

平成28年2月22日改正

独立行政法人物質・材料研究機構の
中期目標を達成するための計画
(中期計画)

平成23年3月31日

独立行政法人物質・材料研究機構

【序文】

独立行政法人通則法（平成十一年法律第百三号）第三十条第一項の規定に基づき、独立行政法人物質・材料研究機構の平成23年（2011年）4月1日から平成28年（2016年）3月31日までの5年間における中期目標を達成するための計画（以下「中期計画」という。）を次のように作成する。

【前文】

世界は今、激動の只中にある。新興国の飛躍的な発展に伴って、世界の経済秩序は一変し、我が国の産業は果てしない競争の荒波にもまれている。また、昨今のレアメタルの高騰に象徴されるように、資源、エネルギー、食料などをめぐり、資源獲得競争が激化している。一方で、地球温暖化や海洋汚染など、人類の生存をも脅かしかねない種々の問題がその深刻さを増している。これらは、地球全体での改善がなされなければ意味が無いという点において真にグローバルな課題であり、その解決のためには、国際的な連携と協調が不可欠の条件である。国内に目を向ければ、少子高齢化とそれに起因する人口減少によって、我が国の社会的、経済的活力が減退する恐れが指摘されている。さらに若者の間では理工系離れが進んでおり、科学技術においても、将来的な存在感の低下が懸念されている。さらに、平成23年3月11日に発生した東日本大震災は、広範な地域かつ長期にわたる甚大な被害をもたらし、大規模自然災害に対する備えの重要性を改めて認識させた。こうした時代背景に鑑み、我が国のなすべきは、科学技術創造立国を実現するための国家戦略の遂行であり、知的創造力と産業競争力全般を一層強化するとともに社会インフラを強靱化することによって、将来にわたる持続的な成長を確実なものにしなければならない。このことで国際競争を勝ち抜く力とともに安全かつ豊かで質の高い国民生活が生まれ、同時に、国際連携の要として人類共通の課題の解決に貢献する道が開ける。

環境、エネルギー、資源などに係る種々の深刻な問題の多くが、材料におけるブレークスルーなくして解決不能であることは強調されるべきである。例えば、希少金属の枯渇問題は、代替材料の開発なくして最終的な解決に至ることはない。また、激しい国際競争の中で新興国が台頭し我が国を追い上げつつあるが、我が国の強みとして素材産業は重要な役割を担っていることから、物質・材料科学技術は我が国の産業競争力の源泉とも言える。

物質・材料研究は、基礎段階において予想外の方向に研究が進展することも多く、革新的な技術シーズが実用化に結びつくまでには、時に数十年にも及ぶ取組が必要となる。さらに、研究ポテンシャルの維持、発展のためには、継続的、計画的な研究人材の育成が不可欠である。ここに、公的機関が長期的展望に立って研究開発を進める最大の理由がある。

独立行政法人物質・材料研究機構（以下「機構」という。）は、材料イノベーションの継続的な推進力として、我が国の国家戦略の一翼を担うという役割を強く認識しつつ、第3期中期目標期間中の活動を展開していく。

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、産学独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

我が国が幅広い分野で最先端の科学技術を生み出していくためには、多様な科学技術分野の土台となる基盤的な科学技術の発展が必要条件である。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・機能の探索など、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、有機分子など）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など、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。

具体的なプロジェクトとしては、

- ・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

等に取り組む。

これらのプロジェクトにより、2015年度までに特に以下の技術目標を達成する。

- ・物質・材料中における単一原子レベルの多元的状态の計測技術を開発する。
- ・異なる物質間の電子移動等の解析のための計算手法を開発する。
- ・液滴エピタキシーを用いた等方的な量子ドットの作製により量子もつれ合い光子対の発生を実証する。
- ・高度に形状・組成制御された微細な粒子・細孔の作製プロセスを開発する。
- ・巨大分子の架橋化による多孔性シートの構築技術を開発する。

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合わせる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など、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。

具体的なプロジェクトとしては、

- ・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

等に取り組む。

これらのプロジェクトにより、2015年度までに特に以下の技術目標を達成する。

- ・“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を開発する。
- ・元素の価数制御など、組成、構造の精密制御を実現することにより新規のナノスケール材料を創製する。
- ・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
- ・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を創製する。

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、水等の需給逼迫等、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。国がこれらの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。

機構は国家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、地球規模の重要課題の解決へ貢献する。

その際、課題解決に必要な技術の原理、メカニズムを徹底的に理解することが、材料機能・特性の最適化において極めて重要となる。また、原理、メカニズムの理解を通じて実用化側機関の課題を基礎研究の課題へと翻訳する活動が極めて重要であり、課題設定の段階から実用化側機関との緊密な協働の下に研究開発を進める。

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など、材料技術の革新に向けた研究開発を行う。また、大気・水・土壌など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。

機構は、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。

本領域のプロジェクトの遂行に当たっては、機構の研究成果を実用化する側の機関と研究開発の初期段階から連携することが重要であるため、各プロジェクトリーダーを実用化側機関との協力枠組みに初期から組み込み、理事長等が連携の進捗を直接管理する体制で臨む。また、プロジェクト進行途中においても、社会的課題自体の変化、課題解決に必要な技術の進展等の外的要因によりプロジェクトの見直しが必要になる可能性がある。従って、担当研究者による対応はもちろんのこと、3.6に述べる分析・戦略企画活動において関連動向を把握し、研究現場への情報提供を行う。

