

2006.5.24

BIWEEKLY

978

NEDO 海外レポート

I. テーマ特集 — ナノテクノロジー —

1. 欧州連合(EU)のナノテクノロジーの動向(NEDO パリ事務所)	1
2. 「ナノテク商業化による経済開発促進」に関する公聴会概要(米国) (NEDO ワシントン事務所)	13
3. 欧米のナノエレクトロニクス技術商業化の最近の展開	21
4. 米国とヨーロッパの量子ドット応用開発(米国・EU)	26
5. 水素生産の太陽と風力エネルギー技術 その4 光電気化学水素生産(米国)	33
6. 化学反応を分子毎に制御するためにプローブを使用(米国)	39
7. バークレー米国立研究所が分子ファウンドリーを開設(米国)	41
8. 触媒ナノ粒子化学反応のモデル化(米国)	43
9. ドイツにおける新材料研究開発(ドイツ)	45
10. EU 研究技術開発フレームワーク・プログラム ナノ科学とナノテクノロジー(EU)	48

II. 個別特集

1. 「Microlithography 2006」参加報告 (NEDO 電子・情報技術開発部)	53
2. 「ベトナム国際環境技術展」出展報告 (NEDO 国際事業統括室)	56

III. 一般記事

1. エネルギー	
幅1メートルの画期的な都市型自動車の試作(英国)	59
欧州委、EU 共通エネルギー戦略案を提示(EU)	62
2. 環境	
消毒石鹼の成分が汚泥リサイクルにより農業に影響(米国)	64
3. 産業技術	
ヒトゲノムの最も複雑な一領域の解析をするための新手法(米国)	66
NIST と ORNL は新しい核医学研究所を開設(米国)	69
初期応答者を追跡支援する RFID タグ(米国)	71
月探索ロボットをイタリアと中国共同で製作(イタリア)	72

IV. ニュースフラッシュ :

米国—今週の動き: i 新エネ・省エネ ii 環境 iii 産業技術 iv 議会・その他	74
--	----

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 情報・システム部 E-mail : g-nkr@nedo.go.jp Tel.044-520-5150 Fax.044-520-5155

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】

欧州連合(EU)のナノテクノロジーに関する動向

ーテクノロジー・プラットフォームー

NEDO 技術開発機構 パリ事務所
深澤 和則

2004年5月に欧州委員会(EC)は「欧州のナノテクノロジー戦略に向けて」“Toward a European Strategy for Nanotechnology”を発表した⁽¹⁾。これは欧州がナノテクノロジーにおいて世界をリードするためには今後何が必要かの観点から、特にナノテクR&Dの成果を産業化するための課題を中心に提唱している。

この「ナノテクノロジー戦略」を受けて2005年6月にECから「ナノサイエンスとナノテクノロジーに関する欧州行動計画 2005-2009年」“Nanosciences and nanotechnologies: An action plan for Europe 2005-2009”が発表された^(4,5)。

これは欧州がナノサイエンス・ナノテクノロジー(N&N)の研究開発(R&D)及びイノベーションにおいて、日米と競い世界をリードするために、N&Nが健康、安全、環境に及ぼす影響など社会的問題に留意しつつ、N&N R&D及びイノベーションを促進させるための欧州5ヵ年行動計画である。

今回はこの「ナノテクノロジー戦略」と「行動計画」に沿ったEUの動きとして、2005年9月「ナノメディスン・テクノロジープラットフォーム NanoMedicineのビジョン」、2005年11月「サステナブルケミストリー・テクノロジープラットフォーム SusChemの戦略的研究アジェンダ」、2005年12月「ナノエレクトロニクス・テクノロジープラットフォーム ENIACの戦略的研究アジェンダ」、及び2006年1月「FP6 ナノテクロードマップ・プロジェクト NRM」を紹介する。

1. 「欧州のナノテクノロジー戦略に向けて」

2004年5月に策定されたこの戦略では、過去10年間、EUはナノサイエンス分野で多くの成果を上げてきたが、このままでは日米に比してEUのナノサイエンス・ナノテクノロジーにおける優位性を保てるかは疑わしくなっている。特に、欧州のR&DがEUレベルと国レベルの様々なプログラムと予算原資からなるため、日米に比してR&Dに一体感がなくなっているところに問題があり、EU産業界の競争力強化を図るためには、早急にアクションを取る必要があるとした。

また、この戦略が2000年のLisbon2000宣言「知識ベースの欧州経済社会の構築」の実現に向けての牽引となること、また今回のアクションは「持続的開発に向けて」のGothenburg 2001、及びBarcelona 2002「2010年までにEUのGDPの3%を研

究投資する目標」に沿ったものであると強調した。

アクションの内容としては「研究開発の強化：第7次フレームワーク計画（2007～2013年）での**ナノテク R&D の強化**」「インフラ整備」「人材養成」「産業革新」「社会的要請」「国民の健康・安全・環境」「国際協力」とした。

2. 「ナノサイエンスとナノテクノロジーに関する欧州行動計画 2005－2009 年」

行動計画の概要は以下の通り。

- － **研究開発 R&D とイノベーションの促進**：EC は第7次フレームワーク計画(FP7)における N&N R&D 予算を現在の第6次フレームワーク計画(FP6)に比べて倍増する。
特に、FP7 の情報通信分野における**ナノエレクトロニクス**を優先する。また、ナノ医療、サステナブルケミストリー等の**テクノロジー・プラットフォーム**を促進させる。
- － **R&D インフラの整備**：EC は欧州の研究資源の集積を図り、世界的に競争力を持つ N&N R&D インフラを構築する。
- － **人材養成**：EC は N&N R&D のための学際的な訓練と教育を推進する。
- － **産業イノベーションの促進**：欧州標準機関と共同してナノテク標準化を推進する。
また大学－企業間の知的財産権取り扱いの改善を推進する。
- － **社会的課題 ‘期待とリスク’**：EC は健康、安全と環境の視点を N&N R&D に組み込む。N&N R&D に関する倫理レビューを徹底し、国民の懸念と期待が N&N R&D に考慮されるようにする。
- － **国民の健康・安全・環境と消費者保護**：EC は可能な限り早期の段階で国民の健康、安全性および環境上の N&N リスクを同定し、リスク評価に対するガイドラインなどを開発する。
- － **国際協力**：EC は標準化、リスク評価等の共通問題に関する国際的な対話を強化する。

3. ナノテク R&D データ

先の「ナノテク戦略」及び「行動計画」を補強するために EC の研究総局ナノサイエンス・ナノテクユニットはナノテク関連の予算データ及びフレームワーク計画 (FP) データを 2005 年 12 月に発表している⁽⁶⁾。

図1は世界のナノテク関連 R&D の公的予算額を示したもので、中国の3位、韓国5位、台湾7位とアジア勢のナノテク R&D における台頭が顕著になっている。

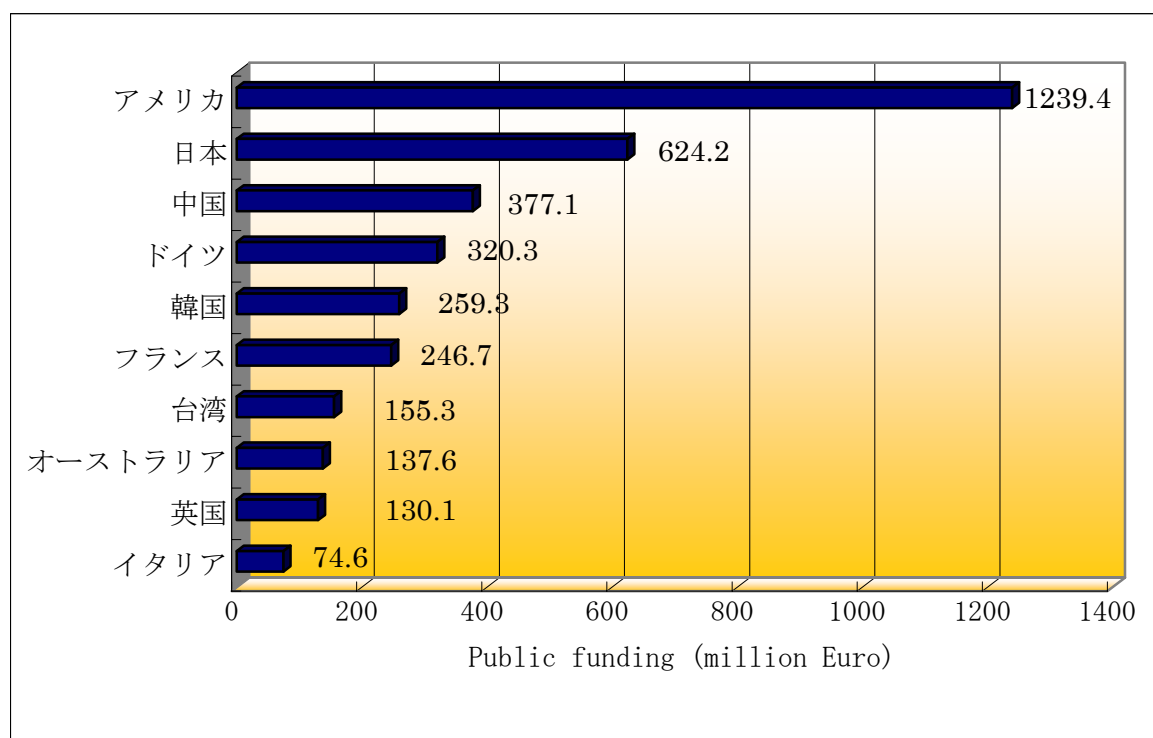


図 1. 2004 年の世界のナノテク関連 R&D 公的予算額 (出典：6)

図 2 は EU と日米とのナノテク関連 R&D 公的予算額の推移を示したデータ。2000 年から日米欧の増加とともにアジア勢の R&D 投資が始まっている。

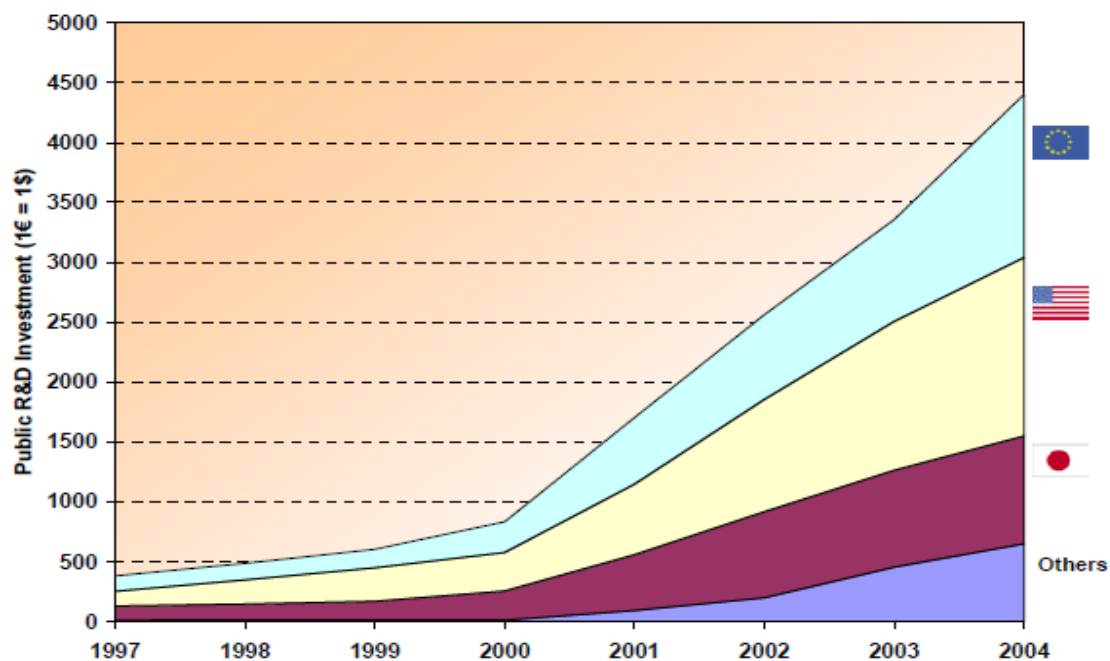


図 2. 世界のナノテク関連 R&D 公的予算額の推移 (出典：6)

図 3 の 2004 年データをみると公的予算では EU は日米に比べて優位であるが、民間 R&D 予算を含めると EU の民間 R&D 予算が少ない為に順位が逆転していることが懸念材料だとしている。

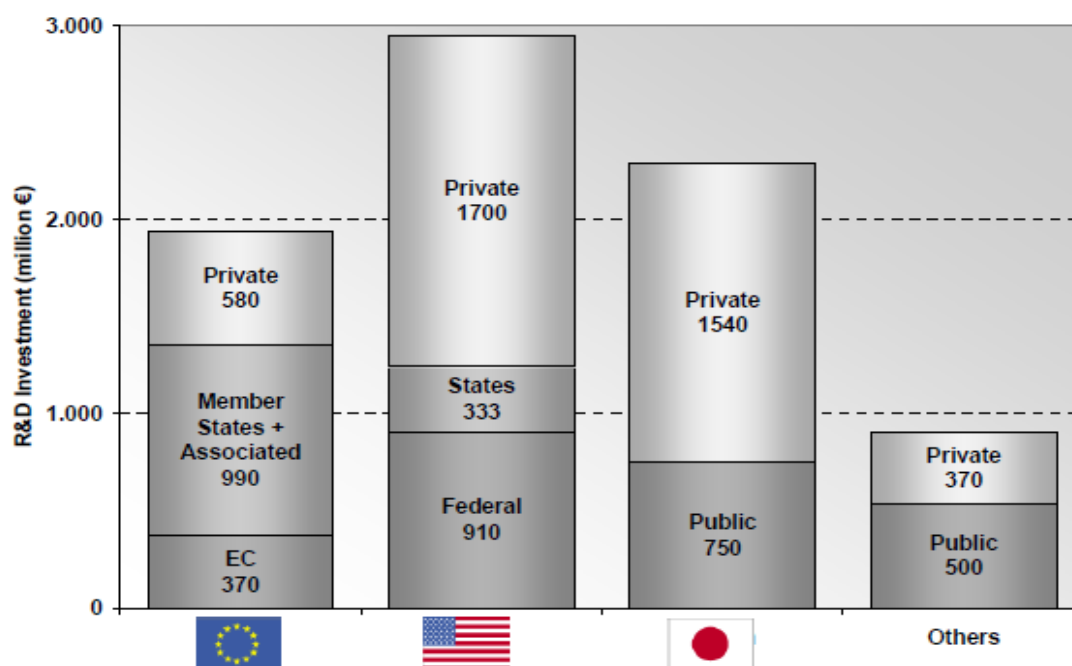


図 3. 2004 年の世界のナノテク関連 R&D の公的及び民間予算合計の比較（出典：6）

4. ナノメディスン・テクノロジー・プラットフォーム NanoMedicine

先のナノテク戦略に基づき 2005 年 9 月に、欧州のナノ医療関連のステークホルダー（企業、産業団体、大学、研究機関などの代表者）からビジョン・レポートが発表され⁽⁹⁾、ナノ医療分野のテクノロジー・プラットフォームとして NanoMedicine が設置された。

4.1 NanoMedicine ビジョン

ビジョンは 2020 年までのナノ医療のアプリケーションについての基本的な展望を示すとともに、ナノテクノロジーを医療に活用するための主要な研究開発課題を提示している。ナノ医療における 2020 年までの優先テーマは次の三つとされた。

- 画像技術を含めたナノテク・ベースの診断法：超早期の医療診断を単細胞レベルで可能とするための、ナノテク技術による生体内・生体外の効果的な診断。
- ターゲットドラッグデリバリー技術：体内の狙った細胞・受容体に直接、薬を投

与するためのナノテク技術。ナノパーティクルが有望。

―**再生医療**：健康な細胞へのダメージを最小限にするような細胞や分子レベルでの操作を可能とするナノテク技術。

三つの優先テーマにおいて、2020 年までの主要な展開を示している。ここでは「画像技術を含めたナノテク・ベースの診断法」の例を下図に示す。

2005 ↓	分子診断と画像化のための量子ドット 治療ポイント分析デバイス 生体外診断用統合ラボ・オン・チップ（サンプル作成を含む）
2010 ↓	投薬と画像化のための多機能ナノ粒子 全身画像のための臨床カメラ バイオミメティック・センサー カプセル化されたコントラスト・エージェンツ 治療用遺伝子導入ナノデバイス
2015 ↓	血液マーカー連続測定用移植可能デバイス 医療画像用マルチモード・カメラ
2020	

図 4. 「画像技術を含めたナノテク・ベースの診断法」 タイム・ライン（出典：9）

5. サステナブルケミストリー・テクノロジープラットフォーム SusChem

サステナブルケミストリーSusChem はバイオ化学分野のテクノロジー・プラットフォームとして 2004 年 7 月に設置された⁽³⁾。このテクノロジー・プラットフォームは欧州化学産業の競争力と持続可能性の強化を図るために、産学官パートナーシップを築き、「バイオインダストリー技術」「マテリアル技術」及び「反応・プロセス設計」の 3 分野の研究・革新、及び「横断的課題」に取組み、その戦略的研究アジェンダを 2005 年 11 月に発表した⁽¹⁰⁾。「マテリアル技術」ではそのなかの多くの研究課題が、

ナノサイエンスやナノテクノロジーに関係している。以下に戦略的研究アジェンダから「マテリアル技術」分野のナノテクについてみる。

5.1 戦略的研究アジェンダ「マテリアル技術」

マテリアル技術の優先研究テーマとして以下の 5 テーマの研究課題を挙げている。

- 物質特性の基礎的理解と制御**：ナノインターフェースの基礎的理解、ナノメタル粒子生成のためのナノストラクチャーポリマーの開発、ナノポーラス・ポリマー材のテンプレート設計、ドライ・ウエット・コロイド状態のナノ粒子の安定性と安全性の検証、触媒・電極・センサー・ガスインターフェースなどにおける表明特性の開発のための表面効果の理解など
- 物質のコンピュータ設計**：ナノマテリアルの大きな比表面積特性を活用した、ナノマテリアル表面化学の機能化
- 分析技術の開発**：単分子特性評価技術の開発、原子レベルでのナノマテリアルの成長をモニターできる機能の開発
- 実験室合成から大量生産技術へ**：ナノマテリアルの自己組織化・自己組成化・In-situ 生成機能による生産技術
- バイオ機能ナノコンポジット材料**：バイオ自己組成化技術、バイオセンサー・ドラッグデリバリー技術

6. ナノエレクトロニクス・テクノロジープラットフォーム ENIAC

ナノエレクトロニクスに関しては、2004 年 2 月に欧州を代表するエレクトロニクス企業の CEO と研究所の専門家から構成された EC（欧州委員会）ハイレベルグループが「EU の 2020 ナノエレクトロニクス ビジョン」“Vision 2020 – Nanoelectronics at the center of change”を提言し、同 6 月に最終発表された⁽²⁾。

これは、ナノテクノロジーの主要な応用分野であるナノエレクトロニクス産業に関する新しい欧州のイニシアティブについて、“国際半導体ロードマップ ITRS”に沿いながら、2020 年までのビジョンを示したものである。

ビジョンでは、欧州の全ての関係するステークホルダーは、欧州のナノエレクトロニクスの成功を確かにし、雇用と富の創出を得るために、ナノエレクトロニクスのテクノロジー・プラットフォームを早急に構築し、テクノロジー・プラットフォームは“戦略的研究アジェンダ”の策定をしなければならないと提言した。

このビジョンを受けて 2004 年 5 月にナノエレクトロニクス・テクノロジープラットフォーム ENIAC が設立され、2005 年 11 月に戦略的研究アジェンダ⁽⁸⁾が発表された。

6.1 戦略的研究アジェンダ

ENIAC の戦略的研究アジェンダが定める優先研究領域は次の 6 つで、解決すべき個々の技術課題が示されている。

- More Moore(ムーアの法則の限界)**：CMOS 技術の高度化で、国際半導体ロードマップ ITRS が見通している 2015 年で 32nm ノードあたりまでの技術を追求する。リソグラフィ、ロジック技術、DRAM、不揮発メモリーなど。
- Beyond CMOS(CMOS を超えて)**：2013 年ぐらいからスタートする 32nmCMOS 以降は、セルラーアレイ、量子コンピューティングなどのアーキテクチャー、新デバイス技術としてカーボンナノチューブ・トランジスター、スピントロニクス・トランジスター、単電子トランジスター、単電子メモリーなどの技術。またマテリアル技術としては自己組成によるレイヤーの製造など。
- More than Moore(ムーアの法則以外の技術)**：モバイル無線通信用 RF コンポーネント、高電圧入出力インターフェース、マイクロ電源、センサーやアクチュエーターなど MEMS のサイズ・ダウンによるナノ化 NEMS など。
- 異質なコンポーネントの統合**：システム・オン・チップ SoC サイズのシステム・イン・パッケージ SiP を実現し、チップ・レベルで異なるコンポーネントを一体化し多機能チップを可能にする。
- 設備と材料**：国際半導体ロードマップ ITRS を基本にして、「Beyond CMOS」、「More than Moore」、「異質なコンポーネントの統合」を可能にするために必要な技術や材料の研究開発。450mm ウエハーなど。

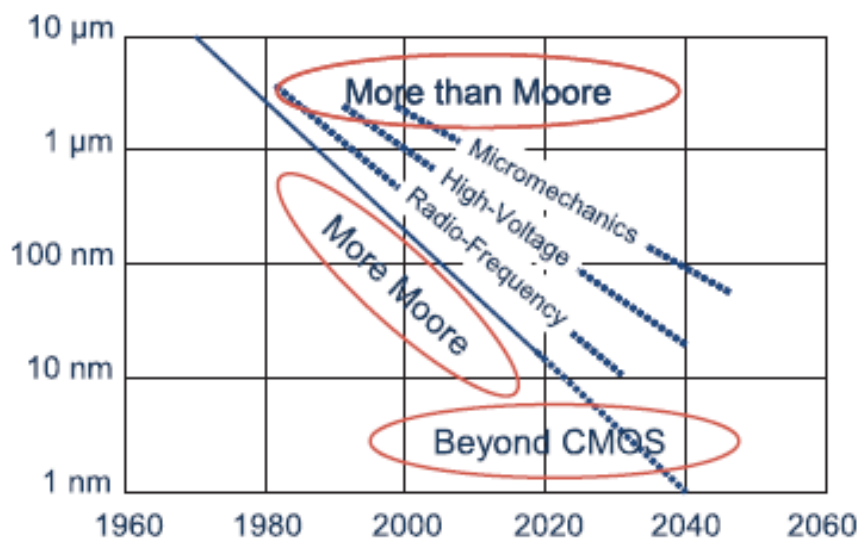


図 5. ENIAC ウエハー技術ロードマップ （出典：8）

- 半導体自動設計(EDA)**：特に SoC, SiP などの回路設計を行うには、現在最新の EDA

より遙かに高性能な EDA の開発が必要。

これらの優先研究テーマは第 7 次フレームワーク計画(FP7)に反映させるように提言している。また、優先研究テーマの研究開発費は現在の二倍ほどと評価している。これらの研究開発を「1.先端研究」→「2.新技術統合のための研究開発」→「3.アプリケーションの開発」→「4.プロトタイプの実成」という四つに分け、2005 年の官民の研究開発費と 2015 年に必要とみられる研究開発費を次の表に示している。

表 1. ナノエレクトロニクスの研究開発努力(2005 年と 2015 年、単位：100 万ユーロ)

	2005		2015	
	民間	公的	民間	公的
1.先端研究	80	175	140	420
2.新技術の統合	490	325	780	780
3.アプリケーションの開発	1980	0	3390	0
4.プロトタイプの実成	850	0	1290	0
合計	3400	500	5600	1200

(出典：8)

7. ロードマッププロジェクト NRM

第六次フレームワーク計画(FP6)のナノ科学・ナノテクノロジーのプログラムにおいて、Nanoroadmap プロジェクト(NRM)が「材料」「健康・医療」「エネルギー」の三セクターに関し 2015 年までのテクノロジー・ロードマップを作成するため、2003-2005 年にかけて実施された。

ドイツの VDE/VDI (ドイツ)、ナノテクノロジー・インスティテュート (イギリス)、Willems & van den wildenberg (オランダ/スペイン) などの技術コンサルタントが中心になり、欧州を中心に世界の 35 カ国の専門家 230 名に対するアンケート調査とセミナー討議を経て作成され、最終版が 2006 年 1 月に発表された⁽⁷⁾。三つのセクターにおける今後 10 年間の重要なナノテク・アプリケーションに関するロードマップを俯瞰することができる。

