

## 3-1 大型プロジェクトの紹介

### ◆日本大学大学院総合基礎科学研究科のハイテク・リサーチセンター整備事業◆

#### (1). プロジェクトの目的・意義及び計画の概要

多様化する現代の基礎科学の世界において物質科学の果たす役割はきわめて大きく、広範囲にわたり、そのおのおので先端化している。特に現代の緊急課題であるエネルギー問題、環境問題などの解決への社会的期待と要求は大きく、物質科学の分野ではこれらに応えるために新素材開発や新エネルギー開発などが急務とされ、またこれらのエネルギーを利用する舞台となるわれわれの地球環境変動の解明も必要不可欠な研究要素となっている。

平成10年度、日本大学文理学部に設置された日本大学大学院総合基礎科学研究科では物質科学分野のなかでも、極端条件を用いた高度機能を有する新材料開発、燃料電池や太陽電池をはじめとする新エネルギー材料の開発評価、物質科学的手法によるバイオマテリアル（新素材）の開発評価、地球を物質循環システムとしてとらえたときの物質分析手法による地球環境変動の解明、などを目指したそれぞれオリジナリティの高いユニークな教育・研究が進められており、またこれからの発展が期待されている。このような状況で本研究科では、研究者間の交流を今まで以上に活性化し、これまでの研究成果をさらに発展させるために、物質科学の研究基盤整備を進めてきたところ、平成12年度に文部科学省から、ハイテク・リサーチ・センター整備事業の選定を受け、本格的にプロジェクト型研究を遂行していくことが可能となった。このように本事業では大学院総合基礎科学研究科の特徴を生かし、「先端的手法を用いた高度機能性材料の創製と研究」（プロジェクト1）、「物質科学的手法によるバイオマテリアルの創製と機能」（プロジェクト2）、「エネルギー循環システムとしての地球環境変動の高精度解析手法の開発と応用」（プロジェクト3）の3プロジェクトを柱とし、物質科学から地球環境に至る、社会にとって必須の広い分野の研究を進めている。以下に各プロジェクトの目的・意義及び計画の概要を記す。

#### プロジェクト1 先端的手法を用いた高度機能性材料の創製と研究

高度機能性材料の研究は、現代社会において大きな問題となっているエネルギー問題、環境問題等と密接に関連して多方面から注目されており、物質の性質から作製手法、評価手段にわたって基礎・応用の両面から精力的に進められている。本研究では超伝導材料や、燃料電池、太陽電池などの新エネルギー素子材料のほかフォトメモリー用光学材料、非線形光学素子などに焦点を当て、1) 新しい手法を用いた高度機能性物質合成技術の確立、2) 高度機能性物質の評価方法の確立、3) 理論的評価と物質設計を目的とする。

本研究の研究計画では種々の物質を取り扱う。テーマの一つである酸化物材料は高温超伝導体、燃料電池材料や光学材料などに代表されるように応用的見地及び基礎の見地から種々の研究機関において、精力的に研究が行われている。本研究では超高酸素圧という極端条件を利用した物質合成やレーザーアブレーションを利用した薄膜化・ナノ結晶化による新奇物性の開拓、格子欠陥などの微構造制御などによる物性の精密制御、などの物質開発研究を行う。これらの材料を評価するために、超高压下及び各種ガス中での構造決定のためのX線回折実験や高感度な磁気測定、電気的測定、熱測定、光学的測定、そのほか磁気共鳴法によるマイクロな立場からの測定などを行う。また上記以外の材料として、化合物半導体や、シリコン半導体、有機無機錯体等も扱う。以上の材料開発を進めるにあたり理論サイドからは、物質設計の指針を見いだすために計算機を用いて密度汎関数法による電子状態計算を行い、基本的な物理量を系統的に調べる。これらの理論計算は量子素子等のナノデバイス開発に欠くことのできない技術の基礎になると思われ学問上のみならず産業的見地からも期待が大きい。

本研究のような新物質開発は応用研究としての面が大きいですが、本研究で対象となる酸化物や半導体にはまだ解決されていない基礎物性としての問題も多く内包し、研究の過程でこれらを明らかにすることは基礎物性の問題解決のみならず、これからの材料開発の指針を与える上でも意義が大きい。本研究において新しい素材を開発すること

によって既存素材に対する低コスト化、省エネルギー化が期待され、また電池材料や半導体は自動車をはじめ応用範囲がきわめて広いいため多くの分野での経済的効果が期待される。超伝導材料等も同様に超強力磁石や送電、高機能素子など応用範囲がきわめて広く新しい材料の創製による経済的・社会的効果が大きいと思われる。

