

国立研究開発法人物質・材料研究機構
の中長期目標を達成するための計画
(中長期計画)

(平成28年4月1日～令和5年3月31日)

平成28年3月31日

平成30年3月29日変更

平成31年3月29日変更

令和3年3月25日変更

令和4年8月26日変更

国立研究開発法人物質・材料研究機構

目次

序文	2
前文	2
I 研究開発の成果の最大化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	4
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	4
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	4
1.1.1 機能性材料領域における研究開発	5
1.1.2 エネルギー・環境材料領域における研究開発	6
1.1.3 磁性・スピントロニクス材料領域における研究開発	7
1.1.4 構造材料領域における研究開発	8
1.1.5 ナノ材料領域における研究開発	9
1.1.6 先端材料解析技術領域における研究開発	10
1.1.7 情報統合型物質・材料研究領域における研究開発	11
2. 研究成果の情報発信及び活用促進	12
2.1 広報・アウトリーチ活動及び情報発信	12
2.1.1 広報・アウトリーチ活動の推進	12
2.1.2 研究成果等の情報発信	12
2.2 知的財産の活用促進	13
3. 中核的機関としての活動	13
3.1 施設及び設備並びにデータ基盤の共用	14
3.2 研究者・技術者の養成と資質の向上	14
3.3 物質・材料研究に係る学術連携の構築	15
3.4 物質・材料研究に係る産業界との連携構築	15
3.5 物質・材料研究に係る分析・戦略企画及び情報発信	16
3.6 その他の中核的機関としての活動	16
II 業務運営の改善及び効率化に関する目標を達成するためにとるべき措置	16
1. 組織編成の基本方針	17
2. 業務運営の基本方針	17
(1) 内部統制の充実・強化	17
(2) 機構の業務運営等に係る第三者評価・助言の活用	18
(3) 効果的な職員の業務実績評価の実施	18
(4) 業務全体での改善及び効率化	18
①経費の合理化・効率化	18
②人件費の合理化・効率化	18
③契約の適正化	19
④保有資産の見直し	19
(5) その他の業務運営面での対応	19
III 財務内容の改善に関する目標を達成するためにとるべき措置	19
1. 予算（人件費の見積もりを含む。）、収支計画及び資金計画	19

2. 短期借入金の限度額.....	19
3. 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	19
4. 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	20
5. 剰余金の使途.....	20
IV その他主務省令で定める業務運営に関する事項.....	20
1. 施設及び設備に関する計画.....	20
2. 人事に関する計画.....	20
3. 中長期目標期間を超える債務負担.....	20
4. 積立金の使途.....	21

序文

独立行政法人通則法（平成十一年法律第百三号）第三十五条の五第一項及び特定国立研究開発法人による研究開発等の促進に関する特別措置法（平成二十八年法律第四十三号）（以下「特措法」という。）第五条の規定に基づき、国立研究開発法人物質・材料研究機構の平成28年（2016年）4月1日から令和5年（2023年）3月31日までの7年間における中長期目標を達成するための計画（以下「中長期計画」という。）を次のように作成する。

前文

国立研究開発法人物質・材料研究機構（以下「機構」という。）は、平成13年度に独立行政法人として発足以来、物質・材料研究を総合的に行う唯一の研究開発法人として、物質・材料科学技術の基礎研究及び基盤的研究開発等の業務を担い、我が国の物質・材料科学技術の水準向上に貢献してきた。平成27年度には国立研究開発法人となり、「研究開発成果の最大化」を第一ミッションとして、イノベーション・ナショナルシステムの一翼を担い、我が国の経済活性化、国民の生活向上に貢献していく使命がより明確化された。加えて、平成28年度には特措法に基づく特定国立研究開発法人として、科学技術イノベーションの基盤となる世界最高水準の研究開発成果を生み出すこと、我が国のイノベーションシステムを強力に牽引する中核機関としての役割を果たしていくこと、主務大臣による措置要求への迅速な対応が必要であること等が強く求められることとなった。

現在、我が国は様々な難題に直面している。とりわけ、資源の少ない我が国にとって、創・省エネルギーは常に重要な課題であり、今後もそうあり続ける。それは地球温暖化という人類共通の問題にも密接に関連した課題である。また、我が国においては、高度成長期に整備された社会インフラが寿命を迎えつつあり、東日本大震災を契機として、「国土強靱化」、すなわち、社会インフラの安全性の確保、長寿命化が喫緊の課題として浮かび上がり、国民の一大関心事となっている。さらに、今後迎える超高齢化社会では、より安全で効率的な社会基盤・システムや健康寿命を延伸するための革新的医療技術の開発が期待されている。加えて、昨今の感染症拡大等に伴い、デジタルトランスフォーメーションの流れが加速している状況にある。

「物質・材料」は、これらの国家的課題解決への救世主となり得る存在である。すなわち、それはエネルギー問題や環境保全への解決策を与え、社会インフラの安全性を担保し、超高齢化社会における国民生活を支え、人類の生活を豊かにする原動力となり得る。理由は、「物質・材料」が社会全体を基盤として支えているものに他ならないからである。

一方、未来の産業の創造と社会の変革を実現するためには、新しい価値の創出に向けた取り組みも重要である。今世紀になって急速に発展した情報通信技術は、もの（実空間）と情報（サイバー空間）の融合による「もの」のインターネット化を促進し、人工知能、デバイス技術、ロボット技術等を活用した「超スマート社会」をもたらしつつある。そこでは、数多くのコンポーネントをシステム化・統合化により連携協調して動作させることが不可欠となり、コンポーネントの高度化によりシステムの差別化に繋がる物質・材料の重要性がかつてなく高まることが予想される。特に、我が国が高い競争力を有する「素材・ナノテクノロジー」は、新たな価値創出のコアとなる技術として重要であり、更なる取り組みの強化が期待されている。

これらの課題への取り組みは、国民の安全・安心や持続可能な社会の実現に不可欠であると同時に、我が国の産業構造や社会システムを変革させる契機となるものと期待される。科学技術・イノベーション基本計画や物質・材料分野に関する国家戦略等を踏まえつつ、これらの重要施策の実現や課題の解決

に対し、「物質・材料」の観点から持てる能力を最大限に発揮し貢献することが、機構の最大の使命であり、それこそが機構としての存在意義がある。

以上の社会的要請、国家戦略等を踏まえ、機構は平成28年度から令和4年度までの7年間にわたる中長期目標期間の業務として、以下の取り組みを行う。

第一に、機構の最重要ミッションである「社会に貢献する技術シーズの創出」に向けた研究開発に注力する。そのため、オープンイノベーション活動を中心とした出口志向の研究開発、それを支える目的基礎研究（プロジェクト研究）、将来の技術革新の元となるシーズ育成研究にバランスよく取り組み、物質の追求から材料創生、社会実装までの幅広い研究フェーズに対応可能な体制を構築する。特に、オープンイノベーション活動では、非連続な革新材料の創出により将来に渡る我が国の産業競争力の確保に繋げるため、大学や産業界との協働のもと、クロスアポイントメント制度等の活用により国内外の英知を結集した産学独連携プラットフォームを構築し、オールジャパン体制での研究開発を推進する。また、「研究開発成果の最大化」を推し進めるため、優れた技術シーズの創出に留まらず、それをさらに一歩進めたシステム化・統合化までの研究展開を見据え、社会実装までの研究フェーズも意識して取り組む。

第二に、研究情報の蓄積・発信体制の強化の一環として、情報統合型物質・材料研究（マテリアルズ・インフォマティクス）への取り組みを強化する。この研究は、従来の物質・材料研究手法にデータ科学や人工知能の知見を加えることで開発効率を飛躍的に向上させる可能性を秘めている。実施にあつては、材料系研究者だけでなく、情報科学系研究者、理論・計算等の物理系研究者が多数参画するオールジャパンの拠点体制を構築し、その機能の更なる充実により、我が国のみならず世界のマテリアルズ・インフォマティクス研究を牽引する。加えて、全国の物質・材料開発のネットワーク化により得られた知見の集約・提供・提案を行う機能の構築にも取り組む。

第三に、最先端研究インフラの共用促進への取り組みを強化する。機構は、文部科学省の「ナノテクノロジー・プラットフォーム事業」において担ってきた全国の大学・研究機関の共用設備に係るとりまとめ機能を継続するとともに、機構自身も多数の最先端研究インフラを外部共用に供することで、多くの研究者の研究活動を支え、我が国の物質・材料科学技術の水準向上や産業の活性化に貢献する。今後この活動を強化することで、更なる幅広いコミュニティに対するサービスの充実に努め、新たなイノベーション創出や地域活性化にも取り組む。

第四に、人材育成・人材交流の取り組みを強化する。これまでに構築してきた国内外の大学との多数の連係・連携大学院制度及び若手国際研究センター（ICYS）制度を活用し、若手気鋭の研究者が挑戦できる魅力的な研究環境を整備・提供することで、国際的な若手人材の育成に取り組む。一方、近年の研究インフラの先端化・高度化に伴い、高度な技術を持った研究者・技術者の不足が深刻化してきている。そのため、機構の持つ最先端研究インフラの活用等により高度な技術を有する研究者・技術者の育成に注力し、優れた研究人材を国内外に輩出することで、グローバルな観点から物質・材料研究の底上げに貢献する。

最後に、これらのミッションの達成には役職員のコンプライアンス意識の向上が不可欠であることから、理事長の指導管理のもと内部統制を含めたマネジメント体制を強化し、特に、研究不正やハラスメントの防止に注力する。さらに、研究開発にあつては、物質・材料研究分野における現状の把握に努め、機構に求められる役割を常に確認しつつ、長期ビジョンを踏まえた研究内容の重点化に努めるなど、研究マネジメント機能を強化する。

I 研究開発の成果の最大化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、また、イノベーションを強力に牽引する中核機関である特定国立研究開発法人として、我が国総体としての物質・材料研究の成果の最大化等の質の向上に向けて事業を実施する。具体的には、世界最高水準の研究開発成果を創出するため、以下のとおり基礎研究及び基盤的研究開発を行い、シーズ創出・育成機能を強化するとともに、研究情報の蓄積・発信体制の強化による研究成果の情報発信及び活用促進、更には、物質・材料研究の中核的機関として先端研究基盤及びデータ基盤の整備・運営による最先端研究インフラの共用促進、人材交流・人材育成の強化による研究者・技術者の養成と資質の向上等に取り組む。加えて、特措法第七条に基づく主務大臣からの措置要求があった場合には、当該要求に迅速に対応する。

機構は、これらの業務を遂行するため、個々の研究プロジェクトの目的、目指すべき成果、達成時期等を定め、公表になじまないものを除き公表するとともに、研究マネジメント機能の強化を図る。特に、研究戦略の策定にあつては、科学技術・イノベーション基本計画等の国の政策を踏まえるとともに、物質・材料研究分野における現状の把握に努め、機構に求められる役割を常に確認しつつ、長期ビジョンを踏まえた研究内容の重点化を図る。また、各年度において適切なPDCAサイクルの実現に努め、研究の進め方や目標設定の妥当性等について不断の見直しを行うとともに、成果事例集のような形で研究進捗状況を適宜公表する。さらに、責任階層毎の業務進捗報告を徹底し、理事長による戦略的な資源配分を行う。