7.1 ナノ材料セクターのアプリケーション

材料セクターはナノ材料を、材料の種類やアプリケーションを考慮して以下の 13 分野に分類している。

「ナノ構造材料」「ナノ構造物質」「**ナノ粒子／ナノコンポジット**」「ナノキャプセル」「**ナノポーラス材料**」「ナノファイバー」「フラーレン」「ナノワイヤー」「単壁／多壁カーボンナノチューブ」「**デンドリマー**」「分子電気」「量子ドット」「**薄膜**」

この中から詳細なロードマップを作成するため、太字で示す四つのナノ材料に絞り込んで作業されている。

ロードマップは、各セクター共通で、2005 年、2010 年、2015 年時点の各アプリケーション開発状況を示している。

開発状況は「基礎研究レベル」「応用研究レベル」「実用化研究レベル」「量産化レベル」で示されている。また夫々の技術課題を示している。図 6 は「ナノポーラス材料」の 2015 年時点のアプリケーションの例である。

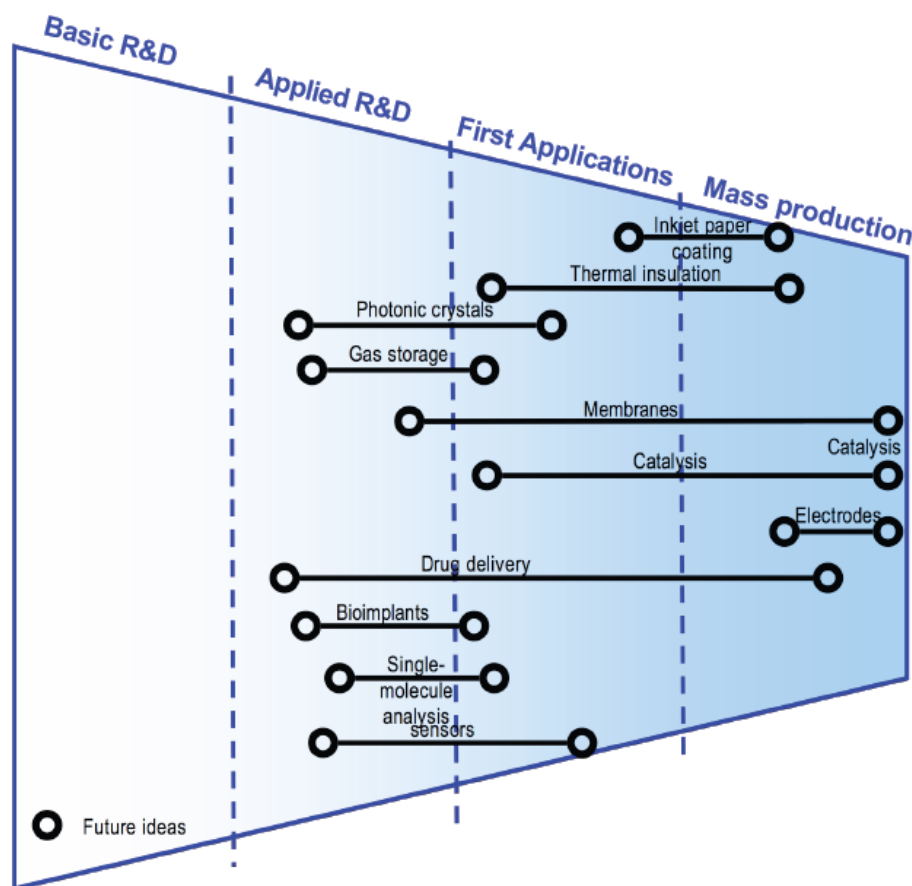


図 6. 2015 年時点での「ナノポーラス材料」アプリケーション（出典：7）

7.2 健康・医療セクターのアプリケーション

健康・医療（バイオ医療）セクターでは 11 の分野が代表的とされた。

「組織エンジニアリング／再生医療」「バイオ・ナノ構造物」「ドラッグカプセル／薬品投与／標的投与」「分子画像」「バイオフィotonics」「バイオコンパチブル・インプラント」「バイオミメティクス・メンブランズ」「バイオフィ分子センサー」「バイオチップス／大容量データ・スクリーニング」「ラボ・オン・チップス」「機能分子：スイッチ、ポンプ」

この中から詳細なロードマップを作成するため、以下の四つの分野が EU に重要として絞り込んでいる。

- ー薬品投与／インキャピュレーション／標的投与
- ー分子画像／バイオフィotonics／医療画像
- ーバイオチップス／大容量データ・スクリーニング／ラボ・オン・チップス
- ーバイオ分子センサー

7.3 エネルギー・セクターのアプリケーション

初めエネルギー・セクターは以下の「」で示す 10 分野に分類している。この中から、太字で示す四つが EU にとって戦略的なアプリケーションとして絞り込んでいる。

「**太陽電池**」「**燃料電池**」「**熱電素子**」「**二次電池**」/「スーパーキャパシタ」「水素貯蔵」
 「断熱と熱伝導」「窓断熱技術」「高素子効率照明」「燃焼」

8. 第 7 次フレームワーク計画 FP7

図 7 は、EU のフレームワーク計画（FP）におけるナノテク R&D 予算の推移を示したもので、2003 年を境に大幅に増加している。

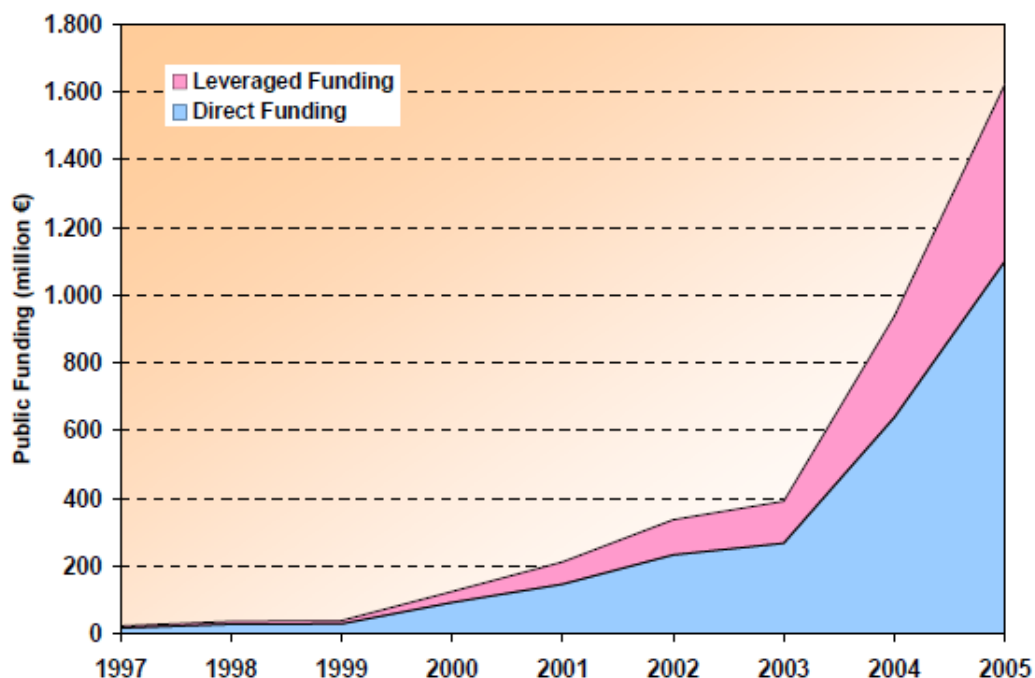


図 7. EU のフレームワーク計画（FP）のナノテク R&D 予算の推移（出典：6）
 （EU からの直接資金と参加企業の負担資金の推移を示す）

図8はフレームワーク計画における第4次FP4（1994～1998年）、5次FP5（1998～2002年）、6次FP6（2002～2006年）の分野別ナノテク関連予算の配分比率を示したものである。ナノエレクトロニクス、ナノバイオ/ナノメディスン、ナノマテリアルが主要3分野になってきている。

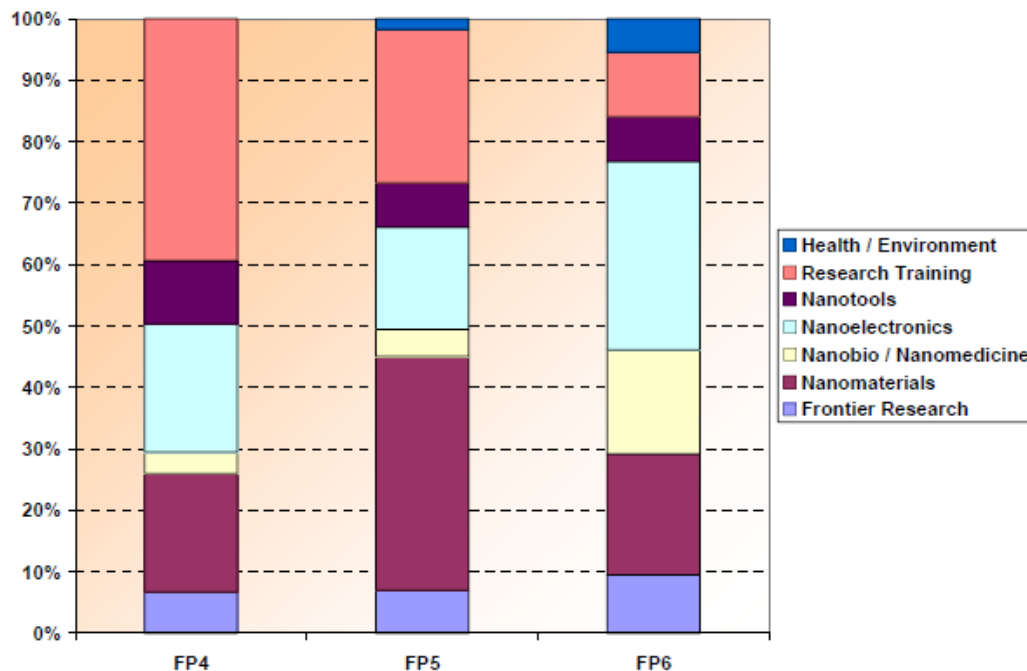


図8. フレームワーク計画の分野別ナノテク関連予算の配分比率（出典：6）

現在のFP6(2002～2006年)の予算は5年間16,270百万ユーロ(約2兆3千億円)。

一方、準備中のFP7は期間が7年間(2007～2013年)となり、予算規模は72,726百万ユーロ(約10兆円)と大幅な予算増加をECは当初案で要求した⁽⁴⁾。

そのうち「情報・通信技術」予算が最大で12,670百万ユーロ(1兆8千億円)、「ナノサイエンス、ナノテクノロジー、材料・新製造技術」の予算は4,832百万ユーロ(約6,800億円)、健康は8,317百万ユーロ(1兆8千億円)であった。

2005年12月には欧州閣僚理事会で2007～2013年EU全体予算が合意された。FP7の予算は47,781百万ユーロと当初要求額の66%台となっている⁽¹¹⁾。調整を経て2006年6月の欧州閣僚理事会で決定される予定である。

以上

参考資料

1. NEDO 海外レポート No.937 : 欧州のナノテクノロジーに関する動向 (その 1) - 欧州委員会「欧州のナノテクノロジー戦略に向けて」 - 2004.8.11
2. NEDO 海外レポート No.939 : 欧州のナノテクノロジーに関する動向 (その 2) - EC ハイレベルグループ作成 - 「EU の 2020 ナノエレクトロニクス ビジョン」 2004.9.8
3. NEDO 海外レポート No.941 : 最近の欧州化学産業界の動き - テクノロジー・プラットフォーム及び EU 新化学品規制案 - 2004.10.6
4. NEDO 海外レポート No.961 : 欧州ナノサイエンス・ナノテクノロジー行動計画 2005 - 2009 (1/2) 2005.8.17
5. NEDO 海外レポート No.962 : 欧州ナノサイエンス・ナノテクノロジー行動計画 2005 - 2009 (2/2) 2005.9.7
6. Some Figures about Nanotechnology R&D in Europe and Beyond : compiled by Unit G4 Nanosciences and Nanotechnologies European Commission, Research DG Version 8 December 2005
7. NRM Roadmaps at 2015 on Nanotechnology Application in The Sector of : Materials, Health & Medical Systems, Energy January 2006
<http://www.nanoroadmap.it/>
8. Eniac 2005 Strategic Research Agenda, First Edition November 2005
<http://cordis.europa.eu/ist/eniac/>
9. European Technology Platform on nanoMedicine : Nanotechnology for Health, Vision Paper and Basis for a Strategic Research Agenda for NanoMedicine, September 2005
<http://www.cordis.lu/nanotechnology/nanomedicine.htm>
10. Sustainable Chemistry Strategic Research Agenda 2005, November 2005
<http://www.suschem.org>
11. Multiannual Financial Framework 2007-2013 Fiche no.94,
Working Document of The Commission Services, Indicative breakdown of expenditure within individual headings and sub-headings, based on the European Council conclusions of December 2005 : 14 February 2006

【ナノテクノロジー特集】

上院商業・科学・運輸委員会の通商・観光・経済開発小委員会における 「ナノテク商業化による経済開発促進」に関する公聴会：概要

NEDO ワシントン事務所
松山貴代子

上院商業・科学・運輸委員会の通商・観光・経済開発小委員会は5月4日、「ナノテク商業化による経済開発促進」に関する公聴会を開催した。同公聴会の目的は、①ナノテクを主軸とする経済開発努力を考察し；②ナノテクノロジーの商業化がどのように高給職の創出や製品の品質改善をもたらしているのかを吟味し；③ナノサイエンスの商業化がコミュニティーのビジネス推進にもたらし得る経済的影響を検討することで、Gordon Smith 委員長（共和党、オレゴン州）は、ナノテク中心の経済開発で成功している州政府や市の代表、および、非営利団体の代表から意見を聴聞した。ここでは、Smith 小委員会委員長の開会の辞、民主党ランキングメンバーである Byron Dorgan 上院議員（ノースダコタ州）の発言、および、ナノビジネス同盟、ノースダコタ州とオレゴン州、および、ウッドロー・ウィルソン国際センターを代表する各証言者の発言と質疑応答について概説する。

< 開会の辞 >

Smith 委員長（共和党、オレゴン州）

ナノテク商業化による経済開発は、市民生活の質の改善や高給職の創出、および、米国の国際競争力強化を可能にするポテンシャルを持った有望分野であるが、残念ながら、米国連邦政府は今のところ、経済開発面におけるナノテクの潜在能力にはあまり注意を払っていない。これに対し、州政府や地方政府、および、コミュニティーレベルでは、ナノテク商業化や経済開発に焦点をあてたイニシアティブが40以上も存在する。ナノテクの進歩はまた、世界レベルでも明白であって、アジアや欧州の諸国はナノテク産業推進によって経済開発にてこ入れする為に著しい努力をしている。先頃発表された研究報告では、ナノテクは2014年までに、製造部門雇用の大半に影響を及ぼし、2兆ドル以上の製造業生産高に相当することになると指摘している。同時に、ナノテクの環境・健康・安全面（EH&S）での問題に対して懸念を表明する者がいることも事実である。ナノテク EH&S 問題は調査されるべきではあるものの、ナノテクという新興科学分野を不当に妨害するようなことがあってはならない。ナノテクがもたらし得るベネフィットを鑑みると、米国はこの技術でリーダーでなければならない。

Dorgan 上院議員（民主党、ノースダコタ州）の発言

パートナーシップと商業化に関する本日の公聴会は非常に意義あるもので、これを開催した Smith 委員長に感謝する。本日の証言者の一人である Philip Boudjouk 博士とは、5～6 年前に行われた EPSCoR（Experimental Program to Stimulate Competitive Research）計画に関する公聴会の後で、ノースダコタ州立大学（NDSU）をマイクロテクノロジーやナノテクノロジーの主力にする方法を論じあったが、それ以来、ノースダコタ州は大きく前進し、今では国防省との研究コントラクトを持つほか、NDSU 構内にはナノスケール科学工学センター（Center for Nanoscale Science and Engineering）を収容している。ファーゴ市には、今秋オープン予定の Alien Technology 社の無線 IC タグ（RFID Tag）生産工場の他、数多くのハイテク企業が拠点を置いており、世界トップクラスであるためにはニューヨーク州やマサチューセッツ州、テキサス州やカリフォルニア州に施設を置かなければならないという理由は全くない。ナノテクは赤ん坊のヨチヨチ歩きを始めたばかりであるが、自分は、ナノテクを含めハイテク商業化を目的とする、連邦政府研究機関と民間企業のパートナーシップ結成に多大な関心を持っている。

<パネルの証言>

ナノビジネス同盟(Nano Business Alliance)の Sean Murdock 専務理事の発言

ナノテク開発が他業界の推進に果たす役割は大きい。Lux Research 社では、ナノテクが 2014 年までに世界製造業生産高の約 15%にあたる 2.6 兆ドルを占めることになるかと予告している。ナノテクが生み出す職は高給職であり、Small Times 誌はナノテク部門の平均給与を年間 10 万ドルと算定している。こうした新雇用を獲得するため、州政府はハイテク企業誘致を期待して様々な投資を行っている。Lux Research 社によると、州政府と地方政府が昨年、ナノテク研究・施設・ビジネスインキュベーションに投じた額は 4 億ドルを超えるという。しかしながら、この 4 億ドルの内の大半は、新研究施設を建設する数件の大型プロジェクトに投資されており、新雇用創出に繋がるような官民パートナーシップへの投資は極一部にすぎない。ナノテク商業化が直面する最も深刻な課題は、(i) 死の谷（Valley of Death）^{注1}；(ii) 官民パートナーシップ形成機会の不足^{注2}；(iii) 地域経済開発イニシアティブへの支援欠如であるが、こうした課題への対応策としてナノビジネス同盟は下記を提言する：

- ・ 官民パートナーシップを奨励する商業化センターを創設する。

^{注1} Small Times 誌によると、スタートアップやシード企業への投資が総投資に占める率は半減し、2005 年にスタートアップが受けた投資は全体の僅か 3%であったという。

^{注2} 官民パートナーシップは双方の資源を活用し、経済成長や開発のロードマップ作成に役立ち、商業化への戦略調整を可能にするが、現段階ではこうしたパートナーシップを推進する機関が存在しない。

- ・ 地域経済開発イニシアティブに十分な予算を提供する。
- ・ 死の谷問題に対応するため、ナノテク研究開発（R&D）税額控除を提供する。

＜質疑応答＞

Smith 委員長

他国の競争相手と比べた場合、米国はナノテク商業化でどのような状況にあるか？ナノテクの用途は、ライフサイエンスからエネルギー、エレクトロニクスや材料等、多岐に渡るが、こうした多様な分野で米国はリーダー格にあるか？

Murdock 氏

ナノテク・スタートアップ会社の約半分が米国にあり、残りの半分は欧州、日本、中国、アジア、その他全世界に散らばっている。米国は全般にわたり基礎研究で堅固な基盤を持っているが、この製品化となると、必ずしもリーダーであるとは言えない。バイオ医療やヘルスケアの分野では米国が傑出しているが、エレクトロニクスとなると、商業化の為にパートナーをアジアに求める企業が多い。

ノースダコタ州立大学(NDSU)の Philip Boudjouk 研究・創造的活動・技術移転担当副学長の発言

理解を深める科学研究からテクノロジーへ、テクノロジーから経済開発へという効率良いパイプラインにインセンティブを提供することによって、(テクノロジーと)経済との結び付きを今こそ構築する時である。本公聴会は、「ナノサイエンスからナノテクノロジー」に焦点をあてているが、これはマクロ経済開発にも繋がる。ノースダコタ州は、Dorgan 上院議員のビジョンと支援により、ナノワットのエネルギーで作動するマイクロ装置の開発で、民間部門や連邦政府とのパートナーシップを形成するなど、ナノテクの経済開発転用で大きく前進している。このマイクロ装置は殆ど検出不能といえるレベルのシグナルを発するだけである為、国防および国家安全保障面で有用であり、当初の研究では国防省のニーズを満たすことだけを重視していたが、連邦ニーズに対応する為に NDSU に整備された知的資本や技術インフラは、民間部門をも惹き付けるものである。大学は一般的に市場に精通しておらず、民間部門とのパートナーシップが大学の重要資源の効率的利用を可能にするものであるが、NDSU の場合も、民間部門とのパートナーシップが商業ニーズと市場問題に対応する実用的な共同努力へと繋がっている。ファーゴ市は昔からのハイテク産業有名地域ではないものの、現在は Microsoft Great Plains や John Deere、Ingersoll Rand 社や Alien Technology 社が連立している。民間部門とのこうしたパートナーシップの結果として、ナノテクは3年以内に商品化されると自分は確信している。

<質疑応答>

Dorgan 上院議員

RFID タグについてであるが、Alien Technology 社が生産するチップはマイクロテクノロジーと定義され、このチップの電源として利用されるエネルギーがナノテクになるというが、このナノテク・エネルギー源の商業化まであとどの位か？

Boudjouk 博士

Alien Technology 社は 2006 年 9 月にファージ工場の操業を開始し、1 年間で市場用に 100～200 億個の RFID タグを生産する予定である。我々はもう商業化の段階にある。

George Allen 上院議員（共和党、バージニア州）

大学の研究と民間部門での応用という融合は皆が希望していることである。ノースダコタ州は米国にとっての模範を築いたといえる。自分は、更に多くの若者が高給な技術職に進むよう奨励することに関心を持っている。テクノロジー部門には多大な雇用需要があるため、Kent Conrad 上院議員（民主党、ノースダコタ州）と自分は 2 日前に H-1B ビサの発給数を増大する法案を提出したところである。

オレゴン州ナノサイエンス・マイクロテクノロジー研究所（ONAMI）の Robert Rung 所長の発言

オレゴン州ナノサイエンス・マイクロテクノロジー研究所（Oregon Nanoscience and Microtechnologies Institute = ONAMI）は、産業界と投資家、パシフィックノースウェスト国立研究所等の研究所や政府機関のコラボレーションであり、オレゴン州は自州の既存産業や高給職創出のポテンシャル、および、リサーチの卓越分野を考慮したうえで、ナノサイエンスとマイクロテクノロジーを同研究センターのテーマとして選定したものである。事実、オレゴン州には、ナノテクとマイクロテクノロジーという分野では世界トップクラスの産業 R&D と先端製造資源^{注3}があり、こうした資源が州やコミュニティに莫大な繁栄と利益をもたらしている。私は長年の思索および過去 10 年間の経験から、（i）競争の鍵はイノベーションであり；（ii）ナノテクノロジーは世界イノベーション競争における未開分野であり最前線であって、米国の繁栄維持には同分野で必勝する必要がある；（iii）米国に存在する素晴らしい国家資産 ―大学、アントレプルヌールシップやベンチャー融資システム、産業界の研究・製造施設、国立研究所、連邦政府科学機関― の間の協力が成功への鍵である、という結論に達している。米国競争力イニシアティブと「2005 年ナノサイエンス商業化研究所法案

注 3 インテルやヒューレット・パッカートの最先端研究施設、ナノテク・ツールのリーダーである FEI Company 等。

（Nanoscience to Commercialization Institutes Act of 2005：上院第 1908 号議案）」

注4 は極めて重要な展開であり、議会はこれを性急に進めるべきである。

＜質疑応答＞

Smith 委員長

優秀な大学が連邦グラント獲得を目指して猛烈に競い合うのを目にすることが多々あるが、ONAMI では、地域の大学が競合する代わりに、こうした大学の協力を確立している。これを説明して欲しい。また、他州で ONAMI のやり方を取り入れている州を知っているか？

Rung 所長

オレゴン州は小さな州である。オレゴン大学システムの下には、ポートランド州立大学、オレゴン州立大学、オレゴン大学という 3 つのリサーチ大学があり、各大学とも生徒数は 2 万人ほどとなっている。経済開発に対するリサーチの貢献が重要になるにつれ、考え方に変化が生じた。7～8 年前から、オレゴン州が提供できる比較的小額の投資を互いに競い合うよりも、世界的競争力を強化するためにプロジェクト提案で協力し、資源や施設を共有する方が賢明であると考えようになったわけである。ONAMI には、3 大学の教職員およびパシフィックノースウェスト国立研究所の代表から成るリーダーシップチームがあるが、同チームは期待以上の成果をあげている。自分は他州についてはオレゴン州ほどに通じていないが、バージニア州やメリーランド州でこうした動きが起きていると聞いている。

ウッドロー・ウィルソン国際センターの新興ナノテクノロジー・プロジェクトの David Rejeski 局長の発言

我がプロジェクトが今年初旬に発表したナノテク製品目録で、日焼け止め剤や化粧品から自動車のバンパーに至る 230 種類のナノテク消費財が現在市場に出回っていることを確認したが、これはかなりの過小評価であろう。これ等の製品は主として中小企業によって商品化されたもので、化粧品や栄養補助食品といった規制や取締りの緩い分野に進出している。ナノテク商業化は既にグローバル化している。2006 年 3 月には、「マジック・ナノ」と呼ばれるドイツ製のトイレ・バス用クレンザーが呼吸器系障害を引き起こし、6 名の入院患者を出す事件が発生した。製品の成分に関する情報公開の欠如がタイムリーな解決を妨げたほか、第三者による「製品の」試験を証明するラベルが同製品に乱用されていたことも判明した。商業化の最大の敵は、リスクや

