



2022年度助成 研究終了報告書

研究テーマ	分子認識機能を有する Ti_3C_2 MXene- TiO_2 複合材料の開発およびバイオセンサへの応用
研究の結果	<p>本研究では、有毒なフッ化水素酸を使用せずに Ti_3C_2 MXene-TiO_2 複合材料を合成し、光ファイバーセンサへの応用に成功した。この複合材料は、屈折率や低分子化合物に対する検知感度向上に貢献し、新しいバイオセンシング技術の発展に寄与した。Ti_3C_2 MXene は、金属カーバイドや炭化物などの層状原料から剥離された二次元のナノシート構造を持つ材料であり、高い表面積、化学的安定性、表面改質可能性、生体適合性などの特性を有している。これらの特性は、触媒、バイオ医学、センサなどのさまざまな応用に適している。本研究では、従来の合成方法で使用されているフッ化水素酸を使用せずに、Ti_3C_2 MXene-TiO_2 複合体を合成した。Ti_3C_2 MXene の高屈折率な特性を生かして、光学デバイスである光ファイバーとの組み合わせにより、肝疾患バイオマーカーであるアンモニアと屈折率を高感度に検知することを実証した。</p> <p>本研究では、以下の3つの主要な成果を達成した。</p> <ol style="list-style-type: none"> Ti_3C_2 MXene-TiO_2 複合材料の合成: 新たに開発した合成方法により、Ti_3AlCl_2 を $(NH_4)_2TiF_6$ エッチング剤で処理し、Ti_3C_2 MXene が NH_4TiOF_3 結晶に取り囲むハイブリッド構造を生成した(研究論文 3、学会発表 2 にて発表した)。その後、Ti_3C_2 MXene-NH_4TiOF_3 をほう酸による加水分解により、Ti_3C_2 MXene-TiO_2 複合材料を合成した。 Ti_3C_2 MXene-TiO_2 複合材料の光触媒の副次応用: Ti_3C_2 MXene-TiO_2 複合材料は、Ti_3C_2 MXene と TiO_2 のヘテロ接合効果による光触媒の電子と細孔の再結合を抑制する優れた光触媒の特性を示した。特に、環境汚染有機物のモデル物質である有機色素化合物に対する光分解効率が市販のアナターゼ型 TiO_2 よりも高いことが示された(研究論文 1、学会発表 1 にて発表した)。 Ti_3C_2 MXene-TiO_2 複合材料修飾した超高感度光ファイバーセンサの開発: Ti_3C_2 MXene-TiO_2 複合材料で修飾した光ファイバーセンサは、屈折率に対する感度が12倍向上した。屈折率が高い Ti_3C_2 MXene-TiO_2 複合材料がセンサ表面から染み出るエバネッセント波を増幅することを明らかにした。このセンサは、水溶液中の肝疾患バイオマーカーであるアンモニアを選択的に検出することに成功した(研究論文 2、学会発表 3 にて発表した)。 <p>これらの成果は、Ti_3C_2 MXene を用いた新しいバイオセンサの研究の基礎となる。今後の研究は、さらなる分子認識機能の付与や高感度なバイオセンサの創出が期待される。</p>
研究発表 (実績)	<p>【査読付き学術論文 3件】</p> <ol style="list-style-type: none"> T. Wang, L. Zhu, W. Zhu, H. Kanda*, Direct synthesis of hydrogen fluoride-free multilayered Ti_3C_2/TiO_2 composite and its applications in photocatalysis, <i>Heliyon</i>, 9(2023) e18718. T. Wang, L. Zhu, H. Kanda*, Ti_3C_2 MXene-TiO_2 hybrid-modified U-bend fiberoptic sensor for improved refractive index sensitivity and ammonia detection, <i>Sens Actuators B Chem</i>, 393(2023) 134136. T. Wang, L. Zhu, W. Zhu, H. Kanda*, Exfoliation of Ti_3C_2 MXene using $(NH_4)_2TiF_6$ Etchant and Simultaneous Synthesis of Ti_3C_2 MXene/NH_4TiOF_3 Mesocrystals Hybrids, <i>IOP Conf. Ser.: Mater. Sci. Eng.</i>, (2024) In press. <p>【学会発表 3件】</p> <ol style="list-style-type: none"> 王涛, 朱力, 朱ワン莹, 神田英輝*, フッ化水素フリーな複層化 Ti_3C_2 MXene-TiO_2 複合光触媒の直接合成, 化学工学会第88回年会, 2023年3月16日, 東京(口頭発表) T. Wang, L. Zhu, W. Zhu, H. Kanda*, Exfoliation of Ti_3C_2 MXene using $(NH_4)_2TiF_6$ Etchant and Simultaneous Synthesis of Ti_3C_2 MXene/NH_4TiOF_3 Mesocrystals Hybrids, 20th Congress of Asia Pacific Confederation of Chemical Engineering, Manila, 7 September 2023, Manila(ポスター発表) 王涛, 朱力, 神田英輝*, Ti_3C_2 MXene-TiO_2 膜で修飾された光ファイバーセンサーによる屈折率およびアンモニアの検出, 化学工学会第54回秋季大会, 2023年9月12日, 福岡(口頭発表)