

NEDO 海外レポート

. テーマ特集 - ライフサイエンス -

- | | |
|--|----|
| 1. フィンランドにおける遠隔医療の現状(NEDO バイオ医療部) | 1 |
| 2. 欧米でのライフサイエンスへの取組状況
- NEDO 海外レポート過去1年間の掲載記事レビュー | 7 |
| 3. 2008 年度米国立衛生研究所(NIH) 予算請求 長官声明 | 16 |
| 4. 欧州テクノロジープラットフォーム(ETP)における
ライフサイエンスへの取組状況 | 23 |
| 5. パーソナライズド・メディスン(個別化医療)への取組状況(世界) | 30 |
| 6. 薬物搬送システム(DDS)の開発・商品化状況(世界) | 38 |
| 7. 幹細胞実験用自動ロボティクス技術開発を支援(英国) | 44 |
| 8. イヌの身体の大きさに関与する遺伝子が特定される(米国) | 46 |

. 個別特集

- | | |
|--|----|
| 1. 米国エネルギー省による風力発電年次報告(第1回) | 50 |
| 2. 下院小委員会における「バイオ燃料利用拡大への道」に関する公聴会:概要
(NEDO ワシントン事務所) | 58 |

. 一般記事

- | | |
|---------------------------------|----|
| 1. エネルギー | |
| (太陽エネルギー) | |
| スペインの太陽エネルギー事情 | 63 |
| (太陽熱利用) | |
| 放物トラフ太陽熱集光システムをより効率的にする方法(米国) | 65 |
| (原子力) | |
| 韓国における原子力エネルギーの動向 | 68 |
| 2. 環境(地球温暖化現象) | |
| EUの温室効果ガス排出量は2005年に減少 | 71 |
| 3. 産業技術 | |
| (IT) | |
| シリコンナノワイヤーによりデータ記憶技術を向上(米国) | 75 |
| (ライフサイエンス、ナノテクノロジー) | |
| DNAのふるい:ナノスケール細孔が小さな解析ラボになる(米国) | 77 |

. ニュースフラッシュ:

米国 今週の動き: 新エネ・省エネ 環境 産業技術 議会・その他 79

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 : q-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。

【ライフサイエンス特集】遠隔医療

フィンランドにおける遠隔医療の現状

東北大学加齢医学研究所 臨床医工学研究部門
教 授

NEDO 技術開発機構 バイオテクノロジー・医療技術開発部
プログラママネージャー
仁田 新一

1. はじめに

IT 外来構想を建ててその実現をはかる研究を始めてから、約 5 年になる。この構想はそれ以前の、「人工心臓の開発と臨床応用の研究」から生まれた数種類のポータビリティの高い生体情報の計測機器とシステムを用いた「IT 外来診断・治療ユニット」を利用したものであり、専門医と患者の間の双方向通信を立ち上げることにより時空を超えて「バーチャルホスピタル」が構築できる、従来にはなかった新しい診断・治療体系を作り上げるものである。このシステムにより、色々な事情で通院できない患者、災害地、交通移動体などで医者、看護婦がその場に居合わせなくとも医療が可能となるシステムの開発を目指したものである。

いわゆる遠隔医療は高度な医療技術の移転を、専門医と担当医の間で行うものが主であるが、フィンランドなどでは医者と患者とその傍の看護師が介助する遠隔医療が盛んである。本年 5 月中旬に遠隔医療の先進国であるフィンランドにおける遠隔医療の実情視察と IT 外来構築の研究の情報交換を行う目的で、フィンランドとの共同事業を医療と福祉面で展開している仙台市産業振興事業団職員と医療機器メーカーの 5 人でフィンランドを訪問したので、その現状と私見について述べてみたい。

2. フィンランドの国状

フィンランドは約 520 万人の人口で GDP (国内総生産) は 2,800 億ドルであり、国土の一部が北極圏に属している国で (図 1 参照) 冬季間は長い時期に渡って雪に閉ざされることの多い、森と湖に囲まれた国である (図 2 参照)。国が福祉、健康への施策に多大な金額を使っており、その財源は国民からの所得税に負うところが多いため、地域格差は極力少なくする努力が必要であるなど、高度な社会的利便性が求められている。従って医療福祉面への関心事は、国はもとより国民一人一人に浸透している。保健医療体制の組織表は図 3 のように、政府の命を受けた 5 つの州事務所に直結した各地方自治体が、それぞれ 20 の病院区と 270 の保健センターが主体となって、国民にサービスする形態をとっている。これらの事業の資金調達は表 1 のように、約 60% は地方自治体及び政府が負担し、他は民間及び各世帯の支払いとなっており、GDP の

約 7% に相当する。

図1 フィンランドの概要

- 面積 337,030平方キロ
- 人口 約500万人
- GDP 2,800億ドル
- 通貨 ユーロ(1eur=167.5円)
- 首都 ヘルシンキ
- 高速通信インフラ(携帯電話・高速LAN回線)整備が進んでいる。
- 国土面積の割に人口が少なく、遠隔医療が発展する基盤があった。

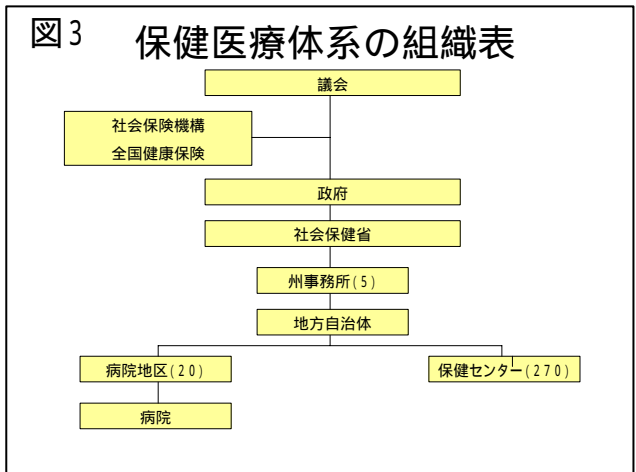



表1 フィンランドの医療背景

- 医療費 約200億ドル(2兆4,000億円)
GDP比7.2%(日本は7.9%)
- 医療費への税金投入率が高い

医療費の内訳	
地方自治体からの税金	42%
政府助成金	18%
全国疾病保険 (民間)	15%
医薬品・サービス料(個人)	21%

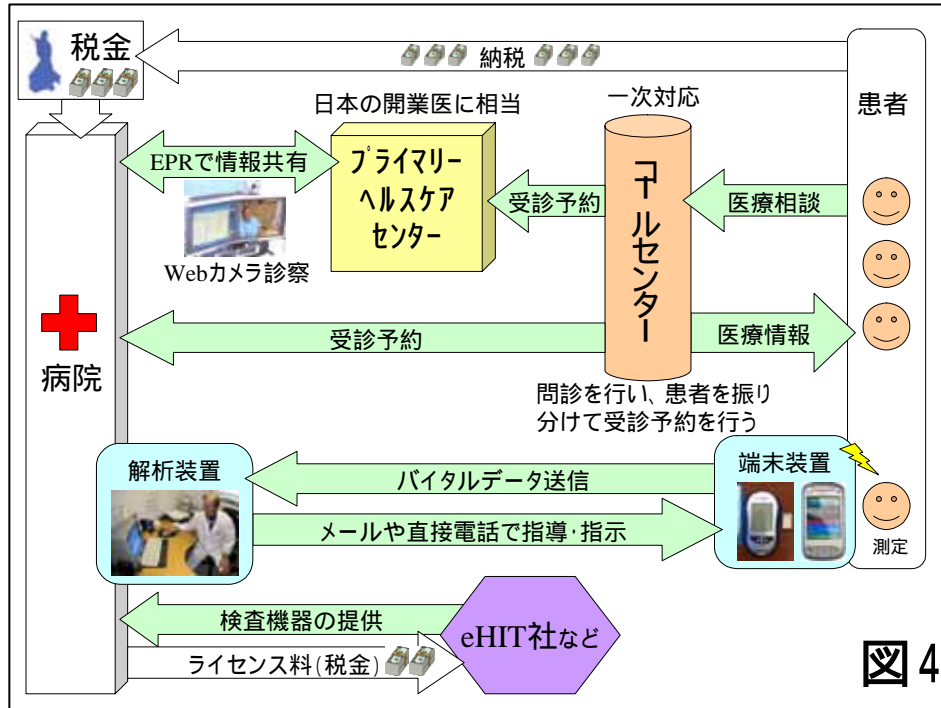
フィンランドの 20 の病院区には、公立病院が 70、私立病院は現時点ではその約 10% (少しずつその数が増加しつつある) プライマリーヘルスケアセンター¹ は 257 あり、電子カルテ(EPR: Electronic Patient Records)の普及率は 2006 年度末で病院が 100%、プライマリーヘルスケアセンターが 95% 以上であり、その普及率はほぼ 100% 近くに及ぶ。

フィンランドは国土面積の割に、人口が少なく前述のような国状のために、この遠隔医療に対する施策が強力に進められなければならなかったのである。その実現のための高速通信インフラ、すなわち高速 LAN 回線、及び携帯電話生体情報センサなど、国の施策によるこれらの基盤整備がかなり進んでいる。

¹ プライマリーヘルスケアセンター： 基本的な医療を一通り提供することのできる診療所。

3. 遠隔医療の流れ

図4はこれらを実現するための病院、プライマリヘルスケアセンター、これらとコンタクトする国民の一次対応を目的としたコールセンターと、これらの仲立ちをする民間の会社との関係を模式図で示した。



電話医療相談の流れは、まずコールセンターで10年以上の経験を持ったナースによる相談者の問診を行い、その問診内容から考えられる病名とその治療薬の情報を提供する事になる(図5)。また、急性期の患者についてはコールセンターが、その地区の病院と直接コンタクトし、その段階で優先的に入院予約を取る事になる。一方それ以外の患者については、コールセンターがプライマリヘルス



ケアセンターと接触し、必要であれば病院に入院する。これらの患者の個人情報に関しては、EPRによる情報共有が威力を発揮することになる。このように、コールセンターを介在させる事により、それぞれの病状に応じた、いわゆる患者の交通整理がなされ、医療費の削減、専門性の重視、時間の節約などに大いに役立っている。しかし

ここで忘れてはならないのが、患者の交通整理の過誤が起きた場合の結果責任であるが、これは民間の会社が介在する場合には保険に加入しているので、これを使用することになり、会社のガイダンスマニュアルに従ったケースでの看護師の責任は問われない仕組みになっている。

このシステムを用いる事により、相談者の約 30% が病院受診の必要がない相談である事から、国家としては医療費削減に有効であり、その分本当に必要な医療費に有効に活用される事になる。

病院側としては完全に外来予約制にできるので、外来数の平均化が測れるため患者一人当たりの診療時間の確保と、担当医師の人件費を削減できることになる。

一方患者個人としては、24 時間いつでも通院の手間をかけずに、どこからでも的確な医療サービスが受けられる事になるために、例えば北極圏などの遠隔地でも的確な継続的フォローアップが受けられる事によるメリットは極めて大きい。

4. 遠隔医療の実態

オウル大学医学部における遠隔医療は、大学と直接プライマリーヘルスケアセンターに接続して行われている。専門医が画像による双方向通信でヘルスケアセンターに設置されているモニターの画面（**図 6**、**図 7**）の直上に設置されている CCD カメラを操作し、ズームアップするなどにより患者の表情、顔色を観察できる。また、患者の時系列データが図のように表示されるので、その結果に基づいて患者に立ち会っている看護師を介して、医者から指示する事ができる。この場合、患者の問診も直接専門医が行うし、また患者としても直接専門医に質問ができるので臨場感があるし、安心感がある。

図 6



図 7



プライマリーヘルスケアセンターには、**図 8**、**図 9** のような医用生体情報抽出のためのポータブルセンサーが多数用意されている。これらを駆使して患者の病態を診断

し、急性期、及び慢性期患者の遠隔医療が現実のものとなっているのである。これらの機器の開発は、国家ファンドと民間の投資によってなされており、遠隔医療を進める上での強力な武器となっている。前述のようにEPRがほぼ100%の国民に利用されているのが、これらの実行を容易にし、確実にしているのは勿論のことである。

図8 使用例

用途	パラメータ	端末	表示
糖尿病管理	 血糖値  血圧  体重		
喘息管理	 ピークフロー  酸素飽和度		
血液凝固管理	 INR値  血圧		
心電図 モニタ	 心電計		

図9 使用例

用途	パラメータ	端末	表示
女性尿失禁 管理	 筋電図		
睡眠時無呼吸 低呼吸症候群	 酸素飽和度		
訪問診療	 血糖値  ピークフロー  血圧  INR値		
救急医療	 心電計  血圧  酸素飽和度		

5. おわりに

フィンランドにおける遠隔医療の概略について述べた。その大きな狙いは、医療格差の解消と医療経費の削減による医療福祉の向上を狙ったものであり、その目的はほぼ達成されつつある。この効果の一つとして、医療産業の振興と国民一人一人が高い認識のもとに、医療が行われる土壌を生んだ。

私の IT 外来構想はフィンランドの遠隔医療よりも、さらに一步踏み込んだものであり、患者のそばに医者及び看護師が不在の場合でも、一定期間講習を受けた新しい IT 外来介助者を介した IT 外来システムにより、バーチャルなホスピタルを立ち上げる構想である。この実現には、フィンランドで実用化されているシステムの応用が可能であり、さらにこれらに我々のオリジナルな機器とそのシステムを付加することにより、応用される地域があれば直ちに実行に移せる段階にある。

本邦での実用化には、双方向通信と EPR 使用の際のセキュリティ解決の大きな課題があるが、その解決に向けて既にプロジェクトが進行しつつある。また、新たな生体情報として、手のひらサイズの医用超音波ユニットを開発しており、これも実用が近い。双方向通信においても、超高度な画像の通信技術を既に持っており、簡単な情報から NMR 画像などのような情報源が、かなり多い画像も送れるシステムを開発している。近い将来これらの高度な IT を使った新しい医療サービス体系が確立できるものと確信している。

本文の作成にあたり、前仙台フィンランド健康福祉センター研究開発館シニッカ・サロ氏、同行いただいた仙台市産業振興事業団坂井愛子氏、ならびにフクダ電子(株)網嶋氏、ならびに中橋氏からの有力な情報に感謝する。

(編集部注)

仁田東北大学名誉教授は、2007 年 4 月より、NEDO バイオテクノロジー・医療技術開発部でプログラマネージャー(非常勤)にご就任頂き、プロジェクトの進捗管理についてご助言を賜っている。この度、別件でフィンランドの遠隔医療に関して現地調査をされたと伺い、本稿の執筆をお願いした。

【ライフサイエンス特集】過去1年間の掲載記事レビュー

欧米でのライフサイエンスへの取組状況

NEDO 海外レポート過去1年間の掲載記事レビュー

NEDO 技術開発機構 情報・システム部

NEDO海外レポート¹では、これまでにライフサイエンス・バイオテクノロジー特集、および毎号の一般記事として、その都度興味深い記事を掲載してきた。過去1年間では40件以上のライフサイエンス・バイオテクノロジー関係の記事を掲載してきたが、本稿では、それらの記事の概略を改めて紹介することにより、主に欧米でのライフサイエンスへの取組状況を概観する。

目次

1. 欧米でのバイオ産業の状況
(1) 北米、(2) 欧州
2. 北米でのライフサイエンスへの取組状況（政策面）
(1) 米国国立衛生研究所(NIH)での取組状況、(2) 米国エネルギー省(DOE)での取組状況、
(3) カナダでの取組状況
3. 欧州でのライフサイエンスへの取組状況（政策面）
(1) 欧州連合、(2) ドイツ、(3) 英国
4. ライフサイエンスに関するトピックス
(1) ES細胞、(2) その他のトピックス
5. 個別の研究開発成果の紹介

1. 欧米でのバイオ産業の状況

(1) 北米

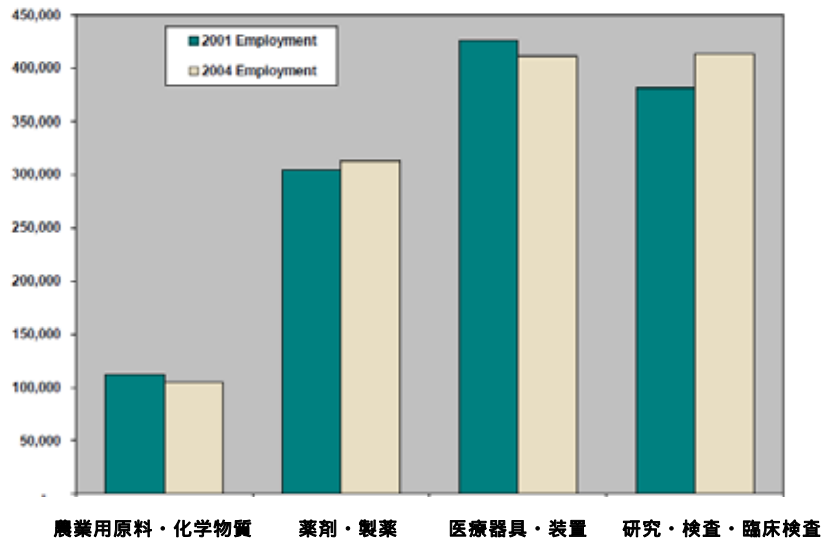
アメリカ合衆国バイオサイエンス部門の成長

米国バイオテクノロジー産業協会が2006年に発表した「アメリカ合衆国バイオサイエンス部門の成長」という報告書の概要を2回に分けて紹介した²。この報告書では、米国全体のバイオサイエンス産業の規模と構成（図1参照）、および米国内の地域別状況が記載されている。また、バイオサイエンスの副部門（1. 農業用原料・化学薬品、2. 薬剤・製薬、3. 医療器具・装置、および4. 研究・試験・臨床検査の4つ）それぞれについて、成長の動向や、産業活動が活発な大都市圏を明らかにしている。さらに、バイオサイエンスを支援する州と地域の支援策の状況も明らかにしている。

¹ 「NEDO 海外レポート」のトップページ：<http://www.nedo.go.jp/kankobutsu/report/index.html>

² アメリカ合衆国バイオサイエンス部門の成長(1/2)（米国）<http://www.nedo.go.jp/kankobutsu/report/980/980-03.pdf>
アメリカ合衆国バイオサイエンス部門の成長(2/2)（米国）<http://www.nedo.go.jp/kankobutsu/report/982/982-14.pdf>

図1 2001年と2004年の、主要部門における合衆国のバイオサイエンス雇用



出所：Battelle研究所がアメリカ労働統計局と、Minnesota Implan Group社のQCEWプログラムデータを基に計算。

カナダ

バイオ産業が盛んなカナダ西部の2州（ブリティッシュ・コロンビア州、アルバータ州）の状況を紹介した³。また、バイオテクノロジーとライフサイエンスに特化したカナダを代表する展示会であるバイオノスで行われているサイエンスベンチャーに対する表彰制度やライフサイエンス企業トップ10 に選ばれた企業の事業内容などを紹介した⁴。

(2) 欧州

イタリア

「2006年イタリアにおけるバイオテクノロジー - 戦略と財政の分析」というレポートを紹介した⁵。同レポートでは、イタリアのバイオテク企業の多くは2000年以降に誕生しており、そのほとんどが中小企業であり、多くはイタリア北部に集中していることなど、イタリアのバイオテク産業の特徴が記述されている。

ベルギー

ベルギーについては、バイオテクノロジー関連の企業への投資が増加していること⁶、バイオ関係で新たな企業が設立されていることや植物ハイポリマー製品のバイオニアである企業が「技術イノベーション賞」を受賞したこと⁷などを紹介した。

³ カナダ西部2州のバイオ産業（カナダ） <http://www.nedo.go.jp/kankobutsu/report/980/980-05.pdf>
⁴ カナダにおけるライフサイエンス企業（カナダ） <http://www.nedo.go.jp/kankobutsu/report/996/996-17.pdf>
⁵ イタリアのバイオ産業の復活 <http://www.nedo.go.jp/kankobutsu/report/994/994-20.pdf>
⁶ 増加するバイオテクノロジー部門への投資（ベルギー） <http://www.nedo.go.jp/kankobutsu/report/980/980-06.pdf>
 バイオ新薬での新株公募で波に乗るThromboGenics社（ベルギー）
<http://www.nedo.go.jp/kankobutsu/report/990/990-05.pdf>
⁷ 植物ハイポリマー製品のバイオニア Kitozyme 社（ベルギー） <http://www.nedo.go.jp/kankobutsu/report/975/975-21.pdf>

2. 北米でのライフサイエンスへの取組状況（政策面）

(1) 米国国立衛生研究所(NIH)での取組

米国国立衛生研究所（NIH）は、19世紀末に設立された合衆国で最も古い医学研究の研究機関である。その傘下には、国立癌研究所、国立ヒトゲノム研究所など多数の研究所が所属している。研究分野は医学分野に限らずライフサイエンス・バイオテクノロジー分野まで広範にわたっている。例えば、ヒトゲノム計画の解読結果に基づいて癌やパーキンソン病、アルツハイマー病の診断や治療法の確立を進めているほか、2001年に合衆国が炭疽菌攻撃を受けてからはバイオテロの予防にも取り組んでいる。また傘下の研究所で研究するだけでなく、世界中の研究機関に対する助成も行っている巨大な研究機関である。

NEDO 海外レポートでは、以下に示すように幾つかの NIH の取組状況を紹介してきた。

米国国立衛生研究所(NIH) 2007年度予算教書の概要⁸

2007年度予算請求に関するNIH 長官の声明および大統領予算教書の概要を紹介した。NIH 長官の声明では、NIH がこれまでに取り組んできた研究の成果（平均寿命の伸長、心疾患や脳卒中の死亡率の低下など極力定量的な数値を提示している）をアピールするとともに今後の研究の必要性や方針を明らかにしている。

NIHのグラント受給者が効果的な遺伝子抑制法の発見により2006年ノーベル医学生理学賞を受賞⁹

2006年のノーベル医学生理学賞は「RNA 干渉」を発見した米国の2名の40代半ばの研究者（スタンフォード大学のファイアー博士とマサチューセッツ大学のメロー博士）であった。両者は、NIHなどの政府機関から、長年にわたり1,100万ドル以上の研究助成金を受けてきたことを紹介した。NIHによると、若い研究者達に対する支援と、研究者主導型アイデアへの継続的な支援の両方が重要であるとしている。

国立生物医学画像・生物工学研究所の活動状況¹⁰

国立生物医学画像・生物工学研究所(NIBIB)は、2000年に設立された新しいNIH傘下の国立の研究機関である。ポイント・オブ・ケア検査(POCT)技術、ドラッグ・デリバリー技術、画像診断技術など、主に物理や工学技術を臨床医療分野へ適用する研究に取り組んでいる。NIBIBの専従スタッフ数は50名程度に過ぎないが、年間予算は約3億ドルで、その約75%が外部研究者への研究助成金であり、研究所内部で行う研究の予算は3%程度である。NEDO海外レポートではNIBIBの主な研究活動状況を紹介した。

⁸ <http://www.nedo.go.jp/kankobutsu/report/980/980-02.pdf>

⁹ <http://www.nedo.go.jp/kankobutsu/report/987/987-17.pdf>

¹⁰ <http://www.nedo.go.jp/kankobutsu/report/990/990-02.pdf>

米国ヒトゲノム研究所が新しいシーケンシングターゲットを発表¹¹

NIH傘下の研究所の一つである国立ヒトゲノム研究所(NHGRI)は、2006年3月に健康・疾病のリスクに影響を与えるヒト遺伝子の機能や、個体間のゲノムの差異について理解を深めることに重点に置いた、最新のシーケンシングターゲットを発表した。また、ヒトゲノム研究諮問評議会は、NHGRIの大規模塩基配列研究ネットワークの包括的戦略の一環としての目標が明記された3つの計画を承認している。

(2) 米国エネルギー省(DOE)での取組

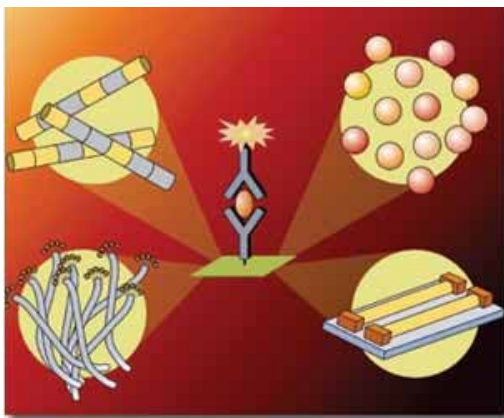
DOE傘下の研究機関においても、ゲノム解析などのライフサイエンス関係の研究を実施している。

DOE 共同ゲノム研究所の研究成果:2002～2005年¹²

DOE 共同ゲノム研究所(JGI)のレポートでは、大規模ゲノム塩基配列解読への米エネルギー省(DOE)の投資が、米国のエネルギーおよび環境浄化のニーズに強く貢献するであろう利益をもたらしていると報告している。DOE JGIが2002～2005年に取り組んだ多数の重要なプロジェクトの成果のハイライトを紹介した。

米国国立研究所(LLNL)による生物検知技術のレビュー¹³

生物学的脅威(バイオテロ)を早急かつ正確に検知することを目指して多くの検知技術が開発されてきているが、DOEのローレンス・リバモア国立研究所(LLNL)の研究者達による、最新技術(図2参照)のレビューを紹介した。



早くて効果的なセンサは生物テロや細菌戦といった新たな脅威に立ち向かうために必要不可欠なものである。近年進歩した、免疫検出(病原体検知)を可能にするプラットフォームには、複数の金属の縞模様のナノロッド(図:左上)や色素を含んだマイクロビーズ(右上)、ナノワイヤー電解効果(FET)(右下)、全生物体(左下)などが挙げられる。

(出所:ローレンス・リバモア国立研究所)

