

# 季報 エネルギー総合工学

Vol. 31 No. 2 2008. 7.

特集：創立30周年記念エネルギー総合工学シンポジウム

エネルギーと地球環境の未来を拓く

—エネルギーに対する技術の貢献と戦略—

財団法人 エネルギー総合工学研究所  
THE INSTITUTE OF APPLIED ENERGY

創立30周年記念エネルギー総合工学シンポジウム

エネルギーと地球環境の未来を拓く  
—エネルギーに対する技術の貢献と戦略—



挨拶を述べる 望月 晴文 経済産業省資源エネルギー庁 長官

日 時：平成20年 5月15日（木） 10：00～17：00

場 所：経団連ホール（経団連会館14階）

総合司会：常務理事 佐藤 憲一

# 目 次

【開会挨拶】	(財)エネルギー総合工学研究所 副理事長	並 木 徹	……… 1
【来賓挨拶】	経済産業省 資源エネルギー庁 長官	望 月 晴 文	……… 3
【基調講演 1】			
世界のエネルギーセキュリティと地球環境への対応～その 1	(財)日本エネルギー経済研究所 専務理事	十 市 勉	……… 5
【基調講演 2】			
世界のエネルギーセキュリティと地球環境への対応～その 2	米国電力研究所 上級副社長	マイケル・W・ハワード	… 15
【基調講演 3】			
世界のエネルギーセキュリティと地球環境への対応～その 3	欧州連合 欧州委員会 共同研究センター総局長	ローランド・シェンケル	… 22
【講演】	2050年のエネルギー技術ビジョン ～「Cool Earth-エネルギー革新技術計画」を中心に	(財)エネルギー総合工学研究所 理事	高 倉 毅 …… 28
【講演】	2050年原子力技術ビジョン ～次世代軽水炉から第 4 世代への原子力技術開発戦略	(財)エネルギー総合工学研究所 理事	松 井 一 秋 …… 36
【パネルディスカッション】			
テーマ：エネルギーに対する技術の貢献と戦略			
モデレーター：西 尾 茂 文	東京大学 理事・副学長		
パネリスト：榎 本 晃 章	東京電力(株) 顧問		
ドミニック・リストリ	欧州連合 欧州委員会 運輸・エネルギー副総局長		
マイケル・W・ハワード	米国電力研究所 上級副社長		……… 44
【閉会挨拶】	(財)エネルギー総合工学研究所 専務理事	山 田 英 司	……… 55
【事業報告】			
平成19年度 事業報告の概要	(財)エネルギー総合工学研究所		……… 56
【お知らせ】	創立30周年記念「大島賞懸賞論文」の募集		……… 58
【研究所の動き】			……… 60
【編集後記】			……… 61

## 開 会 挨拶

並 木 徹 (財)エネルギー総合工学研究所  
副理事長



皆様、おはようございます。本来でございますれば、理事長の秋山からご挨拶申し上げるところではございますが、体調が優れないことから、代わりまして私が一言ご挨拶を申し述べる次第でございます。

本日、当研究所の創立30周年記念シンポジウムを開催いたしましたところ、大変多数のご参加を賜わり誠にありがとうございます。また、本日もご出席の皆様におかれましては、日頃から当研究所の事業の展開に関しまして特段のご協力、ご支援、ご指導をいただいているところでございます。この場をお借りいたしまして厚く御礼を申し述べさせていただきます。

さて、国際的な需給逼迫に伴いますエネルギー資源の価格高騰、地球環境問題への対応の強化など、わが国のエネルギーを取り巻く状況は大変厳しいものがございます。中長期的な発展基盤を確立するためには、エネルギー問題と地球環境問題の一体的な解決を図っていくことが不可欠となっているわけでございます。

このような状況の中、当研究所は、平成20年4月1日に創立30周年を迎えることができました。これも本日もご出席の皆様方を初め、関係各位のご協力、ご支援の賜と大変熱く感謝申し上げる次第でございます。当研究所は創立以来、産学官の緊密な連携のもと、技術的側面から総合的に研究を行ってまいりました。技術はわが国が国際社会におきまして優位性を確保し、また、国際社会に貢献をなす上で不可欠な資産でございます。当研究所は、エネルギーの未来を拓くのは技術であるという認識のもと、今後とも調査研究に取り組んでいく所存でございます。また、今年度から当研究所内に原子力工学センターを設置いたしまして、財団法人原子力発電技術機構の事業の継承と発展を図るとともに、わが国の原子力発電の主流と期待されております次世代軽水炉の技術開発を電力各社およびプラントメーカーの皆様のご協力のもと、中核機関として推進していくこととなっております。引き続き皆様方のご協力と支援をお願い申し上げます。

創立30周年を記念いたしまして本日もここに開催させていただきますシンポジウムは、エネルギーに対する技術の貢献と戦略をテーマに、米国および欧州からも有識者のご参加を

いただき、人類共通の課題でございますエネルギーセキュリティの確保と地球温暖化問題の克服のあり方について、日米欧のそれぞれの視点から、また国際的な連携を図る視点から、講演やご討議をいただくこととなっております。皆様方の今後の事業展開や技術開発にいささかなりともお役に立てれば大変に幸甚であると考え次第でございます。

最後になりましたが、本日は大変公務ご多用の折、ご臨席を賜りました経済産業省資源エネルギー庁の望月長官、それからご講演をいただく皆様方に改めて御礼を申し上げます、私の開会の挨拶とさせていただきます。本日は大変ありがとうございました。

(拍手)



## 来賓挨拶

望月晴文（経済産業省 資源エネルギー庁  
長官）



本日、財団法人エネルギー総合工学研究所が創立30年を迎え、記念シンポジウムを開かれるに際してお招きいただき大変感謝いたしております。また、このシンポジウムの開催に心からお祝いを申し上げたいと思います。

エネルギー総合工学研究所は、ただいま並木副理事長からありましたように、昭和53年の設立以来、エネルギーの開発・供給、利用などに関して、技術的な側面から総合的な研究を行い、国民経済の健全な発展に大いに貢献してこられました。この間、2度にわたる石油危機、スリーマイルアイランドやチェルノブイリの原子力発電所事故、最近では地球環境問題など、わが国のエネルギー政策にとっても激動の時代が続いてまいりました。その中であって、エネルギー総合工学研究所が産学官の連携のもと、エネルギーに関する多くの研究成果を世に発信するなど、多大な努力をされてきたことに対し、まず心から敬意を表する次第であります。

エネルギーは、国民生活や経済活動の基盤をなすものですし、私たちの生活に欠くことのできないものです。しかしながら、昨今のエネルギー政策は、世界規模で深刻化するエネルギー需給逼迫への対応や気候変動問題を初めとする環境制約への対応という大きな課題に直面しております。現在、これらの課題の解決のために、国内外において大変活発な議論が行われているところです。このような状況の中で、エネルギー関連の技術開発が今後一層重要になると考えられております。例えば、2007年6月に開催されましたG8ハイリントンダムサミットにおきましては、「技術はエネルギー安全保障と気候変動問題を解決する鍵である」という認識がG8首脳の間で合意されました。2008年1月のダボス会議におきましても、福田総理から「2050年までに世界全体の温室効果ガスを半減させるには、革新的技術開発によるブレークスルーが不可欠である」と世界に向けて呼びかけたところで

す。わが国としては、早速2008年3月に「Cool Earthエネルギー革新技術計画」を取りまとめ、重点技術開発の内容や国際連携のあり方を示したところです。6月のG8エネルギー大臣会合や7月の洞爺湖サミットを通じ、この取り組みを世界に発信することで、世界全体

のエネルギー技術開発を先導して参りたいと考えております。この「Cool Earthエネルギー革新技術計画」の策定に当たりましたが、エネルギー総合工学研究所は大変大きな役割を果たされております。

世界的にもエネルギー関連の技術開発への期待が高まっていく中で、本分野におけるエネルギー総合工学研究所の果たす役割はますます重要なものになると確信をいたしております。その意味で、本日、「エネルギーに対する技術の貢献と戦略」と題して、第一線でご活躍しておられます有識者の方々の参画を得て、講演やパネルディスカッションが行われると承知しておりますが、必ずや実り多いものとなることと確信いたします。同時に、エネルギー総合工学研究所にとっては、次の30年に向かっての意義深いスタートとなることを期待いたしております。

最後に、本シンポジウムの成功とエネルギー総合工学研究所、関係者、ご列席の皆様方のご発展を祈念いたしまして、私の挨拶の言葉とさせていただきます。どうもありがとうございました。(拍手)

## 世界のエネルギーセキュリティと 地球環境への対応～その1

十 市 勉 (財団法人日本エネルギー経済研究所  
専務理事)



### はじめに

### 3つの背景

現在、エネルギー、温暖化問題を取り巻く重要な背景が3つあります。

1つ目は、エネルギーを中心とする資源価格が供給面でのボトルネックの存在もあり高騰していることです。5月現在の原油価格は120ドル/バレルですが、200ドルになるという議論もあるほどです。さらに、先物市場に投機マネーが流入し、市場の安定性が問題となっています。

2つ目は、資源ナショナリズムの台頭によるエネルギー安全保障の問題です。中国、インドを初め、途上国のエネルギー需要が急増

する一方で、供給国であるロシアや中東諸国で資源ナショナリズムが台頭し、資源確保が中長期的に難しくなっています。

3つ目は、持続可能性の問題です。資源面では、化石エネルギーである石油、天然ガス、石炭の供給制約が懸念されています。それと裏腹に、化石エネルギーの消費に伴う二酸化炭素(CO<sub>2</sub>)の排出が増え続けていて、地球温暖化問題の解決に向け今後どう削減していくかが最大の課題になっています。

### エネルギー価格の推移

図1はエネルギー源別の輸入価格の推移です。昨年まで原油価格は75ドル/バレルの水準でしたが、今は120ドルになっています。天然ガスや石炭の価格でも同じことが起こっています。今年の原料炭価格は、今年の3倍(300

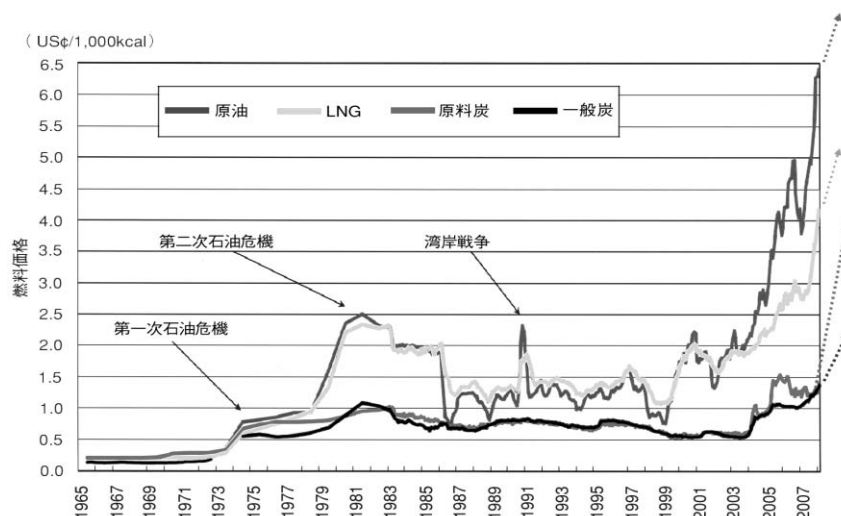


図1 エネルギー源別輸入価格の推移



ドル/トン)、一般炭は2倍になっています。

地球温暖化問題との関係では、生産国が消費国に対して強制的に炭素税、環境税をかけていることと同じ効果が出ています。ちなみに、120ドル/バレルという原油価格は、数年前(3~40ドル/バレル)の価格に約200ドル/CO<sub>2</sub>トンの炭素税がかかっているのと同じ水準です。

### 資源制約と環境制約を突破する技術の役割

資源、化石エネルギーの物理的な制約、地球の温暖化ガスなどの許容量の限界がある中で、人類が持続可能な発展をどう続けていけるのかが今我々が直面している問題です。こういう問題を決める要因に、人口、豊かさ、技術の3つがあります。世界人口は現在66億人。2050年には90億になると予想されています。豊かさ(GDP/人)は、途上国を中心に年率2%以上という高い伸びを示しています。人口も豊かさも増えていけば、資源・環境制約を解決するのは技術(エネルギー消費量(CO<sub>2</sub>排出量)/GDP)しかないということになります。ここでいう技術には、自動車、家電製品、都市構造、交通体系など、ソフト、ハードが含まれています。こういった技術が役目を果たさない限り、資源制約や環境制約を

突破できません。それで、地球温暖化防止とエネルギー安全保障とは「コインの裏表の関係」と言われるわけです。図2はその関係を整理したものです。特に先進国では政策の軸足がエネルギー政策から温暖化対策の方に移りつつあります。京都議定書はその大きな出発点になりました。今、大気中の温室効果ガス濃度の安定化を目指し、省エネルギー、低炭素エネルギーである非化石エネルギー、原子力、再生可能エネルギーの開発、炭素の分離・回収(CCS)、植林などが本格的に進められつつあります。

一方、途上国にとっての当面の最大の課題は経済発展です。それに必要なエネルギーを安定的かつ合理的な価格でいかに確保するかという、エネルギー安全保障の視点が極めて大事になっています。最近中国なども物理的な供給確保だけでなく、効率的なエネルギー利用、省エネルギー、あるいは資源の多様化のための原子力や再生可能エネルギーの開発に向っています。省エネルギーの促進、低炭素エネルギーの開発は、エネルギー安全保障の観点から極めて大事です。

エネルギー安全保障、温暖化問題の同時解決に向けて、途上国、先進国の双方に共通の基盤がありますから、これが今後我々が目指すべき方向だと思います。

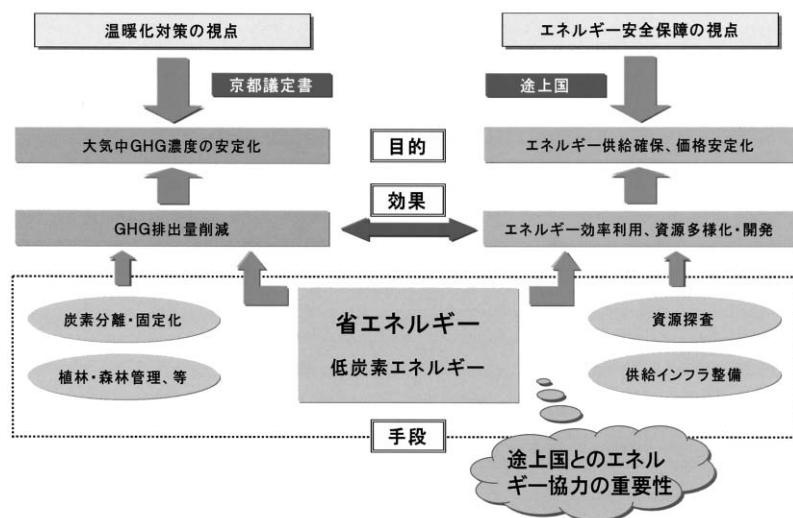


図2 地球温暖化の視点とエネルギー安全保障の視点

## 世界のエネルギー需給の見通し

### 2030年までの世界のエネルギー需給

エネルギー安全保障、温暖化問題の同時解決を可能にする技術について考える前に、2030年までの世界、特にアジア諸国のエネルギー需給、協力の可能性について、日本エネルギー経済研究所（IEEJ）で行った研究結果を紹介したいと思います。

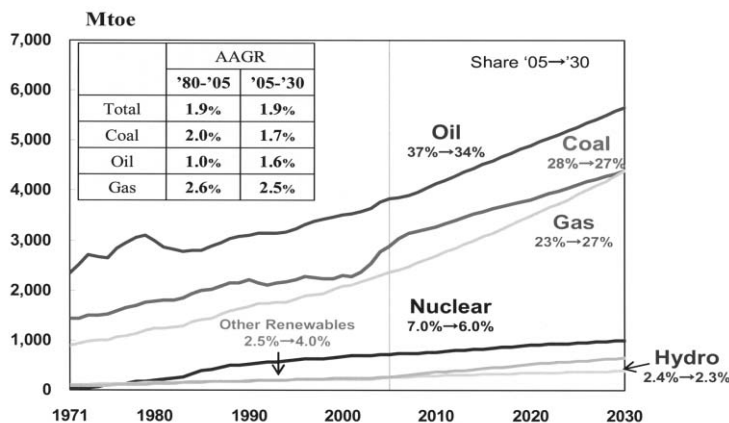
図3は世界全体の一次エネルギーの消費について、2030年までを見通したものです。現在、石油、石炭、天然ガス、化石エネルギーで1次エネルギー全体の90%近くを占めていますが、2030年に向けてもこの構造は続いて

いきます。原子力、再生可能エネルギーも増えますが、エネルギー全体の中ではまだ小さな比率に留まります。

地域的に需要の高い伸びが見込まれるのは、図4で示すようにアジア地域です。世界全体の平均的な伸び率が1.9%であるのに対し、アジア地域の伸び率は3%近いあり、2005年から2030年までに2倍の65億トン（石油換算）になるということです。

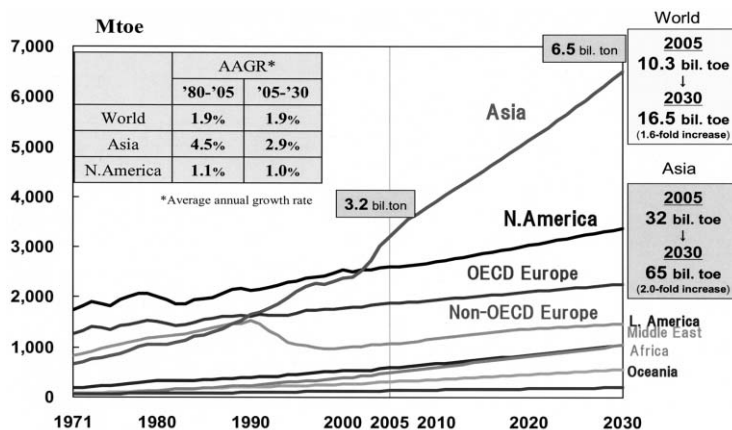
国別に見たのが図5です。アジアの途上国（中国、インド、ASEAN諸国）の伸びが圧倒的に高いです。このような状況で、効率的なエネルギー利用、非化石エネルギーの開発導入がエネルギーの安定供給とCO<sub>2</sub>削減に寄与することになります。

特にアジアの場合、一番の特徴は、図6で分かるように、石炭の割合が非常に高いこと



(出所：IEEJ, 2007)

図3 一次エネルギー需要の見通し—エネルギー別—（レファレンスケース）



(出所：IEEJ, 2007)

図4 一次エネルギー需要の見通し—地域別—（レファレンスケース）

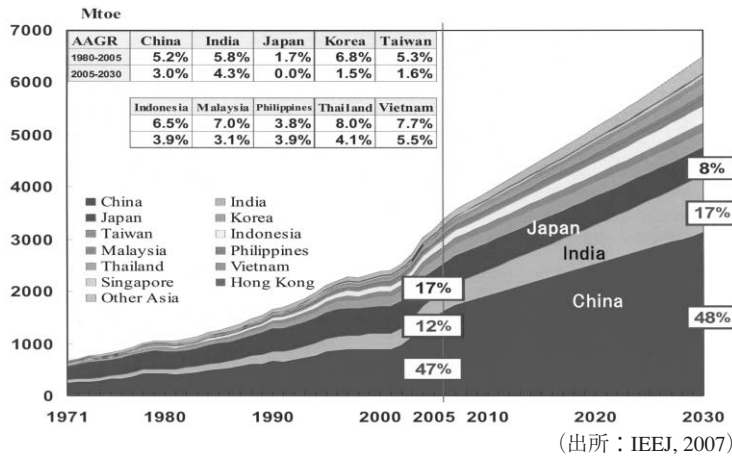


図5 一次エネルギー需要の見通し—国別—（レファレンスケース）

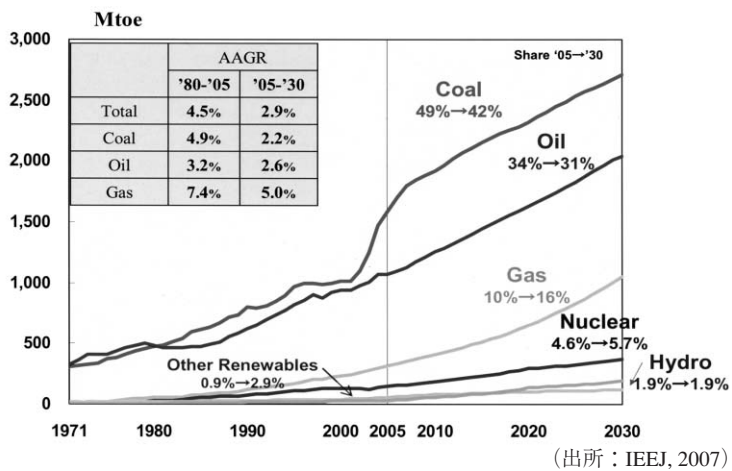


図6 アジアの一次エネルギー需要の見通し—燃料別—（レファレンスケース）

です。中国、インドで国内炭がエネルギー供給の中心になっているからです。伸び率こそ鈍化していきますが、今後とも絶対量では石炭が最大のエネルギー供給源となります。これが温暖化問題との関連で最大の課題です。

石油消費量も、モータリゼーションの進展に伴って当然増えていくでしょう。天然ガス、

原子力、再生可能エネルギーも増えますが、20年先、30年先を考えても化石エネルギーへの依存はそう簡単に低下しません。これをいかに持続可能な形にもっていくのかが今問われています。

これをCO<sub>2</sub>で見たのが図7です。中国やインド、アジア諸国のCO<sub>2</sub>排出量が急増してい

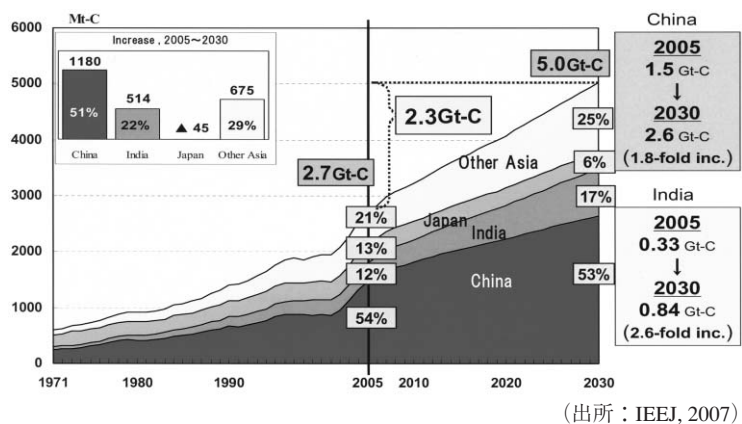


図7 アジアにおけるCO<sub>2</sub>排出量—国別—

きます。現在、アジアが27億トン（炭素換算）ですが、2030年には50億トンになるということです。ですから、大変な状況が予想されるわけです。ちなみに、同じ期間に中国の排出量は約12億トン（炭素換算）になると予想されます。これは、現在日本が排出している4倍近い量ですから、温暖化問題は日本だけではまったく解決できません。国際協力、世界全体の協力が求められる所以です。

### アジアにおけるCO<sub>2</sub>削減のポテンシャル

どの分野でどの程度のCO<sub>2</sub>削減のポテンシャルがあるか。日本エネルギー経済研究所の分析結果の一部をご紹介します。図8は技術進展ケースで中国について分析した結果です。最先端技術を移転して普及さ

せていけば、中国だけでCO<sub>2</sub>の排出量が大幅に削減できます。2030年でレファレンスケースに比べ30%近い削減ができ、横這いに近いところにもっていける可能性があります。

具体的に何をすればいいのか。図9は日本と中国でエネルギー効率を比較したものです。2030年には熱効率43%の石炭火力発電所が普及すること、100kmの走行に必要なガソリン量が今の日本を下回る効率のいい車が普及すること、現在の日本の鉄鋼業のエネルギー効率を上回る効率の実現することがCO<sub>2</sub>排出の大幅削減の前提条件です。

