



# 第1回「常陽」利用検討委員会 におけるコメントへの回答



独立行政法人日本原子力研究開発機構

# 第1回「常陽」利用検討委員会における主なコメント

コメント	回答
<b>1. 「常陽」の主な成果と今後の利用計画・ニーズについて</b>	
<p>日本には、FBR国産化の目的があり、「常陽」や「もんじゅ」が建設された。単に経済性を議論するだけでなく、FBR開発において、「常陽」を喪失した場合の影響を検討すること。</p>	添付-1 参照
<p>「常陽」を使うことができなくなった場合の影響評価として、海外炉を使った場合や「もんじゅ」を使った場合に、FBR開発、基礎基盤、その他に対してどのようなメリット・デメリットがあるのか示すこと（技術者を養成し、技術力を向上することを含む）。</p>	
<p>「常陽」MK-I、II、III炉心において、所期の目的を達成できたのか否か等について示すこと。</p>	添付-2 参照
<b>2. 炉内干渉物対策の実施状況と今後の計画について</b>	
<p>一般の方々の関心が高い安全性について、資料に「本作業により、放射性物質の放散等、外部に安全上のリスクがないこと」といった記載を追加する等の配慮が必要である。</p>	添付-3 参照
<p>対策の妥当性を判断するためには、トラブルの発生原因及び再発防止に係る情報が必要である。</p>	添付-4 参照

# 添付-1

**FBRサイクル開発における燃料開発と  
「常陽」の停止による影響について**

# FBR国産技術開発の必要性と方向性

- 核燃料サイクルを含めた既存技術の安全性、信頼性、経済性、供給安定性、環境適合性等を**絶えず改良・改善**していくとともに、次世代の供給を担うことのできる**競争力のある革新技術の研究開発**を実施していく必要がある。
- 原子力技術は国際場裡においてはどの国を起源とする技術かが厳格に追求され、自国産の技術でないと国際展開等に不都合を生じることもしょくないために、他の分野に比べ、**我が国の独自技術を保有することを目指した研究開発を推進する重要性が高い**。

(2005年 原子力政策大綱)

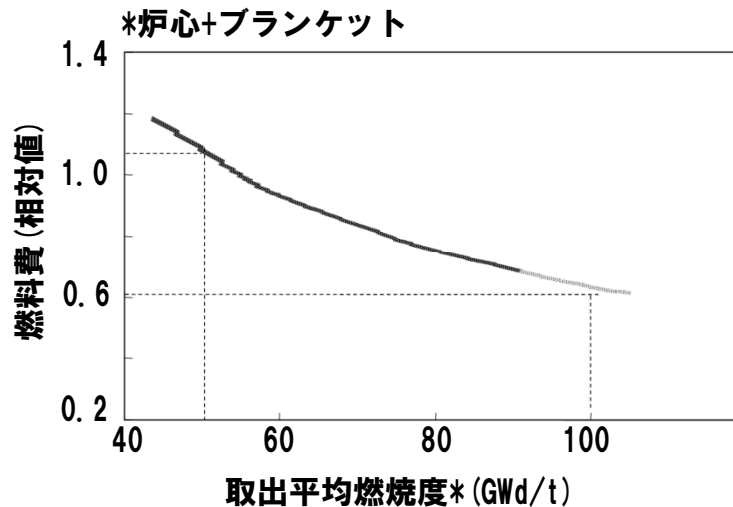
- 我が国では、1956年に原子力委員会が策定した「原子力の研究、開発及び利用に関する長期計画」において、「最終的に国産を目標とする動力炉は、原子燃料資源の有効利用ひいてはエネルギーコストの低下への期待という見地から、増殖動力炉とする」とされているように、**当初より高速増殖炉の国産開発を目標**とし、1960年代初頭より高速増殖炉の調査研究が開始され、1960年代後半から本格的に研究開発が行われてきた。

(2006年 文部科学省「高速増殖炉サイクルの研究開発方針について」)