注4 Gordon Smith 上院議員（共和党、オレゴン州）と Maria Cantwell 上院議員（民主党、ワシントン州）が 2005 年 10 月 21 日に提案した法案。2006 年 3 月 16 日には Greg Walden 下院議員（共和党、オレゴン州）が、同上院法案と全く同内容の下院案「2006 年ナノサイエンス商業化研究所法案（下院第 5008 号議案）」を提出している。

規制や国民の理解という面での不確実性であり、不確実性の蔓延は重要な投資資本の流れを妨げ、「死の谷」を引き起こす。ナノテク商業化への環境を改善するためには、

(i) ナノテク EH&S 研究への投資拡大；(ii) 予測可能で効率的かつ透明な監視制度の創設；(iii) 市民の参画奨励が必要である。こうした広範な問題への対応を怠れば、上院第 1908 号議案の提案する商業化研究所は大きなハンディキャップを背負うことになる。自分は上院第 1908 号議案を支持するが、これを補足するために下記の活動を提言する：

- ・ 商務省は、ナノテク企業や製品、企業の問題点やニーズに関するデータを収集し、継続的にデータを更新する。商務省は必要に応じて、労働統計局や国勢調査局等のデータ収集機関と協力する。
- ・ 全米ナノテクノロジー調整局（NNCO）は科学調整を目的として設置されたもので、イノベーションの市場化を目標としていない。ビジネス、特に中小企業によるナノテク商業化を助長するため、省庁間ナノビジネス事務局（Interagency Nano-Business Office）を創設する。
- ・ ナノ製品の早期市場構築を助長するため、政府や準政府機関の購買力を活用する。
- ・ 厳しい国際競争市場で米国のナノテク企業を支援する輸出促進戦略の策定に着手する。

<質疑応答>

Smith 委員長

「マジック・ナノ」だが、これは遺伝子組み換え作物のような反発を引き起こしたのか？

Rejeski 局長

そのような反発を起こしたとは思わない。ドイツ政府と欧州諸国が迅速に対応したのが良かった。ドイツや欧州諸国には多様な警告システムが整っており、医師は全ケースを直ちに報告している。しかしながら、「マジック・ナノ」がナノテクに係る問題の一面を明らかにしたことも事実である。最終的には、国民が記憶しているのは科学的事実ではなく、ナノは健康障害を起こすということだけとなる。我々はこうした事態を避けなければならない。「マジック・ナノ」に関しては、問題の原因が未だ判明していないほか、ラベルの誤用という問題もあり、問題が長引いている。ナノテクに関して一般市民の信頼を獲得する方法は、更なる情報公開と透明性、および、第三者による試験であろう。

Smith 委員長

遺伝子組み換え作物の恐怖は、科学に基づくものではなく、人々の認識によるものであったわけだ。

Rejeski 局長

その通り。規制がはっきりしない状態にあることが企業にとっての最大の懸念であることは興味深い。マサチューセッツ州ケンブリッジ市では 1956 年に、市民レビューボード（Citizen's Review Board）や厳格な監視制度を含む条例を設定したが、これが同市をバイオテクノロジー企業のアオシス（現在 50 社ほど）にすることになった。1990 年に同市へ移ったスイスの大企業 BioGen 社がその良い例であるが、BioGen は同市が厳格な規制を持っていること、そして何よりも、市民が自らの制度を信頼していることが、同市への移転を決めた要素であったと説明している。

以上

付 録

「2005 年ナノサイエンス商業化推進研究所法案（Nanoscience to Commercialization Institutes Act of 2005：上院第 1908 号議案）」の概要

1. ナノサイエンス商業化研究所（Nanoscience to Commercialization Institute）
 - ・ ナノテクノロジーの商業化を支援するナノサイエンス商業化研究所を全国各地に最高 8 ヶ所創設するため、適格機関にグラントを授与する権限を商務省技術担当次官に与える。
 - ・ グラント給付期間は最高 3 年とし、各研究所へのグラント額は年間最高 150 万ドルとする。
 - ・ ナノサイエンス商業化研究所は、公立大学もしくは連邦政府研究所に設置されるものとする。
 - ・ ナノテクノロジーまたはマイクロテクノロジーの下記の分野で各々、最低 1 ヶ所の研究所を設立するものとする：
 - (A) エネルギー（石炭の液化・ガス化・ろ過、原子力、バイオ燃料、または、燃料加工等）
 - (B) プリントブル・エレクトロニクス（エレクトロニック・ディスプレイ等）
 - (C) 医療（診断装置、イメージング装置、医療機器等）
 - (D) 運輸（材料や塗装等）
 - (E) 農業
 - ・ ミクロテクノロジーやナノテクノロジーの研究開発に従事する営利製造会社は、各研究所の資金の最低 20%をマッチング資金として拠出し、研究所運営費の最低 15%相当を現物出資するものとする。
 - ・ グラント申請書の一環として、マッチング資金や専門知識を提供する民間機関とグラント受給機関との協力方法、および、グラント受給 1 年目の目標を記載した事業計画を提出する。

- ・ 連邦政府が財政援助するナノテクノロジー・センターを有する高等教育機関や、ナノテクノロジー・センターの総括責任者である高等教育機関は、同グラントへの応募資格をもたない。
- ・ 商務省技術担当次官は、グラントを獲得した各研究所の目標や進捗状況を査定評価するために、マイクロテクノロジー業界やナノテクノロジー業界、および、早期ベンチャー投資会社の代表者から成るピアレビュー委員会を設置する。
- ・ 初年度グラントを受領した各機関は、グラント継続給付の条件として、グラント期間開始後 1 年以内にピアレビュー委員会に報告書を提出し、その後の 2 年間も年次報告書を提出するものとする。
- ・ 報告書では、その前年の業績と次年度の目標を説明する。

2. 予算認可

- ・ 同法案の条項を遂行する予算として、法律制定日から 3 年間で 2,400 万ドルを認可する。

【ナノテクノロジー特集】

欧米のナノエレクトロニクス技術商業化の最近の展開

ナノエレクトロニクス基盤メモリー

米国と欧州では、特に現在のフラッシュメモリーに取って替わる将来の記憶素子の方向に関して、かなりの不確かさが継続している。ほとんどの取り組みが、いまだ、磁気ランダムアクセスメモリー(MRAM)や相転移記憶(PRAM)およびナノ結晶を組込むフラッシュメモリーに向かっているように見える。インテル社による最近の声明は、従来のフラッシュメモリーの寿命は 2010 年までに及ぶとインテル社は考えていることを示唆している。この文脈からでは、例えばナノ結晶のようなナノスケールの特徴を組込んだフラッシュメモリー設計への改良が考えられるかも知れない。

フリースケール・セミコンダクター社(オースティン、テキサス州)もこの分野において活動的だった。2005 年 11 月に、同社は、シリコンナノ結晶に基づいた 24 メガビットの不揮発記憶素子の製造を発表した。目的は、従来のフローティングゲート(NOR)フラッシュメモリー技術は、メモリー素子を充電するのに必要な厚い酸化物絶縁体層および比較的高い電圧の MOSFET を使用するため、90nm 形状サイズ以下に縮小することがますます難しくなる、そのためにこれを置き換えることである。データ信号を記憶するシリコンナノ結晶の使用は、電圧要求を±9 ボルトから±6 ボルトに減らし、また、リークによるデータ損失無しでより薄い酸化物の使用を可能とする。試作素子は 90nm のプロセスラインで生産された。しかし、同社は 2008 年に 65nm 形状サイズでフル生産を始める予定である。

恐らく相転移記憶(PRAM)が、次世代揮発性メモリーの MRAM や FeRAM 以上の優位を獲得するであろう。相転移記憶は、MRAM と同じように特にナノエレクトロニクスに依存しないが、45nm ノード後のフラッシュメモリー代替を提供しようとしている。

昨年の欧州と米国での PRAM の開発は比較的限定されていた。しかし、インテル社は、2005 年の終わりに、メモリー応用の相転移材料に関係する知的財産で先行する原著プロバイダーであるオボニックス(Ovonyx)社への一層の投資を発表している。現在まで、発表された最大の PRAM 素子は引続きサムスンからである。同社は 9 月に、試作 MRAM を矮小にし、ほとんどの FRAM の 4 倍以上の 256 メガビット素子を発表している。

フリースケール社は、恐らく欧州や米国における MRAM の最先端開発者である。同社はその 16 メガビット MRAM 素子を提供し続けているが、記憶密度に関する新しい進展は昨年には発表されなかった。

太陽電池

概略的な太陽電池ビジネスは、昨年、拡大し続けたが、ナノエレクトロニクス・アプローチでの商用開発、特に色素増感太陽電池(DSC)や有機太陽電池、での進展はあまり無かった。

コナーカ社(Konarka: ローウェル、マサチューセッツ州)は、ウェアラブル太陽電池モジュールの米軍からの追加資金を獲得し、ウェアラブル・エレクトロニクスを作成するために織物へ埋込む太陽電池に関係するテクトロニクス(Textronics)社との共同開発協定に署名したが、昨年、実際に中身のある発表は殆どしていない。

欧州で製造する自社の DSC 染料に出資するベンチャーの獲得に失敗した後に、サステナブル・テクノロジーズ社(Sustainable Technologies Inc.(STI): クインビヤン、オーストラリア)は、新しいオーストラリアの企業ダイゾル社(Dyesol)を創設した。同社は 2005 年 8 月の 300 万ドルの新規株式公募から始まった。ダイゾル社のビジネスモデルは、太陽電池自体を製造するのではなく、他社が太陽電池を製造するための機器および染料配合を開発することである。

12 月にダイゾル社は、315 万オーストラリアドル(240 万 US ドル)の価値の契約を発表した。色素太陽電池の欧州で最初の製造工場を設立するギリシアのソーラーテクノロジーズ社(Solar Technologies AE)に技術と材料を提供する。2 月に、ダイゾル社は、トルコの NESLI 社のために実施されるフェーズ 1 のフィージビリティ・スタディを発表した。

このフィージビリティ・スタディは、トルコの色素太陽電池の製造設備の据え付けの全てを検討する。5 月 10 日に、ダイゾル社は、同社の DSC セル構造の欧州パテントを与えることを発表した。パテントのタイトルは、”マルチセル再生成光電気化学装置の相互接続の実装”である。

暫くの間 DSC が研究されたことで、ST マイクロエレクトロニクス社が 2006 年の初めに DSC 技術に関する同社のより長期的な企図を発表するだろうという、2005 年末のレポートがあった同社は、この分野のパートナーを捜していると述べた。しかしながら、この時点では同社の最終決定を見ていない。それは全体として DSC の中期的開発のための重要なインジケータでありえる。

DSC の効率に影響する 2 点の重要な問題は、液体(染料)電解質の使用によって引起される不安定性の問題と、電荷転送メカニズムの非効率性の問題が、すなわち典型的には二酸化錫のナノ粒子の使用がある。ペンシルベニア州立大学(ユニヴァーシティーパーク、ペンシルバニア州)の最近の研究は、色素増感太陽電池の改善への 1 つのルー

トに注目している。すなわち吸収染料と外部回路の間の電荷転送のメカニズムとしてナノ粒子の代りにナノチューブを使用する。厚さ 360 ナノメートルの二酸化チタンナノチューブ層を含んだ、最初の試作太陽電池では、3%の太陽電池効率を得た。しかしながら、厚さを 4 ミクロンに増加させることを含むナノチューブ層の最適化が 15%の最終的効率に導くと予測している。ナノチューブ太陽電池中の電子・空孔再結合プロセスが、ナノ粒子に基いた DSC よりも一桁低いオーダであることが、太陽電池の高効率化に結びついたと推測している。

ナノフォトンクス/ナノバイオエレクトロニクス

過去数年、光活性量子ドット形式のナノ粒子が、特に遺伝子発現解析での蛍光基盤光学検出の有機染料を置き換えるために使用され、バイオテクノロジー実験装置でのラベル付けの新市場を確立し発展させた。多分、この部門はナノフォトンクスの広い分野で最も商業上重要なものであった。

蛍光ラベルはバイオ分析消耗品の大きな市場の一部であり、ドイツのキアジェン社(Qiagen)および米国のインビトロジェン社(Invitrogen)のようないくつかの大企業によって支配されている。2005 年には、インビトロジェン社はカンタムドット社およびバイオクリスタル社(BioCrystal: ウェスターヴィル、オハイオ州)のバイオピクセル(BioPixels)事業体の両社を買収した。バイオクリスタル社は、癌の検出および治療のための薬用化合物の開発者である。また、そのバイオピクセル事業体はマルチカラーの標識化に焦点をおいて、蛍光性マーカーとして半導体基盤ナノ結晶を開発した。

DNA 検出用の超高感度システムを作成するため、多くの開発者はナノ粒子の利用に注目している。恐らく、米国で最も重要な企業は、ナノスフィア社(Nanosphere: ノースブルック、イリノイ州)である。同社は、蛍光分光法により遺伝子とタンパク質の超高感度検出を可能とする金ナノ粒子を使用して、高感度標識化技術を開発した。2005 年 8 月のリポートが、ヒューレットパッカード社の支援によるマイクロおよびナノテクノロジー特許のポートフォリオの強さの点から、ナノスフィア社を全体で 2 番目にランクさせている。

さらに、分子診断の分野で、昨年、遺伝子発現実験装置の電子検出へ、新しいナノエレクトロニクス・アプローチの商業化が見られた。2005 年には、英国の生体外診断企業のオスメテック(Osmetech)社が、モトローラのクリニカルマイクロセンサー(Clinical Microsensors)事業体を獲得した。クリニカルマイクロセンサー事業体は、フェロセンナノ粒子を電子形質導入に使用して、その"イーセンサー(eSensor)"電気化学検知技術を開発した。2006 年 1 月に、オスメテック社は、嚢胞性繊維症用の遺伝診断薬として、その"イーセンサー"技術の使用を米国食品医薬品局から承認を得ている。形質導入ナノエレクトロニクス法を使用して商業的に許可された診断テストの初めて

のものである。

可視光を放射する量子ドットを生産する多くのアプローチの持つ問題のうちの 1 つは、テルル化カドミウムまたはセレン化カドミウムのような重金属原子を使用しているということである。米国のいくつかのアプローチは、この使用法から逃げようとしている。例えば、コーネル大学(イサカ、ニューヨーク州)の研究者は 2005 年に、重金属基盤半導体に関連した潜在的毒性問題のうちのいくつかを除去可能な、光活性量子ドットを作り出す潜在的により廉価な方法を開発したと発表した。

CU ドットという名を適切に付けたコーネル大学の量子ドットは、有機蛍光体と無機のナノ粒子(シリカ)を組合せるハイブリッドプロセスを表す。言い換えれば、シリカナノ粒子は、有機染料へナノスケール構造および寸法を与える鋳型として働く。シリカナノ粒子へ有機蛍光体のドーピングは新しくはなく、同じ問題の初期的研究は 1990 年代からあった。しかし、コーネル大学の研究者は、超蛍光性色素分子を生産するために使用したアプローチは初めてであることを主張している。研究者によれば、作られた CU ドットは、溶液中の従来の染料より 20~30 倍明るく、半導体量子ドットに近い輝度を持っており、光退色に対して同じ抵抗力を示している。

ナノセンサー

固体ナノセンサーの商用開発は、現在、巨大磁気抵抗効果(GMR)を使用する高感度磁界センサーおよびナノ粒子に基いた金属酸化膜半導体ガスセンサーの 2 つの分野によって占められている。

後者の場合では、ナノ粒子複合材料は、装置の能動的ガス検知層の部分に使用されている。フィガロ技研や新コスモス電機のような日本の専門企業に加えて、欧州や米国の多くの企業がこの分野で活動的である。これらの企業の中には、マイクロケミカルセンサー社(ヌーシャテル、スイス)、シティテクノロジー社(ポーツマス、英国)およびシンケラ・テクノロジーズ社(Synkera Technologies : ロングモント、カリフォルニア州)がある。これらのセンサーは、感度と選択性を改善する粒界を調整するためにナノ複合材料を使用する以外は、ほとんど従来の金属酸化膜ガスセンサーの延長である。

完全に新しいナノセンサーに関しては、いくつかの企業が CNT 基盤センサーを開発している。また、このカテゴリで目立つ企業はナノミックス社(Nanomix : エメリーヴィル、カリフォルニア州)がある。昨年、ナノミックス社は、CNT 基盤ナノエレクトロニクス検知プラットフォームを使用して、"センセーション"と呼ぶ携帯型水素センサーを商業化した。また、同社は 2006 年に CO₂センサーを計画している。同社はさらに CNT を使用して、ナノエレクトロニクス基盤の DNA 検出および電子ノーズを研

究している。ナノミックス社の検知技術は、2つの電極間のシリコンに置かれた多層CNT網のインピーダンス測定に基づいている。このCNT網は表面層の改質によって異なる応用に対して機能する。

量子暗号化

クアンティック社(Quantique: カロージュ、スイス)は、2002年に量子暗号システムを商業化した最初の企業だった。同社の製品の主な焦点は、いまだ量子基盤乱数発生器および微小単一光子計数器を含む研究用のシステムと部品である。しかしながら、2005年6月に同社は、量子暗号を使用した通信伝達を安全にするためのターンキーサービスを提供するために、ファイバーラック社(Fiberlac)(スイスの光ネットワーク運営者)との戦略的提携関係に加わった。2006年には、同社はさらにデータセンター間のパイロット量子暗号リンクを展開させるためにIXヨーロッパ社(IXEurope)との協力を発表した。

米国では、いくつかの組織が量子暗号システムを開発した。しかし商用ベンダーのマジックIQ社(MagicIQ: ニューヨーク、ニューヨーク州)のことしか知られていない。米国の開発のほとんどの焦点は、国防にあった。例えば、ハーバード大学やボストン大学と一緒に、BBNテクノロジー社は、2003年以来、米国国防総省のための量子キー供給網を展開している。

米国のひとつの商用ベンダーのマジックIQ社は、商用量子キー供給網を提供している。また、2006年3月に、同社はベライゾン社と共に、2つの光ファイバーネットワークの全長80キロメートルで量子暗号の使用成功を発表した。現在、同様のシステムで達成された最長の結果である。

以上

(出典: SRI Consulting Business Intelligence Explorer Program)

【ナノテクノロジー特集】

米国とヨーロッパの量子ドット応用開発

はじめに

量子ドット(QD)分野への入門のためには、エビデント・テクノロジーズ社(Evident Technologies; トロイ、ニューヨーク州)のウェブサイト¹および SRI-CBI Explore/View points のナノ材料 2006 年 2 月を参照のこと。そこには QD で実現している技術、応用、産業構造および商業機会についての情報が提供されている。

これまでの QD とその応用に関するニュース項目の簡潔なレビューは、ヨーロッパと比較してより多くの研究がアメリカで行われていることを示している。一般的に、量子ドットの予測可能な調整特性のために、その利用は産業市場の広い領域に影響を与えるであろう。これらのナノ材料を取り囲む関心にもかかわらず、市場に商業規模の量(グラムからキログラム)の QD を供給する企業はほとんどない。

特に注目すべきなのは、2005 年 10 月にインビトロジェン社(Invitrogen)によって買収された QD サプライヤーのクワンタムドット社(QDC; ヘイワード、カリフォルニア州)、およびエビデント・テクノロジーズ社がある。特にエビデント社は、これらのナノ材料のための潜在的な応用の識別および追求において非常に活動的であり、より低い毒性の QD を含んだ非重金属の開発を行っている。

一般的に、最終応用に依存して QD 生産では以下の 2 つの異なる合成法が使用されている。

ー in-situ 製造法では、QD レーザーの生産にとって特に重要な規則的 QD 配列を作るために、エレクトロニクスやオプトエレクトロニクス応用において主として使用されている、高価な分子線、エピタキシー(原子層エピタキシー)あるいは化学蒸気蒸着装置を使用している。

ー コロイド状湿式化学法は、典型的にキログラム程度の量の独立した量子ドットを生産する。

上に述べた 2 つの合成方法は異なっているが、量子ドット構造体は通常半導体から作られるという共通点を持っている。

¹ www.evidenttech.com

2005 年にコーネル大学(イサカ、ニューヨーク州)が、CU ドットを作るために、有機蛍光体(染料)でナノスケール構造と寸法を決めるための鋳型の役割をする無機ナノ粒子(シリカ)を結合する量子ドットプロセスを開発した。

QD は悪評が高いほどに高価である。そこで、インディアナ大学とパデュー大学インディアナポリス校の研究者は、2006 年 3 月に生産コストの低下を促進するために、音響エネルギー(室温音響化学)を使用する QD 製造のための新しい合成方法を発表した。

さらに、ライス大学の研究者は、湿式化学 QD プロセスにおいて共通であり、原料費の約 90%を占めている、コストが 1 リットル当たり約 150 ドルのトリオクチルフォスフィンオキシド(TOPO)やオクタデカンのような高価な溶剤を、オクタデカンより 7 倍以上も安価なダウサム A のような熱伝達液に置き換えている。

応 用

- QD レーザー

量子ドットの初期開発の多くは、近距離および遠距離通信応用のために、特に、1,310nm から 1,550nm の QD レーザーの大きな必要性から電気通信応用に注目した。ジア・レーザー社(アルバカーキ、ニューメキシコ州)および富士通(東京、日本)の両社は、遠距離通信応用の量子ドットレーザーの開発において有力であった。量子ドットレーザーが従来の半導体レーザー以上に持っている性能上の利点は、温度に依存しない性質(QD レーザーは冷却不要)、広い利得スペクトルおよび狭い線幅や低チャープ性が挙げられる。

最近、カリフォルニア大学サンタバーバラ校およびイタリアのパヴィア大学の科学者による共同の取り組みは、2~4 個の QD だけに依存する QD レーザーの開発に結びついた。一方、従来の QD レーザーは何千もの QD を含んでいる層より成っている²。

- 生物システムの蛍光標識化/タグ付け

開発者は遺伝子やタンパク質に QD を付けることができる。また、その光学的な特性によって、研究者は特定のタンパク質や DNA とその密度を識別することを可能にし、癌のような様々な疾病の医学的診断を可能にする。潜在的に利益をもたらす応用には、特に湿式化学合成量子ドットの生物医学的な応用における、蛍光マーカーとしての量子ドットバイオ接合体の利用がある。確かに、最初の QD 商品である QD バイオ接合体は 2002 年に市場に出されている。ローダミンのような従来の有機染料にまさ

² より詳細に関しては www.physorg.com/news64253705.html を参照

る生物医学蛍光応用としての量子ドットの利点は大きい。

- － 単一励起光源は、量子ドット放射の全波長で利用できる。従来の染料においては、多くの場合、異なる励起波長光源が各染料に必要であった。
- － 蛍光出力を時間とともに染料から減少させる傾向となる、有機染料が示す白濁の様なことは、量子ドットは示さない。
- － 単一励起光源の使用と、異なるタイプおよびサイズの量子ドットナノ結晶を溶液中へ混入することは、多重波長蛍光分光光学法を可能とする。

カンタムドット社は、MIT(ケンブリッジ、マサチューセッツ州)とカリフォルニア大学バークレー校からの実施許諾技術でこの応用を開拓した。エビデント・テクノロジー社は、生物医学市場をターゲットとするもう一方の QD サプライヤーであり、ポリカーボネートとポリスチレンのような高分子樹脂中の QD であるエビドット(EviDots)やエビコンポジット(EviComposites)を供給している。

生物医学応用での短期的な可能性は、カンタムドット社やエビデント・テクノロジー社のような QD サプライヤーにとって確かに有力である。生物学検出物質中のこれまでの蛍光染料の市場は、世界的におよそ 5 億ドルの価値がある。

米国立癌研究所および米国立標準技術研究所の研究者は、最近、炭疽菌や大腸菌を含む種々にわたるバクテリアを識別することができる検査法の開発で QD を使用している³。

さらに、スタンフォード大学のカリフォルニア州癌ナノテクノロジー卓越センターの研究者は、その場で自身の光を発生する量子ドットタンパク質接合体を開発した。この自己発光量子ドットは、外部光源の必要性をなくするだけでなく、生体内のイメージ応用の感度を増加させる⁴。

テキサス大学オースティン校の研究者は、子宮頸癌の早期発見で QD を使用している⁵。

2005 年に QDC 社を獲得したインビトロジェン(Invitrogen)社は、最近、シグラロミクス社(Signalomics GmbH: スタインフルト、ドイツ)との協力協定を発表した。単一の癌細胞の存在の検知により患者の生体内組織の腫瘍の同定を向上させる能力を持つ QD 試薬を開発する。コーネル大学の研究者もまたそのような応用での CU ドットの蛍光特性を研究している。

