

新潟県中越沖地震発生時の 柏崎刈羽原子力発電所の 運転データについて

2007年8月10日

東京電力株式会社



東京電力

TEPCO

0. はじめに

原子力安全にとって最も重要な機能

★「止める」

⇒ スクラム ⇒ 全制御棒全挿入

★「冷やす」

⇒ 原子炉水位を確保

⇒ 原子炉水を100°C未満 ⇒ 冷温停止

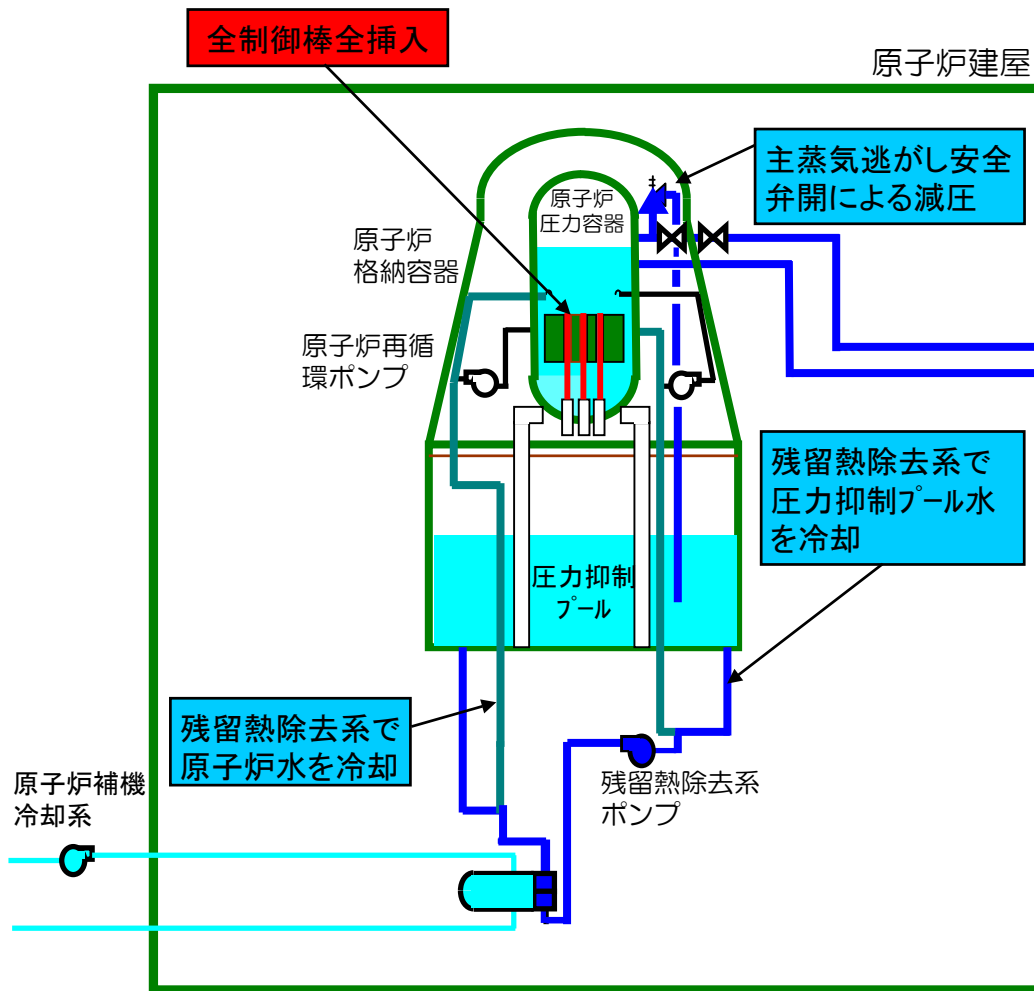
★「閉じ込める」

⇒ 五重の壁 ⇒ 環境へ影響を与える放出は無し

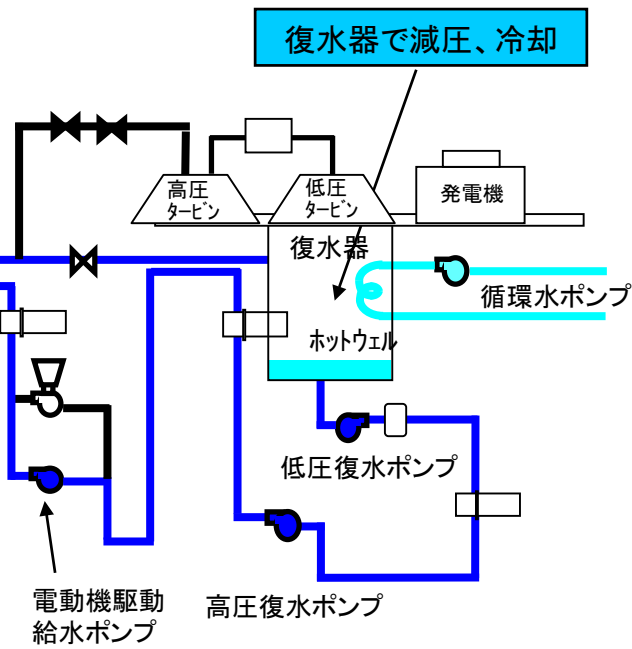
地震後もこれらの機能は確保

「止める」、 「冷やす」、 「閉じ込める」

止める



冷やす



- 5重の壁で閉じ込める
- ①燃料ペレット
 - ②燃料被覆管
 - ③原子炉圧力容器
 - ④原子炉格納容器
 - ⑤原子炉建屋

閉じ込める

1. 「止める」

H19.7.16 10時13分 新潟県中越沖地震発生

【地震発生前後のプラントの状況】

	地震発生前	地震発生後
1号機	定検停止中	←
2号機	起動中(未臨界)	自動スクラム
3号機	定格熱出力一定運転	自動スクラム
4号機	定格熱出力一定運転	自動スクラム
5号機	定検停止中	←
6号機	定検停止中	←
7号機	定格熱出力一定運転	自動スクラム

1. 「止める」

地震発生

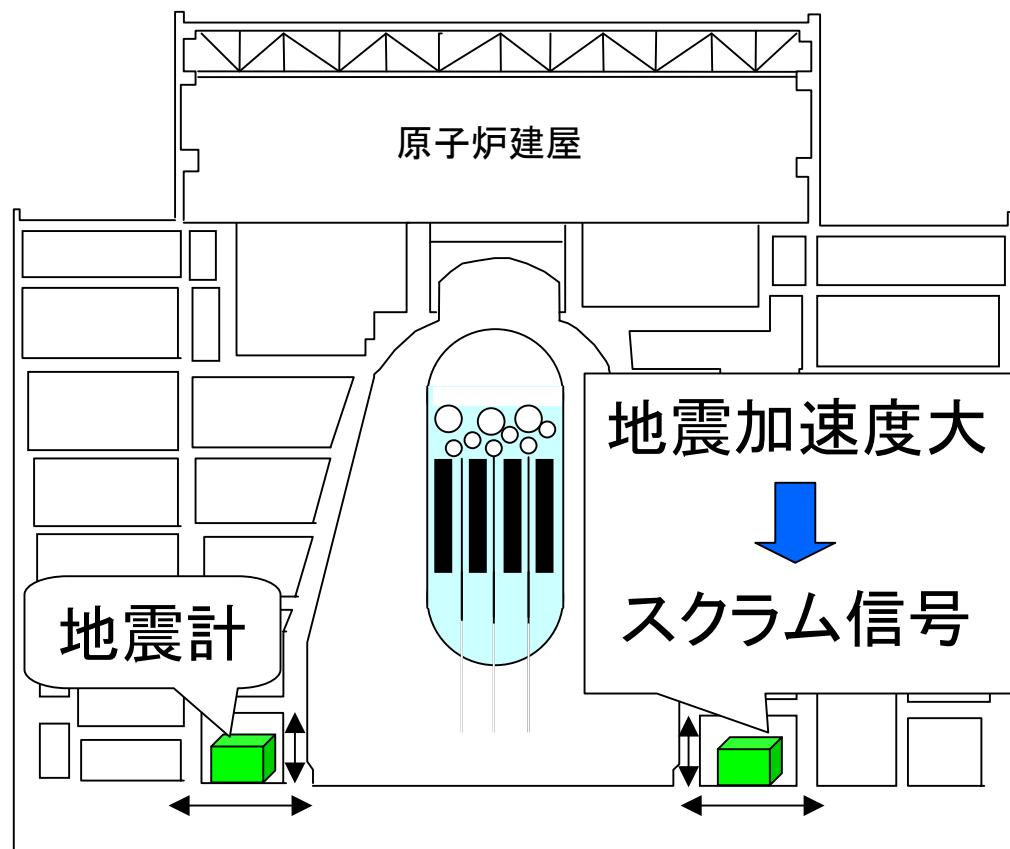


地震加速度大



原子炉自動スクラム

- ・全制御棒全挿入



地震発生

1. 「止める」

当直長は制御盤にて原子炉自動スクラム及び全制御棒全挿入を確認

(参考) 【スクラムに関連する信号の記録状況】

発生信号	2号機	3号機	4号機	7号機
10時13分 地震加速度大	計算機 打出し※1	←	←	←
10時13分 原子炉自動 スクラム	計算機 打出し※1	←	←	←
10時13分 全制御棒全挿入	チャート※2	計算機 打出し※1	←	←

