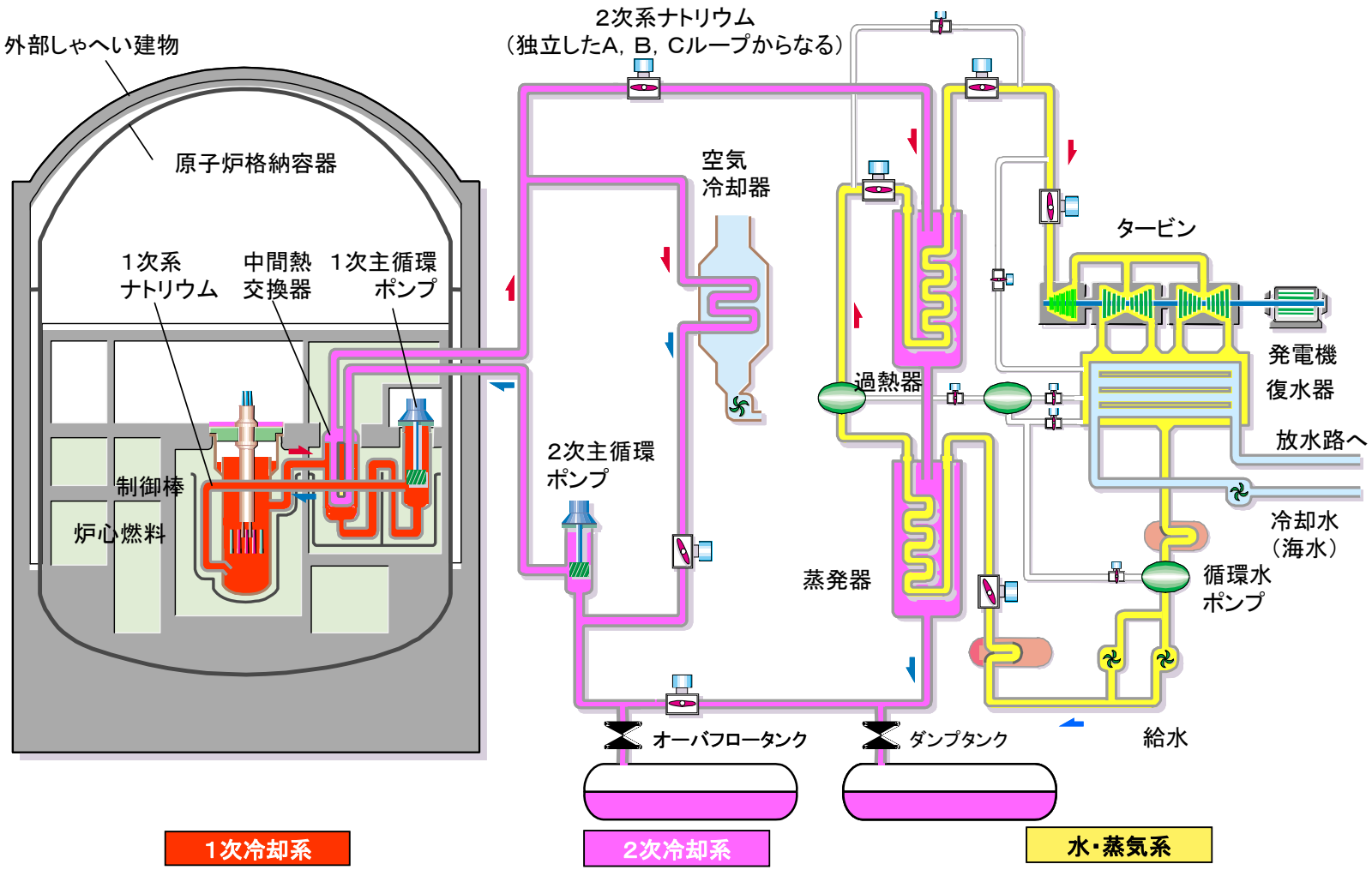
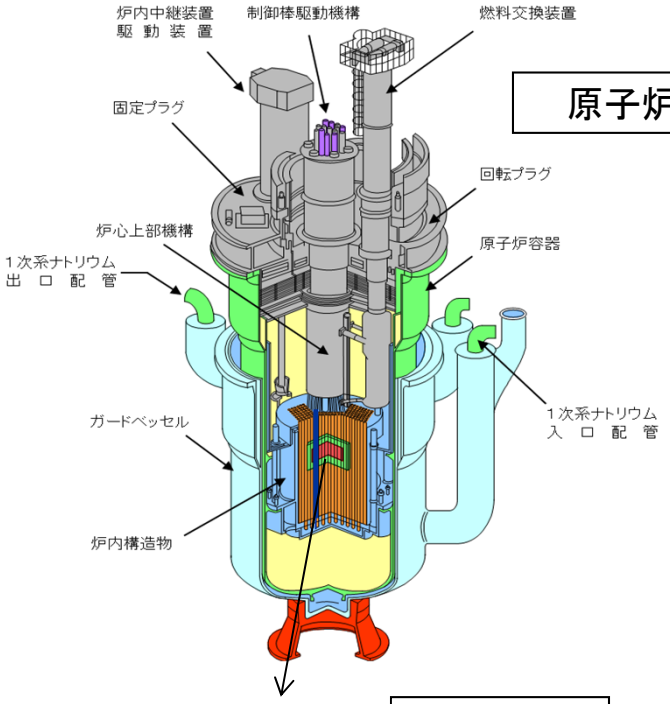
