

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) 実績報告書

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	京都大学・大学院工学研究科・教授 (元 北海道大学・触媒化学研究センター・准教授)
氏名	阿部 竜

1. 研究実施期間 平成23年2月10日～平成 26年3月31日

2. 収支の状況

(単位:円)

	交付決定額	交付を受けた額	利息等収入額	収入額合計	執行額	未執行額	既返還額
直接経費	129,000,000	129,000,000	0	129,000,000	129,000,000	0	0
間接経費	38,700,000	38,700,000	0	38,700,000	38,700,000	0	0
合計	167,700,000	167,700,000	0	167,700,000	167,700,000	0	0

3. 執行額内訳

(単位:円)

費目	平成22年度	平成23年度	平成24年度	平成25年度	合計
物品費	238,151	30,708,836	30,916,861	14,515,535	76,379,383
旅費	0	2,600,540	1,382,946	1,516,100	5,499,586
謝金・人件費等	354,449	8,498,275	14,377,613	16,769,733	40,000,070
その他	407,400	1,299,688	4,596,745	817,128	7,120,961
直接経費計	1,000,000	43,107,339	51,274,165	33,618,496	129,000,000
間接経費計	300,000	12,932,201	7,768,900	17,698,899	38,700,000
合計	1,300,000	56,039,540	59,043,065	51,317,395	167,700,000

4. 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	京都大学(北海道大学より移管)
VERSASTAT3-100 ホテナシヨ/カル	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	京都大学(北海道大学より移管)
アークプラズマガン APD-V1	アルバック理工(株)製	1	4,440,000	4,440,000	2011/6/16	京都大学(北海道大学より移管)
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	京都大学(北海道大学より移管)
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	京都大学(北海道大学より移管)
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	京都大学(北海道大学より移管)
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	1	1,271,760	1,271,760	2011/7/11	京都大学(北海道大学より移管)
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	京都大学(北海道大学より移管)

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	1	1,271,760	1,271,760	2011/10/20	京都大学(北海道大学より移管)
アークプラズマ成膜装置攪拌機構部	アルバック理工(株)製	1	762,174	762,174	2011/10/25	京都大学(北海道大学より移管)
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	京都大学(北海道大学より移管)
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	京都大学(北海道大学より移管)
自動ガスサンプリングシステム	AU-306-T01-CH (有)幕張理化学硝子製作所製	1	2,793,000	2,793,000	2012/7/26	京都大学
純水製造装置	Elix Advantage3 独国メルク社製	1	741,342	741,342	2012/7/26	京都大学
X線回折装置用空冷循環式送力	4816A417 (株)リガク製	1	765,450	765,450	2012/8/22	京都大学
ガス分析装置	マイクロGCモジュール GCMOD-30 中国インフコム製	1	741,447	741,447	2012/11/22	京都大学
ラマン顕微鏡	XploRA-RAK (株)堀場製作所製	1	11,970,000	11,970,000	2013/3/11	京都大学
触媒分析装置	BELSORP-B-SP 日本ベル(株)製	1	6,300,000	6,300,000	2013/3/27	京都大学
LED式スポットUV照射装置	ウシオ電機(株)製 SPL-2114 365nm×4ch型	1	756,000	756,000	2013/6/10	京都大学
卓上型X線回折装置MiniFlex II 用アタッチメント	(株)リガク製 高速一次元X線検出器 D/teX Ultra2-MF	1	2,940,000	2,940,000	2013/7/17	京都大学

5. 研究成果の概要

本研究プログラムの最終年度である平成25年度は、これまでに実証した水素と酸素の分離生成技術をさらに発展させ、光触媒体のガラス基板上への固定化や、これを組み込んだ反応セルの設計等を進め、水素と酸素を簡便かつ効率良く分離生成可能な、実用性の高い水分解系の実証に取り組んだ。また、各光触媒系における量子収率の向上については、これまでに検討を進めてきた表面修飾をさらに発展させるとともに、新規の半導体材料の開発と応用も併せて進めた。

光触媒体の固定化に関しては、各種の半導体ナノ粒子をソルボサーマル法や溶液法によって合成し、これらの水素生成用および酸素生成用光触媒粒子を、ガラス基板の裏面に塗布固定化することにより、片面からの光照射によって水素と酸素を別々に生成できる、新規光触媒体の開発に成功した。この際、一方の光透過性に優れた光触媒粒子がまず紫外光を含む短波長の光を吸収し、ここを未利用で透過した長波長の光が裏面の光触媒粒子に吸収されることにより、太陽光スペクトルの有効利用が可能となっている。

また、量子収率の向上を目的とした表面修飾に関しては、酸化コバルト系のナノ粒子とリンコバルト系ナノ粒子をそれぞれ適切な担持法を用いて、タンタル酸窒化物系電極の表面において複合化させることにより、バイアス印加下ではあるものの、可視光照射下における酸素生成の量子収率を80%程度まで向上させることに成功した。また、従来の酸化タングステン系光触媒においても、ソルボサーマル法を用いて特定の結晶面が露出した粒子を合成すると、酸素生成の量子収率が向上し、さらには競合して酸化されるレドックスの濃度が高い場合においても、その酸素生成効率がほとんど低下せず、水の酸化に対して特異的な反応選択性を有することを新たに見出した。また、酸化タングステンの有する特異な酸化特性を活かして、酸素と水の存在下においてベンゼンから直接フェノールを合成できる新規な反応系も実証している。

新規の水分解用半導体の開発においては、30年以上にわたって不安定と見なされてきた硫化カドミウムが、適切な表面修飾とレドックスとの組み合わせにより、可視光照射下において安定に水素を生成できることを初めて見出し、これを上記のタンタル酸窒化物系電極と組み合わせることにより、可視光照射下、外部からバイアスを一切印加することなく、水素と酸素が定常的に、かつ分離して生成することを実証した。また、バンドチューニングが容易なハロゲンを含む半導体においても、適切な表面修飾によって、安定な酸素生成系として機能することを初めて見出し、これを用いた水分解を実証した。

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) 研究成果報告書

本様式の内容は一般に公表されます

研究課題名 (下段英語表記)	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
	Development of efficient photocatalysis systems for achieving solar hydrogen production
研究機関・部局・ 職名 (下段英語表記)	京都大学・大学院工学研究科・教授
	Kyoto University, Graduate School of Engineering, Professor
氏名 (下段英語表記)	阿部 竜
	Ryu Abe

研究成果の概要

(和文):

半導体光触媒を用いた「太陽光水素製造技術」の実用化を目指す上での最重要課題である、(1)光エネルギー変換効率の大幅な向上、(2)と水素・酸素の分離生成技術の確立、を目的として、代表者がこれまでに開発してきた「二段階励起型分解システム」のさらなる進展を図った。可視光応答型の各種半導体材料を開発するとともに、その表面をナノレベルで修飾することにより、光の利用効率および反応効率を向上させ、これらを適切に組み合わせることにより、太陽光中に多く含まれ可視光を有効に利用して水を水素と酸素に分離して生成できるシステムを実証した。

(英文):

Photocatalytic water splitting using semiconductor materials has attracted considerable interest due to its potential to cleanly produce hydrogen (H₂) from water by utilizing abundant solar light. In this research program, we have developed a new type of photocatalysis system that can split water into H₂ and O₂ under visible light irradiation, which was inspired by the Z-scheme of natural photosynthesis in green plants. We have improved the quantum efficiencies for water splitting by employing nano-structured cocatalysts for various semiconductors. We have also constructed a simple system that can generate H₂ separately from O₂ to minimize the danger of explosions in the practical application.

