニットより、環境リスク工学、環境デザイン工学、水環境工学、環境プロセス工学、反応工学、環境安全工学、触媒有機化学、触媒機能化学等を専門とする研究者が参加して、「グリーン元素資源プロセッシング」の創成に取り組めます。特に、プロセスの「環境・エネルギーリスクの最小化」をキーワードとして、

1. 元素資源および変換プロセスのリスク評価 米田 稔 教授、河瀬 元明 教授、松井 康人 講師
 2. 元素資源高度利用のための分子変換法の創出 辻 康之 教授、近藤 輝幸 教授、阿部 竜 教授、木村 祐 准教授、藤原 哲晶 助教
 3. 環境元素資源の高度変換法の開発 高岡 昌輝 教授、中川 浩行 准教授、西村 文武 准教授、大下 和徹 准教授
 4. 元素資源変換プロセススキームの設計 前一 廣 教授、牧 泰輔 准教授
- に緊密な連携を取りながら取り組みます。さらに、
5. 大学院融合教育の推進・共同研究プロジェクト立ち上げ・推進、等を通じて、得られた成果を広く社会に発信し、還元していきます。

平成26年度の研究活動及び主な成果

1. 元素資源および変換プロセスのリスク評価

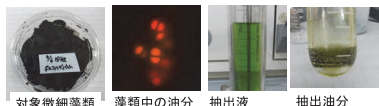
自動車排ガス処理は三元触媒で行われているが、その反応機構は依然不明である。未燃炭化水素(HC)とCO、H₂の酸化とNO_xの還元が進行する複雑な反応系である三元触媒上の自動車排ガス浄化反応について、サブセットの反応であるCO、H₂、HC(プロピレン)の燃焼とNO_x還元の実験と反応速度解析を行うことにより、軽便な反応モデルを構築した。今年度はとくに水蒸気に関与する反応について検討し、水性ガスシフト反応をモデルに組み込んだ。これらのサブセット反応の予測が可能になった。現在、改質反応の解析を進めている。



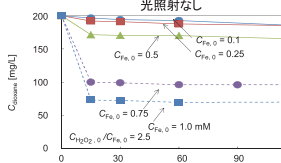
3. 環境元素資源の高度変換法の開発

液化ジメチルエーテルを用いた、微生物類からの油分抽出と、抽出残渣の利用に関する研究

- ・微生物類は油分を蓄積する性質を有し、第三世代のバイオ燃料として期待。
- ・現状は、微生物類の水分を蒸発、粉碎し、有機溶媒で抽出→省エネルギー性や安全性に優れた方法が望まれる。
- ・抽出残渣も積極的に有効利用されることが望ましい。
- ・液化DMEを用いた常温での省エネルギーな油分抽出を検討するとともに、残渣の有効利用についても検討。



光フェントン反応を利用した1,4-ジオキサン分解

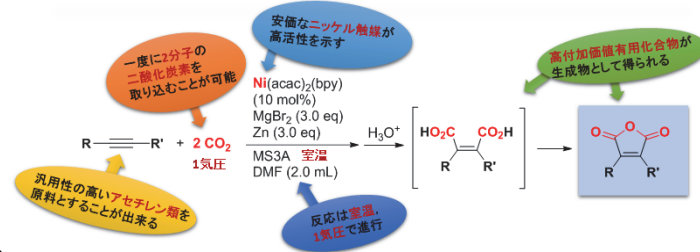


光を照射しない通常のFenton酸化においても、1,4-ジオキサンは分解するものの、15分以降では全く分解が進行せず(左図)、排水基準値(0.5 mg/L)まで濃度を下げるのは困難である。シュウ酸を添加し、365 nmのUV-Aを照射すると、迅速に分解が進行し、30分で0.1 mg/L以下まで濃度を下げることができた(右図)。これは、シュウ酸とFe³⁺の錯体におけるLigand-Metal Charge TransferによるFe³⁺の還元が促進されたためで、この機構を使用し、1,4-ジオキサンの濃度を大きく低減できることがわかった。

2. 元素資源高度利用のための分子変換法の創出

二酸化炭素(CO₂)は温室効果ガスの一種であるが、片やその安全性や豊富な存在量から次世代の有用な炭素源である。二酸化炭素を炭素資源として有効に活用することは元素資源高度利用の観点からも重要である。

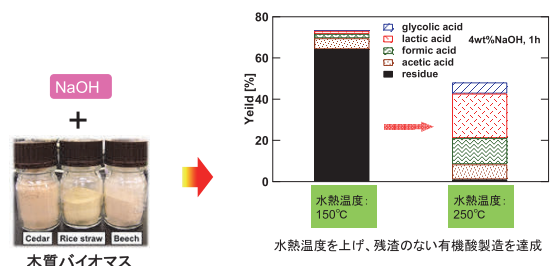
我々は最近、非貴金属で安価なニッケル触媒がアセチレン類に二酸化炭素を同時に2分子取り込むダブルカルボキシル化反応に極めて高活性を示すことを見出した。反応は常温常圧という非常に温和な反応条件下で容易に進行した。



4. 元素資源変換プロセススキームの設計

糖類、セルロース、木材などの木質バイオマス由来物質を原料とし、アルカリ処理による構造緩和を経た水熱処理を施すことで乳酸への選択的転換を試みた。4wt%のNaOH水溶液を用いた250℃、1時間の処理により、木材から収率20%程度の乳酸を中心として総有機酸収率50%に達するプロセススキームを提案した。

アルカリ条件下におけるバイオマスから有機酸への高効率転換



リグニン成分は黒液として回収