

## 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 24 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。平成24年度の研究目的は下記の通りである。

**発泡体デバイス式ソーラー水熱分解器の開発：**開発した発泡体反応デバイスを搭載した30kWth 中型発泡体デバイス式反応器を作製し、太陽炉を用いて性能試験を行う。並行して疑似太陽集光シミュレータ等による小型発泡体反応デバイスの反応性・耐久性の試験を行い、デバイスの改良等を行う。

**内循環流動層式ソーラー水熱分解器の開発：**30kWth 中型反応器の設計と作製を行い、30kWth 疑似太陽集光シミュレータを導入して性能試験を行う。また、大型反応器試験用に宮崎大学に建設した新型ビームダウン集光システムの集熱量等の測定、及び2次集光器（CPC）の設計・作製等を行う。また、反応粒子の低温水分解ステップの反応解析を行い、化学組成等の最適化を行う。

**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開催する。

### 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：**NiFe<sub>2</sub>O<sub>4</sub>系およびCeO<sub>2</sub>系の発泡体水熱分解デバイスによる30kWth 中型反応器の性能試験を、韓国国研 KIER (Korea Institute of Energy Research) の45kWth 太陽炉を用いて2回（1, 2期）行った。その結果、CeO<sub>2</sub>系発泡体水熱分解デバイスにより連続サイクルで水素を生成することに成功した。しかし、この水素製造能を下記の内循環流動層式ソーラー水熱分解器の水素製造能と比較すると、大きく劣ることが見出された。このままの設計では内循環流動層式ソーラー水熱分解器の性能を上回することは期待できないと判断された。従って25年度はこれ以上の反応器の大型化試験は行わず、中型反応器で性能向上のための設計改良を行うこととした。

**内循環流動層式ソーラー水熱分解器の開発：**30kWth 疑似太陽集光シミュレータの導入に予想以上の時間がかかり、新潟大学には25年1月に導入された。集熱量測定の結果、期待通り30kWth 以上が得られた。この結果に基づき30kWth 中型反応器の設計を行った。中型反応器の作製とシミュレータによる性能試験は25年度4月以降にずれ込んだが7月中旬までには終了予定であり、全体の計画に支障はない。宮崎大学には新型ビームダウン太陽集光システムが完成し、期待通り100kWth 以上の集熱量を得ることができた。さらに太陽集光を濃縮するための2次集光器（CPC）の設計を行った。天候不順による太陽集光システムの集熱量測定の遅れからCPCの作製は25年度にずれ込んだが25年6月初旬までにはCPC作製とその性能試験を行える予定であり全体の計画に支障はない。一方、反応粒子については反応解析からCeO<sub>2</sub>微粒子が最適であると判断した。これまでの研究成果から将来の1MW級の大型化に関しては反応器コンセプトに改良が必要であることが見出され、新たに2段階反応の熱還元室と水分解室を完全分離した二塔式反応器を考案、国際特許を出願した。

