

2008.11.19

BIWEEKLY

1033

NEDO 海外レポート

I. テーマ特集 ナノテクノロジー特集

1. 米国家ナノテクノロジーイニシアチブ(NNI)活動評価報告書(概要)	1
2. FP7 ナノテク・プログラム NMP の 2008 年プロジェクト公募(EU)	9
3. 英国政府の第 2 研究レポート「人造ナノ粒子による潜在的リスクの特性決定」	13
4. 英国におけるナノテクノロジーの政策動向	19
5. 英国におけるナノテクノロジーの拠点	23
6. オランダのナノネット NanoNed	27
7. 「欧州におけるナノテクノロジー」:ナノフォーラム報告	32
8. 米国と欧州のナノエレクトロニクス技術商業化の動向	36
9. 将来のエネルギー貯蔵のためのナノテクノロジー利用動向	42
10. 「ダイレクティッド・セルフアセンブリー」ナノ製造法でナノワイヤー金属間を接合	45
11. オークリッジ米国立研究所のナノ製造技術プロジェクト	47
12. カーボンナノチューブ技術に関わる革新的な発見(カナダ)	49
13. ナノ層による超伝導薄膜(米国)	51
14. 小さな金クラスターは最高の触媒であることを明らかに(米国)	53
15. 量子ドットの振舞いをコントロール(米国)	55

II. 一般記事

1. エネルギー	
欧洲戦略的エネルギー技術(SET)計画	57
高温電気分解の重要な水素マイルストーンを達成(米国)	62
「正味ゼロ」エネルギーの環境ビル研究開発検討課題を発表(米国)	64
2. 環境	
地球の大気メタン濃度が再び上昇(豪州)	66

URL : <http://www.nedo.go.jp/kankobutsu/report/>

《本誌の一層の充実のため、掲載ご希望のテーマ、ご意見、ご要望など下記宛お寄せ下さい。》

NEDO 技術開発機構 研究評価広報部 E-mail : g-nkr@nedo.go.jp Tel.044-520-5150 Fax.044-520-5162

NEDO 技術開発機構は、独立行政法人 新エネルギー・産業技術総合開発機構の略称です。

【ナノテクノロジー特集】政策

米国家ナノテクノロジーイニシアチブ(NNI)活動評価報告書(概要)

－大統領科学技術諮問委員会(PCAST)による第2回目の評価と勧告－

NEDO 技術開発機構 ナノテクノロジー・材料技術開発部

ナノテクノロジーは、およそ1~100ナノメートル寸法での物質の理解、制御および使用を含んでおり、そこでは、ユニークな特性が革新的な応用を可能にする。1ナノメートルは1メートルの10億分の1であり、人間の髪の毛一本は直径がおよそ100,000ナノメートルである。ナノスケールでは、材料の物理的特性、化学的特性および生物学的特性が、しばしば、個々の原子や分子の特性あるいはバルク材料の特性から、基本的な面でまた価値の面において非常に異なる。

ナノテクノロジーは、原子スケールでの物質の画像化、操作およびシミュレーションに関する新しい実現技術の開発により、20世紀の最後に出現した。ナノテクノロジー研究開発(R&D)の最前線は、ナノスケールで出現する物質の特性を利用して、向上した材料、装置およびシステムの理解と作成に向けられた広範囲の科学技術活動を包含している。

その成果は、生体臨床医学(例えば画像化、診断、治療および予防)、エネルギー(例えば変換と貯蔵)、エレクトロニクス(例えばコンピューティングとディスプレイ)、製造、環境改善、また他の多くのカテゴリーの製品および応用の分野のパラダイムを変える利益を約束している。

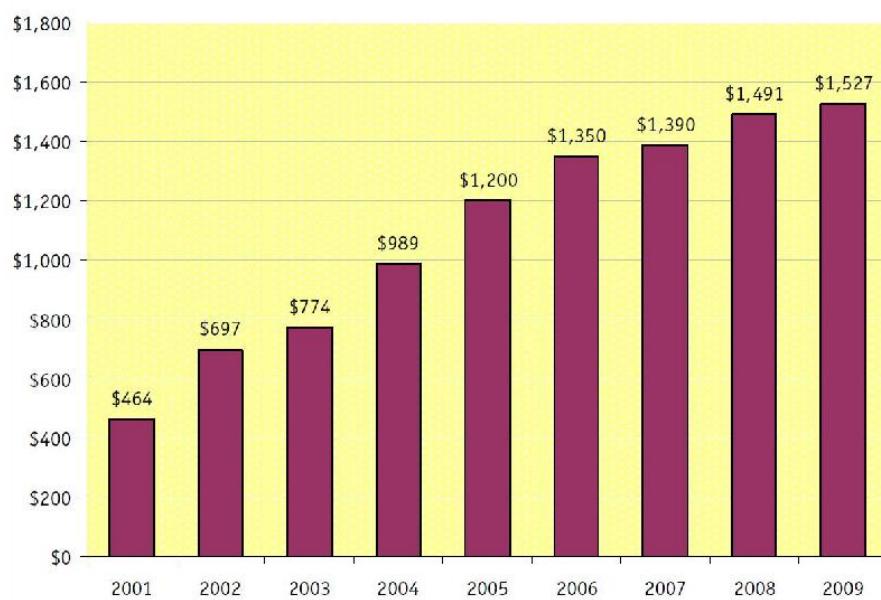
このような広範囲の応用により、ナノテクノロジー研究開発は、米国中のまた世界中の大学、政府および産業界の研究所で行われている。多くの場合、ナノテクノロジー研究は、化学、生物学、材料科学およびコンピューター科学を含み、従来の専門分野が交わるところに存在している。最先端の研究が進むとともに、初期の商業用途は、主としてコーティングや複合材料のような既存の製品やプロセスへの改良の形で市場にやってきている。

21世紀ナノテクノロジー研究開発法2003(一般法108-153)は、「米国ナノテクノロジー諮問委員会(NNAP : National Nanotechnology Advisory Panel)」に、「米国家ナノテクノロジーイニシアチブ(NNI : National Nanotechnology Initiative)」(文末参照)という連邦ナノテクノロジー研究開発(R&D)プログラムを定期的に調査するよう定めている。また大統領命令によって、「大統領科学技術諮問委員会(PCAST : President's Council of Advisors on Science and Technology)」が、NNAPを努めるよう指名されている。この報告書は、NNIの第2回目のNNAP調査であり、2005年に公表された最初の評価報告¹の更新調査報告である。

¹ The National Nanotechnology Initiative at Five Years: Assessment and Recommendations of the National Nanotechnology Advisory Panel, submitted by the President's Council of Advisors on Science and Technology May 2005, http://www.nano.gov/html/res/FINAL_PCAST_NANO_REPORT.pdf

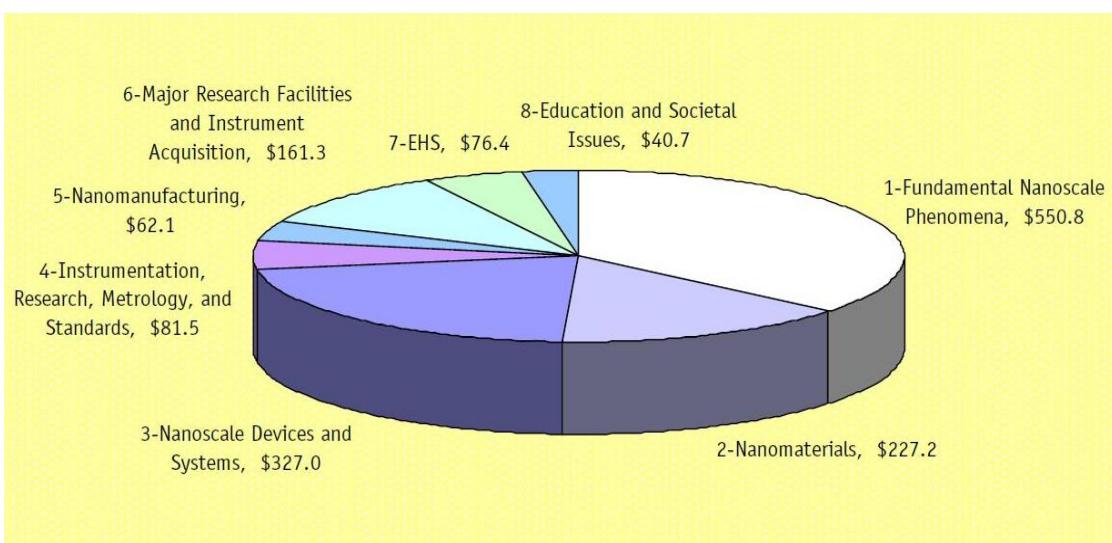
2009会計年度の15億ドルのNNI予算要求を含めて、2001年のNNI開始以来のNNIの投資合計はほぼ100億ドルである。ナノテクノロジーへの毎年の世界の投資合計は、概算139億ドルで、米国、欧州およびアジアでおおよそ等しく投資されている。

表1 NNIの設立以来の資金提供(単位100万ドル)、
(2008年の数値は概算値; 2009年は要求額)



(出典: PCAST_NNAP_NNI_Assessment_2008)

表2 プログラムコンポーネント領域(PCA)によるNNI資金提供
(単位100万ドル)、(2009年度計画)



(出典: PCAST_NNAP_NNI_Assessment_2008)

産業界の解析によると、民間投資はおよそ 2006 年以降政府の投資を追い越していることを示している。米国の参加 25 省庁の、NNI の活動、調和と管理、および、産業界ならびに州政府を含む連邦政府外の利害関係者との調整の取り組みが、この報告書の主題である。

最初の評価報告書では、以下の 4 つの質問に答えている。

- －我々はどのようにやっているか？
- －資金はうまく使われているか、またプログラムはうまく管理されているか？
- －我々は社会の関心事ならびに潜在的なリスクに取り組んでいるか？
- －我々はさらに上手にできるか？

この報告書は、結論として概して肯定的であるが、以下の分野の取り組みを向上し、強化するための提案を行っている。その分野は、技術移転、環境・健康・安全(EHS)研究とその調整、教育と労働力準備、そして社会的要因であった。

最初の報告書以来、ナノテクノロジーの潜在的リスク、特にナノ材料による人の健康および環境への可能なリスクについての配慮への高まりが集中している。この 2 回目の評価では、NNAP はこれらの分野での NNI の取り組みについて特別の注意を払っている。

この調査中に、NNAP は様々な情報源からデータを得た。NNAP は、多くの専門家パネルを開催し、その「ナノテクノロジー技術諮問グループ(nTAG : nanotechnology Technical Advisory Group)」ならびに「生命倫理に関する大統領評議会(President's Council on Bioethics)」の意見を求めた。NNI メンバー機関および「米国ナノテクノロジー調整事務局(NNCO : National Nanotechnology Coordination Office)」もまた価値ある情報を提供してくれた。

評価

－ NNAP は、研究開発費と、報告書、引用および特許のような成果を含んだ様々な指標に基いて、米国はナノテクノロジーにおけるリーダーを維持している、と考える。

しかしながら、地域的に見れば、欧州連合はより多くの報告書を出し、また、中国の成果が増加している。商業応用へ移転された NNI 資金提供研究の結果の多くの例が存在している。しかしながら、ナノテクノロジーの大きな技術移転や商用インパクトは、全体として、ただちに可能ではない。一部には「ナノテクノロジーに基いた製品」とは「なんである」のか、「ないのか」を定義する際の困難さにもある。

－ NNAP は、基盤設備や計測器への進行中の NNI 投資を賞賛し奨励している。

最先端のナノスケール研究はしばしば高度な装置や設備を必要とする。高価な計測器、最先端技術の設備および専門技術の知識への幅の広いアクセスを提供している全米の 81 カ所以上のセンターと利用者施設への NNI 投資は、非常に重要で成功している。様々なミッションに取り組むために様々な機関によって資金提供されたこれらの設備は、学術界、産業界および政府の多様な領域の研究を支援している。さらに、NNI 投資は、大学、州政府および民間部門による追加支援に、てこ入れするために使われている。

– ナノテクノロジーの進歩は、様々な産業でのますます増加する応用や製品で具体化されている。

多くの初期の応用は、革命的というよりも漸進的であった。しかしながら、今日の NNI によって資金提供された研究は、例えばエネルギーや医療において、パラダイムシフトとなる技術革新の可能性を持っている。

あらゆる新興技術のように、そこには、健康または環境に有害であると証明されるかもしれない、あるいは、他の社会とのかかわり合いを持つかもしれない、意図しない結果や利用の可能性が存在する。現行規則がナノテクノロジーに基いた製品に適用され、また、そのような製品を作るか売る人は職場と製品安全に関する責任を持つ、ということを NNAP は言及している。2005 年の時のように、NNAP は、現在のナノ材料への暴露の最も大きな危険は、そのような材料を製造したり取り扱う労働者にあると信じている。しかしながら、広範囲な背景での環境、健康および安全リスクは識別されなければならない、そして、真の危険に適切に取り組むことができるよう、必要な研究が行われなければならない。

– NNAP は、取り掛かりとして NNI の下での EHS 研究に取り組む方法を調べている。

「ナノテクノロジーの環境と健康関係(NEHI : Nanotechnology Environmental and Health Implications) 省庁間作業グループ」による最近の報告書は、NNI が連邦政府を横断して必要とされる EHS 研究の優先付けや、EHS 活動を調整するのによい方法である。ナノテクノロジー EHS 研究に専念する特別な機関や事務局を求めるとか、あるいは、EHS 研究のためにある割合の予算を取っておくということは誤っており、有益な応用や危険についての研究を縮小するという意図しない結果をもたらすかもしれない、と NNAP は考えている。

EHS のかかわり合いに加えて、NNAP は、ナノテクノロジーの倫理や他の社会的な側面を考慮している。

– 「生命倫理に関する大統領評議会」との協議で、このパネルは、現在、ナノテクノロジーは分野に特有の倫理的懸念を投げかけないと結論を下している。より正確に言えば、プライバシーと利益へのアクセスの平等に関するかかわり合いに対する懸念は、一般に技

術の進歩に対する懸念に似ている。この所見は、ナノテクノロジーの社会的側面の継続的な対話と研究の重要性を減じない。

一 全体として、NNI は、引続き省庁間プログラムの非常に成功したモデルであり、よく組織されよく管理されている、と NNAP のメンバーは考えている。

「米国科学技術協議会の省庁間ナノスケール科学、工学および技術(NSET : Nanoscale Science, Engineering, and Technology)小委員会」の構造は、連邦政府を横断して有効にナノテクノロジー活動の広がりを調整している。NSET 作業グループは、追加集中が必要な機能的な分野を目標としている。NNCO は、プログラムの成功の鍵である重要な支援を提供する。2007 年に更新された戦略計画(NNI Strategic Plan)は、明確にイニシアチブの目標と優先順位を伝え、進歩を成し遂げるための行動を含んでいる。NNAP は、NNI に役立つプログラムや投資を追跡する目的のために定義するために、EHS 研究の最新計画を他の社会的要因から分離したプログラムコンポーネント領域(PCA : Program Component Areas)(文末参照)を考えている。

提 案

NNAP は、NNI を強化するために多くの提案をしており、6 つの領域へグループ化している。

1. 基盤施設、管理と調整

NNAP は、計測器、設備および技術的専門知識に加えて、学際的センターや利用者施設の実質的な基盤施設は、ナノテクノロジーにおける米国の継続的な競争力維持に不可欠であると考えている。NNI 参加機関の間の調整および管理は一般に健全であることを NNAP は理解しているが、特に大規模で分化されている省庁においては、省庁間調整が改善されるべきである。

NNI メンバー機関は、経済協力開発機構(OECD)のような実効的な国際評議会を通して国際的協調を支援し続けるべきである。そのような取り組みは、経済的障壁や影響への扱いと同様に、健康および安全性とに関係する情報の進展も援助するであろう。この提案の実施と監督は省庁のより効果的な資源活用へと導くであろう。

2. 標準の開発

ナノテクノロジー標準は、研究開発から通商および規制までに及ぶ活動に必要である。連邦機関は、米国ならびに国際標準開発活動に参加し続けるべきである。NNI は、国際フォーラムで強い米国の代表を維持し、重複となる標準開発作業を回避しようと努力すべきである。必要に応じて、米国立標準技術研究所(NIST)および他の NNI 機関は、安全なナノテクノロジーに基いた製品の産業生産のための、幅広い支援を提供するために、標準

物質、テスト方式ならびに他の標準を開発するべきである。

3. 技術移転と商業化

NNI は、技術移転を促進するために世界一流の研究に資金を提供し続けるべきである。強力な研究計画は、知識、スキルおよび革新的な考えを持って卒業する一流のナノスケール研究者やエンジニアおよび企業家を作り出す。

そのようなプログラムは、さらに関連分野へより多くの米国学生を引きつける可能性を持っている。NNI に資金提供されたセンターは、産業界と協力することを励ますよう組織化すべきであり、そのことが技術移転を向上させる。NNI は、ナノテクノロジー関連技術革新および NNI の研究成果の商業化をより正確に評価する手段を探求すべきである。これらの取り組みは、ナノテクノロジーの経済的影響を国際的に評価するために、OECD のもとで調整されるべきである。

4. 環境、健康および安全性とのかかわり

ナノ材料の EHS 研究のレベルと調整に関して、前回の調査以来、NNI はかなり進展した、と NNAP は考えている。そのような取り組みは継続されるべきであり、作業のすき間や不必要的重複を回避するために、産業界で行われるものや、他の政府によって資金提供されるプログラムとの調整が必要である。さらに、EHS 研究は、リスクと利益とともに考慮して促進するために、応用研究から分離せずに調整されるべきである。今日のナノテクノロジーのように、開発と安全評価研究が並列に行われている場合、このことは特に重要である。NNI は、ナノ材料の特性ならびにリスクと利益の解析方法に関して、広く利用可能な非機密情報とする措置を講じるべきである。

5. 社会・倫理とのかかわり

ナノテクノロジーの社会的・倫理的側面についての研究は、技術的な研究開発に統合し、より幅広い社会的・倫理的な学問の背景の中で行うべきである。NNAP は、このアプローチが視野の範囲を広げて、社会全体に影響する問題に関する見解の交換を増加させる、と考える。

6. 情報の伝達と支援活動

世論は誇大な宣伝や誇張された肯定的または否定的な意見の両方に影響を受けやすい、と NNAP は懸念している。NNI は、市民を含む幅広い利害関係者が、アクセス可能なナノテクノロジーに関する信頼された情報源であるべきである。NNI は、NNCO と「ナノテクノロジーの市民関与と情報伝達に関する作業グループ(Nanotechnology Public Engagement and Communications Working Group)」により、また既存の省庁広報活動の調整によって、情報伝達と支援活動を拡大するべきである。その効果を高めるために、情報は幅広いデータにより、また対象とする市民との双方向伝達を組入れたプロセスを通じて開発されるべきである。

