

米国ナノテクノロジー分野研究開発  
の推進戦略に関する調査

成果報告書

2001年3月30日

株式会社三菱総合研究所

## 目 次

1 . 目 的	1
2 . 調査の項目	1
3 . 調査の内容	1
3 . 1 ナノテクノロジー分野における内外の R&D の現状分析	1
3 . 2 日米の競争力に関するファクト・データの分析	2
3 . 3 「ナノテクノロジー競争力指標」の検討	2
4 . ナノテクノロジー分野における内外の R&D の現状分析	4
4 . 1 ナノテクノロジーを巡る政策形成のメカニズム	4
4 . 1 . 1 米国における National Nanotechnology Initiative (NNI) 策定までのプロセス	4
( 1 ) 各種ワークショップの開催による研究者の意識調整と戦略課題の合意形成	4
( 2 ) 諸外国(潜在的な競争相手)を含む当該科学技術に関する広範な調査研究	8
( 3 ) 省庁間ワーキンググループによるビジョン作成および大統領委員会における政策承認	9
( 4 ) 大統領の宣言と実行計画	14
4 . 1 . 2 我が国のナノテクノロジー R & D プロジェクトの策定手順との比較	16
( 1 ) 「材料ナノテクノロジープログラム」	16
( 2 ) ナノテクノロジーに関する R & D 国家プロジェクトの日米比較	20
4 . 2 米国各機関のナノテクノロジー研究の動向	23
4 . 2 . 1 はじめに	23
4 . 2 . 2 National Nanotechnology Initiative ( NNI )	23
4 . 2 . 3 National Aeronautics and Space Administration ( NASA )	25
4 . 2 . 4 National Science Foundation ( NSF )	26
4 . 2 . 5 Department of Energy ( DOE )	27
4 . 2 . 6 National Institutes of Health ( NIH )	28
4 . 2 . 7 National Institute of Standards and Technology ( NIST )	29
4 . 2 . 8 Department of Defense ( DOD )	29
4 . 2 . 9 まとめ	30
5 . 日米の競争力に関するファクト・データの分析	33
5 . 1 特許および学術論文から見た日米科学・技術競争力の評価	33

5.1.1	はじめに	33
5.1.2	評価方法	34
(1)	科学競争力の評価方法	34
(2)	技術競争力の評価方法	34
5.1.3	文献検索および特許検索の結果	37
5.1.4	学術論文および特許からみたナノテクノロジーに関する科学・ 技術競争力の評価	69
(1)	ナノテクノロジー分野に関する日米の科学的、技術的競争力の概観	69
(2)	国際的な特許競争にさらされている分野はナノテクノロジー分野でも 競争力が強い(逆もまた真なり)	71
(3)	基礎研究の蓄積が求められる分野はナノテクノロジーに関して技術的 に劣勢である	74
(4)	産・官・学の連携がうまく図られた分野は科学的、技術的競争力が強い	76
(5)	実際にモノを創製し実証するという研究のアプローチは我が国が強い	76
(6)	まとめ	77
5.2	ナノテクノロジーを巡る産業競争力の評価	79
5.2.1	はじめに	79
5.2.2	産業競争力の評価方法	79
(1)	評価因子1:「技術貿易」を指標とした評価	79
(2)	評価因子2:「生産高」を指標とした評価	82
(3)	評価因子3:「研究開発費(産業界の支出分)」を指標とした評価	83
5.2.3	産業競争力に関する統計データ	87
(1)	技術貿易に関する統計データ	87
(2)	生産高に関する統計データ	95
(3)	研究開発費(民間支出)に関する統計データ	101
5.2.4	ナノテクノロジーを巡る産業競争力の日米比較	111
(1)	技術貿易から見た日米競争力の比較	111
(2)	ナノテクノロジーに関連する産業全体の日米の生産高の比較	113
(3)	研究開発費からみた日米技術競争力の比較	114
5.3	対米競争力からみたナノテクノロジー分野における我が国の課題	115
5.4	まとめ	117
6.	「ナノテクノロジー競争力指標」の検討	118
(1)	科学的な競争力指標	118
(2)	技術的な競争力指標	118
(3)	産業的な技術競争力指標	118
(4)	総括	119

## 序

ナノテクノロジーは 21 世紀をリードするキーテクノロジーと言われ、材料、エレクトロニクス、機械、バイオ、創薬などの幅広い分野でブレークスルーをもたらすとの強い期待が寄せられています。このたび改訂されました「科学技術基本計画」を見ても、5 年間の研究開発投資額が 17 兆円から 24 兆円に増えたことに加え、「ナノテクノロジー」がその中の大きな目玉と位置づけられていることが目を引きます。ナノテクノロジー分野に関しては、これまで我が国においては基盤的な研究については従来から行われてきたものの、その戦略的推進については、昨年より急激に議論が高揚してきました。昨年科学技術会議政策委員会の下に懇談会を設け、中間とりまとめを行っております。しかしながら、同報告書におきましては、時間的な制約もあり、諸外国の動向等について十分な検討を行うまでには至っておりません。今後、ナノテクノロジーに関する研究開発を推進するに当たっての具体的な推進方策、重点領域などの抽出にあたっては、研究水準、競争力などの基本的な情報を収集することが不可欠であると考えられます。さらに、ナノテクノロジーに関しては、我が国においては確たる推進・連携体制が未確立であり、一方米国においては、昨年ナショナルテクノロジーイニシアティブ (NNI) を策定し、それ以降も省庁間等の合意形成に関して組織を設け対応していますが、同国の意志決定メカニズムを把握・分析することにより、我が国における効果的かつ効率的な推進を図るための体制整備を図ることが急務であると言えます。

本調査は、このような認識のもとに、「米国はいかなる政策メカニズムに基づいてイニシアティブを策定したのか」「ナノテクノロジー分野に関しては、一般的には我が国が優位にあると言われているがどこまで本当なのであろうか」等に答えるべく、緊急調査として実施したものであります。

本調査報告書は、関係研究者の皆様のご協力と、内閣府の皆様方のご指導を頂き作成することができました。ここに心より厚く御礼申し上げます。本報告書が、今後の戦略的なアプローチのための基礎資料としてご参考になることを期待しております。

2001年3月

株式会社 三菱総合研究所  
取締役社長 谷野 剛

## 1. 目的

ナノテクノロジーは、第2期科学技術基本計画の重点分野のひとつであり、戦略的推進については昨年「科学技術会議政策委員会」のもとに「ナノテクノロジーの戦略的推進に関する懇談会」を設け中間とりまとめを行った。本年1月に設置された「総合科学技術会議」では、科学技術の国家戦略を担う役割を負っており、今後、ナノテク推進に当たっての具体的な推進方策、重点領域等の抽出等にあたっては、研究水準、競争力等の基本的な情報を収集し、分析することが不可欠である。

本調査は、ナノテクノロジー推進のための政策判断の際に必要な特に対米を意識した競争力に関する指標（ナノテクノロジー競争力指標）を明確にすることを目的として実施したものである。

## 2. 調査の項目

本調査研究では、以下の内容を調査分析した。

- (1) ナノテクノロジー分野における内外の R&D の現状分析
- (2) 日米の競争力に関するファクト・データの分析
- (3) インタビュー調査による日米競争力に関する研究者意識の分析
- (4) 「ナノテクノロジー競争力指標」の検討

## 3. 調査の内容

### 3.1 ナノテクノロジー分野における内外の R&D の現状分析

ナノテクノロジー分野における研究開発（R&D）プロジェクトの状況を調査した。あわせて政策メカニズムに関する情報も収集することにより、米国のナノテクノロジー戦略の運用の実際を分析した。ここでは、限られた期間で調査する必要があることから、可能な限り「公開資料」および「国内外関係者へのヒアリング」により、米国の R&D の現状および政策メカニズムを明らかにした。

