

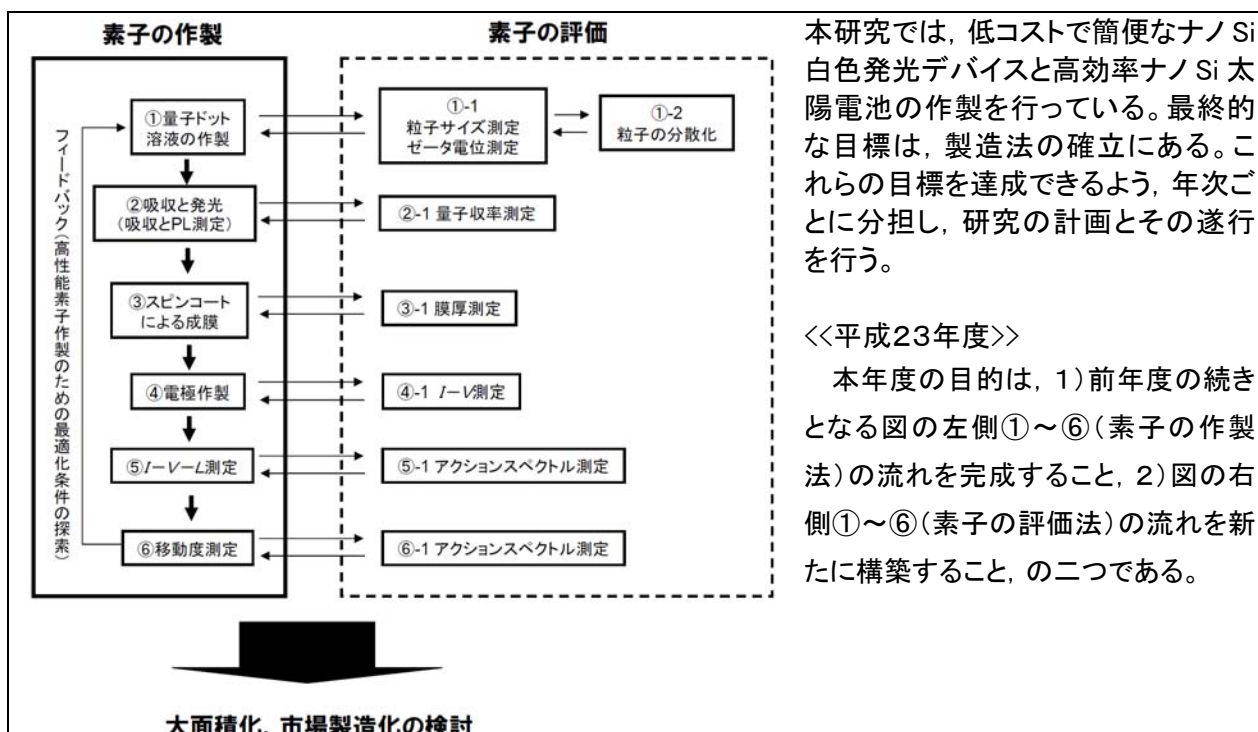
課題番号	GR073
------	-------

## 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	低コストで簡便なナノ Si 白色発光デバイスと高効率ナノ Si 太陽電池作製法の確立
研究機関・ 部局・職名	広島大学・自然科学研究支援開発センター・教授
氏名	齋藤健一

### 1. 当該年度の研究目的



本研究では、低コストで簡便なナノ Si 白色発光デバイスと高効率ナノ Si 太陽電池の作製を行っている。最終的な目標は、製造法の確立にある。これらの目標を達成できるよう、年次ごとに分担し、研究の計画とその遂行を行う。

＜＜平成23年度＞＞

本年度の目的は、1)前年度の続きとなる図の左側①～⑥(素子の作製法)の流れを完成すること、2)図の右側①～⑥(素子の評価法)の流れを新たに構築すること、の二つである。

