

各省庁のナノテクノロジー関係の 研究開発の取組状況

総計: 518億円

総務省: 総額 14億円

(うちプロジェクト 12.1億、競争的資金 1.9億)

- 量子情報通信技術の研究開発 2.5億
- ナノメータ領域微細加工・評価のための基盤整備 8.2億
- 分子ハーモニクス構造の構築と電磁場制御デバイスの研究 1.9億
- 高度情報通信のための新機能分子材料の研究 1.4億

農林水産省: 総額1.7億円

(うちプロジェクト 1.3億、競争的資金 0.4億)

- 超単分散性マイクロスフィアを用いた新規な分離場構築 0.7億
- ナノFISH法の開発 0.6億
- 染色体の構造と機能解明のためのナノデバイスに関する研究 0.4億

文部科学省: 総額302億円

(うちプロジェクト 98億、競争的資金 204億)

- 戦略的基礎研究推進制度 67億
- 創造科学技術推進制度 44億
- 若手個人研究推進制度 21億
- 国際共同、計算科学、新規事業志向 等 計13億
- ナノマテリアル関連研究(物質・材料研究機構) 23億
- ナノテクノロジー関連研究(理化学研究所) 20億
- 科学技術振興調整費 41億
- 科学研究費補助金 51億
- 未来開拓学術研究推進事業 22億

経済産業省: 総額200億円

(うちプロジェクト 195億、競争的資金 5億)

- 材料ナノテクノロジープログラム 43億
(超精密高分子、ナノガラス、ナノ粒子、ナノコーティング等)
- 情報通信基盤高度化プログラム 52億
- 新規産業創出型産業科学技術研究開発 100億
(シナジーセラミックス、フロンティアカーボン、スーパーメタル 等)
- 新規産業創出型提案公募、産業技術研究助成 他 5億

(注)金額は平成13年度予算。内閣府の調査依頼に基づき各省庁において整理したものを集計。競争的資金については、予算額ベースではナノテクの切り分けができないので、便宜的に12年度の交付データを参考に主だったものを算出。記載のない省庁については13年度予算の計上はなし。

ナノテクノロジーの戦略的推進に関する懇談会報告書の概要

2000年12月

1. ナノテクノロジーの戦略的推進の基本認識

- 我が国が強い分野をより強く
高度な製造技術を背景に極めて高いレベルを有するナノテクノロジーで、21世紀の製造技術を更に飛躍的に発展
- 次なる産業革命をもたらす基幹技術
ナノテクノロジーは、情報通信、環境、ライフサイエンス、材料など21世紀の重要技術に革命的な変革をもたらす
- 21世紀型新「製造技術」は人類の持続的発展の鍵
物質文明が生み出した環境、エネルギー等の地球的規模の諸問題を解決し、豊かで持続的な発展を支える革新技術
- 細分化された学問領域の統合化
ナノスケールという分野横断性は、物理、化学、生物といった既存学問領域の垣根を意味のないものに
- 我が国の技術力による国際貢献
我が国が持つ高い技術ポテンシャル及び人材を率先して投入し、人類共通の諸課題を解決

2. ナノテクノロジー国家戦略の重点項目

3つのタイプに分類、前二者は明確な目標を設定し達成状況を厳正評価

目標設定の基本的考え方

- 5～10年後の実用化・産業化を目指した研究開発→スピードと市場へのインパクトを重視
- 10～20年先を展望した挑戦的な研究開発→将来大きく発展する可能性を重視
- 萌芽的研究→個人の独創性を重視
(具体的目標設定は今後の検討に委ねる→今後検討すべき課題を例示)
 - ー達成時期、所要資金、人材等の明示
 - ー社会的にも分かり易い具体的な目標設定(例:体内の狙った組織に導入できるナノ医療マシンの実現)

重要な技術的視点

- トップダウンとボトムアップの融合→自己組織化を最大限に活用
- ナノスケールで物質の構造、配列等を制御→超高強度、高効率発行等革新的機能の発現
- ナノスケールの微細加工・組立、計測技術の確立→従来にない新たな機能を発現する構造体の創成
- ナノレベルでの不安定性の制御→半導体LSIなど大規模集積システムの誤動作制御

