

2007.8.15

BIWEEKLY

1005

NEDO 海外レポート

I. テーマ特集 — 電子・情報通信技術 —

1. 独創的なアイデアと力強い技術開発による IT 技術の進歩に期待(NEDO 電子部)	1
2. 米国連邦政府の電子情報技術 R&D 政策(NEDO 電子部)	4
3. 米国連邦政府機関における半導体関連技術 R&D の取り組み(NEDO 電子部)	9
4. ドイツ連邦政府による電子技術の研究開発・促進策(NEDO 電子部)	19
5. EU の FP7 における情報通信技術(ICT)への取組状況	27
6. 米国立標準技術研究所マイクロエレクトロニクス・プログラムの戦略見通し	35
7. 米国立標準技術研究所は RFID セキュリティを確実にするガイドラインを発表	46
8. ドイツにおける RFID の動向と取り組み	48
9. 注目されるスウェーデンの IT 技術	50
10. モバイル TV:欧州委、単一規格の採用を希望(EU)	52
11. イタリアの IT 産業 2006 年の状況	54
12. ユニークな量子効果がシリコンナノ結晶で見つかる(米国)	56
13. 多数の原子が量子のスクエアダンスでパートナーとスピンを交換(米国)	58

II. 個別特集

1. 「第 3 回 ADEME-NEDO 合同ワークショップ」開催報告(フランス)(NEDO 企画調整部)	61
2. 米国エネルギー省による風力発電年次報告(第 3 回)	69
3. ロボット技術国際標準化会議参加報告(ベルギー)(NEDO 機械部)	76
4. 第 110 議会に提出されている気候変動法案(米国)(NEDO ワシントン事務所)	80
5. 上下両院協議会、米国競争力強化を目指す America COMPETES 法案で合意(米国) (NEDO ワシントン事務所)	86

III. 一般記事

1. エネルギー (石炭ガス化) 石炭地下ガス化プロジェクトで BP 社と LLNL が技術協力(米国)	94
(新・再生可能エネルギー全般) 韓国における新エネルギー動向	96
2. 産業技術 (ライフサイエンス) ゲノムの秘密が明らかに(EU)	101
(ナノテクノロジー) 再充電可能リチウム電池の容量向上に有望な新しい階層化材料(米国)	103

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	104
--	-----

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。

【電子・情報通信技術特集】LSI 配線技術

独創的なアイデアと力強い技術開発による IT 技術の進歩に期待

NEDO 技術開発機構 電子・情報技術開発部
プログラマージャー
秦 信宏

高度 IT 社会の発展を支えるシリコン半導体集積回路（LSI）技術の分野では、微細化を進めて集積度を上げることにより、機能と動作速度を向上させコストを下げるといった技術革新を厳しい国際競争の中で急ピッチに推進してきました。この微細化トレンドの前方に立ちはだかる技術障壁として比較的最近意識されるようになった大きな課題のひとつに LSI 配線技術が挙げられます。

LSI を微細化するということは、配線金属を細くすることにもなります。マクロに見れば配線の電気抵抗は配線の断面積に反比例して上昇します。ミクロに見れば配線金属は多結晶体であり結晶粒界が存在し、また周辺の絶縁層との界面もあります。微細化に伴い配線が細くなれば結晶粒が小さくなり、配線中の電子が結晶粒界や絶縁層との界面で散乱を受ける頻度が高くなりやはり電気抵抗が増大します。電気抵抗の増大が消費電力・信号遅延時間の増大を引き起こすことはいうまでもありません。

また微細化した配線に信号電流を流す場合、電流密度が配線の断面積に反比例して増加します。細い配線金属に大きな電流密度で電流を流すと金属原子の移動が起こり断線不良を引き起こします。微細化はまた配線金属を相互に絶縁する絶縁層が薄くなることをも意味します。絶縁層の厚みに反比例して増大する電気容量がやはり消費電力と信号遅延時間増大の原因となります。

これらの問題が顕在化して以来、配線金属を旧来のアルミニウムからより電気抵抗の低い銅に替える、絶縁膜を旧来のシリコン酸化膜からより誘電率の低い(Low-k)材料に替えるといった材料技術的なアプローチだけでなく、配線層を多数層積層する多層配線技術、距離の長い配線を太くする逆スケールリングなどの技術革新が重ねられてきましたが、さらにその先の技術が必要になっています。

今回はこうした技術課題に世界各国がどのように取り組んでいるのかを見てみましょう。IEEE(Institute of Electrical and Electronics Engineers, Inc.) が主催する IITC(International Interconnect Technology Conference)は LSI 配線分野の国際会議で毎年 1 回 6 月頃にサンフランシスコ国際空港に隣接した Hyatt Regency Hotel で開催されてきました。今年の IITC2007 で 10 回目になります。

IT 技術の進歩から取り残されてはならないと NanoCMOS プロジェクトで hp(ハーピッチ)45nm の CMOS 研究開発を産学官体制で進め成功をおさめてきた欧州委員会(European Commission)では、その後継として hp32 – 22 nm の CMOS 研究開発を行う PULLNANO プロジェクトを約 1 年前にスタートしたところでした。CMOS とは Complementary Metal Oxide Semiconductor (相補型金属酸化膜半導体) のことで、現在の半導体 LSI のほとんどが CMOS です。

PULLNANO プロジェクトの CMOS 研究開発は LSI 配線技術の研究開発を含んでいます。ヨーロッパの半導体技術研究開発拠点としては、CEA Leti-Minatec があるフランスのグルノーブル、IMEC があるベルギーのルーバンやドイツのドレスデンなどが知られていますが、PULLNANO プロジェクトの研究開発資金の半分近くがグルノーブルに投じられているということで、IITC2007 ではグルノーブルからの発表が全部で 4 件 (内 1 件は招待講演) ありました。それらの内容は、hp32 nm の配線技術としてポーラス Low-k 膜 (ナノメートルサイズの空孔を導入して誘電率を低くした絶縁膜) と銅配線を組み合わせた配線構造形成に関する成果と、hp32 – 22 nm の配線技術として絶縁層にエアギャップ (空洞) と銅配線を組み合わせた配線構造形成に関する成果に関したものでした。

LSI 配線のように乗り越えるべき技術障壁が特に高い分野では、漸進的な技術開発と並んで、イノベーションにつながる新技術への挑戦も重要になってきます。アメリカの SRC(Semiconductor Research Corporation)が進める FCRP(Focused Center Research Program)の中の IFC(Interconnect Focus Center)から数多くの研究成果発表がありましたので例を二つ紹介します。

Rensselaer Polytechnic Institute(RPI)はカーボンナノチューブ(CNT)配線について発表しました。CNT は銅に比べて桁で高い電流密度でも原子移動が起こらないし、また電気伝導度が高い (つまり抵抗が低い) という特長がある反面、高密度に成長させる方法が確立されていないなどの解決すべき課題があります。RPI のグループではこの問題を解決するために毛細管凝集を利用する画期的な手法を実験的に示しました。

また Georgia Institute of Technology のグループは、配線幅のばらつきやラインエッジラフネス(LER)が信号伝達時間のばらつきに与える影響をモンテカルロシミュレーション解析した結果をもとに、2016 年頃の hp22nm には LER の影響がクリティカルパス (最長経路) の信号伝達時間のばらつきにおいて支配的になり、2020 年頃の hp14nm ではマルチコアマイクロプロセッサのアーキテクチャがシングルコアに比べて機能、消費電力、歩留まり、コストの面で有利になることを示しました。

わが国では、情報通信機器の高機能化、低消費電力化の要求を満たすシステム LSI

等を実現するため、半導体の微細化・集積化に対応した半導体デバイス・プロセス基盤技術の開発に取り組み **hp45nm** 以細の課題を解決する技術選択肢を提示することを目指して次世代半導体材料・プロセス基盤技術の開発(MIRAI)を NEDO が進めているところです。

IITC2007 では MIRAI の「新探求配線」および「先導研究」からそれぞれ 1 件の発表がありました。半導体先端テクノロジーズ(Selete)で実施している「新探求配線」からは CNT 配線の発表がありました。シリコン上にビア配線として形成した CNT の電気抵抗の温度依存性を測定し、CNT のビアの長さが **60nm** の場合に抵抗が温度に依存しないバリスティック(ballistic)伝導になることを明らかにしました。電子が CNT 中を散乱されずに流れるために低い電気抵抗が得られます。

一方「先導研究」からは東京工業大学のグループがオンチップ低電圧差動伝送線路配線を **hp90nm** のシャトルサービス利用によりシリコン上に形成して得た実測結果を元に、信号遅延時間と遅延時間ばらつきを従来の RC 配線と比較してそれぞれ **74%**および **89%**削減できることを示しました。

半導体 LSI 分野における困難な技術課題について、2010 年に向けた既存技術の改良から 2020 年に向けての新技术を目指す研究までを世界の研究者が最新の結果を公表して議論するこの会議は、技術の最新動向を是非見聞しておきたいという近郊のシリコンバレーの技術者も加わって興奮の中で進行しました。半導体 LSI 分野の技術障壁が高いということはそれをクリアしたところが国際競争力を獲得するということでもあり、独創的なアイデアと力強い技術開発により IT 技術の進歩が続くことを期待します。

【電子・情報通信技術特集】 研究開発政策 情報技術

米国連邦政府の電子情報技術 R&D 政策

NEDO 技術開発機構 電子・情報技術開発部

米国連邦政府では、情報通信分野における研究開発を積極的に推進しており、ネットワーキング及び情報技術研究開発プログラム（Networking and Information Technology Research and Development: NITRD）が中心となり、複数の連邦政府機関における横断型な政策立案・実施の調整が行われているほか、各機関でも独自の施策を展開するなど、様々な取り組みが行われている。ここでは、複数の政府機関における情報技術研究開発（IT R&D）の取りまとめ役となっている NITRD について調査することにより、米国連邦政府機関の IT R&D の中心的な動きを把握する。

NITRD¹とは、1991 年に制定された「High Performance Computing (HPC) Act of 1991 (Public Law 102-194)」を契機に設立された省庁横断型のワーキンググループで、連邦政府機関の IT R&D 政策の中心的な役割を担っている。今年で 16 年目を迎えた NITRD は、8 つの研究対象領域(PCA)を設定して、各省庁で行われている国家 IT R&D プロジェクトのコーディネートなどを行っているが、ハードウェアに関連した研究開発では、NITRD 予算の 4 割以上を占めるハイパフォーマンス・コンピューティングに関するものが中心であり、それ以外はソフトウェア、セキュリティ、ネットワーク等が対象である。したがって、IT R&D という観点において、「半導体」・「ストレージ・メモリ」を専門に取り扱っている連携プロジェクトやワーキンググループ等は存在していない。

2006 年 1 月にブッシュ大統領が一般教書演説の中で米国競争力イニシアティブ（American Competitiveness Initiative: ACI）² を提唱して以来、米国連邦政府では、科学、物理学、工学の分野における研究開発に対する取り組みを強化してきており、2007 年の教書演説においても同取り組みを引き継いでいくとされている。特に、情報技術（Information Technology: IT）に関連した部分では、ハイパフォーマンス・コンピューティング（High Performance Computing: HPC）に対する予算増額が顕著であり、米国が IT R&D 分野強化に動いてきたことが伺える³。

しかし、ACI 以前に、すでに米連邦政府機関は、各機関のミッションに基づき、様々

¹ <http://www.nitrd.gov/>

² <http://www.whitehouse.gov/stateoftheunion/2006/aci/>

³ ただし、最近の米国 HPC 関連 R&D の動向を見ると、ハードウェア技術の向上スピードに追いついていないソフトウェア分野について、強化しようとする傾向が見られている。Catherine Crawford “Where's The Software To Catch Up To Multicore Computing?” *Information Week* January 29, 2007 <http://www.informationweek.com/story/showArticle.jhtml?articleID=197001130>

な IT 関連研究開発プログラムを実施してきた。そうした各機関の取り組みに関する横断的な取りまとめ役として、ネットワーク及び情報技術研究開発（Networking and Information Technology Research and Development: NITRD）が設置されている。今年で 16 年目を迎えた NITRD は、国防総省（Department of Defense: DOD）、エネルギー省（Department of Energy: DOE）、国立科学財団（National Science Foundation: NSF）、国防総省国防高等研究事業局（Defense Advanced Research Projects Agency: DARPA）、米国標準技術局（National Institute of Standards and Technology: NIST）をはじめとする 14 の省庁・機関によって実施されている IT R&D プロジェクト間を対象としている。

NITRD では、以下 8 つの「Program Component Areas: PCA」と呼ばれる主要研究対象領域を設けており、それぞれの分野に特化した研究開発計画を立てている。しかしながら、NITRD には、「半導体」および「ストレージ・メモリ」に特化した PCA は設けられておらず、これら 2 分野は主にハイエンド・コンピューティングに関する研究開発の一環として行われていると見られる。

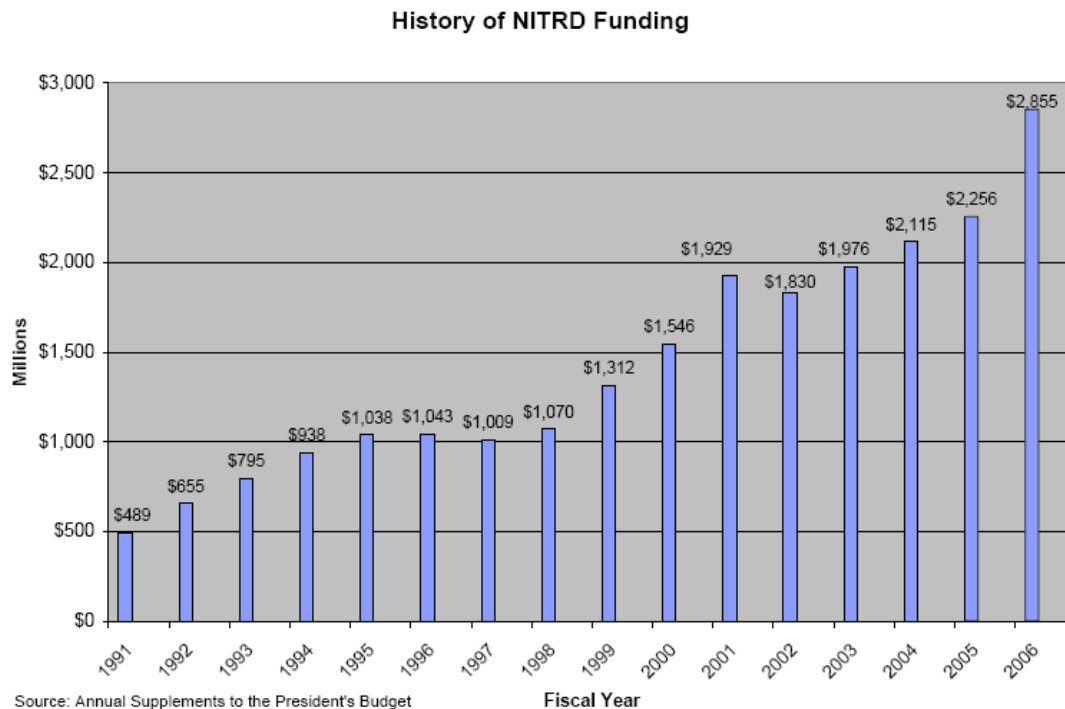
表 1: NITRD の研究対象領域(PCA)

研究対象領域	概 要
ハイエンド・コンピューティングの基盤とアプリケーション（HEC I&A）	ハイエンド・コンピューティング・システム（High End Computing: HEC）のアプリケーションおよびコンピューティング・インフラストラクチャの研究開発。
ハイエンド・コンピューティングの研究開発（HEC R&D）	ハイエンド・コンピューティング・システムのパフォーマンス向上を目指し、ハードウェア技術やシステム・アーキテクチャの研究開発を行い、次世代ハイエンド・コンピューティング・システムを開発。
サイバーセキュリティおよび情報保護（CSIA）	コンピュータベースのシステムにおける認証、整合性、可用性、などを保護するための研究開発。
ヒューマン・コンピュータ・インタフェースおよび情報管理（HCI&IM）	ヒューマン・コンピュータ・インタフェースの向上と、コンピューティング装置や情報リソースを管理し活用する能力を高める技術の研究開発。
大規模ネットワーク（LSN）	最先端のネットワーク技術やサービスおよびネットワークのパフォーマンスを向上させるための研究開発。
高信頼ソフトウェアおよびシステム（HCSS）	コンピュータ・システムに求められる信頼性、安全性、セキュリティ、可用性を実現するための技術の研究開発。
IT が及ぼす社会、経済、労働力への影響および IT 人材育成（SEW）	IT が社会システムに与える影響や需要が高い IT 技術者の人材育成に関する研究および教育分野における IT アプリケーションの開発。
ソフトウェアの設計および生産性（SDP）	有用で安全性と信頼性の高いソフトウェアを効率良く開発することを目的とした、理論的基礎研究、開発方法、技術及びツールの研究開発。

出典：NITRD <http://www.nitrd.gov/pubs/brochures/nitrd.pdf>

図 1 は、1991 年から 2006 年までの NITRD の予算規模を示したもので、NITRD の予算は 2006 会計年度で 28 億 5,500 万ドルとなっており、1991 年の 4 億 8,900 万ドルから約 7 倍に増大している。

図 1： NITRD における研究開発予算（1991 年～2006 年）



出典：NITRD http://www.nitrd.gov/about/history/nitrd_crosscut.pdf

また、ブッシュ大統領によって 2007 年 2 月 5 日に発表された 2008 会計年度の予算教書における NITRD の要求予算額は、2007 年とほぼ横ばいの 30 億ドル 5,600 万ドルとなっている。同予算教書はブッシュ大統領による要求額ということで、2008 年度予算を決定する上での参考とされるが、議会が承認する予算は全く異なる可能性もある。

図 2 は、NITRD の 2007 会計年度および 2008 会計年度の要求予算を研究機関および研究対象領域別に示したもので、「半導体」と「ストレージ・メモリ」に関連した研究開発プログラムを実施している「ハイエンド・コンピューティングの基盤とアプリケーション (HEC I&A)」及び「ハイエンド・コンピューティングの研究開発 (HEC R&D)」については、総額 13 億 850 万ドルの予算が提供されている⁴。これは、NITRD 全体予算の 4 割以上を占めている。

⁴ ただし、ここでは「半導体」「ストレージ・メモリ」だけの研究開発を対象とする予算について明らかにできていない。各 PCA に対する関連政府機関別の予算額は、各政府機関が見積もった金額からまとめられたものであり、内容の詳細までは、該当部分を抽出することは困難。

図 2: NITRD の研究対象領域別予算 (2007 会計年度/2008 会計年度)

Agency NITRD Budgets by Program Component Area ¹FY 2007 Budget Requests ^{2, 3}

and

FY 2008 Budget Requests

(Dollars in Millions)

		High End Computing Infrastructure & Applications	High End Computing Research & Development	Cyber Security & Information Assurance ¹	Human-Computer Interaction & Information Management	Large Scale Networking	High Confidence Software & Systems	Social, Economic, & Workforce Implications of IT	Software Design & Productivity	
Agency		(HEC I&A)	(HEC R&D)	(CSIA)	(HCI & IM)	(LSN)	(HCSS)	(SEW)	(SDP)	Total
NSF	2007 Request	272.4	64.1	67.6	220.9	84.0	51.3	92.9	50.7	903.7
	2008 Request	303.1	67.1	69.2	225.6	106.7	57.4	109.3	55.3	993.7
OSD and DoD Service Research Orgs. ³		260.4	6.2	23.9	95.2	133.0	43.0		6.7	568.2
		234.1	2.0	23.3	78.7	137.8	31.5		4.3	511.8
NIH		194.7			183.2	74.6	8.3	12.2	17.7	490.7
		131.7	1.8	1.2	194.5	65.4	8.2	11.9	2.9	417.6
DARPA ³			89.6	93.4	198.6	38.2				419.9
			68.9	96.9	204.3	42.4				412.5
DOE/SC		135.3	160.4			45.0		4.0		344.7
		250.5	67.0			47.3		5.0		369.8
NSA ³			36.4	15.8		1.1	22.1			75.4
			60.3	15.8		1.4	25.2			102.6
NASA		63.9		1.3	2.0	6.0	7.0		1.8	82.0
		69.2		0.3	8.0	3.1	2.0		2.0	84.6
NIST		2.4	1.3	11.1	7.8	5.3	17.5		5.0	50.4
		2.4	1.3	11.1	7.8	5.3	17.5		5.0	50.4
AHRQ					44.9	5.0				49.9
					39.8	5.0				44.8
DOE/NSA		9.5	23.4			1.6		4.6	4.7	43.8
		9.8	17.8			1.5		4.7		33.8
NOAA		16.4	1.9		0.5	2.9			1.6	23.3
		16.4	1.9		0.5	2.9			1.6	23.3
EPA		3.3			3.0					6.3
		3.3			3.0					6.3
NARA					3.5					3.5
					4.5					4.5
TOTAL (2007 Request) ³		958.2	383.4	213.0	759.5	396.7	149.1	113.7	88.2	3,062
TOTAL (2008 Request)		1,020.5	288.0	217.7	766.7	418.8	141.9	130.9	71.2	3,056

出典: NITRD http://www.nitrd.gov/pubs/2008supplement/NITRD_Interim_08Supp.pdf

このように、NITRD では、「半導体」と「ストレージ・メモリ」分野に特化した研究開発プログラムやワーキンググループなどは設置されておらず、両分野におけるプロジェクトは「ハイエンド・コンピューティングの基盤とアプリケーション (HEC I&A)」及び「ハイエンド・コンピューティングの研究開発 (HEC R&D)」の 2 つのスーパーコンピュータ関連プログラムの一環として行われている。そのため、NITRD プログラムのひとつとして連邦政府が行っている「半導体」・「ストレージ・メモリ」分野に関する施策などの情報は公表されていない。

また、8 つの分野を特定し、複数省庁間の連携の要とされている NITRD であるが、実際には、各機関がそれぞれのミッションにあわせて実施していることをボトムアップ的に取りまとめることを主な役割としており、NITRD 全体として予算が組まれたり、複数の機関が NITRD の方針によって、予算・プログラムの調整等を行っているわけ

ではないというのが現状である。

さらに、例えば、DOE や DARPA が開始したスーパーコンピュータ関連のプロジェクトについて、他の NITRD 参加機関が資金的協力を行うなどの場合も、NITRD を通じて、連携を行うというよりは、関連する機関が個別にパートナーシップを組むように調整を行っている。NITRD の活動を評価する機関として、大統領科学技術諮問委員会 (President's Council of Advisors on Science and Technology: PCAST) が存在するが、これまでの NITRD の活動については、2007 年 4 月に開催予定の PCAST ミーティングにおいて、評価レポートのドラフトが発表される予定となっている。

【電子・情報通信技術特集】 研究開発政策 半導体

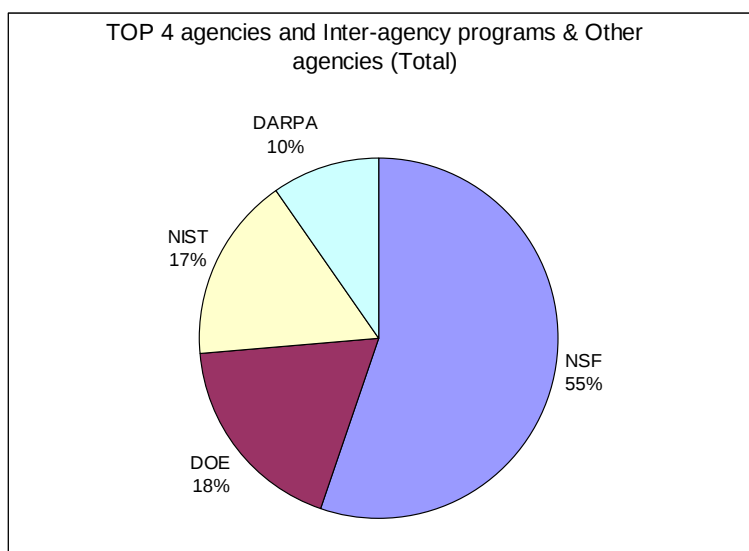
米国連邦政府機関における半導体関連技術 R&D の取り組み

NEDO 技術開発機構 電子・情報技術開発部

米国連邦政府では、情報通信分野における研究開発を積極的に推進しており、ネットワーキング及び情報技術研究開発プログラム（Networking and Information Technology Research and Development: NITRD）が中心となり、複数の連邦政府機関における横断的な政策立案・実施の調整が行われているほか、各機関でも独自の施策を展開するなど、様々な取り組みが行われている。しかしながら、NITRD には「半導体」・「ストレージ・メモリ」の分野に特化した連携プロジェクトやワーキンググループなどは設置されていない。

このため、主要な連邦政府研究機関の、全米科学財団（National Science Foundation: NSF）、エネルギー省（Department of Energy: DOE）、米国立標準技術研究所（National Institute of Standards and Technology: NIST）、国防総省国防高等研究事業局（Defense Advanced Research Projects Agency: DARPA）の 4 機関について、「半導体」・「ストレージ・メモリ」関連 R&D プロジェクトの調査を実施し、プロジェクトの概要、予算規模、プロジェクトの実施状況などをまとめた。

図 1： 米国連邦政府における「半導体」及び「ストレージ・メモリ」関連の IT R&D プロジェクト数：連邦政府機関別トップ 4 の内訳



調査結果によると、半導体とストレージ・メモリの関連 IT R&D プロジェクトは、126 件であった。また、「半導体」関連 R&D プロジェクト数と「ストレージ・メモリ」関連プロジェクト数を比較すると、前者が後者の約 2 倍となっており、全体として、半

導体研究の比率が高いことが伺える。また、プロジェクトの推進役である主要連邦政府機関毎プロジェクト数のシェアでは、NSF が 55%（プロジェクト数 69）で首位、続いて DOE が 18%（同 23）、NIST が 17%（同 22）、DARPA が 10%（同 12）となっている。

対象とした主要 4 機関の主なプロジェクト実施担当部門及び研究分野等について比較・検討のために表 1 を作成した。これによれば、半導体関連プロジェクトに関しては、半導体製造や半導体材料に関する研究が多く行われている。各機関はそれぞれの機関が持つミッションに沿って、主要研究分野のターゲットが絞られている。

また、半導体の中で目立ってきている研究がナノスケールの半導体に関する研究で、NSF、エネルギー省の国立研究所ならびに NIST が積極的に実施していることが読み取れる。これらの 3 機関は米国連邦政府横断的に行われている国家ナノテクノロジーイニシアティブ（National Nanotechnology Initiative: NNI）¹ の中でも、特に予算規模の大きな政府機関として知られている²。

NSF については、大学の研究機関に対するファンディングということになるが、エネルギー省では、同省傘下の国立研究所が得意とする材料科学部門を中心として、次世代半導体を実現するための材料及び構造の研究が行われている。さらに、NIST では、電子・電気工学研究所（Electronic and Electrical Engineering Laboratory: EEEL）の量子電気計測部門（Quantum Electrical Metrology Division: QEMD）において様々なナノスケールの半導体関連プロジェクトを多数実施しているほか、産業界の利点となる研究開発実施を目的として、半導体製造技術研究組合（Semiconductor Manufacturing Technology Institute: SEMATECH）とのコラボレーションによるプロジェクトを実施した経験もある³。さらに、具体的なプログラムとしては挙がってこなかったが、DARPA も NNI の主要メンバーであり、同機関のマイクロシステム技術局がナノスケール電子機器及び電気回路に関する研究に対して、ファンディングを行っていることがわかっている⁴。

一方、ストレージ・メモリ関連のプロジェクトに関しては、NSF でストレージ・メモリの安全性、性能、欠陥および、RFID に関連したものなど様々な研究が行われている一方、そのほかの機関ではストレージ管理とストレージ・パフォーマンスに関する研究に集中している。特にエネルギー省の国立研究機関では、世界トップクラスの

¹ 同イニシアティブでは、NITRD 同様、各連邦省庁が行っているナノテクノロジー関連研究開発プロジェクトのコーディネートを行っているが、各機関における役割分担などは定められていない。http://www.nano.gov/html/about/home_about.html

² <http://www.nano.gov/html/about/funding.html>

³ http://www.nist.gov/public_affairs/nanotech.htm

⁴ <http://nanosra.nrl.navy.mil/funding.php>

スーパーコンピュータを多く所有しており、核保存シミュレーションなどといった同省のミッションに直接関わる研究に利用するだけでなく、民間（産業界・大学）にもコンピューティング・リソースを利用させるためのプロジェクトを実施している。そうした背景からも、高速コンピュータにおけるストレージ管理、ストレージ・パフォーマンスは重要なテーマとなっていることが伺える。

表 4: トップ4 機関における「半導体」・「ストレージ・メモリ」のプロジェクト

機関	半導体関連プロジェクト				ストレージ・メモリ関連プロジェクト			
	担当部門	主要研究分野	プロジェクト数	予算規模	担当部門	主要研究分野	プロジェクト数	予算規模
NSF	工学局	半導体の製造、半導体の材料、半導体センサー、半導体 LED、半導体の界面層形成など	22	約 911 万ドル	コンピュータ・情報科学・工学局	ストレージとメモリの安全性、ストレージの性能、ストレージの欠陥、RFID、メモリ・プロセッサなど	31	約 1,113 万ドル
	数学・物理系科学局	ナノ構造の半導体、半導体の材料など	10	約 249 万ドル				
	コンピュータ・情報科学・工学局	ナノ構造の半導体	1	約 150 万ドル	工学局	メモリ速度、ストレージ材料、磁気ストレージ、光学ストレージ、など	5	約 186 万ドル
DOE	サンディア国立研究所	半導体薄膜、半導体回路、半導体センター、半導体の製造など	5	各研究所におけるプロジェクトの予算規模は公開されていない	ローレンス・バークレー国立研究所	ストレージ管理	2	各研究所におけるプロジェクトの予算規模は公開されていない
	アルゴンヌ国立研究所	半導体の磁気薄膜、半導体の材料など	4		サンディア国立研究所	ストレージ・パフォーマンス	1	
	ブルックヘブン国立研究所	半導体の材料、半導体の製造、半導体素子構造、半導体スイッチなど	4					
	ローレンス・バークレー国立研究所	ナノ構造の半導体、半導体の材料、半導体センサーなど	4					
	オークリッジ国立研究所	ナノ構造の半導体、半導体薄膜など	2		オークリッジ国立研究所	ストレージ管理	1	
NIST	先進技術プログラム（ATP）	半導体の製造、半導体薄膜、半導体回路、半導体センサーなど	14	約 2,086 万ドル	先進技術プログラム（ATP）	ストレージ・パフォーマンス	2	約 477 万ドル
	電子・電気工学研究所（EEL）	ナノスケールの半導体サーキット、半導体検出器、半導体量子ドットなど	5	プロジェクトの予算規模は公開されていない	電子・電気工学研究所（EEL）	記録密度、データ転送速度	1	プロジェクトの予算規模は公開されていない
DARPA	マイクロシステム技術局	半導体サーキット、半導体トランジスタ、半導体レーザー、半導体装置、半導体ダイオードなど	12	プロジェクトの予算規模は公開されていない	情報なし			

主要 4 機関の R&D 取り組み

次に、主要 4 機関の「半導体」・「ストレージ・メモリ」分野 R&D への取り組みについて、R&D 施策の概要、「半導体」・「ストレージ・メモリ」のプロジェクトを実施している担当部門、プロジェクトの概要、予算規模、実施実績などについてとりまとめていく予定であり、今回はまず全米科学財団を取り上げ、次回以降、DOE、NIST、DARPA について報告してゆく。

全米科学財団（NSF）⁵

今回の調査で IT R&D プロジェクト数が最も多かった NSF は、米国競争力イニシアティブの主要研究開発機関の中心的組織のひとつとなっており、NITRD 予算規模も非軍事関連機関の中では最も大きい額となっている。

NSF では毎年、「NSF Wide Investment」と呼ばれる投資が必要とされる主要研究分野を特定しており、各局はこれらの主要分野を強化するためのプロジェクトに対して助成金を提供している⁶。2006 年度は、ナノスケール科学工学（Nanoscale Science and Engineering）、サイバーインフラストラクチャー（Cyberinfrastructure）、数学的科学（Mathematical Science）を含めた 5 つの主要研究分野が選択された。

2007 年度は、サイバーインフラストラクチャーや数学的科学に加え、NNI および NITRD、国際極観測年（International Polar Year）を含めた 8 つの主要研究分野が選ばれている。本報告書の調査対象となっている半導体とストレージ・メモリは、これらの研究分野の中でも特にナノスケール科学工学や NNI、NITRD に関連したものであり、NSF が近年力を入れている分野に含まれているということになる。

以下に、半導体およびストレージ・メモリの分野別に各局が支援している主な関連プロジェクトの概要、予算規模、プロジェクトの実施実績などについてまとめる。

－ 半導体 －

今回実施した調査によると、NSF 全体で 33 の半導体関連プロジェクトに対して総額約 1,310 万ドルの助成金が提供されている。これらのプロジェクトへの支援は、工学局（Directorate for Engineering）⁷、数学・物理科学局（Directorate for Mathematical and Physical Sciences）⁸、コンピュータ・情報科学・工学局

⁵ <http://www.nsf.gov/>

⁶ http://www.nsf.gov/news/priority_areas/index.jsp

⁷ <http://www.nsf.gov/dir/index.jsp?org=ENG>

⁸ <http://www.nsf.gov/dir/index.jsp?org=MPS>

(Directorate for Computer and Information Science and Engineering) ⁹ の 3 局が中心となって行っている。

