

主な変更点

・「高速増殖炉」「高速炉」等に関わる用語の整理

新計画策定会議（第18回）  
資料第2号



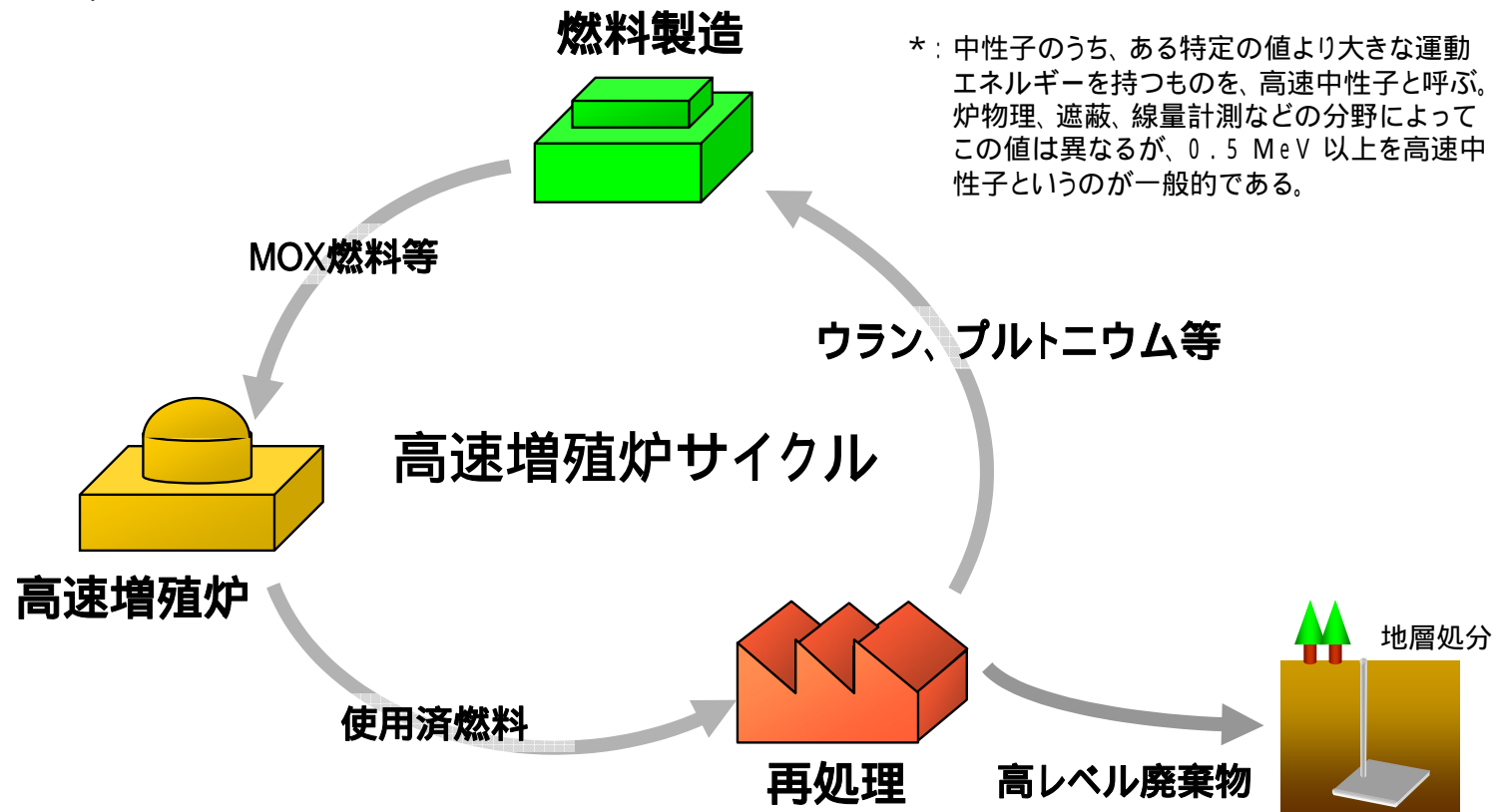
# 高速増殖炉サイクルの意義(改訂版)

