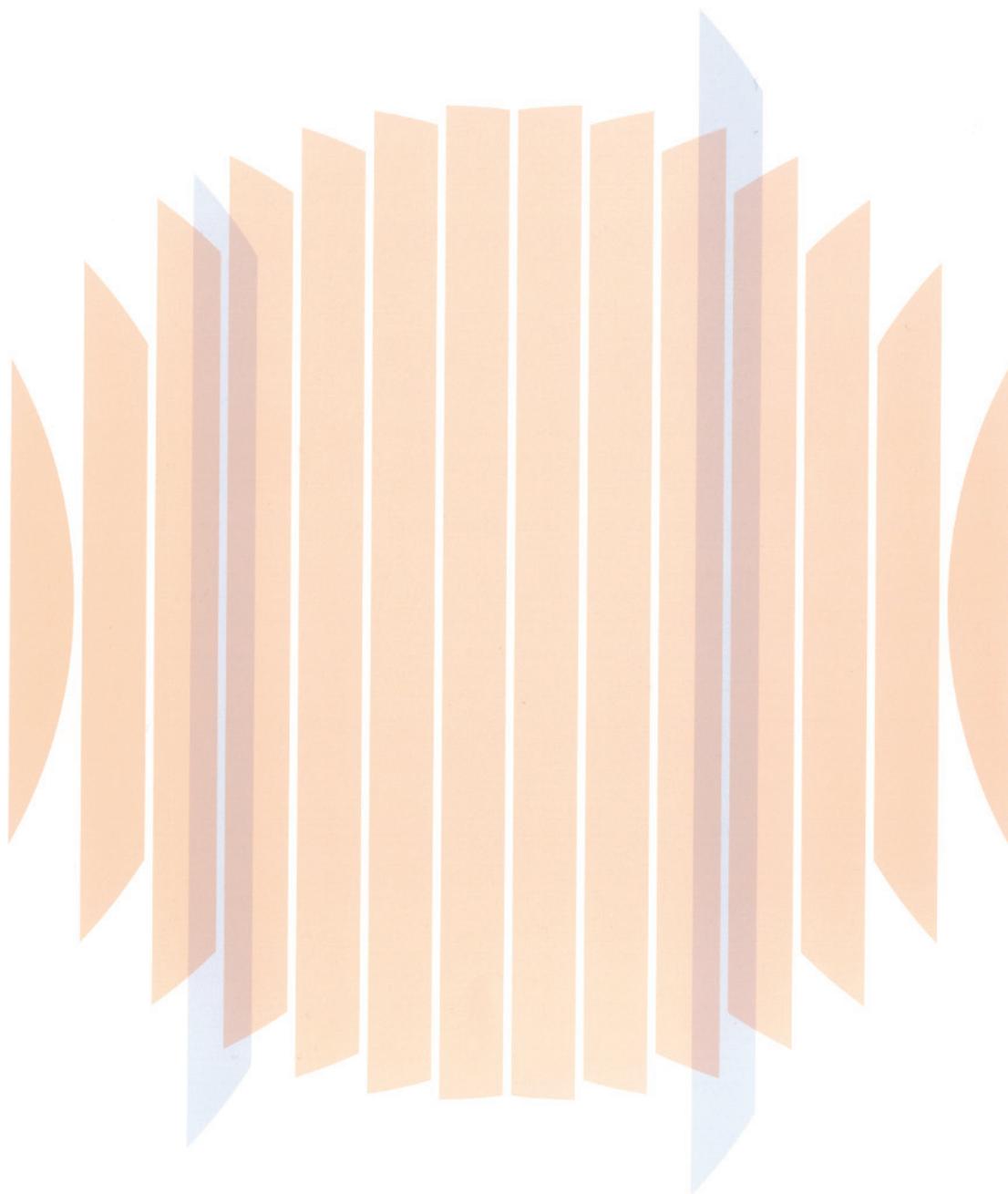


季報 エネルギー総合工学

Vol. 31 No. 1 2008. 4.



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

目 次

【巻頭言】	地球温暖化と水素エネルギー 横浜国立大学大学院 工学研究院 教授	太田 健一郎	1
【座談会】	次世代軽水炉開発プロジェクト 東京大学大学院 工学系研究科・工学部 システム量子工学専攻 教授 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 東京電力(株) 執行役員 原子力・立地本部 副本部長 (株)日立製作所 執行役専務 (財)エネルギー総合工学研究所 理事 司会 (財)エネルギー総合工学研究所 専務理事	大橋 弘 忠 新井 憲 一 武藤 栄 栄 齊藤 莊 藏 松井 一 秋 山田 英 司	3
【寄稿】	RPS下における再生可能エネルギーの普及見通し 東京大学大学院 工学系研究科 機械工学専攻 教授	浅野 浩 志	17
【寄稿】	石油メジャーズの現状と天然ガス戦略 (独)石油天然ガス・金属鉱物資源機構 プロジェクト推進部	岡崎 淳	26
【調査研究報告】	ベトナム ドンナイ省における産廃発電モデル事業の基礎調査について プロジェクト試験研究部 主任研究員 プロジェクト試験研究部 参事	大西 徹 浅見 直 人	36
【調査研究報告】	合成液体燃料 (XTL) の将来を読む プロジェクト試験研究部 部長	小野崎 正 樹	43
【調査研究報告】	平成19年度エネルギー技術に関するアンケート調査の結果 研究理事 エネルギー技術情報センター長	足田 知 士	52
【事業計画】	平成20年度 事業計画 (財)エネルギー総合工学研究所		61
【行事案内】	創立30周年記念特別シンポジウム		67
【研究所の動き】			68
【第30巻通巻目次】			71
【編集後記】			75

巻頭言

地球温暖化と水素エネルギー

太田 健一郎 (横浜国立大学大学院
工学研究院 教授)



石油がバレル100ドルを超える。3月末で暫定のガソリン税が当面廃止された。世の中はエネルギーに関係して大きく混乱しているようである。しかし、エネルギーに関してはこれからの人類の発展に関連して、もっと深く考える必要がある問題を抱えている。

石油は使うに便利な液体燃料であり、我々が謳歌している現代文明発展の根源とも考えられる。この石油の価格があつという間に数倍に高騰して、世の中影響を受けないわけではない。もともと石油は古代生物の遺骸であり、この古代の太陽エネルギーを10億年の単位で地球内部に蓄えられてものと考えられる。従って、地球における埋蔵量には限りがある。この限りある貴重な資源を、増大する人口の文明を支えるために食い尽くそうとしているのである。

埋蔵量と需要のバランスを考えたとき、石油の生産のピークがいつなのか関心が多いところである。多分これから10年以内に起こる可能性が大きいであろう。それでは、いつまで使うことが出来るか。化石燃料全体を考えても、おおよそ500年以上使えると考える人は少ない。化石燃料を古代の遺産と考えれば、これを産業革命から考えて700年程度で使い尽くしてはいけなはずである。これに伴い、地球環境の変化、地球温暖化現象が懸念されているが、当然のことであろう。人類が自己の満足のために資源を食い散らした結果であり、今後の発展、子孫の財産として考えると、より深刻になる。

化石燃料の消費と地球温暖化の関係はこれまで確定してなかった。昨年IPCC第4次報告書で、世界の学者が一致して、化石燃料による二酸化炭素排出が真の原因であることを認めた。二酸化炭素は化石燃料の使用により放出されるが、一方では、光合成反応により炭化水素として地球に固定される。化石燃料の消費速度に比べて、光合成反応速度は圧倒的に小さく、結果として、大気中の二酸化炭素は徐々に増大することになる。今後、世界人口の増大、この増大する人口の

経済発展を考えると、エネルギー消費、化石燃料需要は指数関数的に増大する見通しであり、資源問題だけでなく、環境問題としてもかなり深刻な事態である。これらの大きな課題を解決し、人類の更なる発展を可能にするエネルギーシステムを追求するのが、今に生きる我々の大きな課題である。水素エネルギーはクリーンエネルギーシステムとして注目され開発が進められている。水素—水の循環は地球規模で考えると炭素—二酸化炭素循環に比べると1万倍以上、量的に多く、循環速度も1000倍程度速い。我々の試算では、この圧倒的に多く、速いスピードで運動している水の循環を利用すれば、今よりずっと環境に優しいエネルギーシステムが実現できるはずである。人類の持続型成長を支えるエネルギーシステムはこれしかない。

この水素エネルギーでは水素—水の循環を利用するのが本質である。すなわち再生可能エネルギーを用いて水から水素を作り利用することが必須である。一方では、水素はあらゆる一次エネルギーから作り出すことが出来る。炭化水素からは、目下のところ最も安価な水素を作り出せる。しかし、我々の最終ゴールが再生可能エネルギーを用いて水から水素を作ることをであり、そのための技術開発は着実に進める必要がある。

太陽光、風力、バイオマスがそれに利用できる一次エネルギーの代表であろう。中でも、風力はコスト的にも安価で、大きな可能性を有するが、その偏在が問題である。我が国では大規模風力発電所は期待できない。スペイン領のカナリア諸島では風力を利用して海水を淡水化しており、さらには風力をベースにした水素エネルギー社会を作ろうとしている。アルゼンチンのパタゴニア地方は強い風で有名であるが、その潜在量は日本の火力、原子力を含む総発電量の10倍程度である。この風力エネルギーを利用して水素を作ると10億台を超える燃料電池車に供給可能である。ポテンシャルとして最も期待できるところであらう。インフラは全くないが、人類の宝として、あるいは日本に輸入できれば、日本のエネルギー問題を一挙に解決できるものとして、考えておく必要がある。

次世代軽水炉開発プロジェクト

大橋 弘 忠 (東京大学大学院 工学系研究科・工学部
システム量子工学専攻 教授)

新井 憲 一 (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)

武藤 栄 (東京電力(株) 執行役員
原子力・立地本部 副本部長)

齊藤 莊 藏 ((株)日立製作所
執行役専務)

松井 一 秋 ((財)エネルギー総合工学研究所
理事)

司会
山田 英 司 ((財)エネルギー総合工学研究所
専務理事)



はじめに

司会 今日皆様ご多忙の中をお集まりいただき、誠にありがとうございます。本日は、「次世代軽水炉開発プロジェクト」と題しまして、ご関係の方々にお集まりいただきました。

次世代軽水炉開発については、当研究所が事

務局となり、平成18年度、19年度の2年間にわたり、大橋先生を座長に「次世代軽水炉FS研究会」を開催し、昨3月12日に取りまとめの研究会を開くことができました。来年度から本格的なプロジェクトを始める予定になっていますが、節目の段階にきたところで、座談会を開かせていただくことにいたしました。最初に、大橋先生から2年間の研究会の活動を踏まえてお話しいただければと思います。

タイムリーな次世代軽水炉開発プロジェクト

大橋 次世代軽水炉の開発は、「原子力立国計画」に則った具体的プロジェクトとして力強く進み出す段階にあります。これまで「原子力立国計画」の前提として、原子力メーカー、電気事業者、行政庁の三者のいずれもが前に出ることが難しいという膠着状態が10年～20年間続いていました。それを解消しながら産官協力のもとに新しいステップを踏み出そうということで、「次世代軽水炉FS研究会」で次世代軽水炉の概念を作ってきたわけです。

この2年間に、原子力を取り巻く大きな変化が3つ起きました。1つ目は世界レベルでの原子力産業界の再編です。日本メーカー3社と相対する世界メーカーとの連合ができ、いよいよ日本が世界の原子力界を背負っていく基盤ができてきた感じがします。

2つ目は、中越沖地震（2007年7月）です。一般の方々の原子力の安全性に関する信頼感への対応が原子力の課題として浮上してきたことだと思います。

3つ目は、原油価格の高騰です。これは原子力から見れば追い風になっていますが、はしゃぐことなく、日本で原子力の着実な技術開発と運営が行われてきたことを幸いに、我々は今後の足腰の強化を図っていくべきだと思います。

以上の3つの変化、また、エネルギーの将来がとても不確かだという現状において、「次世代軽水炉FS研究会」で検討してきた次世代軽水炉の概念は、安全性・効率はもとより、免震とか廃棄物量低減などを目標に含んでいますので、非常にタイムリーな概念になっていると思います。



大橋 弘忠

(東京大学大学院 工学系研究科・工学部 システム量子工学専攻 教授)

内外の原子力開発に対する現状認識

「脱原子力」から「原子力回帰」へ

司会 昨今の内外における原子力の開発について、皆さんがどう捉えていらっしゃるのか、ご認識をお聞かせいただければと思います。

新井 まず、世界的な原子力政策の動向、背景についてお話しします。スリーマイル島事故（1979年）、チェルノブイリ事故（1986年）以降、最近まで非常に長い間世界的に「脱原子力」の動きが続いていました。いわゆる「冬の時代」です。それが、近年、地球温暖化、エネルギーの安定供給といった観点から、世界的な「原子力回帰」の動きが見られるようになってきました。

一方、わが国では、1970年代に起こった2度のオイルショックにより、脱石油へとエネルギー政策が大きく方向転換し、以後、一貫して原子力エネルギーを着実に推進してきたというのが現在までの流れだと思います。世界的な「原子力回帰」の動きについて言えば、アメリカでは「2005年エネルギー政策法」

表1 諸外国における原子力をめぐる動向

<p>米国 (原子力比率 20%)</p> <p>1970年代以降、原子力発電所の新規建設が途絶えていたが、2005年8月に成立したエネルギー法等により、新たな原子力発電所の建設を目指した取組を官民一体で推進。ついに約30年ぶりに新規建設発注へ。2006年2月に「国際原子力エネルギーパートナーシップ」を発表し、核燃料サイクルや高速炉開発に積極的に取り組む姿勢に転じた。</p>	<p>フランス (原子力比率 78%)</p> <p>フランス電力会社 (EDF) は、2004年10月、EPR (欧州加圧水型原子炉) と呼ばれる新型炉の所号機 (実証炉) をフランマンヴィルサイトに建設することを決定。今年、シラク大統領は2020年までに次世代炉の原型炉運転開始を宣言。</p>
<p>カナダ (原子力比率 15%)</p> <p>現在運転中の原子力発電所22基 (うち5基は運転休止中) のうち、20基があるオンタリオ州では、環境保護の観点から石炭火力発電所を全廃することとしている。これに伴う電力不足をカバーするため、運転休止中の原子力発電所の運転再開が順次承認されている。</p>	<p>フィンランド (原子力比率 27%)</p> <p>チェルノブイリ事故以後の新規原子力発電所に否定的だった立場を転換し、5基目の原子炉建設を開始 (2009年の運転開始予定、炉型はEPR)。ロシアからの電力の輸入依存度を低くすることを目指している。</p>
<p>スウェーデン (原子力比率 52%)</p> <p>1980年の国民投票では2010年が原子力発電所を撤廃する期限となっていたが、代替電源の見通しが立たないために1997年に廃止期限を撤回。ただし、既に廃止が決まっていたバーセベック1号機は1999年に廃止され、同2号機も2005年5月に廃止された。</p>	<p>イギリス (原子力比率 19%)</p> <p>約20年にわたり、新規建設が行われていなかったが、2006年7月に英政府は新規建設促進の方針転換することを表明。</p>
<p>スイス (原子力比率 40%)</p> <p>1990年の国民投票では、2000年までの10年間、新規原子力発電所建設は行わない (モラトリアム) こととされたが、2003年の国民投票では、同モラトリアムの延長や原子力発電所への支援措置廃止といった脱原発の提案が否決された。</p>	<p>ロシア (原子力比率 16%)</p> <p>1986年のチェルノブイリ原子力発電所事故以来、2001年に初めて新たな原子力発電所が運転開始。総発電電力量に占める原子力発電の割合を、2020年には約23%にまで引き上げる予定。</p>
	<p>アジア (中国・インド) (原子力比率 中国: 2%、インド: 2%)</p> <p>アジアでは、中国やインドにおいて、今後のエネルギー需要の高まりから、数多くの新規原子力発電所建設が予定されている。特に中国においては、昨年だけでも新設4基、増設4基の計8基の建設計画が明らかにされており、今後2020年までには原子力発電容量を現在の約900万kW (建設中2基含む) から、約3600万kW~4000万kWにまで引き上げる予定。</p>

(出所: 総合資源エネルギー調査会原子力部会報告書「原子力立国計画」平成18年8月)

が制定され、原子力の新規建設の支援が政策的に打ち出され、スリーマイル島事故から20年ぶりに新規建設の動きにつながっています。フィンランドや英国といったヨーロッパの国々でも新規建設に向けた方針転換が行われました。さらに、中国、インドといったアジア諸国、ロシアでも今後、国によって20基以上の新規建設の動きがあり、現在、アメリカのGNEP (Global Nuclear Energy Partnership) 構想のもとで、核拡散を防止しつつ、原子力の平和利用を進めることが世界的潮流になってきています。この中で、わが国がいかにか国際貢献を果たしつつ、原子力を着実に進めていくかが課題になっています。

環境変化の中にある原子力

武藤 大橋先生がおっしゃったように、原子力を取り巻く環境が大きく変わりつつあると思います。

振り返ってみますと、1970年代から90年代

までの30年間、日本の原子力発電は経済成長にあわせて順調に容量を増やしてきました。当初は海外からプラント技術を導入していましたが、その後、国産化し、さらに改良することで、原子力の運転性、安全性、経済性などを向上させてきたわけです。

この間、国全体のプロジェクトとして、第一次改良標準化計画 (1975~77年)、第二次改良標準化計画 (1978~80年)、第三次改良標準化計画 (1981~85年) に取り組んできました。90年代に入ってから、その成果でもあるABWR (改良型沸騰水型軽水炉)、APWR (改良型加圧水型軽水炉) の開発にも着手しました。

90年代に入ってから、経済成長の鈍化や省エネルギーの進展で、エネルギー需要の伸びが鈍化してきました。国内のエネルギー需要が2020年頃にピークになるという見通しもあります。ただ、総合資源エネルギー調査会需給部会の報告では、2030年頃の電力需要は、今より約2,000億kWh増えて、1兆2,200億kWh/年になると見込まれています。この増

加分をACC発電方式による火力で賄うとなると、二酸化炭素排出量が約9,900万トン増えることとなります。また、ここ数年では化石燃料の価格が高騰して高どまりする可能性も指摘され、国際的な資源確保が難しくなっています。その中で、原子力をうまく動かして電力の安定供給を確保することは非常に大切なことだと思います。

既設プラントについては、2030年頃からリプレースが本格化していきます。そうした時代を意識して、次世代軽水炉の技術開発を行うことが大切だと考えています。

技術力を維持している日本メーカー

司会 国内では新規の原子炉建設が低迷する一方、海外では活発な需要が起きている状況ですが、メーカーとして、この状況にどう対処していかれるおつもりか伺いたいと思います。

齊藤 今、世界中で原子力の利用計画が増えています。これまでに原子力発電を導入している国は30カ国で、原子力プラントが439基、出力が約3億7,000万kWです。現時点での新たな原子力利用計画は、将来構想を含み、原子力プラントは349基、出力は約3億3,000万kWとなっています。

原子力を導入済みで増設する国（アメリカ、イギリス、中国、インド、他）だけでなく、新たに原子力の導入を計画している国（ベトナム、インドネシア、トルコ等々）が非常に多いという特徴があります。アメリカは、軽水炉104基を有する原子力大国ながら、スリーマイル島事故以降、約30年にわたって新規建設がありませんでした。しかし、エネルギーの確保と地球温暖化問題への対応から原子力が必要だということで、ブッシュ政権が打ち出した財政的支援策（発電税の軽減、許認可遅延時の費用補償、国による債務保証など）により、多数の新規計画が具体化してきています。

候補の炉型としては、現在、「第3世代」に



武藤 栄

（東京電力㈱ 原子力・立地本部）
副本部長

分類されている日本が開発したABWR、APWR、フランスのEPR（欧州加圧水型炉）、「第3世代プラス」に分類されているAP-1000、ESBWR（Economic and Simplified BWR）があり、優位性を競っているという状況です。

原子力発電所の建設が非常に巨額な投資を必要とするため、最大のリスクは、費用と工期の不確実性です。米国は長らく新規建設がなかったので、建設技術を維持できていません。一方、日本は、新規建設を続けてきたので、建設技術の高度化を含めて日本メーカー各社が最新技術を持っており、この実績と技術に世界が期待を寄せています。また、新たに原子力を導入しようとする国では、まず人材育成や安全規制の法体系など、インフラ整備が必要です。この面でも、日本の支援が期待されています。

こういったグローバルなビジネスチャンスの拡大に対して、日本メーカーが世界の原子力開発利用計画に参画して貢献したいということで、原子力産業の国際再編が進展しているわけです。現在、世界の主要なプロジェクトの多くに日本メーカーが関与していくという状況にあります。グローバルな「原子力回帰」の動きに貢献し、世界のエネルギー安全保障並びに地球環境問題の解決に貢献したい

と考えています。これは日本の国益にもかなうことだと理解しています。

Near term deploymentとしての次世代軽水炉

松井 まだ「冬の時代」だった2000年に、2030年の少し手前で世界的に原子力への要求が絶対出てくるはずだと予想し、その時に対応でき、途上国にも多様な利用形態で導入できる原子炉を国際協力で開発しようということで始まったのが「第4世代国際原子力システム開発」(Generation IV International Forum/GIF)です。今もその中で高速炉やガス炉の研究開発が進められています。

GIFが始まった時の議論でも、もっと実用的ですぐに使える軽水炉や重水炉系を「第四世代」ではなく“Near term deployment”と称して、開発していこうと合意された覚えがあります。その狙いは、21世紀の人口増加、エネルギー需給のバランス、地球環境問題に対応できる炉の開発でした。今回スタートしよ

うとしている次世代軽水炉開発もどういう意味をもって来るか位置づけをより明らかにしなければならぬと思います。

世界市場で通用する原子炉の開発

齊藤 メーカー各社が努力して海外展開をしていますが、私は、ユーザーである電力会社と一緒にやらせていただきたいと思っています。と言いますのは、日本の場合、発電所の建設管理、運転保守は、電力会社がやっておられるわけで、そこでのノウハウ、技術も海外で必要とされているからです。そういったノウハウを軸に、海外プロジェクトで一緒させていただけると、日本のアピール力が一層強まります。この点も忘れてならない要素だと思います。

武藤 原子力を取り巻く環境変化の1つのキーワードは「世界」ということだと思います。地球環境問題も化石燃料の高騰も「世界」と

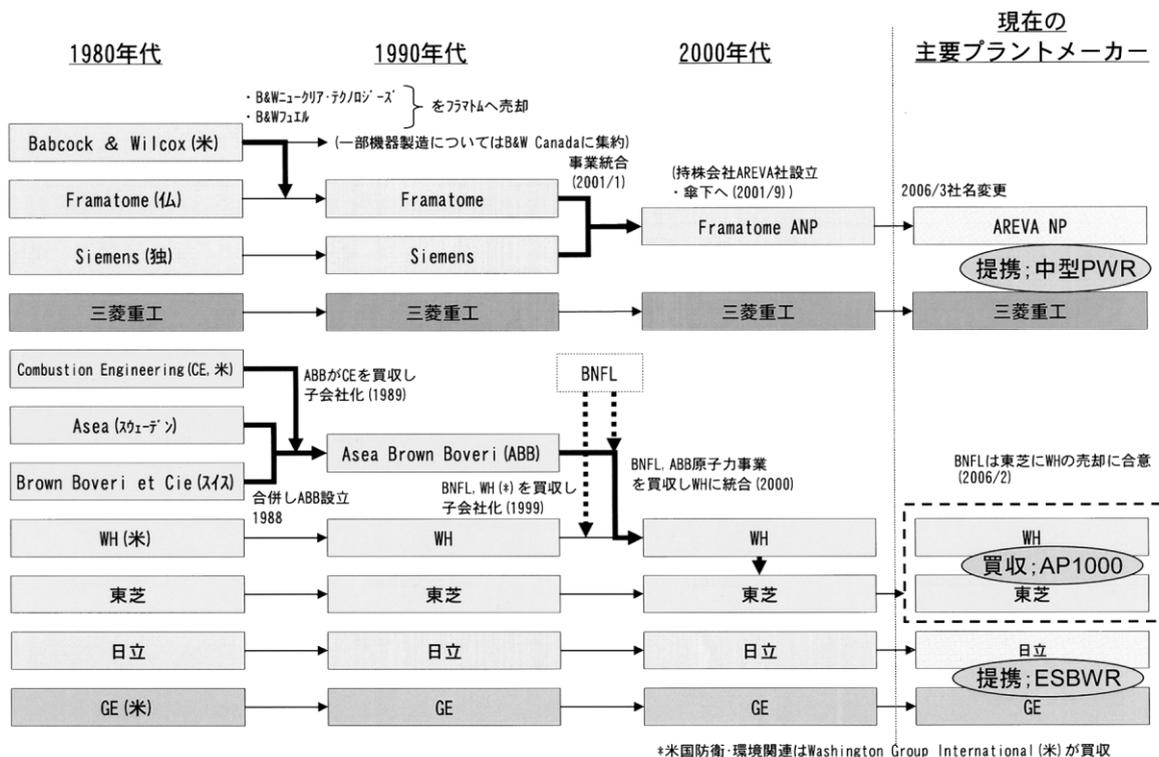


図1 世界の主要原子力発電プラントメーカーの変遷

いう枠組みで考えるべき事柄です。ですから、新しい環境は、国内の原子力を取り巻く過去のそれとはかなり違ってきていると思います。そういった中、メーカーは「世界」を見ながら活動しておられるわけですが、その時にもやはり一番大事なことは、まず国内のプラントがしっかり動いていることだと思います。

しかし、世界をみると、残念ながら、アメリカの方が日本よりも設備利用率も高いし、被曝も少ない。我々が誇ってきた高い安全性と信頼性も、諸外国との差がかつてほどにはなくなり、追いつかれつつあります。その他、全体的な性能指標でも、アメリカのみならず、周辺諸国の後塵を拝するものもある状況になっています。そこを見直していくことが最大の課題だと思います。

発想の転換も必要だと思います。「世界」を考えてプラントを開発するなら、世界市場が何を求めているか調べて、それに合うものを作っていかなければならないと思います。

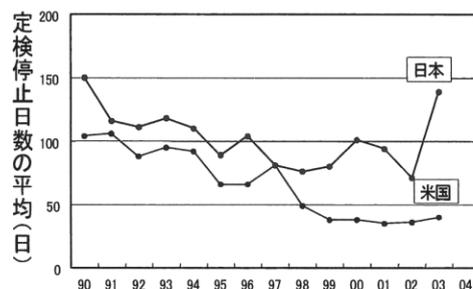
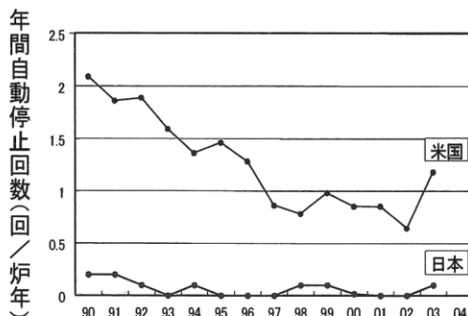
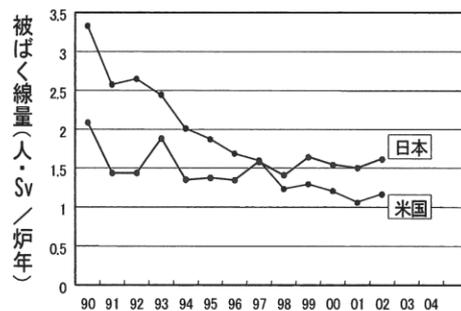
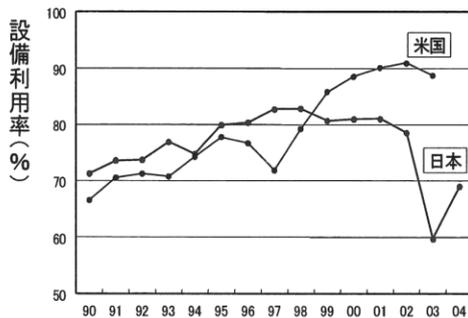
齊藤 そのとおりです。我々が海外でマーケティングをやろうとすると、やはり日本国内



齊藤 莊藏

(株)日立製作所
執行役専務

での運転実績について問われます。残念ながら、現時点では誇れる実績ではありません。稼働率を上げるなど運転実績の面で、日本が世界のトップレベルであることが前提となります。ですから、関係者で努力して、日本のプラントが最高に力を発揮できる状態にもっていくことが重要な課題だと認識しています。



(出所：総合資源エネルギー調査会原子力部会報告書「原子力立国計画」平成18年8月)

