

国立研究開発法人物質・材料研究機構の 平成27年度における業務の実績に関する評価 (一部抜粋)

平成28年9月
文部科学大臣

様式 2-1-1 年度評価 評価の概要

1. 評価対象に関する事項			
法人名	国立研究開発法人物質・材料研究機構		
評価対象事業年度	年度評価	平成27年度（第3期）	
	中長期目標期間	平成23～27年度	

2. 評価の実施者に関する事項				
主務大臣	文部科学大臣			
法人所管部局	研究振興局	担当課、責任者	参事官（ナノテクノロジー・物質・材料担当）、西條正明	
評価点検部局	科学技術・学術政策局	担当課、責任者	企画評価課、村上尚久	

3. 評価の実施に関する事項	
平成28年7月13日	文部科学省国立研究開発法人審議会物質・材料研究機構部会（第5回）において、法人による自己評価の結果について、理事長・監事による説明を含むヒアリングを実施するとともに、委員から、主務大臣による評価を実施するに当たっての科学的知見等に即した助言を受けた。
平成28年7月27日	文部科学省国立研究開発法人審議会物質・材料研究機構部会（第6回）において、法人による自己評価の結果について追加ヒアリングを実施するとともに、委員から、主務大臣による評価を実施するに当たっての科学的知見等に即した助言を受けた。
平成28年8月2日	文部科学省国立研究開発法人審議会総会（第6回）において、委員から、主務大臣による評価を実施するに当たっての科学的知見等に即した助言を受けた。

4. その他評価に関する重要事項
平成27年5月15日 国立研究開発法人の業務実績の評価等に当たって、科学的知見等に即して主務大臣に助言するための文部科学省国立研究開発法人審議会の第1回が開催されるとともに、同審議会の下に、物質・材料研究機構に係る事項を審議するための部会（物質・材料研究機構部会）が発足。

様式2-1-2 年度評価 総合評定

1. 全体の評定							
評定※ ¹ (S、A、B、C、D)	A：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」に向けて顕著な成果の創出や将来的な成果の創出の期待等が認められる。	(参考) 本中長期目標期間における過年度の総合評定の状況※ ²					
			23 年度	24 年度	25 年度	26 年度	27 年度
		業務の質の向上	A	A	A	A	A
		業務運営の効率化	A	A	A		
		財務内容の改善	A	A	A		
評定に至った理由	項目別評定について、業務運営の効率化に関する事項、財務内容の改善に関する事項及びその他業務運営に関する重要事項がすべてBであり、かつ、研究開発成果の最大化その他業務の質の向上に関する事項の大部分がA以上であることから、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」に向けて顕著な成果の創出や将来的な成果の創出の期待等が認められるため、文部科学省所管の独立行政法人の評価に関する基準に基づきAとした。						

2. 法人全体に対する評価
<p>○ 我が国の社会のあらゆる分野を支える基盤である物質・材料分野における基礎・基盤研究の中核機関として、研究領域の重点化、国際化、人材育成の強化、内部統制の充実・強化等に継続的に取り組みつつ、顕著な研究成果が得られるとともに、得られた研究成果の普及・活用や、施設・設備の共用などの中核的機関としての活動を通じて、産業・経済活動の活性化等に資する取組に高い水準での成果が見られた。</p> <p>○ 新たな中長期目標・計画の初年度となる平成28年度においても、業務の効率的な運営と外部資金の獲得に引き続き取り組むとともに、理事長が適切な組織編成の下で強力なリーダーシップを発揮し、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を目指して、物質・材料研究分野において、社会に求められる役割を果たすべく、長期ビジョンを踏まえた戦略的かつ効果的な事業の実施が求められる。</p> <p>○ また、平成28年10月から特定国立研究開発法人となることを踏まえ、特別措置法や基本方針に基づき変更される中長期目標・計画に沿って、科学技術イノベーションの基盤となる世界最高水準の研究開発成果を生み出すことや、我が国のイノベーションシステムを強力に牽引する中核機関としての役割を果たしていくことが求められる。</p>

3. 項目別評価の主な課題、改善事項等
2. に記載のとおり。

4. その他事項	
国立研究開発法人審議会の主な意見	<p>○ 研究活動については、世界最高水準・世界初の研究成果、社会実装の実例、人材育成、外部資金の獲得、論文の質及び量、知的財産の活用状況等から、物質・材料科学分野の先端的研究における当法人の成果は極めて高いと評価。物質・材料分野の研究は、対象が広く、取り組んでいる技術也多様であることから、国の政策や当該分野の国際的潮流、大学や産業界における取組の状況等を踏まえ、どのような技術を担保する必要があるのかを含め、基盤研究とその応用展開について、全体を俯瞰した活動の把握、成果の共有、シナジーの発揮等を図り、本分野の基礎・基盤研究の中核機関として一層発展することが重要。</p> <p>○ 広報・アウトリーチ活動は、材料科学への理解増進に資する取組を中心に顕著な成果を上げている。研究成果の発表についても、学会発表・論文発表を含め概して積極的になされている。今後とも機構内での良例も参考にしつつ、更なる研究成果の情報発信及び活用促進を期待する。</p> <p>○ 外国人研究者・女性研究者・若手研究者の採用や、研究者・技術者の資質向上への取組、エンジニア職の体系整備等のこれまでの取組を評価。一方で、能力に応じた採用や技術流出のリスクへの対応に引き続き留意すべきである。</p>
監事の主な意見	<p>○法人の長の強いリーダーシップの下、年度計画に基づく事業運営が円滑に実施されていることが認められる。</p> <p>○独立行政法人整理合理化計画の趣旨及び独法における内部統制の指針に沿い、事業運営の改善の努力が認められる。</p> <p>○会計監査において、独立行政法人の会計基準に準拠し機構の財政状態、運営状況等全ての点について適正に表示され、事業報告が機構の財政状況を正しく示しており、適正に運用されていることが認められる。</p> <p>以上、NIMS事務事業の執行に関し、通則法及び機構法等に違反する重大な事実は認められない。</p>

- ※1 S：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。
- A：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」に向けて顕著な成果の創出や将来的な成果の創出の期待等が認められる。
- B：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、「研究開発成果の最大化」に向けて成果の創出や将来的な成果の創出の期待等が認められ、着実な業務運営がなされている。
- C：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、「研究開発成果の最大化」又は「適正、効果的かつ効率的な業務運営」に向けてより一層の工夫、改善等が期待される。
- D：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、「研究開発成果の最大化」又は「適正、効果的かつ効率的な業務運営」に向けて抜本的な見直しを含め特段の工夫、改善等を求める。
- ※2 平成25年度評価までは、文部科学省独立行政法人評価委員会において総合評定を付しておらず、項目別評価の大項目について段階別評定を行っていたため、この評定を過年度の評定として参考に記載することとする。

様式2-1-3 年度評価 項目別評定総括表

中長期目標（中長期計画）		年度評価*					項目別 調書 No.	備考
		H23 年度	H24 年度	H25 年度	H26 年度	H27 年度		
I. 国民に対して提供するサービスその他の業務の質の向上に関する目標を達成するためにとるべき措置		A	A	A	A	A	—	—
1. 物質・材料科学技術に関する基礎研究及び基盤的研究開発		—	—	—	—	—	—	—
1. 1 重点研究開発領域における基礎研究及び基盤的研究開発		—	—	—	—	—	—	—
1. 1. 1 新物質・新材料創製に向けたブレークスルーを目指す横断的先端研究開発の推進		—	—	—	—	—	—	—
1) 先端的共通技術領域		S	S	S	S	S	I.1.1.1	—
2) ナノスケール材料領域		S	S	S	A	A	I.1.1.1	—
1. 1. 2 社会的ニーズに応える材料の高度化のための研究開発の推進		—	—	—	—	—	—	—
1) 環境・エネルギー・資源材料領域		A	A	A	S	A	I.1.1.2	—
1. 2 シーズ育成研究の推進		A	A	S	A	A	I.1.2	—
1. 3 公募型研究への提案・応募等		A	A	A	A	A	I.1.3	—
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推進		—	—	—	—	—	—	—
① 広報・アウトリーチ活動の推進		S	S	S	S	S	I.2.1.①	—
② 研究成果等の情報発信		A	A	A	A	A	I.2.1.②	—
2. 2 知的財産の活用促進		A	A	A	A	A	I.2.2	—
3. 中核的機関としての活動		—	—	—	—	—	—	—

