

2007.6.20

BIWEEKLY

1002

NEDO 海外レポート

I. テーマ特集 — 省エネルギー —

1. 世界の省エネルギーへの取組状況
—NEDO 海外レポート過去 1 年間の掲載記事レビュー— 1
2. 自動車からの CO₂ 排出を削減するための EU 戦略—欧州委員会の提言— 10
3. 伝統建築技法と近代科学の融合と発展を図る省エネ建築(インド) 21
4. 省エネ建物による気候変動への取り組み(世界) 27
5. 中国の将来のための環境ビル—米バークレー研究所の中国省エネルギー建物協カ— 34
6. 米国立標準技術研究所の建築ソフトウェアはグリーン製品の助言を与える 39
7. カナダにおける省エネルギー対策への取組 41
8. 韓国における高効率機器の開発・普及への取組 43

II. 個別特集

1. 欧州におけるエネルギー研究の現状と展望(最終回)
—EC の研究開発ポートフォリオ戦略の結論 45
2. 日越フォーラム開催報告(ベトナム)(NEDO 国際事業統括室) 59

III. 一般記事

1. エネルギー
(風力発電)
米国は風力発電の成長で世界のリードを続けている 66
(太陽光照明)
ハイブリッド太陽光照明が技術移転賞を獲得(米国) 68
2. 環境
(地球温暖化現象)
グリーンランドで氷の融解日数が増加 70
(地球温暖化対策)
カリフォルニア州の温室効果ガス排出の測定(米国) 73
3. 産業技術
(ライフサイエンス)
骨の微小な構成成分の調査結果(米国) 77
(IT)
米国におけるフレキシブル・ディスプレイの実用化開発動向 80

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 83

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

《本誌の一層の充実のため、掲載ご希望のテーマ、ご意見、ご要望など下記宛お寄せ下さい。》
NEDO 技術開発機構 情報・システム部 E-mail : q-nkr@nedo.go.jp Tel.044-520-5150 Fax.044-520-5155
NEDO 技術開発機構は、独立行政法人 新エネルギー・産業技術総合開発機構の略称です。

【省エネルギー特集】 過去1年間の掲載記事レビュー

世界の省エネルギーへの取組状況

—「NEDO 海外レポート」過去1年間の掲載記事レビュー—

NEDO 技術開発機構 情報・システム部

NEDO 海外レポート¹では、これまでに欧米を中心とした世界各地での省エネルギーへの取組を、テーマ特集や一般記事として適宜掲載してきた。過去1年間では約25件の省エネルギー関係の記事を掲載してきたが、本稿では、それらの記事の概略を改めて紹介することにより、世界での省エネルギーへの取組状況を概観する。

目次

1. 米国での省エネルギーへの取組状況
(1) 自動車部門、(2) 産業部門、(3) 業務・家庭部門
2. 欧州連合（EU）での省エネルギーへの取組状況
3. 各国での省エネルギーへの取組状況
(1) 欧州・カナダ（フランス、ドイツ、イタリア、スウェーデン、カナダ）
(2) アジア（中国、インドネシア）

1. 米国での省エネルギーへの取組状況

(1) 自動車部門

○自動車の省エネ技術およびその省エネ効果²

米国は、世界の自動車大国であり、自動車によって膨大なエネルギーが消費されている。例えば、国際エネルギー機関(IEA)の発表している統計値(IEA Energy Statistics)によると、世界全体の「運輸部門でのガソリン等の石油製品の消費量（ほとんどが自動車用燃料としての消費量）」約1,800Mtoe の3分の1が米国で消費されており、人口一人あたりの消費量も、IEA 加盟国（先進諸国）平均値の約2倍、日本の約3倍である（図1 参照）。

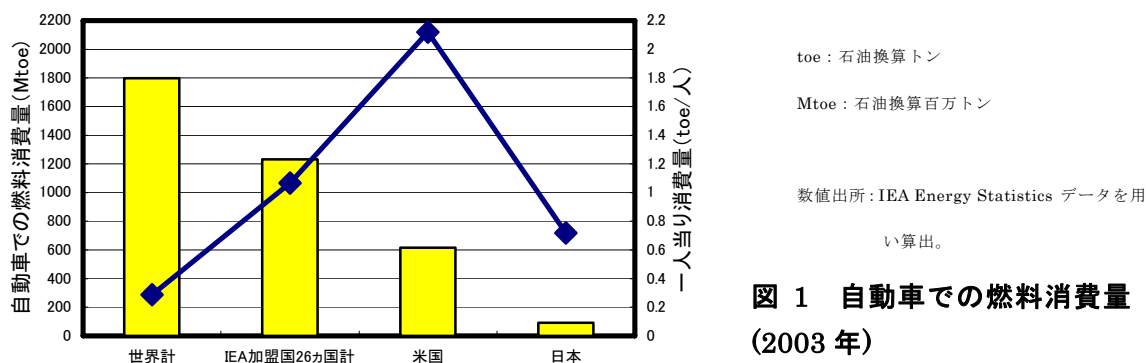


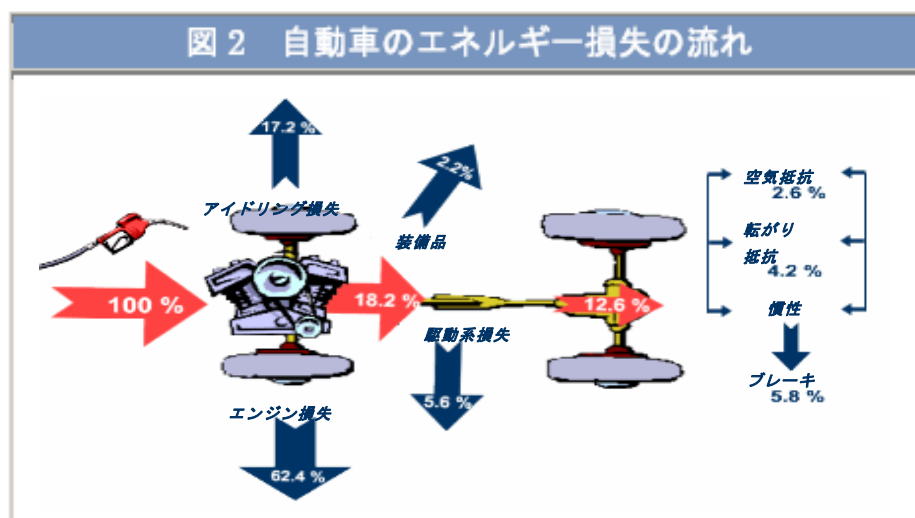
図1 自動車での燃料消費量
(2003年)

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

² <http://www.nedo.go.jp/kankobutsu/report/991/991-02.pdf>

米国エネルギー省(DOE)と環境保護庁(EPA)が共同で開設している“fuel-economy”のweb サイト では、自動車が如何に非効率的（投入エネルギーの15%程度しか有効に用いられていないこと）であるかをわかりやすく図示（図2参照）した上で、エネルギー効率を向上させるためにどのような対策技術があり、それらの技術を用いることによって、どれだけエネルギー効率が向上するか、またそれによりどれだけの経済的な便益があるかを提示しており、NEDO海外レポートではその掲載内容を紹介した。

（出典：
“fuel-economy”
のweb サイト）

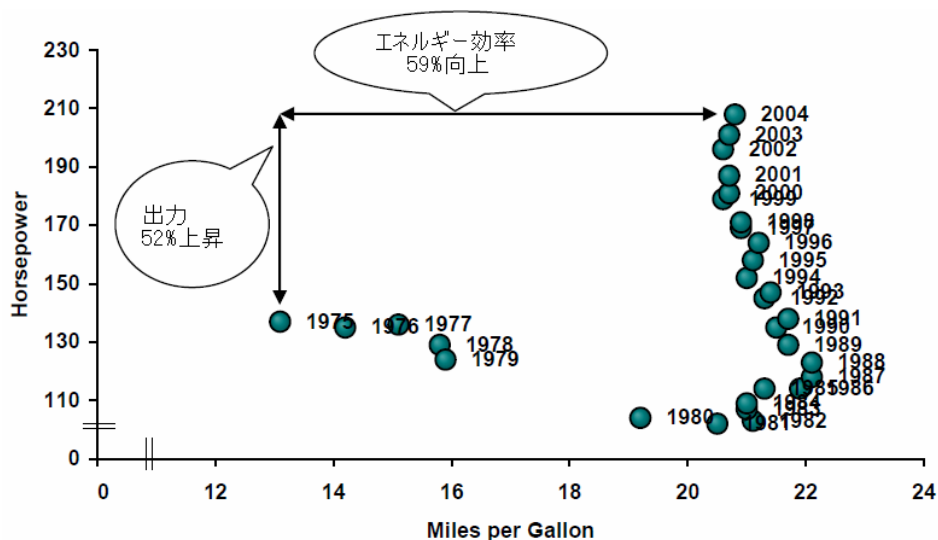


○家庭用自動車のエネルギー消費 最新のデータと傾向（米国）³

米国DOEの EIA（エネルギー情報局）が発表した報告書「家庭用自動車のエネルギー消費－最新のデータと傾向」より、米国で家庭用自動車によるエネルギー消費実態を紹介した。この報告書では、1983 年から現在および近い将来までの家庭用自動車のエネルギー消費などを評価している。具体的には、世帯あたりの自動車保有台数および車種、世帯あたり／自動車あたりの年間走行距離、燃料の消費量および消費された燃料の種類、燃料に支払われた金額・総支出および燃料効率などである。

分析結果によると、消費者に好まれる自動車は、過去15 年から20 年の間に、より重く、力強く、速い自動車へと変化している。より強力なエンジンが搭載されるようになっており、エネルギー性能（1,000 マイルの走行に必要な燃料ガロン数または100km の走行に必要な燃料リッター数）は全般的に例外なく向上している（図3参照）。

³ <http://www.nedo.go.jp/kankobutsu/report/979/979-05.pdf>



(出典：Environmental Protection Agency, Fuel Economy Trends 2004)

図3 普通自動車(新車)の馬力と道路走行時の燃費(1975年式～2004年式)

○その他の自動車の関係の省エネの取組

トラック運転者がアイドリング削減設備 (TSE) のあるトラック駐車場を見つけやすくする、インターネットで利用できる新しい電子地図システムを紹介した⁴。トラック運転手は**アイドリング削減設備付トラック駐車場**で長距離用トレーラトラックにプラグを差し込むことができ、それにより、運転手達は国で定められた必要な休息時間を取る間、ヒーターやエアコン、および冷蔵庫やテレビ等の電気機器を使用できる。燃料の大幅な節約と同時に大気汚染も減らすことができる。

また、マサチューセッツ工科大学 (MIT) の研究チームが取り組む、**小型ガソリンエンジン**について紹介した⁵。このエンジンは、一般的なエンジンの半分の大きさでありながら同等の性能を持ち、現在のハイブリッド・エンジン・システムに匹敵する燃料効率を格段に低いコストで実現することを目指している。

(2) 産業部門

○DOEが200工場での省エネルギー評価を実施 (米国)⁶

米国エネルギー省 (DOE) は、「Save Energy Now」の中心的な取り組みとして米国で最もエネルギー消費量の多い製造工場に同省のエネルギー専門家を派遣し、200にのぼる省エネルギー評価を実施している。主にスチームシステムとプロセス加熱システムに重点を置いており、これらのシステムで消費されるエネルギーは、米

⁴ アイドリング削減設備付きトラック駐車場を探す新電子地図 (米国)

<http://www.nedo.go.jp/kankobutsu/report/979/979-02.pdf>

⁵ 高効率で低コストの自動車用小型エンジン (米国)

<http://www.nedo.go.jp/kankobutsu/report/989/989-13.pdf>

⁶ <http://www.nedo.go.jp/kankobutsu/report/979/979-01.pdf>

国の産業部門で消費されるエネルギーの80%近くを占める。

これまでに行われた評価実施の状況と報告書についてはDOEのURLに掲載されているが、2006年5月22日時点の状況は下記のとおりである。

- ・結果が報告されている評価の数：50件
- ・節減の可能性がある天然ガスの総量：年間14.9兆Btu

この量は一般的世帯207,234戸で消費される天然ガスに相当

- ・節減の可能性があるエネルギー総費用：1億5,270万ドル

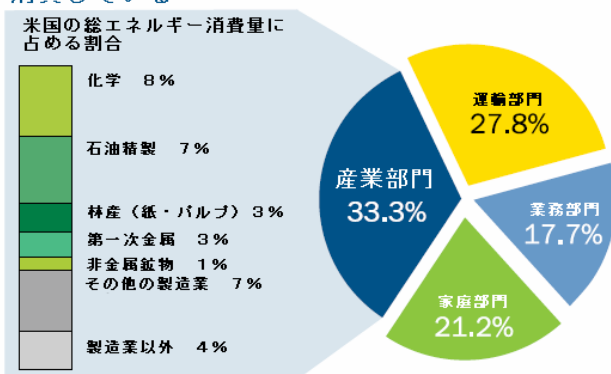
NEDO海外レポートでは、このプログラムの概要を紹介すると共に、3M社、アルコア社、デュポン社、J.R. Simplot社、ウェアハウザー社など過去に実施された評価の事例を紹介した。

○米国の産業分野での省エネへの取組：産業技術プログラムITP⁷

米国における産業分野でのエネルギー消費量は総エネルギー消費量の3分の1を占めている（図4参照）。NEDO海外レポートでは、米国での産業分野でのエネルギー消費状況や課題を示した上で、エネルギー省(DOE)の産業技術プログラム(ITP)での省エネ技術開発への取組状況やその成果等（図5参照）を紹介した。

ITPは、エネルギー効率向上技術とその運用方法に関する研究開発や検証、普及を組み合わせたプログラムを通して、米国の産業部門におけるエネルギー強度を改善させることを目的としている。産業界や多くの関係者と協力し、海外からの輸入燃料への依存の削減、環境への影響の削減、再生可能エネルギーの利用の促進、競争力の強化、また米国の労働者や家族、社会における生活の質の向上などの問題に取り組んでいる。

米国経済では産業部門が最も多くエネルギーを消費している



出典：IEA Annual Review 2005(MECSおよびAEOのデータに基づく)

図4 米国の部門別エネルギー消費量内訳

ITPの実績

- ・産業界と費用分担した研究開発プロジェクトを通じて、170件を超える技術が実用化・製品化済み
- ・ITPの発足以来5クォード近い省エネルギー（約230億ドル）が実現、2004年だけでも366兆Btuの省エネルギーを達成
- ・1991年から2005年の間にITPが資金提供した技術31件がR&D 100 Awardsを受賞、2006年にはさらに8件が受賞
- ・1994年から2005年の間にITPが資金提供した研究開発が156件の特許を取得
- ・ITPが技術伝達に取り組んだ結果13,000カ所を超える米国の製造工場が改善

図5 ITPの主な実績

⁷ <http://www.nedo.go.jp/kankobutsu/report/991/991-03.pdf>

○米国のグリーンビルディング評価制度⁸

米国建築業界を中心とする民間企業によって組織・運営されている「米国グリーンビルディング協議会（USGBC）」が推進しているグリーンビルディング評価制度LEEDを紹介した。この評価制度では、ビル等の建築物が環境改善にどの様に貢献しているかの指標を明確にし、それに基づく対象建築物の点数方式による評価を行っている。これにより、省エネ対策による環境負荷の少ない建築物の普及を促すのみならず、飲料水の使用量の削減、代替エネルギーの導入、建築材料の有効利用、室内環境の品質改善（快適性）といった観点からの評価も点数化し、経済的効果や健康・安全面の改善、更には地域住民の利益にも貢献することを狙っているものである。

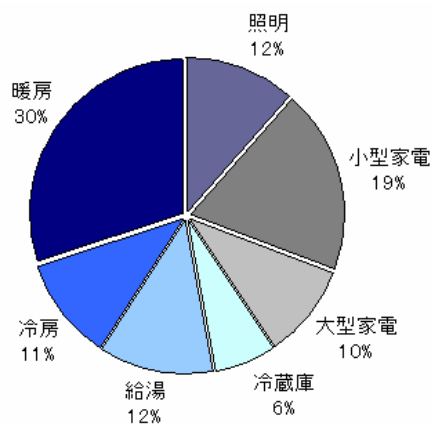
○米政府がデータセンターの省エネ法案に向けた調査を開始⁹

IT 産業の発展による電力需要の増大は、既に十年以上前から問題となっていた。近年では、IT 機器開発における省エネは市場戦略上も無視できないものとなっている。特にインターネットが急速に普及している現在において、データセンター（顧客のサーバーを預かり、インターネットへの接続回線や保守・運用サービスなどを提供する施設）の消費電力の急増が改めて問題視されてきた。そのような背景を踏まえ、米国政府がデータセンターにおけるエネルギー消費効率に関する調査を行うことを紹介した。

○大きな節約につながる家庭の省エネ¹⁰

家庭のエネルギー効率に関するパートナーシップ（PHEE）が発表した年次報告書から、米国での家庭でのエネルギー消費状況（図6参照）を紹介した。この報告書によると、2005 年は建築技術の進歩とエネルギー効率の向上により戸建てと共同住宅を合わせて32 万5 千世帯以上でエネルギー効率が改善し、消費者の節減額は1 億5 千万ドル近くに上っている。

住宅部門は米国のエネルギー消費のおよそ21%を占めている。住宅部門では多くの電気と天然ガスが消費されており、これらは米国の温室効果ガス排出量の約17%を占める。住宅の効率性が高まると同時に、より大きな省エネ成果が上がるようになってい



出典：US DOE 2005

図6 家庭における主なエネルギー最終用途の内訳

⁸ <http://www.nedo.go.jp/kankobutsu/report/979/979-03.pdf>

⁹ <http://www.nedo.go.jp/kankobutsu/report/984/984-11.pdf>

¹⁰ <http://www.nedo.go.jp/kankobutsu/report/991/991-04.pdf>

る。より省エネ効果の高い製品を購入し、住宅の気密性を高めて断熱材を使用するなど、住宅の費用効果を高めることによって多くの世帯が光熱費を20～30%節減することに成功している。

またこの報告書では、エネルギー省（DOE）、住宅・都市開発省（HUD）および環境保護庁（EPA）が取り組むエネルギー効率改善の進捗状況などについても報告している。

○その他の業務・家庭分野の省エネへの取組

米国エネルギー省とカリフォルニア州エネルギー委員会によって資金提供された**エレクトロクロミック（EC）窓ガラス・プロジェクト**を紹介した¹¹。切り替え可能な可変色調エレクトロクロミック（EC）窓ガラスは、太陽熱入射を調節できるため、省エネ効果が期待できる。

また、DOE が**固体素子照明（SSL）の製品開発のためのコスト共有プロジェクト**5件に合計700 万ドルを提供（開発資金は企業拠出金との合計で1000 万ドル）することを紹介した¹²。固体素子照明は、発熱を伴わずに発行するため、一般照明システムの効率を2 倍以上にする可能性を持っている。

2. 欧州連合（EU）での省エネルギーへの取組状況

○EUの省エネ戦略「如何にしてより少なく、かつより良く消費するか」¹³

原油価格の高騰、さらには2030 年までにはエネルギー需要の70%を輸入に頼らなければなくなるという展望から、欧州連合（EU）では、エネルギー消費の削減が大きな課題となっている。欧州委員会（EC）は2006年6 月にエネルギー効率に関するグリーンペーパー「如何にしてより少なくかつより良く消費するか」を採択、省エネルギーを優先課題とする姿勢を鮮明にした。

現状のままではエネルギー消費が増え続けるのは不可避で、何も手を打たないとすると、EU のエネルギー消費は今後15 年間で10%増加すると予想される。EC は、こうした傾向に歯止めをかけるべく、グリーンペーパーで、2020 年までにエネルギー消費を20%削減するための方策を提案している。

2020 年までにエネルギー消費を20%削減するという事は、年600 億ユーロあまりの節約につながり、各家庭は200～1,000 ユーロ/年の支出を削減できることになる。CO₂ の排出量も50%近く削減できる可能性がある。

EC は、20%のエネルギー消費削減のうち10%は、EU の省エネルギー関連法規の完

¹¹ エネルギー効率の良いエレクトロクロミック窓（米国）

<http://www.nedo.go.jp/kankobutsu/report/996/996-15.pdf>

¹² 米国エネルギー省は固体素子照明の製品開発に700万ドルを助成（米国）

<http://www.nedo.go.jp/kankobutsu/report/980/980-17.pdf>

¹³ <http://www.nedo.go.jp/kankobutsu/report/972/972-11.pdf>

全実施によって実現できるとしている。残りの10%に関しては、運輸、建設、家庭といった分野での新たな方策の実施によって実現するとしている。

○その他の欧州での省エネへの取組

「省エネ型社会の実現：分散型発電の展望」というタイトルのEU報告書を紹介した¹⁴。今日発電されている電力エネルギーの大半は、化石燃料や原子力などの大型集中発電所で発電され、エネルギーは長い距離を経て消費者に送電・配電される。このようなシステムには、輸入燃料への高い依存度、温室効果ガスや他の汚染物質による環境への影響、伝送損失、送電／配電所の整備や交換を継続的实施などの欠点がある。それに対し、分散型発電システムでは、数多くの小さいモジュール式エネルギー変換設備が最終需要地に近い位置に存在しており、それぞれ独立運転することもできるし、電力系統に連系することもできる。この報告書では将来の分散型電源モデルとして、次の三つの概念モデルが提示されている。1) マイクロ（もしくはミニ）グリッドモデル、2) 情報通信技術(ICT) に支えられるアクティブネットワークモデル、3) 「インターネット」モデル。

また、**ピンチテクノロジー及び複数プラント連携による省エネの先進事例**について、NEDO省エネルギー技術開発部が行ったEU三カ国（英国、ドイツ、ポーランド）への訪問調査、およびポーランド政府と日本が合同で開催した省エネセミナーの概要について紹介した¹⁵。

3. 各国での省エネルギーへの取組状況

NEDO海外レポートでは以下に示すように、米国、EU以外に、欧米ではフランス、ドイツ、イタリア、スウェーデン、カナダ、アジアでは中国、インドネシアでの省エネルギーへの取組状況についての記事を掲載してきた。

（1）欧州・カナダ

【フランス】

2006年より始まった省エネ証書（ESC）制度の概要を紹介した（**図7参照**）¹⁶。政府が、供給義務者（電力、ガス、LPG、熱、冷熱供給者）が満たすべき省エネ目標を定め、義務供給者は目標を満たすために、自ら省エネ行動を取るか他者からESCを購入する必要がある。

¹⁴ 省エネ型社会の実現：分散型発電の展望(EU) <http://www.nedo.go.jp/kankobutsu/report/979/979-04.pdf>

¹⁵ EU三カ国省エネルギー技術開発動向調査(ポーランド/英国/ドイツ)(NEDO省エネ部)
<http://www.nedo.go.jp/kankobutsu/report/987/987-12.pdf>

¹⁶ フランスの「白い証書」－省エネ証書－の概要（NEDOパリ事務所）
<http://www.nedo.go.jp/kankobutsu/report/991/991-01.pdf>

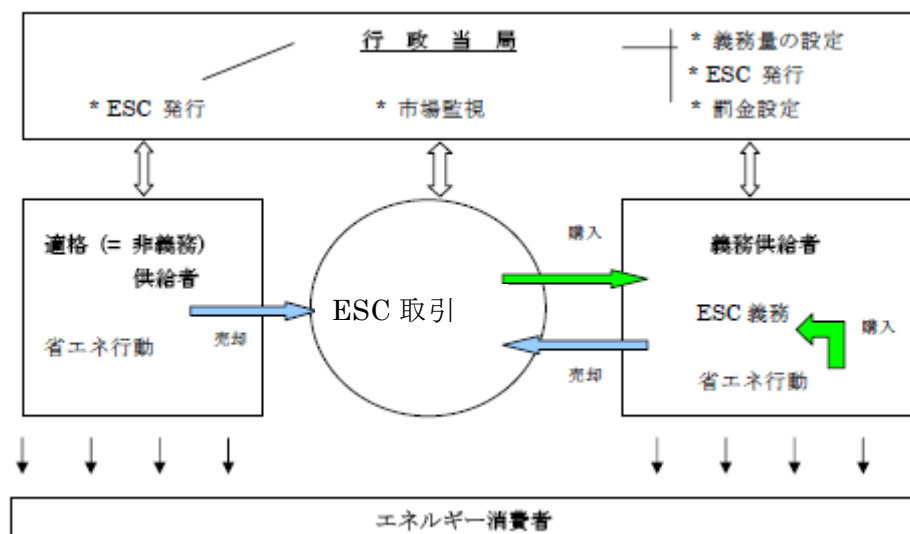


図7 フランスのESC制度の概観

【ドイツ】

ドイツ政府は2007年後半までに「長期エネルギー戦略」を作成する方針であり、政府は同戦略の作成に向け、関連業界や団体の代表が集まって定期的にトップ会談を開催しており、2006年10月に行われたトップ会談では、今後のエネルギー政策において『エネルギーを効率的に利用して省エネルギーを促進させること』が中心課題であると強調されたことなどを紹介した¹⁷。

【イタリア】

首都ローマ市の市評議会が決定した省エネ・新エネに関する建設規定を紹介した¹⁸。この規定では、断熱のために壁の厚さが増大され、建物のエネルギー効果を最良にさせるために使われる建築部分は非課税となるなどいくつかの非課税優遇措置を設けている。本決定は、ローマの歴史的な中心地を除くローマ市の全土地内の新建築物に適用される。

【スウェーデン】

スウェーデンにおいても、北欧電気市場における電気代の高騰傾向や、将来に予測される石油不足によるエネルギー供給への不安などから、省エネが奨励されている。省エネへの取組で注目される「暖房不要住宅」（ヨーテボリ市郊外の20戸）を紹介した¹⁹。この暖房不要住宅では、壁や窓の断熱化、人間や家電からの放射熱の利用、太陽熱利用システムなどが採用され、入居後の電気代・暖房代のコストが約3分の1から4分の1程度になっていると報じられている。

¹⁷ 強化される省エネルギー政策（ドイツ） <http://www.nedo.go.jp/kankobutsu/report/991/991-07.pdf>

¹⁸ 新エネと省エネ利用のためのローマ市条例（イタリア）

<http://www.nedo.go.jp/kankobutsu/report/975/975-12.pdf>

¹⁹ スウェーデンにおける暖房不要住宅（スウェーデン）

<http://www.nedo.go.jp/kankobutsu/report/975/975-18.pdf>

また、スウェーデン・エネルギー庁は、エネルギーに関する新技術の実用化促進のために「技術購入プログラム」と名づけられた支援を行っている。技術購入プログラムのうち省エネ製品として商品化が成功した例として、窓、冷蔵庫／冷凍庫、空調ユニット、小規模太陽暖房システム、水道蛇口を紹介した²⁰。

