

ナノテクノロジー・材料分野推進戦略素案

5

(平成18年3月8日版)

1. 状況認識

- | | | |
|----|----------------------|------|
| | (1) 当分野をとりまく状況 | p. 1 |
| 10 | (2) 当分野の研究開発の動向・国際情勢 | p. 1 |

2. 重要な研究開発課題

- | | | |
|----|-------------------------|------|
| | (1) 選定の考え方 | p. 3 |
| | (2) ナノエレクトロニクス領域 | p. 4 |
| | (3) ナノバイオテクノロジー・生体材料領域 | p. 5 |
| 15 | (4) 材料領域 | p. 6 |
| | (5) ナノテクノロジー・材料分野推進基盤領域 | p. 8 |
| | (6) ナノサイエンス・物質科学領域 | p.10 |
| | (7) 研究開発目標と成果目標 | p.10 |

3. 研究開発の推進方策

- | | | |
|----|------------------------------|------|
| 20 | (1) 国の関与の必要性和官民の役割分担 | p.12 |
| | (2) 人材育成と拠点形成 | p.12 |
| | (3) 国のファンディングのあり方 | p.13 |
| | (4) 産学官および府省の連携 | p.14 |
| | (5) 安全・安心に資する取り組みと責任ある研究開発推進 | p.15 |
| 25 | (6) 標準化と国際協調 | p.15 |
| | (7) 国民への研究成果の説明 | p.15 |

4. 戦略重点科学技術

- | | | |
|--|--------------------|------|
| | (1) 戦略重点科学技術選定の考え方 | p.17 |
| | (2) 戦略重点科学技術候補と理由 | p.17 |

30

- | | | |
|--|--------------|------|
| | (参考) 研究開発の目標 | p.21 |
|--|--------------|------|

1. 状況認識

(1) 当分野をとりまく状況

5 我が国の材料技術は、過去数十年にわたる多くの研究者、研究機関の弛まぬ取り組みと研究成果の蓄積により、基礎研究から応用研究、素材、部材の実用化にいたるまで全ての段階において世界のトップレベルを堅持しており、我が国製造業の国際競争力の源泉となっている。今日において材料技術は、ナノメートル（ 10^{-9}m ）の領域にまで踏み込んだ組織制御・合成技術と、高分解能電子顕微鏡などの高精度分析・計測・解析技術を両輪として、さらに進化し続けている。

10 また我が国のナノテクノロジーも、1980年代に世界に先駆けて技術の斬新性と重要性を認識して研究に着手したこともあって、現時点において世界トップレベルにある。特に、カーボンナノチューブや酸化チタン光触媒などに代表されるナノ材料の研究が全体を牽引していることが我が国のナノテクノロジーの特徴であり、いわば材料技術の強みがナノテクノロジーの強みの源泉となっている。

15 このように我が国の材料技術やナノテクノロジーは、研究開発の成果を製品に仕上げるものづくり技術によって支えられており、ナノテクノロジーと材料技術の融合やものづくり技術との相互関連こそが、我が国の科学技術の強み、あるいは技術の特徴となっている。今後は更に、情報通信技術、バイオテクノロジーなどの科学に根ざした高度な技術との融合が、新たな科学技術や産業の強みを産み出すと予測される。

20 ナノテクノロジー・材料分野はライフサイエンス、情報通信、環境などにおける科学技術の進歩や課題解決に貢献し、ものづくりを始めとする産業の振興や人間の豊かな暮らし、安心・安全で快適な社会などを実現する重要な技術シーズである。また、材料やナノテクノロジーの研究開発がイノベーションを誘発し、結果として人と社会に大きな貢献をもたらしたケースも少なくない。したがって、社会・産業が求める技術課題としての取り組みと共に、
25 不連続で飛躍的な成果をもたらさうイノベーション促進型科学技術としての可能性に挑戦していくことも重要である。

(2) 当分野の研究開発動向・国際情勢

我が国では、第2期科学技術基本計画において、ナノテクノロジー・材料分野を重点分野
30 の1つに位置づけ、資源を重点配分することによって積極的に推進してきた。この成果として、以下に挙げるような、新しい技術が創出されてきており、次期基本計画期間中においても、重点的な取り組みによってさらなる躍進が期待できる。

『量子ドット』に関連する技術では、レーザー等の光デバイスや情報素子において、特に
35 大学が高い技術を有している。『ナノフォトニクス』は、日本発の近接場光の技術に代表されるように、基礎理論から加工・デバイスに至るまで日本が強みを有している。ナノバイオテクノロジーのひとつである『ナノ薬物送達システム（ナノDDS）技術』は、世界トップ

の『ナノ微粒子作製技術』に支えられ、日本の強みとなっている。半導体から超電導や磁性材料に至る「電子機能性材料」の中で、特に『酸化物半導体』や『強相関エレクトロニクス』は、日本における研究が早期に着手されたこともあって、世界での優位性を維持している。

『光触媒』は、日本発の技術として世界を先導してきており、現在では多用途に応用されるまで技術が発展している。今後5年間に、成長が期待される技術としては、ナノ材料の草分けである『カーボンナノチューブのエレクトロニクス方面への応用』、ナノDDSにおける『アクティブターゲッティング技術』の導入と『分子イメージング技術』との融合、最近の発見と同時に製品化にまで至った『インテリジェント触媒』、日本のオリジナル技術である『金属ガラス』などが挙げられる。

デルファイ調査によると、対EUで多くの領域が優位にあり、対米・対EUいずれも優位である領域も目立つ。対米・対EUの研究開発水準は、5年前に比べほとんどの領域で改善されているが、対アジアでは全般的に研究開発水準の差が縮小する傾向にある。また、今後10～20年先を考慮した科学技術インパクト、社会・経済インパクトのいずれも高水準で、特に科学技術インパクトは重点推進分野及び推進分野の中で最も高いと判断され、今後も重点配分の対象分野として妥当との判断がなされている。

第1期基本計画以来の科学技術への資源の配分により、我が国の論文発表件数・シェアは増加傾向にあるが、中でも物理学・化学・材料科学など当分野の基礎学問は、論文の量の指標となる全論文シェア、質の指標となる上位10%シェアいずれにおいても向上が顕著である。特に、材料科学は欧州の主要国の水準を上回っている。また、日本のシェアが高いこれらの分野では、中国もシェアを高めていることが注目される。

我が国の国際特許出願件数は1995年以降急速に増加しているが、米国の国際出願シェアが拡大したことにより、我が国の国際出願シェアは相対的に減少している。米国での日本の特許登録件数シェアは減少しているが、日米欧以外のアジア諸国などのシェア増加が顕著となっている。

2000年以降、欧米ではナノテクノロジーの研究開発を国家戦略として政策的に推進してきており、情報通信、環境、ライフサイエンス等の分野においてナノテクノロジーと融合した研究開発が進展している。中国、韓国をはじめとしたアジア諸国もこれに追随しており、ナノテクノロジー・材料分野における科学技術力が急速に向上している。これらアジア諸国はいずれも、当該分野で科学技術の国際競争力を確保しようとしている。

