

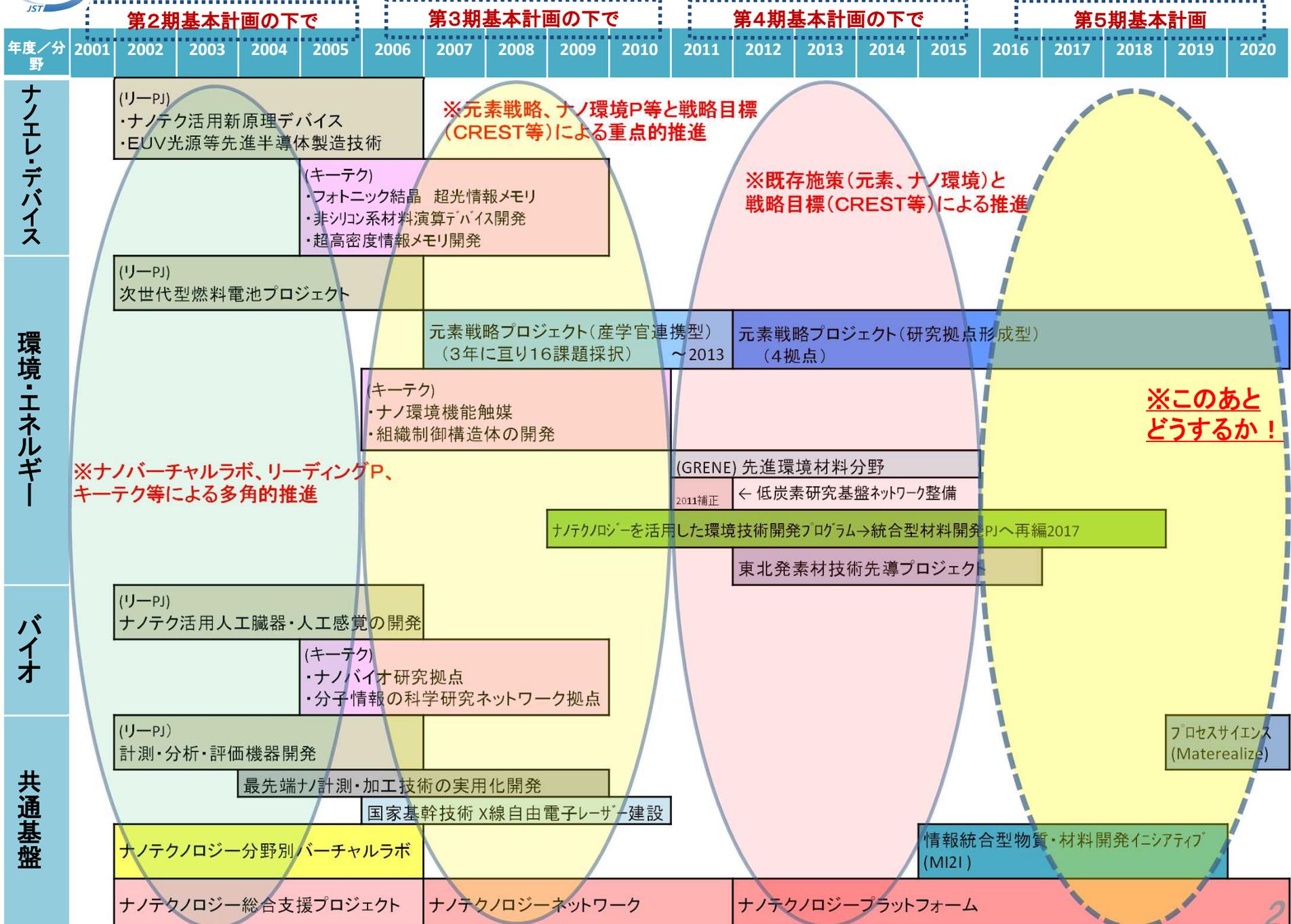
ナノテクノロジー・物質・材料科学技術 今後の施策立案と推進に関する考察

2019.9.19(木)
第10期ナノテクノロジー・材料科学技術委員会

JST研究開発戦略センター(CRDS)
企画運営室長・フェロー
中山智弘



年度／分野／主要施策の関係（ナノ・材分野）



社会・産業ニーズ

Society5.0
(快適・安全・
安心な社会)

①安全で快適な社会実現に向けたIoT/AIチップ・量子デバイス

ビッグデータを高速かつ低消費電力で処理した結果生まれる新たな情報をベースに人間が安全・快適に暮らす豊かな社会を実現するための材料・デバイス

②安全・低環境負荷の交通・輸送

事故や渋滞を激減し、安全で快適な移動空間としての自動車や、燃料効率が高くCO2排出が抑制された航空機などの交通・輸送機器の実現

③ウェアラブル健康・医療モニタリング

疾患の早期診断や健康状態・生体情報のモニタリングを実現するウェアラブルやインプラントブルな健康・医療モニタリング技術の構築

④人と共生するサービスロボット

負担の少ない高齢者介護、持続可能な社会インフラ保守管理、災害やテロに対するセキュリティ強化などの課題の解決のため、人間が苦手な作業の代行や人間の作業能力を補強・拡張するなど、人と共生するサービスロボットの活用

⑤水・大気・資源の循環を可能にするスマート材料

世界の人口増による著しい水不足や海洋汚染、CO2・大気汚染問題、および世界のハイテク産業を支える希少元素をはじめとする鉱物資源枯渇の危惧や偏在性から生ずる価格高騰のリスクを解決するために必要な材料・デバイス

⑥省エネ・創エネ・蓄エネルギーのための先端材料・デバイス

再生可能エネルギーを持続的かつ効率的に導入するために必要な省/創/蓄エネルギー用材料・デバイス

Society5.0
(最適な医療・
ヘルスケア)

SDGs
(持続可能な社会)

