

## 平成25年度 島根大学「重点研究部門」研究プロジェクト 計画書

<b>1. プロジェクト名称</b>	S-グリーン・ライフナノ材料プロジェクト					
	(英訳名)	S-Green & Life Nanomaterials Project				
<b>2. プロジェクトリーダー</b>	所属	総合理工学部	職名	教授	氏名	藤田 恭久
	現在の専門	半導体工学			学位	博士(工学)
<b>3 プロジェクトの概要</b>						
<p>(①本研究プロジェクトで何をどこまで明らかにするか, ②国際的な視野からプロジェクトの必要性・重要性・ユニークな点, ③島根大学で行う意義・大学の発展にとって期待される効果, ④成果の教育への還元, ⑤若手研究者育成プランについて簡潔に記入してください。)</p>						
<p>① 本プロジェクトは、旧重点プロジェクト「S-ナノテク」、「S-匠ナノメディシン」の取り組みを継承し、更なる発展を目指すプロジェクトである。医・理工・農の連携により遂行され、島根大学発の材料や技術を用いて、低炭素化社会や健康長寿社会の実現に向けたイノベーションの創出を目指す。プロジェクトは、グリーンイノベーション、ライフイノベーション、基盤技術の3つのグループから構成される。グリーンでは、1) 安価な酸化亜鉛ナノ粒子を用いた低コスト第3世代太陽電池の開発を目指す。酸化亜鉛のバンドギャップ制御や光エネルギー変換技術の研究を行う。2) チタン酸化物系強誘電体と熱電技術で、太陽電池の自律化システムを創製する。特に、スーパーキャパシタの欠点を解決し、高価な蓄電池不要の高性能電力貯蔵用デバイスの開発を目指す。ライフでは、1) 酸化亜鉛などのナノ粒子の蛍光・造影・温熱効果を用いたがんなどの非侵襲的早期診断・治療技術を開発する。2) ナタデココや酸化亜鉛ナノ粒子をバッファに用いたマイクロ流路電気泳動による診断や抗菌剤含有ナタデココによる治療技術などを開発する。基盤技術では、特別経費で導入された結晶評価システムを用いて、新たな物性評価技術の開発に努める。また、評価技術の開発整備により、地域の産業との協力関係や周辺産業の底上げに寄与する。ナノ材料の安全性評価のための技術開発も行う。こうした医・理工・農の連携による研究体制を維持し、その成果を教育や社会貢献に繋ぐ学内拠点として、ナノテクプロジェクトセンターへ活動をひきつぐ。</p> <p>② ナノテク材料研究は島根大学の重点国際連携プロジェクトの一つであり、「テキサスプロジェクト」からの国際連携を充実発展させてきている。</p> <p>③ 「低コスト」「簡易」「実用性」そして「環境にやさしい」「安心」「安全」な技術開発が基盤となっており、大型大学で行われている高コストなハイテク技術とは一線を画している。材料開発や評価における技術開発は、地域産業との連携を促進し、大学の存在基盤をより確固としたものにする。</p> <p>④ 本プロジェクトは、平成20年度からスタートした大学院の医理工農連携プログラムの推進母体となる。理工学、医学、生命科学を繋ぐナノテクプロジェクトセンターを通して学際領域や産業界と連携を重視した島根大学の新たな特徴となる教育研究分野を切り開く。</p> <p>⑤ 若手研究者をメンバーとして加え、研究発表の助成と出展責任者への抜擢などによるマネジメント能力の養成を行う。</p>						
<b>4. 本学の中期目標・計画または大学憲章・アクションプランとの関係</b>						
<p>中期目標・計画において、(1) ① 「地域における知の拠点として、社会の要求に応えられる多様な学問分野を育成するとともに、特色ある研究を強化し、国際的に評価される研究拠点を構築する。」に該当し、医学系と自然科学系、工学系の連携融合した分野横断的な重点研究プロジェクトにより独創的な研究分野を強化・育成する。また、テキサスプロジェクトから派生した共同研究と寧夏大学との交流は、(2) ④ 「海外の大学・研究機関等との連携・交流を推進するとともに、国際共同研究を推進する。」に該当する。島根大学憲章については、憲章2「特色ある地域課題に立脚した国際的水準の研究推進」に該当し、これに対応するアクションプランの③ 「地域産業を牽引するナノテクノロジー等の先端技術に関する研究」、④ 「総合大学における優位性を活かした、医学を軸とする健康長寿等の学際的研究」、⑤ 「COEに類するプログラムの獲得」に関係する。更に、プロジェクトの成果として、憲章3「地域問題の解決に向けた社会貢献活動の推進」に貢献する。</p>						
<b>5. 平成24年度の主な成果</b> 特に重要なものを箇条書きにしてください。						
<ul style="list-style-type: none"> <li>・塗布型酸化亜鉛太陽電池を試作し、この系では世界で初めて光電流を観測した。</li> <li>・独自のスパッタエピタキシャル成長法により pin 型シリコン太陽電池の作製に成功した。</li> <li>・平成 23 年度に開発した酸化亜鉛/酸化チタン積層型透明導電膜のさらなる低抵抗化を実現した。</li> <li>・<math>10^5</math> をこえる誘電応答を実現したバリアー・レイヤーの性質に関する基礎的な知見を得た。</li> <li>・高性能な熱電材料を簡便なプロセスで作製できることを示した。</li> <li>・蛍光染色のための抗体修飾 ZnO ナノ粒子を作製し、肺腺がん培養細胞およびヌードマウス皮下移植腫瘍組織において、抗肺腺がん抗体修飾酸化亜鉛ナノ粒子によるがん細胞の免疫組織学的検出を行うことができた。</li> <li>・酸化亜鉛ナノ粒子を含有したエチジウムブロマイドやサイバーゴールドの発光強度増強による高感度疾患診断法の予備的検討とナタデココを材料とした歯科における骨補填材としての可能性試験に着手した。</li> <li>・分裂酵母をモデル生物としたレーザーラマンイメージング技術による安全評価方法の診断技術の確立を行った。</li> </ul>						

