

2007.12.12

BIWEEKLY

1013

NEDO 海外レポート

I. テーマ特集 — 省エネルギー特集 —

- | | |
|---|----|
| 1. ウクライナにおける我が国の省エネルギー国際連携への取組状況
—ウクライナ省エネルギーセミナー、CTI キエフセミナーを振り返って— | 1 |
| 2. 2007 年の中国の省エネルギー情勢について
—政府主導による電力部門の「上大圧小」の動き— | 8 |
| 3. 中国における ESCO 事業の現状と見通し | 11 |
| 4. 米国エネルギー省の 2006 年「Save Energy Now」評価結果 | 15 |
| 5. 米国における軽量自動車の技術と燃費の動向—1975 年から 2007 年まで(報告書要旨)— | 26 |
| 6. 開発途上国におけるエアコンのエネルギー効率と CDM の役割(第 1 回) | 35 |
| 7. 「エネルギースター制度」の現状(EU) | 41 |
| 8. データセンターに関する省エネルギー動向(米国) | 44 |
| 9. 省エネのためのエネルギー統計整備(スウェーデン) | 47 |
| 10. 白熱電球は廃止の方向へ(EU・ベルギー) | 51 |
| 11. イタリアの省エネ政策 | 53 |

II. 個別特集

- | | |
|---|----|
| 1. デンマークの再生可能エネルギー政策と技術—RE2007 再生可能エネルギーセミナーより— | 58 |
|---|----|

III. 一般記事

1. エネルギー

- | | |
|--|----|
| (セルロース系バイオ燃料生産、遺伝子解析)
シロアリの腸からバイオ燃料生産効率を高める新酵素を発見(米国) | 69 |
| (風力発電)
急速に拡大するカナダの風力発電(カナダ) | 73 |
| (太陽光発電、太陽熱発電)
光起電力太陽エネルギー技術の戦略的研究行動計画(その 5)・周辺装置部品、標準、社会経済的様相(EU) | 76 |
| 光起電力太陽エネルギー技術の戦略的研究行動計画・研究資金提供(EU) | 89 |
| 米国エネルギー省は集光型太陽熱エネルギーに 500 万ドル投資 | 94 |

2. 産業技術

- | | |
|--|-----|
| (研究開発政策)
域外の企業に遅れをとる EU 企業の研究開発投資 | 97 |
| (ライフサイエンス)
バイオフィルムは敵か味方か?(EU) | 99 |
| (ナノテクノロジー)
ドイツにおけるナノテクノロジーの動向 | 101 |
| (情報技術)
ドイツ・フラウンホーファー研究財団—マイクロ電子技術・研究所連合(V μ E)の概要 | 103 |

IV. ニュースフラッシュ :

- | | |
|--------------------------------|-----|
| 米国—今週の動き: i エネルギー・環境 ii 議会・その他 | 110 |
|--------------------------------|-----|

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

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

【省エネルギー特集】 省エネ国際協力

ウクライナにおける我が国の省エネルギー国際連携への取組状況 ーウクライナ省エネルギーセミナー、CTIキエフセミナーを振り返ってー

NEDO技術開発機構 エネルギー・環境技術本部
プログラママネージャー 久留島 守広

2007年3月6日（火）にウクライナ・キエフにて、国際協力機構（JICA）の要請により、同機構のプロジェクトとして推進されている「ウクライナ日本センター(UAJC)」の活動の一環として、同センターとウクライナ国立キエフ工科大学(KPI)との連携により、企画・運営された、「ウクライナ省エネルギーセミナー」が開催された。

本セミナーは、筆者の講演を中心としたもので、日本のエネルギー政策の他、世界のエネルギーの現状と動向についてデータを交えて説明し、ウクライナ側から要望のある新エネルギーについては、日本の導入促進施策及び事例を紹介した。また、今後の日本とウクライナの当該分野での協力について具体例を示し、質疑応答を行った。

以下にその概要について報告する。



セミナー会場（写真提供：UAJC）



講演中の筆者（左）（写真：同左）

1. セミナー概要

名称：「ウクライナ省エネルギーセミナー」

主催：ウクライナ日本センター /キエフ工科大学(KPI)・省エネルギーセンター

開催日時：2007年3月6日（火）10：00－12：00

開催場所：ウクライナ省エネルギーセミナー

キエフ工科大学 KPI・省エネルギーセンター・セミナールーム

参加者：

日本側：久留島（筆者：東洋大学教授/NEDO 技術参与・プログラママネージャー）

田宮 ウクライナ日本センター所長代理

ウクライナ側：政府機関・産業界・大学のエネルギー関係者等約 50 名

(1) 筆者のプレゼンテーション

筆者から、次の事項につき順次説明した。

- 1) 冒頭、配布資料により、我が国のエネルギー政策の現状と動向、NEDO による省エネルギー・新エネルギー分野を中心とした国際協力の現状を紹介。
- 2) 続いて、パワーポイント資料により、次の 3 分野についてのプレゼンを実施した。

Part I: Overview of the Global Energy Situation and Recent Changes

世界のエネルギー事情及び最近の変動

Part II: Importance of Energy Conservation and New Energy

省エネルギー及び新エネルギーの重要性

Part III: Cooperation between Ukraine and Japan

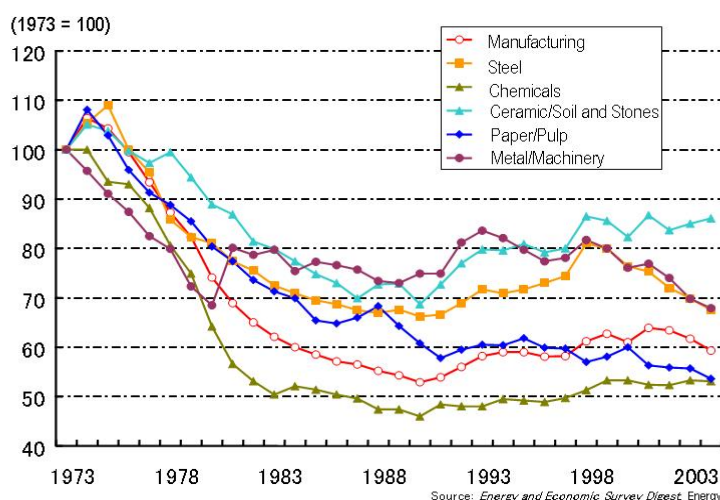
ウクライナと日本との協力

- 3) 第 1 分野（Overview of the Global Energy Situation and Recent Changes）は、主として世界におけるエネルギー需給動向と留意点等を紹介するとともに、近年のアジア、とりわけ中国・インドの経済発展等の要因による石油需給逼迫・価格変動、さらに我が国の政策・対応につき説明。
- 4) 第 2 分野（Importance of Energy Conservation and New Energy）は、主として我が国のエネルギー需給の推移、石油危機以降の省エネルギーへの官民の取組み等とともに、新エネルギー導入促進の施策と事例を紹介。

II - 2 - b: Change in Basic Energy Consumption Unit in Japan by Sector



- ・ Oil crises spurred industrial sector towards major progress in energy conservation
- ・ Basic energy consumption unit reduced 40% in industrial sector as a whole over last 30 years



日本における部門毎の基礎エネルギー消費指数の変動：

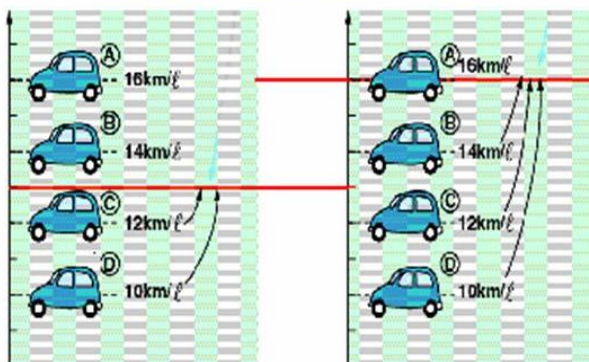
ー石油危機後の 30 年間で産業部門のエネルギー消費指数は 40%削減された。

II - 2 - g: Improvement in Efficiency of Products under Energy Conservation Law (1)



- The **top runner program*** was introduced in 1998 for energy conservation standards for home/office appliances and fuel economy standard for automobiles.

Example of Top Runner Program



* Top Runner Program:

The program seeks continuous improvement in energy conservation standard/performance among the latest products. E.g. Fuel economy standard of automobile, energy conservation standard for electric equipment etc.

エネルギーの使用の合理化に関する法律(省エネルギー法)の下での生産の効率向上(1) トップランナー方式(電気製品等の省エネ基準や自動車の燃費・排ガス基準を、市場の機器の中で最高の効率のレベルに設定すること。日本では、1999年4月施行の「改正省エネ法」で導入され、基準に達しない製品を販売する企業は、ペナルティーとして社名等を公表、罰金を科される)

Energy-Conservation Target for Specific Equipment

	Target Year	Energy conservation effects
Passenger vehicles (Gasoline and LP gas)	2010	Gasoline 23% LP gas 11.4%
Passenger vehicles (diesel)	2005	15%
Freight vehicles (gasoline)	2010	13%
Freight vehicles (diesel)	2005	7%
Air conditioners (cooling & heating)	2004 (Partly 2007)	63%
Air conditioners (cooling only)	2007	14%
TV sets	2003	16%
Video cassette recorders	2003	59%
Fluorescent lights	2005	17%
Copying machines	2006	30%
Computers	2005	83%
Magnetic disc units	2005	78%
Electric refrigerators / freezers	2004	30%
Space heaters	2006	(Gas) 1% (Oil) 4%
Gas cooking appliances	2006	14%
Gas water heaters	2006	4%
Oil water heaters	2006	4%
Electric toilet seats	2006	10%
Vending machines	2005	34%
Transformers	2006 (Partly 2007)	30%

Energy conservation effects in comparison with FY2000 (against FY1999 figures for transformers)

エネルギーの使用の合理化に関する法律(省エネルギー法)の下での製品の効率向上(2) 特定品目毎の省エネルギー目標

- 3) 第3分野 (Cooperation between Ukraine and Japan) は、両国のエネルギー分野における協力の可能性につき、①エネルギーセミナー・対話の実施、②NEDOによるモデル事業、③京都議定書の下でのJI (共同実施) 事業などを紹介。

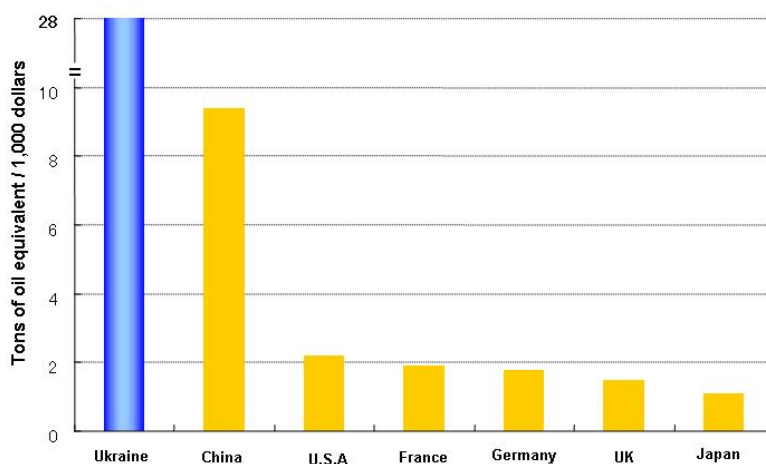
1. Possibility in Ukraine



III - 1 - a: Comparison of Primary Energy Supply per GDP

Since Ukraine uses 28 times more energy per GDP dollar than Japan, there is a significant opportunity for energy conservation technology.

Primary energy supply per GDP in different countries



Source: IEA "Key World Energy Statistics 2006"

2

GDP 当たりの一次エネルギー供給の比較

上記に加え、それぞれの分野における技術移転のニーズと課題・関連の政策等について説明し、参加者からはJIへの強い期待表明と、また、セミナー実施・研修などによるキャパシティビルディング (能力開発) のための協力要請がなされた。

(2) 主要な質疑応答

Q1: エネルギー分野の協力を促進させるための留意点はあるか?

A1: ①政府の確たる政策コミットメントと政策の首尾一貫性

②産業界の積極参加: 持続的成長のための市場誘導型移転

③JIの可能性の積極的 pursuit

さらに、このためには、様々な形態の国際協力が有効であり、その活用・組合せを模索している。

Q2: 日本の省エネ施策: トップランナー方式の認定は誰がするのか、そしてその有効性は?

A2: 経済産業省が、関連審議会の意見を聞き行う。達成度の公表があり、大部分はクリア

一済み。

Q3：同トップランナー対象機器の範囲は？ また、産業界の反発は？

A3：対象機器の範囲は家電製品・自動車・空調設備など 33 品目で、当初は困惑もあったが官民の対話で解消済み。

Q4：各工場での省エネルギー達成の検証は誰がどのように行うのか？

A4：同省の地方部局が、(財)省エネルギーセンターの検査員の協力を得て、主として書面審査を行う。

Q5：新エネルギー、とりわけ太陽光発電の導入のための補助金など推進策は？

A5：従来住宅にも助成。技術開発・市場拡大により約 1/10 コスト低減達成し昨年終了。公共施設には継続。その他、電力会社の発生電力買取。住民意識によるところが大。

その他、エネルギー教育、産業界におけるエネルギー管理者制度の運営など活発な質疑がなされた。

なお、今回のセミナー実施にあたり、キエフ工科大学・省エネルギーセンター（国内及び周辺諸国に対して省エネルギー研修等を実施）において視察・協議を行うとともに、関連の省エネルギー公社総裁を表敬訪問した。

(3) セミナーの印象

我が国エネルギー分野での技術・制度運営などにつき、同国における産官学とも関心の高さと京都議定書の下での JI への強い期待が確認された。

短期間の準備で短時間でのセミナーとは言え、政府機関・産業界・大学からの代表者が参加し、専門的かつ質の高い議論が展開された。また、ここで NEDO の存在が大きくアピールできたことは重要な成果。

また、同国の科学技術分野で卓越した実績を有するキエフ工科大学の幹部が積極的に意見交換に参加したことは、ウクライナ、日本両国が協力関係強化プロセスと強いリンクエッジをもって活動できることを参加者にアピールすることにもつながったと考えられる。

今後、両国協力関係において、エネルギー技術分野での協力は同国の喫緊の課題でもあること（昨年日本経団連のミッションでの指摘）、また我が国産業界としても JI による排出枠確保を図る上で重要な役割を担うことが予想されていることから、両国にとりウィンウイン(win-win)の関係として連携を強化し、具体的な事業実施の段階に進めていくことが望まれよう。

2. その後の展開：エネルギーセミナーの実施

上記を踏まえ、本年 9 月に多国間の連携により **Climate・Technology・Initiative (国際エネルギー機関 IEA の「気候技術の自発的活動実施協定」：以下 CTI)** キエフセミナーを当地にて行ったので、同様に概要について報告する。

(1) 名称：**CTI Industry Joint Seminar: Prospects for Energy Efficiency and Renewable Energy Technologies in CIS countries**

「旧ソ連地域への省エネルギー及び再生可能エネルギー技術の普及に関する
CTI・産業界合同セミナー」

(2) 主催：CTI/キエフ工科大学(KPI)/ウクライナ JICA 日本センター

(3) 開催場所：国立キエフ工科大学 Academic Council Hall

(4) 開催日時：2007 年 9 月 27 日（木）～28 日（金）

(5) 参加者：各国政府関係者、国際機関、学会、産業界、金融界の有識者等約 150 名

(6) 概要：

本セミナーについては、欧州諸国・米国・日本及び中東欧・旧ソ連圏各国代表、内外の産業界代表、気候変動枠組条約(UNFCCC)、国連開発計画 (UNDP)、国際エネルギー機関(IEA)、国連工業開発機関(UNIDO)、再生可能エネルギー及びエネルギー効率に関するパートナーシップ (REEEP) など国際機関代表、欧州復興開発銀行(EBRD)、国際協力銀行(JBIC)など金融機関代表及びキエフ工科大など産・官・学・金融の各界からの参加を得た。



開会式で CTI の Holt 議長(左端)の挨拶に続き、馬淵駐ウクライナ特命全権大使(中央)による挨拶が行われた



REEEP の Moscoso-Osterkorn 専務理事(左端)らとともに、金融問題分科会の討議に参加する筆者(右端)(写真提供：CTI)

冒頭、馬淵睦夫駐ウクライナ特命全権大使に挨拶を頂き、安倍前総理のイニシアティブ「美しい星 50」を中心に日本の温暖化防止への政策や技術の紹介を行った。

続いて、筆者(CTI プログラムマネージャー兼任)を含む各国政府担当者等から、それぞれの国における技術移転のニーズと課題、関連の政策等について説明を行うとともに、産業界からは、省エネルギーや再生可能エネルギー技術の現状、同地域での日本の投資など、各事業体の技術・提案する事例の紹介等が行われた。さらに、これらをマッチングすべく総合討論を行い、課題・事業の抽出を行い今後の知見とした。

具体的には、環境技術移転を促進させるための政策の 3 本柱として、①適切な技術移転の方法を選択、②キャパシティビルディング(能力開発)、③首尾一貫した透明性の高い政策の採用が示されることについての期待が表明された。

このセミナーには、ウクライナのみならず、ウズベキスタン、カザフスタン、ロシア、モルドバ、ベラルーシなどの旧ソ連圏の当該分野の専門家や、欧米の関係機関の専門家が

発表者として招待され、清水建設、住友商事、三菱商事、JBIC、に日本貿易振興機構(JETRO)ウイーンのパートナー調査会社、信州大学など、旧ソ連の国々との排出権や環境技術分野での協力に関心のある日本の企業や組織の代表者達が日本や近隣諸国から駆けつけた。



講演中の筆者



セミナー会場(写真提供:CTI)

3. その他

政府・産業界・国際機関・金融機関からの代表者が参加し、専門的かつ質の高い議論が展開され、ウクライナをはじめとする、旧ソ連圏に属する地域は、我が国の企業・技術による省エネ事業への期待が高く、その状況が良く把握・確認された。さらに、実際の事業主体から具体的なプロジェクトの事例、今後の展開の方向等が議論された。中東欧は、既にEUメンバーとなり、我が国のフィールドとしての有用性とともに産業界の興味が薄れつつあり、今回のようにウクライナを中心とした当該地域への展開等が有益と思われる。

<参考>

ウクライナ日本センター(UAJC)ホームページ

<http://uajc.com.ua/jp/site/index>

JICA ホームページ (省エネルギーセミナー紹介)

<http://japancenter.jica.go.jp/articles/sg028.html>

CTI ホームページ (キエフセミナー紹介)

http://www.climate4tech.net/events/index_new_detail.cfm?Page=1&EventsID=5363

【省エネルギー特集】中国の省エネルギー政策

2007 年の中国の省エネルギー情勢について

－政府主導による電力部門の「上大圧小」の動き－

NEDO 技術開発機構 北京事務所

曲 暁光

中国では、ここ 20 年来続いている、高い経済成長に伴い、エネルギー消費が急速に伸びており、現在世界で米国に次ぐエネルギー消費国になり、近い将来米国を凌ぎ、世界最大のエネルギー消費国、CO₂排出国になると予想されている。また、過去に「自給自足」を国是とする中国は、1993 年から純石油輸入国に転換して以来、石油等エネルギー消費量が驚異的に増えており、現在石油の対外依存度が 6 割以上に達している。このような高いエネルギー消費量の伸び率を変えない限り、中国は巨像の如く世界中の資源・エネルギーを吸い尽くしてしまうと懸念されているのが現状である。

2006 年 3 月に中国政府は第十一次五ヵ年計画の期間中（2006 年 3 月～2011 年 3 月）に GDP 当たりのエネルギー消費原単位を 20%改善、主要汚染物質の排出量を 10%削減するという「中国版マニフェスト」を打ち出した。これに対して、有識者の間では高い経済成長を実現している国で省エネルギーを図ることは困難であろうと、この中国政府のマニフェストを懐疑的に思う傾向がある。

しかし、中国政府は最終エネルギー消費の大半を占めている産業部門を対象に、鉄、セメント等エネルギー多消費産業部門のリストラ、老朽化設備の廃止を加速させた結果、改善効果が小さいものの、2006 通年、2007 年上半期の GDP 当たりのエネルギー消費原単位はそれぞれ前年、前期比 1.33%改善された。

また、昨年以來、中国政府は行政主導による強力な省エネルギー措置としてエネルギー供給サイド、消費サイド両面からそれぞれ「上大圧小」（大規模な発電所を新設、小規模な発電所を廃止）、「千社省エネルギーアクション」（エネルギー消費量が多い上位 1008 事業所を対象に省エネルギーのノルマ達成を義務化）を実施してきている。これらの省エネルギーへの取り組みは今まで以上に大きな成果が期待できると考えられる。

発電部門のエネルギー消費量は全国最終エネルギー消費量の半分以上を占めており、年間石炭消費量はおよそ 12 億トンに達する。今回は紙幅の関係上、「千社省エネ・アクション」の詳細な内容、進捗状況等を割愛し、電力部門の「上大圧小」を中心に簡単に分析してみる。

1. 「上大圧小」とは

中国では省エネルギー行政は国家发展改革委員会が主管官庁として中心的な役割を果たしているが、同委員会の中には発電所、炭鉱等供給サイドの省エネルギーを含むエネルギー政策を所管する「能源局」と、発電所・炭鉱等以外の一般的な省エネルギー政策を所

管する「資源節約・環境保護司」とに分かれており、別々に政策立案を行っている。

2006年に中国の電力設備総容量は6億kWに達し、2010年末には8.4億kWに上ると予想されている。10万kW以下の小規模な火力発電所は全体の3割程度を占めているが、これらの小規模な火力発電所を大規模な発電所（平均設備容量は30万kW以上の発電プラント）に更新すれば、年間9,000万トン以上の標準炭(1kg当たりの発熱量は7,000kcal)を節減でき、SO₂とCO₂排出量をそれぞれ180万トン、2.2億トン削減する事が可能であるとの試算結果がある。従って、発電所の大規模化は中国全体のエネルギー利用効率の向上に有効な手段である。

このような状況を踏まえて、昨年4月に資源節約・環境保護司は、新たに中心的な省エネ施策として「千社省エネルギーアクション」を大々的に発表した後、同年11月には同司のライバル的立場の能源局が、対抗するかのように新規発電を建設するに当たって、既設の老朽化した小規模な火力発電所（主に10万kW以下）の廃止を条件に大規模な発電所(単機30万kW以上の発電プラント)の新設を認める「抱き合わせ方式」の採用による、「上大圧小」政策の導入を発表した。



出所：中国経済網（中国五大電力会社華電集团公司に所属するズウボウ熱電併給型発電所での爆破による冷却塔の解体。このような爆破による発電所解体の光景は随所に見られる）

「上大圧小」は中国政府の省エネルギー政策目標を達成するための重要な政策手段として、2006年から2011年までの5年間に1年ごとに1,000万kW、トータルで5,000万kWの小規模な火力発電プラントを閉鎖する一方、電力の需給見通しを踏まえて新規の大規模な発電所を建設する計画である。

各国有電力会社、各地方政府は中国政府の指針に追随し、その計画に従って各地で相次いで小規模な火力発電所の稼働停止、設備解体を行っており、2007年10月下旬にすでに1,000万kW以上の発電所が閉鎖され、通年の目標を上回っている。中国では小規模な火

力発電プラントの設備容量は約1.2億kWぐらいであり、第十一次五ヵ年計画の終了後も、全体の半分以上がまだ存続するため、小規模な火力発電の強制的な閉鎖措置は2015年前後まで続くと思われる。

このような強権発動を伴うような省エネルギー施策を通じて、短期的に大きな成果が期待でき、中国政府が定めている省エネルギー政策目標にも大きく寄与できる。

2. 「上大圧小」の課題

前述したとおり、行政主導による「上大圧小」は短期的に大きな効果が見られるが、このような一連の強権発動に伴う強制措置は中長期的に存続し得ないであろう。多くの国有企業を抱えている中国では企業経営者は自社の経営判断を行う際、市場より政府の方針を優先する傾向がある。しかし、市場経済化が進むにつれて、政府の「見える手」を優先する経営から市場経済における「見えざる手」を重視する経営へのシフトが求められてくるであろう。つまり、市場メカニズムに従い、省エネルギー活動への企業の能動性を引き出すことこそ持続的なものであり、省エネルギー活動の恒久化につながる。

また、「上大圧小」とは火力発電を対象に「大規模」というキーワードで大々的に実施されているが、原子力、風力発電等を含む全体の電源構成の最適化への検討はほとんど行われていないのが実情である。「上大圧小」と電源構成の最適化のバランスを取りながら、電源開発を行うことが最も効率的であると思われる。なお、ピーク調整に融通が利く「機動隊」のような役割を果たす小規模な火力を全部廃止し、ひたすら「鈍重」な大規模な発電所を建設することは無駄な投資が生じる可能性もある。

2005年以来、中国政府は供給・消費両面から相次いで「10大重点省エネルギー工程」、「千社省エネルギーアクション」、「上大圧小」と言った省エネルギー施策を本格的に展開している。これらの省エネルギー活動は短期的に大きな成果が見られている一方、今後、産業部門における省エネルギー政策のポテンシャルは相対的に低下することが避けられない。2008年以降に従来の産業部門の省エネルギーに加えて、建築物の省エネルギー等民生部門、自動車等運輸部門についても新しい課題として取り組まなければならない。また、ミクロレベルの制度構築等、省エネルギー運用面の強化も必要不可欠になると思われる。

いれずにせよ、中国における省エネルギー活動は従来政府主導で展開されてきているが、今後の省エネルギーに関する大きなポイントはメインプレーヤーが官から民へシフトし、強制的な行政手段からソフトランディングし、企業の省エネルギー活動を市場メカニズムの軌道に乗せることが大きな課題であろう。

【省エネルギー特集】 ESCO 事業

中国における ESCO 事業の現状と見通し

NEDO 技術開発機構 北京事務所

曲 暁光

中国におけるエネルギー利用効率の悪さは、概して未発達なサービス業、中小規模のプラントの乱立等に見られる、非合理的な産業構造、立ち後れた技術、及び低いマネジメントレベルに起因すると言われている。

中国政府は 2010 年の GDP 当たりのエネルギー消費原単位を 2006 年比で 20%削減するという、野心的とも言える省エネルギー目標を掲げている。

現在、目標達成に向け、政府主導で、産業構造調整を主軸に、省エネルギー技術の導入、マネジメント強化といった施策が進められているが、産業構造調整は目標達成に大いに貢献できるものの、省エネルギー技術の導入及びマネジメント強化のみでは、目標達成への貢献度は 3、4 割に止まるというのが、大方の見方である。

また現在、都市化等が進み、民生部門のエネルギー消費が増える一方で、数年前には一時的に GDP に占める割合が 40%を越えた第三次産業が、2006 年に再び 40%を下回るほど、急速な工業化も進んでいる。

この都市化による民生部門のエネルギー消費、及び工業化による第二次産業の割合の増加は結果として、省エネルギー目標の達成に向けた産業の構造調整に後れを来す要因になっている。

このため今後、産業の構造調整以外に省エネルギー技術の導入及びマネジメントをより強力に押し進める必要があり、有効な施策として、海外で確立された省エネルギー手法である **ESCO (Energy Service Company: 省エネルギーを含む包括的なエネルギーサービスを提供する事業)** の民生部門・産業部門への普及が、中国全体のエネルギー利用効率向上の一助になると期待されている。



ESCO の一事例：天然ガス発電所（左）と天然ガスを燃料とするマイクロガスタービンの設置作業（右）

以下、ESCO 事業の現状と見通しについて概説する。

1. 中国における ESCO 事業の経緯と現状

1990 年代半ば頃、世界銀行、GEF (Global Environment Facility: 1991 年に発足した、開発途上国で実施される地球環境保全プロジェクトを対象とした、無償資金供与を主とする国際支援メカニズム) は旧国家計画委員会 (現国家発展改革委員会)、旧国家経済貿易委員会 (現在同委員会は廃止。エネルギー行政を所管する部門は国家発展改革委員会に吸収) と協力し、北京、遼寧省瀋陽市、山東省煙台市の三地域において人材養成、ビジネスモデルの構築等のキャパシティビルディング (能力育成支援) を通じて、ESCO を初めて中国に導入した。そのキャパシティビルディング協力事業の成果として、北京の源深省エネルギー技術有限公司、遼寧省の省エネルギー技術発展有限公司、山東省の省エネルギー工程有限公司といった企業群が設立され、中国の ESCO 業界の草分け的存在となり、中国の省エネルギーサービス全体をリードしている。

また、ESCO 導入後、中国では ESCO に代わり、ESCO に独自の解釈を加えた概念である、**EMCO (Energy Management Company)** が中国型 ESCO といった意味で幅広く一般で使われるようになった。

現在、中国政府の支援の下、中国省エネルギー協会省エネルギーサービス産業委員会 (EMCA) が ESCO (EMCO) 業界における初めての業界団体として創設され、200 社以上の会員企業を有している。また、2006 年に EMCO への総投資金額が 20 億元 (約 300 億円) に上ったと言われるなど、大きな発展を遂げた。

中国政府は、エネルギー利用効率向上の観点から、エネルギー消費量の多い産業を対象に、設備の更新、大規模化及び企業間の吸収合併の促進等を通じて、力強く省エネルギーを推進しているほか、新しい省エネルギービジネスモデルとして、EMCO の普及を後押ししている。

2. サービスを蔑ろにした、ハード重視の中国型 ESCO (EMCO) は問題が山積

しかし、省エネルギーを含む包括的なエネルギーサービスの提供を主旨とする本来の ESCO と大きく異なり、大事なサービスというキーワードを抜きに、一般メーカーとさほど変わらない省エネルギー機器の販売または省エネルギー機器の販売代理を主要業務と位置づける傾向が見られる。

なぜこのような現象が起きているかについては、下記のような、いくつかの阻害要因があると考えられる。

(1) ESCO (EMCO) 業界の人材不足

上述したとおり、世界銀行、GEF が中国政府と協力して ESCO の人材養成等キャパシティビルディングを行って以来、10 年以上経ったが、ESCO の「概念設計」ができる人材はいるが、実際のビジネスに役立つシステム全体の「詳細設計」ができ、省エネルギー、金融等知識・知見を有し、顧客に提案できる人材は極めて乏しいのが現状である。

その結果、省エネルギーサービスというソフト、ハード両面に跨る新しい包括的な省エ

エネルギー・ビジネスを、安易に通常の省エネルギー機器導入・改造の延長線上にあると捉えがちであり、従って、この人材不足のネックを解消しなければ、中国版 ESCO (EMCO) は単なる絵に描いた餅である。

(2) ESCO (EMCO) をめぐる税制面での不利な点

中国ではサービスに対して 6%のサービス業税が適用されるが、一般製造業等に対しては 17%の「増値税」(付加価値税)が課される。

ESCO 事業者に対する課税については、ESCO 事業者を包括的な省エネルギーサービスを提供するサービス事業者として、一般サービス事業者と同様な税率を適用することが妥当であるが、EMCO 事業者は中国で省エネルギー機器の販売または転売を中心にビジネスを展開しており、その利益の大半が機器の販売によるケースが多いため、税務当局は、EMCO 事業者と顧客間の省エネルギーサービス契約を、省エネルギー機器の分割払いの販売契約と捉え、EMCO 事業者に対して、一般設備メーカーと同様な扱いで機器販売にかかる増値税を 17%徴収している。

また、ESCO 事業の場合、導入企業は複数年に渡って、投資回収するのが通常であるが、中国の税制下では EMCO 事業を省エネルギー機器の分割払いと捉えられているため、EMCO 事業の導入企業は設備が稼働した後、一括で「増値税」を納めなければならない、事業の圧迫原因となっている。

(3) ESCO (EMCO) 事業への融資問題

中国の銀行など、金融機関は ESCO 事業への認識が乏しく、その事業による安定的な収益を十分に認識しておらず、ESCO 事業への融資に非常に消極的である。一方、EMCO 事業を手がけている個々の事業者は、規模が小さく中小のベンチャー企業が多い。したがって、土地、建物等固定資産をほとんど持たない EMCO 事業者は銀行に相手にされず、事業に必要な資金の初期投資分を銀行から借り入れることが極めて困難である。

前述したとおり、中国の EMCO 事業者は現在 200 社以上に達しているが、EMCO 事業者のほとんどが省エネルギー機器メーカーまたは販売代理店である。これは結果的に、ESCO 事業と称しながら、実態としては、単に顧客が省エネルギー機器を購入しやすくなるための分割払い制度に過ぎないものであると言える。

3. 今後の見通し

現在、省エネルギーを国策とする中国政府は、老朽化した小規模なプラント等を精力的に強制廃止するなど、大胆な産業構造調整に取り組むとともに、省エネルギーサービス、民生部門の省エネルギー等を、産業部門における省エネルギーと同様に重要視している。特に、産業部門の省エネルギーは長年にわたり最重要課題として展開されていることから、数年後には一段落し、将来は、省エネルギーの重点分野は必然的に産業部門から民生・運輸部門へ、また省エネルギー手法はハード中心からソフトへと、バランスの取れた包括的な省エネルギーサービスに転換していくと予想される。

今後、中国で ESCO をより円滑に定着させ、省エネルギー政策目標達成に資するため、中国政府は税制問題を早急に解決する必要があり、その前提条件として、ESCO 事業のビジネスモデルの標準化（マニュアル作成）を行い、その事業と一般的な省エネルギー機器販売での分割払いの違いを明確化し、それぞれ異なる税率で適用する仕組みを立ち上げることが求められる。

また、税制問題の解決とともに、ESCO 事業にかかる人材養成を行い、現在 200 社以上存在する「見せ掛け」EMCO の能力向上を図り、本格的な事業が展開できるような基礎体力を付けることが急務となる。