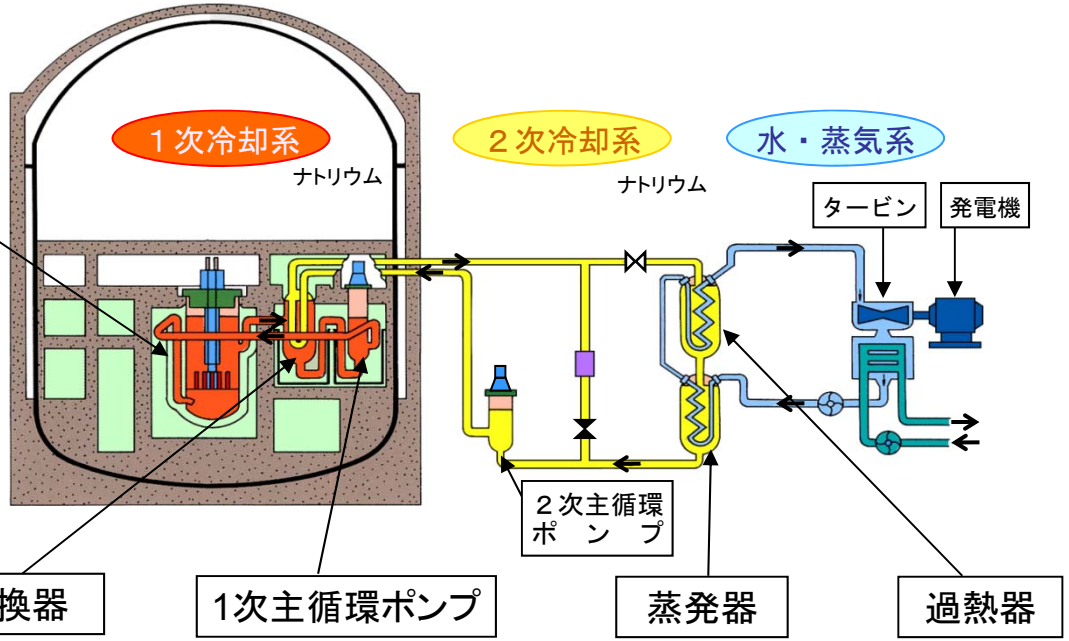
添付資料 - 1
各研究開発項目の概要

