

平成11年11月11日

長期計画策定会議 第三分科会 第3回資料

株式会社 東芝 宮本 俊樹

高速増殖炉および関連核燃料サイクル開発について

原子力供給産業は、高速増殖炉と関連核燃料サイクルの重要性を認識し、こ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。

メーカーの現在までの膨大な技術蓄積は、メーカーとしても総力を挙げリソースを注ぎ込み開発を支えてきた成果であり、今後の高速増殖炉、核燃料サイクルの研究開発に積極的かつ有効に活用すべきものとする。このためには、原子力供給産業を含め、新たに長期の開発に向けた体制を確立することが必要である。

1. 高速増殖炉と関連核燃料サイクルの必要性について

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、将来に向けての広い視野でのエネルギー戦略が重要である。また、高速増殖炉懇談会等で公開、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、今後も開発は、国民の理解のもとに進める必要がある。

2. 原子力供給産業の開発領域

高速増殖炉プラントを核とした核燃料サイクル技術全般に亘り、原子力供給産業であるプラントメーカー各社は自ら意欲を持って研究開発に取り組んできた。高速実験炉「常陽」、高速増殖原型炉「もんじゅ」については、その建設のための研究開発および実機の建設を、各社は技術競争を行いつつも、相互に協力し国のプロジェクトを支えてきた。この段階での状況として、メーカーの行ってきた開発領域を図1に示す。

実証炉以降の実用化を狙った開発においても、各社は、海外との連携を含め自らのリソー

スを投入しつつ電力殿、サイクル機構殿の研究に参加し、研究開発に寄与してきた。

この結果、分野によって多少の出入りはあるものの、各社は、広範囲の技術で高い技術レベルにあると考える。開発に参加してきた具体的な開発領域の一覧を当社の場合を例にとつて図2に示す。

高速増殖炉プラント技術に関しては、安全性向上、経済性向上、保守性向上を目指した革新技術の開発を骨格とし、これらをプラントとして統合するシステム技術の開発を行ってきた。

革新技術としては、プラント全体の経済性向上に寄与の大きいナトリウム中電磁ポンプ、同ポンプとの合体機器、信頼性・保守性の向上を目指した二重管蒸気発生器、ナトリウム中カメラ、環境負荷低減を目的としたFP消滅技術、および安全性と核不拡散性を高めるための反射体制御炉心技術などがある。これらの開発は、原理確認あるいは機器によってはある程度の規模での実証段階に至っているものもある。

また、これらの革新技術を積極的に取り入れたプラント設計を実施してきた。実証炉の設計を始め、実用化を目指した大型システム、小型標準プラントによる実用化方策、超小型高速炉の実用化可能性などを研究対象として概念検討をまとめてきた。

再処理技術については、乾式法による再処理を研究の中心におき、軽水炉使用済み燃料の金属への還元技術、金属燃料リサイクル技術、また、軽水炉使用済み燃料の酸化物燃料への直接転換、同リサイクル技術について米・露の研究成果を踏まえ、当社独自の方法を開発してきた。さらに、高速炉の使用済み燃料を実際に乾式法にて再処理する試験に参加し、乾式法特有のマスバランスデータに関する知見を得た。さらに、高レベル廃棄物となる溶融塩を酸化物に転換してガラス固化する廃棄物処理技術を開発した。

燃料技術については、酸化物乾式により直接得られる顆粒燃料を振動充填にて燃料成形する振動充填技術についての研究を実施してきた。高速炉の使用済み燃料から再処理により得られたプルトニウムを使って燃料を再成形したりリサイクルビンの照射を現在実施中である。

3. 原子力供給産業の技術

高速増殖炉を中心とする燃料サイクル分野の原子力供給産業の最終的な役割は、これらの分野固有の技術を高めつつ他分野の先端技術をも取り込み信頼出来る機器システムを提供することであるが、このためには、ソフト、ハード両面での技術力が必要であり、また固定化された技術でなく新たなものを創造的できる能力が必要である。