地震発生直後の計算機打出し
(K4の例)

#101327 CB023 地震加速度大トリップ	ON
#101327 CD566 B系原子炉自動スクラム B 2	ON
#101327 CD507 A系原子炉自動スクラム A 2	ON
101327 CB087 原子炉スクラム	ON
101328 TD432 RFP-T A 油移送ポンプ 起動	OFF
101328 AD182 RBM CH・A バイパス	ON
101328 AD183 RBM CH・B バイパス	ON
101328 CD610 速度制御器A 自動モード	OFF
101328 CD611 速度制御器B 自動モード	OFF
#101327 CD505 A系原子炉自動スクラム A 1	ON
#101327 CD565 B系原子炉自動スクラム B 1	ON
#101328 SSMバイパス 全項目	
101328 CD356 制御棒ドリフト警報	ON
101328 CD975 スクラムパイロット弁空気ヘッド圧力低	ON
スクラムパイロット弁空気ヘッド圧力高/低	
101328 AD146 APRM下限	ON
101328 CD359 制御棒引抜阻止	ON
101329 CD380 全制御棒全挿入 CH・A	ON
101329 CD381 全制御棒全挿入 CH・B	ON

※1: スクラム信号が発生した場合や主要機器が動作した場合は、計算機打出しに記録される。

※2: 2号機では、地震発生後数分間の計算機打出しが欠測したり印字時間のずれが生じていたため、中性子束チャートで代替。

原子炉は停止

2. 「冷やす」

1) 原子炉水位を維持する。

L3以上

2) 原子炉水が沸騰しない
状態まで冷やす。

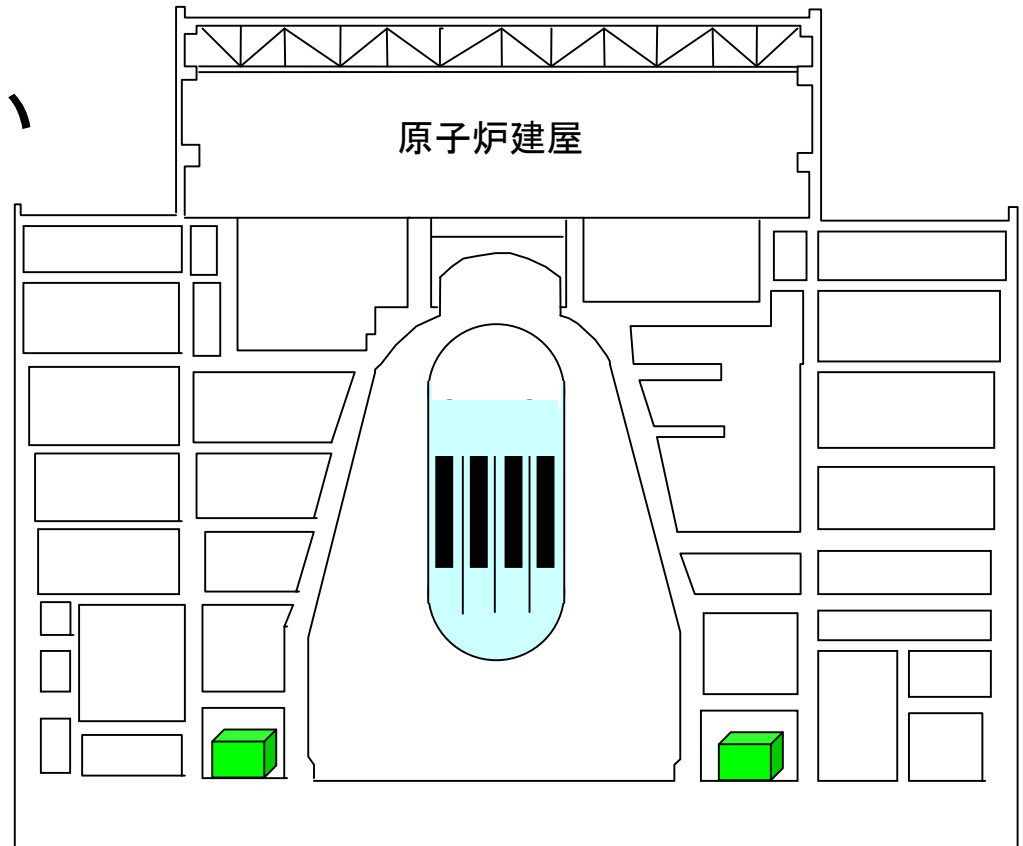
a) 原子炉水温度

100°C未満

(冷温停止)

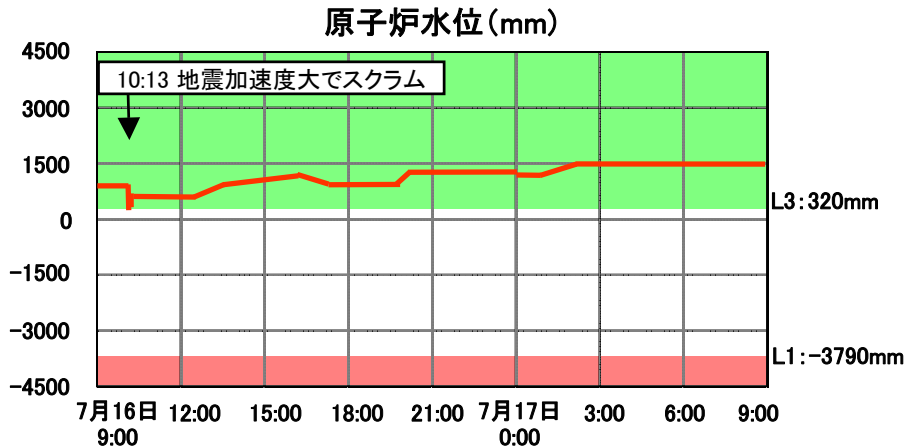
b) 原子炉圧力

大気圧(0MPa)