この調査は、全米アカデミー全米科学評議会(NRC)による評価を補完している。NNAPはNRC提案の大部分に同意している。しかしながら、NNAPは、公式な独立諮問委員会としての提案も行った。

技術専門家のNRCパネル、PCASTのハイレベル科学技術管理指導者およびnTAGのナノテクノロジー専門家の各々による、NNI調査プロセスへの明確で有用なデータの提供により、この現在の調査は、少数のアドバイザーから成る単一グループよりも大局的な見地を提供している、とNNAPパネルは考えている。

(出典 : PCAST. The National Nanotechnology Initiative: Second Assessment and Recommendations of the National Nanotechnology Advisory Panel. April, 2008. http://www.nano.gov/PCAST_NNAP_NNI_Assessment_2008.pdf)

国家ナノテクノロジーイニシアチブ(NNI)

NNIは、2001年度に設立され、連邦政府を横断する多様なナノテクノロジー活動を調整し、かつ連邦省庁機関に専門技術と投資のてこ入れをし、また産業界および他の州政府や自治体による、競争前活動及び非競争活動により、専門技術と投資へのてこ入れをしている。イニシアチブは、政府の研究開発優先を継続している。

今日、NNIは、25の連邦機関を含み、そのうちの13機関はナノテクノロジー研究開発指定予算を持っている。全体として、ナノテクノロジー研究開発予算は、2009年度要求の15億ドルとなっている。ナノテクノロジー研究開発への連邦投資合計は、NNIが2001年に設立されて以来ほぼ100億ドルに達している。

NNI運営上の省庁間の調整は、米国科学技術協議会(NSTC: National Science and Technology Council)・技術委員会・ナノスケール科学工学技術小委員会(NSET: Nanoscale Science, Engineering, and Technology)によって行われている。NSETは、NNIに参加するすべての連邦機関からの代表で構成されている。

NSET小委員会は、NNIの明確なプログラム的側面に取り組むために、4つの作業グループを設立している。

- ・ GIN: ナノテクノロジー国際問題(GIN: Global Issues in Nanotechnology)作業グループは、ナノテクノロジーと関係する国際フォーラムでの米国政府活動を支援する。
- ・ NEHI: ナノテクノロジー環境・健康関係(NEHI: Nanotechnology Environmental and Health Implications)作業グループは、連邦ナノテクノロジー関連環境、健康および安全性(EHS)研究に取り組み、統合EHS研究戦略を開発し、また、ナノテクノロジーのEHS面と関係する省庁間活動を促進する。
- ・ NILI: ナノ製造、産業リエゾンおよびイノベーション(NILI: Nanomanufacturing, Industry liaison, and Innovation)作業グループは、産業協力を調整し、商業化、製造ならびに技術移転を支援する。
- ・ NPEC: ナノテクノロジー市民関与と情報伝達に関する(NPEC: Nanotechnology Public Engagement and Communications)作業グループは、倫理的・社会的問題と関係するものを含めて、省庁を横断した国際的に関連する情報の伝達と活動の取り組みを調整する。

米国ナノテクノロジー調整事務局(NNCO : National Nanotechnology Coordination Office)は、NNI の活動、調整および市民との情報伝達に関して、NSET 小委員会、4 つの作業グループおよび NNI 機関に対して専門的な技術的・管理上の支援を行う。

大統領科学技術諮問委員会(PCAST)は、米国ナノテクノロジー諮問委員会(NNAP)としての役割において、評価報告書を通して 2 年ごとに NNI を調査する。また、全米アカデミーは、3 年ごとに NNI の特別な面に関する外部評価を実施する。これらの法律による調査に加えて、米国政府説明責任局(GAO : Government Accountability Office)は、現在 NNI 調整を評価し、ナノテクノロジー関連 EHS 研究を報告している。

NNI プログラムコンポーネント領域(PCA : Program Component Areas)

プログラムコンポーネント領域(PCAs)は重要な領域を示し、その下に、関連する NNI のプロジェクトおよび活動がグループ化される。NNI の目標は、イニシアチブの展望を具体化し、その戦略と計画に仕組みを与えるが、PCAs は、それらの目標の遂行に重要である投資領域に関係している。8 つの PCAs は次のように定義されている。

1. 基本的なナノスケール現象およびプロセス
2. ナノ材料
3. ナノスケール装置およびシステム
4. ナノテクノロジーの計測研究、計測学および標準
5. ナノ製造
6. 環境
7. 教育および社会的要因

【ナノテクノロジー特集】政策**FP7 ナノテク・プログラム NMP の 2008 年プロジェクト公募(EU)****NEDO 技術開発機構 ナノテクノロジー・材料技術開発部**

第 7 次フレームワーク計画におけるナノテク・プログラム「ナノ科学・ナノテクノロジー・材料・新生産技術 NMP¹」は 2007 年 11 月 29 日、第 2 次公募開始にあわせて、2008 年の実施計画書である「ワークプログラム 2008」を発表した。公募規模は 2 億 1500 万ユーロほどで、2007 年 12 月の第 1 回公募の 5 億 6000 万ユーロの 40% 弱である。

■ プロジェクトの種類ごとの予算配分

NMP は助成予算を、公募テーマ別ではなく、次のようにプロジェクト種類毎に発表している。

NMP 第 2 回プロジェクト公募の予算内訳

プロジェクト・タイプ	予算 (100 万ユーロ)
大型統合協力プロジェクト	60.000
中小規模研究プロジェクト	100.993
中小企業プロジェクト	4.855
コーディネート／支援活動	15.000
「エネルギー」との合同公募	10.000
「環境」との合同公募	5.000
インドとの合同公募	5.000
小計	200.848
その他	8.510
総務費	6.064
合計	215.422

第 1 回公募では、研究段階からパイロット設備開発など開発実証段階までを含みうる大型統合協力プロジェクトに対する助成予算が 3 億ユーロ近く組まれていた。今回の公募ではこの分が 6000 万ユーロとなっており、重要な大型プロジェクトは前回公募で募集されたかたちである。これに対し、研究プロジェクトに関しては 1 億ユーロ強の予算であり、

¹ NMP: NANOSCIENCES, NANOTECHNOLOGIES, MATERIALS AND NEW PRODUCTION TECHNOLOGIES

前回と同じ規模の募集になっている。

なお表における「その他」には、「事後評価」実施のための公共調達入札の他、第6次フレームワーク計画におけるNMPによるプロジェクトと前回公募によるプロジェクトのフォローに必要な外部専門家の支援募集などが内容である。

■ プロジェクト・タイプごとの研究開発トピックス

プロジェクト公募の実施要領であるワークプログラムでは、募集される研究開発テーマが、科学技術領域ごとに説明されているが、ここではプロジェクト・タイプごとに募集テーマをみておく。

● 大型統合協力プロジェクト

研究開発領域	募集トピックス
ナノテクノロジーと融合技術	NMP-2008-1.2-1: 従来産業の価値創造過程にナノテク・ベース・プロセスを導入するためのパイロット・ライン
健康と環境へのインパクト	NMP-2008-1.3-1: 人造ナノ粒子に関するリスク評価手法の検証・採択・開発
オーダーメードの特性を持った知識ベースのスマート材料	NMP-2008-2.2-1: エレクトロニクスとフォトニクス用コンパウンド半導体
化学技術と材料処理における前進	NMP-2008-2.4-1: 無機-有機ハイブリッド材料
生産システムの適応	NMP-2008-32-1: 事業規模におけるプロセス増強戦略の実施
製造プロセスの設計設置への新技術の移転統合の加速	NMP-2008-3.4-1: 迅速な工場設計とヴァーチャル・プロトタイプ NMP-2008-3.4-2: 新しい建設プロセス統合の事業化
産業アプリケーション用の技術の統合	NMP-2008-4.0-1: 糖尿病、筋骨もしくは炎症疾患の診断治療のためのナノテクベースのシステムの開発 NMP-2008-4.0.2: 石炭と天然ガスから液体燃料を生産するための触媒とクリーンなプロセス NMP-2008-4.0-3: 効率的な統合された大量生産のためのナノテク・アプリケーション NMP-2008-4.0-4: 新世代高輝度レーザーによる先端材料処理アプリケーションの限界拡大 NMP-2008-4.0-5: 戰略的鉱物供給と鉱物ベース高付加価値製品用の新しいコンセプトとプロセス NMP-2008-4.0-6: 環境化学品・材料のバイオ生産による持続可能な製品と市場

● 中小規模研究プロジェクト

研究開発領域	募集トピックス
ナノ科学と融合科学	NMP-2008-1.1-1 : 融合科学とテクノロジー（ナノ、バイオ、情報、認知）
ナノテクノロジーと融合技術	NMP-2008-1.2-3 : ナノ粒子の制御された燃焼のための技術開発
健康と環境へのインパクト	NMP-2008-1.3-2 : 人造ナノ粒子の健康と環境に対するインパクト
材料におけるナノスケールの複雑さの掌握	NMP-2008-2.1-1 : ナノ構造メンブレン材料 NMP-2008-2.1-2 : ナノ構造材料の処理とアップスケール
オーダーメードの特性を持った知識ベースのスマート材料	NMP-2008-2.2-2 : ナノ構造メタ材料
新材料のバイオ発想材料	NMP-2008-2.3-1 : 重要器官用先進インプラントとバイオ活性材料
化学技術と材料処理における前進	NMP-2008-2.4-2 : 多機能フィルムとテープの処理における決定的な前進
知識ベースの高性能材料開発のためのエンジニアリング	NMP-2008-2.5-1 : 機械性能改善のため機能をグレード化された材料 NMP-2008-2.5-2 : 高性能材料のデザインのためのインターフェースのモデル化
生産システムの適応	NMP-2008-32-2 : 自己学習生産システム
ネットワーク化された生産	NMP-2008-3.3-1 : 階梯化されない製造ネットワークを作るサプライ・チェーン・インテグレーションとリアル・タイム決定

● コーディネート／支援活動

活動領域	募集トピックス
ナノ科学と融合科学	NMP-2008-1.1-2 : ナノテクノロジーにおけるアウトリーチとコミュニケーションへの支援 NMP-2008-1.1-3 : ナノテクノロジーにおけるキャパシティビルディングの検証
ナノテクノロジーと融合技術	NMP-2008-1.2-4 : ナノテクノロジーと融合技術における共同技術研究開発のための知的所有権とライセンス合意に関する最良例の調査研究
コーディネーションと国際協力活動	NMP-2008-2.6-3 : 世界の主要地域における材料研究とのコーディネート活動
生産システムの適応	NMP-2008-3.2-3 : 知的生産システムの戦略更新に伴う地域間

	製造コミュニティのための戦略
工業アプリケーション用の技術インテグレーション	NMP-2008-4.0-10 : EU 議長国におけるイベントの組織
	NMP-2008-4.0-11 : NCP (メンバー国毎のコンタクト・ポイント、フレームワーク計画窓口) 国境間活動
	NMP-2008-4.0-12 : 欧州研究エリアの文脈で新しい政策ニーズに応えるための水平活動

以上のほか、優先テーマ「環境」との合同プロジェクト公募では、「水処理用ナノテクノロジー」という研究トピックスのもとで、それぞれのプログラムから 500 万ユーロをもちより、合計 1000 万ユーロの助成予算で公募が行なわれる。

これに対し優先テーマ「エネルギー」との合同プログラム公募では、エネルギー・プログラムから 1500 万ユーロ、NMP から 1000 万ユーロが拠出され、「エネルギー・アプリケーション用の新材料」のテーマにより、公募が行なわれる。

(出典 : NMP Work Programme 2008 より)

【ナノテクノロジー特集】政策

**英国政府の第2研究レポート
「人造ナノ粒子による潜在的リスクの特性決定」**

NEDO 技術開発機構 ナノテクノロジー・材料技術開発部

■ 経緯

英国政府は2007年12月、第2研究レポート「人造ナノ粒子による潜在的リスクの特性決定」を発表した。英国では2004年、リサーチ・カウンシルがナノテク研究開発におけるアンバランス、アプリケーションのための研究開発に比べナノ粒子の潜在的なリスクに関する研究が大きく遅れていることを指摘し、長中期的にはリスクに対する準備不足がナノテク利用の大きな障害になると警告して以来、政府レベルでの研究については、リスク関連のものに関わるコミュニケーションが重要になっている。

この方向で政府は2005年初め、ナノテクに關係する政府省庁、エージェンシー、リサーチ・カウンシから構成される「ナノテクノロジー研究コーディネーション・グループ NRCG(Nanotechnology Research Coordination Group)」を設置した。NRCGは2005年11月、人造ナノ粒子によるリスクの特性決定に関する第1研究レポートを発表し、ナノテク EHSに関する19の研究目的を同定した。次に2006年初めNRCGは、これら19の研究目的に取り組むための五つのタスク・フォースを設置した。

■ タスク・フォースとEHS研究目的の分担

タスク・フォース1：測定学、特性決定、標準、基準物質	
研究目的2	ナノ粒子の測定と特性決定に最も適した測定単位と手法の同定
研究目的3	標準と特性が十分同定された基準ナノ粒子の開発
研究目的4	潜在的な燃焼／爆発の場合のナノ粒子の特性理解と評価手法の精査開発
研究目的9	土と水におけるナノ粒子曝露の測定を可能にする技術の最適化、開発、使用
タスク・フォース2：曝露－粒子源、経路、技術	
研究目的5	ナノ粒子源のさらなる同定
研究目的6	作業場や環境における空気中のナノ粒子暴露測定用技術の最適化と開発
研究目的7	空気中のナノ粒子の一生と挙動の理解
研究目的8	曝露デバイスの開発
研究目的10	環境内の地中／水中のナノ粒子の一生、挙動、相互作用理解

タスク・フォース 3：人体ハザードとリスク評価	
研究目的 11	毒性評価のために標的器官／組織を同定するための、肺、皮膚、内臓を経したナノ粒子の吸収と体内分布（運動毒性）の理解
研究目的 12	ナノ粒子の細胞内、細胞間の移動と定着、及び、細胞毒性の理解
研究目的 13	ナノ粒子に関する酸化ストレス、炎症効果、遺伝子毒性の有無の理解
研究目的 14	空気と肺を経たナノ粒子の経路、潜在的な体内移動、定着、分布、毒性、病原性、及び、心臓循環器系と脳への潜在的なインパクトの理解
研究目的 15	消費製品における現在のナノ粒子の利用から、皮膚における取り込み、透過、毒性に関するさらなる理解
研究目的 16	ヒトの健康に対するハザード評価のためのテスト戦略の開発と現行のテスト手法をどのようにナノ粒子に適用するかの評価
タスク・フォース 4：環境ハザードとリスク評価	
研究目的 17	地下水、地中微生物、動物、植物におけるナノ粒子の取り込み、毒性、効果につき、特に土壤再生の文脈において解明
研究目的 18	重要な環境グループ（無脊椎動物、脊椎動物（魚など）、植物）に対するナノ粒子の毒性、運動毒性、生体効果のメカニズムの解明。作業における重要な側面は、ヒトに関する毒性研究から環境毒性学へのスムーズな移転
研究目的 19	環境毒性研究で測定すべきエンドポイントの定義と、残存性、生体蓄積、毒性に関する現行のテスト手法をナノ粒子に関し、どのように適応させるかの評価
タスク・フォース 5：ナノテクノロジーに関する社会経済的な次元	
研究目的 1	一般市民対話と社会研究プログラムを通じてのナノテクノロジーの社会的倫理的な影響の理解

出典：Characterising the potential risks posed by engineered nanoparticles ; a second UK Government Research Report

ナノテクノロジー研究コーディネーション・グループ NRCG は 2006 年 10 月、強化された体制の下で第一研究レポートを発表していた。これと平行して英国政府は 2006 年、国のナノテク政策全般に関するレビューを科学技術カウンシル CST に依頼し進めた。このレビューは 2007 年 3 月に発表されたが、その最も重要な結論は、ナノテクの EHS に関する研究は政府の約束とは異なり、大きな努力もなされないまま目に見える進展はないというものであった。

CST は過去 5 年間でナノ材料の毒性関連研究に投じられた国の予算は 300 万ポンドにとどまる一方、エンジニアリング・物理科学リサーチ・カウンシルを通じたナノテク研究には年間 4000 万ポンドが配されていると指摘している。また貿易産業省のナノテク研究開発費は、過去 6 年間で 9000 万ポンドに達しているとも指摘している。この批判をベース

に、CST はナノ粒子の EHS に関する研究強化のため、主に三点を勧告していた。

- ナノテク研究予算の一元管理：現行の省庁間の連絡によってコーディネートされているナノテク関連の研究開発予算を、省庁もしくはエージェンシー・レベルでとりまとめ、いっそう戦略的な使用運営ができるようにする。
- 事業用ナノテク研究開発予算の一部を EHS 研究にまわす：研究開発予算において EHS に配される部分が少ない現状の修正のため、事業用研究開発予算の一部を毒性研究などの EHS 関連研究用にプールして、研究資金とする。
- 提案公募式に代わる戦略的プログラム実施に対する直接助成：毒性研究などの地味な研究は、融合科学技術としてのナノテク研究に比べ、研究者を引き付けにくい。このための現行のリサーチ・カウンシルにおける提案公募型の助成方式では、ナノ粒子のリスクに関する研究活動を大きくするのは難しい。このためナノテクに関する戦略的な研究プログラムを決定し、その実施を直接助成するようにする。

2007 年 12 月の第二研究レポートは、第一研究レポート以降の研究活動の進捗、それらの国際的な研究の動きとの関係付け、CST レビューの勧告に対する政府の対応説明となっている。ここでは研究活動の進捗と CST の勧告に対する対応説明とをみる。

■ 第 1 レポート以降の進捗

今回のレポートは、五つのタスク・フォースごとに進捗状況を説明し、問題がある分野に関しては、その説明と勧告が行われている。

● タスク・フォース 1：測定学、特性決定、標準、基準物質

もっとも重要な成果は基準物質に関する研究レポートで、基準物質の選択基準や、それに基づく候補物質リスト、今後の取り組み課題などを成果として提示している【4.3 参照】。またこの領域における国際的な標準準備作業にも大きな貢献があり、英国の指導的役割に貢献している。

● タスク・フォース 2：曝露一粒子源、経路、技術

関連領域の研究を総合的に扱える組織体制が設置中である。人造ナノ粒子と自然ナノ粒子を区別しながら曝露測定することが現在もネックになっている。しかし作業場における曝露に関するプロジェクトが進んでおり、やはり進捗著しい国際的な作業も含めて、確実な出発点となりつつある。

● タスク・フォース 3：健康ハザードとリスク評価

健康に対するナノ粒子の影響を評価するプロジェクトは英国でほとんど実施されていなかったが、この一年で、ファイバー状のナノ粒子による肺疾患の可能性を評価するものと、吸引により肺から血液細胞などに侵入する可能性評価のプロジェクトが開始されている。さらに国立吸引ナノ毒性研究センターの設置プロジェクトへの助成も決定された。