これら技術の具体的な展開が前記の事例であるが、以下に、原子力供給産業とりわけプラントメーカーの有する技術について述べる。

高速増殖炉と関連核燃料サイクル分野の技術としては、プラント設計技術、機器開発技術、製造技術、建設技術、保守保守技術などがあり、また、これを支える共通技術として、品質管理、調達管理、プロジェクト管理などがある。図3にこれらの内容を示す。これらの技術分野で、メーカーは、国、電力会社のもと、自らも惜しみなくリソースを投入しつつ研究開発の重要な機能を担いその推進に貢献してきたと考える。

4. 開発研究の状況

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ことは、前述のとおりであるが、民間企業にとって世界的な競争の時代における厳しい経営状況の上に、実用化のための開発計画が長期化した現在、自らの資金を捻出して開発に参加していくことが可能な状況ではなくなった。

一方、外部資金についても、最近では大きく減少しており、従来規模での研究の継続が難しい状況であり、これまで高速増殖炉および関連核燃料サイクル技術に携わってきた研究者を維持することが困難な状況となっており、この状況が継続すれば長期的にはこれらの分野の技術者の散逸は避けられない状況である。

図4に当社の場合の高速増殖炉および核燃料サイクル関係の人員の最近の状況を示す。また、機電メーカー4社で設立した高速炉エンジニアリング株式会社の人員を併せて示した。

今後、市場を見通すことが困難な環境の中で、十分な資金の裏付けのない状況で競争の形態が継続することは、早晚、我が国の高速増殖炉と関連核燃料サイクル技術開発の重要部分を担う原子力産業の技術力の維持を困難とし、その結果、我が国の技術開発力の低下をもたらすことが大いに懸念される。

5. 開発の長期化に向けて

(1) 開発の枠組み

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。このためには、高速増殖炉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るとともに、長期の開発にあたっては、わが国の限られたリソースの分散を防ぎ、海外との連携も交え、総合力を発揮しうる体制の確立が必要である。

この点では、実用化戦略調査研究が、サイクル機構殿と電気事業者殿との協力体制のもと進められており、これは長期の開発に向けた国を挙げた体制への重要な第一歩と考える。

なお、この体制におけるメーカからのメンバーは、従来からの人員を含め、全体の約10%の人員である。

一方、メーカが長期的に自らの投資を行った上での国の開発への参加が難しいことを考えれば、原子力供給産業が蓄積してきた技術を如何に活用し、また技術の高度化、継承を如何に図るかは、高速増殖炉および核燃料サイクルの開発全体における重要課題であり、このための方策を踏まえた開発の枠組みの確立が緊急の課題であることを共通の認識とする必要がある。この枠組み確立のためには、原子力供給産業も積極的に協力していきたい。

(2) 開発の展開

開発の展開においては、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。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。

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も、先ず、一刻も早いもんじゅの運転再開が必須である。

更に、開発コスト、開発リスクの低減の観点では、適切な規模の試験施設を計画的に建設し活用することにより長期的な技術継承を図ることが妥当と考えられる。

以上のような今後の開発の展開の概要を図5に示す。

‘70

‘75

‘80

‘85

‘90

「常陽」建設時期

「もんじゅ」建設時期

ナトリウムループの設置とナトリウム技術の開発

設計・許認可用
ソフトウェアの開発

同高度化

設計基準の整備

同高度化

大型機器開発

「常陽」での
FBR技術
確証試験

図1 「常陽」・「もんじゅ」建設時期のメーカ研究開発領域

各社同様に各
領域に研究を
展開

高速炉

革新技术開発

- ・Na中電磁ポンプ
- ・二重管蒸気発生器
- ・電磁ポンプ合体機器
- ・Na中カメラ
- ・FP消滅技術
- ・反射体制御炉心

GE

プラント設計技術

- ・実証炉
- ・大型実用化システム
- ・小型モジュールシステム
- ・超小型炉
- ・実用化/保守補修性
- ・AE関係

GE

LLNL

NOVATOME

Bechtel

リサイクル燃料照射

- ・BOR60にて照射(照射中)

RIAR (D)

燃料

振動充填燃料技術開発

- ・高密度燃料製造技術
- ・燃料挙動解析技術

リサイクル燃料製造技術

- ・乾式再処理Pu燃料製造

RIAR(D)

酸化物乾式技術開発

- ・同時電解法
- ・塩酸廃棄物酸化物転換法

使用済燃料乾式再処理

- ・BOR60使用済み燃料試験
- ・BN350使用済み燃料試験

RIAR(D)

