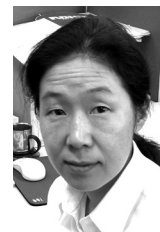


特集④

米国「21世紀ナノテクノロジー研究開発法」における注目点



材料・製造技術ユニット 奥和田久美

1. はじめに

第108回米国議会上院および下院を通過した21世紀ナノテクノロジー研究開発法案(21st Century Nanotechnology Research and Development Act)(S.189)は、2003年12月3日、ブッシュ米大統領が署名したことによって正式立法に至った。米国議会に

おける本法案の審議はイラク戦争等の影響で延び延びになってきた感があるが、その分、より世相を反映し、社会問題、倫理問題、環境問題に対処する活動を可能な限り取り入れることを明記したものとなった。

ナノテクノロジーという研究分

野をどう扱っていくかに関して、法を制定した国は米国が初めてであり、本法は各国の今後の方針にも影響を与えると考えられる。ここではその注目点を述べ、法文概要を添付する。

2. 米国「21世紀ナノテクノロジー研究開発法」¹⁾の注目点

2-1

立法までの経緯

本法案はまず2002年度の第107回米国議会に提案されたが、同会期中には成立せず、2003年度に改めて提案し直されたものである(米国議会では次年度は新提案扱いとなる)。

当初の提案意図は、議会が大きな予算決定権を握る米国の科学技術行政の中でナノテクノロジー研究開発に長期的予算を安定的に確保することと、硬直化した科学技術の研究体制の再編を加速することにあると考えられる。米国におけるナノテクノロジー研究開発は、2000年のクリントン前大統領による宣言以降、着実な予算増額を享受してきたと言えるが、それでも省庁間調整役として設けられたNNI(National Nanotechnology Initiative)²⁾の立場はそれほど強いものとは言えず、予算確保も連

邦政府の財政事情に左右されやすい立場にあった。今回の法制定により、少なくとも2008年までの研究開発予算と施策が確定し、比較的長期と言える期間にわたってナノテクノロジー研究開発を行っていくことが明らかになった。

1年半にわたる審議の間に、米国のナノテクノロジーへの見方が大きく変化した。当初、ナノテクノロジーは、バイオ関連の科学とは違い、倫理面等の問題が少ないとされて、法案成立も楽観視されていた。ところが、炭素菌等バイオテロへの対策、SARSの流行、イラク戦争の勃発などの緊急課題が山積し、審議がこれら緊急課題の後回しにされる間に、否が応でも、野放しのままナノテクノロジーを発展させることには危険性が伴う、ということに気付かざるを得ない状況になった。この結果、本法案に、社会問題、倫理問題、環境問題等を強調する大きな修正が入ることになったと考えら

れる。

審議の途中経過については他のレポートに詳しいので、そちらもご覧いただきたい³⁾。

2-2

本法の注目点

本法は主に、ナノテクノロジー研究開発への国家的取り組みを具体的に定め(第2条:国家ナノテクノロジー・プログラム(National Nanotechnology Program))、調整事務局(National Nanotechnology Coordination Office)や諮問委員会(National Nanotechnology Advisory Panel)の設置およびその役割(第3、4条)、3年毎の外部評価(第5条)、歳出予算(第6条)等を明示したものである。予算以外の戦略的計画は、制定後12ヶ月以内に国家科学技術会議(National Science and Technology Council)によって作成され、3年毎に見直される。調整事務局や

諮問委員会の設置に関しては、これまで機能してきたNNIや既存の委員会が引続き中心となっていくものと推測される。プログラムの外部評価には、全米科学アカデミーの全米研究評議会(National Research Council)があたる。

