

課題番号	GR001
------	-------

**先端研究助成基金助成金(最先端・次世代研究開発支援プログラム)
実施状況報告書(平成23年度)**

本様式の内容は一般に公表されます

研究課題名	太陽光水素製造を実現する革新的光触媒システムの開発
研究機関・ 部局・職名	北海道大学・触媒化学研究センター・准教授
氏名	阿部 竜

1. 当該年度の研究目的

平成23年度は、光触媒を用いた水分解の効率向上を目的として、新規半導体光触媒材料の開発や、これらの表面修飾、半導体材料の複合化を検討する。また、本研究で主に検討を進める「2段階励起型水分解システム」では、半導体光触媒に生成した励起電子が水ではなくレドックスを還元する、あるいは正孔が水ではなくレドックスを酸化するなどの「逆反応」が併発し、全体の効率低下を招いていることが示唆されているため、水の還元あるいは酸化に対して高い反応選択性を有する新規な合金系助触媒等を開発する。さらに、水素と酸素の分離生成に関する予備実験も開始し、シンプルなセパレーターを使用した分離生成の検討を進めることによって、課題の洗い出しを行う。

2. 研究の実施状況

光触媒の効率向上については、長波長までの可視光吸収を有する非酸化物系半導体(窒化タンタルや酸化コバルトナノ粒子など)に対して有効な助触媒の開発を検討した結果、これらの表面を酸化コバルトナノ粒子やコバルトイオンを用いて適切に修飾すると、水の酸化による酸素生成速度が顕著に向上するとともに、光触媒の自己酸化が効果的に抑制され、安定性も大幅に向上することを見出した。本研究で見出した表面修飾による自己酸化抑制法は、これまでに不安定性さから応用が限定されてきた非酸化物系半導体に、水分解用光触媒としての新たな応用可能性を付与するものである。また、水素生成用助触媒としては、これまで白金などの貴金属が主に用いられてきたが、これらは水の還元のみならず、様々なレドックス媒体の還元に対しても高い活性を有するため、レドックス存在下では水の還元が阻害され、水素生成速度が大幅に低下する問題を有していた。そこで、白金、ロジウム、ニッケル等のナノ粒子表面を数ナノメートルの厚みを有する多孔質酸化クロム層で被覆すると、レドックスの還元が効果的に抑制され、高濃度のレドックス存在下においても高い水素生成速度が得られることを見出した。この表面被覆を行った光触媒を用いることにより、2段階励起型水分解システムの反応効率が向上するとともに、多孔質ガラスなどのシンプルなセパレーターを使用した水素と酸素の分離生成を実現できることを見出した。