ナノテクノロジー・材料の研究開発は、従来技術をより精緻にする連続的な技術の進歩を追及するものと、不連続な技術革新に挑戦するものを包含する。本分野が科学技術の進展に貢献し、社会の抱える諸課題に対応していくためには、従来技術の延長による研究開発のみでは、不十分であり、国際的な競争で質的優位に立つことは難しい。これらを勘案すれば、今後、国としての研究開発は、連続的な進歩に対して一定の配慮を行いながら、不連続で挑戦的な技術革新を重視して推進する必要がある。

2. 重要な研究開発課題

(1) 選定の考え方

ナノテクノロジーが、従来の原理や常識を覆して科学技術に新しい世界を切り開き、その飛躍的な発展のみならず、産業競争力の強化や大きな新産業の創出に結びつく可能性のある技術であることを踏まえ、そのような範疇に含まれる真のナノテクノロジーを『True Nano』と名付ける。『True Nano』とは、ナノ領域で初めて発現する特有の現象・特性を活かすナノテクノロジーの中でも、

- ・ 従来の延長線上ではない、不連続な進歩（ジャンプアップ）が期待される創造的な研究開発

- ・ 大きな産業応用が見通せる研究開発

と定義する。この考え方に基づいて、基本計画に明示される政策目標実現の観点から、『True Nano』によって、科学技術の進歩と、社会、産業の発展が見込まれる重要な課題を選定し、重要研究開発課題とした。

材料の研究開発は、研究者の自由な発想に基づく多様な基礎研究に支えられており、その成果が、目的を明確にした基礎研究に効果的に結びついていくことが重要である。また、科学技術の進展や、産業の振興において、解決困難な課題に対して解を与えうるのは、十分な技術の蓄積に基づく材料技術であるという場合が少なくないため、材料の研究開発に対しては、解決困難であるが、社会と国民にとって重要な課題に挑戦するような取組が強く求められている。

一方、これまで産業、経済の根幹や社会基盤を支えていくために必要な共通基盤的な材料の研究開発もまた、社会と産業全般への貢献度が大きく、今後も引き続き、継続的に実施することが必要である。

材料分野においては、目的基礎研究も含め、このような解決困難な社会的課題に対して果敢に挑戦する研究開発と、社会、産業基盤への貢献度が大きい共通基盤的研究開発の継続的推進を重要研究開発課題選定の考え方とした。

既述のとおり、我が国のナノテクノロジーと材料は融合して推進することこそが、我が国の強みとなっており、この点も踏まえて、ナノテクノロジー・材料分野の重要研究開発課題の領域を以下の通り選定した。

- ・ 『True Nano』の成果が最大限発揮されるべき領域として、ナノエレクトロニクス領域、ナノバイオテクノロジー領域とその各課題
- ・ 解決困難ではあるが、克服されれば社会にとって重要な成果をもたらす課題に挑戦する材料領域に関する各課題
- ・ 『True Nano』と材料の研究開発を推進する技術的基盤としての各課題、推進基盤としての人材育成などの各課題
- ・ ナノテクノロジー・材料分野を長期的に展望し、戦略と目的を持って進めるべきナノサイエンス・物質科学領域の各課題

(2) ナノエレクトロニクス領域

本領域は、ナノテクノロジー・材料分野の基盤技術を生かし、将来にわたって国際競争力をもつエレクトロニクス技術を実現することを目指す。

ナノエレクトロニクスは、今後も急速に進展を続ける情報処理社会とともに、一層の高機能化が求められる。5～10年後の半導体技術は、シリコンを中心とした従来の技術蓄積の上に更なる高機能化を実現することが発展の鍵となる。デバイス特性サイズがナノの領域に入るため、量子効果などナノ特有の現象を制御・利用した新たな動作原理の半導体技術を創出する。同時に、情報処理量の増加に伴い増大の一途を辿る消費電力を、デバイスレベルから低減させるため、半導体微細化、通信ネットワークデバイスの高効率化、発光デバイス・大容量ストレージの低消費電力化などを、ナノ特有の技術シーズを用い実現する。

10～20年後のエレクトロニクス技術は、急速にナノ領域に進展し、電子・光を制御することが技術革新の中心となる。電子構造や光の振る舞いへの深い理解と創造的発想にもとづく研究開発が強く求められている。有機・生体材料なども、電子・光制御の観点から物質としての共通性にもとづいた取り扱いが可能となり、化学や生物学等の異分野とも融合・連携を行いながら、新たな機能を持つデバイス・システムの開発を目指す。また、強相関エレクトロニクス材料、カーボンナノチューブ、光触媒材料等、我が国が牽引するナノ材料技術の強みをエレクトロニクス技術と融合し、競争力ある製品として実用化を図る。

エレクトロニクス製造技術は、我が国の産業競争力の礎として、世界最先端の技術を生み出し続けることが必要である。特に半導体は、超微細化に対応した材料制御、素子形成、回路実装等の技術的階層において、それぞれ高度化された製造技術と、これらを統合した強い製造装置を開発する。また、エレクトロニクスの製造コストを抜本的に低減するため、これまでの製造装置や施設等によらない製造システムを部材レベルから開発する。有機材料を印刷技術の応用で半導体素子化するなど、低価格化を部材から製品開発まで一貫して追求し、フレキシブルなディスプレイなど広い応用が期待される分野において、競争力のある製品を開発する。

インターネット社会の発展にとり、個人情報を的確に保護できる情報通信手段の実現が不可欠である。量子効果による原理的な不確定性を持つ物理現象など、ナノ特有の性質を積極的にエレクトロニクス技術に応用し、情報セキュリティを確保する。

本領域の重要な研究開発課題と概要は以下の通りである。

○ 環境と経済を両立する省エネルギー・環境調和ナノエレクトロニクス技術

デバイスレベルでの消費電力の徹底的な低減と、システム・回路との連携による消費電力の無駄を省くことを目的とした、ナノ領域特有の物理現象・化学現象を積極的に利用したナノデバイス技術を開発する。

○ 従来のシリコン半導体を超える次世代シリコンベースナノエレクトロニクス

現在の最先端シリコンエレクトロニクスに更なる高機能化を図るために、ナノ領域特有の物理現象・化学現象を積極的に利用した他技術との融合によって、現在のエレクトロニクスを発展させるデバイス技術を開発する。

- 電子・光制御ナノエレクトロニクス技術
新しい高速大容量情報通信・情報処理技術、セキュリティ技術開発を目指して、従来のシリコンエレクトロニクスで利用されていない材料もしくは機能に対して、ナノ領域特有の物理現象・化学現象を積極的に活用することにより、既存技術の原理的境界を超え、新規機能を有する加工、デバイス、システムを開発する。
- 5 ○ ナノエレクトロニクス部材の低価格化技術
コスト競争力の高いナノエレクトロニクス材料・部材・デバイスを提供するために、ナノエレクトロニクス領域のすべての開発過程において、開発開始当初からコスト低減意識を徹底した材料・技術を開発する。
- 10 ○ ナノスケールに対応したエレクトロニクス製造技術
32 nm以降の半導体製造技術やナノスケールの超微細なデバイスの実現に向けた、ナノスケールに対応したエレクトロニクス製造技術および装置を開発する。
- セキュリティエレクトロニクス技術
将来の情報セキュリティ確保のために、ナノ領域特有の物理現象・化学現象を積極的に利用した認証・通信技術を開発する。
- 15