今後、中国は海外の知見を参考にしつつ、自国の ESCO 産業を大きく育てて行くことと思われる。ソフトパワーを武器に省エネルギーが比較的に立ち遅れている米国と金融面の強みを持つ欧州は、中国の ESCO 事業に目を向け、ESCO ビジネスの売り込み攻勢を掛けている。省エネルギーが最も優れている日本は他国の動きを見極めつつ、日本の省エネルギー技術を活かして、戦略的に中国での ESCO ビジネスを展開しなければならない。

<参考>

NEDO海外レポート979号:「日中省エネルギーサービス(ESCO)シンポジウムの開催報告」

<http://www.nedo.go.jp/kankobutsu/report/979/979-06.pdf>

【省エネルギー特集】産業部門の省エネ

米国エネルギー省の2006年「Save Energy Now」評価結果

米国エネルギー省(DOE)は本年9月、2006年のSave Energy Now (SEN)¹運動による評価結果を発表した。本号では「省エネルギー特集」として、この評価レポートの概要を紹介する。

目次

1. はじめに
2. Save Energy Now評価の始まり
3. 2006年の評価の特徴
4. 工場スタッフの研修に重点を置いた評価プロセス
5. 評価結果の総合レビュー
 - 5.1 評価対象工場の場所および産業区分
 - 5.2 エネルギーコスト、エネルギー使用量およびCO₂排出量の削減予測
 - 5.3 コスト削減をもたらす主要な省エネ項目
 - 5.4 省エネ投資の回収期間
6. 追跡調査結果(6ヵ月後)
 - 6.1 提案項目の実施状況
 - 6.2 評価手法の有効性
7. 2007年以降

1. はじめに

2006年のSave Energy Now (SEN)イニシアティブでは、エネルギー消費量が年間合計1兆Btu²以上の工場のうち、200に及ぶ工場でチームが結成され、エネルギーの節約や二酸化炭素(CO₂)排出の低減に有効と思われる項目の特定と評価が行われた。その結果がまとめられて、各工場で実施できる多くの方法が示された。全般的な結果は次の通りである。

- ・ エネルギーコストを年間10%以上削減（全体で5億ドル、1工場平均250万ドル）
- ・ 天然ガス使用量を年間で53兆Btu（1工場平均17.3%）削減
- ・ CO₂排出量を年間で400万トン（1工場平均20,200トン）削減

評価が行われた大部分の工場において特定された省エネ項目の価値がすぐに認められ、ほとんどの提案事項が実施済み、もしくは実施予定であることが、追跡調査によって示された。

¹ DOEによるプログラムで、工場のエネルギー診断指導やウェブ上でのエネルギー管理ツールの利用支援を行う。大規模工場にエネルギー専門家を派遣して無料診断の支援を行う。

² Btu: British Thermal Unit 英国熱量単位。1Btu=1,055J（ジュール）=252cal（カロリー）

また、参加企業の90%以上が、今回の評価は新しい省エネ計画を実施する上で影響力があったと回答した。

Save Energy Nowの完全な報告書と詳細については、DOEエネルギー効率再生局(EERE: Office of Energy Efficiency and Renewable Energy)の産業技術プログラム(ITP: Industrial Technologies Program³)のウェブサイトから得られる。

<http://www.eere.energy.gov/industry/saveenergynow>

2. Save Energy Now評価の始まり

エネルギー価格の不安定さと高まる気候問題への懸念から、米国の産業界は新たにエネルギー効率を重点課題に位置づけるようになった。2005年10月、DOEの産業技術プログラム(ITP)は、ボードマンDOE長官の呼びかけに応じて革新的なSave Energy Nowイニシアティブを導入した。

ITPの技術運用(Technology Delivery)部門は、数十年の間、米国の工場に様々なツールやエネルギー評価、出版物、研修、技術支援を提供して省エネの支援を行ってきた。このためITP認定のエネルギー専門家らは産業界のパートナーと共に、工場従業員が主要システム（蒸気、圧縮空気、加熱システムなど）の評価を行えるソフトウェアベースの決定ツールを用いて、省エネのための具体的な取組みを特定していくことができる。

Save Energy Nowイニシアティブは、こうしたこれまでの蓄積をベースに製造事業者が生産性を向上させるとともにエネルギーの消費も減らすための、低コストの方法を見つける一助となる、工場のエネルギー評価を通じた省エネ運動の新しい形と位置づけられる。

天然ガスの供給問題が予測されたため、このSave Energy Nowイニシアティブは天然ガスの節約に戦略的重点を置き、米国の最大規模の工場（消費量が年間合計1兆Btu以上）を対象とした。米国の約22万6千の製造工場のうち、この分類に当てはまる工場は約6,800あり、米国の産業界の全エネルギー消費量のうち約53%を占めている。

ITPの製品とサービスはよく確立されているため、2005年後期に起きた天然ガス不足の対応に際しても、ITPはほぼ即座にSave Energy Now評価を展開することができた。工場は迅速なオンライン処理を利用して評価申請を提出した。

³ 産業分野でのエネルギー効率と環境パフォーマンスの改善に向けた国家的な取り組みを推進する EERE のプログラム。省エネ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もので、ハイリスク、高価値の研究開発への資金提供なども行う。

Save Energy Nowイニシアティブには、評価を申し込んだが評価を受ける基準（1兆Btu）に当てはまらなかった工場を支援する対策も含まれていた。これらの工場に提供されるサービスには、以下のようなものがあった。

ITPの製品とサービス

- ・工場のエネルギー評価
- ・電話による相談、技術支援
- ・省エネの可能性を割り出すための無料のソフトウェアツール
- ・ツールの研修（導入研修ならびにITP認定資格者による研修）
- ・技術関連の出版物（助言集、事例研究集、ハンドブック、ニュースレター（Energy Matters）など）

3. 2006年の評価の特徴

2006年のSave Energy Now評価は以下の点に戦略的な重点が置かれた。

- ・エネルギー消費量が最も多い製造工場（年間1兆Btu以上）を対象
- ・全製造工程の天然ガス使用の約74%を占める加熱システムと蒸気システムのみを対象
- ・工場従業員と連携して取組みを行う（工場従業員も参加した「3日間評価」）

4. 工場スタッフの研修に重点を置いた評価プロセス

Save Energy Nowの評価は、研修に重点が置かれている点が従来のエネルギー評価と異なっている。特に2006年の評価は、ITPの蒸気／加熱プロセス用ソフトウェアツールを使用して工場従業員を研修することに重点が置かれていた。

評価の実施にあたってこの手法を用いることの明白な効果は以下のとおりである。

- (1)工場の従業員達はDOEのソフトウェアを効率的に使う方法と、これらのツールを彼らの操業に適用させる価値について実地から経験を得られる。
- (2)工場従業員達は評価の間に割り出され審査された可能性に対して強い責任遂行意欲を抱く。そしてそれにより、割り出された項目の多くが実施される見込みが高くなる。
- (3)多くの場合、工場にとって、大幅なエネルギー節約とコスト削減をもたらしうる可能性が調査される。また、いくつかの企業では、この評価プロセスを別の自社施設で効果的に再現することができた。

3日間の集中評価プロセスの間、DOEのエネルギー専門家は工場責任者(Plant Lead)や主要な人員と密接な連携を取り、標的となる可能性を割り出していく。大方の場合、エネルギー評価の間に3～4件ほど標的となる可能性が調査される。主な評価プロセスの段階は以下のように集約される。

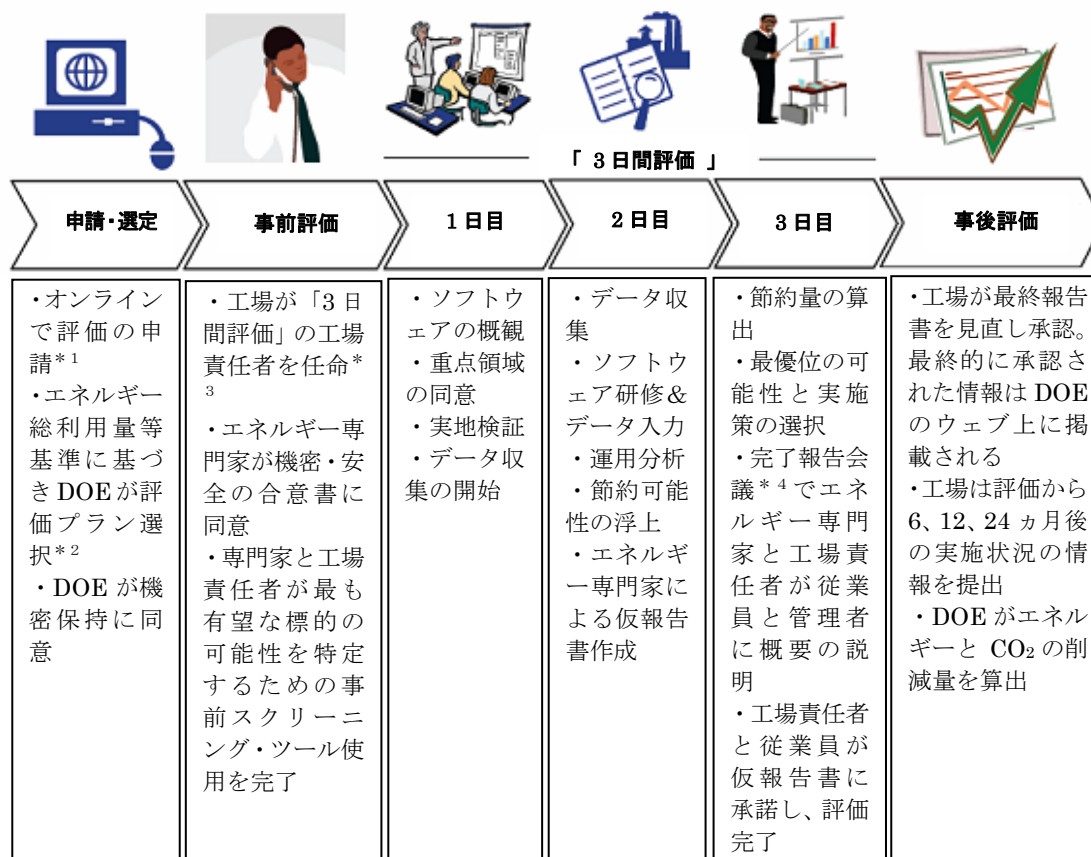


図1：Save Energy Nowの評価プロセス

- *1：2006年のSave Energy Now評価の資格を得るための大規模工場の申請は、2005年11月8日に開始され、評価対象工場がほぼ特定された後、2006年1月17日に終了した。
- *2：評価申請書のエネルギー消費量の要件を満たしていた工場に対しては、DOEの地方事務所の職員から連絡があり、申請された評価の種類（蒸気システム、プロセス加熱システム）や、評価実施可能日時、工場の詳細と住所など、申請書情報の確認が行われる。この情報は、評価を実施するエネルギーの専門家を決定するために、オークリッジ国立研究所のSave Energy Now担当職員に転送された。
- *3：エネルギー専門家は工場と連絡を取る際、全3日間専門家と行動を共にすることを承諾する工場責任者(Plant Lead)を特定する。評価に参加するエネルギー専門家、工場責任者、およびその他の工場従業員らは、DOEのソフトウェアを用いていくつかの調査をすべき可能性のある「標的」を割り出す。多くの場合、選定された標的は、工場の大幅なエネルギー節約とコスト削減を達成する可能性を秘めていた。
- *4：評価の最終日には完了報告会が必ず開かれ、評価で割り出された可能性についての精査と議論が行われる。工場の管理者（工場長）がこの会議への出席、参加のために招かれる。完了報告会に先立ち、エネルギー専門家と工場責任者は会議で取り上げられ最終報告書に載せられる予定の省エネ可能項目について合意する。工場責任者の承認がなければ、いかなる可能性についても完了報告会では協議されず、評価報告書への掲載も行われない。

5. 評価結果の総合レビュー

5.1 評価対象工場の場合および産業区分

申請のあった評価工場の選定は、工場の地理的位置よりもエネルギーの利用量に基づいて行われた。評価は、米国の主要な大規模産業工場が位置する40の州（その多くは米国の中西部、東部および南部）とプエルトリコで実施された。評価を受けた工場が最も多かった州はテキサス州（30工場）であり、次がルイジアナ州(15工場)であった。また、17の州で4件以上の評価が実施された。



図2：2006年に Save Energy Now の評価が完了した 200 の施設

2006年のSave Energy Now評価は省エネの可能性を特定するという点では大変高い成功をおさめた。合計で蒸気プロセス評価が114、加熱プロセス評価が86実施され、対象工場は18の主要な産業界に及んだ。評価を受けた工場のうち、80%以上が上位6つの産業界に集中していた。

表1：2006年に評価が行われた産業区分

産業区分	工場数
化学品製造	53
製紙	34
第一次金属（鉄鋼および非鉄金属）	24
食品	22
非金属鉱物製品（セメント、ガラス等）	18
組立金属製品	12
石油・石炭製品	8
プラスチック・ゴム製品	5
コンピュータ／電機製品	5
運送設備	5
その他（鉱産業、織物製品、木製品を含む）	14
合計	200

5.2 エネルギーコスト、エネルギー使用量およびCO₂排出量の削減予測

2006年のSave Energy Now評価で特定されたコスト、天然ガス、CO₂の削減の可能性は事前に予期していたよりもかなり大きな規模であった。この要因としては、大規模製造工場（年間エネルギー総利用量1兆Btu以上）に重点を置いたことと、蒸気システムとプロセス加熱システムに重点を置いたことが、大幅な節約の潜在的可能性を特定するうえで効果的であったと考えられる。さらに、評価を実施した専門家らの能力と、DOEの蒸気システム用／プロセス加熱システム用ツールの品質も、工場的大幅な節約の潜在的可能性の発見に貢献した。全ての提案項目が実施されたと仮定した場合の、主な評価結果は表2の通りである。ここでは、評価を受けた全工場および1工場当たりのエネルギーコスト削減額、使用エネルギーの削減量およびCO₂排出の削減量を、蒸気システムとプロセス加熱システム別にブレイクダウンしている。

表2：2006年のSave Energy Now評価の総合結果

全評価の効果	数的指標	蒸気システム 評価	プロセス加熱 システム評価
実施された評価工場数	200	114	86
コスト削減の可能性 総額（年間）	5億ドル	3億6,400万ドル	1億3,500万ドル
1工場当たりのコスト削減額（ドル／年）	250万ドル	320万ドル	158万ドル
1工場当たりのコスト削減率（％／年）	10.4%	11.4%	9.0%
エネルギー総節約量（年間）	50兆Btu	32兆Btu	17兆Btu
1工場当たりのエネルギー節約量(年間)	2,474万Btu	2,839万Btu	1,988万Btu
1工場当たりのエネルギー節約率(％／年)	8.8%	7.8%	10.1%
天然ガス総節約量（年間）	53兆Btu	39兆Btu	14兆Btu
1工場当たりの天然ガス節約量（年間）	2,644万Btu	3,425万Btu	1,608万Btu
1工場当たりの天然ガス節約率（％／年）	17.3%	20.4%	13.3%
CO ₂ 総削減量（年間）	400万トン	292万トン	111万トン
1工場当たりのCO ₂ 削減量（年間）*	2万200トン	2万5,600トン	1万3,000トン

*CO₂排出低減量の推定量は、エネルギー専門家により提供されたエネルギー節約量と燃料の種類に基づき、評価場所ごとに算出される。現在、産業界の燃料区分は22種類（電気、天然ガス、軽油(#1、#2、#4)、重油(#5、#6)、石炭、コークス、コーク炉ガス、黒液、高炉ガス、プロパンガス、廃材燃料等）に分類されており、CO₂含有量が分析される。燃料消費量(百万Btu)をCO₂トンに換算する係数は、EIA（米国エネルギー情報局）の温室効果ガス削減に係る自発的報告チームとの直接の協議によって提供された。これらの係数を該当する燃料節約項目に適用して、CO₂排出量への影響度が概算された。見込まれる総CO₂排出低減量は、全ての提案項目が実施されたと仮定した場合、約404万CO₂トンとなった。

5.3 コスト削減をもたらす主要な省エネ項目

削減できるコストは主として、直接電気や燃料を節約することから求められるが、生産性の向上、メンテナンスの必要性の低減、金属くず発生の低減、およびプロセスの改善によってももたらされる。

蒸気システム評価とプロセス加熱システム評価の双方において、上位 10 位までに入った省エネ項目が、評価で特定されたエネルギーコスト削減額の大半を占めていた（表 3 および表 4 参照）。蒸気システム評価に関しては、上位 10 位までに入った省エネ項目が年間予想削減額のうちの 3 億 3,400 万ドルを占めた（蒸気システムにおける総削減額の 92%）。プロセス加熱システム評価に関しては、上位 10 位までに入った省エネ項目が年間予想削減額のうち 1 億ドルを占めた（プロセス加熱システムにおける総削減額の 74%）。

表 3：蒸気システムのコスト削減提案項目トップ 10

蒸気システムの節約提案項目	コスト削減予想額(百万ドル/年)
①蒸気の需要を削減	89.0
②代替燃料の使用	77.9
③ボイラーの効率性改善	42.9
④背圧蒸気タービン ⁴ の追加／改造	33.9
⑤復水 ⁵ の回収の改善	23.6
⑥復水蒸気タービンの追加／改造	22.9
⑦蒸気トラップのメンテナンス計画実施	15.1
⑧断熱材の改良	10.5
⑨ボイラーのブローダウン ⁶ 率の改善	9.0
⑩ブローダウンの補給水の熱回収改善	8.9
その他（*注1）	30.6
合計	364.3

表 4：プロセス加熱システムのコスト削減提案項目トップ 10

プロセス加熱システムの節約提案項目	コスト削減予想額(百万ドル/年)
①炉熱の回収	19.6
②排熱の多段階利用	16.2
③適切な熱システムの利用	12.8
④適切な炉の断熱材／メンテナンス	11.7
⑤排ガスの酸素含有量の削減	8.7
⑥燃焼の酸素利用	7.0
⑦燃焼プロセスの利用もしくは燃焼の排気利用	7.0
⑧原燃料の予備加熱の改善	6.9
⑨炉の開閉、漏損の低減／解消	5.2
⑩炉の運用日程計画、負荷、および運転停止の改善	4.7
その他（*注2）	36.1
合計	135.9

⁴ 出口側で所要の蒸気圧を残し、蒸気を大気圧以上の圧力で排出するタービン。動力を得ると共に、排出した蒸気を工場内の別の作業に利用する。

⁵ 水蒸気を冷却・凝結させて水に戻すこと。復水の回収のために復水器が用いられる。

⁶ ブローダウン：ボイラー、水配管系などから内部の水を排出すること。

*注1：エグゼクティブ・サマリーの中では次の項目が挙げられている。

複数のボイラーの最適化、伝熱面の洗浄、放出蒸気の削減／回収、中圧復水フラッシュの改善、補給水の熱回収(一般)、蒸気の発生状態改善、脱気器の熱回収改善等17項目。

*注2：エグゼクティブ・サマリーの中では次の項目が挙げられている。

代替燃料、代替エネルギー源の利用、冷却のための廃熱利用、炉(oven)の補給空気の制御、炉(furnace/oven)の熱伝導の改善、燃焼空気を予備加熱するための排ガスの利用、蒸気の需要を削減等17項目。

5.4 省エネ投資の回収期間

可能性のある省エネが現実の省エネになるかどうかを決定する重要な要因の一つは、省エネ策の実施に対する回収期間である。投資回収期間が2年以上の省エネ項目については、おそらく大半の産業工場が実施を検討しないだろう。

今回の評価の専門家は、特定された省エネの各項目を実施するのに必要なあらゆる資本コストを試算し、回収期間を推定するためにより資本コストの高いケースを使用した。その結果によると、特定された省エネ項目に対する投資の推定回収期間は、大部分が2年以下であった（蒸気システムの全省エネ項目のうちの76%、プロセス加熱システムの全省エネ項目のうちの73%）。さらに、2年以下の回収期限が見込まれている省エネ項目は、蒸気システム／プロセス加熱システムの予想コスト削減額の大半を占めていた（蒸気システム：年間2億6,300万ドル、もしくは全予想削減額のうちの72%、プロセス加熱システム：年間1億900万ドル、もしくは全予想削減額のうちの73%）。

推定された投資回収期間が示していることは、特定された殆どの可能性ある項目の実施を産業工場に対して働きかけるべきだということである。

6. 追跡調査結果(6ヵ月後)

6.1 提案項目の実施状況

参加企業は評価実施から、6ヵ月／12ヵ月／24ヵ月後の報告を行うことになっている。この報告書が書かれた時点では、179工場の追跡電話調査が完了していた（蒸気システム評価：103件、プロセス加熱システム評価：76件）。

6ヵ月後の追跡調査の結果によって、大半の工場が評価の内容を受け入れ、節約の可能性実現に向けて前進したことが分かった。以下に示す数値は、返答のあった179の工場の回答に基づいたデータである。幾つかの主要な傾向が示されている：

- ・評価で特定されたエネルギーコスト削減提案項目のうちの70%が、実施済み、もしくは進行中である。30%は、却下、もしくは試行されたが却下された。
- ・6ヵ月後時点では、評価で特定されたエネルギーコスト削減額の約7%が実施済み、残りの23%は実現進行中、41%は計画中、見直し中、もしくは資金認可待ちであった。
- ・評価で特定された天然ガスの省エネ項目の52%と、現場の総エネルギー削減項目の71%

が実行中である。これは、年間合計3.5兆Btuの天然ガス節約に相当する。

- ・評価工場は、即時に提案項目を実施するために短期間で投資回収できる施策を選択した。投資回収期間がより長くなる可能性については、追加の技術審査を受けるか、さらなる計画が必要となるケースが多い。
- ・この取組みの実施により節約されるコストは年間総額3,000万ドルと推計される。

実施率が高い理由の一つは、提案項目の大半で投資回収期間が2年以内と予想されたことである。これは予期しない結果であり、工場の管理者らが提案項目を実施する上で大変魅力的な回収期間であった。また、これらの大きな省エネの可能性は、たった3日間で行われた、研修が含まれた評価の中で発見された。12ヵ月後と24ヵ月後の追跡調査結果では提案項目の実施率がより高くなっているだろう。

6.2 評価手法の有効性

評価に参加した産業工場の6ヵ月後追跡調査によって、ITPにフィードバックされたのは、その追跡調査が評価プロセスの成功度とともに、工場従業員らの研修とエネルギー評価ツールの採用促進を重点的に行ったことの成功度を測るのにも役立ったということである。

調査員は、DOEのソフトウェアツールと技術的製品を採用して行った評価の有益性、および節約の可能性を現実化するに当たって、評価が与えた影響度についての質問を行った。Save Energy Now評価手順によって、省エネの可能性が特定されただけでなく、エネルギー専門家が、従業員が自分達の工場で蒸気システム／プロセス加熱システムのエネルギー評価用ソフトウェアを使うように訓練を行ったことで、その他のDOEの技術ツールや資源の導入にもつながった。75%近くの工場が、評価によってDOEのソフトウェアとその他の製品の利用が促進されたと回答した。

90%強の工場が、特定の省エネ計画実施を決定するにあたり、この評価の影響があった、もしくは多大な影響があったと回答している。この評価を実施しても、殆ど、もしくは全く効果がなかったと回答したのは評価参加工場のうち9%のみであった。

さらに、評価参加工場への質問の中には、エネルギー効率に関連する企業風土に関するものもあった。70%近くの評価工場が、CEOや取締役会が承認した明文化された方針（エネルギー消費量の削減を含む）が整備されていると回答した。

「3日間評価」によって、大半の参加工場では提案された省エネ計画の実施に着手、もしくは真剣な検討が行われた。さらに、評価がかなり急いで行われた場合でも、実現可能な価値のあるプロジェクトが特定できることが実証された。

Save Energy Now評価はたった3日間実施されたのみであったが、評価を受けた工場の

エネルギーコストの平均約10%に相当するエネルギーを節約できる可能性が明らかにされた。きつめの評価日程であったことや研修に重点が置かれていたことを考慮すると、特定された平均の予想エネルギー節約額が工場の光熱費の約10%もあったことは頼もしい結果である。2006年の評価を通して特定された予想天然ガス節約額はさらに大きく、平均で工場の天然ガス消費量の約17%になった。これらの結果は、大きな節約の可能性を特定するために、長期にわたる工場のエネルギー評価を実施する必要はないことを示している。さらに、まだ評価が実施されていない大規模な工場においても、工場の総エネルギーコストの10%以内の節約を特定することが現実に期待できることが結果として示されている。

事例研究：ダウ・ケミカル(Dow Chemical)社

ダウ・ケミカル社はエネルギー・パフォーマンスの改善実績で広く知られている。1994年、同社はエネルギー集約度(energy intensity)⁷を2005年までに20%削減するという壮大な目標を打ち立てた。同社はこの目標を上回り、2004年までにエネルギー集約度を22%削減した。この改善によって、同社は900兆Btu以上を節約し、40億ドル以上のコスト削減を達成した。エネルギー効率の向上の点で自社での進展があったにもかかわらず、同社は2006年に8工場でSave Energy Now評価に参加した。工場の技術者達は蒸気システムとプロセス加熱システムの様々なプロジェクト評価から利益を享受した。この時の評価では年間2,900万ドルの削減の可能性が確認された。同社は、2007年8月時点で、7工場において、600万ドルの節約が達成されたことと、別の340万ドルの省エネプロジェクトが進行中であることをDOEに報告した。

7. 2007年以降

産業界は2006年のSave Energy Now運動に熱心な反応を示し、そのことが2007年以降に同運動が大きな広がりを見せる推進力となった。

このプログラムの取組みは 2007 年にも継続されており、250 件の評価を実施する目標が立てられている。そしてこの原稿の執筆時点(2007 年夏)では、既に 250 以上の工場が2007 年の評価のために特定されている。さらに、ウィスコンシン州とカリフォルニア州を含む幾つかの州では、Save Energy Now 評価の取組みを支援するため、DOE と連携して評価コストを分担している。広範囲にわたる米国産業界の参加と同プログラムの拡大は、米国の産業界と州がこの評価を重要視していることの明確な現れである。

2007年、ITPは250の工場に評価を提供した。これらの評価により、蒸気システム、プ

⁷ マクロ経済指標としては、国内総生産(GDP)当たりのエネルギー消費量、生産性効率を表す指標として用いられ、値が小さいほどエネルギー効率が良い。ただし、ここではミクロの一企業レベルでのエネルギー原単位(生産量当たりのエネルギー消費量)の意味。

ロセス加熱システム、圧縮空気システム、ファンシステムおよびポンプシステムにおける省エネの可能性が探索された。

2007年にはより幅広い製造施設が評価対象となり、そのうち幾つかの評価は、州政府などの第三者機関と評価コストを分担した。2008年にはさらなる評価が提供される予定である。

監査よりも「研修を入れた評価」に重点を置いた今回の評価実施方針と手法は、明確な成功を収めた。6ヵ月後の追跡調査結果によれば、74%の工場で、DOEのソフトウェアと技術製品の採用が促進された点で、今回の評価が有益であったと回答している。さらに、90%以上の工場で、省エネ計画を実施する上でこの評価の影響があった、もしくは多大な影響力があったと回答した。オークリッジ国立研究所は、工場の評価完了直後に工場責任者に評価についての追跡電話調査を実施した。緊急電話調査の結果は、圧倒的に肯定的な回答が多かった。工場責任者は評価活動に高い価値があると判断し、Save Energy Now評価法の効果を強く認識した。

翻訳：大釜みどり

編集：NEDO 情報・システム部

出典：RESULTS FROM THE U.S. DOE 2006 SAVE ENERGY NOW ASSESSMENT INITIATIVE: DOE's Partnership with U.S. Industry to Reduce Energy Consumption, Energy Costs, and Carbon Dioxide Emissions

・ Report Summary

http://www.eere.energy.gov/industry/saveenergynow/partners/pdfs/sen_2006_results_summary_9-20-07.pdf

・ Executive Summary

http://www.eere.energy.gov/industry/saveenergynow/partners/pdfs/sena_2006_report_final_09_17_07.pdf (p3-p12)

【省エネルギー特集】**運輸部門の省エネ**

米国における軽量自動車の技術と燃費の動向

－1975年から2007年まで（報告書要旨）－

米国環境保護庁(EPA)は本年9月、「軽量自動車の技術と燃費の動向：1975年から2007年まで」を発表した。NEDO海外レポートでは「省エネルギー特集」としてこの報告書の「エグゼクティブ・サマリー（要旨）」部分を紹介する。

目次

1. はじめに
2. 燃費の重要性
3. ハイライト1：燃費の推移（長期）
4. ハイライト2：トラックの販売シェアの高さ
5. ハイライト3：技術革新による燃費の向上（2005－2006年）
6. ハイライト4：メーカー別の燃費差
7. データに関する注意事項

1. はじめに

本稿は、1975年から2007年までに米国内で販売された軽量自動車¹の技術と燃費動向をまとめた報告書の要旨である。

1975年以降の軽量自動車の燃費動向は、以下の4段階に分けられる。

- ① 1975年から80年代初期まで、急向上
- ② ピークに達する1987年まで、わずかに向上
- ③ 2004年まで、徐々に悪化
- ④ 2005年、2006年は向上。2007年は2006年並みと予想

2007年モデルの軽量自動車の平均燃費は、推計20.2mpg²（約8.6km/L）³。これは主に前年の販売見通しに基づいており、2006年モデルの平均燃費と同じ値である。データには2006年モデルの公式販売実数のうち70%が含まれているため、この推計値の信頼性は高い。2006年モデルおよび2007年モデルの平均燃費が共に20.2mpgとなったことで、1980年以降最も燃費が悪かった2004年の19.3mpgと比較し、燃費が0.9mpg（5%）向上した

¹ 米国環境保護庁（EPA）の分類によると、総重量が8,500ポンド（約3,856kg）以下の乗用車や軽トラック（スポーツ用多目的車(SUV)、ミニバン、ピックアップトラックなど）を指す。SUVやミニバンが軽トラックに分類されている点に注意。

² 1ガロンあたりの走行マイル。

³ 国土交通省の最新データ（2005年時点）によれば、日本車（ガソリン乗用車全体）の平均燃費は、15.1km/L。

ことになる。

本報告書でいう燃費とは、「実走行燃費」（実走行を考慮した推計値）と「理論燃費」（実験室測定値）のいずれかだが、ほとんどの場合は実走行燃費の値である。どちらの値も、市街地、高速道路あるいはその両方を組み合わせた合成値として表示されている。EPAは2006年、実走行燃費を推計するための燃費測定手法を改め、燃費に影響を与える要因（人々の運転習慣の変化、高速道路での運転速度の上昇、無謀運転の増加、エアコンの利用増など）を反映させられる方法に変更した⁴。今回が、新手法に基づいて測定された初の報告書となる。本報告書に記載されている1986年以降モデルの実走行燃費は、それ以前に報告された値より低くなっている。値の下方修正は1986年以降、段階的に行われた。2005年以降のモデルに関しては、今回新たに算出された「実走行燃費（市街地モード／高速モード）」は、EPAの過去の手法で測定された値と比較して平均約6%下回っている⁵。

一方、理論燃費を算出する基本的な測定方法は、報告書の作成が始まった1970年半ばから変更されていないため、実走行燃費に反映されている実社会の燃費変動要因とは別に、車両設計の観点から、長期的な燃費動向を比較するのに優れた基礎データを提示するものといえる。2005年以降のモデルについては、理論燃費（市街地モード／高速モード）は実走行燃費の数値より平均25%高い結果となっている。

「企業平均燃費（CAFE）⁶」の取り組みは、米国運輸省高速道路交通安全局（NHTSA）の総責任のもと推進されている。2007年のCAFE基準は、乗用車が27.5mpg（約11.7km/L）、ピックアップトラックが22.2mpg（約9.4km/L）である。一方、EPAはNHTSAに対し、代替燃料車のクレジット⁷や試験手順の調整と併せて、理論燃費（市街地モード／高速モード＝55／45の合成値）を提供する。結果として、NHTSAのCAFE基準はEPAの実走行燃費より最低でも25%高く算出される。

2. 燃費の重要性

燃費の問題は、以下の理由により、国民および政策立案者が依然として高い関心を持つ分野である。

⁴ 理論燃費（LAB MPG）：（実社会のデータを基に）実験室で測定

実走行燃費（ADJ MPG）：実走行を反映させた測定（以下の条件下で測定）

変更前・・・外気温 75F（約 24℃）／加速・運転スピードは共に現実より低く設定／エアコン等の使用なし

変更後・・・外気温 20F（約 -7℃）／加速・運転スピードを高く設定／エアコン使用／道路事情、タイヤ圧、風、荷物量を考慮

⁵ <http://www.epa.gov/otaq/cert/mpg/fetrends/420r07008a.pdf>

⁶ Corporate Automotive Fuel Efficiency の略。CAFE 規制とは、モデル別燃費を新車販売台数で加重平均した燃費を、自動車メーカー単位で規制するものである。

⁷ ガソリンや軽油に代わる燃料（エタノール：ガソリン＝85:15 の E85 を含む）を使用する代替燃料車の場合、CAFE 基準上の計算を、実燃費÷0.15 とすることが出来る優遇措置。

例えば E85 の実燃費が 15mpg の場合、CAFE の計算では 100mpg となる。

- ① 軽量自動車の石油消費は米国の総石油消費の 40%を占め、かつ石油の大半は輸入⁸であるため、燃費問題はエネルギー安全保障に直結
- ② 燃費問題は車両の燃料費と密接な関係があり、原油やガソリンの高騰に伴い、関心が高まる
- ③ 燃費問題は CO₂などの温室効果ガスの排出と密接に関係する。軽量自動車が排出する CO₂は、米国の CO₂総排出量の約 20%に相応