³ より詳細に関しては www.azonano.com/news.asp?newsID=2069 を参照

⁴ より詳細に関しては <http://nanotechwire.com/news.asp?nid=3020&ntid=188&pg=1> を参照

⁵ より詳細に関しては http://nano.cancer.gov/news_center/nanotech_news_2005-09-19a.asp を参照

- 太陽電池

太陽電池開発において、光吸収層として働くバンドギャップ調整を行った量子ドットの使用は、例えば、色素増感太陽電池の有機金属化合物の染料を置き換えることにより、太陽のスペクトル分布と太陽電池の吸収スペクトルを一致させ、より大きな光捕獲を通して、太陽電池の効率と電子と正孔ペアの生成を高めることを目的としている。

例えば、米国立再生可能エネルギー研究所(ゴールデン、コロラド州)の研究者は、1個の光子当たり最大 1 個の電子しか生成しないで残余エネルギーを熱として失う、従来の太陽電池システムと比較して、量子ドットは太陽光の 1 個の高エネルギー光子から 3 個の電子を生成できることを発見した。

理論的な評価では、従来の結晶シリコン太陽電池では太陽エネルギーの 28%までしか電力に変換できないが、QD は約 65%を電力に変換できることを示唆している。さらに、コナーカ・テクノロジーズ社(Konarka Technologies、ローウェル、マサチューセッツ州)は、コナーカのパワープラスチックの感度を広帯域の光スペクトルに増加させるために、プラスチック太陽電池の開発でエビデント・テクノロジーズ社のエビドットを使用している。NASA グレン研究センターもまた、太陽電池開発での QD の使用を研究している。

ロスアラモス国立原子力研究所(ロスアラモス、ニューメキシコ州)のリチャード・シヤラーおよびヴィクター・クリモフは、セレン化鉛ナノ結晶に基いた太陽電池が、太陽光の 60%を電力に変換することが可能なことを示す計算結果を報告している。より正確には、これらの量子ドットが衝突電離を示すことを発見している。この衝突電離は、レーザー光子が電子を自由にするのに必要なエネルギーの 3 倍以上を持っている場合に発生する。

この余剰エネルギーは、自由電子を打ち込み、さらに電子を自由にして、より多くの電流形成を可能にして性能増加を助ける。

研究者によれば、この発見は、今日の結晶シリコン太陽電池より高い電気出力を持つ太陽電池の生産を通して、太陽電池開発で QD の潜在的な利用を増加させる⁶。

トロント大学の研究者(トロント、カナダ)もまたより効率的な太陽電池の開発でセレン化鉛 QD を使用している。

イノベライト社(Innovalight : サンタクララ、カリフォルニア)は、シリコン量子ド

⁶ より詳細に関しては www.physorg.com/news9583.html を参照

ット(QD)の太陽電池技術を開発している。同社の方法は、ドットをプロセスし、薄膜光電池を作るために従来のロールトール印刷技術を使用している。

量子ドット形式シリコンの光放射特性はバルクシリコンより大きく改善されたので、イノベライト社は、調整可能シリコンエミッターを生産するために量子ドットのこの特性を開発することができた。

イノベライト社は、2007年にこの技術を商業化することを目標としている。ロチェスター工科大学(ロチェスター、ニューヨーク州)のナノパワー研究所のライン・ラファエル所長に率いられた科学者は、宇宙で使用される最先端太陽電池を次世代レベルへもたらしめるための量子ドットに基いたナノ構造化太陽電池の開発で、米国国防総省から84万ドルの補助金を獲得した。

このプログラムは、3年半におよび全資金提供300万ドルに達するであろう⁷。

- 偽造防止

紙幣生産インクやポリマーへのQDの合体は、偽造と戦うことを支援することができる。再び、エビデント・テクノロジーズ社は、この応用の主要な支持者である⁸。確かに、同社は特許の量子ドット技術に基いた先端的な偽造防止材料を開発するフェーズ1 SBIR(小企業イノベーション研究)グラントを獲得している。

- 発光ダイオード(LED)と固体素子照明

可視から赤外線までのどのような波長でも放射できる、QD基盤LEDを研究者は調整することができ、バルク半導体結晶に対する重要な利点として、プラスチックのような色々な形へQD基盤LEDを組み込むことができる。例えば、QDビジョン社(ケンブリッジ、マサチューセッツ州)は、平面ディスプレイ応用向けのQD-LEDを開発している。同社によれば、QD-LED基盤ディスプレイは、今日のLCD技術より低価格で高解像度の画像を提供することができる。

さらに、自動車や航空機の計器ディスプレイから交通信号灯やコンピュータ・ディスプレイまで、様々な応用向けのカラー選択可能な固体素子照明を作成するために量子ドットを研究している。さらに、異なるサイズの量子ドットを組み合わせることによって、白色光を作成することができると考えている。白色光LEDの一環としての光変換媒質のナノ結晶は、これまでの蛍光灯や白熱光に置き換えることができる。

⁷ より詳細に関しては www.azonano.com/news.asp?newsID=1963 年を参照

⁸ より詳細に関しては www.evidenttech.com/applications/quantum-dot-ink.php を参照

QD 基盤白色光開発の活動的な関係者には、ナノシス社(Nanosys：パロアルト、カリフォルニア州)、ヴァンタービルト大学(ナッシュビル、テネシー州)およびロスアラモス国立研究所とサンディア国立研究所(アルバカーキ、ニューメキシコ州)がいる。例えば、2005 年には、ロスアラモス国立研究所の研究者は、窒化ガリウム半導体中にカプセル封入したコロイド状量子ドットに基いた最初の完全無機の多重カラー光放射ダイオードを発表している⁹。

2005 年 10 月に、ヴァンタービルト大学の化学者は、偶然に自己吸収を除去して白色光を出力する異なった方法を発見した。この方法は、セレン化カドミウム(CdSe)量子ドット含有溶液で青色 LED を被膜することが関係している¹⁰。

セントアンドルーズ大学(ファイフ、英国スコットランド)およびサンディア国立研究所では、他のタイプの量子ドットと相互作用させるために化合物を加えることによって、広域スペクトルの白色光を作成することができることを示している。ロスアラモスとサンディア国立研究所の共同研究は、現在は外部的に被覆しているナノ結晶を、LED 構造内に組み入れた斬新な白色光 LED を作り出した。

特にこの技術は、CdSe コアとセレン化亜鉛シェルの CdSe ナノ結晶を窒化ガリウム基盤 LED の固有層内に組み込む。この場合、量子井戸が LED ヘテロ構造に取替わるが、ある意味では井戸内のジアレーザ・ドットに似ている。この結果は、今日の無機/有機ハイブリッドとは全く異なった完全無機の白色光 LED となる。

・ 量子暗号

量子暗号は、暗号化情報である二進数の 1 と 0 を、異なる光子状態によって表す単一光子通信を意味している。量子からみ合いの原理に基いた安全な光通信システムが作成されている。以前のシステムは、からみ合った光子を生成させるために結晶に紫外線を照射していた。しかし、この方法は、からみ合った光子と同様に通常の光子も生成する欠点を持っている。

2005 年 12 月に、東芝リサーチヨーロッパ(ケンブリッジ、英国)とケンブリッジ大学(ケンブリッジ、英国)は、コマンドでからみ合った光子を生成することができる量子ドットレーザ装置を作り上げた。同チームは、直径 12nm および高さ 6nm のナノスケール砒化インジウム量子ドットを持つガリウム砒素基板上に装置を作り上げた。運転では、このシステムは量子ドットを活性化して 2 つの電子を励起させるためにレーザを使用する。

⁹ より詳細に関しては www.physorg.com/news4152.html を参照

¹⁰ より詳細に関しては www.physorg.com/news7421.html を参照

その後、これらの 2 つの電子のエネルギーは変換され、わずかに異なる波長の 2 つのからみ合った光子を生成する。

これらの 2 つの光子は分割でき、一旦装置を離れば、別々に移動することができる。

開発者は従来の半導体製作技術を使用してこの装置を作り上げることができ、コマンドでからみ合った光子を生成することができることを実証した点で、この新しい装置は重要なブレーク・スルーを示している。この事実は、単純なクロックパルスを使用して、からみ合った光子の生成を効率的に始動できることが可能であることを意味し、セキュリティ増加のための潜在的な暗号化システムが解読キーを容易に更新することを可能とする¹¹。

- 量子計算

論理ゲートとしての量子効果素子の性能は、今日のトランジスタより優れているであろう。量子コンピュータは現在まだ存在しておらず、いまだ開発の初期段階にあり商業化にはまだ非常に遠い。しかしながら、かなりの研究が、初期開発に非常に活動的な IBM のような関係者で進行中である。ピッツバーグ大学(ピッツバーグ、ペンシルバニア州)の研究者は、単一電子を閉じこめることができるほどに十分に小さいゲルマニウム基盤の QD アイランドを生成する方法を開発した¹²。

さらに、オハイオ大学(アテネ、オハイオ州)、カリフォルニア大学サンタバーバラ校およびヘリオット・ワット大学(エディンバラ、英国スコットランド)の研究者は、光波によって QD が互いに通信する方法を発見している¹³。研究者は、今日のコンピュータで使用されている電荷交換によるデータ伝送を置き換えることを可能にし、光量子コンピュータの開発に結びつくかもしれないと信じている。

以上

(出典：SRI Consulting Business Intelligence Explorer Program)

¹¹ より詳細に関しては www.toshiba-europe.com/research/crl/QIG/ を参照

¹² より詳細に関しては www.umc.pitt.edu/rr/issues/2006spring/quantum-comp.html を参照

¹³ より詳細に関しては <http://news.research.ohiou.edu/news/index.php?item=264> や www.physorg.com/news4297.html を参照

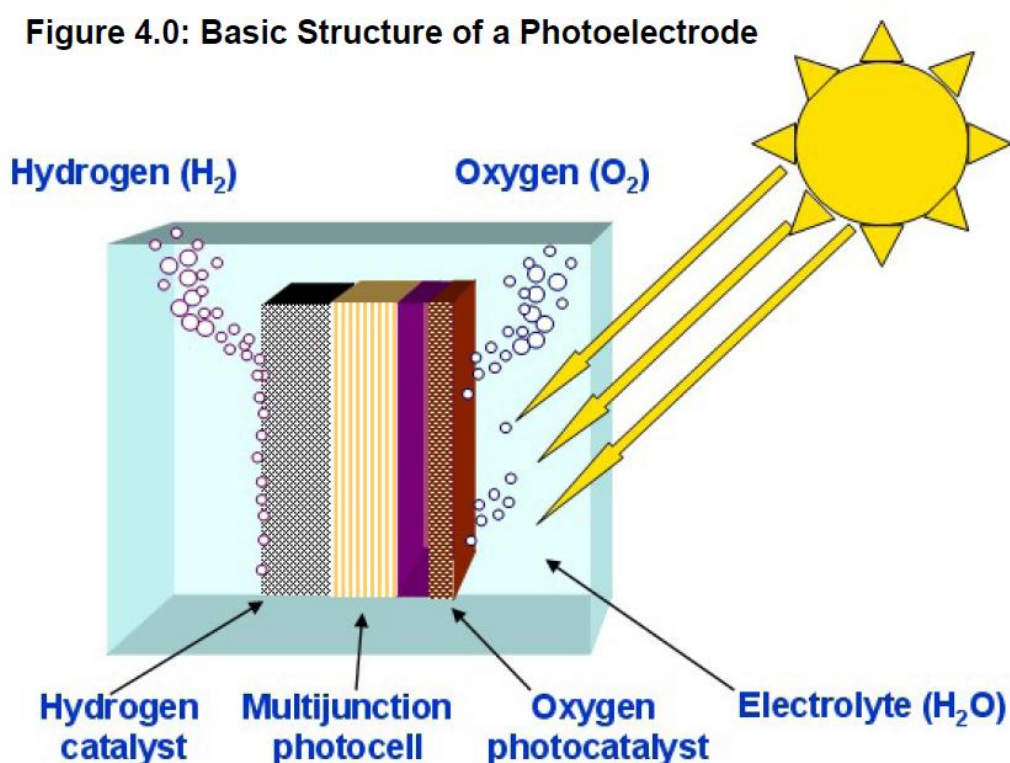
【ナノテクノロジー特集】

水素生産の太陽エネルギーと風力エネルギー技術 その4 光電気化学水素生産（米国）

4.0 光電気化学水素生産

水分子(H_2O)の直接光電気化学(PEC)分解は、太陽照射を使用して水素を生産する一段階の工程であり、水が太陽の照射で直接分解される。基本的な光電気化学装置は、水溶液に浸された半導体材料から構成されており、直射日光が照射できるように構築されている。光電気化学装置は一つのモノリシック構造の装置へ太陽電池と電気分解槽を組合せたものである。この装置は、標準太陽電池/電気分解の組み合わせと比較して、太陽光駆動による水からの水素生成により高い変換効率と低価格の可能性をもたらす。

図 4.0 光電極の基本構造



4.1 光電気化学技術の現状

光電気化学水素生産は開発の初期段階にあり、従って、現段階での水素コストは正確に評価することができない。その将来は、水素生産に耐久性があり効率的な光電気化学材料開発のブレイク・スルーに依存する。これまでの光吸収半導体材料は、液体電解質環境で、低い効率(1%-2%)や低い耐久性のいずれかの問題があった。¹

研究は次の方向で進行している。

- － 必要な機能を単一材料へ統合するために必要な基礎科学の理解を得るために、高効率材料および低価格で耐久性のある材料の研究
- － 水の効率的な分解を達成するために、複数の材料層を組み込んだ多重接合素子の開発。

さらに、材料および素子の研究と共にシステムを製造する方法を開発する必要がある。

"水素プログラム"の目標は、2015 年までに、以下に示すシステム・エネルギー効率および耐久性の技術目標達成により、長期にわたり競合し得る光電気化学の初期的な実行可能性を確認することである。

表 4.1 光電気化学水素生産の技術目標²

特 性	単位	2003 現状	2010 目標	2015 目標 (推進/中止の決定)
使用可能な半導体 バンドギャップ	eV	2.8	2.3	2.0
化学変換工程の効率	%	4	10	12
太陽から水素への プラント効率	%	利用不可能	8	10
プラント耐久性	hr	利用不可能	1000	5000

¹ Basic Research Needs for Solar Energy Utilization, Office of Science, April 2005, p. 117.

² Hydrogen, Fuel Cells & Infrastructure Technologies Program: Multi-Year Research, Development and Demonstration Plan - Planned program activities for 2003-2010, DOE Office of Energy Efficiency and Renewable Energy, March 2005, p. 3-18.

水素の価格は、将来の資金提供を継続するかどうかを判断する、2015年の研究開発の推進/中止の決定の一部として評価される。この表の目標は研究追尾用である。この技術の最終目標は、将来の自動車や燃料技術と競合し得る価格を達成することである。2015年以降の商業化目標は、太陽から水素へ(STH)の16%のプラント効率で15,000時間のプラント耐久性が必要であると見積もられている。³

主要な研究の問題は、一連の材料および材料システムは個々の化学効率や耐久性は2010年目標を満たしているが、単一の材料やシステムが、同時に効率と耐久性の目標を満たしてはいないことである。

4.2 光電気化学の障壁

高効率で耐久性のある光電気化学材料を開発し、素子へ作り上げ、完全な光電気化学反応システムへ設計することが必要である。実験的検索技術と計算科学の結合は、特別でユニークな特性を持った新しい光電極の発見に有望な経路をもたらすであろう。より詳細な議論は、"水素経済のための基礎研究の必要性"、DOEサイエンス局、2003年5月 pp.22-23、および、"太陽エネルギー利用のための基礎研究の必要性"、DOEサイエンス局、2005年4月、p117で見つけることができる。

ナノスケール合成技術は、太陽電池/電気分解プロセスの新素材開発のために特別な可能性が期待できる。モデル化と合成が緊密に結合した基礎研究は、水素生産のために最適化された特製のバンドギャップを持ったナノ構造を作り出す可能性を持っている。特製のナノスケールを合成する技術は、さらに、全太陽スペクトルを利用する効率的で強健でコスト効率の良いシステムでの多面的機能を組合せる、より高度に統合された光電気化学装置を提供することができる。

技術的障壁は以下のとおりである。

表 4.2 光電気化学水素生産の障壁⁴

ー 材料効率

小さなバンドギャップ材料は、より効率的に太陽スペクトルを利用するが、水素あるいは酸素いずれかの酸化還元電位とのバンド端ミスマッチのために、しばしば水素生産にはそれほどエネルギー的に好ましくはない。水素生産に適切なバンド端およびバンドギャップを持った材料が開発されなければならない。

³ Ibid.

⁴ Hydrogen, Fuel Cells & Infrastructure Technologies Program: Multi-Year Research, Development and Demonstration Plan - Planned program activities for 2003-2010, DOE Office of Energy Efficiency and Renewable Energy, March 2005, pp. 3-25 and 3-26.

－ 材料耐久性

"水素プログラム"の目標を達成する光電気化学水素生産に適切な特性を持った耐久性のある材料は、まだ識別されていない。現在利用可能な高効率材料は、運転中に急速に腐食し、最も耐久性のある材料は水素生産には非常に効率が低い。

－ 材料の大量合成

実用炉での実装と一致した規模で、高効率で耐久性があり、低価格の可能性を持つと識別された材料の大量生産技術が開発される必要がある。

－ 装置構成設計

多数の材料層を組合せるハイブリッド等のデバイス設計は、耐久性と効率の問題を取り扱うことができる。商業規模での素子構造の適切な光電気化学材料を製造する技術が必要である。

－ システム設計および評価

最も有望な素子構造を盛り込み、コスト効率が良く、水素不浸透性の透明材料を使用するシステム設計が、また、光分解水素生産工程を実装するために必要である。完全なシステム評価は、毎日の運転限界および性能や耐用年数に対する水純度の影響を含んだ、一連の重要な運転上の制約や条件を考慮する必要がある。必要な資金を最小化するために設計の選択肢を注意深く解析する必要がある。

4.3 光電気化学研究の集中領域

光電気化学の新素材と材料システムについての研究は、大学、国立研究所および産業界で実施されている。広範囲な効率や耐久性を持つ様々な材料が一斉に研究されている。研究者が最適な光電気化学材料の探索のために全国的な発見を積み上げることが可能にする材料データベースが構築されている。表 4.3 は、研究集中領域および DOE の目的に寄与するプロジェクト示している。

表 4.3 光電気化学研究の集中領域

研究集中領域	DOE 確立プロジェクト(a)
材料効率	GE グローバルリサーチ カリフォルニア大学サンタバーバラ校 ネバダ大学ラスベガス校(b)

	SRI ミッドウエストオプトエレクトロニクス社 米国立再生可能エネルギー研究所 MV システム社(c)
材料耐久性	GE グローバルリサーチ カリフォルニア大学サンタバーバラ校 ネバダ大学ラスベガス校(b) SRI ミッドウエストオプトエレクトロニクス社 MV システム社(c) 米国立再生可能エネルギー研究所
大量材料合成	ネバダ大学ラスベガス校(b) GE グローバルリサーチ MV システム社(c)
装置構成の設計	ネバダ大学ラスベガス校(b) GE グローバルリサーチ 米国立再生可能エネルギー研究所 トレド大学 MV システム社(c)
太陽生産の基礎研究	コロラド州立大学 カリフォルニア工科大学 アリゾナ大学 カリフォルニア大学サンタクルーズ校 ペンシルベニア州立大学 パデュー大学 ワシントン大学 ナノプテック社 バージニア工科大学 ブルックヘブン国立研究所 パシフィックノースウエスト国立研究所 米国立再生可能エネルギー研究所

- (a) これらのプロジェクトは **DOE** によって立ち上げられ、集中研究領域を支援する議会指示プロジェクトを含んでいる。全てのプロジェクトは付録で参照できる。
- (b) このプロジェクトは議会指示プロジェクトで、競争で与えられていない。
- (c) このプロジェクト実行者は競争で選ばれた。しかし、プログラムの目標に寄与しない議会指示プロジェクトのために、現在このプロジェクトは資金提供されていない。

4.4 光電気化学の提案

光電気化学分野の最近の成果には、新しい燐化ガリウム窒化物材料で、高い(2.5mA/cm²)光電流性能を維持し、加速試験に基づいてプロジェクトの 1,000 時間耐久性を達成する一方で、低価格なハイブリッド素子に低温(<300 度 C)での三酸化タングステン蒸着ができる実証がある。

光電気化学は、米国学術研究会議(NRC)によって調査され、水分子の直接分解は研究の重要な経路であると確認されている。⁵

DOE の提案、

1. 光プロセスと触媒反応への基礎研究の継続、
2. 光電気化学材料と装置に関する応用研究と開発の継続、
3. システムの設計と評価(2015 年の中間目標の達成後)

以上

(出典 : Solar and Wind Technologies For Hydrogen Production - Report to Congress, December 2005 (ESECS EE-3060), pp23-27,
http://www.eere.energy.gov/hydrogenandfuelcells/pdfs/solar_wind_for_hydrogen_dec2005.pdf)

⁵ The Hydrogen Economy: Opportunities, Costs, Barriers, and R&D Needs, Committee on Alternatives and Strategies for Future Hydrogen Production and Use, National Research Council and National Academy of Engineering, 2004, p. 238.

