

第4期中長期目標期間

自 平成 28 年 4 月 1 日

至 令和 5 年 3 月 31 日

第4期中長期目標期間終了時に 見込まれる業務実績等報告書

国立研究開発法人物質・材料研究機構

<目次>

第4期中長期目標期間 項目別評価総括表	1
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	
1. 当事務及び事業に関する基本情報	2
2. 主要な経年データ	2
3. 中長期目標、中長期計画、年度計画、主な評価軸、業務実績等、年度評価に係る自己評価	3
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	11
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	14
1. 1. 4 構造材料領域における研究開発	18
1. 1. 5 ナノ材料領域における研究開発	22
1. 1. 6 先端材料解析技術領域における研究開発	25
1. 1. 7 情報統合型物質・材料研究領域における研究開発	28
2. 研究成果の情報発信及び活用促進	36
2. 1 広報・アウトリーチ活動及び情報発信	36
2. 1. 1 広報・アウトリーチ活動の推進	36
2. 1. 2 研究成果の情報発信	38
2. 2 知的財産の活用促進	40
3. 中核的機関としての活動	42
3. 1 施設及び設備の共用	42
3. 2 研究者・技術者の養成と資質の向上	45
3. 3 物質・材料研究に係る学術連携の構築	49
3. 4 物質・材料研究に係る産業界との連携構築	51
3. 5 物質・材料研究に係る分析・戦略企画及び情報発信	53
3. 6 その他の中核的機関としての活動	54

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

2. 主要な経年データ	56
1. 組織編成の基本方針	56
2. 業務運営の基本方針	59
(1) 内部統制の充実・強化	59
(2) 機構の業務運営等に係る第三者評価・助言の活用	60
(3) 効果的な職員の業務実績評価の実施	61
(4) 業務全体での改善及び効率化	62
① 経費の合理化・効率化	62
② 人件費の合理化・効率化	63
③ 契約の適正化	64
④ 保有資産の見直し等	66
(5) その他の業務運営面での対応	67

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

1. 予算(人件費の見積もりを含む。)、収支計画及び資金計画	69
2. 短期借入金の限度額	71
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	71
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	71
5. 剰余金の使途	72

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	74
2. 人事に関する計画	75
3. 中長期目標期間を超える債務負担	77
4. 積立金の使途	77

(別添) 中長期目標・中長期計画	79
------------------	----

第4期中長期目標期間 項目別評定総括表

※H28年度からR2年度までの年度評価は文部科学大臣評価、R3年度の年度評価及び中長期目標期間見込評価は物質・材料研究機構の自己評価を記入。また、括弧付き小文字英数字は補助評定を表す。

中長期目標(中長期計画)	年度評価							中長期目標 期間評価	項目 別 調 書 No.	備 考
	H28 年度	H29 年度	H30年 度	R1 年度	R2 年度	R3 年度	R4 年度	見込評価		
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	—	—	—	—	—	—	—			
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	—	—	A	A	A	S	—	S	I-1	
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 機能性材料領域における研究開発	B	B	(a)	(a)	(s)	(s)	—	(s)		
1. 1. 2 エネルギー・環境材料領域における研究開発	A	A	(a)	(a)	(a)	(s)	—	(s)		
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	A	S	(s)	(a)	(s)	(s)	—	(s)		
1. 1. 4 構造材料領域における研究開発	B	A	(a)	(a)	(a)	(s)	—	(s)		
1. 1. 5 ナノ材料領域における研究開発	A	A	(a)	(s)	(a)	(s)	—	(s)		
1. 1. 6 先端材料解析技術領域における研究開発	A	A	(a)	(a)	(a)	(a)	—	(a)		
1. 1. 7 情報統合型物質・材料研究領域における研究開発	B	B	(b)	(a)	(a)	(s)	—	(s)		
2. 研究成果の情報発信及び活用促進	—	—	A	A	A	S	—	S	I-2,3	
3. 中核的機関としての活動	—	—	—	—	—	—	—	—		
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	S	S	(s)	(s)	(s)	(s)	—	(s)		
2. 1. 2 研究成果の情報発信	B	B	(b)	(a)	(s)	(s)	—	(s)		
2. 2 知的財産の活用促進	B	B	(a)	(a)	(a)	(s)	—	(s)		
3. 1 施設及び設備の共用	A	A	(a)	(a)	(a)	(s)	—	(s)		
3. 2 研究者・技術者の養成と資質の向上	B	A	(a)	(a)	(a)	(s)	—	(s)		
3. 3 物質・材料研究に係る学術連携の構築	B	B	(b)	(a)	(a)	(s)	—	(a)		
3. 4 物質・材料研究に係る産業界との連携構築	A	A	(s)	(s)	(s)	(s)	—	(s)		
3. 5 物質・材料研究に係る分析・戦略企画及び情報発信	B	A	(a)	(a)	(s)	(s)	—	(s)		
3. 6 その他の中核的機関としての活動	B	A	(a)	(a)	(b)	(a)	—	(a)		

中長期目標(中長期計画)	年度評価							中長期目標 期間評価	項目 別 調 書 No.	備 考
	H28 年度	H29 年度	H30年 度	R1 年度	R2 年度	R3 年度	R4 年度	見込評価		
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	—	—	B	B	A	A	—	A	II	
1. 組織編成の基本方針	B	B	(a)	(a)	(a)	(a)	—	(a)		
2. 業務運営の基本方針	—	—	—	—	—	—	—	—		
(1)内部統制の充実・強化	B	B	(b)	(b)	(a)	(a)	—	(a)		
(2)機構の業務運営等に係る第三者評価・助言の活用	B	B	(b)	(a)	(a)	(a)	—	(a)		
(3)効果的な職員の業務実績評価の実施	B	B	(a)	(a)	(a)	(a)	—	(a)		
(4)業務全体での改善及び効率化	—	—	—	—	—	—	—	—		
①経費の合理化・効率化	B	B	(b)	(b)	(b)	(b)	—	(b)		
②人件費の合理化・効率化	B	B	(b)	(b)	(b)	(b)	—	(b)		
③契約の適正化	B	B	(b)	(a)	(a)	(a)	—	(a)		
④保有資産の見直し等	B	B	(b)	(b)	(b)	(b)	—	(b)		
(5)その他の業務運営面での対応	B	B	(b)	(b)	(b)	(a)	—	(b)		
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	—	—	B	B	B	B	—	B	III	
1. 予算(人件費の見積もりを含む。)、収支計画及び資金計画	B	B	(b)	(b)	(b)	(b)	—	(b)		
2. 短期借入金の限度額	—	—	—	—	—	—	—	—		
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	—	—	—	—	—	—	—	—		
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	—	—	—	—	—	—	—	—		
5. 剰余金の使途	B	B	(b)	(b)	(b)	(b)	—	(b)		
IV. その他主務省令で定める業務運営に関する事項	—	—	B	A	A	A	—	A	IV	
1. 施設及び設備に関する計画	B	B	(b)	(a)	(a)	(a)	—	(a)		
2. 人事に関する計画	B	B	(b)	(a)	(a)	(a)	—	(a)		
3. 中長期目標期間を超える債務負担	—	—	—	—	—	—	—	—		
4. 積立金の使途	B	B	(b)	(b)	(b)	(b)	—	(b)		

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

1. 当事務及び事業に関する基本情報	
I-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. 主要な経年データ																	
① 主な参考指標情報										② 主要なインプット情報(財務情報及び人員に関する情報)							
	基準 値等	H28 年度	H29 年度	H30 年度	R1 年度	R2 年度	R3 年度	R4 年度			H28 年度	H29 年度	H30 年度	R1 年度	R2 年度	R3 年度	R4 年度
運営費交付金(千円)		9,580,280	9,496,500	9,826,429	10,214,257	10,281,965	11,096,377	-	予算額 (千円)	11,545,208	11,651,072	12,207,508	14,825,801	14,141,713	14,087,327	-	
外部資金 (千円)		8,185,990	6,572,574	8,371,013	6,695,581	7,160,416	8,407,926	-	決算額 (千円)	14,995,255	14,221,495	17,588,706	18,010,596	18,339,239	17,344,491	-	
論文数		1,212	1,148	1,238	1,287	1,494	1,528	-	経常費用 (千円)	15,107,681	14,633,392	15,366,014	15,867,632	15,421,561	15,699,181	-	
筆頭論文 数		566	579	558	545	654	652	-	経常利益 (千円)	1,289,061	580,972	840,899	741,026	117,888	580,735	-	
特許出願 数		132	139	160	167	171	163	-	行政サービス実施 コスト(千円) ¹⁾	10,526,078	10,872,674	10,823,445	-	-	-	-	
産学独連 携数		411	503	551	538	605	589	-	行政コスト (千円) ¹⁾	-	-	-	20,992,723	17,480,610	18,192,044	-	
										従事人員 数 ²⁾	413 (785)	406 (779)	407 (797)	407 (803)	402 (739)	404 (727)	-

1) 会計基準改訂に基づき令和元年度より行政サービス実施コストから行政コストに項目変更

2) 定年制職員数、括弧内は任期制職員数

3. 中長期目標、中長期計画、年度計画、主な評価軸、業務実績等、年度評価に係る自己評価			
中長期目標、中長期計画、年度計画(別添)			
主な評価軸(評価の視点)、指標等	主な業務実績等	自己評価	
【評価軸】 ○科学技術基本計画において国が取り組むべき課題の解決に繋がる成果が創出されているか ○未来の産業創造と社会変革に向けた「超スマート社会」の実現に繋がる成果が創出されているか ○将来を見据えた未知なる課題への対応力を強化するための基盤技術が蓄積されているか ○世界最高水準の研究開発成果が創出されているか ○研究開発成果を最大化するための研究開発マネジメントは適切に図られているか。 《評価指標》 ・国が取り組むべき課題解決に資する取組の進捗 ・未来の産業創造と社会変革に向けた新たな価値創出に資する取組の進捗 ・領域間での連携や大学・産業界との連携の取組の成果 ・理事長のリーダーシップが発揮されるマネジメント体制の構築・運用状況	＜主要な業務実績＞ ● 科学技術・イノベーション基本計画、マテリアル革新力強化戦略等で示されている国が取り組むべき課題解決に向け、新規重点課題の立ち上げ、グループ再編等を中長期計画期間中においても機動的に行い、データ駆動型研究、Society5.0 に向けたセンサ研究、さらに量子材料、カーボンニュートラル、バイオでの課題解決を目指す研究を実施した。 ● センサ・アクチュエータや次世代メモリ、ストレージなど「超スマート社会」実現に繋がる成果が得られた。 ● プロジェクト研究に並行して自由発想型研究を支援し、研究者の基礎研究能力を高め、また研究提案力を強化する支援を行い、将来を見据えた未知なる課題への対応能力を高めた。 ● 当中長期目標期間において、各研究領域では下記に示すような顕著な研究開発成果を創出し、トップ 1%論文率、高被引用論文数など代表的な機関ベンチマークにおいて、他の特定国立研究開発法人や指定国立大学法人を大きく上回り、かつ世界トップクラスの研究機関とも肩を並べる突出した成果を生み出した。 ● 組織として研究力を強化するため、新規重点課題に対応できる組織再編をしたことに加え、研究開発成果を最大化するため、情報発信力の強化、先端設備の共用、研究者・技術者の育成などの取組を強力に推進した。 ● 上述のとおり ● 起業支援・産業界との個別・組織的連携を進めた。中でも産業分野の重要な課題に水平連携で取り組むマテリアルズオープンプラットフォーム(MOP)について、化学、鉄鋼、全固体電池に続き、医薬品、磁石分野(令和4年4月設立)で新たに発足させた。 ● データ駆動型研究支援など組織を超えた共同研究を推進する資金の創設、有力研究大学との NIMS 連携大学院、国際連携大学院、連携拠点推進制度、大学との組織的クロスアポイントメントなど、大学との連携も積極的に推進した。 ● 理事長のリーダーシップのもと、法人の意思決定が迅速に企画立案に反映されるマネジメント強化により、革新的材料開発力強化事業(M-Cube 事業)をはじめとする理事長のトップマネジメントにより推進する諸施策を効果的に実施した。	評 定 S	(評定 S の根拠) 以下に示すとおり、国立研究開発法人の目的・業務、中長期目標等に照らし、法人の活動による成果、取組等について諸事情を踏まえて総合的に勘案した結果、適正、効果的かつ効率的な業務運営の下で「研究開発成果の最大化」に向けて特に顕著な成果の創出や将来的な特別な成果の創出の期待等が認められるため、評定を S とした。

	・機能性材料領域 学術的には、新現象や新物質の発見、また、伝統の「ものづくり力」を発揮した高品質試料をコアとした連携による高インパクト論文の発信など、材料科学の進歩への多大な貢献を行った。あわせて、高機能材料、高性能材料の開発と、企業連携による社会実装に向けた活発な取り組みも顕著であり、計画時の想定を遙かに上回る進捗が得られている。 ・エネルギー・環境材料領域 各テーマにおける研究開発が順調に進捗し、特にリチウム空気電池や熱電材料などのデータ科学手法を導入したテーマでは計画以上の進捗があった。これらの研究成果を背景に、産業界との連携強化、産官学の研究拠点形成に向けて前進（SB センター、全固体電池 MOP など）。 ・磁性・スピントロニクス材料領域 - 世界最高特性の新規材料・素子（磁石、媒体、GMR、TMR）を次々に開発した。 - 永久磁石研究の世界トップ拠点としての地位を不動のものとした。 - 多くの民間資金を受入れ、産業界への大きな貢献を果たした ・構造材料領域における研究開発 自己治癒セラミックスや第 2 世代 FMS 合金の開発、新たな疲労限の実証とその機構解明等、当初計画を上回る数多くの優れた研究成果を取得するとともに、若手研究者の人材育成と研究成果の規格化・標準化にも精力的に取り組み、研究成果の社会実装に数多くの実績をあげた。このことにより発表論文数が大幅に上昇し、研究成果の発信力が大きく向上するとともに、外部資金獲得額及び産学独連携数も高い水準で維持することができた。 ・ナノ材料領域 熱電変換、光電変換機能において、顕著な機能増強を達成し、2次元ナノシートの集積・接合技術の開発、脳型情報処理を目指したニューロモルフィック材料・素子の開発などを行った。 更に、NIMS 独自の蜂の巣トポロジカルフォトリック結晶の理論提案はトポロジカル量子光源開発に、ダイヤモンド FET の高移動度化に成功した概念は、ダイヤモンド量子センサ感度の増強に有望である。これらは、本領域研究の成果から量子材料研究でのブレークスルーに繋がる展開例として期待できる。 研究成果は高い IF 値を維持しつつ論文数を大きく増加させるなど、基礎研究アクティビティに関する客観的指標でも極めて高い水準の値を記録したことから、評定を S とした。 ・先端材料解析技術領域 中長期計画開始時には無かった、単原子レベルからバルクに至るマルチスケール・オペランド計測や計測インフォマティクスを世界に先駆けて行い、さらに領域内外の材料研究や産学連携で材料応用に展開した。計画以上の計測技術開発と、想定していなかった構造の発見等による材料イノベーション、および計測機器開発への寄与、データ駆動型材料研究等の寄与から計画以上の成果と考えている。	
--	--	--

	・情報統合型物質・材料研究領域 MI²I、SIP-MI を代表とする大型外部資金事業の強力な後押し、DPF 事業への投資を受け、国内外で最大規模のデータ駆動型材料研究の拠点を急速に立ち上げた。データ駆動型独自手法の開発 10 件以上、適用事例創出 10 件以上、データプラットフォーム全国展開など計画を大幅に上回る顕著な成果を達成。	
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。		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 機能性材料領域における研究開発 補助評定 : s (評定 s の根拠) 計画以上の進捗: カドミウムなどの毒性元素を使用しない赤外線検出素子としてメタマテリアルを用いた素子の開発を進め、当初目標値を遙かに上回る非常に高い量子効率を達成した。医療応用の接着材において、企業連携が想定以上の速度で進展し、社会実装への道筋が見えるなど、プロジェクト研究の開始時点では想像できなかった顕著な進展を達成した。その他にも、プロジェクトに含まれる幾つもの研究課題で、目標の上積みや想定以上の速度での産業界への成果の引き渡しが進められている。 一方、学術的な視点においても、Nature 系の雑誌をはじめ、世間で高い評価を受けている雑誌に多数の論文が掲載されるなど、アカデミアに関する各種の評価指標においても、世界から見える研究組織としての状況が実現している。 他機関との連携に関しても、企業連携センターやオープンプラットフォームという企業連携の取り組みの中で、主体的な役割を担い、民間企業の活力と協業による非線形な進展を実現してきている。さらに、ベンチャー企業の発出など、研究成果を社会に活かすための活動も、顕著に行われている。 人材育成の観点からも、コロナ禍による影響は受けたものの、受入れている学生数など、外部から本領域の研究開発に参画するために機構で活動する外来研究者等の人数も、ほぼ、右肩上がり伸びてきており、社会から注目される、人が集まる場所、としての存在価値も高まってきている。

[プロジェクトの目標] ・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	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ために、明確なターゲットと数値目標を掲げて開発研究が進められており、性能／品質／生産性の大幅な向上が見られる。具体的には、有機溶媒耐性濾過フィルター、オイルやガス吸着材、エレクトロクロミック調光ガラス、酸素分離膜、環境センサ、人工骨材料、極細超伝導線材の開発などで、顕著な成果が上がっており、<u>長期的かつ深みのある企業連携</u>が進んでいる。	＜各評価指標等に対する自己評価＞ 計画以上の進捗： 新しい機能性材料の実用化は、容易なことではないが、本プロジェクトでは、個々の研究者が NIMS 発の機能性材料の実用化に果敢に挑戦しており、材料の新規性と高性能化に加えて、大面積化、長尺化、歩留まりの向上などのプロセス研究、企業と連携した特許戦略、用途開拓などが順調に進められる中、具体的課題においては計画を格段に超える進捗も得られている。
高分子・複合材料プロセス技術の高度化による未踏機能の開拓	エレクトロクロミック調光ガラスの研究では、つくば市や川崎市での実証研究が進められている。ガス吸着材の研究では、天然ガス生産における CO₂ 排出量の低減にむけた実証研究が、タイ国営石油企業との間で計画されている。	計画通りの進捗： 材料開発の最終局面では、製造コストと耐久性、有効性や環境適合性などが要求されるが、それらを確証するための実証研究までたどり着いており、計画通りに進んでいる。
無機材料プロセス技術の精巧化による先進的機能設計	人工骨材料の研究では、<u>大学歯学部と連携しつつ、ヒドロキシアパタイト／コラーゲンペーストを用いた骨組成反応高く評価</u>されている。電気泳動堆積法を用いた薄膜材料では、環境有害物質の除去や無害化技術が開発されている。	計画以上の進捗： 医用材料の動物実験のフェーズでは、抗菌性や細胞属性の評価などが要求され、センサ開発では実環境応答性の評価は不可欠である。これらの検証と新たな課題の解決が着実に進められており、炎症防止のための充填剤の開発など、計画になかった顕著な進展が得られた。
金属材料プロセス技術の高度化と応用基盤の構築	<u>ジェリーロール法による超伝導線材の細線化や長尺化が飛躍的に向上</u>しており、線材に可とう性を付与することで、機械的自由度が広がり、<u>燃り線ケーブルの製造技術も向上</u>している。これにより、<u>高磁場磁石への応用の目処</u>が立っている。また、超伝導線材の<u>磁気光学顕微鏡による可視化技術が利用可能</u>となった。	計画以上の進捗： 超伝導線材の性能、超極細化や長尺化の研究が著しく加速している。超伝導線材加工に関する技術は、世界トップレベルの細線製造技術に成長し、磁束状態のリアルタイム可視化技術を活用した材料設計へと進んでいる。超伝導線材に関する企業連携に加えて、開発した技術を常伝導線材の高機能化に活用するための新たな企業連携という、想定外の波及効果も得られており、計画を越える進捗と評価できる。
・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てきた。多様な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、マルチスケールにわたる材料開発を推進している。<u>各サブテーマにおいて下記の成果が得られている。</u>	計画以上の進捗： それぞれのサブテーマにおいて、薄膜・界面を用いたセンサ、極限的高品質自立 CVD ダイヤモンド結晶を用いた磁気センサ開発、超硬質材料、新規高輝度 LED 用蛍光体、新規蛍光体、異方性セラミックスレーザ、外科用接着剤などの新規材料やプロセスの開発に成功している。全体に、当初目標を達成する進捗度で研究開発が進められており、一部の課題では、当初想定を超える成果が得られ、また、社会実装のフェーズにまで進捗した成果も得られている。
機能性薄膜・界面の機能高度化	センサ材料開発においては、<u>酸化亜鉛ナノ粒子センサにおいて、過去最高のエタノール等に対する感度を達成</u>した。このセンシング機構の解明に必要な駆動環境中での表面分析をイオンビーム技術で初めて実現した。さらに、それによる知見等を基に、酸化亜鉛薄膜センサでは水素に対する選択性の発現や<u>眠気物質の選択的検出</u>に成功した。これと並行して開発を進めたデバイス型窒化ガリウム水素センサでは、センシングを担う最表面の構造解析に初めて成功した。さらに、デバイス型センサと半導体センサとを融合することで、動作原理のレベルでの水素に対する選択性の発現にも成功した。一方、CVD ダイヤモンドの成長技術追求により、<u>サブ ppb レベルの不純物低減、極限的高品質の自立 CVD 結晶の作製に成功</u>した。この成果を元に作製した電子デバイスで<u>世界最高性能の MEMS 磁気センサの開発、pn 接合内蔵電位のみによる α 線検出センサ、世</u>	計画以上の進捗： ガス検出動環境中でのオペランド表面分析をイオン散乱等で初めて実現し、ガス分子吸着の構造を解析した。この解析で得られた知見に立脚した薄膜材料の開発、及び特異な形状をもつナノ粒子の開発によって、世界最高感度の水素ガス検出や「眠気物質」に選択的に応答するガス選択性の発現に至っている。さらに、その開発途上で見出された、ナノシートセンサによる低電力化や、ショットキー界面での酸化膜層を利用する水素センシング等の新現象の解明を進めることで、新しいセンサ材料の開発に繋がっている。高品質化したダイヤモンドの特性をデバイスレベルで実証し、高性能な MEMS 共振器の実現に加え、理論限界に迫る世界最高効率のダイヤ

結晶質材料の機能顕在化	<u>界最高効率の β 線ボルタ電池の開発に成功した。</u> LED/LD 励起の白色照明機器に用いられている既存の粉末蛍光体で、内部量子効率が 100～150℃で著しく低下するのに対し、高い内部量子効率が 300℃まで低下しない<u>単結晶蛍光体(Ce:YAG、Ce:LuAG)を開発し</u>、その高効率によって青色レーザー光照射下でも温度上昇や効率低下が起こらないことを実証した。その単結晶を破砕した粉体、それをバインダー無しで凝集させた焼結体の何れも単結晶と同じ特性を示し、多様な応用の可能性を示した。更に実用化に向け、直径 2 インチの大型高品質単結晶蛍光体も開発した。圧電単結晶では、1000℃で約 $10^{11} \Omega \text{ cm}$ の高抵抗率を達成し、高温応用での要求仕様を満たすと共に、量産・実用化に向けて直径 2 インチの単結晶の成長に成功した。フラックス膜コーティング法を適用して作製した結晶性 AlN 膜では、透過率が従来製品を上回った。超硬質材料開発では、ホウ素同位体濃縮した cBN 単結晶の合成と熱伝導率の評価を行い、^{10}B 及び ^{11}B 濃縮により熱伝導率がほぼ 2 倍向上することを報告(MIT 等との共同研究 Science(2020))し、放熱特性の影響を受ける切削工具の耐摩耗特性の大幅な改善につながる結果を得た。<u>hBN 結晶中の残留炭素濃度の 10ppb 以下に低減すると共に、それに応じた顕著なバンド端遠紫外発光(波長 220nm)輝度の増強が見られた(FUV 発光の外部量子効率4%程度、東北大との共同研究)。</u>高圧合成を用いて II-Sn-N₂ 系新規半導体開発に取り組んだ結果、窒化物半導体のバンドギャップ制御を実現するために Mg₂Zn_{1-x}SnN₂ が開発され、バンドギャップを $E_g \approx 1.5\text{--}2.3\text{ eV}$ の間で制御可能であることを見出した。	モンド放射線検出器の実現など、当初計画以上の成果を得た。 計画以上の進捗： 本研究で開発した単結晶材料は、蛍光体が温度消光を起こすとする常識を覆し、高出力光源で励起しても高効率を維持することを実証した。開発した板状の単結晶蛍光体は上市され、商品に搭載されるに至った。開発した高温圧電単結晶に関しても、ユーザー企業が決定し、量産に向けての話し合いが進んでいる。同位体濃縮 cBN 焼結体工具開発、超高圧 SPS 焼結(重点分野課題)の 2 テーマが 2 企業との共同研究に進んだ。さらに、高純度 hBN 結晶による遠紫外線殺菌効果の活用を目的として米、企業と業務実施契約締結し、現在は同社による実施許諾(先方は独占実施権を要求)に向けた契約手続き中)。遠紫外線殺菌効果において、220nm 領域の波長は人体に無害でありながら、インフルエンザ・COVID19 等の殺菌への効果も注目されている。ミッドギャップ半導体開発で得られた、II-Sn-N₂ 系新規半導体：(CaSnN₂、MgSnN₂ 結晶等)は、グリーンギャップ問題に対する問題解決の切り口となり得ることを見出した。
粉体・セラミックスの機能高度化	ハイスループット蛍光体探索手法の改良を進め、微結晶試料への対応と高速光学特性測定による探索速度の加速を実現し、さらに、データ活用に取り組んだ。その結果新規組成物の合成および探索を行い、28 個の新規物質を発見した。また、diffusive モデルを用いた気孔間の力学関係も考慮した独自の手法に基づいて、気孔サイズ分布および粒成長を考慮した焼結の最終段階における緻密化挙動をシミュレーションできる手法を開発した。粉体プロセスと通電焼結法の高度化により、従来温度より低温で緻密な焼結体の創製を実現し得る焼結技術を確認した。この知見を展開することにより粒子径 70nm 程度の微結晶組織を有する緻密な Y₂O₃-MgO ナノコンポジット材料の創製を実現することで、赤外域において 75%以上の透過特性を発現するとともに、硬度 16.6GPa(従来値～12.5GPa)の優れた機械特性を同時に達成することに成功した。Yb-FAP において、粒子径制御、スラリー分散制御等を行うことで c 軸配向と透明化の両立を実現した。	計画通りの進捗： 5 $\mu\text{ m}$ 径の微小粒子を用いた結晶構造解析、発光スペクトル、温度特性、蛍光寿命の測定解析が可能となり、ハイスループット物質探索をさらに加速した。データ駆動型材料探索では、結晶構造と発光特性に関するデータ蓄積、モデル作成、材料候補の提案、検証実験を通じて多数の新規蛍光体を発見し、緑色蛍光体や赤外蛍光体など 28 件を企業に提案した。ナノ粉体の焼結挙動が粗大粉体とは大きく異なることを初めて示し、ナノ粉体焼結の新規モデルを提案した。構築した新規モデルに基づき、低温焼結技術を確認し、機械特性と光学特性を重畳した広帯域透過ナノコンポジットセラミックスの創製に成功した。さらに、焼結体組織の緻密化と超微細化を同時に達成し、異方性結晶 Nd:FAP からなる焼結体からのレーザ発振に初めて成功した。
生体材料・バイオ界面の機能高度化	外科用接着剤については、脂溶性分子を導入した冷水魚由来ゼラチンと生体親和性架橋剤を用いることにより、<u>湿潤環境にある肺、血管、大腸等の組織の欠損部を被覆・閉鎖できることを明らかにした。</u>また、同コンセプトによる<u>組織接着性粒子は、早期消化管がん除去後の傷口を被覆する材料として有用</u>であることが明らかとなった。骨補填剤については、有機成分として使用したアルキル化ポリビニルアルコール(PVA)のアルキル基を α-シクロデキストリンで包接することにより接着性インジェクタブルゲルを創出し、脳動脈瘤塞栓材、消化管がん処置用の膨隆材としての機能が見出された。硬組織と金属・セラミックス材料については、<u>チタン表面をプラズマ処理することにより歯髄細胞の増殖を誘導する融合ペプチドを効果的に固定できることを明らかにした。</u>三次元マイクロパターン化材料については、血管パターンの幅や間隔が骨分化の効率に及ぼす in vivo での影響をタンパク質レベルおよび遺伝子レベルの両方で明らかにした。マグネシウム	計画以上の進捗： 外科用接着剤については、複数の大学の医学部との連携による適用臓器・組織の拡張や、医療機器メーカーとの連携研究に発展し、AMED、科研費等の外部資金獲得にも繋がった。外科用接着剤開発から派生した組織接着性粒子の開発についても、医学部消化器内科および医療機器メーカーとの共同研究に発展し想定以上の進捗を得るに至った。骨補填剤の開発により創出した α-シクロデキストリン包接アルキル化 PVA は、膜状に成形することで、医療用接着シートとしての展開が見出され、共同研究を視野に入れた企業への材料提供契約に展開している。硬組織と金属・セラミックス材料については、歯学部との共同研究に展開している。また、マグネシウム合金についても歯学部との共同研究に展開し、科研費等の外部資

・機能性材料創出のための基礎・基盤技術 超伝導機能材料	合金については、アルギン酸ナトリウムやポリビニルアルコールの修飾と水酸アパタイトの複合被覆膜が合金の自己修復を促進することを明らかにできた。 超伝導に基づく革新的量子機能開拓を目指し、超伝導基礎研究と超伝導体微細加工に取り組み、以下の成果を得た。 鉄系超伝導体 $\text{CaKFe}_4\text{As}_4$、非従来型超伝導体 Sr_2RuO_4 などの高品質単結晶を育成し、物性測定のために海外研究機関も含めて広範に提供した(Nature 2019 ほか)。 鉄系および銅酸化物高温超伝導体、有機超伝導体の電子状態、超伝導状態を、実験、理論両側面から研究した。具体的には、鉄系超伝導体 FeSe、同母物質 CaFeAsF などのフェルミ面を量子振動測定により決定した(Phys. Rev. X, 2018 ほか)。銅酸化物高温超伝導体の電子状態について、電子ネマティック描像による解釈を提案(Nat. Commun. 2021)、モット転移についても新たな描像を提案した(Phys. Rev. B 2020)。β “型有機超伝導体の FFLO 状態とその空間振動波長を明らかにした(Phys. Rev. B 2018)。微細加工した Bi2212 銅酸化物高温超伝導体で試料形状に基づく磁束量子の安定配置(マジック数)の存在を明らかにした(Phys Rev B 2019)。更に、磁気光学顕微鏡の分解能向上により磁束バンドル状態のリアルタイム観測に成功した(Phys. Rev. B 2021)。	金獲得に繋がった。 計画通りの進捗： 提供した $\text{S}_{x/2}\text{RuO}_4$ 高品質単結晶では超伝導ギャップについて従来の定説を覆す画期的な成果が得られた。フェルミ面は電子状態の最も基本的な情報であり、世界に先駆けて FeSe、CaFeAsF などのフェルミ面を決定したことは重要な成果である。電子ネマチック性は鉄系、銅系いずれの高温超伝導体でも超伝導発現に重要な特性と考えられ、それに基づく電子状態の理論的研究は大きな成果である。半世紀以上に予言された FFLO 状態の実験的証拠は未だ限られており、今回の空間振動波長決定は重要な進展である。微細試料に於ける磁束量子の安定配置発見や磁気光学顕微鏡の分解能向上は、磁束量子制御にとって重要な成果である。
強相関機能材料	社会ニーズに対応する革新的な強相関機能性材料の開拓に向けて、分極金属の強い電子相関を観測(Phys. Rev. B 2021)、最も高い温度(～725 K)でフェリ磁性に転移する酸化物の磁化を 6 倍に強化(PRB 2020)、酸素アニオンと硫黄アニオンが高度に秩序配列する酸硫化合物の新規合成(Angew Chem Int Ed. 2021)、A サイト柱状秩序型四重ペロブスカイト構造を特徴とするマンガン酸化物のリラクサー強誘電特性の観測(J. Mater. Chem. C 2021)、および電気双極子のらせん秩序の発見(Science 2020)、ナノ結晶の超弾性の発見(Phys. Rev. B 2021)、強誘電体のモルフォトロピック相境界の強い圧電性に関する新機構を提唱(PRL 2020)、金属性デラフォサイト型酸化物の結晶表面のラシバ強磁性状態の解明(Nano Lett. 2021)などの成果を達成した。	計画通りの進捗： 強相関機能に明確な特徴を持つ複数の新規化学相の合成、それらの結晶構造と基礎物性を明らかにするなど着実な進展が認められる。この研究によって酸硫化合物が紫外用途の非線形光学結晶の開発に有用であることを示した。また、らせん磁性の発見から 61 年後にはじめて電気双極子のらせん秩序を発見して電気秩序と磁気秩序の類似関係を証明した。さらに、数兆円クラスの市場を制する PZT 圧電材料に匹敵する非鉛圧電材料を創出するなど進捗が認められる。
分子性機能材料	革新的分子性機能材料、有機機能デバイス材料の研究開発において、立体的に造り込まれた金属伝導性を示す純有機分子(Nat. Mater. 2017, Chem. Sci. 2020)の開発と単結晶における物性評価、π 共役系分子誘導体の高次元精密超分子重合法の開発(Nat. Chem. 2017, Angew. Chem. Int. Ed. 2018)をもとに、超分子ブロックコポリマー(J. Am. Chem. Soc. 2018)、アルキメデススパイラル状・同心円状集合体(Nat. Commun. 2020)の構築に成功した。電子受容性 π 共役分子への無触媒新規アミン付加反応(Bull. Chem. Soc. Jpn. 2018, Chem. Sci. 2022)を発見し、界面修飾ならびに分子集合体への適用が可能なこと示した。自己修復性、形状記憶機能を示す超分子液晶ポリマーの開発(Chem. Sci, 2021, ACS Mater. Lett. 2022)、ナノスケールの溝を形成した撥水性ゲート絶縁膜を組み込んだ液晶性高分子-OFET アレイをスピコート法を用いて作製した。分子配向効果による 2 倍の移動度の増強、5 倍の移動度の異方性、4%以下の特性のばらつき(Adv. Func. Mater. 2019)を達成した。	計画通りの進捗： 電子・光機能性を示す立体的に造り込まれた分子構造と物性・機能相関の精査、および分子の精密集積化手法の高度化、金属伝導性を示す有機単結晶における物性解明、導電性高分子に秀でる環境耐性、および 2 次元精密超分子重合法の開発とメカニズム解明(Top 1% Citation)と二次核形成を利用した複雑なアルキメデススパイラル状・同心円状集合体の構築(Top 10% citation)が達成されるなど、着実な進展が認められる。電子・光機能性開拓において重要な意味をもつ π 共役系分子に適用可能な新奇クリック反応の開発、秩序構造を有意に利用出来る液晶材料の開発、NIMS が提案した液晶性高分子配向技術の高いポテンシャルを確認し、アモルファスシリコン FET に匹敵する移動度と動作安定性を有機 FET で達成するなど進捗が認められる。
ナノ構造機能材料	量子ナノ構造形成基盤技術の開発およびナノ構造における新規現象の探索を行うとともに、新規ナノ構造機能材料の素子応用を推進した。特に、<u>独自のメタマテリアル構造を用いることにより、Hg、Cd 等の有毒元素を用いない赤外検出器を作製し、量子効率 61%を達成した(Nat. Commun. 2020)。また、<u>現行のエライザ法キットの 40 倍を超える検出性能での医療検査技術を実現する(ACS Nano 2020, Biosens. Bioelectron. 2021)など、</u></u>	計画以上の進捗： ナノ構造機能材料の新規現象の探索や原理実証、基盤技術の開発に加え、それらを用いた素子応用に至るまで、すべての研究項目において計画通りもしくは計画以上の着実な進展が認められる。当初の数値目標は概ね達成済み・一部達成見込みであり、特に、メタマテリアル構造を用いた赤外検出器とバイオセンサに