勧告：この分野での研究活動は開始されたばかりというのが実情であり、今後多くの領域において研究の必要がある。これに対し資金や研究員は不足しており、重複を避けた効率的な研究が必要になる。このため全体のコーディネートが重要になる。コーディネートに関しては、研究成果ができるだけ早い段階で分から合うことが重要だが、研究者間の競争もあり、発表以前の発見についての安全な情報交換ネットワークの設置可能性を検討する。

● タスク・フォース 4：環境ハザードとリスク評価

2005年のNRCGの第一研究レポートの時点では、英国では自然もしくは意図されずに発生するナノ粒子（ディーゼル燃焼粒子など）に関する環境ハザードについては、一定の研究があったが、人造ナノ粒子の環境ハザードに関する研究はほとんどなかった。このため人造ナノ粒子の環境ハザードの研究に必要な、多分野にわたる研究協力体制確保のため、リサーチ・カウンシル、環境食糧省、環境庁の予算のもと、研究プログラム「英国環境ナノ科学イニシチブ ENI」が2006年9月に開始されている。

同イニシアチブの下、第1回は人造ナノ粒子の健康に対する影響に関する研究から環境ハザード領域への知識移転を中心としたテーマで、第2回は土壤再生などに使用されるナノ粒子による環境への影響評価をテーマにした公募が行なわれた（2006年と2007年）。これ以外には、環境ハザード分野での国際会議の開催と、環境毒性に関する現行の評価手法がナノ粒子の環境毒性評価にどこまで適用できるかの研究開始が行なわれた。

今後の活動に関する勧告としては、1) 英国環境ナノ科学イニシチブ ENIに対する予算手当て、2) 環境毒性評価に関する手法的アプローチとレポーティングに関し、特性決定／測定学／優良例ガイドの開発に対する支援措置、3) 国際的なイニシアチブ、特にOECDにおいて開始された環境毒性評価手法の適切性に関する作業とのインターフェース強化が挙げられている。

● タスク・フォース 5：ナノテクノロジーに関する社会経済的な次元

2004年のリサーチ・カウンシルのレポート以降、英国政府はナノテクの社会的な影響に

に関する調査研究や市民対話プログラムを積極的に進めてきた(Nanodialogues, The Nanotechnology Engagement group, Nanojury UKなど)。しかし2007年のCSTの総括レビューは、こうした努力がほとんど政策決定の参考にならないかたちで実施されていると批判している。これまでの作業の反省とこの分野での国際的な作業も参考にしてNRCGは、ナノテクの社会経済的なインパクトに関する研究では、優先テーマを大きく、英国のイノベーション活動における経済クラスターと、ナノテク発展における消費者と法規制問題の二つに絞るとしている。

この二つのテーマの下で細かなトピックスを扱うことはできるが、あくまでも大きな全体的な枠組みの中で細かなテーマを考えるとしている。これは一方でCSTの批判に応え、社会経済的な問題の多くを法規制の枠組みの下で扱うことになり、もう一方で国際的な作業（具体的には国際的な法規制枠の設置必要性や調和化に関するものが中心になる）にも対応させやすくするものである。

■ CST レビューの勧告に関する説明

2007年3月のCSTによる英国のナノテク政策全般に関するレビューにおける最大の批判は、ナノテクのEHS関連の研究、特にナノ粒子の毒性研究の不十分に対するもので、その是正策として、主に三点を勧告していた。

- ナノテク EHS 関連研究予算の一元管理：現行の省庁間の連絡によってコーディネートされているナノテク関連の研究開発予算を、省庁もしくはエージェンシー・レベルでとりまとめ、いっそう戦略的な使用運営ができるようにする。
- 事業用ナノテク研究開発予算の一部をEHS研究にまわす：研究開発予算においてEHSに配される部分が少ない現状の修正のため、事業用研究開発予算の一部を毒性研究などのEHS関連研究用にプールして、研究資金とする。
- 提案公募式に代わる戦略的プログラム実施に対する直接助成：毒性研究などの地味な研究は、融合科学技術としてのナノテク研究に比べ、研究者を引き付けにくい。このための現行のリサーチ・カウンシルにおける提案公募型の助成方式では、ナノ粒子のリスクに関する研究活動を大きくするのは難しい。このためナノテクに関する戦略的な研究プログラムを決定し、その実施を直接助成するようにする。

NRCGは第二研究レポートにおいて、これらに対し次のように説明している。

- ナノテク EHS 関連研究予算の一元化：EHS関連の研究予算は今後も従来通り、環境食糧省、健康省、イノベーション・大学・技能省（旧教育省）、国防省、環境庁、食糧標準エージェンシー、健康安全局などの省庁やエージェンシーの管轄におかれる。この

ためこれらの間のさらなるコーディネートが重要になる。またコーディネートの重要性としては、国際的な研究活動において特に、不可欠となる動物実験が重複して無駄に実施されないように注意が必要となる。

- 直接助成による戦略的なプログラムの重視：NRCG は EHS 関連の研究実施における学際的な共同研究実施のため、複数の助成元組織をリンクした合同プログラムの設置に努力している。また設置から日が浅いイノベーション促進エージェンシー・テクノロジー戦略ボードがリサーチ・カウンシルと環境食糧省と一緒に実施している、企業との官民共同プロジェクト・スキーム LINK プログラムは、事業開発活動に比し、責任あるナノテク発達を意識したものになっている。
- さらに CST のレビューではより細かな優先項目に関し、HSE 関連の研究開発でも産業利用との関連の深い標準関連研究の活動を英政府は十分に支援しており、今後はそれ以外の HSE 関連研究（特に毒性研究）をいっそう優先すべきと勧告されている。これに対し NRCG ははっきり反対の立場を示し、測定技術に関しては何をどのように測定するかの議論は今後さらに詰めるものが多くあるとしている。

ここから今後も英国の HSE 関連の研究では、標準関連の作業が重視されるとみられる。今回のレポートにみられる政府の回答に対し、英国のナノテク EHS 関連の研究者の多くは、同分野の研究促進において大きな進歩があったことを認めつつも、研究助成体制の合理化が受け入れられず、コーディネート強化のみの約束に終わっていることに危惧を表明している。

参考：

Characterising the Potential Risks posed by Engineered Nanoparticles, A Second UK Government Research Report,

<http://www.defra.gov.uk/environment/nanotech/research/pdf/nanoparticles-riskreport07.pdf>

【ナノテクノロジー特集】政策

英國におけるナノテクノロジーの政策動向

1.過去の経緯

英國の工学関係の中心的研究機関である EPSRC (工学・物理科学研究会議) におけるナノテク政策は、1986 年の国家ナノテクイニシアチブ設立に始まる。2000 年には EPSRC が 5 つのナノテクノロジー・ネットワークを創設した。

2001 年には、旧貿易産業省の資金援助を受けて以下の 3 つのプロジェクトが発足した。

①ナノテクノロジーのための大学イノベーションセンター (University Innovation Centre for Nanotechnology) : 北東イングランドの 5 大学と複数の企業のネットワーク。センターはニューカッスル大学内に設置され、ナノスケール科学技術研究所 (Institute for Nanoscale Science and Nanotechnology) と技術移転機関 INEX (Institute no Nanotechnology Exploitation) から成っている。

②ケンブリッジ大学学際的共同研究プロジェクト (IRC: Interdisciplinary Research Collaboration) : ケンブリッジ大学を主体とし単一分子レベルでの製造技術を用いてナノ構造とデバイスの物理的特性を研究するもの。

③オックスフォード大学学際的共同研究プロジェクト : オックスフォード大学を中心とし、バイオナノテクノロジーに焦点を当てながら、物理分野とバイオ科学分野の横断的なチームを作り、単一分子レベルから複雑な分子機械に至るまで、バイオ分子システムの研究を実施。

2003 年には、科学技術担当相のセインズベリー卿が、マイクロ・ナノテクノロジー (MNT) ネットワークの立ち上げと、6 年間で中央政府から 9,000 万ポンドを投じることを発表した。9,000 万ポンドのうち、MNT ネットワークの構成要素となる学術研究機関や産業界の施設に対する資本コスト及び運営コスト支援に 4,000 万ポンド、英國の経済に重要な影響を与える産業界と科学界の共同の応用研究支援に 5,000 万ポンドをそれぞれ割り当てることとした。

2004 年には、王立協会 (Royal Society) と王立工学アカデミー (Royal Academy of Engineering) が英國政府の委託を受けて報告書「ナノサイエンスとナノテクノロジー：機会と不確実性 (Nanoscience and nanotechnologies: opportunities and uncertainties)」を取りまとめている。本報告書では、ナノテクノロジーの現状のレビューと共に、ナノテ

クノロジーの健康と環境への影響について特にナノ粒子やナノチューブの製造過程における吸入や環境汚染の問題について触れている。

2006年、旧貿易産業省は、英国で初めての国際的なナノテクのビジネスイベントとして、UK ナノフォーラム 2006 (UK NANO FORUM 2006) をロンドンで開催した。産業界における国際的なネットワーク形成、英國のナノテクビジネスの強み・魅力の発信等を目的としたものであった。国際ネットワーク形成の観点から、日本を含むアジア（中国、韓国、台湾、シンガポール）および欧州主要各国の英國大使館が各国の企業のミッションを招聘し、ミッション合計で約80人が参加し、英国内からも200名を越える参加があった。

2007年にはNanotechnology Knowledge Transfer Network¹ が創設された。ナノテク分野のビジネスとサイエンス、ビジネスセクター間の人、知識、経験の交流を促進してイノベーション、コラボレーションを起こし、経済活動を活性化することを目的としている。

2. EPSRC のナノテク戦略

EPSRC は2007年11月に公表した3年間の達成目標計画の中で、次の4テーマを優先度の高いテーマとして掲げている。

- I. エネルギー
- II. デジタル・エコノミー
- III. ナノサイエンス
- IV. 次世代ヘルスケア

EPSRC のプログラム「ナノサイエンスの工学から応用まで」は、急発展を続けるナノテクノロジー分野で英國が国際的に影響力を發揮できるよう、英國のナノテクノロジー研究に重点的に取り組むとしている。

(1) 予算

研究関連予算：2008-09年度 1900万ポンド

トレーニング関連予算：2008-09年度の3000万ポンド（5年間のプログラム）

(2) 基本方針

- ・社会にとって重要性が高く、英國のナノテクノロジー研究による大きな貢献が期待できる領域（ヘルスケアやエネルギーなど）において、複数の学問分野にまたがる

¹ KTN は英國ベースのビジネスにおいて技術移転の幅、深さを向上させることによりイノベーションを起こす機会を増加させることを目的としたプログラムであり、その活動は旧 DTI、地域開発機関などの資金によりまかなわれている。

大きな課題を設定する。

- 既存のナノテクノロジーやナノアプリケーションの関連施設を結ぶネットワークを構築して研究者間の共有を推進するとともに、必要に応じて設備投資を実施し、こうした設備の蓄積を強化する。
- 複数の博士号トレーニング拠点を通じて年間40名の学生を助成する。
- 早期のリーダーシップ促進やキャリアアップをめざすフェローシップをサポートする。

(3) 「グランド・チャレンジ」プログラム

EPSRCは、ナノテクノロジーならではの重要な貢献が期待できる社会的・経済的な課題と、その解決に取り組むため、「グランド・チャレンジ」(grand challenge) プログラムを設定し、ナノテクノロジーを活用したエネルギー関連や医学・ヘルスケア関連の課題を公募している。

(4) ナノテクの戦略諮問チーム (Nanotechnology Strategic Advisory Team)

EPSRCのナノテク戦略を作成する戦略諮問チームメンバーは以下のようになっている。米独の研究者や民間の研究者も含まれている。

表 ナノテクの戦略諮問チームメンバー

人名	所属
Gabriel Aeppli 教授	University College London
Jeremy Baumberg 教授	University of Cambridge
Kevin Chipman 教授	University of Birmingham
Hajo Freund 教授	独 Fritz Haber Institute
Linda Horton 博士	米 Oak Ridge
Richard Jones 教授	University of Sheffield
Robert Lee 教授	University of Cardiff
Graham Leggett 教授	University of Sheffield
Philip Macnaghten 教授	University of Durham
Mervyn Miles 教授	University of Bristol
Richard Owen 博士	Science Group
Mike Pitkethly 博士	Roar Particles
John Ryan 教授	University of Oxford
Dave Tapolczay 博士	Pharmorphix Ltd
Deepak Uttamchandani 教授	University of Strathclyde

出所) EPSRC ウェブサイト

(出典)

- Micro and Nanotechnology Network ウェブサイト
<http://www.mntnetwork.com/>
- Nanotechnology Knowledge Transfer Network ウェブサイト

http://mnt.globalwatchonline.com/epicentric_portal/site/MNT/?mode=0

3. 英国大使館ウェブサイト

<http://ukinjapan.fco.gov.uk/resources/ja/pdf/SI-brochure-nanotech>

<http://ukinjapan.fco.gov.uk/resources/ja/pdf/SI-EPSEC>

4. EPSRC ウェブサイト

<http://www.epsrc.ac.uk/default.htm>

<http://www.epsrc.ac.uk/ResearchHighlights/IntroducingEPSRC.htm>

<http://www.epsrc.ac.uk/ResearchFunding/Programmes/default.htm>

<http://www.epsrc.ac.uk/ResearchFunding/Programmes/Nano/Intro.htm>

<http://www.epsrc.ac.uk/ResearchFunding/Programmes/Nano/SATATeam.htm>

【ナノテクノロジー特集】政策

英國におけるナノテクノロジーの拠点

英国にはナノテクノロジー関連の研究拠点が数多くあるが、ここでは新しい拠点として脚光を浴びているロンドン・ナノテクノロジー・センター、ヨークシャー産学連携センター、シェフィールド大学のクロート研究所およびナノ科学技術センターについてその概要を報告する。

1. ロンドン・ナノテクノロジー・センター (London Centre for Nanotechnology :LCN)

英国におけるナノテクノロジーのセンター・オブ・エクセレンスである。運営母体であるロンドン大学にあるユニバーシティ・カレッジ・ロンドン (University college London) とインペリアル・カレッジ・ロンドン (Imperial College London) は、どちらも生物医学研究では世界的に有名で、双方の世界有数の専門技術を結集している。

ロンドン・ナノテクノロジー・センターには両大学の化学、物理、物質工学、医学、電気・電子工学、機械工学、化学工学、生物化学工学、地球科学の各学科から研究者が参画しており、非常に学際的であり、またビジネスに対しても極めて熱心である。

その専門知識を活用し、移植用の生体適合複合材料やスマート材料、磁性ナノ粒子による癌の検知器、DNA や化学物質の検知器、また、吸入・経口摂取型の診断・治療ツールなど、主にバイオ・ナノテクノロジーの研究を行っている。また、流体工学や量子ドットなどを使い、組織工学やドラッグデリバリーシステムへの応用に向け細胞・組織イメージングの能力向上も行われている。



図 1. London Centre for Nanotechnology の建物（外観、内部）
出所) London Centre for Nanotechnology ウェブサイト

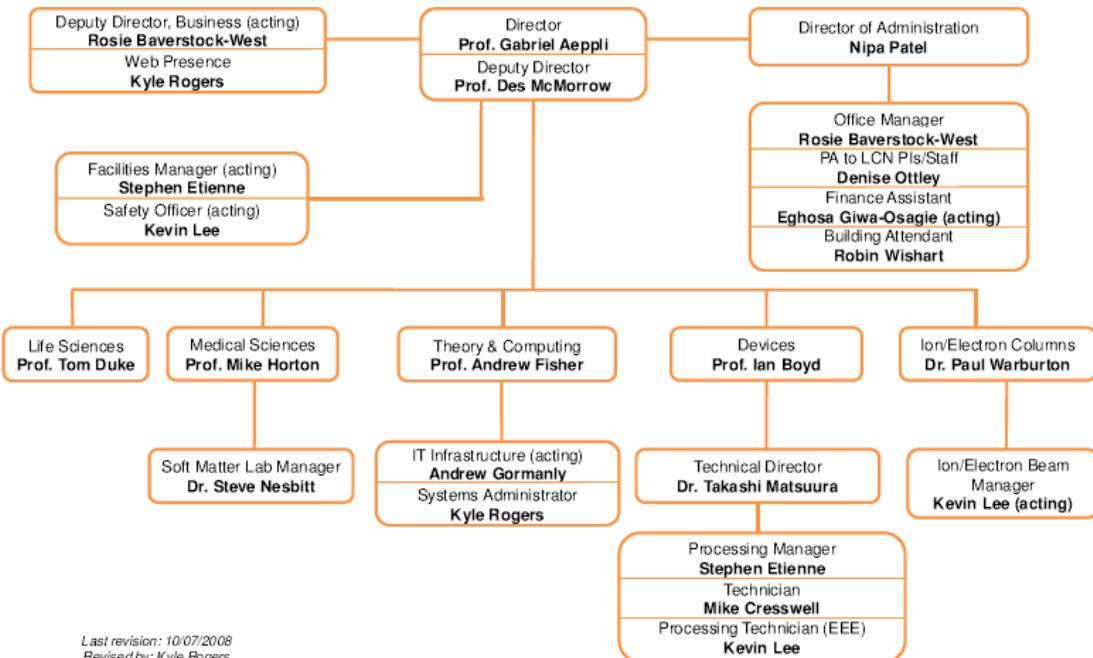


図 2. London Centre for Nanotechnology の組織
出所) London Centre for Nanotechnology ウェブサイト

2. ヨークシャー産学連携センター

(Yorkshire Forward Centres of Industrial Collaboration)

1999 年、ノース・オブ・イングランド地域に、英国政府が二つの地域開発公社を設立した。一つは北西イングランド地域開発公社 (Northwest Development Agency)、もう一つはヨークシャー開発公社 (Yorkshire Forward) である。両公社はビジネス主導を全面に打ち出しており、民間企業のノース・オブ・イングランド地域へ誘致、土地や建物の紹介、大学、研究機関等の共同研究パートナーのアレンジなどを無料で行っている。

地域内には 18 の大学があり、そこでは微細加工技術やナノ粒子、表面物理学、超分子物質といった最先端のナノテク研究が、巨額の予算を投じて推進されている。

同地域のヨークシャー産学連携センターでは次表のような連携センターが集積し、医療技術、先端材料、製品設計・製造から、環境科学、デジタル技術までに至る幅広い学術分野において最新技術を紹介している。