図10は国別分析の結果です。レファレンスケースと技術進展ケースの差を取りました。これを見ますと、中国が圧倒的に大きなポテンシャルを持ち、石油換算で6億トンを超える量の節約となります。インドも2億トン

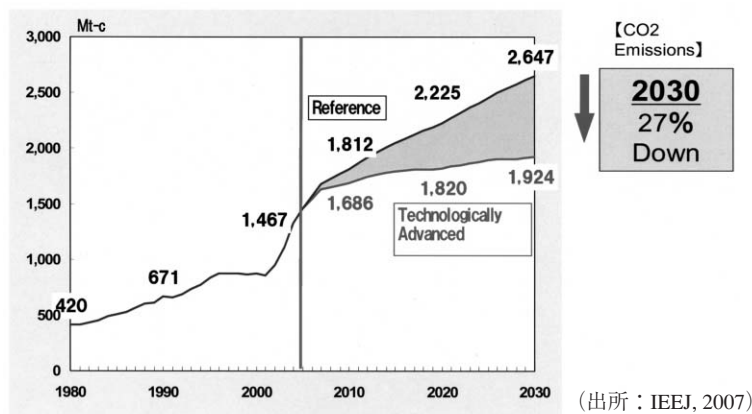


図8 中国のCO<sub>2</sub>排出量予測

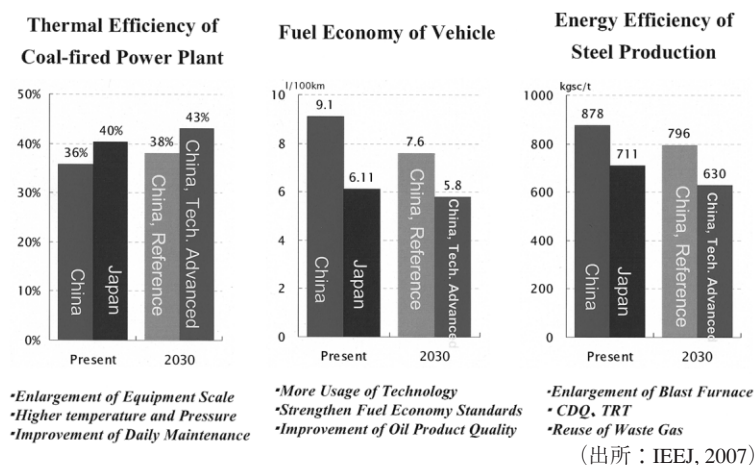
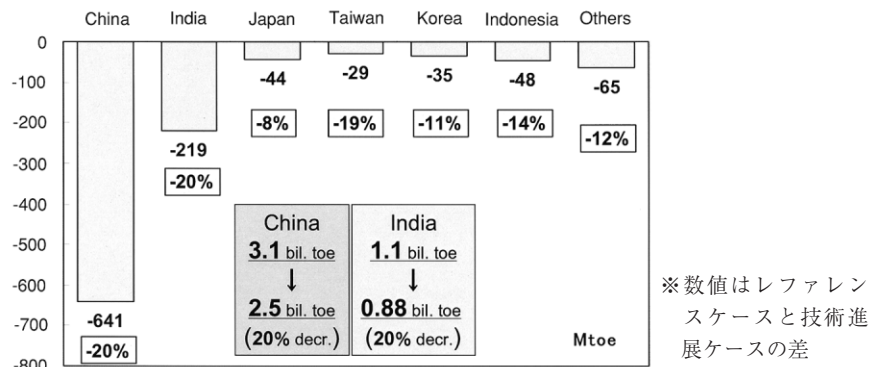


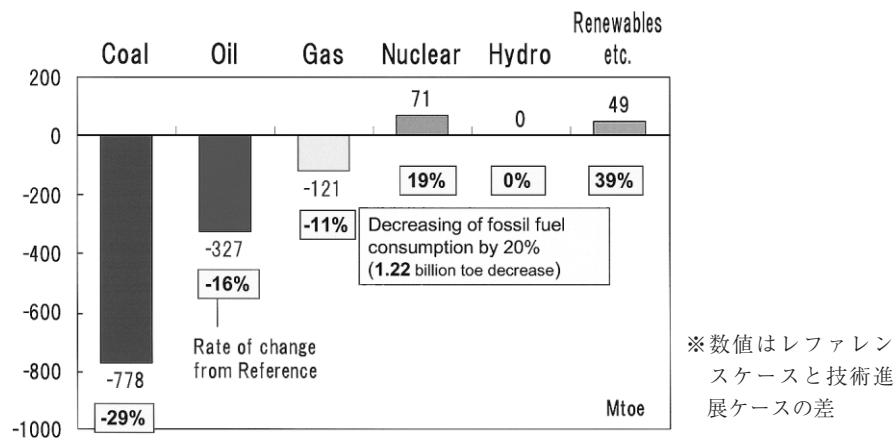
図9 エネルギー効率の日中比較





(出所：IEEJ, 2007)

図10 アジア諸国のエネルギーの節約ポテンシャル (国別)



(出所：IEEJ, 2007)

図11 アジア諸国のエネルギーの節約ポテンシャル (エネルギー別)

超えています。量的に中国、インドで大きな省エネルギーのポテンシャルがあります。

エネルギー源別では、図11に示すように、石炭の削減ポテンシャルが約30%。それに石油、ガスと続きます。原子力、水力、再生可能エネルギーが拡大する余地もありますから、化石エネルギーの効率的な利用、非化石エネルギーの拡大によって、かなり大きな省エネルギーのポテンシャルがあると言えます。

#### APPにみる国際協力の進展

それを実現していくために、色々な国際的な取り組みが行われています。最も進展しているのは、アメリカ主導で2006年に始まった「クリーン開発と気候に関するアジア太平洋パートナーシップ」(APP)です。現在、オーストラリア、カナダ、中国、インド、日本、韓国、ア

リカの7カ国が参加しています。大事なのは、世界全体のCO<sub>2</sub>排出量の55%を占め、京都議定書を批准していないアメリカ、また中国とインドが入っていることです。APPは京都議定書を補完する格好で、取組みを進めています。

APPではセクター別にエネルギー技術志向の協力が進められています。クリーンな化石燃料、アルミニウム、セメント、鉄鋼、石炭、発電・送電、建物・機器、再生可能エネルギーの8分野がありますが、今後、輸送分野が追加されるそうですから、エネルギー全体をカバーする技術協力の具体的な協議がなされているということです。

APPは、Public-Private Partnershipという民間企業が入っている枠組みでもあります。民間企業が主体にならないと技術開発や技術移転などは進みませんから、Public-Private Partnershipは非常に期待できると思います。

この他「アジア太平洋経済協力会議」(APEC)でも、エネルギー効率を2005年から2030年までに25%ぐらい改善するという数値目標について、首脳会談で初めて合意がなされました。当然、中国もその中に入っています。自主的なものとはいえ、数値目標が設定され、その進捗度をチェックする「ピアレビュー」をAPECの枠組みでやることが決まり、今その準備をしています。

---

## 温室効果ガス削減と「ポスト京都議定書」

---

### 温室効果ガス削減のシナリオ

温暖化問題は、エネルギー問題と切っても切れない関係にあります。特に、化石エネルギー消費に伴うCO<sub>2</sub>排出の削減をどうするかは、京都議定書が削減義務を規定した第一約束期間(2008～2012年)の後の枠組み、すなわち「ポスト京都議定書」や北海道洞爺湖サミットの議題としても大きな問題になっています。表1は、「気候変動に関する政府間パネル」(IPCC)の「第4次評価報告書」の中の将来シナリオです。現在、世界の多くの専門家が共有している点の1つは、地球全体の平均気温の上昇を2～3℃以内に抑える必要があるということです。

それを実現するにはCO<sub>2</sub>を中心とした温室効果ガスの排出量を大幅に削減しないといけません。特に、2000年代の早い時期、具体的には2020年、2030年までに、世界全体のCO<sub>2</sub>排出量を頭打ちにし、2050年には現在の半分にしようというのが国際的なコンセンサスになりつつあります。

その一方で、最近、少数説ではありますが、IPCCのこういう考え方に対して、疑問を投げかける方も出てきています。一番印象的だったのは、イギリスの元エネルギー大臣で財務大臣のローソン氏が“Appeal to Reason(合理性への訴え)”という著書で、「地球温暖化をもっと冷静に見るべきだ」と訴えていることです。そこでは、科学的な知見、特に雲が気温に与える影響が完全に把握されておらず、CO<sub>2</sub>濃度の上昇と平均気温の上昇との関係に、まだ不確実性があるということを言っています。そういう懐疑論も最近少しずつあるということを念頭にこれから色々な対応を考える必要があると思います。

### 温室効果ガスを半減させる技術

温室効果ガスの排出量を2050年までに半分、あるいは2020年、30年に頭打ちにする技術について、色々なところで検討されています。図12は、IEAの技術加速シナリオです。2050年までに技術開発を加速して、CO<sub>2</sub>排出量を

表1 IPCC第4次評価報告書の将来シナリオ

Stab level (ppm CO <sub>2</sub> -eq)	Global Mean temp. increase at equilibrium (°C)	Year CO <sub>2</sub> needs to peak	Year CO <sub>2</sub> emissions back at 2000 level	Reduction in 2050 CO <sub>2</sub> emissions compared to 2000
445 - 490	2.0 - 2.4	2000 - 2015	2000- 2030	-85 to -50
490 - 535	2.4 - 2.8	2000 - 2020	2000- 2040	-60 to -30
535 - 590	2.8 - 3.2	2010 - 2030	2020- 2060	-30 to +5
590 - 710	3.2 - 4.0	2020 - 2060	2050- 2100	+10 to +60
710 - 855	4.0 - 4.9	2050 - 2080		+25 to +85
855 - 1130	4.9 - 6.1	2060 - 2090		+90 to +140

(出所：「第4次評価報告書」, IPCC)



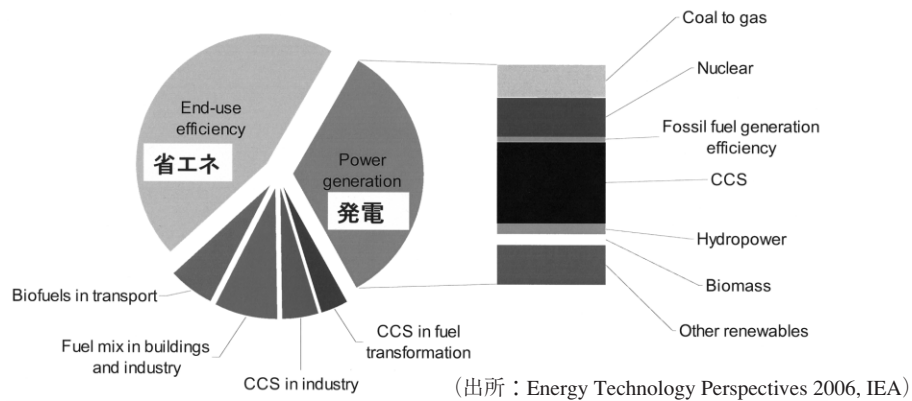


図12 2050年における世界の技術分野別の排出削減量（技術加速シナリオ）

横這いにするというものです。“Energy Technology Perspectives 2006”で発表されたシナリオですが、これでは、貢献度が最も高いのが省エネルギー、次いで発電分野、その中でも石炭から天然ガスへの転換、原子力、CCSとなっています。現在、洞爺湖サミットに向けこの報告書を見直し、6月に“Energy Technology Perspectives 2008”が発表される予定です。そこでは、2050年にCO<sub>2</sub>を半減させる「ブルーシナリオ」の分析があります。

こういったシナリオを実現するキーテクノロジーは何か。1つの技術だけでは無理で、色々な技術のポートフォリオが必要です。30年先というタイムフレームでは、省エネルギーが一番効果的です。既存技術を移転すれば実現できるわけですから、APPやAPECでも省エネルギー推進への取り組みが進んでいます。

エネルギーの安定供給という点からは、化石エネルギーへの依存を下げるのは難しいので、出てきたCO<sub>2</sub>を回収・貯留するCCSをかなり大々的にやらざるを得ないということです。その他、再生可能エネルギー、原子力、天然ガスの効率的利用、水素、燃料電池、いろんなことを全部やるということです。

ちなみに、IEAの「ブルーシナリオ」では、省エネルギーの進展に加え、2050年にはCCSが石炭火力だけでなく、天然ガス火力にも付いているという想定をしています。太陽光発電、風力発電などの再生可能エネルギーを原子力よりも増やしていくことを想定していま

す。そういうシナリオを書いてやっとならば2050年に世界でCO<sub>2</sub>が今の半分になるわけです。つまり、今の世界のエネルギーシステムを全面的に変えないと、2050年での50%削減は難しいということになります。

#### 「ポスト京都議定書」の論点

[[「ポスト京都議定書」へのスタンス]

ポスト京都の次期枠組み作りに対して、EUは、できるだけ早く枠組みを作り、排出量取引市場を強化・拡充したいという立場です。EUは2008年1月、EU全体で90年比20%の温室効果ガスを削減する。先進国全体で合意できれば30%削減するという目標を打ち出しました。

アメリカは、中国、インドなどの主要排出国の参加が必須であること、技術開発が重要であることを主張しています。また、現在アメリカでは排出量取引制度の導入法案が上院に提出されています。現在の大統領選挙の候補者は一様に排出量取引制度の導入を支持しているということですから、いずれこういう動きはより具体化するでしょう。

開発途上国は、まず先進国が大幅削減目標を達成すべきだと主張しています。現在の温暖化問題の最大の責任は先進国にあり、先進国は途上国に資金や技術を支援をすべきで、それを期待するというスタンスです。

日本は、国際的枠組みに向けた3原則として、①主要排出国はすべて参加して、世界全

体で排出削減が必要、②トップダウン的に一律に義務を課すのではなく、各国の事情に配慮した柔軟かつ多様性のある枠組みを考えるべきである、③省エネルギーなどの技術を活かして環境保全と経済発展を両立させる、を発表しています。2008年1月のダボス会議でも福田首相の「志の高い途上国の支援のために新たな資金メカニズムを国際協調で作る」という提案は、アメリカ、イギリスの賛同も得て、その方向に動きつつあります。

それから、日本はエネルギー効率向上の取組みを世界に広げていくと同時に、原子力の利用拡大の国際的な取り組みや基盤整備を支援するという姿勢でいます。最近、ベトナムの原子力開発に対して基盤整備で協力するという政府間協定を結ぶことで合意がなされています。

途上国にとって環境問題の中で喫緊の課題は、硫化合物(SO<sub>x</sub>)、窒素酸化物(NO<sub>x</sub>)などの公害問題の方ですから、公害問題と温暖化対策に一体的に取り組むことが大事なことです。

#### [[「ポスト京都議定書」のこれまでの合意点]

「ポスト京都議定書」の枠組みとして現時点でほぼ合意された点は、①2050年までに世界の温室効果ガスの排出を今の半分にすること。②技術革新を進め、それを途上国などに広げること。そのための新たな基金を作っていくということ。③最終的には「ポスト京都議定書」については2009年末までに国連を協議の場として決める、ということです。

#### [未解決の問題]

未解決の問題で最大のものは、2020年の国別目標の設定です。これを義務を負うものにするのかどうかということです。これについて、日本国政府は、先進国は義務をある程度受け入れる必要があるだろうという立場を明確にしています。問題は、中国やインド、ブラジル、インドネシアという主要な途上国の排出削減への取組みです。これについてはま

だ解決の目処が立っていません。

#### [[「ポスト京都議定書」での公平性]

こういう中で、国際的な枠組みを作る上で、公平性と実効性の担保が不可欠であると思います。現在の京都議定書は、公平性を非常に欠いている面がありますし、基準年についても色々な議論があります。私も今の京都議定書はあまり公平ではないという気がしています。実効性についてですが、実際に削減に取り組んでいるのは世界の3割ぐらいの国だけです。その間にも、大気中のCO<sub>2</sub>は増え続けているわけですから、実効性の面でも非常に問題があります。これをどう解決していくかが次期枠組みにとって大事だと思います。

公平性について、「ポスト京都議定書」では先進国の中での公平性、あるいは途上国間の公平性、その問題もあわせて枠組みをきちんと作らなければなりません。先進国と途上国という二極構造では解決しません。中国やインドのような新興国とアフリカの最貧国を同じ途上国として括れないわけですから、公平性の問題はますます議論の中心になってくると思います。ですから、先進国については日本が主張しているセクター別のエネルギー効率をある程度ベースにして国別の削減目標を決めることが、先進国間の公平性を改善する手法ではないかと私は思っています。

主要途上国について削減義務を今の時点で設定するのは難しいと思います。ですから、エネルギー効率の目標、あるいはCO<sub>2</sub>削減目標を自主的に宣言してもらい、それをチェックし、進展があれば、先進国が技術や資金で支援するというフレームワークに入ってもらうほうが現実的ではないかと思っています。エネルギー効率を上げれば、産業の国際競争力も向上するし、通常的环境対策にもなります。

#### [究極の公平性]

国別でも1人当たりのCO<sub>2</sub>排出量を同じにすることが究極の公平性だと思います。現実

は、アメリカ、オーストラリアは5.5トン（炭素換算）という水準です。EUと日本はアメリカの半分ぐらい、さらにその半分が中国です。中国のさらに3分の1、4分の1がインドです。つまり、アメリカとインドの間には、十数倍の差があるわけで、これを同じところに収斂させるのは大変なことです。

難しい問題ですが、国際的な枠組みの中で、技術の研究開発をし、普及させていくことで、現在の状況から究極の方向に向かっていくには、技術の役割が極めて大きいと言えます。

---

## 日本の温暖化対策

---

### 市場メカニズムの活用

地球温暖化対策について、日本でも論点になっているのは、市場メカニズムの活用です。現在、日本は温暖化問題に対して、規制的手法と自主的な取組み（経団連の自主行動計画、トップランナー方式など）による省エネルギーの推進、再生可能エネルギーに関するRPS（Renewable Portfolio Standard）の導入で取組んでいます。

国際的にはセクター別アプローチを拡げていこうとしています。IEAでもセクター別効率化指標を作っていますし、APPでもそれに取組んでいます。

これらに加え、私自身はCO<sub>2</sub>を長期的に削減には、カーボンに値段をつける、Carbon pricingが必要だと思っています。例えば、環境税、排出量取引など色々な手法があり、排出量取引制度にも色々なバリエーションがあります。どれがいいかまだ分かりませんが、いずれにしても、CO<sub>2</sub>削減のインセンティブを与えるには、「CO<sub>2</sub>排出削減に努力すれば、経済的に報われる」という仕組みが必要だと思っています。

ただ、私が最近のエネルギー価格、資源価格の高騰を見ていて懸念するのは、その要因として需給のファンダメンタルズに加えて、投機的資金によって市場攪乱があることです。排出量取引制度でも当然投機的資金が入ってきます。そうでないと取引市場ができないわけですから。排出量取引の制度設計の際には、投機目的だけで市場に混乱が起き、ひいては長期的な技術開発にもマイナスの影響が出ないようにする必要がありますと感じています。現在、日本も排出量取引の検討を行っていますが、マイナス面が少ない設計をしていく必要があると思っています。私自身はGlobal carbon taxが一番合理的でいいと思います。

### 日本のエネルギー戦略

日本はエネルギー自給率が極めて低い（原子力を含めても17～18%）ですから、省エネルギー、原子力、新エネルギー、あるいはクリーンコールテクノロジーの開発で自給率向上と、エネルギー安全保障の確保・改善、温暖化問題を同時に解決する必要があると思っています。

次に、エネルギー安全保障、温暖化問題とも1国では解決できない問題ですから、特にアジアでの国際協力が大事です。この点については、日本の強みを活かして、省エネルギー、再生可能エネルギー、原子力などでの協力を進めていく必要があると思っています。

最後に、政策手法についても、1つの手段での対応は難しいので、排出量取引だけでなく、規制的手法、セクター別アプローチ、環境税などをミックスして取り組んでいく必要があります。国によってベストなポリシーミックスがあると思いますが、世界市場ができていますから、そこに日本も入っていける仕組みを作っていく必要があると思っています。

私の方からのプレゼンテーションは以上です。ご静聴ありがとうございました。（拍手）

[基調講演 2]

## 世界のエネルギーセキュリティと 地球環境への対応～その2

マイケル・W・ハワード (米国電力研究所  
上級副社長)



### はじめに

米国電力研究所 (EPRI: Electric Power Research Institute) は、電力業界の問題を解決する技術の開発という目的で、1973年に独立した非営利団体として設立されました。EPRIは186のメンバー機関で構成されています。主要施設は、カリフォルニア州パロアルト、ノースカロライナ州シャーロット、テネシー州ノックスビルにあります。

EPRIがカバーする分野は、原子力、火力発電、環境問題、送配電です。私は、EPRIにおける全分野の技術開発を統括しています。

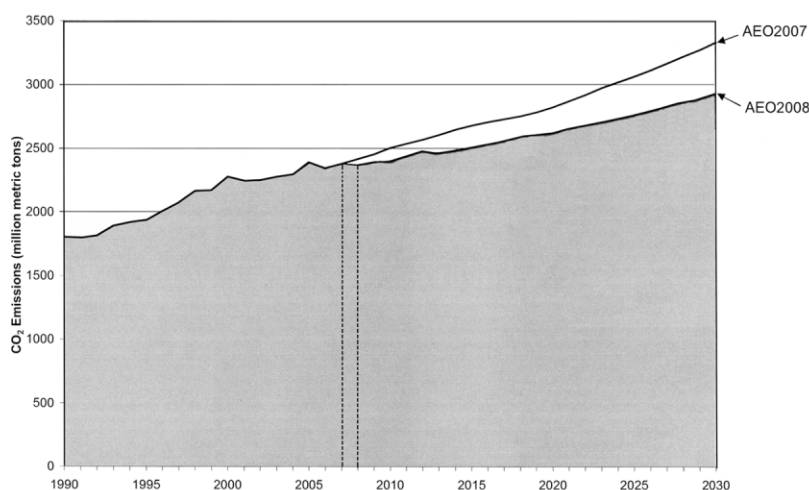
地球温暖化、二酸化炭素 (CO<sub>2</sub>) 濃度の増加はすべての人にとっての一大問題となっています。我々電力関係者の責任として解決策

を見つけていくわけですが、その解決策は技術革新に基づいたものになります。それは世界規模で開発し、成果を世界中で共有していくものになります。

### 米国電力業界の温暖化対応

#### CO<sub>2</sub>排出量予測

米国電力業界のCO<sub>2</sub>排出量は、図1のように増加してきました。米国エネルギー省エネルギー情報局 (DOE/EIA) の「エネルギー見通し2008」(AEO2008)では、ミクロ経済モデルを用いた最新予測では下方修正しています。これはBAU (Business As Usual)、すなわち従来技術を適用していくケースです。しかし、6つの領



(出所:米国エネルギー省エネルギー情報局「エネルギー見通し年報」(AEO))

図1 米国電力業界のCO<sub>2</sub>排出量の推移と予測



域における開発可能な技術，導入可能な技術によって排出削減がなされ，うまくいくと，2030年には1990年レベルよりも低くなります。

そのような領域として，①エネルギー効率，②再生可能エネルギー，③原子力，④高度石炭火力，⑤炭素回収・隔離（CCS），⑥プラグインハイブリッド車，電気自動車，そして分散型エネルギーがあります。それぞれの領域について以下に議論していきたいと思ひます。

## 6 領域での技術開発

### [エネルギー効率の向上]

ベースケース（AEO2008）によると，図2のように米国の電力需要は，1950年から最初の石油危機（1974年）までが年7.8%で伸びてきました。さらに，2008年から2030年では年1.05%で伸びると予測されています。しかし，エネルギー効率向上によって，これを0.75%に削減できると我々は考えています。