「もんじゅ」の系統概要

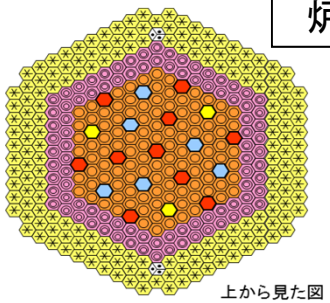

外部しゃへい建物
原子炉格納容器
1次系
ナトリウム
中間熱
交換器
1次主循環
ポンプ
制御棒
炉心燃料
2次系ナトリウム
（独立したA，B，Cループからなる）
空気
冷却器
2次主循環
ポンプ
蒸発器
過熱器
タービン
発電機
復水器
放水路へ
冷却水
（海水）
循環水
ポンプ
給水
オーバフロータンク
ダンプタンク
1次冷却系
2次冷却系
水・蒸気系

「もんじゅ」の主要機器

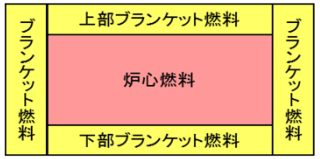




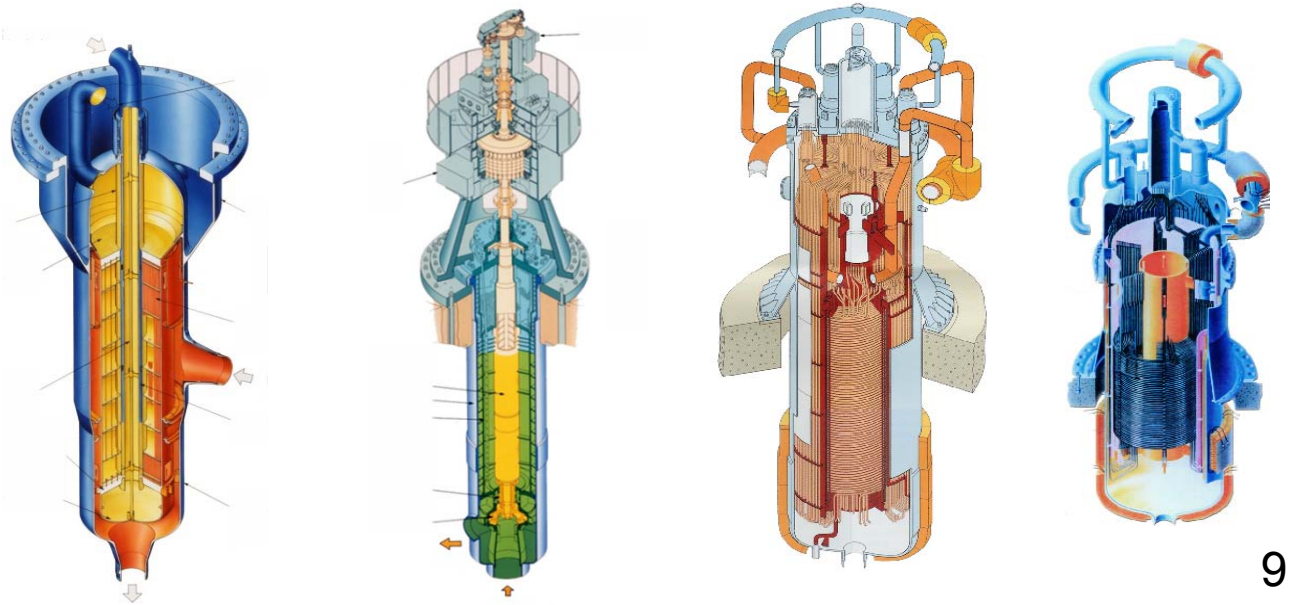
炉心構成



上から見た図



横断面図



高次化Pu/Am含有組成燃料で構成された炉心の設計技術・管理技術 （1/2）

Am含有量が多く、軽水炉由来の高次化したプルトニウム組成を有する炉心特性を確認するとともに、性能試験、本格運転で取得した実機データに基づき炉心設計手法及び炉心管理技術の検証・改良を行う。