表 1. ヨークシャー産学連携センターの概要

産学連携センター名称	開発の内容
バイオマテリアル&ティシュー・エンジニアリング	健康医療関連機器の技術開発
デザインフューチャーズ	様々な機器・梱包のデザイン開発
デジタルプリント	デジタルプリント産業の競争力強化
エンジニアリングデザイン	工業デザインの開発
環境技術	REACH 対応、リサイクルビジネス
フードチェーン	飲料、食糧関連業界の技術力強化
材料分析研究サービス	材料解析、コンピュータモデリング&シミュレーション
微粒子科学&エンジニアリング	微粒子の評価分析、コンサルティング、技術開発
医薬品イノベーション	分子生物学的アプローチによる医薬品開発
ポリマー	先進ポリマー材料の開発
精密技術	ナノテクノロジー（ナノスケールの表面処理他）
ワイヤレス技術	テレコミュニケーション技術開発

出所) 各産学連携センター ウェブサイト

3. シェフィールド大学のクロート研究所およびナノ科学技術センター

2005 年、英国ノース・オブ・イングランドのシェフィールド大学キャンパス内に設立されたクロート・リサーチ・キャンパス(The Krote Research Campus)は、ナノテクノロジーに関わる科学、工学および医学の 20 の分野を網羅し、ノーベル賞を受賞したサー・ハロルド・クロート教授のサポートを受けている。また、前述のヨークシャー開発公社(Yorkshire Forward) も支援母体組織の一つである。

同大学内には、世界に誇る優れた二つの新しいセンター、クロート研究所(The Kroto Research Institute)およびナノ科学技術センター(The Nanoscience and Technology Centre)がある。ナノ科学技術センターは III-V 化合物半導体の研究に特化した欧州最大の大学研究センターで、EPSRC III-V 技術国立センター(EPSRC National Centre for III-V Technologies)もシェフィールド大学キャンパス内に存在する。

クロート・リサーチ・キャンパスには 50 名の研究員があり、MOCVD および MBE リアクトルのパッケージ、電子ビームリソグラフィー、集束イオンビームミリング装置など多数の装置がある。レーザー、発光ダイオード、太陽電池、高周波部品のような装置の研究により、世界最高性能の量子ドット電気通信レーザー構造や世界最初の MOCVD 生長量

子カスケードレーザーなどが生まれている。

シェフィールド大学には、これまでにもボーイング社やロールスロイス社のための専用研究施設が設立され、グラクソ・スミスクライン社、プロクター・アンド・ギャンブル社、ICI 社、三菱電機株式会社、ノバルティス社、シェル社など、多くの世界的企業と個別のプロジェクトを組んで共同研究を行ってきている。

(出典)

1. London Centre for Nanotechnology ウエブサイト
<http://www.london-nano.com/>
2. Yorkshire Forward ウエブサイト
<http://www.yorkshire-forward.com/www/index.asp>
3. Nanotechnology in the UK ウエブサイト
<http://ukinjapan.fco.gov.uk/resources/ja/pdf/SI-developing-nanotech>
4. Krote Research Campus ウエブサイト
<http://www.krotoresearchcampus.com/>
5. N E D O 海外レポート N O .993, 2007.1.24
<http://www.nedo.go.jp/kankobutsu/report/993/993-18.pdf>

【ナノテクノロジー特集】政策

オランダのナノネット NanoNed

NEDO 技術開発機構 ナノテクノロジー・材料技術開発部

オランダはナノネット NanoNed と呼ばれる研究開発イニシアチブを、国内の主要な大学の研究拠点と家電大手フィリップスなどから形成されるコンソーシアムに運営させて進めている。プログラムは、合併された先行プログラム Nanoimpuls と合わせて、2004 年から 2009 年までに 2 億 3500 万ユーロの政府予算を配している。活動の中心は、フラッグシップ（旗艦）・プログラムと呼ばれるアプリケーションや技術分野別の研究開発プログラムで、第一線の研究者を運営責任者（キャプテン）にして 11 本のプログラムが実施されている。この他には、NanoLab NL という研究インフラ整備利用プログラムがあり、国内の五つの研究開発拠点にナノテク用研究設備を整備し、国内全体のナノテク研究開発能力の底上げも図られている。NanoLab にはナノネットの総予算から 8500 万ユーロが投資資金として当てられている。

■ 運営コンソーシアム

ナノネットは有力大学の研究拠点七つとフィリップスに、政府系の技術移転機関 TNO を加えた 9 組織からなるコンソーシアムによって運営されている。これらの組織はいずれも特定のナノテク分野において、研究開発能力や鑑定能力を持っている。コンソーシアムのメンバーは以下の通りである。

- **Mesa+** : トエンテ大学の情報社会用材料・技術・システム研究所で重要な研究インフラを有する。
- **デルフト工科大学 Kavli 研究所** : ナノエレクトロニクスにおける基礎研究に強く、ナノ構造物の特性決定に必要な鑑定能力を持つ。
- **BioMade** : フローニンゲン大学のバイオ材料研究部門で、エレクトロニクス分子分析装置とバイオ／有機分析装置を活用する。
- **FOTONICA グループ** : アムステルダム地域におけるアムステルダム大学分子化学研究所と原子・分子物理研究所からなるグループで、ナノフォトニクスとボトムアップ手法に強い。
- **IMM** : ナイメーヘン大学の IMM 研究所でナノテクのボトムアップ・アプローチに必要な設備と鑑定能力を持つ
- **TNO** : 政府系技術移転機関の生産技術に関する部署が協力し、ナノテク生産技術に関する活動を行なう
- **cNN** : アイントホーヘン工科大学のナノ材料研究所で、前身である触媒研究所、ボ

リマー研究所の研究ノウハウも引き継いでいる。

- **BioNT**：ワーゲニンゲン大学とリサーチ・センターは農業活動から生じる材料の転換を専門にしており、ナノテクの新しいアプリケーション開発を目指す。
- **PREu**：アントホーヘンのフィリップス欧州研究所で、広範なアプリケーション分野におよぶ材料研究を中心に 11 のフラッグシップ・プログラムのうち 9 本に参加している。

これら 9 つの研究拠点は、地理的にオランダ国内で分散しており、ナノテク研究開発による地域経済への貢献をも狙っている。

■ 11 のフラッグシップ・プログラム

ナノネットの中核活動であるフラッグシップ・プログラムは、個人の資格で運営管理責任者に任命された研究者のもと、個々のプログラムが 20-40 ほどのプロジェクトを実施する規模に構想され、ナノネット全体で PhD とポスドクで 300 人ほどの研究者を動員している。フラッグシップ・プログラムの特徴の一つは、技術移転を強く意識していることで、個々のプログラムは、研究開発の実施グループと成果利用グループにより進められている。11 本のプログラムの活動内容を、ナノネットの 2006 年活動報告書などから概観すると次のようになる。

● ナノ製造 NanoFabrication

- 活動：広範囲の材料やサブストレートに適用できる基盤的な製造手法として、100nm レベルの事業用ナノ製造加工技術の開発
- プロジェクト数：13
- 研究開発実施グループ：トエンテ大学、アントホーヘン工科大学、ワーゲニンゲン大学、フィリップス
- ユーザー・グループ：TNO, Tempress BV, フィリップス、LioniX, Holst センター、Pepscan systems, DSM リサーチ、ASML

● ナノスピントロニクス Nanospintronics

- 活動：「スピン」の操作、移動、貯蔵のための新しいコンセプトの開発と、ナノエレクトロニクス・デバイスやシステムへの適用
- プロジェクト数：22
- 研究開発実施グループ：アントホーヘン工科大学、フィリップス、フローニンゲン大学、デルフト工科大学、ラッドバウト大学（ナイマーヘン）、トエンテ大学
- ユーザー・グループ：フィリップス、IMEC、フィアット研究所、トエンテソリッドステート技術研究所、MIT、ヴュルツブルグ大学

● ナノ流体工学 NanoFluidics

- 活動：マイクロ流体工学／ラボ・オン・チップ・デバイス用にナノレベル構造物における現象の研究調査、制御、利用
- プロジェクト数：24
- 研究開発実施グループ：トエンテ大学、ユトレヒト大学、デルフト大学、フローニンゲン大学、アムステルダム大学、ライデン大学、TNO
- ユーザー・グループ：DSM, Lionix, マイクロ/ナノテクノロジー・ネットワーク、Organon, Avantium, Micronit Microfluidics, ユニレバー研究所、フィリップス研究所

● ナノフォトニクス

- 活動：新しい知識、コンセプト、知的所有権、材料、結合材料、製造技術、製造手法、工学デバイスのプロトタイプの開発
- プロジェクト数：22
- 研究開発実施グループ：原子・分子物理研究所、フローニンゲン大学、デルフト工科大学、アントホーヘン工科大学、ユトレヒト大学、トエンテ大学、ワーニンゲン大学、フィリップス
- ユーザー・グループ：フィリップス研究所、Alcatel Vacuum テクノロジー、Tempress BV

● ナノ計測

- 活動：20nm 以下の半導体生産デバイスを制限している計測上の問題（0.01nm／分の安定度とそれに応じた位置決め精度）の解決
- プロジェクト数：18
- 研究開発実施グループ：デルフト工科大学、TNO、NMI Van Swinden ラボ、アントホーヘン工科大学、フィリップス研究所
- ユーザー・グループ：ASML、カール・ツアイス、FEI 電子オプティクス、SRON、フィリップス、IBS 精密エンジニアリング

● 先端ナノ・プローブ

- 活動：ナノレベルの材料の調査研究と操作を可能にする革新的スキャニング・プローブの開発
- プロジェクト数：15
- 研究開発実施グループ：ラッドバウト大学、トエンテ大学、アントホーヘン工科大学、ライデン大学、原子・分子物理研究所、フィリップス
- ユーザー・グループ：シェル・グローバル・ソリューション、FEI、ルーベン・カトリック大学、ナイメーヘン大学、Helianthos、SmartTip

● ナノエレクトロニクス材料

- 活動：次世代ナノエレクトロニクス・デバイス用の新しいナノ材料の発見
- プロジェクト数：25
- 研究開発実施グループ：トエンテ大学、デルフト工科大学、フローニンゲン大学、アントホーヘン工科大学、ユトレヒト工科大学、ライデン大学、ラッドバウド大学
- ユーザー・グループ：フィリップス研究所、C2V、Helianthos、NanoSpecials、ASmL、Océテクノロジー、トエンテ・ソリッドステート技術

● ボトムアップ・ナノエレクトロニクス

- 活動：ナノスケールのデバイスを電子回路に組み込むために化学合成による自己組織手法の開発
- プロジェクト数：12
- 研究開発実施グループ：デルフト工科大学、フィリップス、トエンテ大学、アントホーヘン工科大学、ワーゲニンゲン大学、フローニンゲン大学
- ユーザー・グループ：フィリップス、Senton Europe、ASML、マックスプランクソリッドステート研究所

● バイオナノシステム

- 活動：マイクロ信号に反応するナノシステムの開発と完全な特性決定
- プロジェクト数：13
- 研究開発実施グループ：フローニンゲン大学、ユトレヒト大学、ワーゲニンゲン大学、ラッドバウド大学、トエンテ大学
- ユーザー・グループ：富士、DSM、フィリップス研究所、Encapson

● 個別分子の化学と物理

- 活動：ナノテクのツール・セットとして基本的な分子特性に対し、分子コンポーネントと理解をもたらす（インターフェース単分子と分子モーター）
- プロジェクト数：12
- 研究開発実施グループ：フローニンゲン大学、トエンテ大学、アムステルダム大学、デルフト工科大学、ワーゲニンゲン大学、ラッドバウド大学
- ユーザー・グループ：KEMA、ルーベン・カトリック大学、フィリップス、DSM

● 量子コンピューター

- 活動：量子コンピューターの基本ブロックとなるナノデバイスをベースにした電子回路の開発
- プロジェクト数：9

- 研究開発実施グループ：デルフト工科大学、トエンテ大学
- ユーザー・グループ：フィリップス、IBM、NEC、トエンテ・ソリッドストレト技術

11のフラッグシップ・プログラムを通じてみられるように、ナノテクの基盤技術に関するものもあるが、アプリケーションの中心はナノエレクトロニクス分野にあり、フィリップスや ASML など、半導体分野の大手の参加が目立つ。もう一つ、IMEC やルーベン・カトリック大学などベルギーのオランダ語圏の研究機関の参加も注意を引き、アントホーヘンから南のベルギー・オランダ語圏にかけて形成されている、欧州のナノエレクトロニクスの研究開発における三大拠点の一つの活動に、ナノネットが貢献していることを伺わせる。

■ NanoLab NL

ナノネットの活動のもう一つの柱となるナノ研究用のインフラ整備では、2005–2209の五年間で8000万ユーロを予算にして、次の五つのサイトに先端設備が設置されている。

- フローニンゲン大学先端材料研究所
- トエンテ大学 Mesa+
- デルフト工科大学 Kavil ナノ科学研究所
- TNO サイエンス&インダストリー（デルフト）
- フィリップス研究所

これらのうちフィリップス以外は 8000 万ユーロの設備投資に参加している。5 年間の設備投資計画をもとに、各年度の設備実現計画が決定されている。2006 年に実現された設備としては、デルフト工科大学 kavil ナノ科学研究所に設置された 10nm 以下の電子ビーム・リソグラフィー設備と、トエンテ大学の Mesa+におけるナノ・インプリント・リソグラフィーがある。この他、NanoLab に参加しているすべてのパートナーが最新のクリーンルーム設備に更新するなどの努力をしており、デルフトを拠点とする Kavil ナノ科学研究所と TNO サイエンス&インダストリーの設備は、新しいナノセンターに移転収容される（2007 年 6 月から）。

ナノネットにはフラッグシップ・プログラムと NanoLab NL の他、技術評価プログラムが設置されており、ナノテクの倫理・法規制・社会に関する側面をも考慮した研究開発、ナノテク利用を促進するため、ワークショップの開催などを行なっている。

またオランダ政府はナノネットが 2009 年に終了することを見越して、それに続く 10 年間のナノテク戦略決定のため準備を 2007 年秋に開始し、セミナーなどを開催している。この準備においてもナノネットは大きな役割を担っている。

参考：NanoNed, <http://www.nanoned.nl/default.htm>

【ナノテクノロジー特集】政策**「欧洲におけるナノテクノロジー」：ナノフォーラム報告****NEDO 技術開発機構 ナノテクノロジー・材料技術開発部**

ナノテク関連の研究開発機関、事業団体、コンサルタント会社を中心に運営される欧洲のナノテク情報のためのネットワーク・ナノフォーラムは、アプリケーション別のナノテクノロジーの現状分析、ナノテクと健康・安全、倫理・法規、欧洲のナノテク研究開発インフラ、ナノテク教育など等、様々なナノテク関連のテーマで報告書を発表している。2007年には、欧洲のナノテクノロジーの商業化に対する障害をテーマにしたワークショップの議論をまとめた報告書が、「欧洲におけるナノテクノロジー－世界レベルでの欧洲の実効的な競争力確保－」として発表された。

ワークショップは2007年に欧洲の三都市において、ナノテク関連のスタートアップ、大学、コンサルタント会社、大企業、ベンチャー・キャピタル、欧洲委員会などから20名ほどを集めて実施された。第1回のワークショップでは研究開発成果の事業化をめぐる技術移転の問題が議論された。第2回のワークショップは、研究開発戦略、助成のあり方、特許、企業の商業化戦略など、より広い観点から議論されている。第3回のワークショップの後、それまでの成果をまとめた報告書が発表されたが、それを基にしたアンケート調査を行なった上、第3回のワークショップが行なわれている。第3回ワークショップの報告書は、それまでの二回のワークショップとアンケート調査の結果の再点検を経て、最後に30項目以上の勧告を行っている。勧告項目には、「緊急」、「高い」、「中」という三つの優先度を付されているが、全体として総花的であるため、ここでは概要におけるコメントから全体的な内容をみたあと、勧告項目のうち優先度において「緊急」とされた二項目を見る。

■ 第1回ワークショップからの勧告

ポーランドのワルシャワで開催された第1回ワークショップでは、ナノテクの技術移転に対する阻害要因を除去するため、四つの事柄が勧告された。

- 大学・研究開発機関と技術移転を主導するインキュベーター・ネットワーク間との協力関係の樹立
- テクノロジー・トランスレーター、ネットワーク・マネージャー、インキュベーター・マネージャーなどによる大学での事業開拓思考の教授
- 研究者に強い動機付けを行なったうえでのスピノフの実施、もしくは、新しい実績評価システムを介した従来と違ったかたちの技術移転の実施。

- 十分に幅広くかつ深い研究が行なえる方向に、研究プロジェクトの準備と評価方法の改善

■ 第2回ワークショップの勧告

第1回の勧告が研究開発成果の事業化に向けての第一歩の部分に関してであったのに対し、第2回ワークショップではより総合的に、EUのナノテク研究開発体制に関する勧告が行われた。重要なものとしては以下がある。

- 商業化は助成の合計金額よりも、助成の方法、それが倍増効果を引き起こし、民間投資を増加させるように行なわれることに影響をうける。このためには助成の方向を、問題やニーズに焦点を合わせる必要がある。
- より大きな事業投資はスタートアップなど新規企業の買収につながる可能性があるが、それらの新規企業には、自分の企業を投資家に対しアピールする戦略が必要である。
- メンバー国レベルやEUレベルでの「ロードアップ」作成作業は、企業側からの事業化における課題をまとめた「ビジョン」によって補完される必要がある。助成における優先プロジェクトとしては、こうした事業化のための課題に取り組み、学術界と企業サイドの双方から参加者によるものとする。
- (欧州における)特許の生産性を改善するためには、テクニカルな面で可能な限り早急に、欧州特許制度を整備する。
- 政府などの公的融資機関は、基金などへの助成を通じ、助成対象をほか(例えばベンチャー・キャピタル)に移したり、双方への助成を組み合わせるなどの可能性を考慮したりする。
- ライセンスやその他の手段で利益を分配するようにして、研究者に論文発表と同じく特許を生み出すためのインセンチブを与える。
- 大学は早急に、解決されるべきニーズに対する理解を通じて、潜在的な特許の価値を評価する。
- 個々の企業は、ナノテク・ベースの加工プロセスに注目して多くのアプリケーションや事業分野に利用を図るのではなく、ニーズが最も大きい領域に使用するようにする。このとき初めて、全体的なソリューションを提供するためには、誰と協力し、

何を統合すべきかが理解できる。企業は公的助成を利用すべきだが、それに依存せず、商業化にこぎつけビジネスとしての有効性を確かめるための資金としてあてにすべきではない。

■ 全体的な勧告

第2回ワークショップの結果を踏まえて、域内28の組織にアンケート調査が行なわれ、その回答を参考にして第3回ワークショップが開催された。このワークショップの全体を通じた意見としては、次の五点が確認されている。

- ナノテクノロジーに関してアプリケーション志向の助成強化
- 断片化しているネットワークの統合
- 各種努力のさらなる集約
- 訓練とコミュニケーション活動の強化
- 自立的に成功するためのフレームワーク計画プロジェクトの実施に関するガイダンスの必要