#### [ 解析の対象 ]

- ・ NNT Implementation Plan および関連予算資料
- ・ 各研究機関の年次研究報告レポート  
(NSF, DOE, DOC, NASA, NIH, DOD)
- ・ 科学技術政策関連の資料・レポート
- ・ ナノテク関連学会・協会・機関の報告
- ・ その他

#### [ 調査事項 ]

- ・ 研究開発のねらい、目標、期待される成果
- ・ 具体的な実施内容

## ・リソース

### 3.2 日米の競争力に関するファクト・データの分析

ナノテクノロジーのR&Dの競争力を比較するために、「科学的側面」、「技術的側面」および「産業的側面」から、ファクトデータを収集・分析した。

#### (1) 科学競争力の評価

日米におけるナノテクノロジー関連分野の科学論文の報告動向から、基礎研究分野における競争力を明らかにした。

#### (2) 技術競争力の評価

技術競争力を評価するために、関連分野の特許出願および登録動向を明らかにした。

#### (3) 市場競争力の評価

産業競争力を比較するために、ナノテクノロジー関連の市場規模を明らかにした。また、指標としては、市場規模（出荷額）のみならず、この分野における研究開発費およびナノテクノロジー関連の技術貿易収支にも着目した。

### 3.3 「ナノテクノロジー競争力指標」の検討

前項までに実施した競争力の「ファクトデータ」および「現場の意識（生の声）」等を比較評価することにより、月例会議等で報告することを念頭に置き、ナノテクノロジーに関する日米の研究・開発・市場等に関する「評価指標（ナノテクノロジー競争力指標）」を明らかにした。

#### [ 想定する指標 ]

- ・科学的な競争力指標
- ・技術的な競争力指標
- ・産業的な技術競争力指標

表 3-1 応用分野ごとに整理したナノテクノロジーの研究分野

分 野	ナノテクノロジー
材料・素材	カーボンナノチューブ
	フラーレン
	フォトニック材料
	バイオ材料
	ナノワイヤ
	ナノクラスター
	ホスト-ゲスト材料
	プロトン材料
	ナノエマルジョン
	ナノスフェア
化 学	テーラーメイド化学
	環境触媒
	光触媒
エレクトロニクス	量子ドット
	量子細線
	量子デバイス
	量子コンピュータ
	超微細加工技術
	ナノデバイス・分子デバイス
	バイオコンピュータ
	光デバイス
	ナノ磁性材料
機械	マイクロマシン (微小機械)
	マイクロマシニング
自動車	水素吸蔵タンク
	排ガス触媒
医療・製薬	ドラッグデザイン
	バイオチップ・DNA チップ
	タンパク質工学
基盤技術	自己組織化
	単原子・単分子操作
	走査プローブ顕微鏡
	超微細加工技術

## 4 . ナノテクノロジー分野における内外の R&D の現状分析

### 4 . 1 ナノテクノロジーを巡る政策形成のメカニズム

#### 4 . 1 . 1 米国における National Nanotechnology Initiative (NNI) 策定までのプロセス

米国のナノテクノロジーの研究開発に対する強い意志は、大統領の一般教書演説という劇的な演出を伴った形で公になった。米国大統領は、ナノテクノロジーを国家の戦略的研究分野と定め、5億ドル(約530億円)の予算措置を講じることを表明した。予算の絶対額とその急激な伸び率や省庁を越えた横断的な取り組みといった計画(構想の結果)のみに目が行きがちであるが、国家イニシアティブを形成するに至った経緯にこそ、米国のナノテクノロジーへの意気込みとそれを成就するための戦略が秘められている。ここでは、ナノテクノロジーの研究開発の現状を取りまとめる前に、国家ナノテクノロジーイニシアティブ(NNI)の政策形成に至るまでの約4年間にわたる道筋を整理し、我が国の政策プロセスと比較することにより政策形成メカニズムの違いを明らかにする。

NNIを策定するまでに米国では以下のプロセスを踏んでいる。これを図4.1-1に示した。

各種ワークショップの開催による研究者の意識調整と戦略課題の合意形成  
諸外国を含む当該科学技術の広範な調査研究  
省庁間ワーキンググループによるビジョン作成  
大統領委員会における政策承認  
大統領の宣言  
NNI政策の実施

#### (1) 各種ワークショップの開催による研究者の意識調整と戦略課題の合意形成

WTEC ワークショップ「米国におけるナノ粒子、ナノ構造材料およびナノデバイスに関する R&D の現状と動向」(1997年5月8~9日)

[主催] International Technology Research Institute (ITRI), World Technology Evaluation Center (WTEC)

[背景]・1983年以来、National Science Foundation (NSF)は、米国と諸外国との間の技術の比較評価に関わる調査プロジェクトに精力的に資金投入してきた。この大きな部分が Japanese Technology Evaluation Center (JTEC)と World Technology Evaluation Center (WTEC)プログラムである。

(注) JTEC と WTEC は近々統合の予定(日本に関するレポートには名前として残ると記されている。)



