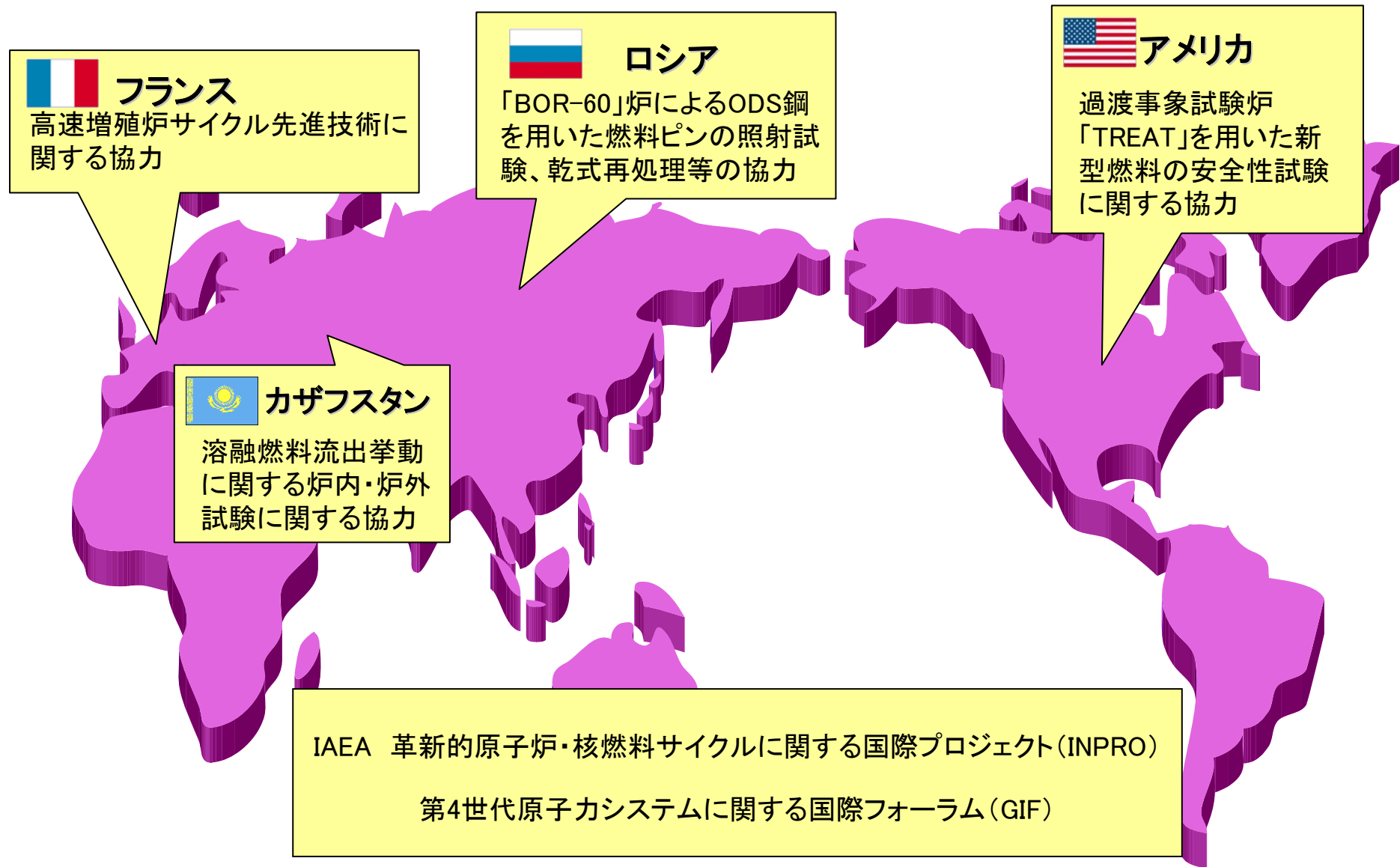


図2-2-2 高速増殖炉サイクル分野の国際協力の現状



## 2. 2015年までの研究開発の進め方

### (1) 安全の確保

安全の確保は、高速増殖炉サイクル技術の研究開発を推進するに当たっての前提条件である。

これまでの高速増殖炉サイクル技術に関する研究開発においては、もんじゅナトリウム漏れ事故、東海再処理施設アスファルト固化処理施設火災・爆発事故を経験している。これらは、安全性に関連した情報共有の問題やチェック体制の機能不全などにより事故の発生を未然に防ぐことができなかつただけでなく、事故情報の公開への取り組みに問題を起こし、国民の信頼を大きく失うことにつながったものである。

1995年に発生したもんじゅナトリウム漏れ事故の発生から10年以上が経ち、この間、原因究明と総点検、さらに国による安全性の確認が行われるとともに、研究組織は、動力炉・核燃料開発事業団から核燃料サイクル開発機構を経て現在の原子力機構になった（図2-2-1参照）。しかし、国民の信頼を回復するには至っていない。

安全の確保が全てに優先されるべきことを改めて徹底し、安全確保に関する法令の順守、品質保証活動の絶えざる改善、業務に関する安全性についての十分な知識の蓄積、安全確保についての高い意識と倫理の維持、さらに、危機管理や積極的な情報公開などを通じ、高速増殖炉サイクルの研究開発に係わるすべての組織と人が安全文化を維持発展させていくことによって、安全確保の実績を積み上げ、国民の信頼の確立に努めることが重要であると考えます。

### (2) 国際協力の推進

#### ① 基本的な考え方

高速増殖炉サイクルの研究開発を国際的な共同研究・共同開発により実施することは、我が国が研究開発を進めている高速増殖炉サイク

ルと共通の概念について幾つかの技術候補の研究開発を分担したり、炉型や燃料の異なる高速増殖炉サイクル技術の研究開発を並行して実施したりすることにより、研究開発のリスクや資源の低減を図ることができる可能性がある。また、国際協力を通じて設計概念を共有することにより、国際標準概念を構築できる可能性がある。このため、国内における資源の効果的で効率的な活用や世界の公共財的な技術として国際的に貢献するとの観点から、競争する分野と協調する分野を峻別しつつ、国際協力を推進するべきである。

このような認識に立ち、今後の国際協力は、次のような基本的な考え方に基づき進めることが適切であると考ええる。

- 我が国が進めている高速増殖炉サイクル研究開発について、諸外国と目標を共有することを目指すこと
- 我が国の技術が世界標準となることを目指すこと
- 研究開発のリスクや資源負担の低減、研究開発に要する期間の短縮など、我が国にとって利益が明確であること
- 必要に応じ、二国間協力と多国間協力を適切に選択すること
- 情報、技術等を提示するにあたり、知的所有権の確保に留意すること
- 国際協力によって我が国の研究開発計画に悪影響が生じないように留意すること（例えば、国際協力への過度の依存は、相手国の方針変更等によって我が国の計画に重大な影響を及ぼすリスクがある）
- 平和利用、核不拡散の担保、安全の確保、核セキュリティの担保を求めること

## ② 国際協力の現状

高速増殖炉サイクルに関する国際協力の現状を図 2-2-2 に示す。

多国間協力である「第 4 世代原子力システムに関する国際フォーラム (GIF)」は、持続性、安全性、経済性、核拡散抵抗性・核物質防護の要件を満たす第 4 世代原子力システムを、2030 年頃の実用化を目標に開発することを目指している。個別の協力については、ナトリウム冷却高速炉の開発に関する共同研究のシステム取決めが原子力機構を

実施機関として 2006 年 2 月に締結され、設計・安全性、新型燃料、機器設計・BOP などの分野での具体的な協力が開始されようとしている（開発目標と設計要求の比較については添付資料 6 を参照のこと）。

IAEA が主導する「革新的原子炉・核燃料サイクルに関する国際プロジェクト（INPRO）」では、開発途上国とともに、各種の高速炉サイクル技術を対象とした INPRO 評価手法による評価について共同研究を行うこととしている。