ナノテク・材料科学技術の課題

i 量子状態の高度制御技術

電子、光子、スピン、フォノンなどの個々の量子状態およびそれらの相互作用がもたらす物理現象を理解し、さらにトポロジジーといった新しい概念を導入することによる新しい量子状態の実現と、これらの高度制御

ii トランススケール・マルチスケールの力学制御

航空機や自動車におけるCO2排出量の大幅削減、摩擦などによるエネルギー損失を大幅低減した機械機器、社会インフラ材料の超長寿命化や修復など、持続可能社会実現に貢献する材料・デバイスの創製

iii センサフュージョン

物理センサおよび化学センサを統合的に用い、老朽化や災害時における橋梁やトンネルなどの社会インフラの異常検知、日常生活における病気やけがにつながる異常兆候の検出

iv ナノテク・メカニクス・IT・バイオ統合マニファクチャリング

生物が実現する巧妙な構造や機能、低エネルギーで実現する動作や物質生産に学び、人工的な材料・デバイスの生産システムとして再構築する

v バイオアダプティブ材料・デバイス

生体環境に適合した材料の探索という従来の概念から脱却し、生体との相互作用を積極的に活用して能動的に制御する機能をもつ材料の設計・創製

vi IoTデバイス集積

IoT/AI時代に求められるセンシング、エッジ・コンピューティング、ネットワーク等の多機能をヘテロ集積モジュール化した安価な電子システム、新アーキテクチャ（ニューロ、量子）による高性能コンピューティングの開発

vii サステイナブル資源・元素戦略

グローバルな課題解決に資する魅力的な機能を持った材料・デバイスの継続的創出のため、新機能の追求と元素・物質循環に代表されるサステイナビリティを重視した材料創製を可能にする強固な材料開発基盤の構築

viii 分離技術

化学プロセス分離工程の省エネ化、環境汚染物質除去、来たる水素社会に向けたガス分離・吸蔵、鉱物資源分離、医療など広範な分野において分離・吸着機能材料・システムの研究開発

ix 多機能・複雑系の材料設計

様々な機能材料のさらなる高性能化には結晶構造の多元素化や複合化が避けられず多様な結晶構造が可能になるなか、絨毯爆撃的な材料設計から脱却し、進展が著しいシミュレーションやデータ科学、さらにはオペランド計測を駆使した精緻な材料設計、プロセス設計手法の確立

SDGs と材料・ナノテクの対応関係



<p>貧困の撲滅</p> 	<ul style="list-style-type: none"> 衣: 合成繊維(ナイロン、ポリエステル、など) 食: 脱脂粉乳、人工甘味料、など 住: 合板(ベニヤ、木質ボード) 	<p>製造消費</p> 	<ul style="list-style-type: none"> 大量生産: オートメーション、ロボット 消費: 迅速な大量輸送(道路、輸送機器)
<p>飢餓の撲滅</p> 	<ul style="list-style-type: none"> ナノ食材(吸収性・安定性・溶解性向上、食味改善、など) 衛生技術(ナノバブルを用いた殺菌・滅菌・洗浄、など) 	<p>気候変動</p> 	<ul style="list-style-type: none"> (衛星搭載)地球観測センサ スーパーコンピュータ(地球シミュレータ)
<p>健康と福祉</p> 	<ul style="list-style-type: none"> バイオチップ(診断デバイス) ナノドラッグデリバリーシステム ウェアラブルデバイス 人工感覚器 生体材料(再生医療材料) 	<p>海洋資源</p> 	<ul style="list-style-type: none"> 計測技術 レアメタル、レアアース
<p>水とトイレ</p> 	<ul style="list-style-type: none"> 逆浸透膜 イオン交換材料 ゼオライト吸着材料 ナノ多孔質材料 光触媒 	<p>陸上資源</p> 	<ul style="list-style-type: none"> 木質耐火材 レアメタル・レアアース活用 バイオマス(燃料・素材)
<p>エネルギー クリーン</p> 	<ul style="list-style-type: none"> 電子エネルギー変換 太陽電池、LED、熱電変換、など 化学エネルギー変換 光触媒、燃料電池、二次電池、など 発電用材料 タービンブレード用超耐熱材料、など エネルギー輸送・転換材料 超伝導材料、磁気冷凍材料、永久磁石材料、軟磁性材料、パワー半導体、アクチュエータ、など バイオ燃料 バイオエタノール、廃棄物利用、など クリーンプロセッシング 吸着材料、分離膜、排ガス触媒、など 	<p>産業 技術革新</p> 	<ul style="list-style-type: none"> ◎技術革新=材料イノベーション 鉄鋼⇒蒸気機関、鉄道、アルミ⇒大型航空機 シリコン⇒半導体、炭素⇒プラスチック ◎次のナノテク・材料発イノベーション 半導体(グラフェン、カーボンナノチューブ、など) 原子スイッチ ➢ Beyond CMOS(CMOSと異なる動作原理、その物理限界を超える性能。スピントロニクス、など)
<p>労働 経済成長</p> 	<ul style="list-style-type: none"> 産業用ロボット・ロボットスーツ(軽量化材料) ナノセンサ・アクチュエータ 	<p>不平等の是正</p> 	<ul style="list-style-type: none"> パソコン、インターネット 輸送網(道路、輸送車両…)
		<p>持続可能都市</p> 	<ul style="list-style-type: none"> ◎建築土木資材 鉄鋼 コンクリート プラスチック

- SDGsの17のゴールは、材料だけではできないことばかり
- しかしそこには、根源的に材料にしかできないことが多く含まれている
 - 大気や水を綺麗にするシステム
 - 輸送機器の軽量化で温室効果ガスの削減を実現
 - フレキシブル太陽電池によるどこでも発電
 - CO₂を炭素源にして素材を生み出す

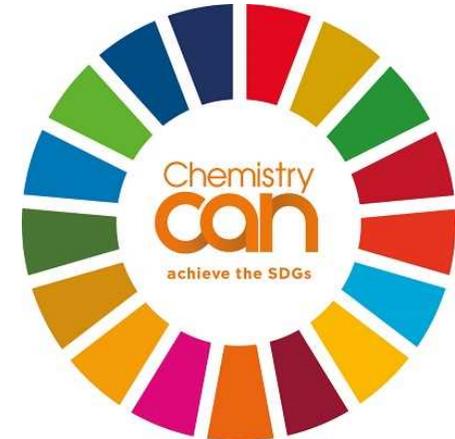


図: Cefic, The European Chemical Industry Council

- 分子レベルで制御してシステム全体を設計することが求められる時代になった
- 人間の身体がおこなっていることと同じで、ライフ・ヘルスケアを設計することでもある
- 学問と産業の区分けを意識しすぎてはいけない。両者が重なる面積は今後広大に、この境界領域・融合領域でこそ、日本の材料はSDGs実現に貢献する

