

第 2 期 事 業 年 度

自 平成 14 年 4 月 1 日

至 平成 15 年 3 月 31 日

事 業 報 告 書

独立行政法人

物質・材料研究機構

目 次

．物質・材料研究機構の概要	．．．．．
1．業務内容	．．．．．
2．事務所の所在地	．．．．．
3．資本金の状況	．．．．．
4．役員の状況	．．．．．
5．職員の状況	．．．．．
6．設立の根拠となる法律名	．．．．．
7．主務大臣	．．．．．
8．沿革	．．．．．
9．事業の運営状況及び財産の状況	．．．．．
．業務の実施状況	．．．．．
1．当事業年度の業務実施状況	．．．．．
（1）基礎研究及び基盤的研究開発	．．．．．
（2）研究成果の普及及び成果の活用	．．．．．
（3）設備の共用	．．．．．
（4）研究者・技術者の養成と資質の向上	．．．．．
（5）その他	．．．．．
．業務運営の効率化	．．．．．
1．機構の体制及び運営	．．．．．
（1）組織編成	．．．．．
（2）業務運営	．．．．．
．財 政	．．．．．
1．運営費交付金の状況	．．．．．
2．施設整備費補助金等の状況	．．．．．
3．雑収入の状況	．．．．．
4．受託事業収入の状況	．．．．．
5．借入金の状況	．．．．．
．物質・材料研究機構が対処すべき課題	．．．．．
1．ナノ物質・材料に関する研究開発	．．．．．
2．環境・エネルギー材料に関する研究開発	．．．．．
3．安全材料に関する研究開発	．．．．．
4．研究基盤・知的基盤の充実	．．．．．
5．研究者の個人業績評価の実施	．．．．．
6．国内外の研究機関との連携	．．．．．
7．研究成果等活用の促進	．．．．．

．物質・材料研究機構の概要

1．業務内容

(1) 目的

当機構の目的は、独立行政法人物質・材料研究機構法第4条において、「物質・材料科学技術に関する基礎研究及び基盤的研究開発等の業務を総合的に行うことにより、物質・材料科学技術の水準の向上を図ることを目的とする。」と定められております。

(2) 業務の範囲

当機構で行う業務については、独立行政法人物質・材料研究機構法第14条において、

- ・ 物質・材料科学技術に関する基礎研究及び基盤的研究開発を行うこと。
- ・ 前号に掲げる業務に係る成果を普及し、及びその活用を促進すること。
- ・ 機構の施設及び設備を科学技術に関する研究開発を行う者の共用に供すること。
- ・ 物質・材料科学技術に関する研究者及び技術者を養成し、及びその資質の向上を図ること。
- ・ 前各号の業務に附帯する業務を行うこと。

と定められております。

2．事務所の所在地

千現地区（本部）

〒305-0047 茨城県つくば市千現 1-2-1

電話番号 029-859-2000

並木地区

〒305-0044 茨城県つくば市並木 1-1

電話番号 029-860-4610

桜地区

〒305-0003 茨城県つくば市桜 3-13

電話番号 029-863-5570

目黒地区

〒153-0061 東京都目黒区中目黒 2-2-54

電話番号 03-3719-2727

志段味地区（ナノ分子フォトンクス共同研究施設）

〒463-0003 愛知県名古屋市守山区大字下志段味
字穴ヶ洞 2268-1

電話番号 052-736-6011

志段味サイエンスパーク 先端技術連携リサーチセンター内

西播磨地区（大型放射光施設専用ビームライン事務所）

〒679-5198 兵庫県佐用郡三日月町光都 1-1-1
SPRING-8 内 BL15XU

電話番号 0791-58-0223

ナノテクノロジー総合支援プロジェクトセンター

〒105-0001 東京都港区虎ノ門 3-2-2
虎ノ門 30 森ビル 2F

電話番号 03-5404-3280

3．資本金の状況

当機構の資本金は、平成14年4月に追加現物出資363百万円があり、平成14年度末で76,459百万円(前事業年度 76,096百万円)となっております。

4．役員の状況

(1) 定数

当機構における役員の定数は、独立行政法人物質・材料研究機構法第8条で「機構に、役員として、その長である理事長及び監事2人を置く。また、役員として、理事3人以内を置くことができる。」となっております。

(平成15年3月31日現在)

役 職	氏 名	任 期	主 要 経 歴
理事長	岸 輝雄	平成13年4月1日 ～平成18年3月31日	昭和44年3月 東京大学大学院工学系研究科冶金学専門課程博士課程修了 昭和44年4月 東京大学助手工学部 昭和63年4月 同大学教授先端科学技術研究センター 平成7年4月 同大学先端科学技術研究センター長 平成9年4月 通商産業省工業技術院産業技術融合領域研究所長 平成13年1月 経済産業省産業技術総合研究所産業技術融合領域研究所長 (平成9年7月より日本学術会議会員)
理 事	齋藤 鐵哉	平成13年4月1日 ～平成15年3月31日	昭和39年3月 九州大学工学部冶金学科卒業 昭和39年4月 科学技術庁金属材料技術研究所鉄鋼材料研究部 平成元年6月 同研究所第4研究グループ総合研究官 平成8年5月 同研究所研究総務官 平成13年1月 文部科学省金属材料技術研究所研究総務官
理 事	加茂 睦和	平成13年4月1日 ～平成15年3月31日	昭和44年3月 九州大学大学院理学研究科化学専攻博士課程修了 昭和44年4月 科学技術庁無機材質研究所第4研究グループ 平成9年4月 同研究所特別研究官 平成10年2月 同研究所総括無機材質研究官 平成13年1月 文部科学省無機材質研究所総括無機材質研究官
理 事	服部 幹雄	平成13年4月1日 ～平成15年3月31日	昭和47年3月 名古屋大学工学部原子核工学科卒業 昭和47年4月 科学技術庁原子力局調査課 平成7年6月 同庁研究開発局企画課長 平成12年6月 同庁原子力安全局次長 平成13年1月 文部科学省大臣官房付
監 事	天野 宗幸	平成13年4月1日 ～平成15年3月31日	昭和41年3月 京都大学大学院工学研究科冶金学専攻修士課程修了 昭和41年4月 京都大学助手工学部 昭和41年9月 科学技術庁金属材料技術研究所非鉄金属材料研究部 平成3年4月 同研究所機能特性研究部長 平成9年4月 同研究所物性解析研究部長 平成13年1月 文部科学省金属材料技術研究所物性解析研究部長
監 事 (非常勤)	渡辺 久恒	平成14年6月20日 ～平成15年3月31日	昭和46年3月 名古屋大学大学院応用物理学専攻博士課程修了 昭和46年4月 日本電気(株)中央研究所 昭和58年7月 同社基礎研究所半導体研究部長 昭和63年12月 同社基礎研究所長 平成3年6月 同社マイクロエレクトロニクス研究所長 平成7年7月 同社研究開発グループ半導体デバイス研究統括 平成7年12月 同社研究開発グループ支配人 平成13年6月 同社執行役員(コポレート担当)