【カナダ】

カナダでは連邦府機関であるエネルギー効率局(OEE)が省エネルギー対策において中心的な役割を果たしている。「EnerGuide」プログラム、R-2000 基準報奨制度の一つ、カナダ・エネルギー効率賞などOEEの活動を紹介した²¹。

(2) アジア

【中国】

2006年3月の全国人民代表大会（全人代）で温家宝首相が第十一次五ヵ年計画期間中のエネルギー源単位20%削減目標を打ち出して以来、目標達成に向けて、政府および全国人民代表大会等関係機関は様々な側面からのアプローチを図っている。この削減目標値は、あくまでトップダウンで決定された政治的な号令である。この目標達成に向けての、エネルギー多消費産業を対象とした省エネルギーの徹底、省エネルギー法の改正、エネルギー法の立法準備等、最近のいくつか目立った取り組みについて紹介した²²。

【インドネシア】

インドネシアCDMの急速かつ具体的な展開を背景とし、2006年9月、NEDOはインドネシア環境省、同エネルギー・鉱物資源省および世界銀行とともに代エネ・省エネCDMワークショップ（RENEWABLE ENERGY/ENERGY EFFICIENCY AND THE CDM）を計画、開催した。NEDO海外レポートではそのワークショップの開催結果の概要を報告した²³。

（NEDO情報・システム部 林 欣吾）

²⁰ 技術購入プログラムで開発された省エネ製品（スウェーデン）

<http://www.nedo.go.jp/kankobutsu/report/991/991-05.pdf>

²¹ カナダにおける省エネルギーへの取組状況 <http://www.nedo.go.jp/kankobutsu/report/991/991-06.pdf>

²² 中国の省エネルギーの最新情勢2006(NEDO北京事務所)

<http://www.nedo.go.jp/kankobutsu/report/981/981-13.pdf>

²³ 世銀-NEDO共催代エネ・省エネCDMワークショップ開催報告（インドネシア）（NEDOジャカルタ事務所）

<http://www.nedo.go.jp/kankobutsu/report/988/988-10.pdf>

【省エネルギー特集】自動車省エネ

自動車からのCO₂排出を削減するためのEU戦略

－欧州委員会の提言－

本年2月、欧州委員会（EC）は、自動車の排気ガスからのCO₂排出削減のための戦略を提案し、欧州議会とEU理事会に提出した。この提言については、2月の環境理事会（加盟各国の環境担当閣僚がメンバー）で討議された。理事会の結論¹はEC提案のように義務的な目標とする必要性は認めるものの、そのためには、さらに十分な影響評価が必要というものであった。ECはこの理事会の討議を踏まえ、早ければ2007年中、遅くとも2008年中頃を目標に法的枠組を提案する予定である。

本稿では、この2月の提言文書の全文を紹介する。

－ 自動車からのCO₂排出削減のEU戦略： 目 次 －

1. 序文（今回提言に至る経過）
2. 政治的背景と進捗状況
 - 2.1. 道路輸送部門における行動の必要性
 - 2.1.1. 道路輸送は気候変動の緩和に貢献する
 - 2.1.2. 軽量自動車改善の必要性
 - 2.2. これまでの成果
 - 2.2.1. 第一の柱：自動車産業の自主協定
 - 2.2.2. 第二の柱：消費者への情報提供
 - 2.2.3. 第三の柱：燃費の良い自動車を推進する財政措置
 - 2.2.4. 戦略実施の総括
3. 前進への道
 - 3.1. EUの目標「120gCO₂/km」の達成
 - 3.2. 供給に重点を置いた施策
 - 3.3. 需要または行動に重点を置いた施策
 - 3.3.1. 課税
 - 3.3.2. 消費者への情報提供
 - 3.3.3. エコドライブ
 - 3.4. 長期的なビジョン
4. 結論

1. 序文（今回提言に至る経緯）

EUは国際的な気候変動対策で主導的な立場にあり、京都議定書に基づく温室効果ガス（GHG）排出削減の約束を果たさなければならない。2007年1月、欧州委員会は「国際交渉の状況を踏まえ、2020年までに先進国によりGHG排出を1990年比30%削減するという目標を支持すること」、「EUは2020年までにGHG排出を少なくとも20%削減することを今すぐ単独で確約すること」を提案した²。偏りを回避し、経済的・

¹ <http://register.consilium.europa.eu/pdf/en/07/st06/st06599.en07.pdf> 参照。

² COM(2007)2 NEDO海外レポート998号「EUの気候変動政策－欧州委員会の提案」参照。

社会的な公平性を確保するため、全ての部門が排出削減に取り組まなければならない。

自動車は欧州の人々の生活に大きな役割を果たしており、自動車産業は域内の多くの地域に雇用と成長をもたらしている。しかし、自動車の使用は気候変動に多大な影響を及ぼしており、EU 全体の CO₂ 排出のおよそ 12%が乗用車の燃料によるものである。燃費改善による低排出化など自動車技術は大きく進歩しているが、それでもなお交通量の増加と自動車の大型化による影響を相殺するには不十分である。EU 全体の GHG 排出は 1990 年から 2004 年にかけて 5%近く減少したが、道路輸送部門の CO₂ 排出は 26%増加している。

このような状況を受け、2006 年 6 月の欧州理事会（首脳会議）は「軽量自動車³の CO₂ 排出に関する EU 戦略を踏まえ、新車の平均的な CO₂ 排出を 2008/09 年までに 140g CO₂/km、2012 年までに 120g CO₂/km とすること」を全会一致で再確認した⁴。欧州議会は、「新車の CO₂ 排出上限を中期的に 80~100g CO₂/km とする義務的な目標を導入し、自動車メーカー間の排出量取引によって達成すること」を提唱し、運輸部門の排出削減を見据えた強力な施策の実施を呼びかけた⁵。

欧州委員会は 2006 年 10 月の「エネルギー効率行動計画（Energy Efficiency Action Plan）⁶」において、「欧州委員会は自動車の燃費改善と CO₂ 排出削減に取り組む決意であり、EU 目標を踏まえた総合的で一貫したアプローチによって 2012 年までに 120g CO₂/km を達成するために必要な法的枠組みを必要に応じて 2007 年中に提案する」ことを再確認した。2007 年 1 月に発表されたエネルギーと気候変動に関する総合政策の中で、欧州委員会は「総合的で一貫したアプローチにより 2012 年までに 120g CO₂/km を達成するために、自動車の CO₂ 排出を削減するための追加的施策の概要を次の提案で明らかにし、2012 年以降の追加的施策の選択肢についても検討する考えである」ことを強調した。

効果的な施策が行われなければ、乗用車からの CO₂ 排出は今後も増え続けるだろう。また、EU が京都議定書の下で取り組んでいる GHG 排出削減を脅かし、その打撃は国際競争の影響を受けやすい他の部門にも及ぶだろう。一方、自動車の排出削減に正面から取り組むことは、気候変動の緩和、燃料輸入依存の軽減、大気質の改善に貢献し、ひいては欧州の人々の健康に繋がるだろう。これらを実現させるためには、自動車の燃費改善と代替燃料（特にバイオ燃料）の利用拡大を同時に進めることが重要である。

³ 日本で言う「軽自動車」より範囲が広く、普通乗用車、バン、スポーツ用多目的車(SUV)を含む（原文では light-duty vehicle）。

⁴ Renewed EU Sustainable Development Strategy, Council of the European Union, 8.6.2006.

⁵ 欧州議会決議"Winning the Battle Against Global Climate Change" (2005/2049(INI))

⁶ COM(2006) 545.

燃料に関して、欧州委員会は燃料品質指令⁷の修正によって段階的な排出削減を進めるために強制力のある基準を導入することを提案した⁸。また、最近ではバイオ燃料指令の実施状況に関する報告⁹も行っており、近日中に同指令の改正案が採択される見通しである。今回の提案で、欧州委員会は自動車のCO₂排出を削減するための総合的アプローチの一環としてバイオ燃料の利用拡大に重点的に取り組むことも提案する。自動車に関しては、乗用車と商用軽量自動車に対する燃費基準の強化とその他の技術改善など、EUの目標達成に貢献する幾つかの施策が欧州委員会によって明らかにされている。この提案は、EUの2012年目標である120g CO₂/km¹⁰への到達を目指して軽量自動車のCO₂排出削減と燃費改善を進めるEU戦略の次の段階について他のEU機関や利害関係者と意見交換を行うための基盤を提供する。これらの議論から導き出された結論に基づき、欧州委員会は早ければ2007年中、遅くとも2008年中頃までに目標達成に必要な法的枠組みを欧州理事会と欧州議会に提案する予定である。

2. 政治的背景と進捗状況

2.1. 道路輸送部門における行動の必要性

2.1.1. 道路輸送は気候変動の緩和に貢献する

2005年春、欧州議会と欧州理事会は、人間活動による危険で不可逆的な気候変動を防ぐために地表温度の上昇を産業革命以前の2℃以内に抑制することを骨子とするEUの目標を再確認した。また、欧州理事会は、エネルギー安定供給の確保と持続可能なエネルギー利用を進めるために、とりわけ運輸部門において需要サイドでの管理の推進とエネルギー効率の改善が必要であると強調した¹¹。先日行われた「輸送白書 (Transport White Paper)¹²」のレビューは、持続可能な輸送形態を推進して域内の競争力を高めると同時に、輸送が環境に与える影響を軽減する必要があると述べている。運輸部門が環境に与える影響を軽減するためのコストは、GDPの1.1%を占めると推計されている。

道路輸送は、EUで2番目に多くの温室効果ガス（GHG）を排出する部門である。道路輸送は排出量の増加が続いている部門の一つであり、他の部門で達成された排出削減を相殺している。このことは、EUの京都議定書目標の達成をより一層困難にしており、道路輸送などの域内活動よりも国際競争の影響を受けやすい特定部門（エネルギー集約型産業など）の競争力にも悪影響を与えている。

⁷ Directive 98/70/EC of the European Parliament and of the Council of 13 October 1998 as amended relating to the quality of petrol and diesel fuels and amending Council Directive 93/12/EEC (OJ L 350, 28.12.1998).

⁸ COM(2007) 18 NEDO 海外レポート 995 号「燃料基準の規制強化で気候変動と大気汚染に対処」参照。
http://eur-lex.europa.eu/LexUriServ/site/en/com/2007/com2007_0018en01.pdf

⁹ COM(2006) 845 NEDO 海外レポート 1001 号「EUにおけるバイオ燃料の普及状況」参照。

¹⁰ ディーゼル車で 4.5 l/100km、ガソリン車で 5 l/100km に相当。

¹¹ Presidency conclusions of the 23/24 March 2006 European Council.

¹² COM(2006) 314

各部門の排出量を絶対値で判断するだけでは不十分である。各部門の取り組みのバランスを見直す必要性と部門ごとの排出削減能力を評価しなければならない。一見したところ、道路輸送部門における取り組みは他の部門よりコストがかかるように思われる。しかし、幾つかの研究では、消費者行動を変える施策を考慮に入れた場合、運輸部門における効率化対策は他の部門における一部の対策よりも費用効果的であるという結論が出されている¹³。また、世界全体の費用対効果という考え方を取り入れなければならない。とりわけ、エネルギー安定供給の確保、国際競争の影響、消費者にとっての値ごろ感、そして野心的な目標がもたらす技術的なリーダーシップなどの好ましい影響を考慮する必要がある。CO₂ 排出と燃料消費は密接に関係しており、道路輸送で消費されるエネルギーは EU 全体のエネルギー消費の 26.5%を占めている。したがって、自動車の CO₂ 排出削減は EU のエネルギー安全保障に大きな恩恵をもたらすことが見込まれる。

道路輸送は、EU 指令（2003/87/EC）によって創設された欧州温室効果ガス排出量取引制度（ETS）の適用対象に含まれていない。ETS は、直接排出¹⁴の考え方に基づいている。道路輸送の場合は、自動車の所有者レベルでの適用が必要であるため、多大な行政費用を伴う。この代案として、自動車メーカーレベルでの間接的な適用も考えられる。しかしながら、先日欧州委員会が公表した「ETS のレビューに関する提言¹⁵」で言及されているように、ETS への適用が実施されるのは航空機を除き 2013 年以降となるため、現時点でこの考え方を導入したとしても期限までの目標達成（2012 年までに 120 g CO₂/km）は難しいだろう。このスケジュールは、すでに市場との関わりを持つ利害関係者に今後も安定した規制の枠組みを提供し、このスキームの法的な調整に必要な準備期間を十分に与えてくれるだろう。欧州委員会は、第 3 期の割当に道路輸送部門を含める可能性について模索することになるだろう。

このことを踏まえ、道路輸送が気候変動への取り組みを妨げるのではなく、確実に貢献するような活動を行う必要がある。

2.1.2. 軽量自動車改善の必要性

乗用車からの CO₂ 排出には様々な要因が影響している。この中には、自動車の需要と供給、個々の移動の必要性、自動車の保有コスト、代替的な公共交通機関の利用可能性等が含まれる。自動車産業の将来的なニーズと課題について利害関係者との対話を進めることを目的として、自動車産業の競争力に関するハイレベル・グループ（CARS21¹⁶）が招集された。同グループは、2005年12月の最終報告でこの総合的なア

¹³ "Cost effectiveness of CO₂ mitigation in transport - An outlook and comparison with measures in other sectors", CE Delft for the European Conference of Ministers of Transport, OECD, April 2006.

¹⁴ 割当の受領者を実際の排出者とするもの。

¹⁵ 参照：COM(2006) 676, 3.1.

¹⁶ "A Competitive Automotive Regulatory System for the 21st Century", CARS21 final report, 2006 :

プローチを支持し、自動車のCO₂排出をさらに削減するための取り組みが必要であることを強調した。

EUだけでなく、自動車のGHG排出を削減する取り組みは世界中で行われている。米国、カナダ、日本、韓国、中国およびオーストラリアではすでに義務的または自主的な規制が実施されており、より一層の燃費改善とCO₂排出削減を目指して見直しが行われているものもある。

2.2. これまでの成果

欧州委員会の戦略は現在のところ三つの柱に基づいている。これらは1995年に欧州委員会によって提案され¹⁷、その後欧州理事会と欧州議会¹⁸によって支持されたものである。この体系は、供給（自主協定）と需要（ラベリングと課税）の双方に対処する包括的な施策を念頭に置いたものであり、自動車のCO₂排出を削減するための選択肢を幅広く分析した上で採択された。

2.2.1. 第一の柱：自動車産業の自主協定

欧州、日本および韓国の自動車メーカー団体が取り組む自主協定は、2008年または2009年までに140 g CO₂/kmを達成することを目指している。産業界によるこの自主的な取り組みの成果について懸念が高まっていることから、欧州委員会は必要なCO₂排出削減を確実に行うために法制定を含むあらゆる施策を検討する準備があることを繰り返し強調している。

2.2.2. 第二の柱：消費者への情報提供

ラベリング指令¹⁹は、全ての新車に燃料消費量とCO₂排出量をラベル表示すること、新車の燃費に関する国別の指針を公表すること、販売店でポスターを掲示すること、宣伝用パンフレットに燃費データを記載することを求めている。この指令は意識の向上に役立つ手段であると考えられている。しかし、ラベルの品質は加盟国間で大きく異なり、その効果は現時点では明らかではない²⁰。

2.2.3. 第三の柱：燃費の良い自動車を推進する財政措置

戦略の第三の柱である課税は、効率化目標の遵守にかかるコストを大幅に削減できる可能性を持っているが、現時点での実施状況は芳しくない。EUレベルでは、2005

<http://ec.europa.eu/enterprise/automotive/pagesbackground/competitiveness/cars21finalreport.pdf>

¹⁷ COM(95) 689, Council conclusions of 25.6.1996, European Parliament resolution of 22.9.1997.

¹⁸ 戦略の実効性に関する年間報告を参照：http://ec.europa.eu/environment/co2/co2_monitoring.htm

¹⁹ Directive 1999/94/EC relating to the availability of consumer information on fuel economy and CO₂ emissions in respect of the marketing of new passenger cars (OJ L 12, 18.1.2000).

²⁰ "Report on the effectiveness of the car fuel efficiency labelling directive 1999/94/EC, and options for improvement", ADAC for the European Commission, March 2005.

年7月に欧州委員会が自動車税にCO₂排出の要素を盛り込むことを主な目的とする欧州理事会指令²¹を提案しているが、欧州理事会の採択には至っていない。国レベルでは、一部の加盟国がCO₂排出の少ない車の購入を推進するための財政措置を採用しているが、これらの措置がEUの新車の平均CO₂排出量に大きく影響していることは実証されていない。

2.2.4. 戦略実施の総括

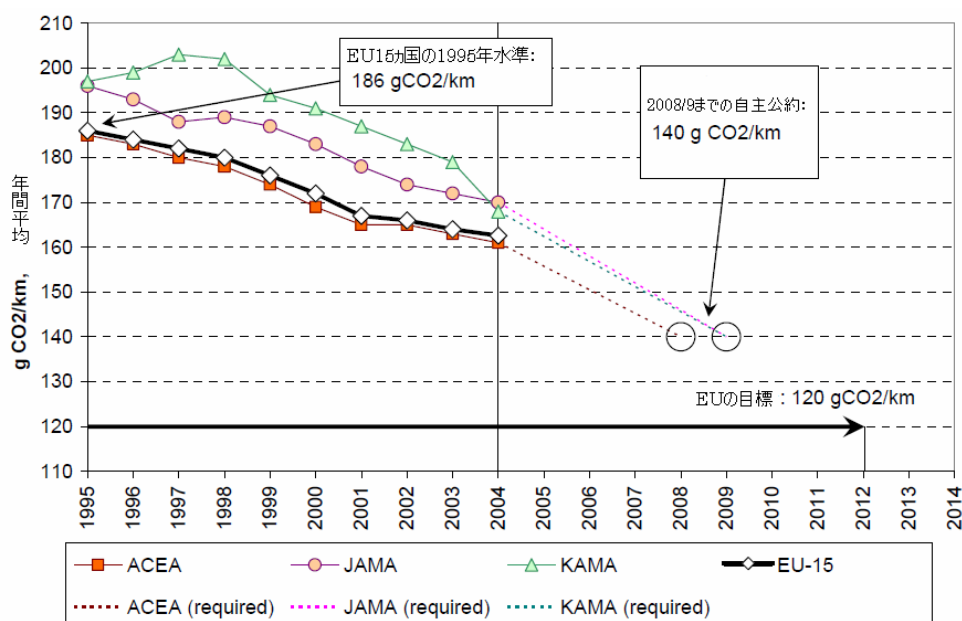


図 EU15 カ国における新車の平均 CO₂ 排出量 (1995～2004 年)

注記：ACEA：欧州自動車工業会、JAMA：日本自動車工業会、KAMA：韓国自動車工業会

現在の戦略²²を実施することで得られた経験から、以下の点が明らかになっている。

- ・ 新車の平均 CO₂ 排出量は、2004 年に 163gCO₂/km に達した。これはデータの起点となる 1995 年の 186gCO₂/km²³ を 12.4% 下回る水準である。この間に EU で販売された新車は著しい大型化と高出力化を遂げたが、価格は高騰には至らなかった。
- ・ 現在までに加盟諸国が導入した限定的な施策が需要サイドに与える影響について調査が行われており、排出削減の大部分が自動車技術の進歩によってもたらされていることが明らかになっている。
- ・ 2008 年または 2009 年までの目標である 140gCO₂/km に向けて、現在までにある程度の成果が得られているが、追加的な措置が行われなければ、EU が目指す 120gCO₂/km を 2012 年までに達成することはできないだろう。自主的な取り組み

²¹ COM(2005) 261.

²² 2005 年の予備データはさらなる前進が限定的であることを示している。

²³ EU15 カ国

が実を結ばなかったことから、欧州委員会は法的なアプローチを検討している。提案されている法律制定の他に、政府機関による緊急の措置も必要である。財政措置や環境に配慮した公的調達などを活用して、2008年または2009年の目標を見据えながら排出削減を順調に進めていかなければならない。

3. 前進への道

道路輸送部門の排出に影響を与える多くの要因を踏まえた一連の施策が必要である。

3.1. EUの目標「120gCO₂/km」の達成

この提案は総合的なアプローチ（乗用車や軽トラックなど軽量自動車の燃費改善、その他の技術進歩およびバイオ燃料の使用）によるCO₂排出の削減に重点を置いているが、道路輸送が気候変動に与える影響に対処するために欧州委員会が提案する可能性のある追加的措置を退けるものではない。先日レビューが行われたEUの輸送政策は、より持続可能な輸送形態への移行を促進するためのイニシアティブを盛り込んでいる。これらは都心部を中心として必要に応じて実施される。また、最近行われた「Eurovignette（道路課金制度）指令²⁴」の見直しを補完するものとして、2008年までに外部費用を考慮したインフラ使用への課金制度を確立することも盛り込まれている。「都市環境に関するテーマ別戦略（Thematic Strategy on the urban environment）²⁵」で言及されていたように、欧州委員会は持続可能な輸送計画に関するガイドラインを提示する予定である。燃料税については、すでにEU法で燃料に課される消費税の最低水準が定められている。

欧州委員会は、軽量自動車等のGHG排出削減を主な目的とする幾つかの施策について精査を行った。利害関係者との幅広い協議に続いて作成された影響評価書に基づき、需要と供給の両方をカバーする戦略が導き出された。この戦略は、欧州委員会が目指す120gCO₂/kmの達成を目的としている。以下にその概要を示す。

「エネルギー効率行動計画」に沿った欧州委員会のアプローチは、環境面の恩恵を最大限に引き出すと同時に経済的な機会を創出するだろう。具体的には、環境に配慮した自動車のイノベーションが促進され、域内に持続的な雇用を創出する競争力を持った自動車産業が育成されるだろう。その結果、欧州委員会の目標以上の成果を継続的に生み出す条件がもたらされ、より長期的な必要性の観点から運輸部門のさらなるCO₂排出削減を進めることができる。

欧州委員会は、燃料効率は様々な方法によって改善できることを強調している。自動車の大型化と高出力化が今後も追求されると仮定すれば、燃費目標の早期達成に必

²⁴ Directive 1999/62/EC as amended by 2006/38/EC of the European Parliament and of the Council of 17 June 1999 on the charging of heavy goods vehicles for the use of certain infrastructures (OJ L 187, 20.7.1999).

²⁵ COM(2005)446

要な技術はすでに利用可能だが、自動車メーカーと消費者は追加的な製造コストを負担しなければならないだろう。或いは、消費者のニーズを燃費の良い自動車に向けるために具体的な財政措置が導入されることも考えられる。そうなれば、より持続可能な自動車市場が育成されるだろう。自動車メーカーは環境性能で競い合うことができるようになり、過去 10 年間に消費者が享受してきた快適性や安全性の向上を妨げずに遵守コストを大幅に削減することができるだろう。加盟諸国は、特に課税政策の活用によってより持続可能な未来を可能な限り早期に実現させるという重要な責務を負っている。行動を起こすのが早ければ、CO₂ 削減目標の達成も容易になる。また、全体として消費者に追加的な負担をかけず、低排出車の購入者に有利に、燃費の劣る自動車の購入者に不利になるような仕組みが必要である。税制の中立を維持しながらこのような課税スキームを策定することは可能である。

3.2. 供給に重点を置いた施策

欧州委員会は、EUが目指す120gCO₂/kmを2012年までに達成するために、一体的なアプローチを進める。EUと加盟国の活動を連携させることで目標に到達することができるだろう。欧州委員会は、義務的なCO₂排出削減に重点を置いた法的な枠組みを、早ければ2007年中に、遅くとも2008年中頃までに提案し、目標の達成を目指す考えである。エンジン技術の改善によって新車の平均排出量を130gCO₂/kmまで削減し、その他の技術改善とバイオ燃料の利用拡大等によってさらに10gCO₂/km相当の削減を目指す。以下に具体策を示す。

- a) 冷暖房システムの効率性に最低基準を設ける。
- b) 正確なタイヤ空気圧を監視するシステムの設置を義務づける。
- c) 乗用車と軽トラック用タイヤの転がり抵抗について域内上限を設定する。
- d) ギアシフトインディケーターを使用する。その際、実際の運転状況での使用程度を考慮する。
- e) 商業用軽トラックの燃費を改善する。2012 年までに 175gCO₂/km、2015 年までに 160gCO₂/km を目標とする。
- f) バイオ燃料の普及による環境パフォーマンスの最大化。

これらの施策は、測定と監視が可能なものになるだろう。また、責任の所在を明らかにし、CO₂ 排出削減の二重計上を防ぐことも考慮される見通しである。

欧州委員会は、新車の平均排出量の目標達成に必要な法的枠組みを策定し、競争に影響を与えず社会的に公平で尚かつ持続可能な削減目標の確保を目指すことで合意している。これらの目標は、多様な欧州の自動車メーカーに公平で、自動車メーカー間の競争を不当に歪めることを回避するものになるだろう。

この法的枠組みは、京都議定書目標の達成という EU 全体の目標を踏まえ、詳細な

影響評価に基づいて構築される。影響評価では、自動車の環境性能を高める最新技術を考慮し、実際の CO₂ 平均排出量と照らし合わせて様々な選択肢の利点とコストが分析される。

3.3. 需要または行動に重点を置いた施策

この法的枠組みに加えて、欧州委員会はさらなる CO₂ 排出削減のための戦略に他の道路輸送手段（重量車など）による追加的な取り組みを含める必要がある。これらの措置に取り組むのは、加盟諸国（炭素税およびその他の財政措置、公的調達の利用、交通管理、インフラ整備など）および消費者（情報に基づく購買の選択、責任ある運転行動）である。

3.3.1. 課税²⁶

自動車への課税は消費者の購買決定に影響を与える強力な手段である。課税は、低燃費で CO₂ 排出の少ない自動車の市場導入を推進する観点から差別化することが可能である。このような差別化は、自動車メーカーがこうした自動車の市場導入によって各々の義務を果たそうとする努力を大いに促進する可能性を持っている。欧州委員会は「乗用車の課税に関する欧州理事会指令²⁷」の提案を行っており、欧州理事会と欧州議会での協議が待たれている。欧州委員会は、この提案を出来る限り早期に採択して各国の自動車税制に適合させるよう加盟諸国に重ねて求めている。この呼びかけは、EU 全域で低燃費車の購買を推進し、自動車メーカーが燃費改善の枠組みに対応しやすくなるよう支援することを考慮したものであり、自動車の CO₂ 排出削減に対する自動車メーカーの貢献にも結びつく。課税は市場に流通する全ての車種にわたって細分化されている。これは比較的排出量の少ない車に段階的に移行するためであり、自動車メーカーの遵守コストを効率的に削減することに役立っている。

また、財政措置²⁸も極めてクリーンな軽量自動車の市場導入を促進する強力な手段になるだろう。これらの措置については、EU 全域に適用される共通の定義を基準とすべきである。また、域内市場の分裂を防ぎ、大気汚染と GHG 排出基準の双方に配慮しながら関連する全ての排出をカバーすることが必要である。そのために「環境に優しい軽量自動車（Light-duty Environmentally Enhanced Vehicle : LEEV）」の定義を「関連法が規定する汚染物質の排出上限値を満たし、尚かつ CO₂ 排出量が一定レベルを下回る車両」とする必要がある。現時点でこのレベルは欧州委員会が目標とする 120gCO₂/km とするのが適切である。LEE V の定義を定期的に見直すことにより、新車の排出量を最大限に削減することを目指すべきである。

²⁶ 競争を歪め加盟国間の貿易に影響を与える全ての差別課税は欧州委員会への事前通知と委員会の承認を要する。

²⁷ COM(2005) 261.

