

1次系及び2次系のナトリウムの抜き取りについて

平成30年1月25日

日本原子力研究開発機構 (JAEA)

1次系ナトリウムの抜き取り

基本方針

- ナトリウム機器解体前に、段階的に1次系ナトリウムの抜き取りを実施
ただし、全てのナトリウムを抜き取るには、一時保管用タンクの設置が必要
- 具体的な手順は今後、海外高速炉での実例ともんじゅの構造等も踏まえながら、ナトリウム機器の解体手順やナトリウム搬出手順等と合わせて検討

1次系ナトリウムの保有量と保管容量

保有量	保管容量	差分	備考
約840m ³	約600m ³	約240m ³	差分を一時保管用タンク（約250m ³ 規模）で賄う（検討中※1）

- ※1：ナトリウム搬出手順との調整により、追加貯蔵タンクを不要とできる可能性あり
- ※2：例えば、(例) 原子炉容器入口配管の一部に穴を開け（ブラバック作業）、そこから細管を原子炉容器底部まで挿入し、原子炉容器底部のナトリウムを吸い出すなど
その他、炉心支持板周り等に少量のナトリウムが残留するが、それらの抜き取り方法についても検討

主な段取り

① 充填ドレン系を用いて、1次主冷却系機器・配管及び原子炉容器（通常液位から点検中の液位まで）について、通常メンテナンス時の方法で抜き取り



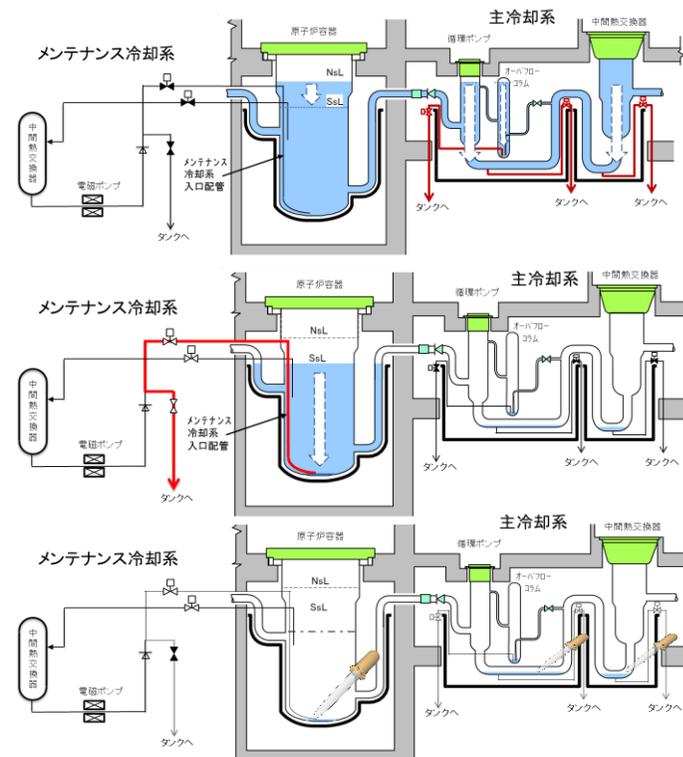
② メンテナンス冷却系入口配管を用いて、原子炉容器（点検中の液位からほぼ底部まで）のナトリウムを抜き取り
【具体的な手順は今後検討】