(3) ナノバイオテクノロジー・生体材料領域

本領域では我が国が得意とするナノテクノロジー・材料分野のシーズをライフサイエンス、医療、食料、環境の各分野のニーズを目的として実用化する。

- 20 医療分野では、バイオテクノロジーとナノテクノロジーの融合により、高性能・低副作用の薬物送達システム（DDS）用キャリアを開発する。さらにDDSの標的技術と生体分子イメージング技術の融合、半導体の超微細加工技術、生体親和性材料技術等により革新的医療技術を開発する。対象疾患としては、がん、循環器疾患や糖尿病等の生活習慣病、認知症、運動器系疾患等、高齢社会における重要疾患に重点を置き、革新的な予防・診断・治療技術を開発し、国民を悩ます病の克服と、健康で質の高い老後生活の実現に貢献する。

食品分野では、ナノ粒子の物理化学的特性を利用して腸管吸収特性が高く、機能性成分の含有率の高い安全で高品質の食品を開発するとともに、家畜用動物を対象とするナノDDS技術の開発により抗生物質への依存を著しく低減した家畜の衛生管理技術を確立する等、安全・安心な食品供給を目指す。

- 30 環境分野では多様な基盤技術を環境測定用のセンサ技術等に応用し、化学物質が人体と環境へ与える害を最小化することを通して環境と調和する循環型社会の実現に貢献する。

また、ライフサイエンス分野を支える基盤技術として分子イメージング技術等の計測技術を開発し、生体の構造・機能などを分子レベルで解明することにより新しい原理・現象の発見・解明につなげる。

- 35 この領域はナノテクノロジー・材料の基盤技術をそれぞれの出口分野における実用化を目指した研究開発を行うことから、出口分野を担う関係各省における行政施策を見据えた上で、ライフ

サイエンス分野との連携を重視した推進方策が必要である。また、関係府省の連携による推進が必須であり、科学技術連携施策群ナノバイオテクノロジーの活用により重複排除、連携強化を図る必要がある。

具体的な重要研究開発課題と概要は以下の通りである。

- 5 ○ 生体の構造・機能などを解明する分子イメージング技術
ナノメートルレベルでの生体の構造や機能を正確・精密に理解するため、分子イメージング用ハード、ソフト及びプローブ技術を開発する。
- 10 ○ 生体内の分子を操作する技術
生体における細胞や臓器の構造や機能を分子レベルで理解し、このレベルで直接操作する技術を確立する。
- 15 ○ DDS・イメージング技術を核とした診断・治療法
超早期に病変を診断するイメージング技術と高性能・低副作用DDSキャリアを開発する。また、DDS技術により細胞及び細胞内の核・小器官などをターゲティングする治療法を確立する。
- 20 ○ 超微細加工技術を利用した機器
低侵襲な診断・治療機器やバイオプロセスへの応用を目的として、半導体加工技術を基本とするナノマシニング技術を利用したデバイスを開発する。
- 25 ○ 極微量物質を検出する技術
体内における極微量物質の検出精度を飛躍的に向上し、重要疾患の早期診断を実現すると共に、環境モニタリングの高度化による環境リスクの最小化を達成する。
- 30 ○ 生体に優しい高安全・高機能性生体デバイス
ナノテクノロジーを駆使して生体に優しい医用デバイス、機能材料の基盤技術を確立
また、人工心臓、人工骨等の失われた生体機能を再建、回復、代替するためのデバイスを開発する。
- 35 ○ 再生誘導用材料
臓器移植によらず臓器、器官の再建、機能回復を可能にするために生体組織再生に不可欠な再生誘導用材料を開発する。
- 40 ○ ナノバイオテクノロジーを応用した食品
ナノ粒子の物理化学的特性を利用して腸管吸収特性が高く、機能性成分の含有率の高い安全で高品質の食品を開発する。

(4) 材料領域

本領域では、材料が科学技術全般を支えるキーテクノロジーとして、省エネルギー・省資源、環境の改善・保全、安全・安心社会の構築などの社会問題の解決と、日本の経済・産業の国際競争力の維持・強化において重要な役割を担うことに着目して、重要な研究開発課題を選定する。エネルギー資源の消費を最小限に抑え、また、クリーンなエネルギー利用を普及させることは、

我が国の焦眉の課題である。材料技術の革新によって、例えば新しいエネルギー変換・蓄電材料等を開発し、これまで普及していないエネルギー利用を具現化することを目指すことや、また、飛躍的な発電効率を上げることや廃エネルギーの回収によるエネルギー利用の高効率化を目指すことにより、エネルギー問題解決に貢献する。

- 5 環境分野では、環境と経済を両立し持続可能な循環型社会を実現するために、希少資源/不足資源問題、有害物質対策、環境の改善や保全に向けて、革新的な代替材料技術や環境浄化材料技術等を開発することによって、環境問題解決に貢献する。

- 10 日本経済を牽引し、産業界全体への波及効果が大きい自動車、電子・電気機器などの製造業は、日本の高い材料技術に支えられている。世界トップレベルの材料開発能力を堅持し続け、更には、次世代を担う材料技術の開発を推し進めることにより、将来にわたる経済・産業の国際競争力の維持・強化に貢献する。

大震災に対する各種の構造物の信頼性向上や、災害や事故から身を守るための革新的な材料技術の開発と、併せて、それらの検査・評価・利用技術の向上により、国民の社会生活における安全・安心に貢献する。

- 15 具体的な重要研究開発課題と概要は以下の通りである。

【エネルギー】

- 未普及なエネルギー利用を具現化する材料技術
材料技術の革新によって、未だ普及されていないエネルギー利用の具現化を目的として、例えば、材料がボトルネックの一因となっている燃料電池関連材料、超電導材料、携帯電話の多機能化に対応できる2次電池の高容量化やマイクロ燃料電池、新規熱電材料等を開発する。
- 20
- 高効率なエネルギー利用のための革新的材料技術
材料の革新や飛躍的な高性能化によって、エネルギー利用の大幅な高効率化を達成することを目的に、例えば、火力・原子力発電の高効率化のための構造部材、モーターの高効率化のための磁性材料、太陽電池等の高性能化をかなうにする材料を開発する。
- 25

【環境】

- 有害物質・材料対策に資する材料技術
有害物質の使用量を低減できる材料開発や、有害物質の検知技術および除去技術を構築する。
- 30
- 希少資源／不足資源代替並びに効率的利用技術
希少資源・不足資源枯渇の影響のない持続可能な社会の確立を実現するために、代替材料の開発を目的に、例えば、非インジウム系透明材料、非貴金属系触媒などの希小金属代替材料などのを開発する。
- 環境改善・保全のための材料技術
環境に低負荷な物質を用いた高効率の環境浄化触媒材料の開発や、生分解性プラスチックやアップグレートリサイクル材料等の新材料を開発する。
- 35

【国際競争力】

○ 世界をリードする電子機器のための材料技術

我が国の電子産業の優位性を堅固なものとするため、情報通信に必須のディスプレイ、ストレージ、光スイッチなどの基幹部材用に革新的な高性能を実現できる材料とそのプロセス技術を開発する。

○ 国際競争力のある輸送機器のための材料技術

我が国の自動車産業を、今後 20 年間世界のフロントランナーとするためには、その基盤である素材・部材産業を一層強力にするための材料開発が必須である。具体的には、自動車車体 20% の軽量化を目標とした構造材料の軽量化にかかわる材料技術や、次世代自動車用電気・電子制御系関連材料等を開発する。

