

これまでに提出された論点の整理

平成 12 年 1 月 17 日

第三分科会事務局

1. 将来に求めるエネルギー

○必要とする要件は何か。

電力自由化の中で電気事業者が使える技術を考えて上で将来のエネルギー開発を考えるべき。

我々が使えるエネルギーは、太陽からのエネルギー（化石、太陽光、風、水力等）、物質のエネルギーへの変換（核分裂）であり、その量は限られている。可能性のあるものについて R&D を進める。

資源的、環境的に社会との整合性が長期にわたって保たれていること。

○原子力発電は必要か。

エネルギー消費は今後も増加。取り出すエネルギー密度、質が格段に高い原子力は必要。多少不便でも原子力がなくてもかまわないという方向へ世論が動いている。原子力について冷静に考え直すべき。

天然ガスが十分に存在しているため、新たな原子力開発は不要。

○省エネルギー、自然エネルギーにどこまで期待すべきか。

積極的に導入すべき。

不確定要素が大きく、過度の期待を寄せることはできない。

自然エネルギーは全て太陽エネルギーの変形。変形に伴うエネルギー量の消失が環境に与える影響を検討すべき。

○二酸化炭素放出抑制技術の必要性。

現在、確立していない CO₂ 固定化技術、放出抑制が、人類存続のための急務。

CO₂ を放出しないエネルギー源を、資源、経済性、大規模化等の観点から考えると、原子力は必要。

2. 高速増殖炉及び関連する核燃料サイクルの意義

○高速増殖炉及び関連する核燃料サイクル開発は必要か。

ウラン資源の有効利用、エネルギーの再生産、環境負荷の低減化に期待できる高速増殖炉及び関連核燃料サイクルの開発は、我が国にとって重要な命題。

軽水炉はサイクルの徹底の観点から不十分。原子力が基幹エネルギーとして循環型社会に生き残るため、高速増殖炉は必要。

これまで半世紀余りの高速増殖炉開発の歴史を踏まえる限り、実用化の可能性は乏しい。今後も実用化プログラムとすべきではない。

○高速増殖炉及び関連する核燃料サイクルの意義はどうあるべきか。

F B R サイクルは軽水炉と競合するものではなく、補完するもの。

高速増殖炉の本来の使命は燃料生産。増殖性能の悪い炉では開発の意味がない。

高速炉は燃料サイクルが完結して初めて意義がある。炉とサイクルの整合のとれた研究開発が必要。

○研究開発にどれだけ投資するのが妥当か。

将来のエネルギー源として有望な高速増殖炉関連技術の研究開発に国の予算を投入すべき。

実用開発段階にない高速増殖炉にそれほど大きな開発予算を割り当てるべきではない。他のエネルギー開発との比較。

3. 高速増殖炉及び関連する核燃料サイクルの方向性

○目指すべき姿はどうあるべきか。

経済性を大幅に改善し、軽水炉や他電源と競合できる経済性を持った炉を開発すべき。炉として軽水炉と競合するために高速増殖炉を開発するのは無意味。目指すは循環型社会に受け入れられるべくサイクル技術の開発。

今後情勢が変わることもあるので複数の選択肢を持っておくべき。

現行MOX・ナトリウム・大型炉は実用可能な最も確実な路線。

燃料として乾式再処理による一体型プラントに適した金属燃料が有力候補の一つ。

既存の軽水炉技術を利用した高転換炉（低減速スペクトル炉）の検討も必要。

リスクの小さい小型高速炉を用いた研究開発の継続が重要。

対象となるユーザーは電気事業者のみと考えるべきではない。

○分離・変換技術を高速増殖炉研究開発の中でどう意義づけるか。

高速炉を用いて長寿命放射性核種の分離変換技術が確立されれば、原子力の環境負荷対策上非常に有効。

分離変換技術が確立されないと原子力開発が進められないのか疑問。分離変換技術の確立は望ましいが、従来通りの方向で進めるのも1つの選択肢。

高速増殖炉の第1の目的はエネルギーを作ること。うまく運転するとマイナーアクチニドや長寿命核種の変換ができるが、これはあくまでも利益の1つ。

○実用化時期はいつ頃を見据えるのか。

不確定要素大。

軽水炉のリプレースの時期に優れた性能を持った高速炉が実現されれば、リプレースという形で導入していくことを期待。

高速炉は実用化にかなり近い段階にあり、実用化時期は来世紀の中頃までに実現しなければ意味がない。

今の軽水炉の代替時期は2030年頃。それに間に合わないと高速増殖炉は導入の機会を逸する。それまでに魅力的な高速増殖炉を作り上げるべき。

4. 研究開発の進め方

○開発目標の設定。

あるべき究極の姿を設定し、且つ、柔軟性、冗長性をもって、現実の状況からその目標に到達し得るシナリオを構築すべき。

高速増殖炉の戦略は短期間の情勢に左右されるべきではない。

安全性を大前提に他電源と競合できる経済性を達成すべき。

○最適な開発計画とは。

開発計画、開発状況等適宜チェックアンドレビューを行い、柔軟な計画の下に着実に進めるべき。

一つに絞った大きなプロジェクトにするのではなく、小型で多くのオプションを取り入れた計画とすべき。

現在、高速炉開発が行き詰まっているのは、炉とサイクルの研究開発の整合が取れていないことが原因。

軽水炉サイクルから高速炉サイクルにどう受け渡していくかの計画も考える必要がある。

○研究開発体制はどうあるべきか。

核となる研究機関が必要。(サイクル機構は基幹となる研究開発を実施し世界をリードすべき。)