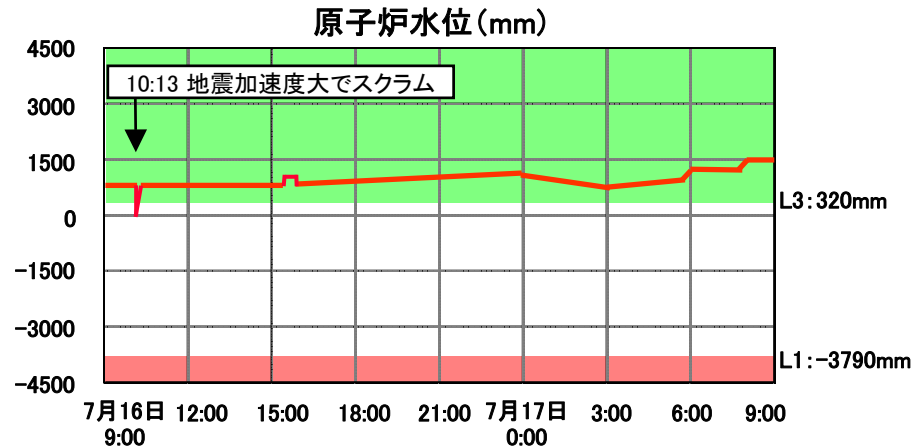


2. 「冷やす」

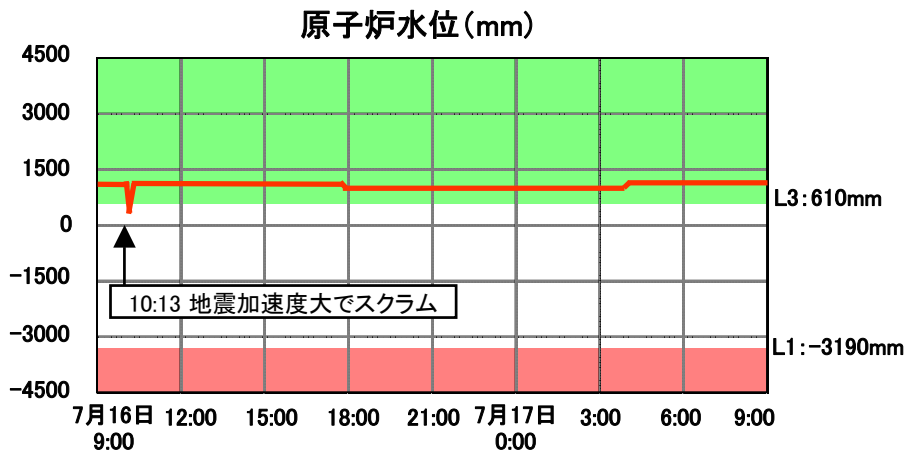
各プラントとも事象収束以降原子炉水位は維持



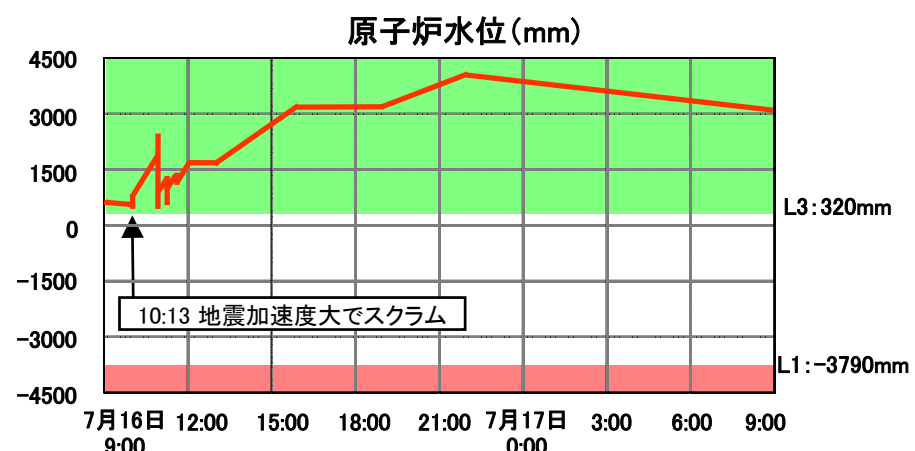
3号機定格熱出力一定運転中



4号機定格熱出力一定運転中



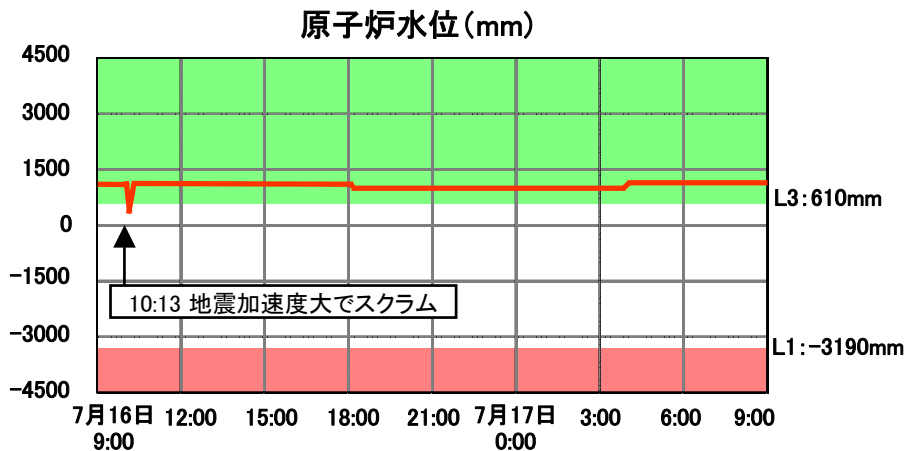
7号機定格熱出力一定運転中



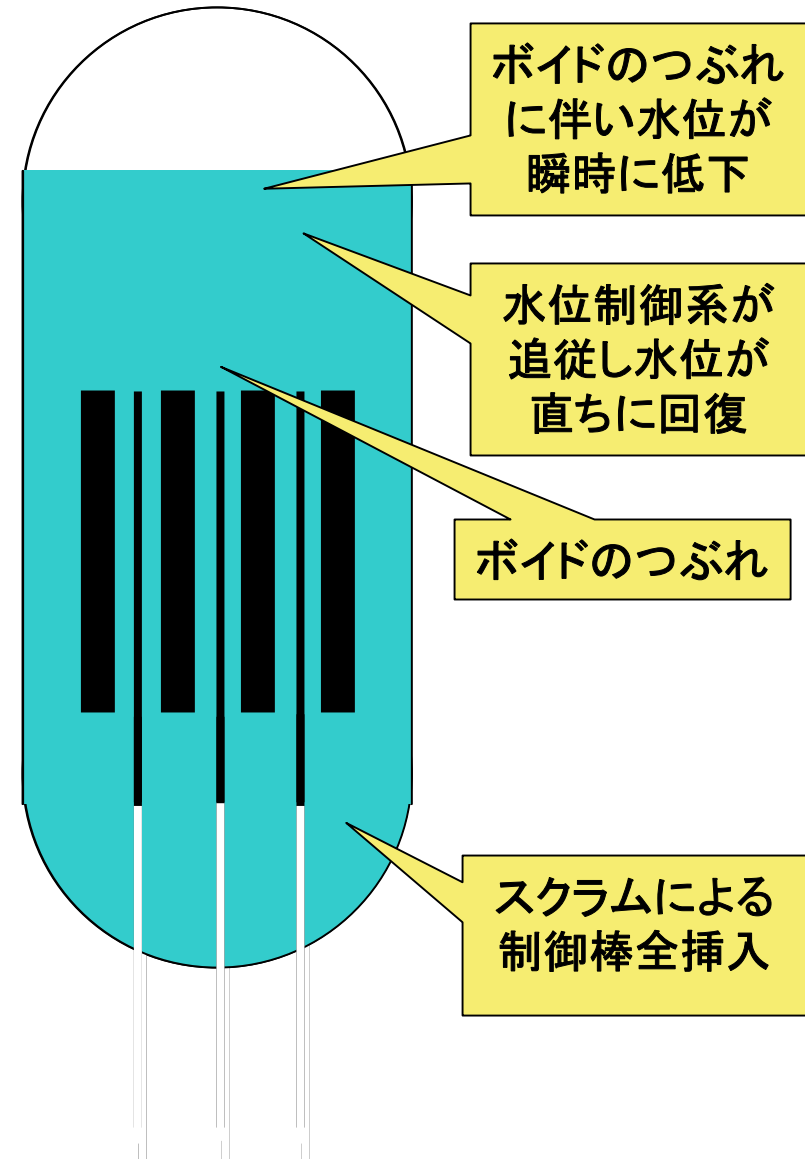
2号機起動中(未臨界)

