

補助事業番号 2020M-151

補助事業名 2020年度 産業環境保全のための次世代型空気質制御技術の開発 補助事業

補助事業者名 九州大学 大学院総合理工学研究院 永長久寛

## 1 研究の概要

低温、低濃度で排出されるVOCを高効率で分解除去し、工場内での作業者のVOC曝露の危険性を低減するため、マイクロ波加熱によるVOCの触媒分解プロセスを開発する。

## 2 研究の目的と背景

産業界で排出される揮発性有機化合物(VOC)は年間654,257トンに及び、その処理には現在多大なコストがかかっている。また、VOCを原因とした労働者の疾病が社会問題となっており、労働者の健康を維持するためには、生産現場でのVOC濃度の低減が必須である。

マイクロ波加熱による触媒酸化プロセスを基盤とした低コストのVOC処理技術を開発する。従来技術では高コストであり対処困難であった排ガスを高効率で処理する省エネルギー技術を開発する。工場、事業所からのVOC排出量を低減しつつ、作業者のVOCによる健康被害を抑制するための基盤技術を確立する。

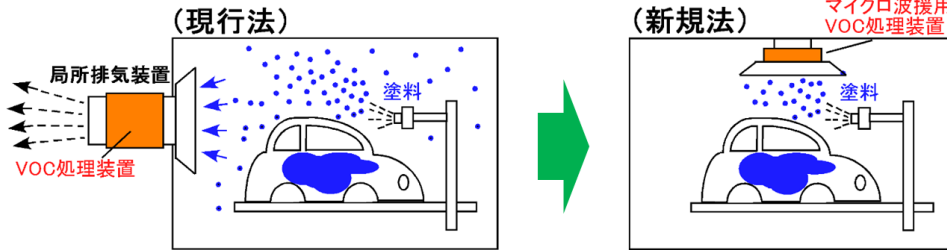
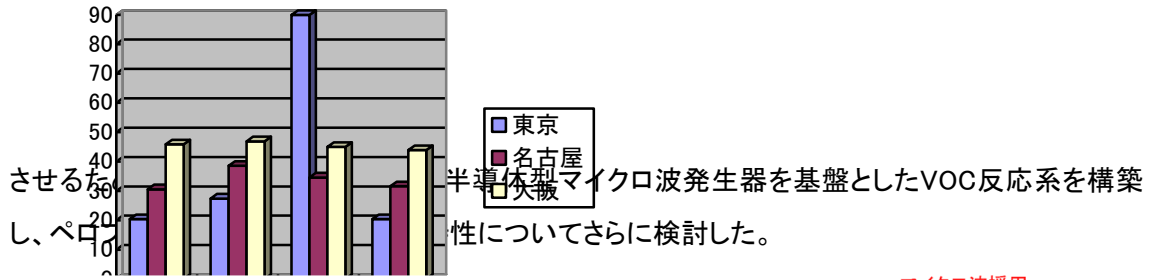
本研究では、マイクロ波加熱による触媒酸化法の特長を生かし、従来よりも低コスト、高効率の低濃度VOC処理法を開発する。各種の工場・事業所から排出されるVOCは多種でその濃度は低く、かつ濃度変動する。これらのVOCの処理にはVOCの吸着・濃縮と触媒酸化法を組み合わせた『マイクロ波援用VOC触媒酸化法』が有効である。要素技術として、マイクロ波加熱下において高い触媒酸化特性を示す触媒材料の開発を行うとともに、炭素材料のマイクロ波照射による昇温・降溫特性、VOCの吸着・脱着特性について検討し、VOC分解処理法の基盤技術を確立する。

## 3 研究内容

### (1) マイクロ波加熱による高効率VOC分解反応の開発(URL)

本研究では、マイクロ波援用触媒酸化法をベースとした低濃度VOC処理技術の開発を行った。マイクロ波援用触媒酸化技術では、触媒の酸化特性に加え、マイクロ波照射下での昇温特性が重要であり、これらを支配する物性は導電性、誘電性、磁性である。Mnを主要な構成元素とした複合金属酸化物(ペロブスカイト型、スピネル型酸化物)は組成を緻密に変えることでこれらの物性を容易に制御できる。例えば、 $ABO_3$ 型ペロブスカイト型酸化物のA、Bサイト元素の一部を他種金属で置換することにより金属種の酸化数変化、酸素欠陥サイトの生成による触媒特性が向上する。また、ペロブスカイト型酸化物のマイクロ波加熱特性を支配する誘電特性は同様に触媒組成に依存する。これらの特色を生かし、高い昇温特性を有する触媒材料を調製した。

