

## 〈第3期科学技術基本計画・分野別推進戦略(エネルギー分野)(抄)〉

### 〈第3期科学技術基本計画(平成18年3月28日 閣議決定)(抄)〉

#### 第2章 科学技術の戦略的重点化

#### 3. 分野別推進戦略の策定及び実施に当たり考慮すべき事項

##### (3) 戦略重点科学技術に係る横断的な配慮事項

##### 国家的な基幹技術として選定されるもの

本章2.(3) に該当する科学技術に対しては、国家的な大規模プロジェクトとして基本計画期間中に集中的に投資すべき基幹技術(「国家基幹技術」という。)として国家的な目標と長期戦略を明確にして取り組むものであり、次世代スーパーコンピューティング技術、宇宙輸送システム技術などが考えられる。

これらの技術を含め総合科学技術会議は、国家的な長期戦略の視点に配慮して、戦略重点科学技術を選定していく中で国家基幹技術を精選する。また、国家基幹技術を具現化するための研究開発の実施に当たっては、総合科学技術会議が予め厳正な評価等を実施する。

### 〈分野別推進戦略(平成18年3月28日 総合科学技術会議)(抄)〉

#### エネルギー分野

#### 3. 戦略重点科学技術

##### (2) 戦略重点科学技術

##### (国家基幹技術)

「長期的なエネルギーの安定供給を確保する高速増殖炉(FBR)サイクル技術」は、エネルギー資源の乏しい我が国にとって、使用済燃料を再処理し、回収されるプルトニウム・ウラン等を燃料として有効利用することを可能とし、我が国のエネルギー安定供給に大いに貢献し、産業の発展と国民生活の向上に資する技術である。

このことは「環境と経済の両立」のみならず、「科学技術により世界を勝ち抜く産業競争力の強化」、及び「世界の科学技術をリードする」といった政策目標の実現にも貢献する。

以上のことから第3期基本計画に挙げられている、多くの目標の達成に資する「長期的なエネルギーの安定供給を確保する高速増殖炉(FBR)サイクル技術」は、我が国の存立の基盤として、その開発には国家による大規模かつ長期的な支援が必要とされていることから、国家基幹技術として位置付ける。

# 〈原子力政策大綱(抄)(平成17年10月11日 原子力委員会決定)〉

## 4 - 1 - 3 . 革新的な技術システムを実用化候補まで発展させる研究開発

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术システムを、実用化の候補にまで発展させるための研究開発については、国及び研究開発機関が、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。

この場合、段階的な計画として取り組み、段階を進める際には国が成果と計画の評価を行い、実施すべき研究開発を重点化して進めることが肝要である。さらに、産業界が実用化の対象として選択できる環境を整えるために、研究開発政策と産業政策を担当する関係行政機関が政策連携を進めることも重要である。

この段階にある取組の最大のものは高速増殖炉サイクル技術の研究開発である。高速増殖炉サイクル技術は、長期的なエネルギー安定供給や放射性廃棄物の潜在的有害度の低減に貢献できる可能性を有することから、これまでの経験からの教訓を十分に踏まえつつ、その実用化に向けた研究開発を、日本原子力研究開発機構を中核として着実に推進すべきである。

具体的には、研究開発の場の中核と位置付けられる「もんじゅ」の運転を早期に再開し、10年程度以内を目途に「発電プラントとしての信頼性の実証」と「運転経験を通じたナトリウム取扱技術の確立」という所期の目的を達成することに優先して取り組むべきである。その後、「もんじゅ」はその発生する高速中性子を研究開発に提供できることを踏まえ、燃料製造及び再処理技術開発活動と連携して、高速増殖炉の実用化に向けた研究開発等の場として活用・利用することが期待される。その具体的な活動の内容については、その段階までの運転実績や「実用化戦略調査研究」の成果を評価しつつ計画されるべきである。

これらの活動には国際協力を活用することが重要であるから、「もんじゅ」及びその周辺施設を国際的な研究開発協力の拠点として整備し、国内外に開かれた研究開発を実施し、その成果を国内外に発信していくべきである。