表 2-2-1 は、高速増殖炉サイクルの実用化戦略調査研究（FS）フェーズⅡにおける開発目標と、GIF 及び INPRO における開発目標を比較したものである。FS はこれらの国際的な取り組みに先行して 1999 年に開始されたが、GIF 及び INPRO と FS では、ほぼ同様な開発目標や設計要求が設定されている。高速増殖炉サイクルの研究開発は、我が国を含めて概ね同様の方向を目指しており、国際協力が関係国間で有効な研究開発手段となりうると考えられる。

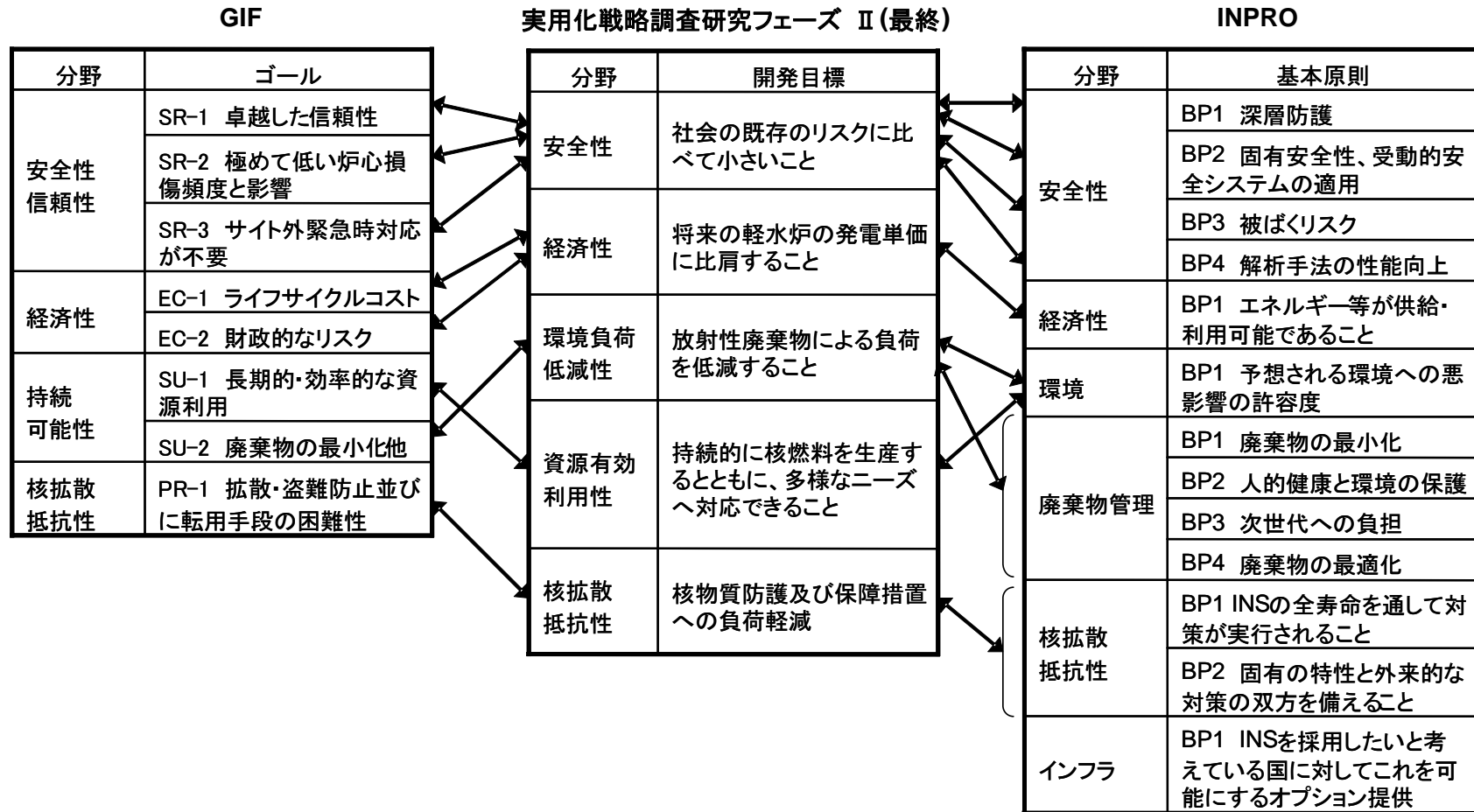
二国間協力では、原子力機構が仏国原子力庁（CEA）と、高速増殖炉サイクル先進技術に関し、高速炉プラント設計研究、構造健全性、熱流動、炉物理、安全性、炉心燃料開発、プラント運転技術、再処理プロセス技術、燃料製造プロセス技術、および高速増殖炉サイクル導入シナリオ研究などの分野で情報交換を中心に行っている。

米国との間では、原子力機構が、米国の過渡事象試験炉「TREAT」を用いた新型燃料の安全性試験の準備等を進めている。

ロシアとの間では、1998 年から開始された日露政府間の高速増殖炉サイクル協力の枠組みの下で、原子力機構が原子炉科学研究所（RIAR）と、燃料材料照射試験（「BOR-60」炉による ODS 鋼を用いた燃料ピンの照射試験）を実施している。なお、乾式再処理（酸化物電解法の基礎試験）については 2005 年度で協力を終了している。

