

## 「わが国の原子力発電の現状」

安達

### (要約)

- ・原子力発電は、わが国では基幹エネルギーとして大きな役割が与えられているが、世界の趨勢はむしろ原子力利用からの撤退の方向にある。
- ・他のエネルギー価格の相対的な低下や規制緩和の進展によって、原発の経済的優位性が失われている。また、原発の現段階における最大のセールス・ポイントであるエネルギー自立ならびに地球環境問題解決への寄与についても、国民的コンセンサスが得られているわけではない。それに加えて原発は、安全性や核不拡散から見た安全保障上の問題も孕んでいる。
- ・こうした中で最近、「原発を特別視するのではなく、他のエネルギーと同じ土俵で考えるべきではないか」あるいは「原発が生き残るためにはどうすればよいか」といった見方が原子力推進論者の中からも出てきている。今後、電気事業者は、核燃料サイクルも含めて原発システム全体としての経済性をより重視する方向で原発事業を展開していくであろう。
- ・しかし、もっと重要なのは国民経済的視点からの議論である。市場の自由化が進むわが国において、原発推進の根拠は何か、もし原発が経済的でないとするならば原発のメリットと言われるものはそれをカバーしうるのか、といった基本的な問題について広く議論しコンセンサスが形成されるべきである。その前提として、まず原発の真のコスト(原価ならびにリスク)が明らかにされる必要がある。

### はじめに

政府の長期エネルギー需給見通しでは、今後 10 年間で 20 基強の原子力発電の新設が見込まれている。今後のエネルギー需要を賄うとともに、わが国のエネルギー自立を確保し、地球温暖化問題に対応するためには、原子力のさらなる推進が不可欠であるとするシナリオである。

しかし、世界の原子力利用計画は市場の自由化が進む中で、経済的優位性を失い縮小傾向にある。国内でも、原発の安全性や使用済み核燃料再処理をはじめとするバックエンド問題への懸念が高まっている。

こうした中で、わが国の原子力利用についてどのようなオプションがあるのだろうか。この問題を考える前提としていくつかの論点整理を行い、最後に若干の私見を述べたい。

なお、参考のための表は本稿の終りにまとめて掲載した。

## 1. わが国の原子力発電の現状と今後の見通し

### (1) 現状

現在、わが国では51基の商業用原子力発電が稼働しており、総発電量の約30%を原子力が占めている。世界で稼働中の原発約430基のうち1割強がわが国に立地し、米国の107基、フランスの56基に次いでわが国は世界第3位の原発大国である。(表1参照)

わが国の商業用原発は1970年代に20基、80年代に16基、そして90年代に入って15基が運開した。しかし90年代後半になるとペースダウンし、97年7月の九州電力玄海4号を最後に原発新設は途絶えている。また、建設中のものは2002年運開予定の女川3号1基のみであり、建設準備中は4基あるが、この中には10年間も着工が遅れている東北電力巻1号が含まれている。

原発のメリットは主に、供給の安定性であり経済性であると言われている。しかし、時代によって力点の置き方に若干の違いが見られる。原発の導入当初から主張されたのは経済性であり(1950年代~90年代前半)、少し遅れて供給の安定性であった(60年代後半から現在)。そしてオイル・ショック以降は、石油代替ならびに準国産エネルギーであることが強調された(70年代後半~現在)。また、近年はクリーン・エネルギー性に力点が置かれている(80年代~現在)。

政府は原子力促進のために年間5千億円弱の予算を投入している(平成10年度は4,691億円)。主な用途は原発立地先の地域振興や安全対策、高速増殖炉の維持管理、核燃料サイクルのための研究開発費などである。これらの原子力関係予算は、全体の約6割(平成10年度は2,753億円)が電力料金に上乗せして徴収する電源開発促進税(kwh当たり現在44.5銭)を原資とする電源開発促進対策特別会計から、残り4割が一般会計から賄われている。平成10年度の電源特会全体の予算額は4,616億円、同じくエネルギー関係特会予算額は全体で11,934億円であったことから、電源特会の約6割、ならびにエネルギー関係特会の約2割が原発推進のために使われたことになる。なお現在、原子力の総発電量に占める割合および1次エネルギー供給全体に占める割合は、それぞれ約30%、13%である。

### (2) 今後の見通し

COP3で合意された地球温暖化ガス削減の目標達成に向けて、政府が97年6月に策定した長期エネルギー需給見通しでは、2010年までの10年間に20基強の原発の新設が必要であるとされている。また、1998年12月に発表された日本エネルギー経済研究所の長期見通し

では、計画中のもので用地が既に確保されている分を積み上げて、2010年までに約10基の原発新設を見込んでいる。

しかし、こうした見通しに反して現状は極めて厳しい状況にある。国際的には、70年代終わりから80年代にかけて、米国スリーマイル島やソ連チェルノブイリなどでの原発事故を契機に世界各地で反原発運動が高まった。さらに90年代に入ると電力市場の自由化が進展する中で、資本コストが高く投資の回収期間が長期にわたる原発は選択されにくくなっている。かつては原発を積極的に推進してきた米国やドイツ、英国においては、今では建設中ばかりか計画段階のものすら皆無である。フランスにおいても建設中の原発は4基あるが、それ以降の建設計画は今のところない。世界の建設・計画中の原発の数は、ピーク時の1975年には505基であったが、80年には382基、85年306基、90年156基、そして97年には94基へと激減してきている。（表2参照）なお、この10年間、稼働中の原発の数は420～430基とほぼ横ばいであり、この間に多くの新設計画が断念されたことを物語っている。

こうした中で、現在、原発を推進しようとしているのは主に、日本、韓国、中国、インドなどのアジア諸国であり、97年時点で世界の建設・計画中の原発94基の半数に当たる46基が同地域に集中している。しかし、日本国内においても新型転換炉（ATR）の実証炉建設計画の中止（95年8月）に続いて、高速増殖炉（FBR）の原型炉「もんじゅ」のナトリウム漏洩・火災事故（95年12月）、動力炉・核燃料開発事業団東海再処理工場の火災・爆発事故（97年3月）などの事故が起き、核燃料サイクル政策に対する国民の不信感が高まっており、原発は現在バックエンドからの強い逆風を受けている状況にあると言えよう。