**国民との科学・技術対話：**一般市民対象の講演等を行った。研究紹介のパンフレットを作成した。

3. 研究発表等

<p>雑誌論文 計 1 件</p>	<p>(掲載済み一査読有り) 計 1 件 Nobuyuki Gokon, Ryuta Ono, Tsuyoshi Hatamachi, Li Liuyun, Hee-Joon Kim, Tatsuya Kodama” CO<sub>2</sub> gasification of coal cokes using internally circulating fluidized bed reactor by concentrated Xe-light irradiation for solar gasification”, <i>International Journal of Hydrogen Energy</i>, <b>37</b>[17] (2012) 12128-12137.</p>
<p>会議発表 計 14 件</p>	<p>専門家向け 計 14 件</p> <ol style="list-style-type: none"> <li>1. Nobuyuki Gokon, Ryuta Ono, Kei Omori, Tsuyoshi Hatamachi, Li Liuyun, Hee Joon Kim, Tatsuya Kodama, “Steam gasification of coal cokes using fluidized bed reactor for solar thermochemical conversion”, SolarPACES 2012, Marrakech, Morocco, September 11-14, 2012.</li> <li>2. Kei Omori, Nobuyuki Gokon, Tsuyoshi Hatamachi, Tatsuya Kodama, “Two-step switching test of water-splitting process using internally-circulating fluidized bed reactor” , SolarPACES 2012, Marrakech, Morocco, September 11-14, 2012.</li> <li>3. Tatsuya Kodama, Nobuyuki Gokon, Kei Omori, Yoshinori Nagase and Katsushige Nakamura, “Solar Demonstration Project on a Novel Fluidized Bed Reactor for “Single-processed” Thermochemical Water-splitting Cycle with a Beam-Down Concentrating System at Miyazaki”, SolarPACES 2012, Marrakech, Morocco, September 11-14, 2012.</li> <li>4. Sakurai, A., Sakuma, S., Gokon, N., Matsubara, K, and Kodama, T., Heat Transfer Characteristics of Internally Circulating Fluidized Bed Solar Reactor, SolarPACES-2012, pp.487-488, 2012.</li> <li>5. Liuyun Li, Gokon Nobuyuki, Kodama Tatsuya, Tadaaki Shimizu and Hee Joon Kim, The basic study about reforming biomass-tar using catalysts for solar energy biomass gasfication, Solarpaces 2012, Marrakech, Moroco, USB publication (2012).</li> <li>6. Atsushi Sakurai, So Sakuma, Nobuyuki Gokon, Koji Matsubara, Tatsuya Kodama, “Experimental and numerical investigation for the development of high-efficiency fluidized bed solar reactor”, The 3rd International Forum on Heat Transfer, Nagasaki, Japan, 13-15 November, 2012.</li> <li>7. 佐藤 直樹, 川上 慎太郎, 明神 卓弥, 簗町 剛, 郷右近 展之, 児玉 竜也, SEO Taebeom, ” 発泡体反応デバイスによる水熱分解サイクル試験” 第 21 回日本エネルギー学会大会, 東京, 2012 年 8 月 6 日～7 日, 工学院大学.</li> <li>8. 高橋 将吾, 栗田 慎二, 簗町 剛, 櫻井 篤, 郷右近 展之, 児玉 竜也, ” Na<sub>2</sub>CO<sub>3</sub>/MgO 熔融塩ソーラーレシーバー反応管に関する研究” 第 21 回日本エネルギー学会大会, 東京, 2012 年 8 月 6 日～7 日, 工学院大学.</li> <li>9. 小野 龍太, 伊沢 拓耶, 簗町 剛, 郷右近 展之, 児玉 竜也, ” 石炭コークス流動層によるソーラー水蒸気ガス化反応器の研究” 第 21 回日本エネルギー学会大会, 東京, 2012 年 8 月 6 日～7 日, 工学院大学.</li> <li>10. 嶋脇 一賢, 中村 彰兵, 簗町 剛, 郷右近 展之, 児玉 竜也, ”ソーラー改質用 Ni/MgO-Al<sub>2</sub>O<sub>3</sub> 触媒デバイスの開発” 第 21 回日本エネルギー学会大会, 東京, 2012 年 8 月 6 日～7 日, 工学院大学.</li> <li>11. 伊沢 拓耶, 小野 龍太, 簗町 剛, 郷右近 展之, 児玉 竜也, ” 太陽光照射による石炭ガス化 (12)石炭コークスによる内循環流動層の水蒸気ソーラーガス化” 第 93 回日本化学会春季年会, 滋賀, 2013 年 3 月 22 日～25 日, 立命館大学.</li> <li>12. 石田 知也, 佐藤 祐輔, 簗町 剛, 郷右近 展之, 児玉 竜也, “反応性セラミックによる水の熱分解(26)CeO<sub>2</sub> を用いた二段階水熱分解サイクルの反応速度解析” 第 93 回日本化学会春季年会, 滋賀, 2013 年 3 月 22 日～25 日, 立命館大学.</li> <li>13. 川上 慎太郎, 明神 卓弥, 佐藤 直樹, Cho Hyun Seok, Kang Youg Heack, 郷右近 展之, 児玉 竜也, “反応性セラミックによる水の熱分解 (27) 発泡体反応デバイスの 45kW 太陽炉による水熱分解ソーラー試験” 第 93 回日本化学会春季年会, 滋賀, 2013 年 3 月 22 日～25 日, 立命館大学.</li> <li>14. 中村 彰兵, 嶋脇 一賢, 旗町 剛, 郷右近 展之, 児玉 竜也, “太陽熱化学反応によるメタンのソーラー改質(25)Ni 系触媒セラミック発泡体デバイスを用いたソーラー水蒸気改質” 第 93 回日本化学会春季年会, 滋賀, 2013 年 3 月 22 日～25 日, 立命館大学.</li> </ol>