日本原子力研究開発機構は、「もんじゅ」等の成果も踏まえ、高速増殖炉サイクルの適切な実用化像とそこに至るまでの研究開発計画を2015年頃に提示することを目的に、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「実用化戦略調査研究」を実施している。

その途中段階での取りまとめであるフェーズの成果は2005年度末に取りまとめられ、国がその成果を評価して方針を提示することとしており、その後もその方針に沿って研究開発を的確に進めるべきある。

その際、第四世代原子力システムに関する国際フォーラムにおけるこの分野の成果を取り入れることも重要である。

また、日本原子力研究開発機構は、「常陽」を始めとする国内外の研究開発施設を活用し、海外の優れた研究者の参加を求めて、高速増殖炉サイクル技術の裾野の広い研究開発も行うものとする。電力中央研究所、大学、製造事業者等においても、これらに連携して研究開発を実施することを期待する。

国は、これらの進捗状況等を適宜評価して、柔軟性のある戦略的な研究開発の方針を国民に提示していくべきである。特に、「実用化戦略調査研究」の取りまとめを受け、高速増殖炉サイクルの適切な実用化像と2050年頃からの商業ベースでの導入に至るまでの段階的な研究開発計画について2015年頃から国としての検討を行うことを念頭に、実用化戦略調査研究フェーズの成果を速やかに評価して、その後の研究開発の方針を提示するものとする。

なお、実用化に向けた次の段階の取組に位置付けられるべき実証炉については、これらの研究開発の過程で得られる種々の成果等を十分に評価した上で、具体的計画の決定を行うことが適切である。

# 〈総合エネルギー戦略中間報告(抄) (平成18年5月 自民党エネルギー戦略合同部会)〉

## (9) 原子燃料サイクル等の推進

FBRは国家基幹技術として強力に開発する。

政府はこれまでの開発ペースを加速して取り組むべきである。

このため、電源特会の制度趣旨を踏まえた活用を含め、必要な予算を確保すること、研究開発段階から実証・実用化段階に円滑に移行できるように、研究開発側と導入者側とが緊密に協議すること、国際協力による研究開発を積極的に進めること、が必要である。