図2 原子力プラントに関する運転実績の日米比較

次世代軽水炉開発の意義とニーズ

「原子力立国計画」で一步踏み出す国

司会 経済産業省は「原子力立国計画」で、2030年頃の導入を念頭に次世代軽水炉の技術開発を推進するとしています。一方で、「ABWR、APWRを作ってもまだ時間が経っていない。ABWR、APWRへの投資を回収する前に次の開発をするのか」あるいは「既設の炉の寿命を延長しているところで新しい炉が参入する余地があるのか」といった議論もあります。

そういった中で、次世代軽水炉技術開発の意義やニーズについてご見解をお聞かせいただければと思います。

新井 次世代軽水炉技術開発の政策的な位置づけ、プロジェクトが生まれた背景について述べます。

次世代軽水炉の技術開発が政策として最初に大きく位置づけられたのは、「原子力政策大綱」（平成17年10月、原子力委員会）です。その後、「第三期科学技術基本計画」（平成18年3月策定）の戦略重点科学技術の1つに位置づけられ、さらに、「原子力立国計画」（平成18年8月、総合資源エネルギー調査会原子力部会）に盛り込まれました。

「原子力政策大綱」が出る前の時期というのは、国家プロジェクトとしては、高速増殖炉（FBR）の将来での実用化を目指すという状況で、政策的に電力、メーカーを引きつける開発プロジェクトが乏しい時期だったと思われる。また、1990年代後半から電力自由化、電力需要の増加、立地の困難性などを背景に新規建設が低迷しました。それに呼応するかのよう政策もなかなか踏み出せない状態が続いていたと思います。

「原子力立国計画」では5つの方針が示されていますが、特に、国が大きな方針を示す



新井 憲一

（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

とともに、第一歩を踏み出すということが記載されています。「次世代軽水炉開発プロジェクト」は、まさに「原子力立国計画」の基本方針に則った国家プロジェクトで、電力、メーカー、関係各位の総力を結集していくことが重要であると考えています。皆様、ぜひご協力をお願いいたします。

「第3世代」と「第4世代」をつなぐ世界標準炉

齊藤 日本の場合、原子力プラントの建設が継続されてきたおかげで、日本メーカーが設計、製造、建設等の最新技術を持っています。これが現在、世界で日本メーカーが優位なポジションにいる理由だと思います。将来にわたって、人材と技術の厚みを維持していくために、実プロジェクトのモノづくりが欠かせません。それに加えて、技術開発を続けて、日本が技術で世界をリードし続けることが肝要です。そういう意味で、「次世代軽水炉開発プロジェクト」は、メーカーにとって非常に重要な位置付けになります。

この次世代軽水炉は、現在、開発あるいは建設が進められている「第3世代」及び「第3世代プラス」を発展させ、その後にくる高速炉を中心とする「第4世代」に繋ぐものと

位置づけることができます。

安全性や経済性に関して非常に高い目標が設定されています。私は、これらの目標は、2030年以降の世界のニーズに適うものだと考えています。特に、ウラン資源の有効利用が世界共通のニーズではないかと思えます。今後世界の原子力発電が大幅に増加すると、そのニーズがますます強まるものと考えられ、そういう意味で、将来の世界市場における戦略上の意義は非常に大きいと言えます。

これを実現するハードルは非常に高いと思いますが、国の支援、ユーザーである電力会社のご指導を得まして、日本メーカーとして総力を挙げて次世代軽水炉の開発を進め、日本発の国際標準炉として世界市場をリードし、それによって人類にとって重要な課題であるエネルギー問題、さらには地球環境問題の解決に貢献したいと考えています。

松井 国レベルでは、日本がABWRとAPWR、アメリカがAP-1000、ESBWR、ヨーロッパがEPRで、世界のマーケットで競い合っています。メーカーレベルでは、日本がほとんど全部の炉に深く関与していますが、それに続く市場を考えた時、ABWR、APWRの次の武器を持っていないといけないと思います。次世代軽水炉開発の実利的な意義はそこにあると、私は思っています。

武藤 原子力に限らず、「世界標準を使う良さ」というものがあります。世界中で幅広く使われている技術だということが軽水炉の良さになっているという側面がある、つまりそれを皆が使うことが全体の技術をより良い形にしていく上で非常に役に立っているということがあります。これから開発される原子炉についても、世界標準を目指していくことが大事だと思います。

ハードとソフトのセットでリーダーに

大橋 まず、次世代軽水炉の開発には、単に

それだけではなく、今の軽水炉の高経年化によるリプレース、FBR開発の進捗、再処理から高レベル廃棄物処理までを含めた原子力全体を取り巻く事項が直接間接に関係してきます。例えば、今の軽水炉の寿命をどう考えるかが中期的な課題となりますが、物理的な問題というより、効率、経済性に加え、規制やリプレース可能性ということが現実には生じてきます。どうしても、電気事業者を中心に、「現状維持」という姿勢が強くなります。次世代軽水炉開発は、こうした原子力全体の「現状維持」から脱却する戦略を全員で論議していくための契機となると思います。

次に要件です。これまでの技術開発では、発電出力、単価、稼働率など、性能をあらわす直接の数値を向上させていくことが議論の中心だったと思います。現代は、これらに加え、今まであまり直接は考慮の対象でなかった建設性、保全性、運転性、規制との適合性、被曝量低減の方策などを要件に加え目標設定していくことが必要とされると思います。次世代軽水炉の検討にあたっては、こういったいわば21世紀型の視点を最初から取り入れるようにしました。

最後に、技術力や人材の維持のためには、これまでの「フォロワー」というメンタリティーから世界をリードしていくというメンタリティーへの大転換が必要だと思います。技術力では、日本はリーダーになって然るべきですが、「誰も頼れない所へ出ていくんだ。全部自分でやるんだ」という考え方までにはなっていないような気がします。

武藤 世界の競争市場では、最終的にその市場で良いと評価されるプラントが選ばれることになるでしょう。では、世界でどういうプラントが顧客から見て良いと思われるのか。これまでの、「第一次改良標準化」、「第二次改良標準化」、「第三次改良標準化」で、我々はずっと、ハードウェア中心で改良を進めてきました。しかしよく考えてみると、ハードが

良いということは大前提であって、これがソフトというか、動かし方や仕組みとセットにならないと本当に良いプラントにはならないのです。例えば、運用や保守、更には機器や部品の標準化、規格・基準、そしてそれを支える人材等が全体となって、このハードでこんな使い方をすると安全でしかもこんな稼働率になるんだということがわかって初めて良いプラントだという評価になる。そこが今までとかなり見方を変える必要があるところだと思っています。質の高いハードがそういうソフトものとセットになって初めて世界市場で高く評価される良いプラントになるという視点をもって次世代軽水炉の開発を進めていけないと思いません。

齊藤 確かに、これまでの軽水炉技術の開発は、海外から導入してきたものを良くする「フォロワー」の姿勢で、それを世界に広めようという考えは弱かったと思います。

今回の次世代軽水炉開発は、世界をリードする概念を作り上げていくわけですから、これまでとはかなり違うメンタリティーで取り組まなければならないと理解しています。

大橋 私は、決して、メーカーの姿勢を見て「日本はフォロワーだ」と言ったわけではありません。例えば、非常用炉心冷却システム(ECCS)の水源機能に影響を及ぼすストレーナ閉塞問題を検討したときに思ったことです。日本は既に原子炉50基を20~30年運転してきた国なのに、この問題を評価するための何のベースもありませんでした。学界、電力会社、規制当局もアメリカの情報を集めて、アメリカはこうしている、アメリカはこう考えているということに頼った次第でした。このようなときに、自分自身のことも含めて、日本の原子力の厚みがまだまだ足りないと思ったのです。

武藤 それは電力会社の責任でもあります。現在、日本には米国の約半分、55基の軽水炉

が運転中で、運転実績も約1,200炉・年あるのですが、運転実績、経験をデータとして世界に示すという点で我々がアメリカのせめてその半分、我々の規模に見合う貢献を世界に対してやってきたか、と考えると、忸怩たるものがあるわけです。

しかし、最近では原子力技術協会がNUCIAというデータベースを運用して各社の経験を事業者間で共有し、またその内容はすべて公表しています。またBWR、PWRそれぞれで電力会社とメーカーが共同でオーナーズグループを形成して、運転実績やベストプラクティスなどを共有してお互いに学び合いながら現場の品質を高めることを始めています。また新しい検査制度もまさにそういうことを意図して、電力が自主的にきちんとプラントの状況を把握して一番良いプラントの保守のやり方を考えることを前提にその在り方を考えようということで議論が進んできたと思います。全体の大きな方向はそちらの方に向いていると思いますので、もうしばらくたつと成果が出てくるという気がします。

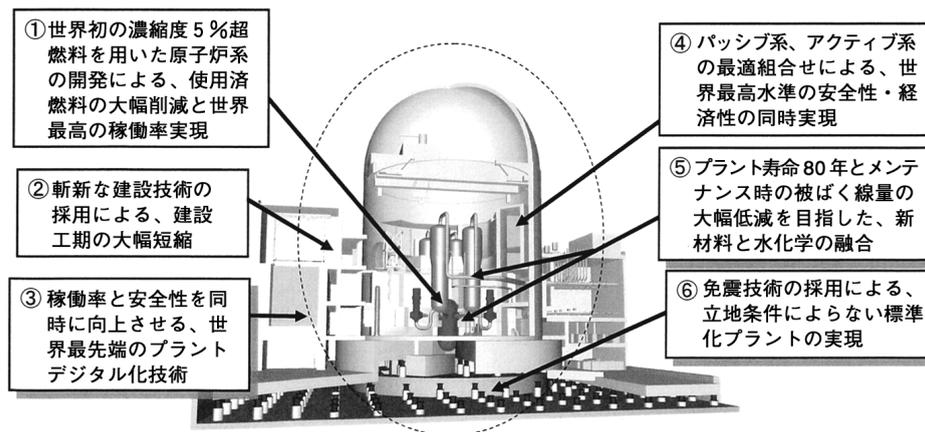
また、もとより、日本の良さもあります。例えば、プラントの計画外停止率は、日本が世界から頭抜けて小さいですし、燃料被覆管からの核分裂生成物の漏洩率も諸外国よりも1桁小さい実績をあげています。

それから、工期どおり、あるいは予算額どおりにプラントを造ることは日本は非常に得意としているところです。日本が世界でも得意なところを出発点に、弱いところは補いながら、良いものを造り上げていくという考え方が大切だと思います。

次世代軽水炉プラント概念の革新性

6つのコアコンセプト

司会 次世代軽水炉開発では、プラントを構



(出所：経済産業省資料)

図3 次世代軽水炉プラント概念を実現する6つのコアコンセプト

成する6つの革新性を有するコアコンセプトを設定して(図3参照)、技術課題を検討しています。いずれも非常に高い目標ですが、こういった高い目標をクリアするには技術開発をどのように進めればいいのか、ご議論いただければと思います。

新井 コンセプトに掲げている技術課題を日本で進めていくにはメーカーの役割が大きくなっていくと認識しています。国の役割は、技術開発をいかにスムーズに進めるかというところにあります。資金的な支援に加え、規制高度化の検討など、環境整備も進めていく必要があると思います。

こういったソフト的な仕組みづくり、制度的なことは、国として大きく期待される面もあるでしょうし、取り組まなければならないと思っています。

武藤 世界標準になるものを提案するにあたり、日本がリードできる可能性がある技術開発要素が選ばれていると思います。これから、世界のユーザーがどの方向を望んでいるかをサーベイしながら内容を調整していくのが良いと思います。

例えば、「濃縮度5%超の燃料を用いる」とありますが、世界を見ると、遠心分離の新工場では最大濃縮度10%で許認可を得ていると

ころがあります。世界各国でも、いろいろな運転に対応できるより柔軟度が高い燃料設計を指向しているように思います。こうした世界の様子を見ながら市場のニーズをよくみてそれにフィットする形で内容を調整していけば良いと思います。

齊藤 この6つのコンセプトはいずれもチャレンジングだと思います。コアコンセプト①は、世界初の濃縮度5%超燃料を用いた原子炉系の開発による、使用済燃料の大幅低減と世界最高の稼働率実現であり、それが最大のセールスポイントだと思います。燃料の高燃焼度化(70GWd/t)と24カ月連続運転、稼働率97%を実現することにより、発電原価(資本費、運転費、燃料費)を大幅に低減できるとともに、使用済燃料の発生量を30~40%削減でき、ウランの利用効率が高くなります。

日本における約40年の軽水炉改良の歴史というのは、ある面では燃料の高燃焼度化の歴史とも言えます。最初にプラント技術を海外から導入したときは、30GWd/tに満たない燃焼度でしたが、これを現在、約50GWd/tまで上げてきました。今回、濃縮度5%超燃料を用いて70GWd/tを狙うということで、チャレンジングだと思うわけです。燃料は原子炉内の厳しい環境条件で使用されているので、特に被覆管の耐食性の開発が重要ですし、それから確実に燃料

の健全性を照射試験で実証してステップアップしていく必要があると考えます。

それから、コアコンセプト③に期待がかかります。というのも、原子力プラントの計画から設計、製作、建設、運転、保守、廃炉に至る各段階で多岐に亘り、非常に膨大な情報を取り扱っています。この複雑さや情報量はプラント、あるいはプロジェクトとして見た場合、世の中で最大の存在かも知れません。数年で10倍という形で猛烈なスピードで進化しているIT技術を駆使して、プラントのトータルライフマネジメントをすれば、労力削減、ヒューマンエラーの撲滅のみならず、プラントの運転・運用性向上や保守業務高度化などが図れると考えられます。

このIT技術は日本の得意分野でもあります。優秀なハード技術とこういったソフトの融合は世界をリードする重要な要素になるのではないかと思います。

松井 プラントの建設から廃炉までを情報化して、うまくマネージすることは、経済性だけでなく安全性の確保にも寄与してくる。ハードだけではない開発も可能になる可能性があるかと期待できます。

大橋 6つのコアコンセプトは、どれも非常に革新的です。もちろん最高の技術と最も優れたアイデアを集めればいいのですが、原子力では、いいアイデアを思いつくというだけでは技術革新はできません。例として、安全系について、材料はどのようなものがあって、どういうところが何年間使えるかなど、さまざまな制約条件を知った上で新概念を提案し開発していくという難しくもあり、また、そのような高次の思考展開を要するとても面白い技術開発だと思います。ですから、これまで多くの実績をもつメーカー、電気事業者に蓄えられている技術をうまく反映しながら、この革新的な開発をやっていただければと思います。



松井 一 秋

(財)エネルギー総合工学研究所
理事

司会 どれが難しいのでしょうか。

大橋 個人的には、燃焼度70GWd/tの達成はそれほど難しいと思いません。「濃縮度5%超」は、燃料製造から再処理、高レベル廃棄物、さらにはプルサーマルへの影響など、サイクル全般に係ってくる課題ですので、幅広い視点の検討が必要になるかと思います。

齊藤 従来は「5%ありき」で、これを条件に努力をしてきたという感じです。正直なところ、産業界として、これが取り除かれるとといった発想ができませんでした。

プラント寿命を巡る論点

司会 技術課題について、さらにこうすべきではないかというようなコメントがあればお願いします。

大橋 どうせなら「100年プラント」を作れば良いのではないかと思います。100年と決める。例えば、安全評価で、確率論的安全評価(PSA)がなかなか導入されないのですが、データがそろわないのを待つことに意味があるわけではないですから、「来年から全部こうする」

と決断して前へ進めることが大事ではないでしょうか。新しい技術開発を積極的に取り入れて、バランスの良い革新的な設計を追求したいと思います。

齊藤 寿命評価は、非常に難しい問題です。80年経たないと実績が出ないところを予測するというのが非常に難しいところです。どういうふうに理解し、対応していくかよく考えなければいけないと思います。

松井 壊れれば直せばいいし、どんどん出てくる新技術で換えればいい、80年経って元々のプラントの機器と同じものは何もないと言うのでも良いのではないかと思います。

武藤 設計時、建設時に、80年先に何がおきるのか、そのリスクを見通すことは中々難しいわけですが、それでも予めいろいろなことを予測して準備をしておくことでうまくプラントを80年間通して運転することはできるはずで。ハードの耐久性が足りないなら途中で取り換えることを前提に設計、建設すれば良いということでしょう。単にハードを作るということを超えて、80年動かすということ念頭に、予見される問題について予め手を打っておくことが魅力あるプラント作りになるのではないかと思います。

軽水炉の設計には何十年かの歴史がありますが、他の産業と比べて、意外とその中身の進歩はないように思えます。規制との関係もあるのですが、昔の設計手法をそのまま踏襲しているところが多く、社会環境もあって新しい技術や手法を持ち込みにくいという側面があります。シミュレーションや計算機の技術は昔よりも格段に進歩しているわけですから、現在の技術力に見合った設計方法、考え方があはずでそうしたブレークスルーも大切です。



山田 英 司

(財)エネルギー総合工学研究所
専務理事

原子炉開発への提言

産官学の総合力の発揮

司会 わが国は、これまで数次に亘り軽水炉の改良標準化を実施しておりますが、本プロジェクトは20年ぶりに実施される軽水炉技術に係る大型プロジェクトです。軽水炉開発を進めていく上でどういった技術開発のあり方が有効なのか、ご示唆をいただければと思います。

武藤 2年ないし3年後にホールドポイントが設定されると理解しています。非常に高いハードルを設定しており、これまでの開発とかなり質の違うことをやろうとしているわけですから、これから作ろうとするプラントが、本当に世界標準となり得るのか、そのための課題の達成状況が具体的にどうか、をきちんと評価して、ホールドポイントではしっかり計画全体を評価することが重要だと思います。それから世界市場を視野に入れるのですから、産官学の総合力の発揮が大切です。国内のリソースをしっかり束ねていかないと、世界の

リーダーにはなれないと思います。これまでの開発では、ともすると国内での産官学、あるいはメーカー間の棲み分けをどうするか、ということが重視されてきたところがありますが、国内の関係者がそれぞれの良さを発揮して力を合わせていかなければ世界市場での競争は無理でしょう。そういう総合力を発揮できるかがコアコンセプトをクリアする重要な成功要因の1つではないかと思います。

齊藤 メーカーの立場で考えると、ユーザーのニーズを踏まえた製品開発が不可欠です。ABWRの開発では、ユーザーの強力なリーダーシップの下に技術開発を進めたことが、大きな成功要因であったと考えます。次世代軽水炉の開発においても、ユーザーとメーカーとでしっかり考えていかないと実現が難しいと思います。

これまでは、外国から導入してきたものを改良して日本市場に適合させていくという開発でした。今回は日本発の国際標準炉とすることを狙うわけですから、研究開発段階から海外市場のニーズ、動向などを把握しつつ進める必要がありますし、いずれ海外組織・機関と連携する必要が出てくる可能性もあると思います。

最後に、最新の技術知見を国際規格や国際基準にしていく努力も必要になるでしょう。日本で開発した炉型が国際標準炉になるためには、米国の設計型式認証制度のような、安全規制の適合性確認に関する仕組みづくりも必要だと思っています。

新井 わが国のメーカーと電力の要素技術は、世界でも最高レベルだと我々も考えておりますし、国内の関係者の方々が総力を結集すれば、この高いハードルは必ずクリアでき、必ず世界標準を獲得できるだろうと期待しております。国は当然、全面的に支援いたしますので、ぜひ総力を結集して取り組んでいただきたいと思っています。

「社会に受け入れられる技術」という視点

松井 今までの原子炉開発は利害関係者間だけでの話し合いで行ってきたところがありました。しかし、これからは、社会に受け入れられる技術という考え方で進めないと、世間がついてこない、予算もついてこないということになると思います。そういうところの工夫も必要になるという気がします。

まとめ

現場重視、誠実な取組み

大橋 第一次から第三次までの改良標準化は、産官学の連携で、結果も含めてうまく行ったと思います。個人的にも高く評価しています。ただ、社会環境や人の考え方は変わるものですから、これまでのやり方で今後もやっていけるか考えてみる必要があると思います。

新しい技術開発には、メーカーの壁を越えるとか、産官学の役割を適切に分担するとか、規制と推進の二項対立をあまり気にせずに、例えば日本原子力研究開発機構（JAEA）や原子力安全基盤機構（JNES）などのリソースも使って情報の公開、発信をしながら開発を進めていくといいと思います。

やはり、現場は重要です。昔のように、国はお金を、メーカーは指令を、電気事業者はサジェスションを出して、現場へ伝えると技術開発が行われるという形はあり得なくなってきました。設計の現場、運転の現場、建設の現場、検査官が参加する現場で何が考えられ、何をするのか、何が大事かを考えて開発を進めなければいけない時代になってきていると思います。早い段階から運転員の意見を聴くとか、そういう「オールジャパン」の取組みを期待します。

最後に、全員が誠実に取組むことが大切だと思っています。このところ、日本社会は欧米型の説明責任や透明性を無条件に取り入れて、難しい局面にぶつかっているところが増えているのではないのでしょうか。原子力でも実は非常に大きな影響が出てきているところです。もちろん、説明責任とか透明性は民主社会の重要な概念ですが、一方で、アジア型の社会の軸としてきた誠実さ、信頼を大切に、やり方を整えていく必要がでてきてい

るように思います。原子力開発は、国民的な支援が必要な事業です。もちろん、説明責任をきちんと果たしながら、プロセスにおいて、また、結果において、原子力界全体の信頼がますます高まるように、私も含めて全員が誠実に取組むことを期待したいと思います。

司会 本日は有意義なお話を賜り、ありがとうございました。

[寄稿]

RPS下における再生可能エネルギーの普及見通し

浅野 浩志 (東京大学大学院工学系研究科
機械工学専攻 教授)



1. さまざまな再生可能エネルギー導入支援策

エネルギー源の多様化や温暖化対策として大規模水力を除く再生可能エネルギーの本格的な普及に向けた各種支援策が進められている。太陽光発電 (PV) など再生可能エネルギーは、温暖化対策としてのみならず、輸入エネルギーを減らすため、エネルギー安定供給に寄与し、持続可能な社会を築く新規産業としても期待されている。わが国では、従来、新エネルギー法 (新エネルギー利用等の促進に関する特別措置法) により、再生可能エネルギーに限らず、高コストであるため、普及支援が必要なエネルギーとして新エネルギーの開発普及が進められてきた。実用化段階に達した小規模水力発電や地熱発電、研究開発段階にある波力発電や海洋温度差発電は、再生可能エネルギーであるが、新エネルギー法に基づく新エネルギーには指定されていない。また、いくつかの技術は、技術進歩により低コスト化が進んだため、新エネルギーの定義が見直され、天然ガスコージェネレーションや化石燃料由来の廃棄物発電・燃料製造・熱利用は除外されることになった (新エネルギー法施行令改正)。

本稿では、新エネルギーのうち、電力系統に販売される再生可能エネルギーに焦点を当てる。わが国で再生可能エネルギーから商用系統への販売電力 (いわゆる逆潮流分) 拡大を支援する制度は、主に電力会社による余剰

電力購入メニューとRPS法である。RPS (Renewables Portfolio Standard) 法とは、電気事業者に対し、販売電力量の一定割合以上の新エネルギー電気を利用することを義務付ける、キャップ・アンド・トレード型の制度である。わが国では「電気事業者による新エネルギー等の利用に関する特別措置法」(RPS法) として2003年4月から全面施行されている。

再生可能エネルギーはその技術段階に合わせた導入支援策が必要である。直接的な支援策として、当該エネルギーシステムの設備投資等に対する公的補助や低利融資、優遇税制という設備容量 (kW) 当たりの支援策と、規制のあるいは自主的な買取価格メニューやRPSのような発電電力量あるいは販売電力量というkWhに対する支援策が代表的である。さらに、需要家の電力支出に対する付加金 (米国で一般的なグリーン料金メニュー) や規制的な課徴金 (米国カリフォルニア州の公益基金) により再生可能エネルギー購入を促す取り組みもある。わが国でも販売電力分の普及を義務化するRPSを補完する手段として、自家発自家消費部分も含めたグリーン電力を証書の形で販売する仕組みを後押しする議論が総合資源エネルギー調査会新エネルギー部会で始まった。また、間接的な支援策として政府や企業による新エネルギー導入目標やビジョン、二酸化炭素 (CO₂) 排出量取引や環境税などがあげられる。

現在、日欧米でさまざまな支援策が実験されているとも言える状況であり、RPSなど主

に電力量で義務付ける手法^{※1}と再生可能エネルギーが連系している配電事業者に一定価格で義務付ける手法が代表的であるが、その支援対象、目標量、買取価格など設計方針や運用の実態はさまざまである。RPS制度は、2006年末時点でイギリス、オーストラリア、イタリア、アメリカ各州（21州、コロンビア特別区）などでも導入されている⁽¹⁾。

これらの支援策は、国内外で大きく異なるエネルギー・電力事情に適合した形で技術的、経済的な成立性や費用負担を十分見極めたうえで、選択されるべきものである。他の地域で成功しているように見えたからといって、単純に移転するようなものではないことに注意することは言うまでもない。対象とする技術、目標普及規模、地域のエネルギー需給状況、他の関連するエネルギー政策、環境政策、廃棄物行政との関係に応じて使い分けられる。RPSは豪州、英国など電力市場自由化に熱心な国や米国20数州で実施されており、特にテキサス州などもともと風況に恵まれた地域では風力発電の設置容量が急増している。

一方、買取義務付け制度は2005年までにドイツ、スペインなど40の国や地域で実施され、特にドイツは法律により、電力供給に占める再生

可能エネルギー比率を2020年に20%以上と定め、風力発電およびPVの設置容量で世界1位を誇る。この買取義務による費用は、最終的に需要家の料金に転嫁される。そのため、大きな費用負担が国際競争力を損なう製造業^{※2}や鉄道・路面電気事業者は、費用負担が軽減される優遇措置を受け、その分は民生など他の需要家の負担が増大している。このような積極的な費用負担を選択したドイツ、デンマーク、スペインなどは、自国の新エネルギー産業育成と結びつけている。

2. RPS法と新エネルギーの導入状況

表1にわが国の新エネルギー導入量の見通しを示す。2005年度までPV、風力とも順調に設置容量を増やしてきているが、2010年度の政府導入目標を達成するには大きな努力を要するのが現状である。

RPS法の義務対象者である電気事業者とは、一般電気事業者、特定電気事業者、および、特定規模電気事業者を指す。このうち一般電気事業者の実際の義務量と、前年度販売電力量に対する実際の義務率の推定値を、図1に示す。義務量合計は、2003年度の約33億kWh

表1 新エネルギー導入量の見通し

	2005年度	2010年度 対策下限ケース	2010年度 対策上限ケース
太陽光発電	35万kl (142万kW)	66万kl (270万kW)	118万kl (482万kW)
風力発電	44万kl (108万kW)	95万kl (212万kW)	134万kl (300万kW)
廃棄物発電 + バイオマス発電	252万kl (201万kW)	421万kl (324万kW)	586万kl (450万kW)
バイオマス熱利用	142万kl	277万kl	308万kl (※1)
その他 (※2)	685万kl	645万kl	764万kl
総合計 (第一次エネルギー総 供給比)	1158万kl (2.0%)	1504万kl (2.6%)	1910万kl (3%程度)

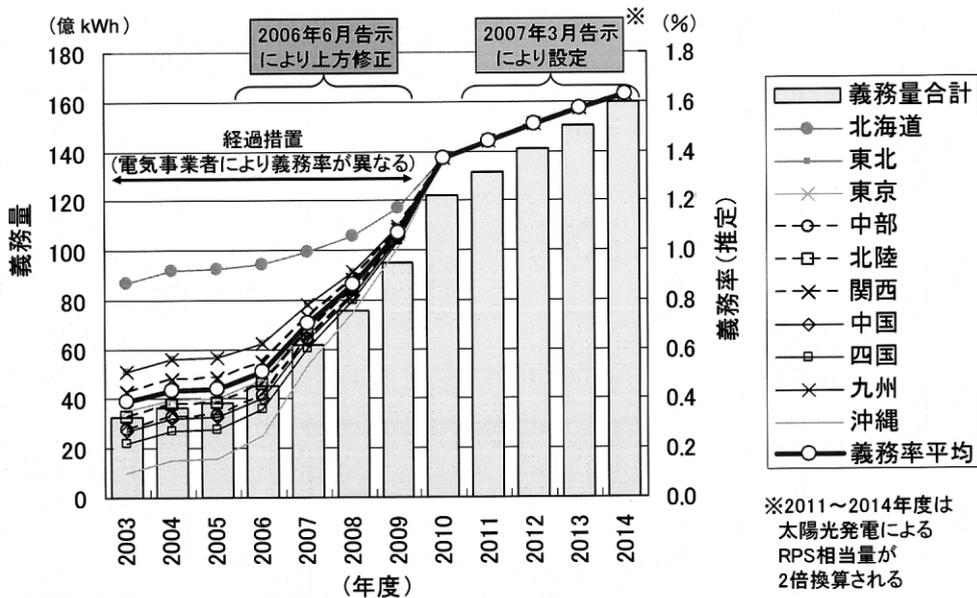
※1 輸送用燃料におけるバイオマス由来燃料（50万kl）含む。

※2 「その他」には、「太陽熱利用」、「廃棄物熱利用」、「未利用エネルギー」、「黒液・廃材など」が含まれる。

(出所：総合資源エネルギー調査会需給部会、2007年8月)