これを実現するには，よりエネルギー効率の高い電化製品の開発に注力する必要があります。米国で最も電力消費が増えているのが，テレビ，パソコンなどだからです。

EPRIノックスビル研究所では，電化製品の負荷動向の影響について研究するとともに，超高効率技術（Hyper-Efficient Technologies）の開発に取り組んでいます。例えば，ビル用マルチエアコン（VRF），家庭用ダクトレスエ

コン，LED街灯，ヒートポンプ給湯器，高効率データセンタ，高効率家電などですが，これらの大半は日本で開発されたものです。このような技術を米国に取り入れ，普及させることで，米国の家電製品の高効率化を図っていきたく思っています。

また，図3のように家庭内の電気製品と電力系統との間の通信を円滑にすることで，ピーク時の電力需要を下げることができると思ひます。

さらに，発電プラントの効率，送配電の効率を上げるための研究を行っています。送配電網における電力ロス約9%ですが，そこを1～2%改善するだけで大きな違いが生まれます。

### [再生可能エネルギーの導入]

再生可能エネルギーには，太陽光，太陽熱，風力，バイオマス，波力，潮力など色々な種類があり，米国だけでなく，世界各地で活用できます。米国内でも南東部ではバイオマス，中部では風力，南西部では太陽光の利用がメインとなっています。導入量を見ますと，風力が17GW，バイオマスが10GWです。

ベースケース（AEO2008）では，現在から2030年までに，再生可能エネルギーは55GW増えますが，我々は100GW増やせると考えています。これが実現されると，CO<sub>2</sub>排出はほぼ横這いになります。

中でも，風力は再生可能エネルギーで大きな

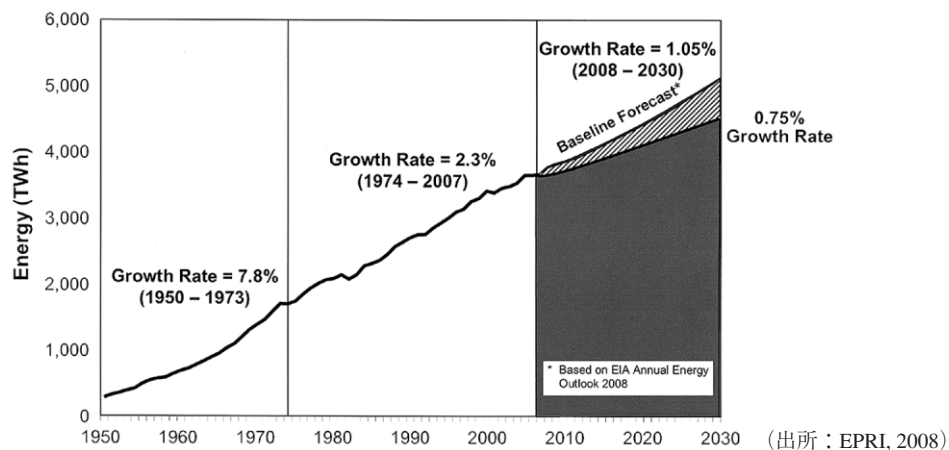


図2 米国における電力消費量

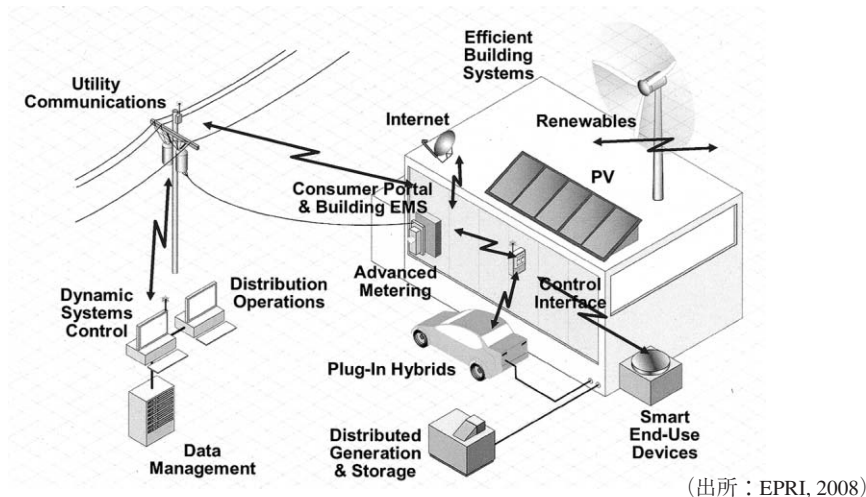


図3 エネルギー効率を高めるインフラ

割合を占めますが、発電が間欠的に行われるため、エネルギー貯蔵技術が重要になってきます。そのような技術として、ナトリウムイオン電池やリチウムイオン電池、圧縮空気貯蔵などがあります。アラバマ州には圧縮空気貯蔵の実証試験場がありますが、さらに2つの実証試験場を作っていきたいと思っています。

#### [原子力]

現在、米国では約104の原子力発電所があります。ベースケース（AOE2008）では、2030年までの原子力の増加分は15GWと予測されていますが、我々は、これを64GWに伸ばせると考えています。現在、メーカーと共に64GWの導入に向け何が必要か検討しているところです。

炉寿命の延長では、認可を40年から60年にする議論が中心になっていますが、これをさらに80年に延長する話も出ています。

現在、EPRIは、すべての大手メーカーと共同で新しい原子力技術の展開に取組むと同時に、既存プラントの安全で経済的な運転の確保を重点的に扱っています。原子力では1つの問題が発生すると、その影響は全世界に広がるだけでなく、新技術の開発、発電所建設にも及びます。そこで、EPRIではプラントの安全且つ信頼性ある運転を確認するための技術として、非破壊検査技術の開発に力を注いでいるのです。

#### [高度石炭火力]

現在、米国には約1,400の石炭火力発電所があります。その設備容量は334GWになります。そして、発電所の多くが約40年という寿命を迎えています。ベースケース（AOE2008）では、既存プラントは更新せずに現状のまま運転を続ける、新規プラントが2020年から2030年に建設されて発電効率が40%に高まると想定しています。既存プラントの効率向上も可能だし、新規プラントについては2030年までに効率を46%～49%に高めることができると考えています。

発電効率を高めれば、石炭使用量を減らすことができ、それに伴うCO<sub>2</sub>排出量も削減できます。例えば、図4に示すように効率を2%高めることで、1MW当たりのCO<sub>2</sub>排出量が5%下がるという計算結果が出ています。

そのためには材料面での改善、特に、火力発電所のボイラー、タービン、発電系での改良が必要になります。蒸気条件を高めたときに大切なのはニッケルです。日米欧でニッケル合金を材料にして、蒸気条件を上げる努力が行われています。

日欧では、超々臨界圧石炭火力発電所（Ultra-Supercritical Plant）の研究が進み、蒸気温度は600℃近くにまで迫っています。これが新しいプラントのベースラインになりつつあります。ヨーロッパでは、700℃を目指した開発も



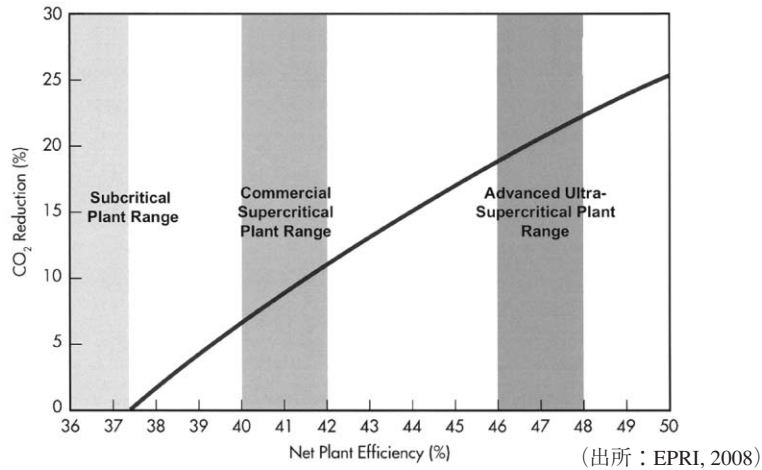


図4 発電効率とCO<sub>2</sub>排出削減率

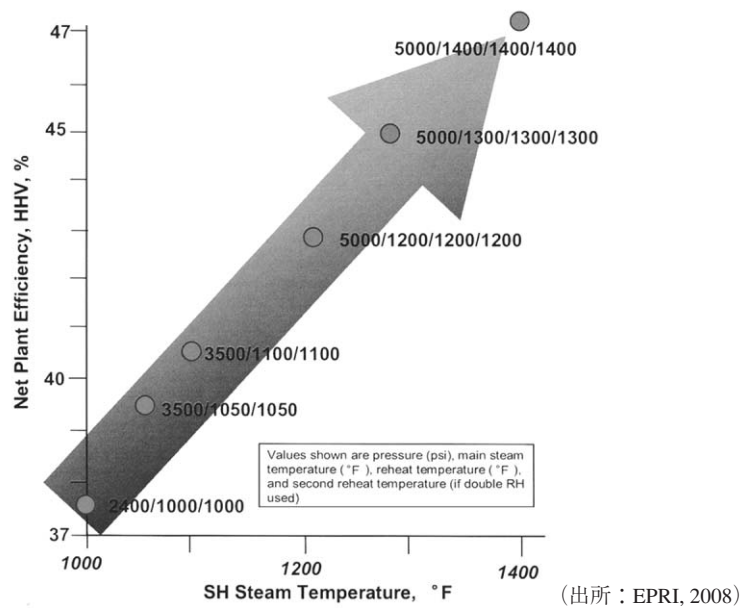


図5 石炭火力における蒸気温度と発電効率

進められています。図5に示すように、700℃だと、効率も43%までアップします。さらに、760℃、効率47%も実現可能と思われるので、そこ（Advanced Ultra-Supercritical Plant）を目指して開発を進めていく必要があります。

[CO<sub>2</sub>回収・隔離（CCS）]

ベースケース（AOE2008）では、CCSは一切計算に入っていませんが、高度石炭火力とセットになったCCSの導入が不可欠だと考えています。2020年までには広く導入されるべきだとEPRIは考えています。

EPRIは、図6のように、燃焼後（Postcombustion）、燃焼前（Precombustion）、オキシ燃料

燃焼（Oxyfuel combustion）などのCCS技術の開発に取り組んでいます。燃焼から出てくるCO<sub>2</sub>の回収・隔離を確実にする必要があります。

EPRIが技術を提供し、電力会社We-Energies、発電所汚染管理システム・メーカーAlstom社と共同で、1.7MW級の小型実証プロジェクトを米国中北部で進めています。ここでは、冷却アンモニアを使ったCCS技術の実証研究が行われています。図7のように、実証試験施設は、We-Energiesの石炭火力発電所に併設されていて、中央に2つの吸収塔があります。

ここで十分な実証を行ない、冷却アンモニア技術が技術的な解決法の1つだということを確認したいわけです。また、その他の電力

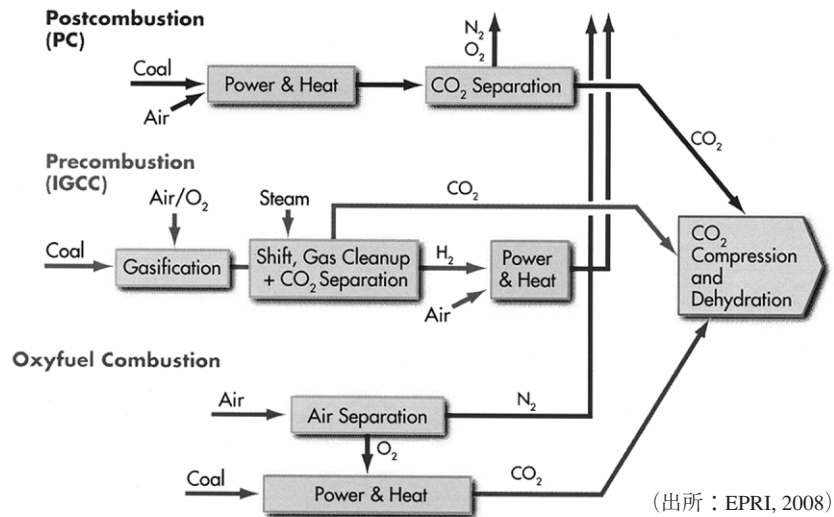


図6 石炭火力におけるCO<sub>2</sub>回収のイメージ



図7 EPRI/Alstom/We-EnergiesによるCO<sub>2</sub>回収実証試験設備

会社とも協力して、もっと大きな20MW級の設備にしたいと考えています。この時には、冷却アンモニアだけでなく、アミン溶液なども使った技術も取り込もうと考えています。

現在のCCS技術では、例えば、500MW級火力発電所で適用した場合、出てくるエネルギーの25%~30%をCCSに使わなければなりません。この比率を低くしていく必要があります。さらに、石炭ガス化複合発電(IGCC)と微粉炭発電(PC)の両方を対象にCCSシステム設計を最適化していく必要があります。さらには、地中貯留でのCO<sub>2</sub>の長期的安定性、その振る舞い、そして、長期的な経済性についても検証する必要があります。そのためには、引き続き技術革新、開発を進めて実証し、導入していくということが必要になります。

[ハイブリッド車・分散型エネルギー利用]

ベースケース(AEO2008)では、プラグインハイブリッド車が織り込んでいませんが、私どもはこれは十分に普及可能な技術で、米国では2017年までに新車の10%、2030年には33%が電気自動車系になる得ると考えています。

太陽光発電を含めた分散型エネルギー利用について、ベースケースでは0.1%しかカウントしていません。しかし、私どもは2030年までには分散型エネルギーが電源の5%を占め得ると考えています。

この分野でEPRIは、ハイブリッド車の実証試験、環境影響分析、高度リチウムイオン電池の評価などを進めています。

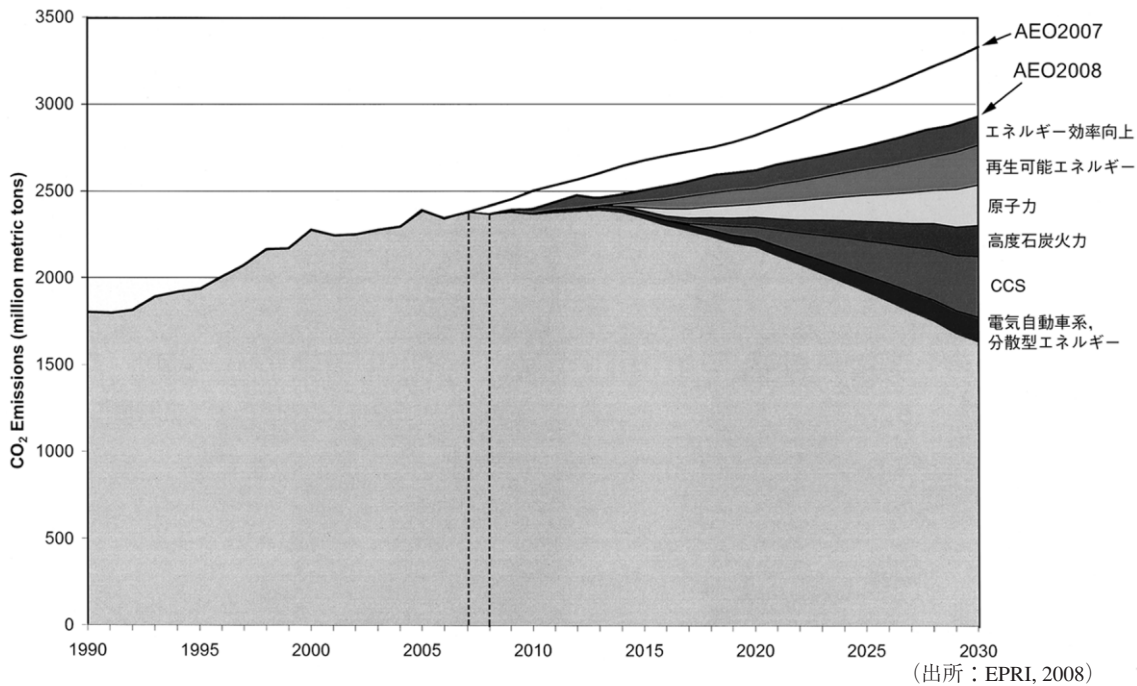


図8 技術革新による米国のCO<sub>2</sub>排出量の削減

## 技術革新によるCO<sub>2</sub>排出量削減

### プリズム分析の結果

これまで述べてきた6つの領域（エネルギー効率、再生可能エネルギー、原子力、高度石炭火力、CCS、プラグインハイブリッド車、分散型エネルギー）における革新的技術の導入で、図8に示すように、2030年までのCO<sub>2</sub>排出量を1990年レベル以下に減らすことができます。

その結果、2030年の電源構成は図9のようになるはずですが、ベースケース（AOE2008）では、石炭が57%を占めると予測されていますが、技術革新で右側のように変えていくことができると思います。すなわち、石炭を40%近くまで減らし、原子力も27.7%に、再生可能エネルギーは9%にそれぞれ上げることができると思います。そうした色々な技術を経営員することで、米国のCO<sub>2</sub>排出量を大幅に減らすことが可能になると私どもは考えているわけです。

そこに至るまでに必要なのは、技術開発の継続、そのための研究開発、実証です。EPRI

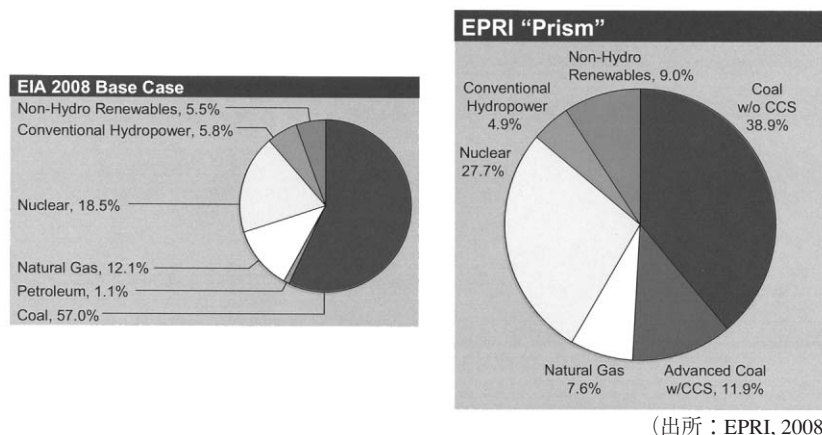


図9 2030年のアメリカの電源構成

は、今まさにこの段階にあります。

今、EPRIでは、電力会社などメンバー各社との共同研究プロジェクトにおいて、商業化までの時間の短縮を図るべく努力を行っています。それによって、世界各地でこうした技術が普及し、CO<sub>2</sub>排出が減るようにと考えています。

---

### さいごに

---

本日ここでお話しさせていただきましたことを非常に光栄に思います。そして、私どもEPRIでの活動に関する話に耳を傾けていただきましてありがとうございます。

私どもは、今抱えている技術的に課題の多い挑戦に立ち向かっていこうとしています。皆様方全員、そして世界中が協力してこそ、この課題に応えていくのに必要な技術開発、商業化、そして導入の加速が可能になると思います。そしてそれによって、CO<sub>2</sub>排出を低減させ、世の中を変えていくことができると思っています。

私どもEPRIも皆様方とさまざまな分野で協力していく可能性を楽しみにしております。どうぞよろしく願い申し上げます。繰り返しになりますが、皆様方、そして特に主催のIAEの創立30周年、心からお祝い申し上げます。私の講演を終わりにしたいと思います。ご静聴ありがとうございました。(拍手)

## 世界のエネルギーセキュリティと 地球環境への対応～その3

ローランド・シェンケル ( 欧州連合 欧州委員会  
共同研究センター総局長 )



### はじめに

現在進められている欧州連合 (EU) の原子力に関する議論に影響を与える重要な課題として以下のものがあります。

- ①地球温暖化。この問題で特に懸念されるのが、影響を受ける発展途上国の脆弱性です。我々は温暖化防止策を講じる義務があると言えます。
- ②エネルギー供給の確保
- ③大気汚染と人体への影響。エネルギー供給技術全体を見て、どうすれば、健康への影響を軽減できるのか考えなくてはなりません。
- ④産業競争力と社会経済的なインパクト。すなわち、エネルギー政策によって産業の競争力が維持できるかが決まります。色々な選択肢が競争力に対して影響を与えます。

私の講演では、最初に、EUの温暖化防止に関連するエネルギー政策についてお話しします。次に、原子力分野の課題、挑戦、温暖化防止への貢献、そして第3世代原子炉の導入だけでなく、「第4世代原子力システム共同開発」での研究成果について詳しくご紹介したいと思います。

### EUの地球温暖化防止策

#### 鍵となる省エネと技術革新

EUは、世界の平均気温の上昇幅を2℃以内に抑えることを温暖化防止策の目標にしています。そのためには、省エネルギーと技術革新が欠かせません。

特に、熱効率、発電効率といったエネルギー効率の向上を図ると二酸化炭素 (CO<sub>2</sub>) 排

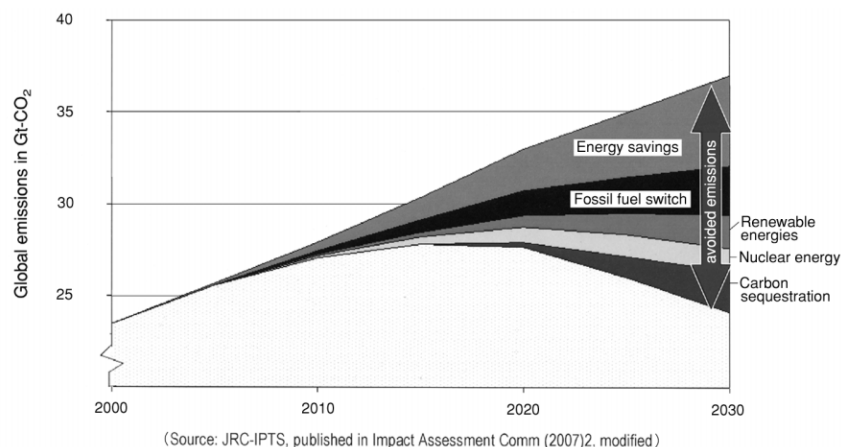


図1 平均気温上昇を2℃以内に抑えるためのシナリオ



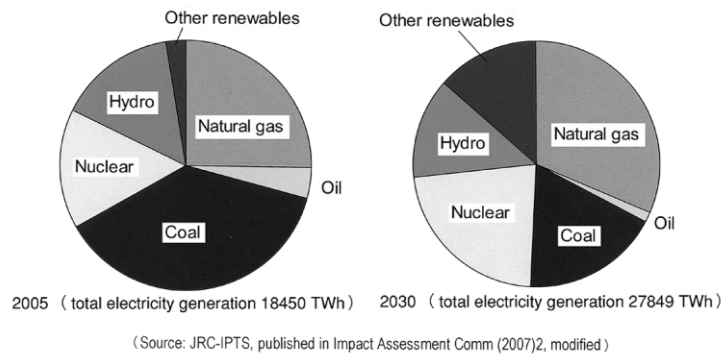


図2 EUの電源構成

出量を大幅に削減することができます。

次に、EUでは2030年に向けて電源構成において、石炭、石油を減らし、天然ガス、原子力、再生可能エネルギーを増やしていこうとしています。図2は現在と2030年の電源構成です。

#### 4つの温暖化防止策

EUが進めている主な温暖化防止策として、欧州気候変動プログラム、エネルギーパッケージ、低炭素技術の研究、国際協調といったものがあります。欧州気候変動プログラム、エネルギーパッケージの内容は以下のとおりです。

##### [欧州気候変動プログラム]

内容として、①排出量取引制度を導入する、②2010年までに再生可能エネルギーを12%にする、③電熱併給の普及を図る、④自動車からのCO2排出を削減する、⑤熱需要において建物の省エネを図る、などがあります。

