

エネルギー・環境技術における NEDOの取り組み

独立行政法人新エネルギー・産業技術開発機構（NEDO） エネルギー・環境技術本部 山崎 光浩

1. はじめに（気候変動問題について）

ここ数年、気候変動問題に関して関心が急速に高まっています。2005年2月に国連気候変動枠組条約に基づき京都議定書が発効し、今年から始まった第1約束期間（2008～2012年）において、先進国全体で1990年比5%の温室効果ガスの削減義務が課され、日本も6%の削減が義務づけられています。また、2007年12月にインドネシア・バリで開催されたCOP13／MOP3（気候変動枠組条約第13回締約国会議／京都議定書第3回締約国会合）では、2013年以降の将来枠組（通称、ポスト京都）に関する「バリ・アクション・プラン」が採択され、先進国のみならず途上国を含めた全ての国が排出削減体制構築作業に参加することに合意しました。また本年7月の洞爺湖サミットでも気候変動問題は主要テーマとなり、成果には2009年末までに交渉される国際合意において拘束される形で、全ての主要経済国が意味ある緩和行動をコミットすることが必要であることやクリーン・エネルギーを推進すること、再生可能エネルギーの重要性が認識されました。持続可能なバイオ燃料の生産と使用の重要性が合意されましたが、2050年の長期目標をはじめとした数値目標は中国、インドをはじめ新興国も巻き込んだ形で各国の利害が衝突し、気候変動交渉については今後、難航が予想されています。

このように、地球温暖化問題の解決に向けて全世界が協力体制の構築について模索しはじめたところですが、気候変動問題はエネルギー問題とコインの裏表と表現されます。これは地球温暖化問題を引き起こしている温室効果ガスの排出の6割がエネルギー起源のCO₂であるためです。CO₂排出量の多い石油、石炭、天然ガ

ス等の化石燃料の消費は、世界の一次エネルギー総供給の約9割を占め、地球温暖化の直接的原因となっています。

一方で、ここ数年、中国、インド等の新興国の経済成長に伴うエネルギー消費の急増に伴い、エネルギー価格が高騰しています。原油価格等の急騰により、経済活動の停滞やエネルギーセキュリティの問題が懸念される他、より安価で埋蔵量が多いのですがCO₂排出量が石油、天然ガスよりも多い石炭にエネルギー供給源がシフトする可能性があり、問題は複雑です。

気候変動問題とエネルギーセキュリティ問題、両者を同時に解決する鍵は、省エネルギーにより需要を抑制するとともに、化石燃料に代わって、新エネルギーからの供給を増やすことです。本稿では、これまでの我が国のエネルギー問題等に対する取組を踏まえ、地球温暖化問題等の解決に向けたNEDOの取組、具体的には新エネルギー・省エネルギーの技術開発及びその海外への展開について紹介いたします。

2. 我が国のこれまでの取組と今後の課題

1973年のオイルショック以降、エネルギー自給率の低い我が国は官民一体となってエネルギー問題の解決に向けて努力し、これを克服してきました。

まず、技術開発について、政府主導の下、サンシャイン計画（1974年～）で石油の代替エネルギーとしての太陽光・風力・地熱・クリーンコール等の技術を、ムーンライト計画（1978年～）では省エネルギーとして、燃料電池・ガスタービン・廃棄物利用等の開発を推進してきました。

こうした技術開発を推進していくために、1980年に

NEDOが設立され、エネルギー源の多様化として新エネルギー・省エネルギー技術開発を開始いたしました。

また、規制面では、1979年、省エネ法を施行し、大規模工場に対するエネルギー管理士の設置やエネルギー消費量の定期報告の義務付け等をおこないました。さらに、エネルギー消費量が増加基調にある民生部門の省エネを強化するため、家電製品等の省エネ基準を定めた「トップランナー制度」が導入されました。

この結果、我が国のGDP当たりのエネルギー消費率は世界最高水準に達し、8割近かった石油依存度を5割以下とするなどエネルギーセキュリティ向上につながりました。また、世界有数の太陽光発電システム生産量を誇るなど、新エネルギー技術開発の成果も着実にあげてきています。一方、我が国の一次エネルギー供給の8割強を未だ石油、石炭等の化石燃料が占めており、原子力や新エネルギーなどクリーンなエネルギーの開発・普及を推進していくことが求められています。

