

# 高速増殖炉サイクル技術開発の現状と将来展望

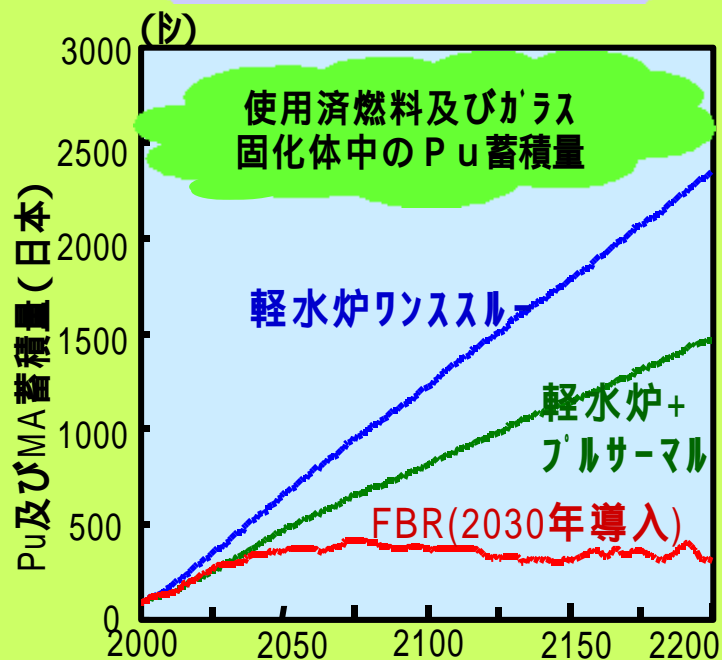
平成15年6月

核燃料サイクル開発機構

## 開発目標

- ・安全性
- ・経済性（軽水炉に比肩しうる）
- ・資源の有効利用
- ・核拡散抵抗性
- ・環境負荷の低減

プルトニウムを燃焼させ  
資源として消費  
↓  
余剰なプルトニウムを持たない

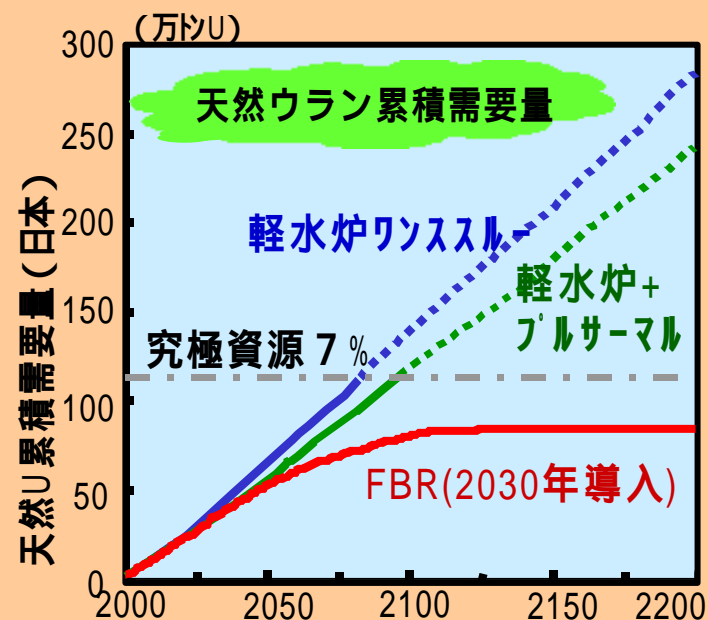


Pu : プルトニウム

MA : マイナーアクチノイド

将来的にはウラン輸入が不要

↓  
エネルギー自立



U : ウラン

## 開発目標

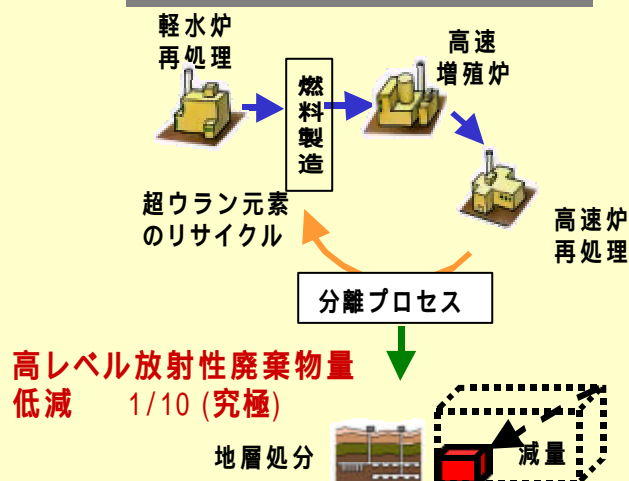
- ・ 安全性
- ・ 経済性（軽水炉に比肩しうる）
- ・ 資源の有効利用
- ・ 核拡散抵抗性
- ・ 環境負荷の低減