2. 「冷やす」

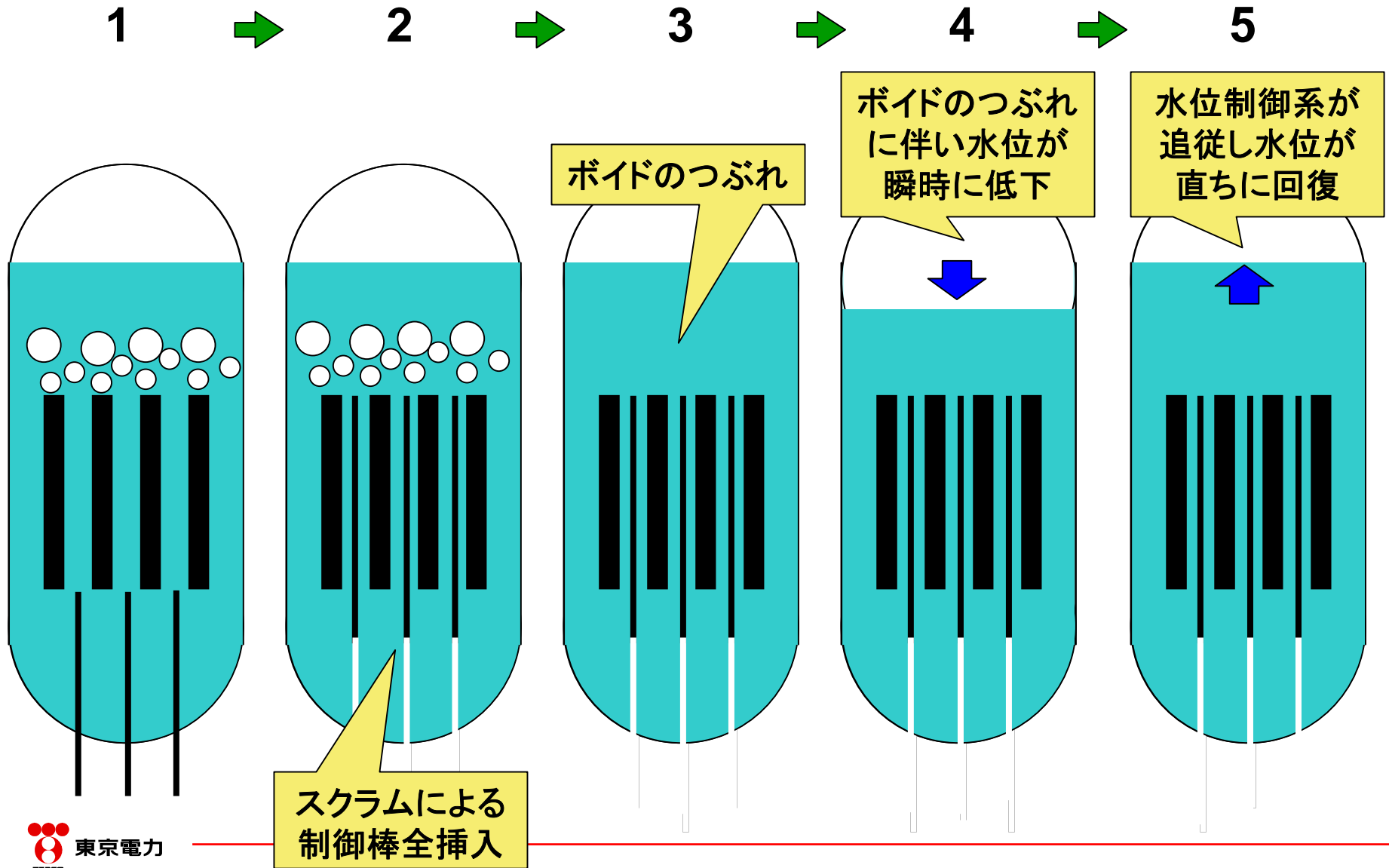
【スクラム直後の原子炉水位の挙動】
運転中プラントでは、原子炉自動スクラム後、全制御棒全挿入により出力が低下し、ボイド(気泡)がつぶれ、原子炉水位が瞬間的に低下する。
今回も同様の現象が発生している。