さらに、本領域のプロジェクトリーダーは、つくばイノベーションアリーナの参画機関等と連携・協力し、実用化のためのニーズを随時反映させる形で研究計画の修正を行いながらプロジェクトを進める。

具体的なプロジェクトとしては、

- ・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
- ・社会インフラの復旧、再生に向けた構造材料技術の開発

等に取り組む。

これらのプロジェクトにより、2015年度までに特に以下の技術目標を達成する。

- ・燃料電池について、電極用Pt触媒の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/cm²を実現する。
- ・蓄電池について、安全性の高い全固体電解質を用い、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を実現する正極材料を開発する。
- ・超伝導送電について、Bi系超伝導線材の臨界電流性能を実用化レベルの400A/mm²（77K）まで引き上げる。
- ・高強度耐熱材料について、タービンの圧縮機など中温域（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て耐熱性を100K以上向上させる。
- ・太陽光発電について、業務用電力料金並みの発電コスト（14円/kWh）の2020年までの実現に向けて、変換効率を飛躍的に向上させる革新的材料とデバイス技術を開発する。
- ・建築構造物の重量低減効果、耐震性等を大きく向上させる構造部材について、安価な金属元素を用いて寿命を2倍にする。
- ・多数の部材の接合を必要とする橋梁等の構造物において、靱性を確保しつつ、補修工期の半減を可能とする溶接接合技術を開発する。

1. 2 シーズ育成研究の推進

本中期目標期間中に、国家戦略に基づく社会的ニーズが変動する、もしくは新たに発生する可能性がある。これに柔軟に対応するため、機構の技術基盤を不断に多様化する必要がある。

1.1.1、1.1.2で述べたプロジェクトについては、その進捗に伴い予想外の展開があり得る。かかる展開を技術基盤の多様化の貴重な機会ととらえて、プロジェクト化の可否を検討する。具体的には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などを基に研究課題を戦略的に設定し、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。

また、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。

これらの研究活動における研究テーマの選定に当たっては、機構内公募なども活用し、理事長のトップマネジメントによるスクリーニングを経た上で決定する。研究の遂行に必要な場合には、機構の研究者を分野横断的に結集した研究体制を構築する。

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・発表するなど、論文の質の向上に努めつつ毎年平均で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、外部機関からの要請に的確に応えるとともに、自らの研究活動に対する社会的認知度の向上、研究現場における競争意識の高揚などにつなげていくため、機構における技術シーズ、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などを進める。

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、担当研究者、研究内容等を組織的に提案して申請する。

イノベーション創出に向けて実用化側機関等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、本中期目標期間中の総額について、前期の総額（平成21年度補正予算による収入を除く）と同程度を維持する。

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つけるため、成果の社会における認知度を高め、社会還元につなげていく。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

機構の広報に係る基本方針を策定し、広報関連施策を効果的・効率的に推進する。具体的には、マスメディアなどに対する情報発信力を強化しつつ、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、研究成果等を普及させる。

機構の活動や研究成果等が広く国民から理解されるよう、研究者一人一人が自身の研究課題について、物質・材料科学技術のインタープリターとして双方向コミュニケーション活動を行う。具体的には、一般市民を対象としたシンポジウム、博覧会や展示場での研究成果の説明、メールマガジン等により、市民との間で直接コミュニケーション活動を行う。また、機構の施設・設備等を適切な機会に公開し、国民各層の見学等を受け入れるとともに、ホームページ等を活用して、機構の研究活動等を積極的に紹介する。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について情報発信するため、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の維持・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、機構全体として毎年平均で1,100件程度を維持する。また、レビュー論文数は、機構全体として毎年平均で30件程度を維持する。論文の多面的な価値を認める観点から、新しい研究領域を開拓する分野横断的な課題への挑戦や、多くの研究者が創出してきたこれまでの研究成果を整理し総覧できるようにする論文の執筆も適切に評価する。さらに、国際シンポジウムや研究成果発表会を開催するとともに、機構の研究人材、研究成果をデータベースにより整理・公表する。

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、機構は、企業側の研究開発フェーズに応じて適切な協力関係を発展させるための指針である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、本中期目標期間中に、毎年度平均で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、共同研究の相手企業との共有の知的財産の取扱いについて柔軟に対応する。具体的には当該知的財産を、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。

実用化された製品、サービスについてはグローバル市場における販売が想定されるため、特許を出願するに当たっては外国出願を重視し、毎年度平均で100件以上の外国出願を行う。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。

3. 中核的機関としての活動

機構は、物質・材料研究の中核的機関として、政府の施策等に積極的に参画するとともに、先端研究基盤の整備・運営、グローバルに活躍できる人材育成等の活動を計画的かつ着実に進める。

3. 1 施設及び設備の共用

機構は公的な研究機関の重要な役割として、一般の機関では導入が難しい先端的な研究施設及び設備を広く共用に供するとともに、共用設備等を有する研究機関のネットワークのコーディネーター役（ハブ機能）を担う。具体的には、利用者が必要とする支援を可能とするよう、他の共用機関の設備を含めた総合案内や利用者情報の共用機関間での共有など相互補完体制等を整備する。

また、これらの研究施設及び設備は産学独の多様な研究者が利用することから分野融合や産学独連携によるイノベーション創出の場として機能し得る。この点に着目して、外部機関による共用を当該機関と機構との共同研究に向けた検討のための機会として活用する。