5. 職員の状況

当機構の平成14年度当初の常勤職員数は、540名(前事業年度 548名)で、この職員により研究を推進してきており、平成14年度末の常勤職員数は、548名(同 547名)となっております。

6. 設立の根拠となる法律名

独立行政法人物質・材料研究機構法(平成11年12月22日法律第173号)

7. 主務大臣

文部科学大臣

8. 沿革

1956(昭和31)年 7月	科学技術庁の附属機関として東京都目黒区に金属材料技術研究所(金材技研)設立。
1966(昭和41)年 4月	科学技術庁の附属機関として東京都杉並区に無機材質研究所(無機材研)設立。
1967(昭和42)年 5月	東京都文京区に移転。(無機材研)
1972(昭和47)年 3月	筑波研究学園都市に移転。(無機材研)
1979(昭和54)年 3月	筑波支所開設。(金材技研)
1995(平成7)年 7月	筑波研究学園都市に移転。(金材技研)
2001(平成13)年 4月	独立行政法人物質・材料研究機構法の施行により、金材技研と無機材研を統合し、独立行政法人物質・材料研究機構が発足。研究部門は、3研究所(物質研究所、ナノマテリアル研究所、材料研究所)、事務部門は、1室2部(企画室、総務部、研究業務部)体制になる。
2001(平成13)年 10月	企画室を廃止し、運営5室(総合戦略室、研究資源室、評価・国際室、産学独連携室、広報・支援室)を新設。生体材料研究センター、超伝導材料研究センター、計算材料科学研究センター、材料基盤情報ステーションを新設。
2002(平成14)年 4月	超鉄鋼研究センター、分析ステーション、エコマテリアル研究センター、強磁場研究センターを新設。
2002(平成14)年 6月	ナノテクノロジー総合支援プロジェクトセンターを新設。

9. 事業の運営状況及び財産の状況

(単位：千円)

	平成13年度	平成14年度
総資産	108,461,439	107,715,308
純資産	76,136,111	74,986,834
経常費用	19,380,951	21,238,886
経常収益	19,944,572	21,590,397
経常利益	563,621	351,511
当期純利益	2,512,860	351,381
当期総利益	2,512,860	351,381
業務活動によるキャッシュ・フロー	7,606,839	2,795,862
投資活動によるキャッシュ・フロー	1,053,120	8,712,501
財務活動によるキャッシュ・フロー	14,141	5,427,065
資金期末残高	6,539,577	6,050,004
行政サービス実施コスト	21,030,377	20,487,659

・業務の実施状況

1. 当事業年度の業務実施状況

(1) 基礎研究及び基盤的研究開発

ア. 重点研究開発領域における研究プロジェクト

A. ナノ物質・材料

次世代の技術革新を先導するためのナノテクノロジーに関する研究開発を、ナノデバイス新材料やナノスケール環境エネルギー物質等のプロジェクト研究において、下記の通り推進しました。

a. 次世代情報通信技術を先導する材料技術

ナノデバイス新材料の開発に関する研究

ナノテクノロジーを駆使して新たなナノデバイス材料を開発し、将来の高度情報処理分野への応用を目指すための研究を進めています。本年度は、強誘電体ナノドメインテクノロジー、新しい電子ビームナノ加工、表面ナノドット配列制御のための新技術開発に成功し、金属ナノ粒子系の非線形光学特性、固有ジョセフソン接合の周波数特性の評価を行って成果を得ました。

欠陥制御ダイナミックスによる光機能化に関する研究の推進

強誘電体単結晶は、電気や光などの外部からの情報信号によって、光学的性質を制御できる特性を持った材料です。本プロジェクトでは単結晶中の欠陥を制御することで、材料の光機能を大幅に改善することを目指しています。特に、企業と連携して実用的な開発を目指し、本年度は、育成単結晶の高均質化、屈折率の精密測定や分極反転電圧測定の標準化を果たしました。

超常環境を利用した新半導性物質の創製・材料化に関する研究

超高压、超高温、超微細といった超常環境技術を世界最高のレベルにまで到達させ、ダイヤモンド等の新半導性物質の開発を進めています。本年度は、新しいヒーター材料を開発し、超高压・高温(10GPa, 2000)の発生に成功しました。また、ダイヤモンド薄膜のpn接合により、紫外線センサー特性を確認することに成功しました。

光機能粒子性結晶の創製に関する研究

革新的な光機能デバイスの素材として期待される、微粒子を構成単位とした新しい概念の結晶(粒子性結晶)の開発研究を進めています。本年度は、粒子性結晶の構造を光学的に精密に評価する方法を開発し、また、単結晶の構造を固定化する方法の開発に成功するなど、実用的な結晶材料の実現に近づく成果を得ました。

量子機能発現に関する研究

新物質の合成や極微構造の作製により固体量子計算機につながる新しい量子輸送現象の発見及び量子スピンの操作技術開発を目指して研究を行っています。本年度は、高速の量子計算で重要な役割を果たすメモリー技術を創案するとともに、幾何学的に不安定な磁気スピンを用いた巨大磁気抵抗効果を発見しました。

b. 革新的技術を先導する材料技術

ナノスケール環境エネルギー物質に関する研究の推進

ナノチューブやナノシートなどの新規なナノスケール物質を探索し、環境やエネルギー分野への応用を目指すための基礎研究を進めています。本年度は、BN(窒化ホウ素)ナノチューブが水素を吸蔵する現象を発見しました。また、酸化チタンナノシートを1層ごとに積層させる技術を開発しました。

新超伝導材料研究開発

高性能の超伝導材料の開発を目指して、材料化のための基礎・基盤研究から、超伝導デバイスの開発、強磁場マグネットの開発などの応用研究に至るまで、総合的な取り組みを行っています。本年度は、ニオブ・アルミニウム系実用線材の開発、ホウ化マグネシウム系線材化技術の高度化、SQUIDを用いた磁気顕微鏡の開発、強磁場NMRの整備などの応用・開発研究とともに、超伝導デバイスの基盤となる新現象の発見、各種新超伝導体の発見、構造、物性の精密評価などの基礎・基盤研究においても成果が得られました。

微量成分による高次構造制御技術の開発

微量成分で材料の原子配列を制御して、単一の添加では予想できないほど大量の発光元素を固溶させた透明焼結体の光センサーや、固体状態で液体に近い導電率を有する固体電解質の創製に関する基礎的研究を進めています。本年度は、透明度を10%改善した透明焼結体や伝導度を20%向上した電解質の開発に成功しました。

ナノ組織制御による次世代高特性材料の創製に関する研究

種々のプロセスを用いて金属・セラミクス材料の微細組織をナノスケールで制御し、従来材料を凌駕する磁気特性、力学特性、新機能特性をもつ材料の創成を試みています。本年度は、それらのナノ構造を原子レベルで解析し、分子動力学法やフェーズフィールド法、熱力学的アプローチでナノ組織発現のメカニズムを解明し、機能・力学特性を最適化するためのナノ組織構築法の確立に向けた研究を実施しました。