表 1： 年式別 軽量自動車の性能と販売シェア

	1975	1987	1997	2007
実走行燃費(mpg)	13.1	22.0	20.1	20.2
重量 (ポンド)	4060	3221	3727	4144
馬力	137	118	169	223
0-60 マイル/h (96km/h) 加速時間 (秒)	14.1	13.1	11.0	9.6
トラック ⁹ 販売シェア	19%	28%	42%	49%
前輪駆動車 販売シェア	5%	58%	56%	51%
四輪駆動車 販売シェア	3%	10%	19%	28%
マルチバルブエンジン車 販売シェア	-	-	40%	70%
可変バルブタイミング車 ¹⁰ 販売シェア	-	-	-	59%
シリンダー・ディアクティベーション車 ¹¹ 販売シェア	-	-	-	8%
ターボチャージャー車 販売シェア	-	-	0.5%	3%
マニュアルミッション (MT) 車 販売シェア	23%	29%	14%	8%
無段変速機 (CVT) 車 販売シェア	-	-	-	7%
ハイブリッド車 販売シェア	-	-	-	2.2%
ディーゼル車 販売シェア	0.2%	0.3%	0.1%	0.1%

⁸ EIA (米国エネルギー情報局) の統計によると、米国の石油総消費量に占める輸入石油の割合は 60% (2006 年)。<http://www.eia.doe.gov/neic/brochure/infocard01.htm>

⁹ SUV、ミニバン、ピックアップトラックの合計。

¹⁰ 各エンジン速度について、エンジンへの燃料と空気の流れを最適化することによりエンジン効率を向上させる。

¹¹ 必要のない時にシリンダーの動作を停止させることにより燃料を節約する。

3. ハイライト1

2005年と2006年の燃費は向上。1987年から2004年までの燃費の長期悪化傾向が反転

2006年モデルの燃費は20.2mpg。19.3mpgだった2004年モデルと比較して、0.9mpg（5%）向上した。2007年モデルの乗用車およびトラックの燃費は、どちらも向上が予測される。しかしトラックの販売シェア増加が見込まれるため、2007年モデル自動車の総燃費は前年同様20.2mpgとなる模様。2005年と2006年の燃費向上は、80年代半ば以降初の連続した伸びとなり、87年をピークとする燃費の長期悪化傾向を反転させた。

1975年以降、乗用車および軽トラックの燃費効率には、4段階の変遷があった。(1)1975年から80年代初期まで、急上昇(2)ピークに達する1987年(22.0mpg)まで、わずかに上昇(3)19.3mpgとなる2004年まで、徐々に低下(4)2005年、2006年は連続して上昇。2007年は2006年並みと予想される。

2006年および2007年モデルの平均燃費は20.2mpg。過去最高となった1987年モデルの22.0mpgより1.8mpg低下したことになるが、留意すべきは、低下の3分の2は1986年から2005年までの期間に徐々に実走行燃費を算出する新たな測定法を用いたことから生じている点である。新算出法で測定されていない理論燃費55（市街地）／45（高速）に基づくと、2006年モデルと2007年モデルの燃費は25.3mpg。これは過去最高の1987年（25.9mpg）より0.6mpg低下したことになる。

2007年モデルの乗用車平均燃費は23.4mpg、軽トラックの平均燃費は17.7mpgと推計され、どちらも2006年モデルより0.1mpg向上の見込みである。2004年以降の燃費の向上は、主にトラックの燃費効率の上昇によるものである（トラックの燃費は2004年以降1.0mpg向上。一方、同時期の乗用車燃費の向上は0.3mpgだった）。ただし2007年以前については、乗用車の販売シェアが若干高かったことが全自動車の燃費向上につながった側面もある。最近のトラックの燃費向上は、CAFE基準が2004年の20.7mpgから2007年に22.2mpgに引き上げられたことも理由の一端である。

実走行燃費（mpg）

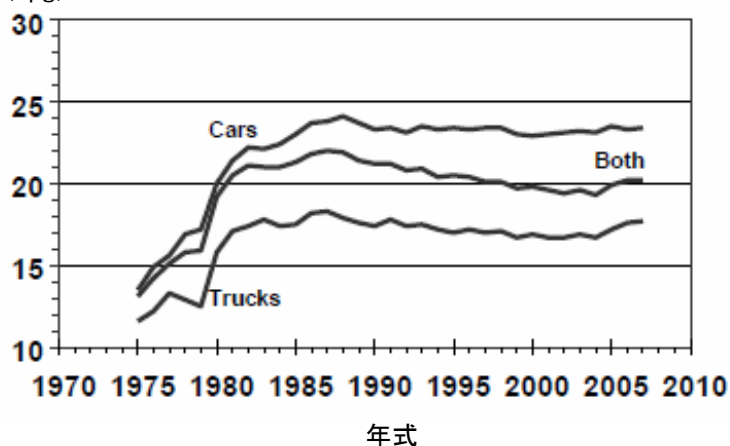


図1：実走行燃費（年式別）推移

4. ハイライト2

トラックが引き続き新車販売の半数を占める

2002 年以降、スポーツ用多目的車 (SUV)、ミニバン、ピックアップトラックなど軽トラックの販売が、米国で販売される軽量自動車のうち半数を占める。軽トラックの販売シェアは約 20 年一貫した伸びを示してきたが、直近 6 年は比較的安定している。

近年、軽トラックが増加した主要因は、SUV の販売シェアの爆発的増加だといえる。1990 年時点で SUV 販売シェアは軽量自動車市場(新車)の 10%にも達していなかったが、2003 年以降は毎年製造される車両の 30%を占めるまでになった。その反面、ミニバンとピックアップトラックのシェアは 1990 年以降わずかに低下した。軽トラックの燃費は、乗用車と比較して平均 5-7mpg 劣るため、軽トラックの総販売シェアの増加は、結果として軽量自動車全体 (1987 年モデルから 2004 年モデルまで) における平均燃費の悪化をもたらした。

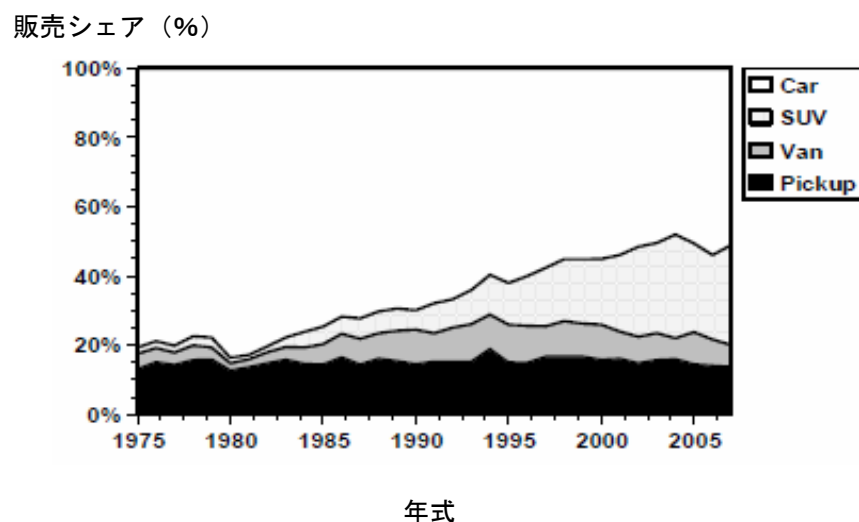


図 2 : 車種別販売シェア 年別データ

5. ハイライト3

2005 年および 2006 年は、技術革新が燃費向上につながった。それ以前は、車両の特性（重量や性能など）の改善により燃費向上を図ってきたが、その長期傾向を反転させた

自動車エンジニアは一貫して、より先進的かつ効率的な自動車技術の開発を行ってきた。1987 年から 2004 年までは、こうした技術革新が、車両については、燃費向上よりもマーケティング戦略上重要視された特性（車両の容積や機能を決定する重量、性能、ユーティリティなど）を後押しするために活用されてきた。しかしこの長期傾向は、2005 年モデルと 2006 年モデルで技術革新による燃費向上（0.9mpg）がもたらされたため、反転した。2007 年モデルについて、現段階では、燃費自体の変更はなく、マーケティング要因による特性の増加が見込まれる。ただし EPA が 2007 年の公式販売データを得た後、変更もあり得る。

車両の重量と性能は、燃費を決定づける最も重要な技術パラメーターである。重量と性能以外の要素が等しいとすると、重量が重く（新しいオプションや機能が付加されていることを意味する）、加速が速い場合（例えば 60 マイルに達するまでの加速時間が短い場合）、どちらも燃費を悪化させる。車両の平均重量および平均性能は、1980 年代中盤から 2004 年にかけて安定して上昇してきた。

2005 年および 2006 年モデルの軽量車両の平均重量は、共に減少した。乗用車の重量は若干上昇したが、トラックの重量の減少幅がより大きく、トラックの販売シェアが減少したので、乗用車の上昇分が相殺される以上に全体としての平均重量が減少した。2007 年モデルの平均重量は過去最高になると予測される。2005 年および 2006 年の平均的な車両性能に本質的な変更はないが、2007 年モデルでは過去最高の性能向上となる見込みである。こうした予測は、EPA が 2007 年末以降に公式販売データを得た後、確定される。

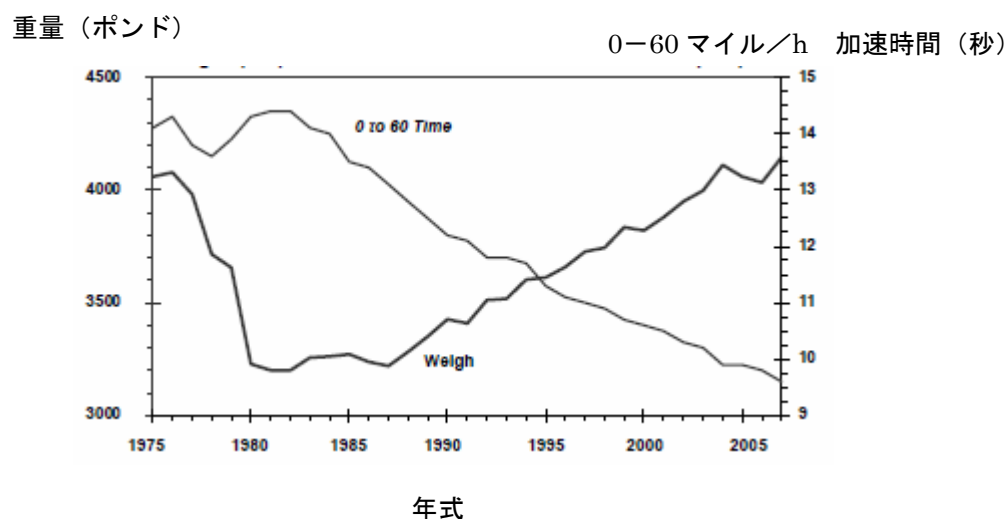


図 3：重量および性能 年別データ

6. ハイライト 4

メーカー別の燃費差は縮小

自動車業界全体の燃費が最高に達した 1987 年の時点では、大手メーカー間でも 6-8mpg の燃費差があった。しかし 2007 年モデルでは、メーカー別の燃費差は最大でも 4.6mpg に縮小。メーカー間の標準的な燃費差は 3-4mpg と推測される。

自動車販売総数の 95% を占める大手メーカー 8 社が販売する 2007 年モデルの燃費は、3 つのグループに区分される。ホンダ、トヨタ、ヒュンダイ・キア（HK）が、22.7mpg～22.9mpg。フォルクスワーゲンおよび日産が、20.6mpg～21.4mpg、ゼネラル・モーターズ（GM）、フォード、ダイムラークライスラーが、18.3mpg～19.4mpg。ただし、本年から新たな測定手法を用いているため、これらのメーカー毎の実走行燃費を昨年とのデータと単純比較することはできない。（新手法では、2005 年以降の実走行燃費が既存値より平均 6% 低く算出される。）

メーカー各社の平均燃費は、1987 年時点より悪化しているが、メーカー間の燃費差は著しく縮小している。87 年時点では燃費のよかったメーカーも、その後大幅に燃費を悪化させている。唯一トヨタが 1997 年以降、平均燃費を若干向上させた。2007 年モデルについては、大手 8 社のうちフォルクスワーゲンのみが、自社売り上げに占めるトラック販売のシェアを 40% 以下に留めている。

実走行燃費

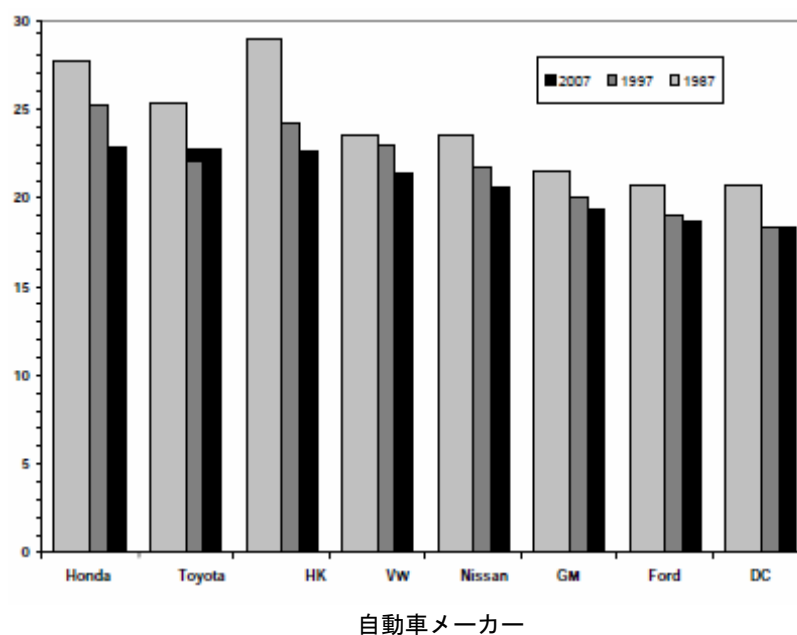


図 4：大手自動車メーカー 燃費比較

7. 報告書のデータに関する重要な注意事項

本報告書の燃費値は、ほとんどが実走行燃費（市街地モードと高速モードの合成値）であり、実際の走行を反映させた推計に基づくものである。この推計値は、EPA と DOE（米国エネルギー省）が消費者に提供している新車データ、*Fuel Economy Guide*¹²（燃費ガイド）および EPA が作成する *Green Vehicle Guide*¹³（低公害型車ガイド）に記載されている。

ここで留意すべきは、EPA が 2006 年 12 月に実燃費を反映させるために、測定手法を改訂した点である。今回の報告書はその新手法に基づいた初の報告書であることから、1986 年以降のモデルに関する実走行燃費は、既存報告書の値より下方修正されている。したがって、1986 年以降のモデルに関する実走行燃費は、既存報告書の値と比較すべきではない。燃費の下方修正は 1986 年から段階的に行われ、2005 年以降のモデルについては新しい「実走行燃費（市街地モード／高速モード）」が算出されている。この値はそれ以前の EPA の手法で算出された値より平均約 6% 低い。（新しい測定方法の詳細や、手法の変更が各モデルの実走行燃費や現在までの燃費動向データベースに与える影響については、付属資料 A を参照のこと。）

本報告書の表や値には、55/45 という単一の理論燃費（市街地モード／高速モード）も用いられている。理論燃費の基本的な測定手法は、報告書の作成が始まった 1970 年半ばから変更されていないため、実走行燃費に反映されている実社会の燃費変動要因とは別に、車両設計の観点から、長期的な燃費動向を比較するのに優れた基礎データを提示するものといえる。2005 年以降のモデルについては、理論燃費（市街地モード／高速モード）は実走行燃費（市街地モード／高速モード）より平均 25% 高い結果となっている。

米国運輸省高速道路交通安全局（NHTSA）が発表する公式 CAFE 基準は、本報告書の理論燃費および実走行燃費と厳密な相関性はない。EPA の理論燃費（市街地モード／高速モード＝55/45）は CAFE 基準を満たす上で基礎データベースとなるものの、NHTSA の CAFE 基準には代替燃料車のクレジット（脚注 7 参照）や試験手順の調整（乗用車のみ）が含まれるため、2005 年から 2007 年モデルの CAFE 基準値は、EPA の実走行燃費より最低でも 25% 高い結果となっている。

このデータベースによる乗用車とトラックの分類は、通常、NHTSA の CAFE 基準および EPA の自動車排ガス基準における分類と一致している。しかし、本報告書では技術的判断に重点を置いており、そのため、ある車両が乗用車か軽トラックかいずれに分類されるのかを決定する上で、この報告書で用いている車両の分類手法では、どの年式でも決定に食い違いが生じる例がある。

¹² <http://www.fueleconomy.gov/>

¹³ <http://www.epa.gov/greenvehicles/Index.do>

この報告書で用いている燃費、車両の特性、販売データに関して、2005 年モデルまでは自動車メーカーが毎年末に提出する公式情報から引用したものである。これは CAFE 基準を遵守する目的で利用される EPA の燃費データベースの数値である。したがって、2005 年までの全モデルについては全て確定値となる。

一方、2006 年モデルに関しては、年末時点の公式販売台数の 70%をカバーしたデータベースと、30%は自動車メーカーが毎年前年に EPA に提出する販売予測値（部外秘）に基づいている。（后者は通商関連の報告書で最新の販売実数に更新されている。）2006 年モデルのデータは、70%が実際の CAFE 報告書に基づいた値であるとして、EPA はデータの信憑性に確たる自信をもっている。本報告書が発表した 2006 年モデルの理論燃費は 25.3mpg だったが、昨年の報告書で予測された値（24.6mpg）より 0.7mpg 高かった。これは注目に値する。このことは、ガソリンの高値維持が、2006 年の販売実数と 2005 年時点でのメーカー各社予測との差異を生じさせたといえる。

2007 年モデルに関しては、EPA は部外秘となる販売予測のみを利用した。これは、2006 年 10 月から 2007 年 4 月の 7 ヶ月間¹⁴における 2007 年モデルの販売実数を反映させたデータに基づいて、後で更新された。2007 年モデルの予測は、燃料の高騰やその他の要因を受けて自動車市場に変化が見込まれるため、より不確実性が高い。1998 年から 2005 年までの各モデル年度に関する理論燃費（最終値）は、販売予測のみに基づいて算出された燃費予測と比較し、マイナス 0.4mpg からプラス 0.3mpg までの変動がある。

出典：<http://www.epa.gov/otaq/cert/mpg/fetrends/420s07001.htm>

翻訳：京 希伊子

¹⁴ 2007 年モデルの最初の 7 ヶ月。モデル年度は前年 10 月～当年 9 月。

【省エネルギー特集】 省エネ製品

開発途上国におけるエアコンのエネルギー効率と CDM の役割 (第 1 回)

IEA (International Energy Agency : 国際エネルギー機関) は本年 11 月、表記のレポートを発表した。このレポートでは自国にエアコンの製造能力のない開発途上国の例としてアフリカのガーナを、また自国にエアコンの製造能力がある途上国の例として中国を取り上げ、詳細な分析を行っている。NEDO 海外レポートでは、このレポートについて数回の連載の形で紹介する。第 1 回目は本号「省エネルギー特集」のテーマ特集として掲載し、次号以降の個別特集の中で第 2 回目以降を順次掲載していく予定である。

目次

1. はじめに
2. エアコンのエネルギー効率
 - 2.1 途上国におけるエアコンのエネルギー効率
 - 2.1.1 製造能力のない途上国の場合
 - 2.1.2 製造能力のある途上国の場合
 - 2.2 先進国の場合
 - 2.3 先進国と途上国との比較
- 以上本号—
- 以下次号以降—
3. エアコンのエネルギー効率向上による、発電および CO₂ 排出の推定削減量
 - 3.1 発電および CO₂ 排出の推定削減量—ガーナの場合
 - 3.2 発電および CO₂ 排出の予測削減量—中国の場合
4. エアコンのエネルギー効率向上に対する障壁と対策
 - 4.1 電化製品普及への障壁とそれを克服する方策についての概説
 - 4.2 途上国における省エネ型エアコン普及への障壁
 - 4.3 CDM の財政的貢献
5. 結論

1. はじめに

現在、開発途上国の家庭部門の電力消費は、他部門の電力消費より低く、また先進国の同部門の電力消費より低い。しかし、人々が生活水準の向上を求める結果、各家庭の電化製品は数、容量共に増えるため、途上国の家庭部門の電力消費は近い将来劇的に増加するだろう。中国を例に挙げると、家庭部門の電力消費が総電力消費量に占める割合は、現在 10%だが、これは先進国の平均 30%と比較すると極めて低い。電化製品の普及に伴い、都市部の住宅ではエアコンディショナー（冷暖房機器。以下エアコン）の保有率が 1995 年

の8%から2004年には70%に、冷蔵庫は66%から90%に増加した。今後数十年、同様の傾向が見込まれる。

電化製品のうち、エアコン、冷蔵庫および照明器具が、途上国における3大電力消費製品になると考えられる。したがって、これらの製品のエネルギー効率を集中的に高めることが、途上国における電力消費の抑制に最も効果を発揮するだろう。ところが、家庭用電化製品のエネルギー効率を改善することで、途上国の家庭部門の電力消費は抑制されるはずだが、これまで包括的な対策は講じられてきていないようだ。その結果、石油危機以降、対策が取られてきた先進国と比較し、途上国の家電エネルギー効率は低いままである。

途上国においてエネルギー効率の高い製品が浸透し、かつ適正な基準やラベリング制度が制定された場合、途上国の家電全体のエネルギー効率の上昇につながる。本報告書は、中国およびガーナで使用されている冷房用エアコンの、先進国からの技術伝播および／またはエネルギー効率基準の規制導入によるエネルギー効率の改善効果を評価するものである。また、エネルギー効率の向上に伴い削減が見込まれるCO₂の量も推計する。削減分は排出枠クレジットの一つであるCER（認証排出削減量）¹となり、排出権取引市場で売ることができる。本報告書では、これらを紹介するにあたり、エアコンのエネルギー効率に関する中国と日本の取り組みを比較した事例研究を取り上げる。またガーナのエアコンに対しても、CDMの実施を通じてエネルギー効率の向上が期待される。

中国と日本の比較は、エネルギー効率が向上した場合の効果を解明し、自国にエアコン製造能力のある途上国で生じうるエアコンに対する障壁を理解するために行った。ガーナの事例研究は、エアコン製造能力のない途上国において、エネルギー効率の改善に向けた取り組みを実施する効果に光を当てる。

GEF（地球環境ファシリティ）²を通じて、電化製品のエネルギー効率に関するいくつかのプロジェクトが途上国で実施されてきた。GEFの方法論は、実施可能なCDM事業（ラベリング制度や先進国からの技術移転など）に対するプログラムのアプローチと部分的に類似している。そのためGEFの既存事業は、CDMの実施を通じた電化製品のエネルギー効率改善に対して生じ得る障壁とその対策を考える上で、示唆に富むといえる。

電化製品の中でも、冷蔵庫や照明機器と比較し冷房用エアコンの方が電力消費の伸びが急速であると予測されるため、今回の事例研究ではエアコンを取り上げた。また、エアコンの試験方法は実質的に世界共通なため、エネルギー効率の効果を測定しやすいという理由にもよる。

¹ Certified Emission Reductions の略。京都議定書の枠内で4分類された「排出枠（クレジット）」のうち、CDMによって獲得されたものを指す。

² 開発途上国で行う地球環境保全のためのプロジェクトに対して、主として無償資金を供与する国際的資金メカニズム。

2. エアコンのエネルギー効率

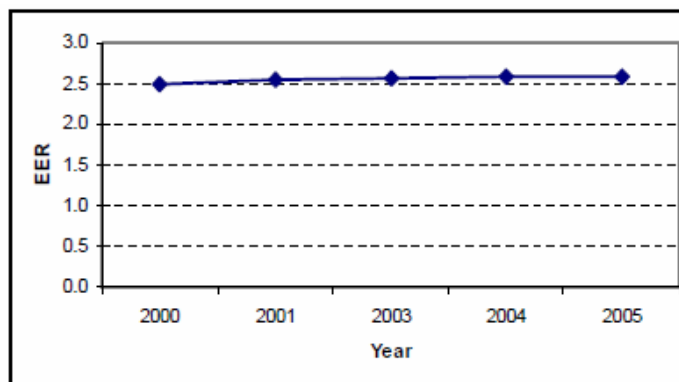
エアコンのエネルギー効率の実態を理解するには、先進国、エアコン製造能力のある途上国、エアコン製造能力のない途上国を代表する3カ国を比較する必要がある。先進国では今までのところ、ラベリング制度の裏付けがあるエネルギー効率基準の実行が成功しているため、エアコンのエネルギー効率は上昇し続けてきた。一方の途上国では、エネルギー効率基準の規制が十分ではなく、エアコンのエネルギー効率は現在でも低いままである。特に、自国にエアコンの製造能力がない途上国では、より深刻な状況にある。そのような国は、時としてエアコン製造能力を持つ途上国の市場からは駆逐された製品を輸入しなくてはならないからである。

2.1 途上国におけるエアコンのエネルギー効率

2.1.1 製造能力のない途上国の場合

自国に製造能力のない国の例として、ガーナを取り上げる。ガーナでは、エアコンは先進国あるいは中国のような自国に製造能力をもつ途上国からの輸入品である。しかし、CDM事業の「プロジェクト設計文書」が強調したように、「現在の輸入パターンでは、製造業者は先進諸国で輸入禁止となるようなエネルギー効率の著しく低い粗悪なエアコンをガーナに輸出することができる」（CDMプロジェクト設計文書 NM0072: ガーナの室内エアコンに関するエネルギー効率強制基準）。したがって、ガーナで販売されるエアコンの平均エネルギー効率は、ガーナより発展した国の平均より相対的に低い。

ガーナにもエネルギー効率の最低基準は導入されている。しかし、必要なリソース（試験を実施する研究所、訓練を受けたスタッフ、近代設備など）が欠如しているため、定められた基準を小売業者、卸業者、税関吏などに告知するラベリング制度が確立できていない。その結果、エアコンのエネルギー消費効率（EER）³は低いままで推移し、将来もわずかな上昇しか見込めない。図1は、2000年から2005年に販売されたエアコンの平均EERを示している。毎年向上しているものの、年間改善率は低く、0.7%に留まっている。



(UNFCCC 2006)

図1：ガーナで販売されたエアコンのエネルギー効率の推移

³ Energy Efficiency Ratio: 機器の冷房能力を定格消費電力で割った数値（冷房能力は Btu/h*、定格消費電力は W の単位の数値を用いる）。

* 1 Btu (British Thermal Unit: 英国熱量単位)=1,055J(ジュール)=252cal (カロリー)

2.1.2 製造能力のある途上国の場合

自国にエアコン製造能力のある国の例として、中国を取り上げる。中国ではエネルギー効率の向上を目指した取り組みが1989年に始まり、旧国家品質技術監視局（QTSB: Quality and Technical Supervision Bureau）がエアコンを含む電化製品のエネルギー効率基準を定めた。それ以降、中国は独自の制度を開発し、対象となる製品の品目を拡大し、個々の製品の性能も向上させてきた。WTOへの加盟条件に対応すべく、中国は中国国家出入検閲検疫局（CIQ: China Exit Inspection and Quarantine）とQTSBを統合し、基準を統括する中国国家質量監督検閲検疫総局（AQSIQ: Administration for Quality Supervision, Inspection and Quarantine）を誕生させた。そして2001年4月、AQSIQの中に中国国家標準化管理委員会（SAC: Standardization Administration of China）を設立した。これは中国における国家基準の制定や監視を管轄し、中国でのISO（国際標準化機構）およびIEC（国際電気標準会議）を代表する公式組織である。SACは基準に関するリサーチ機関である中国標準化研究院（CNIS: China National Institute of Standardization）を監督する。

中国は2005年、消費者に対するより詳細な情報提供を目的に、電化製品を5段階に分類するエネルギー効率のラベリング制度を立ち上げた。同時に、エアコンのエネルギー効率最低基準（MEPS）を、1990年に規定された2.37（APEC 1999）⁴から2005年には2.6に引き上げた（CNIS 2005）⁵。これはエネルギー効率の面から算出した数値で、年間0.62%増に相当する。中国のエネルギー政策に関する包括的な評価については、IEAが発表したWEO（世界エネルギー展望）2007を参照のこと。

中国製エアコンの販売加重平均EERは、図2に示されるエアコンの販売構成とエネルギー効率要件を基に算出できる（CNIS 2005）。ほとんどのエアコンのエネルギー効率は、5段階のうち最低レベルであった。その結果、2005年の販売加重平均EERは2.8で、エアコンのMEPS(最低基準=2.6)をкаろうじて上回った値となった。

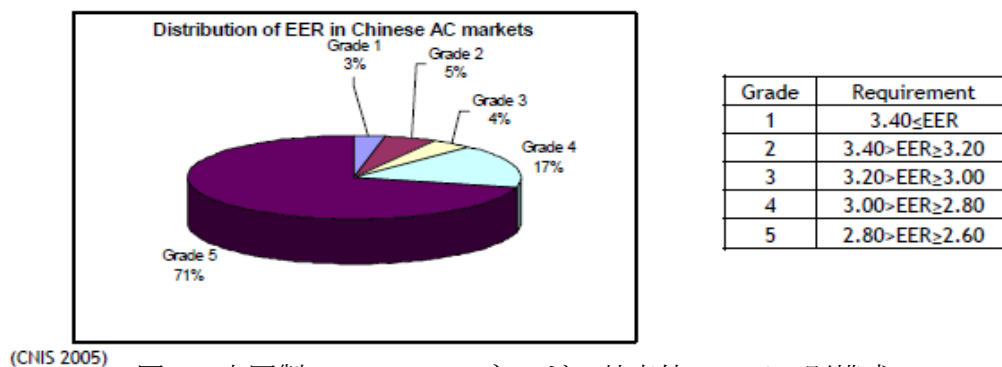


図2：中国製エアコンのエネルギー効率値 レベル別構成

⁴ APEC (ASIA-PACIFIC ECONOMIC COOPERATION) Energy Working Group, 1999, REVIEW OF ENERGY EFFICIENCY TEST STANDARDS AND REGULATIONS IN APEC MEMBER COUNTRIES

⁵ CNIS (China National Institute of Standardization), 2005, Framework of Chin's Energy Efficiency Standards Enforcement and Monitoring

中国製エアコンのMEPSは、2005年に設定された2.6から、2009年には3.2に引き上げが予想される。これは年率5.3%の上昇に相当する（Jiang Lin 2006）⁸。

2.2. 先進国の場合

日本製エアコンのエネルギー効率が改善されてきた動向を把握するため、日本製の冷暖房兼用エアコン（冷房能力2.8kW）のEERの分布の推移を図3に表示した。日本製エアコンのエネルギー効率は、1999年にトップランナー基準⁹（2007年までにエネルギー効率の目標基準達成を義務づけるもの）が制定されて以降、改善されてきた。今回取り上げたエアコンは冷房能力が2.8kWで、日本で最も普及しているタイプである。（恐らく途上国でも同様であろう。）

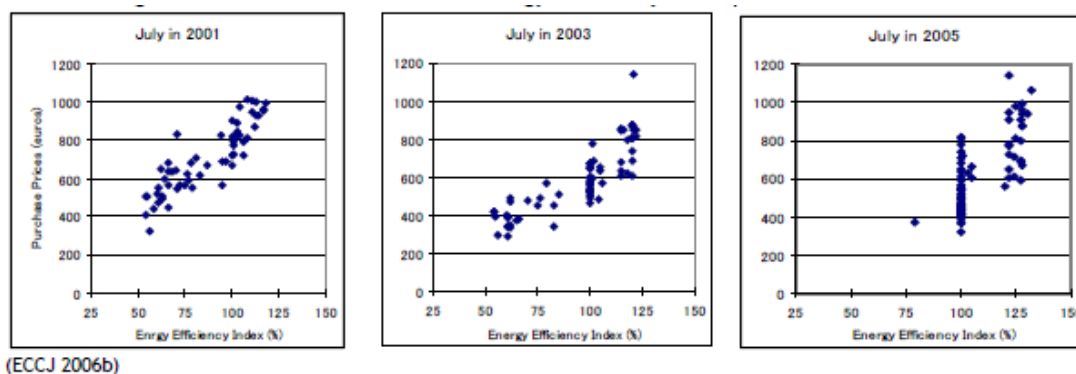


図3：日本製エアコンのエネルギー効率の改善推移

図3の各グラフは、2001年から2005年までに販売されたエアコンのエネルギー効率と価格の関係を、隔年ベースで示したものである。横軸はエネルギー効率の達成率を、縦軸は各製品の価格（ユーロ換算）を表す。これらのグラフを見ると、各エアコンの省エネ性能が過去5年で改善されたことがわかる。2005年までには、市場に出回るほぼ全ての日本製エアコンがトップランナー基準を満たしており、中には基準をはるかに超えたものもある。日本市場では途上国と違い、LCC（ライフサイクル・コスト）の観点からエネルギー効率のよい製品の収益性が高いため、エアコンのエネルギー効率が基準値を超えたことは、当然のことであった。ここで用いている価格とエネルギー効率の情報は、POS（販売時点管理）システムに基づき入手しており、日本で毎年販売されるエアコンの35・40%をカバーしている（ECCJ2006b）¹⁰。

図4は、1997年から2005年に販売された日本製エアコンの販売加重平均EERを示す。エ

⁸ Jiang Lin, 2006, Mitigating Carbon Emissions: the Potential of Improving Efficiency of Household Appliances in China, LBNL-60973

