

研究課題別中間評価結果

1. 研究課題名: 可視光分解を目指したナノ構造体光触媒の創製

2. 研究代表者名: 工藤 昭彦 (東京理科大学理学部 教授)

3. 研究概要

人工光合成および革新的な水素製造技術を確立するために、充実した光触媒ライブラリーを構築するとともに高効率な可視光分解光触媒を開発することを目的とした。新規光触媒を開発する上で、独自の材料設計指針と幅広い研究分野との連携により、材料開発、物性測定・キャラクタリゼーション手法の確立を遂行した。その結果、数多くの新規光触媒を開発し、水の可視光全分解Zスキーム光触媒系や廃硫黄化合物を利用した太陽光照射下で効率良く働く硫化物固溶体光触媒の開発に成功した。さらに、光触媒材料の分光ダイナミクス、光電気化学、精密結晶構造解析等を確立し、新たな光触媒のサイエンスを展開した。

4. 中間評価結果

4 - 1. 研究の進捗状況と今後の見込み

可視光分解を目指した光触媒ライブラリーの構築は、バンドエンジニアリング、ナノ構造、ソフト合成、結晶構造解析、電気化学測定及び時間分解測定などを駆使して行い、当初計画以上の進捗である。特に、粉末系光触媒は、種類及び活性において、世界トップレベルにある。最終目標の有効波長 600nm で量子効率 30%の目標には達していないが、着実に進展していることは明らかである。光触媒材料開発やキャラクタリゼーションの確立において、6 グループとも夫々独創的な成果を出しているため、今後それらの成果を充分共有して、共同研究を促進することを期待する。

4 - 2. 研究成果の現状と今後の見込み

水の可視光全分解光触媒Zスキーム系は、水素生成触媒($\text{SrTiO}_3:\text{Rh}$)と酸素生成触媒(BiVO_4)の組合せで、量子収率はまだ低いですが、520nmまでの可視光を利用できるようになった。今後、水素生成触媒の高活性化を図り収率アップを期待する。 $\text{Ru}/\text{AgInS}_2\text{-CuInS}_2\text{-ZnS}$ の固溶体光触媒は、硫黄系の還元剤を含む水溶液から、疑似太陽光照射下で、水素生成速度 8,000 (目標 10,000) m^3/hkm^2 を達成し、更に、830nmまでの可視光が利用可能な黒色硫化物光触媒を開発した。これは、石油化学工業などから副製する廃硫黄化合物を有効利用した水素製造に利用出来るので、実用化への積極的展開を希望する。 光触媒のキャラクタリゼーションにおいて、分光ダイナミクス、光電気化学、精密結晶構造解析という独自の手法を確立してきた。今後、チームが開発してきた光触媒にこれらの手法を幅広く展開し、材料設計へフィードバックすることを期待する。

4 - 3 . 今後の研究に向けて

研究は順調に進んでおり、可視光水分解光触媒の分野では、世界のトップクラスである。今後、夫々の共同研究チームとの連携を一層深め、テーマの絞込みを行い、さらには優秀なポスドクなどの参加により研究を推進してもらいたい。また、本プロジェクトで開発された光触媒を用いて、水素製造に対するフィールドワークを展開し、システム構築における可能性を検討していただきたい。

4 - 4 . 戦略目標に向けての展望

可視光水分解の実現は、戦略目標に密にミートする研究であり、目標の 600nm 波長の光を利用して 30%の量子効率を達成できれば、太陽光エネルギー変換効率が約 3%となり、約 10、000m³/hkm² の速度で水から水素を製造することが可能となり、地球規模でのエネルギー・環境問題への貢献が期待できる。

4 - 5 . 総合的評価

光触媒ライブラリーの充実と高活性可視光光触媒の発見など目覚ましい成果を上げており、高く評価でき、当該分野で、世界をリードしている。今後、これまでに材料設計において得られた知見をもとに量子収率を向上させるとともに、分光ダイナミクスや光電気化学評価などの詳細な検討により、更なるブレークスルーを期待したい。