表 2: NSF における半導体関連プロジェクトの担当局

担 当 局	プロジェクトの主要研究分野	プロジェクト数	予算規模 ¹⁰
工学局	半導体の製造、半導体の材料、半導体センサー、半導体 LED、半導体の界面層形成など	22	約 911 万ドル
数学・物理科学局	ナノ構造の半導体、半導体の材料など	10	約 249 万ドル
コンピュータ・情報科学・工学局	ナノ構造の半導体	1	約 150 万ドル

＜工学局＞

工学局は、国家技術イニシアティブの一部であるナノテクノロジー工学・科学 (Nanotechnology Engineering and Science)、サイバーインフラストラクチャー (Cyberinfrastructure)、人間・社会工学 (Human and Social Dynamics)、地震模擬実験ネットワーク (Network for Earthquake Simulation) の 4 分野に重点を置いており、これらの分野を強化するプロジェクトに対して助成金を提供している。

工学局は、22 の半導体関連プロジェクトに対して総額約 911 万ドルの助成金を提供しており、NSF の中で最も積極的に半導体の関連プロジェクトへの支援を行っている局である。同局が支援しているプロジェクトの主な研究分野は、半導体の製造、半導体の材料、および、半導体トランジスタやレーザーなどの半導体素子に関するものである。同局では、カリフォルニア大学サンディエゴ校をはじめとする 16 の大学と半導体欠陥分析装置メーカーの Neocera 社やナノテクベンチャー企業の Nanosys 社などを含めた民間企業 6 社で実施されているプロジェクトに助成金を支給している。

図 2 にあるように、工学局は 7 つの異なる部門に分けられている。民間企業が実施している半導体関連プロジェクトの支援は、産業イノベーション・パートナーシップ部 (Division of Industrial Innovation and Partnership) ¹¹ が行っており、そのほかのプロジェクトに関しては、電子やデバイス技術の研究に力を入れている電気・通信およびサイバーシステム部 (Division of Electrical, Communications and Cyber

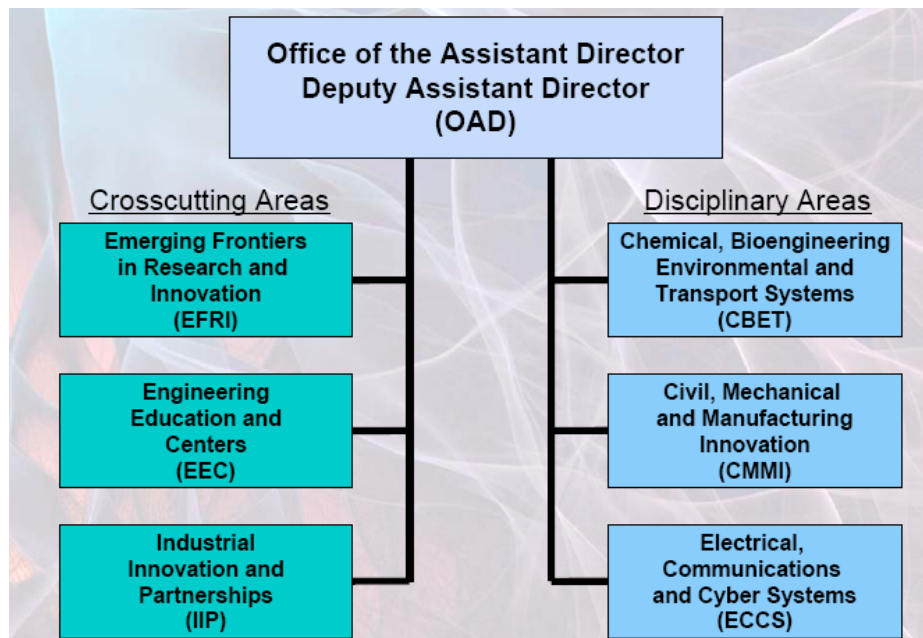
⁹ <http://www.nsf.gov/dir/index.jsp?org=CISE>

¹⁰ 同予算規模は、各局がプロジェクトに対して支給している助成金の合計額となっている。

¹¹ <http://www.nsf.gov/div/index.jsp?div=IIP>

Systems)¹² が中心となって助成金を提供している。

図 2： NSF 工学局における半導体関連プロジェクトの担当部門



出典：NSF <http://www.nsf.gov/eng/general/reorg/basicslides.pdf>

＜数学・物理科学局＞

数学・物理科学局は、宇宙の法則に関する発見や、科学技術の進歩を促進する新しい知識、材料、装置の創造などに関するプロジェクトに対して助成金を提供している。これらの分野を強化するプロジェクトに対して助成金を提供している。

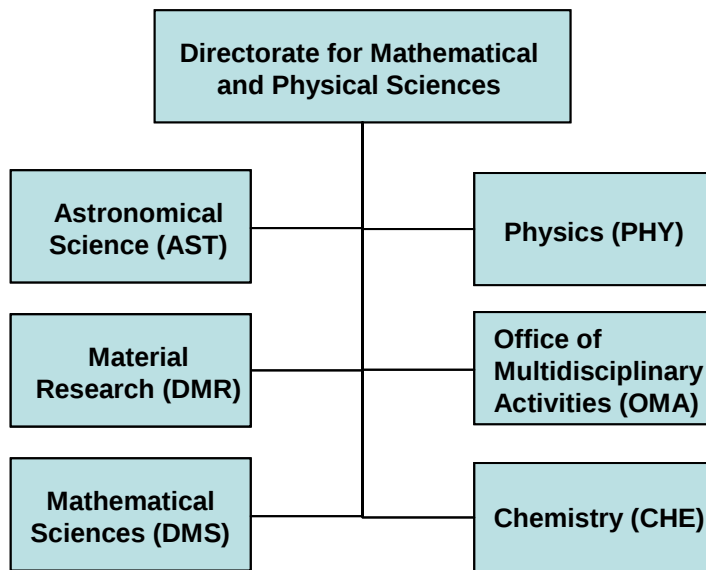
数学・物理科学局では、メリーランド大学カレッジパーク校やノースカロライナ州立大学などをはじめとする大学 10 校で実施されている半導体関連プロジェクトに対して、総額 249 万ドルの助成金を提供している。同局では、主にナノ構造の半導体と半導体の材料の 2 分野における半導体の研究プロジェクトへの支援を行っている。

図 3 は数学・物理科学局の組織構成を表したもので、同局は 6 つの部門によって構成されている。半導体関連プロジェクトへの助成金の支給は、電子材料や材料研究などのプログラムを展開している材料研究部（Division of Material Research (DMR)¹³）が中心となって行っている。

¹² <http://www.nsf.gov/div/index.jsp?div=ECCS>

¹³ <http://www.nsf.gov/div/index.jsp?div=DMR>

図 3： NSF 数学・物理系科学局における半導体関連プロジェクトの担当部門



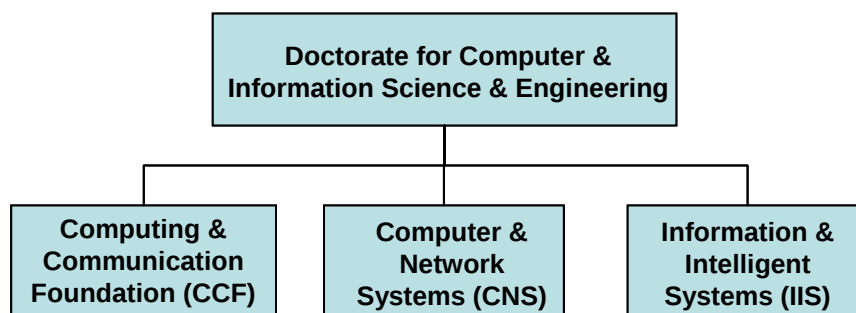
出典：NSF <http://www.nsf.gov/mps/about.jsp>

<コンピュータ・情報科学・工学局>

コンピュータ・情報科学・工学局は、コンピュータ、通信、情報科学工学の分野において米国の競争力を保つため、これら全ての分野における研究の支援を行っている。

同局は現在、半導体関連のプロジェクトはひとつしか取り扱っておらず、コンピュータおよびコミュニケーション基盤部（Division of Computing & Communication Foundations (CCF)）¹⁴ によって、カリフォルニア大学サンタバーバラ校のナノ構造の半導体に関するプロジェクトに助成金 150 万ドルが支給されている。図 4 は数学・物理系科学局の組織構成を表したものである。

図 4： NSF コンピュータ・情報科学・工学局における半導体関連プロジェクトの担当部門



出典：NSF <http://www.nsf.gov/cise/about.jsp>

¹⁴ <http://www.nsf.gov/div/index.jsp?div=CCF>

ー ストレージ・メモリー

今回実施した調査結果によると、NSF ではコンピュータ・情報科学・工学局および工学局の 2 局を中心として、36 のストレージ・メモリの関連プロジェクトに対し、総額約 1,299 万ドルの助成金を提供している。

表 3： NSF におけるストレージ・メモリ関連プロジェクトの担当局

担 当 局	プロジェクトの主要研究分野	プロジェクト数	予算規模 ¹⁵
コンピュータ・情報科学・工学局	ストレージおよびメモリの安全性、ストレージの性能、ストレージの欠陥、RFID、メモリ・プロセッサ、メモリのエネルギー消費、マイクロデータ・ストレージ、フラッシュ・メモリ、ネットワーク・メモリ、など	31	約 1,113 万ドル
工学局	メモリ速度、ストレージ材料、磁気ストレージ、光学ストレージ、C-RAM (カルコゲニド・ランダム・アクセス・メモリ)	5	約 186 万ドル

<コンピュータ・情報科学・工学局>

NSF においてストレージ・メモリ関連のプロジェクトに積極的に取り組んでいるのは、コンピュータ・情報科学・工学局である。同局では、31 のストレージ・メモリ関連のプロジェクトに対して、総額約 1,113 万ドルの助成金を提供している。別添データベースにあるストレージ・メモリ関連プロジェクトの大部分が、コンピュータおよびコミュニケーション基盤部 (Computing & Communication Foundations (CCF)) とコンピュータおよびネットワークシステム部 (Computer & Network Systems(CNS))¹⁶ の 2 部門によるものとなっている。コンピュータ・情報科学・工学局では、これら 2 つの部門が中心となって、ストレージやメモリの安全性、ストレージの性能、ストレージの欠陥などに関するプロジェクトへの支援を行っている。

同局は主に大学への資金援助を行っており、イリノイ大学アーバナ・シャンペーン校、カーネギーメロン大学、スタンフォード大学などをはじめ 20 校以上の大学において、ストレージ・メモリに関連するプロジェクトが実施されている。

¹⁵ 同予算規模は、各局がプロジェクトに対して支給している助成金の合計額となっている。

¹⁶ <http://www.nsf.gov/div/index.jsp?div=CNS>

＜工学局＞

半導体関連のプロジェクト支援では中心的役割を果たしている工学局だが、ストレージ・メモリ分野においては 5 つのプロジェクトに対して総額約 186 万ドルの助成金を提供している。同局が現在支援しているストレージ・メモリ関連プロジェクトの研究分野は、メモリ速度、ストレージ材料、磁気ストレージ、光学ストレージ、C-RAM となっている。

同局の産業イノベーション・パートナーシップ部では、有機金属化学気相成長法（MOCVD）技術を提供している Structured Material Industries 社を含めた民間企業 3 社が実施している 4 つのストレージ・メモリ関連プロジェクトの支援を行っている。産業イノベーション・パートナーシップ部のほか、電気・通信およびサイバーシステム部でも、カーネギーメロン大学が実施している磁気ストレージの研究プロジェクトへ助成金を提供している。

【電子・情報通信技術特集】 研究開発政策

ドイツ連邦政府による電子技術の研究開発・促進策

NEDO 技術開発機構 電子・情報技術開発部

ドイツ全国における総合的な研究開発の動向に関しては 4 年の周期で連邦文部科学省 (BMBF) から発行される分厚い分量の「研究活動・連邦報告書」[1] に活動の組織や重点、及び政府や産業界の研究開発投資に関する統計的な数字が公表される。また連邦政府は情報化社会が進展する動向に対応して、情報通信分野における総合的な技術開発を促進する目的から 2002 年に 4 年の実施期間を予定する「情報通信技術の研究開発助成策 2006」[2] を発足させた。また本助成策の 1 重点分野となるマイクロ及びナノ電子技術に関しては、研究開発に関する連邦政府の戦略を掲げた「ナノ電子技術の助成構想」[3] も 2002 年 6 月に公開された。ここでは上記の公開資料を主な情報源とし、情報通信分野を主な使途とする電子技術の研究開発に対する連邦政府の支援策について以下により報告する。

1.1. 政府助成策の概要

ドイツ全国の研究開発投資総額は BMBF から発行された(上記)研究活動・連邦報告書の最新(2004 年)版に示される 2002 年統計に従うと 524 億ユーロで、その 68.5% に当たる 359 億ユーロを経済界が支出し、この金額は 1996 年以来間断なく上昇を続け同年比で約 44% の増加に相当する。これに対する政府の研究開発投資額は 2002 年の統計によると上記投資総額の 31% に当たる 163 億ユーロで金額的には 1996 年(162 億ユーロ)¹ と殆ど変わらない。また政府の投資額は連邦政府によるもの、及び(合計 16 となる)州政府(及び地方自治体)によるものとの合計であるが、2002 年の政府投資総額に占める連邦政府の投資額は総額の 55% に相当する 90 億ユーロであり金額的には 1996 年(86 億ユーロ)比で漸増の傾向にある。これに対する 16 州政府の投資総額は 2002 年の統計によると 73 億ユーロで 1996 年(76 億ユーロ)と比較すれば漸減となる。なお 2002 年の全国投資総額で残りとなる 2 億ユーロは非営利目的の民間投資総額に該当するが、全体に占める割合は僅少である。

2002 年の実績が 163 億ユーロとなる政府の研究開発資金は大規模研究組織に対する機関助成金(全体の 29.7%)、プロジェクト単位の助成金、及び国際協力・研究開発の分担金(9.0~9.5%)などの形で支出されるが、機関助成金とプロジェクト助成金の割合は政府の当該施策に左右されて変動することが多い。但し、連邦政府と受益者の立地を所管

¹ 2002 年における欧州の通貨統一以前に DM で表示された金額も全て 1.00 EUR=1.95583 DM で換算して表示する。

する州政府が共同出資する機関助成金の負担率は固定され、連邦政府が全体の 3 分の 2 強を負担し²、残りの 3 分の 1 が州政府負担金の合計となる割合には変わらない。

州政府による研究開発投資は(州政府が所管権をもつ)公立大学の研究活動助成金や大規模研究組織に対する機関助成金の州政府分担金その他に充当されるが、ここでは州政府の研究開発投資には特に言及せず、以下の報告は連邦政府の研究開発政策に限定する。連邦政府による研究開発投資の電子技術開発該当分は BMBF の統計方式に従う分類ではマルチメディアや生産技術も含めた第 34 部門「情報技術」に含まれる。情報技術部門に対する連邦政府の研究開発投資額は 2002 年の統計で全体(90 億ユーロ)の 7.4%に相当する 6 億 6,870 万ユーロであるが、それ以降の推移を示す予算によると 2003 年には 6 億 8,160 万ユーロと一旦増加した後 2004 年には 5 億 9,680 万ユーロへ著しく減少する。

BMBF の本統計で情報技術部門は更に 34.1(ソフトウェア・システム)、34.2(情報技術の基礎テクノロジー)、34.3(マイクロシステム技術の応用)、34.4(製造技術)、34.5(インターネット)、34.6(マルチメディア)、34.7(世界的ネットで連携するデジタル図書館)などの 7 小部門へ細分されるが、その中で第 34.2 小部門が電子技術をカバーするテーマ分野を漏れなく包括するとは限らないまでも、大多数は該当するものと考えてよい。第 34.2 小部門の主なテーマ分野は下に概要を述べるが、当該小部門全体に対する連邦政府の研究開発投資額は 2002 年の統計によると 2 億 2,060 万ユーロで、その後の推移を示す予算額は 2003 年(2 億 1,270 万ユーロ)から 2004 年(2 億 1,390 万ユーロ)にかけて小幅な増減の傾向にある。

本報告で主対象とする電子技術分野において連邦政府が実施する研究開発促進策の最新動向については本章の第 1.2.で報告するため、ここでは上記の研究活動・連邦報告書 2004 年版に示される助成策の重点について簡単にふれる。助成の対象とするのは原則として産業界主導型の研究開発プロジェクトに産業界や学界のパートナーも加担させる協同プロジェクトであるが、政府が重視する研究開発のテーマ分野を以下に掲げる。

- ・ シリコン基本のナノ電子技術

微細化がナノ・サイズへ接近するマイクロ電子も含むナノ電子技術の重点的な研究開発助成には 2000～2004 年に 3 億 7,700 万ユーロの連邦予算が確保される。シリコンを基本とする新種半導体チップの設計と製造で対象とする製品はパソコン用のセントラル・メモリや CPU 並びにユーザー仕様 IC 類(ASICs)やフラッシュ・メモリなどである。

² 連邦政府の機関助成金分担金は BMBF の統計で関連する部門の研究開発投資に振り分けられる。

- ・ 電子部品製造の技術と装置
シリコン基本ナノ電子技術の市場競争力は、その製造技術に大きく依存するため、下記の重点に的を絞って助成される。
 - 微細度が 70 nm 及び以下を対象とするリソグラフィ・回路構成プロセス
 - 3 次元ないしはウェーファー・レベル集積など、革新的で機能性が最適化されたフロントエンド及びバックエンド技術
 - 仮想的な技術設計
- ・ 新種の回路と部品
半導体技術開発の国際的ロードマップ(ITRS)で示される動向に対応して研究開発助成の中心的なテーマを下記に絞る。
 - シリコン基本ナノ電子技術を利用する高集積度の回路とシステム
 - 新しい利用分野に向けた複合度の高いシリコン回路の構成とシステム
 - 磁気電子及びスピン電子技術
 - シリコン基本パワー電子技術のコンポーネント及びシステム革新
- ・ チップのシステムと設計手法に関する改善
半導体チップ・システムの性能向上と製造コストダウン、並びに効果的で敏速な設計を目指して研究開発助成の重点を下記するテーマにおく。
 - 複合的な回路やシステムに適用する新規の設計手法と自動化された設計
 - 必要技術と CAD の開発原動力となる新しいチップ・アーキテクチャと同システム
- ・ 通信技術と関連の基礎技術
連邦政府による研究開発促進策の本重点分野には 2000～2004 年に 2 億 2,500 万ユーロの予算が確保され、以下に列挙するテーマに重点をおいて実施される。
 - 未来の移動通信網に利用するシステム技術
 - IP(インターネット・プロトコル)をベースとする無線通信
 - ギガビット無線 LAN システムに利用する技術
 - 第 3 世代無線通信技術の改善に利用する技術
- ・ ディスプレー技術
ドイツの研究開発が立ち遅れた状態にある本分野での競争力を挽回するため、車載と通信部門の用途に向けた下記するテーマ分野の研究開発体制を整える。
 - 携帯及びローコスト製品に適したフレキシブル基盤上の液晶ディスプレイ(LCD)技術
 - 視角特性や電気的特性に優れた有機性発光ダイオード(OLED)ディスプレイ
- ・ ポリマー電子技術(Polytronics)
電子部品の劇的な生産コストダウンが期待されるプラスチック素材を利用する電子技術の研究開発は目下のところ下記するテーマ分野で進められる。
 - 製品 ID 無線タグの印刷及びリソグラフィ手法による大量生産
 - フレキシブル基盤上のポリマー材ディスプレイ制御回路

1.2. 情報通信技術の研究開発助成策 2006

連邦政府が 2002～2006 年を予定して実施中にある「情報通信技術(IT)の研究開発促進策 2006」では通信のネットワーク、端末機器、ソフト及びアプリケーションで情報、電気通信、及びメディアなど諸技術の融合化と情報技術システムの複合化が時と共に進行する大きな流れに対応してプログラムの重点が定められる。この大きな流れに沿って発展する IT システムやアプリケーションが以下に掲げるようなキーテクノロジーの開発を必要とするからである。

- ナノサイズ構造を実現するための前提条件となる次世代リソグラフィ
- マイクロ電子技術からナノ電子技術への移行に際する新しい物理的効果の活用
- 端末機器相互間を(電送、スイッチングも含めて)純光子ネットで結ぶ光子技術
- 知的でネットワーク連動式のセンサーとアクター
- 適応性のある汎用エア・インターフェース(ハード及びプロトコル)
- 消費電力の最小限化に役立つ新種の部品とアーキテクチャ
- 異種システムの相互機能性と特別ソフト・サービスの構成に役立つ新種のソフト・アーキテクチャ
- アスペクト指向型のソフト開発など複合性への対応、及び次元的に一段と高い機能やアクセスの安全性へ到達するのに役立つ新種の手法
- マイクロないしはナノ電子技術の新しいシステム、例えばシステム・オン・チップ(SoC)
- アイデアを利用可能なシステムや製品へ敏速に実現化するためのモデルを基本とするソフト開発など、新規の開発手法

また、既存技術の開発を更に進め新しい研究分野が生まれると、技術開発の道が開けるものと期待される下記のテーマ分野に技術的進歩をもたらすものと思われる。

- ・ 携帯用電源、
- ・ 全光学式のデータ処理(データー伝送を含む)、
- ・ 新種のナノ電子部品とシステム、
- ・ スwitchingや伝送向けのセンサーやアクターに適した新種の素材、
- ・ 新しいフレキシブル・ディスプレイ、電子ペーパーまたはポリマー・ベースのディスプレイ(OLED)などを利用するディスプレイ技術、
- ・ 適応性のあるソフトとアプリケーションのアーキテクチャ、オープンで適応性のある伝送システム、
- ・ 自己構成式の通信網、ブロードバンド無線通信網、
- ・ 新しい技術上及び管理上の安全構想、
- ・ 新しいコンテンツ・ウェアの開発、及び

- ・ 生物学を原点とする IT 問題の新しい解決策

更に本 IT 研究開発プログラムでは中・短期的な技術開発を支援するだけでなく、長期的には実現の可能性もありながら今日では未だ経済効果の予測は困難な下記するテーマ分野のプロジェクトも支援する。

- ・ 量子情報処理、量子構造、量子演算
- ・ (例えば光子結晶を利用する)光学式情報処理に利用する新種のシステム
- ・ スピン電子技術
- ・ DNA コンピュータ、生物分子と生物アナログ・コンピュータ、有機コンピューティング
- ・ 神経プロセーティク及びバイオ・ハイブリッド・システム
- ・ 請求仕様に従うソフトの自動式発生
- ・ 原子・分子レベルからシステムまでのボトムアップ方式による設計
- ・ 分子レベルでの自己組織性能

本 IT 研究開発助成プログラムの内容的な重点は 300 名以上の専門家が加担した専門家会議や 30 の作業部会で検討を重ねた結果、下記する 4 重点分野におくことが決定された。

- ・ ナノスケールの電子技術とシステム
- ・ ソフトウェア・システム
- ・ 通信技術向けの基礎テクノロジー
- ・ インターネットの基本分野とサービス

本節ではナノスケールの電子技術とシステム以外の他の主要分野における支援の要点について以下に報告する。

ソフトウェア・システム

ソフト製品市場の規模は 2001 年の実績によるとドイツ国内で約 165 億ユーロ、欧州全体で約 570 億ユーロであったが、情報通信技術の分野におけるハード、情報サービス、通信サービスなど他の部門と比較して最も高い成長が見込まれる。ドイツにおける 1 次ソフトの開発と 2 次(ユーザー)ソフトの開発・マッチングなどによる価値創造高は約 250 億ユーロ、これらのソフト全体に依存する製品の市場規模は約 5,000 億ユーロにも達すると推測され、その国民経済に与える影響は大きい。

この巨大な規模の市場を動かすドイツのソフトウェア業界は主として(従業員総数 200 名以下の)中小企業に支えられ、また革新の周期もハードの分野と比べて短い特別

な事情があり、これを考慮して研究開発助成も下記する原則に従って実施される。

- ・ 助成の対象となるのは原則として研究機関、大学研究所及び特に中小企業を念頭に置く民間企業などが加担する共同開発プロジェクトであるが、業務を下請けに委託する形の協同関係も可能である。
- ・ 何れの研究プロジェクトでも、研究開発によって解決できるアプリケーションの具体的な問題提起を出発点とすべきである。アプリケーションの実施者は可能な限り調整役としてプロジェクト最初の時点から加担し、共同体に適切な権威のある学術的パートナーを探すべきである。これにより情報工学分野でのソフト開発に関する研究と、技術的及び非技術的アプリケーション分野でのソフト開発との間にみられる溝を埋めるものとする。
- ・ 慎重に計画されたプロジェクト管理が求められ、ノウハウ獲得とノウハウ伝授に関する構想、特に何れの加担者がプロジェクトの完結後にノウハウを書類化した形で保有するかを受益申請に明記するものとする。
- ・ プロジェクトの助成期間はソフト市場のダイナミック性を考慮し2～3年間とするが、多くの分野に跨る長期プロジェクトの場合は4～8年間に及ぶことも許される。

通信技術向けの基礎テクノロジー

GSM(Global System for Mobile Communication)方式の導入を契機としてドイツでも携帯電話のブームが発生し現在も続いているが、この加入者急増に加えて移動式マルチメディア通信など、移動式無線で伝送される情報量の増大という最近の動向に対し、利用可能な周波数帯域は限定されるため無線通信ネットワークの容量は既に限界へ達している。このため、当該ネットワークの技術的な再開発を進めることが急務となっている。また将来は通信の利用者が無線・有線の区別なく何時でも何処からでも通信ネットワークにアクセスできる方向へ進むものと予想されるため、これに対応してネットワークを再編成することも必要となる。この観点から本重点分野の助成策は下記する4テーマ分野に集中して実施される。

・ 光子式通信ネットワーク

光学式伝送技術を基礎とする中核ネットワークを今後数年間にインターネットで発生する要求にマッチさせることを目標とする。研究開発の目処としては2005年にガラス・ファイバー1本当たりの伝送能力を50 Tbit/sへ引き上げることを計画し、更に中核、分配及びアクセスなどの各ネットワークを連動させ、品質の保証された通信サービスが確実に提供できるような光学式情報ネットワーク向けの知的なネットワーク・マネージメントを開発することも重要である。

・ 移動式ブロードバンド通信システム

インターネットが全世界に普及する動向にあつて、移動式インターネットへのサービス拡大と(何時でも何処でも)利用できることが中心的な役割を果たす。この未来的

な移動式通信の課題となるのは、地域を限定しないブロードバンド通信サービスの提供、並びに全ての手段を効果的に活用することである。ダイナミックに変化する交通量へ対処するには新規の構想とアーキテクチャの開発が必要となる。

・ 革新的なディスプレイ技術

薄型画面技術の産業政策的な重要性と、それに必要な基礎技術の進歩に対応して通信、車載、及び生産などに向けた革新的なディスプレイ解決策を開発することが重要となる。例えば車載や通信技術などの将来性が大きく期待される分野におけるユーザー仕様コンポーネント、及び高い歩留まり率が約束される革新的な生産工程などを通じて業界へ参入することは有望と思われる。

・ 新規のコンポーネントと素材

新しい通信技術分野の基礎研究を、新しい素材や(例えば量子物理学などの)新しい物理効果が革新的なコンポーネントの開発に活用されるように推進する目標を掲げる。またギガバイト容量をもつ光学式メモリ技術の開発を今後とも進める。

インターネットの基礎分野とサービス

インターネット・プロトコル(IP)をベースとするインターネット技術が下記するような特徴を持つ未来における汎用通信ネットワークの出発点になるものと予想される。

- ・ 諸々のサービスが集積された通信ネットワーク
- ・ 電話網から従来式のデータ伝送網に至るまでの種々異なるネットワークを合併するための収斂プラットフォーム
- ・ 汎用の情報メディア
- ・ 多様性のある業務用及び娯楽用アプリケーションに適用するプラットフォーム

今日のインターネット技術は上記の要求に遙かに及ばないため、機構改革を進めると共に特に下記する分野で研究開発に大きな力を注ぐことが必要となる。

- ・ 新しいインターネット技術
- ・ 情報の調達と管理に利用するツール
- ・ インターネット支援型プロセス

インターネットの新しいアプリケーションとサービスに関する研究開発を主な対象とする本支援策は下記する3テーマ分野に適用する。

- ・ 新しいインターネット技術：インターネット特有の技術と標準に関する研究開発
- ・ 通信ネットワークを介する知識取得：学術部門の特別な要求に対応した研究用ネットワークとサービス、及びインターネットでの情報を効果的に組織化・活用する新しい構想
- ・ インターネット支援型プロセスの研究：インターネット支援型プロセス全分野向けの科学的な計測、開発及び制御手法を対象とする。

BMBF による IT 研究開発促進策 2006 の予算

重点分野を上に掲げた IT 研究開発促進策 2006、並びに別の促進策として実施される情報通信分野の研究開発に連邦文部科学省(BMBF)が準備する予算の総額は約 36 億ユーロとなるが、その大内訳はプロジェクト単位の助成金合計約 15 億ユーロ、関連の研究開発を実施する大規模研究組織に対する機関助成金合計約 15 億ユーロ、IT 関連教育のプロジェクト助成金合計約 6 億ユーロとなる。BMBF が用意するプロジェクト単位助成金の 2002～2006 年予算分配を第 1.2.1 表に示す。

第 1.2.1 表：IT 分野の研究開発に対する BMBF プロジェクト助成金(単位 100 万ユーロ)

IT 研究開発促進策の実施年	2002 年	2003 年	2004 年	2005 年	2006 年	合 計
IT 研究開発プロジェクト助成金						
1. ナノ電子技術とシステム	77.5	79.5	79.5	79.5	79.5	395.5
2. ソフトウェア・システム	50.0	55.7	55.7	55.7	55.7	272.8
3. IT 向け基礎テクノロジー	54.5	57.0	57.0	57.0	57.0	282.5
4. インターネットの基本分野	26.6	31.2	30.9	30.9	30.9	150.5
その他の助成プログラム						
a. マイクロ・システム技術	55.5	59.0	59.0	59.0	59.0	291.5
b. ソフト・システム特別資金	32.4	28.6	0	0	0	61.0
合 計	296.5	311.0	282.1	282.1	282.1	1,453.8

出展：ドイツ連邦文部科学省(BMBF)

参考資料: :

[1] Bundesministerium fuer Bildung und Forschung: Bundesbericht Forschung 2004, Bonn, Berlin 2004

[2] Bundesministerium fuer Bildung und Forschung: IT-Forschung 2006; Foerderprogramm Informations- und Kommunikationstechnik, Bonn, März 2002

[3] Bundesministerium fuer Bildung und Forschung: Foerderprogramm IT-Forschung 2006, Förderkonzept Nanoelektronik, Bonn, Juni 2002

【電子・情報通信技術特集】 研究開発政策

EU の FP7 における情報通信技術(ICT)への取組状況 (EU)

NEDO 技術開発機構 情報・システム部

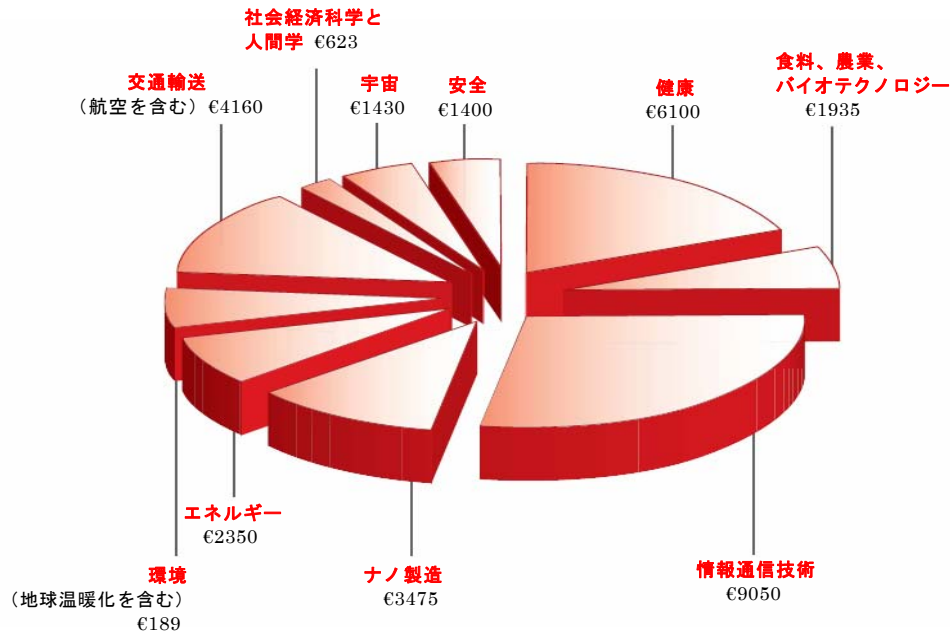
1. はじめに

欧州の研究開発の支援制度である FP7 では、10 の重点分野が挙げられているが、**情報通信技術(ICT)分野**の予算が最も大きい（後出）。本誌では、FP7 についてその原案段階から何回か取り上げて報告してきたが¹、本稿では、FP7 での ICT への取組状況を紹介する。