##### [エネルギーパッケージ]

欧州委員会（EC）がエネルギーパッケージを提案し、欧州議会でも支持されました。内容としては、①2020年までに20%の省エネを進める、②2020年までに再生可能エネルギーを20%にし、10%はバイオ燃料とする、③高効率石炭火力の推進と二酸化炭素回収・隔離（CCS）導入への準備をする、④「原子力発電フレームワーク」で加盟国の原子力発電を推進していく、があります。

## EUの原子力への取組み

### 原子力の重要性を認識

「グリーンペーパー2006」（European Strategy for Sustainable, Competitive and Secure Energy）、Indicative Nuclear Programme 2007、Strategic Energy Technology Plan 2007などで、ECは原子力の重要性を指摘しています。

特に、Indicative Nuclear Programme 2007では、原子力は温暖化対策として非常に大きな役割を果たすもので、「低炭素エネルギー源」として最大で最も安いものの1つであると位置づけられています。また、原子力はエネルギーの安定供給に対する不安を和らげる一次エネルギーでもあります。ただし、原子力を推進するかどうかは各加盟国の判断に任せられています。

Indicative Nuclear Programme 2007に加えて、原子力分野での重要な構想として「持続可能な原子力エネルギー技術プラットフォーム」（SNE-TP： Sustainable Nuclear Energy Technology Platform）と「欧州原子力エネルギーフォーラム」があります。SNE-TPは、研究機関、技術的な安全に関わる機関を含むEU内の全ての原子力関係機関が参加する形で、2007年に結成された研究パートナーシップです。その目的は、EUにおける原子力の将来の方向性に関する戦略的プランを作ることです。



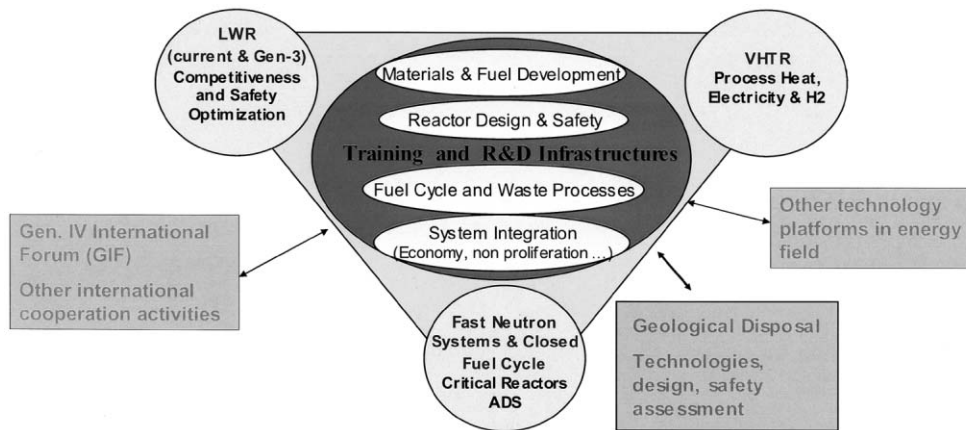


図3 持続可能な原子力エネルギー技術プラットフォーム (SNE-TP)

SNE-TPは、図3に示すように、基本的に軽水炉（既存炉と「第3世代+」）の競争力維持と安全性の極大化、EUが現在開発を進めている高温ガス炉、「第4世代」に属する高速中性子炉システムの開発を目指しています。

また、EC運輸・エネルギー理事会が管轄する議論の場として「欧州原子力エネルギーフォーラム」があります。原子力のハイレベルステークホルダーを集めて、原子力にとってのチャンスとリスク、情報や透明性の確保が議論の対象となっています。次の会合は、5月下旬にプラハで開かれます。

#### EURATOM研究プログラムとSNE-TP

欧州原子力共同体（EURATOM）の2007～2011年度研究プログラムには、27億ユーロの予算がついています。一番大きな研究分野は

核分裂です。そのうち5億ユーロは、私が属する共同研究センター（JRC: Joint Research Center）に充てられています。また、22億ユーロは競争的資金で研究機関へ配分されます。その研究対象には、廃棄物管理、研究インフラや人材育成などのテーマがあります。特に、最後の人材育成は、若い世代の専門家を育成するという極めて重要な活動です。

実は、EURATOM研究プログラムとSNE-TPプロジェクトの研究項目には図4に示すように、重なる部分があります。廃棄物管理のうち地層処分については、策定中のSNE-TPの研究対象となります。

JRCが行っている研究は図5に示すとおりです。Nuclear safetyとNuclear securityには、核不拡散、あるいはEURATOMセーフガード、IAEAセーフガードの支援も入っています。

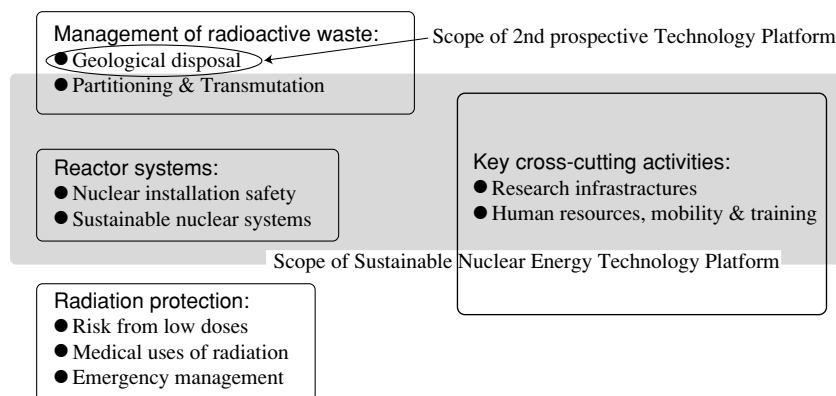


図4 EURATOM研究プログラムとSNE-TPの研究項目

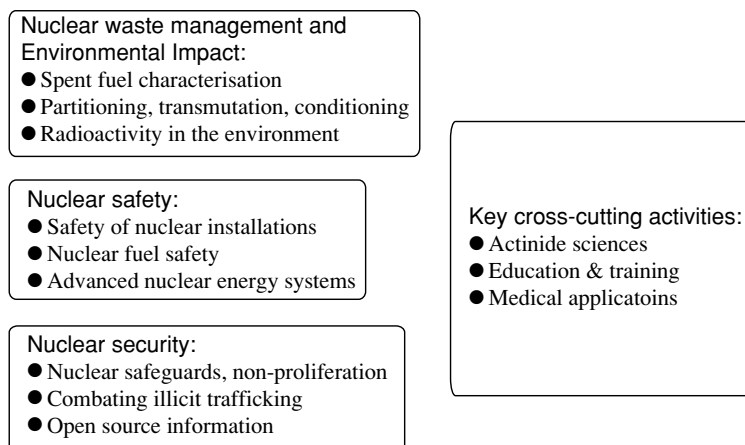


図5 共同研究センター（JRC）の研究項目

### 廃棄物管理と安全確保に関する課題

欧州における研究課題には以下の7つがあります。

- ①使用済燃料の処理・処分とその社会的受容性に関する技術的ソリューションの統合。「原子力エネルギーフォーラム」もその一環です。
- ②既存炉と「第3世代」原子炉の安全運転の確保。特に、老朽化した炉の安全な運転をいかに確保するかが重要になります。
- ③長期的で持続性のあるソリューションの確立。「第4世代」である高速炉の開発がこれに当たります。EURATOMは高速炉開発を加速させるために「第4世代原子力システム共同開発」に参加したわけです。
- ④原子力エネルギーを熱利用する可能性の探求。例えば、高温プロセス、超高温ガス炉が重要なソリューションになります。
- ⑤欧州内外での核不拡散の確保。一部の国による核兵器の開発、入手を阻むことが大切になります。
- ⑥欧州における研究統合の加速と研究課題の優先順位の設定。加盟国がばらばらに研究開発を進めることを避け、相乗効果を得るためです。
- ⑦教育・訓練の調整活動の拡充。

### 課題克服のための研究事例

これらの課題にEUがどう取組んでいるか、以下に事例を紹介したいと思います。

- ①使用済燃料・廃棄物管理
  - 廃棄物管理に関して次のようなテーマが研究されています。
  - 使用済燃料のソースターム（放射性物質が環境へ放出される時期と放出割合（潜在性））の特定。
  - 200年、300年という使用済燃料の長期貯蔵（200～300年を想定）における放射性物質の振る舞い（ $\alpha$ 崩壊など）
  - 高レベル放射性廃棄物の最終処分
  - 長寿命核種（マイナーアクチニド）の分離・核種変換
  - 特性の基礎データ
  - 新しい燃料サイクルの環境的側面の評価
- a) 再処理技術の開発
 

熱プロセス技術の開発に取り組んでいます。具体的には、460℃の熔融塩の中に固体アルミの陰極を入れ、放射性物質を電気を使って分離することを試みています。熱プロセス技術は、多くの可能性を秘めた技術です。この他に、日本の電力中央研究所（CRIEPI）と共同でホットセルを使った高温冶金プロセスの開発も行っています。

## b) 核種変換

「第4世代原子力システム共同開発」ではマイナーアクチニドの核種変換技術の開発が1つのテーマとなっています。その場合、マイナーアクチニドの中でも、アメリシウム(Am)、キュリウム(Cm)、ネプツニウム(Np)の3元素からの熱影響を観察しなければなりません。また、マイナーアクチニドの核種変換には、セラミックと金属を組み合わせた新しい燃料の開発が必要です。そこでEUでは材料開発の研究を行っているところです。

もう1つ、日本の電力中央研究所(CRIEPI)と共同でMETAPHIX照射試験を実施しています。ウラン(U)、プルトニウム(Pu)、ジルコニウム(Zr)、5%のアクチニド、ランタニドを含んだ合金の照射試験により、それぞれの物質の挙動と照射条件の特定を行っています。

## ②発電所の経年管理

原子力分野では、事故の影響が一国を越え世界レベルに及ぶ可能性も否定できないため、事故は1つでもあってはなりません。そこで、JRCでも沢山のネットワークを使って、40年～60年といった長期における原子力施設の安全運転を確保しようとしています。

ネットワークでは、事業者、規制当局、電力会社などが参加し、検査方法の改善、例えば、非破壊試験などについて議論しています。

ネットワークに参加している事業者の中心は、欧州の事業者ですが、ネットワーク自体は欧州以外の専門家にも開かれていますので、他の国からの参加も歓迎いたします。

## ③高速炉開発

経済協力開発機構原子力機関(OECD/NEA)の報告書(Impact of Partitioning, Transmutation and Waste Reduction Technologies on the Final Nuclear Waste Disposal)によると、「第4世代」である高速炉に移行すると、放射線作業従事者の被曝も放射毒性もかなり下がります。リサイクルをしない場合、使用済燃料を安全に

貯蔵するために必要な期間は13万年、従来型の再処理をしガラス固化すると1万年、すべてのマイナーアクチニド、Puを取り出すと500年以下になります。高速炉に移行することで、ウランの消費量は減り、拡散抵抗性は格段に高まり、放射毒性は下がるというわけです。

JRCでは、高速炉関連の技術開発として、高温冶金プロセスによる再処理技術の確立、高速中性子炉の設計、安全性に関する研究、高中性子炉での照射試験、マイナーアクチニドが入っている燃料の加工、燃料特性データの採取などに取り組んでいます。

## ④原子力エネルギーの熱利用

現在、EUの産業界で使われる最終エネルギー消費に占める電力の割合は33%、熱の割合は67%となっています。EUは、超高温ガス炉の開発に非常に高い優先度を与えていますが、これは、熱源として化石燃料に取って代わるだけでなく、肥料生産や鉄鋼業で使うための水素製造などへの応用が期待されているからです。

現在、EUではRAFAELプロジェクトに2,000万ユーロを配分し、超高温ガス炉の設計、安全、燃料サイクル、材料などの研究活動をサポートしています。

また、研究室レベルでは、JRCがフランス原子力庁(CEA)と共同で、超高温ガス炉用燃料の開発に取り組んでいます。これは、Puをコーティングし直径1mmの粒にしたものです。

## ⑤核不拡散

JRCでは、EURATOM協定を通じて、EU内の核兵器保有国における検査の実施、保証措置に関するレファレンス・マテリアルの作成、情報ツールやオンサイト・ラボの活用などを行っています。また、国際原子力機関(IAEA)を通じて、日本の再処理施設と共同で、オンサイト・ラボの設置に関する情報共有を行っています。また、カンントリーレポートなど公開情報の活用、核に関する犯罪の分析技術の開発も進めています。

表1 第4世代国際フォーラム（GIF）参加国とその開発対象

	Canada	EU	France	Japan	Korea	Argentina	Switzerland	US	China	Russia
VHTR	◆	◆	◇	◇	◆	◆	◆	◇	◆	◆
GFR		◆	◇	◆	◆	◆	◆	◆		
SFR		◆	◆	◇	◆			◇	◆	◆
LFR		◇		◆	◆			◇		◆
SCWR	◇	◇		◆	◆					
MSR		◆	◆							

GFR: Gas-Cooled Fast Reactor  
LFR: Lead-Cooled Fast Reactor  
MSR: Molten Salt Reactor

SFR: Sodium-Cooled Fast Reactor  
SCWR: Supercritical Water-Cooled Reactor  
NHTR: Very-High-Temperature Reactor

◇ signifies Co-chair

核の封じ込め、監視に関する活動としては、環境サンプリング技術の開発、衛星写真による監視、ウェブを通じた情報収集を行っています。これによって、核に関して秘密裡に行われている作業がないことを確認しようということです。

さらに、核物質が国境を越えて色々な形で輸送されないことを確認するために、国境管理を行っています。そのトレーニングも各国で行うとか、どのような材料が実際に輸送されているかを検知する機器の開発も行っています。

### 国際協力

EUは「第4世代国際フォーラム」(GIF: Generation IV International Forum)に参加し、日本を含む参加国と協力を行っています。「第4世代原子力システム共同開発」において、表1に示すように、EUは対象となるすべての炉型の開発に関わっています。EUにとっても世界にとっても原子力は、増え続けるエネルギー需要に応えるために今後活用すべきものですし、CO<sub>2</sub>排出削減策としても重要になります。

前項でも触れましたが、EUと日本の間でもいくつかの分野で共同作業を行っています。保証措置では、EURATOMと日本の間で合意

書が結ばれ、アクチニドのレファレンスサンプルを日本原燃（JNFL）へ送付しています。また、マイナーアクチニドの変換技術、高度な分離プロセスの開発では電力中央研究所（CRIEPI）と協力しています。さらに、アクチニドサイエンスにおける基礎研究では、日本原子力研究開発機構（JAEA）、CEA、JRCの間で研究協定が結ばれています。

---

### さいごに

---

地球温暖化防止で、EUはリーダーシップを発揮しています。日本もこの課題に取り組むためにさまざまな活動を行っていますが、状況分析、対策について共通の認識を持っていると考えています。中でも、原子力エネルギーが温暖化対策として重要であるということは共通認識になっていると思います。

「第4世代」原子炉である高速炉の開発、世界的な原子力拡大のための広報活動、放射線廃棄物の最終処分に関する研究などで、今後、国際協力の重要性は益々高まっていくと思います。以上です。ありがとうございました。

(拍手)

[講演]

## 2050年エネルギービジョン

～「Cool Earth—エネルギー革新技術計画」を中心に

高倉 毅 (助エネルギー総合工学研究所 理事)



### はじめに

#### 「Cool Earth—エネルギー革新技術計画」の背景

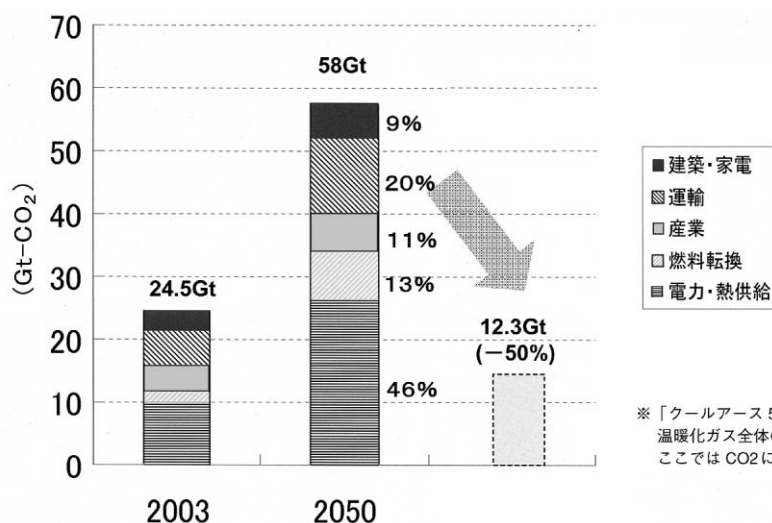
安倍前総理が2007年5月、「美しい星50 (クールアース50)」を提唱しました。これは、世界全体の温室効果ガスの排出量を2050年までに現状より半減するという長期目標です。当然、従来技術の延長では目標の達成が困難なので、「革新的技術の開発」が不可欠であることが表明されました。

しかし、「クールアース50」では、さらに具体的な内容は説明されていませんでした。そこで、内容の肉付けのために資源エネルギー

庁では「Cool Earth—エネルギー革新技術計画」の検討を進め、2008年3月にその成果が公表されたというわけです。

図1は2050年での二酸化炭素(CO<sub>2</sub>)半減のイメージです。国際エネルギー機関(IEA)の見通しでは、世界のCO<sub>2</sub>排出量は2050年には58Gtまで増えます。この予想の伸びからすれば、目標の12.3Gtは数分の1の水準になります。ここまで削減するのは非常に厳しいと言えます。

さらに、わが国はヨーロッパ並みに2050年までに60～80%の削減を公けにすることで、洞爺湖サミットでの議長国としてのイニシアチブをとりたいという報道がなされていますが、半減よりさらに下げるとなると、技術だけでなく、排出量取引など制度的な取組みも含めて対応しなければ、厳しいかと思えます。



※「クールアース50」では、温暖化ガス全体の話だが、ここではCO<sub>2</sub>に限定。

(出所：経済産業省)

図1 世界のCO<sub>2</sub>排出量の2050年半減のイメージ



## 「Cool Earth—エネルギー革新技術計画」

### 検討体制と経緯

当研究所は、図2に示すように、資源エネルギー庁から受託した調査の中に検討委員会を設け、そこで原案を作り有識者会議に諮るというスタイルで検討を進めてきました。

重点的に取り組むべき革新的技術の選定基準は、①2050年時点で世界全体で大幅なCO<sub>2</sub>削減に寄与する技術、②従来の延長線上にない革新的な技術、③日本が世界をリードできる技術の3つです。

従来の延長線上にない革新的な技術というのは、例えば、新しい原理を活用した技術（新構造や新材料の太陽電池、製鉄プロセスの革新による水素還元製鉄）のことで。

この選定基準のもとで選ばれた技術が図3に示す21の技術です。この21の技術は、当研究所が行った「超長期エネルギー技術戦略に関する調査」（2004年～2005年）、あるいは「エネルギー分野技術戦略マップ等に関する調査」（2006年）などで選んだ215の技術から選定基準に沿って選定しました。

技術自体は、特に目新しくありませんが、2030年、あるいは2050年に向けて性能向上やコスト低減の目標が非常に高く設定されているという意味で「革新的」ということです。

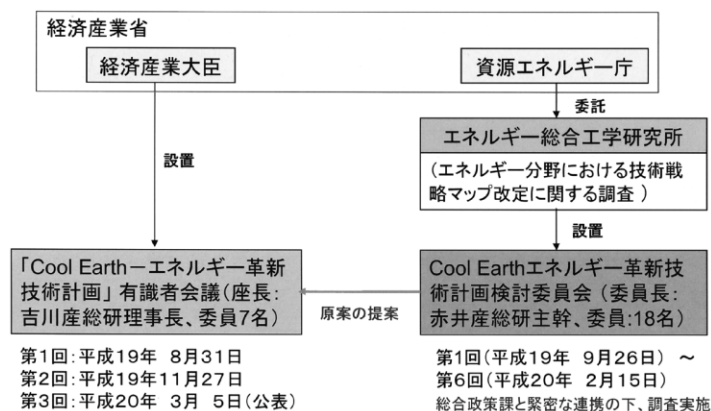


図2 検討体制と経緯



※EMS：Energy Management System、HEMS：House Energy Management System、BEMS：Building Energy Management System

（出所：Cool Earth有識者会議資料）

図3 21のエネルギー革新技術

もちろん、これは現時点で選んだものであるので、今後の技術開発の進展によっては新しい技術が入ってくる可能性もあります。その辺は柔軟に対応して追加していくのは当然だと思います。このあと、この技術の内容についていくつかご紹介していきたいと思います。

### 主な革新技術の概要

#### [高効率石炭火力発電]

石炭は資源量は豊富ですが、CO<sub>2</sub>排出原単位(1.0086kgC/10<sup>4</sup>cal)が大きいので、石炭火力発電では高効率化が重要になってきます。そのような技術として「先進的超々臨界圧発電」「石炭ガス化複合発電」「石炭ガス化燃料電池複合発電」が挙げられています。

「先進的超々臨界圧発電」(A-USC)では、蒸気条件を700℃に上げて効率向上を図るということです。600℃級での「超々臨界圧発電」(USC)は実用化され発熱効率42%(送電端-高位発熱量)を達成しています。「石炭ガス化複合発電」(IGCC)の2030年以降の効率は57%以上、「石炭ガス化燃料電池複合発電」(IGFC)は2025年に55%、長期的に65%という目標が掲げられています。これらの目標が達成できれば、CO<sub>2</sub>排出量を3~4割削減できます。

図4は技術開発のロードマップです。グラデーションの意味は、技術開発の進捗に不確実性があるため、5~10年ぐらいの幅を持たせているということです。色が濃いところは、技術が実用化され、実用プラント第1号が入る頃を示しています。

1500℃級のIGCC、700℃クラスのA-USCが2020年頃に導入が始まり、実用化される見通しです。これに対して、IGFCは、10年程度遅れて2030年頃に入ってくるという形です。

#### [CCS]

二酸化炭素回収・貯留(CCS)は、特に難しいブレークスルーが必要になるという技術ではないと思いますが、問題は、分離・回収したCO<sub>2</sub>をどこに貯留するか、どうコスト低減を図っていくかということだと思います。「気候変動に関する政府間パネル」(IPCC)が「CCSに対する特別報告書」(2005年)を出したために、改めて世界的に注目されています。今後、化石燃料の使用は、CCSとセットというのが必須条件になってくると思います。もちろん、発電だけでなく、製鉄プロセス等でもいずれCCSとの組み合わせが行われるようになると思います。

