

独立行政法人物質・材料研究機構

平成24年度 年度計画

平成24年4月

平成24年6月改正

## 目次

I 国民に対して提供するサービスその他の業務の質の向上に関する	
目標を達成するためにとるべき措置	2
1. 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	2
1. 1 重点研究開発領域における基礎研究及び基盤的研究開発	2
1. 2 萌芽的研究の推進	5
1. 3 公募型研究への提案・応募等	5
2. 研究成果の情報発信及び活用促進	5
2. 1 広報・アウトリーチ活動及び情報発信	5
2. 2 知的財産の活用促進	5
3. 中核的機関としての活動	6
3. 1 施設及び設備の共用	6
3. 2 研究者・技術者の養成と資質の向上	6
3. 3 知的基盤の充実・整備	6
3. 4 物質・材料研究に係る国際的ネットワークと国際的な研究拠点の構築	7
3. 5 物質・材料研究に係る産学独連携の構築	7
3. 6 物質・材料研究に係る分析・戦略企画及び情報発信	8
4. その他	8
4. 1 事故等調査への協力	8
II 業務運営の効率化に関する目標を達成するためにとるべき措置	8
1. 組織編成の基本方針	8
2. 業務運営の基本方針	8
III 予算（人件費の見積もりを含む。）、収支計画及び資金計画	9
IV 短期借入金の限度額	10
V 不要財産又は不要財産となることが見込まれる財産がある場合には、その処分に関する計画	10
VI 前号に規定する財産以外の重要な財産を譲渡し、又は担保に供しようとするときは、その計画	10
VII 剰余金の使途	10
VIII その他主務省令で定める業務運営に関する事項	10
1. 施設・設備に関する計画	10
2. 人事に関する計画	10
3. 中期目標期間を超える債務負担	11
4. 積立金の使途	11
【別紙1】重点研究開発領域における基礎研究及び基盤的研究開発の研究プロジェクトの内容等	12
【別紙2】予算（人件費の見積もりを含む。）、収支計画及び資金計画	19

独立行政法人通則法(平成十一年法律第百三号)第三十一条の規定により、独立行政法人物質・材料研究機構中期計画(平成23年4月1日文部科学大臣認可)に基づき、平成24年度の業務運営に関する計画(独立行政法人物質・材料研究機構平成24年度計画)を定める。

## I 国民に対して提供するサービスその他の業務の質の向上に関する目標を達成するためにとるべき措置

機構は、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我が国唯一の研究開発機関として、国民に対するサービス等の質の向上に向けて事業を実施する。具体的には、以下のとおり基礎研究及び基盤的研究開発を行うとともに、研究成果に係る情報発信、成果の活用、施設及び設備の共用、研究者・技術者の養成、知的基盤の整備、国際的な研究拠点の構築、産学連携の構築等を実施する。

### 1. 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

#### 1.1 重点研究開発領域における基礎研究及び基盤的研究開発

##### 1.1.1 新物質・新材料の創成に向けたブレークスルーを目指す横断的先端研究開発の推進

我が国が科学技術の成果を新たな価値創造に結び付けていくためには、多様な科学技術分野を土台として支える基盤的な科学技術が存在することが必要条件である。すなわち、国家戦略に機動的に対応し、多様な分野に波及させ得る横断的、共通基盤的な科学技術が、不断に世界最先端を切り拓いていくことが重要である。そのため本項目においては、計測技術、シミュレーション技術、材料の設計手法や新規な作製プロセスの開拓、物質の無機、有機の垣根を越えた、ナノスケール特有の現象・機能の探索等、新物質・新材料の創製に向けたブレークスルーを目指す物質・材料の基礎研究及び基盤的研究開発を積極的に行う。

なお、プロジェクトの個別的な内容等は、別紙1のとおりである。

#### 1) 先端的共通技術領域

本領域では、物質・材料研究において共通的に必要となる先端技術の研究開発を行う。表面から内部に至る包括的な材料計測を行うための世界最先端の計測技術(例:走査透過電子顕微鏡)、物性を高精度に解析・予測するためのシミュレーション技術(例:第一原理シミュレーション)、材料の構成要素(粒子、有機分子等)から材料へと組み上げるための設計手法や新規な作製プロセスの開拓等、共通的に必要となる先端技術を開発する。

研究開発の実施に当たっては、多様な研究課題の解決に対する先端的共通技術の貢献の可能性を常に追求するとともに、技術の普及の過程において、先端的共通技術の高度化に向けた技術的ニーズの抽出、新たな目標へのフィードバックを行い、先端的共通技術の発展へとつなげていく。

平成24年度は、中期目標達成のためのコアコンピタンスとなる要素技術の開発に注力するとともに、産業界や学界等の先端的共通技術へのニーズに対応した応用計測技術の開発を実施する。そのために産学独の連携に資するシンポジウムやオープンセミナー等のアウトリーチ活動を積極的に展開する。

具体的には、次の5つのプロジェクト

- ・先端材料計測技術の開発と応用
- ・新物質設計シミュレーション手法の研究開発
- ・革新的光材料技術の開発と応用
- ・新材料創出を可能にする粒子プロセスの開発と応用
- ・有機分子ネットワークによる材料創製技術

において、平成24年度は以下の技術目標を達成する。

- ・放出電子スピンコントラスト撮像法、複素誘電関数計測、単原子分析電子顕微鏡の精度向上と3次元可視化、中性子実働環境その場測定、X線動画イメージング等、先端材料計測技術の構築に不可欠な要素技術を開発する。
- ・第一原理オーダーN法の高効率化・高並列化と大規模系の構造最適化への適用、低次元系の量子機能・新規物性の発現方法の提案と理論的検証等、材料物性の高精度なシミュレーション技術構築の基礎となる要素技術を開発する。
- ・液滴エピタキシー法による狭線幅量子ドットの発光波長制御、励起子複合体の理論解析、窒素等電子トラップ物性制御法、局所磁場増強による磁気双極子発光の促進効果の実証、コロイド結晶シート大面積化等の技術の高度化を図る。
- ・プロセス要素技術、特に、ナノ粒子、ナノチューブの配列・集積化、電場と強磁場を印加した成形、先端焼結、超高压利用等の技術の高度化を図る。

・濾過性能に優れた大面積多孔性カーボン膜の製造技術を開発し、有機溶媒の高速透過特性やナノ粒子の阻止性能を評価する。

## 2) ナノスケール材料領域

本領域では、ナノ(10億分の1)メートルのオーダーでの原子・分子の操作・制御等により、無機、有機の垣根を越えて発現する、ナノサイズ特有の物質特性等を利用して、新物質・新材料を創製する。5～10年後に材料実用化への目途を付けるという中長期的な時間スケールで研究を進めることから、単にナノサイズ特有というだけでなく、既存の材料・デバイスを置換し得るほどの、あるいは、ものづくりのプロセスにイノベーションをもたらし得るほどの革新的な物質特性等に焦点を当てる。

本領域には、エレクトロニクス、化学、バイオテクノロジー等の研究分野が含まれていることから、このような複数の研究分野の課題・成果の共有化を進めつつ、多様なナノスケール物質等を組み併せて機能発現のためのシステム化を行う。領域内の研究者の日常的な交流の促進等、マネジメントの工夫等に取り組むとともに、他のナノテクノロジー関連研究機関とも連携していく。

平成24年度は、領域内の異分野の研究者の融合研究の促進及び外部の関連研究機関との活発な連携をさらに推し進める。研究目標としては、ますます進展する情報通信革命にとって必要な革新的コンピューターデバイスを実現するための新材料、診断・治療に革新をもたらす新複合材料等の開発を継続する。

具体的には、次の4つのプロジェクト

- ・システム・ナノテクノロジーによる材料の機能創出
- ・ケミカル・ナノテクノロジーによる新材料・新機能の創出
- ・ナノエレクトロニクスのための新材料・新機能の創製
- ・ナノバイオテクノロジーによる革新的生体機能材料の創出

において、平成24年度は以下の技術目標を達成する。

- ・従来の“CMOS デバイス”を超える新しいナノエレクトロニクスのための原子スイッチ及びその関連デバイスの実用化研究をさらに進める。
- ・ナノシートやナノチューブの創製プロセス及びその評価方法を確立してそれらの実用化を推進し、元素の価数制御等組成や構造の精密制御を実現することによる新規なナノ材料を創製する。
- ・従来の“CMOS デバイス”の性能向上のためのゲート材料の開発をさらに進める。
- ・循環器系・運動器系疾患に対応した自己治癒力を誘導する複合生体材料の創製を行う。

### 1.1.2 社会的ニーズに応える材料の高度化のための研究開発の推進

地球温暖化の進展、世界規模での資源・エネルギー、水等の需要逼迫等、今日我々が直面している地球規模の課題は深刻の度合いを増している。また、我が国にとって東日本大震災からの復興、再生は喫緊の課題である。国がこれら課題へ取り組むに当たって、物質・材料科学技術は大きな役割を果たす。従って、当機構は国の戦略の担い手として、グリーンイノベーションによる成長と社会インフラの強靱化に不可欠な研究開発を明確に指向し、環境・エネルギー・資源等、地球規模の重要な課題解決を目指す。