## 2. 原子力発電を取り巻く環境の変遷

次に歴史を溯って、わが国の原子力利用に関する基本的スタンスならびに原発を取り巻く環境の変遷について概観する。

### （1）わが国の原子力利用政策の基本方針

#### 対外戦略

わが国の原子力利用政策の基本方針は、米国主導の下で推進されてきた国際核不拡散政策に協力しつつ自国の原子力民事利用の拡大を図る、という2つの目標を同時に達成することであった。そのためには、国際原子力機関（IAEA）による核物質の管理システム・査察制度の構築に積極的に協力して、原子力技術の供給国による直接的コントロールを回避するとともに、米国への過度の依存を避け、他の西欧諸国との協力関係を築く必要があった。再処理事業におけるフランスからの技術導入による国内工場の建設や、英仏両国への

再処理サービスの委託はその典型的な例であり、とくにプルトニウム利用については、日米関係よりも日欧関係が緊密であった。

#### 国内戦略

1956年1月、わが国の原子力政策の最高意思決定機関としての原子力委員会（事務局は科学技術庁）が発足し、翌57年に、「増殖炉型動力炉の国産化を最終目標とし、米国製の軽水炉などをそれまでのつなぎとして導入する」という内容の「発電用原子炉開発のための長期計画」を発表した。そして、この長期計画の方向に沿って、商業化途上段階は科学技術庁グループが、商業段階については通産省・電気事業グループが担当するという国内の2元推進体制が敷かれた。科学技術庁グループとは、科学技術庁、日本原子力研究所、動力炉・核燃料開発事業団（98年10月核燃料サイクル開発機構へと改組）であり、通産省・電気事業グループとは、通産省、電源開発株式会社、日本開発銀行、日本輸出入銀行、9電力、日本原子力発電、日本原燃などである。現在、商業用原子力発電炉については通産省が、研究開発段階の原子炉ならびに核燃料サイクル施設については科学技術庁がそれぞれ許認可権を有している。

73年のオイル・ショックを契機に、エネルギー政策は最高レベルの国策のひとつに格上げされた。そのうえエネルギー安全保障つまり脱石油が総合エネルギー政策の最重要課題となったために、原発はその地位を大きく向上させることになった。また、74年6月に制定された電源3法（発電用施設周辺地域整備法、電源開発促進税法、電源開発促進対策特別会計法）は原発の拡大に大きく寄与した。

さらに、79年の第2次オイル・ショックを経て80年代に入ると、それまで科学技術庁が推進してきた新型転換炉（ATR）、使用済み燃料再処理、ウラン濃縮などの開発研究は、実用化段階に達したものとして通産省・電気事業グループへと移管された。そして、通産大臣の諮問機関であり資源エネルギー庁が事務局を勤める総合エネルギー調査会が、軽水炉システム全体（発電炉としての軽水炉ならびにウラン濃縮からバックエンドに至る核燃料サイクルを含む一連のシステム）に係わる政策に関して、原子力委員会に並ぶ大きな権限を確立することになった。

#### （2）原子力発電開発の推移

次に、原発がわが国のエネルギー政策の中で、その地位を一段と高めたオイル・ショック以降の動向について若干詳しくみてみる。（表3参照）

#### 発電炉

70年代から80年代にかけて通産省・電気事業グループが推進したのは、軽水炉改良標準

化計画ならびに軽水炉発電システムのインフラ整備であった。前者は、1975～85年にかけて第一次から第三次まで行われ、故障の低減による設備稼働率の向上と、外国技術依存から脱却して自主技術に基づく軽水炉を確立することを目的とするものであった。この計画は概ね所期の目的を達成したが、外国技術依存からの脱却という点に関しては、現実には日米共同開発方式による改良型軽水炉（ABWR および APWR）の開発という方向に収斂した。米国の原子力産業にとっては、自国の原子力発電の停滞を日本との提携によってカバーすることは大きなメリットがあった。後者の軽水炉発電システムのインフラ整備は、余剰プルトニウムの処分や放射性廃棄物・使用済み核燃料の貯蔵・処分などのバックエンド関連施設の整備を主眼とするものであった。

一方、軽水炉関連以外では、従来、電源開発（株）が検討を進めていた青森県大間町に建設予定の ATR の実証炉建設計画は、電事連がその不経済性を理由に撤退を表明したことから、95年8月に建設計画の中止が決定された。また、原型炉「ふげん」の運転期間を5年間とすることが97年12月に地元との間で合意された。

原子力政策円卓会議（次の(3)で触れる）における栗田福井県知事の提案がきっかけとなって設置された高速増殖炉懇談会（原子力委員会内）は97年11月に、「高速増殖炉を将来の非化石エネルギー源の一つの有力な選択肢として位置づけ、その実用化の可能性を追求するため研究開発を進める。実用化にあたっては、適切な評価と見直しを行うなど柔軟に対応する。原型炉『もんじゅ』は研究開発の場の一つとして位置づける」という内容の報告書を発表した。それまでの原子力開発利用長期計画では、「実証炉については、2000年代初頭の着工を目標に電気事業者が建設の準備を進め、2030年頃までには実用化が可能となるよう高速増殖炉の技術体系の確立を目指す」と具体的なタイム・スケジュール目標が掲げられていたが、当報告書では、「柔軟な対応」という表現に変わっている。そこで一部には、当報告書は、「事故以来停止していた『もんじゅ』の運転再開は認めるが、実証炉建設計画は実質的に無期延期する」との意に読まれるべきだとの見方もある。

#### 核燃料サイクル

現在、わが国で進められている軽水炉路線における核燃料サイクルとは、ウラン濃縮、核燃料再処理、放射性廃棄物処分、ならびに使用済み核燃料や高レベル放射性廃棄物の中間貯蔵など一連の工程を指す。このうち核燃料再処理は、原子炉から使用済み核燃料を取り出した後、それに含まれるプルトニウムと減損ウランを抽出し、それ以外の核分裂生成物を高レベル放射性廃棄物として分離する工程である。