中心となる国家ナノテクノロジー・プログラム(第2条)は、大統領責任において、①目標、優先課題、評価基準の設定、②目標達成のための資金投入、③省庁間調整を実行するものである。プログラムの最終的な目標は、「ナノテクノロジーの発展によって全米国民の生活水準が向上する」ことにある((b)(10)(c)節)。したがって、具体的目標および優先課題設定で根本的な基準となるのは、プログラム運用で最初に述べられているように、「ナノテクノロジーを幅広く実用化するという国家的必要性」である((c)(1)項)。

プログラムの各論では、ナノスケールでの制御および操作に関する基礎科学を推進するとともに、新興企業を含む民間への普及および実用化を加速し、米国の生産性および産業競争力を向上させることが示されている。興味深い特徴のひとつは、ナノテクノロジーの研究や教育活動を進めることにより、「真の意味での学際的研究の“風土”が醸成されるようにする」と記載されている点である((b)(9)項)。施設設備の設置や安定的資金投入、あるいはプロジェクトや協力関係構築は、この風土作りのための具体策である。もうひとつの特徴は、倫理面、法律面、環境面等の社会的問題の勘案・考慮が詳しく述べられていることで((b)(10)項)、負の側面への対処法が示されているわけではないが、可能な限り各研究開発にこの問題を取り入れ、専門の研究プログラムの設定(第9条の準備センターが中心になると思われる)や継続的

な一般討論会(市民パネル、合意形成集会、教育イベント等)を通して、米国の考え方を定めていくプロセスが記されている。これを反映して、すでに米国各地で、ナノテクノロジーの倫理問題等に関する話し合いが盛んになってきている。もちろん、各論には「米国の全世界における指導的地位の確保」も掲げられてはいるが((b)(5)項)、日本でこれまでよく言われてきたような、諸外国(日本を含む)の優れたナノテクノロジー技術に米国が対抗する、というようなニュアンスはあまり感じられない。2000年時点では、そのようなプロパガンダが多少はあったかもしれないが、すでにそのようなフェーズではないということであろう。諸外国との比較分析においても、米国が首位を占めるべき重要研究分野の明確化が必要とされている(第5条(a)(12)項)。

プログラムの具体策として挙げられている「学際的ナノテクノロジー研究センター」や「ネットワーク」の設置、「学際的プロジェクトおよび協力関係」に関しては、諸条件が設定されている。これらの選定に際しては、これまでの実績評価や競争力が考慮され、既存の手法や技術も使い、設備等に関しても新設というよりは既存のマイクロレベル施設や遊休設備等を見直すことが推奨されている。具体的に、いくつかの募集および選考はすでに始まっているようである。例えば、NNIN(National Nanotechnology Infrastructure Network)⁴⁾は、このセンターあるいはネットワークに相当するものである。NNINの公募に対しては、本法に記載された諸条件を満たすように米国大学が自主的に組んだ3チームが応募し、最終的にコーネル大学およびスタンフォード大学を中心とする13大学から成るチームが選定され、すでに長

期的安定財源が約束された。

その一方で、本法では特定の研究分野への言及は極めて少ないと言える。本法成立をアナウンスするホワイトハウスからのプレスリリース⁵⁾では、ナノテクノロジーの研究テーマを例示して報道されたため、一部には誤解を招いているようだが、本法の中にはそのような個別課題はほとんど記載されていない(個別プログラムの中には多少の例示がある(第8、9条))。ただし、早めに決着を付けておきたい以下の事項が挙げられており、3年毎の外部評価の第1回目(2005年6月)に判断を行ない、以降はその判断を覆さないというような強いニュアンスになっている(第5条)。

そのひとつは、分子の自己組織化に関する調査であり、分子スケールでの材料および装置の製造技術に対して、自己組織化技術を実用化できるか否か、という点を判断する。自己組織化はナノテクノロジー中での注目技術のひとつである⁶⁾が、米国の研究者にとっては、早く実用化の目途を示さなければならない技術になったとも言える。この技術のみが取り上げられていることの根拠は明確ではないが、ナノテクノロジー実用化の最初のモデルとしたいという意図があるのかもしれない。

