

大気中 CO₂ を利用可能な 統合化固定・反応系(quad-C system)の開発

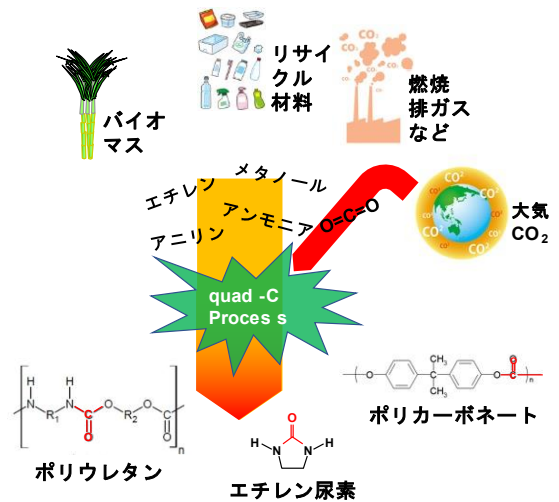
プロジェクトマネージャー (PM)：東北大学 福島 康裕
連絡先：fuku*tohoku.ac.jp
メールでご連絡の際は「*」記号は「@」に置き換えてください。

研究開発概要

身の回りの化学製品の多くには炭素が含まれています。カーボンニュートラルな未来において、これらの化学製品の生産はバイオマス利用、炭素固定利用、そして回収される使用後製品利用からなる、3つのカーボンリサイクル経路のみを炭素源とするように移行する必要があります。本事業で行う研究開発は、空気中からの炭素固定利用(Direct Air Capture, DAC)を対象に、上記3つの資源の特徴を活かし組み合わせて、省エネルギーな変換経路での化学製品への導入を実現する、CO₂利用プロセスを新たに開発します。

【戦略1：省エネルギー性の高い変換ターゲットの設定】 化学物質の中には、カルボニルという構造を持つものが数多くあります。ポリカーボネート、ウレタン、ウレアなど、身の回りに多く使われている樹脂や、リチウムイオン電池の素材、燃料や薬品などの原料が好例です。二酸化炭素をカルボニル源として用いる経路は、適切な触媒を用いれば炭素を還元することなく、化学構造の一部として活用でき、高い省エネルギー性を実現しうるのが特長です。

【戦略2：省エネルギーな変換プロセスの開発】 大気中に0.04%程度の濃度でしか存在しないCO₂を、経済的に合理的な生産速度で限られた空間の中で獲得しようと思えば、まず大量の空気を変換装置内へ吹き込む必要があります。ここを省エネルギーにするためには、導入した空気中から高い回収率でCO₂を固定することが肝要です。このために、宇宙における居住空間用に磨かれた膜分離技術に着目し、さらに性能を向上させ、応用します。また、CO₂を高濃度に取り出す際に、多量のエネルギーを必要としてしまうことが現状の回収技術のボトルネックです。空気からのCO₂の固定にはじめから反応原料や反応系構成材料を使ってしまえば、エネルギーをかけてCO₂を脱離する必要がなくなります。反応原料に吸収させる方法、反応を省エネルギーに進行させる触媒に吸着させる方法、反応を進めるための脱水材料にCO₂を吸着させる方法など様々な複機能物質(Dual Function Materials, DFM)を活用してCO₂を反応に供するプロセスを探究し、省エネルギー変換プロセスを実現します。



空気から補足したCO₂を
カルボニル基の材料として
化学物質中に導入すれば
炭素(C)を還元することなく
省エネルギー
→ カーボンニュートラルな
化学物質の製造へ

まず目標製品を尿素誘導体に設定し、CO₂を化学吸収したアミンをそのまま触媒(酸化セリウム)へ接触させる方法を基本形とする「統合化固定・反応系, Combined Carbon Capture and Conversion, quad-C」を実現するシステムを開発します。ここで得たDFMとCO₂の吸着、吸収と反応に関する一体的な知見やシミュレーション技術、評価技術を基盤として、さらに多くのカルボニル化合物への展開をめざします。

2030年までのKPI

- 2022年度：既存のDACパイロットプラントによるCO₂固定を用いる場合と比較して、60%程度のエネルギー消費での大気中CO₂利用を実現する可能性を実験データに基づくシミュレーションで示す。
- 2024年度：既存のDACパイロットプラントによって固定された高濃度CO₂を用いた尿素誘導体製造プロセスと比べて、2倍のCO₂排出量削減効果が得られることを、シミュレーションと実験データにより示す。
- 2029年度：上記のKPIの達成可能性をパイロット試験で実証する。

委託先

東北大学, 公立大学法人大阪(大阪市立大学), (株)ルネッサンス・エナジー・リサーチ