様式21

1. 執行金額 167,700,000 円
(うち、直接経費 129,000,000 円、間接経費 38,700,000 円)

2. 研究実施期間 平成23年2月10日～平成26年3月31日

3. 研究目的

半導体光触媒を用いた水の光分解は、将来のクリーンエネルギーとして期待される「水素」を無尽蔵とも言える太陽光エネルギーを用いて水から直接製造可能なことから、将来のエネルギー供給問題に対する究極的な解決策の1つとして期待されている。しかし、その実用化には、(1) 太陽光エネルギー変換効率を太陽電池と比較しうるレベルまで向上させること、さらには(2) 爆発の危険性を回避するための「水素と酸素の分離生成」技術を確立すること、が不可欠である。しかし、従来型の光触媒水分解では、太陽光スペクトルの大部分を占める「可視光」の利用が困難であるとともに、半導体微粒子上において水素と酸素が同時に生成するため、水素と酸素の分離生成が原理的に不可能であった。研究代表者は、上記の2つの課題を同時に解決しうる「二段階励起型水分解システム」を開発し、可視光のみを用いた水の分解を世界で初めて実証し、その後も多くの光触媒材料を適用した可視光水分解を報告してきた。本システムは図1に示すように、水素生成系および酸素生成系それぞれに適した2種類の半導体光触媒と、両者間の電子伝達を担うレドックス対(例えばヨウ素酸とヨウ化物イオン(IO_3^-/I^-))からなる。本システムでは、水が分解される際に必要となるエネルギーが、それぞれの光触媒系に2分されるため、これまでは利用が困難であったエネルギーの小さな可視光も利用可能になる。さらに、水素と酸素が別々の半導体光触媒微粒子上において生成することから、レドックスのみを透過させる多孔質膜などを用いて2種の光触媒粒子を分離すれば「水素と酸素の分離生成」も可能となる。

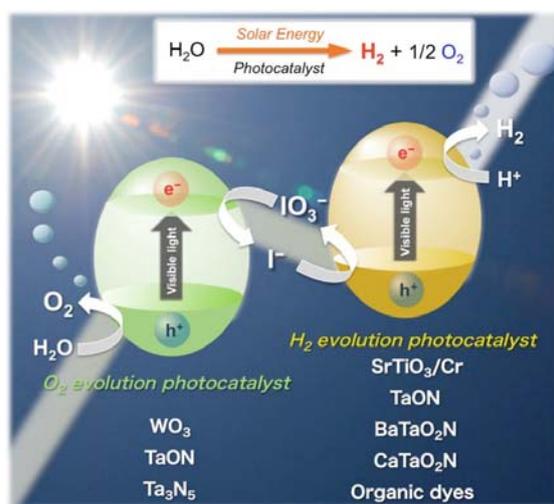


図1 二段階光励起型水分解システムのご概念図

そこで本研究プロジェクトでは、申請者が開発した「二段階光励起型水分解システム」をベースとして、以下の2つの項目について集中的に検討を進め、これらの結果を統合することによって、期間内に太陽光下における高効率な水素・酸素分離型水分解を実証することを目的とした。

(1) 可視光下において高い量子収率を実現する光触媒系の開発指針確立と実証

(2) 水素と酸素の分離生成を実現する光触媒構造体の開発

4. 研究計画・方法

(1) 可視光下において高い量子収率を実現する光触媒系の開発指針確立と実証

二段階励起型水分解システムでは、酸素生成系には酸化タングステン (WO_3) を主に用い、水素生成系には各種オキシナイトライドおよび有機色素系を用いてきた。酸素生成系では最大で10%程度の量子収率が得られているが、水素生成系ではほぼ1%以下と低く、全体の効率低下を引き起こしている。そこでまず、研究プロジェクト前半では、これら量子収率の向上を目的として、新規助触媒の開発や、半導体間のヘテロ接合による電荷移動の整流化などを検討した。

(2) 水素と酸素の分離生成を実現する光触媒構造体の開発

二段階励起型水分解システムでは、レドックスイオンのみを移動させる多孔質膜の利用により、水素と酸素をそれぞれのセルから分離して生成させることが原理的に可能である。しかし、実際には各光触媒上において、好ましくないレドックスの逆反応が容易に進行し、またレドックスイオンの移動距離が単純な混合状態に比べて長くなるため、分離生成系における水分解効率は、単純な混合系よりも低下することが分かっている。そこで、逆反応を抑制可能な選択的助触媒の開発を進めるとともに、イオン液体固定型光触媒構造体や、垂直配向型カーボンナノチューブ光触媒構造体を形成し、2種の光触媒間の電子移動を効率化し、高効率な水素・酸素分離系の構築を検討した。

5. 研究成果・波及効果

本研究プログラムでは、「二段階光励起型水分解システム」をベースに、各要素を詳細に検討し、その可能性を最大限に引き出すことにより、高効率な水素・酸素分離型水分解を実証することを主目的として研究を進めた。これまでに得られた主な研究成果は、以下の通りに分類される。

- (a) 選択的水素生成能を有する光触媒を用いた水素・酸素分離型光触媒系の開発
- (b) 高効率色素増感型光触媒と光アノードを組み合わせた水素・酸素分離生成系の開発
- (c) コバルト系助触媒担持による高効率可視光酸素生成用光アノードの開発
- (d) 炭素繊維布を基材とする高効率可視光応答型光アノードおよびカソードの開発
- (e) 金属硫化物および金属酸ハロゲン化物をベースとした新規光触媒系の開発

ページ数の制限から以下に項目 (a), (c) の概要を説明する。

(a) 選択的水素生成能を有する光触媒を用いた水素・酸素分離型光触媒系の開発

上記の通り、「二段階励起型水分解システム」は、原理的に水素と酸素を分離して生成できる可能性を有しているが、実際には各光触媒上で「レドックスの逆反応」が進行するため、これまで実証出来ていなかった。そこで、水素生成系における逆反応の抑制を目的に、様々な助触媒の検討を進めたところ、白金 (Pt) やロジウム (Rh) 等の貴金属を中心 (コア) にして、酸化クロム (CrO_x) 多孔質膜を外殻 (シェル) とする「コアシェル型助触媒」

様式21

が逆反応抑制に極めて有効であることを見出した。図2にその一例を示す。チタン酸ストロンチウム (SrTiO_3) 光触媒粒子上に担持されたコアシェル型助触媒の透過型電子顕微鏡写真から、粒径3ナノメートル程度の Rh 粒子の外側を 2 nm 程度の Cr_2O_3 (実際には水酸化物も含むため CrO_x と示す) 層が覆っている様子が分かる。このコアシェル型助触媒を担持させた SrTiO_3 を用いると、Rh のみを担持した試料に比べて、ヨウ化物イオン (I^-) を電子供与体とする水素生成速度が顕著に増大し、水素生成量に対応した IO_3^- が溶液中に蓄積することが確認された。Rh 等の貴