研究開発推進体制

- 異分野間の横の広がり、シームレスな産学官連携の重視
 - ー 特色ある複数の研究・推進拠点整備とネットワーク構築
... 独法等は情報集積、発信機能強化と研究インフラ整備
 - ー 細分化しがちな知識、技術を共有、利用できるよう体系的に整理(知識の構造化)
- 競争的研究環境の重視
- 国際的な協力、国際水準の研究評価

●知的財産権の獲得、国際標準化の促進

●人材育成の推進

●知的基盤の整備

●社会との調和

3. 今後の検討

- 総合科学技術会議等において具体的な政策、目標等の検討が進められることを期待
- ナノテクノロジー基礎調査 → 我が国が強い分野等の実態や動向把握が必要

ナノテクノロジー重要研究領域マップ及び課題例					「ナノテクノロジーの戦略的推進に関する調査検討会」調査結果					平成12年12月				
	情報通信		分類	環 境	分類	ライフサイエンス		分類	材 料		分類			
5～10年後の実用化、産業化を目指す研究開発（ニーズ対応の研究開発、産業技術の基盤技術体系化の構築）	テラビット級超高速記憶デバイス		6	高効率低コスト太陽電池の開発	3	医療・生活関連マイクロ・ナノマシン材料の開発		11	超高速記憶媒体材料の開発		1			
	超高速光電子デバイス		6	二酸化チタンナノ分膜の開発	3	生体組織再生技術の開発		11	超高速加工技術の開発		3			
	超低消費電力集積デバイス		6	ナノ材料によるCO2大規模回収技術の開発	7	ナノ材料による高性能医療器具の開発		10	超微細加工技術		2			
	有機フレキシブル型ディスプレイの開発		6	高電圧高電流電池の開発	6	インテリジェントナノバイオセンサの開発		11	超微量高強度金属の開発		3			
	高密度光記憶メディア技術の開発		2	ナノ/有機物複合半導体の開発	9				超高強度金属の開発		1			
	25 nm CMOS世代技術の開発		6	ナノ構造有機物半導体の開発	1									
	超高速低消費電力コンピュータ・ソルブエント通信情報処理システムの開発		7	環境調和ナノビームファブリケーションプロセス	2									
	インテリジェントシステムオンチップの開発		7											
（基盤技術）	少消費電力ナノスケールデバイス		6	環境物質の微量分析技術・標準物質の開発	11	化学反応生体分子の設計と自己組織化技術		9	ナノスケール製造プロセス技術		1			
	半導体ナノ表面加工技術の開発		2	超超半導体性素子技術	1	DNA/核酸多次元組織化技術		12	ナノ粒子合成・機能化技術		1			
	ナノデバイス・インターコネクト技術		2	超微細コーティング技術	3	ナノ応用ドラッグデザイン技術		11	ナノガラスのプロセス技術		3			
	次世代半導体デバイスプロセス技術の開発		6	超微細性ナノ薄膜形成技術	1				ナノコーティング技術の開発		3			
	原子・分子レベル動作技術		2						超微細分子の制御技術		9			
	高速情報処理通信光デバイス開発		6						ナノ計測技術・計量標準の開発		11			
	ナノデバイスの低消費電力化・素子材料評価技術・超微細化の開発		11						創薬・高機能材料の開発		1			
									計量用ナノマテリアルデザイン		5			
10～20年先まで展望した戦略的な研究課題	人工生体情報材料・デバイス・システムの構築		6	光エネルギー貯蔵型電池の高効率化	3	DNA分子デバイス・システム、機能デバイスの開発		10	フォトニック結晶の応用		1			
	超五感センサ・超微細メモリの開発		6	特殊分解性ナノマテリアルの開発	1	生体分子の機能性分子への実用・応用展開		10	光スイッチングデバイス用材料		1			
	ナノ構造を用いたオプトエレクトロニクス		6	超微細イオン輸送ナノ材料	1	体内に導入して検査・治療を行うマイクロ・ナノ医療マシン		8	電子波デバイス用材料		1			