[技術目標] ・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	高感度バイオセンサとしての原理実証を完遂した。さらに、量子ドット光源の開発を進め、GaAs 系量子ドットにおいて 60K での量子もつれ発生に成功し(APL 2019)、光子発生レートを従来より4倍向上することに成功した。TMDC 成長に関して、ヘテロ積層構造の作製(J. Phys. Chem. 2021)や、新たな CVD 成長技術の開発(Small Methods 2021)にも成功した。 独自のメタマテリアル構造を用いた赤外検出器では、カドミウムなどの毒性元素を用いること無しに<u>目標とした指標を達成するに留まらず、現行素子の最高性能を超える特性まで達成することができた</u>(現行素子を超える検出能、Opt. Exp. 2021)。さらにセンサ応用へも展開し、環境モニタリングにおける有用性を検証した(NO₂濃度計測、Nanophoton. 2020)。 高品位ダイヤモンドの CVD 技術開発を進め、キラ欠陥の種別、伝搬挙動を、電子・光学的手法で多角的に評価し、10 MV/cm 級の絶縁破壊電界を実現する品質に目途をつけた。そうして得られた高品質ダイヤモンド成長技術や高品質化したダイヤモンドの材料特性を実証するための各種のデバイス作製とその評価を進めた。その結果、<u>各種 FET、pn(pin)接合、MEMS 等で高い性能が実現し、極めて高い結晶品質の実証が進化した。さらに、派生的研究成果として、高品質化したダイヤモンド pn 接合を用い、世界最高効率の β 線ポルタ電池の開発に成功した。また、圧電体については、400°Cで 10¹⁰Ω cm を達成し、さらに、高温での絶縁性の改善と圧電性の両立を狙った材料開発を進めた結果、600°Cでエンジン燃焼センサとしての能力を有する結晶を開発し、ベンチャーを通じたサンプル出荷に至った。</u> 骨折治癒材料については、生体吸収性を有するマグネシウム合金の表面を高分子-無機複合膜で被覆することにより分解吸収性を制御することができた。外科用接着剤については、低温流動性を有する冷水魚由来ゼラチンに種々の疎水性官能基を導入することで、<u>湿潤環境にある肺、血管、大腸等の組織に対して強固に接着し、かつ、水環境での接着安定性を示す接着剤を開発し</u>、生体内で 2 ヶ月以内に吸収されることを明らかにした。 窒化ガリウム素子を用いた水素センサにおいて、室温で、無加湿の条件下で1%の水素を高感度に検出可能であることを実証した。さらに、その水素検出機構として、界面酸化膜の役割を明らかにした。これに加えて、眠気に伴って呼気に含まれる成分である<u>イソプレガスを、従来値を大きく上回る感度で選択的に検出可能なピラミッド型粒子の開発に成功する</u>など、呼気分析等によるヘルスマニタリングの実現に向けた要素技術の開発にも成功した。 延伸ポリエステル繊維の不織布に二軸延伸テフロン製 UF 膜を貼り合わせ、最外層にプラズマ架橋 PDMS 膜を形成することで、<u>あらゆる汎用有機溶媒に耐性があり、耐熱性と耐薬品性に優れたナノ濾過膜を開発した</u>。プラズマ架橋は、350mm 幅のロールツーロー	関しては、当初目標を大幅に上回る量子効率(61%)と感度を実現した。企業等の外部機関との共同研究にも精力的に取り組み、研究成果の実用化に向けた動きも加速しつつある。量子もつれ素子においても、70K での動作を実現し、さらに、ナノ構造の形成において、TMDC の連続膜形成という想定外の成果も達成した。 計画以上の進捗： プロジェクトの数値目標(10%)をはるかに超える量子効率 61%を達成。また、原理検証に留まらず、現実のセンシングに利用可能なレベルまでデバイスの完成度を高めることができた。波長よりも微細な幾何学的構造を精緻な数値設計と高精度な微細加工技術により実現するメタマテリアルが、様々な点において従来の材料を超える特性を実現できる優れた材料技術であることを実証できた。 計画以上の進捗： 高絶縁破壊電界を実現するための CVD ダイヤモンド結晶技術を一定レベルで完成し、高絶縁破壊電界の特徴を発揮した FET や MEMS などの素子においてその性能を実証した。デバイス作製では当初予定していなかった創エネデバイスとしての研究が発展し、当初想定になかった世界最高性能の放射線発電デバイスを得るに至った。また、高温圧電材料については、開発目標を達成し、既に企業へのサンプル出荷を開始している。 計画以上の進捗： 骨折治癒材料については、開発した材料を元に大学歯学部との共同研究に発展し、科研費等の外部資金獲得にも成功した。また、外科用接着剤については、呼吸器外科、整形外科、口腔外科との医工連携研究にも発展し、AMED、科研費等の外部資金獲得に加え、医療機器メーカーとの共同研究にも発展している。さらに、外科用接着剤(ゲル状)の材料設計コンセプトを粒子、シート状接着材料にも展開することが可能であることを明らかにするという計画以上の成果が得られたことで、大学消化器内科、医療機器メーカーとの共同研究に繋がっている。 計画以上の進捗： 水素の室温・無加湿下での検知の実証にとどまらず、眠気物質(呼気中イソプレガス)の高感度・選択的な検知や、湿潤環境中での高感度センシングの実現など、目標を大きく上回る成果が得られた。 計画通りの進捗： 機構にロールツーロール式プラズマ照射装置が導入され、濾過フィルターの製造プロセス研究が加速している。プラズマ架橋成膜プロセスは、5~8m/min の搬送速度で、ヘリウム(プラズマ
---	--	---

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。 【シーズ育成研究】 ・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 ・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压・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 【外部連携】 ・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 ・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	ル CVD 装置による連続照射により実施されており、連携企業から 50m 長の高品質テフロン UF 膜が提供されていることから、社会実装に向けたプロセス開発が加速している。 5nm 級のフィルターでは、10,000L/m²h・bar が達成されており、ビタミンや有機溶媒中の色素の除去性能も向上している。 粉体調製プロセスの研究は極めて多岐に渡っており、電気泳動堆積 (EPD) 法と組み合わせることで、その用途が拡大している。特に、酸化物イオン伝導体による高速酸素透過膜、モリブデンクラスターによるマルチ環境センサ、コロイド結晶薄膜の超高速成膜 (従来法の 800 倍の成膜速度)、1400℃の T_g を持つ耐熱性ガラスの開発は、特筆すべき成果である。また、HAp/Col コーティングの生体親和性評価では、銀ナノ粒子の担持により細胞毒性が出ない範囲で優れた抗菌性を実現できることを、大腸菌や黄色ブドウ球菌を用いた実験で明らかにした。 世界最高 Sn 濃度ブロンズ法 Nb₃Sn 線材において、50 ミクロンの超極細線 (長さ 7000m 以上、Nb₃Sn フィラメント径 3 ミクロン) を用いて、<u>7 本×7 本の可とう性に富んだ超伝導燃線を製造</u>することに成功すると共に、4.2K 及び 16 テスラで世界最高レベルの臨界電流密度 (1100 A/mm²) が得られることを確認した。これにより、高磁場用化合物系超伝導線の大容量化への目途がたった。一方、外径 50 ミクロンで 2,000m 以上の超極細 Nb₃Al 線材を無断線で試作することに成功した。外径 30 ミクロンの超極細 Nb₃Al 線材では、4.2K、7T で 1,500 A/mm² の臨界電流密度を達成しているが、<u>超極細化の限界は、現在、17 ミクロンまで更新</u>している。 放射光技術を活用した硬 X 線光電子分光測定に取り組み、酸化物表面や酸化物の表面・界面における物性の発現機構の解明を目指した。酸化物表面については、特に、偏光 X 線を用いた価電子帯の城田評価法などの手法開拓も含めた検討を進めた。 一部のスペクトルデータについては、データセットを構成し、NIMS のリポジトリを介したデータ公開につなげるなど、マテリアルインフォマティクスためのデータ提供などに務めた。特に、超高压技術と、計算による構造予測を組み合わせることで、物質状態図の拡張など、データ科学の基礎となるデータの発信に努めた。 多くの企業連携センターに参画すると共に、新たに、<u>薬剤のための新たなマテリアルオープンプラットフォームを組織</u>するなど、企業連携による研究の活性化を進めた 防衛装備庁の資金制度を活用した企業連携を進めるなど、本領域が有するシーズ技術を企業との連携の元でニーズに対応させてゆく研究開発を展開した。また、高度な分析技術を活用した企業連携によって、実用材料のなかに潜むサイエンスを発掘するなどの	形成用) やエチレン (CVD 用) などの汎用ガスを用いて実施されており、量産化の目処が立っている。このため、連携企業により基材の最適化の研究も進められており、社会実装も間近であることから、計画通りの進捗と評価できる。 計画通りの進捗: ナノ粒子やマイクロ粒子の電気泳動成膜技術が向上し、酸素選択分離膜では、860℃で 3.7ml(STP)min⁻¹cm⁻² の高いエアセパレーション特性が達成されているだけでなく、耐久性や製造プロセス上の問題点も克服されている。また、様々なセンサ開発も行われており、LED の要素技術開発、耐熱ガラスなどの素材開発、人工骨材料の開発も含めて、全て計画通りに進んでいる。 計画以上の進捗: 16 テスラ下の高電流密度の実現など、超伝導線材のプロセス技術の向上による高性能化、スケールアップのための要素技術の確立が着実に進んでいる。特に、Nb/Al 前駆体ビレットをインハウス製造できる体制を整え、ジェリーロール法による線材の細線化や長尺化において、世界記録となる技術を実現した。さらに、連携企業の協力により燃線加工技術も向上しており、大容量の超伝導線材のスケールアップが達成されている。さらに、超伝導線以外の常伝導線材分野での産業的波及が展開されている。 計画通りの進捗: 金属/電極界面での状態分析、すなわち埋もれた界面の分析において、酸化物と金属との間の物質輸送と界面特性お関係を解明し、また、酸化物センサの電子状態の表面对称性や表面分極とセンサ感度との関係を導くための基礎となるデータを得た。 計画通りの進捗: 超高压を活用する事で、実験的に得られる状態図の圧力上限を高めるなど、データベース充実にに向けた取り組みが進捗すると共に、データマイニングで見出された材料の単結晶化によって、そのバルク物性を解明するなどの成果も得られた。 外部資金で得られた成果を、企業連携に活用する事で、企業への技術橋渡しを展開したことによる知財の更なる強化の実現するにとどまらず、さらに、企業との協業による NIMS 内部データ基盤としてのデータセットを拡充するなど、社会実装と基盤的治験の獲得の両立が成立した課題も見られ、連携の効果が顕著となった。 TMDC の連続薄膜化の成功というシーズ技術に対して、その展開のための資金が企業から提供されるなど、比較的若いシーズに対しても、企業の歓心を得ることができたことで、基礎と応用の相乗効果が
--	--	---

図り、社会実装の実現に繋げる ・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	取り組みも進めた。 NIMS が蓄積してきた材料合成の自力を発揮し、極めて高品質な窒化ホウ素やダイヤモンドなど世界に対して供給し、共同研究を実施することで、量子デバイス研究の国際的な進捗に大きく貢献した。	得られる形が散見されるようになり、また、超伝導線材をはじめ、企業の積極的な関与によって、社会実装への道筋が見えてきた課題が多くなってきている。 2021 年度には、Nature 誌への掲載論文が20報を越えるなど、多くの国際共著論文の発信によって、NIMS の国際的なプレゼンスを高めることが出来たと同時に、実験と理論、結晶成長と分光など、相補的な共同研究によって多くの成果が得られ、世界初のらせん状構造を有する強相関物質の発見やエレクトライド物質の電子構造の解明など、様々な先進的な研究成果がもたらされた。
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。 [プロジェクトの目標] ・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。 次世代低コスト・高効率太陽電池 水素製造・利用材料	ペロブスカイト系太陽電池材料の研究開発において、ペロブスカイト中のイオンの動きを実デバイスで観測するなどイオン挙動の直接計測とその他各種計測手法の開発や数値解析との融合等に成功した。計測と理論計算から発電メカニズムを明らかにする事で高効率(1cm 角素子で21%超)と高耐久性(4000 時間超の連続発電)を達成できた。また、非鉛系ペロブスカイト太陽電池においても約 10%の変換効率と高い耐久性を実現した。 水素の製造から利用に至る全サプライチェーンにかかわる核心材料の開発を一貫通貫に推進した。<u>貴金属触媒に匹敵する低温ドライリフォーミング活性と耐久性を持ち、かつ希少元素を含まない水素製造触媒材料</u>、高速分離膜材料、製造された高純度水素から熱損なく高効率に電力を生み出す燃料電池電極材料、プロトン伝導膜材料の開発に注力した。	1. 1. 2 エネルギー・環境材料領域における研究開発 補助評定 : s (評定 s の根拠) 以下に示すとおり、領域の各サブテーマで設定した目標を計画以上の進捗で達成、または達成見込みであり、目標以上の性能を達成した材料の発見、領域を超えた分野への波及効果のある特に顕著な成果も数多く得られている。また、拠点運営についても順調であり、将来的な特別な成果の創出が期待されることから、評定を s とした。 計画通りの進捗： ペロブスカイト太陽電池に対する各種計測手法やシミュレーション手法を開発できた事により、今後の社会実装に向けた高効率化・耐久性などさらなる性能向上に関する技術開発の加速に資する成果を得られた。 計画以上の進捗： 水素製造触媒材料では、合金の相変態を利用した高活性触媒の創出、合金のナノ相分離を利用した金属・酸化物ナノコンポジット触媒の構築など、伝統的な触媒設計を刷新する革新的材料開発指針が打ち建てられた。水素分離膜では、目標値を数桁上回る大容量の高純度水素抽出に成功したほか、燃料電池電極材料や伝導膜材料においても、新たな材料設計指針に基づいて、材料性

蓄電材料	リチウム空気電池に関しては、電解液量の極小化などによりリチウム空気電池が本来持つべき高エネルギー密度の設計における研究を行い、少量電解液における電池化学の構築を進めるとともに、データ科学を活用した材料探索などを活用することで、<u>500 Wh kg⁻¹ のエネルギー密度をはじめとする世界最高の性能を達成した</u>。全固体電池の研究では、第 3 期中長期計画で達成した高出力界面設計の成果を社会実装に結び付けるべくエネルギー密度の向上を目指し、<u>高容量密度に加え、出力性能にも優れたシリコン負極を量産性に優れたスプレー塗工で実現するとともに、酸化物系固体電解質を採用する全固体電池の高性能材料系を実証した</u>。グラフェンスーパーキャパシタの研究では、グラフェン電極の構造最適化に加え、新規電極材料の開発により、エネルギー密度の高いレドックスキャパシタを実現した。	能の飛躍的向上が果たされた。 計画以上の進捗： 各蓄電デバイスにおいて世界最高水準の性能を達成し、リチウム空気電池に関しては <u>NIMS-SoftBank 先端技術センター、全固体電池に関しては企業 10 社と全固体電池 MOP の設立</u>につなげた。さらに、今中長期計画期間中の当該分野 (SciVal: TC.30 Secondary Batteries; Electric Batteries; Lithium Alloys)において、論文の被引用数が国内一位になり FWCI も 2.84 と高い水準となっている。
熱エネルギー回収用熱電材料	太陽光から始まるエネルギーの最終形態は熱であり、身の回りで無駄に捨てられている排熱などの熱エネルギーの 90%以上は 300℃以下である。社会実装に至るためには材料の安全性・コストと発電性能を両立する必要がある、高コストかつ毒性元素を含む既存材料 Bi-Te 系を代替する新材料が求められている。本サブテーマでは、<u>中低温の未利用熱エネルギーの有効利用を可能にするユビキタス元素系熱電材料として、Fe-Al-Si 系新規材料(FAST 材®)を開発した</u>。計算科学・機械学習を併用して新規材料・組成を探索し、<u>各種マッピング計測、バンドエンジニアリングや複合組織制御による高出力化を行った</u>。また、FAST 材の<u>量産化技術および量産可能な素子化技術の構築にも成功し</u>、現在は企業連携を通じて、実証試験へと駒を進めている。	計画以上の進捗： 新規材料探索から開始して、社会実装に資する FAST 材®の開発に成功したことは、当該分野におけるブレイクスルーであり、基礎研究に留まらず、システム化・実証に至るまでの一貫した研究開発を行う基盤を構築できたことは、実用化に向けた大幅な進展であり、当初計画していた以上の進捗である。
電極触媒	非白金触媒の探索に関する研究では、窒化ホウ素(BN)ナノシートに着目した研究を進め、Au 電極表面への担持あるいは Au 微粒子の表面担持により、<u>現行白金触媒に迫る酸素還元反応活性を示す BN 触媒の開発に成功した</u>。また、窒素、硫黄、ホウ素ドーブカーボン等材料とした非金属触媒の研究からは、<u>ピリジン型窒素のみが 酸素還元 (ORR) 活性を示すことが分かった</u>。一方、固液界面評価技術に関する研究では酸素還元反応進行下における Pt 電極上で生成すると言われている O²⁻ (中間種)を酸性溶液中で検出することに成功した。また、二重共鳴和周波発生分光システムを新たに構築し、電極／溶液界面の電子状態の変化を明らかにした。	計画以上の進捗： 窒化ホウ素ナノシートの研究を通じ、電子絶縁性材料による電極触媒創製という新しい研究領域を開拓した。回転リングディスク電極法などの精密な電気化学的手法と理論との連携により、非金属触媒における ORR 電極過程を世界で初めて明らかにした。また、酸素還元反応に対するその場解析の有効性を確認した。
エネルギー変換・貯蔵の理論計算科学	界面現象に対する汎用性の高い新規計算手法として、DFT ヘテロ固固界面サンプリング手法や第一原理表面 microkinetics x 反応器モデルのマルチスケール手法を開発した。また第一原理 MD 計算によるイオン伝導度計算の高度化、機械学習とハイスループット第一原理計算の組み合わせによる効率的材料探索フローなどをあらたに提起した。電極-固体電解質界面の電子・イオン移動に関する第一原理計算では、<u>標準電気化学ポテンシャル等に基づく共通描像の抽出に成功した</u>。さらに、<u>高性能かつ安定性の高い固体電解質探索フローを確立した</u>。触媒反応系では、メタン部分酸化や NO+CO 反応等の第一原理マルチスケール解析を実施し、非経験的な予言が難しかった転化率・選択率の理論予測を可能とした。	計画以上の進捗： 計算・データ科学手法開発および蓄電池・触媒系の重要課題の微視的機構解明という両方向性に対して、新規性の高い成果を創出し、数多くのトップジャーナルへの論文出版やプレスリリースを行い、成果の普及に努めた。理論研究にとどまらず、実験研究への波及効果も顕著に現れており、将来的にさらに重要な成果創出が期待できる。
[技術目標] ・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	作製した積層型水素分離膜デバイスにより、アンモニア分解ガスならびにメタン転換ガスからの大容量水素製造を実現した。さらに、<u>開発した金属・酸化物ナノコンポジット「根</u>	計画以上の進捗： アンモニア分解ガスからの水素製造においては、500 L/min におよぶ超・大容量水素製造を実現した。メタン転換ガス

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 °C で 2～3 W/m、温度差 250 °C 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。 [シーズ育成研究] 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。 [外部連携] ・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。	<u>留触媒」により、従来の壁を破る低エネルギー消費・長時間連続メタン転換を実現した。</u>加えて、水電解用電解質膜に関しては、新開発の架橋化 SPPSU 膜により、150 °C で 400 mA cm⁻² を超える高電流密度水電解を達成した。 全固体電池の研究では、量産性に富むスプレー塗工により作製したシリコン負極を採用した全固体電池の作製に成功し、200 Wh/kg を超えるエネルギー密度の実現性を確認した。<u>リチウム空気電池の研究では、独自に開発した粒子系カーボン自立膜の採用により 500 Wh/kg の世界最高のエネルギー密度を達成した。</u>スーパーキャパシタについては、グラフェン材料 (G/CNT 材) の構造を最適化したグラフェン複合材を正極に用いたリチウムイオンキャパシタで、目標を上回るエネルギー密度 160 Wh/kg、最大出力密度 120 kW/kg、クーロン効率 98% 以上 (全て電極活物質当り) を達成した。 当初の技術目標値は、室温から 600 K までの温度域における有効最大出力 (温度差 50 °C で 2-3 W/m、温度差 250 °C で 50 W/m) を達成することであり、Mg₂SiSn 系にて目標値を大きく越える (50 °C で 5.1 W/m、温度差 250 °C で 167 W/m) 材料の創製に成功した 非白金触媒として金担持 BN 触媒の研究を進めた。この触媒における酸素還元反応および水素発生反応の過電圧はそれぞれ白金電極に対して -110 mV ならびに -30 mV であり、現行の白金電極比 100mV の過電圧をほぼ達成した。触媒の安定性は、現行触媒とほぼ同等であることが確認された。 材料開発におけるブレークスルーにつながると期待されるデータ科学の活用に向けて、コンビナトリアル手法と機械学習の連携に取り組み、蓄電池の性能向上に資する電解質の発見、高効率熱電材料の開発にもつながった材料探索手法の構築を行った。JST 未来社会創造事業により開始した磁気冷凍による水素液化技術の開発では、極低温での能動的蓄冷式磁気冷凍 (AMR) を実現し、<u>世界で初めて AMR による水素の液化に成功するとともに、液体水素のボイルオフを抑制する高性能オルトーパラ水素変換触媒を開発した。</u> <u>GREEN において特別推進チームを設置して研究開発を推進したリチウム空気電池、全固体電池について、前者の成果は HAPS 用蓄電池の開発を目指した SoftBank との大型企業連携に発展した。</u>一方、後者の成果を基盤とし、酸化物型全固体電池実現を目指す <u>企業 10 社と全固体電池 MOP を創設した。</u>これら 2 種類の次世代蓄電池開発に加え、共創の場形成支援プログラムの採択を受け、多様な蓄電池を設計するための電池解析・開発設計プロトコル構築を目指した先進蓄電池研究開発拠点を東京大学、京都大学、旭化成、ソフトバンク、トヨタ自動車、三菱ケミカル、村田製作所とともに先進蓄電池研究開発拠点を発足させ、これら蓄電池の研究開発において、蓄電池基盤プラット	からの水素製造に関しても、Ni#Y₂O₃ 根留触媒と水素分離膜デバイスの直列システムによって 0.3 L/min の水素製造を達成し、プロジェクト終了時の数値目標達成を確固たるものとした。さらに、新規メタン転換合金触媒や高性能水電解用電解質膜の開発にも成功するなど、社会実装にむけて大幅な進展がみられた。 計画以上の進捗：全固体電池におけるシリコン負極やリチウム空気電池における粒子系カーボン自立膜、スーパーキャパシタにおけるレドックス電極の採用により各蓄電デバイスのエネルギー密度を大幅に向上し、高性能蓄電デバイスの創出につながる革新的な材料技術を創出した。 計画通りの進捗：熱電材料の高性能化は実装に向けた研究分野の重要課題の一つであり、基礎研究の段階では既存材料である Bi-Te 系を上回る有効最大出力を示す材料の創製が望まれている。当初の目標値を達成するユビキタス元素系熱電材料の創製に成功したことから、計画通りの進捗であると判断する。 計画通りの進捗：BN 触媒という、全く新しい電子絶縁性材料における非白金触媒の世界を開拓した。 計画以上の進捗：材料探索におけるデータ科学の活用に積極・果敢に取り組み、エネルギー・環境材料の開発に結び付けた。今回構築した探索手法は、対象とした電解質、熱電材料以外にも展開可能であり、実際に新しい電解質の発見につながったハイスループット探索手法では、蓄電池以外のテーマに関する企業連携も開始されるなど、社会実装に向けて大きく前進している。さらに、世界で初めて水素液化に成功した磁気冷凍技術により、磁気冷凍技術の新しい応用分野が開かれつつある。 計画以上の進捗：GREEN で構築した計算—計測—材料開発の融合研究体制や蓄電池基盤プラットフォーム、GREEN で創出した研究成果を活用することで、蓄電池研究に関する数々の外部連携事業を推進し、新たな連携構築による優れた研究成果創出に貢献している。
--	---	--

・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。	オームの研究インフラを最大限に活用している。 全固体電池、リチウム空気電池、ペロブスカイト太陽電池の出口3課題を融合研究の実践の場として設定し、ナノ材料科学環境拠点では、従来からの4分野すなわち計算分野、計測分野、電池分野、太陽光利用分野に加えて、さらに、2016年からは10月に設置した技術統合化ユニットを設置し、社会システム全体を俯瞰した技術統合と理論・計測・材料創製との協働による材料開発への取り組みを行った。また、オープンラボによる外部研究者の受け入れなどを継続し、開かれた研究拠点として大学や企業における研究開発の加速にも貢献した。 GREENにおけるオープンラボでは10件前後の研究課題を採択して30名前後の研究者、学生の研究支援を行ってきた。2016年からはNIMS連携拠点制度を活用することで、ほぼ同数の課題を推進し、GREENの研究対象外分野も含めた研究支援と人材育成を継続した。蓄電池PFについては、年平均25,000時間の稼働で蓄電池研究の支援を継続するとともに、2019年度補正「先端研究設備整備補助事業」の採択を受けて8億円分の新規設備群を導入し、中型実用設計電池の研究開発にまで技術支援の範囲を拡大した。	計画通りの進捗：GREENで構築した確固たる研究基盤を核とし、研究分野を水素関連材料技術、熱電材料にも拡大することで、今日のエネルギー・環境材料研究拠点の設立にいたった。 計画通りの進捗：オープンラボ、連携拠点制度において年10件程度の課題を行うことで、大学等にける研究支援と人材育成を推進した。蓄電池基盤プラットフォームでは、コロナ禍においても、代行測定やオンライン測定を取り入れることで、コロナ禍以前の支援水準を維持した。
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・デバイスの構造をミクロ・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。 [プロジェクトの目標] ・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。 磁性材料	永久磁石材料においては、元素戦略磁性材料研究拠点と連携しつつ、微細構造制御に	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 補助評定：s (評定sの根拠) ネオジム磁石化合物の固有磁気特性を凌駕するSm(FeCo)₁₂系新規磁石化合物の開発に成功した。また、次世代磁気記録技術に向けて、5Tb/in²に対応するCPP-GMR素子の開発や、NIMSが開発に大きく寄与してきたFePt媒体(熱アシスト磁気記録で実用化)の特性向上(4Tb/in²対応)を果たした。スピントロニクス分野では、その応用分野の中心となるTMR素子において、実用化に必要なスピンバルブ型素子で室温世界記録(495%)を達成した。その後には、スピンバルブ型に限らず世界最高記録となる室温631%を実現した。その他に、異方性磁気ペルチェ効果の世界初実空間観測に成功するなど、マイルストーンとなる多くの学術成果も得た。総括すると、世界最高特性の新規材料・素子(磁石、磁気記録媒体、GMR、TMR)を次々に開発し、特に永久磁石については、その結果として世界トップ拠点としての地位を不動のものとした。 計画以上の進捗：電気自動車、省エネ産業用モーター、風力発電な

	よる Nd-Fe-B 磁石の高特性化ならびに Nd-Fe-B 相当以上の高特性を発現できる新規磁石化合物の探索研究を並行して実施した。Nd-Fe-B 系磁石においては超微結晶 Nd-Fe-B 異方性磁石を液体急冷材料の熱間加工プロセスにて試作し、それに新たに開発した 2 段階粒界拡散法を適用して、保磁力 2.53T、残留磁化 1.33T を達成した。<u>ネオジム磁石化合物の固有磁気特性を凌駕する新規磁石である SmFe₁₂ 系化合物では、異方性バルク焼結磁石での最高特性である保磁力 1T 達成に貢献し、更なる特性向上への指針も明らかにした。</u> 磁気抵抗効果材料に関しては、特筆すべき成果として、ホイスラー合金と新規 AgInZnO スペーサ等を組み合わせることによって、<u>5Tb/in² に対応する CPP-GMR 素子の開発に成功した。</u>その他、ハーフメタル材料と一般的な磁性体の界面に生じる大きなスピン非対称性によって磁気抵抗比が室温で2倍近く大幅に増大する新機構を世界で初めて実証し、実用デバイスに有用な成果を得た。またスピントルク発振素子では、電流によって誘起された素子の高周波ダイナミクスを、直流電圧の測定のみで観測する新規な計測手法を実証し、マイクロ波アシスト磁気記録技術の開発で有用な成果を得た。	ど電力・動力変換でエネルギー効率を高めるためには現行の Dy を多量に含むネオジム磁石と同等以上の性能を、希少元素を使わずに達成する必要がある。そこで、希少金属を使わずに保磁力を向上させるネオジム磁石の微細構造制御、そのための磁石の保磁力メカニズムの解明、さらに Nd-Fe-B 系以外の高性能磁石開発のための基盤研究を実施し、世界をリードする成果を得た。 巨大磁気抵抗(GMR)素子やスピントルク発振素子は、次世代情報ストレージのリード・ライト技術に不可欠な重要要素技術である。5Tb/in² に対応する CPP-GMR 素子は、高密度化技術を切り拓く重要成果である。ハーフメタル材料に関しては、その中でも、高い強磁性転移温度を有することから実用材料として有望なホイスラー合金系材料に注目し、新規材料や原子層レベル制御による界面を有する GMR 素子の作製に成功した。
磁性記録材料	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 FePt グラニューラー組織の開発に成功した。<u>FePt のような高異方性材料の磁化ダイナミクス測定は強磁場による初期化が必要なためこれまで困難とされていたが、超電導マグネットを時間分解磁気光学カー効果装置の光路に組み込むことにより実現した。</u><u>さらに外部エネルギー照射時の磁化ダイナミクス理解のために、熱エネルギー印加下での強磁場 TRMOKE 測定を可能にし、高温での磁化反転過程の理解の礎を築いた。</u>	計画以上の進捗： 機構がその開発に大きな貢献をした FePt 媒体の高密度化に関して、4 Tbit/in² レベルの FePt ナノグラニューラー組織の実現および高異方性材料の磁化ダイナミクス測定に成功し、当初予定を超えて研究が進捗した。
スピントロニクス素子	スピントロニクスの応用分野の中心素子はトンネル磁気抵抗効果(TMR)であり、TMR 素子の伝導特性およびメモリ応用時の高密度化に不可欠な垂直磁気異方性に関して様々な成果を得た。特筆すべき成果としては、<u>実用化に必要なスピンバルブ型素子で室温世界記録(495%)を達成した。</u>その後には、<u>スピンバルブ型に限らず世界最高記録となる室温 631%を実現した。</u>	計画以上の進捗： 室温世界記録となる TMR 比を実現し、機構が最高特性の磁気抵抗効果を世界的に独占する状況となった。
磁性理論	磁性・スピントロニクス材料の実験研究と緊密に連携することでプロジェクト全体を活性化させ、成果の創出を加速させることを目的として磁性理論研究を進めた。<u>磁気抵抗効果の温度依存性を抑制するための実験指針と磁気抵抗効果の実験結果の理論解釈、磁石材料における有限温度フォノン効果の解明、磁気ダンピング・スピン軌道トルクの理論解析、磁気異方性における軌道と四極子の物理の解明、異方的磁気ペルチェ効果や異常ネルンスト効果などのスピン効果の理論解釈を行い、それぞれの研究で重要な実験指針を提案することができた。</u>	計画以上の進捗： 有限温度における磁気物性の理論予測に関して、バルク物質・接合系ともに行って実験グループに指針を提示することができた。界面でのスピン軌道結合効果や熱スピン効果について、新しい概念を提案することができ、計画以上の進捗である。
ナノ解析	本プロジェクトで取り組む様々な磁性材料、ストレージデバイス、スピントロニクス素子のナノ構造を、収差補正電子顕微鏡や3次元アトムプローブなど高度な解析技術を活用し、それらの磁気・伝導特性を構造的な見地から検討し、理論的に最適構造とされるナノ構造を実現するための指標とした。また、磁化反転と構造を関連づけるためにカー効果顕微鏡法等による磁区イメージングと連続体モデルのマイクロマグネティクスシミュレーションに取り組み、微細組織と磁化反転過程、磁気特性との関連を明らかにした	計画通りの進捗： 目標通り、プロジェクト内で試作されたネオジム磁石、SmFe₁₂ 系磁石、巨大磁気抵抗素子等の微細組織解析、磁区観察を行い、特性への影響を明らかにし、特性向上の指針を得た。また、エネルギーアシスト磁気記録に向けた媒体、スピントルクオシレーターの最適化、高感度・低ノイズの磁気センサー開発のためマイクロマグネティクスシミュレーションの適用を進め、デバイス開発に貢献した。
熱スピン変換	基礎研究用途の磁性薄膜材料から磁気抵抗素子・永久磁石材料等の実用に近い系ま	計画以上の進捗： 未開拓の熱電・熱スピン変換現象の観測と解明

[技術目標] ・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 °C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 $RA \sim 0.1\text{--}0.5 \text{ } \Omega \mu\text{m}^2$、磁気抵抗変化比 $MR \sim 300 \%$ の垂直磁気抵抗素子を開発する。	で幅広く研究対象に含め、磁性材料やスピントロニクス素子に特有の熱制御現象・機能に関する基礎原理や応用技術を開拓した。主に独自に発展させた動的熱イメージング技術による熱電・熱スピン効果の計測・解析技術が最大の強みであり、主に同手法を駆使して、磁性体中で電流を曲げるだけで熱制御できる熱電効果「異方性磁気ペルチェ効果」の世界初の直接観測、磁化と電流が直交する方向に熱流が生成される熱電効果「異常エッチングスハウゼン効果」の薄膜における初めての観測と対称性の実証、永久磁石材料における巨大磁気熱電効果の観測、非線形磁気熱電効果の一つである「磁気トムソン効果」の世界初の直接観測、ゼーベック効果によって駆動される新機構の横型熱電変換の提案と実証のなど、スピントロニクス分野に新たな方向性をもたらす成果を次々と創出した。これらの現象をはじめとした各種熱電・熱スピン変換現象の原理解明を進めると同時に、スピン自由度に基づく熱エネルギー制御技術を開発させるべく、新しい熱デバイス構造の提案・実証や異分野技術の導入にも取り組み、実際に成果を挙げた。 永久磁石材料に関する研究を本プロジェクトおよび元素戦略磁性材料研究拠点 (ESICMM) に参画する国内の研究機関・大学の研究者と連携しつつ、世界トップレベルの永久磁石に関する基礎研究を推進した。このような環境下で、産業界とも協力し、重希土類元素を使わない、あるいは省重希土類元素の高保磁力ネオジム磁石の開発を実施した。具体的には、<u>実用サイズのネオジム熱間加工磁石に有効な 2 段階粒界拡散法を開発し、保磁力 2.53T、残留磁化 1.33T を達成し、重希土類元素使用量の大幅削減を達成した。新規磁石開発では SmFe₁₂ 系化合物の固有磁気特性が Nd₂Fe₁₄B を凌駕することを薄膜実験で確認し、異方性バルク焼結磁石の開発にも成功した (保磁力 1T)。</u> 巨大磁気抵抗素子では、新規なスペーサ開発や Ni 挿入構造を作ることによる原子レベルの界面制御、また低温熱処理で高い原子規則度を得るためのホイスラー合金や、スピン分極率を低下させるアンチサイト形成を抑制するための組成チューニングされたホイスラー合金を実現することなどによって、従来研究を大きく上回る磁気抵抗比を実現してきた。特に、80%超の MR 比を実現した Ni 合金層の挿入構造は、大きな CPP-GMR を得るための革新的な新構造である。 また、ハーフメタルと下記の半導体スペーサを組合せた素子は、CPP-GMR と同等の低抵抗特性を示し、それにおいて 24mV の電圧出力を得た。 マイクロ波アシスト磁気記録用のスピントルク発振素子においても、全面内磁化型とされる新しい積層構造の素子において、そのスピントルク発振ダイナミクスを世界で初めて解明するとともに、外部から高周波磁界を逆に印加することで、素子からの直流シグナルで磁化ダイナミクスを評価する新規な手法を考案・実証するなど大きな進展を得ることができている。 化合物半導体バリアを用いたトンネル磁気抵抗 (TMR) 素子で究極の低抵抗化に成功し、$RA=0.14 \text{ } \Omega \mu\text{m}^2$ を実現した。<u>従来のトンネル磁気抵抗素子の成長プロセスにおける問題点を明確にし、トンネルバリアと上部電極層の成長過程の高度化することにより、631%という室温世界記録の TMR を実現した。</u>素子の垂直磁化についても新規材料の開発によって高い特性を得た。	に加えて、スピンを使わなければ実現できない新しい熱電変換・熱制御機能の実証にも相次いで成功した。世界で機構でしか測定することができない物理現象が複数存在する状況であり、国際的に見ても高い研究競争力を担保している。異分野融合も積極的に推進しており、例えば光磁気記録の原理や弾性熱量効果など、従来スピントロニクス分野と関連がなかった現象や技術を次々と導入することで、独創的な成果を得た。 計画以上の進捗： 実用サイズのネオジム熱間加工磁石に有効な 2 段階粒界拡散法を開発し、重希土類元素使用量の大幅削減を達成した。高温特性の向上を目指して、さらに研究を推進する。また、SmFe₁₂ 系化合物では、異方性バルク焼結磁石での最高特性である保磁力 1T を達成した。 計画通りの進捗： ホイスラー合金の組成変調によって、優れた特性の磁気抵抗素子が作製できたとともに、スピン依存電子輸送と電子構造の相関などに関して、基礎的に深い知見を世界に輩出することができている。これらは実際に素子の高特性化で威力を発揮しており、ホイスラー合金の有用性を実証している。磁気抵抗比の目標値はまだ未達ではあるが、得られた知見をうまく組み合わせた素子設計・プロセスの最適化で 100%超 MR は十分実現可能なレベルには来ており、進捗は良好である。 計画以上の進捗： 材料および単体素子としての必要な要素技術の開発を全て達成した。特に室温世界記録となる TMR 比の実現はスピントロニクス分野のマイルストーンとなる一大成果である。
---	---	---

・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。 [シーズ育成研究] ・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。 ・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。 [産学連携] ・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。 ・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。 ・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	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 FePt グラニュラー組織の開発に成功した。また、<u>エネルギーアシスト時の磁化ダイナミクスの理解に必須の高温での磁気ダンピング評価に成功した。</u> <u>次世代再生素子である AgInZnO スペーサを用いた CPP-GMR 素子では、多結晶膜で目標値を超える 5 Tbit/in² の仕様を達成した (室温ハーフメタル技術との共通部分)。</u> 物質の磁性を学術基盤として、スピン軌道相互作用に起因する垂直磁気異方性の電圧効果に関する研究を行った。電流および電圧によって磁化挙動が変化する種々の現象を観測して成果を得た。今後の新規高効率磁化制御技術への展開を検討した。この他にも、物質の磁性を利用したセンサ技術のシーズ開拓を行った。 スピン軌道相互作用に起因する新しい熱発電関連現象として、スピネルンスト効果の原理実証を行った。また、新規性の高い化合物として、窒化物磁性体を用いた研究も行い、Mn₄N の異常ネルンスト効果による熱流センサの可能性も明らかにした。 ESICMM を通じて、永久磁石の研究開発に関するオールジャパンの連携体制が拡充した。この学術分野の人的および技術的連携が産業界との結びつき強化にも大いに効果を発揮し、<u>その発展的結果として、ESICMM 終了後の磁石マテリアルズ・オープン・プラットフォーム (MOP) の設立として新たな産学連携活動に結実した。</u> 世界的な磁気ストレージに関するコンソシアムである ASRC に参画し、強力なオープンイノベーション活動を推進した。これに加え、上記の磁石 MOP も 2022 年度から永久磁石開発に関する産学オープンイノベーションを展開するものである。 また、磁気メモリに関しては NEDO プロジェクトによって、他の研究開発法人、民間企業、国立大学との連携を展開している。 研究者の連携機関との相互併任については、これまでに東北大学と東京大学からのべ 3 名の教授・准教授がクロスアポイントメントで本拠点メンバーとなった。 磁気抵抗効果の理論研究に関する世界トップレベルの国立大学教員をクロスアポイントメントによって招聘し、大きく研究の加速を図った。<u>さらに、その教員を機構の定年制職員として雇用することに成功した。グループリーダーとして拠点の理論研究全般を率い</u>	計画以上の進捗: FePt 媒体の開発が大きく進み、今後の高密度化に向けた重要な成果が多く得られた。予想以上の顕著な進捗としては、高磁気異方性材料の高温での磁気ダンピングの評価があり、エネルギーアシスト磁気記録に必須の基盤技術である。 多結晶膜で目標値を超える 4 Tbit/in² の仕様を達成した CPP-GMR 素子も高密度化に向けた特筆すべき成果である。 計画通りの進捗: 電圧印加による磁化制御に関するシーズの発掘を進めることができた他、物質の磁性を広く活用することによる磁気センサに関するシーズ研究が進んだ。 計画通りの進捗: 全く新しい新現象の検証や、磁性化合物を用いたシーズ育成を行うことができた。 計画以上の進捗: ESICMM をハブ機能として十分に活用した。さらに当初計画以上の展開として、磁石 MOP の設立に至った。 計画通りの進捗: 産学連携を推進する国際的コンソシアムや公的プロジェクトに参画し、精力的に研究活動を行った。クロスアポイントメントによる組織的連携も計画通りに実行できた。 計画以上の進捗: 世界トップレベルの研究者をクロスアポイントメントにとどまらず、定年制職員として雇用することができた。グループリーダーとして活躍し、
--	--	--