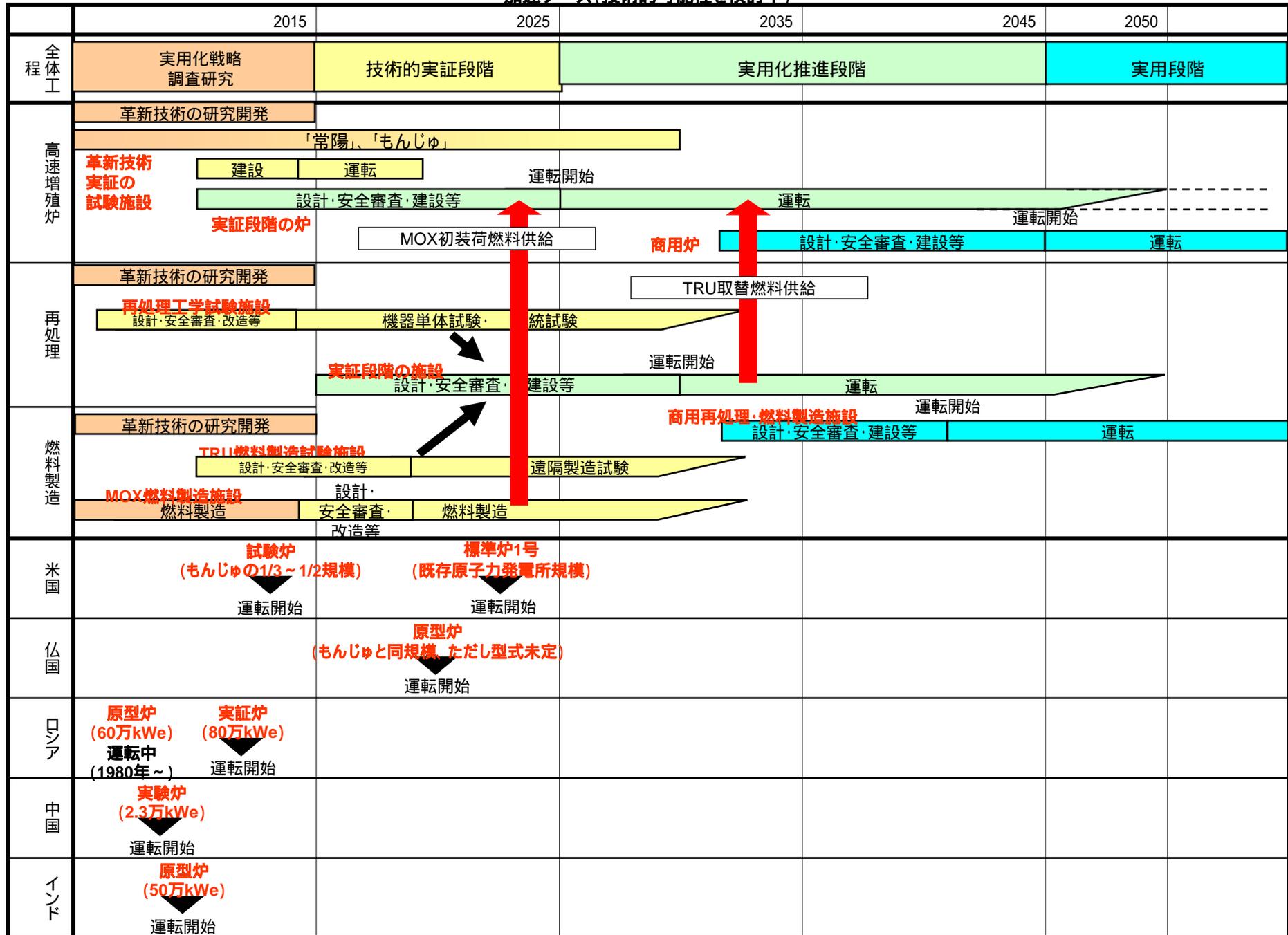
原型炉「もんじゅ」は2008年運転再開に向けて改修工事を進め、データ蓄積と解析を行う。

実証炉は2025年頃までを目指して運転開始を図る。商業炉は2050年よりも前を目指して開発する。

民間事業者の導入が見通せる場合、資金やリスクの負担については、軽水炉相当分のコストを民間事業者が負担することを原則とするが、それを超えるコストとリスクについては、原則として国が負担することが適切である。