²⁸ このような手法は将来の大気汚染物質排出基準を満たす自動車の早期市場導入に貢献している。参照：98/69/EC 指令及び新たな Euro5 基準の提案－COM(2005)683

3.3.2. 消費者への情報提供

欧州委員会は、2007年中に燃料効率に関するラベリング指令（1999/94/EC）の実効性を高めるための改正案を採択する見通しである。この改正案の主な目的は、ラベリング制度の枠組みを軽商用車（N1）に拡大すること、ラベル表示の調和を図ること、購買時の消費者意識を高めるために燃費の良い車種を導入することである。また、LEEVの定義（3.3.1参照）についても考慮されるだろう。さらに、年間維持費の他、必要に応じてCO₂排出量と燃料消費量によって変動する自動車の税額をラベル表示することも検討される見通しである。

消費者への情報提供の他に、自動車の販売方法を新しい枠組みに適応させ、自動車の動的性能に対する注目の比重を減らしていくことも必要であろう。公平性を確保するためには、産業界の連携が必要である。自動車メーカーは、2007年中頃までに自動車の販売と広告に関するEU適正実施基準（code of good practice）の自主協定に署名するよう求められている。この取り組みは、持続可能な消費形態の推進を目的としている。

3.3.3. エコドライブ

一部の加盟国はすでに教育や啓蒙活動によってエコドライブ（環境に配慮した運転）を推進している。欧州委員会は様々なプロジェクト²⁹を通じてエコドライブの普及を支援しており、将来的には運転免許に関する指令³⁰を改正してエコドライブの基準を盛り込むことも検討している。しかしながら、エコドライブの推進はCO₂排出削減量の見通しが極めて不透明な下流部門における施策である。それでもなお、加盟諸国は、自動車の使用が気候変動に及ぼす影響についての意識を高める手段としてエコドライブのさらなる推進を求められている。

3.4. 長期的なビジョン

将来的には、現在の目標である120gCO₂/kmを超えたさらに野心的な目標を設定する可能性を模索することを視野に入れ、高度なCO₂排出削減技術の開発と実証に向けた研究開発がさらに進められるだろう。欧州道路輸送調査諮問委員会（European Road Transport Research Advisory Council : ERTRAC）が設置された目的は、全ての利害関係者の結集、共通ビジョンの構築、そして時機を逃さず組織的かつ効率的に研究資源を活用することにより、道路輸送と欧州の競争力に関わる課題に対処することである。ERTRACは、燃費の改善により2020年までに新車のCO₂排出を40%削減（平均排出量95gCO₂/kmに相当）することを研究目標³¹としている。欧州委員会は、この目標の達成に向けた研究を支援していく考えである。

²⁹ 参照：http://ec.europa.eu/energy/intelligent/projects/steer_en.htm

³⁰ 1991年7月29日に採択された運転免許に関する欧州理事会修正指令 91/439/EEC(OJ L 237, 24.8.1991)

³¹ 2004年に採択されたERTRACの戦略的行動計画を参照：<http://www.ertrac.org/publications.htm>

4. 結論

EUは、気候変動問題への取り組みに主導的な役割を担っており、石油の輸入依存と大気汚染を軽減しなければならない。2012年及びそれ以降の約束を果たすためには、全ての部門で温室効果ガス排出を削減しなければならない。

技術の進歩にも関わらず排出量が増加し続けている今、道路輸送部門に目を向けることがとりわけ重要となっている。供給側では、輸送システム（特に自動車）の性能を定期的に向上させる施策が必要である。また、需要側では、低燃費車への移行を奨励することが必要である。

持続可能な輸送形態を実現させるためにはより広範な取り組みが必要となるだろう。一方、新たに提案された戦略は軽量自動車のCO₂排出を削減する具体的な施策の概要に言及している。欧州委員会は、これらの施策をあらゆるレベルで順次実施し、平均排出量の少ない新車の普及を加速化させることを目指している。迅速な行動がなされなければ過去の努力に直ちに影響が及ぶだろう。さらには、欧州委員会が目指す120gCO₂/kmの達成とそれを越えたさらなる前進が脅かされ、或いはより一層のコストを強いられることになるだろう。

欧州委員会は、早ければ2007年中に、遅くとも2008年中頃までに軽量自動車のCO₂排出を削減するための法的枠組みを提案し、2012年までにEU全体で120gCO₂/kmを達成することを目指す。この提案に付随して詳細な影響評価書が作成される予定である。この影響評価書は、加盟諸国が課税対策など需要サイドの施策によって自動車メーカーの義務目標の遵守をどの程度まで促進することができるかを反映するものとなるだろう。

欧州委員会は2010年に進捗状況および上述の目標を越えたさらなる取り組みの可能性についてレビューを行う予定である。

出典：COMMUNICATION FROM THE COMMISSION TO THE COUNCIL AND THE EUROPEAN PARLIAMENT—Results of the review of the Community Strategy to reduce CO₂ emissions from passenger cars and light-commercial vehicles
http://eur-lex.europa.eu/LexUriServ/site/en/com/2007/com2007_0019en01.pdf

翻訳・編集：山本 かおり

【省エネルギー特集】省エネビル

伝統建築技法と近代科学の融合と発展を図る省エネ建築(インド)

ーインド・エネルギー・資源研究所(TERI)の新エネ・省エネ施設の事例ー

インド・エネルギー・資源研究所(The Energy and Resources Institute : エネルギー・環境分野等に関するインドの代表的研究機関。以下、**TERI**)が開発した、ビル向け省エネルギー技術やノウハウがインド全土の建物の1割程度に導入することができれば、インド全土の僻地に住む2千万世帯向けの電力を賄うと試算される。これは単なる期待値に過ぎないかもしれないが、より具体的な事例として、既成市街地に建てられた、宿泊施設が併設された広さ3,000m²の会議場の建設に、TERIの省エネルギー型設計手法を取り入れたことにより、電力消費のピークを280kWから96kWに低減したことなどが挙げられる。

自給自足で賄う陸の孤島

インドのFinancial Express紙がTERIの「**Resource-Efficient TERI Retreat for Environmental Awareness and Training** (首都デリーの南約30kmに位置する、Haryana州Gurgaonにある、TERIの幹部職員向けの複合型研修施設。敷地面積は約36ヘクタールで、建物の南側の居住区に個室24室と大部屋6室を有する他、北側に会議場、図書館などの施設を備える。以下、**RETREAT**)」についての記事を掲載した際、同紙はこの施設を「(新エネ・省エネ導入による)自給自足で賄う陸の孤島」と解説した。この建物には、施設の落成式でのVajpayee前首相の挨拶を引用するならば、「近代科学と伝統知識の融合」とでも言うべき、様々な新エネ・省エネ技術が組み込まれている。



RETREAT の南側：太陽熱温水器とソーラーチムニーが設置されているのが見える

RETREATで導入された技術には、ソーラーチムニー(注：建物上部に向かって煙突

状の空間を設け、空間が太陽光により熱せられて起こる温度差換気を利用して自然換気を促すシステム。局所的な温度上昇・多湿化、結露による部分浸食を防ぎ快適な室内環境の創出を可能とする)や地下通気孔、建材一体型太陽光発電システム(BIPV)、水リサイクル、薪・枯葉・小枝その他廃棄物を用いた木質バイオマスガス化炉などが含まれ、多大な省エネルギー効果を上げるとともに、環境に与える影響の低減も目指している。

この施設は同様の従来型設計の建物に比べて25%増の追加出費を要するが、熱電コストを40%～50%削減できるとされ、また年間約570トンの二酸化炭素排出削減が可能とされる。

以下、RETREATで導入された主な新エネ・省エネ技術について紹介する。

・**太陽熱温水器**：太陽熱温水器 24 個を連結させたアレイが居住棟の欄干の一部を形成している。このシステムにより日々最大 2 千リットルの湯水(65°C)を供給することが可能となる。冬場、日が短く、日射しも弱い場合には、9kW の電気コイルが加熱用バックアップシステムとして機能する。



屋根に設置された太陽光発電システム



太陽光発電ポンプによる井戸水汲み上げ

・**建材一体型太陽光発電システム**：施設の屋根には、建材一体型太陽光発電システムが設置されており、太陽電池パネルで捉えた太陽エネルギーを蓄電池に蓄え、夜間の主要電力供給源となっている。システムは、1 枚1.1m×1.2mの太陽電池パネルを貼り合わせ、建物の屋根の一部を構成する構造となっている。太陽光発電システムのピーク出力は10.7kWで、現在、システム全体の発電能力は普通の晴れの日で55kWh/日となっている。太陽光発電で生じた電力は容量900AH/240Vの蓄電池に蓄えられる。

一方で、建物の周囲で使用する照明の大部分及び井戸水汲み上げのための水ポンプは、分散型太陽光発電により賄われている。各照明灯には、小型(寸法約 1m×0.5m)の太陽電池パネルが取り付けられており、自律発電が可能な太陽光発電ユニットとなっている。

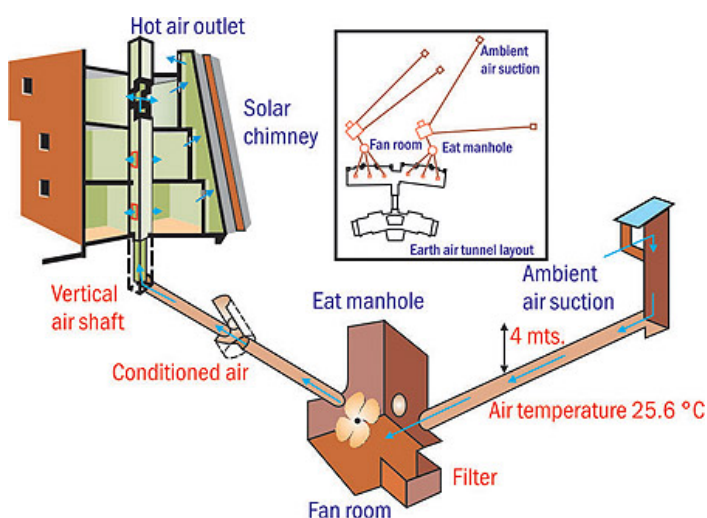
・**木質バイオマスガス化炉**：施設の日中の電力供給は、薪、枯葉、小枝、及び収穫後に畑に残った切り株など様々なバイオマス資源を細かく碎いて固形燃料やブリケット

として使用する、木質バイオマスガス化炉で作られた発生炉ガス(一酸化炭素、水素、窒素からなるコークスガス)を燃料とする 50kW ガスタービンにより賄われる。木質バイオマスガスの使用に合わせて発電機を改造するにより、ディーゼル燃料の使用比率を木質バイオマスガス導入以前の 30%に押さえることができた。このシステムでの電力発電 1kWh には通常バイオマス 1kg とディーゼル油 90ml が必要とされる。

バイオマス発電システムの蓄電池は上記太陽光発電システムと兼用で、太陽光発電とバイオマス発電システムの両方の余剰電力が蓄えられ、制御システムが 2 つのソース間の調整を行う仕組みとなっている。この木質バイオマスガス化炉の寿命は 30 年で、蓄電池の寿命は 6 年とされる。



木質バイオマスガス化炉



地下通気孔による空調システムの仕組み

・**地下通気孔**：施設の周囲を取り囲む木々による日陰および、地下に張り巡らされた通気孔により、地下の低温空気を施設の居住区内(建物の南側ブロック)を循環させることにより、断熱効果が生じ、結果として施設内の温度を一年中ほぼ均一(冬20℃、夏28℃、モンスーン期30℃:年間平均で約22～26℃)に保つ働きをする。システムは、施設の敷地の地表から約4m地下の温度を測定したところ、1年を通じて首都デリーの年間平均気温26℃とほぼ同じであったことから、このデータを基に、施設の地下4mに掘られた各々長さ70m×直径70cmの4本のトンネルにより構成されている。

一方で、地下から冷却空気を上げて、住居内を循環させる必要がある。南側ブロックの各室には、ソーラーチムニー(p21参照)が通じており、空間が太陽光により熱せられて気流が生じ、高温空気が上昇し、温風となってチムニー上部から外部へ抜けていく。システムは高温空気の抜けた後、各々2馬力の送風機4台により、地下トンネル内の冷却空気をチムニー内に送り込んで室内を涼しくする仕組みになっている。冬場は、同じ原理を逆に応用し、トンネル内から、高温空気を供給する。しかしながら、この地下通気孔システムでは、インドの多湿な夏におこる季節風(モンスーン)の時期に、空気の湿度を取り除くことができず、空調効果が上がらないため、室内の快適さを保

つ必要性から、1年の内の高温多湿のこの時期だけ稼働させる空冷装置を設置・使用している。

・**昼間照明**：特殊設計による天窓、省エネ型照明機器、および電力消費を計測・制御する精巧な照明システムが施設中に明かりを供給する。施設の会議室は意図的に設置された天窓から日の光が眩いばかりに降り注ぐ構造になっている。また電灯は、通常の白熱灯と同じ明るさながら、1/4の消費電力で済む、小型の蛍光灯を採用している。更に中央制御システムが、日中、自然採光だけで業務に必要とされる照明レベルを保てると判断した場合、自動的に施設内の電灯を落とす仕組みになっている。居住区では、照明の意図された場所への設置および特殊設計による角度の調節機能により、デスクでの勉強およびベッドでの読書の両方の用途での使用が可能になる。結果として、施設全体の照明を10kW以下で賄うことができ、同様の従来型設計の建物での消費電力のピーク28kW近くに比べ、大幅な省エネを実現できた。



生物フィルタとして機能する廃水処理用のアシの苗床

・**廃水リサイクル**：世界保健機関(WHO)によれば、人が健康な生活を送るには、飲料、冷却、調理、洗濯などを含めて、1人1日あたり135リットルの水が必要とのことである。RETREATにおいてはこの数値はクリアできているものの、施設での水資源のより有効な活用と循環を図るため、効率的な水洗システム、出水を定量に調節するエア式の蛇口、集中配置された洗濯機などの、基本的な工夫の他、雨水の回収・貯水、および灌漑用の廃水リサイクルに斬新な処理技術を導入している。廃水は、ろ過能力があるヨシ(Phragmites:イネ科植物)の苗床を利用して、水を漉して再利用する、「根域」技術を用いてリサイクルされる。この技術により、施設内の各手洗いおよび台所からの廃水を日々5000リットル(5m³)ろ過することが可能で、回収された水は、灌漑に使用される。

廃水はまず、貯水タンクに蓄えられ、そこで汚泥を下部に沈殿させる。廃水に含まれる物質の一部がこの工程で、細菌により分解される。水はその後、ヨシの根が張り巡らされた土の層を透り抜け、ろ過される。ヨシはろ過作用を活用するために施設内に植えられたもので、水に浸かった土によく適応して根を張る性質を持ち、土はヨシ

を支え、固定する土台の役割を果たしている。ヨシの根は、廃水から有毒物質の多くを吸収・除去することにより、生物フィルタとも呼べる役割を果たしている。この細菌とヨシの組み合わせを用いた廃水処理により、非常に汚れた廃水も清浄な水に水質変換され、灌漑や、シャワー室での使用も可能となる。



RETREAT の北側：会議室棟

施設の周囲でおきるあらゆる現象は常時モニタリングされ、科学データとして自動記録装置に送られ、ファイルされるシステムとなっている。例えば、施設の外の気温、日射量、湿度は瞬時に測定され、同時に施設内の同じ要因とどのように結びついているかについても測定がなされ、更に施設のあらゆる場所での電力消費量や発電量、配管内の熱水温度なども自動的に把握できる仕組みになっている。この施設には、すでに莫大な量の科学データが蓄積されており、更に多くの実験を通じて、世界中の同型の施設の設計に影響を与えることができると考えられている。

成功事例としてノウハウを各地へ普及

RETREAT はサステナブル(持続可能)住宅が、単に環境調和的に有効であるだけでなく、商業的に優れていることを証明するに十分な事例となっている。そして今や、単一のビルから複合ビルに至る様々な建設プロジェクトに対して TERI の意見が求められている。TERI が参加した公共施設などの建設プロジェクトの一部は以下の通り；

- ・ West Bengal Pollution Control Board (オフィスビル)
- ・ Indian Institute of Technology, Kanpur (生物科学部の建物)
- ・ National Thermal Power Corporation (Simhadri, Koldam のオフィスビル)
- ・ Manipur State Technology Council, Imphal
- ・ Bangalore International Airport (国際空港)

Hyderabad の Green Business Centre の建設プロジェクトに際して、TERI はエネルギーコンサルタントとして参加し、この建物の性能の高さ及び持続可能性のレベルにより、米国の非営利団体 U.S. Green Building Council の与える国家認定評価基準である、“Leadership in Energy and Environmental Design (LEED) Green Building Rating System” における最高ランクの評価を受けた。建設プロジェクトにおける TERI の所轄は最適な建物の外面およびシステム調節による最高のエネルギー効率を確保することにあつたが、その後、ITC Ltd 社(Gurgaon の Center for Corporate

Excellence の建設計画)と North Delhi Power Limited 社の 2 件の建設プロジェクトでも同様に LEED の最高ランク評価を受ける期待が高まっている。

また、TERI はインドの国情に則して建設される環境調和型建築のための評価基準システムの策定を委託されており、2005 年前半までの立ち上げを目指している。

省エネとは即ち電力を生むこと

「建築における太陽光の間接利用」とも呼べる、適切な建物の配置・断熱・日陰の確保といった、建物の構造そのものが持つ特徴を活かした建設手法は、10%の省エネを可能とし、昼間の自然採光、制御システム、省エネ照明により、更に 25%の省エネを可能ならしめる。

TERI の実施した、インドの高級ホテル 18 軒を対象とした調査の結果、省エネ対策により電力料金を 15%～20%程度抑えることができることが分かった。

技術の導入普及と得られる利益

TERIは単一、集合、新旧を問わず、あるいは建設計画中でさえあっても、あらゆる建物について、上記で紹介した技術と同様の手法を用いて、エネルギー効率向上に関する斬新な解決法を提供することができる。

TERIの計算によれば、インドで省エネビルは1㎡あたり29,500ルピー（約94,000円）と、非省エネビルの19,000ルピー（約60,000）に比べてかなり割高の設備投資を要するとされるが、エネルギー節約には多大な効果が期待できる。これは例えば、寿命予測30年の床面積10,000㎡のホテル施設を例にとると、省エネビルのエネルギー消費は、非省エネビルの500 kWh/㎡に比べ、300 kWh/㎡のエネルギー消費で済むことになる。これを、電力料金6ルピー/kWh（約19円/kWh）および割引率10%の仮定の元で計算すると、現在価値換算で810万ルピー（約2,600万円）プラス（つまり節約）になる。

翻訳・編集：情報・システム部 平野丈太郎

<出典>

インド・エネルギー・資源研究所(TERI) ホームページ：

Courtesy of The Energy and Resources Institute (TERI), Republic of India

http://www.teriin.org/events_inside.php?id=17621

・Energy-efficient buildings harnessing traditional architecture and modern science

http://www.teriin.org/tech_EEbuilding.php

・A model sustainable habitat based on new and clean technologies

http://www.teriin.org/case_inside.php?id=17087

(Copyright 2007 The Energy and Resources Institute, India

All rights reserved. Used with Permission.)

【省エネルギー特集】 省エネビル

省エネ建物による気候変動への取り組み（世界）

ドキュメント「BUILDING AND CLIMATE CHANGE Status, Challenges and Opportunities（2007年発行）」は、国連環境計画¹の「地球に優しい建物と建設イニシアティブ」の活動の中で作成されたものであり、欧州連合のアジアプロエコプログラム²からの資金提供を受けている。

ここでは、その中から、省エネ建物の概念に関する部分を抄訳する。

目次
エネルギー効率モデル
1. 低エネルギービルディング
2. ゼロ・エネルギービルディング
3. パッシブハウス
4. エネルギー・プラスビルディング
5. エコ・シティ

エネルギー効率モデル

建物のエネルギー効率を高めるための方法は、技術レベルの低いものから高いものまで様々である。ここでは、建物のエネルギー効率改善に役立つ低エネルギービルディング、ゼロ・エネルギービルディング、パッシブハウス、エネルギー・プラスビルディング、エコ・シティを紹介する。

1. 低エネルギービルディング

北米と欧州では、低エネルギービルディングの実用化に向けた研究開発に多くの労力が投入されている。モデル建物による理論テストが行われており、その結果の多くは試行錯誤法に基づいて導き出されている。現在、低エネルギービルディングは二つの手法に分類されている。一つは50%の理論に基づく手法であり、もう一つは0%の理論に基づく手法（後述のゼロ・エネルギービルディングまたはパッシブハウス）である。パーセンテージの数字は、現行の建築法規に従って建てられた標準的な建物と比較したエネルギー消費量を示す。50%の理論に基づいて建てられた建物は、標準的な建物の半分の熱エネルギーしか消費しない。その多くは、一般的な手法によって建てられた伝統的な建物である。エネルギー消費量の削減は、断熱材の使用増加、高性能の窓、気密性の高い構造細部、熱回収換気システム等によってもたらされる。IEA（国際エネルギー機関）の「太陽冷暖房プログラム」³では、低エネルギービルディン

¹ <http://www.unep.org/>

² 環境政策、技術、慣例の交換を通してアジアの経済分野における環境パフォーマンスを改善し、欧州連合加盟諸国と南アジア、東南アジア、中国間の持続可能な投資や貿易を促進する為のプログラムである。

³ Solar Heating and Cooling programme, 参照：<http://www.iea-shc.org/>

グの建設と評価が行われた。建物が設置されたのは、米国アリゾナ州、米国グランドキャニオン(カリフォルニア州)、ベルギー、カナダ(ブランプトン、ウォータールー)、デンマーク、フィンランド、ドイツ(ベルリン、ロットワイル)、イタリア、日本、オランダ、ノルウェー、スウェーデンおよびスイスである。残念ながら、アフリカと南米には設置されていない。これらのモデル建物に使用されている手法と技術は次頁の表を参照されたい。以下はこのプロジェクトから得られた結論である。

- ・ 快適な温度と良好な室内空気質を維持し、尚かつ環境への影響が少ない低エネルギービルディングを設計することは可能である。評価が行われた建物の平均的なエネルギー消費量は、一般的な住居用建物と比べて 60%少ないことが分かった。
- ・ エネルギー総消費量の国による差違はそれほど大きくない。その理由の一つは、建築基準はそれぞれの国の気候に合わせて決められているが、給湯、照明および電化製品のエネルギー消費量は気候と比較的無関係な点にある。一般的に、断熱材の使用量は温暖な国では少なく、寒冷な国では多くなる。したがって、平方メートルあたりのエネルギー消費量は、気候の違いから予想されるほど大きく異なることはない。
- ・ 正確な評価をするためには、暖房または給湯のみに焦点を当てるのではなく、エネルギー消費量全体を考慮することが必要である。また、暖房と冷房を両方考慮することも重要である。一部の国々では、一つの季節だけに重点を置くと他の季節に問題が生じることが明らかになった。さらに、多くの場合、冷房負荷の低減は暖房負荷の低減よりも難しいことが分かった。
- ・ 建物は一つのシステムとして機能する。使用される様々な技術は全体の構成に不可欠な部分をなしている。それぞれの技術をどのような順序で設計に取り込むかが極めて重要である。大まかに言うと、次の順序で省エネ対策を検討すれば最大限の経済性を得ることができる。すなわち、第一に省エネ技術、第二にパッシブ・ソーラー、第三にアクティブ・ソーラーである。ほとんどの場合、これらの技術の全てが利用されており、複合システムとして利用されていることも多い。したがって、特定の技術を開発するよりも建物全体を視野に入れて開発を行う方が賢明である。
- ・ パッシブ・ソーラーで得られるエネルギーは暖房に大きく貢献する。このシステムは全ての気候条件で利用でき、日光を適切に遮断すれば暖めすぎることもない。換気システムの排気を利用した熱回収は、低エネルギービルディングで広く行われている。
- ・ 革新的な建築手法を新たに開発するためには、学際的な設計チームが必要である。エネルギー面は設計の初期段階から検討すべきであり、建築士とエンジニアが最初の段階から協力して取り組むことが重要である。この点で「総合設計プロセス (Integrated Design Process)」と「総合設計ソリューション (Integrated Design Solution)」の概念は重要であり、現在急速に広まっている⁴。最近、このテーマは建築研究国際協議会(CIB⁵)の優先課題になった。

⁴ Harvey, L.D.D. 2006. A Handbook on Low-Energy Buildings and District Energy Systems: Fundamentals, Techniques, and Examples. London, James and James.