中長期目標（中長期計画）		年度評価*					項目別 調書No.	備考
		H23 年度	H24 年度	H25 年度	H26 年度	H27 年度		
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		A	A	A	B	B	—	—
1. 組織編成の基本方針		A	A	A	B	B	II-1	—
2. 業務運営の基本方針		—	—	—	—	—	—	—
(1) 内部統制の充実・強化		A	A	A	B	B	II-2-(1)	—
(2) 機構の業務運営等に係る第三者評価		A	A	A	B	B	II-2-(2)	—
(3) 効果的な職員の業務実績評価の実施		A	A	A	B	B	II-2-(3)	—
(4) 業務全体での効率化		—	—	—	—	—	—	—
①経費の合理化・効率化		A	A	A	B	B	II-2-(4)-①	—
②人件費の合理化・効率化		A	A	A	B	B	II-2-(4)-②	—
③契約の適正化		A	A	A	B	B	II-2-(4)-③	—
④保有資産の見直し等		A	A	A	B	B	II-2-(4)-④	—
(5) その他の業務運営面での対応		A	A	A	B	B	II-2-(5)	—
III. 予算（人件費の見積もりを含む）、収支計画及び資金計画		A	A	A	B	B	III	—
IV 短期借入金の限度額		—	—	—	—	—	IV	—
V 不要財産又は不要財産となる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		A	A	A	B	B	V	—
VI 前号に規定する財産以外の重要な財産を護		—	—	—	—	—	VI	—

3. 1 施設及び設備の共用	S	S	S	S	S	I.3.1	—
3. 2 研究者・技術者の養成と資質の向上	A	A	A	B	B	I.3.2	—
3. 3 知的基盤の充実・整備	A	S	S	A	A	I.3.3	—
3. 4 物質・材料研究に係る国際的ネットワークと国際的な研究拠点の構築	A	A	A	B	B	I.3.4	—
3. 5 物質・材料研究に係る産学独連携の構築	S	S	S	A	A	I.3.5	—
3. 6 物質・材料研究に係る分析・戦略企画及び情報発信	A	A	A	B	B	I.3.6	—
4. その他	—	—	—	—	—	—	—
4. 1 事故等調査への協力	A	A	A	B	B	I.4.1	—

※重要度を「高」と設定している項目については各評語の横に「○」を付す

難易度を「高」と設定している項目については各評語に下線

※平成25年度評価までの評定は、「文部科学省所管独立行政法人の業務実績評価に係る基本方針」(平成14年3月22日文部科学省独立行政法人評価委員会)に基づく。

また、平成26年度以降の評定は、「文部科学省所管の独立行政法人の評定に関する基準」(平成27年6月文部科学大臣決定)に基づく。詳細は下記の通り。

平成25年度評価までの評定	平成26年度評価以降の評定
<p>S:特に優れた実績を上げている。(法人横断的基準は事前に設けず、法人の業務の特性に応じて評定を付す。)</p> <p>A:中期計画通り、または中期計画を上回って履行し、中期目標に向かって順調に、または中期目標を上回るペースで実績を上げている。(当該年度に実施すべき中期計画の達成度が100%以上)</p> <p>B:中期計画通りに履行しているとは言えない面もあるが、工夫や努力によって、中期目標を達成し得ると判断される。(当該年度に実施すべき中期計画の達成度が70%以上100%未満)</p> <p>C:中期計画の履行が遅れており、中期目標達成のためには業務の改善が必要である。(当該年度に実施すべき中期計画の達成度が70%未満)</p> <p>F:評価委員会として業務運営の改善その他の勧告を行う必要がある。(客観的基準は事前に設けず、業務改善の勧告が必要と判断された場合に限りFの評定を付す。)</p>	<p>【研究開発に係る事務及び事業(I)】</p> <p>S: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。</p> <p>A: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」に向けて顕著な成果の創出や将来的な成果の創出の期待等が認められる。</p> <p>B: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、「研究開発成果の最大化」に向けて成果の創出や将来的な成果の創出の期待等が認められ、着実な業務運営がなされている。</p> <p>C: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、「研究開発成果の最大化」又は「適正、効果的かつ効率的な業務運営」に向けてより一層の工夫、改善等が期待される。</p> <p>D: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、「研究開発成果の最大化」又は「適正、効果的かつ効率的な業務運営」に向けて抜本的な見直しを含め特段の工夫、改善等が求められる。</p> <p>【研究開発に係る事務及び事業以外(II以降)】</p> <p>S:中期目標管理法人の活動により、中期計画における所期の目標を量的及び質的に上回る顕著な成果が得られていると認められる(定量的指標においては対中期計画値(又は対年度計画値)の120%以上で、かつ質的に顕著な成果が得られていると認められる場合)。</p> <p>A:中期目標管理法人の活動により、中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(定量的指標においては対中期計画値(又は対年度計画値)の120%以上とする。)</p> <p>B:中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(定量的指標においては対中期計画値(又は対年度計画値)の100%以上120%未満)。</p> <p>C:中期計画における所期の目標を下回っており、改善を要する(定量的指標においては対中期計画値(又は対年度計画値)の80%以上100%未満)。</p> <p>D:中期計画における所期の目標を下回っており、業務の廃止を含めた抜本的な改善を求める(定量的指標においては対中期計画値(又は対年度計画値)の80%未満、又は主務大臣が業務運営の改善その他の必要な措置を講ずることを命ずる必要があると認めた場合)。</p>

渡し、又は担保に供しようとするときは、その計画							
VII 剰余金の使途	A	A	A	B	B	VII	—
VIII その他主務省令で定める業務運営に関する事項	—	—	—	—	—	—	—
1. 施設・設備に関する計画	A	A	A	B	B	VIII-1	—
2. 人事に関する計画	A	A	A	A	B	VIII-2	—
3. 中期目標期間を超える債務負担	A	A	A	B	B	VIII-3	—
4. 積立金の使途	A	A	A	B	B	VIII-4	—

様式2-1-4-1 年度評価 項目別評価調書（研究開発成果の最大化その他業務の質の向上に関する事項）

1. 当事務及び事業に関する基本情報			
I. 1. 1. 1	新物質・新材料創製に向けたブレークスルーを目指す横断的先端研究開発の推進 1) 先端的共通技術領域		
関連する政策・施策	政策目標9 科学技術の戦略的重点化 施策目標9-4 ナノテクノロジー・材料分野の研究開発の重点的推進	当該事業実施に係る根拠（個別法条文など）	独立行政法人物質・材料研究機構法第十五条 第一号 物質・材料科学技術に関する基礎研究及び基盤的研究開発を行うこと。
当該項目の重要度、難易度	—	関連する研究開発評価、政策評価・行政事業レビュー	平成27年度行政事業レビューシート番号 0246

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	平成23年度	平成24年度	平成25年度	平成26年度	平成27年度		平成23年度	平成24年度	平成25年度	平成26年度	平成27年度
論文（件）	—	299.40	287.62	299.23	295.89	234.5	予算額（百万円）	—	—	—	—	—
論文（件/人）	—	2.6	2.74	2.67	2.71	2.11	決算額（百万円）	838	6, 518 の内数	6, 279 の内数	6, 186 の内数	5, 964 の内数
口 頭 発 表（件）	—	838.32	817.54	887.54	823.51	885.00	経常費用（百万円）	—	—	—	—	—
特 許 出 願（件）	—	74.50	75.50	68.50	61.87	36.63	経常利益（百万円）	—	—	—	—	—
実 施 許 諾（件）	—	18.00	19.00	21.50	24.30	23.00	行政サービス実施コスト（百万円）	—	—	—	—	—
							従事人員数（人）	121	121	117	115	118