このような背景を踏まえ、資源エネルギー庁は2030

年に向けて特に重要な施策プログラムを盛り込んだ「新・国家エネルギー戦略」を2006年5月に策定しました。本戦略においては、2030年までにさらに30%のエネルギー効率改善、石油依存度を現在の50%から40%以下に低減、太陽光発電コストを火力発電並みにする等といった目標が盛り込まれています。

さらに、我が国は2007年5月に気候変動を抑制するための長期目標として「世界全体の温暖化ガス排出量を現状から2050年までに半減する」という「Cool Earth 50」を提案しました。この背景には長期目標の実現には既存技術の技術移転だけでは全く不十分であり、革新的なエネルギー技術開発が必要であることから、2050年温室効果ガス半減に必要な21技術をまとめた「Cool Earth—エネルギー革新技術計画」¹⁾を2008年3月に纏めました。この21技術としては、革新的太陽光発電、次世代原子力、CCS（炭素貯留隔離）、燃料電池等が挙げられており、その内19の革新技術についてNEDOが技術開発を推進しております。



図1 Cool Earth エネルギー革新技術計画

1) Cool Earth—エネルギー革新技術計画 <http://www.meti.go.jp/press/20080305001/20080305001.html>

3.1.1. 太陽光発電

サンシャイン計画以降の重点的な技術開発の結果、この30年間で太陽電池の生産コストは1 / 100に低下しました。また、2005年時点において、世界の太陽電池生産量1,728MWの約半分を日本が占めていましたが、近年、導入量でドイツに抜かれ、生産量でもドイツ企業、中国企業が急速に生産量を伸ばしているなど国際競争が激しくなっています。また6月に福田前首相から発表された「福田ビジョン」の中では、2020年までに現状の10倍、2030年までに40倍の導入を目指しています。これは新築住宅の約8割に太陽電池が導入されていることになります。しかし現状の発電コストは化石エネルギー発電の4～5倍程度あり、これらの達成のためには今後の普及に向け一層のコスト低減と技術開発が必要です。

そのような背景を踏まえ、今後の太陽光発電に係る研究開発の方向性を示した「太陽光発電ロードマップ (PV2030)」²⁾ を策定いたしました。これまでの研究開発方針との決定的な違いは、従来のシーズ先行型技術開発から市場対応型技術開発に転換し、経済性の改善

と適用性の拡大を目指すところにあります。具体的には、2030 年頃までに汎用電力並みの発電コストレベル (7円 / kWh 程度) を達成することを目標とします。なお、太陽電池需要の伸びによる原料のシリコン不足及びそれに伴う価格高騰が起っており、太陽電池のコスト低減のためには「省・脱シリコン化」が重要です。

「PV2030」の目標達成に向け、短期的には、従来よりもシリコン使用量が少ない薄膜シリコン太陽電池の高生産性技術や、シリコンを使わないCIS (銅・インジウム・セレンの化合物) 系薄膜太陽電池や中長期的には色素が光を吸収して電子を放出し発電する新しいタイプ色素増感太陽電池や有機薄膜太陽電池、さらに量子ナノ構造太陽電池といった次世代太陽電池の研究開発を進めているところです。

3.1.2. バイオマス

バイオマスは、CO₂バランスを壊さない (カーボンニュートラル)、持続性のあるエネルギーであり、地球温暖化問題の高まりを受けて世界的にその開発・普及が進んでいます。