再処理

金属乾式技術開発

- ・電解析出基本技術
- ・自己再生Li還元法
- ・高速Cd陰極

ANL

注: 斜字体下線付は既に終了した研究を示す

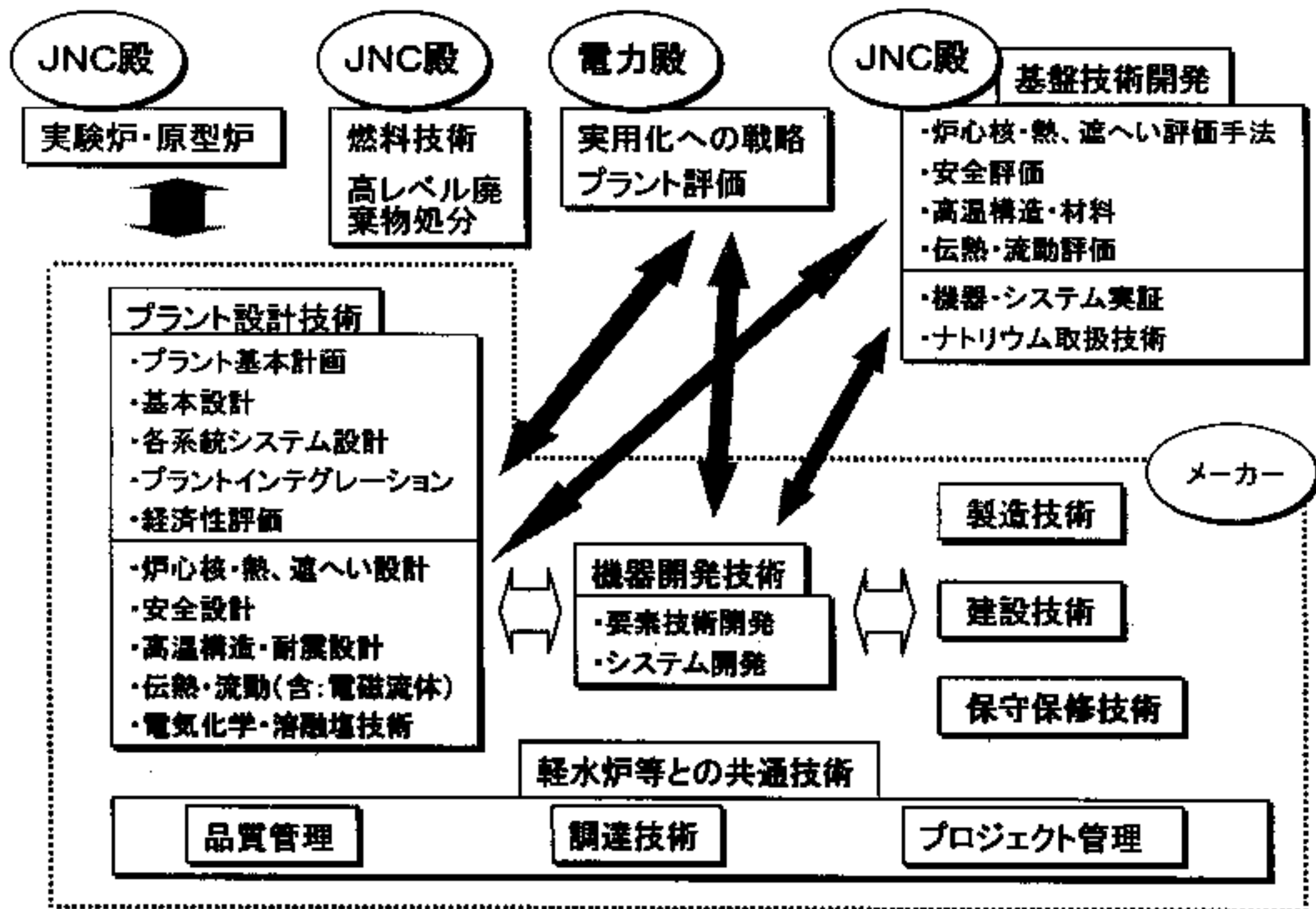
注: RIAR: ロシア原子炉科学研究所

ANL: アルゴンヌ国立研究所

LLNL: ローレンスリバモア国立研究所

図2 FBR・先進リサイクル分野での開発領域(当社の例)