もうひとつは、ナノテクノロジーの責任ある開発活動に関する調査であり、次の6つの判断対象に関して、国として基準・指針または戦略を設けなければいけないか、あるいは研究者あるいは研究団体の自発性に任せておけばよいかを見極めたいというものである。その判断対象の例は、①自己増殖するナノレベルマシン、②当該マシンの自然環境への放出、③暗号化、④国防技術の開発、⑤人間の知能強化におけるナノテク利用、⑥人工知能の開発におけるナ

ノテク利用である。すなわち、これら研究課題に関しては、野放しの研究開発では危険性があると考えられており、前述した負の側面が生じ得る例として挙げられているものと考えられる。テロ行為や感染症の拡大を見るにつけ、能力ある研究者がその気になればSFホラー映画も現実味を帯びてくる、といった米国民の危機感が推察される。

2003年5月の下院通過時点では、自己組織化技術の実用化については制定後3年以内、責任ある開発活動の指針等は6年以内というように、より長い調査期間が提案されていたが、成立法では実質的な調査期間が15年に短縮されている。

歳出予算(第6条)については、2005～08年度の間に総額約37億米ドルを投資することが示され、比較的長期間にわたって安定的に増加させる指針が示されている(2004年度までは別審議)。ただし、ここには、米国の科学技術予算全体の大きな割合を占めるDOD(Department of Defense)およびNIH(National Institutes of Health)等が含まれていない(これらの省庁は、関係はするが、別プログラムとなっている:第2条(c)(3)項)。このため、ナノテクノロジー全体に投入される政府資金総額に関しては、本法のみでは正確な議論ができないが、少なくともここに示された2倍以上になるであろう。最終案には盛り込まれなかったが、2003年5月の下院審議では社会的および倫理的問題等へ予算配分に関して明確な割合を

記すという修正案も出た。また、省庁に関して言えば、2003年1月の法案提出時にはNIH、司法省、農務省、運輸省の予算も記述されていたが、これらも最終的には含まれない形となった。

最後の第10条には、用語の定義が示されている。ここで、「ナノテクノロジー」とは、「新しい分子構造、属性及び機能を有する材料、デバイスおよびシステムを作り出すことを目的として、原子レベル、分子レベル、超分子レベルでの理解、計測、操作および製造を可能にする科学技術」と定義されている。この記述に関しては、日本国内で現在一般に考えられているナノテクノロジーと大きな相違は無いであろう。また、「プログラム対象分野」は、第2条に記載されたプロジェクトおよび活動のすべてを指し、広い範囲を包含する曖昧な表現にとどまっている。

本法は、少なくとも2008年度までは有効である。特に、諮問委員会についてのみ、サンセット法(法令等が一定期間をもって自動的に廃止されること)の適用除外が明記されており(第4条(f)項)、その後については、この諮問委員会が鍵を握ることになると考えられる。また、別プログラムとなっている省庁(DODは国防ナノテクノロジー研究開発プログラム(Defense Nanotechnology Research and Development Program)、NIHはナノメディシンセンター(Nanomedicine Centers)設立計画等を持つ)との間の調整は、国家科学技術会議の監督の下に行われることになっている(第2条(c)

(3)項)が、これらの省庁の担当分野もナノテクノロジー発展にとっては極めて重要と考えられ、国家科学技術会議の監督機能の行方も気になるところである。

全体として、重要な戦略的計画や判断が2005年中には行なわれることになっており、ここ1～2年は米国のナノテクノロジー発展のひとつの節目となるであろう。

謝 辞

法文和訳に関してご協力をいただきました平河総合法律事務所福本修也弁護士に深く感謝いたします。

参考文献

- 01) Nanonet : <http://www.nanonet.go.jp/japanese/info/overseas/index.html>
- 02) NNI : <http://www.nano.gov/>
- 03) NEDO 海外レポート、No.907 (2003.5.19)、No.923 (2004.1.14)
- 04) NNIN : <http://www.nnin.org/>
- 05) The White House : <http://whitehouse.gov/news/releases/2003/12/20031203-7.html>
- 06) 科学技術動向、2003年12月号、製造技術分野トピックス

