

# ROSA計画大型非定常試験装置(LSTF)の 今後の利用計画について

平成19年10月25日

第3回安全研究審議会

(独)日本原子力研究開発機構  
システム計算科学センター  
住友不動産上野ビル8号館7階

(独)日本原子力研究開発機構  
安全研究センター 中村 秀夫

# 報告内容

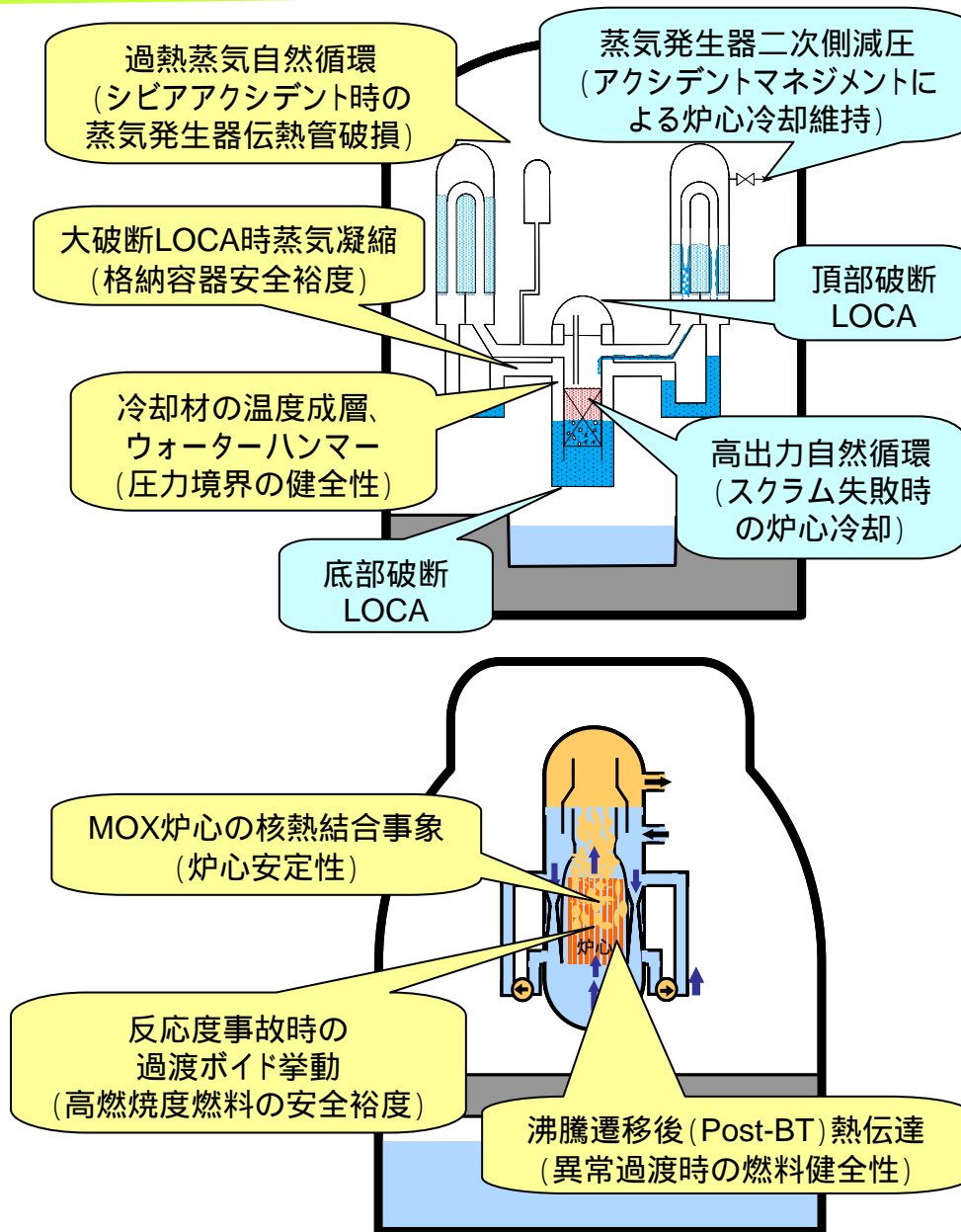
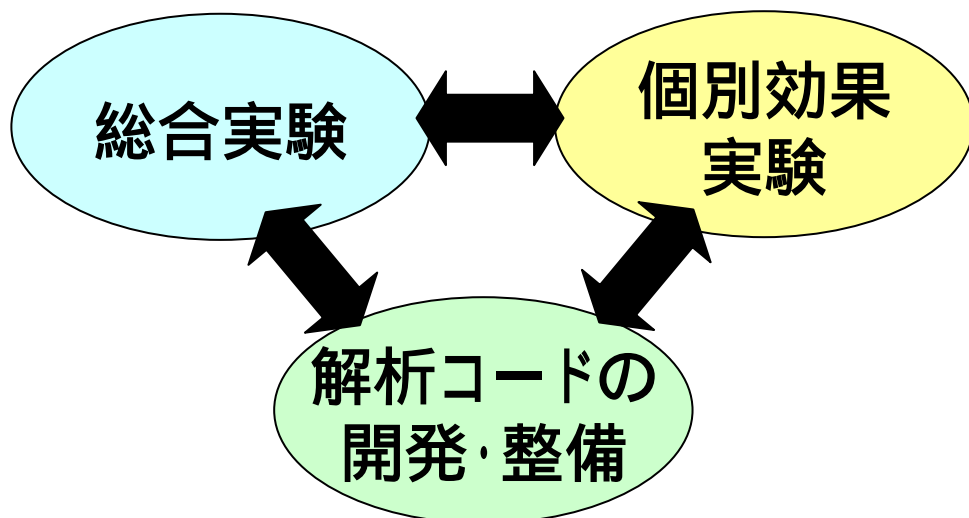
---