○ 次世代を担う革新的材料・部材の創製技術

材料の実用化に極めて重要だが、これまで明らかに不十分であったプロセス技術ならびに材料機能を有効に発現させるための、ナノレベル領域での組織・構造・界面制御した材料創成技術や、物性シミュレーション手法の高度化を基盤とした、ミクロあるいはマクロ領域までの最適構造化のための加工技術や高スループット材料探索・最適化手法等を確立する。

【安全・安心】

○ 安全・安心社会を実現する材料・利用技術

大震災対策に資する構造部材とその革新的プロセスや、突発的な災害や事故から身を守るための防具用材料の開発及び利用技術の開発を目的として、例えば、超高層ビル用超剛材料や高強度材料の開発を初めとした構造材料のための革新的プロセスや利用技術開発、耐熱性と快適性を併せ持つナノファイバー素材等の材料と評価技術を開発する。

(5) ナノテクノロジー・材料分野推進基盤領域

ナノテクノロジー・材料分野の推進において、推進の技術基盤として、加工・計測・シミュレーション、総合的な推進基盤として、ナノテクノロジーの責任ある研究開発や、ナノテクノロジー・材料分野の人材育成や研究開発の環境整備を推進する。

ナノ計測・加工技術は、ナノ領域へのアプローチ技術として激しい国際競争の中、日本は高い技術レベルを堅持している。このナノ計測・加工の高い技術レベルが、ナノテクノロジー・材料分野の全技術領域の基盤技術として、研究レベルの向上に貢献するだけでなく、産業の国際競争力の強化及び新産業の創出にも貢献する。

日本の量子ビームの高度利用技術は、世界トップレベルにあり、新しい現象の発見・原理の解明への貢献度は大きく、さらに産業利用を進めることにより、産業の国際競争力の強化に貢献できる。

物性や機能のシミュレーション技術や、目的の機能をもつ材料を設計するデザイン技術は、計

算機技術のめざましい発展とともに、適用される領域も急速に広がっている。特に、これらの技術は日本独自の進歩もあり国際的な競争力は高く、また、効率的な研究開発への貢献だけでなく、新しい発見・発明や飛躍的な研究開発の進展に貢献できる。

推進基盤としては、ナノテクノロジー・材料は極めて広範な自然科学分野を包含し、基礎科学から実用化技術まで、世界的に急速に進歩しつつあるダイナミックな研究開発領域である。これを担う多様な人材を確保することは、国際的な競争力を向上する原動力となるものである。これらの人材が、自由闊達にその能力を発揮し、高い費用対効果のもとに研究開発を展開する社会基盤として、充実した高度機器や先端技術に自由にアクセスできる研究拠点、必要な技術情報を容易に入手できる高度データベース、産業化を支援する諸制度が一体的に整備されることが必要である。

また、ナノテクノロジーが広範な技術領域の基盤を革新する夢の技術体系となる可能性を持つ反面、不可視な人工物が予想できないリスクを社会にもたらす可能性も指摘され始めている。期待される便益とリスクを科学的に解析・比較し、責任あるナノテクノロジーの研究開発を進め、その健全な発展を促す必要がある。

このような状況の下、ナノテクノロジー・材料分野に特有の推進基盤として以下の重要な研究課題を推進する。

【技術基盤】

○ 革新的ナノ計測・加工技術

新しい原理に基づく計測・加工技術の開発によりナノテクノロジー・材料分野における新現象の発見・機能の発現など研究レベルの向上と、新しい計測・評価・加工機器開発による同産業領域の拡大と国際的な競争力強化を目的とする。主な技術領域としては、ナノの世界のスケールに対応できるナノプローブ技術と量子ビーム技術、ナノエレクトロニクス、ナノバイオセンサーの基盤となるNEMS技術、ナノ加工技術として新たな独自の発展が可能となるナノ集積化技術等において、特に、ナノエレクトロニクスやナノバイオテクノロジーにつながる分野を重点的に考える。

○ 量子ビーム高度利用計測・加工・創製技術

日本において高度な技術の蓄積がある、電子・イオンビーム、X線、中性子線の技術を、更に発展させることにより、物質・生体における新しい現象の発見・原理の解明に貢献するとともに、産業分野の高度化・競争力強化に向けて、高度な利用を可能とすることを目的とする。具体的には、電子ビーム技術では高分解能化のための収差補正等の新技術の確立、X線、中性子線技術では大型施設の維持・強化による新しい現象の発見・原理の解明と合わせて、活用システムの整備による高度な産業応用、X線ナノビームと高エネルギー分解能検出器の開発により、微小領域における極微量元素の組成分析の実現を目標にする。

○ 物性・機能発現指向のシュミレーション・デザイン技術

第一原理計算によりサブミクロンサイズまでの物質の性質・機能を扱う標準理論を提

供すると同時に、物性・機能の発現機構の解明を行い、新しい材料・構造開発手法をもたらす。従来の経験に基づく材料開発の非効率性を乗り越えまた、内挿法では偶然でしか発見できなかった新機能を論理的に導き出すことができる。また、計測・加工技術と連携することにより相乗効果を大きくすることができる。

5 【推進基盤】

○ ナノテクノロジーの責任ある研究開発

ナノテクノロジーの技術としての信頼性、普遍性、安全性を確保するためのナノテクノロジー標準化の推進、ナノ粒子、ナノ構造材料・デバイス・システムの特性評価手法と管理手法の確立とその適用、社会全体でのナノテクノロジーの正しい知識の普及、社会に貢献する産業化の支援を総合的に推進する。

10

○ ナノテクノロジー・材料分野の人材育成と研究開発の環境整備

研究開発を担う研究者・技術者とともに、研究経営や企業化を担う産業人材を育成する。また、高度な研究機器を備えたオープンアクセス型の研究拠点を全国的に展開するとともに、データベースの構築、産業化支援策の拡充を図る。

15

(6) ナノサイエンス・物質科学領域

この領域は、ナノテクノロジー・材料分野の中でも基礎研究に近い部分に位置しており、研究者の自由な発想に基づく基礎研究と、将来の応用を明確に意図した基礎研究を包含している。

前者については、当該分野とは独立して一定の資源を確保して進められる、例えば科学研究費補助金で行われるような「基礎研究」のなかに位置づけられる研究として推進されるべきである。

20

一方、後者については、応用までには大きなブレークスルーを必要とするため開発のリスクも高く、また実現には時間がかかるものの、成功すれば科学技術の発展と社会に与えるインパクトの極めて大きい課題を選定して、当該分野の中で、戦略的に取り組むことが必要である。この領域の基礎研究は、研究者の自由な発想に基づく基礎研究の多様な知の蓄積に支えられており、それなくしては推進し得ないため、密接な繋がりを確保しつつ、戦略的に推進する。

25

具体的には、以下の重要な研究開発課題を推進する。

- 「量子計算技術」、「界面の機能解明・制御」、「生体ナノシステムの機構解明」、「強相関エレクトロニクス」の戦略的推進

30 (7) 研究開発目標と成果目標

以上29の重要な研究開発課題について、計画期間中に目指す研究開発目標（科学技術面での成果）及び最終的に達成を目指す研究開発目標、並びに、社会・国民に対してもたらされる成果（アウトカム）に着目した目標（成果目標）を別添2のとおり定める。また、第3期科学技術基本計画の3つの理念の下での政策目標の実現に向けて、より具体的に定めた個別政策目標は別添3のとおりであるが、個々の重要な研究開発課題が、どの個別政策目標の達成に向かっているかについては、別添2の重要な研究開発課題名の欄に、別添3の個別政策目標の該当番号を付記す