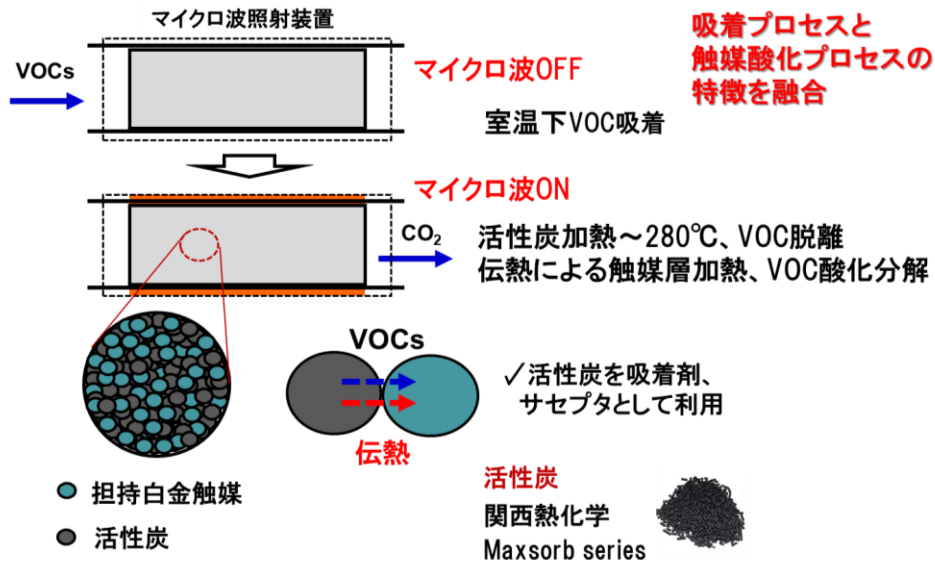
また、導電加熱が容易な炭素材料を吸着剤として用い、VOC酸化触媒と複合化した。マイクロ波ON-OFFのシーケンス制御により、VOCの吸着と急速昇温・脱離、酸化分解を高効率で進行



- ・ 汚染された空気を外部に排気して処理
  - ・ 作業者の汚染物質被曝は不可避
- 作業環境を保全しつつ汚染物質の大気への排出を抑制

- ✓ 工場内に高効率リアクタを配置し、作業環境の保全と大気汚染の防止を両立
- ✓ マイクロ波を利用することにより、低温、低濃度のVOCを速やかに分解除去

### 本研究で開発する VOC 浄化システム



### マイクロ波を利用した吸脱着・酸化分解プロセス

#### 4 本研究が実社会にどう活かされるか—展望

本事業の成果は、低濃度のVOCを高効率で分解処理するためのシステムを構築する上で重要な知見であり、中小規模事業所向けの排ガス浄化システムの開発の進展につながる。さらに、触媒材料と吸着剤の複合化がマイクロ波照射下において低濃度基質の化学変換に有効となれば、将来は環境技術のみならずエネルギー変換技術にも活用することが可能となる。

## 5 教歴・研究歴の流れにおける今回研究の位置づけ

申請者は空気浄化技術として触媒酸化プロセスの開発研究に20年以上従事し、貴金属触媒、金属酸化物触媒のVOC酸化分解特性について広く検討を行ってきた。ペロブスカイト型酸化物の組成を変えることでマイクロ波昇温特性に寄与する物性（誘電性、磁性、導電性）および触媒酸化特性を制御することができる。これまでに種々の金属酸化物のマイクロ波加熱特性について鋭意検討した結果、ペロブスカイト型酸化物では急速昇温特性かつ安定な触媒層温度が得られることを見出した (H. Einaga et al., *Chem. Eng. J.*, 283, 97, 2016)。本研究は、この成果より着想したものである。

## 6 本研究にかかわる知財・発表論文等

・Xin Liu, Siyu Ding, Saki Shigenobu, Hajime Hojo, Hisahiro Einaga, “Catalyst design of Pt/TiO<sub>2</sub> microsphere for benzene oxidation under microwave irradiation”, *Catal. Today*, in press.  
DOI:10.1016/j.cattod.2020.05.021

## 7 補助事業に係る成果物

### (1)補助事業により作成したもの

2020年度事業報告書

(URL <https://einaga-lab.weebly.com/uploads/1/2/5/2/125234082/jka報告書.pdf>)

### (2)(1)以外で当事業において作成したもの

(URL <https://einaga-lab.weebly.com/298722265925216348991239821462124263206812415.html>)

## 8 事業内容についての問い合わせ先

所属機関名：九州大学（キュウシュウダイガク）

住 所： 〒816-8580

福岡県春日市春日公園6-1

担 当 者： 教授 永長久寛（エイナガ ヒサヒロ）

担 当 部 署： 大学院総合理工学研究院

E - m a i l: [einaga.hisahiro.399@m.kyushu-u.ac.jp](mailto:einaga.hisahiro.399@m.kyushu-u.ac.jp)

U R L: <https://einaga-lab.weebly.com/>