

日本原子力学会 熱流動部会
「熱水力安全評価基盤技術高度化検討」
サブワーキンググループ

BWR熱水力・安全技術 開発状況

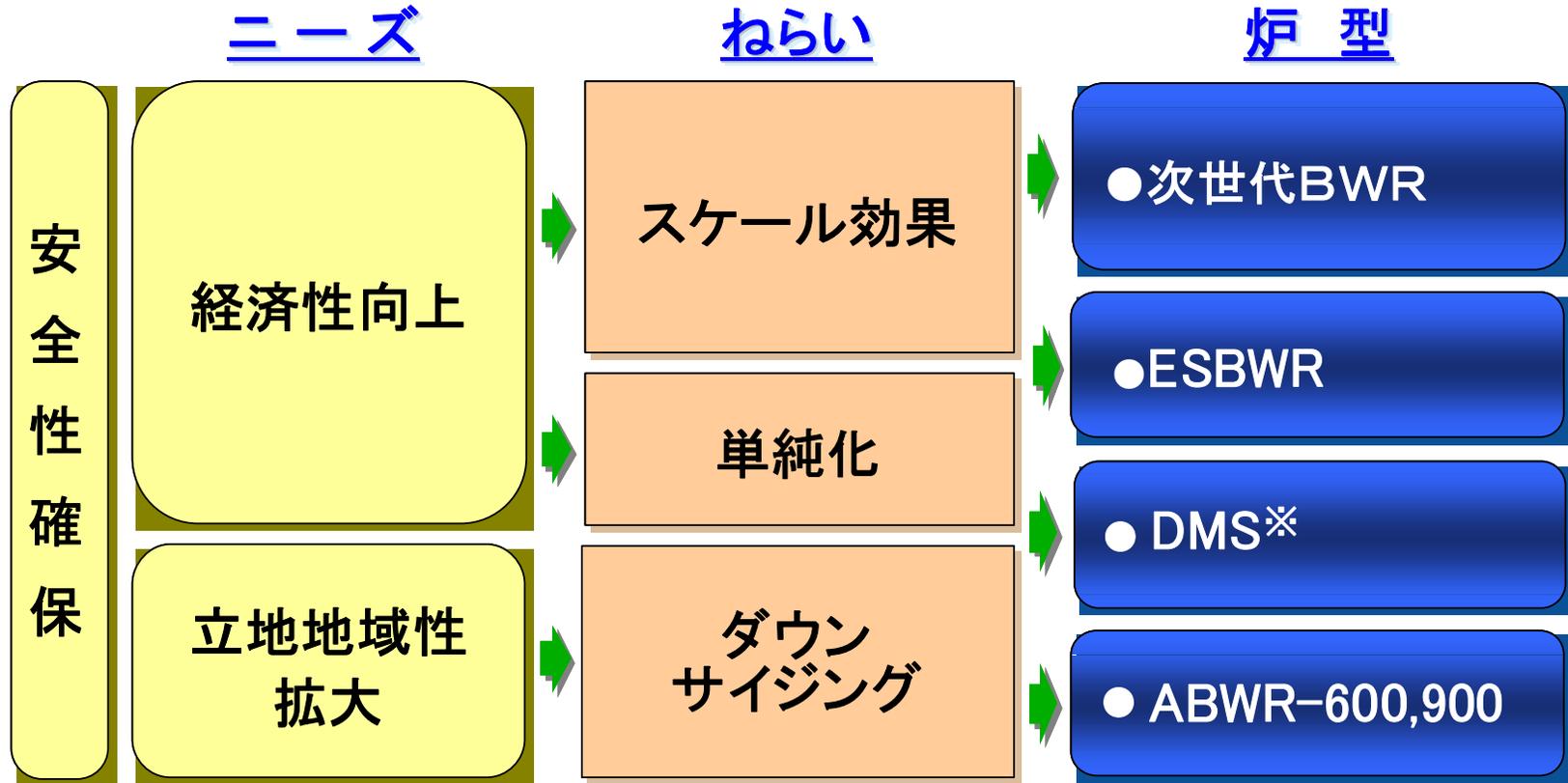
2010年1月28日

日立GEニュークリア・エナジー(株)