図2 4種の生物検知技術

¹¹ <http://www.nedo.go.jp/kankobutsu/report/980/980-01.pdf>

¹² <http://www.nedo.go.jp/kankobutsu/report/972/972-17.pdf>

¹³ <http://www.nedo.go.jp/kankobutsu/report/998/998-14.pdf>

(3) カナダ

カナダ・バイオテクノロジー研究所における研究¹⁴

カナダ国立研究機構(NRC) に所属する研究所の一つで、バイオテクノロジー研究所(NRC-BRI)は、カナダ最大のバイオテクノロジー研究機関であり、「健康」「バイオプロセス」「環境」の3分野について、産業界との協力のもとに研究開発を行っている。主な研究テーマ例として「バイオケミカルとバイオマテリアルのための天然繊維イニシアティブ」「有機廃棄物残渣のバイオエネルギーへの変換」などを紹介した。

実験用マウスを使った遺伝子研究の国際協力事業の開始(欧米力)¹⁵

2006年9月、欧州委員会(EC)、米国国立衛生研究所(NIH)、ゲノム・カナダ(Genome Canada)は、ヒトの疾病への理解をより深めることを最終目的とした、実験用マウスの遺伝子研究の世界的な共同研究プログラムを発表した。各国・地域で行われているそれぞれのプロジェクト(表1参照)におけるノックアウトマウスを作成する大規模なプロジェクト間で、密接な協力をしながら研究を行う予定である。

表1 国際共同研究プログラムの欧米力の参画体制

	プロジェクト名	実施者	予算
欧州	EUCOMM(欧州条件変異マウス作成プログラム)	欧州委員会	欧州委員会から1,300万ユーロ資金提供
米国	KOMP(NIH ノックアウトマウス・プロジェクト)	米国国立衛生研究所	米国NIHから3,920万ユーロ(5,200万ドル)資金提供
カナダ	NorCOMM(北米条件変異マウス作成プロジェクト)	ゲノム・カナダ	カナダ政府から440万ユーロ資金提供
総計	3プロジェクトの科学者達と資金提供機関の代表者らからなる運営委員会を設置し、各プロジェクト重複を避けるために調整を行う予定。		費用総額は5,660万ユーロ(予定)

3. 欧州でのライフサイエンスへの取組状況(政策面)

(1) 欧州連合

EUのFP7におけるライフサイエンス研究への取組¹⁶

2007年1月からスタートした欧州第7次研究開発フレームワーク計画(FP7)の最終案の中からライフサイエンス、バイオテクノロジーに関係する「テーマ1:健康」と「テーマ2:食糧・農業・バイオテクノロジー」の全文を紹介した。

欧州委員会、バイオテクノロジー戦略の中間評価書を発表¹⁷

¹⁴ <http://www.nedo.go.jp/kankobutsu/report/973/973-18.pdf>

¹⁵ <http://www.nedo.go.jp/kankobutsu/report/990/990-01.pdf>

¹⁶ <http://www.nedo.go.jp/kankobutsu/report/990/990-03.pdf>

¹⁷ <http://www.nedo.go.jp/kankobutsu/report/1000/1000-14.pdf>

2007年4月に欧州委員会バローゾ委員長以下3委員が連名で提出した「ライフサイエンスとバイオテクノロジーの戦略(2002-2010年)」の中間評価書では、競争力があり持続可能な欧州の知識基盤型バイオ経済を促進するために、改めてバイオテクノロジー分野で焦点を当てるべき行動内容の提案がなされている。具体的には、イノベーション(革新)、研究、市場開拓、及び倫理的問題に関する社会との議論の必要性が提案されている。

(2) ドイツ

ドイツにおける神経科学の研究拠点：ベルンシュタイン・センター¹⁸

連邦教育研究省が、コンピューテーショナル・ニューロサイエンス(計算論的神経科学)の国内ネットワーク(BCCN1)およびその研究拠点を構築したことを紹介した。これは、脳の働きの神経学的基礎を解明して、それをコンピュータでシミュレーションし、その成果を情報技術、医療、教育などの分野で応用することを目的としている。

(3) 英国

国際的なピア・レビューの支持を受けた史上最大のバイオバンク¹⁹

史上最大規模のバイオバンクが、英国内で50万人を募集し、医療データと医用素材を得ることに対して、国際的な専門家の委員会から承認を得たことなどを紹介した。なお、バイオバンクとは、患者一人一人の遺伝的特性を考慮した医療の実現に向けて、多くの人々の遺伝子情報と診療情報を収集するプロジェクトの総称名。

4. ライフサイエンスに関するトピックス

(1) ヒト胚幹細胞(ES細胞)

ヒト胚幹細胞は人体のあらゆる細胞に成長できる能力を秘めており、治りにくい病気の治療法開発に強い期待がかけられている。しかし、胚幹細胞を利用するためには受精卵を壊さなければならないため、その使用の是非に関しては世界的に大きな論議を呼んでいる。

胚幹細胞研究推進法案にブッシュ大統領が拒否権発動-大統領教書全文²⁰

ブッシュ米大統領は2006年7月、上下両院で可決されていたヒト胚幹細胞研究の推進法案に対し、拒否権を行使した。ブッシュ大統領は、胚幹細胞の研究について「我々の社会で尊重する必要のある、道徳的な境界線を踏み越えている。それが拒

¹⁸ <http://www.nedo.go.jp/kankobutsu/report/990/990-10.pdf>

¹⁹ <http://www.nedo.go.jp/kankobutsu/report/985/985-15.pdf>

²⁰ 胚幹細胞研究推進法案にブッシュ大統領が拒否権発動-大統領教書全文(米国)
<http://www.nedo.go.jp/kankobutsu/report/983/983-11.pdf>

否権を発動した理由だ」と述べている。NEDO海外レポートでは、ブッシュ大統領が議会に対して発信した大統領教書の全文を紹介した。

米国におけるヒト胚幹細胞研究を取り巻く状況²¹

ブッシュ大統領の幹細胞研究への拒否権行使を受け、その影響およびヒト胚幹細胞研究の見通しについて取り上げた。

ケンブリッジに幹細胞基礎研究所設立計画の発表(英国)²²

英政府は、2005年末に出された幹細胞イニシアティブ報告書の提案を受け、英国が幹細胞研究で世界をリードすることを目指し、この分野の政府研究予算の強化を図るなど、積極的に取り組んでいる。同時に、英国は、幹細胞研究を行うに当たっての規制制度も整備が進んでいると、海外からも高い評価を得ている。

かかる状況の下、2006年7月、研究開発支援を行うチャリティ団体であるウェルカム・トラストがケンブリッジ大学に「ウェルカム・トラスト幹細胞研究センター」をオープンさせるとの計画を発表した。同センターは、幹細胞基礎研究における国際的な「センター・オブ・エクセレンス」となることを目指して設立される。

(2) その他のトピックス

吸引式薬物伝達システムの研究開発動向(米国)²³

薬物を体内に投入する場合、通常、体内で吸収・分解されると全身すなわち患部以外の部位にも広範囲に拡散していくため、患部に到達する薬物量は投与量のうちごく僅かとなる上、正常な細胞にも薬物が投与されることになるため副作用等の問題が生じる。これに対し、最近、薬物を体内に投入しても途中で吸収・分解されることなく患部に到達し、目標とする患部(臓器や組織、細胞、病原体など)で薬剤を放出して治療効果を高める「薬物伝達システム(ドラッグ・デリバリー・システム: DDS)」技術の開発が注目されている。米国での吸引式薬物伝達システムの研究開発動向を紹介した。

ナノ材料の安全性に関する調査報告概要²⁴

ナノテクノロジーの根幹を支えているナノ材料、ナノ粒子と呼ばれる非常に微細な粒子状・棒状等の物質の材料開発が積極的に推進されているが、ある種のナノ材料・ナノ粒子については、その特徴的な粒子形状や粒子サイズに起因していると考えられる有害性を懸念させるような研究報告もなされている。NEDO調査報告書「ナノ材料、ナノ粒子等の安全性に関する調査」(平成17年度)の概要を紹介した。本報告書では、国外の関連する文献等を調査し、現状および課題等を示している。

²¹ 米国におけるヒト胚幹細胞研究を取り巻く状況 <http://www.nedo.go.jp/kankobutsu/report/990/990-04.pdf>

²² ケンブリッジに幹細胞基礎研究所設立計画の発表(英国) <http://www.nedo.go.jp/kankobutsu/report/990/990-06.pdf>

²³ <http://www.nedo.go.jp/kankobutsu/report/998/998-15.pdf>

²⁴ <http://www.nedo.go.jp/kankobutsu/report/980/980-10.pdf>

北米放射線学会における高度画像診断・治療機器の技術動向調査報告²⁵

2006年11月に開催された北米放射線学会から、高度画像診断機器・治療機器に係わる米国最新医療技術・工学技術動向、技術課題、最先端研究動向等について、本学会を通じて得られた知見・調査結果・トピックスなどを報告した。また、マルチモダリティシステム動向、画像診断機器の動向などを中心に、その研究の動向等についても報告した。

エネルギー科学技術の指標と基準-革新的バイオテクノロジー (EU)²⁶

バイオテクノロジーを用いたプロセスは、様々な原材料や資源からエネルギー源を生産することに応用できる。革新的バイオテクノロジーの将来の潮流は、エネルギー生産を目指した光合成への応用である。現在このプロセスは純粋な基礎研究段階である。産業的な利用を行うためには、商業化をめざした長期的な視点を持つことが求められている。基本的な原理と産業利用に向けての動向について、EUの報告書からその概要を紹介した。

バイオテクノロジーは生活の質を向上させると欧州市民の半数が回答²⁷

EUが実施しているバイオテクノロジーに関する定期的な意識調査の最新調査結果を紹介した。回答者の52%が「バイオテクノロジーは、生活の質を向上する」と考えている。また、大部分のヨーロッパ市民は、バイオテクノロジーが人間の健康に対してははっきりとした利益をもたらすのであれば、バイオテクノロジーを医療に利用(レッド・バイオテクノロジー)することは賛成だとしている。

また、産業への利用(ホワイト・バイオテクノロジー)も支持されている。しかし、依然として農業への利用(グリーン・バイオテクノロジー)については、懐疑的であり、バイオテクノロジーを用いた新しい作物や生産物が消費者に利益をもたらさない限りはこの状況がしばらく続くとしている。

5. 個別の研究開発成果の紹介

各国の公的研究機関や大学による研究成果についても適宜紹介してきた(表2参照)。これらの記事の情報源は、各研究機関や大学のプレス発表用資料だが、その多くが、サイエンス誌やネイチャー誌などの著名な雑誌や学会誌にその研究成果が掲載されたものである。

表2 ライフサイエンスに関する個別の研究成果の掲載記事リスト

²⁵ <http://www.nedo.go.jp/kankobutsu/report/992/992-12.pdf>

²⁶ <http://www.nedo.go.jp/kankobutsu/report/980/980-04.pdf>

²⁷ <http://www.nedo.go.jp/kankobutsu/report/982/982-13.pdf>

分類	記事タイトル	掲載号(発行日)
ドラッグ・デリバリー	超音波がドラッグ・デリバリーを可能にする方法が示される(米国)	986(06/10/4)
	生分解性ナノ粒子による毒素暴露やドラッグ・デリバリー治療の新手法(米国)	989(06/11/15)
画像診断	廉価でコンパクトな携帯型MRI(米国)	986(06/10/4)
	脳画像検査用の新化合物でアルツハイマー病早期診断への期待(米国)	993(07/1/24)
ゲノム解析、DNA解析	引き伸ばしたDNAについての新発見(米国)	984(06/9/6)
	ネアンデルタール人のゲノム配列解析で驚くべき研究結果(米国)	991(06/12/13)
	タバコ中毒に関与する遺伝的因子の解明に役立つヒトゲノム解析が完了(米国)	992(07/1/10)
	初の有袋類のゲノム配列が発表される(米国)	1001(07/6/6)
タンパク質工学	ナノテクノロジーによるタンパク質工学への新アプローチ(米国)	981(06/7/5)
	細胞表面プロファイリング技術がガンの血液検査を生み出す(米国)	981(06/7/5)
人工臓器、介護機器	分子鼻作成マニュアル：嗅覚受容体を人工膜に組込む手法の開発(ドイツ)	997(07/3/22)
	イタリアのバイオ科学者達は分離・抽出した大人の幹細胞によって新筋繊維を作る	995(07/2/21)
	ロボット装具で脳卒中の回復を補助(米国)	999(07/4/25)
医療分野でのIT	欧州の科学者達がバイタルサインを検知する衣服をデザイン(EU)	988(06/11/1)
疾病予防	合併症に対し高いリスクのある鎌状赤血球症患者を識別するポテンシャル・マーカーの発見(米国)	997(07/3/22)
	骨の微小な構成成分の調査結果(米国)	1002(07/6/20)
その他	昆虫の目構造を模範にした人工複眼の研究(米国)	990(06/11/29)

(注) 各記事へは「NEDO 海外レポート」のトップ頁からアクセス可能。

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

(NEDO 情報・システム部 林 欣吾)

【ライフサイエンス特集】政策

2008年度米国立衛生研究所(NIH)予算請求 長官声明

本稿では、米国立衛生研究所(NIH: National Institutes of Health)の2008年度予算請求に関するNIH長官の声明(3月)の一部を紹介する。NIHの2008年度予算請求額は289億ドル¹であり、過去のNIHの研究の成果、現在の課題、将来の戦略目標(治療する医療から予防する医療へ)、今年度以降の優先的取組事項などが話題として取り上げられている。

はじめに

20世紀は物理学の世紀であったが、21世紀は生命科学(ライフサイエンス)の世紀となるだろう。生物学的世界に精通することは、健康問題に影響を与えるだけでなく、環境問題やエネルギー問題に対しての解決策を創り出す私達の能力にも影響を与える。また、国の競争力の重要な決定要因にもなるだろう。私達の社会が直面している最大の課題の一つは、持続不可能なほど大きな医療費の増加率である。NIHとその科学者達は、生物医学科学や行動科学の転換期に私達が居ると強く信じている。医学的発見の機会や、医学的発見を医療現場に応用(translation)する機会は大幅に広がった。現代の治療は、多くの場合、疾患過程への介入があまりにも遅すぎる。新しい時代の医療は、患者が病に冒される前段階における、疾患をもたらす基本的なメカニズムをより幅広く科学的に理解することによって、これまでより予測的(predictive)で、個別化(personalized)²され、予防的(preemptive)な医療になるだろう。私達はその新時代への変化の途上にいると思う。NIHは、比較的一定の予算の中で、生物医学研究の投資と勢いが確実に継続されるように、困難でも必要不可欠な選択を行ってきた。

より予測的で、個別化された、予防的な医療の形は、もはや単なる夢ではなく、目指す目標となった。なぜならこれらは、疾患の苦しみや医療費を減らすことができると同時に、個人の生活の質³を向上させられるからである。

¹ NIHの2008年度の予算請求の金額内訳は下記の「NEDO海外レポート」を参照頂きたい。
「ブッシュ大統領の2008年度予算：概要(その2)」の「 . 厚生省の国立衛生研究所」
(<http://www.nedo.go.jp/kankobutsu/report/996/996-11.pdf>)

² パーソナライズド・メディスン(personalized medicine): 個別化医療、テーラーメイド医療、オーダーメイド医療ともいう。患者個人の遺伝子情報を元に診断を行い、体質差に合わせて、最適な治療や投薬を目指した医療のこと。

³ 生活の質(QOL: quality of life): 生命の質とも訳される。人間としてより充実した生活を送るために、生活を物質的な面から量的にとらえるのではなく、生活の質や人生の質を重視しようとする考え方。狭義では、患者の日常生活をいかに苦痛の少ないものにするかという意味で用いられる。

昨年私は、生物医学研究の米国の投資収益率⁴について話題にとりあげた⁵。本日は、NIHがこの一年間に成し遂げてきた幾つかの進展と、NIHが将来的に行わなければならない、人々を健康にするために必要な医学的発見のための持続的な環境作りについて、ハイライトを当てる。

過去の NIH 研究の成果

NIH が支援してきた過去数十年間の研究によって、多くの疾患や不調から、劇的に健康が改善される成果もたらされてきた。例えば NIH は、過去 80 年間、米国の主要な死亡原因であった**冠状動脈性心臓病**について目覚ましい進歩を成した。もし NIH によって大部分の支援が行われた、心疾患の原因や治療についての画期的な研究がなければ、心臓発作による死亡者は 2004 年の 45 万 2 千人という数にはならず、いまだに毎年推定 160 万人の方が亡くなっていただろう。米国では、特に、致命的な心疾患を抱える女性の患者を減らすことに成功を収めた。2007 年 2 月、NIH 傘下の心臓・肺・血液研究所が、心疾患による女性の死亡者数が、2003 年から 2004 年で 1 万 8,500 人近く減少したことを発表した。この成功の一端は、女性の死亡原因の第 1 位が心疾患だという認識を女性達に広めた NIH の努力に因るところが大きい。

癌は米国の死亡原因の第 2 位だが、死亡率は着実に減少している。2007 年は人口増加や高齢化の進展にもかかわらず、二年連続で、米国の癌の死亡者の絶対数が減少した。これは医療の歴史の中で全く前例がない。より効果的な治療によって、米国の 1 千万人以上の癌患者が癌を克服した。2006 年には、進行性卵巣癌の治療のために新臨床ガイドラインが発表された。さらに、米国で最も致死率の高い癌、メラノーマ（悪性黒色腫と呼ばれる皮膚がんの一種）についても、新しい遺伝子治療アプローチが功を奏して、白血球が癌細胞を認識・攻撃するように遺伝的操作が行われた 17 人の患者の研究において、持続的に癌の進行が縮小するという成果が出た。

糖尿病は米国人の 2,100 万近くが罹患しており、複数の臓器に損傷を与え死に至る可能性がある疾患である。NIH の研究がなければ、過去 20 年の糖尿病治療の向上はなく、糖尿病の重篤な合併症（失明や末期の腎不全など）の膨大な数の症例を得ることもなかっただろう。NIH の研究によって、糖尿病の血糖値を厳しくコントロールすることが大変有効であることが示された。NIH が支援した「糖尿病のコントロールと合併症に関する臨床試験(DDCT)」は、血糖値を集中的にコントロールすることで、糖尿病患者が神経疾患のリスクを 60%削減できることと、腎臓疾患や循環器疾患のリスクを半分削減できることを確認した。さらに、NIH の糖尿病研究は、厳しくグルコー

⁴ 投資収益(ROI: return on investment) : 投資した資本に対して得られる利益の割合のこと。利益を投資額で割ったもの。

⁵ NIH長官の昨年度の声明の概要は下記の「NEDO海外レポート」を参照頂きたい。
「米国国立衛生研究所 (NIH) 2007 年度予算教書の概要」
(<http://www.nedo.go.jp/kankobutsu/report/980/980-02.pdf>)

スをコントロールすることで、眼疾患のリスクを 75%以上大幅に削減できることも示した。これは、米国人が毎年推定 2 万 4,000 人糖尿病で失明していることから考えても、重要な発見である。事実、糖尿病性網膜症は、65 歳以下の成人の失明の主な原因となっている。

認知機能低下や**精神疾患**の治療も、大変な速さで向上し続けている。2006 年 NIH は、うつ病患者の症状消失⁶に役立ち、高齢者の単一エピソードうつ病⁷の再発を防ぐための、新戦略の策定を支援した。

その他の特筆すべき 2006 年の進展には、結核、炎症性疾患、および筋ジストロフィーの有望な新薬が開発されたことや、増加している危険な感染症と H5N1 型鳥インフルエンザに対抗するワクチンの喜ばしい実験結果が出たことなどが挙げられる。2006 年、さらに NIH は HIV / エイズに対抗する有望な新ワクチンの臨床試験を開始した。2007 年 2 月には、NIH の科学者達が、HIV ウイルスに唯一の分子的弱点を発見した。このことは、ワクチンの開発に深い意味合いを持つかもしれない。

簡潔に話すと、生物医学研究への国の投資のおかげで、多くの疾患や身体障害が全米国民に与える悪影響を軽減できることを学んだ。**過去 30 年間で NIH の累計投資額は国民一人当たり約 1,334 ドル(倍増期間を含む)、年額国民一人当たり約 44 ドル(全期間)**と推計される。この間、米国民は平均寿命が 6 年以上伸び、これまでより健康に年を重ねている。NIH が資金提供した研究の発見が基となって、バイオテクノロジーなどの新産業において何千もの企業の創設につながり、健康以上の影響がもたらされた。米国民の NIH 投資収益率は、実に目を見張るものがある。

現在の課題

端的にまとめると、NIH が資金提供してきた研究者達が何十年にもわたって実現してきた多くの科学的進展が、現在私達がより長生きし、より健康な暮らしをすることを可能にした。しかし米国民の高齢化が進んでいるため、変化が著しく現れている。米国の**健康問題の負荷は急性疾患から慢性疾患へと劇的に推移**してきた。慢性疾患は現在、保健医療費の 75%以上を占めており、早い速度で増え続けている。大幅なライフスタイルの変化は、肥満など非伝染性の疾患の発生につながってきた。さらに、糖尿病、心疾患、腎臓疾患、および筋骨格疾患などの関連疾患の罹患率も付随して増える結果となった。これらの慢性疾患の負荷は国民に等しくかかっていないということに留意することが大切である。医療格差が健康の重要課題として存続しており、新しい継続的取組みが必要である。

⁶ 症状がなくなること。

⁷ 単一エピソードうつ病：再発のないうつ病のこと。

ありのままの現実をここで提示したい。医療的進歩にもかかわらず**米国の保険医療費は 2 兆ドル以上**に達した。これは国内総生産(GDP)の約 16% (図 1 参照)である。また保険医療費の増加率は GDP の増加率よりも大きい。今日の保健医療費平均額は、国民一人当たり約 7,100 ドルである。保険医療費増加の要因は様々で複雑だが、この増加率では、長期的にみて持ち堪えられないこと、国民が巨大な負荷を背負うこと、そして米国の競争力の負荷になることは、明らかである。生物医学的研究だけではこれらの問題全ての解決にはならないだろうが、持続できる未来に向けて生物医学的研究は必要不可欠な要素である。NIH とその科学者達は、変化させる力を持つ発見や、研究から医療への迅速な翻訳(translation)を通して、この大きな課題の影響を軽減させる必要性を認識している。

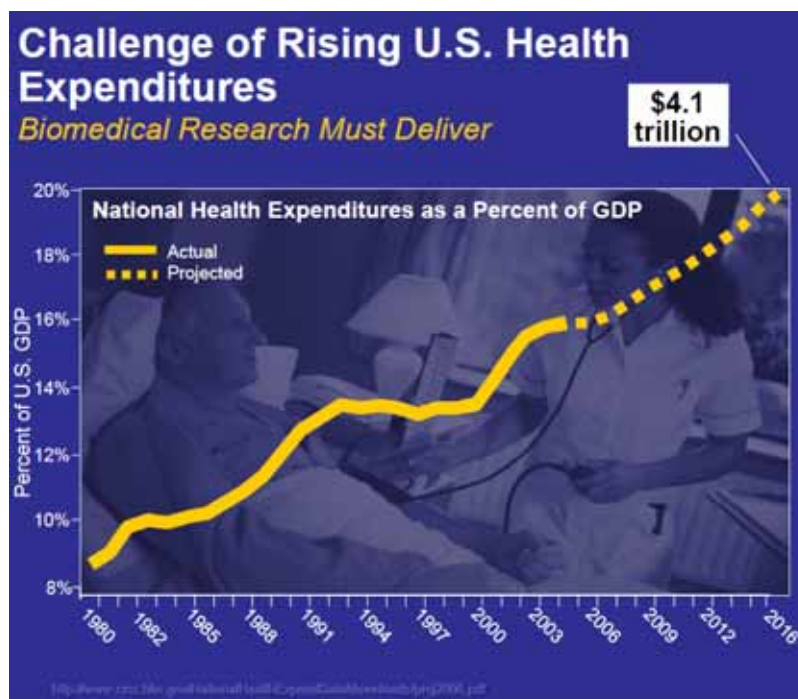


図 1 : 増加する米国の健康医療費の問題

出所 : NIH (NIH: A Vision for the Future)

<http://www.nih.gov/about/director/budgetrequest/fy2008senatebudgethearings.pdf> (p5)

現行の問題に対処する医療的発見を探求する一方で、**新しく予測のできない脅威に立ち向かう準備**も行わなければならない。微生物は私達の最良の薬から逃れる策を編み出しており、新興感染症⁸や再興感染症⁹が増加しつつある。私達は大量輸送に

⁸ かつては知られていなかった近年新しく認識された感染症で、局地的にあるいは国際的に公衆衛生上の問題となる感染症の総称。

⁹ 既知の感染症で、既に公衆衛生上の問題とならない程度までに患者が減少していた感染症のうち、近年再び流行しはじめ、患者数が増加したものの。

よる急速なグローバル化と、HIV/エイズや他の身近な敵といった途方もなく大きな世界的脅威に直面している。私達は世界的に流行する（汎発性）インフルエンザの脅威や、過去数年で大幅に資金を投入して対策を講じている人工生物兵器の脅威に常に備えていなければならない。これらの多くの新しい脅威に対処するには、持続的な科学的取組みと、更なる飛躍的進歩（ブレイクスルー）が必要となるだろう。

将来の戦略目標：治療する医療(curative medicine)から

予防する医療(preemptive medicine)へ

これまでの医療は受身型であり、患者は急性症状が自身の身に起きて医師の治療を求めると必要なまで、注意を払うことはなかった。私達の治療システムは発作的に起こるこのような最終的な症状に対処することを基本としている。これは、治療費が増し、この先持続不可能なアプローチである。ではこれを変えるためには何を科学的目標に据えれば良いだろうか？私達 NIH の目標は、**予測できて、個別化されて、予防できる医療の時代**の先導役となることである。この動きには、保健医療の提供者と患者の間の基本的関係を変えることが必要となる。そして、自然に進んで行く疾患経過において、できるだけ早く、個人、コミュニティ、および保健医療機関が継続的に関与することが必要となる。