カザフスタンとの間では、炉心損傷時の熔融燃料流出挙動に関する炉内・炉外試験について、原子力機構がカザフスタン国立原子力研究センターと共同研究を実施している。

表2-2-1 実用化戦略調査研究とGIF、INPROとの開発目標の比較



INS: Innovative Nuclear System

## 表 2-2-2 国際原子力エネルギー・パートナーシップ（GNEP） 構想について

### 政策的目標

- 米国と世界のエネルギー安全保障を増進する。
- クリーンなエネルギーを世界中に広め、環境の改善を図る。
- 核拡散リスクを低減する。

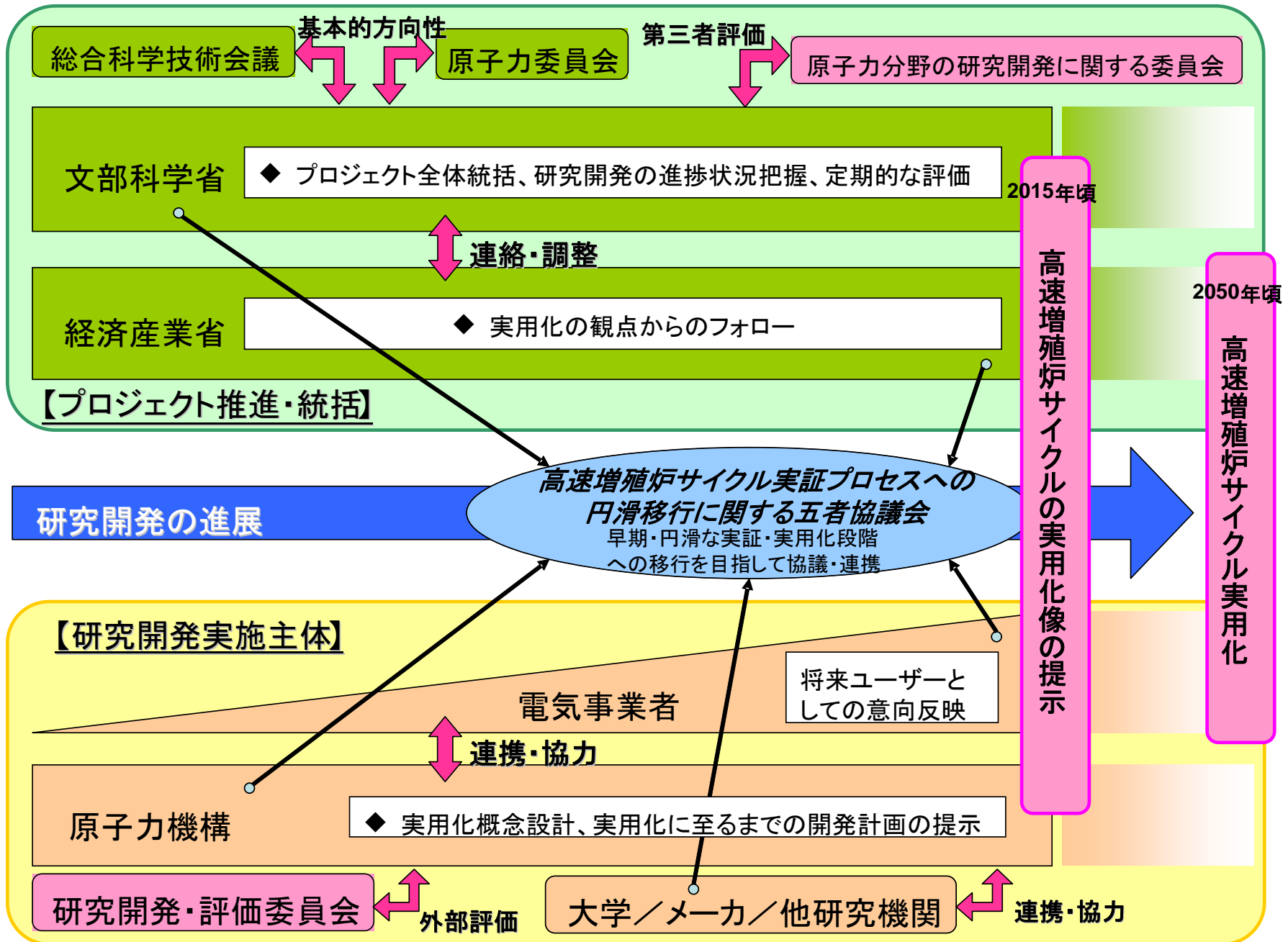
### 米国の国内政策の方針

米国は、本構想の下で、放射性廃棄物を減量し、**核拡散抵抗性に優れ、プルトニウムを単体で分離しない先進的再処理技術開発を促進**するとともに、こうして取り出されたプルトニウム等を燃やすための高速炉開発を進める方針。

### GNEP構想の7つの構成要素

- |                              |                        |
|------------------------------|------------------------|
| ① 米国における原子力発電の拡大             | ② 放射性廃棄物の低減            |
| ③ <b>核拡散抵抗性の高いリサイクル技術の実証</b> | ④ <b>先進燃焼炉(ABR)の開発</b> |
| ⑤ 燃料供給サービスの確立                | ⑥ 輸出可能な小型炉の開発          |
| ⑦ 先進的保障措置技術の開発               |                        |

図2-2-3 研究開発の推進体制



### ③ 今後の国際協力の進め方

#### ア. 国際原子力エネルギー・パートナーシップ (GNEP)

米国が本年2月に提唱した新たな枠組みである「国際原子力エネルギー・パートナーシップ (GNEP)」構想 (表2-2-2参照) は、世界的な原子力発電の拡大に対応しつつ、核不拡散を確保するための国際的なシステムを構築しようとするものである。

GNEP 構想の中の高速炉サイクル技術は、放射性廃棄物の低減、核拡散抵抗性の向上、プルトニウムを単体で分離しない再処理 (当面は軽水炉から発生する使用済燃料を再処理) の推進、ナトリウム冷却高速炉の導入などの点で我が国と方向性が共通している。一方、方向性が異なる点もある。例えば、GNEP 構想の中のナトリウム冷却高速炉はプルトニウムの増殖を目指していない。これは、我が国と米国のエネルギーセキュリティに対する考え方の違いによるものと考えられる。

今後、GNEP 構想を詳細に検討し、共通点及び相違点を明確にしていく必要があるが、GNEP 構想に対し積極的、また前述の基本的な考え方に沿って戦略的に対応することが適切である。

具体的には、日米両国が研究開発を進めている技術の比較検討を行って共同研究・共同開発の可能性を探ること、先進燃焼炉「ABR」の設計活動に積極的に参加すること、「常陽」・「もんじゅ」・米国過渡事象試験炉「TREAT」など研究開発施設を相互利用すること、などを検討することが適切である。

#### イ. 第4世代原子力システムに関する国際フォーラム (GIF)

ナトリウム冷却炉システム取決めの締結に続き、ナトリウム冷却炉に係るプロジェクト取決め (設計・安全性、新型燃料、機器設計・BOPなどの分野) を締結し、国際共同研究を本格化させることが適切であると考える。これにより、主としてプラントシステム技術及び炉心燃料技術の分野でメリットがあると考ええる。特に、プラントシステム技術については、GIF が開発を目指す炉概念の比較検討プロセスにおい



て、我が国の技術が世界標準となるよう主体的にリードしていくことを期待する。炉心燃料技術については、各国における要素技術開発に関する情報交換を通じて基礎データの拡充が可能となることから、研究開発のリスク低減や資源負担の低減を期待する。

#### ウ．革新的原子炉・核燃料サイクルに関する国際プロジェクト (INPRO)

開発途上国からの参加もあることから、我が国が提供可能な技術が国際的に活用されていくものとするため、開発途上国の動向等の情報収集を含め、幅広く国際的な理解を得るよう努力して行くことが重要である。

#### エ．その他の二国間、多国間の協力

上記以外の二国間や多国間の協力についても積極的にその可能性を追求し、国際標準化概念の構築と開発リスクの低減に寄与するよう努めることが重要である。

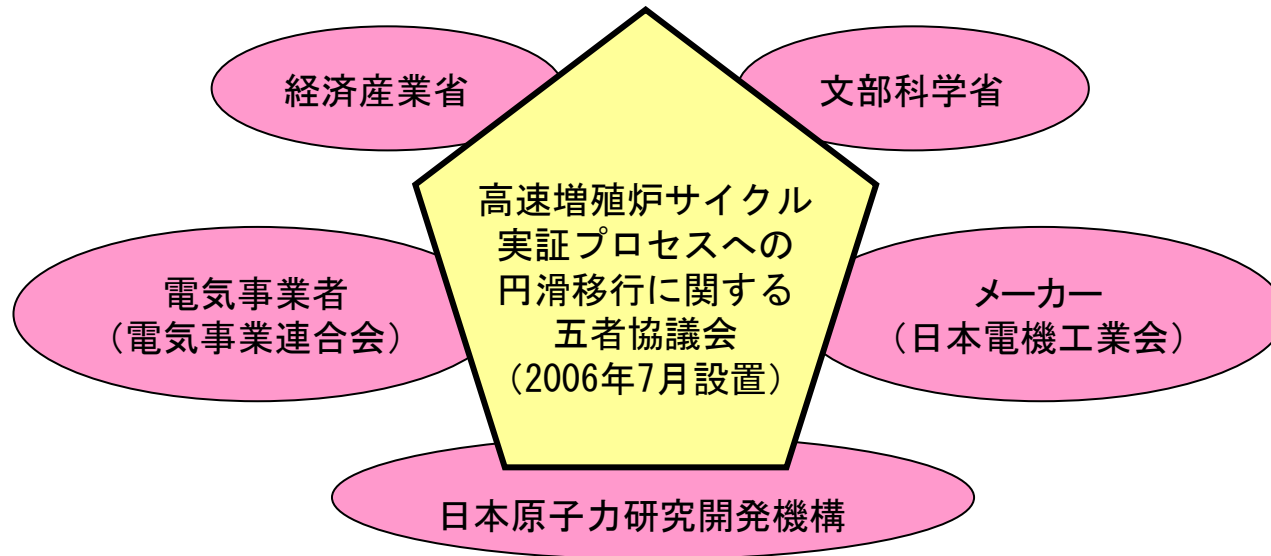
### (3) 研究開発体制

高速増殖炉サイクル技術の研究開発は、原子力利用や広範な科学技術分野に革新をもたらす可能性が大きい革新技術システムを実用化の候補にまで発展させるための研究開発段階にあることから、国および研究開発機関が、産業界とロードマップ等を共有し、大学や産業界の協力・協働を得つつ、主体的に取り組むべきである。

これに対応し、原子力基本法に定められる唯一の原子力研究開発機関である原子力機構を中核として、電気事業者とともに、電力中央研究所、製造事業者、大学等の協力を得つつ、着実に推進することが適切であると考える（図2-2-3参照）。