	テラヘルツ波エレクトロニクス		6	環境応答性ナノ機能性ナノマテリアル	1	異物認識・検知・バイオナノマシン		11	低消費電力型ナノ医療技術と光療法の開発		3			
	超高速光スイッチの開発		6	シミュレーションプロセスを用いたナノ化学生工場	2	他、極めてDNA全解析チップ		11	スピニエレクトロニクス用材料の開発		1			
	量子コンピュータ、分子コンピュータ、DNAコンピュータ		7	水分子ナノクラスターの化学反応	9	高機能人工骨・歯肉の開発		5	金属ナノ粒子制御		2			
	超微細化エレクトロニクス		6	超微細ナノ薄膜形成技術の開発	3	ピンポイントドラッグデリバリーシステム		11	光・粒子線照射による表面改質技術の開発		2			
	原子・単一分子スケールデバイスの開発		6	超小型機能性環境センサの開発	11	ナノ医療用材料		11	有機高分子の設計とナノ化としての機能化		1			
	カーボンナノチューブエレクトロニクス		6			神経・脳コンピュータ・インターフェース用ナノマイクロ電極		8	バイオナノマシン・超微細化ナノ構造材料		1			
	超微細光デバイス、フォトニックメモリ		6			体内埋込用ナノマイクロマシン（人工臓器）		8	超微細化素子材料		1			
個人の独創性を重視した萌芽的研究	ナノ構造を用いた量子情報技術		5			超微細化ナノマシン		11	超微細化ナノマシン（DRAM, FeRAM材料の開発）		5			
	ナノ構造を用いた量子情報技術		5			超微細化ナノマシン		10	超微細化ナノマシン（DRAM, FeRAM材料の開発）		2			
	ナノ構造を用いた量子情報技術		5			超微細化ナノマシン		10	超微細化ナノマシン（DRAM, FeRAM材料の開発）		12			
	ナノ構造を用いた量子情報技術		5			超微細化ナノマシン		9	マイクロマシン/超微細化材料形成技術と生体・環境安全評価技術		8			
	ナノ構造を用いた量子情報技術		5			超微細化ナノマシン		4	超微細化ナノマシン（DRAM, FeRAM材料の開発）		1			
	ナノ構造を用いた量子情報技術		5			超微細化ナノマシン								
	ナノ構造を用いた量子情報技術		5			超微細化ナノマシン								
	ナノ構造を用いた量子情報技術		5			超微細化ナノマシン								
	ナノ構造を用いた量子情報技術		5			超微細化ナノマシン								
	ナノ構造を用いた量子情報技術		5			超微細化ナノマシン								
共通基盤技術等	自己組織化ナノ薄膜の作製に関する研究		12	1分子観察のための超微細化半導体技術の開発	4	超微細化・ナノ化技術の開発		4	量子ドット・線路の形成の完全制御		12			
	超微細化ナノ加工技術の開発		2	低消費電力量子ドットの開発	4	DNA・タンパク質ナノ構造解析技術		4	電子・光子スピンを制御するナノ構造		1			
	超微細化ナノ加工技術の開発		4	100 nm精度と原子分子精度を両立する加工技術・材料の開発	2	マルチプロビュラビリティ・プロセス・センシング		2	超微細化材料		1			
	超微細化ナノ加工技術の開発		4	サブナノ精度位置計測	4	有機・無機複合ナノ構造の開発		1	超微細化材料の三次元微細加工技術		2			
	超微細化ナノ加工技術の開発		2	マイクロ・ナノマシン製造用ナノ加工技術	4	サブナノメートル電子線照射加工・解析技術の開発		2	超微細化分子軌道計算のための新アルゴリズムの開発		4			
	超微細化ナノ加工技術の開発		6	フォトンによるナノ計測加工技術	11	ナノ構造材料のフェーズ転移応答性・評価		4	多変数ナノ物質の設計・制御・解析		1			
	超微細化ナノ加工技術の開発		11	スピン超微細化技術の開発	2	超微細化ナノ加工技術の開発		4	有機・無機複合ナノ構造の開発		4			
	超微細化ナノ加工技術の開発		6	ナノスケールラビ	9				DNAからDNA1つ程度までの分子ネットワークの解析		12			

