

1. 高速増殖炉とその関連する核燃料サイクルの研究開発

- ・高速増殖炉は、エネルギーの再生産性、環境負荷低減の可能性を有しており、その実用化は、我が国にとって重要な研究開発課題であり、長期的展望の下、柔軟な対応に留意しながら、その研究開発を効率的に進めていく必要があると認識している。

1.1 実用化戦略調査研究について

- ・サイクル機構では、安全の確保を前提に、経済性の向上、資源の有効利用、放射性廃棄物による環境負荷の低減、核不拡散性の確保を目標として、高速増殖炉とその関連する核燃料サイクルの研究開発を国内外の関係機関と協力しつつ進めている。
- ・実用化像の構築に向け、電気事業者、メーカー各社並びに関係研究機関の協力を得て、本年7月より高速増殖炉サイクルの実用化戦略調査研究を開始している。この研究では、原子炉、燃料製造や再処理の各分野について、幅広い技術的選択肢について評価を行い、実用化候補の絞り込みを行っていく。
- ・評価と絞り込みに当たっては、システム技術や要素技術の技術革新の見通し、廃棄物処分を含めたサイクル経済性の評価、他のエネルギー源と競合しながらの導入シナリオの構築などを行う。
- ・国内外の研究機関や大学などにもご協力を頂くと共に、計画や成果に対するチェックアンドレビューを適宜、行いながら、研究開発を効率的に進めて参りたい。

1.2 「もんじゅ」について

- ・「もんじゅ」については、発電プラントとしての運転データを着実に蓄積し、ナトリウム取扱い技術を基盤とした発電プラント技術の成熟を図っていくとともに、経済性の向上や環境負荷低減に向けた研究開発の場として活用することが肝要と考えている。今後は、事故の教訓を踏まえた改良を加え、早期に試運転を再開すべく努力して参りたい。
- ・「もんじゅ」の意義については、高速増殖炉懇談会や国会での審議を通じて、ご理解を頂いてきていると認識しているが、今回の第3分科会においても審議を通じて再確認していく必要があると考える。

2. 分科会に望むこと

- ・本分科会では、高速増殖炉とその関連する核燃料サイクル技術の研究開発の意義とその全体像が、審議を通じて明確に示されることを期待している。
- ・こうした検討に資する情報提供は、適宜、行って参りたい。

長期計画策定会議第三分科会参加にあたって

武蔵野美術大学造形学部教授

理化学研究所名誉研究員

粟 屋 容 子 (AWAYA Yohko)

《略 歴》

1959年に大学(物理学科)を卒業し理化学研究所(理研)に入所、放射線研究室において原子核物理の研究を行い、東大原子核研究所で行った実験で理学博士を取得。理研の180cmサイクロトロン完成後はこれを用いて原子核の研究を行った。1973年頃より理研加速器を用いて重イオンによる原子物理学の研究を開始、1990年より主任研究員として原子物理研究室を主宰、この間理研加速器研究施設統括責任者代理を兼務。放射光施設Spring-8の建設には利用系の立場で当初より参加。1997年、理研を退職(停年)。現職の武蔵野美術大学では、一般教育科目「物理学」及び「自然科学概論」を担当。

《参加にあたって》

私の原子力との関わりは、原子力委員会・高レベル放射性廃棄物処分懇談会に委員として参加した時(1996年)からである。この懇談会では、高レベル放射性廃棄物の地層処分を前提に議論がなされたが、報告書の最後の部分にある「こうした取り組みにあたり、長期的な観点から、技術の飛躍的進歩や社会・経済の変化に、出来るだけ柔軟に対応出来る様にしておくことが必要である」という一文の中に、消滅処理の可能性も含められたと認識している。

私は、高レベル放射性廃棄物の消滅処理に関心を持っており、その可能性を常に広く追求して行くべきだと考えている。消滅処理を考えると核種分離は必要となる。これまでわが国では原子力研究者と原子核物理研究者の隔たりは大きかったが、消滅処理の研究では、加速器の建設を含め両者の緊密な協力が必要である。高レベル放射性廃棄物の核種分離に対する考えは国によって違う。これを行わない方針の国に於いては、この種の研究は進み難いであろうから、世界に於いて日本が消滅処理研究の一つの拠点になっても良いのではないだろうか。さらに消滅処理で生じるエネルギーの有効利用の開発も望まれる。この様な場に於いて、研究者が研究テーマに対する情熱や困難を解決する独自性と責任感を十分発揮できる体制が望まれる。