※1 テキサス州では設備容量（MW）で義務付けている。

※2 一定以上の電力消費量を有し、かつ総付加価値に占める電力コスト割合の高い電力集約型産業用需要家



(出所：電力中央研究所報告Y06015, 2007年4月)

図1 一般電気事業者の実際のRPS義務

から2010年度に122億kWh, 2014年度に160億kWhに達する。また, コスト高のPVに対する特例措置により, 2011~14年度はRPS相当量が2倍換算される⁽²⁾。対象エネルギーは, PV, 風力発電, バイオマス発電, 中小水力発電, および, 地熱発電で, 系統連系され販売される電気でなければならない。バイオマスに関しては, 混焼利用の場合はバイオマス比率を乗じた量が新エネルギーとみなされ, 一般廃棄物発電もその対象に含まれる。表2に施行された2003年度および直近のRPS設備の認定

状況を示す。PV, 風力, 一般廃棄物によるバイオマス発電が主力であることがわかる。

RPSの特徴は, 新エネルギーの環境価値に相当する「新エネルギー等電気相当量」(RPS相当量)という概念の導入にある。RPS相当量は, いわゆる証書に相当するもので, 取引可能である。これにより, 新エネルギー間・事業者間の競争促進効果や, 新エネルギー特有の地域遍在性がもたらす不公平感の解消が期待される。これまで, 風力が多く立地する北海道などで負担感が大きかった問題を緩和する。新エネルギ

表2 RPS設備の認定状況(新エネ別)

	03年度 供給量 [億kWh]	03年度末 設備容量 [万kW]	03年度末 件数	07年2月末 設備容量 [万kW]	07年2月末 件数
太陽光	1.5	52.8	14,1154	122.5	331,091
風力	9.9	67.3	206	150.1	325
バイオマス	20.4	273.4	223	802.0 ※177.9	301
水力	8.4	16.2	339	17.1	384
地熱	0	0	0	0.2	1
複合型	0.01	0.2	13	0.5	29
合計	40.2	409.9	141,935	1,092.4	332,131

※バイオマス発電設備の出力に使用燃料のバイオマス熱量比率を乗じた出力
各経済産業局内の状況調べ、左：2003年度末、右：2007年2月末

(出所：資源エネルギー庁調べに基づき作成)

表3 新エネルギー等電気の取引価格

		15年度	16年度	17年度	18年度
「RPS相当量+電気」	風力	11.8	11.6	11	10.7
	水力	8.1	8.5	8.4	8.4
	バイオマス	7.2	7.5	7.6	7.7
「RPS相当量のみ」		5.2	4.8	5.1	4.9

(単位：円/kWh)

(出所：経済産業省アンケート，2007年7月)

一発電者は、電気事業者に対して、従来のように電気とRPS相当量をまとめて販売することもできるし、分離して販売することも可能である。表3に示すようにRPS相当量の実績値は5円/kWh程度で推移している。ただし、現時点でRPS相当量の流動性は必ずしも高くない点が施行してからの課題である。

2003年度のRPS法導入前は、設備費補助と余剰電力メニューを柱とした新エネルギー導入支援策がとられてきたが、新エネルギー技術の進歩や地域間の費用負担の公平性の観点などから、RPS法が系統購入電力において最小限の新エネルギー利用を保障する制度として優れているとの判断から施行された。

既存エネルギーとある程度経済的に競合可能な風力発電など新エネルギー技術は、個々の技術ごとに助成するのではなく、京都議定書目標達成計画などから国全体の新エネルギー利用量を決めたら、国全体で調達費用が最小化される取引可能な再生可能エネルギー証書制度を導入することが望ましいとされた。

わが国RPS法の特徴は、4年毎に以降8年間の目標を決めるため、技術開発や調達コストなど状況に応じて弾力的に、現実的な目標設定を行える点である。一方、オーストラリアのように2020年まで目標を決めている場合、新エネルギー事業者や製造事業者としては、長期的な事業計画を立てやすい。

3. 2014年度までの導入目標

2006年秋から総合資源エネルギー調査会新エネルギー部会 RPS法小委員会において検討

されていた2014年度までの電気事業者による新エネルギー等の新しい利用目標量が2007年3月に告示された。これまで決まっていた2010年度の利用目標率が前年度総販売電力量の1.35%であったのに対し、2014年度は1.6%まで引き上げられた(図1)。これは、それだけ再生可能エネルギーによる発電分野での寄与に対して期待が大きく、実効ある政策として認知され始めたことを示唆する。なお、諸外国の再生可能エネルギー導入率と比較するには、この義務率には自家消費分や1000kW以上の水力発電が含まれないことに注意する必要がある。PVの半分は自家消費であり、バイオマスの場合、自家消費の方が多い。

われわれは、新エネルギー電源別(PV・風力・一般廃棄物によるバイオマス・一般廃棄物以外によるバイオマス・中小水力・地熱発電)のRPS相当量を不確実性も考慮しながら推定し、これに基づきRPS相当量の内訳、限界取引価格、および、電気事業者の調達費用を分析することで、2011~2014年度の義務量水準のあり方を検討した^{(3), (4)}。

まず、風力以外の電源のRPS相当量推移を下記のように実績や最新動向を考慮して推定した。

(1) PV

RPS実績値の大半を占める住宅用設備のみを対象とし、過去の導入実績データを用いた回帰分析により、RPS相当量を推定する。2005年度までは、実績値を用いる。2006年度以降は、設置単価(2005年度は約65万円/kW)の低減度に関して以下の3通りを想定し、こ

れに基づき導入件数を推定する。RPS相当量を求める際の1件あたり出力・設備利用率・売電率については、現状推定値を適用する。

- ・低位想定：2014年度までに設置単価が50万円/kWに低減する。
- ・中位想定：同45万円/kW。
- ・高位想定：同40万円/kW。

(2) 一般廃棄物によるバイオマス発電

バイオマス率、売電率、設備の建設計画等を考慮して、RPS相当量を積み上げ推定する。2004年度までは、既存発電設備からのRPS相当量の実績値を用いる。2005年度以降の主な想定は、以下の通りである。

- ・低位想定：既存発電設備に加えて、整備計画を有する発電設備が全て計画通りに運開する。
- ・中位想定：低位想定に加えて、各年度で全国の一般廃棄物広域化処理計画の計画値の半分の処理設備に発電設備が設置される。
- ・高位想定：低位想定に加えて、全国の一般廃棄物広域化処理計画の全てに発電設備が設置される。

(3) 非一般廃棄物によるバイオマス発電

バイオマス率、売電率、設備の建設計画等を考慮して、RPS相当量を積み上げ推定する。2004年度までは、既存発電設備のRPS相当量の実績値を用いる。2005年度に関しては、バイオマス全体のRPS相当量から一般廃棄物分の推定値を差し引く。2006年度以降は、既存設備は2004年の実績通りの運転を継続し、さらに、計画設備は計画通り建設されるとし、以下の想定によりRPS相当量を推定する。

- ・低位想定：計画設備の設備利用率が中位想定より10ポイント低いとする。
- ・中位想定：計画設備の設備利用率を公表計画値、非公表の場合は推計値を適用する。
- ・高位想定：計画設備の設備利用率が中位想定より10ポイント高いとする。

(4) 中小水力発電

実績データの外挿により、RPS相当量推移を推定する。2005年度までの設備容量・RPS相当量は、実績値を用いる。2006年度以降の設備容量については、2003～2005年度の平均増加ペースが継続すると仮定し、これに2003～2004年度の平均設備利用率を適用して、RPS相当量推移を推定する。

(5) 地熱発電

現在の認定設備のみ考慮し、将来も一定とする。

次に、仮定した義務量の達成に要する風力導入費用を最小化する最適化計算により、風力のRPS相当量を求め、さらに、対策費用(国全体のRPS相当量調達費用)を推定した。RPS相当量の融通に関しては、地域間取引については完全市場を想定し、年度間の繰越については、バンキングできるのは翌年度までであること、ボローイングできるのは義務量の20%までであることといった、RPS制度に準拠した制約を考慮している。

陸上風力を対象とし、実績分および把握可能な計画分の設備情報の積み上げにより外生分RPS相当量を想定するとともに、NEDO風況マップデータを用いた最適化計算により、RPS相当量の追加的な供給可能性を推定する。ここでの風力資源推定の特徴は、送電線有無による地理的制約を考慮していることである。風力発電機が設置される各メッシュと11万V未満の送電線との距離(1km単位)を独自に推定した。5kmより近い場合に建設可能とし、距離と規模に応じた送電線敷設費用を考慮している。

2005年度までは、RPS相当量の実績値を用い、2006～2009年度の稼働開始設備については、公表情報ベースの導入計画が予定通り進捗する場合のRPS相当量を推定する。2010年度以降の稼働開始設備は、風況マップを用いて、RPS相当量の供給量と価格の関係を推定する。その際、価格低減や大型化について、

以下の3通りを想定する。

- ・低位想定：風車建設単価は19万円/kW、蓄電池単価は20万円/kW、風車単基容量は1750kWと、現状水準で一定とする。
- ・中位想定：2014年度までに、風車建設単価は17万円/kW、蓄電池単価は15万円/kWまで低減し、風車単基容量は2000kWと大型化する。
- ・高位想定：同15万円、10万円、2500kWとなる。

2014年度義務量としては122～180 億kWhの幅を仮定し、実勢価格を参考にして、電気価値は3.5円/kWhとした。

各新エネの中位想定を用いた場合の、2014年度断面のRPS相当量の構成を図2に示す。構成比でいえば、風力とバイオマスが主要な

割合を占め、PVもある程度の割合を占める。風力以外については、中位想定において、PVは20億kWh、バイオマスが38億kWh（一般廃棄物24億kWh；非一般廃棄物15億kWh）、中小水力が10億kWh、地熱が0.1億kWhである。風力は最適化計算により求めた値であり、ケース140で58億kWh、ケース150で67億kWh、ケース160で72億kWhと、義務量に応じて大きくなる。なお、このときの設備容量は、各々292, 336, 366万kWである。

一方、国は事業者へのアンケートにより、2014年度の導入可能量を表4のように推計しており、図2と同様に風力およびバイオマスが主要な供給源であることに変わりない。

RPS相当量限界取引価格は、最適状態におけるRPS制約条件式の限界価格^{※3}として導出

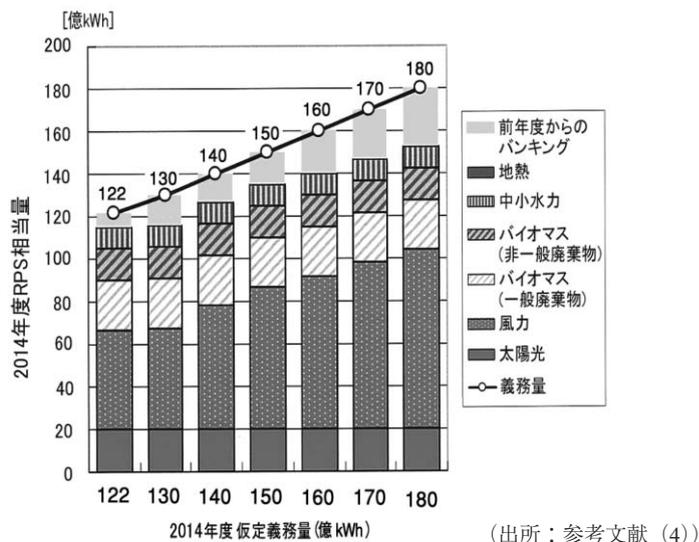


図2 RPS相当量の内訳の比較（中位想定）

表4 新エネルギー導入可能量の推計

	平成17年度（実績）	平成26年度（推計）
太陽光発電	4.6	16（±3）
風力発電	19.1	77（±5）
バイオマス発電	25.0	48（±2）
水力発電 地熱発電	7.0	9
合計	55.7	150（±10）

（単位：億kWh）

（出所：RPS小委員会，2007年3月）

※3 実際の取引価格は、既存契約等を反映することに注意されたい。例えば、長期契約によるもの（事業用購入メニューによる風力など）、あるいは余剰電力購入メニューによる太陽光発電のRPS相当量取引価格は、同図に示す限界取引価格と異なる。

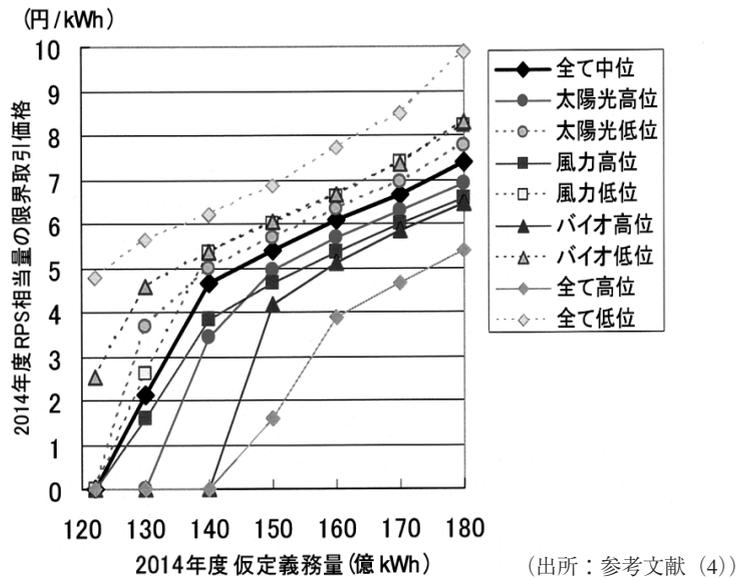


図3 RPS相当量の限界取引価格の比較

される。2014年度におけるRPS相当量の限界取引価格は、仮定義務量が140～160億kWhの範囲では5～6円/kWh程度と推定される（図3）。ここで示す限界取引価格に、電気価値（ここでは3.5円/kWhを仮定）を加えたものが、限界発電価格に相当する。すなわち、RPS制度下で2014年度に競争的に導入可能な風力発電所の上限価格（限界発電価格）は、8.5～9.5円/kWhとなる。

このときの電気事業者に生じるRPS相当量調達費用は約1,000億円（販売電力量あたり約

0.1円/kWh）と推定される（図4）。RPS相当量の限界取引価格や調達費用は、義務量水準だけでなく、各新エネルギーの技術進歩や供給制約の度合いに大きく左右されることがわかる。特に、風力およびバイオマス発電の動向は、これらに大きな不確実性をもたらす。実際、電気事業の既設石炭火力へのバイオマス混焼のように比較的低コストで大規模にRPSを達成するものが入ってくると取引価格は影響される。

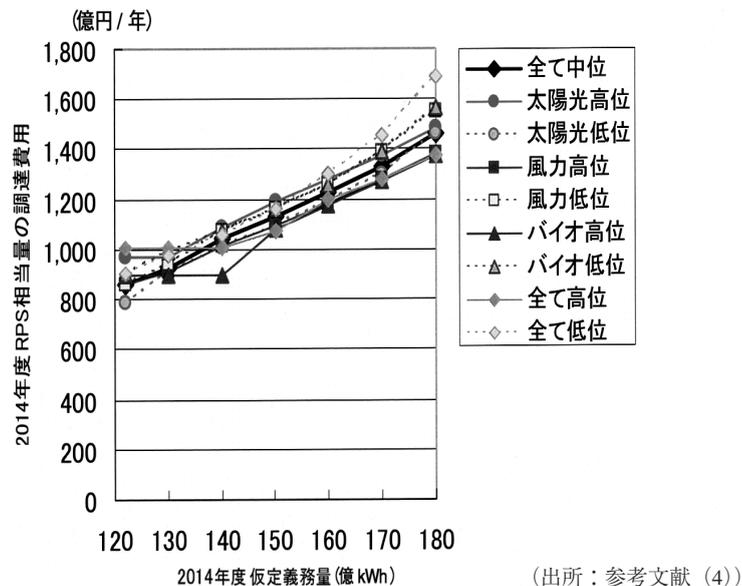


図4 RPS相当量の調達費用

4. 公正で効率的な新エネルギー導入支援のあり方

RPS義務を検討する際には、技術進歩や供給制約を可能な限り定量的に、かつ不確実性も含めて把握する必要がある。例えば、風力の大型化・建設単価低減や出力変動対策の動向、バイオマスの大規模専焼・混焼を含めた利用拡大の進展度、その一方で将来予想される資源制約の顕在化は、RPS相当量価格に有意な影響を及ぼすことが予想される。

完全予見を前提とした推定値は理想的な水準と解釈すべきであり、実際の取引価格にはリスクプレミアムが乗せられるため、制度運用を円滑とするよう取引価格動向に注視する必要がある。また、2015年度以降の義務量水準を見据えた積極的な導入により供給量が上積みされる可能性があるため、現実には、想定以上の対策費用が生じる可能性があることに注意が必要である。

したがって、引き続き、制度運用実績や技術動向、供給制約などを踏まえ、新エネルギーの導入可能性をより精査する必要がある。RPS法対象の新エネルギーは中長期的には自立し、既存エネルギーと経済的に競合できることが求められる。環境価値分はグリーン電力証書など別のスキームで貨幣価値換算される可能性もある。RPSは発電分野の購入電力分のみ限定した制度であり、その他の新エネルギー分野での導入努力が求められる。現在のRPS制度や余剰電力買取では、新エネルギー導入支援費用が最終需要家に明示されていない。エネルギー消費者の環境意識に訴えるためにも、また、エネルギー事業者間の公正な競争を阻害しないように環境コストを最終需要家が公平に負担する仕組みが必要と考えられる。

新エネルギーの導入目標量の設定は、総合的なエネルギー・環境政策とエネルギー産業育成の大きな枠組みで考える必要がある。CO₂排出の効率的な削減の観点から、系統へ

の購入電力のみならず、自家消費分や熱利用もあわせて拡大することが重要である。自家消費分についてはグリーン電力証書が既に運用されているが、まだ取引量は限られている。税務当局からは寄付金とみなされているが、一層の普及には証書購入費用の経費化が望ましい。

新エネルギー支援策を考える上で、エネルギー・セキュリティの視点は重要であるが、現時点のような新エネルギーのシェアでは、国レベルで定量的な評価を行うのは困難といわざるを得ない。今後、原子力開発や化石燃料の備蓄との費用効果性を検討する必要がある。また、CO₂削減策として新エネルギーをみた場合、たとえば、現在の取引水準である5円/kWhのRPSクレジットは、炭素価格が14000円/t-CO₂（排出係数を0.4kg-CO₂/kWhとする場合）ときわめて高価格であり、省エネルギーなど他の対策が優先する。

現時点での新エネルギー導入の意義は、わが国の新エネルギー技術の競争力を高めて、公的補助に依存しない産業として発展させていくことが重要である。PVではこれまで、世界をリードしてきたが、ドイツのPV優遇政策などを背景に欧州メーカーも急速に立ち上がってきた。また、風力については、たとえ、系統連系影響を緩和できる技術が低コストで実現でき、風力発電の大量連系が可能になっても、欧州の風車を輸入するばかりでは維持管理や技術力などで問題が生じることが懸念される。わが国でも風力発電の技術開発は行われていたが、1990年代からの世界的な風力ブームの火付け役となったデンマークやドイツ等のメーカーに先行されてしまい、現在もわが国で設置される大半は価格競争力のある欧州製である。しかし、現在、風力発電機等の生産が間に合わず、供給不足からわが国での設置が遅れているようであり、今後、アジアの巨大な新興市場をにらんだとき、欧州とは異なる自然環境に適した新エネルギー技術を開発し、競争力を高める機会である。

中長期的な視点から、CO₂削減効果、エネルギーセキュリティや産業創出などの価値を多面的に評価し、他のエネルギー政策との比較も踏まえながら新エネルギー政策を検討することが求められている。

参考文献

- (1) 田頭直人，西尾健一郎：海外の再生可能エネルギー支援政策による導入量及び費用，第26回エネルギー・資源学会研究発表会，2007年6月
- (2) 総合資源エネルギー調査会新エネルギー部会RPS法評価検討小委員会：RPS法小委員会報告書，2007年3月
- (3) 浅野浩志：RPS制度下における2014年度までの新エネルギー導入可能性の経済的分析；総合資源エネルギー調査会新エネルギー部会第3回RPS法小委員会，2006年12月
- (4) 西尾健一郎，田頭直人，山本博巳，浅野浩志：RPS義務量の仮定条件下における2014年度までの新エネルギー導入可能性の分析，第26回エネルギー・資源学会研究発表会，2007年6月

[寄稿]

石油メジャーズの現状と天然ガス戦略

岡崎 淳 (独)石油天然ガス・金属鉱物資源機構
プロジェクト推進部



1. はじめに

石油メジャーズの定義は特にないが、本稿では過去5～6年の埋蔵量の平均等を取り国際石油企業の上位5位であるアメリカのエクソンモービル、シェブロン、欧州系のBP、シェル、トータルを対象とする。これらの会社はすべて、石油・天然ガスの探鉱開発を行う上流部門と石油精製などの下流部門を保有している。本稿では、メジャーズの操業実績を分析した上で、各社がどのような動きをしているかについて記したい。

2. メジャーズの業績

メジャーズの業績について簡単に述べる。下流部門等を含めた全社ベースでの純利益は、2004年から2005年にかけて油価の高騰を受け急増している。しかし、その伸びは2006年に

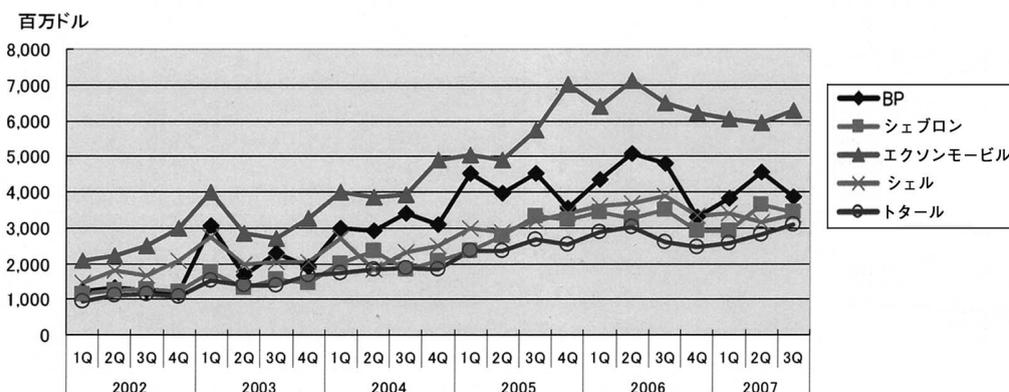
入って鈍化している。ちなみに、直近の2007年第3四半期は下流部門での精製マージンの大幅な下落で下流部門が振るわず、前年同期比で大幅な減益になっている。

会社全体の利益の6～7割を占める上流部門については、図1に示すように、油価の高騰を背景に2004年から急激に収入が増加している。しかし、生産量の減少及びコストの増加が影響し、2007年第3四半期は前年同期比で各社とも減益という結果になっている。しかし、減益とはいえ各社とも依然として高い水準の利益を確保していることに変わりはない。

3. メジャーズの操業実績

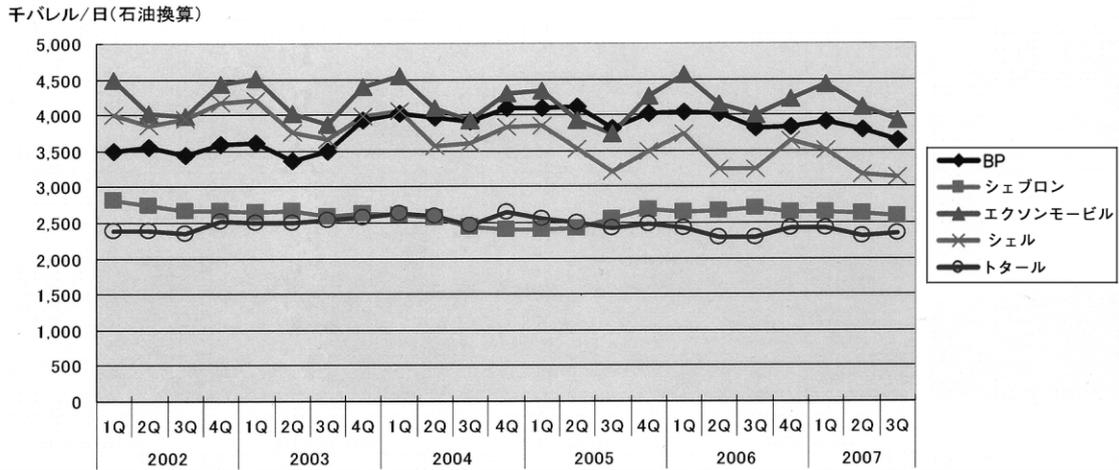
(1) 石油・天然ガスの生産量推移

図2は2002年から2007年第3四半期までのメジャーの石油・天然ガスの生産量の推移である。特徴として、2003年以降、生産量が減



(出所：各社プレスリリース等、一部筆者推計)

図1 石油メジャーズの上流部門純利益の推移



(出所：各社プレスリリース等、一部筆者推計)

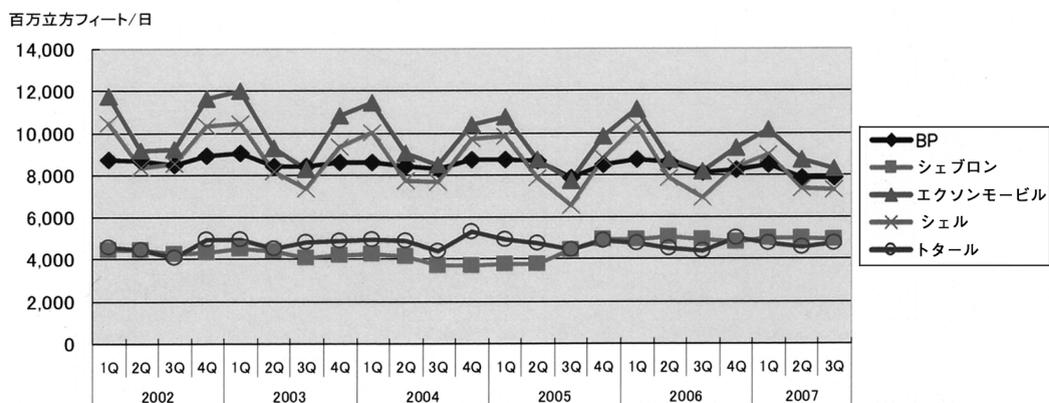
図2 石油メジャーズの石油・天然ガス生産量の推移

少傾向にある。特にシェルで顕著である。シェルは2003年時点では年間の平均生産量が約400万バレル/日であったが、その後減少し、現在では約330万バレル/日程度にまで落ち込んでいる。BPは2003年に、シェブロンは2005年に生産量が増加しているが、この要因としてはBPの場合、TNK-BPの買収、シェブロンの場合にはユノカルの買収があげられる。

石油・天然ガスの生産量減少の要因だが、1つには、外部的な要因がある。ナイジェリアの政情不安による生産停止、メキシコ湾でのハリケーンの影響がこれに当たる。また、石油・天然ガスの生産物分与契約（PSC）でのプロジェクトの場合、油・ガス価が上昇すると生産量が下がってしまう。生産物分与契

約において、石油会社はコントラクターとして石油・天然ガス開発事業に参加し、コストや利益を石油・天然ガスで回収することが契約上規程されており、油・ガス価が上昇すれば石油会社が確保できる石油・天然ガスの取り分が減少するからである。また、ベネズエラでの権益比率低下が大きく影響している会社もある。

2つ目に内生的要因がある。新規プロジェクトの立ち上がりの遅れがそれに当たる。その例として、エクソンモービル、シェル、トータルが参加するカザフスタン共和国のカシャガン油田プロジェクトやBPがメキシコ湾で手がけている「サンダーホース」プロジェクトがあげられる。メジャーズの場合、手がけるプロジェク



(出所：各社プレスリリース等、一部筆者推計)

図3 石油メジャーズの天然ガス生産量の推移

トが大規模であるため、生産開始が遅れた場合その影響を大きく受けることになる。

(2) 天然ガスの生産量推移

天然ガス生産量も全体として減少傾向にある(図3)。次に、天然ガスの生産比率だが、一番天然ガスの生産量比率が高いのはシェルであり、直近で40%程度である。他の会社では35%の近傍で推移している。天然ガスの生産量減少の要因として、メキシコ湾でのハリケーンの影響や、ガス価の上昇によりメジャーズの取り分が減少していることが考えられる。