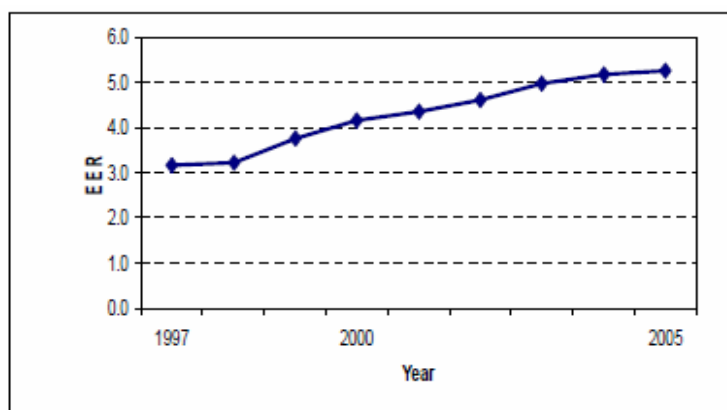
⁹ 日本政府は1999年に省エネ法を改正し、トップランナー基準を制定した。この制度は、特定の品目に対し、商品化された製品の中で最も省エネ性能の高い製品を基準に定めるといふもの。製造業者や輸入業者は、品目毎に定められた目標達成年までに、自社が取り扱う全対象製品の加重平均エネルギー効率を基準値まで上げることを義務づけられる。同制度の対象となる製品は、国内で商業的に広く普及している機械や機器であり、かつ稼働時に相当量のエネルギーを消費し、エネルギー消費効率の要求を満たすと認定されたものである（ECCJ 2006a, Japan Energy Conservation Handbook 2005/2006）。

¹⁰ ECCJ(Energy Conservation Centre, Japan), 2006b, Report on labeling system for introduction of efficient energy consuming facilities

アコンのEERは、1997年の3.17から2005年には5.27に上昇した。年間上昇率は6.6%となる。

日本製エアコンのEERは、省エネ法の改正に伴い、2010年までに20%増となる6.32に上昇する見込み（METI2006）¹¹。これは、2005年から2010年にかけて、年率3.7%の伸びに相当する。

エネルギー効率を定量的に比較するには、電化製品の試験方法を統一しなければならない。中国の熱ポンプ試験法（GB/T7725-1966）はISO5151-94(E)に相当するとはいえないが、冷房能力の検査はISO5151-94(E)T1に基づき行っている。一方、日本製のエアコンはJIS B8615-1で定められた方法により検査されるが、これはISO 5151 T1と技術的には同等である（APEC1999）。日本と中国のエアコンを測定する方法や条件は、エネルギー効率を図る上では同一なため、両国を直接比較することは可能である。しかし、ガーナのエアコンのエネルギー効率を測定するには、EERも考慮する。



(ECCJ 2006c)

図4：日本製エアコン(冷房能力 2.8kW) EER の推移

2.3. 先進国と途上国との比較

途上国のエアコンのエネルギー効率は、先進国と比較して、現状では低い。これは途上国においてエアコンのエネルギー効率の改善が、遅々として進まなかったことに原因がある。ガーナでは、2000年から2005年にかけての年間平均EER向上率は、0.7だった。一方、中国製のエアコンは、EERの改善経過データが存在しないものの、MEPSの推移を考慮すると、それほど高いということはないだろう。（1990年から2005年までのMEPSの年間向上率は、0.62%だった。）

MEPSの推移から予測すると、今後、中国製エアコンのエネルギー効率はこれまで以上に急速に改善されるだろう。しかし、年間5.3%という改善速度は、日本の3.7%とほぼ同水準であるため、中国と日本のエネルギー効率の差が、近い将来縮まることはないと考えられる。

(つづく)

翻訳：京 希伊子

出典：http://www.iea.org/Textbase/Papers/2007/Energy_Efficiency_Air_Conditioners.pdf

¹¹ METI/Agency for Natural Resources and Energy, 2006, Final sub-committee report on energy efficiency of air conditioners from natural resources and energy inquiry commission

【省エネルギー特集】 省エネ製品

「エネルギースター」制度の現状 (EU)

「エネルギースター」(ENERGY STAR®) 制度は、エネルギー効率の高いオフィス機器の製造を促進させる目的で、1992 年に米国環境保護庁 (EPA) が主体となって開始され



た。一定の省エネ基準を満たしたオフィス機器には、エネルギースターのロゴ使用が認められる。「エネルギースター」のロゴによって、消費者はエネルギー消費の低い機器を判別でき、その結果こうした機器が普及すれば、エネルギー供給の安定化と環境保全につながる。機器の製造者の申請に基づく国際的な任意登録制度であるが、欧州連合(EU)は 2000 年に米国との間で協定¹を結び、この制度を導入した。

制度の適用範囲

エネルギースター制度は、米国では既にオフィス機器の範囲にとどまらず、テレビ、エアコン、照明器具などの一般の電機製品、さらに住宅やビルなどの建物もその対象になっている。

しかし EU においてはその対象はオフィス機器の範囲²であり (日本も同じ)、対象となるのは、コンピュータ、コンピュータディスプレイ、プリンタ、スキャナ、複写機、ファクシミリ、デジタル印刷機、複合機などである。

2006 年 12 月の米国との協定

EU と米国は、2006 年 12 月 28 日、エネルギースターに関する新協定²に署名した。新協定は、オフィス機器のエネルギー性能を測定する合意基準を製造事業者が自主的に採用することをめざしたもので、協定の有効期間は 5 年 (2006 年 12 月 18 日～2011 年 12 月 17 日) である。

①製造事業者の自主参加

製造事業者、小売業者およびオフィス機器の代理店は、エネルギースター制度に自主的に加盟し、エネルギースターのロゴを使用する。ロゴを使用するには、製品が合意基準 (付属文書 C に記載) を満たしていなければならない。製造事業者自身あるいは独立した検査

¹ エネルギースターのロゴは米国 EPA が保有するので、導入に当たっては米国政府と協定を結ぶ必要がある。米国側窓口は EPA、EU 側窓口は欧州委員会である。日本では 1995 年から導入している (窓口は経済産業省。事務を財団法人省エネルギーセンターに委託)。

² 「オフィス機器のエネルギー効率ラベリング制度の調整に関するアメリカ合衆国政府と欧州共同体間の協定」(EU Official Journal L381。2006 年 12 月 28 日付)
http://ec.europa.eu/energy/demand/legislation/doc/L_38120061228en00260104.pdf

機関が製品テストを行う。

②制度の運営とモニタリング

米国と EU は本制度の運営機関を有する。米国では EPA が、EU では ECESB (European Community Energy Star Board : 欧州エネルギースター委員会。2003 年設立³⁾) がそれにあたる。

本協定はエネルギースターの名称およびロゴを正しく使用するために、ガイドラインを定める。欧州委員会は、運営機関(ECESB)を通じて、EU 内におけるエネルギースターのロゴを使用したオフィス機器のテストや製品の基準遵守の検査に対し、責任を負う。

万が一、製品が基準を満たしていない場合は、ECESB は以下のことを行う。

- 製品が基準を満たしていないことを、書面で製造事業者へ通知する
- 制度の条件を遵守するための計画案を策定する
- それでも条件が満たされない場合は、製造事業者の制度加盟を取り消す

③協定の修正および廃止

EU あるいは米国は、共通の協定によって、運営機関の制度を修正できる。技術基準の修正や、エネルギー効率の良い新製品が出た場合の品目追加などが含まれる。

本協定は、双方が相手に 3 ヶ月前までに書面にて通知をすることで、廃止できる。協定が廃止された場合、EU がエネルギースターのロゴを継続使用することはできない。

④旧協定との違い

米国とのエネルギースター第 1 次協定は、2001 年に発効した。今回の協定は、旧協定を更新するもので、以下の変更を伴う。

- コンピュータディスプレイ、コンピュータおよび画像処理機器に適用される技術基準の見直し（コンピュータに関しては旧協定ではスタンバイ（待機）モードのみが対象だったが、新しい技術基準にはアクティブ（稼働）モードに関する規定が含まれる⁴⁾
- EU に課されていた以下の義務の廃止
 - i. 欧州委員会と加盟国によるエネルギースターのロゴの促進活動
 - ii. ECESB による、基準適合製品の普及率に関する報告書の作成
 - iii. 欧州委員会が作成して欧州議会と理事会へ提出する ECESB の活動についての情報。

³⁾ 欧州共同体決定「EC エネルギースター委員会の設立」(2003/168/EC) 2003 年 3 月 11 日
http://eur-lex.europa.eu/LexUriServ/site/en/oj/2003/l_067/l_06720030312en00220024.pdf

⁴⁾ 最近の機器は、一層強力（電力を多く使用する）で、インターネット利用の増加に伴いアクティブモードの時間が長い。新協定はアクティブモードの重要性を考慮している。

新協定以降の主な動き

2007.4.1 撮像装置⁵について、新基準を適用（米国 EPA 基準変更に伴う）

2007.7.10 欧州議会がエネルギースタートプログラムの新しい規制案を採択。

公共機関のオフィス機器の調達に当たっては、加盟国に新しい義務的な基準を適用することを決定。

2007.7.20 コンピュータ装置に関する新基準(Version 4.0)*を適用（米国 EPA 基準変更に伴う）

* この Version 4.0 はこの日発効の第 1 段階と 2009.1.1 発効の第 2 段階があるが、本年 11 月、EPA と EU の合意により、第 2 段階の適用は 2009.7.1 に延期された。第 1 段階の主要な基準は次の通り（デスクトップの場合）。

待機（オフモード）：2.0W 以下

スリープモード：4.0W 以下

アイドル状態：区分により、50.0W 以下、65.0W 以下または 95.0W 以下

製品リスト：<http://www.eu-energystar.org/script/frames.pl>

参照

欧州エネルギースター：<http://www.eu-energystar.org/>

エネルギースターに関する米欧協定（2006.12.28）

http://ec.europa.eu/energy/demand/legislation/doc/l_38120061228en00260104.pdf

⁵ プリンタ、スキャナ、複写機、ファクシミリ、デジタル印刷機、複合機など画像を表示させる機器のこと。

【省エネルギー特集】業務部門の省エネ

データセンターに関する省エネルギー動向（米国）

データセンターとは、顧客のコンピュータやサーバを預かり、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や場所のことである。サーバ以外に、ルータ、スイッチングハブ、高速通信回線などの各種の設備、およびそれを支える自家発電設備や高度な空調設備が備えられている。近年、大地震のリスク、大規模停電、各種の自然的・人為的災害対策の解決策として注目され、その数は増加している。また、情報漏洩対策の重要性から、IDカードによる入退出管理やカメラによる24時間監視などセキュリティ設備の整ったデータセンターへの需要が高まっている。

その一方で、各種の設備が整い、高機能化、高セキュリティ化が進んだデータセンターほど、エネルギー消費量が多くなるため、その省エネルギー対策が重要な課題となっている。

米国のデータセンターにおける2006年の電力消費量は610億kWhと推定され、米国の電力消費量全体の1.5%を占めている。また、**米国のデータセンターの電力消費**は、2011年まで**年率12%で増加すると予想**されている。このため、2007年9月、米国エネルギー省とグリーングリッド協会¹は、米国のデータセンターの継続的なエネルギー効率改善を目指し、エネルギー管理プログラムの推進、クリーンエネルギーあるいは効率性の高い技術の導入促進に係る相互協力等を内容とする（法的拘束力のない）覚書を取り交わした。

カリフォルニア州エネルギー委員会の委託によりローレンス・バークレイ国立研究所(LBNL²)が2003年に行った調査³では、既存の情報システムに関して、メインフレームコンピュータからブレードサーバやストレージデバイスといった様々な機器が混在していることから、**各機器の特性を踏まえた負荷密度の情報が十分に把握できていない**と指摘している。このような情報不足の結果、機器に表示されている使用条件や安全サイドに立った負荷予測に依存し、**必要以上の条件で使用する結果**になっているとしている。このような必要以上の条件を設定してしまう原因として、機器の実際の電力消費量が表示されているものより相当低いケースや、使用状態とアイドル状態における各機器の電力需要差異に関するガイドランスの不備などを取り上げている。この様な状況が必要以上にHVAC(heating, ventilation, and air conditioning：冷暖房空調設備)を利用する結果となり、**過大な電力消費**につながっている。このため、既存のデータに新規のものを加えることでベンチマークの

¹ グリーングリッド協会とは、世界中のデータセンターのエネルギー効率を改善することを目指して、2007年2月に設立された非営利のコンソーシアムである。AMD、APC、Dell、HP、IBM、Intel、Microsoft、Sun Microsystems等、11社が理事メンバーとなっており、理事メンバーを含めた会員総数は本年10月に新たに10社が加わり、現在102社となっている。<http://www.thegreengrid.org/home>

² Lawrence Berkeley National Laboratory <http://hightech.lbl.gov/press.html>

³ http://hightech.lbl.gov/documents/DataCenters_Roadmap_Final.pdf

ためのデータを開発するとともに、データセンターの設計者等のためのベンチマーキング手法の開発・普及促進を行うことが必要であるとしている。

また、エネルギー、空気循環、熱伝達などを考慮するモデリングツールは市場に多く存在するものの、使いにくさ、人員の不足、ツールの判読精度や導入費用といった点を理由に定期的に使用されるまでに至っていない。例えば、複雑に組み合わせられたサーバラック用の HVAC システムの設計に、流体力学計算ソフトを使用する価値はあると考えられるが、現在利用できる流体力学計算ソフトは扱いやすいものとは言い難い状況にある。このため、上記の調査レポートでは、利用可能なツールに関する情報収集や既存のツールの改良に向けた研究が必要であるとしている。

前述の覚書によれば、米国エネルギー省とグリーングリッド協会は、データセンターのエネルギー効率改善に関するベストプラクティス情報や関連ツールのパッケージ開発、共同で運営するポータルサイトを通じた情報や関連ツールの提供、データセンターに自らのエネルギー消費量を他の施設と比較するなどの省エネ評価を行わせるためのキャンペーンの実施、データセンターの従業員に対する教育などを行うこととしている。

米国エネルギー省は、公的機関のデータセンターにおける省エネ技術のデモンストレーションの実施、連邦政府のデータセンターでの省エネ技術に係る設計・運用を経済的に実行可能な最高水準とするための政府調達スペックを策定するとしている。

グリーングリッド協会は、メンバー企業に対するエネルギー消費動向の評価・監視や省エネ技術・再生可能エネルギー技術等の更なる活用の推奨、メンバー企業とその従業員に対する省エネや再生可能エネルギーの利点等に係る情報提供、メンバー企業やその顧客に対するエネルギー消費効率向上のための債務保証制度・補助制度などの情報提供等を行うとしている。

2007 年 10 月、グリーングリッド協会は、同協会の技術委員会が 3 つの調査結果をまとめたことを発表した⁴。具体的には、①データセンターの配電構成に係る質的分析、②既存データセンターのエネルギー効率に係る測定基準、③データセンターの効率性測定基準の改訂版の 3 つである。

①は、48V から 600V までの直流／交流電源 7 種類を選び、それらの使用状況、効率性、信頼性等の面でのメリット及びデメリットを調査したものである。②は、データセンター及び関連 IT 機器のエネルギー効率性に関わるすべての組織や測定基準についてまとめたものである。③は、2007 年 2 月に作成されたデータセンターのエネルギー効率測定指標を改訂したものであり、電力利用効率(PUE : Power Usage Effectiveness)やデータセンター基盤効率(DCiE : Data Center Infrastructure Efficiency)を提言している。

⁴ <http://www.thegreengrid.org/news/>

この PUE とは、データセンター施設に供給される電力をデータセンターの IT 機器が使用する電力で除した数値であり、究極の数字は 1.0 となるはずである。グリーングリッド協会の調査では、多くのデータセンターの数値は 3.0 以上であり、適切なデザインを施せば 1.6 にまで低減可能とされているが、同協会もデータ不足等のため、更なる調査が必要であるとしている。

なお、米国エネルギー省によれば、米国エネルギー省とグリーングリッド協会との間の話し合いにおいて、**2011 年までにエネルギー効率を 10%改善する**という目標が共有されたとのことであり、この目標が達成されれば、100 万世帯の消費量に相当する年間 100 億 kWh の電力削減につながり、二酸化炭素排出量削減に換算すると、130 万台の車の排出量に相当する年間 650 万トンの削減につながるとしている。

参考資料

- Department of Energy Commits to Energy Efficiency in U.S. Data Centers
September 18, 2007 DOE Press Releases
<http://www.energy.gov/news/5504.htm>
- Partnering with Computer Data Centers
DOE EERE
http://www1.eere.energy.gov/industry/saveenergynow/partnering_data_centers.html
- Lawrence Berkeley National Laboratory
High Performance Buildings for High Tech Industries
<http://hightech.lbl.gov/datacenters.html>
- THE GREEN GRIDSM ANNOUNCES TECHNOLOGY ROADMAP AND KEY DELIVERABLES FOR 2007
http://www.thegreengrid.org/news/press_kit/Technical_Roadmap_Press_Release_FINAL.pdf

【省エネルギー特集】 省エネ政策

省エネのためのエネルギー統計整備（スウェーデン）

＜正確なエネルギー統計をめざす STIL プロジェクト＞

スウェーデンのエネルギー庁は、公共施設におけるエネルギー消費の実態を把握すべくエネルギー消費の正確な測定を目指す「STIL プロジェクト」（Statistik i Lokaler、以下 STIL と表記）を 2005 年に開始した。これは家庭や産業、公共建造物におけるエネルギー消費統計を正確に把握しようとする試みで、省エネや、2006 年 10 月から法律（建築物エネルギー申告法、SFS 2006:985）によって義務付けられた建物のエネルギー消費率申告を間接的に支えるためのものでもある。

＜建築物エネルギー申告法＞

STIL の詳細記述の前に、上記の建築物エネルギー申告法と同法に基づく申告の仕方を紹介しておこう。同法はエネルギーの効率的な使用を図るべく、その建物の中で通常の活動を行う場合の一年間に必要なエネルギーの申告を義務付けるものである。

1. エネルギー消費率の測定は、スウェーデン技術コントロール認定局（SWEDAC : Swedish Board for Accreditation and Conformity Assessment）公認の外部の専門家によって行われる。費用はエネルギー申告を義務付けられている建築物所有者の負担となる。
2. 専門家は所定の様式に従って建築素材や内部環境のチェックを行う。
3. 専門家はその後データを電子的に住居庁（Boverket）へ送付し、建築物エネルギー申告が認証される。
4. 建築物所有者は、住居庁より認定された申告結果報告書とそれに基づいたエネルギーの効率的使用のための改善案を受け取る。

＜事務所、学校・保育所に関する STIL 調査結果＞

現在行われている STIL の中には、①小規模住宅や集合住宅におけるエネルギー測定、②一般家庭の冷水・温水使用の測定、③一般家庭の電気使用測定、④照明のエネルギー使用の測定、⑤公共施設におけるエネルギー使用測定、⑥集合住宅と公共施設のエネルギー使用に関するデータベースの構築という 6 つの異なるサブ・プロジェクトがある。

ここでは「⑤公共施設におけるエネルギー使用測定」を取り上げて紹介する。この STIL では毎年異なる「業種」の公共建築物の測定をして回るのだが、2005 年は事務所、2006 年は学校・保育所、2007 年は介護施設であった。2008 年は体育館が対象となる。

2005 年は 123 の事務所の電気エネルギー使用が測定された。同調査報告書（参考文献 a）では、事務所ごとに結果にばらつきがある、としているが、使用している照明器具や使用習慣とエネルギー消費の関連分析も試みている。同報告書によれば、事務所では平均年間 108 kWh/m²の電気が使用されていた。使用目的別の電気エネルギー使用量とその

割合は表 1 の通りである。

表 1 事務所の使用分野別電気エネルギー使用量（平均値）

使用分野	kWh/m ²	割合
照明	23.0	21.2 %
コンピュータ・ルーム、サーバー	10.7	9.9 %
コンピュータ	15.4	14.2 %
他の機器	8.0	7.4 %
プリンタ	1.1	1.1 %
コピー機	1.6	1.5 %
圧力機	0.4	0.4 %
台所・湯沸し場	2.4	2.2 %
調理場（大規模）	0.7	0.6 %
洗濯設備	0.2	0.2 %
自動車用暖房器	1.5	1.4 %
活動のための電気合計	57.0	52.7 %
空調	17.9	16.5 %
電気暖房・ヒートポンプ	6.5	6.0 %
他の建物用電気	9.5	8.8 %
ポンプ	5.5	5.1 %
電気コンデンサー冷房	0.8	0.7 %
エレベーター	0.7	0.6 %
扇風機	2.6	2.4 %
冷却機	10.6	9.8 %
建物用電気合計	44.5	41.1 %
その他	6.8	6.2 %
総計	108.2	100.0 %

（出所：スウェーデン、エネルギー庁レポート 2007:34）

2006 年の STIL として、129 の学校・保育所を対象にエネルギー使用調査（主として電気エネルギー）が行われた。同時にまた 105 の学校および保育所について、そこで働いている人々に対して建物内部のエネルギー使用についてのアンケート調査が行われた。同報告書（参考文献 b）によれば、調査対象となった学校・保育所の平均年間電気エネルギー使用量は 80 kWh/m²（電気暖房を含む）あるいは 61 kWh/m²（電気暖房を含まない）であ

った。照明と空調に非常に多くの電気エネルギーがかかっていた。使用目的別の電気エネルギー使用量とその割合は表 2 の通りである。

表 2 学校・保育所の使用分野別電気エネルギー使用量（平均値）

使用分野	kWh/m ²	割合
照明	20.3	25.3 %
給食調理場（大規模）	8.0	10.0 %
パソコン	1.7	2.1 %
台所・湯沸し場	1.6	2.0 %
洗濯場	1.5	1.9 %
他の機器	1.7	2.1 %
コピー機	0.5	
自動車用暖房機	0.4	
工作場	0.3	
プリンタ	0.1	
サウナ	0.1	
アトリエ	0.1	
コンピュータ・ルーム、サーバー	0.1	
圧力機	0.02	
音楽室	0.01	
健康管理（トレーニング機器）	0.01	
家庭科室	0.01	
他の特別室	0.01	
活動のための電気合計	34.8	43.4 %
空調	19.9	24.8 %
電気暖房・ヒートポンプ	17.8	22.1 %
他の建物用電気	3.6	4.5 %
ポンプ	3.3	
電気コンデンサー冷房	0.09	
冷却機	0.09	
エレベーター	0.06	
その他の建物用電気	0.1	
建物用電気合計	41.2	51.4 %
その他	4.1	5.2 %
総計	80.2	100.0 %

（出所：スウェーデン、エネルギー庁レポート 2007:11）

＜省エネの可能性＞

エネルギー庁では、これらの結果から、照明や空調システムを見直すことによって大きな省エネ効果を生むことができるとしている。同庁の試算では、事務所に関しては空調使用時間を短縮すること、また照明を低エネルギー電灯に替えることにより年間 23 kWh/m² の省エネが可能であり、学校・保育所に関しては同じく年間 25 kWh/m² の省エネが可能だとしている。スウェーデン全体の事務所の総面積は 363 万 m² (全国の施設総面積の 25%)、また学校の総面積は 414 万 m² (大学を含む。大学を除くと 340 万 m²) であることから、スウェーデン全体のエネルギー節約の潜在性は、事務所に関しては年間 0.83 TWh、学校に関しては 0.85 TWh になる、と省エネに関する明るい未来像を描いている。

＜参考文献＞

- a. スウェーデン、エネルギー庁レポート 2007:34 “Forbattrad energistatistik for lokaler - “Stegvis STIL”, Rapport for ar 1”
- b. スウェーデン、エネルギー庁レポート 2007:11 “Energianvandning & iinemiljo i skolor och forskolor – Forbattrad statistik i lokaler, STIL2”
- c. 建築物エネルギー申告法 (SFS 2006:985)
<http://www.notisum.se/rnp/Sls/lag/20060985.htm>

【省エネルギー特集】 省エネ製品

白熱電球は廃止の方向へ(EU・ベルギー)

米国のアル・ゴア元副大統領の地球温暖化問題への取り組みを追ったドキュメンタリー映画「不都合な真実」は世界各地でヒットし、地球温暖化問題への関心を高めるのに一役買った。この映画の中でゴア元副大統領は、従来の白熱電球を省エネ電球に切り替え、節電を行うことを勧めている。

ベルギーでも AGORIA (テクノロジー産業連盟) が 2007 年 8 月、より電力消費の少ない照明システムの構築を呼びかけるコミュニケを発表した。照明はベルギーにおける電力消費全体の約 10% を占めているが、AGORIA は、部屋に人がいるかいないかということや日照などを考慮した電力消費の少ない照明システムを構築し、同時に省エネ電球を使用することで、この分野の電力消費を 80% 近く削減することが可能だとしている。また、AGORIA は、最新式の照明設備の導入により、EU の企業や公共機関は年間 20 億ユーロあまりの節約を行えると試算している。こうしたことから AGORIA は、以下のようなことをベルギー政府に要求している。

- ・事務所に新照明設備を設置する際のエネルギー効率の最低基準を設定し、これを義務化
- ・省エネ電球に課される付加価値税 (VAT) の引き下げ
- ・省エネ電球の使用促進キャンペーンの実施
- ・省エネ製品、技術の開発のため、ベルギーの照明産業の研究開発投資を増加
- ・ベルギーの 3 地域 (フラマン地域、ワロン地域、ブリュッセル首都圏地域)¹ のエネルギー効率改善政策のコーディネーション強化

ベルギーでは現在、年間 500 万個あまりの省エネ電球が売られている。市場調査会社 AC Nielsen によると、2006 年度の省エネ電球の販売数は、前年に比べ 46% 増えた。従来の 100W の電球一個を、この電球と同程度の明るさの得られる 20W の省エネ電球で置き換えた場合、年間の使用時間を 1,000 時間とすると、電気代を年 12 ユーロ節約できるうえ、省エネ電球の寿命の方が遥かに長い。しかし、省エネ電球の価格は、従来の白熱電球に比べ 4 倍も高く、購入を躊躇する消費者も多い。こうした消費者の省エネ電球の購入意欲を高めるため AGORIA は、省エネ電球に課される付加価値税の税率 (現在 21%) の引き下げを要求している。

照明メーカーも省エネ電球の奨励に躍起となっている。2006 年 12 月、ブリュッセルでエネルギー効率に関するシンポジウムが開催されたが、照明器具大手のフィリップス社 (Royal Philips Electronics) は、照明産業や公的機関、非政府機関の協力のもと、欧州

¹ ベルギーは、同じ言語を話す住民の集合体を示す共同体 (オランダ語、フランス語、ドイツ語)、地理的な領域を示す地域 (フラマン (フランドル)、ワロン、ブリュッセル)、及び連邦で構成される複層的な連邦国家である。共同体は、教育・文化を、地域は経済を主として所管している。

において、10年間で従来の白熱電球を全て省エネ電球で置き換えることを提案した。同社は、新照明システムへの移行によって、欧州全体で年間510億ユーロの電気代節約、2億7,300万トンのCO₂排出量削減、8億バレルの石油消費量削減が実現されるとしている。

従来の白熱電球のエネルギー効率は非常に悪く、消費されたエネルギーの95%は熱として放出されてしまう。家庭用照明の80%近くが白熱電球であることを考えると、無駄になるエネルギーの量は膨大なものとなる。Philips Lighting社のヴァンドゥルセンCEOは、「道路や事務所の照明には、新照明システムが導入され始めている。家庭にもこうしたシステムを導入すべき時が来た」と、強調している。

一方、グリーンピースは、「電球を替えよう」というスローガンのもと、白熱電球を省エネ電球に取り替えることを奨励するキャンペーンを展開している。グリーンピースは、エネルギー効率の悪い電球が市場に出回らないようにする法規の策定を当局に要請しているほか、照明器具店にも同種の製品の販売を自主的に控えるよう呼びかけている。

欧州連合（EU）では、英国の環境省が2007年9月27日、2008年1月から150Wの電球、2009年1月からは100Wの電球の店頭販売を停止、2010年までには40Wの電球の販売も停止すると発表。英国は白熱電球を店頭から駆逐して、2012年には英国で使用される全電球を省エネ電球に切り替えることを目標とする。フランスのサルコジ大統領も2010年から従来の白熱電球の使用を禁止することを明らかにした。ベルギーでも禁止に向けた動きがないわけではないものの、グリーンピースによると、メーカーは禁止を2015年以降に引き延ばすため強い圧力をかけている。

EUレベルでは、「エネルギー使用製品のエコデザイン（環境配慮設計）に関する要求を定める欧州議会・理事会枠組み指令2005/32/EC」の枠内で、欧州委員会が家庭の照明に関する報告書を作成中であり、これが採択されると、EUは2009年以降、段階的に白熱電球を廃止する方向に向かうと見られる。

<参考>

AGORIA :

<http://www.agoria.be/s/p.exe/WService=WWW/webextra/Prg/izContentWeb?sessionid=2>

欧州委員会（エネルギー総局） :

http://ec.europa.eu/energy/demand/legislation/end_use_en.htm

http://ec.europa.eu/energy/demand/legislation/eco_design_en.htm

Philips :

<http://www.philips.be/fr//about/news/article-14588.page>

http://www.lighting.philips.com/microsite/simple_switch/index.php?main=simple_switch&parent=0&id=&lang=en&origin=Q3

<http://www.asimpleswitch.com/?country=be>

グリーンピース（“電球を替えよう”キャンペーンのホームページ） :

<http://www.changezdampoule.be/>

【省エネルギー特集】 省エネ政策

イタリアの省エネ政策

住宅関連の省エネ（2007 年度予算法）

イタリアにおける省エネ政策の中でも、特に際立つ政策として《2007 年度予算法》（2006 年 12 月 27 日の法律 296 号）の 344 条～365 条によって導入された省エネ政策がある。本法による省エネ政策を具体的に実施する実施法も 2007 年 2 月 19 日の省令 296 号によって財務省と経済開発省によって定められた。本法は、特に既存住宅における省エネのための家屋改善工事や省エネのための高効率暖房設備設置、温水生産のためのソーラーパネル（太陽光発電設備促進は他の法律によって促進されている）設置を促進することを目的としており、多額の補助金を導入している。本法で定めている補助金額は非常に高く、本法のベースとなっている 1997 年の省エネのための法律 449 号で定められていた条件よりも金額的にも手続的にも画期的に改善されている。

①これまでの補助金システム

イタリア国内に居住し税金を支払っている個人・法人が補助の対象者となるが、1997 年の法律 449 号においては、省エネのための家屋改善工事コストあるいは省エネ設備設置コストの 36%（最高限度額は 48,000 ユーロ）が国から補助され、その補助金額は税控除という形で 10 年間に分けて国から支給される方式が採られていた。また工事や設備設置を実施する以前に管轄税務所（イタリア中部アドリア海に面したペスカーラ市にあるペスカーラ税務所）に補助金申請をしなければならず、また提出書類も複雑であった。

②新しい補助金システム

《2007 年度予算法》においては、税控除という形での補助金支給方法は同じであるが、省エネのための改善工事や省エネ設備の設置コストの補助率が 36%から 55%に増加し、補助金支給期間は 10 年から 3 年に短縮された。また補助金申請手続も 2007 年 2 月 19 日の省令 296 号によって非常に簡略化され、工事開始以前にペスカーラ税務所に補助金を申請するのではなく、新規規定においては、補助金申請は「エネルギー・新技術・環境国家機関（ENEA）」に工事終了後 60 日以内に必要書類を提出するだけで済むようになった。必要提出書類も非常に単純化され、また ENEA のウェブサイトを通して実施できるようになっている（または書留郵便にて ENEA に提出する）。

支払いコストの 55%の省エネ補助金を得ることのできる工事のタイプは、以下の 4 種類ある。

- 1) 既存の建物全体を改善する工事や設備設置（補助金の最高限度額は 100,000 ユーロ）
 - ・新タイプの暖房設備設置、建物の構造改善〔断熱マテリアル、二重ガラス、他〕
 - ・アパート毎、部屋毎に熱を調節できるコントロールシステム

- ・新エネ設備〔ソーラーパネル、地熱等〕の設置等
- 2) 建物の一部あるいは建物の一部である個人のアパートにおける省エネ改善工事（補助金の最高限度額は 60,000 ユーロ）
 - ・二重ガラスによる窓枠設置
 - ・床、屋根等の絶縁・断熱工事等
- 3) ソーラーパネルの設置（補助金最高限度額は 60,000 ユーロ）
 - ・個人アパート、工場、プール、スポーツセンター、病院、学校、大学等で使われる温水生産のためのソーラーパネル設置。ソーラーパネルは 5 年間の保証、コンポーネントは 2 年間の保証、UNI12975 規定に照合している証明書を持つ設備でなければならない。
- 4) 古いタイプの暖房設備用ボイラーの新タイプの省エネボイラーへの買い替え（補助金最高限度額は 30,000 ユーロ）

また、《2007 年度予算法》は、高効率の工業用モーター（5～90kW）とインバーター（7.5～90kW）の購入・設置を促進する措置も採っており、購入・設置コストの 20%が補助され補助金支給は 1 回で全額が税控除される。対象者は通常企業になるが、税金を払っている者全てが対象となっている。

③電化製品買い換えに対する補助

さらに 2007 年 12 月 31 日までに、エネルギーレベル「A+」カテゴリーと同程度かそれ以上の性能を持つ低電力消費冷蔵庫や冷凍庫に買い替え、古い冷蔵庫や冷凍庫を業者に引き取ってもらった場合には（通常電化製品販売店が引き取る）コストの 20%が補助され、確定申告の時に領収書提示によって補助金の全額が 1 回で税控除される。この場合の補助金の最高限度額は 200 ユーロである。テレビの買い替えも冷蔵庫や冷凍庫と同じ条件（最高限度額 200 ユーロ、コストの 20%補助）で補助金が支給されるが、買い替えるテレビは地上波デジタルテレビでなければならない。