3. 研究発表等

<p>雑誌論文 計 7 件</p>	<p>(掲載済み一査読有り) 計 3 件</p> <ol style="list-style-type: none"> 1. Ryu Abe: "Development of a New System for Photocatalytic Water Splitting into H₂ and O₂ under Visible Light Irradiation", <i>Bull. Chem. Soc. Jpn. (Award account)</i>, 2011, 84, 1000-1030. 2. Ryu Abe: "Recent Progress on Photocatalytic and Photoelectrochemical Water Splitting under Visible Light Irradiation", <i>J. Photochem. Photobiol. C: Photochemistry Reviews (Invited review)</i>, 2011, 11, 179-209. 3. Ryu Abe, Masanobu Higashi, Kazunari Domen: "Overall Water Splitting under Visible Light through Two-Step Photoexcitation between TaON and WO₃ in the Presence of an Iodate/Iodide Shuttle Redox Mediator", <i>ChemSusChem (Invited paper)</i>, 2011, 4, 228-237. <p>(掲載済み一査読無し) 計 4 件</p> <ol style="list-style-type: none"> 1. 阿部 竜、「2段階励起型光触媒による Solar Hydrogen の製造」、<i>ファインケミカル(シーエムシー出版)</i>、Vol. 41, pp. 25-30 (2012). 2. 阿部 竜、「光触媒を用いた太陽光エネルギー変換と環境浄化」、<i>ケミカルエンジニアリング(化学工業社)</i>、Vol. 57, pp. 61-67 (2012). 3. 阿部 竜、「持続可能社会実現に向けた革新的太陽光エネルギー利用技術の開発」、<i>学術の動向(日本学術協力財団)</i>、Vol. 17, pp. 61-65 (2012). 4. 阿部 竜、「2段階励起機構による可視光水分解」、<i>光触媒(光機能材料研究会)</i>、Vol. 34, pp. 16-23 (2011). <p>(未掲載) 計 0 件</p>
<p>会議発表 計 25 件</p>	<p>専門家向け 計 22 件 (国際会議招待講演)</p> <ol style="list-style-type: none"> 1. Ryu Abe: "Photocatalytic and Photoelectrochemical Water Splitting into H₂ and O₂ under Visible Light Irradiation", <i>The 3rd International Forum on Photoenergy Future</i>, December 8, 2011 (Jeju, Korea). 2. Ryu Abe: "Development of Visible-Light-Responsive Photocatalysts toward Solar Hydrogen Production", <i>Institute of Materials Structure Science Symposium 2011</i>, December 6, 2011 (Tsukuba, Japan). 3. Ryu Abe: "Development of Visible-light-responsive Photocatalysts toward Solar Hydrogen Production", <i>2nd International Conference on Green & Sustainable Chemistry</i>, November 15, 2011 (Biopolis, Singapore). 4. Ryu Abe: "Development of New Photocatalytic Water Splitting Systems toward Solar Hydrogen Production", <i>8th Japanese-German Frontiers of Science Symposium</i>, October 30, 2011 (Tokyo, Japan). 5. Ryu Abe: "A Two-step Photoexcitation Systems for Photocatalytic Water Splitting under Visible Light Irradiation", <i>Low Carbon Earth Summit 2011</i>, October 23, 2011 (Dalian, China). 6. Ryu Abe: "A Two-Step Photoexcitation System for Photocatalytic Water Splitting under Visible Light Irradiation", <i>The 14th Asian Chemical Congress 2011</i>, September 8, 2011 (Bangkok, Thailand). 7. Ryu Abe: "Development of Visible-light-responsive Photocatalysts toward Solar Hydrogen Production", <i>ACS symposium on Chemistry in Water: Photochemical, Electrochemical water</i>, August 30, 2011 (Denver, US). 8. Ryu Abe: "A Two-step Photoexcitation System for Photocatalytic Water Splitting into Hydrogen and Oxygen under Visible Light Irradiation", <i>Solar Hydrogen and Nanotechnology VI (OP202) in SPIE Optics + Photonics 2011</i>, August 24, 2011 (San Diego, US). 9. Ryu Abe: "Development of Visible-Light-Responsive Photocatalysts Toward Solar Hydrogen Production" Towards Global Artificial Photosynthesis, August 16, 2011 (Lord Howe Island, Australia). <p>(国内招待依頼講演)</p> <ol style="list-style-type: none"> 1. 阿部 竜、「Development of visible-light-responsive photocatalyst systems toward solar hydrogen production」、<i>さががけ4 領域合同国際シンポジウム</i>、2012年3月27日(横浜) 2. 阿部 竜、「高効率可視光水分解のためのナノ構造光触媒体の開発」、<i>第21回日本MRS学術シンポジウム</i>、2011年12月20日(横浜) 3. 阿部 竜、「Development of visible-light-responsive photocatalyst systems toward solar hydrogen production」、<i>第61回錯体化学討論会</i>、2011年9月17日(岡山) 4. 阿部 竜、「Development of bio-inspired photocatalytic water splitting systems toward solar hydrogen production」、<i>第49回生物物理学会</i>、2011年9月16日(姫路) 5. 阿部 竜、「太陽光エネルギー変換のための新規光触媒系の開発」、<i>第32回触媒学会若手会夏の</i>

