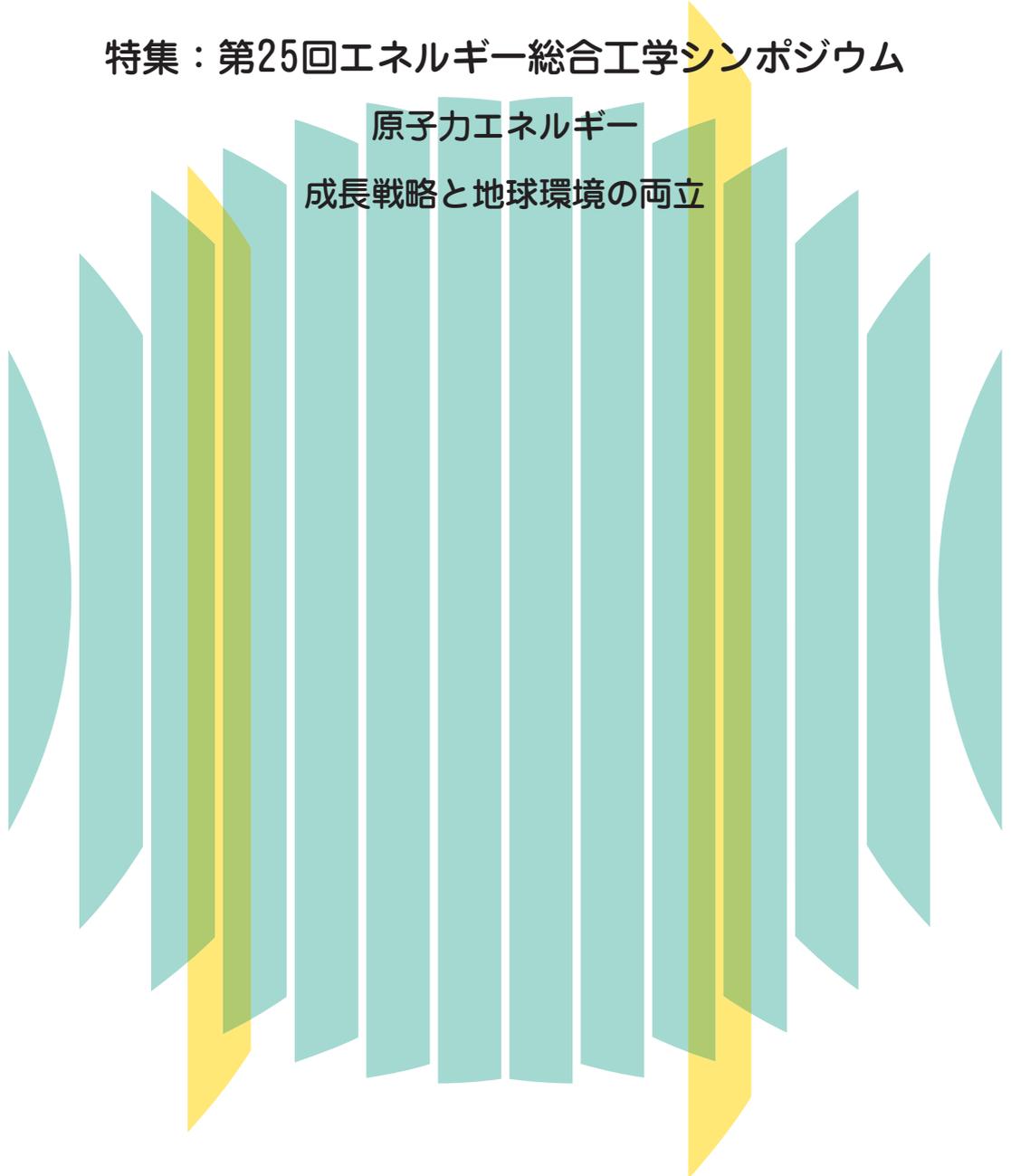


# 季報 エネルギー総合工学

Vol. 33 No. 4 2011. 1.

特集：第25回エネルギー総合工学シンポジウム

原子力エネルギー  
成長戦略と地球環境の両立



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

## 第25回エネルギー総合工学シンポジウム

# 原子力エネルギー，成長戦略と地球環境の両立



挨拶を述べる 横尾 英博 経済産業省資源エネルギー庁 電力・ガス事業部長

日 時：平成22年 9月30日（木） 10：00～15：45

場 所：千代田放送会館

総合司会：プロジェクト試験研究部 部長 蛭沢 重信

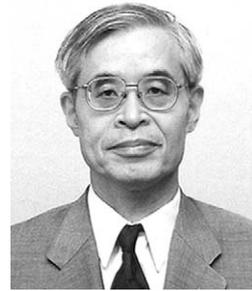
# 目 次

【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 電力・ガス事業部長	横 尾 英 博	…… 3
【講演 1】	地球環境と原子力の貢献 東京大学 特任教授 キヤノングローバル戦略研究所 理事	湯 原 哲 夫	…… 5
【講演 2】	わが国の成長戦略と原子力 資源エネルギー庁 原子力政策課 原子力政策企画官	舟 木 健太郎	…… 17
【講演 3】	電気事業者の国際展開について 電気事業連合会 原子力部 部長	富 岡 義 博	…… 23
【講演 4】	原子力の国際展開について 社日本電機工業会 原子力政策委員長	五十嵐 安 治	…… 28
【講演 5】	次世代軽水炉プロジェクトの展開 (財)エネルギー総合工学研究所 原子力工学センター理事	田 中 隆 則	……34
【パネルディスカッション】	テーマ：原子力産業の国際展開 モデレーター：橋 川 武 郎 一橋大学大学院商学研究科 教授 パネリスト：尾 本 彰 原子力委員会 委員 末 次 克 彦 アジア・太平洋エネルギーフォーラム 代表幹事 広 瀬 崇 子 専修大学法学部 教授 松 井 一 秋 (財)エネルギー総合工学研究所 理事		…… 42
【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	…… 54
【研究所の動き】			…… 55
【編集後記】			…… 57

## 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。本日は第25回エネルギー総合工学シンポジウムを開催させていただきましたところ、大変ご多用のところ、またお足元不自由な中を多数ご参加いただきまして、大変ありがとうございます。皆様方におかれましては、日頃から当研究所の運営に特段のご理解とご支援をいただいております。この場をお借りしまして御礼を申し上げます。

また、本日はご公務多用の中、資源エネルギー庁電力・ガス事業部の横尾部長にご出席いただいております。経済産業省におかれましては、大変厳しい経済情勢、あるいは国際情勢の中、エネルギー、環境に関わる産業、あるいは技術が主導する成長戦略に積極的に取り組んでいただいているところで、横尾部長におかれましては、2030年に向け本年6月に改定された「エネルギー基本計画」に従いまして、政府予算の確保、あるいは制度の新たな構築等、積極的に進めておられるところでございます。そのことに心から敬意を表しますとともに、今後とも力強いご指導・ご支援をお願い申し上げる次第でございます。

さて、本日のシンポジウムは、「原子力エネルギー・成長戦略と地球環境の両立」をテーマに開催させていただきます。先ほどの「エネルギー基本計画」でも、原子力はエネルギー自給率の向上、電源構成のゼロ・エミッション化を図る上で大きな役割を果たすことが期待され、2030年に向けて積極的に利用拡大が図られることとされています。

世界的に見ましても原子力発電利用が推進されているところで、特に、新興工業国においては、原子力発電の地域導入の気運が盛り上がっています。わが国といたしましても、それらの国々の開発事業に寄与すべく、官民一体となった動きが進められているところで、当研究所におきましても、このような原子力立国計画の一環であります「次世代軽水炉技術開発プロジェクト」を近年推進させていただいているところでもあります。

本日のシンポジウムにおきまして、このようなダイナミックな動きをしております原子力エネルギーの方向性に関しまして、産官学それぞれの重要な立場にある方々からご講演

をいただき、また、原子力の国際的展開のあり方につきましてパネルディスカッションを行わせていただく予定です。

本日のシンポジウムが、本日ご参集いただいた皆様にとりまして有意義なものになりますことを心から祈念しております。そのことを述べさせていただきます。開会の挨拶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。

## 来賓挨拶



横尾 英博 ( 経済産業省 資源エネルギー庁  
電力・ガス事業部長 )

皆様おはようございます。本日はエネルギー総合工学研究所のシンポジウム冒頭に当たりまして一言ご挨拶させていただきたいと思えます。

今日のシンポジウムのテーマ、「原子力エネルギー、成長戦略と地球環境の両立」は、大変時宜を得たテーマだと思っております。原子力エネルギーは、エネルギーの安定供給と地球温暖化問題への対応を同時にできる基幹エネルギーとして、わが国のみならず世界中で、「原子カルネッサンス」ということで注目をされています。

ちょうど1年前、政権交代があったわけですが、民主党中心の新政権の下においても、安全を第一に国民の理解と信頼を得ながら原子力発電を着実に推進するという基本方針で取り組んでいます。総合資源エネルギー調査会原子力部会において検討し、本年6月4日に「原子力発電推進行動計画－安全と信頼、世界の原子力新時代における日本の挑戦」を策定しました。これがそのまま6月18日に閣議決定された「エネルギー基本計画」に反映されています。同日、実は「新成長戦略」も閣議決定されていますので、「エネルギー基本計画」と「新成長戦略」は、ある意味両輪になっているということです。

「エネルギー基本計画」では、2030年を見通して、原子力発電所の新增設・リプレース、それから設備利用率の向上、核燃料サイクルの早期確立、原子力の国際展開といった、今の原子力エネルギーをめぐる諸課題に網羅的に取り組んでいくことになっています。

特に、新增設・リプレース、設備利用率向上については、2020年、2030年までの数値目標を立てて、官民一体となって取り組んでいこうとしています。ますます大事になる国際展開については、「システム輸出」ということで、単に物を売るだけでなく、オペレーション、あるいは人材育成、制度環境整備まで含めてパッケージで売り込んでいこうという方針に立っています。

輸出国として今注目されていますのはベトナムです。本年8月末、直嶋前経済産業大臣と、電力会社、メーカー8社のトップから成る官民一体のハイレベルミッションがベトナムへ行ってまいりました。私も随行させていただきました。ベトナムはモデルケースになるわけですが、まさに官民一体となって海外のマーケットを取っていくというのは重要な

課題であります。また、政府一体での取り組みということで、パッケージ型インフラ輸出の閣僚会議を設置し、昨日第1回会合が開かれております。

2030年を視野に入れ、国内の新增設・リプレースのみならず、こうした海外への動きも考えますと、次世代軽水炉もこれから大変重要になってきます。次世代軽水炉開発についても官民一体で取り組んでいるところです。取りわけ、エネルギー総合工学研究所には中核機関として重要な役割を果たしていただいています。引き続き官民一体となって軽水炉開発を積極的に行っていきたいと思っています。

最後になりましたが、今回のシンポジウム、大変いい議論で、原子力エネルギーの今を共に考える機会になればと思いますし、わが国原子力産業がこれから日本のみならず、世界の中でますます発展することを祈念いたしまして、私の挨拶とさせていただきます。どうもありがとうございました。

[講演 1]

## 地球環境問題と原子力の貢献



湯原 哲夫 (東京大学 特任教授  
キャノングローバル戦略研究所 理事)

### はじめに

地球温暖化問題と中長期のエネルギー構成についての話をします。これまで私は「2030年エネルギー自給率50%イニシアチブ」(2003年3月, 経済同友会環境委員会), および東大工学系研究科と生産技術研究所のエネルギー分野の教員の方々と重電4社の専門家による持続型社会のエネルギービジョン「トリプルフィフティ(2030年までにエネルギー効率・自給率・化石燃料依存率がすべて50%に)」(2005年)の提言に関わってきました。最近では平成20年度の内閣府「地球温暖化問題懇談会」の「中期目標検討委員会」の委員としてこの問題に関わりました。

エネルギー総合工学研究所の方々とは、数年前からエネルギーモデルによる超長期需給予測シミュレーションなどを通して、一緒にエネルギー問題を考えてきました。現在、地球の平均温度上昇が2℃以下を満たす二酸化炭素(CO<sub>2</sub>)

排出シナリオを設定して、世界全体で最適化するエネルギー構成やその時の各国のエネルギー需給や削減に必要な累積費用を積算する研究を一緒にやっております。その結果の一部なども含めてご紹介できればと思います。

今日は、① 持続可能なエネルギー構成とその条件、② 地球温暖化問題：中長期目標の設定と適合、③ 温度上昇2℃以内抑制とCO<sub>2</sub>排出曲線、対応する世界と主要国の最適エネルギー構成、④ 新しい産業政策と原子力産業の進化、⑤ 新型炉の開発—標準—認証によるアジア展開、そして⑥原子力船の動向についてお話ししようと思います。

### 持続可能なエネルギー構成とその条件

#### 理想のエネルギー構成

図1に持続可能なエネルギー構成を示します。その条件は、①「トリプル50」を先進国

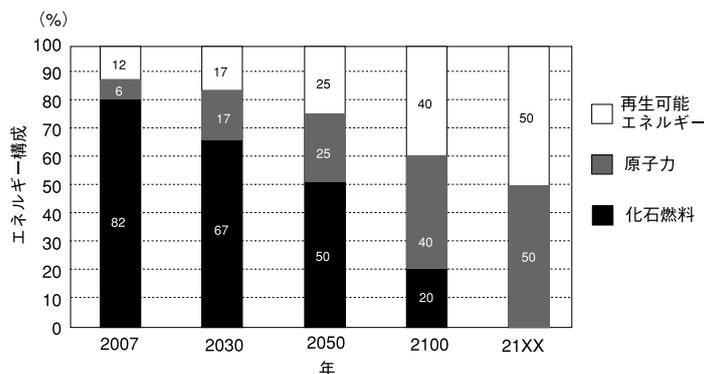


図1 持続可能な世界のエネルギー構成

は2030年までに、途上国は2050年までに達成すること、② 2100年までに化石燃料燃焼によるCO<sub>2</sub>排出量を地球の自然吸収能力（年間約30億トン）以下にすること、③ 2100年以降のある時点で化石燃料燃焼によるCO<sub>2</sub>排出量をゼロにすること、の3つです。

大切なのは各セクターのエネルギー効率を上げて総供給量を削減することです。平均的にみても、日本は30数%、中国25%強、米国やはり30数%のレベルです。これを50%以上にすることで大幅なCO<sub>2</sub>削減が図れるのです。

け、洞爺湖サミットの時、原子力がCO<sub>2</sub>削減に貢献できるということが指摘されました。その後の各国の動きを見ても、CO<sub>2</sub>削減に原子力エネルギーが重要な役割を果たすことを認識し、原子力発電所の建設計画が再び活発となり、原子力カルネッサンスを迎えているのが現状です。

---

## 地球温暖化問題：中長期目標の設定と適合

---

### 地球温暖化と原子力

原子力委員会は、2008年5月に、2050年までにCO<sub>2</sub>排出量を半減する目標に向けた原子力の取組みをまとめています（表1参照）。その中で、原子力エネルギーを京都議定書のクリーン開発メカニズム（CDM）に入れるべきだと提言しました。原子力委員会は以前から、何とか原子力をCDMの対象にするよう働きか

### 地球温暖化問題の3つのファクター

2020年の日本の削減率について、中期目標検討委員会において私はエネルギー起源CO<sub>2</sub>の05年比10%削減を提案致しました。それは、地球温暖化問題の3つのファクター（気候変動の科学、国際公平性、実現可能性）の分析に基づく主張です。

表1 地球温暖化対策としての原子力エネルギーの利用拡大のための取組み

<p><b>取組1 原子力エネルギーの地球温暖化対策へむけた共通認識の形成と利用拡大に向けた国際的枠組みの構築</b></p> <p>① 地球温暖化対策として不可欠であるとの共通認識を醸成すること。</p> <p>② 原子力エネルギーをクリーン開発メカニズム（CDM）や共同実施（JI）等の対象に組み込むこと。</p> <p>③ 原子力エネルギー利用を推進しようとする国に対する、原子力発電所建設等への投資が促進されるための方策を検討すること。</p> <p>④ 2013年以降の次期枠組みにおいて、原子力エネルギー利用を有効な地球温暖化対策として位置づけること。</p> <p><b>取組2 核不拡散、原子力安全及び核セキュリティの確保のための国際的取組の充実（IAEA）</b></p> <p><b>取組3 アジアにおける原子力エネルギー基盤整備の取組への協力</b></p> <p>① アジア地域を中心に原子力エネルギー利用の基盤整備に向けた支援</p> <p>② 金融、保険制度の活用</p> <p><b>取組4 研究開発活動の強化（R&amp;D）</b></p> <p>① 次世代軽水炉、中小型原子炉、高温ガス炉による水素製造技術等の原子力エネルギー利用の多様化と高度化を図る革新的技術の開発、実証及び実用化</p> <p>② 長期にわたる原子力エネルギーの利用を可能にする先進的な燃料サイクルの実現に向けた高速炉とその燃料サイクル技術の研究開発</p> <p>③ 将来の恒久的エネルギー供給技術の実現を目指す核融合の研究開発、第4世代原子力システムに関する国際フォーラム（GIF）、国際原子力エネルギー・パートナーシップ（GNEP）、ITER計画（国際熱核融合実験炉）等 国際協力をより積極的に推進する。</p> <p><b>取組5 国内における原子力政策上の課題への取組の強化</b></p> <p>① 原子力施設の耐震安全性の確認などリスク管理活動を強化する。</p> <p>② 高レベル放射性廃棄物処分は、後世に先送りすることなく その着実な前進を図る。</p> <p>③ 科学的合理的な安全規制システムに基づき、既存の原子力発電所の定格出力向上や設備利用率向上を実現する。</p> <p><b>取組6 原子力エネルギー利用を安全に推進するための取組に関する国民との相互理解活動の強化</b></p>
--

（出所：原子力委員会、「地球環境保全・エネルギー安定供給のための原子力のビジョンを考える」懇談会」報告、2008年5月）

[気候変動の科学]

2050年に世界の温室効果ガス排出量半減目標は、気温上昇を2℃以内に抑える目標に相当します。CO<sub>2</sub>濃度を450ppmで安定化させる排出削減カーブを日本に適用した場合、2020年だと05年比10%の削減が必要となります。

[国際公平性]

CO<sub>2</sub>を1トン削減するのにかかる費用「限界削減費用」を一定化、あるいはGDP当たりの限界費用を一定化して削減義務量を決めれば、公平性が確保できると思います。世界モデル（地球環境産業技術研究機構、国立環境研究所）では、先進国全体で25%削減する時、各国で限界削減費用均等化ケースで、日本は2020年に05年比9～11%削減、限界削減費用は90～130ドル/t-CO<sub>2</sub>となります。

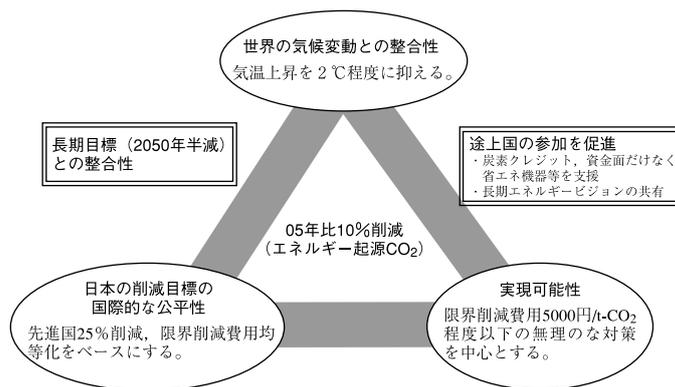
[実現可能性]

実現可能性を高めるため、限界削減費用が5,000円/t-CO<sub>2</sub>以下の対策を講じていく必要があります。限界削減費用が1万円もするようでは経済原理に反するからです。原子力の稼働率を90%とし、LNG火力発電の効率を改善した場合、2020年に05年比10%削減が可能となります。

以上を勘案しますと、日本にとって2020年に05年比10%削減が3つの側面で整合性がとれた最も妥当な削減目標となります（図2参照）。こういうことはきちんと主張すべきです。