原子力機構は、2005年10月、基礎的な研究開発を主に行ってきた日本原子力研究所とプロジェクト指向の研究開発を主に行ってきた核燃料サイクル開発機構が統合して設立された独立行政法人である。今後とも、

図2-2-4 高速増殖炉サイクル実証プロセスへの円滑移行に関する五者協議会



○目的

- ・ 2015年頃の高速増殖炉サイクル実用化研究開発（研究開発段階）の終了後、円滑に実証炉等の実証プロセスに移行するためには、その相当前から、並行して、研究開発側と導入者側の間で実証プロセスに向けた検討を進め、その結果を実用化研究開発にも反映していくことが不可欠
- ・ 実証プロセスへの移行にあたっての課題を具体的に検討し認識の共有を行うため、協議会を開始

○検討事項（案）

- ・ 実用化研究開発に対するユーザー側のリクワイヤメント
- ・ 軽水炉から高速増殖炉へのサイクル側（再処理、燃料）の移行シナリオ
- ・ 国際協力のあり方
- ・ 開発スケジュールと実証ステップのあり方
- ・ 予算のフレームワーク
- ・ 実証体制と費用分担
- ・ その他

## 図2-2-5 評価の体制

### 国の評価

○現在：

文部科学省：科学技術・学術審議会 研究開発・評価分科会 原子力分野の研究開発に関する委員会」  
において、「高速増殖炉サイクルの実用化戦略調査研究フェーズⅡ最終報告書」を評価

経済産業省：総合資源エネルギー調査会 電気事業分科会 原子力部会において、高速増殖炉サイクル  
実用化のシナリオや移行シナリオにおける官民役割分担のあり方などを検討

○2010年及び2015年：

研究開発段階から実証・実用化段階に円滑に移行するための原子力政策全般に広くかかわる判断に資する  
ものであるから、評価のあり方を検討する必要あり

### 研究開発機関が自ら実施する評価

○当事者として適正かつ厳正に自らの研究開発成果を評価することが必要

○この際、各種のピアレビューや外部評価を効果的に活用して、判断の妥当性を確保することが必要

●プロジェクトレビュー：複数の取り組み提案の相互比較を保証

・当該分野の専門家を含む学識経験者の集団に求めるなど

●マネジメントレビュー：取り組みが適切に推進されることを保証

・取り組みの進捗状況や成果に関する担当者の上司による評価

・学会等における批判を効果的に活用

・分野毎に国内外の専門家、成果の利用者からなるチームを設け、研究開発活動の妥当性を評価

●研究開発活動の成果を性能目標の達成度の観点から評価し、これを踏まえて次に取り組むべき活動を提案

・多方面にわたる学識経験者と関係分野に深い学識を有する国内外の専門家から構成される評価チーム  
によるレビュー

原子力機構は、原子力政策大綱等にとり、統合効果及び経営の自主性・自立性を発揮しつつ、高速増殖炉サイクルの実用化に向けた研究開発を総合的、計画的かつ効率的に行うことが必要である。このため、深い専門的能力を有し、組織横断的にリーダーシップを発揮するプロジェクトリーダーの下、推進チームの顔が見える、研究開発能力及び研究開発管理能力に優れた体制を整備し、革新的なアイデアや新たな課題の解決が期待される基礎・基盤研究の部門とも連携を図りつつ、強力に研究開発を推進することが重要であると考ええる。

今後の研究開発においては、産業界が実用化の対象として選択できる環境を整えることが必要であり、文部科学省と経済産業省が連携を進めることが重要であると考ええる。特に、研究開発段階から実証・実用化段階に円滑に移行させるためには、2015年までの研究開発の終了を待つのではなく、常に研究開発側と導入者側とで円滑な移行に向けた協議を行うことが重要であると考ええる。既に、経済産業省、文部科学省、電気事業者、製造事業者、原子力機構により「高速増殖炉サイクル実証プロセスへの円滑移行に関する五者協議会」が本年7月に設置、開催されている。この協議会においては、今後の研究開発に対するユーザー側の要求、軽水炉から高速増殖炉へのサイクル側（再処理・燃料製造）の移行シナリオ、国際協力のあり方、開発スケジュールと実証ステップのあり方などを検討することとしている（図2-2-4参照）。このような場が十分に機能することを期待する。

また、高速増殖炉サイクル技術の研究開発にあたっては、中核となる原子力機構とともに、基礎的な研究や実証・実用化に向けた研究開発などの各分野において、大学、研究開発機関、電気事業者、製造事業者における取り組みも強く期待する。

#### （4）研究開発の評価体制

研究開発の評価については、国の評価と研究開発機関が自ら実施する評価が必要不可欠である（図2-2-5参照）。

今回の「FS フェーズⅡ報告書」の評価は、本委員会（文部科学省 科学技術・学術審議会 研究計画・評価分科会 原子力分野の研究開発に

表2-2-3 2010年までの研究開発経費

(単位:億円)

| 研究開発課題            | 年度 | 2006 | 2007 | 2008 | 2009 | 2010 | 計     |
|-------------------|----|------|------|------|------|------|-------|
| 設計研究(高速増殖炉システム)   |    | 5    | 9    | 8    | 8    | 8    | 37    |
| 設計研究(燃料サイクルシステム)  |    | 2    | 3    | 3    | 4    | 3    | 15    |
| 革新技術(高速増殖炉システム)   |    | 10   | 57   | 79   | 51   | 37   | 233   |
| 革新技術(燃料サイクルシステム)  |    | 11   | 40   | 49   | 39   | 26   | 164   |
| 工学規模ホット試験施設       |    | 0    | 18   | 17   | 18   | 16   | 70    |
| 「もんじゅ」維持管理費       |    | 80   | 91   | 150  | 166  | 208  | 694   |
| 「もんじゅ」改造工事等※      |    | 139  | 133  | 67   | 1    | 0    | 340   |
| 「もんじゅ」性能試験費       |    | 4    | 2    | 4    | 21   | 11   | 42    |
| 「もんじゅ」関連技術開発      |    | 8    | 8    | 8    | 8    | 8    | 41    |
| 「常陽」              |    | 29   | 50   | 59   | 59   | 55   | 250   |
| CPF等              |    | 8    | 10   | 15   | 15   | 15   | 64    |
| プルトニウム燃料製造        |    | 46   | 71   | 72   | 70   | 73   | 332   |
| 照射後試験施設           |    | 7    | 8    | 15   | 12   | 13   | 55    |
| その他(コールド試験、施設維持等) |    | 21   | 18   | 21   | 44   | 44   | 148   |
| 総計                |    | 370  | 518  | 566  | 513  | 516  | 2,484 |

※長期停止設備点検検査+安全対策を含む費用

出典:原子力機構作成

図2-2-6 原子カシステム研究開発事業

**目的**

革新的原子カシステム(原子炉、再処理、燃料製造)の実現に資するため、競争的資金制度を適用した公募事業を実施

- ◇原子カ技術開発にブレークスルーをもたらす要素技術の涵養
- ◇産学官の連携により原子力の技術基盤を維持・発展
- ◇多様なアイデアの活用により科学技術を活性化
- ◇若手研究者を対象とした募集区分による人材育成