様式19 別紙1

	<p>研修会、2011年8月8日(浜松)</p> <p>6. 阿部 竜、「太陽光水素製造のための新規光触媒系」、ワークショップ・ナノ粒子触媒の構造制御と表面化学、2011年6月28日(札幌)</p> <p>7. 阿部 竜、「太陽光水素製造を目指した新規光触媒系の開発」、ナノ学会第9回大会、2011年6月4日(札幌)</p> <p>8. 阿部 竜、「2段階励起機構による可視光水分解」、光機能材料研究会第32回講演会・エネルギー変換光機能材料の最新研究開発動向、2011年5月19日(東京)</p> <p>(国内一般研究発表)</p> <p>1. 阿部 竜、原田愛子、東 正信、堂免一成、大谷文章、「窒化/酸窒化タンタル系光触媒による水の酸化反応に対する助触媒担持効果」、第18回シンポジウム・光触媒反応の最近の展開、2011年12月12日(東京)</p> <p>2. 喜瀬 逸、阿部 竜、大谷文章、「コアシェル型助触媒を用いる選択的水素生成光触媒系の構築」、第30回 固体・表面光化学討論会、2011年11月21日(長野)</p> <p>3. 芋坪敬栄、阿部 竜、大谷文章、「アークプラズマ法を用いる金属微粒子担持型光触媒の調製と評価」、第30回 固体・表面光化学討論会、2011年11月21日(長野)</p> <p>4. 阿部 竜、原田愛子、東 正信、堂免一成、大谷文章、「窒化/酸窒化タンタル系光触媒による水の酸化反応に対する助触媒担持効果」、第108回触媒討論会、2011年9月21日(北見)</p> <p>(企画シンポジウム)</p> <p>1. 触媒化学研究センター国際シンポジウム「CRC International Symposium on Green & Sustainable Catalysis: from Theoretical and Fundamental Aspects to Catalyst Design」、2012年1月26~27日、北海道大学触媒化学研究センター(口頭12、ポスター55件、参加者132名)</p> <p>一般向け 計3件</p> <p>1. 阿部 竜、「Development of a New Photocatalytic Water Splitting System toward Solar Hydrogen Production」、日独修好150周年記念シンポ「人類の未来を拓く若手研究者のグランドチャレンジを支える日独の取り組み」、2011年7月15日(東京)</p> <p>2. 阿部 竜、「タダの水からエネルギー? ~太陽の光でクリーンな水素をつくる~」、第58回サイエンス・カフェ札幌、2011年8月6日(札幌)</p> <p>3. 阿部 竜、「人工光合成技術の最新動向」、平成23年度北大「持続可能な低炭素社会」講座(公開講座)、2011年11月17日</p>
<p>図書</p> <p>計1件</p>	<p>1. 阿部 竜、「2段階励起機構による可視光水分解」、可視光応答型半導体光触媒(技術教育出版社)、第2編第3章、pp. 210-226(2012)。</p>
<p>産業財産権 出願・取得状況</p> <p>計0件</p>	<p>(取得済み) 計0件</p> <p>(出願中) 計0件</p>
<p>Webページ (URL)</p>	<p>1. 北海道大学科学技術コミュニケーション教育研究部門(CoSTEP) 第58回サイエンス・カフェ札幌「タダの水からエネルギー?」 http://costep.hucc.hokudai.ac.jp/costep/news/article/128/ http://costep.hucc.hokudai.ac.jp/costep/report/article/415/ http://costep.hucc.hokudai.ac.jp/costep/report/article/416/</p> <p>2. 北海道大学「HOKUDAI NEXT」 http://or.research.hokudai.ac.jp/next/ http://or.research.hokudai.ac.jp/next/resercher/abe/</p> <p>3. 北海道大学科学技術コミュニケーション教育研究部門(CoSTEP)、電子書籍「阿部竜×光触媒」 http://costep.hucc.hokudai.ac.jp/ebooks/abe/</p>
<p>国民との科学・技術対話の実施状況</p>	<p>1. 第58回サイエンス・カフェ札幌、「タダの水からエネルギー? ~太陽の光でクリーンな水素をつくる~」(子供の部)、2011年8月6日、札幌紀伊國屋書店、小学生対象、参加人数約30名、【実施内容】小学生向けに、環境問題やエネルギー問題について分かり易く説明し、これらの解決に向けた研究の1つとして、当プログラムにおいて実施している「太陽光による水素製造」を簡単に説明するとともに、光触媒に光を当てて水素が発生する様子の実演等を行った。</p> <p>2. 第58回サイエンス・カフェ札幌、「タダの水からエネルギー? ~太陽の光でクリーンな水素をつくる~」(一般の部)、2011年8月6日、札幌紀伊國屋書店、一般対象、参加人数約100名、【実施内容】一般向けに、太陽光利用の重要性や水素エネルギーの可能性および問題点等を分かり易く説明し、当プログラ</p>