わが国においては、使用済み燃料はすべて再処理することを基本方針としている。再処理のメリットはウラン資源の有効利用にあり、これは高速増殖炉との組み合わせで意味を

持つ。一方、再処理のデメリットは核拡散リスクが大きく、またコストがかかることである。

わが国の核燃料サイクルのインフラ建設状況をみると、ウラン濃縮については、動燃が岡山県人形峠に建設したパイロットプラントが79年9月より操業を開始したが、その能力は100万kw級原発1基のわずか5ヶ月分であり、また再処理については、フランスから技術導入した動燃の東海再処理工場が81年より本格稼働を開始したが、処理能力は100万kw級原発の7基分相当に過ぎなかった。そうした中、電事連主導の下で、核燃料サイクル3施設（燃料再処理工場、ウラン濃縮工場ならびに低レベル放射性廃棄物貯蔵センター）を青森県六ヶ所村に建設する計画が打ち出され、85年4月に関係者間で基本協定書が取り交わされ現在建設中である。

しかし世界に眼を転じると、再処理に対するスタンスが変化してきている。70年代初期までは使用済み核燃料はすべて再処理され、回収されたプルトニウムは高速増殖炉で再利用するというのが国際的な通念であった。しかし今日では、再処理に対するコンセンサスは存在せず、再利用路線から中間貯蔵あるいは直接処理に路線変更した国が多い。米国政府はクリントン政権発足後の93年に核不拡散政策を強化して、核兵器に使用可能な高濃縮ウランやプルトニウムの備蓄量を世界規模で最小限まで減らすとともに、自国での再処理によるプルトニウム抽出を行わない方針を明確に打ち出した。

そうした中、総合エネルギー調査会原子力部会での検討結果も踏まえて原子力委員会は97年1月に、「当面の核燃料サイクルの具体的な施策について」と題する報告書を発表した。その概要は、「発生するすべての使用済み燃料を再処理し、かつ余剰プルトニウムを持たないという基本方針の下に核燃料サイクルを推進する。そのために軽水炉でのプルトニウム利用（プルサーマル）を推進し、使用済み核燃料の貯蔵ならびに再処理を行うための六ヶ所再処理工場の建設を推進する」というものであった。

### （3）原子力政策円卓会議の開催

70年代末から起きた大規模な原発事故を契機に、原発の安全性に関する論議が高まった。燃料棒中に溜まった放射性生成物が原子炉内部に一部放出されたスリーマイル島原発事故（79年）、そして放射性生成物の一部が発電所の外部に飛散したチェルノブイリ原発事故（86年）、さらに核不拡散や環境汚染問題とも絡まってプルトニウム利用に厳しい目が向けられ、これに95年12月の「もんじゅ」の2次冷却系からのナトリウム漏洩事故が追い打ちをかけた。それに加えて、97年3月の動燃東海再処理工場のアスファルト固化処理施設で発生した火災爆発事故、それに付随して起こった虚偽報告事件は、もんじゅ事故によっ

て大きく揺らいだ動燃に対する信頼を失墜させるに至り、ひいては原子力行政そのものに対する批判世論を呼び起こした。

そうした中、原発立地県の福島・新潟・福井 3 知事の要望を受けて、政府は原子力政策に国民や地域の意見を反映させ、国民的コンセンサスを形成するための「原子力政策円卓会議」を設置した。この会議は、推進派と反対派、地元関係者などが一堂に会して原発問題を論じた初めての場であり、96 年 4 月から 9 月までに 11 回開催され、討議内容も公開された。円卓会議では、従来の賛成派對反対派の議論に加えて、「原発の誘致は地域の活性化につながるか」「国策と住民の意思の調整をどう図るか」といった地元からの問題提起も大きな争点になった。

円卓会議そのものに対する評価は 2 つに分かれている。原子力について異なる見解を持つ多くの人が集まって議論したこと自体がひとつの前進であるとする見方と、議論は結局のところ平行線であり、その後の原子力政策にも反対派や地元の意見が反映されていないとする見方である。後者の立場からの意見として、「97 年 1 月に、プルサーマル推進計画を主たる内容とする総合エネルギー調査会原子力部会の報告書ならびに原子力委員会の報告書が出されたが、これは核燃料サイクルの全体像についての国民的なコンセンサスが形成されないまま打ち出されたものであり、円卓会議が実質的な意義を持たなかったということではないか」との批判がある。

### 3 . 原子力発電の問題の所在

原子力政策円卓会議でモデレーター（議事運営責任者）を務めた京都大学の佐和隆光教授が、原発推進派の主張を概ね次のように要約している。

- (a) エネルギー需要は過去のトレンドに沿って伸び、21 世紀半ばには石油は枯渇する
- (b) 省エネと新エネには多くを期待できない
- (c) 原子力は安全。また、地球温暖化防止のために最も有効な手段
- (d) エネルギー政策は国策である
- (e) 反対派は理解不足。今後国民の理解を得られるよう努力することが大切
- (f) 東南アジアではエネルギー需要が急増し、当地域での原発への依存度が高まる

同じく、反対派の主張として

- (a) エネルギー需要の伸びの抑制は可能
- (b) 省エネと新エネに期待できる
- (c) 原発建設を容認するか否かは地域住民が選択する
- (d) 原子力行政は情報非公開、非民主的、不透明に過ぎる

- (e) なぜ過疎地域にのみ原発をつくるのか
  - (f) 安全と安心の欠如が問題。安心の欠如は行政に対する信頼の欠如に由来する
  - (g) バックエンド対策については、推進する前に国民的合意を図ることが先決
  - (h) 欧米諸国が原発から撤退しつつある中、なぜ日本だけが原発を推進するのか
- 以下に、原子力政策円卓会議での議論を含めて、原発を巡る論点について整理する。