- 熱水力安全研究の目的
- 利用する試験施設
- ROSA計画の概要
- **LSTF**の今後の活用に係わる検討
- 現行中期計画における位置づけと対応
- まとめ

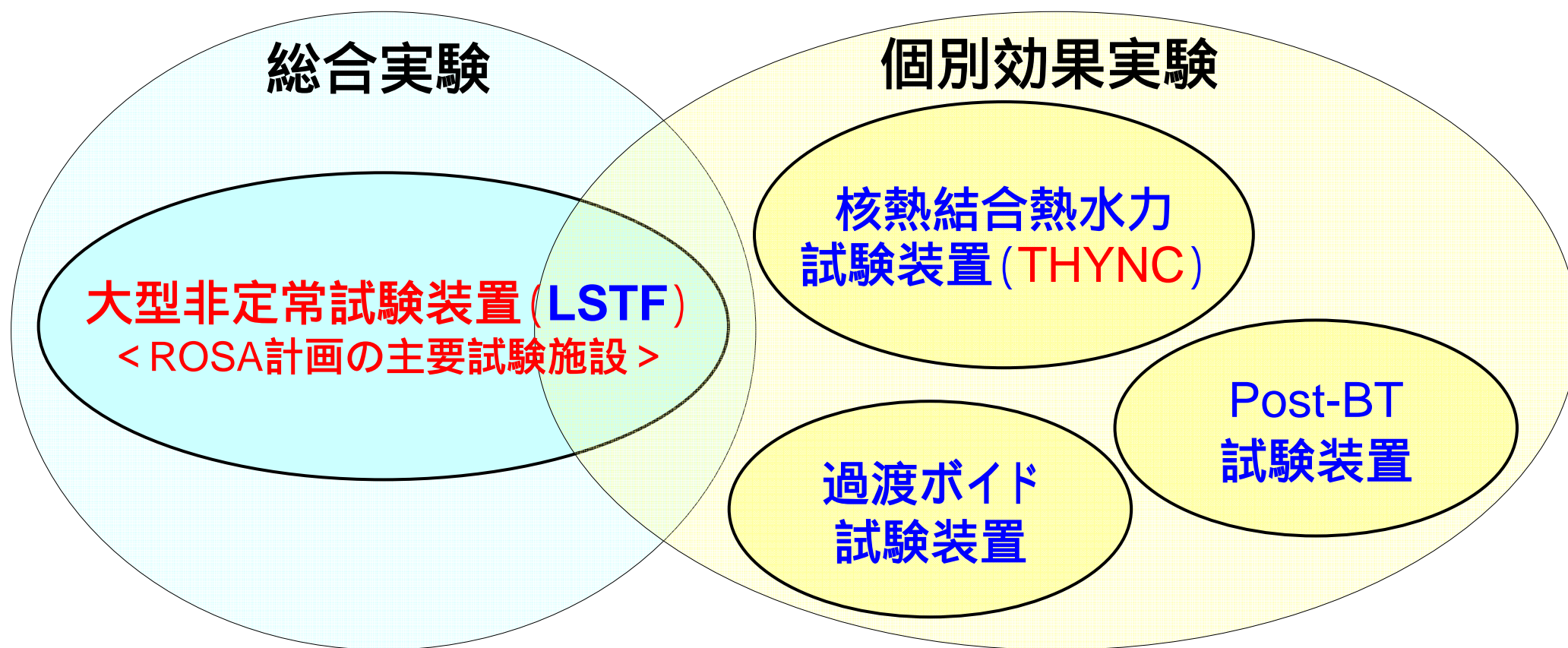
# 熱水力安全研究の目的

軽水炉の高度利用や次世代軽水炉に対応し、国の安全規制に最新の知見を反映するため、総合実験、個別効果実験及び解析コードの開発・整備を行ない、熱水力安全に係わる技術基盤を整備

- 炉出力向上、燃料の高燃焼度化、MOX燃料の導入、長サイクル運転等、高度利用に係わる安全評価
- 先進安全系の性能確証
- 学協会規格の技術的妥当性評価
- 安全評価技術の高度化