報告書では全体としてEU域内のナノテク関連の支援措置や活動につき、未だに断片的であり、総合的な協調に欠けるという指摘が多い。具体的な例としては、域内に数多く出来上がっているネットワークや、セクター別や技術系列別に幾つか実施されたロードマップの作成作業などにつき、重複や無駄が多いのに対し、実質的な活動が少ないと批判から、これらの努力がいっそう集約されるべきとされている。これに関連して、メンバー国間でナノテク戦略にかなり相違があり、EUレベルでのいっそう戦略的な協調の必要がいわれている。

研究開発に対する助成戦略としては第一に、ナノテクノ基盤技術に関するプロジェクトより、具体的なアプリケーションや市場を目指したプロジェクトに対する助成強化が言われている。これはフレームワーク計画における助成活動を念頭においたものだが、もともと前競争段階のプラットフォーム技術の開発に主軸をおいていたフレームワーク計画の助成方針に修正を迫る要望となっている。ただしこの点については、事業立ち上げのための製品開発や改良までをフレームワーク計画の助成に頼るのではなく、その段階では一定のリスクを自分で負担できる自立性が新規創設企業にも望まれている。上の指摘の第五番目は、開発から事業化に向けた自立的な道のりを、フレームワーク計画のプロジェクト実施段階から提示できるようなガイダンスの準備を望んだものである。またこれと同じ観点から、フレームワーク計画の助成予算の一部を、直接的なプロジェクト助成ではなく、ベンチャー基金への投資に活用することも提案されている。米国に比べて大きく不足している欧州のベンチャー・キャピタル資金に対するてこ入れ効果と同時に、研究開発成果の事業化に向けた支援にフレームワーク計画予算を振り向ける方策と捉えられる。

以上を踏まえての 30 を越える勧告のうち「緊急」とされ、最も具体的な策を要望するのは次の二つである。

- フレームワーク計画のナノテクに関するプロジェクト公募において、研究成果の開発・実用化を助成支援するプログラム・ラインの設置
- ナノテクの商業化、市場意識、供給チェーン、事業開発のみを対象にした事業者間の関係付けを整理した欧州フォーラムの設置、

第 1 点は、フレームワーク計画のナノテク・材料・生産手法 NMP プログラムの第 1 回以降のプロジェクト公募を念頭においた提言である。第 2 点は欧州のナノテク戦略が研究開発と倫理・法規制・社会的な影響を重視してきたのに対し、事業化促進のための具体措置の第一歩として提言されている。報告書のもとになった一連のワークショップは、ナノテクノ商業化をテーマにしたものであり、これらの提言は当然ともいえるが、最終報告書が「欧州におけるナノテクノロジー－世界レベルでの EU の実効的競争力確保－」とされているように、ナノテクの商業化は EU のナノテク全般の競争力に関わるものと位置付けられている。一連のワークショップには欧州委員会のメンバーが参加しているが、最後のワークショップにおける欧州委員会からの参加者は、研究総局ナノコンバージョン科学技術課長で、欧州委員会ナノテク総局間グループのチアを務めているトメリニ氏であった。

【ナノテクノロジー特集】 ナノエレクトロニクス

米国と欧州のナノエレクトロニクス技術商業化の動向

・ナノエレクトロニクス基盤メモリー

ナノエレクトロニクス基盤メモリーの点では、いくつかの開発が見られる。しかし、商業化での実際のブレークスルーは明白ではないと述べることも真実である。

スピントルク・ランダムアクセスメモリー装置(STT-RAM : spin-transfer torque random access memory)に関しては、TDK社との協力で行われた、IBMの開発取り組み強化の声明後、いまだ大きな新しい研究成果は発表されていない。

有力な米国の開発企業のグランディ社は、STT-RAMに、同社の特許および知的財産を組入れたメモリー製品のために、ハイニックス・セミコンダクター社と長期的なライセンス契約に署名したことを4月に発表した。

STT-RAM研究は、NANDフラッシュの価格が圧力を受けるように、この経済不況で苦しむであろう。このことは、より新しい記憶技術に投資することをさらに困難にするかもしれない。

別の注目すべき最近の展開は、フリースケール社のMRAM工程を別会社のエバースピング社(チャンドラー、テキサス州)へスピン・オフした2008年6月の決定である。同社は、現在、8ビットおよび16ビットフォーマットの両方で16MByteまでのMRAMメモリー製品を供給している。

このスピン・オフ決定はうなづけるように思われる。まず最初に、フリースケール社(そして、その前のモトローラ)は、メモリー企業ではなかった。また、MRAMがメモリー容量スケーリングの点からより多くの見込を示したとしても、同社が一体になろうと努力する機会はほとんどなかった。フリースケール社のMRAM売上高は、会社全体へはほとんど影響しなかった。また、スピン・オフの道は、ベンチャーキャピタル企業からの新しい資本をもたらし、新規公開を通じて市場へ入る多くの純粋な参加企業を作りだす、あるいは新しいニッチを求めるより大きなメモリー企業に売られることなどをもたらす。

・太陽電池

太陽電池は、ナノエレクトロニクス技術開発の非常に重要な領域に留まっている。

ナノソーラー社(サンノゼ、カリフォルニア州)は、プリント太陽電池で、14%の記録的

な効率(面積 0.47cm²)達成と、その最初の製品出荷に関する発表を 2008 年 3 月に行った。また、2008 年 3 月にナノソーラー社は 3 億ドルの新規株式投資を発表し、その資金投資合計はほぼ 5 億ドルになる。ナノソーラー社は、430MW のサンノゼ工場および 620MW のベルリン工場の生産拡大を加速するのを新しい資本が可能にするだろうと発表した。

2008 年 4 月に、グリーン発電市場価値連鎖の至る所で活発な EDF エネルギーベル社(パリ、フランス)は、その子会社の EDF エネルギーベル・リパートリー社を通してナノソーラー社への 5000 万ドルの投資を発表した。さらに、EDF エネルギーベル社は、2009 年にスタートするナノソーラー社とのパネル供給基本協約に署名した。それにより太陽電池パネルの供給を安定にすることができ、北アメリカでの太陽電池活動の拡張が可能となる。

ナノエレクトロニクス基盤太陽電池に関する別の企業には、色素増感型太陽電池(DSSC : dye-sensitized solar cells)を開発する G24 イノベーション社(カーディフ、ウェールズ)がある。G24 社はいくつかの新しい発表を行っている。

- G24 社は、2008 年 6 月および 7 月に、合計 5000 万ドルになる 2 回の新投資を発表した。
- G24 社は、スタンフォードが本拠地の先進分子光起電力センターを立ち上げるために、アブドラ国王科学技術大学(KAUST)から 5 年にわたって 2500 万ドルを受け取るコンソーシアム(スタンフォード大学およびローザンヌ連邦工科大学を含む)に加わっている。

シャープや三洋のような、いくつかの日本の企業と比較して、米国や欧州の半導体企業で太陽電池に関する大規模な戦略イニシアチブを展開している企業はほとんどない。しかしながら、2 社の機器企業、エリコン社(チューリヒ、スイス)およびアプライド・マテリアルズ社(サンタクララ、カリフォルニア州)は、太陽電池生産に取り組むために半導体産業から得た機器専門技術をこ入れしている。

この状況は、インテルと IBM 両社のイニシアチブ発表とともに、つい最近になり変化し始めている。

インテルの場合は、純粋な投資、インテルの資本部門によるもの、ならびに新会社の創業によるものとの混合であった。2008 年 6 月に、インテルは、コジエントリックスエネルギー LLC 社およびソロン AG 社、モジュールおよび太陽電池設置の大きなドイツのメーカー、からの資金提供を含む 5000 万ドルの投資の一部として、同社はそのシリコン太陽電池開発活動を新しい企業のスペクトラワット社にスピンオフさせることを発表した。

スペクトラワット社は、オレゴンの新しい工場で太陽電池を生産する予定で、2009 年に生産開始される。また、同社は、2009 年から 2013 年まで運転する 125MW の多結晶シリ

コン太陽電池ウェーハの生産を確実にしている。

別の件では、2008年7月の初めに、インテル資本部門は、薄膜銅インジウムセレン化物/銅インジウムガリウムセレン化物(CIS/CIGS)太陽電池およびモジュールのメーカーである、ドイツのサルファーセルテクニカ社に対する1億3400万ドル(インテル投資分3770万ドル)の資本提供のニューラウンドを立ち上げた。

これらのインテル太陽電池投資のどちらも厳密にはナノテクノロジーを含んでいないが、サルファーセルテクニカ社はその技術をナノの方向へ移し、ナノソーラー社の道に進むかもしれない。

IBM(アーモンク、ニューヨーク州)は、より技術的な先導アプローチをとっている。同社は、太陽電池集光システムでの使用で、太陽電池冷却にIC冷却の際に得た専門技術を応用することを最近発表した。

ソーラー・ファームでは一般的におよそ200倍の集光系を使用する。このことは、太陽電池が太陽の名目上の光強度の200倍である1平方センチメートル当たり約20Wの入射光強度を受けることを意味する。光の集光は、太陽電池の温度を、電池が簡単に溶ける温度まで劇的に増加させる場合がある。

IBMの太陽電池集光系における役割は、ナノスケールICの急激な熱の散逸要求を満たすためにこれまで開発した冷却技術を適用することであった。太陽電池と銅のヒートシンクの間のインターフェースで、1平方センチメートルあたり2300個分の太陽、あるいは230W以上となる、通常より10倍以上大きなパワーの太陽光の集光と、独自に開発した液体金属(ガリウムおよびインジウム材料の組合せ)を使用して、IBMは太陽電池の温度を1600°Cから80°Cにすることを可能にした。

欧州委員会は、ナノフォトニクスの最近のロードマップによれば、恐らく、太陽光集光に使用される高効率III-V太陽電池(量子ドットアプローチを含む)に投資するよう見える。現在、2つの米国企業の、エムコア社とスペクトララボ社が、高効率III-V太陽電池の開発に大きく関与している。

IBMからの別の例において、同社は、高効率プリントCIGS太陽電池のプロセスを開発するために、柔軟エレクトロニクスを開発する際のノウハウをてこ入れする。特に、CIGS太陽電池を印刷するプロセスを開発するために、IBMは、日本の専門化学企業の東京応化工業(川崎市、日本)とチームを組んでいる。その目標はサードパーティ太陽電池メーカーにそのプロセスをライセンスすることである。研究の詳細は、現在制限されている。しかし、IBMはまもなくさらなる技術的開示を考えている。

・グラフェンエレクトロニクス研究

グラフェン研究の分野は、次世代トランジスターと同様にゲノミクス分野の透明導電層として含まれた潜在的な応用で、劇的に拡大を続けている。この分野における研究は、非常に数多くある。しかし、次の研究は特に重要に見える。

— グラフェンリボンの結晶配向および大きさは、バンドギャップおよび電子特性に影響するので、有用な機能デバイスを作成するためのグラフェン加工はまだ大きな問題である。

2008年9月、ハンガリー、ブダペストの工学物理・材料科学研究所およびベルギー、ナミュールのノートルダム大学ナミュール校の研究者は、グラフェンシートへ小さなナノ構造(リボン)をパターン化するために、走査型トンネル顕微鏡のチップを使用するプロセスを開発した。研究者は、幅2.5nmのリボンを作り、電子バンドギャップ構造を制御することができた。主流のエレクトロニクス産業では、電子ビーム描画のような直接描画技術は、これまでのところ商業的には成功していないことに留意すべきであるが、動作回路全体を構築するために、この技術が使用できると研究者は信じている。

— スタンフォード大学(スタンフォード、カリフォルニア州)およびIBMは、グラフェントランジスターを研究するために研究グループを形成した。ホンジー・ダイ(Hongjie Dai)によって率いられるチームは、グラフェンシートを作るためにグラファイト溶液を加熱し、その後、幅10nm以下の寸法の薄膜片やリボンへ、グラフェンを切るために超音波を使用している。その後、チームは、トランジスターの半導体チャネルとしてシリコン基板上にこのリボンを設置した。

これは、室温で動作する最初のグラフェントランジスターになった。幅広いグラフェンリボンによる、これまでのグラフェントランジスターは、-269°Cで動作していた。この発見は、「フィジカルレビューレター」誌2008年5月23日号に発表されている。

— カリフォルニア大学(バークレー、カリフォルニア州)の研究者は、グラフェンの材料特性を研究している。ローレンス・バークレー国立研究所(バークレー、カリフォルニア州)の研究者との共同取り組みでは、アレッサンド・ラレンツァ(Alessandra Laranza)に率いられたチームが、グラフェン層と炭化ケイ素基板の間のバンドギャップ形成について報告している。

グラフェンは自然なバンドギャップを持っていない。したがって、グラフェンと炭化ケイ素との間のバンドギャップを示す証拠は、幅の狭いグラフェンリボンあるいは量子ドットを作成する際の、極端な精度を必要としないでトランジスターを作成する可能性を開く。フェン・ワン(Feng Wang)の率いる別のチームは、グラフェンに電圧を加えることで、その透明度を変更でき、従って、光スイッチングや光コンピュータの可能性を開くことを示

した論文を「サイエンス」誌 2008 年 4 月 11 日号に発表した。

・ナノインプリンティング

ナノインプリンティングは、ナノエレクトロニクス製作の新興領域である。欧州と米国の企業、オドュキャット AB(Obducat AB)社(マルメ、スウェーデン)、EV グループ(セントフロリアンアムイン、オーストリア)、モレキュラインプリント社(MII; オースティン、テキサス州)、ナノネックス社(モンマス、ニュージャージー州)、および、サスマイクロテック AG 社(ガルヒン、ドイツ)がこの市場をよく代表している。

この技術は主に研究開発で利用されてきた。LED パターン化のようなフォトニクス応用で、ある程度の成功を達成したが、より最近ではハードディスクドライブメディアのパターン化が主な駆動要因となっている。

業界リーダーのモレキュラインプリント社およびオドュキャット AB 社は両社とも、ハードディスクドライブ産業が掲げる 2009 年までに 1 テラビットディスクという目標を支援するために、いわゆるディスクリートトラック記録方式(DTR)でメディアを作成するための生産装置の販売を発表した。

ハードディスクドライブ産業の DTR への遷移は、直径およそ 20nm の個々に刻まれたピラーあるいはビット(ビットパターン・メディア)により、媒体への後工程でのパターン化の道をもたらすようである。両応用は、ナノインプリンティングにうまく適応している。

モレキュラインプリント社は、日立グローバル・ストレージ・テクノロジーズ(東京、日本)に、最初の Imprio HD 2200 装置を出荷し、ハードディスクドライブ産業への Imprio システムの売上合計台数が 7 台目になると発表している。

またオドュキャット AB 社は、2008 年 5 月に、主なハードディスクドライブメディアメーカーからの Sindre 大容量生産装置の注文(2009 年予定の納入を含んで、約 600 万ドルの価値)を発表した。

ナノインプリンティングリソグラフィー(NIL)機器メーカーにとって、HDD ビジネス機会の潜在的な大きさは、現在ある他のすべての応用の合計よりもはるかに大きくなりえる。

・超コンデンサー

2008 年 6 月までの 6 ヶ月間に、エアロゲル炭素電極を使用した超コンデンサーの売上高は、72%成長して 1220 万ドルに達したとマックスウェル・テクノロジーズ社(サンディエゴ、カリフォルニア州)が最近発表しており、この領域は進展を示し続けている。同社に

よれば、収益増加は、既存客からの取引増加と相まって、ハイブリッドや電気輸送車輛および風力エネルギー・システムのための新しい超コンデンサーの注文から来ている。

また、超コンデンサー応用とリチウム電池開発のために開発された一種のナノパウダー化学の間でオーバーラップの増加があるように見える。例えばジョンソンコントロールズ・ソフトアドバンストパワー・ソリューション社(ジョンソンコントロールズ(ミルウォーキー、ウィスコンシン州)とソフト社(パリ、フランス)の間の合弁企業)は、メルセデス S400 ハイブリッド電気自動車を含むハイブリッド車用のリチウムイオン電池を製造するための合弁事業を立ち上げた。

この合弁企業は、2008年4月に、リチウム電池化学用の基盤電極にマックスウェル社のカーボン粉末を利用するため、マックスウェル社との協力を発表した。電極の働きを増加させることにより性能を増して、潜在的にリチウム材料費を低下させる方法となる。

EEストアー社(シーダーパーク、テキサス州)は、超コンデンサー用の新しい誘電体材料を開発する米国企業である。同社は、チタン酸バリウムのナノパウダーから作られ、高い破壊電圧に耐えることができる薄い誘電体を開発することができると信じているが、同社のアプローチは疑問視されている。

EEストアー社は、結晶化のレベルが平均で99.92%以上あったことを示して、組成変更したチタン酸バリウム粉末の単独の試験結果を最近示した。しかしながら、まだ誘電率レベルあるいは破壊電圧のより多くの詳細は明らかにされていない。

(出典: SRI Consulting Business Intelligence Explorer Program)

【ナノテクノロジー特集】 エネルギー貯蔵**将来のエネルギー貯蔵のためのナノテクノロジー利用動向**

自動車メーカーが自動車用代替推進技術を求めるとともに、向上したエネルギー貯蔵の必要性が特に強まっている。バッテリー、キャパシタおよび燃料電池の性能を向上させるために、研究は、フラーレン、カーボンナノチューブ(CNT)、金属酸化膜ナノ粒子および様々なナノ触媒のようなナノ材料の使用に特に注目している。以下に2008年3月以降のこの領域の研究開発を紹介する。

・2008年3月に、デューク大学(ダーラム、ノースカロライナ州)工学部プラット校の研究者は、鉄ナノ粒子を使用した燃料電池用の斬新な電解膜の開発を発表した。新しい電解膜はより安価で、「ナフィオン(Nafion)」より高温度・低湿度で作動することができる。

(<http://www.pratt.duke.edu/news/?id=1288> 参照)

・MITの研究者も、「ナフィオン」電解膜の代替物質を作成するために、ナノテクノロジーを使用した。彼等は、薄膜構造を一度に数ナノメートルで合せるために、層状集合技術を使用した。研究によれば、新しい薄膜で覆われた「ナフィオン」膜は、試作燃料電池の出力を50%以上増加させた。

(<http://web.mit.edu/newsoffice/2008/fuel-cell-0516.html> 参照)

・東京工業大学との協力により、日清紡績社(東京、日本)の研究者は、高価な白金を使用する代わりの燃料電池用電極触媒としての利用に、カーボンナノ球体からできているカーボン触媒を開発した。新しい触媒は、非常に安価な燃料電池の可能性を提示する。

(<http://www.nni.nikkei.co.jp/FR/TNKS/Nni20080711D11JFA08.htm> 参照)

