

研究課題番号	3RB-2401
研究領域名	資源循環領域
研究課題名	セルロースの水素への効率的光変換に向けた反応環境の設計
研究代表者名（所属機関名）	齊藤寛治（秋田大学）
研究実施期間	2024年度～2026年度
研究キーワード	光触媒、水素、バイオマス転換、酸化物、層状物質

## 研究概要、研究成果等

石油資源の枯渇とCO<sub>2</sub>排出に対応するため、自然エネルギー（風力や太陽光）を利用した再生可能資源（水やバイオマス）からの水素製造は世界的に喫緊の研究課題の一つである。地球上で最も豊富なバイオマス資源であるセルロースを含む水中では、半導体光触媒上でセルロースが糖類を経てCO<sub>2</sub>にまで酸化分解される（カーボンニュートラル）。一方、水が還元され水素が生成することが報告されており、近年資源循環の観点から注目を浴びている（図1）。しかしながら、セルロースは化学的に安定で水に不溶である

ため、反応の効率化のため高温高圧や強酸・塩基条件を要する場合が殆どである。本研究では、均一系（水に溶ける）酸・塩基を用いずに常温常圧下であっても一般的な半導体光触媒によるセルロース分散水からの水素生成効率が向上する反応環境の開発に焦点を当てている。

図2に、標準的な半導体光触媒として知られる白金（Pt）を担持したTiO<sub>2</sub>あるいはGa<sub>2</sub>O<sub>3</sub>にセルロース分散水中で1.5時間光照射した時の水素生成量を示す。水中の場合（図2a）15.1 μmolであった水素生成量は、セラミックス法で得られるある種の無機固体の懸濁液中では17.8 μmolに増大した（図2b）。また、本研究で開発した粒子サイズのより小さな当該固体懸濁水中ではさらに水素が多く（31.7 μmol）生成した（図2c）。申請者の開発した反応環境をPt担持Ga<sub>2</sub>O<sub>3</sub>に適用すると水素生成量は41.0 μmolに達し（図2d）、この時の水素生成効率1.72 mmol · g<sup>-1</sup>h<sup>-1</sup>はこれまでの常温常圧下、水中での最高値1.86 mmol · g<sup>-1</sup>h<sup>-1</sup>に迫る点は特筆に値する。今後反応に供するセルロースの後処理によるさらなる反応の効率化を企図するとともに、自然エネルギー利用の観点からよりソーラシミュレータ下での効率的水素生成を検討していく。

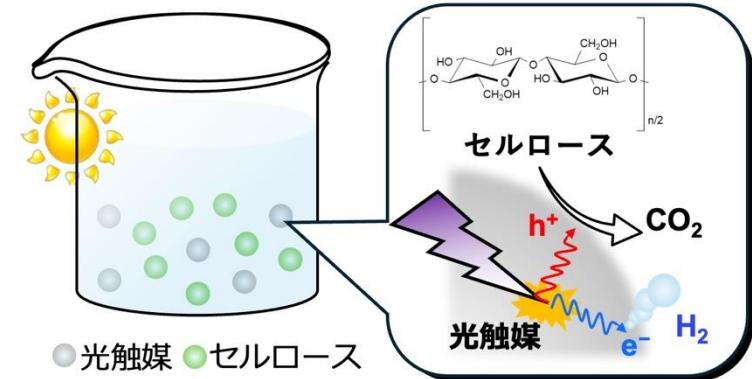


図1 セルロース分散水からの半導体光触媒による水素生成

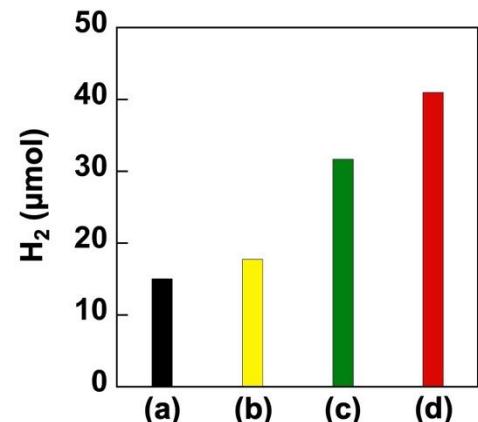


図2 Pt担持TiO<sub>2</sub>(a-c) または Ga<sub>2</sub>O<sub>3</sub>(d)を含むセルロース分散水に1.5時間光照射した場合の水素生成量；水中(a)またはある種の固体懸濁水中(b-d)。

## 環境政策等への貢献（の見通し）

- 本研究の進展により、化石燃料に依存しない新規水素製造プロセス構築の一助となることが期待される。
- セルロース類縁の廃棄物系バイオマスの有効利用につながる可能性がある。
- 水素と同時にバイオマスの部分酸化物である有価化合物を同時に生産できるプロセスとなり得る。