

第3期科学技術基本計画に向けた
文部科学省における
ナノテクノロジー・材料分野の今後の方向性について

(案)

平成17年12月7日

文部科学省 研究振興局
基礎基盤研究課 材料開発推進室

基本政策答申(案)・構成

第1章 基本理念

- 科学技術をめぐる諸情勢
- 第3期基本計画における**基本姿勢**
- 科学技術政策の**理念と政策目標**
- 政府研究開発**投資の目標**

第2章 科学技術の戦略的重点化

- **基礎研究**の推進
- 政策課題対応型研究開発における**重点化**
- **分野別推進戦略**の策定及び
実施に当たり考慮すべき事項

第3章 科学技術システム改革

- **人材**の育成、確保、活躍の促進
- 科学の発展と絶えざる**イノベーション**の創出
- 科学技術振興のための**基盤**の強化
- **国際活動**の戦略的推進

第4章 社会・国民に支持される科学技術

- 倫理的・法的・社会的課題への責任ある取組
- 科学技術に関する**説明責任と情報発信**の強化
- 科学技術に関する**国民意識の醸成**
- 国民の科学技術への主体的な参加の促進

第5章 総合科学技術会議の役割

- 政府研究開発の**効果的・効率的促進**
- **制度・運用上の隘路の解消**
- 科学技術基本計画の適切なフォローアップと進捗の促進 等

第1章 基本理念

【基本姿勢】

- ① **社会・国民**に支持され、**成果を還元**する科学技術
- ② **人材育成と競争的環境の重視**
～ モノから人へ、機関における個人の重視

【政策目標の明確化】

6つの大目標、12の中目標に向けて科学技術政策を推進し、
成果実現と説明責任を強化

<理念1> **人類の英知**を生む

<大目標1>

飛躍知の発見・発明

～未来を切り拓く多様な知識の蓄積・創造

- (1) 新しい原理・現象の発見・解明
- (2) 非連続な技術革新の源泉となる知識の創造

<理念2> **国力の源泉**を創る

<大目標3>

環境と経済の両立

～環境と経済を両立し持続可能な発展を実現

- (4) 地球温暖化・エネルギー問題の克服
- (5) 環境と調和する循環型社会の実現

<理念3> **健康と安全**を守る

<大目標5>

生涯はつらつ生活

～子供から高齢者まで健康な日本を実現

- (9) 国民を悩ます病の克服
- (10) 誰もが元気に暮らせる社会の実現

<大目標2>

科学技術の限界突破

～人類の夢への挑戦と実現

- (3) 世界最高水準のプロジェクトによる科学技術の牽引

<大目標4>

イノベーター日本

～革新を続ける強靱な経済・産業を実現

- (6) 世界を魅了するユビキタスネット社会の実現
- (7) ものづくりナンバーワン国家の実現
- (8) 科学技術により世界を勝ち抜く産業競争力の強化

<大目標6>

安全が誇りとなる国

～世界一安全な国・日本を実現

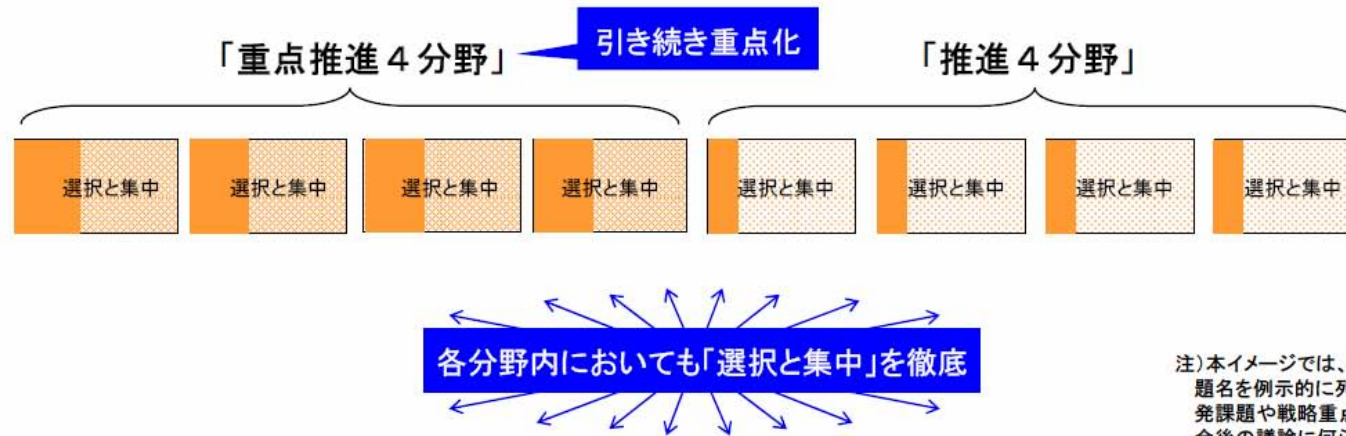
- (11) 国土と社会の安全確保
- (12) 暮らしの安全確保

第2章 科学技術の戦略的重点化

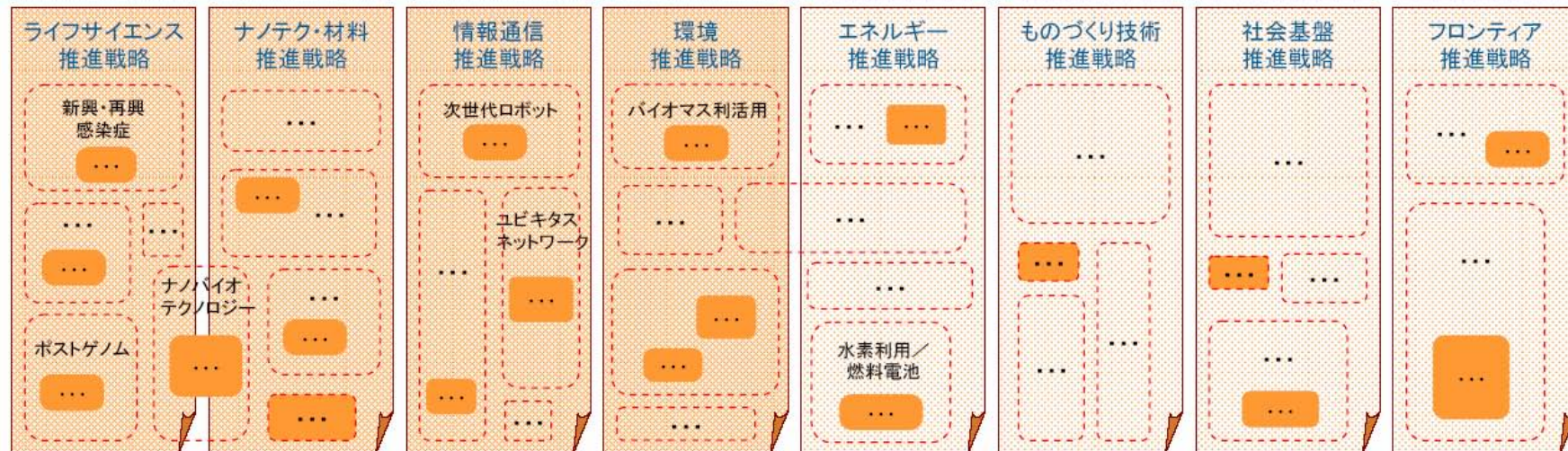
- **投資の選択と集中** の徹底により、限られた財政資源を有効に活用
 - 多様な知と革新をもたらす**基礎研究**
～ 一定の資源を確保して着実に推進
 - **重点推進4分野** (ライフサイエンス、情報通信、環境、ナノテクノロジー・材料)
～ 選択と集中の上、引き続き優先的に資源配分
 - **推進4分野** (エネルギー、ものづくり技術、社会基盤、フロンティア)
～ 選択と集中を徹底
- とりわけ、5年間に予算を重点配分する対象を絞り込み、投資を集中(=「**戦略重点科学技術**」)
- 特に、国主導の長期・大規模プロジェクトは、「**国家基幹技術**」として精選、厳正な評価等を実施

第3期基本計画における戦略的重点化のイメージ

～ 分野別推進戦略における重要な研究開発課題の選定と「戦略重点科学技術」の絞り込み ～



注)本イメージでは、科学技術連携施策群の課題名を例示的に列記しているが、重要研究開発課題や戦略重点科学技術の選定について、今後の議論に何ら予見を与えるものではない。