ABWR開発の成功実績に基づき、GE社と協同でESBWRの実用化のための設計・確認試験を実施。

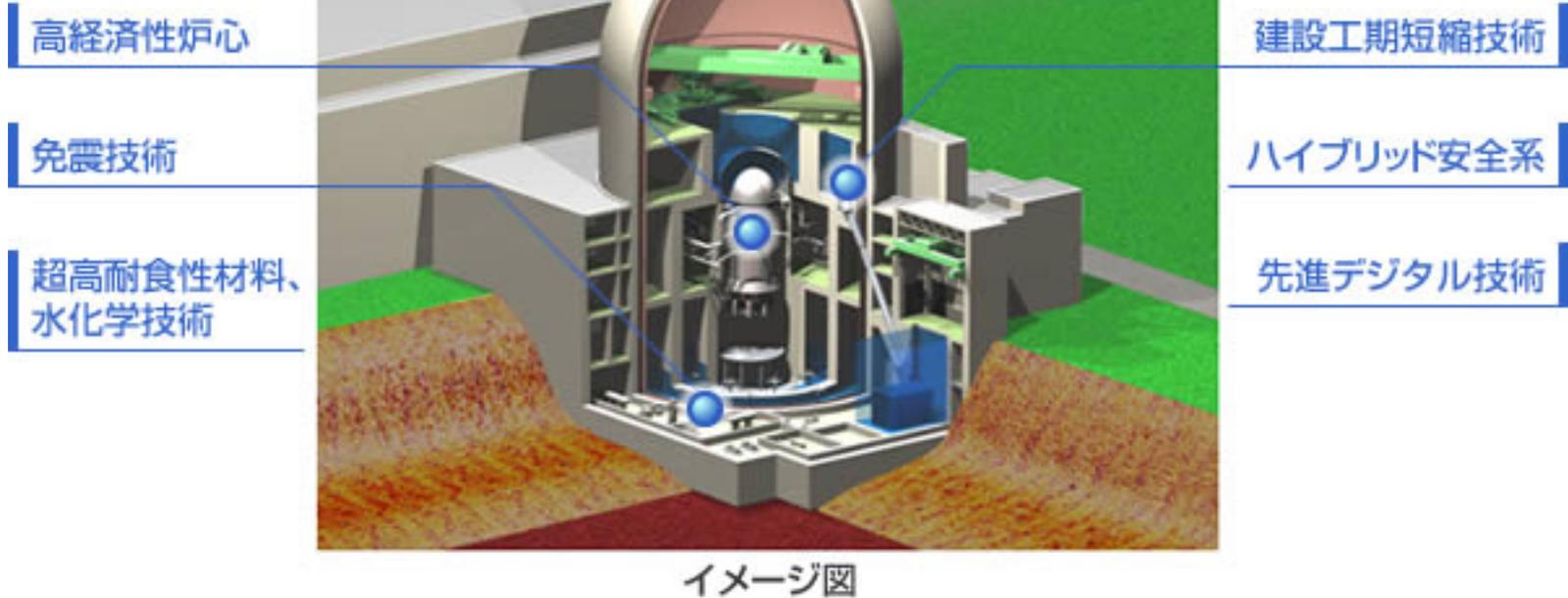
さらに、2030年代以降の大規模な建設時代に備え、官民一体となった国家プロジェクトとして次世代BWRの開発を推進。