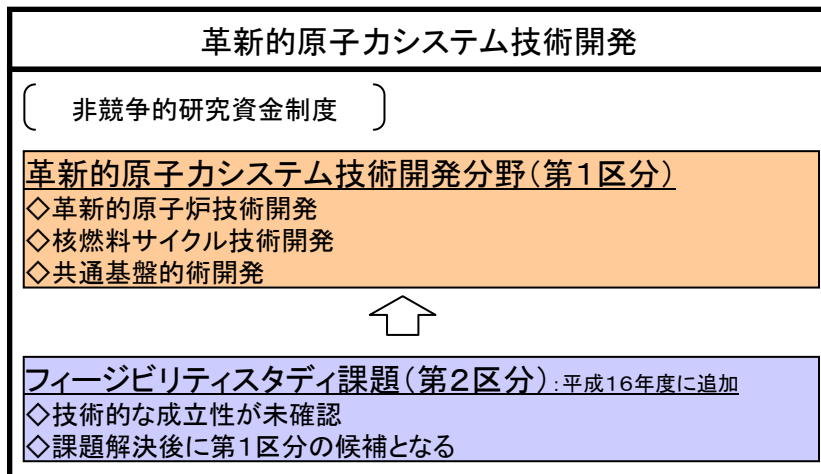
**事業の特色**

◇競争的資金制度の適用

- 独立した配分機関による配分を検討
- PD・POを設置する
- 技術的観点からの厳正評価
- 間接経費による措置を進める

**今後望まれる革新的原子カシステムの方向**

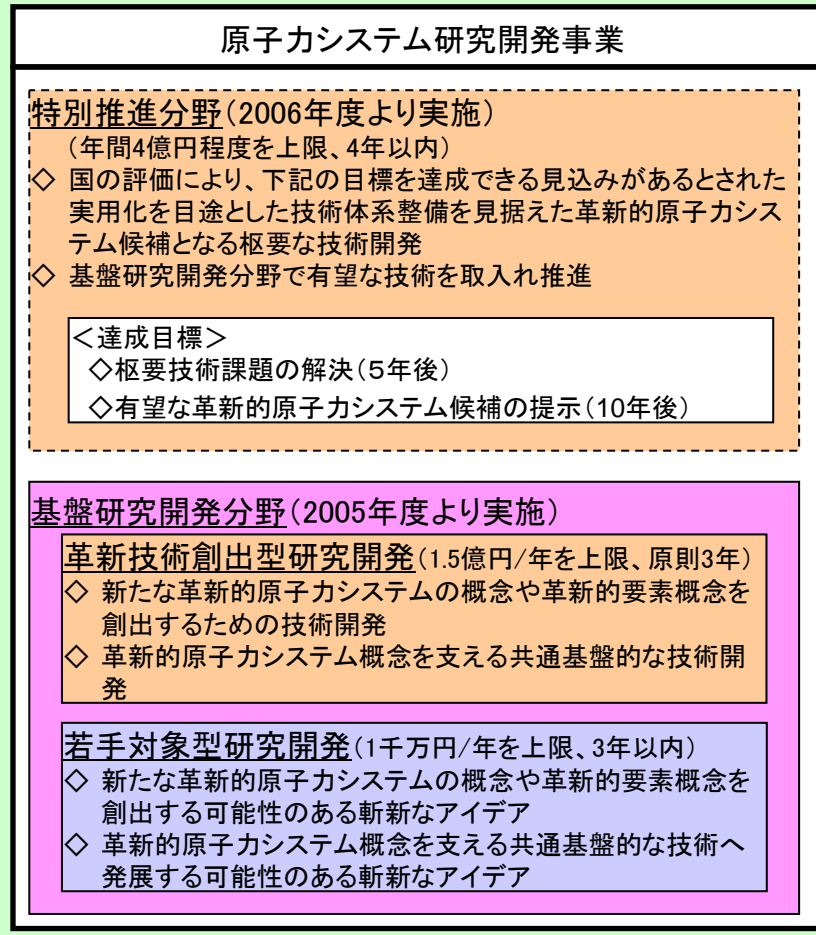
- ◇安全確保のしきみがわかりやすい(シンプル、人的要素の排除)
- ◇燃料を極力無駄にしない高効率燃料利用(高効率熱、高速中性子の利用)
- ◇放射性廃棄物排出の大幅削減(再処理等)



2002年度

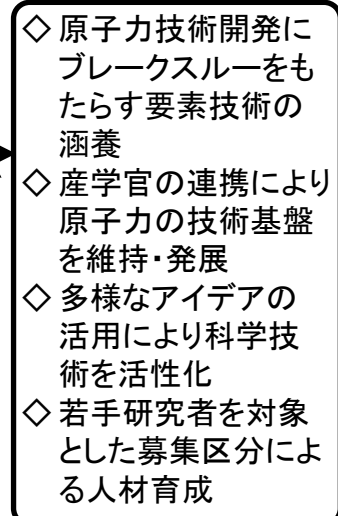
2003年度

2004年度



新規採択なし

2005年度～



2008年度に既採択課題終了

関する委員会)において行った。一方、本年 8 月に取りまとめられた経済産業省 総合資源エネルギー調査会 電気事業分科会 原子力部会の報告書において、「FS フェーズⅡ報告書」の評価が言及されるとともに、高速増殖炉サイクル実用化のシナリオや移行シナリオにおける官民役割分担のあり方などが検討されている。高速増殖炉サイクルの実用化は、文部科学省に限らず、我が国全体として取り組むべき重要な課題であると考え。特に、今後 2010 年及び 2015 年に評価を行うこととしているが、研究開発段階から実証・実用化段階に円滑に移行するための原子力政策全般に広くかかわる判断に資するものとなることから、国は、これによりふさわしい評価のあり方を検討する必要があると考える。

研究開発の中核である原子力機構は、研究開発の当事者として適正かつ厳正に自らの研究開発成果を評価することが必要である。この際、研究開発に携わる原子力機構の個々の研究者・技術者及び組織としての原子力機構は、各種のピアレビューや外部評価を効果的に活用して、判断の妥当性を確保していくことが必要であると考え。このような評価の手法として、①複数の取り組み提案の相互比較を当該分野の専門家を含む学識経験者の集団に求めるなど、課題に対する取り組み方法などが妥当であることを保証していくプロジェクトレビュー、②取り組みの進捗状況や成果に関する担当者の上司による評価や学会等における批判を効果的に活用する他、分野毎に国内外の専門家、成果の利用者からなるチームを設け、研究開発活動の妥当性評価を求めるなどして、取り組みが適切に推進されることを保証していくマネジメントレビュー、が考えられる。このようなプロジェクトレビューやマネジメントレビューを充実させることが重要であると考え。また、研究開発活動の成果を性能目標の達成度の観点から評価し、これを踏まえて次に取り組むべき活動を提案するため、多方面にわたる学識経験者と関係分野に深い学識を有する国内外の専門家から構成される評価チームによるレビューを実施することが必要であると考え。