官民が一体となり技術を結集した開発体制が不可欠。

適切な役割分担が必要。

電力、原子力メーカだけでなく日本の産業界で技術を持っているところが協力して行うべき。

メーカがリスクを冒してでも商売になるシステムを開発すべく体制づくりが必要。

○炉、燃料、サイクル、分離変換技術の投資配分はどうあるべきか。

これまで、サイクルという視点から目が離れ、炉の研究に重きがおかれてきた。

メーカの現状として、長期間に亘る高速増殖炉の研究開発に従来通り自己の投資をできる状態ではなくなっている。(現状認識)

○研究開発を進める上で考慮すべき点。

実用化時期までの技術継承。

原子力業界の活性化、人材の確保。

技術開発と政治との明確化。

研究開発の意義を国民に分かりやすい形で提示すべき（合意形成）。

○その他の今日的課題。

原子力の高コスト体質が研究開発の進展を阻害。

原子力技術の高度化には時間がかかる。

手続きが煩雑、取得に時間がかかるなど許認可上の問題。

5. 「もんじゅ」その他の研究施設

○「もんじゅ」の意義。

発電技術の実証を行い、着実に運転データを蓄積することにより、次の段階につながる研究開発に利用。

運転、保守を通じた技術継承の場として不可欠。

世界的に有効なデータ取得すべく 1 つの炉。国際的な研究開発の場として活用。

稼動（運転再開）には非常に大きなコストがかかる。その役割を見直すべき。

中規模プロジェクトの候補の一つとして検討の遡上にのせるべき。

技術保存の場として活用（博物館に改装）。

○その他試験、実証施設の意義、必要性。

6. 国際協力

○高速増殖炉研究開発について日本が果たすべき役割。

人類の将来に有用な技術である高速増殖炉は、狭義の経済性のみにとらわれず、経済大国日本が果たすべき事業。

日本は原子力事業、サイクルのあるべき正しい姿をメッセージとして発信していくべき。

日本のように経済条件がよくない国では追随型では絶対だめ。

○協力（自主開発）か、共同開発（開発の分担）か。

国際協力が得られる体制になれば、コスト、時間とも短縮され、計画もうまくいく。

日本が優先しているところは他国に協力を促す。何もかもやる必要はなく日本が中心となって進めるものを持つことが必要。

各委員から出された発言の分類

○将来のエネルギー

- ・ 21世紀を支える基幹エネルギーは、取り出せるエネルギーの密度、質が格段に高い原子力以外にない。成立する要件としては、資源的、環境的に社会との整合性が長期にわたって保たれていく必要がある。
- ・ 将来のエネルギー問題を考えると、我々が使えるのは太陽からのエネルギーか、地球形成以来存在する物質のエネルギーへの変換とあってよく、その量は限られている。従って、可能性のあるものについてはR&Dを進める必要がある。
- ・ 3年前の世論調査では、日本の原子力技術は必ずしも信用できるものではなかった。日本の電力事情を考えるとすぐに原子力を中止すべきとも一般国民も考えていない。ある意味、冷静にこの問題を考えるべき。
- ・ 原子力が必要かと問われると不必要と答えざるを得ない。天然ガスが十分存在している。今ある原子力発電所を止めることはないが、新たにつくる必要はない。
- ・ 太陽光、風力など再生可能エネルギーに力を入れるべきだが、過度の期待が寄せられており、不確定要素大きい。
- ・ 仏は日本と同じく資源に乏しい国であり、原子力を推進している。電力の75%は原子力である。その結果安い電気料金で安定した電気を送れ、CO₂の大幅な削減に貢献している。
- ・ エネルギー資源は当分枯渇しないと思うが、既に生成と吸収のバランスが崩れ、しかも固定化技術が確立していないCO₂の放出抑制が、人類存続のための急務である。
- ・ 21世紀には、CO₂の固定化技術、CO₂のリサイクル技術、エネルギー効率の向上技術、CO₂を放出しないエネルギー源を、平行して総合的に研究開発を進めることが重要である。
- ・ CO₂を放出しないエネルギー源を、資源、経済性、大規模化等の観点から考えると、21世紀は原子力を主体とする以外に方法はないと考える。
- ・ CO₂問題に対する認識が甘い。地球創世期にもともと90~98%あった炭酸ガスは、たまたま地中に埋もれているだけであり、これらを燃やして大気中に開放させて安心できるはずはない。200年後に4%の濃度となり、生理的呼吸が出来なくなる。近い将来、化石燃料に依存することを改めなければいけない。
- ・ 風力、太陽光、波力エネルギーはすべて太陽からの得の変形でしかない。これらの手段の開発や利用を考えることは大事だが、このエネルギー量を推定する際に変えられたエネルギーが自然界から消失することが、気象や海洋などにどのような影響を与えるかについて議論が行われているか。
- ・ (JCO)事故後の世論調査で多少不便でも原子力がなくてもかまわないと、原子力に対する考え方が変わってきたことを認識して検討すべき。
- ・ エネルギー(電力)の需要が今後も増加するという予想は、受け入れざるを得ない。いわゆる新エネルギーがどこまで使用可能かは明確でなく、原子力は存続せざるを得ない。
- ・ 電気はコンピュータその他と絡み合って我々の生活、工業、その他に細かく入り込んでおり、30年前の節約の感覚とは全く違っている。
- ・ 未来の循環型社会における技術として何が望ましい姿かとか、電力自由化の中で電気事業者が使える技術は何かということを考える必要がある。
- ・ 将来、renewable energyが使われていくが、この希薄エネルギーで全ての需要が賄われるとは考えにくい。原子力のような高密度エネルギーが重要。
- ・ エネルギーの総消費は増え続け、原子力が他の大型電源と異なり、地球上の限られた気圏、

