

課題番号	GR043
------	-------

**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 25 年度)**

本様式の内容は一般に公表されます

研究課題名	高温太陽集熱による水熱分解ソーラー水素製造システムの開発
研究機関・ 部局・職名	新潟大学・自然科学系・教授
氏名	児玉 竜也

1. 当該年度の研究目的

本研究は次世代技術として、世界のサンベルト地域で得られる高温太陽集熱を水素へ転換する水熱分解ソーラー反応器について下記の2つの異なる反応器コンセプトで開発することを目的とする。

発泡体デバイス式ソーラー水熱分解器の開発： 中型反応器において反応器及び実験条件等の改良を行い、これを韓国国立エネルギー研究所(KIER)の太陽炉で試験し、水素製造能の向上を行う。

内循環流動層式ソーラー水熱分解器の開発： 宮崎大学に設置した 100kW_{th} ビームダウン式太陽集光システムにおいて、作製した「太陽集光を濃縮する2次集光器(CPC)」を試験し、集光スポットにおいて反応器のソーラー実験に必要な放射密度を得る。30kW_{th} 中型反応器の疑似太陽光シミュレータによる性能試験を行い。問題点・改良点を抽出する。これらの結果に基づき、宮崎ビームダウン式太陽集光システム用の大型反応器を作製し、これを試験する。

以上の結果から2つのどちらが大型化に有望な反応器であるかを明らかにする共に、大型化した場合の問題点・改良点を抽出する。

国民との科学・技術対話： 一般市民を対象とした本研究に関する講演会を行う。

2. 研究の実施状況

発泡体デバイス式ソーラー水熱分解器の開発： CeO₂系の発泡体水熱分解デバイスによる30kW_{th} 中型反応器の性能試験を、韓国国研 KIER の45kW_{th} 太陽炉を用いて2期行った。発泡体デバイスを改良し、デバイスに対する太陽集光の照射方法を変更し、2倍以上の水素製造能を得ることができた。

内循環流動層式ソーラー水熱分解器の開発： 宮崎大学 100kW_{th} ビームダウン式太陽集光システムにおいて、作製したCPCを試験し、集光スポットにおいて水熱分解反応器に必要な1000kW/m²を十分に超える放射密度を得た。また、流動層に直接光照射できる集熱量は40kW_{th}と分かった。一方、30kW_{th} 中型反応器の疑似太陽集光シミュレータの試験については、試験の結果、流動層底部の円錐型分散板(ステンレス製発泡体)の溶接部が、大型化に伴う熱応力の増大等で脆弱になり、高温で破損することが見出された。溶接部を減らすため、平面分散板への設計変更し、材質を熱耐久性の高いインコネルに変更する方針を立てた。以上の結果を踏まえて、ビームダウン太陽集光システム試験用の大型反応器を設計、作製し、試験を行った結果、インコネル製発泡体分散板も高温での空気酸化と熱応力でガス流通性を失って破損することが問題となることを見出された。そこで発泡体ではない方式(約0.5mmの複数のホールを多重円周状に配置)の分散板に改良する設計を考案した。

国民との科学・技術対話： 最先端研究開発支援プログラムのFIRSTシンポジウム「科学技術が拓く2030年」へのシナリオ等において研究成果を一般市民に発表・講演した。