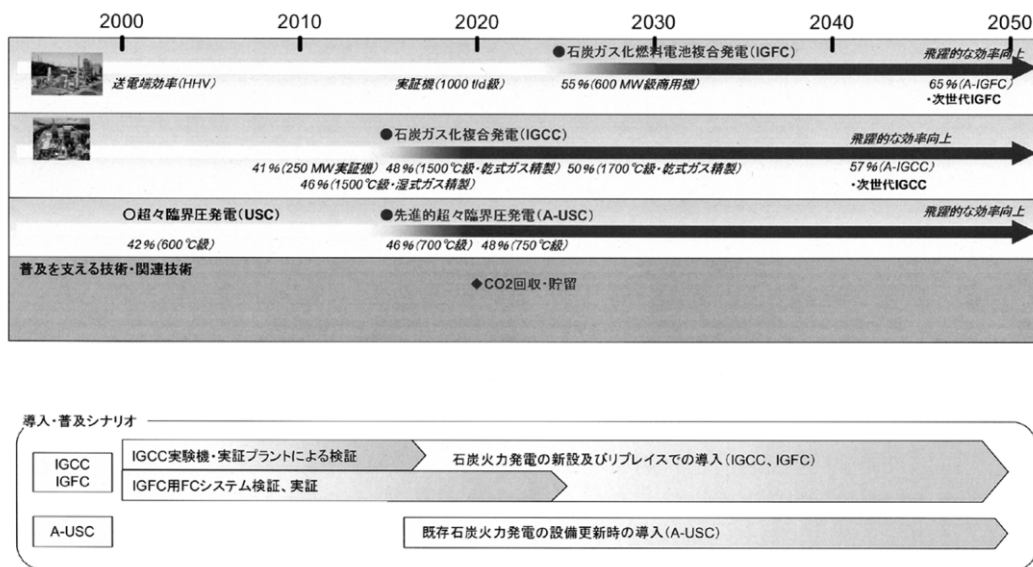


図4 技術開発ロードマップ—高効率石炭火力発電

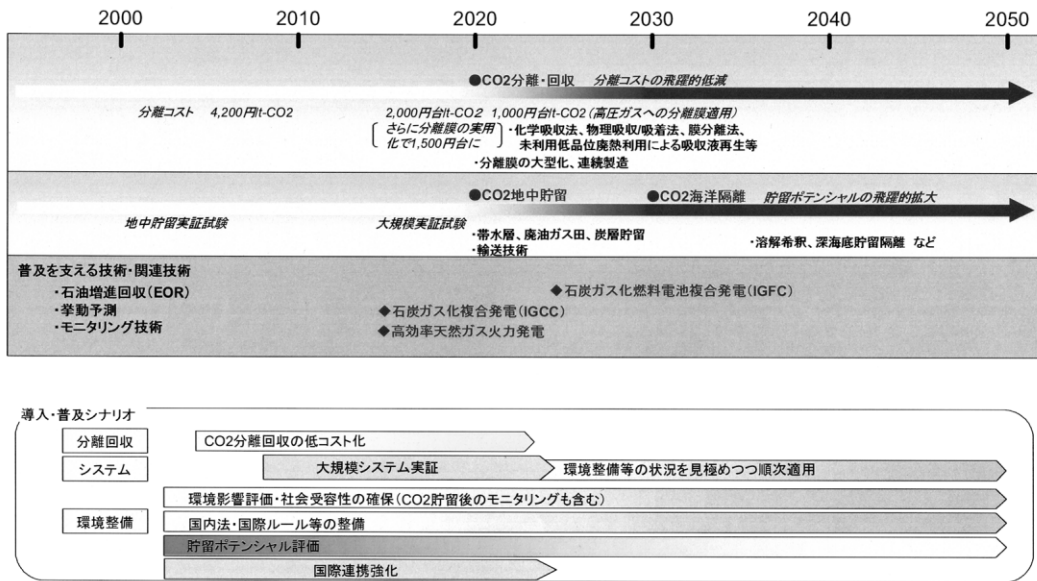


図5 技術開発ロードマップ—CO<sub>2</sub>回収・貯留 (CCS)

図5はCCSのロードマップです。分離・回収と貯留のいずれも既に基礎的な試験や実証試験が行われており、全体的に普及するのは2020年頃と考えられます。分離コストは、現在の約4,200円/CO<sub>2</sub>トンと2000円、1000円まで下げることが今後のポイントだと思います。

今、地上での貯留が主流ですが、膨大な量のCO<sub>2</sub>を処理することを考えると、環境問題との関係で時間はかかるにしても、いずれ海洋隔離が必要になってくると思います。

[太陽光発電]

今も家庭用太陽光発電の導入が進んでいますが、太陽電池の値段がまだ非常に高いということで、コスト低減と発電効率の向上が開発のポイントになると思います。現在の太陽光発電モジュールの発電効率は十数%です。これを2030年頃には、太陽光を集めて効率を上げる方式で40%にし、発電コストも火力発電並みの7円/kWhを目指します。

図6は技術開発ロードマップです。既に技

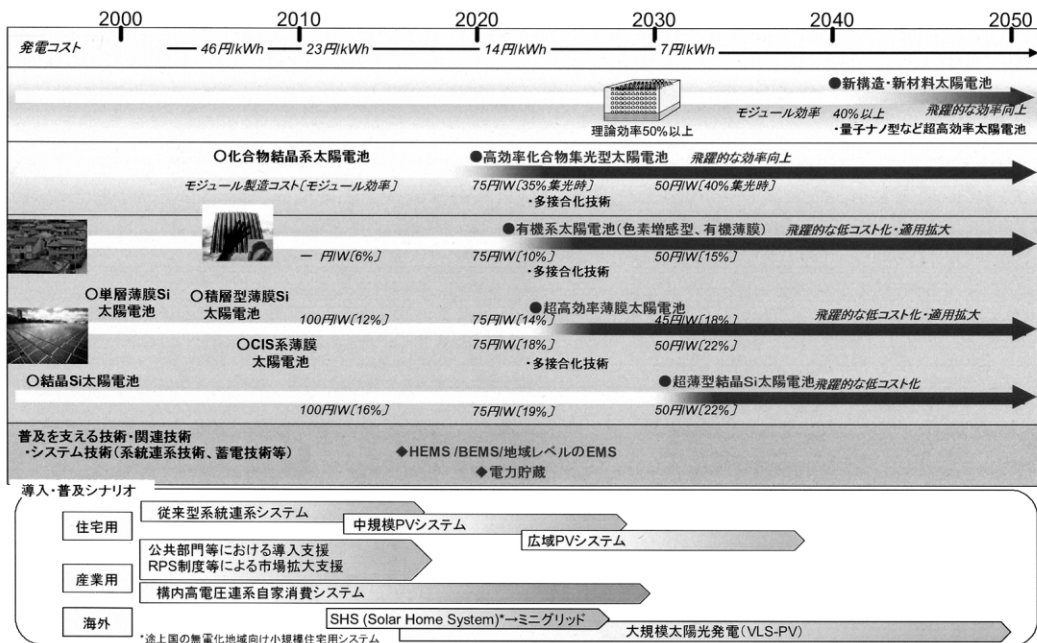


図6 技術開発ロードマップ—革新的太陽光発電



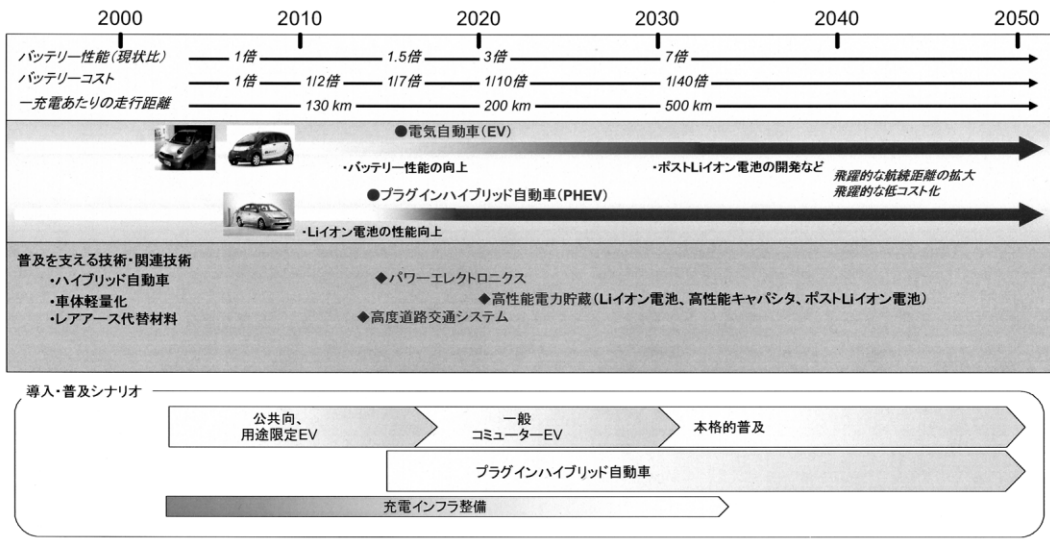


図7 技術開発ロードマップープラグインハイブリッド車，電気自動車

術開発が進んでいるものもありますが、いわゆる実用期は2020年頃という見通しです。それから、太陽電池で特に注目されるのは、新構造、新材料の太陽電池です。量子ナノ構造を持った革新的な太陽電池はそのままで効率が40%を目指します。

[プラグインハイブリッドと電気自動車]

プラグインハイブリッド車は、ハイブリッド車に積んでいる電池容量を増大させ、家庭などでの充電を可能にした車で近年注目を集めています。

ここでの目標は、積むバッテリーの性能向上とコスト低減です。図7に示すように、2030年にの目標として、バッテリー容量7倍、コスト40分の1を目指して開発を進めることになっています。トヨタが2010年頃から試験的な販売を始めると発表しましたので、プラグインハイブリッド車は、かなり早い時期の実用化が見込まれます。不確実性が大きいと言われる電気自動車ですが、それでも2025年頃には実用化されると思います。

プラグインハイブリッド、電気自動車が今のガソリン車に取って換われれば、CO<sub>2</sub>排出量が現状の50%~25%ぐらいに下がるということです。ポテンシャルが非常に大きいので、運輸部門でのCO<sub>2</sub>削減で非常に期待される技

術になると思います。

今のハイブリッド車はニッケル水素電池を積んでいます。いずれは出力密度、エネルギー密度の高いリチウムイオン電池を積むようになると思います。実は、日本はリチウムイオン電池で圧倒的な強さを誇っていました。2000年では、日本メーカーは上位6位ぐらいまでを独占していたのですが、2005年になって韓国や中国のメーカーが台頭してきているということで、日本が独壇場を続けるのは難しくなっている状況です。

[その他の技術]

燃料電池自動車の技術では、わが国が世界的にリードしており期待も高いです。問題は、コスト低減と本格普及のための水素供給インフラの整備ですが、実用化されればCO<sub>2</sub>削減には非常に大きな効果があります。

バイオマス燃料の開発では、食糧との競合を避けるためにセルロース系原料からの製造技術の確立が必要になると思います。製造コストの目標が2015年頃に40円/ℓで、かなりチャレンジングな技術開発を進めることになっています。

産業分野での革新的技術の代表例として、「革新的製鉄プロセス」があります。もちろんわが国の製鉄プロセスはエネルギー原単位が

世界トップクラスで、圧倒的に省エネルギーが進んでいますが、CO<sub>2</sub>削減を図るためにさらなる技術的ブレークスルーが必要になってきます。「革新的製鉄プロセス」の開発では、製鉄工程からのCO<sub>2</sub>の回収・分離技術とコークス炉ガス（COG）を改質して水素を取り出し、その水素を鉄鉱石の還元を使うという「水素製鉄」が対象にあげられています。実用化されると、現状からさらに3割程度のCO<sub>2</sub>削減が可能になるということです。

その他に、省エネルギー住宅・ビル、次世代高効率照明、定置用燃料電池が開発を進めていく革新的技術として挙げられています。

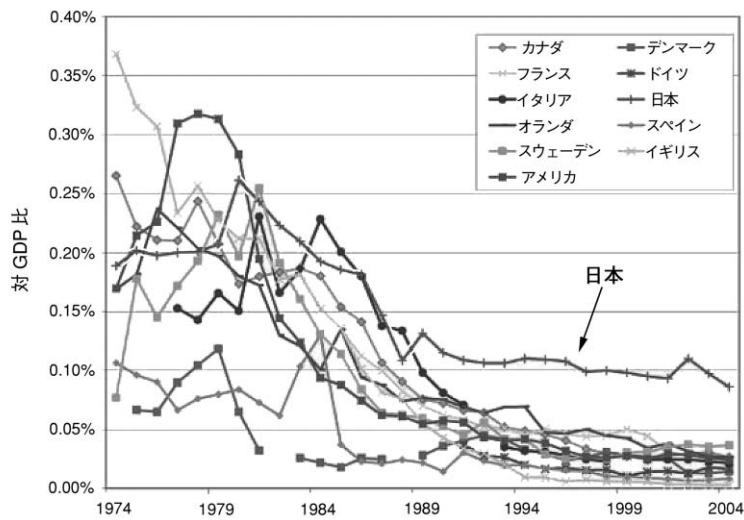
全体で21の技術についてそれぞれロードマップが作成されていますが、これらは経済産業省のホームページ\*で入手可能です。

低調なエネルギー技術開発への投資

図8は、過去30年くらいの政府研究開発投資の推移です。2度の石油ショックの時には増大したのですが、その後は漸減傾向にあります。日本は国内総生産（GDP）当たりの投資額、総額でも高い水準にありますが、原油価格の高騰、地球温暖化問題の解決を考えると、昔よりも投資が減ってきているのは問題です。今後、投資を増やしていく必要があると思います。

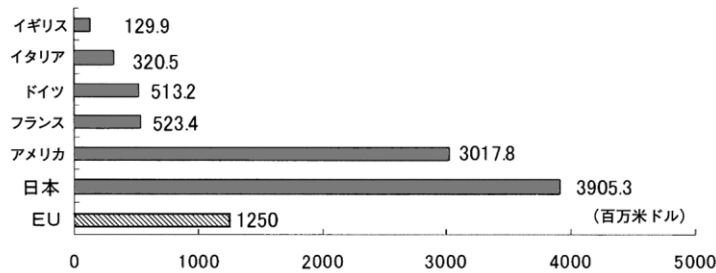
なお、わが国は2008年度予算で、「クールアース50」の実現に向けた革新的エネルギー技術

① GDP当りの各国政府研究開発投資の推移



(出所：“Global Energy Technology Strategy” 2007, JGCRI)

② 2005年の各国政府研究開発投資額



(出所：経済産業省)

図8 政府開発投資の国際比較

\* <http://www.meti.go.jp/press/20080305001/04cool-earth-p.r.pdf>



開発推進のために昨年度の443億円から629億円に増額し、技術開発強化を始めたところです。

### 高まる技術開発の重要性への認識

表1は2007年5月の「美しい星50（クールアース50）」発表後に行われた主な国際会議です。どの会議でも技術の重要性、特に革新的技術の必要性について認識が一致しています。

「Cool Earth-エネルギー革新技術計画」では、国際連携のあり方として、技術開発ロードマップの国際共有、国際連携による研究開発の加速、国際連携にあたっての留意点（民間企業の研究開発意欲を妨げないなど）を挙げています。特に、技術開発ロードマップの国際共有では、6月に発行予定の“Energy Technology Perspectives 2008”の中で各技術についてロードマップを提示するIEAと連携していこうとしています。

### 情報交換を超えた国際連携へ

表2は、主としてエネルギー分野における国際連携の現況です。古くはIEA実施協定、最近では「国際原子力パートナーシップ」（GNEP）まで、さまざまな国際連携プロジェ

クトがあります。ただ、多くは情報交換というソフト的な協定・連携です。

そういうことで、「Cool Earth-エネルギー革新技術計画」では、一歩踏み込んで、既存の枠組みを活用した連携強化の必要性を訴えています。例えば、「クリーン開発と気候に関するアジア太平洋パートナーシップ」（APP）、「炭素隔離リーダーシップ・フォーラム」（CSLF）などを通じたCCS技術に関する連携強化、「水素経済のための国際パートナーシップ」（IPHE）における燃料電池に関する情報交換の強化、GNEPおよび「第4世代国際フォーラム」（GIF）の枠組みを活かした先進的原子力発電技術に関する連携強化などがあります。

新たな連携の推進も必要です。そこでは、CCSに加えて、革新的太陽光発電、高性能電力貯蔵、超電導高効率送電、革新的製鉄プロセス、省エネ型情報機器・システムに関する連携が考えられています。特に、革新的太陽光発電については、わが国で「革新型太陽電池国際研究拠点整備事業」が始まります。これは2008年度予算が20億円ですが、海外から研究者を招聘し、世界規模で技術開発を進めていく事業です。

図9は、2050年でのCO<sub>2</sub>半減に対する技術の寄与度です。GRAPEモデルを使って当研究所で試算した結果です。これまでに挙げたエネル

表1 「美しい星50（クールアース50）」提唱後の主要国際会議の内容

会議名	開催時期	合意内容
G8ハイリゲダムサミット	2007年6月	技術は、エネルギー安全保障を強化するとともに、気候変動を抑える鍵である。我々は、すべてのエネルギー生産及び使用分野において、持続可能な、炭素集約度のより低いクリーンなエネルギーの気候に優しい技術の利用を、緊急に開発、展開、促進しなければならない。
気候変動に関する日米両政府間のハイレベル協議	2007年8月	技術革新における日米協力の重要性、及び、エネルギー効率の重要性について意見が一致。
APEC首脳会議「気候変動に関する独立首脳宣言」	2007年9月	低排出・ゼロ排出技術の共同研究、開発、普及及び移転は、気候変動に取り組むための我々の共通の努力において極めて重要になるであろう。
エネルギー安全保障と気候変動に関する主要経済国会合	2007年9月	わが国が主張する革新的技術の必要性についても各国の賛同が得られた。
日米首脳会談	2007年11月	○経済成長を維持しつつ、地球温暖化防止とエネルギー安全保障を両立させるために、革新的技術開発の推進及び原子力の平和的利用を可能にするために努力していくことで一致。 ○クリーンエネルギーと気候に関する技術の研究開発において引き続き主動的役割を果たすと共に、日本及び米国が実施しているようなこれら技術の研究開発への公的資金の増額を他の主要経済国に奨励する。 (日米協力ファクトシート)

表2 エネルギー分野における国際連携の現状（2008年2月現在）

名称	発足年月	目的	加盟国/パートナーシップ国
国際エネルギー機関(IEA)実施協定	1974年11月	IEA加盟国におけるエネルギー研究開発を支援するため設立された協力の枠組み。エネルギー、気候変動対応など、現在41の協定が締結され、情報交換等実施。	日欧米各国を含めたIEA加盟国及び非加盟国が各国の関心に応じて参加
第4世代原子力システム国際フォーラム(GIF)	2000年1月	国際協力の下に第4世代原子力システムの研究開発を進めることを目的に設置。ナトリウム冷却炉、超高温ガス炉など、6つのシステムを2030年頃を目途に国際協力で開発。	12カ国1機関（日本、米国、カナダ、英国、フランス、スイス、ロシア、アルゼンチン、ブラジル、南アフリカ、中国、韓国、EURATOM）
フューチャージェンプロジェクト(FutureGen Project)	2003年2月	ゼロエミッション型石炭火力発電所の実現を目指し、石炭をガス化し高効率で発電するシステムとCO2を地中貯留するシステムを併せてフルスケールで実証する多国間協力事業。現在プロジェクトの見直し中。	現在、検討中。
炭素隔離リーダーシップ・フォーラム(CSLF)	2003年6月	二酸化炭素分離・輸送・貯留等に関する費用対効果に優れた技術開発を促進し、炭素隔離技術の国際的な受容性を高め実用化を推進。	21カ国1地域（日本、米国、カナダ、英国、ドイツ、フランス、イタリア、オランダ、ノルウェー、デンマーク、ギリシャ、ロシア、EC、ブラジル、メキシコ、コロンビア、豪州、南アフリカ、中国、インド、韓国、サウジアラビア）
水素経済のための国際パートナーシップ(IPHE)	2003年11月	水素及び燃料電池技術の研究開発、実証、商業化を促進。また、政策や基準等の標準化を促進するための場を提供。	17カ国（日本、米国、カナダ、英国、ドイツ、フランス、イタリア、ロシア、ノルウェー、アイスランド、EU、豪州、ニュージーランド、ブラジル、インド、中国、韓国）
クリーン開発と気候に関するアジア太平洋パートナーシップ(APP)	2005年7月	アジア太平洋地域において、増大するエネルギー需要、エネルギー安全保障、気候変動問題に対処することを目的に、CO2回収型酸素燃焼石炭火力発電の日豪共同実証プロジェクトであるCallide Aプロジェクトの推進等、クリーンで効率的な技術の開発・普及・移転のための地域協力を推進。	7カ国（日本、米国、カナダ、豪州、韓国、中国、インド）
国際原子力エネルギー・パートナーシップ(GNEP)	2006年2月	原子力発電の拡大と核不拡散及び安全の確保の両立を目指す。高速炉及びサイクル施設の建設並びに高速炉技術、サイクル技術及び中小型炉技術等の研究開発を推進。	16カ国（日本、米国、フランス、中国、ロシア、豪州、ブルガリア、ガーナ、ハンガリー、ヨルダン、カザフスタン、リトアニア、ポーランド、ルーマニア、スロベニア、ウクライナ）

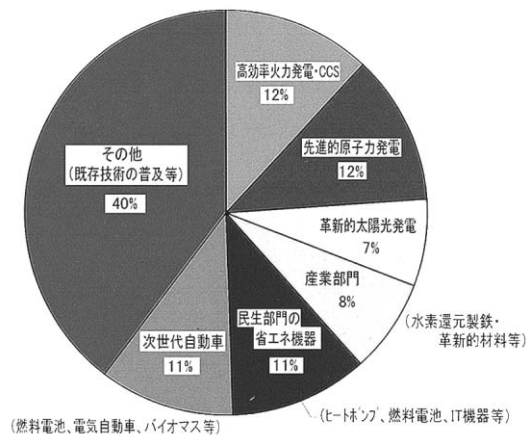


図9 革新的技術のCO<sub>2</sub>半減への寄与度

ギー革新技術が約6割を占めます。逆に言うと、こういう革新技術が実用化されなければCO<sub>2</sub>半減は到底無理ということ。やはりぜひこういう技術開発を着実に実施していくことが重要です。そのためには適切な官民の役割分担、あるいは研究開発成果の円滑な普及や市場導入、ロードマップの定期的な見直し、そして、技術の実用化・普及が必要になると思います。

## さいごに

エネルギー技術というのは、開発や普及のリードタイムが非常に長い技術です。例えば、原子力発電所の設備更新には60年、80年といった時間がかかります。ですから、50年先、100年先というのは、決して遠い未来の話ではないというのが戦略調査を実施した私どもの実感です。そういうことで、確実に技術開発を進めていく必要があると思います。

以上で私の講演を終わりたいと思います。ご静聴ありがとうございました。（拍手）

[講演]

## 2050年原子力技術ビジョン ～次世代軽水炉から「第4世代」への原子力技術開発戦略

松 井 一 秋 ( 助エネルギー総合工学研究所  
理事 )



### はじめに

今、色々なところで地球温暖化問題とその対策について議論され、2050年に二酸化炭素(CO<sub>2</sub>)排出量を現状の半分に削減するということが言われています。その目標達成に向けて原子力がどういう役目を果たせるか、またそのためにどういう技術開発があり得るのかお話ししたいと思います。

### 2050年の原子力の姿

「2050年の原子力：ビジョンとロードマップ」

日本で原子力が事故や不祥事で相当低迷して

おり、原子力界が社会の中で萎縮状態にあった平成14年、近藤駿介先生(原子力委員会委員長)のイニシアティブで「2050年の原子力：ビジョンとロードマップ」の議論が始まりました。

萎縮した状況を打破して夢と希望を与えようということで、2050年に向かって原子力がどうなるか考えてみようとしたのです。議論の結果は、平成16年11月に日本原子力産業会議(当時)の原子炉開発利用委員会に報告されました。このビジョンの主な内容は次のとおりです。

産業、経済は一層の発展を前提として、省エネ効果などによりエネルギー総需要は減少している状況の中で、

- 原子力エネルギー利用の拡大で、CO<sub>2</sub>排出量が90年比で4割減少になる。
- 一次エネルギーに占める比率は3分の1(図1原子力拡大ケース)で、発電シェアでは約6割の9,000万kWになる。