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

本中長期計画では、以下の7つの重点研究開発領域を設置する。

- ・機能性材料領域
- ・エネルギー・環境材料領域
- ・磁性・スピントロニクス材料領域
- ・構造材料領域
- ・ナノ材料領域
- ・先端材料解析技術領域
- ・情報統合型物質・材料研究領域

このうち、機能性材料から構造材料までの4領域では、主として経済・社会的課題に対応するための材料の開発を目指す。特に、エネルギー・環境材料と磁性・スピントロニクス材料については、既存の研究拠点機能を活用するため、機能性材料から独立した領域として重点化する。一方、ナノ材料、先端材料解析技術、情報統合型物質・材料研究の3領域では、主として革新的な研究開発手法や先端的な計測手法など、物質・材料科学技術全体を支える基盤的な研究開発を実施する。これらの取り組みにより、経済・社会的課題に解決策を提示するとともに、新たな産業の創生や超スマート社会、知識集約型社会に向けた新たな価値創出の実現を目指す。

各領域では、シーズ育成研究、プロジェクト研究を実施するとともに、公募型研究やオープンイノベーション活動を中心とした産業界・大学との連携にも積極的に取り組む。このうち、シーズ育成研究では、材料特性、プロセス、計測・解析手法、シミュレーション手法等の新規開拓など、将来のプロジェ

クトの芽を創出するような探索型研究を行う。その際、異分野融合を重視しつつ、先導的で挑戦的な課題を積極的に取り上げることで、革新的な技術シーズの創出を促進する。有望な技術シーズに対してはフィジビリティ・スタディを実施し、プロジェクト化を検討する。

プロジェクト研究では、有望な技術シーズを実用化に繋げるために解決すべき課題や技術目標を明確にし、その課題の解決や目標の達成を図る「目的基礎研究」を実施する。各プロジェクトでは、それぞれの領域に基盤を置きつつも、その枠組みにとらわれない分野横断的で柔軟な組織編成を行うことにより、プロジェクトリーダーのリーダーシップのもと、様々な分野の研究者が協力しつつ、明確な技術目標に向かって研究開発を実施する体制を構築する。

公募型研究では、各研究領域がこれに積極的に提案・応募し、実施していくことで、研究開発を加速させ、成果の更なる発展や社会実装に繋げていく。特に、関連する公的資金プロジェクトを領域内に積極的に取り込み、これを最大限有効活用することで国家施策との連携に努める。また、産業界・大学との連携では、民間資金の積極的な導入やクロスアポイントメント制度等による人材交流の促進により、その強化を図る。特に、オープンイノベーション活動では、産学独の研究者が一同に会する「共創の場」として世界的な研究開発拠点を構築し、その拠点を中心に、異分野交流、研究情報の集約・発信、先端インフラの共用、研究者・技術者人材の育成等を促進し、我が国の研究成果の最大化に貢献する。また、個々の技術を統合し、システム化することにより材料の付加価値を高めて産業界へと橋渡しをすることで、有望な技術シーズの社会実装を加速する。これらの取り組みを各領域で一体的に実施することにより、シーズの創生から社会実装までをシームレスにつなぎ、迅速かつ効率的な研究・開発を実現する。加えて、研究環境等のデジタル化、リモート化を図り、スマートラボ化を推進するものとする。

以下では、各研究領域における研究開発内容について記述する。なお、本項で掲げる技術目標は本計画開始時点のものであり、その内容については、社会情勢の変化や研究開発の進展に応じて適宜見直し・更新を行うものとする。プロジェクトにおける個別的な内容等については別紙1に示す。

1.1.1 機能性材料領域における研究開発

本領域では、経済・社会的課題の解決や新たな産業のコアとなる技術の創出を目指し、電子機器や光学機器に用いられる電子材料や光学材料から、溶液中のイオンや分子の分離・選別、生体内での細胞との相互作用まで、広く「外場に対して物理的、化学的な応答を示す材料一般」を機能性材料と定義し、それらの研究開発を総合的に推進する。具体的には、省エネルギーのための高出力半導体や高輝度発光材料、自動運転や安全確保のためのセンサ材料、省資源のための物質分離膜や高性能吸着材、再生医療のための生体接着剤や骨折治癒材料等、幅広い材料において、その機能性のさらなる顕在化を行う。また、これらの機能を持った材料を開発し、さらに社会実装へと繋げるため、機能最大化に向けた化学組成・構造の最適化と平行して、材料開発のための合成手法、さらには、スマート生産システムへの対応や経済合理性等を考慮した製造技術の開発等にも注力する。これらの開発を一体で推進することにより、機能発現の本質と製造プロセスに用いられる要素反応・要素過程の理解を同時に進め、その知見に基づき、製造プロセスや経済合理性までを考慮した高機能材料を開発する。

具体的なプロジェクトとしては、

- ・機能性材料のシーズ顕在化に向けたプロセス技術の創出
- ・結晶・界面の階層的構造制御による機能顕在化のための研究
- ・機能性材料創出のための基礎・基盤技術

に取り組む。

これらのプロジェクトにより、2022年度までに特に以下の技術目標を達成する。

- ・セキュリティ向上等に資する高効率のテラヘルツ（遠赤外線）発振素子や、現行素子に含まれる水銀やカドミウム等の有毒元素を含まずに現行性能（量子効率10%級）を実現する赤外検出器等を開発する。
- ・高効率なパワーエレクトロニクス素子に向けた高絶縁破壊電界（10 MV/cm級）の高品位ダイヤモンドや、輸送機器内等の高温環境下（400°C程度）でも高い絶縁抵抗を有する高品位圧電材料等を開発する。
- ・導入後1年程度で吸収されて消失する骨折治癒材料や、高い接着強度を持ちつつ2ヶ月程度で体内に吸収される外科用接着剤等を開発する。
- ・超スマート社会の要素技術となるセンサ等に向けた部素材・素子の開発を進め、常温でも迅速に反応する加温不要な水素センサ等を開発する。
- ・量産化が可能な成膜プロセスにおいて有機溶媒耐性ナノ濾過膜の性能を250 L/m²hまで向上させるなど、開発技術の社会実装に向けたプロセス開発を推進する。
- ・粉体調製プロセスやコーティング技術等の先鋭化により、LEDや生体材料に要求される性能や品質、耐久性の向上を達成する。
- ・超大型加速器等の高磁場応用に向けた16テスラ級超伝導線材の製造プロセスを確立し、高磁場磁石への応用を推進する。

また、シーズ育成研究として、上記の目的に資するための機能探索型や手法探索型の研究を行う。具体的には、放射光技術等の先端材料解析技術との連携により表面反応の理解を進め、新たなセンサ材料の技術シーズを探索するほか、マテリアルズ・インフォマティクスを用いた材料開発と超高圧・超高温等の極限合成技術を融合した構造・物性相関のデータ化等により、次世代の機能性材料開発に向けた知的基盤を拡充する。

産業界・大学との連携では、機構内の産学連携フレームワークの活用や、公募型研究制度を活用した産業界との連携を推進し、多機関、異業種の協働による社会実装の加速を図る。特に、企業からの技術者を領域内に積極的に受け入れることにより、シーズ技術の段階から産業界との連携を図り、社会実装の実現に繋げる。また、限られた研究資源を有効活用するため、国内外の大学や公的研究機関との連携により不足部分を相互に補完する関係を構築し、グローバルな視点での研究成果の最大化に努める。

1.1.2 エネルギー・環境材料領域における研究開発

本領域では、エネルギーバリューチェーンの最適化に向け、多様なエネルギー利用を実現するためのネットワークシステムの構築に向けたエネルギー・環境材料の開発を行う。具体的には、太陽電池、全固体二次電池、空気電池、燃料電池、水素製造システム、熱電デバイス等に関わる材料を開発し、そのシステム化やデバイス化の実現を目指す。また、エネルギー変換・貯蔵の基盤としての電極触媒を開発するほか、理論計算科学による機構解明・材料設計やマテリアルズ・インフォマティクスの活用等により、エネルギー・環境材料の開発を加速する。

具体的なプロジェクトとしては、

- ・エネルギー変換・貯蔵システム用材料の基盤研究
- に取り組む。

このプロジェクトにより、2022年度までに特に以下の技術目標を達成する。

- ・水素製造触媒・分離膜、及び水電解用電解質膜材料を確定し、長期運転可能でかつプロトタイプで社会実装への検証が可能な1 L/minの流量をもつ水素製造可能デバイスを実現する。
- ・現行リチウムイオン電池のエネルギー密度(200 Wh/kg)を全固体電池で、現行電池の延長線上では到達不可能な500 Wh/kgを空気電池で、コンピューター等への利用を可能とする150 Wh/kgをスーパーキャパシタで実現するための材料を開発する。
- ・低温排熱で発電可能な現行熱電材料の室温～600 K域における有効最大出力(温度差50℃で2～3 W/m、温度差250℃で50 W/m)をユビキタス元素系熱電材料で達成し、それを用いた素子の開発を行う。
- ・燃料電池酸素極及び水電解水素極の過電圧が白金比100 mV以下で現行白金触媒を費用対効果で上回り、かつ現行触媒と同等の安定性を持つ非白金触媒を実現する。

また、シーズ育成研究として、中温燃料電池用の無加湿電解質膜や完全非貴金属の電極触媒など、最終システムを意識しつつ、エネルギーの高効率変換と貯蔵に関わる大きなブレークスルーに繋がるような探索研究を行う。

公募型研究及び産業界・大学との連携では、産学独が連携する研究拠点として設置され、TIAの中核的プロジェクトでもあるナノ材料科学環境拠点(GREEN)、及び、次世代蓄電池研究開発支援のために設置された設備群である蓄電池基盤プラットフォーム(蓄電PF)を領域内に取り込み、活用する。GREENでは、計算-計測-材料開発の融合研究を推進するオールジャパンのイノベーションハブとして、太陽光から出発するエネルギーフローの共通課題解決を参画機関、招聘研究者、さらにはオープンラボ研究者の参画を得て進める。GREENで確立したオープンラボ等の支援システムをGREENの対象外の研究についても適用するとともに、蓄電PFの技術支援を充実させることで、人材育成を含めた拠点機能及び橋渡し機能を強化し、社会実装につなげる。