・九州大学の研究者は、僅か半分の白金量の使用で、既存の触媒と同じ性能を提供する、直接メタノール燃料電池用の新しい触媒材料の開発を発表した。新しい触媒は、白金含量40%のカーボンナノファイバーから作られている。この高導電性ナノファイバーは直径7nm～20nmであり、また燃料極の白金触媒反応に巨大な表面積を与える穴で覆われている。

(<http://pubs.acs.org/cgibin/abstract.cgi/jpccck/2008/112/i27/abs/jp801576n.html> 参照)

・デルフト工科大学リアクター研究所(デルフト、オランダ)の研究者チームは、電極粒子が縮小された時、材料構造の特性が著しく変化する場合があることを最近発見した。もし電極部分が十分に小さくなつた場合、一般に存在する相平衡は変化し、さらに完全に消えることがある。

これらの発見に基いて、研究者は、ナノ構造がリチウムイオンバッテリーの性能にどの

ように影響するか予測することができる。これらの発見は、水素貯蔵用途や合金形成のよ
うな、小イオンがナノ結晶中に拡散するような応用において潜在的に重要である。

(<http://wwwazonano.com/News.asp?NewsID=3931> 参照)

・2008年の始めに、マックス・プランク研究所フリッツ・ハーバー研(ベルリン、ドイツ)
の研究者が、安価な商用カーボンナノチューブを電気化学エネルギー貯蔵応用のための高
性能カーボンに変換する簡単な方法を実証した。リチウム電池の電極材料として試験され
た時、この複合材料は長期間の試験サイクルにわたり高性能を示した。

(<http://www.nanowerk.com/spotlight/spotid=5512.php> 参照)

・2008年4月に、中国科学院化学研究所(CAS: 北京、中国)の研究者は、弹性ホローカー
ボン球体カプセルに入れられた錫ナノ粒子の調製により、指向性ナノ構造設計電極材料と
しての利益を実証した。この錫基盤ナノ複合材料は、非常に高い比エネルギー容量(優れた
繰り返し性能)を示し、したがって、リチウムイオン電池の陽極材料として大きな可能性を
示している。

(<http://www.nanowerk.com/spotlight/spotid=5210.php> 参照)

・リチウム燐酸鉄は、他のいくつかのリチウムイオン材料よりエネルギー貯蔵量は少ない
が、はるかに安全であり、より安価である。また、この材料が、ハイブリッド車で使用する
バッテリーにとり、特に役立つ特性である、大きなピーク電力をもたらすことを可能と
する様に作ることができる。しかし、これまでのところ、リチウム燐酸鉄バッテリーは、
製造が難しく高価であることが分かっている。そのことが、従来のリチウムイオン電池以
上のコスト削減の可能性を減じている。

しかしながら、テキサス大学のマンシラム博士の率いる研究チームは、より時間がかかる
らず、従来方式よりも、より低い温度を使用するリチウム燐酸鉄作成のマイクロ波基盤方
法を最近実証した。このことは低価格をもたらす。このプロセスは、長さ約100ナノメー
トルで幅25ナノメートルのロッド状の粒子を形成する。この小さな寸法が、リチウムイ
オンに充電と放電に対する高繰り返し能力を提供することを可能とする。

(<http://www.technologyreview.com/computing/21141/> 参照)

・A123システムズ社(ウォータータウン、マサチューセッツ州)は、リチウムイオン電池の
通常の酸化物化学に替えて、リチウム金属リン酸塩ナノ粒子で覆われたアルミニウム電極
を使用する自動車用バッテリーを商業化している。

2008年4月付の「自動車工学インターナショナル」誌の記事が、HEVで使用される向
上したリチウムイオン電池の開発で、ナノテクノロジーがどのようにして支援しているか
の興味ある概観を提供している。

(<http://www.b2i.us/profiles/investor/fullpage.asp?f=1&BzID=546&to=cp&Nav=0&LangID=1&s=236&ID=9370> のPDFファイル「微小規模上の持続可能性」を参照)

・カーボンフラーレン(すなわちバッキーボール)は、これまで信頼性ある合成が難しいことが分かっていた。グラファイトを蒸発させて、析出させる、現在の生産技術は未熟である。この方法ではごく僅かの割合のバッキーボールフラーレンだけしか産出されない。

しかし、2008年6月に、ある研究者グループが、前駆物質材料からほぼ100%の変換効率でカーボンのバッキーボール配位を生産する方法を発見し発表した。

(<http://arstechnica.com/journals/science.ars/2008/08/14/bucky-balls-not-quite-finished> and <http://www.nature.com/nature/journal/v454/n7206/abs/nature07193.html#abs> 参照)

・超コンデンサーがエネルギーを貯蔵するのは、その電極が、スponジのようにイオンを吸収する多孔質材料(通常は活性炭)で覆われているからである。超コンデンサーの容量における改善は、より多くの細孔を持ったカーボンスponジを作ることで、これまでやってきた。

しかし、化学防御研究所(北京、中国)の科学者は異なるアプローチをとった。彼等は、イオンに対して活性炭よりもはるかに大きな能力を持った材料の酸化マンガン(MnO)にイオンを格納する。研究者は、タンタル金属フォイル上に成長させたカーボンナノチューブ「草地」に、各々がおよそ100ナノメートル直径のMnO微小構造の「ナノ牧草地」を作ることにより、MnOの高い電気抵抗に取り組んだ。「ナノ牧草地」構造は、既存の超コンデンサーのカーボン基盤電極が貯蔵できる量の2倍の電荷を貯蔵することができる。

(<http://technology.newscientist.com/article/dn14753> 参照)

(出典：SRI Consulting Business Intelligence Explorer Program)

【ナノテクノロジー特集】製造技術

「ダイレクテッド・セルフアセンブリー」ナノ製造法で ナノワイヤー金属間を接合(米国)

ロスアラモス国立研究所を含む3研究機関の研究者チームが、最新のエレクトロニクス、センシングおよびエネルギー収集における、潜在的な将来の進歩の中心部でナノテクノロジーを開発するために、小さな「シリコンナノワイヤー」へ電荷を運ぶ電極を結合させる効率的な方法を開発した。

センサー配列や太陽電池のようなシステムへ小さなナノワイヤーを統合しなければならない応用で、必要となる重要な金属-シリコン接合を形成するための困難さとコストが、大規模ナノ製造を著しく阻害してきた。

センサー配列のナノワイヤーに特定な分子が付着したときの検出や、ナノワイヤーが太陽からのエネルギーを吸収するというような、いずれの場合でも、電気的接点が、ナノワイヤー内外への電流の容易な流れを可能としなければならない。

現在のナノ製造は、ニッケルやシリコンナノワイヤーのような金属接点との間の接続を正確に作り上げるのに、極めて高い解像度のパターンあるいはマスクに依存している。各ナノワイヤー毎に金属接点を接続するために、現在は、電子線リソグラフィとして知られている技術が使われている。電線パターンを、電子ビームで1つのナノワイヤーに一回ずつ描くこのプロセスは、実用的には遅すぎる。

「マイクロエレクトロニクス製造アプローチからでも、長く時間が掛かるものは、当然コスト効率が悪い」とロスアラモス国立研究所統合ナノテクノロジーセンター(CINT : Center for Integrated Nanotechnologies)の研究者は述べる。この問題に対応するために、研究者達は、最後のリソグラフィーステップを除去する方法を設計した。

チームは、当初、1組の金の電極を作るためにリソグラフィーを使用した。その後、彼らは、電極間に溶液中からシリコンナノワイヤーを引っ張るために、誘電泳動法と呼ばれる技術で交流電界を巧みに利用した。

再び電場を使用し、今度は弱酸浴槽と組合わせて、下層にある金電極の位置に、選択的にニッケルのみを蒸着し、シリコンナノワイヤーを完全に埋め、その後、接合を完全にするために摂氏数100度まで加熱した。

この「ダイレクテッド・セルフアセンブリー」アプローチで、電場が、正しい場所のす

べての接合を同時に一度で作り出す誘導をおこなう。このプロセスでは、ナノワイヤーへの最後の接続を完了させるのにリソグラフィーは必要としない。それにより、電子スイッチのような既存技術のコスト効率の良いナノテクノロジー製造へのこのプロセス使用の可能性を増加させる。

この方式は、さらに将来の太陽電池が提供する、ほぼ無限のクリーンエネルギーを引き出すナノワイヤー太陽電池の製造と同様に、潜在的な脅威を検知するための生物学ネットワークや化学センサーネットワークを含んで、より大規模な応用の実現可能性を増加させるであろう。

統合ナノテクノロジーセンター(CINT)は、エネルギー省サイエンス局ナノスケール科学研究センター(NSRC)として、ナノスケール材料の設計、性能および統合を管理する科学的原理の確立に専念した全国利用者施設として運営されている。このセンターは、ロスアラモスとサンディア国立研究所により共同で管理されている。

「CINT は、デバイスへナノワイヤーの統合に関するアイデアを「育てる」理想的な場所であった。この一連の研究は、多数の研究機関を横切って、将来の共同研究のためのモデルとして役立つことが強調される。この研究の参加研究機関のすべてに存在する、様々なスキルや能力を利用して、我々は非常に素晴らしいものを作り出すことができた」とロスアラモス国立研究所 CINT の研究者は語った。

この研究は、明日のナノテクノロジー製品のための設計工学に注目するニュースレターである「Nanotech Briefs」誌の、「ナノテクノロジーの進展に、大きな衝撃を与えたか衝撃を与えるトップ 50 の技術、製品および革新者」に与えられる「Nano 50 Award 2008」の 1 つに表彰された。

(出典 : http://www.lanl.gov/news/index.php/fuseaction/home.story/story_id/14376)

【ナノテクノロジー特集】製造技術

オークリッジ米国立研究所のナノ製造技術プロジェクト

オークリッジ国立研究所(ORNL)は、米国エネルギー省(DOE)製造技術プログラム資金から、8件のナノ製造技術プロジェクトで840万ドルを獲得した。8件のナノ製造技術プロジェクトの内容は以下の通り、

－ナノ構造化超疎水性コーティング

このプロジェクトの目標は、超撥水性を持つ商用の粉末基盤コーティングを開発する。産業パートナーのロス・テクノロジー社とスティーブンス工科大学と共に研究を実施し、ORNLは、様々な基板のための一様で丈夫なコーティングを作るために、粉末特性と結合剤を最適化する。このコーティングは、摩擦抵抗減少と耐食性向上のために最適化される。

－自己集合ナノ構造化カーボン

ORNLで開発された斬新な炭素材料は、様々な再生可能エネルギーや輸送および電気グリッド技術のための貯蔵装置を向上することができる。制御可能なナノスケール細孔を特色とする、この新素材は、従来の製造工程を使用した自己集合によって生産することができる。この新素材は、商用活性炭材料に対して競合し得るエネルギーおよび出力密度を提供する。ハネウェルスペシャルティマテリアル社およびキャンベルアプライドフィジックス社と共に取り組んで、エネルギー貯蔵や水処理応用材料を最適化することを計画する。他の目標は、材料のコスト低下、製造工程の拡張、試作品の材料試験がある。

－ディーゼルエンジン排出改善用ナノ触媒

ディーゼルエンジンは、ガソリンエンジンより30パーセントも良い燃料節約を提供するが、排ガス規制はその広範囲の使用を制限している。ジョン・ディアパワーシステムズ社と協力して、ORNLは、より有効に窒素酸化物排出を削減することが可能で、丈夫なゼオライトナノ触媒の開発を計画している。ゼオライトは、ディーゼルエンジンからの排出量を削減するための、究極のナノ触媒であるモレキュラーシーブである。目標は、熱水の耐久性を摂氏50度高め、運転温度の枠を向上させる。

－耐摩耗ナノ複合コーティング

従来のスチール缶より2倍から7倍以上の硬度値を持った、鉄基盤ナノ複合コーティングは、米国の産業に、およそ650億ドルの年間摩耗コストの削減を支援する。トンネルボーリングマシンのディスクカッターの屋外試験は、20パーセントの耐摩耗性の改善を実証した。このプロジェクトの目標は、広範な耐摩耗応用のための金属マトリックスコーティングおよび部品にナノ寸法のホウ素カーボン粒子を組み込むために、廉価で拡張可能なプロセスを開発する。カーペンターパウダープロジェクト社が、このプロジェクトのORNL

のパートナーである。

－ナノ構造化触媒のマイクロ波および光ビーム活性化

重質原油精製所ビジネスでの、潜在的なボトルネックは、この技術の開発で取り除かれるかもしれない。それは、触媒表面部位の局部加熱と活性化を使用する。これは、大量生産の温度を低下させて、製品歩留まりを増加させる、と予想される。ORNLとパートナーのマッハワン&マテリアルズ・テクノロジー研究所は、ナノ構造化触媒のマイクロ波活性化が重質原油のモデル化合物の性能を向上させる、プロセス条件を描くためにベンチスケール評価を実施することを計画する。

－ナノスケール相互浸透相複合材料

このプロジェクトの目標は、現実世界の応用でのテストと実装のために、使用可能な寸法のナノスケール相互浸透相複合材料を生産する技術的・経済的実現可能性を調査する。これらの材料は、これまで薄膜に制限されているが、軍用車両や防弾チョッキ、高度な制動装置用の軽量部品、および、軽量な車輌をもたらす廉価な高性能セラミック基盤システムを含んだ広範囲な応用への大きな可能性を有している。この材料の利点は、腐食や機械的劣化を受けやすい従来の耐熱材料と比較して、改善された機械的、電気的および熱的性質を含んでいる。この耐熱材料は、高温において化学的・物理的に安定した材料である。ORNLは、ファイアーライン社およびTCOM社とこのプロジェクトで協力している。

－量子ドットの大規模ナノ発酵

好熱性の嫌気性細菌のある菌株によって生産された粒子は、エネルギー効率の良い太陽光発電に役立つ材料の開発および他の多くの応用に導くことができる。自然発酵プロセスを使用して、室温あるいは室温近辺で、産業用発酵槽の中で作られたナノスケール磁鉄鉱の寸法および形をコントロールすることができる。

－プラズマアークランプ使用のナノ構造材料の変形製作

アークプラズマランプから電気エネルギーを放射エネルギーに変換するこの技術は、材料加工への大きな可能性を持っている。生産率を増加させて、生産コストを減少させる一方で、このプロセスは、光起電力の集光率や発光ダイオードの電気的性質を潜在的に著しく増加させることができる。このプロジェクトは、基本的原理に基いた計算機モデルを開発し、固体素子照明応用としての酸化亜鉛の測定データとコンピューターデータとの間の比較に基いてプロセスモデルを確認する。

(出典 :

http://www.ornl.gov/info/press_releases/get_press_release.cfm?ReleaseNumber=mr20081023-00)

【ナノテクノロジー特集】ナノ材料

カーボンナノチューブ技術に関する革新的な発見（カナダ）

カーボンナノチューブの電気的特性を変化させることができる新たな発見が、カナダ、マックマスター大学の研究者から為された。

マックマスター大学のピーター・クルーズ氏とケヴィン・ムーカウミー氏は、ナノチューブをある特定の溶剤の中で振るという、極めて一般的なプロセスの中で起こる反応によって、ナノチューブから電子を取り出し効果的にドーピング¹することを可能にする化学物質を発見した。クルーズ氏によると、ナノチューブの生成段階における化学反応プロセスについてはよく研究されていたものの、しかし、ドーピングに関する項目については、あまり取り上げられてこなかったとのことである。

クルーズ氏とムーカウミー氏は、カーボンナノチューブを機能させる方法を発見するための研究をしている時に、偶然ドーピング効果を発見した。彼らは塩素系溶剤の中で超音波分解されたナノチューブのラマン散乱光²における、ラマンシフトの説明できない増加要因を発見した。超音波分解は、通常超音波水槽で行われるが、ナノチューブを攪拌して凝集するのを防ぐ方法の一つであり、バルクプロセスを優先的に実行するための手段として最もポピュラーなものである。

この研究チームが仮説をたてたように、このピークシフトはドーピング効果が起こっていることを示していた。この効果は、ある既知のドーパントである塩化第2鉄を精製するための、溶剤の分解に反応して引き起こされるものである。鉄はしばしばナノチューブが成長する際の触媒として知られているが、その後のプロセスから完全に除去することが困難である。

クルーズ氏によると、超音波処理は、オルトジクロロベンゼン（ODCB）やジクロロエタンが分解して、鉄の不純物と反応する塩素イオンや塩素ガスを放出する原因になるという。

理論を実証するため、研究者たちは塩素ガスと塩化水素を、超音波処理を行わないドーピングによって生じたオルトジクロロベンゼンに加え、塩化第2鉄がX線光電子分光法を用いるドーパントであることを確かなものにした。「N型」や求核性のあるドーパント

¹ ドーピング (doping) とは、結晶の物性を変化させるために少量の不純物を添加すること。特に半導体で重要な操作で、不純物の添加により電子や正孔（キャリア）の濃度を調整する他、禁制帯幅などのバンド構造や物理的特性などを様々に制御するのに用いる。

² 物質に光を入射したとき、散乱された光の中に入射された光の波長と異なる波長の光が含まれる現象をラマン効果と呼ぶ。

と対照的なタイプの、他の「P型」の親電子的なドーパントと同じように、塩化第2鉄はナノチューブから電子を取り出すことができ、物質の伝導性を向上させることができる。しかし、クルーズ氏は、電子がナノチューブの内側にあるか、外側にぶら下がっているか、あるいは単にチューブ間の宙に浮いているかは明確ではないという。

クルーズ氏はこの研究が、技術者達が偶発的なドーピングの発生元を特定でき、トランジスタのようなナノチューブを用いるデバイスの電気的な特性を大きくコントロールできるための助けになるであろうと考えている。クルーズ氏によると、この研究成果は、ドーピングを避けるためにも、意図的におこすためにも適用させることができる。ドーピング現象をコントロールすることが大事なのは、伝導体を用いる必要がなくなるから、という理由であり、絶縁体は依然として必要である。

しかし、一方でこの成果を疑問視する声もある。ケンブリッジ大学のジョン・ロバートソン氏によると、ドーパントのコントロール自体はそれほど重要な作業ではなく、この発見は決して革命的なものではないため、電子分野のナノチューブにおける応用は非常に限定的なものになるであろうとしている。

文献：

“Nanotubes all shook up” European Nanotechnology Gateway 2008年9月25日
<http://www.nanoforum.org/nf06~modul~showmore~folder~99999~scc~news~scid~3732~.html?action=longview&>

【ナノテクノロジー特集】 **超電導素子**

ナノ層による超電導薄膜（米国）

—超電導トランジスターのような有用な素子の製作に1段階近づく—

有用な超電導素子の開発に向けた重要な目標の1つは、10億分の1メートルのナノスケールで超電導体として動作するエンジニアリング材料である。そのようなナノスケール超電導体は、超電導トランジスター素子や、やがては超高速の省エネ・エレクトロニクス装置に役立つであろう。