ることで、研究を加速させる。	<u>ている。</u>	想定以上の研究加速が図られた。
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。 [プロジェクトの目標] ・界面制御による構造材料・構造体の高信頼性化 高次加工技術による微視組織制御と高性能材料の創出 マルチスケール接合技術の開発	温間加工をキーププロセスとして位置付け、形成される界面微視組織と特性の関係を実験的に明らかにし、構造用金属材料の特性向上を図ると同時に素材・部材形状を付与する材質制御プロセスを提案した。部材および部品内の適所に界面微視組織を傾斜機能的、段階的に複層構造化することで高強度化と相反する破壊特性等の特性を飛躍的に向上させることに成功した。 微視スケールにおける接着原理の解明、メゾスケールにおける接合面強度の評価と機	1. 1. 4 構造材料領域における研究開発 補助評定：s (評定sの根拠) 高速でき裂を完治する自己治癒セラミックスの開発、制振ダンパーとして普及が進む超長疲労寿命 FMS 合金を用いた溶接構造体を実現する第2世代FMS合金の開発、高強度鋼のギガサイクル域における疲労限の実証とそのメカニズム解明等の顕著な成果に加えて、当初計画を上回る数多くの研究成果が得られた。 また、構造材料つくばオープンプラザ(TOPAS)やインフラ構造材料クラスター等を活用して産学独連携を推進し、民間企業への研究成果の橋渡し／社会実装を進めるとともに、若手研究者の人材育成に努めた。 構造材料の特性評価試験を継続実施して構造材料データシートを発行するとともに、画像認識技術及び機械学習等のデータ科学を活用して、クリープ劣化組織による曝露温度推定プログラム及び破面分類プログラムを開発した。超音波疲労試験法の規格制定、大気暴露試験方法の JIS 規格改定、高強度耐熱鋼の許容応力及び寿命評価式の改正と最長 50 万時間までの材料強度基準値の策定等に貢献した。 定量的指標として、第4期中長期計画の初年度に比べて、研究者一人当たりの論文数が約1.7倍、筆頭論文数では約2.5倍に増大し、研究成果の発信力が強化されるとともに、第4期中長期計画期間平均で、定年制研究者一人当たり約2,000万円／年の外部資金を獲得し、約1.4件／年の産学独連携を実施した。 以上の成果をあげたことから、自己評価を「s」とした。 計画通りの進捗： 鉄鋼・高 Mn オーステナイト鋼・Ti 合金・Mg 合金の創製において、粒界・異相界面等を高度に制御した新しい組織を提示して試作に成功し、計画通りに進捗した。 計画通りの進捗：

	構解明、マクロスケールにおける構造体化技術の高度化によって、マルチスケールの接合技術を開発した。金属・セラミックス樹脂などのマルチマテリアル化を可能とする接着剤や接合技術の開発とともに、異種界面構造と接着・接合機能との相関を解明した。	マルチマテリアルをターゲットとした接合技術の高度化・高性能化を実現するための接合部特性予測技術開発に成功する等、計画通りに進捗した。
表面・界面の長時間挙動解析に基づく長期信頼性評価	各種異相界面や組織の不均質部・均質部境界の長時間クリープ中の挙動を、ナノ～マクロスケールで解析することにより長時間材質劣化メカニズムを解明した。表面や粒界・介在物等の内部界面の影響を解析することによって、新しい疲労特性評価技術を創出した。大気環境での腐食や水素の侵入・透過に及ぼす液薄膜／金属界面での腐食環境因子の影響を明らかにした。	計画通りの進捗： クリープ強度に及ぼす偏析の影響、溶接部のギガサイクル疲労特性評価法の開発、水素侵入・透過挙動の解析法の高度化に成功する等、計画通りに進捗した。
界面のナノスケール組織－力学関係の原理的解明	界面の解析手法として、TES・高速 EDX による元素分析の高精度化・高効率化によって偏析、析出などの組織因子を定量的に測定する技術を開発した。ナノインデンテーションの多環境計測や電子顕微鏡その場測定手法を高度化し、界面近傍の力学応答を定量的に解析する技術を開発した。それらの挙動をモデル化する手法として、第一原理、分子動力学などのマルチスケール計算機シミュレーション技術を開発した。	計画通りの進捗： S/TEM による主に軽元素に対する検出技術の高度化、局所力学解析による界面力学特性の定量化、第一原理計算などによる組織解析の高度化に成功する等、計画通りに進捗した。
・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。		
微粒子積層プロセスによる高信頼性部材造形技術の確立	三次元(3D)積層造形プロセスによる($\alpha+\beta$)型チタン合金を対象として、レーザ出力や走査速度、時効処理温度や時間などプロセス条件と微視組織との相関について、データを蓄積した。各条件で作製された試料の強度や破断伸び等の力学特性についても評価し、データを蓄積した。鍛造材の規格値(ASTM, Grade 5)相当以上の引張強度と破断伸びを実現し得るプロセス条件を見出すとともに、人工ニューラルネットワークやガウシアンプロセスによる機械学習技術を活用し、結晶粒径や相分率等の組織特徴量から力学特性を予測する技術を確認した。	計画通りの進捗： 三次元積層造形プロセスによる材料創製の基礎基盤を確立するとともに、鍛造材規格値相当の特性を発現できる製造条件を見出した。プロセス、組織、特性の相関データを蓄積し、データサイエンスを活用することで、特性予測モデルを開発した。計画通りの成果を達成見込みである。
構造材料のためのグリーン&セーフティーインテグレーション	3D 造形プロセスによる複雑なトラス構造体の製造技術を確認した。この技術に基づいて、負のポアソン比を実現可能なオーセンティック構造を取り入れた構造体を実現した。さらに、トラス構造を部位毎に変化させた傾斜構造へと発展させた。最終年度には、傾斜構造の衝撃負荷に対する応答特性評価に基づき、最適構造を見出せる見込みである。	計画通りの進捗： 三次元積層造形プロセスによるトラス構造体の創製技術を確認した。負のポアソン比を有する構造体を実現し、さらに傾斜構造体へと発展させた。計画通りの成果を達成見込みである。
デザインインテグレーション	3D 造形プロセスに適した新しいチタン合金開発のために、組織自由エネルギー法を用いた相変態、析出予測プログラムを開発した。開発プログラムは文献データなどを適切に予測することが可能となり、新合金組成探索に有用であった。	計画通りの進捗： 組織自由エネルギー法を用いて、チタン合金を対象に相変態や析出予測を可能とする独自のプログラムを開発した。計画通りの成果を達成見込みである。
高性能耐熱材料の創製技術開発	次世代超耐熱セラミックス基複合材料を実現するために、独自の酸化物セラミックス長繊維の開発を行い、不融化繊維の製造プロセスと焼成プロセスの最適化により、酸化物長繊維を連続的に製造する量産化技術を確認した。さらに、マトリックスとのギャップ界面層導入のための繊維表面へのコーティング技術を確認した。選択した酸化物マトリクスと実際に組み合わせ、独自の複合材料試作に成功した。	計画通りの進捗： 独自の酸化物長繊維の製造技術を確認し、複合材料としての試作に成功した。その過程において、繊維の不融化や表面コーティング技術等を最適化した。材料創製技術の確立という当初計画した成果をすでに達成しており、最終年度は高温強度目標の達成を目指す。
新規プロセスに適した合金組成の探	3D 造形プロセスに適した新しいチタン合金組成を設計した。設計に基づき、原料粉末を	計画以上の進捗：

索 プロセスセレクションによる高温機能発現 {技術目標} ・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化を目的として、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	試作し、新合金造形材の製造に成功した。プロセス時の冷却速度を遅くすることで、造形ままの状態、α 相が板状に生成した層状組織が得られることを発見した。<u>プロセス条件及びその後の熱処理条件を工夫し、$(\alpha+\beta)$ 層状組織を制御することにより、鍛造プロセスの場合よりも優れた高温強度とクリープ強度を実現することに成功した。</u> 次世代超耐熱セラミックス基複合材料を実現するために、LaMgAl 系複合酸化物等、新たなマトリックス候補材の探索及び試作と、その温度に依存した高温強度特性について評価した。また、室温～1400℃の熱サイクル下において、き裂の進展や治癒現象をその場観察する技術を開発した。さらに、放射光 (Spring-8) を活用した結像型ナノ CT により、粒子／気孔界面切片長さ、表面エネルギーテンソル等、組織異方性を定量化する多様な手法を提案した。 ボルトなどの部品・部材を念頭に種々の加工熱処理プロセスで作製した複層組織鋼材について強度特性×延性、耐水素脆化特性を解明するとともに部材の試作に成功した。高 Mn オーステナイト鋼において、γ オーステナイト、ε マルテンサイト、α' マルテンサイト三相組織の特徴を解明した。チタン系材料では偏析組織の形態制御や変形双晶・オメガ相といった金属組織形成や機械的性質に多大に影響する因子の詳細を解明した。Mg 合金では粒界偏析に着目し、変形素過程の支配因子を解明するとともに、当該合金にとって極めて重要な微細組織因子である準結晶の形成過程を捉えることに成功した。 接合面強度の評価、変形・破壊機構解明および強度予測のための静的及び疲労荷重下での力学特性データを蓄積し、各力学特性の相関関係も明らかにした。マクロスケールにおける構造化技術高度化のため機械学習法を活用し、抵抗スポット溶接部の溶融部形状(抵抗スポット溶接部の強度支配因子)の予測式を構築した。さらに、溶接継手において溶接電流等の接合条件が溶融部形状に及ぼす影響について明らかにした。放射光 X 線を利用し、ステンレス鋼及び高 Mn 鋼の溶融－凝固現象のその場観察を行うことに成功した。これにより凝固割れの発生や伝播機構を解明することができ、溶融溶接における接合部界面の形成挙動を明らかにするとともに、<u>状態図計算による合金組成の最適化により、溶接性と疲労耐久性を両立する第 2 世代 FMS 合金を開発した。</u>チタン及びアルミニウムと、PEEK など高分子材料を大気圧低温(150℃以下)で接合する新しいプロセス技術の開発に成功した。高い接合強度だけでなく、加水分解劣化耐性にも優れた手法である。 耐熱チタン合金を対象として、3D 造形プロセスに適した新しい合金の設計を行った。設計では、独自に開発してきた組織自由エネルギー法に基づく相変態や析出挙動の予測技術を活用した。実際に原料粉末を試作し、造形プロセス中の冷却速度を最適化することで、$(\alpha+\beta)$ 層状組織を制御できることを見出し、鍛造プロセスの場合よりも優れた高温強度とクリープ強度を実現することに成功した。<u>機構が開発した超音波疲労試験技術を活用して、世界最長となる 10¹¹ 回の疲労試験を実施して、ギガサイクル域における新たな疲労限の存在を実証し、それがき裂の発生限界ではなく、停留限界であることを解明した。</u> 電子顕微鏡などによる元素定量評価手法において、S/TEM 及びマイクロカロリメータ	プロジェクト当初の計画通りに独自の Ti 合金を設計・開発した。600℃ 137MPa で 10%歪まで 400 時間程度と、鍛造プロセス材よりも優れたクリープ強度を持つ新合金積層造形材の製造に成功しており、この性能は計画を上回る成果である。 計画通りの進捗： 独自の酸化物複合材料を実現するために、マトリクスとなるセラミックス材料の試作と、それらの高温特性を明らかにした。評価手法に関しても、超高温熱サイクル試験下でのき裂進展挙動をその場観察する技術を実現した。計画通りの成果を達成した。 計画通りの進捗： 鉄鋼材料において温間加工プロセス技術で制御した粒径アスペクト比が水素脆化特性に影響すること、Mg 合金では Y 等の添加元素が粒界に偏析することによって延性を向上させることなどを見出し、計画通りに進捗した。 計画以上の進捗： 接合面を含んだ二重片持ちはりにおけるき裂進展挙動の明確化、機械学習技術を活用した溶接部疲労特性予測技術の開発、光や熱などの外部刺激に応じて重合・解体を制御できる接着剤の合成等に成功するとともに、溶接性と疲労耐久性を両立する第 2 世代 FMS 合金を開発した。この成果は、FMS 合金の適用可能性が拡大し、心材の断面を十字や H 字に接合した大断面溶接構造的制振ダンパーの開発につながった。さらに、マルチマテリアル化に対応した新しい接合技術として、輸送機器にて重要なチタンやアルミニウムと高分子材料を高強度に接合し、耐環境特性にも優れた新しいプロセス技術を実現する等、計画以上の進捗である。 計画以上の進捗： これまでの知見と計算を活用して、鍛造材よりも優れた特性を示す 3D 造形に適した合金を開発した。従来技術では 30 年を要する 10¹¹ 回のギガサイクル疲労強度を、超音波疲労試験技術により 2 ヶ月で加速評価することが可能となり、ギガサイクル疲労における疲労限の存在を実証し、その機構を解明することにより、機械構造物設計の信頼性向上に大きく貢献する等、計画以上の成果を達成した。 計画以上の進捗：
---	---	---

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。 [シーズ育成研究] ・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。 ・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。 [産学連携] ・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。 ・戦略的イノベーション創造プログラ	EDS による粒界偏析や粒界析出物の分析の高度化として γ-factor 法の精度向上を達成した。<u>これらの先端分析技術によりセラミックスの治癒機構を解明し、計算科学により最適な「治癒活性相」を探索した結果、革新的な自己治癒セラミックスを開発した。</u>局所力学特性解析により、転位—粒界相互作用の微視的な実験解析とそれに基づくモデリングを行って、超微細粒 IF 鋼の結晶粒微細化強化における Extra-hardening の機構モデルを提示した。第一原理フェーズフィールド法の他の合金系への展開を進め、AI 系合金の熱安定性の理論予測を実現した。 3D 造形プロセスによるチタン合金を対象として、プロセス条件と微視組織および力学特性の相関について検討し、最適条件を見出した。これにより、従来の鍛造材及び鍛造材の規格値よりも高い強度と延性を発現する条件範囲を見出した。 金属からセラミックス、複合材料までの多様な構造材料シーズの創製と、構造材料に関する評価手法の高度化やハイスループットな材料設計手法の開発、効率的な材料プロセス開発、さらには疲労や水素脆化など構造材料を劣化させ、その信頼性に深刻な影響を与える現象の解明等、先導的かつ挑戦的な研究を行った。 構造材料データシート計 40 冊(クリープ 14 冊、疲労 12 冊、腐食 8 冊、宇宙関連材料強度 6 冊)を作成・発刊した。クリープ強度の評価法として提案した「領域分割解析法」が経済産業省の発電用火力設備の技術基準の解釈(2019 年)や ASME 規格(2019 年)の許容応力や寿命評価式の策定で採用された。さらに、開発を進めてきた超音波疲労試験方法が日本溶接協会規格 WES 1112:2017 として標準化された。構造材料データシートで得られた知見の集大成をレビュー論文(クリープ、疲労の各 1 冊)として公表した。構造材料データシートで得られた破断面写真や金属組織写真の特徴量抽出と機械学習により、破断面分類や曝露温度推定を可能にするプログラムを開発した。 広空間・高分解能分析 S/TEM、SEM による組織解析を高速・高精度で実施できる TEM 試料作製装置、従来比で 1,000 倍の体積の三次元組織解析が可能な装置等、構造材料研究に重要な広範囲の元素分布解析や歪・変形解析等を重視した最先端設備を整備して、評価・解析技術の高度化を図った。これらの最先端設備を共用装置として運用することにより、技術提供や共同研究等にも広く活用されている。 戦略的イノベーション創造プログラム(SIP)において、企業と連携して鍛造シミュレータを	治癒機構を解明して革新的な自己治癒セラミックスを開発するとともに、電子顕微鏡技術による組成分析技術を高度化し、鉄中リン元素の粒界偏析の検出、SEM-ECCI による転位組織の三次元観察、ナノインデンテーション法による塑性変形開始の臨界応力の粒界内部応力／ひずみ依存性等を明らかにする等、計画以上に進捗した。 計画通りの進捗： 3D 造形プロセスによる材料創製の基礎を確立し、耐熱チタン合金を対象として、従来材の規格値を超える特性を得ることのできる条件範囲を見出すことができ、計画通りの成果を達成した。 計画通りの進捗： 多種多様な構造材料に関する各種の試験技術開発等に数多くの成果が得られており、将来のプロジェクト研究提案等に繋げるための基礎的な研究成果を得ることができた。 計画通りの進捗： クリープ試験や疲労試験等の長期的・継続的な取り組みにより、着実に基盤的試験データを取得・公表した。さらに、試験法や解析法が国内外の規格・基準に反映された。また、試験データのみならず、試験データの解説に相当するレビュー論文を公表する等、積極的な材料情報の発信を行った。 計画通りの進捗： 構造材料研究に特化した最先端設備を整備して共用装置として運用することにより、技術提供や共同研究等にも広く活用されている。 計画通りの進捗：
--	--	---

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。 ・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。	用いた実験を行い、企業の製造プロセスに有用なデータを取得するとともに、データサイエンスや数値シミュレーションを組み合わせ、構造材料のプロセスー組織ー特性ー性能の連関を予測するマテリアルズインテグレーション(MI)技術の開発に取り組んだ。鉄鋼材料溶接部及び三次元積層造形プロセス等を研究対象として、熔融凝固による組織形成過程の予測技術や、3D プロセス中のき裂発生を抑制可能な新合金の MI による探索などの優れた成果をあげた。プロジェクトを通して参画大学の学生や企業の若手技術者に対して塑性加工や金属組織学に関する知見を提供するとともに、インフラ」構造材料サマースクールや研究会等の活動を通して人材育成に尽力し、SIP インフラ構造材料研究に従事した若手研究員が NIMS 定年制研究者に採用される等、産業界、大学等における人材育成にも貢献した。 構造材料つくばオープンプラザ(TOPAS)に民間企業 40 数社、大学、公的研究機関が参画するインフラ構造材料クラスターを結成し、インフラ長寿命化や効率的維持管理に資する材料技術の開発を産学独連携で推進した。その結果、<u>コンクリート内部環境センサーと腐食環境センサーが国土交通省北陸地方整備局により富山湾のリプレイサブル</u><u>棧橋に実装された他、電磁波による腐食検出センサーについては斜張橋のケーブル腐食検出に展開し、全国 30 橋を超える橋のケーブル腐食検出に用いられた。</u>その後、インフラ構造材料パートナーシップが TOPAS の活動を引継ぎ、法人会員(年会費 10 万円)と個人会員により活動を継続して、社会実装に向けた研究成果の企業への橋渡しと当該分野に人材育成に貢献している。	当初の計画通り、製造プロセスに有用な実験を行いデータを取得するとともに、データサイエンスやデジタルツイン等、世界的な技術革新の潮流を捉え、構造材料を対象とした技術開発にいち早く取り組んだ。計算技術の開発だけでなく、それらを活用した新合金の設計と試作、特許取得等、学術的かつモノづくりの側面においても成果をあげ、人材育成に貢献した。 計画以上の進捗： 研究成果である技術シーズの実用化に産学独で取り組んだ結果、数多くの研究成果が社会実装される実績をあげており、当初の計画以上の進捗である。
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、「ナノアーキテクトニクス(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、有機ー無機ー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し新規材料技術の創出を行う。	多様なナノマテリアルの合成に成功し、増強された機能の発現や新しい現象の発見がもたらされた。さらにこれら機能ナノマテリアルを様々に集積、複合化させるプロセスも確立され多数の新材料、新機能の創出に繋がっている。 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て現れる機能性や反応性を高度に制御・変調して活かすための新規ナノ材料創製技術を確立し、エレクトロニクス、環境・エネルギー技術、バイオ技術の革新につながる新しい材料機能とデバイスの創製、ナノアーキテクトニクスシステムの開発を行った結果、以下の成果が得られた。 ・hBN をゲート絶縁体を組み合わせたダイヤモンド FET により、世界最高性能の室温正孔移動度(680 cm²/Vs)を得た。 ・ペロブスカイト酸化物ナノシートがナノレンジで世界最高の誘電率(470)、電気容量(203 μF/cm²)を得た。	1. 1. 5 ナノ材料領域における研究開発 補助評定：s (評定 s の根拠) 現行材料を凌駕する新規熱電材料、実用レベルの防錆効果を発揮するナノシートコーティング膜、高容量、高効率の電池活物質、電極触媒、異方性ヒドロゲル、構造色を呈する溶液等、ユニークな新材料、機能を創出した。更に、世界に先駆けた原子スイッチによる意思決定機能回路の理論検証、固体電解質による人工視覚素子の実証、蜂の巣トポロジカルフォトリック結晶の提案など、先進的な原子・分子・量子ナノデバイス新機能やナノデバイス要素を応用デバイスやシステム中に組み込む手法と素子構造作製技術の開発、ならびに原子スケール制御の超薄膜を用いた次世代デバイスの基礎基盤開発を行い、独創的な発想に基づくナノ現象・その機能性を明らかにした。 ・論文指標については以下の通り。 本領域から 2016～2021 年の間に 3565 報の論文が公表され、その中の 168 報 が被引用数において「世界トップ 1% 論文」である。 発表された全論文誌の平均 IF (インパクト・ファクター) は 7.6 と非常に高い。 外国人研究者の割合は 46% であり、国際研究拠点としての充実にも尽力した(2016～2021 年の平均国際共著論文数 69.2%)。

[プロジェクトの目標] ・ケミカルナノ・メソアーキテクニクスによる機能創出		
新規ナノマテリアルの創製とナノ・メソアーキテクニクス化	ソフト化学的剥離技術、ミセル鋳型法など独自合成技術やカスタマイズした高度合成手法を適用することにより、<u>有機～無機～金属の広範な物質系にわたり、サイズ、形状、次元性、さらに組成、構造を精密制御した各種ナノマテリアル(コア・シェルナノワイヤ、ナノシート、ナノ多孔体など)の合成を達成した。</u>さらにこれらをビルディングブロックとしてナノ～メソレンジで配列、累積、接合させる溶液プロセスも確立した。	計画以上の進捗 多様なナノマテリアルの合成に成功し、増強された機能の発現や新しい現象の発見がもたらされた。さらにこれら機能ナノマテリアルを様々な集積、複合化させるプロセスも確立され、この2つの成果をベースとして、当初の計画を大幅に上回る多数の新材料、新機能の創出につながっている。
ナノ・メソアーキテクニクス材料の評価・モデリング	本テーマでは、微粒子、ナノワイヤ、ナノシート、ヘテロ積層体などの多様なノマテリアルの評価、物性予測を実施し、合成にフィードバックして、新規材料創製を促進させた。評価手法として、SPM、TEM 内‘その場’測定をベースとした手法の開発・高度化を進め、電気、機械、光特性に加えて熱特性の評価も可能とした。物性予測については、第一原理計算に量子情報科学・トポロジカル理論等を組み合わせ、広範な物性の予測を可能とした。	計画通りの進捗 各種評価手法の開発を着実に進め、本プロジェクトで合成されたナノマテリアルの様々な特性の評価を可能とした。さらに、新規構造が示す物性予測も可能となり、目的機能を持つナノマテリアルを、試行錯誤を伴う伝統的手法に頼らず創製できる道が拓きつつある。
ケミカルナノ・メソアーキテクニクスによる機能開発	高次ナノ構造(ナノ複合体、ヘテロ集積体、超分子構造体など)制御などにより、<u>熱電変換、光電変換、センシング機能において、顕著な機能増強</u>を達成した。例えば、欠陥・界面制御により現在最高性能の熱電材料として知られる Bi_2Te_3 系に匹敵・凌駕する新規材料の開発、複数の光触媒のヘテロ接合によりメタンからエタンへの高活性・高選択性変換の世界で初めての成功など特筆される成果が得られた。	計画以上の進捗 現行材料を凌駕する新規熱電材料の創製や世界初のメタン/エタン光触媒転換など、高い注目を集める先進的成果を数多く創出した。熱電材料、光触媒、センサー材料開発の各テーマにおいて、国際一流誌を中心に年30報以上の原著論文、レビューとして発信された。
・システムナノアーキテクニクスによる機能開発		
原子・分子・量子ナノデバイスの新機能開拓	分子細線、原子スイッチやプラズモニクス、トポロジカルな電気特性などの分子・原子・量子の興味深いナノスケール特性を利用した低消費電力・超小型の新しいナノデバイス機能の探索、それらを利用して実現される次世代高度情報処理技術を見据えたナノデバイス要素材料と要素構造の試作と評価に関して、<u>様々なシーズの創出のみならず数々の試作デバイスの実証を行った。</u>	計画以上の進捗 原子スイッチによる意思決定機能回路の理論検証、固体電解質上に混合伝導体のチャネルを配列した人工視覚素子の提唱と実証に成功した。メタマテリアルによる熱輻射エネルギーから電力やスピン流への変換手法開拓、蜂の巣トポロジカルフォトリック結晶の提案など、独創的な発想に基づくナノ現象・その機能性を明らかにした。
ナノアーキテクニク次世代デバイスの開発	先進的な原子・分子・量子ナノデバイス新機能やナノデバイス要素を応用デバイスやシステム中に組み込む手法と素子構造作製技術の開発、ならびに原子スケール制御の超薄膜を用いた次世代デバイスの基礎基盤開発を行うと併に、ハイブリッド構造の評価技術開発、界面評価技術開発、極限環境下(極低温、超高压)における電気特性計測技術開発を推進した。	計画通りの進捗 多様な特性を持つ物質を自在に積層するハイブリッド3層構造($\text{AlN}/\text{MnS}/\text{Si}(100)$)の作製に成功した。層状カルコゲン化合物の単層酸化による原子層物性変換を通じたヘテロ構造作製技術を確認し、従来のSiダイオードを大きく上回る光応答感度を有することを見出した。
ナノアーキテクニク・システムの機能創発の解析	先進的なナノスケール物性計測評価手法と理論的な機能設計・解析ツールの開発と応用を通じて世界を先導する新技術開発、さらには新現象の発見を達成した。多探針走査プローブ顕微鏡(MP-SPM)において局所ラマン散乱分光計測、多探針電気特性計測などの同時利用を大気中・雰囲気ガス中のみならず高真空中・液中まで拡大した。数万原	計画通りの進捗 ガス雰囲気中でのナノチューブセンサ評価、原子スイッチネットワークのダイナミクス計測などを実現した。多探針計測から始まった「複雑ネットワーク系を用いたニューロモルフィック情報処理」の取り組みで

	子からなる巨大原子系の第一原理計算手法による構造最適化プログラム (CONQUEST) に、その電子状態理論計算機能を実装し、さらにインフォマティクスを活用した分子設計手法も開拓した。	は、従来のニューロモルフィック素子活用とは一線を画した脳型情報処理に新機軸を打ち出した。
ナノアーキテクトニク・ライフシステムの開拓	機能性分子を活用したナノアーキテクトニク技術応用として、健康長寿社会の実現に向けたライフシステム新機能の開拓とその実用化を目指し、がんや感染症の早期診断用のバイオセンサーシステム、がん治療及び再生医療のための先進ナノシステム化生体材料を創出した。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。	計画通りの進捗 ナノパターン等を施した培養基板上で、がん細胞の老化を誘導できることを明らかにした。がん細胞を高熱効果により死滅せしめる金ナノロッド複合化多孔質材料の開発、ナノ粒子薬剤の細胞内取り込みを高める薬剤内包ナノファイバーの開発などを進め、温熱効果のがん抑制効果を明示した。
[技術目標] ・ナノマテリアルを 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。	<u>2次元ナノシートを基板上に単層稠密配列させる新規溶液プロセスを開発し、これを反復することで 1 nm 精度で構造を人工制御して多層ナノ構造、超格子構造を構築する技術</u> を確立した。さらにナノシート間の静電反発を高度に制御することにより、 <u>溶液中で数十～数百 nm 間隔で秩序配列できることを見出した</u> 。Si/Ge ナノワイヤの CVD 成長を精密に制御することにより、コア・シェル構造を数 nm 精度で制御し、かつコアとシェルの位置制御的にドーピングする技術を確立した。	計画以上の進捗 本精密集積・接合技術の確立により、ナノシートでは、実用レベルの防錆被覆、最高レベルの容量、効率を発揮する電池活物質、電極触媒、異方性ヒドロゲル、構造色を呈する溶液等、Si/Ge ナノワイヤ系では高密度縦型 FET や高効率太陽電池など、ユニークな新材料、機能の創出に結びついた。
・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。	新しい熱電高性能化原理(ナノ多孔導入、磁性導入、欠陥制御、界面制御)を提案し、それに基づいて複数の新規熱電材料を開発した。中でも半世紀以上最高特性値を維持してきた Bi_2Te_3 に匹敵・凌駕する Mg_3Sb_2 系新規材料の開発に成功した。本材料を用いて試作したモジュールは比較的低温域の 300℃の温度差でも変換効率 7.3%を示した。材料特性からはさらに 1.5 倍の約 11%の高変換効率が予測されることから、高い注目を集めている。	計画以上の進捗 当初目標値(変換効率 10%以上)は中高温で 500℃の温度差を想定しているのに対して、本研究で開発した新材料は 300℃の温度差でも高効率を発揮する。本材料は資源的に豊富な元素から構成されていることに加え、性能的にも Bi_2Te_3 を超えるものである。
・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。	従来の STM 研究で、フラレン分子間の結合と断絶によるスイッチ素子が作製できると、実用のスイッチ素子よりも 2-3 桁以上の省電力動作が可能であるとされていた。しかし、フラレン分子を固体素子構造に造りこむアイデアや取り組みは皆無であった。今回、1つのフラレンポリマー鎖の電気伝導を、フラレン分子間の結合と断絶を外部電流で制御することで、電流の On/Off 機能を室温で動作させることに成功した。これにより、原理的に数個のフラレンで動作可能な数 nm まで微小化した(従来素子の 1/100 スケールの) On/Off 素子の実現が期待できる。	計画通りの進捗 室温でフラレン分子の結合と断絶動作をソース・ドレイン電極素子で制御できたことで、従来素子の 1/100 以下の超低消費電力素子開発の基盤技術を獲得した。フラレン/金属界面抵抗低減、並列抵抗低減、安定動作のための余剰負荷の見直し等の改善により、STM 研究で予想される限界値に近い高効率室温動作の固体素子実現へと近づいた。
・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認する。	<u>固体電解質材料を用いて、ニューロモルフィックな機能を構成する神経シナプス、視覚(光学)受容体の機能を代替する基本素子などを作製し、人工網膜による画像認識を再現する画像構築システム化を達成した。</u>	計画以上の進捗 固体電解質中の原子移動を利用した常磁性/強磁性スイッチ現象の発現や人工視覚素子の提唱と実証を行い、さらに、多数の原子スイッチ素子をランダムに内包した複雑ナノワイヤーネットワークが、脳情報処理機能を部分的に再現できることを初めて実証しそのメカニズムを解明した。
・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トニク・システムを開発する。	早期診断システム、がんや感染症の早期診断用のバイオセンサーシステム、がん治療及び再生医療のための先進ナノシステム化生体材料を創出した。具体的には、光応答性ゲル基板、ペプチド分子精密固定化基板、分岐高分子プラシ架橋膜などの生体適合材料を開発し、細胞-材料相互作用による幹細胞の組織化や分化への影響、がん細胞	計画通りの進捗 ナノパターンやマイクロパターンを施した培養基板上で、がん細胞の老化誘導を達成した。また、がん細胞を高熱効果により死滅せしめる金ナノロッド複合化多孔質材料の開発、ナノ粒子薬剤の細胞内取り

[シーズ育成研究] ・ナノスケールに関連した特異な物性、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。 [産学連携] ・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。 ・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。 ・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。	の活性への影響を調べた。 新物質・新材料・新技術などのシーズ発掘を目指して自由発想型研究を推進した。30 超のサブテーマを実施した中で、狭帯域赤外線光源となりえる新しいプラズモン材料、Ru フリーで高活性なアンモニア合成触媒、高速スイッチ機能を有するフラーレンナノ細線材料、幹細胞未分化増殖を可能にするフラーレン超分子集合体、電子励起と緩和の繰返しにより駆動しうるモーター分子など、数多くの成果を得ることができた。 ナノテク分野の世界的頭脳循環ネットワークの中心となることを目指して、世界トップレベル研究拠点プログラム(WPI-MANA)で構築した活動を継続・発展させてきた。具体的には国際シンポジウムの開催、コロナ禍におけるオンライン技術を活用した頭脳循環手法の確立、理論-実験融合研究や異分野連携研究の促進、ICYS-MANA 制度等の取り組みを通じての若手育成、ネットワーク技術を駆使したアウトリーチ活動の促進などに成果を挙げてきた。 異分野の人材が交流する「melting pot」の利点を活かして、単一分野では成し得ない融合研究を促進してきた。例えば機械学習を活用した臭覚センサーの開発、有機化学と電子工学の異分野連携による高感度イオンセンサーの開発、第一原理計算と分子合成の連携による分子の最適構造の解析などに成果を挙げてきた。 企業との連携と社会実装へと発展した課題は少なくない。例えば原子スイッチを発展させた FPGA の実用化と人工衛星への実装、プリンタブルエレクトロニクスに不可欠な電極金属の材料開発と印刷プロセスの確立、ナノシートを使った腐食防止剤の開発と自動車エンジンへの応用、スパートポリマーを活用した医療材料の開発などの成果を挙げてきた。	込みを高める薬剤内包ナノファイバーの開発、MSS センサーシステムなどにより、有用ながん診断・治療システムに向けた開発が大きく進展した。 計画通りの進捗 ナノアーキテクニクスのコンセプトに沿って数多くの萌芽的研究を発掘することができた。加えて新しい研究課題に果敢に挑戦する土壌を築くことができた。 計画通りの進捗： WPI プログラムが重視する国際頭脳循環とアウトリーチ活動の両立を進めてきた。その結果、人材の交流と外部への情報発信が研究活動の促進にも貢献できることを実践した。 計画以上の進捗： ナノアーキテクニクスの概念である「異なる材料を組み合わせることこそ発現する機能追求」を実践したのが、この融合研究であり、ゼロから1を生み出す新たな成功例をもたらした。 ICYS-MANA 制度を活用して、若手が NIMS 研究職員となるキャリアパスや、Alumni との国際ネットワークを構築できた。 計画通りの進捗： 萌芽的な基礎基盤研究を実践するのがプロジェクト研究の主目的であるが、その中でいくつかの課題は社会実装まで発展できた。
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、		1. 1. 6 先端材料解析技術領域における研究開発 補助評定：a (評定 a の根拠) 以下に示す「各評価指標等に対する自己評価」のうち、「計画以上の進捗」とする項目では顕著な成果を得るとともに、「計画通りの進捗」とする項目では計画の目標を達成していると認められることから、評定を a とした。

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。 【プロジェクトの目標】 ・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。 表面敏感オペランドナノ計測 表層化学状態計測と情報科学 高感度電顕とその場ナノ観察 強磁場固体NMR・物性計測 量子ビーム計測技術開発応用 【技術目標】 ・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	【領域全体】 本領域では、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させるため、先端材料解析技術の研究開発を進めた。特に、「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」プロジェクトにより、世界トップレベルの計測コアコンピタンスの開発と、社会ニーズに応えるマルチスケール・オペランド計測技術の開発、およびデータ科学と融合させた計測インフォマティクスの構築を目指した。加えて本研究領域ではプロジェクトの基礎基盤を支えるためのシーズ育成研究と、開発技術の材料応用のための産学連携として、NIMS内企業センターや文科省委託事業 NIMS 微細構造解析プラットフォーム、文科省事業窒化ガリウム評価基盤領域、などに参画するとともに、科学技術人材育成費補助事業などで、先端計測人材育成にも貢献した。 【プロジェクトおよび技術目標】 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おいては、表面敏感オペランド計測、表層化学状態計測、高感度その場電子顕微鏡観察、強磁場固体NMR、量子ビーム応用の5つの計測手法を設定し、<u>インフォマティクスとの融合とオペランド計測技術の開発と材料イノベーションにつながる実用材料への展開を進めた。</u> 表面敏感オペランド計測では、1%歪場 sub-meV の極低温プローブ顕微鏡技術を開発と半導体表面への応用、配向制御酸素分子ビームによる Pt 触媒素過程の解明、ケルビンプローブ力顕微鏡法による Li 電池・太陽電池・半導体デバイスのオペランド電位計測、<u>オペランド水素顕微鏡の提案・製品化とステンレス鋼水素透過解析、プローブ顕微鏡による新規ナノ構造合成、LiB₆ ナノワイヤを使った電子銃開発、</u>などを行った。 表層化学状態計測と情報科学では、表層数十ナノメートルの埋もれた物理量を抽出する手法の提案と単層グラフェン電子透過率計測への応用、XPS データ分離自動化技術の開発、オペランド XPS による電池材料の負極反応と容量損失解析、機械学習やデータベースを用いたスペクトル解析法の開発などを行った。	【領域全体】 単原子レベルからバルクに至るマルチスケールな先端計測技術を網羅した先端計測に関する研究プロジェクトや計測インフォマティクスの概念は世界的にも先駆的な試みであり、さらに領域内外の材料研究や産学連携をすすめた点で、適正かつ効果的な運営をおこなっている。プロジェクトの各サブテーマの研究成果は計画以上の成果を得られており、開発技術は機構の様々な材料開発プロジェクトや共同研究に展開されている。データ駆動型材料研究をサポートするための先端計測データベース等ではコア技術・サブテーマの枠を超えた連携がデータベースとして成果となっており、計画以上の成果が得られている。 【プロジェクトおよび技術目標】 計画以上の進捗：物質最表面の原子レベルからバルクに至る先端的な世界トップレベルの計測コア技術を開発するとともに、様々な材料に展開できた。特に機構が注力する環境・エネルギー関連材料や先端ナノ材料、あるいはデータ駆動型材料研究の基盤となるデータ提供に貢献できた点で、当初の計画以上の進捗が得られたと考えている。 計画以上の進捗：表面敏感オペランド計測では独自の表面計測技術を開発し、これまで見ることができなかった触媒・蓄電池・創電池の動作環境下の観察を可能とし、材料開発に寄与した。さらにオペランド水素顕微鏡や LaB₆ ナノワイヤ電子源など、従来できなかった計測・性能を実現する計測手法を提案し、原理実証のみならず製品化・実用化を実現できた。表層化学状態計測では、物理量抽出のための手法開発や、データ分離自動化技術の開発とその公開まで行っており、機構が進めるデータ駆動型材料研究を支える技術の一つとなっている。加えて蓄電材料の負極反応では初期容量損失メカニズムの解
--	--	---