1.1.3 磁性・スピントロニクス材料領域における研究開発

本領域では、クリーンで経済的なエネルギーシステムの実現に貢献する磁性材料の開発と情報通信技術分野の省エネに繋がる大容量メモリ、ストレージ技術に不可欠なスピントロニクス素子を開発する。磁石、メモリ、ストレージデバイスでは、原子レベルで構造を制御した強磁性体と非磁性体の複相構造を大量生産に向く手法で作り込まなければならないため、そのためのナノ構造制御技術、成膜技術、微細加工技術を発展させる。材料・デバイスの構造をマイクロ・ナノ・原子レベルのマルチスケールで評価し、強磁性/非磁性複合構造から得られる磁気特性・伝導特性を理論的に予測し、それを指針としつつ、材料のポテンシャルを最大限に生かした磁気・伝導特性を発現する磁石やメモリ・ストレージデバイスを開発する。

具体的なプロジェクトとしては、

- ・省エネデバイスのための磁性・スピントロニクス材料の基盤研究に取り組む。

このプロジェクトにより、2022年度までに特に以下の技術目標を達成する。

- ・ネオジム磁石について、複相構造の界面を原子レベルで制御することにより、希少金属を使わずに現行のジスプロシウム含有磁石よりも優れた特性(200℃において、保磁力 $\mu_0 H_c > 0.8$ T、最大エネルギー積 $(BH)_{\max} > 150$ kJ/m³)の磁石を開発する。また新規磁石化合物の探索を行う。
- ・室温ハーフメタル材料を開発し、それを用いて従来よりも飛躍的に優れた特性の磁気抵抗素子やスピ

ントルク発信素子を実証する。具体的にはホイスラー合金を用いた面直電流巨大磁気抵抗素子(CPP-GMR)で室温100%を超える磁気抵抗比、20 mVを超える電圧出力など、通常の強磁性材料を用いた素子では実現できない高い値を示し、ハーフメタルスピントロニクス素子の優位性を示す。

- ・トンネル磁気抵抗素子や半導体をスペーサとしたCPP-GMR素子で、10 nmノードのSTT-MRAMセルに要求される、面積抵抗 $RA \sim 0.1\text{--}0.5 \Omega \mu\text{m}^2$ 、磁気抵抗変化比 $MR \sim 300\%$ の垂直磁気抵抗素子を開発する。
- ・大容量ストレージデバイスとして、次世代ハードディスクに求められる4 Tbit/in²に対応できる超高密度磁気記録媒体を試作するとともに、そのような高密度磁気記録に対応できる磁気センサ用高出力磁気抵抗素子を開発する。

また、シーズ育成研究として、物質の磁性を学術基盤とする新規シーズの創出を行う。具体的には、スピン軌道相互作用を利用して、これまでの技術では実現不可能だった小さな電流や電圧で磁化を制御できる技術の可能性を検討する。また、巨大なスピン軌道相互作用を利用して、従来のスピントロニクスデバイスではなし得なかった発光、発電といった機能性をもつ材料・デバイスの原理検証や、新規磁性化合物の発見などのシーズ技術を育成する。

公募型研究及び産業界・大学との連携では、元素戦略磁性材料研究拠点 (ESICMM) を磁石材料研究のハブ機能として活用する。また、次世代省エネメモリとして注目されている磁気メモリや磁気ストレージ技術を実現させる磁気抵抗素子開発の基盤研究では、他法人・産業界と連携するオープンイノベーション活動により社会実装を促進する。そのために、研究者を連携機関と相互に併任させることで組織的連携を強め、スピントロニクス素子開発におけるハブ機能・人材育成機能を高める。また、磁性理論においては、大学で活発に活動している理論研究者をクロスアポイントメント制度等により招聘することで、研究を加速させる。

1.1.4 構造材料領域における研究開発

本領域では、社会インフラ材料、輸送機器材料、エネルギーインフラ材料等、国土強靱化や我が国の国際的産業競争力の強化に資する高性能構造材料開発と構造材料周辺技術の研究開発を行う。構造材料は長期に渡って安定に性能を発揮することが求められることから、精緻な特性評価技術や組織解析技術等を活用して材料の劣化機構の解明を進めるとともに、その知見に基づいた材料の高信頼性化を進める。また、省エネルギー・低環境負荷の実現のため、輸送機器材料の軽量化・高強度化、エネルギーインフラ材料の耐熱性向上に取り組む。一方、輸送機器からインフラ構造体まであらゆる分野でのマルチマテリアル化の急速な進展に対応するため、金属と樹脂等の異種材料を構造体化するための高信頼性接合・接着技術の開発を進める。さらに、信頼性を担保するためにかかる材料開発期間・コストを大幅に短縮するため、先端材料解析やマテリアルズ・インフォマティクス等とも連携しつつ、計算科学の活用による性能予測・寿命予測手法、製造プロセスも含めた統合的材料設計手法の開発を推進する。

具体的なプロジェクトとしては、

- ・界面制御による構造材料・構造体の高信頼性化
- ・グリーンプロセスを用いた高性能構造材料の創製

に取り組む。

これらのプロジェクトにより、2022年度までに特に以下の技術目標を達成する。

- ・鉄鋼材料、非鉄金属材料について、粒界微視構造や結晶粒方位、形態を高度に制御して強度と靱性・

延性を改善する加工熱処理技術を開発する。

- ・二酸化炭素の排出削減に向けた輸送機器の高比強度化や高信頼性を目的として、異材接合界面のマルチマテリアル化に対応した接合技術を開発する。
- ・発電プラントや輸送機器の高信頼性・安全性を担保するため、デザインインテグレーション等の技術を用いて耐熱合金・耐熱鋼等の材料組織、強度、クリープ特性、疲労特性等を予測する手法を開発し、材料設計指針を提案する。
- ・材料の性能を支配するナノメートルサイズの組織や界面の挙動、構造欠陥等を理解するため、電子顕微鏡と元素分析の組み合わせによる界面組織の定量評価、電子線チャネリングコントラスト法による階層的ハイスループット組織解析技術、ナノインデンテーション法による微小領域の挙動の実測を実現する。
- ・材料の無駄を極力省いた「グリーンプロセス」実現のため、従来手法で作製された耐熱材料部材と同等以上の性能を持つ部材を3次元積層造形により実現する。

また、シーズ育成研究として、鉄鋼材料、非鉄合金、ハイブリッド材料等の個別の材料や微細組織解析手法等の技術課題を深掘りしつつ、シーズの探索、及び、将来の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。さらに、基盤的業務として、長期的・継続的な取り組みが不可欠なクリープ試験等の構造材料の特性評価試験を着実に実施し、構造材料データシートを発行する等、研究者、技術者が必要とする材料情報を積極的に発信するとともに、その知見を国際規格・基準提案に反映させる等、構造材料研究の国際的な発展に貢献する。

公募型研究及び産業界・大学との連携では、構造材料研究に特化した最先端設備群の整備と評価・解析技術の高度化に取り組むとともに、材料創製から評価・解析までを網羅できる機構の構造材料研究者・技術者の知識と経験をベースに産学独連携ネットワークを形成し、オールジャパンの研究拠点として技術・情報・知識が集まる場を醸成する。この場を舞台に、戦略的イノベーション創造プログラム(SIP)、未来開拓事業等のプロジェクトや産学独融合研究を推進することで、産業界・大学の研究人材の育成に貢献する。また、構造材料つくばオープンプラザ(TOPAS)を活用し、社会ニーズを迅速かつ的確に把握しながら、産学独・異分野連携により材料技術シーズを使える技術に磨き上げ、社会実装に繋げる。

1.1.5 ナノ材料領域における研究開発

本領域では、物質をナノメートルレンジのサイズ、形状に制御することにより先鋭化された形で現れる機能性や反応性を高度に制御・変調する新しいナノ材料創製技術、「ナノアーキテクニクス(ナノの建築学)」を確立し、経済・社会的課題の解決や超スマート社会実現の鍵となる、エレクトロニクス、環境・エネルギー技術、バイオ技術等の革新に繋がる新材料、デバイスの創製を行う。具体的には、有機-無機-金属にわたる広範な材料系において、組成、構造、サイズ、形状が精密制御されたナノ物質を高度に配列、集積化、複合化するとともに、それにより設計・構築された人工ナノ材料、ナノシステムにより、斬新な機能の創発を図る。ナノ材料科学者を中心に、物理、化学、生体材料、デバイス、理論計算等、多彩な専門家集団を本領域に結集し、異分野間の連携・融合を通じて、様々な技術分野に新展開をもたらす新規材料技術の創出を行う。

具体的なプロジェクトとしては、

- ・ケミカルナノ・メソアーキテクニクスによる機能創出
- ・システムナノアーキテクニクスによる機能開発

に取り組む。

これらのプロジェクトにより、2022年度までに特に以下の技術目標を達成する。

- ・ナノ材料を1~100 ナノメートルレンジで制御して集積・接合する技術を開発する。
- ・ユビキタス元素で構成される変換効率10%以上の熱電材料など、新型高性能エネルギー材料を創製する。
- ・従来の1/100以下の超低消費電力で高速動作する原子膜トランジスタや新機能原子・分子・量子デバイス・システム化技術を開発する。
- ・脳型情報処理を目指したニューロモルフィック材料を開発し、そのシステム化技術を確立する。
- ・簡便かつ低侵襲な癌診断・治療システムを提供するナノアーキテクニク・システムを開発する。

また、シーズ育成研究として、ナノスケールに関係した特異な物性、量子現象、反応等の発見、さらにはそれらのナノアーキテクニクスを通じたナノ・メソ高次機能の発現を目指して、新規ナノ材料探索、ナノ物性計測、理論計算手法の開発等、他領域とも連携しつつ、基礎・基盤的観点から多角的な研究を行う。

外部連携活動では、世界トップレベル研究拠点プログラム（WPI-MANA）で構築した国内外のナノテク研究拠点ネットワークについて、補助事業終了後もその継続に努め、ナノテク分野の世界的頭脳循環ネットワークの中心としての機能を果たす。また、理論—実験融合研究、異分野融合研究、ICYS-MANA制度等の独自の取り組みを通じて、次世代の物質・材料技術創出とこれを国際的に推進する若手研究者育成を行う。さらにプロジェクト研究により生み出される成果を活用して、産業界との連携構築に努め、応用展開や実用化をめざしたナノ材料の開発、さらには、ナノデバイス等のさらなるシステム化・統合化を推進する。

1.1.6 先端材料解析技術領域における研究開発

本領域では、物質・材料研究において横断的かつ基盤的な役割を果たし、超スマート社会の実現や先進材料のイノベーションを加速するための鍵となる先端材料解析技術の研究開発を行う。先進的な材料において有用な機能を担うのは、表界面や表層もしくはバルク内部における特徴的な構造、組成の変調、配向や組織、電子状態・スピン状態等であり、機能の発現機構の根源的かつ効率的な解明には、これらの構造・特性を様々なスケール・環境下で的確に把握するための計測解析技術が必須となる。本領域では、サブ原子レベルからマクロな系にいたるマルチスケール計測技術、多様な環境場におけるオペランド（実動環境下）観測技術、さらには、計算科学との融合による計測インフォマティクス等の最先端の材料計測解析技術を開発し、それらを適切に組み合わせることで、包括的かつ相補的な高度材料解析技術を実現する。また、機構で開発された様々な先進材料の解析を行い、イノベーションの加速に貢献する。