### プロジェクト2 物質科学的手法によるバイオマテリアルの創製と機能

生体材料（素材）は、分子識別、情報変換、増幅等の高次機能をもつ。それらの機能を組織化することによって創製されるバイオマテリアルは、バイオリアクター、創薬、医療、生体計測などに用いる新素材として多くの可能性を秘めている。本研究は、生体物質の特異的分子識別、情報変換、増幅機能を組織化するために、物質科学的手法に基づいて分子、遺伝子、細胞レベルでの研究を行い、新しいバイオマテリアルの創製を目指す。そのために、i) 分子、遺伝子、細胞レベルでのバイオ素材の基礎研究、ii) 新規バイオマテリアルの構築とその構造の解明、iii) 生体内の極微量素材を検出するためのセンシングシステムの創製、iv) 新バイオ素材の有機化学的探索、v) バイオ素材及びマテリアルの機能的解明を目的とした画像解析法の開発を行い、それらの成果を相互に関連させ総合化することにより、新規バイオマテリアルの創製と高次機能の発現、評価を行う。

研究計画は、レセプター、遺伝子などの生体素子をバイオ及び人工マトリックスへ導入しシステム化を行い、分子識別能をもつバイオマテリアルとして構築することや代謝異常のマーカーとなる生体素材の探索と関連化合物の有機合成、疾患に関わる酵素の遺伝子解析、生体素材を支持するマトリックスである細胞組織体の観察、生体卵母細胞の増殖、分化を制御する遺伝子の単離、解析、などから構成され、これらの研究を通して分子、遺伝子、蛋白質、細胞、組織レベルでのバイオマテリアルを探索し、それらを高機能マテリアルとして提案する。

本研究は、異なる分野からの物質科学的手法を基盤とする総合的アプローチによって、分子、遺伝子、細胞、生体組織レベルでマテリアルを設計し、組織化する。それらをバイオマテリアルとして活用する。新しいバイオマテリアルは、バイオリアクター、バイオセンサー、ニューロコンピューター、創薬、医療診断への応用のみならず、基礎化学、生命科学などの学問分野への応用が期待される。

### プロジェクト3 エネルギー循環システムとしての地球環境変動の高精度解析手法の開発と応用

気・水圏と地表の変化は大気・海洋のエネルギー・物質循環システムの中で起こるが、同時に地球表層や地下の物質循環によって制約される。この地球のエネルギー・物質循環システムの理解の中で地表における諸環境変動を捉え、そのメカニズムを総合的に解明する手法を開発し、応用を図る。このため、以下の研究を進めその成果を総合して、地球環境変動の高精度解析手法の評価を行いその応用を図る。

(1) 日本と中国にまたがる大陸スケールで、最新の衛星データから得られる大量の環境情報に基づいて広域の環境モニタリングを行い、系統的・総合的なデータを背景に、この地域の気・水圏循環システムとその地表への影響を解析する手法を開発する。衛星からえられる合成日射量データを解析し、太陽エネルギー利用ポテンシャル分布図をグローバルスケールで作成する手法を開発する。

(2) 大気・海洋と陸水・表層堆積物との物質循環は、サブミクロンオーダーの微細粒子を含む碎屑物質、水、宇宙線生成核種やその他の主成分元素・微量元素、微化石等の時間・空間変動として堆積物中に記録される。これらの記録から様々な時間スケールでのエネルギー・物質循環と環境変動のメカニズムを高精度に解析する手法を開発する。

(3) 地殻内部における環境変動、エネルギー・物質循環はマグマ活動に代表されるように、地球表層、さらに気・水圏にも大きな影響を与える。そのメカニズムは地下を構成する岩石の組成、組織や構造に反映された長い時間軸での記録の解析により初めて理解できるので、これらに基づいて地下における環境変動の仕組みを解明する手

法を開発し応用を図る。

また、本研究では、未知の点が多い天然に存在する各種のサブミクロンオーダーの微細粒子の性状が多面的に検討される。その目的の一つは微細粒子の粒径、形態、表面組織、化学組成などの特性を計測する技術を開発し、総合的な微細粒子構造解析システムを構築することであり、新産業の創出に結びつく可能性がある。二つには、天然の微細粒子の諸性状が明らかになるので、天然素材の開拓に結びつく可能性が高い。また、クリーンエネルギーである太陽エネルギー発電施設の立地条件を導くなど、エネルギー開発に関わる新事業に新知見と基礎資料を提供する。社会的には、大陸スケールで系統的・総合的に衛星データを蓄積し、これに地表・地下や気・水圏等の環境情報を重ね合せ、従来にない環境解析手法を開発することから、過去から現在へ、地殻から表層へ、表層から地表・気圏へと相互に影響しあうエネルギー・物質循環システムと環境変動の仕組みを解明する点で、環境変動予測に貢献できると同時に、新材料開発の評価に不可欠な地球環境変動へのフィードバックの役割を果たす。また、対象地域に特化した環境情報のクリアリングハウスとしての役割を担う。さらに、気象災害等の自然災害予測、年代測定手法の改良、天然素材の発掘や、地層処分を含む地下利用、文化財保存にも貢献できる。