言うまでもなく、機構の技術成果のみでこれらの重要課題が解決されるわけではない。機構は、課題解決に向け、当機構の技術成果を活用する実用化側機関と緊密に協働する必要があるが、実用化側機関が課題解決に向けて実用化を進める程、困難な技術課題が顕在化し、それを乗り越えるために基礎基盤に立ち返って原理、メカニズムを理解することが必要となる。また、原理、メカニズムを徹底的に理解することが、材料機能・特性の最適化にとっても極めて重要である。機構が基礎研究及び基盤的研究開発を行う意義は正にこの点にある。

なお、プロジェクトの個別的な内容等は、別紙1のとおりである。

## 1) 環境・エネルギー・資源材料領域

本領域では、再生可能エネルギーの利用を普及させるために不可欠な、太陽光発電、蓄電池、超伝導送電等のための新材料を創製する。また、現在大きなエネルギーを消費している産業・家庭におけるエネルギー利用を高効率化させるため、長期にわたり安定して作動し、かつ低コストの燃料電池を開発するとともに、既に多数の用途に使用されているモーター等に用いる磁石、ワイドギャップ半導体、LED照明等におけるブレークスルーに向けた技術開発を行う。さらに、省エネルギーに資する移動構造体等の材料の軽量化、火力・原子力発電所等への適用を目指した高強度耐熱鋼の開発、原子炉材料等の損傷評価技術の高度化等、材料技術の革新に向けた技術開発を行

う。また、大気・水・土壌等の環境における有害物質の無害化を目指し、光触媒等の材料を開発する。さらに、震災からの復興、再生と、今後起こり得る災害時の被害低減に向けて、機構がこれまで培ってきた基盤的な構造材料技術を全面的に活用し、災害に強い建造物及びその補修・補強のための材料技術を開発する。

さらに、従来から取り組んできた元素戦略に基づく研究を再編成して、構造材料、磁性材料、触媒材料等における希少元素の減量・代替・循環のための材料技術に関するプロジェクトを設置し、研究開発を組織的に実施する。なお、希少元素の問題は決して今に始まったわけではなく、かねてより、中国、インド等の急激な経済成長により国際的な需給逼迫が懸念されてきた。今後も、国際情勢の変動等により問題となる元素種が変化していく可能性もある。本プロジェクトは、現時点で海外依存度の高い元素にのみ焦点を当てるのではなく、中長期的視点に立って課題設定を常に検証しつつ実施する。

平成 24 年度においては、これまでに得られた知見から中期目標達成のための課題抽出を行い、素子化に用いるべき材料系の選定、あるいは、素子構造や作製プロセスの設計、素子や物性の評価手段の絞り込みを行う。すなわち、結晶中の電子のバンド構造や分子内の電子構造、あるいは材料中のナノ構造の力学特性等の理論予測、触媒特性や表面反応性等を結びつけるための理論予測やモデルシミュレーションで得られた知見を考慮し、材料や素子の開発を推進する。また、耐熱性や光学特性等の高い機能を発現させるため、粒界構造制御、欠陥濃度低減に向けた合成条件や結晶成長条件の最適化等を加速する。また、研究・開発シーズの発信を継続し、中核機能部門や外部連携部門との協業により、産業界や大学等との連携を推進する。

具体的には、次の 11 のプロジェクト

- ・次世代環境再生材料の研究開発
- ・先端超伝導材料に関する研究
- ・高性能発電・蓄電用材料の研究開発
- ・次世代太陽電池の研究開発
- ・元素戦略に基づく先進材料技術の研究
- ・エネルギー関連構造材料の信頼性評価技術の研究開発
- ・低炭素化社会を実現する耐熱・耐環境材料の開発
- ・軽量・高信頼性ハイブリッド材料の研究開発
- ・ワイドバンドギャップ光・電子材料の研究開発
- ・省エネ磁性材料の研究開発
- ・社会インフラ復旧、再生に向けた構造材料技術の開発

において、平成24年度は以下の技術目標を達成する。

- ・環境再生材料では、形態制御を行うことによる光触媒機能の高度化。希少金属の高比表面積化による触媒活性向上等を目指す。
- ・超伝導材料に関して、新超伝導物質を引き続き探索するほか、関連物質の良質な単結晶の育成、その精密な計測等を継続し、超伝導発現機構の実験的、理論的解明を進める。線材では、生成反応解析を進め、線材性能(臨界電流)向上への技術課題抽出等を完了する。
- ・発電・蓄電用材料に関しては、酸塩基ポリマー電解質の合成条件を最適化、高温使用可能な水素分離複合膜のための構造解析を進め、全固体二次電池においては、単結晶薄膜の評価方法を確立し、電池性能向上に向けた技術課題の明確化等を目指す。
- ・次世代太陽電池については、界面における電子移動の解析と理論計算を行い、その知見に基づいた、高効率化のための材料開発指針を得ること等を目指す。
- ・元素戦略においては、希少元素が構造材料の補修・補強のための提案手法の妥当性の検証や、希少元素の高選択性高効率抽出のために必要な分子の探索を進める。
- ・構造材料の信頼性評価では、従来の長時間強度評価の妥当性の検証、き裂伝播挙動の2次元解析手法の開発や、応力腐食割れ挙動への放射線の影響に関する基礎データの取得を目指す。
- ・耐熱・耐環境材料については、700℃における1万時間クリーブ破断強度を100MPa以上となる析出強化型15クロム(Cr)フェライト系超耐熱鉄合金の組織制御を確立するとともに、他の合金系の設計・シミュレーション法の有効性を検証する。
- ・軽量ハイブリッド材料については、動的環境下での諸特性解明を行い、特にプロジェクトの目標達成に必要な衝撃挙動解明のための装置や評価手法の有効性を検証する。
- ・光・電子材料では、界面・表面の分析方法を一般化し、素子とその形成プロセスを評価できる体制を整えるとともに、

基本コンセプトの有効性を検証するための材料・素子の試作を進める。

・省エネ磁性材料では、従来の値を超えるトンネル磁気抵抗効果を示す強磁性トンネル2重接合素子、従来値よりも高い分極率でのスピン注入のための半導体と酸化物界面制御、 $1 \times 10^7$  A/cm<sup>2</sup>台の電流密度で磁壁移動が可能な強磁性細線構造、1 V程度の高起電力が得られる強磁性ナノ構造の実現を目指す。

・社会インフラ復旧、再生に向けた構造材料については、大型溶解による鋼材の製造技術を確立するとともに、鋼材開発と補修に必要な計測評価技術の構築を行う。

## 1. 2 シーズ育成研究の推進

プロジェクトを実施する過程において得られた、新たな現象の発見、当初想定していなかった用途の可能性、他分野との融合の見込み、社会が未だ認識していない潜在的ニーズ等を基に研究課題を設定し、プロジェクト化に向けたフィジビリティ・スタディを行うと同時に、現時点ではプロジェクト化されていないものの、将来のプロジェクトの重要なシーズとなり得る先導的で挑戦的な研究を積極的に行う。

具体的には機構内で公募を行った上で、理事長の審査方針に基づき、応募テーマのスクリーニングを行う。特に平成24年度は、研究ユニットを横断した研究者間の協働を促進するための研究テーマへの取り組みを継続、強化する。これにより、機構内における分野融合を進め、今後変化していくであろう様々な社会ニーズに柔軟に対応できるだけの研究開発ポテンシャルを蓄積、強化する。シーズ育成研究による研究成果の誌上発表件数は、国際的に評価の高い学術雑誌に積極的に投稿・発表する等、論文の質の向上に努めつつ1件/人程度を維持する。

## 1. 3 公募型研究への提案・応募等

機構は、これまでの技術シーズ、研究ポテンシャルを基盤に、公募型研究資金制度等に積極的に提案・応募していくことにより、成果の更なる発展、応用研究への橋渡し等を進めることとする。

特に、国内外の優れた研究者を結集させるための場を形成し、運営するような事業については、それを実施することが我が国全体の物質・材料科学技術の水準の向上につながるとの認識の下、理事長等が主導して、申請者、申請内容等を組織的に提案して獲得する。

イノベーション創出に向けて実用化側機関との連携を一層強化するため、民間企業からの研究資金等を積極的に導入し、前中期目標期間中の総額と同程度の維持を目指すため様々な公募型研究の発掘を行うとともに、効率的に応募ができるよう説明会の開催等行う。

## 2. 研究成果の情報発信及び活用促進

機構は、得られた研究成果を新たな価値創造に結び付けるため、研究成果の社会への認知・普及・活用を図るとともに、国民や外部機関からの認知度の向上や研究成果の社会還元へとつなげていく。具体的な活動は、以下のとおりである。

### 2. 1 広報・アウトリーチ活動及び情報発信

#### ① 広報・アウトリーチ活動の推進

前年度策定した機構の広報に係る基本方針に基づき、広報関連施策を効果的・効率的に推進する。動画映像等を用いマスメディア等に対する情報発信力を強化するとともに、広報誌、プレス発表等を通じて機構の活動を積極的に広報することにより、研究成果等の普及に努める。一般市民を対象としたNIMSフォーラム、nanotech等の博覧会や展示場の開催においては、少人数を対象とした研究者のミニ講演会等を行い、さらなる理解増進に努め、来場者との意見交換を行い、直接コミュニケーションに取り組む。

また、機構の施設・設備等を科学技術週間等の適切な機会に公開し、国民各層の見学等を受入れるとともに、写真や動画等も使い、ホームページ等を活用して、機構の研究活動等を分かりやすく紹介する。さらに、科学技術リテラシーの向上に貢献するため、小・中・高等学校の要請に応じ理科授業での出前授業等を通じて物質・材料科学技術に関する知識の普及を積極的に進める。

