

ディビジョン番号	2
ディビジョン名	光化学

大項目	2. 光化学の応用展開
中項目	2-1. 光触媒
小項目	2-1-1. 水の光分解

概要（200字以内）

光触媒を用いた水の分解反応は、脱化石燃料という観点から、画期的な水素製造プロセスになり可能性がある。現時点では、Ru/SrTiO₃-BiVO₄やCr-Rh/GaN:ZnO光触媒が高い活性を示す。10年後には、太陽光エネルギー変換効率5%、約15L/h・m²の水素製造能力を有する光触媒系の開発が望まれる。これと同時に、光触媒水素製造システム的设计・構築を行うことが必要とされる。



光触媒を用いた水からのソーラー水素製造

特徴：

- 水が水素源
- CO₂を排出しない
- 常温常圧でのプロセス
- 大表面積化が容易
- 電極・電線が不要
- シンプル

現状と最前線

本研究の目的は、化石燃料から脱却した革新的水素製造プロセスを開発することである。すなわち、化石燃料を消費しない、二酸化炭素を排出しない、環境負荷の少ない、水素製造法の基盤技術の確立を目的とする。水と太陽光から得られるソーラーハイドロジェンは理想的な燃料であり、かつ工業基幹原料にもなりうる。これによって、クリーンな地球を築いていく。また、水の分解反応は定太陽光エネルギー変換反応であることから、人工光合成と呼ぶことができる。このように、この技術開発は、社会的にも学問的にも意義がある。そして、エネルギー革命を引き起こす可能性を秘めている（図1）。

現在までに、数多くの光触媒が開発されている。約35年前に本多-藤嶋効果が発表されて以来、半導体電極や粉末光触媒を用いた水の分解反応の研究が盛んに行われた。当初は、二酸化チタンを主とする研究がほとんどであった。しかし、なかなか良い材料が見つからず、この研究は一時下火になった。しかし、10年前ぐらいから、地球環境問題が大きくクローズアップされるようになってから、再びこの研究分野が盛んになってきた。まだ、実用化には到っていないものの、10年前に比べると、光触媒材料開発において、目覚ましい進展がみられる。たとえば、タンタル酸ナトリウム光触媒は、紫外光照射下では高い効率で水を分解できる。この光触媒は、粉末光触媒を用いても高効率の水分解が可能であることを実証した。また、近年になって、ようやく可視光照射下（波長>420nm）で水の分解に活性を示すRu/SrTiO₃-BiVO₄や

Cr-Rh/GaN:ZnO等の光触媒が開発された。これらの光触媒系は、可視光照射下において約3%の量子収率を与える。これらの活性は、粉末系光触媒としては世界最高である。

この研究分野は、世界的に見ても日本がリードしていることは疑いのないところである。しかし、アメリカではソーラーハイドロジェンプロジェクトが走っており、この研究分野が再燃している。そのレポートを見る限りでは、主に半導体電極系に力が注がれているまた、粉末系光触媒の研究もターゲットになっているが、調査や追試に留まっており、新たな成果は見られない。ヨーロッパでも、色素増感太陽電池とナノ酸化物電極を組み合わせた系の開発が行われており、水分解に関する粉末系光触媒の成果は全く見られない。一方、中国、台湾、韓国の研究者もこの技術に大きな関心を寄せており、今後の動向が気になるところである。

太陽光と水からのソーラーハイドロジェン製造技術として、光触媒的水分解以外にも、太陽電池や風力発電を用いた水電解などもある。しかし、それぞれ一長一短なところがある。1つの技術にこだわらず、いくつもの技術を育て適材適所で活用できるようにすることが将来重要となる。

(1) 理想的な水素製造 (ソーラー水素製造)

⇒エネルギー・地球環境問題の解決

(2) 人工光合成 (光エネルギー変換) の実現

⇒化学における大きなテーマ

高難度反応への挑戦

(3) 材料開発の宝探しの面白さ

↓

・ エネルギー・地球環境問題を解決する究極の化学反応

・ 究極のグリーンケミストリー

→ エネルギー革命を引き起こすことができる。

図1 光触媒を用いた水の分解の意義

将来予測と方向性

・ 5年後までに解決・実現が望まれる課題

高効率化、利用波長範囲の拡大を考慮した多様な光触媒材料の開発と光触媒水素製造システムの設計・構築

応答波長500nmで量子収率5%、水素製造能力：0.5L/h・m²、安定性：3ヶ月以上

・ 10年後までに解決・実現が望まれる課題

応答波長600nmで量子収率10-30%、太陽光エネルギー変換効率1.5-5%、約15L/h・m²の水素製造
安定性：1年以上

キーワード

光触媒、水分解、水素、ソーラーハイドロジェン、可視光応答

(執筆：工藤昭彦)