4. メジャーズの世界における位置づけ

(1) 自由アクセス可能な埋蔵量は7%程度

メジャーズの世界における位置を示すため世界の埋蔵量の全体像の把握をしたい。上流エネルギーコンサルタントPFC社によれば、1960年代には国際石油企業が完全にアクセス可能な埋蔵量は約85%あったが、その後、国有化などさまざまな局面を経て、2005年には約7%程度しかないとしている。このことから言えるのは、サウジのアラムコ、ロシアのガスプロム、イランのNIOCなど、国営石油企業の地位がこの40年で大幅に向上し、メジャーズを含めた国際石油企業の地位が相対的に低下しているということである。また、昨今、

油価の高騰を背景に、産油国の立場がさらに強化されていることから、この7%がさらに下がっているのではないかという話も聞かれる。

(2) メジャーズ各社の埋蔵量

各社の埋蔵量について、石油業界専門誌“Petroleum Intelligence Weekly (PIW)”が国営石油会社も含めた上位50社のランキングを発表している。これによれば、サウジアラビアのサウジ・アラムコが圧倒的な石油・天然ガス埋蔵量を誇っており、次にイランのNIOC、ロシアのガスプロムの順となっている。ちなみに、民間企業で最大の埋蔵量を保有しているのはエクソンモービルであるが、サウジ・アラムコとの約10分の1にも満たない水準である。

また、PIW誌によれば、天然ガスの埋蔵量についての上位3社は、NIOC(約943兆立方フィート)、ガスプロム(732兆立方フィート)、カタール・ペトロリアム(約655兆立方フィート)である。メジャーズでは、エクソンモービルがトップで、BP、シェル、トータル、シェブロンと続く(図4)。

世界の埋蔵量の大半を保有する国営石油会社の動きを分析することは非常に重要である。しかしながら、国営石油会社でも様々なタイプがある。サウジ・アラムコのような、産油国の政策や意向を受けてそれを実施する会社

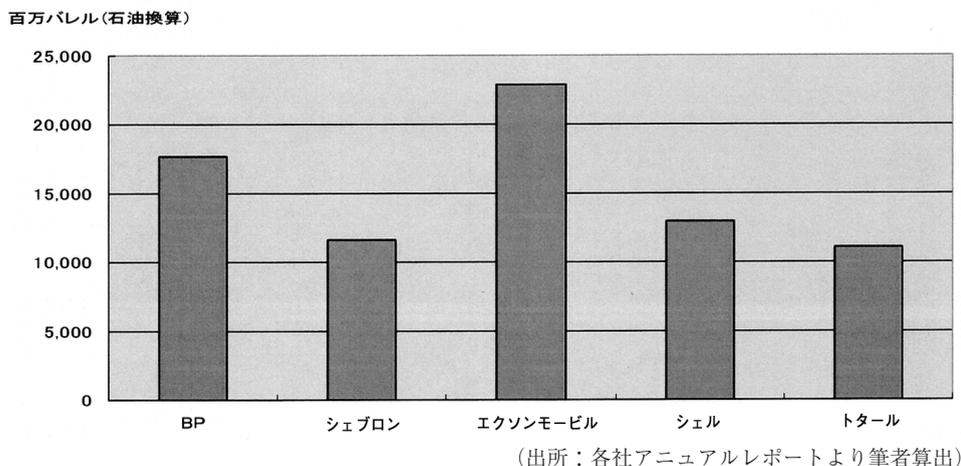
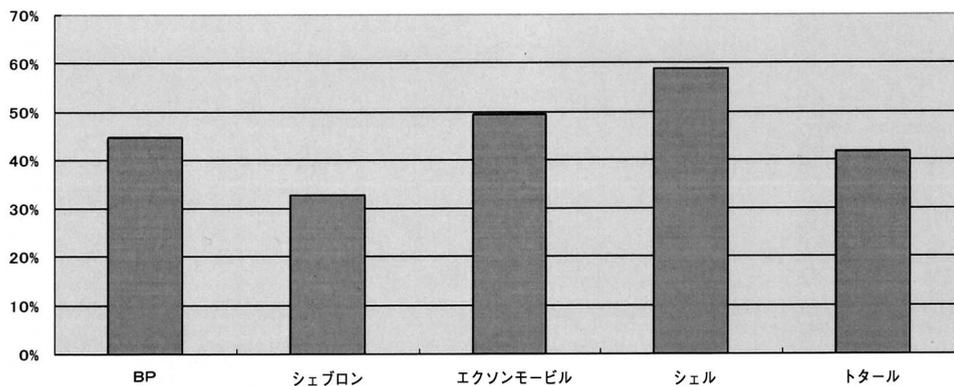


図4 石油メジャーズの天然ガス埋蔵量の比較(2006年)



(出所：各社アニュアルレポートより筆者作成)

図5 石油メジャーズの石油・天然ガス埋蔵量に占める天然ガスの比率

がある一方で、ノルウェーのスタットオイルヒドロのように政府の持株比率が約70%でありながら株式を公開している会社もある。後者のタイプの行動様式は、政策実施機関というより民間企業に近い。しかしながら、スタットオイルヒドロのような民間企業型の国営石油会社は別として、多くの国営石油会社は政策実施機関という色合いが濃いものと思われるため、国営石油会社の分析はとりもなおさず産油国そのものを分析するということになる。

一方、なぜ世界の埋蔵量の7%しか保有しない国際石油企業、しかもその中でメジャーズを分析するかというと、日本の上流企業の方々への情報提供という観点からは、同業他社の動きを分析することが重要だからである。

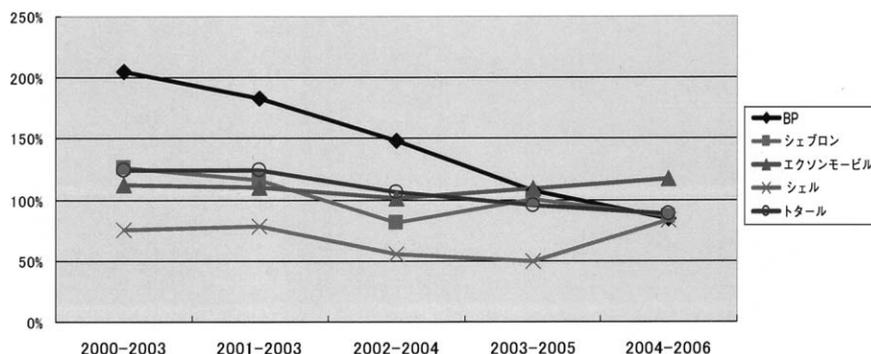
図5は、石油・天然ガスの埋蔵量の中の天然ガスの埋蔵量が占める割合を示している、シ

ルの比率が一番高く、60%弱ある。シェルは、従来から天然ガス開発に非常に注力して事業を実施してきており、その結果が現れているのではないかと思われる。

5. メジャーズの埋蔵量補填状況

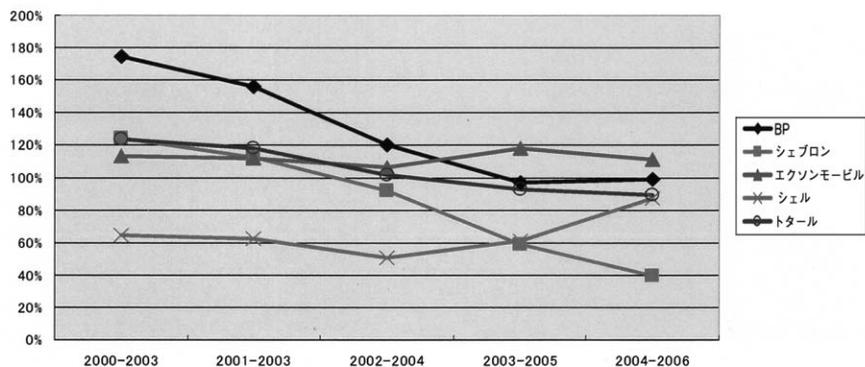
(1) 石油・天然ガスのRRR

埋蔵量は生産により減少していく。また、メジャーズを含めた石油・天然ガス企業は、順次非戦略資産を売却していくため資産売却によっても埋蔵量は減少していくこととなる。これらの要因による埋蔵量減少は探鉱開発活動や、企業・資産買収などによって新たに補填をしていく必要が出てくる。そこで、その補填率を示す指標としてリザーブリプレースメントレシオ (RRR) がある。この指標は、探鉱開発活動、買収による増加分と売却によ



(出所：各社アニュアルレポートより筆者作成)

図6 メジャーズのRRRの推移



(出所：各社アニュアルレポートより筆者作成)

図7 メジャーズのRRR（資産売却を除く）の推移

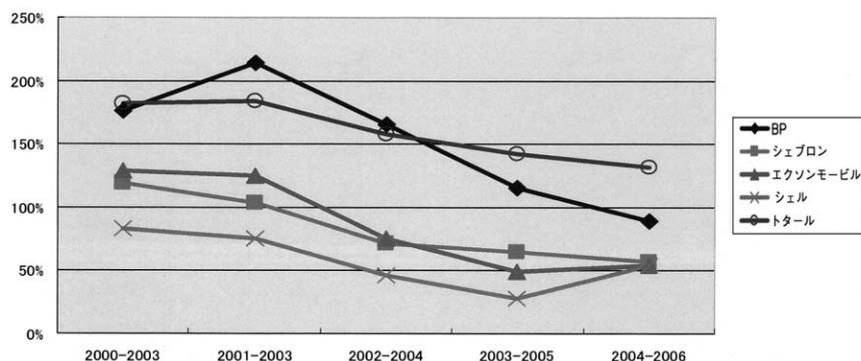
る減少分を足し合わせたもの、つまり埋蔵量の純増加分が分子に、生産量が分母となっている。100%を超えていれば埋蔵量の補填に成功しており、100%を切っていると、成功していないという意味になる。

図6がメジャーズ各社のRRRの推移だが、下落傾向が見られる。直近期は2004年から2006年の平均値であるが、100%を割っており、埋蔵量の補填ができていないという結果になっている。

埋蔵量の増加は、探鉱開発と買収によってなされると述べたが、企業の探鉱開発活動だけでどれくらい補填されているのかを示したものが図7である。特に、直近の2期については各社で100%を割っており、探鉱開発活動だけでは埋蔵量の補填ができていない。

(2) 石油のRRR

図8は、石油のRRRだが、下落傾向にある。



(出所：各社アニュアルレポートより筆者作成)

図8 メジャーズの石油RRRの推移

特に、直近期ではトータル以外の各社で100%を割り、石油について埋蔵量の補填に成功していない。ちなみに、資産売却を除く探鉱開発活動だけのRRRだと、トータルも含め各社で100%を割ることになり、埋蔵量の補填に成功していない。

(3) 天然ガスのRRR

図9は、天然ガスのRRRであるが、石油とは対照的に上昇傾向にある。各社によってバラツキがあるものの、直近期では、BPを除く各社で100%を上回っている。ちなみに、資産売却を除く探鉱開発活動だけのRRRは、直近期に4社で100%を上回っている。天然ガスについては、探鉱開発活動だけでも埋蔵量の補填に成功している。また、石油のRRRと比較すると、各社ともこの数年の傾向として、石油よりも天然ガスの埋蔵量補填に注力してきたと思われる。

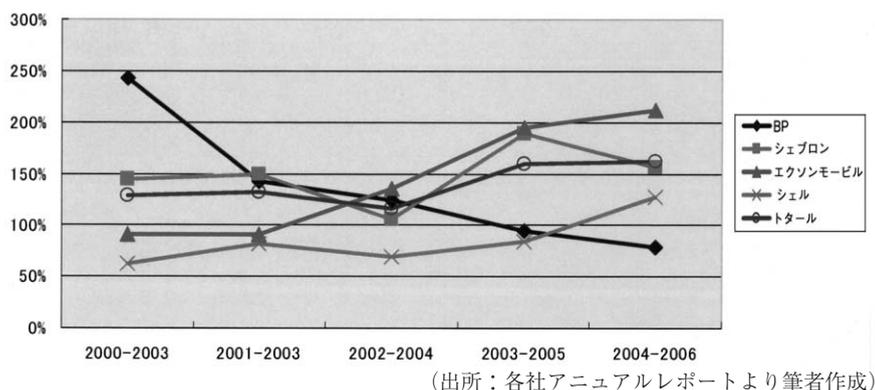


図9 メジャーズの天然ガスRRRの推移

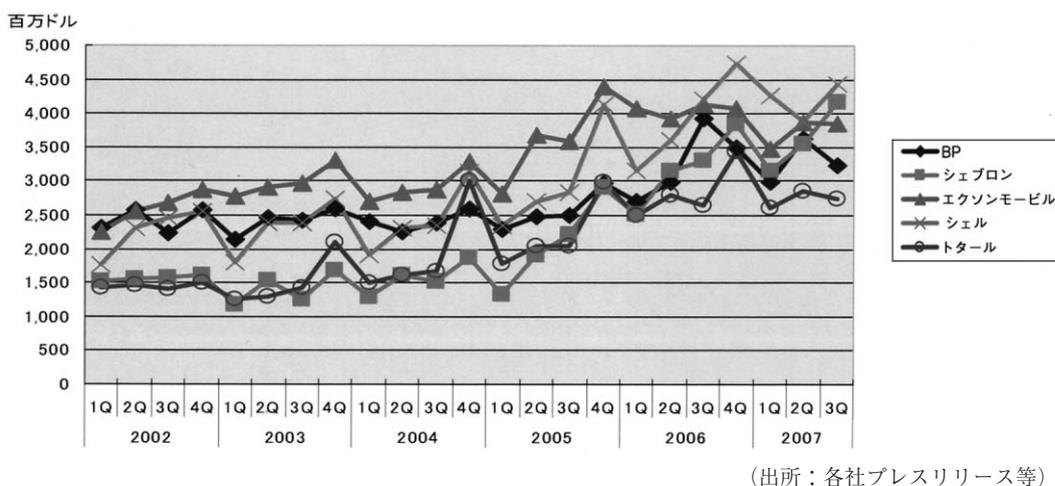


図10 メジャーズの資本支出の推移

6. メジャーズの資本支出

埋蔵量増加のためには当然投資が必要となってくる。図10は上流の資本支出の推移を示したものである。特に、2005年以降、資本支出が急増している。しかしながら、鉄鋼価格、建設費、労働者の賃金といったコストが非常に上昇してしまっている。このことから投資額は、名目上は増加しているものの、実態上は増加していない可能性がある。前述の通り、生産量や埋蔵量にこの数年で増加傾向が見られないことから実態的には投資が伸びていないと思われる。

個別に見れば、BPとエクソンモービルと比較して、シェル、シェブロンが積極的に投資を伸ばしている。おそらく2社は生産量または埋蔵量の減少が他社よりも大きかったこと

から保有プロジェクトを積極的に立ち上げる必要に迫られたのであろう。

7. メジャーズの戦略

(1) 天然ガス開発でのメジャーズの強み

前述の通り、世界の埋蔵量ほとんどは国営石油会社によって保有されており、その中で、油価が高騰を背景として資源保有国や資源を保有する国営石油会社の立場はますます強くなってきている。この中で、メジャーズを含む国際石油企業が新たな資源にアクセスすることはますます困難になっている。しかしながら、メジャーズは、技術力とマーケティング力をテコに産油国に取り入ろうといった方針を示し、これを行動に移している。

立場が強くなったとはいえ、産油国だけで

はなかなか手がけられない分野があるのも事実である。例えば、深海の油・ガス田の生産は、高い技術力、総合的な管理能力、マーケティング力が求められることから、依然としてメジャーズの独壇場となっている。

また、天然ガス資源の商業化、特にLNGプロジェクトを中心とした天然ガス田のマネタイゼーションは、まさにメジャーズの技術力、マーケティング力が生かせる分野であり、メジャーズが新たな資源にアクセスする有力な手段の1つとなっている。

その例として、トータルによるロシアのシュトクマンガス田への開発参画があげられる。当初、ガスプロムが独自開発するという話もあったが、結局、トOTALの力を借りることとなった。これらの地域は気象条件等が非常に厳しく技術力が必要であり、しかもガスであることから、搬送やマーケティングなど総合力が必要になってくる。ロシア側はシュトクマンガス田を開発したいが、このような技術を持ち合わせていない、トータルは新たな資源へのアクセス、特に天然ガス資源が豊富に存在するロシアでのプロジェクト参画に関心が高かったということで、双方の利害が一致したものと思われる。

また、シェルがヤマル半島の天然ガス開発プロジェクトに参加するという話もある。

(2) メジャーズのLNG開発計画の動き

メジャーズ5社の中では、シェルが最大の液化設備を保有している。エクソンモービルが2番目である。エクソンモービルはシェルよりもLNGへの進出が遅れていたが、猛烈にキャッチアップし、現在、カタールなどで大規模なLNGプロジェクトを立ち上げている。トータルもインドネシアなどでLNGプロジェクトを手がけている。また、現在も中東や西アフリカなどでプロジェクトを立ち上げようとしている。BP、シェブロン、特にシェブロンは後発組になっている。しかしながら、シェブロンもLNGが最重点分野の1つとしてお

り、現在オーストラリアのゴーゴンLNGという大規模プロジェクトの立ち上げに注力している。各社のLNGの戦略としては上中下流一貫型で進めてきており、主にアメリカでのLNGの受入基地のキャパシティー確保や基地の建設などの推進を行っている。

(3) 2つのLNG戦略スタイル

メジャーズのLNG戦略は、大別すると2つのスタイルがある。1つは、シェル、トータル、BPが採用しているグローバルな調整事業者というスタイルである。複数の上流ガス田、液化基地、再ガス化基地、販売網を世界中に持ち、上流のガス田と販売が1対1に対応せずに、様々なガス田を保有しこれを液化しかつ適切なところに販売するというスタイルである。本稿で対象とするメジャーズには含まれないが、BGという英国の会社は、埋蔵量や生産量などの規模ではメジャーズ5社に及ばないものの、大西洋圏のLNG事業では、確固たる地位を確立しており、シェルに次ぐ液化能力を持っている。BGも「グローバルな調整事業者」というスタイルをとっている。

もう1つは、エクソンモービル、シェブロンが採っているスタイルである。こちらは大規模な一貫統合型LNGプロジェクトを立ち上げるスタイルである。ガス田開発、液化設備の建設、輸送を大規模に行ない、特定の大市場に供給するスタイルである。エクソンモービルがカタールで実施しているプロジェクトはこれに相当する。このスタイルのメリットは、スケールアップによってコストダウンを図ることができることである。

(4) 上昇しているLNG開発コスト

LNGの設計、資機材等調達及び建設（EPC）コストについても上昇傾向が見られる。LNGの有力コンサルタントであるポテン・アンド・パートナーズ社によれば、2004年までに立ち上げられたプロジェクトについては技術進歩やスケールアップのメリットがあつてコ

ストが下がってきたものの、2004年からはコストが上昇している傾向と言っている。LNGプロジェクトについてもコスト上昇、熟練労働者の不足がプロジェクト立ち上げの大きなネックと言われている。

(5) 注目される北米ガス田開発

LNG以外にメジャーズが注力している分野としては北米のガス開発があげられる。北米はロシアなどと比較するとポテンシャルは低いかもしいないが、アクセスが容易という点から人気エリアの1つになっている。

中でも、メキシコ湾深海のガス開発、ロッキー山脈あたりに相当程度あると言われている、タイトガスやシェールガスといった非在来型天然ガス（空隙率や浸透率が非常に悪い貯留岩に存在するガス）の開発に注目が集まっている。

米国では、依然として在来型のガスは相当程度存在しているが、今後減退が見込まれ、非在来型天然ガス生産の割合が増えていくとエネルギー省エネルギー情報局（DOE/EIA）が予測している。非在来型ガスの生産については、現在、デボン等北米の中規模の上流専門企業が開発を行っているが、エクソンモービル、シェル、BPの3社も開発に参入している。BPは、アメリカでの経験を生かして、例えば中東や北アフリカでの非在来型のガスの開発参入にも成功している。

(6) メジャーズ各社の天然ガス戦略

① シェル

民間のLNG生産者としてオペレーターを務めているのはシェルが最大、最多となっている。アジア太平洋、西アフリカ、中東など世界各地にLNG基地を保有している。再気化基地では北米で既に稼動しているものが3つある。イランでのLNGにも参画しているが、昨今のアメリカとイランの関係などからみてプロジェクトを進捗させることは非常に難しいのではないかと思われる。

② エクソンモービル

エクソンモービルの液化基地は、カタールでのプロジェクトが中心になっている。

アジア太平洋地域では、シェブロンとのゴングプロジェクトにノン・オペレーターとして参加している。また、オペレーターとしては最近、パプア・ニューギニアでLNGプロジェクトを立ち上げようと計画している。

アフリカなど大西洋圏でのプロジェクトでは、同社は、アンゴラLNGに参加していたが、コストの高さを理由に撤退した。

また、LNGプロジェクト以外のガス資産開発では、ブルドーベイを含むアラスカのノーススロープで相当量のガス田を保有しており、こちらの開発が課題の1つとなっている。しかしながら、アラスカでのガス開発は、搬送するパイプラインがまだないため、この建設が大きな課題となっている。

アラスカでのガスパイプライン建設は数度に亘り検討されてきている。アラスカ州政府は、昨年パイプライン建設についてのプロポーザル提出を公募し、トランスカナダ社の案を今後検討していくこととした。しかしながら、トランスカナダはノーススロープのガス田権益を保有していないため、パイプラインプロジェクト立ち上げには、主要供給者となるエクソンモービル等の協力が必要になる。

エクソンモービルの現在のスタンスは不明であるが、アラスカ州政府が財務条件を頻繁に変更することがアラスカでの天然ガス事業実施のネックになると言っており、今後どうなるか注目する必要がある。

また、カナダのマッケンジーデルタで有するガス田を商業化するためマッケンジーデルタからアルバータ州にパイプラインを敷設する計画があるが、経済性がないため現段階では投資に踏み切れないと言っている。

③ BP

BPは、現在、太平洋地域でノースウェストシエルフという液化プロジェクトに参加している。

オペレーターとしてはトリニダードトバコのアトランティックLNG液化プロジェクトを操業している。また、現在、インドネシアでタンゲーLNG液化プロジェクトを立ち上げようとしている。このプロジェクトには日本の石油・天然ガス企業、商社も参加している。

また、受入基地については、エクソンモービル、シェルと同様、英国と米国での受入基地のキャパシティー確保、建設などを行っている。

ところで、2003年のTNK-BPの買収により、ロシアでの石油・天然ガスの生産量割合が増加し、現在では全体の生産量の約4分の1程度にまでなっており、ロシアはBPにとって最重要国の1つとなっている。TNK-BPが有していたコピクタというガス田は、昨年、ガスプロムに売却することで合意した。これを機にBPはガスプロムと協力関係を締結している。この協力関係のもと、具体的な実施案件を検討しているようである。

④ シェブロン

2005年のユノカル買収によって、天然ガス生産量が大幅に増加している。前述の通り、現在同社がオペレーターとなっているLNGプロジェクトは存在せず、この分野については後発組であるが、現在ゴーゴンLNGという年間生産量1,500万トンという大規模プロジェクトの立ち上げに注力している。シェブロンは、同プロジェクトのオペレーターである。LNGの受入基地については北米にキャパシティーを確保しようとしている。

⑤ トータル

LNGの液化基地をインドネシア、アブダビ、カタール、オマーンに保有している。大西洋地域では、アンゴラやナイジェリアにLNG液化基地の計画がある。また、ロシアのシュトックマンというガス田開発に参加している。

8. LNG市場の動向と開発の障害

(1) 2つの市場

LNG市場は、アジア太平洋と大西洋の市場に大別できるが、最近市場の構図が変わってきている。昔は日本、韓国を中心としたアジア太平洋地域の市場がメインであったが、欧米でのLNG需要が相当増え、大西洋地域でのプロジェクトが立ち上がっているため、大西洋市場が拡大している。アジア太平洋市場と大西洋市場の2つの市場は大きく異なる。アジア太平洋地域は安定供給を念頭に、長期契約が主体になっている。これに対して、大西洋地域は、長期契約は少なく、基本的に柔軟性が高い市場になっている。

大西洋地域では、価格リスクはあるがボリュームリスクがないため、最近、大西洋地域の液化プロジェクトが立ち上がっている。アジア太平洋地域では日本以外に中国、インドという潜在的に大きな市場が存在する。しかし、中国、インドはLNG価格が高くなると石炭へスイッチしてしまう傾向があるため需要の見通しが立たない。アジア太平洋地域で大プロジェクトを立ち上げようとする、これら中国、インドの市場動向、アメリカの西海岸のLNG受入基地の動向が重要になってくると思われる。

(2) 熟練労働力の不足という開発の障害

コスト上昇がLNGプロジェクト立ち上げのネックになると述べたが、これより根の深い問題として熟練労働者不足がある。

メジャーズは、1990年代の終わり頃に大規模合併を行った。合併直後、油価が非常に低かったため技術者を含む大規模な人員削減を行った。その後、油価が高騰してしまい、今度は開発を積極的に行っていく必要がでてきたが、現在の人員で既存プロジェクトを管理しさらに新規プロジェクトを立ち上げていくことが非常に困難になってしまった。この状況において、メジャーズは上流の技術者の雇

用を増やそうとしているが、そもそも石油・天然ガス業界のイメージが悪くなく新卒の採用が思うようにいかない、仮に採用したとしても一人前の技術者に育て上げるには相当な時間を要してしまうという問題があげられる。現在、石油会社はリタイアした技術者を呼び戻し、新卒技術者の教育を担当させるなどして技術者の育成に力を注ぎ始めたようである。

この問題に加えて、メジャーズ各社は、90年代に研究開発費削減を行い、技術開発も外部に委託してしまった。この時に技術力が流出し、産油国の国営石油会社が石油・天然ガスの上流サービス会社から技術開発の成果を購入できるようになってしまった。技術力によって優位を確保していたメジャーズの地位を相対的に低下させ、産油国の立場を強めることとなってしまったと思われる。

9. おわりに

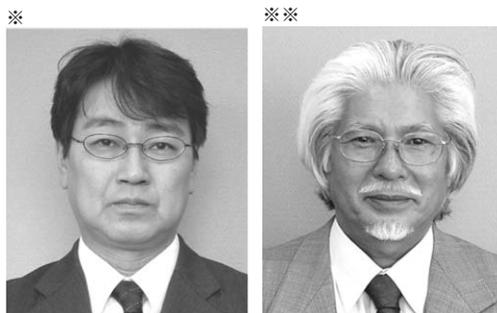
産油国の立場の強化により新たな資源へのアクセスが困難になっているが、メジャーズは、技術力、マーケティング力を突破口に資源へのアクセスを図ろうとしている。中でも天然ガスの商業化、特に、LNG開発はメジャーズの強みが生かせる分野であり、各社ともプロジェクトの立ち上げに注力している。コスト上昇と熟練労働者不足という障害もあってプロジェクトの立ち上げが難しくなっている状況にあるが、これにどう対応していくか、メジャーズにとっては、コスト管理能力、プロジェクト遂行能力、技術者育成が今後の課題になってくるとと思われる。

[調査研究報告]

ベトナム ドンナイ省における
産廃発電モデル事業の基礎調査について

大西 徹 ※ (プロジェクト試験研究部
主任研究員)

浅見直人 ※※ (プロジェクト試験研究部
参事)



1. はじめに

(独) 新エネルギー・産業技術開発機構 (NEDO) では、実用段階のエネルギー有効利用技術を開発途上国に普及することを目的とした「国際エネルギー消費効率化モデル事業」を実施している。

一方、ベトナムでは、近年の急速な経済発展により、エネルギー供給の不足や環境汚染の深刻化への対策が喫緊の課題となっている。これらの解決策の1つとして、産業廃棄物発電に対するニーズが高まっている。そこで、NEDOにおいても、ベトナムのニーズに合わせたモデル事業の展開をはかるべく、当該分野の現状、課題及び関連政策等に注目している。



図1 ベトナム ドンナイ省の位置

当所は、NEDOからの委託により、同モデル事業の一環として「ベトナム ドンナイ省における産業廃棄物の発生・処理状況及び産廃発電モデル事業の実施可能性に関する基礎調査」⁽¹⁾ および「ベトナム ドンナイ省における産廃発電モデル事業への適用技術に関する基礎調査」⁽²⁾ を実施した。具体的には、ベトナムで工業団地及び産業廃棄物が最も多いベトナム南部において、特に産廃発電のニーズが高いドンナイ省を対象として産業廃棄物の現状調査、産廃発電の事業性の検討及び概念設計、産廃発電事業実施のためのベトナムにおける前提条件の明確化を行ったので、以下にその概要を報告する。