 **FBR国産技術開発の推進には国内高速中性子照射炉が必須**

# 高速炉の実用化において燃料開発は 経済性向上の観点で最重要課題の一つ

- 高燃焼度化で燃料費は低減
- リサイクルの量も低減できる



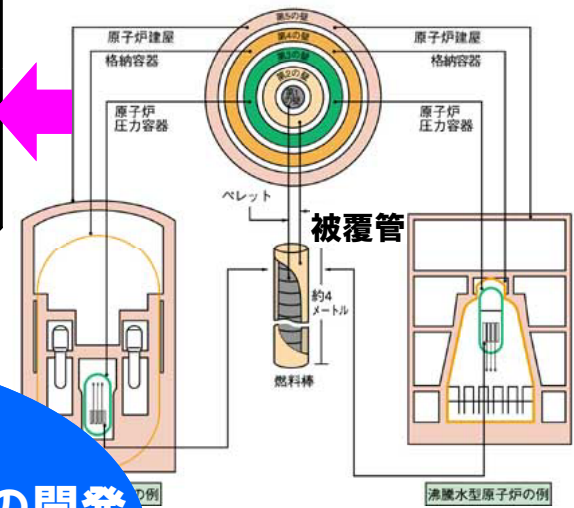
燃料の燃焼度増加による  
燃料費の低減

将来の基幹電源として  
競合し得る発電単価の達成

- ### 燃料への要求
- ・ 破損し難い被覆管
  - ・ 高燃焼度を達成
  - ・ 厳しい事故でも炉容器を壊さない

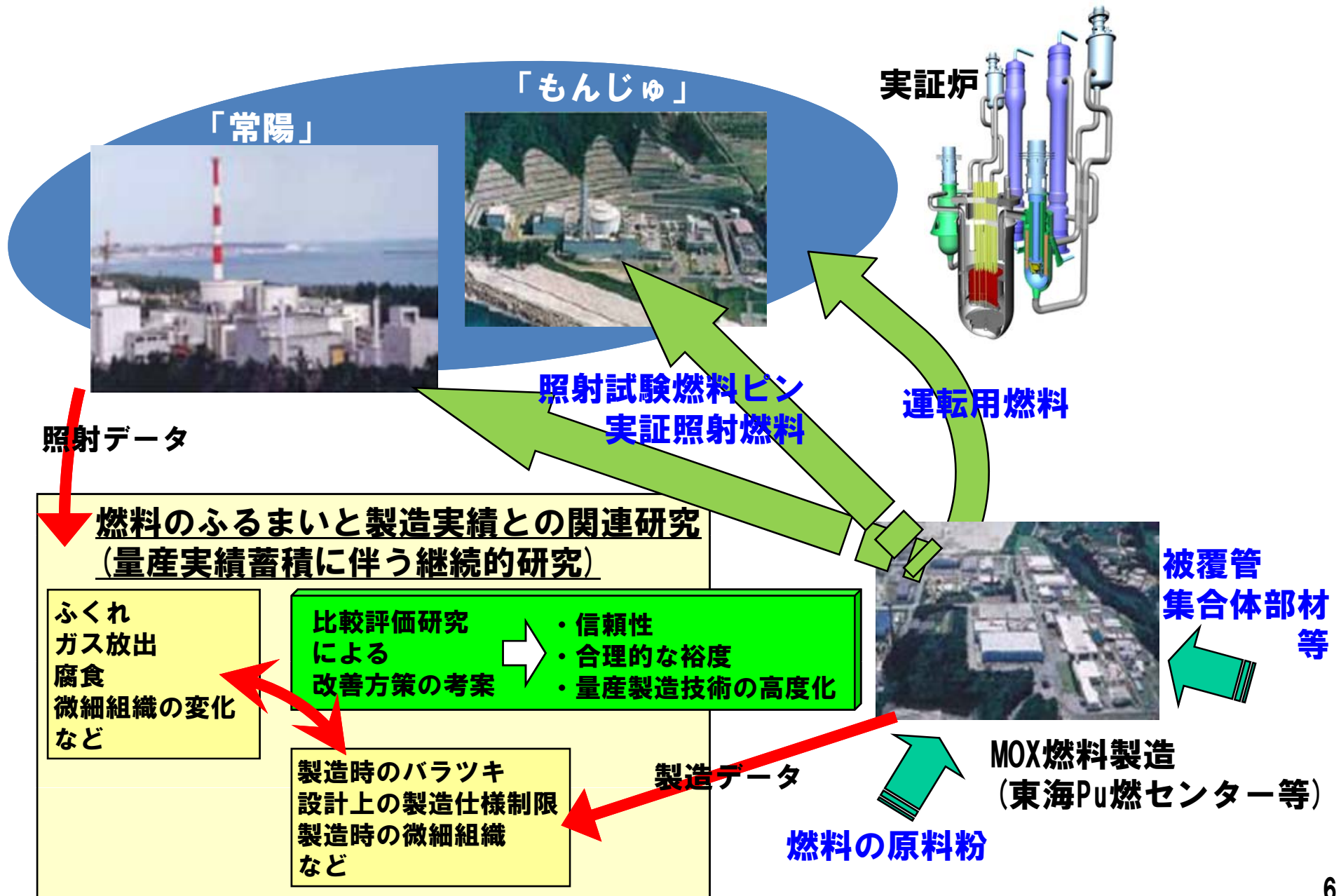
**燃料開発**  
高性能被覆管、燃料の開発  
燃料のふるまいの研究  
燃料製造技術との調和