※DMS: Modular Simplified & Medium Small reactor
日本原子力発電殿の委託研究で開発

安全性確保を基軸に、経済性向上と立地拡大など多様なニーズに対応した炉型開発を実施中。

出力: 180万kWe級



世界標準炉をめざし、6つの要素技術を組合わせた最適なプラント概念を検討中。

▶ 次世代軽水炉，新型炉

○ スペクトルシフト燃料

- ・ 熱水力試験 準備中

○ 自然循環炉

- ・ チムニー二相流試験 実施中
- ・ キャリーオーバー特性

▶ 既設炉高度利用，信頼性向上

○ 出力向上

- ・ 流動励起振動評価手法の高度化
- ・ 高効率ジェットポンプ開発

○ 水素ガス対応

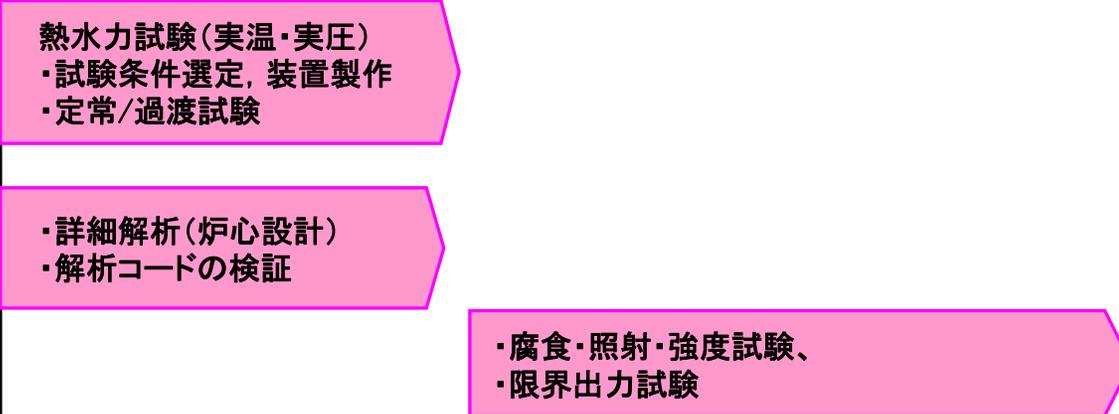
- ・ 蒸気枝管内での爆轟挙動評価

2008 09 10 11 12 13 14 15



国プロ
スケジュール

スペクトルシフト
ロッド燃料(SSR)



自然循環炉
チムニー内流動



自然循環炉
気水分離特性
(JAEA連携研究)



役割分担
産 官 学

開発の必要性

- 次世代軽水炉では、エネルギーセキュリティの観点から、省ウラン技術の適用が重要である。
- スペクトルシフト燃料(以下、SSR)は、BWRの特徴である流量制御によるスペクトルシフト効果を拡大し、燃料サイクルコストおよび使用済み燃料発生量の低減を可能とする。
- 実用化に向けて、実機の運転条件における基本的成立性を確認し、燃料格子サイズ等に依存しない国際標準SSRを開発する。

現状分析

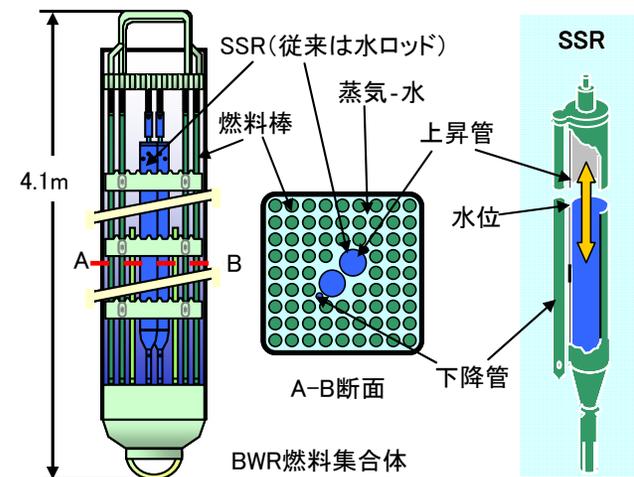
- 現行BWRでは、炉心流量の変化により炉心内のボイド率を変化させ、省ウラン効果を得るとともに、反応度制御に活用している。
- SSRの開発状況
熱水力特性: 1MPaまでの試験を実施し、以下の特性を確認
 - 定常時の基本動作原理
 - SSR内の水位安定性
 - 過渡時の水位変化速度炉心特性: 1.5倍大型格子炉心で省ウラン効果6~8%を確認