様々な炉心条件で取得した炉心特性データ

・「前回性能試験（平成6～7年）」
・Amの含有量の多い炉心での「性能試験（炉心確認試験を含む）」
・「本格運転」

○ 高次Pu組成炉心特性の確認(出力特性、燃焼特性等)
○ 炉心設計手法（核データ、解析コード）の精度評価及び妥当性検証
○ 設計余裕の合理化検討と手法の改良
○ 本格運転の実績からPu-241（半減期約14年）を含有する炉心の反応度管理など発電プラントとしての炉心管理技術の検証と改良

高次化Pu/Am含有組成燃料で構成された炉心の設計技術・管理技術 (2/2)

（炉心設計手法検証・炉心管理技術確立）

★性能試験・本格運転データに基づく設計手法の検証と改良

【零出力特性】

・「もんじゅ」性能試験（炉物理試験）

ピンバンドル燃料
約200～300℃で試験

【出力運転特性】

・「もんじゅ」性能試験（出力試験）
・本格運転

炉心燃料ペレット
最高温度
約200～2350℃

測定値

臨界性
制御棒価値
反応率分布
温度係数

出力特性
燃焼特性

・「もんじゅ」のような実機でのみ取得可能（臨界実験装置では、高温化や燃焼は模擬できない）

比較

解析値／設計値

解析精度評価

実機データのフィードバック

改良の参考

核データ

群定数調整

群定数

コード開発

解析コード

設計方針
設計余裕

設計
合理化

設計裕度評価

実機データのフィードバック

性能試験等で得られる実機データによる予測精度の確認は、炉心の安全性・運転制御性の確保に必須

実用規模燃料等の設計技術（照射後試験による確認）

1．目的　① 燃料及び制御棒の健全性及び照射挙動の確認
② 増殖性能の確認
③ 燃料材料に係る照射データの充実　等

実規模燃料集合体の照射データは実機である「もんじゅ」での取得が最適。

2．照射後試験対象燃料集合体と試験目的（案）

燃焼状態	対象集合体	試験目的
燃焼の初期の段階	炉心燃料集合体 （第1サイクル運転後に取出し）	・燃焼初期の照射挙動の確認 ・長期保管燃料の健全性確認 ・燃焼初期のAm挙動確認 ＊1
	制御棒集合体 （第2サイクル運転後に取出し）	・健全性確認
燃焼の進んだ段階	炉心燃料集合体 （第4サイクル運転後に取出し）	・高照射量での健全性確認 （燃焼の進んだ定常照射燃料） ・増殖性能評価 ・Am-241の燃焼挙動確認 ＊1
	ブランケット燃料集合体 （第5サイクル運転後に取出し）	・増殖性能評価 ・健全性確認

＊1：「廃棄物減容・有害度低減技術」に資する成果

ループ型炉プラント系統設計技術・評価技術　(1/2)

海外先行炉には前例の無いループ型発電炉の原型炉として、定格運転（発電）を継続できることを確認。制御系調整試験や過渡試験等を実施して、実炉の特性データを取得。更に試験データを用いてプラント動特性解析手法の検証を実施。

プラントトリップ試験

出力運転中にプラントに異常が発生した場合、原子炉が自動停止し、プラント全体が安全に停止することを確認する。さらに、原子炉トリップ時の１次系温度、流量、原子炉容器上部プレナム内の温度データ等を取得する。

これにより、設計の妥当性評価・裕度評価ができるとともに、解析コードの検証、高度化のための実機データが取得できる。

制御系調整試験（出力変更試験）

出力指令信号回路にステップ信号を印加した時に、原子炉出力制御系、１次主冷却系流量制御系、２次主冷却系流量制御系、給水流量制御系、及び主蒸気温度制御系等が外乱を吸収し、安定して運転継続できることを確認する。