注目動向：「ナノテクノロジー・材料」

（世界の潮流）

- **米中の技術覇権争いが、世界全体へ波及**
 - ・コアとなる先端技術の保有とそのシステム化が、新サービスの要となって普及する世界的構図はより鮮明に
 - ・重要技術（AI、半導体、AI、5G）のソフトを握る米国、一方ハードは中国が攻勢
 - ・希少資源の「脱中国依存」への動きが米欧で活発化。ハイテク部材・素材（例：EV用電池材料など）は、急騰や不確実性が高まる
- **IoT/AI時代を牽引するナノテク・材料技術**
 - ・大量データが生み出され、至るところで最適解を生むコンピューティング（エッジ/クラウド）
 - センサ・電子部品・半導体の活況、データとAIがキーに。その先の量子への期待
 - ・電子機器は「高機能・高性能」から「多機能・低消費電力」へ
 - センシング・ネットワーク・コンピューティング機能のハイブリッド化による流れ
 - ポストムーアへの挑戦。CPUはGPU/FPGAへ。Intel 1強からGAFA/BATH
- **SDGsを技術ベースで支えるナノテク・材料技術**
 - ・水・大気・土壌の持続性と浄化、温室効果ガス削減、資源物質循環技術への期待
- **材料開発におけるデータ科学の重要性が増大**
 - ・マテリアルズ・インフォマティクスが材料開発基盤として必須に。プロセス・インフォマティクスは今後の鍵に
- **研究インフラ・プラットフォーム・拠点が、研究開発スピードと国際競争力の源泉に**
 - ・諸外国はナノ・材料国家予算の5%～10数%を継続投入することでR&D環境を蓄積
- **ELSI・EHS・RRI**
 - ・ナノテクが産業実装されるにつれ、国・地域単位で規制・制度が顕在化。REACH, ISO

（我が国の強み/弱み）

- **長年の技術蓄積に基づく物質創製・設計技術、計測評価・分析・品質管理に強み**
 - ・ 元素戦略、分子技術、蓄電池部材、電子材料、パワエレ、複合材料、顕微鏡技術
 - ・ 製造プロセスにおける省エネ・低環境負荷技術に優位性
- **一方、データ科学、標準化、規制戦略、産学・医工連携からの価値創造に弱点**
 - ・ 研究開発の枠組みを構築して実行するまでの問題の共有や意思決定スピードに問題
 - ・ ナノELSI・EHSは高度評価技術を持つにも関わらず、データ蓄積とルール形成で遅れ
- **研究インフラプラットフォーム・拠点の魅力度を如何に構築し持続成長させるか**
 - ・ 新技術開発とその導入、先端設備の戦略的更新、高度技術人材の確保

（注力すべき課題）

- 国の生命線である輸出は、部素材・デバイス・製造機械産業にかかっている。この価値提供において世界から求め続けられるかどうかは死活問題。源泉となるのはナノテクノロジー・材料技術。将来を見据えた研究開発から価値創出までのエコシステム強化。
- 新機能・新価値を実現する研究開発の方向性は、①“**ナノ機能**”の実装・活用、②**多元化・複合化による新機能材料とそれを実現するプロセス**、③**データ・インフォマティクスを含むテクノロジープラットフォーム**によって研究成果の生産性を向上させる

① 超スマート社会（Society 5.0）実現への課題

- ・ 大量データ取得・処理を実現する**多機能・低消費電力IoTデバイスシステム**
- ・ ポストムーアにつながるデバイス創製のための**高度な量子状態制御技術**

② SDGs実現への課題

- ・ **水・大気・鉱物資源はどれも戦略物質。資源制約を打破する技術（循環、少量化・代替）を確立する強固な材料開発基盤の確保（＝戦略物質の技術的セキュリティ）**
- ・ EV向け蓄電池や太陽電池等再エネの大量導入に対し、資源対応の材料技術が核に
- ・ 社会インフラの恒常性や、ヒトの病気やけがにつながる異常予兆を**高度に検知・認識するIoTセンシング・デバイス・システム**の実現
- ・ 省エネ・低環境負荷材料・デバイスの高機能化は、**ナノスケールの特性をマクロ物性に接続して表出させる技術で実現**（例：ナノ・マクロの連結、新機能を生む多元化・複合化材料）研究を高速化する**インフォマティクス・オペランド計測・プロセス研究開発**

③ 少子超高齢化社会への対応に求められる科学技術課題

- ・ 「健康維持」「疾患治療」「身体機能の補修・代替・拡張」を可能にする生体/材料相互作用を能動制御する**生体調和材料・デバイス、共生ロボティクス**。

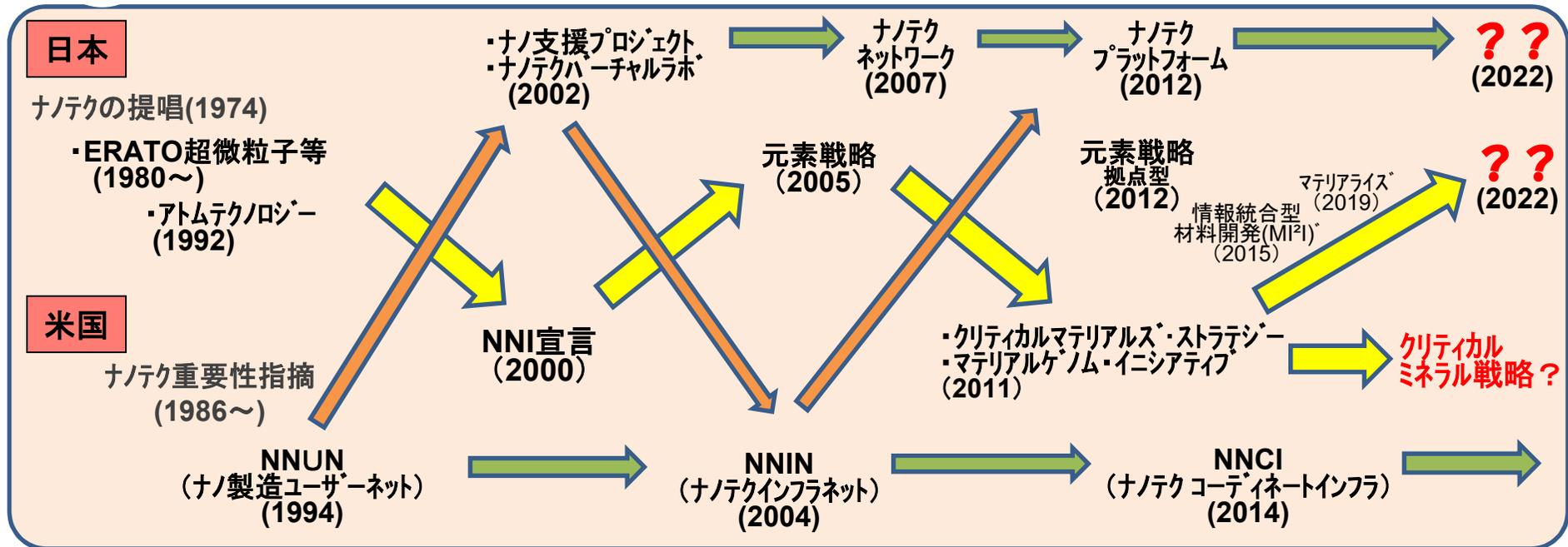
④ 研究開発環境の変革

- ・ 異分野を横断し融合するナノテク、社会実装へ向けたシステム化には、縦横に横断
- ・ 基盤技術としてのナノテクから、IT、環境・エネルギー、ライフの融合を促進する場を構築
- ・ ELSI・EHS・RRIは基礎段階から実用までの道のりを伴走
- ・ ラボ改革（自動化、データ構築・利活用による研究成果の生産性向上）
- ・ データ基盤を含む、先端研究インフラ・プラットフォームの持続成長策
- ・ 高度技術専門人材や産連人材は、研究者とともに課題解決を担う必須のパートナーに