《添付資料》科学技術政策研究所は、ナノテクノロジー総合支援プロジェクトセンターと共同で本法の和訳を作成し、同支援センターのホームページに掲載した¹⁾。以下はその概要であるが、詳しくは掲載した全文を参考にされたい。

《添付資料》 法文概要

第1条 略称—この法律を「21世紀ナノテクノロジー研究開発法」(21st Century Nanotechnology Research and Development Act)と呼ぶ。

第2条 国家ナノテクノロジー・プログラム (National Nanotechnology Program)

(a)大統領は、関連省庁・関連委員会・調整事務局を通じて、(1)目標、優先課題、評価基準の設定、(2)目標達成のための資金投入、(3)省庁間調整、を実行する。

(b)同プログラムの活動に含まれるもの。

(1)ナノスケールにおける制御および操作を可能にする事項の基本的理解の推進

(2)個人研究者及び学際的研究チームに対する助成金交付

(3)先端技術共有施設 (advanced technology user facilities) およびセンターから成るネットワークを構築

(4)実績評価及び競争力を考慮して、学際的ナノテクノロジー研究センターを設置

付記:同センターは、技術情報および模範例に関する意見交換活動、他研究機関や産業界等との提携、既存知識や既存研究活動の活用、地理的分散と少数民族教育機関等の参加、などの諸条件を満たすこと。

(5)開発および実用化において、米国の全世界における指導的地位を確保

(6)長期的研究活動への安定資金投入により、米国の生産性および産業競争力を増進

(7)新興企業を含め、民間への普及および実用化を加速

(8)プログラム提案の募集・評価プロセスにより、学際的プロジェクトおよび協力関係を促進

(9)学際的知見に精通した研究者および専門家を対象に実効的教育および研修を提供、真の意味で学際的研究の風土を醸成

(10)倫理面、法律面、環境面等の社会的問題の勘案・考慮(人間の知能強化、あるいは人間の能力を上回る人工知能の開発に用いる可能性など)

施策付記:これらの研究プログラム設定と公表、上記(4)の学際的センターへ対処活動の義務付け、全米国人の生活水準向上への寄与、一般向けの情報提供と市民パネル等の一般討論会開催

(11)既存の手法及び技術を活用した研究促進

(c)プログラムの運用—国家科学技術会議 (National Science and Technology Council) は、本プログラムの企画立案活動、運用および調整活動を監督し、傘下団体を通じて以下を行なう。

(1)ナノテクノロジーを幅広く実用化するという国家的必要性に鑑みて、本プログラムの目標および優先課題を設定

(2)上記目標および優先課題を反映する形で対象分野を定め、具体的目標を盛り込む

(3)国防ナノテクノロジー研究開発プログラムと国立衛生研究所の活動との関係で、省庁間調整活動を監督

(4)制定後12ヶ月以内に戦略的計画を策定、3年毎に改訂、成果の実現を図る

付記:研究成果を社会に有益な形で実用化する方法、学際的研究開発活動への長期的資金支援、省庁間プロジェクトへの資金配分

(5)省庁間予算案調整、行政管理予算局への提出、研究バランスおよび水準確保

(6)学界、産業界、州政府、地方自治体等との情報交換

(7)連邦政府の施策(中小企業技術革新、中小企業技術移転等)の活用計画策定

(8)各省庁の対応が不十分な研究分野を把握および対処

(9)既存の製造設備及び産業インフラを通じてプログラム活動を前進(未使用の製造設備利用など)

(10)諮問委員会や一般討論会等からの提言、学会、州政府、産業界等の意見も考慮

(d)年次報告書—国家科学技術会議は年次報告書を策定し、予算要求を行う際に上院商業科学運輸委員会及び下院科学委員会等に対して提出(報告書内容を付記)