2. 第 7 次欧州研究開発フレームワーク計画 (FP7) の概要

欧州研究開発フレームワーク計画(FP)は、欧州連合(EU)における科学分野の研究開発への財政的支援制度であり、その**第 7 次計画(FP7)**が本年 1 月から始まっており、提案書の公募(Call for Proposal)などが現在既に行われている。

FP7 では分野別テーマ²として「情報通信技術(ICT)」「健康」「交通輸送（含む航空）」「ナノ科学・ナノテクノロジー・材料・新しい生産技術」「エネルギー」「食料・農業・バイオテクノロジー」「環境（気候変動対策含む）」「宇宙」「安全」「社会経済科学と人間学」の10 テーマが取り上げられている（この順序は予算額の順。図1参照）。



(出典：FP7 - Tomorrow's answers start today)

図 1 FP7 の「協力」プログラム予算の内訳（単位：百万ユーロ）

¹ 例えば、997号「第7次欧州研究開発フレームワーク計画(FP7)がスタート」、996号「欧州連合(EU)における宇宙・航空分野の研究開発への取組状況」など。

² 正確には、「協力(Cooperation)」「構想(Ideas)」「人材(People)」「キャパシティ(能力)」の4つの主要テーマが挙げられ、その中の「協力」（予算額は最大）にこの10テーマが取り上げられている（詳しくは上記997号記事参照）。

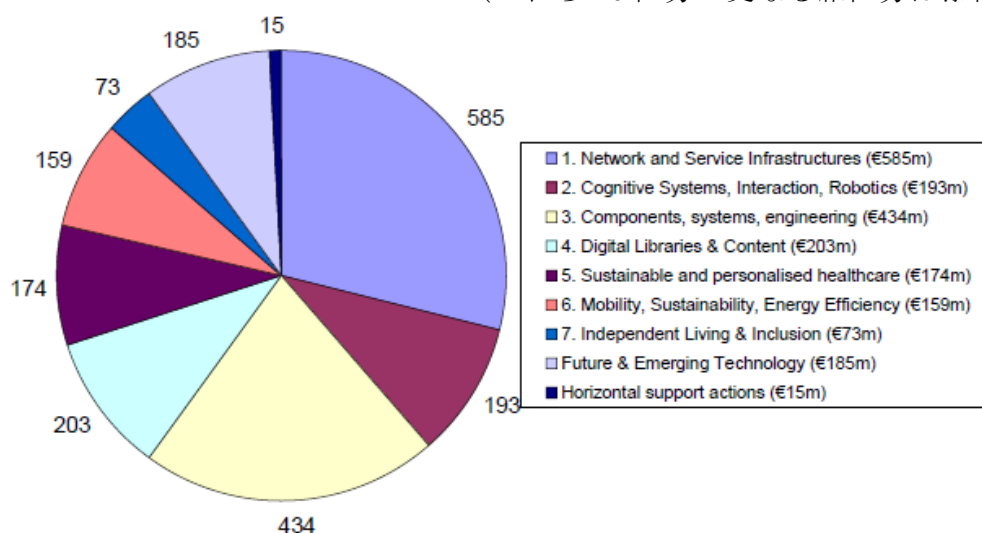
この10分野の研究開発の実施は、「共同研究」「ジョイント・テクノロジー・イニシアティブ(JTI)」「国際協力」などの4つのサブプログラムによって行われることになっている。この中の「共同研究」が予算的には大部分を占め、EUの研究資金の中核である。JTIはFP7から新たに始まったサブプログラムであり、主に欧州テクノロジープラットフォーム(ETP)³によって産業界主導で取り組まれる。

3. ICT分野の概要

ICT分野は、さらに下記に示す7の課題(分野)と2つの基礎的・基盤的テーマに区分されている。最初の2年間の予算内訳を図2に示すが、「1.ネットワークとサービスインフラ」と「3. 部品、システム、エンジニアリング」への予算配分が多く、両者で過半を占めている。

1. ネットワークとサービスインフラ(Network and Service Infrastructures)
2. 認知システム、相互作用、ロボティクス(Cognitive Systems, Interaction, Robotics)
3. 部品、システム、エンジニアリング(Components, systems, engineering)
4. デジタル図書館およびコンテンツ(Digital Libraries & Content)
5. 持続可能で個別化されたヘルスケア(Sustainable and personalised healthcare)
6. 移動性、環境持続性、省エネ(Mobility, Sustainability, Energy Efficiency)
7. 自立した生活と社会の一体化(Independent Living & Inclusion)
 - ・ 将来および新技術(Future & Emerging Technology)
 - ・ 水平的な支援行動(Horizontal support actions)

(これら10区分の更なる細区分は添付資料参照)



(出典: "ICT in FP7 At A Glance")

図4 FP7のICT分野予算の内訳(2007-2008年、単位:百万ユーロ)

³ 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。

4. ICT の 2007-2008 年作業計画（抜粋）

FP7 の各分野では、それぞれ提案書の公募にあたり、初年と次年の取組内容の詳細を記載している作業計画書を作成している。本章では、ICT 分野の取組内容を、作業計画書(2007-08) ⁴から抜粋して紹介する。

4.1 目 的

欧州の社会・経済的需要を満たすために、その産業競争力を強化し、情報通信技術（ICT技術）における今後の発展に対する理解と方向付けを可能にする。ICT技術は知識集約型社会における核となる。欧州の科学技術基盤を強化し、ICT技術の分野で世界的なリーダーシップを獲得する。ICT技術を利用して製品、サービス、プロセスの革新性や創造性を促進・振興し、欧州の市民や産業、政府の利益に直結するようなICT技術の進歩を目指した取り組みを進める。これらの取り組みはまた、情報格差や社会的疎外の是正にも役立つ。

以下は、政策及び社会経済的背景の説明(抜粋)。

4.2 i2010 — 新しくなったリスボン・アジェンダの実現

今日欧州は、21世紀の課題に対応するために、経済社会を早急に再構築する必要性に迫られている。持続可能な未来を確保しつつ、競争力や生産性を強化し、より高い経済成長を実現する必要がある。市場のグローバル化に伴う経済実態の変化や、急速な技術の変化への適応が求められている。また同時に、公共サービスの改革や、健康、高齢化、社会の一体性、エネルギー効率、安全と危機管理などの分野で新たに生じている諸問題への取り組みも必要とされている。

欧州委員会は、刊行物「成長と雇用のための共同の取組：リスボン戦略⁵ のための新たなスタート⁶」の中で今後の欧州経済社会におけるICT技術の重要性に目を向けており、「欧州のイノベーションは、官民の両部門において、新技術（特にICT技術）への投資とそれら新技術の使用の促進に大きく依存している。情報通信関連の技術は知識経済のバックボーンであり、現在の経済における生産性の向上に大きく貢献している」と強調している。

ICT技術政策に関するEUの戦略的な枠組みを定めているi2010イニシアティブ⁷

⁴ "ICT – INFORMATION AND COMMUNICATION TECHNOLOGIES: Work Programme 2007-08" ftp://ftp.cordis.lu/pub/fp7/ict/docs/ict-wp-2007-08_en.pdf

⁵ 編集部注 リスボン戦略：2000年3月、EU加盟国首脳は、2010年までに、EUを「より良い職業をより多く創出し、社会的連帯を強化する、持続的な経済成長を達成できる、世界中で最もダイナミックで競争力のある知識ベースの経済」地域に発展させるという目標を定めた。要するに、IT技術革新、市場の活性化、完全雇用の実現、また、企業競争力の強化に必要な諸策を実施することによってEUをより豊かにし、残存する地域間格差を是正することが向う10年間の政策目標として定められた。この包括的な経済・社会計画を採択地の名を取り「リスボン戦略（Lisbon Strategy）」と呼ばれている。

⁶ "Working together for growth and jobs: A new start for the Lisbon Strategy" COM (2005) 24

⁷ 「i2010 – 成長と雇用のための欧州情報社会（i2010 – A European Information Society for growth and employment）」, COM(2005) 229

では、この分野で研究とイノベーションを主導するライバルらとの差を縮めて、国際的な業績をあげることが目的の一つとされている。欧州社会経済における主要課題に取り組み、産業競争力を強化するには、ICTの進歩が不可欠である。FP7のICT研究では、欧州がICT開発を進めて、市民や企業のニーズに応えられるようになることを目標としている。この作業計画書は、2007年に開始される提案書募集のために、詳細な優先事項を記載⁸ するものである。

4.3 ICT in FP7におけるICT技術：特定の課題に照準を絞ったアプローチ

委員会の支援に対して最良の効果を実現するには、主要な研究開発課題に照準を合わせて重点的に取り組む必要がある。本作業計画書では、欧州が次世代のICTおよびその応用分野において国際的に主要な地域のひとつとなるために必要な7つの課題が含まれる構造を提案している。

これらの課題は、産業的あるいは技術的な目的、または社会経済的目標によって推進されており、それぞれ明確な目標と方策が10年の時間枠で特定されている。

各課題の目標を達成するために、一連の研究目的が発表される。詳しくは本作業計画書の次章以降で説明する⁹ が、これらの研究目的は、提案書公募における焦点を示すものとなっている。本作業計画書では、支援対象となる研究の成果目標と、それらの成果に期待される欧州経済社会への影響をそれぞれの目標ごとに定義している。

4.3.1 技術的障害の克服と欧州主力産業の強化

欧州産業が今後10年間でICTの主要地域のひとつとなるためには、研究者や技術者が取り組まなければならない**3つの課題**がある。これらの課題は、特にICTに関する欧州テクノロジー・プラットフォーム(ETP)の助けを借りて特定されたものであり、内容は次の通りである。

- － インターネットや、移動通信、固定通信、音声画像通信といった現行のネットワークに今後徐々に置き換わっていく **集中型の通信サービスインフラ**。
- － 利用環境内で自律的に進歩し、自己適応の可能な、**より強固で状況認識型の使いやすいICTシステム**。
- － すべての主要な製品とサービスのイノベーションの基盤となる、**より小型で低価格、かつ信頼性が高く消費電力の低い電子部品およびシステム**。

⁸ 編集部注： 作業計画書の本編では、40 頁以上にわたって詳細な優先事項が記載されている。

⁹ 編集部注： 本稿では割愛。内容は上欄注を参照。

4.3.2 欧州の社会経済的課題に取り組むための新しい機会の獲得とICTの適用

ICT研究には、社会経済的な目標に基づいた4つの課題があり、これらはi2020の主要イニシアティブと一致している。

- － 文化財の保存・開発・普及、学習・教育システムの改善、社会の創造性強化に役立つ、**電子図書館やナレッジ開発ツール、コンテンツ開発ツール、およびそれらの適用。**
- － 健康・福祉の監視力と一般的な不調や病気への対応力を強化する、**持続可能な医療システムのためのICTツール。**
- － 欧州市民にとっての主要な必需品である**知的で安全な車両や、環境維持およびエネルギー効率性のための技術。**
- － 市民全体の**社会的一体性および生活の自立**を強化するためのICTシステムとその適用。

これら7つの課題以外にも、**将来および新技術**への取り組みを引き続き実施することにより、新しいICT関連の研究において、分野横断的な研究の利点を生かしていく。

本作業計画書における課題は、前回までのフレームワーク計画で明らかにされた**環境インテリジェンス**の考えを基に更に展開されたものだといえる。

4.4 資金供与方式

FP7によって助成される活動は、いくつかの「資金供与方式」によって資金援助を受けることになる。これらの資金供与方式は、単独で、あるいは複数組み合わせられて、研究開発フレームワーク計画全体を通した資金拠出に適用される。本作業計画書で定められる研究目的に適用される資金計画には次のものがある。

(1) 共同研究プロジェクト (Collaborative projects: CP)

新しい知識、技術、製品開発、成果発表、研究リソースの共有を目的とした、複数の国からの参加者によるコンソーシアムによって実施されるプロジェクトに対する助成。この資金供与方式では、次の2種類のプロジェクトに対して資金が拠出される。

- a) 小中規模の焦点を絞った研究活動(STREP)¹⁰、
- b) 大規模な統合型プロジェクト(IP)¹¹。

¹⁰ “small or medium-scale focused research actions”(STREP)

¹¹ “large-scale integrating projects” (IP)

(2) ネットワーク・オブ・エクセレンス (Networks of Excellence: NoE)

多くの研究機関により実施される、特定分野における統合的な取り組みを行う共同研究プログラム(Joint Programme of Activities)に対する助成。これらのプログラムは、より長期的な枠組みで共同作業を行う研究チームによって実施される。

(3) 調整・支援活動 (Coordination and support actions: CSA)

ネットワーク化、知識の交換、助成プロジェクトの調整、研究インフラへの国境を越えたアクセス、調査、会議などといった研究活動および政策の調整・支援活動に対する助成。これらの活動はまた、公募以外の方法で導入される可能性もある。この資金供与方式では、次の2種類のプロジェクトに対して資金が拠出される。

- a) 調整活動(Coordination Actions: CA)
- b) 特定支援活動(Specific Support Actions: SA)

各研究目的に対して適用される資金供与方式の種類は、公募が実施されるテーマごとに指定される。

4.5 中小企業の参加と技術革新の促進

中小企業がイノベーションに対して果たす役割は重要である。ICTの新しい展望を開き、新たな事業資産に転換する中で、中小企業は大きな役割を果たしている。中小企業には、焦点を絞った研究活動が可能であり、技術的な決定や経営上の決定を迅速に行えるという大きな強みもある。

欧州委員会によるICTの研究プログラムでは、初期段階にあるリスクの高い研究開発への投資、戦略的なパートナーシップの構築、革新的で高い付加価値を持つ製品やサービスの地元市場外での展開など、中小企業に対して大きなチャンスが提供される。

ICTに関する本作業計画書では、優先事項を定義付ける中で、中小企業のニーズと潜在能力に対して特に注意を払っている。FP6における中小企業のICT研究への参加の経験に基づいて、FP7では、中小企業が大企業や大学、公共研究所などと共に、ICTの研究コンソーシアムにおいて重要な位置を占めるようになることを目標とする。

FP7への参加規定もまた、中小企業の更なる参加を促すものとなる。FP7プロジェクトに参加する中小企業に対しては、対象となる全費用のうち最大75%が欧州委員会により助成される（FP6以前は50%であった）。そのためFP7では、高い成長の見込まれる新しい技術分野とICTの応用分野の両方において、研究開発に取り組む準備のできている多数の革新的な中小企業がICTのテーマに参加することが期待される。

(以上4.出典：“ICT – INFORMATION AND COMMUNICATION TECHNOLOGIES: Work Programme 2007-08” 欧州委員会)

5. 終わりに

先日（7月11日）、東京において駐日欧州委員会代表部と外務省の主催で「研究とイ

「イノベーションに関する日EU協力フォーラム」が開催された¹²。このフォーラムの趣旨は、FP7の日本における認知度を高め、知識を深めることで、欧州委員会からはロドリゲス研究総局総局長をはじめ多数の関係者が来日し、プレゼンテーションを行った。当日は産学官から300名以上の出席者があり、盛大なものであった。

このフォーラムでは、欧州委員会から、FP7への日本からの参加を盛んに呼びかけていた。既報¹³で紹介したように、日本を含む先進工業国¹⁴は、EUからの資金提供を受けることはできないが、欧州企業や研究機関等とパートナーシップを組むことにより、FP7に参加することができる。

このフォーラムの午後の部では、テーマ別の分科会が開催されたが、その一つがICT分野であった（他は、ナノテクノロジー、環境・エネルギー、生命科学・バイオテク）。FP7の一つ前のFP6では、日本からの参加実績は相対的には非常に少ないものの、21プロジェクト、22機関の参加があり、その約半分の10機関¹⁵がICT分野のプロジェクトへの参加であったとの紹介がなされた。FP7はまだ始まったばかりであり、日本からどの程度の参加が行われるかは不明であるが、今後もこのICT分野が日欧間の重要な協力分野になることが期待される。

添付資料 ICT 分野の実行計画(2007-2008-年)での予算配分表

	予算 (百万 ユーロ)	第一 次 募集	第二 次 募集	第三 次 募集	FET Open	Joint Call*
課題 1 広範囲で信頼できるネットワークとサービスインフラ						
1.未来のネットワーク	200	200				
2.サービス、ソフトウェア・アーキテクチャ、インフラ、エンジニアリング	120	120				
3.ネットワーク化した企業の支援のための ICT	30	30				
4.安全で信頼できるインフラ	90	90				
5.ネットワーク化されたメディア	85	85				
6.新しいパラダイムと実験的な施設	40		40			
7.重要なインフラの保護	20					20
課題 2 認知システム、相互作用、ロボティクス						
1.認知システム、相互作用、ロボティクス	193	96		97		
課題 3 部品、システム、エンジニアリング						
1.次世代ナノエレクトロニクス部品とエレクトロニクスの統合	86	86				
2.有機広面積エレクトロニクスおよびディスプレイシステム	63	63				

¹² 「研究とイノベーションに関する日 EU 協力フォーラム」の開催案内および当日資料集

http://www.deljpn.ec.europa.eu/home/news_jp_newsobj2302.php

¹³ NEDO 海外レポート 997 号「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>

¹⁴ EU の資料で先進工業国として具体的に挙げられているのは、米国、カナダ、日本、オーストラリア。

¹⁵ FP6 での ICT 分野のプロジェクトに参加した日本の研究機関・大学・企業 10 機関の内訳： 国立研究機関 5、大学(含む国連大学)4、民間企業 1 (外資系企業(モトローラ社)の日本法人)。

3.組み込み式システムの設計	40	40				
4.コンピュータシステム	25	25				
5.フォトリソグラフィ部品とサブシステム	90		90			
6.マイクロ/ナノシステム	83		83			
7.ネットワーク化された組み込みおよび管理システム	47		47			
課題 4 デジタル図書館およびコンテンツ						
1.デジタル図書館、技術的に強化された学習	102	52		50		
2.インテリジェントなコンテンツと記号論	101	51		50		
課題 5 持続可能で個別化されたヘルスケアに向けて						
1.モニタリングやその場での診断のための個人用健康システム	72	72				
2.リスク評価や患者の安全のための先進的 ICT	30	30				
3.仮想生理学的人体	72		72			
課題 6 移動、環境持続性、省エネのための ICT						
1.高度な自動車や輸送サービスのための ICT	57	57				
2.協力システムのための ICT	48		48			
3.環境管理や省エネのための ICT	54		54			
課題 7 自立した生活と社会の一体性のための ICT						
1.ICT と加齢	30	30				
2.アクセスしやすく包括的な ICT	43		43			
将来および生まれつつある技術 (FET)						
オープンスキーム	65				65	
1.ナノスケールの ICT デバイスとシステム	20	20				
2.広範囲な適用	20	20				
3.バイオと ICT の収束	20	20				
4.社会的に高度な ICT のために複雑なシステムの科学	20			20		
5.組み込まれた知性	20			20		
6.永遠の ICT	20			20		
水平的支援行動						
国際協力	12	7		5		
NCP 間の国境を越えた協力	3			3		
合計	2021	1194	477	265	65	20

* JointCall : ICT 分野とセキュリティ分野との共同募集

募集期間

第一次募集 : 2006 年 12 月～2007 年 5 月、第二次募集 : 2007 年 5,6 月～9,10 月

第三次募集 : 2007 年 12 月～2008 年 3 月、FETOpen : 2006 年 12 月～2007 年 5 月

JointCall : 2007 年 4 月～2007 年 12 月

(出典 : "ICT – INFORMATION AND COMMUNICATION TECHNOLOGIES: Work

Programme 2007-08" 欧州委員会)

(編集 林 欣吾、翻訳 桑原 未知子)

(参考) FP7 のホームページ http://ec.europa.eu/research/fp7/index_en.cfm

同 ICT 分野のページ <http://cordis.europa.eu/fp7/ict/>

駐日欧州委員会代表部のホームページ <http://jpn.cec.eu.int/>

【電子・情報通信技術特集】 集積回路 半導体製造

米国立標準技術研究所マイクロエレクトロニクス・プログラムの戦略見通し

半導体産業とその支援社会基盤は、かつては完全に垂直統合されていたが、現在は国際的に高度に分割している。集積回路の発明は、情報処理と通信の巨大な生産性向上を可能にした。この生産性向上は、寸法の縮小を通して、また付加機能の取り込みによって継続すると予想される。

急激に増加する研究開発費は、参加者にコンソーシアムや協力クラスターを形成するよう働きかけた。このことは、最初は地域的であったが、現在は国際的になっている。解決すべき重要な障壁に関する研究・開発活動を集中するために、産業界は国際半導体技術ロードマップ(ITRS: International Technology Roadmap for Semiconductors)を維持している。この技術ロードマップは、解決すべき障害と可能な解決策に関する 600 頁以上の合意文書である。

最先端半導体製品を製造するために必要な巨額の投資は、共同事業を立ち上げることを名目上の競争者に強いた。この傾向は比較的最近ではあるが、継続すると予測することができる。

米国標準規格局(現在の米国立標準技術研究所、NIST: National Institute of Standards and Technology)は、測定法と標準の開発において半導体産業の支援に重要な役割を果たしてきている。2006年度に、全米半導体計測プログラム(NSMP: National Semiconductor Metrology Program)は NIST での計測開発に 1,200 万ドルの資金提供をしている。これらの資金は、NIST の STRS(科学技術研究サービス: Scientific and Technical Research and Services)資金および他機関を含む他の資金と合わせて、約 2,500 万ドルの事業合計となっている。

NSMP は、1992 年の創設以来、ほとんどの資金提供を短期的問題に集中させてきた。従来の比例則がますます問題になるとともに、"究極の CMOS"(Ultimate CMOS)や"CMOS を越えて"(Beyond CMOS)に関連したより長期的な問題への集中が、利用可能な資金提供のさらに大きな部分が割り当てられる必要がある。これらのプロジェクトは、ナノスケール科学技術センターで緊密に調整されるであろう。ナノ加工設備の実現と特別な環境走査型電子顕微鏡や 2 重ビーム式集束イオンビーム走査型電子顕微鏡のような最先端技術の計測ツールの新しい取得は、ナノエレクトロニクス用の斬新な計測を開発する NIST の能力を大きく向上させるであろう。

NIST マイクロエレクトロニクス・プログラムのスタッフは、半導体製造工業が必要とする最新の計測知識を維持し、かつポートフォリオを適切に調整するために、ITRS 活動を緊密に注視し続けるであろう。以下に NIST の顧客と各マイクロエレクトロニクス・プログラムについて説明する。

顧客

- 半導体産業界

半導体エレクトロニクス産業は、その初期段階で、高度に垂直に統合された。初期のメーカーは有名なエレクトロニクス企業であり、これらの企業には、ウェスタン・エレクトリック社、IBM、ゼネラル・エレクトリック、RCA、NEC および SONY を含んでいた。彼等は、自社の生産機器のほとんどを設計製造しなければならず、また自分で材料を準備しなければならなかった。ベル研究所は、多くの様相の半導体技術を高度に独占していたので、その知的財産をライセンスしなければならなかった。集積回路¹の発明の後で、半導体産業は、特にサンフランシスコ半島のシリコンバレーで、急速に拡大した。製造工程は、特にシリコンバレーで徐々に収斂した。主に頻繁な転職の結果であった²。

半導体製造産業は急速に成長し、電子管や継電器ロジック技術を置換えた。競争は、寸法を縮小することにより、単一チップにますます多くの機能を加えることをメーカーに強いた。このことはゴードン・ムーアに 1965 年の彼の有名な"ムーアの法則"を公式化させた。

時間とともに、メーカーは機器と材料の供給機能を分散し始め、アプライド・マテリアルズ社のような企業が急速に成長した³。この現象は規模の経済の自然な結果である。興味深いことに、多くの日本の企業はいまだにある程度の機器開発と製造を内部で維持していることである。

半導体産業は、現在、設計者、供給業者および半導体メーカーへとそれ自身を整え

¹ ジャック・キルビー(テキサス・インスツルメンツ社)、US Patent Number 4,042,948, originally filed 6 May 1959, and Robert Noyce (Fairchild Semiconductor Corporation); US Patent Number 2,981,877, filed 30 July, 1959.

² これは旧いラインの東海岸の電子メーカーにおいてはそれほど一般的ではなかった。多分、彼等は低い労働移動率を楽しんでいたからであろう。例えば、シリコンバレーの企業がアルミニウム金属処理を使用していた 1970 年代に、ウェスタン・エレクトリック社は、より信頼できるという見当違いの前提で Ti-Pt-Au を使用していた。

³ 例えば、ベル研究所はアプライド・マテリアルズ社へそのプラズマリアクター技術を移転し、ETEC 社に e-ビームマスクライターを移転した。モトローラは、トゥガル社へのプラズマリアクター技術を売却している。

させた。いくつかのメーカー、インデペンデント・デバイス・マニュファクチャ（IDM：Independent Device Manufacturers）、は設計と製造の機能を保持している。これには、インテル、AMD、IBM、NEC、富士通、フィリップスおよびインフィニオン社が含まれる。その他の企業は、他社に対して製造サービスを提供する「ファウンドリー」として貢献している。これらには、TSMC、UMC、チャータード・セミコンダクター社および SMIC 社が含まれる。「ファブレス」企業においては設計のみを行っている。これには、LSI ロジック社、エイジェル社(ウェスタン・エレクトロニクス社マイクロエレクトロニクス部門の残り)および多くの小さな企業が含まれる。規模の経済は、他のグループを製造アリーナから強制的に外に出した。競争企業は、大量の製品を製造するために、特にメモリで合弁企業を形成している。例えば、インテル社とミクロンは、NAND フラッシュメモリを製造するために、IM フラッシュ・テクノロジーズ社を創設した。日立と三菱電機は、マイクロコントローラとマイクロプロセッサを含む様々な製品を製造するためにルネサス社を形成している。

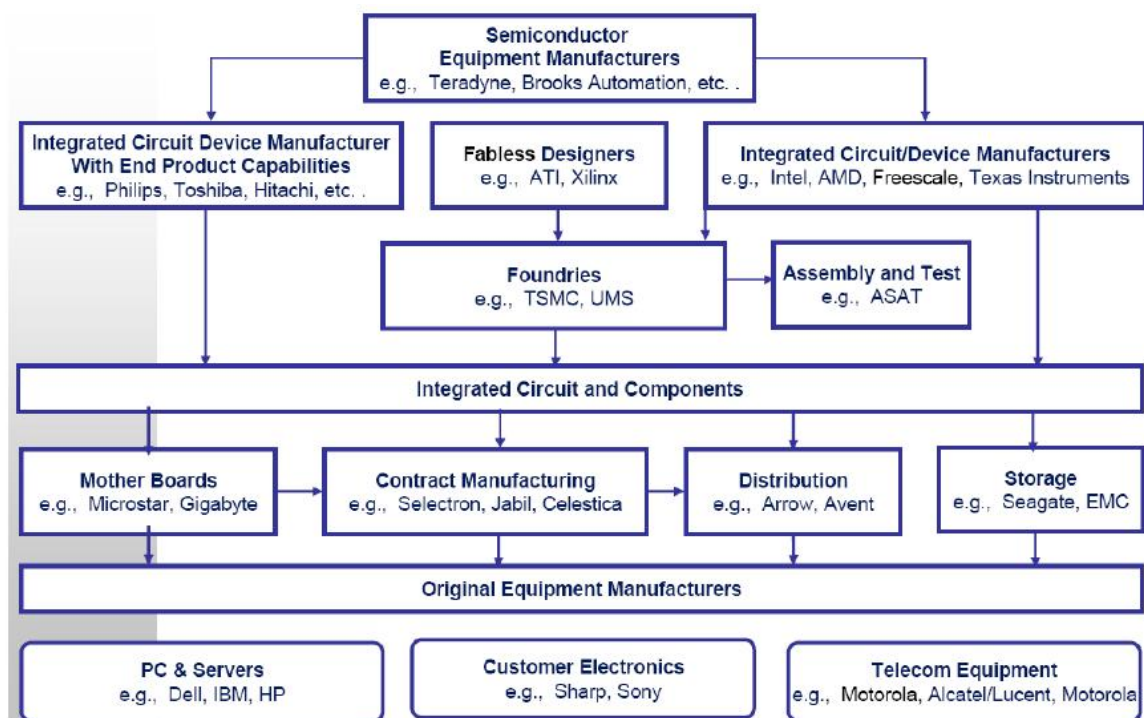


図 1. 現在の半導体産業構造

NIST の研究者は、IDM 企業や機器材料供給業者の協力者と広範囲に交流している。プロジェクトの最大効率のために、これらの交流が維持され強化されることは絶対必要である。特に注目すべき 1 つの例は、ポリマー部門のレジスト特性評価を研究している、インテルから NIST への客員研究者である Kwang Woo Choi 博士の存在である。Kwang Woo は、インテルのすべての半導体素子研究のリエゾンとして働き、彼を通して高度チャネル設計を研究するインテルチームと NIST 半導体エレクトロニクス部門

の John Suehle との間の重要な協力が始まった。さらに、インテルは、光技術部門で走査型化学力顕微鏡を使用してレジストの計測に取り組んでおり、NIST 職員の John Woodward 博士に資金提供している。

- コンソーシアムと協カクラスター

かつては米国メーカーが優勢であったが、日本は 1970 年代の終わりに本格的な侵入を開始した。日本の通産省に先導された VLSI プロジェクト(1976)⁴と米国防総省研究技術局が先導する VHSIC プロジェクト(1978)が、イノベーションを駆り立て、かつ、この成長産業の卓越性を獲得し維持することを目的にした 2 つの国の政府イニシアティブであった。日本と米国の競合が加熱するとともに、米国企業は初めて真のコンソーシアムである SRC(Semiconductor Research Corporation)を 1982 年に組織した。

そのミッションは、学术界が米国半導体産業界に直ちに貢献できる訓練された高学位の科学者を生み出すことを支援することであった。コンソーシアムは、顧客によって要求される迅速な生産性を維持するのに必要な常に増大する投資に対処するための新しいモデルとなった。

・ SRC(Semiconductor Research Corporation)(1982)(Larry Sumney 代表)

その憲章は、ITAR 事項により拘束されず、シリコン技術の高学位科学者およびエンジニアの訓練に資金を提供することである。 <http://www.src.org>

・ IMEC(マイクロエレクトロニクス先端研究所 : Interuniversity Microelectronics Center)(1984)

R. Van Overstraeten 教授の主導で、産業界の代表と共に、ルーベン大学およびフランダース政府の理事会の監督の下で非営利団体として設立された。Gilbert Declerck 教授は、1999 年に Van Overstraeten の死に際して社長兼 CEO と指名された。 <http://www.imec.be>

・ SEMATEC(米半導体製造技術研究組合、セマテック : Semiconductor Manufacturing Technology Institute)(1987)

代表取締役として Larry Sumney、そして CEO としてロバート・ノイス。SEMATEC は、米国機器製造業者および材料供給業者の製品の向上支援のために創設された⁵。職

⁴ VLSI プロジェクトは、パーキン・エルマーリソグラフィツールをリバースエンジニアリングし、ニコンとキャノンが向上したツールを持って市場に参入し、パーキン・エルマーを市場から追出す結果をもたらした。今日、最先端リソグラフィツールを生産する米国のメーカーは存在しない。

⁵ SEMATEC は米国半導体工業会(SIA: Semiconductor Industry Association)の子会社である。国際半導体製造イニシアティブ(ISMI: International Semiconductor Manufacturing Initiative)と先端技術開発施設(ATDF: Advanced Technology Development Facility)は、SEMATEC の子会社である。

員は会員企業からの任命者によって配属される。会員企業は、世界の半導体生産合計の半分以上を占めている。<http://www.sematech.org>

・ Selete(半導体先端テクノロジーズ : Semiconductor Leading Edge Technologies)(1996)
Selete は、10 社の半導体メーカーから、等しく投資された 300mm ウェハ基盤生産技術の開発コンソーシアムとして 1996 年に設立された。Selete は、民間資金提供プロジェクト(あすか II)と政府資金提供の産業技術総合研究所(AIST)とを結びつけている。Selete は、300mm ウェハと機器基準に関して、SEMATEC の以前の子会社である ICCI と緊密に協力した。<http://www.selete.co.jp/?lang=EN>

・ アルバニー・ナノテク(1997?)