---

平成17年2月10日

# 1 . 高速増殖炉サイクルとは

- 高速増殖炉はウラン、プルトニウム等を燃料とし、高速中性子\*による核分裂反応を用いた、使用した燃料以上の燃料を生産することが可能な原子炉である。
- 高速増殖炉サイクルは、高速増殖炉と関連する核燃料サイクル(燃料製造および再処理等)で構成される。





## 2 . 高速増殖炉サイクルの特性と意義 (1/3)

### ■ 高速増殖炉は、

- 軽水炉に比べ、ウラン238が中性子を捕獲してプルトニウム239に変換する割合が相対的に大きくなる(つまり、高速中性子領域 では、中性子が衝突して核分裂する数よりも、ウラン238が中性子を吸収してプルトニウムになる数が多い)ことにより、使用した燃料以上の燃料を生産すること(燃料の増殖)が可能である、
- 炉心の中性子エネルギーが高い(高速で運動する)ため、軽水炉では燃えにくい(中性子を吸収しても分裂しにくい)アクチノイド も核分裂させること、

などの特性を有している。このため、

- 高速増殖炉サイクルは、軽水炉と比べてウラン資源の利用効率を飛躍的に高くできる可能性がある。(3頁参照)
- 高レベル放射性廃棄物中に長期に残留する放射エネルギーを少なくし、発生エネルギーあたりの環境負荷を有意に低減できる可能性がある。(4頁参照)

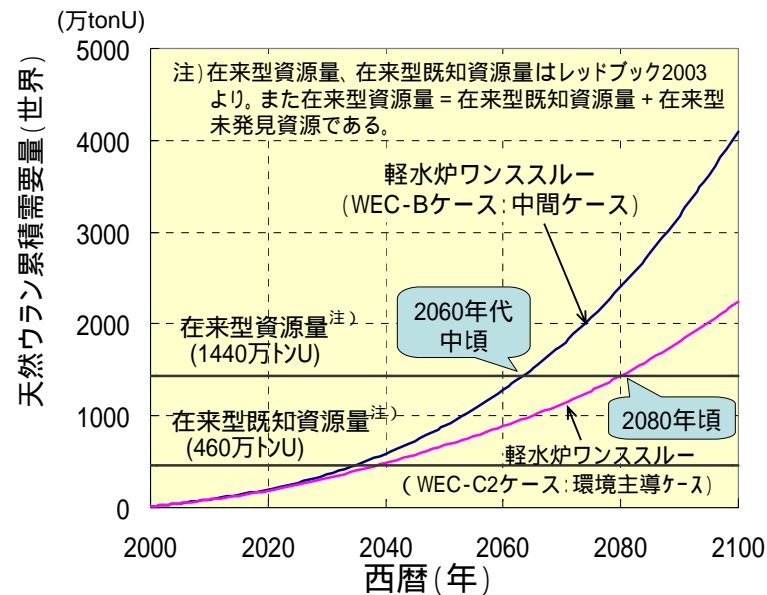
： 中性子のうち、ある特定の値より大きな運動エネルギーを持つものを、高速中性子と呼ぶ。高速中性子領域とは、この高速中性子の運動エネルギーの範囲を指す。(炉物理、遮蔽、線量計測などの分野によって異なるが、0.5 MeV 以上が一般的である。)

： 周期表において原子番号89のアクチニウムから103のローレンシウムに至る15の元素の総称をアクチノイドと呼び、アクチニウムを除外したものをアクチノイドと総称する。