【ナノテクノロジー特集】

化学反応を分子毎に制御するためにプローブを使用（米国）

微小な材料表面の地勢的特徴を検知し画像化するように元来設計されたプローブを使用して、米国エネルギー省ブルックヘブン国立研究所の科学者は、サブミクロン規模で化学反応を起こし局所的に限定させる能力を実証した。

大量処理で行われている通常のビーカーの化学反応とは対照的に、彼等は化学反応を、非常に小さな規模で信頼性を持って操作することを可能にした。分子毎の規模まで下げたこのようなサイト選択性化学反応は、太陽電池で太陽光を電力に変換するために使われるような化学反応のより良い理解や制御法と同様に、小規模電子回路をエッチングする新しい方法などにより非常に高感度の化学センサー開発に導くであろう。

「原子間力顕微鏡(AFM)は、昔のレコードプレーヤー上の針と類似したプローブ(探針)を使用する。しかしながら、レコード溝内の孔の小さな変化特性を検知することに対応するものとして、AFM プローブは通常表面化学の変化に関連した分子間相互作用を検知する」とブルックヘブン国立研究所材料科学者のスタニスラウス S.ウォンは説明する。

「我々がこの研究で実証したことは、AFM プローブを変更する能力であり、単に化学反応を検知するという受動的に使用するだけでなく、表面の化学反応を起動したり制御したりするなど能動的に使うことが出来るということである」とウォンは続けた。

ウォンのグループは、この原理証明実験において、従来の AFM プローブの末端へ二酸化チタンナノ粒子を取り付けて、光反応染料薄膜上の選択された個所を光触媒作用で酸化させるために使用した。太陽電池の光触媒作用を理解するためのモデルである。

ウォンの研究室のポスドク研究者のマンダキニ・カヌンゴが、ジョージア州アトランタでの米国化学会(ACS)の第 231 回全国会合でこの研究について報告している。

実験では、染料の酸化した領域と酸化しない領域は、僅か 0.1 ミクロンしか離れていなかった。分子規模あるいは 1 ナノメートルの規模で、分子に変更を与えるために、この技術の空間分解能を高めることを期待している、とウォンは語る。

この規模で化学反応を制御することができることは、多くの潜在的な応用を持っている。まず始めに、例えば触媒が光のある状態で化学物質のその場での酸化を引き起こす場合、それは、科学者に分子レベルでの反応の動力学に対するより深い洞察を与

える。この反応は、太陽光を電力のような便利なエネルギー形式に変換する方法の理解に向けて重要である。

化学反応についての詳細な観測は、科学者が異なるタイプの触媒粒子、粒子サイズおよび形や他の特性で実験することを可能にし、これらの変更が光触媒プロセスに関連した動力学や他の動的性質にどのように影響するかを詳細に確かめることを可能とする。この研究は、最終的により効率的な触媒やより効率的な太陽電池の設計に導くことができるであろう。

「他の応用では、反応させたい領域を描くために、超微細な鉛筆のように AFM チップを使用することができる」とウォンは語る。これは、基板上の周辺領域の化学材料とは異なるナノメートル規模のラインを作成する。例えばナノスケール回路を描くために化学反応を使用して、このような化学反応性によりラインを本質的にエッチングすることができる。このような小規模回路は、電子機器のスケールをさらに縮小させることができ、データ記憶装置や情報検索の効率や速度を増加させる。

この技術の重要な 1 つの利点は、電流や潜在的に有害な反応条件を使用しないので環境に優しいと、ウォンは語る。更に、この技術は非常に高い局所限定性を持っているので、単一分子の検出や解析の潜在性を提供し、洗練された化学センサー技術の応用の可能性の利点を持っている。このようなセンサーは、例えばテロ攻撃で放出された潜在的に危険性のある物質の単一分子を検知することができるであろう。

以上

(出典 : http://www.bnl.gov/bnlweb/pubaf/pr/PR_display.asp?prID=06-35)

【ナノテクノロジー特集】

バークレー米国立研究所が分子ファウンドリーを開設（米国）

ファウンドリー(铸造工場)は、これまでモールド品(成形品)が作られる場所であった。この言葉は、モールド型へ液状原料を注ぎ固まらせる行為である铸造から来ている。17世紀の産業への铸物工場の導入以来、铸物工場で作ることができる成形品の形や寸法は、材料を液化して型で铸造する能力によって制限されていた。原子毎にあるいは分子毎のやり方で物を作ることができる铸物工場では、形や寸法は潜在的に事実上無限である。これが、ローレンス・バークレー国立研究所(バークレー研究所)で公式に開設された分子ファウンドリーへの期待である。

「分子ファウンドリーは、他のどこの設備でも見つからないナノスケールの研究能力を持っている。分子ファウンドリーは、ナノスケールでの物質の性質についての知識を広げるために、1つの屋根の下で、異なる専門分野からの科学者がともに働くことができる環境を構築する」とファウンドリー所長のキャロリン・ベトロツィーが開所式で語った。

「分子ファウンドリーの開設は、ナノサイエンス分野でのマイルストーンを意味する」とバークレー研究所物理科学副所長で無機ナノ結晶の国際的権威であり、ファウンドリーの無機ナノ構造の研究計画を率いるポール・アリビサトスは語る。

この分子ファウンドリーは、米国エネルギー省ナノスケール科学研究センターの提案された5ヵ所の中のひとつで、西海岸唯一のものである。分子ファウンドリーは、8500万ドルの6階建て94,500平方フィートの建物の内部に入る。DOEの全米研究施設としてこの分子ファウンドリーの設備は、米国の至る所の資格ある科学者が利用可能である。既に、50件を超える分子ファウンドリーの科学プロジェクトが承認されている。

ナノメートル規模での技術は、今日のマイクロ技術の単にさらに小さなものとは異なる。マイクロスケールの1000倍以上も小さなナノスケールでは、物質は、量子サイズ効果、熱力学の改変および改質した化学反応性のために、非常に特殊な特性を示す。このことは、分子ファウンドリーの設備は目的に合致するようにユニークに設計されているという、特別な科学的挑戦を示している。

分子ファウンドリーでの研究は、ナノ結晶、ナノチューブおよびリソグラフでのパターン構造を含むハード(無機)材料、およびポリマー、DNA、タンパク質および生細胞の要素のようなソフト(有機・生物学)材料を包含する。

ナノの長さ規模は、ハードとソフト材料への研究が行われるところである。この共通グラントを研究するために、分子ファウンドリーの研究者は、二つの主要な組み立て戦略に訴える、すなわち、半導体のような現存の構造や物体をより小さくする固体物理学者や物理化学者によって行われている「トップダウン」アプローチ、そして、より大きな構造や素子を作るために原子や分子と一緒に結合する化学者や分子生物学者によって行われる「ボトムアップ」アプローチがある。

分子ファウンドリーは、客員研究員とファウンドリー自身の研究プログラムと共同プログラムを主催し、かつ、大学院生やポスドクの学生に訓練を提供する。分子ファウンドリーは、ファウンドリーの研究プログラムおよび訓練課程に加えて、さらに効率的なナノスケール研究に重要な最先端の技術的能力を提供する、バークレー研究所の他の3ヵ所の全米利用者施設への「ポータル」としての協力を行う。

その3ヵ所の施設は、以下のとおりである、1)最先端光源施設：科学研究に利用可能な最も明るく最も強力なX線を発生するシンクロトロン蓄積リング。2)全米電子顕微鏡(NCEM)センター：構造の詳細をサブオングストロームの分解能で達成しており、研究者が結晶中の原子を観測することを可能にする。また、3)全米エネルギー研究科学計算センター(NERSC)：機密でない世界で最も強力な研究用計算リソースの1つである。

分子ファウンドリーが期待されている可能な開発の中には、カーボンナノチューブからの電子素子の製作、細胞レベルでの疾病の検出および治療、製造工程中の廃棄物や汚染の削減、化学物質や生物活性の実時間監視用の改善されたセンサー、高性能電力伝送線路および次世代太陽電池が挙げられる。

分子ファウンドリーに関するより詳細は、<http://foundry.lbl.gov/> ウェブサイトを参照。バークレー研究所でのナノサイエンスに関する特集記事および分子ファウンドリーで実施される研究の例は以下のサイトで参照可能である、
<http://www.lbl.gov/Science-Articles/Research-Review/Magazine/2001/Fall/>

以上

(出典：<http://www.lbl.gov/Science-Articles/Archive/MSD-Foundry-dedication.html>)

【ナノテクノロジー特集】

触媒ナノ粒子化学反応のモデル化（米国）

科学が非常に小さな世界に入るとともに、研究者は、ナノ粒子やその特性を研究するための新しい方法を探求している。過去数年間、米国エネルギー省ブルックヘブン国立研究所(BNL)の科学者は、ナノサイズ触媒粒子の特別な反応性をよりよく研究するために、モデル触媒システムを作成する目的で、金属担体ナノ粒子を調整するための新しい方法を実験している。

化学反応を加速する触媒は、例えば原油から燃料への転換など、我々のほとんどのエネルギー供給や化学工業製品の 80 パーセントの基礎となっている工業プロセスとして非常に重要である。触媒がどのように働くかを理解し、かつよりよい触媒を設計し作ることを研究することに大きな必要性がある。

ブルックヘブンにおける研究は、あるクラスの触媒モデル系の詳細な原子構造がどのようにその活性度に寄与しているか理解することを目指している。ブルックヘブン国立研究所のジャン・ハーベックは米国化学会第 231 回全国会合で、多くの触媒粒子中の活性物質であるナノスケール粒子のモデルを作る際の研究成果を報告している。

固体表面は、しばしば分子を束縛し、相手の内部結合を弱めて、新しい分子生成物の形成反応を可能にすることにより、触媒としての役割をする。これらの固体表面は、ミクロンサイズの粉末粒子上に支持された通常ナノサイズの粒子であり、触媒上に反応ガスや液体を流して、予定の生成物への反応を行わせる。

活性物質の例としては、金属、金属酸化膜および例えば金属硫化物や金属炭化物などの金属化合物がある。触媒上を流れる反応ガスや液体の流れからみて、これらは固相であるので総称として不均一触媒として知られている。非常に小さな粒子は、固体材料原子のほとんどが表面に存在し、反応流と接することを可能にする。

この微細な分散は、触媒材料の効率的な使用を確実にするために必要である。ナノメートル寸法は、さらに、粒子の反応性および選択性の改善においてしばしば重要となる。これらの微粒子はしばしば歪んでおり、この歪みが、特別な化学転換のためのより安定した活性部位の形成を促進することができる。

「実際の触媒は、しばしば広範囲の粒径や構造を持つ非常に複雑でうまく制御できない材料である。どの原子箇所が触媒作用に能動的かは、多くの場合選別が難しい。このモデル研究の目標は、反応部位の原子構造を決定することを可能にし、反応がそ

の箇所でどのように生じるかを理解することである。この研究は、よりよい触媒を設計する能力を強化することを最終の目標としている」とハーベックは語った。

ブルックヘブン国立研究所の触媒研究の中で、最も興味ある結果は、触媒作用に関連した金属化合物で明確に定義されたナノ粒子を生み出す新方式がある。

「反応層支援蒸着(RLAD : Reactive layer assisted deposition)は、明確に規定された担体上の十分に分散し適度に一様な金属化合物ナノ粒子を作ることができる。その後、ナノ寸法での構造を特徴づけ、最新の表面検知技術の使用によりその反応性を評価することができる。これは、原子的に特徴づけられた金属化合物中の触媒活性を調査する興味ある可能性をもたらす」とハーベックは語る。

金属化合物ナノ粒子を研究するいくつかの研究所では、既に RLAD 方法を採用している。「この粒径範囲の一様な粒子を形成し、基質上に一様に分散させ、その構造を理解するために高度な顕微鏡で調べることはチャレンジである。粒子を形成し研究するために利用できるツールが、ブルックヘブン国立研究所のナノサイエンス成長能力の1つの側面である」とハーベックは語った。

以上

(出典 : http://www.bnl.gov/bnlweb/pubaf/pr/PR_display.asp?prID=06-33)

【ナノテクノロジー特集】

ドイツにおける新材料研究開発

ドイツの材料研究開発は 70 年代には化学工学分野を中心に行われていたが、現在では、化学工学とナノテクノロジーを組み合わせた形で進められている。ドイツ政府が現在取り組んでいる事業は 2004 年に開始された「産業と社会のための素材革新総合事業」である。

同事業では、重点分野として次の 5 テーマを取り上げ、年間予算として約 9,000 万ユーロが計上されている。

- 1) **ナノテクノロジー分野における材料開発**（若手研究者の育成を目的に優秀な成果を上げた若手研究者を表彰するもの）
- 2) **インテリジェント材料**（周辺環境に独自に適合できる材料など）
- 3) **化学**（たとえば生産プロセスに持続性原理を導入できるようにする研究）
- 4) **ナノ材料**（2006 年 3 月には、ナノ材料の人間の健康と環境に与える影響を早期に評価する方法の開発を目的とした基幹プロジェクト NanoCare がスタートした。予算枠 500 万ユーロ）
- 5) **資源の高効率利用を可能とする材料**

上記 5 テーマの実施にあたっては、コンピュータ・シミュレーションで材料開発を行う「バーチャル材料開発」が特に奨励されており、次の a)～c)が 2006 年 2 月から開始された（予算枠 2,000 万ユーロ）。

a) 材料のナノ構造・マイクロ構造エンジニアリング

薄膜作製における材料の最適化をコンピュータ・シミュレーションで行なう技術、特に材料の機能性状（電気的特性、磁気的特性、光学的特性など）を改善することを目的としたものが優先される。

b) 損傷メカニズムと極限環境下の材料

材料の損傷メカニズム（熱、機械的な力、腐食、クラックの発生）をコンピュータ・シミュレーションで予測する技術と、それをもとに極限環境下で利用される材料を開発するための基礎データをシミュレーションで得るための技術

c) 負荷に耐えるハイブリッド材料

異なる材料をひとつの要素に組み合わる材料システムや繊維強化型材料の特性をより効率的に利用するための材料構造、部品構造の最適化をシミュレーションする技術

ドイツのこれまでの材料研究開発の成果は多数あるが、主要なものは以下の通りで

ある。

①記憶機能のあるポリマープラスチック

ドイツの大規模研究開発機関の組織であるヘルムホルツ協会に属する GKSS 研究センターのポリマー研究所（ベルリン市郊外のテルトウ）では、インテリジェント・ポリマープラスチックを開発している。これは、ポリマープラスチックの糸が自力で結び目をつくったり、巻き付いたりした後、熱や光によって事前に設定しておいた元の状態に戻るというもので、たとえば外科手術用の糸などへの応用が考えられている。結び目の強度は正確にコントロールすることもできる。これまで、プラスチックの形状記憶効果は熱でしか刺激できなかったが、同研究所で開発されている材料は紫外線の光によっても刺激することができる。それによって、人間のからだで利用する場合に、体温の影響を受けないという利点がある。

②高性能セラミック

Cerobear 社（アーヘン市）が開発したセラミックは、小さいほどその強度を増す。同社はセラミック製転がり軸受の専門メーカーで、同社の転がり軸受は潤滑油を必要としない。そのため、マイクロプロセッサや半導体など高度のクリーンさが要求される生産工場で利用されているほか、高度の精度と耐久性が要求される F1 レーシングカーのギアや差動歯車装置に利用されている。

CeramTec 社（プロヒンゲン市）が開発したセラミックはピエゾセラミックで、主に人工関節や手術用メスに利用されている。ピエゾセラミックはメカ的エネルギーを電気エネルギーに変換させたり、その逆も可能とすることから、たとえば小型の外科手術用メスに振動を与えることができるようになり、それによって微細で精密な切開が可能となる。

③光学的特性のある高耐熱性プラスチック

ジーメンス社を中心とした産学提携プロジェクトでは、光学的特性のある高耐熱性プラスチックを開発した。同プラスチックは吹き付け鋳造やレーザーで成形でき、磁場で稼動する小型プラスチックモータなどに利用される。

④マグネシウムの活用

マグネシウムが自動車用の軽量材料として再び注目されている。フォルクスワーゲンの初代ビートルにはマグネシウムが約 30kg も利用されていたが、アルミニウムや鋼材に比べて 25～60%軽いものの、腐食や耐熱性に問題があることから、マグネシウムは利用されなくなっていた。しかし、マグネシウムテクノロジー社（ザルツギッター市）が共同開発したマグネシウム板はこうした欠点を解消し、アルミニウムや鋼材に代わって、自動車のギアボックスやハンドル、ドアの内部部材などに利用されている。さらに将来的には、デジタルカメラやノートブックパソコン、携

帯電話のボックスに利用されていくものと期待されている。

以上

〈参考資料〉

1. Werkstoffinnovationen –eine Zukunftsinvestition(www.bmbf.de/de/3783.php)
2. BMBF fördert Simulation in der Werkstoffentwicklung (www.bmbf.de/press/1727.php)
3. NanoCare (www.bmbf.de/de/5915.php)
4. Bekanntmachung (www.bmbf.de/de/5758.php)
5. Kunststoffe mit Memory-Effekt (www.bmbf.de/de/4750.php)
6. Vom space shuttle bis zur Ski-Sprungsschanze (www.bmbf.de/de/5382.php)
7. Motoren aus Plastik und leichtender Kunststoff (www.bmbf.de/press/1417.php)
8. Leichtbau (www.bmbf.de/de/4764.php)

【ナノテクノロジー特集】

EU 研究技術開発第6期フレームワーク・プログラム “ナノ科学とナノテクノロジー”

ヨーロッパは "ナノ科学とナノテクノロジー" に 1990 年代中期から後半に投資を開始して以来、この領域のプロジェクトの見事なポートフォリオを構築した。継続するフレームワーク・プログラム全体にわたって、EU 投資研究は EU の研究技術開発(RTD)優先度とヨーロッパ統合の根本的な政治的目標に従って発展してきた。

最初の"ナノ科学とナノテクノロジー"研究活動は、第 4 期フレームワーク・プログラム(FP4)の下で、1994 年から 1998 年まで実施された。FP4 は、多くのプログラムによって"ナノ科学とナノテクノロジー"活動を促進した：工業近代化および材料に関するプロジェクトに資金を提供し、エレクトロニクスとインフォーマティクス、また、バイオと医学のナノテクノロジーをカバーする少数のプロジェクトを含んだ、バイオテクノロジー(生物工学)および生体臨床医学(バイオ医学)プログラムに関するプロジェクトを支援した。ナノ関連の標準、測定および試験プロジェクトは、さらに FP4 の下で注目を引いた。全体で、資金は約 70 件のプロジェクトに提供された。主として高度機能材料、エレクトロニクスとオプトエレクトロニクス、計測装置と計測学やナノバイオテクノロジーに集中して、合計およそ EUR3000 万の年間予算が組み込まれた。

1998～2002 年に実施された第 5 期フレームワーク・プログラム(FP5)は、"ナノ科学とナノテクノロジー"活動の展望を拡張する新しい学際的な構造を導入した。当初においては、EU の資金提供の大部分は、いくつかのヨーロッパ諸国の学術界・産業界の提携を含む資金共有共同プロジェクトに集中し、提出された提案が選択され、研究の全コストの 50%までの資金が提供された。FP5 は、ヨーロッパの水準を解決する問題へ向けた方向性を導入した。FP5 で割り当てられた、ナノテクノロジー関連プロジェクトへの資金提供は、FP5 全予算 EUR149 億 6000 万からの 1 年間当たり EUR4500 万に増加した。"ナノ科学とナノテクノロジー"は、主要な研究技術開発分野を表す 4 つの主題的プログラム、クオリティー・オブ・ライフ(QoL)、情報社会技術(IST)、競争的持続的成長(Growth)ならびにエネルギーと環境(EESD)の全てに存在していた。水平型プログラムの訓練と教育に関する人間の潜在能力の改善(IHP)は、さらに、ナノテクノロジーの訓練ネットワークを含んでいた。

2000 年から、一連の政治的展開は、EU の研究技術開発支援を確実に注目させた。2000 年 1 月 18 日に、欧州委員会はコミュニケを発表した。ヨーロッパ研究領域(ERA)へ向けて：各国の研究活動の全ヨーロッパでの協力と統合を増すために、かつ社会の

中心に研究を戻すために、研究の純粋な域内市場を作り出すことを目標としている。主要な経済的手段が EU の研究技術開発フレームワーク・プログラムであるヨーロッパ研究領域(ERA)の展開に関する主要な考慮は、研究の量および影響を増加させ、各国のプログラムの調整を進め、中小企業の支援をし、社会の移動性とヨーロッパの職業に対する特別な強調を持って、人的資源を促進すること、また、科学と社会および市民の間の相互関係を強化して、特に広域的問題に関する国際的重要性を検討することである。

さらに、EU を「2010 年までに最も競争力のある最もダイナミックな知識主導型経済」にすることを目標とする 2000 年リスボン戦略の採用、2002 年ゴセンバーグ(持続可能な開発)およびバルセロナ(教育、訓練および革新)の宣言を通じて、ヨーロッパは、フレームワーク・プログラムの一連の変化を引き起こす研究技術開発活動へのアプローチへの重大な影響力を持った新しい戦略目標をそれ自体に設定している。

第 6 期フレームワーク・プログラム(FP6)の定義は、知識型の社会、持続可能開発の必要性および教育の優越性へ向けた遷移のために、ヨーロッパ研究領域の目的と理念を統合するために必要であった。統合化アプローチを強調する一方、付加的なことから急進的な革新およびブレークスルー戦略までの変更を含んで、刷新と同様に長期的なものから短期的なものまで共同体研究の重要性を調整することを含んでいる。さらに、ヨーロッパ領域を支援し、かつ競争性を促進するツールとして、第 6 期フレームワーク・プログラムは、選択されたテーマ別優先領域に専念する。

"ナノ科学とナノテクノロジー"の分野では、ヨーロッパはその強い立場を利用して、ヨーロッパの産業を真の競争力優位に移す必要性を認識した。第 6 期フレームワーク・プログラムの下での資金提供研究は、長期的でかつハイリスクでも、EU 水準での工業的応用や取り組みの統合へ向けて方向付けされる。新規企業を含む製造企業や中小企業の参加を促進する積極方針は、十分な容量を持つコンソーシアム取り組みプロジェクトでの強力な産業と研究の相互作用の促進を通じて追求されることになっている。さらに、研究開発活動は、新しい専門技能の開発を促進することであり、"ナノ科学とナノテクノロジー"の場合には教育訓練戦略の適応を含む。さらに、適当と認められるときは、倫理、社会、情報、健康、環境ならびに規制等の問題が、特別の度量衡および測定トレーサビリティの面で取り扱われることになっている。

第 6 期フレームワーク・プログラムは、ナノテクノロジー研究に集中した特別なテーマ別優先度を導入する最初のフレームワーク・プログラムだった：テーマ別優先度Ⅲ (TP3)は、"ナノ科学とナノテクノロジー"の知識基盤の多機能材料および新しい生産プロセスと装置(NMP)に専念する。テーマ別優先度Ⅲの主目的は、科学技術の優越性に基いて真の産業ブレークスルーを促進することである。根本的なブレークスルー

は、新しい知識の創成ならびに既存知識と新しい知識を統合し開発する新しい手段の、2つの相補的なアプローチを通して達成されると予想される。

第6期フレームワーク・プログラム予算の合計からユーラトムを除く EUR178 億 8300 万の中から EUR14 億 4700 万がテーマ別優先度Ⅲに投入された。第6期フレームワーク・プログラム下のナノテクノロジープロジェクトのための全体の予算は、他のテーマ別優先度におけるナノテクノロジー研究を含んで、2003 年～2006 年の間で毎年平均 EUR4 億 5000 万である。

この広範な性格を与えられたナノテクノロジーは、テーマ別優先度Ⅰ(TP1)の"健康のためのゲノミクスおよびバイオテクノロジー"およびテーマ別優先度Ⅱ(TP2)の"情報科学技術"のように、明白に他のテーマ別優先度と相互にリンクしている。そしてそれらは"ナノ科学とナノテクノロジー"活動の資金提供に寄与している。付加的な"ナノ科学とナノテクノロジー"研究は第6期フレームワーク・プログラムの他の部分で支援されている。これらは、新しく出現する科学技術(NEST)および特に人的資源と流動性を開発することを目標としているマリー・キュリー行動および研究インフラストラクチャの骨組みを促進する措置のヨーロッパ研究領域の基盤強化への分野横断的な研究を含んでいる。

以上

より詳細な情報は：

ナノテクノロジーとナノ科学の知識基盤多機能材料および新しい生産プロセスと装置(NMP)活動のサービスは、資金提供プロジェクトの資料と共に、提案者が必要とする申請書類、規則および手続きの説明、連絡先および資金提供機会の詳細を含んだ包括的な情報を提案者に提供する：<http://cordis.europa.eu.int/nmp>

EU が資金提供するナノテクノロジープロジェクトに関する詳細情報のデータベースは、以下で利用可能である：

http://cordis.europa.eu.int/nanotechnology/src/fp_funded_projects.htm

第6期フレームワーク・プログラム 2005年テーマ別優先度Ⅲの実行プログラム

研究分野	2005年のトピックス(選択枠)	
3.4.1. ナノテクノロジー とナノ科学	3.4.1.1 現象の理解、プロセスの習得 および研究ツールの開発の長期的で学際 的な研究	技術収束に向けて(特定目標研究計 画) ナノテクノロジーのための標準化 (特定支援活動)
	3.4.1.2 ナノバイオテクノロジー	新しいナノテクノロジー基盤プロ セスに自然をモデルとして使用(特 定目標研究計画)
	3.4.1.3 材料と素子を生み出すナノス ケール工学技術	炭素以外の元素に基づいた 3 次元 ナノ構造(特定目標研究計画)
	3.4.1.4 装置や機器のハンドリングと 制御の開発	
	3.4.1.5 健康と医療制度、化学、エネ ルギー、光学、食糧および環境のような分 野の応用	ナノテクノロジーに基づいた標的 薬剤搬送(統合プロジェクト) 環境と生物界と設計ナノ粒子との 相互作用(特定目標研究計画)
3.4.2. 知識基盤多機能 材料	3.4.2.1 基礎知識の開発	材料の界面現象(特定目標研究計 画) 先端材料評価用の新世代ツール(協 調活動) 多機能材料の計算モデル化の方法 (協調活動)
	3.4.2.2 知識基盤多機能材料の製造、 転換およびプロセスに関連する技術	先端材料プロセス(協調活動) ナノ構造化多孔質材料の開発(統合 プロジェクト) 根本的に新しい特性を持った多機 能セラミック薄膜(特定目標研究計 画)
	3.4.2.3 材料開発の設計支援	設計による材料：多機能有機材料 (特定目標研究計画) 固体イオン材料(特定目標研究計 画)
3.4.3 新しい製造プロ セスと装置	3.4.3.1 新しいプロセスおよびフレキ シブルな知的統合生産システムの開発	超精密工学技術を使用する新しい マイクロデバイスの新しい製造技術 (統合プロジェクト) 新世代のフレキシブルな組み立て 技術およびプロセス(統合プロジェ クト) グローバルデリバリーの新しい概

		念(特定目標研究計画) 製造の将来に関するロードマップ化と先見研究(製造)(特定支援活動) 欧州の製造研究活動の統合(協調活動)
	3.4.3.2 システム研究と危険制御	
	3.4.3.3 産業システム、製品およびサービスのライフサイクルの最適化	
3.4.4 価格・経済効率の高い分野別応用のためのナノテクノロジー、新素材および製造技術の統合		3.4.4.1 多機能材料に基づいた将来の工場(統合プロジェクト)
		3.4.4.2 新しい高付加価値応用のための新設製品およびプロセス
		3.4.4.3 "産業バイオテクノロジー"の習得 - 高付加価値製品の持続可能製造のための環境技術(統合プロジェクト)
		3.4.4.4 建設、医療応用および保護服のための多機能技術の織物(中小企業専用統合プロジェクト)
		3.4.4.5 欧州の輸送のための同時処理技術および統合先端技術要素の生成(中小企業専用統合プロジェクト)
		3.4.4.6 移植用生体材料技術(中小企業専用統合プロジェクト)
		3.4.4.7 高度セキュリティシステムのためのナノテクノロジーアプローチ(中小企業専用統合プロジェクト)
3.4.5 クロス優先行動および他の研究行動へのリンク		3.4.5.1 燃料電池用機能材料に関する基礎的な材料と工業プロセスの研究(特定目標研究計画)
		3.4.5.2 輸送のための高エネルギー効率水素貯蔵システム(特定目標研究計画)
		3.4.5.3 ナノテクノロジー、先端多機能材料および製造研究の新しい方法等の分野での第3国との協力(特定支援活動)