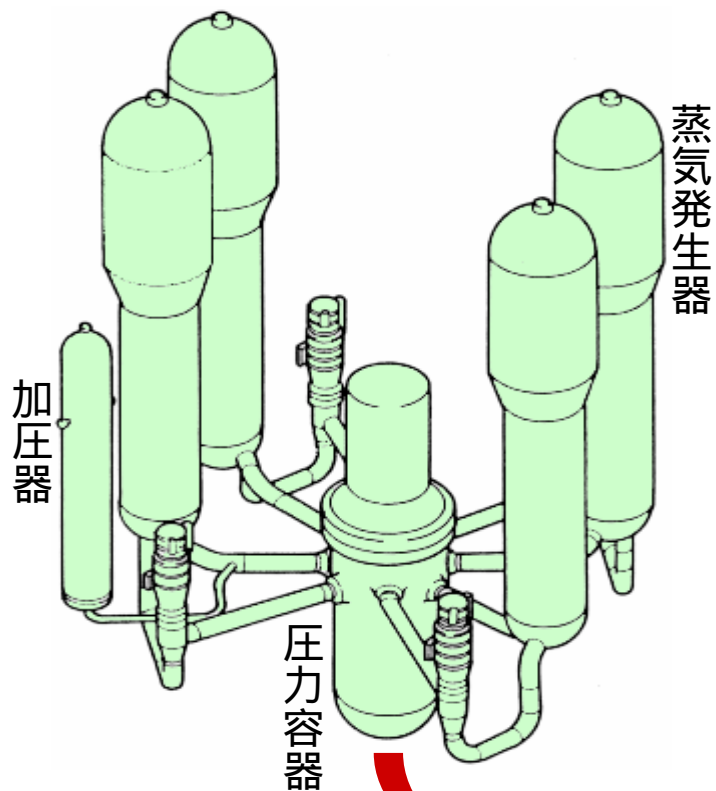


# 利用する試験施設



# LSTFの概要

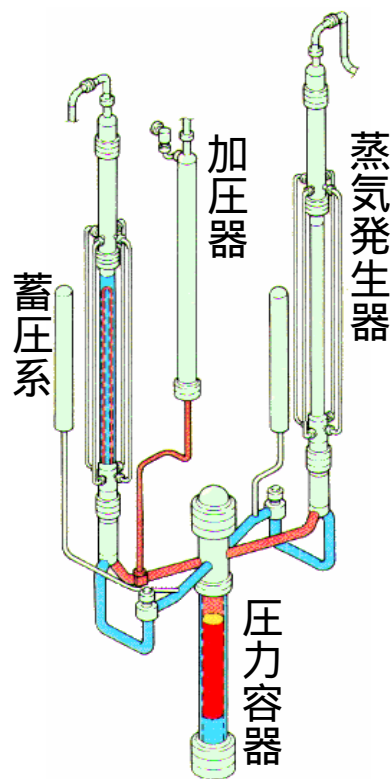
## 加圧水型原子炉 (PWR) (原電: 敦賀2号, 3423MWt)



高さ約 29 m

高さ 同一  
体積 1/48  
炉心出力 10MW  
(14%模擬)

## LSTF



### 熱水力安全研究の総合実験設備

- ▶ 実機定格圧力・温度: 世界唯一
- ▶ 世界最大
- ▶ LOCA\*などの模擬
- ▶ 全タイプのECCS\*\* + 新型ECCS
- ▶ 独自開発の特殊機器を含む1600点以上の熱水力計測

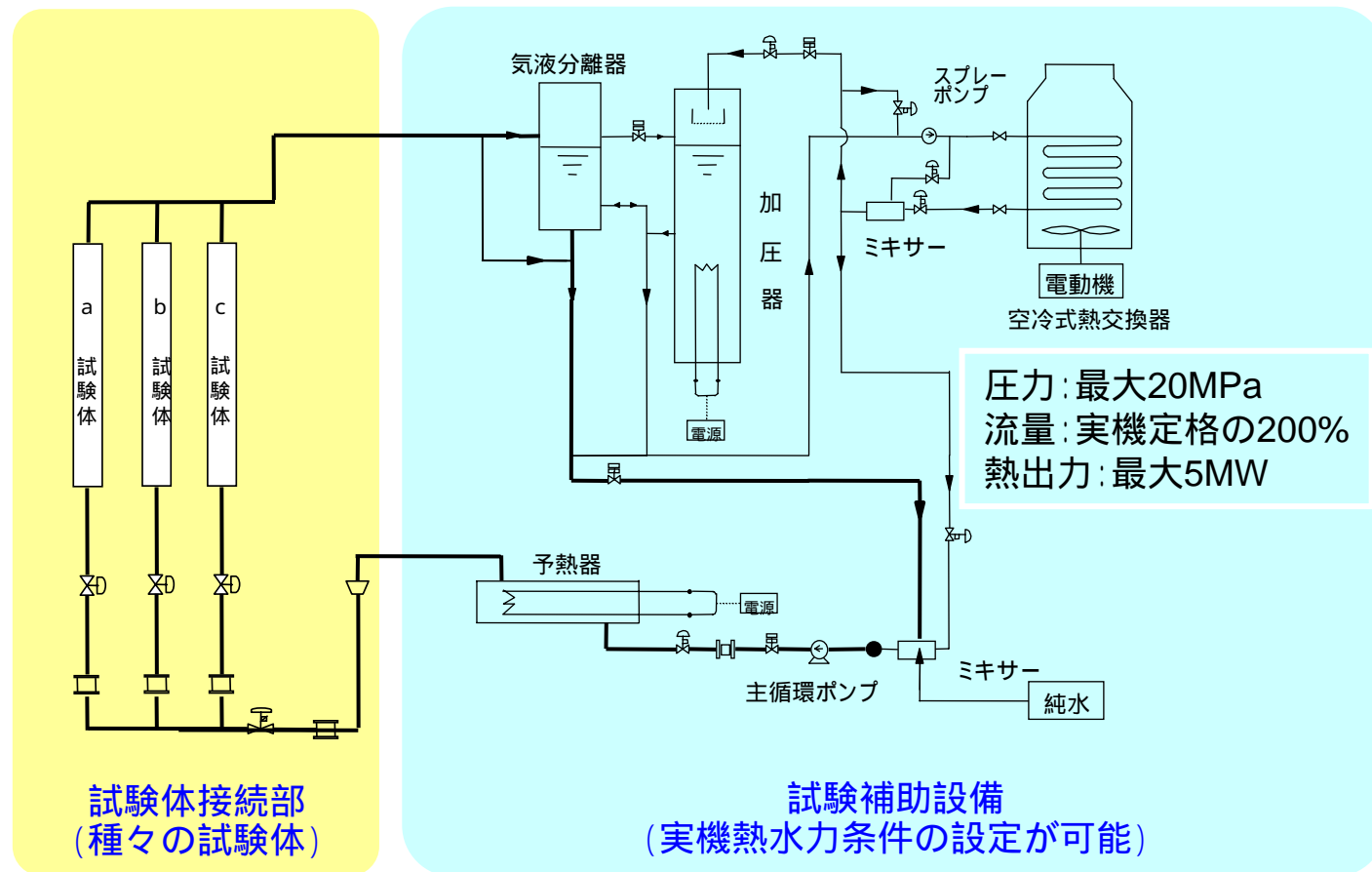
- 良好な現象の模擬と詳細な計測
- OECD/NEAのSESAR/SFEAR (安全研究上級専門家グループ) による2005年評価において **最高ランク(2.9)** を取得