## 2. 高速増殖炉サイクルの特性と意義 (2/3)

### - ウラン資源の有効利用とエネルギーセキュリティの確保 -

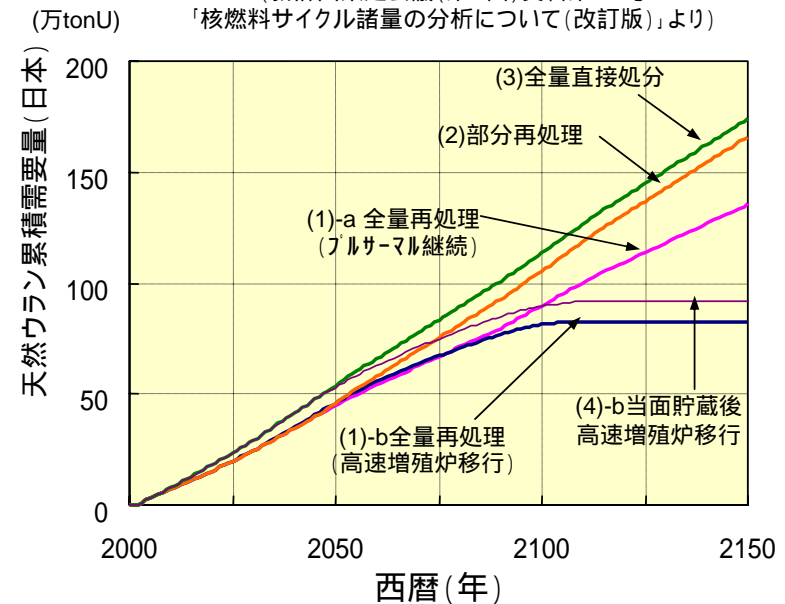
(「FBRサイクル導入シナリオの検討( )」, JNC TN9400 2003-061 より)



世界エネルギー会議 (WEC) における長期の世界エネルギー需給に基づくサイクル諸量解析によれば軽水炉ワンスルーでは、21世紀中頃以降ウラン資源の枯渇が現実化する可能性がある。

なお、WEC-Bケースは2100年でGDPが1990年の10倍となる経済成長を前提とし、WEC-C2ケースは原子力依存の上にGDPが11倍で更に環境保全からCO<sub>2</sub>の排出制限を前提としている。

(新計画策定会議(第9回)資料第13号  
「核燃料サイクル諸量の分析について(改訂版)」より)

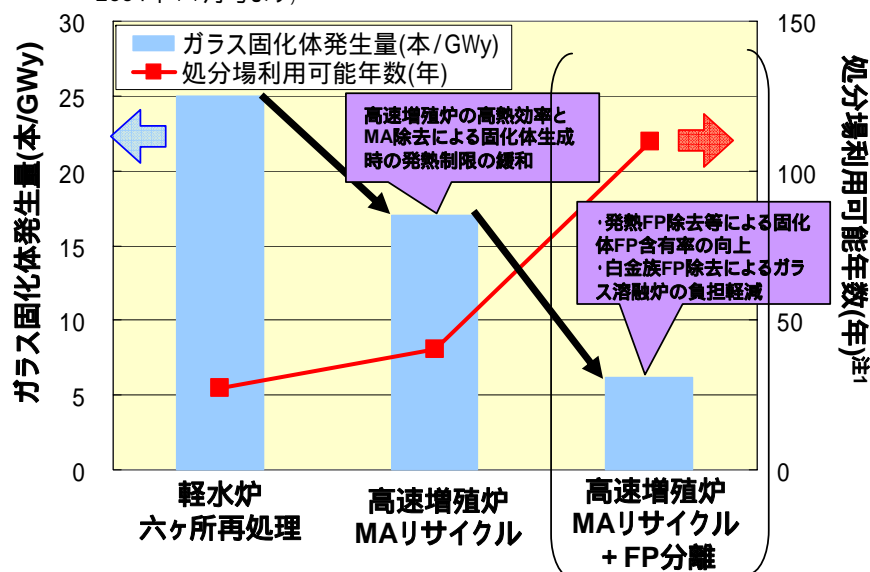


我が国においては、2050年以降、軽水炉のリプレイスにより高速増殖炉を本格的に導入していけば、22世紀には、天然ウランの調達是不要となる。

## 2. 高速増殖炉サイクルの特性と意義 (3/3)

### - 高レベル放射性廃棄物量の削減と放射能による潜在的有害度の低減 -

(「高速増殖炉サイクルの実用化へのステップ」, 原子力eye vol.50 No.11  
2004年11月号より)