金属表面では IO_3^- の還元 (逆反応) が進行しやすいが、この表面が CrO_x 層によって被覆されると、 IO_3^- イオンはこの層を透過できないため、Rh 表面ではプロトンの還元、すなわち水素生成反応が選択的に進行する。このようにコアシェル型助触媒がレドックス存在下において選択的水素生成能を示すことを初めて見出した。

これらの結果を基に、水素と酸素の分離生成を試みた。図3に示すように、レドックス対 (IO_3^-/I^-) を透過できる多孔質ガラスで仕切った2室セルを用い、コアシェル型助触媒を担持させた水素生成用光触媒を右側のセル、適切な酸素生成用光触媒を左側のセルに投入し、光照射を行うと、右側のセルからは水素のみが、左側のセルからは酸素のみが定常的に生成 (反応後半は生成気体の一部がガラスフィルターを透過) し、水素と酸素の分離生成を実証するに至った。一方で、被覆を施さない貴金属助触媒を用いた場合には、定常的な気体生成は見られず、コアシェル型助触媒が分離生成を実現するために必須であることが示された。本手法は可視光応答型を含めて複数の光触媒系への有効性が確認され、ガラスの両面に別々の光触媒粒子を固定化した光触媒体においても、分離生成が可能であることも実証している。

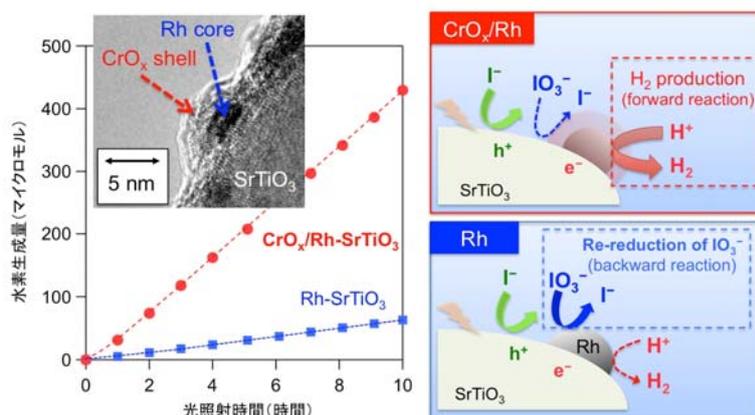


図2 コアシェル助触媒を用いた選択的水素生成 (逆反応抑制)

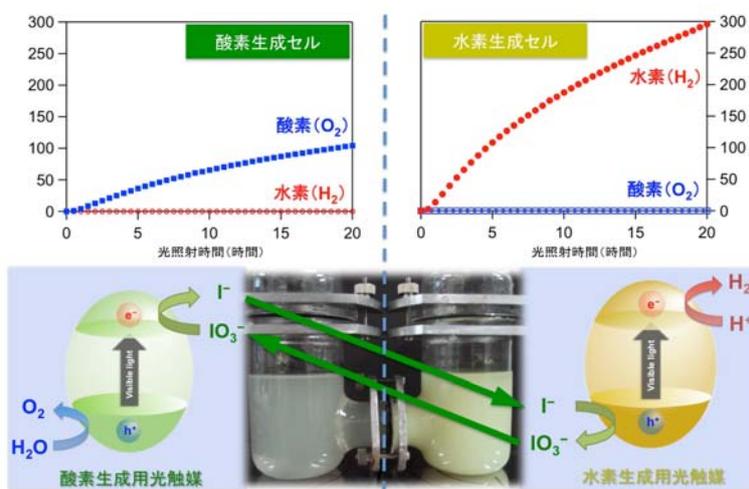


図3 2室セルと多孔質膜を用いた水素と酸素の分離生成の一例

(c) コバルト系助触媒担持による高効率可視光酸素生成用光アノードの開発

水を酸化して酸素を生成する過程は4電子反応のため、一般的に水分解反応における律速、すなわち最も遅い過程となる。したがって、この水の酸化過程の高効率化が水分解反応全体の効率向上の重要な課題となる。一方で、タンタル等の金属酸窒化物は、水分解用の可視光応答型半導体として有望視されてきたが、反応中に正孔が自らを酸化して失活させる「自己酸化分解」が容易に起こるために応用が制限されてきた。我々は、タンタル酸窒化物である TaON や BaTaO₂N などの表面に、コバルト系などのナノ粒子助触媒を高密度に担持させることによって、その量子収率と安定性が飛躍的に向上することを見出した。一例として、酸化コバルト (CoO_x) 系助触媒を TaON 表面に担持させた試料の電子顕微鏡像、および光電流値の時間変化を図4に示す。無担持状態で TaON に光照射を行うと、生成した正孔 (h⁺) が TaON 中に含まれる窒素アニオン (N³⁻) を酸化して N₂ として放出する「自己酸化」が起こり、酸素生成に伴う光電流が20分程度でほぼ消失し、また反応後の窒素 (N) の比率が著しく減少する。これに対し、表面を CoO_x で被覆した場合は、生成した h⁺ が CoO_x へ移動し、ここで水を酸化して酸素を生成するため、先の「自己酸化」が効果的に抑制され、効率の良い酸素生成が安定に進行する。最適化した試料における可視光領域での量子収率 (光の利用効率) はおいて 80% 近い値となり、現状において世界最高値となっている。また、電子伝導性を向上させるアニオン欠陥の導入や、正孔伝達を担うロジウム系助触媒を共担持により、さらに性能が向上することも見出している。これらの高効率可視光酸素生成用光アノードは、白金等の対極と組み合わせて、水素と酸素の分離生成が可能なることも実証しており、その際に必要となる外部からのバイアス印加は、従来の可視光応答型光アノードの半分程度の 0.4 V まで低減されている。さらに、

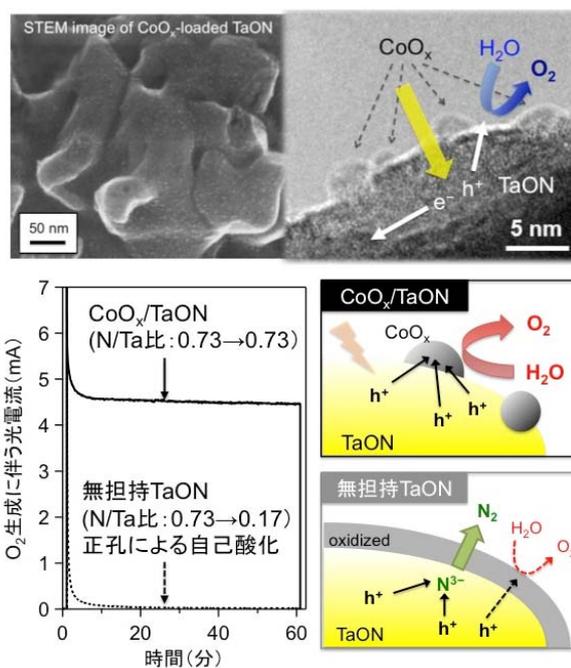


図4 CoO_x 助触媒を担持した高性能 TaON 電極

各種の水素生成用可視光応答型光触媒と組み合わせて、二段階励起型の水分解にも適用可能であることを見出している。

以上のように、本プロジェクトでは、半導体表面のナノ修飾により、水分解の量子収率 (光の利用効率) の大幅な向上や、水素と酸素の分離生成、といった半導体光触媒を用いた水分解の実用化に不可欠な2つの大きな課題を克服するに至っている。これらの成果は、学術的な波及効果が高く、類似の研究報告が続いており、また実用化への1つの弾みになると考えている。