本試験前には、各制御系において流量信号等のゆらぎや、制御目標にステップ信号を印加し、制御性を確認する。

ナトリウム大型機器の運転特性

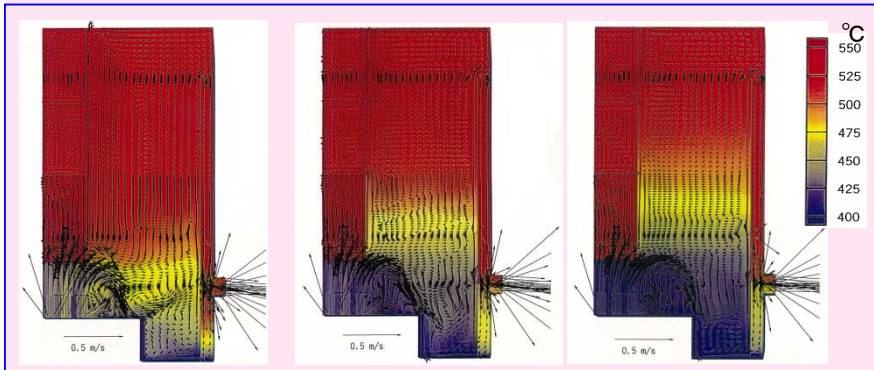
ナトリウム大型機器（主循環ポンプ、蒸気発生器等）を運転することで、実機運転データが得られるとともに、プラントが所定の能力を発揮できることが確認できる。

ループ型炉プラント系統設計技術・評価技術 (2/2)

（試験データを用いたプラント動特性解析手法検証）

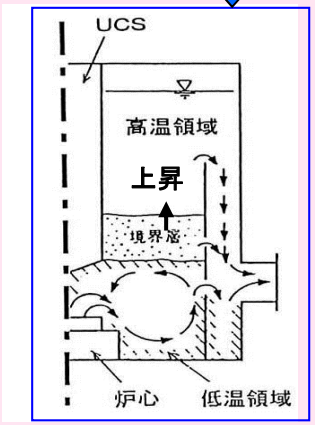
性能試験データを用いて運転制御特性を評価するコードの検証を行い、高速増殖炉プラントの技術成立基盤を確立