具体的に共用に供する研究施設及び設備としては、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る。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、毎年度平均で合計125件程度の共用を行う。

3. 2 研究者・技術者の養成と資質の向上

激しい国際競争が行われる中、機構の研究者を世界に通用する人材へと育成するために、定年制研究職員の長期海外派遣等、海外の研究環境における研鑽や国際的な研究者ネットワークへの参画を促進する。また、研究者の大学への講師派遣等により、大学・大学院教育の充実に貢献する。

機構は、国際ナノアーキテクトニクス研究拠点（MANA）、若手国際研究センター（ICYS）等において、国際化が進展した研究環境を有している。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、連係専攻、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ドクの受入れを積極的に行う。具体的には、若手研究者を毎年度平均で350名程度受け入れる。

さらに、物質・材料科学技術の多様な研究活動を支える上で、高度な分析、加工等の専門能力を有する技術者が極めて重要な役割を果たしていることから、機構は技術者の養成と能力開発等に着実に取り組む。

3. 3 知的基盤の充実・整備

物質・材料研究を担う公的機関の役割として、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など研究者や技術者が必要とする材料情報を積極的に発信する。

機構の研究活動から得られた新物質・新材料等の成果物を社会に普及させるため、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、材料評価分野に貢献するため、人工骨材料の物性評価法など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い、今後の物質・材料分野の国際標準化活動に寄与する。

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

機構は、世界を代表する物質・材料分野の研究機関等により構成される「世界材料研究所フォーラム」の運営や国際連携協定の締結等を通じて国際ネットワークを構築してきた。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展開する。国際連携協定の締結機関数については、本中期目標期間中を通して、毎年度平均で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、機構全体として毎年平均で300件程度に維持する。

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、これまでMANAをはじめとして、国際的な研究環境の整備や若手研究者の獲得・育成等に取り組んできたが、その経験を機構全体の国際化に反映していく。具体的には、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。また、機構全体の研究者数のうち外国人研究者数の比率を、毎年度平均で35%以上とする。

MANAにおいては、毎年度のフォローアップや中間評価の結果等を踏まえ、国際的・学際的環境の構築、若手研究者や若手研究リーダーの育成、英語の公用語化などによる国際化等の研究開発システム改革について取組を強化する。

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企業等に橋渡しし、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。

連携に当たっては、企業等を機構に惹き付けるための仕組みが重要であるため、1. 1及び1. 2の研究業務により機構に蓄積される研究ポテンシャル、3. 1により共用に供される先端的な研究施設及び設備を誘因とし、2. 2で述べた知的財産の優先使用や共有についての柔軟な対応とも組み合わせて、企業にとって魅力のある制度を新しい連携モデルとして確立する。

企業との共同研究については、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、毎年度平均で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、大学院

生や研修生の受入れ、大学への講師としての研究者派遣の協力等を行うことなどにより、大学との連携強化に取り組む。

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に貢献する。

加えて、国家戦略に基づき、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し、機構の有する先端的な研究施設及び設備を活用しつつ、環境・エネルギー等地球規模課題の解決を明確に指向した研究開発をはじめとして企業等との共同研究を実施するほか、物質・材料分野の若手人材の育成に取り組む。

3. 6 物質・材料研究に係る分析・戦略企画及び情報発信

地球規模課題解決等の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、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、機構が物質・材料研究の現場を有している強みを活かし、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をも併せて分析する。これらにより、特に1.1.2のプロジェクトの目標を国家戦略に直接結びつけたものとする。

また、この分析・戦略企画の過程において得られたデータ、分析結果については積極的に社会に発信する。

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・効率的に実施する。また、独立行政法人を対象とした横断的な見直し等については、随時適切に対応を進める。

なお、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

プロジェクトの進展に伴い研究テーマの細分化が進むことが予想されるが、それが組織の縦割り化につながらないよう、研究分野間の協働、情報交換が日常的に行われるような組織体制が必要である。従って、研究部署自体は研究者の専門分野別に編成するものの、重点研究開発領域やその下で実施されるプロジェクトは専門分野別の研究部署を横断して設定できる柔軟な研究体制を整備する。

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。

さらに、分野が異なる多数の専門家間の組織的連携が必要な場合には、時限的研究組織を設置して対

応する。その組織形態は柔軟なものとし、人員配置についても専任、併任等を適切に組み合わせて弾力的に行う。

研究職、エンジニア職及び事務職の全体において、機構の業務が最適に遂行されるよう、合理的な人員配置を行う。特に、研究活動を底支えする研究支援者・技術者については、その能力を遺憾なく発揮し、研究業務に積極的に貢献できるよう、能力に応じた適切な人員配置や業務量の変動等に応じた柔軟な体制を確保する。

2. 業務運営の基本方針

(1) 内部統制の充実・強化

総務省の独立行政法人における内部統制と評価に関する研究会が平成22年3月に公表した報告書「独立行政法人における内部統制と評価について」を参考として、次のとおり内部統制を充実・強化する。

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を行う等の取組を継続する。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、理事長の直轄により、コンプライアンスも包含する形で、リスクへの対応方針を作成し、機構全体としてリスク管理を行う体制を整備する。

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、監事監査を効果的に活用しつつ、情報伝達、モニタリング等を充実させる。

実用化側機関との共同研究等、機構が創出した研究成果を実用化につなげるための連携は、本中期目標期間において特に強化すべき活動であるため、理事長が直接進捗を管理する体制とする。