放射能を閉じ込める5重の壁



信頼性と合理的な裕度を備え  
量産製造の費用を低減する  
燃料の製造技術

# 燃料開発に係る国内でのデータ取得体制



# FBR燃料開発計画（照射試験等）（1/2）

## - FaCTプロジェクトにおける照射ニーズ -

**FBR実用化燃料の成立性評価及びデータの拡充等**  
 （2012年頃以降に順次、照射試験を開始し、FaCTプロジェクトや実証炉計画に貢献）

経済性向上	高燃焼度概念 成立性評価	<ul style="list-style-type: none"> <li>• ODS被覆管燃料ピン照射（230～250GWd/t*1）</li> <li>• ODS被覆管・PNC-FMSラッパ管材料照射（250dpa*1）</li> </ul>
	設計用データの 拡充	<ul style="list-style-type: none"> <li>• ODS被覆管燃料ピンバンドル照射</li> <li>• PNC-FMSラッパ管照射</li> <li>• 太径中空ハレット燃料ピン照射（FCMI*2拳動確認）</li> <li>• 太径中空ハレット燃料ピンのPTM*3照射</li> <li>• 燃焼燃料のPTM*3照射</li> </ul>
	FBR技術要素 高度化	<ul style="list-style-type: none"> <li>• 高性能遮へい体用シリコニウム水素化物照射</li> <li>• 長寿命制御棒用B<sub>4</sub>C照射</li> </ul>
環境負荷低減	MA含有 燃料開発	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Am, Np含有酸化物燃料照射（40GWd/t以上）</li> <li>• Cm含有酸化物燃料照射</li> </ul>
安全性向上	再臨界回避	<ul style="list-style-type: none"> <li>• 内部ダクト付集合体構造の健全性確認試験</li> </ul>

\*1：ピーク値

\*2：燃料-被覆管機械的相互作用 (Fuel-Cladding Mechanical Interaction)

\*3：溶融限界線出力 (Power-to-Melt)

# FBR燃料開発計画（照射試験等）（2/2）

- 実用炉に向けた照射ニーズ等 -

- ・ **設計の合理化・高度化等のための照射試験**

燃料設計手法の合理化、裕度評価

：高線出力化、溶融限界出力の確認  
高燃焼度化、破損限界の確認

燃料製造公差の緩和 ：公差の範囲を超える燃料の照射

炉心構成要素の長寿命化：長寿命遮へい体・制御棒

核拡散抵抗性対応方策等

- ・ **安全規制に係る照射データの充足**

実用炉に向けた規格・基準等の拡充

- ・ **技術者養成、教育研修**



**照射試験等を遂行するための国内高速中性子照射炉が必要**



# 「常陽」の停止による影響

## － 海外炉を利用した場合のメリット・デメリット－

### 燃料開発に係る国内でのデータ取得のメリット

#### ➤ 質・量ともに充実したデータ

- ◆ 「常陽」では合理的な裕度の設定や経済的整合性を有する信頼性の確保等に必要な精緻な評価が可能

#### ➤ 多量データ取得の負担軽減

- ◆ パラメトリックに多量のデータを取得していくには、国内照射・国内データ取得が輸送負担・費用負担の軽減の面でも適切

#### ➤ 製造技術関連データの保護

- ◆ 日本独自技術で製造した燃料は国内での試験により、詳細なノウハウの流出を防止

#### ➤ 国内技術の向上・蓄積

- ◆ 国内試験は国内の技術者育成に寄与

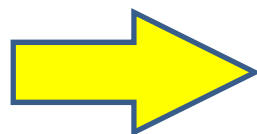


海外炉を利用した場合、上記メリットを喪失し、我が国の独自技術を保有することを目指した研究開発の推進に、照射炉の所有国の原子力・外交上の政策の影響や、コストの増加等のリスクが生じる。