Alain Kayoleros によって創立・運営されて、アルバニー大学に付属。厳密に言えば、コンソーシアムではない。しかし、150 以上の産業会員によりまったく一つのように見える。多くの点で IMEC に類似している。その施設は非常に印象的であり、重要軍事と MEMS 研究を走らしている 200mm CMOS ラインとプロセス開発のための 2 つの 300mm 施設を持つ。最大の機器供給企業の 1 つである TEL 社は、テキサス州オースティンからここに主要機器開発施設を移動させている。日立ハイテクノロジー社、インフィニオン社およびインテルさえも存在するように、IBM も重要な出先機関を持っている。SEMATEC もここに出先機関を持ち、この施設で極紫外光リソグラフィ(EUVL)開発を行っている。<http://www.albanynanotech.org/>

このアリーナにおいて、NIST の研究者は、SEMATEC や SRC の共同研究者と広範囲に交流している。これらの交流の維持と強化は、NIST の取り組みの健全さにとって不可欠である。他のコンソーシアムや協クラスタとの追加協力も探求されるべきである。

密接な協力の素晴らしい例は、限界寸法とオーバーレイ計測分野の SEMATEC における NIST の専門家の存在がある。SEMATEC 現場での NIST の専門家の存在は、産業界が直面する計測問題との密接な接触を持つことができる一方で、計測の専門分野を普及するのを支援している。

最後に、学術機関は厳密には直接の顧客では無いが、学術界と NIST の研究者との広範囲な交流は、全米セミコンダクター計測プログラム(National Semiconductor Metrology Program)の成功の重要で有用な部分である。SRC(Semiconductor Research Corporation)は、世界中の 50 以上の大学の大学院学生に資金を提供している。フォーカスセンター研究プログラム(Focus Center Research Program)は、さらに、多数の大学におけるポスト博士に研究資金を提供している。

ナノエレクトロニクス研究イニシアティブ(Nanoelectronics Research Initiative)は、

SRCによって管理されている。しかし、資金の大部分は、州政府、全米科学財団(NFS)および DARPA(米国防総省国防高等研究計画局)によって提供されている。

リソグラフィ計測プログラム

この課題の全体的な目標は、深紫外線 DUV(deep ultraviolet)と極紫外線 EUV(extreme ultraviolet)の開発を支援することである。強調する分野は、レンズ材料と浸漬液、レーザー熱量測定計、放射線検出器感度と損傷の特性評価である。

リソグラフィの進歩は、集積回路産業の素晴らしい生産性向上を大きく駆動してきている。過去数十年間、1個のチップ当たりの能動素子を3年毎に常に4倍に増加してきている。トランジスタの寸法を縮小させているこの継続中の比例則は、チップ上にますます多くの部品を載せることを可能としており、1つのトランジスタ当たりの電力消費を低下させて、かつ回路の速度を増加させてきた。素子寸法の縮小は、リソグラフィ露光ツールが使用する光の波長を短くすることにより達成されてきた。この時点で産業は深紫外線(DUV)スペクトルへ移動した。現在、193nmで運転する露光ツールは、最先端の製造設備である。最初の193nmの液浸リソグラフィツールは、最先端のメーカーに送られており、次世代半導体製品の最終開発に使用されている。193nm ツールのための高屈折率液体とレンズ材料は、より高い開口数システムを開発するために精力的に研究されている。

深紫外線の先を見て、13.6nmの極紫外線(EUV)が研究されており、実証ツールが設計され組立てられている。2つの α ツールが、2006年に開発コンソーシアムに送られている。EUV レンズ計測および高度 EUV フォトレジスト材料の開発のための計測は、追加的支援を必要とする重要なプロジェクトである。レジスト計測のための EUV 露光干渉計測の開発は、ポートフォリオの重要な課題である。

ナノインプリント・リソグラフィは、次世代リソグラフィ競争のダークホースであるが、大きな可能性を示している。NISTは、現在ツールを有しており、研究者は、計測問題を定義する課題を開始している。

2006年マイクロエレクトロニクス・プログラムの予算：92.3万ドル

限界寸法とオーバレイ計測プログラム

半導体製造産業の主要な生産性向上の駆動力は、直線に寸法を縮小する能力であった。リソグラフィの重要な要素は、マスクおよびこれらのマスクによって半導体構造に投影されるイメージの両方に、複製可能な歪みのないイメージを作成する能力である。リソグラフィ全体として、マスク作成、イメージの印刷・現像、そして結果の評

価が、現在ウェハ処理コストの 35%を構成している。限界寸法とオーバレイ計測プログラムの全体の課題は、産業界が現在と将来の世代のリソグラフィ技術に必要な計測支援を提供するのを助けることである。これらの目標は、モデル化、次世代限界寸法とオーバレイ加工の予測、最先端限界寸法とオーバレイ技術の開発、そして異なる限界寸法とオーバレイ測定技術の比較における進歩を含んでいる。

現在、限界寸法とオーバレイ測定の改善は、リソグラフィ能力にかろうじて遅れずにいる。コスト効率を維持するために、継続的な進歩がなされる必要がある。先端計測研究所(Advanced Measurement Laboratory)に最近設置された最新設備の取得は、このプログラムの最高で最もハッキリしたレベルで産業に役立ち続ける優れた立場に NIST を置いた。NIST は、ヘリウムイオン顕微鏡のような、大きな可能性をもつ代替顕微鏡技術に関して継続して注意を払う必要がある。産業界が必要とする意味のある結果を提供するために、SEMATEC および他の同様な組織との提携を促進する必要がある。

2006 年マイクロエレクトロニクス・プログラムの予算： 208.9 万ドル

フロントエンド加工計測プログラム

活性なトランジスタ領域の寸法は、ドーパント原子の間隔の確率的な形に近づいており、モデル化とドーピング密度勾配測定を複雑にしている。薄膜誘電体や電導膜は 1 分子の大きさに近づいている。

素子寸法が縮小し続けるとともに、ジャンクションや限界薄膜の厚さは、数原子の領域に接近しており、電気的特性や信頼性特性と同様に、勾配、厚さおよびウェハの平面度や粗さの計測が問題となる。ゲート誘電体、従来の SiO₂ と SiON は、まもなく使えなくなるであろう。全体の課題は、電気的な特性評価、勾配、厚さと粗さ計測および全体の信頼性計測を含み、開始ウェハの寸法と欠陥の計測 誘電体とジャンクションの適切な計測と標準材料を提供することである。

信頼性に対してより大きな重点を置く必要がある。

ウェハ直径を 300mm から 450mm に増加させる可能性は、関連する計測に必要とされる機器を時間的に有効になるように準備するために、注意深く追求する必要がある。

2006 年マイクロエレクトロニクス・プログラムの予算： 172 万ドル

相互接続とパッケージング計測

相互接続とパッケージング技術の進歩は、新しい材料とプロセスの急速な遷移をもたらした。環境からの外圧は、パッケージにチップを付けたり回路基板にパッケージを付けるために使用される半田の鉛の低減と最終的な削除をもたらしている。このプログラムの全体の課題は、相互接続とパッケージング技術の機械的、化学的、冶金学的、電気的、熱的そして信頼性評価のために、重要な計測学と方法論を提供することである。

パッケージングの機能は、回路基板のようなシステムやサブシステムプラットフォームに集積回路を接続し、また環境から集積回路を保護することである。大規模集積化により回路上の入出力(I/O)数の増加は、さらに小さな I/O ピッチ、フリップチップ接続の使用とインターポーザーと呼ばれる中間プラットフォームの使用を強要している。MEMS 技術による集積回路上へのセンサーやアクチュエーターの集積化、および過酷な環境での低価格集積回路の使用増加は、パッケージング課題の複雑さを増している。環境上の問題は、信頼できる鉛フリー半田および他の環境への影響の低い包装材料の開発の必要性を強要している。

システム信頼性要件は、パッケージング前後での集積回路モデル化、試験方法および不良解析を要求する。計測は信頼性評価の重要な要素である。

相互接続導体として多層カーボンナノチューブを使用する可能性を見守る必要がある。また、一層の進歩がなされる場合、関連する計測は発展するであろう。光相互接続は注意を払うべき別の分野の機会である。

2006 年マイクロエレクトロニクス・プログラムの予算： 146 万ドル

プロセス計測プログラム

デバイスの比例則はその基本的な手段であった。ムーアの法則によって定量化された生産性と性能において、半導体産業は先例がない進歩を達成した、最近まで、使用される材料にはほんの僅かな変更しか行われていなかった。半導体産業は、地球上で 3 つの最も豊富な元素であるシリコン、酸素およびアルミニウムにもっぱら依存することができた。

しかしながら、最近、銅が相互接続電導体のために導入され、アルミニウム合金に取って代わった。様々な低誘電率材料が、寄生容量を縮小するために導入され、二酸化ケイ素と換わっている。寸法が縮小し続けるとともに、従来の二酸化ケイ素ゲート誘電体厚みは、トンネル電流が重要になる点にまで減少して、トランジスタの性能を危険にさらしている。このことは、より高い誘電率材料の導入を要求している。最初は、ゲート材料への窒素の追加で十分であった。しかし、近い将来には、遷移金属酸

化物、珪酸塩およびアルミン酸塩のようなよりエキゾチックな材料が必要であろう。寸法が縮小されるとともに、ゲート誘電体を通したゲート欠乏効果とドーパント拡散が、トランジスタ性能を制限しはじめている。さらに寸法の縮小を支援できる材料で、従来の二酸化ケイ素／ポリシリコンのゲートスタックプロセスを置き換えにより、半導体産業の課題はより困難になる。このプロジェクトによって以下に示される全体の課題は、比類ない空間分解能、精度、頑強性および利用のしやすさを持つ解析技術の必要性を反映している。

プロセスガスの正確な計測は、半導体製品の複製可能な製造にとり不可欠である。流量計および残留ガス分析器の正確な較正を可能にして、種々様々な反応性・非反応性プロセスガスの重要な物理的パラメーターを測定する必要がある。プロセスガス中の非常に低レベルの水質汚染は重大な製造障害をもたらす。非常に低い蒸気圧での水蒸気の正確な較正が必要である。

プロセスガスの正確な計測は、半導体製品の複製可能な製造にとって不可欠である。また、種々様々な計測問題は、プラズマ、化学薬品蒸気、および半導体製造業で使用されている迅速な熱加工ステップの中に出現する。

2006 年マイクロエレクトロニクス・プログラムの予算： 111.5 万ドル

解析のツールと技術プログラム

チップ寸法の継続的な縮小とチップ製造への新しい材料取り込みの急増は、新しい解析ツールや技術の開発を必要とする。トランジスタ内の要素が数ナノメートルレベルに達し、1 個のチップ当たりのトランジスタ数が 10 億に近づくとともに、新しい解析技術およびツールの必要性が増している。製造工程を確認するために必要とされるものと同様に、研究所で作られた構造を評価できるツールの開発は、大きな改善を必要とする。また、製造に使用されるものは、さらに、商用生産を遅くせずに十分な速度を必要とする。この後半の条件は、ツールの分解能や精度に多少の犠牲を強いるであろう。さらに、より有効なモデル化能力が測定を行うことができないドメインの知識の差を埋めるために極めて必要である。30nm 以下の寸法の欠陥粒子の特性を分析することができるツールの大きな改善は、緊急に必要とされる。

他機関からの資金提供の急速な衰退の可能性に直面して、「化学分析用高解像度微小熱量計 X 線分光計」プロジェクトの成功のためには資金提供が必要である。

2006 年マイクロエレクトロニクス・プログラムの予算： 37 万ドル

デバイス設計と特性評価プログラム

マイクロエレクトロニクスがナノエレクトロニクス社会へと進むとともに、従来の CMOS はその基本的限界に達するであろう。マルチゲート FET(MUGFET)、完全欠乏と部分欠乏シリコンオンインシュレータ、シリコンゲルマニウムやシリコンゲルマニウムカーボンのような様々な合金、ひずみ層ならびにカーボンナノチューブや分子デバイス構造のような他のエキゾチックな新しいデバイス構造を評価する必要がある。ポートフォリオへのもう一つの追加は、有機材料エレクトロニクスの新興分野である。この目的のために、我々は新しいプログラム"デバイス設計と特性評価"を立ち上げている。

"Ultimate CMOS"や"Beyond CMOS"の構造を評価する問題は手強い。そして、このプログラムは著しく拡張される必要がある。現在必要とされる特に重要な計測開発は、デバイスレベルで局部歪みを測定できることである。

ポートフォリオの全てのプロジェクトに長期にわたり影響を与えるということで、強調されなければならない 1 つのプロジェクトは、先進計測ナノ製作技術設備支援 (Advanced Measurements Nanofabrication Facility Support) プロジェクトである。メリーランド州ゲーサースバーグ・キャンパスの先進計測研究所 (Advanced Measurement Laboratory) の完成で、ナノテクノロジー時代へ進むのにふさわしい高度な加工や計測機器を持ったクリーンルーム設備を手に入れた。長期間をかけて付加設備を購入する必要がある

2006 年マイクロエレクトロニクス・プログラムの予算：256 万ドル

システム設計とテスト計測プログラム

1 個のチップ当たり数千回の計算とマイクロ波領域のテスト周波数が、現在のテスト計測に挑戦する。システムオンチップ解決策を提供する新しい機能の追加は、追加テストの問題をもたらす。全体の課題は、これらの新しい要求に取り組むテスト方法を開発することである。

デジタル IC の正確で迅速なテスト方法は、不可欠の要求である。IC 接触検査技術を利用する従来の方法は、現在の IC 設計とは非互換の大きな接触パッドを必要とする。非接触で間欠的検査技術による代替検査方法の開発は、非常に有望に見える。しかしながら、これらの技術を実装し、迅速なテスト校正問題を解決することは困難であろう。設計者が直面する問題と開発コストの上昇で、正しいテスト戦略を開発することが必要である。

2006 年マイクロエレクトロニクス・プログラムの予算：78 万ドル

製造支援プログラム

分野横断的なすべての製造専門分野は、情報技術と処理能力の支援が必要である。300mm ファブ、単一ウエハロットそしてファウンドリーの大規模利用への遷移は、効率的な情報処理とオートメーションを生産工程にとって不可欠にした。情報技術は、供給プロセスを横断して、プロセス制御、ツール同士の相互接続、材料の自動取り扱いと追跡、レチクル管理および情報交換を含み、半導体生産と配布のほぼすべての面に関係している。プロセス制御を支援するためにオンライン・エンジニアリング・統計ハンドブックを提供し維持する NIST は、国際半導体産業イニシアティブ(ISMI : International Semiconductor Industry Initiative、SEMATEC の子会社)と研究をしている。そして、"エンジニアリングチェーン"を横切る情報の流れを支援し、また安全な電子診断データの基準を提供するために、必要な標準に関して NIST は産業界と共に取り組んでいる。

人的要素の縮小により再現性向上の必要性により動かされ、さらに拡大するウェハの使用によって強いられる人間工学的考察によって、また十分な機器利用を行う必要性によって駆り立てられて、高度な設備管理、高度プロセス制御、自動化および e 製造の迅速な導入が、このプログラムを大きな拡張への準備を整えさせるようにする。

2006 年マイクロエレクトロニクス・プログラムの予算 : 27 万ドル

(出典 : www.eeel.nist.gov/files/OMP_Strategic_2006.pdf)

【電子・情報通信技術特集】RFID 情報セキュリティ

米国立標準技術研究所は RFID セキュリティを確実にする ガイドラインを発表

米国商務省国立標準技術研究所(NIST)からの新しい報告書*によれば、業務を向上させるために無線 IC タグ(RFID)技術の使用を計画中の小売業者、メーカー、病院、連邦機関などの組織は、潜在的なセキュリティやプライバシーの危険をさらに系統的に評価し、また問題を緩和するために、これまでの成功事例を利用するべきである。

「一般にスマートタグと呼ばれる RFID タグは、補給業務を向上させ、ビジネスのコスト構造を変化させ、また国際的な製薬供給プロセスや他の多くの産業の安全性ならびに信頼性の現状レベルを向上させる能力を持っている。この重要な報告書は、周到な企業が、確信をもってスマートタグ・プログラムを立ち上げることができるように、潜在的な RFID の危険性に取り組むための基礎を構築するであろう」と、ロバート C.クレサンチ商務省技術担当次官は述べる。

RFID 装置は、製品モデルや製造番号のような識別情報を送信するために、無線信号を送信しかつ受信する。これらは微小な米粒サイズや紙の上の印刷から、組み込みバッテリーを持つはるかに大型の装置まで、種々様々のタイプと寸法がある。バーコードシステムと異なり、RFID 装置は在庫のより速い一括処理のために、視線の必要性無しに長距離を通信することができ、製品に影響する温度変化、突然のショック、湿度あるいは他の要因に関するデータを集めるためにセンサーに取り付けることもできる。

RFID 装置は、病院の検査結果と患者を整合させることから、危険物を追跡するシステムまで、より複雑な応用で展開する時に、盗聴や不正使用からのシステム保護に関して懸念が投げかけられている。

「この報告書の目標は、潜在的な RFID 安全性のリスクに取り組むために、チェックリストと特定のアドバイスを持った構造化様式により、実際的な方法を組織に提供することである」と NIST の第一著者トム・ケリジアンニは説明する。

この新しい NIST の報告書は、資産管理、追跡、整合ならびにプロセスとサプライ・チェーンコントロールのための RFID 応用に注目している。RFID システムのセキュリティおよびプライバシーを保証するための推奨案のリストには、以下のものが含まれている：

- － 組織の他のデータベースや情報技術(IT)システムから RFID データベースを分離するファイアウォール、
- － 実現可能な場合は無線信号の暗号化、
- － RFID システムの認められたユーザーの認証、
- － 不正アクセスを防ぐために金属スクリーンやフィルムで RFID タグとタグ読み取り領域の保護、
- － 機密漏洩の検知を支援する監査手続、ログ記録および時間刻印、
- － そして、極秘データを永久に使用不能にするか破壊するタグ処分およびリサイクルの手続き、がリストされている。

NIST は、連邦機関の情報技術システムの適切なセキュリティの提供を支援するために、「2002 年連邦情報とセキュリティ管理法」の下にその責任の一部としてこの新しい報告書を準備した。しかしながら、RFID システムに適切な予防制御を選択するためのこの提案は、他の形態の組織にとっても同様に有用であろう。

医療と供給プロセスのセッティングの 2 つのケーススタディが、RFID プロジェクトの様々な段階の全体にわたって安全性へのリスクを識別し最小化するための例を提供している。

報告書全文は以下から利用可能である：

http://csrc.nist.gov/publications/nistpubs/800-98/SP800-98_RFID-2007.pdf

*T. Karygiannis, B. Eydt, G. Barber, L.Bunn, T. Phillips, "Guidelines for Securing Radio Frequency Identification (RFID) Systems (Special Publication 800-98)", 154 pages.

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

【電子・情報通信技術特集】RFID 技術

ドイツにおける RFID の動向と取り組み

RFID (Radio Frequency Identification) は、タグやラベルの形をした IC チップをモノやヒトに付けて、電波などを用いて無線通信によって近距離内で情報交換する技術で、モノやヒトの識別や管理に活用することができる。当初は、流通業界においてバーコードに代わる技術として開発されてきたが、現在、経済や社会における IT 化、自動化をより促進する技術として、最も注目されている情報通信技術の一つである。

ドイツ経済技術省は、RFID を民間経済活動や公共サービスの広範な分野で効率性と品質を向上させる大きな可能性を提供するものとして、将来、経済成長と雇用を促進する重要なファクターになるとしている。ドイツ経済技術省が今年 3 月に公表したスタディによると、RFID に関連するドイツの総生産額は 2004 年には 30 億ユーロ程度であったが、2010 年には 620 億ユーロにまで拡大するという。

ただし、今年 6 月 25 日と 26 日にベルリンで開催された欧州 RFID 会議では、RFID が広く普及するようになるのがいつ頃になるのか、その明確な見通しは示されなかった。それは、RFID がまだいくつもの課題を抱えているからで、そのひとつが経済的な問題である。フラウンホーファー信頼性マイクロ統合研究所のライヒル研究員は、IC タグを 1 セント以下で製造できるが、安価な IC タグでは必要な安全性が確保できないとする。流通業界では、EPC グローバルが国際標準化を推進しているが、こうした国際標準化にその他の業界が同調していけるのかどうかも、RFID の普及にとって重要な課題となる。

さらに、ドイツの情報通信業界団体 Bitkom のパウル副会長は、RFID が電波を利用するだけに、利用する周波数を国際的に調和させる必要があるとも指摘する。もうひとつの課題は、消費者団体などが指摘する個人情報保護の問題である。購入する商品の好みや個人情報が気づかれないまま読み取られる危険性を指摘する声もある。これに関して、RFID の研究開発を担当する連邦教育研究省のルーカス担当官は、RFID が利用されるのは生産部門や食品の安全管理部門など全体の 90%にも及び、個人情報保護の問題はそれほど発生しないと指摘する。

個人情報保護に関してオープンな議論を展開させるため、連邦経済技術省は 2004 年に、関連省庁、関連業界、消費者団体、情報保護団体などが参加するディスカッションフォーラム「RFID 消費者保護」を設置した。

流通業界で RFID の導入に積極的なのは大手 Metro で、Metro Future Store イニシ

アティブでは SAP や IBM など関連メーカー60 社と協力して、商品の販売から管理まで RFID を多目的に試験応用している。たとえば Metro Future Store では、個人情報保護を目的に、商品販売後に IC タグを無効とするディアクティベータが利用されている。その他、通信販売の Otto、スーパーマーケットチェーンの Rewe など RFID を利用するパイロットプロジェクトを実施している。

自動車産業でも、BMW 社と VW 社が自動車の組立工程における車体や部品の管理に RFID を導入しているほか、VW 社の一部工場では、車体のプレス生産に RFID を利用している。近い将来、化学産業や製薬産業でも、化学物質の管理などに RFID が利用されるものと推測されている。

ドイツでは 2005 年 11 月から電子パスポートが発給されているが、ここでは、バイオメトリクス情報を埋め込むために RF チップが利用されている。2008 年からは、身分証明書も RF チップを利用して電子化される予定である。また、昨年 2006 年にドイツで開催されたサッカー・ワールドカップでは、RFID 技術を利用してチケットがデジタル化され、セキュリティチェックなどに利用された。

参考資料：

- ・ RFID: Potenziale für Deutschland、連邦経済技術省 2007 年 3 月
- ・ Bericht der Bundesregierung, Stand der Umsetzung und Einführung der RFID-Technologie in Deutschland、連邦経済技術省 2006 年 6 月
- ・ “Schlüsseltechnologie mit Startschwierigkeiten”、ハンデルスブラット紙 2007 年 6 月 28 日付け
- ・ 連邦経済技術省サイト
www.bmwi.de/BMWi/Navigation/Technologie-und-Innovation/Informationsgesellschaft/rfid.html

【電子・情報通信技術特集】 IT産業

注目されるスウェーデンの IT 技術

＜IT 業界復活＞

スウェーデンの IT 産業は 2000 年代初頭の IT 業界バブル崩壊を乗り越え、徐々に復活してきている。スウェーデン投資庁によれば全国で約 1,200 の IT 企業があり、そのうちの 500 がワイアレス・コミュニケーション関係である。国際的な賞を受賞するスウェーデンの IT 企業も増えてきている。

ワイアレスバレーと呼ばれるストックホルム郊外のシスタ地区には、テレコム大手エリクソン社の関係会社を中心に IBM や Fujitsu といった世界的大企業が R&D センターを置いており、地区自体が 2006 年の「ワイアレス・コミュニティ最優秀賞」(Wireless Communities Best Practices Awards) を受賞したほどの大 IT クラスタとなっているが、最近ではシスタ地区以外でもスウェーデン全国に興味深い IT 企業が生まれている。

外国企業によるスウェーデン IT 企業買収も数多く見られ、最近の注目される例としては次のものがある。

出資・買収側企業		対象スウェーデン企業	
野村インターナショナル (英、投資)	出資 1,500 万米ドル (2006 年 10 月)	オペラックス社 ¹	収束 IP ブロードバンド・ハンドネットワークのクオリティ・オブ・サービス・コントロール&帯域幅マネジメント
グーグル社 (米、インターネット検索)	買収 (2007 年 4 月、金額未発表)	ギャップマインダー社 ²	統計ツール
IBM 社 (米、コンピュータ)	買収オファー (7 億 2,500 万米ドル、2007 年 7 月)	テレロジック社 ³	航空機レーダーや自動車用 ABS のソフトウェア開発ソリューション

＜最近の主要な賞を受賞したスウェーデン IT 企業＞

① ヨーロッパ企業家賞 (2006 年 12 月)

・ミスクル社 (<http://www.jp.mysql.com/>) のモーテン・ミコス社長

同社は世界各地で家具デパートを展開するスウェーデンのイケア社のデータベース提供者として知られ、オープン・ソース・データベース製品を製造販売している。

¹ Operax <http://www.operax.com/>

² Gapminder <http://www.gapminder.org/downloads/applications/>

³ Telelogic <http://www.telelogic.com/index.cfm>

同社はスウェーデンにおいて 2006 年中最も多額のリスク・キャピタルを受けた企業でもあった。

- ② ヨーロッパ国際 ICT 賞（2007 年 3 月。2007 European ICT Grand Prize Award。ドイツのハノーバー見本市（CeBIT）において）
 - ・テレポ社⁴：ビジネス統合コミュニケーション・ソフトウェア開発を得意としており、特にIP、SIPコミュニケーションに優れている点が評価された。
 - ・オペラックス社：受賞対象となった製品（Operax Bandwidth Management 5500TM）は、ブロードバンドで構築したネットワークへのアクセスを許可する管理ソフト。
- ③ 米国の技術誌、レッド・ヘリング誌の「未来技術を操る最も将来性のある 100 社」（2007 年 5 月）
 - ・クリックテック社⁵：超高速でデータを検索する技術
- ④ フロスト・アンド・サリバン技術イノベーション賞（2007 年 6 月）
 - ・トランスモード社（<http://www.transmode.com/>）：次世代オプティカル・ネットワークのための WDM（Wavelength Division Multiplexing）ネットワーキング・ソリューションを提供。大量のデータを移送するときに、ファイバー・インフラの限度に左右されずにコミュニケーションを取れるようにするもの。

＊参考資料＊

- ・シスタ・サイエンスシティ
<http://www.kista.com/File/Kista%20Science%20City/Informationsmaterial/v%C3%A4rkommen%20till%20ksc%20%28eng%29.pdf>
- ・スウェーデン投資庁によるスウェーデン ICT 産業紹介
http://www.isa.se/templates/Normal____58961.aspx

⁴ <http://www.telepo.com/>

⁵ <http://www.qliktech.com/Home.asp?id=1>

【電子・情報通信技術特集】モバイル TV

モバイル TV：欧州委、単一規格の採用を希望（EU）

欧州委員会は、2007 年 7 月 18 日、欧州連合（EU）内でのモバイル TV 振興のための戦略を示す「**モバイル TV の域内市場の強化**」と題されたコミュニケーションを採択した。欧州委員会のレディング委員（情報社会・メディア）は、「モバイル TV は、モバイル技術やオーディオビジュアル分野での EU のリーダーシップを強化することを可能にする絶好の好機だ。我々は、欧州企業の開発した GSM 規格¹ によって携帯電話部門で世界的なリーダーとなったが、モバイル TV でも世界的なリーダーとなるために行動する時がきた」としている。

欧州委員会は、2006 年 7 月、モバイル TV の普及を急ぐため、電気通信機器メーカー、放送業界、ソフトやコンテンツのクリエイターなどで構成される「**欧州モバイル放送評議会（European Mobile Broadcasting Council: EMBC）**」を立ち上げた。EMBC での討議が、今回のコミュニケーションのベースとなっている。

モバイル TV 市場は、2011 年までに 70～200 億ユーロ規模の市場に成長すると予想され、世界中で 2～5 億の人が利用するようになると見られている。しかし、EU では普及が遅れており、フィンランド、イタリア、英国で商業的なサービスが開始されているに留まっている。しかも韓国では、モバイル TV の市場浸透率が 10% 近くに達しているのに対し、EU 域内でモバイル TV の最も普及しているイタリアですら浸透率は 1% に満たないという状況にある。モバイル TV の普及は、雇用創出、コンテンツ産業やメーカーの市場拡大にもつながることから、欧州委員会はこうした状況に危機感を募らせており、戦略の策定を通じ EU レベルでの具体的な普及策の採択を急ぐ。

レディング委員は、携帯電話の GSM 規格での成功を例に挙げ、モバイル TV でも欧州モデルを世界に広める必要性を強調するとともに、GSM 同様、EU レベルでの統一規格の採択が不可欠との姿勢を鮮明にしている。コミュニケーションでは、統一規格として「現時点では、欧州 18 カ国でのテストや商業化で成功を納めている **DVB-H（Digital Video Broadcasting for Handhelds）** が最も有力な候補である」ことが強調されている。欧州委員会は、欧州連合官報に掲載される EU 規格のリストに DVB-H を記載する準備を進めているとしているほか、2008 年半ばにも何らかの提案を行うとしている。この提案には、オープン規格の採用を義務化する措置が含まれる可能性もある。

¹ GSM 規格(Global System for Mobile communications)：欧州発祥のデジタル自動車・携帯電話標準規格。採用国なら国境に関係なく、端末をそのまま利用できることが特徴。1992 年に欧州 8 カ国ではほぼ同時にサービスを開始し、その後欧州全域、アジア、アフリカ、オセアニア、米国などで採用され、世界で一番多く採用されているシステムになっている。

EMBC のメンバーは規模の経済を実現させるためにも単一規格が必要であることを十分に認識しているものの、メーカー側は、単一規格の採用に難色を示している。英国では、BT や Virgin が DAB-IP 規格を使用している。ドイツでは州により規格が異なり、DVB-H や T-DMB が使用されている。イタリアでは、DVB-H が使用されているが、イタリアの国営放送 RAI は DMB を使用したい意向にあるといわれる。

GSM Europe は、統一規格の採択は時期尚早であるとして「市場が選択したオープンな規格」の採用を勧めている。また、UER (Union Europeenne de Radio-Television) もやはり「統一規格の採択は時期尚早である」ことを強調するとともに、「消費者の好みに合う規格の策定は企業が行うべきである」としている。UER の Fritz Pleitgen 会長は、「テクノロジーのみがモバイル TV の将来を決定するのではない。欧州の公共放送局の制作する質の高い、バラエティーに富んだ独創的なコンテンツが、モバイル TV の重要な要素となる」と語っている。

携帯電話機向けの動画配信技術 MediaFlo を開発した米国のクアルコム社も、「単一規格の義務化は、消費者の利益とはならない。テクノロジーを選択するのは市場である」と主張し、国ごとにテレビ局は異なり、モバイル TV の外国での使用は稀であることから単一規格の採用は意味がないとしている。QUALCOMM は、欧州委員会が単一規格を義務化した場合、訴訟を起こすことも辞さない姿勢を示している。

DVB-H 規格は、フィンランドのノキア社を中心に、トムソン社、アルカテル社、モトローラ社、シーメンス社などが推進している。2006 年 1 月には、DVB-H 規格普及のための業界団体「Mobile DTV Alliance」が設立されている。これに対し、マイクロソフト社、サムソン社、ドイツテレコム社は、アジア諸国で普及している DMB 規格を推している。

なお、欧州委員会は、北京オリンピックやサッカーの欧州カップの開催される 2008 年が、EU におけるモバイル TV にとり決定的な年となると見ている。

<参考>

欧州委員会：

http://ec.europa.eu/information_society/industry/broadcasting/mobile/index_en.htm

http://ec.europa.eu/information_society/newsroom/cf/itemlongdetail.cfm?item_id=3535

http://ec.europa.eu/information_society/policy/ecomms/doc/info_centre/communic_reports/mobile_tv/acte_en.pdf

<http://europa.eu/rapid/pressReleasesAction.do?reference=IP/07/1118&format=HTML&aged=0&language=EN&guiLanguage=en>

<http://europa.eu/rapid/pressReleasesAction.do?reference=IP/07/340&format=HTML&aged=0&language=EN&guiLanguage=en>

<http://europa.eu/rapid/pressReleasesAction.do?reference=MEMO/07/298&format=HTML&aged=0&language=EN&guiLanguage=en>

UER: http://www.ebu.ch/fr/union/news/2007/tcm_6-53058.php

QUALCOMM: http://www.qualcomm.com/mediaflo/news/pdf/mf_wp_flo.pdf

Mobile DTV Alliance: <http://www.mdtvalliance.org/en/index.asp>

【電子・情報通信技術特集】IT 産業

イタリアの IT 産業 2006 年の状況

2007 年 6 月上旬にイタリア IT 産業協会(Associazione Italiana per L'information Technology /正式名: Altec-Assinform)は、「イタリアの IT 産業 - 2007 年レポート」をミラノにおいて発表した。Altec-Assinform 協会のエンニオ・ルカレッリ会長は、本レポート発表の折りに、次のようなポジティブなコメントを述べた。「イタリアの情報産業投資は 3 年間続けて増大しており、且つそのリズムが加速している。IT 投資は、国内総生産の増加率と同じかあるいはそれを上回る率で成長している。この結果は大変重要なことである。何故ならば、現在復活状況にあるイタリア経済の中でも、情報技術産業は重要な役割を演じているからである」。

本レポートによると 2006 年におけるイタリアの IT への年間総投資額は、198 億 4,000 万ユーロに達し、前年に比べ 1.6%増加している(2005 年の増加率は前年比 0.9%増)。近年の経済危機によって企業や官庁の IT 投資が著しくカットされたことを鑑みれば、この増加率は意義あるものである。IT 需要が最低に落ちたのは 2002 年末で、まさに過去最低を記録したが(前年比 3.2%減)、2003 年においてイタリアの IT 需要は復活し、過去 3 年間で 5 ポイントの増加率を回復させている。2007 年における IT 投資増加率は、国内総生産増加率に相当する前年比 2%増となり、年間総投資額は 202 億ユーロに達すると予測されている。

しかし、EU の IT 投資額は 2006 年においては前年比 3.7%増、合衆国 5.8%増で、近年継続した IT 投資カットのためにイタリアの増加率は他国に比べ大変低い。このギャップは、当然ながらイタリアの国内生産性と比例している。

ルカレッリ会長は、「イタリアの第 1 番目の目標は生産性の回復であり、我々の競争国において実証されているように、それは IT への強力な投資によって実現されるものである。イタリアの企業はこの事実を理解したために、現在イタリアにおける IT 需要は増加傾向にある」と述べた。