6. プロジェクト推進担当者 平成25年度に限定して記入してください。

計 36名

ローマ字氏名	所属部局(専攻など)・職名	現在の専門学位	役割分担
(プロジェクトリーダー) 藤田 恭久 (Fujita Yasuhisa) (A. グリーンイノベーション Gr.) 廣光 一郎 (Hiromitsu Ichiro) 半田 真 (Handa Makoto) 笹井 亮 (Sasai Ryo) 葉 文昌 (You Bunshou) 山田 容士 (Yamada Yasuji) 池上 崇久 (Ikeue Takehisa) 古林 寛 (Furubayashi Hiroshi)	総合理工・電子制御システム・教授 総合理工学部・物質科学科・教授 総合理工学部・物質科学科・教授 総合理工・物質科学科・准教授 総合理工・電子制御・准教授 総合理工・物質科学科・教授 総合理工・物質科学科・准教授 戦略的研究推進センター・研究員	半導体工学・博士(工学) 有機半導体・理学博士 錯体化学・理学博士 材料物理学・博士(理学) 半導体工学・博士(工学) 材料物性・博士(工学) 錯体化学・博士(理学) 固体物理学・博士(理学)	プロジェクト総括, 薄膜・ナノ粒子 A グループリーダー, 太陽電池 近赤外吸収体の開発 層状物質の応用 太陽電池デバイスの作製と評価 酸化亜鉛薄膜の作製と評価 近赤外吸収体の開発 酸化亜鉛薄膜の物性改質
北川 裕之 (Kitagawa Hiroyuki) 秋重 幸邦 (Akihige Yukikuni) 塚田 真也 (Tukada Shinya) 劉 文鳳 (Liu Wenfeng)	総合理工・物質科学科・准教授 教育学部・自然環境教育講座・教授 教育学部・自然環境教育・助教 戦略的研究推進センター・研究員	材料物性・博士(工学) 固体物理学・理学博士 誘電体物性・博士(工学) 固体物理学・Ph.D	A2Gr. サブリーダー, 熱電材料 強誘電体の開発 強誘電体材料と蓄電デバイス 強誘電体材料の作製
(B. ライフイノベーション Gr.) 磯部 威 (Isobe Takeshi) 松本 暁洋 (Matsumoto Akihiro) 福田 誠司 (Fukuda Seiji) 長井 篤 (Nagai Atsushi) 増田 浩次 (Masuda Hiroji) 平川 正人 (Hirakawa Masahito) 原田 守 (Harada Mamoru) 藤井 政俊 (Fujii Masatoshi) 吉清 恵介 (Yoshikiyo Keisuke) 秋元 美穂 (Akimoto Miho) 柁 とも子 (Toga Tomoko)	医学部・呼吸器・臨床腫瘍学・教授 医学部・発生生物学・助教 医学部・小児科・准教授 医学部・臨床検査医学・教授 総合理工学部・電子制御・教授 総合理工・数理情報・教授 医学部・免疫学講座・教授 医学部・分子科学・准教授 生物資源・生命工学科・助教 