超ウラン元素を燃料に組み込みリサイクル

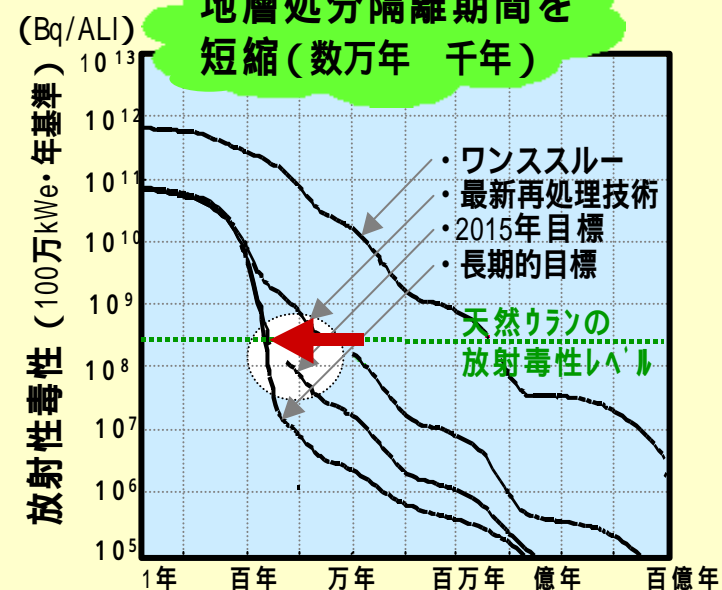
高レベル廃棄物量を大幅低減

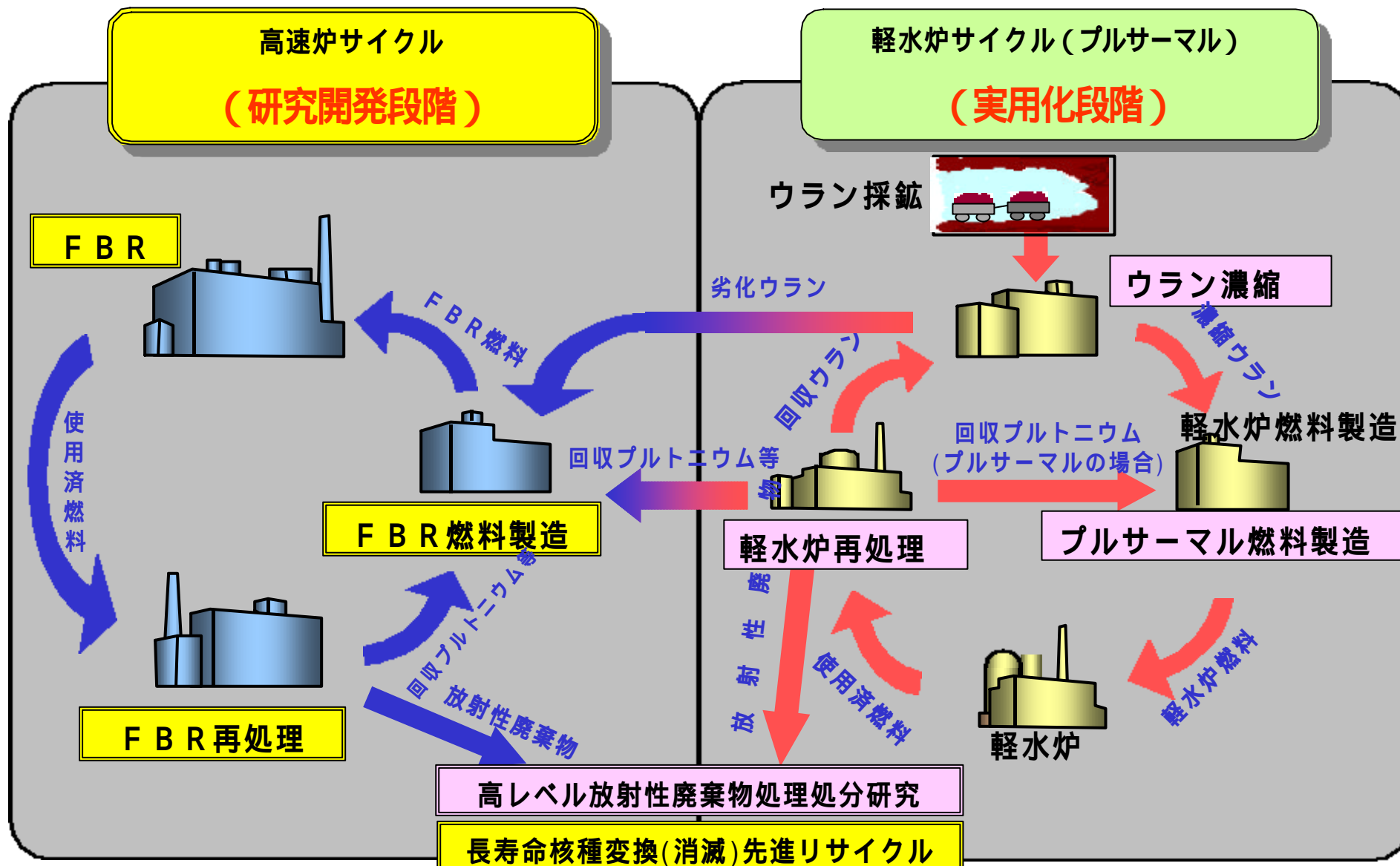
核変換で毒性を大幅低減

## FBRを用いた先進リサイクル



地層処分隔離期間を短縮（数万年 千年）

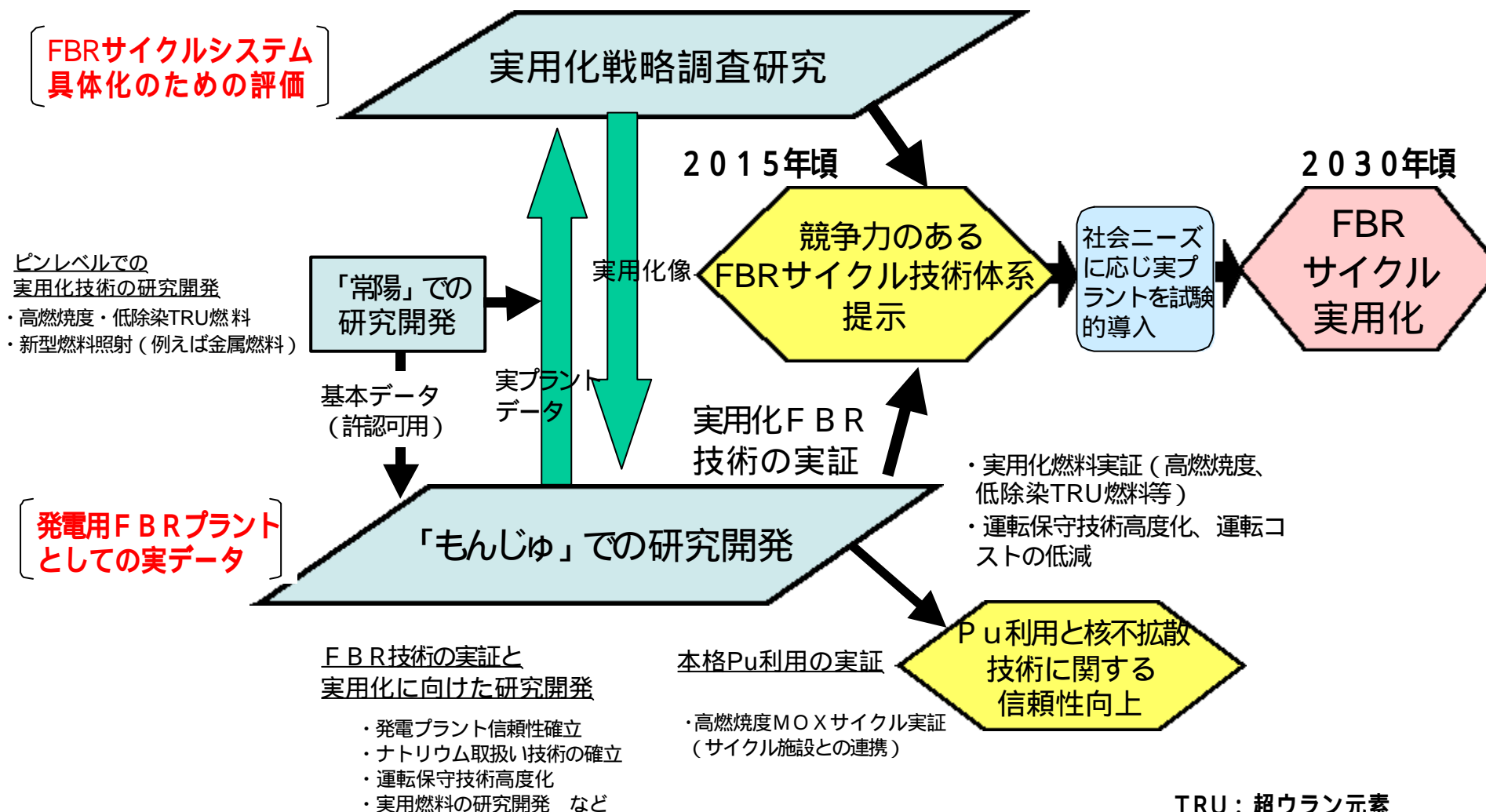




## 実用化に向けた技術体系を幅広い評価と実プラントデータで提示

### FBRサイクル実用化目標

安全性 経済性 資源の有効利用 環境負荷低減 核不拡散性の確保



「もんじゅ」、「常陽」及び燃料サイクル施設(PFPF、CPF、RETF)を活用して  
実用化研究を進め競争力のあるFBRサイクル技術体系を提示(2015年頃)

項 目	達 成 目 標	FBRサイクル技術の研究開発を主に行う施設		
		もんじゅ	常 陽	燃料サイクル 施設
安全性	技術信頼性確立 より信頼性の高い安全対策			
経済性	建設費低減(20万円/kWe) 高燃焼度燃料(15万MWd/t) (燃料コスト低減) 燃料品質確保・コスト低減(43万円/kgHM) 長期運転サイクル(稼働率向上)			