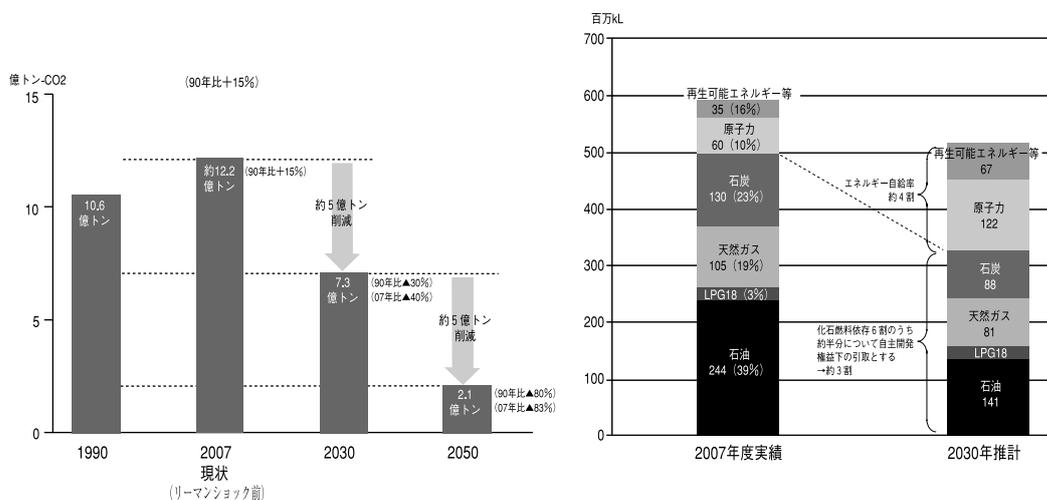
2030年の長期エネルギー需給の姿

経済産業省は、エネルギー基本計画の見直しに沿った「2030年の長期エネルギー需給の姿」（2010年6月）を公表しました（図3参照）。



（出所：中期目標検討委員会への湯原委員提出資料，2009年4月）

図2 気候変動の科学，国際公平性，実現可能性から見た2020年の削減目標



（出所：経済産業省，2030年のエネルギー需給の姿，2010年6月）

図3 長期的なCO<sub>2</sub>の排出量のパスとエネルギー構成

表2 2030年までにCO<sub>2</sub>約5億トン削減する費用

	削減量 (Mt)	投資 (兆円)	削減費用 (千円/t-CO <sub>2</sub> )
(民生)			
住宅建築省エネ	59	50.3	852
高効率給湯器	19	4.6	242
高効率照明	28	4.2	150
グリーンIT	30	6.0	200
その他	30	11.4	380
(産業)			
製造部門省エネ	39	6.6	169
革新的技術開発			
ガス転換			
(運輸)			
次世代自動車	54	13.6	252
バイオ燃料			
(転換)			
再生可能エネルギー	60	26.1	435
原子力発電	160	5.6	35
火力発電高効率化	25	2.5	100

(出所：経済産業省，2030年のエネルギー需給の姿，2010年6月)

2030年までに2007年実績から約5億トンの削減は大変難しいとは思っていますが、原子力と再生可能エネルギーで40%というエネルギー構成は、「トリプル50」に随分近づいてきたと思っています。

それから、化石燃料の自主開発で自給率を30%にする。今後の自主開発油田はほとんど海になります。日本が権利だけ買うのではなく、開発しながら自給率を上げていくというのは非常に重要になってきます。

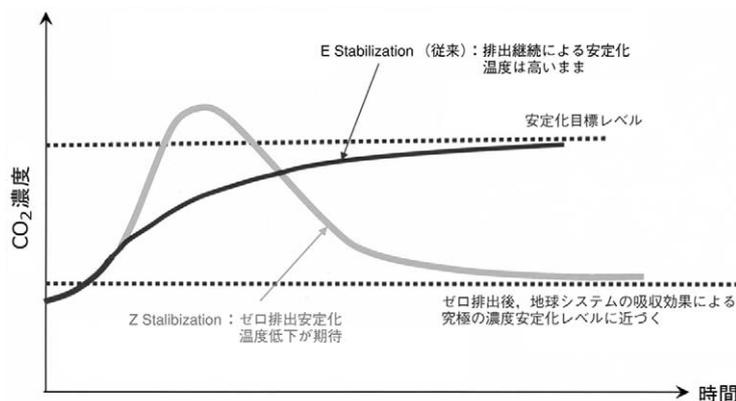
問題は、今から2030年までの20年間で5億トン減らすための費用です(表2参照)。経済産業省の計算では、2030年までに131兆円を投入し、69兆円の省エネ効果があり、62兆円は回収できません。計算すると限界削減費用は約1万3,000円になります。2030年以降も寿命

のある技術がありますから、それを考慮すると1万円を割ることになると思いますが、少なくとも5,000円は大幅に超えます。

### 温度上昇2℃以内抑制とCO<sub>2</sub>排出曲線

「オーバーシュートシナリオ」という排出シナリオ

大気中のCO<sub>2</sub>濃度が一度は目標レベルを超えるものの、コントロール次第で今世紀中に気温上昇を2℃以内に収めることができるという新しい考え方「オーバーシュートシナリオ」(図4参照)という排出シナリオがあります。



(出所：Taroh Matsuno, Koki Maruyama and Junichi Tsutsui, “Equilibrium stabilization of the atmospheric carbon dioxide via zero-emission- An alternative way to stable global environment,” 2009)

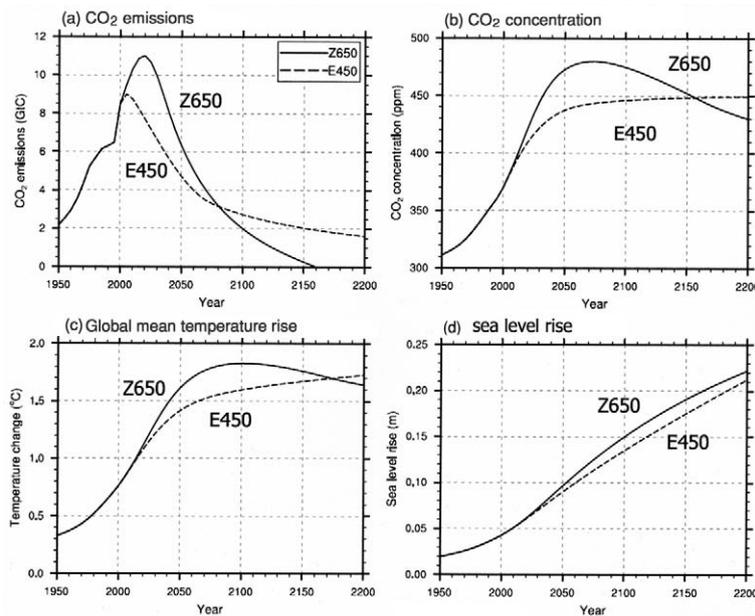
図4 「オーバーシュートシナリオ」の考え方

2009年10月のキヤノングローバル戦略研究所のシンポジウム「地球温暖化抑制へ向けて世界が共有する目標について」では、21世紀中に世界全体で総量650ギガトンのCO<sub>2</sub>を排出し、来世紀半ばにはゼロエミッションにして、気温上昇は今世紀中に2℃以内に収めるというZ650シナリオを、東京大学の松野先生から示して頂きました(図5参照)。それによると、CO<sub>2</sub>排出量に対応する気温上昇は約1.8℃が最高となります。英国から参加されたホスキンス卿も、同じような傾向を有するオーバーシュートシナリオを発表されました。既に温室効果ガスが450ppmを超えている現在、「オーバーシュート

シナリオで、今世紀中に2℃以内を確保する」シナリオを共有することが大筋の合意事項になっていくものと考えられます。いずれ「気候変動に関する政府間パネル」(IPCC)でも、「オーバーシュートシナリオ」が議論され、4～5年後には発表されると思われます。

### 2050年までのZ650に沿う削減量

Z650の2050年までのカーブで見えます(図6参照)。気温上昇を2℃以内に収めるための排出量は一番上の線です。この線が科学が要求している線になります。一番下の線が



(出所：松野太郎／丸山康樹／筒井純一「来世紀ゼロエミッションによるCO<sub>2</sub>濃度安定化—気候安定化への新しい排出シナリオの可能性—」, キヤノングローバル戦略研究所シンポジウム, 2009年10月)

図5 Z650とE450 (IEA450シナリオ) との比較

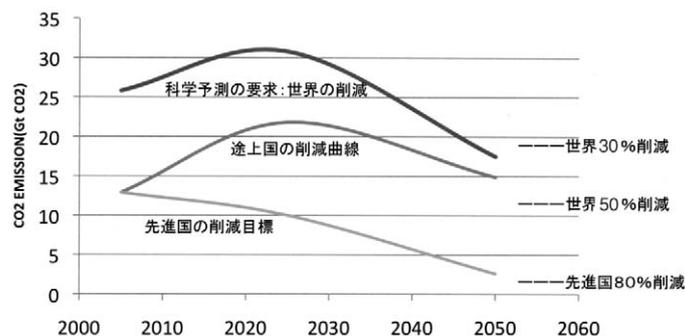


図6 科学に基づく「世界が共有する削減シナリオ案」

2050年に世界で50%削減するための先進国80%削減を示しています。

2つの線の差が途上国の削減分で、真ん中の線になります。途上国は2020年～2030年に05年の1.6倍の排出量になります。1.6倍の中で高度成長が図れないかが問題になります。

因みに、中国はコペンハーゲン会議（COP15）の終盤で、GDP当りで2020年までに05年比45%削減することを初めて公にしました。中国の成長率が6%だと、この比率1.6倍にほぼ乗ってきます。

排出量が05年の何倍になるか（図7参照）。エネルギー総合工学研究所のシミュレーション

ンコードGRAPEで、世界で最適化する時の中国のCO<sub>2</sub>排出量を計算すると、1.6倍です。05年比で83%削減を掲げている米国は、2050年に60%程度の削減結果が出てきます。

しかし、中国が2020年に1.6倍に抑えることは難しいかも知れません。また、日本も2020年25%削減は達成不可能と思います。そこに二国間取引の必要性が出てくると思います。

同じように、OECD諸国の削減率は60%でいいことになります。今、05年比80%削減を掲げていますが、20%分の削減費用を途上国への資金援助に充ててCO<sub>2</sub>削減をする根拠にもなってくるのではないかと思います。

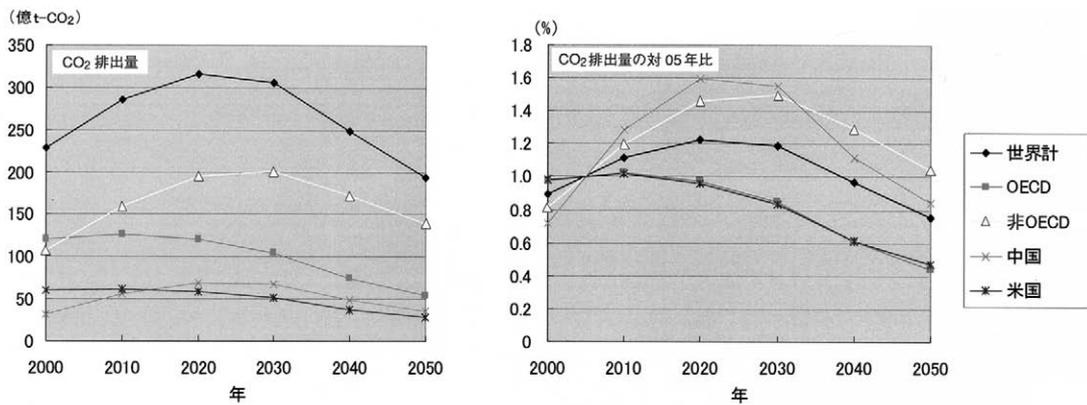


図7 Z650の2050年までのCO<sub>2</sub>排出量と05年比

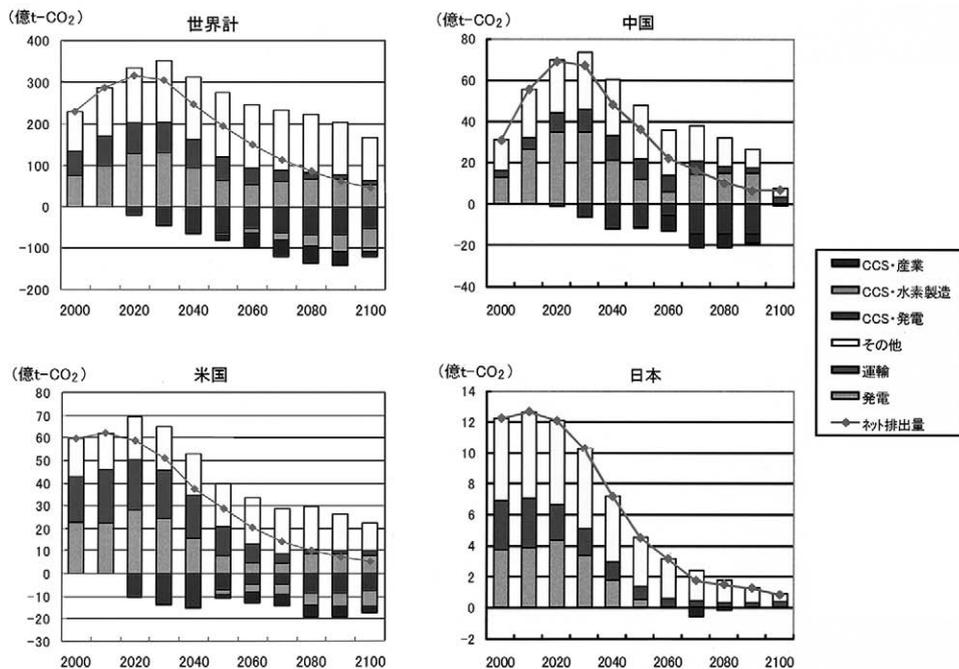


図8 化石燃料起源CO<sub>2</sub>の排出量と回収量

## Z650に対応するエネルギー構成

世界全体で最適化された各国の排出曲線に対応する世界のエネルギー構成はどうか。GRAPEを使って描いてみました（図8参照）。

CO<sub>2</sub>回収隔離（CCS）というのは非常に重要だということが指摘されていますが、いろいろ条件を変えて検討してみると、基本的にはCCSがないと最適エネルギー構成が成立しない結果になりました。一方で、日本のように海底下に隔離する高額経費を必要とするCCSはなかなか入ってこない結果になりました。

## Z650に対応する世界の発電電力量

Z650に対応する2050年までの世界の電源構

成（図9参照）を見ると、石炭火力をいかにクリーンに、高効率にするかというのが基本になります。シェールガスが出回って天然ガスが安くなるので天然ガスのやりくりでいく。原子力も2050年までに何千基と導入されてきますので、ウラン資源の不足は明白なわけですから、2050年の以前から高速増殖炉（FBR）の導入が必要だということになります。

## IEAシナリオの問題点

国際エネルギー機関（IEA）の「世界エネルギー展望2009年版」の450シナリオ、「エネルギー技術展望2010年版」のブルーマップシナリオには色々な問題点があります（表3参照）。

大気中の温室効果ガスの濃度を450ppmで安

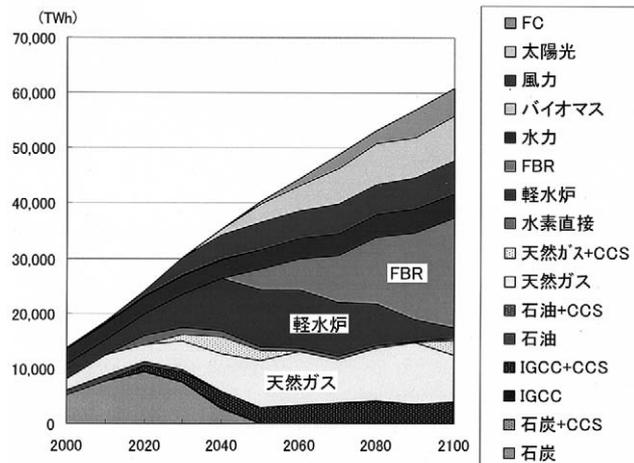
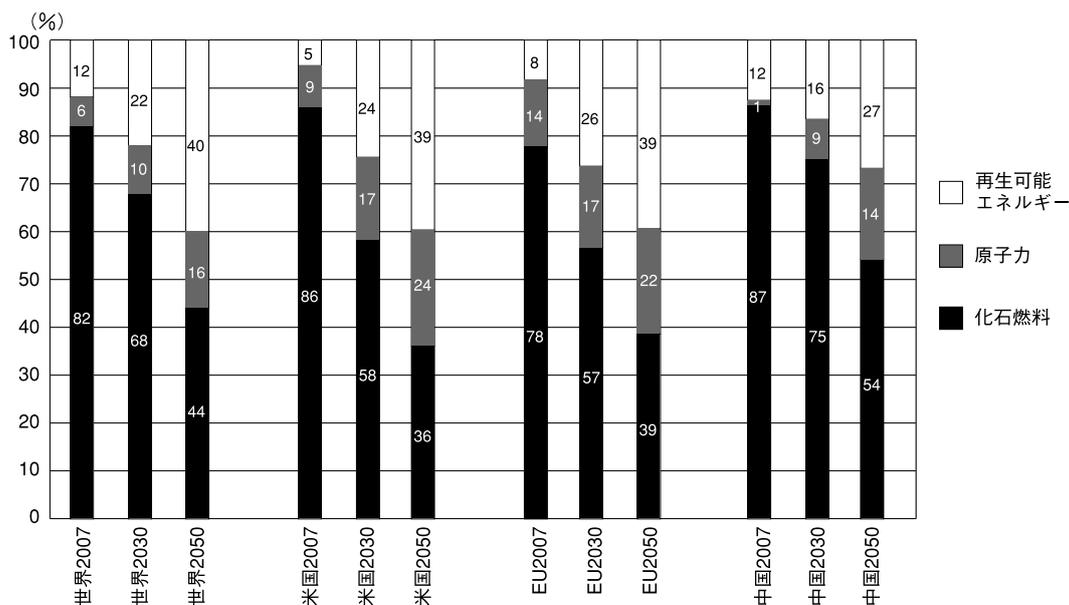


図9 Z650に対応する世界の電源構成

表3 IEA450シナリオとブルーマップシナリオの問題点

(1) 450ppm 削減曲線
京都6ガスで450ppm, CO <sub>2</sub> 単独で370ppmであるが、すでにこれを超えている現状にあわない。6ガス合計でも450ppmを超えている。
(2) ブルーマップ
世界で2050年50%削減, 先進国(米国81%減, OECD74%減)
(3) 2030年における先進国間における不公平性
OECD46%減, 米国44%減, EU44%減, 日本50%減; 限界削減費用均等化の原則にそぐわず, 累積CO <sub>2</sub> 排出量のシェア(米国28%, EU23%, 日本4%)から見ても不合理。
(4) 原子力の抑制
2030年世界で700GW, 2050年原子力は一次エネルギー供給の16%, 2050年の建設コストを3,000ドル/kWと想定。
(5) 過剰な再生可能エネルギー
2050年一次エネルギー供給の40%を再生可能エネルギーとしている。コストを安く見積もりすぎている。
(6) CCSへの依存
世界の全火力の58%(石炭火力の95%)にCCS



※2030年は450シナリオ、2050年はブルーマップシナリオに対応。

図10 IEAシナリオに対応する2030年と2050年のエネルギー構成

定化させる450シナリオは成立しないと思います。既に450ppmを超えていますから、大気中から回収しない限り達成できないからです。

累積排出量で世界の4%でしかない日本に対して、累積排出量が20%を超えている米国やEUよりも大きな50%減を求めるのは、公平性を欠くのではないかと思います。

このシナリオでは、原子力の建設コストを3,000ドル/kWと高く見積もって導入しにくくなっている一方、再生可能エネルギーは非常に安く見積もって沢山入れるようにしています。

私は、FBRを含めた原子力の展開を図ること、CCSに過剰な期待をしないこと、再生可能エネルギーにも過剰に期待しないことが大切だと思います。

IEAの2030年、2050年のエネルギー構成では、世界全体で2050年までに再生可能エネルギー40%、原子力16%となっています(図10参照)。中国は2030年9%です。これは200GW近くです。もちろん中国は、2030年に200GW(100万kWの原子力発電所を200基)、2050年には400GWの原子力導入を計画しています。

## 新しい産業政策と原子力産業の進化

### 新しい産業政策の基本

政府は2010年6月18日、「新成長戦略」、「産業構造ビジョン2010」などを閣議決定し、日本の新しい産業政策を示しました。そこでは、アジアの内需を創造する、アジアとともに戦略的に国際標準化を進める、アジアとともに低炭素産業社会を構築する等、アジアでの展開が基本になっています。いずれも原子力に当てはまるので、新しい産業政策を適用することで原子力産業が飛躍できるのではないかと思います。

### [国際標準化]

私はこの4年間、機械学会の発電用設備規格委員会委員長として原子力発電所の規格基準作りに携わってきました。そういうことから、やはり規格基準と認証がいかにかアジア展開にとって重要かということ強く認識しています。

「産業構造ビジョン2010」では、国際標準化を強く意識して、製品やプラントの開発、規格基準の標準化、そして、その認証までをワンセットだとしています。こういうことを産業政策が謳うのは初めてのことで、非常に意義深いことだと思います。

#### [CO<sub>2</sub>関連メカニズム]

今までのCDMでは日本が得意とする自動車、家電等の省エネ製品、原子力発電や高効率石炭火力発電は実質的に対象外になっていました。しかし、これからは日本が得意とする低炭素技術点製品の普及で削減した排出量を二国間協定等を通じて、日本の削減量として独自認定する新たな仕組み作りがビジョンとして掲げられています。

#### [海外での実証・普及、多様な技術人材の確保]

これはFBRや次世代軽水炉にとって非常に重要なファクターになると思います。海外で現地の人たちと実証プラントを運転し、人材育成もすることが明確に打ち出されています。