高速増殖炉に関しては、まだ知識が不十分なので今後問題点を学びつつ考えていきたい。一般論として、将来のエネルギー問題を考えるに際し、現在可能性を持つものはきちんと検討し、R&Dを進めておくことが大事だと考えている。

高速増殖炉開発について

齋藤 伸 三

1. 長期的な資源論的観点からの高速増殖炉開発の必要性は存在
2. 我が国で進めてきたナトリウム冷却高速増殖炉が将来、実用炉となり得るか、徹底した検討が必要
 - ・安全性：軽水炉並み
 - ・信頼性：軽水炉並み（ナトリウム漏洩のトラブルがあっても、稼働率 80% 以上の確保）
 - ・経済性：現段階では軽水炉より数 10% 高でも良い。（軽水炉は技術が成熟してから数 10% のコストダウンの努力）
 - ・これらのための研究開発の妥当性
3. ナトリウム冷却高速増殖炉の実用化が見通せない場合、他の冷却方式の高速増殖炉で実用化が見通せるものを検討。基礎・基盤的研究開発を行ないつつ、原子炉の開発は国際共同プロジェクト方式も視野に入れる。
4. 高速増殖炉の実用化時期が相当遅くなる場合に備え、既存の軽水炉技術を利用した高転換炉（増殖炉？）の検討も進める。
（2、3、4 は並行して進めて良い）
5. 燃料形体及びサイクルシステムについては、上記 2～4 に対応して柔軟に実用化を目指して研究開発を行なう。
6. 超ウラン元素の燃焼と長寿命核分裂生成物の消滅は高速増殖炉としては付加的価値として考慮し、他のシステムも含め、そのための効率的な研究開発の進め方を検討する。

我が国における高速増殖炉による燃料サイクルの開発の考え方

1. 今後の原子力開発の進め方 - 2階層構造

基層：原子力の基盤となり、上層を支える整合性のとれた軽水炉燃料サイクル

上層：日本のエネルギーに自律性をもたらす原子力技術の開発

2. 高速増殖炉の置かれている状況

「時」・開発の遅れにより燃料生産性の悪い現行の大型MOX炉は開発意欲が乏しくなった。

・2030年頃には次世代軽水炉への交替時期が始まる。

「金」・軽水炉と競合出来るには現行の炉概念の約1/2の建設単価となる新概念が必要。

・現行の湿式方式では今後改良したとしても大幅なサイクルコスト削減は難しい。

・国、民間ともに開発費投入の余裕を無くしている。

・我が国の高コスト体質が研究開発を阻害している。

「技術」・炉については高い経済性を持つ新概念の創出が求められている。

・燃料サイクル関連についても高い経済性をもつ方式が求められている。

「人（組織）」・これまでの原子力関連の研究開発段階から実用化段階への移行は実施主体が別であることから殆ど滑らかには行われていない。

・技術は人に在り、技術継承には時間の限度がある。

「エネルギー資源」・高速増殖炉の本来使命は燃料生産にあった筈である。

・現在のウラン価格が相当に高騰しなければ高速増殖炉による燃料サイクルは経済的に軽水炉との競合は難しい。

3. 高速増殖炉の再意義付け

一人当たりの発電量について世界の中でのアジアの状況を見れば一目瞭然である。

4. ブレイクスルーについて

「技術」・炉心単位体積当たりの中性子生成量が大きく、且つ熱伝導がよいことから設計の自由度が高い金属燃料を採用し、リサイクルと炉が一体となった新概念を創出する。

「時」・新概念を検証する実用化技術試験炉を2020年までに着工できるようにする。

「金」・最小限の費用で小型の試験炉を含む一体型燃料サイクル実証試験を行う。

「人（組織）」・研究開発段階から実用化段階まで官民が一体となった同一の実施主体で。

「エネルギー資源」・金属燃料により、高い燃料生産性を将来に向けて担保する。

・燃料サイクルは経済性などに優れ、TRU対応も可能な乾式再処理法を採用する。

5. “もんじゅ”の意義について

“もんじゅ”の本来的意義はナトリウムによる発電技術の実証にあった筈であり、これは衰わっていない。その上で、可能ならば研究開発に利用する。

高速増殖炉研究開発の意義と方向性 (大阪大学 宮崎慶次、1999.09.20)