資源有効利用	増殖性実証 プルトニウムリサイクル実証 TRUリサイクル実証			
環境負荷低減	マイナーアクチニド燃料燃焼 分離核変換技術の実証 放射性廃棄物発生量低減			
核拡散抵抗性	信頼ある防護対策			

PFPF: プルトニウム燃料製造施設、CPF: 高レベル放射性物質研究施設  
RETF: リサイクル機器試験施設

: 不可欠な施設、 : 必要な施設、 : 利用できる施設

## 1. 現状

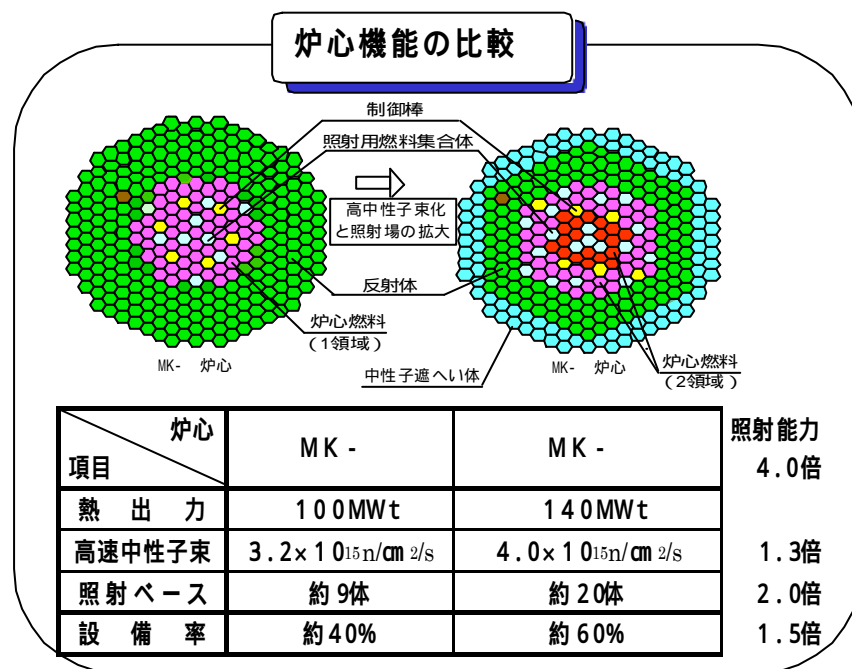
高性能炉心・燃料開発のため改造中

照射試験能力 4倍

平成15年7月から性能試験開始予定

## 2. 役割

- ・高速増殖炉の基礎的なデータ取得  
(増殖性の確認、炉心・プラント特性の確認)
- ・高速中性子を用いた照射  
(FBR燃料・材料、核融合材料等の照射)
- ・FBRの運転・保守技術の蓄積と技術者養成



## 3. 今後の予定

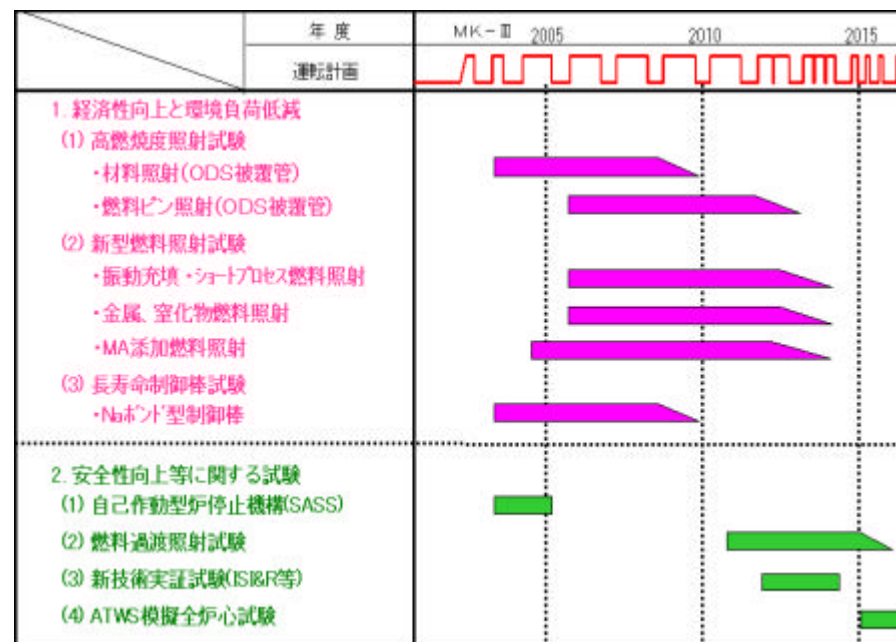
高性能化及び環境負荷低減研究を実施

- ・高燃焼度用燃料・材料の照射
- ・マイナーアクチニド含有燃料の燃焼試験
- ・金属燃料サイクル開発 (新型燃料照射試験等)