【個別特集】

31st International Symposium Microlithography (Microlithography 2006) 参加報告

NEDO 技術開発機構 電子・情報技術開発部
横川知行、逆水登志夫

1. 出張目的

International Symposium Microlithography は半導体リソグラフィに関する世界最大規模の国際学会であり、毎年数千名の参加者が世界各地から集結して最先端技術を披露し、議論を交わす場として定着している。日本からも毎年多くの研究者が半導体関連企業や大学、コンソーシアム等から参加して、学会の活性化に大きく貢献している。NEDO 技術開発機構（以下 NEDO）の電子・情報技術関連事業でも半導体リソグラフィはキーテクノロジーであり、今回はその世界的な技術動向と、関連する NEDO の技術水準を比較調査すべく、電子・情報技術開発部より 2 名体制で参加した。

2. Microlithography 2006 について

今年の Microlithography は、2006 年 2 月 20 日（月）から 2 月 24 日（金）の 5 日間に亘り、米国カリフォルニア州サンノゼにあるサンノゼコンベンションセンター（写真 1）及び隣接するマリオットホテルにて開催された。21（火）と 22 日（水）の 2 日間はコンベンションセンター内で展示会も開催され、材料、装置メーカー等によるブースが併設された（写真 2）。

サンノゼにはサンフランシスコ空港から地下鉄や路面電車を乗り継ぎ、あいにくの冷たい小雨の降りしきる中、約 2 時間で到着した。



写真 1 会場となったサンノゼ
コンベンションセンター

初日の2月20日(月)朝は、Symposium ChairのAnthony Yen氏(Cymer社)による開会宣言の後、Yan Borodovsky氏(Intel社)、Prof. Eli Yablonovitch氏(California大学)、及びKurt Ronse氏(IMEC)の3人の講演者によるプレナリーセッションが開催された。講演会場にはざっと数えて1,000座席程度が用意されていたが、ほとんど空席無く埋まった上に、振り返ると多くの立ち見が居るほどの盛況ぶりだった。学会事務局によると、今年の参加者は展示会と合わせて5,000名弱とのことだった。



写真2 同時開催の展示会場入り口



写真3 セッション会場入り口

プレナリーセッションの後、学会は以下の6つのカンファレンスに分かれて進行した。

- ①今後のリソグラフィ技術 (2/21~2/23)
- ②計測、検査及びプロセス制御 (2/20~2/23)
- ③先進レジスト材料とプロセス技術 (2/20~2/22)
- ④光マイクロリソグラフィ (2/21~2/24)
- ⑤データ解析とモデリングによるパターン制御 (2/23)
- ⑥設計と製造の統合 (2/23~2/24)

これら①~⑥の中で、NEDO事業として平成13年度(2001年度)から技術開発中の「EUVL(=Extreme Ultra Violet Lithography: 極端紫外線露光)」に関する講演は、カンファレンス①の会場にて行われた。国内からはNEDOから本プロジェクトを受託したEUVA(=技術研究組合 極端紫外線露光システム技術開発機構)及びASET(=技術研究組合 超先端電子技術開発機構)を始め、産業技術総合研究所、文科省LP(Leading Project)の各大学や関連企業等から、口頭で合計9件(全32件)、ポスターで合計21件(全58件)の発表が為された。それぞれが全体の約1/3もの件数を占めただけでなく、会場に詰めかけた聴講者の真剣な眼差しや投げかけられる質問・コメントから、国内勢に対する各国の期待の大きさが感じ取れた。

一方、海外勢も同様にEUVL技術の開発には凌ぎを削っているが、とりわけ今回注目を集めたのがオランダの露光機メーカー、ASML社による世界初の α デモ機に関する

る発表だった。光学系や幾つかの露光結果が初めて公の場で示されたことにより、いよいよ EUVL の実用化に向けた大きな一歩が踏み出されたことを、会場全体が共感した瞬間だった。国内勢も是非次のタイミングでは露光結果を示し、総合特性で海外勢に勝ることを披露して欲しいと願った。

その他、カンファレンス②の会場では、現在の光透過型リソグラフィの延命技術として研究開発が進められている、ArF エキシマレーザ露光と液浸技術を組み合わせた「ArF 液浸露光」に関する報告が多く為された。高屈折率な光学系新規材料の基礎的な調査結果を示す発表から装置メーカーによる実用化技術に関する発表まで多岐に亘り、興味深く聴講した。2月21日（火）の夕方から開催されたパネルディスカッションでは、3年後の2009年における各種露光技術の進展予測について、8名（うち国内メーカーから3名）のパネリストらが500～600名の聴講者も巻き込みながら熱心な討論を展開した。大方の見解は、スケジュール面からさすがに EUVL は間に合わず、当面は ArF 液浸による二重露光でしのぐとのことであった。但し二重露光は、コスト、TAT、パターン設計制約の問題があり、その採用は限定的との意見も多い。少数ではあったが EUVL 技術を推すパネリストも居り、EUVL に寄せられる期待の大きさが伝わってきた。

3. 所 感

今回 NEDO 技術開発機構の重要な事業の一つである EUVL 関連技術開発が、世界的に見てどの程度の技術水準に達しているのか直に調査すべく、米国サンノゼで開催された Microlithography 2006 に参加した。α デモ機による露光結果を初めて示した ASML 社の発表は確かに注目を集めたものの、日本側の各発表に見られる要素技術の高さ、すなわち高出力で信頼性の高い EUV 光源や高精度な波面計測技術等に関する発表は、世界的に見て十分最先端にあることは会場全体が認めるところであった。

今後はこうした要素技術を結集させ、早い段階での国内産 α 機の完成と、実証試験による EUVL 技術の実用化への目処付けが重要であり、NEDO 事業として着実な成果が求められていることを再認識できた学会出張であった。

以 上

【個別特集】

「ベトナム国際環境技術展」出展報告

—2006年4月14日～18日（ハノイ）—

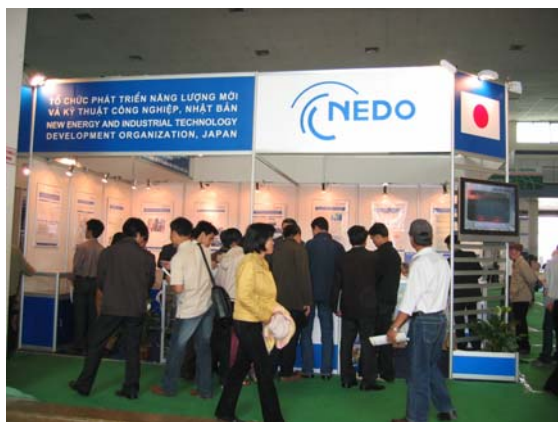
NEDO 技術開発機構 国際事業統括室
前野 功

1. ベトナム国際環境技術展の概要

2006年4月14日～18日に、ベトナム・ハノイ市内ベトナム・エキシビション・フェア・センターにて「ベトナム国際環境技術展:Vietnam International Exhibition Fair – ENVIRONMENTAL TECHNOLOGY 2006」が開催され、NEDO 技術開発機構（以下、NEDO）もブースを出展しました。

本技術展は、近年のベトナムにおける高い経済成長のため懸念されつつある環境問題を背景に、同国内外の環境技術の適用を促進するため、ベトナム天然資源環境省（MONRE）・ベトナム科学技術省（MOST）がスポンサーとなり開催されたベトナムでは初の環境技術展です。

出展者として数カ国から約 80 の団体・企業が参加し、NEDO は JETRO 及び日本企業と共に隣接したブースに出展しました。



NEDO ブース



セミナーの様子

2. NEDO の出展概要

NEDO は会場入口の正面にブースを設置し、NEDO の概要やエネルギー・環境関連技術をパネル等で紹介、1,000 名以上の来場者が訪れました。また、JETRO ブースにおいて行われた日本環境技術の紹介セミナーにおいて、NEDO の環境技術に関するプレゼンテーションを行いました。

開催期間中には、式典に参加された MONRE チュック大臣とベトナム工業省ハオ副大臣が NEDO ブースを訪問されました。



ベトナム天然資源環境省チュック大臣のNEDOブース来訪

(1) パネル展示（9件）

NEDO の概要やエネルギー・環境技術及びベトナムにおいて実施した事業等についてベトナム語によるパネルで紹介しました。

①NEDO の概要及び国際事業

②ビール工場省エネモデル事業

ビール工場への省エネ設備導入モデル事業（2005 年度終了）

③ハチエンセメント省エネモデル事業

セメント焼成プラントの電力消費削減モデル事業（2001 年度終了）

④高度選炭システム導入モデル事業

選炭廃水を処理する選炭技術の導入モデル事業(2004 年度終了)

⑤環境技術総合研究協力

ベトナムにて実施した水質汚染防止対策などの研究協力事業の紹介

⑥重金属廃液処理システム

イオン交換体を用いた廃液処理システム（ベトナムとの研究協力事業）

⑦省エネルギー型廃水処理技術開発

高濃度オゾン利用による余剰汚泥の発生抑制と難分解物質を分解する技術

⑧エコセメント

都市ゴミの焼却灰を原料の一部とするセメント製造技術

⑨太陽光マイクロ水力ハイブリッドシステム実証研究

太陽光発電と小水力発電のハイブリッドシステムの経済性・電力品質向上の共同実証事業（2001 年度終了）

(2) サンプル展示（各1点）

①アモルファスシリコン太陽電池

②CIS 太陽電池

(3) 資料配布

- ①リーフレット：展示パネルと同内容のもの及び展示サンプルの説明
- ②パンフレット
 - ・ NEDO 技術開発機構の概要（三色版、日・英語）
 - ・ NEDO 国際事業（日・ベトナム語・英語）
 - ・ NEDO at a GLANCE（英語）
 - ・ 成果レポート 2005（日・英語）

(4) ビデオ上映（英語）：NEDO概要、エコセメント

(5) ビール工場省エネモデル事業にて導入された技術の模型及びパネル

3. 所 感

本環境技術展は事前のテレビ・雑誌等での宣伝もあり、環境分野の政府・業界関係者の他、特に休日には学生、家族連れが多く訪れました。韓国企業、次いでベトナム企業が多数出展し、また、水処理技術や建材等の展示が多く見られましたが、その中でもNEDO及び日本企業ブースには多数の来訪があり、さらに、MONRE大臣を始めとするベトナム政府要人もNEDOブースに来訪いただき、NEDOのベトナムにおける活動をアピールすることができました。

NEDOはこれまで、モデル事業・研究協力事業等でベトナムと多くの協力を行ってきています。ベトナムでは今後も引き続き高い成長率の経済発展により環境問題が深刻化することが予想され、NEDOの有する環境・省エネ技術が同国の環境問題の解決と持続的な発展に大きく貢献することができるよう、今後も同国関連機関との協力活動の活発化のために微力ながら努力していききたいと思います。今回のハノイでの環境技術展への出展は、NEDO（日本）とベトナムの協力関係及びNEDOのエネルギー・環境関連技術の更なるアピールの場として実りの多いものとなり、十分な意義があったと思料します。



NEDOブースの運営スタッフ

以 上

【エネルギー】

幅 1 メートルの画期的な都市型自動車の試作（英国）

車幅わずか 1 メートルの画期的な新型自動車の試作品がヨーロッパの研究チームにより開発された。この乗用車は都市用に特別にデザインされたもので、マイクロカーの安全性とオートバイの操作性を兼ね備えると同時に、他の乗用車と比べて燃費が良く環境にも優しい。



サイドパネル未装着の CLEVER プロトタイプ(左)とサイドパネルを装着した CLEVER(右)
(出典：バース大学)

CLEVER(Compact Low Emission Vehicle for Urban Transport: 都市交通のためのコンパクトな低排出ガス車両)と名付けられたこの乗用車は、ヨーロッパの産業界および研究団体からバース大学(University of Bath)など 9 つのパートナーが参加する 150 万ポンドの共同プロジェクトで開発された。

3 年に及ぶこの国際的プロジェクトで開発されたのは、傾く車体を持つ 3 輪自動車である。車体はパネルにすっぽりと覆われ、運転者と同乗者 1 名のシートを装備するほか、運転者を衝撃から守る強化フレームを採用している。CLEVER の最高時速は約 100km であり、7 秒で時速 60km まで加速することができる。

車幅は約 1 メートルでマイクロカーよりも 0.5 メートル小さく、従来の中型車より約 1 メートル小さい。より狭い車幅はより効率的な駐車スペースの利用につながり、将来はこのような車を見込んで幅の狭い車線が設けられる可能性もある。

この乗用車は、金属製のフレームを全面に使用したボディ、洗練されたデザイン、そして格段に高い安全性の点において、これまで開発されてきた都市用の小型自動車とは異なっている。天井高は従来の乗用車と同程度で、運転者の後部に同乗者 1 名が搭乗可能である。4 月 24 日にバース大学で行われた試作車の発表は各メディアを通じて報道された。

このプロジェクトは BMW を始めとするドイツ、フランス、英国およびオーストリアのパートナーらにより 2002 年 12 月に開始され、今年の 3 月に終了した。プロジェクトの資金は欧州連合(EU)が提供した。

プロジェクトに参加したパートナーは、ベルリン工科大学(Technische Universitaet Berlin)、リヨンに程近いベルネゾンにあるフランス石油研究所(Institut Francais Du Petrole)、ウィーンにある Universitaet Fuer Bodenkultur(天然資源応用生命科学大学)の Institut Fuer Verkehrswesen(交通研究所)などである。

バース大学の伝動制御センター(Centre for Power Transmission and Motion Control)で研究に携わる Matt Barker と Ben Drew は、コーナーで車体の安定を保つための斬新な車体傾斜コンセプトを開発した。運転者が車体の傾き加減を制御するオートバイとは異なり、CLEVER は自動的に傾きを制御することができる。

傾斜用油圧装置の電子制御により、あらゆる速度において車体の安定性が保たれると同時に、自動車のようなハンドル操作が維持される。また、フレームにはアルミニウム、車体にはプラスチックが使用されている。

バース大学が重点的に取り組んだのは、車台の設計とシミュレーションおよび傾斜用油圧装置の制御である。Cooper-Avon Tyres 社とバース大学が共同でこれらの目標達成に取り組んだ。

圧縮天然ガス(Compressed Natural Gas : CNG)で走行する CLEVER は、石油備蓄に貢献するだけでなく、二酸化炭素の排出量が従来のファミリーカーの約 3 分の 1 に抑えられる。ガソリンやディーゼルを燃料としないため、ロンドンの渋滞税の対象とはならず、また施行が見込まれるその他の都市においても課税の対象とはならない。燃費はガソリン換算で 100km あたり 2.6 リットルに相当し、これは大部分の自動車の 3 分の 1 である。

「CLEVER は 21 世紀の自動車開発における大躍進である。」とバース大学の機械工学上級講師の Jos Darling 博士は述べる。同博士は Geraint Owen 博士とともにプロジェクトの責任者を務めている。

「乗用車の小型化は増え続ける交通量への効果的な対処法になる。マイクロカーの登場は最初の第一歩であったが、操作性に優れたコンパクトな CLEVER は今やバースやロンドンといった都会を走り回るのに最適な究極の小型車である。」

「CLEVER は洗練されたデザインを採用し、同乗者 1 名の搭乗が可能である。また、天候に左右されず、従来の車と同程度の天井高を確保している。今後はこれまで登場してきた斬新な都市用の乗用車を遙かに凌ぐ人気が出るだろう。」と Jos Darling 博士は続ける。「燃費が良く、静かで、環境にも良い。このため環境保護に関心を持つ人々

からも歓迎されるだろう。また、強化安全フレームを採用しているため事故時の安全性は極めて高い。私達は、CLEVER が都会のドライブに最適であると考えており、バース大学がヨーロッパのプロジェクト遂行の中心的役割を担っていることを誇りに思っている。」

以下は、CLEVER の技術的詳細に関する Q&A である。

CNG を燃料に選んだ理由は？

ーガソリンやディーゼルを用いる燃料と比べて二酸化炭素排出量が少ないことが理由である。プロジェクトの主な目的の 1 つは低排出車を開発することにある。

CLEVER の燃料搭載量と 1 回の充填で走行可能な距離は？

ー取り外し可能なシリンダーが 2 つ装備されており、容量はそれぞれ 6 リットルである。走行可能距離は 200km である。

CNG のシリンダーを供給する企業は？

ーCNG のシリンダー、バルブ、コネクターは、ドイツの WEH GAS Technology 社が供給している。シリンダーは呼吸装置を応用したもので、炭素繊維でできている。タンクは取り外し可能であり、利用者は店舗で空のシリンダーを新しいものと交換したり、あるいはガソリンスタンドで燃料を補充することができる。

エンジンはどこから調達しているか？

ーエンジンは Rotax 社が製造している。このエンジンは BMW のスクーター「C1」に使用されているものだが、容量は 218cc に拡大されている。天然ガスへの改質はフランス石油研究所(IFP)が行った。このエンジンが選ばれた理由は、体積効率が良く、小型エンジンの中でも最先端の技術を採用している点にある。

燃料の圧縮方法は？

ーCNG はすでにヨーロッパ全土のガソリンスタンドで供給されている。現在、供給のためのインフラ整備が進められており、ドイツに 370 カ所、スウェーデンに 31 カ所、イタリアに 376 カ所のスタンドがある。CNG を供給するスタンドがない地域では、ガソリンスタンド、スーパーマーケットなどで空のボトルを新しいボトルと交換することができる。空のボトルは供給業者によって回収と補充が行われる。

プロジェクトに参加したパートナーについて

ーパートナーの詳細を含むプロジェクト情報は下記の CLEVER ウェブサイトを参照。
<http://www.clever-project.net/>

以上

翻訳：NEDO 情報・システム部

(出典： <http://www.bath.ac.uk/news/articles/releases/clever-car250406.html>

Copyright 2004 University of Bath. All rights reserved. Used with permission.)

【エネルギー】

欧州委、EU 共通エネルギー戦略案を提示 (EU)

欧州連合 (EU) は、域外からのエネルギーの輸入に大きく依存しており、原油価格の高騰にもかかわらず依存度は増大している。何ら対策が講じられなければ、20～30年後には域内のエネルギー需要の70%近く（現在は50%）を輸入に依存しなくてはなくなる。しかも政情が不安定な国々からの輸入も多い。EU で消費される天然ガスの約50%は、僅か3カ国（ロシア、ノルウェー、アルジェリア）から輸入されている。こうした状況を象徴するかのように、寒波に見舞われた欧州は新年早々、暖房のためのエネルギー消費が増える中、間接的にはあるが、ロシアによる天然ガスの供給停止という事態に直面した。

また、エネルギー需要の増加に応えるため EU は、古くなったインフラの整備を進めなくてはならず、今後20年間で1兆ユーロあまりの投資が必要となる。この他、京都議定書の目標達成のためCO₂の排出削減にも取り組まなくてはならないが、EU には「共通エネルギー政策」と呼べるものが存在しない。欧州委員会のバローゾ委員長は、「21世紀のエネルギー分野での課題に取り組むためには、EU 加盟国が協調して行動することが必要だ。1つの声で表明される共通のアプローチのみが、エネルギー問題への解決策を見いだす上で EU が重要な役割を演ずることを可能にする」ことを強調している。

こうした中、欧州委員会 (EC) は3月8日、共通エネルギー政策策定の叩き台となる、『安全で競争力があり、持続可能なエネルギーのための欧州戦略 [COM (2006) 105]』と題したグリーンペーパーを公表した。

EU のエネルギー分野では、「競争力」、「持続可能な発展」、「エネルギーの安定供給」の3つが主要な課題となるが、欧州委員会はグリーンペーパーにおいて、EU レベルのエネルギー政策が如何にしてこれらの目標の達成を可能にするかを説明、EU レベルの行動が必要となる6つの優先分野を特定している：

- ① 欧州における成長と雇用のためのエネルギー：域内エネルギー市場（電力、ガス）の完成
- ② 加盟国間の連帯に基づく、エネルギー安定供給を保証する域内市場の形成
- ③ エネルギー供給の安全と競争力：持続可能かつ効率的で多様なエネルギー源の確保
- ④ 気候の温暖化に関連する課題に取り組むための統合的アプローチ
- ⑤ イノベーションの奨励：戦略的なエネルギー技術のための計画
- ⑥ 対外共通エネルギー政策の策定

「エネルギーの安定供給」のみならず、「持続可能な発展」を保証するためにも多様なエネルギー源の確保が必要となる。どのようなエネルギーを使用するかという選択権は各加盟国が有する。しかし、ある加盟国が行った選択が、近隣加盟国、ひいては

EU 全体のエネルギー供給の安全に影響を及ぼす可能性がある。欧州委員会は、エネルギー政策のあらゆる側面をカバーし、再生可能エネルギーから原子力までの様々なエネルギー源の利点、問題点を分析する「EU エネルギー政策の戦略的分析」を通じて、「持続可能かつ効率的で多様なエネルギー源」を確保できると説く。また、欧州委員会は、持続可能なエネルギーの使用、競争力の確保、エネルギーの安定供給という 3 つの目標間のバランスをとる“総合戦略目標”の設定を勧める。

例えば、「安全かつ炭素含有量の少ないエネルギー源の最低限の使用量の設定」が戦略目標の 1 つとなり得る。こうした目標の設定により、長期的には炭素含有量の少ないエネルギー源の開発にもつながる。

気候変動問題に対処するため EU は、目標達成には程遠いものの、再生可能エネルギーの利用を促進している。多様な再生可能エネルギーの利用は、エネルギーの安定供給にもつながるし、輸入への依存度の低減にも貢献する。欧州委員会は、「EU エネルギー政策の戦略的分析」と並行して、「再生可能エネルギーのための新ロードマップ」の作成を提案している。新ロードマップには、2010 年以降の長期的な目標に関する省察や、EU の省エネルギー政策を補完する冷暖房の設置に関する新指令案、原油輸入への EU の依存度を安定させ、段階的に引き下げる短期、中期、長期の具体的なプラン等が盛り込まれる。また、欧州委員会は年内に、2020 年までにエネルギー消費を 20%削減するための具体策を盛り込んだ「エネルギー効率に関する行動計画」を提案する。

一方、エネルギーの安定供給、エネルギー源の多様化、CO₂ の排出削減との関連で、原子力の利用が大きくクローズアップされている。原子力の利用を推進するフランスは、1 月 24 日の EU 蔵相閣僚理事会でエネルギー政策に関する覚書を提出し、エネルギーの安全供給や気候変動対策における原子力の貢献を EU のエネルギー政策でも考慮することを求めるとともに、未来の原子力エネルギーの開発のための EU の研究予算を増やすことを提案している。英国でも原子力の位置づけの見直しを含めた新たなエネルギー政策の立案が進められている。

しかし、欧州委員会のグリーンペーパー公表を前に英国の持続可能開発委員会は、原子力に関する報告書を発表、「原子力は、CO₂ の排出も少なく、エネルギー供給の多様化に資する」ことは認めているものの、「核廃棄物の処理の長期的な解決策がない」、「建設コストが高く、再生可能エネルギーなどに充当されるべき公的援助を独占してしまう」、「多量の電力を供給できる原子力の導入で、エネルギー効率改善の動きに悪影響が出る」、「新原子力プログラムの推進で、問題のある国への核拡散が生じる」といった問題点を指摘している。

以 上

< 参考 >

欧州委員会エネルギー総局：

http://europa.eu.int/comm/energy/green-paper-energy/index_en.htm

英国持続可能開発委員会：<http://www.sd-commission.org.uk/pages/060306.html>

【環境】

消毒石鹼の成分が汚泥リサイクルにより農業に影響（米国）

ジョンズ・ホプキンス大学ブルームバーグ公衆衛生学部(Johns Hopkins Bloomberg School of Public Health)の研究チームが、廃水処理施設に流れ込むトリクロカルバンの測定を行った。トリクロカルバンは抗菌石鹼に含まれる成分の 1 つである。測定の結果、下水管に流された同成分の約 75%が廃水処理過程で残存し、作物の肥料としてリサイクルされる都市汚泥に蓄積されているという結論が出された。この研究結果に関する論文は、学術雑誌「環境科学と技術：Environmental Science & Technology」の電子版および印刷版に掲載されている。トリクロカルバンは体内に取り込まれると有毒な物質である。現在、トリクロカルバンが汚泥から食物に移る可能性および人体への健康リスクを明らかにするためのさらなる研究が続けられている。

「この実験で明らかになったトリクロカルバンの残留性は注目に値するものだ。」とブルームバーグ環境衛生科学部(Department of Environmental Health Sciences)で博士号を目指す筆頭著者の Jochen Heidler 氏は述べる。「この施設では、汚泥中のトリクロカルバンは標準的期間である約 3 週間の生物学的処理に晒されていたが、ほとんど分解されなかった。」

ジョンズ・ホプキンス大学 Center for Water and Health の助教授で同センターの共同創立者でもある論文指導者の Rolf U. Halden 博士は次のように述べる。「トリクロカルバンは廃水処理過程で厳しい条件に晒されても容易には分解されない。トリクロカルバンは特有の 2 つの道を辿る。私達はトリクロカルバンを本来の使用目的である消毒石鹼として使った後、事実上あるいは無意識のうちに規制も監視もされていない農薬として使用している。」

この研究のために、ジョンズ・ホプキンス大学の研究チームは米国東部の大規模な都市下水処理施設からサンプルを採取した。そして、トリクロカルバンが廃水に混ざって施設に流入し、再生水や都市汚泥の中に残存する過程を数週間にわたり追跡調査した。測定は、最先端の環境分析化学手法である同位体希釈質量分析により行われた。これにより得られた施設内におけるトリクロカルバンの濃度と流量に関するデータを用いて、研究チームは施設に流入するトリクロカルバンの総量と処理過程におけるトリクロカルバンの挙動について分析を行った。

この調査により、同施設における廃水からのトリクロカルバン除去率は極めて高いことが分かった。施設に流入したトリクロカルバン分子のうち処理後の再生水とともに地表水に放流されたのは僅か 3%ほどであった。しかしながら、ポリ塩化芳香族とし

での化学構造を持つため、トリクロカルバンはほとんど分解しなかった。当初の量のうち約 75%が汚泥に堆積したが、化学的変化は見られなかった。嫌気性消化により全体の汚泥量は減少したもののトリクロカルバンの量は減少しなかったため、この消毒薬成分は未処置廃水の時よりも数千倍濃縮されていることが分かった。測定を行った施設では汚泥の 95%が様々な用途にリサイクルされており、土壌改良剤や作物の肥料として販売されている。

「皮肉な事態が二重に生じている。」と Halden 博士は語る。「第一に、私達は自らの健康を守るために、食品医薬局が科学的裏付けに基づく利点がないと判断した有害化学物質を大量生産して利用している。第二に、適切な処理をしようとして下水汚泥に含まれる栄養分をリサイクルすれば、食物を栽培するための土壌に生殖に害を及ぼすとされる化学物質を蔓延させる結果となる。この研究は、日常生活での使用を目的として製造される化学物質のライフサイクル全体を考慮することがいかに重要であるかを示している。」

Halden 博士は以前行った研究において、米国全土の河川もまたトリクロカルバンに汚染されていると結論づけている。トリクロカルバンは、抗菌薬のトリクロサンに構造的に類似している。

論文「Partitioning, Persistence and Accumulation in Digested Sludge of the Topical Antiseptic Triclocarban during Wastewater Treatment」は、Jochen Heidler、Amir Sapkota および Rolf U. Halden により執筆された。

以上

翻訳：NEDO 情報・システム部

(出典：http://www.jhsph.edu/publichealthnews/press_releases/2006/halden_sludge.html)

Copyright 2006, Johns Hopkins University. All rights reserved. Used with permission.)

