

日本—中国 国際共同研究「環境・エネルギー分野」 2019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はなく、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。

本年度、日本側はVOCs分解ナノシート触媒の開発は、酸化コバルトマンガン系酸化物ナノシートを基軸として開発を行う予定である。具体的には、MnO_xナノシート、Co-doped MnO₂ナノシート、CoMn_xOシートの合成等の合成を行い、合成したナノシート触媒を用いてVOCs分解特性の初期評価完了を目指す。また、本開発では日中で協力してVOC熱分解触媒と光触媒ナノシートを組み合わせた触媒システムの開発を目指しており、本年度、日本側は上記目的に耐える光触媒ナノシートの開発を目指す。

3. 日本側研究チームの実施概要

本年度は計画に従い、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、白金が担持された0.27wt%Pt/CeO-ZrOと同程度の温度でVOCsの一種であるトルエンを分解できる白金フリーのCoMnO系触媒のナノシート触媒の開発に成功した。また、VOCs熱分解触媒と光触媒ナノシートを組み合わせた複合VOCs分解システムの開発にも着手しその課題抽出を行った。

具体的にはCoMnO系触媒のナノシートは次のように合成した。層状構造を持つK₂Mn₃AO₈(A = Co, Al)層状体を固相法で合成した後、0.5 Mの塩酸等で処理することで層間のカリウムイオンをプロトンと交換した。得られた酸交換体(H₂Mn₃AO₈)をテトラブチルアンモニウムヒドロキシド水溶液またはテトラアンモニウムヒドロキシド水溶液中で処理することで層剥離を行い、目的のCoMnO系触媒のナノシートを得た。原子間力顕微鏡で合成したナノシートを観察したところ、厚さ1 nm程度の2次元シートが確認でき、上記手法でCoMnO系触媒のナノシートが得られることを確認し、材料合成に関する本年度の目標を達成した。VOCs分解特性に関しては、触媒量0.1 g、空気流量20 ml/min、空間速度12000 ml/(g・h)でトルエンを流し、温度120℃~400℃で活性評価を行った。その結果、H₂Mn₃CoAlO₈は250℃以下で、Ptを担持したセリアジルコニアと同等程度の活性を示すことが明らかとなり、本年度の目標であったCoMnO系ナノシートがVOCs分解触媒として機能することを確認した。