6. 研究発表等

雑誌論文 計19件	(掲載済み一査読有り) 計11件 1. Osamu Tomita, Bunsho Ohtani, Ryu Abe: "Highly selective phenol production from benzene on platinum-loaded tungsten oxide photocatalyst with water and molecular oxygen: Selective oxidation of water by holes for generating hydroxyl radical as predominant source of hydroxyl group" <i>Catal. Sci. Technol.</i> 2014, DOI:10.1039/C4CY00445K. 2. Hiroya Homura, Bunsho Ohtani, Ryu Abe: "Facile Fabrication of Photoanodes of Tungsten(VI) Oxide on Carbon Microfiber Felts for Efficient Water Oxidation under Visible Light" <i>Chem. Lett.</i> 2014, DOI: 10.1246/cl.140320. 3. 阿部 竜、「人工光合成-半導体光触媒を用いた水の分解による水素製造」、 <i>応用物理</i> 、Vol. 83、No. 2、pp. 112-115 (2014). 4. Ryu Abe, Kenichi Shinmei, Nagatoshi Koumura, Kohjiro Hara, Bunsho Ohtani: "Visible-Light-Induced Water Splitting Based on Two-step Photoexcitation between Dye-Sensitized Layered Niobate and Tungsten Oxide Photocatalysts in the Presence of Triiodide/Iodide Shuttle Redox Mediator" <i>J. Am. Chem. Soc.</i> 2013 , <i>135</i> , 16872-16884. 5. Masanobu Higashi, Kazunari Domen, Ryu Abe: "Fabrication of an Efficient BaTaO ₂ N Photoanode Harvesting a Wide Range of Visible Light for Water Splitting" <i>J. Am. Chem. Soc.</i> 2013 , <i>135</i> , 10238-10241. 6. Jun Hirayama, Ryu Abe, Yuichi Kamiya: "Combinational effect of Pt/SrTiO ₃ :Rh photocatalyst and SnPd/Al ₂ O ₃ non-photocatalyst for photocatalytic reduction of nitrate to nitrogen in water under visible light irradiation" <i>Applied Catalysis B: Environ.</i> 2013 , <i>144</i> , 721-729. 7. Masanobu Higashi, Kazunari Domen, Ryu Abe: "Highly Stable Water Splitting on Oxynitride TaON Photoanode System under Visible Light Irradiation", <i>J. Am. Chem. Soc.</i> , 2012 , <i>134</i> , 6968-6971. 8. 阿部 竜、富田 修、大谷 文章、「酸化タングステン系光触媒を用いたベンゼン環の水酸化反応」、 <i>触媒(触媒学会)</i> 、Vol. 54、pp. 314-320 (2012). 9. Ryu Abe: "Development of a New System for Photocatalytic Water Splitting into H ₂ and O ₂ under Visible Light Irradiation", <i>Bull. Chem. Soc. Jpn. (Award account)</i> , 2011, 84 , 1000-1030. 10. 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. 11. Ryu Abe, Masanobu Higashi, Kazunari Domen: "Overall Water Splitting under Visible Light through Two-Step Photoexcitation between TaON and WO ₃ in the Presence of an Iodate/Iodide Shuttle Redox Mediator", <i>ChemSusChem (Invited paper)</i> , 2011, 4 , 228-237 (掲載済み一査読無し) 計8件 1. 阿部 竜、「太陽光水素製造のための高効率可視光応答型光触媒系の開発」、 <i>月刊マテリアルステージ(技術情報協会)</i> 、No. 8、pp. 16-19 (2013). 2. 阿部 竜、「タンタル(オキシ)ナイトライド系光アノードを用いた高効率可視光水分解」、 <i>光化学(光化学協会)</i> 、Vol. 43、pp. 18-23 (2012). 3. 阿部 竜、「タンタルオキシナイトライド光電極を用いた高効率可視光水分解」、 <i>セラミックス(セラミックス協会)</i> 、Vo. 47、pp. 669-673 (2012). 4. 阿部 竜、「白金担持型酸化タングステン光触媒の開発と応用」、 <i>光技術コンタクト(日本オプトメカトロニクス協会)</i> 、Vol. 50、pp. 11-17 (2012). 5. 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). 6. 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). 7. 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). 8. 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).
------------------	--

	(未掲載) 計0件
会議発表 計116件	<p>専門家向け 計101件 (国際会議招待依頼講演)</p> <ol style="list-style-type: none"> 1. Ryu Abe: "Visible-Light-Responsive Photocatalysts for Solar Hydrogen Production", <i>Solid State Chemistry Potpourri in Kyoto</i>, March 11, 2014 (Kyoto, Japan). 2. Ryu Abe: "Development of Visible-Light-Responsive Photocatalysts and Photoelectrodes toward Solar Hydrogen Production", <i>2014 International Conference on Hydrogen Production (ICH2P-2014)</i>, February 2, 2014 (Fukuoka, Japan). 3. Ryu Abe: "Development of Visible-Light-Responsive Photocatalysis Systems toward Solar Hydrogen Production", <i>International Conference on Bio/Mimetic Solar Energy Conversion</i>, November 23, 2013 (Osaka, Japan). 4. Ryu Abe: "Visible Light Responsive Photocatalysts for Solar Hydrogen Production", <i>The 2nd International Conference on Photocatalysis and Solar Energy Conversion: Development of Materials and Nanomaterials (PASEC-2)</i>, July 11, 2013 (Kyoto, Japan). 5. Ryu Abe: "Development of Visible-Light-Responsive Photocatalysts for Solar Hydrogen Production", <i>2012 OCARINA Annual International Meeting</i>, March 4-6, 2013 (Osaka, Japan). 6. Ryu Abe: "Visible-Light-Responsive Photocatalysts for Solar Hydrogen Production", <i>The ICNER Annual Symposium and International Workshop 2013</i>, January 31, 2013 (Fukuoka, Japan). 7. Ryu Abe: "Photocatalytic and photoelectrochemical water splitting into H₂ and O₂ under visible light irradiation", <i>The 17th Malaysian Chemical Congress</i>, October 15-17, 2012 (Kuala Lumpur, Malaysia). 8. 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). 9. 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). 10. 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). 11. 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). 12. 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). 13. 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). 14. 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). 15. 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). 16. Ryu Abe: "Development of Visible-Light-Responsive Photocatalysts Toward Solar Hydrogen Production" <i>Towards Global Artificial Photosynthesis</i>, August 16, 2011 (Lord Howe Island, Australia). 17. Ryu Abe: "Development of visible light responsive photocatalysts toward solar hydrogen production" <i>Seminar at University of Wisconsin-Madison</i>, March 20, 2011 (Madison, USA)