⁵ International Council for Research and Innovation in Building and Construction : 建築研究国際協議会 (<http://www.cibworld.nl/website/>)



表 IEA “Task13” で使用された手法と技術

(注記): B=ベルギー、CDN-B=カナダ (ブランプトン)、CDN-W=カナダ (ウォータールー)、DK=デンマーク、FIN=フィンランド、D-R=ドイツ (ロットワイル)、D-B=ドイツ (ベルリン)、I=イタリア、J=日本、NL=オランダ、N=ノルウェー、S=スウェーデン、CH=スイス、US-GC=米国カリフォルニア州 (グランドキャニオン)、US-A=米国アリゾナ州、

(左項目名) Super insulation: 高断熱材、High-performance windows: 高性能窓、Transparent insulation: 透明断熱材、Ventilation heat recovery systems: 熱回収換気システム、Ground couple heat exchangers: 大地結合型熱交換器、Sunspaces: サンルーム、Thermal Storage: 蓄熱、Active Solar water systems: アクティブソーラーウォーターシステム、Photovoltaic systems: 太陽電池システム、Integrated mechanical system: 総合機械システム、Home automation systems: ホームオートメーションシステム、Energy-efficient lights&appliances: 省エネ照明・電気機器

- 低エネルギービルディングでは建築士の教育と現場の管理が特に重要である。低エネルギービルディングのエネルギー消費量は、従来の建物と比べて建築方法や利用者の行動の影響を強く受ける。例えば、断熱材を多く使用した建物では、気密性を高めることや熱の逃げ道を防ぐことが従来の建物よりも遙かに重要となる。また、低エネルギービルディングにはより多くの設備が取り付けられるため、導管の密閉性がより重要である⁶。

2. ゼロ・エネルギービルディング

ゼロ・エネルギービルディングとは、年間のエネルギー消費量とエネルギー生産量が同じ建物である。この方法は、環境に配慮した建築を行う上で最も難しい課題の一

⁶ IEA 1997

つを解決するものであり、最新の省エネ技術と太陽熱や風力などの再生可能エネルギーシステムを必要とする。「ゼロ・エネルギー」は、現場の再生可能エネルギー源から得られるエネルギーと建物の消費エネルギーが等しいことを意味する。この方法は、建物が環境に与える影響を最小限にし、室内の快適性を減じることもない。先進国ではゼロ・エネルギービルディングの需要が高まっている。これらは、地球温暖化を始めとした環境問題の解決策として期待されている。また、この方法は化石燃料の輸入依存といった経済的な脆弱性への対応策にもなる。エネルギーはその場でバッテリー貯蔵または蓄熱することができる。一部の建物は夏に、より多くのエネルギーを生産し、冬に、より多くのエネルギーを消費するが、ネット・メータリング (net metering)⁷によって余剰電力を配電網に売り戻すことができ、年間を通して見るとエネルギー総消費量はゼロ或いはそれ以下になる。個々の建物では、幾つかのマイクロ発電技術を利用して建物に熱と電気を供給することができる。具体的には、太陽電池、小型風力タービン、バイオ燃料、地熱ヒートポンプ、太陽集熱器、太陽光発電とマイクロ発電を組み合わせた暖房用の熱電併給設備などが含まれる。通常、ゼロ・エネルギービルディングは需要の変動に対応できるように電力系統に接続されている。一方、ゼロ・エネルギービルディングの中には電力系統に全く接続されず独立して機能するものもある。エネルギー消費量がゼロに近い建物は、「準ゼロ・エネルギービルディング」または「超低エネルギービルディング」と呼ぶことができるだろう。余剰エネルギーを生み出す建物は、エネルギー・プラスビルディングとして知られている。

ゼロ・エネルギーのオフィス：“PTM ZEO” ビルディング

マレーシアエネルギーセンター (Pusat Tenaga Malaysia : PTM) の本部は、東南アジアで初めてのゼロ・エネルギー・オフィスビルディング (zero-energy office : ZEO) である。その目的は、マレーシアの建築部門がより持続可能な手法を取り入れていくための土台を築くことである。また、もう一つの目的は、エネルギー消費を年間 50kWh/m² まで削減し、再生可能エネルギーを利用して建物全体のエネルギー収支をゼロにする可能性を実証することである。これは極めて効率的なエネルギーの使い方である。マレーシアの「建築物のエネルギー指標に関するガイドライン」によると、省エネビルディング (Energy Efficient : EE) に分類される建物の上限となる指標は 135kWh/m² である。

“PTM ZEO” は、マレーシアの建築産業が持続可能な建築技術を開発する上で模範的な役割を果たしている。また、高温多湿の土地に、持続可能な建物を普及させるための国際的な連携を促進することも期待される。

⁷ 自家発電設備を持つ消費者が自身の使用する電力量を超えて発電したとき、その余剰電力を電力会社に供給し、消費者が電力会社から購入した電力と相殺するプログラム。
出典：外国の立法 225 (2005. 8)

3. パッシブハウス

パッシブハウスは、冷暖房システムを使わずに快適な室内環境を保つことのできる建物である（図 1）。建物自体が暖房と冷房の働きをすることから「パッシブ（受動的な）」という名前がつけられている。また、これらの建物をゼロ・エネルギーハウスと呼んでいる地域もある。欧州では、暖房の年間エネルギー消費量を 15kWh/m^2 以下にすることがパッシブハウスの建築条件とされており、電力などその他の目的に使用するエネルギーの増加によって達成されたものは認められない。欧州北部（緯度 60 度以上）では、暖房の年間エネルギー消費量がおおよそ 30kWh/m^2 に制限されている。また、欧州ではパッシブハウスの居住エリアで使用される暖房、給湯および家電機器のエネルギー総量が 120kWh/m^2 を超えてはならないとされている。これを出発点として、追加的に発生する全てのエネルギー消費が再生可能エネルギー源で賄われるようになるかもしれない。パッシブハウス一棟のエネルギー総消費量は、欧州の平均的な新築住宅が電力と給湯に要するエネルギーよりも少ない計算になる。結果的に、パッシブハウス一棟で消費されるエネルギーの合計は、国のエネルギー基準に沿った平均的な新築建物で消費されるエネルギーの 4 分の 1 以下となる（図 2）。パッシブハウスは、資本コストの合計（設計と設備設置を含む建築費に 30 年間の維持費を加えたもの）が平均的な新築建物にかかる資本コストの合計を超えない場合に費用対効果を得ることができる。



図 1 フィンランドにあるパッシブシステムを取り入れた集合住宅

Photo: Mikko Saari, VTT.

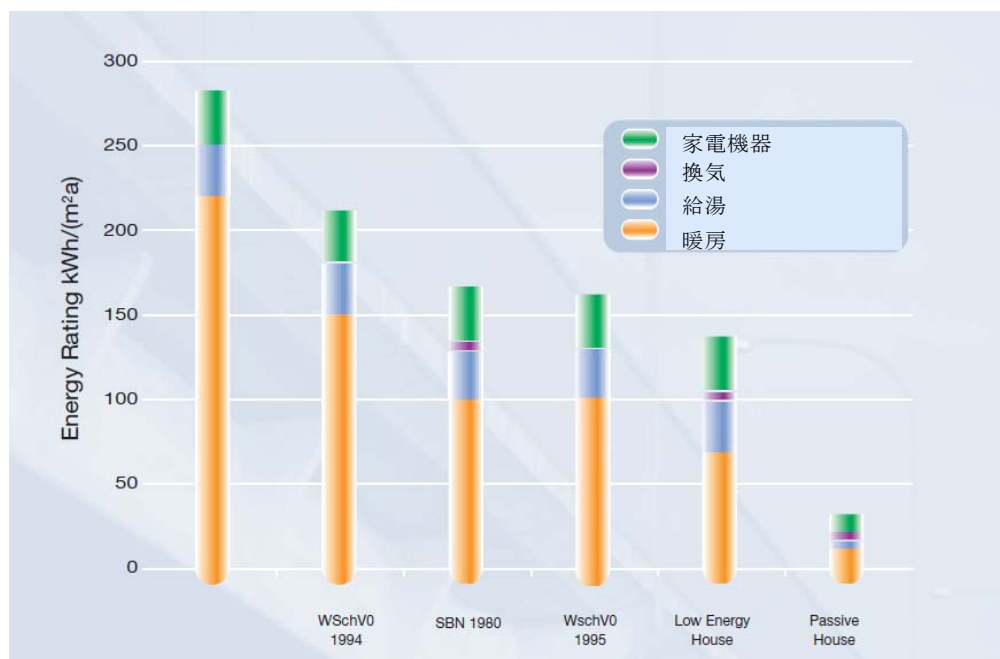


図2 住宅の消費エネルギーの比較評価

注記：WSchVO=German Heat Protection Regulation, SBN=Swedish Construction Standard

出典：Passive House Institute 2006

4. エネルギー・プラスビルディング

パッシブな建築技術はすでに実証されており、実用化が進められている（特にドイツでは実用化が進んでいる）。このため、幾つかの試験プロジェクトは年間のエネルギー生産量が消費量を上回るエネルギー・プラスビルディングに取り組んでいる。一般的に、太陽電池、太陽エネルギーを利用した冷暖房、断熱材の他、慎重な立地選定、建物の配置（向き）等によってエネルギーのプラスが生じる。

5. エコ・シティ

建物のエネルギー効率を良くするためには、周囲の環境条件、共同体の問題、輸送システム、労働・生活構造を含むエネルギー網全体を考慮しなければならない。エコ・シティは、EU 支援のプロジェクトによって開発された持続可能な都市のモデルである。以下はこのプロジェクトの目標である。

- ・ 自然と人間活動の調和を最大限に考慮する：景観、自然、農業、都市構造、地域性、文化、インフラ、地元経済
- ・ 精神衛生と共同体感情を最大限に考慮する：健康と娯楽、文化的アイデンティティ
- ・ 都市と地域間の物流を最適化する：水、エネルギー、食料（Gaffron 他、2005）

エコ・シティのエネルギー網を計画する際は、再生可能エネルギーを中心にエネルギー源の利用可能性を考慮しなければならない。また、最適なエネルギー網を構築するた

めにエネルギー網全体の機能性（生産、配送、消費および場合によっては貯蔵）を考慮する必要がある。エコ・シティの建物に使われるエネルギー網は次の要素を含む。

- ・ 低エネルギーハウス
- ・ 低温暖房システム
- ・ 低温熱供給システム
- ・ 再生可能エネルギー源の最大利用
- ・ 可能な限り建物に近い場所での熱生産
- ・ 発電は集中化可能

低温暖房システムは、再生可能エネルギーや廃熱を含む多くのエネルギー源を利用できることから推奨されている。これらは低エネルギーハウスにも上手く適合する。これは建物自体が暖房に多くの電力を必要としないからである。建物に低温暖房システムを導入する場合、熱供給システム全体を低温用（45～70℃）に設計することが可能である。これにより、エネルギー網全体に好影響がもたらされる。例えば、地域暖房網のリターンフローを利用する場合、CHP（熱電併給）プラントに与える影響は次のとおりである。

- ・ 配電損失の低減
- ・ 発電比率の上昇
- ・ 発電プラントの効率改善

出典：BUILDINGS AND CLIMATE CHANGE－Status, Challenges and Opportunities
http://www.unep.org/pc/sbc/documents/Buildings_and_climate_change.pdf
Copyright © United Nations Environment Programme, 2007

編集：NEDO 情報・システム部、翻訳：山本 かおり

【省エネルギー特集】**省エネビル**

中国の将来のための環境ビル

－ 米パークレー研究所の中国省エネルギー建物協力 －

夏季オリンピックが 2008 年に北京で開催される。すべてがうまくいけば、ビジターは、この国際イベントのために特に建築された新しい**環境を配慮した五輪スポーツ選手センター**が見られるだろう。最先端技術の環境に優しいこの建物は、現在、ローレンスパークレー国立研究所環境エネルギー技術部門(EETD)のジョー・ホアンの率いる米国省エネルギー建築専門家グループの技術的助言により計画されている。

北京オリンピック村の省エネルギービルディング

中国オリンピック委員会は、効率的な暖房、換気および空気調和(HVAC : efficient Heating, Ventilation, and Air Conditioning)システムのような先進技術、電灯の使用を減らす採光、太陽熱の入射を減らす内・外部の日除けと省エネルギー窓、さらに建物が必要とする電力の一部を発電するための太陽電池パネルを組み込んで、ほとんど**ゼロ・エネルギー消費のビルディング**を建設する予定である。

世界第 2 位の経済大国で米国に次ぐエネルギー消費国として、中国が省エネルギーに関心を持つ十分な理由がある。中国の急速な経済成長にエネルギーをもたらす電力のほとんどは、石炭火力発電所によって発電されている。まもなく、中国は温室効果ガス排出量で米国を追い越すであろう。

しかし、中国は、1980 年代にさかのぼると、省エネルギーの向上に成功した記録を持っている。省エネルギー建物の設計と技術に関する米国と中国の間の継続的な協力は、両国家の経済的利益と共に、温室効果ガス排出削減のために多くの可能性を持っており、オリンピック大会で中国は世界へその結果を披露する。中国が世界に見てほしいことの一つは、環境を向上し、気候変動と戦い、そして環境に優しい省エネルギー原理を考慮した設計をすることに対する中国の関与である。

成功を築くための基礎

ジョー・ホアンの北京オリンピックへの道は 1985 年に始まった。その時、彼は中国北部の都市ハルビンで 4 ヶ月を過ごし、建物シミュレーション計算機プログラム(DOE-2)の使用法を教えていた。ホアンは、省エネルギー建物を向上させるために、DOE-2 と "EnergyPlus" ソフトウェアの使用にかなりの経験を持っている。

サンフランシスコのエネルギー財団支援の建物エネルギー基準開発の取り組みで、

1990 年代の終わりに、ホアンは中国建設省へ技術的助言の提供を開始した。彼の最初のミッションは、中国中央部全域を含む地域の「夏暑く、寒い冬」気候ゾーン(HSCW)での、省エネルギー住宅の建築基準を開発するために、中国アカデミー建築研究(CABR : China Academy of Building Research)のメンバーと共に仕事をするのであった。

中国の住宅建設は、この数十年間急速に増加し続けている。この中国の新しい住宅建設の急速な成長が、1980 年代の省エネルギー建築基準の開発を開始するように建設省に促した。米国の科学者との協力は、より高度な建築科学を中国の省エネルギー建築基準開発プロセスへもたらすことを可能にした。HSCW 基準の目標は、従来の建物と比較して暖房や冷房のエネルギー消費を 50%削減することだった(従来の建物は通常は断熱材やエネルギー効率の良い窓を持っていなかった)。

ホアンは、DOE-2 コンピュータプログラムを使用するトレーニングと支援を行った。建物の冷房エネルギー使用に関する初めての省エネルギー戦略の効果分析を、CABR のラング・シーウェイとリン・ハイインによって率いられた基準編成委員会に可能とさせた。建設省は 2001 年の終わりにこの HSCW 住宅基準を採用した。

その後、中国南部の大部分を含む「暑い夏、暖かい冬」(HSWW)気候ゾーンの住宅のための基準を開発するために、ホアンは彼の中国のパートナーと作業を行った。建設省は 2003 年 5 月にこの基準を承認した。それは、建物の冷房エネルギー効率を 50% 向上させることに注目している。HSCW と HSWW 基準の両方は、規定機能と同様に性能向上機能を含んでいる、その意味は、建築業者が目的に適合する様々な技術および設計法を使用することを可能とする。

これは、米国全域での建築基準に共通した同様なアプローチである。実際に、米国の基準の科学的根拠は同じ専門技術に基づいている。バークレー研究所 EETD の研究者たちは、DOE-2 を使用して、カリフォルニア州のタイトル 24 建築基準、および米国中の多くの区域で採用されている建物エネルギー消費の ASHRAE 90.1 基準の開発を支援している。

北京の省エネルギー環境設計リーダーシップの道

ホアンの建築基準の研究は、もう一方で、北京の省エネルギーオフィスビル設計という野心的な仕事と密接な関係があった。目標は、環境への優しさと省エネルギーを確認して、高い LEED 定格(Leadership in Energy and Environmental Design : 省エネルギー環境設計リーダーシップ)を得ることが可能な建物であった。LEED は、持続可能目標を達成する建物の環境実績と性能を評価するために、米国グリーン建築審議会によって開発された任意の格付制度である。

アジェンダ 21(Agenda 21)、省エネルギー実証オフィスビルは、中国科学技術省

(MOST)と米国エネルギー省の共同取り組みである。このプロジェクトは1998年に始まり2004年に完了した。基本計画の主任技術顧問であったホアンは、コンピューターシミュレーションを使用して、20項目の省エネルギー手段を識別し、2000年の終わりに実行可能性の検討を完了した。

アジェンダ 21 省エネルギー実証オフィスビル

中国の温室効果ガス軽減プログラムに責任を負う特殊法人組織の中国アジェンダ 21 管理センター(ACCA21)本部の計画である、アジェンダ 21 ビルは、首都の2番目の大きな緑地であるユウユエンタン公園を見下ろして、北京のダウンタウン西部に位置している。最終的に、ACCA21は、MOST 科学技術促進センターと共に、同ビルの主要クライアントとして2階を占領している。

「計画は、中国の至る所で広く複製が可能であると判断される、効率的材料、空気調和システム、コントロールおよび設計原理で設計することだった。建物配置の調査は、採光の潜在能力を最大限にする十字形の建物設計を選択させた。しかし、太陽からの利益をよりよく制御するために、北と南の外面に窓が置かれた」とホアンは述べた。

米国解析チームは、DOE 再生可能エネルギー研究所のホアンとロン・ジュドコフにより率いられている。ジュドコフはエネルギー消費をモデル化するために建物設計の逐次反復計算に DOE-2 を使用する。北京都市計画設計研究所の先導建築家ガオ・リンによって率えられる中国設計チームに対する、ホアン達の提案は、標準的規格と比較して建物のエネルギー消費を40%低下させることを目標とした。その特徴は、効率的な照明、低放射率の窓、明るい色の壁と天井、省エネルギーの冷却器、蓄熱および二段式スイッチなどを含んで、居住者が日中に電気照明を減らすことを可能にしている。

2000年には、天然資源保護協議会のロブ・ワトソンが、米国の企業を、中国の相手方への追加費用なしで、技術や機器のボランティアにより、この実証ビルディングに参加させる取り組みの先頭に立った。

起工は2002年2月に行われた。ホアンとワトソンは、2003年中頃の北京の不意をついた SARS 流行によって一時中断されたが、米国のメーカーおよびサプライヤならびに建築家チームおよび建築主と、契約と建設の長いプロセス全体にわたって作業を継続した。9階建て13,000平方メートルの建物が2004年春に完成した。

「建物の管理人ヤン・グオクシンによれば、建物の実際のエネルギー消費量は、北京の典型的なオフィスビルのエネルギー消費量の半分以下と測定され、コンピューターシミュレーションを完全に確認した」とホアンは述べる。アジェンダ 21 ビルの測定されたエネルギー消費は、ASHRAE 基準より省エネルギーであっただけでなく、シミ

ュレーション予測よりもさらに効率的であった。

米国エネルギー省、中国政府省庁および企業は、現在、完成した建物の 2 階を、ソフトウェアトレーニングや米国からの講演を含む、省エネ技術や教育プログラムの表示と共に、建物省エネルギー技術センターにすることを検討中である。

2005 年には、ホアンとスーは、LEED 解析の実施で天然資源保護協議会に協力した。LEED は、再生可能な用地開発、水の節約、省エネルギー、材料選定および屋内環境基準を強調している。最初の測定は、同様な設備をされた北京のオフィスビルと比較して、この実証ビルは単位床面積当たりのエネルギー消費が 60%少なく、居住者あたりの水の消費が 50%少ないことを示した。2005 年には、アジェンダ 21 ビルが、中国の建物で初めての LEED ゴールド資格を獲得した。

ホアンはもう一つの理由でこの建物を誇りにしている。米国グリーン建築審議会がこの省エネルギー設計を賞賛する唯一の組織ではなかった。2004 年には、中国建設省がアジェンダ 21 ビルにその最優秀である中国グリーン建物最高賞を与えた。

「この名誉は全く予期していなかった。またそれが異なる省からやってきた。そこにはエコひいきは無いにちがいない」とホアンは述べ、「エネルギー消費の継続モニタリングでは、この建物は私が期待したより性能が良いように見える」と付け加えた。この建物の管理人は非常に喜んで、グリーン建物と省エネルギー建築設計に関して、中国の最も熱烈な支持者になった。とホアンは述べる

ゲーム開始

北京の市議会がオリンピックにエネルギー供給するためのクリーンエネルギー源について議論するために、米国、ドイツおよび日本の代表と国際シンポジウムを開催した時の 2002 年に、ホアンの五輪選手村プロジェクトへの関与がスタートした。その後、環境保護、輸送、情報技術、水およびグリーン建物のようなトピックに注目する 10 件の米国-中国共同作業委員会が立ち上がった。2 つのグループが、オリンピックのグリーン格付制度の開発と省エネルギー実証建物の提案に責任を負った。

DOE 政策国際局は、北京科学技術委員会との話し合いで、2004 年に可能な共同作業を識別した。国際レセプションセンターを含んだオリンピック選手村開発の共同研究に合意した、とホアンは語る。

DOE は、できるだけ省エネルギーで環境を配慮した建物の設計情報を提供できる米国の専門家を集めることを申し出た。グアオ地域開発会社が五輪選手村を構築するために選ばれ、国際建築家グループの助言の後に、設計を行うために地域の設計会社チ

アンホン グループに委任した。

五輪選手村は中国の省エネルギー取り組みを披露

オリンピック大会中、3,000 平方メートルの建物がスポーツ選手のためのレセプションセンターと集会場所になる。大会終了後、スポーツ選手村は高級アパート開発になり、レセプションセンターは幼稚園になる。現在、中国では、建物の開発と所有は、極度に民有化されている。そして、オリンピック大会も例外ではない。グアオは五輪選手村の開発を継続し、最終的にはアパート・ユニットをすべて売るか貸すつもりである。

清華大学建築工学部は、季節蓄熱システムのみならず地熱ヒートポンプ、床暖房、および有効に太陽を使った乾燥冷房を組合せる革新的な HVAC システムを提案した。ホアンに加わる、他のプロジェクト・アドバイザーは、EETD ピッツバーグからのボン・スーと建築家ボブ・コベットである。彼らはグリーン建物(特に学校)の設計で 20 年を超える経験を持っている。

建物構造と HVAC システムが省エネルギーのために最適化され環境に配慮していることを確実にするために、アドバイザーは設計チームと協力する。2006 年 12 月に、清華大学によって提案された HVAC システムを評価するために、ホアンは地域の主要な建築家およびエンジニアとバークレー研究所で設計ワークショップを開催した。その後、建物と HVAC システムの提案を提供するために、彼はコベットと北京へ旅立った。

ホアンとスーは、北京の設計チームに予測される建物の定量的な性能評価を示すために、建物とシステムの詳細なコンピューター・モデル化を行っている。ホアンは中国でグリーン建築技術の著名なスポークスマンになった。最近、環境維持開発世界ビジネス会議および国際エネルギー機関によって支援された、北京の国際省エネルギー建築フォーラムで、彼は、中国と先進経済は中国の新しい建物の省エネルギーを進めるために共に働く可能な方法を模索していると講演した。

追加情報：

バークレー研究所中国エネルギーグループ：<http://china.lbl.gov/>

バークレー研究所所長スティーヴ・チューの 2005 年の中国訪問：

<http://eetd.lbl.gov/newsletter/nl23/7china.html>

建物エネルギー消費解析の DOE-2 プログラム：<http://gundog.lbl.gov/dirsoft/d2whatis.html>

"EnergyPlus"建物エネルギーシミュレーションプログラム：http://gundog.lbl.gov/EP/ep_main.html

バークレー研究所と中国との省エネルギー協力：

<http://www.lbl.gov/Science-Articles/Archive/EETD-china-program1.html>

北京オリンピック委員会環境計画：<http://en.beijing2008.cn/80/67/column211716780.shtml>

"中国のエネルギー戦略の基準を選ぶ"：

<http://www.lbl.gov/Science-Articles/Archive/sabl/2005/September/03-China-report.html>

(出典：<http://www.lbl.gov/Science-Articles/Archive/sabl/2007/Apr/04-greenChina.html>)

【省エネルギー特集】省エネビル

米国立標準技術研究所の建築ソフトウェアは グリーン製品の助言を与える

保存と節約の両方に関心を持つ建築業者は、米国立標準技術研究所(NIST)の公表した**革新的なソフトウェアパッケージ**の最新版で利益を得ることができる。

NIST の**環境に優しいコスト効率の良い建築材料選択のソフトウェアツール BEES 4.0**の新バージョンは、200件を超える材料データを更新し、審査のために30件の新しい材料を加えた。さらに、このツールは、個々の建築材料の環境への影響を採点するために、ユーザーに多数意見の重みの新しい組み合わせの選択肢を提供する。

BEES 4.0(Building for Environmental and Economic Sustainability：環境的経済的に持続する建物)は、国際標準化機構(ISO)と ASTM インターナショナルによって別々に開発されたライフサイクルコスト評価技術で建築製品の環境的経済的性能の両方を測定する。

BEES ツールで、ユーザーは、例えば、その製品の環境的影響をどのような存在段階でも、つまり原料取得、製造、輸送、設置、使用およびリサイクルと廃棄物管理などの段階において確認することができる。

これらの各々の段階での製品の環境への悪影響は、以下の12のカテゴリーで与えられる、地球温暖化、酸性化、富栄養化、化石燃料枯渇、屋内空気品質、生息地変化、人間の健康、環境上の毒性、オゾン減少、スモッグ、大気汚染基準および取水。

建築製品メーカー、グリーン建物デザイナーおよび環境影響評価専門家のパネルによって開発された新しい多数意見の重み選択肢は、ユーザーに短期、中期、長期的な効果を考慮した環境影響を評価することを可能とする。

包括的な経済性能データは、初期投資、置換え、運転、維持修繕および廃棄のコストも同様に利用可能である。環境的経済的性能は、多重属性決定解析の ASTM 標準を使用して、総合性能基準へ組合せられる。

BEES ソフトの解析全体については、建築製品は、"UNIFORMAT II"として知られている建築部品の ASTM 標準分類に従って定義され分類されている。

BEES 4.0 ソフトは、製品のライフサイクル温室効果ガス排出を相殺するためにカー

ボンクレジットを購入することに合意するいくつかのメーカーからの敷物類も含み、多くの新しい非生物製品を含んでいる。

生物に基づくカーペット、屋根塗料、建物維持製品、および政府グリーン優先購入プログラムに適する推進役のような数々の製品は、国のグリーン建物推進へ建築業者の参加を増加させるであろう。

米国農務省チーフエコノミストエネルギー政策と新規用途局は、NIST の生物に基づく製品の BEES 研究を支援している。

BEES 4.0(ダウンロード無料)についてより詳細は：www.bfrl.nist.gov/oae/software/bees.html

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

【省エネルギー特集】 省エネルギー政策

カナダにおける省エネルギー対策への取組

＜連邦政府、エコエナジー・イニシアティブを導入＞

カナダでは、保守党のハーパー首相が就任以来、京都議定書の目標達成¹ に対し否定的な発言を繰り返してきた。野党を含めた世論の間では地球温暖化対策に対する議論が活発化、現在カナダ国内では最重要課題となっている。これら世論に後押しされる形で、連邦政府は 2007 年 1 月、再生可能燃料の利用とクリーンエネルギー利用を含め、より効率的なエネルギー利用を目的に**エコエナジー・イニシアティブ**² を発表した。

同イニシアティブは、次の 3 つのイニシアティブで構成される。

- a. エコエナジー・リニューアブル・イニシアティブ³ (以下、ERI)
 - ・再生可能燃料供給を目的として約 15 億 C ドル(カナダドル)を拠出
- b. エコエナジー・エフィシエンシー・イニシアティブ⁴ (以下、EEI)
 - ・家庭や小規模ビル等におけるエネルギー効率化を目的に約 3 億 C ドルを拠出
- c. エコエナジー・テクノロジー・イニシアティブ⁵ (以下、ETI)
 - ・クリーンエネルギー関連技術の実証、研究開発を目的に約 2.3 億 C ドルを拠出