医学部・生命科学講座・助教 医学部・法医学講座・技術専門職員	臨床腫瘍学・医学博士 発生生物学・博士(医学) 小児科学・医学博士 神経内科学・博士(医学) 光ファイバ通信・博士(工学) メディア情報処理・工学博士 免疫治療学・医学博士 表面科学・理学博士 分子認識工学・博士(農学) 腫瘍生物学・博士(理学) 法医学・臨床病理技術士	B1Gr. サブリーダー, がん診断 がん等の可視化技術 がん分子標的薬剤の開発 アルツハイマー病診断技術 光ファイバセンシング技術 診断画像処理技術の開発 がんの免疫療法の開発 ナノ粒子の表面修飾技術 ナノ粒子の表面修飾技術 がん分子標的薬剤の開発 酸化亜鉛による生態計測
竹下 治男 (Haruo Takeshita) 関根 浄治 (Sekine Joji) 藤原 純子 (Fujihara Junko)	医学部・法医学講座・教授 医学部・歯科口腔外科学・教授 医学部・法医学講座・講師	法医学・博士(医学) 歯科口腔外科・歯学博士 法医学・博士(医学)	B グループリーダー, DNA 診断 ナタデココの歯科口腔外科応用 DNA 診断
(C. 基盤技術グループ) 大庭 卓也 (Ohba Takuya) 森戸 茂一 (Morito Shigekazu) 林 泰輔 (Hayashi Taisuke) 吉田 俊幸 (Yoshida Toshiyuki) 船木 修平 (Funaki Shuheii) 橋本 英樹 (Hashimoto Hideki)	総合理工・物質科学科・教授 総合理工・物質科学科・准教授 総合科学研究支援・教務職員 総合理工・電子制御・助教 総合理工・物質科学科・助教 戦略的研究推進センター・研究員	金属回折結晶・理学博士 金属組織学・工学博士 金属物性学・博士(工学) 半導体工学・博士(工学) 酸化物機能性材料工学・博士(工学) 半導体物性・博士(工学)	C グループリーダー, 結晶評価 金属材料の結晶学的評価 ナノ材料の結晶学的評価 薄膜の電気・光学的評価 酸化物薄膜の結晶構造・特性評価 ナノ材料の生成と評価
秋吉 英雄 (Akiyoshi Hideo) 山本 達之 (Yamamoto Tatsuyuki) 頓宮 美樹 (Tongu Miki) 西村 浩二 (Nishimura Kohji)	生物資源・生物科学科・准教授 生物資源・生命工学科・教授 総合科学支援・実験動物・助教 総合科学支援・遺伝子機能・助教	実験病理学・医学博士 分子分光学・理学博士 実験動物学・博士(医学) 植物細胞生物学・博士(理学)	C2 Gr. サブリーダー, 安全評価 医用分光学的評価 安全性評価(動物実験) 植物内トレース・食品安全評価

7. 関連分野研究者 当該研究分野に精通し、かつ、当該研究内容を的確に理解・評価できるとと思われる本学以外の研究者を2~3名記入してください。(平成24年度から変更がなければ記入の必要はありません。)