	<p>(国内招待依頼講演)</p> <ol style="list-style-type: none"> 1. 阿部 竜、「太陽光水素製造を目指した可視光応答型光触媒系の開発」、「人工光合成の最前線」、2014年2月28日(大阪府池田市)、日本表面科学会 2. 阿部 竜、「太陽光水素製造を目指した高効率ナノ構造光触媒系の開発」、ナノ学会ナノ機能・応用部会第1回研究会、2014年1月28日(京都府宇治市)、ナノ学会ナノ機能・応用部会 3. 阿部 竜、「太陽光水素製造を目指した可視光応答型光触媒系の開発」、先端化学・材料技術部会 高選択性反応分科会 講演会、2014年1月16日(東京都千代田区)、新化学技術推進協会 4. 阿部 竜、「太陽光水素製造を目指した可視光応答型光触媒系の開発」、R&D懇話会 170回 最前線の固体触媒開発動向、2014年1月10日(東京都千代田区)、日本化学会 5. 阿部 竜、「太陽光水素製造を目指した新規可視光応答型光触媒系の開発」、日本太陽エネルギー学会関西支部 2013年シンポジウム、2013年11月13日(大阪府大阪市)、日本太陽エネルギー学会関西支部 6. 阿部 竜、「太陽光水素製造を目指した新規可視光応答型光触媒系の開発」、第44回中部化学関係学協会支部連合秋季大会、2013年11月2日(静岡県浜松市)、中部化学関係学協会支部連合協議会 7. 阿部 竜、「太陽光水素製造のための新規可視光応答型光触媒系の開発」、第112回触媒討論会、2013年9月18日(秋田県秋田市)、触媒学会 8. 阿部 竜、「太陽光水素製造を目指した可視光応答型光触媒系の開発」、2013年光化学討論会、2013年9月13日(愛媛県松山市)、光化学協会 9. 阿部 竜、「太陽光水素製造を目指した可視光応答型光触媒水分解系の開発」、ポリマーフロンティア21、2013年9月6日(東京都目黒区)、高分子学会 10. 阿部 竜、「人工光合成実現のための高効率可視光応答型光触媒系の開発」、錯体化学若手会夏の学校2013、2013年8月(北海道札幌市)、錯体化学若手会 11. 阿部 竜、「表面修飾による可視光水分解用オキシナイトライド系光電極の高性能化」、第13回光触媒研究討論会、2013年7月10日(東京都目黒区)、光機能材料研究会 12. 阿部 竜、「人工光合成実現のための高効率可視光水分解光触媒系の開発」、平成25年度触媒学会西日本支部触媒技術セミナー、2013年6月7日(徳島県徳島市)、触媒学会(西日本支部) 13. 阿部 竜、「光合成模倣型光触媒系および非酸化物系光電極による可視光水素製造」、人工光合成型光触媒の開発と最新技術、2013年5月16日(東京都目黒区)、光機能材料研究会 14. 阿部 竜、「水素発生用光触媒による人工光合成の進展」、水素の製造と利用に関するシンポジウム、2013年2月1日(東京都新宿区)、触媒学会 15. 阿部 竜、「半導体光触媒を用いた人工光合成系の構築～高効率水素生成のための新規光触媒系～」、人工光合成研究会講演会「人工光合成の最先端」、2013年1月28日(大分県大分市)、大分大学工学部応用化学科 16. 阿部 竜、「太陽光水素製造のための高効率光触媒系の開発」、北海道大学触媒化学研究センター平成24年度研究討論会「革新的触媒技術の創出に向けて」、2013年1月23日-24日(東京都文京区)、北海道大学触媒化学研究センター 17. 阿部 竜、「人工光合成実現のための新規可視光応答型光触媒系」、分子研研究会「無機化学の現状と未来:若い世代が切り開く新しいサイエンス」、2013年1月17日-19日(愛知県岡崎市)、大学共同利用機関法人 自然科学研究機構 分子科学研究所 18. 阿部 竜、「光合成を模倣した2段階励起型光触媒水分解」、新学術領域「人工光合成」第1回公開シンポジウム、2012年12月17日-18日(東京都目黒区)、新学術領域「人工光合成による太陽光エネルギーの物質変換:実用化に向けての異分野融合」総括班 19. 阿部 竜、「Development of a New Photocatalytic System toward Efficient Solar Hydrogen Production」、東北大学原子分子材料科学高等研究機構ジョイントセミナー、2012年11月30日-12月1日(宮城県仙台市)、東北大学原子分子材料科学高等研究機構 20. 阿部 竜、「高効率可視光水分解のためのナノ構造光触媒の開発」、触媒学会ナノ構造触媒研究会講演会、2012年11月9日(京都府京都市)、触媒学会 21. 阿部 竜、「太陽光水素製造のための新規光触媒系の開発」、岩澤コンファレンス 2012「サステナブル社会のための最先端触媒化学・表面科学」、2012年10月30日-31日(兵庫県神
--	--

	<p>戸市)、岩澤コンファレンス組織委員会</p> <p>22. 阿部 竜、「人工光合成実現のための新規光触媒系」、第 234 回分子工学コロキウム、2012 年 10 月 23 日(京都府京都市)、京都大学工学研究科</p> <p>23. 阿部 竜、「太陽光エネルギー変換および環境浄化を目指した新規可視光応答型光触媒系の開発」、第50回触媒研究懇談会、2012年8月2日-8月4日(広島県廿日市市)、触媒学会</p> <p>24. 阿部 竜、「酸化タングステン系光触媒を用いた有機物分解および有機合成」、第12回光触媒研究討論会、2012年7月10日(東京都目黒区)、光機能材料研究会</p> <p>25. 阿部 竜、「高効率可視光水分解のためのオキシナイトライド光電極」、光機能材料研究会第38回講演会「可視光応答型半導体光触媒の開発と最新技術(第3講)」、2012年6月26日(東京都千代田区)、光機能材料研究会</p> <p>26. 阿部 竜、「2段階励起による可視光水分解」、光機能材料研究会第38回講演会「可視光応答型半導体光触媒の開発と最新技術(第2講)」、2012年6月26日(東京都千代田区)、光機能材料研究会</p> <p>27. 阿部 竜、「白金担持型酸化タングステン光触媒の開発と応用」、光機能材料研究会第38回講演会「可視光応答型半導体光触媒の開発と最新技術(第1講)」、2012年6月26日(東京都千代田区)、光機能材料研究会</p> <p>28. 阿部 竜、「光合成模倣型光触媒水分解系の開発」、光機能材料研究会第37回講演会「最新人工光合成」、2012年6月7日(東京都目黒区)、光機能材料研究会</p> <p>29. 阿部 竜、「光合成を模倣した2段階励起型光触媒水分解系の開発」、日本光合成学会若手の会第六回セミナー、2012年6月2日(神奈川県横浜市)、日本光合成学会若手の会</p> <p>30. 阿部 竜、「Development of visible-light-responsive photocatalyst systems toward solar hydrogen production」、さきがけ4 領域合同国際シンポジウム、2012年3月27日(横浜)</p> <p>31. 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」、第21回日本MRS学術シンポジウム、2011年12月20日(横浜)</p> <p>32. 阿部 竜、「Development of visible-light-responsive photocatalyst systems toward solar hydrogen production」、第61回錯体化学討論会、2011年9月17日(岡山)</p> <p>33. 阿部 竜、「Development of bio-inspired photocatalytic water splitting systems toward solar hydrogen production」、第49回生物物理学会、2011年9月16日(姫路)</p> <p>34. 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」、第32回触媒学会若手会夏の研修会、2011年8月8日(浜松)</p> <p>35. 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>36. 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>37. 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>(国際会議一般研究発表)</p> <p>1. Masanobu Higashi, Kazunari Domen, Ryu Abe: "Fabrication of efficient BaTaO₂N photoanode for water splitting under visible light", The Sixteenth International Symposium on Relations between Homogeneous and Heterogeneous Catalysis (ISHHC-16), August 6, 2013 (Sapporo Japan).</p> <p>2. Osamu Tomita, Masanobu Higashi, Saburo Hosokawa, Kenji Wara, Bunsho Ohtani, Ryu Abe: "Direct Synthesis of Phenol from Benzene by Platinum-loaded Tungsten(VI) Oxide Photocatalysts with Water and Molecular Oxygen", The Sixteenth International Symposium on Relations between Homogeneous and Heterogeneous Catalysis (ISHHC-16), August 6, 2013 (Sapporo Japan).</p> <p>(国内一般研究発表)</p> <p>1. 上野航輝, 東正信, 阿部竜、「酸素生成助触媒担持による可視光水分解用 TaON 光電極の高効率化」、日本化学会第94春季年会、2014年3月27日-30日(愛知県名古屋市)、日本化学会</p> <p>2. 亀井啓, 富田修, 東正信, 細川三郎, 和田健司, 阿部竜、「銅助触媒担持型酸化タングステ</p>
--	--