2. ドンナイ省の現地調査

(1) ドンナイ省における産業廃棄物の現状調査

ベトナム全土の廃棄物発生量は国際復興開発銀行(世界銀行)の調査で、2003年現在で年間8,000万トン以上と報告されている。内訳は、農業系6,456万トン、一般廃棄物1,280万トン、産業廃棄物256万トンで、農業系が大部分を占める。有害産廃の過半数は、今回のモデル事業の候補地と想定しているホーチミン周辺で排出されている。ベトナム工業省は、2010年の産廃排出量がベトナム全土で2003年の1.5倍、ホーチミン周辺は同約3倍になると予測している。

ドンナイ省における廃棄物の排出状況につ

いて、事前にベトナムから調査報告書が提出された。ドンナイ省天然資源環境局 (DONRE) の登録済み排出業者は150社で総排出量は7,446トン/月である。ただし、DONREからの報告には、リサイクル・非リサイクルの区別が明示されていないうえ、非リサイクルの詳しい性状も不明であった。そこで、当方及び日本側メーカを含めたプロジェクトチームにより、現地調査を行った結果、主に靴事業者からの無害産廃が少なくとも50トン/日程度収集可能であるとの見通しを得た。なお、可燃性廃棄物である木工業者からの木屑やカシューナッツ工場からのナッツ殻は燃料や材料として既に利用されており、本プロジェクトで利用することは困難と判明した。また、ベトナムでは、ベトナムの法規制により、金属、有機物（溶剤、廃油、汚泥等）が有害産廃として規定されている。それら有害産廃についても現地調査を行い、可燃性の有害産廃として汚泥、未反応ポリマー廃油、ウェス等が少なくとも5.5トン/日程度あることを確認した。

(2) 立地候補地

ドンナイ省から提示された、埋立処分場のあるタン・ダイ (Trang Dai)、有害産廃保管倉庫のあるギャン・ディエン (Gian Dien) の2カ所について調査を実施した。タン・ダイには多量な一般廃棄物の他、今回確認された靴ゴミを中心とした無害産廃が現在収集・埋立されたおり、既に集積ルートが概ね確立している。また、産廃発電所の建設に必要な・十分な整地された平地もあることを確認した。これらのことは、サイト候補として大きなメリットであり、タン・ダイを立地第一候補地として検討を進めることとした。

(3) 電源系統

現在の電力セクターは国営のベトナム電力公社 (EVN) を中心に、主要発電所、中央給電司令所、送電会社 (PTC) 4社の直営企業と配電会社 (PC) 7社の独立採算性企業で構成

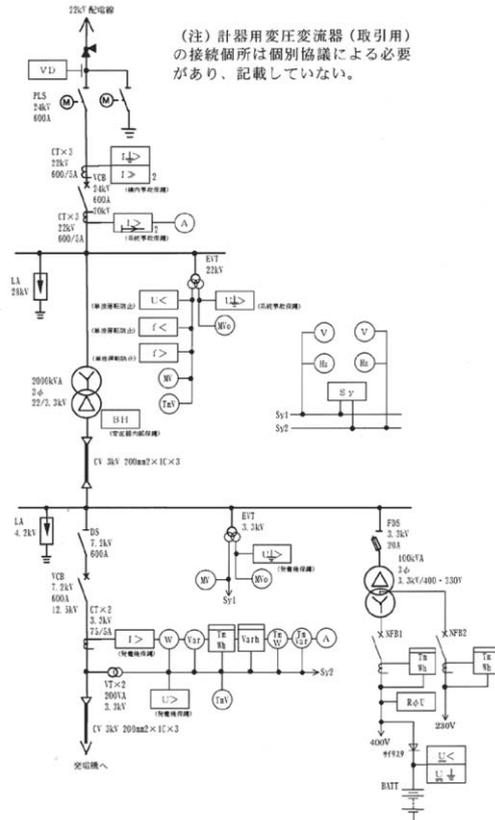


図2 タン・ダイ処分場の既設受電設備が連携する電力系統図

されている。経済成長に伴って電力需要も急増しており、発電所の新設が求められている。その費用を確保するために電力料金の値上げを行うことが想定されている。

本基礎調査では、サイト候補地であるタン・ダイ処分場の既設受電設備及び受送電設備について調査を行い、系統保護及び主要受送電機器の緒元について検討した。入手した電力系統図 (図2) からは逆流潮など系統上の問題は発生しにくいことが判明した。しかし、本系統の運転電圧が15kVであり、工業省 (MOI) が全国的に進めている中圧配電線の昇圧工事が導入される可能性があるため、昇圧対策を考慮しておく必要がある。

(4) 環境排出基準

環境排出基準の調査も行ったが、基準そのものは入手できたものの、基準改正直後ということで、運用に係わる補正係数が未定であり、遵守すべき基準は不明瞭のままである。

このため、概念設計には関連する他のベトナム基準や日本の基準を参照し、ベトナム基準よりは厳しい値を目標値とすることとした。

3. 産廃発電プラントの概念計画・検討

(1) 共通条件の設定

概念設計開始に先立って、まず、共通条件の設定を行った。当初想定していた産廃は、現在タン・ダイ処分場に埋め立てられている無害産廃（シューズ屑を中心とした革屑、ゴム屑等の無害産廃、少量の生活系一般廃棄物）であったが、その後、ベトナム側の要望で有害産廃を想定することとなった。これらの詳細な組成分析データが存在しなかったため、文献で組成を調査のうえ、表1のように発熱量他、平均成分組成を仮定した。また、この

他に、産廃受入条件、気象条件、排水基準も共通条件として設定した。

(2) 概念設計

[設備容量の検討]

当初、廃棄物の排出状況を考慮して

① 設備容量50トン/日（100%負荷，無害産廃のみ）

② 設備容量100トン/日（同上）

で行うこととしていたが、ベトナム側から有害産廃も処理したいとの要望があり、

③ 設備容量75トン/日（80%負荷，無害産廃54トン/日＋有害産廃6トン/日）

を追加して検討を行った。追加分の検討にあたっては、50トン/日、100トン/日のデータを参考に、当所で補正することとした。

表1 主要廃棄物組成

項目		無害産廃のケース	無害＋有害のケース
計画低位発熱量	平均	22,000 kJ/kg	20,900 kJ/kg
	最高	25,000 kJ/kg	23,750 kJ/kg
	最低	17,000 kJ/kg	16,150 kJ/kg
灰分・水分割合	灰分	5% (dry基準)	無害産廃分 5% 有害産廃分 30%
	水分	10%	14%
主要有害成分	塩素分	1%	
	硫黄分	0.7%	
	窒素分	3%	

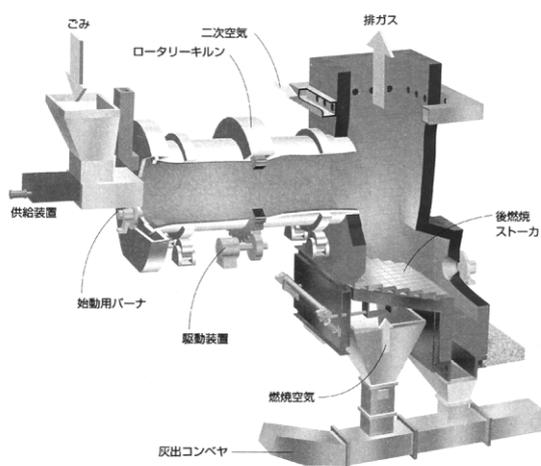


図3 ロータリーキルン・ストーカー炉

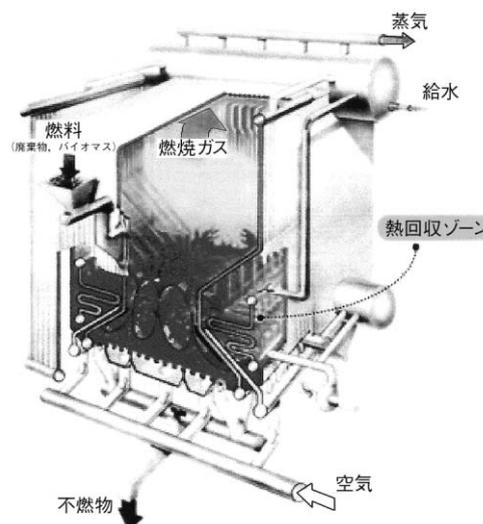


図4 流動床炉

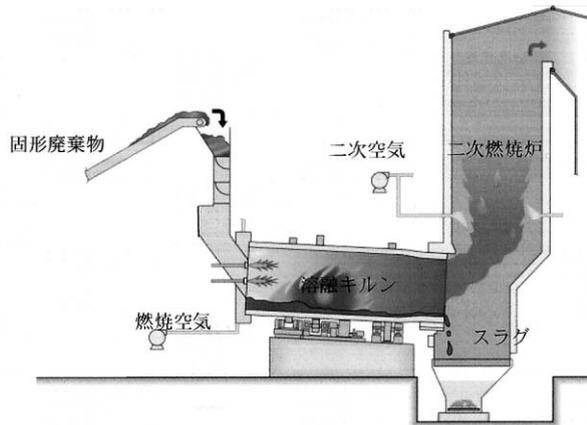


図5 熔融型ロータリーキルン炉

表2 炉形別の送電量と送電端効率

		ロータリーキルン・ストーカ	流動床炉	熔融型ロータリーキルン炉
①	送電量	1,250 kW	1,538 kW	459~1,010 kW
	送電端効率	9.8 %	12.1 %	3.6~7.9 %
②	送電量	2,900~3,200 kW	3,742 kW	968~1,378 kW
	送電端効率	11.4~12.6 %	14.7 %	8.1~9.7 %
③	送電量	1,471~1,506 kW	1,835 kW	854~1,083 kW
	送電端効率	10.1~10.4 %	12.6 %	5.9~7.4 %

[炉形の検討]

概念設計を依頼した3社中2社がロータリーキルン・ストーカ炉(図3)を、1社が流動床炉(図4)を選定した。

その後、ベトナム側からの要望で、熔融型ロータリーキルン炉(図5)を追加し、3炉形にて検討を行うこととなった。追加した炉形については、同炉形で実績のある3社に検討を依頼した。

[概念設計の結果]

3社とも蒸気条件をわが国で廃棄物発電の実績の多い3MPa/300℃前後とし、発電効率を高める工夫を行っている。

運転に必要な人員数は16名~22名と幅がある。これは、ゴミ・灰処理部分での自動化の程度によるものと思われる。

表2に設備容量別の検討ケースについて、炉形毎の送電量、送電効率を示す。効率については、燃焼室とボイラーが一体の流動床炉でやや高くなっている。ロータリーキルン炉

ではロータリーキルンからの熱放散が大きい。そのため、送電端効率が低くなっていると考えられる。特に、熔融型ロータリーキルン炉は、灰熔融のため高温型のため熱放散が大きい。

4. モデルプラントの事業性の検討

事業性評価については、傾向として同様となるため、①②③の中間点である③を代表に検討を行った。

(1) 廃棄物処理および売電収入

現地調査の結果、産廃処理費、売電価格ともバラツキがあることが分かっていたが、近い将来、政府が一律の料金を課す予定とのことであり、事業性検討のための産廃処理費、売電価格は、ベトナム側から2つのケースで提示された。それを表3に示す。この数値を使い、年間経費を算出すると、ケース1が61億9,200万VND、ケース2が288億VNDとなった。

表3 産廃処理費と売電価格

	無害産廃処理費	有害産廃処理費	売電単価
ケース1	240,000 VND/t	1,280,000 VND/t	720 VND/kWh
ケース2	1,400,000 VND/t	3,400,000 VND/t	860 VND/kWh

※VND：ベトナムドン

表4 ランニングコストの単価表

	用途	仕様	単価 (VND/トン)
薬剤費	排ガス処理	消石灰	1,000,000
		特殊反応助剤	13,600,000
		活性炭	1,700,000
	ボイラ	清缶剤	120,000,000
		脱酸剤	240,000,000
		塩酸 (35%)	2,250,000
		苛性ソーダ (24%)	1,300,000
		カチオン	1,920,000 VND/l
		アニオン	4,000,000 VND/l
		活性炭	850 VND/l
		飛灰処理	セメント
	その他	機器冷却水薬剤	320,000
	油脂類		作動油
ギヤー油			20,000 VND/l
グリース			25,000 VND/l
タービン油			70,000 VND/l
コンプレッサ油			6,000 VND/l
助燃料	起動		8,000 VND/l
	停止		8,000 VND/l
買電料金	停止時	買電	1,500 VND/kWh
人件費	(運転員要員)		5,000,000 VND/人
	(ゴミ投入, 灰出要員)		1,500,000 VND/人

なお、年間売電収入は、プラントメーカー毎に発電効率、所内動力、送電電力量が異なるため、プラントメーカー提示の年間送電量に売電価格を乗じて算出した。

(2) ランニングコストとメンテナンスコスト

① ランニングコスト

日常運転に伴う費用（ランニングコスト）の対象項目は、薬剤費、潤滑油類、助燃料、買電、人件費、運搬収集費で、プラントメーカーの概念設計結果を基に算出した。現地調査結果に基づいて設定した単価を表4に示す。

② メンテナンスコスト

定期点検に伴う費用（メンテナンスコスト）についても、プラントメーカーの概念設計結果も基づいている。

(3) 事業性検討結果

事業性の検討結果については、炉形毎に各費用を平均し、比較に用いることとした。炉形毎のグラフを図6に示す。

ケース1の場合、ロータリーキルン・キルンストーカ炉、流動床炉の2形式が事業性を確保できているが、熔融型ロータリーキルン炉では、事業性が確保できていない。これは、送電端効率が低いため、売電収入が少ない上に、メンテナンスコストが高いためである。

ケース2の場合、廃棄物処理収入が増加するため、全ての炉形で事業性が確保されている。

ただし、事業収支は、将来の廃棄物の性状変化、環境変化などで、大きくバランスが変化するため、今後、ベトナムでの廃棄物の動向を先進国の事例を見ながら予測する必要があると思われる。

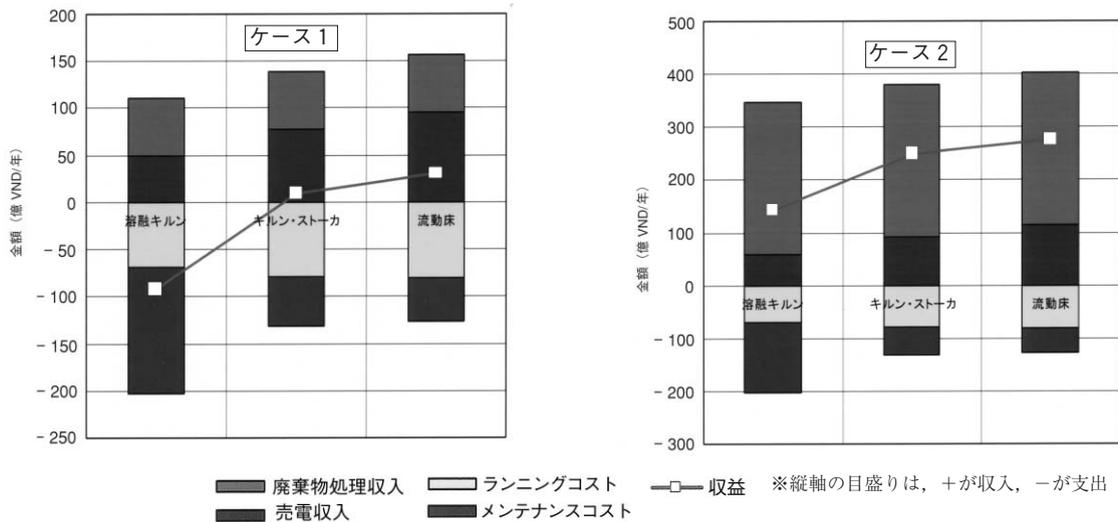


図6 炉形別事業収支

5. ベトナムへの提言

(1) ベトナムへの提言事項の検討

ベトナム側と最も議論になったのは、対象とする産廃の量、質および、それに対応するプラント規模であった。

プラント規模について、ベトナム側は、より大規模なプラントを要望した。未確認の産廃が多量にあると予想されること、今後の経済成長により産廃の量が増えていくと予想されるのがベトナム側要望の理由であった。

一方、日本側は、発電を行う場合には廃棄物の性状管理が必要なので、「未確認」の産廃を想定することは危険であること、想定量の産廃が収集できない場合は間欠運転になり、効率の低下、炉の寿命の短縮化につながりかねないとの理由から、確認済みの産廃量を想定した炉を作ることを主張してきた。

期間を延長して追加調査を行ったが、ベトナム側が主張する「未確認の大量の産廃」確認することはできなかった。

以上の議論を通じて、本モデル事業では、確認済みの60トン/日の産廃（主として靴工場からの高熱量廃棄物から構成される平均2万2,000kJ/kg）を想定して設計することとした。その際、ベトナム側の大規模プラントを建設して欲しいとの意向を反映させ、確認済み産

廃を対象に、負荷率80%（75トン/日）以上という条件で連続運転が可能となるプラントを提案することとした。

炉形についても、熔融型ロータリーキルン炉は日本国内でも導入件数が少ないこと、メンテナンスコストが高いこと、送電電力量が少ないために売電収入が少ないことなどを勘案して、本モデル事業での炉形としては、選定せず、ロータリーキルン・ストーカー炉、流動床炉の2形式を提案することとした。

(2) ベトナムへの提言および依頼事項

ベトナム側へは以下の内容を提言した。

- 本モデル事業は、タン・ダイ処分場を想定して検討を行ってきた。サイトが異なればこれまでの検討結果も変わってくるので、本モデル事業を今後推進していくうえでサイトを確定させることは重要である。そこで、ベトナム側にはモデル事業実施時には、サイト及び運営主体を決定することを依頼した。

- 十分な量の産廃が集まらない場合、炉の運転は間欠運転にならざるを得ず、効率の低下、寿命の短縮化を招く。また、収集される産廃の単位重量あたりの熱量が小さくなった場合も、助燃が必要となるなどの問題を生じる可能性がある。以上のことから、

産廃の量：最低60トン/日

産廃の熱量：平均22,000kJ/kg以上

プラント運営期間：10年以上

の条件をベトナム政府として保証することを、事業を進める上での必要条件とした。

● 炉形については、日本国内での導入実績も多く、送電電力量も多いロータリーキルン・ストーカー炉及び流動床炉を選定することとした。

● プラントの設置に際し、ベトナム側の作業範囲はベトナム側が行う必要がある。また、プラント完成後のプロジェクトの運営もベトナム側が責任を持って行うものとする。

● 環境基準に関しては、本調査期間中に環境基準が改正され、未だに適用すべき基準がはっきりしていない。この点も明確にすることを依頼した。

6. おわりに

本調査終了後、NEDOがベトナム側と調整を行い、提言内容どおりに合意に至り、平成19年10月24日に「国際エネルギー消費効率化等モデル事業ベトナム国ドンナイ省における産廃発電モデル事業実施可能性調査」の公募に至った。これにより、本基礎調査の所記の目的は達成できたものと考えている。

今回、ベトナムと共同調査を実施する場合、日本側の要請事項に対する回答をベトナム側から得るには、相当のリードタイムを必要とすることを痛感した。次段階（実施可能性調査）以降は、ベトナム側での調査・設計検討も実施してもらう必要がある、何らかの即応体制をベトナム側に構築してもらうことが肝要である。

最後に本調査を実施する機会を与えて頂いたNEDOの関係各位に深く感謝致しますとともに、本調査に参加・協力頂いた、廃棄物発

電プラントメーカー7社、環境コンサルタント会社1社及び電力会社1社の計9社の皆さまに感謝の意を表す。

なお、本報告では紙幅の制限もあり、本基礎調査を詳細に紹介することはできなかった。より詳細な内容については、下記のNEDO報告書（NEDOホームページよりダウンロード可能）をご参照頂けると幸いである。

参考資料

- (1) 「ベトナム ドンナイ省における産業廃棄物の発生・処理状況及び産廃発電モデル事業の実施可能性に関する基礎調査」NEDO報告書
- (2) 「ベトナム ドンナイ省における産廃発電モデル事業への適用技術に関する基礎調査」NEDO報告書

合成液体燃料（XTL）の将来を読む

小野崎 正樹

（プロジェクト試験研究部
部長）



1. はじめに

合成液体燃料には、BTL（Biomass to Liquids）、CTL（Coal to Liquids）、GTL（Gas to Liquids）などがあるが、これらを総称してXTLと呼ぶ。わが国では、Asphalt to LiquidsをATLと呼んでいる。また、メタノール、エタノール、ETBE（Ethyl Tertiary-Butyl Ether）、BDF（Biodiesel Fuels）も広い意味で合成液体燃料の範疇に入るであろう。

本稿では、XTLという標題にあるように、ガス（G）だけではなく、他の資源から液体燃料を製造する技術を考えてみたい。なお、化石資源から製造する油を中心とし、バイオマスから製造するエタノールやBDFはここでは比較対照として扱うに留めることとする。

2. 背景

2006年に経済産業省資源エネルギー庁が発表した「新・国家エネルギー戦略」では、2030年には運輸部門における石油依存度を現在のほぼ100%から80%に下げることが目標としている。これは、発電のための一次エネルギーは原子力、天然ガス、石炭、水力や風力などの自然エネルギーの選択が可能であるものの、運輸部門では選択の幅が極めて限られており、エタノールなどの発酵によるものも含めた合成液体燃料を製造していかねばならないことを示していると言える。運輸部門にあっては、燃料電池自動車や電気自動車の登場が待たれ

ていながら、まだまだ、液体燃料を必要とする期間が長いことを誰しもが想定しているのではないだろうか。

先の石油依存度80%の反対側にある20%は何なのかを考えると、自ずと、ガソリンや軽油を代替する液体燃料が何かから製造されねばならないことが見えてくる。第二次石油ショック以降、液体燃料のソースを多岐に求める中で、資源が豊富で比較的価格が低く、安定供給が可能な天然ガスや石炭が注目され、これらから液体燃料を製造する技術開発が進められた。その結果、南アフリカで間接石炭液化商業装置が大規模に稼働しているし、天然ガスから製造する液体燃料はGTLと呼ばれて久しく、マレーシアだけではなく、カタールの大型装置が稼働し始めている。また、中国では石炭をガス化し、メタノールなどの液体燃料を製造する計画が目白押しである。

昨今の原油価格の急騰が主要因であるが、軽油への厳しい硫黄仕様への対応からGTLが見直され、また、中国ではコークス炉からのガス（COG）の焼却処理に対する規制からコークス炉ガスからのメタノール製造が行われるようになるなど、環境面からの制約が影響していることも見逃せない。資源国の世界戦略も見え隠れする。

3. 燃料の動向

ニューヨーク商品取引所（NYMEX）でWTI原油先物価格が100ドル/バーレルを超えても

驚かなくなった。天然ガスはこの10年間、わが国が輸入するCIF価格では3～4米ドル/百万BTUで推移していたのが、6～7米ドル/百万BTUとなり、さらに米国Henry Hubの価格は9米ドル/百万BTUとなっている。比較的安いエネルギーと言われた石炭も、一般炭でも100米ドル/トンを超し、原料炭では300米ドル/トンとも言われている。

運輸部門は自動車と航空機が主な用途であるが、移動するものに高密度のエネルギーを搭載する必要があることから、そのほとんどが液体燃料である。液体燃料の中でもガソリンの容積あたりの発熱量は8,400kca/L、軽油は9,200kcal/Lと高いが、酸素を含むエタノールは5,060kcal/L、メタノールは3,760kcal/Lと若干下がる。高压水素（350気圧）の発熱量はガソリンのおおよそ10分の1であり、搭載するにしても課題が多い。プラグインハイブリッドや電気自動車の登場はそれ程先のことではないかも知れないが、それをもってしても、当分の間、液体燃料が大宗を占めることに変わりはないであろう。むしろ、既存のインフラをできるだけ活用して、液体燃料の中身が変わることを想像する方が容易である。

XTLと一口に言っても、図1に示すように、天然ガス、非在来原油、石炭、バイオマスな

どを原料として、発酵、化学合成、FT合成、水素添加などのプロセスにより様々な液体燃料を生産することができる。原料をガス化して化学合成やFT合成を行う場合には、製品は原料に影響されるものではないが、直接、水素添加する場合には、合成液体燃料の性状は原料の性状に左右される。

液体燃料の利点は、自動車や航空機に搭載する短期の貯蔵の利便性だけでなく、長期の貯蔵ができる点にもある。石油備蓄が行われて久しいがエネルギーセキュリティへの貢献は極めて大きいし、今後とも、液体燃料として貯蔵する形態は残さなければならない。災害時の強靭性は言わずもがなである。

化石起源の液体燃料に対しては特段の政策的支援が行われていないが、バイオマスはわが国を含め、米国、欧州での普及・支援が明確に示されている。最近では、2007年12月にブッシュ大統領は“Energy Independence and Security Act of 2007”（2007年エネルギー安全保障法）に署名した。2022年までに360億ガロンの再生可能バイオ燃料の使用を義務付けたもので、アメリカが消費するガソリンの20%以上を賄おうとするものである。そのためには、植物、藻などをエタノールに変換する産業バイオテクノロジーの技術進歩が欠かせない。

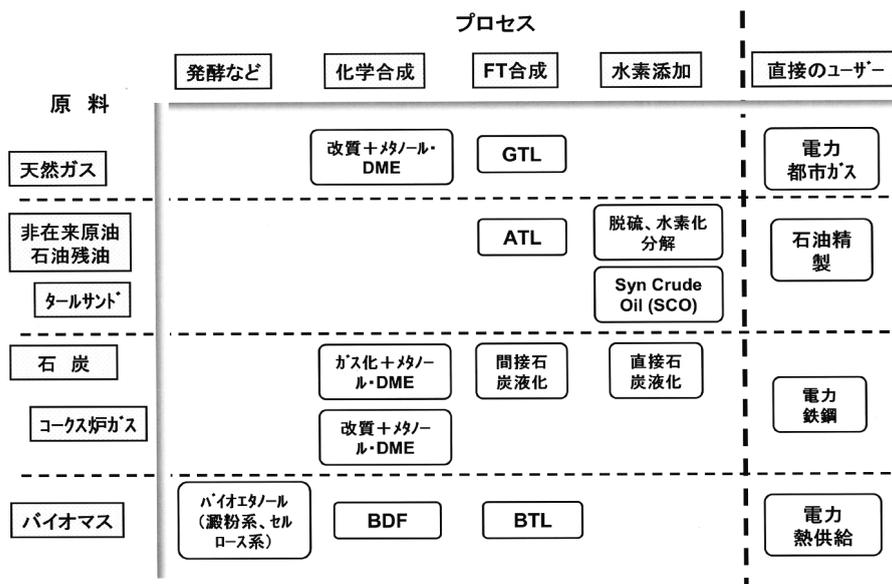


図1 合成液体燃料の原料と製造プロセス

4. XTLとその位置づけ

XTLの性状は表1に示す通りであり、オクタン価が高くガソリン代替の可能性があるものと、セタン価が高く軽油代替を目指すものに分かれる。

石炭や天然ガスなどからガス化により液体燃料を製造するルートを図2に示す。まず、GTLは、ガス田開発において天然ガスをLNG

として輸出する他に、石油製品を製造することになるので用途の多様化が図れる。LNG製造の熱効率90%以上に比べ、天然ガスからのGTL製造は60%程度と低いので、産油国の戦略の一環、あるいは中小ガス田などの要因が背景にあって実現すると考えられる。軽油は欧州市場、ガソリンはアジアなどの市場がターゲットとなろう。石油化学原料（オレフィン）、潤滑油ベースオイルなどの高付加価値品