#### ② 研究成果等の情報発信

機構で得られた研究成果を情報発信するため、学協会等において積極的に発表する。特に、科学的知見の国際的な発信のレベル維持・向上のため、国際的に注目度の高い学術誌等に積極的に投稿・発表する。査読論文発表数は、機構全体として1,100件程度を維持する。また、レビュー論文数は、機構全体として30件程度を維持する。

論文の多面的な価値を認めていくことで、質の向上につなげる。また、機構の研究人材と公表内容を結びつけたデータベースの整備を着実に進め、インターネットを通じて人・研究テーマいずれからも簡便にかつ効果的に社会からアクセスできるようにする。

## 2. 2 知的財産の活用促進

機構で創出した研究成果を多様な応用分野に波及させるため、知的財産ポリシーを策定し、機構の保有する特許を産業界に対して実施許諾するよう積極的に取り組む。実施許諾件数については、10件程度の新規実施許諾を行う。

機構が企業と共同研究を実施するに当たっては、当該知的財産を、必ずしも機構が直ちに第三者へ無差別に実施許諾することにはこだわらず、共同研究の条件によっては、相手企業の時限的な優先使用にも応じることで、連携企業にとって魅力のある共同研究制度を設計・運用する。

市場のグローバル化も勘案し、特許を出願するに当たっては、外国出願を重視し、外国出願数は100件以上とする。外国出願については、国内出願に比べ出願費用が著しく高額であるため、登録・保有コストの費用対効果を分析し、精選して出願・権利化するとともに、登録済特許の維持見直しを定期的に行う。

## 3. 中核的機関としての活動

機構は、一般の機関では導入が難しい先端的な施設及び設備の共用を促進するとともに、研究者・技術者の養成と資質の向上を図る。また、材料データシート等の知的基盤の充実・整備を図るとともに、これまで機構が培ってきた物質・材料研究に係る国際的ネットワークを活用し、国際ナノアーキテクトニクス研究拠点(MANA)が先導している研究開発システム改革を機構全体に波及させる。さらに、機構の研究成果を社会において実用化する等のため物質・材料研究に係る産学独連携の体制を構築するとともに、物質・材料研究に係る分析・戦略企画を行い、分析結果を社会に向けて情報発信する。

### 3. 1 施設及び設備の共用

機構は、先端的な研究施設及び設備等の機構が保有する研究資源を広く共用に供するために、共用設備等を有する関連研究機関のネットワークのコーディネート役(ハブ機能)を担う。平成24年度も引き続き、「低炭素社会構築に向けた研究基盤ネットワーク整備」事業で導入された設備の共用化を進める。

特に、産学独の多様な研究者との共用によって、国民・社会が求める基礎・基盤課題について、機構が分野融合やイノベーション創出の場として機能するように、関連機関との連携を強める。

具体的に共用に供する研究施設、設備としては、強磁場施設、大型放射光施設のビームライン、超高圧電子顕微鏡施設、ナノレベルでの物質・材料の創製・加工・造形・評価・解析等のための最先端の研究設備等であり、特に、強磁場施設、大型放射光施設のビームライン、超高圧電子顕微鏡施設については、合計125件程度の共用を行う。

なお、共用に際しては、平成24年度より、利用システムを更新して、利用窓口と利用事務を中核機能部門事務統括室に一元化し、効率的、効果的な共用に取り組んでいく。

### 3. 2 研究者・技術者の養成と資質の向上

国際的に通用する若手研究者の養成に引き続き注力する。具体的には機構研究者を海外長期派遣する在外派遣研究員制度の維持と強化(個人業績評価にて在外派遣者へのモチベーションをさらに強化していく)、海外の研究拠点を活用したグローバル人材育成、ICYS、MANAで培っている国際化ノウハウの普及活動、研究資金の積極的配分(スタートアップファンド等)及び、外国人研究者には日本文化研修や日本語研修を通して日本社会への適応力を強化してもらう取組を行なう。その他、英語でのプレゼンテーションや論文作成の能力向上を目的とした英語プレゼンテーションセミナーを引き続き開催する。

機構で有している優れた国際化研究環境を有効活用し、若手人材を国際的な研究環境に置くことはグローバル人材へと育成する上で極めて有効であり、かかる認識の下、連携・連携大学院制度の活用等による大学院生や研修生の受入れ、各種研究支援制度の活用等によるポストドクの受入れを積極的に行う。具体的には、若手研究者を350名程度受け入れる。

高度な分析、加工等の専門能力を有するエンジニア職員の採用と育成は、多様化する物質・材料科学技術の多様な研究活動を支える上で極めて重要であるという認識から、広く公募して優秀かつ必要な人材を発掘することと、各種、実習や研修会への積極的な参加を促し、技術の養成と能力開発等に取り組む。

### 3. 3 知的基盤の充実・整備

長期的、継続的な取組が不可欠なクリープ試験等の材料試験、材料組成等を明らかにする化学分析及び材料データベース整備を着実に実施する。また、材料データシートを発行する。

機構が物質の特性値を同定し、それを計測の標準となる物質として幅広く配布する。さらに、新材料の特性に係る信頼性の高い計測・評価方法等についても国際共同研究を行う。

平成24年度は、目黒地区から移設したクリープ試験機を順次立上げ、千現地区での運用方法を確立させる。疲労試験・腐食試験の各材料試験や化学分析を継続して実施し、計画に基づいてクリープ・疲労・腐食・宇宙関連材料のデータシートや関係文書を発行する。高分子データベース等の材料データベースの効率的な拡充を行う。さらに、機構からの参照物質を配布する活動及びVAMASと連携した国際共同研究の国際標準化活動を積極的に推進し、表面化学分析・超伝導材料・ナノ計測・組織工学・高温溶接構造材料・フラーレンのラマンスペクトルの分野でリーダーシップを発揮し、試験・測定の標準法案の取り纏めを行う。

### 3. 4 物質・材料研究に係る国際的ネットワークと国際的な研究拠点の構築

これまで、「世界材料研究所フォーラム」の開催や国際連携協定の締結等、国際ネットワークを構築してきた経験を踏まえ、今後、この国際ネットワークを本格的に活用し、日常的な研究活動における海外研究者との意見交換、研究者の派遣及び招へい、国際シンポジウムの開催等の国際活動を実施するとともに、急成長が見込まれるアジアの新興国等の動向も注視しつつ戦略的に研究協力を実施する。平成24年度は、アジア諸国研究機関との東アジア共同研究プログラム(e-ASIA JRP)における協力、世界材料研究所フォーラム第3回アジア・オセアニア会議(11月、インド)参加等、アジアナノフォーラムの幹事機関としての活動等を通じ、アジア諸国との連携の一層の推進を図るとともに、国際連携協定の締結機関数についても、200機関程度を維持する。また、国際活動を具体的な研究成果に結実させることが重要であることから、国際共著論文発表数を、機構全体として300件程度を維持する。

加速する世界規模の頭脳循環に対応し、卓越した外国人研究者を確保するため、事務部門のバイリンガル化等により外国人研究者が不自由を感じない研究環境を確立するとともに、機構全体の研究者数のうち外国人研究者数の比率を、35%以上とする。

MANA においては、これまで取り組んできた研究環境整備、人材育成、英語公用語化を引き続き推進するとともに、機構全体の研究開発システム改革を加速する。

平成 24 年度は、世界トップレベル研究拠点プログラム委員会による中間評価において指摘された、世界を揺るがすような独創的研究、MANA 独自のナノバイオ研究、理論－実験の融合研究を推進するための新たな制度を立ち上げる。

### 3. 5 物質・材料研究に係る産学独連携の構築

機構で創出した研究成果を実用化につなげるため、機構は産独の実用化側機関と共同研究等の連携活動を積極的に実施する。この活動においては、機構の研究部署を横断的に総括する理事長が直接進捗を管理する体制を整備する。

企業との共同研究としては、理事長等が企業と直接合意することにより組織的に連携する大型共同研究を重視し、5件以上の大型共同研究を実施する。また、機構の研究活動の活性化や将来の物質・材料研究を担う若手人材の育成に資するため、国内外の大学院生や研修生の受入れ、国内外の大学との連係大学院制度による機構の研究者による直接学生指導、大学への講師としての研究者派遣の協力等を行うこと等により、大学との連携強化に取り組む。特に、連係大学院協定による協力関係にあるカレル大学(チェコ共和国)及びワルシャワ工科大(ポーランド共和国)との連携を強化し、共同セミナーの実施等に取り組む。

機構は、国内外の学会・研究集会等への積極的な参加・協力を研究者に促すことにより、学協会活動の活性化へ貢献する。

さらに、産業技術総合研究所、筑波大学、産業界との連携の下、つくばイノベーションアリーナに参画する。平成24年度は、特に、オープンイノベーションを推進するため、機構に昨年度導入したオープンイノベーションイニシアティブを環境・エネルギーの課題に適用し、会員制で企業等を募るTIAナノグリーンをスタートする。この産学独連携拠点はNanoGREEN棟を中心に構築する。併せて、産業技術総合研究所、筑波大学と協力し、つくばのナノテクノロジーの共通ブランドとしてのTIAの価値向上に努める。

また、希少資源に依らず高性能を発現できる次世代永久磁石材料の開発を目指し、国内外の大学・研究機関に所属する、磁性理論・評価解析・材料創製の各分野で高い将来性を持つ研究者を連携させるための元素戦略磁性