	ン光触媒を用いたベンゼンからの直接フェノール合成」、日本化学会第 94 春季年会、2014 年 3 月 27 日-30 日(愛知県名古屋市)、日本化学会
3.	鈴木肇, 東正信, 阿部竜、「層状金属化合物を用いた二段階励起型水分解システムの開発」、日本化学会第 94 春季年会、2014 年 3 月 27 日-30 日(愛知県名古屋市)、日本化学会
4.	中村彰利, 細川三郎, 東正信, 阿部竜、「ソルボサーマル法による高活性水分解用光触媒の開発」、日本化学会第 94 春季年会、2014 年 3 月 27 日-30 日(愛知県名古屋市)、日本化学会
5.	伊勢野隼也, 富田修, 細川三郎, 東正信, 阿部竜、「ソルボサーマル法による SrTiO ₃ 光触媒微粒子の合成と水分解への応用」、日本化学会第 94 春季年会、2014 年 3 月 27 日-30 日(愛知県名古屋市)、日本化学会
6.	白川貴史, 東正信, 阿部竜、「硫化物系光触媒を用いた二段階可視光励起水分解システムの開発」、日本化学会第 94 春季年会、2014 年 3 月 27 日-30 日(愛知県名古屋市)、日本化学会
7.	辻皓平, 富田修, 東正信, 阿部竜、「ヨウ素系および鉄系レドックスを用いた二段階励起型水分解系における各種助触媒の効果」、日本化学会第 94 春季年会、2014 年 3 月 27 日-30 日(愛知県名古屋市)、日本化学会
8.	新田真之介, 富田修, 東正信, 阿部竜、「酸化チタンにより表面を被覆した酸化タングステン光触媒を用いた可視光酸素生成反応」、日本化学会第 94 春季年会、2014 年 3 月 27 日-30 日(愛知県名古屋市)、日本化学会
9.	山中雄太, 東正信, 阿部竜、「金属イオンドーピングによる可視光水分解用 BaTaO ₂ N 光アノードの高効率化」、日本化学会第 94 春季年会、2014 年 3 月 27 日-30 日(愛知県名古屋市)、日本化学会
10.	奥中さゆり, 徳留弘優, 阿部竜、「水溶性前駆体を用いた可視光応答性 Rh ドープ SrTiO ₃ 微粒子の合成と光触媒特性」、日本化学会第 94 春季年会、2014 年 3 月 27 日-30 日(愛知県名古屋市)、日本化学会
11.	東田深志, 和田健司, 細川三郎, 阿部竜、「イリジウム触媒を用いたアルケンの選択的脱水素型シリル化反応における酸化物の添加効果」、第 113 回触媒討論会、2014 年 3 月 26 日-27 日(愛知県豊橋市)、触媒学会
12.	法邑宏八, 東正信, 阿部竜、「炭素繊維布を基材とする CuInS ₂ 電極の調製とその光電気化学特性」、第 113 回触媒討論会、2014 年 3 月 26 日-27 日(愛知県豊橋市)、触媒学会
13.	久井一駿, 細川三郎, 和田健司, 井上正志, 阿部竜、「グリコサーマル合成した Y-Ga 系複合酸化物の発光特性」、日本セラミックス協会年会、2014 年 3 月 26 日-27 日(神奈川県横浜市)、日本セラミックス協会
14.	阿部 竜、「有機色素増感光触媒を水素生成系とする 2 段階励起型可視光水分解」、第 32 回固体・表面光化学討論会、2013 年 12 月 11 日-12 日(東京都新宿区)、固体・表面光化学討論会
15.	阿部 竜、「色素増感光触媒を水素生成系とする2段階可視光励起型水分解」、第 25 回日本 MRS 年次大会、2013 年 12 月 9 日-11 日(神奈川県横浜市)、日本 MRS
16.	東正信, 堂免一成, 阿部竜、「可視光水分解を目的とした高性能 BaTaO ₂ N 光アノードの開発」、第 23 回日本 MRS 年次大会、2013 年 12 月 9 日-11 日(神奈川県横浜市)、日本 MRS
17.	上野航輝, 東正信, 阿部竜、「リン_コバルト系助触媒担持による可視光水分解用 TaON 光電極の高効率化」、第 23 回日本 MRS 年次大会、2013 年 12 月 9 日-11 日(神奈川県横浜市)、日本 MRS
18.	鈴木肇, 東正信, 阿部竜、「層状ニオブ酸 KCa ₂ Nb ₃ O ₁₀ を用いた二段階励起型水分解システムの開発」、第 23 回日本 MRS 年次大会、2013 年 12 月 9 日-11 日(神奈川県横浜市)、日本 MRS
19.	中村彰利, 細川三郎, 東正信, 阿部竜、「ソルボサーマル法による Ca ₂ Nb ₂ O ₇ の合成とその光触媒活性」、第 23 回日本 MRS 年次大会、2013 年 12 月 9 日-11 日(神奈川県横浜市)、日本 MRS
20.	奥中さゆり, 徳留弘優, 阿部竜、「新規ソフト化学プロセスによる可視光応答性 SrTiO ₃ 系光触媒の開発」、第 23 回日本 MRS 年次大会、2013 年 12 月 9 日-11 日(神奈川県横浜市)、日本 MRS
21.	東正信, 堂免一成, 阿部竜、「可視光水分解を目的とした高性能 BaTaO ₂ N 光アノードの開