35

ることで明確化している。

これらにより、（イ）何を指して政府研究開発投資を行っているのか、どこまで政策目標の実現に近づいているかなど、国民に対する説明責任を強化するとともに、（ロ）個別施策やプロジェクトに対して具体的な指針や評価軸を与え、社会・国民への成果還元の効果的な実現に寄与する、こととなる。

5

さらに、このような政策目標の体系の下で、項目「4. 推進戦略」において整理される、官民の役割分担、関係研究機関の役割、イノベーションの実現に向けた隘路等も勘案することによって、いかにして政府研究開発の目標の達成が大きな政策目標の達成につながるかの道筋を認識することが可能となる。研究開発の成果が最終的にどのような価値を社会・国民にもたらすことが期待されているか、そのために研究開発及び研究開発以外で対処すべき課題は何かといった道筋を政府研究開発を担う関係者・関係機関が認識・共有することは、本推進戦略を効果的に実行し、イノベーションを効率的に実現する上で極めて重要である。

10

3. 研究開発の推進方策

(1) 国の関与の必要性と官民の役割分担

ナノテクノロジー・材料分野の研究開発推進にあたっては、国の集中的な資源配分を効果的に成果に結びつけるために、民間が担える部分と国が先導して進めるべき部分をそれぞれ明確にした上で、国の役割を提示する必要がある。

民間が担える部分としては、以下のような研究開発が挙げられる。

○ 既存のナノ材料、シリコンナノデバイス、計測・加工機器など、すでに産業化が進展している領域の研究開発。ただし、次世代を見据えて、産業化の前段階にある研究開発については、産業化への引き上げのための国の支援が必要。

○ いわゆる“死の谷”を乗り越えた段階以降の研究開発。たとえば、ナノバイオテクノロジー領域における臨床試験以降の医療デバイス製品化段階の開発。

○ 複数の企業が連合体となって主要部分が進められ、積み重ねの技術によって推進可能な研究開発。

一方、以下に挙げる研究開発については、国が主導して取り組むべきである。

○ ニーズ面からの重要性は明らかで、国民にとっても恩恵が十分期待できるような革新的材料研究であるものの、実現のためにはブレークスルー的な展開が不可欠であるような、基礎段階の研究も含めた高リスクの研究。

○ 日本を牽引する産業分野にあって、その国際競争力を維持・向上するために革新的進歩が不可欠な研究で、かつその遂行のために民間企業だけで困難な研究。

○ 開発のベースとなる共通技術ではあるが、直接には利潤に結びつかず個々の企業では実施が困難な、基盤的技術の向上に関する研究開発。

○ 材料データベース、リスク評価、標準化など、共通知的基盤としての重要性が高くかつ長期にわたる継続的取り組みを必要とする研究開発。

○ 大型施設、設備や多人数の研究スタッフなどを必要とする大規模研究開発。

また、研究開発のみならず、新しい材料科学の分野を開拓するためにも、学際領域・融合領域における教育等人材育成、拠点形成については、国が重要な責務を担うべきである。

(2) 人材育成と拠点形成

ナノテクノロジー・材料分野の研究開発が広範囲の研究分野を包含し学際的な性格を有することに鑑み、特に大学院レベルにおける教育として、各専門分野での深い研究と教育に重点を置くとともに、分野融合に適応し得る幅広い視野を持った研究者を育成するような教育プログラムも充実させることが必要である。たとえば、既存の学問体系で区切られた専攻単位での教育システムの枠を超えて、様々な分野の教授陣が協働し、学際的な分野として教育プログラムを実行することも方策の一つである。

グローバルで優秀な人材の育成・確保に向けた取り組みの一つとして、海外からの教員招聘や海外での研究機会を増やすような人材交流、海外において研究を実施する日本人を対象とする研究費の創設も積極的に進めるべきである。さらに大学院博士課程においては、ナノテクノロジー・材料分野で研究マネジメントも担える人材を育成する教育プログラムが必要である。

- 5 また、大学及び大学院における高等教育の継続性を重視し、プロジェクト型の予算措置による短期的な教育プログラムに偏重することがないよう、見直しと評価を経ながらも長期的に実行可能な人材育成プログラムを整備することも必要である。

- 10 一方、次世代につながる材料分野の持続的発展のためには、ナノテクノロジーから新規の研究開発分野が創出され、材料分野へと引きつながれることを促す必要がある。このためには、学生や若い世代の研究者がナノテクノロジー・材料分野の研究に魅力を持って取り組めるような仕組み作りが必要であり、その一つとして、大学院における教育に重点を置くべきである。

- 15 少子高齢社会の到来や子供たちの理科離れとともに、ナノテクノロジー・材料分野の研究者人口の減少も懸念されることから、学生の段階にナノテクノロジー・材料関連企業で就業体験をする機会を与えるなどして、実践技術教育の場を拡充すべき。この観点では、大学と共に民間企業は人材育成の一端を担える存在として重要である。

研究者や社会人教育に加えて、10年後20年後の社会を背負う人材育成としての初等・中等教育においても、ナノテクノロジー・材料分野の重要性を理解・学習させることにも配慮が必要である。

- 20 研究施設の整備は、ナノテクノロジー・材料分野の基礎研究推進に重要な役割を担う。「モノから人へ」を具現化するための一つの方策として、異分野から様々な研究背景を持った研究者が一つの場所に集えるような共同利用センターを整備し、研究者間の交流を通してイノベーションを生み出す分野融合の場として活用すべきである。例えば、ナノ計測・加工・分析装置を集約した共同利用施設を整備するとする同時に、教育の場としても機能するよう運用に対する配慮や、デバイスプロトタイプの作製など開発目的を明確に掲げたファウンダリー等の拠点を形成することにより、開発に向けて様々な分野の人材が集まり融合やイノベーション創出を引き出す工夫が必要である。

ナノテクノロジー・材料分野の研究開発が広範な学問分野に関連することから、大学、独立行政法人、企業等様々な立場からのオープンアクセスを可能にした研究開発拠点の整備が必要。その際、特定の少数機関のみが強化される施策とならぬよう、十分配慮した施策とすべきである。

- 30 ナノテクノロジー・材料分野における分野融合を醸成するためには、個々のクラスター技術を有する複数の拠点を有機的に結びつけた研究拠点網の整備が不可欠である。たとえば、大学、独立行政法人などの研究機関においては、それぞれ得意とする領域を活かした拠点としての役割を担うとともに、拠点間の連携を密にして総合力を発揮するような環境整備に取り組むべき。

35 (3) 国のファンディングのあり方

基礎的段階（あるいは、階層の初期段階）において要素技術が探索的に研究されるような場合

には、多様な研究が競争的に実施されるように配慮して、限りある資源の配分ができるだけ多くの研究者に行きわたるようなファンディングシステムが必要である。

また、基礎研究が最終的に成果に結びつくまで比較的長期間を要するとされるナノテクノロジー・材料分野においては、短期間のみの成果を過度に求めることなく、長期視点に立脚した研究が推進できるような継続的ファンディングの確保も必要である。