ルカレッリ会長は、更に「先ず、特に革新的戦略部門においてネガティブに影響し国の競争力を消失させるイタリアの規制を取り除き、サービスの自由化等のプロセスを強化させてハイレベルの IT 競争市場を創出せねばならない。同時に現政府が採択した“2015 年までの産業目標”の範疇においてイタリアの IT 革新を実現させるべく、政府は IT 産業支援政策を導入する必要がある。イタリア政府は、①省エネルギー、②持続可能交通、③文化遺産、④メイドインイタリー、⑤ライフサイエンスの 5 つの“2015 年までの産業目標”を選択しているが、IT はこれらのテーマ目標を実現させる戦略手

段として考慮されねばならない。IT のための政府支援は、新しいノウハウ・新しいソフトウェア・新しい応用のための特許獲得につながり、更には、これらのノウハウや特許が国際市場にも提案できるものとなる。合わせる照準なしに IT 生産開発を実施することは多くの危険を冒すことになる」とも述べた。

Altec-Assinform 協会のレポートは、上述のように 2006 年におけるイタリアの IT 投資の主役は中企業であり、中企業の IT 投資は前年比 1.8%増、大企業の IT 投資は前年比 1.3%増、小企業は官庁の IT 投資と同様に 0.3%で大変低い数値であったとしている。なお、小企業の IT 投資は、2003 年の最低値である前年比 3.3%減に比べると、若干回復しており、小企業も新テクノロジーに敏感であることを証明している。

また、イタリア国内における 2006 年の IT 年間総投資額の 44%強（約 88 億ユーロ）は、銀行等の金融部門の投資によって達成されており、その増加率は前年比 8.8%であり、近年金融部門では同程度の増加率を示している。また、サービス業部門における増加率は前年比 3.6%（2005 年の増加率は前年比 1.7%増）であり、EU と同様な増加率となっている。また、流通部門においては前年比 2.9%増であった。

IT 部門とは別に遠隔通信部門（携帯、家庭や事務所に設置される電話機器、ターミナル、サービス等）の 2006 年における総投資額は 440 億 4,000 万ユーロとなっており、その増加率は前年比 2.1%増（2005 年の前年比は 3.0%増）であった。遠隔通信部門の増加率が減少した理由は、市場競争の増大、コストの減少、生産性の増大、革新的サービス開発等の理由による。

中央、地方の官庁における IT 投資は、近年減少傾向にあり、特に 2006 年における中央官庁の IT 投資予算は前年比 1.7%減（2005 年の前年比は 1.0%減）であった。また、地方自治体の IT 投資をみると、2005 年の投資増加率が前年比 3.4%増であるのに対し、2006 年では 2.8%増と増加率が減少傾向にある。この減少傾向は過去 5 年間継続している。

出所：Altec-Assinform サイト（www.aitec-assinform.it）

【電子・情報通信技術特集】 シリコンナノ結晶

ユニークな量子効果がシリコンナノ結晶で見つかる（米国）

ー 量子ドット材料が電子増殖効果によりシリコン太陽電池の効率を向上 ー

米国エネルギー省再生可能エネルギー研究所(NREL)の研究者は、イノベライト(Innovalight)社と協力して、マルチエキシトン生成(MEG: Multiple Exciton Generation)と呼ばれる新しく重要な効果がシリコンナノ結晶で効率的に生じることを示した。マルチエキシトン生成は、吸収された光子当たり 1 個以上の電子の生成をもたらす。

シリコンは、今日の太陽電池で使用されている重要な半導体材料であり、光起電力電池市場の 93%以上を占めている。この発見まで、MEG 効果は今日の商用太陽電池では使用されていない、環境上有害な鉛のような材料を含む量子ドットと呼ばれる半導体材料にのみで生じることが、過去 2 年にわたって報告されてきた。

この新しい結果は、太陽エネルギーのより多くが電力に変換されるので、シリコンに基づいた太陽電池の変換効率を著しく向上させるために、MEG 応用の可能性に門戸を開いた。これは、太陽エネルギーを従来の電力源に比べて価格競争力をもたらすことに向けた重要なステップである。

米国化学会ナノレタージャーナル誌の最初のオンライン版で 7 月 24 日に発表された論文で、NREL チームは、イノベライト社のシリコンナノ結晶(すなわち量子ドット)が、420nm 未満の波長の太陽光の単一光子から 1 個以上の電子を生成することができると報告した。

今日の光起電力太陽電池では、太陽光の光子を吸収する場合、入射エネルギーの約 50%は熱として失われている。MEG 効果は、熱として失われるこのエネルギーのうちの一部をさらに電力へ変換する方法を提供する。

カリフォルニア州サンタクララに本拠がある薄膜太陽電池開発企業のイノベライト社によって作られた、このシリコンナノ結晶は、NREL とイノベライト社の科学者間の協力の一部として NREL で研究された。

この発見は、MEG 効果を示す半導体材料の範囲の大きな拡張を示し、アーサー・ノジクによる先導的仕事のさらなる確認を示した。ノジクは半導体量子ドットが効率的な電子増殖を示し、従って太陽電池の効率を増加させるであろうと 1997 年に予測している。

太陽電池においては、量子ドット中で生成された電子を抽出し、電力を発生する外部回路へこの電子を渡すことが必要である。この MEG 効果が確かに高効率太陽電池に導くことができることを実証するために、このような実験が、NREL、イノベライト社および他の研究所で現在進行中である。

マーク・ハンナとアーサー・ノジクによる NREL での計算は、最適の MEG 効果を示す量子ドット太陽電池の理論的な最大効率が、通常の集光していない太陽光で約 44%、特別なレンズやミラーを持った 500 倍集光の太陽光では 68%であることを示した。1 光子当たり 1 個の電子を生成する今日の従来の太陽電池は、同じ太陽光条件の下で、各々 33%および 40%の最高効率をそれぞれ持っている。

太陽電池内の量子ドットから電子を効率的に抽出することに加えて、将来の研究は、光子が減少する波長で MEG プロセスの非常に急峻な立ち上がりを作り出すと同様に、太陽スペクトルとより大きなオーバーラップを持つ波長での MEG を作ることに向けて行われる。

(出典：<http://www.nrel.gov/news/press/2007/525.html>)

【電子・情報通信技術特集】 量子コンピュータ

多数の原子が量子のスクエアダンスでパートナーとスピンを交換（米国）

－ NIST の進展は中性原子での量子計算に向けた一歩 －

米国商務省国立標準技術研究所(NIST)の物理学者は、レーザー光によってトラップされた多数の原子が、パートナーと同時にスピン交換することを誘導させた。

全体で僅か 10 ミリ秒のスクエアダンスでパートナーが向きを換える量子版のように、この繰返し行われる交換は、やがて量子コンピュータの論理演算を行うようになるであろう。それは、今日の最高のスーパーコンピュータでさえ数年で解くことができない問題を理論的に素早く解くことを可能とする。

ネイチャー誌 7 月 26 日号*に報告された原子のダンスは、量子コンピュータでデータを処理・保存するための量子ビット(キュービット)として、中性原子の使用の可能性を進展させた。物質の最小粒子や光のための自然のルールブックである量子力学の風変わりな点のおかげで、量子コンピュータは、今日の最も広く用いられている暗号化コードを解読するような応用に非常に大きな力を提供する。中性原子は、キュービットとして世界中で研究中の多くのシステムの一つである。周辺環境との弱い相互作用は、計算エラーを減らすことを支援する。

ノーベル賞受賞者ウィリアム・フィリップスによって指導される NIST グループは、原子のパートナーが、その内部スピン状態を交換する、いわゆるスワップ動作の本質的な部分を実証した。(スピンは、回転する先端の向きが上を指すか下を指すかによって、視覚化することができる)

コンピュータの 2 進言語では、原子は、1(アップスピン)から 0(ダウンスピン)へ、あるいはその逆に値を交換する。交換する、又は、しない、だけの古典的ビットと異なり、量子ビットは、同時に交換し又交換しないという異なる状態がある。これらの条件の下では、スピン交換はペアの絡み合い効果を持つ。これは、物理的に分離されている場合でさえも、その原子の特性がリンクしている量子現象である。絡み合いは量子コンピュータを潜在的に非常に強力にする特徴の 1 つである。

「このスピンの絡み合いが、光格子中の原子ペア間で実証されたのはこれが初めてである。他の研究グループは、拡張クラスターとして格子中の原子を絡み合わせた。ペアの分離によって、我々は量子論理の最も単純な構成に注目することができる」と著者の 1 人であるトレイ・ポルトが語る。

交換プロセスは、データ同士の論理結合を作成する方法であり、どのようなコンピュータにおいても重要である。論理演算は、もし 2 つのキュービットが逆の状態を持っている場合にそれらは値を交換するように、「IF/Then」ステートメントと等価である。量子コンピュータの論理結合は、絡み合いを使用して作成される。それは、実質的に多数の同時相関の可能性を許す。

NIST の実験は、全ての原子が同じ量子的状態にある特別な物質の状態である、ボーズ=アインシュタイン縮合体(BEC)の約 6 万個のルビジウム原子で行われた。原子は、3 対の赤外レーザー・ビームによって形成された光の三次元グリッド内にトラップされた。レーザーは、一方が 1 次元に関して他方の倍の精度を持つ 2 つの網目スクリーンのようにオーバーラップした 2 つの横格子を作るように配列された。これはトラップ原子に多くのエネルギー井戸ペアを生成する。

科学者は、1 つの原子はアップスピン(あるいは 1)で他はダウンスピン(あるいは 0)の 1 個の原子を各々の井戸に置くことを試みた。その後、各原子ペアを同じ井戸へ入れることを強制し、全てをダブル井戸へと合併させた。そこでは、原子はお互いに相互作用することができる。2 個のそのような同一原子が同じ物理的場所へ強制的に置かれる場合、量子力学は、特異的な対称性を課す。(量子状態の 4 つのうち 2 つの可能な組合せのうちの、2 つだけが許される) この制約により、合併原子は一方の原子が 1 で他方が反対条件の 0 である状態の間を振動する。この振る舞いは同一の粒子に特有である。

原子がスピンを交換する時に、原子はこの絡み合いを出たり入ったりする。交換の半分点で、各原子のスピンは不確かであり、もし測定されれば、どちらかがアップかダウンであることが判明するかもしれない。しかし、その結果がどうしても、測定前には等しく不確かであり、他の原子の測定は必ず反対である。この絡み合いが、量子計算を可能にする重要な特長である。

ポルトによれば、ネイチャー誌で報告された研究は、量子力学の対称性(交換対称性)が原子でのこのような絡み合い操作を行うのに使われた初めてのことである。現在の設定は、すべての原子ペアで同じスピン交換を並列して行うので、任意のコンピューターアーキテクチャーに直接拡張可能ではない、とポルトは述べる。

研究者は格子中の任意のペア原子を対象に操作する方法を開発している。それは拡張可能なアーキテクチャーを可能とする。更に、主として格子中の原子の初期装填の不完全さのために、すべての原子が交換プロセスに参加するとは限らない。(いくつかの 2 重井戸は、単に 1 個の原子しか含んでおらず、交換するパートナーを持っていない) 2 重井戸の少なくとも 65%で交換が動作したと、科学者は推測している。

NIST グループは、各段階の信頼性を向上させること、また相互作用後に原子を分離することにより論理演算を終えることの研究を継続している。

量子計算に関するバックグラウンドは、下記で利用可能である：

www.nist.gov/public_affairs/quantum/quantum_info_index.html

*M. Anderlini, P.J. Lee, B.L. Brown, J. Sebby-Strabley, W.D. Phillips, and J.V. Porto. 2007. Controlled exchange interaction between pairs of neutral atoms in an optical lattice. Nature. July 26.

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

【個別特集】国際会議開催報告

「第3回 ADEME-NEDO 合同ワークショップ」開催報告(フランス)

NEDO 技術開発機構 企画調整部
前川 友哉

NEDO 技術開発機構（以下、NEDO）は、フランス 環境・エネルギー管理庁（以下、ADEME）と情報交換協定を締結しており、この協定の下、6月14日、15日および18日の3日間にわたる合同ワークショップを開催した。

NEDO と ADEME は 1980 年代から友好的な交流を継続してきたが、エネルギー・環境関連分野について両機関の協力関係を強化することを目的とし、愛知万博のフランスデーにあたる 2005 年 4 月 14 日に万博会場にて情報交換協定を締結した。協定の対象範囲は、再生可能エネルギー、省エネルギー、廃棄物関係に加え、地球温暖化防止および国際協力を含めるなど、時代のニーズを反映した形としている。

第1回合同ワークショップは、2005 年 11 月 30 日、毎年フランスで開催されている国際公害防止技術展 2005（Pollutec2005）の会場で開催し、エネルギー効率向上や CO₂ 排出量削減などの分野での交流を深めていくべきという認識を共有した。これを受けて、翌年の 2006 年 10 月 11 日、幕張メッセ国際会議場にて開催された再生可能エネルギー2006 国際会議（RE2006）の会場内にて第2回合同ワークショップを開催し、省エネルギー及び環境分野における両国の現状と背景となる考え方を示して意見交換を行い、特に省エネルギー問題等の分野での情報交換の意義を認識した。

今年で3回目となる合同ワークショップは、6月14日～15日に「建築物の省エネルギー及び建築物への再生可能エネルギーの導入」、6月18日に「次世代自動車技術・燃料技術ロードマップ」をテーマとして実施した。



6月18日の「次世代自動車技術・燃料技術ロードマップに関するワークショップ」の会場となった、パリの化学会館 (Maison de la Chimie)

テーマが日仏共通課題である民生・運輸部門の省エネルギー、再生可能エネルギー、

次世代自動車技術であったことから、互いの関心に合致し、活発な意見交換が行われた。特に、建築物の省エネルギーについては世界共通の課題であり、両者の技術開発動向や導入促進施策など省エネルギーに関する取組みについて紹介があり熱心な議論が行われた。また、フランスは原子力大国であるが再生可能エネルギーについても取組みを強化しており、フランス政府の方針として、2010年までに21%の電気を再生可能エネルギーで賄うこととしている。2006年には太陽光発電の固定買取価格制度をより有利なものとしたほか、国立太陽エネルギー研究所(INES)を組織して太陽エネルギー関係の研究者を集約させるなどの取組みを行っている。

次世代自動車技術・燃料技術については、地球温暖化対策とエネルギーセキュリティの観点から革新的技術による課題解決が求められている中で、様々な技術的アイデアがあるものの、現時点で一つの技術に絞ることはできないこと、および現在はバッテリー技術や燃料技術、車両技術、燃料電池等の多様な取組みが重要であることが認識された。また、ロードマップの作業自体の、産学官等の多様な関係者間で認識を共有していくツールとしての有効性が認識された。

昨年10月の第2回ワークショップ以降、気候変動に関する政府間パネル(IPCC)からの報告書がいくつか公表され、ハイリングダムサミットでは地球温暖化問題が主要議題になるなど、省エネルギー、再生可能エネルギーに対して世界的に関心が高まってきている。このような状況下で、ADEME-NEDO 合同ワークショップでは回を重ねる毎に議論が深化してきていることから、今後ともこうした分野でのさらなる交流が望まれている。2008年は日仏交流150周年にもあたるため、従来以上の幅広い情報交換を行っていく予定である。

1. 建築物の省エネルギー及び建築物への再生可能エネルギーの導入に関するワークショップ

日 程：2007年6月14日(木)～15日(金)

場 所：ADEME 国際会議場 (ソフィア・アンティポリス)

主催者：NEDO 及び ADEME の共催

内 容：

<第1部>

- ・ フランスにおけるエネルギー効率向上の取り組みについて(ADEME)
- ・ 電力需要の管理(デマンド・サイド・マネジメント)について(ADEME)
- ・ ポジティブ・エネルギー建築物について(CSTB)
- ・ 住宅・建築物における省エネルギー導入補助制度について(NEDO)
- ・ 日本の戦略的省エネルギー技術開発について(NEDO)
- ・ 省エネルギー建築部材の開発について(産総研)

＜第2部＞

- ・ フランスの競争力クラスターにおける再生可能エネルギーの動向 (ADEME)
- ・ フランスにおける太陽光発電関係の研究開発(ADEME)
- ・ 太陽光発電の系統連系について(パリ国立高等鉱業学校)
- ・ 住宅・建築物補助事業における再生可能エネルギー利用の事例紹介 (NEDO)
- ・ 集中連系型太陽光発電システム実証研究事業について(NEDO)
- ・ 日本の再生可能エネルギーの位置づけと産総研の省エネルギー技術開発 (産総研)

フランス南部のソフィア・アンティポリスは、欧州のシリコンバレーとも呼ばれる先端技術開発拠点であり、ADEME のほか、パリ国立高等鉱業学校や国立建築研究所（以下、CSTB）などの研究機関が集まっている学研都市である。ADEME は、パリ、アンジェ、ソフィア・アンティポリスの3箇所に本部機能を置いているほか、26の地方事務所を設置している。

「建築物の省エネルギー及び建築物への再生可能エネルギーの導入に関するワークショップ」は、ソフィア・アンティポリスにある ADEME の国際会議場にて、6月14日～15日の2日間にわたり開催された。冒頭の挨拶では、ADEME ル・ガル部長から再生可能エネルギーの導入とエネルギー効率の向上を総合的に推進していく取組みの必要性が述べられ、NEDO 山本理事（エネルギー・環境技術本部長）は省エネルギーをグローバルに展開していくことの重要性を強調した。

1日目のワークショップでは、フランス側からは、2050年までにCO₂排出量を4分の1にすることを目標にしていること、2006年に導入されたエネルギー効率を認証する制度や太陽光発電の新しい固定買取価格制度（0.55ユーロ/kWh）など、フランスにおける建築物の省エネルギー対策の取組みについて紹介があった。また、省エネルギーと新エネルギーの総合利用によってエネルギー収支がプラスになるような「ポジティブ・エネルギー・ハウス」という、「ゼロ・エネルギー・ハウス」よりも更に野心的な取組みなどの紹介もなされた。

日本側からは、NEDO エネルギー対策推進部 小泉部長より、住宅の省エネルギーにおいては、住宅そのものの断熱化や省エネ機器の導入というハード面の対策と、住む人の意識を変えるというソフト面の取組みの両方が必要であることを強調した上で、その支援策としての NEDO の住宅・建築物高効率エネルギーシステム導入促進事業、ホーム・エネルギー・マネジメント・システム（HEMS）の実証事業について紹介を行った。また、NEDO 省エネルギー技術開発部 橋本主査からは、NEDO の戦略的省エネルギー技術開発について、産業技術総合研究所（以下、産総研）サステナブルマテリアル研究部門 吉村グループ長からは、産総研の省エネルギー建築部材の研究開発についての紹介がなされた。

2 日目のワークショップでは、フランス側から、競争力クラスターにおける再生可能エネルギーの取組み、太陽光発電の系統連系の取組について紹介があった。これに対して日本側からは、NEDO 小泉部長が住宅分野での再生可能エネルギー利用の事例を紹介したのに続いて、NEDO エネルギー・環境技術本部 吉田主査から、太田市での太陽光発電集中連系プロジェクトの事例等について紹介を行った。フランスではこの 1 年で、新エネルギーの系統連系上の課題について関心が高まっており、さらなる展開が期待されている。

また、ADEME の太陽エネルギーに関する活動としては、技術開発、教育・研修、広報・情報提供、市場シミュレーションなどに取組んでおり、研究課題として、シリコンを中心とした素材の開発、システム化、有機素材の開発などに重点を置いていることなどの紹介があった。これに対して、産総研エネルギー技術研究部門 大和田野部門長より、日本の再生可能エネルギーの位置づけと産総研における省エネルギーおよび再生可能エネルギーに関する研究開発について紹介があり、フランス側からも高い関心が寄せられた。



ソフィア・アンティポリスの ADEME の国際会議場正面玄関横に設置されている日時計



ワークショップ会場



隣接するパリ国立高等鉱業学校屋上の太陽電池試験設備。もともと 20 年前に街灯用のデモに使用したもの。20 年以上の耐久性を証明している。

本ワークショップを通して、省エネルギーの推進にあたっては技術開発のみならず導入促進施策が重要であり、技術開発の成果を効果的に社会に還元するための施策が求められていること、建築物に再生可能エネルギーを組入れるときの技術課題についてさらなる検討が必要であることなどの認識を共有した。

2. 次世代自動車技術・燃料技術ロードマップに関するワークショップ

日 程：2007年6月18日（月）

場 所：化学会館（パリ）

主催者：NEDO 及び ADEME の共催

内 容：

<第1部>

- ・ 次世代自動車技術・燃料技術ロードマップの背景について(ADEME)
- ・ 次世代自動車技術・燃料技術ロードマップの概要について(技術開発研究協会)

<第2部>

- ・ 先進交通社会確立技術ロードマップの概要について(NEDO)
- ・ 次世代自動車に関する研究開発について(産総研)
- ・ 日本における新燃料技術への取組みについて(新日本石油)

「次世代自動車技術・燃料技術ロードマップに関するワークショップ」は、6月18日にパリ市内の官庁街にある化学会館(Maison de la Chimie)で開催された。今回フランス側から公表された次世代自動車技術・燃料技術ロードマップは、フランス国内でも初公開の内容であるため、ADEME パパラルド長官、モアザン理事、カンパナ国際部長といった ADEME 関係者、産業省、研究省、産業技術革新庁(AII)、全国研究庁(ANR)といった政府関係機関のほか、石油会社、電力会社、自動車会社など産業界からも出席を得て、活発な議論が行われた。

ADEME パパラルド長官、NEDO 山本理事の開会挨拶の後、ADEME モアザン理事よりロードマップ作成の背景について、技術開発研究協会ブジット理事長よりロードマップの概要について紹介があった。このロードマップは、2050年までに CO₂排出量を4分の1にするという目標に対して、あらゆる技術がエネルギー問題の解決策として貢献していくことが必要であるとの認識の下、ADEME が中心となって1年くらい前から作業を行ってまとめたものである。研究開発の方向性として、①バイオ燃料導入等による石油代替促進、②燃費改善、③バッテリー技術の向上、④水素・燃料電池技術の向上、が示されている。次世代自動車技術について現時点では一つに絞れず、多様な可能性を探ることが重要であるが、インフラ投資効率等の観点から2015年頃には絞り込む必要があるとされている。

第2部の日本側のセッションでは、NEDO パリ事務所 吉本所長が議長を務め、NEDO 省エネルギー技術開発部 岩井主任研究員から、省エネルギー技術戦略でまと

められたロードマップや次世代自動車燃料イニシアティブ等について紹介がなされた。産総研 神本研究コーディネーターからは、バイオ燃料、燃料電池、蓄電池、軽量部材など技術開発の取組みについて、また、新日本石油研究開発本部 齋藤部長からは、燃料基準、GTL、バイオエタノール、ETBE、バイオディーゼルの水素添加技術など日本の燃料技術への取組みについての紹介が行われた。

本ワークショップを通して、長期的な展望について両方で共有できる点があること、現時点でキーテクノロジーを絞ることはできず多様な取り組みが重要であること、ロードマップの作業自体が多様な関係者間でシナリオを共有していくツールとして有効であること、およびこうした対話を持つことが重要であることなどを改めて認識した。



NEDO 山本理事、ADEME パパラルド長官による開会の挨拶



フランス側の講演者（中央が ADEME モアザン理事）



日本側の講演者



ワークショップの会場風景

3. フランス国内関連機関訪問

(1) 国立太陽エネルギー研究所(INES)訪問

ワークショップの開催に先立ち、6月13日にフランス南東部ローヌ・アルプ地方サヴォワ県の都市シャンベリにある国立太陽エネルギー研究所(以下、INES)を訪問した。INES は、従来分散して行われていた太陽エネルギー関係の研究を集約し、フランス原子力庁(CEA)、国立科学研究センター(CNRS)、国立建築研究所(CSTB)、サヴォア大学の太陽エネルギー関係の研究者が集まる共同体として、2006年にシャンベリに設置

されたものである。ローヌ・アルプ地方は太陽電池産業が発展している地域で、シリコン関係の企業、セルの企業、太陽熱関連の企業が集中している上、太陽エネルギーの利用が多くこれらのマーケットもある。また、シャンベリは、スイス、ドイツ、イタリアなど欧州の他の国とも近く、欧州レベルの研究ができるという利点もある。

INES は、研究開発・産業イノベーション、実証・評価、教育・訓練の 3 つを組織の目的としており、研究内容としては、素材開発から、システム化、主要なアプリケーションである建築物への導入まで、いわゆる太陽エネルギーのバリューチェーン全てが対象である。

現在は、約 100 名の研究者が仮施設にて研究を行っている。シリコン型太陽電池の低価格化を目的とした研究、有機太陽電池の開発、太陽熱の性能評価ツールの開発、蓄電池を使ったマイクログリッド、新しい電極の研究等が、この仮施設にて行われている。2009 年度には本格的な総合施設が建設され、200 名規模の研究者を擁する組織となる予定である。



現在研究が行われている仮施設



太陽光発電の実験設備

(2)国立石油研究所(IFP)訪問

ワークショップ翌日の 6 月 19 日、国立石油研究所(以下、IFP)を訪問した。IFP は、石油、天然ガス等の炭化水素に関する応用研究を担うことを目的に設立された公的研究機関である。後に、石油、天然ガスを含むエネルギー一般、環境、運輸に関する業務などが付加され、化石燃料の枯渇、気候変動、全世界の環境問題を背景に、エネルギーの変換効率を向上させ、持続的発展可能なエネルギー構造転換を図る応用研究の中核的实施機関となっている。研究開発においては、油田・ガス田の回収率向上、環境負荷低減燃料の精製、自動車の燃費向上、エネルギー源の多様化、CO₂ 排出量の削減などを重点課題としている。

IFP は、現在 1,720 名を擁しており、そのうち約 1,200 名が研究開発に従事している。傘下の研究開発企業に IFP が出資して応用研究の産業化を促進しているほか、海外の企業との共同研究にも積極的である。



IFP との情報交換



ナポレオン夫人ジョセフィーヌのマルメゾン宮殿
の衛兵が駐在していたという歴史的な建造物
現在は IFP の会議室として使用されている

(3)プジョー・シトロエン社(PSA)訪問

IFP 訪問の後、プジョー・シトロエン社（以下、PSA）を訪問した。PSA は、1976 年にプジョー社とシトロエン社の合併により発足し、1998 年には、事務管理、財務部門等をつつにして経営効率化を図っているが、その後もそれぞれが独立したブランドとして独自の販売戦略がとられており、営業上は競合している。世界の 150 ヶ国に進出しており、年間 330 万台以上の車が販売されている。欧州市場での販売シェアは、自家用車ではフォルクス・ワーゲンに次いで 2 位、小型商用車では 1 位である。

今回訪問したガレン工場は 1913 年に部品工場として設立され、後に自動車の製造も行われていたが、1960 年に自動車の製造が終了した以降は技術センターとしての業務が主になっている。1976 年以降は、PAS の新しいプラットフォームとして、エンジンの設計など様々な実験が行われている。



PSA 社ガレン工場の見学

【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3回）

— 風力発電の価格（電力卸売市場価格との対比） —

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。本稿では、連載の第 3 回目として、下記目次（当編集部による）の 3.「風力発電の価格」について紹介する¹。

目次

1. 風力発電の開発と設置の動向
 - ①発電能力の増加
 - ②タービン製造の現状
2. 発電事業者のタイプ別の状況
 - ①風力発電の事業者統合が加速
 - ②非電気事業者の競合による資金調達構造の改革
 - ③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
 - ④マーチャントプラントとパワーマーケターの著しい成長
- 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
 - ①タービン価格の影響
 - ②利用率の上昇
 - ③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
 - ①系統への接続問題
 - ②各種の支援政策

3. 風力発電の価格（電力卸売市場価格との対比）

風力産業は地歩を固めているかのように見えるが、ドル安と原料コストの上昇に加えて、部品やタービンの供給不足により風力タービンのコストが上昇圧力を受け続けているため、2006 年の風力発電の価格は上昇した。

バークレー研究所は 1998 年から 2006 年末までに設置された 85 の風力発電プロジェクトの販売価格データを保有している。これらのプロジェクトの合計能力は 5,678MW で、この間に米国で増加した風力発電能力の 58%に相当する。

このデータベースの価格は、プロジェクトの所有者が販売した電力卸売価格で、

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、バークレー研究所（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。

busbar(母線)エネルギー価格²と考えられるものである。これらの価格は州や連邦の生産税額控除 ($1.9¢/kWh=19\$/MWh$)などによって減額される。また、再生可能エネルギー証書 (REC: Renewable Energy Certificates)³ の分離販売収入によっても減額される。

風力発電価格の価格は 2006 年にはアップ

このデータベースによれば、風力プロジェクトの平均電力販売価格は、歴史的にみて低い水準を維持している。図 9 が示すのは、1999 年から 2006 年の各暦年の累積能力で加重平均した風力発電価格である。1998 年および 1999 年に設置された 7 プロジェクト、合計能力 450MW のデータによれば、1999 年の風力発電の加重平均価格は \$61/MWh (2006 年ドル価格換算) であった。これに対して 1998 年から 2006 年までに設置された累計 85 プロジェクト、累積能力 5,678MW についての平均価格は \$36/MWh に低下した。ただし図 9 で示すように、2006 年には累積加重平均の風力発電の価格は若干上昇した。これは 2006 年に設置されたプロジェクトの価格が上昇したことを反映したものである。

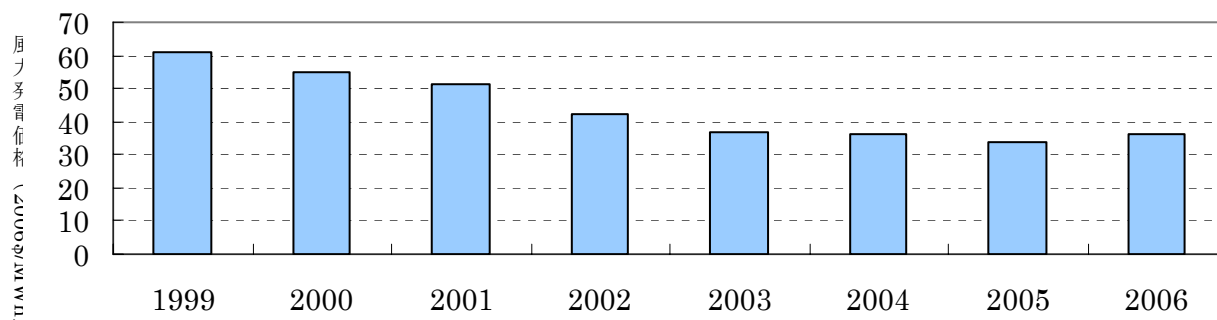


図 9 風力発電の発電能力加重平均価格の累積値の変化

出典：Berkeley Lab database

図 10 は、2006 年の風力発電の平均販売価格を、それぞれのプロジェクトの営業運転開始日(COD: Commercial Operation Date)によるグループごと示したものである。価格は 1998 年以降低下して、2002～2003 年にボトムになり、以後は上昇している⁴。

² busbar(母線)とは、発電所、変電所等の送電側(電源側)の配線のことで、ここから分岐して各系統に配電される。電力の卸売価格は busbar 渡しの価格であるという意味。ただし通常、電力卸売価格には、相互接続のコストと、場合によっては、エネルギーを購入者に配送するのに必要な送電線の延長コストが含まれる。

³ 85 プロジェクトのうち 9 では、報告された電力販売価格以外に、REC 販売による追加収入を得ていると考えられる。これら 9 プロジェクトについての詳細は図 11 参照。

⁴ 図 9 で示した 1999 年設置分の加重平均価格 (1999 年) は \$61/MWh で、図 10 に示す 1999 年設置分の加重平均価格 (2006 年) の \$41.6/MWh を遙かに上回っている。これには 3 つ理由がある。

(1) 2006 年価格を取った図 10 では、1999 年価格を取った図 9 の場合よりサンプル数が多い (比較のベースが違う)。

特に、2006 年に設置されたプロジェクトの 2006 年中の加重平均販売価格は約 \$49/MWh（最低\$30/MWh、最高\$64/MWh）⁵ で 2004～2005 年設置分の平均約 \$35/MWh（最低\$24/MWh、最高\$65/MWh）から大幅に上昇した。ちなみに 2002～2003 年設置分では平均約\$31/MWh（最低\$21/MWh、最高\$54/MWh）であった。しかも、最近のタービン価格の上昇は 2006 年の風力プロジェクトの価格に全面的に反映されているわけではない。すなわち、これらのプロジェクトの多くは 18～24 ヶ月も前にタービン価格を固定して電力購入契約の交渉を行っているので、2007 年以降に設置される分に関しては、販売価格はさらに高くなるであろう。

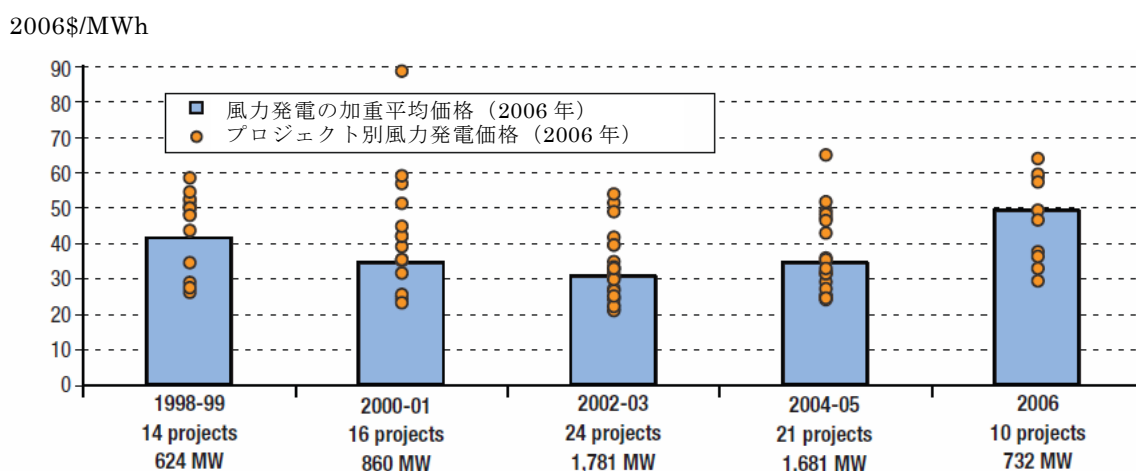


図 10 プロジェクトの営業運転開始日別風力発電価格（2006 年）

出典：Berkeley Lab database.