材料研究拠点を新たに設立し、磁石研究に関する産学独の連携の促進と研究者の育成を図る。

### 3. 6 物質・材料研究に係る分析・戦略企画及び情報発信

社会的ニーズに応えるため、かかる社会的ニーズ、さらにはその背景にある国家戦略や国際情勢を掘り下げて分析し、公的材料研究機関の運営に関するベンチマーキングを行う。その結果を機構の研究戦略の企画やプロジェクトの実施計画立案につなげる。その際、実際の研究活動を通じて得られる内外の研究動向の情報も併せて分析する。これらにより、各プロジェクト研究の目標を国家戦略に直接結びつけたものとする。

また、この戦略企画、動向分析及びこの過程で得られたデータ、分析結果の社会への発信を行う。

さらに、機構は、国内外の物質・材料分野に係る研究活動等の全般的動向に関する情報を、国内外の研究者・技術者が活用可能な形で発信するために、国際学術誌「STAM (Science and Technology of Advanced Materials) 」の発行等を行う。

## 4. その他

### 4. 1 事故等調査への協力

公的機関からの依頼等に応じて、機構のポテンシャルを活用し、事故等調査への協力を適切に行う。

## II 業務運営の効率化に関する目標を達成するためにとるべき措置

理事長のリーダーシップの下、以下の組織編成及び業務運営の基本方針に基づいて、機構の業務を効果的・効率的に実施し、独立行政法人を対象とした横断的な見直し等に対しては、随時適切に対応を進めるが、業務や組織の合理化・効率化が、研究開発能力を損なうものとならないよう、十分に配慮する。

### 1. 組織編成の基本方針

第3期中期計画期間においては、先端的な研究施設及び設備の共用、ネットワーク型研究拠点の運営等、中核的機関としての活動を強化していくこととしている。施設及び設備の共用は企業等を機構に惹き付けるための誘因として機能しており、ネットワーク型研究拠点は企業等と連携しつつオープンイノベーションを実現する場として重要である。一方で、中核的機関としての活動は不特定多数の外部の研究者もしくは研究機関への対応が業務の大半を占めており、業務の分散化、煩雑化を招きやすい。従って平成 24 年度は、機構の各種中核的業務の平成 23 年度実績を踏まえ、特に事務業務を整理、効率化し、それに伴い必要な組織の改編を行う。

また、社会的ニーズの変化に対応して研究組織自体も柔軟かつ機動的に改廃していく。

### 2. 業務運営の基本方針

#### (1) 内部統制の充実・強化

既に整備した、法令遵守のためのコンプライアンス体制の実効性を高めるため、日頃より職員の意識醸成に努めるための研修の実施やメールマガジン発行等の取り組みを継続する。また、機構のミッションを阻害する要因となるリスクへの対応、すなわち研究活動における安全確保、利益相反の防止、ハラスメントの防止等については、コンプライアンスも包含する形で、トップマネジメントの強化が重要との認識の下、理事長の直轄により、機構全体としてリスク管理を行う体制を整備する。具体的には、既に策定したリスク管理の基本方針及び規程類に基づき、継続的にリスク管理を実施していくための準備として、機構において想定されるリスクの評価、主要なリスクへの対応計画の策定等の作業を進める。

理事長のリーダーシップの下、機構業務の効果的・効率的な運営のための統制環境を確立し、監事監査の効果的な活用を図りつつ、情報伝達、モニタリング等を充実させる。

平成23年度より開始した部門体制を活用し、週1回開催する運営会議において役員と部門長の間での情報・意見交換を活発に行い、その情報を各職員へ周知徹底する。

#### (2) 機構の業務運営等に係る第三者評価

国外から物質・材料科学技術に関する造詣が深い第三者を機構のアドバイザーとして委嘱し、機構の運営、研究業務、国際連携等について指導、助言を受けるためにアドバイザリーボードを適時開催する。

また、第2期中期計画期間中に実施したプロジェクト研究の事後評価結果を踏まえ、第3期の関係するプロジェクトの実施等に随時活用する。

### (3) 効果的な職員の業務実績評価の実施

研究職、エンジニア職、事務職のそれぞれの職務の特性に十分配慮した効果的な職員の業務実績評価を実施するものとする。特に、国の重要プロジェクト遂行のため、機動的な人事異動を要する場合には、当該プロジェクトに従事する職員の業務実績評価において特段の配慮を行う。また、研究職はアウトリーチ活動の更なる奨励も含め、機構のミッションへの貢献度を明確に反映することを目的として、平成23年度に行った評価項目の見直しについて、平成24年度業績評価から実施する。エンジニア職は、目標管理評価について今までより適正かつ客観的な評価が行えるように見直しを行い、平成24年度は中核機能部門から実施する。事務職は、平成24年度目標管理評価について今までより適正かつ客観的な評価が行えるように見直しを行うとともに、評価者への研修を実施し適正に評価が行われるようにする。

### (4) 業務全体での効率化

#### ① 経費の合理化・効率化

機構は、管理部門の組織の見直し、効率的な運営体制の確保等に取り組むことにより、業務経費及び一般管理費の効率化を図る。

#### ② 人件費の合理化・効率化

機構職員の給与水準については、国家公務員の給与水準も十分考慮し、手当を含め役職員給与の在り方について厳しく検証した上で、機構の業務の特殊性を踏まえ、事務職員の給与については、給与水準の適正化に取り組む。本中期目標期間中においても国家公務員と同程度の水準を維持するとともに、検証結果や取組状況を公表する。

また、プロジェクト及びユニットの運営に当たって、事務処理の効率化、事務職員への柔軟な業務配分を行うことで、非常勤化を含め、事務職員の配置を見直すとともに、要員の合理化を図る。特に、目黒地区事務所については、廃止による事務職員の合理化を行う。

#### ③ 契約の適正化

「独立行政法人の契約状況の点検・見直しについて」(平成21年11月17日閣議決定)を踏まえ、より一般競争入札の競争性等を確保するため、平成24年度は、引き続き随意契約等見直し計画を着実に実施する。また、平成23年度に一者応札の改善と競争性の向上を目的として導入した電子入札システムを活用するとともに、調達情報メールマガジンの導入等、より競争性の向上に取り組む。さらに、契約監視委員会等による定期的な契約の点検・見直しの他、業務の効率化及び経費削減の観点から、複数年度契約や総合評価落札方式、企画競争等の契約方式を積極的に用いた契約に取り組む。

その他、「独立行政法人の事務・事業の見直し基本方針」(平成22年12月7日閣議決定)を受けて設けられた各府省による連絡会議、及び同会議の下各独立行政法人の調達担当による検証会議(平成23年2月発足)により抽出される調達手法の実施に取り組むとともに、平成22年12月に発足した文部科学省所管の8研究開発独立行政法人による調達に関する検討会合(研究開発調達検討会合)において、法人間で共同して取り組むこととした調達実績情報の共有等に取り組む。

#### ④ 保有資産の見直し等

保有資産については、実態把握に基づき、資産の利用度等の観点に沿って、その保有の必要性について厳しく検証する。

なお、目黒地区事務所については、業務をつくば地区へ集約化したことを踏まえ、不動産の国庫返納に取り組む。

### (5) その他の業務運営面での対応

機構の諸活動の社会への説明責任を果たすため、公文書管理法に基づく適切な法人文書の管理を行うと同時に、保有する情報の提供のための措置の充実を図り、開示請求への適切かつ迅速な対応を行う。個人の権利、利益を保護するため、機構における個人情報の適切な管理及び取扱いを徹底するとともに、苦情処理への適切かつ迅速な対応を行う。

また、機密情報漏洩の防止、情報端末のウィルス感染予防及び悪意のある者によるネットワーク攻撃への対策等

を目的として、セミナーや機構内の掲示板等を通じて職員へ情報セキュリティポリシーの周知徹底を行う。必要に応じて情報セキュリティポリシーの見直しを行う。

さらに、政府の施策等を踏まえつつ、最小限の照明・冷暖房運転や室内空調温度の調整、LED 照明、人感センサーの設置等の省エネ推進のほか、ゴミの分別回収の徹底による再資源化率の向上等、環境への配慮を促進するとともに、育児中、介護中の職員の支援や女性を中心とした隠れた人材の有効活用のための活動等を行う。

### III 予算(人件費の見積もりを含む。)、収支計画及び資金計画

別紙2を参照

### IV 短期借入金の限度額

短期借入金の限度額は23億円とする。短期借入が想定される理由としては、年度当初における国からの運営費交付金の受入れの遅延、受託業務に係る経費の暫時立替等が生じた場合である。

### V 不要財産又は不要財産となることが見込まれる財産がある場合には、その処分に関する計画

目黒地区事務所での実施業務をつくば地区へ集約し、移転後の不動産の国庫納付に取り組む。

### VI 前号に規定する財産以外の重要な財産を譲渡し、又は担保に供しようとするときは、その計画

なし

### VII 剰余金の使途

機構の決算において剰余金が発生した場合の使途は、平成24年度は、特に、平成23年度にNanoGREEN棟が竣工したこともあり、引き続き研究環境の整備を中心に、重点研究開発業務や中核的機関としての活動に必要なとされる業務への充ちや知的財産管理・技術移転に係る経費に充てる。