以上、3つのプロジェクトの主な研究者が同じキャンパスにあり、組織上のつながりも強化されたことから日常的な研究交流も盛んになり、各プロジェクト内はもとよりプロジェクト間または異なる専攻・学科間の共同研究体制もできつつある。たとえば分析機器のX線回折装置や走査型プローブ顕微鏡はプロジェクトの枠を越えて共同研究に供しており、また応用物理学科と化学科の教員の間で生命科学の共通研究テーマが進行している。さらに、この事業選定を機会に規定を整備し、リサーチ・アシスタント (RA) やポスト・ドクター (PD) を積極的に採用した。加えて各研究グループでは多数の大学院生に研究への参画を促し常に研究の活性化を図っている。

現在、優れた成果もいくつか出ており、プロジェクト終了までには当初計画した年次予定表を越える成果が出てくることは間違いないと思われる。学内のみならず産学官の共同研究を円滑に推進するコアの一つになることが期待される。

## (2). 研究代表者

研究代表者名	所属部局名	職名
島方 洸一	大学院総合基礎科学研究科	大学院総合基礎科学研究科長

(3). 研究プロジェクトに参加する主な研究者

研究者名	所属・職名	プロジェクトでの研究課題	プロジェクトでの役割
プロジェクト1			
高橋博樹	文理学部・教授	極端条件を用いた材料開発と評価	研究の総括, 極端条件技術
望月章介	文理学部・教授	極端条件を用いた材料開発と評価	高機能材料の開発
橋本拓也	文理学部・助教授	高度機能を有する酸化物の研究とデバイスへの応用	高機能材料の開発
滝沢武男	文理学部・教授	高度機能を有する半導体の研究とデバイスへの応用	高機能材料の開発
村山和郎	文理学部・教授	高度機能を有する半導体の研究とデバイスへの応用	高機能材料の開発
浅地哲夫	文理学部・教授	有機無機複合材料における分子間相互作用の解明	物質評価・物質設計
藤森裕基	文理学部・講師	有機無機複合材料における分子間相互作用の解明	物質評価・物質設計
久保康則	文理学部・教授	固体内電子間相互作用の理論的解析	理論的解析・物質設計
里子允敏	文理学部・教授	理論計算による分子設計	理論的解析・物質設計
平本 尚	文理学部・教授	固体内電子間相互作用の理論的解析	理論的解析・物質設計
石田 浩	文理学部・教授	固体表面の理論的解析	理論的解析・物質設計
水野伸夫	文理学部・教授	物質間相互作用の理論的解析	理論的解析・物質設計
鈴木俊夫	文理学部・教授	物質間相互作用の理論的解析	理論的解析・物質設計
プロジェクト2			
菅原正雄	文理学部・教授	バイオセンシング材料の開発	研究の総括
斎藤 稔	文理学部・助教授	機能評価のための画像処理法の開発	機能評価法の開発
石川 晃	文理学部・教授	バイオ材料の電子顕微鏡による観察	材料の構造解析
飯野照彦	文理学部・教授	バイオ素材の遺伝子レベルでの解析	素材の機能解析
宮田昇平	文理学部・助教授	バイオマテリアル創製のための遺伝子解析	素材の機能解析
飯田 隆	文理学部・教授	バイオ素材の合成	素材の有機合成
矢田 智	文理学部・助教授	バイオ素材の合成	素材の有機合成
プロジェクト3			
遠藤邦彦	文理学部・教授	地球表層環境変動の高精度解析手法の開発	研究の総括
永井尚生	文理学部・教授	地球表層環境変動の高精度解析手法の開発	分析手法の開発と評価
佐藤キエ子	文理学部・教授	地球表層環境変動の高精度解析手法の開発	水の循環システムの解析と応用
小元久仁夫	文理学部・教授	地球表層環境変動の高精度解析手法の開発	同位体の分析と評価
中山裕則	文理学部・助教授	環境情報に基づく地表・大気循環システムの解析手法の開発	地表面情報の解析と評価
野上道男	文理学部・教授	環境情報に基づく地表・大気循環システムの解析手法の開発	地形・水情報の解析と評価
山川修治	文理学部・教授	環境情報に基づく地表・大気循環システムの解析手法の開発	大気情報の解析と評価
小坂和夫	文理学部・教授	地下環境変動の解析手法の開発と応用	分析手法の確立と評価・応用
藁谷哲也	文理学部・助教授	地下環境変動の解析手法の開発と応用	分析手法の確立と評価・応用