

平成24年度 島根大学「重点研究部門」研究プロジェクト 計画書

1. プロジェクト名称	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				
2. プロジェクトリーダー	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)

3. プロジェクトの概要 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・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。

① **何をどこまで明らかにするのか**：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、その成果を教育に繋ぐ学内拠点として、ナノテク教育研究センターを立ち上げる。

② **国際的な視点からの必要性・重要性・ユニーク性**：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。

③ **島根大学で行う意義**：「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。

成果の教育への還元・若手研究者育成プラン：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。また、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。さらに、理工学、医学、生命科学を繋ぐナノテク教育研究センターの設立を通して島根大学の新たな特徴となる教育研究分野を切り開く。

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

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。

5. 平成23年度の主な成果 特に重要なものを箇条書きにしてください

H23 年度は研究面では次々世代太陽電池の要素技術、高誘電率固体キャパシタ構造の開発、ナノ材料の表面修飾と臨床・食品応用性の評価、及びナノ材料の物性・安全性の総合的評価システムの形成をほぼ目標通りに進行でき、島根大学の特徴となる要素技術を着実に固めることができた。

- ・酸化亜鉛ナノ粒子を用いた塗布型太陽電池の構造を作製した（特許出願中）。
- ・世界的にも意義のある MOCVD による p 型酸化亜鉛薄膜の形成に成功した。
- ・耐候性が優れる酸化亜鉛/酸化チタン積層膜において単層より低抵抗化することを発見特許の出願を行った。
- ・誘電率が約 200,000 で、広い温度域、広い周波数域で安定なバリアー・レイヤー構造の巨大キャパシタ材料を開発した。
- ・酸化亜鉛ナノ粒子を用いたマイクロチップ電気泳動の高感度化（5 倍以上）を達成した（特許出願中）。
- ・日本ナノメディシン交流協会主催のナノメディシン国際シンポジウム（H25 年 3 月開催予定）と医用分光学会研究会（H23 年 11 月開催）の初めての地方開催の誘致に成功した。

6. プロジェクト推進担当者		平成24年度に限って記入してください。		計 37名	
ローマ字氏名(年齢)	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) 田中 仙君 (Tanaka Senku) 池上 崇久 (Ikeue Takehisa) 古林 寛 (Furubayashi Hiroshi) 北川 裕之 (Kitagawa Hiroyuki) 秋重 幸邦 (Akishige Yukikuni) 塚田 真也 (Tukada Shinya) 戴 中華 (Dai Zhonghua)	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・助教 総合理工・物質科学科・准教授 プロジェクト研究推進機構・研究員 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 プロジェクト研究推進機構・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 材料物理科学・博士(理学) 半導体工学・博士(工学) 材料物性・博士(工学) 有機光機能材料・博士(理学) 錯体化学・博士(理学) 固体物理学・博士(理学) 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	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 有機ハイブリッド構造太陽電池 近赤外吸収体の開発 酸化亜鉛薄膜の物性改質 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) 柊 とも子 (Toga Tomoko) 竹下 治男 (Haruo Takeshita) 関根 浄治 (Sekine Joji) 藤原 純子 (Fujihara Junko)	医学部・内科がん化学療法・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・准教授 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 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	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 法医学・博士(医学) 歯科口腔外科・歯学博士 法医学・博士(医学)	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 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) 秋吉 英雄 (Akiyoshi Hideo) 山本 達之(Yamamoto Tatsuyuki) 頓宮 美樹 (Tongu Miki) 西村 浩二 (Nishimura Kohji)	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 プロジェクト研究推進機構・研究員 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	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) 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)	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 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・評価できるとされる本学以外の研究者を2～3名記入してください。(平成23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)					
平成23年度から変更なし					
8. 配分経費 (単位:千円)					
年度(平成)	23	24	25	合 計	
配分経費(千円)	11, 800	12,900	12,900	(37,600)	

9. 研究計画および達成目標		
[平成24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,・・・の記号をつけてください。 可視光による酸化亜鉛の励起などナノ粒子のエネルギー変換技術など開発し、ナノ材料の性能を高め、デバイスの試作と臨床・食品分野への応用性を確認する。 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, 可溶性有機色素, シリコン, ゲルマニウムを用いた種々の太陽電池を試作すると共に, 太陽電池用透明導電膜, 層状無機/有機複合材料の作製技術を開発する。 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に必要な温度安定性が良く, 誘電率が $10^5 \sim 10^6$ の巨大キャパシタ材料を開発と界面物性評価及び, 次世代熱電モジュールの試作を行う。 B. ライフイノベーション B1. ナノ粒子の医療・食品応用: ナノ粒子の表面修飾技術の開発と医療診断・食品産業への応用性の評価, 新規分子標的療法とドラッグデリバリーシステムの組み合わせの評価を行う。 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パッ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を行う。 C. 基盤技術 C1. 材料の結晶学的評価: ナノサイズの結晶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: 従来型動物実験, 実験病理学的手法による安全評価システムと顕微ラマン分光法などの生きた細胞に関する先導的な評価方法を組み合わせた安全評価の方法を検討する。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。有機化学的手法を用いた酸化亜鉛ナノ粒子の機能向上を目指す。		
【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,・・・の様に番号をつけてください。	【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, 田中, 北川, 古林, 船木, 橋本)	- 酸化亜鉛の pn 接合を用いた太陽電池を試作する。 - ZnO/GaN 構造による狭バンドギャップ化を行う。 - 酸化亜鉛系透明導電膜の作製プロセスを吟味し, 抵抗率 $5 \times 10^{-4} \Omega \text{ cm}$ 以下, 膜面内の最大抵抗率と最低抵抗率の比 2 以下を実現する。 - 可溶性フタロシアニンを用いた有機薄膜太陽電池を試作し, 効率向上のための問題点を明らかにする。 - コバルト酸ナノシート/ポルフィリン複合積層膜を作製し, 光誘起電子移動反応を実現する。 - エピタキシャル成長法によりシリコン pin 太陽電池及びゲルマニウム pin 太陽電池を実現する。	
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, 戴)	- 本学独自の固体強誘電性物質を用い, それらに電子を注入し, バリヤー・レイヤー構造を作り出すことで, 温度安定性が良く, 誘電率が $10^5 \sim 10^6$ の巨大キャパシタ材料を開発する。 - 顕微ラマン散乱や表面 X 線構造回折の実験を他大学との連携で行い, 界面の物性を評価する手法を開発する。 - 本学独自の作製技術を用いた, 熱電材料について, 成分系, 作製条件を検討し, 性能向上を図る。熱電モジュール作製の試作・性能評価についても昨年度に引き続き検討する。	
B-1. ナノ粒子の医療・食品応用 (研究チーム: 磯部, 松本, 福田, 内田, 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)	- ナノ粒子を生体適合分子で修飾し, その物理・化学的特性を評価する。 - 抗体などの生体分子により上記ナノ粒子を修飾し, 修飾後の生体分子の特性を評価する。	