○エネルギー資源有効利用 (ベストミックス)

- ・石油、石炭、天然ガスなど化石燃料は、自動車、航空機、船舶などの動力源や化学製品の原料でもあり、貴重な資源として出来るだけ発展途上国や後世のため蓄存させたい。先進国の現世代が消費し尽くして、また、環境を悪化させて良い筈はない。
- ・基幹電力源としては原子力が担うべきで、将来的には熱利用や水素製造などにも利用。現代文明の適正規模（人口とエネルギー消費）の持続的発展のためには、長期的なエネルギー確保の観点から、高速増殖炉・核燃料リサイクル路線は不可欠。
- ・太陽光発電や風力発電など再生可能エネルギーの開発には力を入れるべきだが、量的に多くを期待するには無理があるし、経済性や供給安定性には不確定な要素が大きい。

○意義および経済性と導入時期

- ・高速増殖炉の改良設計による経済性の向上などの課題を克服すれば実用化できる路線。努力次第で実現可能な最も確実性の高い路線。
- ・資源小国日本にとってエネルギー戦略上の切り札としての特に重要な意義。
- ・導入時期については、開発の進展、経済性とエネルギー事情によって決まる。

○世界貢献：金持ちが尊敬を得るのは貧困救済 (ODA) と人類文明に役立つ事業

- ・経済的成功者日本が果たす使命は、発展の経済性の追求ではなく、困難だが人類の将来に有用な科学技術への挑戦である。高速増殖炉はその好例。その視点があればこそ、太陽光発電や核融合の研究開発も意義を持つ。科学技術振興の意味合いも大。
- ・核不拡散の国際的な立場は尊重さるべき。プルトニウム管理：安全防護を重視。

○今後の研究開発の方向性

- ・「もんじゅ」の早期運転再開を。安全対策・審査と政治的判断を区別する必要。
- ・ナトリウム漏洩燃焼は「もんじゅ」事故例に見られるように過大に重大視されている。基礎実験と知見の整理により正しく評価し、情報開示により誤解を解く努力が必要。
- ・酸化物 (MOX) 燃料・ナトリウム冷却の原型炉（あるいは発電実験炉）としての運転経験を集め成果を実証炉へと繋ぐ。増殖と長半減期放射性廃棄物の消滅のデータ採取。
- ・先の長計の既定路線を見直しとして、炉型や燃料を固定することなく、実証炉段階に入る前には、代替案の研究を実施した上で比較選択研究を行うことが必要。
- ・「もんじゅ」のようなループ炉の場合、中間熱交換器・蒸気発生器の一体化などの中間ループの簡素化が経済性向上ののポイント。ナトリウム以外の冷却も考慮。
- ・燃料・再処理方式は、金属燃料・高温冶金法や振動充填方式など代替方式も検討。
- ・核燃料サイクル機構を軸とする官民一体の協力体制での研究開発の進展に期待。

いくら研究者でも好き好んで危険に近付こうとする人は余程の思い上がり者だけだが、人類生存のために欠くことが出来ないと考えれば、敢えて身の危険を顧ず、研究し、出来上がれば充分に安全措置を講じた上で、使いかたまで指導して引き渡し、自分は次の目標に向かって進んでゆくものだと考えている。

温暖化だけは認知されたようだが炭酸ガスの問題は非常に奥が深いと考えなければならない。簡単に石油石炭を燃すことは難かしくなるのではないかと考えている。

現在、専ら普及に務めている直流高压送電の実用化が実現出来れば、地球の半分から輸送して来て電気を使うことが可能になるものと思われる、これに僻地の水力を利用した発電電力をのせて運んで来れば、世界中のエネルギー需要は賄えるものと考えている。単価は可成張るが、やがては太陽電池発電もこれに乗せることが出来るし、昼しか電気のとれない太陽電池では夜は他から運んでこなければ成り立たないから、地球のまわりに直流送電の輪をまくことを提案されたのは前中央公論の石川昂氏であり、ABBが実現を考えていると聞いている。