B．環境・エネルギー材料

資源循環型社会の構築を支える、省エネルギー、リサイクル、省資源などの要請に積極的に応える社会的付加価値の高い材料技術の研究開発を下記の通り推進しました。

a．資源循環社会を実現する材料技術

リサイクル鉄の超鉄鋼化

不純物を積極的に利用し、リサイクル鉄の性能を飛躍的に高めて、資源循環を推し進めるプロセス研究を行っています。本年度は、銅を含む超微細粒鋼で強度、疲労強度1.5倍化を実現しました。また、そのためのキーテクノロジーである「急冷凝固+せん断付与加工」プロセス試験設備整備を完了しました。

有害化学物質除去触媒の探索・創製

生活空間に飛来する微量のダイオキシン類を効果的に浄化できる光触媒材料と浄化手法、及び光触媒を高速に探索するための合成・評価法の開発を行っています。本年度は、有機塩素化合物の脱塩素無害化の定量と触媒担持用長繊維担体の開発、及び多孔質酸化チタンの開発により従来型より1桁高い光触媒作用の実現等に成功しました。

新世紀耐熱材料プロジェクト

Ni(ニッケル)基超合金では開発目標耐用温度1100(世界最高)を達成しました。また、セラミックスではルテチウム添加窒化ケイ素にて1450、高融点合金では3元イリジウム合金にて1750、などそれぞれ世界最高の耐用温度を達成しました。開発材、特にNi基超合金のジェットエンジンや発電ガスタービン部材としての実用化に向けて、企業との共同研究を加速しました。

加工性に優れた先進構造材料の開発に関する研究

金属間化合物やセラミックス材料を使った軽量耐熱構造体を実現するための要素技術を開発しています。本年度は、金属間化合物では厚さ90μm以下への箔化、ナノ粒子分散による高温強化さらに分子動力学法による水素脆化の原因解明、またセラミックスでは元の長さの26倍に達する高温・高速加工を実現しました。

C．安全材料

安全で快適な生活空間を確保する観点から、材料の機能を高度に活かし、高い安全性を有する材料の研究開発を下記の通り推進しました。

a．安全・健康・快適社会を実現する材料技術

新世紀構造材料(超鉄鋼材料)の研究の推進

安全で・安心な社会・都市新基盤を実現するため、第1期のシーズ技術を展開し、超鉄鋼材料を強度と寿命を兼ね備えたファクター4にし、溶接やボルトによる構造体化を図る研究に取り組んでいます。耐候性成分系で微細粒鋼を創ることに成功し、諸特性の評価を行っています。また、650用の耐熱鋼で鋼管を作製して大型化の研究にはいりました。

生体材料

高齢化社会の医療福祉に貢献するため、骨・軟骨・靱帯・神経などの運動器官を再建する新しい複合材料、および血管を拡張するNiフリーステンレス鋼を開発し企業に技術移管しました。また、肝臓疾患・糖尿病・腎不全の治療から在宅医療・診断につながる新しい人工臓器材料、半導体デバイスの研究を総合的に開始しました。

素機能融合化技術による安全材料の開発に関する研究

自己修復機能をもたせた安全性・信頼性の高い構造材料や多様なニーズに応えられる多機能材料等の開発を行っています。本年度は、軽量で高エネルギー吸収能をもつ3次元マイクロハニカム材料を試作し、また高性能化に成功した鉄系形状記憶合金の建築/土木分野への応用を進めています。また独自開発の粒子アSEMBL技術を用いて新しいタイプのフォトニック結晶の創製に成功しています。

材料安全使用のための材料リスク情報プラットフォームの開発に関する研究

材料を安全に使用したり、安全な材料を選択するための指示ができる材料リスク情報プラットフォームの開発を目指しています。本年度は、材料の使い方を規定する許容応力データベースの構築、材料が関与した事故事例データの収集、また実規模での破壊再現試験や設備診断システムの開発、高精度寿命予測法の検討などを昨年度に継続して実施しました。さらに、材料リスク情報をプラットフォーム上に全体としてまとめるメインシステムの詳細設計を行いました。

高安全鉄骨構造部材の技術開発

本研究では、2つの実用化前研究課題(超微細粒鋼製品、新溶接線材)と2つの調査研究(高素ステンレス製品、超微細粒非鉄製品)を設定・実行しています。研究シーズの実用化推進のため、平成14年8月に「商品化研究室」を新たに設置しました。地域活性型共同研究として山梨県や長野県諏訪地区との共同研究で超微細粒鋼のネジの開発に成功しました。

D. 研究基盤、知的基盤の充実

各種材料のデータシートの整備や SPring-8 の放射光施設整備など、研究基盤や知的基盤の一層の充実を図るため下記の研究開発を推進しました。

a. 研究基盤の充実

コンビナトリアル材料創製に関する研究

材料開発研究の効率を飛躍的に高めるコンビナトリアル材料探索システムの構築と新材料・機能の発見を目標に研究を進めています。本年度は、材料研究のネットワーク化への新たな試み、磁性光メモリー効果の発見、アモルファス Si を凌ぐ ZnOTFT、新規3元素ゲート酸化膜や全固体 Li 二次電池の開発に成功しました。

電子・光極微応答の解明と半導体機能の発現に関する研究

材料の光機能をナノスケールで評価する手法を開発するとともに、ナノテクノロジーを使った材料の高機能化を探索しています。本年度は近接場顕微鏡を立ち上げ、有機微結晶(ペリレンナノ粒子)の発光のサイズ依存性を明らかにし、有機結晶特有のナノ効果を議論しました。

仮想実験技術を活用した材料設計統合システムの開発

一部の専門家のみが利用している計算材料科学の成果を、より広範囲に材料開発の現場でも容易に利用できる環境を構築しています。本年度は、システム開発としてより実用に近いβ版を開発しました。並行して、このシステムに組み込むための専門家向けアプリケーションモジュールの開発も継続するとともに、新規により汎用的なアプリケーションモジュールの開発にも取り組みました。

放射光を用いた研究及び施設整備の総合的推進

SPring-8等の放射光施設を光源とする高度な光を利用し、今までにない高度材料解析技術の確立とその利用研究を進めています。本年度は、世界最高感度を実現した微量元素検出技術の応用をすすめました。また、幅広いエネルギー領域で世界最高品質の光を得ることが出来る実験施設の性能評価がほぼ完了しました。

インターネット電子顕微鏡の研究開発

外部との共同研究の効率化、また一般理科教育への貢献を目指し、インターネットを通して遠隔操作のできる電子顕微鏡システムの開発・運用を行っています。日本科学未来館での一般公開ではすでに千人近い参加者を集めました。現在は一般の高校での運用を進めるため、信号伝送技術及び操作端末ソフトの改良を行っています。