④ENEA によるサービス（問い合わせおよび補助金申請）

経済開発省の協力によって ENEA は、市民や企業からの問い合わせに E メールで答えるサービスシステムや無料直通電話を設置した。またウェブサイト¹も設置して住宅や商店等における省エネ方法、新エネ源設備設置、省エネに関わる現行法の説明、補助金申請手続等の情報を提供している。2007 年 10 月末時点において 33 万人が本サイトにアクセスしている。また、ENEA はウェブサイト上で補助金を実際に申請できるシステムも設置した。そちらのサイトには 72,000 人がアクセスし、また既に省エネのための工事や設備設置等を終了させてウェブサイトを通して ENEA に補助金を申請した件数は 5,100 件であり、書留郵便による申請を含めると 10 月末時点において約 15,000 件の補助金申請があったと発表している。

¹ <http://efficienfaenergetica.acs.enea.it>

⑤申請内容の特徴

10月末時点において「建物全体を省エネ改善する工事や設備設置」のための補助金申請件数は大変少ない（総申請件数の3%）。これは建物の構造を改善（壁、屋根、窓、ボイラー等）する工事自体が複雑であり、工事実施までに相当の時間を要することに由来している。申請件数の多くが窓枠と壁の省エネ改善工事（34%）、省エネボイラー設置（33%）、ソーラーパネル設置（30%）であった。（表1）

表 1. 既に実施された工事の種類

省エネ改善工事（窓枠、壁）	34%
省エネボイラーの設置	33%
ソーラーパネル設置	30%
建物全体の省エネ改善工事	3%

出所：ENEА

表 2. ENEА - WEB サイト上において実施された
補助金申請 5,100 件の州別分析

州	数	割合
アブルッツォ	47	1%
バジリカータ	36	1%
カラブリア	20	<1%
カンパーニャ	95	2%
エミール・ロマーニャ	449	9%
フリウリ・ヴェネツィ・ジュリア	285	6%
ラツィオ	251	5%
リグーリア	155	3%
ロンバルディア	1,281	25%
マルケ	173	3%
モリーゼ	13	<1%
ピエモンテ	447	9%
プーリア	104	2%
サルデーニャ	291	6%
シチリア	75	1%
トレント・アルトアディジェ	187	4%
トスカーナ	342	7%
ウンブリア	93	2%
ヴァル・ダオスタ	35	1%
ヴェネト	694	14%
計	5,073	100%

出所：ENEА

10 月末時点において申請されたデータをもとに 1 件の省エネ改善工事コストと技術評価の平均値が割り出された。それによると純然たる工事のための平均コストは 8,600 ユーロで年間約 5MWh の電力を節約し、年間約 1.1 トンの CO₂ 排出を削減する。全工事費に比べエネルギー効率証明書を発行する技術専門家に支払うべき費用の平均は 540 ユーロであった（表 3）。この費用は高すぎると一般的に批判されている。ENEA によれば、2007 年 12 月 31 日までに 50,000 件の申請があったと仮定した場合、どのくらいの省エネと CO₂ 放出削減が実施できるかがこれらのデータをベースにして容易に計算できるとしている。

表 3. 省エネ改善工事 1 件当たりのコストと技術評価の平均値

年間の省エネ	4.91MWh
CO ₂ 削減	1.1t /年
純工事コスト	8,576 ユーロ
技術専門家コスト	539 ユーロ

出所：ENEA

⑥2008 年への継続

《2007 年度予算法》の省エネ政策を実施する実施法が 2007 年 2 月下旬に制定され、ENEA に全ての手続が委託され、6 月上旬に実施されたマスメディアを通しての大々的省エネ促進政策情報が流布されるまでに相当の時間がかかったことに加え、国民の非常に良い反響に鑑みて、政府は《2008 年度予算法》においても「55%の省エネ補助金」を支給する省エネ政策を継続することにした。そして 2007 年 11 月末時点において 2008 年のイタリアの省エネ政策は、既に上院と下院で承認されている。

エネルギー効率と持続可能交通対策

上述の省エネ政策とは別に《2007 年度予算法》では、ベルサーニ経済開発相提案による《2015 年の産業》というテーマの経済開発政策も導入しており、その政策の 1 つに「エネルギー効率と持続可能交通対策」というテーマがあった。これは「エネルギー効率や持続可能交通対策」を可能とするプロジェクトを公募して、良いプロジェクトに研究資金や研究者の所得税を控除する補助措置により、エネルギー生産のための新技術開発や高効率機械開発等を促進するものである。しかしながら目下の所まだ準備段階にある。

テレコム・イタリア社の会長であり伊経済連盟（CONFINDUSTRIA）の副会長であるパスクワーレ・ピストリオ氏はベルサーニ経済開発相から「エネルギー効率と持続可能交通対策」プロジェクトの推進を任されている。同氏によれば、伊経済連盟加入企業にコストとプロジェクト実施期間を記入した「エネルギー効率と持続可能交通対策プロジェクト」提出を打診したところ、なんと 1,067 件のプロジェクトが提出されたとのことである。提出されたプロジェクトは、新エネ部門（太陽光発電設備、バイオエネ設備、コージェネ設備、水素・燃料電池設備）、エネルギー効率部門（建材、エネルギーマネジメント、省エネ電化製品）、製造部門（高効率エネルギー配給技術、燃料技術、ロジスティック・管理革

新技術)におけるエネルギー効率のためのイニシアティブであったとのことである。提出された全プロジェクトは、既に8人の大学教授によって審査され、革新的でプロトタイプとなるプロジェクトが既に選択されているとのことである。

ベルサーニ経済開発相は、『『エネルギー効率と持続可能交通対策』プロジェクト実施のための具体的実施方法が近々公布される』と公表している。本プロジェクトは2007年～2009年の3年間として3億5,000万ユーロの予算を計上している。このイタリアの予算に加え更に2007年～2013年の7年間のためのEU資金も追加されると見込まれている。

出所: ENEA サイト (<http://efficienzaenergetica.acs.enea.it>)、イルソーレ 24 オーレ紙、イルソーレア 360 グラデー誌

【個別特集】 再生可能エネルギー 地球温暖化 バイオ燃料

デンマークの再生可能エネルギー政策と技術

－RE2007 再生可能エネルギーセミナーより－

NEDO 技術開発機構 情報・システム部

久我 健二郎

はじめに

2007年10月10日（水）～12日（金）、再生可能エネルギー協議会主催の「第2回新エネルギー世界展示会：RENEWABLE ENERGY (RE) 2007 INTERNATIONAL EXHIBITION & CONFERENCE」が開催された（独立行政法人新エネルギー・産業技術総合開発機構(NEDO)、独立行政法人産業技術総合研究所、財団法人新エネルギー財団が共催）。展示会に合わせて様々な会議が開かれたが、筆者は、その中のデンマーク大使館主催「再生可能エネルギーセミナー」に参加し、同国の再生可能エネルギー政策や技術の取材を行った。

本稿では、最初にセミナーの4つのプレゼンテーションの概要について述べ、この中から再生可能エネルギーに特に関係の深い2つのプレゼンテーションを選んで詳細に紹介する。また、デンマークは2009年に開かれるCOP15（国連気候変動枠組条約第15回締約国会議）の主催国となっており、それに関連した話題も取り上げる。

1. セミナー概要

タイトル：デンマーク再生可能エネルギーセミナー～京都からコペンハーゲンへ
－真の気候変動についての協議事項－

開催日時：2007年10月12日（金） 13:15～15:50

開催場所：千葉県・幕張メッセ国際会議場 3F 会議室 301B

主催： 在日デンマーク王国大使館

プレゼンテーション内容	プレゼンター
・デンマークの先見的エネルギー・環境政策 フレディ・スヴェイネ 駐日デンマーク大使 デンマーク流テクノロジー・気候変動対処に向けた新技術の展開を概説。	
・持続可能かつ再生可能な社会を目指した新型ポンプの開発と製品紹介 グルンドフォス(GRUNDFOS)ポンプ社ディレクター ヤン・ヒーゴー氏 世界の電力消費の20%がポンプによって消費されていることに着目、省エネを達成し、かつ再生可能な解決を導き出したポンプについて紹介。	

・セルロース系エタノール製造の最新技術 ノボザイムズ(novozymes)ジャパン株式会社セールス&マーケティング部 池田衆一氏 ノボザイムズ社が開発中の分解が困難な木質セルロースから環境に優しい方法で効率的にエタノールを生産する技術を紹介。	
・ディーゼル排気粒子用フィルターの斬新な金属コーティング技術 ハルダー・トプソー(Haldor Topsoe)A/S 社自動車排ガス用触媒市場開発担当部長 ペア・ガブリエルソン氏 将来、設置の義務化が予想されるディーゼル乗用車の排気フィルターに対し、耐食性を維持する新触媒を使用したコーティング技術と製品を紹介。	

2. デンマークの先見的エネルギー・環境政策（駐日デンマーク大使）

デンマークが再生可能エネルギー利用の先進国になった要因

再生可能エネルギービジネスにおけるデンマークの成功例として、風力エネルギー、水素エネルギー、バイオエネルギー、波力エネルギー、太陽エネルギーの5つの分野がある。

デンマークには平野が多いこと、長い海岸線、風況等の自然環境もその一因であるが主要な要因として：

- ・1970年代の石油ショック等を契機として、化石燃料から再生可能エネルギーへの転換、省エネルギー技術の開発を促進するために、先見性のある研究開発政策、促進税制を政府が実施してきたこと
- ・再生可能エネルギーに革新をもたらす世界レベルの研究・調査を行ってきたこと
- ・スタッフが国際指向であり、全体を見通して研究開発を行ってきたこと
- ・デンマーク全土に広がる最高水準のエネルギー・システムがあること
- ・緊密な産官学パートナーシップ
- ・コスト、品質における高い競争力
- ・再生可能エネルギーに対する国民の受容性が高いこと

デンマークが提供できるもの

- ・国際競争力のある再生可能エネルギークラスター¹

¹ ブドウの房のような企業・機関のネットワーク。その組み合わせがクラスターである。米国の経営学者マイケル・E・ポーターが提唱した考え方で、「特定分野における関連企業、専門性の高い供給業者、サービス提供者、関連業界に属する企業、関連機関（大学、規格団体、業界団体、インキュベータ、ベンチャーキャピタルなど）が地理的に集結し、競争しつつ有機的に連携し合っている状態」をいう。クラスターからはイノベーションが生まれやすく、クラスター内の企業（産業）は競争力が高い。米国のシリコンバレーはクラスターの一例である。

- ・世界レベルの研究調査環境
- ・世界最先端の人材プール（日本の研究者も働いている）
- ・世界レベルの発電効率
- ・フルスケールのエネルギー技術専門実験設備

先見的デンマークエネルギー計画 2025（A Visionary Danish Energy Policy 2025）

デンマーク政府が 2007 年 1 月 19 日に発表した 2025 年に向けてのエネルギー計画の要旨は次の通りである。

- ・輸送分野における化石燃料から代替燃料への転換を促進するため、水素自動車を完全非課税化する
- ・2020 年までに輸送分野のバイオ燃料利用率を 10%とする
- ・エネルギー関連の研究開発助成金は、2010 年以降、年間 1 億 6600 万 US ドルとする（8300 万 US ドルから倍増させる）
- ・2025 年までに、エネルギー消費量に占める再生可能エネルギーの割合を少なくとも 30% にまで増やす（EU 目標は 2020 年までに 20%）

エネルギー消費量と経済成長

エネルギー総消費量を増やさずに経済成長することは可能だろうか？

可能である（図 1）。1980 年と比較して、デンマークの総エネルギー消費量はほぼ同じであるが、GDP は約 70%増加している。

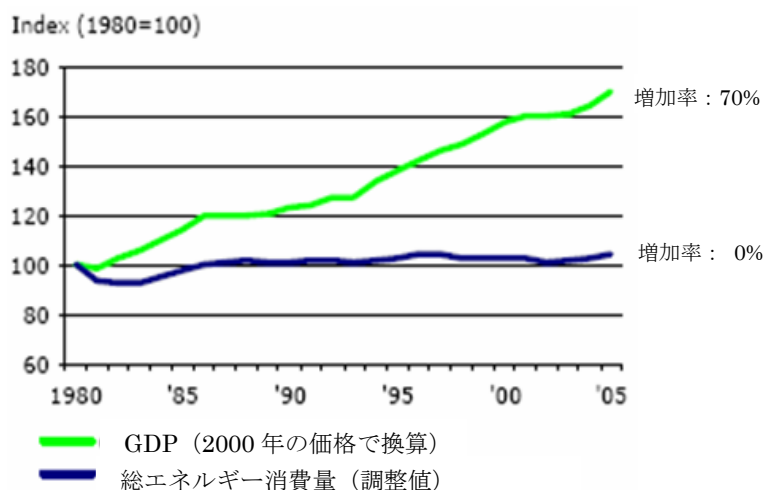


図 1 デンマークの総エネルギー消費量と GDP の推移

（出典：駐日デンマーク大使館プレゼンテーション資料、Danish Energy Authority “Energy Statistics 2005”より編集）

エネルギー総消費量に占める再生可能エネルギーのシェア推移

再生可能エネルギー源の開発は、デンマークのエネルギー供給において重要な位置を占めている。エネルギー総消費量に占める再生可能エネルギーのシェアは、1980 年には 3%

であったが 2004 年には 14%となっている（図 2）。

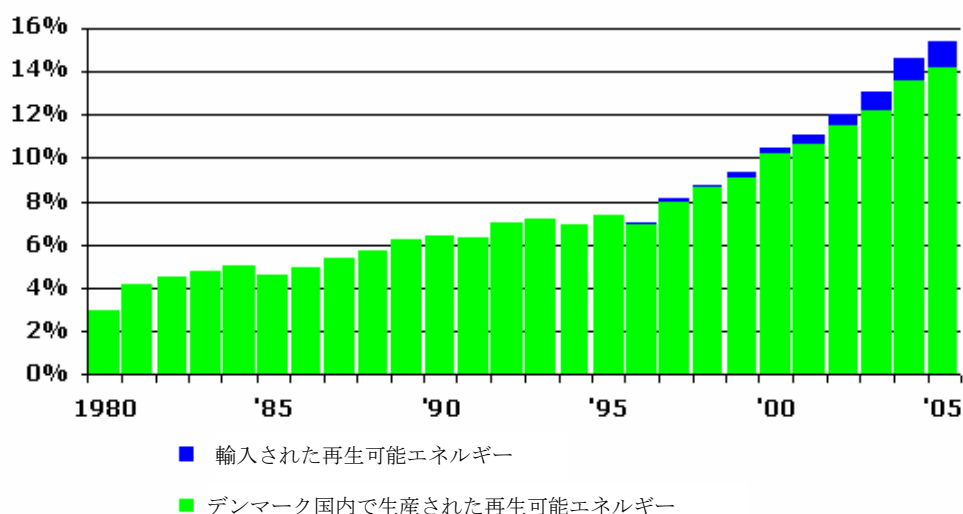


図 2 エネルギー総消費量に占める再生可能エネルギーシェアの推移
 (出典:デンマーク大使館プレゼンテーション資料、Danish Energy Authority
 “Energy Statistics 2005”)

再生可能エネルギーの大部分がデンマーク国内で生産されたものであり、近年増えている輸入された再生可能エネルギーは主にバイオマスである。これらの再生可能エネルギーシェアの上昇は、CO₂排出量の削減に貢献している。

総発電量に占める再生可能エネルギーのシェア

総発電量に占める再生可能エネルギーのシェアは 2005 年で 28%であり、この内の半分以上が風力によるものである（図 3）。一方、石炭火力発電の割合は 43%であり、この分野についてはクリーンコールテクノロジーが重要であると考えている。

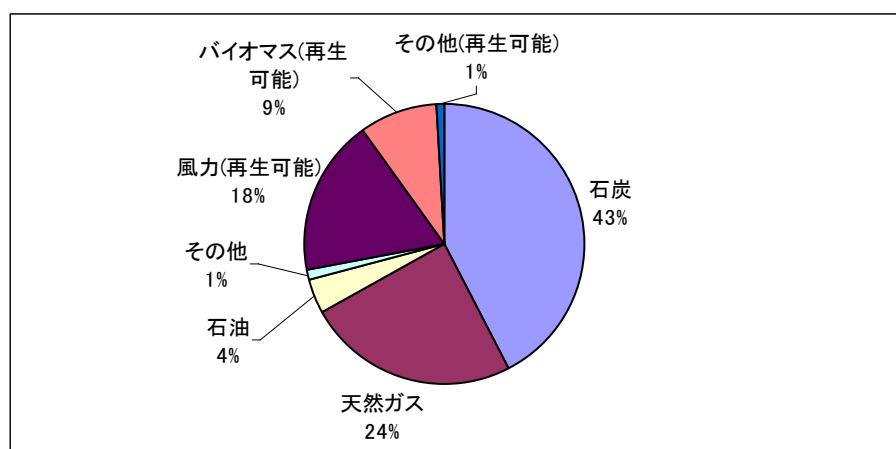


図 3 エネルギー源別発電量のシェア (デンマーク 2005 年)
 (出典 : Danish Energy Authority “Energy Statistics 2005”より作成)

経済のエネルギー強度

デンマークは長年にわたり、高い優先順位で省エネルギーに取り組んできた。現在もエネルギー効率の推進と実現は、デンマークのエネルギー政策の核となっている。図4は、2004年のEU諸国ほかのエネルギー強度²を示したものである。デンマークはEU中、最も低いエネルギー強度となっている。図5はエネルギー強度の推移を数カ国に関して示したものである。

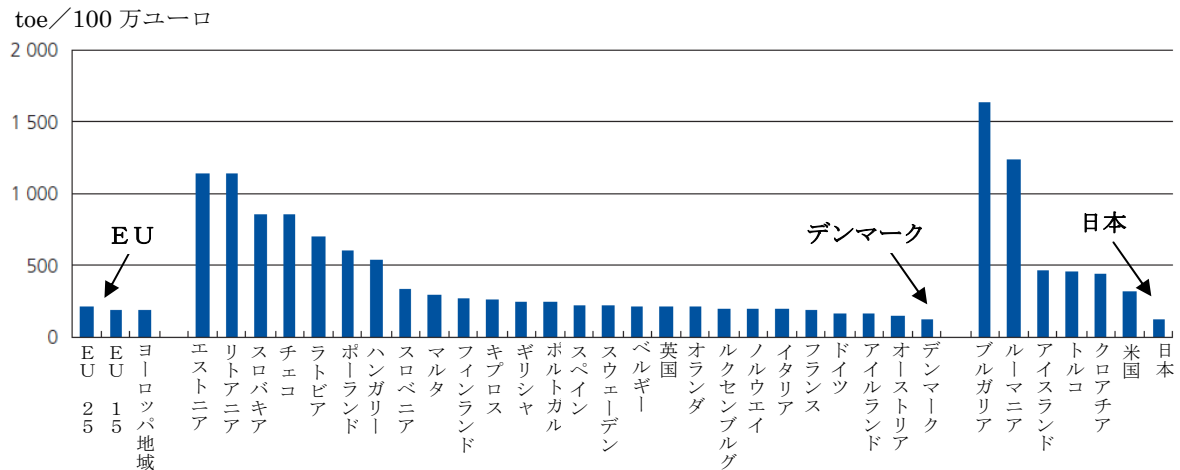


図4 EU諸国ほかのエネルギー強度（2004年）

注1：GDPは1995年市場価格で換算。また米国と日本は2003年のデータ。
(出典：EUROPEAN COMMISSION “Eurostat yearbook 2006-07”より編集)

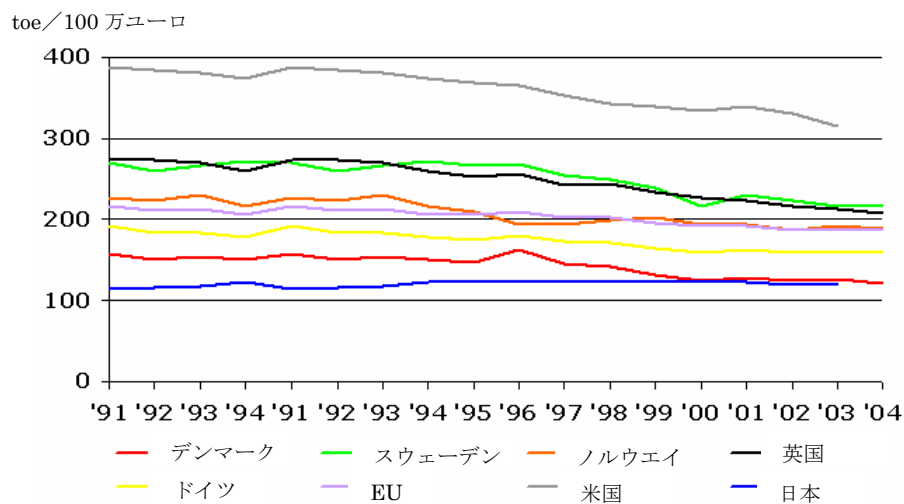


図5 エネルギー強度の推移

注1：GDPは1995年市場価格で換算

(出典：デンマーク大使館プレゼンテーション資料, Danish Energy Authority “Energy Statistics 2005”, EUROPEAN COMMISSION “Eurostat yearbook 2006-07”)

² エネルギー強度は、国内のエネルギー総消費量(toe：tons of oil equivalentで表現)をGDP(100万ユーロ)で除したものであり、経済のエネルギー効率を表す。

日本とデンマーク（興味深い類似点）

次のような類似点がある。

- ・エネルギー強度が共に低い事
- ・経済成長と安定したエネルギー消費の実現
- ・省エネルギー、再生可能エネルギー技術開発への取り組みと実績
- ・京都議定書の下での温室効果ガス削減への取り組み

両国にはテクノロジー、イノベーション、グローバルな問題で互いに学びあえる多くの分野がある。

COP15

デンマークは2009年に開かれるCOP15（国連気候変動枠組条約第15回締約国会議）の主催国を務める。気候変動は地球全体の問題である。そして地球全体の問題は地球全体の取り組みを必要とする。

ブライトグリーン（bright green：明るい緑）は、デンマーク産業連盟が主導するCOP15に向けたキャンペーンであり、その主な内容は次の通りである。

- ・ブライトグリーンとは現代的国際的な環境主義であり、経済成長を持続可能な技術によって実現する。
- ・持続可能なエネルギーソリューションの開発により、デンマーク企業はブライトグリーンの国際的な模範になることを目指す。
- ・2009年にコペンハーゲンで開催されるCOP15において、その理念の展開に務める。



図6 ブライトグリーンキャンペーン

（出典：デンマーク大使館プレゼンテーション資料）

2. セルロース系エタノール製造の最新技術（ノボザイムズジャパン株式会社）

会社の概要

ノボザイムズ社は医薬と臨床検査用の酵素を除いた産業用の酵素と微生物製剤の分野において、世界で46%の市場シェアを持つ。酵素の特徴は様々な産業で使用されることであるが、40を超える産業（洗剤、でんぷん加工、繊維、パン、動物飼料等製造業）に製品を販売している。600以上の製品を世界の130カ国で販売している。従業員は、世界で4,500名以上である。売り上げの13%以上を研究開発投資に当てている。特許は、申請中のもの

も含め 5,000 以上を保有している。

主力工場はデンマーク、米国、中国、ブラジルにある。日本（北海道）にもかつて工場があったが、1995 年に閉鎖され、設備は中国（天津）に移設した。2006 年の売り上げは、約 1,400 億円である。

表 1 製品製造時、酵素 1kg の使用により削減できる CO₂ (例)

製品	CO ₂ 排出削減量(kg)
動物飼料	30
皮革	40
繊維	100
バイオエタノール	150
洗剤	150
食品（ピザのチーズ）	200
製紙	最大で 600
油脂	1,300
有機合成	3,400
製パン・製菓	3,800

（出典：ノボザイムズジャパンプレゼンテーション資料）

1kg の酵素を使用する事により、製品製造時に排出される CO₂ がどれだけ減るかを示したものが表 1 である。ここで 1kg の酵素自体の製造時に排出される CO₂ は 1～10kg と想定している（酵素の種類により排出量のばらつきがある）。

例えば、動物飼料の場合、酵素の使用によって飼料効率を上げることができ、これは少ない飼料で動物が早く成長する事を意味する。皮革製造においては、皮なめし時の薬品や水の使用量を削減する事ができる。繊維加工では、繊維を分解する酵素（セルラーゼ）の使用により、脱色効果をより少ないエネルギーで実現できる。またパンの製造においては、アミラーゼの使用によりパンの柔らかさが長持ちし、パンの賞味期限が延びる。このように、酵素は様々な製造業において重要な役割を果たしている。

ノボザイムズ社のバイオ燃料とのかかわり

売り上げの 10%がバイオエタノール用の酵素である。この分野では今後、3～4 年間の売り上げ成長率は 25%を見込んでいる。この分野の酵素供給では世界最大のメーカーである。主要な市場は米国であるが、ヨーロッパやアジアでも成長の兆しがある。

酵素を使用したトウモロコシの生デンプン分解プロセスの開発により、従来のようにデンプンを 100℃まで加熱すること無しにエタノールを製造できるようになり、使用エネルギーの削減と収量の改善を実現した。

このようなバイオマス利用分野での開発において、次のようなメーカーと協業している。

表 2 協業関係にあるメーカー（出典：ノボザイムズジャパンプレゼンテーション資料）

国籍	メーカー
米国	Poet Energy（前身は Broin）
中国	COFCO（China National Cereals, Oils & Fats stuff Corporations）
欧州	Abengoa

4～5 年先に、セルロース原料からエタノールを製造する実用的な技術が開発できる見通しである。

セルロース系エタノール製造プロセス

セルロース系エタノールの原料は、農業残渣、廃材、枝、産業廃棄物、都市廃棄物など多岐にわたる。原料に対する前処理が必要であり、これによりセルロース、ヘミセルロース、リグニンに分解される。この構成比は原料毎に異なる。また前処理も原料により異なり、難しい部分である。

セルロース、ヘミセルロースはその後、酵素あるいは酸で分解し、ブドウ糖、五炭糖になる。これらから微生物の作用により、エタノール他が製造される（図 7）。

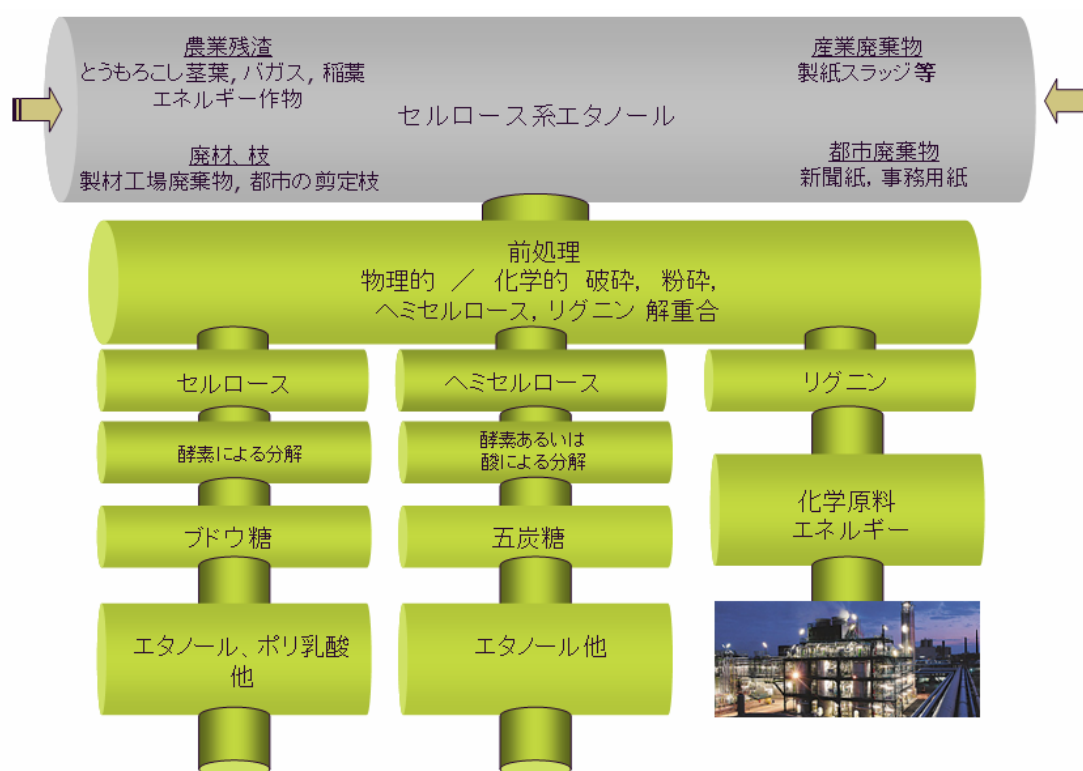


図 7 セルロース系エタノール生産プロセス

（出典：ノボザイムズジャパン社プレゼンテーション資料）

セルロース系エタノール研究開発状況

2001～2004 年に、米国エネルギー省（DOE：Department of Energy）、米国立再生可

能エネルギー研究所 (NREL : National Renewable Energy Laboratory) から 1,780 万ドルの研究助成金を得て、とうもろこし茎葉を酸で前処理したものを原料とするエタノール製造プロセスにおける酵素のコストを削減する研究に取り組んだ。この研究の結果として、酵素の改良と工程の改善により、酵素コストを大幅に低減することができた。なお、今年から新しいプロジェクトが始まっている。

セルロース系エタノールの製造コスト試算

でんぷんからエタノールを生産する場合、トータルコストは 1\$/gallon に満たない(図 8)。しかしセルロースからエタノールを生産する場合、1999 年時点で 6\$/gallon 以上のコストがかかり、実用的でなかった。そこで酵素費用のコストダウン研究を実施した。とうもろこし残渣を原料として、酵素が最も反応しやすい状態に前処理を行った場合、4~5\$/gallon となった。この実験結果を元に工場で生産した場合のコストを試算すると、3~4\$/gallon といったところであり、これでもまだ高く実用レベルではない。

価格 US\$/gallon

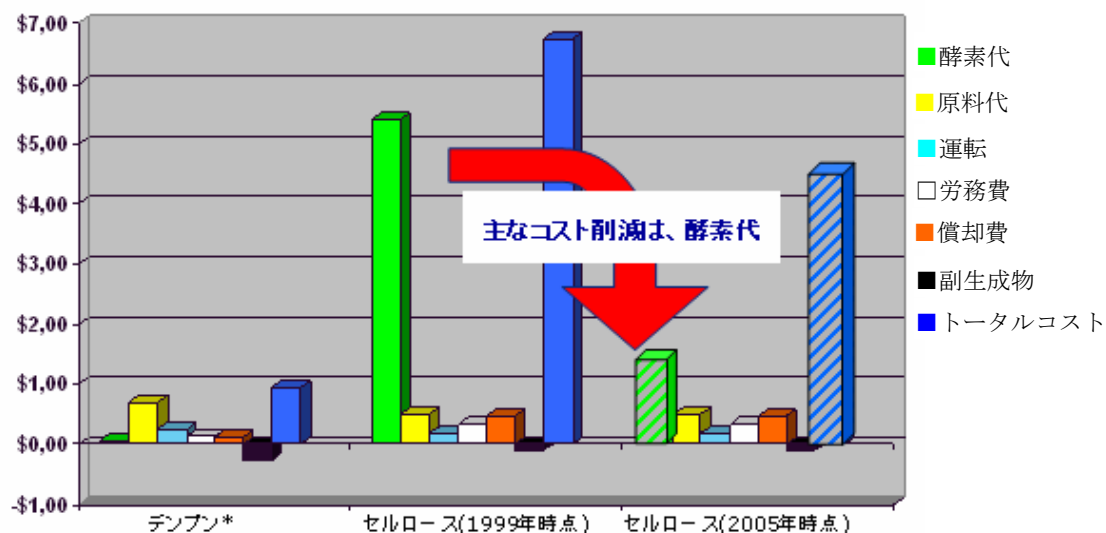


図 8 エタノール製造時の酵素費用比較(2005 年 4 月)

(出典: ノボザイムズジャパンプレゼンテーション資料, Modified from “Determining the Cost of Producing Ethanol from Corn Starch and Lignocellulosic Feedstocks”, NREL/TP-580-28893 joint USDA, NREL study released in October 2000”, より編集)

セルロース系エタノールの今後の予定・課題

- ① 4~5 年先に実用化できる見込みである。
- ② 酵素に関しては：
 - ・スケールアップ（実験室で開発しているものを実用化し、本格的な製造設備による商業的（コスト的）に成り立つ生産）
 - ・本格的な酵素生産に向けた検討

- ・ 酵素特性のさらなる改良
- ③ ビジネスモデルの確立
- ④ セルロース系エタノールの各製造プロセスを統合すること

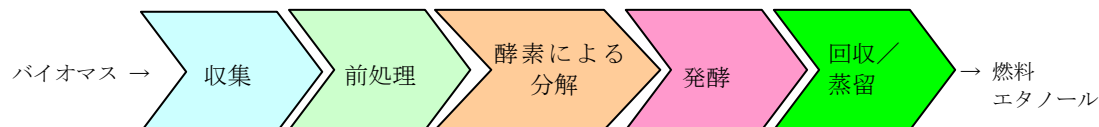


図9 セルロース系エタノールの製造プロセス

(出典：ノボザイムズジャパンプレゼンテーション資料より編集)

- ⑤ 設備投資費削減の検討
- ⑥ 様々な原料利用を可能にするためのフレキシブルなパイロット設備

以上の実現にあたって、政府の継続的な再生可能エネルギー促進策は重要な役割を果たす。

日本の原料事情

穀物を原料としてエタノール生産を行う事は、米国で起きているような穀物の価格高騰を招き、また日本の食料自給率が低いことから考えられない。食料以外の農業残渣（稲藁等）、廃材は原料になり得る。海藻や廃割り箸は将来の原料候補に成りうるかも知れない。