\*LOCA: 冷却材喪失事故  
\*\*ECCS: 非常用炉心冷却系

# THYNCの概要



核熱結合試験体の例



- 試験補助設備に試験体を接続し、種々の個別効果実験に対応
- BWRの核熱結合安定性や炉心冷却限界
  - 低減速軽水炉の稠密炉心伝熱流動(設計確証)
  - FBR蒸気発生器の熱流動安定性

# ROSA計画の概要

軽水炉LOCA時の熱水力現象に関する基礎的な研究を出発点として、総合実験によるECCSの有効性の研究、さらに、極めて厳しい事故における運転員の対応(アクシデントマネジメント)や、先進安全系の有効性に関する研究を展開

## 熱水力安全研究の進展

**ROSA-I (1970-73)**  
破断流など基礎試験



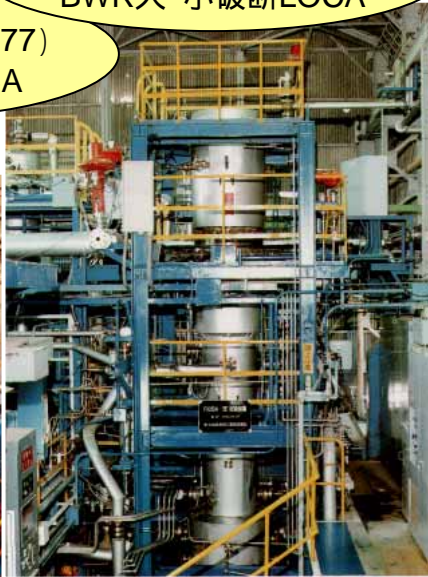
LOCA時  
熱水力現象の  
基礎研究

**ROSA-II (1974-77)**  
PWR大破断LOCA



総合実験による  
ECCSの有効性評価に  
関する研究

**ROSA-III (1978-83)**  
BWR大・小破断LOCA



'79 TMI事故

**ROSA-IV (1980-92)**  
PWR小破断LOCAと過渡

**ROSA-V (1991-)**

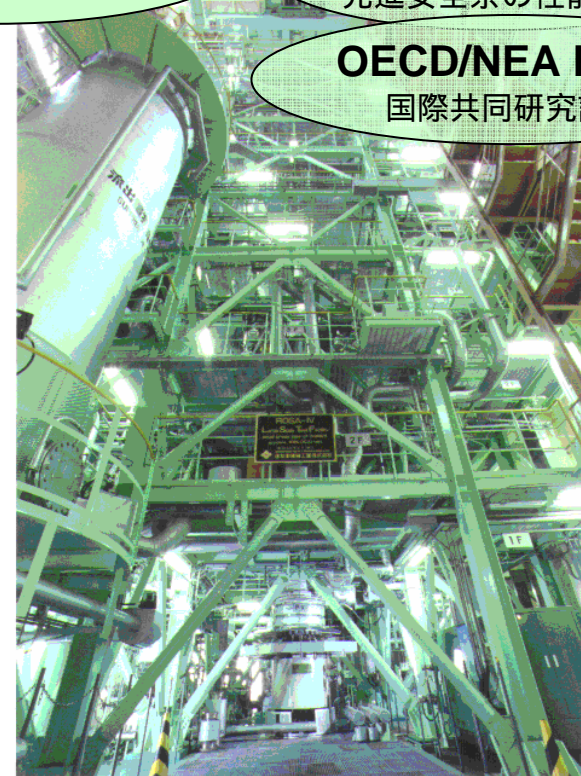
アクシデントマネジメント・次世代軽水炉

**ROSA-AP600**

先進安全系の性能確認

**OECD/NEA ROSA**

国際共同研究計画



LSTFを用いた総合実験

# OECD/NEA ROSAプロジェクト



## NEA加盟国の規制および規制支援機関



- 研究基盤であるLSTFを有効利用して、軽水炉の高度利用での課題等に対応
- 熱水力安全に係わる国際的な共通課題を効率的・効果的に解決