- ① 社会的課題を早急に解決するために次期5年間に集中投資する必要があるもの
- ② 国際的な科学技術競争に勝ち抜くために次期5年間に集中投資する必要があるもの
- ③ 国家的な基幹技術(「**国家基幹技術**」)として次期5年間に集中投資する必要があるもの

(参考)

「『科学技術に関する基本政策について』に対する答申(案)」

(平成17年11月28日 総合科学技術会議)より抜粋

【重要な研究開発課題の選定の考え方】

- ①科学的インパクト、経済的インパクト、社会的インパクトを軸とした将来的な波及効果を客観的に評価
- ②我が国の国際的な科学技術の位置・水準を明確に認識(ベンチマーク)した上で投資の必要性を明確化
- ③各々の研究開発の段階に応じて、本計画で設定された政策目標達成への貢献度、達成までの道筋等の観点から、投資の必要性を明確化
- ④官民の役割を踏まえ、研究開発リスク、官民の補完性、公共性等の観点から、投資の必要性を明確化

【戦略重点科学技術の選定の考え方】

- ①社会的課題を早急に解決するために選定されるもの
 - －社会・国民のニーズ(安全・安心面への不安等)に対し、集中投資をすることにより、科学技術からの解決策を明確に示していく必要があるもの
- ②国際的な科学技術競争を勝ち抜くために選定されるもの
 - －国際的な競争状態及びイノベーションの発展段階を踏まえると、集中投資・成果達成が国際競争に勝ち抜く上で不可欠であり、不作為の場合の5年間のギャップを取り戻すことが困難なもの
- ③国家的な基幹技術として選定されるもの
 - －国が主導する一貫した推進体制の下で実施され世界をリードする人材育成にも資する長期的かつ大規模なプロジェクトにおいて、経済社会上の効果を最大化するために集中的な投資が必要なもの

文部科学省のナノテクノロジー・材料分野の重点事項について

H18年度概算要求額： 30,881百万円
H17年度予算額： 28,350百万円

平成18年度予算の重点化の視点 資源配分方針(CSTP)、ナノテクサミット大会宣言(ナノ議連等)などを踏まえ、
○基礎研究の一層の強化 ○これまでの基礎研究の成果を生かした、実用化を見据えた明確な目標設定にもとづく研究開発の推進
○他分野との融合研究領域の研究開発の推進 ○機関・分野を超えた横断的かつ総合的な支援の推進


●先端的・革新的な研究開発の推進 5,409百万円(4,237百万円)

ナノテクノロジー・材料を中心とした融合新興分野研究開発 2,191百万円(1,450百万円)

- ・シーズを持った大学等と実用化を見据えた明確な目標設定を持った企業とを組み合わせた戦略的な産学官連携の研究を推進
- ・ナノテクノロジー・材料を中心として、環境負荷を大幅に低減するナノ環境機能触媒を開発するなど、世界標準につながることを期待される融合研究領域における産学連携による研究開発を強力に推進

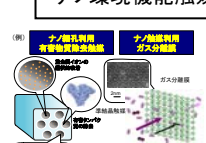
<新たに想定される研究領域例>

光速度制御技術



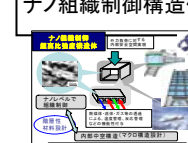
光による情報蓄積を可能とする光速度制御技術の開発

ナノ環境機能触媒



ナノスケールで構造制御された革新的触媒で環境負荷を大幅に低減

ナノ組織制御構造体



ナノスケールで材料組織を制御して輸送機等の軽量化・CO₂排出削減

- ・平成17年度から実施される産学官連携による「非シリコン系演算デバイス」、「超高密度情報メモリ」の開発や、「ナノバイオテクノロジー研究拠点形成」を着実に推進

経済活性化のための研究開発プロジェクトの着実な推進

新しい原理のデバイス開発、人工臓器の開発、計測・分析・評価機器の開発(核磁気共鳴装置や電子顕微鏡の要素技術開発等) 等

「ナノテクノロジー分野別バーチャルラボ」の着実な推進

JSTの戦略創造研究開発推進事業を活用、概ね10年後の実用化を展望した挑戦的研究を推進

科学技術連携施策群「ナノバイオテクノロジー」、府省連携プロジェクト「革新的構造材料」の着実な推進



等

支援

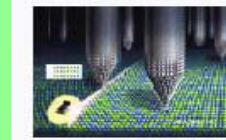
●大学・独立行政法人等における独創的・先端的研究の推進 23,280百万円(21,720百万円)

独立行政法人物質・材料研究機構における研究の推進

「ナノテクノロジーを活用する新物質・新材料の創成のための研究」等の推進

個人の独創性を重視した基礎的・萌芽的な研究の推進

科学研究費補助金 等



ナノテクノロジー分野における人材の育成・確保

- ナノテクノロジー総合支援プロジェクトによるサマースクール(大学院修士、博士課程対象)、若手研究者国際交流
- 科学技術振興調整費「新興分野人材養成」(大学院修士課程、社会人対象)

基盤的研究

先端計測分析機器開発(ナノ関係)、ナノ分野の統合シミュレーションソフトウェアの開発

●機関・分野を超えた横断的かつ総合的な支援
ナノテクノロジー総合支援プロジェクト
最先端の大型施設・特殊設備の活用及び技術支援
情報収集・発信及び研究者の交流促進

2,192百万円
(2,393百万円)

文部科学省におけるナノテクノロジー・材料分野の方向性

『我が国の中長期的なナノテクノロジー・材料分野の研究開発の方向性』
に関する報告書(ナノテクノロジー・材料委員会 平成17年1月)等より

基礎研究の一層の推進等

- ・ 基礎研究は人類の知的資産の拡充に貢献し、同時に世界最高水準の研究成果や経済社会を支える革新的技術などのブレークスルーをもたらす。
- ・ 特に、ナノテクノロジー・材料分野は、我国が長年基礎的に取り組んできた分野で、様々な蓄積を有しており、今後とも引き続き基礎研究を一層重視し、幅広く、着実に、かつ持続的に推進していくことが必要。



(次ページ参照)

ナノテクノロジー分野における基礎研究の推進について

基礎研究の推進に関する現在の取組状況

①科学研究費補助金(ナノテクノロジー・材料分野の予算推移)

	平成15年度	平成16年度	平成17年度
予算額(億円)	154/1263(12.2%)	190/1467(13.0%)	214/1499(14.2%)
課題数(件)	3738/38848(9.6%)	4049/42617(9.5%)	4515/44894(10.0%)

②JST戦略的創造研究推進事業

・ナノテクノロジー分野別バーチャルラボ(H14~H19)
10領域,117課題(チーム型:93課題、個人型24課題)を実施

・「構造機能と制御」(個人型研究(さきがけ))
プログラムされたビルドアップ型ナノ構造の構築と機能の探索を
戦略目標とし、H17より、14課題を実施

③ナノテクノロジー・材料を中心とした融合新興分野研究開発(H17~)

これまでの**基礎研究の成果であるシーズ技術を生かして**、公募により、融合領域の研究を推進

- ・**産学官連携型**:「非シリコン系材料を基盤とした演算デバイス」、
「超高密度情報メモリ」
- ・**研究拠点成型型**:「バイオナノテクノロジー研究拠点の形成」

④ナノテクノロジー総合支援プロジェクト(H14~H18)

- ・通常利用できない**大型・特殊設備の利用機会を提供**
- ・**最先端の学術的研究など幅広くサポート**

<支援実績件数(H14~H16)>

1,222件(大学支援件数)/2,073件(総支援件数)

基礎研究の推進に関する今後の取組

○科学研究費補助金、戦略的創造研究推進事業等、競争的資金の拡充

→ **大学等における基礎研究の更なる推進**

○ナノテクノロジー分野別バーチャルラボの充実

H17に中間評価を実施。その結果を踏まえ、ナノテク・材料分野の**基礎研究の多様性が図られるよう検討**。

○ナノテクノロジー・材料を中心とした融合新興分野研究開発の拡充(H18概算要求額22億円((H17予算額15億円))