おわりに

本稿では、「デンマーク再生可能エネルギーセミナー」の内容を元に、デンマークの再生可能エネルギー政策と統計、技術開発の一例としてセルロース系エタノール製造における酵素技術を紹介した。

デンマークの再生可能エネルギーについては風力が良く知られているが、その範囲は、今回紹介したセルロース系エタノール製造技術をはじめとして幅広い分野に及んでいる。

現在、セルロース系エタノール製造技術の開発は世界で活発に行われている。NEDOにおいても幅広く研究開発に取り組んでおり、テーマは次のように分類できる。

- ・ 木質系バイオマスの原料となる樹木の育成方法
- ・ 高効率前処理
- ・ バイオマス分解酵素、微生物
- ・ 製造プロセス残渣の利用
- ・ 様々な原料からのバイオエタノール製造プロセス全体に関するもの

本稿の作成にあたり、取材にご協力いただいた駐日デンマーク大使はじめ、デンマーク企業のプレゼンターの皆様に感謝申し上げます。

参考：

- ・ 駐日デンマーク大使館 プレゼンテーション資料
- ・ ノボザイムズジャパン株式会社 プレゼンテーション資料
- ・ Danish Energy Authority “Energy Statistics”

http://www.ens.dk/graphics/Publikationer/Statistik_UK/Energy%20Statistics_2006_a.pdf

- ・ EUROPEAN COMMISSION “Eurostat yearbook 2006-07”

http://epp.eurostat.ec.europa.eu/cache/ITY_OFFPUB/KS-CD-06-001/EN/KS-CD-06-001-EN.PDF

- ・ Danish Energy Authority “Energy Policy Statement 2007

http://www.ens.dk/graphics/Publikationer/Energipolitik_UK/Energy_policy_Statement_2007/pdf/Energipolitisk_redegorelse_200705_eng.pdf

【エネルギー】 セルロース系バイオ燃料生産 遺伝子解析

シロアリの腸からバイオ燃料生産効率を高める新酵素を発見（米国）

木材を激しく食い荒らすことで有名であり、家屋を粉塵にして年間何十億ドルもの被害をもたらすシロアリが、将来、より環境に優しいバイオ燃料を作るための生物化学的手段となるかもしれない。実際、この小さな害虫の腹部は微生物の宝庫であり、木質バイオマスや廃棄物バイオマスを貴重なバイオ燃料に変換する効率を高めるための、豊富な酵素源の候補に挙げられている。



ナスチターメス(*Nasutitermes*)属のシロアリ¹

(出所 : DOE JGI)

米国エネルギー省(DOE: Department of Energy)の共同ゲノム研究所(JGI: Joint Genome Institute)、カリフォルニア工科大学、バイオ燃料企業の Verenium 社(旧 Diversa 社)、コスタリカ生物多様性研究所 INBio、および IBM 社のトーマス J. ワトソン研究センターによって行われたシロアリの腸に生息する微生物のゲノム配列決定と分析結果が、*Science* 誌 11 月 22 日号に発表された。

「シロアリは驚くべきマシンである」と、JGI 支援プログラムを実施している DOE 科学局長レイモンド・オーバック博士は話す。「家にシロアリが出た人の誰もが痛感するように、シロアリはごく短期間で恐るべき量の木材を消化できる。強い化学物質を使用したり加熱したりすることなく、シロアリは後腸の中に棲む特別の微生物群を使って植物の細胞壁を破壊し、物質の消化過程に触媒作用を及ぼす。JGI が行った工業規模の DNA 配列決定は、シロアリが使用しているツールが含まれた遺伝子構造を特定する手がかりとなった。今の私達の課題は、自然がどのように植物物質を消化しているかを解明するため、こ

¹ 和名はタカサゴシロアリ。

これらの遺伝子構造によって作り出される代謝経路を発見することである。もしそれを発見できれば、次世代セルロース系バイオ燃料開発を加速する今回のプロジェクトを通して発見された新しい酵素を、合成することができる」

1 世紀以上にわたって、シロアリは熱心な科学研究対象であったが、消化管に生息する微生物の正体とその役割は謎のままであった。今回の取組みにより、木材の消化に必要なこれらの区画された複雑な微生物群(microbial communities)の共生組織が明らかにされつつある。

シロアリには、ウシと同じく胃が複数個ある。そしてそれぞれの胃には、異なる微生物群が、特定の状況のもとで生息している。昆虫内に生息しているこれらの微生物は、木質高分子が、糖（発酵すればエタノールなどの燃料になる）へと変換される過程中的、特定の段階で働いている。シロアリの下顎で木材は噛み砕かれ粉々になるが、本当の作業はシロアリの腹の奥底で行われている。微生物が分泌した酵素液は、セルロースとヘミセルロースを分解するが、これらは、リグニンとともに木の基本構成要素である。

最先端科学の前進のために胃の中身を提供したこの小さな昆虫は、同論文共著者のカリフォルニア工科大学ジャレド・リードベターと、JGI 微生物生態学プログラム(Microbial Ecology Program)に携わる筆頭著者のファルク・ワルネッケ、そして Verenium 社や INBio の研究者達からなる探検隊によって、世界でも多種多様なシロアリが生息しているコスタリカの熱帯雨林地域で採取された。このチームはコスタリカのジャングルを散策している時、何の変哲もない平凡な木にとりついた、腫瘍のような巨大なシロアリの巣と遭遇した。マシェティ²で軽くたたくと、木くずからなる緻密なトンネル網の中身があらわれ、中ではナチスターメス属の高等シロアリ(higher termite)が狂乱状態となっていた。このシロアリの体長はおよそ 1 ペニー硬貨に刻まれた年号の大きさ程度である。

このプロジェクトでは、じょうご形の頭をしたシロアリの「兵隊蟻(soldiers)」に先立って、球状形の頭とふくらんだ腸をもった、より大きな「働き蟻(workers)」に焦点を当てた。INBio の実験室では、研究者達が微細鉗子と針を使用して、働き蟻の後腸(P3 と呼ばれる区画であり、シロアリの複雑な消化管の中のねじれが伸長している箇所)の中身を慎重に抽出した。各試料は辛うじて肉眼で見ることができるほどの大きさで、近傍の胃の内容物と混ざらないように注意深く取り扱われた。165 の検体から抽出された中身が精製され、ほんのわずかな量の貴重なしずくが得られた。そして DNA を抽出して前処理を行うために、Verenium 社に冷凍して送られた。その後、配列解析のためにウォルナット・クリーク(カリフォルニア州)にある JGI のプロダクション・ゲノミクス施設に送られた。

² サトウキビ伐採用の鉋（なた）。

このサンプルから、微生物群の正体とそれが作り出す酵素の代謝プロフィールを明らかにするために、断片的な遺伝子コードの約 7,100 万文字が詳しく調べられ、コンピュータで再構築された。この再構成により、12 の門(phylum)³ の正体が明らかになった。

「私達の分析によって、2 つの主要なバクテリア系統、すなわちトレポネーマ属とフィブロバクター属が、後腸を支配していることが明らかとなった」と、JGI の微生物生態プログラムの責任者を務める共著者フィル・フーゲンホルツは話す。「はっきりとしたらせん形をしたトレポネーマ属はシロアリの腸内で昔から確認されていたが、フィブロバクター属は今回新しく発見された興味深い属である。なぜなら、フィブロバクター属はセルロースを分解することで知られる牛の第一胃(rumen)の中に親類(relative)がいるからである。私達はシロアリのフィブロバクター属とトレポネーマ属を、木材を分解する能力のある酵素と直接結び付けることができた。しかし、フィブロバクター属は木材分解の専門家ではあるが、糖の発酵には関与していないようである。糖の発酵にはトレポネーマ属が関わっている。このプロジェクトは動く小型のバイオリアクターである下等シロアリに対して全く新しい評価を与えた。」

フーゲンホルツと仲間の研究者達によって、セルロースとヘミセルロースの酵素による分解に関連している遺伝子が、シロアリの P3 区画だけで、500 以上特定された。シロアリの消化管のメタゲノムのデータセットは、DOE JGI のメタゲノム・データ管理分析システムの次世代バージョン IMG/M (<http://img.jgi.doe.gov/m>)で一般に入手可能となる。リリースは 2008 年 1 月に予定されている。

「これらの発見を工業規模のシステムに応用するのは、たやすいことではない」と JGI のエディー・ルービン局長は話す。「シロアリは、小さなバイオリアクターである後腸の中で、ミリグラム単位のリグノセルロースを発酵性糖に効率的に変換する。バイオマスからバイオ燃料を生産する工場がより効率的且つ経済的に生産できるようにこのプロセスを拡大することは、また違う次元の話である。そこに辿り着くためには、セルロースを分解する主要な機能的特性を備えた遺伝子セットを特定しなくてはならない。そしてこの研究は、そこに至るための必要不可欠なステップである。」

2007 年 6 月、DOE のサミュエル・ボードマン長官は、セルロース系エタノールとその他のバイオ燃料を開発する基礎研究促進のために、3 つの新しいバイオエネルギー研究センター⁴に最大 3 億 7,500 万ドルを投資する予定であると発表した。そのすぐ後に、今回の新しい発見が見つかった。DOE JGI はこれらの 3 センターを支援してゲノム配列決定を実施する予定である。

³ 生物・動物分類の最上級の分類項目。

⁴ <http://genomicsgtl.energy.gov/centers>

シロアリの後腸についての研究は、JGI の先駆的なメタゲノム研究に基づいている。JGI のメタゲノム研究では、環境試料から直接遺伝物質が分離、特定、および特徴付けられ、特有の（大抵の場合極端な）生態的地位(ecological niche)⁵のプロフィールが提供される。DOE JGI により発表された研究調査には、様々な生物圏のごく一部を対象とした酸性鉱山廃水(acid mine drainage)、消化器官をもたない虫、農業の土壌、海底の鯨の死骸⁶、下水汚泥などがある。

現在 DOE JGI の配列解析待ちなのは、タマーワラビー(Tammar wallaby)の前胃の中身、アジア産カミキリムシ(Asian longhorned beetle)の腸、ならびに、セルロース分解に関与する酵素の宝庫として有望視される外来種のメタゲノムに関連したプロジェクトである。これらは DOE JGI の共同配列決定プログラム(CSP: Community Sequencing Program)を通して提出された。CSP は、科学界が DOE のミッションに関連したプロジェクトで、高性能な配列決定を行うことができる機会を提供している。

DOE 科学局が支援する DOE 共同ゲノム研究所は、5 つの国立研究所（ローレンス・バークレイ、ローレンス・リバモア、ロス・アラモス、オークリッジ、パシフィック・ノースウェスト）とスタンフォードヒトゲノムセンター(Stanford Human Genome Center)の専門知識を統合してゲノム解析を推進しており、クリーンなエネルギー生産、環境特性および環境浄化に関連する DOE のミッションに貢献している。DOE JGI のプロダクション・ゲノミクス施設(Production Genomics Facility、カリフォルニア州ウォルナット・クリーク)は、総合的な高性能配列決定装置とコンピュータ分析を提供しており、科学的手法で様々な課題に対処している。

翻訳：NEDO 情報・システム部

出典：http://www.jgi.doe.gov/News/news_11_21_07.html

⁵ 生物の種が利用するあるまとまった範囲の環境要因のことであり、生息している環境においてその種が果たしている生態的な役割もしくは地位のこと。

⁶ whale fall とも呼ばれる。海底には死骸をあさる生物も少なく、そのままの状態海底に沈んだ鯨などの死骸が、海底に棲む別の生物達の生態系に色々な形で重要な役割を果たしている可能性について、近年調査がすすんでいる。

【エネルギー】風力発電

急速に拡大するカナダの風力発電

ドイツ、スペイン、米国に比べて遅れをとっていたカナダの風力発電市場が急速に拡大している。2006年に前年比2倍となった風力発電設置容量は、2015年には世界トップ5となる14,100MWに拡大する見込みだ。連邦政府のインセンティブを追い風に、オンタリオ州、ケベック州では次々とプロジェクトが立ち上がっている。また風力発電施設がなかったブリティッシュ・コロンビア州（以下、BC州）にも世界最大のウィンド・ファームの建設が進むなど、着々と風力発電先進国への道を歩みつつある。

＜風力発電設置容量、2015年には世界トップ5に＞

世界風力エネルギー協会¹によると、2006年末までにカナダに設置された風力発電は1,451メガワット（以下、MW）で世界12位。首位を走るドイツ(20,622MW)や米国(11,603MW)に比べまだまだ発展途上といえるが、注目すべき点は2005年からの伸び率と数々の風力発電計画からますますの市場拡大が期待されている点である。

前述の風力発電設置容量1,451MWのうち、約半分の768MWが2006年に新規に設置された風力発電容量であり、成長率は112%と他国と比べて群を抜いている。2007年度も他国と比べて急速な拡大が予想されており、さらに800MW以上の風力発電容量が新規に設置される予定だ。

カナダの風力発電市場の拡大は2～3年の短期的なものではない。米コンサルタント会社、エマージング・エナジー・リサーチ²(以下、EER)が現在の風力発電計画から予測した報告書によると、カナダの風力発電市場は2015年までに10倍の14,100MWに膨れ上がり世界トップ5の仲間入りをするとみている。2007年から2015年までの9年間で風力発電市場への投資額は180億カナダ・ドル（Cドル）にのぼり、カナダ各州をまたいで平均5.5%の電力量が風力発電で賄われるようになるという。

＜今後の風力発電市場拡大はケベック州、オンタリオ州＞

現在までカナダ国内でウィンド・ファーム³が多く設置されてきたのは、オンタリオ州、アルバータ州ならびにケベック州。この3つの州でカナダ国内全体の約75%の風力発電容量をカバーしている。

¹ World Wind Energy Association www.wwindea.org 本社、ボン（ドイツ）。

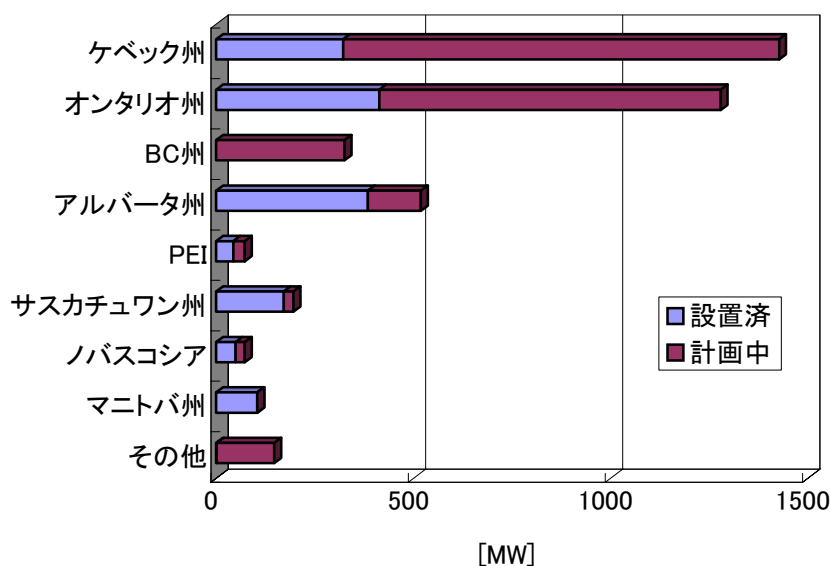
² Emerging Energy Research www.emerging-energy.com 本社、マサチューセッツ州ケンブリッジ。

³ Wind farm 集合型風力発電所。

カナダ風力エネルギー協会⁴によると、主にオンタリオ州、ケベック州内で風力発電プロジェクトが推進されており、今後は特に両州で拡大が続くとみられている(図1参照)。これらの傾向は、連邦政府が導入した環境インセンティブプログラム「エコ・エナジー・フォー・リニューアブル・パワー⁵」に登録されたプロジェクトからも良く分かる。2006年9月末データによると、本プログラムに登録した風力発電プロジェクトは61、発電総容量は6,107MW、そのうち半数を超える33プロジェクトがオンタリオ州、ケベック州内のプロジェクトにあてられている。

特にケベック州の風力発電市場の拡大は目を見張るものがある。ケベック州の風力発電設置容量の増加に貢献しているのは、カルティエ・ウィンド・エナジー社⁶が同州で進める6つの風力発電プロジェクトの存在が大きい。既にプロジェクトの1つは2006年中に既に商業化されており、ハイδρο・ケベック社と20年間の供給契約を結んでいる。6つの風力発電プロジェクトが商業化されれば、風力発電設置容量は740MW、15万世帯への電気供給が可能で、同社はカナダ最大の風力発電供給業者となる。

図1 カナダ国内の風力発電設置容量(2006年末段階)



注) PEI: プリンズエドワード州
(カナダ最小の州)

⁴ Canadian Wind Energy Association www.canwea.ca

⁵ EcoENERGY for renewable power

バイオマス、水力、太陽光エネルギーなどの再生可能エネルギーに14.8億カナダ・ドルを拠出するインセンティブプログラム。07年04月から11年03月迄に建設が予定されている風力プロジェクトに対し、最長10年間、1キロワットにつき1セントのインセンティブを提供するもの。

⁶ Cartier Wind Energy Inc.

トランスカナダ社(62%)とイナジェックスIIインカムファンド(38%)の合弁。

＜風力発電途上地域ブリティッシュ・コロンビア州にも世界最大級の風力発電所＞

2007年10月現在、主要州の中で唯一、商業ベースの風力発電施設がないのがブリティッシュ・コロンビア州（BC州）だ。BC州には風力発電に必要な年平均風速6m/秒以上の適地は多いが、多くの適地は植物が多い山岳地帯で大型タービンを設置することが難しく、また送電系統から比較的遠く、風力発電には不向きで普及が遅れてきた。

しかし、BC州リッチモンドに本社を構えるカタバティック・パワー社⁷の2つのプロジェクトにより、BC州の風力発電市場も拡大の様相を呈してきた。マウント・ヘイ⁸のウィンド・ファーム建設計画では、2006年9月、大手電力会社BCハイドロ⁹と25.5MWの電力を25年にわたり供給する契約を締結した。さらに、2007年1月、ドイツ銀行と共同でバンク・アイランド¹⁰に3,000MWの世界最大のウィンド・ファームを建設すると発表、まずは第1次計画として700MWのウィンド・ファームの建設を2009年初めより開始、2年後には稼動するとしている。

（出所）

World Wind Energy Association

http://www.wwindea.org/home/index.php?option=com_content&task=view&id=167&Itemid=43

EcoENERGY for renewable power

<http://www.ecoaction.gc.ca/ecoenergy-ecoenergie/power-electricite/index-eng.cfm>

Canadian Wind Energy Association

<http://www.canwea.ca/>

⁷ Katabatic Power Corp. 本社、BC州バンクーバー www.katabaticpower.com

⁸ Mount Hay BC州プリンス・ルパート港近郊。

⁹ BC Hydro 本社、BC州バンクーバー www.bchydro.com

¹⁰ Bank Island BC州キットマツ港近郊。

【エネルギー】太陽光発電

光起電力太陽エネルギー技術の戦略的研究行動計画(その 5)
・周辺装置部品、標準、社会経済的様相 (EU)

- | |
|--|
| 6. バランスオブシステム(BoS)部品と PV システム(EU)
7. 標準、品質保証、安全性および環境面
8. 社会経済的様相と実現研究(EU) |
|--|

6 バランスオブシステム(BoS)部品と PV システム

6.1 はじめに

光起電力(PV)システムは、一連の応用、規模および状況で利用することができ、広範囲の電力需要を満たすことができる。この PV 研究行動計画は、PV の多様性を考慮し、欧州や他の国々のエネルギー供給に貢献するために、PV 市場の拡大と PV 技術の可能性達成に、最大の効果を持つ行動を識別する必要がある。

ユーザは、システムレベルの PV 技術に出会い、それが信頼でき、コスト効率が良く、また魅力的に見えることを求める。この PV 研究行動計画は、下記の 1 つ以上を達成する課題に専念する：

- ー 部品およびシステムレベルでのコストを削減させること
- ー 部品寿命の増加と調和、損失の低減、システム寿命全体にわたる性能レベルの維持という様相を含んで、システムの総合性能を増加させること
- ー システムの機能性を向上させ、生産された電力に付加価値を加える
- ー 大規模展開のための公的支援を勝ち取るために、建築環境に統合されるシステムの美的価値を向上させる

PV システムは、伝統的に、配電網システムに接続されるかどうかで、2 つの主要なカテゴリーに分類される。グリッド接続システムは、発電電力をすべてグリッドへ供給する集中系と、電力はまず地域需要を満たし、過剰分をグリッドに供給する分散系にさらに分割することができる。ほとんどの大規模地上基盤システムは、最初のカテゴリーに分類される一方、すべての寸法の建物統合システムはもう一方のモードで運転することができる。

「オフグリッド」あるいは「スタンドアロン」システムも、例えば電気通信やリモートセンシングのような専門的な使用を意図したものと、例えば灌漑、照明、保健所、学校のための地方開発応用に分割することができる。

広範なシステム応用の違いはシステムコストの変化をともしなう。しかし、その変化量はそれほど大きくないので、指標となるような値を提供することはできない。モジュールは典型的にシステムレベル・コストの 50～70%を占めて、通常最も高価な部品である。

バランスオブシステム(BoS : Balance of System システム周辺機器)部品および設置経費はシステム寸法に比例しないので、この割合は応用とシステムサイズに応じて相当に変る。将来のシステムコスト予測では、モジュールが最も大きな費目のままであると仮定されている。しかしながら、2020 年から 2030 年の間での PV の高浸透のために必要なコスト目標を満たすためには、PV モジュール側と同時に実質的で堅実なシステムレベルでのコスト削減をしなければならない。

システムレベルのコストは、エネルギー生産の部分であろうと貯蔵システムの部分あるいは制御や監視に使用される部品であろうと、バランスオブシステム(BoS)コストと、労働を含んだ設置コストにおおまかに分割することができる。重要な視野は、構成部品レベルでのコスト削減に存在する。しかし、サイト特有のオーバーヘッドを削減するために、部品を調和させ、単純化し、統合化することにより、設置問題に取り組むことは同様に重要である。

Wp または kWp の項目に関して、PV システムのコスト目標を表現するのはよくあることである。しかし、最終的にシステムレベルでは、コスト比較は、PV システムおよび任意の代替エネルギー源から発生された電力の単位コストで比較されなければならない。これらの両方の値は、応用やシステムの詳細に応じて変るであろう。

kWh コストと Wp コストの間の関係の十分な取り扱いは、ここでは可能ではない。2005 年にモジュールを除いた典型的な PV システムの目標価格は、2010 年の 1 ユーロ/Wp および 2030 年以降の<0.5 ユーロ/Wp と設定された。しかし、これらの数値は、例えば屋根、建物統合あるいは地上のシステム型式、モジュール効率および立地に応じて本質的に変わるからであろう。

しかしながら、これらの目標の達成は、地域的な放射に、またやや少ない度合いで、モジュールの非標準的な条件(高温、低い光強度、低い入射角)での動作に依存し、PV 発生電力の kWh コストが、2015 年～2020 年までにはほとんどの欧州諸国の消費者電力価格に匹敵するであろうことを意味している。

ドイツ、オランダおよび英国で行われた研究は、BoS 価格が 1.2～2 ユーロ/Wp と同じくらい低くなりえるという根拠で、国内の建物設置システム用で 1.6 ～2.5 ユーロ/Wp の間にあると推定している。さらに低い値は大規模地上システムで得ることができる。

大量の同じ部品が設置で使用される場合、取付けシステムの単位価格が低下すると予想することができ、より小さなシステムに設置された同じ容量の場合より据えつけ時間がより少なくなると予想することができる。

大規模な PV システムで見られる規模の経済は、設置方法の調和と標準化の促進により小規模システムに適用されなければならない。BoS コストは、電力関連コストと区域関連コストの両方から構成される(例えば取付構造体のコスト)。区域関連コストは、応用に依存し現在 BoS コストの 30~70%である。太陽電池アレイ区域はモジュール効率に依存するので、モジュール効率を増加させることは、システム関連目標を達成することを大いに支援することができる。kWh コストと Wp コストの関係は、また、i) 全部品の寿命、ii) 寿命にわたるシステム性能、iii) 設置(影、遮音壁)の他の特徴値の関数である。

PV システムの品質は、エネルギー返済時間のような環境パラメータの点から表現することができる。研究開発はエネルギー返済時間を縮小することを目標とするべきである。部品寿命の延長およびシステム生産性の増加の両方とも、PV システムのポジティブな環境影響を増大する。

6.2 部品

部品レベルでの、最優先事項は、インバータ、貯蔵装置および特定応用の新しい設計、特に建物統合システム(BIPV : building-integrated PV systems)、の開発に与えられる。インバータの主な目標は、20 年までの寿命の拡張(主にグリッド接続システムのインバータの信頼性を向上させる問題)とコスト低減である。中期的な研究は、無効電力コントロールや高調波過剰により、グリッド電力の品質を向上させるために、インバータに内蔵の機能を使用する可能性に注目する。そのことはまた公益事業が高度な計測を導入することを支援することができる。

オフグリッド PV システムに貯蔵装置は必要であるので、貯蔵研究のための 5 つの提案を、主としてバッテリー関係で、以下に述べる。

- ー PV 応用のための新しいバッテリー技術(例えばリチウムイオンや Ni-MH)のバッテリー管理システム(BMS : battery management systems)の適合。BMS は、バッテリーの充電状態のモニタにより、バッテリー寿命を向上させて、バッテリーと PV システムの間のコミュニケーションを可能とする。
- ー 他の応用(例えば自動車や消費市場)で開発された、新しいバッテリー技術の実地試験、そして PV 応用でのライフ・サイクル・コストを低減する可能性を持って、寿命(目標 30 年)、性能、付加価値およびコスト(目標エネルギースループット : 3 ユーロ・セント/kWh 以下)を評価する。
- ー コスト低減、寿命、弾力的運用および再利用や低ライフサイクル排出の要求に応じた、モジュール方式の材料およびプロセスを含んだ、少量電力(1-10kWh)の短期的貯蔵への革新的なアプローチ。

- ー スタンドアロンや遠隔応用での使用のための安価でかつ簡単な単一製品を提供するために、モジュール内への貯蔵部品の統合化アプローチ。モジュールと貯蔵装置の両方は、同一温度でうまく動作する必要がある。その仕様は標準化されるべきである。
- ー 大量の電力(1MWh 以上)を貯蔵するための装置。
これらの技術は、今から 20 年で準備するべきで、バッテリーへの代替技術に基づくかもしれない。その最初の応用はウインド・ファームの出力をバッファすることかもしれない。

PV モジュールについての研究の多くは、太陽電池セルとモジュールの開発計画で実行されるであろう。しかしながら、多機能性、建築要素としての PV モジュールの使用、および他のシステム部品を持ったモジュールの統合化のような問題は、システムに関係しここに含まれる。

BoS 開発の主要な目標は、与えられた応用のモジュール寿命まで BoS 部品の寿命を延ばすことである。グリッド接続スタンドアロンシステムの短期から中期の目標は、BoS 部品の寿命を 20 年まで増加させることである。孤立した非グリッド領域に設置されたシステムの部品寿命は増加—特にバッテリーは 10 年程度まで—されなければならない。ほとんど、もしくは、全くメンテナンスを必要としないように、これらのシステムの部品が設計される必要がある。

6.3 システムとシステム利用

システムの研究は、コスト低減、信頼性および実用性を目標とする。提案された研究は、主グリッドが障害の時に供給の信頼性を増すために、孤立モードで運転できるインバータを使用したグリッド接続システムでの貯蔵の概念を研究することを含んでいる。

グリッド接続 PV システムからの電力最終消費者の金銭的価値は位置しているところに依存する。給電量タリフを提示する国々では、その価値はそのタリフと等しい。ネット計量が実行される国々では、それは電力の単位購入原価に等しい。時間依存の電力料金や PV モジュールの電力出力に従う需要曲線の場合、特にグリッドに電力供給する他の発電容量の限界コストが高い場合、PV 電力の価値は非常に高くなりえる。この値を捕える技術は、PV と平行して開発する必要がある。

より長期的には、PV システムは、低圧サブグリッド(あるいはマイクログリッド)の主要要素になるであろう。貯蔵の有無と欧州の様々なグリッド構成の PV 電力の価値の詳細な評価は非常に重要である。この評価は、多分、PV がある場合には限界発電容量の価格競争力を持った形式に既にあることを示すだろう。

表 14. 部品レベルのバランスオブシステム(BoS)の研究優先順位
 ー(パイロット)製造と製品で最初に予測される研究結果の応用に対する時間的展望

	2008～2013 年	2013～2020 年	2020～2030 年 および以降
産業の製造局面	・ 20 年間以上のフル運転を達成するためのインバータの信頼性および寿命の増加 ・ 特に低価格電子部品応用を通じた新しい設計戦略および新しい半導体 ・ 大規模な現場試行および寿命とコスト評価のための新しい貯蔵技術試作機の導入 ・ すべての種類の高効率モジュールオプションのための汎用トラッキング・プラットフォーム ・ 低価格支持構造、国内と大規模地上基盤 PV システムの配線と電力接続	・ 30 年間以上の完全操作を達成する、インバータの信頼性および寿命の増加	
応用/先進技術の様相	・ 次世代バッテリーのバッテリー管理システムの適合 ・ 開発応用スタンドアロンシステム用の高信頼・低メンテナンス部品 ・ システム損失最小化のための部品開発(例えば、部分遮光に対する耐性を持ったモジュールおよび 1000V 以上のシステム電圧での運転モジュール) ・ 適切な測定手順を使用することを含む、システム出力の低価格コントロールと監視 ・ 出力予測コンピュータプログラムおよび予測アルゴリズムの検証	・ 低価格で非常に大量に生産できる統合インバータ付 AC PV モジュール ・ 少量貯蔵容量(1～10 kWh)用の革新的な貯蔵技術 ・ BIPV 応用の高度モジュール・多機能、自己洗浄、建築要素、新設計解決策 ・ 中央集中システム監視用戦略(例えば、ウェブ・ベース) ・ 他の非集中発電所との PV 相互作用	・ 拡張サービス寿命(目標 40 年)を提供する統合型貯蔵を持ったモジュール
基礎研究/基盤	・ 種々の PV モジュール技術のために最適化された PV インバータ	・ PV 高浸透下で、グリッド電力の品質を向上させる、パワーエレクトロニクスと制御戦略の開発	・ 大容量貯蔵用技術(>1MWh) ・ 代替貯蔵技術

この PV 研究行動計画は、部品寿命、モジュール仕様(初期設計コストを削減し将来のシステム置換および改良を単純化するため)、接続コードおよびモジュール方式(大規模設置のためのコスト削減)を含む調和に注目する。

運転の単純化を保持する一方で、システム性能を最大限にするための制御の開発と監視戦略を含んでおり、高い浸透レベルでグリッドとの PV システムの相互作用を考慮する。性能評価は、PV システムのオンライン分析(例えば初期故障検出)、および PV システムのオフライン解析(例えば損失機構の分析)にとって重要である。

収集された知識は、新しい PV システムのエネルギー収量の予測コンピュータプログラムを検証するために使用することができる。新しいモジュール方式およびシステム設計が採用される時に、この問題を再考する必要がある。知的インバータ機能、また、PV システムが他の分散発電技術とどのように相互作用するかはここに関連する。

グリッド接続応用の最近の急激な成長は、EU を含む研究プログラムのスタンドアロンシステムへの配慮を曇らせているように見える。BoS 研究において特に重要なものとして、PV 技術プラットフォームの開発途上国の作業グループは次のトピックを識別した。

- － アイランド PV システムおよびアイランド PV 混成システム用の、低コストで非常に信頼できる部品
- － PV 発電が高シェアのアイランド・マイクログリッドを管理する技術
- － 多数の分散 PV システム(例えばサテライト)点検用のコスト効率の良い測定機器
- － PV システム使用の効率的で持続可能な誘因
- － オフグリッド PV システムをより手頃な価格にする財政機構

全体として、上記の研究優先順位は、短・中期的に実施されるべき活動について記述している。新しいモジュール技術が出現するとともに、BoS に関係する考えのいくつかは改訂される必要があるであろう。

6.4 要点

バランスオブシステム(BoS：周辺装置)研究は、部品およびシステムレベルでコストを削減し、システムの総合性能を増加させ、システムおよび建築部材としてのシステムの有用性によって、生産された電力の全価値をとらえることを目指す。研究優先順位は次のとおりである。

- － インバータの寿命および信頼性を増加させること
- － 効率的で信頼できる運転が要求される小規模・大規模応用の新しい貯蔵技術およ

び管理と制御システム

- － 寿命、寸法およびシステム寿命中の設置や取り替えコストの特定サイトコストを減少させるためのモジュール方式のオプションを含み、部品を調和させること
- － 異なったシステム構成の PV システムの付加価値の評価と最適化
- － PV の高浸透レベルでの、電力グリッドの安定性と制御概念を見つけること
- － 多機能性を向上させ損失を最小化する部品を見つけること
- － アイランド PV および PV 混成システムのための部品とシステム設計