- ・水圏に及ぼす影響が小さい以上、貴重なエネルギー源として保持すべき。
- ・CO₂の観点より21世紀のエネルギーは原子力を主体として開発しなければならない。

○高速増殖炉及び関連する核燃料サイクル開発の意義・必要性

- ・高速増殖炉は多様な使い方ができる。エネルギーの再生産、環境負荷の低減化も期待でき、我が国にとってその実用化は重要な命題である。
- ・軽水炉はサイクルの徹底の観点からは不十分で、サイクル性の高い炉に進化を遂げる必要がある。進化の究極のところはFBRが位置している。
- ・長期的な資源的観点から高速増殖炉は必要。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で、トッププライオリティの課題である。
- ・プルトニウム消費の意義については、余分なプルトニウムを持たない、とにかく消費するという方が大きくなりすぎているのではないか。
- ・日本のエネルギーに自律性を持たせる技術の開発が必要。開発の遅れにより、性能の悪い今の大型MOX炉では開発意義が乏しい。
- ・高コスト体質が研究開発を阻害している。
- ・高速増殖炉はウランを60%有効に使えと言われているが、性能の悪い高速増殖炉では話にならない。酸化燃料の高速増殖炉はそれに近い状態。
- ・高速増殖炉の本来の使命は燃料生産にあった。今のままではウラン価格が相当上がらないと高速増殖炉はペイしない。
- ・資源小国日本としてはエネルギー戦略上の切り札として特に重要である高速増殖炉は人類の将来に有用な技術であり、狭義の経済性のみにとらわれず、経済大国日本が果たすべき事業。
- ・ウラン資源は100年とすれば、高速増殖炉・核燃料リサイクル路線の導入は不可欠。
- ・我が国のエネルギーセキュリティの観点から高速増殖炉開発の重要性は不変。
- ・高速炉は、燃料サイクルが完結して初めてその意義があり、我が国としての最良の高速炉と核燃料サイクルの開発に集中すべきである。
- ・原子力開発に取り組む以上、目指すべき将来目標はウラン資源利用の飛躍的な向上、環境負荷低減の期待できる高速増殖炉システムの開発。
- ・今までは高速増殖炉の必要な点を強調し、安全に実施するからいいとしていたが、まず、全ての有力な選択肢を評価対象として、総合評価によって優先順位をつけなければならない。
- ・高速増殖炉の魅力はプルトニウムを需要に応じて消費もできれば増殖もできること。
- ・高速炉は軽水炉と競合するものでなく補完するものである。軽水炉では完結できないリサイクルを高速炉を用いて整合性あるシステムとして完結する。そうしなければ原子力は基幹エネルギーとして循環型社会に生き残ることができない。そのために必要な開発を行うのが高速炉の意義である。
- ・原子力、高速増殖炉の第1の目的はエネルギーを作ること、電気を作ることである。高速増殖炉をうまく運転するとマイナーアクチニドや長寿命核種の変換ができるが、これはあくまでもは利益の1つであり、主目的ではない。プルトニウムを利用すればほぼ無限のエネルギーを生むことが可能となる。目的を忘れてはならない。
- ・FBRはトラブルがあったり、問題があるが、長いプロセスで見ると、ほぼ永続的にエネルギーを供給できる実用化に近いエネルギーである。

- ・ FBRサイクル関連技術の意義については、21世紀のエネルギーソースの主流として原子力がある限りFBRは大きな意味を持つ。ウラン資源の利用効率を飛躍的に高められることから、FBRは長期に亘り持続可能なエネルギー源となる。中性子発生が多いことから廃棄物の発生量の低減には余剰の中性子を活用することが出来る。FBRは付加価値があり、FBRの実用化を図っていくことは極めて重要である。
- ・ 我々は数百年先までのエネルギー確保の責務を負っている。大規模かつ長期的エネルギー源として最も有力なものは核分裂エネルギーである。限られたウラン資源を考えると、高速増殖炉の実用化が切望され、遅くとも2050年以前に実用化される必要がある。
- ・ 高速炉、再処理がうまくいけば100万年くらい使える。人類としては十分な量のエネルギーである。
- ・ 経済的な炉概念を創出することが焦眉の急である。これまでの概念で考えていたコストを半減させるくらいの革新的な概念を導入しなければならない。
- ・ 化石エネルギー資源やウラン資源等は有限であり、温室効果ガス問題も顕在化する可能性が高い。特に資源に乏しい我が国は長期的に依存できるエネルギー開発に積極的であるべき。資源の有効利用、環境負荷低減に役立つFBRは、特に重視すべき技術選択肢の一つ。
- ・ 環境を考慮し、経済発展を維持するためには原子力は不可欠なエネルギーであり、原子力を考えると、高速増殖炉は必要。プルトニウムを利用すればほぼ無限のエネルギーを生むことが可能。
- ・ CO₂を放出しないエネルギー資源としてPuの有効利用が必要。環境負荷低減のため長寿命放射性核種の消滅処理を実現すべきである。これらを同時に行える技術としてFBRの開発意義は大きい。