総額約 20 億ドルによる同プロジェクトにより、4,000 メガワットの再生可能燃料の供給と 100 万台の乗用車に相当する排出ガスの削減が可能として国内外から注目を集めている。

＜消費者向けにも配慮したプログラム＞

これら 3 つのイニシアティブは 2007 年 04 月から発効される予定であるが、EEI はビジネス向けのみならず消費者向けにもエネルギー節約に対するガイドラインやプログラムが紹介されている点で興味深い。地球温暖化対策で中心的な役割を担うエネルギー効率局⁶ (以下、OEE) が、同イニシアティブを推進、情報提供、ワークショップ、コンサルティングに加え、財政支援を行っている。

同イニシアティブで中核をなすのは家屋に関するプログラム。カナダにおける新規

¹ カナダの目標は 2012 年までに温室効果ガスの排出量を 1990 年レベルより 6%削減すること。

² ecoENERGY Initiative

³ ecoENERGY Renewable Initiative

⁴ ecoENERGY Efficiency Initiative
http://www.nrcan.gc.ca/media/newsreleases/2007/200704a_e.htm

⁵ ecoENERGY Technology Initiative

⁶ The office of Energy Efficiency <http://oee.nrcan.gc.ca/english/>

着工住宅の割合は年1~2%であることから既存家屋への改築がエネルギー効率化には重要として力を注いでいる。エネルギー節約法に関する情報とともに4年間で2億2千万Cドルの補助金を支出、14万世帯に対しエネルギー効率の高い家屋への改築を促している。またOEEは補助金だけでなく制度面でもサポートする。低コスト、高エネルギー効率の建設や改築を促進するための認証制度として**R-2000**を導入、カナダ国内に幅広く浸透している。R-2000のトレーニングを受けた住宅業者は第三者機関によって認証され、同業者が建設・改築したR-2000家屋は基準をクリアしたものとして消費者に受け入れられている。約30%エネルギー効率が高いとされる家屋を選択する消費者は日増しに増えている。

住宅のみならず個人の乗用車に対するプログラムも存在する。燃料効率の良い運転方法や燃料効率が高い乗用車などが紹介されており、交通面からも環境面から考慮すべき点があげられている。

<更なる導入を図る ENERGY STAR®>

OEEプログラムには、消費者向けとビジネス向けが存在するが、両方の利用者に対して積極的に普及を図っているプログラムとして従来から利用されている**ENERGY STAR®**（エネルギー・スター）がある。ENERGY STAR®はカナダ国内のみならず国際的に利用されており、市場で最もエネルギー効率が高い製品であると証明する記号である。該当するメーカーと小売業者のみがENERGY STAR®を製品につけることができ、消費者は同製品を購入することでエネルギー・コストを節約することができる。結果として、最も地球温暖化対策につながる方法として導入が広がっている。

産業界もENERGY STAR®の普及に力を入れる。米ホームセンター最大手のホームデポ社は、カナダ全国においてエナジー・ワイズ・プロジェクトを導入、ENERGY STAR®製品を購入した消費者には代金の一部を還元した。また米スーパーマーケット大手のセーフウェイ社は、ブリティッシュ・コロンビア州においてENERGY STAR®による温暖化防止キャンペーンを実施、消費者にENERGY STAR®製品の購入がいかに気候変動を妨げるかを説明した。同州にある住宅の半分以上は天然ガスによる暖房費で年間1,500ドル程度だが、ENERGY STAR®が付与された暖炉設備ではコストを15%以上も節約できるという。また北米の多くの家庭では依然として室内に白熱灯を使っているとして、消費者にENERGY STAR®付き白熱灯の購入をすすめている。

参考文献

（本文中の注釈欄参照。）

【省エネルギー特集】 省エネ機器

韓国における高効率機器の開発・普及への取組

(1) 高効率エネルギー機器開発の本格的な推進

2006年10月、韓国産業資源部は「技術を基盤とした高効率エネルギー機器開発プログラム」を発表した。これは、国内における最終エネルギー消費量の41%を占める7大設備・機器を世界最高水準の高効率機器として開発するというプログラムで、①ボイラー、②電動機、③工業炉、④乾燥器、⑤照明機器、⑥冷暖房機器、⑦家電を対象とする。

2006年12月、産業資源部は上記プログラムの一環として、①ボイラー、②乾燥機器、③冷暖房機器、④家電の4分野における品目を選定して開発計画を策定した。同4分野において高効率技術を開発するため、2011年までの今後5年間に323億ウォン(約43億円)を投資する計画である。そのうち、220億ウォン(約29億円)を政府が出資する。具体的な開発対象技術は、①赤外線乾燥器、②ガス冷暖房機器、③環境親和型(環境にやさしい)ボイラー、④待機電力1W(Watt)ホームゲートウェイ¹など4つの機器である。

高出力赤外線乾燥装置は、エネルギー使用量と設置空間を画期的に減らすことができる技術である。これは、従来の熱風乾燥方式と異なり、ほこりなどが発生しない次世代型乾燥方式である。2009年までの完了を目処にしている。

新冷媒を利用した高効率ガス冷暖房(GHP)システム技術は、液化天然ガス(LNG)エンジンで圧縮機を駆動させる冷暖房機器として、エネルギー効率を高める技術である。2009年までに、ガスエンジンヒートポンプの要である新冷媒を利用した熱交換機や室外機のファン、制御技術などの主要な技術を開発し、2011年までにはシステム容量の拡大と現場での適用テストを通じて信頼性を確保する計画である。

超高効率超低公害産業用水管式ボイラーシステム技術は、エネルギー効率が95%以上(従来は89%程度)で窒素酸化物(NOx)を15ppm以下で排出する超高効率かつ超低公害技術である。開発の完了は2011年までを目処としている。

待機電力1W(Watt)ホームゲートウェイ技術は、ホームゲートウェイに待機モードの

¹ ホームゲートウェイ：家庭内の異種で複数の機器やネットワークを相互に接続し、ネットワークの違いを吸収する役割を果たす装置(システム)。一般にインターネットと家庭(ホーム)ネットワークの間に配置され、ホーム・ルータ、プロトコル変換、ファイアウォールなどの機能を持つ。

概念を最初に取り入れた技術である。具体的には、ネットワーク家電機器の作動状態を感知し、家電機器が作動しない時には、ホームゲートウェイを待機モード状態に自動的に切り替えて待機電力を 1W 以下に減らすことができるという画期的な技術である。開発の完了は 2011 年までを目処としている。この技術を適用したホームゲートウェイが 1,000 万台普及した場合、年間 1,228GWh(金額にして約 1,380 億ウォン:約 180 億円)ものエネルギーの節約効果が期待できる。

参考文献 産業資源部の報道資料 8836 番 <http://www.mocie.go.kr/index2.html>

(2) 高効率照明器機の普及・拡大計画

産業資源部は、高効率照明器機である LED(Light Emitting Diode)照明の普及を拡大するため「LED 照明 15/30 普及プロジェクト」を 2006 年 11 月に策定した。本計画は、照明市場において 2015 年までに LED 照明の普及率を 30%まで引き上げることを目標としている。

LED は、半導体の一種である発光ダイオードで電気信号を送ると光を発するため、交通信号灯や一般照明など様々な用途で使うことができる。

2015 年までに、①交通信号灯、②誘導灯/ハロゲン灯、③白熱電球/チャンネル文字看板、④蛍光灯/街灯の代替に関する技術開発や試験的普及、常用化などを段階的に実施する計画である。

①LED 交通信号灯は、2002 年から既に普及しており、2010 年までには普及率を 100%にまで引き上げる計画である。②誘導灯やハロゲンを代替することになる LED 照明は、2007 年から試験的に普及事業を推進する計画である。③白熱電球の代替用やチャンネル文字看板用の LED 照明は、2010 年から試験的に普及事業を推進する計画である。④蛍光灯や街灯を代替することになる LED 照明は、国内での技術開発と商用化が予想される 2011 年から普及する計画である。

そのため、政府は約 3,500 億ウォン（約 470 億円）を支援する計画であり、その結果約 400 万 TOE（石油換算トン）、1 兆 6,000 億ウォン（約 2,100 億円）ものエネルギーの節約効果があると見込んでいる。

ちなみに、日本は「21 世紀光プロジェクト」に基づいて白色 LED を利用した半導体照明計画を策定し、2010 年までに照明エネルギーを 20%節減する計画である。

参考文献 産業資源部報道資料 8832 番、<http://www.mocie.go.kr/index2.html>

【個別特集】 再生可能エネルギー全般 研究開発状況

欧州におけるエネルギー研究の現状と展望（最終回）

－ECの研究開発ポートフォリオ戦略の結論－

欧州委員会（EC）は、2006年12月に「欧州におけるエネルギー研究の現状と展望－欧州委員会、加盟国および非加盟国の研究開発ポートフォリオの比較検討¹⁾」と題する報告書を発表した。この報告書では、原子力を除く全てのエネルギー研究領域（10領域）における、EC、EU加盟諸国の公的資金を受けた研究のマップ作りや、米国や日本との比較分析を行っている。NEDO海外レポートでは前号までにそのうち9領域²⁾を取り上げて紹介してきた。本稿では、その最終回として、上記報告書の最終章である「ECの研究開発ポートフォリオ戦略の結論」を取り上げ、その全文を紹介する。

－ 非原子力エネルギー分野研究の結論： 目 次 －

1. 研究開発の全体的な目標の比較
2. ポートフォリオにおける資金拠出および構造の比較
3. 特定のポートフォリオ目標の比較
4. ポートフォリオにおける研究開発の方向性の比較
5. 関係者の統合・結集

この研究の目的は、**非原子力エネルギー（NNE）技術に関するECの研究開発ポートフォリオの全貌を明らかにすること**であり、そのためにはポートフォリオ全体の主な特性や特徴を把握する必要がある。本項では、ECのポートフォリオと加盟国レベルでの取り組みの比較、欧州（EC+欧州各国）のポートフォリオと米国および日本における研究の比較を行う。

ECの研究開発ポートフォリオは、データから情報と理解へ、プロジェクト的アプローチからポートフォリオ的アプローチへ、またEC中心の考え方から欧州全体および世界全体を視野に入れた考え方へと、目指す方向を次第に転換しつつあると考えられている。

NNE技術に関するECの研究ポートフォリオの主な特徴を評価し、そのポートフォリオ的アプローチがどの程度進歩してきたかを理解するには、以下の点について評価と議論を行う必要がある。

¹⁾ “The State and Prospects of European Energy Research Comparison of Commission, Member and Non-Member States R&D Portfolios”

²⁾ NEDO海外レポートのトップ頁：<http://www.nedo.go.jp/kankobutsu/report/index.html>。掲載順に、1)水素・燃料電池(993号)、2)バイオエネルギー(994号)、3)風力(995号)、4)太陽光発電(同左)、5)集光型太陽熱利用(同左)、6)CO₂回収・貯蔵(998号)、7)海洋エネルギー(1001号)、8)地熱エネルギー(同左)、9)電力網(同左)。取り上げなかった領域は「社会経済的研究」であるが、興味のある方は原本（2頁半程度）を参照頂きたい。

- ・ 目標
- ・ ポートフォリオの構造
- ・ 分野ごとの資金拠出の水準と分類
- ・ 対象
- ・ 研究開発の方向性
- ・ 関係者の統合・結集

1. 研究開発の全体的な目標の比較

EU、米国、日本の3地域はいずれも、研究開発活動の全体的な目標として次のことを掲げている。

- ① 再生可能エネルギーへの移行による長期的なエネルギー供給の確保。
- ② 産業競争力の強化と世界市場におけるリーダーシップの獲得。
- ③ 環境パフォーマンスの向上。

しかしながら、これらの目標に対する優先順位の付け方はそれぞれ全く異なっている。

米国は、輸入燃料（石油・天然ガス）への依存の削減と国内の競争力強化を重視している。そのため効率化技術の研究が高いシェアを占めており、産業競争力の不十分な再生可能エネルギーはあまり重視されていない。米国では様々な天然資源を利用した幅広い研究開発アプローチが可能であるが、同国のポートフォリオ構成においては、商業化に関する展望が大きな影響力を持つ要素となっている。

日本の場合、(少なくとも中期的な観点では) 国内に天然資源が乏しいことから、従来のエネルギーと再生可能エネルギー両方の領域において、今後も海外のエネルギー資源への依存が高い水準にとどまると考えられる。そのため、日本の研究開発ポートフォリオは特に、効率化技術に重点を置いて簡素化されており、水素やいくつかの再生可能エネルギー資源など、将来有望な新しい産業部門の開発につながるような技術に集中している。ポートフォリオ下で実施される大部分の展開や実証活動は、将来的に地球規模で商業化されるときのために、高い生産能力を構築し、経験を積むことを目的としている。

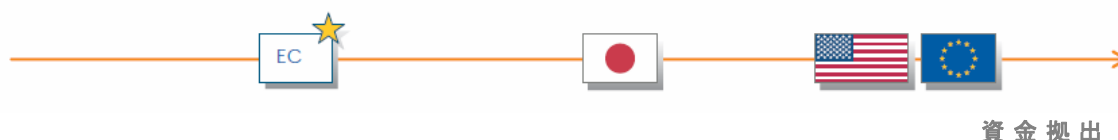
欧州では、①～③の目的すべてに対してほぼ等しく取り組む政策をとっている。また、欧州は様々な天然資源に恵まれていることもあり、ECのポートフォリオと各国全体のポートフォリオの両方で、再生可能エネルギー技術に高い重点が置かれている。ECレベルで幅広い技術範囲をカバーすることにより、加盟国ごとの優先事項についても考慮されている。

欧州と日本は、京都議定書に署名し、温室効果ガスの削減を主要優先事項とすることを明らかにしている。それに対して、**米国**は明確な排出削減目標を設定していない。

①～③の政策目標は欧州で広く受け入れられているものの、欧州におけるエネルギーの将来に関しては、地域ごと（特に新しい加盟国）の制約や機会を考慮に入れた一貫性のある全体的な構想が存在しない。しかし、ERA（European Research Area：欧州研究圏）を成功させるには、このような構想が必須である。

2. ポートフォリオにおける資金拠出および構造の比較

次の図は、欧州全体（ECと各加盟国の合計）、日本、米国、およびEC（ECの研究開発ポートフォリオに拠る）によるNNE研究に対する資金拠出のレベルの位置づけを示している。この図は、国際エネルギー機関（IEA）のデータ、ECのデータ、および本研究において様々な技術やポートフォリオの専門家等から得た意見に基づいている。



（注）資金拠出に関する重要な問題

米国、日本、および欧州によるNNE研究開発への拠出額を簡単に比較できるデータが存在しないため、各地域の拠出レベル全体を比較することは難しい。

ECのデータは、FP5およびFP6³（本レポート作成中に入手可能であった範囲）に基づくものであり、各分野の拠出額の合計である。

各加盟国の資金拠出データと、日本および米国のデータは、IEAのエネルギー研究開発に関する統計に拠っている。再生可能エネルギーに関するIEAのデータでは、ECのポートフォリオとほぼ同等の定義付けが行われているため、これらのデータは比較可能である。ただし、以下のような分野では、これらのデータを直接比較することはできない。

- ・ IEAの分類では、水素やCO₂回収・貯留、燃料電池などの分野が「その他の技術や研究（Other Technology or Research）」というカテゴリーに含められており、これらを分割してECのデータと比較することはほぼ不可能である。また、多くの国では使用されていない「エネルギーシステム分析（Energy Systems Analysis）」というカテゴリー名が予算の一覧に含まれている国がいくつか存在する。多くの場合、システム分析や社会経済については技術ごとに分けられた研究に含まれており、これらの比較は不可能であるため、「その他（Other）」というカテゴリーに含めた。
- ・ EUとの比較を可能にするために、IEAの分類「送電と配電（Electricity Transmission & Distribution）」と「エネルギー貯蔵（Energy Storage）」は、「電力網と貯蔵（Grids

³ 編集部注 FP6：第6次欧州研究開発フレームワーク計画（期間：2002～2006年）。その前がFP5。FP7が2007年1月から始まっている。

and Storage)」という単一カテゴリーにまとめた。

- ・ ECはFP6で「電力変換 (Electric Power Conversion)」に資金を割り当てていないが、NNE研究開発の全体像を明らかにするため、このデータも概要に含めてある。

二つ以上の分野に関連するテーマを単一の分野に割り当てる際の一貫性の問題（たとえばバイオマスから水素を生成するテーマの場合など）があるために、データの比較はさらに複雑になっている。

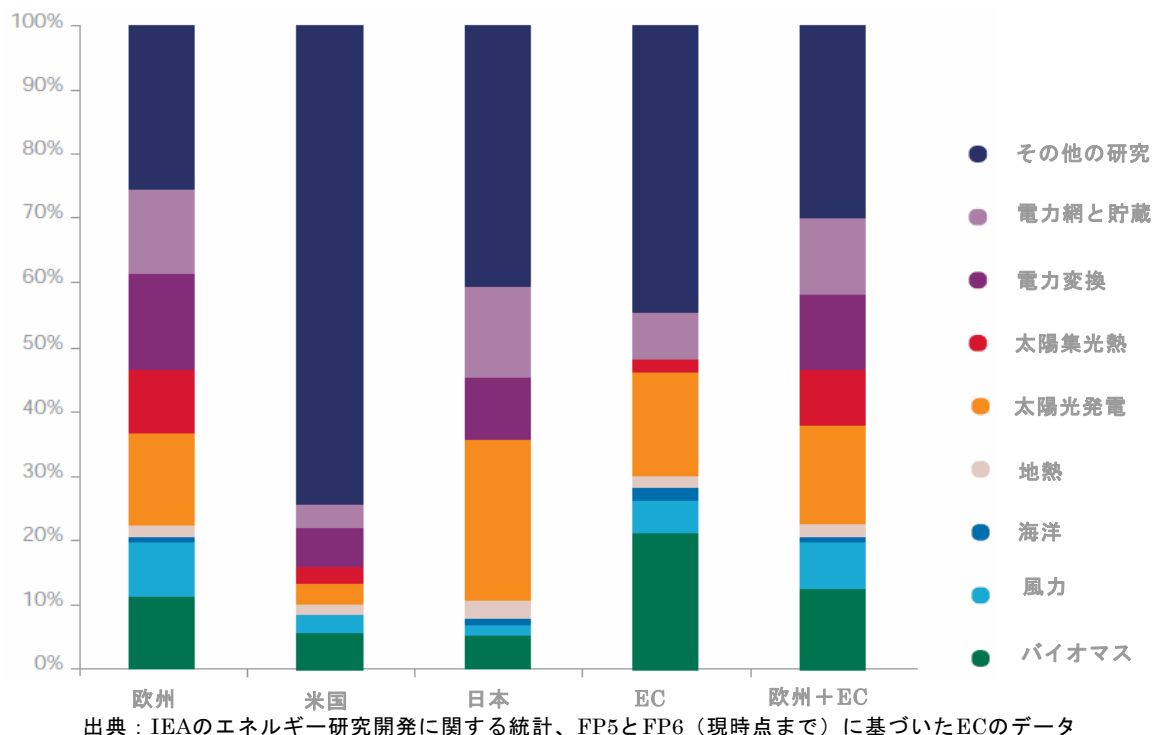


図1 NNEポートフォリオ — 資金拠出額比率

(注) この章に出てくる拠出資金額は、特に記載がない限り2000年～2004年までの年間予算額の平均である。

NNE研究における主なポートフォリオ構造の比較

欧州、米国、日本の各地域で研究されているNNE技術に殆ど差はないが、資本の集中や拠出水準といった面で、それぞれのポートフォリオ構造は大きく異なる。**米国**では水素、燃料電池、効率化の各技術が大きな割合（75%）を占めており、**欧州**および**日本**ではNNE予算の約半分が再生可能エネルギーの研究に割り当てられている。

米国や**日本**のポートフォリオでは内容に若干の偏りがあるが（たとえば**米国**のポートフォリオには海洋研究が含まれておらず、**日本**のポートフォリオには太陽熱研究が含まれていない）、**欧州**のNNE研究開発ポートフォリオにはそういった明らかな偏りがほとんどない。欧州のポートフォリオではすべての技術パスがカバーされているが、「電力変換」の研究領域に関しては、ECがFP6で資金拠出をやめて、加盟国へ主導権をゆだねている。また、「CO₂回収・貯留」の研究領域へは、ほぼすべての資金がECによって出資されている。

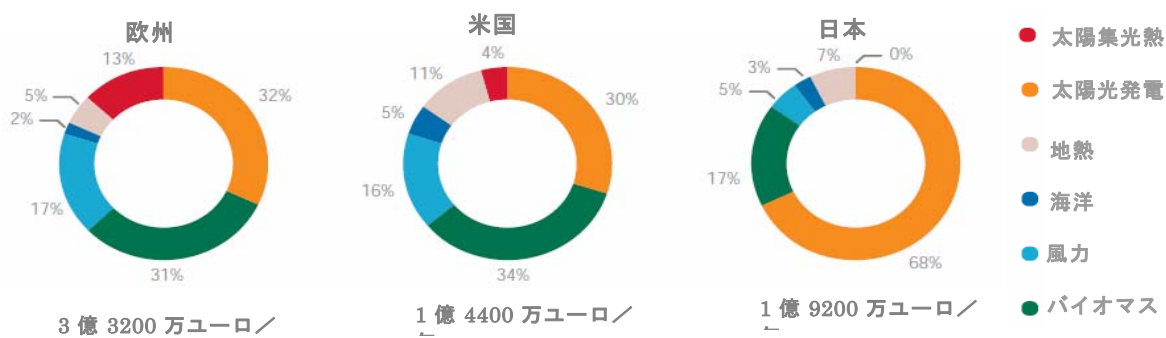
欧州のポートフォリオでNNE技術のほぼ全範囲がカバーされているのは、各加盟国の掲げる優先事項が異なっているためであると考えられる。また、エネルギー政策目標や利用可能な天然資源、既存の知識や技術、国内での産業プレイヤーによる競争などの事情が、国によってそれぞれ異なることも影響している。技術の偏重は特に見られず、このバランスのとれた状態は、欧州の国や地域がそれぞれ個別の目標や優先事項、技術を掲げていることに主に起因している。欧州では、世界でも特に成長著しく、多様性のある研究が行われており、様々なテーマが満遍なくカバーされている。

本研究を進める中で何人かの回答者が提起した問題でもあるが、ECの研究開発ポートフォリオには、構造的にいくつかの課題と議論が必要とされる部分がある。主要課題としては特に、広範囲な主題を対象とした研究の実行可能性などが挙げられる(リソースが複数領域に分散することによって商業化に向けた技術の躍進が不可能となる危険性や、限られた数の技術や課題に対して複数地域による競合が発生する可能性など)。

商業化前の段階にある技術に対しては、ECが幅広い範囲の技術を支援すべきであるというのが大多数の意見であるようだ。ポートフォリオの内容がより多様になることに意義があるためである。たとえば「CO₂回収・貯留」分野における米国の戦略でも、地層構成の多様性を前提とした柔軟なアプローチ方法の採用と、主要7州による地域パートナーシップを通じた研究分野の多様化の推進を目指している。

より商業化が近くなった段階での戦略においては、国際競争力を確保するために主要な技術・領域の開発に集中して取り組む方がよいと考えられている（風力エネルギーや太陽光発電の分野におけるECが好例である）。

主な再生可能エネルギー研究ポートフォリオの構造に関する比較



出典：IEAデータベース、独自調査に拠るEC予算（FP5とFP6の予算を8等分して年間拠出額を推定）

図2 欧州、米国、日本の再生可能エネルギー研究開発ポートフォリオの比較

（注）2000～2004年までの予算の平均。欧州のデータには国別の予算とECの予算が含まれる

再生可能エネルギーに関する研究開発においては、**欧州**および**米国**のポートフォリオ構成と**日本**のポートフォリオ構成が大きく異なっている。**欧州**と**米国**は太陽光、バイオエネルギー、および風力に重点を置いている（再生可能エネルギー予算全体の80%）。しかし、**日本**は太陽光（同68%）とバイオエネルギー（同17%）の二つに照準を合わせている。

再生可能エネルギーの各技術に対する**欧州**の資金拠出レベルは、地熱を除いては、**米国**や**日本**を上回っている。太陽光発電技術に対する日本の投資額が欧州を上回ったのは、これまで2004年のみである。

詳細：資金拠出と構成の分野別比較

ポートフォリオを分野別に見ると、資金拠出について次のようなことが分かる。

燃料電池と水素の研究に対しては、欧州が最も多くの資金を拠出している。この分野における日米の拠出額はほぼ同じ水準であり、どちらも欧州には及ばない。ECでは現在、水素と燃料電池に照準を合わせて、これら2分野に対して等しく資金を拠出している。水素と燃料電池の研究に対する拠出額は、米国・欧州・日本ともに、ここ数年で上昇している。

水素、燃料電池、炭素回収・貯留の各技術に対する拠出額はその他のNNE技術と比べて早いペースで増加しており、これらの研究領域に対して欧州全体で関心が高まりつつあることがわかる。

過去5年間にわたり、欧州と日本は**太陽光発電**の研究に対して同程度の金額（欧州が約1億1,000万ユーロ、日本が約1億ユーロ）を出資しているが、それぞれの傾向は異なっている。欧州の予算は過去10年で減少しているが、日本の予算はこの期間に大幅に増加し、2003～2004年には80%増加して1億4,700万ユーロとなった。太陽光技術に対する米国の予算は欧州の約55%である。相対的に捉えると、欧州と米国がそれぞれ再生可能エネルギーの研究開発予算のうちの30%程度を太陽光技術に割いているのと比較して、日本は同予算の約3分の2（68%）を太陽光発電技術に割いている。これらの拠出額のうち60～80%が材料、電池、およびモジュールの研究開発に割り当てられている。

太陽集光熱技術（CSP: concentrated solar thermal power）に対する拠出額は欧州が最も多く、平均で年に約4,000万ユーロの出資を行っている。このうち2,400万ユーロはイタリアによるものであるが、同国のCSPへの取り組みは歴史が浅く、他国と協調しない独自路線がとられている。米国の拠出額は1990年代の半分以上に減少し、年900万ユーロとなっている。欧州では再生可能エネルギーの合計予算のうち12.6%が

CSPに対するものであるが、米国では5%以下に低下している。ごく最近の傾向として、米国と欧州（特にドイツ）の両方で資金拠出が増加する兆しが見えている。

欧州では、**風力発電技術**が、過去10年で強力な競争力のある技術領域へと進化してきた。この分野に対する2002～2004年の予算は、米国では3,210万ユーロ、日本では740万ユーロであったが、欧州では5,770万ユーロであった。風力エネルギー研究における単一予算では米国が最高額を示しているが、公的資金レベルでは、欧州がやはり他国を上回っている。欧州と米国における予算の絶対額の差は、過去10年間で460万ユーロから170万ユーロへと減少した。これは主にドイツの資金拠出が減少したことに拠る。欧州と米国では、再生可能エネルギー予算のうち約17%が風力エネルギー研究に割かれているが、日本ではその割合は5%である。