ところで原子力はどうかという、若し原子力だけで日本の総エネルギー需要を考えると、ウランウム1万トンを用意するが、高速増殖炉が稼働すれば100トンで済む勘定になる。災害などの緊急用として大変魅力のある発電であり、ウランウムの価格が低落している現状から云えば、出て来たプルトニウムまで燃やしてしまうのは安全性から云っても大変魅力ある話で、至急検討の必要がある。

国民の生活に不可欠のエネルギーを供給し保証することは科学技術者の人類と社会に対する義務とも云うべきもので、身の程も知らずに注意をも無視し押し返すような人間は技術者とは云えない。教育の世界でこのような不遜な考えは徹底的に納得させて不祥事が起こらないようにしておくべきものである。

「高速増殖炉及び関連する核燃料サイクル技術の研究開発について」

1. FBRの必要性

- (1) 有限な地球資源の有効利用、地球環境負荷低減の観点、更には、我が国のエネルギーセキュリティの観点からもFBR開発の重要性は変わらないと考えられ、このような状況においてこそ、将来に向けてのエネルギー戦略が重要である。
- (2) また、FBR懇談会等で公開、民意反映の仕組みのもとに開発の意義付けがなされており、今後もFBR開発は、国民の理解のもとに進める必要がある。

2. FBRと関連核燃料サイクルの開発

- (1) FBRと核燃料サイクル技術は、個別の開発でなく、両者を総合的に進めていく必要がある。
- (2) 開発にあたっては、わが国の限られたリソースを効率的に活用する、即ち、リソースの分散を防ぎ、海外との連携も交え、産官学の総力を挙げた取り組みが必要である。
- (3) 開発の展開についても、開発コスト、開発リスクの低減の観点が重要であり、国内外の大型研究施設の有効活用を図る必要がある。
- (4) また、リソースの有効活用、開発の効率的推進の上でも、適切な評価により適宜見直しを行うことを前提に、ある程度長期的なマイルストーンの設定も必要と考える。

3. 原子力供給産業としての提言

- (1) 原子力供給産業は、高速増殖炉と関連核燃料サイクルの展開に向けた技術的基盤の強化等を図るべく自ら意欲を持って研究開発に取り組んできた。
一方、世界的な競争の激化の中で、極めて長期の高速炉開発に、原子力供給産業が独自に投資できる状況ではなくなった。
- (2) 原子力供給産業にとっては、プラント設備を製作・建設し、これをメンテナンスしていくことで、新しい技術の開発・改良がなされ、この結果、技術継承も行われていく。この意味で、これまで培ってきた技術の継承のためには、先ず、一刻も早いもんじゅの運転再開が必須である。
- (3) 高速炉は、燃料サイクルが完結して初めてその意義がある。これが日本の、高速炉と核燃料サイクルだと言える我が国としての最良のものを開発することに集中すべきである。
- (4) このためには、長期の開発に向けた体制を確立する必要がある。

1 高速増殖炉システム開発の基本的考え方

21世紀には、世界的にエネルギーの確保、地球温暖化問題への対応が大きな課題になると考えられ、原子力はその有効な対策として期待できる。我が国は先ず自らの問題として、その産業立国を支えていくため、他の先進国以上にエネルギーセキュリティの確保を重視し、原子力の発展に努めるとともに、その経験をベースに、世界の原子力の健全な発展に貢献していくことが必要である。

原子力開発の将来目標は、ウラン資源利用の飛躍的な向上、環境負荷の低減が期待できる高速増殖炉システムの開発にある。この開発は広く科学技術の発展にも寄与する所が大きい。高速増殖炉には解決すべき多くの課題があるが、着実に技術を一步一步確認しながら目標を目指す姿勢が大切である。

2 今後の高速増殖炉システム開発の進め方

電力ではこれまで、もんじゅに続く高速増殖実証炉の研究開発を行ってきており、この結果、所期の安全性、経済性の目標を達成できる見通しを得たが、この間、外部状況の変化が生じた。即ち、