<< 上部プレナム熱流動解析結果 >>



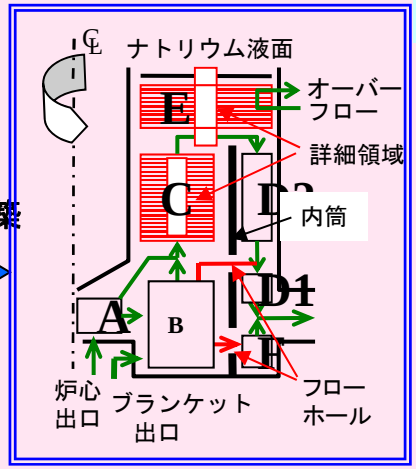
60秒後　180秒後　300秒後

流速分布・温度分布把握



FNM構築

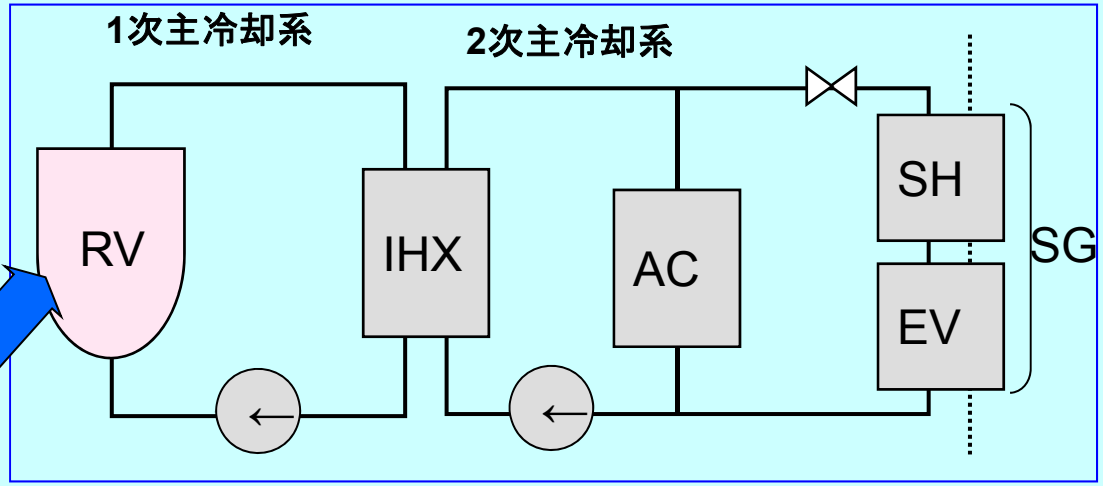
プラント全系動特性解析モデルに組込み



(2) 詳細熱流動解析結果からフローネットワークモデル（FNM）の構築

(1) 原子炉容器（RV）上部プレナム詳細熱流動解析

<< プラント全系動特性解析モデル >>



(3) その他主要機器のFNMの構築

・中間熱交換器(IHX),空気冷却器(AC), 蒸気発生器(SG) (蒸発器(EV), 加熱器(SH))についても、詳細熱流動解析を実施しFNMを構築

(4) プラント全系動特性解析

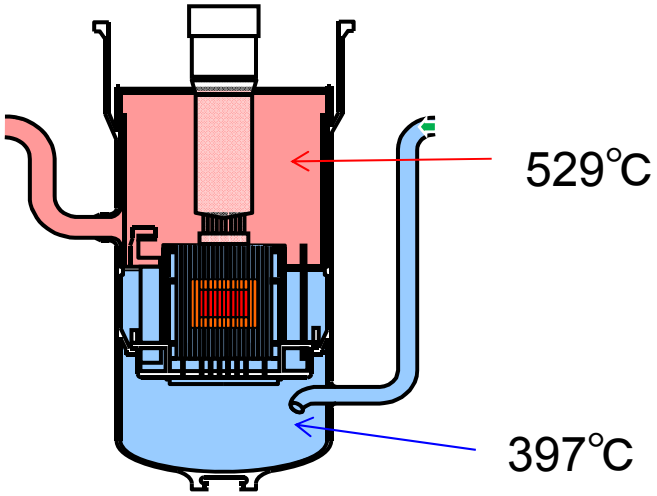
・構築したFNMを用いて、プラント全系の動特性解析を実施

・「もんじゅ」性能試験により検証

（主要機器の出入口温度変化・流量化、フローコーストダウン特性データ、プラント運転制御特性データ）

ホットベッセル原子炉容器の設計技術

ホットベッセル（もんじゅ、SNR-300（計画中止）、CRBR（計画中止））



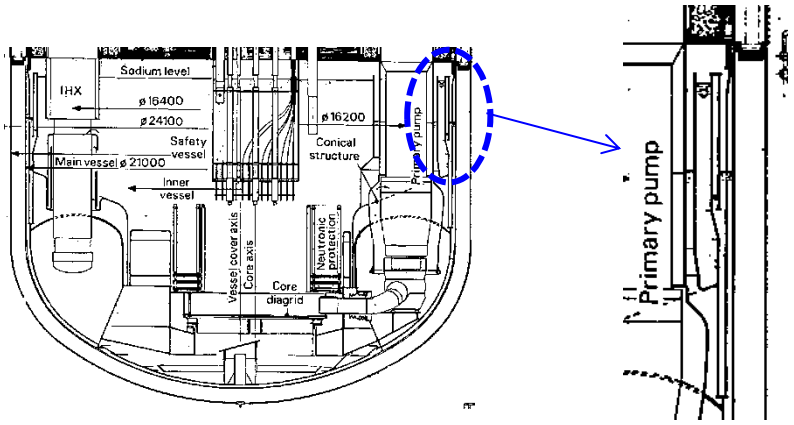
- 原子炉容器は信頼性の高い工場製作／検査
- 炉壁温度が高いため健全性確保／評価は技術力および実機における実証が不可欠。
- 原子炉構造はシンプルかつ容器径小

⇩

- かつて米、独等世界でも検討されていた本技術を原型炉で実証する場はもんじゅのみ。
- 本技術の実証は日本技術（＝ループ型技術）の国際競争における優位性を確立する。