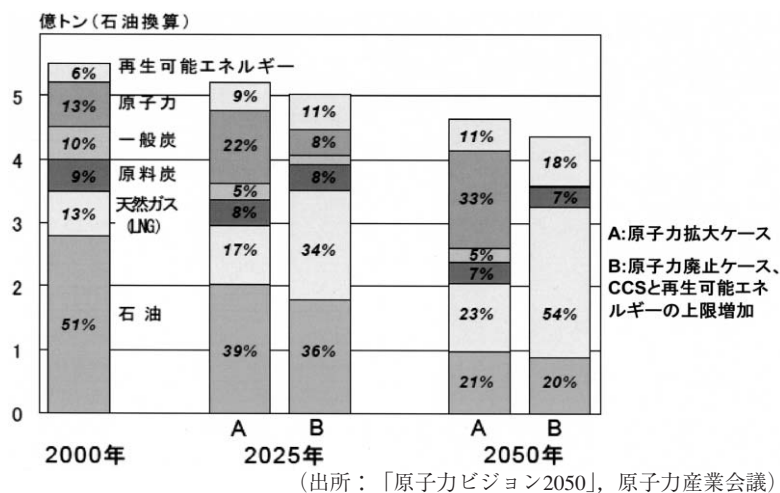
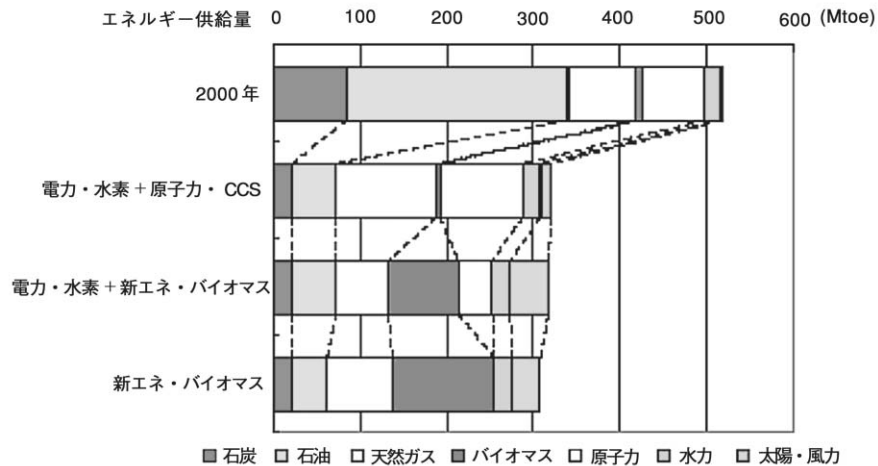


図1 わが国の一次エネルギー供給における原子力の役割



(出所：「脱温暖化2050研究プロジェクト」，2007，国立環境研究所)

図2 2050年にCO<sub>2</sub>排出量を90年比70%削減するエネルギー構成

- 最終エネルギー消費の1割強を水素でまかない，その7割を原子力エネルギーにより製造している。
- 途上国を含む世界中で新規の原子力発電所が作られており，水素製造や発電以外の利用も進んでいる。
- 高速増殖炉システムも実現していて，燃料サイクルも相当進んでいる。すなわち，
- 高レベル放射性廃棄物の処分も実施され，マイナーアクチニドの分離・変換が結構進んでいる。
- 日本企業が世界で活躍しており，世界の原子力エネルギーの発展のために活躍している。

(このスタディは，東芝がウェスティングハウスを買収し，GE・日立が会社を作ったり，仏アレバと三菱重工との協力などの最近の活発な活動の前になされている。)

#### 各種CO<sub>2</sub>削減シナリオに見る原子力の役割

[国立環境研究所のスタディ]

国立環境研究所の「低炭素エネルギー社会に向けて」という我々も参加したスタディでは，CO<sub>2</sub>排出量を1990年比で7割削減することも可能だと言っています。それを達成する

ための供給側の対応には，図2のようにいくつかのケースがあります。原子力が入ったケースでは，立地については現行計画にある発電所基数を上限としています。原子力がないケースだと，バイオマスを大量に導入しなければなりません。しかし，国内だけでの供給は不可能ですから，輸入を想定しています。結論として，原子力が入らないケースでは相当無理があると思います。さらには現行の原子力発電計画程度では，大量のCCSを前提とせざるを得ないことを示しています。

[茅教授のCO<sub>2</sub>半減シナリオ]

表1は，2008年の日本原子力産業協会の年次大会で茅陽一・東京大学名誉教授が話された2050年でのCO<sub>2</sub>半減シナリオです。エネルギーを消費する分野で分けられています。例えば，鉄鋼分野では，全体の需要が落ち，省エネ効果が上がると同時に，コークス炉ガス(COG)に

表1 日本のCO<sub>2</sub>半減シナリオ(2050年)

	CO <sub>2</sub> シェア×排出率 (基準年比)	計
発電	0.421 × 0.39	0.164
鉄鋼	0.105 × 0.6	0.063
輸送	0.208 × 0.5	0.104
民生	0.113 × 0.7	0.079
その他産業	0.154 × 0.7	0.108
合計		0.518

(出所：日本原子力産業協会2008年年次大会での発表資料)



含まれる水素を利用した鉄鉱石の直接還元効果も入れて4割減です。問題は、既にCOGが燃料として使われているため、COGの水素を取ってしまうと、COGを代替する低炭素エネルギーが必要になることです。原子力か再生可能エネルギーがその候補となるでしょう。発電部門では、原子力比率を4割～5割にすることで、CO<sub>2</sub>発生量が減少します。輸送部門では、プラグインハイブリッド車、電気自動車でCO<sub>2</sub>排出量の削減を行います。民生部門の省エネルギーは技術的には高効率ヒートポンプで行うことになると思います。地熱利用も足せば、5割削減は可能だということです。

このシナリオの前提として電化率を相当高めて、その電気を太陽光、風力、原子力など低炭素エネルギーで作ることになるということがポイントです。このように相当程度のことを仮定しても全体として5割削減は至難の技と言うことも示しています。

[長期エネルギー需給見通し(案)のシナリオ]

図3は総合資源エネルギー調査会需給部会の「長期エネルギー需要見通し(案)」(2008年3月)に示された2030年での最終エネルギー

消費量(左)とCO<sub>2</sub>排出量(右)です。これによりますと、最大導入ケース<sup>※1</sup>でも、2030年でのCO<sub>2</sub>削減量は1990年比13%減にとどまります。2005年比では22%減です。これでは2050年で5割削減は厳しいと思います。

因みに、同案では、2030年には、一次エネルギー供給に占める原子力の割合は19%、発電シェアは49%となっています。

[世界のエネルギー源別発電電力量]

図4は2100年までを予測した我々のスタディ結果です。大気中のCO<sub>2</sub>濃度を550ppmで安定させることを前提にしています。2100年まで見た場合、原子力(FBR+LWR)の発電シェアが相当ないと無理だということです。最近のIPCCなどでの議論をベースにすると、450ppmでの安定化、すなわち2050年でCO<sub>2</sub>半減が主流となっています。その条件でスタディしてませんが、結果が空恐ろしいことになることは目に見えています。CCSの大量導入と人類文明の根幹まで抵触するであろうライフスタイルの変革によるエネルギー需要の激減、そして原子力を中心とするゼロ炭素エネルギーの大量導入以外の解はありません。

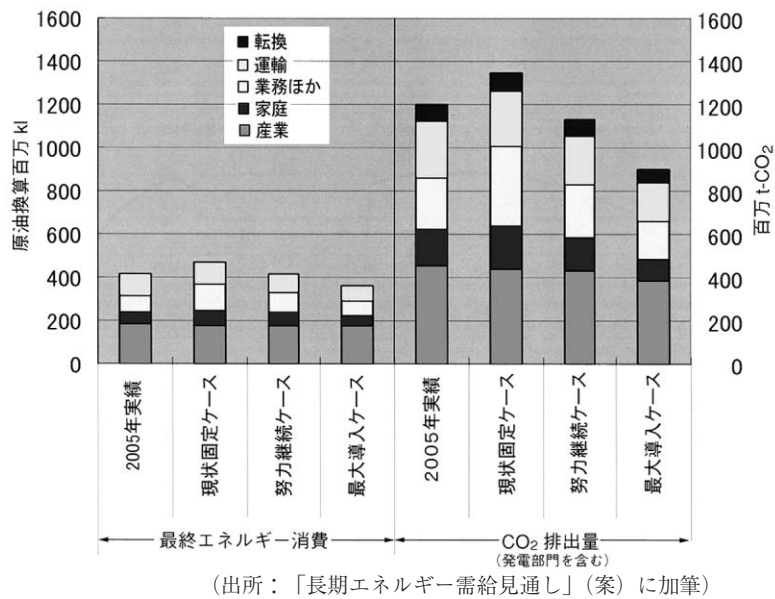


図3 2030年の最終エネルギー消費とCO<sub>2</sub>排出量

※1 実用段階にある最先端の技術で、高コストではあるが、省エネ性能の格段の向上が見込まれる機器・設備について、国民や企業に対して更新を法的に強制する1歩手前のギリギリの政策を講じ最大限普及させることにより劇的な改善を実現するケース。(「長期エネルギー需要見通し(案)」より)



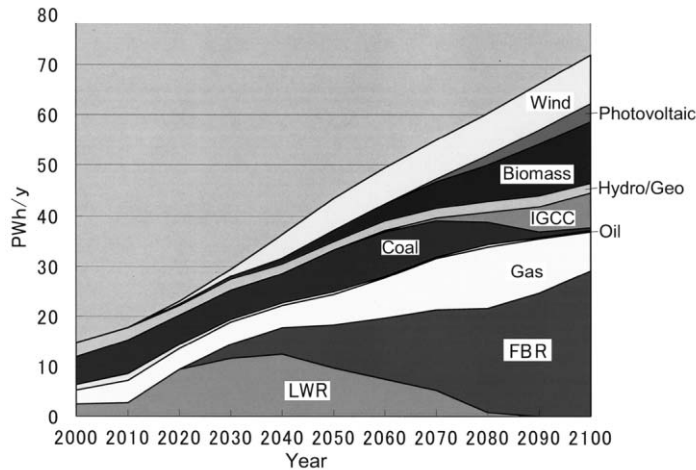


図4 2030年の最終エネルギー消費とCO<sub>2</sub>排出量

[IEAの450ppm安定化シナリオ]

図5は国際エネルギー機関（IEA）の「世界エネルギー展望」（2007年）のシナリオ比較です。今まで「標準シナリオ」（各国の現行政策の継続）、「代替政策シナリオ」を妥当なモデルだとしていた彼らですが、それではエネルギー需要とそれに伴うCO<sub>2</sub>の排出抑制に対応できないということで、450ppmでの安定化で、2050年に排出量を半減させることを目標とするケースを初めて検討しました。

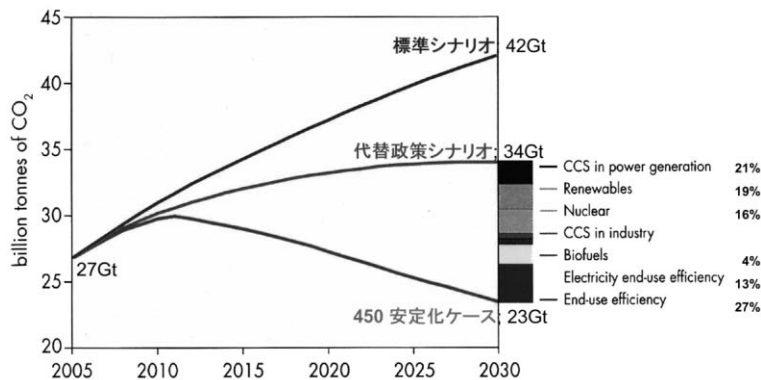
標準シナリオでは2005年の27Gtから2030年で42Gtへ、代替エネルギーシナリオでも34Gtへ増えてしまいます。450安定化ケースでは2030年には23Gtに減らすことができるということです<sup>※2</sup>。

## 原子力の対応

### 「原子力の革新的技術開発ロードマップ」

原子力委員会が取りまとめた「原子力の革新的技術開発ロードマップ」（2008年4月）では、2050年までのターゲットを考へて、どのような原子力の技術開発が役に立つのかまとめています。図6にその一部を示します。

温暖化対策として一番効果があるのは、既存炉の稼働率向上です。わが国の原子炉の稼働率は現在7割以下に落ちていますが、米国並の90%に上げれば、それだけで数千万トンのCO<sub>2</sub>



(出所：World Energy Outlook 2007, IEA)

図5 IEAの450ppm安定化シナリオ

※2 本シンポジウムの後、6月6日にIEAは「エネルギー技術見通し2008」（Energy Technology Perspectives 2008）を東京で公表した。それによると、上記の2030年までの450ppm安定化ケースに引き続き、相当の対策により2050年には14Gt、現在のほぼ半分の減少を達成可能としている。この中で、原子力発電は年間で24から32GWe、100万kWeの発電所で24基から32基の増加を想定している。

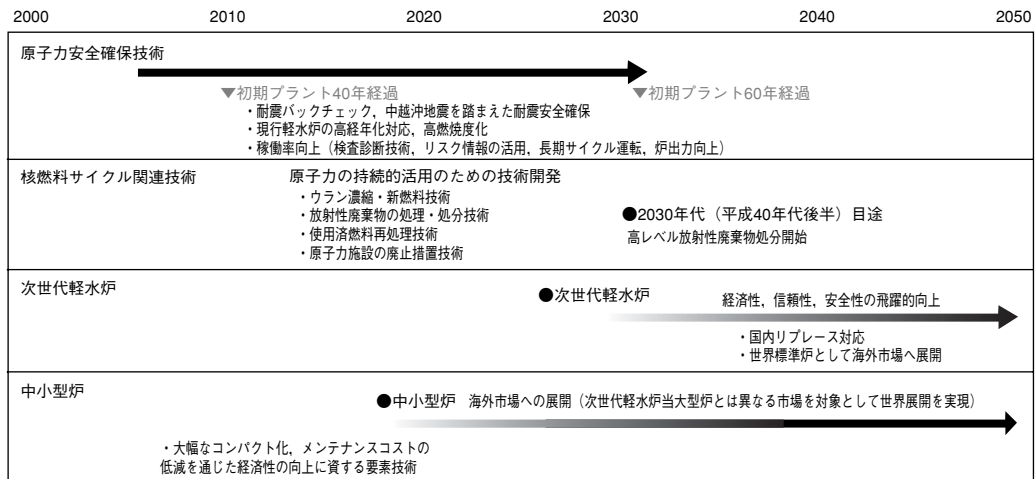


図6 原子力の革新的技術開発ロードマップの概要（部分）

排出削減になります。

次に効果的なのが出力向上です。既存炉を100万kWから1～2割上げるとは、技術的に可能で、海外でも沢山の実施例があります。それで、数千万トン規模でCO<sub>2</sub>排出を削減できます。すなわち、現在のCO<sub>2</sub>総排出量13億トンのうち約1億トンはこのように既設の設備を有効に利用していくことで比較的容易に削減できるということです。

中期的な視点から取り組むべき技術開発としては、次世代軽水炉、中小型炉の開発があります。中小型炉は「国際原子力パートナーシップ」(GNEP)のような国際協力の枠内で、発展途上国など電力の送配電網が比較的弱いところを中心とした適用を目的に、取り上げられる可能性があるところです。

「ロードマップ」は他に高速炉、水素製造、核融合など、色々なバリエーションがありま

す。高速炉は、2020年を過ぎたあたりで実証炉の話が出ています。これについて日米仏の共同開発を検討しているはずです。

### 「次世代軽水炉開発プロジェクト」

[狙い]

「原子力立国計画」に則った具体的プロジェクトとして、2008年度から始まった「次世代軽水炉開発プロジェクト」の狙いを表2に示しました。要は、わが国のリプレース需要のみならず、「原子力カルネッサンス」という世界的な原子力再興に対応するわが国の産業競争力の維持・向上だと思えます。日本が中核となった海外展開戦略の意志を示し、世界市場で通用する炉を作っていく、そのためには技術のブレークスルーを持っていないといけないということです。

表2 次世代軽水炉開発の狙い

- ・ 世界の原子力復興に呼応してわが国の産業競争力の維持向上
  - 原子炉開発能力の維持
  - 日本が中核となった海外展開戦略の意思
  - 国内産業のあり方を念頭に技術ならびに経営戦略の再構築
- ・ 技術のブレークスルーに基づく競争力の強化
  - 運転サイクル長期化、高燃焼度化による利用効率の向上、使用済み燃料の低減
  - 既設炉へのバックフィットも考慮
  - 型式認定などの制度設計も視野に
- ・ 標準化のあり方
  - 燃料、保守、免震などにおけるキーテクノロジーの同定
  - 創造、応用を駆使して機能の合理化追及
  - 初心に立ち返っての合理的な安全確保、競争力のある考え方の構築
- ・ サイクル、核不拡散
  - バックエンドを含む燃料経済の再確認
  - 高速炉、対応する再処理との整合性
  - 使用済み燃料の管理などの道筋
- ・ 世界をリードする技術開発計画としてのアピール

表3 次世代軽水炉開発のスキーム

- 世界標準を獲得し得る炉の開発
  - BWR、PWR各1炉型
  - 170～180kW級(標準化を阻害しない範囲で80～100kW級も視野)
- メーカーが主体、国・電気事業者と一体となって技術開発を推進
  - 国内市場のみならず、海外市場も睨む
- 総開発費600億円程度
  - 1/2国庫補助、特に革新性・基盤性の高い一部の技術開発は全額国庫補助
- 平成20年度から8年間で基本設計までを完了
  - 長期を要する材料試験等、一部の技術開発はその後も継続
  - 平成22年度に評価を実施し開発計画への反映・見直しを判断
- 開発と規格基準類整備・規制高度化との一体的な推進
- 国際展開の戦略的な構築

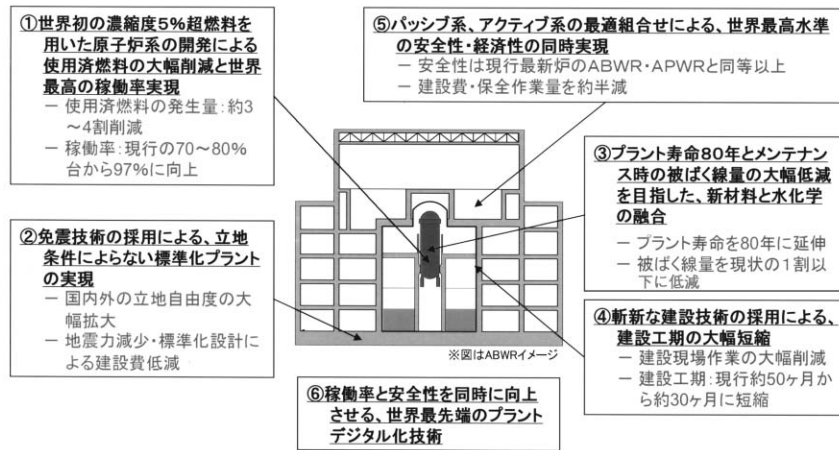


図7 次世代軽水炉の開発項目—6つのコアコンセプト—

[スキームと技術開発課題]

「次世代軽水炉開発プロジェクト」は2008年度から始まりました。表3がそのスキームです。官民一体と世界標準が特徴で、要は規格・基準の整備，規制の高度化というソフトの部分も視野に入れてやれば良いと思います。沸騰水型炉（BWR）と加圧水型軽水炉（PWR）について，こういうスキームで開発することになっています。図7に示す技術開発課題があり，計画全体を2年で見直すことになっています。

[実施体制]

当研究所が中核となり，(株)東芝，日立GEニュークリア・エナジー(株)，(株)三菱重工業の原子炉3メーカーとの共同体制で開発することになっています。

当研究所は本事業を担当する「次世代軽水炉開発グループ」を，原子力発電技術機構（2008年4月に当研究所に吸収）の機能（安全解析，

耐震，廃止等）を引き継ぐために2008年4月に付設した「原子力工学センター」内に設置しています。

「第4世代原子炉開発」

[経緯]

図8が世界の原子炉開発の流れです。現在，市場で話題になっている「第3世代」(Gen III)の主体は，沸騰水型炉（ABWRやESBWR），加圧水型炉（AP1000やAPWR），欧州加圧水型炉（EPR）など，改良型軽水炉です。我々が開発を目指す「次世代軽水炉」は，その次ということで，経済性，安全性が大幅に向上した軽水炉で，「第3世代+」(Gen III+)に分類しています。

「第4世代」は2030年頃の実用化を目指した新型炉（高速炉やガス炉など）を「第4世代国際フォーラム」(GIF)という国際協力の枠組みで研究開発していこうとしています。

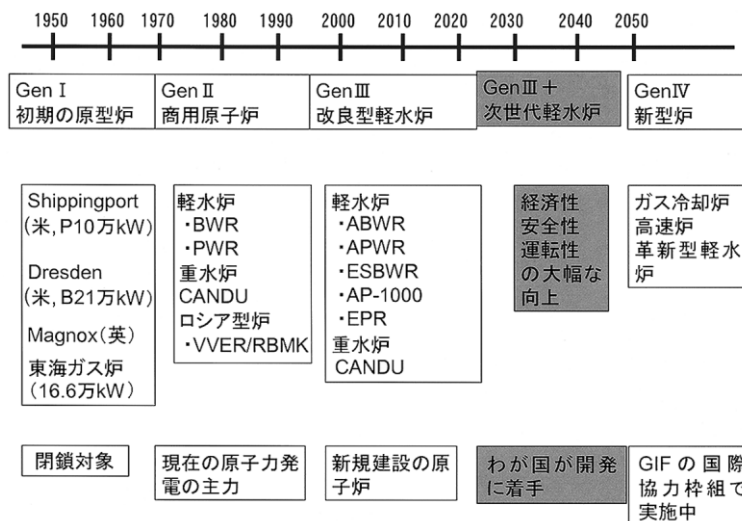


図8 世界の原子炉開発の流れ

[開発対象]

2000年から始めた「第4世代」(Gen IV)ですが、チャーターもロードマップも国際協力で作成し、開発対象として、ガス冷却高速炉(GFR)、鉛冷却高速炉(LFR)、熔融塩炉(MSR)、ナトリウム冷却高速炉(SFR)、超臨界軽水炉(SCWR)、高温ガス炉(VHTR)の6つの炉型を選びました。今はナトリウム冷却高速炉と高温ガス炉が一番興味があるところだと思います。例えば、表4にあるように、高温ガス炉のところは参加国全てが興味を持っています。EUはすべての炉型に、日本はMSR以外のほとんど全部に参加しています。

今後、中国とロシアがガス炉と高速炉の開発に参加すると思います。また、南アフリカもガス炉開発に協力するという事です。

[開発の成果]

世界で使える「第4世代」原子力発電システムというのは、言うならば理想であったわけです。これが始まった2000年というのは、米国では原子力開発がほとんどなく、日本とフランスでそれなりの研究開発のモーメントがあった頃です。国際フォーラムを作って、世界で通用する次世代の新型炉を作ろうと言いついたのはアメリカでした。日本とフランスがそれに同調した理由は、アメリカの原子力技術開発を復活させたいという思いでした。日本とフランスだけで世界全体をリードしていけるものではないと認識していたからです。

今、米国の原子力技術開発も相当盛んになってきて、新規の原子力発電所建設やGNEPなど、色々なプログラムが動いています。した

表4 開発するシステムと参加国 (2007年8月現在)

	カナダ	EU	フランス	日本	韓国	スイス	アメリカ
VHTR	◆	◆	◆	◆	◆	◆	◆
GFR		◆	◆	◆		◆	
SFR		◆	◆	◆	◆		◆
LFR		◆		◆			
SCWR	◆	◆		◆			
MSR		◆	◆				

GFR: ガス冷却高速炉  
LFR: 鉛冷却高速炉  
MSR: 熔融塩炉

SFR : ナトリウム冷却高速炉  
SCWR: 超臨界軽水炉  
NHTR: 高温ガス炉

がって、「第4世代」原子炉開発を始めた意図の3分の1ぐらいはすでに達成していると言って良いと私は思います。

---

### 原子力がCO<sub>2</sub>排出半減の決め手

---

「気候変動に関する政府間パネル」(IPCC)は、気候変動の要因の90%以上は人為的要因であると言っています。確かに、大気中のCO<sub>2</sub>濃度が上がったことは事実だし、それも人間が出したCO<sub>2</sub>であることも事実ですが、気候変動、温暖化とどう関係しているか、本当は分かっていないと思います。

2050年にCO<sub>2</sub>排出量を現状から半減させるなら、IEAのエネルギーシナリオでも「標準シナリオ」「代替政策シナリオ」など、従来の政策を継続させるのでは不十分です。大きな可能性があると思うのは、ヒートポンプの導入拡大、電気自動車などの普及に代表される更なる電化、多目的利用を目指す原子力の最大限の導入だと思います。技術ポートフォリオの中で原子力は決め手の1つであることに間違いはないと思います。