### 人材育成計画

新しい産業政策では、色々な人材育成計画が掲げられています（表4参照）。

2020年までに外国から優秀な学生を沢山受け入れて30万人にする。交換留学で日本の学生もどんどん世界に出す。そんな計画があります。

リーディング大学院構想では、日本が強みを持つ学問分野を結集して「リーディング大学院」を構築し、成長分野で世界を牽引するリーダーとなる博士人材を国際ネットワークの中で養成します。

また、独立行政法人の研究所を改革して、新成長戦略やアジア戦略に適した国立研究開発機関（GOCO：Government Owned Contractor Operated）を作る構想もあります。これは、原子力あるいは新型軽水炉をアジアに展開していく上で避けて通れない問題でもあります。開発体制を公的資金による産業界主導にするかどうかという問題を含んでいます。

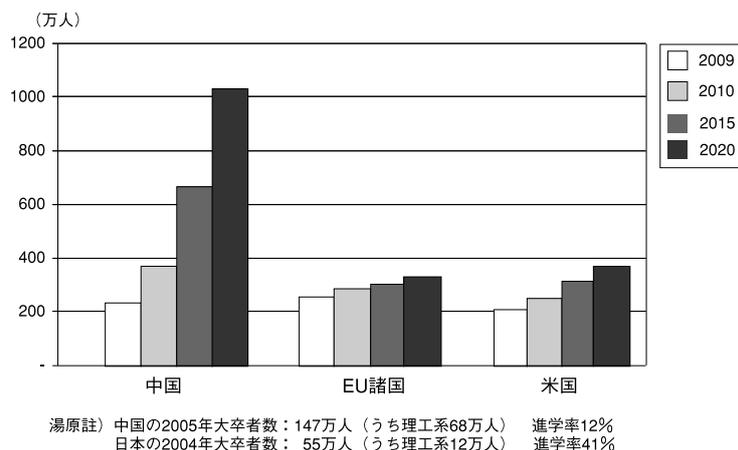
米国では設備の所有者が国で、運営が民間という国立研究所は当たり前です。そこでは、政府がしっかり目標設定し、予算配分し、決められた期日までに確実に開発をすることが求められます。日本でもそういうふうに研究開発体制を変えていくことがより重要になると思います。

#### アジア展開の鍵—中国の理工系人材の吸収

2020年、中国では大卒者数が1,000万人を超えると予想されています（図11参照）。日本の大卒者数は2004年に55万人、理工系は2割に留まっていますが、中国ではほぼ半分が理工系です。このまま推移すれば、中国では2020年に理工系の大卒者数が約500万人になります。また、中国の大卒者の就職率は35%くらいと言われています。優秀な理工系の人材が

表4 新しい産業政策における人材育成計画

<ul style="list-style-type: none"> <li>●グローバル人材の育成と高度人材の受入れ 日本人学生海外留学・研修30万人、外国人学生受入れ30万人計画 双方向型留学生政策の強化</li> <li>●リーディング大学院構想等（総合、横断、オンリーワン）による国際競争力強化と人材育成</li> <li>●「国立研究開発機関」制度の創設 独法制度の反省と研究開発システムの改革 グローバル基準のマネジメント（GOCOとトップダウンマネジメント、公設民営）</li> <li>●東アジア地域の成長に貢献する人材教育</li> <li>●理工系人材の育成強化による成長戦略（博士号取得者がリードする研究開発力の強化）</li> <li>●専修学校留学生受け入れ促進と総合的支援</li> </ul>
---



(出所：アンドレア・シュライヒャーOECD教育局指標分析課長プレゼンテーション資料, 「21世紀に必要な能力」, 2009年12月2日)

図11 大卒者数の推移 (中国, EU諸国, 米国)

何百万人も余りそうです。

原子力業界がいかにかこれらの人材を吸収していくかがアジア展開の重要な鍵になってくると思います。

ト開発・世界標準・認証をワンセットにしてアメリカで開発されたものです。日本は翻訳すれば規格基準はできるということで、随分とその恩恵を受けたわけです。しかし、そういう姿勢から決別しないと、日本独自の次世代軽水炉をアジアに展開することは不可能と考えます。

### 新型炉のアジア展開

### 原子力の輸出産業化戦略

#### 次世代軽水炉の開発目標

次世代軽水炉の開発目標は、欧米の許認可と規格基準にどう対応するかという姿勢から、プラントの独自開発—世界標準化—認証力の獲得へと転換すべきだと思います。世界標準になるような独自のプラント開発をして、認証力とのセットで事業展開する。次世代軽水炉開発に携わる方々にはそれを目指していたきたいと思います。

韓国は2010年1月に「原子力発電輸出産業化戦略」を発表しています (表5参照)。2030年までに80基の原子力プラント輸出を目指しています。2030年の世界の新規原子炉数が400基と予想されていますから、そのうちの2割は韓国が受注しようというわけです。韓国はその実現に向け、人材育成や機器国産化等への大規模な投資を含む、国家戦略を示しています。日本にも原子力輸出戦略ができるといいと思います。

今、世界で普及している軽水炉は、プラン

表5 韓国の原子力発電プラント輸出目標と期待効果

	受注基数 (累計)	受注額 (累計)	雇用効果 (累計)	韓国内での重機売上増大効果 (累計)
2010年	10基	500億ドル	4万9,000名	8,460億ウォン
2030年	80基	4,000億ドル	156万7,000名	26兆9,370億ウォン

(出所：韓国知識經濟部, 原子力発電輸出産業化戦略, 2010年1月)

## 原子力船の動向

### 原子力船の開発・標準・認証への動き

今、世界の海運業界で原子力船の風が吹き始めています。2009年12月、世界最大の海運会社である中国遠洋運輸総公司（COSCO）が原子力商船の可能性について中国の原子炉メーカーと検討中であると、業界紙ロイドリストが報じました。

報道の直後に、ノルウェーの船級認証機関DNVは、原子力商船の開発—標準—認証に関するフィージビリティ・スタディを開始し、そのワークショップに私も参加して資料を提供して意見を述べました。2010年3月にはその報告書が公開されています。

米国では、報道を受けてアメリカ造船造機学会（SNAME）が緊急ワークショップを開きました。実は、米国は、海軍の艦艇ですが原子力船の建造では世界一です。現在、世界で200隻ぐらいが運行中で、米国艦艇は5,700万km無事故という安全性を示しています。

ロシアでは砕氷コンテナ船をはじめとして、艦艇でない原子力船が既に何隻も運行中です。

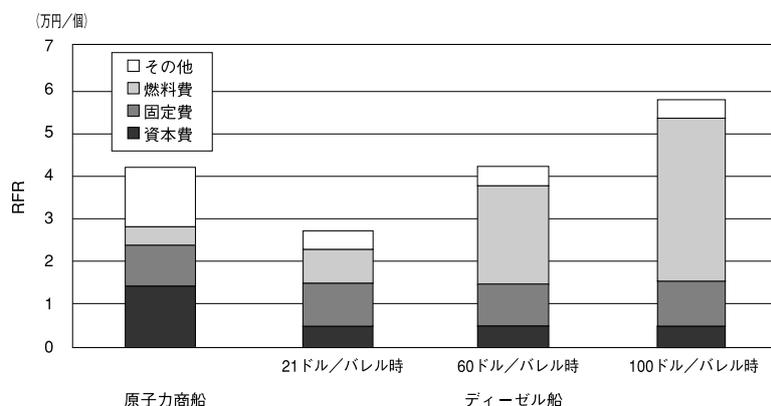
### 60ドル／バレル以上なら原子力船が低コスト

原子力船についてのフィージビリティ・スタディを行ったことがあります（図12参照）。原油価格が60ドル／バレル以上だとディーゼル船よりも原子力船のほうがコストが安いという結果が出ました。

先ほどのDNVのフィージビリティ・スタディでも、重油価格が70ドル／バレルでは原子力船のほうが生涯コストではほぼ1割ほど安くなる結果になっています。原子力船の実現には、その圧倒的な経済的優位性に加えて、これまでの実績に基づく安全性への理解が不可欠であると思います。

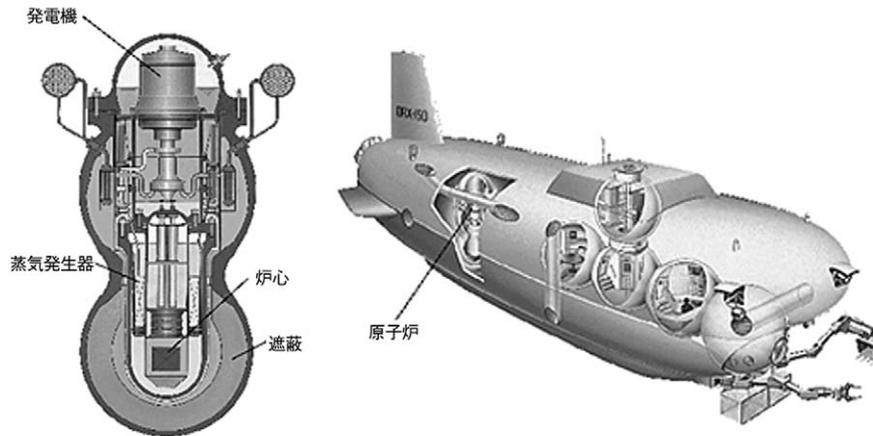
### 海洋資源開発に役立つ深海船用原子炉

わが国の排他的経済水域は、ベースメタル、レアメタル、レアアースの宝庫です。エネルギー・鉱物資源の開発の基盤整備をやるに「海洋基本計画」（2008年3月）に記されました。深海底での資源探査海域には、深海用原子炉を搭載した科学調査船が必要になると思います（図13参照）。原子力開発機構が深海船用原子炉DRX（Deep-sea Reactor X）という非常にコンパクトな円柱状の原子炉の概念設計を行っています。これはお蔵入りしていますが、持ち出さなければならぬ状況になってきました。



出所：石田紀久，湯原哲夫，堀浩之，「原油バレル100ドル時代における原子力船のフィージビリティ（1）実用化のための課題整理及びCO2削減効果」，日本原子力学会春の年会予稿集，2008年3月

図12 6,000個積み、船速25kt時の原子力船とディーゼル船のRFR内訳



(出所： <http://jolifukyu.tokai-sc.jaea.go.jp/fukyu/tayu/ACT95j/06/0603.htm>)

図13 深海用原子炉DRXとDRX搭載深海科学調査船

---

### おわりに

---

地球温暖化問題を考える時、原子力が基幹産業としてその役割を果たすには、開発体制にも歴史的転換が必要だと思います。その際、原子力を新しい産業政策の中で位置づけて展開していくことが大事です。

原子力船のニーズが高まり原子力船時代が必ず来ると思いますし、レアメタル、レアアースの開発には原子力潜水艇が多いに役に立つことになると思います。

以上です。ありがとうございました。

[講演 2]

## わが国の成長戦略と原子力

舟木 健太郎 (資源エネルギー庁 電力・ガス事業部)  
原子力政策課 原子力政策企画官



### 「新成長戦略」と原子力

### 「産業構造ビジョン2010」

#### 「新成長戦略」の目標

2010年6月18日に閣議決定された「新成長戦略」の目標は、課題解決を通じて需要と供給の好循環を作り出すことです。課題とは、過去5年間ぐらい1%にとどまっていた実質成長率を2%にする、過去20年間0%だった物価上昇率（デフレ状態）を1%での安定的に上昇させる、現状5%の失業率を3%に下げる、ということです。いずれも野心的ですが、日本の成長に不可欠な目標です。

#### 7つの戦略分野と21の国家戦略プロジェクト

戦略分野として、①グリーン・イノベーション、②ライフ・イノベーション、③アジア、④観光・地域、⑤雇用・人材、⑥科学・技術・情報通信、⑦金融の7分野が掲げられています。

グリーン・イノベーションでは、「環境未来都市構想」ということでスマートグリッドを中心とした都市全体での省エネ、新エネの導入、電力会社による再生可能エネルギーの買取り制度、原子力の着実な推進が掲げられています。アジアの戦略のところで、原子力を含むインフラ海外展開が挙げられています。

新成長戦略が閣議決定される直前、経済産業省の産業構造審議会・産業競争力部会が「産業構造ビジョン2010」を策定し、その内容が「新成長戦略」に盛り込まれました。この中で、①産業構造の転換、②企業のビジネスモデル転換の支援、③「グローバル化」と「国内雇用」の二者択一からの脱却（海外展開を国内施策の一環としても取り上げていく方向性の明確化）、④政府の役割の転換（国家間の競争に勝ち抜くための官民連携）、を強く打ち出しています。

#### 新成長戦略に関する最近の動向

##### 「新成長戦略実現に向けた3段階の経済対策」

9月10日に、「新成長戦略実現に向けた3段階の経済対策」が出されました。ステップ1の「円高、デフレ状況に対する緊急的な対応」として、雇用・投資・消費の基盤作りが掲げられています。

投資分野では、低炭素型雇用創出産業の立地支援の推進が大きな柱として掲げられています。これまでに、LED照明や電気自動車関係が多いのですが、原子力の部材メーカーでもこの制度を活用した実績があります。消費分野では、家電エコポイント制度と住宅エコポイント制度の延長が盛り込まれています。

ステップ2「今後の動向を踏まえた機動的対応」のために補正予算を組むか、今検討しているところです。

[新成長戦略実現会議]

「新成長戦略」の実現を推進・加速するために、関係閣僚と産業界、労働界、民間有識者で構成される「新成長戦略実現会議」が設置され、9月9日、その第1回会合が開かれました。この会議の下の「パッケージ型インフラ海外展開関係大臣会合」では、原子力発電が上下水道、鉄道とともに重点分野に選ばれました。原子力発電の国際展開について、閣僚レベルの議論がなされ、政府開発援助（ODA）との連携やファイナンス面などで、同会合を通じて各省を超えたイニシアチブを執っていくという流れになっています。

[新成長戦略実現アクション100]

8月末、経済産業省は、「新成長戦略実現アクション100」として、平成23年度概算要求を行いました。原子力関係予算は、今年度約1,750億円から来年度は10%増の1,920億円を要求しています。金額的に大きいのは電源立地交付金の拡充ですが、その他海外人材育成関係の予算倍増、新規要求では低濃縮ウランの備蓄事業や輸送経路実証事業といったフロン

トエンドにも国際協力を視野に入れ、力を入れていこうとしています。

諸外国の動向

再評価と導入・拡大

「原子カルネサンス」の中で、欧州各国で原子力回帰の動きがあります（図1参照）。英国、イタリア、スウェーデンに加え、最近ではドイツでも原子力の継続方針が打ち出され、政府が電力会社を経済的に支援していこうとしています。米国では経済状況が回復すればまた原子力発電所の建設が加速するという期待をもっています。また、中国、インドでは、新規導入を急増させていく計画です。

海外展開の具体例

[フランス]

国営会社アレバが燃料供給から再処理等バックエンドまで一元管理している点が特徴的です。アレバはウラン生産も第3位で（表1参照）、フロントエンドを押さえ、新規導入国に対し、建設・運転・保守、核燃料供給、再

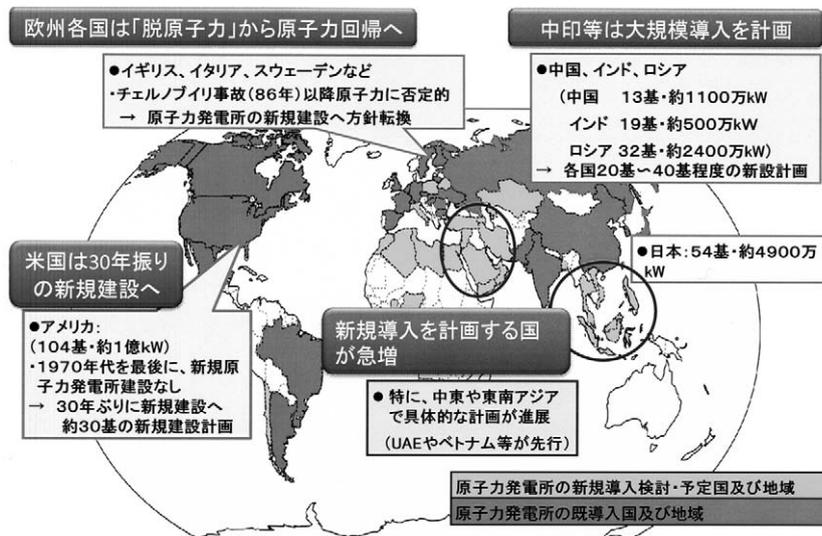


図1 世界で広がる原子力の再評価と導入・拡大の動き～原子カルネサンス

表1 世界のウラン生産企業（2008年）

企業名	tU	%
Rio Tinto（英・豪）	7,975	18
Cameco（加）	6,659	15
Areva（仏）	6,318	14
KazAtomProm（カザフ）	5,328	12
ARMZ（露）	3,688	8
BHP Billiton（英・豪）	3,344	8
Navoi（ウズベク）	2,338	5
Uranium One（加）	1,107	3
Paladin（豪）	917	2
GA/Heathgate（米・豪）	636	1
その他	5,620	13
世界生産合計	43,930	100

（出所：World Nuclear Association ウェブサイト）

処理等までフルパッケージで提案できる点が強みとされています。また、フランス電力公社（EDF）と連携して、欧州加圧水型軽水炉を積極的に国際展開しています。

[韓国]

日本より高い設備利用率93.3%が韓国の強みだとよく言われますが、韓国の資料によれば、APR1400の建設単価は2,300ドル/kWと価格競争力も相当あります。さらに、建設期間も52カ月と非常に短いです。また、安全規制については、米国の原子力規制委員会（NRC）のものを相当お手本にしたということで、これも新興国に対して売り込みをかける材料と伺っています。

グローバル市場で競合する最新型軽水炉

各国市場で最新鋭炉の建設・開発が進められています（図2参照）。130～170万kW級の大型新型炉が出ているという状況です。わが国が官民一体となって開発中の次世代軽水炉は180万kWを超える計画です。

各国の燃料供給のサプライチェーン

ウラン需要の急増が見込まれる中、各国・各メーカーは燃料の安定供給確保を図るための取組みを強化しています。例えば、フランスやロシアは国営企業による一貫した燃料供給力を保有しています。

また、新規導入国等が、原子炉の建設・運転のみならず、燃料供給にも強い関心を示しているところ、燃料供給保証の仕組みに関する国際的な枠組みづくりの議論も徐々に進展しています。

わが国原子力産業の強みと弱み

1980年後半以降の世界的な原子力停滞期においても、日本のプラントメーカーは国内需要とメンテナンスで、人材を確保して事業を続けてきました。国際的産業再編の中、わが国メーカーはこれが強みとなって、米国メーカーと提携し中心プレーヤーになったと認識しています。

	100～120万kW級		130～170万kW級		
BWR			<b>ABWR</b> サイズ：135～150万kW 主な特徴：インターナルポンプによる再循環系 米国DC：取得済 建設実績：国内4基 建設：国内2基、台湾2基建設中 国内7基、米国2基（東芝） 建設予定	<b>ESBWR</b> サイズ：155万kW 主な特徴：自然循環方式のシンプル構造、フルパッシブ化 米国DC：審査中 建設実績：なし 建設予定：米国6基	
PWR	<b>ATMEA1</b> サイズ：100～115万kW 主な特徴：ハイブリッド安全系、柔軟な運転性 米国DC：なし 建設実績：なし 建設予定：なし	<b>AP1000</b> サイズ：110～120万kW 主な特徴：安全系のパッシブ化、炉のコンパクト化 米国DC：取得済 建設実績：なし 建設予定：米国14基、中国4基	<b>APWR</b> サイズ：150万kW 主な特徴：大型化、炉心改良 米国DC：なし 建設実績：なし 建設予定：国内2基	<b>EPR</b> サイズ：160万kW 主な特徴：4重安全系、航空機落下対策等、既存技術で最高の安全性追及 米国DC：審査中 建設実績：なし 建設：フィンランド1基、仏1基建設中 米国8基、中国2基 建設予定	<b>US-APWR</b> サイズ：170万kW 主な特徴：APWRの大型化 米国DC：審査中 建設実績：なし 建設予定：米国2基

図2 各メーカーが建設・開発中の最新鋭炉

今後、ロシア、韓国の企業の台頭で、さらに価格競争が厳しくなっていくと予想され、ここで国際的な価格競争への対応も不可欠になっています。また、サプライチェーン、原子力産業全体で、産業と人材の厚みを増していく、あるいは海外に出ていけるように強化していくことが重要な課題です。

また、一部の部材産業では、世界的な高いシェアを持って活躍している日本企業があります。そういった企業が活躍を続け、新しい企業も出てきて日本の原子力を盛り上げていく体制を中長期的にも考えていかなければならないと考えています。

経済産業省としても戦略的原子力技術利用高度化補助事業として、平成21年度から部材産業に対しても技術開発支援を行っています。

## 「エネルギー基本計画」と原子力政策の方向

### 「エネルギー基本計画」の視点と目標

「エネルギー基本計画」(2010年6月)の基本的な視点は、従来のエネルギーセキュリティ確保、温暖化対策、効率的な供給という

政策の考え方に、経済成長の実現と産業構造改革を追加したものです。

2030年に向けた目標としては、①エネルギー自給率および化石燃料の自主開発比率の倍増(約70%)、②ゼロ・エミッション電源比率の倍増(約70%)、③家庭部門のCO<sub>2</sub>を半減、④産業部門では、世界最高レベルのエネルギー利用効率の維持・強化、⑤エネルギー製品の市場で日本企業がトップクラスのシェアを獲得していく、を掲げています。今、この目標を実現するための取組みに励んでいるところです。