安全性向上研究

- ・自己作動型炉停止機構
- ・燃料過渡照射試験 等

試験成果をFBRサイクル技術の研究開発に反映



ODS : 酸化物分散強化型フェライト鋼

MA : マイナーアクチニド

ATWS : 異常な過渡変化時のスクラム不作動事象



## 1. 現状

原子炉設置変更申請書が許可

(平成14年12月26日)

設工認申請(平成14年12月27日)

## 2. 役割 (原子力長期計画)

高速増殖炉サイクル研究開発の中核  
発電プラントとしての実証

ナトリウム取扱技術の確立

世界の国際公共財として活用

## 3. 今後の予定

地元了解後に所要の改造工事に着手  
運転再開後

### ・実用化の研究開発

発電プラントとしての技術信頼性の確立

高性能炉心を活用した研究開発

(実用化燃料の実証 高燃焼度化15万MWd/t)

### ・リサイクル技術の実証

プルトニウムリサイクル

低除染燃料(FP、TRU含有燃料)の実証

環境負荷の低減

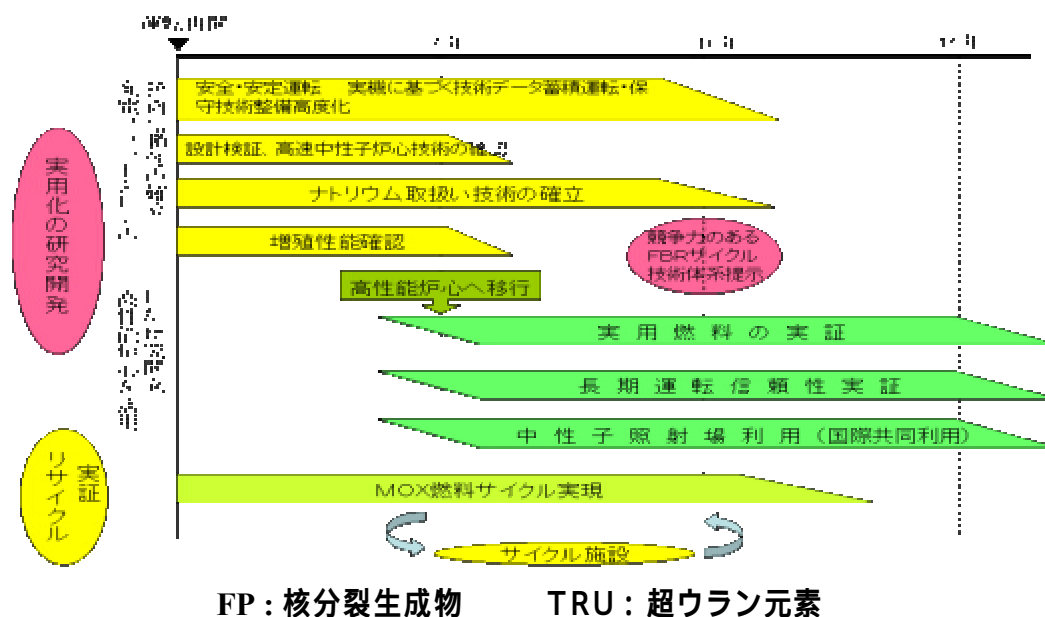
### もんじゅ

#### 世界の国際公共財として

- ◇ Na冷却、MOX燃料サイクルは日本がリード
- ◇ 海外研究者参加 (実績 研究員等30人)
- ◇ 「もんじゅ」国際共同利用
- ◇ フェニックス炉を継承し、大規模照射炉として利用 (廃棄物低減研究など)

#### 2国間、国際機関との協力

- ◇ 欧、米との2国間協力を機軸とする共同研究 (先端技術、運転経験情報交換)
- ◇ IAEA(TWGFR)
  - ・高速炉技術継承のための国際データベース構築
  - ・FBR開発途上国における安全性向上の貢献
- ◇ WANO(FBRグループ会議)
  - ・海外先行炉の技術継承と「もんじゅ」での活用





## 「もんじゅ」の主な成果

FBR発電プラントとして40%出力運転達成

自主技術開発の実証（原子炉運転約4400時間）

総合試験（成果報告書約2200件、解析コード約30件）

プラント、臨界、炉心特性を取得

（増殖性実証、解析コードの検証、安全余裕の定量評価）

漏えい事故原因調査

流動振動、燃焼拳動、高温腐食の知見取得

（実用化設計に反映）

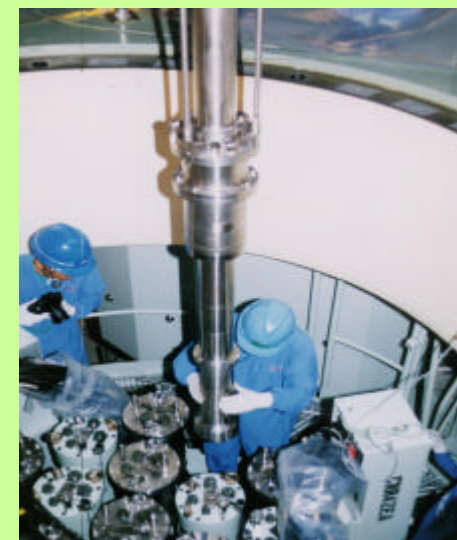
先端原子力関連技術成果展開事業（特許約300件）

一般産業界への反映

（金属火災消化器開発、水中機器開発等）



- ・ 運転保守技術の高度化
- ・ 点検保守規準の確立
- ・ ISI 技術の高度化
- ・ ナトリウム取扱技術の確立



制御棒駆動装置の点検

ISI：供用期間中検査

## 1. 現状

「常陽」MK - の燃料製造  
民間MOX加工事業への技術協力  
(受託試験)

## 2. 役割

MOX燃料製造技術の開発  
「常陽」、「もんじゅ」等への燃料製造  
高燃焼燃料の開発実証  
MOX保障措置システムの確立  
開発成果を民間へ技術移転  
技術情報、人的協力