そうは言っても、原子力に限らず、技術が社会に受け入れられることはそう簡単ではありません。ライフスタイルの転換を含め、技術と社会という課題に我々は謙虚に立ち向かっていかなければいけないと思います。私の話を終わります。(拍手)



## エネルギーに対する技術の貢献と戦略

モデレーター 西尾 茂文 (東京大学 理事・副学長)

パネリスト 梶本 晃章 (東京電力(株) 顧問)

ドミニック・リストリ (欧州連合 欧州委員会  
運輸・エネルギー副総局長)

マイケル・W・ハワード (米国電力研究所  
上級副社長)



西尾 パネル討論の目的は、エネルギーセキュリティの確保 (Energy)、地球環境の保全 (Environment)、経済成長 (Economy) の3つ、いわゆる「3E」を達成するために、どのようなスタンスで何をやらなければならないかを議論することです。

まず、今の3つを達成するためにどんな考え方があるのか、午前中のご講演でお話を伺ったハワードさん以外のパネリストから簡単にご紹介いただきたいと思います。

最初に私が考えていることを簡単にご紹介させていただきます。

---

[プレゼンテーション]

地球温暖化とエネルギーの論点

西尾 茂文 (東京大学  
理事・副学長)

---

[地球温暖化の要因]

図1を見ると、1900年と2000年の間に地球の気温が2回大きく上昇したことが分かります。1900年代初頭の上昇の原因は、太陽活動や地球の自然の変化にあり、1970年以降現在に至るまでの上昇は人為的要因による可能性

がかなり高いというのが最近の「気候変動に関する政府間パネル」(IPCC)の結論です。やはり我々は地球環境問題に対して国際的に認識を新たにして、対応していかなければいけないと思います。



西尾 茂文氏

(東京大学 理事・副学長)

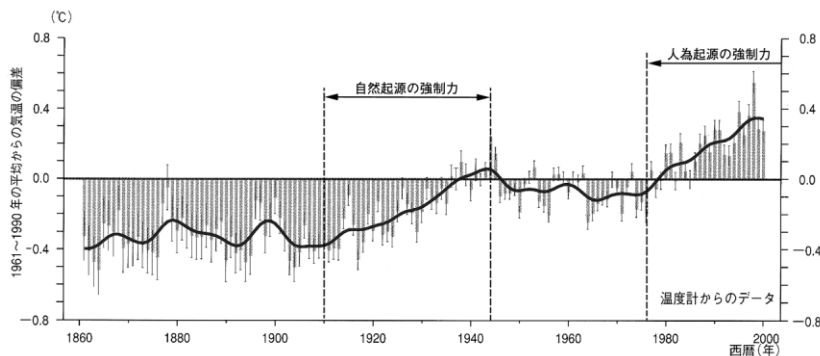
[エネルギー利用効率の向上]

地球温暖化対応として何をしたらいいのか。持続可能な社会の構築を前提にすると、エネルギーの効率的な使用が第一の課題だと思います。エネルギー消費の流れについて日本を例にとり説明したいと思います。

図2で一番左が一次エネルギー投入、真ん中がエネルギー転換、一番右が最終利用です。まず、発電効率が37%にとどまり、エネルギー転換から最終利用に行くところでは、利用率(Effectiveness)が65.1%まで落ちてしま

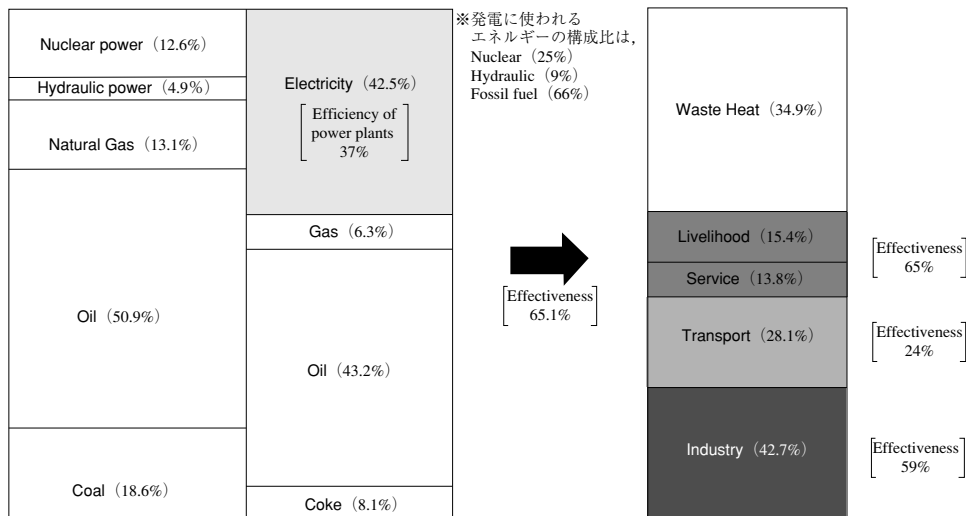
っていることがわかります。

部門別では、民生部門(Livelihood+Service)でのエネルギーの利用効率が65%、輸送(Transport)が24%、産業(Industry)が59%です。日々の生活である民生部門での利用率は高く見えますが、電力を多く使っている



(出所：気候変化2001 (地球温暖化第三次レポート), IPCC)

図1 地球温暖化とその原因



(出所：経済産業省「エネルギー白書2004」, 図201-1-3に加筆)

図2 日本のエネルギー利用効率

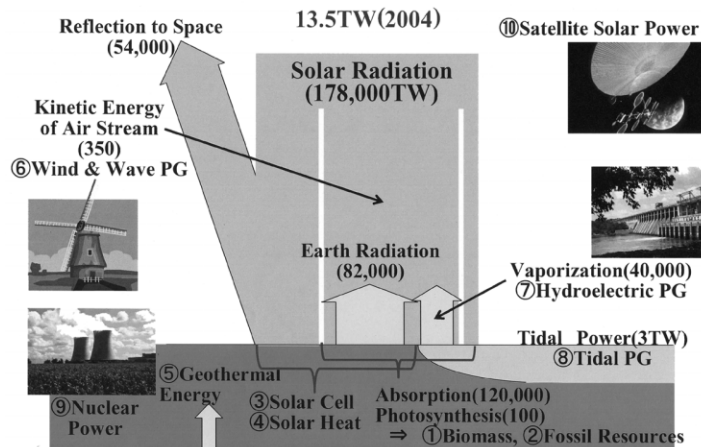


図3 地球上の再生可能エネルギーの流れ

ことを考えると、決して高い数字ではないと思います。輸送部門の24%は、相当真剣に議論すべき課題だと思います。産業部門は59%でかなり頑張っていると思われませんが、同部門が最終利用全体の43%を占めていることから、さらなる効率化が求められます。

エネルギー利用効率国によって違いますが、これを1つの指標として、各国がどういう技術開発の目標を設定するか政策を立てるかが重要なポイントだと思います。

[再生可能エネルギーの利用増加]

化石資源が有限であるなら、再生可能エネルギー、あるいはフロー型エネルギーをどう使うかが話題になると思います。

図3に再生可能エネルギーの流れを示しました。どの再生可能エネルギーをどの程度使用するかは国によってかなり異なると思います。私の試算では、日本は国土が狭いため再

生可能エネルギーの量も少ないと言わざるを得ません。日本が再生可能エネルギー中心の持続型社会になるには、どういうエネルギー供給形態をとったら良いかが大きな課題になると思います。

[トリプル50]

そういうことを考えて、私は、図4に挙げた代表的な技術開発を実施して、2030年までにエネルギー利用効率を35%から50%に、非化石資源の利用率を19%から50%に、資源の自給率を50%に、それぞれ引き上げようという「トリプル50」のビジョンを提案しました。我々の試算では、「トリプル50」達成で二酸化炭素(CO<sub>2</sub>)排出量は半減します。

[不可欠な国際協力と分野を越えた協力]

色々な課題があると思いますが、重要なことは、国際的な協力はもとより、すべての分

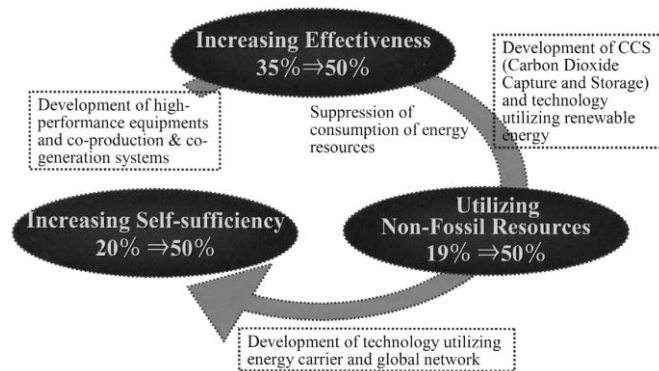


図4 「トリプル50」達成への道程と主な技術開発項目

野の人達の協力が必要なことです。状況をいかに判断するか、選択するかというところでは、工学系の人達だけでなく、人文科学系の人達の協力が必要なのです。

国際的な協力と全分野の人達の力の結集がないと、持続可能な社会は実現できないと思います。今日のパネル討論が、僅かなりともその合意に達する一助になれば大変ありがたいと思っています。



榑本 晃章氏

(東京電力(株) 顧問)

[プレゼンテーション]

「エネルギー新時代」の価値と技術

榑本 晃章 (東京電力(株) 顧問)

[はじめに]

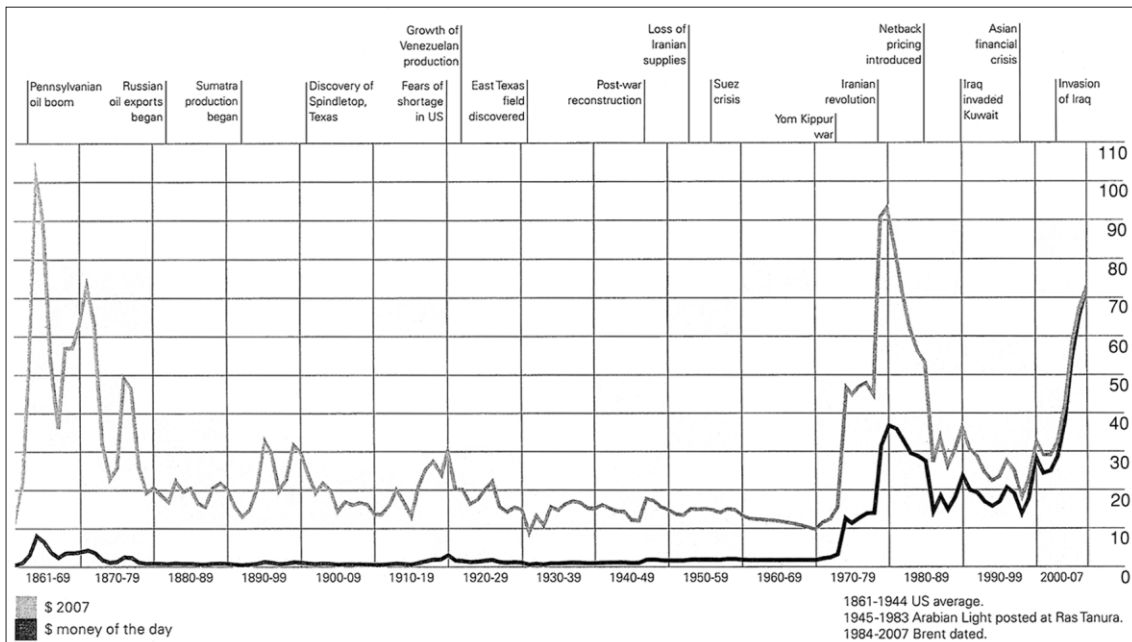
エネルギー安全保障、今後の技術の貢献・戦略を考えるとときに確認すべきバックグラウンドに関する話から始めさせていただきたいと思っています。

[エネルギー情勢の変化]

産業革命によって誕生した機械文明に超巨

大油田の発見が相まって「エネルギー大量消費文明」ができました。それによって、日本を含めた先進諸国は大変豊かになりました。人為起源の温暖化ガスの排出は、そういう発展の「陰の部分」だと理解しています。

石油産業には約140年の歴史があります。140年の歴史を価格の推移で見事に表示したデータが図5です。初期は高かった石油価格ですが、大量に生産されることで安くなりました。1973年、1979年の二度のオイルショックの時には価格が高騰しました。しかし、当時、エネルギー需要を引っ張っていたのはOECD諸国に限られ、価格は数年のうちに下がりました。



(出所：BP Statistical Review of World Energy)

図5 石油価格の推移 (1861～2007年)

## [エネルギー新時代の到来]

昨今の石油価格の高騰には、石油ショックの時とは異なる背景があります。それは、エネルギー需要の牽引力として、大人口を抱えながら急速な経済成長を続ける中国、インドが中心になっていることです。こうした背景を考えると、「石油高価格時代」、あるいは「エネルギー新時代」に入ったと言っていいと思います。これからの技術の開発・改善は、エネルギー価格、特に高い石油価格を前提に進められるに違いないと思います。

石油需要の世界的な増加に加え、地球温暖化問題も「エネルギー新時代」を特徴づける要素です。その原因は、一応、化石燃料の大量消費にあるという合意がなされています。

## [エネルギー大量消費文明の技術と思想]

今日の「エネルギー大量消費文明」を作り出したキーテクノロジーは、発電事業と自動車の大量生産だと思います。

130年前にニューヨークでエジソンが直流で電気事業を始め、100年前に16歳下の弟子であるヘンリー・フォードがT型フォードの生産を始めました。これはエネルギー大量消費の原点です。この2つの技術に支えられ、私たちは「大量で安い。機能的に便利。スピードが速い」という20世紀的な価値観で現在の社会を作ってきました。その一方で、CO<sub>2</sub>を垂れ流し続けたというのが先進国のやってきたことだと思います。

## [エネルギー新時代]に求められる価値と技術

「エネルギー大量消費文明」を支えた「大量で安い。機能的に便利。スピードが速い」という20世紀的な価値と仕組みを、「エネルギー新時代」の中で大きく変えることが要求されていると思います。企業の目的、社会のあり方、ライフスタイルのあり方、エネルギーシステムについて、全面的なパラダイムシフトが要求されています。

では、21世紀の価値は何か。「大量消費と大量廃棄」を否定したいところですが、これは無理です。目指すべきは、大量消費、大量廃棄を超えて人間に優しく自然に調和したエネルギー利用効率の極めて高い低炭素社会を作ることだと思います。

今求められているのは、新しい価値観に基づく新しい技術、新しい産業だと思います。しかし、一気にそこへ行くわけではありません。私が思いますに「温故知新」、古いものをもう一度見直すことは、「エネルギー新時代」において非常に有効な策だと思います。その際に重要なのは、異分野の専門家の交流です。色々な専門や文化の違いを持った人たちが交流する。これがこれからの大きな条件整備のキーになると思っています。

---

## [プレゼンテーション]

### 世界のエネルギー状況とEUの施策

ドミニック・リストリ (欧州連合 欧州委員会  
運輸・エネルギー副総局長)

---

## [対応策の優先順位を決める4つの要素]

「3E」は別に曖昧なコンセプトではなく、実は日々の生活に直結しているもので、だからこそ今人々の最優先課題になっているのです。

それへの対応の優先順位は今の世界のエネルギーの状況に沿って決まります。その状況の特徴として次の4つが挙げられます。

### ①世界のエネルギー需要の急激な伸び

2030年までに約60%伸びるとも言われています。エネルギー需要が今のペースで増えていけば、石油、石炭、天然ガス、ウランの価格にも大きな影響が出て、これら資源の供給確保が非常に厳しくなっていきます。新しい政策を考えるときには、この点を見逃すことはできません。



## ②エネルギーと気候変動の関連性

4, 5年前にはエネルギーと気候変動の関連性について、必ずしも意見が一致していませんでした。しかし、今では世界中で化石燃料の使用が平均気温の上昇に関係しているという点で、意見が一致していると思います。それに沿って新しい政策を考えていく必要があります。

## ③エネルギーの外部依存度の高まり

ヨーロッパ、日本なども外部へのエネルギー依存度が高くなっています。この点で、エネルギー源の多様化や供給の多角化が求められます。

## ④低調だったエネルギー分野への投資

過去25年間、ヨーロッパ、日本、アメリカを始め、世界のどの地域においてもエネルギー投資が足りませんでした。ヨーロッパでは、この先20年の間に、発電、送電を含む発電分野に少なくとも9,000億ユーロの投資が必要になっています。既存発電所の50%が2030年までに更新時期を迎えます。

このある種のチャンスを活かして投資を呼び込み、クリーンなテクノロジー、クリーンなエネルギーを導入できれば非常にいい結果がもたらされるはずです。

## [EUが進める施策]

「低炭素経済」を目指していく上で、まずエネルギーセクターを低炭素型に移行させていくことが必要です。EUは、2020年に電源構成の20%を再生可能エネルギーにしようと考えています。規制や革新のための補助・支援をうまく組み合わせることでその目標を達成しようということです。

原子力に関しては、全EU加盟国で安全保障、核不拡散、廃炉措置に関する法的枠組みの整備と早期の実施が必要です。フランス、フィンランド、イギリス、ブルガリア、ルーマニア、チェコ、スロベニアなどで、新規の発電



ドミニック・リストリ氏

( 欧州連合 欧州委員会  
運輸・エネルギー副総局長 )

所建設計画が決定されているからです。また、「第4世代原子炉開発」を含めて研究開発の支援も進めています。

最後に、EUでは「エネルギー効率向上のための行動計画」を実施していきます。目標は2020年までに20%の向上です。重点分野は、発電部門、運輸部門、建物での効率向上となっています。

---

[パネル・ディスカッション]

## エネルギーに対する技術の貢献と戦略

---

### エネルギー利用効率向上の技術開発

西尾 「3E」の同時達成が重要だということは共通の認識だと思います。そのために、榎本さんもリストリさんも、①エネルギーの利用効率向上、②温室効果ガスの排出抑制、あるいは再生可能エネルギーの導入、③技術開発に関する国際協力について述べられました。パネル・ディスカッションはこの3つの論点で進めたいと思います。

まず、エネルギー利用効率向上のための技術開発について、パネリストの皆さんから具体的な目標、重点部門、効率向上のための技術開発などのお話を伺えればと思います。

### 〔送配電、家電製品使用における効率向上策〕

ハワード 今、電気の送配電ロスは約9%です。このロスを、ケーブルトランスフォーマーやブレーカーなどの改良で、4～5%まで下げる努力が行われています。

また、コンピュータを始め、色々な家電製品は、家庭まできた交流を整流器（AC/DCコンバータ）で直流に変換して使用します。ところが、この整流器のエネルギー効率は、平均で65%しかないということが試験の結果分かりました。家庭にある本当に小さな装置を少し改良するだけでのエネルギー効率を大きく高めることができます。

そこで、現在アメリカでは、メーカーと協力して「AD+」という標準を作りました。これで少なくとも整流器のエネルギー効率を80%まで高めようとしています。「2007年エネルギー政策法」では、2012年までに90%まで高めることが要件になっています。

整流器だけでなく、家電製品の設計をもっとよくすれば、さらにエネルギー効率を高めることができ、かなりの温室効果ガスの削減が図れるはずです。

### 〔電力、運輸、建物の効率向上を目指すEU〕

リストリ 「エネルギー効率向上のための行動計画」の目標は2020年までに20%の向上ですが、目標達成には、個人、政府、産業界も含めた枠組みで取り組む必要があります。

まず、発電部門では、省エネの観点から発電所の保守、建設を行なうと同時に、家電製品の待機電力の低減を目指します。

運輸部門では、更なる燃費の向上を目指します。因みに、2008年に発売されたヨーロッパの自動車の燃費は7ℓで100kmです。アメリカ車の倍になっていると思いますが、もっと高める必要があります。より具体的な策、例えば、都市部における自動車の乗り方の変更を促す方策などを地域レベルで進める必要があります。例えば、大型車に1人で乗ることに合理性があるとは言えません。また、エ



マイケル・W・ハワード氏

（米国電力研究所  
上級副社長）

ンジンや燃料の更なる改良でも燃費向上が図れるはずです。

建物におけるエネルギー効率向上では、新しい建築物、特に公共の建物を対象に少なくとも40%の向上が可能と考えています。

### 〔トップランナー方式で効率向上した日本〕

榎本 日本の鉄鋼、セメント、製紙、化学等、エネルギー大量消費産業のエネルギー利用率は世界トップレベルです。これらの産業では、外国への技術移転をどう進めるか検討を始めているところです。

また、日本の自動車や家電製品の効率も国際的に十分高くなっています。

一般的に、効率向上は、基準設定、規制という手法で図られます。しかし、日本の「トップランナー方式」では、メーカー各社にモノづくりを競わせ、その成果を「省エネ大賞」「省エネナンバーワン」というキャッチフレーズにつなげ、その普及を図っています。

エネルギーの利用率は、モーターなど、色々な設備の中に埋め込まれています。ですから、その機械やシステムを改善したり取り換えなければ、効率改善は実現できません。これに関連して、経済産業省の「長期エネルギー需給見通し案」（2008年3月）では、2020年度に2005年比で11%のCO<sub>2</sub>削減を達成するには、52兆円の費用がかかるということです。方策として、買い換え促進、産業設備の設備

更新、住宅への太陽光発電パネルの設置、更なる高気密、高断熱の向上といったアイデアまで入っています。

しかし、どんなに高い効率を誇る製品でも、それを発揮できる環境が整っていなければ、設計どおりの効率を発揮できません。例えば、燃費に優れたハイブリッドカーも、渋滞でのろのろ運転だと、期待された効率は出ません。当然、温室効果ガスは沢山出てしまいます。したがって、そういう社会的、あるいは設備、機械の周辺環境の整備も非常に重要です。

#### [欧米での効率の数値]

**西尾** 日本の場合、発電時の効率は約37%、最終消費段階、例えば運輸部門だと約24%です。それぞれの国でどれぐらいの効率か数値が分かれば、ハワードさん、リストリさん、教えていただけますか。

**ハワード** アメリカの典型的な火力発電所の発電効率は約35%です。私が発電効率についてのプレゼンテーションでこれを言うと、「そんなに低いとは知らなかった」と驚かれます。ですから、一般の人々に対してエネルギー効率を高めるためにできることが沢山あることを伝えないといけないと思っています。それによって意識が高まり、変化が生れ、エネルギー効率が高まっていくでしょうから。

**リストリ** EUでは最近、エネルギー効率向上に関して意識高揚を促す情報がどんどん提供されています。過去20年間、エネルギー政策は不十分で、省エネルギー、エネルギー効率もそれほど重要と思われていませんでした。しかし、今やエネルギー政策が充実し、そのうえエネルギー効率向上のための迅速なアクションが要求されるようになっていきます。

それにさまざまな法規制を組み合わせ、イノベーションを促進することで成果が生まれてきていると思います。

**西尾** 梶本さんがおっしゃったように、日本の自動車のエンジンの効率は、定常走行だと40%弱ですが、実走行状態だと約20%だと思います。ですから、実走行状態での効率を把握しながら対策を立てていくことも重要だと思います。

#### 温室効果ガスの排出抑制策

**西尾** エネルギーの利用効率の向上以外で、温室効果ガス排出を抑制する技術としてどんな観点があるか。

例えば、二酸化炭素の隔離・貯留（CCS）、再生可能エネルギーの普及、水素の利用などが考えられますが。

#### [原子力、再生可能エネルギー、植林]

**梶本** 電力業界に身を置く者としては、社会的に受容され信頼が得られれば、最も現実的で最もパワフルな手段は原子力発電です。もちろん、安全と核不拡散を確保することは言うまでもありません。私どもは中越沖地震（2007年7月）をきっかけに、柏崎刈羽原子力発電所の運転が停止中です。これによって改めていかに原子力が強大かということを知られました。