表1 合成液体燃料の現状と特徴

	メタノール	DME	GTL軽油	間接石炭液化油	直接石炭液化油	エタノール	BDF
製法	天然ガスを水蒸気改質、石炭をガス化し合成ガスを製造し、合成。	メタノールと同様に合成ガスから合成。直接法とメタノール経由の間接法。	天然ガスを水蒸気改質(部分酸化)し、FT合成し、水素化分解。	石炭をガス化し、FT合成、水素化分解。	石炭を高温高压で水素化。	澱粉あるいはセルロースから発酵。	植物性油脂等をメタノールでメチルエステル化。主な成分は脂肪酸メチルエステル(FAME)。
現状	商業化(大規模) 天然ガスからのメタノールを200万ton/年、輸入(国内では生産していない)。	商業化(小規模)スプレー噴射剤として1万ton/年。中国では、20万ton/年のプラントが複数完成。	商業化(大規模に移行) マレーシア(ペンツル)16000BPSDに続き、カタール(Oryx)34000BPSD稼働。新潟で500BPSD試験予定。	特異な条件で商業化 南アフリカ(Sasol)でアハルトヘイトのため原油が入らず商業化。50000BPSD×2他。中国で計画。	実証段階 日本で150t/日パイロットプラント(鹿島)。中国で6000t/日実証装置建設中。	商業化 セルロースからの製造技術を開発中。	商業化 ドイツで100万kl/年(菜種油)
化学構造	CH ₃ OH	CH ₃ OCH ₃	直鎖(脂肪族)	左に同じ	芳香族を50%以上含む	C ₂ H ₅ OH	3RCOOCH ₃
沸点、℃	64.6℃	-25.1℃	200-330	左に同じ		78.5℃	260-370
密度、kg/m ³	790	670@20℃、加圧	780	左に同じ	GTLより大	790	870程度
発熱量、J/L(LHV)	16	19	34程度	左に同じ	GTLより大	21	31程度
オクタン値	112	-	-	左に同じ	ガソリン留分のオクタン値;高い	110	-
セタン値	-	55~60 LPGに近い	80程度	左に同じ	40程度(軽油留分)	-	55~62
その他の性状		25℃における飽和蒸気圧; 0.6MPa	ガソリン相当と軽油相当が生産される。	左に同じ			原料の油脂により異なる。

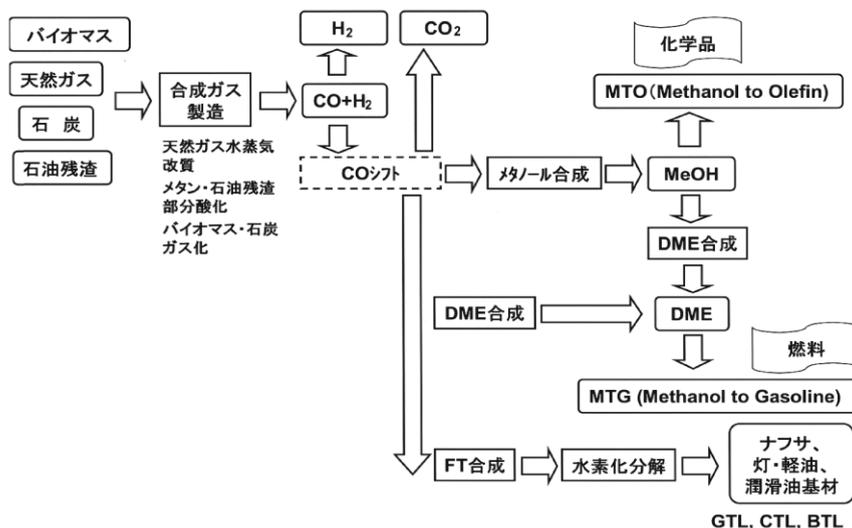


図2 天然ガスや石炭からガス化により液体合成燃料を製造するルート

も経済性を高める上で重要である。

メタノールは、今後、自動車用、化学原料用、分散型エネルギーシステム用、水素供給用等の幅広い分野で利用が拡大するであろう。GTLなどのような混合物ではなく純物質のため、品質が明確である特徴を生かした用途拡大が考えられる。海外の天然ガス資源から液体燃料を製造する方法として最も容易な方法であり、市場の整備とともに生産量が増えることが予想される。特に、GTLと異なり、技術が特定の事業者・ライセンサーに限定されることがないのが魅力である。また、化学原料となるオレフィンを製造するMTO（Methanol to Olefin）は、プロピレン不足の折、注目されている。メタノールの合成の原料となるガスの H_2/CO 比は、理論上、2である。石炭ガス化から製造されるガスは H_2 が少なめで、炭素（C）が過剰のため、COをシフト反応により二酸化炭素（ CO_2 ）として回収・貯留することで、石炭より CO_2 の発生を減らした燃料の製造が可能となる。

DME（Dimethyl Ether）はメタノールから脱水反応で容易に製造することができる。LPG代替や軽油代替のクリーン燃料として期待されるが、流通インフラの構築が課題である。合成ガスからメタノールを経由せずに直接製造する方法も開発されている。

バイオエタノールの導入は進むにしても、その量的な拡大に限界がある。今後はエタノ

ールと異なり水分があっても相が分離せず、製造過程で濃縮が容易な、バイオマスからの発酵で製造されるブタノールが注目されるであろう。BP社やデュポン社はガソリンに16%までブレンドが可能であるとして、英国に製造プラントの建設を予定している。

BDFはパーム油などから容易に製造できるものの、今後、ジャトロファを始めとした資源作物の栽培とからめ捉えることが重要である。また、原料油脂を水素化処理したBio-Hydrofined Diesel（BHD）の開発も進んでおり、このような既存のインフラの利用を前提とした導入の方法が普及へのポイントである。

石炭液化は、資源が豊富な石炭をガス化してFT合成により液体燃料を製造する間接法と、高温高压下で水素を添加して油を製造する直接法があり、広くは両者をCTLと呼ぶ。間接法は石炭ガス化技術とGTLなどで必要なFT合成技術を組合せたもので、狭義のCTLである。一方、直接石炭液化技術は、高温（ $440\sim 460^\circ C$ ）、高压（ $150\sim 200\text{atm}$ ）条件で、触媒を用いて水素を添加するもので、高温高压の重質油水素化技術の究極とも言える技術である。1997年から茨城県鹿島で石炭処理量150トン/日規模のパイロットプラント（図3）の運転が行われ、1999年に成功裏に終了した。石油精製における残渣油の直接脱硫装置の技術を背景としており、わが国の技術の優位性を活かすことができる。国の



図3 150トン/日規模NEDOL法瀝青炭液化パイロットプラント（茨城県鹿島）

エネルギーセキュリティーに直接影響する技術であることから、長い視点で捉えていくことが重要である。間接液化の製品はGTLと同じであり、また、直接液化の製品もガソリン、灯油留分であることから、流通システムに容易に参入できることが最大の特徴である。ただし、直接液化の製品は芳香族含有率が高く、アップグレーディングや既存の油とのブレンドが欠かせない。

4. XTLプロジェクトの動向

XTLの代表とも言えるGTLは、中近東のカタールでカタール国営石油会社（QP）とサソール社・シェブロン社の合弁会社が生産量3万4,000バレル/日のOryxプラントを建設したが、技術上の問題でフル稼働にはいたっていない⁽⁴⁾。また、QP社とシェル社は生産量14万バレル/日のPearlプロジェクトを進めているが、建設費が当初の50億ドルから120～180億ドルに上昇する見通しで、2009年の稼働予定も2010年に延期になるとのことである⁽⁴⁾。石油精製やLNGプラントと比べても巨額の建設費がかかるプラントであることから、多くの計画の内、実現するプロジェクトは限定されるであろう。

メタノールは海外では年産200万トン規模の大規模プラントが稼働しており、最近では、中国で石炭ガス化から、あるいは産炭地では未利用のCOGを改質して中国の独自技術でメタノールを10～20万トン/年規模で製造するプラントが多数建設されている。当研究所は精製する前のタールを含むコークス炉ガスを改質する技術を開発し⁽⁸⁾⁽⁹⁾、中国とも情報交換を行っている。ちなみに、シェル社はすでにメタノール用だけで6件の石炭ガス化炉のライセンスを行った。中国では石炭を産出するいくつかの省で、メタノールを混ぜたガソリンの販売が認められている。著者が最近、山西省太原市を訪ねた時には、市内の60%のガソリンスタンドで「M15」（メタノー

ルを15%含むガソリン）を販売していた。

DMEを年産20万トン規模でメタノールから製造するプラントが中国で稼働し、製品をLPGに混ぜて使用している。わが国でも、三菱ガス化学など9社が、DMEの普及を目指して、合弁で同社新潟工場内に間接法で年産8万トンの装置を建設中で、2008年6月に完成予定である。

中国のメタノール生産量は急速に伸び、2006年には760万トンにも及び、主に石炭から製造される。この量は世界の生産量の20%以上であり、わが国の消費量、200万トン/年より遥かに多い。メタノール・DMEに対する意気込みは驚嘆に値するもので、今後、東アジアの合成燃料市場を支配することになるのではないかと危惧している。

南アフリカのサソール社は、15万バレル/日から18万バレル/日に、CTLプラントの増強を進めている。中国では、サソール社が2件のプロジェクトを計画している。1件は、山西省で神華集团公司と、もう1件は、寧夏回族自治区で神華寧夏煤業集团公司と進めており、完成までには数年を要する。同様にインドでもサソール社はFSを実施している。

直接石炭液化については、内モンゴル自治区で神華集团公司が建設していた石炭処理量6,000トン/日（製品油で100万バレル/年）の実証プラントはまもなく完成とのことである。わが国で開発した褐炭液化技術（BCL法）と瀝青炭液化技術（NEDOL法）は、インドネシアや中国での商業化を目指している。GTL同様、建設費が巨額に及ぶので、長期の戦略に基づいた投資が求められる。

バイオマスとガス化してからFT合成により製造するBTLについては、ドイツのフライベルグでコーレン（CHOREN）インダストリーズが300バレル/日の試験装置を完成し、2008年月中旬に生産を開始するとのことである。

米国再生可能燃料協会（Renewable Fuels Association; RFA）によると、エタノールの生産は、2007年、米国だけでも139の工場で合計50

万9,000バレル/日規模となり、2008年には84万8,000バレル/日と予想しており、ガソリンの10%近くになると言う⁽⁷⁾。GTLとは異なり、トウモロコシなどの産地近傍に小型の工場が建設されている。米国のように自国の農業におけるメリットがあるわけでは無い国では、負の面が顕在化するにつれバイオ燃料の今後の計画に対して慎重になってきている。

この数年、プラントの建設費が急騰し、2倍になったとも言われている。世界のエネルギー価格高騰の中で、素材が値上がりし、プラントの建設ラッシュがさらに建設費を押し上げている。プラントを構成する回転機械、バルブ、配管、それぞれが生産能力を超えると、プロジェクト間の取り合いとなり、製造コストとは無関係に高値が付くことになる。

積極的にプロジェクトを立ち上げようとす
る雰囲気と、建設費の高騰の状況下でタイ
ミングを調整する立場とが錯綜している状
況と言えよう。

5. 合成液体燃料の評価

XTLは原料に手を加えるだけエネルギー量
が下がる宿命を有している。合成液体燃料
が話題になっているのは、オイルピーク
を目前にして、在来石油に頼ることができ
ないと言う危機感や、産油国・消費国の戦
略的判断から、CO₂削減効果に基づくもの
では無い。

合成燃料をどのように評価するかには、
様々な方法が考えられる。生産コストを求
めて比較するのがオーソドックスな方法であ
ろうし、LCA (Life Cycle Assessment) による
評価も重要である。また、最近では、LIME
(Life-cycle Impact assessment Method based
on Endpoint modeling) による統合評価⁽¹⁾も
話題になっている。

LIMEとは、(独)産業技術総合研究所が
開発した「日本版被害算定型環境評価手法」
のことで温室効果ガスだけではなく、エネ
ルギー使用に関して人間環境に影響を及ぼ
す環境

負荷物質として、SO_x, NO_x, PM (粒子状物
質)も取り上げている。検討の結果、石炭
を使用すると従来のLCAからすれば石油、
天然ガスに比べてCO₂排出量が多いが、
LIMEでは、石炭から製造したFT軽油や
DMEは石油からの軽油に比べ環境への影
響度が低いことが明らかになった。石炭を
燃焼するのに比べても合成燃料を製造す
ることで大幅に環境影響度を低減できる
ことが示された。

将来、どの合成液体燃料が何を原料とし
て、どのような割合で製造されるかを誰し
もが知りたいであろう。2030年におけ
る登場人物はおおよそ見当がつくものの
、定量的に示すことは極めて難しい。当
研究所では、黒沢主管研究員と橋本主管
研究員(当時)⁽²⁾がチャレンジして、2030
年さらには2050年までのエネルギー動
向のシナリオを描き、シナリオごとに推
定を試みた。2050年までに石炭や天然
ガスからの合成液体燃料(メタノール、
DME、ガソリン、軽油)やバイオマス
燃料が在来石油との対比でわが国にどの
ように導入されていくかを当研究所の地
球環境統合評価モデル(GRAPE)を用い
て検討したものである。

図4に、本検討で想定した原料から合成
燃料を製造するルートを示す。各転換プ
ロセスに、原単位、建設費、用役消費量
(電力、水、燃料等)を設定し、エネル
ギーシステムコストを最小化する転換、
供給の組み合わせを線形計画モデルによ
り求めた。

2050年に向けてのシナリオを想定し、
エネルギー資源が高価格の場合、CO₂
排出量を1990年の半分とした場合など
の各ケースについてもその影響を調べた。
その結果、天然ガスからの合成燃料と
ともに、ハンドリング面から熱量的に割
安な状態が比較的維持される石炭の利
用が増えると予想された。標準的なケ
ースでは、合成液体燃料が2030年には
運輸部門の約25%を占める結果となっ
た。その場合の製品は、ガソリンや軽
油という在来の輸送用燃料だけではなく
、DMEやメタノールなども視野に入
ると考えられる。特に、資源の

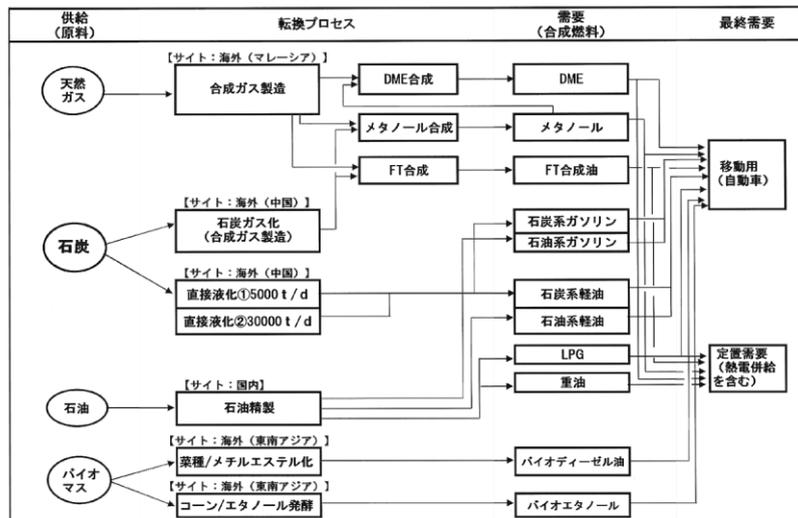


図4 検討に使用した合成液体燃料の製造ルート

価格が全体的に上がる程、石炭から製造される合成燃料の導入量が増え、多いケースでは輸入量の4分の1程度となることがわかった。

シミュレーション結果の一例として、ガソリン自動車の燃料の構成が2050年に向けてどのように変化するかを図5に示す。原油の産出量が徐々に低下し価格が上がり入手が困難になる傾向の中で、国内のガソリン燃料使用量は徐々に低減し、天然ガスや石炭からのFT合成油や直接石炭液化により製造されるガソリンの占める割合が増えていくことを示している。環境への影響に、より重点を置くならば、バイオエタノールやBDFの導入が促進されるとも言えるし、石炭転換においてCO₂回収を行い、油と同程度のCO₂排出量とするこ

とが妥当であるとも考えられる。

将来のエネルギー動向のシナリオにより、石油に替わる合成燃料の種類が変化するものの、中長期的には、合成燃料の重要性が増大する傾向は変わらない。

世界全体での中長期における液体燃料の生産量は、米国EIA⁽³⁾により予測され報告されている。それによると、世界の液体燃料生産量は、現在、約8,000万バレル/日であるが、2030年には1.2億バレル/日になるとしている。その内、合成液体燃料は、図6に示すように、250万バレル/日から1,050万バレル/日に急増すると予想している。この数字には、オイルサンドや超重質油も含まれており、それらを除くと、100万バレルから約500万バレルとなり、合

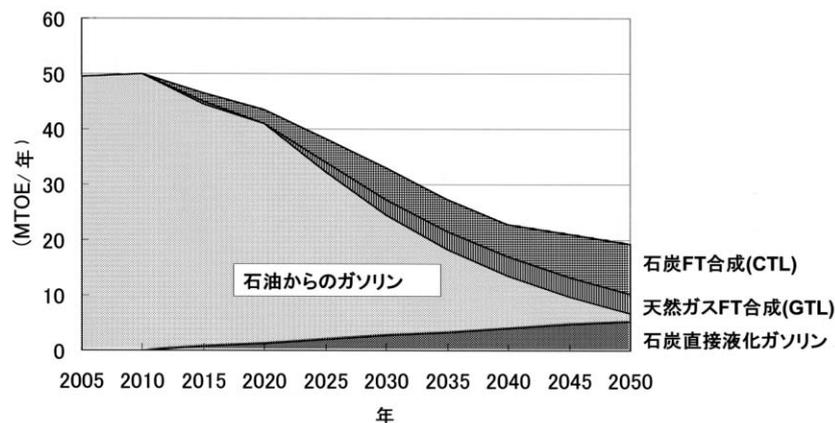


図5 わが国における予想されるガソリン車の燃料構成の変化(標準ケース)

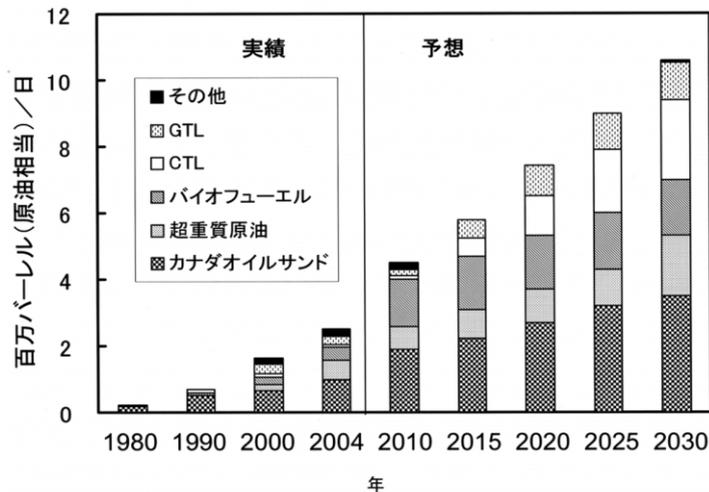


図6 DOE/EIAによる2030年までの原料別合成液体燃料生産量の予測 (標準ケース) (3)

成液体燃料生産量の44%を占める。

合成液体燃料は、先進諸国により多く導入されることを考えると、先の当研究所の予測と同様の傾向を示していると言える。

合成液体燃料を製造する技術は、経済産業省がまとめた「技術戦略マップ2007」⁽⁵⁾にも重要な技術として示されている。より詳細には、「燃料関連分野の技術戦略マップ」に示されており、当研究所のホームページからダウンロードが可能である。

6. 今後の課題

米国2007年新エネルギー安全保障法第526章によると、在来型燃料に比べLCAで温室効果ガスの発生量が多い非在来型石油資源を含む代替燃料の購入契約を米国政府が結ぶことを規制している。石炭起源の燃料やオイルサンドからの油がその対象となろう。

化石資源から製造する合成液体燃料は、化学反応を経る以上、原料に比べてエネルギー量が低下することは避けられない。しかし、CO₂については、製造時に発生するCO₂を回収・貯留(CCS)することで在来原油並みとすることが可能であろう。また、再生可能エネルギー、例えば太陽熱を導入して製造時のCO₂発生を極力減らすことも考えられる。石炭を原料とした場合に、蒸発潜熱や吸熱反応分の熱の一部を再生

可能エネルギーにより供給するプロセスは当研究所が提案し、5年にわたるプロジェクトで技術開発を推進してきた⁽⁶⁾。

一方、バイオマスを原料としたエタノールやBDFについては、食料との競合、肥料からの亜酸化窒素の放出、熱帯雨林の開発などの負の面が指摘されており、過度にバイオマスに頼ることは危険である。

わが国は、ほぼ90%の石油を中東から輸入している。1987年には67.9%まで下がったものの、その後、再び非常に高い割合となっている。石炭(一般炭)と言えどもわが国の消費量の67%は豪州一国から輸入しており、中国、インドネシア、ロシアを加えた4カ国に対しては、何と98%と言う高い依存度になる。天然ガスはインドネシア、豪州、マレーシア、カタール、ブルネイなどに分散しているが、アジアの経済成長とともに、今後、依存度が高まるであろう。輸入先である資源国の多様化は全ての資源にとって喫緊の課題である。

合成液体燃料の本格的な導入の時代に、わが国にとって資源を安定的に得るには、わが国が有する技術を活用することが必要であり、永年の開発の成果を示さねばならない。その1つがCTLであり、これら資源国との関係をさらに強化することに活用されることを願っている。

6. 今後への期待

現在の原油の高騰は、投機の対象であることが主な要因と言われながら、世界的には輸送用燃料使用量が益々、増大する傾向が予測される以上、沈静化はあっても大幅に下がることは期待できない。自動車だけではなく、航空機を含めて輸送用の液体燃料安定供給の点から、様々なルートを探り、最も経済性に優れるものから実現していくであろう。LNG製造プラントが数千億円と言う巨大プロジェクトであったが、GTLでは1兆円とも言える超巨大プロジェクトである。石炭液化化においても、10万バレル/日の油を製造するプラントでは、3万トン/日の石炭を処理することになり、建設費は1兆円オーダーである。エネルギープラントの大きさを改めて感ずるとともに、戦略的シナリオに基づいた技術開発とプロジェクトとしてのリスク回避の重要性を思い知らされる。

当研究所にとって合成液体燃料の動向を把握していくことは重要なテーマの1つである。様々な受託プロジェクトの中で検討してきた成果を踏まえ、化石起源の合成液体燃料の将来見通しを、筆者は次のように考える。

- ① 短期的には、割安な原料から割高な製品を製造するプロセスが採用される。現在のカタールにおけるGTLの活況は原油価格の高騰によるが、原油価格とともに建設費が上がり、天然ガスが次第に上昇するにつれ、プロジェクトとしての経済性が低下している。
- ② 中期的には、液体燃料は輸送用燃料としてその必要性が減ずることはない。特に、製造が比較的容易であり、用途が幅広いメタノールが注目される。
- ③ 石炭や天然ガスを起源として合成燃料を製造する上で、CO₂排出の問題は避けて通れない。CO₂排出量を減ずるには、まず、プロセス改良により液体燃料製造のための熱効率を上げることが有効である。

次に、液体燃料製造の段階で発生するCO₂を回収することである。例えば、石炭の場合、ガス化したガスをH₂とCOの比率を調整するためにシフト反応により生じたCO₂を分離・回収することが可能である。液体燃料製造装置は、原料の産出する地域に設置されるので、同時にCO₂の貯留に適した地域とのマッチングも重要である。石油増進回収用、あるいはコールベッドメタン回収用、滞水層への貯留など、状況に応じた選択が考えられる。

- ④ 液体燃料製造においてCO₂排出を減らす方法として、太陽光などの自然エネルギーやバイオマスの利用が考えられる。また、バイオマスと共処理するなどのプロセス上の組み合わせで少しでもCO₂排出を減らす努力が必要である⁽⁶⁾。

わが国にあっては、資源確保の戦略とともに、技術戦略に基づいた着実な技術開発促進がますます問われている。

引用文献

- (1) 平成16年度NEDO成果報告書、「石炭起源クリーンエネルギーの環境影響度調査」
- (2) 平成18年度NEDO成果報告書、「石炭起源の合成燃料の導入可能性に関する調査」
- (3) International Energy Outlook 2007, DOE/EIA-0484 (2007), Energy Information Administration, USDOE
- (4) PEC海外石油情報(ミニレポート) 2007-024
- (5) 技術戦略マップ2007, 経済産業省 (2007)
- (6) 小野崎正樹, 片山優久雄, 日本エネルギー学会誌, 83, 988 (2004)
- (7) Renewable Fuels Association, “CHANGING THE CLIMATE, ETANOL INDUSTRY OUTLOOK 2008” (2008)
- (8) 橋本孝雄, 小野崎正樹, 日本エネルギー学会誌, 85, 364 (2006)
- (9) Onozaki, M., Watanabe, K., Hashimoto, T., Saegusa, H., Katayama, Y., Fuel, 85, 143 (2006)
- (10) 日本エネルギー経済研究所計量分析ユニット, 「エネルギー・経済統計要覧」(2008)

平成19年度エネルギー技術に関する アンケート調査の結果

正田 知士 (研究理事
エネルギー技術情報センター長)



1. はじめに

本調査は、わが国の代表的エネルギー関連企業である当研究所賛助会員各社および大学等の研究者を対象として、エネルギー技術に関する研究開発についてアンケートを行い、関心の方向および研究開発動向をとりまとめることを目的として行ったものである。これらの結果をもとに、エネルギー技術の研究開発の方向性、関連する基盤科学分野に関する認識、公的支援の必要性等に関する分析を行い、政府および企業のエネルギー技術関連政策の企画立案、ならびに大学等研究者の研究テーマ選択の参考に供することを意図した。

2. 調査方法

調査対象は、当研究所賛助会員である企業・機関（標本数70，回収率59%）および当研究所の活動に最近ご協力いただいた大学・研究機関の研究者（標本数132，回収率24%）であり、平成19年9月25日～11月25日の期間に郵送によって回答を依頼した。賛助会員の業種の構成を図1に示す。

3. 調査内容

巻末の別表に示すアンケート票により調査を実施した。質問項目は次の通りである。賛助会員企業と研究者では、研究開発の意義の相違を考慮して質問項目は若干異なる。

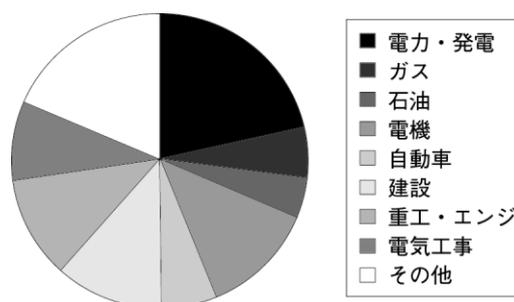


図1 賛助会員の業種構成

(1) 賛助会員に対する質問項目

- ① 重要と考えるエネルギー技術テーマ
- ② 状況（研究開発／計画中，商業化済み）
- ③ 商業化予定時期（5年以内，10年以内，それ以降）
- ④ 重要である理由
- ⑤ 公的支援の必要性/理由
- ⑥ 研究開発上の障害（資金面を除く）
- ⑦ 重要な科学技術分野および社会科学的課題
- ⑧ 研究開発投資額および投入人数（あるいは傾向）

(2) 研究者に対する質問項目

- ① 研究中または今後取り組もうと考えるエネルギー関連の研究テーマ
- ② 状況（基礎研究，実用化開発）
- ③ 実用化予定時期（5年以内，5年以降）
- ④ 取組みの理由
- ⑤ 研究開発上の障害
- ⑥ 研究費および従事人数（あるいは傾向）

4. 調査結果

(1) 賛助会員企業に関する結果

結果の集計・分析はカテゴリー別に行った。アンケートにおいて、巻末の付表1を参照してエネルギー技術テーマを記入する設問に対し、カテゴリー別、技術分野別、技術課題別の回答が混在し、技術分野あるいは技術課題レベルでの集計が困難であったためである。

① 研究開発が行われているテーマは全カテゴリーにおよぶ

賛助会員の研究開発は、カテゴリー別に見ると、全てのカテゴリーにおよぶ。また重要と考えるテーマと研究開発を行うテーマはほぼ合致している。中でも、利用技術、再生可能エネルギー、原子力について研究開発を行っていると回答した会員が多い。

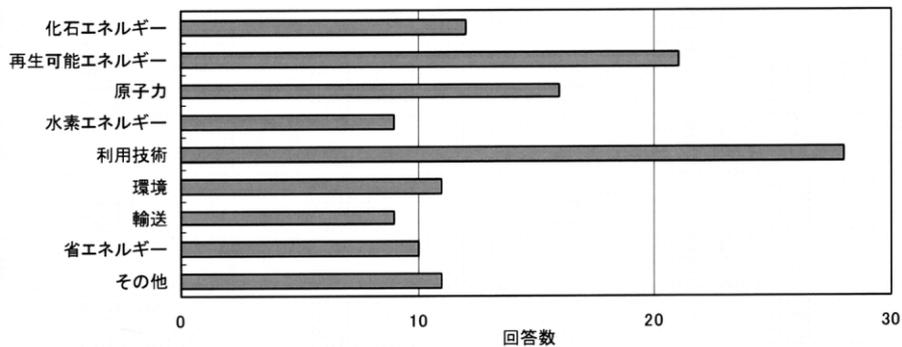
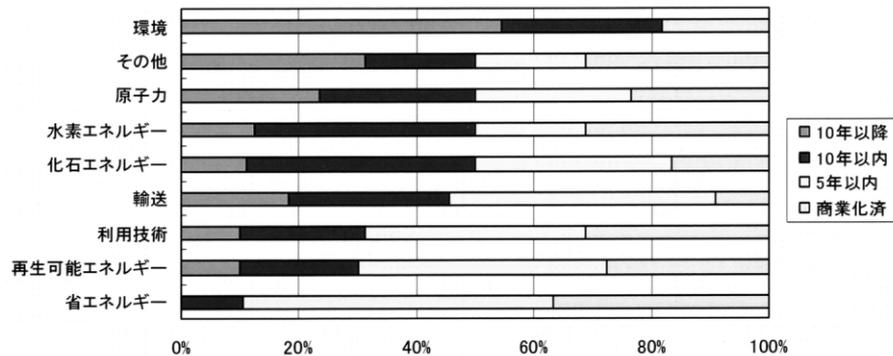