表 15. システムレベルのバランスオブシステム(BoS)の研究優先順位

- － 製造と製品で最初に予測される研究結果の応用に対する時間的展望

	2008～2013 年	2013～2020 年	2020～2030 年 および以降
産業の製造局面	・ 製造での規模の経済を促進し置換単純化のために、システムコンポーネントの標準化 ・ 特に大規模グリッド接続システム用の組み立て式設置ユニット		
応用/先進技術 の様相	・ ピーク需要を満たす場合および貯蔵装置と結合した無停電電源装置とした場合を含む PV 電力の価値の評価 ・ 初期故障検出用ツール ・ 長期の平均的地域放射潜在能力と日射予測の評価	・ 高シェア PV 発電のアイランド・マイクログリッドの管理 ・ PV システムの効率的刺激策管理法の開発 ・ オフグリッド PV システムの PV 課金と計量案 ・ 25 年間以上にわたり、種々の部品の寿命を互いに一致させること ・ 高度なシステム設計用の故障検出ツールの更新	
基礎研究/基盤	・ 高電圧システムの技術開発(>1000V)	・ PV 高浸透での電力グリッドの安定性および制御の新しい概念	

7 標準、品質保証、安全性および環境面

7.1 はじめに

定義された標準は、例えば製造や設置に技術上のいくつかの議論の必要がない仕様を課するので、他の産業と同様に PV においても非常に重要である。認定された品質保証手続きは、製品間での信頼できる比較を可能とする。標準と品質保証手続きはともに、投資が商業的成功になるかどうか判断する、健全な基盤を投資者に与えるので、投資家の信頼を引き起こす。

PV 電力コストを最小限にするためには、システムが長期間うまく動作することが必要である。つまり、システムの品質が保証されなければならない。また、定義された標準、ガイドラインおよび手順によって、品質を適切に維持する必要がある。

現在、標準の包括的なセットは、PV モジュール(特に結晶シリコン)の設計認定および性能計測のために存在する。しかし、薄膜モジュール、CPV、インバータ、AC モジュール、全システムおよびシステム部品の標準はほとんど定義されていない。品質保証ガイドラインおよび手続きが必要である。

PV システムの、生産、運転および解体に関連する、どのような否定的な環境影響も最小限にしなければならない。これは、システムのエネルギー返済時間が短い必要があり、危険性物質の使用を回避する必要があり、再利用を促進する方法でシステムとシステム部品を設計している必要があることを意味する。

7.2 標準化、調和、試験および評価

公益事業によって課された政府の法律制定と規則(グリッド接続システムのため)は、火災時の安全確保基準や電気保安基準を含む建築基準を満足することを PV システムに強制する。

多くの場合、PV 市場の開発は、地域的基準(インバータ所要条件/設定およびグリッド接続規則)、基準の欠如(例えば、適切な基準の欠如のために建築部位として認定されない PV モジュール/PV 部品)の差によって妨げられる。PV に影響する基準でどのような根拠のない不整合性も、修正されなければならない。また、セクターの成長を禁じる基準のどのようなギャップも埋めなければならない。

時々、ガイドラインは基準より適切である。ガイドラインは、材料、ウェーハ、電池、モジュール、集光システム用部品および BoS 部品を製造する品質に必要である。ガイドラ

インは、また、システム設計、システム設置およびシステム試験に必要とされる。このデータの報告は、標準が明白に示した仕様に従うべきである。

7.3 品質保証

インラインの生産管理技術は、PV 部品を評価し、かつ品質保証手続きの実施をより簡単にする良い方法である。種々の市場の需要家に意味のある関連情報を提供する認定法は、当初は、モジュールやインバータ、および、その後全システムに必要とされる。

7.4 環境面

寿命により PV システムを処分する方法に関する EU の研究は、主として結晶シリコンモジュールのリサイクルに注目してきた。薄膜や集光型モジュールと BoS 部品のリサイクルは、大部分取り組まれていない。

基盤施設の再利用は、エンド・ユーザおよび PV 産業の必要性を考慮すべきである。全てに、再利用基盤施設の低価格でアクセスの容易さをもたらす最良の方法の研究が必要である。

ライフサイクル解析(LCA : Life Cycle Analyses)は、エネルギー技術の環境プロファイルを評価する重要なツールになった。LCA では、発電された kWh あたりの CO₂ 排出やエネルギー返済時間のような技術の特性を計算することができる。さらに、この LCA の結果は、セルとモジュールの生産ラインの新しいプロセスや機器の設計に使用することができる。

欧州の最も最近の LCA は、結晶シリコンセル技術の性能ついて出されており、またその情報を出し続けている。しかし、現在、これらは多くの薄膜技術や BoS 部品にも必要とされ、より長期的には、出現中のセルモジュール技術にも必要である。

7.5 要点

- － PV モジュール、PV 建築部位、および PV インバータと AC モジュールのための、性能、エネルギー定格および安全規格の開発
- － 欧州全域でグリッド接続(系統連繫)の条件の一致
- － 全製造チェーンの品質保証ガイドラインの開発
- － 薄膜モジュールおよび BoS 部品のリサイクルプロセスの開発
- － 薄膜と集光型 PV モジュールおよび BoS 部品に関してライフサイクル解析の実施、そして長期的には「出現中」のセル/モジュール技術に関しても実施

表 16. 基準、品質保証、安全性および環境面の研究優先順位
 ー 最初に予測される研究結果の応用に対する時間的展望

	2008～2013 年	2013～2020 年	2020～2030 年 および以降
産業の製造局面	・ PV モジュール、PV 建築要素、トラッキングツールを含めた集光型システムおよび PV インバータ/AC モジュールのための性能、エネルギー一定格、認定および保安基準 ・ インライン工程と生産管理技術および手続き ・ 材料、ウェーハとセルモジュール(寸法および封入技術を含む)、集光型システム用部品および BoS 部品の仕様および品質保証ガイドライン ・ PV モジュールの品質ラベル ・ グリッド接続条件の調和	・ 製造設備ガイドライン ・ さらなるインライン工程と生産管理技術および手続きの開発 ・ 認証法の向上、特にシステム ・ 部品に適用される基準とガイドラインの調和	
応用/先進技術の様相	・ 設計、設置及びシステム試験、監視評価のためのガイドライン ・ リサイクルプロセス ・ モジュールのライフサイクル解析(特に薄膜および集光型モジュール) ・ BoS 部品のライフサイクル解析	・ リサイクルプロセス(新しい部品) ・ 出現中のセルモジュール技術のライフサイクル解析	
基礎研究/基盤			

8 社会経済的様相と実現研究

8.1 はじめに

これまでに概説したように科学技術の優越性は、革新に重要な役割をはたすが、革新の成功した利用はまた他の要因に依存する。その要因には下記が含まれる。

- － 特定生産品の需要者承認に関係するものを含み、重要な市場の必要性を持つ技術開発の優先順位を整列すること
- － 官民の資金提供および資本へのアクセスを増加させること
- － 基礎研究から販売および市場開発まで、価値体系の種々の部分に訓練された人員の入手可能性を保証すること
- － 国民と政治の意識を増加させて、社会に情報を提供すること
- － 技術開発に対する社会の懸念と選択に迅速に応答すること
- － プロセス全体にわたって適切で有効な調整バランスを維持すること

この章では、欧州全域にわたりそして欧州企業が取り組む市場で PV の開発と取り込みを支援するか妨げる非技術的要因に取り組み、社会経済的ならびに他の実現研究の推薦をする。この研究の成果は、研究開発のためにまた PV 技術の生成のために EU を好ましい地域とするために使用されるべきである。

我々の提案のうちのいくつかは、PV に特有である。一方、他のトピックは、非集中的エネルギー生産のより一般的な概念に関係があり、非集中発電のいくつかの種々の技術を見るプロジェクト内でより論理的に行われるであろう。

8.2 大規模 PV 使用の社会経済的様相

PV のような新技術の成功裡の導入は、全コスト、危険および利益を包含する有効な市民との対話に依存する。新興のエネルギー供給者として、また数年にわたる並はずれた成長にもかかわらず、設置済みの従来の発電容量と比較して、PV の絶対的な生産量はまだ小さい。また、規模の経済の利益は一般社会にまだ明白には見えていない。メディアの注目は、PV システムの長期的に社会にもたらす利点ではなく、高い先行投資コストにあまりにも集中している。

PV 電力の付加価値を利用する方法は、マイクログリッドで PV を使用するというメリットに加えてこれまでに議論された。この問題は、供給パターンの最適化を必要とする。それは次に市場調査を必要とする。エネルギー技術の増加した流通は、エネルギー市場へ追加のプレーヤをもたらし、小口消費者の管理に移行する。

この領域における社会経済的研究は、広範囲のユーザのための目標レベルまで PV 導入のための最適の手順を考慮すべきである。これは、エンド・ユーザが PV システムについて質問することを可能にするインターフェースについての研究を含んでいるべきである。雇用や地域開発のような、電力生産の新しい資源を実施するマクロ経済効果およびマイクロ経済効果についての研究が必要である。考察は、低所得世帯用の PV システムの入手可能性にもなされるべきである。

8.3 実現研究

光起電力技術の社会の意識は増加し、この技術は評判がいい。しかしながら、数多くの PV システムが現れるとともに、この状況が限りなく続くかは明らかではない。市場調査を行い、PR 活動を実行し、また中心的なグループの助言と考えを聞くことは PV 企業にとって重要である。

成長中の PV 産業と発展する電力供給産業は、太陽電池開発からシステム設置およびセールスやマーケティングまで価値体系のすべての段階で働く適切に訓練された人員の需要を生む。次の 20 年間にわたり必要とされる技術基盤を分類し計量化することについての作業が行われるべきである。

この研究の成果を使用して、産業が人員を募集したい時に、産業によって要求された技術を多くの人々が所有することを保証するためのステップが取られなければならない。平行して、可能なところならどこでも、これまでに議論された進行中の技術的研究は、可能な限り修士か博士レベルでの訓練準備を含んでいるべきである。

PV の実装は、電力供給、建設、ナノテクノロジーおよび平面パネルディスプレイを含む多くの他のセクタに関連するので、これらのセクタ間での情報移転もまた重要であり取り組まれるべきである。

8.4 要点

PV モジュールとシステムの開発における進歩の利益を十分に利用するために、あらゆる社会的関係および PV の進歩を遅らせる他の障壁に積極的に取り組むことは重要である。主な優先順位は次のものである：

- － PV の技術以外(つまり、社会、経済、環境)のコストおよび利益を識別し量を計る。
- － 大規模 PV 使用への規制の必要性および障害への取り組み
- － 2030 年までの期間に PV および関連産業によって必要とされる技術基盤の確立およびその準備計画の開発
- － PV 部品の再使用と再利用のためのコスト効率が良く使用可能な基盤設備の決定
- － 一般社会および対象の商業部門の向上した意識のための計画を開発

表 17. 社会経済ならびに実現研究の研究優先順位

ー 最初に予測される研究結果の応用に対する時間的展望

	2008～2013 年	2013～2020 年	2020～2030 年 および以降
市場と産業の様相	・種々の市場の PV 促進化財政計画の効率化を含む市場開発研究 ・市場開発の規制の様相 ・保険、契約、計画課題 ・短期・中期の産業訓練の必要性についての理解	・建設および電力供給セクターへの技術移転の最適化 ・PV モジュールや部品の再使用および再利用の経済的・物流の様相	
利用者の様相	・PV 技術の非技術的コストと利益の同定と定量化 ・PV システムとユーザ・インターフェース ・ユーザ・インターフェースの最適化	・PV 技術の大規模展開に関する社会の意識と情報普及計画	

(出典：A Strategic Research Agenda for Photovoltaic Solar Energy Technology:

http://ec.europa.eu/research/energy/pdf/sra_photovoltaic_en.pdf)

参考：

- ・光起電力太陽エネルギー技術の戦略的研究行動計画・概要
<http://www.nedo.go.jp/kankobutsu/report/1006/1006-14.pdf>
- ・光起電力太陽エネルギー技術の戦略的研究行動計画・セル開発
<http://www.nedo.go.jp/kankobutsu/report/1007/1007-13.pdf>
- ・光起電力太陽エネルギー技術の戦略的研究行動計画(その 1)・既存の薄膜技術
<http://www.nedo.go.jp/kankobutsu/report/1008/1008-10.pdf>
- ・光起電力太陽エネルギー技術の戦略的研究行動計画(その 2)・CIGSS 技術
<http://www.nedo.go.jp/kankobutsu/report/1010/1010-15.pdf>
- ・光起電力太陽エネルギー技術の戦略的研究行動計画(その 3)・新しい PV 技術
<http://www.nedo.go.jp/kankobutsu/report/1011/1011-13.pdf>
- ・光起電力太陽エネルギー技術の戦略的研究行動計画(その 4)・集光型太陽発電技術(CPV)
<http://www.nedo.go.jp/kankobutsu/report/1012/1012-08.pdf>

【エネルギー】太陽光発電

光起電力太陽エネルギー技術の戦略的研究行動計画
・ 研究資金提供 (EU)

研究資金提供

1. プロジェクト方法論：基礎的な考察

共同研究プロジェクトは、欧州が世界をリードする研究開発地域として確立する際に、重大な役割を果たしてきた。以下に、共同研究や個々のチームによる研究の資金提供計画に対する EU の一般的な考えを紹介する。

- ー 目標研究を支援する資金提供計画は、柔軟でかつ商品に研究成果を利用する時間的尺度に対して適合すべきである。
- ー 短期間に商業化される研究開発成果について、研究に参加する競合コンソーシアムは、プロジェクト中に生み出された知的財産の所有権に関する紛争を回避するために、相補的な専門技術と経済的利害関係を持ったパートナーから構成されるべきである。このことは、研究成果の利用に影響するであろう。これは、多くの場合パートナーの選択を制限する。この種の研究の成功の尺度は、プロジェクトの成果が、特許可能か、実現された成功理の実証数、および工業生産ならびに製品に取り上げられる範囲の度合いである。
- ー 「出現中(emerging)」や「斬新(novel)」な太陽光発電(以下、PV)のように長期の研究開発を支援する研究資金提供手段は、柔軟で、比較的ハイレベルのリスク領域に適応されなければならない。もし目的が、特別な一企業が知識の権利をすべて占有することを防ぎ、かつ、より広範囲な PV 社会にそれを広めることである場合、研究開発プロジェクト内で得られた知識は、例えば特許あるいは出版によって、適切に保護されることが必要である。これらの研究計画に産業パートナーを含めることは、この最終目的を合致させることに必ずしも助けにならない。

主な業績が定期的に提供される、関心を持つ産業パートナーから成る、「ユーザ委員会」を設置することは好ましいであろう。また、プロジェクトの成果を、研究プロジェクト外部からの科学者や研究者と議論する場合、ワークショップを組織することも好ましい。

長期的な研究計画の成功は、プロジェクトが生じさせた特許の数、科学出版物、引

用索引、「ユーザ委員会」の関心、およびワークショップの有効性の量的評価によって測られるべきである。

- ー もしこれが重要な管理上の負担を課さなければ、種々の資金源を組合せることは望ましい。地方、国および欧州資金提供機関によって出された、同じ領域の提案要請締め切りは同期させるべきである、その結果、種々の資源からの資金提供を組み合わせるプロジェクトの開始は必ずしも遅れないであろう。

2. 提案されたスキーム

共同研究

共同研究モデルを継続し、これまでに識別されたトピックスにそれを適用することは、極めて重要である。プロジェクトを提案するコンソーシアムは、必要なパートナーを含める自由を与えられるべきである、そして、プロジェクト中に、パートナーの加入を認めるか除外するか、また研究の焦点を調節する自由も与えられるべきである。プロジェクトの参加や準備の管理上の負担は減らされるべきである。

欧州レベル研究の資金提供手段のいくつかに関するコメントを以下に述べる。そこには、もちろん、PV 研究者にも同様に潜在的に興味のある多くのものがある。

隣接分野での共同研究

材料、ナノテクノロジー、自己集合およびフォトンクスと関係する予算で、「出現中」および「斬新」な PV 技術の領域で行われる研究に資金提供することが可能かもしれない。PV 技術プラットフォームは、研究提案のこれらの分野とより直接的に関与する社会に興味を持たせるよう努力するであろう。

PV 技術プラットフォームは、持続的化学欧州技術プラットフォーム(SUSCHEM : European Technology Platform for Sustainable Chemistry)、欧州化学工業技術プラットフォーム、欧州建設技術プラットフォームおよびスマートグリッド技術プラットフォームとの対話を既に立ち上げている。これらはすべて先に説明した「ユーザ委員会」のもとへ代表を送り出す。集光型技術についての材料と部品の個所で記述されたように、重機建設産業から得られる知識もあるかもしれない。

欧州研究協議会(ERC)

欧州研究協議会(European Research Council)は、基礎研究プロジェクトに提案する優れ

た個々の研究チームに対して、特に 100%の資金提供をするために設立された。これは、PV 関連のより長期的な研究開発課題に資金提供するために利用することができる手段である。この PV 技術プラットフォームは、PV 社会内外にこの新しい手段の認識を高めて、PV にとり非常に有用な種類の基礎研究に関して ERC 科学協議会に概要報告する機会を好む。ERC は、資金提供を決定する PV と関係するあらゆるプロジェクトのプラットフォームに知らせるべきである。

新しい研究開発グループの立ち上げにおいて、結果が散在した研究開発景観となる完全にランダムなプロセスを回避するために、このグラントが関係する欧州の既存の研究開発基盤施設を使用することが提案されている。言い換えれば、PV 分野に初めての研究者と関心分野の経験を持った研究者の間の初期の話し合いを確保することは重要である。これは、誤った結論に導くかもしれない次善的な電池構成の概念実証を回避する付加的な利益を持っている。

PV 研究開発社会基盤の支援

欧州レベルの資金提供は、新しい研究機関の建設および既存設備のアップグレードに利用可能である。実現可能なところで、PV 技術プラットフォームは、単一の欧州設備を求める努力の上に、欧州に現在存在する多極的な状況を強化するアプローチを好む。長期では、ナノテクノロジー研究開発と PV 技術を組み合わせる研究インフラが、斬新なタイプの非常に効率的な太陽電池や有機太陽電池の開発のために必要である。

国家プログラム間の協力

欧州の PV 研究開発のほとんどの資金提供は、国の段階で出されている。この SRA において、PV 技術プラットフォームは、セクタが最大の戦略的意義があると考慮する優先順位にそって、各国の資金提供機関を支援することを目標としている。他の資金提供機関の企図と戦略に論理上適合する方法で、各国々の PV 研究に資金提供するように各国の資金提供機関を励まし、PV-ERA-NET プロジェクトは非常に有用な取り組みをしている。

PV 研究の調整は、市場から遙かに離れた研究トピックでは簡単である。その領域では、欧州の展望からこれは公共資金の合理的な使用であるかどうかにかかわらず、産業の短期的な利益を防御する産業からの圧力をそれほど感じないからである。

PV-ERA-NET のようなイニシアチブは、「ウィンウィン」の関係を生じさせることができる研究調整に注目すべきである。例えば、素子科学で専門技術を持つある国が、他国の機器製造能力と結び付けられる場合である。この国境を越えた協力は、種々の国々の同様の国家プロジェクトをクラスタに分ける形式をとることができる。さらに、それは共同

で査定した提案で、各国々の共通した要求を同時に提出することを含むことができる。

3. 予算配分

この PV SRA は、展望報告書(Vision Report)の目標を実現するために必要とされる研究開発のタイプについて包括的に記述している。しかし、研究の大きさとこの大きさが意味する対応した予算を決定することは、実行が残されている作業である。それにもかかわらず、このプラットフォームは、資金提供プログラムの最初に、短期・中期・長期の研究で使用する予定の資金量のシェアを明らかにするのを資金提供機関に求める。

もしこのステップが実施されなければ、市場から遠い技術に注目した研究は、急速に成長している PV 産業は、その短期の商業的関心に支援するために、対応した資金提供を引きつけ吸収してしまうので、十分な資金が与えられないであろう。そのような状況は、長期的な開発に取り組む研究者も PV 産業の研究者にも利益をもたらさない。

我々は、以下の割合に従った区分けを研究資金の構造化の合理的なアプローチと考える。この区分けは、戦略的配慮に基づいてあらかじめ定義されるべきである。どのように短期に野心的な EU 産業開発を十分に支援することができるか。また、中期・長期の競争力を保持するための、向上した新しい技術の十分な供給を保証することができるかである。

短期、中期そして長期は、2008～2013 年以前の期間、2013 年～2020 年の期間、および 2020 年以降の期間に商業的応用を見つける研究についてそれぞれ言及している。これは、この報告書の全体にわたって使用されているきまりである。

民間部門投資

短期：中期=3：1

公共部門投資

短期：中期：長期=2：2：1

近いうちに、民間研究開発の投資合計は、公共研究開発の投資合計とほぼ同じになると予測される、従って、研究投資合計は、典型的に、短期：中期：長期=6：3：1(概数)の割合となる。PV 産業の成長とともに、民間部門投資が公共部門投資に比べて増加することが期待される。その結果、両者は、2：1 の比になる。この場合、研究投資合計の割合は、概算で短期：中期：長期=10：5：1(概数)に変わるであろう。

(出典：A Strategic Research Agenda for Photovoltaic Solar Energy Technology:

http://ec.europa.eu/research/energy/pdf/sra_photovoltaic_en.pdf)

参考：

- ・ 光起電力太陽エネルギー技術の戦略的研究行動計画・概要
<http://www.nedo.go.jp/kankobutsu/report/1006/1006-14.pdf>
- ・ 光起電力太陽エネルギー技術の戦略的研究行動計画・セル開発
<http://www.nedo.go.jp/kankobutsu/report/1007/1007-13.pdf>
- ・ 光起電力太陽エネルギー技術の戦略的研究行動計画(その 1)・既存の薄膜技術
<http://www.nedo.go.jp/kankobutsu/report/1008/1008-10.pdf>
- ・ 光起電力太陽エネルギー技術の戦略的研究行動計画(その 2)・CIGSS 技術
<http://www.nedo.go.jp/kankobutsu/report/1010/1010-15.pdf>
- ・ 光起電力太陽エネルギー技術の戦略的研究行動計画(その 3)・新しい PV 技術
<http://www.nedo.go.jp/kankobutsu/report/1011/1011-13.pdf>
- ・ 光起電力太陽エネルギー技術の戦略的研究行動計画(その 4)・集光型太陽発電技術(CPV)
<http://www.nedo.go.jp/kankobutsu/report/1012/1012-08.pdf>

【エネルギー】太陽熱発電

米国エネルギー省は集光型太陽熱エネルギーに 500 万ドル投資

－ 米国立研究所の実証技術商業化支援にも追加の 720 万ドル利用可能に －

米国エネルギー省(DOE)エネルギー効率・再生可能エネルギー次官補は、廉価な集光型太陽熱エネルギー(CSP : Concentrating Solar Power)の開発を支援するために、DOE が 520 万ドルを資金提供すると発表した。

DOE は、さらに、DOE の技術移転取り組みの一部として、クリーンエネルギー技術の商業化を支援するために、DOE の国立研究所の 3 研究所に、720 万ドルの技術商業化開発資金(TCDF : Technology Commercialization Development Fund)を利用可能とする。

これらのプロジェクトは、ともに、再生可能エネルギーの採用を加速し、市場へ新しいクリーンエネルギー技術を移転させることにより、ブッシュ大統領のエネルギーニシアティブを進めるのを支援することを、同次官補は、全米再生可能エネルギー協議会の全米政策会議で発表した。

「大統領のリーダーシップの下で、DOE は、クリーンエネルギー技術の研究開発を支援するだけでなく、増加しているエネルギーの需要を満たし、また気候変動と闘うために必要な速度と規模でそれら技術の商業化を加速している。DOE の国立研究所は、エネルギー革新で世界をリードし、また、DOE は、現在、そのイノベーションを商業化するために彼等に支援を与えている」と同次官補は語った。

2007 年度と 2008 年度議会歳出予算に従う、合計 520 万ドルとなる助成の交渉に選ばれた、12 件の CSP プロジェクトは、ブッシュ大統領の太陽アメリカニシアティブ(SAI : Solar America Initiative)に不可欠である。これらのプロジェクトは、2015 年までに太陽エネルギーを従来の電力の形式と価格競争力のあるようにしようと努力する。コスト・シェアリング方式で、公共と民間の投資合計は合計でほぼ 660 万ドルとなる。

これらのプロジェクトは、劇的に CSP の電力コストを削減する技術を開発し、また貯蔵技術の開発を強化することを目指す。特に、CSP プロジェクトの目標は、2015 年までに太陽エネルギーを 10 セント/kWh 以下で通常利用可能にするコスト削減を含んでいる。

CSP システムは、熱エネルギーを生産するために太陽エネルギーの集光と吸収により生成された熱を使用する。この形式の太陽エネルギーは、蒸気タービンや熱機関による発電に直ちに使用することができ、また、後の使用のために熱エネルギーとして貯蔵することができる。

この様な太陽エネルギー貯蔵は、太陽光の間欠性を減らし、それを送電可能にし、したがって、CSP システムが家庭やビジネスに日夜エネルギーを供給することを可能にする。プロジェクトの分類は以下を含んでいる：

- (1) 蓄熱、
- (2) トラフ部品製造、
- (3) 先進 CSP システムと部品。

商業化へ向けてポスト研究技術を移動させる DOE の取り組みの一部として、DOE は、さらに DOE の国立研究所のうちの 3 研究所に技術商業化開発資金(TCDF)の一部として 720 万ドル(FY'07)を利用可能とする。TCDF は、試作開発、実証プロジェクト、市場調査および他の配備活動にプリベンチャー投資資金を提供する。

国立再生可能エネルギー研究所は 400 万ドル、オークリッジ国立研究所は 250 万ドル、また、サンディア国立研究所は 70 万ドルを受取る。これらの国立研究所は、クリーンエネルギー技術と省エネルギー技術の全面的な商業化を支援するために、この資金提供を使用する。TCDF プロジェクトと契約合意は、DOE からの情報と監督により各研究所によって処理される。

資金提供交渉に選択された 12 件の集光太陽エネルギー・プロジェクトは以下の通り。

ー 3M 社(セントポール、MN)

3M 社は、放物線トラフ CSP 設置で、厚ガラス反射鏡の廉価な代替として、銀塗布ポリマーミラー上の耐摩耗・耐汚染保護アクリル表面膜を開発する。プロジェクト目標は、設置システムコストを縮小することを目標とし、CSP トラフ設置のエネルギー・コストを下げる。DOE は、43.7 万ドルのプロジェクトに 35 万ドルまでを提供する。

ー アルコア社(アルコアセンター、PA)

アルコア社は、設置システムコストを縮小するために、アルミニウム集約の集光器(支持構造と反射鏡)を開発し、CSP トラフ設置のエネルギーコストを下げる。DOE は、50 万ドルのプロジェクトに 40 万ドルまでを提供する。

ー ブライトンエネルギー 社(ハンプトン、NH)

ブライトンエネルギー社は、CSP 皿型エンジンシステム設置コストを縮小するために、ブライトン社のマイクロ・タービン技術に基づき、また圧縮空気エネルギー貯蔵を含めて、太陽圧縮空気タービン技術を開発する。DOE は、37.7 万ドルのプロジェクトに 30 万ドルまでを提供する。

ー ハミルトン・サンドストランド社(カノガパーク、CA)

集光太陽エネルギー・中央受光パネルのハミルトン・サンドストランド社は、大規模融解塩受光パネルの製作性を検証し、規模の経済によって CSP 太陽エネルギー発電所タワー技術のコストを縮小するために、試作太陽光束でその運転を確認する。DOE は、40 万ドルのプロジェクトに 32 万ドルまでを提供する。

ハミルトン・サンドストランド社は、第 2 のプロジェクトにも選択されている。商

業規模 CSP の放物線トラフ発電所の、大規模蓄熱システムを可能にする長シャフト融解塩ポンプを設計、建造、テストする。DOE は、この 45.2 万ドルのプロジェクトに 36.2 万ドルまでを提供する。

ー インフィニア社(ケネウィック、WA)

インフィニア社は、皿型スターリングエンジン CSP システムに関係する、エンジン信頼性、寿命、および最適化と維持の障壁を克服するために、30kW の保守不要、マルチシリンダー、フリーピストンの高性能ディッシュ CSP スターリングエンジンを開発する。DOE は、40.8 万ドルのプロジェクトに 32.1 万ドルまでを提供する。

ー PPG インダストリーズ社(ピッツバーグ、PA)

PPG インダストリーズ社は、低価格の CSP 放物線トラフ技術を可能にするために、反射器部品の代替材、構造および製作プロセスによって、大面積の廉価な高性能ミラーを開発し商業化する。DOE は、40.3 万ドルのプロジェクトの 32.3 万ドルまでを提供する。

ー スカイヒュエル社(ニューヨーク、NY)

スカイヒュエル社は、公益事業規模発電所からの送電コストをより低下させるために、線形フレネル反射技術を使用して、融解塩熱伝導流体および直接蓄熱を使用する設計の高温 CSP システムを開発する。DOE は、58.9 万ドルのプロジェクトに 43.5 万ドルまでを提供する。

ー ソーラミレニアム社(バークレー、CA)

ソーラミレニアム社は、融解塩熱伝導流体で運転する可能性を持った、高性能で廉価な放物線トラフ集光器を開発する。DOE は、47 万ドルのプロジェクトに 37.6 万ドルまでを提供する。

ー ソールカー社(レークウッド、CO)

ソールカー社は、CSP 熱発電所のコストを低下させるために、先進的放物線トラフ集光器と部品を開発する。DOE は、62.4 万ドルのプロジェクトに 49.9 万ドルまでを提供する。

ソールカー社は、3 件選択され、2 番目のプロジェクトは、CSP 放物線トラフ発電所のコストを低下させるために、CSP 応用の廉価で高度なポリマー反射器を開発する。DOE は、56 万ドルのプロジェクトに 44.8 万ドルまでを提供する。

選択された 3 番目のプロジェクトは、CSP 熱発電所のエネルギー貯蔵コストを下げるために、放物線トラフ太陽熱発電所の融解塩熱伝導流体の直接使用技術を開発する。DOE は、139 万ドルのプロジェクトに 109 万ドルまでを提供する。

大統領の「太陽アメリカイニシアティブ」および DOE の商業化事業についてより詳細は、以下を訪問：DOE 省エネルギー・再生可能エネルギー局 <http://www.eere.energy.gov/>

(出典： <http://www.energy.gov/news/5752.htm>)

【産業技術】研究開発政策

域外の企業に遅れをとる EU 企業の研究開発投資

欧州委員会は毎年、企業の研究開発投資に関するスコアボード¹ (EU Industrial R&D Investment Scoreboard) を発表しているが、同委員会が2007年10月5日に発表した2007年版のスコアボードによると、2006年度の欧州連合 (EU) における企業の研究開発投資は、前年に比べ7.4%の伸びを示している (2006年版のスコアボードでは、同5.3%)。

スコアボードは、研究開発投資額の多いEU域内の企業1,000社とEU域外の企業1,000社を対象とするもので、2,000社の2006年度の研究開発投資の総額は3,716億ユーロだった (このうちEU域内の100社の投資総額は1,211億ユーロ)。これは、全世界の研究開発投資の85%以上に相当する。

スコアボードによると、EU域外のトップ1,000社の2006年度の研究開発投資は、前年に比べ11.1% (2006年版では、同7.7%) の伸びを示しており、EU域内の企業の研究開発投資の伸びは、域外のトップ企業に比べ低いという傾向が続いている。これは、コンピュータやソフト開発といった研究開発集約度の高い部門での投資の伸び率が、EU域内企業は域外企業に比べ低いことが大きく影響している。また、2006年度に研究開発投資を増額した企業数は、域外の方が域内に比べ10%以上多かった。なお、純売上に占める研究開発投資の割合は、EU1000社が2.3%だったのに対し、非EU1000社は3.9%だった。

2,000社のうち研究開発投資額の多いトップ10にランクされている企業の内、EU域内企業は、ダイムラークライスラー (現ダイムラー、52億ユーロ)、グラクソスミスクライン (51億ユーロ)、シーメンス (50億ユーロ) の3社に留まった。第1位は、米国のファイザー (58億ユーロ) で、これにフォード (55億ユーロ)、ジョンソン&ジョンソン (54億ユーロ)、マイクロソフト (54億ユーロ) が続く。

トップ50のうちEU企業は18社で、前年と同じだった。米国企業は20社で、前年に比べ2社増えている。一方、日本企業は9社で、トヨタ自動車が6位にランクされているほか、松下電器が19位、ソニーが21位、本田自動車が22位に食い込んでいる。

部門別に見ると、医薬品・バイオテクノロジー部門での研究開発投資が最も多く、2006年度の投資額は705億2,350万ユーロで、前年に比べ15.7%増加した。研究開発投資全体に占める割合は19.3%。これにハードウェア技術・設備部門 (645億3,150万ユーロ、研究開発投資全体に占める割合:17.6%)、自動車・部品部門 (608億710万ユーロ、同16.6%) を加えた3部門で、研究開発投資の50%以上を占めている。

医薬品部門の企業の2006年度の研究開発投資は、メルク (+24.3%)、アストラゼネカ (+15.5%)、ロシュ (+15.5%)、ジョンソン&ジョンソン (+12.9%)、グラクソスミスクライン (+10%) と、前年に比べ軒並み10%以上の伸びを示している。

¹ 日本語では「得点表示板」。

一方、2005年度には前年に比べ研究開発投資が減少した化学部門は、2006年度には前年に比べ9.8%の伸びを示した。特にEU域内の化学部門の企業の研究開発投資が大きな伸びを示している：バイエル（+30.3%）、ソルベイ（+20.3%）、BASF（+19.8%）。これは化学部門での企業の集中が進んだことが大きく影響している。またEUが、化学物質の登録・評価・認可のための新システムREACH (Registration, Evaluation, Authorization of Chemicals) を導入、化学部門の企業がこれに対処するため、研究開発への投資増を余儀なくされた面も否定できない。