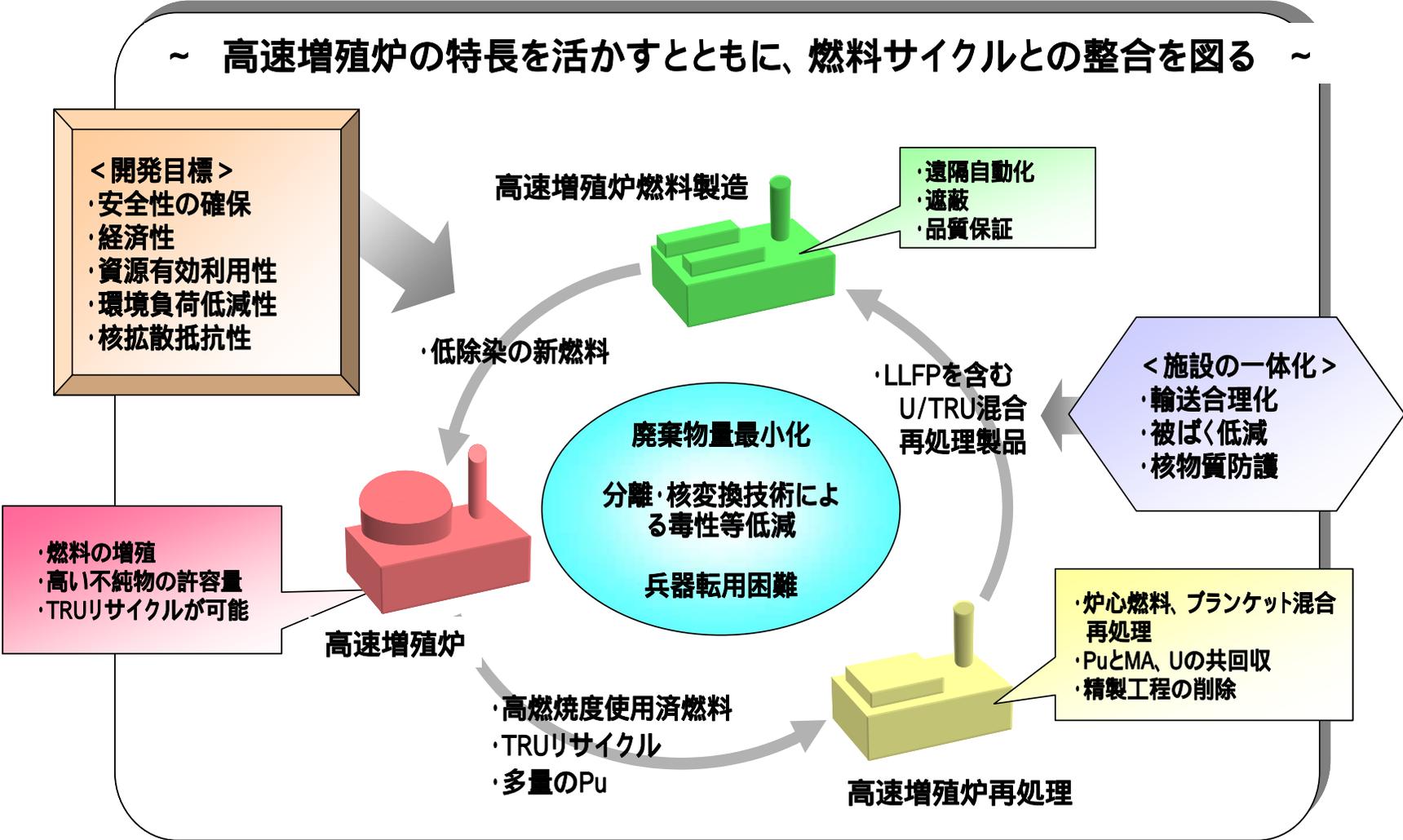
# 高速増殖炉の実用化ロードマップ例

加速ケース(技術的可能性を検討中)



<p>概要</p>	<p>技術実証段階では、商用炉に採用する主な革新技术を、既存火力発電所、「もんじゅ2次系」等を熱源とした大型試験施設で実証。 この経験を活かして、実証段階の炉として75万kWe級を建設・運転。</p>	<p>革新技术実証の試験施設の例 (火力発電所併設)</p>
<p>特徴</p>	<p><b>技術実証段階:</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>・ プラント機器の主要な革新技术は熱出力30万kWt規模*で実証し、炉心燃料は「もんじゅ」を用いて燃料集合体レベルで実証する。</li> <li>・ 大型試験施設の建設費は小さいが、試験施設の運転費に加え、燃料照射や実プラントの運転経験蓄積などのために「もんじゅ」の運転費が必要となる。</li> <li>・ 大型試験施設は、建設時に設置許可手続き等が不要であることから、実証試験を開始できるまでの期間を短縮できるなど、開発工程を加速することができる。</li> </ul> <p>*: 大型試験施設の実施規模、範囲については今後の検討が必要である。</p> <p><b>実用化推進段階:</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>・ 原子炉を用いた実証は、実用化推進段階で実施する。</li> <li>・ 実証段階の炉75万kWe級** 1基の建設・運転経験から商用炉導入を判断するため、商用化段階での開発リスクがやや高くなると考えられる。</li> </ul> <p>** : 原子炉出力についても、大型試験施設の実施規模と範囲との関連で検討する必要がある。</p>	

# 高速増殖炉の特長を活かした燃料サイクル



TRU: 超ウラン元素  
MA: マイナーアクチニド(Am, Np, Cm)