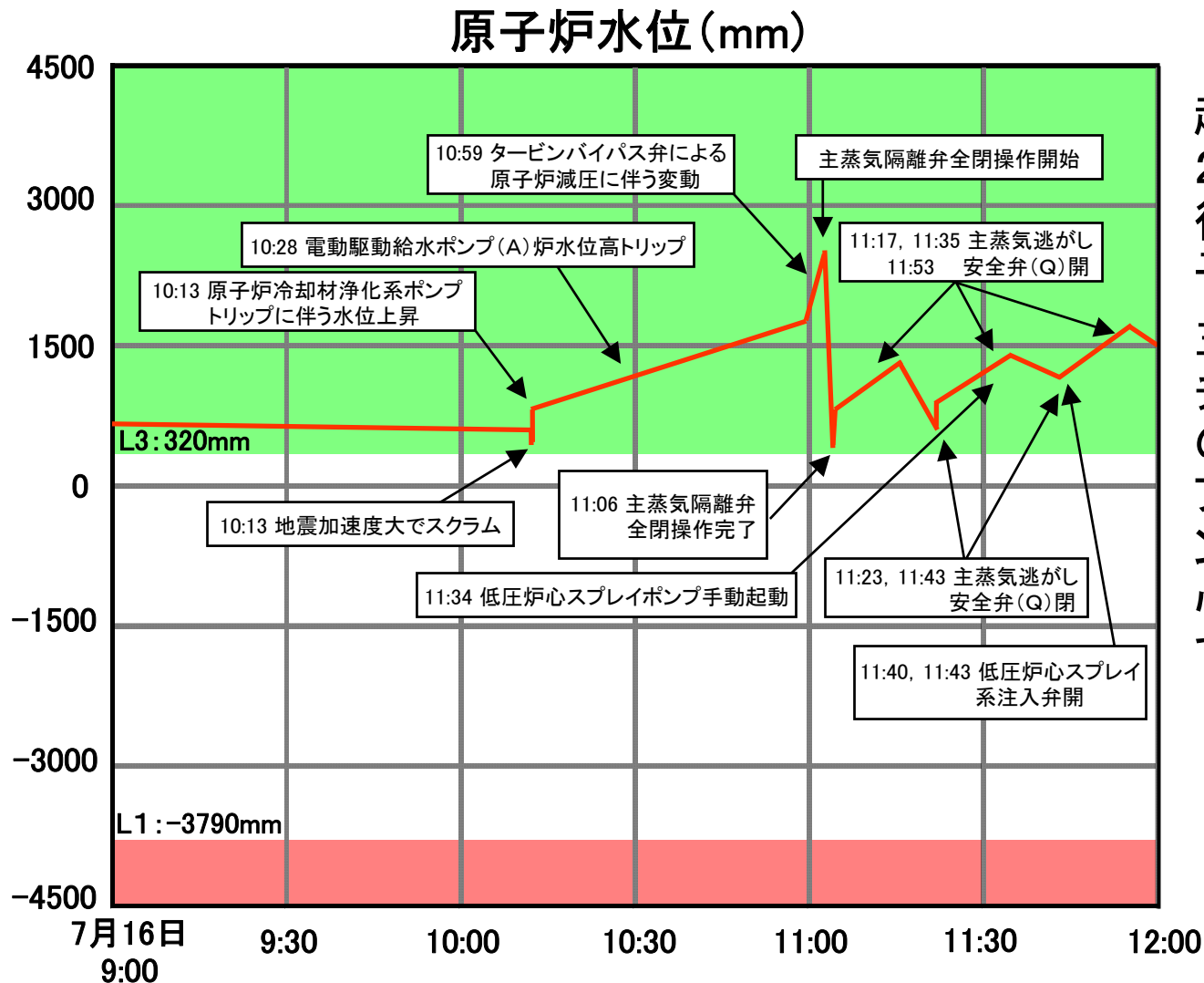
7号機定格熱出力一定運転中



スクラム直後の原子炉水位の挙動



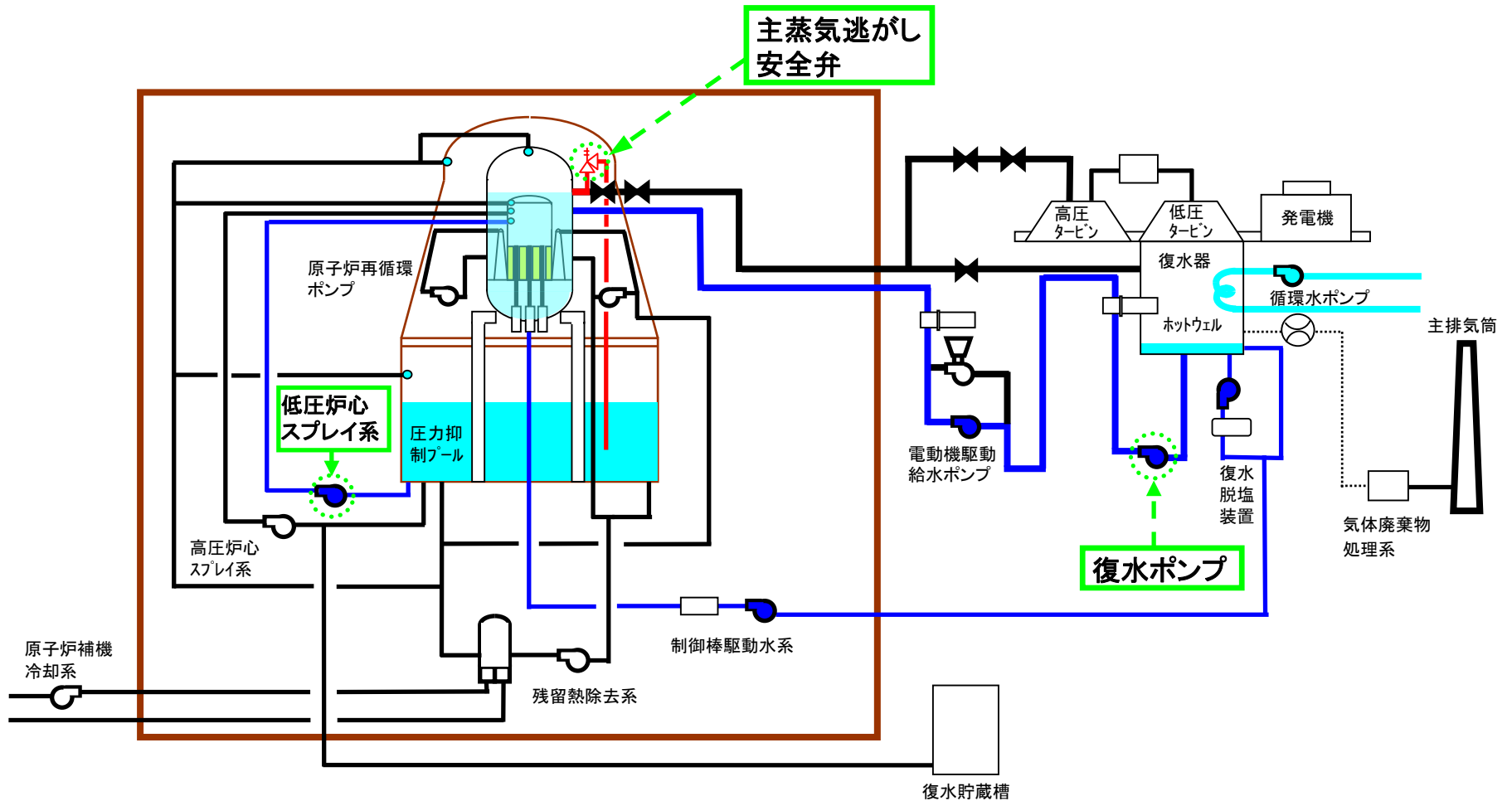
2. 「冷やす」



起動中(未臨界)の2号機においては、復水ポンプにより原子炉水位を維持。主蒸気逃がし安全弁による減圧操作の過程で、復水ポンプ、制御棒駆動水ポンプに加えて低圧炉心スプレイ系も用いて冷却水を補給。