## (5) 研究開発資源の確保

### ① 研究開発費の確保

高速増殖炉サイクル実用化研究開発の推進にあたっては、高速増殖

表2-2-4 原子力システム研究開発事業の採択実績

平成18年9月7日現在

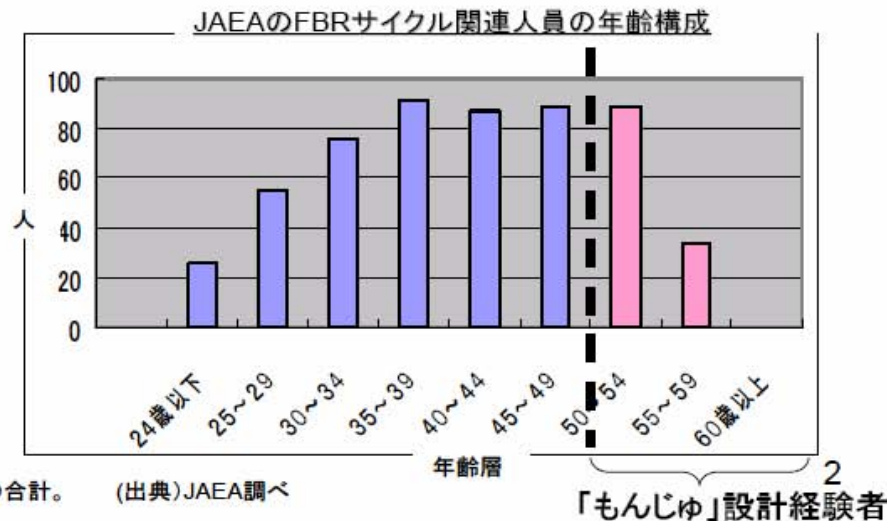
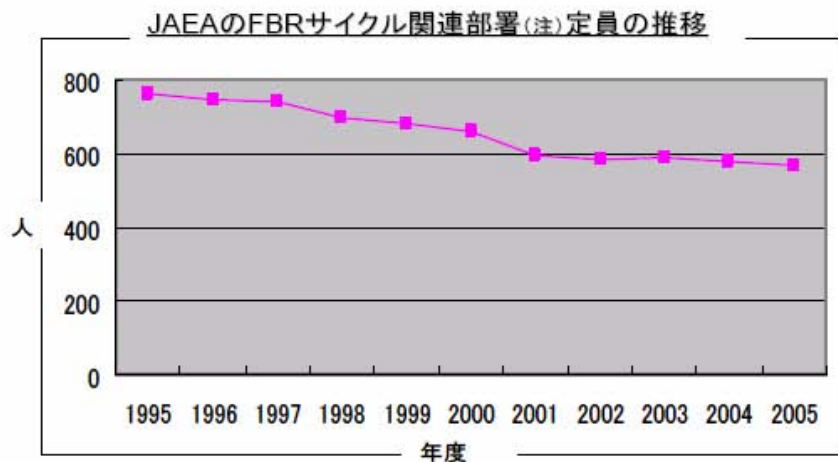
|              |                       | 2005年度 |      | 2006年度   |      |        |
|--------------|-----------------------|--------|------|----------|------|--------|
|              |                       | 革新技术創出 | 若手対象 | 革新技术創出   | 若手対象 | 特別推進分野 |
| 原子炉          | ナトリウム冷却炉              | 3      | 1    | 5        | 3    | 5      |
|              | 鉛ビスマス炉                |        | 1    |          | 2    |        |
|              | ガス冷却炉                 |        | 2    |          |      |        |
|              | 水冷却炉                  | 1      | 3    |          | 1    |        |
|              | 高温ガス炉(*)              |        | 3    |          | 3    |        |
| 再処理          | 先進湿式法<br>(湿式法)        | (3)    | (4)  | 1<br>(2) | (3)  | 2      |
|              | 乾式法                   |        | 2    | 1        | 1    |        |
| 燃料製造<br>(燃料) | 簡素化ペレット法<br>(MOXペレット) | (1)    | (1)  |          | (2)  | 2      |
|              | 窒化物燃料                 |        |      |          | 1    |        |
|              | 金属燃料<br>射出鑄造法         |        |      | 1        |      |        |
| 共通基盤技術       |                       | 5      | 7    | 2        | 4    |        |
| 合計           |                       | 13     | 24   | 12       | 20   | 9      |

(\*)高温ガス炉を除く原子炉は高速増殖炉



## 図 2 - 2 - 7 日本原子力研究開発機構における高速増殖炉 及び高速増殖炉再処理関連の技術・人材の現状

- (独)日本原子力研究開発機構(JAEA)及び旧核燃料サイクル開発機構、旧動力炉・核燃料開発事業団における高速増殖炉及び高速増殖炉再処理関連の定員は、1980年代から90年代中頃まで、ほぼ横ばい。その後、行革による予算削減の中で減少傾向。
- ただし、「高速増殖炉サイクル実用化戦略調査研究」の実施や、「もんじゅ」「常陽」の維持・運転等を通じ、一定の規模は維持しており、メーカーに比べ減少幅は小さい。
- 高速増殖炉・高速増殖炉再処理関連の人員構成は、メーカーと異なり、さほど高齢化が進んでいない。ただし、技術者数の減少に伴い、若年層の割合が減少。



(注) 設計、要素技術開発等の技術者及び試験施設等の運転・管理を行う現場作業者の合計。

(出典) JAEA調べ

原型炉「もんじゅ」など既存の施設における研究開発とともに、設計研究、革新的な技術の研究開発などに資金が必要となる。原子力機構の見積もりでは、表 2-2-3 のようになっている。2010 年以降は、大型試験施設や工学規模ホット試験の建設に必要な資金を含め、研究開発費は増大する傾向にあると考えられる。

このため、国の厳しい財政事情を踏まえ、高速増殖炉サイクル実用化研究開発の中核となる原子力機構は、研究開発の重点化、既存施設の有効活用、大学等との共同研究、国際協力の活用などを含め、効果的・効率的に研究開発を着実に実施することはもとより、原子力機構の業務の選択と集中を行い、必要な研究開発資金を確保することが重要であると考ええる。さらに、国は、適切な資金の確保に努めることが重要であると考ええる。

また、基盤的に取り組むべき技術開発課題については、研究機関、大学、産業界などの革新的なアイデアから成果が生み出される。このため、競争的な環境の下広く革新的なアイデアを公募し、第三者による評価を受けつつ研究開発が進められるよう、競争的資金を活用することも重要であり、国はこれに適切に対応する必要があると考ええる。(図 2-2-6、表 2-2-4 参照)。

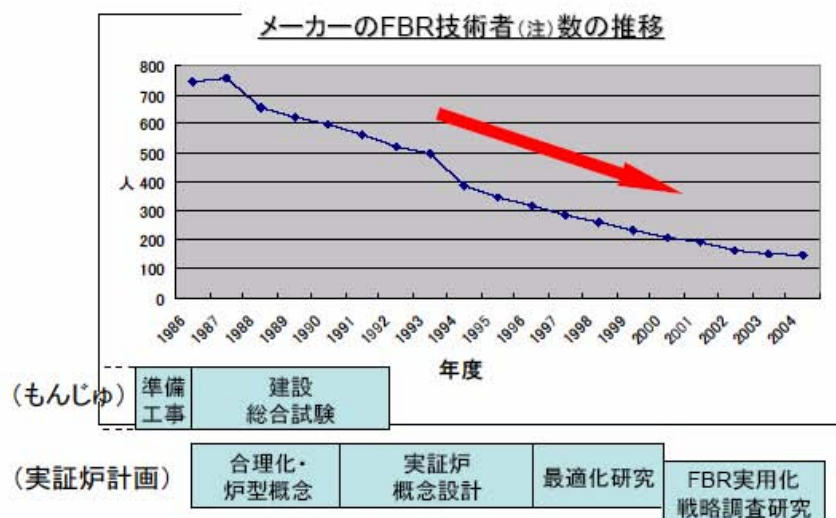
実証プロセスに関し、本年 8 月、経済産業省 総合資源エネルギー調査会 電気事業分科会 原子力部会 がとりまとめた報告書は、「軽水炉発電相当分のコストとリスクは、民間事業者が負担することを原則とすることが適切である。それを超えるコストとリスクについては、(中略) 国の積極的関与が不可欠であること、を勘案して、国が相当程度の負担をするのが適切である。」としている。今後、「高速増殖炉サイクル実証プロセスへの円滑移行に関する五者協議会」において、役割分担、資金負担の考え方などについても必要な検討がなされることを期待する。

## ② 人材の確保・育成

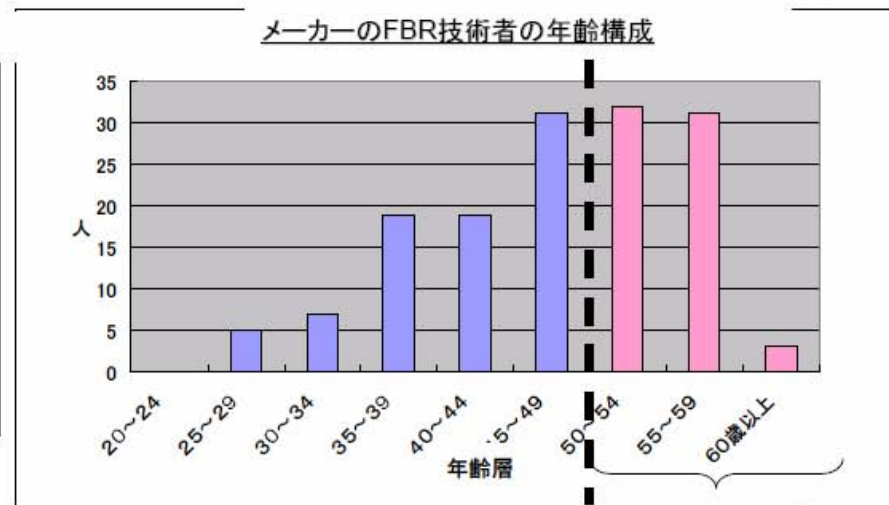
高速増殖炉サイクル技術の研究開発にあたっては、創造性と倦むことなき探究心を持つ人材、様々な困難を乗り越えて技術革新を実現していく強い意志を持った人材の確保が必要である。また、(i) 革新