### 2. 研究の実施状況

左図①～⑥(素子の作製)の流れを完成し、2)右図①～⑥(素子の評価)の流れを新たに構築した。詳細は以下の通り。

- ・ ナノ粒子測定装置を導入し、粒子サイズ、ゼータ電位を正確に測定できるようになった。
- ・ 蛍光光度計を導入し、発光・励起スペクトルを、高感度かつ正確に測定できるようになった。
- ・ 吸収スペクトル測定より、作製したSi量子ドットは、世界トップレベルの光吸収特性を有することが明らかとなった。今後、高効率な太陽電池材料として期待される。
- ・ 量子収率測定装置を導入し、発光効率(量子収率)を簡便かつ正確に測定できるようになった。
- ・ 3D測定レーザー顕微鏡を導入し、非破壊で膜厚や表面粗さ等を三次元計測できるようになった。
- ・ パルス光伝導装置を製作し、移動度を測定した。電荷輸送メカニズムと高輸送条件について新しい知見

様式19 別紙1

が得られた。これらの成果は高性能な素子開発につながる。

- ・ 紫外・可視, サブナノ~マイクロ秒の時間領域で, 発光寿命を測定できるようになった。作製したSi量子ドットの発光寿命は予測より数桁短く, 高効率発光するSi-LEDの材料としても期待できる。
- ・ アクションスペクトル測定装置を特注し, 太陽電池の分光特性を高精度に計測できるようになった。

「当該年度の目的以上の実績について」

- ・ クライオスタットを導入し, 極低温の4K~常温での分光測定が可能になった。これらの実験は, 光電変換のメカニズム解明, 素子の機能向上に有用な情報を与える。
- ・ ワークステーションを導入し, FDTDシミュレーションを開始した。その結果, 素子の高効率化に必要なナノ構造を予測できるようになった。
- ・ 既設の顕微分光装置にレーザーを2台増設し, 新しい波長で増強効果を検証できるようになった。
- ・ 高性能グローブボックスを導入し, 酸素と水が極めて少ない環境 (ppmレベル) での素子作製が可能になった。これは, 素子の高性能化, 耐久性の向上等につながる。

3. 研究発表等

<p>雑誌論文 計4件</p>	<p>(掲載済み一査読有り) 計2件</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>・ Shaoyu Wei, Tomoharu Yamamura, Daisuke Kajiya, <u>Ken-ichi Saitow</u>, “White-Light-Emitting Silicon Nanocrystal Generated by Pulsed Laser Ablation in supercritical Fluid: Investigation of Spectral Components as a Function of Excitation Wavelengths and Aging Time”, The Journal of Physical Chemistry C 116, 3928-3934 (2012).</li> <li>・ Daisuke Kajiya, <u>Ken-ichi Saitow</u>, “Significant Substitution Effect in Dipolar and Non-dipolar Supercritical Fluids”, The Journal of Chemical Physics, 134, 234508 (9pages) (2011)</li> </ul> <p>(掲載済み一査読無し) 計0件</p> <p>(未掲載) 計2件</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>・ <u>Ken-ichi Saitow</u>, Yoshinori Okamoto, Yano Fujiwara Yano, “Fractal of Gold Nanoparticle Controlled by Ambient Dielectricity: Synthesis by Laser Ablation as a Function of Permittivity”, The Journal of Physical Chemistry C, in press.</li> <li>・ Shaoyu Wei, <u>Ken-ichi Saitow</u>, “In situ Multipurpose Time-resolved Spectrometer for Monitoring Nanoparticle Generation in a High-pressure Fluid” Review of Scientific Instruments, in press.</li> </ul>
<p>会議発表 計17件</p>	<p>専門家向け 計15件</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>・ <u>齋藤健一</u> (招待講演), “極限反応場をつくるナノ構造体とその光機能性” 電気学会「極限レーザーマテリアル科学の応用調査専門委員会」, 大阪, 2011年5月</li> <li>・ <u>齋藤健一</u> (招待講演), “凝縮相でのパルスレーザーアブレーションによる光機能性ナノ粒子の創製” 液相高密度エネルギーナノ反応場, 高松, 2011年6月</li> <li>・ 若宮与二, <u>齋藤健一</u>, “メカノケミカル法による TiO<sub>2</sub> ナノ粒子の創製とその触媒能の研究” 2011年電気化学秋季大会, 新潟, 2011年9月</li> <li>・ 加治屋大介, <u>齋藤健一</u>, “超臨界溶液における溶媒和の置換基効果: エチレン誘導体の振動ラマン測定とその理論的解析” 第5回分子科学討論会, 札幌, 2011年9月</li> <li>・ 玉光弘典, 西尾一志, 北迫拓史, <u>齋藤健一</u>, “メデューサ型金属ナノ構造体による Si 量子ドットの発光” 第5回分子科学討論会, 札幌, 2011年9月</li> <li>・ <u>K. Saitow</u> (招待講演), “RGB-light emitting Si nanocrystal generated by pulse laser ablation in supercritical fluid” BIT’s 1st Annual World Congress of Nano-S&amp;T, 大連, 2011年10月</li> <li>・ D. Kajiya, <u>K. Saitow</u>, “Functional group and molecular structure produce solvation structure:</li> </ul>