（主要国の政策動向）

日本	<ul style="list-style-type: none"> ・ 第5期基本計画 基盤技術として「素材・ナノテクノロジー」を位置付け ・ 蓄電池(ALCA-SPRING, RISING II), 元素戦略、Q-LEAP(2018-), Materealize(2019-)などの国プロジェクトを推進。研究インフラ（ナノプラ）が善戦、先端設備更新と技術人材が肝に ・ ナノ材料のELSI/EHSの国際戦略・データ構築に難、ルール化が進む世界に遅れ
米国	<ul style="list-style-type: none"> ・ NNI(国家ナノテクイニシアティブ)を4代の政権にわたり継続 ・ ホワイトハウス5Gサミット(2018)、DARPA電子技術復活イニシアティブ(2018-)、NSTC先進製造国家戦略(2018-)、国家量子イニシアティブ(2019-)開始 ・ Critical Minerals（希少鉱物）対応の研究開発を大統領令の下に構築中
欧州	<ul style="list-style-type: none"> ・ Horizon 2020でナノテク・先端材料をKETsとして位置付け。Graphene, Brainに続きQuantum Flagship（2018-）開始。ナノELSI/EHSの枠組み作りで世界のリーダーに ・ 英「産業戦略」でAI・データ・エネルギー等のグランドチャレンジを呈示 ・ 独「ハイテク戦略」でAI、量子、蓄電池へ集中投資、人材育成
中国	<ul style="list-style-type: none"> ・ 第13次5ヶ年計画 2030年を見据えた15重大科学技術に「重点的新材料」「量子通信・量子コンピュータ」等を指定 ・ 中国製造2025 半導体や部材の自給7割（2025まで）に向け研究開発に集中投資 ・ 合肥に量子科学技術国家実験室を建設中（2020年完成予定）

ナノ材分野 施策の大きな流れ



- ・日米で、施策や取組のキャッチボールが歴史的に行われてきた。今後我が国が打つ手は何か。
- ・ナノテク支援(機器共用等)、元素戦略、データ駆動材料開発など、双方が参考にしながら施策化。

- ・当初ナノテクはナノエレが牽引、その後バイオ応用とエネルギー応用にフォーカス。
- ・世界で先に大きな結果をもたらしたのはエネルギー関連であり日本もそこで成果を出した。
- ・時間のかかるバイオ応用への投資は諸外国ではゆるまなかったが、日本では難しく、水をあけられた。
- ・これはデータ科学についても同様で、初動・意志決定スピードの差が大きい。

ナノテクノロジー・材料分野の今後の展開(1/2)

- 大きくは、①**横断・融合・統合**、②**研究開発基盤** が重要
- ①②とも、デマケされた「分野」にこもる話ではない。
- **強みと特性を把握**して、継続的な国際競争力の確保により、我が国の根幹を維持すべき。
- 大事なことは新規でなくても続けることが競争力につながる

①**横断、融合、統合**

- ナノテクノロジーの本質は融合・横断
 - ⇒ 多分野の融合や連携、根幹の共有による付加価値と競争力向上こそがナノテクの本質
 - ⇒ ほぼ全ての科学技術分野や領域で、物質・材料・デバイスの性能が鍵。
その最先端がナノテクノロジーという位置づけ。
 - ⇒ 狭い分野に閉じる話ではない。
- 材料分野は極めて幅広い。応用展開も多岐に亘る。
 - ⇒ トップダウンでの狭い指定は足かせになる恐れもある。
 - ⇒ ある程度広い指定（釣り堀の指定）も重要。「元素戦略」ぐらいの大きさ感。

展開すべき事例として

- 元素戦略 （これまでの蓄積の昇華と、新たな取組みへの投資）
- 分子技術、空間空隙制御（過去の施策で良い研究者が育ち、次への準備ができています。）
- デバイス・IoTシステム（次世代デバイスは本分野の主戦場の一つ。技術覇権対応。）
- エネルギー制御材料システム（材料とエネルギーの親和性は極めて高い）
- バイオ材料開発（AMEDとの関係で萌芽的な研究開発を支援しにくい）
人間の力の拡張や生命の利用のための競争→産業的付加価値大。
- 分離システム（純粋化、単離、もとに戻す作業は多くのシステムの根幹）

ナノテクノロジー・材料分野の今後の展開(2/2)

②研究開発基盤

- 研究開発の費用対効果やスピードを高める取り組みが不可欠
 - 多分野の集う研究開発プラットフォーム 共用設備の充実
 - ⇒大型研究機器・共用機器の購入
 - ⇒計測技術・機器の開発
 - (計測機器メーカーとの共同研究で、開発と共用の好循環を狙う)
 - スマートラボの導入推進 (ラボ改革)
 - データ駆動型研究開発の積極推進 (マテリアルインフォマティクス)
 - ラボと企業を結ぶスケールアップ・プラットフォーム

○ ナノテクノロジー・材料研究分野の強み

- 強い研究開発基盤 (研究競争力)
 - 強靱な出口産業 (産業競争力、輸出競争力)
 - 日本人の気質に合致 (歴史的に得意分野)
 - 費用対効果が高い (比較的低額の研究費の広い投資で多くの成果)
-
- 我が国はこれまで何で食べてきて、今後何で食べていくか、熟考する必要がある。
 - 諸外国で技術覇権をめぐる主要な中身は、半導体・部材・材料、AI、量子、5G

参考資料

日本の主な研究開発プログラム

※ナノテク・材料関係を抜粋

文部科学省

- 革新的材料開発力強化プログラム (M-cube)
- 材料の社会実装に向けたプロセスサイエンス構築事業 (Materealizeプロジェクト) **新規**
- 光・量子飛躍フラッグシッププログラム (Q-LEAP)
- 元素戦略プロジェクト<研究拠点形成型>
- 統合型材料開発プロジェクト
- ナノテクノロジープラットフォーム
- 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