2. 「冷やす」

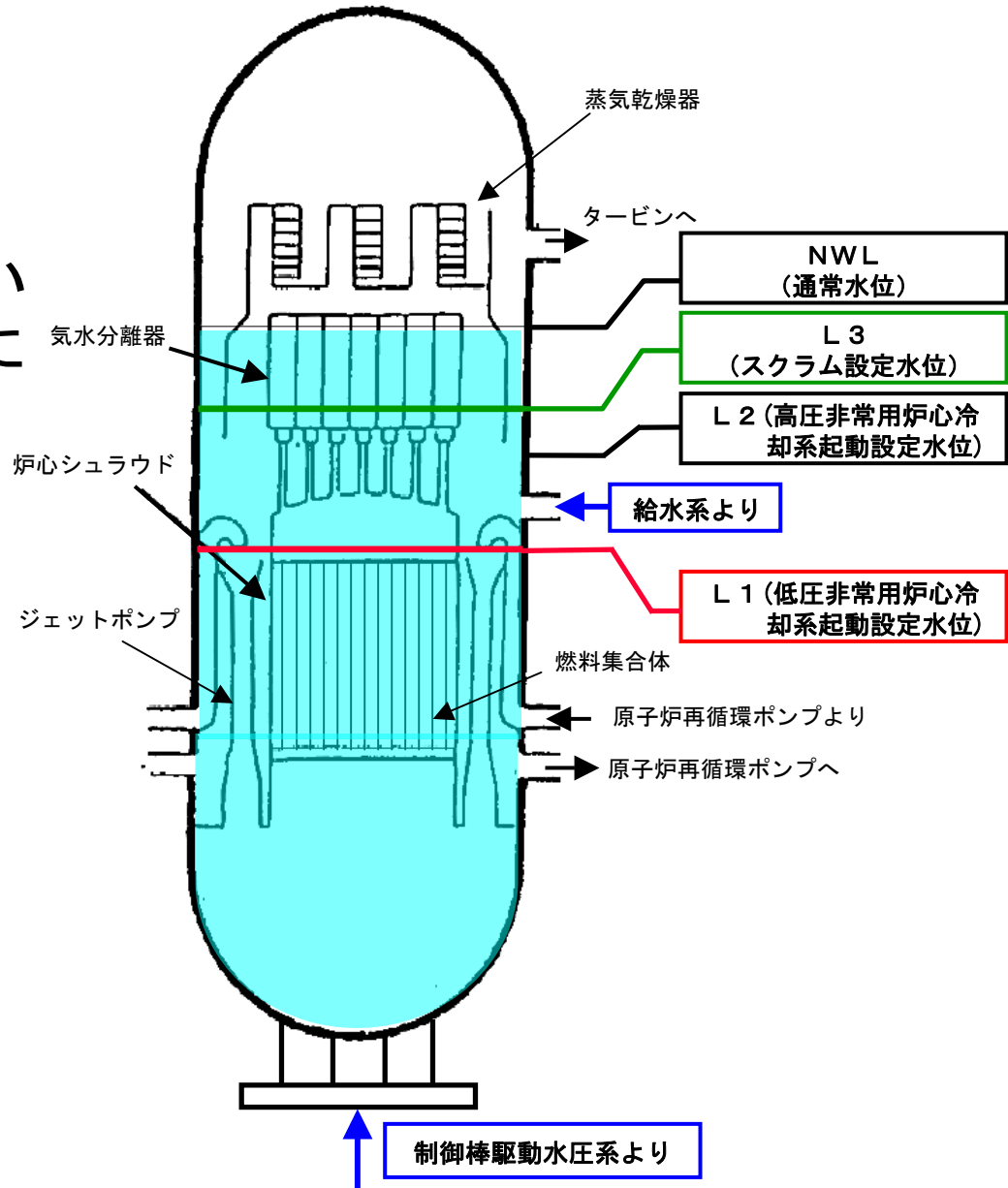
【2号機での注水方法(実績)について】



2. 「冷やす」

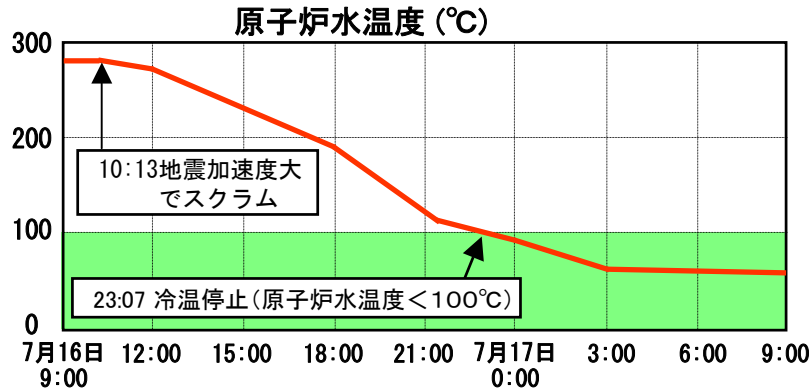
原子炉停止後の操作において原子炉水位をL3以上に維持する手段

- 「給復水系」
- 「制御棒駆動水圧系」
- 「低圧炉心スプレイ系」
- 「高圧炉心スプレイ系」等

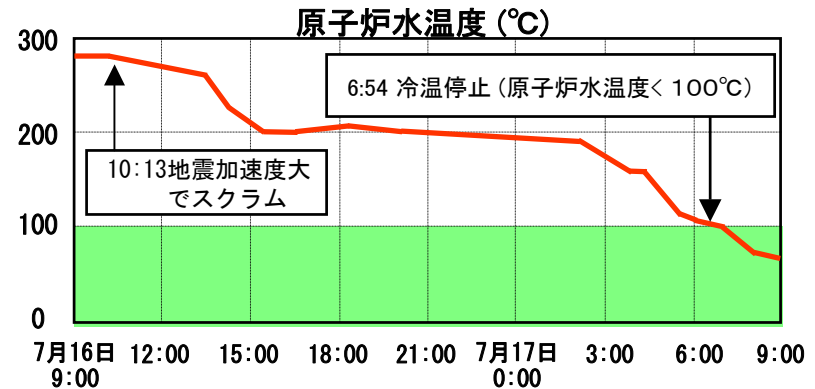


2. 「冷やす」

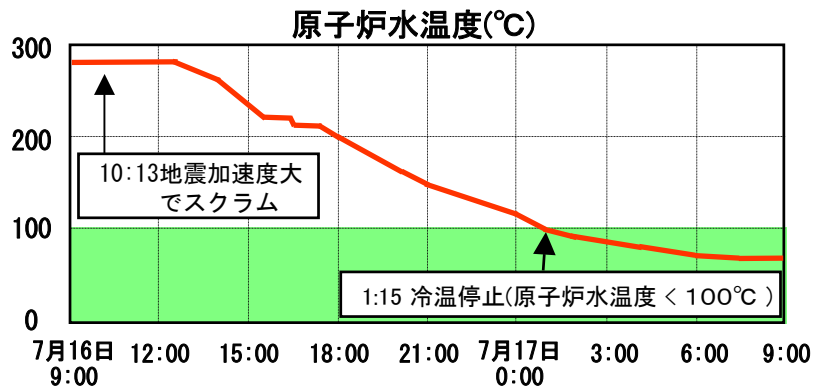
各プラントとも原子炉水温度は100℃未満まで冷却。



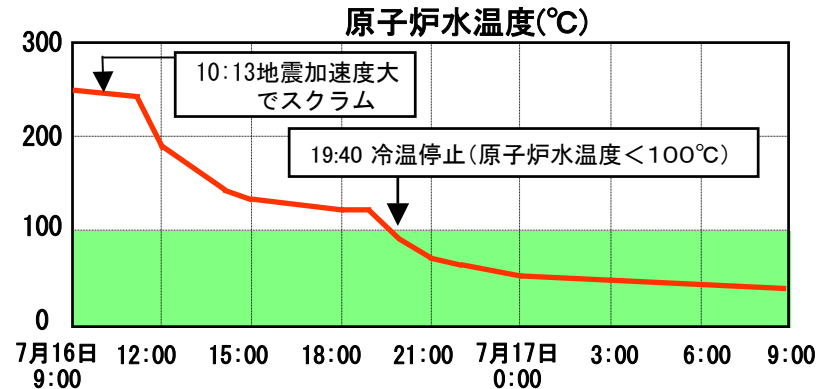
3号機定格熱出力一定運転中
(H19.7.16 23:07 冷温停止)



4号機定格熱出力一定運転中
(H19.7.17 6:54 冷温停止)



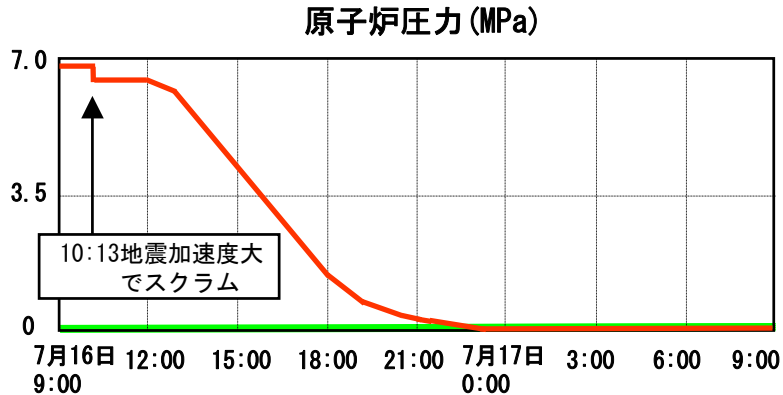
7号機定格熱出力一定運転中
(H19.7.17 1:15 冷温停止)



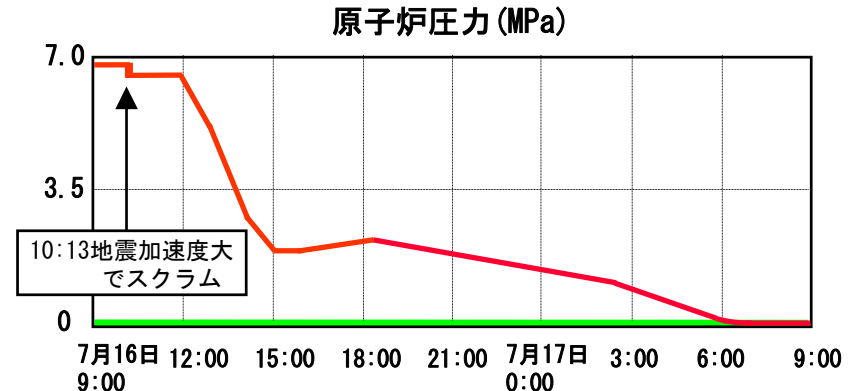
2号機起動中(未臨界)
(H19.7.16 19:40 冷温停止)

2. 「冷やす」

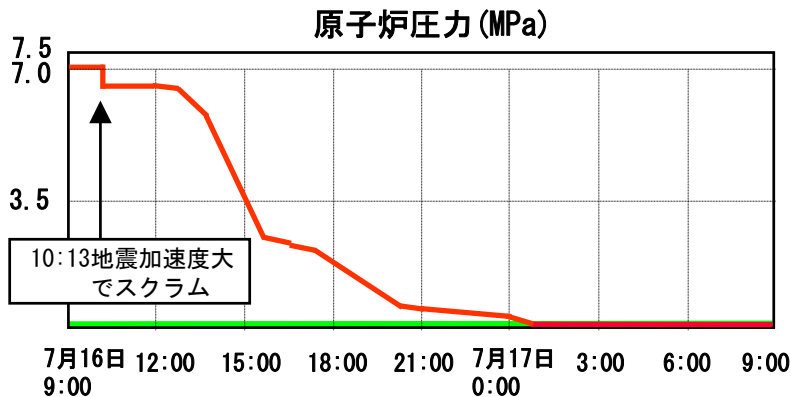
各プラントとも原子炉圧力は大気圧(0MPa)まで減圧。



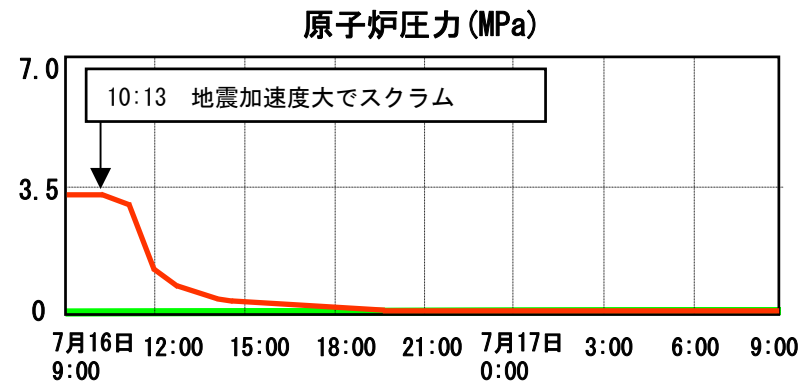
3号機定格熱出力一定運転中
(H19.7.16 23:07 減圧完了)



4号機定格熱出力一定運転中
(H19.7.17 6:54 減圧完了)



7号機定格熱出力一定運転中
(H19.7.17 1:15 減圧完了)



2号機起動中(未臨界)
(H19.7.16 19:40 減圧完了)