地域による差

価格が多様であることの根本的な原因の 1 つは地域的要因である。これは発電実績（風の強さによって左右される）に影響を与えるばかりでなく、開発や設置のコストにも影響を与える（地形、人口密度の他、規制のプロセスによるものもある）⁶。図 11 は 1998 年以降に設置された風力プロジェクトの地域別の 2006 年の個別および平均の風力発電価格を示したものである。地域の定義は図 12 に示されている。サンプル数については、いくつかの地域で問題もあるが、平均コストが最も低い地域はテキサスと中央部(Heartland)である。一方、カリフォルニア、五大湖地方、および東部地域の 3 地域ではコストが最も高い。ただし五大湖地方について言えば、1 ヶ所異常にコスト

(2) 1998 年と 1999 年に開始された比較的大きな 2 件のプロジェクト（これらについては 1999 年及び 2006 年双方の価格データがあり、どちらの図でもこの 2 つのプロジェクトのデータが反映されている）に関しては、この間に価格が下落している。

(3) インフレのため、1999 年価格の 2006 年価格換算値は、1999 年価格（実数）よりも大きい。

⁵ もし連邦生産税の税額控除が無ければ、2006 年のプロジェクトの販売価格は平均約\$70/MWh（最低\$50/MWh、最高\$85/MWh）になったであろう。

⁶ 一般に、電力卸売価格の高い地域では、卸売市場での裁定取引（さや取り）の機会があるため、風力発電の契約価格を高くすることが出来る。

の高いところがあるため正常なデータとは言えない面もある。もし個別データ（丸印）のうち白丸の9プロジェクトでREC（再生可能エネルギー証書）の分離販売分を含めたら、これらの地域の価格はもっと高くなるであろう。ちなみにオレンジ色の丸印のプロジェクトではRECの市場価値は電力販売価格に含まれている。この地域別のランキングは特に驚くに当たらない。テキサスや大平原地帯の州は低コストの風がある地域で、一方東海岸や西海岸での開発にコストが掛かるのは広く知られているところだからである。

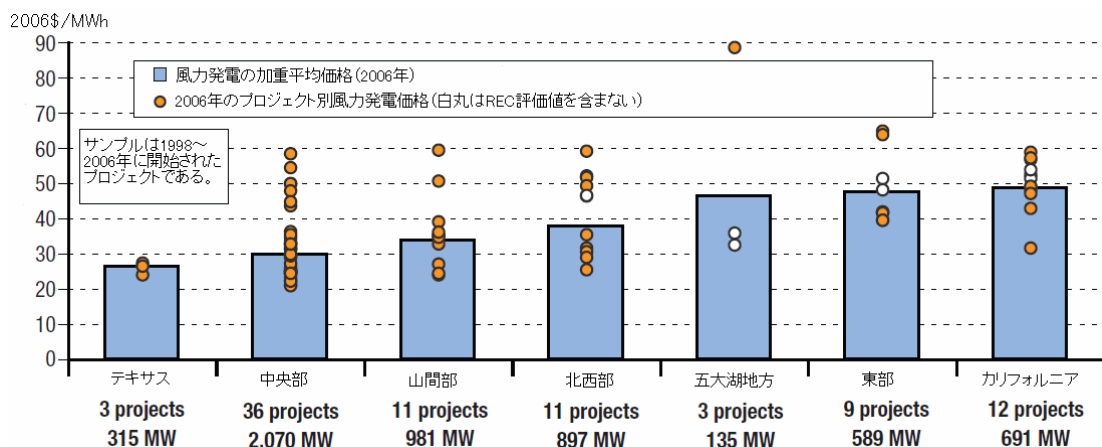


図 11 2006 年の地域別風力発電価格

出典：Berkeley Lab database

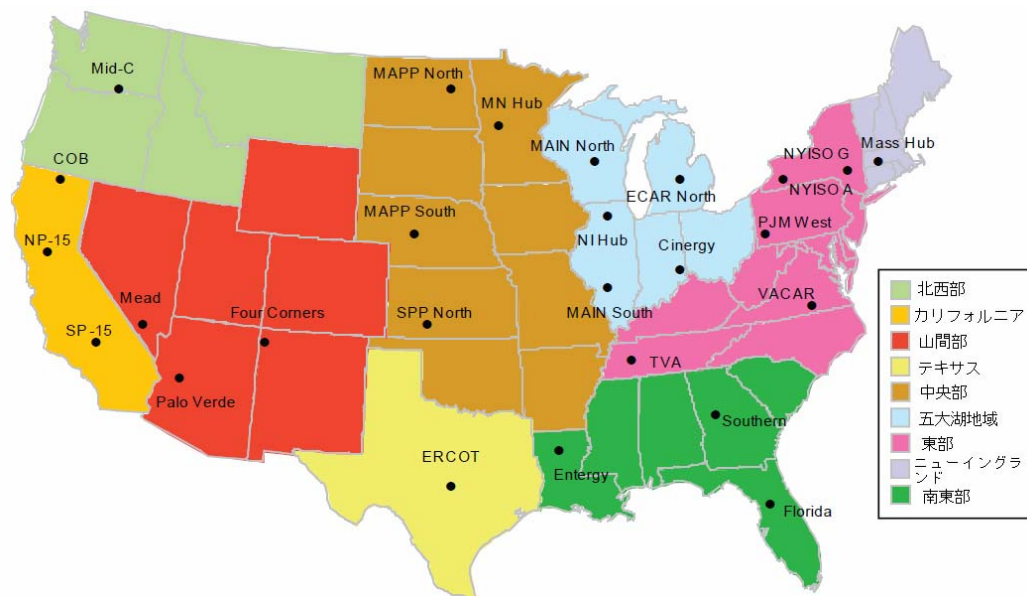


図 12 分析に使用される地域区分と卸売価格のハブ拠点

REC（再生可能エネルギー証書）市場

図 9～11 の風力発電取引の大部分は、電力及び REC 双方の販売を反映したものである。しかしこれらのプロジェクトのうち少なくとも 9 プロジェクトでは、REC は追加収入を得るために分離して販売されている（あるいは販売することが可能）。

米国内の REC 市場は 2 つの部分から構成されている。1 つは規制（コンプライアンス）市場で、REC は州の RPS（再生可能電力）義務に見合って販売される。もう 1 つはグリーン電力市場で、REC は任意で販売される。REC の電子追跡システムがあるのが、ニューイングランド、PJM 相互接続、テキサス及びウィスコンシンで、こうした追跡システムを開発中なのが西部、中西部及びニューヨークである。

卸売市場におけるコスト競争力

前節で紹介した風力発電の価格は風力発電のコストや利益を網羅するものではない。前述の通り、価格には REC の価値が必ずしもすべて含まれているわけではない。また価格は、連邦あるいは場合により州レベルの税や財政上のインセンティブによって抑制される。さらに言えば、これらの価格は通常 busbar(母線)エネルギー価格（前出）のみを代表したもので、統合や送電のコストを反映していない。また、炭酸ガス排出削減や燃料価格のリスクを軽減するという風力発電の価値も十分に反映していない。

いずれにせよ、これらの価格を、米国全体の電力卸売価格と単純に比べてみるならば、過去 5 年間で風力発電は電力卸売市場で概して競争力のある価格を提供した。図 13 は国内の 26 の異なる価格決定中心地（pricing hubs）における均一取引単位(flat block power)⁷ ごとの年平均電力卸売価格のレンジを 2003 年まで遡って表示したものである。図で青色の影で表されている 26 ヶ所の価格決定中心地の名称とおよその位置については図 12 を参照されたい。赤い丸は各年の風力プロジェクトの価格を、累積発電能力で加重平均したものである。これらのプロジェクトは 1998 年から 2006 年の間に営業運転を始めたものである（図 9 のデータと一致）。少なくとも我々のサンプルの中にある累積ベースについて言えば、風力は常に卸売価格のレンジの一番低いところかそれ以下のところにあった⁸。

⁷ 例えば発電事業者 A が一般電気事業者 B に 3MW の電力ブロックを 2 年間供給する場合、“flat block of 3MW for two years”の契約をする。これは一定出力の電力がコンスタントに供給されることを意味するが、風力発電の場合は風況により出力が安定しないので、完全な flat block を供給できない。しかし価格の比較のポイントとしては卸電力市場の flat block は不合理ではない。

⁸ 図 13～15 のように風力発電と卸売電力価格とを比較することには異論もあるが、これは電力の購入者が購入先を決定する場合の指標になる。例えば、風力発電を長期で契約すべきか、あるいは卸売市場のスポット電力の flat block を購入すべきか、ということである。この意味では、図 13～15 に代表される価格は、合理的に比較可能であり、電力購入者が実際に支払うものを代表している。

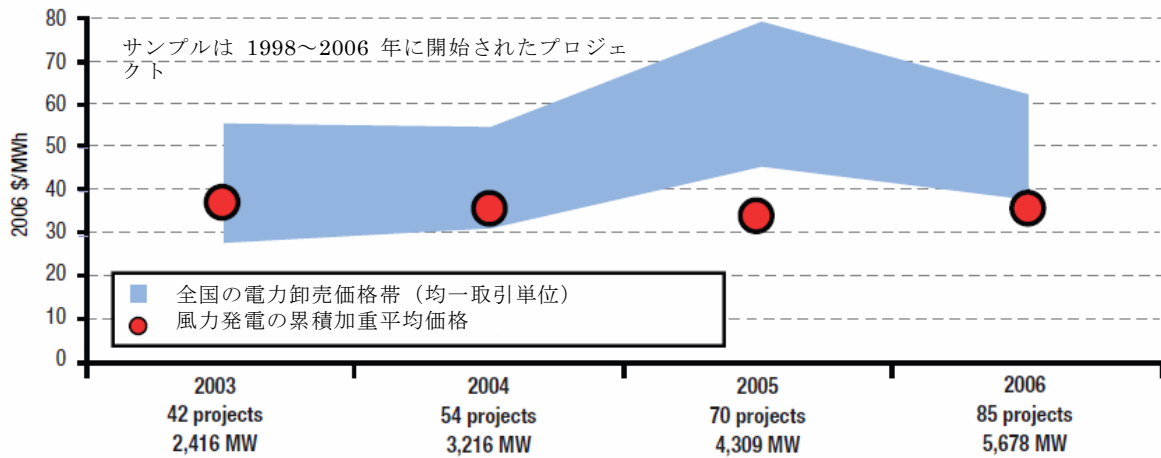


図 13 風力発電の累積加重平均価格と電力卸売価格の推移

出典：FERC 2006 and 2004 “State of the Market” reports, Berkeley Lab database

1998 年から 2006 年に設置された風力プロジェクトは、少なくとも 2003 年以来、電力卸売市場で価格競争力があつたことを図 13 は示しているが、電力卸売市場全体の価格と風力発電の平均価格には、地域ごとに明白な違いがある。図 14 は、その地域別のデータであり、2006 年の風力発電価格と電力卸売市場価格に焦点を当てたものである。1998 年から 2006 年に設置された風力プロジェクトで、バークレー研究所が価格サンプルを保有する 85 プロジェクト全てについてのもので、地域分けは、図 11 および 12 で示したものと同一である。地域により異なるが、多くの地域では、累積能力で加重平均した風力発電の価格は、2006 年の電力卸売市場価格を下回っている。

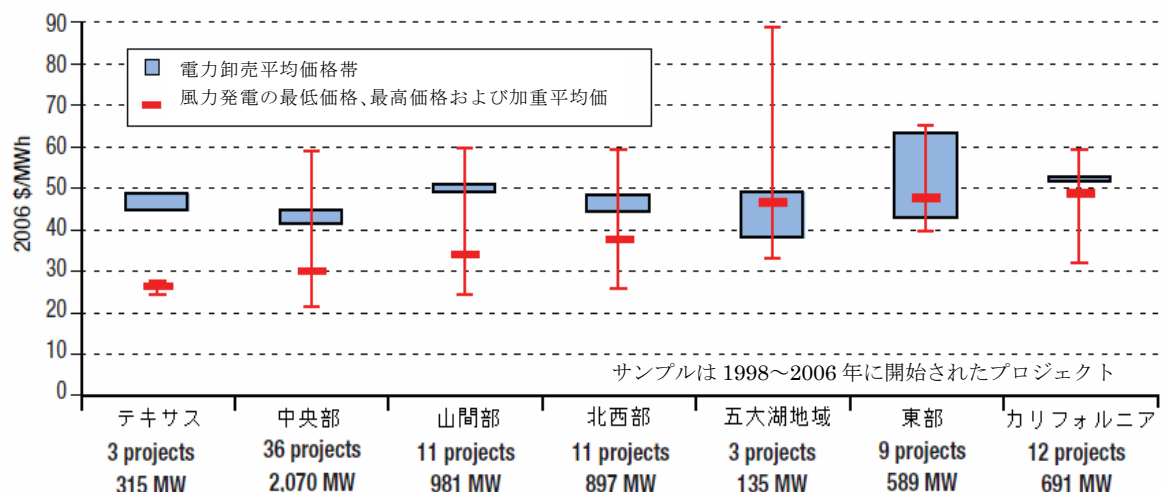


図 14 地域別の風力発電価格と電力卸売平均価格

出典：FERC 2006 "State of the Market" report, Berkeley Lab database

図 13 および 14 は 1998 年から 2006 年に設置されたプロジェクトの累計の風力発電価格のデータを使用しているが、風力発電価格は近年、とりわけ 2006 年に上昇した。2006 年に設置されたサンプルだけに焦点を当ててみると、より注意を要すべき点が浮き彫りになる。図 15 に示すように、2006 年に設置されたプロジェクト例の中で、その年のその地域の平均電力卸売価格を下回ったのは、中央部(Heartland)だけであった。最近の風力発電価格の上昇により、2003 年から 2005 年まで続いた電力卸売価格に対する強力な優位性は失われつつある。

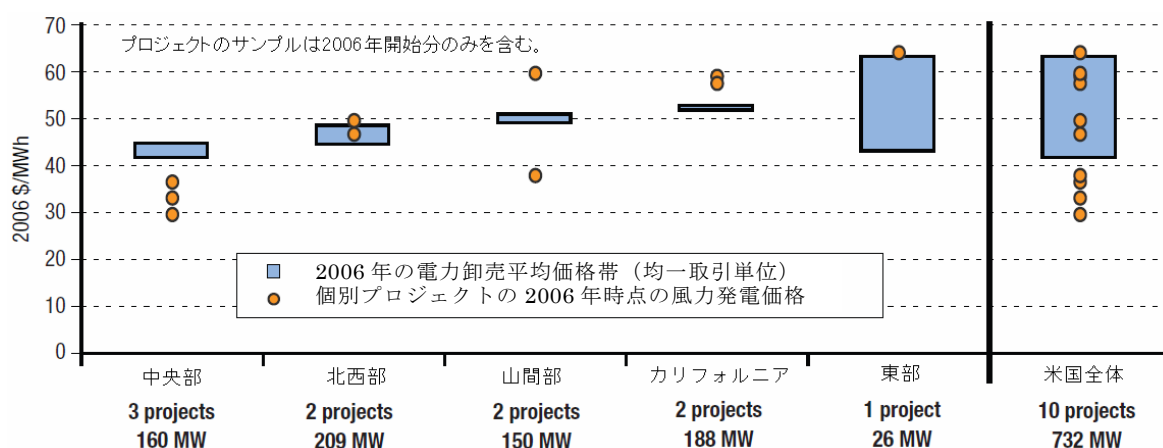


図 15 地域別の風力発電価格と電力卸売価格 (2006 年)

出典 : FERC 2006 "State of the Market" report, Berkeley Lab database.

出典 : Annual Report on U.S. Wind Power Installation, Cost, and Performance

Trends: 2006

<http://www.nrel.gov/docs/fy07osti/41435.pdf>

翻訳・編集 : NEDO 情報・システム部

【個別特集】 国際会議参加報告

ロボット技術国際標準化会議参加報告（ベルギー）

NEDO技術開発機構 機械システム技術開発部
横町 政芳

1. はじめに

NEDO技術開発機構（以下NEDO）は、産業技術総合研究所（以下産総研）および日本ロボット工業会と共に、ロボット用ミドルウェア（RTミドルウェア）¹をベースにしてロボット技術の国際標準化活動を進めてきた。

昨年、米国アナハイムで開催されたソフトウェア技術の国際標準化団体OMGの技術会議において、日本の提案をベースとした国際標準仕様原案が採択された²。これは、わが国のロボット技術の国際標準化活動の第一歩とも言うべき大きな成果であり、これにより、将来、ロボット技術の標準化が進むことで膨大な費用が必要であったロボット開発のコストが削減され、日常生活で使われる多種多様なロボットが手の届く価格で商品化されることが期待される。

続いて、今年のOMGの技術会議が6月にベルギーのブリュッセルで開催され、筆者も講演者及びパネラーとして参加する機会を得たので、本会議での検討内容をその後の進捗状況を含めて報告する。



OMG ブリュッセル会議で講演する筆者－年代物のシャンデリアなど、欧州ならではの風格漂う空間



筆者（壇上右端）も参加したパネルディスカッション

¹ RTミドルウェアとはロボットシステムの機能要素（センサ、サーボ、モータ等）の通信インターフェースを標準化して、ユーザーの幅広いニーズに合わせた新しいロボットシステムを容易に構築するための基盤技術である。

² より詳しくは以下を参照。

「ロボット用ミドルウェアの国際標準仕様原案を国際標準化団体 OMG が採択～ロボット作りの国際的ルール策定に向けて、日本主導で前進～」

http://www.nedo.go.jp/informations/press/181006_1/181006_1.html

2. 主催団体及びこれまでの経緯

(1) OMGTM (Object Management GroupTM)

OMGは、オブジェクト指向技術の標準化、普及を進めるため、1989年に設立された業界団体である。世界中の約460の団体が会員になっており、これまでに分散オブジェクト技術の仕様CORBA^{TM3}、統一モデリング言語UML^{TM4}等を標準化した実績を持つ。

(2) これまでの経緯

NEDOでは、ロボット産業のビジネスモデルを変えるRTミドルウェアのコンセプトを実現するためには技術を普及させる標準化が不可欠との判断から、研究開発と並行して国際標準化に取り組んできた。NEDOの取り組みは、2004年4月にセントルイスで開催されたOMG技術会議にオブザーバ参加し、標準化プロセスに関する調査を実施したところから始まった。

OMGの標準化へのプロセスはISO(国際標準化機構：International Organization for Standardization)やIEC(国際電気標準会議：International Electrotechnical Commission)のように提出された標準化案を審議するのとは異なり、ある技術に興味を持つ団体、メンバー間での議論を通して次第に共通認識を作りだし、それぞれのアイデアを生かした合意ベースの標準化案を作り出して標準化が進められている。このフォーラム形式の標準化方式は技術の効用への理解者を増やしつつ、それをできるだけ早く標準に持って行く場合に適していると考え、OMGにNEDOを始めとする日本の主要メンバーが正式加盟して、本格的な国際標準化活動を開始した。

NEDOは、RTミドルウェアプロジェクト（2002～2004年度）終了後の2005年度から、定期的開催されるOMG技術会議に専門家を派遣して標準化活動を継続してきた。厳密に定められたOMGの標準化プロセスに従って、標準仕様公募（Request for Proposal）を取りまとめて2005年9月のアトランタ技術会議にて発行し、その公募に対して日本の産総研と米国のソフトウェアベンダーであるReal-Time Innovations社の2組織が標準仕様の一次提案を行った。その後、提案者同士が合意形成のための議論をつづけて、統一標準仕様案をまとめて2006年6月のボストン会議に提出し、技術的な審査を受けて仕様案の修正を行い、2006年9月のアナハイム会議において修正した統一標準提案が採択されている。

3. 本年度会議の概要

(1) 会議概要

会議の名称：OMG (Object Management Group) Technical Meeting

主催：OMG、開催地：ブリュッセル（ベルギー）Crown Plaza Hotel

日程：2007年6月25日～6月29日

参加者数：285名（うち日本から13名）

³ Common Object Request Broker ArchitectureTM

⁴ The Unified Modeling LanguageTM

(2) OMGブリュッセル会議の主旨

ソフトウェア技術の標準化を行っている OMG において、

- ① ロボット技術分野タスクフォース(Robotics DTF)において、ロボティクス・インフォメーション・デーを開催し、講演とパネルディスカッションにより RT ミドル国際標準化活動とロボット技術分野タスクフォースの活動全般を紹介し、該標準化活動の更なる広報・普及に務めるとともに、欧州のメンバーの参画を促す。
- ② パブリシティ分科会(Publicity Sub-Committee)において、RT ミドルウェアの国際標準化及びロボット技術分野タスクフォースに関する国際標準化活動の活動紹介パンフレット(Flyer)の最終案について議論する。
- ③ ロボット技術分野タスクフォースのサービス分科会(Service WG)においてロボット位置特定情報サービス(Robotics Localization Service)の規格化関連情報公募(RFP)の最終案を作成し、OMG の審議機関の審査を受けて、新 RFP の OMG による承認と発行を目指す。また、ロボット技術分野タスクフォースのプロファイル分科会(Profile WG)において、標準化すべき項目について更なる議論を継続することにより次の RFP の候補を絞り込む。
- ④ RT ミドルウェアの FTF (Finalization Task Force : 最終仕様検討委員会)活動において、今回提出されたコメントへの対応に関する議論を行い、対応策を案出する。

4. OMGブリュッセル会議の概要と主な成果

(1) ロボティクス DTF セミナー(Robotics DTF Seminar)

ロボティクス DTF の午前の運営委員会に引き続き、午後半日をロボティクス・インフォメーション・デーとして各国代表の講演やパネルディスカッションを行った。

○各国代表の講演

参加者は 40 名程度であったが、講演の順番が当初予定から変更となり、筆者は OMG 会長の挨拶の後にトップバッターで日本代表として講演を行った。講演の内容は、国際標準化活動を開始するに至った社会的背景、その主旨と目的、日本としてのロボットビジネス戦略及び技術戦略の考え方、RT ミドルの研究・開発、国際標準化活動への参入と昨年 9 月のアナハイム会議での原案の採択に至る迄の経緯、原案が採択されたことによる波及効果、今後の予定などと、今迄の活動全体を総括するなかから国際標準化の必要性を説いて無事大役を果たすことができた。

この後、EU 代表、米国代表、産総研の神徳主任研究員、韓国代表 2 名の講演が続いて無事終了した。

○パネルディスカッション

最後に筆者と、インド ADA Software 社の Bose 副社長、米国 Real Time Innovation 社の Warren FTF 議長、東芝の土井技監、韓国 ETRI の Cho 副総裁をパネラーとして、国際標準化活動で取り上げるべき重要な項目についてパネルディスカッションを行った。

パネラー同士が事前に擦り合わせを行う時間が無く、また、モデレータの進行に一部不具合があったため全体的にまとまりに欠けた感があったが、筆者の方では今後の重点項目として取り上げるべき項目についてデバイスを取り上げるべきとの考えを述べた。筆者が提案した項目は次回会議から次の標準化項目として取り上げられ議論されることとなった。

(2) ロボティクス DTF 活動

○ロボティクス DTF Flyer の最終案の検討

Flyer について筆者の方で原案を作成して OMG のマーケティング部門に提出し、OMG に最終案を作成して貰うように依頼していた。この会議の時点で、OMG が原案の記載内容を洗練し、簡略化した 3 つの Flyer の候補案を作成して提示してきた。今後、これをロボティクス DTF のメンバー全員に図って採用案を決めることにした。

○新 RFP の発行

今回の OMG ブリュッセル会議以前の 4 回に渡る OMG の技術会議において、Robotics DTF のサービス作業部会(Service WG)でロボット位置特定情報サービス(Robotics Localization Service)の新 RFP を検討して来た。今回は RFP の正式承認と発行を目指して、会議前に国内で検討会を数回に渡って開催し、またメーリングリストを活用して十分に内容を検討し、更に会議前の日曜日に関係者がブリュッセルに事前に集合して最終打合せを行い、最終案を纏めるという十全の体制で臨んだ。

また、OMG の審査機関の審査前に OMG の別のタスクフォース (C4I、ManTIS) にもプレゼンテーションを行い、コメントを貰ってその対応も行った。この最終案を OMG の AB (Architecture Board : 幹事会) に図った結果、殆どコメントもなく承認される運びとなった。その後の TC (Technical Committee : 技術部会) でも承認が得られて RFP を正式に発行することができた。

(3) RT ミドルウェアの FTF (Finalization Task Force)活動

RT ミドルウェア国際標準最終仕様の策定に向けて、今回提出された 12 項目のコメント(仕様変更と英語表現の変更など)に対応するためのディスカッションを行った。その結果、対応策についてはほぼ目処が立ち、9 月に開催される次回会議(米国ジャクソンビル)では最終レポートを提出できる見通しがついた。次回会議または今年末の会議での最終仕様承認に向けて、前進することができたと言える。

5. 終わりに(所感)

今回の OMG 会議は欧州での開催ということで、米国からの参加者は比較的少なかった。また、今回の会議では新 RFP の承認を得ることを目的として、日本のロボット企業も多く参加してくれたのは進歩であった。日本だけでなく、EU、米国、韓国、インドなどの参加があったのも評価できる。

【個別特集】 NEDO 海外事務所報告

第 110 議会に提出されている気候変動法案（米国）

－上院法案の比較と各界の反応－

NEDO ワシントン事務所

松山貴代子

2006 年中間選挙の勝利で民主党主導となった米国の第 110 議会には、今年 1 月から 7 月中旬までの間に、気候変動や温室効果ガス(GHG)排出を取り上げた法案や決議案、および、修正法案が 125 本以上提出され、公聴会も 105 回以上開催されている。気候変動対応策の一つとして先頃よく耳にするのが、市場の力を利用して柔軟かつコスト効率的な方法で環境汚染物質を削減する「**排出権取引**」アプローチである。1968 年に刊行された John Dales の「汚染、財産および価格(*Pollution, property and prices: An essay in policy-making and economics*)」という小冊子で始めて取り上げられ、1970 年代に米国で理論化されたこの制度では主に、「**ベースライン・アンド・クレジット(baseline and credit)**」と「**キャップ・アンド・トレード(cap-and-trade)**」という 2 種類のプログラムが利用される。

「**ベースライン・アンド・クレジット**」プログラムは、企業が既存規制で義務付けられたベースラインよりも排出量を引き下げた時に、排出削減分に相当する排出クレジットを獲得するもので、こうした排出クレジットは市場で、ベースライン達成が困難な企業に売却されることが認められる。一方、「**キャップ・アンド・トレード**」プログラムの方は、プログラムの対象となる排出源（発電所等）から放出される汚染物質の許容排出量に上限（キャップ）を設け、これを個々の排出権（通常、排出量 1 トンに対して 1 クレジット）に分割して、該当企業や機関に割り当てるというもので、対象となる排出源は自社の排出量をカバーするだけのクレジットを保持していなければならないものの、企業は割り当てられた排出クレジットを自由に相互取引することができる。

米国で「キャップ・アンド・トレード」システムが始めて本格的に導入されたのは、「1990 年クリーンエア法修正法」によって酸性雨プログラムが設置された 1995 年のことで、それ以来、同システムは、酸性雨の主要原因である二酸化硫黄(SO₂)排出を予想の何分の一かのコストで削減し、大成功を収めている。この酸性雨プログラムで利用されている「キャップ・アンド・トレード」システムをモデルとして、地球温暖化の原因である二酸化炭素(CO₂)その他 GHG を抑制しようという**気候変動法案**が、第 110 議会には既に、10 本^{注1}提出されている。ここでは、上院に提出されている 8 法案の内、**主要な 6 法案の内容を比較**すると共に、**気候変動法案に対する各界の見解**を概説する。

注1 上院に提出されている法案は、S280 McCain-Lieberman 法案（上院第 280 号議案）、Boxer-Sanders 法案（上院第 309 号議案）、Carper-Feinstein 法案（上院第 317 号議案）、S485 Kerry-Snowe 法案（上院第 485 号議案）、Alexander-Lieberman 法案（上院第 1168 号議案）、Carper 法案（上院第 1177 号議案）、Sanders 法案（上院第 1201 号議案）、S1766 Bingaman-Specter 法案（上院第 1766 号議案）の 8 本。下院に提出されている法案は、Olver-Gilchrest 法案（下院第 620 号議案）と Waxman 法案（下院第 1590 号議案）の 2 本。

上院に提出されている気候変動法案の比較

	Bingaman/Specter (上院第 1766 号議案)	McCain/Lieberman (上院第 280 号議案)	Boxer/Sanders (上院第 309 号議案)	Kerry/Snowe (上院第 485 号議案)	Feinstein/Carper (上院第 317 号議案)	Lieberman/Alexander (上院第 1168 号議案)
提出日	2007 年 7 月 11 日	2007 年 1 月 12 日	2007 年 1 月 16 日	2007 年 2 月 1 日	2007 年 1 月 17 日	2007 年 4 月 20 日
担当 委員会	環境・公共事業委員会	環境・公共事業委員会	環境・公共事業委員会	財政委員会	環境・公共事業委員会	環境・公共事業委員会
対象	-温室効果ガス(GHG) 6 種類 ^{注2} -経済全体 -石油、天然ガス、CO ₂ 以外の GHG はアップストリーム -石炭の年間消費が 5,000 トン以上の石炭施設はダウンストリーム	-GHG 6 種類 -経済全体 -石油とフッ素化ガスはアップストリーム -年間 1 万メトリックトン以上の CO ₂ を排出する固定発生源はダウンストリーム	-GHG 6 種類 -経済全体 -環境保護庁(EPA)が規制部門を決定	-GHG 6 種類 -経済全体 -EPA が規制部門を決定	-GHG 6 種類 -電力部門 -ダウンストリーム	-二酸化硫黄(SO ₂)、亜酸化窒素(NO _x)、水銀、CO ₂ の 4 種類 -電力部門
排出削減 目標	-2020 年までに 2006 年レベル -2030 年までに 1990 年レベル -科学・技術の発展状況、および、国際的努力次第で、大統領は 2050 年までに 2006 年レベルの最低 60%減という長期排出目標を設定可能。	-2012 年までに 2004 年レベル -2020 年までに 1990 年レベル -2030 年までに 1990 年レベル比 22%減 -2050 年までに 1990 年レベル比 60%減	-2010 年～2020 年まで年率 2%削減 -2030 年までに 1990 年レベル比 27%減 -2040 年までに 1990 年レベル比 53%減 -2050 年までに 1990 年レベル比 80%減	-2010 年から GHG を徐々に削減し、2050 年までに 2000 年レベル比 65%減 -2020 年までに 1990 年レベル -2021 年～2030 年まで年率 2.5%削減 -2031 年～2050 年まで年率 3.5%削減	-2020 年までに電力部門の排出を 2020 年推定レベル比 25%減 -2011 年に 2006 年レベルで固定 -2015 年までに 2001 年レベル -2016 年～2019 年まで年率 1%削減 -2020 年以降は年率 1.5%の削減	-2011 年～2014 年まで 2300 MMT CO ₂ (2006 年レベル) -2015 年～2019 年まで 2100 MMT CO ₂ (1997 年レベル) -2020 年～2024 年まで 1800 MMT CO ₂ (1990 年レベル) -2025 年以降は 1500 MMT CO ₂ (1990 年レベルの 16%減)
排出クレジットの 配分	-2012 年からの 5 年間は、総排出クレジットの 24%をオークションに、53%を産業部門に、8%を炭素地中隔離、9%を州政	-EPA 長官と商務長官が、消費者への影響や競争力を考慮した上で、該当部門へ配分する排出クレジットとオークション	-Cap-and-Trade 型アプローチを認めるが、義務付けるものではない。 -Cap-and-Trade が選択された場合、低炭素経済	-大統領が決定	-該当発電施設(化石燃料、原子力、再生可能資源)の発電量に基づいて排出クレジットを配分。	-排出クレジットの 75%を電力部門へ、25%をオークションに配分。

^{注2} 京都議定書において削減対象となっている、二酸化炭素、メタン、亜酸化窒素、ハイドロフルオロカーボン類(HFCs)、パーフルオロカーボン類(PFCs)、六フッ化硫黄(SF₆)の6種類。