研究業務の日常的な進捗管理については、理事長から担当する研究組織の長に分担管理させる。具体的には、研究組織の上位に位置する部門長が理事長から権限の委任を受け、プロジェクトを分担管理する。このため、理事長と部門長との間で情報・意見交換を定期的に行う場を設ける。

(2) 機構の業務運営等に係る第三者評価

国内外のアカデミア、産業界などから物質・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ーリーボードを開催する。アドバイザーから受けた指導、助言については理事長等による検討を経て機構の運営方針等に反映させる。

また、機構のプロジェクトについて、第一線の物質・材料研究者等から構成されるプロジェクト研究課題評価委員会による事前・中間・事後評価を行い、評価結果をプロジェクトの設計・実施等に適切に反映させる。

(3) 効果的な職員の業務実績評価の実施

機構は、研究職、エンジニア職、事務職のそれぞれの職務の特性と多様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。特に、国の重要プロジェクト遂行のため、機動的に人事配置を変更する必要がある場合には、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。

(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、本中期目標期間中に整備される施設の維持・管理に最低限必要な経費等の特殊要因経費を除き、一般管理費については、5年間で15%以上、業務経費については、5年間で5%以上の効率化を図る。ただし、人件費の効率化については、次項に基づいて取り組む。

なお、社会の要請に基づき、新たな業務の追加又は業務の拡充を行う場合には、当該業務についても同様の効率化を図る。

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み、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。

総人件費については、平成23年度はこれまでの人件費改革の取組を引き続き着実に実施する。ただし、平成22年度まで削減対象外としていた者に係る人件費及び今後の人事院勧告を踏まえた給与改定分については、削減対象から除く。なお、平成24年度以降は「公務員の給与改定に関する取扱いについて」（平成22年11月1日閣議決定）に基づき、今後進められる独立行政法人制度の抜本的な見直しを踏まえ、厳しく見直す。

目黒地区事務所の廃止により、事務職員の合理化を図る。また、研究領域及びプロジェクトの重点化に伴う組織体制の見直しに当たっては、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。

③ 契約の適正化

契約については、「独立行政法人における調達等合理化の取組の推進について」（平成27年5月25日総務大臣決定）を踏まえ、随意契約の適正化、一者応札・応募の低減、物品・役務調達方法の合理化等の取組を着実に実施するとともに随意契約に関する内部統制の確立等のガバナンスの徹底についても取組を行う。また、研究機器等の調達については、他の独立行政法人の購入実績等を確認し適正価格を把握する等、効果的な契約手続きを確保する。

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、業務のつくば地区への集約化に伴い廃止し、移転後の不動産については、独立行政法人通則法（平成11年法律第103号）に則して平成24年度中の国庫納付を目指す。

(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、保有する情報の提供のための措置を充実するとともに、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への適切な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等を行う。

また、政府の情報セキュリティ対策に関する方針を踏まえ、適切な対策を推進する。

さらに、政府の施策等を踏まえつつ、環境への配慮促進、男女共同参画や次世代育成支援等に適切に対応する。

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

目黒地区事務所の移転後の不動産について、独立行政法人通則法（平成11年法律第103号）に則して平成24年度中の国庫納付を目指す。

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、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への充当、研究環境の整備や知的財産管理・技術移転に係る経費、職員教育の充実、業務の情報化、機関として行う広報の充実に充てる。

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

機構における研究活動の水準を向上させるため、常に良好な研究環境を維持、整備していくことが必要であることから、既存の研究施設及び中期目標期間中に整備される施設の有効活用を進めるとともに、老朽化対策を含め、施設・設備の改修・更新・整備を重点的・計画的に実施する。

なお、中期目標を達成するために必要な実験に対応した施設や外部研究者の受入れに必要な施設の整備、その他業務の実施状況等を勘案した施設整備が追加されることが有り得る。また、施設・設備の老朽度合等を勘案した改修・更新等が追加される見込みである。

2. 人事に関する計画

国内外から優秀な研究者を採用するため、国際公募の実施等により職員の採用プロセスを更に透明化

するとともに、外国人研究者の採用と受入れを円滑かつ効率的に進めるために事務部門をはじめ外国人研究者の支援体制を整備する。また、若手・女性研究者の活用を進めるとともに、研究活動を効率化するため、必要な研究支援者や技術者を確保する。

任期制研究員制度を活用して研究者の流動化を促進するとともに、テニユア・トラックとしても活用する。任期付研究者の採用に当たっては、多様な機関での研究経験を重視し、研究者としての能力が確認された者を採用するとともに、任期付研究者のキャリアパス構築、若手研究者の多様な機関における研鑽の機会の確保など、職員を適切に処遇する。

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を確保するとともに、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など、人材マネジメントを継続的に改善する。

(参考)

- ・中期目標期間中の人件費総額見込み 24,832百万円

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、31,929百万円である。（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。）

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、先進材料の革新的機能を担うのは、材料の構造、組成、組織、状態などであるとの認識の下、機能発現のメカニズムを根源的に解明し、材料イノベーションを推進するため、表面敏感性とバルク敏感性、単結晶性と非晶質性、ナノスケールとマクロスケールなどの異なる特性を評価する材料評価手法を組み合わせ、世界最高水準の先端材料計測技術を開発する。