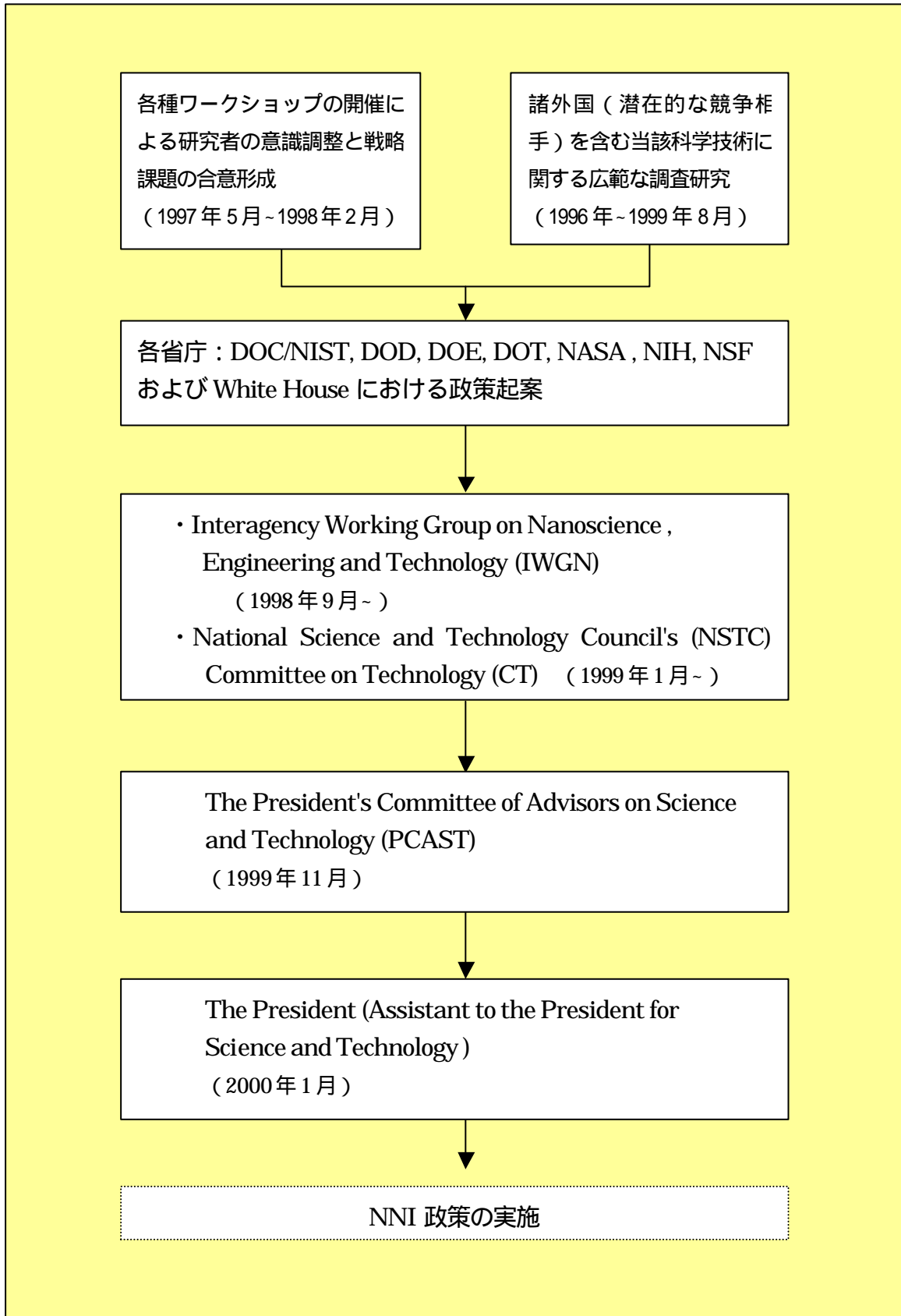


図 4.1-1 NNI 策定までの公式プロセス

- ・電子マニファクチャリングとパッケージングに関する 1995 年の JTEC レポートをうけた形で、Defense Secretary と Commerce Secretary が共同でパッケージングに関する米国の競争力強化のために 30～40 百万ドルの政府イニシアティブを告知した。
- ・大統領の Office of Science and Technology Policy (OSTP) と DOC の 2 人の担当官が環太平洋諸国の電子マニファクチャリングに関する WTEC 研究の報告書を受け取った。
- ・これらの研究は、国際的な競争にさらされている米国産業界の高い関心を集めている。米国ハイテク企業のディレクターは、それぞれの企業で研究開発に取り組む前に関連した WTEC レポートを探索し、十分に理解した上で取り組んでいるといわれている。

- [ 概要 ]
- ・全世界的なナノテクノロジーの R&D の動向を評価する最初のステージとして実施した。
  - ・Air Force Office of Scientific Research (AFOSR), Army Research Office (ARO), Ballistic Missile Defense Organization (BMDO), defense Advanced Research Projects Agency (DARPA), Department of Commerce (DOC), Department of Energy (DOE), National Aeronautics and Space Administration (NASA), National Institute of Standards and Technology (NIST), National Institutes of Health (NIH), National Science Foundation (NSF), Office of Naval Research (ONR), Naval Research Laboratory (NRL) がスポンサーである。
  - ・「新しいパラダイムシフトを探す(新しい研究・技術の可能性、予期しない現象、プロセス)」、「産業界、大学、国研の研究現状の概観」、「ボトムアップ対トップダウンのアプローチ」、「米国の研究者と産業界に新しい機会と R&D 資金配分を示す」、「21 世紀のキーテクノロジーとしての科学的、技術的ベースの必要性」、「寿命 5～10 年、産業界大学、政府への種まき」を検討した。
  - ・テーマとしては、ナノ粒子、ナノ構造、ナノデバイスを検討の対象とした。

WTEC ワークショップ「ナノ粒子とナノ構造材料に関するロシアの研究開発」  
(1997 年 8 月 21 日)

- [ 主催 ]
- ・International Technology Research Institute, World Technology (WTEC) Division
  - ・National Science Foundation (NSF)
  - ・Institute of Machine Science Problems (IMSP)

- [ 概要 ] ・ロシアおよび旧ソ連の各国におけるナノ構造に関わる研究のワークショップであり、これら諸国のナノテクノロジー研究の概観を示している。
- ・ロシアおよび旧ソ連では、装置の利用やアクセスが限られているものの、ナノ構造や研究材料に関わる分野の研究に関して重要な貢献をしている。
  - ・ロシアと他に欧州諸国の強い協力の重要性が明らかになった。
  - ・ここで取り上げたトピックは、ナノ・フェーズ材料の合成、衝撃によるナノ・フェーズ材料の核形成、材料の水素導入置換、ナノ構造テンプレートの化学合成、スーパーアトムの組立によるナノ材料のアセンブリである。
- [ 備考 ] ・公式スポンサーは、「ONR(DOD)」「NSF」「NIST」「NIH」「DOE」である。

ワークショップ「分子モデリングおよびシミュレーションの将来の方向性：基礎と応用」  
(1997年11月3~4日)

[ 主催 ] National Science Foundation(NSF)

- [ 概要 ] ・計算科学と分子シミュレーションに関する大学および産業界の動向を調査し、産業界によるこれら手法の応用や将来展開のための障害となる事項の明確化および手法の開発と応用分野の新しい方向性を定めることを目的とした。
- ・「プロセススクリーニングのための熱物性(1セッション)」「材料設計のための予測手法(2セッション)」「産業界および学会の人的資源の問題(1セッション)」の3分野について議論した。

「バイオエンジニアリング：生物学と医学における未来の構築」シンポジウム  
(1998年2月27日~28日)

[ 主催 ] National Institutes of Health (NIH)

- [ 概要 ] ・NIHの多数の研究機関やセンターおよび連邦政府の省庁に対してバイオエンジニアリング科学の幅広い領域の中から、優先度を定め、提言することを狙った。
- ・生物からバイオエンジニアリングまで取り扱う。このための学際的な多くのチームを作った。これが Bioengineering Consortium (BECON) につながった。  
(<http://www.nih.gov/grants/becon/becon.htm>)
  - ・BECONの学際的な交流を促進するために、Grand Challenges を特定、バイオエンジニアリングの役割の特定、バイオエンジニアリングの統合のしかたを定める、NIH支援研究者の成果発表、バイオエンジニアリングの認知度の向上、NIHの研究投資への提言を目的とした。
  - ・参加者：150名(学・産・官・国研・NIH研究者)

[ 科学的優先度 ]

- ・システムアプローチを通じた生物の原理の解明
- ・約束から実行への移行
- ・多くの学際的領域チームの活性化

[ 実行戦略 ]

- ・新しい共同研究イニシアチブ ( Collaborative Initiative )
- ・工学と生物学との融合の強力な推進
- ・バイオエンジニアリングに係る学問構造の再構築
- ・話し合いの原則 ( Communicate Principles )

Foresight Institute Conference  
( 1998 年 10 月 ~ 現在 )

[ 主催 ] Foresight Institute

[ 概要 ] ・ナノテクノロジー、特に分子ナノテクノロジーの先駆的な提唱者である K. E. Drexler 氏が主宰する Foresight Institute は、1989 年以来、ほぼ毎年、Foresight Institute Conference を開催している。2000 年 11 月には、メリーランドにおいて第 8 回のコンファレンスが開催されている。この一連の会議は、ナノテクノロジーの応用と実現を目指した先導的なものである。

- ・下記のトピックスを取り扱っている ( 2000 年の第 8 回コンファレンスより )
  - ・分子エレクトロニクス
  - ・バイオケミカル・分子エンジニアリング
  - ・走査型プローブ顕微鏡
  - ・超分子化学と自己組織化
  - ・理論・モデリングと計算
  - ・コンピュータサイエンス
  - ・自然および人工分子マシン
  - ・ナノ材料・メカノ合成
  - ・機械工学およびロボット工学
  - ・ナノテクノロジーの応用

( 2 ) 諸外国 ( 潜在的な競争相手 ) を含む当該科学技術に関する広範な調査研究

最終 WTEC レポート「Nanostructure Science and Technology : R&D Status  
and Trends in Nanoparticles, Nanosructured Materials, and Nanodevice」  
( 1999 年 8 月 )

[ 作成者 ] World Technology Center (WTEC), Loyola College in Mayland

[ 位置づけ ] ・ National Science and Technology Council(NSTC)の Committee on

Technology(CT), Interagency Working Group on NanoScience, Engineering , and Technology (IWGN)の指導のもとに作成した。

- ・ DOC, DOD, DOE, DOT, NIH, NASA, NSF が参画した。
- ・ ナノ粒子、ナノ構造およびナノデバイスに関して、米国と世界との比較を中心にレビューした。
- ・ 「粒子合成とアセンブリ」「ナノ粒子の分散とコーティング」「大表面材料」「機能ナノデバイス」「ナノ材料のバルク特性」「バイオ手法とその応用」に関して議論した。