様式19 別紙1

<p>図書 計1件</p>	<p>1. 吉田一雄, 児玉竜也, 郷右近展之 “太陽熱発電・燃料化技術—太陽熱から燃料をつくる—” 日本エネルギー学会編 シリーズ 21 世紀のエネルギー 10, 2012年, 174 ページ, コロナ社.</p>
<p>産業財産権 出願・取得状況 計0件</p>	<p>(出願中) 計0件 (取得済み) 計0件</p>
<p>Webページ (URL)</p>	<p>新潟大学&gt;研究・産学連携・国際交流&gt;研究トピックス 「最先端・次世代研究開発支援プログラムに本学の教員2名が採択されました！」 <a href="http://www.niigata-u.ac.jp/research/10_research_010/230211.html">http://www.niigata-u.ac.jp/research/10_research_010/230211.html</a></p>
<p>国民との科学・技術対話の実施状況</p>	<p>1) 平成24年8月6日 太陽熱エネルギー講演会          標題: ビームダウン集光システムによる太陽熱の燃料転換技術の開発          場所: 宮崎大学工学部 (宮崎市)          対象者: 一般市民 参加者: 100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」の内容と将来展望について紹介すると共に, その他のビームダウン集光システムによる燃料製造技術についても紹介した。          2) 平成25年1月~3月 文部科学省 情報ひろば 新潟大学ブース          標題: 次世代〈水素〉エネルギー社会へ向けた水素製造・インフラの構築の研究          場所: 文部科学省 (東京都) 情報ひろば 新潟大学ブース          対象者: 一般市民          参加者: 見学者          内容: 文科省の情報ひろばの新潟大学ブース (25年1月~3月) に, 研究紹介のポスター, 及びビームダウン太陽集光システムとソーラー反応器のレプリカ (模型), システムの作動原理を示すパネル等を展示すると共に, 研究紹介ビデオを上映し, 見学者に対して, 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」の研究内容を紹介した。また, 研究紹介のパンフレットも作成した。</p>
<p>新聞・一般雑誌等掲載 計4件</p>	<p>1) 読売新聞 (2012年8月7日) 太陽光で水素製造装置完成          2) 宮崎日日新聞 (2012年8月7日) 太陽集光装置が完成 国内最大級ビームダウン式水素精製活用へ          3) 西日本新聞 (2012年8月7日) 太陽光濃縮し水素精製 高効率にクリーンエネ          4) 南日本新聞 (2012年8月7日) 太陽光利用の蓄熱装置 産学官で宮大に完成 シラス加工や水素生成</p>
<p>その他</p>	

4. その他特記事項

## 実施状況報告書(平成24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	126,000,000	53,991,000	26,335,000	45,674,000	0
間接経費	37,800,000	16,197,300	7,900,500	13,702,200	0
合計	163,800,000	70,188,300	34,235,500	59,376,200	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	35,729,320	26,335,000	0	62,064,320	43,245,673	18,818,647	0
間接経費	0	7,900,500	0	7,900,500	7,900,500	0	0
合計	35,729,320	34,235,500	0	69,964,820	51,146,173	18,818,647	0

## 3. 当該年度の執行額内訳

(単位:円)

	金額	備考
物品費	35,297,491	ヘリオスタット, 精密定露点発生装置等
旅費	1,791,352	研究成果発表旅費, 研究打ち合わせ旅費等
謝金・人件費等	0	
その他	6,156,830	設備利用料, 伝熱シミュレーション費等
直接経費計	43,245,673	
間接経費計	7,900,500	
合計	51,146,173	

## 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
ヘリオスタット	CIO-AAIN型	1	16,800,000	16,800,000	2012/4/19	新潟大学
精密定露点発生装置	マイクロ・イクイップメント (株)製 me-40DP- 95HS	1	2,992,500	2,992,500	2012/7/31	新潟大学
熱分析装置	(株)リカク製 ThermoPlusEVO II	1	3,990,000	3,990,000	2012/9/28	新潟大学
ハイパフォーマンス・コンピュータ	HPC3000- XS108TS-Silent- SIP	2	590,730	1,181,460	2012/12/21	新潟大学
精密加湿装置	(株)テクノ計測製 me2020F	1	4,515,000	4,515,000	2013/3/29	新潟大学
30kWソーラーシミュレーター熱流量測定装置	三鷹光器(株)製 特注品	1	3,507,000	3,507,000	2013/3/29	新潟大学