(氏名)	(所属機関・部局・職)	(現在の専門)	(連絡先 e-mail)
本多 裕之	名古屋大学大学院・工学研究科・教授	生物機能工学	honda@nubio.nagoya-u.ac.jp
掛下 知行	大阪大学・機能先進材料デザイン教育研究センター・センター長・教授	材料科学・物性学	kakesita@mat.eng.osaka-u.ac.jp

8. 配分経費 (単位:千円)

年度(平成)	25	26	合計
配分経費(千円)	12,900	( )	12,900

## 9. 研究計画及び達成目標

### 【平成25年度】

【計画概要】 必要に応じてサブテーマ毎に記入してください。サブテーマにはA, B, C, …の記号を付けてください。

本プロジェクトの集大成として、グリーン・ライフイノベーションの分野で世界にアピールできる技術基盤を構築し、ナノテクプロジェクトセンター等を通して本学の特徴ある研究分野として継続できる基盤を構築する。

#### A. グリーンイノベーション

A1. 次々世代低コスト太陽電池の開発: 酸化亜鉛ナノ粒子, シリコン, ゲルマニウム, 可溶性有機色素, 半導体ナノシート積層材料を用いた種々の太陽電池の特性制御を行う共に, 太陽電池用高性能透明導電膜の作製技術を確立する。

A2. 高性能電力貯蔵用デバイスの開発: 蓄電デバイスの高性能化と臨界現象を利用した材料設計を試みる。熱電材料作製における新規プロセスを開発する。

#### B. ライフイノベーション

B1. ナノ粒子の医療・食品応用: 生体適合分子で修飾したナノ粒子を細胞あるいは動物生体に適用し, 近赤外線検出デバイス, 蛍光・X線CTおよびMRIを用いたがん細胞あるいはβアミロイドなどの検出の可能性を評価する。

B2. ナタデココの臨床医療応用: ナタデココおよびナノ粒子の混合剤/バツファを用いた高感度電気泳動法の臨床サンプルへの適用性評価とナタデココを用いた歯科根管治療材の開発および上顎洞挙上術について動物を用いた評価を行う。

#### C. 基盤技術

C1. 材料の結晶学的評価: ナノサイズの複雑組織をもつ金属材料およびナノ材料, ナノデバイスの結晶, 物性, 電気特性を総合的に評価できる体制を整える。

C2. 安全性評価: 個体レベルの動物実験, 実験病理学的手法による安全評価を実施するとともに細胞レベル, 特に生細胞への影響を明らかにするために, 顕微ラマンイメージング技術を核にした分裂酵母を用いた新規の安全評価技術を開発する。また酸化亜鉛ナノ粒子を用いた植物組織のイメージング技術の開発を試みるとともに, B-1グループとの連携により, 酸化亜鉛ナノ粒子に包接化合物シクロデキストリンなどの側鎖を導入し, その機能の向上を図る。

#### 【研究項目】

サブテーマ毎に主要な研究項目を箇条書きで記入してください。研究項目にはA-1, A-2, …の様に番号を付けてください。

#### 【達成目標】

対応する研究項目に対して第三者が達成できたと判断できる具体的な目標を記入してください。

#### 【達成期限】

年度途中に設定する場合のみ記入してください。

#### A-1. 次々世代低コスト太陽電池の開発

(研究チーム: 廣光, 葉, 藤田, 半田, 山田, 笹井, 池上, 北川, 古林, 船木, 橋本)

- 酸化亜鉛のpn接合を用いた塗布型太陽電池のリーク電流を抑制する。
- シリコン-ゲルマニウムタンデム型太陽電池を実現する。
- シリコン, ゲルマニウム系と酸化亜鉛系を組み合わせた第3世代太陽電池を提案する。
- 500°Cの高温環境に耐える低抵抗・高耐性の透明導電膜(抵抗率 $10^{-4} \Omega \text{ cm}$ 台, シート抵抗 $10 \Omega$ 以下)を開発すると共に, 導電膜・絶縁膜の作り分け手法を確立する。
- 可溶性フタロシアニンを用いた塗布型有機薄膜太陽電池の効率を膜の結晶性制御により向上させる。
- p型半導体ナノシート/光増感色素/n型半導体ナノシート複合積層膜を作製し, 光電流発生を目指す。