- ・ウラン需給の緩和に伴い、高速増殖炉必要時期に時間的な余裕が生じた。
- ・軽水炉や他電源の経済性の一層の向上に伴い、高速増殖炉についても一段の経済性向上が必要になった。
- ・炉と燃料サイクル（再処理や燃料製造）の整合性のとれた開発が必要

このため、改めて幅広い選択肢を見直して、より安全性、経済性に優れ、環境負荷の低減にも優れる高速増殖炉システムを見出すため、開発戦略を再構築すべきであると考えようになった。また開発体制については官民の協力を一層密接なものにすることが望ましいと考え、本年7月よりサイクル機構の大洗に電力技術者を派遣し、サイクル機構と協力して実用化戦略調査研究という活動を開始したところである。

高速増殖炉の開発は、国のエネルギー政策の根幹であるとともに、電力が将来のエネルギー供給責任を果たしていくために必要な活動であり、電力としても的確な役割を担うべきものであるが、基礎基盤技術の開発については国の果たすべき役割が大きいと考えている。

また今後の開発に当って、もんじゅの経験の反映（運転保守技術やナトリウム取り扱い技術、発電性能の実証）は不可欠のものであり、早期の再開を期待している。

3 分科会の議論への要望

すでに高速増殖炉懇談会で大変有意義な議論がなされているので、これを出発点として、更に議論を深めることが望ましいと考える。

特に高速増殖炉システムの開発は長期間に亘り着実に進める必要があるので、社会に対しても、開発に従事する人々に対しても、その開発目標、体制、目標を目指すキープロセス、関係機関の役割分担等の基本的考え方を分かりやすく示すことが必要である。

以上

吉 岡 齊

1. この分科会の使命は、あくまでも将来のエネルギー供給システムの全体としてのあり方に関するビジョンの一端として、高速増殖炉関連技術の研究開発のあり方に関するビジョンを示すことである。

（説明）①将来のエネルギー供給システム全体のあり方、②そのなかでの高速増殖炉発電体系の位置と役割、③現在の（将来へ向けての）エネルギー研究開発全体の中での高速増殖炉関連技術研究開発の位置と役割、の3点に関して、全体として整合性のあるビジョンを示す必要がある。

上記の3点のうち、1番目のテーマについては、この分科会でも一定程度議論してもよいが、テーマの性格上、むしろ策定会議の本会議に小委員会を設け、5～6回のインテンシブな審議を行うべきだ。（もちろんそれは第二分科会の専管事項ではありえない）。この小委員会の結論が、すべての分科会の報告を拘束することはいうまでもない。

2. 将来のエネルギー供給システム全体のあり方については、長期的目標として「持続可能で生存に値する（sustainable and livable）人類社会」へのソフトランディングを目指すという大前提のもとで、エネルギー供給システムについて、実現可能な複数の選択肢の中から合理的な総合評価によってベストのものを選び、それを中期ビジョンとして提示する。この中期ビジョンは、技術的・社会的状況の変化をふまえて、一定期間（たとえば5年）毎に見直す。

（説明）長期的目標としては、30年後（2030年頃）の時点で、「持続可能で生存に値する（sustainable and livable）人類社会」へのソフトランディングへ向けての移行過程が、順調に軌道に乗っているべきであるという大前提に立つ。そして、そうした社会変化の流れに適合するものとして、エネルギー供給システムの在り方を構想する。

参照点を30年後としたのは、それ以遠だと予測がほとんど意味をなさなくなるからである。もちろん30年後の時点で文明が向かうベクトルを推定しておけば、さらに遠方への外挿をしたような気分になるので、お好みならばそうしてもよい。ただしその気分はあくまでも錯覚である。

上記の長期的目標から具体的に導かれる指針は、雇用状況を著しく悪化させない限度内においてエネルギー消費を可能な限り抑制すること、および省エネルギー（エントロピー的効率も重要）と再生可能エネルギー（ただし環境破壊的でないものに限る）について、財政負担が可能な限度内において、最大限の普及促進をはかることである。