特に、機構において開発を進めてきた高度計測技術（表面ナノ計測、表層敏感計測、先端電子顕微鏡、強磁場NMR、強力中性子解析、放射光解析等）を結集することで、表面から内部に至る包括的先端材料計測基盤技術を構築する。具体的には、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(100nm² -1cm²)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を開発する。さらに、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などを開発する。加えて、世界に先駆けて、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。これら技術については速やかに材料解析に応用展開し、同時に当該技術の有用性を実証する。

・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、機構において研究開発を進めてきた先端計算科学技術（第一原理計算手法、量子モデリング手法、古典分子動力学手法、統計熱力学手法等）を、機能の開発・強化、適用性の拡大、高精度化、大規模化等により、さらに高度化する。これにより、実システムを構成するナノスケール物質・材料の物性を高精度に解析・予測するとともに、異なる物質間の相互作用を解析・予測し、ナノ複合体の機能を解明するための先端的な計算科学技術を構築し、革新的な新物質・新材料の開発を促進する。

特に、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、

・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を目指して、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、GaP結晶のデルタドーブ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などへの応用を目指して、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、1 m²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。

特に、AlGaAsの高指数基板面を利用した液滴エピタキシーを用いて等方的なGaAs量子ドットの作製を試み、ドットサイズによらず20マイクロeV以下の偏光成分の分裂幅を達成して、もつれ合い光子対発生を実現する。また、内部歪みによるピエゾ電場の無いGaAs量子ドットを実現し、励起子分子と荷電トリオンなどの少数多体系の電子相関のドットサイズ依存性を解明して、もつれ合い光子対発生の基礎理論を確立する。また、パーセル効果の実現のために、GaP結晶のデルタドーブプロセスと両立する光微小共振器の作製技術を確立する。さらに、極微プラズモン共振器の2次元配列については、ナノインプリント法などの導入によりインチサイズのデバイス作製技術を確立する。

・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、外場制御プロセスの高度化により作製したナノ粒子、メソ細孔材料を機能化し、ナノメートルオーダーからマイクロメートルオーダーまでの高次構造制御技術及び評価・設計技術を高度化するとともに、外場として超高压技術等の高度化を行う。また、フラーレンナノファイバやカーボンナノチューブなどのノベルカーボン材料を対象を絞った複合化技術を開発するとともに、未開拓構造の多い非酸化物系の機能探索を通して、新規の多機能無機材料を開発する。

特に、ナノ粒子、ナノチューブ、メソ細孔など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センブル・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、超高压など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など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、光学特性など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。

・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、優れた分子機能をもつ巨大分子（導電性高分子、酸化還元ポリマー、配位高分子、機能性色素等）を合成し、ナノからサブナノメートルスケールでの精密な網目状構造、ならびに分子機能が複合化した網目状の集積構造を創製するプロセス技術を開発する。これにより、固液相変化による力学特性制御、光応答性の高感度化、ナノ細孔のサイズ制御と分子・イオンの高選択透過、高比表面積化による優れたガス吸着特性、高速電気化学スイッチングなどを実証し、環境・エネルギー、情報通信、医療などへの応用が可能な革新的な材料（分離機能材料、記憶材料、表

示材料、センサ・触媒材料等)の開発を促進する。

特に、精密な有機分子ネットワークの創製技術としては、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。

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、ナノスケール物質やナノ構造をそれらが互いに有機的に相互作用するよう組織化し、そのナノシステムに常識を超える革新的機能を発現させ、かつその機能を活用する材料を開発する。研究開発の分野としては、(1)情報の処理と通信の技術、(2)各種のセンシング技術、(3)ナノ化学反応制御技術に革新をもたらす新材料の開発に重点を置く。

特に、(1)については、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。(2)については、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などのための材料を開発する。(3)については、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。

・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、ソフト化学合成、電気化学合成、気相合成、有機精密合成、ナノファブリケーション、高度ナノ観察・解析技術などMANAが保有するユニークな先端材料開発技術を用いて、セラミックスから金属、有機物にわたる広範な材料系について、組成、構造を精密制御して高度な機能開拓を意識しつつナノスケール物質の探索、創製を系統的に行う。

特に、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、ナノ粒子などを創製することにより、機能の大幅な増強、新規特性・現象の発見のための探索を行う。さらに、ソフト化学、コロイド化学、超分子化学など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。

・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、エレクトロニクス製品が消費する電力、特に集積回路の消費電力の問題が顕在化していることを踏まえ、低消費電力素子創製のための要素・材料技術を開発する。具体的に

は、次世代ナノエレクトロニクス材料と界面制御において、機構が蓄積してきた酸化物材料や金属ガラスの研究データをもとに、高誘電体ゲート絶縁膜材料 (Higher-k) の探索とそれに適合する非晶質金属ゲートの開発を進める。また、欠陥・組織制御による次世代半導体材料の研究開発では、集積回路構造の中に埋め込まれたゲート絶縁膜中の欠陥をナノスケールで視覚化する。機構は、電子線誘起電流法 (EBIC) を用いて、世界ではじめて、埋め込まれたゲート絶縁膜中の欠陥の視覚化に成功した実績を持ち、この手法をさらにナノスケールまで発展させ、将来の微細MOS構造中の欠陥の視覚化のための手法を開発する。さらに、世界でもトップクラスの強磁場を発生させることができる機構の設備を用いて、MOS構造のチャネル領域移動度を計測する評価法を開発する。加えて、機能性分子や無機分子をゲート絶縁膜に埋め込み、電荷蓄積や光によるスイッチング機能を実現する。これらの研究成果を融合させ、将来のロジックデバイス、不揮発性メモリ実現のための材料、構造、評価技術などの要素技術を開発する。