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。 [シーズ育成研究] ・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。 [産学連携] ・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。 ・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ともに、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	透過電子顕微鏡研究では、装置内で、導入ガス種・圧力・温度を調整できる複合環境制御ホルダーの開発と燃料電池触媒・イオン伝導体への応用、単原子分析電子顕微鏡法の定量化と触媒中の単原子観察および Ga_2O_3 エピタキシャル絶縁層の発見、4D-STEM とデータ科学との融合と非晶質材料への応用、超高エネルギー分解能角度分解 EELS による局所フォノン計測技術の開発などを行った。強磁場固体 NMR・物性計測研究では、<u>クライオコイルプローブによる感度向上(2 倍以上)による Ca/Mo 等の分析、高温プローブの開発、などの技術開発を進め、Li イオン Na イオン電池の安全性に関わる析出現象のオペランド計測や、正極材・固体電解質中の Li 拡散測定、有機合成用触媒、粘土鉱物中の Cs 吸着現象の解明などの材料展開を行った。</u> 中性子・放射光等の量子ビームを用いた先端計測においては、X 線反射率による数十ナノメートル以上の埋もれた界面の計測手法の開発、非晶質構造のトポロジを活用した構造解析手法の開発とガラス材料への応用、非磁性超高压セルによる世界最高圧力下の中性子回折手法の開発とマルチフェロイクス材料の構造解析、ブラッグエッジ法の発案と磁気構造解析への展開、イオンビームによるナノ構造体形成と光学特性評価などで成果を得た。 [シーズ育成研究] シーズ育成研究として、計測手法の基礎原理に立ち返った要素技術開発、新規応用分野開拓、あるいは物質科学の基本に係る現象解明のための計測研究を行った。その結果、新しいエネルギー分散 X 線撮像法、プローブ顕微鏡と機械学習による細胞診断、超伝導 GaInSn 液体合金、高感度微分位相差顕微鏡法による点欠陥電位の観察、電子顕微鏡や光電子分光法におけるビックデータ取得・解析用ソフトウェアの開発、あるいは先端分析機器のリモート化などで、成果を上げた。計測結果のデータベース化において専門知識を必要とするメタデータの構造化などに貢献した。 [産学連携] 産学連携では、特に機構が推進する企業連携センターや各種材料研究開発プロジェクトなどで、材料解析評価担当として貢献している。特に蓄電池や GaN のプロジェクト、NIMS 微細構造解析プロジェクトなどでは、本研究領域で開発した先端計測手法が展開されており、最先端の研究者がその共同研究部分を担っている。その範囲は、プローブ顕微鏡、イオン顕微鏡、電子顕微鏡、固体 NMR、放射光となっており、参画者は 24 名となっている。そのほか、成果公開型の国家プロジェクト以外に、他研究機関や企業が開発した材料の計測を、本研究領域で行う個別の共同研究も行っている。 加えて産学連携の重要な要素として求められる人材育成については、先端計測に係る研究者の育成として、科学技術人材育成費補助事業 CUPAL を行っており、ナノテク	明等で成果が得られている。 計画以上の進捗： 透過電子顕微鏡では、複合環境制御ホルダーや高感度顕微鏡法を開発し、蓄電材料・触媒・超伝導・半導体材料への展開がなされた。触媒の計測ではマクロな性能を微視的に解明した。半導体材料解析で見出した予想外の Ga_2O_3 エピタキシャル絶縁層は、新規の半導体デバイスの構造としての特許・論文発表等につながった。フォノンを高空間分解能で観察できる角度分解高分解能 EELS 解析技術は世界トップレベルであり、企業との新たな共同研究を通じた材料イノベーションへ寄与した。強磁場固体 NMR の高分解能・高温プローブの開発により、電池材料などの安全性向上・性能向上につながる新たな知見を見出した。ベンチャー企業・企業との連携ラボなどとの協業により、計測機器産業への貢献もしている。 計画通りの進捗： 量子ビームを用いた計測においては、新しい X 線計測手法の開発のみならず、非磁性超高压セルによる世界最高圧力での磁気構造解析やそれに基づく新規磁気冷凍材料の開発など、水素社会構築に向けた材料イノベーション研究へも発展している。 [シーズ育成研究] 計画以上の進捗： シーズ育成研究として得られた成果は、先端計測手法の開発と材料への展開研究を支えるための要素技術として随時適用されるとともに、機構が進める他のプロジェクト研究へも展開した。光電子分光法における解析ソフトウェアの研究成果は、NIMS が進めるデータ駆動型材料研究のアプリケーションの一つとして活用されており、固体 NMR・電子顕微鏡のデータの構造化に係る基礎研究は、今後マテリアル先端リサーチインフラなどによるデータベース化に一部活用される。 [産学連携] 計画通りの進捗： 先端計測技術をコアとした産学連携では、企業センターに加え、特に NIMS 微細構造解析プラットフォーム事業、走査プローブ顕微鏡、光電子分光法、電子顕微鏡、固体 NMR、量子ビームなどマルチスケールの先端計測技術を結集して進めた。人材育成費補助事業 CUPAL に加え、連携大学院制度などにより、先端計測に関する人材育成にも貢献できた。
--	---	---

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。	研究人材育成・キャリアアップと流動性向上に寄与している。透過電子顕微鏡・表面解析・構造解析などを担当し、その講師 10 名は全て本領域で網羅している(参加者 1143 名)。そのほか、計測に関する書籍の執筆も3冊行っている(X 線反射率入門、リファレンスフリー蛍光 X 線分析入門、物質・材料研究のための透過電子顕微鏡)。	
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。	[領域全体] 2014 年に内閣府 SIP「革新的構造材料」が立ち上がり、マテリアルズインテグレーションの領域(SIP-MI)が設定され、構造材料を主な対象としてデータ駆動型で材料工学の課題を解くコンセプトが提案された。機構は SIP-MI ラボを設置して中核機関として当該プロジェクトを牽引し、SIP 第 2 期「マテリアル革命」(2018 年～)では SIP-MI の社会実装に向けた取り組みを産学官で進めている。機能性材料においては、2015 年に文部科学省イノベーションハブ構築支援事業において機構を中核とする「情報統合型物質・材料開発イニシアティブ(MI2I)」が開始された。この推進のために機構内に「情報統合型物質・材料研究拠点(CMI2)」を設置し、マテリアルズ・インフォマティクス研究を推進するための拠点形成に取り組んできた。さらに、2017 年度には、これらデータ駆動型材料研究を支えるデータ戦略を推進するために材料データプラットフォーム構築事業(DPF、交付金)が開始。これを機に、データ駆動型研究を推進する本務組織として、CMI2 と SIP-MI ラボを糾合し、新たにデータプラットフォームセンター(DPFC)を新設して、2017 年に統合型材料開発・情報基盤部門(MaDIS)を設立した。以降、本務研究グループの新設、他拠点から研究グループの移設、新規定年制職員の採用を進め、2022 年 4 月現在、定年制研究員 22 名、定年制エンジニア 8 名に至るまでに成長した。機構内の他拠点、機構外の企業・大学・研究機関との共同研究のもと実課題でのデータ駆動型適用の事例を多数創出し、我が国のマテリアル DX プラットフォームを支えるデータ中核拠点を担うようになるなど、我が国のデータ駆動型材料研究を牽引する体制を構築することができた。	1. 1. 7 情報統合型物質・材料研究領域における研究開発 補助評定: s (評定 s の根拠) MI2I、SIP-MI を代表とする大型外部資金事業の強力な後押し、DPF 事業への投資を受け、我が国のデータ駆動型材料研究の拠点として定年制研究員 22 名・エンジニア 8 名からなる MaDIS を立ち上げることができた。データ駆動研究専門部門としては国内外で最大級の規模の拠点を構築できている。MI2I では、大学・公的研究機関の先導的研究者を発掘、糾合することで日本におけるマテリアルズ・インフォマティクス(MI)研究のハブ拠点として多数の研究成果を創出し、約 270 報の学術論文、800 件を超える口頭発表に結実している。MI2I を含め、データ駆動型研究による実材料開発における顕著な成果事例を 10 件以上創出することに成功。ユビキタス熱電材料の 40%以上性能向上、世界最高性能 Bi/Si 熱遮蔽膜の開発、ネオジウム磁石の 1.4 倍以上性能向上、世界トップ性能のメタノール燃料電池用新規触媒発見など多岐にわたる材料領域でデータ駆動の有用性を実証してきた。加えて、物質・材料に適合した独自のデータ駆動型手法を 10 件以上開発に成功。代表的な例として、化合物式から物性を予測する SMILES-X、XPS スペクトルから物質を同定する技術、偏りのある実験データから効率的に最適化するアクティブラーニング、複数物理モデルを抽出できるスパース混合回帰を挙げることができる。SIP-MI においては金属構造材料を対象とする汎用材料設計システム MIIntを開発し、社会実装のためのマテリアルズインテグレーションコンソーシアム(MI コンソ)を設置して、産学官連携のプラットフォーム実現に近づいている。データ駆動型研究を支えるデータプラットフォームに関しては、AIを活用した論文データ抽出の効率化、研究データの構造化・収集のためのシステム開発、世界最大級の材料データベース MatNavi の整備と機械学習への利活用を進め、材料研究所特有のデータ戦略を構築することができている。機構で試行錯誤し、実践してきたデータ戦略をもとに、我が国のマテリアル革新力強化に資するためにマテリアル DX プラットフォーム事業が開始されており、その中で機構はデータ中核拠点の構築、マテリアル先端リサーチインフラのセンターハブといった重要な役割を担うに至っている。これらの取り組みによ

・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。 ・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。	無機材料データベースに関して、MDPS 社との連携を強化し、大幅なデータ・機能の拡充を図り、新たに <u>AtomWorkAdvを開発した。さらに、有償化の考え方を整理した上で有償公開システムを整備し2018年12月にサービスリリースした。</u>高分子DBのPoLyInfoに関しては、データの拡充を継続的に実施するとともに、データ抽出のためのアプリケーションプログラミングインターフェース(API)を開発するなど機能の大幅な拡充を図った。データ抽出の効率化を図るために自然言語処理による論文データの抽出技術の開発を実施し、<u>90%以上の精度を誇る技術の開発に成功した。</u>PoLyInfoの機械学習における利活用を進めていくために、データ提供の考え方を整理し、<u>企業に対しては資金提供型共同研究を通じて、大学・公的機関に関しては無償共同研究を通じて、PoLyInfoの利活用を進めている。</u>機構の構造材料データシート事業のデータを公開している KINZOKU に関しては、SIP-MI プロジェクトにデータを提供し、データ駆動型研究への活用、データ構造の整備を促進してきた。SIP-MI で開発した鉄鋼材料のデータ構造をもとに KINZOKU のデータベース構造を刷新し、クリープ・疲労を一貫したデータ構造で表現し検索できるように大幅に機能強化を図った。このほか、機構研究者が開発した放射性物質の除去・回収技術のためのDB、界面結合予測システムおよび傾斜機能材料DBを開発してサービスリリースした。さらに、<u>JAXA からデータ提供を受けて新たに高温熱物性DBを開発してサービスリリースした。</u>2022年3月末時点のMatNavi登録者は126ヶ国、24,575人(国内: 17,151人 海外: 7,424人、アカデミア 46%、企業 54%)、2021年中ページビュー1000万以上と、世界最大級の材料データベースとして多くのユーザーに利用されている。 研究現場で日々創出される材料データを効率的に収集するために、IoT データ転送機能、データ構造化機能、データ登録機能を備えたデータ収集・管理・提供システム RDE (Research Data Express)を開発し、機構内での利用を進めてきた。2022年4月現在140台の装置データにおいて当該システムが利用されるに至っている。さらに、この開発成果をもとに、文部科学省マテリアル DX プラットフォーム事業において、データ中核拠点の主要なシステムとしてクラウドデータ基盤上に RDE2.0 を開発。当該システムは、マテリアル DX プラットフォームの柱の一つであるマテリアル先端リサーチインフラ(ARIM)事業において、全国の大学・公的機関の研究データを再利用しやすい形で収集し、広域で供用化していくための基盤として活用される見込みとなっている。 これらデータベースの拡充、データ収集・管理・提供システムの開発に加えて、大容量高速サーバ(総容量 10PB)を導入してプラットフォームとしてのシステム基盤を開発した。具体的には、認証を強化したMatNaviを移築し、高いセキュリティに支えられた高効率な運用を可能とした。さらに、機構の機関リポジトリとしてMDR(Materials Data Repository)を開発し、DOIを付与した引用性の高いデータ公開を可能とした。これら機構内における基盤システム開発の成果に基づき、<u>マテリアル DX プラットフォーム事業の基本構想に貢献。データ中核拠点として全国の材料研究者に高度なデータサービスを提供するクラウドデータ基盤を開発に着手し、2022年度中に当該新基盤においてMatNavi等のデータサービスを提供できる見込みとなっている。</u>さらに、<u>当該基盤上にAI解析基盤を開発しており、これによって全国の材料研究者に機構のデータベースおよびARIM事業の共</u>	り、定年制一人当たり外部資金 5,277 万円、論文成果 3.4 報/年に達し、強力にデータ駆動研究を推進している。以上、中長期期間開始時点では皆無であった当該領域を急速に立ち上げることに成功し研究成果を創出するに至ったことから、自己評定を s とした。 計画以上の進捗: MI2Iを活用したMatNaviの整備を進め、材料データプラットフォーム事業を推進することができた。さらに、この実績をもとに、クラウドデータ基盤による全国材料研究者への高度なデータ利活用提供へと発展させている。これは当初の計画以上に著しい進展と見做せる。 計画以上の進捗: データ収集・管理・提供システム RDE を開発し機構内の研究データの効率的なデータベース化のために活用できている。加えて、本開発成果をもとにクラウドデータ基盤上で機構外の利用者が利用できるように大幅に機能向上させた RDE2.0 を開発し、マテリアル先端リサーチインフラ事業の基盤となっている点については、当初の計画以上の大幅な進展であると考ええる。
---	--	--

[シーズ育成研究] ・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。 [産学連携] ・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自のトップ研究者が集結・融合するハブ	用化データをフルに活用したデータ駆動型研究が実施できる環境を提供できる見込みである。 [シーズ育成研究] データ科学、計算機シミュレーションを融合的に用いることで、実用的な材料課題を例題として材料特性の予測技術、これを活用した材料・プロセス設計の手法開発に取り組んできた。具体的な例としては、溶接部材のクリープ寿命を予測する技術を、プロセスからマクロな構造を予測し、これに基づいて時間依存のクリープ損傷を評価する計算ワークフローを確立し、これを用いることでクリープ性能を長寿命化するための溶接プロセスの最適化という逆問題を解く手法を確立している。 <u>物質・材料分野に適合した独自のデータ駆動型手法を開発し、同時に、データ駆動による実課題への適用を進め材料研究の加速に貢献してきた。独自のデータ駆動型手法として10件以上開発に成功している。</u>化学式から材料特性を予測する SMILES-X を開発し、高分子の設計提案に活用する事例を創出している。X 線光電子分光スペクトルの解析においては、ベイズ統計を活用し、データからピークの数と推定し、さらに、標準的な物質のスペクトルデータを活用することで試料に含まれる化合物の組み合わせを自動推定できる手法を開発した。さらに、NIMS クリープデータシートのデータを活用して、ベイズ統計に基づいたモデル選択によって基底クリープ強度領域におけるクリープ寿命の支配因子を Mo と特定するなど、メカニズム解明に貢献できる手法の開発を行った。さらに、実課題の適用事例として他拠点と連携し、アクティブラーニングを活用したメタノール燃料電池用酸化触媒の最適組成の発見、ネオジウム磁石の特性向上、スパース混合回帰を活用した新規鉄鋼材料の提案など、10 件以上の顕著な成果を挙げている。 [産学連携] MI2I においては、マテリアルズ・インフォマティクス研究を強力に推進するための拠点として「情報統合型物質・材料研究拠点 (CMi2)」を設置した。MI 研究に先導的に取り組んでいる物質・材料科学、計算科学、データ科学の研究者の参加を得て、200 名規模のハブ拠点活動体制を構築した。MI2I における産学連携の仕組みとして、MI2I コンソーシアムを発足。90 社を超える会員と300 名を超える活動員の登録があり、有志企業によるワーキング活動が実施され、PoLyInfo 等の機構データベースの利活用などが試行された。 SIP-MI においては、機構を中核機関として産 11 社、学 16 機関からなる協調型共同研究を推進する体制を構築し、マテリアルズインテグレーションのコンセプトのもと材料工学のデジタル化に取り組んできた。成果の社会実装のために2020 年12 月にマテリアルズインテグレーションコンソーシアム(MI コンソ)を設置。企業が利用料を負担する形で、SIP 終了後も持続的に当該システムを産学連携のプラットフォームとして活用する体制を整えている。2022 年4 月現在、SIP 参画企業6 社に加え、SIP 外からも2 社が加わるなど、産学連携のデジタルプラットフォームとして着実に進捗している。 以上の大型外部資金を活用しながら、機構における本務組織として MaDIS を設置し、本格的にデータ駆動型の物質・材料研究を推進する体制を構築した。 MI2I では、蓄電池材料、磁石・スピントロニクス材料、伝熱制御・熱電材料の分野において、データベース構築およびデータ駆動型による物質・材料研究を精力的に展開し、約270 報の学術論文、800 件を超える口頭発表に結実した。具体的には、第一原理計算と	計画通りの進捗： プロセス、構造、特性、時間依存の性能(パフォーマンス)の連関を計算シミュレーションで繋ぎ、これを用いて欲しい性能から最適なプロセスを楔形する新しいアプローチを確立することができており、計画通りに進捗している。 計画以上の進捗： データ科学に基づいて独自の材料設計用のアプリケーションおよび計測インフォマティクスに貢献する解析手法を開発でき、材料分野に適合する情報処理手法の開発の観点で当初の計画を上回る顕著な成果を得ている。さらに、データ駆動型手法による実材料課題への適用事例を多数創出し材料研究開発の加速にも大きく貢献した。 計画通りの進捗： MI2I および SIP-MI を中心に産学連携体制を構築し、これを機構の本務組織である MaDIS へとつなげるなど、これら外部資金研究終了後を見据えて着実に本領域研究を推進するための体制を構築することができている。 計画以上の進捗： データ駆動型アプローチを適用することで物質・材料研究を加速できることを豊富な事例で示すことができ、当初の想定以上の成果が得られている。MIInt という世界に類のない汎用性に
---	---	--

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。 ・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。 ・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。	AI によるスクリーニングによる新規発光半導体の発見、公知データを活用した世界性高性能の Bi/Si 熱遮蔽膜の開発、ベイズ最適化手法を活用したユビキタス元素からなる新規熱電材料の開発、高い熱伝導性を誇る新規高分子の発見など、データ駆動型材料研究の先導的な事例を創出し、当該領域の可能性を明確に示すことができた。 SIP では、<u>顕著な成果として汎用材料設計システム MInt の開発に成功した</u>。MInt は、モジュールの追加、モジュールを組み合わせたワークフローの構築によって、さまざまな材料工学の課題に対応できるシステムであり、材料課題と材料科学を結ぶデジタルレイヤーとして機能するように設計されている。大学・企業研究者の知見がモジュール・ワークフローの形でデジタル的に集積できる仕組みとなっている。さらに、A P I によってワークフロー計算をプログラムから呼び出すことができるため、各種の最適化手法と組み合わせることで、欲しい性能から材料・プロセスを最適化する逆問題解析も可能となる。世界に比肩するものがないオンリーワンのシステムといえる。逆問題解析事例として、3 次元積層造形向けの新規ニッケル基超合金の提案、ニッケル基超合金等温時効熱処理を最適化するためのプロセスマップ構築などの成果を挙げている。加えて、<u>鉄鋼の複雑なミクロ組織を対象に自動セグメンテーション技術の開発にも早くから取り組み、2018 年に世界に先駆けて機械学習による自動解析技術の開発に成功、当該領域を先導する成果をあげた</u>。本成果の論文は、Top2%(研究領域 Metallurgy & Metallurgical Engineering; 2018 年以降発刊; by Incites)にランキングされている。 <u>PolLyInfo を対象に、自然言語処理によって論文からデータを自動的に抽出する技術開発に取り組み、これを磁性材料、超伝導データへと適用対象を拡大している</u>。機構の中で実施しているスマートラボラトリーの開発に参画し、それぞれの研究課題に即した技術開発を進めながら、蓄電池材料の電解液探索システムの開発、サーキュラーエコノミーに対応する高分子データベース構築システムの開発等の中でデータ収集・処理に関して中心的な貢献を果たしてきた。これらを通して、機構内の研究デジタルトランスフォーメーションを支えるデータ人材の育成を進めてきた。 MI2I においてデータ駆動型材料研究を支えるデータプラットフォームのプロトタイプを開発した。データを流出させずに機械学習を実施するための仕組み・運用を設計し、MI2I において活用しながら、課題を抽出することができた。さらに、材料データプラットフォーム構築事業において、データ収集・構造化に関する要素技術開発、データ公開システムの開発等を行い、機構内の研究加速に資するデータプラットフォームを開発して、運用を開始しているところである。現在、これらの成果をもとに、<u>全国材料研究者の研究加速のためにクラウド上のデータ基盤を設計し、データ中核拠点事業において開発を進めている</u>。当事業のもとで開発しているシステムは、データを自由に使用できる一方で、データ流出を防ぐ仕組みが組み込まれており、データ資産の価値を保持しつつ、データ駆動型の研究を推進する基盤となる。さらに、ARIM 事業と連携して、当該クラウドデータ基盤を活用して、全国の研究データを収集することとなっている。2021 年度に基盤となるデータシステムが完了し、2022 年度中に AI 解析基盤を構築することで、データ中核拠点の基本的な機能が整う見込みとなっている。加えて、SIP-MI においても、MInt システムを支えるデータベースとして NIMS 構造材料データシートおよび公知データのデジタル化を進めるとともに、データ構造の設計を実施。当該データ構造設計は MatNavi の KINZOKU データベースの全面刷新に貢献している。これらの基盤を活用した具体的課題への取り組みについては、すでに述べたとおり、データ駆動型アプローチによる実材料課題での	富んだ材料設計システムの開発に成功している点も、計画以上の成果と言える。 計画以上の進捗：MI2I で先進的なデータプラットフォームを開発し、これをプロトタイプとしてデータ中核拠点におけるクラウドデータ基盤の整備を進めることができています。加えて、SIP-MI を通して、データ連携の要となるデータ構造設計について先駆的な取り組みを実施することができ、これが新しい MatNavi に還元されるなど、外部資金事業と交付金事業を有機的に連携させている。これらを通して、当初計画を大きくこえ、日本全国の材料データ基盤の基礎的な機能の完成を見込めるところまで進捗することができたと考える。 計画以上の進捗：MI2I で先進的なデータプラットフォームを開発し、材料データプラットフォーム構築事業で要素技術の開発を進めてきた。これをプロトタイプとしてデータ中核拠点におけるクラウドデータ基盤の整備を進めることができています。加えて、SIP-MI を通して、データ連携の要となるデータ構造設計について先駆的な取り組みを実施することができ、これが新しい MatNavi に還元されるなど、外部資金事業と交付金事業を有機的に連携させている。これらの成果に基づき、マテリアル革新力強化を支えるデータ戦略として、研究データの再利用向上とデータベースの高度利用を打ち立てて、日本全国の材料データ基盤の基礎的な機能の完成を見込めるところまで、大きく進捗することができたと考える。
--	---	--

	事例を多数創出できている。	
--	---------------	--

4. その他参考情報

--

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

1. 当事務及び事業に関する基本情報	
I-2 I-3	研究成果の情報発信及び活用促進 中核的機関としての活動

2. 主要な経年データ																	
①主な参考指標情報										②主要なインプット情報(財務情報及び人員に関する情報)							
		基準値 等	H28 年 度	H29 年 度	H30 年 度	R1 年度	R2 年度	R3 年度	R4 年度		H28 年度	H29 年度	H30 年度	R1 年度	R2 年度	R3 年度	R4 年度
	記者会見 &記者説明会(回)		7	8	7	5	6	4	－	予算額(千円)	8,855,497	9,526,728	6,096,453	10,110,438	8,656,951	8,767,159	－
	メールマガジン発行(回)		24	31	33	30	30	23	－	決算額(千円)	4,392,328	7,644,901	9,064,653	7,855,555	6,815,800	10,068,707	－
	YouTube ビデオ公開数(本)		23	24	15	12	8	13	－	経常費用(千円)	4,565,021	5,551,567	6,215,527	6,418,485	6,759,227	6,744,605	－
	NIMS NOW 発行回数 ¹⁾		12	12	12	12	12	12	－	経常利益(千円)	212,399	86,595	166,380	172,158	249,389	2,449,696	－
	視察・見学者(人)		6,054	7,896	8,393	8,717	914	954	－	行政サービス 実施コスト ⁸⁾ (千円)	3,423,382	4,409,484	4,800,909	－	－	－	－
	取材対応 (回)		166	175	178	247	201	221	－	行政コスト ⁸⁾ (千円)	－	－	－	7,672,216	7,201,911	7,553,523	－
	公式 HP アクセス 数 (トップページ)(回)		1,113,995	1,370,664	731,457	766,635	1,089,782	876,258 ¹⁰⁾ (4月～12月)	－	従事人員数 ⁹⁾	63 (158)	70 (183)	71 (197)	80 (188)	87 (187)	84 (197)	－
	YouTube 登録者数 (人)		22,334	46,575	85,061	152,142	176,254	181,343	－								
	Web 版		159,659	215,430	290,913	282,454	294,149		－								

	NIMS NOW アクセス 数(回)							¹⁰⁾ 239,890 (4月～12月)									
	プレス発 表(件)		54	59	49	35	43	45	－								
	物質・材 料研究分 野の論文 被引用数 (国内順 位)	1	1	1	1	1	1	1	－								
	査読付き 論文数 ²⁾	毎年平 均 1,200	1,225 (1,225)	1,216 (1,221)	1,289 (1,243)	1,304 (1,259)	1,560 (1,319)	1,579 (1,362)	－								
	レビュー 論文数 ²⁾	毎年平 均 40	52 (52)	35 (44)	73 (53)	67 (57)	78 (61)	88 (66)	－								
	国際学会 講演数		1,366	1,394	1,140	1,011	318 ³⁾	618	－								
	実施許諾 契約数 (継続を含 む)	約 90 ⁴⁾	113	113	137	209	232	247	－								
	外国特許 出願数	約 100 ⁴⁾	98	94	137	152	126	138	－								
	特許実施 料収入 (千円)		613,660	522,792	429,426	455,426	529,968	587,654	－								
	共用施設 利用料	5%増 ⁴⁾⁵⁾	128%増	37%増	35%増	15%増	46%増	94%増	－								

研究施設・設備の共用件数		466	482	433	458	366	398	-									
若手研究者の受入数(人)	350 ⁴⁾	472	592	683	662	477	498	-									
研究者の派遣数(人) ⁶⁾		257	265	242	342	288	290	-									
機関間 MOU の締結機関数 ⁷⁾	50	73	43	45	47	45	48	-									
民間企業からの共同研究費等の資金獲得額(百万円)	1,000程度	1,117	1,100	1,808	1,600	1,239	1,200	-									

1) NIMS NOW International を含む

2) カッコ内は毎年平均

3) オンラインでの実施

4) 目標値は毎年度平均

5) 過去 3 年の平均が基準

6) 機構在外研究員派遣制度による研究者派遣＋クロスアポイントメントによる研究者派遣＋講師派遣数

7) 実効性のある MOU と国際連携大学院協定の数を記載。H29 年度には機関間 MOU の棚卸しを実施。

8) 会計基準改訂に基づき令和元年度より行政サービス実施コストから行政コストに項目変更

9) 定年制職員数, 括弧内は任期制職員数

10) 機構全体の基幹ネットワークシステム刷新により、継続的な集計が不可となったため 4 月～12 月分を記載

3. 中長期目標、中長期計画、年度計画、主な評価軸、業務実績等、年度評価に係る自己評価			
中長期目標、中長期計画、年度計画(別添)			
主な評価軸(評価の視点)、指標等	主な業務実績等	自己評価	
	＜主要な業務実績＞ 以下に項目毎に記載。	評 定 S	(評定 S の根拠) 以下に示すとおり、国立研究開発法人の目的・業務、中長期目標等に照らし、法人の活動による成果、取組等について諸事情を踏まえて総合的に勘案した結果、適正、効果的かつ効率的な業務運営の下で「研究開発成果の最大化」に向けて特に顕著な成果の創出や将来的な特別な成果の創出の期待等が認められるため、評定を S とした。
【評価軸】 ○社会に向けて、物質・材料研究や機構の活動、研究成果等をわかりやすく説明し、理解を得ていく取組を積極的に推進しているか ≪評価指標≫ ・機構の活動や研究成果に対する理解・認知度の向上を図る取組等の成果 [広報ビジュアル化戦略] ・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	YouTube「までりある's eye」は令和 3 年度末までに総再生回数 31,792,900 万回、登録者数 18 万人を超える独自メディアとして成長し、研究機関の中で国民的な支持を得ている JAXA に次ぐ国内 2 位に位置するまでになった。また動画の訴求力は極めて高く、動画 1 本あたりのチャンネル登録者獲得数は JAXA と比べ 9 倍という数値を記録している。高い訴求力を得た YouTube を独自メディアとして、他の広報施策を連動させる戦略が功を奏し、一般公開や企業イベントでの集客は期間中、軒並み過去最高を毎年更新	2. 研究成果の情報発信及び活用促進 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 補助評定:s (評定 s の根拠) 地味な上に難解で関心を惹きづらかった材料科学に対し、高品位なビジュアル素材をきっかけにして興味の入り口に立ってもらうことを狙った「広報ビジュアル化戦略」は、当中長期目標期間中に飛躍的な発展を遂げた。 中心となった YouTube では登録者が 10,473 人(前期終了時点)から 181,343 人(令和 3 年度終了時)と 18 倍に急増し、一般公開の来場者でも 654 人から 5,687 人(リアル開催・令和元年度コロナ前最終)で 9 倍増。Web開催では延べ 10 万人を超える視聴者を獲得する驚異的な増加を果たした。その他の指標でも見学者数が 5 年で約 2 倍増、広報誌 Web アクセス数 5 年で約 2 倍増など、機構の広報施策が異なるステージに入ったことを示している。 当期は、減少する若手材料研究者人口を増やすため、次世代に働きかけることを目標の中心に掲げたが、中長期目標期間半ばには、毎年春になると、機構の広報施策に触れたことがきっかけで材料分野の大学に進学したと言いう報告が多数寄せられるまでになり、若者の進路選択に直接影響を与えるという希有な成果を実現させて、科学広報界の模範となる実績をあげたことが量的質的に示せているため評定を s とした。 ＜各評価指標等に対する自己評価＞ 計画以上の進捗: 当中長期目標期間の開始にあたり、効果の高い広報活動をおこなうため、若者への訴求に必要な要件を徹底的に洗い出した。その結果たどりついた大方針がある。従来型広報で多かった研究を「わかりやすく解説」するのではなく、「興味を持たせ考えてもらう」ことである。 「わかりやすい解説」は比較的容易に実施できるが、強い関心を抱い	

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。 ・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。 [多様な媒体を組み合わせた情報発信活動] ・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。 ・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。	<u>した。</u> また、定量的成果だけでなく、質的にも顕著な特徴があり、通常は年配男性に偏る科学広報にあって、NIMS 広報の受け手は 18 歳～24 歳が支持の中心となり、次世代の材料研究者確保に寄与する目的に合致した成果を上げている。 若手を中心ターゲットに据えた広報施策は広がりを見せ、それ以外の年代層にも広く浸透、さらには一般国民以外に企業関係者の目にもとまり、共同研究のきっかけを数多く作った。また、メディア関係者にも利用されるようになり報道件数も伸びた。<u>30 分以上の大型番組で見ると、前期は年間平均 1.2 本が、当期は 3.5 本となり、ストレートニュースではなく、国民の印象に残りやすい長尺番組化が飛躍的に伸びた。</u> ビジュアル系サイト「材料のチカラ」の内容をもとに出版した DVD ブックがアマゾン教育部門で販売数 1 位を記録、映像については科学技術映像祭で NHK スペシャルなどと並び受賞を果たすなど、映像をはじめ Web や本など、優れた広報ツールを潤沢に揃え、研究者自身が自らの研究をアピールする際に大いに役立っている。これらの総合的な施策により、国民との接点は強固になり、材料研究の重要さと魅力が存分に伝わる関係の構築に成功したのが当期といえる。 独自メディアに育てあげ、高い訴求力を得た YouTube チャンネルを他の広報施策と連動させ広報効果を発揮させることにより、予想を遙かに超える高い広報効果を実現させた。 例えば、一般公開では YouTube 上で事前キャンペーンを展開することで、<u>リアル開催時には 4 年で 9 倍増の集客、コロナ禍でのWeb開催では延べ 10 万人を超える国民が視聴する一大イベントとなった。企業向けイベントでも最多集客記録を連続で更新、施設見学者数も前期比で 2 倍増など、今期当初に想定していなかった成果を上げている。</u> メディアとの関係では、通常のプレス発表にとどまらず、個別記者の関心を分析しそれにあった情報を個別に提供することで記事掲載の機会を増やすなど積極的な取組を進めた。メールマガジンも内容を一新、HTML 化することにより、読者がより関心を惹く内容を記事ごとに分析し、その他の広報施策に反映させる仕組みを作った。これらの多岐にわたる施策で、幅広い層との関係構築に成功したと言える。 出前授業など旧来の手法を続けることはもちろん、コロナ禍対応のため Web 生中継の手法をいち早く構築し、施設見学やオンライン体験学習などによって<u>遠隔地の教育機関の授業などに数多く参加</u>。高校までは教育カリキュラムに含まれない材料科学に対し、早くから関心を持ってもらう施策を数多く実施した。	てもらうには、次元が異なる高度な伝える技術が必須であった。受け手の気持ちの流れを考慮したストーリーテリング。関心を惹くビジュアル系制作技術。気持ちを揺さぶる企画立案力などを、室内で繰り返し訓練し、各広報施策に明確な目的を定め、1 つ 1 つ実行していった。これが「広報ビジュアル化戦略」の本質である。 この戦略が功を奏し、定量的、定性的ともに当初の想定を遙かに超える成果をあげることに成功。他機関、および企業等からも広報施策について学びたいと依頼を受けるなど、注目を集める成果を上げた。 計画以上の進捗：上記の大方針をあらゆる広報手法に対し共通して貫き、訴求力が高い広報ツールを生み出してきた。これらは広報担当者以外に、研究者自身も自らの研究を伝えるために利用。また、当機構の広報活動の成果を知るにつれ、研究者の中に、自身の伝える技術の向上を希望する者が増えた。そのため機構内で研修会を開くなど、機構全体がインタープリターとして活動を行える環境および意識を想定以上に向上させることができた。 計画以上の進捗：当期の広報戦略として、最初に YouTube を効果的な独自メディアとして育て、それを利用して他の施策を宣伝し、それぞれの広報施策の効果を高めていくという青図を描いた。この作戦は大きな成功を収め、広報イベント、施設見学、企業向け展示会、メールマガジンなどあらゆる施策において過去最高記録を連続で更新。メディア露出も大幅に増えた。多様な媒体におけるこれらの伸びは当初全く想定していなかったレベルであった。 計画以上の進捗：近隣の小中学校への出前授業はもとより、当機構では高校生の授業に積極的に参加する方針をとってきた。材料科学は教育カリキュラムにないため、高校生の進路選択にあたり早期に材料科学の存在を知ってもらうことに戦略的に取り組んだ。そのため、コロナ感染が拡大した当期後半においても、いち早くコロナ禍の代替案を考案。オンラインでも体験学習や施設見学ができる体制を準備。その結果、コロナ禍以前はおこなっていなかった遠方の学校からの遠隔授業の希望が増えた。環境の変化に柔軟に対応したこととで、より多くの学校に材料科学を知らせることとなり、当初の想定になかった成果が生まれた。
---	---	---

・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。	漫然と知名度を追う広報ではなく、次世代の材料研究人材の確保を明確な目標として掲げ、機構自身の広報もさることながら、<u>日本の材料界全体の底上げを意識して取り組んだ</u>。高校生を中心に据えた YouTube はその代表例だが、<u>実際、当中長期目標期間半ばからは、毎年春になると、かつて機構の広報施策がきっかけで材料研究に関心をもち、材料系大学に進学したという報告が若者から相次ぐようになり、若者の人生の選択にも影響を及ぼすまでになった。若者の行動変容に結びついた広報活動は極めて希有な事例として、広報業界からも大きな注目を浴び、広報業界の権威ある「PRアワードグランプリ」という最高賞を国の機関として初めて受賞、科学人材の増加を目指す施策の模範として賞賛された。当期の広報活動で得たノウハウを他機関にシェアすべく、講演会やテキスト配信、クロスアポイントによる広報室長の派遣など、日本の科学界全体の底上げに寄与する活動にも精力的に取り組んだ。</u>	計画以上の進捗：とかく機関広報は漠然としがちだとされ、やみくもに「知名度」を追う傾向が生じやすい。機構は広報に明確な目的を設定し、合目的に施策を投じてきた。進路選択期にある若者に材料研究の魅力を伝え、人生の選択肢に材料科学を加えてもらうことだった。 通常、科学広報の積極的な受け手は年配男性になりがちだが、機構では、若年層を最も多い受け手とすることに成功している。そこには、若年層に訴求するために必要な要素を徹底して分析した末にたどり着いたノウハウがある。 その結果、将来を担う世代に訴求するだけでなく、彼らの行動変容を引き起こすことにも成功した。この広報手法は、他の研究機関はもとより、一般企業を含めた広報業界全体からも極めて高く評価され、ノウハウの共有を求められるレベルとなり、従来の機関広報の範囲を大きく超えた成果といえる。
【評価軸】 ○機構の研究成果等に対する理解が増進し、利活用が促進されているか ≪評価指標≫ 機構の研究成果の普及を図るための理解増進や利活用のための取組の成果等 ・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。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。 ・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、レビュ	機構本部が企画・運営する大型イベントである一般公開(「I.2.1.1 広報・アウトリーチ活動の推進」で説明)、NIMS WEEK(「I.3.3 物質・材料研究に係る学術連携の構築」で説明(「I.3.3 物質・材料研究に係る学術連携の構築」で説明)、また各拠点が主体となって実施する多様なイベント、セミナー等を通じて、研究成果に対する理解増進や利活用の促進に取り組んだ。 第四期中長期目標期間における学協会等における講演数は、国内学会 1,496 件/年、国際学会 975 件/年の合計 2,471 件/年である。 学術論文の分析等、多様なカテゴリで信頼性の高い分析を行うクラリベイト・アナリティクス社提供のデータ(InCites Essential Science Indicators)より、<u>物質・材料科学分野(Materials science)における論文の被引用数及びトップ 1%論文数において、国内トップを堅持している。</u>トップ 1%論文率では、化学分野(Chemistry)において<u>第四期中長期目標期間を通して高い水準を維持し、物理分野(Physics)でも近年では急上昇、全分野でも上昇している。</u> <u>査読付論文数は毎年平均で 1,362 報(令和 3 年 1,579 報)、レビュー論文数についても毎年平均で 66 報(令和 3 年 88 報)で目標値を大きく上回った。質の面でも今期を通じて</u>	2.1.2 研究成果の情報発信 補助評定：s (評定 s の根拠) 以下に示す「各評価指標等に対する自己評価」のうち、「計画以上の進捗」とする項目では特に顕著な成果を得るとともに、「計画通りの進捗」とする項目では計画の目標を達成していると認められることから、評定を s とした。 ＜各評価指標等に対する自己評価＞ 計画以上の進捗：物質・材料科学分野における論文の被引用数及びトップ 1%論文数において、2 位以下を大きく引き離し第四期中長期目標期間を通じて国内トップを堅持していることは非常に高く評価できる。トップ 1%論文率では、化学分野で同期間を通じて高水準を維持、また、近年では物理分野における同論文率の割合が急上昇、全分野でも上昇しており、機構の研究力の高さが示されている。さらに平成 28 年から令和 3 年に発表された、全分野の論文を対象とする論文数と被引用回数トップ 1%論文の割合において、機構は国内の特定国立研究開発法人ならびに指定国立大学法人与比べてトップクラスであり、海外のトップ研究機関にも比肩していることがデータとして裏付けられている。これらは、理事長が研究職員へ研究成果発信に対する高いコミットメントを求めた結果であり、強力な経営リーダーシップにより研究者の意識改革が行われた成果であると非常に高く評価できる。 計画以上の進捗：第四期中長期目標期間中の査読付論文数、レビュー論文ともにいずれも目標値を大きく上回った。これまで取り組んできた