実施内容

- 熱水力試験
実機運転条件における定常試験・過渡試験、
ならびに解析コードの検証
- 腐食・照射・強度試験(計画中)

予想される成果

- 実温・実圧熱水力試験でSSRの基本動作原理(水位の安定性と流量制御性)を確認。
- 炉心詳細解析手法を開発し、省ウラン効果を評価する。省ウラン効果: 目標5%。



開発の必要性

- 自然循環炉では、炉心上部にチムニーを設置して、自然循環力を増大させている。
- また、設計オプションとして、気水分離器を削除する自由液面気液分離方式が提案されている。
- 気水分離器を削除する概念では、自由液面からのキャリーオーバー特性を高精度に予測する技術開発が必要である。

現状分析

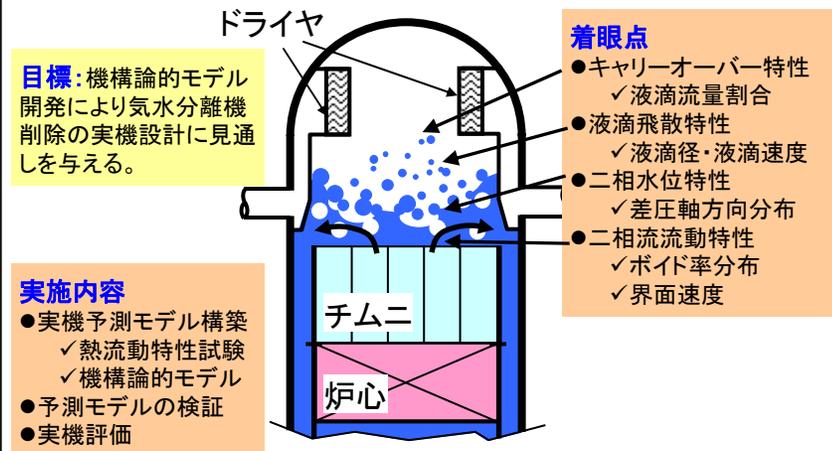
- 従来知見、並びに水-空気系の基礎試験により、蒸気流速と自由液面からの距離がキャリーオーバー特性に重要であることを把握。