# LSTFを活用したROSA計画の主な成果(1)

## 現行軽水炉に係わる熱水力安全

### ROSA-IV

- 小破断LOCA及び過渡事象に係わる技術的知見の取得
  - 軽水型動力炉の非常用炉心冷却系の性能評価指針 (ECCS性能評価指針) の改訂に反映
- 美浜2号機事故 (蒸気発生器伝熱管破損) の再現
  - 原子力安全委員会による事象の解明及び評価に寄与

### ROSA-V

- シビアアクシデントの発生防止に係わるアクシデントマネジメント策 (二次系減圧操作による炉心冷却の確保等) の有効性評価
  - 国によるアクシデントマネジメント (AM) 奨励に対応した事業者のAM策の妥当性評価に寄与
  - AMの有効性評価に適用可能な最適評価コードを整備

### OECD/NEA ROSAプロジェクト

- 軽水炉の高度利用での課題などに対応
- 压力容器頂部破断LOCA等、熱水力安全の国際共通課題に係わる総合実験及び個別効果実験の実施
  - 熱水力現象を把握。さらに、事故時運転手順に関する新たな課題を確認 + 共通認識を醸成
    - ◆ 炉心出口温度 (AM策開始の指標) の遅れと炉心温度の不整合
  - 安全評価解析コードの高度化に活用する詳細データを取得

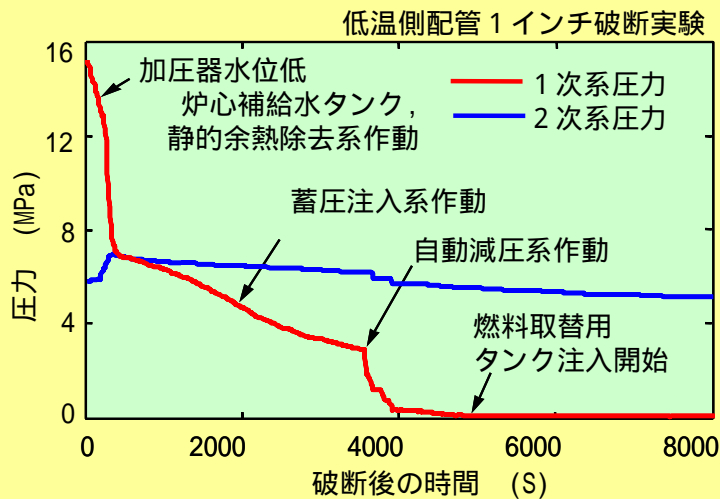
➡ OECD/NEA  
で検討を開始

# LSTFを活用したROSA計画の主な成果(2)

## 次世代軽水炉に係わる熱水力安全

### ROSA-AP600

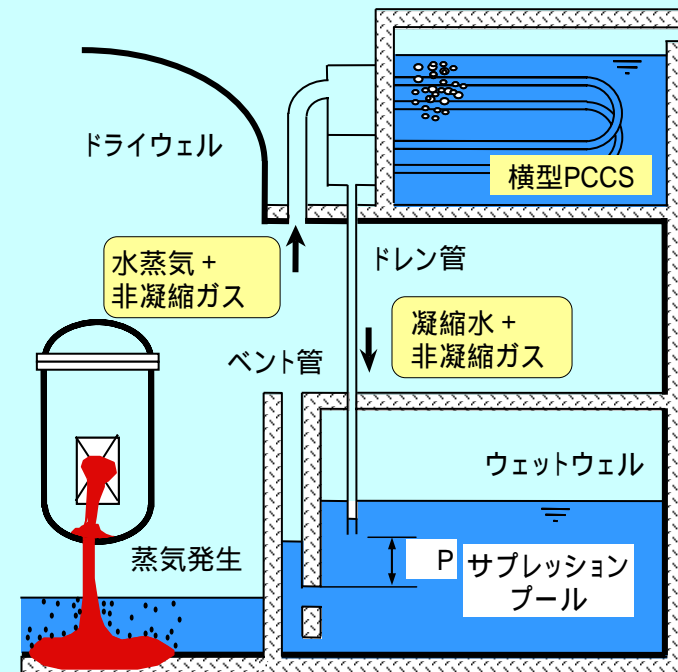
- 米国原子力規制委員会 (NRC) との共同研究
- 次世代軽水炉AP600の受動安全系の性能  
確証試験
  - 事故時の炉心冷却の維持を確認
  - NRCは試験結果を基に型式認証を発給
  - LSTFの性能や機構の技術に対するNRCの高い信頼を獲得