特に、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。

・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、材料そのものが人間の持つ自然治癒力を高め、半持続的に生体組織治癒効果を促すことを目的とした革新的材料を創出する。ナノバイオテクノロジーを駆使して、かかる目的に最適化するよう材料の設計を行い、材料自身が生体に積極的に働きかけ、細胞分化・増殖の制御、免疫活性制御などによって目的疾患の治療を可能にする材料を開発する。また、生体組織内で起こるさまざまな疾患発生のメカニズムを理解し、疾患発生を抑制するために疾患のマーカーとなる分子をできるだけ早く検出し、また原因分子を取り除く技術を検討するとともに、疾患の治療を促進する有効な材料を開発する。

特に、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。

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、環境再生・修復技術を発展させる革新的な物質・材料の開発・創製、及びその基礎研究を行う。具体的には、ナノレベルでの構造設計・制御を行うことにより、大気・水・土壌などの環境における揮発性有機化合物や、CO、NO_x、重金属などの有害物質の選択的固定・貯留や物質変換による無害化を可能にする材料を開発する。また、表面・界面での化学反応において材料の種類 (無機、有機、ハイブリッド、ナノ、ポーラス、バイオ) によらない共通の要素を、計算科学を利用しつつ統一的に理解し、優れた材料の設計指針を導出する。さらに、有害物質の吸着・解離・分

解のプロセスについて理論と実験の両方から調査し、反応活性の支配因子を解明することで、高機能材料を開発する。

特に、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など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。

・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デバイス加工・線材化プロセスまでの超伝導材料に関する広範な研究を実施する。具体的には、大気圧下での合成法（常圧合成法）、高压合成法、ソフト化学合成法を駆使し、金属間化合物や遷移金属酸化物等の新超伝導物質を開発し、その基礎物性（臨界温度、臨界磁場、キャリア濃度相図等）を明らかにする。また、超伝導材料として高いポテンシャルを有する物質群の高品位単結晶育成を行い、超伝導秩序変数の温度変化、磁場変化、異方性の計測や、量子振動測定等による電子構造解析を行い、超伝導メカニズムを解明する。これらの研究成果をさらなる新超伝導物質開発に活かすとともに、超伝導量子デバイス応用を目指した超伝導体の微細加工技術を高度化し、新規磁束量子ダイナミクスの発現・メカニズム解明やTHz領域での高強度発振を実現する。さらに、超伝導体の線材化プロセスを高度化し、実用化超伝導線材を開発する。

特に、既存の超伝導体に関しては、将来性の高いBi系高温超伝導体や MgB_2 、 Nb_3Al 超伝導体に焦点を絞り線材化を行う。Bi系高温超伝導体では、出発原料粉末の熱処理による超伝導相の反応生成過程のその場観察手法を確立し、結晶配向度を向上させ、臨界電流性能を実用化レベルの $400A/mm^2$ (77K)まで引き上げる。

・高性能発電・蓄電用材料の研究開発

本プロジェクトでは、燃料電池の低コスト化・長寿命化に資する固体電解質、安全性の高い全固体二次電池を実現する正極材料、水素やクリーン燃料を高効率で製造するための材料、未利用熱エネルギーを効率よく回収するための熱電変換素子など発電・蓄電、エネルギー変換に関わる高性能新材料を開発する。そのために、対象とする物質の内部構造、界面構造、欠陥構造、複合構造等と物質移動、熱伝導、反応特性等との関係を詳細に解析し、物質の内部及び界面において発生する効果を最大化するため構造と組織の制御方法を確立する。

特に、燃料電池において、電極用Pt触媒のCOによる劣化問題を根本的に解決できる $150^\circ C$ 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 $150mW/cm^2$ 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・低圧の条件において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。また蓄電池において、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。

・次世代太陽電池の研究開発

本プロジェクトでは、太陽光発電を飛躍的に普及させるため、次世代太陽電池（第2世代、第3世代）の高効率化の基礎研究を行う。具体的には、色素増感型太陽電池において色素・酸化物半導体間の界面における電子輸送現象に焦点を当て、その制御手段等を開発することにより、新規の低コストかつ高効率の電池セル構造を確立する。また有機薄膜太陽電池においては、薄膜中における、励起子生成、電荷分離、キャリア輸送に着目し、分子化学に立脚したp型及びn型有機半導体材料の開発を行う。さらに量子ドット増感型太陽電池において、量子ドット井戸の多重形成、キャリア多重生成や電子輸送などの基板上量子ドットにおける量子物性を解明する。

特に、色素増感型太陽電池については、2020年までの業務用電力料金並みの発電コスト（14円/kWh）の実現に向けて、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、量子ドット増感型太陽電池について、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に、まず、キャリア発生や電子の取り出しなど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。

・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、我が国の基幹産業を支える重要な部品材料の製造において、資源確保が困難になる可能性のある希少元素への依存を低減しても、同等またはそれ以上の特性を発現できる材料を開発する。具体的には自動車・エネルギー・環境産業での基幹材料として、鉄鋼・チタン合金・マグネシウム合金・アルミ合金等の構造材料、ネオジム磁石に代表される磁石材料、自動車排ガスの触媒材料等を取り上げ、これらにおける希少元素の減量・代替・循環のための材料技術を開発する。

特に、構造材料については、微視組織の不均質性を活用することによって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。磁性材料については、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。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。また、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。