# 高速増殖原型炉「もんじゅ」研究開発

## 所期の目的

「発電プラントとしての信頼性の実証」、「運転経験を通じたナトリウム取扱技術の確立」

## これまでの経過・今後の予定

昭和60年10月 建設工事着工

平成6年4月 初臨界達成 平成7年12月 2次系配管からのナトリウム漏洩事故

平成17年9月 改造工事着手(工事期間は約17ヶ月)

平成20年 臨界・試運転(性能試験)開始予定

運転再開後、10年程度以内を目途に所期の目的の達成を目指す。

## 高速増殖原型炉「もんじゅ」

### 特徴

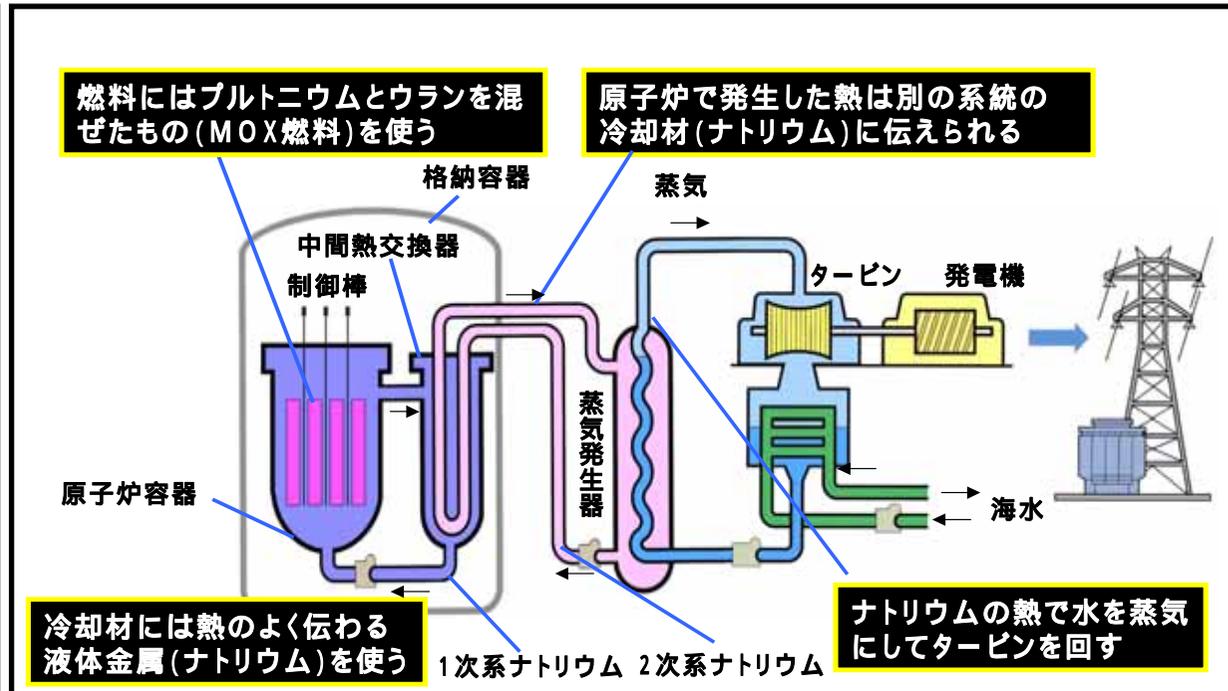
- ・ナトリウム冷却型高速増殖炉
- ・プルトニウムを燃料とし、消費した以上のプルトニウムを生産
- ・我が国初の発電する研究開発段階の高速増殖炉

(建設費約6千億円、  
うち民間出資約1,400億円)

場所:福井県敦賀市

電気出力:28万KW

(一般の原子力発電所は約  
100万KW)