米国エネルギー省(DOE)ブルックヘブン国立研究所の研究者が、ネイチャー誌 2008年10月9日号に、どちらの2層も独自では超電導を示さないが、その界面で、ナノ層の超電導領域を示す、2層薄膜を成功裡に作り出したことを報告している。更に、彼らは、この界面で超電導温度を50度K(ケルビン)を越す高い温度まで上げる能力を実証している。実社会の装置としてより現実的となる比較的高い温度として考えられる。

「この研究は、2つの材料間の、物理的境界の近くの1~2ナノメートル厚の、非常に薄い層の中に閉じ込められた、2層の界面で堅固な超電導を作り出す我々の能力の明確な証拠を明らかにした。これは、他の既知の超電導体や新しい超電導体の超電導特性を著しく向上させるために、これらの技術を使用することを含んださらなる進歩への展望を開くであろう」と薄膜研究チームを率いるブルックヘブン国立研究所の物理学者イワン・ボゾビックは述べた。

ボゾビックは、非超電導材料の種々の組合せを調べる将来の研究を予測している。「超電導臨界温度の上昇メカニズムに関するさらなる研究は、さらに、凝縮系物理学で最も重要な未解決問題の1つである、高温超電導の基礎となるメカニズムという大問題に関して我々に何かを伝えるかもしれない」と彼は語る。

ボゾビックのチームは、2つの類似していない銅基盤材料の2重層中で、試料が超電導を示す臨界温度を25パーセントも向上させることができたという奇妙な観察を2002年に報告している。しかしながら、その時には、研究者は、この向上を引起した原因について、また、試料のどの部分で超電導が示されたかを、理解できなかった。

この現象をさらに詳細に研究するために、彼等は、単層、2層、3層の薄膜に、絶縁体、金属そして超電導体ブロックを付けて、あらゆる可能な組合せに、膜の厚さを変えて、200種類以上の薄膜を合成した。その薄膜は、完璧な界面を持った多層膜と共に、原子的に滑らかな薄膜の合成を可能にするために、ボゾビックと同僚によって設計され構築された、ユニークな原子層単位の分子線エピタキシーシステムにおいて成長された。

「最も大きな技術的な問題は、超電導の効果は、2つの材料の単純な混合や、2つの構成分子層間の第3番目の化学・物理的に別個の層の形成から現れたのではないということを、納得のいくように証明することであった」とボゾビックは述べた。

コーネル大学の共同研究者は、試料を構成する化学元素を識別するために、原子分解能を持った透過型電子顕微鏡を使用して、分子層は明らかにそのままであることを証明して、この可能性を除外した。

「この研究が、どのような応用を作り出すかを語るのは、あまりにも早すぎる。しかし、既にこの段階で、これが我々に超電導電界効果トランジスターのような有用な3端子の超電導素子の製作に近づく大きな一步をもたらしたと考えることができる」とボゾビックは語る。

このような素子においては、3番目のゲート電極を使用し電圧を加えてコントロールすることにより、トランジスターを外部電界で超電導から抵抗性の状態へ切替えることができるだろう。このような素子から構築された回路は、非常に高速で、半導体に基いた現在の回路より電力の使用は少ないであろう。

「応用が何であれ、この研究は、サブナノメートル規模で材料を加工し制御して、機能を設計し強化できる、我々の能力の素晴らしい実証である」ボゾビックは語った。

(出典 : http://www.bnl.gov/bnlweb/pubaf/pr/PR_display.asp?prID=822)

【ナノテクノロジー特集】触媒**小さな金クラスターは最高の触媒であることを明らかに(米国)**

我々大部分にとって、金は大きな塊ほど価値がある。しかしながら、有毒な一酸化炭素(CO)を室温で無害な二酸化炭素(CO₂)にする酸化反応を含んで、種々様々な化学反応に触媒作用を及ぼす金のまれな能力の開発に興味を持っているものにとっては、「大きいほうが、より好ましい」というルールはあてはまらない。

もし工業化された場合、このプロセスは、自動車の廃棄ガスをクリーンにする触媒コンバーターや炭鉱夫や消防士を保護する呼吸装置の能力を潜在的に向上させるであろう。この目的のためには、DNA鎖より小さな結晶に結合された金原子のナノクラスターは、最も価値ある寸法である。

システム欠陥が作り出す不明瞭な画像である球面収差を補正した1組の透過型走査電子顕微鏡(STEM)装置を使用して、米国立標準技術研究所(NIST)、リーハイ大学(ペスレハム、ペンシルベニア州)およびカーディフ大学(カーディフ、ウェールズ、英国)の研究者達は、初めて酸化鉄表面上に取り込まれた活性な金のナノ結晶を画像化する最先端の分解能を達成した。実際、その分解能は個々の金の原子さえも視覚化するのに十分に高感度であった。この研究は、サイエンス誌2008年9月5日号に報告されている。

表面科学研究は、酸化鉄に支持された金のナノ結晶がCO酸化用触媒として高度に活性化する臨界寸法の範囲が存在することを示唆していた。しかしながら、その理論は、酸化チタン上に取り込まれた金で作られた理想的な触媒モデルを使用した研究に基づいている。

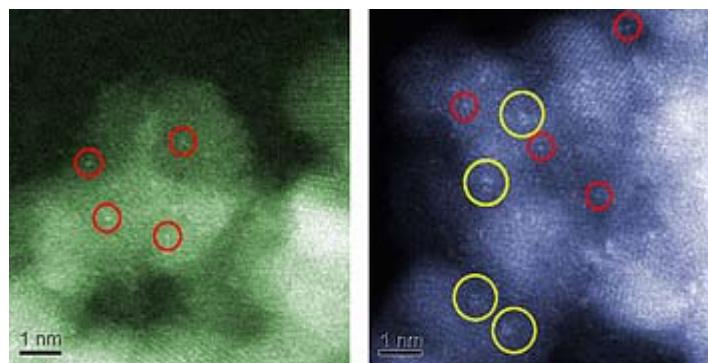
NIST/リーハイ大学/カーディフ大学による収差補正STEM画像技術は、研究者に、合成された実際の酸化鉄触媒システムを研究し、各試料中にあるすべての金の構造を識別し、次に、CO変換に最も活性なクラスター寸法を評価することを可能にした。

研究チームは、クラスター寸法は大きな問題で、試料はCO変換1パーセント未満のほとんど触媒能力の無いものから、ほぼ100パーセント効率のものまでに及んでいることを発見した。

その結果は、CO変換のための最も活性な金ナノクラスターは、二重層で直径がおよそ0.5~0.8ナノメートル(一般のかぜウイルスの40分の1)で、約10個の金原子を含んでいることが明らかになった。この発見は、金-酸化チタン・モデルで行われた先の表面科学研究の結果と一致している。

A.A. Herzing, C.J. Kiely, A.F. Carley, P. Landon and G.J. Hutchings,
Identification of active gold nanoclusters on iron oxide supports for CO oxidation,
「一酸化炭素の酸化を支援する酸化鉄上の活性金ナノクラスターの同定」,
Science, Vol. 321, Issue 5894, Sept. 5, 2008.

(出典 : http://www.nist.gov/public_affairs/techbeat/tbx2008_0905_gold.htm)



Credit: Lehigh University Center for Advanced Materials and Nanotechnology

酸化鉄表面に組み込まれた金の粒子で構成された触媒を示す電子顕微鏡写真、(左)不活性、(右)活性。
赤色の円は、個々の金の原子の存在を示す。黄色の円は、一酸化炭素を二酸化炭素へ変換する触媒作用
を有効に及ぼすことができるサブナノメータ寸法の金クラスターの場所を示す。

1 ナノメートルは DNA 分子のおよそ半分のサイズである。(色は明瞭化のために付加)

【ナノテクノロジー特集】 **量子技術****量子ドットの振舞いをコントロール(米国)**

米国立標準技術研究所(NIST)と共同量子研究所(JQI:メリーランド大学とNISTの協力センター)の研究者は、一対のレーザーで量子ドットから来る光を操作することにより、その光を微調整する新しい方法を発表した。

フィジカルレビューレター誌に報告されたこの技術は*、量子情報技術に重要な応用を持つ特性である「絡み合った」一対の光子源として量子ドットを著しく向上させることができる。この成果は、21世紀の重要な技術であると予測されている、強力で高度な暗号法応用の開発を加速することができるであろう。

絡み合った光子とは、量子力学に特有の因果関係である。生成することが巧妙であるので、遠い距離に離れた時でさえも、それらは相互に連結し続けている。単に一方を瞬間に観察することで、他方の特性に影響を与える。

絡み合いは、鍵の盗聴や妨害のどのような試みも即座に検知できるので、その性質により、完全に安全な暗号鍵を渡すために量子通信で使用することができる。NIST-JQI チームの1つの目標は、絡み合った光子の便利なソースとして量子ドットを開発することである。

量子ドットは、コンピュータープロセッサの材料に似ているナノスケール領域の半導体材料である。そして、その小さな寸法からくる特別の特性を持っている。量子ドットは何万個もの原子から作られるが、量子ドットはあたかも単一の原子であるように、いろいろと振る舞う。

残念ながら、量子暗号や次世代情報技術の脆弱な世界に来ると、「ほとんど」では不十分である。励起された時に、ちょうど孤立した原子が行うように、量子ドットは、光子あるいは光の「粒子」を放射する。しかし、量子ドットの形の不完全性は、分離すべきエネルギー準位にオーバラップをおこさせる。このことが、絡み合った光子を放射するのに必要な理想状態の微妙なバランスを駄目にする。

この問題を克服するために、NIST-JQI チームは、量子ドットのエネルギー準位を正確にコントロールするためにレーザーを使用した。ちょうど物理学者が1970年代中頃以来、実際の単一原子で行ったように、そして、ずっと最近には、人工の量子ドット変種で行われている方法である。

一つのレーザーは量子ドットの上から照らし、もう一方は横から量子ドットを照射する、この2組のレーザーを含んだカスタマイズ構成で、量子ドットのエネルギー状態を操作し、また、直接的にその放射を測定することができる。

レーザー光の強度を調節することによって、不完全性がもたらした変異を修正し、より理想的な信号を発生することができる。その際に、チームは、量子暗号や他の応用で要求されるように、レーザー調整量子ドットが、効率的に一回に1個の光子を生成できることを、初めて実証した。

この装置は現在まだ極低温を必要とし、また液体ヘリウム浴に入れる必要がある一方で、手のひらに入るほど十分にコンパクトであるので、やがて量子暗号応用に組み込むことができる簡潔な構成である。

A. Muller, W. Fang, J. Lawall and G.S. Solomon, "Emission spectrum of a dressed exciton-biexciton complex in semiconductor quantum dot",
「半導体量子ドット中の整列エキシトン-バイエキシトン複合体の発光スペクトル」
Physical Review Letters, 101, 027401 (2008), posted online July 11, 2008.

(出典 : http://www.nist.gov/public_affairs/techbeat/tb2008_0819.htm#qdot)

【エネルギー】技術開発戦略 欧州産業イニシアティブ

欧洲戦略的エネルギー技術(SET)計画 —提言から約1年、改めてその意義を説く—

欧洲委員会は2007年11月22日、欧洲戦略的エネルギー技術計画¹のための提言を採択した。それから1年近く経った2008年10月28日、欧洲委員会は改めてこの計画の意義を説き、提言に基づく取組の状況をプレスリリースした。

* * * * *

欧洲のエネルギーシステムを更に持続可能で安全なものにすることは、欧洲が直面する最大の課題の1つである。EU(欧洲連合)はこの問題に、エネルギーおよび気候パッケージで対処しようとした。それは、2020年までの一連の意欲的な目標を含んでいる。すなわち、1990年対比で温室効果ガス排出のレベルを20%削減すること、一次エネルギーの使用を(エネルギー効率の向上により)20%削減すること、再生可能エネルギーのレベルをEUにおける全最終エネルギー消費の20%にまで増加させること、輸送における再生可能エネルギーの使用レベルを少なくとも10%にすることである。

2007年11月、欧洲委員会は欧洲戦略的エネルギー技術計画(IP/07/1750, MEMO/07/494を参照)のための提言を採択した。エネルギー技術は、温室効果ガスの排出を削減し低炭素社会を実現するという欧洲の計画にとって主要な要素となるであろう。欧洲戦略的エネルギー技術計画(詳細はMEMO/07/493を参照)は、EUがその政治目的を達成するのに必要な技術を開発する役に立つ。それと同時に、エネルギーに対する新たなアプローチがもたらす機会から欧洲企業が利益を得る一助となるはずである。

Q : 欧洲戦略的エネルギー技術 (European Strategic Energy Technology: SET) 計画とは何か?

SET計画は2007年11月22日に欧洲委員会が提案したもので、新エネルギー技術の入手可能性を高めようとするものである。その目的は、エネルギー技術開発のための長期的な欧洲の枠組みを創設することにある。

SET計画は、欧洲委員会、欧洲の主要な研究機関や大学の研究能力、欧洲の産業界の参加および加盟国の約束を統合しようとするものである。技術と能力に関する信頼に足る情報に基づいて行動が取られる。

¹ NEDO海外レポート1018号「低炭素社会にむけて(EU) —欧洲の戦略的エネルギー技術計画—」参照。(http://www.nedo.go.jp/kankobutsu/report/1018/1018-06.pdf)

Q：誰がSET計画に関与しているのか？

①調整：欧州委員会

国別のエネルギー研究開発の取り組みが規模の経済から利益を得るために、欧州内でのより良い調整が必要である。欧州研究領域(European Research Area: ERA)-NET² やテクノロジー・プラットフォーム³といった最近の欧州委員会によるイニシアティブは、汎ヨーロッパ協力を結集するための重要なステップである。

欧州委員会はすでに、具体例として参考になるような重要なイニシアティブを実施している。たとえば、欧州核融合研究プログラムおよびその最重要的事業である「ITER(イーター)」⁴；单一欧州航空管理研究プログラム⁵；ポリジェネレーション⁶や燃料電池など、建物、輸送および産業におけるエネルギー変換効率の向上および最終消費者向け装置・システムの大量普及を目指した「燃料電池・水素ジョイント・テクノロジー・イニシアティブ(官民共同技術開発計画)」⁷；および航空機の環境に及ぼす影響に関する「クリーンスカイ」ジョイント・テクノロジー・イニシアティブ⁸がある。

②研究：欧州エネルギー研究同盟 (The European Energy Research Alliance)

主要な国立研究所が協力して設立した欧州エネルギー研究同盟は、プロジェクトで協働するという今日のモデルから、プログラムの共同実施という新たなパラダイムへ移行しようとしている。同盟は、エネルギー技術の開発に影響を与える多数の科学領域をカバーすることができるようになる。

③産業：欧州産業イニシアティブ (The European Industrial Initiatives)

1)風力、2)太陽エネルギー、3)バイオエネルギー、4)二酸化炭素の回収、輸送および貯留、5)電力網および6)核分裂という6つの新たな欧州産業イニシアティブにより、適切な資源と参加者を特定の産業部門に集中して、エネルギーの研究および革新を推進する計画である。

² 国レベルと地域レベルで実施されている研究活動をネットワーク化し、双方の研究プログラムを公開することによって、国と地域レベルの研究の連携・調整を強化することを目的としている。NEDO海外レポート1012号「欧州におけるエネルギー研究の現状と展望(EU)-概要など」参照。<http://www.nedo.go.jp/kankobutsu/report/1012/1012-07.pdf>

³ NEDO海外レポート997号「欧州テクノロジー・プラットフォーム」参照。<http://www.nedo.go.jp/kankobutsu/report/997/997-02.pdf>

⁴ イーター(国際核融合実験炉)は、核融合エネルギーの科学的、技術的実現可能性を実証するための国際的な共同研究開発プロジェクトである。欧州委員会(EURATOM(欧州原子力共同体)が代表)、日本、中国、インド、韓国、ロシアおよびアメリカが参加し、フランス南部の Cadarache に建設される。(参照：<http://www.iter.org/>)

⁵ Single European Sky air traffic management research programme: SESAR

⁶ 複合的なエネルギー・物質併給施設。例えば熱・電気・水素の同時供給システム。

⁷ NEDO海外レポート1015号「EU、水素自動車の開発に官民のパートナーシップを活用」参照。<http://www.nedo.go.jp/kankobutsu/report/1015/1015-06.pdf>

⁸ NEDO海外レポート1019号「官民の共同研究プログラム「クリーンスカイ」JTIが離陸(EU)」参照。<http://www.nedo.go.jp/kankobutsu/report/1019/1019-03.pdf>

④加盟国：戦略的エネルギー技術に関する運営グループ (The Steering Group on Strategic Energy Technologies)

加盟国は SET 計画の実施を誘導する。戦略的エネルギー技術に関する運営グループはハイレベルの政府代表者で構成され、欧州委員会が議長を務める。同グループは、国レベル、欧州レベル、国際レベルでの取り組みの統合を推進する。加盟国および欧州委員会は、共同行動を計画し、政策およびプログラムを調整することができる。

⑤情報：戦略的エネルギー技術情報システム (The Strategic Energy Technologies Information System: SETIS)

欧州委員会は、定期的に更新される情報システムを設立、運営し、万人に開示することになっている。これは技術を図式化して、最新の状況、技術導入に対する障害、および既存技術の新たな可能性に関する情報を提供するものである。SETIS はまた、財政状況および人的資源に関する最新情報も提供する。こうしたシステムにより、欧洲のエネルギー技術開発の進捗状況を精力的にモニターし、有効に政策決定を支えることができるようになる。

Q：欧州はエネルギー技術の開発にいくら投資しているのか？

エネルギー技術への正確な投資額を述べるのは、現段階では難しい。欧州の第 7 次研究開発フレームワーク計画⁹ (2007-2013 年)には、エネルギー研究に直接使用される分だけで、毎年平均して約 8 億 8,600 万ユーロの予算がある。予算は国によってまちまちである。非核研究には最大 23 億 5,000 万ユーロが計上されている(2007-2013 年)。Euratom の予算は 27 億 5,100 万ユーロ(2007-2011 年)で、その大部分は核融合に関する国際イーターに使用される (19 億 4,000 万ユーロ)。

Q：今後 EU の予算から更に多くの資金がエネルギー研究に投じられるのか？

まず初めに、現在割り当てられている資金を有効利用しなければならない。SET 計画の実施は、欧州の技術革新推進拠点が分断されている状態を克服し、協力と競争のバランスを全体として向上させる役に立つ。焦点となる課題への取り組みを奨励し、異なる助成スキームや資金の調整を行えば、投資を最適化し、能力を確立し、開発段階の違う様々な技術に対する資金援助を確実に継続する一助となる。

しかし、追加的な財政的支援の発動に対する問題にも言及しなければならない。

新エネルギー技術の開発を加速するのに必要な資金は、予測するのが難しい。というのも、資金の額は現在の資源の市場価格の推移や、進行中あるいは将来の研究の結果によるからである。しかし、現行の投資レベルより増加することは確実である。

⁹ 7th Framework Programme for research(FP7)

最近の研究(たとえば、スターンレポート¹⁰、気候変動に関する政府間パネル(IPCC)による報告書、および国際エネルギー機関(IEA)からの各種報告書)は、エネルギー研究に対する投資の増加(少なくとも現行の2倍)は、十分な利益を生み出すことを確認している。またスターンレポートは、研究の中で可能性が見いだされた利益を実現する(そして、新技術のコスト削減につなげる)ために、インセンティブの導入を2~5倍にすることを勧告している。

2009年の初頭、欧州委員会は、低炭素技術への資金援助に関する提案を提出する計画である。それは、資金の必要性と拠出元を提示するものであり、民間の投資に梃子入れし、資金源間の調整を強化し、追加資金を調達するための可能性のある道を提案するものである。

Q: 6つの欧州産業イニシアティブとは何か?