NIHが支援した研究に基づき、現在私達は、最も一般的な疾患のほとんどが、患者に明白なダメージが出るその何年も前に静かに始まっていることを知っている。次第に私達は、今後の人生で重大な症状に発展する可能性を予測するバイオマーカー¹⁰を特定することが可能となる。ちょうどこの一年の間に、NIHは加齢による黄斑変性症（後年の失明の主要因）の発生の予測に役立つ遺伝子変異を発見した。さらに、アルツハイマー病に関連する新しい遺伝子や、糖尿病の主要な制御遺伝子、そして前立腺癌の遺伝的感受性のマーカーも発見した。前立腺癌のリスクを知らせるこの遺伝マーカーは、NIHが支援する「癌感応遺伝マーカー(CGEMS: Cancer Genetic Markers of Susceptibility)」の研究から発見された。前立腺癌のリスクについての遺伝的情報は、CGEMSのデータベースを通して国中の癌研究者達で共有される予定である。前立腺癌は毎年2万7千人近くの米国男性の命を奪い、アフリカ系アメリカ人に偏重してみられる疾患である。遺伝的情報の検索や共有によって、前立腺癌の早期発見・予防の新戦略策定に役立つ、非常に必要な情報が提供されるだろう。

暫し考えていただきたい。より予測的な治療や個別化された治療は、どのように薬の安全性と効果を向上させられるだろうか。私達は薬が、「全ての人や症状に対応するもの(one size fits all)」ではないことを知っている。同じ薬が一人の患者を救うこともあれば、別の患者に有害になることもある。最近の研究では、どの患者に治療効果

¹⁰ 生体内の生物学的変化を定量的あるいは定性的に計るための指標（マーカー）となるもの。

があり、どの患者に害があるかについて、除々に私達は知ることができるようになると示されている。この分野の研究は薬理遺伝学として知られている。倍額になった NIH 予算のおかげによって獲得できた最新のゲノムデータを使って、NIH は薬理遺伝学研究ネットワークを設立した。このネットワークでは、身体から合成物を除外する生物学的プロセスについて研究しているだけでなく、薬剤や分子の相互作用についての研究も行っている。

新興のパーソナライズドメディスン（個別化医療）の一例に、癌の研究者達が開発したテストがある。このテストは、エストロゲン依存性の早期乳癌の治療を受けた女性患者の、再発リスクを判定するのに役立つ。このテストの情報は、標準的なホルモン療法に加えて化学療法も受けるべきか否かを、女性患者と医師が決める助けとなる。このテストは、化学療法の効果が見込まれない女性患者を毎年何万人も特定することによって医療を変える潜在的可能性があり、患者が不必要で費用のかかる治療や有害な副作用から免れることができる。同種のテストは現在米国食品医薬品局(FDA)の審査待ちで、NIH 傘下国立癌研究所による資金援助を受けた長期臨床試験で評価を受けている。

最終的には、この患者個人に合わせたアプローチ 今日私達が患者に施している治療とは完全に異なるアプローチ によって、発症前の疾患予防が可能となるだろう。私達はこれらの洞察から既に多大な恩恵を受けている。例えば、血圧、コレステロール値、体重、食生活の管理や、喫煙を減らすことで、心疾患や肺癌のリスクが大きく減ることを私達は知っている。NIH の研究者達が、結腸癌が初期の良性結腸ポリープの蓄積した遺伝子変種から発展することと、もしそのポリープを切除すれば致死性の癌への発達を防げることを示したため、結腸癌の死亡率は低くなった。

ゲノム技術の単価が 100 分の 1 に減少したため、現在私達は無理のない費用で疾患を持つ患者達と健康な人々との差異を研究することができる。これらの飛躍的進歩は、「遺伝子、環境、健康イニシアティブ」継続のための NIH 予算要求の土台となっている。同イニシアティブは 2007 年に始まり、社会保険福祉省全体にわたるパーソナライズドメディスン構想を支持する Michael Leavitt 保険福祉長官から大きな支援を受けている。私達は、この新しいイニシアティブによって、これから 3 年以内に、米国民を苦しめている最も一般的な 10 の疾患について、潜在的な分子的要因が発見されることを期待している。また、同イニシアティブの一環として、NIH は、個人レベルでの様々な環境暴露¹¹を科学者達が測定することが可能となる技術開発の取組みにも着手する予定である。

¹¹ 環境中の有害性を潜在的に有する化学的、物理的、もしくは生物学的な因子への暴露。電離放射線、病原体、有害化学物質などを含む環境要因への暴露。

総じて、これらの研究は多くの疾患の発症に影響する環境的要因や遺伝的要因をより理解することにつながるだろう。

想像していただきたい あなたの心臓の鼓動や脳の活動、血圧、そしてその他の多くの変数が、例えば携帯電話のような装置を通して遠隔監視され、専門家や最新の健康情報システムに直接アクセス可能な、信頼できるウェブベースの分析器に送られることを。想像していただきたい これらの技術によって、例えば、心臓の鼓動の危険なパターンや主要なバイオマーカーを識別して、あなたに近い将来の心臓病の発症や発作、その他の合併症の警告ができることを。想像していただきたい あなたの医師があなたの遺伝子に基づいて、治療費のかかる疾患や痛みを伴う疾患を防ぐ予防措置を取る必要性の有無や、あなたに命の危険がなければ高額な薬の服用を回避できるか否かについて、あなたに話してくれることを。

これは科学フィクションなんかではない。現在 NIH は、このような未来を発展させる支援を行っている。

NIH 長官声明はその後、「21 世紀の医学と健康に向けての勢いの維持」「予算の優先順位：次世代の科学者の育成とイノベーションの維持」と続くが本稿では割愛させて頂いた。

出典：<http://www.nih.gov/about/director/budgetrequest/fy2008directorssenatebudgetrequest.htm>

編集：NEDO 情報・システム部、翻訳：大釜 みどり

【ライフサイエンス特集】研究開発 ETP

欧州テクノロジープラットフォーム(ETP)における ライフサイエンスへの取組状況

NEDO 技術開発機構 情報・システム部

1. 概要

本稿では**欧州テクノロジープラットフォーム(ETP:後述)**での、ライフサイエンスおよびバイオテクノロジーへの取組状況を紹介する。

ETPは現在30以上設立されているが、その中で、ライフサイエンスおよびバイオテクノロジーに関係するものは、名称で明らかな「革新的な医薬品」「ナノメディスン(ナノテクノロジーの医学への応用)」以外に、「フォトニクス21」「統合スマートシステム」「持続可能な化学」などである(表1参照)。本来それぞれのETPは個別に活動しているが、これらのETP間では**執行会議、事務局、参加メンバー**間などの各レベルにおいて、情報交換などの協力が適宜行なわれている。

表1 ライフサイエンス・バイオテクノロジーに関係する主なETP

プラットフォーム名(略称)	概 要
革新的な医薬品 (イノベティブ・メディスン、IME)	・バイオ医薬品の開発への取組。 ・1)薬剤の有効性評価の予見性の向上、2)知識管理の向上、3)教育・訓練の向上、4)薬剤の安全性評価の向上が4つの柱。
ナノテクノロジーの医学への応用 (ナノメディスン、NANOMEDICINE)	・ナノテクベースの「ドラッグ・デリバリー」システム、ナノスケールの「診断法」、「再生医療」が主要テーマ。
21世紀のフォトニクス (フォトニクス21、Photonics21)	・フォトニクス(光工学、光通信学)の開発と展開。 ・フォトニクスの応用の対象分野5つの一つにライフサイエンス・健康が挙げられている。
統合スマートシステム (イーポス、EPoSS)	・マイクロ/ナノシステム技術の開発 ・6つの応用分野の一つとして医療技術が取り上げられている。
持続可能な化学 (サステイナブル・ケミストリー、SusChem)	・化学、バイオ、化学工学領域での研究開発とイノベーション。 ・化学産業の中に製薬業が含まれている。3つの主な技術革新領域に産業バイオテクノロジーが含まれている。

2. 欧州テクノロジープラットフォーム(ETP)の概略

欧州テクノロジープラットフォーム(ETP)は、特定の技術テーマについての研究開発を促進するため、欧州連合(EU)支援の下で、産業界主導で設立・運営される研究開発組合的、フォーラム的な組織である。現在、個別の技術テーマ毎に30以上のETPが設立されている¹。

ETPの活動は通常以下の3段階で行われる。

- ・産業界主導でステイクホルダー(利害関係者)が一同に集まって会合を開き、対

¹ ETPについてのより詳細なことは海外レポート997号参照。「欧州テクノロジー・プラットフォーム」
<http://www.nedo.go.jp/kankobutsu/report/997/997-02.pdf>

象とする技術の関する共通展望（コモンビジョン）の合意に至る。

- ・ステイクホルダー達によって、対象技術に関する中長期的な**戦略研究計画(SRA²⁾**を作成する。
- ・ステイクホルダー達がそれぞれ人材や資金を投入して SRA に取り組む。

このように、ETP では、中長期的な観点でそれぞれの技術テーマ毎の SRA の作成や研究開発の優先順位付けなどを行っている。

ETPは産業界主導による組織であるが、本年 1 月から始まった第七次研究開発フレームワーク計画(FP7)³ 策定の際には産業界のニーズを反映させてきた。また、FP7 で新たに加わった機能として**ジョイント・テクノロジー・イニシアティブ(JTI)⁴**があるが、これは主にETPによって産業界主導で取り込まれる。JTIが既に 7 つが設立されており、その一つが「革新的な医薬品」である。

以下では表 1 で示した 5 つの ETP の概要を紹介する。

3. 革新的な医薬品（IMI）・テクノロジー・プラットフォーム

（目的）

IMI の全体目標は、現在、薬品開発プロセスを阻害している研究ボトルネックを克服することによって、欧州のバイオ医薬品部門を再鼓舞し、この部門での欧州の民間の研究開発投資をより魅力的にすることである。長期的には、患者や社会の利益になる、よりよい医薬品の利用を強化することが期待されている。

薬品開発における現在の研究ボトルネックを除去することにより、製薬会社が自社の開発プログラムの焦点をどの化合物に当てるべきかの意思決定を容易にし、そして開発の後期段階での必要人員を相当数減らすことが期待できる。これを達成することによって、多くの経済的・社会的効果を得ることができる。何よりも、欧州での医薬品研究開発への民間投資を促進させ、経済成長や富の創造に貢献する。そして、長期的には、患者のためによりよい医薬品を作り、健康状態の改善に導く。

（ETP 設立） 2004 年 3 月

（SRA の策定および内容） 2006 年 9 月（第二次改訂版）

² SRA : Strategic Research Agenda

³ 欧州研究開発フレームワーク計画(FP)については海外レポート997号参照。「第7次欧州研究開発フレームワーク計画(FP7)がスタート」 <http://www.nedo.go.jp/kankobutsu/report/997/997-01.pdf>

⁴ Joint Technology Initiatives(JTI)。JTI は、意欲的かつ長期間な官民パートナーシップを設立する新しい手法とされている。最初のJTI の設立は、「革新的な医薬品」「ナノエレクトロニクス」「組み込みコンピューティングシステム」「水素・燃料電池」「航空・航空交通管理」、および「環境と安全のための地球観測」の7分野である。FP7の実施期間中にさらなるイニシアティブが設立される見込みである。

SRA (戦略研究計画) では、薬剤開発のボトルネックを克服するために必要な取組事項として、1)薬剤の有効性評価の予見性の向上、2)知識管理の向上、3)教育・訓練の向上、4)薬剤の安全性評価の向上が4つの柱として挙げられている。

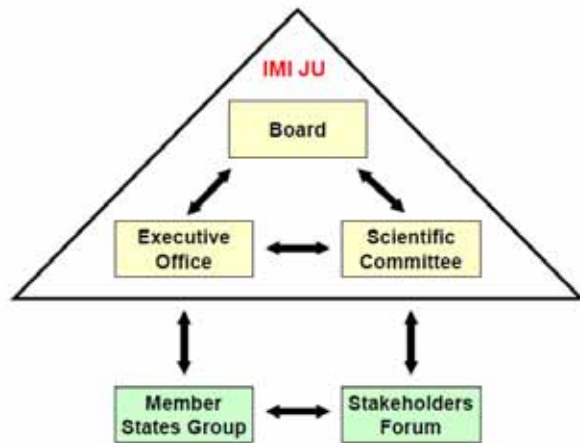
(プラットフォームの組織構造)

IMI は FP7 下の JTI の一つとして提案されている。これは、欧州委員会と欧州製薬業団体連合会 (EFPIA) の共同事業として実施される予定である。この共同事業の執行体制 (図 1 参照) は、執行会議(Board)、科学委員会(Scientific Commitee)、事務局(Executive Office)である。執行会議は設立メンバー、EC および EFPIA で構成される。科学委員会はハイレベルの科学者達によって構成され、執行会議への助言を行う。事務局は、この共同事業の全般的な管理とコミュニケーションに対しての責任を負う。

この ETP にはさらに次の二つのグループが含まれる。

加盟国グループ(Menber States Group)： 加盟国からの情報、または加盟国への情報のとりまとめ役。

ステイクホルダーフォーラム (Stakeholders Forum)： 全てのステイクホルダー (学会、中小企業、産業からの研究者、批評家、規制者、患者など) を代表するオープンなフォーラム。



(出所:同 TP の web サイト)

図 1 革新的医薬品 TP の体制図

(財源 / 予算)

SRA で勧告されている全ての研究を実施するための総費用は 32.3 億ユーロと見積もられている。その資金源は、製薬産業 (EFPIA 会員) および欧州委員会(FP7)からの資金が予定されている。

4. ナノメディスン・テクノロジープラットフォーム

(目的)

- ・ ナノテクノロジーの健康分野への応用分野における明確な戦略的ビジョンの作成 (SRA の作成)
- ・ ナノ医療研究での断片的 (分散的) 取組の解消
- ・ 官民の投資の結集
- ・ 研究優先領域の明確化

・医療分野でのナノテクノロジー利用におけるイノベーションの推進
(設立) 2005年9月

(SRAの策定および内容) 2006年12月

SRAで強調されているのは、1)ナノテクベースの「ドラッグ・デリバリー」システム、2)ナノスケールの「診断法」、3)「再生医療」の3テーマである。

(プラットフォームの組織構造)

このプラットフォームは、全ての参加者によって構成されるステイクホルダープラットフォーム会議によって運営されている。産業界主導の5つのワーキング・グループ(1.診断、2.ドラッグ・デリバリー、3.再生医療、4.倫理・規則・社会問題、5.知的財産権)が設置されている。

執行会議が設置され、事務局が支援を行う。ミラーグループは、加盟国、候補国、FPの関係国の代表者が参加する。各国政府とETPの関係を強化するために、プラットフォーム会議とミラーグループ会議とは合同で開催される。このETPでは、欧州委員会はオブザーバーである。

(プラットフォームの活動と構造)

プラットフォーム全体会議は年間2,3回開催され、SRAの実現に向けての取組、提案書作成のための企業連携の構築などが議論される。ワーキング・グループによる会合は年間数回開催される。執行会議は約10日毎に電話会議型式で行われ、そこではプラットフォームの管理と戦略に関する事項が議論される。参加国の中の幾つかの国では、国レベルのプラットフォームが設置または計画されている。

(財源/予算)

SRAでは、欧州委員会に加えて、EU加盟国やFPの関係国の全てのステイクホルダーに対しはっきりと資金拠出を呼びかけている。最初の年には、欧州委員会(FP7)予算から1億ユーロの拠出を求めており、さらに各国の公的・民間投資を同額求め、計2億ユーロの拠出を求めている。

FP7期間中(2007~2013年)では、FP7から約8億ユーロの資金を必要とし、さらに同額の拠出を各国の公的/民間投資として期待している。産業界からの投資は、現在は大きくはないが、将来は主要な資金源となるべく、その役割が増加することが期待されている。

5. フォトニクス21・テクノロジー・プラットフォーム

(目的)

5つの産業分野(1.情報・通信、2.照明とディスプレイ、3.製造、4.ライフサイエンス、5.セキュリティ)におけるフォトニクス(光工学、光通信学)の開発と展開において、欧州がリーダーとして確立することを目指す。産官の実施者間でビジョ

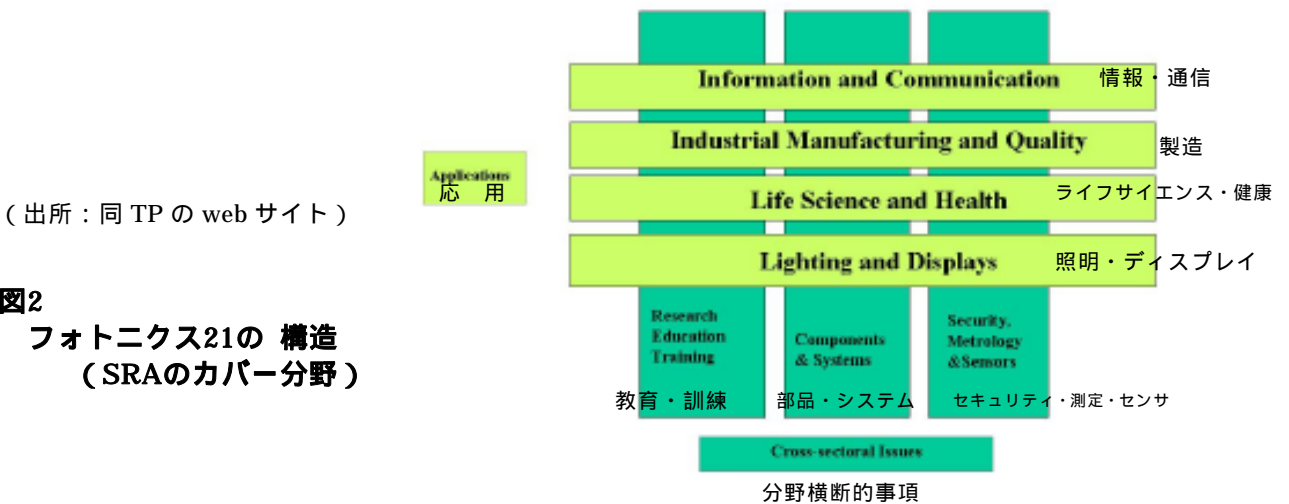
ンを共有し、フォトニクス部品やシステムや製品における、明確にビジョンを持ち、産業化に繋がる研究開発に必要な重要な環境を生み出すことを目指す。

(設立) 2005年12月

(SRAの策定と内容) 2006年4月

(ライフサイエンス・バイオテクノロジーとの関係)

対象とする応用分野の一つにライフサイエンス・健康が取り上げられている(図2参照)。



SRAにおいて、ライフサイエンス・健康分野でのフォトニクスの応用先として挙げられているのは、細胞・分子生物学、予防医学、先進および早期診断、非侵襲および個別治療、細胞及び組織操作のためにフォトニックツール、生体細胞内診断、生体内組織学・病理学、眼科用器具、光学的なバイオチップとバイオセンサー、顕微鏡断層撮影・顕微鏡、先進的なインプラント(人工網膜)などである。

6. 統合スマートシステム(Eposs)⁵・テクノロジー・プラットフォーム

(目的)

欧州産業がマイクロ/ナノシステム技術および関連する先端技術において、世界をリードする。様々な分野のマイクロおよびナノシステムにおいて、欧州の高い能力と競争力を例示する。欧州研究領域でのスマートシステムの統合の実施に向けて、欧州の官民のステイクホルダー達が集う。

(設立) 2006年7月

(SRA) 2006年8月

⁵ Epossについては海外レポート997号参照。「欧州テクノロジー・プラットフォーム」

<http://www.nedo.go.jp/kankobutsu/report/997/997-02.pdf>

(プラットフォームの組織構造)

(出典：NEDO 海外レポート
997号)

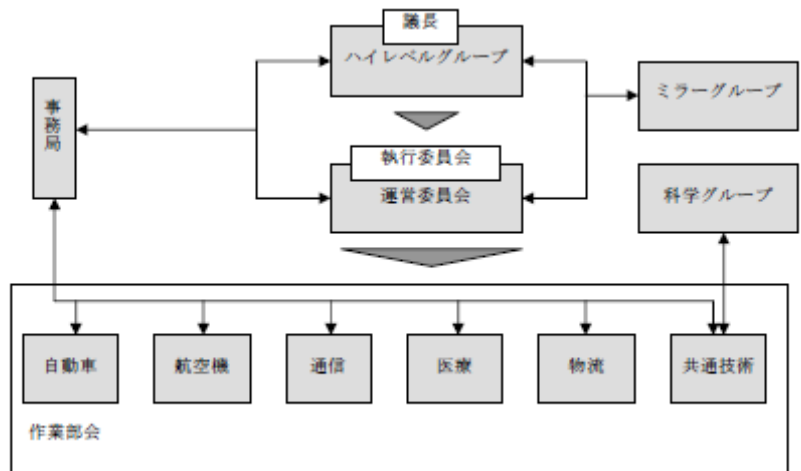


図3 統合スマートシステム(Eposs) TP の組織構造

(ライフサイエンス・バイオテクノロジーとの関係)

6つのワーキング・グループ(作業部会)のテーマの一として医療技術が取り上げられている。

SRAにおいては、医療分野でのスマートシステムの応用分野としては、BioMEMS(バイオ微小電気機械)および光学センサ、機能的および細胞生物学的画像化、治療および治療モニターの補助、E-ヘルス・遠隔医療・ネットワーク・データ管理、再生医療のための医療技術などが挙げられている。

7. 持続可能な化学・テクノロジー・プラットフォーム

(目的)

持続可能な化学 TP の目的は、化学、バイオテクノロジー、化学工学の領域において欧州での研究開発とイノベーションを促進することである。

欧州の化学産業全体の持続可能性と継続的な競争力に貢献する革新的化学と技術の開発を促進することが目的である。

三つの主な技術革新領域(産業バイオテクノロジー、材料技術、反応およびプロセス設計)での、環境に配慮し、エネルギーや資源の効率的なプロセスや生産技術において最先端の開発を行う。

化学での改革のための大きな障害を見極め解決する行動を取る。

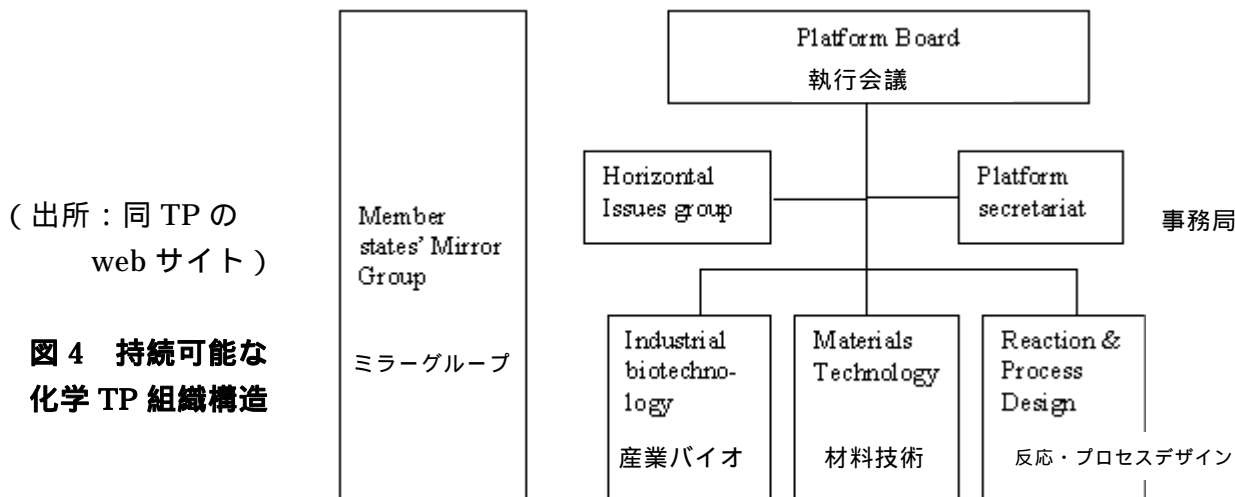
(設立) 2004年6月

(SRAの策定) 2005年11月

(TPの組織構造)

本 TP は3つの部門(産業バイオ、材料技術、反応・プロセスデザイン)さらに執行会議、分野横断的な事項を対応する横断事項グループ(Horizontal Issues group)、

事務局(Platform secretariat)加盟国各国の代表者で構成されるミラーグループ (Member States' Mirror Group)で構成されている(図4参照)。



(ライフサイエンス・バイオテクノロジーとの関係)

上述のように三つの主な技術革新領域に産業バイオテクノロジーを含んでいる。また、化学産業の中に製薬業界が含まれている。

(NEDO 情報・システム部 林 欣吾)

(参考資料)

欧州テクノロジー・プラットフォームのHP

http://cordis.europa.eu/technology-platforms/home_en.html

Third STATUS REPORT: At the Launch of FP7

ftp://ftp.cordis.europa.eu/pub/technology-platforms/docs/etp3rdreport_en.pdf

個別のテクノロジー・プラットフォームへの入り口サイト

http://cordis.europa.eu/technology-platforms/individual_en.html

【ライフサイエンス特集】**個別化医療**

パーソナライズド・メディスン（個別化医療）への取組状況（世界）

本テーマについては、約1年半前に「テーラーメイド医療技術の商品化動向（米国）」¹として報告しているが、本稿はその最新版で、パーソナライズド・メディスンに関して、主に米国での最新の取組状況を紹介する。

なお、**パーソナライズド・メディスン(Personalized Medicine)**は、個別化医療、個人の医療などと訳されている。我が国では**テーラーメイド医療**または**オーダーメイド医療**と呼ばれることが多いが、欧米では**パーソナライズド・メディスン**と呼ばれることが一般的である。

パーソナライズド・メディスンは、遺伝子レベルでの個人の体質の違い（患者個人の持つ分子・遺伝情報の違い）を把握した上で、疾病の原因や病態を形成する分子・遺伝子異常に関する情報に基づいて、主作用（治療効果）を最大化しかつ副作用を最小化することを目指して計画的に行う予防や治療のことである。主作用を最大化するためには疾病の分子レベルでの病態情報の把握が重要であり、副作用を最小化するためには患者の遺伝的情報の把握が重要とされる。