# ナトリウム冷却炉における技術開発課題

## 経済性に係る課題

建屋容積・物量の削減

配管短縮のための高クロム鋼の開発

システム簡素化のための冷却系2ループ化

1次冷却系簡素化のためのポンプ組込型中間熱交換器開発

原子炉容器のコンパクト化

システム簡素化のための燃料取扱系の開発

物量削減と工期短縮のための格納容器のSC造化

高燃焼度化による長期運転サイクルの実現

高燃焼度化に対応した炉心燃料の開発

## 信頼性向上に係る課題

ナトリウムの取扱技術

配管2重化によるナトリウム漏洩対策強化

直管2重伝熱管蒸気発生器の開発

保守、補修性を考慮したプラント設計

## 安全性向上に係る課題

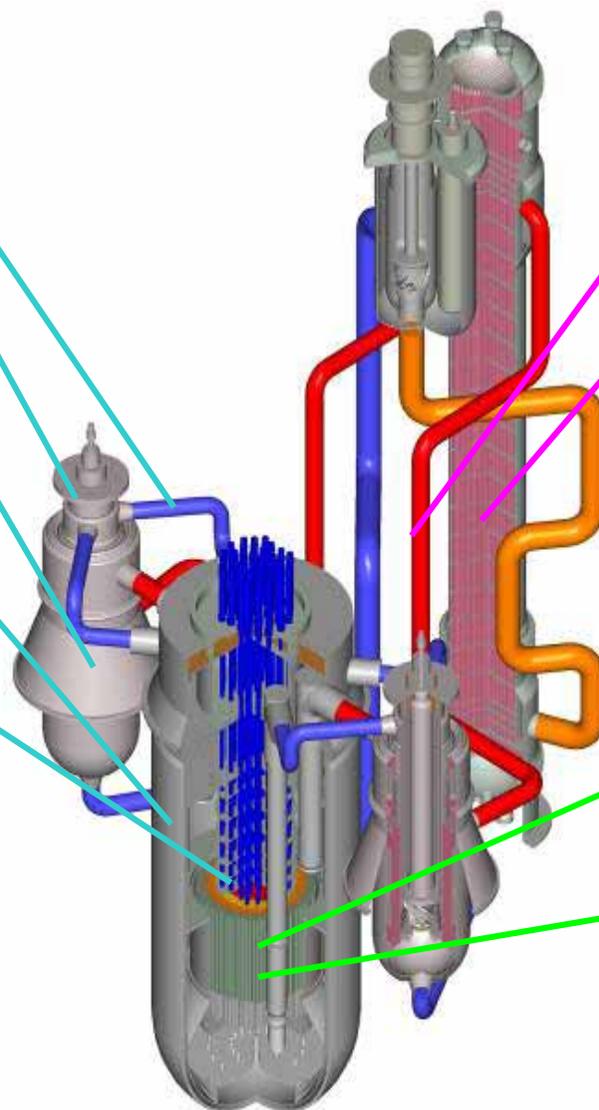
炉心安全性の向上

受動的炉心停止と自然循環による炉心冷却

炉心損傷時の再臨界回避技術

建屋の免震技術

建屋の3次元免震技術



# ナトリウム冷却炉に採用する革新技術の研究開発全体計画

別紙13

		2005	2010	2015	判断のポイント	代替技術	
設計研究	実用炉の概念構築	概念設計研究					
	実証試験施設の概念構築		概念検討	概念設計研究			
技術開発	配管短縮のための高クロム鋼の開発		1	2	<ul style="list-style-type: none"> <li>1 クリープ疲労強度、長時間延性・韌性、溶接施工性の確認</li> <li>2 長時間データの成立見通し</li> </ul>	改良9Cr鋼	
	システム簡素化のための冷却系2ループ化		3	4	5	<ul style="list-style-type: none"> <li>3 流力振動問題の成立性確認</li> <li>4 高速流配管の耐エロージョン性の成立見通し</li> <li>5 高速流配管の耐エロージョン性成立性の確認</li> </ul>	ループ数増加
	1次冷却系簡素化のためのポンプ組込型中間熱交換器開発		6	7	8	<ul style="list-style-type: none"> <li>6 振動抑制対策及び寿命中の伝熱管磨耗量の確認</li> <li>7 同機器の流動成立性の確認</li> <li>8 実機熱流動条件下での材料・構造の健全性確認</li> <li>9 モデル試験と高温構造設計方針との整合見通し</li> <li>10 高温構造設計方針の策定と設計の整合性確認</li> </ul>	従来型(分離配置)
	原子炉容器のコンパクト化		9	10	11	<ul style="list-style-type: none"> <li>9 燃料交換機、燃料出入機、燃料洗浄概念成立性見通し</li> <li>10 燃料交換設備の操作性や冷却設備の有効性確認</li> <li>11 SC造格納容器成立性の見通し</li> <li>12 設計基準との整合性確認</li> </ul>	原子炉容器拡大
	システム簡素化のための燃料取扱系の開発		13	14	15	<ul style="list-style-type: none"> <li>13 SC造格納容器成立性の見通し</li> <li>14 設計基準との整合性確認</li> <li>15 実機熱流動条件下での材料・構造の健全性確認</li> <li>16 モデル試験と高温構造設計方針との整合見通し</li> <li>17 高温構造設計方針の策定と設計の整合性確認</li> </ul>	-