# 「常陽」の必要性

- 燃料開発はFBR開発の最重要課題の一つ
- 日本独自の技術・ノウハウを多く含んだ燃料の量産技術開発を推進することが重要
- 燃料の高度化のためには、国内で質・量ともに充実した燃料・材料の照射データを取得することが必要
- 海外炉を利用した場合、我が国の独自技術を保有することを目指した研究開発の推進に照射炉の所有国の原子力や外交上の政策の影響や、コストの増加等のリスクが生じる。
- 「もんじゅ」は発電プラントの実証が運転再開後の役割であり、さらに、照射試験を実施するためには、炉心の変更や設備の整備が必要であるため、照射開始までには時間を要する。

FBR開発に係る我が国の自主性・独自性を堅持するとともに、FBR実証炉・実用炉・実用炉供用以降の技術開発に照射データを供給できる国内高速中性子照射炉は「常陽」が唯一



**「常陽」の早期の再起動が必要**

## 添付-2

# 「常陽」の使命と役割

# 「常陽」の使命

動力炉開発の基本方針（原子力委員会：1966年）

高速増殖炉の開発にあたっては、基礎的技術の蓄積に努めるとともに、国際協力をも行なって、自主的開発の効率的推進をはかることが必要である。その実施にあたっては、臨界実験装置等による基礎的研究ならびに実験炉および原型炉の開発を推進するものとする。なお、実験炉は、将来、照射試験炉としても利用する。



## 「常陽」設置の目的

- 高速増殖炉に関する技術的経験（自主開発技術：設計・建設・運転等）の取得・蓄積 : MK-I、MK-II、MK-III
- 高速増殖炉用燃料材料等の照射試験施設として利用 : MK-II、MK-III

※ MK-III：高速増殖炉実用化のための燃料・材料開発用照射炉として活用するため、実用炉での目標燃焼度(15万～20万MWd/t以上)を踏まえ、高中性子束化と照射場の拡大等を図り、照射性能を向上

# 「常陽」の役割（1/2）

## — 実験炉としての成果と今後の役割 —

### ① 成果

- ・ 増殖性能の実証（MK-I 炉心）
- ・ ナトリウム技術の確立  
（運転・保守・保全技術の蓄積、MK-III 改造工事）
- ・ 核燃料サイクルの輪の実証
- ・ 基礎的な安全性の確認（自然循環、燃料破損模擬試験）
- ・ 安全、確実な運転（炉心・燃料の設計・管理の実証）

### ② 今後の役割

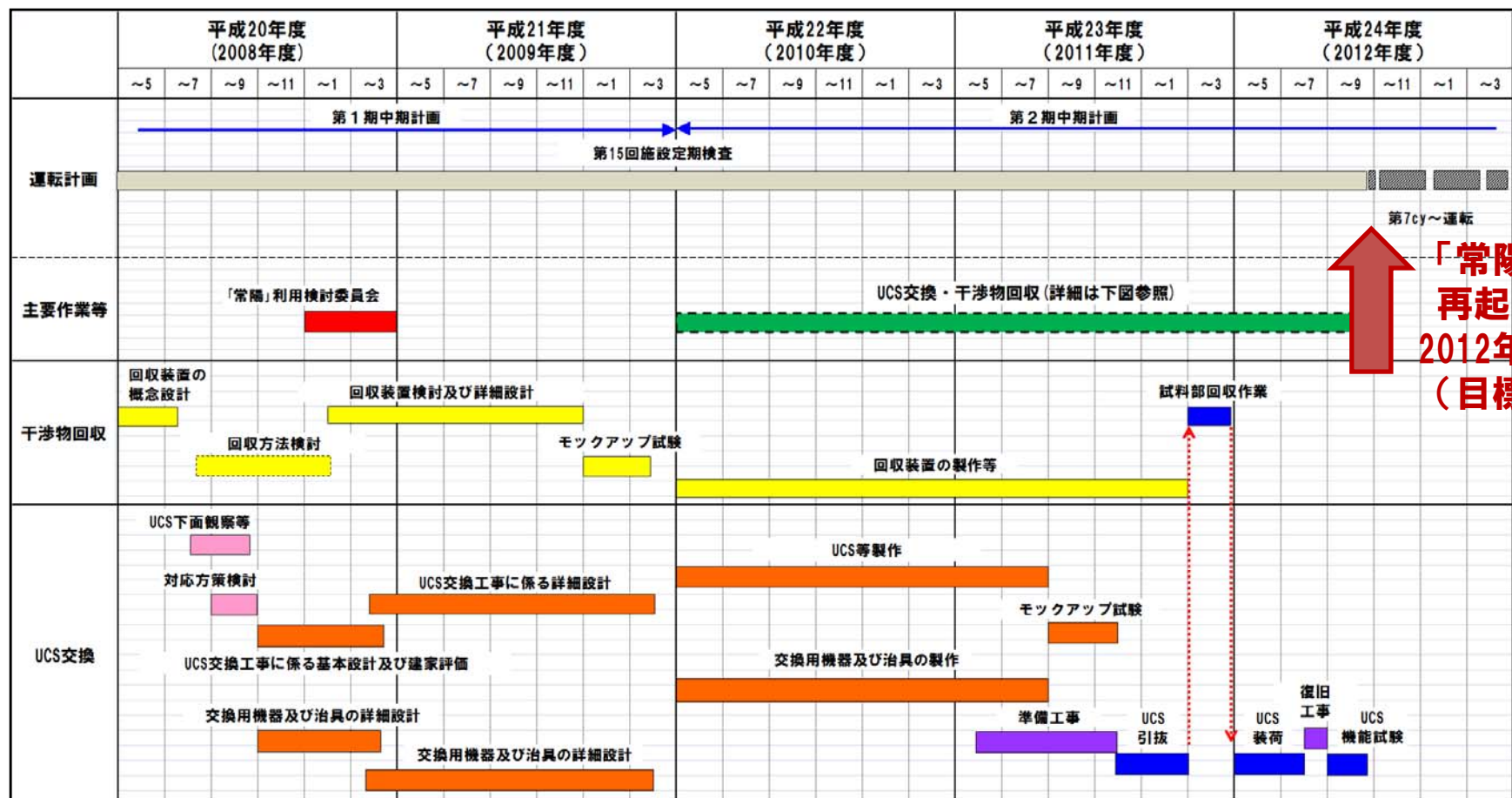
- ・ プラント安全性向上（固有安全性実証試験）
- ・ 新技術実証（SASS、レーザによる破損燃料の同定）
- ・ 先進的・革新的プラント計測技術開発（光ファイバを用いた高速炉プラント構造健全性監視技術）
- ・ 新材料の実機使用実績蓄積（316FR鋼、高Ni鋼等）
- ・ FBR技術の伝承、人材育成