基礎研究からは革新的な結果が生まれ、その結果が新しい分野の創出につながることを期待できることから、基礎研究の多様性に配慮したファンディングを行う必要がある。また、研究者が必ずしも成功するとは限らない挑戦的な研究開発課題にも取り組めるようなファンディングの整備も必要である。研究課題採択にあたっては適切な評価が必要である。

研究開発が予想以上の進展を見せたときには、ダイナミックに集中配分し、逆に順調な推移が得られないときには、適切な評価により、予算を見直せるようにファンディングシステムの柔軟性にも配慮すべき。

研究開発課題ごとに階層性が存在することに配慮して、基礎から応用に至るまでの各階層での研究の性格に見合ったファンディング・評価が必要であると同時に、階層間を旨く結びつけるためのファンディングも重要である。また、産業化を最終目標においた基礎研究から応用研究へ向かう方向へのリニアモデルによるファンディングだけではなく、産業の場における基礎研究の重要性や基礎研究の成果が産業化に直結するようなケースに対応できるファンディングシステムも構築すべきである。

ナノテクノロジー・材料分野の研究開発をイノベーション創出へつなげていくためには、当該分野のみならずライフサイエンス、情報通信、ものづくり技術など他の推進分野との異分野連携・垂直連携による研究開発を推進する必要がある。他分野と密接な関係をもつ施策については、当該分野におけるファンディングが他分野の推進にも活かされるよう、分野間の調整を図りながら推進していく必要がある。これには、総合科学技術会議が司令塔機能を発揮し、「活きた戦略」として取り組むことが重要である。

(4) 産学官および府省の連携

研究開発の成果を有効に産業化につなげていくためには、大学と企業との連携を一層進める必要がある。大学が企業側のニーズを十分把握することに努める一方で、企業が研究開発課題を大学側に提示するような、相互の積極的な働きかけが必要。大学と企業間での人事交流の推進や企業インターンシップの強化によって、相互理解を深める必要がある。加工、創生、造型、計測といった共通設備を一体化したファウンドリーを整備し、全国から産学官が参画できるような運営組織の構築が急務である。また、ナノテクノロジー・材料分野において、材料を特定した施設だけではなく、機能を中心においた施設整備の設計思想が重要となる。

産学官コンソーシアムの形成を推進し、研究開発課題の意義、進捗状況のチェックが行えるような場として活用すべき。たとえば、施策課題の社会認知を目的とした公開討論の場としても機能し得る。

ナノテクノロジー・材料分野で基礎と応用の両面からの研究開発を円滑に推進するためには、府省間の連携体制を整備する必要がある。施策課題の実行段階でも府省連携を図り、施策の進捗を統括する司令塔機能を持った組織の設置が望まれる。

5 (5) 安全・安心に資する取り組みと責任ある研究開発推進

ナノテクノロジーの社会受容を促す研究としては、リスクの評価手法や管理手法の確立、ナノテクノロジー標準化などが挙げられるが、これら研究課題については各府省が個別に施策を推進するのではなく、府省が連携・協働して取り組むべき。全体を統括するコーディネータにおいて運営推進することも必要。

- 10 ナノテクノロジー分野の研究開発からは予想もしなかった新物質・新機能の発見・発明が期待でき、大きな進歩を生むことが魅力とされる。その一方で、予想できない負のインパクトをもたらす可能性があり、このことへの配慮が研究開発段階から必要となる。研究者自身が責任をもって研究開発に取り組み、科学的データの蓄積や検証に努めることによって、安全・安心に資するとともに、社会受容を促すための取り組みを積極的に進めるべき。

15

(6) 標準化と国際協調

我が国が世界でリーダーシップを発揮できるようにするには、各技術領域で世界最先端を目指していくことと同時に、国際的な標準化への取り組みを積極的に推進する必要がある。

- 20 我が国が少子高齢化の中で、知識ベース産業社会に転換を図っていく上では、人材育成、研究開発、及び産業化の循環を国内のみで維持することは困難になりつつあり、国際協調に努めていくことが不可欠である。特に、アジア諸国との協調は地勢的、産業戦略的に重要であり、その主導権をとるための努力が必要である。

【ナノテクノロジー・材料分野に特有の知財戦略があれば記載予定】

25

(7) 国民への研究成果の説明

ナノテクノロジー・材料分野の研究開発を推進することにより得られる成果は、科学技術の進歩、産業競争力の強化、社会の抱える課題の解決、等を通じて国民に還元しなければならない。たとえば、希少資源や不足資源を代替する材料技術において革新が生まれれば、資源枯渇問題の解決に大きく貢献できる。

30

ナノテクノロジー・材料分野は重点推進分野の一つとして位置づけられるが、予算の重点配分に対する必要性と重要性の国民への説明を積極的に行うべきである。

具体的には、研究開発によってどのような変革が期待でき、研究成果によって実現される社会や国民生活の将来像がどのようなものであるかを提示することである。別添3には重要な研究開発課題の成果目標を提示しているが、研究推進期間中においても、国民に向けて成果を説明する積極的な広報活動に努力すべきである。

35

また、本分野の成果の多くが基礎研究に属する一方、その成果は社会から直接見え難いことから、積極的に基礎研究の成果をわかりやすく国民に発信し、国民の理解を得る取り組みが必要である。

総合科学技術会議の司令塔機能の強化が基本計画の中にも謳われており、ナノテクノロジー・

- 5** 材料分野においても、冊子、ビデオ、ホームページ等の媒体を通じて、分野の特長をわかりやすく説明することに努める必要がある。

4. 戦略重点科学技術

(1) 戦略重点科学技術選定の考え方

- 5 戦略重点科学技術の選択根拠については、政策目標、成果目標（アウトカム）の実現に対する選択的実施の必要性和5年間集中配分する必然性について、国民に理解されることが必要である。

第1の基準は、産業や科学技術における国際競争の中、さらに高いレベルの技術の実現や実用化が強く求められているにもかかわらず、現在の技術の延長では達成が困難な課題であるが、これまでの研究蓄積から、『True Nano』（不連続な進歩や大きな産業応用が見込める、ナノ領域特有の現象・特性を活かすナノテクノロジー）や革新的な材料技術によって、ブレークスルで
10 ることが十分に期待され、資源を集中した重点的な推進なくしては、我が国の優位が確保できないおそれのあるものである。

第2の基準は、現在、社会が大きく変革しており、これからの5年間で、新たな社会構造や社会的価値が生まれると予測されているにも拘わらず、それに応える科学技術の進展が停滞しており、その解決策が『True Nano』や革新的な材料技術の領域にあると判断できるものである。

- 15 さらに、第三の基準として、ナノテクノロジー・材料分野においては、成果を実際のイノベーション創出に繋げることが喫緊の課題であり、イノベーションの加速を促す推進基盤の整備、拡充もまた喫緊の課題となっている。この目的で、特に資源を集中して重点的に進めるべきものも厳選して戦略重点科学技術とし推進すべきである。