Synthesis & Assemble	米国	欧州	日本
Biological Approaches & Applications	米国・欧州	日本	
Dispersions and Coatings	米国・欧州	日本	
High Surface Area Materials	米国	欧州	日本
Nanodevices	日本	欧州	米国
Consolidated Materials	日本	米国・欧州	
	1	2	3

図 4.1-2 ナノテクノロジーに関する WTEC の評価

### ( 3 ) 省庁間ワーキンググループによるビジョン作成および大統領委員会における政策承認

ナノテクノロジーのイニシアティブの策定にあたっては、1998年9月に省庁横断的な作業グループとして Interagency Working Group on Nanotechnology (IWGN)を立ち上げ検討を開始した。これ以降の動きを図 4.1-3 に示した。このため、政府内部の作業としてはイニシアティブが議会を通過するのに約2年間を要したことになる。

- ・ President's National Science and Technology Council (NSTC) が Interagency Working Group on Nanotechnology (IWGN) を設置 (1998年9月)
- ・ IWGN は、関連の省庁の責任者より構成  
Mike Roco (NSF) : Chair, Tom Kalil (ホワイトハウス : WH) : Vice-chair
- ・ NSF が「Nanotechnology activities abroad」をリリース (1999年1月～)
- ・ WIGN が専門家を結集しナノテクノロジーのビジョンを作成 (1999年1月～)
- ・ IWGN が WH にレポート提出、議会ヒアリング (1999年3月～6月)
- ・ WH が公式にナノテクノロジーを研究開発予算の優先事項に選定 (1999年6月)
- ・ The President's Committee of Advisors on Science and Technology (PCAST) が NNI の計画審査委員会を設置し計画を審議 (1999年11月)
- ・ 大統領がイニシアティブをアナウンス (2000年1月21日)
- ・ 各省庁によるプログラムの実行

図 4.1-3 政府内の NNI の策定プロセス

IWGN ワークショップレポート「Nanotechnology Research Directions」  
(Vision for Nanotechnology R&D in the next decade) (1999年9月)

- [作成者] ・ National Science and Technology Council (NSTC) Committee on Technology (CT)  
The Interagency Working Group on Nanoscience, Engineering and Technology (IWGN)
- [位置づけ] ・ NSTC/CT の指導のもとに作成した。  
・ この意見、結論、推薦はIWGN のものであり、必ずしも政府や各省庁の視点ではない。  
(注)クリントンは、1993年11月23日にNSTCを行政命令で設立した。NSTC

は科学技術のバーチャル省庁である。

[ シンポジウムの提言 ]

- ・下記を目的としたイニシアティブを立ち上げるべきである。
  - 新規の現象、プロセス、および手法の基礎的な発展を導くために長期のナノサイエンスおよび技術の支援
  - 技術の育成を行う機関の発展
  - 新しい分野について求められる分野横断的、他機関の協力の推奨
  - 新しいタイプの教育機会の提供
  - 基礎から応用までの一線流のインフラの確立

「National Nanotechnology Initiative : Leading to the Next Industrial Revolution」  
(2000年2月7日発行)

[ 作成者 ] ・ Interagency working Group on Nanoscience , Engineering and Technology  
(IWGN)

- ・ Committee on Technology , National Science and Technology Council  
(NSTC)

[ 位置づけ ] ・ 大統領の 2001 年会計年度予算要求の補足と参加する連邦政府各機関の資金半分とともに新しいイニシアチブのナノテクノロジー資金メカニズムを示したもの。

- ・ 大統領はNNIを優先させることを決めた。このために495百万ドルに研究開発資金を増大(約倍増)させることとした。
- ・ President's Committee of Adviser on Science and Technology (PCAST)は、IWGNから出された2001会計年度からNNIを設立することを強く支援する。これは、本レポートの技術および資金評価に基づいている。

[ 概要 ] ・ IWGIU の構成は以下の通りである。

NSF	Chair	Mihail C. Roco
	Representative	Thomas A. Weber Maryanna P. Henkart
NEC	White House Co-Chair	Thomas A. Kalil
DOD	Vice-Chair	Robert Trew
	Executive Secretary	James S. Mueday
DOC	Representative	Gernot S. Pomrenke
	Representative	Phyllis Genter Yoshida Michael P. Casassa

DOE	Representative	Robert D. Shull Iran L. Thomas Robert Price Brian G. Valentine
DOT	Representative	Richard R. John George Kovatch Annalynn Lacombe
DoTREAS	Representative	Edward Murphy
OSTP	Representative	Kelly S. Kirkpatrick
NSTC	Representative	Mark Matsumura John Porter
OMB	Representative	Dave Radzanowski
NASA	Representative	Murray Hirschbein Tim Krabach Glenn H. Mucklow Meyya Meyyappan
NIH	Representative	Jeffery Schloss Elemi Kousvelari

[ 概要 ] ・各省庁の予算内訳は、表 4.1-1 の通りである。また、分野別のポートフォリオを表 4.1-2 に示した。

「 Review of proposed National Nanotechnology Initiative 」 「 PCAST Letter to the President Endorsing a National Nanotechnology 」  
( 1999 年 11 月 )

[ 作成者 ] ・ The President's Committee of Advisors on Science and Technology (PCAST)  
Panel on Nanotechnology

[ 位置づけ ] ・ NNI が議会を通過するためには、政府とは無関係の一般市民を集めたレビューと承認を得る必要があると判断した（大統領府）。

- ・本文書は、大統領宛に NNI の支持となぜこれが国益になるのかを記した手紙である。
- ・PCAST の議長は、Hewlett Packard の前 COE の John Young 氏、Nanotechnology Panel の議長は、MIT 総長の Chuck Vest 氏である。
- ・パネルによる議論の場を設けたのは、ナノテクノロジーが遺伝子組み替え食品と同じ轍を踏むことを避けたためと言われている。



表 4.1-1 各省庁のナノテクノロジー研究開発費

	FY2000(\$M)	FY2001(\$M)	増加率 ( % )
Natinal Science Foundation (NSF)	\$97M	\$271M	124%
Department of Defence (DOD)	\$70M	\$110M	57%
Department of Energy (DOE)	\$58M	\$94M	66%
National Aeronautics and Space Administration (NASA)	\$5M	\$20M	300%
Department of Commerce (DOC)	\$8M	\$18M	125%
National Institutes of Health (NIH)	\$8M	\$36M	13%
合 計	\$270M	\$495M	83%

表 4.1-2 NNT 研究のポートフォリオ

	Fundamental Research	Grand Challenges	Center And Networks of Excellence	Research Infrastructure	Ethical Legal, and Social Implications and Workforce	合 計
FY2000	\$87M	\$71M	\$47 M	\$50 M	\$15M	\$270M
FY2001	\$170M	\$140M	\$77M	\$80M	\$28M	\$495M

[ 概要 ] ・ President's Committee of Advisors on Science and Technology (PCAST)

は、National Science and Technology Council (NSTC) から提案された2001会計年度から始まるNNIの成立を強く支持する。

- ・ 米国が 21 世紀において引き続き経済的リーダーシップと国家安全保障を維持するためには、今後 10 年間から 20 年間以上にわたってナノテクノロジーに関する研究開発を増強し続けなければならない。
- ・ ナノテクノロジーは、第2次世界大戦後の最初の経済的に重要な革命である。この分野に関して、米国はまだリードしているとは見なせない。
- ・ 連邦政府および産業界のR & Dの支援は十分ではあるが、欧州や日本が米国以上に投資しており、このプログラムに対して注意深くフォーカシングしなければならない。
- ・ NNIは、21世紀の最初の50年間において、経済的にも国家安全保障上もリーダーシップを保つための本質的な課題であり、この分野でリーダーシップを取るための多省庁間の一級のフレームワークである。