先端的研究設備による研究実施

本年度は、非常に高い空間分解能(50nm)を有し、さらに多種類の材料を扱い測定することが出来る、2次元高分解能2次イオン質量分析計他を整備するとともに、昨年度に引き続き、目黒地区のクリープ試験機の中で、特に老朽化が激しいものについて、最新式の自動試験機に更新するなど、先端的研究に必要なとなる先進的研究設備の整備を進めました。

b. 知的基盤の充実

材料データシートの整備

材料基盤情報として世界的に極めて高く評価されているクリープ、疲労に加え、腐食、宇宙関連材料についての材料データ整備とデータシート発刊の事業を進めています。本年度は、クリープデータシートを2冊、同組織写真集を1冊、疲労データシートを2冊、大気腐食データシートを1冊、宇宙関連材料強度データシートを2冊発行しました。

プレスタンダード化事業の推進

新材料の評価方法の開発研究を行い、VAMAS(VERSAILLES PROJECT ON ADVANCED MATERIALS AND STANDARDS:新材料及び標準に関するベルサイユプロジェクト)活動等を通じて評価方法の国際的な標準化を進めています。本年度は、各種の研究の成果を踏まえて、超伝導体の表面抵抗測定法等、表面化学分析法のX線光電子スペクトロメーター等の4件の国際規格化や規格の提案などに貢献しました。

物質・材料に関する知的基盤構築

物質・材料に関する情報を整備し、それらの情報をIT技術を活用して外部へ発信することを目標に業務を進めています。本年度は、これまで機構でデータシートとして出版してきましたクリープおよび疲労データシートの電子化を進め、超伝導材料データベースをさらに発展させました。また科学技術振興事業団からの高機能物質データベースの移管作業を実施するとともに、情報の追加や処理速度の向上を図るなどの改善も行いました。そして、これらすべての物質・材料データベースを平成15年4月から発信するための準備を行いました。

E. 萌芽的研究

重点研究開発領域における研究プロジェクト以外の研究、例えば次期プロジェクトのシーズとなり得る研究や先導的でリスクの大きな研究等は萌芽的研究として推進しています。萌芽的研究は主に、各研究ユニットに属する研究グループを母体とし、個別の研究課題を推進しています。本年度は、特に独創的な個人研究を行う優秀な若手及び中堅の研究者を対象とした、内部競争的資金制度を新たに導入しました。

F. 公募型研究への提案と受託研究の受け入れ

文部科学省(科学技術振興調整費、原子力試験研究委託費等)、経済産業省、環境省等の政府機関、科学技術振興事業団(若手個人研究推進事業等)、日本学術振興会(科学研究費補助金等)等の各種団体及び民間企業、公益法人が実施する競争的環境下にある公募型研究制度に対して、新規研究課題の提案を積極的に行いました。その結果、科学技術振興調整費他いくつかの制度で、新規研究課題が採択されました。また、文部科学省のナノテクノロジー総合支援プロジェクトについて、施設共用事業や総合運営事業を受託し、この一環としてナノテクノロジー総合支援プロジェクトセンターを設置しました。本年度は、メールマガジンやホームページを利用したナノテクノロジーに関する情報発信及びワークショップ、シンポジウムの開催等の活動を積極的に行い

ナノテクノロジーの普及に努めました。

このほか、民間企業等から受託研究等を積極的に受け入れました。

(2) 研究成果の普及及び成果の活用

ア．成果普及・広報活動

A．研究発表

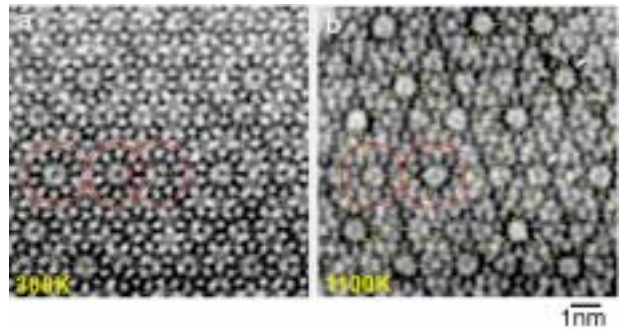
研究成果の誌上発表は、和文誌 117 件(前事業年度 103 件)、欧文誌 743 件(同 752 件)の合計 860 件(同 855 件)行い、中期計画期間中の研究者一人当たり年平均 2 件の目標を達成しました。また、学会等における口頭発表は、国内学会 1,856 件(同 1,460 件)、国際学会 1,142 件(同 956 件)の合計 2,998 件(同 2,416 件)行いました。

a．最近の主な研究成果

本年度の研究成果の中で、特にインパクトの大きかった成果のいくつかを下記に紹介します。

(1) 準結晶固体中の局所的な熱振動異常の直接観察

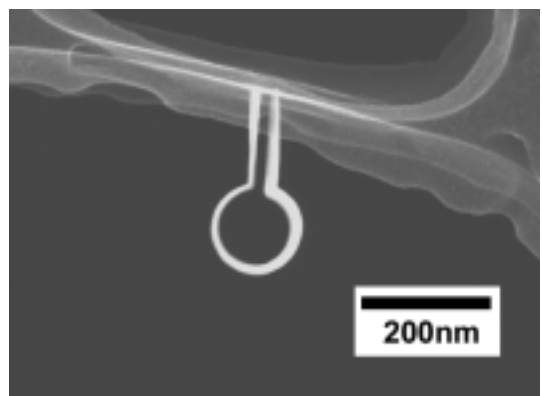
準結晶固体中の局所的な原子熱振動異常を、電子顕微鏡直接観察により捉えることに世界で初めて成功しました(英科学誌ネイチャー2003年1月号に掲載)。今回の成果により、電子顕微鏡が固体中の原子の並びや種類だけではなく、その熱ゆらぎなどに起因する局所的な極微小変位(0.01nm(千億分の1メートル)のオーダー)に関する情報までも得ることが可能であることが示されました。物質・材料中の局所ナノ領域の物性を測定する新たな手法として、さらなる応用・展開が期待されます。



室温と高温で撮影した準結晶の原子像。高温では、異常振動している原子位置の像強度が上昇する。

(2) 電子線誘起蒸着による5nm以下の任意形状ナノ構造の作製

有機金属ガスに電子線を照射してナノ構造を作製する技術において、これまでの限界を大きく下回る 5nm 以下のサイズでの任意形状ナノ構造の作成に成功しました。ごく微量のガスを試料近傍に導入できるようにガス導入系を改善した 200kV 電界放射型透過電子顕微鏡を用い、電子線の径を小さくし2次電子の広がりを押さえることによって実現したものです。電子線を走査することで基板上に線幅 10nm 以下の任意の2次元的なパターンを描くことができるほか、空中に張り出した3次元的な構造を作成することも可能であり、微小デバイスの配線や、量子機能素子などの研究への応用が期待されます。