一論文数は、機構全体として毎年平均で 40 件程度を維持する。 ・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。 ・研究成果を機関リポジトリ (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 ・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	<u>掲載雑誌の平均IF値の上昇が続き、令和 3 年は前年の 6.44 を大幅に上回り 8.29 になった。</u> 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ため、<u>理事長のリーダーシップにより以下の支援制度を整備した。</u> ・公募型研究費獲得のための支援制度 (戦略的提案力強化プログラム: 平成 28~29 年度) ・機構の将来的な発展のため、斬新的又は挑戦的な研究課題を推進するための支援制度 (次世代研究支援プログラム: 平成 29 年度) ・異分野との融合等により、優れた自由発想型研究を推進するためのポスドク人件費を支援する制度 (自由発想型研究強化支援プログラム: 平成 29 年度) ・機構研究者の自由発想型研究の支援と、研究課題の提案力の強化を図ることを目的とした支援制度 (戦略的外部研究資金獲得支援制度: 平成 30 年度) ・既に科研費等を有する研究者の研究を加速するため、研究費及びポスドク人件費を支援する制度 (自由発想研究支援プログラム: 令和元年度~) ・直近の科研費で不採択となった研究者の次年度採択へ向けた提案力を強化するための支援制度 (提案力強化プログラム: 令和元年度~) さらに、政府方針に対応した新規研究領域に対応するための分野横断的な研究プロジェクトとして、「革新的センサ・アクチュエータ研究開発プロジェクト (平成 30 年度開始)」、「量子マテリアル基礎基盤研究プロジェクト (令和元年度開始)」を実施し、<u>所属拠点等に捉われない様々な研究者の協働の促進と、国の戦略として重要とされる課題に機動的に対応する分野横断的課題への挑戦を支援する取組を行った。</u>加えて、データ駆動型研究の先導的成果を早期創出し、当該分野の研究加速のための新分野研究加速プラン (データ駆動型研究領域: 令和 3 年度開始) を実施した。 従来のデジタルライブラリーサービス (NIMS eSciDoc) に代わる Materials Data Repository (MDR) を着実に運用し、新たに外部からの登録を可能とするサービスを開始した。研究成果として、論文だけではなく論文補足データ、計測データ、計算データも登録可能とし、公開することにより、情報科学を活用して材料開発を行うマテリアルズ・インフォマティクス (MI) 研究への利活用を想定した研究データを提供した。さらに、国際的デジタルコンテンツ識別子である DOI を付与して、公開と引用を可能とし、データ流通促進を進めた。 NIMS 研究者総覧サービス「SAMURAI」は年々利用が増え、年間ページビュー 100 万件を超える強力な情報発信ツールとなっている。ORCID や researchmap など外部サービスとの連携し、情報発信力を強化した。	研究力強化のための環境整備や資源配分、さらにはコロナ禍において自身の研究に支障が生じる中、職員一人一人の努力が身を結んだ結果であり、非常に高く評価できる。掲載雑誌の平均 IF 値も毎年上昇を続けており、特定国立研究開発法人、指定国立大学法人と比較しても国内トップクラスであり、量だけでなく、質においても高いレベルに達していることは非常に高く評価できる。国際会議講演数は、中止・延期が相次ぐ中、発表件数は減少したが、オンライン開催の学会等へ参加することにより効率的に講演・発表を行った結果、機構として必要な情報発信は適切に行われてきた。 計画以上の進捗: 当期を通して、機構研究者の自由発想型研究の推進、それを推進するために必要な外部資金獲得のための提案力強化の支援など、柔軟かつ幅広い研究力強化の取組を継続して実施したことは高く評価できる。支援を受けた研究者のポスドク雇用を可能とし、学生がいない研究環境でも大学に伍する成果が得られるよう研究の加速を進めたこと、支援を受けた研究者が次年度の科研費に採択され、自由発想研究を支える機構全体の科研費採択率に向上が見られたことは基礎・基盤研究の強化に貢献しており高く評価できる。国の政策に則して革新的センサ・アクチュエータ研究、量子マテリアル研究を迅速に立ち上げ、さらに、データ駆動型研究の先導的成果を早期創出するための支援制度を実施したことは、分野横断的課題への挑戦を強力に推進する取組として高く評価できる。 計画通りの進捗: 材料科学におけるあらゆる形の研究データを公開するための材料データリポジトリ Materials Data Repository (MDR) の運用を開始した。MI 研究への利用を想定したメタデータを付与することで、研究データの利活用に供するよう強化したことは高く評価できる。 また、NIMS 研究者総覧サービス「SAMURAI」は、機構の研究者の論文、特許等を網羅的に公開し、機構の研究成果情報発信の重要なツールとなっており、企業連携、共同研究相手の検索等、広く活用されている。全体の約 3 割が携帯機器によるものであり、モバイル対応による高い訴求性を達成していることは評価できる。
--	--	--

対する理解増進や利活用の促進に取り組む。		
【評価軸】 ○知的財産権の取得・管理・活用は適切になされているか ○得られた研究成果が多様な応用分野に波及しているか 《評価指標》 ・様々な連携スキームの活用による技術移転への取組の成果等 [知的財産の活用促進] ・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 ・知的財産の維持管理にあっては、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 ・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 ・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 ・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	特許出願の内製化により、質の高い知的財産権を迅速に取得し、適切な管理を実施する体制を整備している。<u>専門性の高いエンジニア職及び弁理士資格を有する専門職を知的財産室に配置し、権利化に向けて発明者に利便性が高いオンサイト特許相談を実施、特許の拒絶対応等にも効果的に対応した。</u>平成28年度から令和3年度までの国内出願件数は938件となり、毎年度平均では156件となった。出願後は、国内優先権主張出願を活用して基本特許の強化並びに周辺技術の確保を進めた。企業等との共同研究にあっては、内製化により機構単独で基本特許を取得し、共同研究開始後に実用化に即した周辺技術を共同研究先と共同で特許化した。 製法発明は公開せず、商業的価値が顕在化した場合にノウハウ登録し、機構による認定ノウハウとすることで、ノウハウライセンスを推進した。 出願後の国内審査請求時、また登録後一定時期を迎えた特許の維持年金の支払いについては、実施許諾や共同研究など活用の見込みを精査したうえで必要なもののみを権利化、維持するように審査の上で決定した。 <u>新規採用者や大学からの移籍者は特許取得に対する意識が低いことから、特許出願に関する講習会の開催や、オンデマンド形式で視聴できる説明動画も作成し、特許に対するリテラシー向上を図った。</u> <u>職務発明に関する関係規程を改正し、出願・機構への権利譲渡等の手続きの改善、様式の統一、押印廃止等を実施し、研究者の利便性向上、業務効率化により研究成果の活用の促進に努めた。</u> <u>また、知財創出の加速のため、自己収入を活用した研究費助成制度を創設した。</u> NIMS WEEK、JST 新技術説明会等のシーズニーズのマッチング活動や、事業化等経験を有する企業出身職員が実装先企業での事業計画を把握して実施料率などの契約の交渉を行い、また、特許のみならずプログラム等著作物及びノウハウ実施許諾を積極的に推進し、当中長期目標期間を通して、高い水準での実施許諾実績を維持した。 特筆すべき取組として、外部技術移転機関（TLO）やベンチャーキャピタル（VC）など技	2. 2 知的財産の活用促進 補助評定：s （評定sの根拠） 以下に示す「各評価指標等に対する自己評価」がいずれも「計画以上の進捗」であり、特に顕著な成果を得たと認められることから、評定をsとした。 ＜各評価指標等に対する自己評価＞ 計画以上の進捗：次に示す取組により質の高い知的財産権の取得・管理が適切になされていると高く評価できる。 ・特許に関する専門性の高いエンジニア・専門職を知的財産室に配置し、特許出願明細書作成をはじめとする国内特許出願手続を内製化し知的財産を迅速に取得できる環境を提供。 ・内製化のメリットを最大限活かし、多くの特許出願を行い、必要に応じて国内優先権主張出願により基本特許の強化並びに周辺技術を確保し、権利化に向けた拒絶等中間手続にも効果的に対応。 ・当該エンジニア・専門職が講師となり、新規採用者や大学からの移籍者等に対し特許制度や手続に関する講習会を開催し、さらにはオンデマンド形式の解説動画を作成して配信し、職員の特許出願に対するリテラシーや意識向上により研究成果の活用を促進。 ・職務発明に関する関係規程を改正し、特許出願、ノウハウ/プログラム登録に関する手続きの簡略化・迅速化により研究者の利便性を向上。 ・知財創出の加速のため、自己収入を活用した研究費助成制度を創設（令和4年度） 計画以上の進捗：シーズニーズのマッチングの場において、一つの材料を多様な応用分野に波及させ、事業化等経験を有する企業出身職員が実装先企業での事業計画を把握して相手方と交渉を行い、特許のみならずプログラム等著作物及びノウハウの活用も視野に入れるなど、戦略的な技術移転活動を行った結果、令和3年度末時点で主

努める ・技術移転にあっては、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 ・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 ・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 ・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 ・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	術移転に係る専門的機関との連携スキーム構築を進め、未利用特許の活用や大型ライセンス獲得に向けた確かな一手を打ち、ライセンス戦略の多角化を図ったことが挙げられる。 <u>中長期目標期間を通して、実施許諾件数は指標の 90 件を大きく超えており、その平均は 177 件である。これは蛍光体用途の特許の適正行使等の結果及び蛍光体以外の実施許諾も耐熱合金、半導体、自動車、分析機器、食品、医療等へと研究成果が多様な応用分野に波及した結果であり、実施料収入は同期間を通じて 4 億円以上を維持し、平均 5.2 億円であった。この間年度毎の収入変動は 14%程度と他の代表的な研究機関と比べて非常に小さく、安定した自己収入の獲得につながったと言える。</u> 期中に改正された「科学技術・イノベーション創出の活性化に関する法律」等の整備を踏まえ、前述のベンチャーキャピタルの支援を得て機構としての出資スキームを構築し、かつ、第1号となる法人発ベンチャーへの直接出資を実現した。当該出資にあっては、国のガイドライン等を遵守しつつ、外部審査員に TLO、VC、スタートアップ事業者等の第一人者を迎え、適切かつ支援的な評価を行った。加えて、起業する機構の研究者へのクロスアポイントメントの適用や、外部スタートアップ支援機関との協業による伴走支援の実施など、支援制度と環境の構築及び最適化を行うことにより、成果活用事業者への人的及び技術的援助を充実化した。機構内の関係部署を束ねる連絡会を設置し、その目的に沿って情報及び課題共有と課題への迅速な対応を進めたことも、ベンチャー支援の充実化に貢献した。 <u>前述のシーズニーズのマッチング活動や、3.4(物質・材料研究に係る産業界との連携構築)に記述する企業との組織的連携関係を活用し、個別の技術動向や市場規模・ニーズ等の把握に努め、また、これらを知財創出の方向性に還元すべく自己収入を活用した研究費助成制度を創設するなどの施策を講じた。研究グループ毎の企業連携担当者の割り当て、国内出願時の同担当者との連携等を通じてタイムリーかつ一元的に機構研究者の成果情報を収集し、企業との共同研究等の連携に際して当該成果に基づく知的財産権の実施許諾提案をするという手順を整備したほか、国内出願をした研究者に、前出の外部専門的機関の情報提供を行い、その利用促進を図った。プログラム等著作物及びノウハウへのバリエーション展開も駆使して蛍光体以外の実施許諾契約数も着実に増やし、令和 3 年度には新規実施許諾件数の内の 60%を占めるに至った。</u> 企業等との連携により創出した共有の知的財産について、第三者への実施許諾を原則自由とする運用としつつも、技術分野、市場、連携スキームに応じて案件を見定め、独占実施権、独占実施を検討する優先交渉権(期限付)を付与するなど、柔軟な対応を行った。機構が標榜する組織的連携のうち二者間スキームを中心に優先交渉権設定を慎重に進めた。優先交渉権全体としては令和 2 年度に 3 件、令和 3 年度に 6 件を設定した。また、企業等との共同研究で生まれた共有特許の扱いについて、前出の柔軟な対応の具体例等について外部連携部門内の 2 室でマニュアル化の上、担当職員に共有し、新規配属職員への教育や契約交渉等に活用した。蛍光体特許については、特許権の適正な行使等により関連産業の健全な発展へ貢献するため、令和元年度に変更した	力の蛍光体 147 件に加え、半導体、分析機器、食品、素材、化学等を含む 100 件の実施許諾契約数を維持、得られた研究成果を広範な応用分野に波及させたことは評価できる。 自己収入の増加に努めた結果、特許権等実施料収入は期中通して 4 億円以上を維持し、過去 10 年の累積で国内の研究機関・大学中、東京大学に次ぎ 2 位、研究職一人当たり換算すると国内研究機関中トップという高い成果を上げており、極めて高く評価できる。 計画以上の進捗：機構で創成された知財を組織的かつ積極的に技術移転するため、従来の取組に加え、外部の技術移転機関(TLO)やベンチャーキャピタル(VC)との協業により一定の実績を上げたこと、さらに外部スタートアップ支援機関との連携や NIMS 認定ベンチャーへの初の出資を通して、ベンチャー支援を強力に推進し、また、そのための環境整備を整えたことは極めて高く評価できる。 計画以上の進捗：シーズニーズのマッチング活動や成果情報をタイムリーかつ一元的に集める仕組み及び研究者への外部専門的機関の利用に係る利用促進を通じて、プログラム等著作物及びノウハウへの知的財産のバリエーション展開、それに伴う蛍光体以外の実施許諾契約数の着実な増加が成し遂げられたことは評価できる。 計画以上の進捗：企業等との共有知財について第三者への実施許諾権を確保することを基本としつつも、案件を見定めて独占的通常実施権や優先交渉権を付与する方針を機構内部で共有し、機構が標榜する二者間組織的連携スキームも活用して優先交渉権の付与を推進し、知財の活用及び実施料収入の最大化を図ったこと、また、機構の特許ライセンスの大部分を占める蛍光体特許について、令和元年度に変更したライセンス方式によって毎年 10%程度契約件数が増加し、蛍光体特許のみでも 3 年連続で実施料収入が増加したことは特許権の適正な行使等による関連産業の健全な発展へ貢献したことを
---	---	---

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	<u>実施許諾スキームを継続運用した。</u> 外国出願については、発明者へのヒアリングを踏まえ、外部連携部門の専門家が特許性、市場規模性、事業性を定量的に評価し、その結果を踏まえて、知的財産権委員会で最終評価を実施し、外国出願すべきものを決定した。このように費用対効果を意識しつつ、特許性や事業性の観点から必要と認められるものを厳選した結果、平成 28 年度から令和 3 年度までの外国出願件数は 745 件となり、毎年度平均では 124 件となった。	示唆しており、知的財産権の取得・管理・活用を適切に行うという観点から高く評価できる。 計画以上の進捗：通常、多額の経費がかかるために極めて限定される外国出願については、費用対効果を意識しつつ、特許性や市場性、事業性の観点から必要と認められるものを厳選し、外国出願件数は目標値を上回る毎年度平均で 124 件を達成し、知的財産権の適切な取得に努めており高く評価できる。
【評価軸】 ○物質・材料科学技術に関する基礎研究及び基盤的研究開発を総合的に行うとともに、イノベーションを強力に牽引する特定国立研究開発法人としての中核的機能を果たしているか ○研究施設・設備を共用するとともに、研究機関のネットワークのハブ機能としての役割を果たし、我が国の物質・材料科学技術の水準向上に貢献しているか 《評価指標》 ・共用設備等を有する研究機関との連携、支援技術の向上のための取組の成果 ・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 ・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。 ・ナノテクノロジープラットフォームセンター このプラットフォーム参加機関全体の利用者利用度・満足度を高め、さらに研究支援機能を強化することで、産業界の課題解決にも直接的に	特定国立研究開発法人である機構は、中核機関の役割を担うべく、共用機関ネットワーク（ハブ機能）として、平成 24 年度に開始した文部科学省委託事業「ナノテクノロジープラットフォーム」における全国の 3 代表機関と 37 実施機関とのセンター機関として 10 年間にわたり（1）事業全体の調整・推進（2）総合的な窓口・普及・交流促進（3）産学官連携・異分野融合、新規ユーザ開拓（4）人材育成・国際連携の活動を実施した。本活動の中で、展示会への出展や各地経産局の訪問などを通じ、産学それぞれのニーズをつかみ、それに対応できる設備、技術の提供を目指すことで、単にユーザの依頼に応えるだけでなく、積極的な課題解決提案が可能となる「自律・能動型共用システム」を構築し、共用設備の利用促進に努めた。 当該事業は令和 3 年度をもって 10 年間の事業を終了し、これまでに培った全国的な最先端共用設備体制と高度な技術支援提供体制に加え、重要な国策の一つでもあるマテリアル DX プラットフォームとしてデータ収集・蓄積・利活用という新たな取組を文部科学省委託事業「マテリアル先端リサーチインフラ」に展開。機構はデータ共用に係る大学・国研の 25 参画機関の中核機関（センターハブ）として新たに採択され、自動化されたデータ構造化システムを全国の参画機関へ展開する体制を整備し、重要な施策の一つである共用設備利用により得られたマテリアルデータの蓄積と活用について、データ構造	3. 中核的機関としての活動 3.1 施設及び設備の共用 補助評定：s （評定 s の根拠） 以下に示す「各評価指標等に対する自己評価」のうち、「計画以上の進捗」とする項目では特に顕著な成果を得るとともに、「計画通りの進捗」とする項目では計画の目標を達成していると認められることから、評定を s とした。 ＜各評価指標等に対する自己評価＞ 計画以上の進捗：機構は特定国立研究開発法人として、後述する取組により保有する最先端研究設備等を機構内外に積極的に共用し、その件数や利用料収入などが平成 28 年度と比較して大幅に増加するなど、中核的機関としての役割を大きく果たしている。 研究機関間のコーディネート役を担い、分野融合や産学独連携に向けたイノベーション創出の場として、運営や取りまとめを行うなど、研究機関のネットワークのハブ機能としての役割を果たした。特に、平成 24 年度に開始したナノテクノロジープラットフォームでは、事業期間 10 年にわたり、センター機関としての全国の 3 代表機関と 37 実施機関との総合窓口としての役割を担い、産学独連携の推進、異分野融合を推進し、また、微細構造解析プラットフォームの代表機関として、プラットフォームの推進に大きく寄与した。産学官に対して最先端の計測・評価・加工、物質合成の環境を提供するため、参画機関のコーディネート役として、産業界をはじめとした潜在ユーザのニーズを集約・分析するとともに、設備・施設の共用を通じた交流等によって、産学官の連携、人材育成を推進したことは評価できる。 また、ナノテクノロジープラットフォーム事業で培った全国的な最先端

貢献できる自律・能動型共用システムの構築を目指す。 ・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。 ・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 ・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。 ・共用にあっては、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	化した上で集積できるシステムの検討と準備を進めた。 研究者および技術者の育成に貢献するためのセミナーとして、スーパーコンピューター、材料試料作製、材料分析、電子顕微鏡、NMR、放射光設備、NIMS Open Facility 等に関する座学・技術講習からなる技術者育成ワークショップを開催した。また、研究者等の移動が制限されるコロナ禍においては、オンラインでの講習も加えて多様な方式で開催を行った。結果、令和3年度末までに合計401回開催し、機構内部3,007名、外部9,302名の計12,309名(平均2,051名/年)と多数の参加があった。 MRBにおけるデータプラットフォームについて、10ペタバイトの記憶領域、0.5PFopsの演算能力を備えたハードウェア基盤を平成30年度に導入し、運営体制の構築とともに安定的な運用を提供している。あわせて様々なデータ管理サービスを企画、ハードウェア基盤上で動作するwebアプリケーションとして設計・開発し、サービス提供を行ってきた。 具体的には、計測生データに半自動的にメタデータを付与して高付加価値化するシステム(Research Data Express)、様々な出版社からの機械可読な論文データをはじめとする公知データを共通形式に変換して検索・ダウンロードすることのできるデータマイニング研究基盤、研究成果として公知となった論文および関連するデータを所内登録・公開するデータリポジトリ(MDR)、蓄積されるデータの記述に共通で利用される語彙の管理サービス、研究プロジェクトごとに専用のデータ管理領域の提供とメタデータ編集機能を備えたプロジェクトデータ管理サービスなどが挙げられる。 また、令和2年度にはMatNaviの運用基盤をMRBハードウェア基盤に移設し、他のサービスとともに共通のIDを用いて一度のログインで利用できるようにした。こうした運用を継続した上で令和3・令和4年度には国の補正予算により将来的な計画を前倒しする形で、それまでのMRB運用から得られた知見・ノウハウを踏まえつつ、<u>全国の先端リサーチ解析ネットワーク利用者にユーザ範囲を拡大してサービス提供するための新しい研究基盤をクラウド上に構築、RDE、MatNaviをはじめとする主要サービスについて機能拡張をはかったうえで新基盤に展開した。</u> さらに、令和4年度にはクラウドを前提とした運用体制の最適化をはかりながら、クラウド上でのいくつかのサービス運用を開始すると同時に、このクラウド新基盤を拡張する形で、<u>蓄積されたデータや各種データベースへの検索結果を利用して機械学習を実行し結果を管理できる新サービスを設計、実装を完了させた。</u> 機構が保有する強磁場施設、大型放射光施設のビームライン、超高圧電子顕微鏡施設、1,500トン鍛造シミュレータなどナノレベルでの物質・材料の創製・加工・造形・評価・解析等の最先端研究設備等について、機構内外への共用を促進した。 <u>課金制度導入により「設備の利用、それによる課金収入、それを原資として整備する設備の更新」というサイクルを確立し、共用設備の更新・維持管理を継続的に進めた。外部資金も活用した設備の拡充を進め、令和3年度末の共用設備等は計283台となって</u>	共用設備体制と高度な技術支援提供体制を活かし、マテリアルリサーチインフラ事業のデータ共用に係る大学・国研の25参画機関の中核機関(センターハブ)を担い、自動化されたデータ構造化システムを全国の参画機関へ展開する体制を整備したことは、物質・材料科学技術向上の基盤整備に資するものとして評価できる。 計画通りの進捗:多様な支援形態に対応可能な技術者育成ワークショップの開催や学生研修プログラムによる受入を通じて、研究者及び技術者の育成や次世代の若手利用者を育成したことは評価できる。特に、コロナ禍においてオンライン形式での講習を活用し、遠隔地からの受講も可能として全国の研究者等に支援対象を広げたことは評価できる。 計画以上の進捗:データを創出・蓄積・利用・公開する機能を持ったプラットフォームをハードウェア基盤からサービスにいたるまで企画・設計し、システムとして構築・安定に稼働させ、サービスとして継続的に提供できている。その上で、国の補正予算による支援を得て、サービス提供を全国ユーザへ拡大する将来計画を先取りする形で、限られた人員や組織体制の中、サービス提供基盤のオンプレミスからクラウドへ移行しサービスインまで実現するとともに、データを利活用できる機能を大幅に強化する機能構築までを完了したことで、当初中長期計画で策定した計画の大幅な進捗を達成したことは、極めて高く評価できる。 計画以上の進捗:課金制度導入による共用設備の更新・維持、戦略的な共用設備の整備、利用者に対する利便性の向上、ユーザースクールなどによる人材育成等の積極的な取組を行った結果、利用件数は増加しており、利用料収入については目標値を著しく上回る実績を残しており、非常に高く評価できる。
--	---	--

	いる。この中には、<u>原子分解能電子顕微鏡(JEOL ARM-300F)や 800MHz ワイドボア固体高分解能 NMR システムのような、一般の機関では導入が難しい先端的な研究設備もあり、機構だけでなく我が国の物質・材料科学研究の水準向上に貢献している。</u> <u>一部の研究設備には遠隔操作機能を実装し、遠隔地からでも利用できるよう利用者の利便性向上を図り、外部機関による利用機会を増加、コロナ禍における機構内外の研究活動の停滞を最小限に留めた。</u> 外部への共用にあたっては、より効率的、効果的な研究施設及び設備の共用に資するため、機構における共用設備を一元的に取り扱い、設備名称、分野、利用区分などで目的の装置を検索し、申込と請求まで行うことができる利用受付システム「NIMS Open Facility」の整備、また、設備の利用を行うための統一的な基本的事項を定めた共用に関わる規程、および約款の見直し、利用受付窓口とこれら事務手続きを行う担当事務実施体制の一元化と強化を実施するなど、<u>機構外利用者からの利便性の向上を図った。</u>外部利用件数はコロナの影響で一時的に落ち込んだものの、期を通して増加傾向にあり、<u>微細加工など半導体の研究・評価の躍進、国土強靱化に伴う大型設備利用の増加等を要因として、令和3年度は今期最大の 1,188 件となった。</u> このように、積極的な研究設備の整備、学会・展示会やホームページの整備による情報発信、先述のユースクールなどによる人材育成など様々な取組を行った結果、委託事業および自主事業における施設利用料は、<u>今中長期計画期間を通じて、各年度の増減率(対、直近過去 3 か年の平均収入額)による平均は 59.3%増となり、目標値(毎年度平均で 5%増)を大きく上回った。</u> 共用設備等は、装置毎に利用日時、利用者、利用区分、利用内容などの利用実績を記録し、共用率の算出、利用ニーズ、利用状況を把握・分析できるようにした。本データを基に、機構の施設・設備の共用化を担っている技術開発・共用部門全体及び部門内の各ステーションの各装置それぞれの稼働率、支援件数、利用料収入、利用実績等を詳細に把握・分析するとともに、前年度に引き続き、統一フォームを用いて全ステーションを統合した利用報告書を作成した。 本報告書は、当該年度の人員配置及び装置等をはじめとする活動状況、ステーション等ごとの月次利用実績・総利用時間に対する利用目的や分野の割合等の集計をまとめており、日常業務の適切な遂行に加え、設備のメンテナンス時期の決定や人員配置、次年度の事業計画の立案に向けた検討のための判断材料として活用している。また、利用者が有するニーズの傾向を把握することにより、設備の更新・新規購入に向けた中長期の計画立案にも活用している。 共用設備の選定・導入は、前述の共用設備等の利用実績に関する把握及び分析等に基づき、技術開発・共用部門で研究設備更新計画を作成し、設備の老朽化による更新等の必要性、研究拠点からの意見、機構の研究戦略や社会的ニーズに基づき、中長期的な視点で役員の経営判断により決定した。	計画通りの進捗：共用設備の利用実績記録、利用報告書の作成や、それを活用した共用設備更新計画の立案などにより、機構の研究活動に資する研究設備の導入に努めたことは、評価できる。
--	---	---

・窒化ガリウム評価基盤領域	平成 28 年度から令和 2 年度まで文部科学省委託事業「省エネルギー社会の実現に資する次世代半導体研究開発」を実施した。本事業では省エネルギーの実現に向けて、次世代半導体に関し我が国の強みを生かして実用化に向けた研究開発を加速することを目的としたものであり、企業、大学等再委託機関 8 機関を含む 9 グループの評価・計測チームで連携し横断的評価を実施、GaN 等の次世代半導体に関して、材料創製からデバイス化、システム応用までの研究開発を一体的に行う研究開発拠点を構築し、理論・シミュレーションも活用した基礎基盤研究を実施した。主要成果として、窒化ガリウムに注入した微量元素の分布と電気的狀態をナノスケールで可視化に成功するとともに、当初目標を達成した。5 年間を通じて、新聞発表 3 件、論文発表 37 件、学会発表 100 件、特許出願 12 件の成果が創出された。	計画通りの進捗：材料創製からデバイス化、システム応用までの研究開発を一体的に行う研究開発拠点を構築し、理論・シミュレーションも活用した基礎基盤研究を実施したことは評価できる。
【評価軸】 ○研究者・技術者の養成と資質の向上により、我が国の物質・材料研究を支える知識基盤の維持・発展に貢献しているか 《評価指標》 ・研究者・技術者の養成、資質の向上のための取組の成果 ・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	「機構在外派遣研究員制度」により、令和 3 年度末までに 16 名を 1 カ月～12 カ月の長期間海外派遣した。米国、欧州、豪州等のトップクラスの大学や研究機関への派遣が主であり、国際的な研究環境下による研鑽に加え、帰国後も共同研究を継続するなど人的ネットワーク構築にも貢献、研究者としての資質向上に繋がった。期の後半はコロナ感染拡大の影響で派遣者数は減少したものの、現地の状況や動向を適切に判断し、政府の方針等に従いつつ受入先とも密に連携を取って毎年の派遣を実現した。また運営費交付金のみならず、外部資金を活用して 6 名を派遣した。 外国人研究者が機構での研究活動だけでなく日本社会にスムーズに適応するための取組として、機構に中・長期滞在する外国人研究者・研修生を対象に、日本語教室を 3 期に分けて開催した。また、研究者と技術者を対象に、英語論文作成能力の向上及びプレゼンテーションを目的とした英語研修を開催し、国際的に通用する英語力の向上を図った。 また、若手研究者（定年制）養成のための施策として、新規採用研究者の着任後の研究環境整備等と研究の早期立ち上げ・加速を支援するため、<u>従来のスタートアップ資金（240 万円/人）に加え、1,000 万円/人を上限に自己収入を原資として追加支援する「新規採用者スタートアップ加速資金制度」を創設し、令和 3 年度末までに 65 名の研究者の支援を実施し、早期の成果創出に繋がった。本支援を受けた研究者の論文数（令和 3 年）は 318 報（うち筆頭 60 報）、特許出願数（当年度）は 44 件（いずれも延べ数）であり、着任後の研究環境整備と研究の立ち上げ・加速を支援し、早期の研究成果創出に繋がった。</u>	<u>3. 2 研究者・技術者の養成と資質の向上</u> 補助評定：s （評定 s の根拠） 以下に示す「各評価指標等に対する自己評価」のうち、「計画以上の進捗」とする項目では特に顕著な成果を得るとともに、「計画通りの進捗」とする項目では計画の目標を達成していると認められることから、評定を s とした。 ＜各評価指標等に対する自己評価＞ 計画以上の進捗：欧米や豪州のトップクラスの大学や研究機関に着実に研究者を派遣し、研究者としての資質向上に繋がったこと、外部資金による派遣制度も積極的に活用していることは評価できる。海外から受入れの研究者を対象とした日本語研修や、研究者と技術者を対象とした英語研修を着実に実施し、日本社会への適応力向上や研究者・技術者の能力向上に努めたことは評価できる。若手研究者の養成を図る施策を組織として多面的に実施し、研究者の養成と資質の向上を図ったことは高く評価できる。特に、新規採用研究者に対するスタートアップ加速資金制度の導入により、若手研究者の早期研究成果創出に繋がったことは、理事長のリーダーシップの結果として、研究開発成果の最大化に高く貢献したものとして特筆すべき成果である。

・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。 ・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 ・若手研究者を毎年度平均で 350 名程度受け入れ、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。 ・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 ・取り組みの効果を検証できるように	さらに、外部資金獲得支援として、機構内の有識者による相談会・練習会や提案力の強化を促す支援プログラム(「I.2.1.2研究成果等の情報発信」で説明)による研究費助成を行ったほか、メンター制度・着任後フォローアップ(「IV.2.人事に関する計画」で説明)といった組織的なキャリア形成支援の実施により、研究者の将来に繋がる資質の向上に努めた。 機構職員が他大学へ貢献する取組として、令和 3 年度末までに大学へのクロスアポイントメントによる研究者派遣を平均 10 名/年(東京大学・東北大学との組織的連携に基づく派遣 7 名を含む。)、大学・大学院の講師・客員教員への兼任(平均 258 件/年、内筑波大学、北海道大学、早稲田大学、九州大学、大阪大学との NIMS 連携大学院協定に基づく連携教員は 63 名/年)により、大学・大学院教育等の充実に貢献した。また、ナノテク Cupal 事業による講義・実習を通じて外部の研究者等の能力開発等にも貢献した。また、令和 2 年度に、クロスアポイントメントによる他機関との人材交流の活性化等に資するため、研究者等又は研究現場の個々のニーズを汲み上げることを目的として、研究者等からの申請と審査を基とする制度を整備した。 筑波大学、北海道大学、早稲田大学及び九州大学と実施している NIMS 連携大学院制度を継続して運営したほか、<u>新規に、大阪大学、横浜国立大学との NIMS 連携協定を締結した。連携大学院制度については、国内では名古屋大学と、国外ではジョージア工科大学、ソウル大学などをはじめとする 16 校と新規連携を開始した。</u>中でも、インド工科大学とは協定締結直後より多くの学生から受入を希望する申請があるなど、ターゲットを絞った戦略的な方針が功を奏した。既存の連携大学院からの学生も継続的に受入れるとともに、実績の無い大学との協定見直しを図るなど、連携の実質的な強化にも取組んだ。 多様な若手研究者受入プログラムにより、<u>令和 3 年度末までに年平均 574 名(内訳: NIMS 連携(連係)大学院 132 名、連携大学院 64 名、インターンシップ制度等 151 名、連携拠点推進制度 201 名)及び 26 名の ICYS 研究員(ポスドク)を受入れた。</u>このうち 256 名(44%)は外国籍の学生であり、国際的な研究環境の形成に寄与している。大型外部資金の獲得や理事長のリーダーシップにより整備した世界有数の最先端装置群及び機構の第一線の研究者と協働研究ができる研究環境下において、高度な専門性を有する人材の育成を行った。また、令和 2 年度に新設したグローバル中核部門において外国人研究者や学生等の支援を拡充、受入後のフォロー体制も整えた。特に、コロナ禍による国の水際対策の影響により、海外からの学生の受入れが困難を極める中、来日希望の学生に対するフォローを継続し、政府方針に迅速に対応して一部学生の来日を実現させ機構における研究機会を確保するとともに、必要に応じて来日を翌年度に延長する措置を行うなど柔軟に対応した。滞在中も機構に設置した新型コロナウイルス感染症対策本部による感染拡大防止対策(詳細は「II.2.(5)その他の業務運営面での対応」で説明)により研究活動への影響を最小限に留めた。 学生受入にあたっては、大学院プログラムや機構の研究所としての魅力を紹介するホームページによる情報発信、NIMS WEEK や一般公開といった一般向けイベント等での積極的な宣伝活動、学会やセミナー等を通じた研究者間ネットワーキング等のツールを活用、オンライン面接等も導入し、希望する学生等の障壁を取り除き、コロナ禍においても応募者数が維持されるよう努めた。各制度による具体的な実績は以下のとおり。	計画以上の進捗:国内外大学・大学院との連携やクロスアポイントメント等の推進により、大学・国研・企業における教育・研究活動への参画を通じて機構研究者の資質を向上したことに加え、教員として学生の指導をはじめとする大学・大学院教育等の充実により、我が国の知識基盤の維持・発展にも貢献していることは高く評価できる。 計画以上の進捗:機構が有する世界有数の最先端装置群/充実した共用設備や MANA、ICYS に代表される国際色豊かな研究環境による国内外の学生・若手研究者に対する高い訴求力、世界に向けた積極的な人材公募、若手人材の獲得・活用・育成と学術連携の一体的な推進や外国人研究者や学生への支援等の組織的な取組等により、コロナ禍で海外との往來の制限、緊急事態宣言発出による国内移動の制限下にあっても若手研究者を目標値を大幅に超えて多数受入れ、優秀な人材養成に努めたことは高く評価できる。若手研究者は優れた業績を挙げ、世界へ通用する人材として広く学界・産業界へキャリアアップを果たしており、機構のみならず我が国の物質・材料研究を支える知識基盤の維持・発展に大きく貢献していると高く評価できる。 また、MANA や ICYS 卒業者のネットワーク維持・強化のため Reunion ワークショップを平成 29 年度と令和 2 年度に、令和 3 年度に Virtual City of Workshop と題した複数テーマのオンラインワークショップやセミナーを開催したことは、国際的頭脳循環や研究者ネットワークの活性化に貢献したものとして評価できる。 平成 16 年に開始した連係大学院制度(令和元年より NIMS 連携大学院制度に改称)による令和 3 年度末の修了者延べ人数は博士課
--	--	--