つぎに中期ビジョンとしては、エネルギー供給システムに関して、実現可能な複数の選択肢を立て、それぞれを包括的な評価基準体系に照らして総合評価し、ベストの選択肢を選ぶという手続きをとるのが妥当である。そのさい、またエネルギー消費量はどの選択肢も事実上同一であると仮定し（たとえば成長率ゼロ）、その前提の中で「ベストミックス」を捜し当てる。（消費量が異なる場合、「ベストミックス」も異なる可能性があるが、これについては別途、同様の作業を行えばよい）。

ここで重要なことは、原子力と炭素・炭化水素系の化石燃料を、共通の土俵で比較検討することである。つまり両者に関してシンメトリカルな取扱いをすることである。

具体的な評価基準としては、軍事的安全保障、安全性、環境保護、資源安定供給、経済性の5つの基準を立てるのが妥当である。いずれの基準も上記のような社会の実現にとってきわめて重要だが、経済性の基準だけは、財政赤字を増大させず、受益者に負担させるという条件を満たすかぎり、優先順位を一段落とすのが妥当である。

合理性に関する判断は、どの時点を参照点にするかによって異なってくるが、「現時点から予測した10年後」を基本的な参照点とするのが妥当だろう。それ以遠だと予測の精度が悪くなるからである（今日の日本の政治的・経済的状況を、10年前の人々はどれほどの確信に予測しえただろうか）。ただし10年後よりも遠い将来に関しても、相当確実な予測が可能な事柄については、たとえ30年後や、50年後のことであろうと、考慮に入れることが妥当である。

私の狙いは、審議の中立的ルールを提唱することであり、結論を出すことではない。しかし参考までにいえば、「原発新增設モラトリアム」がベストの選択肢だと私は思っている。（なお上記の作業は、策定会議の小委員会で取り組むべき課題であるが、この分科会の審議をも拘束するので、一通りのことを書いておいた）。

3. 将来のエネルギー供給システム全体のなかでの、高速増殖炉発電体系の位置と役割については、実用化するか否かに関する不確定性があまりにも大きいので、適切な判断を下すことは極めて困難であるが、実用化へのあまり大きな期待はもてない。またそれは競争相手と比べて魅力的なシステムとなるとは思えない。とくに一昔前は、「将来のエネルギー枯渇（全ての種類の化石燃料とウランの枯渇）にそなえ、無尽蔵のエネルギーとしてのFBRシステムは不可欠だ」という趣旨の議論（つまり絶対的な魅力に訴える議論）があったが、そうした「不可欠さ」の主張は妥当ではない。

結局、「技術的ブレイクスルーが今後集中的に起こり、全ての項目における評価が著しく高まった場合に限り、FBRシステムは将来において、実用的なエネルギー供給手段の一翼をにやうする」という結論が妥当であろう。

（説明）FBRシステムが10年後までに実用化に至らないことは明白である。問題は、それ以降に実用化する可能性が「高い」か、それとも「低い」という点に関して、相当確実に予測できるか否かということである。これについては、今までの半世紀余りの開発の歴史を踏まえる限り、30年後や50年後の実用化可能性について、少なくとも「高い」という判断は下せない。それは次の2つの理由による。第1に、現在の開発段階が、さまざまな評価基準に照らして、実用化に関する「幼稚段階」にあると判断せざるを得ないこと。そして、半世紀余りにわたるインテンシブな開発をもってしても、そうした「幼稚段階」にとどまっているということ。第2に、過去になされた楽観的な予測が一貫して、裏切られつづけてきたこと（これはわれわれの予測能力の歪みを立証している。よほどの有力な根拠が揃わなければ、もはや楽観的予測をしてはいけない）。また、FBRシステムの魅力については、大きな魅力は唯一「無尽蔵のエネルギー」の候補たりうるという点である。だが「将来のエネルギー枯渇」、つまり「将来の全ての種類の化石燃料とウランの枯渇」が、ほとんどありえないことを考慮すれば、そのメリットは相対的なものに過ぎない。上記5つ全ての評価基準に照らして、FBRシステムの魅力は、現段階で評価する限り、競争相手よりも劣っており、その将来の改善可能性も定かではない。