③ 解体時のナトリウム取扱いリスクを低減するため、極力、原子炉容器（底部）等に残留するナトリウムの抜き取り
【具体的な方法は、今後検討※2】



④ 機器・配管内部の残留ナトリウムの安定化処理【具体的な方法は、今後検討】



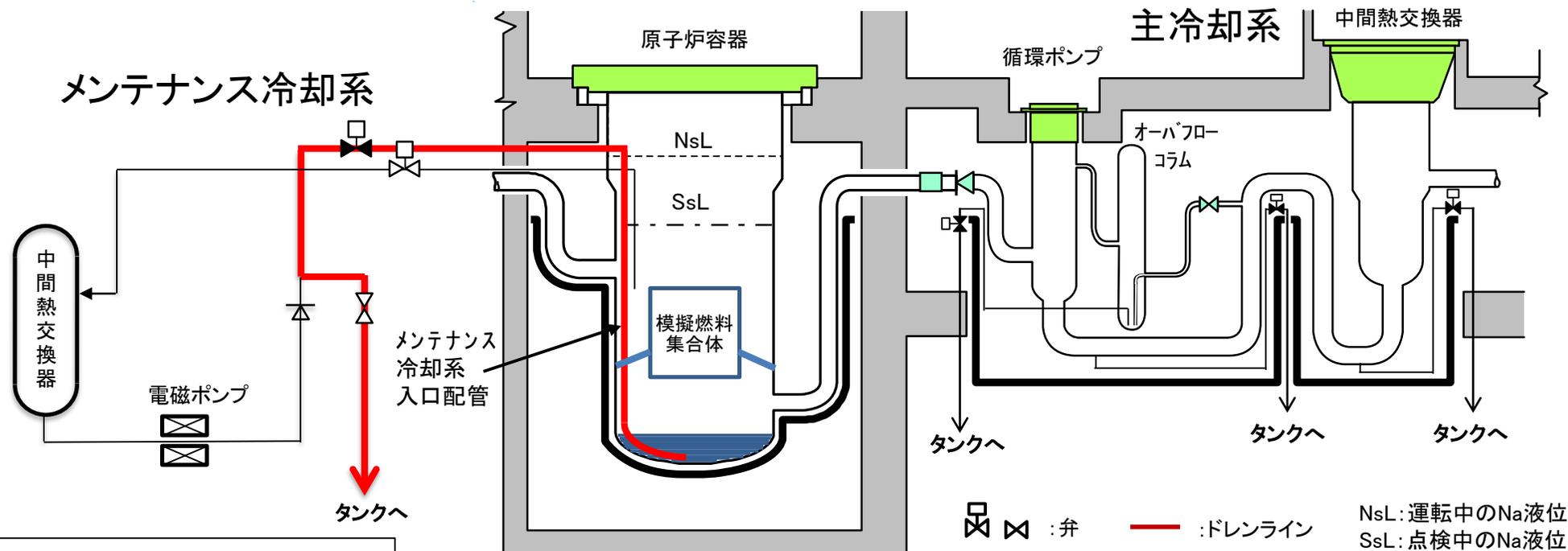
1次系ナトリウムの抜き取り（総合機能試験時）

②メンテナンス冷却系を用いた原子炉容器（点検中の液位からほぼ底部まで）のナトリウム抜き取り

- 原子炉容器のメンテナンス用液位（S s L）以下のナトリウムを、原子炉容器の底部まで差し込んであるメンテナンス冷却系^{注1}の入口配管を活用することで、ほぼ底部まで抜き取り
 （平成6年4月の初臨界達成前に行った総合機能試験で、ナトリウム全ドレン試験（原子炉容器に充填された約30m³のナトリウムを全量抜き取る試験）を行い、原子炉容器の底部に残留するナトリウム量は、設計通りのほぼ1m³程度であったことを確認）

【総合機能試験手順】

原子炉容器内のアルゴンガスを加圧状態（約0.55気圧）として、抜き取り先のタンク内を減圧（約-0.7気圧まで減圧）し、メンテナンス冷却系入口配管経由で原子炉容器内のナトリウムを抜き取る。



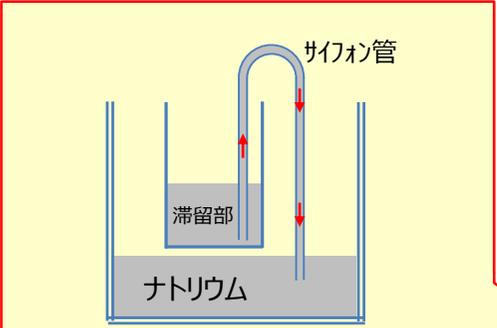
総合機能試験時系統図

注1) メンテナンス冷却系
 1次主冷却系設備等のメンテナンス時に、炉心の崩壊熱及び他の残留熱を除去するために使用される冷却系
 3ループある主冷却系とは別に1ループ設置