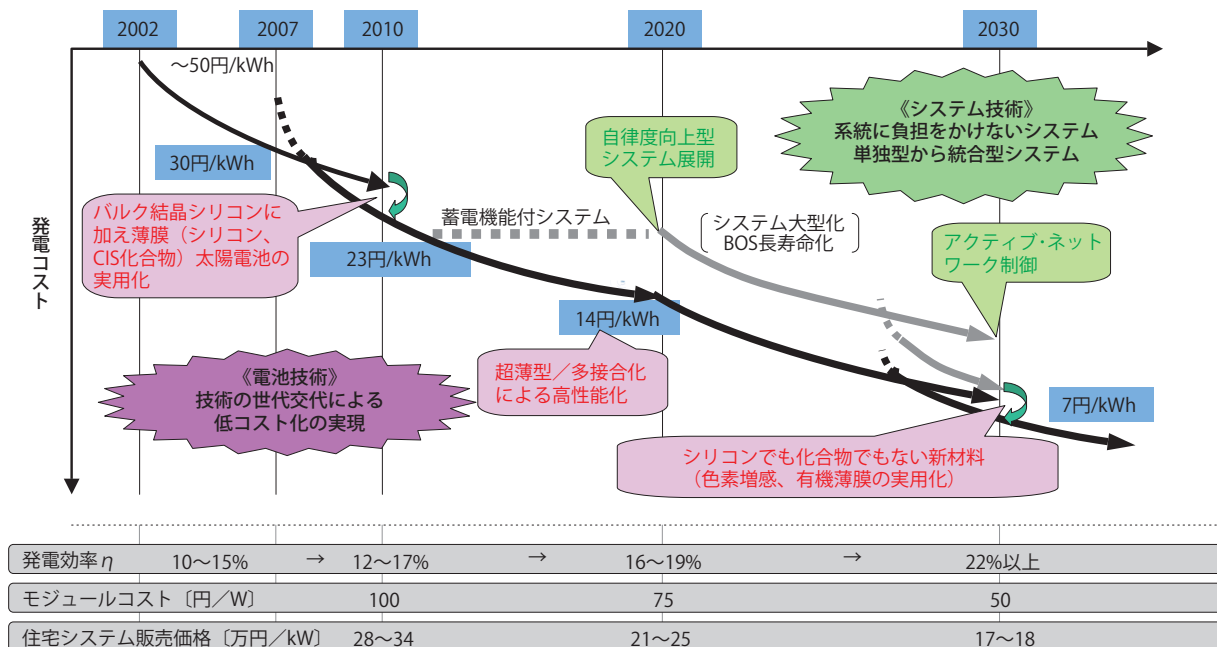


図2 太陽光発電ロードマップ (PV2030)

2) 太陽光発電ロードマップ (PV2030) http://www.nedo.go.jp/informations/other/161005_1/gaiyou_j.pdf

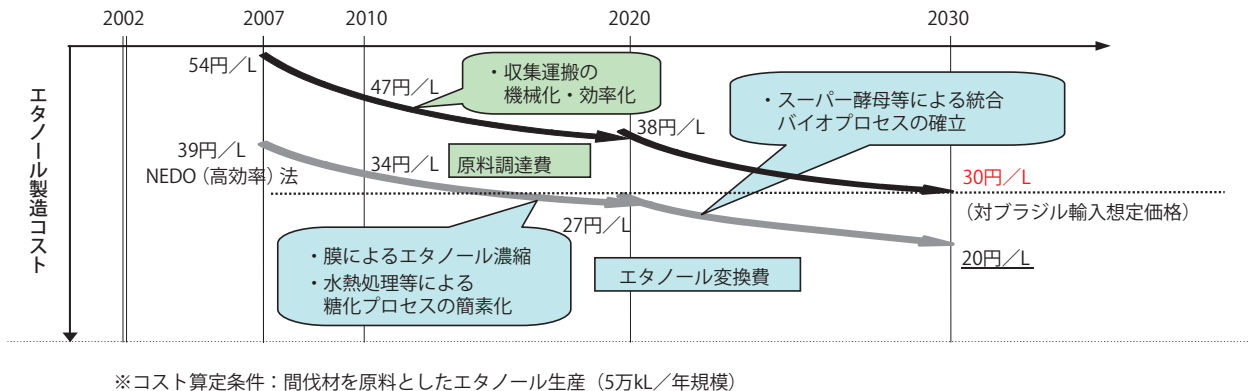


図3 バイオマスエネルギー中長期研究開発戦略

バイオマスの中で、今最も注目されているのがバイオエタノール、バイオディーゼルに代表されるバイオ燃料であり、すでにブラジルがサトウキビ、米国がトウモロコシを原料としてエタノールの生産を盛んに行っております。エタノールは糖質やでんぷん質、木質などを原料として、前処理→糖化→発酵→蒸留などの工程を経て作られます。最も製造効率の良いのはサトウキビなどの糖質原料で、この場合は前処理や糖化の工程が不要になります。しかしバイオ燃料（特にトウモロコシ）は食糧用農作物からバイオ燃料用のトウモロコシに耕地が転用されるため、食糧高騰の一因とも言われており、今後のバイオ燃料の推進については大きな課題があります。