○研究開発投資

- ・ あくまでも将来のエネルギー供給システム全体の在り方について、ある種の一定の共通認識をつくった上で、全体の中での原子力の位置付け、高速増殖炉開発の位置づけは全体のバランスに配慮して設定すべき。全体の開発の中でそれほど大きなシェアを高速増殖炉開発に割くべきではない。
- ・ 将来のエネルギー開発予算を考えると、21世紀のエネルギーを支えるためにどれだけのポテンシャルを持っているかで決めるべき。それが国の政策たるゆえんである。国が、高速炉なしに21世紀のエネルギー問題の解決はあり得ないと確信するならば、高速炉に9割の予算を使っても良いと考える。
- ・ 単に軽水炉よりエネルギーを安くつくれるか、軽水炉に対して競合性があるかという議論で高速炉開発を進めるのであるならば、市場原理に任せておけばいいので国の予算を使う必要はない。原子力が世界的なスケールで電力需給を支える基幹エネルギーとなるため、不可欠な技術開発を国が行っていると認識している。
- ・ ユニットは太陽光は3kW、風力は1MW程度で大規模にやるには数さえ増やせばよいのであって、それに対して原子力は1基の出力が大きく、つくるのにお金がかかる点を理解すべき。
- ・ メーカーはこれまで高速炉が近い将来実現するであろうということで人員を確保し、技術開発を行ってきた。しかし、世界の動向、日本でのスケジュール等不確定要素が多く、プラントもたくさん作れる状況ではない。コストダウンの要請も強く、メーカー単独で先の見えないマーケットの中従来通り行うわけにはいかない。
- ・ 今まででは大型のプロジェクトを一つのメーカーがメインコントラクターになるという意味が強かった。しかし、マーケットがいつになるのか分からない状態ではいくら頑張っても限

界がある。

- ・どれだけ国の資源を投入すべきか。FBRが2050年過ぎにCO₂放出抑制技術として世界的に意義を持つとすれば、世界全体で数千億円／年の投資は妥当であろうという計算もある。これには開発に成功し、他の技術に優れている前提がある、そこで、ある種の予測と意思決定の積み重ねが必要。
- ・我が国は技術によって来世紀も伸びていくに違いないが、そういう中で新しい技術オプションを生み出す研究開発として、基礎研究、基盤研究に対してどれだけ資源を投入すべきかという論点もあろう。
- ・開発資金について、国はこれまでの開発資源の投入先を英断をもって再配分する。
- ・高速増殖炉もエネルギー開発の一つのプロジェクトにすぎないので、他と同じ基準で計画を立案し、審査する必要がある。実用開発ステージの事業は民間の自己責任においてやってもらうが、一定の条件を満たせば、国が補助金を出すのは正当化される。基礎実験及び技術検証ステージについては、数年間で柔軟な入れ替えが可能な仕組みでやるべき。

○研究開発の方向性について

- ・ナトリウム冷却の実用炉が見通せない場合、他の冷却方式で見通せるものを検討する。この場合、炉の開発・建設は国際共同も視野に入れる。
- ・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)の検討も進める必要がある。
- ・技術のブレークスルーが必要。技術については、金属燃料の改良が見通せるようになった今、金属燃料を用いた炉とリサイクルが一体となったの新概念の創出。
- ・高速増殖炉開発の中でも、例えば小型炉というアイデアもあり、様々なアイデアがある。今まで行ってきた酸化物燃料の原型炉という路線もある。それらの中で、一つ一つのシェアをどうするかを改めて議論しなければならない。
- ・小型高速炉の研究開発を続けていくことが重要と考える。小型のものであれば、たとえ失敗してもコスト的にそれほど問題とならない。
- ・FBRは必要かという問題ではなく、今後情勢が変わることもあるので選択肢を持っておくことは非常に重要と考えている。
- ・現行長計では将来の中心的エネルギー源としてFBRが位置付けられているが、もう少し違った選択肢も今後の経済、エネルギー需給によっては成立するのではないか。もう少し安いコストで開発できるものがないかというのが低減速スペクトル炉開発の発想。FBRが完全に実用化するまでに不透明性があるので、それまでは低減速スペクトル炉で電力供給に貢献できるという考えである。
- ・低減速スペクトル炉はフィジビリティ・スタディの段階であり、電力にとって魅力的でアクセプタブルなものになれば試験炉まで持って行ければ良いと考えている。
- ・高速増殖炉がなかなかうまくいかないのであれば、今の軽水炉技術の延長線上の低減速スペクトル炉を高速増殖炉までの中継ぎとして考えることもあり得る。
- ・燃料として乾式再処理による一体型プラントに適した金属燃料が有力候補の一つ。
- ・FBRのユーザーは電力のみであるとしているが、将来も本当にそうなのか。自由化が進んでいったときに電力は本当にできるのだろうか。分散型のエネルギーとして広がるのではないかとすることもシナリオの一つとして視野に入れて一般企業を仲間に入れておくことが重要。どのようにFBRが使われるのであろうかシナリオを何種類か想定しておくことが必要。