### VIII その他主務省令で定める業務運営に関する事項

#### 1. 施設及び設備に関する計画

本年度中に取得または整備を実施する施設・設備については、以下のとおり。

施設・整備の内容	予定額(百万円)	財源
物性解析実験棟エレベータ更新(千現地区) (付帯事務費含む)	60	施設整備費補助金

#### 【脚注】

物性解析実験棟エレベータ更新(千現地区)の予定額は、平成24年度の施設整備費補助金の金額である。

#### 2. 人事に関する計画

きたるべき研究開発法人の統合の可能性も考慮して、真に優秀で当機構が必要とする研究者を国内外から厳選して採用する。公募については、機構の進むべき研究の方向から分野を指定して比較的幅広く募集する分野指定公募と、喫緊に研究者が必要な研究分野をかなり限定して公募する2つの公募方法を行なう。これにより長期的にも短期的にもフレキシブルに対応できる人材の採用・育成を実施していく。また、採用の評価基準としては引き続き国内外での多様な研究経験を重視していく。

技術者については、当機構で将来必要になる新しい技能、技術に対応できるように、また機構で継承すべき技能、技術を明確にして採用や、再配置を計画的に行う。

職員一人一人が機構の使命を十分に認識し、やりがいを持って業務に従事できるよう、良好な職場環境の構築、職員のメンタルケアの充実、経営層と職員とのコミュニケーションの機会の確保に努めるとともに、英語研修をはじめとした長期的視野に立った職員の能力開発等、人材マネジメントを継続的に改善する。

### 3. 中期目標期間を超える債務負担

中期目標期間を超える債務負担については、研究開発を行う施設・設備の整備等が中期目標期間を超える場合で、当該債務負担行為の必要性及び資金計画への影響を勘案し合理的と判断されるものについて行う。

### 4. 積立金の使途

前期中期目標期間の最終年度において、独立行政法人通則法第44条の処理を行ってなお積立金があるときは、その額に相当する金額のうち文部科学大臣の承認を受けた金額について、以下のものに充てる。

- ・中期計画の剰余金の使途に規定されている、重点研究開発業務や中核的機関としての活動に必要とされる業務に係る経費、研究環境の整備に係る経費、知的財産管理・技術移転に係る経費、職員教育に係る経費、業務の情報化に係る経費、広報に係る経費
- ・自己収入により取得した固定資産の未償却残高相当額等に係る会計処理

## 【別紙1】重点研究開発領域における基礎研究及び基盤的研究開発の研究プロジェクトの内容等

### 1. 1 重点研究開発領域における基礎研究及び基盤的研究開発

#### 1.1.1 新物質・新材料の創製に向けたブレークスルーを目指す横断的先端研究開発の推進

##### 1) 先端的共通技術領域

- ・先端材料計測技術の開発と応用

本プロジェクトでは、単原子分解能を有する多元的なその場表面計測とサブミクロン分解能表面スピン顕微鏡、表層(0-100nm)及び広域(100nm<sup>2</sup>-1cm<sup>2</sup>)における、3次元元素・形状・状態分析計測と100フェムト秒時間分解・サブミクロン空間分解を有する超高速紫外顕微鏡を開発する。また、深さ分解能10nmの試料走査型3次元計測技術と単原子分析電子顕微鏡技術及び実製造プロセス条件や動作環境における中性子マルチスケール時分割計測技術、相組織形成過程や軽元素移動経路を抽出するためのX線/中性子併用による組成定量化法や全パターンフィッティング最大エントロピー法、化学組成や原子レベル構造の変化を〜30ミリ秒レベルでその場計測するX線動画イメージング技術等を開発する。さらに、世界に先駆け、未観測の四極子核元素(全元素の6割以上が該当)について、NMRによる観測を実現する。

平成24年度は、複合制御環境場に対応可能な表面敏感ナノプローブ計測法並びに放出電子スピンコントラスト撮像法等の表面スピン顕微鏡法の要素技術を開発するとともに、ワイドバンドギャップ半導体等の超高速電子応答計測法および複素誘電関数計測法とそのデータベース化等の広域表層3次元高速分析の要素技術を開発する。また、単原子分析電子顕微鏡の低加速電圧化による精度向上と3次元可視化に関する要素技術の開発を行うほか、強磁場固体NMRの特徴を活かした新核種観測を実現する。さらに、中性子の有する物質透過力を利用した実製造プロセス条件や特殊環境(雰囲気、可変温度、強磁場)における構造・組織のその場観察法、並びに時々刻々の化学組成や原子レベル構造変化を30〜100ミリ秒レベルでライブ計測するX線動画イメージング・X線反射率法の要素技術を開発する。

- ・新物質設計シミュレーション手法の研究開発

本プロジェクトでは、基礎物性シミュレーション研究により、ナノスケール物質・材料のバルク物性の理論的解析手法を開発し、複合物性等の新規な物性の解析・予測を行うとともに、機能界面シミュレーション研究により、物質・材料の電子・原子ダイナミクス(電子移動、イオン移動等)を大規模かつ高精度に解析する計算手法を開発し、無機・有機界面、固液界面等のナノ機能界面における新規な機能(電子伝達、触媒反応等)を解析・予測する。また、低次元量子機能デザイン研究により、低次元系等の量子効果の強い系を扱う理論・解析手法を開発し、その新規量子機能を解明する。さらに、組織・特性モデリング研究により、Phase-field解析等の統計熱力学的手法を用いて実用レベル材料のナノ組織・特性の解析を行う。

平成24年度は、第一原理理論のバルク・欠陥系等の広範な材料系への適用による理論構築と特性理解の進展、第一原理オーダーN法の高効率化と数十万原子系の構造最適化への適用、ナノ接合系の伝導特性解析手法の高度化、トポロジカル絶縁体/超伝導体等の量子機能が期待できる低次元系における新規物性発現方法の提案と理論的検証、第一原理計算を援用した熱力学手法、Phase-field解析等の統計熱力学法による組織・特性予測手法の高度化、等の理論・計算手法の研究開発を行うとともに、実験と緊密に連携しつつ、金属酸化物、欠陥系、ナノ機能界面、トポロジカル絶縁体、超伝導体、実用合金、等の幅広い物質・材料系を対象として、新規な物性・機能の解析・探索を実施し、理論・計算手法の適用性の検証と機能解析を実施する。

- ・革新的光材料技術の開発と応用

本プロジェクトでは、機構独自の技術である液滴エピタキシーを用いて等方的な格子整合系の量子ドットを作製し、量子情報技術への応用に向け、励起子分子状態からのカスケード発光による量子もつれ合い光子対の発生を実証する。また、リン化ガリウム(GaP)結晶のデルタドープによる等電子トラップにより、超狭帯域な励起子発光による単一フォトン発生とパーセル効果による発光促進を実現する。さらに、赤外レーダーアンテナ等への応用に向け、機構が開発したトレンチ状の極微プラズモン共振器について2次元配列技術を確立する。加えて、機構が開発した高い規則性をもつコロイド結晶シートについて、1m<sup>2</sup>までの大面積化を可能とする製造技術を確立するとともに、強誘電性結晶の疑似位相整合による高効率な波長変換について、分極反転プロセスの精密制御によりサブミクロンサイズの極性反転構造を実現し、広帯域な波長変換特性を実現する。

平成24年度は、液滴エピタキシー法によるGaAs量子ドットについて、狭線幅量子ドットの発光波長制御を実現

するとともに、配置間相互作用の方法により励起子複合体の理論解析を進める。また、MOCVD(有機金属気相成長)法による GaP 結晶について、窒素等電子トラップの物性制御法を開発するとともに、新しい等電子不純物を探索する。極微プラズモン共振器については、希土類イオンを選択的にドーブした試料を作製して、局所磁場の増強による磁気双極子発光の促進効果を実証するとともに、メタマテリアルによるフォトニックバンドエンジニアリングの実現に向けた理論解析を進める。さらに、コロイド結晶シートについて大面積化をいっそう進めて、100cm<sup>2</sup> 級の材料合成を実証するとともに、疑似位相整合による波長変換について、ナノ電極による分極反転構造を実現する。

- ・新材料創出を可能にする粒子プロセスの開発と応用

本プロジェクトでは、ナノ粒子、ナノチューブ、メソ細孔等を利用したプロセスの高度化、それによるナノ構造物質の創製と機能化を行うとともに、in-situ表面修飾法、有機誘導化、DNA基、生体高分子と金属粒子とのハイブリッド化、細孔テンプレート等のアSEMBル・ハイブリッド技術を確立し、配列・集積体作製、並びに磁気、誘電、非線形光学、発光特性等のナノ物性・構造解析評価による特性向上を行う。また、強磁場、電磁場、超高圧等の外場の作用を利用し、個々の結晶粒単位で組織制御された多結晶ナノセラミックス等の高次構造制御無機材料創製のためのプロセスを高度化する。さらに、実際の試料における微細構造と力学特性、電磁気特性、光学特性等の機能特性との相関の解明及び計算科学手法に基づく結晶構造と機能発現との相関を解明することで、新材料を創出する。

平成24年度は、特に、超伝導線材を実現するためのフラーレンナノファイバーの高純度化と高結晶化のための探索研究を行うとともに、ナノ粒子・ナノ細孔制御技術、ハイブリッド・配列化技術のさらなる高度化を図るために、その基本となるナノ物性の物理的・化学的起源、構造制御因子について詳細を明らかにする。また、物質合成用圧力・温度領域の拡大と精密制御等の超高圧技術、電場・強磁場印加成形プロセス技術、焼結理論・プロセスの高度化を進め、超高温用セラミックスの作製、高機能配向セラミックスの作製、透光性セラミックスの開発等を進める。さらに、窒化物系のプロセス技術を高度化し、5元系窒化物の探索、2件の新規ホスト結晶を提案するとともに、窒化物系リチウムイオン伝導体の開発を進める。