MOX燃料製造実績

燃料種類	体数	MOX量
もんじゅ	285	約10トン
常陽	551	約7トン
ふげん	773	約139トン
その他	4	約14トン
合計	1,613体	約170トン

・03年3月末現在

MOX燃料：ウラン酸化物とプルトニウム酸化物を混合した燃料

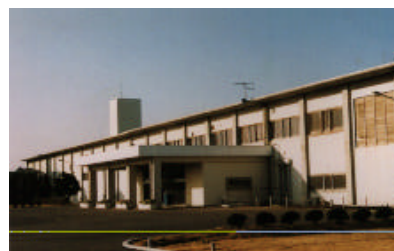
## 3. 今後の予定

「常陽」「もんじゅ」の燃料製造を通じて  
**MOX燃料製造技術の開発と確立**  
MOX燃料製造簡素化プロセスの開発  
**燃料製造コストの低減**  
振動充填燃料の研究開発  
**燃料製造コストの低減**  
低除染燃料の開発  
**遠隔製造技術の開発**

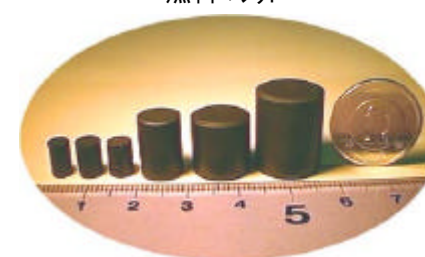
プルトニウム燃料第三開発室



プルトニウム燃料第二開発室



燃料ペレット



プルトニウム燃料第一開発室



## 1. 現状

高速炉使用済燃料再処理ホット基礎試験  
改造工事(平成8年～平成14年)  
先進湿式再処理試験開始(平成14年12月)

## 2. 役割

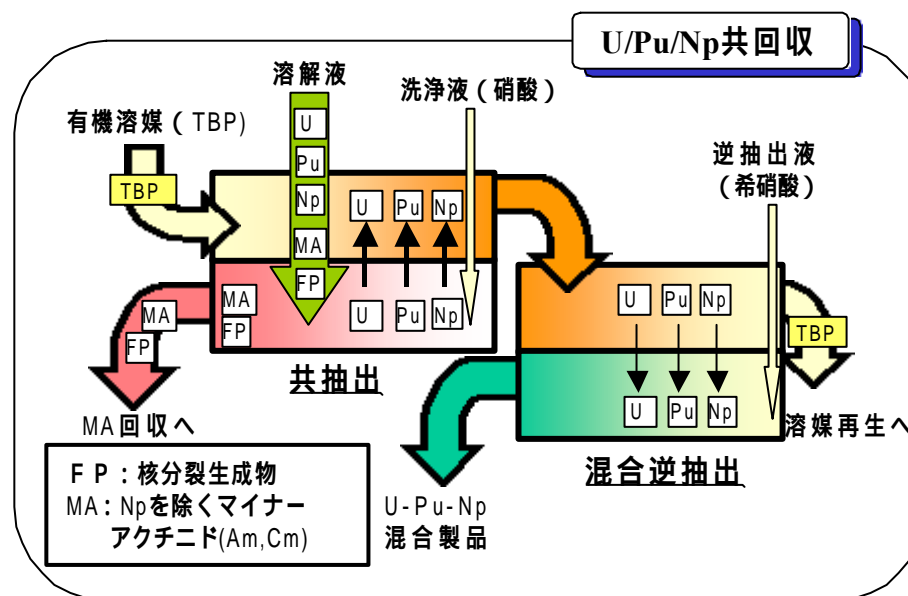
高速炉燃料再処理プロセスの確認及び関  
連するウラン、プルトニウム、MA挙動データ  
等の取得  
高レベル放射性廃液の処理・処分に関する  
ガラス固化プロセス、固化体物性データ等  
の取得