一方、現在研究開発が進められている第2世代バイオ燃料として木質などのセルロース系バイオマスを原料とするバイオ燃料の期待が高まっていますが、これらはバイオ燃料に変換する際に前処理が必要になり、かつ糖化が難しいという課題があります。しかし当機構では、あえて技術開発目標をセルロース系バイオ燃料に定めております。理由の1つは、国内に木質資源が豊富に存在すること、もう1つは食糧資源と競合しない点にあります。

当機構は、短期的な国際動向、政策に左右されことなく、バイオ燃料開発に必要な技術を確認する方針です。2030年までに木質などのセルロース系バイオマスから30円/L（原料調達分10円/Lを含む）のエタノール製造を可能にするのが目標です。

3.1.3. 風力発電と蓄電技術

当機構はこれまでに全国風況マップの作成や風力開発フィールドテスト事業、種々の導入補助事業を実施し、日本の風力発電の普及に貢献してきました。しかし、現在の風力発電の導入量は国が定めた2010年度の導入目標量300万kWの約半分に過ぎず、また、我が国の導入量は世界全体のわずか2%程度にしか過ぎないのが現状です。

導入が十分に進まない理由の1つに、我が国特有の状況として、台風や落雷が多く、風車の停止・損傷などの被害が増大していることがあげられます。この状況を打破すべく、当機構では、①台風（強風）、②風の乱れ、③落雷による風車の停止・損傷を低減させる「日本型風力発電ガイドライン」³⁾を2007年度末に策定しました。本年以降も、落雷、乱流に係る必要データを取得し、その対策技術の確立・検証等を行いガイドラインに反映していく予定です。

さらに、我が国は風力発電の適地が縮小傾向にあり、今後の導入拡大には海岸線が長い特徴を活かした洋上風力発電の開発が必要です。20年度からは、わが国特有の海上風特性や気象・海象条件を把握し、これらの自然条件に適合した風況観測手法や洋上風力発電の設計指針、環境影響評価手法等の確立を目指します。

加えて、今まで風力発電の設置が困難であった都心部、住宅街等への導入を目指し、一部ではありますが、小型風力の開発・成果普及も推進しているところです。

3) 日本型風力発電ガイドライン策定事業の最終報告書 <http://www.nedo.go.jp/library/furyokuhoukoku/>



図4 小型風力発電の設置例

なお、風力をはじめ太陽光等の新エネルギーは、自然の影響を受けやすく出力が不安定な電源であり、電力ネットワークとの共存を可能とする系統連系技術が不可欠となります。

当機構では、これまでに太陽光発電が集中的に導入された時の系統安定化技術や風力等分散電源の出力不安定性の安定化技術等の開発に取り組んできました。今後も実証研究等を通じて開発を継続するとともに、再生可能エネルギーにより発電された電力の平準化のため、系統連系円滑化のための高性能、低コスト、長寿命な蓄電システム等の技術開発を進めていきます。具体的には現在、ノートPCや携帯電話のバッテリーにも普及してきている大容量、長寿命のLiイオン電池の開発を中心に行っているところです。こうした技術開発は今後、再生可能エネルギーの系統安定化だけでなく、電気自動車等への普及も期待されています。

3.1.4. 燃料電池

燃料電池は、水素と酸素を使って電気を発生させる発電装置の一種であり、電気が生成される過程でCO₂やNO_x、SO_x等の温室効果ガス、有害ガスは排出しない、エンジン等の内燃機関に比べ高い発電効率を有する等の特徴があります。燃料電池は将来、化石燃料に頼らない水素社会を構築していくためのコアとなる技術であるとともに、裾野の広い新規産業創出効果が期待されています。