- ・有機分子ネットワークによる材料創製技術

本プロジェクトでは、精密な有機分子ネットワークの創製技術として、巨大分子の架橋化による多孔性シートの構築技術、プラズマ重合法による高強度カーボン膜の形成技術、多官能性モノマーからのソフトマターの創製技術、相分離や超分子相互作用による直鎖状高分子のネットワーク化技術及びネットワーク錯体による多孔性物質の創成のための汎用性の高いプロセス技術を開発する。また、有害物質の除去性能に優れたネットワーク状高分子、集積素子においてアモルファスシリコンと同等の電界効果移動度を示す有機材料、エネルギー効率が格段に優れた酸化還元型の表示材料を開発する。

平成24年度は、濾過性能に優れた大面積多孔性カーボン膜の製造技術を開発し、有機溶媒の高速透過特性やナノ粒子の阻止性能を評価する。また、高比表面積のネットワーク状高分子ナノファイバーにおいて、ガスや有機蒸気の吸収特性を熱力学的に解明する。一方、液状色素分子では、発光効率の向上と高輝度化を検討し、有機/金属ハイブリッドポリマーでは、フレキシブル基板上でのレドックス応答性を向上させる。さらに、導電性有機材料の移動度を大幅に向上させ、薄膜化並びに配向制御技術を開発することで、高性能有機FETデバイス開発に着手する。

## 2) ナノスケール材料領域

- ・システム・ナノテクノロジーによる材料の機能創出

本プロジェクトでは、情報の処理と通信の技術を支えてきた CMOS デバイスが限界を迎えることを見据え、”Beyond CMOS” ナノエレクトロニクスの開発のための原子スイッチとそれに関連するデバイス、有機・無機複合デバイス、グラフェンデバイス、分子デバイス、超伝導量子情報デバイス、ナノ超伝導デバイス、原子スイッチの学習機能を用いた脳型演算記憶デバイスを実現する材料を開発するとともに、環境の監視と制御の重要性に鑑み、単分子時空間分解センシング、超並列分子センシング、テラヘルツ電磁波の発生検出、細胞内外の信号伝達の新解析法等のための材料を開発する。また、太陽光を有効に利用した物質の化学的な分解及び合成のためのナノアンテナ集積材料を開発する。

平成 24 年度は、脳型演算記憶デバイスの実現のための基礎となる脳神経網型ナノシステムのプロトタイプ構築、有機・無機複合デバイス、グラフェンデバイス、ナノ超伝導デバイスの有効性の実証、高感度超並列分子セン

サーの実現のための原理実証及び太陽光を化学反応(分解と合成)に有効に利用するためのナノアンテナ集積材料の構築についての研究をさらに進める。

#### ・ケミカル・ナノテクノロジーによる新材料・新機能の創出

本プロジェクトでは、元素置換、欠陥制御、元素の価数制御等を実現した「第二世代ナノスケール物質」とも呼べる新規のナノチューブ、ナノワイヤー、ナノシート、ナノ粒子等を創製することにより、機能の大幅な増強、新規特性・現象を発見する。さらに、ソフト化学、コロイド化学、超分子化学等をベースとした化学的ナノ操作技術を開発・駆使して、これらのナノスケール物質をナノレベルで精密集積もしくは異種物質と複合化する高次ナノスケール材料創製プロセスを確立し、優れた電子的、磁氣的、光学的、化学的機能を発揮する新材料を開発する。

平成24年度は、昨年度に開発した新規な合成法を用いて、ホウ素(B)-窒素(N)並びにホウ素(B)-炭素(C)-窒素(N)組成から成るナノチューブやナノシートを創製するとともに、1次元ケイ素(Si)/ゲルマニウム(Ge)のコアシェル型ナノワイヤーの位置制御ドーピング技術を確立し、その特性評価を行う。一方、組成、構造を制御した各種遷移金属、希土類元素からなる層状酸化物、水酸化物を合成し、これを単層剥離してナノシート化する。また、新規DDS(ドラッグデリバリーシステム)の開発に向けて、シクロデキストリンゲルを用い数日間に渡り任意に薬物放出できる系を開発する。さらに、貴金属錯体/分子層集積体を構築し、二酸化炭素還元触媒能を評価する。

#### ・ナノエレクトロニクスのための新材料・新機能の創製

本プロジェクトでは、機構だけが持つ材料データベースやコンビナトリアル手法を使ったゲートスタック材料開発を進め、Siに直接接合可能なHigher-k材料、実効仕事関数差の大きい非晶質金属ゲート材料を開発する。また、改良電子線電流法(EBIC)を用いてゲート幅20nm以下のMOS構造における欠陥の視覚化を実現する。

平成24年度は、これまでの成果を踏まえ、ゲートスタック材料に関してはHigher-k材料をSiに直接接合するための界面制御、特に界面層を無くすための手法を開発する。メタルゲートに関してはHigher-k材料との反応性が少なくかつ非晶質である、金属炭化物、金属窒化物を中心に更に他の元素を加え、仕事関数制御とフラットバンド制御を同時に可能にする材料を探索する。さらに、Higher-k中やゲートとの界面に発生する欠陥の電気的特性を基板バイアスが印加可能なEBICや低加速電圧走査型電子顕微鏡等の評価手法を使って明らかにする。また、強磁場を使った移動度の評価手法の開発をさらに進め、現実的なHigher-k/Si界面でのキャリア移動度を低温で計測することを目指す。Si系MOSFETと分子との融合による新型不揮発性メモリの開発を目指して、ここでは分子への電荷注入、特に単電子トンネリングを実証し、メモリとしての基本的動作の確認をする。さらに、分子の特徴を生かした光異性化メモリの可能性も検討する。

#### ・ナノバイオテクノロジーによる革新的生体機能材料の創出

本プロジェクトでは、慢性疾患の超早期における診断・治療を可能にする有機または無機ナノ微粒子の開発や、高分子・金属・セラミックス材料を複合化した循環器系疾患に対応した自己治癒力を誘導する複合生体材料、生体が有する精密な構造を模倣したリン酸カルシウム基材料及びそれらと生体組織との親和性を向上させる生体機能分子を複合化した材料、生体吸収性高分子と細胞の増殖や分化に関わる生理活性物質との複合化パターン化材料を創製する。

平成24年度は、疾患関連生体分子及び細胞と微粒子との相互作用の解析を引き続き行うとともに、ウィルス捕捉微粒子の材料設計の最適化、抗酸化微粒子の調製や安全性評価、細胞膜模倣微粒子の調製を行う。また、金属-セラミックス複合界面の効率的構築を行い、再狭窄を効果的に抑制する薬剤放出ステント材料の動物実験評価及び生体内安定性評価を行う。併せて、異種材料接合に貢献するペプチドの探索を継続して行い、接合ペプチドとの相互作用を評価する。また、セラミックスとコラーゲンの複合材料の気孔率、気孔構造等のマクロ構造制御や無機イオン導入による細胞機能の制御を継続して進め、インジェクタブルHAp/ColI等の生体親和性の高い複合材料の作製を行う。

### 1.1.2 社会的ニーズに応える材料の高度化のための研究開発の推進

#### 1) 環境・エネルギー・資源材料領域

・次世代環境再生材料の研究開発

本プロジェクトでは、自然光のみの利用で有機・有害物質を分解できる可視光応答型光触媒材料と、自然の循環の仕組みを模倣・技術化した超低負荷・高機能性層状珪酸塩等のジオマテリアル吸着・複合材料を創出する。また、組成・形態・空間的に高度に設計された高い環境浄化能力を持つ機能性メソポーラス材料及び被毒耐性と環境浄化活性を兼ね備えた貴金属フリーの金属間化合物触媒を開発する。さらに、計算科学を駆使した表面・界面での化学反応に関する学理の理解や、異種材料の複合化によってもたらされるシナジー効果を最大限に利用することで、これまでにない高い選択性と反応活性を兼ね備えた次世代環境再生材料を創出する。

平成 24 年度は、引き続き可視光に応答する新規光触媒材料の創製を行うと共に、形態制御を行うことにより、有害物質の分解・除去機能の高度化を目指す。また、層状珪酸塩、層状複水酸化物、廃棄物等の新規利用によるジオマテリアル吸着材料・複合材料の設計・開発を行う。さらに、白金族等の希少金属のメソポーラス化・高比表面積化を行い、少量の金属で最大の触媒活性を実現する。また、メソ細孔空間内を有害物質と相互作用のある有機種で修飾し、分離膜・吸着剤としての応用を目指す。さらに昨年度の研究により見いだされた触媒活性ニッケル基金属間化合物をナノ粒子化し、担持材料表面に分散することにより、触媒活性と熱凝集耐性を兼ね備えた「貴金属フリー環境浄化触媒」の実現を狙う。並行して、実験結果の理論解釈から得られた知見を活かし、優れた材料を作成するための指針を示す。また、これまでシミュレーションが難しかった光緩和過程のダイナミクスを扱うための計算手法開発にも取り組む。