	府、5%を農業部門の炭素隔離活動に、残りの 1%を早期削減へ配分する。 -2017 年以降は、産業部門への割当分を毎年 2%ずつ削減し、それをオークションへ回す。	分を決定。	への移行で過度の影響を被る個人や事業体および早期実施者へ排出クレジットを配分。		-オークションに充てる排出クレジットを徐々に増やし、2011 年の 15%を 2026 年には 60%、2036 年には 100%とする。	
オフセット	-国内プロジェクトのオフセットを認可。 -農業部門炭素隔離用に排出クレジットの 5%を保留。 -大統領は国外オフセット・プログラムも実施出来るが、この利用率は遵守義務の最高 10%までとする。	-国内外のオフセットを遵守義務の 30%まで利用可能。 -削減義務の 15%以上をオフセットで賄う事業体は、オフセットの最低 1.5%を農業部門の炭素隔離プロジェクトで賄わねばならない。	明記なし	-生物炭素隔離で生じるオフセットを考慮。	-農務長官と EPA 長官は、生物炭素隔離や産業部門プロジェクトに対するオフセット計画を設置。 -国際クレジットの利用を認可。 -森林管理のオフセットは最高 5%、国際的オフセットは 25%を上限とする。	-RGGI規定を踏まえた オフセットシステム
コスト管理メカニズム	-安全弁価格の設定：当初価格はCO ₂ 換算で1トンあたり 12 ドル。その後、安全弁価格は毎年、物価上昇率+5%で上昇。 -バンキング（次期目標期間への繰越し）	-バンキング -排出クレジットの借り入れ（次期目標期間から割引レートで借入れ）	-キャップ凍結のため、技術連動型（technology-indexed）の価格凍結を認可。	明記なし	-経済に害がある場合には、バンキングや国際クレジット、および、排出クレジットの借入れを認める。	-排出クレジット・オークションの収益を利用して、消費者の電気代上昇や該当産業のコストを相殺。
早期実施インセンティブ	-法令施行以前に自主的プログラム GHG 排出削減を登録した事業体に、2012 年から 2020 年まで排出クレジットの 1%を配分。	-2012 年以前に達成した GHG 排出削減にクレジット配分。	明記なし	-早期削減を認識し、これに報酬を与える。	-2000 年から 2010 年までに実施された早期削減にクレジットを与える。早期削減へ配分されるクレジットは最高 10%。	-性能新基準を満たす改良または新設石炭火力発電所 30 件にボーナスクレジットを付与。
十分な国際行動の奨励	-大統領は、諸外国が同等の GHG 排出制限措置を行っているかを毎年見直すほか、5 年毎に米国の 5 大貿易相手国が同等措置をとっているかを検討。 -米国の貿易相手国の措置	明記なし	明記なし	明記なし	明記なし	明記なし

	が不十分な場合には、様々な貿易対抗手段を発動。					
技術・その他	-エネルギー技術普及基金（Energy Tech Deployment Fund）から、低炭素エネルギー技術（先進石炭、セルロース系エタノール、先進自動車等）の研究開発・実証に資金提供。 -排出クレジット・オークションの収益を、途上国における技術普及や低所得家庭支援等に使用。 -炭素回収・隔離の普及を支援するため、2020年までに350億ドル相当の排出クレジットを追加配分。	-気候変動クレジット会社（Climate Change Credit Corporation）が低炭素技術の採用・普及を支援。 -気候技術融資委員会（Climate Technology Financing Board）は、安全かつクリーンなエネルギープロジェクトの官民パートナーシップでDOEと協力。 -貧困層への影響緩和策。	-CO₂ 地中隔離プロジェクトのための競争グラント計画を設置。 -途上国における低炭素および省エネ技術を支援する、「国際的クリーンかつ低炭素エネルギー協力に関するタスクフォース (Task Force on International Clean, Low-Carbon Energy Cooperation)」を創設。	-定められた排出削減目標を達成するため、「気候再投資基金 (Climate Reinvestment Fund)」を創設。 -先進・代替燃料車、および、先進・代替燃料技術へのンセンティブ。	-炭素排出がほぼゼロの技術、及び、低排出技術の開発・実用化のため、気候アクション信託基金 (Climate Action Trust Fund) を創設。	-新設発電所の性能基準を設定。

(出典：上院エネルギー委員会の”Climate Legislation Side-by-Side” と、世界気候変動に関するピューセンターの ”Greenhouse Gas Cap-and-Trade Proposals in the 110th Congress” を基に NEDO ワシントン事務所作成)

「キャップ・アンド・トレード」制度に対する各界の見解

1. **エジソン電力研究所(Edison Electric Institute : EEI)**— 米国の民間電力会社および外国の電力会社の同盟。東京電力、関西電力、中部電力、九州電力、東北電力、電源開発の6社も国際メンバーとして参加。

- 1994年にDOEの気候チャレンジに参画して以来、GHG排出削減に努力してきたが、更なるGHG排出削減が急務であることを認識。産業界と政策策定者が様々な技術オプションの開発・導入にコミットする必要があることをあげ、EEIとしての対応方針をとりまとめ、これを2007年2月8日に「EEI世界気候変動原則(*EEI Global Climate Change Principles*)」として発表。
- EEIメンバーのGHG排出削減アプローチは各社で異なるが、Duke Energy、PNM Resources、Exelon Corp、PPL Corp、American Electric Power、Edison Internationalは、Bingaman上院議員提案の上院第1766号議案への支持を表明。

2. **自動車労働者組合(United Auto Workers : UAW)**

- UAWのRon Gettelfinger組合長は、2007年3月14日に下院エネルギー・商業委員会のエネルギー・大気質担当小委員会が開催した公聴会で証言。地球温暖化問題に対応するため、UAWは経済全体を対象とする強制的排出権取引プログラムを支持すると発言。規制を最小限にとどめ、経済全部門が相応な方法で参加できるよう、「cap-and-trade」プログラムはアップストリーム式とすべきであると発言。
- UAWもBingaman上院議員提案の上院第1766号議案を支持。

3. **Bingaman/Specter 法案（上院第1766号議案）への支持を表明しているその他機関**

- NRG Energy, Inc.
- 炭坑労働組合(United Coal Miners)
- アメリカ労働総同盟産別会(AFL-CIO)
- 国際電気工組合(International Brotherhood of Electric Workers : IBEW)

4. **米国気候アクション・パートナーシップ(U.S. Climate Action Partnership : USCAP)**—米国を拠点とする大手企業10社(General Electric、デュポン、Alcoa、Caterpillar、Duke Energy、PG&E California、FPL Group、PNM Resources、BP America、Lehman Brothers)^{注2}と、有力な環境保護団体4グループ(Environmental Defense、天然資源防衛委員会: NRDC、世界気候変動に関するピーユーセンター、世界資源研究所: WRI)からなるパートナーシップ。

^{注2} USCAPに加わった新メンバーは、Alcan、ConocoPhillips、Dow Chemical、General Motors、Chrysler Corporation、Ford Motor Company、Royal Dutch Shell、Siemens、Johnson & Johnson、PepsiCo Inc、American International Group、Boston Scientific Corp、Deere & Co、National Wildlife Federation、Nature Conservancy。

- 2007年1月22日に、「アクション要求(*A Call for Action*)」というレポートを
発表。気候変動に関する政策枠組みが即刻必要であることを指摘し、GHG 排出
の大幅削減を目的とする法案を迅速に立法化するよう連邦政府に要請。
- 同レポートで USCAP は、経済全体を対象とする市場主導型のアプローチが必須
であり、これには cap-and-trade 型プログラムを盛り込むべきであると主張し、
排出クレジットの配分やオフセット、早期実施インセンティブ等について提言。

5. 米国上院議会

- Cap-and-trade 型制度を支持する共和党の著名な上院議員は、John Warner (バー
ジニア州)、John McCain (アリゾナ州)、Lindsey Graham (サウスカロライナ州)、
Ted Stevens と Lisa Murkowski (アラスカ)、Arlen Specter (ペンシルバニア州)、
Olympia Snowe (メイン州)。特に、このところ同問題で中心的存在となってきた
Warner 上院議員 (かつては気候変動問題に懐疑的であった) は、共和党議員から
の更なる支持獲得において鍵になるのではないかと期待されている。
- Cap-and-trade 型制度を支持する民主党の上院議員は、Harry Reid (ネバダ州)、
Jeff Bingaman (ニューメキシコ州)、John Kerry (マサチューセッツ州)、
Barbara Boxer^{注3} と Diane Feinstein (カリフォルニア州)、Blanche Lincoln
(アーカンソー州)、Mary Landrieu (ルイジアナ州)、Thomas Carper (デラ
ウェア州)、および、無所属の Joe Lieberman (コネチカット州)。

6. 現政権

- 2007年7月23日付けのウォール・ストリート・ジャーナル紙は、ブッシュ政
権が米国ビジネス界および同盟国からのプレッシャーで、様々な気候変動対応
オプションを模索しており、この中には、何らかの形の経済全体対象の排出キ
ャップが含まれていると伝えている。Henry Paulson 財務大臣他高官が先週、
議会の国内排出キャップ提案が経済にもたらす影響を検討するために会合を行
い、cap-and-trade の考えを受け入れる姿勢を見せたという話しが流れたが、
これは後に、今回の会議は情報提供の場であって政策審議の場ではなかったと
して財務高官2名により否定された。
- ブッシュ大統領は G8 サミットを目前に控えた 5月31日に、世界気候変動に対
する米国案を発表。一案として提案した、GHG を大量に排出する主要先進国や、
インド・中国といった急成長する途上国との会合召集が、今年10月に予定され
ている。ブッシュ大統領自身が押す、中国・インド等の途上国を巻き込んだ交
渉が、気候変動に対する現政権の思惑で大きな要因となっているようである。
- 一方、ホワイトハウスには依然として、チェイニー副大統領率いる
Cap-and-trade に対する強固な反対が存在する。

^{注3} 上院環境・公共事業委員会の委員長である Boxer 上院議員は、Bingaman/Specter 提案に含まれた「安全弁」ア
プローチには反対の立場をとっている。

【個別特集】 **NEDO 海外事務所報告**

上下両院協議会、米国競争力強化を目指す America COMPETES 法案で合意

NEDO ワシントン事務所
松山貴代子

第 110 議会では、グローバル経済における米国競争力強化のためにイノベーションや教育への投資を推進する「America COMPETES 法案(America Creating Opportunities to Meaningfully Promote Excellence in Technology, Education, and Science Act：上院第 761 号議案)」が 4 月 25 日に上院本会議で可決されたのに続き、下院本会議も「2007 年 21 世紀競争力法案(21st Century Competitiveness Act of 2007：下院第 2272 号議案)」を 5 月 21 日に可決していた。上院と下院の法案の相違点をすり合わせる上下両院協議会^{注1}が 2007 年 7 月 31 日に開催され、驚くべきスピード協議で両院妥協案をとりまとめている。

上下両院協議会は審議の結果、下院協議会メンバーが上院案に対する意見の相違を撤回。上院案に、Pete Domenici 上院議員（共和党、ニューメキシコ州）の提出したエネルギー省(DOE)の ARPA-Energy（エネルギー先端研究計画局）条項に対する修正法案と、Brian Baird 下院議員（民主党、ワシントン州）の提出した全米科学財団(National Science Foundation)の条項を追加した「America COMPETES 法案(America Creating Opportunities to Meaningfully Promote Excellence in Technology, Education, and Science Act)」を上下両院協議会妥協案として、上院と下院の本会議審議へ上程することに合意した。下院は 8 月 2 日に同妥協案を本会議で 367 対 57 で可決。上院も 8 月 3 日に、本会議での審議・採決を行う見通しである。ブッシュ大統領は、同法案に盛り込まれた予算レベルと優先事項に対して懸念を表明しているものの、法案には署名をすると見られている。

上下両院協議会案の概要は下記の通り。

Title I 科学技術政策局（OSTP）

^{注1} 上院の協議会メンバーは、Jeff Bingaman（民主党、ニューメキシコ州）、Daniel Inouye（民主党、ハワイ州）、Edward Kennedy（民主党、マサチューセッツ州）、Joe Lieberman（無所属、コネチカット州）、Barbara Mikulski（民主党、メリーランド州）、John Kerry（民主党、マサチューセッツ州）、Bill Nelson（民主党、フロリダ州）、Pete Domenici（共和党、ニューメキシコ州）、Ted Stevens（共和党、アラスカ州）、Michael Enzi（共和党、ワイオミング州）、Lamar Alexander（共和党、テネシー州）、John Ensign（共和党、ネバダ州）、Norm Coleman（共和党、ミネソタ州）の 13 名。一方の下院協議会メンバーは、Bart Gordon（民主党、テネシー州）、Dan Lipinski（民主党、イリノイ州）、Brian Baird（民主党、ワシントン州）、David Wu（民主党、オレゴン州）、Nicholas Lampson（民主党、テキサス州）、Mark Udall（民主党、コロラド州）、Gabrielle Giffords（民主党、アリゾナ州）、Ralph Hall（共和党、テキサス州）、James Sensenbrenner（共和党、ウィスコンシン州）、Vernon Ehlers（共和党、ミシガン州）、Judy Biggert（共和党、イリノイ州）、Tom Feeney（共和党、フロリダ州）、Phil Gingrey（共和党、ジョージア州）の 14 名。

- ・ 米国科学技術事業の健全さや方向性を検討するために、国家科学技術サミット(National Science and Technology Summit)を開催する。大統領は、サミット終了後 90 日以内に、サミットの結果に関する報告書を発表する。
- ・ OSTP 長官は同法令施行後 90 日以内に、革新能力に影響をもたらす通常の運営・財政面リスクを超えた新規リスクの確認、および、その緩和方法の見直しに関する調査研究を、全米科学アカデミー(National Academy of Sciences : NAS)に委託する。
- ・ 全ての初等・中等学校が「科学技術工学数学の日 (Science, Technology, Engineering, and Mathematics Day)」を年二回祝うよう奨励する。
- ・ OSTP 局長は同法令施行後 1 年以内に、NAS を介して、サービス科学(service science)と呼ばれる新興分野を連邦政府が如何に支援すべきかについての調査を実施し、議会に報告する。
- ・ 大統領イノベーション・競争力委員会(President's Council on Innovation and Competitiveness)を設置する。委員会では、(1)イノベーションを促進する公法やイニシアティブの実施状況をモニターし、(2)教育・職業訓練・技術研究開発への政府資源配分について大統領に助言し、(3)米国のイノベーション能力に影響を及ぼす既存および提案中の政策や規定の効果を査定する方法を策定し、(4)イノベーションを助長する好機を確認して連邦省庁長官に提言し、(5)連邦政府の進捗状況を測定するメトリクスを策定し、(6)進捗状況について大統領と議会に年次報告書を提出する。委員会メンバーは、商務省・国防省・教育省・エネルギー省・厚生省・国土安全保障省・労働省・財務省・環境保護庁・中小企業庁の長官、米航空宇宙局・行政管理予算局・OSTP の局長、証券取引委員会の会長、全米科学財団の総裁、米国通商代表等で、商務長官が同委員会の議長を務める。
- ・ OSTP 長官は国家科学技術会議(National Science and Technology Council : NSTC)を介して、連邦政府研究所、および、学術機関構内の国家ユーザー施設にある研究施設や主要研究機器の不足・欠陥を確認し、これに優先順位をつける。同問題に対応するため、OSTP 長官は、連邦各省庁による研究施設や主要研究機器の調達・改装・保守計画を調整する。
- ・ 連邦政府研究機関は、高リスク・高リワードの基礎研究プロジェクトを介して、米国内でのイノベーション支援・推進に努力する。科学・数学・工学・技術の研究に出資する連邦各省庁は、年間基礎研究開発費の一部（適当な比率）を、高リスク・高リワードの基礎研究プロジェクトへ配分する。

Title II 米航空宇宙局 (NASA)

- ・ NASA 局長、全米科学財団総裁、エネルギー長官、国防長官、および、商務長官は、実行可能な範囲で物理科学や技術、工学や数学に関連する基礎研究活動を調整する。

- ・ NASA 職員の老齢化問題に対応するため、(1)職員の退職に先立って技術面・管理面での彼等の経験を記録し、(2)新職員教育の為に退職者が NASA へ戻ってくるインセンティブを提供し、(3)ナレッジ共有に貢献したシニア職員を讃える賞を設定する。
- ・ 科学・技術・工学・数学のキャリアに対する関心を高め、次世代の宇宙航空学者やエンジニア等を養成するため、既存の大学生研究プログラム(Undergraduate Student Research Program)を活用して、NASA 関連テーマの基礎研究プロジェクトを支援する。
- ・ NASA 局長は、国際宇宙ステーションが提供するユニークな研究開発資源を活用する教育プロジェクトを一つ以上実行するための詳細プランを策定する。

Title III 国立標準規格技術研究所 (NIST)

- ・ NIST 予算として下記を認可：
 - 2008 年度予算は 7 億 6,300 万ドル。内、1 億 1,000 万ドルが製造技術普及計画(MEP)、1 億ドルが技術イノベーションプログラム(Technology Innovation Program : TIP)の予算
 - 2009 年度予算は 7 億 9,180 万ドル。内、1 億 2,200 万ドルが MEP、1 億 3,150 万ドルが TIP。
 - 2010 年度の認可予算は 9 億 680 万ドル。内、1 億 3,180 万ドルが MEP、1 億 4,050 万ドルが TIP。
- ・ MEP に関して、NIST 法令を下記の通り改定する：
 - 評価委員会の評価が好ましくなかった MEP センターには、業績上の不足を通告し、センターを一年間のプロベーションに付す。一年後の評価委員会による再評価で、センターに十分な改善が見られなかった場合には、新たな競争公募を実施して、センターの運営者を選択。
 - 10 名構成の MEP 諮問委員会を創設。諮問委員会メンバーは NIST 所長が指名し、任期は 3 年。
 - 商務長官や NIST 所長が、米国製造業強化の目的で、他の連邦機関や民間部門から資金を受けることを認可。
- ・ 同法令成立の翌年、NIST 所長は大統領予算教書提出時に、NIST 全体の 3 ヶ年計画書を議会に提出する。その後は毎年、3 ヶ年計画を更新してこれを議会に提出する。
- ・ 企業や教育機関、研究機関や州政府、および、非営利組織の間のコスト分担型協力を助長するため、製造技術共同研究パイロットグラント(Collaborative Manufacturing Research Pilot Grant)を設立する。
- ・ 最先端の製造関連科学に従事する研究コミュニティの発達を促進するため、製造技術フェローシップ計画(Manufacturing Fellowship Program)を設立する。

- ・ 先端技術計画(Advanced Technology Program)を撤廃して、NIST 内に技術イノベーションプログラム(Technology Innovation Program : TIP)を設立し、中小企業および合弁会社を対象とする TIP グラントを実施する。単独会社グラントは 3 年間で最高 300 万ドル、合弁会社グラントは 5 年間で最高 900 万ドルとする。また、NIST 内に、10 名構成の TIP 諮問委員会を創設する。TIP 諮問委員会のメンバーは NIST 所長が指名し、任期は 3 年とする。

Title IV 国立海洋大気局 (NOAA)

- ・ NOAA 局長は、全米科学財団総裁および NASA 局長と協議して、「海洋大気研究開発プログラム (Ocean and Atmospheric Research and Development Program)」を設置する。
- ・ NOAA 局長は、海洋・沿岸・五大湖・大気科学に関する一般市民の認識や理解を高めるため、正式または非公式の啓蒙活動を調整・実施・支援・推進する「NOAA 海洋大気科学教育プログラム (NOAA Ocean and Atmospheric Science Education Programs)」を設置する。

Title V エネルギー省 (DOE)

- ・ エネルギー省科学教育向上法 (Department of Energy Science Education Enhancement Act) を下記の通り改定する。
 - エネルギー省(DOE)長官は、DOE 全体の数学・科学・工学教育プログラムを管轄する数学科学工学教育(Mathematics, Science, and Engineering Education : MSEE)部長を指名。
 - 国立研究所の共同科学センターやその他の認可された教育活動および教育パートナーシップに関連するプログラムを実行するため、「数学・理工系教育基金(Mathematics, Science, and Engineering Education Fund)」を新設し、同省の研究開発・実証・商業化活動予算の最低 0.3%を同基金に充当。
 - 包括的な数学・科学教育を提供する専門中高等学校(secondary school)の設立または拡張を支援するため、州政府を対象とする競争型パイロットグラントを創設。州政府へのグラントは年間 200 万ドルで、最高 3 年間。同パイロットプログラムの予算として、2008 年度に 1,400 万ドル、2009 年度に 2,250 万ドル、2010 年度に 3,000 万ドルを認可。
 - 中高生を対象に、DOE 国立研究所でのインターンシップを提供し、数学や科学の実践体験習得を推進する「夏期インターンシップ・プログラム(summer internship program)」を設立。
 - 公立の K-12 学校に勤める教師の理数科指導技能を補強するため、DOE 各国立研究所において「夏期講習プログラム(Summer Institute Program)」を開設または拡大する。同プログラム実施予算として、2008 年度に 1,500 万ドル、2009 年度に 2,000 万ドル、2010 年度に 2,500 万ドルを認可。

- ・ 高等教育機関の原子力科学教育能力を拡充するプログラムを設置する。「原子力科学プログラム拡大グラント(Nuclear Science Program Expansion Grants)」^{注2}では、原子力科学の学位を新設する高等教育機関に年間最大 3 件のグラントを授与し、「原子力科学競争グラント(Nuclear Science Competitiveness Grants)」^{注3}では、原子力科学専攻の卒業生を現在輩出している高等教育機関に年間最大 5 件のグラントを授与する。「原子力科学プログラム拡大グラント」の予算として、2008 年度に 350 万ドル、2009 年度に 650 万ドル、2010 年度に 950 万ドル認可し、「原子力科学競争グラント」には 2008 年度に 300 万ドル、2009 年度に 550 万ドル、2010 年度に 800 万ドルを認可する。
- ・ 高等教育機関の炭化水素系科学教育能力を拡充するプログラムを設置する。「炭化水素系科学プログラム拡大グラント(Hydrocarbon Systems Science Program Expansion Grants)」^{注4}では、炭化水素系科学の学位を新設する高等教育機関に年間最大 3 件のグラントを授与し、「炭化水素系科学競争グラント(Hydrocarbon Systems Science Competitiveness Grants)」^{注5}では、炭化水素系科学専攻の卒業生を現在輩出している高等教育機関に年間最大 5 件のグラントを授与する。「炭化水素系科学プログラム拡大グラント」の予算として、2008 年度に 350 万ドル、2009 年度に 650 万ドル、2010 年度に 950 万ドルを認可し、「炭化水素系科学競争グラント」には 2008 年度に 300 万ドル、2009 年度に 550 万ドル、2010 年度に 800 万ドルを認可する。
- ・ DOE ミッションに関係する分野で独自の研究に携わる有能な若い科学者や技術者に年間 8 万～12.5 万ドルのグラントを 5 年間交付する、「DOE 初期キャリアグラント(DOE Early Career Grant)」の実施予算として、2008 年度から 2010 年度まで年間 2,500 万ドルを認可する。DOE は、毎年最低 65 件のグラントを交付する。
- ・ 「2005 年包括エネルギー政策法」^{注6}を修正し、2010 年度の DOE 基礎研究予算として 58.14 億ドルを認可する。
- ・ 基礎科学・工学の発見を技術イノベーションに適用するため、国立研究所を中心に学際的研究所を創設する。新設研究所は、持続可能なエネルギー技術；マルチスケール材料と工程；マイクロ工学とナノ工学；演算・情報工学；ゲノミクスとプロテオミクスに関する活動等を支援対象とする。グラント数は年間最大 3 件で、同グラント実施予算として 2008 年度から 2010 年まで、年間 1,000 万ドルを認可する。
- ・ DOE のミッションに重要な科学または工学分野で博士号の取得を狙う学生を対象とする「PACE 大学院生フェローシップ計画(PACE Graduate Fellowship

注2 同グラントは最高 5 年間で、年間の助成額は最高 100 万ドル。

注3 同グラントは最高 5 年間で、年間助成額は最高 50 万ドル。

注4 同グラントは最高 5 年間で、年間の最高助成額は 100 万ドル。

注5 同グラントは最高 5 年間で、年間助成額は最高 50 万ドル。

注6 「2005 年包括エネルギー法」に盛り込まれた DOE 基礎研究予算は、2007 年度が 41.53 億ドル、2008 年度が 45.86 億ドル、2009 年度が 52 億ドル。

Program)」を新設する。対象となる学生は米国市民または米国永住者で、2008年度予算として750万ドル、2009年度に1,200万ドル、2010年度に2,000万ドルを認可する。

- ・ エネルギー技術開発における長期的かつ高リスクな技術障壁を克服するため、ARPA-Energy（エネルギー先端研究計画局）を設置する。ARPA-E 局長（大統領が指名し、上院での承認を必要）は、同局の各プログラムマネジャー（任期3年で、更新可能）を指名する。ARPA-E 局長は予算要求の一環として、前年度に支援したプロジェクトを説明する報告書を議会歳出委員会と DOE 管轄委員会に提出する。ARPA-E 局長はまた、2008年10月1日と2011年10月1日に、向こう3年間の戦略ビジョンを説明するロードマップを議会歳出委員会と管轄委員会に提出する。ARPA-E 局長は下記から助言を求めることができる。
 - 既存の DOE 諮問委員会
 - ARPA-E のプログラム支援、および、特定課題や ARPA-E 全体の方向性について答申を行うため新設される諮問委員会
 - 大統領の科学技術諮問委員会（PCAST）
 - ARPA-E の開発対象となる特定プロセスや技術の専門知識を有する職能団体や科学機関

Title VI 教育

- ・ 教員免許と同時に、数学、科学、工学、または重要外国語の学士号を取得できる教育課程を提供する高等教育機関に最高5年間のグラントを授与する。2008年度から2010年度までの予算として、年間1億5,120万ドルを認可する。
- ・ 教師のナリッジ・指導技能の向上を目的として、教師のために数学、科学、または重要外国語の定時制（2～3年）修士課程を確立する高等教育機関に最高5年間のグラントを授与する。2008年度から2010年までの予算として、年間1億2,500万ドルを認可する。
- ・ 2008年からの4年間で、アドバンス・プレースメント（AP）／国際バカロレア（IB）の数学、科学、または重要外国語を教える教師を7万人増数し、APやIBの数学、科学、または重要外国語の試験を受けて合格点を取る中・高校生の数を年間70万人まで増やすことを目的とする「AP/IBプログラム」の下で、教育長官は、州政府や地方政府の教育委員会、または、非営利教育機関と州政府や地方政府の教育委員会とのパートナーシップに競争グラントを交付する。2008年度には7,500万ドルを認可する。
- ・ 「Math Now for Elementary School and Middle School Students プログラム」一幼稚園児から中学生を対象とする数学指導方法を改善し、特に、数学の習熟度が不十分で苦悶している低所得家庭の生徒を指導することによって、全生徒の成績を学年平均以上まで引き上げるプログラムーの下で、教育長官は州政府の教育委員会に競争グラントを交付する。2008年度予算として9,500万ドルを認可する。

- ・ 数学・技術分野の夏期学習の機会を学生に提供するため、教育長官は、地方教育機関を対象とする実証グラントプログラム(Demonstration Grant Program)を実施する。グラントを受けた地方教育機関は、州内の適格な学生に夏期学習グラント(Summer Learning Grant)を交付する。
- ・ 重要外国語を学ぶ生徒が小学校から高等教育まで順調に上達してそれに熟達することを可能にする、「重要外国語パートナーシップ計画(Foreign Language Partnership Program)」を確立する高等教育機関に競争グラントを交付する。2008年度のプログラム予算として2,800万ドルを認可する。

Title VII 全米科学財団 (NSF)

- ・ 全米科学財団(NSF)の2008年度から2010年度の予算^{注7}を下記の通り認可する。

(単位：100万ドル)

	2008年度	2009年度	2010年度
研究関連活動*	5,156.0	5,742.3	6,401.0
主要研究機器プログラム	115.0	123.1	131.7
初期キャリア開発 (CAREER) プログラム	165.4	183.6	203.8
EPSCoR (Experimental Program to Stimulate Competitive Research)	120.0	68.4	75.9
大学院統合教育研究トレイニーシップ (IGERT) プログラム	47.3	52.5	58.3
大学院生研究フェローシップ (GRF) プログラム	9.0	10.0	11.1
科学修士号プログラム	10.0	12.0	15.0
教育・人的資源*	896.0	995.0	1,104.0
数学・科学教育パートナーシップ	100.0	111.0	123.2
Robert Noyce スカラーシップ計画	89.8	115.0	140.5
科学・技術・工学・数学 (STEM) の人材育成プログラム	40.0	50.0	55.0
先端技術教育 (ATE) プログラム	52.0	57.7	64.0
IGERT プログラム	27.1	30.1	33.4
GRF プログラム	96.6	107.2	119.0
主要研究装置・施設建設費	245.0	262.0	280.0
その他	302.0	326.7	347.0
合 計	6,600.0	7,326.0	8,132.0

(*内訳は、同法案第 7002 条に明記されているプログラムのみ。)

- ・ 科学政策や学習の科学(science of learning)に関する研究プログラムを実施するにあたり、NSF はイノベーションのプロセスおよび創作力(inventiveness)の教示に関するリサーチを支援する。
- ・ 大統領は、地理的に分散した非連邦職員…研究団体・教育界・図書団体の代表者、ネットワーク関連ソフトウェア提供者、産業界代表等…から成る、高性能コンピューティング諮問委員会(advisory committee on high-performance computing)を創設する。学際的な通信研究センター(Centers for Communications Research)

^{注7} 下院科学委員会の民主党コーカスのホームページに掲載された法案サマリーによると、この予算配分は NSF 予算を約 7 年間で倍増する軌道に乗せることになるという。

を創設するため、NSF 総裁は高等教育機関や高等教育機関所属の非営利研究所に複数年グラントを授与する。

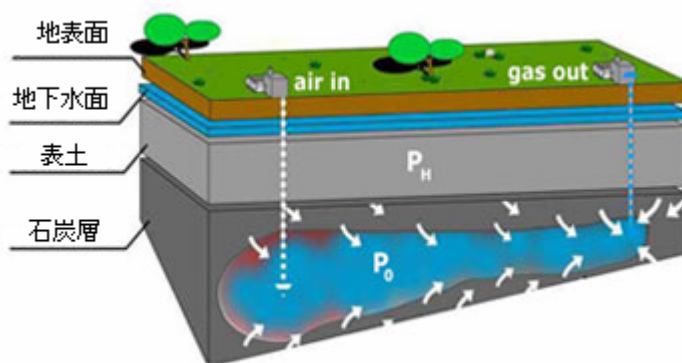
- ・ NSF 総裁は、中高等学校レベルの STEM 教育の質を向上させる包括的プログラムの一環として、「実験科学へのアクセス提供パートナーシップ(Partnerships for Access to Laboratory Science)」グラントを設置する。対象は、2 年または 4 年制大学、地方教育機関、ビジネスや非営利組織、州政府教育機関や国立研究所等のパートナーシップで、研究設備や研究機器および科学教材の購入・賃借、研究室体験と教室の授業を統合する教育プログラムの開発、研究室実地体験プランの企画・採用、等を支援する。

【エネルギー】石炭ガス化

石炭地下ガス化プロジェクトで BP 社と LLNL が技術協力（米国）

BP 社とローレンスリバモア国立研究所（Lawrence Livermore National Laboratory : LLNL）は 7 月 11 日、石炭資源を燃料などの製品にその場で変換する**石炭地下ガス化（UCG : underground coal gasification）技術**の開発に共同で取り組むことで合意した。

UCG は、石炭鉱床から燃料や原料炭化水素の回収を可能にする技術である。これらは、他の方法では回収不能とされている。厳重に管理した空気または酸素を石炭層に掘った井戸に注入すると、石炭の反応により、水素、一酸化炭素、二酸化炭素、メタンなどの混合ガスが生成される。これらは、井戸を通して地表面で回収した後、発電用の燃料あるいは炭化水素を使用した製品や化学原料の生産に利用することができる。



UCG 生産施設では、地中の空洞に空気が注入される。空洞には周囲の岩から水が入り込み、点火すると石炭層の表面で部分燃焼とガス化が起こる。そこで生成された高圧の合成ガスは地表に運ばれ、ガスの回収と汚染物質の除去が行われる。

出典：Ergo Exergy Technologies Inc.