海洋エネルギーシステムに対する欧州の公的資金は、主に二つの要素によって特徴づけられている。ひとつめは拠出額の水準であり、2002年以降この分野に対して多額の出資を行っているのは欧州のみである。2000～2004年の平均年間拠出額は650万ユーロであったが、これは再生可能エネルギー予算全体のうちの2%に相当する。2001年までは、日本も欧州と同水準の資金を拠出していた。もうひとつの恐らくより大きな特徴は、欧州では海洋エネルギーシステムの研究に対する資金拠出が持続しているという点である。米国では、海洋エネルギーシステム分野に大きな資金が拠出されたことは過去に一度もない。日本では大幅に資金が削減され、その後、公的な研究活動も徐々に縮小・停止された。

欧州で**バイオエネルギー研究**に拠出されている公的資金の金額（1億330万ユーロ）は、米国の拠出額を50%近く上回っている。バイオエネルギーに対する欧州の資金のほぼ30%がECによるものであるが、再生可能エネルギー内の他分野でECの拠出額が約15～20%であることを考えると、この数字は、欧州各国のバイオエネルギーに対する不当な関心の低さを示している。米国はこの分野に対して、単一国家予算としては最大の金額である年間予算6,940万ユーロを割り当てている。以前のプログラムで定められていたバイオリファイナリーの基本戦略が再構築されたことから、現在では資金の割り当てを受けられなくなっている研究領域もある（たとえばコジェネレーション技術など）。バイオエネルギーの研究開発に対する日本の資金拠出は2,460万ユーロでありECと同レベルである。バイオマスの研究開発に対する日本の拠出額は2004年に大幅に増加した。再生可能エネルギー全体の予算のうちバイオエネルギー研究が占める割合は、欧州で31%、米国で35%と、それぞれ全体の約三分の一である。この割合は日本では17%である。

地熱エネルギーシステムの分野においては、欧州の1,600万ユーロおよび日本の970万ユーロを大きく引き離して、米国が2,190万ユーロという多額の予算を割いている。

ただし、2003年以降この分野への出資は、欧州と米国では徐々に削減傾向にあり、日本では消滅しつつある。米国の地熱プログラムの責任者によれば、米国におけるこの下向き傾向の主な原因は、近年の水素と燃料電池への資金拠出だという。この傾向とは対照的に、ECとドイツやフランスなどの加盟国では、地熱エネルギー技術への取り組みを強化している。再生可能エネルギー全体の予算のうち地熱技術が占める割合は、欧州では5%、米国では11.2%となっている。

電力網分野では、欧州の資金拠出は米国や日本よりも少ない。ただしこの分野では、関連する多額の予算が「再生可能エネルギーと燃料電池」など他分野の技術向けのもとして分類されているため、拠出額の直接的な比較は非常に難しくなっている。

社会経済的研究に対する資金拠出データを比較するのは非常に困難である。ECやいくつかの加盟国では、特別に予算ラインを設けて社会経済的研究を実施しているが、多くの国では技術の研究プロジェクトに組み込まれているか、あるいはそのような研究プロジェクトと同じ予算ライン内に組み込まれている。そのため、EU、米国、および日本の資金拠出を比較することは不可能である。ただし、ECよりも各加盟国の方が社会経済的研究に重点を置いていることは確かである。

3. 特定のポートフォリオ目標の比較

目標の性質や精度を分野ごとに検討することにより、様々な研究開発ポートフォリオの特徴を理解するための興味深い視点を得ることができる。

研究目標の性質から見たポートフォリオの特徴



日本と米国のポートフォリオの主な特徴のひとつとして、明確に定義された具体的な目標が分野ごとに存在するという点が挙げられる。水素と燃料電池がよい例であるが、これらの分野では、日本のロードマップ⁴と米国のロードマップ⁵の両方で商業化とコスト削減の具体的な目標が定義されている。

⁴ Japan's Approach to Commercialization of Fuel Cell / Hydrogen Technology, METI

⁵ DoE's Multi-Year Research, Development, and Demonstration Plan

日本や米国と対照的に、**EC**の研究開発における目標は、具体的というよりはむしろ一般的である。これには次のような理由がある。

- ・ **EC** は、欧州としての研究目標をまとめるにあたって、主な関係者達の優先事項や目的のバランスをとり、全体の合意を促すためにそれらを一般的なレベルに維持する必要がある。
- ・ ごく早い段階の研究では研究目標が広範囲にわたるため、初期の見込みに基づいて優先順位をつけることはしない。つまり、**EC**のポートフォリオでは、多様なアイデアの育成や、今後の研究に向けた幅広い基盤の創造を可能にする、環境の整備を目的としている。

ただし、**EC**のポートフォリオでは、より一般的な目標が設定されていることからプロジェクト審査が容易ではなく、研究プログラムの進捗評価や、プロジェクトの軌道修正を行うことが困難になっている。この問題は、技術開発が先の段階に進むに従い、より深刻なものとなる。開発が進むにつれて、経済的な理由により、研究やリソースを広い範囲に分散させるよりも少数の有望な技術に集中させる必要性が高まるためである。

詳細：分野ごとの目標の比較

水素と燃料電池に対する研究目標は、欧州、米国、日本ともに大筋では似通っている。水素の研究目標は主に生産技術と貯蔵技術の開発であり、燃料電池の研究目標は主にコスト削減とパフォーマンスの向上である。燃料電池技術のどの分野に力を入れるかは、各加盟国によって様々である。これは、それぞれの国の企業の重点分野の置き方の違いを反映している。

CO₂回収・貯留の領域ではいくらかの違いが見られる。欧州や世界の主要国の多くでは発電所の効率化技術の研究に取り組んでいるが、**EC**では現在この分野の研究は行っていない。日本は特に海洋隔離に重点を置いており、同分野では世界首位である。欧州と米国は、海洋以外の地層内貯留の研究に取り組んでいる。

太陽光技術に対する研究目標は、欧州、米国、日本ともに全般的に似通っており、産業利用における大量生産プロセスに向けた効率の向上とコスト削減を目指している。また技術範囲も類似しており、シリコン電池、薄膜電池、および色素増感電池のための材料、電池、モジュールの研究に重点が置かれている。欧州内の取り組みは、材料、電池、および技術の利用に対してある程度特化しており、その国ごとに特定の技術（たとえばGratzel電池やビル統合など）に重点を置いている。これに対し、米国では高効率電池のモジュールにより重点をおいて取り組んでいる。

太陽集光熱研究に関する欧州のポートフォリオでは、中央タワーとソーラー・トラフのプロジェクトが圧倒的に多い。一方、米国はソーラー・ディッシュとソーラー・トラフの研究に主に力を入れている。近年では、研究の焦点は徐々に高温と熱化学的応用へ移行してきている（ガス改質や水素製造）。イタリアは、他の欧州各国とは連携せずに、単独で融解塩ソーラー・トラフの研究を進めている。

風力エネルギーの研究では、欧州と米国の両方が、新しい高度な技術の開発に照準を合わせている。ただし、欧州と米国では市場の指向が異なることから、両者の取り組みは異なる方面に向かっている。欧州の風力エネルギー研究では、海上風力発電設備や次世代のタービンなどの将来の高度な風力エネルギーシステムと、電力網の連結（grid connection）などの関連するテーマに焦点が定められている。この分野で積極的に活動している加盟国（ドイツ、オランダ、デンマーク）は、そろってECと同じ目標に取り組んでいる。米国の戦略では 消費者市場に近い低風速域における風力エネルギーの可能性を探究するために、低風速に適したタービンの設計開発を目標としている。この分野は、米国では最も有望な市場分野である。一方、日本における主な研究開発テーマは、最適なサイト管理と電力網の統合（grid integration）に関連するもののみである。

ECといくつかの加盟国は、**海洋エネルギーシステム研究**の分野で、国際的に主導的な役割を果たしている。この分野には多くの技術パス（波力、潮力、海洋温度差、塩分濃度差）があるにもかかわらず、ECは限られた数の有望な波力技術のみに技術フォーカスを置いている。海洋エネルギーの分野では多額の民間投資を受けた実証活動が実施されており、この技術の将来に対する信頼の高まりが表れている。

バイオエネルギー研究に力を入れている国では、バイオマスは今では、エネルギーや気候の問題への取り組みというだけではなく、他の産業部門のために新しい代替製品を創造する革新的な分野だと見なされている。これは他の分野と非常に異なる点である。ECと米国の研究開発ポートフォリオでは、技術研究の概念的な一貫性、つまり関連する研究開発要件（技術的研究と社会経済的研究の両方を含む）に対してどの程度資金を集中させているかに違いがある。米国は、バイオリファイナリーにおける化学、原材料、および生物燃料の複合的な製造を通じた付加価値の実現を重視している。これと対照的に、EUは研究全体に共通する特定の目標を定めていない。EUでは、特定の研究領域（たとえば液体燃料製造や燃焼、混焼など）において、それぞれが技術の進展に役立つような、より幅広い研究要件への取り組みが行われている。欧州では、現在、初のバイオリファイナリー・プロジェクトが進行中であり、FP7ではこの項目がより高い関心を集めることが予測される。日本は農業中心の国ではないことから、この分野における研究の取り組みは、流動床燃焼や混焼、熱分解などの有機性廃棄物活用技術に集中している。

地熱研究開発においては、欧州の技術フォーカスはEGS（Enhanced Geothermal Systems：地熱井涵養技術、強化地熱システム）にある。これは、主要な競争相手である米国でも同様である。EGS技術には、HDR（Hot Dry Rock：高温岩体）やウォーターベアリング・システム（water-bearing systems）などがあるが、ECと加盟国の多くはHDRに照準を合わせており、米国とドイツは両方の技術にほぼ等しく取り組んでいる。またイタリアやアイスランドなどでは、特有の地理的条件を生かして、高エンタルピー資源技術への取り組みも進められている。

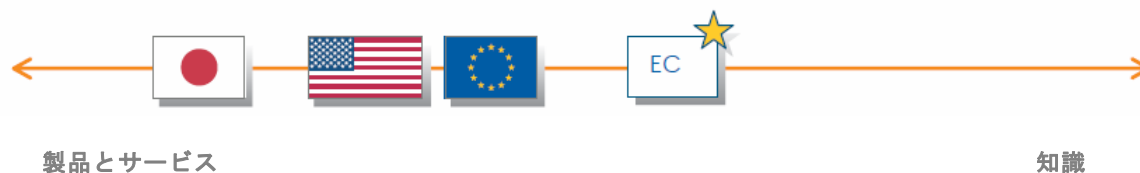
電力網に関する欧州のポートフォリオは、大筋では米国や日本のポートフォリオと類似している。ただし、欧州と米国は主に風力発電との組み合わせに焦点を合わせているが、日本は太陽光および燃料電池との組み合わせに力を入れている。

欧州における**社会経済的研究**の研究対象の多くは、持続可能な開発を目指したものである。これとは対照的に、米国では、市場の観点から見た社会経済的な評価（たとえばエネルギー研究開発のコスト削減目標を達成するための評価など）が研究対象の大部分を占めている。ECの社会経済的研究に対する資本拠出は、以前はモデル化研究が中心であったが、最近ではより広いアプローチへと変化しており、持続可能性に関する規範的な研究や、関係者の一体性、技術の発展パターンと受容に関する分析などが含まれている。

4. ポートフォリオにおける研究開発の方向性の比較

ECの研究ポートフォリオを理解するには、研究開発の相対的な方向性にも目を向けて、それらのバランスについて検討する必要がある。

研究開発の方向性から見たポートフォリオの特徴



日本、米国、欧州それぞれの研究開発や技術革新について比較した多くの調査により、**日本**と**米国**の研究システムでは、国内産業の強化や国際的な競争力の向上に直接役立つ成果の達成がより重視されていることがわかっている。

プロジェクトにおいて高いリスクを相殺する対策がとられていること、厳しい価格

競争の上で研究開発が実施されていること、商業化して事業として成り立つ可能性の最も高い技術に研究開発の照準が定められていることなどが、この特徴を明確に示している。

しかしながら、技術革新のプロセスを評価した結果は、研究開発の成果を直ちに商業化することが市場でのリーダーシップの獲得につながると単純に考えるのは短絡的な発想だということを示している。技術革新プロセスの全般的な枠組みの中には、一般的な環境あるいは特別な環境下における官民のパートナー同士の関係、成果を普及させるための移行メカニズム、研究開発の質などといった様々な要素がある。これらの要素もまた、市場性の高い製品やサービスを開発するために重要な役割を果たしている。

欧州は25ヵ国（当時）から成る集合体であるため、ECの研究開発における優先性を製品・サービスの方向へシフトさせるためには、加盟国との集中的な協議が必要となる。EU全域に広がる種々の将来有望な研究オプションに対してECがその研究の門戸を開いている限り、EUの研究開発戦略は高い支持を得ることができる。研究開発が商業化に直結するようになれば、所有権の問題が発生し、さらには国内産業を支援する各国の国益との衝突も引き起こされる。競争に歪みを生じさせることなく商業化を進めるために、研究開発を後押ししていくのがECの課題である。

現在のECの研究開発には、短期的な厳しい期限を定めないことによって得られている優位性がある。技術オプションを可能な限り開放し、期待通りに価格競争力のある成果を出せなかった場合にもその研究を持続することで、現場の技術力の向上や、中長期的な産業リーダーシップの取得などを実現している。一例として風力部門を挙げることができる。風力部門では、1980年代には米国が研究開発を主導していたが、米国は持続性を示さず、満足できる結果が出なかったためにその活動を削減した。今日この分野では、米国は欧州に次ぐ位置にある。

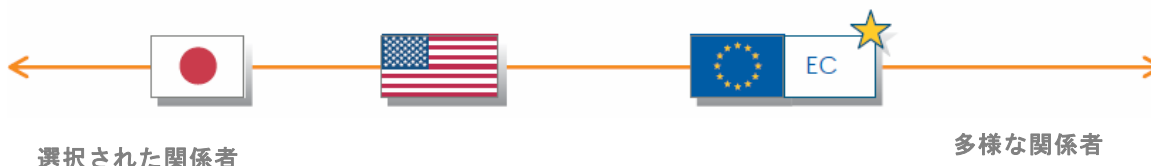
しかしながら、研究に対して製品やサービスをより明白に位置づけるという意味では、**米国**と**日本**のアプローチにもいくつかの注目すべき点がある。欧州の枠組みに適したものがあれば取り入れるべきである。

- ・ エネルギー、気候、競争に関する研究目標と、それらのために必要とされる研究開発活動を厳密に組み合わせることにより、定められた期間内に目標を達成する。
- ・ 高い市場性を実現するために、期限、コスト削減、および技術パフォーマンスにおけるマイルストーンを定義する。
- ・ 定期的なモニタリングと評価を実施し、適切な修正を行う。

5. 関係者の統合・結集

関係者の統合・結集は、NNE研究開発におけるECの主要課題のひとつである。これはまた、ERAの主要目標のひとつとしても定められている。

関係者の統合が進むECのポートフォリオ



日本と**米国**では、短中期的な研究開発が大きな割合を占めており、製品・サービス指向がより高いため、利害関係者の統合・結集には限界があり、その強度も高くない。これらの特徴は、一方では効率よく的を絞ったプロジェクトの実施を可能にするが、他方では「技術プッシュ型」のアプローチによって、社会的需要を反映していない開発や、将来あまり支持されないような開発が実施される原因にもなり得る。

EUのアプローチでは、関係者の多様性が重視されている。異なる文化的・専門的背景を持つ、様々な国に属する多くの関係者に対して資金を提供するということは、欧州地域での持続可能なエネルギーシステムの開発に関わる種々の要件を考慮するという、EUの政策を反映している。その結果、優先事項を設定する手順やプロジェクトの管理がより複雑なものとなり、強力な調整努力が必要とされている。

欧州テクノロジープラットフォームやロードマップなど、欧州では、研究開発要件のより詳しい定義付け、優先事項の設定、および参加利害関係者のより一層の関与を実現するための、いくつかの対策が開始されている。これらの対策は、様々な関係者とそれらの適性を統合することにより、研究開発の需要を明確に定め、EUおよび加盟国の研究フォーカスを強化し、官民の研究団体に対して欧州の研究開発における優先事項を明示するために今後役立っていくであろう。

新しい加盟国：統合への課題

新しい加盟国が欧州の活動により積極的に参加するように推進、促進、奨励すること、関係者の統合という観点から見たECの課題のひとつである。

研究の競争力を確保しつつ、新しい加盟国を欧州先進国と同じ水準に引き上げるための戦略として、次のようなものが考えられる。

新しく加盟国となった国々の長所と弱点を、技術的観点だけではなく社会経済的観点からも評価する。この評価により、今後研究を発展させる上で利用できる強みと、研究の発展を妨げる弱みが明確になる。欧州の最も積極的な国々では、自国で得られる天然資源や、研究および産業のナレッジベース、また、国の産業構造の持つ競争力を将来のエネルギーに反映させることに優先的に取り組んでいる。優先事項の設定およびエネルギー政策の明確な定義付けを新しい加盟国全体で行うことが重要であり、ECは研究開発を通して、このような研究戦略の優先順位付けを支援することができる。

加盟国の研究開発活動を統合するプロセスの中で、研究自体の統合は大きな節目となる。産業組合連合、政府省庁、中央あるいは各国の研究所などが一緒になって研究の優先順位を定義し、利用可能な予算や要求される予算を評価する必要がある。このプロセスは既に欧州研究領域ネットワーク(ERA-NET)の枠組みの中で実施されており、特定の技術領域におけるエネルギー研究開発ポートフォリオの分析が行われている。ただし、新技術の導入方法についての総合的な研究を可能にするためには、今後、このプロセスをより広い範囲に適用していく必要がある。たとえば、過去にたてられた中央集権的な経済計画のために工業部門が偏重された産業構造となり、安価ではあるものの非効率的なエネルギー供給が行われているような環境に対して新技術を導入する方法などについても対応できるようにする必要がある。

研究の優先順位が定まれば、西欧各国の協力と資金を投入することにより、ECは研究開発を促進する上で主要な役割を果たすことができるようになる。

このプロセスの全工程において、ECは、内部評価手順と研究管理に関する西欧の成功事例を利用して、これまでの経験を反映させることにより、任務を推進することができるであろう。

出典：The State and Prospects of European Energy Research

http://ec.europa.eu/research/energy/pdf/portfolios_report_en.pdf (p87-p95)

翻訳・編集：NEDO 情報・システム部

【個別特集】 国際会議参加報告

「日越エネルギー・フォーラム」開催報告(ベトナム)

NEDO技術開発機構
エネルギー・環境技術本部 国際事業統括室
前野 功

NEDO技術開発機構（以下、NEDO）は、日越双方から様々なエネルギー分野においてプレゼンテーション、意見交換等を行う初の試みとして、経済産業省及びベトナム工業省との共催で「日越エネルギー・フォーラム」を2007年3月19日にベトナムの首都ハノイで開催した。

日本側から山本幸三経済産業副大臣、NEDO山本隆彦理事、ベトナム側からHoang Trung Hai工業大臣（以下、ハイ工業大臣）をはじめとして、両国政府、主要企業及び研究機関等の首脳・幹部を含めた総勢約350名が参加し、成功裡に終了した。

本フォーラムでは、開会セッションの他、エネルギー政策、省エネルギー、原子力、エネルギー技術、石炭に関し、各分野における日越の協力事業の報告、今後の協力に関する議論、及び日本の技術の紹介等が行われた。

本フォーラムの開催により、日越のエネルギー分野に関する知見の共有、共通認識の醸成が図られ、今後に繋がる具体的成果が確認された。終了後の記者会見では両国代表により共同声明が発表され、今後両国政府間及び産業界での一層の協力が進展することへの大いなる期待が表明された。

以下、本フォーラムの概要について紹介する。



クロージング・セッション



共同記者会見

1. 名称：「日越エネルギー・フォーラム」（「Vietnam-Japan Energy Forum」）
2. 開催日時 年 3 月 19 日（月）
3. 場所：ベトナム国ハノイ市 Hanoi Daewoo Hotel
4. 主催者及び出席者：
(1) 主催者：経済産業省、NEDO 技術開発機構、ベトナム工業省

(2) 出席者：山本経済産業副大臣、ハイ工業大臣をはじめ、日越両国で合計約 350 名が参加

① 日本側：経済産業省、在ベトナム日本大使館、NEDO 技術開発機構他関係機関、業界団体、関係企業等

② ベトナム側：工業省及び傘下関係機関、エネルギー研究所、ベトナム電力公社、科学技術省、原子力エネルギー委員会、計画投資省、ベトナム石炭鉱物・工業グループ、関係機関、業界団体、関係国営・民間企業等

5. フォーラムの構成：(詳細は「7.プログラム」を参照)

(1) 開会セッション「日越両国代表による挨拶および基調講演」

ー越ハイ工業大臣と山本経済産業副大臣による挨拶と基調講演

(2) 議題 1：エネルギー政策

ー日越のエネルギー政策の概要：今後の協力について

(3) 議題 2：テーマ別分科会における議論①

・第 1 分科会：省エネルギー

ー日越の省エネルギー政策／民生部門における省エネルギーに関する取組

・第 2 分科会：原子力

ー原子力発電導入計画と人材育成

・第 3 分科会：エネルギー技術

ー日本のエネルギー関連技術による越への貢献

(4) 議題 3：テーマ別分科会における議論②

・第 1 分科会：省エネルギー

ー産業部門における省エネルギーに関する取組

・第 2 分科会：原子力

ー今後の日越原子力発電協力

・第 3 分科会：石炭

ー日越の石炭政策・協力（炭鉱開発から発電まで）

(5) 最終議題：今後の協力の可能性に向けて

ーフォーラムの結果の報告と講評

(6) 記者会見

ーフォーラムの結果報告と共同声明の発表

6. 開催結果

(1) 基調講演においては、山本副大臣が原子力、石炭、クリーンエネルギー、電力、省エネ、石油備蓄（緊急時対応）、アジア地域の多国間エネルギー安全保障の各分野において、協力を促進する旨発言された。

(2) 議題 1 においては、NEDO 山本理事が、エネルギー・環境分野における NEDO の活動について講演。その他、テーマ別分科会において時下省エネ部長、石垣石炭部主


幹も、省エネ及び石炭分野に関し講演を行った。各分科会（省エネ、原子力、エネルギー技術、石炭）においては、日越双方より計 20 近くの講演がなされた。

(3) 最終セッションでは、各分科会の議長が集結し、今後の協力と可能性に向けてのフォーラム結果の報告と講評がなされた。

(4) フォーラム後の記者会見では、山本副大臣、山本理事、ハオ工業副大臣が参加し、フォーラムの結果報告の他、「**アジア地域のエネルギー安全保障に向けた日越エネルギー協力**」と題した共同声明の発表が行われた。

7. プログラム

2007 年 3 月 19 日（月）	
8:00-8:30	受付手続き
8:30-9:00	<p>開会セッション ー日越両国代表による挨拶及び基調講演ー （越 側）Hoang Trung Hai 工業大臣 （日本側）山本幸三経済産業副大臣 「Japan-Viet Nam Energy Cooperation」</p> <div style="display: flex; justify-content: space-around;">   </div> <div style="display: flex; justify-content: space-around; margin-top: 10px;"> <p>METI 山本副大臣（開会セッション）</p> <p>開会セッションの様子</p> </div>
9:00-10:15	<p>【議題 1：エネルギー政策】 ー日越のエネルギー政策の概要：今後の協力についてー 議長：（日本側）経済産業省資源エネルギー庁 本部和彦審議官 （越 側）Ta Van Huong 工業省エネルギー石油局長 Le Tuan Phong 工業省エネルギー石油副局長 Vu Van Thai 工業省国際協力副局長</p> <p>スピーカー： （日本側）NEDO 技術開発機構 山本隆彦理事 「NEDO's Activities in Energy and Environmental Fields」 住友商事 岡本巖専務執行役員（元資源エネルギー庁長官） （越 側）Tran Hong Nguyen 工業省エネルギー石油局専門官 「Vietnam Energy Development Policy」</p>

		<p>議題1のセッションで発表 する NEDO 山本理事</p>
10:15-10:45	休憩（ティー／コーヒー・ブレイク及び会場設営）	
10:45-12:15	<p>【議題2：テーマ別分科会における議論①】</p> <p>＜第1分科会＞省エネルギー －日越の省エネルギー政策／民生部門における省エネルギーに関する取組－ 議長：（越 側） Nguyen Dinh Hiep 工業省科学技術副局長 （日本側） 経済産業省資源エネルギー庁 省エネルギー・新エネルギー部 政策課 高見牧人国際協力推進室長</p> <p>スピーカー： （日本側） 経済産業省資源エネルギー庁 高見牧人国際協力推進室長 「Energy Efficiency and Conservation Policy in Japan」 （越 側） Phuong Hoang Kim 工業省科学技術局専門官 「Review of Vietnam Energy Efficiency & Conservation Policy」 （日本側） 住環境計画研究所 中上英俊所長 「日本の民生部門における省エネルギーに関する取組」</p> <p>＜第2分科会＞原子力 －原子力発電導入計画と人材育成－ 議長：（日本側） 九州電力 松下清彦原子力最高顧問 （JETRO 委員会副委員長） （越 側） Ta Van Huong 工業省エネルギー石油局長</p> <p>スピーカー： （日本側） 経済産業省資源エネルギー庁 水元伸一企画官 「原子力発電の重要性と越日原子力発電協力」 （越 側） Ta Van Huong 工業省エネルギー石油局長 「Plan of Introduction of Nuclear Power Plants in Vietnam」 （日本側） 電気事業連合会 伊藤範久専務理事 「日本における原子力発電の経験とベトナム原子力発電導入への協力について」</p> <p>＜第3分科会＞エネルギー技術 －日本のエネルギー関連技術による越への貢献－</p>	

	<p>議長：（日本側）経済産業省製造産業局 國友宏俊国際プラント推進室長 （越 側）Nguyen Phu Cuong 工業省科学技術副局長</p> <p>スピーカー： （日本側）三菱重工業 玄後義新エネルギー事業推進部長 「Solar Cell & Fuel Cell」 三菱重工業 沼田明エンジン技術部長 「ガスエンジンコジェネレーションシステムの紹介」 カワサキ・プラント・システムズ 反田克史排熱設計グループ長 「セメント・プラントにおける廃熱利用」 日揮 牧野幸博エネルギープロジェクト統括本部長代行 「Solution Provider with New Energy Technologies」 （越 側）Truong Huy Hoang 電力大学教授 「Technology Status Assessment for Vietnam's Electricity」</p>  <p>議題 2：省エネルギー技術分科会の様子</p>
12:15-13:30	昼食
13:30-15:00	<p>【議題3：テーマ別分科会における議論②】 ＜第1分科会＞省エネルギー －産業部門における省エネルギーに関する取組－</p> <p>議長：（日本側）経済産業省資源エネルギー庁 高見牧人国際協力推進室長 （越 側）Nguyen Dinh Hiep 工業省科学技術副局長</p> <p>スピーカー： （日本側）NEDO 技術開発機構 省エネルギー技術開発部 時下俊一部長 「Energy Conservation in Industrial Sectors」 （越 側）Tran Manh Hung エネルギー研究所経済予報部長 「Energy Efficiency & Conservation Program on Industrial Sector in Vietnam」</p>