#### ・先端超伝導材料に関する研究

本プロジェクトでは、超伝導量子デバイスと超伝導線材開発に向けて、新超伝導物質開発・超伝導メカニズム解明から新規超伝導量子デバイス提案、微細加工・線材化プロセスの高度化までを含む、超伝導材料に関する広範な研究を実施する。

平成 24 年度は、層状構造を持つ金属間化合物及び遷移金属酸化物等において超伝導体を引き続き探索するほか、鉄(Fe)やルテニウム(Ru)を含む銅酸化物超伝導体、Ru 系 p 波超伝導体関連物質の良質な単結晶の育成を行い、それらの基礎物性を明らかにする。鉄系超伝導体、有機超伝導体等の高圧下物性測定、量子振動計測、光電子分光の計測等を継続して行い、電子構造を決定し、長距離秩序の揺らぎや超伝導発現機構の関係を実験的、理論的に調べる。電子構造解明のために新たにラマン分光測定システムを整備する。新規磁束量子ダイナミクス現象の発現と解明を行うため、ナノサイズ加工技術の開発、強磁性体/超伝導体積層構造の作成や、磁束量子観察のための SQUID-STM 装置の高分解能・高性能化、Bi 系超伝導体を用いた THz 領域発振の可視化と高強度化を行う。Bi 系線材では、基礎特性把握と生成反応解析のための薄膜研究の高度化を図りつつ、特性と組織の相関に基づき線材性能(臨界電流)向上につなげていく。ニオブ三アルミ(Nb<sub>3</sub>Al)線材では断面構造最適化や添加効果によってフィラメント細線化及び耐歪性改善を進める。MgB<sub>2</sub>線材については、原料粉末の化学処理の検討を進める。

#### ・高性能発電・蓄電用材料の研究開発

本プロジェクトでは、燃料電池における電極用Pt触媒の一酸化炭素(CO)による劣化問題を根本的に解決できる150℃で使用可能なハイブリッド電解質膜を開発し、現状の家庭用燃料電池並みの出力150mW/cm<sup>2</sup>を実現するほか、広温度範囲で使用可能な水素製造用改質触媒、高純度水素を一段階で製造できる水素分離膜、従来法よりもはるかに低温・低圧の条件で高転換率でクリーン燃料を製造可能な合成触媒を開発する。また、蓄電池における安全性の高い全固体電解質を用いて、高性能プラグインハイブリッド自動車のために十分なエネルギー密度である200Wh/kgを可能にする正極材料を開発する。さらに、有効最大出力を大幅に改善させた廃熱回収用熱電材料を開発する。

平成 24 年度は、酸塩基ポリマー電解質の合成条件を最適化し、無加湿で 20mW/cm<sup>2</sup> 以上の出力密度を達成するとともに、燃料改質触媒の微細組織・結晶構造と触媒特性との関係を明らかにすることで有望な金属間化合物触媒を探索し、また高温で使用できる水素分離複合膜を実現するために基板粒界と被覆層との観察・解析を行う。熱電材料においては、ゼーベック係数を高めるための複合構造の検討を行うとともにプロセス開発も並行して行う。全固体二次電池において、単結晶薄膜の評価方法を確立し、それを通じて電極反応の素過程を把握して電池性能との対応を明確化して電池性能向上への道筋を探る。

#### ・次世代太陽電池の研究開発

本プロジェクトでは、色素増感型太陽電池において、2020年までの業務用電力料金並みの発電コスト(14

円/kWh) の実現に向け、太陽電池内部のキャリア生成と分離、各材料層とナノ界面における電子輸送メカニズムの解明を行い、変換効率を飛躍的に向上させる。また、量子ドット太陽電池においては、より長期的に事業用電力並み(7円/kWh)を下回る発電コストを実現するため、まず、キャリア発生や電子の取り出し等の発電原理を実証する。さらに、超高効率化を可能とするナノスケール材料の開発とともに、それを用いた小面積デバイスを試作する。

平成24年度は、次世代太陽電池のナノ材料で構成された発電界面の解析とシミュレーションを行い、電子移動効率を向上できる方策を講じる。色素増感型太陽電池においては、酸化チタン/色素/電解質界面における電子移動の解析と科学計算を行い、高効率化可能な材料(色素、添加物等)の開発を行う。有機薄膜太陽電池においては、新規p型材料を開発するとともに、デバイスの高効率化の方策を講じる。量子ドット太陽電池においては、量子ドットの形成やエネルギー準位等基礎物性の解明を行い、太陽電池への展開を試みる。

#### ・元素戦略に基づく先進材料技術の研究

本プロジェクトでは、微視組織の不均質性を活用することによって構造材料の希少元素使用量を低減した上で高比強度化を達成するとともに、微細組織を精緻に解析・予測する計測・シミュレーション技術を開発する。また、磁性材料においては、材料中における希少元素の存在位置を解明し、保磁力発現との関係を明らかにすること等を通じてジスプロシウム(Dy)フリーの高保磁力ネオジム磁石材料の開発に必要な微細組織制御法を確立するとともに、触媒材料については、貴金属使用量の大幅削減のために、中空形状の形態を備えたメタリック・セルを担持材料に用いることによって従来触媒と比べて大幅に優れた熱凝集耐性を実現する。さらに、使用済み製品からの希少元素の高選択性高効率抽出を常温・常圧下で実現する新しい材料技術を確立する。

平成24年度は、構造材料においては、鉄鋼・チタン合金・マグネシウム合金等を対象にして、希少元素が力学特性を発現する機構を解明するための計測・解析・予測手法の開発、ヘテロ組織の活用による高比強度化等の特性向上の限界の検討等を引き続き行う。また、機能材料においては、触媒材料を対象にして、中空形状の形態を備えた新規の排ガス触媒材料の開発を継続する。さらに、希少元素の高選択性高効率抽出のために必要な修飾官能基の探索も継続して取り組んでいく。

#### ・エネルギー関連構造材料の信頼性評価技術の研究開発

本プロジェクトでは、10万時間以上の長時間クリープの強度低下や、10億回以上の高サイクルの疲労破壊が、短時間のクリープ強度や低サイクルの疲労破壊とは機構が異なることに注目し、材料特性に及ぼす実使用環境の影響を理論的に検討し、10万時間以上の長時間クリープ強度特性や10億回以上の高サイクル疲労強度特性を評価予測する技術を開発する。また、腐食や摩耗等の界面が関与する化学的あるいは物理的特性にも着目して、階層的な3次元解析やその場解析の手法に基づいて、応力腐食割れの評価予測技術を開発するとともに、水素脆化特性の評価技術を確立し、材料信頼性を向上させる。

平成24年度は、クリープ強度評価の指標である高温比例限度力の組織変化に起因した変化を考慮し、従来の長時間強度評価の妥当性を検証するとともに、ナノビーチマーク法によるき裂伝播挙動の2次元解析を行う。また、高強度ばね鋼に加え、これまで水素脆化特性の検討が行われていないオーステナイト系高マンガン鋼について水素脆化特性とその影響因子を検討する。き裂進展速度の計測とマイクロメズスコピック力学解析による局所ひずみ計測等により階層的3D4D解析手法の向上を図り、オーステナイト系ステンレス鋼の変形素機構解明のための基礎データを取得するとともに、照射下モニタリングと応力制御機構を搭載した高温高圧水ループ試験装置を開発し、応力腐食割れ挙動における放射線影響の基礎データを取得する。さらに、レーザPAS、ECT装置を開発するとともに、超音波疲労におけるき裂発生寿命の同定法と電磁気によるクリープの劣化損傷検出法を開発する。

#### ・低炭素化社会を実現する耐熱・耐環境材料の開発

本プロジェクトでは、タービンの圧縮機や火力発電プラント等の中温域(500~900℃)で用いられるチタン合金や耐熱鋼に着目し、従来材料とは異なる組織や強化法を導入し、併せて耐環境性を付与する表面改質技術を開発して耐熱性を100℃以上向上させる。具体的には、チタン合金、フェライト系耐熱鋼、オーステナイト系耐熱合金の三種類の構造用金属材料において、それぞれの耐熱温度を650、700、750℃とする。また、タービンの効率向上に資する機能性材料技術として、この温度域で動作する形状記憶合金と低摩擦係数を実現する表面コーティングを探索する。

平成 24 年度は、チタン系及びオーステナイト系の耐熱合金について前年度に見出した候補合金の評価を進める。即ち、酸化物強化及び新たな金属間化合物による析出強化機構を有する高温用 Ti 合金のクリープ特性の評価を行い、他方、クリープ特性は十分に高いと予想されるオーステナイト系超合金の候補合金は鍛造性を評価する。フェライト系 15Cr 合金はクリープ試験が既に1万時間を超えて有望な結果が得られているので、水蒸気酸化特性の評価を開始する。高温用形状記憶合金は 400°C以上で 80%形状回復する形状記憶合金を見いだしたので、更に性能向上を進める。耐酸化コーティングについては、アルミナイズやウォームスプレー厚膜による表面耐酸化層の開発と評価を進める。高温用トライボ薄膜については、低摩擦 BN 潤滑材の薄膜技術を開発するとともに、前年度導入した高温トライボ特性評価装置を用いて高温での摩擦特性のデータを取得する。