#### (1) 供給の安定性

原子力政策円卓会議での争点を煮詰めていくと最終的に行き着くのは、原子力がなくても将来の電力需要が賄えるかどうかということである。原発反対派は、原発がなくても電力需要は賄えろとし、その根拠を省エネと新エネに求める。一方、原発推進派は省エネと代エネの重要性は認めても実際の導入可能性については疑問があるとし、原子力依存は不可避であると主張する。

しかし、原子力の最大のセールス・ポイントである供給安定性についても、詳細にみると問題なしとは言えない。原発において供給安定性を最終的に保障するのは、理論的には燃料サイクルを確立することである。原子力の発電炉では、効率的な稼動を行うために1年で燃料棒の3分の1から4分の1を取り替えて、使用済み燃料を再処理し、燃え残ったウランやプルトニウムなど役に立つものを取り出す。ウランは再び原発の燃料になり、プルトニウムは高速増殖炉の燃料になる。そして高速増殖炉はプルトニウムを自己増殖し、ウラン資源の寿命を100年単位に伸ばすことができる、というのが核燃料サイクルである。

しかし、こうした核燃料サイクルが事業として成り立つためには、ウラン資源の先行き供給不安や、再処理して得られるプルトニウムと燃え残りウランの価値が再処理コストを上回るなどの条件が整うことが必要になる。しかし、現在はウラン資源の開発が進む一方、原子力開発のペースが予想を大きく下回っているため、ウラン資源の枯渇問題は当面起こりそうにない。加えて、バックエンドは高がつき、プルトニウム利用は核拡散リスクを伴い、技術的にもFBRの実用化は早くとも2030年以降に待たなければならないというのが現状である。

こうした中、使用済み燃料の貯蔵問題が顕在化しつつある。現在までに、わが国の原発の運転に伴ってすでに相当量の使用済み燃料が発生し、その一部は国内・国外の再処理施設に搬送されたが、なお多くが発電所の炉内プールに止まり、その蓄積量は年々増大し続けている。100万kw級発電所で25トン/年の使用済み燃料が発生し、ストックとして全国で1,000トンの使用済み燃料が国内に存在すると言われている。プールが満杯になれば、それ以上の使用済み燃料を炉心から排出できなくなり、軽水炉発電所の運転継続が不可能



になる。

このように原発は、理論的には供給安定性に優れていると言われるが、そのメリットを実際に発揮するためにはいくつかの障害を乗り越えなければならない。

## (2) 安全・環境

### 安全・安心

原子力政策円卓会議で供給の安定性に次いで大きな争点になったのは、原子力の安全性の問題である。原発においてはこれまで、原発は危険かどうかという絶対的な価値判断についての議論が優先しがちであった。「原発は危険ではないか」との疑問を反対派が投げかけ、それに対して推進派の専門家は、他国はともかく日本の原発は安全であるという議論を繰り返してきた。しかし、実際には日本でも原発事故が起き、専門家の言う安全と住民や一般市民の感じる安心との間に乖離ができてきているというのが現状である。

原発の安全性について、絶対的な価値判断ではなく相対的あるいは客観的な判断基準を導入すべきだとの議論がある。相対的・客観的判断とは例えば、原発で事故が起きる確率や、その事故で放射能が外部に漏れたり、人に被害を与えたりする可能性を考慮し、原発が持つリスクを他のエネルギーシステムと比較衡量することである。あるいは、社会的に見てこの範囲までのリスクは許されるという許容量の考え方を適用することである。

これに対して、そうした考え方は原子力にはなじまないとする立場もある。第一は、原子力の場合は影響度が桁違いに大きく、他のリスクと同じ土俵で論ずることはできないとするものである。特に、放射能の世代を超えた影響や消滅するまでの時間の長さなどが強調される。第二は、許容量の考え方が成立するのは、放射能を受ける側にとってメリットがある場合に限られるとする立場である。原発で事故の起きる確率は自動車事故や航空機事故に比べて桁違いに小さいと言われているが、リスク負担者と受益者とが異なるときには、同じ尺度で判断することができないという意見である。

円卓会議において、危険負担だけを地元にならざる電気の利用というメリットだけを都市住民は享受しているとの不満が、原発の立地住民から都市住民に対して表明された。このことは、原子力については相対的・客観的な判断基準を導入することがなかなか容易でないことを示している。

### 地球環境問題

原発は地球環境問題の解決に寄与するか。この問いに関して、89年にNHKから出版された「いま、原子力を問う」という本の中で、対照的な2つの答えが紹介されている。ひとつは、環境先進国と言われるドイツ経済研究所ゴイ博士の考え方である。それは、「脱

原発により CO2 の増加は避けられないが、だからと言って CO2 を出さない原発を選択すべきだという結論にも結びつかない。原発路線を続けた場合、生み出される放射性廃棄物の量は加速度的に増えていく。処分方法も最終処分地も決まっていないこの重大な環境問題が、原子力の選択にはつきまとうことを考慮しなければならない。従って、温室効果ガス問題の解決に原発推進を持ち出すことは非現実的な選択である」というものである。

もうひとつは、日本エネルギー経済研究所・前理事長の生田豊朗氏による次のような考え方である。すなわち、「CO2 という環境問題を解決するのに、放射能という別の環境問題で解決するのは矛盾ではないかという批判があるが、環境問題には人類がマネージできる環境問題とマネージできない環境問題がある。原子力の環境問題は前者であり、CO2 は今のところ後者である」というものである。

もし生田氏の考え方を採る場合、それがゴイ氏の考え方との関係で説得性を持つためには、原発がバックエンド問題を含めて将来にわたってマネージメント可能であることが証明されるか、あるいは合理性ありと認識され、その上で社会的な許容限度についてのコンセンサスが形成できるかどうかにかかっていると思われる。加えて、そうした国内におけるコンセンサスは国際的な評価にも耐えうるものであることが必要であろう。

### (3) 経済性

かつては、FBR などの研究開発段階の発電炉はともかく商業用発電炉については、原発は経済的であるとの評価がなされていた。しかし、世界的に規制緩和が行われ市場の自由化が進展するにつれて、原発の経済性が問い直されている。