○分離・変換技術

- ・核種分離、消滅処理は短半減期化のメリットと同時に、エネルギーを取り出す可能性も含んでいる。この種の研究において日本は国際共同研究の一つの拠点になって良い。これまでに原子核研究者と、原子力研究者の隔たりが大きかったが、その協力が必要。
- ・TRUの燃焼と長寿命FPの消滅は高速増殖炉の付加的価値として考慮し、今回の長計のタイムスパンでは未だ基礎基盤的な研究段階であるので、加速器駆動システムも含めて効率的な研究開発の進め方を検討する。
- ・高速炉を用いて長寿命放射性核種の消滅処理を行う技術が確立されれば、原子力の環境負荷対策上非常に有効である。
- ・燃料リサイクル、エネルギー問題以外にマイナーアクチニドの消滅処理を高速炉の一つの目的にすえてもよいのではないか。それとの関連で、MOX燃料は技術的にブルーブンであるが、より効率のよい金属、窒化物燃料等の導入時期や開発スケジュールなどは、よく検討して決めるべきである。
- ・長寿命核種分離変換技術を廃棄物処理・処分技術に応用するとソースタームが減少し、廃棄物問題の根本的解決策になると考えられる。分離変換技術は原子力の基本となる技術であり、この高度化は原子力全体に及ぼす効果は非常に大きい。そういう研究が原子力研究開発の活性化につながる。
- ・分離変換技術は原子力の将来を評価する上で重要である。この技術は再処理を前提とする技術で、もし優れたシステムとしての実用化が有望であれば、再処理路線の評価をやや高めに修正するに値する。
- ・実験室レベルで、どの程度分離の見込みがあるかは悩んでいる。実用化に向けては、実験室レベルの知見を基に全体の計画を立てる訳だが、実験室レベルの技術が実用化レベルになるには非常に大きなハードルがある。
- ・分離変換技術が幼児期にあるのは理由がある。模擬物質については実験室で99.9%分離できる。実際の高レベル廃棄物で実証するには非常に時間がかかる。MAの消滅研究については、Cm、Np、Amは微細な物質であり、日本で入手し、大々的に研究を実施するのはそう簡単ではない。
- ・国として、人的、財政的投入をそれなりにしていかなければならないだろう。
- ・今まで通りのやり方で研究開発を進め、そのうち大きな装置にシフトするため見直すときが来るので、そのときにきちんと見直せばよいのかと思う。ただ、現在研究開発を進めるのに研究インフラの問題があって大変だと当事者が感じているのであれば、それについては心配りが必要。
- ・分離変換技術が確立されないと原子力開発が進められない訳ではなかろう。それが確立できれば望ましいが、現在の形の高レベル廃棄物処理・処分を進めていくこともあり得る。連続定格で働かせる加速器ができるのかという疑問もある。分離変換技術の確立させるための努力は是非やっていただきたいが、従来通りの方向で進めるのも1つの選択肢である。
- ・FBRをサイクル技術や長寿命核種の分離変換技術も経済性の観点から考えていかなければいけない。分離変換技術を実用化するには全く違った技術が必要と思う。
- ・高速炉の開発・実用化は100年先を考えて行うことだと思うが、そういう観点から考えると分離変換技術は実用的な問題を解決するため、今後数十年やっていくことは必要。
- ・増殖炉はあくまでエネルギーを出すものというのは、適切な表現だと思う。消滅処理が同時に行われることも重要ではあるが、なにが本質かということが大事である。この観点から、増殖炉以外による消滅処理（加速器等を使用した）の研究をすることも、十分に意味がある。

○実用化時期について

- ・実用化までにはかなりの時間が必要で、これを効率的に行っていくことが今後一層重要となる。
- ・原子力が21世紀の基幹エネルギーとなるべく整合性あるシステムになれるかどうか考える残された時間はあまりない。
- ・今の軽水炉の代替時期は2030年頃。それに間に合わないとは高速増殖炉は導入の機会を逸する。それまでに魅力的な高速増殖炉を作り上げるべき。今の高い高速増殖炉の概念の1/2の値段で出来るようにしなければならない。
- ・高速増殖炉は経済性に問題はあるが、実用化に近い段階にある。努力次第で実現可能な最も確実な路線である。
- ・一步一步技術を確認しながら、安全性と経済性の整合された技術の開発に取り組んできたし、今後とも取り組んでいくべき。
- ・電力業界では、2050年頃という曖昧な目標を立てたまま、当面10年の開発計画、開発シナリオを構築したいと考えている。
- ・サイクル機構がオプションの成立性を提示することに成功さえすれば、引き続いて導入の意思決定がなされるものと期待している。軽水炉のリプレースの時期に優れた性能を持った高速炉が実現出来さえすれば、リプレースという形で導入されていくことになることを期待している。
- ・高速炉は実用化にかなり近い段階にあり、実用化時期は遅くとも来世紀の中頃までに実現しなければあまり意味がない。

○研究開発の進め方

- ・金属、窒化物等の燃料形体又は、乾式再処理を含むサイクルシステムについて経済性も評価して、実用化に役立つ研究開発を行うべき。
- ・技術に挑戦することと経済性を追求することを明確にする必要がある。
- ・FBRと関連する核燃料サイクル技術は、今まで個々に開発してきたが、両者を総合的に進めていく必要がある。
- ・メーカーとしては、今まで高速増殖炉と関連核燃料サイクルの研究開発に意欲的に自ら投資して取り組んできたが、我々の置かれた環境では極めて長期間に亘る高速増殖炉の開発には、従来通り自己の投資をできる状態ではなくなった。
- ・ターゲットが延びたことについて、今までの研究開発結果を書類として残し、必要なときに出してもう一度開発するやり方とその技術を別の形で使い、開発のスタイルを変えるなどして研究開発を続けていくやり方がある。
- ・実用開発ステージにあるとは思えない高速増殖炉は、技術検証ステージと基礎実験ステージの組合せであるということを再確認して、それにふさわしい額、ふさわしいプロジェクトのあり方を提示すべきである。
- ・現在までの実用化計画を、技術保存、技術検証、基礎実験をベースとした計画にリセットした上で、どのようなFBR研究開発を行うかのプログラムがあるかを考えるのが妥当。
- ・具体的にどういう性能の炉あるいはサイクルを目標とするのか、その設定が重要。どこをターゲットにするかによって開発技術が大きく変わる。全体を見つつ飛躍の幅、経済性も含めて考えてほしい。
- ・開発目標については、従来の大型・ナトリウム冷却・MOX燃料の仕様で合理化を進めていけば、既存の軽水炉と同等の経済性を達成できる見通しは得ている。軽水炉においても

大幅なコストダウンの試みがなされているところであり、FBRを実用化するためには、従来の研究開発活動に甘んじるのではなく、一層の飛躍が必要と考えるので、革新的技術を取り込むことを一つの目的として据えた実用化戦略研究に着手したところ。併わせて、環境負荷低減や核不拡散性の向上を実現できるシステムを構築していく。