分類カテゴリ： 1. ナノマテリアル 2. ナノファブ리케이션（デバイス） 3. ナノプロセスング（バリエ） 4. ナノキャラクアリゼーション 5. ナノ観察 6. ナンデバイス 7. ナノシステム 8. ナノ機械 9. ナノケミストリー 10. ナノバイオロジー 11. ナノ診断、ナノ計測 12. ナノメカニズム（自己組織化・修繕）

経団連 「ナノテクが創る未来社会《n-Plan21》」

ナノテクノロジーの研究開発推進に当たっての4つの視点

- (1) IT、バイオ、エネルギー・環境、材料をナノテクノロジーでブレークスルーし、豊かで環境にやさしい社会の実現を目指すべき。
- (2) 日本が強みを持っている分野で、かつ、社会や産業にインパクトの大きい分野へ重点投資を行うべき。
- (3) 5～10年先の実用化・産業化を意識したフラグシップ型の研究開発テーマと、革新的な基盤的技術を軸にしたチャレンジ型の研究開発テーマの設定、及び基礎研究を含めた適正なリソース配分が必要。
- (4) 国家レベルでのナノテクノロジー戦略の推進、大学・公的研究機関における目的基礎研究の推進、基礎研究成果の実用化の推進が必要。

フラグシップ型プロジェクト

○次世代半導体技術 ○テラビット級情報ストレージ技術 ○ネットワークデバイス技術

チャレンジ型プロジェクト

○ナノプロセス・マテリアル ○バイオナノシステム ○ナノデバイス
○ナノ計測 ○ナノ加工 ○ナノシミュレーション

基礎研究

研究体制・システムの整備・充実

- ◇ 総合科学技術会議におけるナノテクノロジー戦略の決定、一元的推進
- ◇ 産官学によるネットワーク型COE体制の実現
- ◇ 人材の育成と知的基盤の整備
- ◇ ナノテクノロジーの社会への影響の評価と国民への開示

主要諸外国のナノテクノロジー戦略

米国

- **国家ナノテクノロジー計画 (NNI: National Nanotechnology Initiative)**を昨年1月策定し、2001年度連邦予算において最優先事項として位置付け
- 総予算: 2001年度495M\$ (前年度比83%増)
- 5つの活動:
 - 基礎的研究 ○グランドチャレンジ ○COE、ネットワーク構築
 - 研究基盤整備 ○社会倫理、法制度、教育訓練
- **2010年における米国の競争力を確保するためのアクション・プラン** (数年かけた周回の準備に基づく計画)
- 従来の省庁縦割りで細分化したやり方ではなく、産学官の研究者が有機的なネットワークを構築し、相互に情報交換できる仕組みを構築。

スイス

- 国家的な推進戦略である「TOP NANO21」発表(2000年1月から実施; 4年計画)
- 精密機械、医薬品等の強みを活かした連携の促進(材料-デバイス-バイオの連携)

ドイツ

- 98年、教育・研究省が6テーマの研究ネットワーク組織(Nanotechnology Competence Centers (Networks))を設立。

イギリス

- 2000年、EPSRC(工学・物理科学研究会議)が5つのナノテクノロジー・ネットワークを創設。

フランス

- 1999年に科学技術委員会が5つの優先研究分野(ライフサイエンス、情報通信、社会・人間科学、エネルギー・輸送、地球・宇宙)を選定。ナノテク研究はこれらの各優先分野の中で実施。