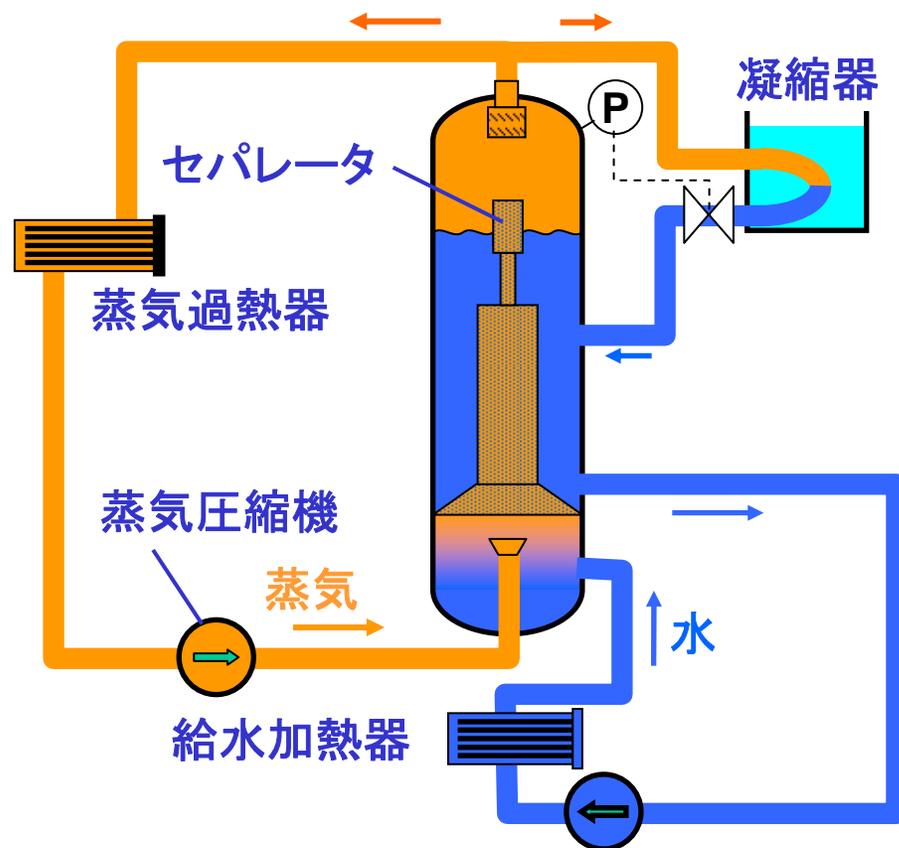
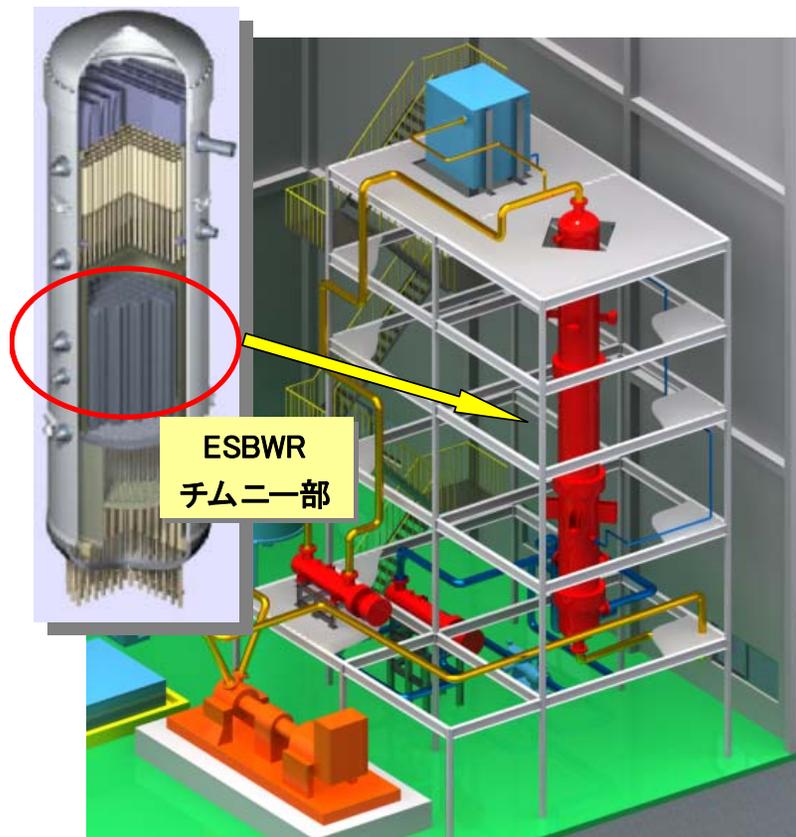
実施内容

- チムニー二相流流動試験
チムニー内ボイド率分布の評価
- キャリーオーバー特性試験
- 機構論的モデルの開発

予想される成果

- 自然循環流量解析評価手法の確立
- 自由液面気液分離方式の成立見通し





- 実機BWRと同じ圧力・温度、水・蒸気のと二相流条件を再現
⇒ESBWR、次世代BWR、プラント出力向上など、
今後の原子力分野における優位技術の確立、製品開発の加速