目 次	
1. 科学と技術に関する事項 (1)遺伝子型と表現型情報の関連 (2)コピー数バリエーション (3)バイオマーカー (4)ペプチドーム (5)分析プラットフォーム (6)分析に関するその他の開発課題 (7)データ管理の課題	2. 市場と競争に関する事項 (1)ゲノミクスと臨床情報システムとの統合 (2)多重パラメータを用いる試験 (3)医療試験のための保険制度 (4)新しい分析法

1. 科学と技術に関する事項

(1)遺伝子型と表現型情報の関連

人間集団中の**遺伝子型と表現型情報の関連**²が、最近の生物医学研究界で大きな焦点を集めるようになってきているにもかかわらず、ヒトのゲノムから得られた知識を、ヒトの疾病に関する見識(insight)に繋げようとする取組においては、そのプロセスの科学的・技術的に不十分な点が強調されるだけである。特に、その取組過程では、疾病発現などの機能に関係するヒトのゲノムの組織と構造について、我々は如何に僅かしか知っておらず、僅かしか理解していないことが確認されている。

しかし、ヒトゲノムの構造と組織を特定し、その意味を理解するための新しい方策

¹ NEDO 海外レポート 967 号。http://www.nedo.go.jp/kankobutsu/report/967/967-08.pdf

² **遺伝子型**はある生物個体が持つ遺伝子の構成のこと。ある遺伝子が存在しても、その形質が発現しない場合もあるから、形質に見られる特徴と遺伝子型は必ずしも対応関係を持たない。実際に形質に表れた特徴を**表現型**という。

については次第に明らかになってきている。さらに重要なことに、その新しい方策は、最新の研究戦略を決定してきたこれまでの幾つかの社会通念に対して異議を唱えている。その結果、新たな科学技術の方向性を生じさせ、最終的にパーソナライズド・メディシンにおける新たな研究や製品開発の機会をもたらすかもしれない。

(2)コピー数バリエーション

ハーバード・メディカル・スクールの研究責任者であるチャールズ・リーと同僚、プリンガム・アンド・ウイメンズ病院（ハーバード大学医学部の関連病院）などは、最近ヒトゲノムのある部分のマップを公開した³。このマップでは、これらの部分の複写数に個人間でかなりのばらつきがあることを示すことにより、遺伝的多様性の新たな形態を明らかにしたものである。

標準的にはヒトのDNAは各部分（断片）の複写を2つ（母由来のものと父由来のもの1つずつ）持っているが、ある人達のDNAは、特定の断片の複写を3つ、4つ、さらに5つ以上持つこと、また複写を全く持っていない人達もいることを研究者達は発見した。この複写の数を**コピー数バリエーション (CNVs)**⁴と呼ぶが、研究者達はCNVsの数は、個人の疾病（HIV/AIDSや統合失調症を含む）への感受性（病気のなりやすさ）に影響を及ぼしているのではないかと推測している。

一塩基変異⁵ それはゲノムのわずか0.1%がヒトの全ての多様性の説明することを示す。分析する従来の研究戦略と比較して、この研究ではCNVsがヒトゲノムの12%までをカバーしていることを示している。つまり、これまでに考えた誰よりも、ゲノムの多くの部分がヒトの個人間変動⁶を説明することになる。

(3)バイオマーカー

より個人に合わせた治療方策に取り組むためには、できるだけ早い段階で疾病リスクをあらかじめ警告するより予測的な検査法が求められる。その検査法を開発するための研究者達の思索は続いている。しかし、疾病の早期発見ができるかどうかは、関連する生物学的なマーカー、つまり**バイオマーカー**⁷（生体由来の物質で、生体内の

³ <http://www.news.harvard.edu/gazette/2006/11.30/99-genome.html>

⁴ ヒトゲノムの複写数（コピー数）は常染色体では母由来と父由来の2個。しかし数千塩基から数百万塩基の比較的大きな領域で、欠失・挿入・増幅などにより複写数が異なっている部分があることが知られている。これを**コピー数バリエーション(CNVs)**または**コピー数多型(CNPs)**と言う。最近、そうしたCNVsの第一世代マップが発表された。それによるとそうした領域はゲノムの約12%を占める。遺伝性疾患と関係のある遺伝子の約15%がこのCNVsの中にある。これらのコピー数の差が遺伝子の発現などに影響を与え個性の源になっていると考えられている。

⁵ **一塩基変異**(single-base-pair variation)：DNAの中の一つの塩基のみの変異(違い)。この配列の違いは、例えば、クスリの効き方や病気になりやすさに個人差を生み出し、個人別治療法の開発に応用できると期待されている。

⁶ **個人間変動**(interindividual variation)：集団の中での個人毎の薬剤の効力などの違い。

⁷ **バイオマーカー**はある特定の疾病や体の状態に相関して量的に変化するために、そのバイオマーカーの量を測定することで疾病の診断や効率的な治療法の確立等が可能となる。バイオマーカーの概念は20年以上も前から存在していた。しかし、2000～2001年に、最初のヒト遺伝子塩基配列が解明された後、バイオマーカーは、RNA、DNA、タンパク質、またはタンパク質断片をベースとした分子情報

生物学的変化を定量的に把握するための指標)の発見とその有効性が確認できるか次第である。

この観点から、どのバイオマーカーが重要であるか - それらは遺伝的変異があるか、遺伝子発現プロファイル⁸があるか、タンパク質発現プロファイルがあるか - を決定するという点、および初期段階の疾病診断と高い相関を示すマルチパラメータの構成(複数の指標の組み合わせ)はどのようなものなのかという点で解決すべき課題が多数残されている。残されている重要なボトルネックは、バイオマーカーの臨床的有用性を立証するための臨床評価法である。

予防や初期診断や疾病治療において有効な、新しい技術や医薬品の普及を劇的に加速する新しいバイオマーカーの研究や検証を促進するために、国立衛生研究所(NIH)、食品医薬品安全局(FDA)、米国研究製薬製造工業協会などは共同でバイオマーカー・コンソーシアムを組織している。この官民の生物医学研究パートナーシッププロジェクトで得られた成果が、世界中の科学者達に広く利用されるであろう。

新しいバイオマーカーの分類法の確立も進行中である。ここ数年、パーソナライズド・メディスンを可能とする重要なバイオマーカーの議論が、ゲノミクス(ゲノム学)やプロテオミクス(タンパク質工学)を越えて、メタボロミクス(代謝学)やシステム生物学アプローチを含むまでに拡大している。

(4)ペプチドーム

ごく最近では、チャート化(地図化)されていない広大な診断情報のアーカイブ(書庫)として**ペプチドーム**(ペプチド⁹に関する情報のデータベース)が新たに浮かび上がっている。このアーカイブは感受性¹⁰と特異性¹¹が高いバイオマーカー候補の新しい供給源になる。このアーカイブには、細胞の死、細胞間の相互作用、免疫システム機能、酵素カスケード¹²、および同化プロセスの結果として生み出される多くのタンパク質断片が含まれている。そして、それには病変組織の微環境のレベルで生じている細胞内外の酵素イベントの「記録」を含んでいるかもしれない。

微環境下での異常細胞と反応細胞の両者から発するマーカーの組み合わせを計測することにより、特異性および感受性の両方で高いレベルの検知が可能になるかもしれないと、科学者達は示唆している。ペプチド断片ベースのマーカーの組み合わせに

であると理解されるようになった。つまり分子バイオマーカーである。この分子バイオマーカーが、今、臨床診断や新薬発見および開発に欠かせない製品として注目を集めている。

- ⁸ **遺伝子発現プロファイル**：正常組織と疾病組織あるいは治療薬の有無など、異なる環境にある細胞間の遺伝子発現パターンを、mRNAを指標として比較することで、どのような遺伝子が活性化されているかを検出すること。遺伝子発現プロファイルの変化は、疾病などを判定するために重要である。新しい分子標的治療の創薬研究に使用され、将来のオーダーメイド医療へ応用されると考えられている。
- ⁹ **ペプチド**は生体内でホルモン、循環調節因子、神経伝達・制御物質として身体の中で情報伝達・制御をはじめとする重要な機能を担っているが、蛋白質に比べて微量にしか存在しない上に非常に分解を受けやすい物質。
- ¹⁰ **感受性**：外部からの刺激を感知する能力。
- ¹¹ **特異性**：特定の対象物だけに対して反応する性質。
- ¹² **酵素カスケード**：複数の酵素が順次反応していく状態。

よって、疾病の検知やモニタリングにおいて、より高い特異性や感受性が達成できるはずである。また、ペプチドベースの診断を実施する手段を提供するプラットフォーム¹³ 技術として免疫集団分光分析¹⁴ が提案されている。

(5)分析プラットフォーム

パーソナライズド・メディシンを進展させるための、その他の重要な技術分野としては、**多重パラメータ試験が可能な分析プラットフォーム**がある。これは、同一の試験プラットフォーム上で、同時に複数の生物学的分析を行う能力を持っている。最近の開発により、マイクロ流体工学の技術プラットフォームはかなりの進歩を続けて、かなりの低コストで利用できるようになっている。これに関する最近の技術・研究開発の例を以下に紹介する。

- ・オーストラリアの企業である**ナノイデント(Nanoident)社**は、世界で最初の大規模な有機半導体¹⁵ 加工工場の設置を発表した。印刷方式の電子デバイスの特許出願には、系列企業のバイオイデント(Bioident)テクノロジー社が保有する、使い捨て式のチップ上の実験室(lab-on-a-chip)システムを含んでいる。バイオイデント社は、マイクロ流体lab-on-a-chip素子に、直接に完全な光学的読み取りシステムの統合と印刷を実施できる最初の企業になると公言している。

現在商品化されている lab-on-a-chip 素子やシステムにおいて、大幅に小型化が必要な領域の一つは検知器である。このため、機能部品の小型化や統合に関するバイオイデント社の技術力によって、既存の診断システムの費用や複雑さや大きさの低減が進められるだろう。そして、診断現場やその他の多様な応用分野での、システムの自動化や分散化の機会を生み出すだろう。

この企業のwebサイト¹⁶ では、チップ上の読み取り器(reader-on-chip)として機能するlab-on-a-chip素子を電子機器に印刷して統合する技術を説明している。このチップ上の読み取り器は「全ての範囲の化学分析および生物分析のために、リアルタイムでその場での複数のパラメータの検出を可能とする」ものである。

- ・MIT (マサチューセッツ工科大学) の研究者達は、一つの試料から同時に多数の検体(被分析物)を選別するための、安価なマイクロ流体ベースの方法を生み出した。研究者達は、カスタム化¹⁷ 可能なヒドロゲル¹⁸ 微小粒子を開発した。それぞれの粒子はバーコードのIDが付けられ、ターゲットの化合物が存在

¹³ **プラットフォーム**：抽象的な意味で上部のさまざまなものを下から広く大きく支えるものを指す用語。

¹⁴ **免疫集団分光分析**：Immuno-Mass Spectrometry

¹⁵ **有機半導体**：半導体の特性を示す有機材料のことである。デバイス特性についてはシリコンなどの無機材料に比べて劣るものの、軽量、大面積、フレキシブル、印刷が可能などの特徴から電子ペーパーやフレキシブル・ディスプレイなどのユニークな用途が拓けると期待されている。

¹⁶ <http://www.nanoident.com/>

¹⁷ **カスタム化**：顧客のニーズに合わせることを。特別仕様。

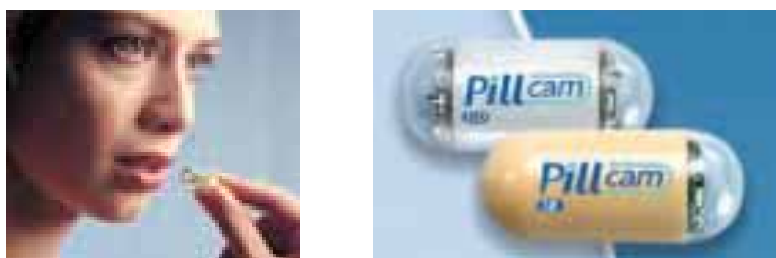
¹⁸ **ヒドロゲル**：自分の重さの線倍もの水を吸収する物質(吸水材)。

する場合に蛍光を発する一つ以上のプローブ¹⁹（探知）領域を持つ。

想定される利用法は、生体分子の同定、疾病のモニタリング、薬の発見、遺伝的プロファイルリングなどである。この技術により、低コストのベッドサイドでの臨床診断法が開発されるかもしれない。粒子を早く読み取るために、研究者達はマイクロ流体素子と標準的な顕微鏡を用いた流動血球計算器を設計した。粒子が検知器の前を通る度に、検知器は粒子のバーコードを読み取り、ターゲットの量を計測する。

(6)分析に関するその他の開発課題

その他の興味深い分析法の開発課題は、**光学的画像と分子診断の統合**である。ギブンイメージング社は、体内に摂取可能なカプセル内視鏡システム（製品名PillCam：図1参照）で知られているが、同社は、欧州企業と医療機関10機関で構成されるコンソーシアムに参加している。このコンソーシアムは、分子画像化と光学的生検でのナノベースのカプセル内視鏡検査(NEMO)プロジェクト²⁰の下で、胃腸管の初期ガンを識別することができる画像化とバイオセンシングを統合したシステムの開発を行っている。



（出典：ギブンイメージング社のwebサイト）

図1 ギブンイメージング社のカプセル内視鏡システム（製品名：PillCam）

このプロジェクトのコンセプトは、患者が飲み込むバイオセンシング薬の開発である。この薬には腫瘍細胞に結合する抗体が含まれており、患者は薬が入ったカプセルを飲み込む。各抗体には染料が充填されたナノコンテナ（非常に小さな容器）が付いている。カプセルが患者の消化管内を移動するにつれ、カプセルは消化管内の組織構造のビジュアルな画像を提供するだけでなく、染料で染まった組織を検知する。ここでの独特のアイデアは、抗体毎に異なるマーカを用いることである。これにより機能病理学的（組織の異常の種類毎）に視覚化を助けることになる。

また、その他の開発目標は、カプセルが腸管を移動する際の運動能力の向上である。ドイツのフラウンホッフ生物医学工学研究所は、磁力を使用して移動を制御する方

¹⁹ **プローブ**：検出の為に標準化合物あるいは検体中のマーカと結合する物質・領域。

²⁰ nano-based capsule-endoscopy with molecular imaging and optical biopsy project
http://www.marketwire.com/mw/release_html_b1?release_id=202819

法の試験を行っている。英国のインペリアルカレッジは、消化管内で電気パルスを利用して、ぜん動収縮をコントロールする技術を研究している。

(7) データ管理の課題

最新の研究技術によって生み出されるデータの広さと深さは、**データ管理**の厄介な課題を提起し続けている。そのデータ管理上の課題とは、必要な多量のデータセットの管理と理解について、人間の不十分さを補い、技術的に単独で早急に解決することである。

2007年2月にオンライン雑誌“PLoS Computational Biology”に掲載された論文「バイトからベッドサイドへ：トランスレーショナルなガン研究のためのデータ統合とコンピュータ化された生物学」²¹では次のように述べている。ゲノムや分子データのこれまでにないほどの完全性、正確さ、分量に対応するためには、トランスレーショナル研究²²のための、新たなコンピュータを利用した生物学が必要となる。主要な課題は、データ取得と伝達法の標準化、容易にアクセス可能なレポジトリ(貯蔵庫)の組織化(編成)、異質の情報源からの情報を使用する統合的な分析のためのアルゴリズムである。さらに、例えば分子や遺伝子プロファイリングからの疾病表現型を予測するためのコンピュータ手法など、補完的な臨床および生物学的データの新たな使用方法が必要である。実験的手法とコンピュータ手法の新たな組み合わせによって、より効果的な予防や治療に加えて、より正確な診断や予後診断の実現が約束される。

2. 市場と競争に関する事項

(1) ゲノミクスと臨床情報システムとの統合

米国保健社会福祉省(HHS)は**ゲノミクス**²³と**臨床情報システム**²⁴とを統合する取組を立ち上げている。HHSのマイク・リービット長官は、NIH、FDA、メディケアおよびメディケイド・サービス²⁵のセンター、国防総省および他の健康に関連する省庁からの代表が一同に集まり「HHSを越えて取り組むチームを作った」と述べた。リービット長官は2006年9月の全米健康情報委員会(AHIC)会議²⁶で取組(イニシアティブ)を発表した。

AHICでのプレゼンテーションにおいて、NIHの国立がん研究所のグレゴリー・ダ

²¹ “From Bytes to Bedside: Data Integration and Computational Biology for Translational Cancer Research”
<http://compbiol.plosjournals.org/perlserv/?request=get-document&doi=10.1371/journal.pcbi.0030012>

²² **トランスレーショナル研究**：基礎研究の成果を臨床研究に応用すること。

²³ **ゲノミクス** (Genomics; ジェノミクス、ゲノム学、ゲノム科学) とは、ゲノムと遺伝子について研究する生命科学の一分野。ゲノム情報をシステムティックに取り扱う。

²⁴ **臨床情報システム**：医療機関やヘルスケア機関向けに患者のCPR(コンピュータ患者記録)など、臨床情報を提供するシステム

²⁵ 米国の公的な医療保険制度。1)**メディケア**：高齢者(急性期)医療保険、障害者と65歳以上が対象。2)**メディケイド**：自治体福祉プログラム、低所得者対象。

²⁶ <http://www.hhs.gov/healthit/community/background/>

ウニグ部長は次のように述べた。ゲノム情報技術と健康情報技術の間の橋渡しをするフレームワーク（枠組み・体制）が必要である。ゲノミクスに関する情報の保存や使用に関する標準的な方法が新たに生みだされているが、それらと医療情報ネットワークの基準（EHR²⁷基準）との調和（整合）が必要である。

HHSは情報のための要請²⁸「大衆および社会に基づく健康ケアデリバリーシステムでの健康情報技術とゲノム情報を通じた、健康の改善と個人健康ケアの加速」を発行している。この要請は、対象とする領域での公衆のステイクホルダー達の見解を収集したものである。

(2)多重パラメータを用いる試験

この（パーソナライズド・メディスン）分野に取り組んでいる多くの企業が興味を持っている研究目標は、明らかに**多重パラメータ²⁹を用いる試験**である。遺伝子発現プロファイルの利用サービスの第一世代の商業的ゲノミクス・サービスは、ガンの臨床管理において行われている³⁰。体外診断多変数指標測定(IVDMIA³¹)装置の開発に関する、FDAのドラフト・ガイダンス文書³²は、市場化前の道筋や市場流通後に企業が満たすべき要求を示すと共に、IVDMIAの規制に関して当局の考えを明らかにすることによって、企業を支援する重要な文書である。

FDAは最近、多数の遺伝子(70個)の活動を計測したり、最初の診断から5~10年以内に乳ガンが再発するリスクを決める確率を計算したりするためのエージェンディア(Agenidia)社のMammaPrint試験を承認した。エージェンディア社の試験は、この新しい診断の分野で最初に承認を得たものである。

(3)医療試験のための保険制度

これらの**医療試験のための弁償事項**を定めることは、パーソナライズド・メディスンの商業化段階における重要な事項である。エトナ(Aetna)社³³は乳ガンを対象とするOncotype DXTM検査³⁴（ゲノミックヘルス社が開発した有効診断検査）サービスについて、ゲノミックヘルス社と支払い率を定める全国的な契約に署名した³⁵。ゲノミッ

²⁷ EHR(Electronic Health Record)と呼ばれるシステム構築。EHRは医療情報ネットワーク化、情報共有のための道具であり、患者中心と統合医療を実現するために「一元化されたヘルス情報レコード」のことである。従来は「医療機関内に隔絶されていた医療情報」を、地域レベル、または国家レベルで共有し、「患者のために有効活用」しようとするところに目的がある。

²⁸ <http://www.aspe.hhs.gov/PHC/rfi/>

²⁹ **多重パラメータ**: この場合複数の計測指標を用いること。

³⁰ Agenidia社のMammaPrintとGenomic Health社のOncotype Dx

³¹ **IVDMIA**: in vitro diagnostic multivariate index assays

³² <http://www.fda.gov/bbs/topics/NEWS/2006/NEW01445.html>

³³ 米国の健康保険会社。ヘルスプラン、退職金プラン、および金融サービスの企業。

³⁴ Oncotype DXTMは、乳房腫瘍における21の遺伝子の発現レベルを測定する。この評価は、腫瘍の大きさとグレードなどといった標準的特性よりも、正確に患者の再発リスクを推測することが可能である。Oncotype DXTM遺伝子発現解析に基づき、再発スコア(0~100)を作成する。スコアが高ければ高いほど、患者の再発の可能性が高くなる。

³⁵ <http://www.bizjournals.com/sanjose/stories/2006/11/27/daily16.html?t=printable>

クヘルス社も、エトナ社(同社は2006年8月に試験への保険を始めた)が乳ガン患者に対する試験についての保険の支払い率を定めたと述べた。ゲノミックヘルス社は、エトナ社との合意文書をサインした際に、約8,000万人の患者をカバー(保険対象とする)する保険サービスの健康計画(ヘルスプラン)の契約を成立させたと述べた。

ユナイテッド・ヘルスケア・インシュランス社³⁶も、ゲノミックヘルス社のOncotype Dx試験をカバーするであろう。その試験は、2007年1月以降に保険サービスを求める、初期段階の乳ガンである女性を対象としている。2006年3月に、ナショナル・ヘリテージ・インシュランス社(同社はメディケア契約者)は同社も試験をカバーするであろうと述べた。

これらのことが示すように、パーソナライズド・メディスンに関する手法を臨床的治療へ適用することに対し、支援を表明する保険会社が増加している。

(4)新しい分析法

多くの企業は、同型の多重マーカーの使用を企てるだけでなく、同じプラットフォーム上に**免疫学的分析と遺伝子分析の両者を統合する新しい分析法**を開発中のようにある。例えば、カンジェン・バイオテクノロジー(Cangen Biotechnologies)社とオリンパス(Olympus Corporation)社は、肺ガンの早期検出のために使用する、DNAベースとタンパク質ベースの両者のハイブリッド診断試験の開発、および治療方法選択の指導に共同で取り組むことを発表した。

同様な取組を行おうとしている企業としては、オートゲノミクス社(Autogenomics)、ナノジェン社(Nanogen)、クリニカル・データ社(Clinical Data)、ルミネクス社(Luminex)などがある。

大手の診断企業の中では、ロッシェ・ダイアグノステクス(Roche Diagnostics)社が、多数で幅広い戦略技術のパートナーシップを通じて、戦略的な選択肢を広く保っている。例えば、ロッシェ社は、マルチライト(Multilyte)社の特許を使用するために、同社とライセンス契約を行った。その特許は、マイクロアレイ³⁷ベースの免疫分析や、一つの反応で多くの検体を検知する結合分析システムの開発を可能とするものである。スイスナノサイエンス研究所(バーゼル)の研究者達は、疾病に関連する遺伝子を検知するカンチレバー法(わずか厚さ450ナノメートル)を開発した。そして、ロッシェ社と協力して、個人診断への利用を目指して取り組んでいる。

翻訳・編集：NEDO情報・システム部

(出典：SRI Consulting Business Intelligence Explorer Program)

³⁶ <http://www.genomeweb.com/issues/news/137890-1.html>

³⁷ **マイクロアレイ**：ガラスなどの基板上に核酸、タンパク質等を高密度に並べたもの。

【ライフサイエンス特集】 ドラッグ・デリバリー・システム (DDS)

薬物搬送システム(DDS)の開発・商品化状況 (世界)

本テーマについては、約2年前に「薬剤搬送システム(DDS)の技術傾向と開発(米国)¹」として報告しているが、本稿はその最新版であり、米国を中心にオーストラリア、イスラエル、南アフリカ等の世界各国で行われているドラッグ・デリバリーの様々な革新的手法についての最近の状況を紹介する。

(目次)

1. 経肺ドラッグ・デリバリー
2. ヒト胚幹細胞
3. 表面改質
4. 経眼デリバリー
5. イオントフォoresis
6. ナノ利用デリバリーシステム
7. 超音波
8. 細菌治療
9. 遺伝子治療ベクター
10. ナノカプセル化

1. 経肺ドラッグ・デリバリー (pulmonary drug delivery)

Aradigm社²はNovo Nordisk社と提携して、様々な治療分野において特許を持つ経肺プラットフォーム「AERx」を共同開発している³。AERxの最も先進的な応用は、新世代の吸入装置(個別に一定量の薬剤を投入できて、より良い製剤の分散ができる精密なノズル付き)で使用する吸入型インシュリンの第3相試験⁴である。

Pfizer社も吸入型インシュリン製品「Exubera」を製造している。

Alkermes社は、Eli Lilly社と提携して、吸入型インシュリン製剤の共同開発を行っている(こちらも第3相試験中であり、「AIR」という名称である)。

Alexza Pharmaceutical社⁵の技術「Staccato」システムは、患者がただ装置を使って肺に吸い込むだけで、未製剤の薬剤を急速に加熱して気化することが可能である。肺の奥深くに吸入されることにより、迅速な浸透性ドラッグ・デリバリーが可能になる(図1参照)。

¹ NEDO海外レポート962号。 <http://www.nedo.go.jp/kankobutsu/report/962/962-12.pdf>

² <http://www.aradigm.com/pipeline/applications.html>

³ 関連記事参照：NEDO海外レポート No.998「吸引式薬物伝達システムの研究開発動向」。
<http://www.nedo.go.jp/kankobutsu/report/998/998-15.pdf>

⁴ 治験の3つの段階のうち、3番目の段階は「第3相試験」と言い、多数の患者に対して薬剤を投与し、第2相試験よりも詳細な情報を集める。実際の治療に近い形での有効性と安全性が確認される。

⁵ <http://www.alexza.com/>



(出所: Alexza
Pharmaceutical 社
の Web サイト)

図 1 Alexza
Pharmaceutical 社
「Staccato」システム

2. ヒト胚幹細胞 (human embryonic stem cell) ⁶

Geron社⁷は脊髄治療にヒト胚幹細胞を利用する最初の臨床試験を2008年に開始予定と伝えられている。この試験は研究者達の注目を集めるだろう。この試験結果如何で同分野の商業的発展の可能性に影響が出そうである。