再生可能エネルギーについては、発電以外、例えば太陽熱を熱として使う、水の流れを流れの力としてそのまま使うということを含めて、地域の特徴をフルに生かしながら開発を試みるべきだと思います。ただ、再生可能エネルギーの導入の一番の問題は、コストが高いことです。

温室効果ガス排出抑制策として、植林も有効な策であることを忘れてはいけないと思います。

#### [CCS、再生可能エネルギー、水素]

**リストリ** エネルギー安全保障のために、CCSの適正な研究開発をやっていかなければならないと思います。現状を考えると、石炭に注目する必要があります。例えば、中国で

は石炭が今後も長期にわたって主要なエネルギー源と言われています。石炭利用を続けるためにもCCSの研究開発が必要です。EUでは業界とともに新たなプロジェクトを立ち上げてCCSの研究を行っています。

EUは2020年に再生可能エネルギー発電比率を20%にする目標を掲げています。主に風力、太陽光、水力、バイオマスでの発電になりますが、この部分でのイノベーション、研究開発にかなりの力が注がれています。また、国の助成についても枠組みの強化されています。このような努力で再生可能エネルギーは今後温暖化防止に大きく貢献していくと考えます。

水素やエタノールは中期的に重要だと考えています。特に水素製造において、条件整備が必要ですが、ここでは原子力が大きな役割を果たすと思います。

#### [米国の再生可能エネルギー導入基準]

ハワード アメリカの50州のうち27州で、再生可能エネルギーの「ポートフォリオスタンダード」が設定されています。例えば、2020年までに発電の20%、2030年までに25%を再生可能エネルギーにするなど、州レベルで様々な目標が設定されています。全米レベルの要件については、新政権がまとめていくと思っています。「ポートフォリオスタンダード」の達成には、技術の改善、信頼性向上、コスト低減が必要になります。

しかし、再生可能エネルギーによる発電は断続的です。例えば、風力発電は風が吹いた時しか発電できませんから、出てきたエネルギーの貯蔵が非常に大切になります。また、系統連系も大きな課題です。エネルギー安全保障の面でも環境の面でも再生可能エネルギーに関する技術が必要です。

技術的に困難な課題が多いのですが、皆で力を合わせ、より高い比率の再生エネルギー利用を進めて温室効果ガスの排出を低減していかなければならないと思っています。

#### [高い石油価格と再生可能エネルギーの促進]

西尾 石油価格が高いということで、発電部門では石油の割合がだいぶ減ってきています。いまだに高い再生可能エネルギーですが、石油の高価格が、輸送部門や分散型のエネルギーでの再生可能エネルギーの導入の促進につながるような場面もあるのではと思います。その辺はいかがでしょうか。

榎本 経済全体としてはその傾向にあります。風力や太陽光を電力系統につなぐために、電力会社のネットワークは、安定化機能やバックアップ機能を果たしています。これをコスト計算すると高いものになります。それでも再生可能エネルギーは、大事なクリーンエネルギーですので何とか活用していくことに取り組んでいます。

それから、再生可能エネルギーの場合には、皆様の協力が必要です。10年前、東京電力では日本自然エネルギー株式会社を作り、ソーラーさんの協力も得て、「グリーン電力証書」という一種のカーボンオフセットのスキームを開発しました。既に180件の契約をいただき、ビジネスとして成り立っています。

リストリ 確かに石油価格の高騰は、再生可能エネルギー導入にプラスに働きます。しかし、すぐには終わらない移行期間では、グリーン電力証書や特別な料金体系などで導入をサポートしていくと同時に、研究開発もサポートしていく必要があります。EUも既存の指針や基準を強化して、再生可能エネルギー発電を促進していきます。

ハワード 原油や天然ガス価格の高騰は確かに再生可能エネルギーの利用の拡大につながります。発電における電源構成は変わっていくでしょう。しかし、出力が不安定な再生可能エネルギーは基幹電源として使いにくいという課題があります。やはり一定比率で石炭、原子力、天然ガスなどが電源として残ると思います。



私が電力の全体的なコストを見る限り、電力価格は上がらざるを得ない状況です。その中で、CO<sub>2</sub>排出に課税すれば電源構成に大きな影響を及ぼすでしょう。まだアメリカには、CO<sub>2</sub>排出に関する法規制はありませんが、この先2年ほどで状況が変わるかも知れません。

ただ、持続可能性ということを考えると、CCS、再生可能エネルギー、原子力、いずれの技術も進めていく必要があります。

エネルギー効率の改善も必要です。日本は、エネルギー効率向上で素晴らしい成果を上げています。EPRIとしては、そういった技術をアメリカで普及展開する手伝いをしたいと思っています。

### 今後必要となる国際協力

西尾 技術開発には、実用化にあたって国際競争の面があると思います。ただ、長期的、あるいは地球環境の保全という観点からは、競争だけでなく、国際協力も必要だと思います。これからどういう国際連携が必要か。その辺のご意見をいただければと思います。

ハワード 実は、米国電力研究所（EPRI）の存在そのものが国際連携の体現です。EPRIの活動は世界各地の機関、企業に支えられ、EPRIや加盟各社の開発した技術が世の中へ出てきています。技術で解決できる問題でも中には、1社、あるいは1国だけでは対応できないものが沢山ありますから、国際的に協力してこそ技術進歩がありわけです。

今の経済の駆動力の1つが競争ですから、競争も大事です。しかし同時に、技術を独り占めすることなく、商業化や技術供与、ライセンス供与などを進めることで早く展開させることも大切です。

日米欧はこの点で非常にうまくやってきたと思います。今回のシンポジウムもそうです。情報交換、意見交換を通じて我々すべてが持続性を達成できると考えます。子供や孫

の世代はそれを我々に期待しているわけです。EPRIもまさにそのための組織なのです。

リストリ 温暖化対策、エネルギー問題は今以上の国際協力がなければ解決できません。国レベル、あるいは地域のレベルで新たな取組みを始めるために今すぐアクションを起こす必要があります。洞爺湖サミットはそのためのチャンスです。例えば、エネルギー効率に関して、法的拘束力のある共通目標は設定できないにしても、「コモンアプローチ」で最初の一步を踏み出すことはできると思います。

最近のG8の提言の中に、エネルギー効率向上についてIEAとの緊密な協力の下での「国際プラットフォーム」の構築ということがあります。これなどは国際協力の好例です。また、恐らく、「カーボンプライス」について新しい国際的取組みが必要になると思います。排出者を罰し、クリーンテクノロジーを推進するような取組みです。

榎本 今のお二人の話に賛同いたします。特に原子力については、日本では日本原子力研究開発機構が国際的な研究開発の主体の1つになっています。核融合やFBRの世界では日本も相応の国際的な役割を担い、貢献度もそれなりにあるとご理解いただいていると思います。

私は、リストリさんが話された「コモンアプローチ」、「国際プラットフォーム」について全面的に賛同します。国際的な競争と協調で技術開発をする、第一は対話をする、違いを認め合うということです。ここで、「国際プラットフォーム」は有効かつ圧倒的に必要だと思います。実は国際的にお互いの違いを認め共有することが日本が提案中の「セクター別アプローチ」のベースです。

違いを認めるためには、その前段階として比較可能であることが要求されます。2007年12月にバリ島で行われた、国連気候変動枠組条約第13回締約国会議（COP13）で、計測可

能，報告可能かつ検証可能（Measurable, Reportable, Verifiable）という3原則を先進国，発展途上国で共有しましたが，これによって比較可能が始まります。ところが，国際的に産業の比較をすることは至難の技のようです。「アジア太平洋パートナーシップ」という温暖化問題の取組みの中で，鉄鋼，セメント，化学業界などの比較は，「バウンダリー」の整合性をどうとるかの議論に1年を費やしてようやく可能になったということです。電力業界も今同じような部分で努力をしているところ

さいごに

**西尾** エネルギーの効率的な利用，それから温暖化ガスの排出抑制，あるいは再生可能エネルギーの導入，それから国際協力という観点で議論をいただきました。大きな目標をもった技術開発，国際協調が大切だということが結論だと思います。

今日ご参加いただきどうもありがとうございました。パネリストの方々にもう一度拍手をお願いしたいと思います。（拍手）

## 閉 会 挨拶

山 田 英 司 ( 財エネルギー総合工学研究所 )  
専務理事

本日は長時間にわたりまして当研究所創立30周年記念エネルギー総合工学シンポジウムを熱心にお聴きいただき、誠にありがとうございます。本日は「エネルギーに対する技術の貢献と戦略」をテーマに開催しましたところ、500名を超える方々のご参加をいただきました。5件のご講演とパネルディスカッションを行いまして、大変有意義、かつ示唆に富んだお話を伺うことができました。講師の方々に改めて御礼を申し上げる次第でございます。

午前中にはエネルギー経済研究所の十市様、米国電力研究所のハワード様、欧州連合欧州委員会のシェンケル様から日米欧それぞれの視点からエネルギーセキュリティと地球環境についてのご講演をいただきました。いずれも大変興味深く、また、いずれも示唆に富む話だったと思います。午後には当研究所の研究成果、知見等を踏まえまして、当研究所の高倉理事から「Cool Earth - エネルギー革新技術計画」を含めたエネルギー技術戦略、そして松井理事から次世代軽水炉を含めました原子力技術戦略についてお話をさせていただきました。また、午後の後半には東京大学の西尾先生をモデレーターとしまして、東京電力の榊本様、欧州連合欧州委員会のリストリ様、そして米国電力研究所のハワード様でパネルディスカッションを行い、エネルギーの将来像を考える上で大変示唆に富む議論を聴くことができました。

本日はこのように、エネルギー技術に関しまして大変示唆に富む有意義な話を伺うことができました。本日の議論が皆様方の今後の事業展開、あるいは技術開発にいささかなりとも貢献できれば、当シンポジウムを開催しました者として望外な幸せでございます。

本日、予定どおりにシンポジウムを終了できましたのも、会場にご参集の皆様方のご協力の賜物と改めて感謝申し上げます。当研究所は、今後ともエネルギー技術につきまして総合工学の視点から鋭意調査・研究活動を実施してまいります。引き続き、皆様方のご支援とご協力をお願いしまして、私の閉会の挨拶とさせていただきます。

これをもって閉会とさせていただきます。本日は誠にありがとうございました。(拍手)

## 平成19年度 事業報告の概要

(財) エネルギー総合工学研究所

当研究所における平成18年度事業の概況は以下のとおり。

(1) 平成19年度においては、アジアを中心としたエネルギー需要が増大し、原油価格が史上最高水準で推移するとともに、石炭、天然ガス、ウラン等のエネルギー資源価格も高騰している。また、地球環境問題に係る議論が高まりを見せ、本年7月開催の北海道洞爺湖サミットでは、同問題への対応が中心的な課題として取り上げられる見込みである。今世紀中にも顕在化が懸念される人類共通のリスクである資源制約及び環境制約に対応し得る強靱なエネルギー戦略の構築・実現は社会の要請である。

(2) エネルギーは国家存立の基盤であり、技術は、わが国が国際社会で優位性を維持向上する上で不可欠な資産である。当研究所は、「エネルギーの未来を拓くのは技術である」との認識の下、わが国のエネルギー工学分野の中心的な調査研究機関として、これまで産・学・官の緊密な連携の下、専門的な知見を集め、技術的側面から総合的に調査研究を行ってきており、平成19年度においても、各技術分野で積極的に調査研究活動を実施した。

① 総合的な分野では、わが国が地球環境問題の解決策として北海道洞爺湖サミットで提唱することが期待される「Cool Earth-エネ

ルギー革新技術計画」のとりまとめを行い、21の有望かつ革新的なエネルギー技術を抽出し、2050年に向けた技術開発ロードマップを作成した。

「情報」と「評価」は技術開発戦略を策定していく上で基盤を成すものであるとの認識の下、平成20年1月からエネルギー技術情報プラットフォームの運用を開始し、重要な技術課題について、最新の技術情報を収集・整理、分析・評価した技術的知見を、適時、国、会員企業をはじめとする関係各位に提供を行っている。

② 原子力分野では、原子力は資源制約及び環境制約の克服に必須であるとの認識の下、次世代原子炉、核燃料サイクル、放射性廃棄物処分、人材育成等の分野で調査研究等を実施した。このうち、次世代軽水炉開発は、ここ数年に亘って実施してきた調査研究やフィージビリティ調査のとりまとめを行い、平成20年度から実施する同技術開発に備え、技術課題の特定、開発の進め方、開発体制等について整理を行った。また、原子力の長期的な発展に不可欠な人材育成プログラムの推進を行った。

③ 新エネルギー・エネルギーシステムに関して、再生可能エネルギー分野では、近年注目を集め、当研究所の19年度シンポジウムのテーマとして取り上げたバイオマス



エネルギーについて、バイオマス等を高度利用した火力発電システム、アジア諸国における利用の評価手法等に関する調査研究を、また、水素エネルギー分野では、水素の安全利用に資する調査研究、水素利用に関する革新的な技術に係る調査研究等を実施した。

電力システム分野では、風力発電の系統連系に係る調査研究、品質別電力供給等、新世代の電力ネットワーク技術に係る総合的な調査研究等を行った。また、自動車エネルギーについては、プラグインハイブリッド自動車の導入可能性等に係る調査研究を実施した。

④ 化石エネルギー分野では、石炭乾留ガスを改質しクリーン燃料とする技術、石炭ガス化及び液化の実用化に向けた技術、下水汚泥を石炭と混合して火力発電所で燃焼させる技術など、化石燃料に関し広範な技術分野で調査研究を行った。

地球環境分野では、地球環境問題の解決に資するため、同問題に係る国際的な動向の調査、当研究所の地球環境統合評価モデル（GRAPE）を活用した調査研究等を行うとともに、国際的な会議に参画し情報収集と情報発信に努めた。

（3）平成20年4月の（財）原子力発電技術機構の事業等の継承及び上述の次世代軽水炉技術開発事業の開始に向けて、寄附行為の変更をはじめ必要な準備を行った。

近年の公的機関における競争入札制度の採用等、当研究所を巡る経営環境には厳しいものがあり、また、平成20年度中には新公益法人法が施行され新しい制度に移行する予定である。これらの変化に適確に対応しつつ、安定的な経営を可能とするべく諸活動を実施した。

## (財) エネルギー総合工学研究所 創立30周年記念「大島賞懸賞論文」の募集

(財) エネルギー総合工学研究所は、本年4月1日に創立30周年を迎えました。

当研究所創立30周年を記念し、当研究所の創設に尽力され、エネルギー問題をはじめ「成長の限界」(ローマクラブ)などのシステム分析の先駆者である大島恵一先生(元OECD科学技術工業局長、東京大学名誉教授)のお名前を冠した大島賞懸賞論文を募集します。

若手研究者(大学生・大学院生を含む)の皆様の応募を歓迎致します。奮ってご応募下さい。

### ■テーマ : 「わが国のエネルギー技術戦略はいかにあるべきか」

アジアを中心としたエネルギー需要が増大し、原油価格が史上最高水準で推移する一方、国際的にも地球環境問題に係る議論が高まりを見せるなど、内外のエネルギーを巡る環境が大きく変化しています。こうした中、エネルギー資源の大部分を海外に依存し、かつ、大量に消費しているわが国が、国家存立の基盤であるエネルギーを将来に亘り安定的に確保していくためには、長期的かつグローバルな観点から、戦略的にエネルギーの供給確保を図っていくことが必要であると考えられます。

今後、資源制約及び環境制約が益々厳しくなっていくものと考えられる中、2050年あるいは2100年における人間社会を視野に入れた長期的視点から「わが国のエネルギー技術戦略はいかにあるべきか」について記述した論文を募集いたします。

### 【参考】

執筆に当たっては、エネルギー技術戦略に関連して、当研究所が取りまとめ等を行った次の資料等もご参照下さい。

- (1) 超長期エネルギー技術ロードマップ報告書(超長期エネルギービジョン2100)  
<http://www.iae.or.jp/research/cho06.htm>
- (2) エネルギー分野における技術戦略マップ(エネルギー技術戦略2007)  
[http://www.iae.or.jp/research/ene\\_map\\_2007.htm](http://www.iae.or.jp/research/ene_map_2007.htm)
- (3) Cool Earth-エネルギー革新技術計画  
<http://www.meti.go.jp/press/20080305001/20080305001.html>

### ■賞金等 : 最優秀賞 20万円(1名) 優秀賞10万円(2名)

- ・上記受賞論文については、論文本文または要旨を、当研究所の機関誌である「季報エネルギー総合工学」及びホームページに掲載いたします。
- ・当研究所の月例研究会において表彰を行うとともに、最優秀賞受賞論文については、受賞者から同研究会において発表を行って頂きます。

### ■募集締切:平成20年9月30日(火)必着

～ 応募規定および応募方法 ～

<p><b>【執筆要領】</b></p>	<p>文字数：6,000～8,000字程度（図表等の字数は含めない）</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>・最初に論文タイトル，所属，氏名（グループの場合は，代表者の所属，氏名およびグループ構成員全員の所属，氏名を書いてください。）</li> <li>・1,000字程度の概要も添付してください。</li> </ul> <p>&lt;次の各項目についてお知らせください&gt;</p> <p>①氏名（ふりがな），②連絡先住所，③電話番号，④E-mailアドレス， ⑤論文募集を何で知ったかも併せて記入のこと（グループの場合は代表者についてご記入ください）</p> <p>応募者の個人情報は懸賞論文募集に関わる事柄以外の目的には使用しません。</p>
<p><b>【提出方法】</b></p>	<p>論文ファイルを添付したEメールまたは論文ファイルを納めた電子メディア（FDまたはCD）を提出先へ送付してください。</p>
<p><b>【提出先】</b></p>	<p>〒105-0003 東京都港区西新橋1丁目14番2号 新橋SYビル6F 財団法人エネルギー総合工学研究所 企画部 「創立30周年記念懸賞論文（大島賞）募集担当」宛 E-mail: kensho@iae.or.jp （メール送信に使用する場合は，@を半角に変更してください。） Tel: 03（3508）8891</p>
<p><b>【発表】</b></p>	<p>平成21年1月中に応募者へ通知します。</p>
<p><b>【付記事項】</b></p>	<ul style="list-style-type: none"> <li>・未発表の論文に限ります（参考文献，引用の出典は論文末尾に明記のこと）。</li> <li>・提出された論文の著作権および著作権は当研究所に帰属することといたします。</li> <li>・原稿は返却いたしません。</li> </ul>

## 研究所のうごき

(平成20年4月2日～7月1日)

### ◇第72回理事会

日 時：6月13日(金) 11:00～12:00

場 所：経団連会館(9階)902号室

議 題：

第一号議案 平成19年度事業報告書および決算報告書(案)について

第二号議案 NUPEC残余財産の一部を基本財産に繰り入れることについて

第三号議案 評議員の一部交替について

第四号議案 その他

### ◇ 月例研究会

#### 第267回月例研究会

日 時：4月25日(金) 14:00～16:00

場 所：航空会館5階501・502会議室

テーマ：

1. 平成20年度 供給計画の概要－電力各社供給計画の集約結果－  
(電気事業連合会 電力技術部長 藤井 裕三氏)
2. 内外における電力自由化の動向と課題  
(財電力中央研究所 主席研究員 矢島 正之氏)

#### 第268回月例研究会

日 時：6月26日(木) 14:00～16:00

場 所：航空会館5階501・502会議室

テーマ：

1. 最近の省エネ政策と技術動向  
(財省エネルギーセンター 常務理事 石原 明氏)
2. 中国における石炭とコークス炉ガス利用動向  
(独)産業技術総合研究所 バイオマス研究センター バイオマスシステム技術チーム チーム長 美濃輪 智朗 氏)

### ◇ 外部発表

[講演]

発表者：坂田 興

テーマ：「Cool Earth－エネルギー革新技術計画」の概要と水素関連技術

発表先：水素エネルギー協会

日 時：5月8日

発表者：白川 典幸

テーマ：R & D of the Next Generation Safety Analysis Methods for Fast Reactors with New Computational Science and Technology (1)  
Introduction of the Project and Development of Structural Mechanics Module

発表先：16th International Conference on Nuclear Engineering (ICONE16)

日 時：5月13日

発表者：高倉 毅

テーマ：再生可能エネルギーの開発・導入状況と今後の見通し

発表先：(社)火力原子力発電技術協会関西支部

日 時：5月16日

発表者：渡部 朝史

テーマ：国内外風力発電における電力供給パスのコスト比較

発表先：第27回エネルギー・資源学会研究発表会

日 時：6月5日～6日

発表者：黒沢 厚志

テーマ：MATCHプロジェクトと長期シナリオ

発表先：気候変動に関する中長期戦略国際会議

(主催：日本国政府(経済産業省), 東京大学(先端科学技術研究センター))

発表日：6月30日～7月1日

[論文・寄稿]

発表者：小川 紀一郎, 鳥飼 航洋

テーマ：バイオマス高度利用火力発電システム

寄稿先：「エネルギー・資源」(平成20年5月号)

発表者：中村 恒明

テーマ：エネルギーマネジメントシステムに関するISO規格の策定(PC242)について

寄稿先：「月刊アイソス」(平成20年5月10日号)

発表者：小川 紀一郎, 鳥飼 航洋

テーマ：廃棄物発電の現状と展望－新エネルギー導入の先導的役割を期待－

寄稿先：「電気協会報」(平成20年6月号)

### ◇ 人事異動

○6月30日付

(出向解除)

松本行晴 業務部長

鈴木和人 原子力工学センター兼プロジェクト試験研究部 主管研究員

○7月1日付

(採用)

秋庭正浩 原子力工学センター 研究員

(出向採用)

原田伸二 業務部長

大野一郎 原子力工学センター 主任研究員

塩谷達也 原子力工学センター 主任研究員

(嘱託採用)

橋本 孝 原子力工学センター 参事



## 編集後記

原油100ドル超えのニュースとともに明けた今年であるが、半年後の今、原油価格は140ドル/バレルを超える状況に至った。需給だ、投機だと原因の分析は様々だが、理由が何であれ激しいエネルギー価格の上昇という現実、他の様々な物価の高騰を招き、国内外を問わず社会・経済の安定に大きな影響を及ぼし始めた。今更ながら、現代社会がエネルギーによって支えられていることを思い知らされる。このままエネルギー価格が上昇し続けまたは高止まりすれば当然困難は拡大し続け、仮に反転下降に転ずるにしても既に生じた混乱が落ち着くには長い時間が掛かるだろう。将来たどらざるを得なかった道を、今早回しで歩んでいるだけと言うことかもしれない。

米国では燃費の悪い自動車の販売が急速に落ち込んでいると報道される。またわが国では、暫定税率騒動で一時的に安い時期があったにもかかわらず、ガソリン出荷量は6月半ばで前年同期比2%弱の減少を示している（年初からの累積ベース）。世界中で、炭素税がもたらすエネ

ルギー消費抑制の効果がどの程度であるのかが検証されつつある、ということだろう。

集魚灯に多量のエネルギーを消費するイカ釣り漁船が窮状を訴えるデモを行ったと伝えられる。燃料多消費型ハウス栽培も困っているに違いない。短期的には、政治が困窮している事業者を支援する必要があるかもしれないが、もう少し長い目で見れば、イカ釣りもハウス農業も省エネ型に転換していかなければならないことは明らかだろう。縄文時代にまで戻らなくても、昔の普通の農業・漁業に戻らざるを得ないのではないか。それでも燃料価格の高騰を克服するのは容易ではない。一層の省エネを推し進めることは当然だが、それだけでは間に合わない。結局様々な要素について、少しずつ産業構造が変わり、またライフスタイルも変えていかざるを得ないのだろう。極めてリアルな問題だけに、即時的な強制力が大きい。

編集責任者 正田知士

季報 エネルギー総合工学 第31巻第2号

平成20年7月20日発行

編集発行

財団法人 エネルギー総合工学研究所

〒105-0003 東京都港区西新橋 1-14-2

新橋SYビル (8F)

電話 (03) 3508-8894

FAX (03) 3501-8021

<http://www.iae.or.jp/>

(印刷) 和光堂印刷株式会社

※ 無断転載を禁じます。