20 (2) 戦略重点科学技術

- 『True Nano』で次世代のイノベーションを起こす科学技術

① デバイスの性能の限界を突破する先端のエレクトロニクス

- 25 デバイスの電力消費量、集積度、速度などの性能の限界突破は、現状技術の延長では解決困難な課題であり、『True Nano』や材料革新をもってしか為し得ないことは、すでに予測されていることである。世界各国のナノテクノロジー研究開発資源（予算、人的資源）の大半がエレクトロニクスに割かれ、激しい研究開発競争を繰り広げている中で、今後5年間の集中配分は、この分野の国際競争力を強化するために不可欠である。

② 超早期診断と低侵襲治療の一体化を目指す先端のナノバイオ・医療技術

- 30 超高齢社会において、国民の生活の質を拡大し、増加する医療費を削減するためには、がん、循環器病、糖尿病、認知症、運動器疾患等の重要疾患を超早期に診断するとともに低侵襲に治療する医療技術が必須である。生体はナノスケールの構造体であるから、生体機能をナノレベルで解明・制御することにより、超早期診断と低侵襲治療の一体化を目指して医療技術の飛躍的な向上が期待できる。この分野は米国、EUが共に力を入れており、我が国が得意とするナノテクノロジー・材料技術を医療分野に応用し、この
35 分野の国際競争力を強化するためには、今後5年間の集中配分が不可欠である。

○ 革新材料で困難な社会的課題を解決する科学技術

③ イノベーションを生む中核となる革新的材料技術

『True Nano』によって不連続で飛躍的なジャンプアップが実現されても、それによって、科学技術を変革し、産業に大きなイノベーションを引き起こすためには、ナノで得られた成果をマクロスケールの実用材料にスケールアップすることが必要となる。そのためには、今後5年間に於いて、ナノスケール構造同士を接合する界面や表面の特性・機能の制御と、スケールアップのためのプロセス技術などに集中した研究開発を進めることが必要である。

④ クリーンなエネルギーの飛躍的なコスト削減を可能とする革新的材料技術

石油資源に替わるクリーンなエネルギーの利用を現実的に可能にし、普及させることは、我が国が直面する大きな課題であり、当面は、燃料電池、太陽電池に絞って、材料技術によってブレークスルーを起こしていくことが必須である。石油資源の残存埋蔵量や、急激な消費量増加を考慮して、今後5年間に集中配分をすることで、日本のエネルギー問題解消を目指す。さらに日本発の技術で世界のエネルギー問題解決を図っていくことは人類への貢献だけでなく、エネルギー産業において新たなビジネスモデルを作り上げていく上でも重要であり、エネルギー資源の乏しい我が国こそが先鞭をつけるべき課題である。

⑤ 資源問題解決の決定打となる希少資源・不足資源代替材料革新技術

元来資源が少ない日本においては、資源問題は我が国が直面する大きな課題である。希少資源や不足資源に対する解決策として、それらの資源の代替材料技術の革新は必須であり、省資源問題の中でも、最も材料技術に期待されているところである。日本あるいは世界で資源枯渇の影響のないサステナブル社会の確立を図ると共に、日本の国際競争力や産業競争力強化のために特定の産出国への脱依存を図るためにも、集中配分による技術開発は必須となる。

⑥ 国民の健康と生活の安全・安心を支える革新的ナノテクノロジー・材料技術

大規模地震等の自然災害、工場火災、列車事故等あらゆる災害に対する防災・減災技術、消火活動や救助活動の重要性は明らかである。そのためには、大震災に耐えうる建築物のための高強度鋼等の革新的構造材料や、突発的なテロ、災害や事故から身体等の安全を確保する材料技術や、それらの検査・評価・利用技術の飛躍的向上が必要である。また、食品分野においては、食料自給率の向上、農業・食品産業の国際競争力の強化、国民の生涯健康な生活の実現に資することが重要であり、そのためには、国産農産物を用いたナノ粒子加工技術の開発や、食品のナノ粒子の機能解明のためのナノ品質計測技

術の開発により、他国にない安全で高品質な食品素材を開発する必要がある。以上のように国民の安全・安心を支えるとともに国際競争力を強化する観点から今後5年間の重点的配分が不可欠である。

5 ○ ナノテクノロジー・材料によるイノベーションを加速する推進基盤

⑦ ナノ領域最先端計測・加工技術

10 ナノテクノロジー・材料分野のみならず、ライフサイエンス、情報通信などの最先端科学技術、環境計測、医療現場の技術進歩を可能にし、ものづくりをはじめとする産業の国際競争力を産み出すために、最先端の計測・分析技術や加工技術が重要な役割を果たしており、世界各国も技術開発にしのぎを削っており、ここ5年間でさらに重要性が増すと想定している。技術の先端を切り開くためには、ナノメートルスケールの事象の
15 解明や利用のために、新たな技術を創り出すことが求められており、このためには形状観測だけでなく、ナノメートルスケール分解能を持つ分析・物性計測技術の開発や、加工技術との一体化を可能としていくことが必須となる。この領域の日本の優位性の維持と、波及する様々な分野における国際競争力強化のためには、今後5年間の集中配分が不可欠である。

⑧ X線自由電子レーザーの開発・共用

20 X線自由電子レーザーは、放射光とレーザーの特徴を併せ持つ光として、従来の手法では実現不可能な分析を可能にする技術である。例えば新たな気体吸蔵素子の開発や重要なタンパク質の構造・機能の解明により創薬・新規診断法への波及等、幅広い分野で産業や国民の生活向上に役立つ成果の創出が期待される。欧米との熾烈な国際競争の下、Spring-8 や高エネルギー物理学研究所において独自に開発した技術を駆使し、よりコンパクトで世界最高性能の研究基盤を実現を目指した開発を行う。その成果の普及と海外
25 の研究者も含めた利用促進により、特にアジアのリーダーとしての国際貢献が期待され、我が国の国益に資する。以上から、今後5年間の資源の集中配分による研究開発の加速が必須である。

⑨ ナノテクノロジーの社会受容のための研究開発

30 ナノテクノロジーは我が国が得意とする分野であり、今後も大きなイノベーションの創出が期待される。一方、ナノテクノロジーが社会に受け容れられるためには、真に有益な技術を開発することと共に、その技術が社会に与える影響や、ナノ物質が人体や環境に与える影響等を事前に正しく評価することが必須である。この分野は欧米における取組が先行しているが、ナノテクノロジーの標準化も含め、国際協調のもとに戦略的に
35 推進する必要がある。

⑩ イノベーション創出拠点におけるナノテクノロジー実用化の先導革新研究開発

ナノテクノロジーは新しい科学技術として、大きなイノベーションの創出が期待されているが、世界的に見てもナノテクノロジーによる実用化まで繋がる例はまだ少なく、如何にナノテクノロジーからイノベーションを産み出すかが、非常に重要な課題となっている。このイノベーションを積極的かつ効率的に引き起こす仕掛けとして、また、その原動力となる今後のナノテクノロジーを担う人材育成と分野融合の場として、ナノテクノロジーを駆使したデバイスのプロトタイプを作製するファウンダリー等の拠点形成を行い、実用化を先導していくことに今後5年間集中配分を行うことは、日本の科学技術及び将来の産業競争力の国際的優位性を築き上げるために必須となる。拠点については、日本は全般に化学や材料のポテンシャルが高く、特定の少数機関のみを強化するのではなく、我が国全体の強みをさらに伸ばすことに配慮し、個々の拠点に特色を持たせて、国内に30カ所以上設定することを計画する。