### 原子力発電の目標

原子力発電については、「自立的かつ環境調和的なエネルギー供給構造の実現」という目標の中で位置づけ、2020年までに新增設9基、設備利用率約85%、2030年までには少なくとも14基以上の新增設と設備利用率約90%という目標を掲げています。低炭素化のエネルギー供給構造を目指していく中で、設備利用率を上げ、kWhベースでゼロ・エミッション電源比率70%という電源構成を目指していくことが課題になっています。

図3は、その前提となるCO<sub>2</sub>排出削減の目指すべき姿です。2030年には90年比30%削減

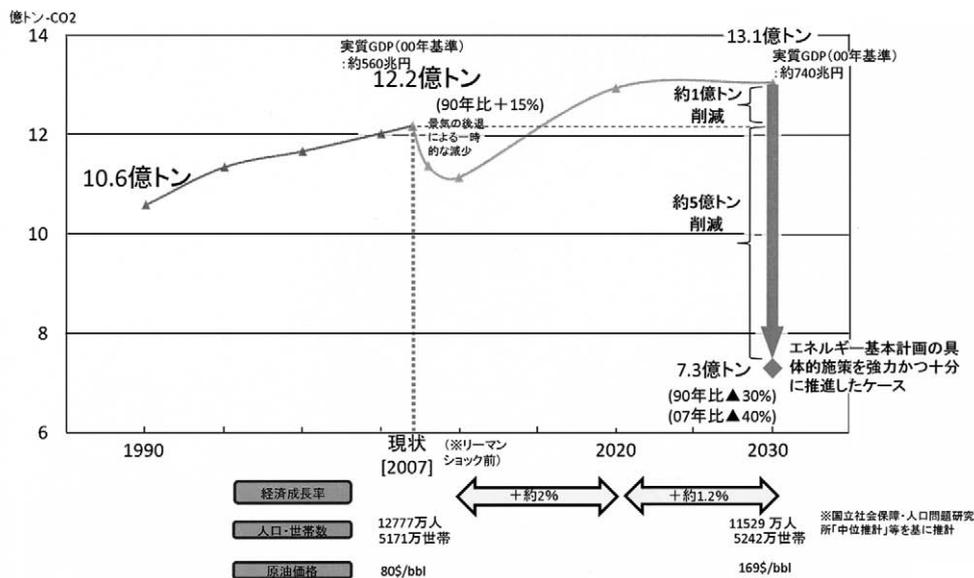


図3 2030年のエネルギー需給の姿(試算)

を目指すべく、再生可能エネルギーと原子力のいずれも重要ということで取り組んでいます。設備容量ベースだと再生可能エネルギーが2030年で約4割、原子力が2～3割ですが、家庭電力量では、再生可能エネルギーが約2割、原子力が約5割になるという試算です。

### 目標を具体化する取組み

これを具体化する「原子力発電推進行動計画」（2010年6月）は、政府だけの考えだけでなく、総合資源エネルギー調査会原子力部会で、産業界、学界はじめ関係者の皆さんと議論をしてとりまとめたもので、それぞれの役割の位置づけを行い、取組むべき行動を掲げています。

#### [新增設、リプレース、設備利用率の向上]

安全・安定運転を基本としつつ、長期サイクル運転、運転中保全の実施、事業者間でのベストプラクティスの共有などの取組みを関係者一体となって進めていくことになっています。

#### [相互理解の推進と立地地域の振興]

設備利用率の向上等に向けて立地地域との相互理解を促進していくことが重要な課題になっています。広聴広報体制、電源立地交付金についても更なる改善を図っていくところです。

#### [科学的・合理的な安全規制の充実]

原子力安全・保安院において必要な取組みを実施していくとともに、産業界とのコミュニケーションの充実に努めているところです。7月に産業界とのラウンドテーブルを開催した他、原子力安全規制情報会議（10月7日～8日）を開催し、原子力の現状と今後について議論していくことになっています。

#### [ウラン燃料の安定供給]

事業者のウラン鉱山開発を支援するため、

貿易保険などファイナンスの面で協力をしていくことを掲げています。

#### [核燃料サイクルの早期確立]

「中長期的にブレない」国家戦略として核燃料サイクルを着実に推進していくという方針を確認しています。六ヶ所の再処理、プルサーマルについて引き続き取組みます。

また、高速増殖炉（FBR）の実用化に向けて、引き続き研究開発プロジェクトを進めていく計画です。

高レベル放射性廃棄物の問題については、地層処分の文献調査の早期着手に向けて、NUMO等と連携して、来年着手できるよう取組みを進めているところです。

#### [原子力の国際的課題]

原子力産業の国際展開については、地域毎の戦略を掲げています。欧米市場については公的金融支援を活用しながら新規建設を積極的に支援。中国市場については資機材輸出を支援。インドとは二国間協力協定の議論が行われていますが、情報交換を推進していきます。

新規導入国には、システム輸出として建設から法制度まで含めた一体的な対応を図っていきます。

---

### おわりに

---

原子力発電は、国内外、とりわけ新興国市場で成長が見込まれている戦略分野であるとともに、引き続き成長のための経済基盤であるエネルギー供給体制の柱としての位置づけは変わりません。さらには低炭素化、自主エネルギー比率の向上という流れの中でさらに重要性が増大していると考えています。

その中で、諸外国も産業政策や官民一体となって、新興国への展開を見据えた戦略にシフトしているということは明らかだと思いま

す。「原子力発電推進行動計画」において具体的な方向を示していますが、引き続き電力会社、プラントメーカー、部材産業など各主体における成長戦略と連携しながら検討を深めていく必要があると思っています。

その際には、海外に通用するプラント、資機材・技術の開発、また技術基準や安全規制の高度化を図る。それから人材の問題、これを一体的に関係者で引き続き協議していくことが必要です。

官民一体で取組む次世代軽水炉開発プロジェクトは、海外市場への展開を目指していますので、これをモメンタムとして内外一体とした政策を考えていくことが重要です。

[講演 3]

## 電気事業者の国際展開について

富岡 義博 (電気事業連合会 原子力部 部長)



### 世界の原子力導入の見通し

世界の原子力発電導入の見通しでは、エネルギー安定供給、CO<sub>2</sub>排出削減を中心とした地球環境保全の観点から、世界的に原子力発電の導入が拡大する見込みです(図1参照)。

米国、欧州、日本、韓国といった、原子力発電所をこれまで導入してきた国に新たな導入計画があります。中国、インドでは、大きな進展が見込まれます。

新規導入国、特に東南アジア、中近東に大きな導入計画があります。

ちなみに、経済効果を見ると、例えば日本でと7.7兆円、米国で15.5兆円ですが、中国は63.5兆円、インドも16.6兆円、東南アジアも8.8兆円のマーケットとなりそうです。

### わが国のスタンス

#### 原子力産業の国際展開の意義

わが国のスタンスですが、総合資源エネルギー調査会原子力部会の資料によると、原子力産業の国際展開の意義を次のように示しています。

#### [国際的意義]

まず、エネルギー安定供給と紛争防止への寄与。資源獲得競争を緩和し、ひいては世界・地域の安定と発展に貢献できるということです。

次に、温室効果ガスの排出削減・化石燃料への依存低減への貢献。世界での化石燃料の

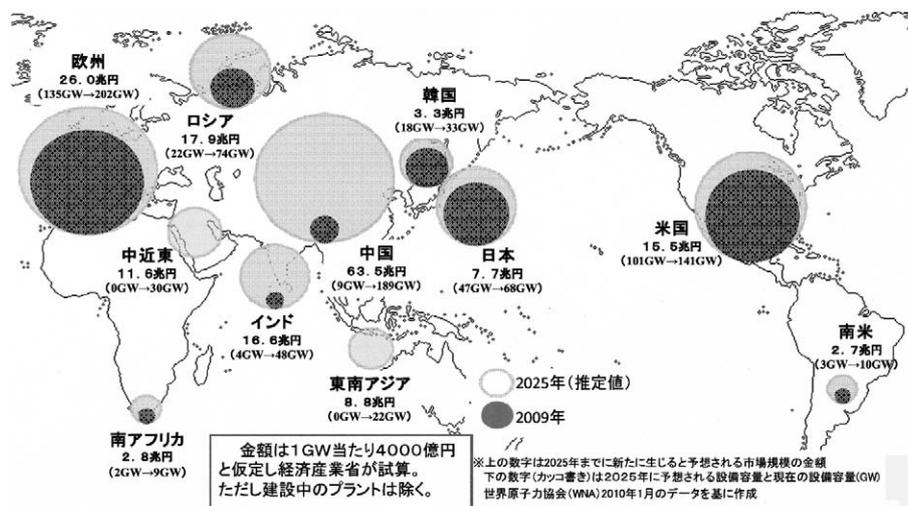


図1 世界の原子力発電導入の見通し

消費を抑制していくのですが、特に今後高成長が見込まれる新興国ではエネルギー消費量も増えます。そうした中で温室効果ガスの排出削減をしていくには、原子力の導入は欠かせないということです。

最後に、原子力の平和利用の健全な発展への貢献。日本は、40年以上、50基以上の原子力発電所の建設・運転の経験を持っています。この安全で信頼性ある技術の普及によって導入国での原子力安全、核不拡散等の徹底に貢献できると考えています。

#### [日本にとっての意義]

まず、経済成長への寄与。原子力産業はわが国の強みを生かした輸出増大という形で、日本経済への寄与が期待できる有力分野の1つです。

次に、技術力・人材の厚みの維持強化。海外市場の獲得を通じて、これまでに培ってきた国内産業の技術力、人材の厚みを維持・強化していくという意義があります。1970年代、80年代には、国内の原子力発電所の建設が盛んで、10基～17基という多くの発電所が建設されていました。1990年代後半からは年間数基しか建設されなくなりました。

2030年ぐらいには、70年代、80年代に建設したプラントのリプレースで代替炉建設が始まり、国内の建設も多くなっていくと見込まれますが、それまでは建設基数が少なくなります。そこで、この低水準の期間に海外市場の獲得を通じて、国内の産業を維持するということです。

最後に、国内システムのリスク低減。国内の炉型を他国に普及させることで、国内システムの孤立化を防ぐということです。それによって安全安定運転を続けていくという意義があります。

#### わが国の国際的課題への対応

2010年6月に公表された「エネルギー基本

計画」や「原子力発電推進行動計画」にも書かれていますが、原子力産業の国際化を積極的に推進していくことを明確にしています。その時に世界の原子力発電の導入見通しを踏まえ、市場ごとの特性に合わせた対応が重要だと思います。

欧米では既にかかなりの規模のプラントが導入されています。相対的に低リスクの市場ですから、マーケットベースの民間活力も利用して参入が考えられます。

他方、東南アジアや中近東の新規導入国へは、インフラも含め官民一体で輸出していくという戦略になると思います。ハードウェアの建設に加え、運営・管理、燃料調達から法整備、人材育成、インフラ整備、資金調達協力までを含めた一体的対応が必要です。広いパッケージの輸出になっていくので、国の積極的な関与のもとに、電力会社を中心とした一元的体制を構築していくことが重要です。

---

#### 電気事業者の国際展開に対するスタンス

---

こう言った国のスタンスを受けて、電気事業者は、わが国の原子力産業を活性化していくためにも積極的な国際展開が重要ということを中心として、官民一体となって具体的な国際戦略を打ち立てる必要があると考えています。特に、新規導入国へのプラント輸出では、人材、物資、資金、法規制などの枠組みも含めて、ハード、ソフト両面で支援する。それから、相手国のニーズに応じて的確に対応していくことが重要と考えています。

電気事業者は、ユーザーとして40年以上にわたる原子力発電所の設計、建設、運転、保全といった豊富な経験があります。この経験をベースに、世界の原子力安全の確保にも貢献していきたいと考えています。



事業者が新たな事業機会を創出できるということも重要なことです。

### ベトナムからの受注に向けた活動

7月、NBF日比谷ビルに設置した設立準備室ですが、再三、ベトナムを訪問し、先方と話をしてきています。ベトナムは縦に長い国です（図3参照）。ニントゥアン省内の2地点で原子力発電所建設計画があります。

第一地点については既にロシアとの話が行われているということで、今、新会社が主体となって目指しているのは、第二地点の受注です。具体的には、ベトナムのニーズ調査、ニーズへの対応の検討、人材育成計画への対応の検討、具体的な提案の実施、リスク分析やリスク分担の仕組みの検討を行っていきます。

図3 ベトナムの建設計画サイト



### 新規導入国における各種リスク

新規導入国だと、日本ではあり得ないリスク、民間ベースでは対応できないリスクがあります（表1参照）。現行の貿易保険等でカバーできない部分については国にも対応策の検討をお願いしています。その具体化の議論にも電気事業者が参画してやらせていただいているところです。

新規導入国でのリスク低減の仕組みも新規導入国へのプラント輸出については重要になってきます。

### 関係者間の役割分担

官民一体となって輸出していくにあたって、経済産業省に対しては、二国間協定の話、政府支援、安全規制、損害賠償制度の支援をお願いしていくところです。

日本原子力産業協会に対しては、これまでベトナム展示会や要人の招聘といった支援をいただいていますので、引き続き、こういったことで支援していただくということです。

メーカーにはプラント建設を中心に提案活動を行っていただきます。電力会社は発電所の運営の経験を生かしてニーズの調査、あるいは日本原子力産業協会との連携でニーズへの一元的な対応、人材育成といったところで貢献していただくということです。

表1 新規導入国におけるリスクに係る検討

想定されるリスク(例)	具体例	損害額	現行の貿易保険等でカバーしうる範囲
輸出関連リスク	輸出先の資金繰り悪化に伴う代金回収不能	輸出代金	・輸出保険により、非常リスク、信用リスクともにカバー
建設遅延リスク	天災や政変、法令変更による建設遅延	違約金(事業中止の場合は出資金)	・海外投資保険により、出資分をカバー ・輸出補償保険により、遅延に伴う保証金をカバー
コスト超過リスク	規格・基準の変更による調達資機材の変更	違約金+コスト超過費用(事業中止の場合は出資金)	・海外投資保険により、出資分をカバー ・輸出補償保険により、遅延に伴う保証金をカバー
市場リスク	他エネルギー価格の低下等を原因とした採算悪化による事業困難	減損額	・通常は、企業自らがリスクを低減するなどの工夫が必要

(出所：総合資源エネルギー調査会原子力部会第23回会合資料より抜粋)

8月24日、25日、直嶋正行経済産業大臣、「国際原子力開発株式会社」の社長に就任予定の武黒一郎氏、電力のトップ、メーカーのトップがベトナムを訪れ、政府高官に会って話をしています。

直嶋大臣からは、資金面、人材育成面を含め、あらゆる協力を惜しまない。政府、電力、メーカーが官民一体となって協力する体制を整備するという説明がなされました。官民一体となって協力する体制というのが、「国際原子力開発株式会社」です。

武黒社長からは、電気事業者として50年にわたる日本の原子力の経験を生かした提案を行い、安全で信頼される原子力発電をベトナムでも実現したいという話をしています。

先方のグエン・タン・ズン首相は、日本の原子力発電の安全性の努力を高く評価する。(第一地点はロシアが受注したが) パートナーを多様化するため、長期的な観点から日本をパートナーとすることを真剣かつ具体的に検討していきたい。新会社設立を歓迎し、日越の窓口として両国の協力関係構築への貢献を期待するといった言葉をいただいたということです。

---

## おわりに

---

わが国の原子力産業を活性化していくためにも積極的な国際展開が重要です。官民一体となって具体的な国際展開を行う。そのためにも新会社を設立して、ベトナムを始めとする新規導入国における発電所建設プロジェクトに対して官民一体で受注活動を行っていくという所存です。私からの話は以上です。

[講演 4]

## 原子力の国際展開について

五十嵐 安治 (社)日本電機工業会  
原子力政策委員長



### 原子力発電の推進状況

#### 世界における原子力発電

世界における原子力発電の発電用量は、2009年から2025年までに2.3倍に増加すると見込まれ、特に中国、インドで増加が顕著です

(図1参照)。世界の経年プラントの状況を見ると、432基の運転中プラントのうち50%が20年から29年、30%が30年以上です(図2参照)。経年プラントの価値・効率向上による寿命延長が必要になってきます。

日本では「原子力発電推進行動計画」(平成22年6月)が策定され、新增設を2020年までに9基、2030年までには少なくとも14基以上としています。

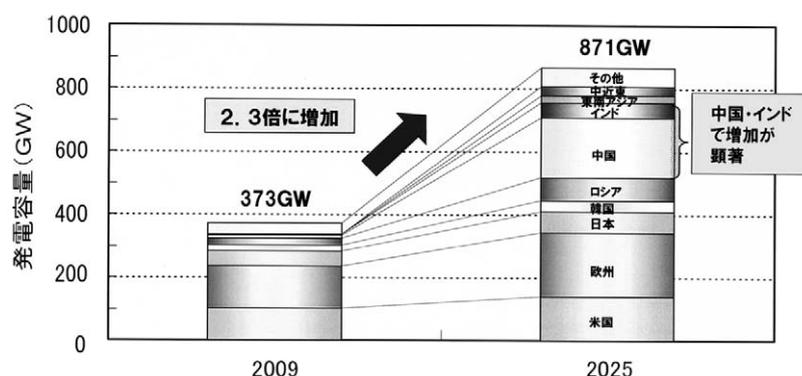


図1 世界における原子力発電の推進

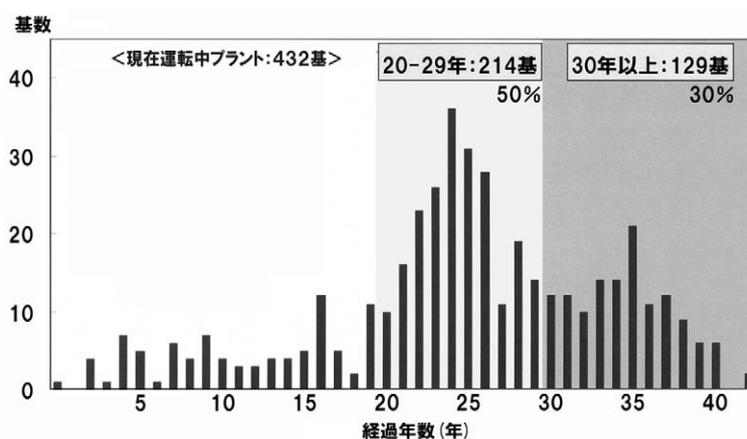


図2 原子力発電所の運転後経過年数による基数 (2010年時点)

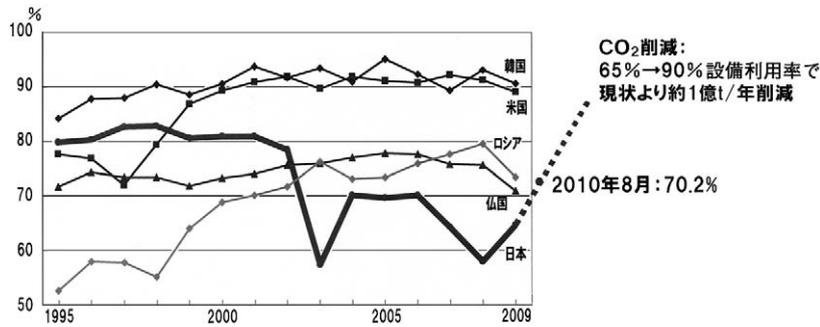


図3 世界と日本の設備利用率の状況

### 日本と世界の原子力発電所設備利用率

2000年代初頭までは日本の設備利用率は約80%でしたが、地震等の影響で低下しています(図3参照)。「原子力発電推進行動計画」では、長期サイクル運転、運転中の保全を含む施策を講じて、2020年までに85%、30年までに90%以上に向上するとしています。

海外展開においても、CO<sub>2</sub>の削減に加え、設備利用率の向上は重要な評価ポイントの1つです。

### 原子力発電推進の意義

原子力発電推進の国際的な意義は、①世界のエネルギー安定供給への寄与、②温室効果ガス排出削減への寄与、そして③原子力平和利用の健全な発展への貢献です。

日本にとっての意義は、①輸出相手国と自

国との経済成長への寄与、②海外展開で相手国と自国の人材育成への寄与です。これらを通して国同士の“WIN-WIN”関係構築が両国の長期的な利益となります。

### 新規建設の動向

#### 市場に適合するアプローチ

米国ではオバマ政権の政策として、2010年1月に一般教書演説で原子力推進を明言しました。また、原子力発電所を建設するため政府債務保証を3倍に増額する方針を表明しており、既にVogtleへの融資は決定しています。さらに、2010年5月に核セキュリティサミットを主導したように、オバマ政権は核不拡散に係るリーダーシップもとっています。現在、

