

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）	吸着-触媒材料-低温プラズマ複合化による VOC 処理技術の開発
研究課題名（英文）	Research on adsorption-catalysis-nonthermal plasma for VOCs removal at low temperature
日本側研究代表者氏名	永長 久寛
所属・役職	九州大学大学院総合理工学研究院・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
永長 久寛	九州大学・大学院総合理工学研究院・教授	研究代表者

2. 日本側研究チームの研究目標及び計画概要

本研究では、日本、中国両国で社会問題となっている大気汚染問題の解決に資する方法として、多様な揮発性有機化合物（VOCs）を高効率で処理する低コストの省エネルギー型低温プラズマ-吸着-酸化触媒材料複合システムを開発する。

日本側研究者はオゾン酸化触媒を基軸とした VOC 分解処理技術を開発しており、本研究でさらに高度化する。吸着特性および酸化触媒特性に優れた各種多孔体材料（金属-有機複合体、金属担持ゼオライト）をコンポジット化する。また、吸着剤、オゾン酸化触媒との複合化のための低温プラズマリアクタを開発し、その特性を最適化する。これらの技術を融合して吸着-放電-オゾン酸化プロセスを構築する。また、芳香族炭化水素、ジクロロメタンの分解反応を行い、投入電力やプラズマ作動条件を変えた際の各種 VOC 分解効率、生成物分布、窒素酸化物などの生成抑制効果について検討する。これらの結果を低温プラズマリアクタの設計指針にフィードバックし、高い VOC 除去・完全無害化特性を示すリアクタシステムを開発する。

本研究の遂行により高いエネルギー効率で VOC を分解・無害化処理するための低温プラ

ズマリアクタ、多孔体・触媒材料の設計指針が確立され、様々な VOC の分解挙動や除去効率など、実用フェーズに移行するための基礎的知見が得られる。

3. 日本側研究チームの実施概要

東アジアにおける大気汚染は依然として深刻な状況であり、特に、北京や上海など中国大都市部での空気質の低下による疾病の発現は重要な社会問題となっている。一方、わが国でも九州地方における光化学オキシダントの発生原因は中国由来の大気汚染物質の飛来によるとの指摘がなされている。中国における大気汚染の要因としては工場からの揮発性有機化合物（VOCs）の排出と大気中での化学反応による粒子生成などが挙げられており、両国民の健康維持のためにはこれら汚染物質の大気中への排出を抑制することが不可欠である。特に、中国の大都市圏では VOC 排出費用が徴収されるなど、企業活動にも影響が及んでいる。エネルギー消費量低減による CO₂ 排出量削減と地球環境の保全を両立させる VOC 排出抑制技術の開発は両国から非常に強い要請のある喫緊の課題である。

低温プラズマは大気圧中の高電圧印加・放電により簡便に発生し、高い反応性を示す電子、オゾンなどの活性酸素種が生成するため、室温付近で様々な有害汚染物質を分解することが可能である。また、低温プラズマと触媒材料との複合化による汚染物質除去技術が実用化されている。しかし、触媒材料が劣化しやすいこと、有害な副生成物が発生しやすいこと、工業プロセスで発生する多種の VOC を低コストで完全に処理するには、さらなるエネルギー効率の向上が必要である。

本研究では、低温プラズマリアクタの VOC 分解処理効率の向上を目指し、吸着-オゾン触媒酸化-プラズマを複合した次世代型システムを構築する。本年度は、前年度で開発したオゾン酸化触媒および酸化特性を有する機能材料や炭素材料を用い、VOC 除去用の高機能型材料を開発した。さらに、吸着材-オゾン酸化触媒-低温プラズマ複合リアクタの開発、高度化により VOC 分解効率の向上を目指した。放電リアクタの形状（電極の構造、電極の配置と電極間距離など）および放電リアクタ内でのオゾン酸化触媒、吸着材（金属有機構造体、ゼオライト）の配置を変えて VOC 分解効率が向上した。