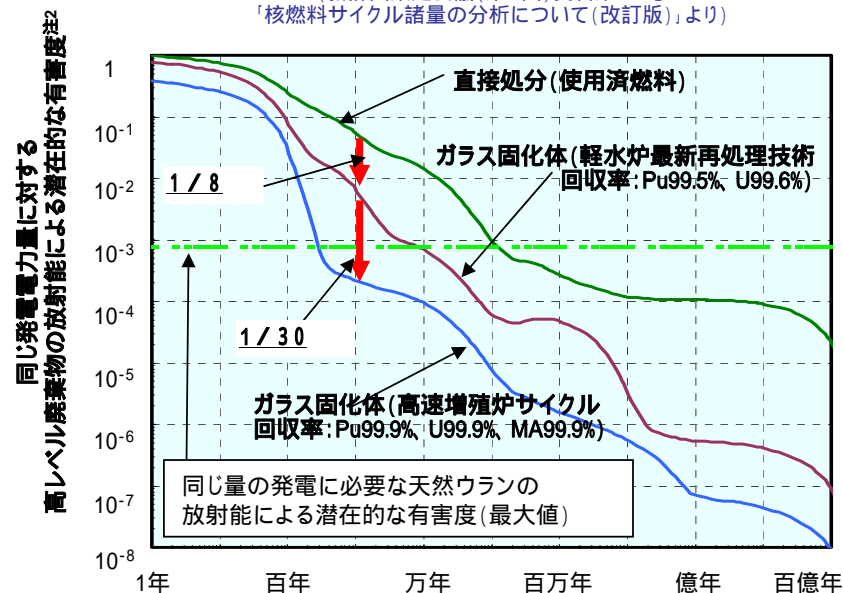


高速増殖炉サイクルではMA: マイナーアクチニド(ネプツニウム、アメリシウム、キュリウム)リサイクルと高熱効率とがあいまって高レベル放射性廃棄物の体積を減少できる可能性がある。(また、発熱FP等の分離処分技術が実現すれば、さらに体積を減少できる可能性がある。)

注1 処分場利用可能年数(年)

原子力発電設備58GWeとして、各処理技術を適用した場合に、ガラス固化体4万本処分可能な処分場を満杯にするのに要する期間を示す。

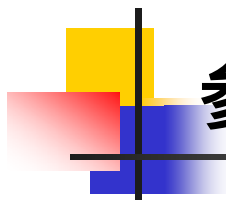
(新計画策定会議(第9回)資料第13号  
「核燃料サイクル諸量の分析について(改訂版)」より)



処分される放射能の潜在的有害度は、再処理しガラス固化体にする事で減ずる。

高速増殖炉へ移行すると、その効果はさらに大きくなる。

注2 高レベル放射性廃棄物の実際の危険性ではなく、高レベル放射性廃棄物と人間との間の障壁を考慮していない潜在的な有害度を示している。使用済燃料の1年目の潜在的影響を1とした相対値。



# 参考 - 高速増殖炉懇談会報告書における記述

## 【高速増殖炉研究開発の意義】

「高速増殖炉研究開発の在り方」(平成9年12月1日)

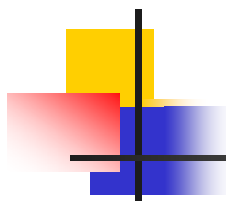
### 3. 高速増殖炉研究開発の意義

#### 3.2 高速増殖炉研究開発の進め方

##### (1) エネルギー需要の見通しとウラン資源の有限性

そもそも高速増殖炉について考えるためには、ウラン資源の有限性について考慮する必要があります。国際機関の評価によれば、世界で現在までに存在が知られているウランの量は約451万トンであり、軽水炉からの使用済燃料を処理することなくウランを使った場合、現在、世界で毎年使われているウラン量(約6.2万トン)からみて約73年分です。もちろん、今後新たに利用可能なウラン資源が開発されることも想定されますが、他方でエネルギー需要の伸びや地球温暖化問題の顕在化を考えた場合、世界の原子力発電を含む非化石エネルギーに対する需要は、中・長期的には増大すると考えて対策を講じるべきです。このためには使用済燃料を再処理して、その中にあるまだ使えるウランやプルトニウムを利用してウランの利用率を高めることは重要です。