表1 米国、欧州の動向

<p><b>米国</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>●オバマ政権の政策 一般教書演説で原子力推進を明言(2010年1月) 政府債務保証を3倍にする方針表明(2010年2月) 核セキュリティサミット等のリーダーシップ</li> <li>●DOE融資保証プログラム候補プラント Vogtle - 3/4 (2010年2月決定) STP-3/4 VC Summer - 2/3 Calvert Cliffs</li> <li>●建設運転一括許可(COL)申請28基、うち24基で日本メーカーが貢献</li> </ul>	<p><b>フランス《2基の新設計画》</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>●フラマンビル-3 建設中</li> <li>●バンリー-3 2012年着工予定</li> </ul> <p><b>イギリス《8基以上の新設計画》</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>●仏EDFが英電力BEを買収(2009年1月)</li> <li>●仏EDFが4基を計画中</li> <li>●独の電力合弁会社が4基以上を計画中</li> </ul> <p><b>フィンランド《2基の新設計画》</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>●オルキオト-3 建設中</li> <li>●Fennovoima, TVOが各1基新設計画</li> </ul> <p><b>その他</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>●スウェーデン、イタリア、チェコ、ポーランド、スイス 他にも新設計画の動き</li> </ul>
--	---

建設運転一括許可（COL）申請は28基で、内24基において日本メーカーが貢献しています。

表1に示すように、欧州では、フランスにおいて1基が建設中で、1基は再来年着工予定です。イギリスでは、フランスやドイツの電力会社が英国に進出し、新たな計画を策定しています。フィンランドでは、オルキルオトで1基を建設中、さらに2基の新設計画があります。その他、スウェーデンやイタリア、チェコ、スイスといった国々で原子力発電の再導入の動きがみられます。これら欧米は、オープンな市場ですが、巨額の建設費に公的ファイナンス支援が重要な市場です。

中国、インドについて表2に動向を示します。中国では現状の9GWから2020年までに70～80GWに増加させる計画があります。炉型は基本的にPWRに限定しており、段階的な国産化を志向しています。現在11基を運転中、26基の建設を計画しています。昨年からは新たに三門、海陽等で建設が開始されました。

インドでは、現在の4GWから2032年までに60GWに増加させる計画があります。炉型については限定せず、BWR、PWR、高速増殖炉も検討しています。現在19基を運転中、5基を建設中です。インドは核兵器不拡散条約（NPT）に加盟していませんが、原子力供給国グループ（NSG）が対印輸出解禁を承認したことに伴い、各国が二国間原子力協力協定締結に動いています。日本もこの夏から交渉を開始しています。中国、インドの市場は巨大ですが、多方面からの政治的アプローチが必要な市場です。

新規導入を計画している東南アジア、中東等の動向について表3に示します。ベトナムは、2030年までに14基の増設を計画しています。2010年2月に、ロシアロスアトムが2基を受注しました。日本も巻き返しを図るため新会社を設立し対応しています。

アラブ首長国連邦（UAE）では14基の新設計画があり、2010年1月に日本、フランスを退けて、韓国電力公社（KEPCO）が4基受注

表2 中国、インドの動向

<p><b>中国</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>●増設計画 原子力発電容量：9GW ⇒ 2020年までに70～80GWへ</li> <li>●炉型をPWRに限定、段階的国産化志向 (AP1000<sup>TM</sup>, EPR, VVERおよび国産のCPR1000)</li> <li>●運転中 11基（9GW） 建設中 26基（30GW）</li> <li>●三門、海陽でAP1000<sup>TM</sup>の建設開始</li> </ul>	<p><b>インド</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>●増設計画 原子力発電容量：4GW ⇒ 2032年までに60GWへ</li> <li>●炉型は限定せず、高速増殖炉（FBR）や重炉も視野 (AP1000<sup>TM</sup>, EPR, VVER, ESBWR)</li> <li>●運転中 19基（4GW） 建設中 5基（3GW）</li> <li>●NSG、原子力関連の対印輸出解禁承認</li> <li>●仏、米、露と二国間原子力協定締結</li> <li>●日、韓と原子力協定締結に向け交渉開始</li> </ul>
--	--

表3 東南アジア、中東 他の動向

<p>ベトナム《2030年までに14基の新設計画》</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>●露ロスアトムに2基発注の方針（2010年2月）</li> <li>●日本は官民一体の受注活動のために新会社設立に向け準備室設置（2010年7月）</li> </ul> <p>アラブ首長国連邦（UAE）《14基の新設計画》</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>●韓国電力公社が4基受注（2010年1月）</li> <li>●アブダビに2017年初号機運転開始</li> </ul> <p>サウジアラビア《2基の新設計画》</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>●原子力発電導入を検討する新しい政府組織の創設を発表（2010年4月）</li> </ul>	<p>ヨルダン《2025年までに1～2基の新設計画》</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>●日仏アトメア社（ATMEA1）、露（VVER）、カナダ（CANDU）が候補炉型</li> </ul> <p>エジプト《8基以上の新設計画》</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>●各国が原子力発電導入に向け支援表明（日、米、露、中、EU他）</li> </ul> <p>その他</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>●タイ、マレーシア、フィリピン、シンガポール等で原子力発電導入検討の動き</li> <li>●トルコ、BOO（Build-Operate-Own）でロシアに4基発注（2010年5月）</li> <li>●他の中東国でも原子力導入の動き</li> <li>●中南米（ブラジル、メキシコ）等においても原子力発電再導入の動きが活発化</li> </ul>
--	---

しました。2017年にはアブダビで初号機運転開始の予定です。

サウジアラビアでは2基の新設計画があり、原子力導入に係る新しい政府組織の創設を予定しています。ヨルダンでは、2025年までに1～2基の新設計画があり、現在、日仏連合、ロシア、カナダが受注活動を展開しています。

その他、アジアではタイ、マレーシア、フィリピン、シンガポール等で、中東ではエジプト、トルコ等で導入の動きがあり、中南米諸国でも、ブラジルやメキシコで再導入の動きが見られます。

これらの新規導入国では、垂直統合と公的資金や運転支援等をパッケージにした包括提案が必要です。

#### 新規導入国向け体制の確立

日本は官民による新会社「国際原子力開発株式会社」を設立し、当面ベトナム向けに、

一元的、包括的提案を行います。国を挙げて海外における原子力発電の受注拡大を推進していきます（図4参照）。

## 各国の国際展開状況

### 二国間の原子力協力協定の状況

日本は他国に比べて、協定の締結が遅れていましたが、現在は国の積極的な推進政策により、ヨルダン、カザフスタンと原子力協力協定を結んでいます。今、新規導入国と原子力の協力協定のさらなる早期締結が非常に重要になっています。

各国の原子力関連ビジネスの事業構造を見ると、発電、プラント建設、燃料供給について韓国やロシアでは一貫した形で進められているところが特徴的です（表5参照）。

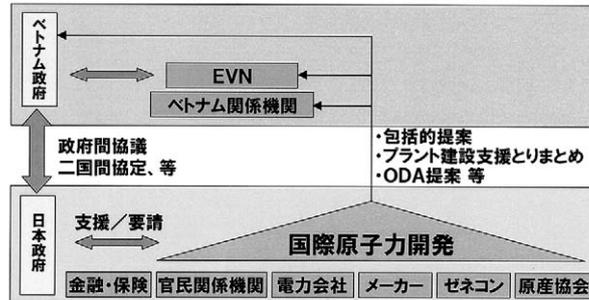


図4 ベトナム原子力発電所建設の日本側協力体制

表4 二国間原子力協力協定の状況

	日本	米国	フランス	ロシア	韓国
米国	◎	—	—	○	◎
イギリス	◎	—	—	—	○
中国	◎	◎	◎	◎	◎
インド	交渉中	○	◎	○	交渉中
ベトナム	交渉中	△	○	△	○
ヨルダン	○	交渉中	○	○	○
エジプト	—	◎	◎	○	○
UAE	交渉中	◎	△	—	◎
カザフスタン	○	◎	△	◎	△
インドネシア	△	◎	◎	—	—
ブラジル	—	◎	◎	△	○
トルコ	—	◎	—	○	△
サウジアラビア	—	△	—	—	—
クウェート	△	△	○	△	—
ユーラトム*	◎	◎	◎	○	—

◎：協定批准 ○：協定署名 △：覚書 東芝調べ

\*加盟国：仏、伊、独、ベルギー、蘭、ルクセンブルグ、デンマーク、アイルランド、英国、ギリシャ、スペイン、ポルトガル、オーストリア、フィンランド、スウェーデン、キプロス、チェコ、エストニア、ハンガリー、リトヴィア、リトニア、マルタ、ポーランド、スロヴァキア、スロヴェニア、ルーマニア、ブルガリア

表5 各国の原子力関連ビジネスの事業構造

	発電(運転・保守)	プラント建設	燃料供給
日米	電力 電力	メーカー メーカー(日系)	メーカー子会社/海外依存 WH/GE
仏露韓	EDF(国営電力)	アレバ(国営)	
		ロスアトム(国営)	
		韓国電力(国営)	
		斗山	海外依存

フランス、ロシア、韓国の国際展開

[フランス]

電力とメーカーとの一元的体制で、アレバ社とフランス電力公社(EDF)が行っています(図5参照)。燃料供給、バックエンドに強みがあり、EPRという原子炉を世界に展開しています。サルコジ大統領の強力なリーダーシップのもと、フィンランドに2基、中国に2基建設しています。また、ポーランド、イタリア等ではフィージビリティ・スタディ(FS)を行っています。計画中としては、英国(2基)、米国(7~8基)、インド(2~6基)、ヨルダン、カタールなどがあります。

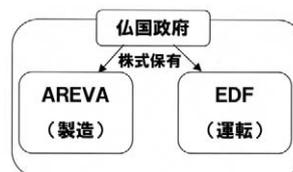


図5 フランスの国際展開体制

[ロシア]

国主導で、ロスアトムグループを形成し、燃料供給、バックエンドに強みがあります(図6参照)。

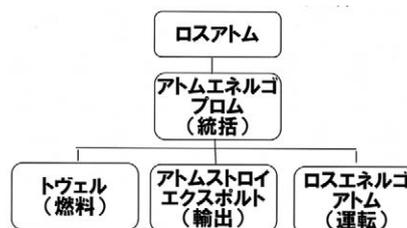


図6 ロシアの国際展開体制

また、国際ウラン濃縮センター構想を提唱し、VVER1000を世界に展開しようとしています。現在、ウクライナ(2基)、ブルガリア(2基)、イラン(1基)、インド(2基)で建設中、受注済みがインド(4基)、ベトナム(2基)、トルコ(4基)で、その他についても非常にアグレッシブにアプローチをしていて、フロントエンド、バックエンドサービスの充実で、旧共産圏、途上国等に適した炉の覇権を狙っています。

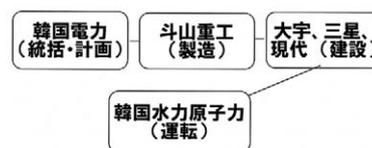


図7 韓国の国際展開体制

[韓国]

KEPCOを中心に一元体制を形成しています

(図7参照)。強みはコストと韓国国内での90%を超える高い設備利用率、そしてAPR1400の世界展開と長期運転保証です。

「原子力発電輸出戦略」(2010年1月)を策定し、2030年に80基輸出、世界シェアの20%を獲得するという目標を打ち出しています。建設受注はUAEの4基ですが、FS受注はトルコ、インド、マレーシア、フィリピンがあります。さらに、ヨルダン、エジプト、中国などで受注活動中です。コストと運転保証を武器に中東等の新規導入国を狙っています。

---

## わが国の国際展開の状況

---

### 世界から期待される日本の原子力技術

欧米では1979年のスリーマイル島（TMI）事故や1986年のチェルノブイリ事故の影響で新規建設が停滞していました。特に、米国では約30年間新規発注がありませんでした。

これに対して、日本では1960年代よりプラント建設を継続し、技術ノウハウを蓄積してきました。開発設計から機器の製造供給、建設技術、保守保全に至る総合的なエンジニアリング力を維持・保有しています。この強みを活かしながら高度なプラント建設技術力、短工期の建設、耐震技術などを使って、国家的戦略資源としての原子力技術を世界へ展開していきたいと考えています。

### わが国の原子力の国際化対応の方向性

メーカーには多数の機器輸出の実績があります。また、既導入国向けのプラント輸出については、各々の会社に対応してきました。

今後は新規導入国向けにシステム輸出をするため、より政府間の協力、政府の支援が必要になります。制度の整備、資金支援と連携して、建設、運転・保守、人材育成、運営ノウハウの一元化・包括的な支援が必要になってきます。

### 機器輸出の実績例

〔株〕日立製作所

韓国の古里原子力発電所2，3，4号機の発電機・補機のリプレースを日立が行いました。中国秦山の第三期原子力発電所のタービンや発電の主要機器も供給しています。

〔株〕東芝

米国では、日本初の海外建設プロジェクトとして、東芝によるサウステキサスプロジェ

クト3，4号機の建設が進行中です。東芝は日本企業として初めて、2009年8月に米国政府による原子炉供給メーカーとしての認定を取得し、同プロジェクトが融資の候補になっています。既に、長期納入品として圧力容器等の製造が日本で開始されています。

〔三菱重工業株〕

テキサス州グレンローズでは、ルミネント電力向けコマンチェピーク原子力発電所3，4号機の建設に向けた作業が順調に進んでいます。2009年にエンジニアリングサービス契約（ESA）を締結し、見積設計を実施中です。

DOEの融資枠へのルミネント電力の適用申請を支援するために、ルミネント電力、ドミニオン電力、三菱商事3社から成るワーキンググループで標準設計認証（DC）、COLの取得を加速しています。

---

## 国際展開への取組み

---

国際展開においては、トップ外交の推進、二国間原子力協力協定の戦略的な推進が必要となります。国と電気事業者、メーカーの連携による一括的・包括的な提案体制の構築については、新会社「国際原子力開発株式会社」が設立され、非常に期待しています。

国際協力銀行（JBIC）、日本貿易保険（NEXI）等によるファイナンスの支援、リスクの引き受けも非常に重要になります。原子力発電のクリーン開発メカニズム（CDM）や共同実施（JI）への組み込みも重要だと考えています。

原子力損害賠償法にかかる補完条約（CSC）への加盟促進も重要なアイテムの1つです。

今、官民一体で原子力の国際展開を推進するという方向性が示されていますので、それに則り、しっかりと我々としても国際展開も推進していきたいと考えています。以上です。

[講演 5]

## 次世代軽水炉プロジェクトの展開

～約2年間の開発に対する評価と今後の開発のあり方～

田中 隆則 (財)エネルギー総合工学研究所  
原子力工学センター 理事



### 原子力発電の現状

#### 原子力の利用拡大予測とその背景

図1は、経済協力開発機構原子力機関(OECD/NEA)による世界における原子力発電設備容量の予測である。世界では今後相当な規模の原子力需要があると見込まれている。

例えば、高シナリオでは、2030年から2050年の間に、当初はゆっくりと、しかし、毎年54基に達するまでに加速する。この頃になるとメーカーも製造能力いっぱいでも対応できないとの心配も出るほどであるが、過去の経験では、産業界が製造能力を増強するなどして対応するものと見込まれている。

このような需要増の見通しは、NEAだけでなく、世界の色々なエネルギー関連機関の予測も同様で一定の幅に収まっている。

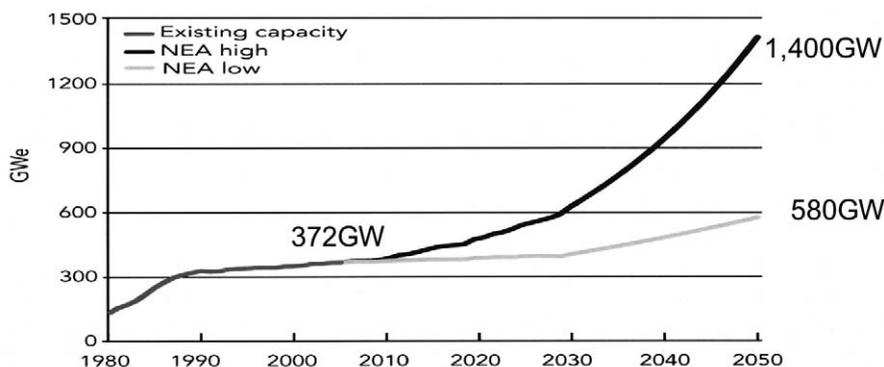
このように高い伸びが予測される背景には、基本的に原子力発電の優れた実績がある。原子力を信頼して、これからその活用をしていこうという認識が国際的にも高まってきたことで、最初にモラトリアムを提唱したスウェーデンを初め、色々な国が原子力を考え直す状況になってきた。

また、原子力エネルギーの平和利用のための国際スキーム(安全条約、ジョイントコンベンションなど、国際原子力機関(IAEA)を中心とした国際協力の形)も整ってきており、原子力利用を促進する基盤づくりが進んでいる。

さらには、地球温暖化対策として、建設に向けた動きが加速しているという側面もある。

#### 原子力の利用拡大に伴う課題と懸念

一方で、原子力が予想どおり順調に拡大していくのだろうかの疑問の声もある。下記のような、初期投資負担の大きさ、ウラン資源



(出所: World Energy Outlook 2008, OECD/NEA)

図1 世界の原子力発電設備容量の予測

表1 原子力拡大に伴う課題と対応策

課題	対応策
コスト	初期投資負担の低減，保守コストの低減
ウラン資源	鉱山開発の着実な実施，保険としての技術開発（海水ウラン捕集技術）
安全性	技術の成熟化と経験の蓄積による高稼働率の達成，新規導入国の安全体制の整備
廃棄物処分および廃止措置	高レベル廃棄物処分技術は実質的に確立，具体的処分場の選定
核不拡散および核セキュリティ	国際的核燃料供給体制の確立等新規導入国の拡大への対応
研究開発基盤（産業，人材，開発能力）	基盤的試験研究施設の維持，人材育成
公衆の支持	安全実績の積み上げ，公聴・広報活動の地道な展開

の有限性等々の課題，また公衆における原子力に対するアレルギー的な感情などの課題に基づく懸念である（表1参照）。

[コスト]

日本では電力会社のように資金力を持った事業者が投資するケースが多いが，米国などでは広く投資家を集めてプロジェクトを立てている。このため，当初の建設費，さらには保守コストの低減が投資を成立させるために必要である。

[ウラン資源]

IAEAやOECDのウランの需要予測では，資源量の面から，供給上の問題は当面生じないと見込まれている。しかし，現実には鉱山開発に時間を要するため，実際上は需給ギャップが生じるおそれがある。

[安全性]

安全であるということが実績として評価されるようになってきたが，それは原子力の運転経験を長年積み上げた国々がやってきたことであり，今後，新規導入国が入ってきた時，それらの国の安全体制が本当に大丈夫なのかという懸念もある。

[廃棄物処分および廃止措置]

高レベル放射性廃棄物の処分場の話が進展していないというのは常に批判の対象となっ

ている。処分場の立地を早急に具体的に進める必要がある。

[核不拡散および核セキュリティ]

国際的核燃料供給体制の確立といったアプローチも試みられているが，原子力新規導入国への拡大への対応が求められている。

[研究開発基盤]

日本でも大学等，人材の育成基盤が脆弱になってきている。また，本来の重要性が認識されず，軽水炉分野の研究を軽視する傾向が見られ，研究施設の維持なども課題となってきている。

[公衆の支持]

引き続き地道に公衆とのコミュニケーションをしっかりと進めていく必要がある。

国際展開に向けた日本の課題

日本は，国際的な原子力利用の拡大に向けて貢献しうる立場にあるが，次のような課題も抱えている。

まず，海外での原子力プラント建設の実績が皆無という課題があり，今や韓国にも先行される恐れも出ている。

また，国内の原子力発電について豊富な建設運転の実績，経験を持つ一方，稼働率は長期にわたり低迷している。

原子力の国際展開に向けて，今，積極的に

官民一体で進める体制が整いつつあるが、燃料供給から運転保守、規制制度まで含めたパッケージ供給体制が脆弱な中で、これをどう強化するかという課題がある。

パッケージという時に、米国などでは、サービス事業者、例えば、商談を作り出すぐらいの力を持つ原子力導入支援コンサルタントが色々な国に働きかけている。しかし、日本の場合、これまで原子力は基本的に政府開発援助（ODA）の対象になっていないため、国際的に原子力分野で活躍するコンサルはまだ弱いのが現状である。アラブ首長国連邦（UAE）などでの原子力発電計画には、規制機関が行う安全審査をバックアップする国際的な支援会社が関与しているが、日本にはそういう民間会社もあまり育っていない。

また、日本には、国際展開への対応が難しい規制制度といった問題もある。例えば、設計認証制度などに対応していない。

日本のメーカーは海外競合メーカーに先行して改良型沸騰水型炉（ABWR）を開発し、実績を積み上げてきたが、海外競合メーカーは、近年、最新鋭の炉型を市場に投入してきている。