燃料電池の用途としては、自動車用と定置用が中心ですが、導入シナリオが異なるため、NEDOではそれぞれ



図5 洞爺湖サミットに展示された燃料電池

の研究目標を明確化してマネジメントを行っています。

自動車用は、2015年の一般ユーザーへの普及開始を目指し、燃料電池の革新的ブレークスルーが必要との認識のもと、反応・劣化メカニズム解析などの基礎的共通の課題に関する技術開発、高効率、耐久性の向上を図る要素技術開発、さらに新規電解質膜・白金代替触媒等これまでの概念にとらわれない次世代の技術開発を総合的に推進しております。さらに、燃料電池自動車を普及させるためには、先行的に水素インフラを整備する必要があるため、水素利用に関する技術、具体的には水素の製造、輸送、貯蔵、充填に関する技術開発を行っています。

定置用については、燃料電池のセパレータ等の部材や周辺機器の生産技術開発に加え、全国規模での大規模実証事業にも取り組んでおり、商品化に向けた課題の洗い出しや普及啓発を行っています。これら取り組みの結果、2009年に日本は世界に先駆け定置用燃料電池を一般ユーザーに展開する運びとなりました。

なお、燃料電池、水素インフラに関する試験・評価手法の確立や基準・標準案の策定も併せて行っており、技術開発と実証試験、標準・基準を三位一体で推進していきます。

3.2. 省エネルギー

我が国は、石油危機以降、技術開発等の様々な努力の結果として、世界最高水準の省エネルギー水準を達成しました。一方、民生・運輸部門におけるエネルギー消費は増加傾向が続き、産業部門は大きな増加こそ無

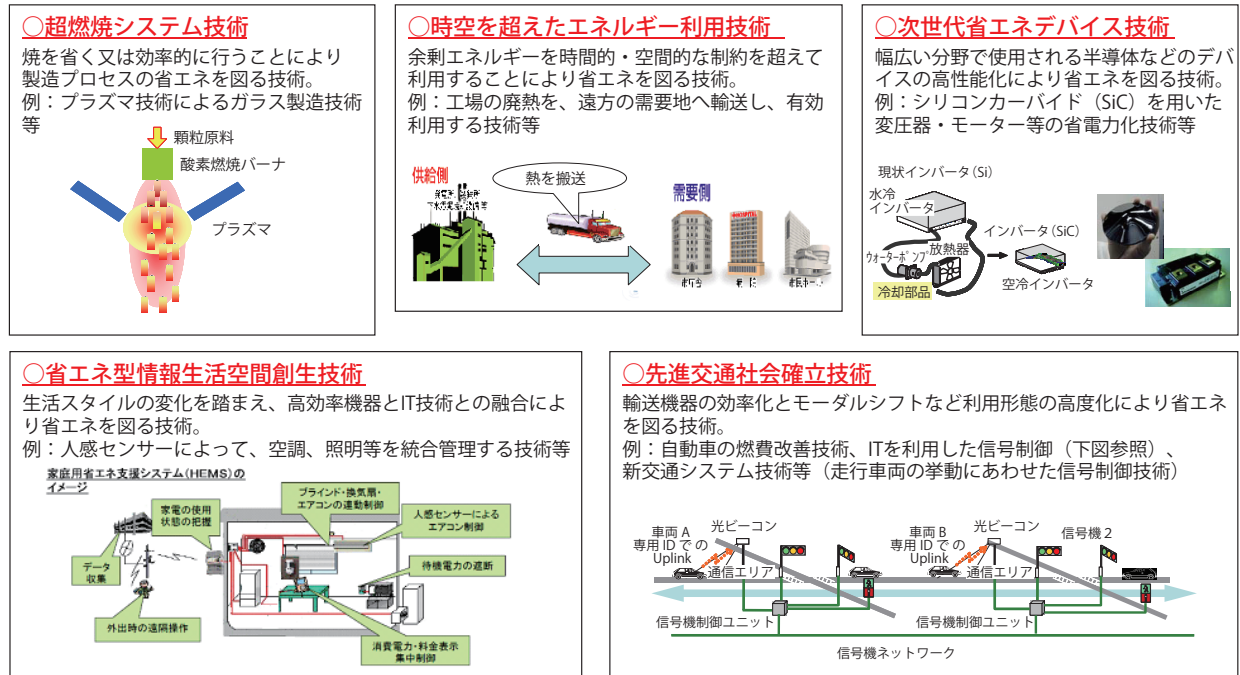


図6 省エネルギー技術戦略（5つの重点分野）

出典：経済産業省資料

ものの、現状でもエネルギー消費全体の約半分を占めていることなどから、引き続き各分野で省エネルギーを強力に推進していくことが必要です。資源エネルギー庁が2006年に策定した新・国家エネルギー戦略では「2030年までに30%のエネルギー効率改善」を目指すフロントランナー計画が掲げられ、その具体的達成に向け、「省エネルギー技術戦略2007」が2007年4月に策定されました。当該戦略においては、省エネポテンシャル、技術成熟度、他分野への波及効果等を総合的に評価し、幹となる5つの重点技術分野に整理しています。