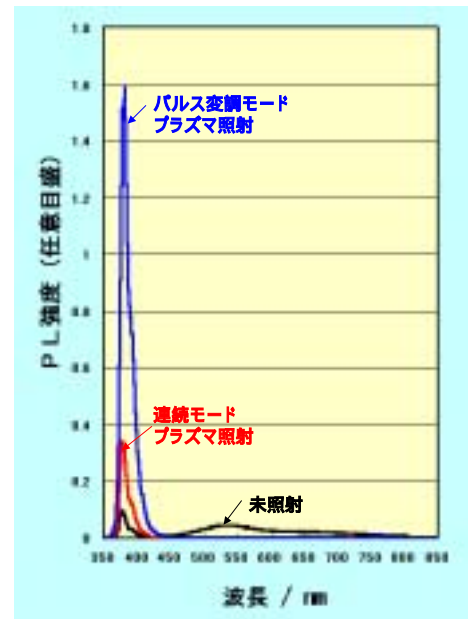
空中に張り出した3次元構造物の作成例。カーボンメッシュ基盤にタンゲステンで作成。

(3) 大規模系へ適用可能な第一原理計算プログラム

ロンドン大学と共同で、オーダーN 法という新しい方法を用いて、数千個から数百万個あるいはそれ以上の原子を含む系にも第一原理計算を適用できるプログラムを開発しました。第一原理計算は、実験などの情報に頼らずに、密度汎関数理論に基づいて物質の電子状態を求める方法であり、古典分子動力学に較べて非常に精度の高い結果が得られることから広く使用されていますが、計算対象とする原子数が数百個から1千個という限界がありました。今回開発したプログラムは、大規模系について、高い精度で計算を行うことができるため、ナノ構造物質の安定性、触媒反応、生体反応などへの応用が期待されています。

(4) 水素ドーピング法による酸化亜鉛の紫外発光高効率化

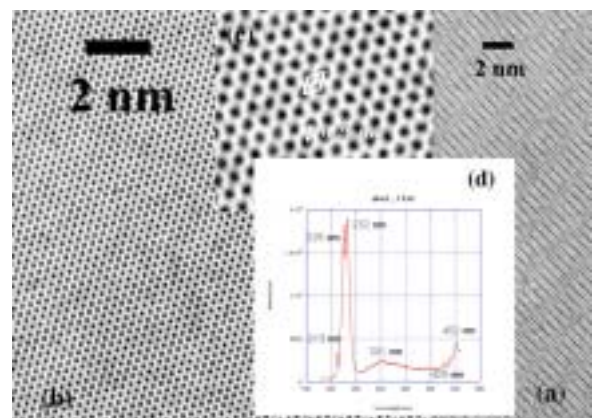
半導体材料への高濃度水素ドーピングを可能にする独自のパルス変調高周波熱プラズマ発生技術を用いて、極めて高い紫外発光効率を酸化亜鉛に付与することに成功しました。(米応用物理学会レター誌 2002 年 4 月 22 日号に掲載)。未処理試料で可視域に見られる格子欠陥由来の発光(波長 530nm 付近の幅広のピーク)は、プラズマ照射により消失し、375nm の紫外発光強度が増大しました。特に、パルス変調プラズマ照射を施すと、未処理試料と比較して 15 倍以上の紫外発光強度が実現され、大幅な発光効率の向上が見られました。今後、この技術を広く応用することで、紫外発光素子に新たな展開が期待されます。



多結晶 ZnO フォトルミネッセンス

(5) 紫外領域で室温発光する新型窒化ホウ素の合成

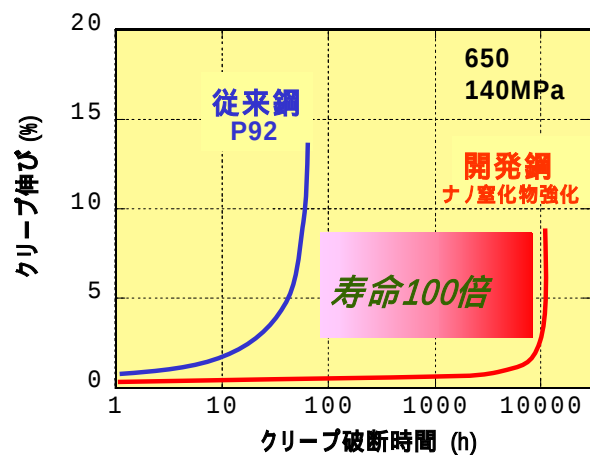
室温において紫外領域(225nm)で強い発光を示す新型BNの合成に成功しました。固体BNの高エネルギー密度紫外光レーザー照射により発生した結晶の萌芽的な核を、プラズマバケット(プラズマのかたまり)中で成長させる新手法(プラズマバケット法)を用いることによって、極めて結晶性の高い10ミクロン程度の sp^3 結合性5H-BNという新型のBNの合成が実現できました(Applied Physics Letters 誌に発表)。200nm付近の固体紫外光源候補としてはダイヤモンド、AlN等の限られた数のワイドバンドギャップ半導体が知られているのみであり、固体紫外レーザーの実用化に向けて有力な材料的選択肢をもたらすことが出来ました。



新型BNの極めて結晶性の高い結晶格子を示す高分解能電子顕微鏡写真(a,b,c)と、カソードルミネッセンスによる紫外発光スペクトル(d)

(6) 650 で強度 2 倍・寿命100倍のフェライト系耐熱鋼

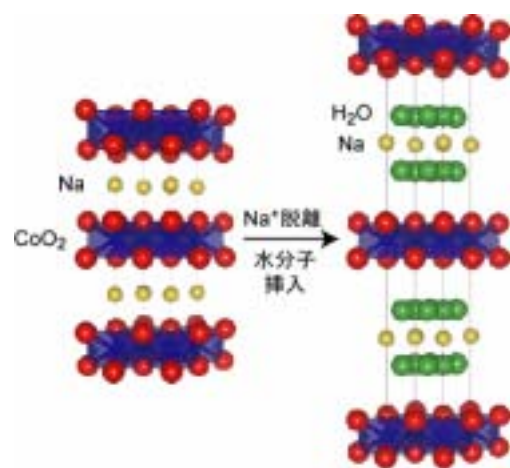
ナノサイズの窒化物で析出強化する新しい材料設計手法により、従来の耐熱鋼に比べ650 で強度 2 倍・寿命100倍の革新的な耐熱鋼の開発に成功しました。耐熱鋼の結晶粒界は $M_{23}C_6$ と呼ばれる鉄-クロム系炭化物で強化するという考え方が常識でしたが、 $M_{23}C_6$ は元々サイズが大きい上に高温使用中にさらに粗大化し易いため、650 といった高温では析出強化粒子を抜本的に見直す必要があります。本研究では、炭素添加量を低減して炭化物を排除し、MXと呼ばれる主にニオブ、バナジウムで構成されるナノサイズの窒化物のみを粒界、粒内に微細に析出させました。これにより、650 級の高効率火力発電プラントの実現に大きな前進が得られました。