経済産業省・NEDO

- IoT社会実現のための超微小量センシング技術開発 **新規**
- 機能性化学品の連続精密生産プロセス技術の開発 **新規**
- 超先端材料超高速開発基盤技術プロジェクト
- 次世代人工知能・ロボット中核技術開発
- 計算科学等による先端的な機能性材料の技術開発事業
- 次世代人工知能・ロボットの中核となるインテグレート技術開発
- 次世代電動航空機に関する技術開発事業
- 高効率・高速処理を可能とするAIチップ・次世代コンピューティングの技術開発事業
- AIチップ開発加速のためのイノベーション推進事業
- 革新型蓄電池実用化のための基盤技術の開発事業

文部科学省・戦略目標の変遷(ナノ・材分野)

2002	2003	2004	2005	2006	2007	2008	2009	2010	2011	2012	2013	2014	2015	2016	2017	2018	2019	2020	2021	2022	2023	2024			
<p>○情報処理・通信における集積・機能限界の克服実現のためのナノデバイス・材料・システムの創製</p> <p>○非侵襲性医療システムの実現のためのナノバイオテクノロジーを活用した機能性材料・システムの創製</p> <p>○環境負荷を最大限に低減する環境保全・エネルギー高度利用の実現のためのナノ材料・システムの創製 (※この3件のもと NVL 10領域が発足)</p>																									
○先端的な計測・分析機器実現に向けた基盤創出																									
○プログラムされたビルドアップ型ナノテクノロジー																									
○ナノスケール科学による製造技術の革新																									
○革新的ナノ界面技術の創出とその応用																									
○新デバイスのための材料開拓とナノプロセス開発																									
○プロセスインテグレーションによるナノシステム																									
○自然光エネルギー変換材料及び利用基盤技術																									
○レアメタルフリー材料の実用化等の元素戦略																									
○分子の自在設計『分子技術』の構築																									
○先導的な物質変換技術の創出																									
○情報デバイスの革新的基盤技術																									
○空間空隙構造制御技術による新機能材料の創製																									
○二次元機能性原子・分子薄膜																									
○革新的触媒の創製																									
○材料研究等における計測と情報処理の融合																									
○ナノスケール熱動態の理解と制御技術																									
○実験とデータ科学融合による材料開発																									
○トポロジカル材料・デバイスの創出																									
○革新反応技術の創出																									
○ナノスケール動的制御による力学特性発現機構の解明																									

青: ICT応用
 ピンク: ライフ応用
 緑: 環境・エネ応用
 黒: 物質・材料共通基盤

「元素戦略」関連の研究開発政策



JST・CRDS ワークショップ
「夢の材料の実現へ」(2004年)



JST・CRDS ワークショップ
「元素戦略」検討会(2006年)



JST CRDS戦略プロポーザル
「元素戦略」(2007年10月)

希少元素の革新的な代替材料を創製する研究開発

2007 (H19)	2008 (H20)	2009 (H21)	2010 (H22)	2011 (H23)	2012 (H24)	2013 (H25)	2014 (H26)	2015 (H27)	2016 (H28)	2017 (H29)	2018 (H30)
---------------	---------------	---------------	---------------	---------------	---------------	---------------	---------------	---------------	---------------	---------------	---------------

JST 戦略的創造研究推進事業(課題達成型基礎研究)

CREST 元素戦略を基軸とする物質・材料の革新的機能の創出
さきがけ 新物質科学と元素戦略

JST 産学基礎基盤共創研究 (産学連携)

産業界に共通する技術的課題の解決に資する基盤研究
ヘテロ構造制御(H22-)・高性能磁石(H23-)

JST戦略的国際共同研究

日本-EU 希少元素代替材料

文科省 元素戦略プロジェクト<研究拠点形成型>

我が国の資源制約を克服し、産業競争力の強化や国土強靱化等を同時に
実現するため、我が国の強みである部素材について、「強度」や「延性」を併
せ持つ究極の構造材料など、レアアース・レアメタル等の希少元素を用いな
い、全く新しい代替材料を創製

文科省 元素戦略プロジェクト<産学官連携型>

希少元素・有害物質の代替、戦略的利用のための基盤技術の確立

成果の実用化に向けた研究開発
産業界の課題に対する科学的深掘り



公募、評価、情報共有等における連携・協力
文科省の成果の一部は、経産省・NEDO事業に
発展的移行

経産省 未来開拓研究プロジェクト

次世代自動車向け高効率モーター用磁性材料技術開発
(レアアースに依存しない革新的な高性能磁石の開発を行う) 等

希少金属代替材料開発プロジェクト(NEDO)

代替材料及び使用量低減に寄与する実用化技術開発を実施

我が国の資源制約を克服し、
産業競争力の強化や国土強靱化等を実現

NEDOの主要プロジェクト ※ナノテク・材料関連を抜粋

分野	事業・プロジェクト名	研究期間	分野	事業・プロジェクト名	研究期間
太陽光発電	太陽光発電システム効率向上・維持管理技術開発プロジェクト	2014-18	新製造技術	高輝度・高効率次世代レーザー技術開発	2016-20
	太陽光発電リサイクル技術開発プロジェクト	2014-18		次世代型産業用3Dプリンタの造形技術開発・実用化事業	2017-18
	高性能・高信頼性太陽光発電の発電コスト低減技術開発	2015-19	材料・ナノテクノロジー	非可食性植物由来化学品製造プロセス技術開発	2013-19
燃料電池・水素	固体酸化物形燃料電池等実用化推進技術開発	2013-19		二酸化炭素原料化基幹化学品製造プロセス技術開発	2014-21
	水素利用等先導研究開発事業	2014-22		有機ケイ素機能性化学品製造プロセス技術開発	2014-21
	水素社会構築技術開発事業	2014-22		革新的新構造材料等研究開発	2014-22
	固体高分子形燃料電池利用高度化技術開発事業	2015-19		次世代構造部材創製・加工技術開発	2015-19
	超高圧水素インフラ本格普及技術研究開発事業	2018-22		超先端材料超高速開発基盤技術プロジェクト	2016-21
蓄電池・エネルギーシステム	革新型蓄電池実用化促進基盤技術開発	2016-22		省エネ製品開発の加速化に向けた複合計測分析システム研究開発事業	2018-22
	先進・革新蓄電池材料評価技術開発（第2期）	2018-22		次世代自動車向け高効率モーター用磁性材料技術開発	2014-21
電子・情報通信	低炭素社会を実現する次世代パワーエレクトロニクスプロジェクト	2011-19		IoT社会実現のための超微小量センシング技術開発	2019-23
	次世代プリントエレクトロニクス材料・プロセス基盤技術開発	2010-18		機能性化学品の連続精密生産プロセス技術の開発	2019-25
	超低消費電力型光エレクトロニクス実装システム技術開発	2013-21	ロボット技術	インフラ維持管理・更新等の社会課題対応システム開発プロジェクト	2014-18
	高効率・高速処理を可能とするAIチップ・次世代コンピューティングの技術開発	2016-27		次世代人工知能・ロボット中核技術開発	2015-22
	IoTを活用した新産業モデル創出基盤整備事業	2017-18		ロボット活用型市場化適用技術開発プロジェクト	2015-19
	AIチップ開発加速のためのイノベーション推進事業	2018-22		ロボット・ドローンが活躍する省エネルギー社会の実現プロジェクト	2017-21