また、本年4月には、省エネルギー技術戦略2008⁴⁾として見直しが行われました。この見直しでは、同戦略における省エネルギー技術の内容を学協会の知見を活かし、精査するとともに、【Cool Earth ―エネルギー革新技術計画】との関連も明記されています。

当機構では、上記戦略を具現化すべく、「エネルギー使用合理化技術戦略的開発」⁵⁾ プロジェクトにて、5つの重点技術分野における技術開発を基盤研究から実用化、実証研究の各フェーズにて推進しています。技術

開発例として、産業用の高温タービンディスクやCO₂ヒートポンプ給湯器、高効率有機EL照明技術等の民生用省エネ機器の開発、運輸部門に関しては、非接触給電装置や2次電池駆動式車両を導入した電車等モーダルシフトの促進に向けた技術開発を行っています。

例えば有機EL照明はエネルギー効率が高く、自然光により近い特性を持ち、水銀などの有害物質を含まないため、蛍光灯に代わる次世代の照明として期待され

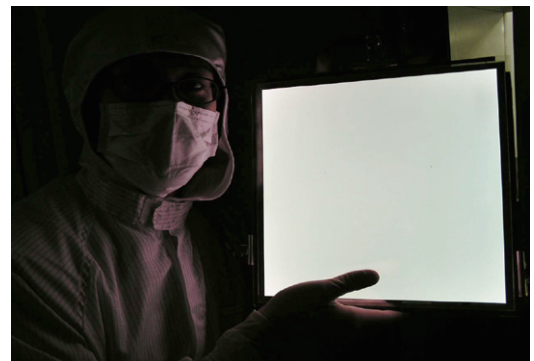


図7 有機EL照明

4) 省エネルギー技術戦略2008の策定について http://www.nedo.go.jp/informations/other/200418_1/200418_1.html

5) エネルギー使用合理化技術戦略的開発パンフレット http://www.nedo.go.jp/kankobutsu/pamphlets/shouene_taisaku/gourika2008.pdf

ています。既に蛍光灯並みの寿命と白熱灯を超える発光効率を実現し、更なる超寿命化と高効率化を目指して技術開発を進めているところです。

3.3. フロン類削減技術

冷蔵庫等用冷媒として開発されたフルオロカーボン、いわゆるフロンは、その優れた特性によって冷媒のほか、発泡剤、洗浄剤及びエアゾール用噴射剤等として広範な用途に使用され、現在の高度な産業技術と快適な生活環境を維持するために不可欠なものとなりました。しかしフロンの一部はオゾン層を破壊することがわかり、生産、消費が規制され、代わりにオゾン層保護の観点から特定フロン等の代替物質として、オゾン層を破壊しないフロン（代替フロン）が開発され、普及しました。

しかし今度は代替フロンの一部が地球温暖化をもたらす温室効果が非常に大きいことがわかりました。京都議定書で削減対象としている温室効果ガスは、二酸化炭素、一酸化二窒素、メタンに加えて、HFC、PFC、SF₆（代替フロン等3ガス）です。これらは、たとえ少量の排出であっても二酸化炭素と比較すると数百倍～数万倍という大きな温室効果をもっていることから、削減が不可欠であり、我が国の温室効果ガス全体の削減目標6%のうち、1.6%が代替フロン等3ガス削減の目標になっています。