	<p>発」、第 44 回中部化学関係学協会支部連合秋季大会、2013 年 11 月 2 日-3 日(静岡県浜松市)、中部化学関係学協会支部連合協議会</p> <p>22. 富田修, 和田健司, 細川三郎, 大谷文章, 阿部竜、「白金担持型酸化タングステン光触媒を用いたベンゼンからの直接フェノール合成」、第 44 回中部化学関係学協会支部連合秋季大会、2013 年 11 月 2 日-3 日(静岡県浜松市)、中部化学関係学協会支部連合協議会</p> <p>23. 上野航輝, 東正信, 細川三郎, 和田健司, 阿部竜、「リン-コバルト系助触媒担持による可視光水分解用 TaON 光電極の高効率化」、第 2 回キャタリストクラブ例会【第 6 回触媒表面化学会研究発表会】、2013 年 11 月 1 日(大阪府吹田市)、近畿化学協会触媒・表面部会</p> <p>24. 亀井啓, 富田修, 東正信, 細川三郎, 和田健司, 阿部竜、「銅助触媒担持型酸化タングステン光触媒を用いたベンゼンからの直接フェノール合成」、第 2 回キャタリストクラブ例会【第 6 回触媒表面化学会研究発表会】、2013 年 11 月 1 日(大阪府吹田市)、近畿化学協会触媒・表面部会</p> <p>25. 中村彰利, 細川三郎, 東正信, 和田健司, 阿部竜、「ソルボサーマル法による $\text{Ca}_2\text{Nb}_2\text{O}_7$ の合成とその光触媒活性」、第 2 回キャタリストクラブ例会【第 6 回触媒表面化学会研究発表会】、2013 年 11 月 1 日(大阪府吹田市)、近畿化学協会触媒・表面部会</p> <p>26. 法邑宏八, 東正信, 大谷文章, 阿部竜、「炭素繊維布を基材とする CuInS_2 電極の調製とその光電気化学特性」、第 112 回触媒討論会、2013 年 9 月 18 日-20 日(秋田県秋田市)、触媒学会</p> <p>27. 上野航輝, 東正信, 細川三郎, 和田健司, 阿部竜、「リン-コバルト系助触媒担持による可視光水分解用 TaON 光電極の高効率化」、第 112 回触媒討論会、2013 年 9 月 18 日-20 日(秋田県秋田市)、触媒学会</p> <p>28. 亀井啓, 富田修, 東正信, 細川三郎, 和田健司, 阿部竜、「銅助触媒担持型酸化タングステン光触媒を用いたベンゼンからの直接フェノール合成」、第 112 回触媒討論会、2013 年 9 月 18 日-20 日(秋田県秋田市)、触媒学会</p> <p>29. 鈴木肇, 東正信, 細川三郎, 和田健司, 阿部竜、「層状ニオブ酸を用いた二段階励起型水分解システムの開発」、第 112 回触媒討論会、2013 年 9 月 18 日-20 日(秋田県秋田市)、触媒学会</p> <p>30. 中村彰利, 細川三郎, 東正信, 和田健司, 阿部竜、「ソルボサーマル法による $\text{Ca}_2\text{Nb}_2\text{O}_7$ の合成とその光触媒活性」、第 112 回触媒討論会、2013 年 9 月 18 日-20 日(秋田県秋田市)、触媒学会</p> <p>31. 富田修, 和田健司, 細川三郎, 大谷文章, 阿部竜、「白金担持型酸化タングステン光触媒を用いたベンゼンからの直接フェノール合成」、第 112 回触媒討論会、2013 年 9 月 18 日-20 日(秋田県秋田市)、触媒学会</p> <p>32. 東正信, 堂免一成, 阿部竜、「可視光水分解を目的とした高性能 BaTaO_2N 光アノードの開発」、電気化学会創立第 80 周年記念大会、2013 年 3 月 29 日-31 日(宮城県仙台市)、電気化学会</p> <p>33. 上野航輝, 東正信, 細川三郎, 和田健司, 阿部竜、「リン-コバルト系助触媒担持による可視光水分解用 TaON 光電極の高効率化」、電気化学会創立第 80 周年記念大会、2013 年 3 月 29 日-31 日(宮城県仙台市)、電気化学会</p> <p>34. 杉浦元彦, 細川三郎, 和田健司, 井上正志, 阿部竜、「可視光応答型 N-Si 共修飾 TiO_2 光触媒を用いた高効率気相有機物分解」、第 111 回触媒討論会、2013 年 3 月 25-26 日(大阪府吹田市)、触媒学会</p> <p>35. 亀井啓, 富田修, 東正信, 細川三郎, 和田健司, 阿部竜、「酸化タングステン(VI)光触媒によるベンゼンからの高選択的水酸化反応における助触媒の効果」、日本化学会第 93 春季年会、2013 年 3 月 22 日-25 日(滋賀県草津市)、日本化学会</p> <p>36. 鈴木肇, 東正信, 細川三郎, 和田健司, 阿部竜、「層状金属酸化物を用いて反応場を制御した二段階励起型水分解システムの開発」、日本化学会第 93 春季年会、2013 年 3 月 22 日-24 日(滋賀県草津市)、日本化学会</p> <p>37. 中村彰利, 細川三郎, 東正信, 和田健司, 阿部竜、「ソルボサーマル法による $\text{Ca}_2\text{Nb}_2\text{O}_7$ の合成とその光触媒活性」、日本セラミックス協会 2013 年年会、2013 年 3 月 17 日-19 日(東京都目黒区)、日本セラミックス協会</p> <p>38. 東正信, 堂免一成, 阿部竜、「可視光水分解を目的とした高性能 BaTaO_2N 光電極の開発」、</p>
--	--

	<p>第19回シンポジウム「光触媒反応の最近の展開」、2012年12月10日(東京都目黒区)、光機能材料研究会</p> <p>39. 東正信, 堂免一成, 阿部竜、「高効率可視光分解のためのオキシナイトライド系光電極の開発」、第31回 固体・表面光化学討論会、2012年11月21日-22日(大阪府吹田市)、固体・表面光化学討論会</p> <p>40. 杉浦元彦, 細川三郎, 和田健司, 井上正志, 阿部竜、「可視光応答型 N-Si 共修飾 TiO₂ 光触媒を用いた高効率気相有機物分解」、第31回固体・表面光化学討論会、2012年11月22日(大阪府吹田市)、固体・表面光化学討論会</p> <p>41. 東正信, 堂免一成, 阿部竜、「可視光分解を目的とした高性能 BaTaO₂N 光電極の開発」、第110回触媒討論会、2012年9月24日-26日(福岡県福岡市)、触媒学会</p> <p>42. 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>43. 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>44. 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>45. 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) 計2件</p> <p>1. 第23回日本MRS年次大会「エコ・エネルギーを切り拓く先進材料研究」、シンポジウムD「人工光合成実現に向けた光分解用半導体および分子機能材料開発の新展開」、2013年12月9~11日、横浜市開港記念館他(口頭24件、ポスター18件、参加者約70名)(新規報告)</p> <p>2. 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件、ポスター55件、参加者約130名)</p> <p>一般向け 計13件 (一般向け講演会等)</p> <p>1. 阿部 竜、「人工光合成でクリーンなエネルギーを造る」、第4回フォーラム「人工光合成」、2014年3月26日(愛知県名古屋)、新学術領域研究</p> <p>2. 阿部 竜、「人工光合成でクリーンな水素エネルギー」(ポスター対話)、京都大学アカデミックデイ、2013年12月21日(京都府京都市)、京都大学</p> <p>3. 阿部 竜、「人工光合成と半導体光触媒技術」、<i>Electronic Journal</i> 第1536回 Technical Seminar、2013年1月11日(東京)、(株)電子ジャーナル</p> <p>4. 阿部 竜、「人工光合成型可視光応答型光触媒の研究開発」、光反応機能材料セミナー、2012年11月26-28日(東京都港区)、(株)オプトロニクス社</p> <p>5. 阿部 竜、「人工光合成技術の現状と展望~クリーンエネルギー創製のための半導体光触媒技術~」、情報機構技術セミナー、2012年11月21日(神奈川県川崎市)、(株)情報機構</p> <p>6. 阿部 竜、「人工光合成および環境浄化のための新規可視光応答型光触媒系の開発」、京都工業会京都産学公連携フォーラム 2012、2012年11月15日(京都府京都市)、京都大学外</p> <p>7. 阿部 竜、「人工光合成でクリーンな水素エネルギー」(ポスター対話)、京都大学アカデミックデイ、2012年9月2日(京都府京都市)、京都大学</p> <p>8. 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>9. 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>10. 阿部 竜、「Development of a New Photocatalytic Water Splitting System toward Solar</p>
--	---