第3条 プログラムの調整

(a)総則—大統領は、国家ナノテクノロジー調整事務局 (National Nanotechnology Coordination Office) を設け、下記の事項を行なう。

- (1) 国家科学技術会議および諮問委員会に対して技術面及び行政面の支援提供
- (2) 連邦政府の活動の窓口としての役割（技術および関連情報の交換）
- (3) 必要に応じて、一般向け広報活動の出先機関の役割
- (4) 関連部局および制度全般、米国産業界（新興企業も含む）に対して、得られた技術、新機軸および専門知識を利用できるよう便宜を図り、その早期実用化を促進
- (b) 財源一同調整事務局への資金供給（該当公法明記）
- (c) 報告書—制定後 90 日以内に、科学技術政策局長は調整事務局の財源に関して報告書を提出（報告書内容を付記）

第 4 条 諮問委員会

- (a) 総則—大統領は、国家ナノテクノロジー諮問委員会（National Nanotechnology Advisory Panel）を新規設立または指名。
- (b) 資格要件—同諮問委員会は、主に学術研究機関および産業界関係者により構成（研究開発、実験、教育、技術移転、実用化、社会的・倫理的問題に関して助言および情報提供できる人材）。選任または指名には、連邦議会、産業界、科学界、国防関係者、州政府・地方自治体、地域的プログラム等の関連団体の提言を考慮。
- (c) 職責—諮問委員会は、同プログラムに関して大統領及び連邦議会に対して以下の評価を含む助言を行なう。
 - (1) ナノテクノロジー関連科学技術分野における動向および展開
 - (2) 同プログラムの実施面における進捗状況
 - (3) 同プログラムを改訂する必要性
 - (4) 財源水準等を含む構成要素のバランス
 - (5) 米国の指導的地位を確保するうえで、対象分野、優先課題および技術的目標が寄与しているか否か
 - (6) 同プログラムの運用状況、調整状況、実施状況および活動内容
 - (7) 社会面、倫理面、法律面、環境面および労働面の問題への対応が適切か否か
- (d) 報告書—同プログラムの改善方法案について 2 会計年度に 1 回以上の頻度で、大統領に対して報告書を提出。第 1 回目の報告書は、制定日から 1 年以内。
- (e) 連邦政府職員以外の出張旅費に関する規定
- (f) サンセット法からの適用除外

第 5 条 国家ナノテクノロジー・プログラムに対する 3 年毎の外部評価

- (a) 総則—調整事務局長は、科学アカデミーの全米研究評議会（National Research Council）との間で、3 年毎に評価を行なう協定を結ぶ。当該評価は下記を含む。
 - (1) プログラムの技術的成果の評価（目標を達成しているか否かの評価も含む）
 - (2) 各省庁および関連分野における同プログラムの運用および調整状況の検討
 - (3) 各省庁の財源水準の検討、当該財源で各省庁が目標達成できるか否かの検討
 - (4) 民間部門への技術移転の面における同プログラムの成果
 - (5) 学際的な研究開発活動促進において成功を収めているか否か
 - (6) 倫理面、法律面、環境面およびその他関連の社会的問題が考慮されている程度
 - (7) 同プログラムの目標を新しく設けるべきか改訂すべきかに関する提言
 - (8) 設けるべき新規研究分野、提携先、調整・運用または計画に関する提言
 - (9) 研究開発活動に関する政策、計画および予算の変更についての提言
 - (10) 目標の達成状況を評価するうえで、評価基準改善の可否に関する提言
 - (11) 調整事務局の活動内容の検討（成果利用の便宜、早期実用化の促進など）
 - (12) 諸外国との比較における米国の相対的地位の分析（首位を占めるべき重要研究分野の明確化）
 - (13) 米国経済に及ぼす影響の分析、その影響を強化していくための提言
- (b) 分子の自己組織化に関する調査—第 1 回審査の一環として、全米研究評議会（National Research Council）が 1 回限りの調査を行なって、分子スケールでの材料および装置の製造技術に分子の自己組