・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、耐熱材料の低応力クリープ機構、動的荷重下における変形・損傷機構、高強度鋼の水素脆化挙動、照射下における応力腐食割れ機構等を解明することにより、実使用環境の条件下におけるクリープ・疲労・水素脆化・応力腐食割れ等の動的現象に対する材料信頼性評価技術を開発する。

特に、発電プラント等の実構造物で問題となる、時間変化量が極めて微小なクリープや疲労、水素脆化、応力腐食割れ等の動的現象を計測・解析・評価・予測する技術を開発し、材料信頼性評価技術を高度化させる。具体的には、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。同時に、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。

・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、機構が長年培ってきた耐熱材料の開発・評価技術を基盤に、高温機械特性に優れた基材と耐酸化、耐高温腐食特性に優れた表面改質法を組み合わせた材料システム創製の指導原理を確立する。また、計算科学を用いて、高温での基材やコーティング層、両者間の界面における組織・特性変化の予測技術を開発する。研究対象とする鉄やチタンはクラーク数の大きい金属であり、これらの耐熱性向上、軽量化によって発電プラントやジェットエンジンへの適用範囲を広げることにより、低コストの耐熱・耐環境材料を開発する。高温安定母相の低転移密度化、金属化合物の微細分散析出強化、双晶界面（整合界面）導入強化などの新しい強化メカニズムを活用することにより、合金の耐熱性を向上する。さらに、上記高温機器の一層の効率向上に資する機能性材料として、高温で作動する形状記憶合金と低摩擦コーティング材料を探索する。

特にタービンの圧縮機や火力発電プラントなど中温域（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100K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、それぞれ耐熱温度650、700、750℃を実現する。

・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、異なる材料、同じ材料を二次元あるいは三次元の形あるいは材料間の界面を利用して一つの巨視的な材料にすることにより、構造材料の軽量化と同時に材料信頼性を向上させた材料及びその利用技術を開発する。具体的には、アルミニウム系・チタン系軽金属、カーボン系複合材料、軽量セラミックス材料などを主要な構成材料とし、異種材料界面で生じる特異な変形破壊機構の利用に加えて、組み合わせる形及び異種材料特性差を利用するための技術をコアハイブリッド材料技術として開発する。ハイブリッド材料のための技術ツールとして活用するため、自動車などの軽量移動構造物などへの適用箇所を想定して、ハイブリッド材料を利用するための軽量で高耐衝撃性を有する材料の設計手法を開発するとともに、材料を構造物として利用するときにかかせない異種材料間の高信頼性接合技術などに関する要素技術を開発する。

特に、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などにおいて、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なセル構造材料の開発、異種金属材料に二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。

・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、機構が蓄積してきた窒化物・酸化物やダイヤモンドなどの合成や物性制御の知見を活かし、高温・高パワー密度動作が可能なワイドバンドギャップ半導体を用いた素子のための材料を開発する。またこれらを用いて、動作温度300℃にも及ぶとされるパワーエレクトロニクス機器に必要不可欠となる高温で安定に動作するセラミックス電子材料を開発するとともに、サイアロンに代表される窒化物蛍光体の特性や合成工程をさらに改善することにより、照明用LEDの発光効率を向上させ高出力化を実現する。さらに、エアロゾル分布などの地球の大気圏環境の計測に必要となる赤外レーザー実現に向け、固体レーザー結晶や波長変換のための強誘電体結晶を探索し、ドメイン構造制御技術を開発する。さらに、酸化物・窒化物表面の物理化学状態を解明し、高い選択性と応答性を有する表面化学応答材料を開発する。

特に、ワイドバンドギャップ半導体素子材料については、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、臭化物結晶など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。

・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などを開発する。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。

特に、高い記録密度を実現可能にするエネルギー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を開発する。また、超高速で動作するスピン波デバイスを開発す

るとともに、巨大なトンネル磁気抵抗効果を有する強磁性トンネル2重接合素子、スピン注入により高い分極率を実現する半導体と酸化物界面、小さい電流密度で磁壁移動が可能な強磁性細線構造、高起電力が得られる強磁性ナノ構造を実現する。さらに、貴重な希土類元素をバランス良く利用するため、新しい組成・構造により高い保磁力とエネルギー積が得られる希土類磁石を開発する。

・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などを開発する。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確立し、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。

【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. 予算（中期計画の予算）

平成23年度～平成27年度予算

（単位：百万円）

区 分	金 額
収 入	
運営費交付金	67,102
施設整備費補助金	1,050
自己収入	1,955
受託等事業収入	15,139
補助金等収入	7,239
計	92,484
支 出	
運営費事業	69,057
一般管理費	6,172
うち、人件費（事務部門）	2,599
物件費	3,572
業務経費	62,885
うち、人件費（事業部門）	25,391
物件費	37,494
施設整備費	1,050
受託等事業費（間接経費含む）	15,139
補助金等事業費（間接経費含む）	7,239
計	92,484

※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。

【人件費の見積もり】

- ・期間中総額 24,832百万円を支出する。
- ・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、31,929百万円である。（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】 運営費交付金の算定ルール

毎事業年度に交付する運営費交付金については、以下の数式により決定する。なお、社会の要請に基づき、新たな業務の追加又は業務の拡充を行う場合には、当該業務についても同様の効率化を図る。

$$\cdot A(y) = C(y) + R(y) + \varepsilon(y) - B(y)$$

- A(y)：当該事業年度における運営費交付金
- C(y)：当該事業年度における一般管理費
- R(y)：当該事業年度における業務経費
- ε (y)：当該事業年度における特殊要因経費
- B(y)：当該事業年度における自己収入