様式19 別紙1

	<p>Raman spectroscopy and theoretical analysis” 13th European Meeting on Supercritical Fluids, デンハーグ, 2011年10月</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>・ <u>K. Saitow</u>, T. Kitasako, K. Nishio, “RGB-light-emitting Si quantum dot: Fabrication by pulsed laser ablation in supercritical fluid and liquid” 2011 MRS Fall Meeting, ボストン, 2011年11月</li> <li>・ <u>K. Saitow</u>, T. Kitasako, “Luminescent Si quantum dot generated by pulsed laser ablation in organic liquids” COLA 2011, カンクン, 2011年11月</li> <li>・ D. Kajiya, <u>K. Saitow</u>, “Functional group effect on solvation in supercritical CO<sub>2</sub> investigated by vibrational Raman spectroscopy and theoretical analysis” The 8th Nano Bio Info Chemistry Symposium, 広島, 2011年12月</li> <li>・ H. Tamamitsu, <u>K. Saitow</u>, “Significant enhancement of Photoluminescence intensity of Si quantum dot by Medusa-type Ag nanostructure” The 8th Nano Bio Info Chemistry Symposium, 広島, 2011年12月</li> <li>・ S. Wei, T. Yamamura, D. Kajiya, <u>K. Saitow</u>, “White-light-emitting silicon nanocrystal generated by pulsed laser ablation in supercritical fluid - Investigation of spectral components as a function of excitation wavelengths and aging time -” The 8th Nano Bio Info Chemistry Symposium, 広島, 2011年12月</li> <li>・ T. Wakamiya, <u>K. Saitow</u>, “Preparation of TiO<sub>2</sub> nanoparticle by mechanochemical method and significant photocatalytic activity” The 8th Nano Bio Info Chemistry Symposium, 広島, 2011年12月</li> <li>・ S. Ozawa, D. Kajiya, <u>K. Saitow</u>, “Enhancement of carrier mobility in MEH-PPV film” The 8th Nano Bio Info Chemistry Symposium, 広島, 2011年12月</li> <li>・ <u>K. Saitow</u> (招待講演), “Laser ablation and nanomaterial fabrication in supercritical fluids” SPIE Photonics West 2012 conference, サンフランシスコ, 2012年1月,</li> </ul> <p>一般向け 計2件</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>・ 齋藤健一, “パームトップ分析装置, バイオチップ, 発光増強に利用できるナノ粒子” JST 新技術説明会, 東京, 2011年5月</li> <li>・ 齋藤健一, “ナノ物質を塗って作る LED と太陽電池” 広島大学学術講演会「NEXT 明日を拓く科学ー最先端・次世代研究開発支援プログラム」, 広島, 2012年3月</li> </ul>
<p>図書 計1件</p>	<p><u>K. Saitow</u>, Chapter 12 Nanoparticle Generation by Laser Ablation in Liquid and Supercritical Fluid, Laser Ablation in Liquid: Principles and Applications in the Preparation of Nanomaterials, Pan Stanford publishing, Singapore, 2012, pp.573-626.</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 (出願中) 計1件 光起電力素子およびその製造方法 齋藤健一, 宮崎聡, 広島大学, 特願 2011-118414, 2011年5月26日, 国内</p>
<p>Webページ (URL)</p>	<p>広島大学大学院理学研究科(化学専攻)光機能化学研究室 <a href="http://home.hiroshima-u.ac.jp/saitow/">http://home.hiroshima-u.ac.jp/saitow/</a></p>
<p>国民との科学・技術対話の実施状況</p>	<ul style="list-style-type: none"> <li>・ 広島大学学術講演会「NEXT 明日を拓く科学ー最先端・次世代研究開発支援プログラム」, 3月20日, 広島大学, 一般市民 15名, “ナノ物質を塗って作る LED と太陽電池” の講演を行った。その際に, サンプルを回覧し, 簡単な演示実験も行った。講演後に年配の聴講者より励ましの言葉を頂いた。その他, 企業の研究者より, 共同研究の打診を頂き, 後日, 将来的な商品化に関する打ち合わせを行った。</li> <li>・ 最先端機器の見学会, 7月12日, 広島大学, 広島県立安佐北高等学校の生徒ならびに教員, 16名。最先端機器の見学会を行い, 物質科学研究の最前線を紹介した。</li> <li>・ オープンキャンパスならびに日本化学会夢化学 21, 8月8-9日, 広島大学, 高校生ならびに一般市民, 約150名, 最先端機器見学, 演示実験, 研究室見学を行った。</li> <li>・ スーパーサイエンスハイスクール事業による最先端機器の見学会, 9月14-15日, 広島大学, 鳥取県立鳥取東高校の生徒ならびに教員, 20名, 最先端機器の見学会を行い, 物質科学研究の最前線を紹介した。</li> <li>・ 最先端機器の見学会, 10月11日, 広島大学, 広島県立基町高校による生徒ならびに教員, 25名, 最先端</li> </ul>