注）予算額、決算額は支出額を記載。人件費については共通経費分を除き各業務に配賦した後の金額を記載

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及び主務大臣による評価							
	中長期目標	中長期計画	年度計画	主な評価軸（評価の視点）、指標等	法人の業務実績等・自己評価		主務大臣による評価
					主な業務実績等	自己評価	
	我が国、そして世界をリードする物質・材料研究を推進するためには、先進材料の研究開発において、共通的に必要となる技術の水準を世界トップレベルに高めていく必要がある。その際には、先端的な共通技術	本領域では、物質・材料研究において共通的に必要となる先端技術の研究開発を行う。表面から内部に至る包括的な材料計測を行うための世界最先端の計測技術（例：走査透過電子顕微	本領域では、物質・材料研究において共通的に必要となる先端技術の研究開発を行う。表面から内部に至る包括的な材料計測を行うための世界最先端の計測技術（例：走査透過電子顕微	着実かつ効率的な運営により、各プロジェクトにおいて、顕著な成果が得られたか。 （科学的・技術的観点、社会的・経済的観点、国際的観点、時間的観点、妥当性の観点、科学技	（領域のマネジメント） 定例領域会議と速やかな情報伝達による効率的な領域運営を行うとともに、緊急ニーズ即応態勢と領域共通設備を整備し、各プロジェクトにおいてトップレベルの顕著な成果を得た。日英パンフレット発行、国際シンポジウム、国際標準化、オープンセミナー等の推進により国際的観点からの連携や協働を促進した。先端設備の内外共用によるイノベーションの創出と課題解決、高度ナノテク人材育成を推進するシステム構築を推進した。	（領域のマネジメント） ボトムアップ型の領域共通設備整備や緊急な研究ニーズ即応制度などの領域運営のPDS横軸連携により、先端共通技術開発に寄与し、世界初の研究成果の創出に貢献した。大学・企業・海外に開かれた先端設備共用化が質・量ともにさらに進展し、若手研究人材育成が本格化するなど、社会ニーズに応える国際先端共通基盤の役割を果たした。	評価 S 物質・材料研究を進める上で共通的に必要となる計測技術等の分野において、世界初・世界最高水準の特に顕著な成果が数多く得られており、国内外の物質・材料研究における課題解決や科学技術イノベーションの創出に資する世界最高水準の先端的共通技術基盤を確立している。これまでに得られた成果や開発された機器の活用

<p>基盤の構築を進めるという観点に加え、このような先端的共通技術が新たな研究分野を切り拓くという観点も重要である。そのため、機構は、将来のブレークスルーの原動力となる計測・分析手法等の先端的共通技術のさらなる高度化を目指す。</p> <p>具体的には、機能・特性を発現させるメカニズムの精緻な理解を可能とする包括的な先端材料計測技術、機能・特性の変化を予測するシミュレーション技術、材料の構成要素から材料へと組み上げるための設計・制御手法や新規な作製プロセスの開拓など、物質・材料研究に共通的に必要となる先端技術について、既存技術では不可能な高精度化、可視化、対象とする物質・領域・物性の拡大等を実現する。</p> <p>また、機構は、先端的共通技術により機構全体の材料研究を牽引すると</p>	<p>鏡)、物性を高精度に解析・予測するためのシミュレーション技術(例:第一原理シミュレーション)、材料の構成要素(粒子、有機分子など)から材料へと組み上げるための設計手法や新規な作製プロセスの開拓など、共通的に必要となる先端技術を開発する。</p> <p>研究開発の実施に当たっては、多様な研究課題の解決に対する先端的共通技術の貢献の可能性を常に追求するとともに、技術の普及の過程において、先端的共通技術の高度化に向けた技術的ニーズの抽出、新たな目標へのフィードバックを行い、先端的共通技術の発展へとつなげていく。</p> <p>具体的なプロジェクトとしては、</p>	<p>鏡)、物性を高精度に解析・予測するためのシミュレーション技術(例:第一原理シミュレーション)、材料の構成要素(粒子、有機分子等)から材料へと組み上げるための設計手法や新規な作製プロセスの開拓等、共通的に必要となる先端技術を開発する。</p> <p>研究開発の実施に当たっては、多様な研究課題の解決に対する先端的共通技術の貢献の可能性を常に追求するとともに、技術の普及の過程において、先端的共通技術の高度化に向けた技術的ニーズの抽出、新たな目標へのフィードバックを行い、先端的共通技術の発展へとつなげていく。</p> <p>平成27年度は、コアコンピタンス要素技術のシステム化に注力するとともに、</p>	<p>術イノベーション創出・課題解決のためのシステムの推進の観点)</p>			<p>の在り方や新規技術展開の可能性の明確化、その発信・投稿によって、更なる成果の最大化に向けた取組を期待する。</p> <p>【主な研究成果】</p> <p>(1) 先端材料計測技術の開発と応用において、①当機構が発見した高温超伝導体を用いた固体NMRシステムにおいて世界最高磁場(1,030MHz)を達成するとともに、本分野の開発で最も高い世界シェアを有する企業と競合している国内企業と計測技術センターを設立、②約40年に渡って高性能が想定され、電子顕微鏡などの電子源として実現が期待されていたLaB6単結晶ナノワイヤの製法を確立したことにより、従来から飛躍的(100倍以上)の輝度を安定して実現</p> <p>(2) 新物質設計シミュレーション手法の研究開発において、実材料・実デバイスの複雑な構造や現象を高精度で明らかにできる計算手法(オーダーN法第一原理計算手法)で、前年度までに達成した20万原子系の構造最適化・エネルギー固有値の計算における実用課題を解決</p> <p>(3) 有機分子ネットワークによる材料創製技術において、工業用濾過フィルターへの応用につながる事が期待される硬質カーボン製濾過フィルターを開発し、膜厚の最小化、高い耐圧性、水の透過流速の向上(脱塩性能の大幅な向上)を実現するとともに、量産化に目途をつけた</p>
--	---	--	---------------------------------------	--	--	---

<p>ともに、我が国の研究者コミュニティ等への最先端技術の普及に取り組む。さらに、普及の過程において、先端の共通技術の高度化に向けた技術的ニーズの抽出、新たな目標へのフィードバックを行い、技術の発展へとつなげていく。</p>	<p>◆先端材料計測技術の開発と応用</p>	<p>産業界や学界等の先端の共通技術へのニーズに対応した応用計測技術の開発を実施することにより中長期目標を達成する。そのために産学独の連携と異分野融合に資するシンポジウム、ワークショップ、オープンセミナー等のアウトリーチ・外部連携活動を積極的に展開する。</p> <p>具体的には、次の5つのプロジェクト</p>	<p>◆先端材料計測技術の開発と応用</p> <p>極限場ナノプローブ計測、スピン偏極計測、広域表層3次元高速分析、単原子分析/3次元可視化電子顕微鏡、強磁場固体NMR、中性子実環境計測、迅速X線イメージング等、先端材料計測技術の高度化と先進材料へ</p>	<p>◆先端材料計測技術の開発と応用</p> <p>極限場プローブ顕微鏡による単分子および表面原子識別、<u>酸素分子吸着のスピン依存性の発見、LaB₆ ナノワイヤ電子源の開発と SEM での実証</u>、電子顕微鏡による充電2次電池正極中Li計測、<u>世界最高磁場 NMR の 1030MHz へのさらなる記録更新と膜タンパク質材料への応用</u>、中性子回折によるマルチフェロイクス材料の複合極限環境（高圧・強磁場・低温）下の磁気構造解析（中性子回折計測系として最高圧力 10GPa）、X線反射率法による被覆界面の高面内分解能での可視化技術の開発に成功した。</p>	<p>◆先端材料計測技術の開発と応用</p> <p><u>高温超伝導体高分解能 NMR 磁場のさらなる向上（1030MHz）による世界最高磁場の達成と膜タンパク質などの測定は世界初の成果であり、各種多数の受賞と NIMS-JEOL 計測技術研究センターの設立につながった。</u> LaB₆ ナノワイヤ電子源は従来よりも2桁以上輝度が向上し、実用的な安定度を有することから、<u>電子顕微鏡など幅広い応用展開に寄与できる世界初の成果</u>であり計測企業との実用化に向けた連携が進展した。</p> <p>（定量的根拠）</p> <p>高温超伝導体を用いた高分解能 NMR 磁場のさらなる向上（1030MHz；<u>世界最高磁場、各種受賞</u>）と膜タンパク質などの測定（注目論文）は世界初の成果である。1030MHz を達成したことにより、世界初の高温超伝導線材コイル設計が正しいことが立証され、さらに磁場精度の向上に</p>	
--	------------------------	--	--	---	---	--