#### A-2. 高性能電力貯蔵用デバイスの開発

(研究チーム: 北川, 秋重, 塚田, 劉)

- これまでより大きな実効誘電率を目指すとともに, チタン酸バリウム系において新規材料・新規物性の探索を行う。
- 本学独自の液相成長技術を用いた熱電材料について, 特にn型Bi-Te系材料の性能向上を図る。また, 昨年度から着手している新規焼結法を検討し, 組織, 結晶配向と関連づけた物性評価を行う。

#### B-1. ナノ粒子の医療・食品応用

(研究チーム: 礪部, 松本, 福田, 長井, 増田, 平川, 原田, 藤井, 吉清, 秋元, 梶, 半田, 藤田, 秋重, 秋吉, 山本, 西村, 橋本)

- 抗体修飾ZnOナノ粒子の粒径制御技術の確立および分散性の向上を図る。抗体修飾ZnOナノ粒子の抗原特異性を確かめるために, マウスIgG抗体修飾ZnOナノ粒子を用いたブランク実験を行う。
- C-2グループと協力し, ZnOナノ粒子表面への抗体以外の機能性分子を修飾する
- 白血病細胞の遊走異常を制御する責任分子の機能を明らかにする。

	<ul style="list-style-type: none"> <li>高転移性大腸がん細胞の高転移能と腫瘍血管新生に関わる分子を同定し、その機能解析を行う。</li> <li>ヒト前立腺癌細胞に対する温熱療法に新規熱ショック蛋白 70 阻害剤を併用した場合の抗癌効果とその作用機序を明らかにする。</li> </ul>	
<b>B-2. ナタデココの臨床医療応用</b> (研究チーム: 竹下, 関根, 藤原, 藤田, 橋本)	<ul style="list-style-type: none"> <li>蛍光色素, ナタデココおよび酸化亜鉛の単独または複合超高感度DNA診断技術を用いて、心筋梗塞等急性期疾患のマーカーとなりうるDNA分解酵素を用いての超早期迅速判定システムの応用に供する。</li> <li>ナタデココを用いた上顎洞挙上術について動物を用いた評価を行う。</li> </ul>	
<b>C-1. 材料の結晶学的評価</b> (研究チーム: 大庭, 森戸, 吉田, 林, 船木, 橋本, 古林)	<ul style="list-style-type: none"> <li>複雑な形状を持つナノサイズの金属組織の定量評価を行い組織の果たす材料科学へ寄与を明らかにする。</li> <li>ナノ材料の結晶学的評価を行い, A,B グループへフィードバックする。</li> <li>デバイス作製に必要な酸化亜鉛系薄膜の極性を非破壊で調べる方法を開発する。</li> <li>酸化亜鉛ナノ粒子の膜形成とデバイス応用のための基礎的特性の評価を行う。</li> <li>太陽電池等で重要な半導体-金属接合を評価し, デバイス開発にフィードバックする。</li> </ul>	
<b>C-2. ナノ物質の安全性評価</b> (研究チーム: 秋吉, 山本, 頓宮, 西村, 橋本)	<ul style="list-style-type: none"> <li>酸化亜鉛ナノ粒子標識化合物の動物実験を個体, 臓器, 組織, 細胞レベルで行い, 医療・食品応用を目指したナノ物質の安全性評価の標準化基準を図る。</li> <li>生細胞へのナノ粒子の影響を明らかにする先導的技術開発として, レーザーラマンイメージング技術を核とした分裂酵母をモデル生物とした安全評価方法の確立を図る。</li> <li>食品の社会的課題(食品の安全衛生面)を地域産業界との連携強化によって明らかにし, 課題を克服する技術開発を目指す。</li> <li>酸化亜鉛ナノ粒子で標識したりガンド分子の輸送形態に関する新規のイメージング技術の確立を行う。</li> <li>B-1 グループとの連携により, 酸化亜鉛ナノ粒子に包接化合物シクロデキストリンなどの側鎖を導入し, その機能の向上を図る。</li> </ul>	