### 原子炉設計の進化と将来炉の開発

次世代軽水炉というのは、図2にあるように、今あるプラントの次を担うものであり、ジェネレーション4（GenIV）につないでいくものという位置づけと考えられる。

原子炉の世代交代については、従来「40年運転」を前提としてきたが、寿命延長により今は「60年運転」を想定して運転や開発を行っている。図3のように、今後、その運転年数も順次60年に至り、リプレースが2030年ぐらいから始まる見込みである。そこで、次世代軽水炉につないで、その後高速増殖炉へというのが大きな流れと考えられる。

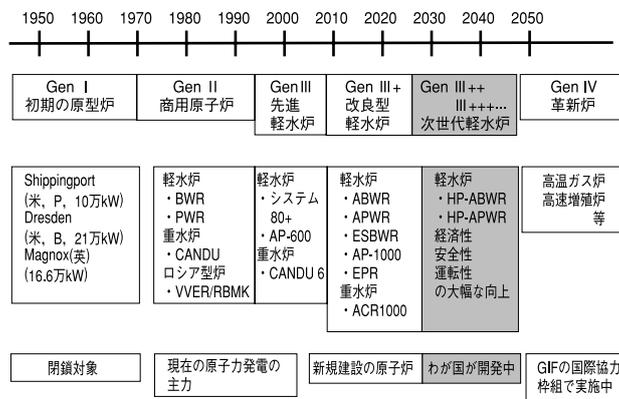
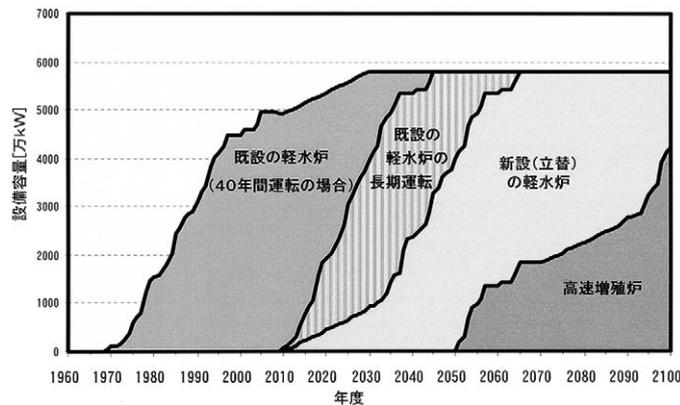


図2 原子炉設計の進化における次世代軽水炉の位置づけ



(出所：原子力立国計画，2006年8月)

図3 原子炉の世代交代

## 次世代軽水炉等技術開発

### プロジェクトの背景、意義

次世代軽水炉等技術開発（以下「本開発」）は、わが国の代替炉建設需要の円滑化、原子力産業の国際展開と競争力の確保、それらを支える技術と人材の維持・強化に資するものとして、原子力立国計画での指摘を踏まえ、約2年間の調査研究（以下「FS」）を経て、2008年度からナショナルプロジェクトとして本格着手した。

本開発では、2010年度上期までに全体ワールドポイントを設け、当初2年間の成果および進捗状況等を多面的かつ総合的に評価するものとしており、エネルギー総合工学研究所がプロジェクトの中核機関として評価を行った。以下に、中間評価報告書から次世代軽水炉の概要と評価の結果を紹介する。

### 次世代軽水炉の開発目標と特長

次世代軽水炉は、国内既設炉の代替炉であると同時に、海外市場にも受け入れられる標準設計のプラント（国際標準炉）として位置付けている。

国内電気事業者の豊富な運転経験、海外のユーザ要件、競合炉の性能などを踏まえ、基本条件、安全性、経済性、社会的受容性、運営・運転・保全、国際標準の6項目についての要件がFSで具体化された。本開発では、最新の市場調査から国際標準炉として考慮すべき条件を整理し、FSで設定された要件を見直して開発目標（性能目標）とした。

### 次世代軽水炉の概要

国内外のユーザの期待や着目点に基づき開発目標の中から重点的に伸ばすべき要件を抽出し、次世代軽水炉の特長（魅力）として以下の3つに整理した。

- 経済性—建設単価・発電コストの低減
- 安全性—世界最高水準の安全性
- 運営・運転・保全性—運転し易く使い易いプラント

プラント概念設計検討にあたっては、わが国の最新プラントを基にさらなる改良発展をさせるものとし、特長を伸ばす観点から基本方針を策定して検討を行い、プラント概念を確立した。次世代軽水炉の概要を図4に、プラント概念の成立に必要な要素技術を表2に示す。

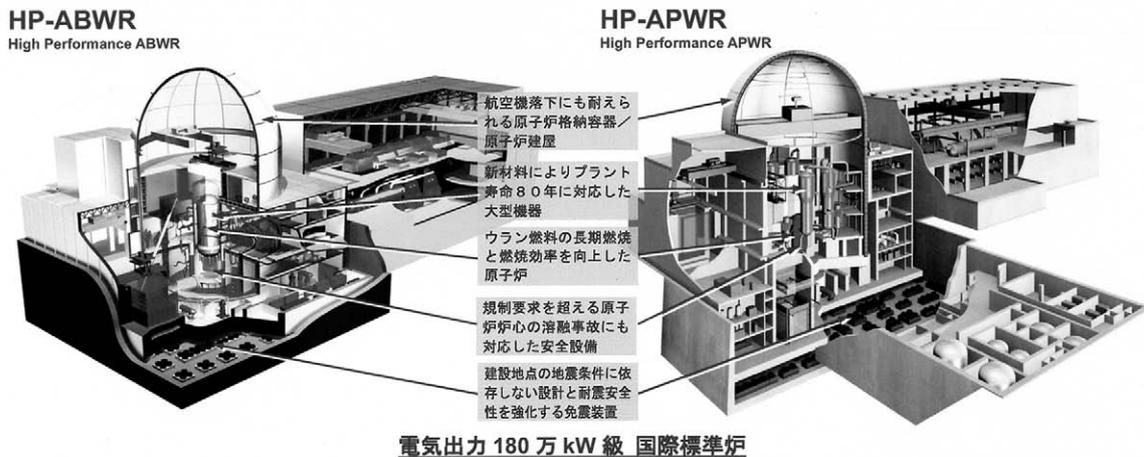


図4 次世代軽水炉プラントの概要

表 2 要素技術開発一覧

特長	適用先	要素技術 <sup>(1)</sup>	備考
建設単価・発電コスト 低減の追求	共通	次世代軽水炉燃料の実用化研究（ウラン濃縮度5～10wt%） 免震装置の実証	2010年度～新規 <sup>(2)</sup>
	BWR	BWR次世代燃料の開発 スペクトルシフト燃料の開発 高性能炉心燃料内気液二相流挙動解明試験技術開発 原子炉内流動試験および解析手法開発 SC構造格納容器の開発	
	PWR	PWR次世代燃料の開発 高度化炉心の開発 蒸気発生器伝熱管材料の開発 高性能蒸気発生器の開発 船殻構造格納容器の開発	
世界最高水準の安全性	BWR	静的格納容器冷却系のシステム挙動試験 静的デブリ冷却システムの除熱特性基礎試験 大口徑ベント管動荷重試験	新規 新規 新規
	PWR	自律安全系の開発 溶融デブリ対策（IVR）の研究	新規 新規
運転し易く使い易い プラント	共通	プラントデジタル化技術の開発（TMS）	～2010年度
	BWR	炉内構造部材開発 材料・水化学技術の高度化	
	PWR	二次系水化学技術の開発	新規

注 (1) 次世代軽水炉等技術開発の対象  
(2) 「新規」とは2011年度から開発を開始する要素技術

### [次世代BWR（HP-ABWR）]

豊富な建設経験と運転実績を蓄積してきたABWRをベースに、インターナルポンプや制御棒駆動機構などの優れた特長を有する技術は踏襲しつつ、新技術の開発により次世代軽水炉の特長を満足する魅力的な炉概念を確立した。プラント出力は、主要機器の大型化やプラント熱効率向上により176万kWを達成した。また、インターナルポンプ台数を10台から6台構成とすることにより、94万kW級へも対応する。

### [次世代PWR（HP-APWR）]

良好な運転実績と建設実績を蓄積してきたPWRをベースに、APWRで取り入れた炉心や蒸気発生器などの大型化と信頼性向上技術を継承しつつ、次世代軽水炉の特長を満足する魅力的な炉概念を確立した。炉心熱出力はAPWRと同等ながら世界最高熱効率（約40%）により出力178万kWを達成した。また、4ループから2ループ化することにより、85万kW級へも対応する。

中間評価報告書では、次世代軽水炉の特長に沿って、プラント概念を詳述するとともに、その成立のために開発が必要な要素技術につい

て、開発課題、これまでに得られた成果、今後の計画の概要について、とりまとめている。

### 次世代軽水炉の導入シナリオ

次世代軽水炉については、2015年までに一部の要素技術を除き開発を終え基本設計を完了、その後詳細設計と個別・製作設計を2025年までに完了させ、安全審査、工認、建設・試運転を経て2030年に運転開始が可能なものとしている。また、長期の開発を要する燃料や炉心等を除く主だった技術を集積したプレ次世代軽水炉は、2024年度末頃には実現可能である（図5参照）。

導入シナリオに基づき、プラント全体の開発計画、要素技術の開発計画、これらと一体的に取り組むべき安全規制および規格基準の整備計画についても整合性をもって検討を行い、ロードマップとしてまとめている。

ロードマップは、次世代BWRおよび次世代PWR共に、プラント設計／許認可／建設といった全体工程に沿って要素技術開発とそれに関連する規制や規格基準の整備活動を整合して進め、国内、海外いずれも2030年に運転開始可能なものとなっている。

項目	2008 (H20)	2009 (H21)	2010 (H22)	2011 (H23)	2012 (H24)	2013 (H25)	2014 (H26)	2015 (H27)	'16	'17	'18	'19	'20	'21	'22	'23	'24	'25	'26	'27	'28	'29	'30	'31	'32	'33							
I 次世代軽水炉 ■国内初号機	プラント概念設計			概念設計				基本設計							詳細設計																		
	プラント運開											建設/試運転											運転										
■米国初号機	プラント運開											建設/試運転											運転										
	事前審査											DC [USA]											COL [USA]										
II 早期の導入シナリオ ■プレ次世代軽水炉	プラント概念設計			概念設計				基本設計							詳細設計・サイト固有設計等																		
	プラント運開											建設/試運転											運転										
安全審査											工認																						

図5 次世代軽水炉の導入シナリオ

中間評価の結果

中間評価では、構築されたプラント概念が開発にあたり設定した開発目標を達成しているか、また、国内および海外ユーザにとっても魅力的な国際標準炉となり得るものか評価した。さらに、これまでの活動や得られた成果に対する多面的かつ総合的な評価を行った。

【目標達成度の評価】

建設単価など一部を除き、開発目標を概ね満足することができており、次世代軽水炉は現行最新のプラントに比べても十分な優位性があると評価した。各開発目標（要件）に対する評価は表3のとおりである。

表3 次世代軽水炉の開発目標に対する達成度評価結果（現状のプラント概念に基づく評価）

項目	主な要件	達成度評価
1. 基本条件	電気出力：170～180万kW	BWR: 176万kW級 ・炉心熱出力増、機器容量増加と高性能化 PWR: 178万kW級 ・炉心熱出力はAPWRと同等ながら、熱効率向上、機器容量増加と高性能化
	共通技術を採用し、標準化効果を阻害せず80～100万kWにも対応可能	BWR: 主機の基数や容量削減（RIP6台構成等）により標準化効果を阻害せず94万kW級に対応 PWR: 2ループ化による主機基数削減により標準化効果を阻害せず85万kW級に対応
2. 安全性	国際的に遜色のない水準の炉心損傷頻度および格納容器機能喪失頻度	外的事象を含め、最終ヒートシンク多様化など現行最新プラントより信頼性が向上されており、左記水準を達成見通し
	シビアアクシデント対策を設計上考慮	以下の対策を設計上考慮 BWR: デブリ冷却設備、静的格納容器冷却系 PWR: IVR, 1次系減圧、最終ヒートシンク多様化
3. 経済性	建設単価（成熟機）：約13万円/kW	目標まで達成していないが海外の最新炉に比べ十分に低く競争力がある
	建設期間：30ヶ月以下（岩盤検査～運転開始）かつ工期が遵守できること	30か月かつ工期遵守可能 ・モジュール化工法採用（BWR:SC構造格納容器、PWR:船殻構造格納容器）により建設現場環境や労働者資質の影響の排除が可能
	時間稼働率：97%（寿命平均）、24か月運転サイクル	約97%、24か月運転サイクル ・定検期間を燃料交換中心や機器保守を中心とする短期/中期/長期に最適化しプラントライフ中に振り分け実施
	設計寿命：80年	80年 ・長寿命材料の採用、適切な保守管理により達成可能
4. 社会的受容性	環境への放射性物質の大規模放出の確率を十分に低くできる設計であること	シビアアクシデント対策を設計上考慮しており、かつ、安全系トレン分離等の設計強化により要件を達成可能
	地震・津波に関する残余のリスクへの裕度を確保	免震により基準地震動の2倍以上の裕度を確保、並びにヒートシンク多様化（大気）により海水冷却系使用不可時でも安全に停止可能
	米欧の航空機落下とセキュリティ対策に対応可能	格納容器および原子炉建屋壁にて航空機衝突を防護、並びに安全設備の物理的分離配置による対策強化により達成可能
	従事者線量：現行水準を十分に下回るものであること	保守物量の削減、保守性の向上、保守作業の合理化により達成可能、なお、BWRでは水化学の高度化による低減を含む
5. 運営・運転・保全	保守物量：現行最新プラントの50%	50%程度削減（単位発電電力量あたり）
	保守性の向上、保守負荷の平準化	メンテナンスフリーや保守性の良い機器採用、信頼性重視保全（RCM）やオンライン保守による平準化等
	炉心設計：取出平均燃焼度70GWd/t、全炉心MOX対応可	BWR: 70GWd/t、全炉心MOX対応可能 PWR: 70～90GWd/t、全炉心MOX対応可能
	新技術はプラント導入時迄に十分な成熟度を有すること	開発段階における確認試験等の実施、早期技術導入により成熟度を高める
6. 国際標準	米欧の許認可・規格基準類へ対応可能	米欧のユーザ要件並びに安全規制に適合可能
	立地条件によらずに標準的な設計が可能	免震設計導入により標準化した設計

表4 次世代軽水炉の開発に対する総合評価（抜粋）

【プラント概念】	ユーザにとって魅力的で国際標準炉となり得るプラント概念（BWR、PWR各1炉型）が構築できているか （評価） ・BWRおよびPWR各1炉型のプラント概念は、ABWR/APWRで実績のある技術や経験を継承しつつ開発目標を概ね達成し、国内外ユーザにとって魅力的で、国際標準炉となり得る見通しがあるものと評価。 ・環境や資源の保護といった持続可能性の観点や、モジュール化や免震などわが国の優れた技術力を活かす観点からも、優れた特長を有するものと評価。など
【実用化】	必要な規制および規格基準の整備を含め、プラントの実用化を踏まえた開発ロードマップが描かれ、関係機関と共有されているか、また、早期の実用化見通しが得られているか （評価） ・要素技術開発について、これまで約2年間の技術検討や試験等により実用化の見通しを得たと評価。 ・今後必要な要素技術開発についても、安全規制および規格基準の整備も含め実用化を踏まえたロードマップが策定され、関係機関と共有されていると評価。 ・燃料および一部の炉心等の技術を除いた技術は、必要な規格基準の整備とエンドースを含め、2024年度末頃にはプラントとしても実用化可能なロードマップが策定されており、早期の実用化の見通しが得られていると評価。など
【開発体制】	わが国の総力を挙げた開発体制が実効的かつ効率的に機能していると共に、開発リソースについても有効利用が図られているか （評価） ・開発推進に係る意思決定機関（推進委員会）およびステアリング機関（連絡調整会議および幹事会）、並びに活動を外部から評価する評価機関（評価委員会）からなる体制を整備し、プロジェクトの進捗管理についてPDCAサイクルを廻しながら進めており、開発体制は実効的、効率的に機能していると評価。 ・評価委員会や技術的検討を行う分科会において、産業界や学協会等の有識者からの助言を得ることにより開発を進めるなど、わが国の総力を挙げた開発体制が実効的に機能していると評価。 ・開発計画策定にあたり、大学、日本原子力研究開発機構、電力中央研究所、海外の研究機関等の原子力開発に係るノウハウを有する機関と連携を図り、既存設備の有効利用や蓄積された経験・知見などの開発リソースを有効に活用した計画となっていると評価。など

【総合評価】

目標達成度の評価では、次世代軽水炉は開発目標を概ね満足することができたと評価した。また、本開発プロジェクトに対して多面的かつ総合的な評価を行い、今後も継続していくことが妥当であると判断した（表4参照）。

この評価について、学識経験者を集めた評価委員会（委員長：大橋弘忠東京大学教授）において検討が行われ、評価結果は妥当であるとの講評が取りまとめられた。講評においては、併せて、本開発の重要性が指摘され、国際動向の随時の計画への反映などに留意しつつ計画の成功に向けて全力を挙げての取組みが求められた。この講評結果も含め、原子力委員会に対して、中間評価結果を平成22年8月17日に報告し、8月24日に原子力委員会の見解を頂いた。見解においては、これまでの取組みが適切に推進されてきており、今後の取組みについても妥当と評価されている。

今後は、次のような点に留意しつつ、プロジェクトの推進におけるリーダーシップを明確化し、その下で各機関が協調しつつ、示された取組みを着実に推進していくことを期待するとの見解が示された。

- フロントエンドからバックエンドまでの原

子炉廃止措置や核燃料サイクルのあり方も含むトータルライフサイクルマネジメントの観点からのシステム設計の必要性

- システムモデルを成熟させるスパイラルアプローチとシミュレーションによるフロントローディングの取組みを強化することの重要性
- 国際社会における安全基準制定活動や原子力発電に関する技術とビジネスモデルのイノベーションをリードしていくことの重要性
- 大学や国の研究開発機関における基礎・基盤研究や安全研究の取組みとの効果的な連携

おわりに

今後は、中間評価において構築されたプラント概念の実現に向けて、原子力委員会および評価委員会において指摘された留意点に十分配慮しつつ、引き続き、中核機関、メーカー、電気事業者、国が連携して応分の役割を担い、さらに規制機関、大学および研究機関などの関係者も含め、わが国の総力を挙げた体制にて取り組んでいくこととしたい。

また、平成22年9月に開催されたIAEA総会においては、(社)日本原子力産業協会のご支援を受け、パネル展示等を実施すると共に、わが国の原子力政策を紹介した近藤原子力委員長のプレゼンテーションにおいても、本プロ

ジェクトが言及された。10月に開催されたOECD/NEAの運営委員会においても、プロジェクトを紹介するなど、海外を含めた情報発信にも努めており、国際標準炉としての普及に向け戦略的に取り組んでいくこととしている。

#### 【参考】次世代軽水炉開発と国際動向

平成22年10月7日、原子力安全委員会から今後の施策の参考意見を求められた際に、次世代軽水炉開発に伴う規制課題を説明させて頂いた。次世代軽水炉開発プロジェクトにおいては、開発と同時に規制上の取扱等の明確化も図り、出戻りのない効率的な開発を進めることとしている。このため、規制課題を3つに分類し、規制側と連携を取って課題解決に向けて取組むこととしている。このような点をご説明したが、その説明の中で、以下に記すような現下の国際動向を紹介し、日本の規制制度をグローバルな観点から見直す必要性も併せて訴えた。

##### 【プラントの国際展開に関する要求】

□UAEは、原子炉導入に際して輸出国の規制機関による設計許認可を要求しており、韓国は、国内の設計認証制度によるAPR1400の審査結果を英文で提供することとなっている。なお、韓国においては、安全基準をIAEAの基準等に基づき改定すると共に、公式な英文版の整備も鋭意進めている。

□ヨルダン、原子炉導入に際して輸出国の規制機関による設計許認可を要求している。このため、フランスは、規制機関（ASN）において、国内に建設予定がないにも拘らず、急遽、ATMEA1の安全設計評価を開始し、来年の秋には評価を終了する予定である。なお、ASNは、要請があれば、海外の規制機関が行う設計許認可支援を行うことも表明している。

□世界原子力協会（WNA）では、標準設計炉の国際的な導入支援の観点から、各国規制機関間での設計許認可に係る相互認証を求めている。

##### 【国際的な規制制度の調和へ向けた動き】

□EUにおいては、域内の原子力安全基準とIAEAの安全基準とを整合化させるべく積極的に対応している。米国も、最近、同様な方針を表明した。

□国際的な規制制度の調和に向けた検討が国際的な場（多国間設計評価プログラム（MDEP）や西欧原子力規制者会議（WENRA））で進められている。

□WENRAは、新型炉に対する安全目標(高位の規制要件)の検討を進めてきたが、2010年11月に安全目標を固め声明を発表した。安全目標については、IAEAにおいても検討が予定されており、既に策定された安全原則と合わせ高位の安全概念が国際的に構築されていく見込みである。