市場の自由化は経済主体の投資環境に変化をもたらす。経営の先行き不透明感が高まるにつれて小型で資本コストの安い電源が選択され、投資規模が大きく投資の回収期間が長期にわたる原発は選択されにくくなる傾向にある。市場の自由化が進んでいる欧米諸国において原発の新設が停滞しているのは、主にこれが原因であると言われている。そればかりでなく、再処理、使用済燃料・放射性廃棄物処分など他の電源にはない固有の課題も抱えており、費用の不確実性と費用が発生するまでのタイムラグの問題もある。

次に、具体的な数字で原発の経済性をみておきたい。電源別の原価を求めるには大きく2通りの方法がある。ひとつは新規設備のモデル原価であり、もうひとつは実績原価の推定である。(表4 参照)

#### 新規設備のモデル原価

資源エネルギー庁では、92年度まで毎年、新規運開設備のモデル原価の試算結果を公表していた。これは、発電設備の建設費、燃料価格、設備利用率、耐用年数、利子率等につ

いて、標準的な条件を設定して発電原価の試算を行うものである。この方法には、さらに大別して初年度原価法と耐用年平均発電原価法の 2 つがある。前者は、発電設備の運開初年度の発電原価を求める方法であり、簡便であるが運開後の経費の変動が反映できないというらみがある。後者は、耐用年数中の総経費を基準年次に現在価値換算したうえで耐用年数中の平均原価を求める方法である。なお、原子力発電原価の中には、核燃料サイクル、廃炉、放射性廃棄物処理処分等の関連費用を含むとされている。

初年度原価の試算結果は 79 年度から 86 年度まで、また、耐用年平均発電原価については 85 年度から 92 年度までの数値が公表されている。このうち 87 年度の耐用年平均発電原価を見ると、他の電源の原価が 10 円 / kwh を上回っているのに対して、原子力は 9 円 / kwh と最も安いという結果であった。（表 4 の 参照）

耐用年平均原価法による試算は、日本エネルギー経済研究所によっても行われている。（97 年度値。表 4 の 参照） 試算の前提として、原子力については核燃料サイクル、廃炉、放射性廃棄物処理処分等の関連費用を含み、また火力に関しては、今後は地球温暖化防止対策として CO<sub>2</sub> 回収装置を設置するものとして、そのためのコストを付加したものになっている。この結果、LNG 火力は CO<sub>2</sub> 回収装置を付加しても 10 円 / kwh 前後で原子力とほぼ同レベルとなっている。なお表にはないが、LNG 火力は CO<sub>2</sub> 回収装置を付加しなければ 8.5 円 / kwh 前後であり、原子力の発電原価を相当に下回る。エネ研のコメントをそのまま引用すれば、「コスト的には原子力はかつてほどの優位性はないが、他電源の燃料に比べると遜色のないレベルにある。化石燃料価格が安定し、火力発電の燃料費が割安になってきているため、原発の経済的優位性が相対的に低下している。加えて、今後廃棄物処理、廃炉費用が目に見えるような形でかかるようになると、さらに原子力発電の発電コストを押し上げることも予想される」とのことである。

#### 実績原価の推定

資源エネルギー庁ならびに日本エネルギー経済研究所の試算は、ともに新規開運モデルの基づく見積もり金額である。これに対して前述の NHK の「いま、原子力を問う」では、有価証券報告書に記載された経営データを用いて実績値の推計を試みている。 計算方法のポイントは、損益計算書に記載された電源別の発電費に支払い利息を加えたもの（支払い利息は電源別に計上されていないため、貸借対照表の電源別固定資産額に応じて比例配分）を、電源別の実績発電電力量で除して kwh 当たり原価を求めるというものである。

この方法による 87 年度の 9 電力平均の発電原価は、原子力 8.9 円 / kwh、火力 9.0 円 / kwh と推定されている。（表 4 の 参照） しかし、火力と原子力では実績の設備稼働率が大きく異なっているため、公平を期するために火力発電を原発の設備稼働率に合せて補

正すると、火力の発電原価は 7.2 円 / kwh となり原子力よりも割安になる。(表 4 の 参照)

そこで、直近の 97 年度の実績データを用いて NHK 方式で実績発電原価を推定してみることにする。その結果、原子力 7.1 円 / kwh、火力 9.3 円 / kwh となった。(表 4 の 参照) 87 年度と 97 年度の実績推定値を比較した場合、火力の発電原価はほぼ横ばいであり、原子力の原価は 1.8 円 / kwh も安くなっているが、これは近年新規に運開した原発が少ないというえ、既存設備の償却が進み固定費が低減しているからであると考えられる。しかし、87 年度の場合と同じように 97 年度の火力の設備稼働率を原子力並みに補正すると、火力発電原価は 6.9 円となり原子力発電原価を下回る。

さらに、次のような要素を加味すると原発の経済性は一層悪化する。「いま、原子力を問う」の中でも、この計算方法では原子力の原価が実際よりも安く計算されると指摘されている。すなわち、(a)原発は需要地から遠いところに立地されているため、火力発電に比べて送電コストが大きくなる (b)有価証券報告書ベースの算定方法では廃炉・廃棄物処理費用が含まれない。廃炉・廃棄物処理については処分方法が決まっていないため、経理上費用として処理されていないからである (c)夜間の余剰電力を貯蔵するための揚水発電は、見方によっては原発の補完である。揚水発電コストを利用度に応じて原子力に上乗せする必要がある (d)税金による原発への事実上の補助が行われている。原子力関係予算のうち約半分が立地のために使用されるとすると、これは約 0.7 円 / kwh (98 年度現在)の補助金に相当する。

以上、幾つかの試算を通じて原発の経済性について見てきた。そこから導き出せる結論を一言で言えば、少なくとも現在は、原発は経済的でないということである。新規設備はもちろんのこと既存の設備においても同様である。もし原発が経済的であると言うためには、既存設備を他の電源よりも有利な条件で(高稼働率)で運転するとともに、揚水発電や税金などによるバックアップを行いつつ、発電後の長距離輸送やバックエンドにかかる費用はコストに含めない、などといった条件が揃う場合においてである。