	<p>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>(大学における特別講義等)</p> <ol style="list-style-type: none"> 1. 阿部 竜、「半導体光触媒で未来の水素エネルギー社会を創る」、平成 25 年度応用化学特別講義B、2013 年 6 月 26 日(東京都目黒区)、東京工業大学 2. 阿部 竜、「太陽光水素製造および環境浄化のための新規可視光応答型光触媒系の開発」、理学部化学科化学特別講義、2013 年 9 月 28-29 日(愛媛県松山市)、愛媛大学 3. 阿部 竜、「太陽光水素製造を目指した可視光応答型光触媒系の開発」、物質工学専攻応用化学コース応用化学特論Ⅲ、2014 年 1 月 21 日(福岡県北九州市)、九州工業大学
<p>図書 計6件</p>	<ol style="list-style-type: none"> 1. Ryu Abe: “Z-Scheme Type Water Splitting into H₂ and O₂ Under Visible Light Through Two-Step Photoexcitation Between Two Different Photocatalysts”, <i>New and Future Developments in Catalysis ~ Solar Photocatalysis ~</i>. (ELSEVIER), 341-370 (2013). 2. 阿部 竜、「第1編:水素社会構築に向けた要素技術開発の動向、第1章:製造技術、第2節:光触媒」、水素利用技術集成 ~高効率貯蔵・水素社会構築を目指して~ (エヌ・ティール・エス)、pp. 23-36. 3. 阿部 竜、「第1章 抗菌・抗ウイルス効果を持つ材料設計と高機能化、第9節:白金担持型酸化タングステン光触媒」、抗菌・抗ウイルス材料の開発・評価と化工技術(技術情報協会)、pp. 44-50. 4. 阿部 竜、「光合成を模倣した2段階励起型可視光水分解系の開発」、人工光合成実用化に向けた最新技術 ~水素利用・有機物合成・エネルギー・CO₂還元~ (情報機構)、第6節、pp. 67-83(2012). 5. 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). 6. 阿部 竜、「高効率可視光水分解の為にオキシナイトライド系光電極の開発」、可視光応答型半導体光触媒(技術教育出版社)、第2編第5章、pp. 237-249(2012).(新規報告)
<p>産業財産権 出願・取得 状況 計10件</p>	<p>(取得済み)計8件</p> <ol style="list-style-type: none"> 1. 阿部 竜、鹿目直子、酒谷能彰、「光触媒体の製造方法」、特許第 5323582 号(特願 2009-117446)、国立大学法人北海道大学・住友化学株式会社、2013 年 7 月 26 日(登録) 2. 阿部 竜、定金正洋、酒谷能彰、「光触媒体の製造方法」、特許第 5295668 号(特願 2008-182395)、国立大学法人北海道大学・住友化学株式会社、2013 年 6 月 21 日(登録) 3. 阿部 竜、大谷文章、村田 誠、酒谷能彰、西峰宏亮、「酸化タングステン光触媒体」、特許第 5258917 号(特願 2011-051111)、国立大学法人北海道大学・住友化学株式会社、2013 年 5 月 2 日(登録) 4. 阿部 竜、大谷文章、村田 誠、酒谷能彰、西峰宏亮、“Tungsten Oxide Photocatalyst” 中華人民共和国 200810088485.9、国立大学法人北海道大学・住友化学株式会社、2012 年 12 月 26 日(登録)(新規報告) 5. 岩崎靖和、大井 亮、佐山和弘、杉原秀樹、柳田真利、阿部 竜、「半導体電極とそれを用いたエネルギー変換システム」特許第 4997454 号(特願 2005-257889)、日産自動車株式会社・独立行政法人産業技術総合研究所、2012 年 5 月 25 日(登録)(新規報告) 6. 阿部 竜、大谷文章、村田 誠、酒谷能彰、西峰宏亮、“Tungsten Oxide Photocatalyst” アメリカ合衆国 8017238、国立大学法人北海道大学・住友化学株式会社、2011 年 9 月 13 日(登録)(新規報告) 7. 阿部 竜、駒場勝浩、駒場武男、「ガス自動サンプリング装置」、特許第 4780557(特願 2005-299360)、独立行政法人産業技術総合研究所・有限会社幕張理化学硝子製作所、2011 年 7 月 15 日(登録)(新規報告) 8. 阿部 竜、大谷文章、村田 誠、酒谷能彰、「酸化タングステン光触媒体」、特許第 4772818 号(特願 2008-077964)、国立大学法人北海道大学・住友化学株式会社、2011 年 7 月 1 日(登録)(新規報告)

	<p>(出願中) 計2件</p> <p>9. 阿部 竜、奥中さゆり、徳留弘優、「光触媒材の製造方法」、特願 2013-131151、国立大学法人京都大学・TOTO 株式会社、2013 年 6 月 21 日</p> <p>10. 和田健司、石木 聡、東田深志、細川三郎、阿部 竜、井上正志、特願 2013-131151、国立大学法人京都大学、2013 年 3 月 1 日</p>
Webページ (URL)	<p>1. 京都大学大学院工学研究科物質エネルギー化学専攻阿部研究室 http://www.ehcc.kyoto-u.ac.jp/eh41/home/abe/</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) 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>4. 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>
国民との科学・技術対話の実施状況	<p>1. 「京都大学アカデミックデイ 2013 -京都大学の研究者とあなたで語り合う日-」、2013 年、京都大学百周年時計台記念館、広く一般国民を対象、参加者数：529名 (1日の延べ来場者数)【趣旨】市民や研究者、文系、理系を問わず、誰もが学問の楽しさ・魅力に気付くことができる「対話」の場となることを目指している。国民と科学・技術に関わる本学の研究者が直接対話することで、本学の研究活動をわかりやすく説明するとともに、国民の声を本学における研究活動に反映させることを1つの目的としている。【実施内容】一般向けに、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. 京都大学アカデミックデイ、2012 年 9 月 2 日、京都大学百周年時計台記念館、一般対象、参加人数約 530 名、【実施内容】一般向けに、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>3. 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>4. 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。</p>

様式21

新聞・一般 雑誌等掲載 計0件	該当なし
その他	特になし

7. その他特記事項

本研究プログラムの遂行中に、研究代表者の異動(北海道大学から京都大学)があり、一時的に研究の進展および公表に遅れが生じたが、プログラム後半において、研究環境が整い、現在も本プログラムで得られた研究成果のさらなる発展と公表を目指し、精力的に研究を継続している。