## 原子力産業の国際展開

モデレーター	橘川 武郎	(一橋大学大学院 商学研究科 教授)
パネリスト	尾本 彰	(東京電力(株) 顧問 原子力委員会委員)
	末次 克彦	(アジア・太平洋エネルギー フォーラム代表幹事)
	広瀬 崇子	(専修大学法学部 教授 前原子力委員会委員)
	松井 一秋	(財団法人エネルギー総合工学研究所 理事)



橘川 原子力産業の国際展開というタイトルでパネル討論を行いたいと思います。

最初に報告順にパネリストの方々を紹介いたします。最初は、尾本彰さんです。東京電力で原子力発電業務に従事された後、6年間ウィーンの国際原子力機関（IAEA）で原子力発電部長を務められ、2010年1月から原子力委員会委員であります。

2人目は末次克彦さんです。日本経済新聞の論説委員・編集委員を歴任された後、ハーバード大学ケネディスクールのフェローを経られ、1996年にアジア・太平洋エネルギーフォーラムを設立され、代表幹事であります。

3人目は広瀬崇子さんです。専修大学法学部の教授であります。専攻は南アジアの政治、国際政治です。2007年からの3年間、原子力委員会委員を務められました。

最後は松井一秋さんです。エネルギー総合工学研究所の理事であります。原子力分野の調査研究を専門的に行われておられて、現在「第4世代原子力システム国際フォーラム」(GIS)の日本代表幹事、またOECD/NEAの原子力開発等委員会の委員長であります。

それでは、私から問題提起を兼ねて、原子力産業の国際展開について気になる点を申し上げます。

[プレゼンテーション]

## 原子力の国際展開を巡る論点

橋川 武郎氏 (一橋大学大学院 商学研究科  
教授)

### 2030年までにゼロ・エミッション電源70%

新しい「エネルギー基本計画」(2010年6月)で、2030年までにゼロ・エミッション電源を70%にしていくと言っています。その柱は原子力です。ただ、そこで打ち出されている2020年9基新設、操業率85%。2030年に14基新設、操業率90%を達成するのはかなり難しいと言われていました。そのためには、やるべきことがあると思います。

### 「成長に向けた原子力戦略」に係る3つの提案

私は今年5月、原子力委員会のヒアリングで「成長に向けた原子力戦略」に係る3つの提案を述べさせて頂きました。

① ゼロ・エミッションの主演は原子力であるということを確認すること、② 海外での原子力によるCO<sub>2</sub>排出削減実績をオフセット・クレジットの対象とすること、③ 原子力発電は、CO<sub>2</sub>を減らしているのだから、国内CDM的発想で立地だけでなく、運転についても地元へ交付金を配る仕組みを作ることです。

2番目の提案について少し深くお話しします。コペンハーゲン会議(COP15)の後、国連方式のトップダウンではなく、二国間でのボトムアップ方式で事を進めていこうという動きが顕在化しています。二国間オフセットメカニズムは3つの手続きを踏みます。二国間で約束をし、日本から技術を移転し、途上国でCO<sub>2</sub>を減らした分を国内目標達成のためにカウントしていく、そういう仕組みを考えています。具体例として、高効率の石炭発電所、原子力発電所、鉄鋼関連技術、セメント関連技術がこの枠組みに合うと思います。



橋川 武郎氏

(一橋大学大学院 商学研究科  
教授)

そして、経済産業省の「平成22年度二国間オフセットにおけるFS調査事業」の第一次公募案件で合計15件が指定されました。ただ、そこに含まれているのは、高効率石炭火力、鉄鋼関連技術、セメント関連技術、あるいは電力の系統運用などで、残念ながら原子力は含まれていません。これは原子力の国際展開の難しさを反映しているのではないかと危惧しています。

### 原子力の国際展開の難しさ

まず、マラケシュ合意以降、原子力のCDMにストップがかかっています。

それ以上に気をつけるべきは、原子力の場合、新設でCO<sub>2</sub>を年間600万トン減らせますという言い方をしているわけですが、石炭火力等と異なり、技術提供国が日本でなくても良い、韓国でも良いという点です。日本発でなければならない、というセールスポイントをいかに作り上げていくかが課題です。

さらに、国内である程度やっていると認められる電力会社、ガス会社が本格的に海外展開していくためのインセンティブ作りが必要という点です。

### 打開への2つのシナリオ

その仕組みの作り方の1つは「誘導的規制」

の道です。CO<sub>2</sub>排出に対し何らかの値段をつけて排出権や環境税という形で規制する。海外に出た場合には、排出権や環境税の負担を軽くするという形でのインセンティブ作りです。もう1つは、事業者の決断による「自発的展開」の道です。

技術移転を受ける国から考えると、必ずしも日本の原発を選択する必然性は高くはないかもしれない。ただ、石炭火力についてはかなり高い。系統運用については高いというのであれば、それらとセットで売り込むことも重要なのではないかと思います。

あるいは、青森県六ヶ所村で行っているウラン濃縮事業を拡充して、アジア規模で活用する道もあるのではないかと思います。

---

[プレゼンテーション]

海外展開で考慮すべきこと、必要なこと

尾本 彰氏 (東京電力(株) 顧問  
原子力委員会委員)

---

### 原子力委員会のステートメント

まず、原子力委員の立場から、原子力委員会がこの件についてどう考えているのか紹介しようと思います。

2005年の「原子力大綱」が出た後の展開で重要な問題は、国際的なコンテキストで日本の原子力を考えなければならないということです。今年5月、原子力委員会は「成長に向けての原子力戦略」を出し、そこでかなりの部分を国際展開に割きまして5項目を述べています(表1参照)。これが原子力委員会としてのオフィシャルなステートメントです。

### 考慮しておくべき点

私はIAEAの原子力発電部長であった間、まだ原子力発電を行っていない国々から「原子力発電をやりたいから援助してほしい」という話が多数ありまして、2005年の初めぐらいからその仕事に随分時間を費しました。そこで、今度は私個人が原子力の国際展開について何を考慮すべきと考えているか述べたいと思います。

① どの市場を狙うのか。海外展開というのは市場を考えているわけですから、その市場が一体どういう市場なのか見る必要があります。圧倒的に大きなパイは既に原子力発電を行っている中国、インド、米国にこそあって、新興国市場では、人材育成を含めた基盤整備支援から始まって発電所まで、多くのことが求められるため厄介で、且つパイが小さいと言えると思います。

表1 国際展開に関する原子力委員会のオフィシャル・ステートメント

<p><b>国際展開:</b> 増大する国際社会の原子力発電新增設需要や途上国における放射線医療を含む放射線利用需要に対して我が国原子力産業がより大きな役割を果たすこと。このため、</p> <ol style="list-style-type: none"> <li>1) 国際社会においても高い水準の原子力安全、核セキュリティ、核不拡散が確保・維持されることに貢献するため、これらに関してIAEAや国際社会とのネットワークを格段に強化すること</li> <li>2) 原子力市場としての可能性のある国々との間で、原子力平和利用を担保する原子力協力に関する二国間協定を迅速かつ戦略的に締結すること</li> <li>3) 国ごとに原子力発電所の建設に付随して整備が期待されるシステムのニーズを同定し、これを満たす取組みをコーディネートする機能を充実すること</li> <li>4) 原子力投資に政策金融を積極的に活用する仕組みやその地球温暖化対策に係る効果を評価する仕組み及び投資リスクを軽減するための原子力損害賠償制度等を整備すること</li> <li>5) ODA等を活用して放射線医療技術や農業・工業分野における放射線利用技術の普及を図るとともに、これに基づく事業展開を原子力発電所の建設に付随するインフラ整備の取組みの一部として提案していくこと</li> </ol>
---

(出所: 原子力委員会, 「成長に向けた原子力戦略」, 2010年5月)

② 新しい供給国の存在。具体的には、中国、インド、韓国、ロシアといった国です。例えば、今中国で23基作っている原子力プラントのうち16基までがCPR1000ですが、中国は2014年には1,500ドル/kWeという安い建設単価を実現して海外に売っていきと言っています。インドも同じような建設単価を目標にしています。そして供給国の100%融資、資源とのバーター交換といった好条件で売られるようになるのではないかと。そうすると先進国間で、途上国間でというふうに市場が分離される可能性があります。

③ 新興国によるアウトソーシング。自分の国でできないので、Pre-FSからプロジェクトマネジメントまで沢山のことをコンサルタントに渡そうとするのですが、その分野に日本がほとんど入っていないというのが私の実感です。

④ UAEショック。アラブ首長国連邦というのは特殊なところ。BOO (Build-Operate-Own) を追求していますが、必ずしもどの国もBOOを求めているわけではありません。

### 必要なこと

海外展開するのに何が必要か。どの市場にも共通して言えることは、安い、良い設計であることが実績を含めて示されている、有利な融資条件がある、ということです。新興国市場ではそれに加えて、チームワーク、パッション、コミットメントということが必要だと思います。

今年4月に韓国に行った時、韓国電力公社(KEPCO)が、価格等を除けば、チームワーク、パッション、コミットメントがあったから原子力輸出競争に勝ったんだと言っていたことが強く印象に残っています。

それから、プレ・プロジェクトマネジメントのできるコンサルタントが必要です。日本の原子力では伝統的に欠落しているのではないかと思います。そこで、国際協力機構



尾本 彰氏

(東京電力(株) 顧問  
原子力委員会委員)

(JICA) に対する信頼の活用などがなされて良いと思います。

また、燃料の供給保障のみならず、バックエンドも含めた体制作りが今後の海外展開の上で必要になっていくと思います。

最後に、投資へのリターン以外に、安全運転への積極的な貢献、原子力技術の相手国への普及を通じた生活水準の向上、工業化に資する包括的な原子力協力を行っていくことが必要だと考えます。

---

### [プレゼンテーション]

#### 国際原子力市場のタイプと新通商ルール

末次 克彦氏 (アジア・太平洋エネルギー  
フォーラム代表幹事)

---

### 4 タイプの市場

現在、世界的な原子力発電所の新規建設ブームがありますが、この市場は大きく4つのタイプ—アメリカ型、中東型、インド型、東南アジア型—に分けることができます。

インド型は、政治面、外交面での戦略性がかなり求められるマーケットです。NPT非加盟国ですから、日本のようなNPT加盟国にとっては政治的なバリアをどう乗り越えるかが課題となります。

東南アジア型は、できるだけ早い機会に自分でやりたいので、そこまできちんと教えてくれて、できるだけ早くトランスファーしてくれというタイプです。

日本にとって大きな可能性があるのはアメリカ市場です。アメリカでは長い間、国内市場で熾烈な自由競争が展開された結果、電力会社が拡散しています。原子力発電所を建てようという会社そのものをテイクオーバーしないと参入できないという、特殊なアプローチが必要となる市場です。

世界の原子力発電建設市場への新規参入者として、日本にはどの市場が自分の産業構造や体質に合うか見極める必要があります。そこで合格点が取れるか、結果が出やすいか真剣に考えなければなりません。そのためには、専属の国際原子力開発会社の力をつけて、徹底的に追求するというインテリジェントなアクセスが必要だと思います。

#### 市場は国家主導型の重商主義的競争状態

国際原子力市場は、国家主導型の重商主義的な競争構造になっています。日本は、政官民協力型とはいっても一体化は難しいところです。そのギャップを官民協力や新しくできた国際原子力開発株式会社で埋めていけるのか。よく考えながらやらなければならないと思います。

アメリカもイギリスも国家主導での新興国市場、途上国市場への参入という形はとれなくなっています。これに対して、フランス、韓国、ロシアは重商主義的なアプローチができる国内事情、産業構造をもっています。韓国については、ダンピングと疑われるような価格戦略でアプローチしているという問題もあります。

#### 新しい通商ルール作りの必要性

新しい競争状態に入っている今、日本は新規参入者であるだけに、新しい通商ルール作りを



末次 克彦氏

(アジア・太平洋エネルギー  
フォーラム代表幹事)

提起しながら国際展開していく必要があると思います。アメリカも新しい規格での寡占体制を作ろうとしています。その時の「コア」として、東芝や日立を受け入れたということです。

韓国や中国が建設単価1,500ドル/kWeという低価格で原子力を輸出しようとしている中、安全性は担保されているのか。それから、核不拡散のリスクはないのか。基本的にどういう通商、経済、ビジネスルールが必要なのか、これから考えていかなければいけないと思うのです。そういう意味では、原子力の国際展開という案件は、どこかの受注を取る取らないということと同時に、グローバルなルール・メイキングが課題になってきていると考える必要があります。

#### 日本の「後発メリット」とセールスポイント

国際原子力市場で、日本が後発のメリットをどこに見出すか考える必要があります。例えば、インドへの対応は、政治的、経済的、戦略的にも重要なので、もう少し経済界の関心を集めていく必要があるのではないかと思います。ベトナムは明快に条件を示していますが、日本だけで全部をクリアすることはできません。どういった国際的なネットワークを組んで日本の国益、あるいは勢いが具現できるか相当考えなければいけないと思います。

日本は官民協力で核燃料サイクルを一生懸

命進めています。ここまでやってきた核燃料サイクルの色々な展開を何とか国際商戦に役立つ形に再定義していくことが重要だと思います。例えば、六ヶ所村でのウラン濃縮のキャパシティ、バリューをもう少し喧伝していく、あるいは、ウラン濃縮を引き受ける、日本の国内市場を自らオープンにしていくとか、それが伴わないとなかなか難しいと思います。

---

[プレゼンテーション]

### 原子力の国際展開と不拡散問題

広瀬 崇子氏 (専修大学法学部 教授  
前原子力委員会委員)

---

#### はじめに

原子力の国際展開についてお話する予定ですが、インドに対するご関心が高いようですので、本日は特に私の専門であるインドを中心に話を進めたいと思います。

#### 国際展開の推進力とブレーキ

日本が原子力の国際展開をしようとしたとき、推進力になるものと、逆にブレーキになるものがあります。日本にとっての最大の推進力は技術力です。インドでは、「日本の技術は高い」と神話のごとく語られています。次に、企業力、そして政府のバックアップも必要になります。

一方、国際展開のブレーキですが、最大のものは不拡散問題だと思います。特にNPTに加盟せずに核実験を行い核兵器を保有したインドとの関係の場合にこれは最大のブレーキになります。

#### 核拡散の要因と政治的解決の必要性

私はインドとパキスタンの核開発を研究し

てきました。両国とも貧困国、パキスタンは最貧国に近いですが、それでも核開発をしたのです。しかも、インドとの戦争に負けた直後、ブット首相が1971年にA・Q・カーンに「国民が草を食べてでも核開発をしろ」と指示しました。国家の存亡をかけた戦いをしている国に対して、どれほど圧力をかけようとも、色々な支援と引き換えにしようとも拡散を完全に止めることは不可能です。

したがって私は、核拡散を平和利用とセットにして考えるのは矛盾があり過ぎると考えます。インドはNPTに入っていないから原子力協力をすべきではないとの意見がよく出されます。しかし、インドに行くと必ず「日本はアメリカの核の傘に入っているじゃないか」とか、「インドは先制不使用と言っているけれど、日本はそう言わないじゃないか」とか言われます。日本の核政策も矛盾を抱えているのです。アメリカにも矛盾がいっぱいあります。

ですから、核不拡散に関しては、やはり政治問題として取り組んでいく以外に解決の道はないということを強調しておきたいと思います。

#### インドが日本に期待すること—技術力

インドが日本の原子力に何を期待しているか。首相の科学担当の前補佐官で、元の原子力委員長にインタビューした時、彼は「民生の原子力の協力が欲しい。日本の技術が欲しい」と言っていました。インドとしては、軽水炉の最高水準の技術を世界中から集め、最終的にはインドなりのスタンダードを作って、輸出していきたいと考えています。そのために必要な日本の技術を導入できるよう日本と原子力協定を結びたいということでした。

それから各国との原子力協定締結のために世界中を駆け回った、前首相のアドバイザーで元外交官のシャーム・サランさんは、日本とインドは高速増殖炉の研究を続けている数少ない国であるから、この分野で研究協力が

できるのではないかと。また、再処理といったところで日本と協力をしたいと言っていました。ただ、インド政府の動きとしましては前者の軽水炉というのが一番大きいと思います。

### インドと日本の原子力協定へ向けて

NPTに加盟していないインドと日本が原子力協定を結ぶことに対して、日本の世論の根強い反対があることも十分に承知しています。しかし、広島と長崎の平和運動というのは世界的には確かに意味がありますけど、それだけで核拡散を止められるはずもなく、やはりそこには政治的な動きが必要だと思っています。

アメリカとの協定交渉でさんざん揉めたのは、万一インドが核実験を行った時の対応でした。核実験を行った時点で協定を全部破棄して、既に供給したものまで引き揚げるのかどうかです。最終的には玉虫色の協定となりました。

インドでは、実験実施から1年間ある猶予期間で相談するという事なので即引き揚げるとか協定破棄ということではないと説明されています。アメリカでは、インドが核実験でもしたらもうだめだということだから、これでインドの核実験は食い止められるという説明がなされています。

実際のところは、確かに猶予期間がありますし、その時の政治状況によってアメリカが判断することになると思います。日本との協力においても、そのあたりができる範囲ではないかと思っています。

今年8月に岡田外相がインドに行き、クリシュナ外相との会談で、インドが核実験をした場合、原子力協力を停止せざるを得ないと伝えました。それをインド側は、私が想像したよりはるかに好意的に受け止めていました。日本に特別な事情があることはインド側も承知していますし、その辺の理解はかなり得られるとは思いますが、具体的にどういう文言を入れるかについては、交渉がかなり難航するのではないかと思います。



広瀬 崇子氏

(専修大学法学部 教授  
前原子力委員会委員)

### インドの電力事情

電力事情がとても悪く、エネルギーのために原子力が必要なことは明らかです。年中、何年までにあと10基、20基、30基だとか、色々な提案が出されています。

ただ、インドの農村ではほとんど電力料を払っていません。盗電も多くて、電力事業がなかなか事業として成り立ちません。ですから、政府の保証でもない限り、とてもインドの電力市場には参入できないといった事情もあります。発電所を建設する以上に、日本の電力事業のやり方などが参考になるのではないかと思います。

---

[プレゼンテーション]

### わが国原子力産業の国際展開

松井 一秋氏 (財)エネルギー総合工学研究所  
理事

---

### 国際展開の背景

原子力発電の国際展開というのは21世紀の新しい考えです。背景には、地球温暖化問題とエネルギーセキュリティーの問題を何とかしなければという事情、「原子力ルネサンス」という期待と拡大の動き、先進国での深刻な

経済停滞があります。米国は国内ではグリーンニューディール、海外ではグローバルインフラ整備に活路を見出そうとしています。わが国の成長戦略も軌を一にするものだと思います。

原子力国際市場には、先進国だけでなく、中国、インド、中近東、ひょっとすると、アフリカも参入してくるでしょう。日本や米国、イギリスが重商的なアプローチを採りにくいのは事実です。しかし、実際、フランス、韓国、ロシアの国際展開は、国を挙げてのビジネスとなっています。先進国経済が停滞している中、わが国が生きていくためには、もともと避けて通れないんだと言えます。

### 国際展開の形

プラント建設だけでなく、システム丸ごとの展開になるのではないかと思います。つまり、(教育、訓練、規制を含む)マネジメント、燃料安定供給、廃棄物処理・処分、プラント運転・保守管理です。

そう考えますと、世界全体、ないしその地域における協力や相互補完関係が不可欠です。

まず、安全の共有。正直言って、今、中国で建設中の23基の原子力発電所(うち16基がCPR1000)がどのくらい安全なのか、私にはよく分かりません。先進国では安全規制があって査察が行われると同時に、そういうことが不要となるシステムを開発しようとしています。それを後から追っかけていく国にも作ってもらわないといけません。

それから燃料の安定供給、廃棄物の集中管理、教育・訓練の共通化、分担などでの協力が必要でしょう。

### わが国は国際展開できるのか？

では、外に持って行って通用するシステムを日本は持っているのか。機械がいいことは誰しもが認めるところですが、それだけで通



松井 一秋氏

(財)エネルギー総合工学研究所  
理事

用しないことも分かっているわけです。しかし、正直言って、わが国の安全規制システムは外に持っていけないものではないと思います。それを何とか早く通用するものにしていかなければいけないと思います。

ぬるま湯のような国内市場にどっぷり浸かっていて、海外なんてとてもとてもという雰囲気はどうしてもあるのではないかと、恐れています。しかし、ここで一度自己批判して変身するいいチャンスかもしれないとも思います。

ビジネスモデルにも、BOT (Build-Operate-Transfer)、BOO (Build-Operate-Own) など、色々な仕組みがあると思いますが、現地化していくのは早過ぎるのではないかと思います。

技術移転については、品質保証、安全文化も一緒でないとならない。しかし、相手によっては奪われるだけという結果になりかねません。

わが国においても海外でのプラント建設やプロジェクトで豊富な経験を持つ企業は十分にあります。しかし、現状で満足してしまうのではなく、負けてたまるかと、地べたからでも這い上がってくるような、そういう闘う気概が国際競争でも必要ではないかと思います。

通商ルールに関係するのですが、原子力国際市場では強者の論理とルールを押しつけていくようなところがある気がします。口はばった言い方ですが、正しいことを主張して、

それをルールにしていくことが必要ではないかと思います。

---

[パネル討論]

