

研究成果展開事業 研究成果最適展開支援プログラム
FS ステージ シーズ顕在化タイプ 事後評価報告書

研究開発課題名	: 高性能カーボンナノチューブ光触媒のフィルム化と水素製造実証試験
プロジェクトリーダー	: 徳山積水工業株式会社
所属機関	: 徳山積水工業株式会社
研究責任者	: 高口豊（岡山大学）

1. 研究開発の目的

高性能光触媒および太陽光を利用した水素製造デバイスを製品化し水素のオンサイト製造・供給サービスを提供することを最終的な目的とし、その基本技術となるカーボンナノチューブ(CNT)光触媒フィルムの作製と水素製造実証試験を行う。

岡山大学が独自に開発した CNT 光触媒は、有機系光触媒で世界最高の可視光量子収率(53%)を達成しているうえ毒性元素やレアメタルを含まないことから材料リスクが低いという利点がある。本研究において、この CNT 光触媒のフィルム作製技術を開発し太陽光をエネルギー源とした水の光分解反応によるオンサイト水素製造デバイスへの応用を可能とすることで事業化への道筋をつける。

2. 研究開発の概要

①成果

CNT 光触媒のコア、シェルを改良し、その分散液を用いた活性試験により、目標の可視光量子収率50%、水素発生量 $28 \mu\text{mol}/\text{h}\cdot\text{mg}$ を達成した。また光触媒膜作製法についてはろ過膜において実用化レベルの高活性($20 \mu\text{mol}/\text{h}\cdot\text{mg}$)を確認し、バッキーペーパーについては簡便な化学修飾法で光触媒膜へ応用可能であることを示した。また、光触媒膜にポリマー微粒子を複合化することで、狙いの比表面積を上げることが出来、今後、高活性膜の作製に可能性を示した。CNT 光触媒膜の製膜プロセスの量産化については、ポラス基材を用いたバーコート塗布法によるプロセスを確立し、 $20\text{cm} \times 20\text{cm}$ 以上の大型サイズの作製に成功した。

研究開発目標	達成度
①CNT 光触媒のコア、シェルを改良し製膜加工を可能とする。	①コアの改良: 644nm に極大吸収波長を有する緑色誘導体の合成と CNT への内包に成功。開口処理も可能とした。カイラリティーが制御された CNT の利用価値についても分散性の観点で有効性を明らかにした。 シェルの改良: Pt 錯体及び TiO_2 のシェルへの導入に成功
②光触媒分散液を用いた活性試験 可視光量子収率 50%、水素発生量 $30 \mu\text{mol}/\text{h}\cdot\text{mg}$	②シェルの改良によって新たに開発した TiO_2 シェル型光触媒の使用と助触媒技術を改良することで、可視光量子収率50%、水素発生量 $28 \mu\text{mol}/\text{h}\cdot\text{mg}$ を達成した。
③光触媒膜作製法と形態の相関を明らかにする。	③塗布膜、ろ過膜、バッキーペーパーフィルムを作成し、形態及び物性の検討を行った。

<p>④光触媒膜を利用した水素製造試験を行い触媒活性の評価を行う。 可視光量子収率5% 水素発生量 20 $\mu\text{mol}/\text{h}\cdot\text{mg}$</p> <p>⑤CNT 光触媒の kg スケールの合成プロセスの検討 問題点抽出と最適な生産プロセスの初期提案実施</p> <p>⑥ポリマー微粒子を複合化した光触媒膜を作製する方法を開発する</p> <p>⑦CNT 光触媒薄膜の製膜プロセスに関する検討を行う。20cm×20cm の CNT 薄膜形成の確認と薄膜製造プロセスの初期提案。</p>	<p>④ろ過膜: 実用化レベルの高活性(20 $\mu\text{mol}/\text{h}\cdot\text{mg}$)を確認。 バッキーペーパー: 簡便な化学修飾法で光触媒薄膜へ応用可能</p> <p>⑤一連の工程を確認し、問題点抽出と生産プロセスの初期提案を実施した。</p> <p>⑥バッキーペーパーの作製方法を最適化した結果、平均粒径 25 μm の中空粒子との複合化で有意な水素発生量を確認した。(1.35 $\mu\text{mol}/\text{h}$)</p> <p>⑦多孔性基材を用いたバーコート塗布法により成膜することに成功した。耐久性の評価方法も開発した。また、20cm×20cm 以上のサンプル作製に成功し、将来のロール・ツー・ロールの連続生産の可能性を示した。</p>
---	---

②今後の展開

本プログラムで開発された CNT 光触媒を利用することで、従来技術では有効活用されてこなかった 500-1000 nm の波長域の有効利用を可能とし、従来技術の限界値の2倍を超える太陽光エネルギー変換効率の達成が可能となった。今後、さらに、CNT の優れた電極材料特性を活かした電極膜作製法を開発し、光触媒電極に水電気分解性能を付与することで、日中は太陽光で、夜間は電力で水素製造が可能なセルデバイス革新技術開発に展開を図りたい。

3. 総合所見

一定の成果は得られており、今後の取組み次第ではイノベーション創出が期待される。

シーズ技術のカーボンナノチューブ(CNT)光触媒の改善により可視光利用効率を高めたことや、実用化に向け基礎プロセス検討によりある程度の方向性が見出されたことは評価できる。

二酸化炭素フリーの水素製造に関する本課題の社会的意義は高く、光触媒フィルムでの高い触媒活性の実現など研究開発の更なる進展が期待される。