				<p>の応用展開を図る。</p> <p>【技術目標】 物質・材料中における単一原子レベルの多元的状態の計測技術を開発する。 単原子分解能を有する多元的なその場表面計測と表面スピン計測、広域表層高速分析、単原子分析電子顕微鏡技術、実プロセス環境の中性子計測、超 1GHz 級 NMR の開発を行い、先進材料へ展開する。</p>	<p>より最高難度の膜タンパクへ応用が可能になった。LaB₆ ナノワイヤ電子源は従来よりも 2 桁以上輝度が向上し実際に SEM で動作させたことから電子顕微鏡など幅広い応用展開に寄与できる世界初の成果である。</p> <p>(定性的根拠) スピン偏極準安定原子による単原子層スピン解析、電子顕微鏡による単層グラフェン計測、光電子分光の自動ピーク分離による深さ分析、中性子回折による複合極限環境（高圧・低温・強磁場）下の磁気構造解析等により、<u>表面からバルクに至るまで単原子レベルの元素・結合状態・スピンの多元的計測技術を確立し</u>、世界中でしのぎを削っているスピントロニクス素子材料開発や省エネルギーモーター用ナノ構造磁石材料の開発に貢献できる体制を整えた。</p> <p>スピン偏極分子と表面スピんに起因する反応解析、電子顕微鏡による単層グラフェン解析、光電子分光自動ピーク分離による深さ分析、中性子回折による複合極限環境（高圧・強磁場・低温）下の磁気構造解析等により、<u>表面からバルクに至るまで単原子レベルの元素・状態・スピンの多元的計測技術基盤を確立</u>した。先行開発技術はナノプラットフォームでの先端共用、ナノテク CUPAL 人材育成、SIP 先端計測等へ結びついた。</p>	
--	--	--	--	--	---	--

		<p>◆新物質設計シミュレーション手法の研究開発</p>	<p>◆新物質設計シミュレーション手法の研究開発</p>	<p>◆新物質設計シミュレーション手法の研究開発</p> <p>「オーダーN 法による分子動力学解析の高効率化等の第一原理計算手法の高度化と大規模系への適用を行う。」</p> <p>【技術目標】 異なる物質間の電子移動等の解析のための計算手法を開発する。 「オーダーN 法による分子動力学解析の高効率化等の第一原理計算手法の高度化と</p>	<p>◆新物質設計シミュレーション手法の研究開発</p> <p>グラフェンの登場以降、新規2次元物質への関心が高まり、様々な特性を有する物質が探索されている。この研究では、MXeneと呼ばれる新たな2次元物質群について第一原理理論による物性予測を進め、電気的磁気的特性の可変性に加えて、高い熱電効果、低い仕事関数やトポロジカル相としての可能性が示され、<u>2次元物質として従来にない特異な性質の他、多様な応用の可能性を理論的に導きだした。</u></p>	<p>◆新物質設計シミュレーション手法の研究開発</p> <p>2次元物質としてグラフェンや MoS₂ などが金属及び絶縁体として研究されている中、MXene は遷移金属と軽元素の組合わせによる新規2次元系で、多岐にわたる物質を含み、金属・半導体・絶縁体・磁性体などの可能性に加え、輸送・表面など多様な特性を理論的に予言できた。<u>2次元物質の理論予測としては、可能性と特性の広範さにおいてこれほどのものは他では見られない。</u></p> <p>(定量的根拠) 先に導入した拡張ラグランジアン断熱近似分子動力学法とオーダーN 法を融合した手法を拡張し、温度一定の分子動力学を行うためのプログラム開発を行い、また拘束条件つき分子動力学法も導入した。これにより、オーダーN 法第一原理計算手法を用いて <u>100 万原子を含む系でも自由エネルギー計算が可能となった。</u></p> <p>(定性的根拠) 2次元物質として、グラフェンと MoS₂ などが金属及び絶縁体として研究されている中、<u>MXene は遷移金属と軽元素の組み合わせによる新規な2次元系で、多岐にわたる物質を含み、金属・半導体・絶縁体・磁性体などの可能性に加え、輸送・表面など多様な特性を有することを理論的に予言できた。</u></p> <p>シミュレーションにおいて原子や電子状態の変化は物性発現機構を知る上で重要である一方、熱力学量の導出は実験との定量的比較を行いモデルの妥当性を検証する上で極めて重要である。今回の進捗で、<u>オーダーN 法第一原理計算が単なる大規模系の計算ツールばかりではなく、精密な物性予測ツールへ発展</u>できたことが高く評価できる。</p>
--	--	------------------------------	------------------------------	--	--	---

				<p>大規模系への適用を行う。</p> <p>◆革新的光材料技術の開発と応用</p> <p>◆革新的光材料技術の開発と応用</p> <p>◆革新的光材料技術の開発と応用</p> <p>機構が開発したトレンチ状の極微プラズモン共振器について 2 次元配列技術を確立する。また、開発した高い規則性を持つコロイド結晶シートについて 1m² までの大面積化を可能とする製造技術を確立する。</p> <p>【技術目標】</p> <p>液滴エピタキシーを用いた等方的な量子ドットの作製により量子もつれ合い光子対の発生を実証する。</p>	<p>◆革新的光材料技術の開発と応用</p> <p>有害な水銀やカドミウムを含まない (RoHS 適合)、プラズモン共振器を利用した中赤外域の量子メタマテリアル構造の高感度赤外線検出器の原理実証に成功した。プラズモン共振器を用いない場合と比べて約 100 倍の高感度化を達成し、感光層と共振器の最適化によって一層の高感度化が見込めた。コロイド結晶シートについては 1m² までの大面積化を可能とする製造技術を確立した。</p> <p>これまでの光励起型と比べて、格段の小型化が期待できる電流注入型素子の製作を開始した。液滴エピタキシーによる等方的な GaAs 量子ドットを発光層に含む PIN ダイオードを製作し、電流注入によって励起子発光と単一光子発生を達成した。量子もつれ合い光子対発生を実証するために、電流注入型素子用の光子相関評価装置を開発した。</p>	<p>◆革新的光材料技術の開発と応用</p> <p>量子もつれ合い光子源や大面積ソフトコロイド結晶、広帯域波長変換素子、波長選択熱放射光源、超低曲げ損失ナノファイバー等、各サブテーマとも目標達成、さらに大幅に上回る成果が得られた。ディラックコーンの基本原理の解明等、当初計画になかった顕著な成果も得られた。コロイド結晶について機構内ベンチャーを設立して企業向けの試料供試を開始するなど、産業応用が大きく進展した。</p> <p>(定量的根拠)</p> <p>液滴エピタキシーによる等方的な格子整合系 GaAs 量子ドットを用いた電流注入型素子を開発し、その LED 動作実証を試み、GaAs 量子ドットからの励起子発光の鋭い輝線を確認、量子暗号通信光源の小型化につながるコア技術として期待される。</p> <p>(定性的根拠)</p> <p>プラズモン共振器を利用した量子メタマテリアル構造の中赤外域高感度赤外線検出器の原理実証に成功、赤外線利用技術の検出限界拡大に貢献するとともに、さらにコロイド結晶を扱う機構内ベンチャーを設立して企業向けの試料供試を開始した。</p> <p>研究が計画を大幅に上回るスピードで進展し、H25 年度には世界最高のもつれ合い忠実度を実現して、当初目標を達成した。電流注入型素子の開発は格子整合系では世界初であり、従来系よりも格段に優れたもつれ合い忠実度の実現が期待できる。</p>	
--	--	--	--	---	--	---	--