2008

09

10

11

12

13

14

15

出力向上

ドライヤ振動

- ・音響・流動振動基礎試験
- ・評価手法の整備

高効率ジェットポンプ

- ・常温1/3試験(ノズル形状改良)など

信頼性向上

蒸気枝管内
非凝縮性ガス
爆轟挙動評価

- ・爆轟試験の実施
- ・解析手法高度化
- ・ガイドライン改訂

学協会規格の策定
(強度評価)

役割分担

産 官 学

学協会

開発の必要性

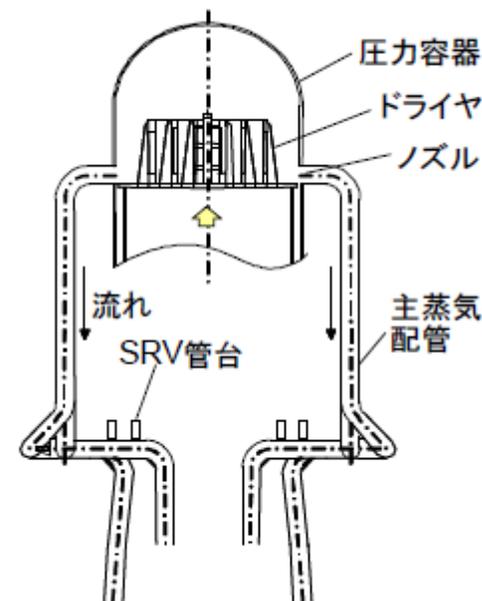
- 米国のBWRプラントでは、出力向上時に、蒸気乾燥器(ドライヤ)が損傷する事例が発生した。
- 今後、国内の既設炉においても、出力向上を図ることが想定されるため、主蒸気流量の増大に伴う音響・流動振動評価手法を整備していくことが望ましい。

現状分析

- 出力向上については、炉利用の高度化の一環として、原子力学会でも既に検討されている。

実施内容

- 逃し安全弁管台を模擬した単一閉止分岐管の流力音響共鳴特性試験
- 非定常数値計算による音圧予測手法の検討
- 実機の蒸気ドーム、ドライヤを模擬した試験によるドライヤへの圧力変動伝播特性の確認



蒸気ドーム、及びドライヤを模擬した試験装置

開発の必要性

- 既設炉高度利用の観点から、出力向上／燃料経済性向上へのニーズが想定される。
- 再循環ポンプを改造することなく、炉心流量増加に寄与する高効率ジェットポンプを開発中
⇒再循環流量の増加により、出力向上時の熱的余裕増大、取出燃焼度の向上に寄与

現状分析

- 出力向上については、炉利用の高度化の一環として、原子力学会でも既に検討されている。

実施内容

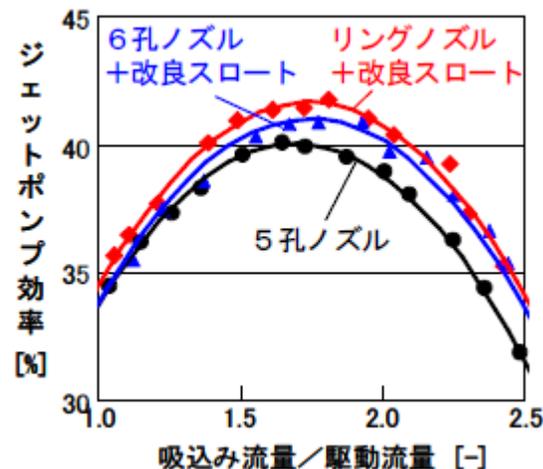
- ジェットポンプ効率に影響するインレットミキサ形状の改良
- 1／3スケール常温・常圧水試験での性能確認



(a) 5孔ノズル
(現行型)

(b) 6孔ノズル

(c) リングノズル



▶ 新型炉開発

多様なニーズに柔軟に対応した
革新的な炉型の開発

▶ 熱水力・安全技術の開発

- ・多目的蒸気源試験設備等を活用した
機器・システム開発の加速
- ・二相流, SA等の解析手法の高度化
⇒ 産官学の協調／役割分担の検討