近年のJST戦略的創造研究推進事業（CREST）プロジェクト ※ナノテク・材料関連を抜粋

2011	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24	25
■ エネルギー高効率利用のための相界面科学 研究総括：花村 克悟（東京工業大学）														
■ 新機能創出を目指した分子技術の構築 研究総括：山本 尚（中部大学）														
■ 超空間制御に基づく高度な特性を有する革新的機能素材等の創製 研究総括：瀬戸山 亨（三菱化学）														
■ 素材・デバイス・デバイス融合による革新的ナノエレクトロニクスの創成 研究総括：桜井 貴康（東京大学）														
■ 再生可能エネルギーからのエネルギーキャリアの製造とその利用のための革新的基盤技術の創出 研究総括：江口 浩一（京都大学）														
■ 二次元機能性原子・分子薄膜の創製と利用に資する基盤技術の創出 研究総括：黒部 篤（東芝）														
■ 統合1細胞解析のための革新的技術基盤 研究総括：菅野 純夫（東京大学）														
■ 多様な天然炭素資源の活用に資する革新的触媒と創出技術 研究総括：上田 渉（神奈川大学）														
■ 新たな光機能や光物性の発現・利活用を基軸とする次世代フォトニクスの基盤技術 研究総括：北山 研一（光産業創成大学院大学）														
■ 微小エネルギーを利用した革新的な環境発電技術の創出 研究総括：谷口 研二（大阪大学）														
■ 量子状態の高度な制御に基づく革新的量子技術基盤の創出 研究総括：荒川 泰彦（東京大学）														
■ 計測技術と高度情報処理の融合によるインテリジェント計測・解析手法の開発と応用 研究総括：両宮 慶幸（東京大学）														
■ ナノスケール・サーマルマネジメント基盤技術の創出 研究総括：丸山 茂夫（東京大学）														
■ 実験と理論・計算・データ科学を融合した材料開発の革新 研究総括：細野 秀雄（東京工業大学）														
■ 新たな生産プロセス構築のための電子やイオン等の能動的制御による革新的反応技術の創出 研究総括：吉田 潤一（鈴鹿工業高等専門学校）														
■ トポロジカル材料科学に基づく革新的機能を有する材料・デバイスの創出 研究総括：上田 正仁（東京大学）														
■ 革新的力学機能材料の創出に向けたナノスケール動的挙動と力学特性機構の解明 研究総括：伊藤 耕三（東京大学）														

近年のJST戦略的創造研究推進事業（さきがけ）プロジェクト ※ナノテク・材料関連を抜粋

2013	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24
■ 超空間制御と革新的機能創成 研究総括: 黒田 一幸 (早稲田大学)											
■ 素材・デバイス・デバイス融合による革新的ナノエレクトロニクス創成 研究総括: 桜井 貴康 (東京大学)											
■ 再生可能エネルギーからのエネルギーキャリアの製造とその利用のための革新的基盤技術の創出 研究総括: 江口 浩一 (京都大学)											
■ 統合1細胞解析のための革新的基盤 研究総括: 浜地 格 (京都大学)											
■ 理論・実験・計算科学とデータ科学が連携・融合した先進的マテリアルズ・インフォマティクスのための基盤技術 研究総括: 常行 真司 (東京大学)											
■ 革新的触媒の科学と創製 研究総括: 北川 宏 (京都大学)											
■ 光の極限制御・積極利用と新分野開拓 研究総括: 植田 憲一 (電機通信大学)											
■ 微小エネルギーを利用した革新的な環境発電技術の創出 研究総括: 谷口 研二 (大阪大学)											
■ 量子の状態制御と機能化 研究総括: 伊藤 公平 (慶応義塾大学)											
■ 計測技術と高度情報処理の融合によるインテリジェント計測・解析手法の開発と応用 研究総括: 雨宮 慶幸 (東京大学)											
■ 熱輸送のスペクトル学的理解と機能的制御 研究総括: 花村 克悟 (東京工業大学)											
■ 電子やイオン等の能動的制御と反応 研究総括: 関根 泰 (早稲田大学)											
■ トポロジカル材料科学と革新的機能創出 研究総括: 村上 修一 (東京工業大学)											
■ 力学機能のナノエンジニアリング 研究総括: 北村 隆行 (京都大学)											

近年のJST戦略的創造研究推進事業（ERATO）プロジェクト ※ナノテク・材料関連を抜粋

2013	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23
■ 安達分子エキシトン工学 研究総括：安達 千波矢(九州大学)										
■ 美濃島知的光シンセサイザ 研究総括：美濃島 薫(電気通信大学)										
■ 伊丹分子ナノカーボン 研究総括：伊丹 健一郎(名古屋大学)										
■ 磯部縮退 π 集積 研究総括：磯部 寛之(東京大学)										
	■ 百生量子ビーム位相イメージング 研究総括：百生 敦(東北大学)									
	■ 齊藤スピン量子整流 研究総括：齊藤 英治(東京大学)									
		■ 山元アトムハイブリッド 研究総括：山元 公寿(東京工業大学)								
			■ 中村巨視的量子機械 研究総括：中村 泰信(東京大学)							
					■ ニューロ分子技術 研究総括：浜地 格(京都大学)					