**試験結果の例:** 設計どおり受動安全系が作動し、安定した炉心冷却を確認

### ROSA-V

- 次世代BWRの静的格納容器冷却系 (PCCS)
- 産業界との共同研究による有効性確認
  - シビアアクシデント条件を模擬
  - ユニークな横型熱交換器の採用
  - PCCSの高い水蒸気凝縮機能が格納容器の過  
圧破損を十分に防止することを確認



# LSTFの今後の活用に係わる検討

## 検討の基本方針

- 機構の**組織経営上の有用性**を評価した上で、**外部利用ニーズ**に基づいて有効に活用

## 検討の視点

- 継続活用による**機構の自己収入の増大**
- 熱水力安全研究分野における**研究基盤(人材・設備)**と**国際的評価の維持・向上**

## LSTFの外部利用ニーズ

- OECD/NEA ROSAプロジェクト第2期計画(21年度～)
- 資源エネルギー庁と産業界による世界標準を獲得し得る次世代軽水炉の開発計画(20～27年度)
- 原子力学会「熱水力安全評価基盤技術高度化検討」特別専門委員会が策定する熱水力安全研究の技術戦略マップ(ロードマップ)を参照

# LSTFの外部利用ニーズ(1)

## OECD/NEA ROSAプロジェクト第2期計画の検討

H19年5月の計画運営会議において本格的な検討を開始

- ✓ 参加機関は第2期計画の実施に肯定的
- ✓ 原子力機構に対し、次回の技術検討会議(H19年11月)で技術的提案を行うことを要請
- ✓ 参加機関に対し、ニーズ及び重要度の検討と原子力機構への情報提供を要請

喫緊、短・中期的な規制課題に対応



試験の候補

LOCA後の長期炉心冷却

- ✓ ECCSサンプスクリーン閉塞に係わる破断噴出流の評価
- ✓ 蒸気発生器での蒸気凝縮による炉心冷却の維持

中口径破断LOCA (25%コールドレグ破断相当程度)

- ✓ 米国NRCにおけるECCS評価基準見直しの動き

研究基盤の維持と国際貢献を通じた国際的評価の向上が可能

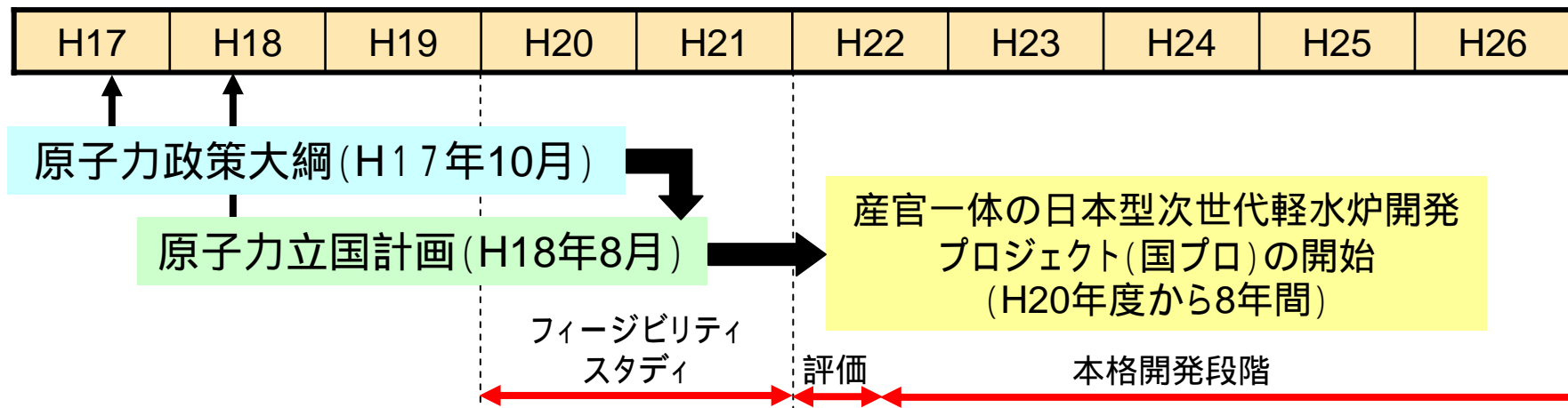
# LSTFの外部利用ニーズ(2-1)