参 考. 研究開発の目標

(1) 大目標 「飛躍知の発見・発明」

中政策目標 (1) 新しい原理・現象の発見・解明

- 5 中政策目標 (2) 非連続な技術革新の源泉となる知識の創造
- 個別政策目標①-2 世界的に認められる研究人材を数多く輩出する
 - 個別政策目標①-3 世界トップクラスの拠点を形成し、世界の科学技術をリードする
 - 重要な研究開発課題 ナノテクノロジー・材料分野の人材育成と研究開発の環境整備
 - 個別政策目標①-4 生命の仕組みを世界に先駆けて理解し、新たな知識体系を確立する
 - 10 ○重要な研究開発課題 生体の構造・機能などを解明する分子イメージング技術
 - 個別政策目標①-9 ナノ領域特有の現象や革新的機能をもつ物質の発見・原理解明とともに、その制御・利用した新たな動作原理の技術を創出する。
 - 重要な研究開発課題 電子・光制御ナノエレクトロニクス技術
 - 重要な研究開発課題 革新的ナノ計測・加工技術
 - 15 ○重要な研究開発課題 量子ビーム高度利用計測・加工・創製技術
 - 重要な研究開発課題 物性・機能発現指向のシュミレーション・デザイン技術
 - 重要な研究開発課題 量子計算技術」「界面の機能解明・制御」「生体ナノシステムの機構解明」「強相関エレクトロニクス」の戦略的推進
 - 個別政策目標①-10 生体内の分子を操作する
 - 20 ○重要な研究開発課題 生体の構造・機能などを分子レベルで解明する

(2) 大目標 「環境と経済の両立」

中政策目標 (4) 地球温暖化・エネルギー問題の克服

- 個別政策目標③-3 世界を先導する省エネルギー国であり続ける
- 25 ○重要な研究開発課題 高効率なエネルギー利用のための革新的材料技術
- 重要な研究開発課題 環境と経済を両立する省エネルギー・環境調和ナノエレクトロニクス技術
- 個別政策目標③-4 世界で利用される新たな環境調和型のエネルギー供給を実現する
- 重要な研究開発課題 未普及なエネルギー利用を具現化する材料技術
- 30 中政策目標 (5) 環境と調和する循環型社会の実現
- 個別政策目標③-10 環境と経済の好循環に貢献する化学物質のリスク・安全管理を実現する
- 重要な研究開発課題 超微細加工技術を利用した機器
- 重要な研究開発課題 極微量物質を検出する技術
- 重要な研究開発課題 有害物質・材料対策、健康問題解決に資する材料技術
- 35 ●個別政策目標③-11 持続可能な生態系の保全と利用を実現する
- 重要な研究開発課題 環境改善・保全のための材料技術

●個別政策目標③-14 希少資源・不足資源枯渇の影響のない持続可能な社会を確立する

○重要な研究開発課題 希少資源／不足資源代替並びに効率的製造技術

(3) 大目標 「イノベータ日本」

5 中政策目標(6) 世界を魅了するユビキタスネット社会の実現

●個別政策目標④-8 現在の半導体の動作限界を打ち破る革新的デバイスを実現する

○重要な研究開発課題 従来のシリコン半導体を超える次世代シリコンベースナノエレクトロニクス

○重要な研究開発課題 電子・光制御ナノエレクトロニクス技術

10 ○重要な研究開発課題 ナノエレクトロニクス部材の低価格化技術

中政策目標(7) ものづくりナンバーワン国家の実現

中政策目標(8) 科学技術により世界を勝ち抜く産業競争力の強化

●個別政策目標④-17 ナノテクノロジー・革新部材を駆使して今世紀のマテリアル革命を先導する

15

○重要な研究開発課題 ナノスケールに対応したエレクトロニクス製造技術

○重要な研究開発課題 ナノエレクトロニクス部材の低価格化技術 《再掲》

○重要な研究開発課題 従来のシリコン半導体を超える次世代シリコンベースナノエレクトロニクス 《再掲》

20

○重要な研究開発課題 電子・光制御ナノエレクトロニクス技術 《再掲》

○重要な研究開発課題 世界をリードする電子機器のための材料技術

○重要な研究開発課題 国際競争力のある輸送機器のための材料技術

○重要な研究開発課題 次世代を担う革新的材料・部材の創製技術

○重要な研究開発課題 安全・安心社会を実現する材料・利用技術

25

○重要な研究開発課題 革新的ナノ計測・加工技術

○重要な研究開発課題 量子ビーム高度利用計測・加工・創製技術

○重要な研究開発課題 物性・機能発現指向のシュミレーション・デザイン技術

●個別政策目標④-18 革新部材やITを駆使する先端ものづくりを実現する

●個別政策目標④-20 現場を支えるものづくり人材を育成・強化する

30

○重要な研究開発課題 ナノテクノロジー・材料分野の人材育成と研究開発の環境整備

●個別政策目標④-22 国際競争力の高い、安全で高品質な食料を提供し、食糧自給率を向上させるとともに世界的な食料の安定供給へ貢献する

○重要な研究開発課題 ナノバイオテクノロジーを応用した食品

○重要な研究開発課題 DDS およびイメージング技術を核とした診断・治療法

35

●個別政策目標④-28 新しい科学技術であるナノテクノロジーの社会受容と普及を促進する

○重要な研究開発課題 ナノテクノロジーの責任ある研究開発

(4) 大目標 「生涯はつつ生活」

中政策目標 (9) 国民を悩ます病の克服

●個別政策目標⑤-3 バイオテクノロジーとITやナノテクノロジー等を融合した新たな医療

5 を実現する

○重要な研究開発課題 DDS およびイメージング技術を核とした診断・治療法

○重要な研究開発課題 超微細加工技術を利用した機器

○重要な研究開発課題 極微量物質を検出する技術

●個別政策目標⑤-7 失われた人体機能を補助・代替・再生する医療を実現し、障害者の自律を

10 支援する

○重要な研究開発課題 再生誘導用材料

○重要な研究開発課題 生体に優しい高安全・高機能性生体デバイス

●個別政策目標⑤-9 生体の構造・機能などを分子レベルで解明し、医療につなげる

○重要な研究開発課題 生体の構造・機能などを解明する分子イメージング技術

15 中政策目標 (10) 誰もが元気に暮らせる社会の実現

●個別政策目標⑤-5 予防医学と食の機能性を駆使して生涯健康な生活を実現する

○重要な研究開発課題 ナノバイオテクノロジーを応用した食品 《再掲》

(5) 大目標 「安全が誇りとなる国」

20 中政策目標 (11) 国土と社会の安全確保

●個別政策目標⑥-1 災害に強い新たな減災・防災技術を実用化する

○重要な研究開発課題 安全・安心社会を実現する材料・利用技術 《再掲》

中政策目標 (12) 暮らしの安全確保

25 ●個別政策目標⑥-11 食の安全を実現し、消費者の信頼を確保する

○重要な研究開発課題 DDS・イメージング技術を核とした診断・治療法 《再掲》

●個別政策目標⑥-15 情報セキュリティを堅固なものとし、インターネット社会の安全を守る

○重要な研究開発課題 セキュリティエレクトロニクス技術

●個別政策目標⑥-16 化学物質が健康へ与えるリスクを最小化する

30 ○重要な研究開発課題 ナノテクノロジーの責任ある研究開発