様式19 別紙1

	<p>機器の見学会を行い、物質科学研究の最前線を紹介した。</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>・最先端機器の見学会、10月12日、広島大学、広島県立国泰寺高校による生徒ならびに教員、25名、最先端機器の見学会を行い、物質科学研究の最前線を紹介した。</li> <li>・最先端機器の見学会、10月21日、広島大学、広島県立呉宮原高等学校の生徒ならびに教員、17名、最先端機器の見学会を行い、物質科学研究の最前線を紹介した。</li> <li>・スーパーサイエンスハイスクール事業による最先端機器の見学会、11月12日、広島大学、広島県立国泰寺高校生徒ならびに教員、3名、最先端機器の見学会を行い、物質科学研究の最前線を紹介した。</li> </ul>
新聞・一般雑誌等掲載計4件	<ul style="list-style-type: none"> <li>・学術講演会「NEXT 明日を拓く科学ー最先端・次世代研究開発支援プログラム」、広島大学ー行事ー記事詳細、<a href="http://www.hiroshima-u.ac.jp/schedule/show/id/9604/dir_id/0">http://www.hiroshima-u.ac.jp/schedule/show/id/9604/dir_id/0</a></li> <li>・「明日を拓く科学」の案内、FJ会、<a href="http://fjkai.com/emn/201203-2.shtml">http://fjkai.com/emn/201203-2.shtml</a></li> <li>・ひろしま産業振興機構からの知っ得情報【12/03/15号】、ひろしま産業振興機構、<a href="http://www.hiwave.or.jp/sangakukan/maga_120315.html">http://www.hiwave.or.jp/sangakukan/maga_120315.html</a></li> <li>・第26回学長定例記者会見発表事項4、広島大学 <a href="http://www.hiroshima-u.ac.jp/upload/0/koho_press/teirei/no26/1_04.pdf">http://www.hiroshima-u.ac.jp/upload/0/koho_press/teirei/no26/1_04.pdf</a></li> </ul>
その他	