## 世界標準を獲得し得る次世代軽水炉の開発

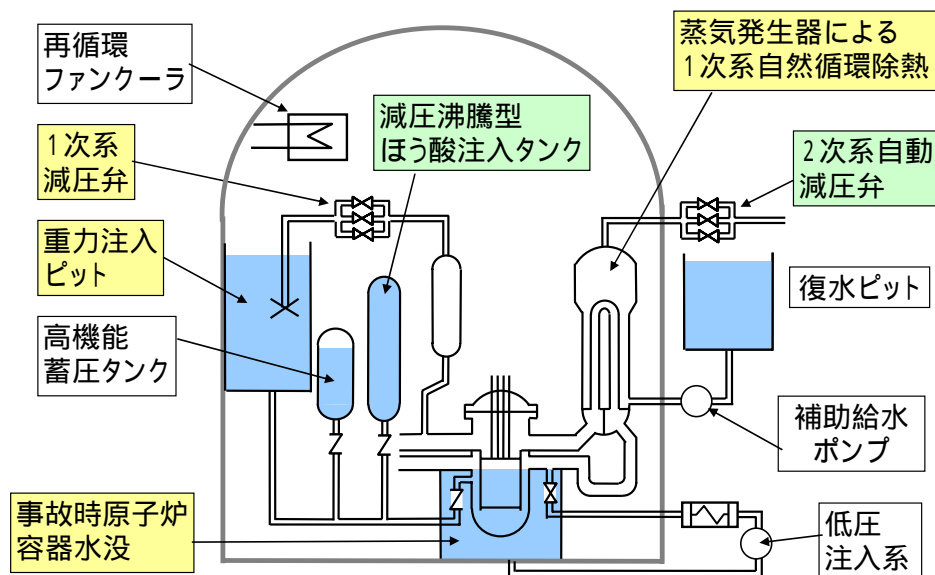
ニュースリリース(H19年9月12日) 経済産業省・電気事業連合会・日本電機工業会

2030年前後からの代替炉建設需要をにらみ、国、電気事業者、メーカーが一体となったナショナルプロジェクトとして、次世代軽水炉開発を進める。

- ✓ **メーカー**は主体的役割を果たしつつ、電気事業者及び国と一体となって開発を進め、国内の軽水炉市場のみならず海外の軽水炉市場も対象に、主要ラインナップの一つとする。
- ✓ **電気事業者**は主要ユーザーとしての立場から、開発に積極的に協力する。
- ✓ **国**は必要な予算の確保に向けた特段の取組を進めつつ、国際展開に向けた環境整備を行う。
- ✓ 次世代軽水炉に**必要な規格基準を整備**する。また、次世代軽水炉に適合した**規制制度について提案**するとともに、安全当局との連携を図り、**規制高度化を産官が一体的に推進**する。



## 次世代軽水炉(PWR)の概念



- ✓ 電気出力170～180万kW級
- ✓ パッシブ系とアクティブ系を組合わせた先進安全系の採用による高い信頼性

## LSTFを活用した先進安全系の総合的な性能確証の例

- 小破断LOCA時の一次系減圧 (SG二次系の自動減圧) による炉心冷却の確認
- 設計によるAM対応 (重力注入系など) の有効性確認
- 減圧沸騰型ほう酸注入系の有効性確認
- ホットレグ、コールドレグ同時注入の有効性確認

施設利用料等による機構の自己収入の増大が可能

# 熱水力安全研究ロードマップ

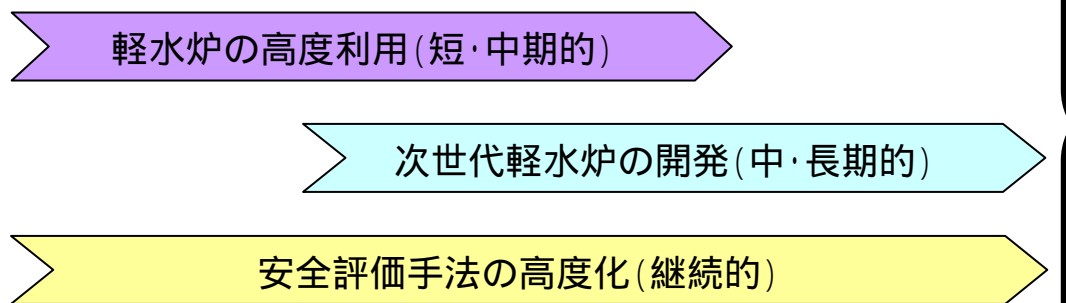
## 背景

- 安全基盤小委\*での議論
  - 軽水炉の安全確保・向上、規制の合理化・標準化、規格・基準の効率的整備を行なうため、産官学および学協会が連携して安全基盤研究に関する共通認識を図り、安全基盤研究の重要分野に関わる技術戦略マップ(ロードマップ)を策定
- 原子力学会(JNES委託)によるロードマップ\*\*の策定(H16)
  - 燃料と高経年化 改訂版を作成し安全基盤小委にて報告、熱水力 炉出力向上に限定

## 新たな活動

- 原子力学会「熱水力安全評価基盤技術高度化検討」特別専門委員会の設立
  - 予定期間:H19年10月~H21年3月(第1回委員会:H19年10月22日)
  - 主査:班目教授(東大)
  - 運営:JAEA、JNES、産業会(東電、関電、原電、三菱重工、東芝、日立GEニュークリア・エナジー)の共同出資
  - 幹事:JAEA、JNES、三菱重工、東芝、日立GEニュークリア・エナジー
  - 委員:産・官・学の専門家(約40名)