ゆえに上記のような結論となる。

4. 現在のエネルギー研究開発全体の中での、高速増殖炉関連技術研究開発の位置と役割については、FBRシステムの将来性に関して否定的材料が多く、遠い未来における有力なエネルギー供給手段となる見込みが乏しい以上、「小規模の実験的研究開発」として続けるのが妥当であると思われる。

(説明) FBRシステムは、もし「理想的なシステムができた」と仮定すれば、その潜在的魅力は無視できないものがある。したがって魅力的な実用技術として開花する見込みが乏しいとはいえ、それを完全に根絶やしにすることは、必ずしも賢明ではないと思われる。だが一連の重要なブレイクスルーが起こり、それによって豊かな将来性を予見させるような信頼できる多くの状況証拠がそろわない限り、実用化プログラムを続けるべきではない。したがってFBRシステムの研究開発は、「小規模の実験的研究開発」として続けるのが妥当であると思われる。

まず、現在までの実用化プログラムについては、それを廃止するとともに、FBRシステムが将来において魅力的な実用技術の候補としてリヴァイヴァルする可能性を念頭に置いて、最新のハイテクを駆使した適切な「技術保存」の方策を講ずるのが妥当であると思われる。現存の施設（建設中の施設を含む）については、「技術保存」又は将来の「小規模の実験的研究開発」のプログラムにとって不可欠であり、また同時に建設・運転のコスト及びリスクが十分に小さいと判断されるものを除き、廃止するのが妥当と思われる。

原型炉もんじゅについては、システム・インテグレーションのノウハウを一通り習得したのち、それを「技術保存」という選択肢がある。また、上記のノウハウ習得後についても、目的を転換し、設計を変更した上で、純粋な研究炉として存続させるという選択肢もある。だがこれらについては、建設・運転のコスト及びリスクが相当に高いことを考慮したうえで、それを凌駕するメリットがあるという国民的コンセンサスが得られた場合に限り、その実施プログラム（実施期間を含む）を検討すべきである。リサイクル機器試験施設（RETF）についても、同様の手続きで判断を下さねばならない。

なお「小規模」ということの意味は、次の通りである。実用化途上段階の全てのエネルギー技術の中で、原子力分野に突出して巨額の研究開発予算を使うのは、その将来の可能性を総合的に考えれば、疑問であると言わざるを得ない。実用化途上段階の全てのエネルギー技術を共通の土俵で、包括的な評価基準体系にもとづいて、できるかぎり丁寧に総合評価し、それにもとづき研究開発資金を配分すべきである。

まずは、太陽、風力、原子力などの大きな項目ごとに、配分比率を決定する必要がある。そのさい、環境特性の優れた再生可能エネルギーについては、上記の総合評価の成績にしたがって拘子定規に予算を配分するのではなく、冒頭で述べた30年後の長期的目標「持続可能で生存に値する（sustainable and livable）人類社会」に適合するものとして、特別の配慮を加える必要がある。次に、原子力という大項目のなかで、FBRシステムや、他のタイプの原子力発電システム（トリウム溶融塩炉など）を中項目として立て、それぞれの総合評価にもとづいて配分比率を決定していく。

以上のような方式でプロジェクトを進めさせることが、「小規模」ということの意味である。FBRシステムの現時点での将来性を考えれば、数あるエネルギー研究開発プロジェクトの中で、中程度の予算を要するものとするのが妥当と思われる。

なおFBRシステムの研究開発の様式を、「実用化をめざすナショナル・プロジェクト」から、「多様な可能性を試す幅広い実験計画」へと改め、開発ステージを「実験段階」へとリセットすれば、「原子力の夢」を生き永らえさせつつ、現在の袋小路から抜け出すことができる。また、「実験段階」という大義名分があれば、国内的・国際的な批判を一定程度まで緩和することができる。さらに商業用再処理計画からの撤退も、有力な選択肢とすることができる。つまり再処理についても、「実用化プログラム」から「実験プログラム」へのリセットが可能となる。それは原子力政策の柔軟性を大きく向上させる。

〔1〕21世紀のエネルギー問題を考える際の重要事項は

1) 人口問題

我が国を含めた先進工業国の人口は、横ばいかわずかに増加する程度と思うが、途上国の人口は、かなりのスピードで増加し続けると考えられる。結果として資源・エネルギーの需要は来世紀中は増大し続けよう。