1次系ナトリウムの抜き取り（ナトリウム滞留箇所への対処法）

③原子炉容器（底部）等に残留するナトリウムの抜き取り（イメージ）（1/2）

仏国スーパーフェニックスの例

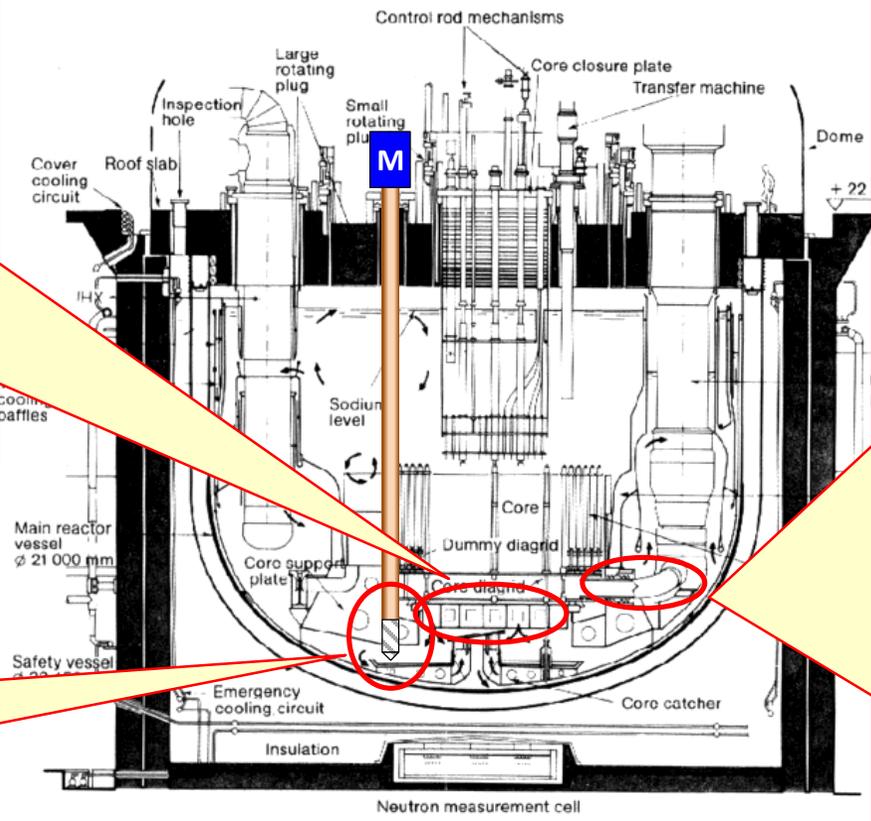


サイフォンの原理を用いて、炉心下部（ダイアグリッド）に滞留するナトリウムを排出

出展：IAEA-TECDOC-1405 “Operational and decommissioning experience with fast reactors”

炉上部から機械式ドリルによりナトリウム滞留部（コアキャッチャー）に孔をあけ、ナトリウムを排出

出展：IAEA-TECDOC-1405 “Operational and decommissioning experience with fast reactors”



スーパーフェニックスの1次系断面図

出展：“Recent Sodium Technology Development for the Decommissioning of the Rapsodie and Superphénix Reactors and the Management of Sodium Wastes”, p.100-110, Nuclear Technology Vol.150 Apr. 2005

05-11-2013 Tue 07:27:00
05-11-2013 Tue 07:31:01
Camera coast porteur
Camera bras
Bellows seal 13L (+ 300L)
配管・ベローズ
ロボット
レーザーヘッド
Pipe 11L
Casing 16L
2013 Thu 07:41:37
Camera bras