様式19 別紙1

	ムにおいて実施している研究内容についても、水分解の実演も交えながら詳しく説明を行い、質疑応答も実施した。
新聞・一般雑誌等掲載 計0件	
その他	

4. その他特記事項

実施状況報告書(平成23年度) 助成金の執行状況

本様式の内容は一般に公表されず

1. 助成金の受領状況(累計)

(単位:円)

	①交付決定額	②既受領額 (前年度迄の 累計)	③当該年度受 領額	④(=①-②- ③)未受領額	既返還額(前 年度迄の累 計)
直接経費	129,000,000	62,800,000	0	66,200,000	0
間接経費	38,700,000	18,840,000	0	19,860,000	0
合計	167,700,000	81,640,000	0	86,060,000	0

2. 当該年度の収支状況

(単位:円)

	①前年度未執 行額	②当該年度受 領額	③当該年度受 取利息等額 (未収利息を除 く)	④(=①+②+ ③)当該年度 合計収入	⑤当該年度執 行額	⑥(=④-⑤) 当該年度未執 行額	当該年度返還 額
直接経費	61,800,000	0	0	61,800,000	43,107,339	18,692,661	0
間接経費	18,540,000	0	0	18,540,000	12,932,201	5,607,799	0
合計	80,340,000	0	0	80,340,000	56,039,540	24,300,460	0

3. 当該年度の執行額内訳

(単位:円)

	金額	備考
物品費	30,708,836	実験試薬、実験器具、水素ガス等
旅費	2,600,540	研究打合旅費等
謝金・人件費等	8,498,275	学術研究員人件費等
その他	1,299,688	実験装置修理費等
直接経費計	43,107,339	
間接経費計	12,932,201	
合計	56,039,540	

4. 当該年度の主な購入物品(1品又は1組若しくは1式の価格が50万円以上のもの)

物品名	仕様・型・性能 等	数量	単価 (単位:円)	金額 (単位:円)	納入 年月日	設置研究機関 名
ターボ分子ポンプ 一式	アルバック理工 (株)製	1	1,189,241	1,189,241	2011/5/24	北海道大学
VERSASTAT3-100 ポテンショ/ガルバノスタ ト一式	プリンストンアプ ライドリサーチ社 製	1	786,240	786,240	2011/6/1	北海道大学
アークプラズマガン APD-V1 一式	アルバック理工 (株)製	1	4,440,000	4,440,000	2011/6/16	北海道大学
多目的閉鎖循環装 置一式	(有)幕張理化学 硝子製作所製	1	4,868,850	4,868,850	2011/6/20	北海道大学
IRセル前処理装置 一式	(有)幕張理化学 硝子製作所製	1	997,500	997,500	2011/6/20	北海道大学
ガスクロマトグラフ 一式	(株)島津製作所 製	1	910,770	910,770	2011/7/6	北海道大学
キセノンイルミネー ター一式	(有)イーグルエ ンジニアリング製	2	635,880	1,271,760	2011/7/11	北海道大学
ガスクロマトグラフ 一式	(株)島津製作所 製	1	853,650	853,650	2011/7/22	北海道大学

キセノンイルミネーター 一式	(有)イーグルエンジニアリング製	2	635,880	1,271,760	2011/10/20	北海道大学
アークプラズマ成膜装置 攪拌機構部品	アルバック理工(株)製	1	762,174	762,174	2011/10/25	北海道大学
オートサンプラー SIL-20AC 一式	(株)島津製作所製	1	965,000	965,000	2011/10/31	北海道大学
スキャナ小型SPM用	エスアイアイ・ナノテクノロジー(株)製	1	945,000	945,000	2011/12/20	北海道大学