具体的なプロジェクトとしては、

- ・先進材料イノベーションを加速する最先端計測基盤技術の開発
- に取り組む。

このプロジェクトにより、2022年度までに特に以下の技術目標を達成する。

- ・表面場が機能発現のキーとなる先進表面機能材料のイノベーションを加速する最先端表面敏感オペランドナノ計測として、歪場等の新規表面場の創製制御技術、新規制御場における単一原子レベル計測、極限環境におけるサブミリ電子ボルトレベルの高精度表面状態可視化技術等を開発する。

- ・先進材料の性能及び物性を、実動環境下でのナノ領域観察から解明するため、機能元素を単原子レベルで識別できる低損傷定量電子顕微鏡法とその場物性計測ホルダーを開発し、材料評価に展開する。
- ・ナノ薄膜デバイスの機能層の迅速診断を目的として、単原子層から数十マイクロメートルの深さ領域における化学結合状態の断層解析の一桁以上の高速化と自動化を実現する。

また、シーズ育成研究として、新規計測手法のシーズとなるような独創的な計測解析手法の開拓を推進する。特に、第一原理計算等の計算科学や多変量解析等の情報科学と大量のデータを創出する先端イメージング多元的計測の融合を目指した研究を重点的に推進する。その中で得られた重要計測シーズをコア基盤技術化し、メインの技術に取り入れていくことにより、研究開発効率の最大化を図る。

公募型研究及び産業界・大学との連携では、先端計測解析分野におけるハブ機能の高度化を図る。具体的には、先端計測のプラットフォームを中心に、高度な研究者や技術者人材の育成、先端計測の国際標準化、産学独連携と異分野融合を促進する。また、産業界における技術的課題に先端材料計測からの解決策を与えると同時に、コア技術の社会実装を進めるため、公募型研究によるオープンイノベーション研究を推進する。さらに、物質・材料の研究開発に関する拠点形成事業の活動に先端計測技術として積極的に参画し、マテリアル・イノベーションの加速に寄与するとともに、最先端材料計測分野の国内外の研究者・高度技術者の育成にも貢献する。

1.1.7 情報統合型物質・材料研究領域における研究開発

本領域では、物質・材料分野における膨大なデータ群に、最先端のデータ科学・情報科学の手法を組み合わせることで、物質・材料の研究開発を飛躍的に加速させる新しい研究手法である「情報統合型物質・材料研究（マテリアルズ・インフォマティクス）」を推進する。データベースの充実やシステムの整備・強化により、より使いやすいデータベースを構築する一方、最先端の物質・材料科学、情報科学、データ科学等の多様な手法やツールを駆使した「情報統合型の開発システム」をプラットフォーム化し、産業界の課題・ニーズに対する有効な解決策を短期間で開発・提供する仕組みを構築する。さらに、この仕組みを広範囲の物質・材料系へ展開することで、我が国の物質・材料研究を加速させる。

具体的には、これまで構築してきた物質・材料データベース”MatNavi”を拡充するとともに、有料公開システムを整備し、「情報統合型物質・材料研究」のデータプラットフォームの基幹とする。さらに、研究現場で日々創出される材料データを効率的にデータベースに取込み、材料研究のニーズに合った形で提供する「データ収集・管理・提供技術」を開発することにより、材料データプラットフォーム構築の効率化と持続化を推進する。また、シーズ育成研究として、材料プロセス、構造、特性、パフォーマンスの関係を、データ科学の手法により見出し、材料特性予測及び新材料設計のための新しいアプローチと手法を探索する。これまでの物理、化学、材料科学理論、及び、実験で得られた知見を、情報科学、データ科学の技術と融合することで、材料分野に適合する情報処理手法を開発し、材料の研究開発の加速に寄与する。

公募型研究及び産業界・大学との連携では、イノベーションハブ創出事業「情報統合型物質・材料開発イニシアティブ(MI²I)」を中心に活動を行う。物質・材料科学、計算科学、データ科学の3分野を中心とする産学独のトップ研究者が集結・融合するハブ拠点を構築し、その中で「情報統合型物質・材料科学技術」の確立・実証を進める。また、データベースの高機能化、新しい手法の開発・蓄積・普及、それらに関わる人材育成等にも組織的に取り組む。また、本手法を駆使して、社会的に波及効果の高い環境エネルギー関連分野の「蓄電池材料」、「磁性材料」、「伝熱制御材料」における具体的課題の解決

に貢献する。さらには、人工知能の基礎技術等を取り込みながら、データプラットフォームの機能の向上を進め、広範囲の物質・材料系へ展開することで、情報統合型新物質・材料探索システムのパッケージ化へと繋げる。

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。また、産学官連携による研究情報の蓄積・発信体制の強化を図り、我が国における研究情報の好循環と戦略的な社会実装を促す。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

2.1.1 広報・アウトリーチ活動の推進

機構の活動や研究成果等に対する国民の理解、支持及び信頼を獲得するため、前中長期目標期間中の活動で訴求力の大きさが確認できた「広報ビジュアル化戦略」をより一層展開する。具体的には、難解な物質・材料研究分野の研究成果等について、国民目線で親しみやすく、興味を持ちやすいビジュアル素材(科学映像の動画配信やビジュアル系Webサイト等)を主軸として効果的に訴求していくとともに、取り組みの効果を把握し、機構の活動や研究成果等に対する認知度の向上に繋がっているか等の視点から幅広く国民各層の理解が得られるような活動に繋げていく。こうした広報ツールを豊富に取り揃え、研究者一人一人が物質・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えるよう、国民と研究現場との間で接点を持ちやすい対話環境を構築する。

また、機構の研究成果等を普及させ、広く国民各層から理解が得られるよう、多様な媒体を組み合わせた情報発信活動に取り組む。具体的には、広報誌、プレス発表等を通じた研究成果等の公開を始め、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とともに、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。

さらに、科学技術リテラシーの向上に貢献するため、引き続き、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。これらのアウトリーチ活動の推進により、高校生を始めとする次世代層への好奇心を喚起し、ひいては我が国全体としての将来有望な科学技術人材の確保に貢献する。

2.1.2 研究成果等の情報発信

機構で得られた研究成果を広く普及させるため、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、国内外における学協会等においても積極的に発表する。特に、科学的知見の国際的な発信レベルの維持・向上のため、国際的に注目度の高い学術誌等に対し、積極的に投稿・発表する。その際、機構の論文訴求力を高め、3.3で取り組む国際的なネットワーク構築等の活動を具体的な研究成果に結実させることの重要性に鑑み、国際共著による論文発表を重視する。これらの結果として、物質・材料研究分野における論文の被引用総数については、国内トップを堅持する。

一方、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に対しても適切に評価する。査読付論文発表数は、機構全体として毎年平均で1,100件程度を維持する。また、多くの研究者が創出してきた材料開発等における分野毎の研究成果を精査し、評価・解析を行い、現在までの知見をまとめるとともに、今後目指すべき研究方向を示唆する論文(レビュー論文)数は、

機構全体として毎年平均で40件程度を維持する。

これらの研究成果は、機関リポジトリ（NIMS eSciDocデジタルライブラリー）に蓄積し、適切な閲覧設定（open/close）のもと公開することで、我が国全体のオープンサイエンスに向けた積極的な情報発信を展開していくとともに、全国の物質・材料開発のネットワーク化により得られた知見の集約・提供・提案を行う機能の構築にも取り組むことなどにより、研究成果等に対する理解増進や利活用の促進に取り組む。

2.2 知的財産の活用促進

知的財産の活用促進にあつては、機構で創出した研究成果の将来的な用途展開を視野に入れ、基本技術のみならず、周辺技術も含めた形で出願・権利化を行うなど、長期的な視点で幅広い権利を確保する必要がある。また、知的財産の維持管理にあつては、出願から権利確保、権利消滅までの期間が極めて長期に亘ることから、単年度の維持管理コストの多寡のみならず、長期的かつ戦略的な観点から運用を行う必要がある。

以上の観点を踏まえ、機構は、1.1の基礎研究及び基盤的研究開発において得られた研究開発の成果の実用化及びこれによるイノベーションの創出を図るための優れた知的財産を創出するとともに、権利化を図り、3.4のような様々な連携スキームを活用して組織的かつ積極的に技術移転に取り組む。さらに、「科学技術・イノベーション創出の活性化に関する法律」（平成20年法律第63号）に基づき、機構の研究開発の成果に係る成果活用事業者等に対する出資並びに人的及び技術的援助を行う。なお、成果活用事業者等に対する出資に際しては、各事業者の事業計画を適切に評価し、成果の実用化及び経営状況の把握に努める。また、これらの取組を通じ、自己収入の増加に努める。

技術移転にあつては、効果的に社会への還元を行うべく、個別の技術動向や市場規模・ニーズ等を考慮し、将来の実施料収入に繋がるような質の高い実施許諾を行うこととし、新規・継続を合わせた実施許諾契約総数は、毎年度平均で90件程度を維持する。

企業連携を実施するに当たり、機構と相手企業が相互にメリットを追求可能な特許の取り扱いができるよう、技術分野や市場の状況、様々な連携スキーム等に応じて柔軟に対応する。さらに、重要な技術については、共有特許を第三者への実施許諾自由とすることにより、機構主導の下で特許ポートフォリオ（機構が出願・保有する特許網）の構築を進める。

実用化される製品は日本市場のみならず、世界市場での販売が想定されるため、外国特許を積極的に出願することとし、毎年度平均で100件程度の外国出願を行う。なお、外国特許は出願費用及びその後の維持管理費用が高額であるため、特許性や市場性等を考慮しつつ、必要と認められるものを厳選して行うなど、常に費用対効果を意識して対応する。

3. 中核的機関としての活動

機構は、物質・材料研究を総合的に行う我が国唯一の研究開発機関として、また、世界最高水準の研究成果の創出とその普及・活用の促進により、イノベーションを強力に牽引する中核機関として、政府の施策等に積極的に参画するとともに、先端研究基盤及びデータ基盤の整備・運営による最先端研究インフラの共用促進、国際的に卓越した研究者の積極的採用・確保、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。

これらの取り組みに当たっては、各参画機関との連携の下、つくばイノベーションアリーナ（TIA）等の様々な枠組みを活用する。さらに、機構において「革新的材料開発力強化プログラム～M3（M-Cube）