将来のエネルギー需要とウラン資源量に関する見通しについては、世界の原子力発電設備容量を過去に言われたほど増大せず、横ばい傾向にあること、歴史的に見てウラン資源量の推定は困難であり、かつ過小評価の場合の多いことが明らかであること、これを根拠として現在の高速増殖炉研究開発計画を正当化することはできないという反対意見がありました。一方、既に技術の確立している軽水炉でのプルトニウム利用(プルサーマル)と併せて、高速増殖炉の研究開発を進めることは、長期エネルギー確保の観点からエネルギー多消費国である我が国にとって重要であり、また我が国社会の人類に対する義務であるとする意見があり、これが多数を占めました。



## 参考 - 現行長計における記述 (1/2)

### 【高速増殖炉の意義】

「原子力の研究、開発及び利用に関する長期計画」(平成12年11月24日)

第1部 原子力の研究、開発及び利用の現状と今後のあり方

第3章 我が国の原子力の研究、開発及び利用の現状と今後

1. 原子力発電

1-3. 原子力発電の特性と課題

(供給安定性)

原子力発電は、他のエネルギー源に比べて燃料のエネルギー密度が高く備蓄が容易であるという技術的特徴を有し、加えてウラン資源は石油資源に比べて政情の安定した国々に分散していることから、供給安定性で優れている。また、将来、高速増殖炉等によってウランをより高い効率で利用できる技術が実用に供されれば、原子力発電は、より一層長期にわたって安定的にエネルギーを供給できるようになる可能性があり、将来ともに人類にとって必要なエネルギーを供給する上で有力な技術選択肢の一つとなる。

「原子力の研究、開発及び利用に関する長期計画」(平成12年11月24日)

第2部 原子力の研究、開発及び利用の将来展開

第3章 原子力発電と核燃料サイクル

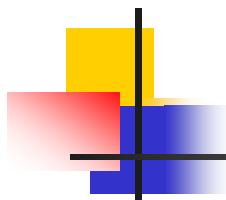
5. 高速増殖炉サイクル技術の研究開発の在り方と将来展開

5-1. 高速増殖炉サイクル技術の位置付け

先進国の中でも特に際だったエネルギー資源小国である我が国は、エネルギーの長期的安定供給に向けて資源節約型のエネルギー技術を開発し、日本及び世界における将来のエネルギー問題の解決を目指し、その技術的選択肢の確保に取り組んでいくことが重要である。高速増殖炉サイクル技術はそのような技術的選択肢の中でも潜在的 가능성이最も大きいものの一つとして位置付けられる。

また、高速増殖炉サイクル技術は、プルトニウム、マイナーアクチニド等多様な燃料組成や燃料形態に柔軟に適用し得るという技術的特徴を有している。このことから高レベル放射性廃棄物中に残留する潜在的危険性の高い超ウラン元素の量を少なくすることにより、廃棄物問題の解決にも貢献し得ると考えられる。





## 参考 - 現行長計における記述 (2/2)

### 【核燃料サイクルにおける高速増殖炉サイクルの重要性】

第1部 原子力の研究、開発及び利用の現状と今後のあり方

第3章 我が国の原子力の研究、開発及び利用の現状と今後

2. 核燃料サイクル

2-2. 我が国における核燃料サイクルの意義

人類社会、とりわけ我が国のエネルギーをめぐる情勢を直視すれば、安定的なエネルギー源を技術的手段によって確保することを目指して、長期的観点から様々な努力を継続する必要がある。