# 「常陽」の役割（2/2）

## — 照射炉としての成果と今後の役割 —

目的	MK-II炉心までの実績	MK-III炉心の役割
実証炉	既存技術の高度化・大型化	革新技術導入、軽水炉に比肩する経済性達成
	MOX燃料（軸非均質、中空） 改良オーステナイト鋼被覆管の照射 限界性能の確認（PTM等）	ODS鋼被覆管、簡素化ペレットの照射 MA-MOX燃料（副概念：金属燃料） 限界性能の確認（PTM, RTCB等） 規格・基準類作成のためのデータ取得
もんじゅ	現行炉心の確証	高度化炉心の先行照射
	改良オーステナイト鋼 低密度ペレットの照射	ODS鋼、高密度中空ペレット 長寿命制御棒の照射
国際協力	2国間協力	日本主導の国際協力へ
	日米、日仏協力による試験	Gen-IV、GNEP等の国際協力のツールとして活用
基礎基盤	FBR実用化のための技術開発及び基礎・基盤データ取得	
	炉心核特性評価手法の高度化・標準化、燃料設計手法の高度化	
外部利用	依頼に基づく対応	利用の拡大
	材料の照射挙動に関する基礎研究	軽水炉、ガス炉、核融合炉等の多目的利用

# 「常陽」の再起動計画（目標）



「常陽」  
再起動  
2012年度  
（目標）

「常陽」を2012年度に再起動することで、  
FaCT7'ロシ'ェ外に必要な照射試験への影響を小さく抑えられる  
<今後、期間（約3年半）短縮・予算（約35億円）低減のため、更に努力する>