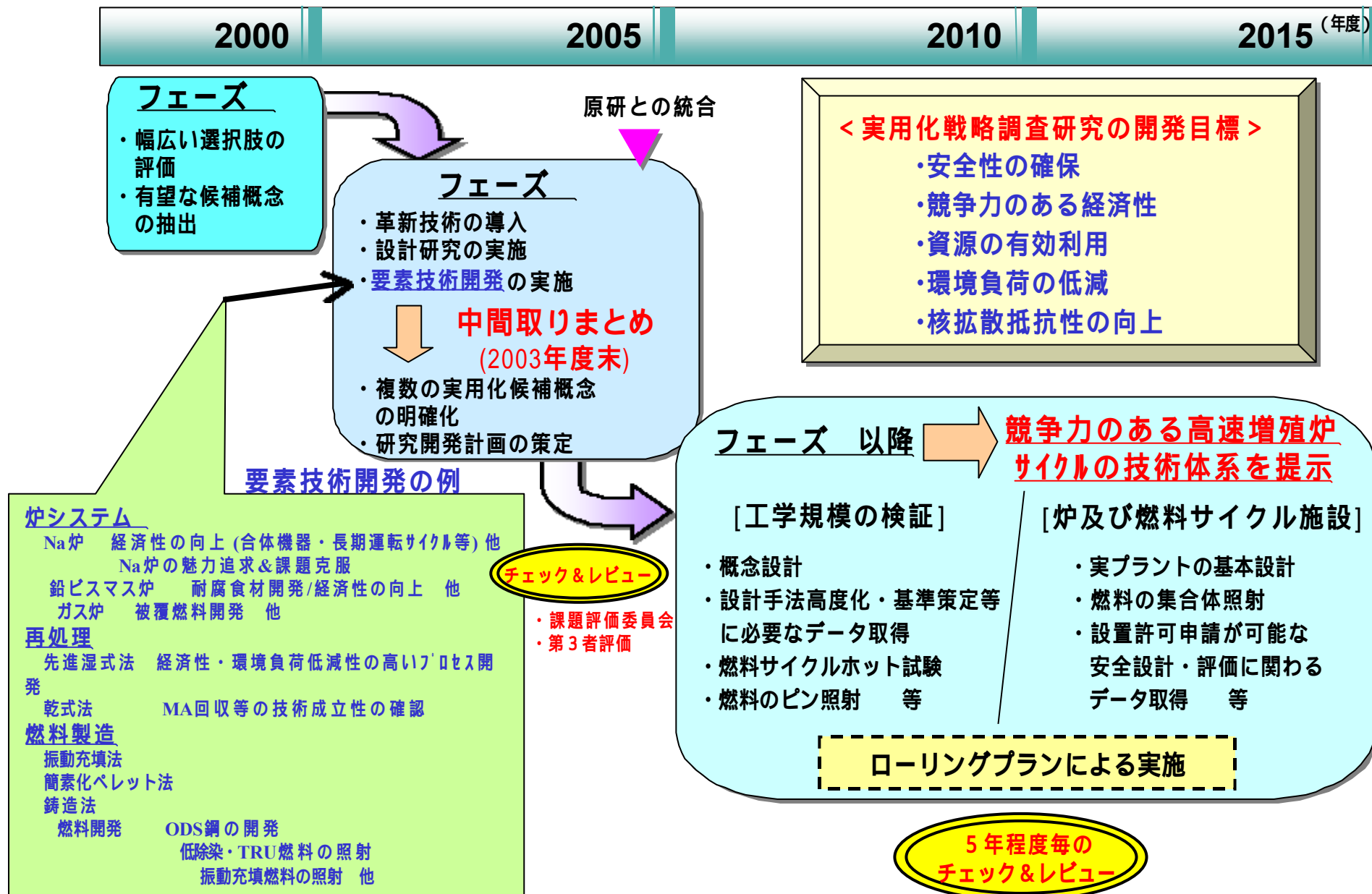
## 3. 今後の予定

経済性、環境負荷低減性、核拡散抵抗性等の  
高度化再処理プロセスのホット基礎データ  
の収集・解析

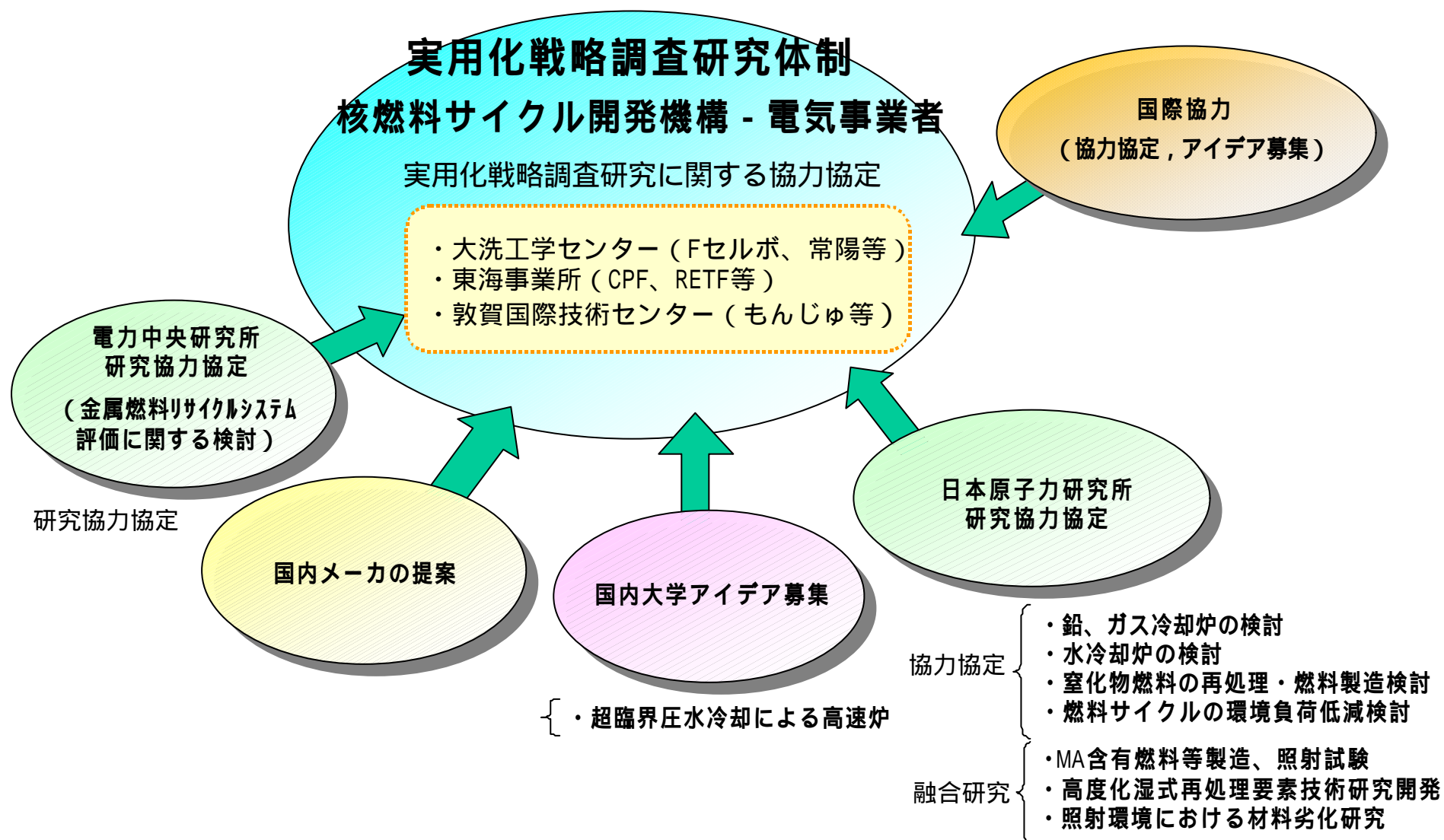
- ・湿式法：PUREX法を基軸とした先進リサイクル開発  
(超ウラン元素のリサイクル)
- ・乾式法：金属電解法技術の確証  
成果はリサイクル機器試験施設(RETf)での運用  
及び実用化戦略調査研究に反映