テクニオン・イスラエル工科大学⁸の科学者達は、研究の中で、胚幹細胞を使って心臓の筋肉を発達させたと述べた。彼らはこのことを、初の立体的且つ血管を備えた人間の心臓組織を構築したと主張している。研究者達は細胞を生きた動物に移植して、この細胞がどのように適応するか、そして同じ手法が他の細胞にも応用できるかについて研究する予定である。

3. 表面改質 (surface modification) ⁹

多くの企業が、役目を終えたら最終的に生体に吸収される物質からできているステント¹⁰を開発中である。

Abbott社の「ABSORB¹¹」は生体吸収性の薬剤溶出ステント¹²である。このステントは、冠動脈治療用薬剤のエベロリムス¹³を放出するだけでなく、治療した天然の血管を残し分解される。Abbott社はBoston Scientific社から技術を得て、薬物溶出技術についての権利を共有している。

⁶ **胚幹細胞**: 胚性幹細胞、ES細胞ともいう。全ての組織に分化する多分化能をもつ。受精卵が分化して胎児に発展するまでの状態である胚の初期段階から取り出される。

⁷ <http://www.geron.com/>

⁸ <http://www.sciencedaily.com/releases/2007/01/070128140041.htm>

⁹ **表面改質**: 元の材料はそのまま、その表面だけ処理を行い、性質を改良する技術。

¹⁰ **ステント**: 人体の管状の部位(血管、気管、食道など)に入れて内側から広げる金属製の網状のチューブ。ステント治療として主なものには狭心症の治療があり、この場合、狭くなったり詰まったりした心臓の血管(冠状動脈)を広げた後に置いて血流を確保する。

¹¹ http://www.abbott.com/global/url/pressRelease/en_US/60.5:5/Press_Release_0376.htm

¹² **薬剤溶出ステント**: DES(drug eluting stent)と呼ばれる。表面に薬剤がコーティングされているステント。

¹³ **エベロリムス**: 免疫抑制薬の一種。

米国カリフォルニア州サンディエゴを拠点とする新興企業のREVA Medical社¹⁴も、生体吸収性ステント技術を重点的に研究している(図2参照)。アナリスト達はこの技術に推定55億ドルの世界市場価値があるとの予測を立てている。

(出所: REVA Medical社のWebサイト)

図2 REVA Medical社の生体吸収性ステント



4. 経眼デリバリー (ophthalmic delivery)

経眼ドラッグ・デリバリー技術は治療効果の点で固有の課題がある。それは、眼の保護機能のために、薬物の生物学的利用能¹⁵が低いことである。例えば、角膜上皮の不透過性と、涙が出たり流れたりなどの複合的要因により、眼内に届くのは投与した薬のうち、ほとんどの場合でたった1%から5%程度である。

InSite Vision社¹⁶の「AzaSite」(現在第3相試験中)は、結膜炎(伝染性急性結膜炎)の治療用の抗生物質アジスロマイシンを「DuraSite」ポリマーに組み入れ、アジスロマイシンの暴露時間を増やした(図3参照)。また同社は、黄斑変性、緑内障、糖尿病性網膜症の治療用に所定の投薬量を継続的に注入できる、デリバリー装置にも取り組んでいる。

(出所: InSite Vision社のWebサイト)

図3 InSite Vision社の「AzaSite」



5. イオントフォレシス (Iontophoresis)¹⁷

IOMed社¹⁸はイオントフォレシスを使った様々な経皮ドラッグ・デリバリー装置を製造している。この装置は、低いレベルの電流を使って、水溶性イオンが生体膜(肌を含む)を透過するのを促進する。同社の「Hybresis」システムはバッテリー

¹⁴ http://www.teamreva.com/heart_stents_tech.html

¹⁵ **生物学的利用能**(bioavailability): バイオアベイラビリティ、生体利用効率、生物学的利用性ともいう。一定量の薬の生理学的効果。医薬品の有効成分が製剤から吸収され作用部位で利用される程度をいう。

¹⁶ <http://www.insitevision.com/wt/page/index>

¹⁷ **イオントフォレシス**: 電気エネルギーによりイオン性薬物の経皮吸収を促進させる方法のこと。2つの電極を皮膚に貼付し、電圧を与えて薬物を皮膚に移行させる。

¹⁸ <http://www.iomed.com/>

駆動のパッチ¹⁹を搭載しており、これにより薬量をコントロールして、局所的に鎮痛剤を送達することができる。同社はさらに、経強膜²⁰ドラッグ・デリバリー・システム「Ocuphor」を開発中である。これは眼の後部に薬剤を送達するシステムである。この装置を眼窩内に置いて、低強度の電場を使って眼内に薬剤を送達する。

Vyteris社²¹の最初の製品「LidoSite」は、血液採取で針を使用する前や、皮膚表面の処置を行う前に、皮膚に麻酔をかけて痛みを感じないようにする（図4参照）。米国食品医薬品局(FDA)認可の220以上の薬剤がこのデリバリーシステムで使用できることが確認されている。

（出所：Vyteris社のWebサイト）

図4 Vyteris社の「LidoSite」



6. ナノ利用デリバリーシステム

オーストラリアの企業 NanoVic 社は、ワクチンやペプチドホルモン、もしくはその他の薬物を無痛で経皮デリバリーするためのナノテクノロジーを用いた解決策（ソリューション）を開発中である。インシュリン用の経皮デリバリーパッチ「Interstitial NS」は、ピクトリアン・カレッジ・オブ・ファーマシー（モナッシュ大学）によって既に動物テスト済みであり、2007年9月には前臨床試験が始まると伝えられている。

2007年1月、ジョンホプキンス大学の研究者達は、ポリエチレングリコールでコーティングしたポリスチレンのナノ粒子が、コーティングされていない粒子よりも千倍以上早く人間の粘液を通過することを示した。粘液は、同様のサイズの侵入者（細菌やダスト）から、肺や腸、その他の組織を保護している。このことから、このコーティングされたナノ粒子によって、ナノ粒子利用デリバリー治療が進展する潜在的可能性が示された。

7. 超音波

ジョージア工科大学とエモリー大学の研究者達は、超音波エネルギー（気泡の破裂による衝撃に伴う流体運動）がどのようにして生細胞を保護している外膜を一時的に「開放（open a door）」することができるかについてと、それによって薬剤やその他の治療分子薬剤を細胞内に入れることができることを明らかにし

¹⁹ パッチ：肌に貼付するあて布、ここでは、それに薬剤をしみ込ませた貼剤。

²⁰ 強膜：角膜のある前方部分以外の眼球全体を守る、最外層の強靱な保護膜。

²¹ <http://www.vyteris.com/home/>

た²²。穴が開いた細胞は、自身で数分以内にその穴を塞ぐ。このメカニズムを理解することにより、より効率的な、もしくはより標的を絞った薬物送達メカニズム（遺伝子治療や化学療法、および安易には細胞膜を透過しない大型分子薬剤など）を必要とする場において、超音波の利用が進展する可能性がある。再現性や安全制についての問題は、このデリバリー手法を臨床に応用するために解決が必要となる主要な課題である。

8. 細菌治療 (Bacterio therapeutics)

Osel社²³は細菌治療という新興の分野に取り組んでおり、健康維持と疾患予防に働く、自然に生息している細菌を利用した医薬品の商業化を目指している。同社の話では、このビジネスは、自然に存在する粘膜細菌が健康維持や疾患予防の中心的役割を果たしていることを示した最近の科学的発見の活用を基にしている。同社の技術は、粘膜のマイクロフローラ²⁴を利用するために、以下の二つの補足的な手法に重点を置いている：(1) 防御の役割を持つマイクロフローラが乱れることによって起こる疾患の治療・予防を行うために、最も適切な自然発生菌を特定すること、(2) 疾患を引き起こす微生物と闘うために、これらの細菌の能力を遺伝的に高める技術を開発すること。なお、この戦略は、同社の第二世代の製品「MucoCept」の系列を基盤としている。

9. 遺伝子治療ベクター²⁵ (Gene therapy vectors)

EnGeneIC社²⁶はバイオテクノロジーの新興企業であり、本質的に安全で効果的な遺伝子治療用送達ベクターを開発することを目標にしている。同社の技術は、天然のベクターと人工ベクター両者の主な利点を同時に提供している。つまり、ウイルスや細菌の使用によるリスクがもたらされることなく、同時に、天然ベクターの細胞標的能力も保有していることを意味している。同社は、死滅したミニセル²⁷をドラッグ・デリバリーに利用するために細菌細胞を導入するシステムを開発した。このミニセルは、複製はできないが様々な薬剤を運ぶことができる。同社の「EDV (EnGeneIC Delivery Vehicles)」は、標的とする細胞（例えば腫瘍など）の表面上のタンパク質と適合する特定の抗体に結びつくことができる（図

²² 関連記事参照：NEDO 海外レポート No.986「超音波がドラッグ・デリバリーを可能にする方法が示される」。http://www.nedo.go.jp/kankobutsu/report/986/986-17.pdf

²³ http://www.oselinc.com/

²⁴ **マイクロフローラ**(microflora)：特定の場所に分布、生息できる微生物の種類相のこと。

²⁵ **遺伝子治療ベクター**：疾患の治療のために遺伝子を設計して、治療する細胞に導入するもの。ウイルスやプラスミドなどがベクターに用いられる。

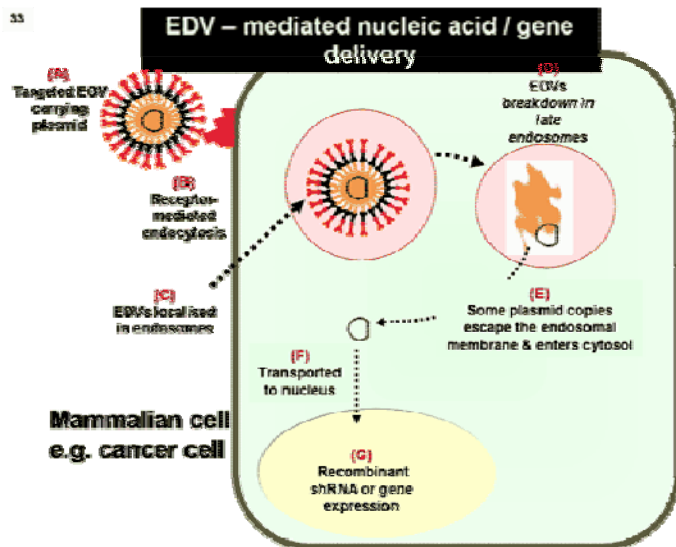
²⁶ http://www.engeneic.com/

²⁷ **ミニセル**(minicell)：ミニ細胞ともいう。細菌の細胞分裂に異常を起こしたある種の突然変異株において、異常分裂の結果生じた、ゲノム DNA を持たない細胞質のみの非常に小さい細胞のこと。

5 参照)。同社の科学者達によると、投薬量の 30%以上が、静脈内に投与されてから二時間以内に腫瘍内微小環境²⁸に到達する。

(出所: EnGeneIC 社の Web サイト)

図 5 EnGeneIC 社の「EDV」の原理図



10. ナノカプセル化 (nanoencapsulation)

南アフリカにある科学・工業研究評議会(CSIR)が主導する研究者達のコンソーシアムは、生体適合性ポリマー・ナノ粒子の結核治療薬 (TB) をカプセル化する手法を開発した。カプセル化により、腸で薬剤が分解されるのを防ぐ。その結果、時間を遅らせて薬剤を放出することができるため、より少ない投与量に抑えたり、投与期間をより短くしたりすることが可能になる (例: 薬を半年間毎日 4 回投与が必要だった場合が、6 週間毎日 1 回の投与で済むなど)。投与期間が短いと、結核治療薬の薬物耐性菌が出現するリスクも減る。この 50 年の間、新しい結核治療薬は一つも上市されなかった。CSIR は、イソニアジド、リファンピシン、ピラジナミド、エタンブトールなどの既存の薬物の効果を上げるための取り組みを行っている。CSIR はこの技術を HIV 治療に応用することも計画している。

出典: SRI Consulting Business Intelligence Explorer Program

編集: NEDO 情報・システム部、翻訳: 大釜 みどり

²⁸ 微小環境 (microenvironment): 細胞、細胞構成成分、組織を取り囲む液体などのこと。

【ライフサイエンス特集】幹細胞研究

幹細胞実験用自動ロボティクス技術開発を支援（英国）

幹細胞研究は、難病治療に莫大な可能性を有しており、パーキンソン病、若性型糖尿病、心臓病といった病気を抱える患者に恩恵をもたらすと期待されている。こうした中、英国は、幹細胞研究における世界のリーダーとなることを目指し、2005年11月に公表された英国幹細胞イニシアティブ（UKSCI）の報告を受け、政府研究予算の強化（2006年度及び2007年度の2年間で1億ポンドへとほぼ倍増）を図るなど、積極的に取り組んできている。

2007年1月末、貿易産業省は、同省が推進する「テクノロジー・プログラム」における産学等共同研究プロジェクト支援の一貫として、幹細胞のロボティクス研究に1,100万ポンドの支援を行うことを発表した。本研究プロジェクトは、ロンドンに本拠を置くバイオテクノロジー企業、プラスティセル社（Plasticell Ltd.）が率いる研究コンソーシアムによるもので、UCL（ユニバーシティ・カレッジ・ロンドン）とUK幹細胞バンク（UK Stem Cell Bank）を保有する国立生物学的製剤研究所（NIBSC）がメンバーとして参画している。

本プロジェクトは、再生医療に重要な役割を担う幹細胞の研究を自動化するロボティクス技術を開発しようというものである。このロボティクス技術により、研究者は、何千もの異なる要素（成長、栄養素、ホルモン、健康状態など）やそれらの要素の組み合わせが、幹細胞の分化や、幹細胞による臨床利用が可能な肺、心臓、脳細胞などの組織細胞の発生に関して、どのように影響してくるのかを検証することが可能となる。

具体的には、プラスティセル社が有する技術である Combinatorial Cell Culture（登録商標）（組み合わせ式細胞培養）を UCL の幹細胞バイオプロセッシング（応用生物学的製法）ユニットのプロセス自動化技術と NIBSC の先進的な映像化技術を用いて自動化しようというものである。

プラスティセル社は、工業規格のロボティクス技術を組織細胞培養が行える無菌環境に設置し、それを用いて幹細胞実験を自動化しようとしているが、これが実現されれば、幹細胞の実験が汚染物質のない環境で1日24時間、週7日間行えるようにすることが可能となり、生産力が爆発的に向上する。

プラスティセル社の最高経営責任者（Chief Executive）である Yen Choo 博士は、「現在のところ、幹細胞分化に関する実験は試行錯誤ベースで行われており、細胞培

養は扱いづらいため一人の科学者は同時に限られた数の実験しか行うことが出来ないが、私たちが開発する技術を用いれば、一人の科学者が2週間のうちに、並行して25万もの実験を実施することができる」としている。

プラスティセル社は本研究プロジェクトによりもたらされる成果製品を CombiCult (登録商標)と呼んでおり、本プロジェクトが成功した暁には、この技術をライセンス供与し、より広い研究コミュニティがこの重要な技術から利益を得られるようにする意向である。

ノーベル賞受賞者で、プラスティセル社のシニア・アドバイザーを務める、遺伝子制御の研究者であるアロン・クルグ (Aaron Klug) 氏は、「この技術は、幹細胞の分化を制御するための道を開発するという目標への大きな鍵を提供する。これは再生医療の可能性を実現するためにとても必要だ。貿易産業省 (DTI) の資金はプラスティセルにとってだけでなく、この分野での英国の奮闘にとっても画期的な出来事となる」としている。

マルコム・ウィックス (Malcolm Wicks) 科学・イノベーション担当相も、本プロジェクト支援に際して、「英国は幹細胞研究の分野で世界のリーダーとして認知されており、今後ともその最先端の地位を確たるものにしていきたい。故に、本プロジェクトを支援することとした。本プロジェクトは、英国の世界クラスの専門的知見を利用し、英国経済ひいては健康を向上させる大きな機会を提供するものである」と強調している。

参考文献

- ・ DTI プレスリリース

http://www.wired-gov.net/EDP8203R7W/WGArticle.aspx?WCI=htmArticleView&WCU=ARTCL_PKEY%3d43686%2cALERT_TYPE%3d16

- ・ テクノロジー・プログラム 2006 年秋公募概要

http://newsweaver.co.uk/mntnetwork/e_article000701089.cfm?x=b8tsDKW,b5yPHhMk

【ライフサイエンス特集】遺伝子解析

イヌの身体の大きさに関与する遺伝子が特定される（米国）

ヒトやその他の哺乳類の身体サイズに影響を及ぼす遺伝子の理解に役立つ可能性も

イヌは哺乳類の種(species)の中で最も体の大きさが多様であるが、これまでその理由は解明されていなかった。この度、その大きさの違いはたった1つの遺伝子の突然変異によって決定されているという研究論文が発表された。本稿では、その研究を行った米国の国立研究所のプレスリリース資料を紹介する。

米国国立衛生研究所(NIH)所属の国立ヒトゲノム研究所(NHGRI)の研究者らが率いる国際研究チームは、犬の小型化の主な要因となる遺伝子変異¹を特定した。この発見は雑誌サイエンス2007年4月6日号に掲載された。

犬の品種(breed)の中でも、たとえばアフガン犬とチワワ犬では、体の大きさに著しい差がある。イヌは哺乳類の種(species)の中で最も体の大きさが多様な種である。

(出所：NHGRI, Edouard Cardieu)



「イヌの身体の大きさの違いの原因となる主要な遺伝子変異の特定と特徴付けを行うことは大変エキサイティングなことである。なぜなら、その基となる遺伝子は、全てのイヌと、ヒトを含む他の様々な種が持っているからだ」とNHGRI所内研究(Intramural Research)課科学所長、エリック・グリーン医学博士は語る。「このような発見は、健康や疾患に影響する形質など、様々な形質の遺伝を理解するゲノミクス²研究がかなり有望であることを示している」

イエイヌ(Domestic Dog)を含むイヌの系統(canine family tree)は、1万5千年以上前にハイイロオオカミから分岐した。人間が品種改良の歴史を重ねてきた結果、現代の犬の体型や習性は極めて多種多様である。事実、哺乳類種の中で身体が大きさが最も多様なのはイヌである。

¹ 遺伝子(突然)変異とは、DNA配列の変化であり、それによって、遺伝子情報から本来作られるはずのタンパク質が作られなかったり、正常とは異なったものが作られたりして、生物の形質に影響を与える場合がある。

² ゲノム科学。ゲノム(ある生物の持つ全ての遺伝情報)と遺伝子について研究する生命科学の一分野。

研究の中で、研究者達は様々な小型犬種（チワワ、トイ・フォックス・テリア、ポメラニアン等）と、様々な大型犬種（アイリッシュ・ウルフハウンド、セントバーナード、グレートデーン等）のDNAを比較することにより、犬の大きさの違いの遺伝的な根拠を調べた。その結果、*IGF-1* という一つの遺伝子に変異があることが判明した。*IGF-1* 遺伝子は「インスリン様成長因子 1 (insulin-like growth factor 1)」というタンパク質ホルモン³をコード⁴している遺伝子であり、研究を行った全犬種にわたって、その遺伝子の変異と身体の小ささとに極めて強い関連性がみられた。

「私達はイヌの集団構造⁵に関心を寄せてきた。イヌは長い年月をかけて品種改良されてきたため、ヒトで分析を行うよりも簡単に特定の形質の発現に関する遺伝子的原因を分析することができる」と、この研究の第一著者であるNIHGRI癌遺伝学部門部長のエレイン・オストランダー医学博士は話す。「私達がイヌの身体構造や、習性、疾患感受性の研究から学ぶ殆どのは、私達がヒトの健康やヒト生物学の理解をするのに役立つ」

研究チームのメンバーは、NHGRI のオストランダー博士とその研究仲間に加えて、コーネル大学（ニューヨーク州、イサカ）、ユタ大学（ソルトレークシティ）、カリフォルニア大学および南カリフォルニア大学（ロサンゼルス）、ミズーリ大学（コロンビア）、ペット栄養学で高名なウォルサム研究所（イギリス、レスターシャー州）、そしてネスレ研究所（セントルイス）の研究者達から構成された。論文の主執筆者はNHGRI 癌遺伝学部門の博士研究員、ネーサン・サッター博士である。

「イヌの身体の大きさを遺伝子がどのように制御しているかを知ることによって、ヒトの身体の骨格サイズがどのように遺伝的にプログラムされているかについても何か分かるかもしれない。また私達は、細胞増殖の調節が失われる癌などの疾患に関与しているような遺伝子のデータセット⁶も増やす予定である。」オストランダー博士はこのように述べ、既に*IGF-1* 遺伝子ファミリーの前立腺癌発癌感受性への関与が十分立証されていることにも言及した。

マウスの成長や、身体の大きさ、寿命に、*IGF-1* 遺伝子が重要な役割を果たしていることが示されているこれまでの研究成果を踏まえて、イヌの研究者達は、物理的観察、X線画像、DNAシーケンシング⁷、ジェノタイピング分析法⁸などを用いて、様々

³ ペプチドホルモン。血流へ分泌され、内分泌機能を持っているペプチド類。生体内の情報のやりとりに関与する。

⁴ 遺伝子からタンパク質へ翻訳すること。

⁵ 母集団構造、種全体としての構造。生物集団の遺伝子の頻度、構成、変動などを対象にそれらを支配する法則を研究する対象。

⁶ 共通テーマや類似の属性を持つ一連のデータ。

⁷ DNAを構成するヌクレオチドの正確な結合順序（塩基配列）を決定・解明する作業。

⁸ Genotyping：遺伝子型決定、遺伝子型同定ともいう。個人のジェノタイプを決定するプロセス。SNP

な大きさの犬種の研究だけでなく、ポルトガル・ウォーター・ドッグの研究も行った。ポルトガル・ウォーター・ドッグは骨格サイズが非常に幅広い品種である。この分析の結果、イヌの大きさの違いは *IGF-1* 遺伝子内の一塩基多型(SNP)⁹ と呼ばれるわずかな遺伝子変異に関連している可能性が明らかとなった。

続いて研究者達は、ポルトガル・ウォーター・ドッグ 463 匹の *IGF-1* 遺伝子の内部や周辺を SNP ジェノタイピング¹⁰ することによって、小さい体格に関わりのある SNP の領域を絞り込んでいった。また、同様の分析は、小型犬 14 品種と大型犬 9 品種から選んだ犬 526 匹を使っても行われた。

最後に研究者達は、イヌの遺伝コード¹¹ のうち体の小ささに関与する特定の遺伝子配列変異 ハプロタイプ¹² - を正確に特定するために、143 犬種 3 千匹以上に上る犬の DNA 解析を行った。その結果、研究を行った小型犬の殆どがこの *IGF-1* 遺伝子の変異を共通して持っていたため、この遺伝子変異がイヌの体格差に大きな影響を与えているとみなされた。

また研究者達は、このゲノム解析に基づいて、イエイヌの歴史のかなり早い段階で体が小さい形質が出現したことも結論づけた。小型のイエイヌの方が、人間が交易や移住の際により移動させ易く、また、発達中の村や都市の混雑した場所でより飼い易かったため、小型の品種の多様化が急速に進められたためではないかと推測している。

この研究の将来的な目標は、イヌの他の形態(たとえば脚の長さ、頭部の形態など)を制御している遺伝子の特定を行うことである。

この新しい発見は、NHGRI の大規模配列解析研究ネットワーク(Large-Scale Sequencing Research Network)の研究の一環として 2005 年 12 月に公表された、イヌのゲノム配列完了によるところが大きい。イヌのゲノム配列結果が利用可能なことで、研究者達はヒトとイヌのゲノムをよりよく比較することができ、ガンや他の主要疾患に関与している遺伝子を究明することができる。

(一塩基多型)の遺伝子型(genotype)は、通常2種類ある。これをAあるいはBとすると、染色体は2対存在し、それぞれホモ(AA、BB)の場合とヘテロ(AB)の場合がある。これらを、生物学的検定法で決定すること。

⁹ ある生物種集団のゲノム塩基配列中に一塩基が変異した多様性が見られ、その変異が集団内で1%以上の頻度で見られる時、これを「一塩基多型(SNP: Single Nucleotide Polymorphism)」と呼ぶ。

¹⁰ SNPs(一塩基多型)ジェノタイピング: 数100塩基に一個程度の割合でゲノム上に存在する一塩基多型(SNPs)の有無の確認、ならびに塩基情報の解析をすること。

¹¹ genetic code: 遺伝暗号ともいう。三つのヌクレオチドのつながりが一つのユニットになり、この三塩基の並び(トリプレット)が、各アミノ酸配列を規定する。タンパクの生合成に対する遺伝情報を担う暗号のこと。

¹² 二倍体生物では、各遺伝子座位にある対立遺伝子のいずれか一方の並び、つまり一方の親に由来する1つの染色体を指す。また、相互に比較的近隣に存在する遺伝子やSNPsなどの特定の組合せについてもハプロタイプという呼称が用いられる。

研究者達は、以下の公共データベースからイヌの配列データにアクセスできる。

- ・ NIH 全米バイオテクノロジー情報センター (NCBI)、
「Dog Genome Resources」 : www.ncbi.nlm.nih.gov/genome/guide/dog
- ・ ヨーロッパ分子生物学研究所 (EMBL) のヌクレオチド配列データベース、
「ヌクレオチド配列データベース EMBL バンク」 : www.ebi.ac.uk/index.html
- ・ カリフォルニア大学サンタクルーズ校
「UCSC Genome Browser」 : www.genome.ucsc.edu
- ・ ブロード研究所ウェブサイト : www.broad.mit.edu/mammals/dog

SNPs は以下から閲覧可能。

- ・ NCBI 「dbSNP」 : www.ncbi.nlm.nih.gov/projects/SNP
- ・ ブロード研究所ウェブサイト : www.broad.mit.edu/mammals/dog

