

研究課題番号	【3RF-2303】
研究領域	資源循環領域
研究課題	「有機廃棄物の持続可能な高度分解処理を実現する光自己再生型不均一系フェントン触媒の開発」
研究代表者（所属）	福 康二郎（関西大学）
研究期間	2023年度～2025年度
研究キーワード	フェントン反応、光触媒、高度分解処理、過酸化水素、不均一系触媒

研究概要と進捗状況（中間の2024年度時点）

【背景】産業用水・排水中に含まれる有機廃棄物の処理方法にフェントン反応がある。2価の鉄イオン（ Fe^{2+} ）触媒と過酸化水素（ H_2O_2 ）を反応させることでヒドロキシルラジカル（ $\cdot\text{OH}$ ）を生成するプロセス（式(1), (2)）であり、 $\cdot\text{OH}$ の強力な酸化力ด้วย有機化合物を酸化分解できる。



フェントン反応は古くから利用されているが、触媒の形態・安定性・性能に関するいくつかの深刻な問題点を抱えている（表1）。

【目的】有機廃棄物を適正に処理できる持続可能な触媒システムの実用化に向けた基盤技術として、従来のフェントン反応の課題解決を目的とする。 H_2O_2 の添加無しで有機化合物を酸化分解できる触媒性能と、鉄イオンの溶出を限りなく抑制できる安定性を両立した不均一系フェントン触媒として『助触媒@LDH複合型光触媒』の開発を目指す（図1、表1）。

【進捗状況】

助触媒@LDH複合型光触媒の各要素技術開発を検討し、一例として次の項目について検討した。

● 鉄イオンの溶出抑制を目指す $\text{M}^{2+}\text{Fe}^{2+}\text{Al}^{3+}$ -LDH触媒の開発〈問題点1～3（表1）の改善方針〉●

不均一系フェントン触媒反応に対して、光照射下で高性能を示す鉄系層状複水酸化物（ $\text{Fe}^{2+}\text{Al}^{3+}$ -LDH）触媒は、反応中の価数変化に伴う鉄イオンの溶出が確認されている。これを抑制するべく、 $\text{Fe}^{2+}\text{Al}^{3+}$ -LDHへの価数調整用2価金属イオン（ M^{2+} ）の導入を検討した。 M^{2+} を導入した $\text{M}^{2+}\text{Fe}^{2+}\text{Al}^{3+}$ -LDHは光照射下において、 $\text{Fe}^{2+}\text{Al}^{3+}$ -LDHに匹敵する有機化合物の酸化分解性能を示しながら、反応後の鉄イオン溶出量が大幅に抑制されることがわかった。今後は、フェントン触媒の再生効率と酸化分解性能の更なる向上を目指し、 $\text{M}^{2+}\text{Fe}^{2+}\text{Al}^{3+}$ -LDHと光触媒の融合を検討する。

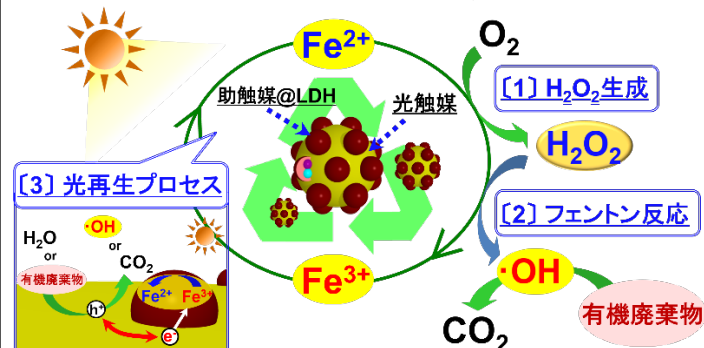


図1 助触媒@LDH複合型光触媒の反応プロセス

表1 フェントン反応の従来の問題点と本申請課題での改善方針

〈従来法の問題点〉	〈改善方針〉
1. 均一系のため触媒分離が困難	$\text{M}^{2+}\text{Fe}^{2+}\text{Al}^{3+}$ -LDH触媒（図1-〔2〕） （固体触媒のため中性利用可能）
2. 反応液が $\text{pH} \leq 3$ （酸性）	
3. 分解性能が不十分	LDH触媒と光再生プロセスの融合 （図1-〔2〕～〔3〕）
4. Fe^{3+} から Fe^{2+} への再生が困難	
5. 高価な H_2O_2 が多量に必要	O_2 からの H_2O_2 生成プロセスの融合 （図1-〔1〕）

【環境政策等への貢献】

- ✓【持続可能な廃棄物の適正処理】⇒ H_2O_2 の添加が不要な有機廃棄物の分解無害化が可能。
- ✓【処理施設の長寿命化】⇒ 再生利用が可能な不均一系触媒であるため、中性処理が可能で、産業廃棄物スラッジの大幅削減が可能。
- ✓【処理施設の簡素化】⇒ 耐酸性設備が不要で、残触媒や産業廃棄物スラッジを処理するための従来工程を大幅に削減可能。経済的側面も考慮した最適な処理システムが構築できる。