産学連携の**3領域を新たに設定し、公募を実施**。

領域例:「光速度制御技術」、「ナノ環境機能触媒」、
「ナノ組織制御構造体」

→ **中長期的な基礎、基盤研究の更なる推進**

○ナノテクノロジー総合支援プロジェクトの充実

大学における基礎研究の推進に更に資するよう、最先端施設・設備、研究支援領域、多様な利用形態を促進する運営体制等に留意しつつ、**H19以降の制度設計について検討**

重点領域の設定

『我が国の中長期的なナノテクノロジー・材料分野の研究開発の方向性』に関する報告書
(平成17年1月 ナノテクノロジー・材料委員会)より抜粋


情報通信、ライフサイエンス、環境・エネルギーなど幅広い応用可能性を有した分野において、ナノテクノロジー・材料分野の研究成果を用いて、新しい材料・デバイスを産み出すとともに、それらの実現のための微細領域での観測・評価・造形といった基盤技術の推進が必要。

<視点>

【基盤技術の重要性】 ナノ領域の特質の詳細な知見が明らかになりつつあり、ナノ領域の特質を最大限に引き出すための計測、分析、造形、シミュレーション、モデリングなどの基盤技術の推進が必要。これらの基盤領域は、日本発の技術が多く、日本の技術力が高いことから、より一層の推進が重要。

【融合領域の重要性】 ナノ領域の知見の拡大により、幅広い応用可能性を有した分野への、ナノ技術・知見の融合が革新的な研究成果を生み出す可能性が増大していることを踏まえ、融合領域における新しい学問領域の構築や、融合領域における研究開発のより一層の推進が重要。

【材料研究の重要性】 ナノ領域の研究に基づき得られた知見や技術をもとにすることで、革新的な機能を有する材料研究の展開の可能性が拓けており、材料研究の推進がこれまで以上に重要

- 
- 情報通信分野
量子による情報通信原理、分子・バイオ・スピンエレクトロニクス、高度次世代エレクトロニクス
 - ライフサイエンス分野
バイオナノテクノロジー、(分子・バイオ・スピンエレクトロニクス)
 - 環境エネルギー分野
環境・エネルギーナノ材料
 - 基盤技術分野
ナノ構造制御・新規物質材料の創製技術,ナノ計測・分析・造形技術,ナノ材料モデリング・シミュレーション

ナノテクノロジー・材料分野における目標とする社会の実現に貢献するテクノロジー・工学、サイエンス

目標とする社会

持続的発展可能な社会・個々人が安全安心のもと豊かに生活できる社会

目標とする社会の構成要素

産業の発展

エネルギーの確保

自然環境の保護

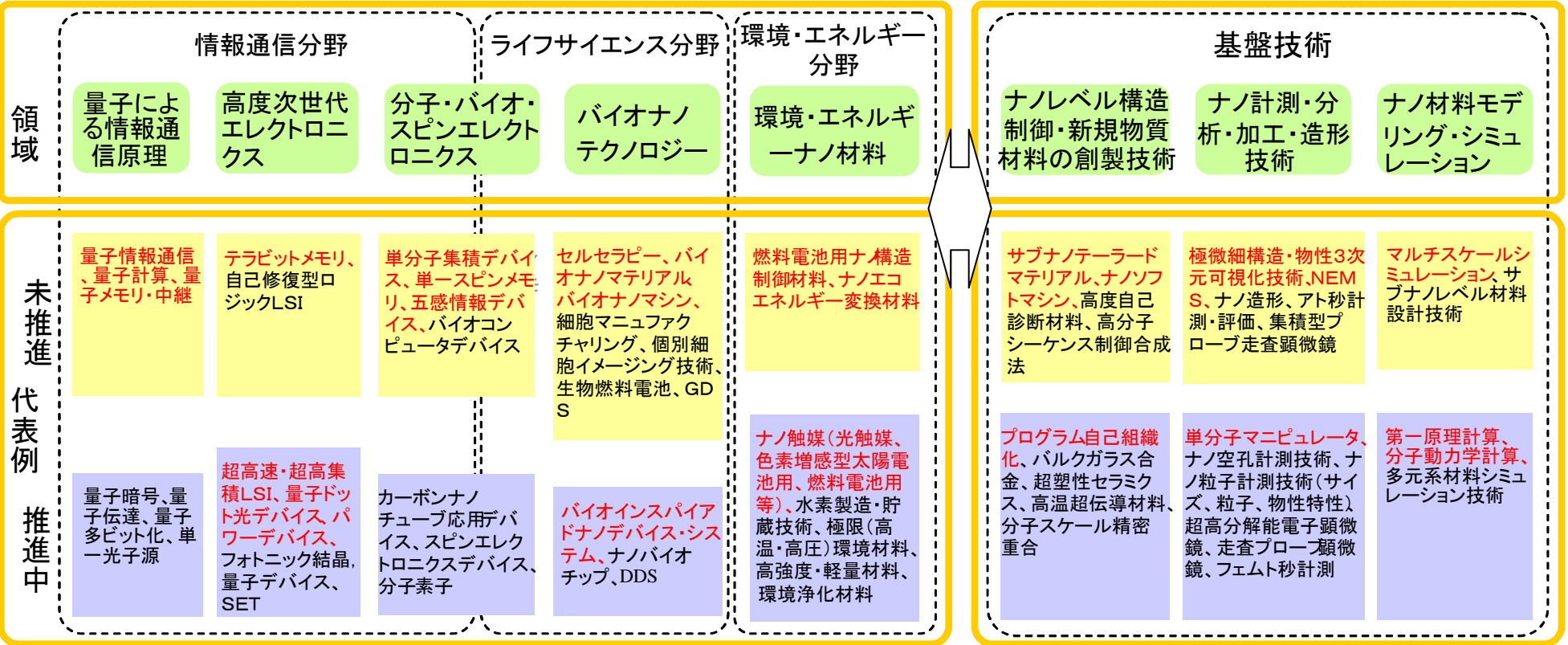
ユビキタスなシステム

安心・快適な衣食住

良質な医療

国際社会への貢献

テクノロジー・工学



赤字: 本文に記載した代表例

サイエンス



重点領域の例

重点領域の例の抽出

「第3期科学技術基本計画の重要政策(中間とりまとめ)」

(平成17年4月8日 科学技術・学術審議会 基本計画特別委員会)より抜粋

- ① 科学技術政策研究所の「科学技術の中長期的発展に係る俯瞰的予測調査(デルファイ調査)」において、科学技術の全分野を網羅する130領域を設定し、産学官の約2,700人の研究者・技術者が各領域の重要性、政府の関与の必要性等を評価。
- ② その妥当性を科学技術・学術審議会の各分野別委員会において検討。併せて、科学技術振興機構においても独自に検討を実施し、領域の選定に当たって考慮。
- ③ この結果、以下の約30の重点領域の例が抽出された。ほとんどが重点4分野及びこれらの融合領域となった。

<重点領域の例>

【ライフサイエンス】

高齢化社会に向けた医療・創薬、ポストゲノム研究、ゲノム創薬研究、オーダーメイド医療などの新規医療技術、再生医療、脳研究、新興・再興感染症研究、食糧・環境問題に関する植物研究、分子イメージング

【ナノテクノロジー・材料】ナノ計測・分析・造型技術、ナノレベル構造制御・新規物質材料創製技術、量子による情報通信原理、高度次世代エレクトロニクス

【情報通信】

大規模・高信頼・高安全・強固なソフトウェア技術、超大規模情報処理、ユニバーサルコミュニケーション技術

【環境】

地球温暖化研究、地球規模水循環研究、循環型社会システム設計研究

【融合領域】

光・光量子科学技術(ナノ/IT)、環境・エネルギーナノ材料(ナノ/環境)、分子・バイオ・スピンエレクトロニクス(ナノ/ライフ/IT)、ナノ・バイオロジー(ナノ/ライフ)、バイオインフォマティクス/システムバイオロジー(ライフ/IT)、量子ビーム(ナノ/ライフ)

【上記以外】

ロボット技術、燃料電池、衛星基盤技術

研究体制等について

「『我が国の中長期的なナノテクノロジー・材料分野の研究開発の方向性』に関する報告書」
(平成17年1月 ナノテクノロジー・材料委員会)より抜粋

○研究開発の促進に向けた戦略的なユーザーファシリティの拡充

- ・ 世界トップレベルの研究開発力を達成し、維持していくためには、最先端のユーザーファシリティを戦略的に拡充していくことが必要。
- ・ また、ナノテクノロジー・材料分野全般を支える基盤となるナノ計測・分析技術のうち、国家レベルの取組が必要となる大型研究開発施設(中性子線、X線レーザなど)の整備・運用について検討を開始すること、物質の性質を理解し設計する上で益々重要となっているナノ材料モデリング・シミュレーションを飛躍的に向上させるために、スーパーコンピュータの整備などを行うことが必要。