#### ・軽量・高信頼性ハイブリッド材料の研究開発

本プロジェクトでは、近い将来に必要とされるハイブリッド材料として、軽量であるだけでなく動的な力が材料に加わる自動車等において、実使用環境下で安全・安心に利用できるという機能を付与した材料を開発する。アルミニウムを用いた軽量のセル構造材料の開発、異種金属材料に2次元の周期的な形を付与して温度変化に対する変形を打ち消し合うような形を利用した低熱膨張材料、金属とプラスチックのように特性の大きく異なる材料間の異種材料接合技術、材料同士を機械的に結合するときに高信頼性を得るために応力集中低減機能を持つ材料を開発するとともに、ハイブリッド材料の研究開発に必要な不可欠な材料界面力学特性の評価技術、ハイブリッド材料の特性に大きく影響する因子である残留応力・熱応力の測定評価技術を開発する。

平成24年度は、軽量の金属材料や高分子系材料を用いて平成23年度に得られた構造設計指針に基づき実際のハイブリッド材料を得るための検討を行う。ハイブリッド化構造を実現するための素材、界面機能及び評価技術の選択を行い、実用的に重要な低密度の金属材料と高分子材料のハイブリッド化、高分子系複合材料と軽量金属等の接合界面を利用した種々の負荷速度に対する接合性向上機構、応力集中に対して材料の損傷を最小にするセラミックス系材料等でハイブリッド材料特有の機能発現効果を利用するための技術的手法を開発する。また、ハイブリッド材料の研究開発に役立つ界面力学特性評価技術や界面熱特性評価技術を開発する。さらに、既存技術の延長上にない新しい界面接合技術についての基礎研究も行う。

#### ・ワイドバンドギャップ光・電子材料の研究開発

本プロジェクトでは、ワイドバンドギャップ半導体素子材料において、半導体/金属界面、ヘテロ接合界面における電子の空間分布の変調とそれに対する結晶欠陥の影響の解明によって有効な積層構造を構築し、ミリ波領域で動作する高周波素子も視野においた開発を進めるとともに、結晶のもつ自発分極やそれに由来する焦電・圧電特性が、半導体素子、セラミックス素子の特性やナノ構造形成機構に与える影響を解明し、ポジスタ素子、メモリスタ素子等のスイッチング素子の開発や短パルス高出力エミッタの開発につなげる。また、蛍光体材料においては、高出力LEDの動作時における温度消光が起こりにくい窒化物蛍光体の探索やその実装技術を高度化するための複合材料化プロセスを開発する。さらに、レーザー結晶については、これまでの酸化物系ではなしえなかった赤外透明性を有する結晶をフッ化物、臭化物結晶等の系において探索し、電気光学効果・非線型光学効果による波長変換素子やアイセーフ特性を持った高出力レーザーを開発するとともに、大気圏の透過率分散を考慮した所望の波長でのレーザー発振を実現する。

平成 24 年度は、素子化、あるいは材料の機能化のための基礎的なデータ取得を継続し、また、そのデータをもとに、素子化や機能化のためのプロセス開発に着手する。すなわち、結晶極性を利用したスイッチング動作素子の実現に向けた極性結晶の核生成機構の仮説に基づく、結晶成長やドーピング制御を行う。また、表面の化学的活性を利用した素子については、新しい表面構造の解析手法を用いた表面機能解析を進め、超ワイドギャップパワーエレクトロニクスに関しては、ダイヤモンド系のヘテロ構造界面制御の実現に向けた界面機能制御のための素子試作を進める。さらに、極性結晶のドメイン構造を利用した材料・素子に関しては、得られたドメイン構造に由来する基礎物性にもとづく素子構造試作を行い、固体照明用の蛍光材料の開発については、開発した固化技術の信頼性評価を進める。

#### ・省エネ磁性材料の研究開発

本プロジェクトでは、磁化反転やスピン散乱を制御するために磁性体とその複合体のナノ構造を高度に制御し、高保磁力を発現する磁石材料、高磁束密度を有する軟磁性材料、高結晶磁気異方性材料を用いた垂直

磁気記録媒体、ダンピング係数を制御した高スピン分極強磁性材料、低電流スピン注入書込可能なTMR素子、超低消費電力で作動する新規磁気演算素子等を開発する。また、ナノ複合構造の最適化のために、最先端の3次元アトムプローブと電子顕微鏡を相補的に用いて原子・ナノレベルの3次元複合構造を解析する。

平成24年度は、1 Tbit/in<sup>2</sup>の記録密度を当面の目標としたFePt系熱アシスト磁気記録媒体及びそれに対応できる再生ヘッド用高感度磁気センサー応用に適したスピナル構造の開発研究を継続する。また、10<sup>-9</sup>台で動作する低消費電力スピン波論理デバイスの開発を目指すとともに、スピントロニクスデバイスの基盤技術として従来の値を超えるトンネル磁気抵抗効果を示す強磁性トンネル2重接合素子、従来値よりも高い分極率でのスピン注入のための半導体と酸化物界面、1x10<sup>7</sup> A/cm<sup>2</sup> 台の電流密度で磁壁移動が可能な強磁性細線構造、1 V 程度の高起電力が得られる強磁性ナノ構造の実現を目指す。上記を達成するのに必要なナノ構造の最適化のための3次元複合構造解析を行う。

#### ・社会インフラの復旧、再生に向けた構造材料技術の開発

本プロジェクトでは、機構がこれまで培ってきた基盤的な構造材料の技術シーズを活用して、災害発生時の被害を軽減するための建築物や構造物の補修・補強・寿命延長技術を開発する。また、建築物や構造物の耐震性・耐火性の強化に資する構造材料技術を開発する。特に、建築構造物の重量低減と耐震性向上のため、安価な金属元素を用いて2倍の寿命を有するユビキタス耐候性鋼や制震ダンパー等を開発する。また、多数の部材の接合を必要とする橋梁等の構造物の耐震性・信頼性向上のため、靱性を確保しつつ補修工期の半減を可能とする溶接技術を開発するとともに、部材の接合に不可欠なボルトを、1700MPa 級超高力ボルトにおいて、その破断限界変形量を2倍にする。さらに、鋼構造体の新耐食性評価技術を確認し、耐食性を向上させる防食被覆技術を開発するとともに、耐火性を向上させるための耐火鋼の設計指針や耐火被覆技術と耐火性能評価技術を開発する。平成24年度においては、構造体の補修溶接時の残留応力の計測技術を確認するとともにボルト用低合金鋼素材の量産化技術を開発する。またユビキタス耐候性鋼の開発では大型溶解と製造技術の確認を行う。さらに耐震耐火構造材料の新しい評価パラメータを設定し最適試験方法を構築する。

【別紙2】予算(人件費の見積もりを含む。)、収支計画及び資金計画

1. 平成 24 年度予算

(単位:百万円)

区 分	金 額
収 入	
運営費交付金	13,482
施設整備費補助金	60
自己収入	391
受託等事業収入	3,028
補助金等収入	1,448
計	18,409
支 出	
運営費事業	13,873
一般管理費	1,293
うち、人件費(事務部門)	555
物件費	737
業務経費	12,580
うち、人件費(事業部門)	5,207
物件費	7,373
施設整備費	60
受託等事業費(間接経費含む)	3,028
補助金等事業費(間接経費含む)	1,448
計	18,409

【人件費の見積もり】

- ・平成 24 年度総額 4,966 百万円を支出する。
- ・但し、上記の額は、「行政改革の重要方針」(平成 17 年 12 月 24 日閣議決定)及び「簡素で効率的な政府を実現するための行政改革の推進に関する法律」(平成 18 年法律第 47 号)等において削減対象とされた人件費を指す。なお、上記の削減対象とされた人件費に総人件費改革の取組の削減対象外となる任期付研究者等に係る人件費を含めた総額は、6,386 百万円である。(ただし、この金額は今後の国からの委託費、補助金、競争的資金及び民間からの外部資金の獲得状況等によって増減があり得る。)

【注釈1】施設整備費の金額は、Ⅷ. 1. に記載した平成23年度の施設・設備の整備経費。

【注釈2】各欄積算と合計欄の数字は四捨五入の関係で一致しないことがある。

## 2. 平成24年度収支計画

(単位:百万円)

区 分	金 額
費用の部	19,880
經常経費	19,847
一般管理費	1,293
うち、人件費(事務部門)	555
物件費	737
業務経費	13,801
うち、人件費(事業部門)	5,207
物件費	8,594
受託等事業費(間接経費含む)	3,028
補助金等事業費(間接経費含む)	1,448
減価償却費	277
財務費用	33
臨時損失	0
収益の部	19,880
運営費交付金収益	10,978
受託等事業収益	3,028
補助金等収益	1,448
その他の収益	391
資産見返運営費交付金戻入	2,774
資産見返物品受贈額戻入	1,262
臨時収益	0
純利益	0
目的積立金取崩額	0
総利益	0

【注釈】各欄積算と合計欄の数字は四捨五入の関係で一致しないことがある。

### 3. 平成24年度資金計画

(単位:百万円)

区 分	金 額
資金支出	18,408
業務活動による支出	15,286
投資活動による支出	2,564
財務活動による支出	558
次期中期目標の期間への繰越金	0
資金収入	18,408
業務活動による収入	18,408
運営費交付金による収入	13,482
受託等事業収入	3,028
補助金等収入	1,448
自己収入(その他の収入)	391
投資活動による収入	60
施設整備費による収入	60
財務活動による収入	0
無利子借入金による収入	0
前期中期目標の期間よりの繰越金	0

【注釈】各欄積算と合計欄の数字は四捨五入の関係で一致しないことがある。