#### ( 4 ) 大統領の宣言と実行計画

大統領が表明した全米ナノテクノロジー戦略の機関別の研究資金配分をみると、NSF、DOD、DOE、NASA、DOC、NIH にまたがっており、極めて多方面からアプローチしようとしていることがわかる。また、研究開発の手法も、我が国と比べると際立った特色がある。ナノテクノロジーは本質的に分野横断的な基盤技術であるとの認識から、従来型の縦割りで細分化したやり方ではなく、産官学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が出来るものになっている。さらに研究資金計画の中には、研究インフラ整備や倫理・法律・社会論などの項目まで明記されており、ナノテクノロジーが単に技術革新だけではなく社会的な変革をももたらし得ることを見通している。

National Nanotechnology Initiative: The Initiative and its Imprementation Plan  
(2000年7月)

[ 作成者 ] National Science and Technology Council(NSTC)Committee on Technology  
(CT)Subcommittee on Nanoscale Science, Engineering Technology

[ 背景 ] ・ National Science and Technology Council(STC)を通じて連邦の部局や省庁が協調して仕事を行い、連邦の科学技術投資が国家目標を支えるように保証するものである。連邦政府を横通しにして包括的な資金パッケージを形成できるようにNSTC委員会はR&Dの戦略を準備した。

- Office of Science and Technology Policy (OSTP) は、1976 年の National Science and Technology Policy, Organization and Priorities Act により設立された。OSTP は、科学技術に関わるあらゆる問題について政策の形成と予算の作成を行う。OSTP の長官は、科学技術補佐官を兼ねている。

[ 位置づけ ]

- 2000 年 7 月 1 日にホワイトハウスから連邦議会に前述の「The initiative and Its Implementation Plan」が提出された。
- Committee on Technology (CT) の主要メンバーは下記の通りである。
  - Mortimer L. Downey : Chair  
Deputy Secretary, U.S. Department of Transportation
  - Dr. Duncan T. Moore : White House Co-Chair  
Associate Director for Technology, White House Office of Science and Technology Policy
  - Dr. Cheryl Shavers : Vice-Chair  
Undersecretary of Commerce, U.S. Department of Commerce
  - Delores M. Etter : Vice-Chair  
Deputy Director, Defense Research & Engineering, U.S. Department of Defense
  - Edward E. Brigham  
Acting Executive Secretary; Acting Associate Administrator for Innovation, Research and Innovation  
U.S. Department of Transportation
  - Lori A. Perine  
White House Liaison  
Deputy Associate Director for Technology, White House Office of Science and Technology Policy

## 4.1.2 我が国のナノテクノロジーR&Dプロジェクトの策定手順との比較

### (1) 「材料ナノテクノロジープログラム」

米国の NNI 形成プロセスと比較するために、我が国の代表的なナノテクノロジーR&Dプロジェクトである「材料ナノテクノロジープログラム」の展開ステップを図 4.1-4 に示した。なお、ここでは公開資料からそのプロセスを示した。また、日米の比較については、下記の点に留意する必要がある。

- ・「材料ナノテクノロジープログラム」は、我が国の一つの省庁（経済産業省）が所掌するプロジェクトである。
- ・我が国では、1980年代から1990年代にかけて、大学、国立研究所、種々の研究開発制度により先導的な研究を行ってきた背景がある。このプログラムも、このような研究基盤の上に成り立っている。
- ・国家産業技術戦略において、我が国の閉塞感からの打破のために必要な産業技術政策の方向が示され、この中の「材料分野」等においてナノテクノロジーを技術革新の重要テーマと位置づけている。

我が国の「材料ナノテクノロジープログラム」は、21世紀の革新的技術として、情報、環境、安全・安心、エネルギー等の広範な分野の基盤技術である材料技術を根幹から変貌させることが期待される材料ナノテクノロジー（物質の構造を超微細に制御することにより、機能・特性の向上や新機能の発現を図る材料技術）の基盤的研究開発を行いつつ、得られた成果等の知識の体系化を図ることを目的とするものである。この材料ナノテクノロジープログラムの一環として、以下の8つのプロジェクトを実施する計画である。

#### (a) 精密高分子技術

- ・有機高分子材料の性能・機能の飛躍的高度化および環境調和化を目指し、高分子の一次および高次構造を精密に制御する技術の基盤を構築する。
- ・平成13年度予算要求額：1,300百万円
- ・実施期間：平成20年3月31日まで

#### (b) ナノガラス技術

- ・原子・分子レベル（1nm以下）の電子状態等の構造評価と制御技術の開発、光の波長の1/10以下である1～数十nmレベルの超微粒子や異質相をガラス中に分散させる構造制御技術の開発、異質相をガラス中に規則的に配列してその構造により新たな機能を発現させる技術の開発、並びに光回路に適した低損失の導波路用ガラス材料等の開発を実施する。これらの研究開発で得られた結果を基に、ナノレベルのガラスの構造を高精度に制御する技術の体系化を図り、ナノガラス材料開発に必要な

基盤技術を構築することを目的とする。

- ・平成 13 年度予算要求額：600 百万円
- ・実施期間：平成 18 年 3 月 31 日まで

(c) ナノメタル技術

- ・材料の軽量化・耐熱化等を図ることにより、自動車や情報をはじめとする広範な分野での省エネ化を推進するため、金属材料の組成、組織を超精密・超微細に制御することで機械的特性（強度、延性等）、機能的特性（耐食性、電気・磁気特性等）を飛躍的に向上させることを目的とする。
- ・平成 13 年度予算要求額：300 百万円
- ・実施期間：平成 18 年 3 月 31 日まで

(d) ナノ粒子の合成と機能化技術

- ・ナノ構造の創製やナノ機能の発現に重要なナノ粒子の合成技術およびナノ粒子への機能付加プロセス技術等の基盤を構築することを目的とする。
- ・平成 13 年度予算要求額：900 百万円
- ・実施期間：平成 18 年 3 月 31 日まで

(e) ナノコーティング技術

- ・ナノ界面、ナノポア、ナノ粒子等を含む構造を精密制御するナノコーティングが先進的コーティング技術の鍵であるとして、高効率ナノコーティングプロセス技術の開発、理論や計算機援用を駆使したナノコーティングの構造の設計・制御技術の開発、並びに、その機能やパフォーマンスのナノからマクロにわたる迅速で超精密な評価技術の開発を一体として進める。
- ・平成 13 年度予算要求額：500 百万円
- ・実施期間：平成 18 年 3 月 31 日まで

(f) ナノ機能合成技術

- ・ナノスケールにおける構造と機能との相関を明らかにすることにより、光機能、電子・スピン機能および分子機能を設計・合成する技術を確立することを目的とする。
- ・平成 13 年度予算要求額：250 百万円
- ・実施期間：平成 18 年 3 月 31 日まで

(g) ナノ計測基盤技術

- ・材料ナノテクノロジープログラムで実施されるプロジェクトに共通な超微細・高精度な計測基盤技術を構築するとともに、新たな標準物質を開発することを目的とする。

- ・平成 13 年度予算要求額：230 百万円
- ・実施期間：平成 20 年 3 月 31 日まで

(h) 材料技術の知識の構造化

- ・材料種を限定せずに、プロセス・構造・機能及びそれらの連関という観点から、データベースおよびモデリング、並びに、これらを実装したプラットフォームの開発を行うことによって、材料技術の知識を構造化し、材料開発の基盤として利用できるように構築することを目的とする。
- ・平成 13 年度予算要求額：220 百万円
- ・実施期間：平成 20 年 3 月 31 日まで

なお、本プログラムでは、実施主体に関して日本の研究機関、外国の研究機関の如何を問うてはいない。研究開発の実施に際しては、効率性や機動性向上の観点から、日本国内で実施することも一つの重要な判断要素となるとの記載のみがある。具体的には、海外研究拠点での研究は、プロジェクトの研究項目の中で日本国内において実施し得ないテーマ、海外の特殊な設備等を使用せざるを得ないテーマ等を中心として採択される予定である。