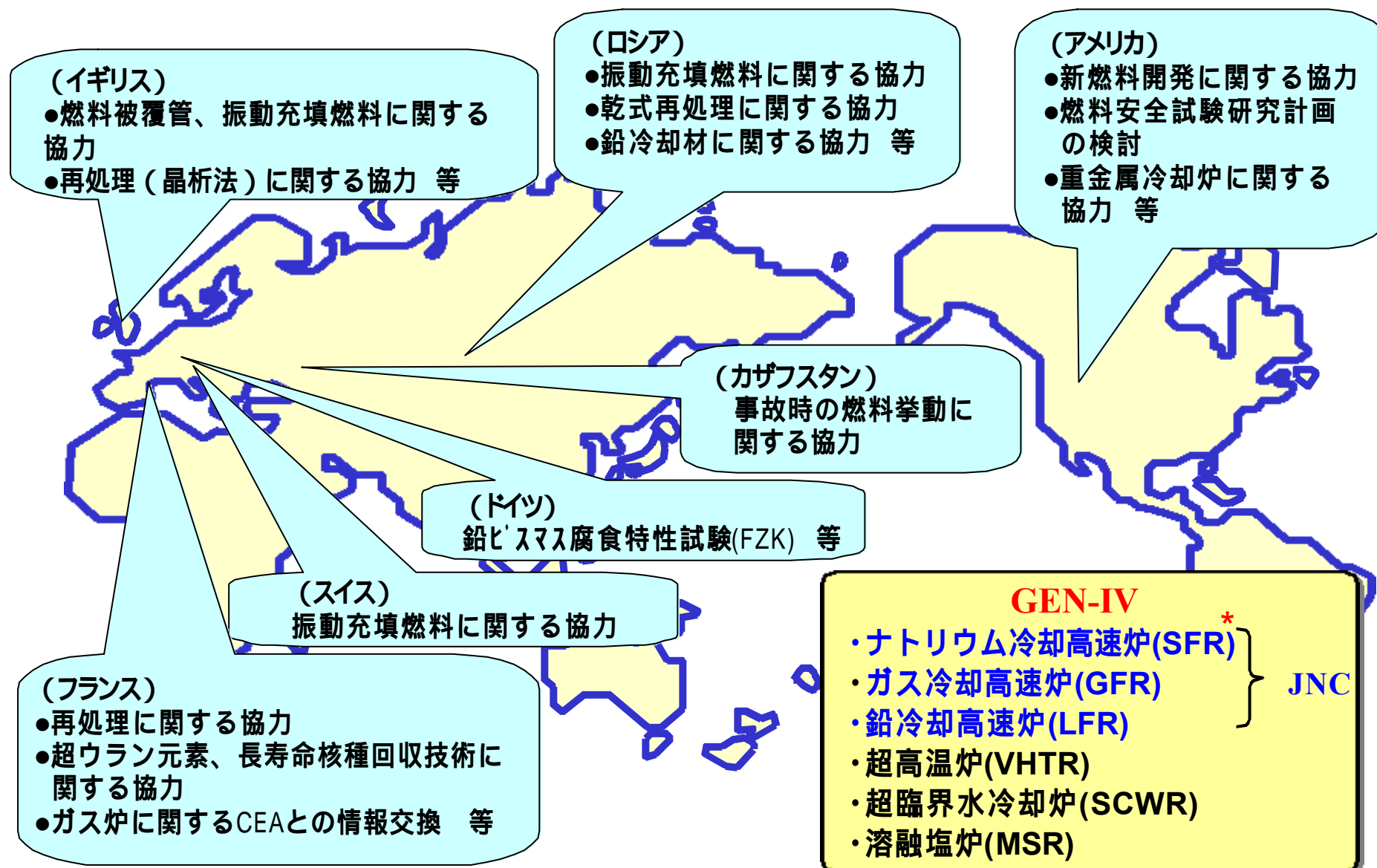


PUREX：使用済燃料の再処理法の一つで実用化されているもの









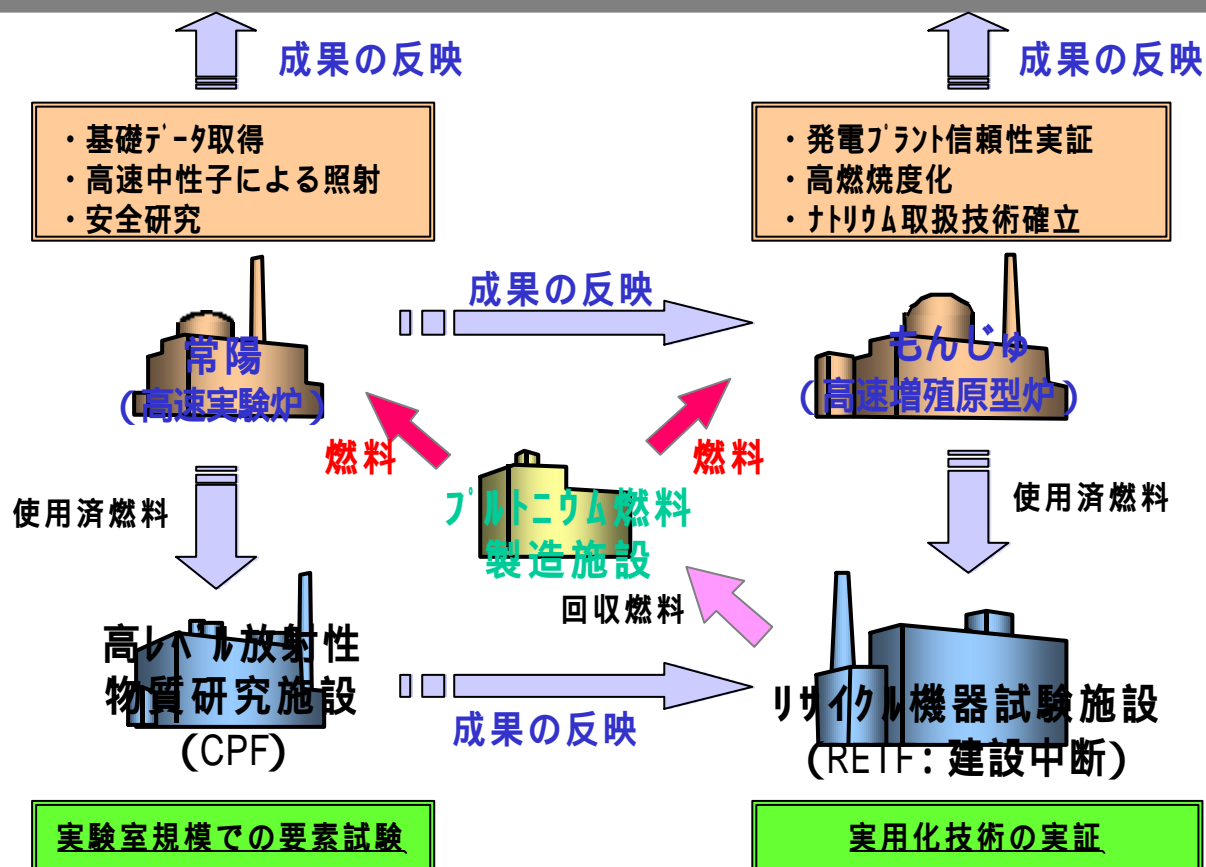
1999～2000年(フェーズ) 2001～2005年(フェーズ) 2006～2010年 2011～2015年