プログラム」を実施し、我が国全体の材料開発力の強化を推進する。

具体的な活動は以下のとおりである。

3.1 施設及び設備並びにデータ基盤の共用

機構は、我が国の物質・材料科学技術全般の水準向上に貢献するため、産学独の幅広い研究コミュニティに対し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ト役（ハブ機能）を担う。具体的には、利用者が必要とする支援の多様化を図るため、共用機関ネットワークを強化し、各種の支援技術の更なる向上と共用機関間での共有化を行う。また、施設共用の視点のみにとどまらず、研究施設及び設備を共用する際の多様な支援形態に対応可能な研究者及び技術者の育成やイノベーション創出に寄与する次世代の若手利用者の育成にも貢献する。さらに、M-Cubeプログラムの1つであるMRB（マテリアルズ・リサーチバンク）において、高品質で高い信頼性のあるデータ群を創出する最先端の計測機器など世界最高水準の研究基盤を構築するとともに、創出したマテリアルデータを機構内外から持続的・効果的に集約し、利用者が広く活用できる材料開発のためのデータ基盤を整備する。これにより、世界最大級の物質・材料データプラットフォームとしての機能を強化し、我が国におけるマテリアルズ・インフォマティクスを活用した研究開発力の向上を図る。

共用に供する研究施設及び設備は、強磁場施設、大型放射光施設のビームライン、高性能透過電子顕微鏡施設、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、これらの共用に伴う施設利用料は、毎年度平均で5%増とすることを目指す。さらに、これらの共用にあつては、設備の特殊性や利用実績等の運営実態に照らした選定、利用実績や得られた成果に係る把握・分析の実施やその結果を踏まえた方策の検討など、常に資産の有効活用を意識した運用を行う。これらの共用の活動を通じて、我が国の物質・材料研究の成果最大化に資する。

3.2 研究者・技術者の養成と資質の向上

機構は、我が国の物質・材料研究を支える知識基盤の維持・発展に貢献するため、機構の研究者等のみならず、国内外の優秀な研究者等の養成と資質の向上に取り組む。

具体的には、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。併せて、研究者の大学等へのクロスアポイントメントの一層の推進や講師派遣等により、大学・大学院教育等の充実に貢献する。

機構は、これまで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）等の運営を通じて国際的な研究環境を醸成するとともに、多様な国のトップ大学と連携し、国内外の優秀な若手研究者を多数受け入れて人材育成・頭脳循環の両面で貢献してきた。若手気鋭の研究者が挑戦できる魅力的な研究環境の整備とその国際的研究環境下への若手人材の受入れがグローバル人材の育成に極めて有効であることから、連係・連携大学院制度等を活用して大学院生や研修生をはじめとした若手研究者の受入れを積極的に行い、第一線で活躍可能な研究者又は技術者として育成する。さらに、M-Cubeプログラムの1つであるMGC（マテリアルズ・グローバルセンター）において、世界トップレベルの人材ネットワークを構築し、それを呼び水とし、世界中の連携機関から「人」・「モノ」・「資金」が集まる国際研究拠点を構築する。また、本センターに新たな機能として、日本発の概念である「Society5.0」を世界に先駆けて実現するために、サイバー空間（仮想空間）とフィジカル空間（現実社

会)の融合を図る「革新的センサ・アクチュエータ」の基礎・基盤研究を推進する研究拠点を構築する。

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。受入期間が長期に亘る連係大学院制度での受入にあっては、受入学生が機構の研究活動への参画を通じて自身の専門分野に係る見識を広め、受入後のキャリア形成に繋がるような研究教育指導に取り組み、研究者又は高度専門職業人として社会に貢献し得る人材を養成する。その取り組みにあっては、クロスアポイントメント制度等を積極的に活用しつつ、大学等のアカデミアだけでなく、企業において活躍できる人材の育成という視点も重視しつつ実施する。また、これらの取り組みが研究者又は技術者の養成や資質の向上に繋がっているか等の視点から、受入期間終了後の進路状況の把握に努めるなど、可能な限り、取り組みの効果を検証できるようなフォローアップ活動を行う。

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 物質・材料研究に係る学術連携の構築

機構は、物質・材料研究分野における優秀な人材と最先端の研究施設を備えた世界的研究拠点としての強みを生かしつつ、世界トップレベルにある国内外の学術機関・人材との継続的な連携・交流を通じて我が国の物質・材料研究分野での学術的活力を更に高める役割を果たすことが求められている。

このため、世界各国の代表的研究機関との国際連携協定等により構築してきた研究ネットワークや、世界の各地域に立ち上げた海外先端研究機関との国際連携研究センターの活動を更に充実・活用しつつ、国内の学術機関との協力協定の締結や研究拠点の設置等に加え、これらの機関をも巻き込む形で国際連携研究センターとしての活動等に発展させることにより、機構を起点としたグローバルな物質・材料研究の連携ネットワークを戦略的に構築する。機関同士の包括協力協定の締結機関数は、毎年度平均で50機関程度を維持する。その際、これまでの活動状況に基づいた協定機関の整理・見直しや、欧米・オセアニア諸国等の世界的に一流の材料研究機関との新規交流開拓を進める。また、先進国との連携に加えてASEAN、中東、アフリカ等の新興国との協力も進め、国際的に卓越した能力を有する人材を含む各国の優秀な研究人材の確保も含めた世界的な人材開発・活用の推進を図る。

さらに、地方大学との連携を通じて、地域の活性化に貢献するため、機構は、国内の様々な地域に点在する研究人材と協働し、地方大学が保有する技術シーズを更に発展させるようなプラットフォーム(ハブ機能)としての役割を担う。

3.4 物質・材料研究に係る産業界との連携構築

機構で創出した研究成果を産業界に橋渡しし、実用化に繋げるため、機構は産業界との連携構築に向けた取り組みを積極的に行う。

1.1の基礎研究及び基盤的研究開発により蓄積される研究ポテンシャルを基に、産業界のニーズやトレンド等、刻々と変化する社会状況に柔軟かつ迅速に対応できるよう、民間企業との共同研究を一層推進するとともに、研究の特性等に応じた多様な連携の仕組みを用意し、産業界への橋渡しに向けた様々な連携スキームを確立する。具体的には、基礎研究と民間企業ニーズの融合による未来を見据えた非連続な革新材料の創出に向けたオープンプラットフォームを形成するとともに、従来からの個別的共同研究に加えて、世界をリードするグローバル企業と大型連携を行う組織的共同研究を推進するために、双方の経営者クラスが関与しトップダウン型で運用する企業連携センターなどの連携形態の充実を図る。例

例えば、M-Cubeプログラムの1つであるMOP（マテリアルズ・オープンプラットフォーム）において、同業多社による水平連携型のオープンプラットフォームを形成し、産学官総掛かりで将来の我が国産業力強化に資する「基礎研究所」機能を果たしつつ、中長期的な研究開発の実施等を行う。

また、特定研究領域において複数の企業や大学、研究機関が参画し、広範囲な技術移転に繋げる仕組みに加え、機構がこれまですそ野を広げてこなかった新たな企業との連携構築も視野に幅広く技術移転を行うべく、企業向けの会員制サービスなどの仕組みの更なる発展を目指す。これらの企業ニーズにマッチした連携活動を充実、発展させることにより、民間企業からの共同研究費等については、毎年度平均で8億円程度を獲得する。

さらに、産業界との意見交換ができる場を設け、機構の仕組みを紹介するとともに、産業界からの意見や要望をできる限り取り入れ、円滑な連携の推進に役立てる。

3.5 物質・材料研究に係る分析・戦略企画及び情報発信

機構は、地球規模の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、更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、外部との連携を含む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活用する。具体的には、物質・材料研究の現場を有している強みを生かし、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も併せて分析しつつ、主要国の国家戦略や国際情勢、研究戦略等も俯瞰したものとする。また、主要研究機関の論文や特許出願等の成果公開情報を活用して、国内外における物質・材料研究の動向の把握に努めるとともに、ベンチマーキングを実施することによって、機構の強みや弱み及びポジショニング等の分析に取り組む。

さらに、機構は、物質・材料研究の中核的機関としての情報発信への取り組みとして、上述の分析結果について適切な形で社会へ発信するとともに、他機関との連携や国内外の著名な編集委員ネットワーク等を通じた国際学術誌「STAM (Science and Technology of Advanced Materials)」の発行を継続し、同誌の材料科学分野における国内外での立ち位置を堅持しつつ、情報発信としての強固な経営基盤に繋げ、ブランド力を持つ国際誌への飛躍を目指す。

3.6 その他の中核的機関としての活動

機構は、社会的ニーズ等への対応として、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。また、民間企業等とも連携しつつ、機構の研究活動から得られた新物質・新材料等の成果物の標準化を目指すとともに、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の国際共同研究を行うなどにより、国際標準化活動に貢献する。

II 業務運営の改善及び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、業務運営に係るPDCAサイクルを循環させ、機構の業務を効果的・効率的に実施する。また、特定国立研究開発法人として、国際的に卓越した人材の適切な処遇、研究環境の整備・研究支援者等の確保と育成等に資するための体制構築と業務フローの改善に取り組む。さらに、独立行政法人や特定国立研究開発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、業務運営に当たっては、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

国立研究開発法人の第一目的である研究開発成果の最大化ともう一つの運営理念である業務運営の効率化を両立させるような組織編成を行う。具体的には、理事長のリーダーシップが存分に発揮され、かつ、最適な経営判断が得られるよう多角的な視点から業務運営を支えるため、研究不正対応やリスク管理を含む内部統制を一元的に推進する体制を構築するとともに、経営戦略機能の一元化、採用から人材育成に携わる部署の集約化等により、適切な責任・権限の分担の下で適正、効果的かつ効率的にマネジメント体制を強化する。

研究運営においては、研究開発課題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繋がらないよう、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。その際、有望なシーズ発掘、民間企業等のニーズ、適切な研究環境の構築などへの機動的な対応に留意し、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研究開発課題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。

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

「独立行政法人における内部統制と評価について」（平成22年3月独立行政法人における内部統制と評価に関する研究会報告書）及び「独立行政法人の目標の策定に関する指針」（平成26年9月総務大臣決定）等を踏まえ、理事長のリーダーシップの下、中長期的な視点での監査計画に基づき、監事との緊密な連携を図り、組織的かつ効率的な内部監査の着実な実施、監査結果の効果的な活用などにより、情報伝達やモニタリング機能等を充実させ、機構業務の効果的・効率的な運営のための内部統制を充実・強化する。

具体的には、機構が中長期目標等に基づき法令等を遵守しつつ業務を行い、機構のミッションを有効かつ効率的に果たすことができるよう内部統制推進体制の構築及び諸規程の見直し等を行う。その際、情報伝達の適切性やリスクマネジメントの最適性等の観点から内部統制の在り方等について検討を行うとともに、担当理事は、必要に応じて、モニタリングや職員との面談等を実施する。加えて、コンプライアンス体制の実効性を高めるため、研修会の実施等により、職員の意識醸成を行う等の取り組みを継続する。

特に、機構のミッションを遂行する上で阻害要因となるリスクの評価・対応、例えば、研究体制の見直し、研究活動における安全確保、利益相反やハラスメントの防止等に向けた組織的取り組みを継続し、機構全体としてPDCAサイクルを定着させる。中でも、研究活動等における不正行為及び研究費の不正使用の防止については、国のガイドライン等の遵守を徹底し、内部監査等とも連携したより一層のチェ