平成18年度で当初の計画期間を終了する「ナノテクノロジー総合支援プロジェクト」で蓄積された設備・経験を効果的に活用し、平成19年度から最先端施設・設備を有するユーザーファシリティの拡充を目指す。そのため、次期「ナノテクノロジー総合支援プロジェクト」の制度設計について、研究支援領域、多様な利用形態を促進する運営体制等にしつつ、平成18年3月末までにその方向性を示す。(参考資料1参照)



○ナノテクノロジー・材料分野の人材育成

- ・ ナノテクノロジー・材料分野は、21世紀の科学技術・学術の大きな飛躍が期待される科学技術分野であり、産学官のリーダーとなる若手研究者の育成を、我が国として開始することが求められている。このため、若手研究者の欧米諸国等との国際交流を推進するとともに、当該分野における人材育成には、幅広い学問分野を横断・包含する新しい教育システムを早急に構築することが必要。



(参考資料2参照)

○研究拠点の設置とネットワークの形成

- ・ 世界で戦略的に取り組まれており、社会的・政策的ニーズが強く求められ、我が国において今後重点的にすすめていくべき研究領域において、国内外から先鋭的な研究者が一堂に会し、研究者間のシナジー効果が発揮される研究体制を構築した世界に開かれた研究拠点を形成することが必要。
- ・ また、ユーザーファシリティや当該研究拠点を核に、国内外の研究者を有機的にネットワークで結ぶことが必要。



平成17年度から実施している「ナノテクノロジー・材料を中心とした融合新興分野研究開発」の研究拠点形成型「バイオナノテクノロジー研究拠点の形成」を引き続き推進

平成18年度科学技術振興調整費「先端融合領域イノベーション創出拠点事業」を実施予定

○産学官連携の強化

- ・ ナノテクノロジー・材料分野における研究成果は、現時点では萌芽的な技術が多いため、今後、産業化に向けて基礎研究と実用化をつなげていくことが必要。シーズ技術を有する学と実用化を見据えた明確なビジョンを有する産を組み合わせた産学官連携の研究体制を構築することにより、研究開発を推進し、世界に先駆けて技術革新を創出することが必要。



平成17年度から実施している「ナノテクノロジー・材料を中心とした融合新興分野研究開発」の産学官連携型「非シリコンデバイス系材料を基盤とした演算デバイスの開発」、「超高密度情報メモリの開発」を引き続き推進するとともに、18年度から新たな課題を実施予定

責任ある研究開発の考え方

『我が国の中長期的なナノテクノロジー・材料分野の研究開発の方向性』に関する報告書
(平成17年1月 ナノテクノロジー・材料委員会)より抜粋

○ナノテクノロジーの社会的影響に関する検討

- ・ ナノテクノロジーは、新しい学問・新しい産業につながる科学技術領域であり、社会経済の発展、人々の生活水準の向上などへの貢献は非常に大きいものと期待されている。その一方で、工業的利用、医療応用などで、人、環境、社会に影響を及ぼす可能性も指摘されるとともに、その産業利用における国際標準化などの動きにつながっていくことも考えられる。
- ・ 既に欧米諸国では、ナノテクノロジーの社会的影響に関する検討や研究、国際的な対話が始まっていることを踏まえ、以下について、総合的・戦略的に推進していく必要がある。
 1. 社会的事項
ナノ粒子等の安全性に関する研究、リスクアセスメント、倫理面や環境面等の検討
 2. 国際的枠組みへの参画
ナノテクノロジーの社会的影響に関する多くの情報の共有化、ナノ粒子等のリスクアセスメントの国際標準化などの検討



(次ページ参照)

ナノテクノロジーの社会的影響に関する取組み

現状

1. 科学技術振興調整費「ナノテクノロジーの社会受容促進に関する調査研究」(2005)
 - 5WG ナノマテリアルのリスク管理手法: 産業技術総合研究所
 - ナノマテリアルの健康影響: 国立医薬品食品衛生研究所
 - ナノマテリアルの環境影響: 国立環境研究所、産業医科大学
 - ナノテクノロジーの倫理・社会影響: 物質・材料研究機構、名古屋大学、横浜国立大学
 - ナノテクノロジーの社会受容性促進のための技術評価・経済効果: 産業技術総合研究所ほか
2. 文部科学省ナノテクノロジー総合支援プロジェクトセンター
 - ・文献調査「ナノ材料が人体・環境に及ぼす影響に関する文献調査報告」(平成17年3月)
 - ・海外調査、関係シンポジウム参加による情報収集(米国、欧州、アジア)
 - ・関係分野の講師による勉強会
3. 科学技術・学術審議会基本計画特別委員会「第3期科学技術基本計画の重要施策(中間とりまとめ)」(平成17年4月)及びナノテクノロジー・材料委員会「我が国の中長期的なナノテクノロジー・材料分野の研究開発の方向性に関する報告書」(平成17年1月)において、取組みの検討の必要性について言及
4. 国際的対応
 - ・ナノテクノロジーの責任ある研究開発のための非公式会合(25カ国科学技術政策関係者の会合。平成16年6月に米国、平成17年7月にベルギーにて開催。)
 - ・OECDグローバルサイエンスフォーラム

今後の取組み

<文部科学省>

1. 科学的知識基盤の構築

ナノ粒子の界面上や生体内の挙動の解明、ナノ構造体の生体機能への影響等に着眼した科学的知識基盤を構築する研究の実施

2. ナノ材料が人体・環境に及ぼす影響に関する研究の文献調査、海外調査等による情報収集の実施(文科省ナノテクノロジー総合支援プロジェクトセンター)

<物質・材料研究機構>

・次期中期計画において、ナノテクノロジー・材料分野における材料情報基盤、標準化、社会的影響評価等の系統的な評価解析に基づく知的基盤を整備するため、ナノテクノロジーの倫理的・社会的影響のリスク管理手法の構築等に取り組む予定

<国際的な取組みへの対応>

・ナノテクノロジーの責任ある研究開発のための非公式会合の開催(前述。平成18年は日本で6月に開催予定。産業技術総合研究所、物質・材料研究機構を中心に準備中。)

・OECD、ユネスコ(ナノテクと倫理)等の国際機関におけるナノテクノロジーの社会的影響に関するフォーラムへの参画、情報収集等

今期(2002~2006年度)の取り組み

新世紀重点研究創成プラン(RR2002)の一環

(研究開発分野における構造改革に資するため、国家的な研究開発課題について、産学官の最も能力の高い研究機関を結集し、国家的・社会的課題に対応した研究開発プロジェクト)

内容: ナノテク推進のためのインフラ活用と整備

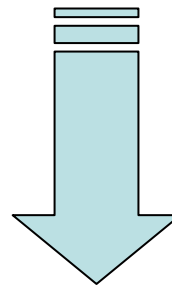
- 1) 利用希望の高かった超高压電顕、放射光、極微細加工造形、分子合成解析の4領域を設け、パラレルに無料で。
- 2) 世界に類のない高度な支援
- 3) ナノ支援センターによる情報収集、交換等。
- 4) 予算規模: 20~30億円/年

高い評価

- 1) 発展的に継続すべし(中間評価)
- 2) 裾野拡大とインフラ整備に貢献(JSTトップ有識者会談)

ナノテクノロジー・材料分野の状況:

- 1) ナノ・アトムレベルでの分析・解析技術の進展
- 2) ナノテクノロジーが社会に広く浸透
- 3) 一方で、ナノテクノロジーはものづくりそのものであり、簡単に成果の出る分野ではなく、地道で継続的な取り組みが必要。



諸外国の状況:

- 1) 米国: NNUNからNNIN(2004-2009)へ。さらに第2次NNI戦略計画(2006-2010)による世界クラスのR&Dプログラムの維持。
- 2) EU: Nanotechnology Action Plan for Europe 2005-2009 インフラ構築(Minatech)
- 3) 韓国: National Nanofab Center の設立。