【産業技術】 ライフサイエンス

ヒトゲノムの最も複雑な一領域の解析をするための新手法（米国）

— 免疫系調節遺伝子 —

フレッド・ハッチンソン癌研究所（シアトル）の科学者達は、ヒトゲノムの主要組織適合性複合体(MHC)¹の新しい解析方法を開発した。この大きな領域は第6染色体に見られ、400以上の既知遺伝子をコード化している。これらの遺伝子の中で最もよく知られているのはHLA遺伝子²で、組織型を決定し、人を感染から守ったり、自己免疫疾患や癌への感受性を支配する免疫系に関与している。

その研究者達の新しい実験方法は、全米科学アカデミー会報³2006年4月21日号の早版に掲載された「MHCの広領域多座ハプロタイプフェーシング⁴」で述べられている。その論文は2006年5月2日発刊号に掲載された。その方法は、多くの人間の疾患に関与するMHCの遺伝子を染色体上に位置付けるのに効果的な方法となる可能性があり、変異性が多く存在する他の遺伝子複合体を研究するために役立つ可能性もある。

首席兼責任著者は、臨床研究部門のメンバーであるエフィー・ピーターズドルフ医学博士である。他の研究員は、同じ臨床研究部門のZhen Guo博士とマリ・マルツキ博士、シアトルにあるシステム・バイオロジー研究所のレロイ・フッド博士。

MHCはヒトゲノムで最も多様性のある領域の一つで、その多様性は、非常に様々な進化の力によって形成されてきたと考えられている。その遺伝子の多くは古くから存在し、人類の進化を通して変わらず保持されてきた可能性がある。MHCはまた、人々の移植器官や骨髄移植の受容／拒絶度も支配する。例えば、一卵性双生児は全く同じMHC遺伝子を持ち、そのために拒絶反応のリスクなしで相手から移植を受けることができる。さらにMHCは、人間の体でまだ知られていない多くの機能についても支配し

¹ MHC : major histocompatibility complex の略。主要組織適合抗原遺伝子複合体ともいう。染色体上の特定の領域、組織適合抗原、Ia 抗原、補体などの遺伝子座や免疫応答遺伝子が非常に近接して存在する。組織適合抗原遺伝子は多数あるが、最も強い拒絶反応を引き起こす抗原（蛋白質）の遺伝子座がここに存在することから生じた名称。免疫応答をコードする遺伝子群。例：ヒトの HLA、マウスの H-2 系。

² HLA 遺伝子 : Human Leukocyte antigen の略。ヒト白血球抗原を意味する。良く知られている血液型である ABO 型や Rh 型を決めている分子が赤血球膜表面にあるのに対して、HLA 分子は白血球などの細胞表面に発現して、その型を決めている。HLA 領域はヒトゲノム中で最も高い遺伝子密度／遺伝子的多型性を示す。HLA の最も重要な機能は免疫反応において「自己」と「非自己」を識別し、「非自己」を排除することにある。

³ “the Proceedings of the National Academy of Sciences”

⁴ “Long-range Multi-locus Haplotype Phasing of the MHC”

ている可能性がある。

MHC のセグメントは大抵、別々の遺伝子としてではなく、「単一ユニット」を意味する語のハプロタイプと呼ばれる大きな塊で遺伝する。ハプロタイプは、一遺伝子や一遺伝変種ではなく、複数の遺伝子セットが関与している複雑な疾病の、遺伝的な原因の一つである可能性がある。

一年程前、科学者達による国際共同研究で HapMap⁵ と呼ばれるヒトゲノムのハプロタイプのマップが作成された。そのプロジェクトは MHC 領域を含んだヒトゲノム全体の遺伝的変異の一覧表を作る取り組みだった。

ハプロタイプを決定するために使用されたツールの中には、家系調査と統計分析が含まれている。また、いくつかの実験室的な検査方法がハプロタイプを決めるために開発されてきた。しかし、これらの方法で MHC を研究するには限界がある。なぜなら、MHC 領域内では、多様性は規模が大きく、コーディングの変異は偏在していて、遺伝子間で物理的距離があるためである。

「非血縁の個体間での人口遺伝疫学研究では、ハプロタイプ上の遺伝子／マーカの物理的結合をはっきり突き止めるための家系調査が不足している可能性がある」とピーターズドルフ氏は語る。「この不足に対処するため、私達は第6染色体上の長距離範囲にわたって HLA 遺伝子を結びつける方法を開発した。この方法では家系調査を行わずにハプロタイプ情報を提供する。また、非血縁の大集団における一般的疾患の原因となる MHC 遺伝子のマッピングにも有効かもしれない。」

研究者達は MHC の特定の区域—疾病研究や文化人類学研究、および臓器移植や血液・骨髄移植のための潜在ドナー選定において、これらの遺伝子の重要性によって選択された区域—を研究するための検査ツールに取り組むことを決めた。彼らは、MHC 全体にわたり、自分達の方法を拡張することができるかもしれないと記述しているが、そのためにはその巨大な複合体をいくつかの重なり合うセグメントに再構成する必要があるだろう。

彼らの話によると、新しい実験方法は、非血縁の個人集団に対する遺伝学研究を行う際に使用するツールでは満たされない不足箇所を充足する可能性がありうる。彼らは、自分達のハプロタイプ決定方法を米国特許庁に本出願⁶している。

⁵ HapMap プロジェクト：国際 HapMap 計画は、ヒトの病気や薬に対する反応性に関わる遺伝子を発見するための基盤を整備するプロジェクト。この計画は、カナダ、中国、日本（理化学研究所）、ナイジェリア、英国、米国の科学者と各国政府、財団などの協力により行われている。

⁶ 米国の仮出願制度（Provisional Application）では、明細書や請求の範囲を作成せずに、論

以上

翻訳・編集：NEDO 情報・システム部

(出典： http://www.fhcrc.org/about/ne/news/2006/04/21/genome_analysis.html,
Copyright ©2006, Fred Hutchinson Cancer Research Center. All rights reserved.
Used with permission.)

文及び実験結果等によって出願を行うことができるが、1年以内に明細書や請求の範囲を揃えた本出願（non-provisional application）を行う必要がある。

【産業技術】 ライフサイエンス

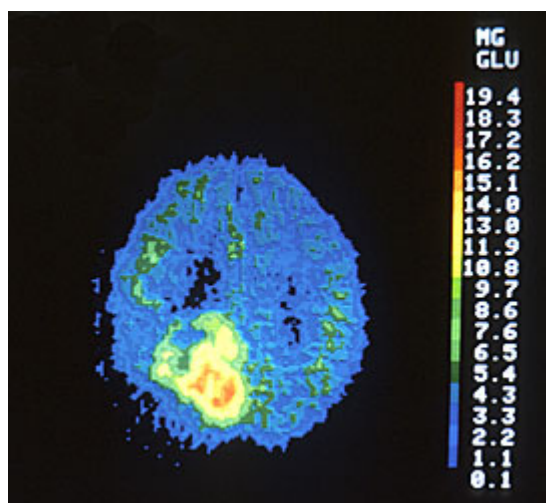
NIST と ORNL は新しい核医学研究所を開設（米国）

米国立標準技術研究所(NIST)は、核医学画像診断の測定精度を促進するために、オークリッジ国立研究所(ORNL)にサテライト設備を構築している。新しい研究所の開所式で、NIST 所長と ORNL 所長がプログラムについて説明した。この研究所は、米国中に計画されている同様の一連のサイトのための予備テストである。

NIST の科学者は、陽電子放射断層撮影法(PET)で使用する放射能の基準を準備し測定するためにこの NIST/ORNL 核医学校正研究所を使用する。PET は、医師が癌のような疾病を分析し、治療法を計画し、治療の効果を測定することを支援する非侵襲性の技術である。概算 65 万件の PET 診断が 2003 年に実施され、2010 年までに毎年 200 万件にも達すると予想されている。

この診断は、放射性粒子を付着させたブドウ糖分子のような低線量の放射性医薬品の注入を含んでいる。ブドウ糖は診断する身体内部で新陳代謝する。PET スキャナーと呼ばれる専門システムは、身体の中の放射性医薬品の場所と強度の画像を作成する。

PET 画像は、健康な組織とガン組織を区別するために使用することができる。例えば、腫物は正常組織より大量のブドウ糖を使用するので、画像はより明るく見える。



図は、脳腫瘍を持った 62 才の老人の陽電子放射断層撮影法(PET)走査を示している。脳の左下部分の不規則な明るい黄色およびオレンジ色の領域が腫瘍の場所を示す。腫瘍はブドウ糖を正常細胞より速く燃やす。

(Image credit: National Cancer Institute)

注入に先立って、患者が定められた線量を受けることを保証するために放射能の量が測定される。スキャン技術が進歩し、画像分析がより高度になった時に、投薬量の

より正確な決定の必要性が増大した。放射性医薬品のメーカーと協力して実行されている NIST/ORNL プログラムは、初めて国の標準にこれらの放射能測定の詳細追跡調査を提供する。

ほとんどの PET 放射性医薬品の短い半減期は遠距離への標準試験サンプルの輸送を妨げるために、この NIST プログラムを地域毎に実行する必要がある。例えば、放射性フッ素 18 は、約 2 時間の半減期で作られた時の放射能が半分に低下する。したがって、NIST はメーカーの配布網の近くの主要なサイトにサテライト研究所を置いている。サイトは、場所、機能および世評に基づいて選択されている。

ORNL は放射線測定に広汎な専門技術を持っている。既に、NIST と測定トレーサビリティと試験プログラムを運営しており、放射性物質の受け入れ、取り扱いおよび輸送の能力がありまた認可を受けている。この NIST プログラムは、今後他のサイトへ拡張してゆく。

以上

(出典 : http://www.nist.gov/public_affairs/techbeat/tb2006_0330.htm#rfid)

【産業技術】 IT

初期応答者を追跡支援する RFID タグ（米国）

無線識別(RFID)技術は長い間存続しており、商品、製品さらに動物などに関する情報を、識別・追跡さらに通信するために広く使用されている。米国立標準技術研究所(NIST)の異なった専門分野にまたがる研究者チームは、RFID 技術が、ビルディング内部の消防士や他の初期応答者を見守り危険な条件の下でのナビゲーションを支援するために、低価格で信頼できる手段として使用する可能性を研究している。

代表的な RFID システムは、タグ、タグ読み取り装置および応用ソフトから構成されている。タグ付きの製品を固定の読み取り装置に通過させると、その製品とその場所に関するデータを送信する。NIST の研究者は、現在、逆の状態を考えている。ビルディング内部に設置した廉価な RFID タグが、初期応答者の場所を正確に示し、かつ RFID リーダーやナビゲーション装置を含んだ小さな携帯型装置に局所的な情報をもたらすことを支援する可能性を調べようとしている。

ビルディング内部では信頼性がない GPS(全地球測位システム)の代りに、ビルディングを通して初期応答者の誘導を支援するためのナビゲーションシステムの一部として、加速度計やジャイロスコープのような慣性センサーを使用することができるかを研究者は評価している。慣性ナビゲーションシステムは時間とともに横滑りし、次第に不正確になる傾向がある。読み取り装置を持った初期応答者がタグに遭遇した時、システムはその場所のタグと関連させることにより補正が可能となる。タグと読み取り装置の相互作用は、ショッピング・モールの中で"あなたの現在地"マップを使用することに似ている。

研究チームの次段階の計画は、どれだけのタグが必要か、またどこへ設置するべきかを決定するために必要とされる条件を定義すること、RFID タグ読み取り装置の試作品の開発、事故での指揮官のような関係者へ、位置情報を中継できる無線ネットワークへタグ読み取り装置やナビゲーションのハードウェアやソフトウェアを統合すること、また煙が充填した環境で試作システムをテストすることを含んでいる。

NIST の研究チームは、最近、高度無線技術に関する第 8 回年次国際シンポジウムでこのプロジェクトについて報告した。

より詳細は、 <http://www.antd.nist.gov/wctg/RFID/RFIDassist.htm>.

以上

(出典： http://www.nist.gov/public_affairs/techbeat/tb2006_0330.htm#rfid)

【産業技術】 宇宙・ロボット

月探索ロボットをイタリアと中国共同で製作

イタリアと中国は1978年より科学技術協力協定を結んでいるが、同協定の範疇による両国間の2006年 - 2009年4ヵ年新協定が2006年1月11日北京において、両国の科学技術省の代表者によって結ばれた。

両国間の優先する分野は、基礎科学、宇宙技術、情報と遠隔通信、エネルギーと環境、農業、西洋医学と中国の伝統的医学、バイオテクノロジー、ナノテクノロジーと材料科学、文化遺産保護のための技術分野とされており、両国関係省には125のプロジェクトが提出されたが、支援予算が予測されている今回の新協定においては29のプロジェクトが選出された。

29件のプロジェクトの1つには10年以内に月に上陸して月の大地を探索するロボットを誕生させるNOROS-1(Novel Robot for Space Exploration)プロジェクトがある。本プロジェクトは、中国の提案によるものであるが、イタリアと中国間の科学技術協力協定においてピラミッドの頂点をなす大変重要なプロジェクトであり、ミラノ工科大学(Politecnico di Milano)は北京宇宙・航空大学(Beijing University of Aeronautics & Astronautics)と共に月の大地を分析するロボット家族を製作する。

ミラノ工科大学機械部・ロボット研究所のアルベルト・ロヴェッタ教授が本プロジェクトのイタリア側の責任者になっているが、同教授は「2～3年前から両大学の協力関係は既に前進しており、本プロジェクトのために2005年10月より我々は最新の伝達手段であるテレ・コンフェレンス（電話会議）を毎週1回実施している」と説明する。

更にロヴェッタ教授は、「Noros-1は、新コンセプトによるロボットで、我々はそれを“変身”ロボットと呼んでいる。何故ならばそれぞれ条件の異なる探索場所に適合するようにロボット自身が形を変えるからである」と説明する。

ロボットは車輪のついた6つの足を持ち、その内の2つは腕の機能も果たす。Noros-1は、直径1メートル、重さ60キログラムの半球体の形をしているテントウムシを巨大化したような母親ロボット1台と、母親と同じ姿をしているが母親より小さい直径25cm、重さ10キログラムの子供ロボット4台で構成されている。

月の探索作業はそれら親子ロボット全員によって実施されるが、センサー、分析、決定、伝達能力等の技術内容が子供ロボットより多く搭載されている母親ロボットが、

家族を支配する役目を果たす。いずれにしても各ロボットそれぞれが各人の役割を持っている。

ロヴェッタ教授は更に「ミラノ工科大学の科学者達が、ロボットの構造、動き、作業プロセスを開発する。一方、北京宇宙・航空大学の科学者達は、ロボットの統制、動きのシミュレーション、環境コントロール管理を研究開発する。センサーとプロトタイプ製作は両大学が共同で実施し、プロトタイプテストは北京で実施される。他のそれぞれ異なるシステムテストはイタリアで実施されることになっている」と説明した。

プロジェクト支援予算は両国政府ならびに両国の宇宙機関によって出され、地上でのテスト終了後、テントウムシ・ロボットは 10 年以内に月ミッションに出かける。

以上

出所：伊教育・大学・科学技術省サイト (www.miur.it)、イルソーレ 24 オーレ紙、等

【ニュースフラッシュ】

米国－今週の動き (04/20/06～05/17/06)

NEDO ワシントン事務所

I 新エネ・省エネ

4月／

12：カナダの風力エネルギー業界、2006年4月時点で既に2005年の年間成長率を更新

カナダ風力エネルギー協会（CWEA）の発表によれば、カナダの風力発電業界は2006年4月の段階で、2005年に打ち立てた年間成長率記録をすでに塗り替えた。カナダは2005年の一年間で239MWの風力発電能力を整備したが、2006年1月から4月の期間には260MWを新規に整備。CWEAでは、2006年にはカナダの風力発電設備容量が70%以上増大するものと予測。CWEAは、風力発電設備容量がこのような大幅に増えた主な理由は、政府の奨励策にあると説明。連邦政府が風力発電生産インセンティブを提供しているほか、州政府も、再生可能エネルギー調達などのプログラムを通して、風力その他の再生可能エネルギーへの投資を奨励。カナダの現行の風力発電能力は943MWであるが、カナダ政府は2015年までに8,500MWの風力発電能力を整備する目標を掲げている。（CWEA News Release）

13：新全米石炭委員会 Boyce 氏、石炭増産による輸入エネルギー削減8箇条計画を概説

全米石炭委員会（NCC）のメンバーで Peabody Energy 社の最高経営責任者である Gregory Boyce 社長が「米国エネルギー産業消費者」の会合で、輸入石油・天然ガス依存度の軽減、エネルギー安全保障の強化及びエネルギー価格の低減を目的とする8箇条計画を概説。同社長は、Samuel Bodman エネルギー長官の要請を受けて自らが中心となって実施した NCC 調査の主要な研究結果を引用し、年間の石炭消費量を向こう20年間で倍増することにより、エネルギー価格の33%引き下げ、140万の新雇用創出、国内総生産の6,000億ドル増大が可能であると発言。NCCが提言する8箇条は、石炭液化による日量260万バレルの石油燃料の生産、石炭から年間4兆立方フィートの天然ガスの生産、総発電量100GWのクリーン・コール発電所の整備等。（Greenwire; Platts Coal Trader）

13：自動車燃費基準の強化によって米国の原油輸入依存度を軽減できるという報告書

カリフォルニア大学バークレー校の再生可能・適正エネルギー研究所（RAEL）が、非営利団体「エネルギー自立を目指す米国人」の支援によって作成した研究報告『2025年のエネルギー自立を目指して（Towards Energy Independence in 2025）』によると、軽自動車の改善と電力部門のエネルギー効率改善により、米国は2025年までに輸入原油の20～32%削減が可能。RAEL研究チームは、軽自動車の改善に焦点をあて、①軽自動車の企業平均燃費（CAFE）基準引上げ；②バイオ燃料（特にエタノール）の使用拡大；③ハイブリッド自動車の市場シェア拡大という技術オプションを考慮した4つのシナリオを分析。「大胆なCAFE基準、プラグイン・ハイブリッド車及びエタノール使用」を想定する第4シナリオでは、2025年までに原油使用量の22%削減（日量630万バレル、ペルシャ湾岸からの輸入原油量にほぼ相当）も可能。同時に、軽自動車から放出されるCO₂排出量もほぼ半減。（RenewableEnergyAccess.com; “Towards Energy Independence in 2025”（March））

14：エタノール生産を奨励するフロリダ州

自動車用燃料消費で全米3位というガソリン消費州のフロリダ州が、エタノール生産工場の建設に向けて着々と前進中。フロリダ州タンパに本拠を置く US EnviroFuels LLC 社は、サットン港の22エーカーの土地に、年間約5,000万ガロンのエタノール生産能力を有する工場を今夏建設開始予定（建設費7,500～8,000万ドル）のほか、同様の製造能力・建設費の工場をもう1つ、近隣のマナディ港に建設する計画も。エタノール生産原料のトウモロコシ等の作物栽培収入を期待して Charles Bronson 農務長官は州議会にエタノール生産工場開発グラント500万ドル、啓蒙活動予算50万ドルを要求中。US EnviroFuels 社では同州の栽培作物を原料としたエタノール混入ガソリンを2007年末までに供給開始の見込み。（The Miami Herald/Palm Beach Post）

14：ペンシルバニア州、同州初のエタノール工場建設で合意間近

代替燃料生産企業の誘致に懸命のペンシルバニア州では、同州初のエタノール工場建設に関し企業との合意が目前の様相。Kathleen McGinty ペンシルバニア州環境保護局長はAPとのインタビューで、かなりの資力を持った企業が同州中部に大規模なエタノール工場を建設する計画をここ2～3カ月以内に発表するであろうと発言。このエタノール工場は、ミシシッピ川以東に建設される最大のエタノール工場となる可能性があり、建設費は数億ドルの見込み。当初は、トウモロコシからエタノールを生産するが、最終的には、作物くずや廃木材を用いてセルロース系エタノールを生産する計画。（Pennlive.com）

18：ニュージャージー州公益審議会、2020年20%の再生可能エネルギー使用基準（RPS）採択

ニュージャージー州公益審議会が、2008年で4%という現行の再生可能エネルギー使用基準（RPS）を大幅に拡大・延長し、2020年までに同州の電力の20%を再生可能資源利用で賄うことを義務付

ける新規制を採択。この内の 2%(約 1,500MW)を太陽光発電で達成するよう定められ、同州は人口一人当たりでは、カリフォルニア州につぐ全米で 2 番目の太陽光発電を有する州となる。RPS 義務の大半は、風力発電の開発やバイオマス燃焼炉によって遵守される見込みであるが、新政策が契機となって波力発電や潮力発電の普及も期待。(RenewableEnergyAccess.com)

24: 農務省、木質バイオマスを利用するプロジェクトに 420 万ドルのグラントを給付

農務省 (USDA) が、木質バイオマスの再生可能エネルギー・製品源としての使用拡大を目的に、9 州の小企業 18 社に約 420 万ドルのグラント (経費分担型) を授与した旨発表。グラントの平均額は 233,000 ドル強で、国有林にある木質バイオマスの用途開発に使われる。またグラントは、小木や木質バイオマスの使用を妨げる経済的及び市場の障害に取り組むプロジェクトにも充てられる。グラント受領者にはプロジェクト経費の少なくとも 20%負担が義務付けられることになるため、総プロジェクト・コストは約 1,300 万ドルになる見込み。今回のグラントを獲得したプロジェクトのほとんどは米国西部で実施予定 (ニューメキシコ州で 4 件、オレゴン州とアリゾナ州でそれぞれ 3 件、カリフォルニア州で 2 件、さらに、アラバマ、モンタナ、ユタ、ワシントンの各州で 1 件づつ)。(USDA News Release)