出典 : <http://www.genome.gov/25520294>

翻訳 : NEDO 情報・システム部

【個別特集】風力発電

米国エネルギー省による風力発電年次報告（第1回）

米国エネルギー省(DOE)のエネルギー効率・再生可能エネルギー局(EERE)は5月31日、米国の風力発電の設置、費用および実績動向に関する初めての年次報告書を公表した。2006年版のこの報告書は、米国風力市場の展開と動向に関する詳細で包括的なレビューを提供している。NEDO海外レポートでは、本報告のポイントを数回に分けて紹介する¹。第1回目今回は、下記目次(当編集部による)の1.「風力発電の開発と設置の動向」について紹介する。

目次	
1. 風力発電の開発と設置の動向	
発電能力の増加	
タービン製造の現状	
2. 発電事業者のタイプ別の状況	
風力発電の事業者統合が加速	
非公益事業者の競合による資金調達構造の改革	
風力資産への関心の高まりと地域密着型風力発電の堅調な伸び	
商業プラントと電力取引業者の著しい成長	
3. 風力発電の価格(電力卸売市場価格との対比)	
4. プロジェクトのコスト	
タービン価格の影響	
利用率の上昇	
運転およびメンテナンス費用	
5. 風力発電市場に影響を与えるその他の要素	
系統への接続問題	
各種の支援政策	

1. 風力発電の開発と設置の動向

 発電能力の増加

 1) 2006年に米国の風力発電能力は27%増加

米国の風力発電市場は2006年には急速な拡大を続けた。2,454MWの新規能力が加わり、累計の能力は11,575MWとなった(図1参照)。また、2006年には37億ドル以上が風力プロジェクトに投資され、1980年からの累計投資額は180億ドル以上となった²。

¹ 本報告のカバーする範囲(原注より)

この報告の対象は、原則として「個別のタービンまたはプロジェクトが50kWを越えるもの」である。米国の風力発電の中には、特定の建物、農場、事業所等に必要だけの発電を行う小規模なものもある。こうした用途のデータは、50kW以下であればこの報告には含まれない。この報告に含まれる多くのデータは、バークレイ研究所(Berkeley Lab)によって収集されたものであるが、このデータベースに含まれる情報源は様々であるので、データは必ずしも総合的ではなく、また同質のものではないことに注意されたい。

² ここで言う投資額とはこの報告書で後に報告するプロジェクトレベルの平均資本コストから

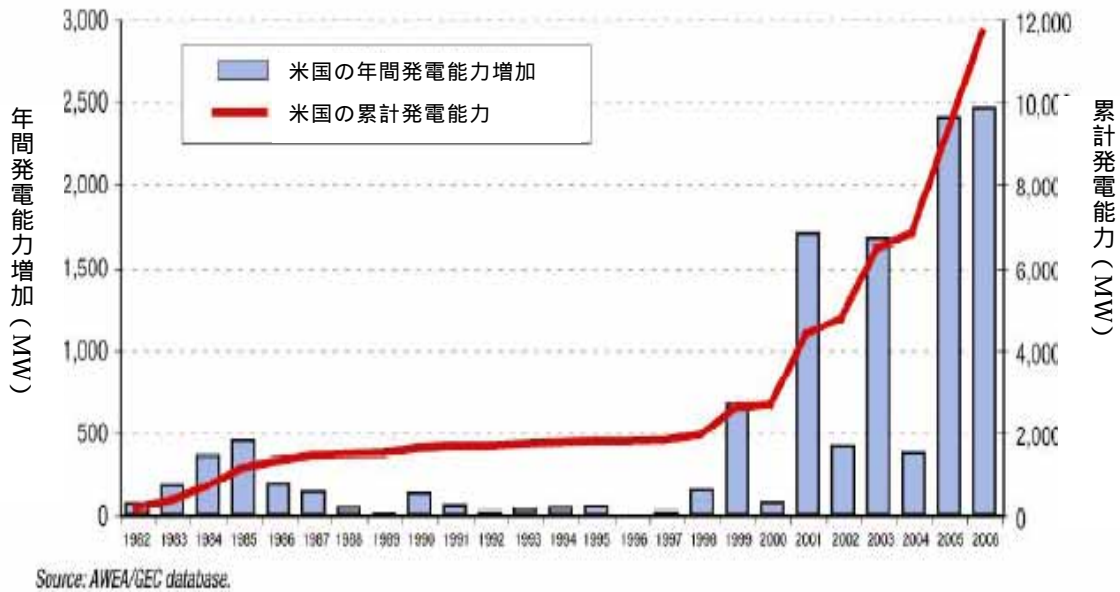


図 1 米国の風力発電能力推移

2006年には米国の風力発電設備能力の増加量は2005年のそれをわずかに上回り、最大の増加を記録した。連邦の税制優遇、州レベルの再生可能エネルギー基準や奨励策、そして従来型燃料の天然ガスや石炭の将来のコストや供給力の不確実性が、風力発電の伸びを加速させた。

風力発電能力の増加量は、新設天然ガス火力の9,000MWには及ばないが、2番目に大きなものであり、新規石炭火力の600MWを上回った。2006年に米国の電力系統に加わった名目上の能力(nameplate capacity)のうち新規風力発電設備は約19%をしめた。

2) 米国は世界の発電能力の成長をリード

世界全体でみると、風力発電の能力増加分は2005年の約11,500MWから2006年には15,000MWに増加し、累計能力は74,000MWを越えた。能力増加では米国が2年連続で2006年も世界一で、世界の能力増加分のうち米国のシェアが約16%であり、ドイツ、インド、スペイン、中国がこれに続き、トップ5を形成している(表1、図2参照)。風力発電の累計能力で言えば、米国は年末で16%のシェアでドイツ、スペインに次いで第3位である。最近7年に限ってみると、風力発電能力の伸びは米国では年平均24%であったが世界全体では27%であった³。

の推定に基づいたものである。各年の運転およびメンテナンス費用、研究開発費用、そして製造諸費用がこれらに加わる。

³ 米国の年次および累積の風力発電設備設置実績の出所は米国風力エネルギー協会(AWEA: American Wind Energy Association)およびGEC(Global Energy Concepts)のデータベース。一方世界の風力発電能力実績データはBTM Consult(ただし米国については最近のデー

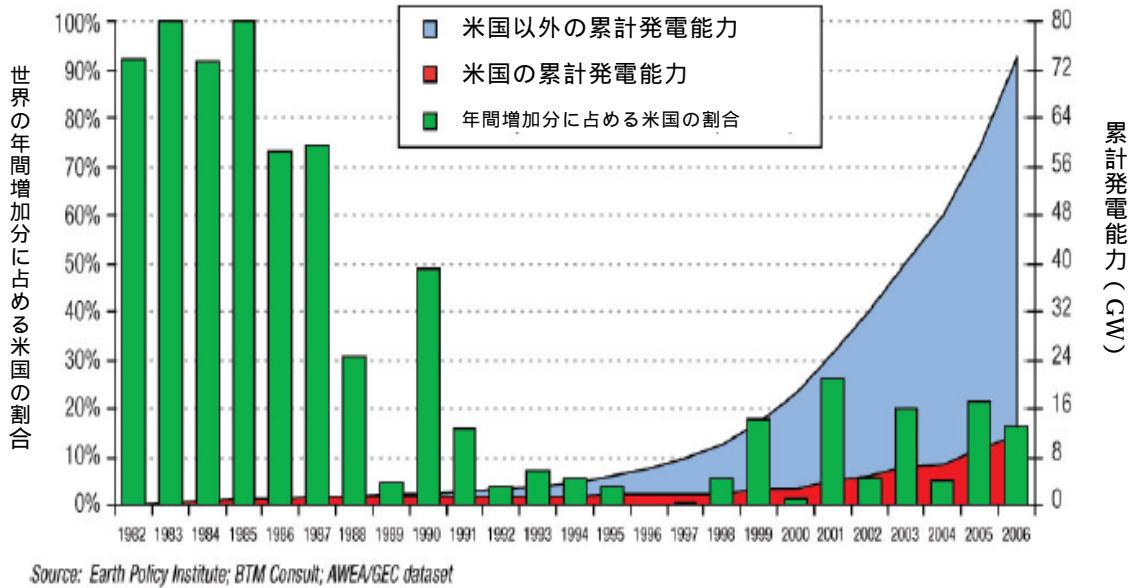


図2 世界の風力発電能力における米国の貢献度

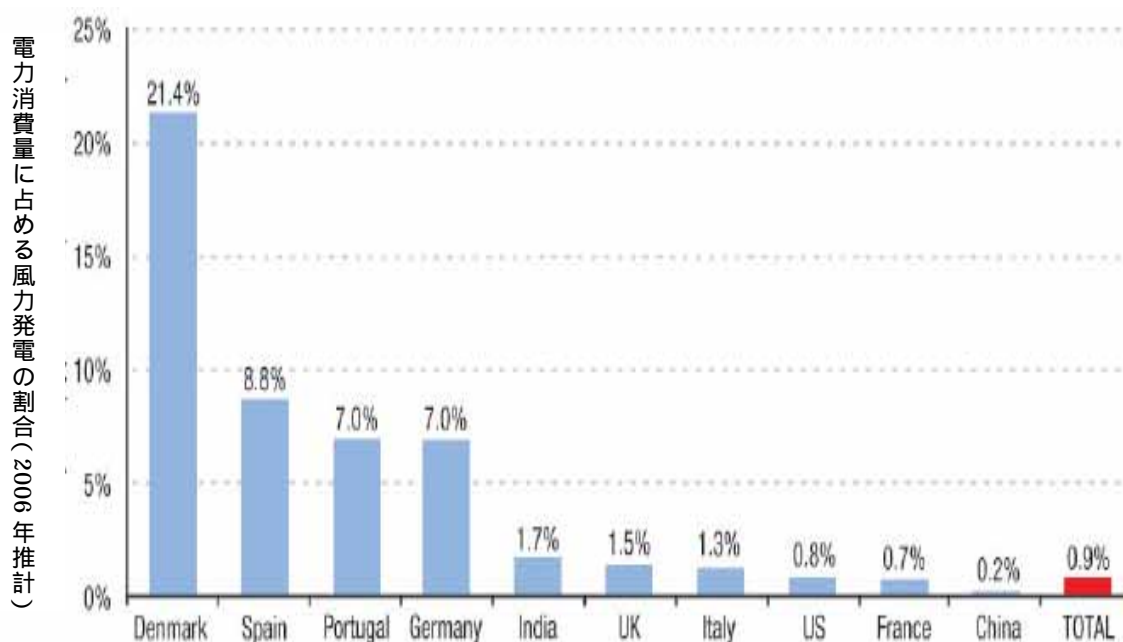
いくつかの国では、電力系統への風力発電の普及率という点では高いレベルを達成している。図3の数字は、2006年末時点での風力発電能力に国ごとの想定設備利用率を掛けて算出した年間想定発電量を、2007年の想定電力消費量で割ったものである。電力消費(送電ロス等は無視する)に対する風力の貢献度についてこの概算法を用い、また風力発電能力の大きい10カ国だけに焦点を当ててみると、2006年末の設置能力による発電量はデンマークの場合は電力需要の20%以上になる。スペインが約9%、ポルトガルとドイツが7%である。一方、米国は国内電力消費の0.8%⁴にすぎず、世界全体の0.9%を下回っている。

タは AWEA/GEC によって更新している。これらのデータソースとその他のもの(例えば Windpower Monthly や the Global World Energy Council)の間には少しばかり相違がある。
⁴ 2006年の配送実績で言えば、風力は米国の総発電量の0.64%であり、また概算で国内電力消費の0.67%を占めていた。これは図3で示す0.8%を下回るが、図3は2006年末能力に基づく予測である。

表 1 風力発電能力の国別ランキング

累計発電能力 (2006 年末、MW)		発電能力の増加 (2006 年、MW)	
ドイツ	20,652	米国	2,454
スペイン	11,614	ドイツ	2,233
米国	11,575	インド	1,840
インド	6,228	スペイン	1,587
デンマーク	3,101	中国	1,334
中国	2,588	フランス	810
イタリア	2,118	カナダ	776
英国	1,967	英国	631
ポルトガル	1,716	ポルトガル	629
フランス	1,585	イタリア	417
その他	11,102	その他	2,305
合計	74,246	合計	15,016

出典：BTM,2007;AWEA/GEC dataset for U.S. cumulative capacity



Source: Berkeley Lab estimates based on data from BTM and elsewhere.

図 3 風力発電普及率概算 (2006 年末能力、上位 10 カ国ベース)

3) テキサス、ワシントン、カリフォルニアの各州が国内能力の成長をリード

2006 年には新しい大型(50kW 以上)の風力タービンが 22 州で設置された。表 2 および 図 4 で示すとおり、2006 年に増加した上位はテキサス、ワシントン、カリフォルニア、ニューヨークそしてミネソタの各州である。累計設置能力で言えば、テキサスは 2006 年に 2,739MW で第 1 位となり、カリフォルニアを追い越した。カリフォルニア、アイオワ、

ミネソタそしてワシントンの各州がこれに続く。2006 年末時点では、50MW を越えるのが 20 州、そのうち 100MW を超すのが 16 州、そして上位 6 州が 500MW を越えた。

ラフな試算だが、州内のすべての風力発電設備が州内用に使われると仮定すると、ニューメキシコ州の 2006 年末の風力発電能力は、同州の電力販売量の 7%以上に相当する(表 2 参照)。同じく 5%を越えるのがアイオワ、ノースダコタ及びワイオミングの各州である。2%を越えるのは 12 州⁵である。

表 2 米国の風力発電州別ランキング (上位 20 州)

累計発電能力 (2006 年末、MW)		発電能力の増加 (2006 年、MW)		電力小売量に対する風力比率 概算*	
テキサス	2,739	テキサス	774	ニューメキシコ	7.3%
カリフォルニア	2,376	ワシントン	428	アイオワ	6.0%
アイオワ	931	カリフォルニア	212	ノースダコタ	5.1%
ミネソタ	895	ニューヨーク	185	ワイオミング	5.1%
ワシントン	818	ミネソタ	150	ミネソタ	3.8%
オクラホマ	535	オレゴン	101	オクラホマ	3.5%
ニューメキシコ	496	カンザス	101	モンタナ	3.3%
オレゴン	438	アイオワ	99	カンザス	3.1%
ニューヨーク	370	ニューメキシコ	90	オレゴン	2.4%
カンザス	364	ノースダコタ	80	テキサス	2.3%
コロラド	291	オクラホマ	60	ワシントン	2.3%
ワイオミング	288	コロラド	60	カリフォルニア	2.1%
ペンシルベニア	179	ペンシルベニア	50	コロラド	1.7%
ノースダコタ	178	ハワイ	41	サウスダコタ	1.5%
モンタナ	146	モンタナ	9	ネブラスカ	1.0%
イリノイ	107	メイン	9	ハワイ	1.0%
アイダホ	75	マサチューセッツ	2	アイダホ	0.7%
ネブラスカ	73	ニューハンプシャー	1	ニューヨーク	0.6%
ウェストバージニア	66	ロードアイランド	0.7	ウェストバージニア	0.6%
ウィスコンシン	53	オハイオ	0.2	ペンシルベニア	0.3%
その他の州	156	その他の州	0.3	その他の州	0.02%
合計	11,575	合計	2,454	合計	0.85%

* 各州の風力発電設備はその州の電力負荷を供給するものと仮定する。送電ロスは含まない。

出典：AWEA/GEC database and Berkeley Lab estimates.

4) 海上での風力開発活動

欧州では 2006 年末時点で既に 900MW 近くの風力発電設備が、概ね水深 25 メートル以下の海上に設置されている。これに対して米国でこれまで設置されてきた風力発電設

⁵ ここでは風力発電を全電力消費量ではなく、電力小売数量として表している。このベースでは風力発電は米国の電力販売量の 0.85%となり、図 3 で示した全国の電力消費量に対する比率 0.81%よりも高い数字になる。

備はすべて陸上である。しかしながら、陸上プロジェクトの許可条件の制約や送電上のボトルネックに加えて、海上施設における技術の発展や、設備利用率が遙かに高くなる可能性を秘めているため、米国内でも海上風力発電への関心を示しているところがある。

表 3 は米国内（州別）で進行中の海上プロジェクト計画の 2006 年末現在のリストである。表にみるとおり、海上への関心が示されているのは大西洋岸とテキサス州である。さらに、公式に発表されたものは全く無いが、五大湖地方でも関心が示されている。

表 3 米国での海上風力発電構想⁶

州	海上風力発電能力（計画）
マサチューセッツ	735MW
テキサス	650MW
デラウェア	600MW
ニュージャージー	300MW
ニューヨーク	160MW
ジョージア	10MW
合計	2,455MW

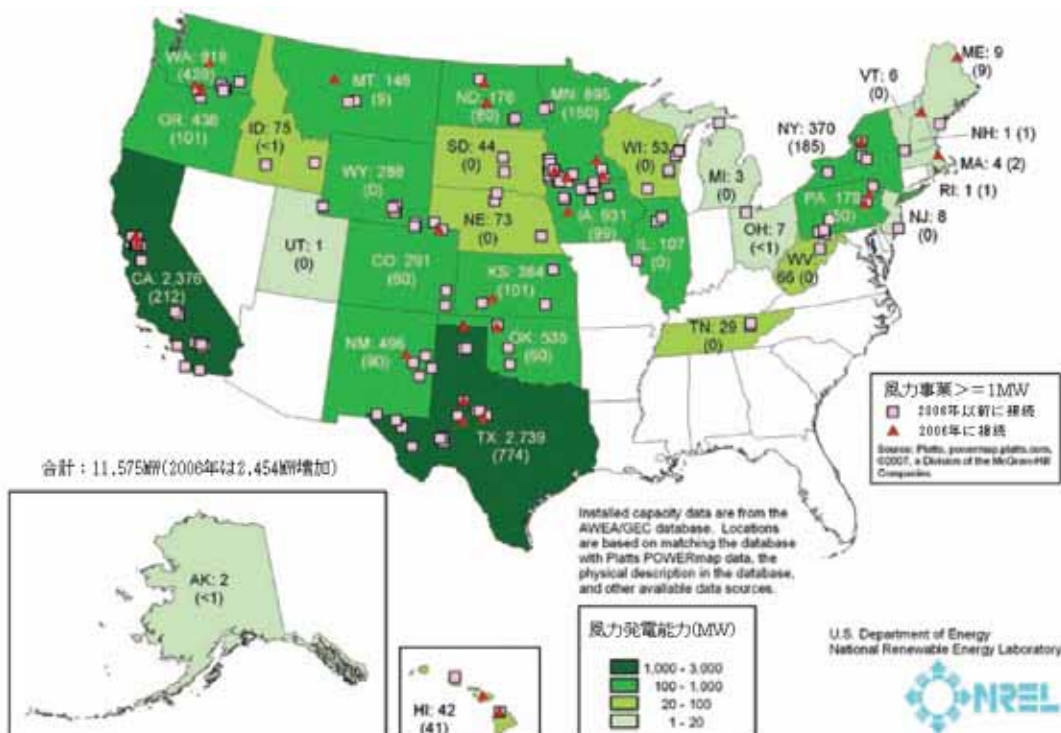


図 4 米国の風力発電開発の規模と地域配置⁷

⁶ このデータは NREL(National Renewable Energy Laboratory)によって、プレス報告やその他のデータソースに基づいて集められた。

⁷ この地図は AWEA/GEC のデータセットと一部は Platts の個別の風力発電施設の立地データ

タービン製造の現状

1) GE Wind がタービン製造では第 1 位、Siemens が市場を獲得

2006 年に米国市場に供給された風力タービンの製造者では GE Wind が国内設置の 47% を占めてシェア第 1 位を維持したが、同社のシェアは 2005 年の 60% からは低下しており、2004 年の 46% というシェアに近いものとなった⁸。米国内の設置では Siemens と Vestas も相当なシェアである。三菱（重工）、Suzlon および Gamesa はシェアが低い（図 5 参照）。Siemens は 2004 年に Bonus を買収した後、2005 年には未だ米国市場でのタービン納入が無かったことからすれば、2006 年にシェア第 2 位になったことは特に注目すべきである。また結果として Vestas も GE Wind 同様にシェアを低下させ、2005 年の 29% が 2006 年には 19% になった。

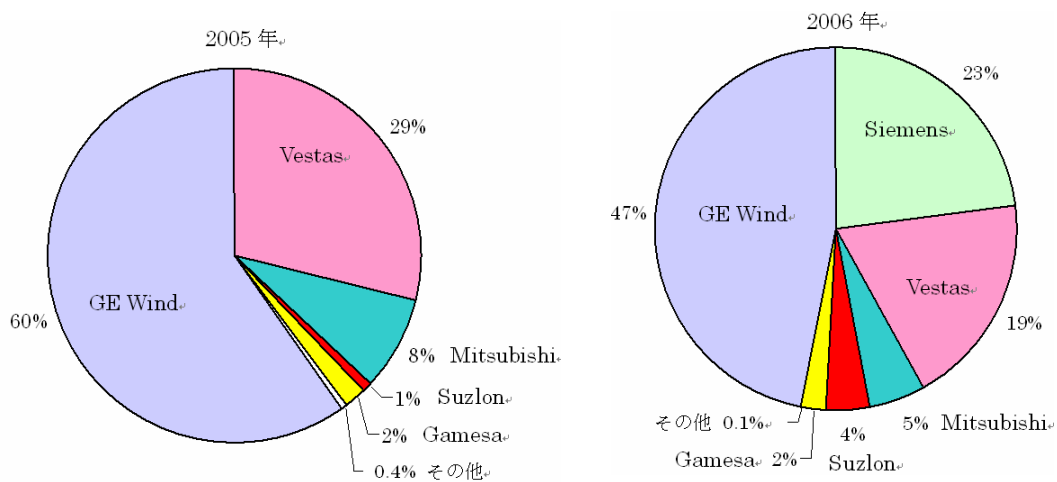


図 5 米国における風力タービン製造者の市場シェア

出典：AWEA/GEC wind project database

風力タービンやその部品の米国内での製造は未だ限られている。1 つの理由は、連邦生産税の税額控除⁹ (PTC: Production Tax Credit) が継続する可能性が不明確ということがある。とは言うものの、米国ベースの新規製造者 (Clipper Windpower) は急成長の過程にあり、外国のタービン製造業者もその製造拠点を米国内に展開し始めている。例えば 2006 年には新しい製造工場がアイオワ (Clipper)、ミネソタ (Suzlon) そしてペンシルベニア (Gamesa) に現れた。GE も国内での風力タービン製造の首位にとどまっており、米国内ばかりでなく国際的市場でも大きな役割を果たしている。

に基づき、NREL が創作した。

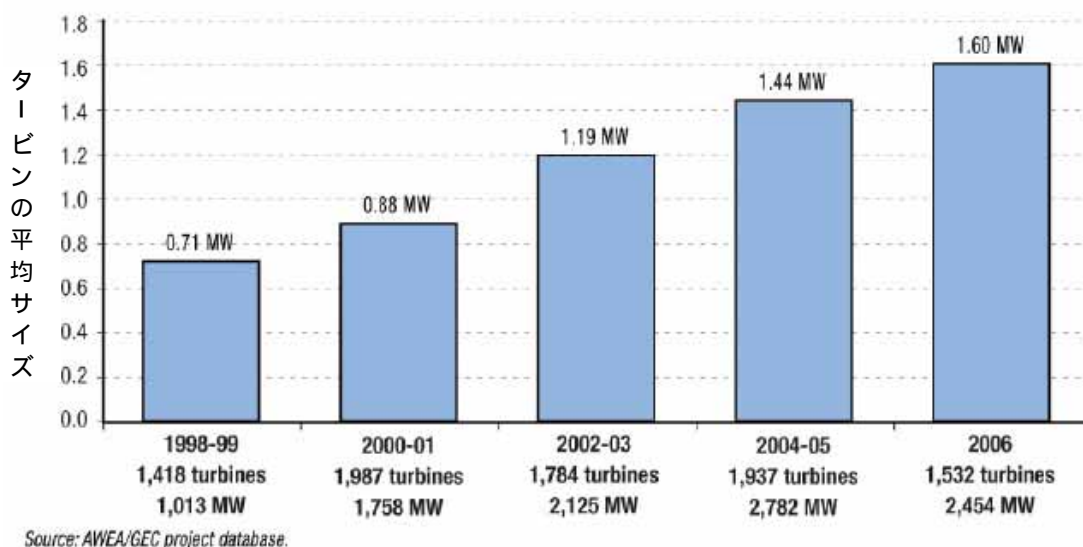
⁸ ここで言う市場シェアとは MW 単位のもので、その年に設置されたものをベースとしており、タービンの出荷や発注に基づくものではない。

⁹ 現行の規定は、2008 年末までに稼動状態となるプロジェクトを対象に、キロワットあたり 1.9 セントの税額控除を 10 年間で与えるものであるが、これは 2008 年末をもって満期終了となる。

2) タービンの平均サイズは拡大中

2006年に米国内で設置された風力タービンの平均サイズはおよそ1.6MWにまで増大した(図6参照)。1998-99年に設置されたものから比べるとタービンの平均サイズは124%増加した¹⁰。2006年に設置されたすべてのタービンのうち17%近くは2MWを越す能力を有している。ただし最も多く設置されたタービンはGEの1.5MWのものであった。

図6 設置時期別の風力タービンの平均サイズ



(続く)

出典：Annual Report on U.S. Wind Power Installation, Cost, and Performance Trends: 2006
<http://www1.eere.energy.gov/windandhydro/pdfs/41435.pdf>

翻訳・編集：NEDO 情報・システム部

¹⁰ 2006年のデータを除けば、図6では2年分を1つにまとめてある。

【個別特集】 NEDO 海外事務所報告

**下院小委員会における「バイオ燃料利用拡大への道」
に関する公聴会：概要**

NEDO ワシントン事務所
松山貴代子

下院科学・技術委員会のエネルギー・環境小委員会は、Nick Lampson 同小委員長（民主党、テキサス州）が草稿した「**バイオ燃料研究開発推進法案**（**Biofuels Research and Development Enhancement Act**）」草案に関して専門家や利害関係者の意見を聴取するため、6月14日に公聴会を開催した。同法案の詳細は未だ一般に公表されていないものの、6月14日のプレスリリースでは主要条項として下記をあげている：

- ・ 現行インフラストラクチャーを利用したバイオ燃料の輸送や貯蔵に固有な問題に対応する、研究・開発・実証プログラムに予算提供する。
- ・ バイオ精製所のエネルギー効率改善を狙った研究プログラムを設立する。
- ・ バイオ燃料関連研究の予算を増額する。
- ・ バイオ燃料生産率の低い州のために、生産量増大を狙ったgrant計画を設置する。

ここでは、NEDO ワシントン事務所リサーチャーNicholas Reksten のメモに基づき、Lampson 委員長の開会の辞、および、エネルギー省（DOE）傘下の国立再生可能エネルギー研究所、Standard Renewable Energy 社、再生可能燃料協会、先進バイオ燃料連合、環境団体の Friends of the Earth 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 >

Nick Lampson 委員長（民主党、テキサス州）

化石燃料はいかなるエネルギー戦略においても依然として重要要素である一方、エネルギー問題の解決で将来への鍵となるのはバイオ燃料であり、連邦政府はこの研究開発にコミットする必要がある。エタノール業界は現在、トウモロコシ由来のエタノールと大豆由来のバイオディーゼルにもっぱら依存しているが、エタノール需要急増のために食品や飼料の価格高騰が懸念されている。エタノールが国内販売ガソリンに占める割合は現在僅か 5%^{注1}であるが、これを、提案されているバイオ燃料使用目標まで引き上げるには国内で生産されるトウモロコシの約半分をエタノール製造にまわさねばならない。従って、バイオ燃料用の原料を拡大して、木片やスイッチグラス、その他セルロース系材料を利用することが必須であり、この技術コストを引き下げることが必要となる。

注1 ガソリン消費の 5%に相当するエタノールを製造するために使用されたトウモロコシは、2005/2006 作物年度収穫量の 14%。(出典:UDSA/ERS, "Ethanol Expansion in the United States: How will the Agricultural Sector Adjust?" Paul C. Wescott, May 2007.)