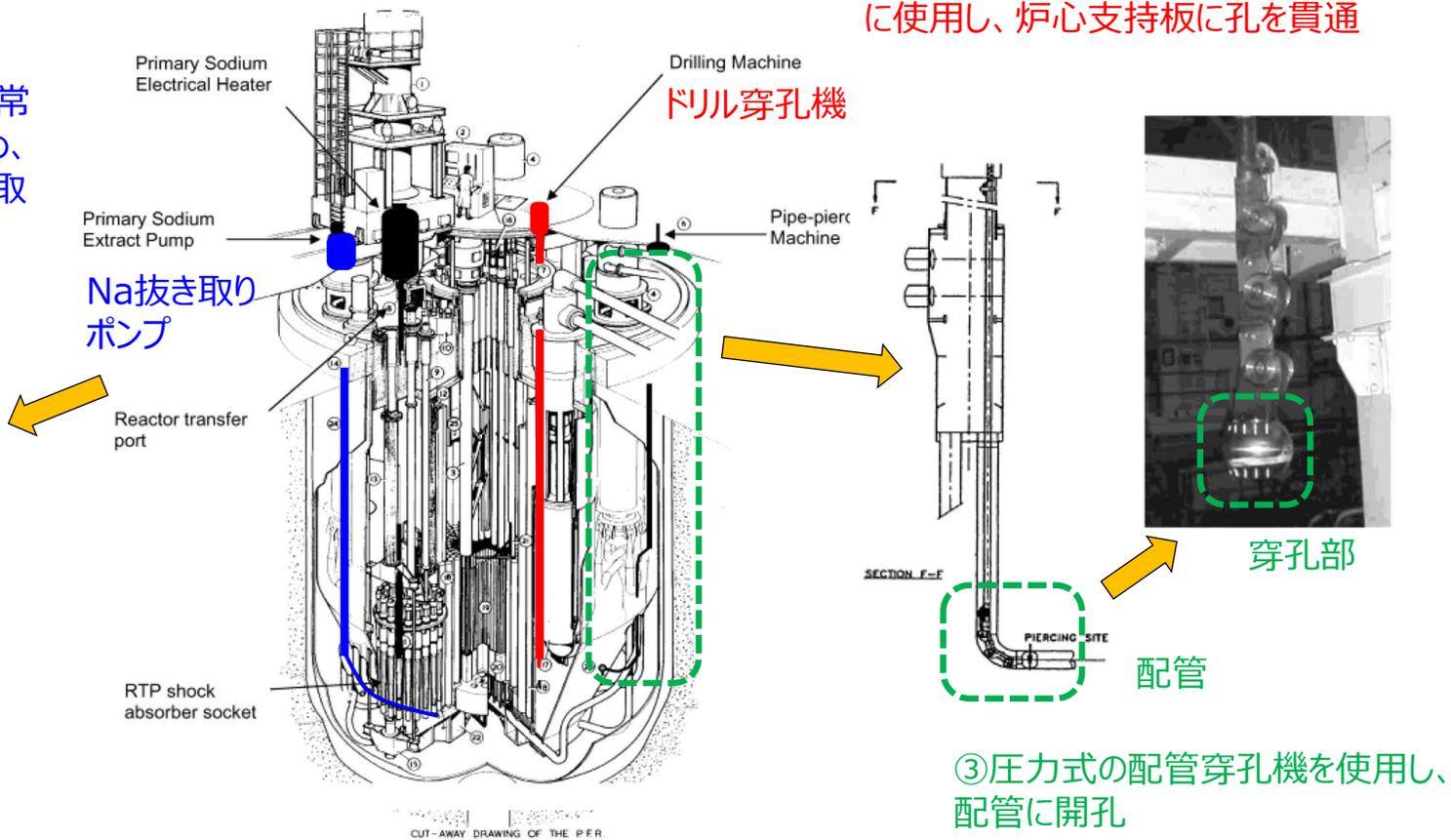
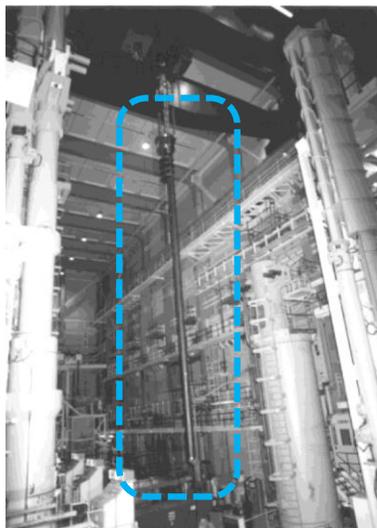
遠隔操作ロボットでナトリウム滞留部（配管ベローズ）にレーザーで穴をあけ、ナトリウムを排出