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 2 件 1) Nobuyuki Gokon, Ken Kondo, Tsuyoshi Hatamachi, Mineo Sato, Tatsuya Kodama, “Oxygen-releasing step of nickel ferrite based on Rietveld analysis for two-step thermochemical water-splitting”, International Journal of Hydrogen Energy, 38(2013) 4935-4944. 2) Nobuyuki Gokon, Sachi Sagawa and Tatsuya Kodama, “Comparative study of activity of cerium oxide at thermal reduction temperatures of 1300–1550 °C for solar thermochemical two-step water-splitting cycle”, International Journal of Hydrogen Energy, 38[34] (2013) 14402-14414.</p> <p>(掲載済み一査読無し) 計 0 件</p> <p>(未掲載) 計 5 件 3) Nobuyuki Gokon, Shohei Nakamura, Koji Matsubara, Tatsuya Kodama, “Carbonate Molten-Salt Absorber/Reformer: Heating and Steam Reforming Performance of Reactor Tubes”, SolarPACES 2013, Energy Procedia, in press. 4) Tomoya Ishida, Nobuyuki Gokon, Tsuyoshi Hatamachi, Tatsuya Kodama, “Kinetics of Thermal Reduction Step of Thermochemical Two-step Water Splitting Using CeO₂ Particles: Master-plot method for analyzing Non-Isothermal Experiments”, Energy Procedia, in press. 5) Shintaro. Kawakami, Takuya Myojin, Hyun-Seok Cho, Tsuyoshi Hatamachi, Nobuyuki Gokon, Tatsuya Kodama, “Thermochemical Two-step Water Splitting Cycle Using Ni-ferrite and CeO₂ Coated Ceramic Foam Devices By Concentrated Xe-light Radiation”, Energy Procedia, in press. 6) Tatsuya Kodama, Nobuyuki Gokon, Koji Matsubara, Kazuo Yoshida, Shoji Koikari, Yoshinori Nagase, Katsushige Nakamura, "Flux Measurement of a New Beam-Down Solar Concentrating System in Miyazaki for Demonstration of Thermochemical Water Splitting Reactors", Energy Procedia, in press. 7) Cho Hyun Seok, Takuya Myojin, Shintaro Kawakami, Nobuyuki Gokon, Tatsuya Kodama, Yong Heack Kang, Sang Nam Lee, Khwan Kyo Chai, Hwan Ki Yoon, Hyun Jim Lee, "Solar Demonstration of Thermochemical Two-step Water Splitting Cycle Using CeO₂/MPSZ Ceramic Foam Device by 45kWth KIER solar furnace”, Energy Procedia, in press.</p>
<p>会議発表 計 9 件</p>	<p>専門家向け 計 8 件 1) Nobuyuki Gokon, Shohei Nakamura, Koji Matsubara, Tatsuya Kodama, “Carbonate Molten-Salt Absorber/Reformer: Heating and Steam Reforming Performance of Reactor Tubes”, SolarPACES 2013, Las Vegas, Nevada, September 17-20, 2013. 2) Tomoya Ishida, Nobuyuki Gokon, Tsuyoshi Hatamachi, Tatsuya Kodama, “Kinetics of Thermal Reduction Step of Thermochemical Two-step Water Splitting Using CeO₂ Particles: Master-plot method for analyzing Non-Isothermal Experiments”, SolarPACES 2013, Las Vegas, Nevada, September 17-20, 2013. 3) Shintaro. Kawakami, Takuya Myojin, Hyun-Seok Cho, Tsuyoshi Hatamachi, Nobuyuki Gokon, Tatsuya Kodama, “Thermochemical Two-step Water Splitting Cycle Using Ni-ferrite and CeO₂ Coated Ceramic Foam Devices By Concentrated Xe-light Radiation”, SolarPACES 2013, Las Vegas, Nevada, September 17-20, 2013. 4) Tatsuya Kodama, Nobuyuki Gokon, Koji Matsubara, Kazuo Yoshida, Shoji Koikari, Yoshinori Nagase, Katsushige Nakamura, "Flux Measurement of a New Beam-Down Solar Concentrating System in Miyazaki for Demonstration of Thermochemical Water Splitting Reactors", SolarPACES 2013, Las Vegas, Nevada, September 17-20, 2013. 5) Cho Hyun Seok, Takuya Myojin, Shintaro Kawakami, Nobuyuki Gokon, Tatsuya Kodama, Yong Heack Kang, Sang Nam Lee, Khwan Kyo Chai, Hwan Ki Yoon, Hyun Jim Lee, "Solar Demonstration of Thermochemical Two-step Water Splitting Cycle Using CeO₂/MPSZ Ceramic Foam Devices by 45kWth KIER”, SolarPACES 2013, Las Vegas, Nevada, September 17-20, 2013. 6) Koji Matsubara, Yuuki Kazuma, Atsushi Sakurai, Sho Suzuki, Lee Soon-Jae, Tatsuya Kodama, Nobuyuki Gokon, Cho Hyun Seok and Kazuo Yoshida, “High-temperature fluidized</p>