JST未来社会創造事業（MIRAI）

探索加速型	重点公募テーマ
<p>「超スマート社会の実現」領域 運営統括：前田 章（元日立製作所）</p>	<ul style="list-style-type: none"> • 多種・多様なコンポーネントを連携・協調させ、新たなサービスの創生を可能とするサービスプラットフォームの構築（2017年度-） • サイバー世界とフィジカル世界を結ぶモデリングとAI（2018年度-） • サイバーとフィジカルの高度な融合に向けたAI技術の革新（2019年度-）
<p>「持続可能な社会の実現」領域 運営統括：國枝 秀世（JST/名古屋大学）</p>	<ul style="list-style-type: none"> • 新たな資源循環サイクルを可能とするものづくりプロセスの革新（2017年度-） • 労働人口減少を克服する"社会活動寿命"の延伸と人の生産性を高める「知」の拡張の実現（2017年度-） • 将来の環境変化に対応する革新的な食料生産技術の創出（2018年度-） • モノの寿命の解明と延伸による使い続けられるものづくり（2019年度-）
<p>「世界一の安全・安心社会の実現」領域 運営統括：田中 健一（三菱電機）</p>	<ul style="list-style-type: none"> • ひとりひとりに届く危機対応ナビゲーターの構築（2017年度-） • ヒューメインなサービスインダストリーの創出（2017年度-） • 生活環境に潜む微量な危険物から解放された安全・安心・快適なまちの実現（2018年度-） • 食・運動・睡眠等日常行動の作用機序解明に基づくセルフマネジメント（2019年度-）
<p>「地球規模課題である低炭素社会の実現」領域 運営統括：橋本 和仁（NIMS）</p>	<ul style="list-style-type: none"> • 「ゲームチェンジングテクノロジー」による低炭素社会の実現（2017年度-）
<p>「共通基盤」領域 運営統括：長我部 信行（日立製作所）</p>	<ul style="list-style-type: none"> • 革新的な知や製品を創出する共通基盤システム・装置の実現（2018年度-）
大規模プロジェクト型	技術テーマ
<p>運営統括：林 善夫（JST）</p>	<ul style="list-style-type: none"> • 粒子加速器の革新的な小型化及び高エネルギー化につながるレーザープラズマ加速技術（2017年度-） • エネルギー損失の革新的な低減化につながる高温超電導線材接合技術（2017年度-） • 自己位置推定機器の革新的な高精度化及び小型化につながる量子慣性センサー技術（2017年度-） • 通信・タイムビジネスの市場獲得等につながる超高精度時間計測（2018年度-） • Society5.0の実現をもたらす革新的接着技術の開発（2018年度-） • 未来社会に必要な革新的水素液化技術（2018年度-） • センサ用独立電源として活用可能な革新的熱電変換技術（2019年度-）

近年のJST諸事業

※ナノテク・材料関連を抜粋

戦略的イノベーション創出推進プログラム (S-イノベ) 2009年度-

有機材料を基礎とした新規エレクトロニクス技術の開発	PO: 谷口 彬雄 (信州大)
フォトニクスポリマーによる先進情報通信技術の開発	PO: 宮田 清蔵 (農工大)
超伝導システムによる先進エネルギー・エレクトロニクス産業の創出	PO: 佐藤 謙一 (元住友電気工業)
スピン流を用いた新機能デバイス実現に向けた技術開発	PO: 安藤 功兒 (産総研)

国立研究開発法人を中核としたイノベーションハブの構築支援事業 2015年度-

情報統合型物質・材料開発イニシアティブ (MI ² I)	中核機関: NIMS
-----------------------------------------	------------

先端的低炭素化技術開発 (ALCA) 革新技術領域 2013年度-

太陽電池および太陽エネルギー利用システム	PO: 大須賀 篤弘 (京大)
超伝導システム	PO: 大崎 博之 (東大)
蓄電デバイス	PO: 逢坂 哲彌 (早大)
耐熱材料・鉄鋼リサイクル高性能材料	PO: 原田 幸明 (NIMS)
バイオテクノロジー	PO: 近藤 昭彦 (神戸大)
革新的省・創エネルギー化学プロセス	PO: 辰巳 敬 (NITE)
革新的省・創エネルギーシステム・デバイス	PO: 谷口 研二 (阪大)

産学共創基礎基盤研究プログラム 2010年度-

テラヘルツ波時代を切り拓く革新的基盤技術の創出	PO: 伊藤 弘昌 (東北大)
革新的構造用金属材料創製を目指したヘテロ構造制御に基づく新指導原理の構築	PO: 加藤 雅治 (新日鉄住金)
革新的次世代高性能磁石創製の指針構築	PO: 福永 博俊 (長崎大)

ACCEL

超活性固定化触媒開発に立脚した基幹化学プロセスの徹底効率化	魚住 泰弘 (分子研)
ダイヤモンド電極の物質科学と応用展開	栄長 泰明 (慶應大)
P S D法によるフレキシブル窒化物半導体デバイスの開発	藤岡 洋 (東大)
元素間融合を基軸とする物質開発と応用展開	北川 宏 (京大)
近接場結合集積技術による革新的情報処理システムの実現と応用展開	黒田 忠広 (慶應大)
濃厚ポリマーブラシのレジリエンス強化とトライボロジー応用	辻井 敬巨 (京大)
スローライト構造体を利用した非機械式ハイレゾ光レーダーの開発	馬場 俊彦 (横国大)
スーパーバイオイメージャーの開発	染谷 隆夫 (東大)
半導体を基軸としたテラヘルツ光科学と応用展開	田中 耕一郎 (京大)

近年の科学研究費補助金 大型費目 ※ナノテク・材料関連を抜粋

特別推進研究

国際的に高い評価を得ている研究であって、格段に優れた研究成果をもたらす可能性のある研究
(期間3～5年、1課題5億円程度を目安とするが、制限は設けない)

2014-2018年度

研究課題名	研究代表者名 (採択当時)
超高压力下の新物質科学：メガバルケミストリーの開拓	清水 克哉 (大阪大学)
ヒドロゲナーゼと光合成の融合によるエネルギー変換サイクルの創成	小江 誠司 (九州大学)
多機能なコヒーレントナノパルス提案とそれを用いた超高速・高効率光伝送技術	中沢 正隆 (東北大学)
半導体モリシク光波合成・任意ユニタリ変換光集積回路の創出	中野 義昭 (東京大学)
金属ナノ粒子による細胞内分子イメージング	河田 聡 (大阪大学)

2015-2019年度

研究課題名	研究代表者名 (採択当時)
サブフェムト秒分子イメージング	山内 薫 (東京大学)
光・電磁波に相関する相転移物質の創成と新機能	大越 慎一 (東京大学)
水を溶媒として活用する有機化学の革新	小林 修 (東京大学)
スピン軌道エンジニアリング	新田 淳作 (東北大学)
量子ドット-ナノ共振器多重量子結合系における固体量子電気力学探究と新ナノ光源創成	荒川 泰彦 (東京大学)
新材料・新界面統合設計戦略に基づく革新的エネルギー貯蔵システムの構築	山田 純夫 (東京大学)
スピンオービトロニクスの学理構築とデバイス展開	小野 輝男 (京都大学)

近年の科学研究費補助金 大型費目 ※ナノテク・材料関連を抜粋

特別推進研究

国際的に高い評価を得ている研究であって、格段に優れた研究成果をもたらす可能性のある研究
(期間3~5年、1課題5億円程度を目安とするが、制限は設けない)

2016-2020年度

研究課題名	研究代表者名 (採択当時)
アト秒精度の超高速コヒーレント制御を用いた量子多体ダイナミクスの探求	大森 賢治 (分子科学研究所)
小胞体糖修飾の統合的ケミカルバイオロジー	伊藤 幸成 (理化学研究所)
電子の走行と遷移が融合したテラヘルツ放射の解明によるデバイス限界の打破	浅田 雅洋 (東京工業大学)
化学機械応力に立脚する革新的な高性能触媒の創生	石原 達己 (九州大学)