#### (4) 立地地域からの声

わが国で最初に原子力施設を受け入れた茨城県東海村は、地域振興の成果が実り、地元との強い信頼関係が築かれるなど、原発誘致が成功したケースであると言われている。立地した原子力関係者が地元に住み、地域住民とともに歩んできた長い歴史の積み重ねもプラスに作用した。

しかし近年、原発立地の地元の多くから不満の声が挙がっている。もともと原発立地に

よって地元は、雇用機会が与えられ、固定資産税や漁業補償費、電源立地促進対策交付金などのメリットを享受することができる。例えば交付金は 130 万 kw 級原発 1 基で総額約 70 億円にも及び、過疎の自治体にとっては大きな財源になる。しかし、交付金の使途が限定されているなど、原発の誘致は予想されたほど地域振興に貢献しないという思いが地元にはある。しかも、相次ぐ事故によって原発周辺の農産物や水産物は、放射能汚染の疑いで販売減や価格の低落などの風評被害も起きている。さらにはバックエンド問題については先行きの全体像が必ずしも明らかにされておらず、政府の原子力政策そのものに対する不信感も高まっている。こうした事情を背景に、原子力政策円卓会議において敦賀市長から、「原発立地地域が肩身の狭い思いをしている。負担は全国民が等しく負担すべきだ」との発言が行われた。

#### 4．海外動向

欧米においては、1.(2)で触れたように原子力利用計画は縮小傾向にあり、いずれの国でも新設計画は皆無という状況である。その要因は次の 4 点に要約できる。すなわち、(a)電力需要の伸びの鈍化 (b)規制緩和の進展により事業者間の競争が激化し、投資コストの大きな原発には不利な状況になっている (c)核不拡散という国際的潮流への逆行 (d)原発の安全性への懸念、などである。

次に、主要国の動向について概観する。(表 5 参照)

##### (1) 米国

全国に約 3,200 を数える電気事業者が存在する米国においては、1 事業者当たりの経営規模が小さい上、市場自由化の進展によって厳しい競争環境下にある。電気事業の経営形態として民営、公営、協同組合経営、連邦直営の 4 種類があるが、そのうち数の上で 6 割を占める公営電気事業は、住民投票を通じて選出された理事が構成する理事会によって運営される、言わば消費者が所有する電気事業である。

米国では、連邦レベルの原子力規制委員会(NRC)や環境保護局による規制とは独立に、州の公益事業規制委員会(PUC)やエネルギー委員会も原発に関する許認可権と規制権限を持っている。公益事業規制委員会は、電力会社から申請された電気料金の妥当性の審査を通じて原発の建設や運転継続に関する事実上の決定権を有する。エネルギー委員会は、州内に建設される一定規模以上の発電設備に対する許認可権を持っている。また、連邦の原子力規制委員会は、司法・行政・立法の 3 権から独立した独自の許認可権を持つ行政委員会である。これに対して、わが国において許認可権を持つのは通産省あるいは科学技術

庁である。

このように、米国では原発について、消費者の声が（特に公営電気事業の場合）直接に経営に反映されやすい構造になっているとともに、許認可に関する州の権限が強いこと、また連邦レベルでは 3 権から独立した原子力規制委員会の権限が大きいことなどに特徴がある。

わが国においては、オイル・ショックは原発の地位向上に寄与したが、米国ではオイル・ショックがむしろ原発離れを促進する方向に働いた。そして、市場の自由化の進展がそれに拍車をかけた。その理由は、(a)オイル・ショック後のインフレーションに伴って建設費が高騰し、資本費の割合の高い原発を直撃した (b)米国では石油・石炭や天然ガスなどの豊富で低廉なエネルギー資源に恵まれている (c)原発のトラブルにより稼働率が予想に比べて低下した (d)一連の核燃料サイクル問題が未解決であり、将来も核燃料の値上がりが予想された、などである。こうして米国では、電力の大量消費を前提とした原発や大型の火力発電所を建設する時代が終わって、小規模分散型の電源供給システムへの転換が進んでいる。79 年のスリーマイル島事故以降、新たに建設された原発はない。今後、米国にとっての原発ビジネス・チャンスは、東アジア諸国や第三世界にあると見られている。

## (2) 英国

1997 年末現在、英国では 35 基の原子力発電が運転されており、総発電量の 3 割弱を原子力が占めている。原子炉の種類は、天然ウランを燃料とするマグノックス炉が 20 基、改良型ガス冷却炉 14 基、95 年に運開した軽水炉 1 基である。

改良型ガス冷却炉と軽水炉を所有する Nuclear Electric 社と Scottish Nuclear 社は 96 年に民営化された。これら 2 社を子会社とする British Energy 社は、それまでの原発建設計画をすべてキャンセルしたため、当面原子力の原発施設の増加はない。また、マグノックス炉については国有のまま止まっているが、2005 年頃までに閉鎖されることになっている。

なお、英国政府は、地球温暖化対策として原発を推進するという立場は採っていない。

## (3) ドイツ

ドイツでは過去 10 年間、原発の新規開運実績はない。(a)電力需要の伸びの停滞 (b)米国と同様、発電所建設・運転に係る許認可権限の多くが州政府にあり、しかもこの許認可の取得に多大なコストや手間を必要とする、などがその理由である。そのため許認可については、98 年 4 月に原子力法の改正が行われ、連邦政府が包括的に許認可できるようになった。

ところが同年9月に社会民主党と90年連合・緑の党による連立政権が発足すると、原子力利用からの撤退政策が打ち出された。現在、政府と電気事業者との間で、脱原子力政策の枠組みづくりのための協議が行われているところであり、代替電源の導入可能性、原発の廃止ならびにその代替のためのコスト、CO<sub>2</sub>問題対策、雇用問題などの課題をどのようにクリアしていくのかが注目されている。