出展：Control and maintenance of the Superphenix knowledge and its specific sodium skills through an innovative partnership between EDF and AREVA, PREDEC 2016, February 16-18, Lyon, France

③原子炉容器 (底部) 等に残留するナトリウムの抜き取り (イメージ) (2/2)

英国PFR炉の例

① 1次容器のナトリウムは通常設備ではドレンできないため、窒素駆動のナトリウム抜き取りポンプを炉上部に設置



② 炉心支持板ドリル穿孔機をドレン前に使用し、炉心支持板に孔を貫通

③ 圧力式の配管穿孔機を使用し、配管に開孔

Fig. 3. Diagrammatic representation of the reactor-based equipment.

出典: D. V. SHERWOOD et al., "THE DOUNREAY PFR LIQUID-METAL DISPOSAL PROJECT", p.44-55, Vol.150, NUCLEAR TECHNOLOGY Apr. 2005

フェニックスについては、スーパーフェニックスの経験を踏まえて今後具体的な計画を検討

2次系ナトリウムの抜き取り

基本方針

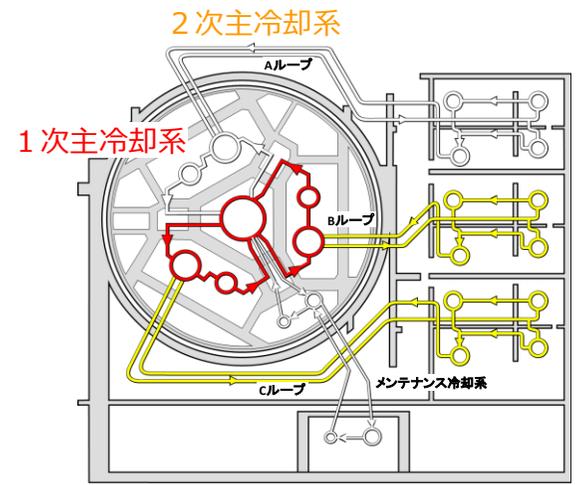
- 安全確保を前提に、崩壊熱が放散熱よりも低く、除熱機能が不要であることを踏まえ、ナトリウム漏えい・燃焼リスク低減のため、段階的に2次系ナトリウムの抜き取りを実施。
- 通常のメンテナンス時に使っているナトリウム抜き取り方法で抜き取りを実施。
- 全てのナトリウムを抜き取るには、一時保管用タンクの設置が必要。また、配管勾配の関係で弁に残留するナトリウムは解体前にナトリウム安定化处理を実施。

2次系ナトリウムの保有量と保管容量

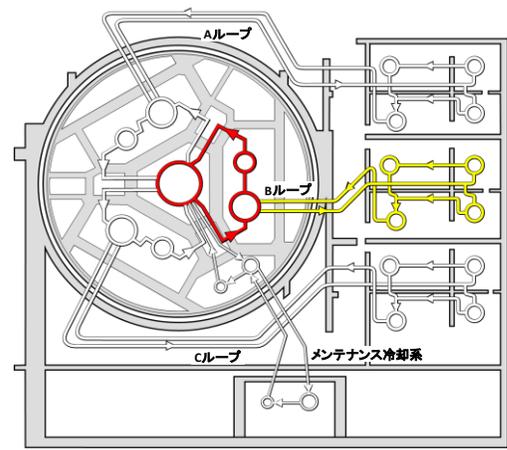
保有量	保管容量	差分	備考
約840m ³	約800m ³	約40m ³	差分を一時保管用タンク（約25m ³ ×2）で賄う。