開発鋼と従来鋼 (P92) とのクリープ曲線比較

(7) 超伝導を示すコバルト酸化物

ソフト化学プロセスを用いることで、世界で初めて超伝導を示すコバルト酸化物の合成に成功しました。(英科学誌ネイチャー2003 年 3 月号に掲載)。層状構造を持つナトリウムコバルト酸化物から、ナトリウムイオンの脱離と水分子の挿入を行うと CoO_2 層間が約 2 倍まで広がり、-268 以下で超伝導を示すようになります。銅系酸化物における高温超伝導の発見以来、銅とよく似た性質を示すニッケルやコバルトの酸化物における超伝導の発見が期待され続けてきましたが、これまで発見されることはありませんでした。今回の発見は、この閉塞状況に突破口を開き、一連の超伝導物質発見につながるものと期待されています。



出発物質 $Na_{0.7}CoO_2$ (左) と超伝導を示すコバルト酸化物 $Na_{0.35}CoO_2 \cdot 1.3H_2O$ (右) の結晶構造

(8) 急熱急冷処理による Nb_3Ga 線材の臨界電流密度の向上

Nb_3Ga 線材の臨界電流密度(J_c)を従来より 1 桁程度向上させる急熱急冷処理方法を考案しました。 Nb_3Ga は、臨界温度(T_c)および臨界磁場(H_{c2})が実用超伝導材料の Nb_3Sn より優れていますが、その合成に高温熱処理が必要なため結晶粒が粗くなり、 J_c が低いという欠点がありました。開発した Nb_3Ga 線材の J_c は、高磁場中で実用 Nb_3Sn 線材を上回り、22T 以上の超高磁場中では次世代超伝導材料と目される Nb_3Al 線材を凌ぎます。この Nb_3Ga 線材は NMR スペクトロメーター、高エネルギー加速器、電力貯蔵、核融合炉等への応用が期待されます。

(9) 世界最高性能の 920 MHz 高分解能 NMR スペクトロメーター

平成 14 年 4 月に永久電流モードとして世界最高磁場 21.6 T で運転を開始した高分解能 NMR マグネットは、理化学研究所および日本電子との共同研究によって 7 月以降世界で唯一の 920 MHz 高分解能 NMR スペクトロメーターとして安定に稼働しています。NMR スペクトロメーターは発生磁場とともに感度と分解能が増加するために、世界各国で強磁場化が進められていますが、当機構で開発した超伝導線材を積極的に使用することによって一歩リードすることに成功いたしました。既にタンパク質の NMR 測定が開始されており、ポストゲノムの最重要課題であるタンパク質の立体構造・機能の解明に大きく貢献することが期待されています。



桜地区で順調に稼働中の 920 MHz 高分解能 NMR スペクトロメーター

(10) 新型 FE-EPMA

空間分解能が従来より一桁小さい、サブミクロン領域の分析が可能な新型の EPMA を開発しました。この装置は、超高真空、FE 電子銃の安定動作、大きなビーム電流値と安定度を特徴とし、従来の装置と比較して、空間分解能 1/3 以下、分析時間 1/4 以下であり、飛躍的な性能向上が実現されています。この新型 FE-EPMA により、結晶粒界・粒内に存在する析出物、接合境界や表面層に生成した微細化合物などを正確に分析することが可能になることから、新機能を付加した材料の開発等への貢献が期待できます。



FE-EPMA の概観図

B . 広報活動

平成 14 年度においては、機構において得られた研究成果の普及と活用の観点から、また、生涯学習の観点から国民の理解増進に積極的に取り組むため、以下の広報活動を実施しました。

機構広報誌として、ニュースレター「NIMS NOW」を月刊で発行しました。機構要覧を改訂発行すると共に、日英バイリンガルの 8 ページパンフレットや外国人向けに NIMS とつくば市を紹介した英語の写真集を作成しました。

平成 13 年度版 NIMS 年報(日・英)をとりまとめ発行しました。

インターネットホームページにて情報公開を行いました。

平成 14 年度科学技術週間行事として、4 月 14 日(日)に千現地区にて青少年向け特別企画を開催し、また 20 日(土)に千現、並木、桜地区にて施設の一般公開を開催しました。来訪者数は 14 日の青少年特別企画が 208 人(前事業年度 179 人)、20 日の一般公開が延べ 370 人(同 306 人)でした。

8 月 6 日(火)～ 8 月 8 日(木)の 3 日間、全国の高校生を対象とした体験学習「サイエンスキャンプ」を実施しました(参加者定員 15 名)。

8 月 21 日(水)～ 8 月 23 日(金)の 3 日間、茨城県の中中学生を対象とした体験学習「中学生ミニ博士コース」を実施しました(参加者定員 5 名)。

10月12日(土)～13日(日)、つくばカピオにて開催された「つくば科学フェスティバル2002」に参加し、小学生から大人まで500名以上の参加者を集めました。

「サイエンスサテライト」(大阪市)及び「未来科学技術情報館」(東京都新宿区)に展示物を出展しました。

千現地区研究本館1階ホール及び展示室の改装を行いました。

その他に、平成14年度においては、下記の広報活動を実施しました。

施設公開の一環として、156件(同112件)、1,421人(同1,206人)の来訪者に対する見学対応を行いました。

国民の様々な疑問に答えるため、広報室に「何でも相談員」を設置し、外部からの125件の問い合わせに対応いたしました。

機構の成果を普及するため、プレス発表を31件(同28件)、プレスの取材対応を48件(同42件)行いました。

独法時代の機構職員の広報マインド育成のため、新聞記者を講師に招いてプレス勉強会を開催いたしました。

研究成果の普及啓発と技術移転を促進するため、技術展開室と共同で12月4日(水)に芝パークホテルにて「NIMSフォーラム2002」と題した成果報告会を開催し、来場者は303名、技術相談件数は52件でした。

C. 材料基盤情報の発信

科学技術振興事業団からの高機能物質データベースの移管、データの追加、機能の改善などの作業を行うとともに、構造材料データシートの電子化を進め、平成15年4月に機構から物質・材料データベースを発信するための業務を実施しました。

構造材料データシート(クリープ、疲労、腐食、宇宙関係材料)を発刊しました。

外部の意見を聞く構造材料データシート懇談会、またクリープ、基準疲労、溶接継手疲労、宇宙関係材料、腐食の検討会をそれぞれ開催しました。また新たにデータベースに関しても外部の意見を聞くための材料データベース懇談会、高分子データベース検討会を設け、開催しました。

データシート、受託試験、事故報告の信頼性確保のためにISO9001を取得しました。

これは政府系研究機関としては初めてで、民間企業からの要望に応えたものです。

イ. 技術移転の促進

A. 活動状況

特許相談の周知化、特許教育などとともに、職務発明の補償金制度、研究者の業績評価への特許指標の導入などの新たな制度の施行は、特許出願件数の急激な増加にも見られるように、技術展開室設立後の課題の一つであった特許等の知的財産権に対する研究者の意識改革に効果をあげ始めています。技術移転業務については、従来の企業からのライセンス申し入れを待つ受け身の姿勢から脱却し、ユーザー訪問活動、研究会活動、技術フェア参加などを積極的に行ってきました。さらに、当機構の開発した新材料・新技術の実用ポテンシャル予備評価あるいは研究資金提供型の共同研究などインキュベーション段階における企業の要望に応えるために、技術コンサルティングおよびマッチングファンド共同研究などの技術移転促進に効果的な新制度に関連した業務にも力を入れています。これらの地道な活動は、今後の技術移転の成果に繋がるものと期待しています。