日本エネルギー経済研究所の直近の調査によれば、電気事業者は不当な経済的負担を負わず、原発に対するこれまでの投資額が回収されるならば、新政権による脱原子力政策の推進はやむをえないという姿勢を示しているとのことである。従って、政府と電気事業者の協議でのポイントは、既存の原発を実際にどこまで使うかの妥協点を探ることにあると見られている。世論もまた、「新たに原発をつくる」ならびに「既存の原発を直ちに廃止する」という両極のオプションはいずれも支持しておらず、「既存分は継続利用する」あるいは「時間をかけて脱原子力を図る」という意見が大勢を占めているとのことである。

なお、核燃料サイクルについては89年に自国内での再処理を断念したのに続いて、91年に高速増殖炉の原型炉を閉鎖、さらに94年の原子力法改正により使用済み核燃料の扱いについて再処理の他に直接処分も選択できるようになった。また95年には、完成後にもかかわらず州政府から運転許可が得られなかったために、ハナウの新MOX燃料加工工場の閉鎖が決定されている。

#### (4) スウェーデン

1980年に、原発は運転中および建設中の12基のみとし、25年の寿命が来た時点で順次閉鎖して最終的には2010年までに原子力発電を全廃することが、国民投票を踏まえて国会で議決された。発電電力の約半分を原子力に依存する国が、具体的にタイムスケジュールを示して段階的な脱原子力を打ち出したために、スウェーデンのケースは国際的に大きな反響を呼び起こした。

スウェーデンは発電電力の残り半分を水力発電に依存しているが、流域の環境保護のため新規の水力発電所建設の凍結を決定している。こうした中、CO<sub>2</sub>排出の現状維持や製造業の国際競争力の維持などの条件を達成しつつ、脱原子力をいかに図るかが課題になっている。なお、これまで脱原子力政策に基づいて閉鎖された原子炉はない。

## 5. 原子力発電の今後の方向性

### (1) 山地憲治氏の論点

これまで、わが国の原発を巡る論点ならびに海外における原発の動向について見てきた。それらを踏まえて、今後のわが国の原子力利用について、どのようなシナリオが描けるであろうか。そのための参考として、東京大学教授で前電力中央研究所経済部エネルギー研究室長の山地憲治氏の考え方を確認しておきたい。山地氏の原発に対する基本的スタンスは、「エネルギー・セキュリティ基盤が極めて脆弱である無資源技術立国として、成熟段階にある軽水炉の開発・導入を進めることは、わが国のエネルギー政策上、不可欠であり、そのために実行可能な方途を考えるべきだ」というものである。その一方で山地氏は、「規制緩和の潮流の中で原子力の役割が問い直されているが、国民にアピールする新しい視点は見えていない。原子力推進の妨げとなっているのは、市民の側の無知蒙昧や悪意の喧伝ではない。本音の議論が封じ込められたり、反対派とのレッテルを貼ることで片づけ、耳を閉ざすような原子力界の一部の風潮こそが問題である」と、これまでの原子力推進政策に対して批判の目を向けている。その上で山地氏は、「将来のエネルギー供給は化石燃料、太陽・地熱、原子力の3つであり、並行開発が必要である。原子力はエネルギーのベストミックスの主要な構成要素の一つであるが、これを特別扱いすることなく通常のエネルギー源との横並びで施策を考えていくべきである。原子力が衰退しないようにするためには、市場で生き残れる条件整備、とりわけ原子力の競争力を高めることが大切だ」という提言を行っている。そこで原発が生き残るために具体的に何が必要なのか、山地氏の主張に耳を傾けてみたい。

山地氏の主張のポイントは、「電気事業の規制緩和が進む中で、原子力の競争力を高めるためには、核燃料サイクル・バックエンドの不確実性を切り離すことが必要だ」というものであり、そのために必要な対策として、氏は次の3点を挙げている。

第一は、FBR計画の見直しである。すなわち、「FBRは将来の不確実性に対する保険、選択肢の一つであり、わが国に理想の国産エネルギーを提供する夢の原子炉ではない。現在の実証炉計画は白紙に戻し、ミニマムコストで知識の継承と技術革新能力の確保のための研究開発へと方向転換すべきだ」ということである。

その根拠として山地氏は、FBRによる「エネルギー自立論」は事実上破綻していると指摘している。すなわち、(a)経済的には、再処理コストならびにプルトニウム燃料の加工コストが予想された以上に高がつき、プルトニウム利用の経済的的魅力が損なわれた (b)資源面では、世界の原子力開発予測が縮小したため天然ウラン資源制約の脅威が少なくとも当面は解消した (c)技術面では、今想定されているFBRの導入ベースでは2050年までに原発で自給体制を築くのは事実上不可能である (d)国際面では、わが国のプルトニウム利用計画が米国との2国間協定の枠組みの下で行われている中で、プルトニウムを主役とした



エネルギー自立政策を推進することが、わが国の安全保障の向上に貢献することになるか疑問である。このような諸要因から、FBR の存在根拠である「エネルギー自立論」が成り立たなくなっている以上、FBR を特別扱いすることなく、太陽エネルギーなど他のエネルギーと同じ土俵で評価すべきである、というのが山地氏の第一論点である。

第二の論点は、六ヶ所村再処理施設計画の見直しである。すなわち、「核拡散につながる余剰プルトニウムの削減のために、これまでの使用済み燃料のすべてを再処理するという路線を転換して、プルトニウム需要に合わせて再処理を行い、使用済み燃料の適性水準化を図るべきだ」ということである。プルトニウム需要は保険としての研究開発ベースを考えると年間 2 ～ 3 トン程度に過ぎず、処理能力 800 トン / 年、2003 年運転開始といった現行の六ヶ所村再処理施設計画は明らかに過大であると、山地氏は述べている。