	・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。 ・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。 ・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。 ・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。
B-2. ナタデココの臨床医療応用 (研究チーム: 竹下, 関根, 藤原, 藤田, 橋本)	・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。 ・開発したナタデココペーパーポイントの材料学的・生物学的評価を行う。
C-1. 材料の結晶学的評価 (研究チーム: 大庭, 森戸, 吉田, 林, 船木, 橋本, 古林)	・ナノサイズの結晶組織をもつ金属材料の結晶学的評価を行い、ナノ構造が果たす材料科学へ寄与を明らかにする。 ・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。 ・酸化亜鉛系薄膜のイオン化不純物の活性化エネルギーを低温ホール効果測定で調べる。 ・酸化亜鉛のp型化や電気特性の改善に役立つ電子の捕獲中心の挙動を調べる。
C-2. ナノ物質の安全性評価 (研究チーム: 秋吉, 山本, 頓宮, 西村, 橋本)	・酸化亜鉛ナノ粒子および新規チタン酸バリウム等の動物実験と培養細胞への影響を精査し、医療・食品応用を目指したナノ物質の安全性評価指針を得る。 ・ナノ粒子の生細胞へ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安全評価方法を分裂酵母をモデル生物として検討する。 ・食品および食肉分野における社会的課題(食品衛生・脂質蓄積等)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。 ・共焦点レーザー顕微鏡と酸化亜鉛ナノ粒子の技術を組み合わせた植物組織の新規イメージング技術の開発を開始する。 ・B-1 グループとの連携により、酸化亜鉛ナノ粒子に側鎖を導入し、その機能の向上を図る。

【平成23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】

本プロジェクトは従来にない次々世代デバイスの開発に挑戦に挑戦するもので初年度はいろいろな可能性を調べた。その結果を受けて以下のようなテーマの絞り込みと新たな進展を計画した。さらに、島根で開催するナノメディシン国際シンポジウムにおいて若手研究者の人材育成のための発表を奨励し、あわせて学会での島根大学の知名度の向上を目指す。

Aグループ: マンパワーの問題から昨年度行った「無機-有機複合太陽電池」と「表面プラズモン共鳴」は今年度の計画からは削除した。また、昨年度の「近赤外領域に分光感度を持つ金属錯体の研究」は共同研究体制をさらに整備し「可溶性フタロシアニンを用いた太陽電池の研究」に発展させた。また、A2 では人材育成のため若手教員をグループリーダーに起用した。

Bグループ: 次年度以降の DDS(drug delivery system)についての検討も同時に行う。

Cグループ: 若手で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を補充し、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鏡ラマン分光装置の移管を受け、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試みを本格的に開始する。

10. 平成24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)

・経費は本研究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、それぞれの明細を出来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)
設備備品 マグネトロンスパッタカソード 真空チャンバ	A A		1,200 1,200	1,200 1,200
小計		0	2,400	2,400
旅費 外国旅費 国際会議出席(成果発表) 研究打ち合わせ講演会招待講演 国内旅費 学会等出席(成果発表, 調査等) 展示会出展 研究打ち合わせ	 A,D A,B,C A,B,C A,B,C B,C	 300 900 300 300 310	 500 500 200	 800 900 800 300 510
小計		2,110	1,200	3,310
消耗品費 薬品・原材料・ガス 実験器具等 光学部品 実験動物(豚, 兎, ラット) 外注分析	A,B,C A,B,C A,B,C B,C A,C	3,320 1,850 600 690 1,500	1,700 1,500 100 200	5,020 3,350 700 690 1,700
小計		7,960	3,500	11,460
その他 国際会議開催, 展示会出展経費 インセンティブ経費 (中間評価後に配分) 共用実験室費用 研究補助(アルバイト)	A,B,C A,B,C A,B,C	950 300 500 1080	200 216	1,150 300 500 1,296
小計		2,830	416	3,246
合 計		12,900	7,516	20,416