図2 研究開発を行っている法人数 (複数回答)



※ 商業化予定時期の長い (10年以内+10年以降の合計) 順

図3 商業化予定時期の割合 (複数回答)

② 商業化予定時期は偏ることなく幅広い

商業化予定時期は「商業化済」から「10年以降」までほぼ偏ることなく幅広い。商業化予定時期の長い (10年以内+10年以降の合計) 順にその比率をみると、環境カテゴリーが特にその割合が大きく (82%)、省エネルギーカテゴリーが特にその割合が小さい (11%)。

③ 重要であると考えられる理由は、「二酸化炭素排出削減」「地球環境・自然環境保護」「需要が期待できる」「化石エネルギー資源の有効活用」が多い

全カテゴリーについて合算した場合、「二酸化炭素排出削減」「地球環境・自然環境保護」「需要が期待できる」を理由に挙げる回答が多く、「化石エネルギー資源の有効活用」がこれらに次ぐ。一方、「日本の人口減少・高齢化対応」は、ほとんど理由として選択されていない。

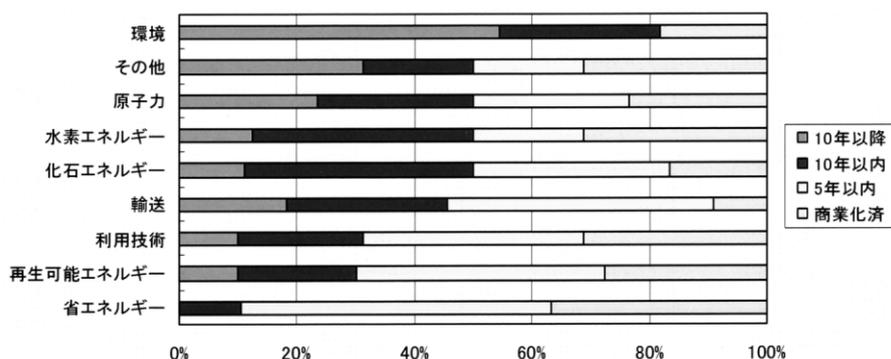


図4 全カテゴリー合計で、重要であるとする理由（複数回答）

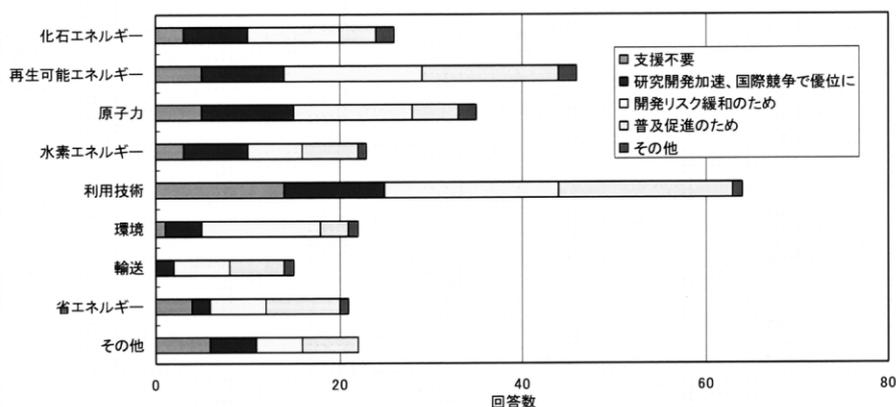


図5 公的支援の必要性と理由（複数回答）

カテゴリー別に見た場合の主なポイントは次の通りである。

- 再生可能エネルギーおよび省エネルギーでは、「二酸化炭素排出削減」「地球環境・自然環境保護」「需要が期待できる」の理由が多い。
- 原子力では、「二酸化炭素排出削減」「国民の安全・安心レベルの向上」「地球環境・自然環境保護」「需要が期待できる」が多く理由として選ばれている。特に、「国民の安全・安心レベルの向上」の理由が多いのは、他カテゴリーにない特徴である。
- 水素エネルギーについては、「需要が期待できる」「二酸化炭素排出削減」「地球環境・自然環境保護」「化石エネルギー資源の有効活用」が多く選択されている。
- 利用技術では、「二酸化炭素排出削減」「需要が期待できる」「化石エネルギー資源の有効活用」「地球環境・自然環境保護」「日本

市場で競争力」の理由が多い。

- 環境では、「二酸化炭素排出削減」「地球環境・自然環境保護」が当然ながら多く選ばれている。

④公的支援の必要性と理由は、カテゴリーそれぞれに、研究開発加速、リスク緩和、普及促進等さまざまである。

全カテゴリー合計の公的支援の理由は、多い順に、開発リスク緩和、普及促進、研究開発加速・国際競争優位、支援不要、その他、である。（図6）

カテゴリー別に見た場合、比較的多い理由は、表1の通りである。

また、理由別に見た場合に上位に来るカテゴリーの分布は表2の通りであり、それぞれが異なった状況にありながら、多くの場合公的支援を必要としていることが分かる。

商業化予定時期別に公的支援の必要性と理

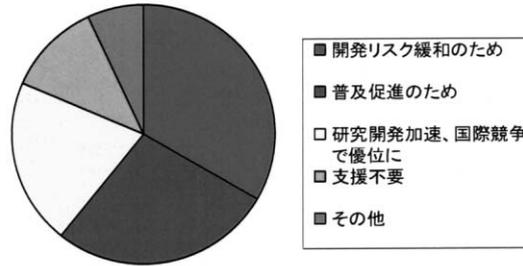


図6 全カテゴリー合計の公的支援の理由

表1 分野毎の公的支援の理由

分野	理由
化石エネルギー	「研究開発加速、国際競争で優位に」 「開発リスク緩和のため」
再生可能エネルギー	「普及促進のため」
原子力	「研究開発加速、国際競争で優位に」 「開発リスク緩和のため」
水素エネルギー	「研究開発加速、国際競争で優位に」
利用技術	他のカテゴリーに較べて「支援不要」が多い
環境	「開発リスク緩和のため」
輸送	「開発リスク緩和のため」 「普及促進のため」
省エネルギー	「普及促進のため」

表2 理由別にみた上位カテゴリーの分布

公的支援を必要とする理由	対応する分野
開発リスク緩和のため	環境、輸送、化石エネルギー、原子力
普及促進のため	輸送、省エネルギー、再生可能エネルギー
研究開発加速、国際競争で優位に	水素エネルギー、原子力、化石エネルギー
支援不要	利用技術、省エネルギー

由をみると、商業化予定時期の長いもの程、「研究開発加速、国際競争で優位に」と「開発リスク緩和のため」が多く、「支援不要」と「普及促進のため」が少ない傾向がみられる。商業化予定時期の一番長い環境カテゴリーでは「開発リスク緩和のため」が多く、「支援不要」が少ない。商業化予定時期の一番短い省

エネルギーカテゴリーでは「普及促進のため」と「支援不要」が多い（図7）。

回答割合をみると、原子力と化石エネルギーは似た回答パターンを示している。また、利用技術、省エネルギーも似た回答パターンを示している（図8）。

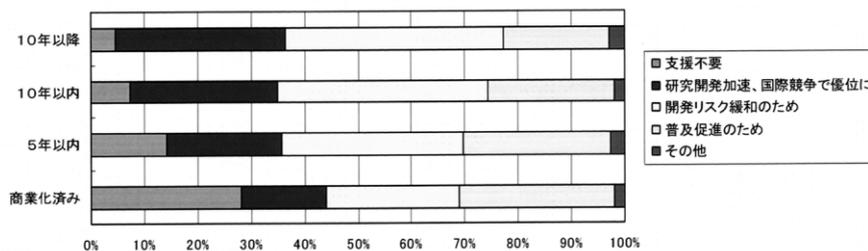


図7 商業化予定時期別にみた公的支援の必要性と理由の割合（%）（複数回答）

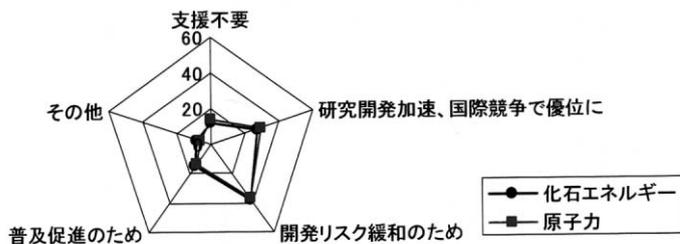


図8 「化石エネルギー」と「原子力」の公的支援の必要性と理由(%) (複数回答)

⑤ 重要な科学技術分野／社会科学的課題は、「環境に関する意識」「材料」「情報・通信」 賛助会員各社にとって重要な科学技術分野／社会科学的課題は、回答の多い順に「環境に関する意識」「材料」「情報・通信」であった(図9)。大学等への研究開発支援を行う対象は、「人口動態統計」「コンピュータ」「ライフスタイル動向予測」が少ないことを除けば、どの課題もほぼ同じ位であるが、回答数

自体が少ない。卒業生の採用を増やそうとする分野は、「環境に関する意識」「ライフスタイル動向予測」「人口動態統計」といった社会科学的課題を除けば、ほぼ「重要な科学技術分野」の回答と同様の傾向を示しているが、これも回答数自体が少なかった。「環境に対する意識」「材料」「ナノテクノロジー」「バイオテクノロジー」「超電導」「ロボット」は卒業生を採用するよりも、大学等の外部組織への

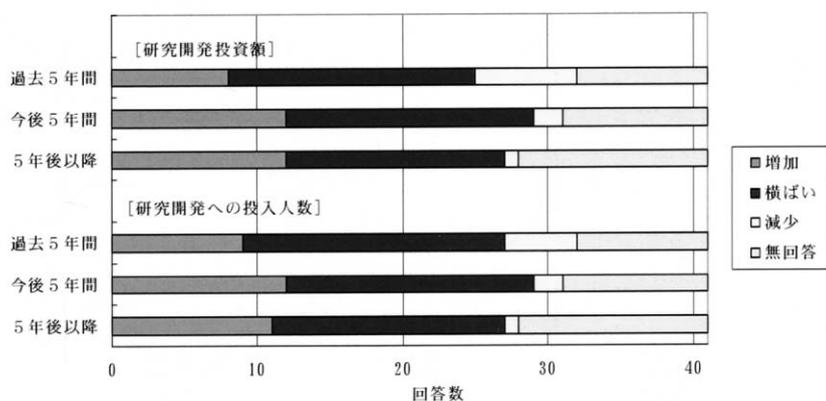


図9 各科学技術分野／社会科学的課題を重要と回答した法人数、大学等への研究開発支援を行う対象と回答した法人数、卒業生の採用を増やそうとする分野と回答した法人数 (複数回答)

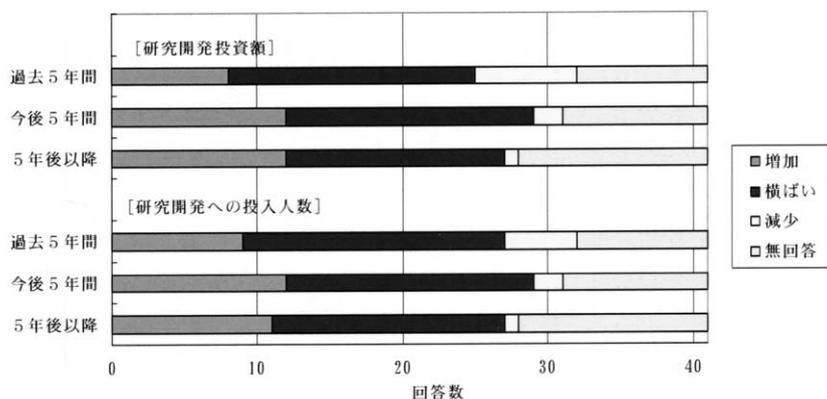


図10 エネルギー技術に関する研究開発投資額および投入人数の傾向

研究開発支援を優先している。「情報・通信」「エレクトロニクス」は外部組織への研究開発支援よりも、卒業生の採用を優先している。

⑥ 研究開発投資額および投入人数は全体的に増加の傾向

エネルギー技術に関する研究開発投資額および投入人数は全体的に増加の傾向がみられる(図10)。

(2) 研究者に関する結果

研究者からの回答は、回収率24%と極めて低い結果となった。最近に当研究所の調査研究にご協力頂いた研究者を対象としたため、ソフト分野の研究者が多く、回答が困難であったことが回収率の低さにつながったと推定される。従って、今回の結果の信頼度は不十分であると思われるが、以下にその概要を記す。(次回の調査においては、対象者範囲を拡大・変更して行う予定である。)

① 「原子力」「利用技術」の研究者からの回答が多かった

カテゴリー別に見るとは「原子力」「利用技術」が多く選択されている。すなわち、「原子力」「利用技術」の研究者からの回答が多かった。他のカテゴリーの選択数は少なすぎるためにその大小を論ずることはできない。

② 「実用化開発段階」の研究よりも「基礎研究段階」の研究が多い

多くのカテゴリーにおいて、「実用化開発段階」の研究より「基礎研究段階」の研究が多い(図11)。

③ 「原子力」の実用化予定時期は「5年以降」が多く、「利用技術」の実用化予定時期は「5年以内」「5年以降」がほぼ同程度
(図12)

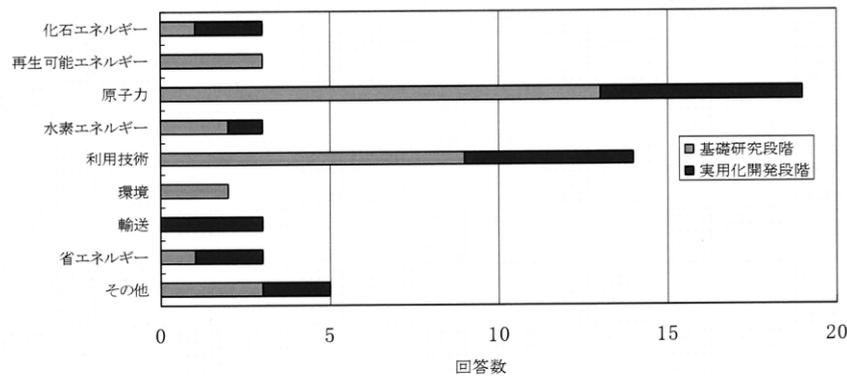


図11 現在研究中または今後取り組もうと考えている技術分野の研究段階(複数回答)

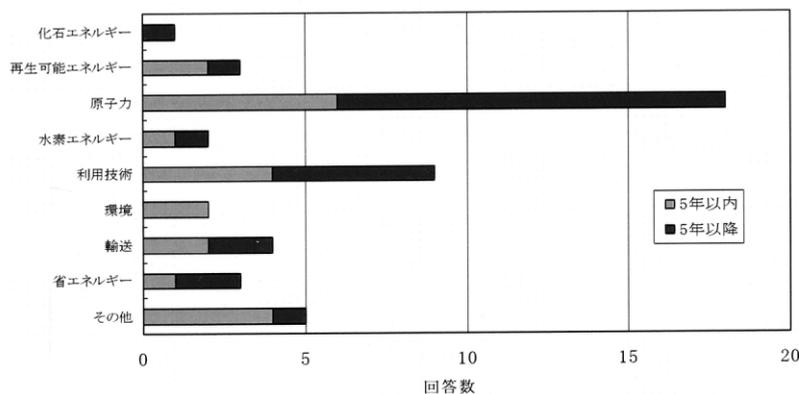


図12 現在研究中または今後取り組もうと考えるカテゴリーの実用化予定時期(複数回答)

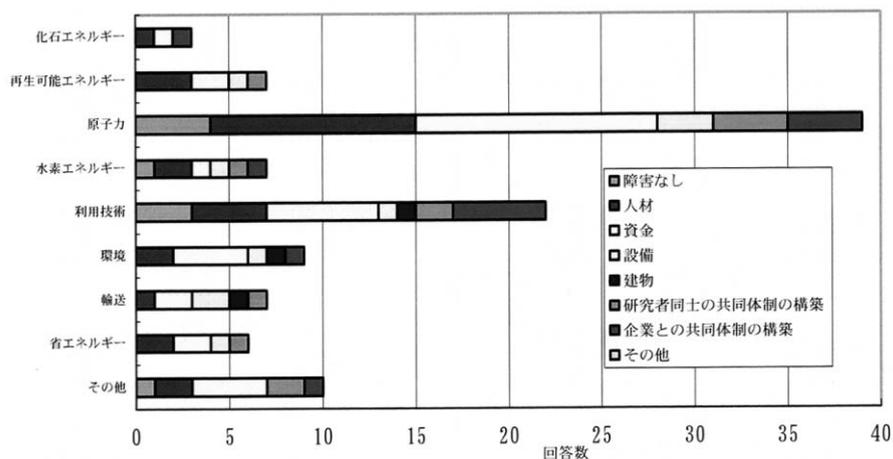


図13 研究開発上の障害（複数回答）

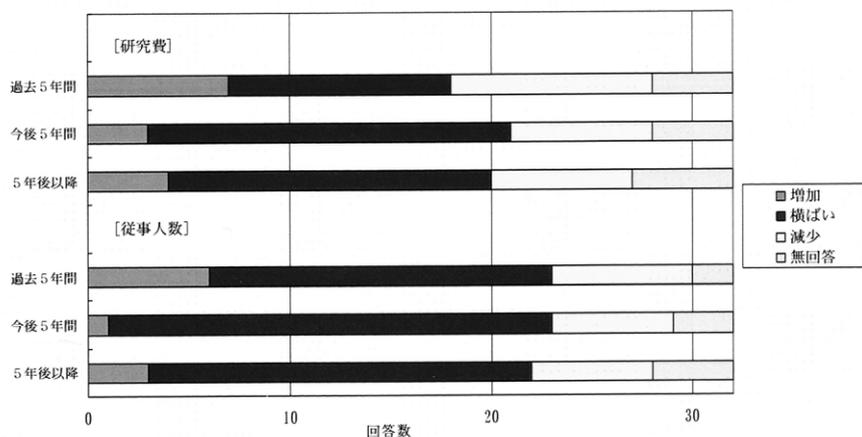


図14 エネルギー技術に関する研究費および従事人数の傾向

④ 研究に取り組む理由

研究に取り組む理由の中で特に突出したものはなく、一方で「知的財産権を活用できる」「日本の人口減少・高齢化対応に有効」はほとんど選択されなかった。

向がみられる。賛助会員の場合に、全体的に増加の傾向がみられたのとは逆の傾向である（図14）。

⑤ 研究開発上の障害は主に「資金」「人材」「企業との共同体制の構築」「研究者同士の共同体制の構築」

概して、「資金」「人材」の回答が多い。また、「企業との共同体制の構築」「研究者同士の共同体制の構築」も挙げられている（図13）。

5. おわりに

本アンケート調査は、当研究所賛助会員企業各社および大学等の研究者各位を対象として実施したものであり、ご回答頂いた方々のご協力に厚く感謝の意を表します。本調査については、今後定期的に継続し、時系列的变化も含めて内容の充実を図っていく予定です。

⑥ 研究費および従事人数は全体的に減少の傾向

研究費および従事人数は全体的に減少の傾向

なお、紙数の関係で一部内容の掲載を割愛しました。当研究所ウェブサイト“エネルギー技術情報プラットフォーム”をご参照ください。

別表 賛助会員に対するアンケート票

質問1. 御社が重要と考えるエネルギー技術テーマを、付表1選択肢例から選び(自由記述も可)、あわせて下表の質問にお答えください。(テーマ数に制限はありません。いくつ書いて頂いても結構です。)

番号	エネルギー技術テーマ	御社の状況 (該当に✓)		商業化予定時期 (該当に✓)			重要である理由	公的支援の必要性/理由	研究開発上の障害(資金面を除く)
		研究開発中/計画	商業化済み	5年以内	10年以内	それ以降			
1									
2									
3									

質問2. 御社にとって重要な科学技術分野および社会科学的課題(該当箇所に✓を記入してください。欄によっては自由記述してください。)

科学技術分野/社会科学的課題	御社の重要エネルギー技術テーマにとって重要	御社が大学等への研究開発支援を行う対象	御社が卒業生の採用を増やそうとする分野	その他の理由のために重要(自由記述)
情報・通信				
エレクトロニクス				
コンピュータ				
ロボット				
ナノテクノロジー				
バイオテクノロジー				
材料				
超電導				
人口動態統計				
ライフスタイル動向予測				
環境に関する意識				
その他				

質問3. よろしければ、御社のエネルギー技術に関する研究開発投資額および投入人数の概略をお答えください。傾向のみでもお答え頂ければ幸いです。

	エネルギー技術に関する研究開発投資額の概略	エネルギー技術に関する研究開発への投入人数の概略
現在の年間投資		
今後5年間の投資		
今日までの過去5年間	増加・横ばい・減少	増加・横ばい・減少
今後5年間の見通し	増加・横ばい・減少	増加・横ばい・減少
5年後以降の見通し	増加・横ばい・減少	増加・横ばい・減少

付表1. エネルギー技術テーマの例(技術分野又は技術課題欄からお選びください。)(注:技術課題はスペースの関係で非表示。)

カテゴリー	技術分野
化石エネルギー	探査・生産(石炭、石油、天然ガス)、メタンハイドレート、精製・転換
再生可能エネルギー	太陽光発電、太陽熱利用、風力、地熱、水力、バイオマス(廃棄物系、資源作物系、木質系、ソフト系)、その他発電
原子力	軽水炉、高速増殖炉、その他原子炉、核燃料サイクル(軽水炉サイクル)、核燃料サイクル(高速増殖炉サイクル)、放射性廃棄物処理・処分、加速器駆動システム、核融合、多目的利用
水素エネルギー	水素製造、水素貯蔵、水素輸送・供給、水素利用、安全
利用技術	燃料電池、分散発電、コージェネレーション、ヒートポンプ、二次電池、電力貯蔵技術(電池以外)、蓄熱、エネルギーマネジメント、産業間連携、コプロダクション、高効率燃焼、天然ガスコンバインドサイクル発電、石炭ガス化複合発電、石炭超々臨界圧発電、石炭加圧流動床発電、石炭・バイオマス混焼発電、送配電、天然ガスハイドレート化、天然ガスパイプライン、都市ガス地下貯蔵
環境	CO2回収・貯留
輸送	低CO2排出自動車、省エネ型大量輸送機関
省エネ	製造業における省エネ、未活用熱利用、照明、省エネ型住宅・ビル、次世代省エネ素子
その他	輸送モーダルシフト、防災、熱電変換、圧電変換、超電導
その他自由記述	

付表2. 御社にとって重要であるとする理由

番号	理由
1	日本市場で競争力があるから、あるいは今後発揮しうるから
2	国際市場で競争力があるから、あるいは今後発揮しうるから
3	需要が期待できるから
4	知的財産権を活用できるから
5	二酸化炭素排出削減に有効だから
6	地球環境・自然環境保護に有効だから
7	化石エネルギー資源の有効活用にも有効だから
8	発展途上国の環境保全・温暖化防止等の支援にも有効だから
9	日本のプレゼンス向上に貢献できるから
10	国民の安全・安心レベルの向上にも有効だから
11	日本の人口減少・高齢化対応にも有効だから
12	(その他自由記述)

注記：付表3および研究者に対するアンケート票は紙数の関係で掲載を割愛しました。当研究所ウェブサイト“エネルギー技術情報プラットフォーム”をご参照ください。

平成20年度 事業計画

(財) エネルギー総合工学研究所

1. 基本的な考え方

(1) 当研究所は、平成20年度に創立30周年の節目の年を迎える。当研究所は、創立以来これまで、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、産・学・官の緊密な連携の下、各エネルギー技術分野における専門的な知見を集め、技術的側面から総合的に研究を行い、その成果の普及に努めてきた。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り、将来のリスクに対応し得る強靱なエネルギー戦略の構築・実現に貢献するものと考えられる。当研究所は、今後とも「エネルギーの未来を拓くのは技術である」との認識の下、エネルギー技術に係る調査研究に取り組んでいく所存である。

(2) 平成20年度には、当研究所内に「原子力工学センター」を設置し、(財)原子力発電技術機構の事業の継承及び発展を図るとともに、経済産業省が推進する原子力立国計画の柱の一つである次世代軽水炉開発を、電力会社及び原子炉メーカーとの協力の下、その中核機関として推進していくこととする。本事業は、これまで主に調査研究を実施してきた当研究所にとって、初めての本格的な技術開発事業であり、同事業を着実に推進すべく万全を期すこととする。

(3) 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、ポスト京都を目指した地球環境問題に係る議論の高まりなど、内外のエネルギーを巡る環境が大きく変化している。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供給確保策を企画立案し、それを着実に実施していくことが必要である。有限の地球に住む我々としては、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如何に対処していくかは大きな課題である。

(4) 当研究所は、2100年を展望した「超長期エネルギー技術ビジョン」、2030年に向けた「エネルギー技術戦略マップ」等、資源制約及び環境制約の克服に大きな役割を果たすと期待される重要な技術群の抽出やロードマップ作成を行うこと等で培った知見を総合して、平成19年度には、本年7月に開催予定の北海道洞爺湖サミットで、わが国が地球環境問題の解決策として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」をとりまとめたところである。今後とも、それら技術の評価に関し知見の最新化及び深化を図ることにより、エネルギー技術開発のあり方について、長期的かつグローバルな視点に立った調査研究を行っていく。

(5) 「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。平

成20年度には、エネルギー技術情報プラットフォームの運用を本格化し、最新の技術情報、それらを評価分析した技術的知見を、適時、国、会員企業をはじめとする関係各位に提供していくこととする。また、当研究所の評価分析能力向上の観点から、エネルギー技術の評価ツールの充実を図る。

(6) 近年の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、当研究所の体質の改善を図っていくこととする。

(7) 当研究所は、次のような点にも留意しつつ事業を実施する。

- ① 技術と社会との係わりを考慮して、学際的な調査研究の実施、異分野の調査研究機関との連携等による総合的なアプローチを進める。
- ② 調査研究及び技術開発活動の推進にはコンプライアンスの確保が不可欠であり、当研究所の事業に係る協力企業や外注先企業も含め、その徹底を図る。
- ③ 当研究所の創立30周年を記念する各種事業を実施する。また、当研究所の長期的な運営方針を示す「中長期ビジョン」の改訂を行う。

2. 各エネルギー分野における調査研究等のテーマ

以上のような基本的な考え方を踏まえ、平成20年度においては、以下の調査研究等を実施する。

(1) 総合的な見地からの調査研究

- ① エネルギー技術情報プラットフォームの運用・整備

技術開発戦略を策定していく上で基盤を成す「情報」に関しては、資源制約及び環境制約の克服に資する有望なエネルギー技術について関連する情報を収集・整理し、技術的見地から分析・評価を行い、技術開発戦略の企画立案等に資するように体系化したエネルギー技術情報基盤の整備を図り、広範なユーザーがインターネットを通して、簡便に検索できるエネルギー技術情報プラットフォームの運用を本格化する。

- ② エネルギー技術開発戦略に係る調査研究
平成19年度に策定した「Cool Earth-エネルギー革新技術計画」に関し、知見の最新化や深化を図る等、エネルギー技術開発戦略に関する調査研究を引き続き実施する。

- ③ エネルギーシステムの評価手法開発に係る調査研究

技術開発戦略を策定していく上で基盤を成す「評価」については、エネルギー需給の将来想定や新しいエネルギーシステムの導入影響評価のツールであるエネルギーモデルに関し、新しい分析手法について検討評価を行い、従来の手法では評価が難しかった問題への適用可能性について検討を行う。

- ④ エネルギー技術開発動向及びその将来性評価に係る調査研究

今後の開発が期待される、時のエネルギー技術を選び、最新の技術開発の動向、エネルギー供給や環境問題克服に係るポテンシャル、経済性、社会的受容性等の評価、それらを踏まえた将来展望について調査研究を行う。特に、平成20年度からは、技術開発の最前線で業務に従事する研究者やエンジニアからの聞き取りを含め、より臨場感のある情報収集に努める。