【基本的視点】

○ナノテク・材料分野の基礎研究の多様性のさらなる促進 ○イノベーションにつなげる実用化に向けた支援への展開

【各論】

○研究支援機能

- ・高度支援の発展的継続
 - 支援施設・設備の拡充(ユーザーファシリティ、ファウンドリー機能の戦略的拡充等)
- ・開発済み・開発中の先端機器の活用・試用
- ・実用化に向けた支援
 - 素材からプロトタイプ作製までを視野に
 - ・秘密保持、知的財産への取り組みの整備
 - ・中小企業、ベンチャーへの対応。地方公設試等との連携

○支援課題選定の方法

- 機関による選定+政策目標を考慮して国による重点領域の設定

○利用者負担の考え方

- 委託事業である限り、徴収した料金は委託元である国に帰属
- ・消耗品等の実費負担

○人材育成機能

- 別紙(参考資料2)参照

○支援形態のあり方

- 利用者のニーズ、地域バランス、地域の特色等を踏まえた支援形態のあり方

ナノテクノロジー総合支援プロジェクト

事業概要:平成18年度概算要求額 :21.9億円 (平成17年度予算額:24億円)
 我が国におけるナノテクノロジーを戦略的に推進することを目指し、最先端の施設・設備の外部 研究者への利用の機会の拡大、最新の国内外の情報提供などにより、産学官の幅広いナノテクノロジー研究者のニーズに応え、総合的に研究活動の支援を着実に推進する。
 引き続き、平成18年度は、大型・特殊な最先端の施設・設備を、それらを有する機関がナノテクノロジー研究に携わる産学官の外部研究者に対して利用機会を提供し、極微細加工や観測・評価等の高度な技術支援を行う。また、情報収集・発信、研究者の交流促進等、我が国のナノテクノロジー研究者を総合的に支援するとともに、国際的なリーダーシップを発揮する人材を育成する。

運営委員会(アドバイザリー会議)

**情報収集・発信及び
研究者の交流促進その他の支援**
 ホームページ等による情報収集・発信
 シンポジウム、ワークショップ、人材育成
 研究者国際交流、普及啓発、各種相談窓口

**ナノテクノロジー
総合支援プロジェクトセンター
(物質・材料研究機構)**



**最先端の大型施設・特殊設備の
活用及び技術支援**



超高压透過型電子顕微鏡グループ
 東北大学、物質・材料研究機構、大阪大学、九州大学

極微細加工・造形グループ
 産業技術総合研究所、早稲田大学、東京工業大学、大阪大学、広島大学

放射光グループ
 SPring-8(高輝度光科学研究センター、日本原子力研究所、物質・材料研究機構)、立命館大学

分子・物質総合設計・解析グループ
 自然科学研究機構分子科学研究所、京都大学、九州大学

(下線はグループ幹事機関)

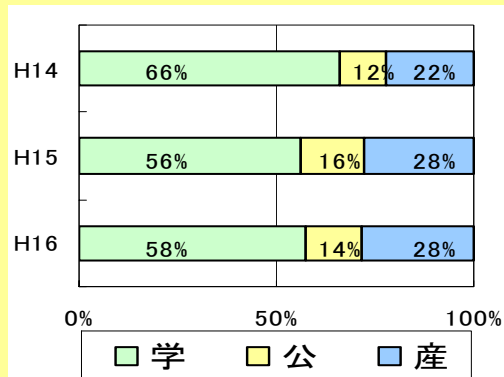
ナノテクノロジー総合支援プロジェクトの実績

支援実施実績

支援実施件数<上段は平成16年度。>は平成15年度。()は平成14年度)

	大学	公的研究機関	企業	合計
超高圧透過型電子顕微鏡グループ	92 <97> (81)	15 <23> (20)	32 <35> (30)	139 <155> (131)
極微細加工・造形グループ	100 <106> (66)	61 <49> (16)	98 <102> (34)	259 <257> (116)
放射光グループ	75 <88> (92)	13 <16> (13)	30 <30> (10)	118 <134> (115)
分子・物質総合合成・解析グループ	182 <157> (94)	20 <39> (11)	59 <57> (38)	261 <253> (143)
合計	449 <448> (333)	109 <127> (60)	219 <224> (112)	777 <799> (505)

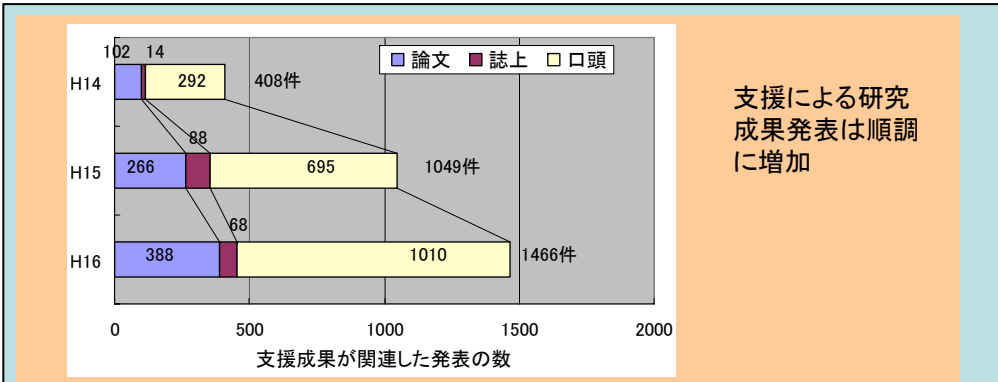
支援件数は昨年度とほぼ同じ800件弱。より高度で質の高い支援が増加している。



支援利用者の所属

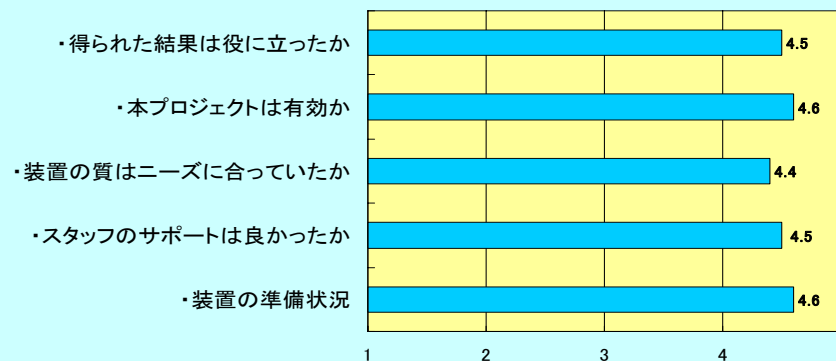
プロジェクト開始当初と比較して産業界からの利用が増加。約30%に達している。

特許申請は15年度までに66件。16年度は50件で、着実に増加。



支援による研究成果発表は順調に増加

利用者満足度調査結果(抜粋)



5段階で評価(5:非常に良い、4:良い、3:普通、2:悪い、1:非常に悪い)
アンケート総数1304、回答数767、回答率58.8%

ナノテクノロジー総合支援プロジェクトセンターの活動

- ・研究者間ネットワーク構築: ナノテクノロジー総合シンポジウムを開催。平成17年度は国際会議として海外の講演者8名を招聘。869名が参加。
- ・人材育成: 新たに、大学院生を対象としてナノテクノロジーサマースクール「量子効果素子の物理」を開催。(33名が参加)。若手研究者国際交流(日米、日英、日瑞)を継続して実施。
- ・情報収集・発信: ホームページをリニューアル。国内外の研究動向調査等による情報収集。センター事業成果をメールマガジン(配信数:和文8100、英文1900)やホームページ、情報誌等により発信。
- ・支援機関との連携: 地方の展示会で近隣の支援機関と共同でプロジェクト紹介。支援機関の概要や各種スクールの情報をメールマガジン・ホームページで紹介。

ナノテクノロジー総合支援プロジェクトの成果例

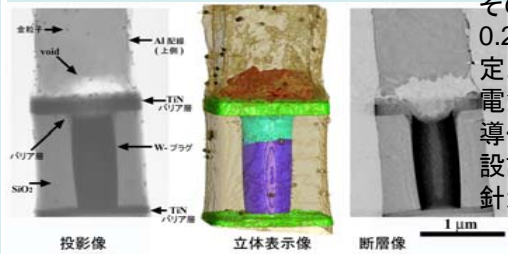
超高圧透過型電子顕微鏡グループ

・超高圧電子顕微鏡への一般研究者のアクセスが可能

LSI配線に生じた欠陥構造の立体定量解析 (阪大)