ック体制の強化を推進するとともに、実施状況を適切に発信する。加えて、研究不正等の事実発生時又は当該リスク顕在時においては、理事長のリーダーシップの下、機構で定めた対応方針等に即して適切な対応を行う。

また、政府機関の情報セキュリティ対策のための統一基準群を踏まえ、機構の情報システムに係るセキュリティポリシーや対策規律を適宜見直し、適切な対策を講じるための体制を維持するとともに、これに基づき情報セキュリティ対策を講じ、情報システムに係るセキュリティ向上等の組織的対応能力の強化に取り組む。加えて、対策の実施状況を毎年度把握し、PDCAサイクルによる改善を図り、「**情報システムの整備及び管理の基本的な方針**」（令和3年12月24日デジタル大臣決定）にのっとり、**情報システムの適切な整備及び管理を行い**、機構の情報技術基盤の維持管理及び強化に努める。

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、理事長と研究組織の長との間で情報・意見交換を定期的に行う機会を設ける。

(2) 機構の業務運営等に係る第三者評価・助言の活用

機構の業務運営等の全般事項について多様な視点から助言を受けるため、物質・材料研究分野における世界各国の有識者で構成されるアドバイザリーボードを開催する。研究開発業績の総合的評価と理事長のマネジメントを含む業務運営への助言をよりの確かつ実効的に行えるように、ボードメンバーの選定において十分に思慮するとともに、その結果を機構の業務運営等において最大限に活用する。また、機構のプロジェクト研究について、第一線の研究者等から構成される外部評価委員会による事前・中間・事後評価を受け、評価結果をプロジェクト研究の設計・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。

(4) 業務全体での改善及び効率化

①経費の合理化・効率化

機構は、管理部門の組織の見直し、調達合理化、効率的な運営体制の確保等に引き続き取り組むことにより、経費の合理化・効率化を図る。

運営費交付金を充当して行う事業は、新規に追加されるもの、拡充分及び特殊要因経費（本中長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）は除外した上で、一般管理費（人件費を除く。）及び業務経費（人件費を除く。）の合計について、毎年度平均で前年度比1.23%以上の効率化を図る。新規に追加されるもの又は拡充分は、翌年度から効率化を図る。人件費の効率化については、次項に基づいて取り組む。

②人件費の合理化・効率化

機構の役職員の報酬・給与については、適切な人件費の確保に努めることにより優れた研究人材及び研究支援人材を養成・確保するべく、「独立行政法人改革等に関する基本的な方針」（平成25年12月24日閣議決定）等の政府の方針を踏まえ、引き続き人件費の適正化を図る。給与水準については、ラスパイレス指数、役員報酬、給与規程、俸給表及び総人件費を公表するとともに、国民に対して納得が得ら

れるよう説明する。また、給与水準の検証を行い、これを維持する合理的な理由がない場合には必要な措置を講ずることにより、給与水準の適正化に取り組み、その検証結果や取り組み状況を公表する。

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、毎年度策定する調達等合理化計画に基づくPDCAサイクルにより公正性・透明性を確保しつつ、研究開発等の特性を踏まえた迅速かつ効果的な調達にも留意した上で、自律的かつ継続的に調達等の合理化に関する取り組みを行う。

また、県内複数機関による共同調達連絡協議会を通じた共同調達の拡充について、参画機関と検討を行う。

④保有資産の見直し

保有資産については、実態把握を継続的に行い、資産の利用度及び有効活用の可能性等の観点に沿って、その保有の必要性について厳しく検証する。

(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 財務内容の改善に関する目標を達成するためにとるべき措置

機構は、予算の効率的な執行による経費の節減に努めるとともに、受益者負担の適正化にも配慮しつつ、積極的に、施設使用料、特許実施料等の自己収入の増加等に努め、より健全な財務内容の実現を図る。また、独立行政法人会計基準の改訂等を踏まえ、運営費交付金の会計処理として、収益化単位の業務ごとに予算と実績を管理する体制を構築する。

運営費交付金の債務残高についても勘案しつつ予算を計画的に執行する。必要性がなくなつたと認められる保有資産については適切に処分するとともに、重要な財産を譲渡する場合は計画的に進める。

1. 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

2. 短期借入金の限度額

短期借入金の限度額は20億円とする。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。

3. 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

重要な財産を譲渡、処分する計画はない。保有資産の必要性について適宜検証を行い、必要性がない

と認められる資産については、独立行政法人通則法の手続きに従って適切に処分する。

4. 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

5. 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。

IV 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長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、中長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

職員の能力を最大限に引き出し、効率的かつ効果的な職場環境を実現するため、計画的かつ戦略的に優秀な人材を確保するとともに確保した職員の資質向上の観点から、「科学技術・イノベーション創出の活性化に関する法律」（平成20年法律第63号）第24条に基づいて策定した「人材活用等に関する方針」に則って次の取組を進める。

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維持する。また、若手・女性研究者の活用及び国際的に卓越した研究者の積極的採用・確保・育成等を進めるとともに、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。さらに、新たなイノベーション創出を目指し、クロスアポイントメント制度の活用等により、企業や大学等の研究者を受け入れる。

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、様々な研修機会を活用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。

また、機構の研究者や技術者の技術やノウハウが、組織として適切に伝承されるよう、若手研究者の組織的な指導教育、転出時における引継ぎの徹底などにより、データ管理と活用等の観点から適切な方策を講じる。

3. 中長期目標期間を超える債務負担

中長期目標期間を超える債務負担については、研究基盤の整備等が中長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

前中長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。

- ・ 中長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 機能性材料領域

- ・機能性材料のシーズ顕在化に向けたプロセス技術の創出

本プロジェクトでは、機構で見出された様々な機能性材料の社会実装を加速するとともに、スマート生産システムへの対応を進めるため、性能／品質／生産性の3つの要素を満たす高度かつ先進的なプロセス技術を開発する。また、急速な温度変化や成形加工時の熱力学、界面現象を解明し、高性能化の阻害要因を克服するための基盤技術を強化しつつ、産学の先端技術を結集することで、早期の量産化を目指す。具体的には、架橋高分子や硬質カーボン、エレクトロクロミック材料の薄膜形成プロセスを高度化することで、分離機能材料や表示材料としての実用化を目指し、無機コーティング技術の高度化により、機械、光、電気、生体、防汚など複数の要求性能の向上と最適化を目指す。さらに、次世代超伝導線材の製造プロセスを開発し、輸送、エネルギー、医療など幅広い分野での応用を目指す。

特に、分離機能材料では、油田やガス田開発における随伴水処理、有価資源の分離と精製、あるいは土壌改質に利用可能な有機溶媒耐性ナノ濾過膜、高分子や無機系の高性能吸着材の量産化を目指す。また、酸化還元ポリマーのスイッチング機能を利用して、省エネルギーの建材用スマートウインドウを開発する。一方、電気泳動法による無機ナノ粒子の塗布プロセス、ナノ構造成膜プロセスの高度化により、LEDの発光効率を向上させ、アパタイト系コーティング膜の長期安定性を実現することで、早期骨癒合などへの実用化を推進する。さらに、16テスラ級高性能超伝導線材の製造プロセスを確立し、超大型加速器などの高磁場応用に向けた基盤技術の開発を推進する。また、超伝導材料の微小領域での評価を行うため、高分解能STM-SQUIDハイブリッド磁気顕微鏡を開発する。

- ・結晶・界面の階層的構造制御による機能顕在化のための研究

本プロジェクトでは、広義の機能性材料を対象とする研究開発において、高度な電子機能、光学機能、熱・機械機能、生体機能等の具現化を目指し、薄膜、バルク結晶質材料、粉体・セラミックス、生体材料各分野の研究者が有機的に連携した研究開発を進める。具体的には、高温動作するセンサ材料、パワーデバイス・遠紫外線光源用ワイドギャップ材料、高輝度照明用発光材料などの省エネルギーのための機能材料、及び、生体接着剤、骨補填材等の生体機能材料などを開発対象とする。これらの機能を顕在化させるには、ドーパントや点欠陥という局所的0次元構造、表面・界面という2次元構造、さらにそれらを含む3次元の複合構造、というナノからマクロに至る各次元、各階層での構造制御にとどまらず、各階層間の相互作用の制御も必要であるため、材料自身をシステムとして捉え、マルチスケールにわたる材料開発プロトコルの構築を意識した研究開発を推進する。

特に、省エネ社会の実現に向け、絶縁破壊電界が10 MV/cm級の高品位ダイヤモンド、予熱無しに10秒以下の応答速度で動作する水素センサ、レーザー励起下でもチップ温度が100 °Cを超えない低損失蛍光体、400 °Cでも高い絶縁抵抗を有する圧電センサ材料、水銀ランプ代替を可能にする10 mW/cm²級の遠紫外線発光素子等を開発する。生体機能材料では、湿潤組織・臓器等を迅速かつ強力に接着した後に2ヶ月程度で吸収される外科用接着剤や、強度を1ヶ月間保った後に1年程度で溶解・消失する骨折部治療用生体吸収性金属材料、細胞侵入可能な連通孔の気孔率が95%以上で90%以上の細胞の播種率を有する再生医療用三次元マイクロパターン化材料等の開発を進める。また、階層的組織制御を実現する合成法の開発を進め、新規超硬質材料や高品位透明焼結体等の実現に繋げる。

・機能性材料創出のための基礎・基盤研究

本プロジェクトでは、未来の超スマート社会の実現に向け、多大なインパクトをもたらす得る革新的な次世代機能性材料の開発を目指す。具体的には、機構がすでに先導的地位を保っている「超伝導機能材料」「強相関機能材料」「分子性機能材料」「ナノ構造機能材料」の4つの材料に関して、新規材料合成、単結晶育成、構造・組成解析、微細加工技術の高度化、伝導・磁性・光学物性評価、デバイス応用など、一連の研究を総合的に遂行する。これによって、IoTや自動運転などで求められるセンサや、次世代の省電力コンピューティングなどに向けた量子機能に資する新規機能材料を創出する。

特に「超伝導機能材料」では、新超伝導材料や新機能の探索、超伝導体の電子状態や超伝導メカニズムの解明を通して、テラヘルツ発振素子、ボルテックスを利用した次世代高速省電力デバイス等の研究開発を行う。「強相関機能材料」では電子の強相関性に基づく新たな量子機能を見出し、そのメカニズム解明を通して、メモリ、センサ等の次世代量子機能性デバイスを目指した研究開発を行う。「分子性機能材料」では、立体的に造り込まれた分子構造と物性・機能相関の精査とその精密集積構造を可能とする集積化手法を高度化・確立し、高電気伝導性を持たせる等革新的分子性機能材料の研究開発を行う。