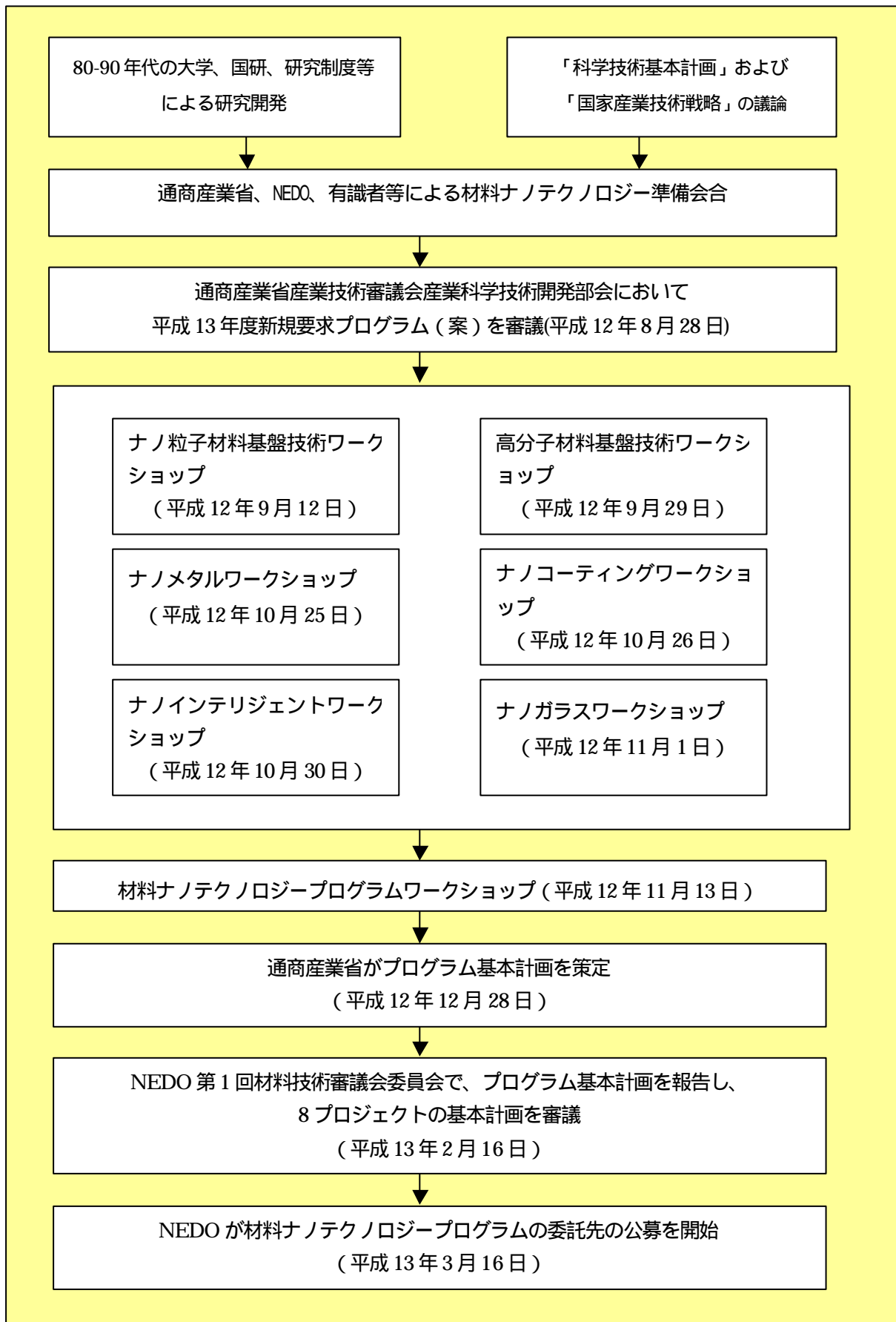


図 4.1-4 我が国の「材料ナノテクノロジープログラム」の策定経緯

## (2) ナノテクノロジーに関するR & D国家プロジェクトの日米比較

日米のナノテクノロジーのR & Dプロジェクト(プログラム、イニシアティブ)の形成プロセスを比較すると、表 4.1-3 のようになる。

米国の政策形成プロセスでは、まず「競争相手と目される諸外国を含む綿密な技術調査」と「産・官・学を含む広範な研究者が参加した各種のワークショップ」により、内外の研究開発状況を把握した上で、研究者のコミュニティが戦略課題(優先的に進めるべき事項)を議論しターゲットの絞り込みを行っている。一見、トップダウンの政策形成を行う国のように捉えられがちであるが、内外の技術競争力を十分に評価した上で、ボトムアップで素案を作成していることが目を引く。ナショナル・テクノロジー・イニシアティブ(NNI)の起案者は行政府内(政府機関内)の中間管理職レベルの専門家とされている。

また、初めから省庁横断的に政策の検討を行っていることも大きな特徴である。これは、ナノテクノロジーが本質的に分野横断的であることを反映しているが、それ以上に、議会を初めとした国民に受け入れやすいことも考慮したようである。「ナノテクノロジーイニシアティブ」をどうしたら国民にわかりやすく理解広く国民に理解してもらえるかという点に関しては、我々の想像以上に気を配っている。このための方策には十分な労が払われている。

さらに、科学技術が社会とどう関わりを持つかに関しても十分な議論を行っている。国民の信頼感を得るために、第三者委員会を設置し、この中で社会的、倫理的、法的な問題に対しても重なる資金提供がなされるように諮問され、これを計画のポートフォリオの中に反映している。これはナノテクノロジーを遺伝子組み替え食品の轍を踏ませないための配慮でもあったようである。

このような米国の政策形成プロセスは、我が国の科学技術政策決定プロセスにおいても参考になるべき点は多々あることがわかる(図 4.1-5)。



表 4.1-3 ナノテクノロジーの政策形成プロセスを巡る日米比較

	NNI (米国)	材料ナノテクノロジープログラム (日本)
位置づけ	・ 国家の最優先課題 (ナショナル・ニシアティブ)	・ 一つの省庁(経済産業省)の R&D プログラム
基本プロセス (議会審議は 省略した)	各種ワークショップおよび国際調査  省庁間の調整 (IWGN) 審議会審議 (NSTC/TC)  大統領委員会 (PCAST) 大統領による発表  政策の実行	大学、国研、研究制度等による 研究開発の蓄積、国家産業技術 戦略等の議論  省庁 (MITI) の審議会審議  各種ワークショップ開催  省庁 (MITI) がプログラムを策定  実施機関 (NEDO) が公募開始
プロジェクト 素案の作成者	・ IWGN、 NSTC/TC	・ MITI、 NEDO、 有識者
プロジェクト 策定のベース	・ ワークショップ開催および国際的 な調査研究	・ 大学、国研、研究制度等による 研究開発の蓄積 ・ 国家産業技術戦略等の議論
国民への最初の 公表方法	・ 大統領の教書演説	・ ワークショップにおける予告 とホームページの開示
プロセスの 透明性	・ 基本的に報告書は公開	・ 基本的に具体的な審議内容も含 めて公開
予算	・ 4 億 1,800 万ドル (2001 会計年度の議会承認予算)	・ 43 億円 (平成 13 年度予算要求額)

### 我が国と比べた NNI の政策形成プロセスの特徴

- ・競争相手と目されている国々に対して、初めに綿密な調査研究を実施して、技術や科学研究の水準を十分に把握し、自国のそれと比較検討した上で政策検討を開始している。
- ・国内の研究者を対象としたワークショップを開催し、戦略課題（優先的に進める事項）等に関し合意形成が図れるようにした上で政策検討に入っている。
- ・初めから省庁横断的な組織を設け、この場において政策検討を行っている。イニシアティブの素案に関する責任は、この横断的な組織が負っている。
- ・国民の理解を得るということに想像以上に配慮している。このために、諮問委員会を設置し国民の声が届くようにし、実際に計画に反映されている。また、大統領がわかりやすく計画をアナウンスすることにより強いインパクト効果も狙っている。