## 図 2-2-8 メーカーの高速増殖炉関連の技術・人材の現状

- メーカーにおける高速増殖炉(FBR)関連の技術者数は、「もんじゅ」基本設計・製作設計やFBR実証炉計画が進められた1980年代がピーク。その後、「もんじゅ」の設計作業終了と、FBR実証炉開発計画の延期にともない、技術者数はピークの1/5程度に急減。
- 現時点では、「もんじゅ」改造工事や(独)日本原子力研究開発機構(JAEA)を中心に実施している「高速増殖炉サイクル実用化戦略調査研究」への参画等により、各社とも小規模ながら技術者を維持。しかしながら、今後ともFBR開発スケジュールが不透明なままでは、今後の技術者維持は経営上困難な状況。
- 若年層の配置が減少した結果、FBR関連部署の人員構成は高齢化が進行。



(注) 設計、製造、工程管理、品質管理、及び、研究開発部門の技術者の合計。現場作業者は含まない。



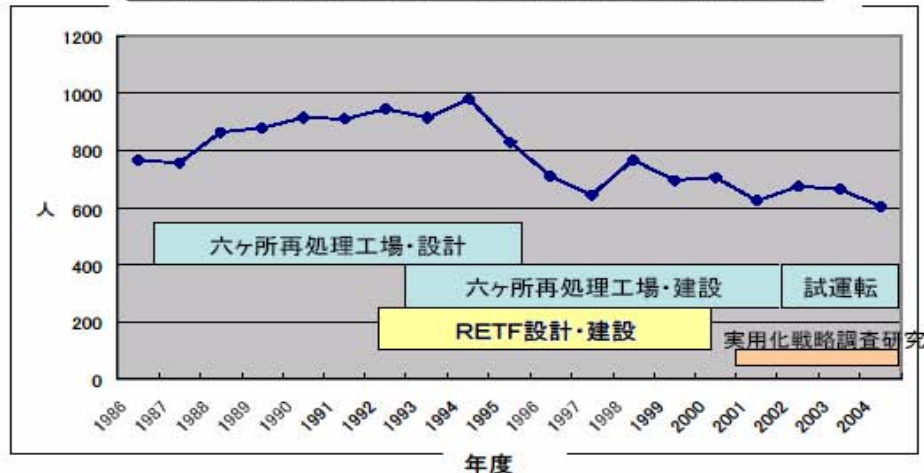
(出典)(社)日本電機工業会調べ

「もんじゅ」設計経験者

## 図 2 - 2 - 9 メーカーの再処理関連の技術・人材の現状

- メーカーにおける再処理関連の技術者数については、六ヶ所再処理工場の設計・建設や旧核燃料サイクル開発機構のリサイクル機器試験施設(RETf)設計作業が行われた1980年代後半～90年代前半がピーク。
- その後、六ヶ所再処理工場建設の進展やRETf建設の中断により、技術者数は減少しているものの、現時点では、六ヶ所再処理工場の建設・試運転や「高速増殖炉サイクル実用化戦略調査研究」への参画等により、一定数の技術者は維持。しかしながら、今後、六ヶ所再処理工場の試運転終了とともに、技術者数が減少するおそれ。
- 六ヶ所再処理工場に用いられる主要技術は海外から導入したものであるが、詳細設計を実施した我が国メーカーは、コアとなる技術を持っている。

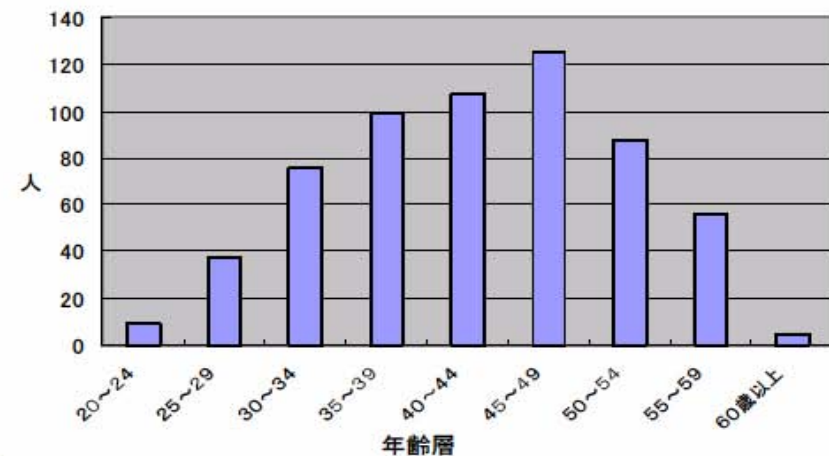
メーカーの核燃料サイクル関連技術者(注1、2)数の推移



(注1) 設計、製造、工程管理、品質管理、及び、研究開発部門の技術者の合計。現場作業者は含まない。

(注2) 核燃料サイクル関連とは、再処理プラント設備、燃料輸送用キャスク、濃縮プラント用機器、RI機器を指す。

メーカーの核燃料サイクル技術者の年齢構成



(出典)(社)日本電機工業会調べ

的技術概念に基づく技術システムを実現する方策を探求する研究開発、  
（ii）実現できるとわかった革新的技術システムを支える材料、構造、  
システム統合技術等の革新を通じてこれを実用化候補まで発展させる  
研究開発、（iii）関連する産業の技術基盤の革新を図ることによって  
実用化候補技術システムを実用化していく研究開発、という3段階の  
長期間にわたる研究開発活動を経て実用化されることから、研究開発  
機関、産業界、大学における人材、そして、将来これらの組織において  
研究開発を担うであろう人材の確保・育成が必要であると考ええる。

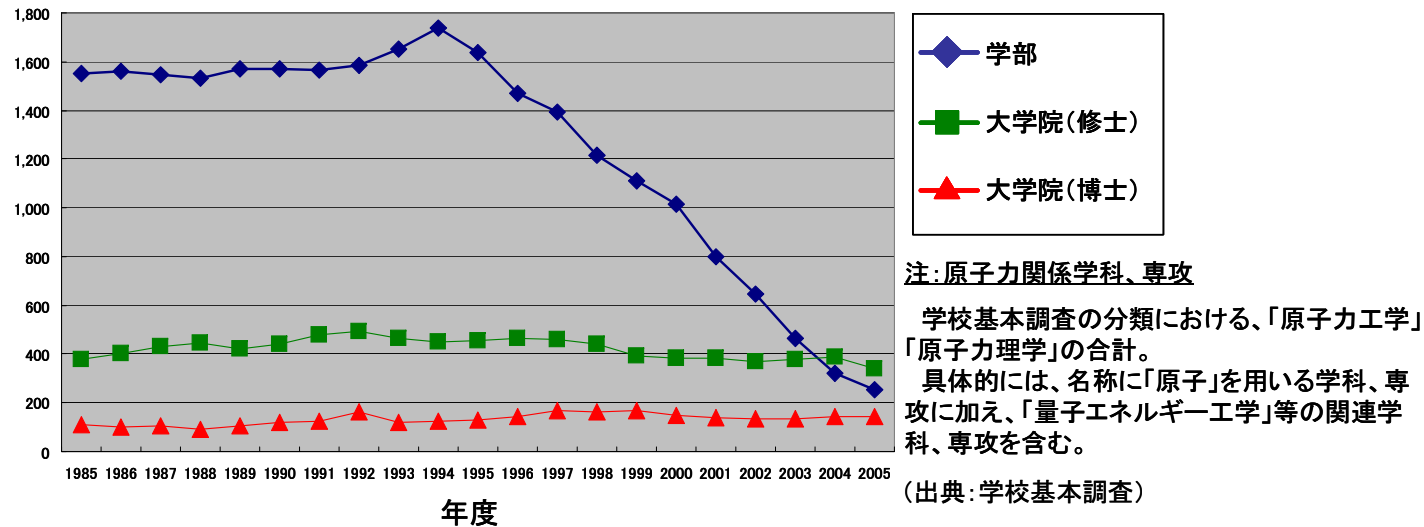
高速増殖炉サイクルの研究開発人材の現状をみると、原子力機構の  
人材は、国の研究開発投資の減少、特殊法人改革等に伴い減少基調に  
あり、民間企業の人材も、建設機会の減少や研究開発投資の減少に伴  
い減少傾向にある（図2-2-7参照）。また、高速増殖原型炉「もんじゅ」  
の設計経験者は50歳以上となっている。さらに、六ヶ所再  
処理工場の試運転終了とともに技術者数が減少するおそれを指摘でき  
る（図2-2-8、図2-2-9参照）。大学においては、名称として「原子」  
が含まれる学部・学科が減少している。しかし、原子力に  
関する学問の進展に伴い関連する教育研究の領域が様々な分野に拡大  
しており、このような状況を踏まえ、量子エネルギー工学、エネルギー  
科学等の名称の学部・学科において、従来の原子力分野を含め、より  
幅広い分野を内容とする原子力に関する教育研究を実施している。  
その学生の数は、学部生、修士、博士の数ともにほぼ横ばい状態とな  
っている（図2-2-10参照）。しかしながら、幅広い学問、学際  
分野を対象とした教育・研究を指向する傾向が強く、原子力の専門教  
育・研究の希薄化が懸念される状況である。