平成14年度における特許出願件数、実施許件数などの実績は以下の通りです。

特許出願：国内282件、国外142件の合計424件の出願を行いました。この数字は、昨年度実績229件、中期計画目標である年平均160件以上を大幅に上回るものです。

特許実施許諾：計9件(前事業年度7件)の特許実施許諾の契約を締結しました。このうち、機構担当の契約は5件(同2件)、科学技術振興事業団担当の契約は4件(同5件)でした。

実施料収入：47件の実施許諾先から合計67百万円(同66百万円)の実施料の納付がありました。

B. 技術展開室トピックス

超鉄鋼材料の市場開発(超鉄鋼研究センター商品化研究室との共同作業)

超鉄鋼プロジェクト第1期研究で得られた成果の早期実用化を目指して文科省独法成果活用プロジェクトを平成14年度より開始し、民間企業へ技術移転を推進しております。諏訪地区地場産業とSTX-21共同研究会を設置して実用化テーマの設定、またマイクロネジを得意とする中小企業との共同研究などを実施して、同プロジェクトで開発した新材料の高付加価値製品化を鋭意検討中であります。特に、マイクロネジについては超微細粒鋼を用いた商品化の目途を得て、平成15年度より量産化開始の予定です。



超微細粒鋼を用いた
マイクロネジ開発品

技術指導等の業務実施契約取り進め

共同研究、特許実施許諾を前提とした事業化ポテンシャルの事前評価のためのサンプルおよび技術情報の提供、あるいは当機構の基盤技術をベースとした技術相談などの企業からの要望に応えるために、技術指導等の業務実施契約を取り進めました。平成14年度は生体材料、溶接材料、熱電材料、光触媒など9件の契約を完了し、業務実施料として合計5百万円の収入がありました。

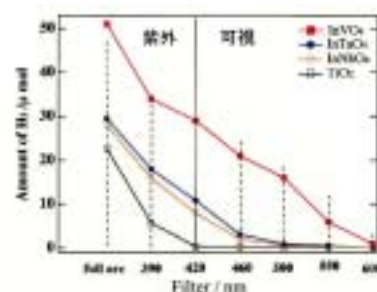
C. 最近の主な特許出願

発光ダイオード用高性能な酸化亜鉛基板

酸化亜鉛の結晶構造はGaNに極めて近いことから、発光ダイオードとして広く使われているGaNの基板用材料として有望です。この酸化亜鉛基板の欠陥制御およびバッファレーヤーの作製に成功し、現行サファイア基板の欠点を克服した新しい基板材料として大いに期待されています。

水素製造および環境浄化用可視光応答型光触媒

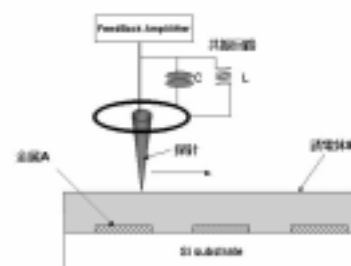
新しいタイプの光触媒をターゲットとした探索研究の成果として、 InMO_4 ($M=\text{Ta}, \text{Nb}, \text{V}$)系酸化物が可視光領域においても高い光触媒能を示すことを発見しました。従来の TiO_2 などの光触媒は一般に紫外線領域でのみ有効であったのに対して、本光触媒は可視光領域においても水分解および有害有機物の分解を可能とする新規な触媒として注目されています。



新規光触媒の水素発生活性

超小型テラビットナノメモリー

Si基板上に超微小径の金属薄膜を形成し、さらに誘電率の高い酸化物薄膜で覆った新しいタイプの大容量データストレージ用メモリー構造を開発しました。構造が簡単で高密度記録が可能、情報記録が半永久的、読み出し機構が簡便であるなど、記録保持能力においてハードディスクより、情報密度においてCD-ROMより優れたメモリーとして期待されています。



新規な誘電体計測システム

(3) 設備の共用

強磁場施設等の大型設備について、広く外部の材料関連研究との共用を促進するため、平成14年度においては「外部利用による施設及び設備の共用に関する規程」及び「共同研究による施設及び設備の共用に関する規程」に基づき実施するとともに、強磁場研究については外部研究機関との共同研究の形で83件(前事業年度68件)の共用を行いました。

(4) 研究者・技術者の養成と資質の向上

A. 研修生の受け入れ

平成14年度においては、連携大学院制度による大学院生をはじめ122名(前事業年度92名)の学生・大学院生を受け入れ、機構の研究開発活動に参画させることにより、その資質の向上を図るとともに、柔軟な発想と活力を研究現場に取り入れました。

イ. 学会・研究集会等への参加・講師派遣

最新の研究の動向を調査するため、研究集会等へ積極的に参加しました。

(国内研究集会等472件(同442件)、国内にて開催された国際研究集会等68件(同64件)、海外での研究集会等20件(同14件)に参加)

また、大学等への講師派遣は129件(同123件)、その他の機関への講師派遣は44件(同45件)行いました。

(5) その他

A. 調査・コーディネート機能の充実

産業界との連携を推進するために、NIMS懇話会を東京と大阪で開催し、東京では19社の代表からご意見を伺うことができ、大阪では130名の企業の方々に当機構の研究状況を聞いていただくことができました。また、平成13年度に制度設計を行った産学独連携のコーディネート機能をもつ研究組織を共同研究体として制度化しました。

さらに、構造材料データシート作成及び物質・材料データベース開発・発信に関する業務については、懇談会、検討会を設け産業界等のユーザーの要望を捉え、業務へ反映させました。

イ. 研究交流

A. 共同研究の実施、連携の推進

当機構における研究の推進と研究成果の速やかな移転のため、平成14年度においては、大学44件(前事業年度14件)、企業99件(同47件)、他の独立行政法人等54件(同36件)、合計197件(同97件)の共同研究を行いました。

また、連携大学院制度については、国内では大阪大学と連携大学院協定を締結しました。平成14年度末現在、12校(内海外1校)との連携協定を締結しており、学生の受け入れ、講師の派遣等を行っています。

B. 研究者の受け入れ

当機構の研究推進のために、平成14年度においては、非常勤職員(特別研究員等)として425名(同419名)、外来研究員として408名(同371名)、合計833名(研修生を含む)を外部から受け入れました。このうち、特別研究員97名(同66名)、NIMSジュニア研究員5名、客員研究員1名(同3名)、外来研究員169名(同170名)の合計272名が外国人研究者(中国97名、韓国33名、インド22名、フランス14名、ロシア14名、アメリカ13名、その他79名)で、機構において研究を行っています。

C. 研究者の派遣

当機構の研究推進と成果の発信のため、平成14年度においては、在外研究員等で13件(同17件)、国際研究集会等で474件(同369件)、調査関係で113件(同76件)、合計600件(同462件)の派遣を行いました。このうち、運営費交付金による派遣は在外研究員等7件(同6件)、国際研究集会等359件(同275件)、調査関係60件(同40件)、合計426件(同321件)、その他の資金による派遣は174件(同141件)となっております。