	物量削減と工期短縮のための格納容器のSC造化		15	16	17	<ul style="list-style-type: none"> <li>15 燃料交換機、燃料出入機、燃料洗浄概念成立性見通し</li> <li>16 燃料交換設備の操作性や冷却設備の有効性確認</li> <li>17 SC造格納容器成立性の見通し</li> <li>18 設計基準との整合性確認</li> </ul>	-
	炉心燃料の開発[照射試験]		19	20	21	<ul style="list-style-type: none"> <li>19 漏洩検出器成立性見通し</li> <li>20 2重配管の保守方法の確認</li> <li>21 目視センサー、体積検査機器の実用性見通し</li> <li>22 同機器の分解能、処理能力と実機への適合性確認</li> </ul>	既存材料(低温化)
	配管2重化によるナトリウム漏洩対策強化		23	24	25	<ul style="list-style-type: none"> <li>23 2重配管検査・補修技術開発</li> <li>24 2重伝熱管の製作性や大型球形管板の成立見通し</li> <li>25 総合的な機能確認による成立性の確認</li> </ul>	-
	直管2重伝熱管蒸気発生器の開発		27	28	29	<ul style="list-style-type: none"> <li>27 目視センサー、体積検査機器の実用性見通し</li> <li>28 同機器の分解能、処理能力と実機への適合性確認</li> <li>29 受動的炉停止装置の機能確認</li> <li>30 自然循環による炉心冷却システムの成立性確認</li> </ul>	ヘリカルコイル型SG
	保守、補修性を考慮したプラント設計		31	32	33	<ul style="list-style-type: none"> <li>31 S-FAIDUSの溶融燃料排出能力の実証</li> <li>32 炉心損傷影響を炉内終息できる概略見通し</li> <li>33 炉心損傷影響を炉内終息できることの実証</li> </ul>	-
	受動的炉停止と自然循環による炉心冷却		35	36	37	<ul style="list-style-type: none"> <li>35 S-FAIDUSの有効性確認 炉内・炉外試験</li> <li>36 デブリの安定冷却 炉内・炉外試験</li> <li>37 技術成立性の見通し</li> <li>38 設計基準整備</li> </ul>	水平免震
	炉心損傷時の再臨界回避技術		39	40	41	<ul style="list-style-type: none"> <li>39 要素試験・特性試験</li> <li>40 技術確証試験</li> <li>41 革新技術の成立性見通し</li> </ul>	-
	建屋の3次元免震技術		43	44	45	<ul style="list-style-type: none"> <li>43 設計手法の妥当性検証</li> <li>44 発電プラントとしての信頼性実証(稼働率60~70%)Na取扱技術の確立</li> </ul>	-
	大型試験施設			設計	建設	運転	
発電プラントとしての信頼性実証/ナトリウム取扱技術の確立			「もんじゅ」の運転経験				

主概念  
ナトリウム冷却炉

▼ 革新技術の決定      ◆ 各課題のマイルストーン