- ⑤ エネルギーに関する公衆の意識調査研究

エネルギーに関する公衆の意識に関し、アンケート調査により定期的に調査・分析を実施する。

⑥ エネルギーマネジメントシステムの国際標準化に関する調査研究

原油価格の高騰、地球環境問題に係る議論の高まりに伴い世界的に関心が高まっているエネルギーマネジメントシステムに関し国際標準化に係る調査研究を行う。将来の標準化を円滑に推進することを目指して、エネルギー供給、使用および関連機器製造・運用を行う組織等に適用されるエネルギーマネジメントについて、各国の標準化動向の調査および国際標準化活動に対応するための調査を行う。国際標準が開発される場合には、わが国の実情に即した国際標準の開発を主導するための検討を行う。

⑦ エネルギー関連の人材育成に係る調査研究

エネルギー需給の安定に貢献できる人材の継続的な供給を実現するため、エネルギー関連人材の賦存状況や過不足の状況について調査を行い、人材育成に関する課題およびその対応策に係る研究を行う。

(2) 新エネルギー・エネルギーシステム関連

新エネルギーは、資源賦存に地域性が大きく、また、利用形態も分散型エネルギー、系統電力への併入、自動車用エネルギー等多様であり、エネルギー供給システムの最適化を図りつつ、長期的な視点から技術開発を推進していくことが必要である。

平成20年度には、バイオマスエネルギー分野において、これまで実施されてきたフィールドテスト事業について評価等を行うとともに、電力システム分野において、分散型電源の技術開発動向等について調査研究を実施する。

将来の二次エネルギーとして期待される水

素エネルギーについては、水素燃料電池の実用化を目指したシナリオ、技術課題についての調査研究を実施するとともに、技術開発の加速に資する国内外の研究協力の推進を図る。また、グリーン水素（再生可能エネルギー等を利用し製造された水素）エネルギーシステムに関する調査研究を行う。さらに、水素の安全な利用に資する調査研究等を行う。

自動車用エネルギーについては、石油代替燃料の導入が注目されるようになってきており、近年、関心を集めるプラグインハイブリッド車を含む電気自動車の導入戦略や技術開発戦略に係る調査研究を実施する。

(ア) 新エネルギーに関する調査研究

- ① バイオマスエネルギーのフィールドテスト事業に係る調査研究
- ② バイオマスエネルギーシステムの評価手法の調査研究
- ③ サンベルト地域における太陽熱発電の実用化に係る研究
- ④ 太陽光発電の出力変動とその影響に係る調査研究
- ⑤ 風力発電の導入拡大方策に係る調査研究

(イ) 電力システム等に関する調査研究

- ⑥ 超臨界CO₂ガスタービンに係る調査研究
- ⑦ 新エネルギー電源導入に係る調査研究
- ⑧ 電力の安定供給等に資する電気事業制度のあり方に係る調査研究
- ⑨ 大規模電源と分散型電源が調和したエネルギーシステムの構築に係る調査研究
- ⑩ 分散型電源の系統影響緩和に係る調査研究

(ウ) 水素エネルギーに関する調査研究

- ⑪ 水素普及シナリオの策定及び関連する技術課題の抽出・整理
- ⑫ 水素需要モデル構築に係る調査研究
- ⑬ 水素革新技術の調査研究および国内外の研究機関との共同研究
- ⑭ グリーン水素（再生可能エネルギー等を

利用し製造された水素) エネルギーシステムに係る調査研究

- ⑮ 水素の安全利用に係る調査研究
- ⑯ 水素エネルギーに関する内外の技術開発及び施策動向に係る調査研究

(エ) 自動車用エネルギーに関する調査研究

- ⑰ プラグインハイブリッド車等電気自動車導入に係る調査研究

(オ) その他

- ⑱ 産業部門における熱需要実態に係る調査研究

(3) 化石エネルギー関連

化石エネルギーは、今後ともエネルギー供給の太宗を占めていくと考えられる。

平成20年度においては、二酸化炭素排出量削減に寄与する技術および資源安定供給に資する技術の調査研究として、天然ガス関連では石炭からの代替天然ガス製造に係る技術・経済性評価等を、石油関連では新燃料などが市場に導入される際のエネルギー需給に係る評価等を実施する。

資源量が豊富な石炭については、一層の利用の拡大には環境適合性の高いガス体あるいは液体燃料へ転換する技術の開発が不可欠である。平成20年度においては、石炭乾留ガスを改質しクリーン燃料とする技術、石炭液化の実用化に向けた技術、また、これら技術を総合的に評価する合成燃料の導入可能性に係る調査研究を実施するとともに、二酸化炭素排出量削減を目的とした石炭火力や製鉄プロセスの技術開発に係る調査研究を実施する。その他、石油関連プラント設備等の寿命予測に係る調査研究等を実施する。

(ア) 天然ガス系エネルギーに関する調査研究

- ① 石炭からの代替天然ガス製造に係る調査研究
- ② 二酸化炭素排出量削減に寄与する製造から利用に至るシステム技術の調査研究

(イ) 石油系エネルギーに関する調査研究

- ③ 新燃料を含有する燃料の評価に係る調査研究

(ウ) 石炭の利用技術に関する調査研究

- ④ 無触媒石炭乾留ガス改質技術の開発に係る調査研究
- ⑤ 石炭液化技術の実用化に係る調査研究
- ⑥ 石炭起源の合成燃料の導入可能性に係る調査研究
- ⑦ 革新的ゼロエミッション石炭火力発電に係る調査研究
- ⑧ 環境調和型製鉄プロセスの要素技術に係る調査研究

(エ) その他

- ⑨ 石油関連プラント設備等の寿命予測に係る調査研究
- ⑩ 化石エネルギー資源動向に係る調査研究

(4) 地球環境関連

地球環境問題への対応は、本年7月に開催が予定されている北海道洞爺湖サミットにおいて中心的なテーマに位置づけられ、また、京都議定書第一約束期間における温室効果ガス排出量削減の実現に向け、現在、対応が最も急がれている課題である。エネルギー技術全般に関し専門的な知見を有する当研究所としては、地球温暖化対策技術に関する調査及び評価、エネルギーモデルを用いたシミュレーション等に係る調査研究を実施する。

平成20年度においては、地球環境問題に係る国際的な動向を調査するとともに、当研究所の地球環境統合評価モデルを活用した調査研究等を行う。

地球温暖化対策技術等に関する調査研究

- ① ポスト京都議定書対応に係る調査研究
- ② 炭素循環の不確実性に係る調査研究

(5) 原子力関連（原子力工学センターに係るものは除く）

原子力は、実用的な非化石エネルギー源であり、世界の持続的な発展を担う上で重要なエネルギーとして評価され、昨今、世界的に原子力発電開発利用が推進されている。わが国においても、経済産業省により原子力立国計画が推進されており、当研究所も同計画の円滑な実施に貢献していくこととしている。平成20年度においては、将来の原子炉コンセプトである第4世代炉開発に係る国際的な共同研究への参画を行うとともに、中小型炉、高温ガス炉等の新型炉に関し調査研究を行う。また、核燃料サイクル、放射性廃棄物処理処分、革新的な原子力技術開発、人材育成等の重要な課題に関し調査研究を実施する。

(ア) 次世代原子炉技術等に関する調査研究

- ① 海外の原子力技術開発政策の動向に係る調査研究
- ② 第4世代原子力システム開発に係る国際研究協力
- ③ 中小型炉に係る調査研究
- ④ 高温ガス炉プラントの位置づけ・可能性に係る調査研究

(イ) 核燃料サイクルに関する調査研究

- ⑤ 核燃料サイクルのシステム評価に係る調査研究
- ⑥ 核燃料サイクル関連技術に係る調査研究

(ウ) 放射性廃棄物処理処分に関する調査研究

- ⑦ 放射性廃棄物処分の体系的進め方に係る調査研究
- ⑧ 高レベル放射性廃棄物処分の効果的な情報提供に係る調査研究

(エ) 将来に向けた原子力技術に関する調査研究

- ⑨ 革新的な原子力技術開発に係る調査研究

(オ) 原子力人材育成に関する調査研究

- ⑩ 原子力人材育成プログラムに係る人材育成並びに研究環境整備に係る調査研究

(6) 原子力工学センターにおける事業

平成20年度は、新たに「原子力工学センター」を設置し、上記の原子力立国計画で推進が明示された、2030年頃以降の国内における既設炉の代替需要や国際市場を目指した次世代軽水炉開発事業を、電力会社及び原子炉メーカーとの協力の下、その中核機関として実施する。また、(財)原子力発電技術機構からの継承事業である、安全解析事業、耐震性及び軽水炉廃止措置に関する調査研究を実施し、その発展を図る。

(ア) 次世代軽水炉に関する技術開発及び調査研究

- ① 次世代軽水炉開発に係る技術開発
- ② 次世代軽水炉に係る規格基準整備のための調査研究
- ③ 次世代軽水炉の核燃料サイクルへの影響に係る調査研究

(イ) 原子力安全に関する調査研究

- ④ 原子力発電施設の安全解析に係る調査研究

(ウ) 原子力発電施設の耐震性に関する調査研究

- ⑤ 耐震信頼性実証試験データの有効活用に係る調査研究

(エ) 廃止措置に関する調査研究

- ⑥ 軽水炉廃止措置に係る規格整備に係る調査研究
- ⑦ 軽水炉廃止措置の標準化に係る調査研究

3. 調査研究成果に係る情報発信

(1) 前号の事業で得られた成果のうち、技術情報として有用度の高いものを編集し、情報提供を行う。これらの調査研究に係る活動内容や成果は、寄稿・投稿、講演会、学会発表、ホームページへの掲載等により公表し、広く利用に供することとする。

(2) 当研究所では、下記の手法により、調査研究成果に係る情報発信を行う。

- ① 定期刊行物（季報エネルギー総合工学）の刊行
- ② 月例研究会等の開催
- ③ エネルギー技術情報プラットフォームの整備及び運用
- ④ エネルギー技術に係る冊子（エネルギー技術最前線）の刊行

4. その他

(1) 当研究所の創立30周年を記念して、以下の事業を実施する。

- ① 海外招聘講演も含む創立30周年記念シンポジウムの開催
- ② エネルギー技術に係る懸賞論文コンクールの実施
- ③ 当研究所の活動を記録した「30年の歩み」の作成及び配布
- ④ エネルギー技術開発戦略に係る出版物の刊行

(2) 当研究所の「中長期ビジョン」の改訂を行う。

(3) 産・学・官の緊密な協力体制の下、エネルギー技術上の諸問題について、関係各分野の専門家による情報交換と共有を実施する場を提供し、適宜、エネルギー技術開発のあり方について提言を行う。

(4) 海外の調査研究機関との交流・連携を深めるとともに、国際プロジェクトへの参画等により、国際協力の一端を担う。

● 行 事 案 内 ●

創立30周年記念特別シンポジウム

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—

主 催： エネルギー総合工学研究所

協 賛：エネルギー・資源学会，(社)日本エネルギー学会，
(社)日本原子力学会

開催日時：平成20年5月15日（木）10：00～17：00

会 場：経団連ホール（定員450名）
東京都千代田区大手町1-9-4 経団連会館14F

参加費：無料

問合せ先：（財）エネルギー総合工学研究所シンポジウム事務局

電話：03-3508-8891/FAX：03-3501-1735

E-mail：sympo@iae.or.jp

ホームページ：http://www.iae.or.jp/

研究所のうごき

(平成20年1月2日～4月1日)

◇ 第29回評議員会

日時：3月6日(木) 10:30～11:30

場所：経団連会館(9階) 902号室

議題：

第一号議案 平成20年度事業計画および収支予算(案)について

第二号議案 NUPECの事業継承ならびに残余財産の受け入れについて

第三号議案 理事および監事の選任について

第四号議案 寄附行為の一部変更について

第五号議案 その他

◇ 第71回理事会

日時：3月14日(金) 10:30～11:30

場所：経団連会館(9階) 902号室

議題：

第一号議案 平成20年度事業計画および収支予算(案)について

第二号議案 NUPECの事業継承ならびに残余財産の受け入れについて

第三号議案 寄附行為の一部変更について

第四号議案 理事4役の互選について

第五号議案 評議員の一部交替について

第六号議案 顧問の委嘱について

第七号議案 事務局長の委嘱について

第八号議案 その他

◇ 月例研究会

第264回月例研究会

日時：1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. 合成燃料のLCA評価
(日本工業大学 工学部 システム工学科 准教授 八木田 浩史 氏)
2. メタンハイドレート資源開発と応用技術
(独)産業技術総合研究所 メタンハイドレート研究ラボ ラボ長 成田 英夫 氏)

第265回月例研究会

日時：2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. 米国における国内排出権取引をめぐる動向の分析
(財)電力中央研究所 社会経済研究所 重点課題温暖化防止政策の分析と提言 研究員 上野 貴弘 氏)

2. 石炭ガス化複合発電(IGCC)実証機の運転状況

(株)クリーンコールパワー研究所 常務取締役 石橋 喜孝 氏)

第266回月例研究会

日時：3月28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19年度エネルギー技術に関するアンケート調査の結果
(財)エネルギー総合工学研究所 研究理事 主席研究員 正田 知士)
2. 「エネルギー”どんだけ～!”って考えてみたくなるエネルギー・環境教育のすすめ」～エネルギー・環境教育で育むStruggle for Living(生きる力)～
(株)環境エネルギー総合研究所 代表取締役 大庭 みゆき 氏)

◇ 外部発表

[講演]

発表者：小野崎 正樹

テーマ：バイオマス・天然ガス・石炭などから製造する合成液体燃料の将来動向

発表先：千代田化工建設(株) 公開講座(非公開)

日時：1月21日

発表者：徳田 憲昭

テーマ：(財)エネルギー総合工学研究所の取り組み(風力発電関係)

発表先：JEMA「第5回風力発電・成果データ検討分科会/PT12-2合同会議」

日時：1月21日

発表者：蓮池 宏、村田 謙二、渡部 朝史

テーマ：自動車の走行距離分布を考慮したプラグインハイブリッド自動車の経済性評価

発表先：第24回エネルギーシステム・経済・環境コンファレンス

日時：1月30日～31日

発表者：蓮池 宏

テーマ：超長期エネルギー技術戦略と電動車両への期待

発表先：科学技術展望懇談会(株)テクノバ主催)

日時：2月22日

発表者：石垣 幸雄

テーマ：(1)品質別電力供給システム実証研究に係る総合調査-負荷設備の需要・運用実態調査結果について-

(2) 品質別電力供給システム実証研究に係る総合調査－停電及び瞬時電圧低下の被害状況に関する調査結果について－
発表先：平成20年電気学会全国大会（一般講演）
発表日：3月19日～21日

発表者：渡部 朝史

テーマ：新電力ネットワーク技術に関わる総合調査－経済性評価に関する検討結果について－
発表先：平成20年電気学会全国大会（一般講演）
日 時：平成20年3月19日～21日

発表者：浦田 浩孝

テーマ：電力ネットワーク技術実証研究－分散型電源連系に伴う標準的な電圧上昇対策の検討－
発表先：平成20年電気学会全国大会（一般講演）
日 時：平成20年3月19日～21日

[論文・寄稿]

発表者：角本 輝充、赤井 誠（産総研）、白井 俊行（資工庁）

テーマ：エネルギー分野における技術戦略マップの概要
寄稿先：日本エネルギー学会誌1月号（特集「我が国のエネルギー分野の技術戦略」）

発表者：坂田 興、蓮池 宏、大西 徹、浅見 直人

テーマ：「新エネルギーの開発・導入促進」に寄与する技術の技術戦略
寄稿先：日本エネルギー学会誌1月号（特集「我が国のエネルギー分野の技術戦略」）

発表者：小野崎 正樹、講川 孝治（産総研）

テーマ：「化石燃料の安定供給とクリーン・有効利用」に寄与する技術の技術戦略
寄稿先：日本エネルギー学会誌1月号（特集「我が国のエネルギー分野の技術戦略」）

発表者：波多野 守

テーマ：「原子力利用の推進と大前提となる安全の確保」に寄与する技術の技術戦略
寄稿先：日本エネルギー学会誌1月号（特集「我が国のエネルギー分野の技術戦略」）

発表者：蓮池 宏

テーマ：「運輸部門の燃料多様化」に寄与する技術の技術戦略
寄稿先：日本エネルギー学会誌1月号（特集「我が国のエネルギー分野の技術戦略」）

発表者：松井 一秋

テーマ：会議報告 ロシアの核燃料サイクル戦略がわかる－ISTC科学諮問委員会セミナー2007年9月22日～27日（ロシア，ニジニ・ノブゴロド）
寄稿先：日本原子力学会誌 Vol.50, No.1（平成20年1月）

発表者：山田 英司

テーマ：第20回世界エネルギー会議ローマ大会参加報告
寄稿先：エネルギーレビュー 2月号（平成20年1月20日発行）

発表者：松井 一秋

テーマ：ショートレポート 制御棒引き抜け報告会に思う
寄稿先：日本原子力学会誌 Vol.50, No.2（平成20年2月）

発表者：浅見 直人

テーマ：エネルギー分野におけるバイオマスの活用～バイオマスのエネルギー利用における技術の現状と展開について～
寄稿先：京都高度技術研究所活動報告書『バイオマス利用研究』（平成20年2月）

発表者：松井 一秋

テーマ：随筆「正月の社説」
寄稿先：エネルギーレビュー 3月号（平成20年2月20日発行）

発表者：鳥飼 誠之

テーマ：原子力学会倫理規程と技術倫理
寄稿先：「技術士」（日本技術士会機関誌）倫理シリーズ（平成20年3月号）

発表者：中村 恒明、村田 謙二、坂田 興、岩淵 宏之

テーマ：燃料電池自動車用水素の供給価格と技術課題
寄稿先：水素エネルギー協会誌 第33巻第1号（平成20年3月31日）

発表者：坂田 興

テーマ：近未来の水素製造とコスト
寄稿先：水素エネルギー協会誌 第33巻第1号（平成20年3月31日）

◇ 人事異動

○3月31日付

(出向解除)

石垣幸雄 プロジェクト試験研究部 主管研究員
岡田康宏 プロジェクト試験研究部 主管研究員

○4月1日付

(採用)

時松宏治 プロジェクト試験研究部 主任研究員
笠井 滋 原子力工学センター 部長(副主席研究員)
岡田英俊 原子力工学センター 主管研究員
堀内亜紀子 原子力工学センター 研究員
高野里美 原子力工学センター 研究員

(出向採用)

國分裕一 プロジェクト試験研究部 主管研究員
吉田一雄 プロジェクト試験研究部 主管研究員
小西康雄 プロジェクト試験研究部 主管研究員
大賀幸治 原子力工学センター 主管研究員
黒崎利和 原子力工学センター 主管研究員
山本知史 原子力工学センター 主管研究員
上原 靖 原子力工学センター 主任研究員
井上方夫 原子力工学センター 主任研究員
長峰康雄 原子力工学センター 主任研究員

(嘱託採用)

内藤正則 原子力工学センター 部長(特任参事)
白川典幸 原子力工学センター 参事

(兼務)

山田英司 専務理事兼原子力工学センター長
井上 隆 プロジェクト試験研究部兼原子力工学センター 主管研究員
中村文隆 プロジェクト試験研究部兼原子力工学センター 主管研究員
鈴木和人 プロジェクト試験研究部兼原子力工学センター 主管研究員
都筑和泰 プロジェクト試験研究部兼原子力工学センター 主任研究員(一般職5級)

(異動)

小川紀一郎 プロジェクト試験研究部 参事

(昇級)

徳田憲昭 基幹職2級
池田郁子 一般職5級
末廣理恵 プロジェクト試験研究部 主任研究員(一般職4級)

第 30 卷 通 卷 目 次

VOL.30, NO.1 (2007.4)

【巻頭言】			
Eーサイエンスとエネルギー問題	国立情報学研究所長	坂 内 正 夫	1
【理事長対談】			
情報化社会におけるエネルギー技術情報	東京大学大学院 新領域創成科学研究科 人間環境学専攻 教授 (財)エネルギー総合工学研究所 理事長	岩 田 修 一 秋 山 守	3
【寄稿】			
最近の大型二次電池の開発状況	(財)電力中央研究所 材料科学研究所 材料物性・創製領域 エネルギー変換・貯蔵グループ 主任研究員	三 田 裕 一	16
【寄稿】			
合成燃料 (GTL) 計画の動向—成否を左右する投資サイクル—	日本ガス合成(株) 取締役	兼 子 弘	28
【寄稿】			
ハイブリッド車の技術動向と展望			
—ハイブリッド車のトレンドとプラグインハイブリッドの課題—	(独) 産業技術総合研究所 エネルギー技術研究部門 客員研究員	清 水 健 一	37
【調査研究報告】			
バイオマスエネルギー高効率転換技術開発			
「下水汚泥の高効率ガス変換発電システムの開発」の成果	プロジェクト試験研究部 専門役 三菱重工業(株) 横浜製作所 環境ソリューション技術部 主幹 (株)NGK水環境システムズ 事業戦略本部 環境開発室長	浅 見 直 人 貝 原 裕 二 柳 瀬 哲 也	48
【内外情勢紹介】			
アラブ首長国連邦 (UAE) アブダビ訪問記			
—第 1 回 “Energy 2030” に参加して—	エネルギー技術情報センター 専門役	小 川 紀一郎	61
【事業計画】			
平成19年度 事業計画	(財)エネルギー総合工学研究所		66
【研究所の動き】			71
【第29巻通巻目次】			73
【編集後記】			78

VOL.30, NO. 2 (2007.7)

【巻頭言】			
豊かな水の惑星「地球」の未来のために	(社)日本電機工業会 専務理事	早野敏美	1
【寄稿】			
イオン液体の特徴とエネルギー変換・貯蔵システムへの応用	横浜国立大学大学院 工学研究院 教授	渡邊正義	3
【寄稿】			
石油開発における採油増進回収技術 (EOR)	(独)石油天然ガス・金属鉱物資源機構 石油・天然ガス開発R&D推進グループ 石油工学研究チームチームリーダー	岡津弘明	11
【調査研究報告】			
「エネルギー技術戦略2007」の策定について —エネルギー分野の技術戦略マップ—	プロジェクト試験研究部 主管研究員	角本輝充	24
【調査研究報告】			
低品位化石資源の化学原料化に伴う各種リスクの低減策について	プロジェクト試験研究部 副参事	埴雅一	33
【調査研究報告】			
産業用オフロードエンジンとその排出ガス規制	プロジェクト試験研究部 主管研究員	山田輝明	41
【調査研究報告】			
海外における風力発電の動向について —主に電力システムへの影響評価事例を中心に—	プロジェクト試験研究部 主任研究員	伊藤学	47
【調査研究報告】			
水素革新的技術の研究 —枠組と研究トピックス—	プロジェクト試験研究部 主任研究員	曾根英文	55
【事業報告】			
平成18年度 事業報告の概要	(財)エネルギー総合工学研究所		64
【行事案内】			
第23回エネルギー総合工学シンポジウム			66
【研究所の動き】			67
【編集後記】			69

VOL.30, NO. 3 (2007.10)

【巻頭言】

原子カルネサンスと共生	関西電力(株) 取締役副社長	森本浩志	1
-------------	----------------	------	---

【特別報告】

次世代軽水炉の開発について	(財)エネルギー総合工学研究所 理事	松井一秋	3
---------------	--------------------	------	---

【寄稿】 最近の省エネルギー政策と技術の動向

—世界に冠たる省エネ技術の更なる発展—	(財)省エネルギーセンター 企画調査部 部長	佐藤文廣	10
---------------------	------------------------	------	----

【調査研究報告】

原子力分野における人材基盤に関する分析と課題	プロジェクト試験研究部 主管研究員	氏田博士	20
	プロジェクト試験研究部 参事	波多野守	
	プロジェクト試験研究部 主管研究員	鈴木和人	

【調査研究報告】

消防機関と原子力事業者等との円滑な連携について	プロジェクト試験研究部 主管研究員	酒谷幹男	27
-------------------------	-------------------	------	----

【調査研究報告】

原子力安全と科学技術社会論	プロジェクト試験研究部 主管研究員	氏田博士	34
---------------	-------------------	------	----

【調査研究報告】

水素供給インフラ整備のシナリオ	プロジェクト試験研究部 主管研究員	中村恒明	40
—水素供給の価格分析と技術課題—			

【調査研究報告】

車載水素貯蔵材の動向	プロジェクト試験研究部 副参事	村田謙二	48
------------	-----------------	------	----

【調査研究報告】

電力・ガス総合技術開発戦略の策定について	プロジェクト試験研究部 主管研究員	岡田康宏	61
	プロジェクト試験研究部 主任研究員	高山大輔	
	プロジェクト試験研究部 主任研究員	鳥飼航洋	

【お知らせ】

エネルギー技術情報プラットフォームの運用開始について	(財)エネルギー総合工学研究所 エネルギー技術情報センター		72
----------------------------	-------------------------------	--	----

【研究所の動き】	75
----------	-------	----

【編集後記】	77
--------	-------	----

特集：第23回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
— バイオマスの真価を問う —

平成19年 9月11日(火) 経団連ホール (経団連会館14階)
総合司会 プロジェクト試験研究部部長 小野崎 正樹

【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 次長	平 工 奉 文	3
【基調講演】	地球環境から見たこれからのエネルギー 三菱マテリアル(株) 名誉顧問	秋 元 勇 巳	5
【特別講演】	持続可能なエネルギーシステム 東京大学大学院 工学系研究科 電気工学専攻 教授	山 地 憲 治	16
【講演】	バイオマスのエネルギー利用における技術の現状と展開 (財)エネルギー総合工学研究所 参事	浅 見 直 人	28
【講演】	バイオマス資源の発電利用—現状と電源開発の取組み— 電源開発(株) 取締役	田 澤 浩 一	37
【講演】	世界のバイオエタノールビジネスの動向と商社の取組み 丸紅(株) 生活・環境機械部 部長代理	鳥 越 浩 明	45
【パネルディスカッション】	テーマ：バイオ燃料の将来を探る 司 会 駒 橋 徐 日刊工業新聞社 編集委員 パネリスト 五十嵐 泰 夫 東京大学大学院 農学生命科学研究科 応用生命工学専攻 教授 (五十音順) 西 尾 直 毅 日本アルコール産業(株) 相談役 森 光 信 孝 トヨタ自動車(株) BRエネルギー調査企画室 シニアスタッフエンジニア 湯 川 英 明 (財)地球環境産業技術研究機構 微生物研究グループ グループリーダー		54
【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	72
【研究所の動き】			73
【編集後記】			75

編集後記

科学技術と社会との関わりについて問題が起こり得ると認識されて久しい。人類にとって永遠の課題であろう。

なぜ問題なのか。言うまでもなく、科学技術が社会にそしてその構成要素である人間に対して、恩恵のみをもたらすハッピーなケースは限定的で、害をなす場合あるいは恩恵と害を同時に与える場合があるからだ。

科学技術は人間の頭脳が生み出したもの。純粋な学問的興味から生まれ、あるいは人間のそもそもの運動能力を何倍にもする道具として、文化や知恵の継承、快適で豊かな生活、健康な生活等々を助ける手段として、戦争の手段として、そして金儲けのために、次々と創造されてきた。このような活動は人類が滅亡するまで止まないだろうとすると、科学技術には、社会および人間と“折り合い”を付けていくことが求められる。

もとよりこのことは今始まったことではなく、多分産業革命以降の歴史の中で繰り返し言明されてきたことだ。しかし、地球温暖化への対応が広く人々に認識された今日において、この折り合いの重要性はかつてなく高まっているのではないだろうか。当然、折り合うべき対象の社会的広がりを認識しなければならない。広がりには、地理的広がりもあれば、世代、階層、信条、宗教、人種、国家、等々の広がりもある。また、地方の問題

であると同時に日本の問題であるもの、あるいは日本の問題であるとともにアジアのそして世界の国々の問題であるものといった複合的な問題もある。広がりの中の部分と全体では折り合いの付け方も異なってくるだろうし、一般的に単純な回答は期待できないだろう。広い視点を持って、原則について、そして細則におよぶ合意を形成していく必要がある。

言うまでも無く、折り合いは相互的であり、科学技術のみならず社会サイドの問題でもある。社会が、場合によっては自らのあり方を変えることを含めて科学技術をどのように使いこなすのか、今や受動的に受け入れるだけでなく、主体的な取り組みをせざるを得なくなったと言えるであろう。

科学技術と社会の双方ともに近視眼的議論に終始することは許されない。折り合いは、地球温暖化を考えれば主にエネルギー分野の課題であるが、同様な広がりを有する医療および情報分野にとっても、極めて重要であると考えられる。

折り合いを付けられない科学技術が社会から退場するだけで済めばそれで良いが、もしかするとそれは大きな損失かもしれない。

編集責任者 正田知士

季報 エネルギー総合工学 第31巻第1号

平成20年4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。