BP 社と LLNL は、最初の 2 年間で主に 3 つの領域で技術協力を行うことになっている。すなわち、炭素管理を行い CO₂ 地中貯留の可能性を評価すること、環境リスクの評価と管理を行うこと、そしてプロセスの数値モデリングによって試験結果を分析し、過去のデータとの比較を行うことである。

BP 社は同社の内部データを提供する一方、LLNL が持つノウハウ、モデル結果、UCG の運用と環境管理に関する知識の提供を受ける。LLNL は過去 30 年にわたり UCG 技術の開発と配置で世界を主導しており、高度なコンピュータ技術、エンジニアリング、環境管理および炭素管理（炭素隔離を含む）の領域で他に類を見ない専門知

識と可能性を提供する。

BP 社は、石炭層メタンを始めとしたガス資源の管理と生産で幅広い活動を展開しており、これらの分野で長年にわたる経験を持っている。同社は、地震探査、傾斜掘り及び破碎技術で世界トップレベルの技術と専門知識を持っている。また、世界での活動地域の広さに加えて、大規模なプロジェクト管理で幅広い経験を持っている。

UCG の詳細は、以下の記事を参照されたい。

<http://www.llnl.gov/str/April07/Friedmann.html> (“ *Science and Technology Review* ” 2007 年 4 月)

<http://www.techcommjournal.org/archive.php?articleID=151> (“ *Innovations* ” 2006 年 6/7 月)

出典 : BP and LLNL sign technical cooperation agreement on underground coal gasification

http://www.llnl.gov/pao/news/news_releases/2007/NR-07-07-03.html

翻訳 : 山本 かおり

【エネルギー】新・再生可能エネルギー全般

韓国における新エネルギー動向

1. 1次エネルギーの5%を、新・再生可能エネルギーで代替させる目標

地球温暖化による環境問題がグローバル市場の重点分野として急浮上している中、韓国政府は新・再生可能エネルギー開発等を通じて自国産業の環境競争力向上に力を注いでいる。産業資源部では、2011年までに天然資源の状態で供給される**1次エネルギーの5%を新・再生可能エネルギーに代替するという目標を設定**している。現在（2006年基準）は2.27%程度に過ぎないため、予算、組織、法令等の政策面でのインフラを強化すると共に、技術開発及び普及事業を積極的に支援する方針である。

予算規模は2003年の1,193億ウォンから2004年には1,964億ウォン、2005年には3,242億ウォン、2006年には4,095億ウォンに急速に拡充されており、2007年には4,350億ウォン*が新・再生可能エネルギーの開発及び普及に投入される見込みである。

産業資源部では、まず産業部門での波及効果が大きい**水素・燃料電池、太陽光、風力、IGCC（石炭ガス化複合発電）を重点分野に選定**して支援するなど、商用化・産業化が可能な分野を中心に戦略的研究開発（R&D）を強化する方針である。また、「太陽光発電住宅10万戸普及事業」等の補助事業、普及のための融資、発電差額支援制度等、市場創出のための重点分野別普及プログラムの開発及び支援にも積極的に取り組んでいる。さらに、新・再生可能エネルギー設置専門企業制度の導入、部品適用化及び認証制度強化等、商用化支援インフラを拡充する一方で、核心技術開発センター、専門大学の運営等、産業化基盤構築や体系的な人材養成にも力を入れている。

主要エネルギー別の政策を調べてみると、**水素・燃料電池**の場合、将来の「水素経済」到来のための基盤構築に焦点を当てている。2005年に構築された「水素経済中長期マスタープラン」によると、国内総生産（GDP）のうち水素燃料電池産業の比重は2020年に4%、2040年に8%に拡大する見通しである。さらに、2040年には国内自動車全体の54%、発電設備の22%、住居電力設備の23%、モバイル機器の100%が燃料電池で代替されるとの見通しを立てている。

太陽光発電分野では、産業化基盤助成のための内需市場拡大や輸出産業化を重点的に推進する。2004年に310戸で始まった「太陽光発電住宅10万戸普及事業」は、2005年には910戸、2006年には5,966戸の普及実績を記録し、2007年は8,000戸を目標としている。特に、住宅公社による100万戸賃貸アパート建設事業と連携し、アパー

* 100ウォン＝約13円（1,000億ウォン＝約130億円） 2007年8月段階

ト団地を中心とした太陽光発電の普及を急速に進めていく方針である。

バイオディーゼルは、2006年7月から全国を対象とした一般普及事業を推進中であり、製油会社との自発的な協約を通じて2008年6月までに18万kLを普及させる予定である。産業資源部は、この他、国内気候を考慮して風力発電団地の戦略的開発を推進し、IGCC(石炭ガス化複合発電)の商用技術を確保する為の300MW級の石炭IGCC実証研究事業等も並行して実施している。

2. ソウル市の総理公邸に家庭用燃料電池2基を試行設置

産業資源部は5月29日、総理公邸に**家庭用燃料電池**を試行的に設置すると共に試運転記念行事を行った。今回設置されたGSピューアルセルとピューアルセルパワーの1kW級の家庭用燃料電池システムはLNG(液化天然ガス)から水素を生産し、1ヵ月で1,440kWの発電、60℃の温水を400ℓ/時間生産する能力を有している。

一方、産業資源部は水素経済時代に備え、次世代の成長エンジンとなる産業として燃料電池を選定し、国産技術を確保する為に技術開発及び商用化を支援している。特に、家庭用燃料電池分野は技術開発段階から商用化段階に移行しており、実証事業による信頼性、耐久性の確保が喫緊の課題として指摘されている。これに関して産業資源部は、2006年の8月から3年間で、政府205億ウォン、民間216億ウォンを投資し、家庭用燃料電池システム210基を設置・運営するためのモニタリング事業を展開中である。

3. 3,300億ウォン規模の新・再生可能エネルギー民間ファンドの登場

2007年5月21日、国民銀行、教保生命等11社の企業代表が参加して、「**新・再生可能エネルギー私募特別資産投資信託**」ファンド設立のための投資者間約定式が開かれた。

新・再生可能ファンドの運用を担当することになった国民銀行資産運用部によると、ファンドの存続期間は15年であり、必要時には2年の延長が可能である。目標収益率は年7%以上としており、信託報酬は年0.56%である。したがって7%台の固定金利が適用される予定である。国民銀行側は新・再生可能エネルギー事業のうち、まず**太陽光発電発展事業を主要投資対象**とする計画であり、さらに風力、燃料電池等、その他の分野に拡大する方針である。

産業資源部は「今年の初めに我々が発電差額を担保とする信用貸出制度を導入したのに続き、今回の新・再生可能エネルギーファンドが民間財源によって立ち上がることになり、新・再生エネルギー分野の投資の活性化と普及が急激に増加すると予想し

ている」と期待している。

4. 2千億ウォン規模の炭素ファンド第1号が7月に登場

2007年7月に韓国で初の**炭素ファンド**が登場する。炭素ファンドは、国際連合が認定した温室効果ガス削減事業に投資することで発生する排出権を取引市場に販売して得た収益を投資家に配分するファンドである。

産業資源部はエネルギー管理公団を通じ、約200億ウォン規模の資金を出資し、計2,000億ウォン規模のファンドを設立する計画である。公団は4月19日の公募手続きを経て、韓国投資信託運用をファンドの運用主体に選定し、三星証券、現代証券、韓国投資証券が韓国投資信託運用とともにコンソーシアムとして参加する予定である。現在、投資対象事業の検討や投資説明会の開催等による投資者の募集とファンド登録手続きのみが残っている状況であり、7月中には初の炭素ファンドが登場した。ファンドの主要投資対象は新・再生可能エネルギー、エネルギー利用効率の向上、化石燃料からクリーン燃料への燃料転換等の温室効果ガス削減事業であり、投資機関と出資契約の締結後、実際に投資をする際に資金を納入するキャピタルコール方式として運用される。

第1号ファンドは、一般企業や機関投資家を対象とする私募ファンドとして運営する計画である。炭素ファンドの設立は、韓国でこれまで馴染みのなかった温室効果ガスの国際排出権の取引に積極的に参加する基盤整備の契機になると考えられている。また、今後の温室効果ガス削減義務負担を負うことになれば、排出権を積極的に確保する手段として活用されるものと期待されている。

炭素ファンドは現在全世界で約30種余りが運用されており、その規模は総額約25億ユーロ以上と推定される。温室効果ガス削減義務を負っている先進国では普遍的な金融手法であり、温室効果ガス削減努力が必要な一般企業が主要な投資者である。なお、国際連合からCDM（クリーン開発メカニズム）を通じて付与された排出権は国際的に1トン当たり6～10ユーロで取引されている。

5. エネルギー管理公団、地域エネルギー事業137件に対して511億ウォンを投入

エネルギー管理公団は5月22日、地方自治体のエネルギー利用効率の向上と新・再生可能エネルギー普及活性化のため、2007年度地域エネルギー事業に511億ウォンを投入することを明らかにした。地域エネルギー事業は、地方自治体が国庫補助を受け、地域特性に適合したエネルギー利用の合理化事業を展開し、地域経済発展に寄与するとともに気候変動枠組条約に積極的に対処するための事業である。

2007年の支援予算である511億ウォンは前年比7.6%の増加であり、エネルギー利用効率の向上及び削減に関連する82の事業に125億ウォン、新・再生可能エネルギー普及活性化に関連する55の事業に386億ウォンが投入される。エネルギー利用効率向上では**LED（発光ダイオード）交通信号灯設置**に最大の45億8,300万ウォンが投入され、続いて小型熱併合発電（25億）、街路灯節電制御システム（12億）等となっている。また、新・再生可能エネルギーでは太陽光発電施設に103億8,800万ウォン、小水力発電施設に65億6,100万ウォン、バイオエネルギーに58億7,500万ウォンが投入される。

2006年に終了した中長期ロードマップに基づき、新・再生可能エネルギー部門の地域特化事業に対する支援をより強化したのが今年の特長である。この事業を通じて、エネルギー利用効率向上と新・再生可能エネルギー普及で1万2,369トンの原油輸入代替効果と3万7,600トンのCO₂排出削減効果が得られると期待されている。

6. 国内では初めてとなる太陽熱発電住宅普及事業が2007年6月から本格的に開始

エネルギー管理公団新・再生可能エネルギーセンターは、一般住宅に**太陽熱発電設備**を設置する場合に予算限度内で設備・設置費用の50%を支援する事業を開始した。今回の事業では、既存の資金融資事業で支援していた家庭用一体型温水器システムの代わりに温水・暖房補助まで可能になるよう発電設備の集熱容量を増やしたのが特徴である。本事業により、消費者はより多くのエネルギー代替効果が得られるようになった。

エネルギー管理公団は、太陽熱集熱器の不良品の流通防止やシステム設備の安定性を確保するために国内認証を取得した集熱器のみを使用するようにした。また、認証業者別に標準設計図面を選定するとともに、専門業者が太陽熱設備を設置する時には、選定された標準設計図面の使用を義務づけた。

一方、今回の太陽光発電住宅の普及補助事業に参加する16の専門業者は、技術人材、施工実績、事後管理能力等の基準に基づき、各業者から提出された事業参加提案書の評価によって選定された。

温水・暖房の補助熱源として太陽熱発電設備を設置する場合、エネルギー管理公団新・再生可能エネルギーセンターホームページ（www.energy.or.kr）の告知コーナーに接続し、関連情報を確認して依頼することとなる。

7. 産業資源部、「サマータイム制導入で9,170万ドル分の原油削減効果」と試算

産業資源部エネルギー管理チーム長は5月11日、全国経済人連合会（以下、全経連）観光産業特別委員会が開催した「サマータイム制導入対策シンポジウム」において、以下の通り述べた。「サマータイム制を4月から9月までの6ヵ月間実施した場合、約979.3GWh（総電力消費の0.3%）のエネルギーが削減され、原油導入価を基準とした場合9,170万ドルの原油輸入削減効果があると推定される。現在世界87カ国でサマータイム制を実施中であるが、OECD加盟国の30カ国の中では、韓国、日本、アイルランドの3カ国だけがサマータイム制を実施していない。」

さらに次の通り付け加えた。「サマータイム制導入時の国民の不便を最小化するための政府レベルの検討が必要である。今後導入に向けた世論が成熟するよう国民に対する広報活動を強化し、日本政府と導入時期を協議することを検討する計画である。」

一方、全経連観光産業特別委員会委員長は以下の通り強調した。「エネルギー型構造への転換期を迎えた韓国経済の持続可能な発展のためにサマータイム制の導入をこれ以上遅らせてはならない。韓・日両国で公に議論され始めた今が最も適切な導入時期である。」

出典

1. 1次エネルギーの5%を、新・再生可能エネルギーで代替させる目標
デジタルタイムズ 2007. 4. 20の記事を要約
http://www.dt.co.kr/contents.htm?article_no=2007042002010557603002
2. ソウル市の総理公邸に家庭用燃料電池2基を試行設置
エネルギー管理公団新・再生エネルギーセンター、ニュースレター53号（07.6.4）
http://www.energy.or.kr/N_ATTACH/NEWSLETTER/newsletter_53.htm#1
3. 3,300億ウォン規模の新・再生可能エネルギー民間ファンドの登場
エネルギー管理公団、新・再生エネルギーセンター、ニュースレター53号（07.6.4）
http://www.energy.or.kr/N_ATTACH/NEWSLETTER/newsletter_53.htm#1
4. 2千億ウォン規模の炭素ファンド第1号が7月に登場
エネルギー管理公団、新・再生可能エネルギーセンター、ニュースレター53号（07.6.4）
http://www.energy.or.kr/N_ATTACH/NEWSLETTER/newsletter_53.htm#1
5. エネルギー管理公団、地域エネルギー事業137件に対して511億ウォンを投入
エネルギー管理公団、新・再生可能エネルギーセンター、ニュースレター53号（07.6.4）
http://www.energy.or.kr/N_ATTACH/NEWSLETTER/newsletter_52.htm
6. 国内では初めてとなる太陽熱発電住宅普及事業が2007年6月から本格的に開始
エネルギー管理公団新・再生可能エネルギーセンター、ニュースレター52号（07.5.21）
7. 産業資源部、「サマータイム制導入で9,170万ドル分の原油削減効果」と試算
毎日経済新聞 2007.6.12
<http://news.mk.co.kr/newsRead.php?year=2007&no=304315>

【産業技術】 ライフサイエンス

ゲノムの秘密が明らかに (EU)

最近の画期的な分析によって、DNA の解読や複製を可能にしている細胞機構と遺伝子活性についての詳細な洞察が初めて研究者達にもたらされた。欧州と世界の優れた研究者達から成る **ENCODE (Encyclopaedia of DNA Elements: ヒト DNA の百科事典) コンソーシアム** は数多くの論文を発表してきた。これらの論文によって、答えを必要とする新規の興味深い問題が提起されただけでなく、遺伝子についての共通見解の見直しが期待される。

2003 年 9 月、米国立ヒトゲノム研究所 (NHGRI) は公的研究コンソーシアム ENCODE を設立した。このコンソーシアムの目標はヒトのゲノム配列の全ての機能的要素を同定することであった。ENCODE の活動や発見は、ヒトゲノム全体の機能的要素を明らかにする計画を導く支援を行う際に、多大な影響を及ぼすだろう。

同コンソーシアムは徹底的な研究を行った後に一連の論文を発表した。主要な論文は *Nature* 誌に、それ以外の 28 の関連論文は *Genome Research* 誌に発表されている。これらの論文では、ゲノムのどの領域が細胞内で活発に複製されているのかの詳細を明らかにし、その位置を明らかにし、遺伝子活性 (gene activity) を制御する諸要素の進化が研究され、DNA 関連タンパク質と遺伝子活性と DNA 複製の間の関係が明確にされた。

これらの論文によって明らかになったのは、特定の特徴や発達がより完全に解明して理解するに従い、転写と遺伝子に関する共通の科学的見解をより発展させていくことが必要かもしれないということである。

ゲノム生物学の共通の理解は、ヒトゲノム計画 (Human Genome Project) の成果によってさらに深まった。同計画によって、約 2 万 2 千の個々の遺伝子とそれらの遺伝子活性を調節する配列が含まれる 30 億塩基のゲノムの概要が、より広く科学界に提供された。当時は、おそらくゲノムの 3%~5% をこれらの遺伝子や配列が占めていると推測されていたが、現在では、その数値はそれよりかなり少ないと推測されている。

この新しい研究の結果、これまで知られていなかった多くの制御領域¹ が同定された。制御領域の変化はヒトの疾患にとって重大な意味を持つとの見方が増えてきている。

¹ 遺伝子の発現を制御している領域。

同コンソーシアムの著者の一人であり、ウェルカムトラスト・サンガー研究所の **Dermitzakis** 博士は、新しい研究の重要性を評して次のように話している：「私たちははじめて細胞の生化学的作用との関連で DNA 配列の変異を見ることができる。これから私たちは、個人が保有する変異とその疾患への感受性との因果関係の究明を始めることが可能だ」

ENCODE コンソーシアムは国立ヒトゲノム研究所によって組織された。同研究所の所長である **F. Collins** 医学博士は次のように述べている。「この素晴らしい取組みによって、面白くて驚くべき事実が数多く発見された。この取組みはヒトゲノム全体の機能的特徴を調査する将来の取組みの先駆者となった」

出典：http://ec.europa.eu/research/headlines/news/article_07_07_10_en.html

翻訳：NEDO 情報・システム部

【産業技術】 ナノテクノロジー

再充電可能リチウム電池の容量向上に有望な新しい階層化材料(米国)

米国エネルギー省アルゴンヌ国立研究所の研究者が、再充電可能リチウムイオン電池の容量と安定性を向上させる新しい方法を開発した。この技術は、ユニークなナノ結晶階層化複合材料構造で作られた陽極用の新しい材料に関係している。

アルゴンヌ国立研究所の戦略は、2成分の複合構造材料を使用しており、電荷蓄積をもたらす活性材料が、構造を安定させる不活性構成材料に埋込まれている。

最近のテストで、この新しい材料が、250 mAh/g 以上あるいは従来の再充電可能リチウム電池材料容量の2倍以上の、例外的な高電荷蓄積容量をもたらした。このマンガンに富んだ電極の高容量性と充放電サイクルの安定性について説明する理論は今後説明されるであろう。

さらに、高価なコバルトやニッケルによるリチウム電池に替わり、マンガンに富んだシステムに注目することにより、バッテリー全体のコストは大きく低下する。

容量の増加と安定性の向上を持つこの新しい材料を組み入れた再充電可能リチウムイオン電池は、携帯電話やラップトップコンピュータのような家電応用から、心臓ペースメーカーや除細動器のようなコードレスのツールおよび医療用具の一連の多様な応用において期待されている。

大型バッテリー分野においては、次世代ハイブリッド電気自動車やプラグイン・ハイブリッド電気自動車にこの技術を使用することができるであろう。

"Anomalous Capacity and Cycling Stability of Layered-Layered Electrodes in Lithium Batteries", Chris Johnson, Naichao Li, Christina Lefief, Jeom-Soo Kim, Jeremy Kropf, John Vaughey, and Michael Thackeray,
http://ecsmeet3.peerx-press.org/ms_files/ecsmeet3/2006/12/20/00001082/00/1082_0_art_0_jalgfb.pdf

(出典 : http://www.anl.gov/Media_Center/News/2007/news070508.html)

【ニュースフラッシュ】

米国－今週の動き (06/30/07-08/17/07)

NEDO ワシントン事務所

I 新エネ・省エネ

6月／

27：エネルギー省、バイオエネルギー研究センター新設に 3 億 7,500 万ドルを投資すると発表

Bodman エネルギー省長官は 6 月 26 日、セルロース系エタノールその他のバイオ燃料のコスト効率的な生産方法を研究するため、バイオエネルギー研究センター(Bioenergy Research Center)を新設すると発表した。同センターの設立は、今年の大統領年頭教書演説で発表された「Twenty in Ten」イニシアティブ推進の一環として行われるもので、08 年からの 5 年間で 3 カ所の新センターに最高 3 億 7,500 万ドルを交付する予定であるとのこと。3 カ所のセンターは 08 年に運転を開始し、09 年には完全稼働する見込みである。(DOE News Release; E&EPM News)

29：Enterprise レンタカー社、ワシントンでフレックス燃料車のレンタルを開始

Enterprise レンタカー社がワシントン DC に「E85 フレックス燃料支社」を開設。同支社で、エタノール 85%、ガソリン 15%のブレンド燃料で走る GM 社製のフレックス燃料車を提供する。同社は全米各都市でフレックス燃料の使用を推進するイニシアティブを開始予定。今後は、南部、東海岸、西海岸における E85 普及を目指すとのこと。このイニシアティブを通じ、普及に向けての障害の一つである消費者の認識向上を目指す。三大自動車メーカーはフレックス燃料車の生産を 2010 年までに倍増し、年間約 200 万台、シェアにして 20%にすることを公約している。なお、Hertz 社や Avis Group 社は、ハイブリッド車を増やす計画を発表している。(The Wall Street Journal)

29：国防省、植物油及び藻油ベースのジェット開発を支援

国防省の国防高等研究事業局 (Defense Advanced Research Project Agency:DARPA) が植物油や藻油を軍用ジェット機の燃料に転換するプロジェクトで、Honeywell 社の子会社の UOP LLC に 670 万ドルのグラントを提供した。同社は今後、国防省のジェット機燃料スペックを満たすバイオ燃料を実証用として 100 リットル生産する。これは、在来型イオン化活水器を使って原料をバイオ燃料に転換することになる。同社では、この工程のエネルギー効率は 90%に達すると期待している。(E&EPM News)

7月／

2：米国エネルギー省、スウェーデンとのエネルギー協定を拡大

米国エネルギー省の Alexander Karsner エネルギー効率化・再生可能エネルギー担当次官補とスウェーデンの Mauld Olofsson 副首相は 6 月 28 日に、「米－スウェーデン科学技術協定」の第一歩として、再生可能エネルギー技術と自動車技術に関する協力を拡大し、更に将来のプロジェクトを検討する二国間作業部会を設置する実施協定に調印した。今回の実施協定に基づき、DOE と Volvo 社の子会社である Mack Trucks 社は、環境に優しい業務用自動車技術の開発で協力することとなる。同協力は、第一段階は、異なるバイオ燃料がディーゼルエンジンに与える影響を分析し、第二段階では廃熱回収装置付きのハイブリッド技術を大型車向けに開発することになる。(Department of Energy News Release)

6：テキサス州が再生可能エネルギー発電で全米をリードするとの見通し

25×25 テキサス州同盟が、6 月 27 日に 25×25 全米同盟の掲げる 25×25 再生可能エネルギーシナリオ下では、25 年までにテキサス州が、バイオ燃料、風力やソーラーといった資源で 1.27quad のエネルギーを増産し、再生可能エネルギー生産量において全米一位の座につくであろうと発表した。テネシー大学が再生可能エネルギーに関して発表した報告書によると、原料生産および原料のエネルギー転換がもたらす経済的影響は 2025 年に年間 7,000 億ドルを超え、新規雇用は（主として農村部で）510 万件以上と推定され、国内の農場・牧場・森林資源使用で、2025 年には 860 億ガロンのエタノールと 12 億ガロンのバイオディーゼルが生産され、ガソリン消費を 590 億ガロン削減する見込みがあることなどが見込まれている。(National 25×25 Alliance Press Release; AP Texas News)

6：米国初の商業規模セルロース系エタノール工場が建設間近

Range Fuels 社は、セルロース系エタノール工場（年間生産量は 1 億ガロン）の建設許可をジョージア州から取得したと発表した。同社によると、米国初の商業規模セルロース系エタノール工場を今夏着工し、第一フェーズとして年間 2,000 万ガロンのエタノール生産能力を持つ施設を 2008 年に完成させる予定。同社が利用する技術は K2 システムと呼ばれる熱化学変換プロセスで、木材チップ、農業廃棄物、草、トウモロコシの茎、豚糞、一般ゴミなど 30 種類以上の原料をエタノールに変換可能。まず、バイオマスを合成ガスに変換し、その後、合成ガスをエタノールに変換するという二段階プロセスを利用する。セルロース系エタノール技術は、ごく最近まで商業化は数年先であると言われていたが、それらの予想よりも早く登場することとなった。(Renewable Energy Access; Greenwire)

7月／

10：タービン不足で遅延する米国の風力発電プロジェクト

この数年、風車の大型化・効率化が可能となるとともに政策的支援が強化されたことにより、風力タービンの需要が激増しているが、部品不足のためメーカーはタービンの注文に応じきれなくなっている。米国内で計画されている風力発電プロジェクトの多くがタービン不足で立ち往生している一方、これが欧州の再生可能エネルギー企業に絶好の機会を与えている。この20年間ほど風力発電がブームとなっている欧州では、タービン不足を予想した企業がタービン確保のために大型の受発注契約を結んでいる。スペインの電力大手であるイベルドロラ社など、これらの欧州電力企業は自らのタービン購買力に物を言わせて、タービンを入手できない米国の小規模発電所を買い占めている。アイオワ州等は、海外のタービンメーカー誘致に躍起であり、数年後には新設工場が現在の供給不足解消に役立つと期待されるものの、短期的には供給不足が米国内の風力発電エコノミクスをぐらつかせることになるであろう。(Wall Street Journal)

12：燃料電池の向上に一役買うと期待される立方晶ジルコニアのナノ結晶

カリフォルニア大学デイビス校のZuhair Munir博士が、より効率的な水素燃料電池を一層安価に生産するための鍵となると考えられる立方晶ジルコニアのナノ結晶を作る方法を開発。現行の燃料電池は高温の稼働温度に達するまでに多くのエネルギーを消費するほか、金属、プラスチック、セラミック製の部品の劣化が早まるなどの問題がある。このためプラチナ触媒が必要となり、燃料電池を非常に高額なものとしている。同博士が考案したのは、大きさ約15ナノメートルという微粒の立方晶ジルコニア等の酸化物を作る方法で、Nanotech Briefs誌のNano50賞を先頃受賞した。(AzoNano.com)

12：エネルギー省の内部報告書、二酸化炭素回収技術の有効性を疑問視

エネルギー省から漏れ出た未発表の報告書によると、石炭火力発電所で発生する炭素を回収するプロセスに革命をもたらすと期待されていた技術が、実はさほど効果的でない可能性があるという指摘している。この技術は排煙から二酸化炭素を除去するために冷却アンモニアを利用するというものだが、DOEの国立エネルギー技術研究所(NETL)が550メガワットの発電所で実験したところ、同プロセスによる二酸化炭素捕獲は、アミン洗浄プロセスを使う現行技術と比べて殆ど改善がみられなかったことが明らかになった。同報告書は利害関係者の間に波紋を巻き起こしている。報告書の著者によれば、昨年後半の分析以降、同技術には数々の改善がなされており、最終結論を下す前にさらなる試験と分析が必要であると述べている。これまでのところ、冷却アンモニア・プロセスに関する研究の殆どは、米国電力研究所(Electric Power Research Institute)とフランス複合企業であるアルストム社によって実施されており、同社は現在3件のパイロットプロジェクトに共同出資している。最初は、ウェストバージニア州にある30メガワット級発電ユニットから冷却アンモニアを用いて二酸化炭素捕獲を試みることにになり、2008年に開始されるこの実験が成功すれば、さらに450メガワットの石炭火力発電所で本格的に試験される予定となる。(Greenwire)

24：ニュージャージー工科大学、柔軟なプラスチック材に太陽電池を印刷する方法を開発

ニュージャージー工科大学の研究チームが、柔軟なプラスチック材に印刷または塗装を施した廉価の太陽電池を開発。同チームによると、将来は家庭のインクジェットプリンターを用いて、太陽電池のシートを印刷できると予測している。同チームは、ナノチューブにバッキーボールと呼ばれる炭素構造を組み合わせて巻線構造を形成した。このバッキーボールは電子を捕らえることができるが、これにより、太陽光を当ててポリマーを励磁させ、バッキーボールが電子を捕獲し、その電子を銅銭のように作用するナノチューブを使って流すことが可能であるという。(Renewable Energy Access)

24：北米3カ国のエネルギー大臣、エネルギー安全保障と環境問題で更なる協力

カナダ、米国、メキシコのエネルギー大臣が会合を開催し、エネルギー科学・技術、エネルギー効率、クリーンエネルギー技術の普及やその他協力プロジェクトに関する行動計画などについて発表した。本会合で三大臣は、イノベーションを刺激し、キャパシティの共有・増強支援を謳ったエネルギー科学・技術に関する三カ国合意に署名した。また、家電その他の消費財に関するエネルギー効率基準を調和させるというコミットメントを再確認した。同取り組みでは、今までに冷蔵庫、エアコン、大型の電動式モニターに関する省エネ基準が調整されている。同時に、カナダのLunn天然資源大臣は、カナダ政府が電子機器の待機モード時の消費電力の上限基準を策定する予定であると発表した。カナダ政府は、待機時消費電力を1ワットに限定することを検討しているとのことである。(DOE News Release, Natural Resources Canada News)

30：国立再生可能エネルギー研究所(NREL)の研究チーム、シリコンナノ結晶で量子効果を確認

エネルギー省傘下の国立再生可能エネルギー研究所がInnovalight社との協力によって、複数エキサイトン生成(multiple exciton generation=MEG)と呼ばれる重要現象がシリコンナノ結晶で効率的に起こることを確認した。MEGは、吸収される1個のフォトンから1個以上の電子を生成するという現象で、MEGが起こると太陽電池の効率が高まることとなる。上記の実験では、420ナノメートル以下の太陽光を照射した際に、1個のフォトンから複数の電子を生成することができたという。(Renewable Energy Access.com)

30: **デラウェア大学率いるコンソーシアム、太陽電池の変換効率 42.8%を達成。**

2005年1月に高効率太陽電池(Very High Efficiency Solar Cell=VHESC)プログラムの第一段階として、国防省の国防高等研究事業局(DARPA)から1,300万ドルのグラントを受領したデラウェア大学率いるコンソーシアムが、太陽電池の変換効率で42.8%という新記録を達成した。これは、DARPAの目標である50%に向けての重要なマイルストーンである。DARPAは本プログラムの第二段階である、実験室規模の作業をプロトタイプの製造モデル構築への移行に着手することを発表した。グラントを供与されるデュポン社とデラウェア大学が中心となる新コンソーシアムの目標は効率を50%まで引き上げることで、2010年までには新型高効率太陽電池の生産が可能になる見通しであるとのこと。(University of Delaware UDaily)

8月／

3: **Shell Hydrogen 社、バイオマスを原料とする水素生産に投資**

Shell Hydrogen 社と Virent Energy Systems 社は、再生可能なグリセロールと砂糖ベースの原料から水素その他の燃料および化学物質を生産できる Virent 社製のバイオフィーミング技術プラットフォームの開発を推進し、市販化する5ヵ年契約を締結した。両社は、当初計画として、ここ数年のうちに Shell 水素燃料補給ステーションに新技術を導入可能であると見込んでいる。(Renewable Energy Access.com)

II 環境

7月／

2: **環境保護庁、ナノテクノロジー安全性研究でオレゴン州立大学に60万ドルのグラントを供与**

環境保護庁(EPA)は、6月22日、人工ナノ材料が人体に有毒であるか否かを評価するための調査として、オレゴン州立大学に2件、総額60万ドルのグラントを供与すると発表した。具体的には、一般的人工ナノ材料をスクリーニングして人工ナノ材料と生物過程との反応を判定するプロジェクト、および人工ナノ材料がどのようにして細胞に損傷を与えたり、細胞を破壊したりするのかを調査するプロジェクト、の二件となる。(EPA Press Release)

20: **オンタリオ州政府、石炭火力発電所の2014年閉鎖を誓約**

選挙を今年10月に控え、カナダのオンタリオ州政府(与党は自由党)が7月18日に、温室効果ガス排出目標を遵守するため、同州の電力の25%を供給する石炭火力発電所を2014年までに完全閉鎖する計画であると発表した。McGuinty 知事は、この発電所閉鎖によって、温室効果ガス排出を1990年レベル比6%減まで削減することが可能であると指摘し、同計画がカナダ政府の排出削減計画よりも遙かに積極的であると賞賛している。また、10月の選挙で自由党が同州議会の多数議席を獲得した場合には、温室効果ガスを2020年までに90年比15%減、2050年までに90年レベル比80%減まで削減する意向であるとも語った。(Greenwire)

III 産業技術関連

6月／

27: **バージニア州の産学研究チーム、アレルギー疾患反応を遮断するバッキーボールを開発**

バージニア州立大学(Virginia Commonwealth University)と Luna Innovations 社の研究者が、バッキーボールと呼ばれるサッカーボール形のカーボンナノ粒子にアレルギー疾患でおこる免疫系の反応を遮断する能力があることを確認した。研究チームは今回の研究が、新しいアレルギー疾患治療の開発につながるとともに、ナノ免疫学と呼ばれる新しい医療分野の推進に役立つものと期待している。(VCU Press Release)

7月／

20: **癌細胞と正常細胞を区別できるシリカ製ナノ粒**

特定細胞を標的とする多機能ナノ粒子の容易な製造方法を研究しているノースカロライナ大学チャペルヒル校の研究チームが、交互吸着自己組織化(layer-by-layer self-assembly)というプロセスを用いて、癌用複合イメージングの為にハイブリッド型ナノ粒子を開発した。このプロセスでは、ナノ粒子の帯電した様々な化学的コンポーネントが、プラスとマイナス電荷の相互作用を最大化する方向で自己組織化する。このため、ナノ粒子に結合させたい造影分子(imaging molecule)を破壊する心配なく、多機能ナノ粒子を作ることが可能になる。(National Cancer Institute)

8月／

3: **Mike Honda 下院議員、ナノテクノロジーのレスポンスブルな開発・管理を推進する包括法案を提出**

Mike Honda 下院議員(民主党、カリフォルニア)が7月31日に、米国におけるナノテクノロジーの開発とレスポンスブルな管理を推進する「ナノテクノロジーの進歩と新たな機械を推進する法案(Nanotechnology Advancement and New Opportunities ACT: NANO Act)」を提出した。同法案は、カリフォルニア州のナノテクノロジー特別タスクフォースが05年12月に発表した「Thinking Big

About Thinking Small」という報告書の提言に基づいて策定されており、ナノテクノロジーをめぐる衛生・安全面の懸念に対応することを目的としており、連邦政府や産業界のための研究優先事項設定に繋がるナノテクノロジー研究戦略の策定を義務づけている。同法案の主要事項は、商業化前の研究開発プロジェクトを支援する官民の投資パートナーシップ、ナノテク企業への投資奨励のための税制、インキュベーターの創設・発展を支援するグラント計画、ナノスケール科学工学センターの設置、ナノテクノロジー研究グラント計画の策定等から構成されている。(Nanotechnology Law Report)