2007年6月11日に発表された「科学・テクノロジー・イノベーションに関する主要な数字：欧州知識領域に向けて」と題されたレポートでは、2005度のEUの域内総生産に占める研究開発支出の割合が1.84%に留まったことや、この数字が1990年代半ばから横ばい状態にあることが指摘されている。EUは、日本(3.17%)、韓国(2.99%)、米国(2.67%)の後塵を拝しているだけでなく、EUの目標である「域内総生産の3%」を達成することも難しい状況にある。このままでゆくと2009年には、中国にも追い越されかねない。欧州委員会のポトチュニック委員（科学・研究政策）は、「知識は競争力の鍵となる」ことを強調しているが、EU企業の研究開発投資は、競合国のレベルに比べ非常に低く、懸念事項となっている。

EUの研究開発の構造的な問題点として、産学の連携の弱さがよく指摘される。欧州委員会は2006年10月、こうした問題に対処するためリスボン戦略の枠内で、企業、大学、研究機関間の協力の拠点となる「欧州工科大学(EIT: European Institute of Technology)」の創設を提案した。現在、EIT設立のための規則案の審議が続けられているが、年内には採択され、2008年には始動する予定となっている。

EITの目玉となるのは、「知識・イノベーション共同体(KICs: Knowledge and Innovation Communities)」の設置で、企業、大学、研究機関の協力の場となる。2007年6月25日のEU閣僚理事会（競争力理事会）で採択されたEITに関するガイドラインによると、まず2~3のKICsが設置される。これらのKICsの選定に当たっては、EUの優先課題である「再生可能エネルギー」や「気候変動」の問題が考慮される。EU予算からは、EITに2008年からの6年間で3億870万ユーロが充当される見込みである。

欧州委員会のバローゾ委員長は、「EITは、イノベーションでの主要なライバルとの差を縮め、持続可能な方法で雇用創出や経済成長を促す助けとなる」と強調している。

<参考>

欧州委員会：

http://iri.jrc.ec.europa.eu/research/scoreboard_2007.htm

<http://europa.eu/rapid/pressReleasesAction.do?reference=IP/07/1448&format=HTML&aged=0&language=FR&guiLanguage=ja>

http://ec.europa.eu/education/policies/educ/eit/index_en.html

<http://europa.eu/rapid/pressReleasesAction.do?reference=IP/07/882&format=HTML&aged=1&language=EN&guiLanguage=ja>

http://ec.europa.eu/invest-in-research/monitoring/statistical01_en.htm

http://ec.europa.eu/invest-in-research/pdf/kf_2007_prepub_en.pdf

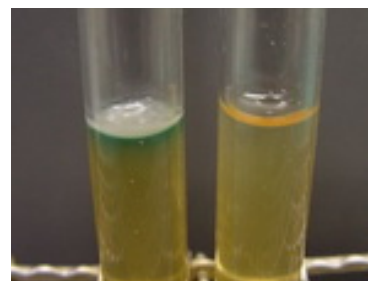
【産業技術】 ライフサイエンス

バイオフィルムは敵か味方か? (EU)

バクテリアなどの微生物の多くは「バイオフィルム¹」と呼ばれる複雑なコロニーを形成し、その中で暮らす。バイオフィルムは、嚢胞（のうほう）性線維症²など多数の深刻な慢性疾患で感染症を引き起こしたり、歯周病の原因となったりするほか、産業による汚染や生物付着³、生物腐食の要因でもある。ただし全てのバイオフィルムが有害なわけではなく、中には社会や環境にとって有益な働きをするものもある。最近開催された欧州科学財団(European Science Foundation : ESF)のエキスポラトリー・ワークショップ⁴では、バイオフィルムの持つ有害な面と有益な面の両方を取り上げ、この分野における研究の今後の方向性について検討された。

緑膿菌の水溶性緑色色素ピオシアニンの産生(左)。緑膿菌は、好気性バクテリアであるため培地の表面でのみ増殖し、白っぽいバイオフィルムを生成する。

© Tambe



嚢胞性線維症では、死滅した白血球を除去する粘液が気道内で過剰に生産されて緑膿菌などのバクテリアの住みかとなり、これらのバクテリアにより保護力のあるバイオフィルムの膜が形成される。バイオフィルムはまた、心内膜炎という深刻な奇病の原因でもある。心内膜炎は、心臓弁や心内膜、あるいは心筋がバクテリアのバイオフィルムに冒されて炎症を起こす病気であり、多くの場合、連鎖球菌が原因となっている。バイオフィルムは抗生剤や免疫システム（白血球）に耐性を持つため、この病気では外科手術により弁を取り替えることが唯一の治療法となるケースも多い。このようなバイオフィルムを破壊する新薬の開発にはさらなる研究が必要とされている。

一方、バイオフィルムには有益な面も多々ある。バイオフィルムの有用性が注目されるようになったのはつい最近のことであるが、たとえば河川の自浄作用や、廃棄物や汚染の

¹ バイオフィルム：微生物が分泌するスライムで囲まれた微生物の集合体。身近な例としては、口の中のできるプラーク（歯垢）や排水管のぬめりなどがある。

² 嚢胞性線維症：白人に高頻度で見られる遺伝性疾患。遺伝子の欠損が原因で分泌物の粘度が高くなり、気道や肺の感染症を繰り返す。

³ 生物付着：船底、下水管、空調用の冷却器などの表面に微生物や藻類などが付着する現象。腐食の原因となり、効率の悪化や環境汚染などを引き起こす。

⁴ 欧州科学財団(ESF)のエキスポラトリー・ワークショップ：ESFが費用を負担して実施される欧州内の研究者を対象としたワークショップ。さまざまな科学分野を対象としており、今後の科学の発展に向けた研究の新機軸を探ることを目的としている。

処理、発電などの用途に利用することができる。バイオフィームは粘性で保護力のある組織であるため、免疫システムや抗生物質の攻撃を防御するのと同じメカニズムで、毒性を持つ汚濁物質の影響を受けずに廃棄物や廃液を分解することができるのである。

バイオフィームは過去 30 年以上にわたり、バイオテクノロジー分野で感染性疾患の研究に携わる学者や技術者、研究者達の注目を集めてきた。その結果、バイオフィームの研究は近年急速に進歩したが、それと並行して研究内容の断片化や重複も進んだ。ESF ではこれらの問題に対処するため、遺伝学、微生物学、顕微鏡分析、医微生物学、環境科学、生態学といった幅広い分野の専門家を結集させて、欧州内で進められている研究活動を一元化するための取り組みを開始している。

2007 年 9 月にオーストリアのルンツで開催されたエクスプロラトリー・ワークショップで欧州バイオフィームネット(European Biofilm Net : EBN)という新しい組織の設置が提案された。EBN は欧州における研究活動の統合を目的とし、バイオフィーム研究の新時代を迎えるための学際的な基盤の構築を目指す組織となる。具体的には、実験手法・計算手法の開発や、システム生物学や生態学、進化学などという関連分野の統合などに取り組んでいく。

このワークショップでは、バイオフィームに秘められた膨大な可能性と重要性、またこれらの微生物コミュニティ内におけるバクテリア同士の複雑な相互関係を解明するための研究が中心的なテーマとなった。またその他、廃水を燃料とするバイオフィームを利用した微生物燃料電池にも非常に高い関心が集まった。この技術は電子を金属に渡すというバクテリアの能力を利用したものであり、バクテリアの表面から伸びる「フィリィ(philli)」と呼ばれる突起を通して、燃料電池の陽極となる金属に電子が送られる。

ESF は、さまざまな科学分野を対象として、毎年約 50 回のエクスプロラトリー・ワークショップを開催している。これらのワークショップでは、小規模で対話的なグループセッションを通して、今後の科学の発展につながる新分野を開拓するための研究の新機軸を探る取り組みが行われている。

翻訳：桑原 未知子

出典：European Research Headlines: Biofilms, friend or foe?

http://ec.europa.eu/research/infocentre/article_en.cfm?id=/research/headlines/news/article_07_11_19_en.html&item=Infocentre&artid=5593

【産業技術】ナノテクノロジー**ドイツにおけるナノテクノロジーの動向**

ドイツ政府は、1990年代のはじめからナノテクノロジーの研究開発に公的補助を付与してきた。研究開発振興を担当する連邦教育研究省によると、現在、年間2億9,000万ユーロの公的資金がナノテクノロジーの研究開発に提供されている。これは、EUのナノテクノロジー研究開発資金の約40%に相当し、EU内ではトップとなっている。ただ世界的に見ると、この額は米国、日本に次いで第三位の予算額となる。ナノテクノロジー関連の特許出願件数においても、ドイツは米国、日本に次いで世界第三位となっているが、ナノテクノロジー関連の論文数では、既に中国に抜かれて世界第四位に甘んじている。

研究開発の量的広がりの現状

ナノテクノロジーに関する個別の研究開発プロジェクトに対する公的補助額が、1998年以降4倍に増大していることからわかるように、研究開発は実際の製品開発に向けた実用化研究が主流となってきており、ナノテクノロジー研究開発に係るステークホルダーは、1,000近くに及ぶ機関、企業に広がっている。

ステークホルダーの内訳を見ると、中小企業（約480社）、大学（約140大学）、大企業（約120社）、研究開発機関（約90機関）と、中小企業がナノテクノロジーの研究開発においてたいへん重要な役割を果たしているのがわかる。その他、ナノテクノロジー研究開発に資金を提供する金融機関が約60社あり、クラスターなどのネットワークが大小含めて40以上誕生している。ナノテクノロジーに直接ないし間接的に関与する雇用数は、約5万人に及ぶという。

連邦教育研究省の分析によると、ドイツではナノテクノロジーを巡る研究開発地盤が拡大してきているものの、研究開発成果の実用化や最新技術を有するハイテク企業数において米国や日本に大きく引き離されているという。さらに、ベンチャーキャピタル不足や制度面での障害がナノテクノロジー分野における起業の障害になっているほか、経済界においてナノテクノロジーのもたらす大きな可能性がまだ十分に認識されていないという。

「ナノイニシアティブ活動計画2010」

こうしたドイツのナノテクノロジー研究開発における問題を解消するとともに、ドイツが蓄積してきたナノテクノロジーにおける技術開発力をさらに伸ばしてしていくことを目的に、ドイツ政府は2006年、省庁の枠を超えた枠組みでナノテクノロジーの技術開発を促進するための「ナノイニシアティブ活動計画2010」をまとめた。

これは、ナノテクノロジーの研究開発振興における政府の2010年までの基本方針を示すもので、連邦教育研究省の他、連邦労働社会省、連邦環境自然保護原子炉安全省、連邦食糧農業消費者保護省、連邦国防省、連邦健康省、連邦経済技術省が関与している。

①活動計画の主な目的

- ・ ナノテクノロジーの研究開発成果の多分野での実用化の加速
- ・ ナノテクノロジーのより多くの分野、企業への拡大
- ・ 政策側による、できるだけ早期の調整を通じた、技術開発上の障害の除去
- ・ リスクも含めたナノテクノロジーの可能性についての集中的な広報活動

②活動計画における分野毎に規定された戦略的振興対象の基幹革新技術

- ・ エレクトロニクス：ナノエレクトロニクスにおける次世代製造法の開発
- ・ 自動車製造：安全性改善と省エネ化のための超軽量ナノ材料、ナノセンサの開発
- ・ 化学：ナノ薄膜とナノ素材の開発とリスク評価
- ・ 医学：ナノ粒子によるガンの早期発見、人体にやさしいガン組織破壊
- ・ 光技術：発光ダイオードの省エネ化、有機発光ダイオード（OLED）の効率的製造法の開発
- ・ エネルギー：マイクロ燃料電池の開発

活動計画では特に、ナノテクノロジーのリスク評価に積極的に取り組むことを計画しているほか、国民にナノテクノロジーの可能性とリスクを正しく伝えるため、情報キャンペーンを意欲的に展開するとしていることが注目される。

参考資料：

Nano-Initiative – Aktionsplan 2010、連邦教育研究省

略語：

OLED: Organic Light Emitting Diode

関連サイト：

連邦教育研究省サイト：www.bmbf.de/de/nanotechnologie.php

【産業技術】 情報技術(IT)

ドイツ・フラウンホーファー研究財団 マイクロ電子技術・研究所連合(V μ E)の概要

NEDO 技術開発機構 電子・情報技術開発部

はじめに

ドイツにおけるマイクロ及びナノ電子技術に関する研究開発活動は非営利研究機関で実施されるものに限定しても、組織や作業内容が複雑多岐に亘るため、全体の羅列は困難ゆえ、今回は実地応用研究に重点を置くフラウンホーファー研究財団(Fraunhofer：以下FhG)の各研究所における活動を代表例として報告する。

但しフラウンホーファー研究財団の組織や活動範囲も多岐に亘るため、マイクロ及びナノ電子関連技術の分野における活動に重点を置いて報告する。このため第1章でフラウンホーファー研究財団の概要を報告するの続き、第2章ではFhGの研究所がマイクロ電子技術の分野における研究開発作業の効率化を目指して結成したマイクロ電子技術・研究所連合(V μ E)の組織や活動内容について報告する。

1. フラウンホーファー研究財団の活動

ドイツの非営利研究機関は州立大学の研究所を含めて全国的に組織化され、これらの組織に対しては連邦並びに州政府より巨額の機関助成金が継続的に支給される。それらの中でマックス・プランク研究財団(MPG)と並んで世界的にも知名度の高いフラウンホーファー研究財団(FhG)は、前者が基礎研究に重点をおいて活動するに対して応用技術の研究開発を重点的に推進するため、情報通信分野のアプリケーション向けマイクロ電子技術に関するFhGでの研究開発動向は、ドイツにおける代表的な事例として報告する価値がある。

FhGの各研究所における具体的な活動に関して第2章以下で報告するのに先立ち、本章では同研究財団の概要と全体的な活動状況について簡単に報告する。

1.1. 財団の概要

19世紀前半に研究者、発明者であると同時に企業主としても活躍したミュンヘンの学者(Joseph von フラウンホーファー)に因んで1949年に公益財団として創立された本研究財団の出資者は著名企業や個人投資家で構成される。同財団の「年次報告 2004年版」[1]によると現在58の研究所がFhGに所属し、全国40ヵ所の立地に80の研究施設が存在する。

財団の財政や従業員数の近年における推移を第 1-1 表に示す。

第 1-1 表：フラウンホーファー研究財団の
2000～2004 年における財政と従業員数の推移

	2000 年	2001 年	2002 年	2003 年	2004 年
財政規模 (100 万ユーロ単位)	781	992	1,075	1,048	1,069
内 訳					
委託研究	664	853	927	925	919
内 訳					
成果売り上げ	257	277	276	287	317
他のプロジェクト成果売り上げ	180	265	295	276	258
機関助成金 (予備金を含む)	228	311	356	362	344
国防技術研究	37	36	37	39	41
建設及び初期投資	80	103	111	84	109
従業員数 (100 人単位で 4 捨 5 入)					
常勤従業員数	6,200	7,900	8,600	8,400	8,100
非常勤従業員数	3,500	3,900	4,300	4,300	4,300
常勤従業員総数への換算値	7,200	9,100	9,200	9,300	9,200
従業員総数	9,700	11,800	12,900	12,700	12,400

出展：フラウンホーファー 研究財団

上表に示す従業員の大多数は自然科学ないしは工学部門の学歴保持者である。また FhG は学術分野でのコンタクトを保つため欧州内、米国及び一部のアジア諸国に駐在員をおく。

1.2. 活動概況

FhG の研究所が展開する研究開発活動の分野は多岐に亘るため詳細には触れないが、特に複数の専門分野に跨る重点テーマ分野の研究開発活動で財団内部の専門知識を集結する目的から結成される FhG 研究所連合(Verbund)¹ は効率的に成果を挙げる政策として注目されるため、その主要 7 連合名の概要を以下に述べる。

- 情報通信技術 FhG グループ

医学とライフサイエンス、交通、文化と娯楽、e ビジネス、eGovernment、生産技術、デジタル・メディア、ソフトウェア、保安、通信システムなどの分野から参加する FhG の 15 研究所と財団外部の 2 研究所により結成される巨大グループで、総勢約 3,000 人の従業員を抱えるグループの年間予算は 1 億 7,600 万ユーロを超える。

¹ ドイツ語表現「Verbund」に対応して FhG の英文資料では「Alliance」なる用語を使用するが、次頁に下記する「Allianz(同盟)」とは異種の提携形態である。

- ライフサイエンス FhG 連合

生医学、バイオ技術、分子生物学、毒物学などの分野を専門とする FhG の 4 研究所で結成される連合の従業員総数は約 600 名、年間予算は 4,400 万ユーロである。医薬品や医学技術に関する研究開発を進めてきたが、2005 年以降の活動は「個人に適した治療」、食品安全、欧州連合の REACH プログラムに従う化学物質の安全性評価とテストなどに焦点を絞る。

- マイクロ電子技術 FhG 連合(V μ E)

1996 年に結成され、現在はマイクロ電子技術とマイクロ集積技術の分野から FhG の 10 常任研究所と、関連分野から非常任の 2 研究所が参加する連合の従業員総数は約 2,000 名、年間予算は約 1 億 5,000 万ユーロに達する巨大連合であるが、詳細は第 3 章で報告する。

- 表面技術とフォトリソグラフィ FhG 連合

光学及び光電子コンポーネントや製品の製造に関わる表面技術、並びに表面処理関連の製品や工法に利用するレーザ技術の分野から参加する FhG の 6 研究所で結成する連合の従業員総数は約 1,000 名、年間予算は 7,500 万ユーロである。

- 生産技術 FhG 連合

工場運営と自動化、素材フロー、生産技術と生産設備、環境・安全・エネルギー技術、工作機械と成型機などの分野と技術開発 FhG グループから参加する FhG の 8 研究所で結成する連合の従業員総数は約 2,000 名、年間予算は 1 億 2,500 万ユーロである。

- 素材、コンポーネント FhG 連合

ポリマー、化学物質、木材、セラミックス、珪酸塩などの素材分野、並びにシステム信頼性、製造技術、太陽エネルギー・システム、材料力学、非破壊試験法などの技術分野を専門とする FhG の 11 研究所と財団外部の 1 研究所で結成する連合の従業員総数は約 2,300 名、年間予算は 1 億 3,000 万ユーロで、その活動範囲は新素材の開発や素材の改善から、産業規模による生産の技術開発、更には部品やシステムに利用した場合の動作特性評価にまで及ぶ。

- 国防・安全研究 FhG 連合

FhG の関連 5 研究所で結成する本連合は助成主と協議のうえ「防衛と保安」に関する協同研究開発を進めるが、連合の従業員総数や年間予算などは不明である。

なお、本財団の研究所連合は上記の他にも(アダプトロニクス、エネルギー、高性能セラミックス、ナノ技術、生産工程の数値シミュレーション、ポリマー表面、交通などの)特定 7 テーマの連合(Themenverbund)のほか、(例えばデジタルカメラ、e-Government、グリッド・コンピューティング、プロテイン・チップその他の)今日の話題を集めるトピック的なテーマ分野で連携する 9 同盟(Allianz)も活動中である。

2. FhG マイクロ電子技術・研究所連合(V μ E)

フラウンホーファー研究財団(FhG)のナノ及びマイクロ電子分野における技術開発で中心的な役割を果たすのは、マルチメディアや電気通信なども含む関連分野を専門とする FhG 系列研究所が得意の技術を出し合うことにより、複数の技術分野が絡み合う総合的技術の研究開発を有利に促進する目的から 1996 年に結成されたマイクロ電子技術・研究所連合(V μ E)である。ドイツにおけるマイクロ電子技術の研究開発を進める代表的な組織として興味深いと思われる V μ E の概要と、その活動概況につき同連合から 2003 年 10 月に 2003～2004 年の戦略・指針を示す資料として公開された「マイクロ電子技術：未来に向けた牽引車」[2]や V μ E ウェブサイト(アドレス：<http://www.vue.fraunhofer.de/>)の公開情報を基に節を分けて報告する。

2.1. V μ E の概要

技術開発に対する時代の要求に対応して 1996 年に結成された V μ E は歴史こそ浅いが、上にも報告した通り合計 12 の FhG 系列研究所が参加する、連合の中でも大規模な提携組織にあたる。その事例として同連合・年間予算の 1998～2002 年推移を第 2.1-1 表に示す。

第 2.1-1 表：FhG マイクロ電子技術・研究所連合(V μ E)の予算推移(単位 1000 ユーロ)

	BHH 予算総額	連邦 %	各州 %	産業界 %	機関 助成 %	他の 収入 %	EU %
		VOM BHH	VOM BHH	VOM BHH	VOM BHH	VOM BHH	VOM BHH
1998 年	102,979	10,728 10.4	6,735 6.5	40,304 39.1	27,421 26.6	13,310 12.9	4,484 4.4
1999 年	110,331	8,426 7.6	7,076 6.4	50,464 45.7	25,238 22.9	13,365 12.1	4,691 4.3
2000 年	112,031	8,149 7.3	8,517 7.6	55,355 49.4	23,923 21.4	12,518 11.2	3,819 3.4
2001 年	126,391	16,694 13.2	8,556 6.8	63,536 50.3	21,524 17.0	12,118 9.6	3,891 3.1
2002 年 (暫定)	139,757	21,723 15.5	11,368 8.1	63,329 45.3	26,756 19.1	12,105 8.7	4,765 3.4

出展：フラウンホーファー 研究財団 V μ E

上表で「% vom BHH」とあるのは連邦、各州、産業界、(連邦及び州による)機関助成、及び欧州連合(EU)から得た収入が年間の予算総額(BHH)に占める割合を示す。2002 年以降の推移として 2003 年 1 月 1 日にベルリンの Heinrich-Hertz 通信工学研究所(HHI)が新たに V μ E へ加わったことも原因となって 2003 年の年間予算は 2002 年の 1 億 4,000 万ユーロ

弱から 1 億 7,500 万ユーロへ、また従業員総数は 1,600 名以上に達している²。なお、年間予算の中で最も割合の高い産業界からの委託研究費は 2003 年に合計 7,900 万ユーロとなる見込みである。

V μ E を結成する FhG の研究所は最新のウェブサイト情報に従うと 10 の常任研究所及び 2 の非常任(ゲスト)研究所である。立地が(ドイツ西部のデュイスブルクを例外として)東部及び南部に偏る、これら研究所の名称と(特に本報告で重要と思われる場合のみ)簡単な紹介を以下に掲げる。

・ **FhG ナノ電子技術センター(CNT)：ドレスデン**

著名半導体メーカーである Infineon 及び AMD 両社その他が加担する公民提携式の研究センターで、300mm ウェーファを利用するナノ電子システムの革新的な製造工程のアイディアを生産に反映させる開発を目指す。本研究所は Infineon 社が建設した 800m²のクリーン・ルームを含むビルを受け継ぎ 2005 年 5 月 31 日に活動を開始した。従業員数は実施するプロジェクトの規模に応じて変わるが、最多時には約 100 名となる見込みである。

・ **FhG 集積回路研究所(IIS)：エアランゲン**

マイクロ電子技術を利用する回路、機器類、システムから産業設備に至るまでの開発を行うが、その重点分野としては、通信技術、品質保証向け電子システム、X線技術、ユーザ仕様 IC 類(ASICs)、画像センサ技術、音声と映像のコード化、回路とシステムの設計などが挙げられる。

・ **FhG 集積システム・部品技術研究所(IISB)：エアランゲン**

産業界のパートナーと協力して新規の半導体生産装置や生産工程を開発するほか、パワー電子技術の公益コンペテンス・センターとしてパワー電子部品とシステムも(試作品の製造に至るまで)開発する。

・ **FhG マイクロ電子回路・システム研究所(IMS)：デュイスブルク**

先進的なマイクロ電子技術とシリコン技術を革新的な製品や工法に活用するためのアプリケーション開発を目指す。活動の重点分野としては CMOS 技術によるアナログ・デジタル ASICs の開発と製造、(物理、化学、生物学的)マイクロセンサ、マイクロリアクター、知的な電子式システム解決策、有機発光ダイオード類(OLEDs)、画像処理等が挙げられる。

・ **FhG 光子マイクロシステム研究所(IPMS)：ドレスデン**

上記 IMS のドレスデン分室で行ってきたマイクロ電子とシステム技術分野の研究開発を受け継いで 2003 年 1 月 1 日に創立された総勢約 180 名の先端技術研究所である。最新

² V μ E の従業員総数と年間予算の統計数値が(第 1.2.節で報告した)FhG 年次報告 2004 年版に従う数字とかなり相違するが、その原因は不明である。

設備を利用する IC デザイン、センサ・システム、マイクロスキャナー・ミラー、自動車前照灯用のマイクロミラー・アレー、有機性発光ダイオード類(OLEDs)、並びに画像伝送・処理システムなどの分野における同研究所の活動は興味がある。

・ **FhG 信頼性・マイクロ集積研究所(IZM) : ベルリン**

マイクロ電子及びマイクロシステムのコンポーネントや全システムに関する構成と接続(電子式実装)の手法と技術に関する研究開発並びに信頼性評価を行う。重点分野にはポリマー素材のマイクロサイズにおける特性研究も含まれる。

・ **FhG ポリマー材応用技術研究所(IAP) : ゴルム(Golm)科学パーク**

V μ E には所属しないが OLED を含むポリマー電子技術(Polytronics)の分野で新素材の開発や基本的工程の研究開発を実施するため興味がある。将来的には OLED などのテーマ分野で V μ E の研究所と共同研究を進めることも十分に考えられる。

上記以外の V μ E 研究所に関しては、参考までに名称と所在地のみを以下に列挙する。

- FhG 通信技術・設備システム(ESK) : ミュンヘン
- FhG オープン形式通信システム研究所(FOKUS) : ベルリン(ゲスト参加)
- FhG ハイน์リッヒ・ヘルツ(Heinrich-Hertz)通信工学研究所(HHI) : ベルリン
- FhG 応用固体物理研究所(IAF) : フライブルク
- FhG デジタル・ディア技術研究所(IDMT) : イルメナウ(ゲスト参加)
- FhG シリコン技術研究所(ISIT) : イツェヘー(Itzehoe)

2.2. 活動概況

フラウンホーファー財団(FhG)の諸研究所は伝統的に応用技術分野に重点を置いた研究開発活動を進めるが、政府財政事情の悪化に伴う BMBF プロジェクト助成金の削減に加えて大学その他の研究所でも応用技術分野へ活動の重点を移す最近の動向にあって、ドイツ国内における研究業界の競争も激化しつつある。このため FhG のマイクロ電子技術・研究所連合(V μ E)でも活動のテーマを決める目安として、単なる技術的な可能性を追求するのに留まらず、将来ユーザに受け容れられる可能性(ユーザビリティ)並びに(研究開発の初期段階では判定の困難なことも多い)産業界における利用可能性の予測なども従来以上に重視する動きにある。V μ E の 2003~2004 年向け戦略・指針が示される上記の「マイクロ電子技術：未来に向けた牽引車」[2]では、連合に参加する 9 常任研究所³が推進すべき未来に向けた研究開発の 6 重点分野を掲げるが、紙面の都合から詳説は避け分野別活動の重点やトピック的なテーマに限定して以下に報告する。

³ CNT 設立以前の時点で資料が作成されたためナノ電子技術分野の情報は含まれない。

- 1)携帯無線インターネットとアダプティブ末端機器
- 2)ポリマー材を利用する電子技術(ポリ트로ニックス)
- 3)光学と電子技術のコンビ(オプトロニックス)
- 4)ライフサイエンス向けのマイクロ電子技術(ライフトロニックス)
- 5)メカニクを知的化するマイクロ電子技術(メカトロニックス)
- 6)信頼度の高い電子技術と、それによる安全性の改善(セーフトロニックス)

参考資料一覧

- [1] Fraunhofer Gesellschaft: Jahresbericht 2004, Muenchen 2005
 - [2] Fraunhofer Verbund Mikroelektronik (VμE): Strategie und Leitbild 2003/2004
- Mikroelektronik – Motor der Zukunft, Berlin, Oktober 2003

【ニュースフラッシュ】

米国—今週の動き (11/21/07-12/4/07)

NEDO ワシントン事務所

I エネルギー・環境

FutureGen プロジェクトの推定コスト、当初予測のほぼ 2 倍

エネルギー省は 11 月 9 日、石炭火力発電所で炭素回収・隔離技術を使用する可能性の実証を目的とする連邦政府プロジェクトである FutureGen についての環境影響声明書を発表した。12 月にはプロジェクトの立地場所を発表するものとみられる。プロジェクトコストは当初推定より倍増し、18 億ドルになると報告している。コストはエネルギー省が 74%、FutureGen Alliance が 26%を拠出する予定であり、FutureGen 発電所を 2012 年までに竣工したいと考えている。
(Greenwire, November 12)

世界開発センター、世界中の発電所の排出情報を納めたデータベースを公開

ワシントン DC に本拠を置く非営利団体である世界開発センター (Center for Global Development) が 11 月 14 日に、世界中の発電所の排出量を追跡する新たなデータベースを公開した。同データベースには、米国のほぼ全ての発電所を含む世界各地の 5 万以上の発電所の炭素排出情報が記録されている。マクロ的に見たポイントは下記のとおり。

- ・世界の炭素排出の約 25%が発電所に起因する一方、米国内では発電所起源の CO₂が全体の 40%に相当。
- ・2015 年までに、現在 2 位の中国の排出量は約 40%増加し、年間排出量は米国のそれを 9 億トン上回る。
- ・インドでは、発電所からの CO₂排出量が 2025 年までに現行水準の 2.5 倍になる模様。

他

(Greenwire, November 14, 2007)

再生可能エネルギーのコンサルタント会社、世界の風力発電容量は 2015 年までに 3 倍になると予測

再生可能エネルギーのコンサルタント会社である Emerging Energy Research(ERR)社が 11 月 20 日に発表した分析報告によると、世界の風力発電容量は 2015 年までに、現在 (91 ギガワット) の 3 倍以上まで増大し、290 ギガワットを超えることになるという。また、北米の風力発電容量が 2015 年までに現在の約 30 ギガワットから約 60 ギガワットまで増えるのに対し、アジア太平洋諸国では 60 ギガワットの増設、ヨーロッパでは 80 ギガワットの増設が見込まれると推定している。

EER の分析では、米国で予想される風力発電容量拡大の主要因が、連邦政府の生産税控除 (Production tax credit) 及び州政府の再生可能エネルギー使用基準 (renewable portfolio standards=RPS) にあること等を報告している。

(Greenwire, November 21, 2007)

エタノール価格の下落により、キャンセルが相次ぐエタノール精製所建設プロジェクト

ブルームバーグ社では、2007 年にトウモロコシを原料とするエタノールの価格が 2006 年に記録した 1 ガロン当たり 4.33 ドルという過去最高値から 57%も下落し、米国各地でエタノール精製所の建設プロジェクトがキャンセルされたことを受け、エタノールは 2007 年のエネルギー投資で最下位の座に甘んじることになるかと報告している。

需要の伸びが足踏み状態であるエタノール市場は、精製所建設ブームによって供給過剰を生んでいるおり、増設された新規生産能力を市場が吸収するには 12~24 ヶ月かかると予測している。

(Bloomberg.com, November 19, 2007)

CIBC World Markets 発行誌に掲載の論説：エネルギー効率改善は消費削減に繋がらず

投資銀行の CIBC World Markets が発行している StrategEcon の 11 月 27 日号に掲載された「エネルギー効率改善はエネルギーを節減するか？」という論説で、1975 年から 2005 年の間にエネルギー効率が 50%近く向上した一方で、エネルギー消費が 40%以上も増加したことを指摘している。

- ・輸送部門：1980 年以降、自動車の平均燃費は 30%以上向上したにも拘わらず、自動車一台当たりの燃料消費量は普遍。原因は、大型車が増えたこと、年間走行距離が増えたこと、燃費向上によって、より多くの国民が自動車を所有するようになったこと。
- ・住宅部門：過去 30 年間に主要な家電製品のエネルギー効率は向上した一方で、導入台数が増加したことによってエネルギー消費が増大。

(Reuters, November 29, 2007; StrategEcon, November 27, 2007)

II 議会・その他

上下両院のエネルギー法案交渉担当者、企業平均燃費 (CAFE) 基準での合意間近

下院可決のエネルギー法案と上院可決のエネルギー法案の調整・とりまとめを行っている上下両院の交

渉担当者は、企業平均燃費(CAFE)基準に関する合意が近いことを明らかにした。1 ガロン当たり 35 マイルまで引き上げるとともに、乗用車とトラックには別々の基準が設けられる方向で妥協案がまとまりつつある。

燃費以外の主な争点としては、自動車の温室効果ガス排出規制をどの省庁が規制するかがあり、環境保護庁に権限を与える案と、今まで通り運輸省の管轄にする案とが議論されている。もう一つの論点として、再生可能燃料使用基準 (RFS) があり、2022 年までに 360 億ガロンのバイオ燃料をガソリンに混合する上院案と、2015 年までに 205 億ガロンの今後を義務づける下院案が議論されている。

(Greenwire, November 29,2007; Washington Post, November 29, 2007)

大統領府、下院本会議可決のエネルギー法案に対する反対声明文を発表

大統領府は 12 月 7 日、下院本会議が 12 月 6 日に可決したエネルギー法案に反対する声明文を発表した。同法案にはブッシュ大統領が提案した **Twenty in Ten** イニシアティブの要素が盛り込まれているものの、納税者や電気消費者、ビジネスに多大な負担をもたらすと思われる条項が含まれていることから、拒否権の発動を大統領に答申せざるを得ないと主張している。

大統領府が特に問題視している項目は下記のとおり。

- ・企業平均燃費(CAFE)基準の強化において、担当省庁が不明確。
- ・代替・再生可能燃料使用基準は規定が柔軟性を欠き、市場原理にも沿っていない。
- ・再生可能エネルギー発電基準は全国一律の基準は問題であり、各州の判断にゆだねるべき
- ・税額：石油・天然ガス会社の税額控除撤廃は増税となり、米国企業は海外の競争者と比べ不利な立場となる。
- 等