ウ. 事故等調査への協力

平成14年度においては、公的機関からの依頼により2件(前事業年度3件)の調査協力を行いました。

. 業務運営の効率化

1. 機構の体制及び運営

(1) 組織編成

ア. 研究組織

平成14年度から、研究ユニットを3研究所、6センター、2ステーションの11ユニットに分けて運営しています。研究ユニットを研究戦略を立案しやすくかつ研究成果を評価しやすい単位と規模にして、前述の重点開発領域の研究開発を効率よく推進することがねらいです。

また平成14年度は、より充実した物質・材料科学分野の研究開発を展開することを目指して、新たに9研究グループを新設する一方、2グループを廃止しました。

イ. 人材登用・配置の弾力化

研究部門においては、研究者が自分のやりたい研究ができるグループへ異動できるように、異動希望調査を実施してその希望をできる限り適えています。研究者各自のポテンシャルを最大限に発揮させることが目的です。

(2) 業務運営

ア. アドバイザリーボード会議の開催

機構全体の運営方針及び研究推進戦略などについて助言又は指導を受けるため、国内外の高度な学識者13名(国内8名、国外5名)にNIMSアドバイザーをお願いし、計2回のアドバイザリーボード会議を行いました。

研究効率化、技術移転、個人評価、国際化などについて貴重な助言又は指導をいただき、それぞれについてアクションプログラム(行動計画)を立案し対応しています。

イ. 業績評価制度の実施とリーダーの裁量権拡大

研究部門においては、研究者に対して業績主義に基づく人事処遇制度を開始しました。論文、特許、ものづくりなどの研究業績と、研究推進、機構運営、学会活動、産学連携などの科学技術貢献について評価基準を決め、それに基づいて1年間の全研究者の業績を評価しました。なお、評価項目の科学技術貢献については、研究者の業務遂行状況を把握できる直属の上長が相対評価することとしたほか、研究者の申告に対して上長が指導や期待をコメントするなど、人事評価面でのリーダーへの権限委譲を促進しました。

このようにして決めた業績は、15年度の業績手当(勤勉手当)の一部に反映されることとなります。また従来の管理職手当の代わりに、過去数年の業績に基づいて査定され

る能力手当を15年度より導入します。

一方、事務部門においても業績評価制度の導入について検討を開始し、14年度後半より事務系の管理職を対象として業務目標管理制度の試行を始めました。

ウ．業務合理化の促進

各種事務手続きの合理化・効率化を促進するために、昨年度に引き続き合理化に関する検討を行い、本年度は特に、研究者から事務部門に対する業務改善要望を聞き、それに基づく業務の合理化(出張に関する手続き、文書取扱い業務、契約・経理業務の改善等)について積極的に取り組み、事務手続きの簡素化を図りました。

また、研究者の業績評価を実施するにあたり、申告手続きの簡素化・効率化を目的としオンラインで申告が行える個人業績申告システムを導入しました。

その他、材料試験については、昨年度に引き続き長時間クリーブデータを取得するクリーブ試験機の自動計測化を実施し、業務の効率化を図りました。

．財 政

1．運営費交付金の状況

当事業年度は、業務の運営に必要な役職員給与、業務経費及び一般管理費に充てるための運営費交付金16,660百万円(前事業年度17,161百万円)の交付を受けました。

2．施設整備費補助金等の状況

当事業年度は、ナノ連携棟の建設及び施設・設備の老朽化に伴う整備に充てるため施設整備費補助金681百万円の交付を受けることとなりました。

3．雑収入の状況

当事業年度は、特許権実施料、寄付金等により177百万円(同106百万円)の自己収入を得ました。

4．受託事業収入の状況

当事業年度は、受託研究契約等に基づく受託事業として、科学技術振興調整費、原子力試験研究費等による政府受託事業、民間企業等からの受託事業の実施により、3,117百万円(同2,301百万円)の収入を得ました。

5．借入金の状況

平成13年度に貸付決定を受けた施設整備資金貸付金8,954百万円のうち、平成14年度は、3,555百万円の貸付金の交付を受けました。

・物質・材料研究機構が対処すべき課題

物質・材料研究機構は物質・材料科学技術に関する研究開発等の業務を総合的に行うことにより、広範な科学技術分野の飛躍的な発展を支える物質・材料科学技術の水準の向上を図り、国際競争力があり持続的な発展が可能で、安心・安全で快適な生活ができる資源循環可能な社会の実現に貢献することを目標に、昨年度に引き続いて次の課題に重点的に取り組んでいます。

1．ナノ物質・材料に関する研究開発

次世代情報通信技術を先導する材料技術として、ナノデバイス新材料の開発、欠陥制御ダイナミクスによる光機能化、超常環境を利用した新半導性物質の創製・材料化、光機能粒子結晶の創製、量子機能発現の研究を推進します。また、革新的な技術を先導する材料として、ナノスケール環境エネルギー物質、新超伝導材料、微量成分による高次構造制御技術、ナノ組織制御による次世代高特性材料の創製等の研究開発を推進します。

2．環境・エネルギー材料に関する研究開発

資源循環社会を実現する材料技術として、リサイクル鉄の超鉄鋼化、有害化学物質除去触媒の探索・創製、新世紀耐熱材料、加工性に優れた先進構造材料等の研究開発を推進します。

3．安全材料に関する研究開発

安全・健康・快適社会を実現する材料技術として、新世紀構造材料、生体材料、素機能融合化技術による安全材料、材料安全使用のための材料リスク情報プラットフォームの研究等を推進します。

4．研究基盤・知的基盤の充実

研究基盤の充実として、コンビナトリアル材料創製、電子・光極微応答の解明と半導体機能の発現、仮想実験技術を活用した材料設計統合システム、放射光を用いた研究及び施設整備、インターネット電子顕微鏡等の研究開発、及び先端的な研究設備の充実を推進します。また、知的基盤の充実のため、材料データシートの整備、プレスタンダード化事業、物質・材料に関する知的基盤構築等を推進します。

5．研究者の個人業績評価の実施

平成13年度に試行的に実施した研究職個人業績評価システムの点検を行い、平成14年度に本システムの完全実施を行いました。今後も引き続き業績評価を実施し、優れた研究者のモチベーションを高め、より一層の研究成果の進展を図ります。

6．国内外の研究機関との連携

産学独との共同研究や研究者交流を積極的に推進します。特に、ケンブリッジ大学（イギリス）など海外の一流の研究機関と姉妹機関協定を締結し、国際交流の拡大を図ります。また、強磁場施設や超高压電顕等の大型装置の外部との共用を促進し、国内外の研究機関との連携をより一層図ります。

7．研究成果等活用の促進

当機構で得られた研究成果を実用化に結びつけ、研究成果の社会への還元を促進するために、技術展開室を中心に研究者の協力のもと、より積極的に広く企業にアピールする活動を推進します。