原子力発電は現在、我が国のエネルギー供給システムを経済性、供給安定性及び環境適合性に優れたものとすることに貢献しているが、核燃料サイクル技術は、これらの特性を一層改善し、原子力発電を人類がより長く利用できるようにする可能性を有する。例えば、使用済燃料を直接処分せず、再処理してプルトニウムとウランを回収して燃料として利用する技術は、高いレベルの放射能を有する物質を化学処理してプルトニウム等を分離するという特徴を踏まえた安全管理及び核物質管理が可能な設備が必要となるため所要設備投資が大きくなるが、ウラン資源の消費を節約することができ、安定供給に優れているという原子力発電の特性を一層改善させる。したがって、我が国がおかれた地理的、資源的条件を踏まえれば、安全性と核不拡散性を確保しつつ、また、経済性に留意しながら、使用済燃料を再処理し回収されるプルトニウム、ウラン等を有効利用していくことを基本とすることは適切である。また、高速増殖炉及び関連する核燃料サイクル技術(以下、「高速増殖炉サイクル技術」という。)は、ウランの利用効率を飛躍的に高めることができ、将来実用化されれば、現在知られている技術的、経済的に利用可能なウラン資源だけでも数百年にわたって原子力エネルギーを利用し続けることができる可能性や、高レベル放射性廃棄物中に長期に残留する放射能を少なくして環境負荷を更に低減させる可能性を有するものであり、不透明な将来に備え、将来のエネルギーの有力な選択肢を確保しておく観点から着実にその開発に取り組むことが重要である。その際、その技術の開発のための基礎的研究と実用化に時間を要することを考慮しつつ、我が国のみならず、世界のエネルギー問題の解決にも寄与することを視野に入れ、我が国独自の長期構想の下に、その研究開発に取り組むことが重要である。

(後略)





## これまでの策定会議で高速増殖炉サイクル技術 についていただいたご意見(1/2)

### 高速増殖炉サイクル技術の研究開発

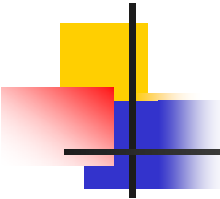
- 全量再処理路線の効用を享受するためには、将来的に高速増殖炉サイクルに繋げることが重要である。このため、高速増殖炉サイクルの実用化に向けた研究開発を進める必要がある。
- アジアのエネルギー需要の増大から、将来にはウラン需給が逼迫。原子力比率を上げ、再処理や高速増殖炉開発も着実に進めるべき。
- 高速増殖炉の緊急性が低くなっていることは確かであるが、長期的視点から高速増殖炉技術を持ち続けることは「エネルギー・インディペンデンス」確保のため重要。
- 高速炉はプルトニウムの増殖、プルトニウムの消費、マイナーアクチノイド核種の消費の多様な性能を持つ原子炉であり、プルトニウムとマイナーアクチノイド核種を単調に生産し続ける宿命を持った軽水炉の時代を引き継ぐべき最大の炉である。
- 軽水炉MOX使用済燃料の取り扱い、高速増殖炉の実用化見通しといった技術的な成立性をはっきりした方が、高速増殖炉の優位性がはっきりするとかいうことが出てくるのではないか。
- 軽水炉の現状を踏まえ、プルサーマルをどのように使い、高速増殖炉は何年頃にどうあるべきといったシナリオを明記すべき。
- 長期持続性、環境負荷低減の観点から、軽水炉サイクルから将来的に高速炉サイクルへとつなげる核燃料サイクルを基本として計画的に進める必要がある。
- 実用化を目指す研究開発は、特にプロジェクト評価を厳しく行い、政策見直しを定期的に行って所定の期間内に明確な成果を出すこと。大型計画(核融合、高速増殖炉)については推進するに値するかどうかについて上記観点から厳しい検討が必要。あまりにも繰り返し、計画の遅れを重ねているプロジェクトについては、定期的な見直しだけでなく、現時点において歴史的観点に立ち返っての評価が必要。
- 高速増殖炉については、前回の長計で「技術的選択肢を将来に確保していく」とされており、実用化プログラムはない。そのため、高速増殖炉を考慮に入れてシナリオを作るべきでないのではないか。
- FBRの議論を行う際には、「研究開発に要する費用とその成果を明らかにし、その妥当性を議論していくことが必要」という総務庁行政監察局の提案についてどう答えていくかというのを議論してほしい。
- 高速増殖炉の実用化の見通しをきちんと示していただきたい。また、FBRについて実用化の見通しと投入費用の関係をちゃんと議論すべきでないか。