フォローアップ活動を行う。 ・技術者の養成と能力開発等に着実に取り組む	・NIMS 連携(連係)大学院、連携大学院 NIMS 連携大学院は、機構研究者が自身の専攻を持つ教員として入学から学位取得まで一貫して学生指導を行うプログラムで、教育を重視しつつ、学生に高度な研究環境を提供している。コロナ禍による対面での指導が困難な状況にあっても、学生セミナーの現地、オンラインのハイブリッド形式での開催等により、学生に対して研究発表と教員からのフィードバックを得る機会を提供した。大学と連携し、リモート授業や機構教員によるオンライン指導などを活用し、令和 3 年度はコロナの影響を受ける前と変わらぬ 40 名の学生が入学し、連携大学院としての研究を開始した。平成 16 年の制度開始から、延べ 514 名の博士号取得者が、国内外の学術機関及び企業等で活躍している。 ・インターンシップ制度 国内外の大学・大学院・高専の学生に最先端の物質・材料研究に触れる機会を提供するインターンシップ制度について、当年度は国内の学生を積極的に受入れた。コロナによる国内の移動制限時は、各大学のガイドラインを適宜精査し、制限解除後の学生受入対応を円滑に進めた。さらに、優秀な技術者の育成に繋がる工業高等専門学校の学生も積極的に受入れた。 ・NIMS 連携拠点推進制度 平成 28 年度に開始した NIMS 連携拠点推進制度は、毎年 200 名程度の学生とその指導教員を機構に受入れ共同研究を実施するものとして定着しており、地方大学との協働により研究室の活性化に寄与していることに加え、機構をハブとした地方創生にも貢献している（詳細は「I.3.3 物質・材料研究に係る学術連携の構築」で説明）。 ・若手国際研究センター(ICYS) 自立研究能力のある研究人材を育成する ICYS 研究員プログラムにおいては、<u>令和 3 年度末までの当中長期目標期間中、1,763 人(平均 252 人/年)という多数の応募者を集め、平均 8 名/年、合計で 55 名を受入れた。うち外国人の割合は応募者数で 9 割(1,655 名)、採用者数で 5 割(29 名)であり、機構の国際化に大きく貢献した。</u>国際公募だけでなく、優秀な日本人研究者を確保するため、従来の国際公募に加え、国内学会誌や学会ホームページ等に公募広告を掲載したほか、学会ネットワークや SNS を活用した求人活動を積極的に展開した。 ICYS 研究員には、世界有数の最先端装置群、MANA、ICYS で培ってきた国際色豊かな研究環境を提供し、自己発想に基づく研究の実施、メンター制度、定期的なセミナー・ワークショップの開催による異分野研究者との議論・交流促進等をはじめとする特徴的なプログラムを通じて、高度研究人材の育成に努めた。当期間中の <u>ICYS 卒業者 52 名のうち 23 名が機構の定年制研究員に採用されたほか、他の卒業者も国内外の大学・国研・企業で教育・研究職にキャリアアップを果たしており、社会に貢献する人材の養成にも寄与した。</u> <u>上述した受入プログラムによる人材育成の取組を通じて、以下に示す若手研究者による高い研究成果が創出されており、次代の物質・材料研究を担う第一線で活躍可能な人材の育成、機構の研究成果の最大化に貢献した。</u> ・機構全体の令和 3 年度論文数 1,564 報のうち、連携大学院生の論文数は約 10%(130	程 298 名、修士課程 187 名であり、本制度が若手研究者の育成、資質向上へ高く貢献しており評価できる。 さらに国内外の連携大学院の活動状況の見直し及び戦略的な新規開拓を行ったことにより、国際連携大学院協定における学生受入れが活発化したことは高く評価できる。また、インターンシップ制度の活用及び NIMS 連携拠点推進制度の新設などにより、連携の枠組みにとらわれない学生受入を広く行い、人材育成を通じた大学教育への貢献を果たしたことは評価できる。
--	---	---

・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、国際研究拠点を構築する ・「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。	報)。 <u>・機構全体で 146 報の被引用数トップ 1%論文(材料科学分野の過去 10 年間)のうち、ICYS 出身の研究者が著者に含まれるものは、約 16%(23 報)。</u> <u>・ICYS 出身機構研究者の論文被引用数は世界平均に比べ 2 倍以上、機構全体の被引用数増加にも寄与。</u> また、当期間中に、国際的頭脳循環に関する活動として、MANA や ICYS 卒業者のネットワーク維持・強化のため Reunion ワークショップを平成 29 年度と令和 2 年度に、令和 3 年度に Virtual City of Workshop と題した複数テーマのオンラインワークショップやセミナーを開催した。 定年制研究職・エンジニア職の採用においては、機構の高いブランド力を活かし、国際公募や幅広い宣伝活動、候補者への丁寧な対応などを継続して行うことによって内外からの高い信頼を得て、優秀な人材の確保を実現した。前期・後期定期公募等では、令和 3 年度末までの当中長期目標期間中、応募者 1,394 名中 114 名を合格させた(平均競争率:12.2 倍)。 研究手法の多様化やデータ研究等の本格化により研究の内容が高度化する中、技術系職員を安定的に確保することが重要であるが、競争の激化により優秀な人材確保が課題となっている。機構では、専門的な技術・ノウハウを有する任期制職員が研究部門や事務部門で活躍しており、これら職員を無期転換(制度詳細は「IV.2.人事に関する計画」で説明)することで、必要な技術系人材を安定的に確保した。これは定年制職員のみでカバーすることが困難な業務の対応にも貢献しており、機構の研究成果の最大化に繋がるものである。 MGC の枠組みにおいて「センサ・アクチュエータ研究開発センター」を平成 30 年度に設立し、革新的センサ・アクチュエータ研究開発を推進する 3 領域 7 研究テーマ 88 名(併任者を含む)の体制を構築。機構がこれまでに蓄積したセンサ・アクチュエータに関する知見と、MGC における高度人材の集約・育成という強みを最大限に活かして、国内外の大学・研究機関・企業と連携の上、基礎・基盤的研究に加え、応用・出口研究や革新・挑戦的研究を実施した。	計画以上の進捗:Society5.0 に資する革新的成果の創出が期待できるよう、センサ・アクチュエータに関する基礎基盤的研究から応用出口研究、革新・挑戦的研究まで推進する体制を構築したことは評価できる。
--	---	--

【評価軸】 ○学術連携の構築により、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しているか 《評価指標》 — ・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	平成 28 年度に開催した WMRIF (世界材料研究所フォーラム) の若手研究者ワークショップ、平成 19 年度から実施している機構の学術的な最新成果、実用化が期待される最新技術を紹介するイベント週間「NIMS WEEK」での学術シンポジウムの開催や材料科学分野で世界的に顕著な業績を挙げた研究者を顕彰する NIMS Award の取組を通じて、機構の研究成果等を発信し、機構のプレゼンスやブランド力の向上や研究力の強化、優秀な人材の確保に繋げた。コロナ禍によるイベント開催の自粛期間中であっても、オンライン開催の特徴を活かしたイベントの企画立案を行うことにより、従来より多数の聴講者を日本全国から集め、参加者から好評を博した。 令和元年度からは、RD20 国際会議(クリーンエネルギー技術に関する G20 各国の国立研究所等のリーダーによる国際会議)に理事長が G20 加盟国の研究機関の代表の一人として登壇した(日本の代表機関は、機構のほかは産業技術総合研究所と理化学研究所)。機構からは、技術面での国際連携協力として、新しいエネルギーキャリアとしての液体水素海上輸送に必要な極低温(20K)において使われる材料の国際標準化への協力を提案した。新しいエネルギーキャリアとしての液体水素の開発は、機構が国際的リーダーシップを発揮できる分野であることから、継続してテクニカルセッションでの発表を通して、国際連携の可能性を検討するよう、RD20 国際会議実行委員会から要請を受けた。 <u>令和 3 年度末までに、海外の有力な研究者を招聘するグローバル拠点推進制度により 27 件、国際会議・ワークショップ助成制度により 21 件を採択し、国内外の学術機関・人材との継続的な連携・交流に努めた。</u> 国際連携研究センターの活動としては、第3期中長期計画期間中に設置した、海外拠点を軸とする 4 つセンター(平成 23 年 9 月 中国 天津大学、平成 24 年 9 月 米国 ノースウエスタン大学、平成 25 年 7 月 台湾 国立台湾大学、平成 26 年 10 月 フランス GIANT)の運営により、研究者・学生の人材交流を含む国際的な学術ネットワーク拡大に努めた。国立台湾大学を除く 3 つのセンターがその役割を終えた後は、活動の拠点を機構に移し国際的研究拠点としてより実効性の高いセンターの設置を目指した。<u>令和 3 年度に、機関間 MOU 及び国際連携大学院協定の締結実績のあるインド工科大学ハイデラバード校(IIT-H)とセンターを設置し、若手教員及び学生の長期滞在型招聘を実現する制度を整備、組織的連携による研究力強化を図った。</u> 新興国を含めた諸外国との協力関係の構築を念頭に、各国の優秀な研究人材の獲得を目指して機関間 MOU の見直しを行い、実質的に連携協力を行っている機関包括協力	<u>3.3 物質・材料研究に係る学術連携の構築</u> 補助評定 : a (評定 a の根拠) 以下に示す「各評価指標等に対する自己評価」のうち、「計画以上の進捗」とする項目では顕著な成果を得るとともに、「計画通りの進捗」とする項目でも計画の目標を達成していると認められることから、評定を a とした。 ＜各評価指標等に対する自己評価＞ 計画通りの進捗 : 平成 19 年度から実施している顕彰事業の継続により、材料科学分野における科学技術の振興に寄与したことに加え、機構の最新研究成果やホットトピックをテーマにした学術シンポジウムの開催、各国研究機関の代表が参加する国際会議において理事長がメッセージを発信することにより、機構のプレゼンスやブランド力の向上を図ったことは、研究力の強化、優秀な人材の確保に繋がるものであり評価できる。 計画以上の進捗 : 海外からの招聘や国際会議の開催を支援する制度の実施により研究成果の発信や研究者間のネットワーク形成を促進したことに加え、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高めたことは評価できる。 コロナ禍で相手機関においてもその活動に非常に大きな制約がある中、双方の協力のもとで精力的に国際連携研究センターとしての活動を行い、機構の中核的ハブ機能を強化し学術連携及びその活性化を促進したことは高く評価できる。 計画以上の進捗 : 実質的に協力関係のある大学や機関との MOU のみを更新することによって、優秀な研究人材の受入に注力する態勢
--	--	---

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。	協定を維持した。 各年度末には、協定締結機関との活動状況を個別に調査し、その結果に応じて整理・見直しを行い、年平均 50 件を維持している。<u>国際連携大学院協定については、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・活用の推進のため、今期中に 10 校と新規に国際連携大学院協定を締結し 29 校に拡大運用した。</u>欧米では、ドイツ、オランダ等の機関と新たな協定先を開拓したほか、特にアジア諸国における優秀な人材を確保すべく、台湾の国立成功大学、国立陽明交通大学及びインド工科大学 3 校などと協定の締結を行った。平成 28 年度は 19 の協定校から 17 名の受入があったところ、令和 4 年度は、29 の協定校より 30 名の学生受入を予定するところまで発展した。 <u>国内の NIMS 連携大学院については、情報科学技術分野における人材育成の強化のため、令和 3 年度に平成 21 年 4 月以来となる新規協定を大阪大学と締結し 5 校に拡大、また、横浜国立大学と令和 4 年 4 月に協定を締結し、学術ネットワークの強化による人材確保のための取組を強化した。</u> <u>令和 3 年の国際共著論文数割合は 55.2%(前年 54.5%)であり、国際共著論文 1 報あたりの国際誌における過去 5 年間平均の被引用数 25.0/報は、前年までの過去 5 年間平均:20.7/報と比較して顕著な向上が見られた。国際的な学術連携活動が、機構の国際共著論文数に寄与していると考えられる。</u>機構の資産である国内外の研究者ネットワークの維持・強化を目的として、令和 4 年度の本格稼働に向け、NIMS Alumni ネットワークシステムの構築を行った。稼働後は職員退職後の所在追跡が容易となり、登録情報からターゲットを絞った情報発信により、将来のリクルートや共同研究等のための連携強化が見込まれる。 機構が有する先端研究設備を活かした全国の大学等との協働研究の支援、<u>機構の中核的ハブ拠点機能強化、地方創生を目的として、連携拠点推進制度を平成 28 年度より開始した。</u>全国の大学から、年間平均 100 件を超える応募があり、令和 3 年度末までに 276 件を採択、旅費及び研究費(各グループ 1 件につき 50 万円まで)を助成し、総計 372 名の教員と 547 名の学生を機構に受入れ協働研究を推進した。新型コロナの影響による国内移動の制限期間中においては、オンラインによる交流の推進や、応募受付期間の延長を行う等の措置により、連携活動への影響が最小限となるよう努めた。<u>平成 28 年度の制度開始以降、論文 400 報、学会発表 900 件の成果を残している。また、国立高専機構との連携強化のため、高専機構派遣研究員(教員)と学生を機構が受入れ研究費を助成する KOSEN 枠を令和 4 年度から開始し、2 名の高専機構派遣教員の受入を決定した。</u> <u>令和元年度に開始した、組織的クロスアポイントメントを活用して機構と東北大の強みを掛け合わせた共同研究を戦略的に推進する「NIMS-TOHOKU 戦略的共同研究パートナー」では、累計 10 課題で共同研究を推進、組織的連携による人材交流の活発化を図った。</u>	を整えたことに加え、機構の資産である研究者ネットワークを強化するためのシステムを構築したことは、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・活用の推進を図ったことは評価できる。 先述のとおり、連携先機関においてもその活動に非常に大きな制約がある中、複数の組織的連携機関の拡大を実現したことは、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・活用の推進を図るものとして高く評価できる。また、国際共著論文比率が前年度を上回り、国内研究機関・大学と比べてもトップクラスに位置していることに加え、被引用数も増大していることは、国際的な学術連携活動が極めて高い水準にあると高く評価できる。 計画以上の進捗:NIMS 連携拠点推進制度の実施により、大学・高専が保有する技術シーズの展開を促し NIMS をハブとした地方創生へ貢献し、コロナ禍においても多くの研究実績を残したこと、組織的クロアポの活用により、材料科学を重点分野とする東北大学と材料に特化した国立研究開発法人である機構との組織的連携による人材交流を強化し、戦略的に共同研究を推進したことは、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しているものとして非常に高く評価できる。
---	--	--

【評価軸】 ○研究成果を産業界に橋渡しし、実用化に繋げるため、産業界との連携構築に向けた取組を積極的に行っているか 《評価指標》 ・研究成果の産業界への橋渡し、実用化に向けた取組の成果 ・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の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 ・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 ・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 ・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	<u>当中長期目標期間において、新たに 6 社との間に二者間の企業連携センターを設置し（うち 4 社とは期中に個別の共同研究へと発展的解消）、大型共同研究を実施した。また、特定領域の基盤課題を共有して複数社で行う領域連携センター（複数の二者間連携で構成）は MSS 開発センターを新たに設置し、先進的な装置を設置し手法の普及を行う連携ラボも 1 社と新たに設置した。一方、当期より新たな取組として開始された、機構の複数の研究拠点に跨る研究チームによって複数社と共通課題を扱う MOP は、化学、鉄鋼、全固体電池、医薬品、磁石 5 件を設置し（うち鉄鋼 MOP は期中に発展的解消）、持続的にオープンイノベーションを創出する体制を構築するなど、組織的連携の一層の拡充を行った。令和 3 年度からは、複数の研究拠点に跨る組織的連携は外部連携部門に設置してトップマネジメントを直接反映させ、公知情報を扱う会員制連携（パートナーシップ）は研究拠点に設置して研究現場の交流を促進させることで、機構の研究リソースを集中しながらも、企業の声に応じられる多様で最適な連携スキームを提供した。</u> 民間企業との共同研究にあっては、上述の組織的連携を十分に機能させ、その連携相手先企業のニーズを機構の基礎研究及び基盤の研究開発とマッチングさせるべく、<u>企業と共に機構内の課題公募を行うなどの取組を進めることにより、当中長期目標期間を通して、継続的に前年度を上回る共同研究実施数を達成した。中でも MI に係る課題は前年度の倍程度のペースで増加してきた。</u> 上述のように企業連携センター及び MOP のほか、対象技術を絞り込んだの多者間連携制度である領域連携センターや最先端研究設備を基軸とした計測技術の普及を目的とした連携ラボなど多種多様な連携スキームを構築及び運営し、研究の特性に応じた柔軟な橋渡し機能を果たした。 <u>上述の MOP の開始及び拡充により、持続的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した。また、基盤課題を共有する領域連携センターでは蛍光体の最新ニーズを反映した企業連携によって次のライセンス収入につながる特許出願を積み重ねてきた。</u> 上述の企業連携センターの運営にあっては、<u>双方の役員又は部長級の職員が参画する運営会議において、課題の進捗管理を始め、新たな分野設定、人的交流などを議論ないし決定し、企業のニーズに柔軟に応えつつ、連携の深化と拡充を実現した。さらに機</u>	3.4 物質・材料研究に係る産業界との連携構築 補助評定：s （評定 s の根拠） 以下に示す「各評価指標等に対する自己評価」がいずれも「計画以上の進捗」であり、特に顕著な成果を得たと認められることから、評定を s とした。 ＜各評価指標等に対する自己評価＞ 計画以上の進捗：企業連携センターや MOP など組織的連携を中心に企業の多様な声に応じられる連携スキームを構築し、期中において改善継続し、常に最適な形態を提供し、産業界との連携を強力に推進してきたことは極めて高く評価できる。 計画以上の進捗：組織的連携における取組等を活用することにより、産業界のニーズ等に柔軟に対応し、期中後半におけるコロナ禍にかかわらず継続的に共同研究の実績を拡大してきたことは高く評価できる。 計画以上の進捗：企業連携センターや MOP を始め、多種多様な連携スキームを構築し、機構が注力する MI に係る課題の共同研究を推進するなど産業界への橋渡し機能を強化してきたことは高く評価できる。 計画以上の進捗：累積 5 件の MOP の設置により、持続的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したこと、さらに領域センター等の別な形態もあわせて実装に向けた取組を継続してきたことは高く評価できる。 計画以上の進捗：個々の企業連携センターの運営において、運営会議の機能を活用することにより、その連携形態の拡充を計画通りに実施した。課題解決に必要な研究者を組織横断的に参画させるトップ
---	--	--

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 ・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。 ・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、機構がこれまでも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。 ・民間企業からの共同研究費等については、毎年度平均で 10 億円程度を獲得する ・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。	<u>構においては、課題解決に必要な研究者を組織横断的に参画させるトップマネジメントや、当初契約になかった研究者を必要に応じて機動的に参画させる機構内ファンドの設立を行った。これにより令和 2 年度には期中最大となる 12 件の企業連携センターを運営した。</u> 上述の MOP においては、参画する複数の民間企業に共通する課題を抽出し、協調領域研究として研究課題を設定して、実施することにより、我が国の産業競争力の下支えとなる基礎研究所機能を十分に果たすとともに、当該基礎研究から派生する個別発展研究へのシームレスに繋ぐことにより、中長期的な研究開発の連続性を確保した。具体的には、化学 MOP では、平成 29 年度設立以降、化学大手企業 4 社とともに「高分子に適用する MI 基盤技術の開発」に取組み、データ駆動型研究による先進的な AI 技術を開発した(令和 3 年度には共同で論文公表)。全固体電池 MOP では、令和 2 年度設立以降、協調テーマとして、モデル試料を用いて電池特性の決定因子を解析するための計測技術を共同開発するとともに、材料データの活用を見越したデータベースの構築や MI 技術開発に向けた検討を行った。医薬品関連 MOP では、令和 3 年度設立後、機構の材料評価・解析技術を活用して参加企業の医薬品開発力の向上と評価技術の標準化に向けた連携を行った。さらに令和 3 年度には磁石 MOP の設立に向けた企業 4 社との協議に着手し、令和 4 年度に設立に至った。 上述の組織的連携のほか、<u>当中長期目標期間においては 4 件の会員制連携組織であるパートナーシップを設置し、うち 1 件は磁石 MOP への発展に貢献するなど連携先企業の探索と拡充に努めた。</u>多様なスキームを用意し、研究者を組織横断的に参画させるトップマネジメント、それを促すファンド設置など終始改善に努めた。 <u>民間企業からの共同研究費等は、各事業年度ともに指標値を大きく超え、その期中の平均は、13.4 億円と目標値の 134%を達成した。コロナ禍においても組織的連携では平均 1,000 万円超を獲得し、国内のトップ大学と比べて高い大型研究費率を確保した。</u> 民間企業との意見交換及びそのニーズの取込みにあっては、NIMS WEEK や JST 新技術説明会等の機構紹介イベントのほか、令和元年度に刷新した企業向け総合窓口としてのウェブサイトにおいて、以降毎年 10%以上の問合せ数増加を記録し、産業界からのニーズを直接収集しうる意見交換の場として定着した。令和 3 年度には、114 件の問合せがあり、うち 18 件が共同研究等の連携の契約に至った。<u>また新たな切り口として、企業連携につながるシーズ引上げ目的で設定され、研究者のみでは対応が困難な JST A-STEP の申請支援を実施し、昨年度補正時の 7 件に対し、15 件と申請数増加につながった。(申請は令和 4 年度)</u>	マネジメントや、当初契約になかった研究者を必要に応じて機動的に参画させる機構内ファンドの設立といった支援を行ったことと合わせて高く評価できる。 計画以上の進捗:累積 5 件の MOP の設置とその運用により、我が国産業力強化に資する「基礎研究所」機能を果たしたことは高く評価できる。 計画以上の進捗:4 件のパートナーシップの設置とその運営により、企業向けの会員制サービスを行い、一部は MOP 設立にも貢献するなどしたこと、さらには同サービスを含む連携形態全体の最適化に向けて期中改善に努めてきたことは高く評価できる。 計画以上の進捗:多種多様な連携スキームを活用することにより、期中後半のコロナ禍にかかわらず、目標値を大きく超える共同研究費等の実績を達成したことは極めて高く評価できる。 計画以上の進捗:コロナ禍において人流が抑制される中、オンラインでの産業界との意見交換の場として企業向け総合窓口を機能させ、問合せの安定した増加とともに共同研究等の契約につなげたこと、さらに新たな切り口として研究者のみでは対応が困難なタイプの共創的資金獲得へ向けた申請支援を行い、結果として研究者の意識向上につながると伺える申請数の増加を達成したことは高く評価できる。
--	--	--

【評価軸】 ○機構が、物質・材料研究に対する社会からの要請に応えるため、関連する国家戦略、国際情勢等を定常的に把握・分析、活用、発信しているか 《評価指標》 ・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。 ・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。 ・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。 ・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。 ・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)」の発行を継続する。 ・国際学術誌「STAM」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	第5期/第6期科学技術・イノベーション基本計画、日本再興戦略2016、未来投資戦略2017、水素基本戦略、量子技術イノベーション戦略、各年の統合イノベーション戦略、マテリアル革新力強化戦略等の国家戦略から、国内外の動向等を迅速に把握・分析、組織的・機動的に対応し必要な財源を確保することで、機構の強みを活かした新規プロジェクトの立ち上げ等を実現した。具体的には、 ・<u>材料開発力強化を強力に推進・展開する研究拠点の構築を目指す革新的材料開発力強化プログラム(M-Cubeプログラム)の先導的な実施(平成29年度より)</u> ・革新的センサ・アクチュエータ国際研究拠点の設置、及び当該研究の戦略的推進(平成30年度より) ・革新的液化水素製造・材料技術開発研究の支援業務を実施する体制の構築(令和元年度) ・<u>革新的新材料の創出加速等に向けた研究環境のスマートラボラトリプロジェクトの推進(令和2年度より本格実施)</u> ・量子マテリアル基礎基盤研究プロジェクトの戦略的推進(令和2年度より) ・<u>データ駆動型研究開発の基盤となるマテリアルデータ中核拠点の形成に向けた組織的取組(令和3年度より本格実施)</u> 等を行い、組織全体としての研究力の強化及び世界トップレベルの成果創出を推進した。 また、<u>国の政策動向を常に先読みし、国家戦略を十分に把握・分析した上での綿密な戦略企画の立案により、量子技術イノベーション戦略、統合イノベーション戦略2020など政府の戦略等に機構最先端の取組が随所に反映された。</u> 令和元年度には、マテリアルズ・インフォマティクスや機械学習の手法、および研究動向調査のための知識基盤構築の一環として、<u>公知情報(機械可読の論文XMLデータ)を8つの出版社・学会より購入し、機械学習向け辞書機能や動向可視化機能を持つテキスト・データマイニングプラットフォームとして構築した。</u>さらに、令和3年度には調査分析チームを機構内に設置し、より組織的かつ体系的な調査分析活動に取組むための体制を強化した。 第五期中長期計画の方向性を検討するために設置した、物質・材料分野の有識者から構成される有識者ワーキンググループ(「Ⅱ.2.(2)機構の業務運営等に係る第三者評価・助言の活用」で説明)において出された<u>提言等も踏まえ、物質・材料研究に対する社会からの要請に応えられるよう、機構の研究戦略の企画やプロジェクトの実施計画の立案を推進した。</u> 材料科学分野の国際学術誌「Science and Technology of Advanced Materials (STAM)」の編集・出版、<u>データ科学分野のSTAM誌の姉妹誌「Science and Technology of Advanced Materials: Methods (STAM-M)」の新規創刊(令和3年1月)</u>と編集・出版、専	3.5 物質・材料研究に係る分析・戦略企画及び情報発信 補助評定:s (評定sの根拠) 以下に示す「各評価指標等に対する自己評価」がいずれも「計画以上の進捗」であり、理事長のトップマネジメントが存分に発揮され、中長期目標期間を通して「研究開発成果の最大化」に向けて特に顕著な成果等が得られていると認められることから、評定をsとした。 計画以上の進捗:国家戦略を十分に把握分析した上での綿密な戦略企画の立案により、当期開始時点では想定し得なかった複数の新規事業を迅速かつ組織的・機動的に立ち上げ、事業に必要とされる十分な財源確保を実現し、その体制整備や先導的取組を高水準で推進したことは国策や社会要請への的確な対応の観点から非常に高く評価できる。 また、マテリアルズ・インフォマティクスや機械学習の手法、および研究動向把握のための知識基盤構築として、公知情報(論文)テキスト・データマイニングプラットフォームを構築したことは、研究データの活用が推進されるものとして高く評価できる。 さらに、調査分析チームを機構内に設置し、より組織的かつ体系的な調査分析活動に取組むための体制を強化したこと、物質・材料研究に対する社会からの要請に応えられるよう、第五期中長期計画の方向性を検討するため、物質・材料分野の有識者から構成される有識者ワーキンググループの提言を踏まえ、機構の研究戦略の企画やプロジェクトの実施計画の立案を進めていることは高く評価できる。 計画以上の進捗:STAMの発行継続に加えて、材料科学におけるデータ駆動研究の重要性に対応するため、機構の強みを活かした形でデータ科学分野を広く網羅する姉妹紙STAM-Mの新規創刊にこぎつ
---	--	--

つ国際誌への飛躍を目指す。	門書「NIMS Monographs」の刊行を行った。また、<u>日本初の材料分野データリポジトリ(MDR)の構築や研究者総覧 SAMURAI の発展など、中長期目標期間を通して、材料データプラットフォーム(DPF)と連携した戦略的取組の相乗効果で情報発信力が飛躍的に向上した。</u> <u>STAM の最新(令和 3 年度)の IF 値は 8.09 に躍進(平成 28 年度は 3.7)、論文ダウンロード数は年間 68 万件に達し、材料分野で世界上位 15%程度にランクされるまでに急成長を遂げるなど、今中長期目標期間を通して国際的なプレゼンスが飛躍的に向上した。また STAM-M は日本発のデータ科学ジャーナルとして待望の創刊にこぎつけ、創刊年の令和 3 年に 26 論文を出版し、論文ダウンロード数も 2 万件近くに達するなどデータ科学分野での存在感を強く示した。加えて、令和 4 年第一四半期末までの推移から、令和 4 年度に STAM 誌は高水準の IF 値を維持しながらも論文投稿数が約 400 報(前年比 25%増)を超え、STAM-M 誌は約 50 論文(前年比 90%増)以上の掲載が見込まれる。NIMS Monographs は NIMS 研究者が執筆した各分野に特化した専門書として 1~2 冊/年で刊行を進めている。</u>	けたこと、加えて、論文出版を軌道に乗せ、データ駆動型材料開発を加速する情報プラットフォーム基盤を提供したこと、日本初の材料分野 MDR の構築や研究者総覧 SAMURAI の発展に象徴されるように、DPF と連携した戦略的取組を推進したことは、材料研究の中核的機関としての情報発信への取組の観点から非常に高く評価できる。 計画以上の進捗：STAM については、Empa (Swiss Federal Laboratories for Materials Science and Technology)との共同刊行、国内外の編集委員の充実、タイムリーな特集号企画などにより、8 以上の高 IF 値へ躍進しブランド力を持つ国際誌へと飛躍した。オープンサイエンス政策に応える出版事業の拡充等の観点から特に顕著な貢献であり、また機構のブランドアイデンティティを世界に発信する場を整備したことは非常に高く評価できる。
【評価軸】 ○公的機関からの依頼等に応じた事故等調査協力、物質・材料分野の国際標準化活動が適切に行われているか ＜評価指標＞ ・事故等調査や国際標準化活動などの社会的ニーズ等に対する取組の成果等 ・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。 ・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 ・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	機構の高い技術力をもつ研究者とともに、外部機関からの依頼により公的、社会的影響が大きい事故等に対する調査への協力体制を整備している。 <u>今中長期目標期間中においては、国、地方公共団体又は独立行政法人等からの依頼として航空事故 2 件、鉄道事故 1 件、船舶事故 1 件の計 4 件、その他、警察機関又は司法機関からの依頼として、自動車事故 1 件の合計 5 件の調査を実施した。また、事故等調査への協力を適切に行う取組の強化として、事故調査において熟練者による高いスキルが必要とされる破断面の診断を、AI 解析にて自動化するシステムを開発した。</u> 機構は VAMAS(新材料及び標準に関するベルサイユプロジェクト)の日本事務局を担い、ISO/IEC の国際標準規格に向けた標準化活動、ならびに国内学協会等における標準化を推進した。具体的には、VAMAS 活動の中核となる国際ラウンドロビンテスト(RRT)等を活かし、機構職員が中心となって、経済産業省事業において「走査型プローブ顕微鏡法による定量的な材料ナノ計測に関する国際標準化」(平成 28 年度～30 年度)、「白色 LED 用セラミックス蛍光体の量子効率測定法に関する国際標準化」(平成 28 年度～30 年度)「耐熱材料の高温破壊試験法に関する国際標準化」(平成 29 年度～令	<u>3. 6 その他の中核的機関としての活動</u> 補助評定 : a (評定 a の根拠) 以下に示す「各評価指標等に対する自己評価」のうち、「計画以上の進捗」とする項目では顕著な成果を得るとともに、「計画通りの進捗」とする項目でも計画の目標を達成していると認められることから、評定を a とした。 ＜各評価指標等に対する自己評価＞ 計画以上の進捗：機構の高度な技術力をもつ研究者により、事故調査の受付および実施体制を整備し、事故調査という高い要求にも対応可能としており、依頼があった調査を確実に実施したことは評価できる。また、AI・ロボット技術等を現場に導入するスマートラボラトリ化の取組の一環として、事故調査で必要となる破断面の診断を、AI 解析にて自動化するシステムを開発したことは高く評価できる。これは、人手不足で熟練者による技術伝承や優れた技術者の確保が課題となる中、それに起因する社会的ニーズへの対応や問題解決の糸口となりうるものである。 計画以上の進捗：国際標準規格発行までは時間を要するが、VAMAS 活動等を活かし、機構の研究成果の成果物の国際標準化に関して、社会的ニーズの高い生体材料 1 件、超電導材料 2 件、先端計測 1 件の総計 4 件の国際標準 ISO/IEC が発行された。さらに超耐熱材料 1 件、水素材料 1 件、先端計測 1 件の計 3 件が審議中である。当中長期目標期間中、多くの国際標準が発行・審議中であり、計画以上に進展している。機構の先進材料・評価技術に関する成果が国際標準

同研究を行うなどにより、国際標準化活動に貢献する	和元年度)が新規に採択され、国際標準規格制定を目指した。それらの活動の中から機構職員が主導する VAMAS 各 TWA(技術作業部会)が中心となり、複数の国際標準化が進行し、国際標準規格として発行されている。例えば、VAMAS/TWA31(溶接部材のクリープき裂進展)では、耐熱材料の高温クリープ疲労条件下でのき裂の発生・成長を予測するための試験評価法の開発と国際標準化を推進し、ISO/TC164(金属の機械試験)で ISO4596 として登録された。また、VAMAS/TWA16(超電導材料)における国際 RRT を経て、IEC/TC 90(超電導)において Bi 系高温超電導線材の二重曲げ後の保持臨界電流測定方法に関する国際標準 IEC 61788-24:2018 及び、RE 系高温超電導線材の臨界電流測定方法に関する国際標準 IEC61788-2:2020 が発行された。さらに、VAMAS/TWA2(表面化学分析)における走査型プローブ顕微鏡による定量的表面ナノ計測に関する国際 RRT の成果に基づき、ISO/TC201(表面化学分析)において 2 件は国際標準化が現在進行中であり、そのうち 1 件は令和 4 年に国際標準 ISO 23729:2022 として発行される。また、水素社会に貢献される中空試験片による高圧水素中材料試験法に関する国際標準化 ISO/TC164(金属の機械試験)1 件が審議中である。一方、標準化活動の可視化として、平成 30 年に VAMAS Japan のホームページのリニューアル、平成 31 年から毎年「NIMS 材料標準化活動総覧」を発刊している。また、標準化人材育成を目指して、平成 30 年から NIMS 国際標準化セミナーを開催し、令和 3 年度まで通算 4 回目を数えている。これまでに機構職員 2 名が経産省が主催する産業標準化事業で表彰された。	化で直実に結実することが期待され、産業界への貢献も大きいことから、高く評価できる。
---------------------------------	---	--

4. その他参考情報

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

1. 当事務及び事業に関する基本情報	
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

2. 主要な経年データ																	
①主な参考指標情報										②主要なインプット情報(財務情報及び人員に関する情報)							
	基準 値等	H28 年度	H29 年度	H30 年度	R1 年度	R2 年度	R3 年度	R4 年度		H28 年度	H29 年度	H30 年度	R1 年度	R2 年度	R3 年度	R4 年度	
	—								予算額(千円)	—	—	—				—	
									決算額(千円)	—	—	—				—	
									経 常 費 用 (千 円)	—	—	—				—	
									経 常 利 益 (千 円)	—	—	—				—	
									行政サービス実 施コスト(千円)	—	—	—				—	
									従事人員数	—	—	—				—	

3. 中長期目標、中長期計画、年度計画、主な評価軸、業務実績等、年度評価に係る自己評価		
中長期目標、中長期計画、年度計画(別添)		
主な評価軸(評価の視点)、指標等	主な業務実績等	自己評価
・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	＜主要な業務実績＞ 以下に項目毎に記載。 <	

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、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	・データ科学・計算科学、理論を活用した統合型材料開発を強力に推進するため、「統合型材料開発・情報基盤部門」を設置し、材料データプラットフォームセンター及び MOP-MI ラボを新設するとともに、既設の情報統合型物質・材料研究拠点(cMi2)及び SIP-MI ラボを糾合した。 【桜地区改革(令和元年度)】 ・第 5 次エネルギー基本計画(平成 30 年 4 月策定)及び水素基本戦略(平成 29 年 12 月)へ貢献するため、液体水素材料研究の推進体制の明確化及び桜地区への関連研究者の集結を目的として「<u>液体水素材料研究センター</u>」を新設した。 ・また、新たな低温応用や固体 NMR による分析等の支援ニーズに応えるため、これまで世界の強磁場研究の中核として磁場及び低温発生技術を開発してきた「<u>強磁場ステーション</u>」を「<u>NMR ステーション</u>」と「<u>低温応用ステーション</u>」に再編し、新たな支援体制を構築した。 【機能性材料研究拠点の再編(令和 2 年度)】 ・第 4 期中長期目標期間の後半 3 年度に向けて、令和 2 年度から機構におけるポリマー・バイオ分野の研究の“見える化”を促進するとともに、<u>機能性材料研究拠点体制の合理化と組織力の強化を図るため、既存の 7 分野を 3 分野へと再編し、各分野を統括する「分野長」を設置した。</u> ・ポリマー・バイオ分野の研究者を 1 つの組織(分野)に集約して当該分野の総合力を高め、同時に、実施母体となる研究拠点は他拠点も含めた分野の再編により組織力の向上を図った。 【グローバル中核部門(令和 2 年度)】 ・国際連携等に係る活動を効果的、効率的に進められる体制を明確化するため、複数部門に跨っていた関係部署を 1 部門へ集約し、「グローバル中核部門」を新設した。 ・<u>グローバルな若手研究者人材の獲得・活用・育成と学術連携の一体的な推進、機構に在籍する外国人研究者や学生等の効率的・効果的な支援体制の強化を図った。</u> 【次世代放射光施設企画運営委員会(令和 3 年度)】 ・次世代放射光施設の稼働開始に向けて、同施設の効果的な利用に関する企画立案及び総合調整を行うため、「次世代放射光施設企画運営委員会」を設置した。 ・機構外部の有識者を含めた委員会を設置し、放射光を利用した研究開発を効果的・効率的に進めるための運営体制を構築した。 【情報基盤統括部門(令和 4 年度)】 ・次期ネットワーク基盤の導入に伴う支援体制の強化や機構全体における DX 化の一層の推進等のため、「<u>情報基盤統括部門</u>」を新設した。 ・複数部門に跨っていた関係部署や業務項目を 1 部門に集約することで、機構全体の情報セキュリティと運営に係る情報化の一体的推進体制を構築し、IT 資源の集約化と IT 人材の確保及び連携強化を実現した。 【マテリアル先端リサーチインフラセンター(令和 4 年度)】 ・令和 3 年度に開始された文部科学省の委託事業である「マテリアル先端リサーチインフラ」の目的である最先端装置の共用、高度専門技術者による支援に加え、新たにリモー
---	---