		<p>◆新材料創出を可能にする粒子プロセスの開発と応用</p>	<p>◆新材料創出を可能にする粒子プロセスの開発と応用</p>	<p>◆新材料創出を可能にする粒子プロセスの開発と応用</p> <p>電磁場や超高圧場を利用した粉体プロセスの高度化を進め、新規なセラミックスを創製する。</p>	<p>◆新材料創出を可能にする粒子プロセスの開発と応用</p> <p>電磁場利用粉体プロセスの高度化により、安定化ジルコニアよりも高い酸素イオン伝導度を示すオキシアパタイト型ランタン・シリケート配向緻密焼結体の作製と600℃以下（現在1000℃作動）の低温作動型固体電解質を開発、高強度高靱性を有する3元系炭窒化物の作製（ユビキタス元素のみを用いたTi₃AlC₂系セラミックスとして最高レベルの強度1261MPa、靱性14.6MPam^{1/2}達成）に成功した。超高压合成法による高純度 hBN 単結晶の2次元デバイス材料としての国際連携を進め、さらに、数100nm以下の微粒TaNを高圧下複分解反応プロセスで焼結しビッカース硬度Hv=30GPa以上の高压相TaNを作製し超硬質材料として展開を図った。</p>	<p>◆新材料創出を可能にする粒子プロセスの開発と応用</p> <p>外場印加粉体プロセスによる高イオン伝導度配向オキシアパタイト型ランタン・シリケートの開発は600℃以下の低温作動固体電解質として進展、ユビキタス元素のみ用いたセラミックス最高レベルの高強度高靱性を達成、新規超硬質材料として特性予測に留まっていた遷移金属窒化物高压相Ta₂Nは高压下複分解反応プロセスにより合成に成功、切削工具応用として民間共同研究として進展、高純度 hBN 単結晶は2次元デバイス材料として高性能、など産業応用や国際連携に直結する特に顕著な成果が多く得られた。</p> <p>（定量的根拠）</p> <p>ナノシリコン結晶中において30-48%の量子収率と近赤外域における波長可変発光の両立に成功と毒性が格段に低く発光効率の良いシリコン蛍光体を使った世界初のバイオイメージングに成功、微小単結晶粒子を用いた物質探索法を確立し10個の酸窒化物系新規蛍光結晶を発見、次世代蛍光体イノベーションセンターを設立し多数の企業との共同研究に進展、電磁場を利用した粉体プロセスの高度化により、安定化ジルコニアよりも高い酸素イオン伝導度を示すオキシアパタイト型ランタン・シリケート配向緻密焼結体を作製、現状の1000℃に対し600℃以下の低温作動固体電解質を実現するなど、産業応用に結び付く顕著な成果をあげた。</p> <p>（定性的根拠）</p> <p>高度に形状・組織制御された微粒子作製技術、高压材料創製技術による高純度 hBN 単結晶の2次元デバイス材料としての国際的連携の広範囲展開、電磁場を利用した高強度・高靱性、高強度・伝導性セラミックスの創製、低温固相還元法によるニオブ酸化物の還元相NbO₂ナノ粒子の新規合成、などの顕著な成果をあげた。</p>
--	--	---------------------------------	---------------------------------	---	--	--

				<p>【技術目標】 高度に形状・組成制御された微細な粒子・細孔の作製プロセスを開発する。</p>	<p>形状サイズ制御したナノシリコン結晶創製により近赤外域における 30-48%の<u>高量子収率と波長可変発光の両立に成功</u>、<u>極低毒性かつ高発光効率のシリコン蛍光体を使ったバイオイメージング</u>に世界で初めて成功、<u>癌診断用磁性粒子の最適設計を行なうとともに設計上の留意点を明確化した</u>。低温固相還元法によりニオブ酸化物の還元相 NbO₂ ナノ粒子の合成に初めて成功した。<u>微小単結晶粒子を用いた物質探索法を確立し、10 個の酸窒化物系新規蛍光結晶を発見した</u>。</p>	<p><u>高量子収率と波長可変を両立した新規多機能シリコンナノ結晶の創製と毒性が格段に低く発光効率の良いシリコン蛍光体を使った世界初のバイオイメージング、シミュレーション技術高度化による癌診断用磁性粒子の最適設計、新規低温固相還元法による新規ナノ粒子創製、微小単結晶粒子を用いた物質探索法の確立と多数の企業との共同研究進展</u>など、技術目標を超えて大幅に進捗した。</p>	
	◆有機分子ネットワークによる材料創製技術等に取り組む。	◆有機分子ネットワークによる材料創製技術	◆有機分子ネットワークによる材料創製技術	<p>◆有機分子ネットワークによる材料創製技術 有機／金属ハイブリッドポリマーの塗布プロセスを改良し、スマートウインドウとしての品質を向上させる。</p>	<p>◆有機分子ネットワークによる材料創製技術 エレクトロクロミック特性を示す有機／金属ハイブリッドポリマーのフィルムにおいて、<u>深い黒色を作り出すことに初めて成功した</u>。本研究では、ハイブリッドポリマーの主鎖にコバルトを導入し、アルカリ性 (pH 13) で還元電位を-1.3 V 以下にすることで、その酸化状態を1価にまで還元し、赤外線から近赤外に至る幅広い吸収帯 (300-1700 nm) を実現した。さらに塗布プロセスを改良することで、スマートウインドウに不可欠な大面積化を実現した。</p>	<p>◆有機分子ネットワークによる材料創製技術 通常の遷移金属イオンと配位子との電子移動では、可視領域に特徴的な吸収帯が生じ、着色の原因となる。今回、透明フィルムとの間で安定かつ高再現性スイッチングのみならず、深黒色を初めて実現、さらに電気化学的制御によりマルチカラー化も達成した。<u>国の大型プロジェクトに発展し、企業やアカデミアとの共同研究も活発化するなど、学術的にも産業的にも特に顕著な成果である。</u></p> <p>(定量的根拠) 相転移法で得られる高分子非対称膜の表面に、直接、膜厚 15nm の多孔性カーボン膜を製造することに成功し、5 L/m²h・bar を越える高い透水性、98%を越える MgCl₂ の阻止性能を実現した。機構の世界最先端の DLC 製ナノ濾過膜と比較しても、膜厚が半分以上となり、流速が 1 桁以上向上し、阻止性能も飛躍的に上がっている。さらに、<u>世界で唯一、量産化に不可欠なプロセス上の問題点を克服</u>しているなど、社会的・経済的に大きなインパクトを与える顕著な成果をあげた。</p> <p>(定性的根拠) 有機／金属ハイブリッドポリマーのフィルムにおいて、赤外線から近赤外に至る幅広い吸収帯 (300-1700 nm) を実現しており、金属の</p>	

				<p>【技術目標】</p> <p>巨大分子の架橋化による多孔性シートの構築技術を開発する。</p> <p>「大面積の高分子基材にプラズマ重合法により多孔性カーボン膜の連続成膜を行い、基材を高品質化させることで、ナノ濾過膜としての性能を向上させる。</p>	<p>相転移法で得られる高分子非対称膜の表面に直径 8nm 程度の均質なメソ細孔を高密度に形成させることに成功した。この高品質の非対称孔膜を用いることで、従来の半分以下である膜厚 15nm の極薄の多孔性カーボン膜を製造することが可能になった。さらに、プラズマ CVD 法の成膜パラメーターを制御し、原料ガスにジアミン系化合物を用いることで、<u>5 L/m²・h・bar を越える高い透水性を有し、MgCl₂ を 98%以上阻止できる超高性能のカーボン系ナノ濾過膜が得られることが明らかとなった。</u></p>	<p>低酸化状態を利用して、これまで不可能であった<u>深い黒色を作り出す</u>など、エレクトロクロミックデバイスの高品質化のための新しい方法論を見出した。</p> <p>極薄のカーボン膜は、通常、平滑な犠牲層を利用して製造されてきた。本研究では、高分子基材を高品質化させることで、直接、極薄の多孔性カーボン膜を成膜することに成功した。<u>透水性が1桁向上</u>しており、塩の阻止率も当初の予想を遙かに超えている。グラフェンやナノチューブの分離膜が活発に研究されているが、機構は、<u>世界で唯一、量産化への目処を立て、他を圧倒的にリード</u>しており、技術目標を超えて大幅に進捗した。</p>
	<p>これらのプロジェクトにより、2015 年度までに特に以下の技術目標を達成する。</p> <p>・物質・材料中における単一原子レベルの多元的状態の計測技術を開発する。</p> <p>・異なる物質間の電子移動等の解析のための計算手法を開発する。</p>	<p>において、平成27年度は以下の技術目標を達成する。</p> <p>・極限場ナノプローブ計測、スピン偏極計測、広域表層3次元高速分析、単原子分析/3次元可視化電子顕微鏡、強磁場固体 NMR、中性子実環境計測、迅速X線イメージング等、先端材料計測技術の高度化と先進材料への応用展開を図</p>				