「ナノ構造機能材料」では、センサ、無線通信、情報処理などの要素技術を発展させ、半導体ナノ構造、フォトリソグラフィ、非線型光学材料等の研究開発を行う。具体的には、電子冷却可能な80 K以上の高温で動作し、かつ現行の2倍の高輝度の量子光源の実現に向けた技術開発を行う。また、水銀、カドミウム等の有毒元素を含まない量子効率10 %級の赤外検出器や現行の10倍以上の感度を持つセンサ材料の作製技術を確立する。

1.1.2 エネルギー・環境材料領域

・エネルギー変換・貯蔵システム用材料の基盤研究

本プロジェクトでは、エネルギーバリューチェーンの最適化に向け、多様なエネルギー利用を実現するためのネットワークシステムの構築を意識したエネルギー・環境材料の開発を行う。クリーンで経済的なエネルギーネットワークシステムを実現する上において材料科学が大きな役割を担う太陽電池、全固体二次電池、空気電池、燃料電池、水素製造システム、熱電デバイス等に関わる材料開発を、システム化・デバイス化を明確に目指して行う。さらに、エネルギー変換・貯蔵の基盤としての電極触媒の開発、理論計算科学による機構解明・材料設計、及びマテリアルズ・インフォマティクスを活用等により、材料開発を加速する。

特に、太陽電池では、ペロブスカイト型太陽電池の効率・安定性の向上と非鉛系新材料の探索を行う。化合物半導体太陽電池では、III族窒化物系ならびに量子ドット系の開発を進める。水素製造・利用材料では、水素製造触媒・分離膜ならびに水電解用電解質膜の材料系を確定し、デバイスを試作するとともに、長寿命化を図る。蓄電材料では、現行デバイスと差別化可能な全固体電池、空気電池、スーパーキャパシタのための材料系を確立する。熱電材料では、熱エネルギー回収用に向け、室温～600 Kの範囲における現行材料の性能をユビキタス元素系材料で達成し、その材料を用いて素子の開発を行う。これら各デバイスに特化した材料開発に加え、共通基盤材料として燃料電池酸素極を、また、水電解水素極として小さな過電圧と安定性を示す非貴金属触媒を、それぞれ実現するとともに、これらの材料開発を加速するための界面現象に対する理論計算技術、新規材料探索手法及び高効率大規模計算技術を確立する。

1.1.3 磁性・スピントロニクス材料領域

・省エネデバイスのための磁性・スピントロニクス材料の基盤研究

本プロジェクトでは、クリーンで経済的なエネルギーシステムの実現に貢献する磁性材料の開発と情報通信技術分野の省エネに繋がる磁気・スピントロニクスデバイスの開発に資する基盤研究を実施する。磁石特性、メモリ特性、ストレージ特性、磁気センサ特性、磁気抵抗特性などの磁気に起因する機能を省エネデバイスやメモリ・ストレージデバイスに応用するためには、強磁性体と非磁性体の複相構造を原子レベルの精度で制御しなければならない。このような磁気・スピントロニクス素子を作製するためのナノ構造制御技術、成膜技術、微細加工技術を発展させるとともに、材料・デバイスの構造をマイクロ・ナノ・原子レベルのマルチスケールで評価し、材料のポテンシャルを最大限に活かした磁気・伝導特性を発現する材料とそれを用いた素子を開発する。そのために、強磁性／非磁性複合構造から得られる磁気特性・伝導特性を理論的に予測し、それを指針としつつ、開発研究を効率的に推進する。

特に、ネオジム磁石の保磁力を向上させるための微細構造制御、さらに、Nd-Fe-B系以外の高性能磁石開発のための基礎研究を行い、希少金属を使わずに現行の市販磁石よりも優れた特性の磁石開発を目指す。また、高スピン偏極・低磁気緩和・低飽和磁化・高磁気異方性など、スピントロニクスデバイスで要求される様々な磁気物性を持つ新材料を探索し、それらを用いた低抵抗高出力磁気抵抗素子開発に繋げるほか、大容量データストレージにおける省エネを実現するために、ハードディスクドライブにおいて4 Tbit/in²に対応できる超高密度磁気記録媒体を試作、そのような高密度磁気記録に対応できる磁気センサ用高出力磁気抵抗素子を開発する。併せて、省エネコンピューティングに寄与するSTT-MRAMやストレージクラスメモリの基盤技術となる垂直強磁性トンネル接合の材料・素子化の研究開発を行う。これらの実験研究と平行して、理論計算による物性予測と実験結果の理論的解釈を行うことにより、成果の創出を加速する。また、材料・素子化には構造を原子レベルで解析・評価する必要があるため、そのための3次元アトムプローブ、TEM、SEM/FIBを補完的に用いて行うマルチスケール組織解析技術、磁区イメージング技術、有限要素マイクロマグネティクスシミュレーション手法の高度化に取り組み、プロジェクト内で創製、試作される材料・デバイスの特性向上に必要な解析研究を実施する。

1.1.4 構造材料領域

- ・界面制御による構造材料・構造体の高信頼性化

本プロジェクトでは、鉄鋼、非鉄合金、樹脂、炭素繊維やそれらの複合材料などを対象とし、結晶粒・異相・異材などのあらゆる界面を高度に制御して、構造材料及び構造体の高性能化に資する基礎技術を開発する。母材と接合技術の開発から試作材を創製し、静的強度や長時間損傷過程を精緻に評価し、その発現機構を先端解析機器や計算機シミュレーションを活用して明らかにし、得られた組織制御指針を母材開発にフィードバックすることによって更なる性能の向上を図る。

特に、鉄鋼や非鉄金属材料において、粒界の微視構造や結晶粒の形態・方位などを高度に制御して強度と靱性・延性の両立特性を改善するための加工熱処理技術を、温間加工プロセスをベースとして開発するほか、溶接部や異材接合界面の接合原理の微視スケールからの解明に基づく新たな接合技術を開発し、マルチマテリアル化による構造体性能を向上させる。さらに、マクロ特性評価技術開発では、各種の異相界面や不均質組織の微視的挙動から長時間材質劣化機構を解明し、長時間クリープ、ギガサイクル疲労、水素脆化特性の定量評価と合わせてマクロ特性と微視組織の関係を明確化する。また、ナノスケール解析技術と計算機シミュレーション技術開発では、電子顕微鏡と元素分析の組合せによる界面構造や粒界第二相組成の定量解析や電子線チャネリングコントラスト像によるナノ・マイクロのハイスループットな組織解析技術の開発、ナノインデンテーション法の多環境計測化、電子顕微鏡その場測定技術の開発、マルチスケールのモデル化を実現するための多様な手法を連成した計算手法の開発を行う。

- ・グリーンプロセスを用いた高性能構造材料の創製

本プロジェクトでは、地球環境負荷低減の観点から、火力発電や航空機等に使われる燃焼機関の高効率化を目的とし、耐熱鋼、チタン合金、ニッケル合金、金属間化合物、セラミックス及びその複合材料などを対象とする。これらの耐熱材料に対して、3次元積層造形等のニアネットシェイプ製造技術、システムの複雑化に対応するための異種材料接合・剥離技術等のグリーンプロセスを開発するとともに、これらのプロセスで製造された部材の評価技術を確立する。また、プロセス最適化のための組織・特性予測モデルを構築し、それを駆使して高性能構造材料の基盤技術の確立を目指すとともに、火力発電や航空機ジェットエンジン等高温機器の高効率化を実現する環境低負荷社会のための高性能材料を創製する。

特に、加工性の悪い耐熱材料に対する3次元微粒子積層による部材造形プロセスの高度化と非破壊分析による信頼性評価技術の確立、金属、セラミックス、高分子など異種材料の新たな接合技術、バイオミメティクスによる可逆性グリーンインテグレーション技術を確立する。また、これらのプロセスにより得られた組織変化と組織に基づく特性をデータベース化し、組織形成及び特性（強度、クリープ、耐酸化性）を予測し、低コスト・短時間・高効率に材料創製を行うための材料理論設計ツール（デザインインテグレーション技術）を構築する。グリーンプロセスの最適化とデザインインテグレーションにより、耐熱チタン合金、TiAl、耐熱鋼、ニッケル基超合金を、歩留まり良く、低い投入エネルギーで創製し、かつ従来の材料より高い特性を発現させる。さらに、最外層へ耐摩耗性・高潤滑性や耐酸化性を付与するコーティング等、表面構造制御プロセスを確立し、最適化すること（プロセスセクション）によって、求められる機能がより高温で発現するような材料を創出する。

1.1.5 ナノ材料領域

- ・ケミカルナノ・メソアーキテクトニクスによる機能創出

本プロジェクトでは、無機から有機までの多様なナノマテリアルを精密合成、高次集積化し、高度な機能を発揮する新材料を構築する「ケミカルナノ・メソアーキテクトニクス」研究を推進する。そのために、様々な先端的合成技術と計算科学的アプローチを組み合わせる新規ナノマテリアルを合成し、ナノからメソレンジでそれらを配列・集積化・複合化するケミカルプロセスを確立する。この技術を基盤として人工ナノ構造を設計して新しいメカニズムに基づく機能、作用の発現を図り、経済・社会的課題の解決や超スマート社会実現の鍵となる、エレクトロニクス、環境・エネルギー技術に新展開をもたらす新材料、新技術の開発を行う。

特に、ナノマテリアル創製においては、剥離技術、コア・シェル形成技術、鋳型合成技術などMANAの得意技術を適用し、組成、構造、サイズ、形状が高度に制御された低次元ナノマテリアル、ナノ細孔材料を合成し、ナノスケールに由来する特異な機能を先鋭化する。次に、これらを基本ブロックとしてナノ高次構造、ナノ接合界面を設計的に構築して、ナノパーツ間の協奏的相互作用、混成効果を誘起・制御する新技術を実現する。これによりユビキタス元素で構成される高効率熱電材料やナノワイヤー型太陽電池、高容量、出力性能を両立する新型蓄電材料など、新規電子材料、エネルギー材料やデバイスを開発する。

- ・システムナノアーキテクトニクスによる機能開発

本プロジェクトでは、超低消費電力の情報処理技術、ならびに低コストかつ効率的なオーダーメイド医療技術の実現など、新たな価値創出のコアとなる科学と技術の開拓を目的として研究を推進する。そ

のために、原子・分子・量子ナノデバイス開発、ナノアーキテクトニック次世代デバイス開発、ナノアーキテクトニック・システムの機能創発の解析、ナノアーキテクトニック・ライフシステムの開拓を行う。物理学、化学、生物学、工学、医学分野に渡る幅広い分野の研究者が、目標の達成に向けて横断的に協力して目標達成を図る。