- ・ 良いものを出来るだけ早くと言う観点から、研究開発を約5年スパンでレビューし、マイルストーンを決めていくという柔軟な方策をとることとし、2015年頃に実用化の見通しのある技術の体系化を仕上げることを考えている。
- ・ FBRが、軽水炉経済的に競合する炉を開発することのみを目的とするのであれば、国家プロジェクトとして進める意味はない。
- ・ 軽水炉から高速炉に変わっていくには、数十年トランジェントの時代がある。FBR時代に1日で変わるわけではなく、軽水炉サイクルから高速炉サイクルにどう受け渡していくか計画も考える必要がある。
- ・ 現在、高速炉開発が行き詰まっているのは、炉の研究開発が先行し、サイクルが追いついておらず、サイクルシナリオが辻褄合わせに陥っているところにある。まず、核燃料サイクルのトータルスキームを描き、高速炉の計画を作るべき。
- ・ 原子力をやっていくには、環境負荷低減が必要で、分離変換技術も重要。サイクルという視点からあまりにも目が離れてしまって、原子炉の研究に資金がってしまったことを考え直す必要がある。
- ・ 高速炉の問題で一番大事なことは資源と環境の問題である。
- ・ 開発上の注意として、経済性と同時に安全性の実証が重要。
- ・ 一つに絞った大きなプロジェクトにするのではなく、小型で多くのオプションを取り入れた計画のほうが良い。今までは狭い範囲でプロジェクトを進めてきたが、これが遅れ、周りの状況とのずれが生じた。このまま進むと、周りの状況と合わずのがますます難しくなる。
- ・ 先に伸びたシステムについては、何もしなくていいわけではなく、技術の高度化をしておかないといけない。原子力の技術高度化には非常に時間がかかり、先端技術に比べ遅れている。高度化はブランクを作らず地道に進めるべき。
- ・ 高速増殖炉の戦略は、短期間の情勢に左右されることなく、高速増殖炉のあるべき究極の姿を設定し、且つ、柔軟性、助長性を持って、現実の状況からその目標に到達し得るシナリオとして再構築する必要がある。
- ・ 炉／燃料サイクル一体型プラント概念を構築して、柔軟に対応できるようにすること。
- ・ 目標とした炉概念が革新的であればあるほど、早期に最小限の規模により、その概念を検証する必要がある。
- ・ 次世代軽水炉の導入時期を2030年とすれば、30年を10年ごとの3期に分け、競合できる高速増殖炉の実用炉概念を構築する。その後20年をかけて、軽水炉群と整合させる。
- ・ 金属燃料・乾式再処理も研究は並行して進めるべきだが、その際、研究開発の進展のグレードの差を十分認識して評価すべき。
- ・ これまでの研究成果を見ると、今後も開発努力を継続することによって、高速増殖炉は、高い安全性、経済性、環境適合性を備えた将来の実用化を十分予見させるレベルに到達しており、その開発にチャレンジする意義は大きい。
- ・ 開発目標は、安全性を大前提に軽水炉や他電源と競合できる経済性を達成すること。炉とサイクルの整合や核不拡散性にも配慮すべき。このような点に見通しが立てば電気事業者の中においても実用化への道が開かれる。
- ・ 長期的な目標は重要であるが、同時に短期、中期の目標を掲げ、必要に応じて軌道修正を

加えながら進めていくべき。

- ・開発計画、開発状況等適宜チェックアンドレビューを行い、柔軟な計画の下に着実に進めるべき。
- ・FBRの本格実用化時期は、ウラン需給予測などから21世紀半ば頃と想定。FBR本格実用化時期に先立って、必要な技術成熟期間を考慮の上、実用化初号機の建設判断が可能となるように技術開発を進めることが必要。炉のみでなくサイクル技術も並行して研究開発を進めることが必要。
- ・高速増殖炉発電システムは、あきらかに実用開発ステージにないと判断される。そのような段階にない以上は、技術検証計画ステージと基礎実験計画ステージの2つを中心に高速増殖炉システム関連の様々な中小プロジェクトの連合体としてR&Dを進めるべき。
- ・21世紀前半には高速増殖炉が必要となる。それまでの期間は、高速炉に関する技術的知識を強化し、また特に国民の理解を得るための期間として利用するのが適切。
- ・FBRの研究開発は核融合炉が実用化に近づいた段階で、計画を変更することが必要。
- ・実証炉は2030年頃から開始するのが妥当。実証炉は原型炉と形式が異なると考えられるので、実証炉による十数年の運用実績や改良研究の成果などを取り入れて実用炉の建設に入るのが適当。