	<p>(日本側) (財) 省エネルギーセンター 石原 明常務理事 「産業分野の省エネルギー管理」</p> <p><第2分科会>原子力 ショートプレゼンテーション及びパネルディスカッション ー今後の日越原子力発電協力ー コーディネーター: (日本側) アジア太平洋エネルギー・フォーラム 末次克彦代表幹事 (JETRO 委員会委員長) (越 側) Ta Van Huong 工業省エネルギー石油局長 スピーカー・パネリスト: (日本側) 経済産業省原子力安全・保安院 八木雅浩国際室長 (プレゼン) 「原子力安全協力プログラム」 日本原子力発電 目黒芳紀副社長 (プレゼン) 「ベトナムへの原子力発電導入に関する協力について」 経済産業省資源エネルギー庁 水元伸一企画官 (越 側) Vu Van Thai 工業省国際協力副局長 (プレゼン) Lam Du Son ベトナム電力公社副総裁 (プレゼン) Vuong Huu Tan ベトナム原子力エネルギー委員長 Pham Khanh Toan エネルギー研究所長 「Human Resource Preparation for 1st Nuclear Power Plant in Vietnam」</p>  <p>議題 3: 省エネルギー分科会で発表する NEDO 省エネルギー技術開発部の時下部長</p> <p><第3分科会>石炭 ー日越の石炭政策・協力(炭鉱開発から発電まで)ー 議長: (越 側) Nguyen Khac Tho 工業省エネルギー石油副局長 (日本側) (財) 石炭エネルギーセンター 吉村佳人専務理事</p>
--	--

	<p>スピーカー：</p> <p>(日本側) NEDO 技術開発機構 石炭事業部 石垣宏毅主幹 「日本・ベトナムの石炭分野における協力について」</p> <p>(越 側) Nguyen Canh Nam ベトナム石炭鉱物・工業グループ開発戦略副部長 「Current Status and Development Directions of Coal Sector. Proposals for Cooperation with Japan in Coal Sector」</p> <p>(日本側) (財) 石炭エネルギーセンター 吉村佳人専務理事 「ベトナムにおける JCOAL 事業の展開」</p> <p>(日本側) 石川島播磨重工業 福島仁電力プロジェクト部長 「USC Technology and Biomass Application to Achieve CO₂ Reduction」</p> <div style="display: flex; justify-content: space-around; align-items: center;">   </div> <div style="display: flex; justify-content: space-around; align-items: center;"> <p>議題 3：石炭分科会で発表する NEDO 石炭事業部の石垣主幹</p> <p>議題 3：石炭分科会の様子</p> </div>
15:00-15:30	休憩 (ティー／コーヒー・ブレイク及び会場設営)
15:30-16:10	<p>【最終議題】今後の協力の可能性に向けて ーフォーラムの結果の報告と講評ー</p> <p>議長：(日本側) 経済産業省資源エネルギー庁 本部審議官 九州電力 松下清彦原子力最高顧問 アジア太平洋エネルギー・フォーラム 末次克彦代表幹事 経済産業省資源エネルギー庁 高見牧人国際協力推進室長 経済産業省製造産業局 國友宏俊国際プラント推進室長 (財) 石炭エネルギーセンター 吉村佳人専務理事</p> <p>(越 側) Ta Van Huong 工業省エネルギー石油局長 Vu Van Tai 工業省国際協力副局長 Nguyen Dinh Hiep 工業省科学技術副局長 Nguyen Phu Cuong 工業省科学技術副局長</p>
16:15-	レセプション
18:15-18:45	記者会見

【エネルギー】風力発電

米国は風力発電の成長で世界のリードを続けている
—DOE 報告書が米国風力発電市場の成長を示す—

米国エネルギー省(DOE)は、**米国の風力発電**の設置、費用および実績の 2006 年動向に関する、**初めての年次報告書**を公表した。報告書は、米国風力市場の展開と動向に関する詳細で包括的な概観を提供している。

とりわけ、この報告書は、米国の風力発電容量が 2006 年に 27%増加し、さらに、米国は 2005 年と 2006 年に世界で最も急成長した風力発電容量を持っていると結論を下している。ブッシュ大統領が 2001 年に就任して以来、米国の風力発電全容量の 61%以上、7,300 メガワット以上が設置された。

「国内の、清潔で、手頃な再生可能エネルギーの利用を増加させることにより、ブッシュ大統領の先進エネルギーイニシアティブを実施する時に、我々は先例がない速さでの風力利用の増加傾向が継続することを熱望している。他のどの国より多くの風力発電容量を設置する米国の記録破りの年は、大統領の永続的に前進するエネルギー政策を示している。

風力発電は、DOE が支援する、気候変動に取り組みかつエネルギー安全保障を向上させるために展開されている最も重要で排出の無いエネルギー資源の 1 つである」と DOE エネルギー効率・再生可能エネルギー局のアレグサンダーカーズナー次長は述べた。

2006 年には 2 年連続で、米国は、フィラデルフィア市の大きさの都市の家庭に電力を供給するのに十分な 2,454MW の風力発電容量の設置により、世界をリードしている。2006 年に世界で新設された風力電力設備能力のうち、米国は第 1 位でおよそ 16%を占め、ドイツ、インド、スペインおよび中国が後に続いている。

この報告書は、特に、電力卸売り価格、プロジェクト費用、タービン寸法および開発企業統合と比較した風力発電の価格を含む市場動向を分析している。さらに、風力プロジェクトの性能向上、現在の所有と資金構造、主要な風力発電購入者の動向についても記述されている。この報告書は、これらの情報を 1 つの報告書に集めることによって、業界関係者、エネルギー規制当局および州や地域の政策決定者への価値ある情報を提供している。

報告書のいくつかの主要な発見は、

- － **米国は世界的に最も急成長している風力市場である。**米国の発電ミックスのおよそ20%達成に、風力発電拡大の十分な可能性が存在している。
- － **テキサス州、ワシントン州およびカリフォルニア州は年間の容量成長で米国をリードしている。**
- － **風力発電は競合可能で、電力卸売市場の金額に見合う価値を提供している。**風力発電は、常に石炭、原子力、天然ガスなどの従来電力の平均価格かそれ以下の価格であった。
- － **タービンコストは2002年以来上昇している。**高いタービンコストは、風力プロジェクト費用合計の低下を逆転させ、風力発電コストを押し上げた。タービンコストの増大は、投入材料とエネルギー価格の上昇により、また、あるタービン部品の不足により高まった。
- － **風力プロジェクトの実績は、過去数年にわたって急激に増加している。**これは、ひとつには、プロジェクト設置場所の改善および技術的進歩により増加している。
- － **風力市場は過渡期にある。**電気事業社は、風力プロジェクト所有に関心の増加を示している。また商用風力発電所と電力販売業者への販売はより一般的になった。

報告書(pdf) : <http://www.nrel.gov/docs/fy07osti/41435.pdf>

PowerPoint (pdf) :

http://www.eere.energy.gov/windandhydro/pdfs/ser_data_report_summary_2006.pdf

DOE 風力プログラムに関する詳細は : <http://www.eere.energy.gov/windandhydro/>

(出典 : <http://www.energy.gov/news/5091.htm>)

☆編集部注 : この報告書の詳細については、次号以降でご紹介する予定です。

【エネルギー】太陽光照明

ハイブリッド太陽光照明が技術移転賞を獲得（米国）

オークリッジ国立研究所（Oak Ridge National Laboratory : ORNL）が太陽光を集めて専用の室内照明器具に接続する技術を開発し、国立研究所技術移転コンソーシアム（Federal Laboratory Consortium for Technology Transfer）の技術移転賞（Technology Transfer Award）で優秀賞を獲得した。

この賞は、テキサス州アーリントンで開かれた同コンソーシアムの年次総会で、DOE傘下のオークリッジ国立研究所の代表者に授与された。



ORNLが開発したハイブリッド照明システム

このコンソーシアムは、連邦政府が管轄する 700 以上の研究所と施設で構成されている。これらの研究所と施設で働く科学者と技術者はおよそ 10 万人に上る。この賞は、技術を商業市場に移転する過程で国立研究所の従業員が著しい貢献をしたことを称えている。

このハイブリッド照明の技術では、屋根に取り付けた直径 48 インチの集光器と補助ミラーを使って太陽を終日追跡する。この集光システムにより、太陽光は蛍光灯に似た照明器具に接続された 127 本の光ファイバーに集められる。照明器具に備え付けられた拡散ロッドの働きで光は全ての方向に拡散される。

現在、1 台の集光器で 8～10 台のハイブリッド照明器具に電力を供給することができ、およそ 1,000 平方フィートの空間を照らすことができる。太陽光が殆ど或いは全くない時は、センサーが蛍光灯の明るさを調節して一定の照明レベルを維持するように働く。

このシステムは紫外線と赤外線による熱を妨げることができるため、照明に使用するエネルギーだけでなく冷却に使用するエネルギーも減らすことができる。この技術は 2006 年の R&D100 賞と南東部国立研究所コンソーシアム賞を獲得しており、特に日照の多い地域でのエネルギー効率改善に役立つ可能性がある。

このシステムは、照明に使用するエネルギーを年間およそ 6,000kWh 節減し、冷却に使用するエネルギーを年間およそ 2,000kWh 節減することが予測されており、合計で年間 8,000kWh の節減が期待できる。

現在、米国全域の様々な実証プロジェクトでハイブリッド照明システムの試験が行われている。プロジェクトが行われているのは、テキサス州マッキニーのウォルマート、ニューヨーク州ロングアイランドにあるステーブルズの店舗、テネシー州ノックスビルにある **Braden's Furniture** 社のショールーム、ハワイの海軍基地内売店、サンディエゴ州立大学の事務所スペース、ミネアポリスのアヴェダ本社および ORNL の多目的研究施設 (Multi-Purpose Research Facility) 等である。

この技術は、DOE エネルギー効率・再生可能エネルギー局 (Office of Energy Efficiency and Renewable Energy) と太陽技術プログラム (Solar Technologies Program) の資金提供の下、電力会社、各州のエネルギー機関、産業界および大学の連携で開発された。

出典 : Hybrid solar lighting earns national technology transfer award

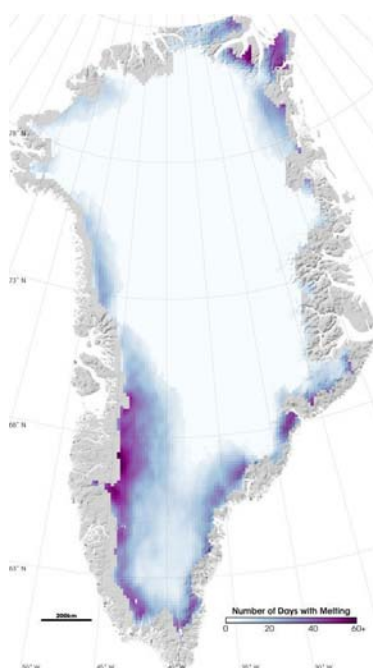
http://www.ornl.gov/info/press_releases/get_press_release.cfm?ReleaseNumber=mr20070601-00

翻訳 : 山本 かおり

【環境】地球温暖化現象

グリーンランドで氷の融解日数が増加

NASA が資金提供するプロジェクトが行った人工衛星の観測により、グリーンランドの氷の融解日数が 2006 年に過去 18 年の平均を超え、より海拔の高い場所でも融解が起きていることが明らかになった。



人工衛星の画像は 2006 年の氷床の融解日数を示している。

濃い紫色の地域は融解日数が最も長かった地域である。

出典：NASA/Robert Simmon and Marit Jentoft-Nilsen

人工衛星が記録した一日単位のデータは、グリーンランドで氷床の融解日数が増加傾向にあることを示している。観測データは、氷河の移動速度、氷床から周辺の海洋に流れ込む水の量および大気中に反射する太陽光の量を解明するために役立てられる。

「現在、私達はグリーンランドの氷床が解ける様子を一日単位で観測することができる。観測には人工衛星に搭載したセンサーを使用し、氷床が自然に発する電磁信号を測定している。」このように述べるのは、地球システム技術共同センター（Joint Center for Earth Systems Technology）の研究員 Marco Tedesco である。同センターは、NASA ゴダード宇宙飛行センター（メリーランド州グリーンベルト）とメリーランド大学ボルティモア校が共同運営する施設である。

「2006 年、グリーンランドの特定地域では氷の融解期間が過去の平均より 10 日以上長かったことがセンサーの検知で明らかになった」と Tedesco は説明する。この研究に関する論文は、5 月 29 日に発行された米国地球物理学連合（American Geophysical Union）の機関誌“Eos”に掲載された。Tedesco はこの研究論文の筆頭著者である。

Tedesco は雪解けを検知する新しい手法を使って DMSP 衛星¹に搭載されたマイクロ波放射計（SSM/I）²の観測データを分析した。このセンサーは、雲を通して観測することができ、測定に太陽光を必要としない。このため、毎日の観測から多くのデータを得ることができる。1988 年以降、Tedesco は毎年分析結果を更新している。これにより、グリーンランドの特定地域における雪解けの期間と範囲の傾向が明らかになった。

なぜこれらの傾向を追跡する事が重要なのかを説明するため、Tedesco は氷の融解がもたらす結果の一つを例に挙げた。「湿った雪と乾いた雪は一見似ているが、実際は異なっている。湿った雪が凍ると太陽光をより多く吸収するが、大気中に反射されるのは 50～60%に過ぎない。一方、乾いた雪は太陽光の約 85%を大気中に反射する。つまり、解けた雪は乾いた雪の 3 倍から 4 倍のエネルギーを吸収するため、地球のエネルギー収支に大きな影響を及ぼす。」

地球のエネルギー収支は、地球に入ってくる太陽光と地球から出て行く放射エネルギーの均衡を意味する。

グリーンランドの雪解けは、広大な氷床と世界の潮位に大きな影響を及ぼす可能性がある。Tedesco は次のように続ける。「雪が解けて水になると、潮位が変わる可能性がある。水の一部は氷河甌穴と呼ばれる割れ目や垂直の通り道を伝って氷河の中に流れ込む。そして、氷河の底部に達し、氷床の動きを滑らかにする。」

NASA ゴダード宇宙飛行センターの研究員 Jay Zwally と Waleed Abdalati が以前行った研究では、夏の雪解け水が氷床の底部に達すると氷床の移動が速くなる可能性があり、これまでの予測より潮位への影響が早まる恐れがあることも確認されている。この現象と最近観測されたその他の現象は、氷が予想を超える速さで温暖化に反応する可能性を示唆している。

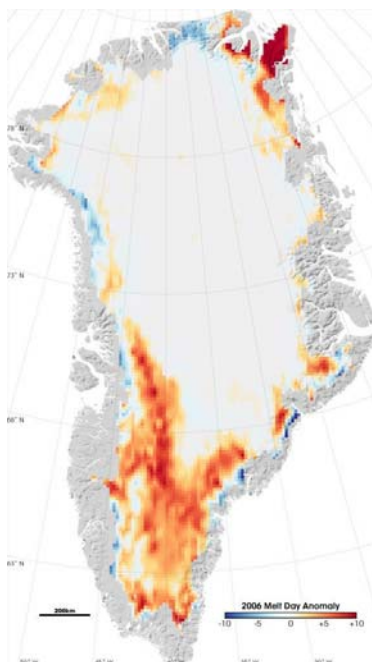
この研究では、グリーンランドの雪氷に対する全体的な影響を予測するために、融

¹ Defense Meteorological Satellite Program（米国空軍が管理する極軌道気象衛星）

参照：<http://www.af.mil/factsheets/factsheet.asp?fsID=94>

² Special Sensor Microwave Imaging radiometer(SSM/I)

解日数と融解面積を掛け合わせた「融解指標 (melt index)」が算出された。その結果、2006 年の数値は 1988 年から 2005 年までと同様に増加を示した。グリーンランドの西部、南東部および北東部の沿岸では融解日数が最も長かった。



2006 年の氷の融解日数は 1988 年から 2005 年の平均を上回った。濃い茶色は例年の平均を超える融解日数が記録された地域を示している。

出典：NASA/Robert Simmon and Marit Jentoft-Nilsen

Tedesco は次のように述べる。「今年は、国際極年 (IPI : International Polar Year)³にあたり、この地域に焦点が当てられている。これは、人工衛星と気候モデルで得られた氷の融解に関する研究結果を結びつけ、氷の融解がグリーンランドにおける氷床のマスバランスにどのような影響を与えているのかを理解する絶好の機会だ。私達は、全てのデータを関連づけ、この複雑なシステムの解明を進める必要がある。」

出典：NASA Researcher Finds Days of Snow Melting on the Rise in Greenland

http://www.nasa.gov/centers/goddard/news/topstory/2007/snowmelt_greenland.html

翻訳：山本 かおり

³ 2007 年 3 月 1 日～2009 年 3 月 1 日。IPI における NASA の調査活動は次のウェブサイトを参照：http://www.nasa.gov/mission_pages/IPY/main/index.html

【環境】地球温暖化対策

カリフォルニア州の温室効果ガス排出の測定（米国） (CALGEM : California Greenhouse Gas Emissions Project)

重大な地球温暖化の低減に役割を果たすために、カリフォルニア州は、温室効果ガス(GHG)排出量を削減する先駆的な取り組みに乗り出した。カリフォルニア州議会を最近通過し、アーノルド・シュワルツェネッガー知事によって署名されて法律として承認される州下院法案 32(Assembly Bill 32)は、2030 年までに実質的に温室効果ガス排出を削減すること、そして、2008 年夏までにこれを達成するための計画を展開させることを州に求めている。

カリフォルニア州の温室効果ガス排出の主要な発生源は輸送と発電所である。しかし、他にも同様に多くの自然や人工の排出源がある。同法案は、カリフォルニア州に、2020 年までに 1990 年のレベルまでカーボン排出を削減することを求めている。

カリフォルニア州は世界で 5 番目の大きな経済を持ち、1 年当たり約5 億トンと見積られる温室効果ガス全排出量を持つので、この目標達成には相当な削減を必要とする。

温暖化ガス削減が実際に起きていることを証明するためには、排出を地域的に観測することが必要である。ローレンスバークレー国立研究所の科学者は、数年前にこの必要性を認識し、その問題を検討し始めた。彼等は、CALGEM(California Greenhouse Gas Emissions Measurement Project : カルフォルニア温室効果ガス排出観測プロジェクト)と呼ばれるパイロット・プロジェクトで観測ネットワークを作成することに向けた最初の段階を踏み出した

温室効果ガスの正味の出入りを測る

2003 年に、地域規模の温室効果ガス排出量を計る方法を開発するために、バークレー研究所環境エネルギー技術部門(EETD)のマーク・フィッシャーの率いるグループは、カリフォルニア州エネルギー委員会と共に調査プロジェクトを開始した。フィッシャー、地球科学部門のウィリアム・ライリーおよび EETD のシャヒーン・トンズは、"カリフォルニア州炭素観測実施計画の開発"というタイトルの報告書に記述されている二酸化炭素(CO₂)排出を観測するための州全域大気測定ネットワークを設計した。

既存の発生源からのデータを使用して、さらに大気ガス輸送計算機モデルを加えて、

フィッシャーのグループは、カリフォルニア州全域にわたる CO_2 濃度の変異を予測した。大気中の CO_2 は、ほとんどが化石燃料の燃焼である人間が発生した排出ならびに純粋に生態系の炭素交換との両方によって影響されている。

日中に活発に成長している生態系では、植物や土壌の呼吸作用によって大気中に放出されるより、光合成によってより多くの CO_2 が大気から除去されている。しかしながら、夜間は、 CO_2 は呼吸作用によって大気に放出される。下層の大気は、容量が変化する大きな混合タンクのように働いて、季節の時間スケールで毎日 CO_2 の増減に応答している。

バークレー研究所のチームは、2 シーズンの間、100m より低い大気中の生態系による交換と化石燃料排出からの日中 CO_2 の変異を予測した。その予測結果は、生態系と化石燃料のシグナルは測定するのに十分に大きいだけでなく、これらのシグナルは空間・時間の変化に対して十分に異なるので、多くの場所の CO_2 を測定することによって、人間の寄与を識別することができることを示した。この概念実証としての予備的研究により、バークレー研究所グループは CALGEM を立ち上げた。

「我々は、温室効果ガス排出を定量化する大気測定ネットワークを設計し、この大気測定が、温室効果ガス管理戦略が働いているかどうかを評価するために十分な確度と精度を提供するかどうかを調べる」とフィッシャーは述べる。

温室効果ガスは多い、そして、多くは二酸化炭素より強力

二酸化炭素はただ一つの温室効果ガスではない。他にメタン(CH_4)、窒素酸化物およびハロゲン化炭素を含む多くのガスもまた地球温暖化に寄与する。これらの非 CO_2 温室効果ガスは、カリフォルニア州からの総排出量の 15% と見積られている。

メタン(CH_4)は、非 CO_2 温室効果ガスの中で最大の温室効果を持っている。 CH_4 は、ほとんどが家畜飼料の微生物プロセスにより、また埋立地の有機性廃棄物資材の分解副産物として放出される。天然ガスは主に CH_4 であり、農地の断続的な洪水や自然の湿地中の有機物の分解のように、工業プロセスや輸送での配布や使用が多少の量のメタンを放出する。大気中のメタンの濃度は、現在、工業化前の時代の 3 倍以上である。

「問題は、 CH_4 と他の非 CO_2 温室効果ガスの排出量が、きちんと測られていないということである。不確実さは、25% から 100% のオーダーまでに及ぶ」とフィッシャーが述べる。これらのガスの排出量は CO_2 ほど大きくないが、一緒にすると、 CO_2 排出合計に比較可能なほどの気候温暖化への影響力を持つ。したがって、長期にわたり排出量を正確に評価することは、温室効果ガス削減プログラムの有効性を調べる取り組みにとり重要である。

観測ネットワーク

フィッシャー、ライリーおよび米国立海洋大気局(NOAA)環境科学研究所のピーター・タンは、カリフォルニア州の非 CO₂ 温室効果ガスを測定するための計測ネットワークを設計する。大気の測定技術は、最終的な CALGEM ネットワークの一部のサイトで実証される。サンフランシスコのストロ・タワーおよびサクラメントの近郷のセントラルバレーの放送タワーが、CALGEM プロジェクトのための機器を装備する 2 つの高層タワー・サイトである。

地上での測定は連続観測と高層タワーでの試料採取を含む。一つのサイトの専用の計測機器は、連続的に CH₄ と CO₂ を測定し、燃焼追跡として一酸化炭素(CO)測定を加える。試料採取は一日に二度集められ、NOAA が多数の温室効果ガス種の解析を行う。航空機および衛星のリモートセンシングは、大気中の温室効果ガスの全量の推定値を提供する。

温室効果ガス測定を越えて、1 つの高層タワーは、さらに温室効果ガスが大気中で薄められる割合をモニターするために、ラドン(²²²Rn)の測定を行う。ラドンは、半減期 3.8 日の天然起源の放射性ガスである。その短い半減期は、²²²Rn を、大気混合の優れたトレーサーならびに大気団起源のトレーサーにする。例えば、海洋からカリフォルニアへやって来る気団は、陸から来る気団より、ラドンガスが非常に少ない。同様に、大地付近の空気は超高層大気の空気よりも多くの ²²²Rn を持っている。

²²²Rn 測定は、地表と接触していた気団の量を計るツールを科学者に提供する。したがって、与えられた排出量から予測される温室効果ガス濃度の変化を提供する。「同時に、これらの測定は、カリフォルニア州の大気中の温室効果ガス濃度の傾向をモニターする無比のツールを提供する」とフィッシャーが述べる。

優れたネットワーク設計のためのコンピューター・モデル化

測定結果を説明し、また拡大ネットワークを計画するために、研究チームは、データ解析とモデル化の並列した取り組みを行っている。初期測定を使用して、この研究は地表からの排出量を計る。また、ネットワーク拡大はどれが最も良く、将来の推定値の不確かさを最小化するかを見つける。

「CO₂に関する初めての調査プロジェクトとして、我々は、カリフォルニア州の種々の発生源の大気中温室効果ガス濃度を予測するために、大気輸送の地域スケール・モデルと地表の温室効果ガス排出に関し現在のボトムアップ・モデルを組合せる」とフィッシャーは語る。

完全な地域温室効果ガス測定ネットワークの可能な場所は、バークレー研究所が設備したサンフランシスコおよびサクラメント・タワーを含んで、ノースコーストおよびサンディエゴの近くその他機関によって運営される既存の測定サイト、およびセントラルバリーおよびロサンジェルス近郷のいくつかのタワーが、将来の完成した測定ネットワークを提供するために適しているであろう。航空機による試料採取および衛星リモートセンシング測定の増加は、これらの地上サイトの可能範囲を補足する。

温室効果ガス濃度の偽データを作り出すために、数学的な手続きがモデル予測にノイズを加えて、それにより、計測機器によるような不確かさを、あるいは温室効果ガスの大気輸送についての不完全な情報の不確かさを導入する。その後、科学者は逆モデル手法を使用して、地表排出量の最良の推定値を計算する。それはノイズによる偽データに測定データをできるだけ正確に一致させる。

最後に、CALGEM チームは、様々なネットワーク設計で実行された偽データ計算を使用して、排出量推定値の不確かさを縮小し将来の測定ネットワークを設計する。完成したプロジェクトは、カリフォルニア州の人々に幾つかの有用な結果を提供する。

「まず、この測定は、温室効果ガス濃度の長期的な記録の始まりを示し、地球気候温暖化へのカリフォルニア州の貢献を表す。次に、モデル化と解析は、地域レベルの温室効果ガス排出の現状レベルでの初めての評価を提供し、より多くの完全な観測ネットワークのための提案を提供する」とフィッシャーは語った。

カリフォルニア州が州下院法案 32 の目標を達成するための削減プログラムを実施する時に、カリフォルニア州は温室効果ガス排出量を削減するためのプログラムがどのようにうまく働いているかを CALGEM によって推測することができる。

(出典 : <http://www.lbl.gov/Science-Articles/Archive/sabl/2007/Apr/02-CALGEM.html>)

