

日本—中国 国際共同研究「環境・エネルギー分野」 2020 年度 年次報告書	
研究課題名（和文）	二次元ナノシートを基材に用いた環境触媒の開発
研究課題名（英文）	Development of environmental catalysis using two-dimensional nanosheet
日本側研究代表者氏名	伊田 進太郎
所属・役職	熊本大学大学院先端科学研究部・教授
研究期間	2019 年 4 月 1 日 ~ 2022 年 3 月 31 日

1. 日本側の研究実施体制

氏名	所属機関・部局・役職	役割
伊田進太郎	熊本大学・大学院先端科学研究部・教授	ナノシート触媒の合成・評価 ・研究進捗の管理
石原達己	九州大学・大学院工学研究院・教授	触媒構造の評価

2. 日本側研究チームの研究目標及び計画概要

中国は急速な発展を遂げているが、産業活動で排出される有害物質の無害化技術の開発はそのスピードよりも遅く、労働環境問題が顕在化しつつある。特に、塗装、印刷工場等から放出される揮発性有機物質は濃度が低く体積が大きいため、既存の凝縮回収・触媒燃焼術では安価かつ低温で高速に処理できない課題がある。その解決には、触媒性能の向上と貴金属フリー化が求められており、これを実現できる新しい多孔性触媒の開発が必要とされている。

本研究はナノシートを基材に用いて低濃度揮発性有機物質を低温で高速回収・無害化するCO₂排出を抑えた触媒技術を開発する。日本側は実験と計算を融合して反応機構の解析や理想的な触媒構造の設計・提案を行う。中国側は理想構造を満たすような貴金属フリー触媒や多孔質構造触媒の開発を行う。本研究で日本と中国が交流を通じて相互的に取り組むことで、

低濃度の VOC の無害化が低温かつ高速に実現できるシステムの開発だけでなく、両国の触媒産業の発展と触媒科学の学問としてのさらなる発展も期待される。

昨年度までに CoMnO 系触媒のナノシート化とその触媒を用いて VOCs 分解特性の初期評価を実施し、白金フリーの CoMnO 系触媒のナノシート触媒の開発に成功した。しかしながら、コバルトマンガン系酸化物ナノシートの合成には成功したが、ナノシートを VOC 触媒として利用するとき、ナノシートを乾燥させる必要があり、その際に比表面積が大きく低下するという課題がある。

そこで、今年度は、初年度に合成したナノシートから高比表面積のナノシート粉末を得る手法を開発し、VOCs 分解触媒として評価を実施する。また、貴金属フリーのナノシート VOC 分解触媒の提案を目指して、開発したナノシート粉末触媒に遷移金属酸化物ナノ粒子や、ナノシート自身に酸素吸蔵能を持たせることで、動作温度のさらなる低温化を目指す。その他、中国側の研究者と協力して、熱分解触媒と光触媒を複合化した VOCs 分解触媒の開発を実施する予定である。

3. 日本側研究チームの実施概要

これまでの研究で CoMnO 系の触媒がトルエンの分解に比較的高い活性を持つことが分かっているため、本年度は、コバルトマンガン系酸化物ナノシートを基軸として、高い比表面積をもつ酸化マンガン含有ナノシート分解触媒の開発に取り組んだ。初年度にコバルトマンガン系酸化物ナノシートの合成には成功したが、ナノシート同士の強い凝集が起り、単純に乾燥するだけではその BET 比表面積は低くなってしまいう課題があった。そこで、本年度は、乾燥法に凍結乾燥や乾燥時の溶媒を最適化させることで、凝集を従来よりも抑えることに成功した。貴金属フリーのナノシート VOC 分解触媒の構造として酸化・還元しやすい遷移金属イオンと酸化マンガンナノシートのハイブリッド体を作製し、トルエン分解特性を評価した。

ハイブリッド体の作製には、酸化マンガンナノシートと遷移金属イオンの静電的相互作用を利用した手法を用いた。この手法を用いると、酸化マンガンナノシートの層間に様々な遷移金属イオンを取り込んだ層状ハイブリッド体を合成できることが可能であるため、酸化マンガンの優れた酸化・還元機能と層間遷移金属イオンの酸化・還元機能を原子レベルで融合できる。実際、ある種遷移金属イオンとハイブリッドさせた酸化マンガン層状ハイブリッド触媒は、貴金属が担持された Pt-担持 CeO-ZrO 触媒と同程度のトルエン分解活性を示すことが明らかとなった。また、熱分解触媒と光触媒を複合化した VOCs 分解触媒の開発の取り組みとして、タンタルを含む新しい可視光応答性ナノシート光触媒を開発した。