2) エネルギー資源と環境問題

今世紀は、一般に資源の埋蔵量に不安が生ずると、関連する探査技術や採掘技術が進歩し、結果的に探掘可能埋蔵量が増加する傾向を示していた。エネルギー資源についても同様で当分枯渇の心配はないと思う。しかしエネルギー消費の増大による地球環境の破壊が大きな問題である。特に生成と吸収のバランスが崩れ、しかも適切な固定化技術が確立されていないCO₂が問題である。結果としてCO₂の放出抑制が人類存続のための急務となる。

以上を前提条件として21世紀のエネルギー問題を考えると、

- a) CO₂の固定化技術の開発、 b) CO₂のリサイクル技術の確立、
c) エネルギー効率の向上、 d) CO₂を放出しないエネルギー源の開発、
などを平行して総合的に研究開発を進めることが重要である。

〔2〕CO₂を放出しないエネルギー源の開発について

CO₂を放出しないエネルギー源を、技術(安全性を含む)、資源、経済性、大規模化の難易、環境負荷の観点から検討すると、次のように考えられる。

エネルギー源	技術	資源	経済性	大規模化	環境負荷
太陽エネルギー	○	○	?	X	○
原子力(軽水炉)	○	?	○	○	?
原子力(高速炉)	○	○	?	○	?
水力	○	?	?	X	○
風力	○	?	○	X	○
核融合	?	○	?	○	?

太陽エネルギーでは、太陽電池のコスト、設置面積の観点から大規模化が困難。

原子力(軽水炉)では、資源は石油資源程度で有限、長寿命放射性核種の処分が問題。

原子力(高速炉)では、経済性を確立するための技術開発、長寿命核種の処分が問題。

水力では、経済的に開発可能な地点が我が国にほとんど無いのが問題。

風力では、設置可能な地点が我が国では限られているのが問題。

核融合は、ITER計画の縮小により2050-60年頃迄の実用化は困難、環境負荷は不明。

以上より各種エネルギー源の開発努力は必要であるが、21世紀は大規模化の可能な原子力が主体にならざるを得ないと考ええる。また2050-60年頃迄には核融合炉の実用化は困難と思えるので、高速炉が有力なエネルギー源となり得るように準備しておくことが大切であろう。

〔3〕高速炉の将来展望

ウラン資源の有効利用と環境負荷低減の観点から、来世紀半ばを目処に高速炉技術の成熟に期待が寄せられる。

1) 安全性

事故の際に周辺環境に影響を及ぼさないための技術的安全性は、既に確立されていると考える。(当然今後も改善努力は必要)

国際的なテロリズムなどに対する対応策は国の責任で確立してほしい。(一般論)

2) 技術的信頼性

トラブルの発生を未然に防いだりその規模を小さくする技術や、トラブル発生後の対応方法などの事前の検討を基礎に、短期間で対応を終えて運転を再開する技術などは、現状でも設計データなどを利用して一応のことは実現できるが、その機能を高めるには運転実績や多くの経験データの蓄積が必要である。(約20-30年を要するか?)

3) 経済性

現在の「もんじゅ」の設計の延長では経済性の確立は困難と思う。しかし原子力プラントの様に安全重視の工学システムの最初の設計では、念のために必要以上に設備を複雑化し、これを長年の運用実績に基づいた研究開発によりスリム化、単純化するのである。また工学システムである以上、ハードウェア技術とソフトウェア的技術の相互補完によってシステムの最適化が図られるのである。そしてこれらの過程を経て技術が成熟するのである。

4) 環境負荷の低減

使用済み燃料をそのまま保管管理するよりは、再処理して強放射生物質をガラス固化体として保管管理した方が、容積も小さくなり管理も容易になる。また高速炉を用いて長寿命放射性核種の消滅処理を大規模に行う技術が確立されれば、(実験室規模では成功している)原子力の環境負荷対策上非常に有益である。

「もんじゅ」では今後運転を再開し、運転経験を積むとともに、プラントの一部改造なども行つて、高速炉関連技術の成熟のための研究開発を進め、国際社会に高速炉実用化のための貴重なデータを提供できるよう努力してほしいと思う。