<証言>

国立再生可能エネルギー研究所 (NREL) の Thomas Foust バイオマス研究部長

バイオ燃料業界がバイオ燃料の原料をトウモロコシからバイオマスへと切り替えるために必要な新規技術を探求しなければならない。米国内のバイオマス生産能力がフルに活かされれば、国内燃料の 50%をバイオマスで供給することが可能となるが、現時点では、バイオマス由来のエタノールを効率的に生産する技術が未だ見つからない。

バイオマスや植物油、または、動物の脂肪から作られるバイオディーゼルも将来有望であるが、必要な原料の国内生産能力にはかなりの制限があり、既存の原料では年間 20～40 億ガロンの生産がせいぜいと見られている。従って、藻のような新規原料が必要であるが、このプロセス技術には未だ 10 年はかかる見通しである。更には、DOE の調査研究によって、既存の燃料インフラが大量のバイオ燃料輸送には不十分であることが明らかになったように、バイオ燃料インフラの整備も必須である。

Standard Renewable Energy 社の John Berger 理事長

石油輸入を削減し、バイオディーゼル燃料に切り替える必要がある。2006 年のバイオディーゼル生産は僅か 2.5 億ガロンであったが、米国内で建設中の 50 カ所の新規精製施設によって設備容量が約 17 億ガロン増えるため、国内の精製設備容量は間もなく爆発的に拡大し、4 万の新規雇用が創出されることになる。Lampson 委員長の草案に、切望されていたバイオディーゼル研究支援が盛り込まれていることを称賛する。特に、バイオディーゼル・インフラを拡大する方法、および、バイオディーゼル生産コスト引き下げに役立つ新原料の研究が重要となる。また、バイオディーゼルの消費を確実に拡大するためには、バイオディーゼル使用基準を採用することが不可欠となる。連邦政府は今後 10 年間で 5%を目標とすべきである。

再生可能燃料協会 (RFA) の Robert Dinneen 会長

エタノール業界は技術的に進歩してきている。殆ど全てのエタノール企業がセルロース系エタノール生産プロセス向上を目指す研究プログラムを持っており、多様な新生産プロセスや原料が探求されている。こうした研究を推進し、バイオ燃料の市場構築と燃料輸送インフラ面で残っている課題に対応するため、RFA は Lampson 草案に対して下記を提言する：

- ・ バイオ燃料インフラに関する研究は、多様なバイオ混合燃料の独特な物理的・科学的特性を考慮に入れる必要がある。
- ・ バイオ燃料の原料多様化を推進するグラント計画を拡張する。
- ・ 燃料として市販され得る混合燃料に対して新基準を策定することを回避すべきである。草案では販売される多様な混合燃料の適合性を決定する調査研究を要請しているが、EPA が既に、各分野の専門家との協議に基づいてこれを設定し

規定している。草案の定める基準は、この EPA 規定を凌ぐものであり、事実上の新基準を設定することを意味する。

先進バイオ燃料連合 (Advanced Biofuels Coalition) の Michael McAdams 専務理事

企業は、政府の新バイオ燃料技術開発に喜んで協力する意向である。但し、小委員会では、業界が自らにとっての最善技術や原料を決定できるよう、技術および原料ニュートラルな政策を可決すべきである。特に重要なのは、第一世代燃料を超えた進展である。第二・第三世代燃料の可能性は遠大で、砂糖やバイオマス为原料とするジェット機用バイオ燃料の可能性すらある。バイオ燃料の炭素基準設定に際しては、異なるプロセスが異なるレベルの二酸化炭素を放出することを考慮し、フレキシビリティに留意しなければならない。

Friends of the Earth の David Waskow 国際プログラム局長

バイオ燃料には、将来のエネルギー源としての大きな期待がもたれるが、バイオ燃料の生産は正しい方法、つまり、温室効果ガス (GHG) を削減し・地方経済を活性化する方法で行われなければならない。業界が成長するにつれて、土地や水資源の利用、土壌や水の質、生成プロセスから生じる炭素排出等に配慮する必要がある。また、バイオ燃料のライフサイクル炭素排出を理解するため、土地開墾によるバイオマス収穫やトウモロコシへの土地転用の影響について疑わしい推測をする現行モデルよりも優れたモデルが必要である。技術開発の面では、バイオ燃料原料の多様化；原料作物の持続可能な農耕技術の研究；新発見原料を効果的に利用出来るような生産技術の研究が重要である。

< 質疑応答 >

Lampson 委員長

バイオ燃料を全米各地に輸送するため、バイオ燃料用のパイプラインを新設すべきであるか？もしくは、現在のようにトラックや貨車といった「実質上のパイプライン (virtual pipeline)」を引き続き利用すべきであるか？

Dinneen RFA 会長

CSX 鉄道によると、現行法の定めるエタノール輸送には、貨車を 4%増やすことで対応可能であるという。真の問題は、業界がどのように発展するかにつきる。石油業界の場合は生産地域がメキシコ湾西岸に集中しているため、パイプラインが適切であるが、バイオ燃料生産が全米各地に散在し、地方化するのであれば、パイプラインは採算性がないかもしれない。

Foust NREL バイオマス研究部長

パイプライン建設の方がどちらかといえば安価である。現時点ではパイプラインによるバイオ燃料輸送には技術的問題があるものの、これらは比較的容易に解決されるであろう。

Lampson 委員長

既存の石油インフラの一部をバイオ燃料輸送に変換すべきであるか？

Dinneen RFA 会長、Foust NREL バイオマス研究部長、McAdams 専務理事

バイオ燃料輸送用への変換は可能である。

Ralph Hall 下院議員（共和党、テキサス州）

第二・第三世代のバイオ燃料を研究開発している企業の例は？

McAdams 先進バイオ燃料連合専務理事

イースト菌からマラリア・ワクチンを開発した Amyris Biotechnologies 社が、イースト菌利用の類似手法でエタノールを第二世代バイオ燃料に変換する研究を行っており、3年ほどで市場化の計画となっている。また、フィンランド企業の Neste Oil 社が現在、米国に第二世代バイオ燃料工場の建設を企画中である。

Lynn Woolsey 下院議員（民主党、カリフォルニア州）

炭素ニュートラルの目標は十分であるか？また、バイオ燃料増産のもたらす環境影響問題 トウモロコシ価格高騰や土地利用問題等 何か？

Waskow Friends of the Earth 国際プログラム局長

炭素ニュートラルよりも、上院エネルギー法案に盛り込まれた低炭素燃料（low carbon fuel）使用基準といった適切な政策目標の方が重要である。土地利用の問題に関しては、多くの土地がエタノール用原料生産に転用されることで、食品や飼料価格高騰という波及効果を引き起こす。ブラジル等では、これが熱帯雨林の壊滅的破壊の一因とされている。バイオ燃料政策を策定する際には、こうした間接的な結果を無視することは出来ない。これらの問題を回避する一つの方法は、藻や多年草といった土地集約度の低い原料を利用することである。

Bob Inglis 下院議員（共和党、サウスカロライナ州）

草案に盛り込まれた、11のバイオエネルギー研究センター新設案^{注2}をどう思うか？

Dinneen RFA 会長

注2 上院では、Jeff Bingaman 上院議員（民主党、ニューメキシコ州）が全米各地に7ヶ所のバイオエネルギー研究センターを新設することを「2007年エネルギー安全保障および輸送の為のバイオ燃料法案（上院第987号議案）」で提案している。上院第987号議案は、Harry Reid 上院民主党院内総務（ネバダ州）によって「2007年再生可能燃料、消費者保護、及びエネルギー効率改善法案（上院第1419号議案）」に統合され、現在上院本会議で審議されている。

11 ヲ所の新センターは必要以上であるかもしれない。しかしながら、バイオエネルギー研究センターが全米各地に散在して設置されるのであれば、各地域の異なる原料を使ったバイオ燃料研究開発を実施することが出来るため、新センターの建設は生産的であると思う。

Foust NREL バイオマス研究部長

全米の各石油地帯に一つずつ、5 ヲ所のセンター新設が適切だと思う。

Lampson 委員長（民主党、テキサス州）

藻を原料に利用するためには、一層の研究を行う必要があるか？

Foust NREL バイオマス研究部長

一層の油を搾り出せる藻を開発する必要がある。現在は、藻は飢えている時のみ油を出すため、栄養が十分で成長しているときには殆ど油が出ない。藻は、同量の大豆と比較すると、その 1,000 ~ 10,000 倍もの油を生産可能であると見られているため、研究者は、成長しながら同時に多量の油を出す藻を開発する必要がある。

Bob Inglis 下院議員（共和党、サウスカロライナ州）

藻の研究について、連邦政府はどのような支援が可能か？

Foust NREL バイオマス研究部長

この技術は未だ商業的に実現可能な段階に至っていないため、連邦政府は同技術への支援予算を増額すべきである。

Berger Standard Renewable Energy 社理事長

我が社は、採算性が見込まれる新技術には喜んで投資している。業界にとってベストなのは、一貫性のある政府政策である。これによって、投資家は安心して新技術に投資することが可能となる。

【エネルギー】 太陽エネルギー

スペインの太陽エネルギー事情

1. 固定価格買取制度のインセンティブを引き上げ

スペインの太陽光発電の設備容量（2006 年末）は前年比倍増の 118.1MW（EU25 カ国中第 2 位）、太陽熱利用施設（2005 年末）は同 24.3% 増の 382.9MW（同 5 位）（設置面積 547,036 m²）と、近年顕著な増加傾向にある。

しかし、2010 年までに太陽光発電の設備容量を 400MW、太陽熱発電を 500MW、太陽エネルギーを利用した発熱施設面積を 4,900,000 m²へと拡大する「再生可能エネルギー計画 2005-2010」よりも、導入が大幅に遅れているのが現状である。

このため政府は、2007 年 6 月 1 日より、再生可能エネルギーの固定価格買取制度¹における、太陽光・熱発電へのインセンティブを大幅に引き上げた（勅令 661/2007）。太陽熱発電の固定価格を平均 17%、設備容量 100kW 超の太陽光発電を平均 82% 引き上げ、設備投資コストが高い太陽エネルギーのさらなる導入促進を図っている。

2. 一部建造物に太陽エネルギーの利用を義務付け

一方、電力系統に接続しない太陽エネルギーの自家発電利用拡大に向け、2006 年 9 月 29 日以降に新築・改修する一部の建造物に対し、太陽熱温水機器または太陽光発電機の設置を義務付けた（勅令 314/2006）。これにより、共同の温水供給システムまたは温水プールを備えた住居・教育・医療・スポーツ商業施設を建設・改修する際には、太陽熱温水機器を設置しなければならない。また、ある一定以上の敷地面積を有する商業施設（ショッピングセンター：3,000 m²超）、オフィスビル（4,000 m²超）、倉庫（10,000 m²超）、ホテル（100 室超）、病院（100 床超）などを建設する場合、太陽光発電機の設置を義務付けた。

太陽エネルギーの利用を義務付ける一方、設置費用に対する補助金制度も拡充した。政府は、再生可能エネルギーを研究・推進する公的機関・スペイン省エネルギー多様化研究所（IDAE）を通じ、主に中小企業や住宅を対象に、電力系統に接続しない太陽光・熱自家発電プロジェクトに、1 件あたり最大 150 万ユーロまでの低金利融資を実施している。

3. 新技術を駆使した太陽エネルギー発電の商業化に成功

官民共同で新技術の研究開発に努めてきた太陽エネルギー発電施設が、2007 年に入り続々稼動を開始している。

太陽エネルギー事業会社グアスコル・フォトン は 3 月 6 日、シリコンの使用量を、

¹ 固定価格買取制度は、再生可能エネルギー発電施設の初期投資負担を軽減することを目的に、売電による収益を保証する国の助成金制度。発電事業者は、その売電価格を、固定価格とするか電力のスポット市場価格にプレミアムを上乗せした価格とするかを選択することができる。配電事業者は、発電事業者からの電力買取を義務付けられている。

従来の約 250 分の 1 に抑えた低コスト・高効率の太陽光発電プラントをマドリードで稼動した。同プラントは試験プロジェクトの一環であるため、年間発電量（43,089kWh）はわずかであるが、欧州で初めてフレネルレンズと最新型シリコンを融合した商業用の太陽光発電施設として注目を集めている。また、同プロジェクトには、政府が IDAE を通じ 20 万ユーロ出資するほか、マドリード工科大学や IDAE が技術供与を行っている。

太陽エネルギー事業会社のソルカルは 3 月 30 日、スペイン南部セビリア郊外のサンルカル・ラ・マジオル市に、タワー集光型²の商用太陽熱発電プラント「PS10」を稼動した。同社によると、タワー集光型の太陽熱発電プラントでは、世界で始めて商業化に成功したプラントで、設備容量は 11MW、年間発電量は約 6,000 世帯の年間消費量にあたる 24.3GWhとなる。

さらに同じ敷地内には、前述のタワー集光型太陽熱発電に加え、稼動中の太陽光発電、建設中のパラボリック・トラフ型やパラボリック・ディスク型の太陽熱発電など、9 つの様々な発電プラントが建設され、13 年までに 12 億ユーロを投じる欧州最大の総合太陽エネルギー発電プラント（総設備容量 300MW）となる。このプロジェクトには、政府の研究機関であるエネルギー・環境技術研究センター（CIEMAT）や IDAE、セビリア大学との共同研究で得られた様々な技術が集結している。資金面でも、欧州委員会やアンダルシア自治州政府からの補助金、スペイン政府や IDAE からの融資など、多くの公的機関より財政支援を受けている。

参考資料

欧州の太陽光発電の設備容量・EurObserv'ER

http://www.energies-renouvelables.org/observ-er/stat_baro/observ/baro178.pdf

欧州の太陽熱利用施設の設備容量・EurObserv'ER

http://www.energies-renouvelables.org/observ-er/stat_baro/observ/baro175.pdf

再生可能エネルギー計画 2005-2010・スペイン産業観光商務省

<http://www.mityc.es/Desarrollo/Seccion/EnergiaRenovable/Plan/orden 661/2007>

<http://www.boe.es/boe/dias/2007/05/26/pdfs/A22846-22886.pdf>

勅令 314/2006

<http://www.boe.es/boe/dias/2006/03/28/pdfs/A11816-11831.pdf>

http://www.boe.es/boe/dias/2006/03/28/pdfs/SUP06_074C.pdf

マドリードの高効率太陽光発電プラント・スペイン産業観光商務省

<http://www.mityc.es/es-ES/Servicios/GabinetePrensa/NotasPrensa/HistoricoNoticias/2007/3/instal asolaridae060307.htm>

グアスコル・フォトン社ホームページ

<http://www.guascorfoton.com/>

ソルカル社ホームページ

<http://www.solucar.es/>

² タワーを中心に扇形に設置される反射鏡は、太陽の動きに合わせて、タワーのある一点（集光点）に自動的に向くようにプログラミングされている。集光点に集められた熱で蒸気を発生させ、蒸気タービンで発電する。

【エネルギー】太陽熱利用

放物トラフ太陽熱集光システムをより効率的にする方法（米国）

- 簡単な設計の新しい技術が太陽施設を効率化 -

サンディア国立研究所の研究者リッチ・ダイバーによって発明されたミラー調整測定装置が、まもなく最もポピュラーな集光システムの 1 つである放物（パラボラ）トラフを、より手頃でエネルギー効率の良いものにするであろう。この新しい理論オーバーレイ写真技術(TOP: Theoretical Overlay Photographic Technology)が、その簡単さと地球温暖化の解決策を見いだす必要性のために、太陽産業からの興味を引きつけている。

「TOP アライメントは、太陽の光が太陽光受光器に正確に焦点を結ぶのを妨げる、不正確なミラー調整という、トラフシステムが持つ重要な問題を解決するかもしれない。正確に調整されていないミラーは、エネルギーを失い無駄にする」とダイバーは述べる。



図1 サンディア国立研究所の放物（パラボラ）トラフ太陽熱集光システム

放物トラフは、放物形曲面のミラー表面を使用する。このミラーは、トラフの長さ方向に走る受光パイプに太陽の光を集中させる(図1参照)。

焦点領域にはオイルが流れていて、それが高温に加熱され、次に、水蒸気を発生させるために熱交換器を通り抜ける。その後、この水蒸気は従来の発電所のタービンを動かすために使用される。

カリフォルニア州バーストウの近くのモハーベ砂漠にある世界最大の放物トラフ施設は、最大出力 354 メガワットの電力を生産する 9 ヶ所の発電所から成っている。発電所の大きさは 14 ~ 80MW の範囲にある。例えば、クレイマー・ジャンクションの近くの 30MW の発電所は、各々、約 10,000 モジュールを持ち、各モジュールは 20 個のミラーより構成されている。ネバダ州のラスベガスへ電力を供給する 64MW のトラフ発電所は、まもなく稼働し始める予定であり、また、1MW の発電所がアリゾナ州に存在している。

放物トラフシステムの問題は、最大エネルギー効率を妨げる正確なミラー調整の欠

如である、とダイバーは述べる。太陽ディッシュシステムのミラー調整に使用される方法の変形から借用して、ダイバーは、放物線トラフ発電所のミラー調整を、迅速で効率的に評価して補正処置を決定する光学的アプローチの TOP アライメント法を思いついた。

「この方法は、トラフ発電所建設の最中に、また既存の発電所の性能向上や日常保守のために使用することができる。これは、据え付けが簡単で、複雑なハードウェアを必要とせず、受光器の移動を必要としないので、理想的なミラー調整技術である」とダイバーは語る。

この TOP アライメント法は、垂直の撮影支柱に沿って置かれた 5 台のカメラから構成されている。カメラのうちの 4 台は、4 列の放物モジュール・ミラーのデジタル写真画像を撮る。中央のカメラはモジュールの中心を撮影する、そこには照準用の計器が付けられている。それは垂直にセンタリングし、あるいはトラフモジュールに対する撮影支柱の照準に使用される。

その後、ベクトル代数と投影理論が、完全に調節された状態のミラーの理論的受光器投影像を予測するために使用される。計算された完全に調節したミラーの理論的受光器投影像は、ミラーの実際の受光器像位置の写真に被せられる。その画像と実際の像で、ミラーがどのように調整されなければならないかを示すために比較される。その後、正しい位置にミラーを調節する問題に移る。

「この全プロセスは非常に簡単である。一旦ミラーが調整されれば、省エネルギーはスタートする。それは、地面からお金を拾うことと似ている。そして、ミラーはその発電所の寿命にわたって調整されている」とダイバーは述べる。

カリフォルニア州クレイマー・ジャンクション発電所のような商業規模のトラフ発電所での必要性に取り組むために、ダイバーとモスは、ハイウェイ沿いの放物発電所に安全に移動することができる政府のヴァンに引かれたトレーラーに TOP アライメント取付具をマウントしている。このカメラは異なるプラントでのモジュールを撮影する。

画像は後で処理され、そしてアライメント調整を詳述する工事指図書が作成される。都合の良い時には、発電所の運転中さえ、アライメント調整が行える。

人々は少なくとも 20 年間の間、放物モジュールのミラー調整の方法を見つけ出そうとしていた、とダイバーは述べる、しかし、その方法は、常に、厄介でまたあまりにも長い時間がかかるものであった。

彼とモスは、アルバカーキのサンディア国立研究所の全米太陽熱試験設備にある、20 年来の放物モジュールを使用して、TOP アライメント技術を開発した。この放物モジュールはクレイマー・ジャンクションのものと同じである。

彼等は、2006 年 3 月と 10 月に、アリゾナ州ツーソン郊外のトラフ発電所で TOP アライメントシステムの調整試験を行った。次のステップは、今年の後半に、クレイマー・ジャンクションのシステムを試験する予定である。また、最終的に、放物トラフ発電所運転員およびトラフプロジェクト開発者に、この技術をライセンスする予定でもある。

(出典 : <http://www.sandia.gov/news/resources/releases/2007/trough.html>)

【エネルギー】 原子力

韓国における原子力エネルギーの動向

本稿では、韓国の「2007年度原子力研究開発事業の施工計画」及び「第3次原子力振興総合計画」について紹介する。

1. 2007年度原子力研究開発事業の施行計画の策定

2007年1月、韓国科学技術部は第12次「原子力研究開発事業審議委員会」を開催し、合計1,909億ウォン(前年比1.5%増)の予算を投入する「2007年度原子力研究開発事業施行計画」を策定した。

この計画では、未来型核心・源泉技術を開発する原子力技術開発事業に1,450億ウォン、研究施設の基盤構築及び人材基盤を拡充する原子力研究基盤拡充事業に225億ウォン、放射線融合・医療技術を開発する放射線技術開発事業に205億ウォン、研究企画・政策・評価事業に29億ウォンの研究費が投入される。未来型核心・源泉技術に係る予算内訳としては、未来型原子炉システム開発に212億ウォン、原子力安全技術に300億ウォン、核燃料周辺技術に272億ウォンを投資する。

2. 第3次原子力振興総合計画

2007年1月に、韓国政府は国務総理の主宰で原子力委員会を開催し、科学技術部をはじめとする関連部処(日本の省庁に当たる)や原子力の専門家などが参加した中で、2007年から2011年までの5年間の韓国における原子力に関するビジョンと政策目標を盛り込んだ「第3次原子力振興総合計画」を策定した。

同計画においては、「エネルギーの確保、環境保全、国民生活の質の向上及び科学技術の発展に寄与する原子力」というビジョンを提示し、それを実現するための6つの政策目標と20の重点的な推進課題を設定した。

以下、6つの政策目標について説明する。

2.1 持続可能な発展のための安定的な原子力エネルギーを供給する

国内で開発した韓国型標準原発(OPR1000+)とAPR1400を中心に原子力発電の利用を拡大し、第3次電力需給基本計画(2006.12)に基づき、韓国型標準原発「OPR1000+」4基(新古里1.2、新月城1.2)、「APR1400」2基(新古里3.4)の建設を推進する。

Gen-IVなどの核不拡散性原子炉と核燃料周期に関する核心技術の開発を独自に推進する。使用後核燃料を管理するため、Pyro-process 核心工程に関する開発を

推進する。

中低準位放射性廃棄物処分施設を安全かつ適切な時期に建設し、高準位廃棄物管理に関する対策基盤を構築するなど、放射性廃棄物責任管理体系を構築する。

2.2 安全性の向上によって国民に親しまれる原子力のイメージを定着させる

定期的に安全性を評価し、長期稼働原発の安全性を確保することで事前予防的安全管理を徹底し、高いレベルの安全性を確保する。

「国際原子力規制者協議会(INRA)」や「多国間設計評価プログラム(MDEP)」など、国際原子力に関する安全及び規制プログラムに参加し、原子力安全規制技術の信頼性を高める。

地震波・音波の観測網や放射性核種分析装備の拡充など、原子力活動の探知能力の向上及び防災対策を策定する。

2.3 原子力の国際競争力を確保することで輸出産業として発展させる

制御棒集合体や計測制御設備などの原子力発電核心機器を国産化することで原子力発電の輸出に関する問題を解決する。

韓国独自のブランドとなる原子力輸出商品を開発する。

原子力発電の輸出対象国別に差別化した輸出戦略を立て、施行する。

2.4 放射線の利用を拡大することで国民の健康増進と生活の質向上に貢献する

「国家均衡発展計画」と連携し、大型研究施設や装備を地域別に特性化して支援する研究開発プログラムを開発する。

放射線医学技術を発展させ、国民の健康を増進する。

放射線融合先端技術を開発し、新しい産業を創出する。

放射線産業を効果的に育成するために支援制度を定着させる。

2.5 原子力の利用に関する開発を効率的に推進するための基盤づくりを進める

HANARO(High-flux Advanced Neutron Application Reactor)や陽性子加速器などの大型研究施設を通じて新しい研究基盤を構築する。

陽性子加速器センターを中心とした研究及び産業クラスターを形成する。

冷中性子装置など、HANARO を利用した中性子科学の研究基盤を構築する。

原子力の研究開発への投資を拡大し、投資財源別の役割を確立する。

国家 R&D 事業や中長期 Total Roadmap と連携し、原子力の研究開発を推進するよう支援する。

2.6 韓国原子力技術力を世界にアピールするために原子力外交及び国際協力を推進

国際協力チャンネル(IAEA、OECD/NEA など)を多様化し、原子力外交活動を強化する。

国家原子力統制体制に対する国際的信頼を高める。

以上の計画を推進するため、原子力技術を先進化し、未来に向けた有望な技術を確保する事が必要である。このため、原子力研究開発への投資を拡大して行くことを計画している。