・研究運営においては、適切な研究環境の構築などへの機動的な対応に留意しつつ、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 ・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、組織形態は柔軟なものとする	ト・自動化・ハイスループット対応型の先端設備を導入し、創出されるマテリアルデータを利活用し易く構造化した上で蓄積・提供に対応するため、<u>既存組織の再編を含めて、新しい組織（マテリアル先端リサーチインフラセンター）の設置の検討を実施した。</u> 【次期中長期計画の検討（令和２年度～）】 ・次期中長期計画の策定に向けて、次期中長期計画検討会を始め、機構において実施すべき研究分野等の検討を実施する研究ワーキンググループ（WG）、装置・データの共用や機構内外の研究者支援等の検討をする中核 WG、効果的・効率的な事務体制を検討する運営企画 WG を実施した。また、我が国を代表する物質・材料分野の有識者から構成される有識者 WG を昨年度から継続的に実施し、機構外部の有識者からの意見も<u>反映</u>できるように検討を進めた。 【重点分野研究推進費（平成 30 年度～）】 ・機構の強みをさらに伸ばして国際競争を勝ち抜いていくため、今後の中核プロジェクトに成長し得る提案について集中的に支援する「重点分野研究推進費」を平成 30 年度に新設した。その後、役員による予算策定ヒアリングを毎年実施し、プロジェクトのスクラップ・アンド・ビルドを基本としたプロジェクトの見直し・重点化を継続的に推進した。 【量子マテリアル基礎基盤研究（令和２年度～）】 ・<u>国の戦略である「量子技術イノベーション戦略」に貢献するため、機構が有する幅広い分野の材料に関するあらゆる技術・知見を結集することを目的とした組織横断的なプロジェクトである量子マテリアル基礎基盤研究プロジェクトを令和２年度から実施するとともに、本プロジェクトの研究体制の構築のため、リーダーとなるフェローの所属拠点異動や一部の研究グループの拠点を越えた移設を実施した。</u> ・また、機構内外の有識者によるピアレビューを毎年実施し、その場で得られた評価・助言を適切に反映することで、同プロジェクトの活性化を継続的に図った。 【センサ・アクチュエータ研究（平成 30 年度～）】 ・「サイバー空間」と「フィジカル空間」の融合による「Society5.0」の実現へ向けた革新的なセンサ・アクチュエータの基礎・基盤研究推進には、分野の異なる組織的連携が不可欠であるため、様々な研究領域から専門家を集約したプロジェクトであるセンサ・アクチュエータ研究開発プロジェクトを平成 30 年度から実施した。 ・また、機構内外の有識者によるピアレビューを毎年実施し、<u>統廃合を含めた大幅なプロジェクト体制の見直し等を実施するなど、同プロジェクトの活性化を継続的に図った。</u> 【データ駆動型研究（令和３年度～）】 ・<u>データ駆動型研究の先導的成果を早期創出し、当該分野の研究を加速させるため、データ駆動型研究を令和３年度から実施した。</u> ・また、機構内の有識者によるピアレビューを実施し、その場で得られた評価・助言を適切に反映することで、同プロジェクトの活性化を継続的に図った。	計画以上の進捗：研究者の所属部署に縛られず、新たな研究領域の開拓や研究分野間の協働を促進する重点分野研究推進費は、機構の強みを伸ばしつつ組織横断的な研究活動を展開できる体制の一翼を担っており、スクラップ・アンド・ビルドの基本方針によるプロジェクトの見直し・重点化に継続的に取り組んでいることは評価できる。加えて、国家戦略に組織的・機動的に対応し、量子マテリアル研究に関する組織横断的なプロジェクトを継続的に実施し、ピアレビューを通じて更なる活性化を図る取組は高く評価できる。 計画以上の進捗：研究分野を跨る組織的連携が不可欠な研究開発課題への取組として、センサ・アクチュエータ研究を継続的に実施し、ピアレビューを通じて更なる活性化を図る取組は高く評価できる。加えて、データ駆動型研究の先導的成果の早期創出及び当該分野の研究を加速させるため、組織横断的な公募を実施し、新たな課題へ支援する取組は柔軟かつ機動的な対応の観点から高く評価できる。
--	---	---

・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、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 ・内部統制推進体制の構築及び諸規程の見直し等を行う ・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 ・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 ・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・対応を継続し、機構全体として PDCA サイクルを定着させる ・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 ・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	機構の内部統制を推進するため、平成 28 年度に「内部統制推進本部」を新たに設置。さらに、内部統制に関係する既存の 4 つの委員会を「内部統制委員会」の下部部会として再編成することにより、内部統制委員会による情報収集と柔軟な運営を可能とすることで、実効性のある内部統制推進体制を構築した。 その上で具体的な取組としては、リスクマネジメントポリシー及びリスクマネジメント規程に基づき、平成 30 年度に「優先対応リスク」3 項目と「継続的留意リスク」5 項目を特定し、令和元年度以降は各リスクへの対応計画の策定及びそれに基づく対策実施状況のフォローアップを実施することで、リスクマネジメントを通じた内部統制の継続的強化に努めた。その他、研究不正防止のためにラボノートの定義や研究記録の取り扱いを定める「研究記録管理規程」の制定、機構の活動がフェイクカンファレンスに利用されるリスクへの対策として「研究集会及びその運営組織に関わる活動に関する達」の制定、論文の剽窃・自己盗用の可能性を探知する類似性チェックツール「iThenticate」の導入（令和 4 年度予定）、フェイクジャーナル含めた通報窓口の開設、及びパワーハラスメント対策関係法令の改正を踏まえた「ハラスメント防止規程」の見直しを実施するなど、適切な時期に必要な諸規程の制定と見直し及びそれに伴う全職員への周知・注意喚起等を実施した。加えて、安全保障貿易管理に関しては、一般財団法人安全保障貿易情報センター（CISTEC）や経済産業省、他法人との勉強会等を通じた懸念情報や最新動向の入手、及びそれらを活用した外国人受入の際の事前確認（入口管理）の強化、さらには「研究インテグリティ」の確保に向けて在籍する全研究系職員に対し外国機関等との関わりについての調査を実施するなど、技術情報管理を強化するための積極的な取組を展開した。加えて、機構にて構築したコンプライアンス体制及び取組の実効性を高めるため、毎月 1 回のコンプライアンスメールマガジンの配信、ハラスメントや研究不正等のテーマを取り上げて実施する「コンプライアンス研修」、及びポスター掲示等を通じて職員のコンプライアンス意識の啓発に努めた。さらに平成 28 年度には、一般財団法人公正研究推進協会（APRIN）が提供する e-learning プログラムを導入し、新規採用時の全職員に対して研究／研究費不正防止教育を開始、令和 3 年度からはそれを定期実施化（3 年毎の受講を義務化）した。本プログラムは厳格で徹底した受講管理により高い受講率を維持している。これら内部統制の様々な取り組みの実効性を担保するために内部監査計画に基づき、共済組合支部、科研費及び公的外部資金、特例随意契約、法人文書、個人情報保護、情報セキュリティ監査等の内部監査を着実に実施するとともに、監査結果を監査ごと・四半期ごとに理事長へ報告するだけでなく構内ホームページに掲載することで、機構全体に注意喚起を行った。また、気付き事項やその他の知見は、機構運営への反映を促す等、監査結果のより効率的な活用に努めた。その他、監事、会計監査人、監査室間の緊密な連携を図るために三様監査連絡会を定期的に開催し、各監査計画及び監査実施状況について情報共有等を図るなど、監査の実効性強化・質的向上に努めた。	2. 業務運営の基本方針 2.（1）内部統制の充実・強化 補助評定：a （評定 a の根拠） 以下に示す「各評価指標等に対する自己評価」において、所期の目標を上回る成果を得ていると認められることから、評定を a とした。 ＜各評価指標等に対する自己評価＞ 計画以上の進捗：各リスクへの対策が適切かつ着実に進んでいるとともに、法令やガイドラインの改正、経済安全保障等の情勢を踏まえて、機構の体制や運用を見直しして必要な取組を開始するなど積極的な対応を行っており、リスクマネジメントの実施を通じて内部統制のさらなる強化に努めたことは高く評価できる。また、コンプライアンスメールマガジンの配信や e-Learning、ポスター等、職員のコンプライアンスに関する意識醸成のための様々な機会・手段を提供したことに加え、その効果を高めるための研修テーマの選定、厳格な研修受講管理、研修の定期受講義務化などの積極的な取組を通じて、全職員のコンプライアンス意識浸透の更なる徹底も図ったことは高く評価できる。また、内部監査を着実に実行し、その結果を機構の運営に反映させて PDCA サイクルを確実に循環させる等、監査結果のより効率的な活用に努め内部統制の実効性を担保したほか、監事・会計監査人との三様監査連絡会を実施するなど、監査機能の強化・質的向上に努めたことは評価できる。
---	--	---

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 ・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 ・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 ・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、機構の情報技術基盤の維持管理及び強化に努める	統一基準を踏まえ、機構を取り巻くセキュリティ情勢の動向を注視しつつ情報セキュリティ規程類の見直しを随時実施し、適切なセキュリティ対策を講じた。その他、当期はインシデント発生時の部署横断対処チーム CSIRT の構築も実現し、役割に応じた最適なメンバーを担当者として割当てするなど更なるセキュリティ体制の強化にも努めた。 また、コロナ禍におけるテレワーク需要増大時には速やかなポリシー改正対応を実施し、令和 2 年度に実施された外部機関による外部監査時にはグッドポイントとして取り上げられる成果を上げた。 令和 4 年 4 月より移働開始した新ネットワーク基盤においては、ヒューマンエラーの低減、より強固なアクセス制御及び認証、サイバー攻撃対策及び構内ネットワークの保全に資する最新のセキュリティシステムを導入し、機構全体のシステムセキュリティを強化した。 e-learning 形式による自己点検の仕組みの導入と毎年度の実施、標的型攻撃メール訓練、機構内外の者による外部監査並びに機構内のリスクマネジメント評価部会等を通じて、機構のセキュリティの実態を把握した。これらの各種チェック機能から洗い出されたセキュリティ上の問題点・リスクに対応すべく、各種規程類の改正並びに運用の改善を行い、情報管理統制及び技術基盤管理を強化した。 情報セキュリティインシデントの発生時、早急な問題点の洗い出しと再発防止策の実施を徹底するとともに、上位会議体及び機構内グループウェアにより、機構全体への周知徹底と役職員の意識啓発に取り組んだ。 役職員への情報セキュリティ教育のため、e-learning 形式による教育コンテンツ内製の他、茨城県警つくば中央警察署に協力を要請し、教育コンテンツの作成や機構内でのセミナーも開催した。CSIRT 担当者については、外部機関によるサイバーセキュリティ研修/実践訓練への積極的な参加や、民間事業者を招いた実践形式の研修開催等、サイバーセキュリティにおける最新動向の把握及び有事に備えた体制強化並びに対応力の強化に努めた。	計画以上の進捗：体制の維持のみならず、新たなセキュリティ確保のための体制の確保及び社会情勢に応じた柔軟且つ迅速な対応を実施し、日々機構のサイバーセキュリティ強化のための取組を講じ、外部組織による監査時においても成果を上げたことは高く評価できる。 計画以上の進捗：複数の機構セキュリティ上の課題解決に資する大規模なネットワーク基盤更改によって、機構のシステムセキュリティを大幅に強化したことは高く評価できる。 計画以上の進捗：構内外の各種チェック機能を活用し、ポリシーの随時改正とそれに伴う運用改善を実施したこと、インシデント発生時には早急な再発防止策及び周知の実施徹底による一般の職員への啓発のみならず、上位会議体への報告による経営層への意識向上にも努めたこと並びに一般の職員への教育活動によるリテラシー向上及び CSIRT 構成メンバーの積極的な教育・訓練の実施による体制・対応力の強化に取り組んだことは、機構の総合的な情報セキュリティ強化に資するものと高く評価できる。
・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	・業務運営等の全般事項への助言の活用 平成 28 年度に国内外のアカデミア・産業界等の有識者を機構のアドバイザーとして委嘱し、指導・助言を得るためのアドバイザリーボードを設置した。平成 29 年度の「グローバルオープンイノベーション」をテーマとしたアドバイザリーボードでは、そこで得た助言をもとに、データ科学の人材と実験を主体とする異なる分野の人材交流や融合を指向した研究開発を推進した。令和元年度以降は分野別アドバイザリーミーティングを企画し、「デ	2. (2) 機構の業務運営等に係る第三者評価・助言の活用 補助評定：a (評定 a の根拠) 以下に示す「各評価指標等に対する自己評価」において、所期の目標を上回る成果を得ていると認められることから、評定を a とした。 計画以上の進捗：アドバイザリーボード及び分野別アドバイザリーミーティングの開催や、運営費交付金プロジェクト・特定研究課題に対する継続的な第三者の評価・助言を受け、業務運営の改善やプロジェクト研究の推進のため活用できていること、第五期中長期計画の検討にあたって、機構内だけでなく外部の意見を取り入れていること

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 行い、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 ・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	<u>一タ駆動型材料研究」(令和元年度開催)「構造材料研究」(令和 2 年度開催)を題材に、より専門的な視点での有益な助言を得て各研究拠点の業務運営に活用した。</u> ・プロジェクト研究推進のための評価・助言の活用 「国の研究開発評価に係る大綱的指針」に基づき、第三期中期目標期間中において実施された 20 の運営費交付金プロジェクト研究について、平成 28 年度に 21 人の外部評価委員による事後評価を行い、その結果を機構の業務運営へ活用した。令和元年度には、当中長期目標期間に実施中の運営費交付金プロジェクト研究(10 課題)の中間評価を実施し、得られた評価・助言等を踏まえ予算配分等に反映した。令和 3 年度には、令和 5 年 4 月から開始する機構の第五期中長期計画で実施を検討している拠点プロジェクトの事前評価を意見交換会方式で実施、延べ 41 名の外部有識者からプロジェクトの目的、内容、計画に対する助言を得て、拠点プロジェクト案をより実効性のあるものとした。毎年の法人評価結果についても、随時機構の業務運営へ活用するよう取組んだ。 ・特定研究課題推進のための評価・助言の活用 平成 30 年に開始した「センサ・アクチュエータ研究開発プロジェクト」、令和元年に開始した「量子マテリアル基礎基盤研究プロジェクト」について、開始年から継続して外部有識者によるピアレビューを実施、有識者から得られた評価・助言を、研究計画や予算計画に反映するなどプロジェクトのより適切な推進のために活用した。 さらに国の施策に基づき実施する「スマートラボラトリプロジェクト」、「新分野研究加速プラン(データ駆動型研究領域)」について、その効果を検証するため、機構役員等による進捗状況確認のピアレビューを実施した。 ・第五期中長期計画策定のための評価・助言の活用 先述した運営費交付金プロジェクト研究の事前評価に加え、第五期中長期計画の方向性について、内外の声を聴きつつ十分な検討を行っていくため、我が国を代表する物質・材料分野の有識者から構成される有識者ワーキンググループを実施し、提言としてまとめられた意見について、次期計画案へ反映させるべく、執行部や次期中長期計画検討会において検討を進めた。	など、第三者による評価・助言を適切に活用できていると高く評価できる。
・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。	平成 28 年度に研究職、エンジニア職、事務職の評価制度を見直し、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人事評価を実施した。 研究職においては、機構の経営理念を実現するための業績評価であるとの観点から、「<u>個々の研究力強化</u>」に繋がる客観評価、「<u>組織ミッション達成力強化</u>」に繋がる上長評価と捉え、個人の業績や研究活動を多面的に評価する仕組みを構築し、毎年見直しを行	<u>2.(3) 効果的な職員の業務実績評価の実施</u> 補助評定：a (評定 a の根拠) 以下に示す「評価指標に対する自己評価」において、所期の目標を上回る成果を得ていると認められることから、評定を a とした。 <各評価指標等に対する自己評価> 計画以上の進捗：研究職評価について、客観評価・上長評価で構成される業績評価が、機構の経営理念実現に繋がるよう、評価項目内容を工夫し継続して見直し等して多面的な評価を実施したこと、また評価基準の統一化を図り、「組織的研究運営貢献」を含む上長評価を適切に実施したことは高く評価できる。加えて、機構の評価制度に

	い微修正を加える等実態に即した評価を実施した。主な具体例として、客観評価においては、レビュー論文の配点を増加し、研究領域を俯瞰できる能力を重視し、研究コミュニティにおけるプレゼンスの向上につながるよう動機付けを行った。上長評価においては、「組織的研究運営貢献」を設置し、機構の新規プロジェクトの創出への貢献等、組織ミッション遂行のための活動で、客観評価項目に直接反映されない研究貢献を評価する仕組みを定着させた。また、評価者説明会を毎年開催し、上長評価の評価基準の統一化を図った。期間中、機構の評価制度に合わせて内製化した新評価システムを稼働させたことで、評価に使用する各種データ収集プロセスが自動化され、機構の DX 化促進、評価データ生成時の人的ミス回避、業務の効率化、及び個人情報取り扱いにおけるセキュリティリスク低減に繋がった。 エンジニア職においては、多岐に亘る職務内容を適正かつ公平に評価するため、業務の「ウェイト」と「難易度」の組み合わせによる配点とした。令和 2 年には、優秀な技術人材確保と育成に資する評価制度の見直しを行い、各人の情報量を増強(被評価者による自由記載や一次評価者の評価根拠の記載等を追加)し、評価基準の統一化を図り(評価者マニュアル整備や評価者説明会開催)、更に、人事委員会による総合調整機能を強化するなどの工夫を行い、より適正かつ公平な評価を実施した。 事務職あつては平成 28 年度に評価制度を見直した。評価基準について、「組織への貢献」を重視するよう評価項目の見直しを行い、組織・業務に貢献した職員を評価できるように改正した。また、人材育成の観点から、最終評価結果を適切にフィードバックするとともに、被評価者の成長を支援することを評価者の重要ミッションと位置づけた。なお、見直しにあたっては広く職員から意見を聴取するとともに、説明会を実施し、評価制度の趣旨・プロセス等に対する評価者及び被評価者の理解促進に努めた。	合わせて内製化した新評価システムを稼働させ、評価業務における DX 化の促進や、個人情報取り扱いにおけるセキュリティリスクの低減につなげる等、機構の業務改善に繋がったことは、適正かつ効果的な評価を実施していると高く評価できる。 エンジニア職の評価について、多岐に亘る業務で、かつ専門性の高い職務内容を、配点方法や評価項目、評価基準の統一化や人事委員会による総合調整等、様々な工夫や取組により適正かつ公平な評価を実施したことは、効果的な評価を実施していると高く評価できる。 事務職の評価について、平成 28 年度に評価制度の見直しを行い、多岐に亘る職務内容を適正に評価する仕組みを効果的に実施しているとともに、上長との面談、結果のフィードバック等、人事評価をより効果的に機能させるプロセスを確立させてことは高く評価できる。
・管理部門の組織の見直し、調達の合理化、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、特定の要因経費(中長期計画本文参照)は除外した上で、一般管理	運営費交付金を充当して行う事業に係る経費は、既存事業経費の縮減を行いつつ、新規・拡充経費を確保することで、合理化・効率化を図ってきた。 効率化の対象となる経費の前年度比は下表に示すとおりである。年度毎に前年度比の変動があるものの、平成 28 年度から令和 4 年度までの毎年度平均では前年度比 3.5% 減となる見込みであり、中長期計画で定められた前年度比 1.23% 以上減の目標達成が見込まれる。	2. (4) 業務全体での改善及び効率化 <u>2. (4). ① 経費の合理化・効率化</u> 補助評定: b (評定 b の根拠) 以下に示す「各評価指標等に対する自己評価」において、所期の目標を達成していると認められるため、評定を b とした。 ＜各評価指標等に対する自己評価＞ 計画どおりの進捗: 当期間中を通して、既存事業経費の合理化・効率化が図られており、効率化対象の事業経費についての目標達成が見込まれることは評価できる。

費及び業務経費の合計について、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	【効率化の推移】 (単位:百万円) <table><tr><th rowspan="2"></th><th colspan="4">運営費交付金事業の効率化対象経費</th></tr><tr><th>前年度額 (a)</th><th>当年度額 (b)</th><th>年度平均</th><th>対前年度 増減率 (b/a-1)</th></tr><tr><td>平成28年度</td><td>6,722</td><td>5,650</td><td>△ 15.9%</td><td>△ 15.9%</td></tr><tr><td>平成29年度</td><td>5,650</td><td>5,953</td><td>△ 5.3%</td><td>5.4%</td></tr><tr><td>平成30年度</td><td>7,221</td><td>6,861</td><td>△ 5.2%</td><td>△ 5.0%</td></tr><tr><td>令和元年度</td><td>7,639</td><td>7,182</td><td>△ 5.4%</td><td>△ 6.0%</td></tr><tr><td>令和2年度</td><td>7,437</td><td>7,515</td><td>△ 4.1%</td><td>1.1%</td></tr><tr><td>令和3年度</td><td>8,192</td><td>6,840</td><td>△ 6.2%</td><td>△ 16.5%</td></tr><tr><td>令和4年度 (見込み)</td><td>7,402</td><td>8,306</td><td>△ 3.5%</td><td>12.2%</td></tr></table>		運営費交付金事業の効率化対象経費				前年度額 (a)	当年度額 (b)	年度平均	対前年度 増減率 (b/a-1)	平成28年度	6,722	5,650	△ 15.9%	△ 15.9%	平成29年度	5,650	5,953	△ 5.3%	5.4%	平成30年度	7,221	6,861	△ 5.2%	△ 5.0%	令和元年度	7,639	7,182	△ 5.4%	△ 6.0%	令和2年度	7,437	7,515	△ 4.1%	1.1%	令和3年度	8,192	6,840	△ 6.2%	△ 16.5%	令和4年度 (見込み)	7,402	8,306	△ 3.5%	12.2%	
	運営費交付金事業の効率化対象経費																																													
	前年度額 (a)	当年度額 (b)	年度平均	対前年度 増減率 (b/a-1)																																										
平成28年度	6,722	5,650	△ 15.9%	△ 15.9%																																										
平成29年度	5,650	5,953	△ 5.3%	5.4%																																										
平成30年度	7,221	6,861	△ 5.2%	△ 5.0%																																										
令和元年度	7,639	7,182	△ 5.4%	△ 6.0%																																										
令和2年度	7,437	7,515	△ 4.1%	1.1%																																										
令和3年度	8,192	6,840	△ 6.2%	△ 16.5%																																										
令和4年度 (見込み)	7,402	8,306	△ 3.5%	12.2%																																										
・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、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 ・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じることにより、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	給与水準の適正化については、事務職は国と同等の指数であること、研究職員は採用者が博士課程修了者であることから国よりも指数が高くなっているが、機構の給与制度は国家公務員に準じていることから適性であると考えている。 また、役職員の報酬・給与等について、その妥当性の検証等をホームページにて公表している。 【ラスパイレス指数(平成 28 年度～令和 3 年度実績)】 <table><tr><th></th><th>平成 28 年度</th><th>平成 29 年度</th><th>平成 30 年度</th><th>令和元年度</th><th>令和 2 年度</th><th>令和 3 年度</th><th>令和 4 年度</th></tr><tr><td>事務職</td><td>103.0</td><td>98.8</td><td>99.9</td><td>98.1</td><td>99.4</td><td>98.4</td><td>—</td></tr><tr><td>研究職</td><td>105.3</td><td>103.9</td><td>103.2</td><td>103.1</td><td>102.8</td><td>102.8</td><td>—</td></tr></table>		平成 28 年度	平成 29 年度	平成 30 年度	令和元年度	令和 2 年度	令和 3 年度	令和 4 年度	事務職	103.0	98.8	99.9	98.1	99.4	98.4	—	研究職	105.3	103.9	103.2	103.1	102.8	102.8	—	2. (4). ②人件費の合理化・効率化 補助評定:b (評定 b の根拠) 以下に示す「各評価指標等に対する自己評価」において、所期の目標を達成していると認められるため、評定を b とした。 計画通りの進捗:機構の給与制度は国家公務員に準じており、給与水準は適正であると評価できる。																				
	平成 28 年度	平成 29 年度	平成 30 年度	令和元年度	令和 2 年度	令和 3 年度	令和 4 年度																																							
事務職	103.0	98.8	99.9	98.1	99.4	98.4	—																																							
研究職	105.3	103.9	103.2	103.1	102.8	102.8	—																																							

・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

・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

契約の公正性や透明性を確保しつつ、合理的な調達を促進するため、「独立行政法人における調達等合理化計画の取組の推進について(平成 27 年 5 月 25 日総務大臣決定)」に基づき毎年度策定した調達等合理化計画において、随意契約の適正化、一者応札・応募の低減等の取組を通して、競争性の向上と応札者の拡大等に努めた。

(金額:億円)															
	平成 28 年度		平成 29 年度		平成 30 年度		令和元年度		令和 2 年度		令和 3 年度		令和 4 年度 (見込み)		
	件数	金額	件数	金額	件数	金額	件数	金額	件数	金額	件数	金額	件数	金額	
競争性のある契約	(94.5%) 689	(96.3%) 81.9	(95.7%) 704	(96.8%) 72.7	(97.6%) 919	(98.1%) 97.6	(98.5%) 1,018	(98.6%) 137.8	(98.0%) 1,151	(97.8%) 108.9	(97.9%) 1,168	(97.2%) 129.7	(97.9%) 1,168	(97.2%) 129.7	
競争性のない随意契約	(5.5%) 40	(3.7%) 3.1	(4.3%) 32	(3.2%) 2.4	(2.4%) 23	(1.9%) 1.9	(1.5%) 16	(1.5%) 2.1	(2.0%) 23	(2.2%) 2.4	(2.1%) 25	(2.8%) 3.8	(2.1%) 25	(2.8%) 3.8	
合 計	(100%) 729	(100%) 85.0	(100%) 736	(100%) 75.1	(100%) 942	(100%) 99.5	(100%) 1,034	(100%) 139.8	(100%) 1,174	(100%) 111.3	(100%) 1,193	(100%) 133.5	(100%) 1,193	(100%) 133.5	

注1) 少額随意契約を除く
注2) 令和 4 年度見込みは、令和3年度実績並みの水準を維持する見込み

機構における契約状況は、上記の表ようになっており、競争性のある契約は毎年度増加している中、競争性のない随意契約は平成 28 年度以降減少しており少数に限定する状態を維持している。随意契約については、「随意契約の適正化に関する取り組み」として、契約審査委員会において事前審査を行うとともに、契約監視委員会において事後点検を行うことにより、真にやむを得ないものに限定された。

また、競争性のある随意契約のうち、研究開発に直接関係する調達については「特例随契(平成 30 年度より導入)」により調達手続を実施し、公開見積競争を原則とし、一般競争入札の場合よりも公告期間の短縮(20 日以上→7 日以上)を図り、研究開発成果の早期発現及び向上に寄与するとともに、「特例随契」の一者応募案件において価格交渉を実施し、経費削減に努めた。

(金額:億円)															
		平成 28 年度		平成 29 年度		平成 30 年度		令和元年度		令和 2 年度		令和 3 年度		令和 4 年度	
		件数	金額	件数	金額	件数	金額	件数	金額	件数	金額	件数	金額	件数	金額
2者以上	件数	162	23.7%	152	25.9%	208	28.0%	206	42.7%	242	46.9%	260	63.4%	260	63.4%
	金額	39.1	48.0%	13.4	33.0%	12.1	13.2%	34.1	28.1%	32.5	36.7%	24.4	24.6%	24.4	24.6%
1者以下	件数	521	76.3%	434	74.1%	534	72.0%	277	57.3%	274	53.1%	150	36.6%	150	36.6%
	金額	42.4	52.0%	27.2	67.0%	79.6	86.8%	87.2	71.9%	56.1	63.3%	74.6	75.4%	74.6	75.4%
合 計	件数	683	100%	586	100%	742	100%	483	100%	516	100%	410	100%	410	100%
	金額	81.5	100%	40.6	100%	91.8	100%	121.2	100%	88.6	100%	99.0	100%	99.0	100%

注1) 合計額は、競争契約(一般競争、指名競争、企画競争、公募)を行った計数である。
注2) 令和 4 年度見込みは、令和3年度実績並みの水準を維持する見込み

機構における一者応札・応募の状況は上表ようになっており、1 者以下となった契約件数は、競争性のある契約の全体の件数が増加する中であって、一者応札・応募について件数は減少している。これは、「特例随契」や「随意契約確認公募」を有効に活用したことによるものである。

2. (4). ③ 契約の適正化

補助評定 : a
(評定 a の根拠)

以下に示すとおり、「各評価指標等に対する自己評価」のうち、「計画以上の進捗」とする項目では所期の目標を上回る成果を得るとともに、「計画通りの進捗」とする項目では所期の目標を達成していると認められることから、評定を a とした。

＜各評価指標等に対する自己評価＞

計画以上の進捗 : 競争性のない随意契約については、審査・点検体制の効果により、真にやむを得ないものに限定されており、随意契約等の見直し計画が策定された平成 20 年度の実績 116 件より大幅に減少している。

さらに、平成 30 年度より「特例随契」導入により、迅速な調達及び経費削減を実現し、公平性や透明性を確保しつつ、研究開発成果の早期発現等にも寄与したことは、計画以上の進捗であったと評価できる。

	【一者応札・応募の低減に向けた取組】 一般競争で行う案件については、以下の取組を行うことにより、複数事業者の参入による競争性の確保に努めた。また、契約過程や契約内容の妥当性について、監事及び外部有識者によって構成する契約監視委員会において事後点検を受けた。 ① 公告期間を 20 日以上確保 → 応札業者に対して適切な準備期間の確保 ② 競争参加資格制限を緩和 → 予定金額による競争参加資格制限を緩和し、全案件 A～D 等級に設定 ③ 入札辞退者への辞退書の提出依頼 → 辞退理由の確認・把握 ④ その他改善方策 ・調達案件(一定額以上)の仕様審査アドバイザー又は契約審査委員会による事前審査 ・電子入札システムの導入:入札関係書類の入手の容易化 ・調達情報メールマガジンの配信:競争参加者の積極的な発掘等 ・契約監視委員会(外部有識者含む)での点検 【調達事務の合理化等】 ・筑波大学、茨城大学、筑波技術大学、高エネルギー加速器研究機構、防災科学技術研究所、宇宙航空研究開発機構、教職員支援機構の7機関とトイレットペーパー、蛍光管、PPC 用紙の共同調達に取り組み、経費削減及び調達業務の効率化に努めた。 ・パソコン、実験・建物設備等維持管理用薬品について、一括調達に取り組み、経費削減及び調達業務の効率化に努めた。 ・文具事務用品については、インターネット調達システムの活用により、経費削減及び調達業務の効率化に努めた。 ・公開見積競争による見積合わせについては、研究機器類の購入等を中心として実施し、見積案件を広く公開することにより透明性、公正性の確保に努めた。 【調達に関するガバナンスの徹底】 ・研究課題責任者等に契約締結を認めている調達についても、総務部門調達室長が発注の承認を行い、全ての調達案件の発注承認を契約担当職員が実施した。 ・国の「公的研究費の管理・監査のガイドライン(平成 26 年 2 月改正)」を踏まえ、全ての購入物品、役務、工事において、発注者の検査のほか、事務部門が検収を実施するチェック体制による運用を行った。 ・換金性が高い物品を含む固定資産等の管理について、固定資産等管理細則等に基づき、適切に実施した。 ・e-learning プログラムにより、全職員を対象に研究費不正使用防止教育を行っており、新規採用職員等への受講指示や全職員の受講管理を行っている。また、研究費の運営・管理に関わる全ての職員等に対し、不正防止に関する定期的な研修受講を義務付けた。	計画通りの進捗:他機関との共同調達及び一括調達に取り組むなどのコスト削減、事務処理の効率化に努めることができたと評価できる。
--	---	---

	・文部科学省所管の研究開発8法人において連携し、研究機器等の「市場性の低い調達物品」のうち、共通的に調達している物品を対象とし、情報共有を行うことにより、適正な契約額の把握に努めた。	
・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	①実物資産の状況 当期間中に整備・取得した主な資産 革新的材料開発力強化事業(M-cube)において、M-cube 棟の建設(2,997 百万円)、先端研究基盤設備群の整備(10,116 百万円)、DPF・データ中核拠点の整備(7,110 百万円)を行い、資産を取得した。 ②保有資産の必要性 当中長期計画で位置付けた研究プロジェクトの推進や拠点運營業務の着実な実施に加え、革新的材料開発力強化事業(M-Cube)を軸とした中核的機関としての活動を効果的に実施していくために、保有資産は必要不可欠なものである。 ③実態把握 資産の実態把握のため次の取組を実施した。 ・資産管理システムとモバイル端末を活用した、効率的かつ信頼性の高い全件棚卸検査体制の構築。 ・各地区3年に1度のサイクル(中長期目標期間中に2回以上)で管理物品の棚卸検査を実施。 ・パソコン等の情報機器の保管状況の検査や施設等の利用状況の調査など、保有資産が適切に管理され有効利用されているかを定期的に確認	2.(4).④ 保有資産の見直し等 補助評定:b (評定bの根拠) 以下に示す「各評価指標等に対する自己評価」において、所期の目標を達成していると認められるため、評定をbとした。 ＜各評価指標等に対する自己評価＞ 計画通りの進捗:機構の任務を遂行する手段としての有用性・有効性、事業目的及び内容に照らした資産規模等が適切であるとともに、保有資産を適切に管理している状態を維持していることは評価できる。

・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 ・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	公式ホームページにおいて法人の経営等に関する諸情報の提供を推進するとともに、情報公開窓口を置き、開示請求方法等についても公開している。また、担当者の資質向上の為、情報公開に関する外部研修を受講し理解を深めた。 期間中、3 件の情報公開請求に対応した。 個人情報保護規程に則り、毎年各室等の個人情報ファイルの保有状況及び内容について、点検を行った。また、担当者の資質向上の為、個人情報保護に関する外部研修を受講し理解を深めた。 外部委託業者 2 社（給与、社会保険）の個人情報管理の実施状況監査に関しては、毎年実地検査を実施した。なお令和 2 年度及び 3 年度においては、新型コロナウイルス感染拡大の影響により、オンラインによるリモート監査を行った。 環境配慮の基本方針に沿った省エネへの取組として、事業活動で消費するエネルギー使用量及び二酸化炭素排出量の前年度比 1%以上の削減目標を設定し、省エネの推進、廃棄物削減と再資源化の徹底、グリーン調達、化学物質等の排出に関する適正管理、構内緑地の保存、ヘリウム回収システムによる貴重なヘリウムガスの資源化に努めた。 男女共同参画の取組については、求人に際しての公募要領にて機構の男女共同参画の取組を紹介し、女性が働きやすい職場であることを応募者にアピールした。また、育児・介護支援、任期制職員の産前産後休暇取得期間中の人件費支援などの各種制度により女性研究者・エンジニアをサポートするとともに、男女共同参画セミナー等を実施して所内意識の向上に継続的に取組んだ。 新型コロナ感染症への対応については、令和 2 年 2 月に設置した新型コロナウイルス感染症対策本部（本部長：理事長、副本部長：3 理事、構成員：全拠点長、全部門長等）により、感染拡大防止に必要な「対応方針」「緊急周知」（3 密回避、在宅勤務、時差通勤、体調不良・ワクチン接種当日の特別休暇付与、会議室の利用人数制限、web 会議システム、イベント、海外からの入国者の待機措置など）を機動的に決定し、全職員へ周知徹底するとともに関係部署に対策を指示した。設置から令和 4 年 3 月までに「対応方針」を 26 回、「緊急周知」を 3 回発出し、職員への周知徹底を図った。 令和元年度に機構本部における事務業務の「カイゼン」提案・実践を募集したほか、令和 3 年度に押印原則の見直しについて検討・調整を行なった。電子ワークフローシステムの	<u>2. (5) その他の業務運営面での対応</u> 補助評定：b （評定 b の根拠） 以下に示す「各評価指標等に対する自己評価」において、中長期計画における所期の目標を達成していると認められるため、評定を b とした。 ＜各評価指標等に対する自己評価＞ 計画通りの進捗：情報の公開、情報公開請求について、適切な取扱いを推進しており評価できる。今後も情報公開に関する外部研修に参加するなどの取組を継続し、実際の情報公開請求時の対応に活かす。 計画通りの進捗：個人情報保護規程による個人情報の適切な管理運用を実施しており、評価できる。 計画通りの進捗：環境に配慮し、省エネに取り組んでいること、研究業務を推進していることは評価できる。更なる環境負荷の低減を図ることが期待される。 計画通りの進捗：男女共同参画については、各種支援制度を整備し、外部機関と連携するなどして、男女共同参画の普及・推進活動を積極的に行なったことは評価できる。 新型コロナウイルス感染症の感染拡大の状況に併せた政府方針と機構の感染状況から機構の感染防止に関する対応方針を機動的に決定・周知徹底することで機構の感染拡大防止に加え、研究パフォーマンスが維持されるよう取り組んだことは高く評価できる。 中長期目標等で具体的な計画として定めているものではないが、機構内の事務手続見直し及び効率化に取り組んだことは評価できる。
---	--	---

	活用によりデジタル化を実施し、業務の合理化、効率化を図り、加えて書面主義、対面主義の見直しを行い、各種申請手続き等における押印廃止を推進した。 令和３年度に総務担当理事を長として、事務部門職員有志による DX 推進チームを立ち上げ職員の業務 DX への意識や技術の向上を図った。同年度に事務系職員が業務で使用する端末を、デスクトップパソコンからポータビリティの高いモバイルノートパソコンに一新した。Microsoft office 365 の導入も相まって、各部署、職員が自身の業務をより合理的・効率的に進められるよう見直す契機となった。また、ペーパーレス化にも大いに貢献した。	
--	---	--

4. その他参考情報
特になし

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

1. 当事務及び事業に関する基本情報	
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

2. 主要な経年データ																
①主な参考指標情報									②主要なインプット情報(財務情報及び人員に関する情報)							
	基準 値等	H28 年度	H29 年度	H30 年度	R1 年 度	R2 年度	R3 年度	R4 年度		H28 年度	H29 年度	H30 年度	R1 年度	R2 年度	R3 年度	R4 年度
—									予算額(千円)	—	—	—				—
									決算額(千円)	—	—	—				—
									経 常 費 用 (千 円)	—	—	—				—
									経 常 利 益 (千 円)	—	—	—				—
									行政サービス実 施コスト(千円)	—	—	—				—
									従事人員数	—	—	—				—

3. 中長期目標、中長期計画、年度計画、主な評価軸、業務実績等、年度評価に係る自己評価

中長期目標、中長期計画、年度計画(別添)

主な評価軸(評価の視点)、指標等	主な業務実績等	自己評価	
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 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 ・年度計画の別紙2を参照	＜主要な業務実績＞ 以下に項目毎に記載。 ①予算(中長期計画の予算)の状況 【収入の状況(平成28年度から令和4年度の収入決算額(令和4年度は見込み))】 (単位:百万円)	評価	B
		(評価Bの根拠) 中長期計画における所期の目標を達成していると認められるため、評価をBとした。 <u>1. 予算(人件費の見積もりを含む。)、収支計画及び資金計画</u> 補助評価:b (評価bの根拠) 以下に示す「各評価指標等に対する自己評価」において、所期の目標を達成していると認められるため、評価をbとした。	
		＜各評価指標等に対する自己評価＞ 計画通りの進捗:財源の安定的な確保により、中長期目期間を通して、健全な財務内容の実現が図られていることは評価できる。	

収入	収入予算額	収入決算額	増減額	増減率	備考
運営費交付金	85,503	96,583	11,080	13.0%	※1
自己収入	781	4,555	3,774	483.2%	※2

受託等事業収入	31,059	55,246	24,187	77.9%	※3
補助金等収入	9,439	28,994	19,555	207.2%	※4
計	126,782	185,378	58,596	46.2%	

当中長期計画 7 年間の収入累計は、計画に対して 58,596 百万円（計画比 46.2%）の増加が見込まれ、財源の安定的な確保により、健全な財務内容の実現が図られている。