欧州委員会は2008年、コミュニティ(欧州連合)レベルでの作業が最も付加価値をつける部門をターゲットとした6つの新たな欧州産業イニシアティブを立ち上げることを提案する。すなわち、集合的(集団的)に取り組むことにより、その障害、投資規模および発生する可能性のあるリスクがより良く解決され得る技術である。

6つのイニシアティブは以下の通り。

- ・**欧州風力イニシアティブ:**大型タービンおよび大型システムの実証に焦点を当てる。主として洋上風力に適用して、最大規模の風力タービンによる発電能力を2倍にする。
- ・**ソーラー・ヨーロッパ・イニシアティブ:**太陽光発電および集光型太陽熱発電の大規模実証に焦点を当てる。大規模太陽光発電および集光型太陽熱発電が商業化段階にあることを実証する。
- ・**バイオエネルギー・ヨーロッパ・イニシアティブ:**全体的なバイオ燃料の使用戦略の状況の中で、「次世代の」バイオ燃料に焦点を当てる。第2世代のバイオ燃料を、その生産の持続可能性を尊重しつつ、化石燃料に代わる競争力のある代替エネルギーにする。
- ・**欧州二酸化炭素回収、輸送および貯留イニシアティブ:**ゼロエミッション化石燃料発電所の産業規模での実現可能性を証明するために、効率、安全および国民の受容を含む全システムの要件に焦点を当てる。全システム効率や先進的な研究を含む産

¹⁰ 元世界銀行のチーフエコノミスト、ニコラス・スターン卿が英国政府の依頼により作成した、気候変動が経済に及ぼす影響についての報告書(The Economics of Climate Change)で、2006年10月に発表された。同報告書の概要(Executive Summary)の日英併記版は以下を参照されたい。
http://www.env.go.jp/earth/ondanka/stern_review/es/es-ej-1.pdf ;
http://www.env.go.jp/earth/ondanka/stern_review/es/es-ej-2.pdf ;
http://www.env.go.jp/earth/ondanka/stern_review/es/es-ej-3.pdf ; および
http://www.env.go.jp/earth/ondanka/stern_review/es/es-ej-4.pdf

業規模での実証を通じて、二酸化炭素回収、輸送および貯留のための技術の商業的利用を可能にする。

- ・**・ 欧州電力網イニシアティブ**：蓄電を含むスマート電力システムの開発、および欧州送電網用の研究プログラム実施のための欧州センターの創設に焦点を当てる。再生可能で分散したエネルギー源の大規模統合に対応できる、単一でスマートな欧州電力網を可能にする。
- ・**持続可能な核分裂イニシアティブ**： Generation-IV¹¹技術の開発に焦点を当てる。核分裂技術の競争力を維持しつつ、廃棄物管理問題に対する長期的な解決策を模索する。

Q : 2009 年に向けた計画は？

以下の主要なステップ、およびこれまでに確立された全てのイニシアティブと事業は継続する。

① 欧州エネルギー技術サミット

進捗状況をレビューするために、2009 年に欧州エネルギー技術サミットが開催される予定である。このサミットは、全ての利害関係者だけでなく欧州の研究所、金融業界および国際パートナーの代表者を革新的な全システム（産業から消費者まで）に結集する。

② 欧州エネルギーインフラのネットワークとシステムの移行のための計画

欧州委員会は 2009 年に協調行動を要請する。

翻訳：吉野 晴美

出典：Energy for the Future of Europe: The Strategic Energy Technology (SET) Plan
(<http://europa.eu/rapid/pressReleasesAction.do?reference=MEMO/08/657&format=HTML&aged=0&language=EN&guiLanguage=en>)

¹¹ 第 4 世代原子力発電システムのこと。米国エネルギー省原子力エネルギー・科学技術局のマグウッド局長が、1999 年の原子力学会でその開発を提唱したといわれる。第 1 世代＝初期の原型炉、第 2 世代＝商業発電炉、第 3 世代＝改良型軽水炉。第 4 世代の原子炉は、高経済性、安全性強化、廃棄物の最小化、核拡散抵抗性という特徴をもつ次世代のシステムである。（参照：松井一秋、鈴木聖夫、「第 4 世代（Generation IV; GEN-IV）原子力発電システムについて」、<http://www.aec.go.jp/jicst/NC/iinkai/teirei/siryo2000/siryo42/siryo2.htm>）

【エネルギー】 水素 電気分解

高温電気分解の重要な水素マイルストーンを達成(米国)

米国エネルギー省アイダホ国立研究所(INL : Idaho National Laboratory)の研究者チームは、高温電気分解(HTE : High-Temperature Electrolysis)による水素生産の成功で重要なマイルストーンを達成した。統合実験拡張装置が、毎時 5.6 立方メートルの割合で水素を生産し始めた時に、このマイルストーンに到達した。

水素は多くの面で工業利用されている。そして、やがて二酸化炭素を排出しない自動車の動力源としてガソリンのような化石燃料に取り替わるであろう。しかし、大量の水素を生産する環境に優しい方法は、いまだ発見されず大きな問題である。産業用の水素は、昔から、化石燃料に依存する、副産物として二酸化炭素を生成するプロセスによるメタンの分割により生産されている。

アイダホ国立研究所では、高温電気分解を使用して、水蒸気を水素と酸素へ分割する環境に優しいプロセスを開発するための研究を行っている。次世代原子力発電所(高温ガス炉)に結合された高温電気分解装置は、水素を生成するために熱と発電所の電力の一部分を使用する。「高温電気分解は、二酸化炭素を発生せずに、水素を生産する一つの方法である」と、DOE 核エネルギー局核水素イニシアチブの一環である高温電気分解プロジェクトを率いる INL の核物理学者スティーヴン・ヘリングは述べる。

この高温電気分解は、もともと固体電解質型燃料電池のために開発された技術を使用して、水素を非常に効率的に生産するシステムである。HTE は、水を水素と酸素に分割するために、水に電流を流して水素を生産する従来の電気分解に大きな改善をほどこした方式であり、次世代原子力発電所(高温ガス炉)のようなクリーンな電力源と結合して、HTE は 45~55 パーセントの効率で水素を生産することができる。

INL の高温電気分解チームは、最近、拡張した高温電気分解水素プラントである、統合実験拡張(ILS : Integrated Laboratory Scale)装置の最初のテストを終えて、本格運転でマイルストーンを達成した。ILS プラントは、1 時間当たりおよそ 500 グラムの水素を生成する。「これは多いようには聞こえない。しかし、水素は軽い材料である」とヘリングは語る。チームが ILS で研究した結果は、毎秒 2.5 キログラムの水素を生産することができるフルスケール・プラントの設計を支援する。自動車では、水素 1 キログラムは概算で 1 ガロンのガソリンと同じエネルギー量を持っている。

この高温電気分解実験は、4 年前に直径およそ 1 インチの一つの小さなボタン電池から始まった。その時以来、チームは、単一ボタンから一連のスタックまで電池の形状を変更

してきた。水蒸気はスタック 1 層おきに流され、水素と酸素を生産するために分割される。セラミック膜の反対側に、セラミック電解質を通って移動した酸素イオンは通常の空気を使用して運び去られる。

单一セルからスタックへの形状の変更は大きなステップであった。「かっての小さなボタン電池から、現在我々が運転している水素生産は 15,000 倍以上に増加した。しかし、さらに 15,000 倍の増加が必要である」とヘリングは述べた。

ILS 装置は、旅行用トランクの寸法の高温熱流箱に収まる 720 個のセルを組込んである。全出力で運転する時、ILS は、単位時間に 500 グラムの水素を生産する電気分解セルに電流を供給するのに 15kW のエネルギーを消費する。チームは、電気分解セルをより効率的にすることにより、このエネルギーを低減する方法に取り組んでいる。入口での水を加熱するために ILS 出口から熱を転送するために熱交換器を加えることも計画し、その循環プロセスの作成で、水蒸気を作るのに必要な電力を削減し、システムは以前より 20 パーセント少ない電力使用を可能にした。

最も大きな問題は腐食に耐性がある固体酸化物セルを作ることである。セルは 800°C で作動するので、この厳しい高温環境での長時間の使用は、セルの効率的な水素生産を速やかに低下させる。チームは、2,000 時間あるいは 3 か月の間作動したセルスタックをテストしている。しかし、商用の高温電気分解プラントをコスト効率良く使用するためには、セルは 2 年間運転させなければならないと、ヘリングは述べる。

高温電気分解の水素の潜在的な応用はたくさんあり、HTE 自身でこのような大量のレベルで水素を生産する能力を証明したことで、その多くの応用が実現に近づいている。水素は一般に液体燃料の生産を支援するために使用されている。さらに、重質油からガソリンやディーゼル燃料を生産するには大量の水素と水蒸気を必要とするので、カナダのアルバータ州アサバスカタールサンドからの燃料を改質するのに有用なことが証明されるであろうと、この HTE プロジェクトを率いるアイダホ国立研究所フェローのスティーヴ・ヘリングは語る。

今回の達成は、アイダホ国立研究所の初期の小規模実験から大きく拡張して行われた。このマイルストーンの達成で、HTE プラントは、エネルギー生産革新のための多くの扉を開くことを可能とし、DOE の「水素経済」の包括的目標に貢献している。「HTE は、やがて燃料電池自動車に純粋な水素を供給するであろう、しかし、それはまだ長い道のりであろう」とヘリングは語った。

(出 典 : https://inlportal.inl.gov/portal/server.pt?open=514&objID=1555&mode=2&featurestory=DA_150378)

【エネルギー】 省エネルギー

「正味ゼロ」エネルギーの環境ビル研究開発検討課題を発表(米国)

全米科学技術委員会(NSTC : National Science and Technology Council)は、建築部門からの温室効果ガス排出量および他の有害な汚染物質を削減する一方で、天然資源の使用を減少させ、室内環境を向上させる研究開発活動について記述した報告書を公表した。

この報告書、「正味ゼロエネルギーの高性能環境建物の連邦研究開発検討課題：Federal R&D Agenda for Net-Zero Energy, High-Performance Green Buildings」¹は、大統領府(EOP : Executive Office of the President)の科学技術政策局(OSTP : Office of Science and Technology Policy)の支援により NSTC 建築技術研究開発小委員会によって作られた。

商業用および居住用の建築物は、世界のエネルギーのおよそ 3 分の 1 を消費している。特に、米国の建物は、電力の 72 パーセントを含んで、米国の全エネルギー消費の 40 パーセント以上の割合を占めている。もし現在の傾向が継続すれば、2025 年までに、世界中の建物は、輸送と産業部門を合計した値と同じエネルギー量を消費して、世界のエネルギーの最大の消費者になるであろう。

「米国がそのエネルギー目標を達成するために重要な建築部門での省エネルギーと再生可能エネルギー技術において、その飛躍的進歩を達成するためには、民間部門との強い協力と同様に、協調した連邦の取り組みが必要不可欠である」と、米国エネルギー省建築技術プログラム研究管理者で NSTC 小委員会副委員長のジェローム・ディオンは述べた。

「建物のエネルギー性能を向上させるための包括的な研究開発基盤を規定するに際し、この報告書は、全体的なエネルギーおよび環境問題への取り組みへの政府の包括的アプローチを促進させる。この報告書は、我々の全体的なエネルギー・システムの最大のものの一つであり、しばしば見落される要素である、建物の効率に取り組んでいる」 OSTP 技術担当次長で NSTC 技術委員会副委員長のリチャード・ラッセルは述べた。

「NSTC 建築技術研究開発小委員会は、建物の性能と持続可能性を劇的に向上させることができる技術と設計の実践を加速する、積極的であるが達成可能な検討課題を確立した」と米国商務省国立標準技術研究所建築・防火研究所所長で NSTC 小委員会副委員長のシャム・サンダーは語った。

¹

<http://www.bfrl.nist.gov/buildingtechnology/documents/FederalRDAgendaforNetZeroEnergyHighPerformanceGreenBuildings.pdf>

このNSTC報告書の中で概説された重要な目標は、環境にやさしい製品や手段を推進し、建物の性能設計基準を満たす一方で建築材料の廃棄物を削減して、エネルギー、水および他の天然資源の使用を大きく縮小することを可能とする技術、ツールおよび実践法の開発を含んでいる。

この検討課題は、使用から発想された基礎研究、応用研究、計測学、開発、実証および製作を含む、幅広い領域の研究開発活動を通して、これらの目標を支援することを求めている。

この報告書は、さらに広範囲な容認への障害に取り組み、現在の建築分野の実践法を変更するための政策の選択肢を調査している。例えば、州や地方レベルでのモデル建築コードおよび規制基準の改訂あるいは妥当性の再確認は、建物の高性能技術の採用および全体的な設計手法の採用を加速することができる。

これらの新しいアプローチと技術は、コスト効率が良く、確立した性能設計基準に合致し、導入、運用、かつ維持が容易でなければならない。これらの目標の達成は、将来の社会の持続可能性に寄与して、新しい建物の設計および既設建築物の改築の両方を向上させる。

この報告書は、より効率的でより高性能の居住建物および商業ビルを可能にする連邦研究開発を促進させるために、エネルギー政策法2005(EPAct 2005, Public Law No. 109-58)およびエネルギー自立・安全保障法2007(EISAct 2007, Public Law No. 110-140)の規定に対応する。

この報告書は下記で見つけられる：

<http://www.bfrl.nist.gov/buildingtechnology/documents/FederalRDAgendaforNetZeroEnergyHighPerformanceGreenBuildings.pdf>.

全米科学技術委員会について：

全米科学技術委員会(NSTC)は1993年11月23日に大統領命令によって設立された。この政府レベル委員会は、大統領が、連邦研究開発事業の多様な部分にわたる科学技術を調整する際の重要な手段である。大統領の代理として、科学技術政策局(OSTP)局長によって統括され、NSTC委員は、副大統領、閣僚、重要な科学技術に責任を持つ局長および他のホワイトハウス高官から構成されている。NSTCの重要な目標は、情報技術や健康研究から、交通システム向上ならびに基礎研究強化にまで及ぶ分野への、連邦科学技術投資のための明瞭な国家目標の設立である。この委員会は、複数の国家目標の遂行を目指した投資パッケージを形成するために、連邦機関を横切って調整された研究開発戦略を準備する。

(出典：http://www.nist.gov/public_affairs/releases/netzero102208.html)

【環境】 地球温暖化

地球の大気メタン濃度が再び上昇（豪州）

この8年間ほぼゼロ成長を続けていた大気メタン濃度が再び上昇を始めた¹。

「これは今後の地球温暖化にとって良いニュースではない」と、米国地球物理科学連合(AGU)の速報誌「*Geophysical Research Letters*」に発表された論文「Renewed growth of atmospheric methane」の共著者である、オーストラリア連邦科学産業研究機構(CSIRO)²のPaul Fraser博士は話す。

「ここ数年、影響の大きい温室効果ガス、つまりメタンとフロンガスの上昇率は鈍化していた。このことにより、特に発展途上国における化石燃料消費が主な原因となっている二酸化炭素の大幅な増加分が相殺されていた。」

「メタン濃度が再び増加を始めたため、地球温暖化は加速するかもしれない。」

メタンは二酸化炭素に次いで影響が大きい大気中の温室効果ガスであり、産業革命以降に排出され地球温暖化に寄与した温室効果ガスの約20%を占めている。

メタンは、自然湿地、水田、牛、森林・草地の火災、炭鉱、天然ガスの漏洩・使用などの要因により、大気へと排出される。

「過去10年、これらのメタン排出量は、大気の酸化や乾燥土壤に吸収されるメタン量と、ほぼ均衡がとれていた」とFraser博士は話す。

「この繊細な均衡が保たれてきたことで、大気メタン濃度はこれまで殆ど上昇してこなかった。化石燃料の使用や、牛、水田などの幾つかの排出源は一見増加してきているが、それ以外の排出源、特に熱帯の自然湿地などは減少を続けていた。しかし2007年は、排出量合計が吸収量合計を上回り、メタン濃度が再び上昇し始めた。」

CSIRO、ならびに、マサチューセッツ工科大学、スクリップス海洋研究所及びブリストル大学の協力者により実施された地球データの最新分析結果によると、このメタン上昇の要因の少なくとも一部に、北半球高緯度からのメタン放出増加があることが示唆されていると、Fraser博士は話す。

¹ 地球温暖化係数（二酸化炭素を基準として、その気体の大気中における濃度あたりの温室効果の100年間の強さを比較したもの）では、メタンは二酸化炭素の21倍となっている。

² CSIRO: Commonwealth Scientific and Industrial Research Organisation

「北極冰原の急速な融解によって湿地帯の排出源がより高緯度地域に出現し、そのことによりメタン増加が起きることは予測されていた」と Fraser 博士は話している。

「メタン増加の別の要因としてありうるのは、大気酸化が弱まっている可能性である。その原因はまだ判明していないが、始まったと予測されているオゾン層の回復が関係しているかもしれない。」

IPCC（気候変動に関する政府間パネル）³は、研究の重点分野として、メタン濃度の上昇率が違う要因を理解する必要性を指摘してきた。「実際には、科学者達はこれらのメタンの違いについて、ごく基礎的なことを理解しているのみである」と Fraser 博士は話す。

「メタンの気候変化に対する将来の寄与を予測するためには、特に熱帶・寒帯地域における質の高い観測を継続的に行なうことが、最新の気候モデルへの入力データとして、またモデルの検証として必要である。」

CSIRO と気象局の協力で運営されているオーストラリア気象・気候研究センター(CAWCR)⁴のサイトも参照されたい。

翻訳・編集：NEDO 研究評価広報部

出典：<http://www.csiro.au/news/GlobalMethaneRising.html>

(Copyright © Commonwealth Scientific and Industrial Research Organisation (CSIRO), All rights reserved. Used with Permission.)

³ IPCC: The Intergovernmental Panel on Climate Change

⁴ the Centre for Australian Weather and Climate Research (CAWCR):
<http://www.cawcr.gov.au/index.php>