超高圧電子顕微鏡を用いた立体観察により、静電気によるWプラグの発熱でコンタクト領域直上に空洞が生じ、

その体積は約 $0.25 \mu\text{m}^3$ と測定。これより静電気に強い半導体デバイスを設計する為の指針が得られる。

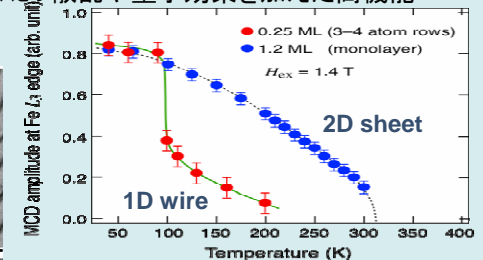
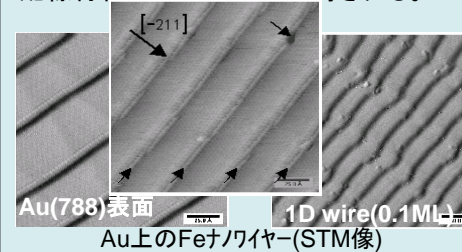


放射光グループ

・放射光施設を、一般研究者へ開放することによる最先端研究のサポート。放射光利用機会の拡大

Au上に作成されたFeナノワイヤーの新規磁性を発見 (SPring-8)

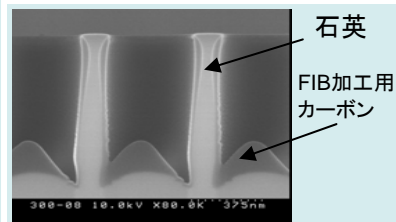
従来の磁化測定に比べ約1000倍高感度な軟X線磁気円二色測定法により、ナノワイヤーの持つ特異な磁気特性を発見。スピン散乱や量子効果を加えた高性能配線材料等への応用が期待される。



ナノワイヤーが持つ磁性の温度依存性評価

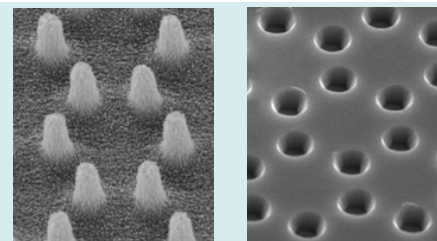
極微細加工・造形グループ

・大学、ベンチャー企業などへのナノ構造構築技術支援



石英ナノホール断面図 (東工大)

表面微細構造によるホログラム用の周期 500nmの石英ホール構造。慶応大学の依頼・設計により東工大が描画。



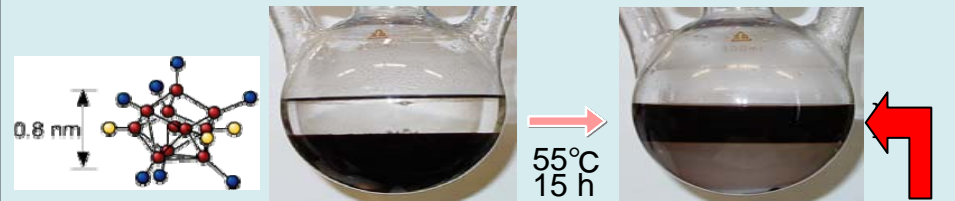
二酸化チタン微細構造の作製 (産総研)

フォトニック結晶に有望なルチル型二酸化チタン単結晶を微細加工して、直径が640 nmのピラー構造とホール構造を作製

分子・物質総合合成・解析グループ

・新物質合成や新規解析法開発の技術支援

金クラスターの選択的大量合成 (分子研)



原料
ホスフィン保護Au₁₁

Au₂₅SG₁₈ clusters
~70 mg

今回大量合成が可能となった1.3nm金触媒(Au₂₅SG₁₈)はクリーンな酸化触媒への応用が期待され、既に特許出願されている。(特願2005-234252)

- ・ナノテクノロジー関連研究者へ、通常利用できない大型・特殊設備の利用機会を提供。
- ・大型・特殊設備の共用化だけでなく、各機関が蓄積した技術やノウハウも提供。
- ・最先端の学術的研究から、実用化シーズ研究まで幅広くサポート。
- ・研究者間ネットワークの形成および地域産業との連携によりナノテクノロジー研究振興に寄与。

視点： 何が必要か？5年で何ができるか、何が効果的か？

現状の取り組み

大学等

- 科学技術振興調整費新興分野人材養成
東京大、早稲田大、大阪大、京都大等
- 21世紀COEプログラム
東工大、大阪大、早稲田大、九州大等

ナノ支援プロジェクト

【ナノ支援センター】:

- 助教授クラス(将来のリーダー)
 - ・二国間若手交流
(調査団の研究所訪問とワークショップ:米)
(研究機関に1ヶ月程度派遣:英、瑞)
- 大学院学生
 - ・サマースクール(2週間の合宿)
- 社会人技術者
 - ・分野横断スクール(ナノバイオ)

【支援機関】:

- 対外部ユーザー、社会人技術者
 - ・人材育成スクール、ナノテクスクール

新規に考えられる取り組み例

(次期ナノ支援の一環として実施を想定)

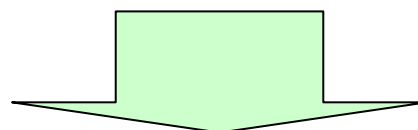
- 将来の研究リーダー:
 - ・若手国際交流の拡充(独など)、発展型共同研究の支援
- 大学院学生:
 - ・サマースクールの拡充(ナノバイオなど)
 - ・海外サマースクール(UCSBなど)への派遣
 - ・国際会議におけるナノテクチュートリアルコースの設置
 - ・大学院における幅広い学問分野を横断・包含する人材育成モデル事業(教育カリキュラムの策定・実施、教育コースの運営体制構築、その他多様なプログラム実施支援)
- ナノテク総合支援スタッフ:
 - ・支援業務を通じた技術の蓄積。
- 社会人技術者:
 - ・産業化により需要が増える技術者のトレーニングを目的とした教育プログラムの開発。
- 一般国民への啓発:
 - ・ビデオ製作など学校教育外での学習アプローチの支援