米国ナノテクノロジーイニシアティブ策定の経緯

科学的見地に基づく認識

“明日のブレークスルーを生み出す最も有望な科学技術を訊ねられたら、ナノ領域の科学技術と答えるだろう”(98年 Neal Lane大統領科学技術顧問)

技術的背景

米国は、日本や西欧諸国(特に独英)に比べナノテク分野において遅れている。(2000年2月レポートにおける現状認識)

国家科学技術会議(NSTC)ナノテクノロジーに関する省庁間WG(IWGN)(98年9月～)

99年9月 IWGNワークショップレポート「ナノテクノロジーの研究開発の方向性」において、
“国家ナノテクノロジーイニシアティブ(NNI)”の設置を提言

PCASTに提言を提出

PCAST(大統領科学技術諮問委員会)

～産学の専門家からなるナノテクノロジーパネル

99年11月14日、同12月14日に開催し、2001年度予算における「国家ナノテクノロジーイニシアティブ(NNI)」を大統領に提言(大統領諮問委員会からの書簡において)

大統領にNNIを提言

2001年度予算案においてナノテクノロジー予算拡充を決定

2000年1月21日 CALTECHでの大統領演説(ナノテク戦略のアナウンス)

同 年2月 2001年度予算教書「研究開発予算案」

NSTCからNNIの発表



(注) IWGN:Interagency Working Group on Nanoscience, Engineering and Technology
PCAST:President's Committee of Adviser on Science and Technology

米国における省庁間連携

実施官庁	DOC	DOD	DOE	NASA	NIH	NSF
基礎研究		×	×	×	×	×
ナノ構造材料	×	×	×	×	×	×
分子エレクトロニクス		×		×		×
スピンエレクトロニクス		×		×		×
チップ上のラボ(ナノコンポーネント)	×	×	×	×	×	×
バイオセンサ、バイオインフォマティクス				×	×	×
バイオエンジニアリング		×	×		×	×
量子コンピューティング	×	×	×	×		×
測定及びツールの標準化	×	×	×		×	×
ナノスケール理論、モデリング、シミュレーション		×	×	×		×
環境モニタリング			×	×		×
ナノロボット			×	×		×
無人飛行		×		×		×
ナノ加工のユーザ施設	×		×	×		×

推進戦略の検討

ナノテクノロジー・材料分野の 推進戦略の構成イメージ (叩き台：再掲)

1. 現状認識

- (1) 分野のおかれている状況、分野の特徴、国家的・社会的要請
- (2) これまでの政府の研究開発の取組とその成果
- (3) 我が国の技術競争力の現状及び今後の見通し

2. 創造的研究成果の創出、技術革新の活性化に向けた課題

3. 推進戦略

- (1) 分野としての研究開発の目標
- (2) 重点化に関する考え方
- (3) 重点領域の設定
- (4) 施策の在り方、推進方策(資金の確保、人材育成、基盤整備、その他技術革新を生み出す環境整備)

(論点)分野としての研究開発の目標

- 科学技術基本計画と同様、今後10年間を見越した5年間の目標を立てることが必要。
- 時期等の入ったロードマップをイメージした上で、目標設定を行うことが必要ではないか。
- 他の重点分野との整合性にも配慮することが必要となるが、如何に担保するか。(5月末までは会議事務局の中での連携・調整により進め、その後必要に応じ合同のプロジェクト会合を開催する等による対応が必要。)

(論点)重点化に関する考え方

- 重点化を考える上での「軸」を整理することが必要。
 - 時間軸(5～10年先の実用化・産業化を目指した研究開発、10～20年先を展望した研究開発、個人の独創性を発揮した研究)
 - 応用分野の軸(情報通信、ライフサイエンス、環境...)
 - 要素技術の軸(プロセッシング、構造・組織、性能・機能、パフォーマンス(安全性、信頼性))
- 国家的・社会的な要請と上記の軸との関係を整理した上で重点化を図ることが必要。
- 計画的な整備が必要な事項と、来年度からでも直ちに手当しなければならない事項についても整理することが必要。(後者については、14年度の資源配分の方針を決めていくために不可欠。)