- ◆ 開発目標の設定
- ◆ 選択肢の比較・評価による有望概念抽出
- ◆ 設計研究と技術的成立性確認の要素技術開発
- ◆ 中間とりまとめ(2003年度末)
- ◆ 実用化概念の明確化
- ◆ 研究開発計画の策定
- ◆ 概念設計研究
- ◆ 基本設計研究
- ◆ 工学試験による実用化技術開発

(2015年頃)

(2015～2030)

(2030～)

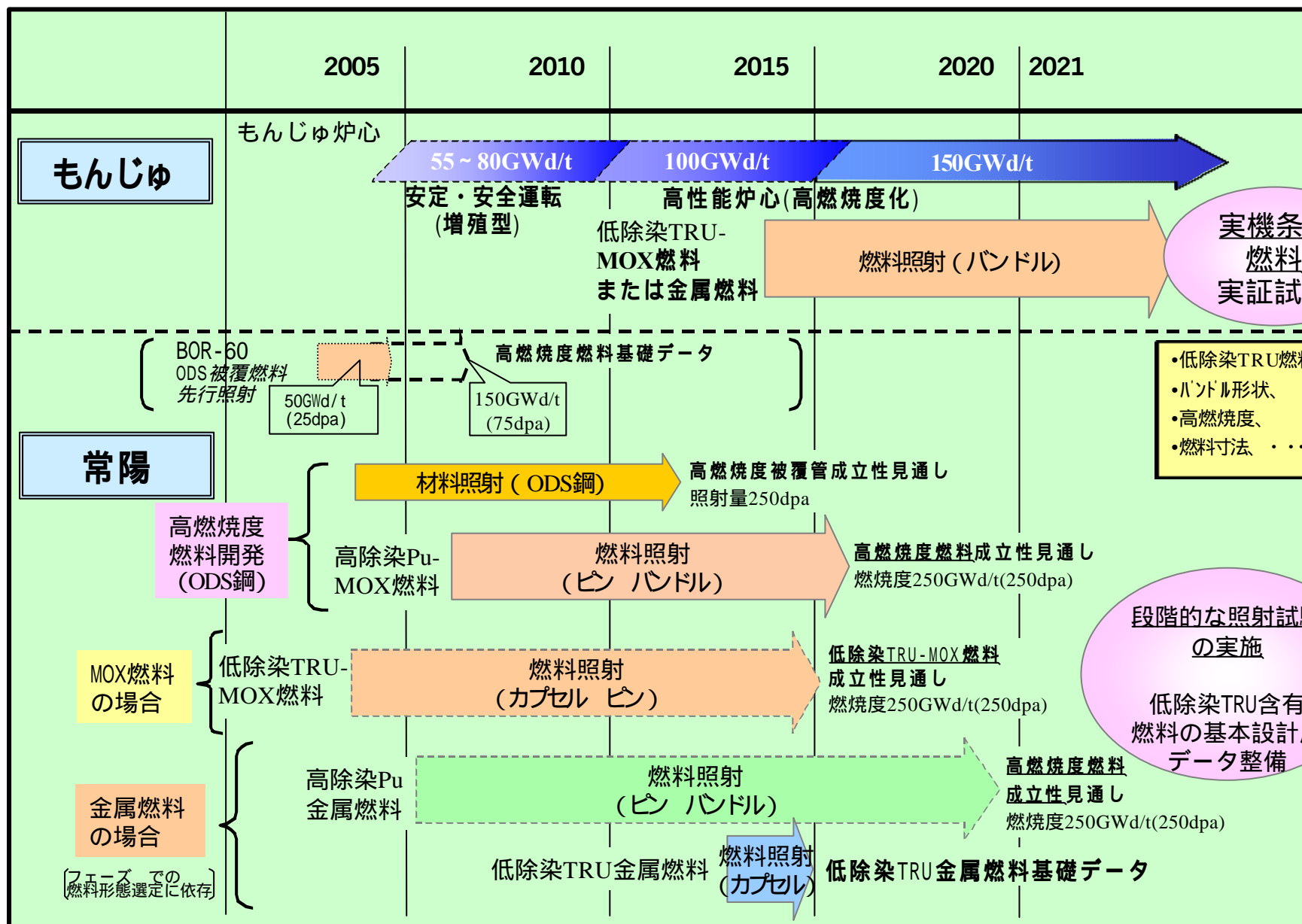


競争力のある高速増殖炉サイクルの技術体系を提示

社会ニーズに応じ実プラントを試験的に導入

高速増殖炉サイクルの実用化







もんじゅ

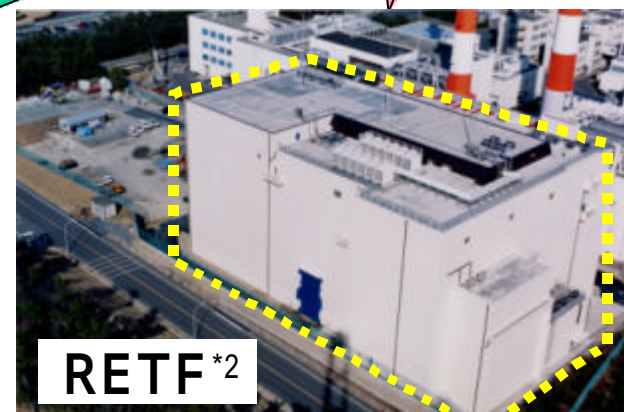
## TRU<sup>\*1</sup>リサイクル利用

- 環境負荷低減
- 経済性/信頼性向上
- 核拡散抵抗性向上

## サイクル技術の 工学実証

## 信頼性実証

Na取扱技術の確立  
燃料の高燃焼度化  
TRU<sup>\*1</sup>燃料の照射



RETF<sup>\*2</sup>

\*1: 超ウラン元素(Trans Uranium)

\*2: リサイクル機器試験施設(Recycle Equipment Test Facility)

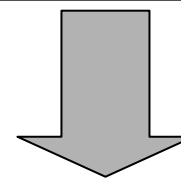


中長期事業計画 - 抜粋 -

FBR再処理技術開発の進展を適切に反映

RETf計画は柔軟に進める

「実用化戦略調査研究」の結果と整合を取りつつ、2003年度頃を目途に、その後のRETf計画を作成



□実用化戦略調査研究で絞り込む再処理技術の工学的実証を、技術的成立性、経済性等の観点から検討中

□その他ニーズに対する検討も実施中

- 遠隔TRU燃料製造
- 「もんじゅ」燃料処理など