原子力の国際展開

---

新興国市場参入には地道な活動が必要

橘川 尾本さんのターゲットとする市場の話が非常に印象的でした。先進国間，途上国間という組み合わせになるかもしれないというお話だったのですが，だとすると日本はどっちの市場にどれぐらいのウェートをかけていくべきなのか。ご意見をお聞きしたいと思います。

尾本 市場が2つあるとして，どんな方法でやるべきか。私は，圧倒的に大きな先進国市場でちゃんと仕事ができるようにすることが第一だと思います。

新興国市場では，日本は遅れた参加者です。韓国に比べて圧倒的に遅れていて，そういうところに入って行くには，教育訓練も含めて，非常に地道な努力を積み上げて成功例を作る必要があると思います。

韓国原子力安全技術院（KINS）は最近IAEAを通じてアフリカ諸国と一種のアグリーメントを結びました。KINSの人がアフリカの規制者連盟に度々出かけて行って，「原子力の安全は我々が一番よく知っている。だからこんなふうに講義するんだ」というアグリーメントです。私の知る限り，日本は何もやっていません。

そういう地道な活動の上こそ新興国市場に入り込むことができるんだと思うのです。なぜなら，価格競争だけだと，プラント建設単価が3,500ドル～4,500ドルと言っている日本や欧米は，中国の1,500ドル/kWeにはとても太刀打ちできません。

開発途上国市場へ参入していくには，プラントを売る以前にもっと地道な努力を相当積まないといけないというのが私の感想です。

新しい通商ルールのポイント

橘川 末次さんが言われたことで非常に気になるのが，「新しい通商ルール」という言葉です。高度成長期の日本は「日本株式会社」と言われ，世界に通用する重商主義国家だと思われていました。それがいつの間にか，官も民も色々遠慮するようになり，官民の組み合わせが悪くなっているように思います。新しい通商ルールとして，どういうルールが必要かお聞きしたいと思います。

末次 クリティカルでグローバルな影響を持つ原子力発電システムについては，まず，安全性の担保が新しい通商ルールのポイントになるでしょう。原子力発電所の部品は何万点もあります。その全部を対象にしても仕方がないので，安全性に関してクリティカルな部品の優先度を高くして，そういう部品について新しい国際基準を改めて定義していくことが必要です。

次に，核不拡散性をどう担保するか。ウラン，濃縮ウラン，ウラン濃縮技術，再処理技術へのアクセスを今のように個々の国がワンセットで売り込んでいって，多くの市場シェアをとろうとすると，必ず不拡散上の隙間が出てくると思います。濃縮ウランについては，日露ウラニウムバンキングシステムなど多国籍な供給体制を通じて，新興国のニーズに対応していくことが必要だと思います。燃料の供給不足が起きた時は，国際金融におけるIMFのような働きでリスクヘッジしていくスキームを作ることが必要ではないかと思います。

そして，ダンピング問題。特に，安全性が絡む原子力発電システムの貿易ではダンピングはいけない。確かに，非常に資本集約型である原子力発電所を建てたいけれど予算がな

い、建設費を数年間で償却していただけるだけの国民経済の支払い能力がない、といった国々に対して、ダンピング的な安値で売っていくことには魅力があります。ですから、適正な価格形成はどうあるべきかを早く打ち出す必要があると思います。

#### 改善されつつあるインドの電力事業の環境

橘川 尾本さんがおっしゃったように、インドは既存の原産国であり、新しいサプライヤーでもあります。末次さんのお話でも、中東型とも東南アジア型とも違うタイプの国であるということで、非常に特殊な位置にあると思います。広瀬さんのお話で、日本企業に対する期待が高いこともよく分かりました。

しかし、電力が通じない、お金が取れないという話を聞くと、普通の電力会社の人だと足がすくむと思います。電力会社は営利団体ですから、そこどころにどうやって橋を架けるか、アイデアがあったらお伺いしたいと思います。

広瀬 徐々に良くなっています。その推進力は、グローバル化と民営化です。

何事も集票の道具として政治に利用されてきたインドですが、高い経済成長を続ける状況となり、農民にただで電力供給する時代ではなくなりつつあります。州政府によっては、電気代を払って24時間電気を供給してもらうのと、電気代を払わずに1日8時間停電するのとどっちを取るかというところもあります。ここら辺は、州によってかなり事情も違いますので、州ごとの政策を見極める必要があるという気はします。

現在は電源構成で3%以下の原子力発電ですが、それを9%ぐらいまで上げたいと言っています。旧態依然としたやり方で近代的な原子力発電をやることはできないわけですから、これから大きく変わっていくのだろうという気がします。

#### 日本の国際展開の突破口

橘川 松井さんのお話、全部自虐的な形であることに驚いていますが、その自虐の中のどこに突破口があるのか、お話しいただければと思います。

松井 海外でも通用する、持っていけるものは、今のよりもっと良いものである必要があると思います。わが国の規制体制については、ご担当の方々にも考え方を考えてもらわないといけません。それにはきっかけが必要ですから、政治の力で変えていく方法があるのではないかと思います。結局、我々自身が変わっていくこと、それに尽きると思います。

グッド・プラクティスについては、色々と苦労され実績を積み、国際的な信用を築き上げている、日本の他の産業分野の方々から学ぶべきではないかと思います。

最後に、ビジネスで競争していると不当な安値で売っているのではないかと、ダンピングしているのではないかと騒ぎになることはあり得ます。そこについては、「公正なルールに従って競争しよう」と声を大にして主張すべきではないかと思います。

橘川 日本側のサプライヤーサイドのプレーヤーとしては、電力会社のようなユーティリティ会社、重電メーカー、あるいはプラント会社があると思います。もちろん国という主体も含めて、そのプレーヤーたちが何をすべきかを想定しながら、一言ずつまとめの発言をいただけるとありがたいと思います。松井さんからお願いします。

#### 各プレーヤーのコミットメント

松井 単純に言えば、コミットするかどうかということだろうと思います。原子力産業の国際展開そのものが大事であって、日本はコミットするんだという認識が必要だろうと思います。

## 国は情報提供を、企業はチャレンジ精神を

広瀬 国に対しては、やはりもっと正確で詳細な情報を国民に伝えるよう、原子力委員会なども含めてお願いしたいと思います。

この間、私が潜水艦を見に行った時、「潜水艦になぜ原子力を使わないんだろう」と話しましたら、世論が大騒ぎしますからとおっしゃるのです。別に核兵器を積むと言っている訳ではありません。日本が原子力潜水艦を持つことの意味についても、ただ拒否するだけという反応の仕方は、先進国のやることではないと思います。より正確な情報をもっと国民に伝えるべきだと思います。

それから、企業の方々はもう少し恐れずにチャレンジしていただきたいと思います。インドでは、スズキ自動車が早くから進出していきまして、インドの規制が非常に厳しい時にインド政府との合弁会社で「スズキマルチ」という車を造りました。それが大ヒットしまして、現在でもインドの自動車市場で半分のシェアをスズキ自動車が持っていると思います。社長さんの決断でインド市場に進出したと伺っていますが、「第二のスズキ自動車」のようなものがインドに入っていたideきたいと思っています。

## 求められているのは自身の変革

末次 日本の国内市場のあり方、それから国際的な評判、つまり、日本の原子力開発や原子力産業をめぐる運営のブランドイメージがどうなっているか、この2点を考えなければいけないと思います。

原子力の国際商戦が展開されている中、アメリカの電力会社がトップでやるという姿は見えませんし、イギリスもドイツも電力会社が表に立って動いている訳ではありません。見えているのは、フランス、韓国、ロシアの動きです。

日本のこれからの国際市場への挑戦は、今

の政官の関係、あるいは産業構造のままでいくのか。あるいは、それを変えないと国際的な原子力商戦で世界に伍していけないというところに思いが至るか、この辺が非常に重要ではないかと思います。

## チームワーク、パッション、コミットメント

尾本 簡単に言ってしまうと、チームワーク、パッション、コミットメントです。チームワークをどううまくやっていくか。特に新興国の場合、原子力発電プロジェクトの経験がないわけですから、日本国内なら電力会社が当たり前にやるようなプリ・プロジェクトマネジメントに対するニーズが大きいです。それにちゃんと応えていくことが重要だと思います。

何といたっても原子力プラントを売る中心はメーカーです。そのメーカーが外に出ていく意欲を持ってくれなければ、そもそも国際展開をやる意義がないのではないかと思います。

最後に、途上国はJICAのことを非常にアプリシエートしてるんです。ところが原子力はJICAと無関係のようで、これはもったいないと思っています。

例えば、韓国原子力研究所（KAERI）が色々なセミナーを開催する時に、ロジスティックスはKOICAという「韓国版JICA」が担当しているのです。日本はなぜそういうことをやらないのだらうと思います。ゼロからやるのではなく、今までの財産を使ってやっていくということも考えていいのではと思います。

## 日本人は自信を持って世界へ

橋川 日本人は海外に出ていくことが下手だと言われますが、IEA、IAEA、核融合のITER、天然ガスの国際取引機関のトップはいずれも日本人です。史上初だと思いますが、こういう現象が起きている。これはやはり今まで海外で頑張った日本人たちの功績が認められた

という意味だと思います。そのところは自信を持って良いと思います。

私、大学で教えていますが、今、4年生は平成生まれになってきました。彼らが物心ついた時にはもうバブル景気は終わっていました。日本の企業が成長したところを見たことがない世代です。競争すると必ず中国、韓国に負ける姿を見ている。就職活動になると電力会社を受け、「安定性を求めて」と言った瞬間に落とされる。何で今の若者は活力がないのかという話になるのですが、活力を示すモデルがないと言うか、日本的経営に対する自信の喪失と言うか、日本人が止まって考えた時間が長過ぎたからだと思うのです。

最早そういう時代ではなくて、株主のためにも外に出ていかなければいけない、そうい

う時代になってきたと思います。よく日本は技術はあるけれども事業で負ける、コモディティ化した商品に負ける。

これに対し、原子力をコモディティ化させてしまっているのか。安全性のためにもしてはいけないという答えもあるでしょうが、コモディティ化しても勝てる安全付きの技術を売れるというのが本当の技術力ではないかと思います。それくらいの覚悟を込めてこれからやっていかないと、産業も企業も国も駄目になるのではないかという印象を持っています。

今のところ日本はTechnology Reliabilityという点ではまだ力があると思います。それを活かして海外にコミットメントできるかどうか、そこにポイントがあるような気がします。

どうもありがとうございました。

## 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主催のシンポジウムを熱心にお聞きいただき、誠にありがとうございました。今回のシンポジウムには100名を超える方々にご参加をいただきました。

本日の午前には、東京大学の湯原先生、資源エネルギー庁の舟木様、電気事業連合会の富岡様、日本電機工業会の五十嵐様からご講演をいただきました。また、午後には当研究所の田中から、当研究所が中核となって進めております次世代軽水炉プロジェクトの進捗状況をご説明させていただきました。

さらに、先程は一橋大学の橘川先生にモデレーターをお務め頂きまして、尾本原子力委員、末次アジア・太平洋エネルギーフォーラム代表幹事、専修大学の広瀬先生、当研究所の松井の5名でパネルディスカッションを行いました。いずれも専門家の立場から大変知見に富んだお話を聴くことができました。講師の方々には厚く御礼を申し上げます。

本日は今申しましたように、原子力開発事業の多面的な側面につきまして広範なお話をいただきました。それが今後の皆様方のビジネスの展開に有益な情報を提供できますれば、主催者といたしまして望外の幸せでございます。

当研究所は設立して32年になりますが、設立以来、一環して原子力の調査研究を実施して参りました。また、現在は次世代軽水炉の技術開発も実施しております。今後ともそれらの事業に一層励んでまいり所存でございますので、引き続き皆様方のご支援、ご協力を切にお願いいたします。

本日のシンポジウムが予定どおり終わることができましたのも、会場の皆様のご協力のお陰と改めて感謝を申し上げます。本日は誠にありがとうございました。

これをもって閉会とさせていただきます。どうもありがとうございました。

## 研究所のうごき

(平成22年10月2日～平成23年1月1日)

### ◇ 月例研究会

#### 第294回月例研究会

日時：10月29日(金) 14:00～16:00

場所：航空会館5階501・502会議室

テーマ：

1. 圧入設備搭載CO<sub>2</sub>タンカーによるシャトル輸送方式CCS  
(財電力中央研究所 客員研究員 大隅多加志氏)
2. スマートプラネットとその実現のためのIT基盤技術  
(日本アイ・ビー・エム(株) 大和研究所 技術理事 清水 茂則 氏)

#### 第295回月例研究会

日時：11月26日(金) 14:00～16:00

場所：航空会館5階501・502会議室

テーマ：

1. 電力貯蔵用等の大型用二次電池  
(川崎重工業(株) 車両カンパニー ギガセル電池センター理事 堤 香津雄 氏)
2. 米国経済と国際エネルギー動向  
(和光大学 経済経営学部 教授 経済学科長 岩間 剛一 氏)

#### 第296回月例研究会

日時：12月27日(金) 14:00～16:00

場所：航空会館5階501・502会議室

テーマ：

1. 高温太陽集熱による水熱分解ソーラー水素製造技術  
(新潟大学 工学部化学システム工学科 教授 児玉 竜也 氏)
2. 新世代電気自動車「i-MiEV」の概要と開発の背景  
(三菱自動車工業(株) CSR推進本部 環境技術部長 橋本 昌憲 氏)

### ◇ 外部発表

[講演]

発表者：村田 謙二

テーマ：再生可能エネルギー由来水素の長距離輸送の経済性

発表先：第19回 日本エネルギー学会大会

日時：8月3日

発表者：村田 謙二

テーマ：国際的な水素エネルギーシステム

発表先：平成22年度神戸大学海事科学研究科戦略的シンポジウム、水素エネルギー応用技術研究会2010年度第1回講演会

日時：9月6日

発表者：福田 健三、石本 祐樹、坂田 興

テーマ：再生可能エネルギー起源電力の大陸間長距離輸送技術の経済性に関する調査研究

発表先：鉄鋼協会第160回秋季講演会

日時：9月25日

発表者：黒沢 厚志

テーマ：我が国エネルギー産業の現状と将来展望—エネルギー技術への期待—

発表先：新潟県工業技術総合研究所 多軸高速加工研究会(新潟市)

日時：10月14日

発表者：蓮池 宏

テーマ：超臨界CO<sub>2</sub>ガスタービン発電の効率評価

発表先：第38回日本ガスタービン学会定期講演会(徳島市)

日時：10月21日

発表者：蓮池 宏

テーマ：スマートグリッドと電気自動車

発表先：電気倶楽部講演会

日時：10月26日

発表者：石倉 武、小川 秀夫(太平洋コンサルタント)

テーマ：Recycling of Concrete Generated during Nuclear Power Decommissioning

発表先：The 9th EPRI International Decommissioning and Radwaste Workshop(スペイン・マドリッド)

日時：11月2日

発表者：笠井 滋

テーマ：次世代軽水炉の開発状況について

発表先：原子力エネルギーシステム研究委員会シンポジウム(主催：日本原子力学会中部支部 原子力エネルギーシステム研究委員会)

日時：11月5日

発表者：渡部 朝史、蓮池 宏、村田 謙二、野口 英樹

テーマ：Influence of cabin heating on electricity consumption of electric vehicles used in cold climate

発表先：EVS25(The 25th World Electric Vehicle Symposium and Exposition)

日時：11月5日～11月9日

発表者：渡部 朝史、蓮池 宏、野口 英樹

テーマ：Development of charge control system for electric load leveling of charging facility with multiple charging outlet

発表先：EVS25(The 25th World Electric Vehicle Symposium and Exposition)

日時：11月5日～11月9日

発表者：内藤 正則，内田 俊介，岡田 英俊，越塚 誠一（東京大学）  
テーマ：Pipe Wall Thinning due to Flow Accelerated Corrosion and Liquid Droplet Impingement  
発表先：7th Korea-Japan Symposium on Nuclear Thermal Hydraulics and Safety (NTHAS-7)  
日 時：11月16日

発表者：松井 一秋  
テーマ：次世代軽水炉プロジェクトの展開  
発表先：エネルギー問題に発言する会  
日 時：11月18日

発表者：笠井 滋  
テーマ：次世代軽水炉のプラント概念について  
発表先：第66回「TOiNX原子力解析セミナー」（主催：東北インフォメーションシステムズ，共催：原子力学会東北支部，東北電力㈱）  
日 時：11月19日

発表者：松井 一秋  
テーマ：エネルギー技術の将来と原子力の開発  
発表先：富士電機技術士会  
日 時：11月30日

発表者：松井 一秋  
テーマ：Nuclear Renaissance and Impact on Energy Policies  
発表先：第9回国連・韓国合同軍縮不拡散会議（韓国・濟州島）  
日 時：12月1日

発表者：村田 謙二，林 宏（（財）石油産業活性化センター（JPEC））  
テーマ：製油所水素の位置付けに関する研究  
発表先：第30回水素エネルギー協会大会  
日 時：12月7日

発表者：坂田 興  
テーマ：日本の近未来の水素シナリオ  
発表先：原子力水素研究会・エネルギー高度利用研究会  
日 時：12月9日

発表者：松井 一秋  
テーマ：エネルギー技術の将来と原子力の開発  
発表先：東京大学公共政策大学院  
日 時：12月21日

#### [寄稿]

発表者：氏田 博士，波多野 守，村田 扶美男（日立），河原 暲（日立）  
テーマ：原子力人材は海外展開で活性化を図る（原子力人材育成関係者協議会 定量分析ワーキンググループ分析結果）  
発表先：原子力学会誌，Vol.52，No.10  
日 時：10月

発表者：後藤 信之，石本 祐樹，坂田 興，福田 健三  
テーマ：わが国ならびに各国の水素ロードマップレビュー  
発表先：実装可能なエネルギー技術で築く未来～骨太のエネルギーロードマップ2～（化学工業社）  
日 時：10月30日発行

発表者：田中 隆則  
テーマ：次世代軽水炉導入促進に向けての取組（規制・規格基準の整備国際標準炉へのシナリオ等）  
発表先：エネルギーレビュー（特集「次世代軽水炉導入に向けての取組」）  
日 時：2011年1月号（12月発行）

発表者：鳥飼 誠之  
テーマ：原子力発電事業者の不正・不適切事例およびその再発防止策に関する分析評価  
発表先：原子力学会誌 和文論文誌，Vol.9，No.4  
日 時：12月

発表者：笠井 滋，大賀 幸治，黒崎 利和，山本 和史，大野 一郎，塩谷 達也，都筑 和泰，久田 司  
テーマ：「次世代軽水炉技術開発に係わる中間評価報告書」のポイント  
発表先：原子力eye（特集企画「実現に向けて動き出す次世代軽水炉開発」）  
日 時：12月号

発表者：Atsushi Kurosawa，Nikls Hohne，Helcio Blum，Jan Fuglestvedt，Ragnhild Bieltvedt Skeie，Guoquan Hu，Jason Lowe，Laila Gohar，Ben Matthews，Ana Claudia Nioac de Salles and Christian Ellermann et al.  
テーマ：Contributions of individual countries' emissions to climate change and their uncertainty  
発表先：Climatic Change (DOI: 10.1007/s10584-010-9930-6)  
日 時：9月

#### ◇ 人事異動

○10月25日付  
（非常勤嘱託採用）  
大塚久雄 原子力工学センター特別嘱託研究員

## 編集後記

今年の日本化学会機関紙1月号は、当然のこととすべきであろう、2010年ノーベル賞受賞記念の特集であった。一躍広く知られることとなった「クロスカップリング反応」とは、「化学屋」それも「合成化学屋」の術語であり、ここでの解説は無用であるが、一言で言えば「望みの炭素—炭素結合を生成させて、様々な有機物質を合成する方法」であり、医薬、液晶、発光材料、有機半導体などを作り出す所謂ファインケミストリーに欠かせない手法の一つである。

特集は、関連する研究に携わった9人の先生方による、この手法が生み出された歴史的背景および1970年代当時の競争状況の回想で構成される。一読、このような偉業の周辺には、やはり多くのストーリーがあったのだなあと感じを受けた。今回受賞した鈴木、根岸両教授の研究の先駆けとなり、競争し、協力しあった研究者たち。つまり、両教授の研究は

孤立したものではなかったし、その成果は孤立しては得られなかった。もちろん、このケースは決して特別なものではないだろう。様々な数多くの場面で、ある拡がりを持った集合的な活動が、人類の叡智を前進させてきたに違いない。

今回の受賞は、しかし、社会から何かしらよそよそしさを持って迎えられた感がある。今日の我が国を覆う沈滞と、あまりにも懸け離れているために、我がこととして受け入れられなかったのではないか。沈滞を吹き飛ばすためには、このような成果を生む集団的活動がたくさん生み出されなければならない。そのような雰囲気醸成するために、何が必要なのか、何が阻害しているのか、国の在り方についてよくよく考える必要があるだろう。

編集責任者 疋田知士

季報 エネルギー総合工学 第33巻第4号

平成23年1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) 株式会社日新社

※ 無断転載を禁じます。