ナノバーチャルラボの今後について

現在策定が進められている第三期科学技術基本計画(平成18年～22年度)において、引き続き**ナノテクノロジー・材料分野を重点的に推進**の見込み。

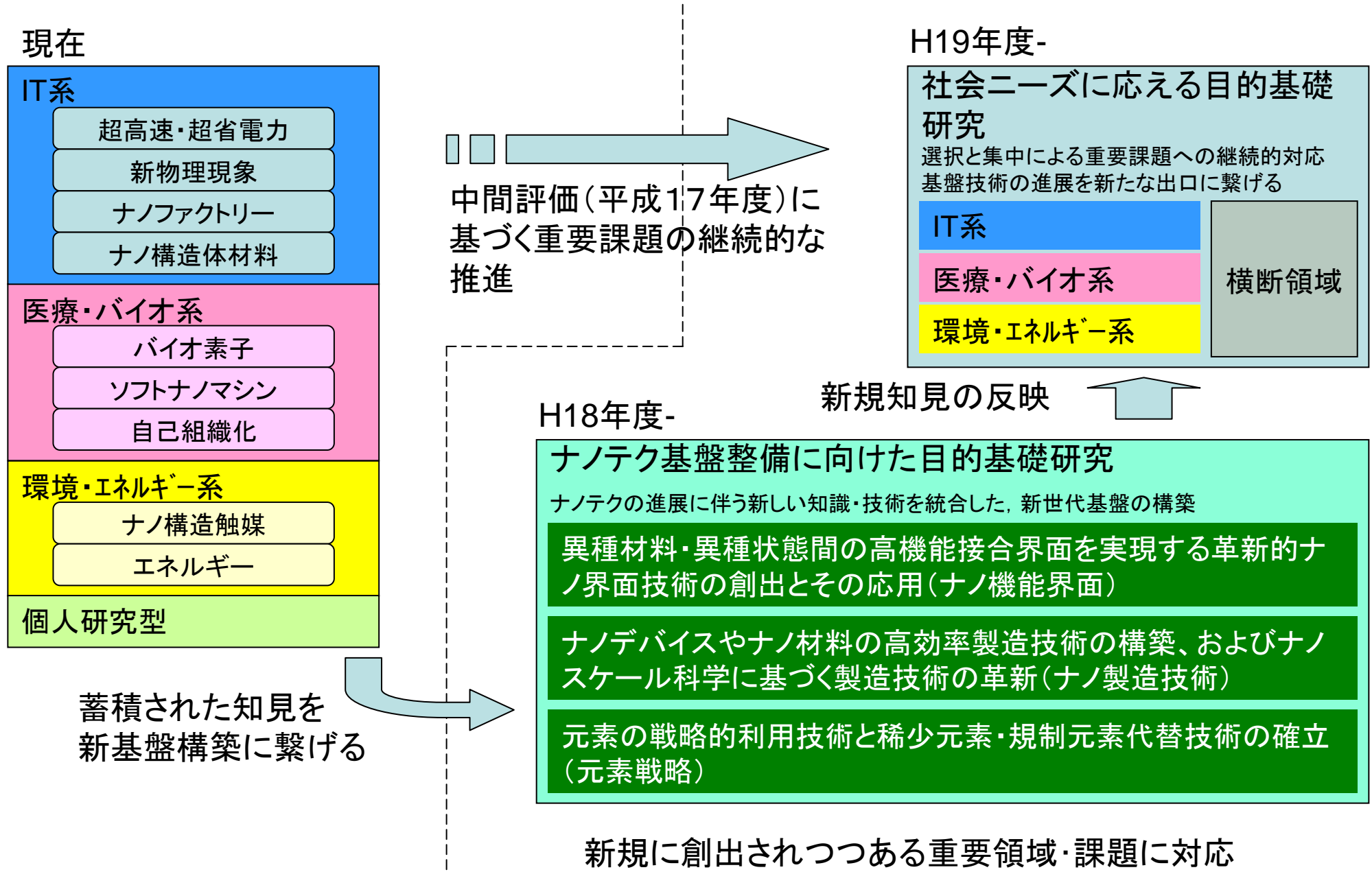
ナノテクノロジー・ナノサイエンス領域におけるシナジー効果を目指したナノバーチャルラボから、これまでに「カーボンナノチューブの人工原子的振舞の実証」や「分子モーターの力学的仕事によるATPの合成」、「世界最高効率水素発生光触媒」などの**優れた成果が創出**(別添資料)。本領域では**分野横断的な取組みが重要**であり、引き続き優れた成果を生出すために、複数の領域を束ねた**「ナノバーチャルラボ」のしくみは継続**することが必要。

現行のナノバーチャルラボは米国のNNI(National Nanotechnology Initiative)の推進を考慮し、平成14年度に集中的に領域を発足。今後は適切な評価に基づく選択と集中の強化、および、逐次創出される新規重要領域・課題に的確な対応を可能とするため、**継続的に領域の発足、課題募集を行う**ことが適当。