**【平成24年度評価を踏まえた本年度計画の主な変更点または改善点】**

プロジェクトは従来にない次々世代デバイスや医療技術などの開発に挑戦に挑戦するもので、プロジェクトの成果としては、島根大学発の新技術として世界に発信できるものを目指している。H25年度の計画ではH24年度までの研究結果から、具体的な方向を定めて計画を作成した。若手研究者の育成については、H24年度には非常に大きな成果が得られたため、引き続きグループを横断した学会発表や国際交流、マネジメントなどの経験を積ませる場を設ける。

**A グループ**

A1 ではシリコン、ゲルマニウム系と酸化亜鉛系を組み合わせた太陽電池を出口として次々世代の太陽電池として提案できることを目標に加えた。A2 は順調に進んでおり、特に計画の変更はない。

**B グループ**

B1 ではナノ粒子を抗体で修飾したものを、マウスに移植した癌組織において可視化し、DDS(drug delivery system)に発展させることより治療技術とナノ技術の連携を達成する。B2 ではナタデココの臨床応用技術の発展として上顎洞挙上術に用いることを想定とした骨補填材の開発を行う。

**C グループ**

酸化亜鉛などの酸化物材料デバイスで実績のある若手教員の活躍の場を増やし、研究を加速できる体制を整えた。また、「島根大学医生物ラマン研究会」の活動の具体的な成果として東京大学から近赤外顕微ラマン分光装置の移管を受け、分裂酵母の生細胞の代謝活性を分光学的に評価可能であることを踏まえて、酸化亜鉛ナノ粒子の安全面での影響を分子レベルで評価する。

**10. 平成25年度経費明細** (研究項目と達成目標ごとに使用する経費を記入してください。(単位:千円))

- ・経費は本プロジェクトの遂行に必要な経費です。
- ・経費は政策的配分経費(a)(今回配分された金額)とそれ以外の資金(学内経費, 外部資金)とし, それ以外の資金で充当させる場合は「配分経費以外(b)」の欄に金額を記入してください。
- ・研究計画の事項ごとに設備備品, 旅費, 謝金, 消耗品費などに分けて, それぞれの明細をできるだけ具体的に記入してください。
- ・単品の設備備品は配分経費(a)と配分経費以外(b)を合算して購入することはできませんのでご注意願います。

事項(品名)	(対応する研究 項目番号)	配分経費(a)	配分経費以外(b)	合計(a+b)
<b>設備備品</b>				
汎用 3D ラマン分光装置システム (AFM ラマン, ポータブルラマン)	A,B,C		95,130	95,130
He-Cd レーザチューブ	A,B,C		1,090	1,090
ソースメーター	A, C		1,200	1,200
小計		0	97,420	97,420
<b>旅費</b>				
外国旅費				
国際会議出席(成果発表)	A,D	600	500	1,100
国際交流	A,B,C	1,000		1,000
国内旅費				
学会等出席(成果発表, 調査等)	A,B,C	400	200	600
展示会出展	A,B,C	300		300
研究打ち合わせ	B,C	310	100	410
小計		2,610	800	3,410
<b>消耗品費</b>				
薬品・原材料・ガス	A,B,C	3,350	710	4,060
実験器具等	A,B,C	1,850	500	2,350
光学部品	A,B,C	600	100	700
実験動物(豚, 兎, ラット)	B,C	690		690
外注分析	A,C	1,500	200	1,700
小計		7,990	1,510	9,500
<b>その他</b>				
展示会出展経費	A,B,C	300	200	500
インセンティブ経費 (中間評価後に配分)	A,B,C	300		300
共用実験室費用	A,B,C	460		460
共用実験室光熱費	A,B,C	160		160
研究補助(アルバイト)	A,B,C	1080	100	1,180
小計		2,300	300	2,600
<b>合計</b>				
		12,900	100,030	112,930