NEDOではフロン類、代替フロン類を1200℃という高温でダイオキシン類をほとんど発生させず、分解する技術を推進しました。この技術は現在、プロジェク

ト終了後、本設備を導入した2社で代替フロン等3ガス等の分解を推進し、2006年にはCO₂換算で約910万トンの削減を実施し地球温暖化対策に貢献しています。

本設備は日本国内に13基、海外に8基が建設され、フロン類破壊の専焼炉として安全でかつ確実な設備として確立しました。フロン類の排出削減については他の分野と比較して大きな成果を出しつつあり、さらなる排出削減の効果が期待されています。

現在、NEDOではオゾン層を破壊せず、その他の環境影響や温暖化効果も小さい非フロン物質を冷媒に適用した、安全性・快適性にも優れた冷凍空調機器・システムの改良・開発を行い、省エネルギーの観点から総合的な環境負荷の低減を目指しています。このようなフロン類や代替フロン類の排出削減に向けて技術開発を進めています。

4. 我が国のエネルギー技術の海外への展開

一方、地球温暖化問題、エネルギーセキュリティの問題を解決するには、我が国のみの努力では不十分であり、海外にも省エネルギー・新エネルギー等の技術の技術協力や普及・展開していくことが重要です。なぜならば中国やインドをはじめとしたアジア諸国、新興国の経済発展に伴い、石炭、石油等の化石エネルギーの消費が著しく増加しています。2030年には世界のエネルギー消費の約4割を占めると見込まれており、この状態が継続すれば、地球温暖化がより一層加速され、さらに世界のエネルギー需給を逼迫する恐れがあります。

こうした事態に対処すべく、当機構では1993年から「国際エネルギー消費効率化等モデル事業」を開始し、日本の省エネ・環境技術をアジア等の現地の産業施設などに適用し、その有効性を実証するとともに技術の普及に努めています。これまで、エネルギー多消費産業である発電、鉄鋼やセメント製造工程の省エネ化、高効率ボイラー、タービンの導入等を行い、2008年9月時点で41件の省エネプロジェクトを実施し、今後も継続していきます。さらに、当該事業に加え、太陽光発電システムの国際共同実証や環境に調和した石炭利用技術（CCT）の導入モデル事業等、環境負荷低減に資する国際事業を多数実施しており、主に中国、インド、東南アジア地域での持続可能な発展に貢献してきたいと思います。



図8 液中燃焼法によるフロン等処理設備
(左) 液中燃焼炉（ダイキン工業株式会社 淀川製作所）
(右) 後処理設備（旭硝子株式会社 鹿島工場）

またハード面だけでなく、上記国際事業を案件発掘も含め効果的に実施するために、アジア関係諸国とセミナー等を開催し、省エネや新エネに関する情報交換、人的交流を通じた関係強化を図っています。2007年6月には我が国が「東アジアサミット (EAS) 省エネルギーカンファレンス」を開催し、東アジアの16か国が各国の省エネの取り組み等につき意見交換を行うとともに、具体的行動の必要性につき共通認識を醸成しました。また、2007年4月には第2回日中エネルギー協力セミナーを国家発展改革委員会、経済産業省、日中経協と共に開催、2008年2月には第2回日印エネルギーフォーラムをインドのエネルギー資源研究所 (TERI) と共に開催を行う等、エネルギー需要の著しい中国、インド両国とのエネルギー分野の協力関係を築くことができました。

5. まとめ

新エネルギー、省エネルギーの技術開発および導入、普及については、気候変動問題とエネルギー価格の高騰という背景でますます重要になってきており、世界各国ともエネルギーの技術開発をより一層推進しています。

日本は新エネルギー・省エネルギーについて優れた技術力を持っていますが、例えば太陽光発電では導入量がドイツに抜かれるなどエネルギーの分野での国際競争が激しくなっており、日本が常にトップとは言えない状況です。資源小国である日本が新エネルギー・省エネルギーの分野で世界のフロントランナーとなることは気候変動問題の貢献のみならず、我が国の産業競争力の観点からも極めて重要であり、今後より一層の技術開発が求められています。



図9 アジア各地でのモデル事業

profile

山崎 光浩 (やまざき みつひろ)

2001年 NEDO入構

研究開発補助金、NEDOのプロジェクト評価を担当の後、2005～08年 経済産業省資源エネルギー庁総合政策課に出向し、ポスト京都や気候変動の国際交渉を担当。

現在 NEDOエネルギー・環境技術本部にて同機構のエネルギー・環境部門の調整を担当。