		<p>・液滴エピタキシーを用いた等方的な量子ドットの作製により量子もつれ合い光子対の発生を実証する。</p> <p>・高度に形状・組成制御された微細な粒子・細孔の作製プロセスを開発する。・巨大分子の架橋化による多孔性シートの構築技術を開発する。</p>	<p>る。</p> <p>・オーダーN法による分子動力学解析の高効率化等の第一原理計算手法の高度化と半導体ナノ構造等の大規模系への適用、トポロジカル絶縁体等の量子機能物質の理論的探索による特性解明等、材料物性のシミュレーション技術のさらなる高度化と各種物性へ展開する。</p> <p>・電流注入型量子もつれ光子対発生素子の試作、窒素等電子トラップの動作温度向上、低毒性赤外線検出器の高感度化、定比組成LiTaO₃の広帯域波長変換、1 μm級ソフトコロイド結晶、光ディラックコーンの実験観測及びナノファイバーポラリトンのボーズ凝縮の実現を図る。</p> <p>・ナノ粒子・ナノ細孔制御技術、ハイブリッ</p>				
--	--	--	--	--	--	--	--

			<p>ド・配列化技術、電磁波を利用した先端焼結、超高压利用等のプロセス要素技術の高度化を通して、様々な多機能材料を創製する。</p> <p>・大面積の高分子基材に多孔性カーボン膜の連続成膜を行い、基材を高品質化させることで、ナノ濾過膜としての性能を向上させる。</p>	<p>上記の評価基準以外の事項で、CSTI 指針を踏まえ評価すべき事項</p> <p>該当なし</p>			
--	--	--	--	---	--	--	--

4. その他参考情報

—

1. 当事務及び事業に関する基本情報			
I. 1. 1. 1	新物質・新材料創製に向けたブレークスルーを目指す横断的先端研究開発の推進 2) ナノスケール材料領域		
関連する政策・施策	政策目標9 科学技術の戦略的重点化 施策目標9-4 ナノテクノロジー・材料分野の研究開発の重点的推進	当該事業実施に係る根拠（個別法条文など）	独立行政法人物質・材料研究機構法第十五条 第一号 物質・材料科学技術に関する基礎研究及び基盤的研究開発を行うこと。
当該項目の重要度、難易度	—	関連する研究開発評価、政策評価・行政事業レビュー	平成27年度行政事業レビューシート番号 0246

2. 主要な経年データ												
② 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	平成23年度	平成24年度	平成25年度	平成26年度	平成27年度		平成23年度	平成24年度	平成25年度	平成26年度	平成27年度
論文（件）	—	273.73	298.19	258.02	271.22	272.01	予算額（百万円）	—	—	—	—	—
論文（件/人）	—	3.70	3.77	3.31	3.48	3.63	決算額（百万円）	477	6, 518 の内数	6, 279 の内数	6, 186 の内数	5, 964 の内数
口 頭 発 表（件）	—	682.79	791.44	723.70	742.55	822.67	経常費用（百万円）	—	—	—	—	—
特 許 出 願（件）	—	50.68	57.17	76.51	53.90	35.23	経常利益（百万円）	—	—	—	—	—
実 施 許 諾（件）	—	7.50	7.00	5.00	5.80	6.80	行政サービス実施コスト（百万円）	—	—	—	—	—
							従事人員数（人）	86	89	89	95	92

注）予算額、決算額は支出額を記載。人件費については共通経費分を除き各業務に配賦した後の金額を記載

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及び主務大臣による評価							
	中長期目標	中長期計画	年度計画	主な評価軸（評価の視点）、指標等	法人の業務実績等・自己評価		主務大臣による評価
					主な業務実績等	自己評価	
	新物質・新材料を創製するための技術シーズを世界に先駆けて発掘、育成していくためには、無機、有機の垣根を越えて発現する、ナノサイズ特有の物質特性等を利用することが重要であ	本領域では、ナノ（10億分の1）メートルのオーダーでの原子・分子の操作・制御等により、無機、有機の垣根を越えて発現する、ナノサイズ特有の物質特性等を利用して、新物質・新材料	本領域では、ナノ（10億分の1）メートルのオーダーでの原子・分子の操作・制御等により、無機、有機の垣根を越えて発現する、ナノサイズ特有の物質特性等を利用して、新物質・新材料を創製する。5～10年後に材料実用化	着実かつ効率的な運営により、各プロジェクトにおいて、顕著な成果が得られたか。 （科学的・技術的観点、社会的・経済的観点、国際的観点、時間的観点、妥当性の観点、科学技術イノベーション創出・課題	（領域のマネジメント） 領域全体として、 <u>若手研究者の育成と融合研究の促進</u> を最重要課題と考え、それらを達成するために、「 <u>独立研究者制度</u> 」ならびに「 <u>特別研究ファンド</u> 」（グランドチャレンジ研究ファンド、理論－実験融合研究ファンド、ナノライフ研究ファンド、など）の独自のプログラムの運営を積極的に推進した。また、これまでに達成した <u>高い国際性を維持するために、優れた外国人研究者（特にポスドク研究者）の確保に積極的に努力した</u> （国際会議の招待講	（領域のマネジメント） 若手研究者の育成のための「独立研究者制度」および「特別研究ファンド」等の独自プログラムは、きわめて有効に機能し、 <u>若手研究者に独自の研究分野を開拓する機会を与え、かつ異分野の研究者との融合研究を実施して新分野を創造する動機を与えるなど、特筆すべき成果を上げた</u> 。国際性に関しては、 <u>外国人研究者の割合が54％</u> という高い数値を達成した。これらの努力の結果として、発表論文の数や質などにおいて、 <u>世界トップレベルの研究機関と肩を並べるまでになった</u> 。これは、 <u>機構全体の当該数値の向上に大きく貢献し、機構の存在感を高めることにも寄与した</u> 。	評価 A 世界トップクラスの波長分解能を有する赤外線検知素子の開発、市販品の10倍以上の閉鎖・接着効果を有する生体接着剤の実現、高感度・並列型分子センサー（MSS）に関する全国的なアライアンスの形成など、本分野を

<p>る。また、単にナノサイズ特有というだけでなく、次代の成長領域の芽となるような、既存の材料・デバイスを置換し得る、あるいはものづくりのプロセスにイノベーションをもたらし得るほどの革新的な物質特性等に焦点を当てることも必要である。そのため、機構は、ナノスケールにおける先進的な合成手法を開発・利用して全く新しいナノ構造を生み出すとともに、ナノチューブ、ナノシート等のナノスケール物質が持つ特異な機能を最適に組み合わせ、それらの有機的な相互作用から飛躍的な機能向上を可能とするシステム化研究に取り組むなど、新物質・新材料を創製するための革新的技術シーズを創出する。</p>	<p>を創製する。5～10年後に材料実用化への目途を付けるという中長期的な時間スケールで研究を進めることから、単にナノサイズ特有というだけでなく、既存の材料・デバイスを置換し得るほどの、あるいは、ものづくりのプロセスにイノベーションをもたらし得るほどの革新的な物質特性等に焦点を当てる。</p> <p>本領域には、エレクトロニクス、化学、バイオテクノロジー等の研究分野が含まれていることから、このような複数の研究分野の課題・成果の共有化を進めつつ、多様なナノスケール物質等を組み合わせ、機能発現のためのシステム化を行う。領域内の研究者の日常的な交流の促進など、マネジメントの工夫等に取り組むと</p>	<p>への目途を付けるという中長期的な時間スケールで研究を進めることから、単にナノサイズ特有というだけでなく、既存の材料・デバイスを置換し得るほどの、あるいは、ものづくりのプロセスにイノベーションをもたらし得るほどの革新的な物質特性等に焦点を当てる。</p> <p>本領域には、エレクトロニクス、化学、バイオテクノロジー等の研究分野が含まれていることから、このような複数の研究分野の課題・成果の共有化を進めつつ、多様なナノスケール物質等を組み併せて機能発現のためのシステム化を行う。領域内の研究者の日常的な交流の促進等、マネジメントの工夫等に取り組むと</p>	<p>解決のためのシステムの推進の観点)</p>	<p>演などの機会を積極的に利用して勧誘の努力をすることを全研究者に推奨している)。さらに、<u>事務支援と技術支援に優れた人材を採用することに熱心な努力をした。これらの努力の結果、発表論文の数は増大し、それらの論文の質（被引用数、掲載誌の平均 IF [インパクト・ファクター]、FWCI [異分野補正された被引用数指数] などで評価）は、世界トップレベルの研究機関のそれに匹敵する値になった。</u></p>	<p>(定量的根拠)</p> <p>外国人研究者の割合は 54 %で国際的な研究の場を創った。</p> <p>本領域の定年制研究者の数（～90名）は、機構全体の定年制研究者の数（～400名）の～22 %であるが、機構からの発表論文の約半数（～48 %）が本領域から発表。</p> <p>H23～27 年度の間に 2394 報の論文が公表されたが、その中の 86 報が「世界トップ 1 % 論文」（被引用数において）である。</p> <p>2394 報の論文が発表された論文誌の平均 IF（インパクト・ファクター）は 5.4 と材料科学の分野では非常に高い。</p>	<p>先導する顕著な成果を出し、その応用への可能性も示している。また、世界トップ 1 % 論文数や論文被引用数も高い値を示している。</p> <p>今後も、機構内他領域の装置の活用、若手育成、基盤技術から応用展開に向けたビジョンの明確化、重点分野へのリソース投入等を図りつつ、優れた成果が得られることを期待する。</p>
--	--	--	--------------------------	---	--	--