2017-2021年度

研究課題名	研究代表者名 (採択当時)
分子活性化を基軸とする次世代型触媒反応の開発	茶谷 直人 (大阪大学)
炭素-水素結合活性化の化学の深化による有機合成技術の革新	三浦 雅博 (大阪大学)
スピントロニクスを用いた人工知能ハードウェアパラダイムの創成	大野 英男 (東北大学)
原子・イオンダイナミクスの超高分解能直接観察に基づく新材料創成	幾原 雄一 (東京大学)

2018-2022年度

研究課題名	研究代表者名 (採択当時)
時間領域多重2次元大規模連続量クラスター状態生成とその応用に関する研究	古澤 明 (東京大学)
光と物質の一体的量子動力学が生み出す新しい光誘起協同現象物質開拓への挑戦	腰原 伸也 (東京工業大学)
記憶力を有するラセン高分子の創成と究極機能の開拓	八島 栄次 (名古屋大学)
パルスを情報伝達担体とする超低電力 1 0 0 G H z 級超伝導量子デジタルシステムの探求	藤巻 朗 (名古屋大学)
半導体イントラセンター・フォトリソの開拓	藤原 康文 (大阪大学)

近年の科学研究費補助金 大型費目 ※ナノテク・材料関連を抜粋

特別推進研究

国際的に高い評価を得ている研究であって、格段に優れた研究成果をもたらす可能性のある研究
(期間3～5年、1課題5億円程度を目安とするが、制限は設けない)

2019-2023年度

研究課題名	研究代表者名 (採択当時)
分子組織化に立脚した革新的医薬品の分子設計	長崎 幸夫 (筑波大学)
分子および分子集合体の動的挙動研究のための分子電子顕微鏡技術の開発	中村 栄一 (東京大学)
二次元共役ポリマー、配位ナノシートの創製とヘテロ構造化による高次機能発現	西原 寛 (東京大学)
空間捕捉によるタンパク質の構造・機能制御および高効率構造解析	藤田 誠 (東京大学)
未踏分子ナノカーボンの創製	伊丹 健一郎 (名古屋大学)
ナノ物質科学と強電場非線形光学の融合によるフォトニクスの新展開	金光 義彦 (京都大学)

近年の科学研究費補助金 大型費目 ※ナノテク・材料関連を抜粋

新学術領域研究(研究領域提案型)

研究者又は研究者グループより提案された、我が国の学術水準の向上・強化につながる新たな研究領域について共同研究や研究人材の育成等の取り組みを通じて発展させることを目的とする
(期間5年、単年度当たりの目安1領域1,000万円～3億円程度)

2014-2018年度

研究領域名	領域代表者名
n造形科学: 電子と構造のダイナミズム制御による新機能創出	福島 孝典 (東京工業大学)
ナノスピントロニクス	大谷 義近 (東京大学)
3D活性サイト科学	大門 寛 (奈良先端科学技術大学院大学)
高次複合光応答分子システムの開拓と学理の構築	宮坂 博 (大阪大学)

2015-2019年度

研究領域名	領域代表者名
トポロジーが紡ぐ物質科学のフロンティア	川上 則雄 (京都大学)
高難度物質変換反応の開発を指向した精密制御反応場の創出	真島 和志 (大阪大学)
ハイブリッド量子科学	平山 祥郎 (東北大学)
J-Physics: 多極子伝導系の物理	播磨 尚朝 (神戸大学)
反応集積化が導く中分子戦略: 高次生物機能分子の創製	深瀬 浩一 (大阪大学)

新学術領域研究(研究領域提案型)

研究者又は研究者グループより提案された、我が国の学術水準の向上・強化につながる新たな研究領域について共同研究や研究人材の育成等の取り組みを通じて発展させることを目的とする
(期間5年、単年度当たりの目安1領域1,000万円～3億円程度)

2016-2020年度

研究領域名	領域代表者名
特異構造の結晶科学：完全性と不完全性の協奏で拓く新機能エレクトロニクス	藤岡 洋（東京大学）
配位アシンメトリー：非対称配位圏設計と異方集積化が拓く新物質科学	塩谷 光彦（東京大学）
光圧によるナノ物質操作と秩序の創生	石原 一（大阪府立大学）
複合アニオン化合物の創製と新機能	陰山 洋（京都大学）

2017-2021年度

研究領域名	領域代表者名
次世代物質探索のための離散幾何学	小谷 元子（東北大学）
ソフトクリスタル：高秩序で柔軟な応答系の学理と光機能	加藤 昌子（北海道大学）
分子夾雑の生命化学	浜地 格（京都大学）
分子合成オンデマンドを実現するハイブリッド触媒系の創製	金井 求（東京大学）
光合成分子機構の学理解明と時空間制御による革新的光-物質変換系の創製	沈 建仁（岡山大学）

近年の科学研究費補助金 大型費目 ※ナノテク・材料関連を抜粋

新学術領域研究(研究領域提案型)

研究者又は研究者グループより提案された、我が国の学術水準の向上・強化につながる新たな研究領域について共同研究や研究人材の育成等の取り組みを通じて発展させることを目的とする
(期間5年、単年度当たりの目安1領域1,000万円～3億円程度)

2018-2022年度

研究領域名	領域代表者名
ハイドロジェノミクス：高次水素機能による革新的材料・デバイス・反応プロセスの創成	折茂 慎一（東北大学）
ミルフィーユ構造の材料科学-新強化原理に基づく次世代構造材料の創製-	阿部 英司（東京大学）
量子クラスターで読み解く物質の階層構造	中村 隆司（東京工業大学）
ハイエントロピー合金：元素の多様性と不均一性に基づく新しい材料の学理	乾 晴行（京都大学）
ソフトロボット学の創成：機電・物質・生体情報の有機的融合	鈴森 康一（東京工業大学）
発動分子科学：エネルギー変換が拓く自律的機能の設計	金原 数（東京工業大学）
シンギュラリティ生物学	永井 健治（大阪大学）

2019-2023年度

研究領域名	領域代表者名
量子液晶の物性科学	芝内 孝禎（東京大学）
機能コアの材料科学	松永 克志（名古屋大学）
水圏機能材料：環境に調和・応答するマテリアル構築学の創成	加藤 隆史（東京大学）
ハイパーマテリアル：補空間が創る新物質科学	田村 隆治（東京理科大学）
蓄電固体デバイスの創成に向けた界面イオンダイナミクスの科学	入山 恭寿（名古屋大学）