様式19 別紙1

	<p>receiver for concentrated solar radiation by beam-down reflector system” , SolarPACES 2013, Las Vegas, Nevada, September 17-20, 2013.</p> <p>7) Shunta Tokunaga, Naoya Watanabe, Kei Omori, Tatsuya Kodama, Nobuyuki Gokon, Shoji Koikari, Kazuo Yoshida, Yoshinori Nagase and Katsushige Nakamura, “Solar flux distribution of new beam-down solar concentrating system at Miyazaki for solar thermochemical processes”, International Symposium on Fusion Tech 2013 at Korea, Seoul, Korea, January 15-17, 2014.</p> <p>8) Takuya Myojin, Shintaro Kawakami, Hyun Seok Cho, Nobuyuki Gokon, Tatsuya Kodama, Yong Heack Kang, Sang Nam Lee, Khwan Kyo Chai, Hwan Ki Yoon, Hyun Jim Lee, “Solar Hydrogen Production Via Thermochemical Two-Step Water Splitting Cycle Using CeO₂ /MPSZ Ceramic Foam device by KIER Solar Furnace”, International Symposium on Fusion Tech 2013 at Korea, Seoul, Korea, January 15-17, 2014.</p> <p>一般向け 計1件</p> <p>9) Tatsuya Kodama, “R&D activities on Solar Fuels in Japan”, International Workshop on Concentrated Solar Power (CSP) 2013, Seoul, Korea, October 24-25, 2013.</p>
<p>図書 計0件</p>	<p>無し</p>
<p>産業財産権 出願・取得状況 計1件</p>	<p>(取得済み) 計0件</p> <p>(出願中) 計1件</p> <p>産業財産権の名称：太陽光を利用した集熱蓄熱装置 発明者：児玉竜也、郷右近展之、松原幸治、櫻井篤 権利者：国立大学法人 新潟大学 産業財産権の種類：特許 産業財産権の番号：出願番号 PCT/JP2013/073693 PCT 出願年月日：2013/9/3 国内・外国の別：国外 (PCT 出願)</p>
<p>Webページ (URL)</p>	<p>無し</p>
<p>国民との科学・技術対話の実施状況</p>	<p>1) 平成26年3月1日 最先端研究開発支援プログラム FIRST シンポジウム「科学技術が拓く2030年」へのシナリオ 標題：高温太陽集熱による水熱分解ソーラー水素製造システムの開発 場所：ベルサール新宿グランド（東京都新宿） 対象者：一般市民 内容：最先端・次世代研究支援プログラムで実施中の本研究「高温太陽集熱による水熱分解ソーラー水素製造システムの開発」の研究成果をポスター形式で発表した。</p> <p>2) 平成25年6月27日 (株)技術情報センターセミナー「集光型太陽熱技術の最新動向」 標題：太陽集熱の燃料化技術開発の動向 場所：東京・お茶の水・連合会館 対象者：一般市民 参加者数：50名 内容：最先端・次世代研究支援プログラムで実施中の本研究「高温太陽集熱による水熱分解ソーラー水素製造システムの開発」の研究内容・成果を含む、世界の太陽集熱燃料化技術の開発状況を講演した。</p>
<p>新聞・一般雑誌等掲載 計0件</p>	<p>無し</p>

様式19 別紙1

その他	
-----	--

4. その他特記事項

実施状況報告書(平成25年度) 助成金の執行状況

本様式の内容は一般に公表されます

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	126,000,000	80,326,000	45,674,000	0	0
間接経費	37,800,000	24,097,800	13,702,200	0	0
合計	163,800,000	104,423,800	59,376,200	0	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	18,818,647	45,674,000	0	64,492,647	64,492,647	0	0
間接経費	0	13,702,200	0	13,702,200	13,702,200	0	0
合計	18,818,647	59,376,200	0	78,194,847	78,194,847	0	0

3. 当該年度の執行額内訳

(単位:円)

	金額	備考
物品費	60,540,967	ソーラー反応器, ガス供給システム, 実験試薬等
旅費	1,026,642	研究成果発表旅費(米国), 研究打ち合わせ旅費等
謝金・人件費等	0	
その他	2,925,038	ソーラー反応器改造費, ガス供給システム追加工事費等
直接経費計	64,492,647	
間接経費計	13,702,200	
合計	78,194,847	

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
光濃縮装置 (CPC/MSC)	三鷹光器株式会社製	1	7,455,000	7,455,000	2013年6月26日	宮崎大学
ソーラー反応器用 N ₂ /H ₂ O供給システ ム	構築(株)アヅマテ クノス	1	13,885,200	13,885,200	2013年11月29日	宮崎大学
100kWh流動層ソー ラー反応器	アドバンエンジン(株)	1	15,552,600	15,552,600	2014年1月31日	新潟大学
クセノンランプ	ウシオ電機株式会社製 UXL-70SC	1	777,000	777,000	2014年1月28日	新潟大学
高速・小型ガス分析 系	ジールサイエンス株式会社製 400GC Dual Channel	1	4,441,500	4,441,500	2014年2月28日	新潟大学
ドーム型石英窓	日東光器株式会社製 直径50cm	1	2,142,000	2,142,000	2014年2月28日	新潟大学
スプレッドライヤー式 粒子製造装置	東京理化学工業株式会社製	1	2,094,750	2,094,750	2014年2月26日	新潟大学
100kWh流動層ソー ラー反応器コールド	アドバンエンジン(株) アクリル製試験機	1	1,428,000	1,428,000	2014年2月28日	新潟大学
ジルコニア式酸素 濃度系	東レエンジニアリング株式会社製 SA25NW/LD-300	1	609,000	609,000	2014年2月24日	新潟大学
ポータブル燃焼排 ガス分析系	(株)テスト製 テアト350	1	1,995,000	1,995,000	2014年2月27日	新潟大学
スクリーコンプレッ サ	北越工業株式会社製 SAS4SD-5A(ドライ ヤー内蔵)屋内形	1	861,000	861,000	2014年2月28日	新潟大学
エア供給装置	構築(株)アヅマテ クノス	1	3,990,000	3,990,000	2014年3月27日	宮崎大学