<p>また、本領域においては、多様なナノスケール物質等を組み合わせるシステム化研究を行うことから、他の研究機関との連携も含め、分野横断的に研究を進める。</p>	<p>もに、他のナノテクノロジー関連研究機関とも連携していく。</p> <p>具体的なプロジェクトとしては、</p> <p>◆システム・ナノテクノロジーによる材料の機能創出</p>	<p>料の開発、従来の物質合成技術では不可能であった斬新な人工物質の合成、革新的なナノエレクトロニクスの実現に向けた新タイプのデバイスの実現、診断と治療に革新をもたらす新しい複合材料の開発を目指す。</p> <p>具体的には、4つのプロジェクト</p> <p>◆システム・ナノテクノロジーによる材料の機能創出</p>	<p>◆システム・ナノテクノロジーによる材料の機能創出</p> <p>原子スイッチを有効利用した”Beyond CMOS”デバイスを実用化し、世界に普及させる。開発したMSSセンサーを臭いセンサーとして実用化し、世界に普及させる。新しい超伝導体などの新物質開発、および新しいナノ計測法の開発。</p>	<p>◆システム・ナノテクノロジーによる材料の機能創出</p> <p>顕著な成果の第一として、これまで発展に努力してきた原子スイッチが、NECとの共同研究によって、FPGA（最も進化した集積回路）としてついに実用化された（NECによって、AtomSW-FPGAと命名された）。原子スイッチは、さらに、脳のシナプスに似た特性をもつことが見出され、その集合体の形成による脳神経網型ネットワーク回路の構築へと新展開を見せている。第二の顕著な成果として、<u>高感度/並列型の分子センサー（Membrane-type Surface Stress Sensor: MSS）が、実用化に向けて全国的な「MSSアライアンス」を構築するまでに至った。</u>これら以外にも特筆すべき成果が多々ある；たとえば、全てが分子によって構成された単分子デバイス、新しい超伝導体（新物質、あるいは局所が超伝導体になるナノシステム）の開拓、新しいナノ計測法の開拓、太陽光を有効利用するプラズモニクスの研究と応用、新しいトポロジカル物質の理論探索とその検証実験、などがあり、いずれも世界的に特筆すべき研究成果である。</p>	<p>◆システム・ナノテクノロジーによる材料の機能創出</p> <p><u>原子スイッチが NEC(株) によって AtomSW-FPGA として実用化されたこと、超高感度/超並列型の分子センサー（Membrane-type Surface Stress Sensor: MSS）が実用化に向けて全国的な「MSSアライアンス」の構築に至ったことは、「優れた基礎研究は必ず大きい実用技術に繋がる」ことを実証した。</u>左欄の後半で記した多くの革新的な基礎研究が実を結びつつあり、それらもまた新しい応用技術の世界を拓くといったシステム・テクノロジーが確立できた。システム・テクノロジーとしての基礎研究およびその実用化のための研究開発では、<u>MANAの内部組織である「MANAファンドリー」との連携が決定的に重要な役割を果たした。</u></p> <p>（定量的根拠）</p> <p>原子スイッチを用いた NEC(株) による AtomSW-FPGA の開発によって従来の SRAM-FPGA のサイズと消費電力が ～1/4 になった（FPGA とは最も進化した巨大集積回路）。</p> <p>高感度/並列型の分子センサーである MSS センサー（Membrane Surface Stress Sensor）は従来型のカンチレバー型センサーに比べて、感度は ～100 倍である。</p> <p>（定性的根拠）</p> <p>原子スイッチが NEC(株) との共同研究によって FPGA</p>	
--	--	--	--	---	---	--

				<p>【技術目標】 “Beyond CMOS”ナノエレクトロニクスの開発のための原子スイッチとそれに関連するデバイスを開発する。</p> <p>原子スイッチを実用デバイス化して世に普及させるとともに、それを将来の脳型の記憶演算回路への展開を目指してネットワーク化する。</p>	<p>世界の “Beyond CMOS” ナノエレクトロニクスの進展において、我々は決定的に重要な役割を果たした。すなわち、<u>原子スイッチの開発は、その基本原理である金属原子（または金属イオン）のナノスケールでの移動が実は高速で起こることを広く世界に認識せしめたことである。</u>しかも、<u>NEC（株）との共同研究によって、原子スイッチを FPGA（最も進化した集積回路）としてついに実用化した（AtomSW-FPGA と命名された）。</u>また、原子スイッチの脳神経網型ネットワーク回路への展開の研究も順調に進んだ。</p>	<p>（最も進化した集積回路）として実用化された（AtomSW-FPGA と命名）。</p> <p>開発した高感度/並列型の分子センサーである MSS センサー（Membrane Surface Stress Sensor）が臭いセンサーとして実用化に近づいた。</p> <p>原子スイッチは、日本発のきわめて独創的な原理で動作するナノデバイスであり、それが NEC（株）との共同研究によって FPGA として実用化に至ったことは高く評価されるべきである。さらに、原子スイッチの脳神経網型ネットワーク回路の研究もまた順調に進んでおり、将来の応用に大きい期待をかけうる。こうして、当初に設定した技術目標についての研究は、十分以上の顕著な進展が見られた。</p>	
◆ケミカル・ナノテクノロジーによる新材料・新機能の創出	◆ケミカル・ナノテクノロジーによる新材料・新機能の創出	◆ケミカル・ナノテクノロジーによる新材料・新機能の創出	<p>BN 系ナノ物質とポリマーとのコンポジット化による高熱伝導性の実現など</p> <p>【技術目標】 元素の価数制御など、組成、構造の精密制御を実現することにより新規のナノスケール材料を創製する。</p> <p>遷移金属水酸化</p>	◆ケミカル・ナノテクノロジーによる新材料・新機能の創出	<p>ホウ酸をホルムアルデヒドとジシアンアミドに溶解した後、固化、アンモニア中で熱処理する新規合成法により、泡状の微細構造を有する 3 次元 BN 多孔体を創製した。この多孔体は高い熱伝導性を発揮することに加えて、1400 m²/g に及ぶ非常に高い比表面積を有し、水中の油や有害物質などの吸着・分離に優れた性能を示すことを明らかにした。</p> <p>3d 遷移金属（Co, Ni, Fe）からなる極薄水酸化物ナノシート（厚さ 0.8 nm）を、組成をチューニングして合成できることを示し、さらにこれをグラフェンと交互に積層・複合化（ナノアーキテクニクス）させることに成功した。得られた複合体を用いると、水分解での酸素発生反応が予想</p>	◆ケミカル・ナノテクノロジーによる新材料・新機能の創出	<p>本研究では重点研究項目として放熱材料への応用を目指して多様な BN 系ナノマテリアルの開発を行っている。本成果はそれをさらに発展させて高い吸着性能を持つ多孔体の創製に成功したものであり、BN の新たな応用展開の可能性を開いた。</p> <p>安価で資源的に豊富な遷移金属水酸化物ナノシートとグラフェンを分子レベルで複合化することにより、現行で最も高性能である貴金属（Ru 等）と同等の電極触媒能を実現したことは、学術面のみならず、応用展開に向けても注目される成果である。</p> <p>（定量的根拠） 極薄水酸化物ナノシート（厚さ 0.8nm）を合成し、グラフェンと複合化することで予想以上の高い効率（過電圧 0.21V）で水分解酸素発生反応を進行させることに成功した。</p>