コールドベッセル（フェニックス、スーパーフェニックス、BN-600）

<設計例（スーパーフェニックス）>



炉壁冷却構造

＜特徴／開発状況＞

- 原子炉容器は現地製作
- 炉壁温度が低いため健全性評価が容易
- 炉壁冷却構造は複雑かつ容器径が増大
- 炉壁冷却構造における流力振動トラブル経験あり

⇩

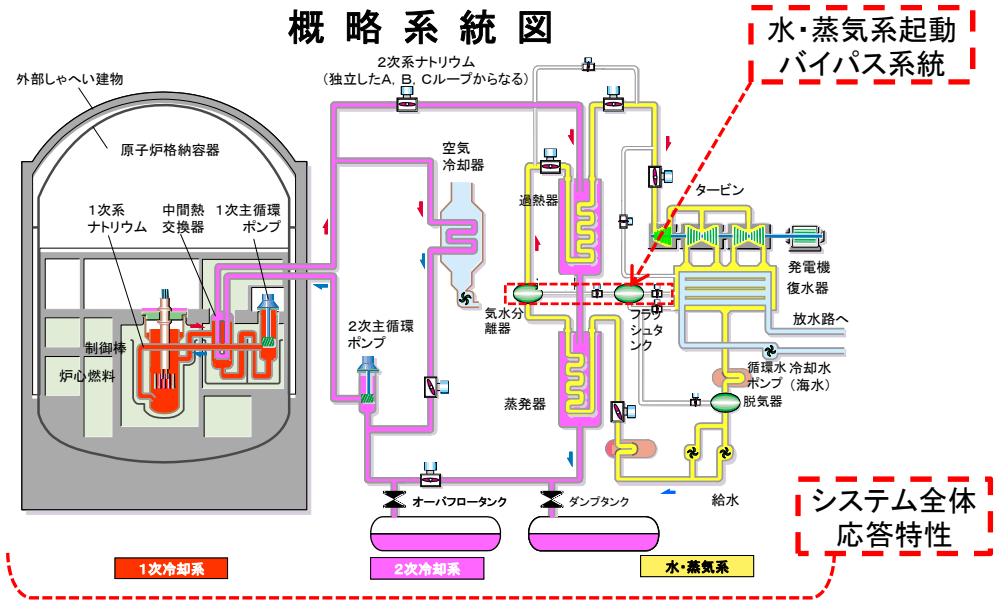
- 実証炉／実用炉レベルにおけるコールドベッセルは確立されていない（ASTRIDでは従来炉と形状を大きく変更する予定）。

水・蒸気系設備設計技術の内、制御特性・過渡特性設計・評価技術 (1/2)

水・蒸気系起動バイパス系統などの調整を行い、安全かつ安定してプラント起動ができることを確認するとともに、ループ型発電炉の原型炉として、定格運転（発電）を継続できることを確認する。また、負荷しゃ断試験を実施して、実機ループ型炉の特性データを取得する。

水・蒸気系起動バイパス系統制御特性確認

水・蒸気系起動バイパス系統の運転状態において、気水分離器出口圧力制御系、蒸発器給水流量制御系及びフラッシュタンク出口圧力制御系等の制御信号に外乱印加を行い制御系の過渡応答性を確認するとともに、安全かつ安定な制御が行われプラントが起動できるよう、制御系の調整を実施する。