4. その他特記事項

- ・ 当研究室の大学院生(広島大学大学院理学研究科化学専攻博士課程後期3年 魏 紹禹)が、広島大学で開催された The 8th Nano Bio Info Chemistry Symposium において、The Best Student Presentation Award を受賞した。発表題目は以下の通り。“White-light-emitting silicon nanocrystal generated by pulsed laser ablation in supercritical fluid - Investigation of spectral components as a function of excitation wavelengths and aging time -” 2011年12月11日。
- ・ 齋藤健一が米国ボストンで開催された 2011 MRS Fall Meeting において、MRS Best Poster Award Nominee に選出された。発表題目は以下の通り。“RGB-light-emitting Si quantum dot: Fabrication by pulsed laser ablation in supercritical fluid and liquid” 2011年11月

## 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	122,000,000	74,500,000	22,380,000	25,120,000	0
間接経費	36,600,000	22,350,000	6,714,000	7,536,000	0
合計	158,600,000	96,850,000	29,094,000	32,656,000	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	72,878,067	22,380,000	0	95,258,067	84,197,361	11,060,706	0
間接経費	22,350,000	6,714,000	0	29,064,000	25,747,000	3,317,000	0
合計	95,228,067	29,094,000	0	124,322,067	109,944,361	14,377,706	0

## 3. 当該年度の執行額内訳

(単位:円)

	金額	備考
物品費	81,056,436	3D測定レーザー顕微鏡, 絶対量子収率測定装置, 化学薬品等
旅費	1,874,710	研究成果発表旅費(香川大学)等
謝金・人件費等	310,269	研究補助員人件費
その他	955,946	顕微鏡保守費, ラマン分光装置利用料等
直接経費計	84,197,361	
間接経費計	25,747,000	
合計	109,944,361	

## 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
蛍光分光光度計	(株)堀場製作所製 FLUOROMAX-4	1	3,129,000	3,129,000	2011/4/13	広島大学
800Cジルコニア製容器	EASY-GTM 専用容器蓋, センサー付	1	756,000	756,000	2011/5/18	広島大学
ナノ粒子測定装置	(英国)マルバーク社製 ゼータサイザーナノZS	1	12,999,000	12,999,000	2011/7/7	広島大学
エネルギー分散型X線分析装 置	米国EDAX Inc.製 GENESIS APEX II APOLLOX	1	6,993,000	6,993,000	2011/7/19	広島大学
DPSSレーザー	561NM 50MW	1	1,176,000	1,176,000	2011/8/8	広島大学
Single-Wavelength Lasers	785NM 70MW	1	997,500	997,500	2011/8/9	広島大学
3D測定レーザー顕微鏡	(株)島津製作所製 OLS4000-SAT	1	11,602,500	11,602,500	2011/8/10	広島大学
有機用蒸着電源	SVC-700-2用	1	1,014,300	1,014,300	2011/9/7	広島大学
ソフトウェア	Standalone-2D/3Dアカデ ミック FULLWAVEU	1	787,500	787,500	2011/9/15	広島大学
排風機	YCB-151RH2	1	955,080	955,080	2011/9/28	広島大学

堀場・顕微レーザーラマン分光装置HR-800バージョンアップ	(株)堀場製作所製 光学フィルタ、高解像度化USBカメラの設置	1	5,785,500	5,785,500	2011/10/18	広島大学
ICP発光分光分析装置	アジレント・テクノロジー社製 710ES	1	5,499,900	5,499,900	2011/10/25	広島大学
絶対量子収率測定装置	浜松ホトニクス(株)社製 C11347-01	1	6,114,150	6,114,150	2011/11/9	広島大学
グローブボックスシステム	独国 MBRAUN社製	1	7,465,500	7,465,500	2011/12/28	広島大学
1チャンネルシステムソースメータ	(200V,10A/パルス) 2611A	1	599,970	599,970	2012/1/23	広島大学
蛍光寿命測定装置	(株)堀場製作所 MODEL-3000U-HKS II	1	6,300,000	6,300,000	2012/2/6	広島大学
デジタルロックインアンプ	LI5630	1	550,000	550,000	2012/2/28	広島大学
ガスクロマトグラフ	(株)島津製作所製 GC-2014AT	1	1,500,000	1,500,000	2012/3/1	広島大学