				<p>物ナノシートとグラフェンの超格子ハイブリッドの構築と電極触媒機能の評価など</p> <p>◆ナノエレクトロニクスのための新材料・新機能の創製</p> <p>高速移動度をもつ Ge 上に $\text{TiO}_2/\text{HfO}_2$ ゲートスタック構造を作製し、安定動作を確保する。ゲート材料の探索を進め次世代ゲートスタック材料を完成させる。これらの知見をもとに各種材料を使い不揮発性メモリを作製し、その動作を確認する。</p> <p>【技術目標】</p> <p>Si に直接接合可能な Higher-k 材料、実効仕事関数差の大きい非晶質金属ゲート材料を開発する。</p> <p>ゲートスタック構造のために最適な材料の探索を進めこれらの知見をもとに不揮発性メモリを</p>	<p>を上回る高い効率（過電圧（0.21 V））で進行することを見出した。</p> <p>◆ナノエレクトロニクスのための新材料・新機能の創製</p> <p>Ge 上の $\text{TiO}_2/\text{HfO}_2$ を使ったゲートスタック構造は完成し、その有効性を実証した。さらに、誘電体を使った研究を進展させ、自発分極をもつ LiNbO_3 上にグラフェンを乗せ、トランジスタ構造を世界で初めて作製した。LiNbO_3 の自発分極を制御してグラフェンに流れる $0n$ 電流を計測した結果、400°C 以上で動作し、4 桁以上の $0n$ 電流値を変えられることがわかった。このことから LiNbO_3 の極性制御でロジックが実現できる可能性を実証した。</p> <p>光学異性体（DAE）は紫外線と可視光に対して電子構造が変わることが知られている。この特性を利用することで、チャンネルを流れる $0n$ 電流を変えることができる。ここではすでに開発した Higher-k 材料、非晶質金属ゲート材料とこの光学異性体分子を融合させたトランジスタを作製し、チャンネル自体がメモリ効果をもつことを利用した光感受性メモリ型トランジスタを世界で初めて実証した。</p>	<p>（定性的根拠）</p> <p>ナノシートを用いたユニークな新機能をもつ各種の新材料（貴金属を用いずに高い電極触媒性能をもつ材料）が開発された。</p> <p>◆ナノエレクトロニクスのための新材料・新機能の創製</p> <p>各グループとも期待された成果を超える新材料、新デバイスの開発を行った。特に光学異性体によるメモリ効果をもつ多機能誘起トランジスタや、ゲートスタック構造の研究を更に進展させ、低温成長 $\text{Al}_2\text{O}_3/(\text{Ta}/\text{NbO})_x$ の積層構造チャージトラップメモリの開発し、<u>世界でもっとも大きな $0n/\text{Off}$ 比をもつメモリを完成させ、動作を実証した。</u></p> <p>（定性的根拠）</p> <p>超低消費電力のトランジスタ（LiNbO_3 を利用）が開発された。</p> <p>将来の半導体デバイスでは、プロセス温度は 400°C まで下がると予想されている。この温度であれば、各種非晶質材料や多様な機能性をもつ有機分子を使ったデバイスが実現できる。ここでは、<u>光学異性体分子と Si デバイスの融合により、チャンネル自体がメモリ効果をもつトランジスタの作製に世界で初めて成功した。</u></p>	
--	--	--	--	---	--	--	--

		<p>◆ナノバイオテクノロジーによる革新的生体機能材料の創出等に取り組む。</p> <p>これらのプロジェクトにより、2015 年度ま</p>	<p>◆ナノバイオテクノロジーによる革新的生体機能材料の創出</p> <p>において、平成27年度は以下の技術目標を達成する。</p>	<p>作製し、その動作を確認する。特に、新材料としての分子に注目しこの分子を使った新メモリを試作し、その実用性を検証する。</p> <p>◆ナノバイオテクノロジーによる革新的生体機能材料の創出</p> <p>「過剰コレステロール除去微粒子の効果を培養細胞や動物実験によって確認する。</p> <p>【技術目標】</p> <p>循環器系疾患に対応した自己治癒力を誘導する複合生体材料を創製する。</p> <p>「外科用接着剤の接着効果は小動物実験より確認する。</p>	<p>◆ナノバイオテクノロジーによる革新的生体機能材料の創出</p> <p>コレステロール関連疾患の治療等、幅広い薬物治療に利用可能な薬物担体として、メソ多孔性レシチン粒子の創成に成功し、その効果を細胞培養実験と動物実験で確認した。固形製剤が可能、製造は極めて容易、成分はリン脂質のみで生体安全性が高い等の特長をもつ。当初の達成目標に加え、脂質異常症治療薬の顕著な経口吸収性効果をもつことも明らかにした。</p> <p>ゼラチンのリシン残基に脂溶性分子を複合化した疎水化ゼラチンを合成し、これをクエン酸由来架橋剤で架橋した多孔膜を開発した。この接着効果を小動物実験で確認した。<u>開発した多孔膜は、軟組織に対する接着強度が従来の多孔膜と比べ最大約3倍向上した。当初の達成目標である接着効果の確認に加え、従来の多孔膜と比較して約5倍の血管新生能を示すことをラット背部皮下への移植実験から明らかにした。</u></p>	<p>◆ナノバイオテクノロジーによる革新的生体機能材料の創出</p> <p>近年の薬物治療には患者に多大な精神的・肉体的負担を強いるものも少なくなく、副作用問題も後を絶たない。そこで、新発想の薬物担体として、メソ多孔性レシチン粒子を開発した。本粒子は、実用上の問題も十分加味して設計された世界初の高機能担体材料である。</p> <p>(定量的根拠)</p> <p>開発した疎水化ゼラチン多孔膜接着剤は、軟組織に対する接着強度が従来の多孔膜と比較して最大で約3倍向上し、約 5 倍の血管新生能を達成した。</p> <p>(定性的根拠)</p> <p>優れた生体接着剤が分子設計によって合成された。</p> <p>多孔膜接着剤は、材料のみで生体反応を制御する高次機能性ナノバイオマテリアルとして、高い接着強度のみならず、血管新生の促進効果も示した。本材料は、循環器の外科的処置用の材料をはじめ、褥瘡等の血管新生を必要とする創傷被覆材等としてもきわめて有望であり、臨床応用につながる材料開発が大いに進捗した。</p>	
--	--	---	---	---	--	---	--

		<p>でに特に以下の技術目標を達成する。</p> <ul style="list-style-type: none"> ・ “ Beyond CMOS” ナノエレクトロニクスの開発のための原子スイッチとそれに関連するデバイスを開発する。 ・ 元素の価数制御など、組成、構造の精密制御を実現することにより新規のナノスケール材料を創製する。 ・ Si に直接接合可能な Higher-k 材料、実効仕事関数差の大きい非晶質金属ゲート材料を開発する ・ 循環器系疾患に対応した自己治癒力を誘導する複合生体材料を創製する。 	<ul style="list-style-type: none"> ・ 従来の集積回路の概念を一新する革新的なデバイスの開発と実用化の研究、具体的には、脳神経網型の集積デバイスの開発や革新的な超伝導デバイスの開拓などを行う。 ・ ナノシートやナノチューブの新しい創製法及び特性評価法を確立し、それを用いて革新的な人工物質の創製と実用化を進める。具体的には、メタマテリアル(光の屈折率が負の物質)、超高誘電率の物質などを創製する。 ・ 従来の “CMOS デバイス” の性能向上のためのゲート材料の開発をさらに進める。 ・ 循環器系、運動器系、脳神経系の疾患に対する自己治癒力を誘導する複合生体材料の創製、アルツハイマー病の治療のためのドラッグデリバリーの方法、などの研究を行う。 				
							上記の評価基準以外の事項で、CSTI 指針を踏まえ評価

				すべき事項 該当なし			
--	--	--	--	---------------	--	--	--

4. その他参考情報
(諸事情の変化等評価に関連して参考となるような情報について記載)