## これまでの策定会議で高速増殖炉サイクル技術 についていただいたご意見(2/2)

### 原型炉「もんじゅ」

- 「もんじゅ」に代表されるように、基礎、応用面での研究開発については、将来の不確実性に備えるため、政府ができるだけ幅広く、推進、支援していくべき。
- 核燃料サイクルというのは高速増殖炉サイクルが究極であり今回の長計の中に「もんじゅ」というものがしっかりと位置付けられることを期待。
- 「もんじゅ」等の高速増殖炉開発、再処理の基礎基盤研究からプロジェクト研究等は新法人の果たすべき重要な研究開発。
- 「もんじゅ」は「高速増殖炉サイクルを究極の目標」としている核燃料サイクルにおいて、その中核を占める重要な施設と認識。その位置づけが一層明確になるよう、議論を深めるべき。
- 「もんじゅ」は高速増殖炉開発の要であり、早期の運転再開を期待。
- 新法人は、高速炉サイクルの実用化に向けた研究開発を主体的に進めるとい、重い責務を背負っており、そのため、地元の了解を得て「運転段階」に向かうことが不可欠。
- 「もんじゅ」の改造工事に早く着手し、さらに安全性を向上すべき。
- 巨大設備の技術を継承していくためには装置を動かす必要がある。また、長期に設備を休止状態においておくことは関係者の士気と技術の低下につながる可能性がある。
- 「もんじゅ」の扱いについては総合評価を実施すべきではないか。なお、その最終判断は最高裁の決定が出るまで待つべき。
- 2000年長計の策定の際の一般からの意見募集では、「原子力発電」、「再処理」、「プルサーマル、プルトニウム利用」、「高速増殖炉サイクル」、「もんじゅ」のいずれの項目に対しても反対意見が多数であった。これを今度の長計を考える上での出発点にすべきでないか。

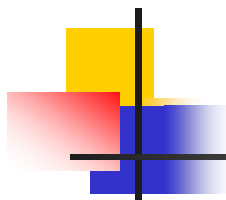


## 高速増殖炉研究開発に関連した特殊法人に関する 総務庁調査等について(1/2)

- 平成 11 年の総務庁行政監察局（当時）が、「特殊法人に関する調査結果報告書 - 事業団の財務内容等を中心として - 」をまとめており、サイクル機構の高速増殖炉とそれに関する核燃料サイクルの研究開発に関しては、
  - 研究開発に要する費用とその成果を明らかにし、その妥当性を議論していくことが必要であり、そのような論議を広く巻き起こしつつ事業を幅広く見直していくことが求められる。

との指摘があった。

- 平成 14 年 7 月に総務省行政評価局が、本報告書のフォローアップの結果を取りまとめ、サイクル機構の当該研究開発については以下の結果となった。
  - 平成 10 年度以降、外部有識者による評価委員会を設置して評価を実施し、結果を公表するなどの取り組みを進めてきている。
  - 高速増殖炉開発事業の根幹となる原型炉「もんじゅ」は、早期の運転再開に向けて作業が進められている。
  - 特殊法人等改革推進本部を中心に検討がなされた結果。整理合理化計画では、高速増殖炉開発までに要するコスト、期待される成果等をわかりやすく示すとともに、第三者評価を徹底すること等が決定された。



## 高速増殖炉研究開発に関連した特殊法人に関する 総務庁調査等について(2/2)

- この整理合理化計画での高速増殖炉開発までに要するコストや期待される成果等をわかりやすく示すとともに、第三者評価を徹底するとの決定を踏まえ、サイクル機構においてはこれを着実に実施していくことが必要であるとの指摘があった。

### 具体的なサイクル機構の取り組み

- 高速増殖炉開発までに要するコスト、期待される成果、開発までの道筋等のロードマップ等について、現在行われている高速増殖炉サイクル実用化戦略調査研究に成果として取りまとめるべく、研究開発を進めており、その成果を随時公開している。
- 特に高速増殖炉開発の費用対効果については、高速増殖炉サイクル実用化戦略調査研究において、「高速増殖炉研究開発に要する投資対効果評価システム」を開発し、高速増殖炉サイクル研究開発への投資と期待される効果について調査検討を進めている。
- 高速増殖炉研究開発について、サイクル機構の運営審議会や、外部の専門家による研究開発課題評価委員会等により評価をし、結果を公表。