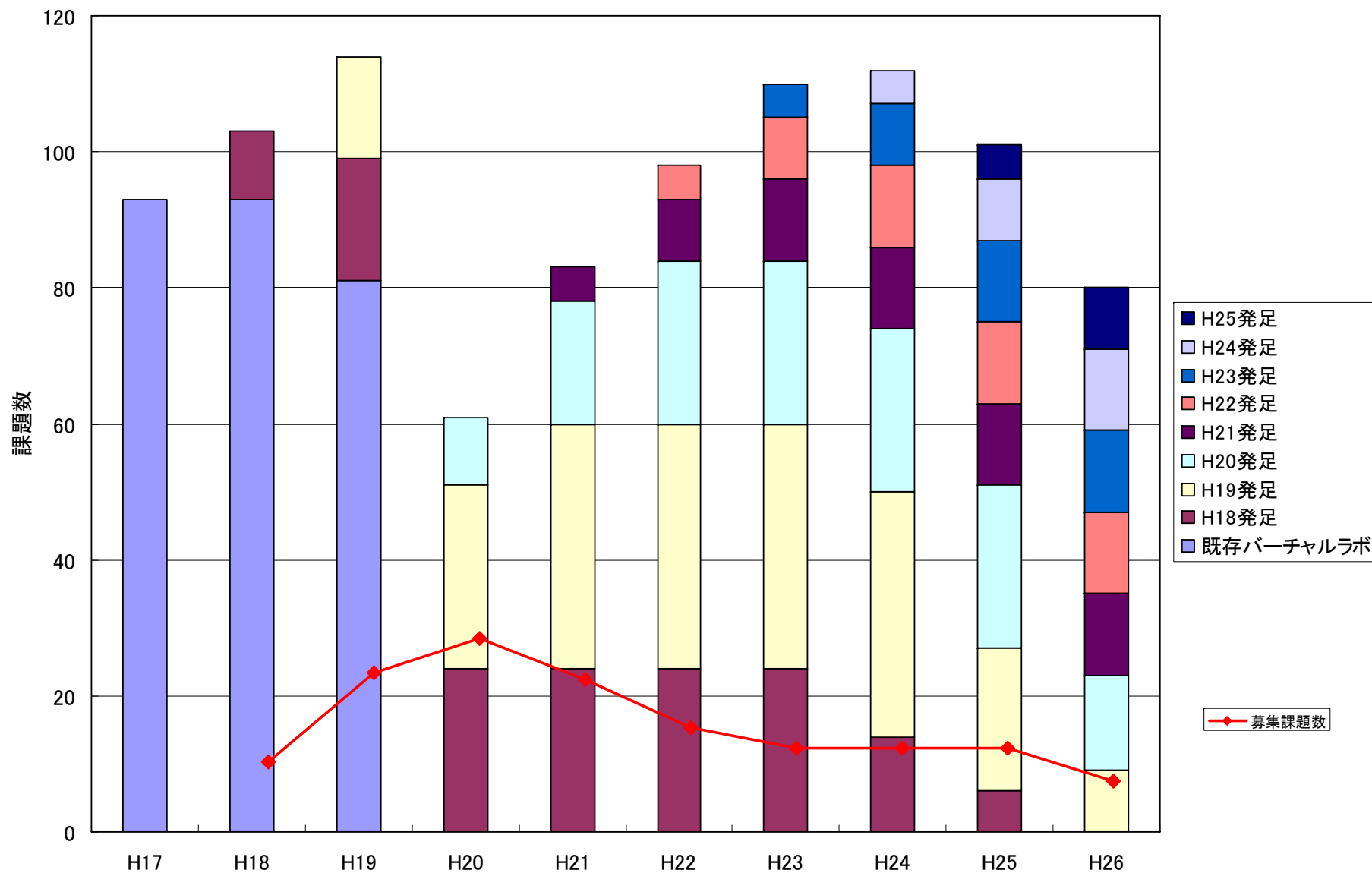
平成18年度は**2-3領域程度**のナノ・材料分野の領域発足が望まれる。

ナノテク・材料関連 バーチャルラボの構成案



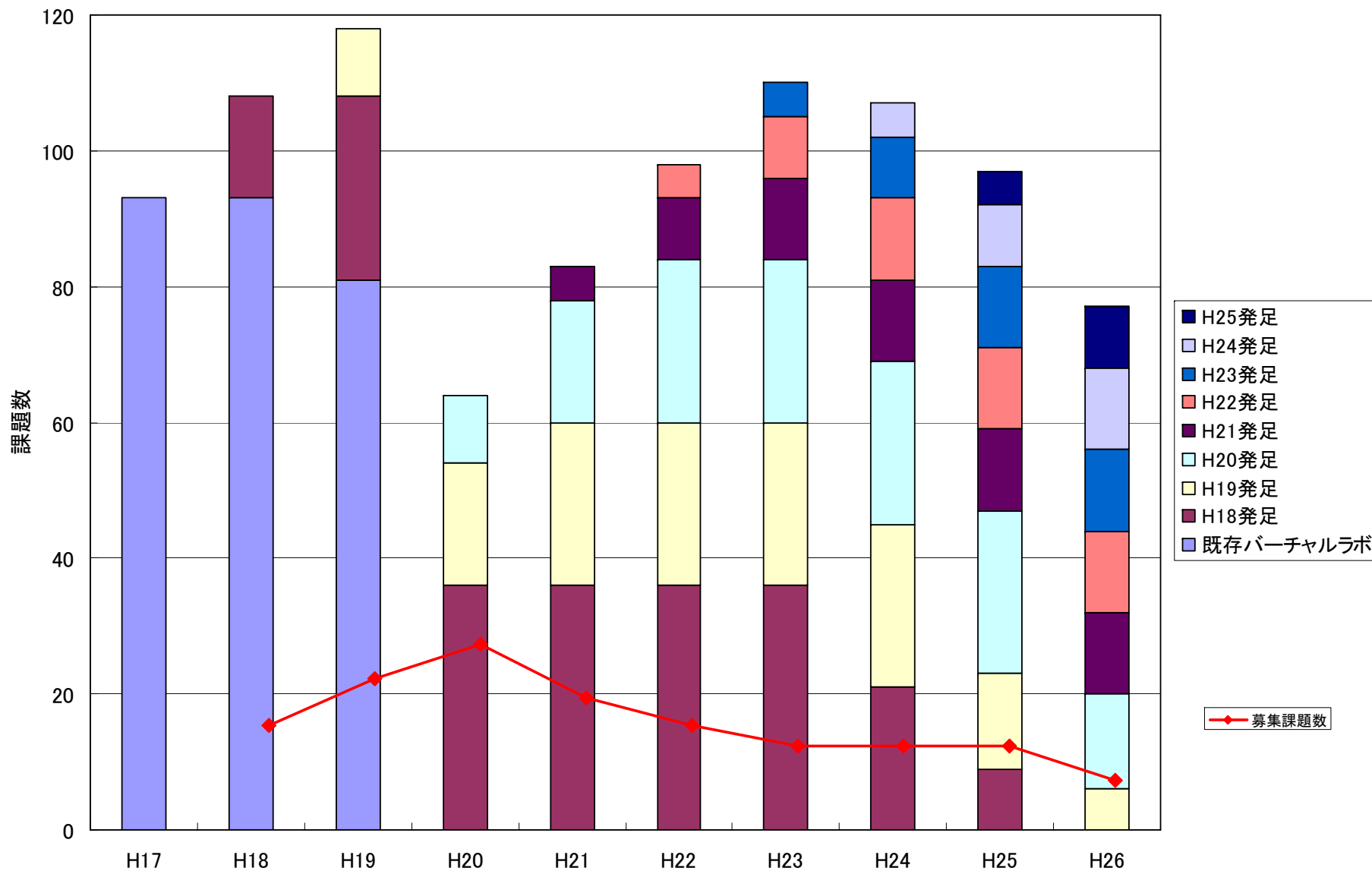
ナノバーチャルラボ課題数規模(H18から2, 3, 2, 1・・・領域発足の場合)

グラフ1



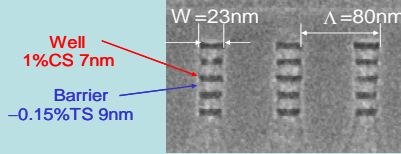
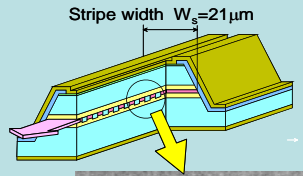
ナノバーチャルラボ課題数規模(H18から3. 2. 2. 1・・・領域発足の場合)

グラフ2

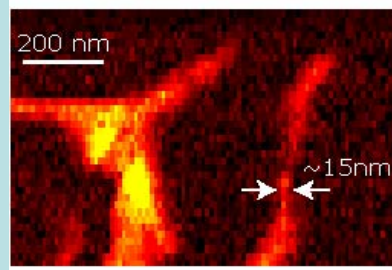


情報処理・通信における集積・機能限界の克服実現のためのナノデバイス・材料・システムの創製

量子細線レーザで2万時間以上の動作(上図)、単一磁束量子回路の高温超伝導ジョセフソン接合による開発、共鳴トンネルダイオードを用いたテラヘルツ発生などの新デバイス実現。「超高速・超省電力高性能ナノデバイス・システムの創製」



近接場ラマン顕微鏡により、カーボンナノチューブやDNAナノネットワークを15nmの空間分解能でイメージングに成功(下図)。「新しい物理現象や動作原理に基づくナノデバイス・システムの創製」

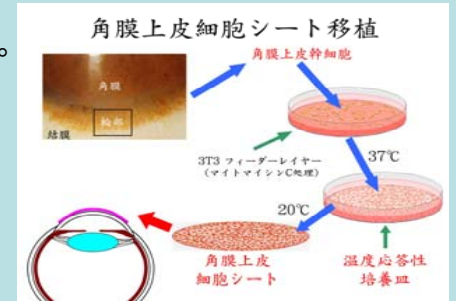


カーボンナノチューブに電子を閉じこめ、原子の特徴である段階的な電子軌道を観測。「高度情報処理・通信の実現に向けたナノファクトリーとプロセス観測」

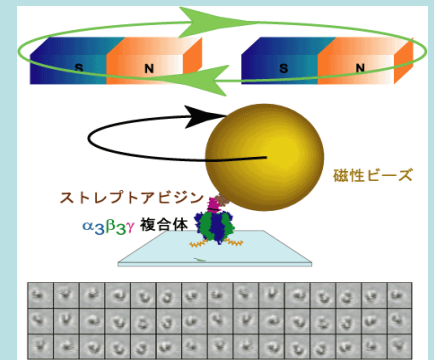
単層と2層カーボンナノチューブの自在な合成技術を開発(図)。また、直流を交流に変換するインバータ機能をもつ有機サイリスタ素材を開発。「高度情報処理・通信の実現に向けたナノ構造体材料の制御と利用」

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

培地表面に高分子層を形成し、培養細胞に接着層を着けた回収に成功(上図)。また、ウイルス・細菌を酵素的に無害化する抗体酵素を比較的簡単に見つけ出す方法や遺伝子導入支援ロボットを開発。「医療に向けた化学・生物系分子を利用したバイオ素子・システムの創製」



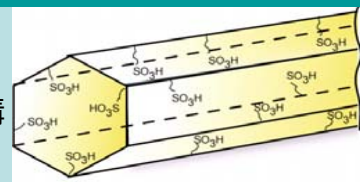
分子モーターに磁気ビーズを用いた力学的仕事によるATP合成に成功(下図)。また、膜蛋白質を膜内に存在する状態で解析できる極低温電子顕微鏡を開発。「ソフトナノマシン等の高次機能構造体の構築と利用」



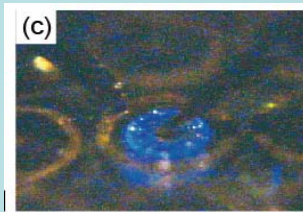
高分子の架橋点の滑り運動「スライディングモード」を見出し、滑車効果による均一化された構造の観察に成功。「医療に向けた自己組織化等の分子配列制御による機能性材料・システムの創製」

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

ケイ酸骨格中の周期構造を有するメソポーラスシリカ触媒の合成に成功(上図)。また、規則性メソ構造とシリカの合成、種々の形状・構造を持つ繊維状ナノ炭素の合成に成功。「環境保全のためのナノ構造制御触媒と新材料の創製」



世界最高効率で水分解水素生産可能な光触媒を開発。また、高効率物質探索手法により、安価な青色発光素子を開発(下図)。巨大な熱起電力を発生する二酸化チタン板やコバルト酸化物超伝導体の発見、高温超伝導薄膜の磁束を強力に固定する技術の開発に成功。「エネルギーの高度利用に向けたナノ構造材料・システムの創製」



情報、バイオ、環境とナノテクノロジーの融合による革新的技術の創製(個人研究型)

人口中1%以上の頻度で存在する変異遺伝子「一塩基多型(SNP)遺伝子」を革新的な精度で検出する方法を開発など。「情報、バイオ、環境とナノテクノロジーの融合による革新的技術の創製」

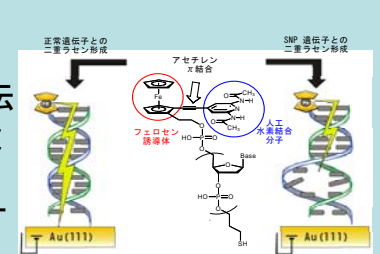


図1: フローブ DNA の化学構造(中央)、ならびに本法を用いる正常遺伝子(左)と SNP 遺伝子(右)の識別の概念図。