図 4.1-5 我が国と比べた NNI の政策形成プロセスの特徴のまとめ

## 4.2 米国各機関のナノテクノロジー研究の動向

### 4.2.1 はじめに

本節では、2001 会計年度から始まっている米国の NNI の研究開発のねらい、目標、具体的な実施内容、さらには、具体的なリソース（特に資金）に関する調査結果を示す。すなわち、米国は何を狙って、どれだけ投入しているかを明らかにする。

### 4.2.2 National Nanotechnology Initiative (NNI)

ここでは、前節と多少重複するが、実行計画の中から National Nanotechnology Initiative (NNI) のマネジメントについて、取りまとめることにする（図 4.2-1）。NNI における研究開発の資金は、これに参加する機関によって提供される。機関の調整および共同作業の促進によって、ナノテクノロジーへの連邦政府の投資を最大限にし、不必要な重複を回避することを狙っている。（（注）このための具体策は明らかではない。）

NNI は、National Science and Technology Council（NSTC）の技術委員会（CT）のなかで運営される。この委員会は、連邦政府の研究開発に関わる部局の上級のレベルの代表者から構成され、これおよび他の技術プログラムに対して政策的なリーダーシップおよび予算のガイダンスを供給する。

CT の Nanoscale Science, Engineering and Technology（NSET）小委員会は、NNI を含む連邦政府の多くのナノスケールの研究開発プログラムを調整する。NSET 小委員会(NSET Subcommittee)は、NNI の計画を立て、予算を立案し、実行しおよびレビューする。この小委員会は、NNI とホワイトハウスおよび将来の参加の計画をもつ機関の代表者から構成された。NSET 小委員会は、主要な諸機関間の調整メカニズムとして Interagency Working Group) に引き継がれる。現在、NSET メンバーは DOC、DDD、DOE、運輸省(DOT)、環境保護局(EPA)、NASA、NIH、NSF、およびホワイトハウスオフィスからなる。

なお、NNI のポートフォリオには、「Fundamental Research」や「Grand Challenges」のほか「Centers and Networks of Excellence」などが盛り込まれている。

この中で、研究の統合化と分野間、さらには大学・国研・民間との間の連携をねらって、Nanoscience and Technology Centers and Networks (NTCs) が設けられる予定である。

ただし、現在のところ 10 機関程度選定するとのことであるが（6.2 項に示す D.Moore 氏の講演より）、その詳細は不明である。



図 4.1-4 NNI のマネジメント

#### 4 . 2 . 3 National Aeronautics and Space Administration (NASA)

NASA は、NNIにおいて 2001 年度の予算の伸びが最も大きかった省庁である。

実行計画では、2001 年度会計予算のうち、\$5Mを現状のプロジェクトにあて、\$15Mを新規のテーマにあてることにしている。このうち\$10M は、「Human Exploration and Development of Space Enterprise」( (注) 後述する NASAの戦略重点分野の1つである) のうちの Bioastronautics Program において実行することになる。\$10M のうち半分は Bioastronautics base programで、もう半分はNIH/NCIとのパートナーシップに用いられる。

新規プロジェクトとして、もう\$5MはSpace Science Enterpriseの新しい活動に割りふられる予定である

なお、NASAの戦略計画(NASA Strategic Plan)では、4つの重点戦略課題を設定している。

##### 宇宙科学

地球惑星のミッション(地球の理解)

惑星探査と宇宙開発

航空宇宙輸送技術

一方、NASA Ames Research CenterのM. Meyyappan(NSET委員でもある)は、2000年6月6日に開催されたNASA Microgravity Material Science Conferenceにおいて、Ames研究所の研究に関しては、以下に焦点をあてると述べている。

表 4.2-1 NASA Ames Research Center における研究課題

<p><b>1 . ナノチューブ</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- Controlled, patterned growth of CNT</li> <li>- Large scale production of CNT</li> <li>- CNT-based biosensor for cancer diagnostics</li> <li>- Fictionalization of nanotubes</li> <li>- AFM study of Mars dust</li> <li>- AFM study of Mars meteorite</li> <li>- CNT-based sensors for astrobiology</li> <li>- Hydrogen storage in nanotubes</li> <li>- Protein nanotubes: growth and applications</li> <li>- Reactor/Process Modeling of CNT growth</li> <li>- Computational investigation of electronic, mechanical and other properties of CNT</li> <li>- Transport in CNT, Nanoelectronics</li> <li>- BN nanotubes, structure and properties</li> <li>- Design of CNT-based mechanical components</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Chemical Storage of Data</li> <li>- Atomic Chain Electronics</li> <li>- Bacteriorhodopsin based holographic data storage</li> </ul> <p><b>2 . コンピューターエレクトロニクス コンピューターオプトエレクトロニクス</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- Development of multidimensional quantum simulators to design ultrasmall semiconductor devices</li> <li>- Development of semiclassical methods with quantum correction terms</li> <li>- Investigation of device technologies suitable for petaflop computers</li> <li>- Modeling of optoelectronics devices, VCSEL, THz modulation</li> <li>- Optical interconnect modeling</li> </ul>
---	--

NASAにおけるナノテクノロジーの取り組みは、以下のように整理できる。

- ・NNIにおけるNASAの実行計画上の重点課題は、「バイオ分野」におかれている。このために\$10Mが用意されている。
- ・ナノテクノロジーのフィールドセンターでは、「ナノチューブ」をターゲットとして捉えている。

#### 4.2.4 National Science Foundation (NSF)

NSFでは、NSF00-119としてNanoscale Science and Engineering(NSE)を設定している。これらは、Nanoscale Interdisciplinary Research Teams(NIRT)とNanoscale Exploratory Research(NER)およびNanoscale Science and Engineering Center(NSEC)からなる。それぞれの概要は以下の通りである。

##### (a)NIRT

組織の制限：米国の学術研究機関  
代表研究者の制限：単独出願は不可  
提案数の制限：4つを越えることは不可  
賞のタイプ：Standard, Continuing, NIRT グラント  
採択数：35～45  
資金：\$74M (MIRT, NSEC, NER の合計)/2001 年  
年間グラント：年間\$250,000～\$500,000 (4年間)  
資金の分担：NIRTはコストシェアを要求しない  
締め切り：2000年11月2日

##### (b)NSEC

組織の制限：1研究機関ないしリード研究機関とそのパートナー  
代表研究者の制限：なし  
提案数の制限：2つ以上を越えることは不可  
賞のタイプ：Cooperative Agreement  
採択数：6-10  
年間グラント：年間\$1M～\$4M (5年間)  
資金の分担：10%  
締め切り：2000年9月18日、11月2日 2001年1月30日

##### (c)NER

組織の制限：米国の学術研究機関  
代表研究者の制限：なし

提案数の制限：4つを越えることは不可  
賞のタイプ：Standard グラント  
採択数：50～60  
資金：\$74M(MIRT, NSEC, NER)/2001年  
年間グラント：年間\$100,000(1年間)  
締め切り：2000年11月2日

なお、NSFにおけるナノテクノロジーの研究分野は下記のように分類されている。

- ・生物学(Biological Sciences)
- ・コンピュータおよび情報科学、技術
- ・教育および人間科学
- ・工学
- ・地球科学
- ・数学および物理学
- ・社会、人文、経済学
- ・国際プログラム

#### 4.2.5 Department of Energy (DOE)

DOEではOffice of Basic Energy Sciences(BES)がナノテクノロジーのR&D提案書の募集を行っている。

BESの目標は、以下の4点である。

- ・ナノスケールの現象および特異的な協調現象の基礎科学的な理解
- ・原子レベルでの物質のデザインと合成
- ・生物が生み出す材料プロセスの理解
- ・実験技術および理論/モデリング/シミュレーション技術の開発

また、資金の概要は下記の通りである。なお、現状にて内訳等は不明である。

- ・資金：\$18M(2001年)