## **添付-3**

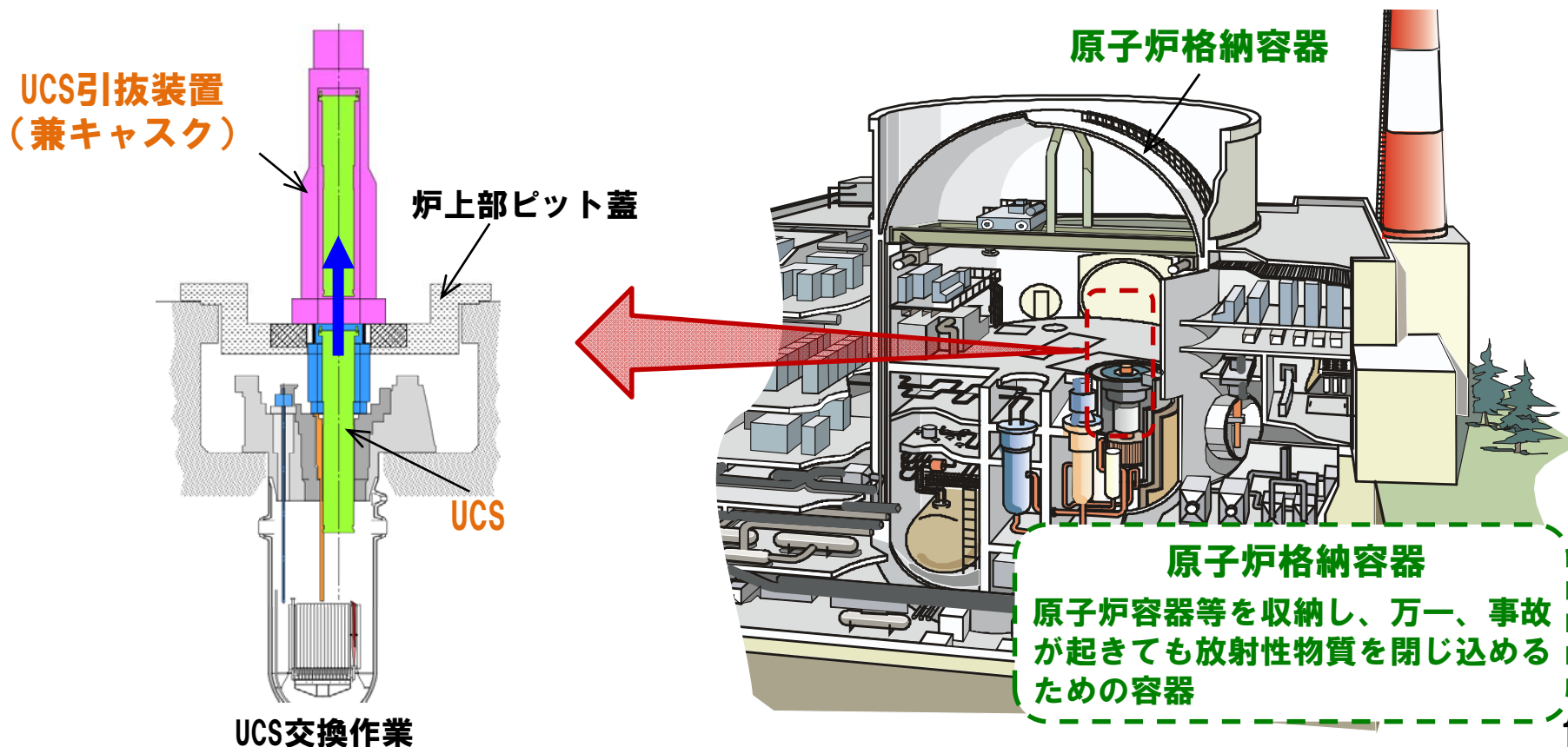
# **炉心上部機構（UCS）交換時等における 放射性物質の漏えい防止等について**



# 放射性物質の漏えい防止等の対策について

- UCS交換作業等は、放射性物質等の放散防止のため、原子炉格納容器内で、密封容器（キャスク）を用いて実施
- 作業中の放射性物質の漏えいの有無等をモニタにより確認
- 交換したUCSは、適切な遮へいを確保して保管