下表は、2007～2011年の投資額（政府・民間）を示したものである。

表1：韓国の原子力研究開発投資額 (単位:億ウォン)

年度	2007	2008	2009	2010	2011	計
政府投資額	3,327	3,787	4,101	4,319	4,643	20,177
民間投資額	800	824	827	852	877	4,180
計	4,127	4,611	4,928	5,171	5,520	24,357

参考資料

- 「1. 2007年度原子力研究開発事業の施行計画の策定」関連
科学技術部報道資料 1349番、 <http://www.most.go.kr/>
- 「2. 第3次原子力振興総合計画」関連
科学技術部報道資料 1367番、 <http://www.most.go.kr/>

【環境】地球温暖化現象

EU の温室効果ガス排出量は 2005 年に減少

6月14日、EUの温室効果ガス排出量が2005年に0.7%減少したことが発表された。EU 環境委員スタブロス・ディマスはこの知らせを歓迎し、加盟国により一層の持続的な排出削減を進めるために構造的な経済改革を加速化させるよう促した。2005年の排出量減少により、EU27 カ国の排出量は京都議定書の基準年（大部分の国及び温室効果ガスは1990年）の水準を11%下回り、EU15 カ国では同じく2%下回った。京都議定書の下で、EU15 カ国は2008年から2012年までの平均排出量を基準年比で少なくとも8%削減することを約束している。

環境委員スタブロス・ディマスは次のように述べる。「欧州経済が力強い成長を示しながら排出量が減少傾向にあることは非常に喜ばしいことだ。しかし、EU が京都議定書の目標を達成するためには、多くの加盟国が大幅な排出削減への取り組みを加速化させる必要がある。3月のEU 首脳会議で長期的な排出削減目標が採択されたことにより、大胆な政策措置で構造改革を行い、エネルギーの生産と利用の仕方を変えることを先送りにする理由はなくなった。思い切った措置をとれば、排出量を長期にわたり確実に削減することができるだろう。」

EEA（欧州環境庁）が発表したEUの2005年の温室効果ガス排出目録は、EU15 カ国の排出量が2004年から0.8%減少し、EU27 カ国の排出量が同じく0.7%減少したことを示している。2005年にEU27 カ国のGDPが1.8%増加したことを考慮すれば喜ばしい成果である。

ドイツ、フィンランド、オランダおよびルーマニアは、2005年の排出量（絶対量）の減少に最も貢献した国々である。ドイツの排出量は、2.3%またはCO₂換算で2,350万トン減少した。また、フィンランドは14.6%（1,190万トン）、オランダは2.9%（630万トン）、ルーマニアは4%（640万トン）減少した。ベルギー、チェコ共和国、デンマーク、エストニア、フランス、ルクセンブルグ、スロバキア、スウェーデンおよび英国の排出量も減少した。

2005年にEU15 カ国の排出量が減少した主な要因は、公共の電力及び熱生産、家庭

EU15 カ国は京都議定書の下で8%の排出削減を約束しており、その枠組みの中で温室効果ガスの排出を抑制または削減するために法的拘束力を持った国別目標を設けている。新規加盟諸国は、EU15 カ国の全体目標が決定した後にEUに加盟したため、目標達成の義務は負っていない。その代わりに、新規加盟国は京都議定書に基づき基準年から2008 - 2012年の間に排出量を6%または8%削減することを個別に約束している。但し、目標を設定していないマルタとキプロスは除外される。

及び業務用途、道路輸送に起因する CO₂ 排出が減少したことである。

公共の電力及び熱生産に起因する CO₂ 排出は、主に石炭利用の落ち込みにより 0.9% 減少した。家庭と業務用途に起因する CO₂ 排出は、ドイツ、英国およびオランダで大幅に減少し、全体で 1.7% 減少した。全般的な要因としては、例年と比べて暖冬であったことが挙げられる。また、ドイツでは一連の革新的な政策が功を奏し始め、廃棄物部門のメタン排出が大幅に削減された。

道路輸送からの CO₂ 排出は、EU15 カ国で 0.8% 減少した。この要因もドイツの排出量減少によるところが大きい。

EU15 カ国の中で、2005 年に排出量の絶対値が最も増加したのはスペインである。スペインの排出量は、3.6% (CO₂ 換算で 1,540 万トン) 増加した。その主な要因は、化石燃料発電所の発電量が 17% 増加したことによるもので、河川水位の低下により水力発電所の発電量が 33% 減少したことと結びついている。

ポーランドは、EU12 カ国の中で排出量の絶対値が最も大きく増加し、0.6% または CO₂ 換算で 230 万トンの増加を記録した。主な要因は、エネルギー部門でメタンの逸散排出が 1% 増加したこと、また農業部門におけるメタンと亜酸化窒素の排出量がそれぞれ 5% と 4.5% 増加したことにある。オーストリア、ブルガリア、ギリシャ、ハンガリー、アイルランド、イタリア、ラトビア、リトアニア、マルタ、ポルトガルおよびスロベニアでも 2005 年の排出量が増加した。

2005 年は、EU 排出量取引制度 (ETS) の対象施設から提出された検証済みの CO₂ 排出データが初めて揃った年である。EU ETS は、2005 年 1 月 1 日に開始された。2005 年に EU ETS の対象となった CO₂ 排出は、EU25 カ国の CO₂ 総排出量の約 50% ならびに EU25 カ国の温室効果ガス総排出量の約 40% を占めた。これはおよそ 20 億トンに相当する。

EU ETS の開始以前の年については第三者機関の検証を受けた排出データがないため、このスキームが排出量に与える全体的な影響を把握することは困難である。しかし、これまでに行われた学術的な研究は、2005 年の排出量が EU ETS 開始前の水準と比べて数パーセント減少した可能性があることを示している。

環境委員ディマスは次のように述べる。「欧州委員会は、2008 年から 2012 年までに EU ETS の対象部門の排出量を確実に減少させることを約束している。また、欧州気候変動プログラムと各加盟国の行動計画の下で合意されたその他の政策措置を国レベルで全面的に実施する必要がある。」

より詳細な情報は以下を参照されたい。

EEA (欧州環境庁) のプレスリリース :

<http://www.eea.europa.eu/pressroom/newsreleases/eu-greenhouse-gas-emissions-decrease-in-2005>

1990 年から 2005 年までの温室効果ガス排出目録に関する EEA の報告書 :

http://reports.eea.europa.eu/technical_report_2007_7/en

欧州委員会の気候変動関連のウェブサイト :

http://ec.europa.eu/environment/climat/home_en.htm

出典 : Climate change: Commissioner Dimas welcomes 2005 reduction in EU greenhouse gas emissions and calls for further action

<http://europa.eu/rapid/pressReleasesAction.do?reference=IP/07/835&format=HTML&aged=0&language=EN&guiLanguage=en>

翻訳 : 山本 かおり

【付属資料】

表 CO₂換算の温室効果ガス排出量(炭素吸収源を除く)と2008年から2012年までの京都議定書目標の比較

加盟国	基準年 ⁽¹⁾ (100万トン)	2005年 (100万トン)	増減 2004-2005 (100万トン)	増減 2004-2005 (%)	増減 基準年-2005 (%)	京都議定書と EU負担分担協定の 2008-12年 目標(%)
オーストリア	79.0	93.3	2.1	2.3%	18.1%	-13.0%
ベルギー	146.9	143.8	-3.8	-2.6%	-2.1%	-7.5%
ブルガリア	132.1	69.8	0.9	1.3%	-47.2%	-8.0%
キプロス	6.0	9.9	0.0	0.2%	63.7%	-
チェコ共和国	196.3	145.6	-1.5	-1.0%	-25.8%	-8.0%
デンマーク	69.3	63.9	-4.3	-6.3%	-7.8%	-21.0%
エストニア	43.0	20.7	-0.5	-2.3%	-52.0%	-8.0%
フィンランド	71.1	69.3	-11.9	-14.6%	-2.6%	0.0%
フランス	563.9	553.4	-2.7	-0.5%	-1.9%	0.0%
ドイツ	1,232.5	1,001.5	-23.5	-2.3%	-18.7%	-21.0%
ギリシャ	111.1	139.2	1.6	1.2%	25.4%	25.0%
ハンガリー	123.0	80.5	1.0	1.2%	-34.5%	-6.0%
アイルランド	55.8	69.9	1.3	1.9%	25.4%	13.0%
イタリア	519.5	582.2	1.7	0.3%	12.1%	-6.5%
ラトビア	25.9	10.9	0.2	1.5%	-58.0%	-8.0%
リトアニア	48.1	22.6	1.5	7.2%	-53.1%	-8.0%
ルクセンブルグ	12.7	12.7	-0.1	-0.4%	0.4%	-28.0%
マルタ ⁽²⁾	2.2	3.4	0.2	6.1%	54.8%	-
オランダ	214.6	212.1	-6.3	-2.9%	-1.1%	-6.0%
ポーランド	586.9	399.0	2.3	0.6%	-32.0%	-6.0%
ポルトガル	60.9	85.5	0.9	1.0%	40.4%	27.0%
ルーマニア	282.5	153.7	-6.4	-4.0%	-45.6%	-8.0%
スロバキア	73.4	48.7	-0.8	-1.6%	-33.6%	-8.0%
スロベニア	20.2	20.3	0.4	2.1%	0.4%	-8.0%
スペイン	289.4	440.6	15.4	3.6%	52.3%	15.0%
スウェーデン	72.3	67.0	-2.7	-3.9%	-7.4%	4.0%
英国	779.9	657.4	-3.0	-0.5%	-15.7%	-12.5%
EU15 カ国	4,278.8	4,192.0	-35.2	-0.8%	-2.0%	-8.0%
EU27 カ国	5,818.5	5,177.0	-37.9	-0.7%	-11.0%	該当なし ⁽³⁾

⁽¹⁾EU15 カ国は、二酸化炭素、メタン、亜酸化窒素の基準年を1990年としている。フッ素化合物ガスは、加盟国中12カ国が1995年を基準年としているが、オーストリア、フランスおよびイタリアは1990年を採用している。EU15カ国の排出目録は各加盟国目録を合計して算出される。このため、EU15カ国の基準年におけるフッ素ガスの推計排出量は、12カ国の1995年時点の排出量とオーストリア、フランスおよびイタリアの1990年時点の排出量の合計となる。また、EU15カ国の基準年における排出量は、オランダ、ポルトガルおよび英国の森林伐採による排出量を含む。ブルガリアは、二酸化炭素、メタンおよび亜酸化窒素の基準年を1988年としており、ハンガリーは1985年から1987年の平均、スロベニアは1986年、ポーランドは1988年、ルーマニアは1989年としている。スロバキアはフッ素化合物ガスの基準年を1990年としており、ルーマニアは1989年としている。その他の新規加盟国は全て1995年を基準年としている。⁽²⁾マルタの2005年のデータは推計値である。⁽³⁾EU27カ国は共通の京都議定書目標を設定していない。注記：マルタとキプロスは個別の京都議定書目標を設定していない。出典：欧州環境庁

【産業技術】 I T**シリコンナノワイヤーによりデータ記憶技術を向上（米国）**

米国立標準技術研究所(NIST)の科学者は、ジョージメーソン大学および韓国光雲大学の同僚と共に、従来のタイプのデータ記憶素子とシリコンナノワイヤーを組合せた記憶素子を開発した。このハイブリッド構造は、最近構築された他のナノワイヤー基盤の記憶素子に比べより信頼でき、より容易に商業応用へ統合できる。

最近の論文*で報告されているように、この素子は不揮発性メモリ素子であり、素子の電力が無くても保存された情報は失われないことを意味している。デジタルカメラのメモリーカードやUSBメモリースティックなどで使用されている、いわゆる「フラッシュ」メモリは、電子的不揮発性メモリの有名な例である。

この新しい素子では、ナノワイヤーは、半導体酸化窒化酸化物半導体(SONOS)技術として知られている階層構造のフラッシュメモリに類似した、よりハイエンドタイプの不揮発性メモリに統合されている。

このナノワイヤーは、手作業操作が不要の自己調整技術を使用して位置決めをしており、大規模な商業ベースにのる素子の生産コストならびに全コストを、より複雑な製作方法を必要とするフラッシュメモリーカードより、さらに安価にすることができる。

研究者は、ナノワイヤーを階層酸化窒化酸化物基質上に成長させた。ナノワイヤーの両端に正電圧を加えると、ナノワイヤー中の電子がトンネル電流として流れ、基質を充電させる。負電圧では、電子をトンネル電流によりナノワイヤーへ戻らせる。このプロセスが、この記憶素子の記憶の鍵である。

完全に充電された時、各々のナノワイヤー素子は、電子の位置に依存して、「0」あるいは「1」のシングルビットの情報を記憶する。電圧が加わっていない時に記憶情報を読むことができる。

この素子は、確立したチップ技術とナノワイヤーの優れた電子特性を組合せており、不揮発性メモリ応用でナノワイヤーを非常に有望にする数々の特性を持っている。例えば、このナノワイヤーは簡単に読み書きし消す能力を持っている。

その特性は、長い記憶時間と情報記憶の電圧の範囲を誇る。これらは、好ましい記憶保持力と外乱電圧への高い抵抗力を示している。さらに、この素子は、回路が明白に'0'と'1'の状態を識別することを可能にする特性である大きなオン/オフ電流比を持っている。

ナノワイヤー基盤記憶素子の代替案に関して NIST の設計が持っている 2 つの利点は、高温での高い安定性と既存のチップ製造技術への容易な集積化である、と研究者は述べている。

* Q. Li, X. Zhu, H. Xiong, S.-M. Koo, D.E. Ioannou, J. Kopanski, J.S. Suehle and C.A. Richter. Silicon nanowire on oxide/nitride/oxide for memory application. Nanotechnology 18 (2007) 235204.

(出典 : http://www.nist.gov/public_affairs/techbeat/tb2007_0608.htm#nanowire)

【産業技術】 ライフサイエンス ナノテクノロジー

DNA のふるい：ナノスケール細孔が小さな解析ラボになる（米国）

マイクロチップ上で、あるいは微量の塩水中に適合可能なシステムを使用して、DNA や毒素のような小さな生体分子を迅速に識別することができることを想像しよう。それはあなたの考えよりもっと近づいている、と米国立標準技術研究所(NIST)、ブラジルのペルナンブコ連邦大学およびデートン(オハイオ州)のライト州立大学の研究者チームは語る。

全米科学アカデミーの会報に報告された論文*の中で、この研究者チームは、細胞壁に似た薄い細胞膜中の僅か 1 ナノメートル寸法の細孔が、チャンネルを通り抜ける生体分子のモデルである種々の寸法のポリマー鎖を正確に検知し分類するのに使用できることを初めて証明した。

これまで未知の分子は、質量分析法を使用して測定し識別されている。この方法は、多量の標的分子のイオン化と分解を含むプロセスであり、次に、もとの試料の分子指紋を作るために結果として生じた分子の質量を解析する。この質量分析機器は大きなデスクを占領する大きさである。

対照的に、全米科学アカデミー会報 (PNAS) 論文に記述された「単一分子質量分析」システムは、単一マイクロチップ装置に適合するほどの小さな空間で、原理上、一度に 1 つの分子を測定することができる非破壊技術である。

この技術は、生体細胞に似ている脂質二分子膜を作り、特別に細胞膜に浸入するためにブドウ球菌アウレウスバクテリアによって作られたタンパク質(溶血素)で細胞膜に細孔を空けることを含んでいる。

一本鎖 DNA のような荷電分子は、印可電流によって、一度に一つずつナノ細孔へ押し込まれる。この細孔は、その最も小さな点で、わずか 1.5 ナノメートルである(人の毛の直径は約 10,000 ナノメートル)。その電流の流れは、分子がチャンネルを通り抜ける時に、各々の鎖の寸法に比例して低下し、その質量が容易に引出すことを可能にする。

この実験では、荷電していないポリマーポリエチレングリコール(PEG)溶液中の様々の寸法の鎖を生体分子の代わりに用いた。各々のタイプの PEG 分子は、通り抜ける時に、ナノ細孔の電導度を異なって大きさで低下させるので、研究者が PEG 鎖の寸法を別のもものと区別することを可能とする。

結果として、特定寸法の高度に純化された PEG 溶液が、このナノ細孔で評価された。結果として生じた指紋は、混合鎖溶液中の同じ寸法のポリマー試料を識別したものと非常に良く一致した。

実験と対照試験の両方からのデータの一層の増加が、従来の質量分析法によってなされた結果と関連させて、種々の PEG 鎖の質量測定と識別をもたらした。

必要な量の電流と同様に、脂質二分子膜および 溶血素の細孔の大きさは、ナノスケール寸法であるので、この「単一分子質量分析」技術は、ある日、チップ上の研究所の分子解析機や一本鎖 DNA シーケンサーに組み入れられるかもしれない。

* J.W.F. Robertson, C.G. Rodriguez, V.M. Stanford, K.A. Rubinson, O.V. Krasilnikov and J.J. Kasianowicz. Single-molecule mass spectrometry in solution using a solitary nanopore. Proceedings of the National Academy of Sciences, 104 (20): 8207, May 15, 2007.

(出典 : http://www.nist.gov/public_affairs/techbeat/tb2007_0510.htm#nanopore)

【ニュースフラッシュ】

米国 - 今週の動き (06/15/07-06/29/07)

NEDO ワシントン事務所

新エネ・省エネ

6月 /

12: **エネルギー省、産業部門のエネルギー効率改善で全米製造業者協会と協力**

エネルギー省 (DOE) の Samuel Bodman 長官が 6 月 12 日に、全米製造業者協会 (NAM) と、国内製造施設におけるエネルギー管理プログラム導入の支援、クリーンで効率の高い技術の採用、エネルギー効率の継続的改善とエネルギー集約度の継続的低減を目的とする覚書き (MOU) を締結。同合意の下、DOE と NAM は効率的エネルギー管理プログラム導入に必要なツールやロードマップ及び技術の総合目録や関連ウェブサイトを構築予定。米国の産業部門が 10 年間でエネルギー集約度を 25% 低減できれば、米国は 8,400 兆 Btu 相当のエネルギー (米国全世界の 1 年分の暖房をまかなえる量) を節減可能と見られている。(Department of Energy News Release)

13: **エネルギー省、省エネ住宅研究に 5 年間で 4,000 万ドルを投資すると発表**

エネルギー省 (DOE) の Samuel Bodman 長官が 6 月 13 日、米国の住宅エネルギー効率を改善する省エネ住宅パートナーシップ (Energy Efficiency Housing Partnership) 研究に 2008 年度からの 5 年間で総額 4,000 万ドルの助成金を授与予定と発表。同グラントは、DOE のビルディング・アメリカ・プロジェクト (2020 年までにゼロ・エネルギー・ホーム (エネルギー純消費量がゼロの住宅) を建設することを目指す、DOE の産官パートナーシップ) の一環として実施されるもので、新設住宅のエネルギー使用量を平均で 30% ~ 90% 削減する技術を研究・開発・導入するプロジェクトを支援。(Department of Energy News Release)

環境

6月 /

12: **気候ニュートラル化に正式にコミットした、米国の大学 284 校**

米国の学生人口の約 15% を代表する大学の学長や総長が 6 月 12 日に、自校キャンパスの気候ニュートラル化 (climate neutrality) に公式にコミットする「米国大学学長の気候公約」に署名。この公約は、全米の約 300 の市町村が調印した「米国市長の気候保護公約」をモデルとし、現在、全米の 284 の学術機関が加盟。「米国大学学長の気候公約」に加盟する機関は、気候ニュートラル化を達成するため、包括的プランを策定するほか、温室効果ガス (GHG) 排出削減策を 2 つ以上実施し (キャンパス新築物を LEED シルバー基準で建造、省エネ機器調達方針の採用、15% 以上の大学消費電力を再生可能資源由来電力で手当て等)、また プランや GHG 目録・進捗状況報告を「高等教育における持続可能性向上のための協会」への提供を通じて公開する旨、約束。(E&E News PM; The Commitment)

議会・その他

6月 /

19: **下院科学・技術委エネルギー・環境小委における「バイオ燃料利用拡大への道」公聴会**

下院科学・技術委員会エネルギー・環境小委員会は、Nick Lampson 同小委員長 (民主、テキサス州) が草稿した「バイオ燃料研究開発推進法案」草案に関し専門家や利害関係者の意見を聴取するため、6 月 14 日に公聴会を開催。同法案は主要条項として (1) 現行インフラを利用したバイオ燃料の輸送や貯蔵に固有な問題に対応する研究・開発・実証プログラムへの予算提供、(2) バイオ精製所のエネルギー効率改善を狙った研究プログラムの設立、(3) バイオ燃料関連研究の予算の増額、(4) バイオ燃料生産率の低い州のために、生産量増大を狙ったグラント計画の設置、等を含む内容と見られる。公聴会では、冒頭 Lampson 委員長がバイオ燃料用の原料拡大 (木片やスイッチグラスその他セルロース系材料) のための技術コスト引下げの重要性を訴えたほか、エネルギー省 (DOE) 国立再生可能エネルギー研究所 (NREL) 専門家はバイオ燃料の原料をトウモロコシからバイオマスに切り替えるための技術開発にまだ 10 年程度かかる見通しと述べた。Standard Renewable Energy 社理事長はバイオディーゼルの増加のための研究支援・インフラ整備・使用基準導入 (10 年で 5%) を要請したが、一方で、再生可能燃料協会会長はバイオ混合燃料の多様性への配慮を訴え、先進バイオ燃料連合専務も技術・原料中立的な政策の推進を訴えた。環境団体の Friends of the Earth 幹部は、温室効果ガス削減・地方経済活性化への配慮を主張した。

21: **上院本会議、エネルギー法案を可決**

米国上院は 21 日夜、65 対 27 でエネルギー法案を可決。審議行き詰まりの一因となっていた企業平

均燃費 (CAFE) 基準の引上げに関する超党派の妥協案が 6 月 21 日夕刻に成立したことが契機。ベースは Harry Reid 上院民主党院内総務 (ネバダ州) が 2007 年 5 月 17 日に発表した「2007 年再生可能燃料、消費者保護、及びエネルギー効率改善法案」(上院第 1419 号議案。下院が 1 月 18 日に可決した「2007 年 CLEAN エネルギー法案」(下院第 6 号議案)の対案として提出)。

Reid 提案の概要は、(1) エネルギー安全保障及び輸送の為にバイオ燃料 (2008 年から 2022 年までの再生可能燃料使用基準 (RFS) 及び 2016 年から 2022 年までの先進バイオ燃料消費量の設定 (それぞれ 2022 年に 360 億ガロン、210 億ガロン) 燃料補給回廊 (パイロット施設 10 ヶ所) やバイオエネルギー研究開発 (DOE、2008 年度 3.77 億ドル) (2) エネルギー効率改善推進 (先進照明の推進や電化製品向けエネルギー効率新基準促進、自動車のガソリン消費削減目標設定 (2017 年まで EIA 推定レベルより 20%削減)、高効率自動車・先進バッテリー推進等) (3) 炭素回収貯留技術の研究・開発・実証 (研究・開発・実証プログラム (年間 1-2 億ドル)、CO₂ 貯留容量査定評価等) (4) コスト効率的・環境持続可能な公共ビルディング、(5) 企業平均燃費 (CAFE) 基準 (乗用車・軽トラの基準を 2020 年までに 35 マイルまで引き上げ、運輸長官が車両サイズに基づく基準を設定、フレキシブル燃料自動車を生産する自動車メーカーに、2012 年型新車の最低 50%、2015 年型車の 80% をフレキシブル燃料自動車とするよう義務付け等) (6) 便乗値上げ対策、(7) エネルギー外交・安全保障強化、といった内容。

これに対し、上院本会議に提出された 327 本の修正法案の内、審議・採決された主要な修正法案としては、(a) 米国の 1 日当たりの石油消費を 2016 年までに 250 万バレル、2026 年までに 700 万バレル、2031 年までに 1,000 万バレル減らすことを義務付ける修正法案 (上院修正法案第 1509 号議案: Joe Lieberman 上院議員 (無所属、コネチカット州) 提案: 6 月 12 日、63 対 30 で可決) (b) 再生可能エネルギー使用基準 (RPS) の設定 (否決・撤回) (c) プラグイン・ハイブリッド車の開発推進や電気自動車調達プログラム等の導入によって、輸入石油依存度の軽減を図る修正法案 (上院修正法案第 1572 号議案: Ken Salazar 上院議員 (民主、コロラド州) 提案: 6 月 14 日、発声投票で可決) (d) 石炭液化燃料 (CTL) の使用義務付け設定 (否決)、(e) 乗用車及び軽トラックの企業平均燃費 (CAFE) 基準を 2020 年までに 35 マイルまで引き上げ、2021 年から 2030 年までは運輸長官に達成可能な最大限基準の設置を義務付け、2015 年に米国で製造・販売される新車の 50% を代替燃料自動車とする計画を策定するよう運輸長官に命じる修正法案 (上院修正法案第 1792 号議案: Ted Stevens 上院議員 (共和、アラスカ州) 提案: 6 月 21 日、発声投票で可決) (f) 温室効果ガス (GHG) の国家目録を創設する修正法案 (否決) (g) 輸入エタノールに対する 1 ガロンあたり 54 セントの関税を撤廃する修正法案 (否決) (h) 石油・ガス業界の税金を増額し、321 億ドルの再生可能エネルギー生産インセンティブを提供する修正法案 (討議終結に至らず) (i) 石油生産・輸出国が石油生産量や原油価格操作を違法とし、米国司法省が OPEC に対して独禁法違反の訴訟を起こすことを認める修正法案 (上院修正法案第 1519 号議案: Herb Kohl 上院議員 (民主、ウィスコンシン州) 提案: 6 月 19 日、70 対 23 で可決) など。