2. 「冷やす」

原子炉スクラム後の崩壊熱を除去する方法は以下の2通り

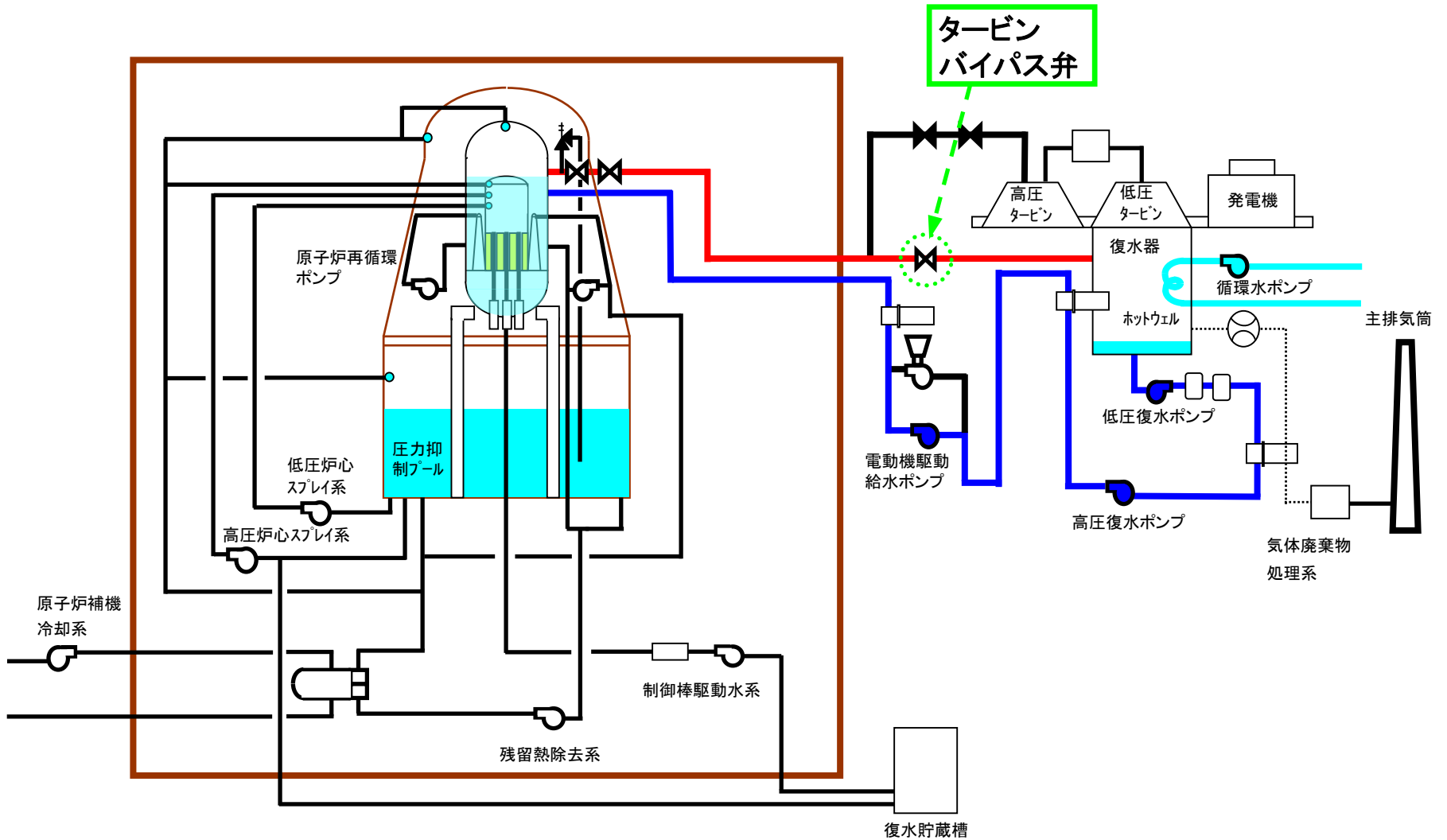
1. タービンバイパス弁を用いた冷却
原子炉で発生した蒸気を、タービンバイパス弁を通じて復水器※¹で冷却
2. 主蒸気逃がし安全弁を用いた冷却
原子炉で発生した蒸気を、主蒸気逃がし安全弁を通じて圧力抑制プール※²で冷却

※1：海水で直接冷却

※2：残留熱除去系及び原子炉補機冷却系を介して海水で間接冷却

2. 「冷やす」

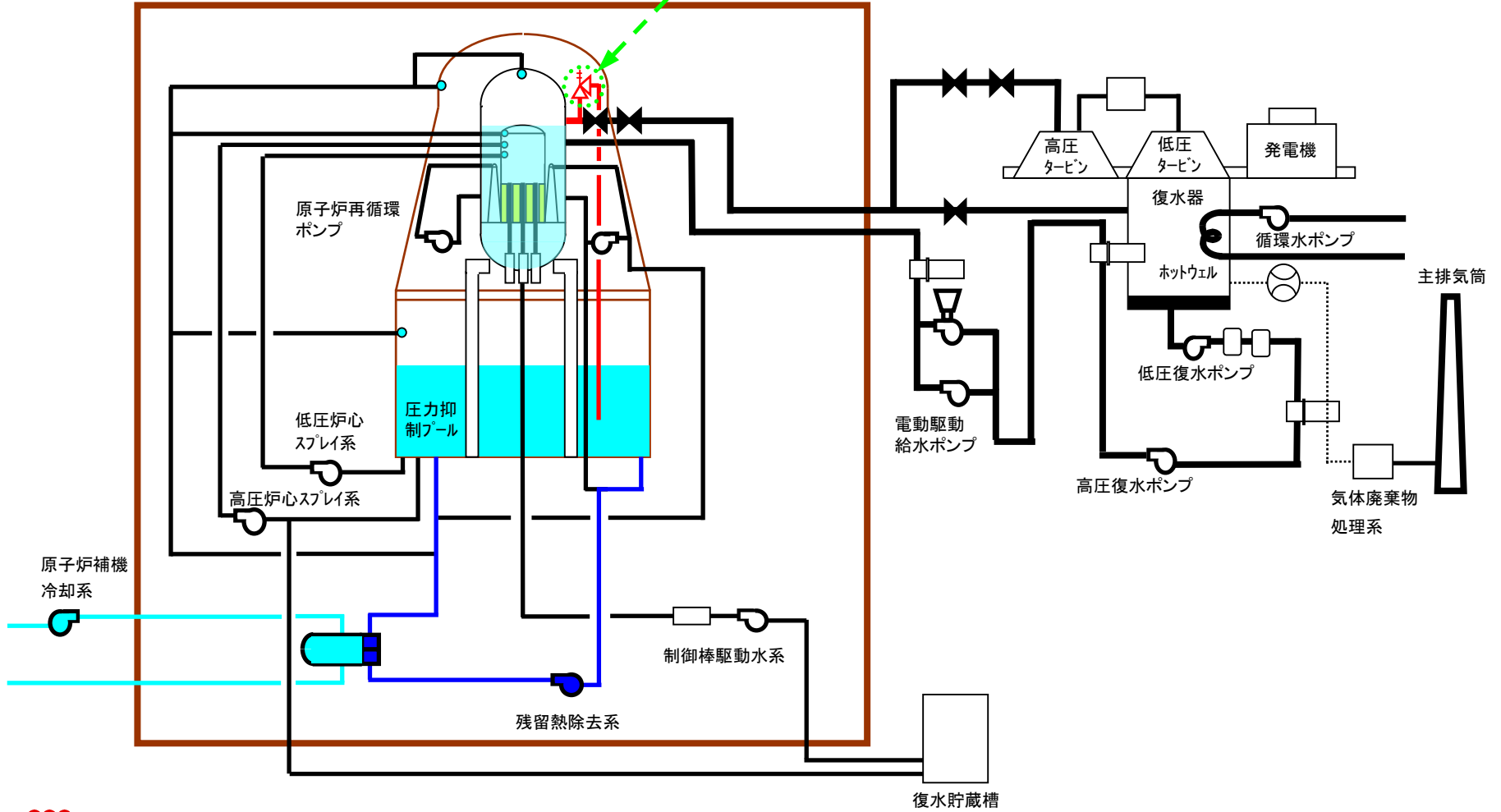
【タービンバイパス弁を用いた冷却】



2. 「冷やす」

【主蒸気逃がし安全弁を用いた冷却】

主蒸気逃がし安全弁



(操作実績) 2. 「冷やす」

【3, 4号機定格熱出力一定運転】・・・手順書とおり

●タービンバイパス弁を用いて復水器で冷却。復水器
ホットウェルより復水ポンプで原子炉へ給水



●原子炉水温度が100°C付近で残留熱除去系停止時
冷却モードを使用しさらに冷却

3, 4号機では、復水器真空度の維持にあたり、共用の所内ボイラを使用するため、3号機、4号機の順に崩壊熱の除去操作を実施

(操作実績) 2. 「冷やす」

【7号機定格熱出力一定運転】・・・手順書とおり

●タービンバイパス弁を用いて復水器で冷却。復水器
ホットウェルより復水ポンプで原子炉へ給水



●地震により所内ボイラが停止したため、主蒸気隔離弁
を全閉し、主蒸気逃がし安全弁を用いた冷却へ切替。
復水器ホットウェルより復水ポンプで原子炉へ給水



●原子炉水温度が100°C付近で残留熱除去系停止時
冷却モードを使用しさらに冷却

(操作実績) 2. 「冷やす」

【2号機起動中(未臨界)】…手順書とおり

- 起動中であり、主蒸気流量が少なく、タービンバイパス弁が全閉状態



- 主蒸気隔離弁を全閉し、主蒸気逃がし安全弁を用いた冷却へ切替。復水ポンプ、制御棒駆動水ポンプに加えて低圧炉心スプレイポンプを起動し、圧力抑制プールより原子炉へ注水