➡ 外部への安全上のリスクが生じないように、十分な対策をとる



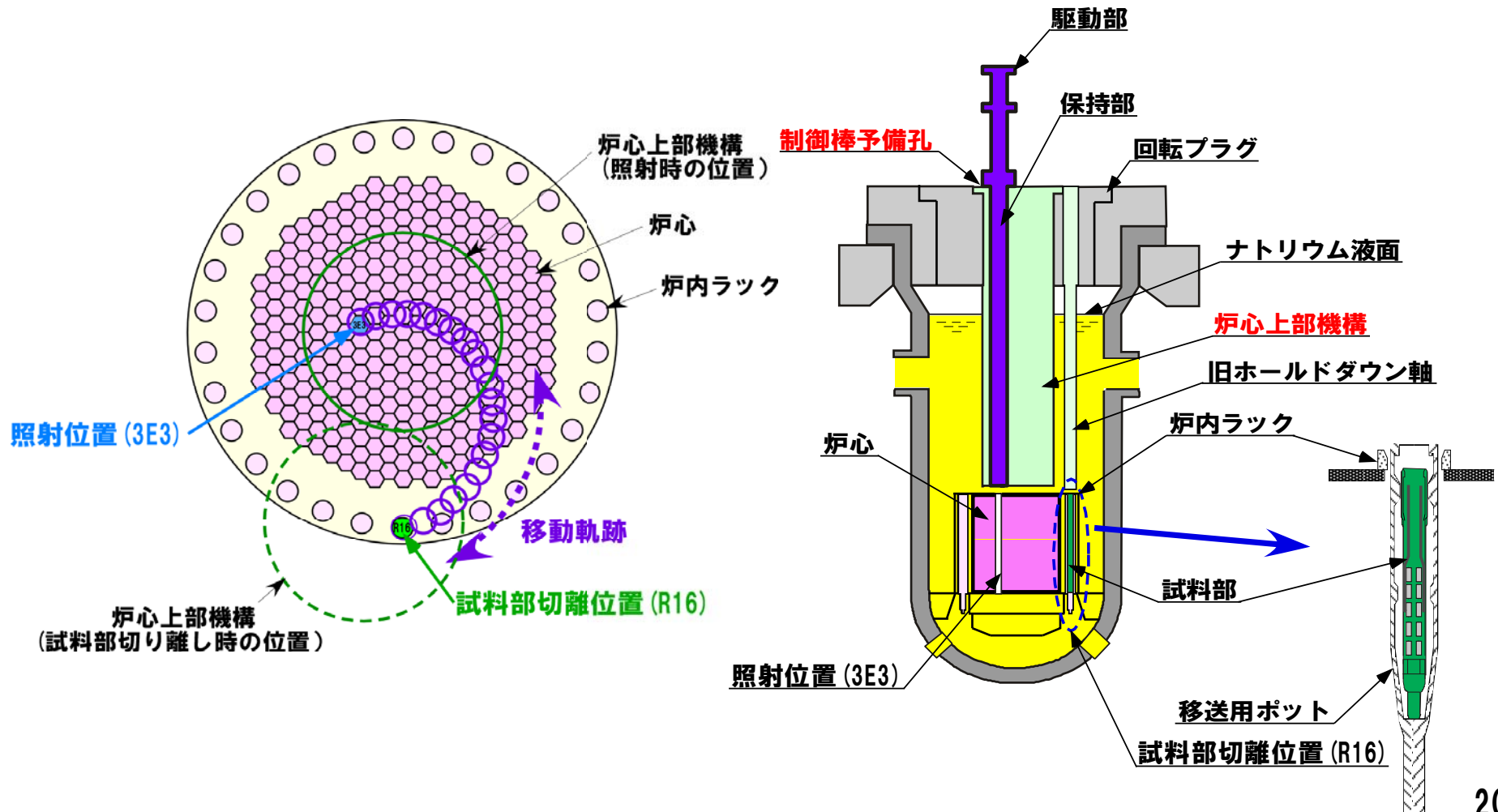
## **添付-4**

# **トラブルの発生原因及び再発防止について**



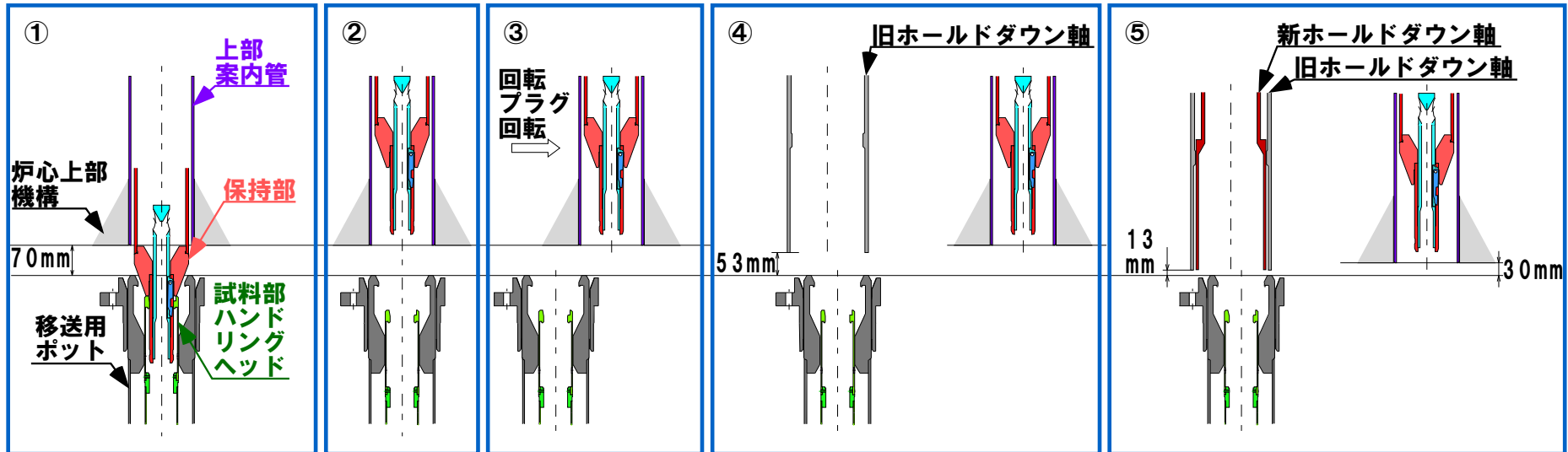
# MARICO-2保持部の軌跡

MARICO-2試料部は、炉心上部機構内に吊り上げられ、照射位置（3E3）より、試料部切離位置（R16）に移動される。試料部切離作業後、試料部は移送用ポットに収納され、保持部は、照射位置（3E3）に戻される。

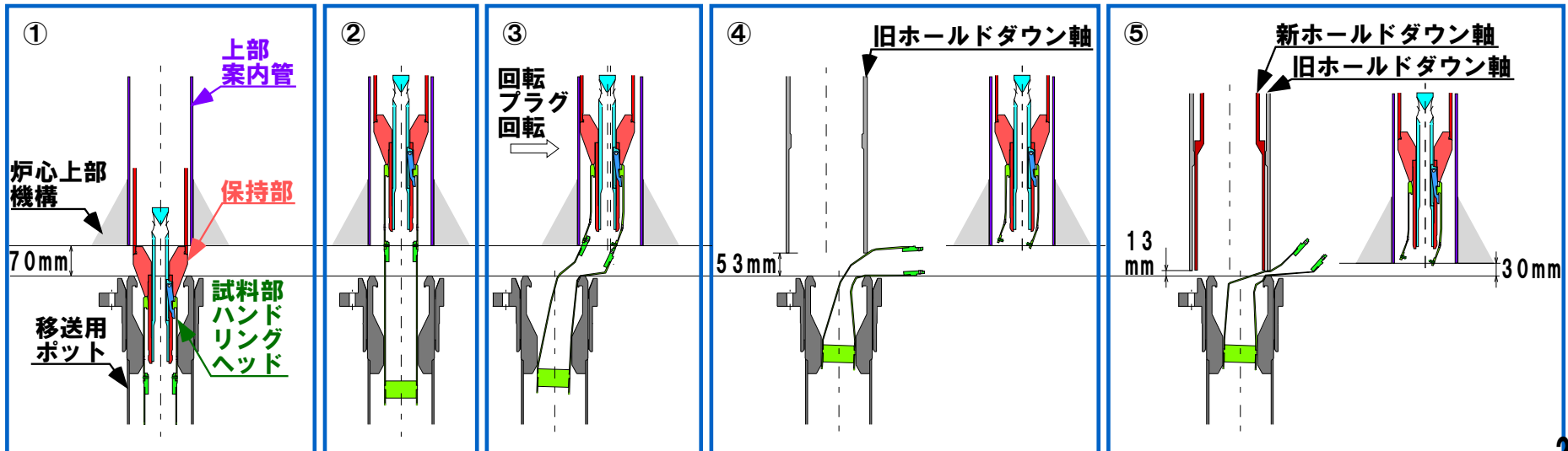


# MARICO-2試料部切離作業時の事象進展

## <正常時>



## <今回の作業>



# 炉内ラック位置の干渉物の発生原因と再発防止策

## <発生原因>

計測線付実験装置であるMARICO-2試料部切離機構の機能不全等に起因し、試料部の切り離しに失敗したことが、本トラブルの直接の発生原因であり、原子炉本体のシステム等に問題はない。

## <再発防止策>

計測線付実験装置を使用する予定はないが、今後使用する場合には、

- ① 試料部の切り離し機能の設計の見直しと、モックアップによる確認
- ② 試料部切り離し確認手法の多様化

により、再発を防止する。

## <後続炉への反映事項>

本トラブルは、照射試験の遂行をミッションとしている「常陽」特有のものであり、当面、同様の設備を使用する予定のない「もんじゅ」や実証炉において、発生することはない。今後、同様の設備を使用する場合には、「常陽」の経験を反映させる。