○研究開発体制

- ・サイクル機構は開発に関する基礎をやって世界をリードしてもらいたい。
- ・人については、最初から官民一体となって研究開発を進める。
- ・核燃料サイクル開発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する。
- ・実用化戦略調査研究などは原子力村の中でやろうとしている。電力、原子力メーカだけでなく日本の産業界で技術を持っているところが協力して行うべき。
- ・原研、サイクル機構に相当する機関が開発したものをNOVATOM、FRAMATOM等のメーカーが製作し、電力公社であるE d Fが運転を行う。ロングタームのプロジェクトはリスクが大きくフランスのような分担が必要。
- ・メーカはこれまで高速炉に近い将来実現するであろうということで人員を確保し、技術開発を行ってきた。しかし、世界の動向、日本でのスケジュール等不確定要素が多く、プラントもたくさん作れる状況ではない。コストダウンの要請も強く、メーカ単独で先の見えないマーケットの中従来通り行うわけにはいかない。
- ・電気事業者が発電システムを開発するのは奇異。アメリカでは、原子力開発のごく初期は国で行ったが、GE等のメーカーがリスクを負って行ってきた。国が多少の援助をすることは妥当としても、メーカがリスクを冒してでも商売になるシステムを開発するといったような体制（メーカ・電力・国の妥当な役割）にならないのか。
- ・開発体制については、メーカだけで将来を背負うのはリスクがある。また、現在も電気事業者だけでやっているのではない。国にも研究機関があり、皆で協力し、各々役割分担して進めるべきである。
- ・原子力はエネルギーの根幹にかかわる問題、資源が有限であることに対して長期的に何をすべきかという観点で捉えて取り組まなければならない。特にFBRのように、まだまだ研究開発段階にあるものについてはメーカ中心では無理。理想はメーカ同士が競争して、よりいいもの、より安いものを作ってもらえればよいのだが、高速増殖炉の分野に、今、それを求めるのは酷である。
- ・研究機関としては、いいアイデアを出して貢献できる分野では貢献し、将来は産業ベースで競うのが理想的。

- ・高速炉開発は不確定要素がだんだん大きくなってきており、従来体制ではやっていけない状況である。新連合体ではサイクル機構の実用化戦略チームに今までメーカーで高速炉をやってきた力のある比較的若い人間を送り、そこで技術の集結してR&Dを展開しようという考えである。このような形が一番リスクが小さいと考えている。
- ・今までは大型のプロジェクトを一つのメーカーがメインコントラクターになるという意味が強かった。しかし、マーケットがいつになるのか分からない状態ではいくら頑張っても限界がある。
- ・新しい技術の研究、「もんじゅ」の延長線上にない高速炉の開発を本当に考えるならばその選択が必要で、新しい実施主体をある時期に決めなければならない。
- ・競争は研究開発の活性化を引き起こす。指導力も重要である。例えば、軽水炉がリコーバ一提督によって完成されたことを考えると、これに似た指導者が存在し得るような体制が出来ないか検討するのもよいことだと思う。
- ・国、民間が一体となった開発体制をつくり、技術力の維持の最低限の規模の開発計画を早期に示す。新しい燃料サイクル技術は民間の協力を得つつ国が主体となって開発する。
- ・実証炉に向けた研究開発については、サイクル機構を中心とした官民一体の協力体制に期待する。
- ・今後とも官民一体を結集した開発体制が不可欠。基礎基盤の開発には国の主体的な取組みを期待し、実用的、経済的システムをつくりあげるという観点から電気事業者が協力する。実用化の目途がついた後は、電気事業者が主体となって開発を進めることが適当。

○研究開発を進める上で考慮すべき点等

- ・マニュアル化された知識ではなく、研究者、技術者のテーマ達成の熱意と責任感が大事。
- ・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なめらかには行われていない。技術は人にあり、技術継承には時間の限度がある。
- ・小型炉のR&Dは新しいものを開発しているというイメージとなり、研究者の気の入れ方も違う。小型炉の開発は人材確保にもプラスに寄与する。
- ・分離変換技術は人材養成にもプラスになり得る。
- ・現在の原子力発電技術をきちんと次世代に引き継ぐと同時に、より将来の世代に対し電力を確保していくために役立つ研究開発、技術開発の成果を残していく努力が必要。
- ・原子力は新しい研究をやることの困難さがある。放射性物質を扱うため、他の研究より厳しい条件を必要とし、設備も簡単には使えない。研究者が少なくなっているのも原因。分離変換技術のように夢のある技術を活性化するためには、組織、システムとも抜本的な改革が必要。
- ・仏では、全体的に原子力発電はエネルギー自給の問題、電気料金の安さ、安全性の点で国民の理解を得ている。一般国民はドイツのように原子力廃止に賛成していない。
- ・FBR開発の意義を国民に分かり易い形で提示する努力が必要。
- ・開発が長期に亘るため、メーカーなどを含めた技術の継承、人材確保、さらに研究開発従事者が生きがいを感じられる社会環境の醸成が必要。このためにもFBRの開発意義について一般の人々の理解、支持を得られるようにすることが重要。
- ・規模が小さくても消滅処理を原型炉・実証炉の段階から実施することにより、FBRの意義が国民にとってよりわかり易いものとなる。
- ・一番重要なのは安全性の問題。国民の理解を得るためには安全性の説明が必要。
- ・高コスト体質が研究開発を阻害している。
- ・近年科学技術の進歩は非常に速く、大規模工学システムでは、これらを随時取り入れてシ

システムの改良を進め、安全性、信頼性、経済性の向上を図るべきである。しかし我が国では原子力分野で新技術を導入してシステムの改善を企画しても、その許認可手続きや審査手続きは非常に煩雑で時間の掛かる作業であった。これを改めなければ国際的に注目される新しい技術開発は困難。