○一般管理費 $C(y) = P_c(y) + C_c(y) \times \alpha 1$ (係数)

$\alpha 1$: 一般管理費に係る効率化係数。中期目標に記載されている一般管理費に関する削減目標を踏まえ、各事業年度の予算編成過程において、当該事業年度における具体的な係数値を決定。

・人件費 $P_c(y) = P_c(y-1) \times \sigma$ (係数)

$P_c(y)$: 当該事業年度における事務部門の人件費。 $P_c(y-1)$ は直前の事業年度における $P_c(y)$ 。

σ : 人件費調整係数。各事業年度予算編成過程において、給与昇給率等を勘案し、当該事業年度における具体的な係数値を決定。

・物件費 $C_c(y) = C_c(y-1) \times \beta$ (係数)

$C_c(y)$: 当該事業年度における一般管理費のうちの物件費。 $C_c(y-1)$ は直前の事業年度における $C_c(y)$ 。

β : 消費者物価指数。各事業年度の予算編成過程において、当該事業年度における具体的な係数値を決定。

○業務経費 $R(y) = P_r(y) + R_r(y) \times \gamma$ (係数) $\times \alpha 2$ (係数)

γ : 業務政策係数。自己収入に見合う支出を勘案し、また、研究開発の場合には、機器・設備の整備による初期投資が必要であること、事業の進展により必要経費が変動すること等を勘案し、各事業年度の予算編成過程において、当該事業年度における具体的な係数値を決定。

$\alpha 2$: 業務経費に係る効率化係数。中期目標に記載されている業務経費に関する削減目標を踏まえ、各事業年度の予算編成過程において、当該事業年度における具体的な係数値を決定。

・人件費 $P_r(y) = P_r(y-1) \times \sigma$ (係数)

$P_r(y)$: 当該事業年度における事業部門の人件費。 $P_r(y-1)$ は直前の事業年度における $P_r(y)$ 。

σ : 人件費調整係数。各事業年度予算編成過程において、給与昇給率等を勘案し、当該事業年度における具体的な係数値を決定。

・物件費 $R_r(y) = R_r(y-1) \times \beta$ (係数)

$R_r(y)$: 当該事業年度における業務経費のうちの物件費。

$R_r(y-1)$ は直前の事業年度における $R_r(y)$ 。

β : 消費者物価指数。各事業年度の予算編成過程において、当該事業年度における具体的な係数値を決定。

○特殊要因経費 $\varepsilon(y)$

事故発生等の事由により時限的に発生する経費、本中期目標期間中に整備される施設の維持・管理に最低限必要な経費、当該法人における退職手当等経費であって、運営費交付金算定ルールに影響を与える規模の経費。各事業年度の予算編成過程において、当該経費を具体的に決定。

○自己収入 $B(y)$

・自己収入 $B(y) = B(y-1) \times \delta$ (係数) $\times \lambda$ (係数)

$B(y)$: 当該事業年度における自己収入の見積もり。 $B(y-1)$ は直前の事業年度における $B(y)$ 。

δ : 自己収入政策係数。過去の実績を勘案し、各事業年度の予算編成過程において、当該事業年度における具体的な係数値を決定。

λ : 収入調整係数。過去の実績における自己収入に対する収入の割合を勘案し、各事業年度の予算編成過程において、当該事業年度における具体的な係数値を決定。

上記算定ルールに基づき、以下の仮定の下に試算している。

- ・運営費交付金の見積もりについては、中期目標期間中に業務経費における効率化係数 ($\Delta 5\%$)、一般

管理費における効率化係数（△15%）、消費者物価指数（±0%）と仮定した場合における試算。
 ・特殊要因経費については、勘案していないが、具体的な額については、各事業年度の予算編成過程において再計算され決定される。

【注釈2】施設整備費補助金の金額は、毎事業年度における施設・設備の改修・更新等に必要な経費を含んだものとして試算している。

2. 収支計画

平成23年度～平成27年度収支計画

(単位：百万円)

区 分	金 額
費用の部	99,782
經常経費	99,615
一般管理費	6,172
うち、人件費（事務部門）	2,599
物件費	3,572
業務経費	69,680
うち、人件費（事業部門）	25,391
物件費	44,288
受託等事業費（間接経費含む）	15,139
補助金等事業費（間接経費含む）	7,239
減価償却費	1,386
財務費用	167
臨時損失	0
収益の部	99,782
運営費交付金収益	55,268
受託等事業収益	15,139
補助金等収益	7,239
その他の収益	1,955
資産見返運営費交付金戻入	13,871
資産見返物品受贈額戻入	6,309
臨時収益	0
純利益	0
目的積立金取崩額	0
総利益	0

※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. 資金計画

平成23年度～平成27年度資金計画

(単位：百万円)

区 分	金 額
資金支出	92,484
業務活動による支出	76,809
投資活動による支出	12,883
財務活動による支出	2,792
次期中期目標の期間への繰越金	0
資金収入	92,484
業務活動による収入	91,434
運営費交付金による収入	67,102
受託等事業収入	15,139
補助金等収入	7,239
自己収入（その他の収入）	1,955
投資活動による収入	1,050
施設整備費による収入	1,050
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

※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。