

研究成果報告書

(国立情報学研究所の民間助成研究成果概要データベース・登録原稿)

研究テーマ (和文)		高効率光触媒システムの構築へ向けた励起キャリア観測法の開発			
研究テーマ (欧文)		Observation of excited carriers toward the development of highly efficient photocatalyst system			
研究氏 代表名 者	カタカナ	ヨシダ	マサアキ	研究期間	2015～2017年
	漢字	吉田	真明	報告年度	2017年
	ローマ字	Yoshida	Masaaki	研究機関名	慶應義塾大学
研究代表者 所属機関・職名		慶應義塾大学理工学部化学科・助教			
<p>概要</p> <p>近年、エネルギー問題の解決のため、太陽光エネルギーを化学エネルギーに変換する研究に注目が集まっている。半導体光触媒は、太陽光により水から水素を生成することができるため、クリーンなエネルギーシステムを構築できるものと期待されている。しかし、光触媒内で生成した励起キャリアが反応サイトである助触媒に移動することができないときがあり、反応効率が落ちてしまっているという問題がある。そのため、反応サイトに効率的に電子・正孔を移動させ、光触媒活性の向上を行うことが重要である。そこで本研究では、赤外吸収分光法により水素生成助触媒を、X線吸収分光法により酸素生成助触媒を観測することで、光触媒内の励起電子と正孔の計測を行うことを目指して測定システムの開発を行った。</p> <p>X線吸収分光測定システムの構築は高エネルギー加速器研究機構のフotonファクトリーで行った。テフロン製セルに、助触媒を修飾した光触媒(あるいは光電極)をとりつけ、光照射下で電気化学制御ができるようなX線吸収分光測定システムの開発を行った。本システムによって、リン酸コバルトおよびホウ酸コバルト助触媒の in-situ Co-K 端 XAFS 測定を行った結果、触媒上に安定に存在できるホウ酸コバルトは反応サイトが多いために高活性を示すことが分かった(Electrochemistry 2015)。しかし、励起キャリアの移動については十分な知見が得られておらず、今後はより高感度な測定システムを開発していくことを考えている。</p> <p>続いて、本予算で赤外分光光度計を導入し、試料室に金ミラーを配置してサンプルに斜入射で光を導き、全反射型の赤外吸収分光測定システムの開発を行った。本システムで、電極を用いた水分解反応中に触媒内に取り込まれた電解質イオンや有機分子などが観測され、触媒活性と相関があることが示された。今後、本システムにより様々な光触媒材料の測定を行い、励起キャリアの移動を議論していく予定である。</p>					
キーワード	光触媒	X線吸収分光	赤外分光	In-situ	

(以下は記入しないでください。)

助成財団コード TA					研究課題番号 AA								
研究機関番号 AC					シート番号								

発表文献（この研究を発表した雑誌・図書について記入してください。）									
雑誌	論文標題	Integration of Active Nickel Oxide Clusters by Amino Acids for Water Oxidation							
	著者名	Masaaki Yoshida	雑誌名	J. Phys. Chem. C					
	ページ	255~260	発行年	2	0	1	7	巻号	121
雑誌	論文標題	In Situ Observations of Oxygen Evolution Cocatalysts on Photoelectrodes by X-ray Absorption Spectroscopy: Comparison between Cobalt-Phosphate and Cobalt-Borate							
	著者名	Masaaki Yoshida	雑誌名	Electrochemistry					
	ページ	779~783	発行年	2	0	1	6	巻号	84
雑誌	論文標題								
	著者名		雑誌名						
	ページ	~	発行年					巻号	
図書	著者名 ^{HA}								
	書名 ^{HC}								
	出版者 ^{HB}		発行年 ^{HD}					総ページ ^{HE}	
図書	著者名 ^{HA}								
	書名 ^{HC}								
	出版者 ^{HB}		発行年 ^{HD}					総ページ ^{HE}	

欧文概要

Photocatalytic water splitting is a candidate for the sustainable hydrogen production from water using solar energy. However, the process of photoexcited carrier transfer at the photocatalyst/cocatalyst interface is yet to be investigated to understand the mechanism and improve the efficiency. In this study, we developed the in-situ X-ray absorption spectroscopy (XAS) system and infrared absorption spectroscopy system with attenuated total reflection mode (ATR-IR) to discuss the photoexcited holes and electrons, respectively.

The development of in-situ XAS technique was carried out at the Photon Factory in KEK. A Tefron cell equipped with a Pt counter electrode, an Ag/AgCl (saturated KCl) reference electrode, and a Xe lamp was used for the in-situ XAS measurements of photocatalysts (or photoelectrodes). As a result, it was spectroscopically demonstrated that cobalt borate cocatalyst functions more effectively than cobalt phosphate cocatalyst because of the more abundant reaction sites (Electrochemistry 2017).

Next, we developed the ATR-IR system that enables the measurements under photocatalytic and electrochemical control using Au mirrors and a electrochemical Tefron cell. From this measurement, we found that the inorganic ions and organic molecules were adsorbed on the catalysts during water splitting reaction. As a next step, we are planning to detect the immigration of photoexcited carriers to cocatalysts on the various photocatalysts such as TiO₂, SrTiO₃, and GaN in near future.