○もんじゅ

- ・ポリティカルの問題は難しいが、もんじゅの問題の解決なしに高速増殖炉の開発は進まない。
- ・もんじゅの稼働には非常なコストがかかる。財政赤字を抱え、不況を脱することができない現在の国の状況において、コスト意識をどういう風に考えていくかは大きな問題。
- ・もんじゅの開発に1兆円を超すお金がかかっており、これだけのお金をかけたまま中断しているのは問題。
- ・もんじゅの本来の意義は、ナトリウムによる発電技術の実証であり、これは変わっていない。着実に運転していくことが必要で、その上で可能ならば研究開発に利用する。
- ・もんじゅは早期に運転再開すべき。事故時の原因調査も総点検も行った。安全性と政治的判断が混同しており、明確に区別すべき。
- ・技術継承は、プラント設計、建設、メンテナンスを通して行われる。いろいろな形の意義付けがあると思われるが、メーカーとしてももんじゅの運転再開が必須。
- ・電力の立場から、運転保守技術やナトリウム取扱い技術、発電性能の実証をすべくもんじゅの経験は不可欠であり、早期の再開を期待。
- ・一刻も早いもんじゅの運転再開、日仏協力を期待している。
- ・もんじゅは役割を終えたと考えられ、中規模プロジェクトの候補の一つとして検討の週上にのせてはどうか。
- ・もんじゅ(FBR)の実用性の見極めまである日数がかかる。その前に早く再開しないと、その間の遅れが会社の経営負担になる。だからと言って人数を減らすのはおかしく、早く必要な人数にして再開しなければならない。
- ・もんじゅは今後運転再開し、高速炉関連技術の成熟のための研究開発を進めるべきである。
- ・発電システムとしてのトータルな技術として、安全性、システムを確認することは重要で、その観点でも「もんじゅ」の運転が重要となる。「もんじゅ」については、発電プラントを実際に運用していくことにより、妥当性、信頼性、安全性の判断に必要な情報を提示するものである。発電システムの実用化にとってどうしても必要である。
- ・「もんじゅ」と同じ姿のものが実用化されるかどうかは、これからの議論が生かされるところであるが、ナトリウムを使つての炉環境下で、多くの試験開発可能な数少ない施設としての使命を果たすことが望ましい。
- ・「もんじゅ」は中断しているものの、有効な研究成果を出せる炉としてきちんと完成させ運転するべきと思う。大きな装置は一度止めてしまったら再度動かすことは難しいし、世界的に見ても有数の価値ある施設であると思う。ただこれを行うためには、現在の技術がどこまで進んでいるかを「客観的」に提示して、一般の人たちの理解を得る努力が必要。
- ・「常陽」から「もんじゅ」のラインで今まで開発を行ってきており、数十年と数千億円かけてきて実績を積んできたが、今後も技術の継承が必要。「もんじゅ」を早く運転再開することを考えなければならない。
- ・「もんじゅ」は、出来るだけ早期に改良の上再稼働させ、発電技術の実証に努め、革新的概念の礎となる技術の開発に利用すべき。
- ・「もんじゅ」は約6000億円を投じて出来ている。だが、MOX燃料、ナトリウム冷却の原

型炉としての位置付けであり、これをそのまま大型化したら実用的発電炉になるとは思わない。運転経験を積んでデータを蓄積し、次に活かすことが重要。

- ・もんじゅ建設所は「もんじゅ」博物館に改装して、核燃料サイクルに携わってきた人を学芸員としてたくさんつけて技術の保存を図るのがよい。
- ・研究開発には時間と多大な努力が必要。研究開発に利用できる施設は限られている。施設を共同で扱えば効率よい開発ができる。
- ・「もんじゅ」による消滅処理試験の開始目標はできるだけ早い時期がよい。全出力運転から数年後の2010年頃が妥当と考える。
- ・今後、世界でFBR原型炉や実証炉の建設が進むとは考えられないので、比較的数少ない原子炉の運用実績から技術の成熟化をはかるために、「もんじゅ」では2010年頃から消滅処理試験を進めると同時に、発電所としての稼働率を犠牲にしても大規模工学システムとしての改良研究の実証試験を進め、これらの成果と国際協力の成果などを総合して、実証炉、実用炉の設計・建設に反映させるべきである。
- ・高速増殖炉懇談会で、「もんじゅ」の事故は極めて幼稚な人災であると判断して委員の先生方の了解が得られている。そのため、即刻、研究を再開すべきである。こういう計画は早くから結論を出して、その対応を決めていかなければならない。

○その他施設

- ・「常陽」について、主として実用化計画のサポートを目的とするならば、これを廃止するのが妥当である。ただし、目的を転換し、設計を変え、研究炉として存続させる可能性については、これから検討する必要がある。
- ・燃料開発については、「もんじゅ」に対応する施設であるRETFについては、「もんじゅ」同様、技術保存計画に回すのが妥当。建設中止が妥当。

○国際協力関連

- ・日本は国際的な開発の姿勢をちゃんと出して行くべき、世界的な情勢を踏まえて議論していきたい。
- ・分離変換技術は日本だけに留まらず、アメリカ、ヨーロッパなどでも活発に研究開発が進められており、その中でも日本のオメガ計画は指導的立場にある。
- ・核廃棄をしようにもサイクル能力を失った米国は矛盾に苦しんでいる。日本は原子力事業、サイクルのあるべき正しい姿をメッセージとして発信していくべき。日本の使命は、原子力をシビリアンの手にもう一度取り戻すことである。
- ・技術には進歩があり、いろいろな要件が満たされた時、新しいことが出来るようになる。アイデアが出された時点で、それがすぐに実現されるとは限らない。多くの要素が集まって、可能になった時点で一気に進めるのが有効である。日本が技術や計画で優先している分野では、他国に積極的に協力を促すのが良い。なにもかもやるというよりは、ここは日本が世界の中心になって進めるというものをしっかりと持ち、これを掲げることが大事。
- ・日本のように経済条件がよくない国では追随型では絶対だめ。やってみて、その過程で複合的な問題が起こると、当然中止することはあり得る。しかし、つまらない事故で計画が頓挫するのはおかしい。
- ・FBRが重要なものならば、もっと国際協力が得られる体制になると思う。コストも削減され、時間も短縮され、計画もうまく行くと思う。
- ・国際協力を重視し、世界に受け入れられる開発目標、概念の構築が必要。