① 2ループ分の抜き取り
準備が出来次第、2ループドレン

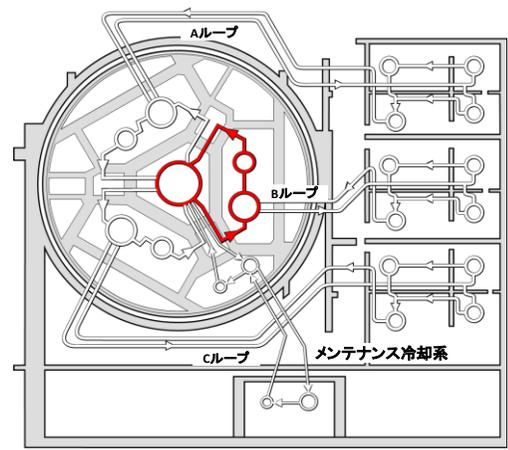
② 全抜き取り
一時保管用タンク設置後、第1回設備点検に着手するまでに2次ナトリウム系を全ドレン



平成30年1月現在のプラント状態



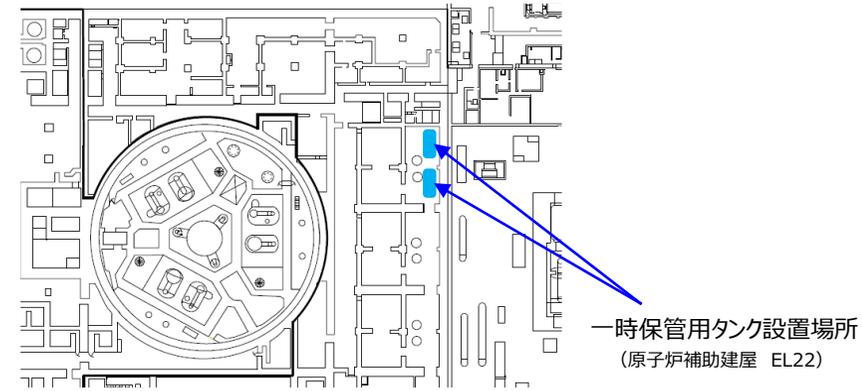
2ループドレン実施後のプラント状態



2次系全ドレン後のプラント状態

工事概要と工事時の安全対策

- ナトリウム漏えい対策工事で同様の工事実績あり（平成15年5月～6月）
（同じ場所（A-232室：右図参照）に設置）
- 2次ナトリウム純化系配管及び2次アルゴンガス系配管と接続
 - 既設配管を切断する際はアルゴンガス雰囲気を維持できるようにビニールバッグ方式で行うとともに、ナトリウムを溶融させない温度管理を行う。
 - 工事の実施に際しては、消防法上の第3類危険物の適用のための諸手続きを実施
 - 設置者の自主管理の下、溶接検査を実施



その他の安全対策

【タンクの設計】

- 最高使用圧力・温度条件で健全性が保てること
- 既設ダンプタンクと同等の構造・耐震強度を有すること
（1.0の水平方向震度（タンクにかかる最大加速度：1.0G）で健全性が保てること）

【ナトリウム移送時の安全対策】

- 下記に示す項目の確認後に、オーバーフロータンクから一時保管用タンクへ移送
- 移送時には一時保管用タンクのナトリウム液位計にて監視
 - 一時保管用タンクに40m³以上の受入可能容量があること。
（幾何学容積の10%の空間容積を確保）
 - 一時保管用タンク、移送用配管及びカバーガス供給配管の予熱（約130℃）が完了していること。
- 万一のナトリウム漏えいへの対策として、ナトリウム捕集パン（鋼製ライナー）の設置とナトレックス消火器の配備等を実施

