

日本—欧州 国際共同研究「超空間制御による機能材料」 2020 年度 年次報告書	
研究課題名（和文）	複合／ミックスマトリックス多孔質膜プロセスによる新機能の発現 (X-MEM)
研究課題名（英文）	Outperforming functionality: composite/mixed matrix porous materials in membrane-based processes (X-MEM)
日本側研究代表者氏名	熊切 泉
所属・役職	山口大学 創成科学研究科・教授
研究期間	2019 年 4 月 1 日 ～ 2022 年 9 月 30 日

1. 日本側の研究実施体制

氏名	所属機関・部局・役職	役割
熊切 泉	山口大学・創成科学研究科・教授	日本側研究の統括・多孔質材料合成
隅本 倫徳	山口大学・創成科学研究科・准教授	計算科学による開発支援

2. 日本側研究チームの研究目標及び計画概要

カンタブリア大学(UC)、ポーランド科学アカデミー(JHI)と共同して、多孔質複合触媒を開発する。

計算科学では、多孔質膜に触媒を担持したモデル構造から機能性や反応性をシミュレーションすることで、ナノ空間が与える影響を明らかにする。複合触媒を膜化すれば、触媒の固定に加え、膜を介した物質供給による反応場の制御が可能となる。一方、粉体試料の合成条件では、膜に欠陥が形成する可能性があるため、触媒膜合成に適した条件を確立する。

3. 日本側研究チームの実施概要

Pt クラスタモデルと、ゼオライト(FAU 型)に Pt クラスタを複合化したモデルを作成し、ギ酸を例として分解反応のシミュレーションを行った。FAU と複合化した Pt 表面の電荷が Pt クラスタとは異なることを明らかにした。また、ギ酸の分解過程が複合化により変化することが示唆された。

複合触媒膜の合成は、複合材料（粉末）を合成し膜化する方法と、まず多孔質な膜を合成し、次に触媒を複合化する方法が考えられる。日本側は後者の手法での触媒膜開発を行っている。

本年度は、Pt, Ag, TiO₂-FAU 膜に加えて、Ag-TiO₂ 膜の合成を試みた。触媒膜性能は、膜の微細や触媒の担持量、担持状態に大きく依存する。そこで、微細構造（メソ孔量）の異なる FAU 型ゼオライト膜を合成し、それらへの触媒の担持を試みた。ゼオライト膜は、種結晶を用いる 2 次成長法により合成した。次に、イオン交換法により Pt, Ag, TiO₂ を複合化した。誘導結合プラズマ（ICP）分析による膜の浸漬前後での Pt などの濃度変化から、膜への触媒の担持量を推算した。いずれの場合も、浸漬前後で Pt などの濃度が減少し、Na⁺濃度が増加し、イオン交換が起きていることが示唆された。前駆体を担持した後、300～500℃で焼成し Pt, Ag, TiO₂-FAU 触媒膜を得た。同様の条件で粉末でも複合化を行った。粉末試料では、TEM-EDS 分析から焼成過程での Ti や Pt の凝集が示唆された。得た触媒複合膜は、X 線回折（XRD）分析や、水に溶存しているギ酸やメチレンブルーの分解性能により評価した。分解能がある膜が得られたが、膜構造による比較は今後の課題である。Ag-TiO₂ 膜は、TiO₂ 膜へ銀を光還元することで得た。Ag 前駆体水溶液濃度を変化させて膜を合成した。水溶液濃度が濃いほど、担持量が増加したが、触媒能には最大値が存在した。