【産業技術】 ライフサイエンス

骨の微小な構成成分の調査結果（米国）

急に壊れることのない骨の能力を模倣した新しい複合材料につながる可能性

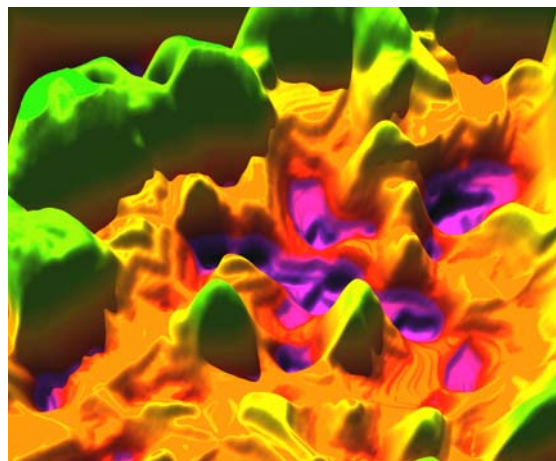
This article originally appeared on the MIT News Office website. (May 24, 2007)

Copyright(c): Deborah Halber, MIT News Office Correspondent

ごくわずかな量の患者の骨標本を使用するだけで、より効率的な骨の疾患の診断や治療がもたらされる可能性がある。マサチューセッツ工科大学（MIT）の研究者達が、骨の機械的性質¹に関するこの種の分析では最初の分析結果を発表した。

この研究は5月21号付けの電子版「*Nature Materials*」で発表され、骨がどのようにエネルギーを吸収するかを明らかにしている。

右図は、MITの研究者達が作成した、骨の剛性(stiffness)²についてのナノスケールマップ。
—画像出所：Beryl Simon—



この研究者達は、骨の基本的な構成成分—無機質の小さなナノ粒子を組み込んだコラーゲンと呼ばれる螺旋形のタンパク質—を、何十ナノメートルのレベル、つまり1メートルの何十億分の1のレベルで精査した。なお、人間の毛髪をこの大きさと比較すると、毛髪は直径8万ナノメートルである。

「もしある物質の強度(strength)³や靱性(toughness)⁴の源を調べたいなら、より小さな小さな(smaller and smaller)長さスケールで調査しなくてはならない」と工学部学部長であり、材料理工学部、生体工学部、機械工学部、およびハーバード・MIT健康科学技術部の教授でもある、共著者の Subra Suresh は話す。「骨の基本構成成分の特質について新たに詳細な構造的・機械的情報を提供するため、この研究で使われた手法は極めて高精度に骨質を評価することができる」

¹ 機械的性質 (mechanical property) : ある材料に外力 (引張り・圧縮・せん断) や変位が加わった場合に、材料ごとに固有に現れる応答の性質。主な機械的性質には、強度 (強さ)、靱性、硬さ、剛性などがある。

² 剛性 (stiffness) : 変形の度合いを示す性質をいい、変形しにくいことを剛性が大きい、変形しやすいことを剛性が小さいという。物体に外力を加えて変形しようとするとき、物体がその変形に抵抗する程度。

³ 強度 (strength) : 物質が破壊や変形するか、訳に立たなくなるときの臨界応力。

⁴ 靱性 (toughness) : 弾性変形によるエネルギーを呼吸できる物質の性質で、やわらかさと固さとの中間。材料のねばり強さ、すなわち外力に抗して破壊しにくい性質。靱性が高い材料は、外力が作用した際に破壊に至るまでの変形能力に優れている。

「この研究から得られた見識は、より靱性のある新しい材料の創造にもつながる可能性がある」と彼は話す。

この研究は、材料理工学部の准教授 **Christine Ortiz** が主導した。「骨の構造や質、そして健全性(integrity)は、年齢や疾患によって劇的に変わる。したがって、私達の身体の中の主要な耐荷重構造組織である骨の機構的性質の源を理解することは、医療的観点から見ても、極めて重要なことである」と **Ortiz** は語る。

Ortiz と同僚の研究者達は、極小のプロブ（探針）チップ⁵を用いて小骨片を調査する、分子間力検出器（MFP）という卓上機器を使用した。彼らはこの分子間力検出器を使用して、ウシの頸骨（すねの骨）の剛性を、地理学者達が使用するような複雑で色彩豊かな二次元の等高線で写像化した。

研究者：左から、研究専門科学者(材料理工学部)Ming Dao 氏。MIT 卒業生 Kuangshin Tai 博士。Christine Ortiz 教授。Subra Suresh 教授。

（ほか、カリフォルニア大学デービス校 Ahmet Palazoglu 氏。）

写っている機器は、同研究者達が骨の構造を調査するのに使用した機器。

—写真出所：Donna Coveney—



この研究チームは、たった 2 マイクロメートル（1 メートルの百万分の 1）幅の一つの領域の中で、骨の機械的性質が大変変化に富んでいることを発見した。疾患や加齢と関連する様々な障害は骨の構造の変化をもたらすため、ごく微小な長さスケールにおいて骨の機械的性質が不均一であるという研究者達のこの発見は、より進歩した疾患診断につながる可能性がある。例えば、骨格内のナノ規模での特定の剛性パターンが、もし疾患や加齢に関連していたら、これらの特定のパターンから障害をより早く特定できたり、障害のより決定的な証拠を示したりすることが可能となるかもしれない。

また同研究者達は、彼らの実験で得られた、ナノ規模で骨の機械的性質が大変多様であるという事実が、より大きな規模の生体機械的性質に対して与えている影響について研究するために、コンピューター・モデルを作った。例えば、彼らはこのモデルを使用して、剛性のパターンが不均一であることが、骨のエネルギー吸収力に有利に働いていることを発見した。

⁵ プロブの取替え部品。

「もしある物質が不均一な場合、その物質はあまり強靱でないと私達は考えがちである」と Suresh は語る。「しかしこの研究はそうでないことを示した。私達の主張はこうである一何百万年もの進化の過程の中で、ごく微小な長さスケールにおいて骨を不均一の造りにすることによって、同じ性質しか持たない均一な物質よりも、より多くのエネルギーを骨が吸収できるように設計されたのではないか」

「このような美しくて複雑なパターンを観察して、私は驚いた」と Ortiz は話す。「細胞は自身の環境における応力(stress)⁶を感知してそれに応答⁷する。骨内の局所的な機械的性質の違いは細胞周辺の応力の大きさを変えるため、細胞の反応は応力に応じて変化する。それが、その組織の健康状態に影響が及ぼす」

さらに、同研究チームの調査結果は、骨が突然折れないように耐えることができる自然の優れた設計 (Suresh はこれを「優雅な破壊 (fail gracefully) ⁸」と表現している) を模倣した、改良された構造用複合材料を造る新しい手法につながる可能性がある。

たとえば、ナノコンポジット⁹と呼ばれるある種の新しいタイプの物質は、ナノスケール微粒子が不規則もしくは均一間隔に分散された、ポリマーや金属の母体からできている。「物質の靱性向上につながり得るように、微粒子を不均一に分散させる手法があるかもしれない」と Suresh は語る。

Ortiz は現在幹細胞由来の培養骨をヘブライ大学エルサレム校の Dan Gazit と共同で研究しており、天然の骨とこの培養骨がどれくらい似通っているかを調査している。Ortiz は、例えば古代魚の硬鱗や貝殻といった様々な種類の石化した生物由来物質にも、この新しい分析や関連の画像技術やシミュレーション技術を応用している。

この研究はウィタカー財団、米国陸軍研究局、MIT ソルジャー・ナノテクノロジー研究所、国立衛生研究所の支援を受けた。

出典：<http://web.mit.edu/newsoffice/2007/bone-0524.html>

(All rights reserved. Used with Permission.)

翻訳：NEDO情報・システム部

⁶ 応力 (stress)：物体に外力が加わっている際に、物体内で隣接する部分が互いに及ぼし合う力。(応力の例：圧力・張力)

⁷ 応答 (response)：一般に刺激に対する生体の反応のこと。

⁸ コンピューターのプログラムなどで使われる表現。操作や外部条件、適合性など何かに問題が生じた時に、正常なエラーをなだらかな形で起こしてその問題を処理する(例えばパソコンの正常なエラーメッセージ処理など)ことで、本体の致命的破損や破壊を回避し、本体を維持・保護すること/設計。

⁹ 異種の素材を分子レベルやナノメータスケール(1~100 ナノメートル)で粒子化したものを別の素材に練りこんで分散させ複合した「複合材料」の総称のこと。

【産業技術】IT

米国におけるフレキシブル・ディスプレイの実用化開発動向

折り曲げ可能な基板を開発した富士通をはじめとする日本企業や、英国 Plastic Logic 社のフレキシブル・ディスプレイ（電子ペーパー）生産の発表（2007 年 1 月 9 日）、Siemens 社の低コスト（0.3 ドル）の小型ディスプレイ発表等に見られる欧州企業では、フレキシブル・ディスプレイ実用化に向けた取組が活発になっている。これに対して、米国、特にシリコンバレーにおいても、フレキシブル・ディスプレイの開発は PARC 社（元ゼロックス・パロアルト研究所、現在はゼロックス社から独立）の取り組みに加え、近年は産官学共同での協力体制による開発が進められている。

産官学連携プログラムの軸となっているのは「米国ディスプレイ・コンソーシアム (U.S. Display Consortium : USDC)」で、米国産業界先導の下で構成されている。メンバー構成は、コンソーシアムにおける発言力に応じて 投票会員 (Voting Member)、一般会員 (General Member)、準会員 (Associate Member)、維持部門会員 (Sustaining Division Member)、ユーザーグループ会員 (User Group Member) の 5 段階に区分されている。2007 年 1 月時点におけるメンバー数は 104 の団体に至っている。

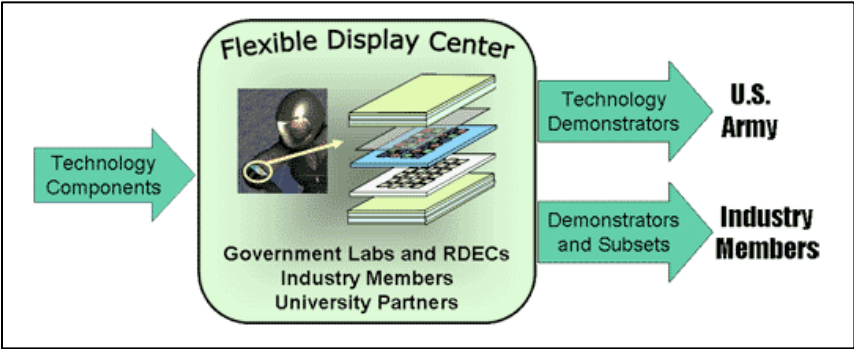
1994 年 USDA の発足以来 2 億 2 千万ドルを超える投資が行なわれており、参加メンバーにおけるプロジェクト数は 135 件を超えている。本コンソーシアムは、様々な先端ディスプレイ技術の研究開発が進められているが、そのうちフレキシブル基板プロセスに関連する研究開発は全体の 4 割を占めるに至っている。

USDC 参加メンバーの 1 社である SiPix Imaging 社は、2007 年 1 月に新たな評価キットを発表した。同社は、1999 年シリコンバレー Fremont 市に設立、厚さ 200 μ m 以下フィルム (SiPix film) は電源を切った状態でも表示情報を失うことがなく、Roll to Roll と呼ぶ印刷技術を応用した製造方法により量産化を可能にし、このフィルムを使用した電子モジュールを供給している。同月にラスベガスで開催された CES（毎年米国で開催される消費者向けの電機製品展示会）では、フラッシュカードに電子ディスプレイを世界で初めて組み込む技術が評価され、"CES 2007 Best of Innovations" を受賞している。

なお、SiPix Imaging 社は、2005 年 10 月電子ペーパー分野でトッパン・フォームズ（株）と戦略的な提携を結び、日本市場へ積極的な展開に乗り出しており、同社の投資家の中には Worldview Technology Venture Capital 社、Yasuda Ventures 社に加え、トッパン・フォームズ（株）も資金を出している。

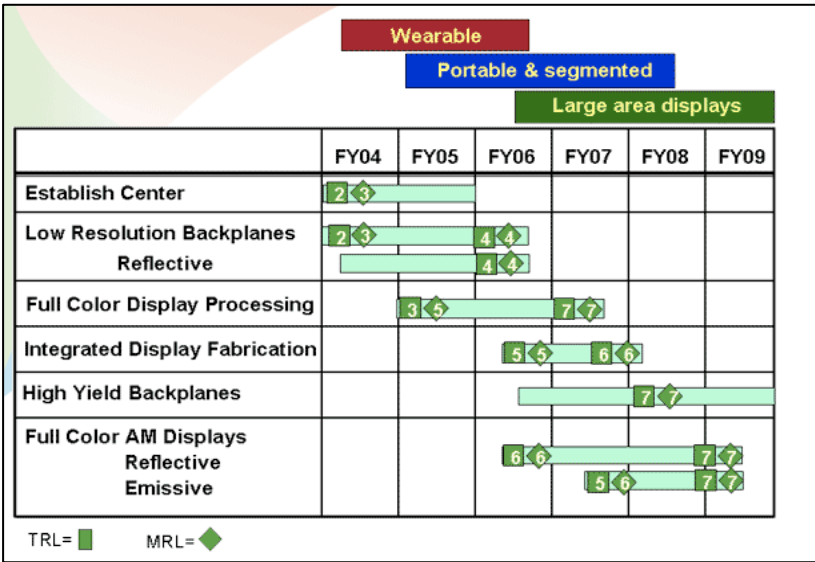
USDC が遂行している技術開発プログラムの 1 つである USDC Technical Program

を当初の国防総省国防高等研究事業局（DARPA）から引き継いで資金的支援をしているのが陸軍研究実験所（ARL）であるが、その ARL は USDC を支援する一方で、アリゾナ州立大学（ASU）に 4,370 万ドルを提供して陸軍フレキシブル・ディスプレイ・センター（Army Flexible Display Center : FDC）を設立、リアルタイム・ディスプレイの実用化を目指している。5 年間を開発期間にあて、この間の開発成果が認められた場合には更に、追加 5 年間で 5 千万ドルの契約を継続できる付帯条項がついている。FDC では、次世代フレキシブル・ディスプレイのプロトタイプの開発、米陸軍へのプロトタイプ、技術実証、製造プロセスの開発と支援を含め、次世代フレキシブル・ディスプレイの開発拠点、引いてはアメリカにおける指導的な立場から産学を含め研究成果を共有していく。ASU は、USDC における技術委員会のメンバーでもある。下記、図 1 と図 2 に、FDC の役割と、ロードマップに関するイメージ画像を示す。



出典：アリゾナ州立大学

図 1 FDC Mission



出典：アリゾナ州立大学

図 2 FDC Roadmap

参考資料

- 図表-01 USDA Membership Brochure
http://www.usdc.org/membership/USDC_Membership_Brochure_2006-06.pdf
- 図表-02 FDC Mission
<http://flexdisplay.asu.edu/goals.htm>
- 図表-03FDC Roadmap
<http://flexdisplay.asu.edu/deliverables.htm>
- US Display Consortium
84 W. Santa Clara St., Suite 790 San Jose, CA 95113
Phone:408-993-8111
<http://www.usdc.org/>
- SiPix Introduces Evaluation Kits for Electronic Paper Display on Smartcards
<http://mediadesigner.digitalmedianet.com/articles/viewarticle.jsp?id=97586>
- SiPix Imaging, Inc.
47485 Seabridge Drive Fremont, CA 94538
Tel: 1-510-743-2849
<http://www.sipix.com/>
- Plastic Logic によるフレキシブル電子ペーパー生産の発表
www.vnunet.com/vnunet/news/2172127/paper-heralds-computing+ePaper+%22Silicon+Valley%22&hl=en&gl=us&ct=clnk&cd=19&client=safari
- Siemens のコスト\$0.3 といった安価な小型ディスプレイ
www.wired.com/news/business/0,69839-0.html+ePaper+%22Silicon+Valley%22&hl=en&gl=us&ct=clnk&cd=6&client=safari
- Army Flexible Display Center
<http://www.asu.edu/feature/includes/spring05/readmore/flexdisplay.html>
<http://flexdisplay.asu.edu/>
- Plastic Logic <http://www.plasticlogic.com/>

【ニュースフラッシュ】

米国－今週の動き (06/01/07-06/14/07)

NEDO ワシントン事務所

I 新エネ・省エネ

5月／

28：エネルギー省、集光型太陽エネルギー発電技術への新助成計画を発表

エネルギー省（DOE）の太陽光エネルギー技術プログラムが5月24日、大規模な集光型太陽エネルギー（CSP）発電施設向けの貯蔵問題解決策、製造方法、及び新規システム概念の開発を対象とする資金調達告示（FOA）を発表。今次 FOA では、①熱貯蔵、②トラフ・コンポーネントの製造、③先進 CSP システム及びコンポーネントという3分野での技術開発を目指す。各分野での目標は、(1)熱貯蔵では「トラフ技術の2020年コスト目標達成を可能にする、廉価な高温貯蔵を開発。熱貯蔵コストを15ドル/kWh未満、繰り返し効率（サイクル効率）を93%以上」；(2)トラフ・コンポーネントの製造では、「トラフシステム主要部品の価格を引き下げ、更には、米国内に製造能力を確立」、(3)先進システム及びコンポーネントの開発では、「2020年までに、7セント/kWh未満で発電し、12～17時間の貯蔵能力を持つCSPコンセプトを確認」というもの。DOEではこのFOAを、(1)概念的フィージビリティ、(2)プロトタイプ開発、(3)フィールド実証試験の三段階で行う予定。2007年度予算500万ドルと2008年度要求500万ドルとで第一段階の概念的フィージビリティ・プロジェクトの全部と一部成功プロジェクトのプロトタイプ開発（第二段階）の着手をカバー。最終段階のフィールド実証試験には将来追加資金手当てが必要。上述のコスト・技術開発目標が満足されれば、2030年までには新たに16,000～35,000 MWの発電容量整備が可能とDOEは予測。（RenewableEnergyAccess.com）

6月／

1：エネルギー情報局、風力発電生産税控除延長のもたらす影響を分析した報告書を発表

下院歳入委員会の要請で、風力発電生産税控除の延長が同業界の成長と温室効果ガス（GHG）排出に与える影響を分析していたエネルギー省（DOE）エネルギー情報局（EIA）が、分析結果を発表。現行規定は、2008年末までに稼動するプロジェクトを対象に、1.9セント/kWhの税額控除を10年間与えるものだが、2008年末に満期終了予定。2006年末時点での米国の風力発電設備容量は約11GW。報告書では、税額控除を延長しない場合、及び、1.9セント/kWh、1.5セント/kWh又は1.0セント/kWhの税額控除を5年間もしくは恒久的に延長した場合の影響を分析。結果は、(1)税額控除延長なしの場合、2030年の風力発電設備容量は18GW；(2)税額控除の5年間延長の場合、控除率が1.9セント/kWhないし1.5セント/kWhなら2030年までの風力発電設備容量は24GWまで拡大、1.0セント/kWhの場合は控除延長なしとほぼ同様；(3)税額控除の恒久的延長の場合、控除率が1.9セント/kWhなら設備容量は2030年までに56GWまで拡大、1.5セント/kWhなら2030年に34.4GWまで拡大、1.0セントの場合、2030年に23.9GWの見込み。一方、EIAは、発電設備容量の拡充がGHG排出状況にもたらす影響は微々たるもので、発電部門からのCO₂排出量が2030年時点で33億メトリックトン（2005年24億メトリックトンから41%増）のところ、税額控除の恒久的な延長があっても、石炭などの他エネルギー源利用も伸びるため、2030年排出量は32億メトリックトンまで減少するに過ぎないと指摘。（Greenwire）

8：オークリッジ国立研究所、ポプラの木とスイッチグラスを使ったバイオ燃料研究

エネルギー省（DOE）と農務省がバイオ燃料共同支援の一環として、オークリッジ国立研究所（ORNL）に総額104万ドルの3ヵ年グラントを給付すると発表。ORNLのプロジェクトは、燃料用バイオマスの生産拡大、及び、ポプラの木の炭素回収能力の向上を狙ってポプラの木を遺伝子改造する方法を探るもので、ウェストバージニア大学及びオレゴン州立大学が協力する。ORNLでは上記のバイオ燃料プロジェクトの他にも、テネシー大学と提携して、グラスライン（grassoline）というセルロース系エタノールを生産する実証プロジェクトを行う予定。6,100万ドルというプロジェクト予算は現在、テネシー州議会で審議中だが、これが認可されれば、予算の一部はスイッチグラスをセルロース系エタノール原料として利用する研究、及び、地元農耕従事者にスイッチグラスへの転作を促す財政インセンティブに使用される見込み。（Knoxville News-Sentinel）

II 議会・その他

5月／

31：ブッシュ大統領、G8サミットを前に世界気候変動に対する米国案を提案

ドイツG8サミットを来週に控え、ブッシュ大統領は5月31日、米国の国際協力アジェンダに係る演説において、途上国債務救済イニシアティブの拡張必要性を強調した後、気候変動に関するポスト京都の枠組みを2008年末までに設定することを提案。(1)2008年末までに、米国その他諸国が温室効果ガス（GHG）排出削減の長期的な世界目標を設定；長期目標策定のため、米国は、GHG大量排出先進国や、中・印等急成長途上国（合計10～15カ国）との会合を招集；(2)上記長期目標策定に

加え、各国は自国のエネルギーミックス・将来ニーズを考慮し国家中間目標・プログラムを設定：米国は今後 18 ヶ月間に、電力・代替燃料・輸送等産業部門のリーダーを招集し、クリーンエネルギー技術や最善慣行の共有に係る協力作業部会を結成；(3)各国の実績を測定する強力な透明性の高いシステムを創設；(4)技術によってエネルギー・世界気候変動問題に対応、というもの。各界の反応は、(1)非営利団体・シンクタンクでは、天然資源防衛委員会 (NRDC) やピューセンター (Pew Center on Global Climate Change) が、提案は拘束的なコミットメントを欠くと批判する一方、Environmental Defense は大統領の認識変化を歓迎。米国環境トラスト (National environmental Trust) は、この提案は G8 サミットで米国がいかなる排出削減案も拒否することから注意をそらすとする努力に他ならないと辛らつ。(2)米国議会では、上院環境・公共事業委 Barbara Boxer 委員長 (民主、カリフォルニア州) は、従来排出大国サミット開催を大統領に求めてきた経緯もあり、「サミット開催やその後の交渉で大統領を支援する用意あり」としつつも「GHG 排出の義務的上限設定と、炭素排出市場メカニズムが必要」と指摘。逆に同委ランキングメンバー James Inhofe 議員 (共和、オクラホマ州) は、本提案を前向きに受け止め、「国際社会は、京都プロセス及び義務的 cap-and-trade 型制度の失敗を越えねばならない」と発言。上院エネルギー・天然資源委ランキングメンバー Pete Domenici 議員 (共和、ニューメキシコ州) は、提案を歓迎しつつも「判断は提案の詳細を待ちたい。各国の削減の仕方や合意の執行が課題。原子力発電の活用には賛成」と指摘。他方、下院地球温暖化特別委 Ed Markey 委員長 (民主、マサチューセッツ州) は「古いアイデアの温め直しにすぎず効果なし」、Nancy Pelosi 下院議長 (民主、カリフォルニア州) は「大統領発表に失望。大統領は世界の殆どの諸国が認識している重大局面の重大性に全く応えていない。」とぼささり。(President Bush's Speech on United States International Development Agenda; CongressNow; White House Press Briefing)

6 月／

6：下院科学技術委員会のエネルギー・環境小委、地熱エネルギー研究開発法案を審議

下院科学技術委エネルギー・環境小委の今週の公聴会審議予定施策の中に、Gerald McNearney 下院議員 (民主、カリフォルニア州) 提案による「2007 年先進地熱エネルギー研究開発法案 (下院第 2304 号議案)」がある。同法案は、米国内に広く分布し、規模も莫大な地熱資源の研究・探査強化の必要性を指摘し、2012 年までエネルギー省 (DOE) に毎年度 8,000 万ドルの予算を配分するもの (なお、大統領はここ 2 年地熱プログラムの廃止・ゼロ予算を要求)。同法案主要事項は、(1)DOE 長官に対し、①熱水系からの地熱エネルギー生産、②地下コンポーネント及びシステム、③地熱源のパフォーマンス・モデル、④地熱システム技術の向上、という分野の支援強化を指示；(2)支援の大部分はコスト分担型 (連邦政府の拠出額は 50% から 80%)；(3)大学付属の地熱技術移転センターを 2 ヶ所に設置、等。(H.R. 2304 Text; House Committee on Science Democratic Caucus Press Release)

6：下院科学技術委員会のエネルギー環境小委、海洋再生可能エネルギー研究開発法案を審議

下院科学技術委エネルギー・環境小委は、波、潮流、海流及び海洋熱エネルギー変換から得られるエネルギーの研究に資金を提供する「2007 年海洋再生可能資源研究開発法案 (下院第 2313 号議案)」についての討議を行う予定。同法案は、Darlene Hooley 下院議員 (民主、オレゴン州) が今年 5 月 15 日に提案。主要事項は、(1)エネルギー省 (DOE) 長官は、海洋再生可能エネルギーの利用の拡大に係る研究・開発・実証・商用化プログラムを支援 (既存技術の調査・比較、先進海洋再生可能エネルギーシステム・技術の研究・開発・実証、コスト削減方法の研究、電力系統への統合方法や間欠性問題の調査など)；(2)DOE は業界のベストプラクティスの情報センターの役目を果たす、国立海洋再生エネルギー研究開発実証センターを 1 ヶ所以上の大学に設置；(3)DOE 長官に、同法案実施予算として 2012 年まで年間 5,000 万ドルを認可、というもの。(H.R. 2313 Text)

11：下院歳出委員会、2008 年度エネルギー・水資源開発歳出予算法案を審議予定

下院歳出委員会では 6 月 11 日の週に、再生可能エネルギー・エネルギー効率化プログラム予算の増額を盛り込んだ「2008 年度エネルギー・水資源開発歳出予算法案 (下院第 2641 号議案)」の審議を行う予定。下院歳出委員会エネルギー・水資源担当小委員会が可決した歳出法案の総額は大統領要求額を 11 億ドル上回る 316 億ドルであり、これに盛り込まれたエネルギー省 (DOE) 予算も大統領要求より 4.8 億ドル多い 252.43 億ドルとなっている。ブッシュ大統領要求額と比較して増減の顕著な DOE プログラムは、エネルギー効率化・再生可能エネルギー (ソーラーエネルギー、バイオマス R&D、自動車技術、ビルディング技術、地熱技術、耐候化支援計画)、化石エネルギー、GNEP 以外の原子力技術、科学関連予算などが大統領要求額と比して大幅増額。一方、GNEP (世界原子力エネルギーパートナーシップ) は大統領要求額からは大幅減額。(E&E Daily (6/4); House Committee on Appropriations Full Committee Markup Summary)