【主な増減理由】
 ※1 主なものは、革新的材料開発力強化事業や PRISM 事業によるものである。
 ※2 主なものは、特許権収入や施設利用料の収入増加によるものである。
 ※3 主なものは、受託事業においては拠点型事業（ナノプラ、ESICMM、ARIM 等）の採択や JST、NEDO 等の競争的資金の獲得、共同研究においてはソフトバンク等の大型共同研究の獲得によるものである。
 ※4 主なものは、施設整備費補助金（M-cube 棟の建設事業、革新的材料開発力強化プログラムによる防災・減災の推進事業、先進的材料研究開発基盤施設の整備事業）、設備整備費補助金（先端研究設備整備事業、マテリアル革新力強化、マテリアルズリサーチバンク、データ中核拠点の構築に係る設備整備事業）によるものである。

【支出の状況（平成 28 年度から令和 4 年度のセグメント別支出決算額（令和 4 年度分は見込））】

(単位:百万円)												
区 分	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			研究成果の情報発信及び活用促進、中核的機関としての活動			法人共通			合計		
	収入決算	支出決算	乖離	収入決算	支出決算	乖離	収入決算	支出決算	乖離	収入決算	支出決算	乖離
運営費交付金事業	59,639	59,639	0	34,366	34,366	0	7,134	7,079	54	101,138	101,084	54
受 託 業 務 等	40,861	40,743	118	13,810	12,349	1,461	575	566	9	55,246	53,658	1,588
補助金等事業費	15,689	15,689	0	13,201	13,201	0	103	103	0	28,994	28,994	0
支 出 合 計	116,190	116,072	118	61,377	59,916	1,461	7,812	7,748	63	185,378	183,736	1,643
運営費交付金交付額に対する執行率	100.0%			100.0%			99.2%			99.9%		
運営費交付金債務残高	0 百万円			0 百万円			54 百万円			54 百万円		

・収益化単位毎の予算実績管理体制を構築し、毎事業年度継続して適切な管理が行われている。
 ・獲得した収入は適切に執行し、運営費交付金は 99.9%執行する見込み。

【乖離の内容】

	・運営費交付金事業における乖離は、運営費交付金による利益(国庫返納対象)と中長期計画期間を跨いだ前払案件 ・受託業務等における乖離は、特許権収入やその他の自己収入から生じた利益 ②収支計画の状況 【平成 28 年度から令和 4 年度の収支実績額(R4 年度分は見込)】 (単位:百万円) <table><tr><td></td><td>計画値</td><td>実績</td><td>増減額</td><td>増減率</td></tr><tr><td>費用の部</td><td>127,226</td><td>164,563</td><td>△ 37,337</td><td>29.3%</td></tr><tr><td>経常費用</td><td>123,100</td><td>159,329</td><td>△ 36,229</td><td>29.4%</td></tr><tr><td>財務費用</td><td>95</td><td>70</td><td>25</td><td>△ 26.3%</td></tr><tr><td>臨時損失</td><td>4,031</td><td>5,164</td><td>△ 1,133</td><td>28.1%</td></tr><tr><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td></tr><tr><td>収益の部</td><td>127,226</td><td>172,729</td><td>△ 45,503</td><td>35.8%</td></tr><tr><td>経常収益</td><td>123,195</td><td>167,959</td><td>△ 44,764</td><td>36.3%</td></tr><tr><td>臨時利益</td><td>4,031</td><td>4,770</td><td>△ 739</td><td>18.3%</td></tr><tr><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td></tr><tr><td>純利益</td><td>0</td><td>8,166</td><td>△ 8,166</td><td></td></tr><tr><td>積立金取崩し</td><td>0</td><td>1,007</td><td>△ 1,007</td><td></td></tr><tr><td>総利益</td><td>0</td><td>9,172</td><td>△ 9,172</td><td></td></tr></table> ・費用の部、収益の部ともに中長期計画の計画値に比べ大幅な増加が見込まれている。 ・毎年度利益を計上しており、中長期計画期間中の合計は 9,172 百万円の利益となる見込み。 【利益の主な内訳】 特許権収入等の自己収入による利益1,780 百万円 運営費交付金から生じた利益22 百万円 会計上の利益(受託事業で取得した資産に係る未償却相当額) 7,371 百万円		計画値	実績	増減額	増減率	費用の部	127,226	164,563	△ 37,337	29.3%	経常費用	123,100	159,329	△ 36,229	29.4%	財務費用	95	70	25	△ 26.3%	臨時損失	4,031	5,164	△ 1,133	28.1%						収益の部	127,226	172,729	△ 45,503	35.8%	経常収益	123,195	167,959	△ 44,764	36.3%	臨時利益	4,031	4,770	△ 739	18.3%						純利益	0	8,166	△ 8,166		積立金取崩し	0	1,007	△ 1,007		総利益	0	9,172	△ 9,172		計画通りの進捗:独立行政法人会計基準に則り収益化単位ごとに予算実績管理体制が構築され、中長期計画期間を通して計画的な予算執行が行われていることは評価できる。 計画通りの進捗:特許実施料や施設利用料等の確保、積極的な受託活動による受託事業等の獲得により毎年度利益を計上し、健全な財務内容を実現していることは評価できる。
	計画値	実績	増減額	増減率																																																															
費用の部	127,226	164,563	△ 37,337	29.3%																																																															
経常費用	123,100	159,329	△ 36,229	29.4%																																																															
財務費用	95	70	25	△ 26.3%																																																															
臨時損失	4,031	5,164	△ 1,133	28.1%																																																															
収益の部	127,226	172,729	△ 45,503	35.8%																																																															
経常収益	123,195	167,959	△ 44,764	36.3%																																																															
臨時利益	4,031	4,770	△ 739	18.3%																																																															
純利益	0	8,166	△ 8,166																																																																
積立金取崩し	0	1,007	△ 1,007																																																																
総利益	0	9,172	△ 9,172																																																																
・短期借入金の限度額は 20 億円とする。	該当なし	2. 短期借入金の限度額 補助評定:－ 該当なし																																																																	
・重要な財産を譲渡、処分する計画はない。	該当なし	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 補助評定:－ 該当なし																																																																	
・重要な財産を譲渡、処分する計画はない。	該当なし	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 補助評定:－																																																																	

		該当なし																																																																																	
・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。	【利益剰余金の発生額の内訳】 当中長期計画期間中における各事業年度の利益剰余金の発生額の内訳は下表のとおり。 (単位:百万円(R4 は見込)) <table><tr><td></td><td>H28</td><td>H29</td><td>H30</td><td>R1</td><td>R2</td><td>R3</td><td>R4</td><td>合計</td></tr><tr><td>利益剰余金発生額</td><td>1,664</td><td>801</td><td>1,084</td><td>909</td><td>383</td><td>3,138</td><td>1,193</td><td>9,172</td></tr><tr><td>自己収入から生じた利益</td><td>298</td><td>152</td><td>302</td><td>253</td><td>311</td><td>215</td><td>250</td><td>1,780</td></tr><tr><td>運営費交付金から生じた利益</td><td>0</td><td>－</td><td>6</td><td>4</td><td>11</td><td>－</td><td>－</td><td>22</td></tr><tr><td>会計上の損益※1</td><td>1,366</td><td>649</td><td>776</td><td>652</td><td>62</td><td>2,923</td><td>943</td><td>7,371</td></tr></table> ※1 主なものは、受託収入財源等で取得した資産に係る未償却相当額 ➤ 毎事業年度、当期総利益を計上し、かつ自己収入から利益が生じている。 ➤ 自己収入から生じた利益は、経営努力認定を受け目的積立金として積み立てを実施。 ➤ 未償却相当額(会計上の利益)は翌事業年度以降に発生する減価償却費等の負担財源として充当。 【剰余金の使途】 当中長期計画期間中に積み立てた目的積立金(研究促進対策等積立金)計 1,528 百万円は、中長期計画に沿って広報活動、中核機関活動、研究環境整備、及び業務の情報化に要する経費へ充当するため、下表のとおり取り崩しを行い、令和 4 年度までに全額取り崩しを予定している。 目的積立金(研究促進対策等積立金)の推移 (単位:百万円(R4 は見込み)) <table><tr><td></td><td>H28</td><td>H29</td><td>H30</td><td>R1</td><td>R2</td><td>R3</td><td>R4</td><td>合計</td></tr><tr><td>承認額</td><td>0</td><td>298</td><td>152</td><td>306</td><td>253</td><td>304</td><td>215</td><td>1,528</td></tr><tr><td>取崩額</td><td>0</td><td>0</td><td>0</td><td>98</td><td>61</td><td>210</td><td>1,159</td><td>1,528</td></tr><tr><td>残額</td><td>0</td><td>298</td><td>449</td><td>658</td><td>850</td><td>944</td><td>0</td><td></td></tr></table> 令和 4 年度は中長期計画期間の最終年度であるため、目的積立金の申請額はない。		H28	H29	H30	R1	R2	R3	R4	合計	利益剰余金発生額	1,664	801	1,084	909	383	3,138	1,193	9,172	自己収入から生じた利益	298	152	302	253	311	215	250	1,780	運営費交付金から生じた利益	0	－	6	4	11	－	－	22	会計上の損益※1	1,366	649	776	652	62	2,923	943	7,371		H28	H29	H30	R1	R2	R3	R4	合計	承認額	0	298	152	306	253	304	215	1,528	取崩額	0	0	0	98	61	210	1,159	1,528	残額	0	298	449	658	850	944	0		5. 剰余金の使途 補助評定:b (評定 b の根拠) 以下に示す「各評価指標等に対する自己評価」において、所期の目標を達成していると認められるため、評定を b とした。 ＜各評価指標等に対する自己評価＞ 計画通りの進捗： 決算で生じた自己収入(特許権収入)の利益について、7年間を通して毎事業年度継続して経営努力認定を受けて目的積立金として積み立てる見込みでありその実績は評価できる。
	H28	H29	H30	R1	R2	R3	R4	合計																																																																											
利益剰余金発生額	1,664	801	1,084	909	383	3,138	1,193	9,172																																																																											
自己収入から生じた利益	298	152	302	253	311	215	250	1,780																																																																											
運営費交付金から生じた利益	0	－	6	4	11	－	－	22																																																																											
会計上の損益※1	1,366	649	776	652	62	2,923	943	7,371																																																																											
	H28	H29	H30	R1	R2	R3	R4	合計																																																																											
承認額	0	298	152	306	253	304	215	1,528																																																																											
取崩額	0	0	0	98	61	210	1,159	1,528																																																																											
残額	0	298	449	658	850	944	0																																																																												

4. その他参考情報
特になし

IV その他主務省令で定める業務運営に関する事項

1. 当事務及び事業に関する基本情報	
IV	その他主務省令で定める業務運営に関する事項

2. 主要な経年データ																	
	①主な参考指標情報									②主要なインプット情報(財務情報及び人員に関する情報)							
		基準 値等	H28 年度	H29 年度	H30 年度	R1 年度	R2 年度	R3 年度	R4 年度		H28 年度	H29 年度	H30 年度	R1 年度	R2 年度	R3 年度	R4 年度
	—									予算額(千円)	—	—	—				—
										決算額(千円)	—	—	—				—
										経 常 費 用 (千 円)	—	—	—				—
										経 常 利 益 (千 円)	—	—	—				—
										行政サービス実 施コスト(千円)	—	—	—				—
										従事人員数	—	—	—				—

3. 中長期目標、中長期計画、年度計画、主な評価軸、業務実績等、年度評価に係る自己評価		
<u>中長期目標、中長期計画、年度計画(別添)</u>		
主な評価軸(評価の視点)、指標等	主な業務実績等	自己評価
・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を状況に応じて実施する	<主要な業務実績> 以下に項目毎に記載。 M-cube 事業の始動に当たり、新棟の建設やマテリアルズ・オープンプラットフォーム(MOP)の初期加速に資する設備整備を実施したことに加えて、マテリアルズ・リサーチバンク(MRB)に係る取組として材料データ中核拠点の形成のためのマテリアルデータ共有・AI 解析基盤の整備やデータ駆動型研究の推進に資する研究設備等を戦略的・重点的に整備した。これにより、今後の飛躍的イノベーションの創出や研究開発現場のDX化の先導に貢献する取組に着手・進展させた。	評価 A (評価 A の根拠) 法人の活動により、中長期計画における所期の目標を上回る成果が得られていると認められるため、評価を A とした。 <u>1. 施設及び設備に関する計画</u> 補助評価 : a (評価 a の根拠) 中長期計画における所期の目標を上回る成果を得ていることから、評価を a とした。 <各評価指標等に対する自己評価> 計画以上の進捗: 中長期目標の達成のために必要な老朽化対策を含む施設・設備の整備を適切に実施したのみならず、研究活動の水準向上を目的とした研究開発現場の DX 化やデータ駆動型研究の推進に資する研究環境整備を先導的に実施したことは高く評価できる。

・研究活動の水準を向上させるため、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 ・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	研究施設・設備・機器のリモート化・スマート化を実施した。これにより、<u>先導的な研究開発現場の DX 化を強力に推進するとともに、新型コロナウイルスの発生・拡大に伴う共用研究設備を活用した研究活動の大幅停滞を回避し、全国の材料研究者の利用促進に資する環境を整備した。</u> 優れた研究環境の維持・改善のため、重要インフラ設備（受変電設備、給排水設備、特殊ガス集中配管等）の更新のほか、有機ドラフトの整備や、井戸水ろ過膜設備の更新等を着実に実施した。	
・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 ・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 ・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 ・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 ・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	人材確保においては公募により広く人材を募ることを基本としつつ、特殊な分野や緊急性の高いものに関してはトップダウン的な非公募型も駆使して優秀な人材獲得を行った。 平成 28 年度から始まった文部科学省の卓越研究員制度を利用し、これまでに計 14 名の卓越研究員候補者を採用し独立研究者として処遇して若手育成と研究の活性化を行った。それに伴い、年俸制を整備・適用した。また、ICYS を準テニュアトラック的に運用し、優先的に定年制研究職に採用することで国際競争力を持った優秀な若手人材を計画的に育成・獲得した。 加えて、<u>令和 3 年度以降、“世界トップクラスの研究リーダー”と“グループリーダー”の特別公募を実施し、120 名を超える応募を集めるとともに、世界トップリーダー 1 名とグループリーダー 1 名の採用を決定した。世界トップリーダー、グループリーダー、定年制研究員、若手研究員の各階層において優れた研究者を計画的に獲得することに成功した。</u> 研究職は第 4 期中長期目標期間（平成 28 年 4 月 1 日～令和 4 年 5 月 1 日）で計 97 名（年平均 14.8 名）を獲得し、第 3 期中期目標期間（平成 23 年 4 月 1 日～平成 28 年 3 月 31 日）の年平均 13 名を 1.3 名上回った。他にも、リーダークラスの優秀な人材の流出を抑制するため、グループリーダーの任期を生年に拘わらず原則 60 歳（特命研究員 65 歳、フェロー 70 歳）とする達改正を令和 3 年度に施行した。また、NIMS ブランド力の向上を目指した広報活動も積極的に行った。 研究者の採用は国際公募を基本とし、海外からの応募を広く受け付け、その中で優秀な人材の選考を行った。<u>選考審査においては 3 段階の審査課程（書類審査、一次面接審査、役員面接審査）を設けることで、公正かつ慎重な審査を実施した。外国籍研究者の採用は、第 4 期中長期目標期間（平成 28 年 4 月 1 日～令和 4 年 5 月 1 日）で計 19 名（年平均 3.0 名）となり、第 3 期中期目標期間（平成 23 年 4 月 1 日～平成 28 年 3 月 31 日）の年平均 2.2 名を 0.8 名上回った。機構の国際化を進展させた。</u>	2. 人事に関する計画 補助評定： a （評定 a の根拠） 以下に示す「各評価指標等に対する自己評価」のうち、「計画以上の進捗」とする項目では所期の目標を上回る成果を得るとともに、「計画通りの進捗」とする項目では所期の目標を達成していると認められることから、評定を a とした。 ＜各評価指標等に対する自己評価＞ 計画以上の進捗：公募型・非公募型、卓越研究員制度、ICYS 特別枠、定期公募・特別公募など、様々な施策を立案実行することで優秀な人材の獲得を計画的に行ったことは高く評価できる。 計画以上の進捗：公正な採用審査を行い、優秀な人材の選考を行ったこと、外国人研究者を多く獲得し、国際化の進展を加速させたことは高く評価できる。

用等により、企業や大学等の研究者を受け入れる ・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 ・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 ・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	卓越研究員制度を利用し、計 14 名(年平均 2.3 名)の卓越研究員を採用し、独立研究者として処遇した。また、ICYS からは計 25 名(年平均 3.7 名)を採用した。ICYS 採用は、特に平成 30 年度より特別枠を設置して準デニュアトラック型の運用をより強めた。これらの施策により、第 3 期より年平均で 0.5 名増加した。結果として、機構におけるキャリア形成が進展した。第 4 期の研究職全採用者数 97 名に占める 37 歳以下の若手研究者の人数は 69 名となり、その割合は 71%であった。卓越研究員(独立研究者)及び 35 歳以下の若手研究者にはベテランのメンターを付け、機構での研究の立ち上げ支援と育成を図った。 女性研究者については計 10 名(年平均 1.7 名)を採用した。これは第 3 期の年平均 1.8 名とほぼ同等であるが、第 4 期中の女性退職者は計 3 名であったため差し引き 7 名の増加となり、着実にその数を増やした。獲得した女性研究者 10 名中、37 歳以下の若手は 7 名、うち 3 名は 28 歳以下の博士号取得間もない新進の若手研究者である。 エンジニアは計 26 名(年平均は 4.2 名)を採用した。第 3 期の年平均 4.6 名と比較増加率は 0.4 名の減であるが、第 4 期中(令和 5 年 3 月 31 日まで)の退職者は 20 名であるため、総数は差し引き 6 名+α(α:令和 4 年度中に採用審査・着任する者)の増加となった。優れた技術を有し即戦力となる者を優先的に採用することで、機構内の技術的な支援体制の基盤を充実させた。 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を積極的に活用した結果、第 4 期中長期計画期間中に、企業から 4 名、大学等から 33 名(東京大学・東北大学との組織的連携に基づく受入 16 名を含む。)の受入を実施した。 全定年制職員を対象とした理事長及び理事による個別面談を実施し、経営層と職員とのコミュニケーションの機会を設け、現場の意見の吸い上げと経営方針の浸透及び敷衍を図った。さらに、良好な職場環境の構築のため、メンタルヘルスカウンセラーを配置したほか、メンタルヘルス講演会を実施し、メンタルケアの充実を図るなど、様々な人材マネジメントを実施した。 当期中に設置した様々な人材施策を通し、人材マネジメントを継続的に改善した。具体的には、職員研修基本方針を策定し、機構内の様々な研修を体系的に管理・運用した。定年制研究職・事務職採用時のメンター制度導入や、採用から数年後の研究職に対する役員面談の実施等によりフォローアップ体制を整え、継続的に実施した。当期の中間時点となる令和元年度に研究グループリーダー(GL)の進捗状況評価及び再任審査を実施し(計 94 名を対象)、必要に応じて役員が課題解決に向けた指導を行った。同年、公募により 12 のグループを新設する大規模な組織改編を実施した。当期の最終年度となる令和 4 年度は、GL の進捗状況評価・再任審査を実施し、次期中長期目標の組織最適化を企図している。また研究職員が定年退職後、支援業務に円滑に移行することを目的として、シニア研究者向けキャリア支援制度を制定し、継続して実施した(制度利用延べ人数 55 名)。さらに、優秀なエンジニア人材の確保、育成、技術・ノウハウの伝承を目的として、マイスター、特命エンジニア、NIMS 招聘エンジニアの職制を設置し、エンジニア職員のキャリアパスとなる制度を整えた。	計画以上の進捗:卓越研究員制度や ICYS などを有効的に活用し、多くの優秀な若手研究者を獲得できたこと、独立研究者やメンター制度などにより若手の育成を行えたことに加え、女性研究者数も着実に増加させることができたことは高く評価できる。 計画通りの進捗:エンジニア職を着実に獲得することで支援体制の技術的な基盤を充実させたことは評価できる。 計画通り進捗:第 4 期中長期計画中に、ノーベル賞受賞者のクロスアポイントメントの実施、また東京大学、東北大学との組織的クロスアポイントメントを実施するなどクロスアポイントメント制度の活用等により、新たなイノベーション創出のための研究者の受入れを進めたことは評価できる。 計画通りの進捗:メンタルケアや役員による職員の個別面談等を通じて人材マネジメントが適切に実施されていると評価できる。 計画以上の進捗:職種や年齢、経験年数等によるターゲット別の様々な人材施策を実施し、職員の能力開発に繋げる人材マネジメントを実施したことは高く評価できる。期の間時点において組織改編により新たに意欲ある若手人材を公募で GL に積極的に登用したこと、新規採用者(若手)に対してメンター制度を導入したことなどにより若手人材の育成に取組んだ。また、マイスター、特命エンジニア、NIMS 招聘エンジニアの職制を設置し、エンジニア職員のキャリアパスとなる制度を整え、シニア研究人材を効果的に活用するなど、期を通して様々な制度を整備・実行しており、人材マネジメントが適切に実施されていると高く評価できる。また、任期制職員のキャリア支援策として無期労働契約転換職員となるための任用制度、定年制事務職員に登用する試験制度を導入したことは人材マネジメントとして高く評価できる。
---	--	--

	また、任期制職員のキャリア支援施策として、任期制エンジニアなどの任期制職員が無期労働契約転換職員となるための任用制度を平成 29 年度に整備し、この制度により、第 4 期中長期計画期間中に 57 名が任用された。併せて、任期制職員または無期労働契約転換職員から定年制事務職員に登用する試験制度を令和元年度に整備し、実施した。 定年退職した研究者及びエンジニアの再雇用により技術やノウハウの伝承強化を行った。また、伝統的な技術分野での技術の継承が断絶することの無いよう、採用分野に一定の配慮を行い、エンジニアを補充した。	計画通りの進捗：研究者及びエンジニアの再雇用やエンジニア職の計画的な採用・配置を行ったこと、また機構内の優れた技術・ノウハウの伝承強化を図ったことは評価できる。																																								
・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。	該当なし	3. 中長期目標期間を超える債務負担 補助評定：－ 該当なし																																								
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	【積立金の使途】 前中長期目標期間の最終年度より繰り越された前中長期目標期間繰越積立金 499 百万円は、11 百万円を残して、第 4 期中長期計画期間に取り崩す見込み。 積立金の取り崩しの主なものは、広報に係る経費、中核的機関としての活動に必要とされる業務にかかる経費、及び前中長期計画期間中に受託収入財源で取得した償却資産の減価償却費負担等に充当するものであり、各年度における取り崩し額は下表のとおり。 <table><tr><td colspan="8">前中期目標期間繰越積立金の取崩額 (単位：百万円(R4 は見込))</td></tr><tr><td></td><td>H28</td><td>H29</td><td>H30</td><td>R1</td><td>R2</td><td>R3</td><td>R4</td></tr><tr><td>前期繰越額</td><td>499</td><td>323</td><td>186</td><td>57</td><td>29</td><td>17</td><td>14</td></tr><tr><td>取崩額</td><td>176</td><td>137</td><td>128</td><td>29</td><td>11</td><td>3</td><td>3</td></tr><tr><td>期末残額</td><td>323</td><td>186</td><td>57</td><td>29</td><td>17</td><td>14</td><td>11</td></tr></table>	前中期目標期間繰越積立金の取崩額 (単位：百万円(R4 は見込))									H28	H29	H30	R1	R2	R3	R4	前期繰越額	499	323	186	57	29	17	14	取崩額	176	137	128	29	11	3	3	期末残額	323	186	57	29	17	14	11	4. 積立金の使途 補助評定：b (評定 b の根拠) 以下に示す「各評価指標等に対する自己評価」において、所期の目標を達成していると認められるため、評定を b とした。 計画通りの進捗：前中期目標期間の最終年度より繰り越された積立金を中長期計画に定められた使途に沿って、積立金取崩しの適切な会計処理が行われていることは評価できる。
前中期目標期間繰越積立金の取崩額 (単位：百万円(R4 は見込))																																										
	H28	H29	H30	R1	R2	R3	R4																																			
前期繰越額	499	323	186	57	29	17	14																																			
取崩額	176	137	128	29	11	3	3																																			
期末残額	323	186	57	29	17	14	11																																			

4. その他参考情報
特になし

項目別調査 No.	中長期目標	中長期計画
I－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. 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 機構は、エネルギー・資源等の安定的確保、自然災害や地球規模課題への対応など科学技術・イノベーション基本計画等において国が取り組むべき課題とされている事項への取組を通じて、物質・材料科学技術の側面から貢献することが求められている。また、未来の産業創造と社会変革に向けた「超スマート社会」実現への取組や、将来を見据えた未知なる課題への対応力を強化するための基盤技術の蓄積も求められている。 本中長期目標期間では、具体的課題をターゲットとした課題解決型のアプローチと、20～30 年先の産業創造や社会変革を見据えて新たな価値を創出する未来創生型のアプローチを組み合わせ、物質・材料研究の全体像を俯瞰した上で、機能性材料研究、構造材料研究、材料研究のための基盤技術のそれぞれについて、既存の研究拠点機能を生かしつつ研究領域を設置するものとする。各研究領域においては、社会ニーズと機構におけるこれまでの研究の蓄積を踏まえた研究内容の重点化を図るものとし、機構全体のみならず我が国全体としての研究開発成果の最大化を図るべく、領域間での連携にも留意して研究開発を進めるものとする。 機能性材料研究及び構造材料研究については、主として課題解決型アプローチにより研究開発を推進するものとする。なお、機能性材料研究のうち既存の研究拠点機能を有するエネルギー・環境材料と磁性・スピントロニクス材料については、それぞれ個別の研究領域を設定して進めるものとする。 材料研究のための基盤技術については、革新的な研究開発手法や先端的な計測手法などの基盤的な研究開発を推進し、物質・材料科学技術全体を支えるため、課題解決型アプローチに加え、未来創生型アプローチによる研究開発手法等の開拓を目指すものとし、既存の拠点機能を生かしつつ、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領域を設定して進めるものとする。 各研究領域では、将来の芽を創出するような探索型研究及び目的基礎研究を実施するものとし、大学・産業界との連携や公募型研究にも取り組むものとする。また、関連する公的資金プロジェクトとの連携に努めるとともに、民間資金の積極的な導入を図るものとする。加えて、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大学・産業界との連携強化に努めるものとする。中でも、産学独の研究者が一同に会するオープンイノベーション活動については、世界的な研究開発拠点の形成や研究情報の集約・発信、先端インフラの共用、研究者・技術者人材の育成等に努めるとともに、システム化・統合化により個別の材料・技術の付加価値を高めて産業界へと橋渡しすることで、有望な技術シーズの社会実装に努めるものとする。加えて、研究環境等のデジタル化、リモート化を図り、スマートラボラを推進するものとする。これらの取組を各研究領域の活動の中で一体的に実施することにより、迅速かつ効率的な研究・開発を実現するものとする。 個々の研究領域に係る目標は以下のとおりであり、実施手法等は中長期計画等で記載する。	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 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、スマートラボラ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。

	1.1.1 機能性材料領域 広範な材料を対象として、材料の持つ特性を最大限引き出すことにより多様な機能を実現する材料を開発するものとする。また、機能性材料の開発に必要なプロセス技術を開発し、次世代の技術シーズを探索するものとする。	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压・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。
--	---	--

		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 $RA \sim 0.1\text{--}0.5 \text{ } \Omega \cdot \mu\text{m}^2$、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・構造物の高信頼性化
--	--	---

	1.1.5 ナノ材料領域 広範な材料系について、組成・構造・サイズ・形状が精密制御された新たなナノ材料の創製技術を開発するとともに、これらを高度に配列・集積化・複合化することで、新材料・デバイスの創製を目指すものとする。また、次世代のシーズ技術の創出を目指すものとする。	・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化を目的として、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、「ナノアーキテクトニクス (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・メソアーキテクトニクスによる機能創出 ・システムナノアーキテクトニクスによる機能開発 に取り組む。
--	---	---

	1.1.6 先端材料解析技術領域 様々なスケールでの計測技術（マルチスケール計測技術）、実使用環境下（オペランド）での計測技術を開発する。また、独創的な計測解析手法の開拓を推進し、得られたシーズを基盤技術化することで、革新的な計測技術の実現を目指すものとする。	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。 ・ナノマテリアルを 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認する。 ・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トニック・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トニクスを通じたナノ・メソ高次機能の発見を目指して、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
--	--	---

	1.1.7 情報統合型物質・材料研究領域 多様な手法やツールを駆使した情報統合型の材料開発システムの整備に取り組むことで、産業界の課題・ニーズに対する有効な解決策を提供していくための仕組みを構築するものとする。また、材料研究のニーズに合った形で提供するためのデータ収集・管理・提供技術の開発を継続的にを行い、材料データプラットフォームの効率化にも貢献するものとする。さらに、材料特性予測及び新材料設計手法の探索を行うものとする。	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ともに、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。
--	--	--

I－2 研究成果の情報発信及び活用促進 I－3 中核的機関としての活動	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ことを目指し、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。これらの目標を達成するための措置については中長期計画において定める。 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 機構が物質・材料研究を推進するに当たり、国民の理解、支持及び信頼を獲得していくことがますます重要となっている。そのため、国民目線で分かりやすく紹介する取組を、引き続き積極的に推進するとともに、その効果を把握し、機構の活動や研究成果等が国民各層から幅広く理解されるよう努めるものとする。また、機構の組織的な活動に加え、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な対話環境を構築するものとする。さらに、国民各層の科学技術リテラシーの向上への貢献を目指し、物質・材料科学技術に関する知識の普及等に取り組むものとする。 2.1.2 研究成果等の情報発信 機構の研究成果の普及を図るための取組を進めるとともに、科学的知見の国際的な情報発信レベルを維持・充実するものとする。また、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ものとする。 2.2 知的財産の活用促進 機構は、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	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つなげていく。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
---	--	---

	ため、1. 1の基礎研究及び基盤的研究開発により優れた知的財産を創出するとともに、権利化を図り、様々な連携スキームを活用して組織的かつ積極的に質の高い実施許諾を始めとした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ものとする。また、これらの取組を通じ、自己収入の増加に努めるものとする。 また、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できるような知的財産の取扱いを常に念頭に置きつつ、柔軟に対応するものとする。さらに、実用化された製品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、外国特許の出願を重視し、特許性や市場性等を考慮しつつ、費用対効果の観点から厳選して出願・権利化を行うものとする。	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であり、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であることから、そのプレゼンスを国内外に対して示すとともに、自らの存在価値を不断に高めていくことが重要である。そのため、国際情勢、技術動向、社会的ニーズの変化等に柔軟に対応し、中核的機関が果たすべき責務を認識しつつ、先端研究基盤及びデータ基盤の整備・運営、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に取り組む。	<u>3. 中核的機関としての活動</u> 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、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）を担い、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ものとする。また、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等にも貢献するものとする。 さらに、データを基軸とした研究開発手法を全国の産学官の研究者が広く活用することを可能とするため、マテリアルデータを持続的・効果的に創出・蓄積・流通・利活用するための基盤（プラットフォーム）を構築する。これにより、我が国全体のマテリアル革新力の強化に貢献する。 なお、我が国の物質・材料科学技術全般の水準向上のために資産の有効活用を意識した運用を行うための方策について中長期計画において定めるものとする。	<u>3.1 施設及び設備並びにデータ基盤の共用</u> 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

	3.2 研究者・技術者の養成と資質の向上 機構の研究者・技術者の養成と資質の向上は、我が国の物質・材料研究を支える知識基盤の維持・発展の観点から重要である。 経済活動や研究活動がグローバル化し、物質・材料研究においても激しい国際競争が行われる中、機構は、研究者を世界に通用する人材へと計画的に育成するものとする。また、次代の物質・材料研究を担う人材の育成に向け、研究者の大学等への講師派遣等により、大学・大学院教育等の充実に貢献するとともに、多様な制度を活用して若手研究者を積極的に受け入れ、企業・大学等において研究者等として貢献し得る人材を養成するものとする。さらに、物質・材料科学技術の多様な研究活動を支える高度な分析、加工等の専門能力を有する技術者の養成と能力開発等に着実に取り組むものとする。これらの取組の実施に当たってはクロスアポイントメント制度等を積極的に利用するものとし、具体的措置及びこれらの取組による効果を検証する方策は中長期計画において定める。 3.3 物質・材料研究に係る学術連携の構築 世界的に頭脳循環が進み、優れた人材の獲得競争がますます熾烈となる中、機構は、ボーダレスな研究環境の構築を進め、人材・研究の融合促進による研究活動の活性化を図り、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ものとする。そのため、機構は、これまで構築してきた研究ネットワークを活用しつつ、国内の学術機関とも連携する形で更に発展させ、機構を起点としたグローバルな物質・材料研究の連携を戦	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、これらの共用にあっては、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。 <u>3.2 研究者・技術者の養成と資質の向上</u> 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を行い、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。 <u>3.3 物質・材料研究に係る学術連携の構築</u> 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
--	--	---

	略的に推進し、併せて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人材を確保するものとする。 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組を積極的に行うものとする。 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の変化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、機構のトップマネジメントを発揮しつつ、研究の特性等に応じて、オープン・クローズド双方の多様な既存の連携スキームを発展・拡充させていくものとする。特に、研究開発活動の大規模化、経済社会のグローバル化の進展に伴う、オープンイノベーション活動の必要性の高まりなどを踏まえ、複数の企業や大学、研究機関とともに広範囲な技術移転に繋げる仕組みなどを更に発展させるものとする。さらに、産業界との意見交換ができる場を設けるなどにより、円滑な連携の推進に役立てるものとする。 3.5 物質・材料研究に係る分析・戦略企画及び情報発信 機構が、物質・材料研究に対する社会からの要請に応えていくためには、関連する国家戦略、国際情勢等を定常的に把握・分析していく必要がある。このような活動は、長期的な視点で物質・材料研究に取り組んでいる機構でこそなし得る活動である。機構は、物質・材料研究の現場を有している強みを生かし、様々な視点での分析に取り組むとともに、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に活用する。 また、物質・材料研究の中核的機関としての情報発信への取組として、上述の分析結果について積極的に社会に発信するとともに、他機関との連携等を通じた国際学術誌の発行を継続し、編集体制の強化や情報発信基盤としての活用を行うものとする。	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。 <u>3.4 物質・材料研究に係る産業界との連携構築</u> 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。 <u>3.5 物質・材料研究に係る分析・戦略企画及び情報発信</u> 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
--	---	---

	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ものとする。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材料技術の標準化を目指すとともに、物質・材料分野の国際標準化活動に寄与するものとする。	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 業務運営の効率化に関する目標を達成するためにとるべき措置	IV 業務運営の改善及び効率化に関する事項 機構は、自らの社会的責任と社会が機構に期待する役割を十分認識し、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ることを念頭に置いた上で業務に取り組むものとする。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ついて、独自の創意工夫を加えつつ取り組むものとする。更に、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、随時適切に対応するものとする。 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、十分に配慮するものとする。 1. 組織編成の基本方針 機構は、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ため、内部統制や経営戦略機能の強化など、法人の長のリーダーシップと判断を多様な知見・経験から支えるとともに、適切な責任・権限の分担の下での適正、効果的かつ効率的なマネジメント体制の強化に繋がるような組織編成を行うものとする。 研究運営においては、機構内の部署間の連携を強化することにより、機構全体としての総合力を発揮し、更なる組織パフォーマンスの向上を促すような研究体制を構築するものとする。その際、研究内容の重点化、研究の進展、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に機動的に対応するために、部署間の人員再配置、時限的研究組織の設置などにより弾力的に行うものとする。 また、研究職、エンジニア職及び事務職の職員全体について、能力や業務量の変動等に応じて柔軟に人員配置を見直すものとする。 2. 業務運営の基本方針 (1) 内部統制の充実・強化 内部統制については、「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）等を踏まえ、理事長のリーダーシップの下、コンプライアンス体制の実効性を高めるとともに、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	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

	施、監査結果の効果的な活用などにより、内部統制を充実・強化するものとする。 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・対応等を着実にやるものとする。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、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ものとする。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（情報セキュリティ政策会議）を含む政府機関における情報セキュリティ対策を踏まえ、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、情報システムに対するサイバー攻撃への防御力、攻撃に対する組織的対応能力の強化に取り組む。また、対策の実施状況を毎年度把握し、PDCAサイクルにより情報セキュリティ対策の改善を図り、情報技術基盤を維持、強化するものとする。 (2) 機構の業務運営等に係る第三者評価・助言の活用 機構は、業務運営等の全般事項について多様な視点を経営に取り入れ、業務を遂行していくため、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し、その結果を業務運営等に活用するものとする。その際、研究開発業績の評価と理事長のマネジメントを含む業務運営への助言の結びつきを強めるための対策を講じるものとする。また、機構のプロジェクト研究について、適切な方法により事前・中間・事後評価を行い、評価結果をプロジェクト研究の設計・実施等に反映させるものとする。 (3) 効果的な職員の業務実績評価の実施 機構は、幅広い業務を支える、研究職、エンジニア職及び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ものとする。 (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、調達の合理化、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・効率化を図るものとする。 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ものとする。新規に追加されるもの及び拡充分は、翌年度から効率化を図ることとする。人件費の効率化については、次項に基づいて取り組むものとする。	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、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、調達の合理化、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 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、政府の方針に従い、必要な措置を講じるものとする。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こととする。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じることにより、給与水準の適正化に取り組み、その検証結果や取組状況を公表するものとする。 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）に基づく取組を着実に実施することとし、契約の公正性、透明性の確保等を推進し、業務運営の効率化を図るものとする。 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ものとする。 ④保有資産の見直し 保有資産については、実態把握の継続的な実施により、その保有の必要性について厳しく検証するものとする。 (5) その他の業務運営面での対応 機構は、社会への説明責任を果たすため、情報提供等を適切に行うとともに、環境への配慮促進、男女共同参画等に適切に対応するものとする。	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じることにより、給与水準の適正化に取り組み、その検証結果や取組状況を公表する。 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を行い、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	Ⅴ 財務内容の改善に関する事項 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ものとする。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ものとする。 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ものとする。必要性がなくなっ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ものとする。	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。必要性がなくなっ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 ＊中長期計画の別紙 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	VI その他業務運営に関する重要事項 1. 施設・設備に関する事項 機構における研究活動の水準の向上を図るため、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。機構は、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・計画的に実施するものとする。 2. 人事に関する事項 機構は、職員の採用プロセスの更なる透明化を図るとともに、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外国人研究者の支援体制を維持するものとする。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、研究活動の効率化を図るため、必要な研究支援者や技術者を確保するものとする。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、外部研究者の受入れを進めるものとする。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ことを目指し、人材マネジメントを継続的に改善するものとする。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留意するものとする。なお、機構の人材の確保・育成については、「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 条に基づき策定された「人材活用等に関する方針」に基づいて取組を進める。	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
--	--	--