プルサーマルに対する山地氏の評価は微妙であるが、一言で言えば、次善策として、プルトニウムの余剰削減のために、効率的に活用するというものである。プルサーマルはプルトニウムの利用方法としては技術的に最も現実的な方法であるが、必ずしも経済的とは言えない。本来は、使用済み燃料を再処理せずにそのままの形で貯蓄しておき、将来 FBR の実用化に合わせて利用の方がベターである。そこで次善策として現時点でプルサーマルを実施する場合には、できるだけ工夫をして効率的に行うことが望ましい。例えば、国が所有する「ふげん」や「もんじゅ」で集中的に余剰プルトニウムを利用するようになれば、(a)全炉心装荷が可能（軽水炉の 3 倍）(b)プルサーマルの実施責任体制が明確化される(c)政府の援助が得られ、民間負担が軽減される (d)プルトニウム輸送が全国分散されずに、核物質防護の面から望ましい、などのメリットが得られるとしている。

使用済み燃料の備蓄貯蔵については、その適性水準と貯蔵方法について柔軟かつ総合的に検討し、原発敷地内ならびに敷地外における貯蔵オプションを柔軟に活用するとともに、直接処分もオプションの一つに加え、今後設置する貯蔵施設については、貯蔵期間の上限を設け、その後の対応については適当な時期に関係者の協議によって決定するなどの方法が考えられるとしている。

山地氏の第三の論点は、軽水炉の競争力の向上である。すなわち、「既存軽水炉のリードタイムの短縮や寿命延長、標準化の徹底によって他電源に対する原子力の競争力を高めることが重要だ」ということである。

今後、世界の原子力産業市場は縮小傾向にある。わが国も例外ではない。当面原子力産業に残された唯一の大規模市場として期待されているのはアジア地域である。こうした状況の中で、軽水炉の本格的な改良のために多くの時間とコストをかけることは投資リスクの面で問題がある。もっと身近なエンジニアリング、例えばプラントの高性能化、系統の

簡素化、建屋のコンパクト化などによって運転性、安全性、経済性の向上を図るためのエンジニアリング力の強化を図るべきである。こうしたエンジニアリング能力の強化は、原子力の競争力を高めるとともに、アジアを中心とする原子力導入拡大に寄与することにもなる、というのが山地氏の描く軽水炉の生き残り戦略シナリオである。

## (2) 山地氏の論点を踏まえての若干のコメント(私見)

以上のような山地氏の論点を踏まえて、原発の方向性について2つの視点からコメントしたい。

第1の視点は、山地氏のシナリオは、電気事業の立場からはどう評価されるかを予想してみることである。

まず、核燃料サイクルについて見てみよう。中長期的な視点からの技術開発を担う科技厅は、そのミッションから言って、今後も核燃料サイクル・プルトニウム利用路線を前面に押し立てて推進していくものと思われる。その一方で、現実に原発を運用している電気事業者あるいは通産省については、やや事情が異なっている。国内では電力コストの引き下げ圧力を受け、国際的には核不拡散圧力を受ける中で、コスト面でも政治的にもリスクの大きい再処理路線を積極的に推進することは事実上むずかしいオプションであると思われる。

しかし、核燃料サイクル・プルトニウム路線の旗を下ろすこともまたむずかしい。理論上、原子力の安定供給性は核燃料サイクルを確立することによって最終的に保証されるためであり、現にこれまでも、そのような論理で核燃料サイクル計画が推進されてきた。また現実問題としても、再処理事業を推進することを前提として、使用済み核燃料や高レベル放射性廃棄物を六ヶ所村に引き受けてもらっているという事情がある。そのため最終処分場や中間貯蔵施設計画が決まらない段階では、核燃料サイクル計画の旗を降ろすことはできない。

このような中で、核燃料サイクル計画から完全に撤退もせず、一方でこれ以上原発の経済性を引っ張る重荷としないために、核燃料サイクル計画を研究開発レベルに戻して事業としては縮小するという山路氏のシナリオは、コストダウン圧力が強まるほど電気事業にとってありえないオプションではなくなる。

次に、軽水炉の競争力の向上について見てみる。

原発に対する厳しい逆風の中、原発の新規立地を開拓するためには、多大な手間とコストを必要とする。一方で、繰り返しになるが電気事業に対して今最も求められているのはコストダウンであり、原発についても例外ではない。企業経営という立場からは、原発も

また電気事業にとって経済的にメリットがある範囲で推進されると考えるのが自然である。従って今後の原発の新設計画は、既に確保された立地内での増設ならびにリプレースという形で行われるものと思われる。新規立地の開拓のケースに比べてハードルは低くなるが、その場合でも乗り越えるべき大きな課題がある。ひとつは、軽水炉システムの一層のコストダウン、安全性の向上などであり、もうひとつは、既存立地地域でも高まりつつある不満への適切な対応である。このように、軽水炉の競争力の向上という点についても、山路氏の描くシナリオは電気事業者の目指すベクトルと大きく異なっているとは思われない。

以上、電気事業の立場に立って、山地氏のシナリオの実現性について評価してみた。

次に、もう少し視野を広げて国民経済的な視点から原発の方向性について考えてみたい。山地氏のシナリオは現実的な原発戦略としては興味深いものであるが、氏の立論の前提はあくまでも「まず原発ありき」であり、現行の原発推進政策に対して批判的ではあるものの、基本的には原発の推進であり、そのための生き残り戦略の提言であった。

しかし、もっと基本に戻って、「なぜ原発なのか」を問うことが大切なのではないか。そして、わが国でも規制緩和が進みつつある現在、とりわけ経済性という観点からこの問題を捉え直すことが必要なのではないかと思われる。

これまで見てきたように、かつて原発の拠り所であった経済的優位性は今や失われている。それでもなお、わが国のエネルギー自立ならびに地球環境問題への寄与という観点から原発を推進する必要があると言うのであれば、わが国がエネルギー自立のために、あるいは地球温暖化防止のために、どれだけ支払う用意があるかについて議論し、そのコストと原発コスト（真の原価ならびに諸リスク）を比較衡量した上で、原発を推進するか否かの判断がなされるべきである。しかし、そうした議論ならびにコンセンサス形成の前提となる真の原発コストについては、情報公開されていないというのが現状である。

以上