#### 4 . 2 . 6 National Institutes of Health ( NIH )

NIH ではナノテクノロジー関連として以下のグラントがある。

Bioengineering Research Grant (PAR-99-009)

Bioengineering Research Partnership (PA-01-024)

SBIR Bioengineering Nanotechnology Initiative (PA-00-018)

- ・ \$400,000 以下 ( 2 年間 ) : フェーズ 1
- ・ \$1,200,000 以下 ( 3 年間 ) : フェーズ 2

- ・ テーマ : バルブ、マクロ 流路、モーターなどのナノ配管 ( ナノポンプに用いる )  
量子ドットに基づく論理回路 ( 電流なしに特定の計算を行う機能を有する )  
ナノメートルスケールではよく理解できない生物学的な特性や現象の探針やナノスケールの材料の特性を明らかにするための新しい原理の基づく技術の開発と改良  
健康ないし病気の細胞の内部および表面における生化学プロセスのモニタリングのためのナノメートルスケールのけい光プレートの開発  
「スマート」なナノ構造を有する生体適合材料の創製。自己組織化および材料表面形態の修飾やパターンニングなどを含む。  
注入材料の拒絶を防ぐナノ構造バリアの開発  
ターゲット細胞中の治療薬、抗体、遺伝子、ワクチンの投入制御を可能とするナノ粒子およびナノ・スフェアの開発  
血液、唾液、その他の生体流体中の試料の生物学的に適切な分子のおよび物理的目標の検出や分析を行ったり、あるいは検体や生体中ないし研究所 ( 純粋試料 ) において用いるためのセンサ技術の開発

Innovative Approaches To Developing New Technologies (PAR-98-047)

Small Business Innovation Research Advanced Technology: NIAID (SBIR-AT-NIAID) (PAR-98-073)

Innovative Technologies for the Molecular Analysis of Cancer: Phased Innovation Award(PAR-99-100)

Innovative Technologies for the Molecular Analysis of Cancer: SBIR/STTR



Initiative (PAR-99-101)

Novel Technologies for Noninvasive Detection, Diagnosis, and Treatment of  
Cancer (BAA N-1-CO-07013-32)

#### 4 . 2 . 7 National Institute of Standards and Technology ( NIST )

NIST は NNI(\$497M)のキープレイヤーである (と彼らは主張している)。NIST では、  
テーマとして以下を掲げている。

長さ、質量、化学組成、およびその他の特性を計測するための原子レベルの新しい計測  
原子・分子レベルの新しいデバイス組立て技術に関して、産業界で用いられる新しいナ  
ノスケールの製造技術

NIST のナノテクノロジーへ移転したり、産業界へ移転したり、あるいはナノベースの  
新しい商品の品質を保証するための新しい標準手法、データおよび材料

2001 年度は\$18M であり、対前年で\$10M 増大した。なお従来の\$8M はナノレベルの計  
測技術の開発に用いられてきた。ただし、増大した\$10M の詳細な内訳は現在までのとこ  
ろ不明である。

#### 4 . 2 . 8 Department of Defense ( DOD )

DOD では DOD Funding Agencies として、以下の研究資金提供を行っている。

[ 担当 ] DOD / Office of Naval Research

[ 概要 ]

- ・ DOD / Naval の基礎研究資金 : \$4M ( 2001 会計年度 )
- ・ プロポーザルの受付範囲 : \$50,000 ~ \$1,000,000 ( 一般機器は不可 )
- ・ 〆切 : 2000 年 10 月 27 日
- ・ 以下の 15 テーマ :

ナノスケールの機械およびモーター  
ナノエレクトロニクスおよびナノマグネティック構造形成のバイオ分  
子制御  
ナノシステムエネジックス  
ナノスケールのエレメント、デバイス、システムの評価  
カーボンナノチューブの合成、精製、機能付加

ナノスケールの電子デバイスおよびアーキテクチャ  
ナノポーラス半導体マトリクス、基板、テンプレート  
ナノ構造および表面材料のゆがみ、疲労、揺らぎ  
触媒のナノ構造  
高速および宇宙システムのための高分子ナノコンポジット  
有機ナノフォトニクスおよびナノエレクトロニクス  
量子コンピュータおよび量子デバイス  
バイオ分子系の分子認識と信号変換  
ナノ構造表面の合成と修飾  
バイオテクノロジー応用のための磁気ナノ粒子

#### 4.2.9 まとめ

米国NNIには、実行計画の策定時(2000年7月)には7機関(DOC/NIST, DOD, DOE, DOT, NASA, NIH, NSF)が参画したが、現在は12機関が名を連ねている。主要省庁のR & D課題を表4.2-2に示した。

DOC/NISTでは、原子レベルの新しい計測、ナノスケールの製造技術および品質を保証するための新しい標準手法、データ、材料に関する研究を掲げている。DODでは、海軍研究所が総額4M\$の基礎研究資金提供を行っている。募集テーマは、ナノスケールの機械およびモーター、ナノエレクトロニクスおよびナノ磁性構造形成のバイオ分子制御、ナノシステムエネジックスなど15分野にわたっている。DOEは、ナノスケールの現象および特異的な協調現象の基礎科学的な理解、原子レベルでの物質のデザインと合成、生物が生み出す材料プロセスの理解、実験技術および理論/モデリング/シミュレーション技術の開発など極めて基礎的な領域に18M\$を投入する計画である。NASAは、実行計画ではNIHと協力したバイオ重視の計画であったが、研究センターではCNTと光技術を中心に研究を進めている。NIHは、大きく8つのグラントを用意している。この中のSmall Business Innovation Research (SBIR) Bioengineering Nanotechnology Initiativeでは、ナノ配管、量子ドット、ナノセンサ、ナノ粒子・ナノスフェア、スマート生体適合材料などの研究に1テーマ当たり最大1.2M\$(3年間)が供される予定である。一方、NSFは、Nanoscale Interdisciplinary Research Teams (NIRT: 最大年間0.5M\$, 4年間)、Nanoscale Exploratory Research(NER: 0.1M\$, 1年間)、Nanoscale Science and Engineering Center(NSEC: 最大年間4M\$, 5年間)からなるNanoscale Science and Engineering(NSE)というグラントを設定している。

各省庁の研究公募の募集状況を見る限り、極めて広範な研究領域について多額の研究資

金が提供されていることがわかる。ただし、省庁間で重複する点も多く、NNIとしていかに調整していくかに興味を持たれる。残念ながら、現在までのところ公募の選考の結果が明らかにされていないために、結果としてどのように調整されたのかについては不明である。我が国としては、これらの点に関して引き続き調査する必要がある。

表 4.2-2 応用分野ごとに整理したナノテクノロジーの研究領域と主要省庁のR & D資金

分野	ナノテクノロジー	DOC	DOD	DOE	NASA	NIH	NSF
材料・素材	CNT						
	フラレン						
	フォトニック材料						
	バイオ材料						
	ナノワイヤ						
	ナノクラスター						
	ホスト-ゲスト材料						
	プロトン材料						
	ナノエマルジョン						
	ナノスフェア						
化学	テーラーメイド化学						
	環境触媒						
	光触媒						
エレクトロニクス	量子ドット						
	量子細線						
	量子デバイス						
	量子コンピュータ						
	超微細加工技術						
	分子デバイス						
	バイオコンピュータ						
	光デバイス						
	ナノ磁性材料						
機械	マイクロマシン (微小機械)						
	マイクロマシニング						
自動車	水素吸蔵タンク						
	排ガス触媒						
医療・製薬	ドラッグデザイン						
	バイオチップ						
	タンパク質工学						
基盤技術	自己組織化						
	単原子・単分子操作						
	走査プローブ顕微鏡						
	超微細加工技術						
(備考) 予算：単位はM\$/2001年		18	4	18	20	0.4/件 1.2/件	74

(注) : 所管研究機関にて実施、 : 研究資金の提供