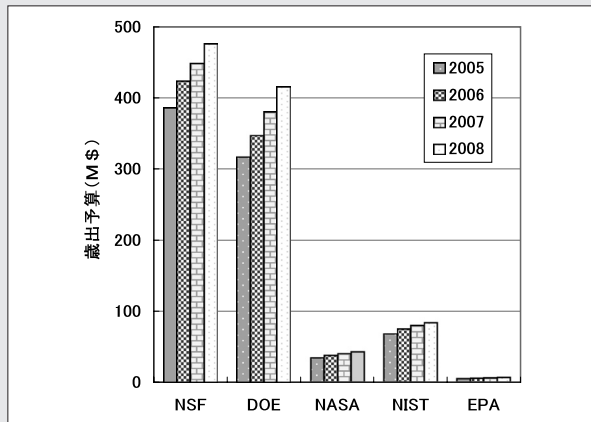
織化を実用化できるか否かを判断。

(c)ナノテクノロジーの責任ある開発活動に関する調査—第1回審査の一環として、全米研究評議会が1回限りの調査を行なって、責任ある開発活動を確保するうえで、基準・指針または戦略を設ける必要があるか否かについて評価。判断対象の例として、(1)自己増殖するナノレベルマシンの機構または装置、(2)自然環境に対する当該機構の放出、(3)暗号化、(4)国防技術の開発、(5)人間の知能強化におけるナノテクノロジーの利用、(6)人工知能の開発におけるナノテクノロジーの利用。

(d)連邦議会への評価伝達—調整事務局長は、評価結果を諮問委員会等へ報告。第1回目は2005年6月10日、その後は3年毎。

第6条 歳出予算の認可

図表1 21世紀ナノテクノロジー研究開発法案で認可された年度別歳出予算



NSF : National Science Foundation
 DOE : Department of Energy
 NASA : National Aeronautics and Space Administration
 NIST : National Institute of Standards and Technology
 EPA : Environmental Protection Agency

法案内容に基づいて科学技術政策研究所にて作成

第7条 商務省 (Department of Commerce) のプログラム

(a)NIST プログラム—製造に関する基礎研究プログラムの設定および中小製造業への技術普及パートナーシップ・プログラムの活用。

(b)クリアリングハウス—技術情報局の資源を活用してクリアリングハウスを設置 (情報内容付記)。

第8条 エネルギー省 (Department of Energy) のプログラム

(a)研究コンソーシアム (複数)。実績評価及び競争力に鑑みて、システムバイオロジーと分子イメージングを用いて新開発のナノテクノロジーと微小流体ツールを統合する学際的ナノテクノロジー・コンソーシアム (複数) を支援 (充当予算等を付記)

(b)研究センターおよび主要機器—特殊機器・施設等の開発・運営・支援等のプロジェクト実施

第9条 その他のセンター

(a)米国ナノテクノロジー準備センター (American Nanotechnology Preparedness Center)。

社会面、倫理面、環境面、教育面、法律面の影響および労働人口に及ぼす影響を研究。ナノテクノロジーの責任ある研究開発活動及び実用化に関して予想される問題点を明確化、問題点の防止・対応に向けて提言。

(b)ナノマテリアル製造技術センター (Center for Nanomaterials Manufacturing)。

新しい形で諸特性を組み合わせることにより、材料、装置及びシステムに関する新しい製造技術を研究し、米国産業界に移転するメカニズムを考案。

(c)報告書—主管団体を6ヶ月以内に、センター設立経緯を18ヶ月以内に報告。

第10条 定義

諮問委員会、ナノテクノロジー、プログラム、国家科学技術会、先端技術共用施設、プログラム対象分野を、それぞれ定義