

論文 / 著書情報
Article / Book Information

題目(和文)	
Title(English)	PHOTOCATALYTIC MEMBRANE INTEGRATING Zr-BASED METAL ORGANIC FRAMEWORK AND GRAPHENE OXIDE FOR WATER TREATMENT
著者(和文)	HEURina
Author(English)	Rina Heu
出典(和文)	学位:博士(工学), 学位授与機関:東京工業大学, 報告番号:甲第11627号, 授与年月日:2020年9月25日, 学位の種別:課程博士, 審査員:吉村 千洋,藤井 学,鼎 信次郎,中村 隆志,ANDREWS EDEN MARIQU,山村 寛
Citation(English)	Degree:Doctor (Engineering), Conferring organization: Tokyo Institute of Technology, Report number:甲第11627号, Conferred date:2020/9/25, Degree Type:Course doctor, Examiner:,,,,,
学位種別(和文)	博士論文
Category(English)	Doctoral Thesis
種別(和文)	審査の要旨
Type(English)	Exam Summary

論文審査の要旨及び審査員

報告番号	甲第	号	学位申請者氏名		HEU Rina	
論文審査 審査員		氏名	職名		氏名	職名
	主査	吉村千洋	准教授	審査員	Eden G. Mariquit	特任講師
	審査員	藤井 学	准教授		山村 寛	准教授 (中央大学)
		鼎 信次郎	教授			
		中村 隆志	准教授			

論文審査の要旨 (2000 字程度)

本論文は「Photocatalytic membrane integrating Zr-based metal organic framework and graphene oxide for water treatment (水処理のためのジルコニウムを含む金属有機構造体と酸化グラフェンを統合した光触媒膜)」と題し、英文により6章で構成されている。1980年前後に膜ろ過が開発され、水処理分野において現在までにその普及が世界的に広がっている。しかし、そのろ過効率や維持管理の点で依然として技術的改良が求められている。膜ろ過の中でも孔径の小さなナノろ過膜(孔径2nm程度以下)は、微量有機汚染物質が除去できる反面、高いろ過圧力やファウリングのためにそのコストは高いのが現状である。そこで、本研究は酸化グラフェンとジルコニウムを含む金属有機構造体の複合材料を組み合わせて、ろ過効率の高く光触媒活性を示すナノろ過膜を開発することを目的としている。本論文は以下のように構成されている。

1章「Introduction(序論)」では、水処理に関する社会的課題および膜ろ過技術の普及状況や課題をまとめた上で、本論文の目的、意義、構成を述べている。

2章「A Review on Recent Development of Photocatalytic Membrane for Water Treatment Application(水処理のための光触媒膜の最近の開発状況に関するレビュー)」では、微量有機汚染物質による環境影響、各種規制、除去方法を概説した上で、近年の膜ろ過技術の開発状況や金属有機構造体の特性を整理しており、技術的限界や今後の展望をまとめている。

3章「Materials and Characterization(材料と特性評価)」では、本研究で用いた酸化グラフェン、金属有機構造体(UiO-66)、ナノろ過膜の作成方法を説明した上で、各種複合材料の物理化学的特性を記述している。材料特性について、官能基、比表面積、多孔度、吸光特性、親水性、表面形状、孔径分布、物理的安定度などの定量結果を記述している。そして、UiO-66に対する酸化グラフェンの重量比が0%~5%の範囲でその物性を整理しており、また複合膜の安定性の観点で複合材料(UiO66_GO)のナノろ過膜に対する適切な重量比が5%~15%であることを示している。

4章「Photocatalytic Activity of Zr-based Metal Organic Framework Enhanced by Graphene Oxide(酸化グラフェンによって強化されたジルコニウムを含む金属有機構造体との光触媒活性)」では、3章で作成した酸化グラフェンとUiO-66_GOの複合材料に関して光触媒としての特性を実験的に調べている。下水処理水中に見られる代表的な医薬品としてカルバマゼピンを除去対象とした実験の結果、光触媒分解の反応速度定数は最大 0.014 min^{-1} (酸化グラフェンの重量比0.5%の場合)となり、UiO-66単体での反応速度定数と比較すると1.7倍であった。酸化グラフェンによる反応速度の増加は、表面積と多孔性の増加、光吸収特性の向上、バンドギャップの狭小化によることと推測しており、この複合材料の安定性についても検証している。

5章「UiO66_GO NF Membrane and Its Filtration Performance(UiO66_GOを組み合わせたナノろ過膜とそのろ過性能)」では、3章と4章で記述した複合材料とナノろ過膜を異なる重量比で組み合わせ、それらのろ過性能を調べている。ろ過実験の結果、複合材料はナノろ過膜のろ過流束を最大で87%増加させ、また、不可逆的なファウリング比を20.7%から2.4%に減少させた。膜洗浄を伴う繰り返ろ過実験の結果では、複合材料の重量比10%以下で比較的高い物理的安定性が示されている。そして、ろ過流束、ファウリング特性、物理的安定性を総合評価した結果として、複合材料の重量比10%が最適重量比であることと結論づけている。

6章「Conclusions and Recommendations(結論および提言)」では、本研究の総括として、上記の開発したナノろ過膜のろ過特性および有機金属構造体や酸化グラフェンの役割を整理している。そして、今後、実際の処理プロセスへ適用するための主な技術的課題についても示している。

以上を要するに、本研究は酸化グラフェンと金属有機構造体を組み合わせた複合材料が、ナノろ過膜による水処理特性を流束と抗ファウリング特性の点で大きく向上させることを実証しており、今後、水処理技術に貢献することが期待される。よって、本論文は博士論文(工学)として学術的・工学的に十分に価値があるものと認められる。