図3. メーカーの保有技術



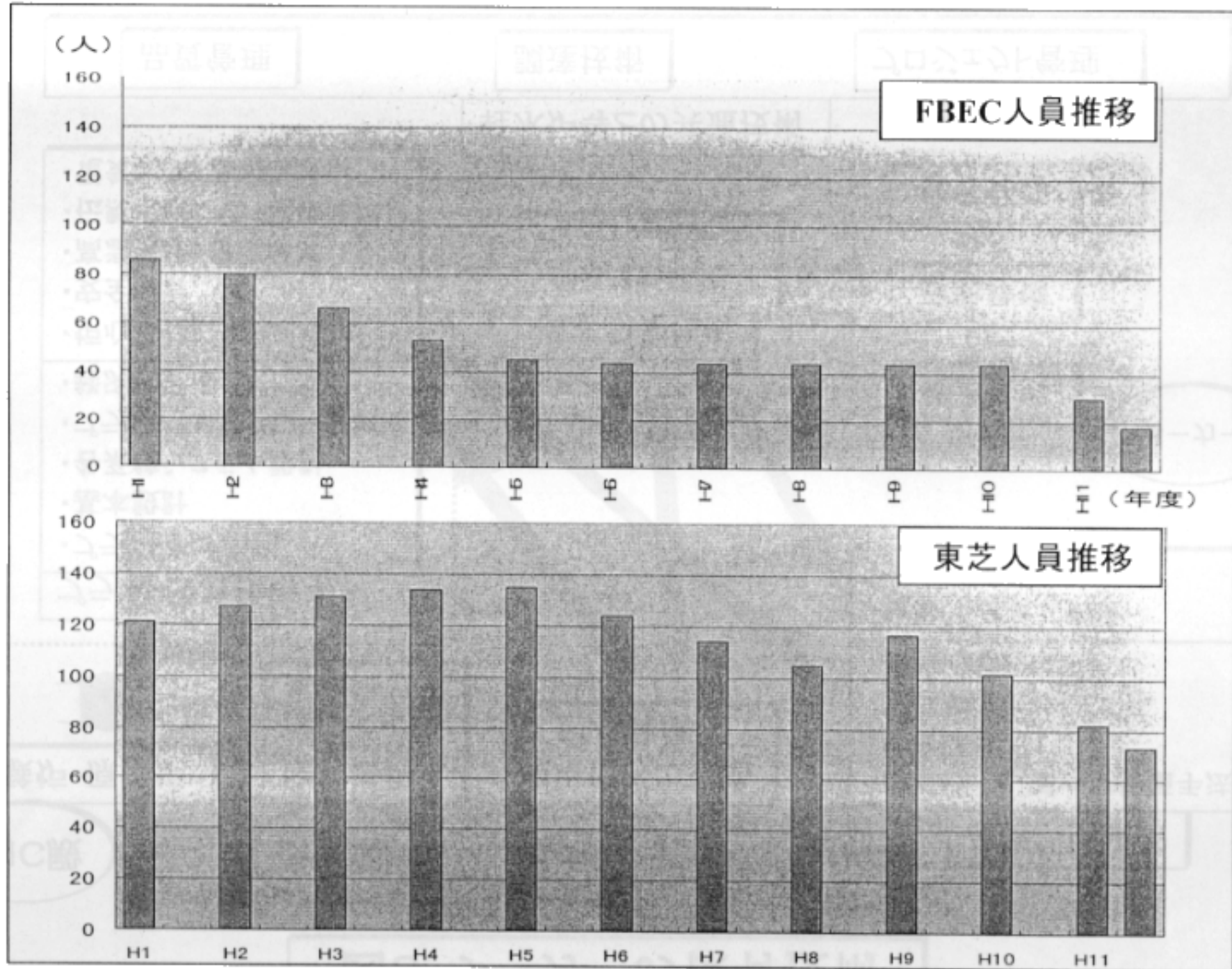


図4. FBRおよび関連核燃料サイクル関係人員の推移

図5. 今後の開発における展開