II 環境

4 月 /

17: 環境保護庁、米国温室効果ガス排出目録を発表

環境保護庁 (EPA) が 4 月 17 日、温室効果ガス排出源を分析した年次報告書『米国の温室効果ガス排出および吸収源の目録: 1990~2004』を発表。同報告書は、温室効果ガスの排出量が 1990 年から 2004 年の間に全体で 15.8% (年間平均 1.1%) 増加したこと、また、排出の大半が化石燃料の燃焼によることを指摘。化石燃料の燃焼からの CO₂ 排出量は 1990 年~2004 年で 20 % (年平均 1.3%) 上昇。CO₂は温暖化ガス排出の大半を占めており、総排出量に占める割合は 1990 年の 77 % から 2004 年の 80%へと増加。Stephen Johnson EPA 長官によると、今次報告書は、2012 年まで温室効果ガス原単位 18%削減という政権目標に向けて、米国が「大きく進展している」ことを示すもの。1990 年から 2004 年までの間に温暖化ガス排出量が 15.8%増加したという事実は、同期間の経済成長が 51%であったという文脈で評価すべきと指摘。(EPA News Release)

III 産業技術

4 月 /

17: 癌治療の見方に革命を巻き起こしている、ガン幹細胞研究

タイム誌が先頃、ガン幹細胞研究分野の拡充について特集。同分野の研究は、ガン研究者やその他の科学者にガン治療の見方を変えさせる小革命を巻き起こしているという。「ガン幹細胞」は、身体の至るところで自己複製する力を持つが、ガン幹細胞が普通の幹細胞と大きく違う点は、①ガン幹細胞は普通の幹細胞と同様に複製を行うが、ガン幹細胞の方は「自滅的な自己増殖」は行わず、身体の異なる部分に周期的に発現すること、②ガン幹細胞は胚性幹細胞とは異なり、自己の細胞のタイプの複製を作ることしかできないという 2 点。ガン幹細胞研究の例として、カリフォルニア州のシティ・オブ・ホープ癌センターの癌専門医が、小細胞肺癌の発生を誘発する一群の癌幹細胞を同定したことや、スタンフォード大学の科学者等が乳がん腫瘍から幹細胞を検出することによって、疾患の進行を正確に予測する遺伝子マーカーを特定することができたことを挙げている。(Time Magazine)

25: 腎臓透析の不要な腎不全治療

ハーバード大学研究チームの新研究により、骨髄幹細胞には、透析に代わる腎不全の治療法となる可能性が判明。ハーバード大の生物学者 Raghu Kalluri 氏等は、同方法が、アルポート症候群と呼ばれる遺伝性腎疾患の患者に特に有効と想定。研究チームは、IV 型コラーゲン変異のマウスに骨髄移植を行い、移植細胞に蛍光マーカーを取り込ませたところ、13 週間後に「健康でない腎臓の細胞の 10%が蛍光を示した」、「尿タンパクが 70~80% 下がった」、「有害な血中尿素が検出された割合は、対照群のマウスに比べて 86%低かった」等の結果を得た。“Bone-marrow-derived stem cells repair basement membrane collagen defects and reverse genetic kidney disease” という研究論文は、オンラインの『全米科学アカデミー会報 (Proceedings of the National Academy of Sciences)』 4 月 28 日号に掲載予定。(Science Magazine Online)

26: Griffin 米航空宇宙局長、次世代有人飛行船の開発には科学研究費削減も余儀なしと発言

Michael Griffin 米航空宇宙局 (NASA) 局長は、次世代スペースシャトルの開発を前倒しするために、NASA の科学研究費を大幅に削る計画であることを、4 月 25 日の上院商業・科学・運輸委員会科学宇宙小委員会の公聴会で証言。同長官は、シャトルが退役する 2010 年と、2014 年の有人宇宙探査船の打ち上げ予定までの 4 年間の溝がもたらす長期的影響に民主・共和両党から懸念が示されていることを認めた。このため、NASA では有人宇宙探査船の開発を 1 年から 2 年前倒しする方法を検討中。同長官は、問題は資金であり、有人宇宙探査船の開発に必要な資金の大部分は、向こう数年間科学プログラムの増額を抑えることによって賄うしか方法がないと発言。同長官は、科学プログラムの増額抑制でおおよそ 30 億ドルの節減が生まれると予測。(New York Times)

5月／

8: **ラックスリサーチ社、ナノテクノロジーの参照ガイド『ナノテクレポート第4版』を発表**

ラックスリサーチ社(Lux Research)が5月8日に発表した『ナノテクレポート第4版』によると、ナノテクノロジーの商業化は世界各国で加速。同報告書の結論の中で、特記事項は、(1)2005年には、ナノテク採用製品が世界で320億ドル以上販売(対前年倍増以上)され、2014年には世界の製造業総生産高の約15%にあたる2.6兆ドルの製品にナノテクが採用される見込み、(2)2005年のナノテク研究開発費の世界総額は96億ドル(対前年10%増。政府拠出額46億ドル(同3%増)、民間企業研究開発費45億ドル(同18%増)、ベンチャーキャピタル投資額4.97億ドル(同17%増))、(3)1985年以来発行された米国のナノテク特許の総数は3,966件で、特許戦争の兆し、(4)マスコミがナノスケール科学工学に言及する回数が急増(2005年は対前年40%増の18,039件)するにつれ、ナノテクノロジーに対する一般市民の認識が増大、等。(Lux Research News Release; Genetic Engineering News)

IV 議会・その他

4月／

13: **食品医薬品局、ナノテクノロジーに関する公開会合を開催すると発表**

4月13日、米国食品医薬品局(FDA)が、FDA規制対象製品におけるナノ材料利用の現状に係る情報収集のため、今年10月に公開会合を開催予定と発表。会合目的は、ナノテクノロジーの進展に関する理解の深化で、具体的には、食品(健康補給食品も含む)、食品添加物や着色剤、飼料、化粧品、人用及び動物用の医薬品や医療装置の分野で開発されている新種のナノテク製品、並びに、こうした製品の開発に特有の科学的問題等についての情報を収集することになる。FDAは近々、一般のコメントやプレゼンテーションの申請を受け付ける予定。(FDA Press Release; Greenwire (4/14))

21: **カリフォルニア州議会、バイオディーゼル使用義務付け法案を検討中**

カリフォルニア州議会は、Christine Kehoe 同州上院議員(民主党)が提案した、バイオディーゼル混合燃料の使用拡大法案(州議会第1675号議案)を検討中。同法案が可決されれば、2008年1月1日から2%(2010年からは5%)のバイオディーゼル混合が義務付けられる。2005年に同州が消費したディーゼル燃料は年間30億ガロン、バイオディーゼルは年間500万ガロンだが、同法案は、同州のバイオディーゼル消費量を2008年で6,100万ガロン、2010年には1.64億ガロンまで拡大することを意味するもの。同法案は4月20日、同州の上院環境問題委員会において4対2で可決され、上院歳出委員会へと上程された。全米バイオディーゼル審議会は、カリフォルニア州には同法案の定めるバイオディーゼル使用目標を達成できる生産能力が存在すると指摘。(RenewableEnergyAccess.com; California Senate Committee on environmental Quality Bill Analysis (3/27))

24: **ブッシュ大統領、アースデーに代替燃料開発を唱導**

ブッシュ大統領は4月22日のアースデーにカリフォルニア燃料電池パートナーシップ来訪した際、代替車や代替燃料の利用拡大を唱道。大統領はガソリン価格が2006年の夏の間、高値で推移することが予想されると指摘した上で、国内産の再生可能燃料源への早めの移行や、水素燃料車奨励策の拡充を議員等に要請。同大統領は、水素分野での大規模な研究開発により水素燃料電池の製造コストが過去2~3年で半減したと指摘。また、ハイブリッド車の特性を称え、プラグイン・ハイブリッド技術の利用拡大を唱道。さらに大統領は、政権の環境問題への取組の進展についても、大気質や水質を大幅に改善する活動に同政権が熱心に取り組んでいると発言。(Greenwire; The Washington Post (4/22))

24: **上院エネルギー・天然資源委員会、石炭液化技術に関する公聴会を開催**

上院エネルギー・天然資源委員会が4月24日に、石炭液化(CTL)技術に関する公聴会を開催し、エネルギー省(DOE)、民間部門及び天然資源防衛委員会(NRDC)の代表者等の証言を聴聞。Jim Bunnings 上院議員(共和党、ケンタッキー州)によると、今次公聴会は、2005年エネルギー政策法のどこを改善・改良できるか理解することを目的とした一連の公聴会の皮切り。同議員は、石炭液化の奨励策を新たに導入すれば、2005年エネルギー法案が原子力発電施設新設の見通しを改善したと同様に、石炭液化技術の開発に弾みをつけることができると指摘。また、石炭供給者は現在の需要でさえ満たすのが困難で、石炭液化技術が広く導入されれば負担がさらに増えることになるため、石炭供給施設の許可制度を現代化する必要があると指摘。(Senate Energy and Natural Resources Committee Hearing)

24: **環境保護庁と司法省、ノースダコタ州の電気事業者2社とNSRで和解**

環境保護庁(EPA)と司法省が4月24日に、ノースダコタ州農村地域の電気事業者2社(ミネソタ・パワー・コーペラティブとスクエア・バット・エレクトリック・コーペラティブ)と、新排出源査定評価(NSR)違反問題で和解したと発表。NSRに関する和解としては全国で10番目、米国西部の発電所としてはこれが第一号。今回の和解により、年間約23,600トンのSO₂排出及び年間約9,400トンのNO_x排出が削減される見込み。削減のコストは推定1億ドル以上。また2社は和解条件に従って、風力発電プロジェクトを含む再生可能エネルギー・プロジェクトに500万ドル

の資金を提供予定。(EPA News Release)

25: Daniels インディアナ州知事、バイオ燃料の経済ベネフィットを称賛

再生可能燃料の生産と使用に拍車をかけるため、Mitch Daniels インディアナ州知事（共和党）が 3 月 21 日、「バイオ燃料の使用及び生産クレジット法案（州議会第 353 号議案）」に署名。同法律は、バイオディーゼル生産とバイオディーゼル混合、及び、エタノール生産に対する税額控除の上限を（従来の 2,000 万ドルから）5,000 万ドルに引き上げる内容。新法は、2008 年まで E85 燃料の消費税を 1 ガロンあたり 10 セント税減することを許可するほか、バイオディーゼル混合燃料の小売に対する税額控除を 2010 年まで延長し、更には、新技術に投資する石炭ガス化複合発電所への税額控除を延長する。この新法によって、インディアナ州は、年間 10 億ガロンという再生可能燃料生産目標の実現に向けて前進するものと州政府は期待。(Indiana Governor's Office News Release)

27: ブッシュ大統領、石油価格高騰対応策を発表

ブッシュ大統領は 4 月 25 日、再生可能燃料協会主催の会合で、昨年の包括エネルギー法案署名したことは意義あるが、なすべき事は未だたくさんあると発言し、今夏中続くと予想されている石油高への対応策として、4 部構成の計画を発表。同計画の概要は、(1)「ガソリン価格が米国人消費者にとって公正であることを保証」（石油価格便乗値上げの監視）、(2)「優れた燃料効率の推進」（ハイブリッド車・ディーゼル車について、年間台数制限(メーカー当り 6 万台)がある税額控除（最高 3,400 ドル）を今年に限り販売全車に提供）、(3)「原油及びガソリンの国内供給拡大」（戦略石油備蓄（SPR）の増しの一時停止、燃料に関する大気汚染基準の一時免除を環境保護庁（EPA）長官に要請、地域毎に異なるブティック燃料の数を減らすため、州知事から成る新タスクフォースの結成を EPA 長官に指示、石油精製所拡張・新設手続きの迅速化、北極圏野生生物保護区域（ANWR）の解禁）、(4)「石油代替燃料への投資」（議会に対し先進エネルギー・イニシアティブ（ACI）への支援要請、エタノール生産・利用の促進、セルロース系エタノール・バイオディーゼル・プラグイン・ハイブリッド他のガソリン代替技術の促進）。

27: Dennis Hastert 下院議長、5 月早々にエネルギー関連法案を提出予定と発表

ブッシュ大統領の議会への要請を受け、Dennis Hastert 下院議長(共和党、イリノイ州)は、共和党下院議員達がガソリン価格高騰に対処する一連の対策を策定中であり、早ければ来週中にも下院へ提出される見込みであると発言。共和党議員の取組には、おそらく資源、エネルギー・商業、科学の各委員会の意見が取り込まれると思われる。対策には、北極圏野生生物保護区域（ANWR）の探査と掘削の解禁、価格便乗値上げ取締り規定、地域毎に異なるブティック燃料（boutique fuels）の種類制限、戦略的石油備蓄の夏季の備蓄制限、水素の推進、等が含まれる可能性が高い。(Environment and Energy Daily)

28: 太陽光発電システムと燃料電池システムの導入税額控除を延長する法案、議会に提出

太陽光発電システムや適格燃料電池システムの導入に関する税額控除の延長法案が上下両院に提出。J. D. Hayworth 下院議員（共和党、アリゾナ州）が 4 月 26 日に提出した『2006 年米国エネルギー自立保証法案（下院第 5206 号議案）』と、Gordon Smith 上院議員（共和党、オレゴン州）が 4 月 27 日に提出した『米国エネルギー自立保証法案（上院第 2677 号議案）』（同内容）。住宅用システムの税額控除（住宅用の太陽熱利用温水器・太陽光発電システム及び燃料電池システム購入に対する 30%の税控除を 2015 年 12 月 31 日まで延長。太陽光発電システムに対する最大税控除を 2,000 ドル/KW、燃料電池システムの最大税控除を 1,000 ドル/KW とし、太陽熱利用温水器の税控除を最高 2,000 ドル/KW とする。）と事業用システムの税額控除（事業用の燃料電池発電装置や太陽光発電システムへの投資に対する 30%の税控除を 2015 年 12 月 31 日まで延長）から成る。同法案を支持する太陽エネルギー産業協会推定によると、本提案の長期税額控除は 2015 年までに約 55,000 の新雇用を創出し、天然ガス消費量を 4 兆立法フィート削減する見込み。5 月 5 日時点では、下院第 5206 号議案には 38 名の共同スポンサー、上院第 2677 号議案には 9 名の共同スポンサーがついているものの、同法案が修正無しで可決される可能性は低い見通し。(SEIA News Release; RenewableEnergyAccess.com (4/27); H.R. 5206; S.2677)

5 月／

2: 米国の 10 州政府、軽トラック用の新燃費基準で米国高速道路交通安全局を提訴

カリフォルニア州を始めとする計 10 州とコロンビア特別区及びニューヨーク市は 5 月 2 日、米国高速道路交通安全局（NHTSA）が先月発表した軽トラック及びスポーツ多目的車（SUV）用の燃費基準が大気質と温室効果ガス排出の問題を十分に取り上げていないとして、NHTSA を相手に提訴する予定。連邦政府の現行乗用車燃費基準が 27.5 マイル／ガロン（mpg）であるのに対し、軽トラックの燃費基準は現行 21.6 mpg。NHTSA が先月発表した軽トラック（重量 8,500～10,000 ポンド）の新燃費基準は 0.6 マイル引き上げられて 22.2 mpg となるものの、カリフォルニア州他 9 州の温室効果ガス排出規制（2012 年販売車両の CO₂ 排出を現行から 22%減等）に準拠する燃費基準よりは遥かに緩い。原告側州政府の司法長官達は、ガソリン危機に直面する現在ですら、ブッシュ政権は石油・自動車業界作の燃費基準を推進し、新技術やエネルギー節減の促進機会を逃していると批判。(Greenwire)

3: Carper 上院議員、複数汚染物質の排出抑制を目的とする超党派法案を提出

Tom Carper 上院議員（民主党、デラウェア州）が 5 月 3 日、第 108 議会（2003～2004 年）に自ら提出した複数汚染物質排出抑制法案の改訂版にあたる「2006 年クリーンエア設計法案」を新たに提出。同法案では、2015 年までの排出削減目標として、①水銀排出量 90%削減、②SO₂ 排出量 82%削減、③NO_x 排出量の 68%削減を提示。新法案では、NO_x と SO₂ に関しては、米国を東部地域と西部地域に二分し、各地域内で排出権取引を行うことを認めるものの、水銀に関しては排出権取引を認めない。また、発電所放出の CO₂ 排出量の上限を 2010 年まで 2006 年水準と設定し、以降 2015 年までに 2001 年水準まで削減することを義務付け。新法案には、CO₂ クレジットに関する上限設置取引型（cap-and-trade）制度の設置規定もある。同法案の共同スポンサーは、民主党の Dianne Feinstein 上院議員（カリフォルニア州）、共和党の Lincoln Chafee 上院議員（ロードアイランド州）、Judd Gregg 上院議員（ニューハンプシャー州）、Lamar Alexander 上院議員（テネシー州）等。（CQ Today; Environment and Energy Daily (5/2)）

8：Craig Thomas 上院議員、国内エネルギー増産に焦点をあてたエネルギー法案を提出

5 月 5 日、Craig Thomas 上院議員（共和党、ワイオミング州）がエネルギー生産に焦点をあてた「2006 年エネルギー価格法案（Energy PRICE Act of 2006）」を提案。同法案の目的は、エネルギーの生産、精製、インフラ、省エネ、エネルギー効率の向上。主要規定は、(1)北極圏野生生物保護区域（ANWR）の石油探査解禁（日間 100 万バレル生産）、(2)CO₂ 注入を活用した原油二次回収へのインセンティブを提供、(3)国防省に石炭液化燃料購入の長期契約の締結権限を付与、(4)精製所建設の許可手続を迅速化、(5)ブティック燃料の種類を削減、(6)Fischer-Tropsch 燃料の研究開発プログラムを設置、(7)送電及びパイプラインのインフラ整備に融資する免税債の発行を認可、(8)乗用車の燃費基準を改善、(9)環境保護庁（EPA）に、石油・天然ガス業界のメタン排出削減のための助成金の提供権限を付与、(10)EPA に、州政府当局者を対象とするメタン排出削減技術に関するワークショップ開催を義務付け、等。（Greenwire; Senator Craig Thomas Press Release(5/5)）

10：下院歳出委員会、温室効果ガス排出上限設定の必要性を認める修正決議案を承認

「2007 年度内務省・環境保護庁歳出予算法案」のマークアップを行なっている下院歳出委員会（共和 37、民主 29）は、Norm Dicks 下院議員（民主党、ワシントン州）が同法案への修正法案として提出した、温室効果ガス排出の上限設定を推奨する非拘束的な気候変動修正案を 5 月 10 日午後、発生投票で承認。Dicks 下院議員の修正案の文言は、昨年夏の「2005 年エネルギー政策法案」審議の際に上院が採択した Bingaman 上院議員提案の決議案（上院第 866 号決議案）の文言そのもので、概要は、(1)議会は大気中に蓄積する温室効果ガスは自然の可変性以上の速度で平均気温を上昇させ、リスクや被害の頻度・規模拡大を引き起こしていること、人間活動が大気中の温室効果ガス蓄積の重大原因であるという科学的コンセンサスが固まりつつあること、大気中の温室効果ガス蓄積増加に歯止めをかけるためには強制的施策が必要であることを認め、(2)議会は米国経済に深刻な打撃を与えることのない方法で、温室効果ガス排出の増加を失速、抑制または逆転させる、強制的な市場本位の制限及びインセンティブを含む包括的かつ有効な国家プログラムが制定されるべきであるとの見解を持ち、(3)「米国の」重要な貿易相手国で、温室効果ガス排出国でもある他諸国にも同程度の行動を奨励する、というもの。「世界気候変動に関するピューセンター」の Eileen Claussen 所長は、上院に続き下院が地球温暖化への対応の必要性を公式に認めたことは、米国が同問題に真剣であるというシグナルを世界に送るものであると歓迎。一方、民主党の Steny Hoyer 下院院内幹事（メリーランド州）は、同修正案は「重要な声明」ではあるものの、採択した法案を上下両院協議会の席で捨てることは容易であるため、共和党が今後の立法過程でこの修正案を同法案から削除したとしても驚きはしないと発言。（Greenwire; Amendment to Interior and Environment Appropriations Bill, 2007 offered by Mr. Dicks of Washington）

12：下院歳出委員会が承認した温室効果ガス排出決議案に対する反応

下院歳出委員会が 5 月 10 日に、温室効果ガス排出の強制的上限設定を支持する修正法案を可決。次のステップは、下院本会議において早ければ来週にも始まる 2007 年度内務省・環境保護庁歳出予算法案の審議だが、共和・民主両党のスタッフによると、同修正決議案が下院本会議で同歳出予算法案から削除される可能性は十分にある（下院規定委員会が同決議案を歳出関連案件と認めない場合）という。現に、下院歳出委員会における発声投票の際にも、共和党の歳出委員会メンバー数名が「NO」と叫び、点呼投票を要求したが、この要請は Jerry Lewis 下院歳出委員長（共和党、カリフォルニア州）により却下される一幕があった。また、下院エネルギー・商業委員会の Joe Barton 委員長（共和党、テキサス州）や Joe Knollenberg 下院議員（共和党、ミシガン州）、Jo Ann Emerson 下院議員（共和党、ミズーリ州）を始めとする下院議員数名が既に、同修正決議案に対する反対を表明。上院においても、共和党議員の意見は分裂している。地球温暖化に関する科学の辛辣な批評家である環境・公共事業委員会の James Inhofe 委員長（共和党、オクラホマ州）と Conrad Burns 上院議員（共和党、モンタナ州）が、同決議案は米国の気候変動国際交渉参加を禁止した 1997 年の投票と同様の結果に終わると主張しているのに対し、Lindsey Graham 上院議員（共和党、ノースカロライナ州）や上院エネルギー・天然資源委員会の Pete Domenici 委員長（共和党、ニューメキシコ州）は、地球温暖化討議の流れが変わり、同問題に責任をもって対応しようとする関心が米国議会内で増大している重要指標であるとして歓迎。一方、産業界ロビイストは、ブッシュ政権が既に気候変動に関して（強制的という文言を含まない）同様の規制を打ち出していることを考慮すると、下院歳出委員会のこの決議案が現実的にもたらす影響は殆どないと発言。（Environment and Energy Daily (5/11&5/12)）

注：上記修正決議案は歳出関連案件というよりはむしろ政策関連問題であるため、下院規定委員会には同決議案を議事進行上の問題（point of order）を理由とする修正条項除去要求から守るかどうかを決定する権限がある（下院規定委員会が同修正決議案を保護しない場合には、下院議員は本会議審議の場で同条項の削除を求めることが可能となる）が、下院本会議では5月18日、上記違反の指摘が下院運輸・インフラ委員会の Don Young 委員長（共和党、アラスカ州）より出された結果、上記修正決議案は削除された。

17：上院の民主党議員、米国のエネルギー自立と環境問題対応を狙ったエネルギー政策を発表

Dick Durbin 上院議員（民主党、イリノイ州）を始めとする上院議員数名は5月17日、米国のエネルギー自立へのロードマップ及び地球温暖化問題対応への重要な一歩となるエネルギー政策「2006年成長経済に対応するクリーンエネルギー開発法案（Clean Energy Development for a Growing Economy (EDGE) Act of 2006）」を発表。2020年までに石油輸入量を40%（日間600万バレル）削減するという国家目標を掲げている。同法案の主要条項は、(1)2010年までに米国で販売される新車の25%をエタノール、バイオディーゼル、又は他の代替燃料で走行するフレキシブル燃料車とし、2020年までには新車の50%をフレキシブル燃料車とする、(2)2015年までに、石油大企業の所有する全ての燃料補給所に代替燃料の販売を義務付け、(3)石油価格便乗値上げを連邦犯罪にすることで消費者を保護し、石油や天然ガス会社が価格吊上げの為に供給操作をすることを禁止、(4)2020年までに、米国内電力の10%を再生可能資源で発電するよう義務付ける国家再生可能エネルギー使用基準（RPS）を設定、(5)2020年までに連邦政府の石油消費量を40%削減し、2013年までに連邦政府が消費する総電力の10%を再生可能資源で賄うよう義務付け、(6)石油大企業に対する過度の税額控除を撤廃、(7)暖房費支援受給資格を持つ低所得家庭への税額控除等、低所得者に新たな支援を提供、(8)代替燃料車の購入者に対する既存インセンティブ、および、ハイブリッド他の先端自動車技術のメーカーに対するインセンティブを拡充、(9)国内で販売される全ての新車に、年間温室効果ガス排出量を記したラベル表示を義務付け、(10)州政府や地方政府が、石油消費量や温室効果ガス排出の削減を目的とするプロジェクトや代替燃料開発を目的とするプロジェクトを実施するために公債を発行する権限を拡大、等。（Environment and Energy Daily; Senator Dick Durbin News Release）