このような状況を踏まえると、（i）2015年までの研究開発を着実に  
推進するため、（ii）開発段階から実用化段階への円滑な移行を推進  
するため、（iii）将来を担う人材を確保・育成するため、それぞれに対  
応した適切な対応をとる必要があると考ええる。

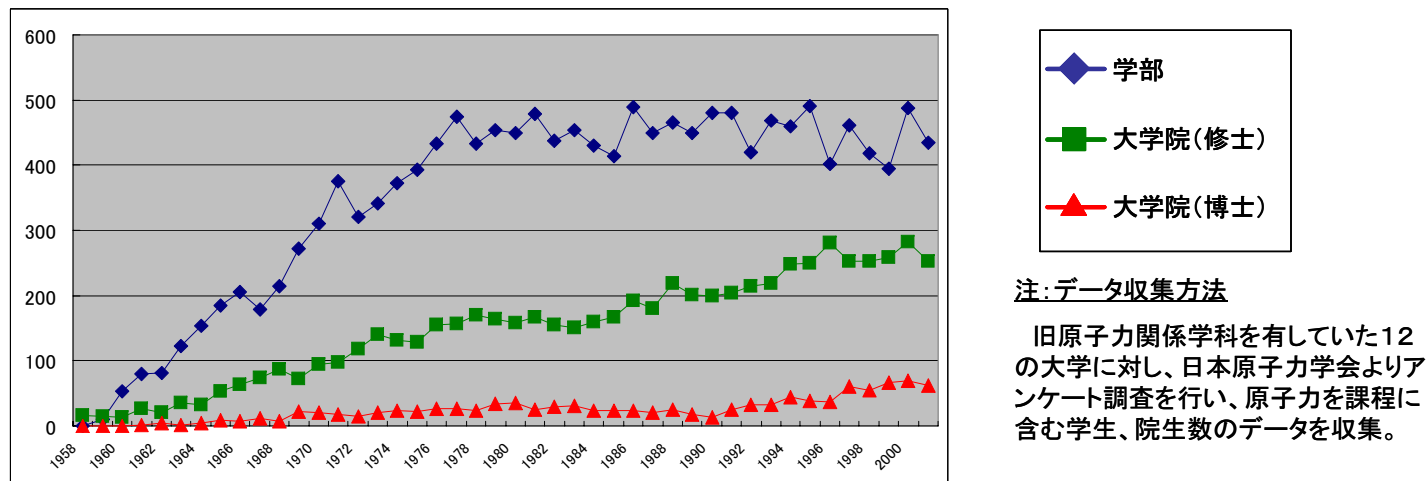
（i）2015年までの研究開発を着実に推進する観点からは、研究開  
発の中核的实施機関である原子力機構内部における人材の集中と研究  
開発機関、産業界、大学などの人材の裾野の拡大が必要であると考え  
る。このため、原子力機構は、研究者・技術者を主概念の研究開発に

## 図 2-2-10 大学における学生数の現状

### (1)原子力関係学科・専攻(注)における学生の在籍数の推移



### (2)原子力を課程に含む学科・専攻における学生の卒業生数の推移



(出典 : 大学の原子力工学研究教育設備等検討特別専門委員会報告書(2003年3月 日本原子力学会))

出典:原子力部会報告書(2006年8月)

集中するとともに、これまで FS に携わってきた人材のみならず、基礎的な研究開発や高速増殖炉サイクル関連施設の運転を行っている研究者・技術者を今後の研究開発に積極的に参加させることが重要であると考えます。また、人材の裾野の拡大については、競争的資金制度の活用や原子力機構と他の研究開発機関、産業界、大学などとの共同研究の推進が重要であると考えます。

(ii) 研究開発段階から実用化段階への円滑な移行を推進する観点からは、産業界における人材の確保、研究開発機関・産業界・大学などの人材交流の促進、これまで高速増殖炉サイクル施設の設計を行った世代の能力の活用と若手研究者・技術者への技術継承が必要であると考えます。産業界における人材の確保については、国が中長期的な研究開発計画を明確にし、産業界が投資を行いやすい環境を整えることが重要であると考えます。研究開発機関・産業界・大学などの人材交流の促進については、大型試験施設やホット工学試験施設などの試験施設の設計、建設、運転を通じての人材交流と技術継承、並びに高速増殖炉原型炉「もんじゅ」などの既存施設の運転を通じての人材交流と運転・保守経験の蓄積が重要であると考えます。また、これまで高速増殖炉サイクル施設の設計を行った世代の能力の活用と若手研究者・技術者への技術継承については、実用施設の概念設計活動のみならず、各種施設の設計、建設活動を通じて、その能力を活用する場を提供し、同時に若手研究者・技術者へ技術継承を行うことが重要であると考えます。

(iii) 将来を担う人材の確保・育成の観点からは、次世代の人材の育成や社会への情報発信が必要であると考えます。次世代の人材の育成については、原子力機構と大学との連携大学院の実施など大学教育に対する連携強化が重要であると考えます。また、社会への情報発信については、世界標準を目指した国際競争の姿やその成果の発信、高速増殖炉サイクル技術の異分野へ成果展開、地域科学教育活動への貢献などを通じ、幅広い世代に対し夢を提供し、高速増殖炉サイクルへの関心を広げ、その実用化に携わろうとする若年層が増えるよう努めることが重要であると考えます。

## (6) 説明責任を果たす活動の充実

原子力に関する活動は、多方面にわたり、成果が得られるまでに長期にわたる総合的な取り組みを要し、しかもその達成には様々な不確実性を伴う。このため、国や事業者は、施策の企画・推進にあたって、施策がもたらす公共の福祉に対する貢献の大きさやそのライフサイクルにわたるコストとリスクなどを可能な限り定量的に評価することが重要である。この際、こうした評価の内容を国民に積極的に公開することが、施策についての理解の促進に有効であることに十分に留意すべきである。

特に、高速増殖炉サイクル技術の研究開発にあたっては、エネルギーセキュリティの向上、地球環境保全への貢献など研究開発の意義や内容を平易な言葉で分かり易く国民に示し、社会のニーズを的確に捉え、納税者への説明責任を果たすべく、積極的に広聴・広報活動を行うことが必要であると考ええる。

さらに、長期的に国民の支援を受け、萌芽としての研究者・開発者を育成するという意味において、学校教育の中で原子力発電所や研究開発施設の見学、エネルギーや地球環境保全などをカリキュラムに折り込めるよう、高速増殖炉サイクルに係わる全ての関係者が様々な働きかけを行うことが重要であると考ええる。



図2-2-1 「もんじゅ」事故後のこれまでの経緯