特に、ナノデバイスでは、単分子ダイオード、ナノイオニクス機能スイッチング、ナノプラズモニックデバイス、室温ゼロ抵抗デバイスなど、従来の電子デバイスとは一線を画した原子・分子・量子ナノデバイスの提唱と実証を進める。ナノアーキテクトニック次世代デバイスとしては、1/100から1/1000の電力で動作する原子層レベル薄膜トランジスタや超伝導デバイスを開発する。一方、システムナノアーキテクトニクスに欠かせない基盤技術開発では、世界に先駆けて多機能・高速多探針走査プローブ顕微鏡を実現し、ナノアーキテクトニック・システムの創発機能を解析する。また100万原子以上を取り扱う大規模第一原理計算手法を高度化し、デバイス・システムの機能予測を実現する。さらに、ライフインベーシオンに資するナノライフシステムとして、世界標準のモバイル呼気診断デバイスや低侵襲・副作用フリーの癌治療法の確立を目指す。

1.1.6 先端材料解析技術領域

- ・先進材料イノベーションを加速する最先端計測基盤技術の開発

本プロジェクトでは、物質・材料研究において横断的かつ基盤的な役割を果たし、超スマート社会の実現や先進材料のイノベーションを加速するための鍵となる先端材料解析技術の研究開発を行う。社会ニーズに応える先進材料の有用な機能を担うのは、表界面や表層もしくはバルク内部における特徴的な構造、組成の変調、配向や組織、電子状態・スピン状態等であり、機能の発現機構の根源的かつ効率的な解明には、これらの構造・特性を様々なスケール・環境下で的確に捉える計測解析技術が必要である。そこで、本プロジェクトでは、サブ原子レベルからマクロな系にいたるマルチスケール計測技術、多様な環境場におけるオペランド（実動環境下）観測技術、さらには、計算科学との融合による計測インフォマティクス等の最先端計測技術を開発し、それらを適切に組み合わせることで、包括的かつ相補的な高度材料解析技術を実現する。

特に、最表面敏感計測として複合極限場における分解能1meV以下の電子状態計測、1%超の制御歪場計測等を開発するほか、表層化学状態・電子状態に関する高ダイナミックレンジ（単原子量～数十マイクロメートル）の計測情報分離技術を確立し、一桁以上の高速化と自動化を実現する。先端電子顕微鏡計測として、元素ポテンシャルを単原子レベルで識別できる低損傷定量計測技術、独自試料ホルダーシステムによるその場物性計測技術等を開発するとともに、強磁場NMR・物性の計測可能領域（温度、周波数、磁場、感度、分解能）を拡大し、計測可能種を年間1件以上の割合で拡大、非晶質物質局所構造を年間1件以上の割合で解明する。さらに、パルス及び定常偏極中性子、小型中性子等による低温から高温（2-1600 K）、高圧（0-10 GPa）下の非破壊高精度オペランド計測法を確立するとともに、X線自由電子レーザーや放射光源を用いてフェムト～サブミリ秒レベルの時間分解能の原子レベルの電荷分布、埋もれた薄膜や多層膜のナノ構造や物性変化の計測技術を確立する。さらに、開発した技術を先進材料研究に応用し、材料イノベーションの効率最大化に資する。

【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（中長期計画の予算）

平成28年度～平成34年度予算

（単位：百万円）

区 分	研究開発	中核機関 活動等	法人共通	合 計
収 入				
運営費交付金	48,736	25,949	10,818	85,503
施設整備費補助金	720	6,601	15	7,336
自己収入	85	696	0	781
受託等事業収入	22,486	8,573	0	31,059
補助金等収入	1,277	0	0	1,277
設備整備費補助金	0	826	0	826
計	73,304	42,645	10,833	126,782
支 出				
運営費事業	48,820	26,645	10,818	86,283
一般管理費	0	0	10,818	10,818
うち、人件費（事務部門）	0	0	3,346	3,346
物件費	0	0	7,472	7,472
業務経費	48,820	26,645	0	75,465
うち、人件費（事業部門）	29,134	7,113	0	36,247
物件費	19,686	19,532	0	39,218
施設整備費	720	6,601	15	7,336
設備整備費	0	826	0	826
受託等事業費（間接経費含む）	22,486	8,573	0	31,059
補助金等事業費（間接経費含む）	1,277	0	0	1,277
計	73,304	42,645	10,833	126,782

※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 35,238百万円を支出する。但し、上記の額は、役員報酬及び職員給与に相当する範囲の費用である。

【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、新規に追加されるもの又は拡充分についても、翌年度から効率化を図る。

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

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

$\varepsilon(y)$ ：当該事業年度における特殊要因経費

F(y)：当該事業年度における新規又は拡充分

B(y)：当該事業年度における自己収入

○一般管理費 $C(y) = P_c(y) + C_c(y)$

・人件費 $P_c(y) = \{P_c(y-1) - \varepsilon(y-1)\} \times \sigma$ （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 $P_c(y)$ であり、直前の事業年度における新規又は拡充分 $F(y-1)$ を含む。

$\varepsilon(y)$ ：特殊要因経費。具体的な説明は後述。 $\varepsilon(y-1)$ は直前の事業年度における $\varepsilon(y)$ 。

σ ：人件費調整係数。各事業年度の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 $Cc(y) = \{Cc(y-1) - \varepsilon(y-1)\} \times \beta$ (係数)

$Cc(y)$ ：当該事業年度における一般管理費のうちの物件費。 $Cc(y-1)$ は直前の事業年度における $Cc(y)$ であり、直前の事業年度における新規又は拡充分 $F(y-1)$ を含む。

$\varepsilon(y)$ ：特殊要因経費。具体的な説明は後述。 $\varepsilon(y-1)$ は直前の事業年度における $\varepsilon(y)$ 。

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 $R(y) = Pr(y) + Rr(y) \times \gamma$ (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。

・人件費 $Pr(y) = \{Pr(y-1) - \varepsilon(y-1)\} \times \sigma$ (係数)

$Pr(y)$ ：当該事業年度における事業部門の人件費。 $Pr(y-1)$ は直前の事業年度における $Pr(y)$ であり、直前の事業年度における新規又は拡充分 $F(y-1)$ を含む。

$\varepsilon(y)$ ：特殊要因経費。具体的な説明は後述。 $\varepsilon(y-1)$ は直前の事業年度における $\varepsilon(y)$ 。

σ ：人件費調整係数。各事業年度の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 $Rr(y) = \{Rr(y-1) - \varepsilon(y-1)\} \times \beta$ (係数)

$Rr(y)$ ：当該事業年度における業務経費のうちの物件費。 $Rr(y-1)$ は直前の事業年度における $Rr(y)$ であり、直前の事業年度における新規又は拡充分 $F(y-1)$ を含む。

$\varepsilon(y)$ ：特殊要因経費。具体的な説明は後述。 $\varepsilon(y-1)$ は直前の事業年度における $\varepsilon(y)$ 。

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 $\varepsilon(y)$

事故の発生等の事由により時限的に発生する経費、本中長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の経費であって、運営費交付金算定ルールに影響を与えうる規模の経費。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。

○新規又は拡充分 $F(y)$

新規に追加されるもの、拡充分など、社会的・政策的要請を受けて行う重点施策の実施のために増加する経費（一般管理費、業務経費）であり、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。 $F(y-1)$ は直前の事業年度における $F(y)$ として、一般管理費（人件費： $Pr(y-1)$ 、物件費： $Cc(y-1)$ ）、業務経費（人件費： $Pr(y-1)$ 、物件費： $Rr(y-1)$ ）にそれぞれ含める形で算出される。

○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（定常的に見込まれる自己収入に限り、増加見込額及び臨時に発生する寄付金、受託収入、知財収入などその額が予見できない性質のものを除く。）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。

○一般管理費 $C(y)$ 及び業務経費 $R(y)$ の算定にあたっての留意事項

一般管理費 $C(y)$ の算定に用いる物件費 $Cc(y)$ 及び業務経費 $R(y)$ の算定に用いる物件費 $Rr(y)$ については、以下の数式により決定された金額を基に、 $Cc(y)$ は $Cc(y)^\wedge$ として、 $Rr(y)$ は $Rr(y)^\wedge$ として、それぞれ読み替えて位置付けた上で一般管理費及び業務経費の算定額に反映する。

$$Cc(y) \wedge + Rr(y) \wedge = \{Cc(y) + Rr(y)\} \times \alpha \text{ (係数)}$$

α : 一般管理費（人件費を除く。）及び業務経費（人件費を除く。）の合計に係る効率化係数。中長期目標に記載されている一般管理費（人件費を除く。）及び業務経費（人件費を除く。）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。

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、中長期目標期間中に一般管理費（人件費を除く。）及び業務経費（人件費を除く。）の合計における効率化係数（毎年度平均△1.23%）、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、新規又は拡充分については、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】施設整備費補助金については、現時点で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、各事業年度における施設・設備の改修・更新等に必要な経費が再計算され決定される。

2. 収支計画

平成28年度～平成34年度収支計画

(単位：百万円)

区 分	研究開発	中核機関 活動等	法人共通	合 計
費用の部	81,185	34,976	11,066	127,226
經常費用	78,208	34,252	10,640	123,100
一般管理費	0	0	10,438	10,438
うち、人件費（事務部門）	0	0	3,362	3,362
物件費	0	0	7,076	7,076
業務経費	44,134	21,325	0	65,459
うち、人件費（事業部門）	29,276	7,147	0	36,423
物件費	14,858	14,178	0	29,036
受託等事業費（間接経費含む）	22,486	8,573	0	31,059
補助金等事業費（間接経費含む）	1,277	0	0	1,277
減価償却費	10,311	4,354	202	14,868
財務費用	10	0	85	95
臨時損失	2,967	724	341	4,031
収益の部	81,185	34,976	11,066	127,226
運営費交付金収益	42,864	20,338	10,386	73,588
受託等事業収益	22,486	8,573	0	31,059
補助金等収益	1,277	0	0	1,277
その他の収益	85	696	0	781
賞与引当金見返に係る収益	297	72	34	403
退職給付引当金見返に係る収益	898	219	103	1,221
資産見返運営費交付金戻入等	10,311	4,354	202	14,868
臨時利益	2,967	724	341	4,031
純利益	0	0	0	0
目的積立金取崩額	0	0	0	0
総利益	0	0	0	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28年度～平成34年度資金計画

(単位：百万円)

区 分	研究開発	中核機関 活動等	法人共通	合 計
資金支出	73,304	42,645	10,833	126,782
業務活動による支出	64,743	31,787	10,228	106,758
投資活動による支出	7,516	10,057	326	17,899
財務活動による支出	1,044	801	279	2,125
次期中長期目標の期間への繰越金	0	0	0	0
資金収入	73,304	42,645	10,833	126,782
業務活動による収入	72,583	34,471	10,818	117,873
運営費交付金による収入	48,736	25,949	10,818	85,503
受託等事業収入	22,486	8,573	0	31,059
補助金等収入	1,277	0	0	1,277
自己収入（その他の収入）	85	696	0	781
投資活動による収入	720	7,427	15	8,162
施設整備費による収入	720	6,601	15	7,336
設備整備費による収入	0	826	0	826
財政活動による収入	0	0	0	0
無利子借入金による収入	0	0	0	0
前期中長期目標の期間よりの繰越金	0	0	0	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。