

日本—欧州 国際共同研究「超空間制御による機能材料」 2021 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	日本側の WP の取りまとめ ナノ多孔質材料の薄膜化技術の開発を行う。膜コンタクター試験やスケールアップを検討する。
隅本 倫徳	山口大学・創成科学研究科・准教授	成果の取り扱い・公表

2. 日本側研究チームの研究目標及び計画概要

WP1 のカンタブリア大学(UC)、ポーランド科学アカデミー(JHI)の複合触媒粉末合成の知見も参考にして、多孔質な複合触媒膜を開発する (WP3)。触媒のホストとなる無機多孔質膜の微細構造が触媒膜性能に与える影響を明らかにする。触媒の担持条件が膜構造を損なう場合は、JHI の手法で複合材料をまず合成し、ミックスマトリックス膜を検討する。触媒膜性能は、気液固接触型の膜コンタクター試験により、溶存有機物の酸化分解性能で評価する (WP4)。触媒膜を UC に提供し、異なる構成の膜反応器での性能を比較する。

3. 日本側研究チームの実施概要

昨年度に複合材料として選定した Pt-ゼオライトや Ag-TiO₂ の膜化手法の検討と、合成した触媒膜性能を水中の有機物分解能による評価を行った。

複合触媒膜の合成には、複合材料粉末をまず合成し、その後ポリマー中に分散し成型して膜化する方法と、多孔質な無機膜を合成してから修飾して複合膜とする方法がある。日本側は後者の方針で、Pt-FAU ゼオライト膜や、Ag-TiO₂ 膜を合成する手法を検討した。

水熱合成でムライト多孔質管（ニッカトー社製）に Na-FAU ゼオライト膜を合成した後、Pt(NH₃)₄Cl₂ 水溶液に浸漬すると、Na と Pt がイオン交換する。この方法で、数μm の FAU ゼオライト膜の厚さ方向にほぼ均質に Pt が分散担持した。イオン交換だけでは、水中に溶存したギ酸の分解能はなかったが、イオン交換後に膜を窒素中で焼成したところ、ギ酸分解能を持つ Pt-FAU ゼオライト膜が得られた。計算化学から、Pt クラスタ（6 原子）を含む FAU ゼオライトが特定の波長の光を吸収することが示唆された。Pt-FAU ゼオライト膜にブラックライトを照射するとギ酸分解能が向上した。Pt-セラミック膜では光照射による性能変化は見られないので、Pt と FAU ゼオライトの複合化の効果を示唆している。

TiO₂ 膜に光還元で Ag を担持し、Ag-TiO₂ 膜を得た。触媒膜試験用に、TiO₂ 膜と AgTiO₂ 膜をカンタブリア大学（スペイン）に提供した。海水中の有機化合物分解を想定し、NaCl や MgSO₄ 水溶液中での膜の安定性を検討したところ、塩により Ag の溶解が促進すること、特に Cl⁻ により溶解が進むことが分かった。