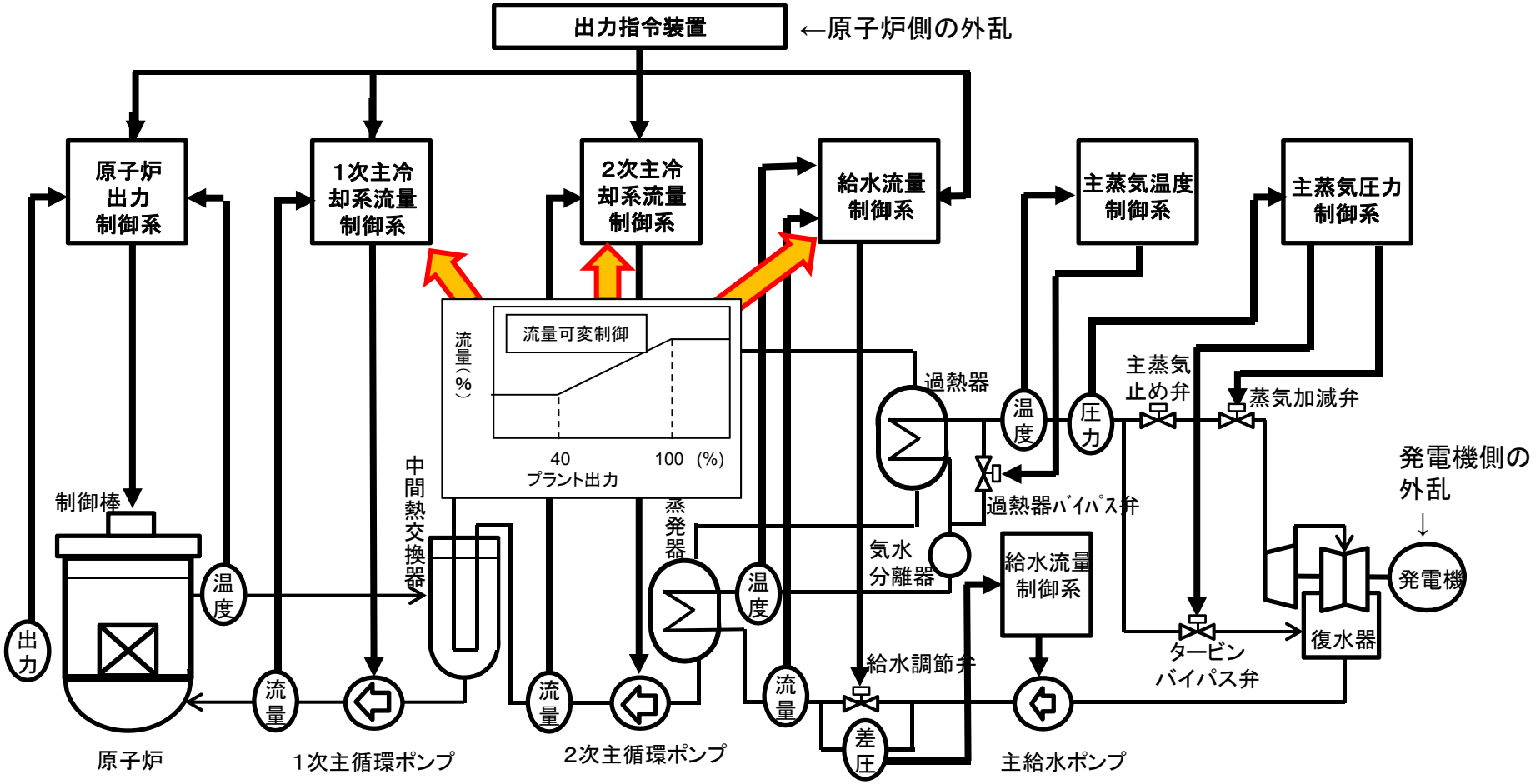
ナトリウム冷却系と水・蒸気、タービン・発電機システム全体での応答特性確認

プラントの起動・停止、過渡試験を通じて発電プラントとして、ナトリウム系（1次・2次冷却系）と水・蒸気系の相互の運転、制御安定性を確認する。

発電機側からの外乱（50%出力以下の負荷をしゃ断）によっても、蒸気をタービンバイパスさせることにより、タービン発電機が安定して制御され運転を継続するとともに、原子炉側もトリップすることなく安定して運転継続することを確認するとともに、その応答特性データを取得する。

水・蒸気系設備設計技術の内、制御特性・過渡特性設計・評価技術 (2/2)

出力変更試験・発電機負荷しゃ断試験

原子炉側からの外乱（出力指令信号回路にステップ信号を印加）を入れた際、原子炉出力制御系等の下流側の制御系が外乱を吸収して、プラントが安定して運転継続できることを確認する。

発電機側からの外乱（50%出力以下の負荷しゃ断）を入れた際、蒸気をタービンバイパスさせることにより、タービン発電機が安定して制御され運転を継続するとともに、原子炉側もトリップすることなく安定して運転継続することを確認する。