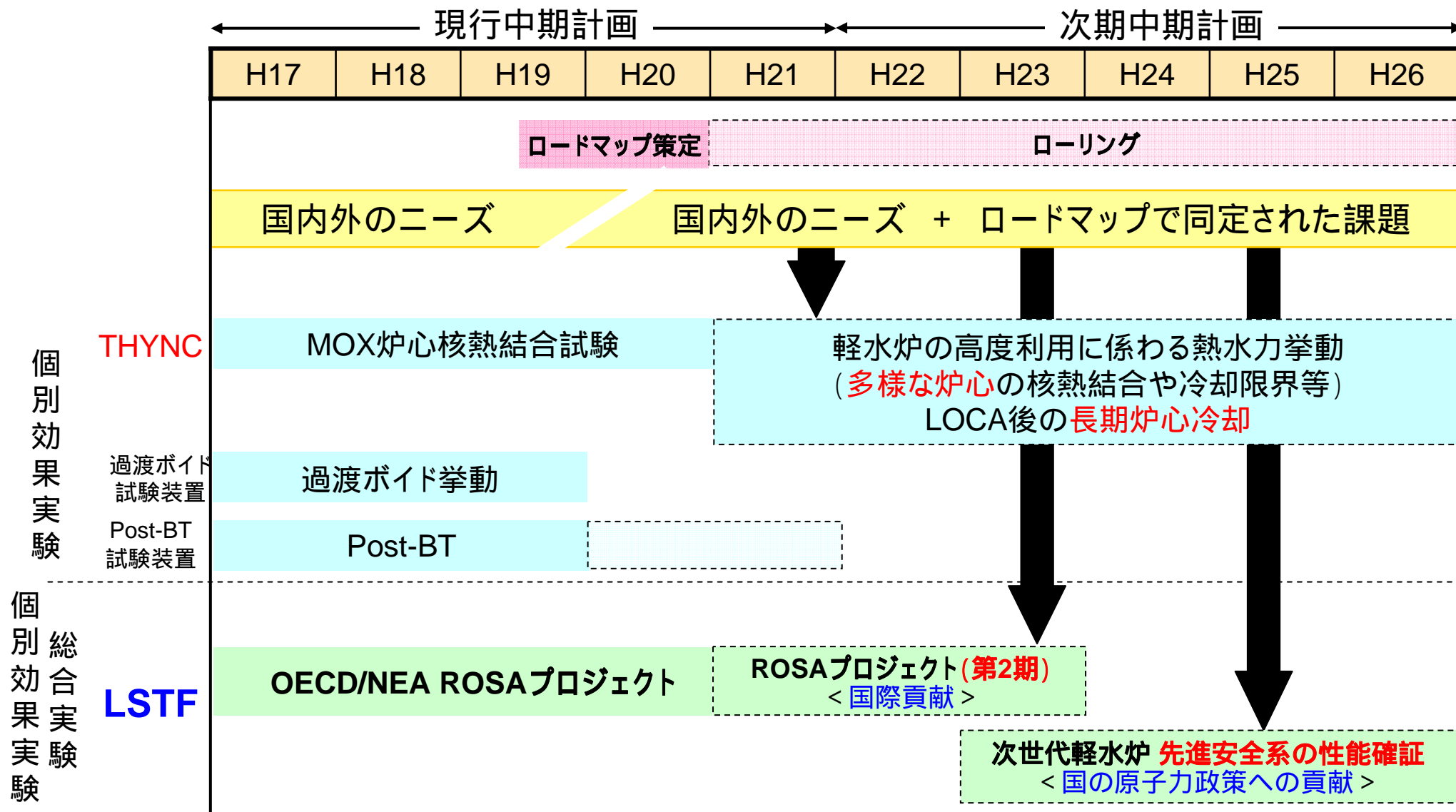
## 産業界の技術導入シナリオ



## 検討内容

- ◆ 産業界の技術導入シナリオに基づいた課題の同定
- ◆ 課題に係る既存知見の適用限界(技術の到達点)の整理
- ◆ 安全審査や評価解析に新たに必要となる知見や重要度の検討
- ◆ 課題解決に必要な基盤技術の検討
- ◆ 産・官・学の役割やロードマップ活用策の検討

# 熱水力安全研究の進め方(案)





## 現行中期計画におけるLSTFに係わる記載

- 中期目標期間中に使命を終え、廃止措置に着手する施設：  
『大型非定常試験装置(LSTF)平成20年度に廃止措置に着手』
- 『なお、原子力施設の廃止措置については、当該施設に係る外部利用者等のニーズを確認した上で、廃止後の機構の研究開発機能の在り方、国内外における代替機能の確保、機能の他機関への移管、当該施設の利用者の意見等を踏まえて、具体的な原子力施設の廃止時期及び廃止方法の検討を行うものとする。』

## 対 応

- 機構経営上の有用性を有する研究施設として、外部ニーズに基づいてLSTFを有効に活用し、**国の原子力政策**や**国際的な要請**に貢献

# まとめ

- **LSTF**はこれまで、ROSA計画の主要試験施設として活用され、熱水力安全に係わる国の安全規制や次世代軽水炉に用いる先進安全系の性能確証、国際共同研究に貢献してきた
- **LSTF**の継続した活用により、機構の自己収入の増大や研究基盤・国際的評価の維持・向上を図ることができる
- 熱水力安全に係わる課題をより明確にすべく、産官学の相互理解に基づいた熱水力安全研究ロードマップの策定を開始した