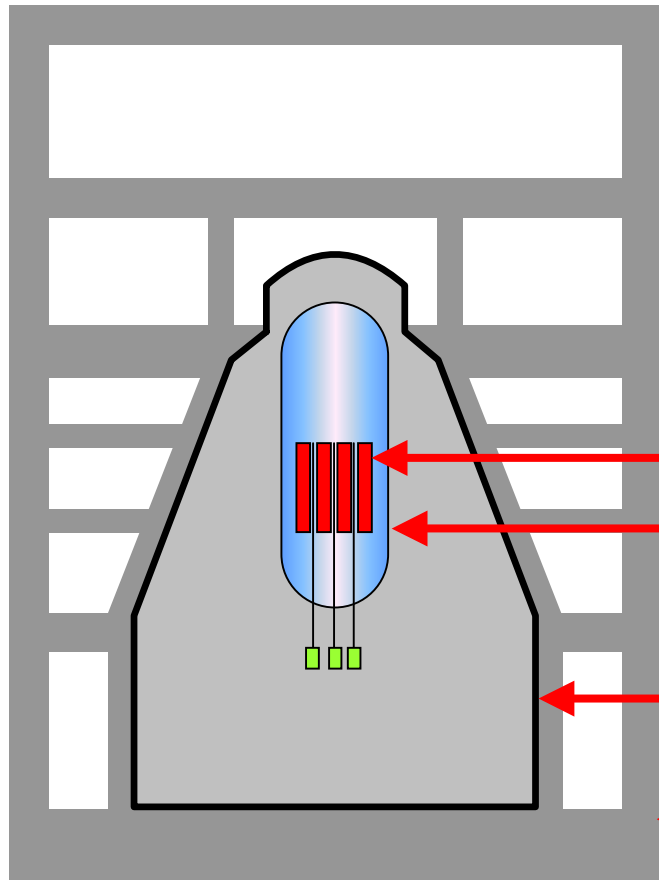


- 崩壊熱が少なく、減圧とともに原子炉水温度も低下。復水脱塩装置出口より制御棒駆動水ポンプで原子炉へ給水



- 原子炉水温度が100°C付近で残留熱除去系停止時冷却モードを使用しさらに冷却

3. 「閉じ込める」



第1の壁 ペレット

ウラン燃料を焼き固めたもの。放射性物質は、ほぼこの中に閉じ込める。

第2の壁 被覆管

約350個のペレットが丈夫な金属管の中に密閉されていて、ペレットから放出される放射性希ガスをこの中に閉じ込める。

第3の壁 原子炉圧力容器

厚さ約16cmの低合金鋼製の容器。仮に燃料棒の被覆管にピンホールなどが生じ放射性物質が漏れたとしても外に出るのを防ぐ。

第4の壁 原子炉格納容器

厚さ約3cmの格納容器の中に原子炉主要部分が収められている。万一の際、原子炉から放射性物質が出たときの防壁。

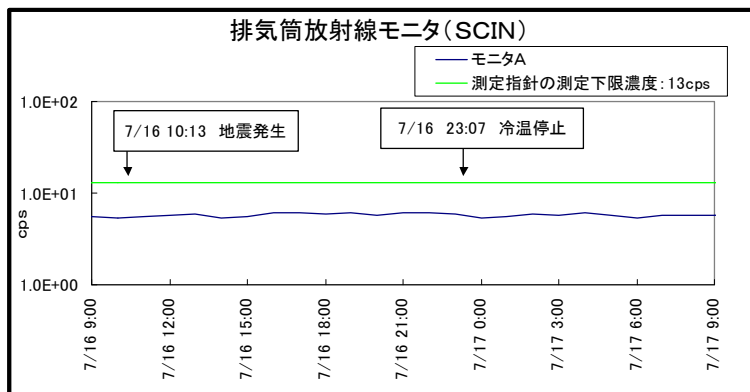
第5の壁 原子炉建屋

一番外側には厚さ約1m以上のコンクリートでできた原子炉建屋があり、放射性物質の閉じ込めに万全を期している。

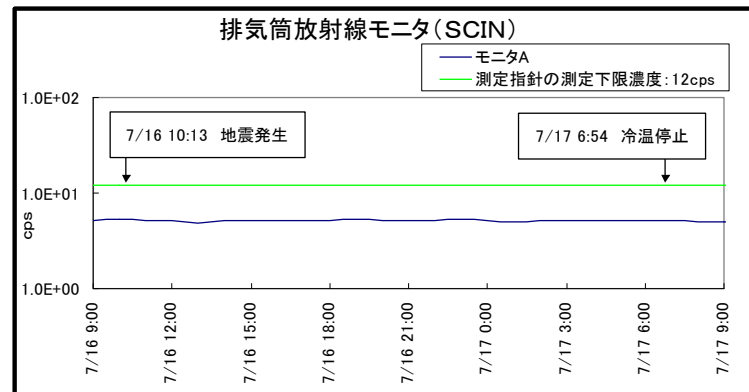
3. 「閉じ込める」

炉水及び使用済み燃料プール水のヨウ素測定の結果、いずれも燃料破損を示すようなヨウ素濃度の変化は検出されず、全号機とも燃料が健全であると評価

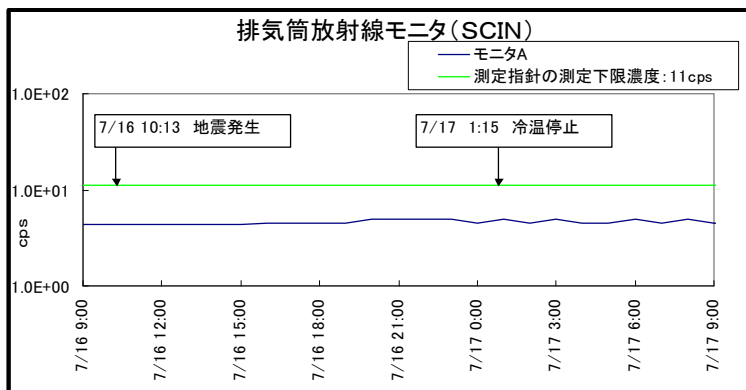
(参考) 主排気筒放射線モニタ



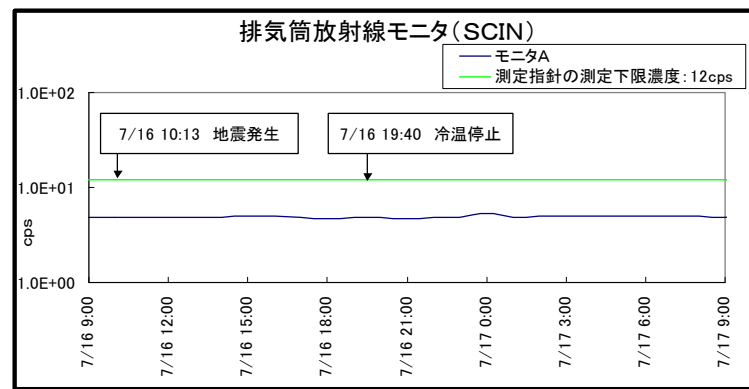
3号機定格熱出力一定運転中



4号機定格熱出力一定運転中



7号機定格熱出力一定運転中

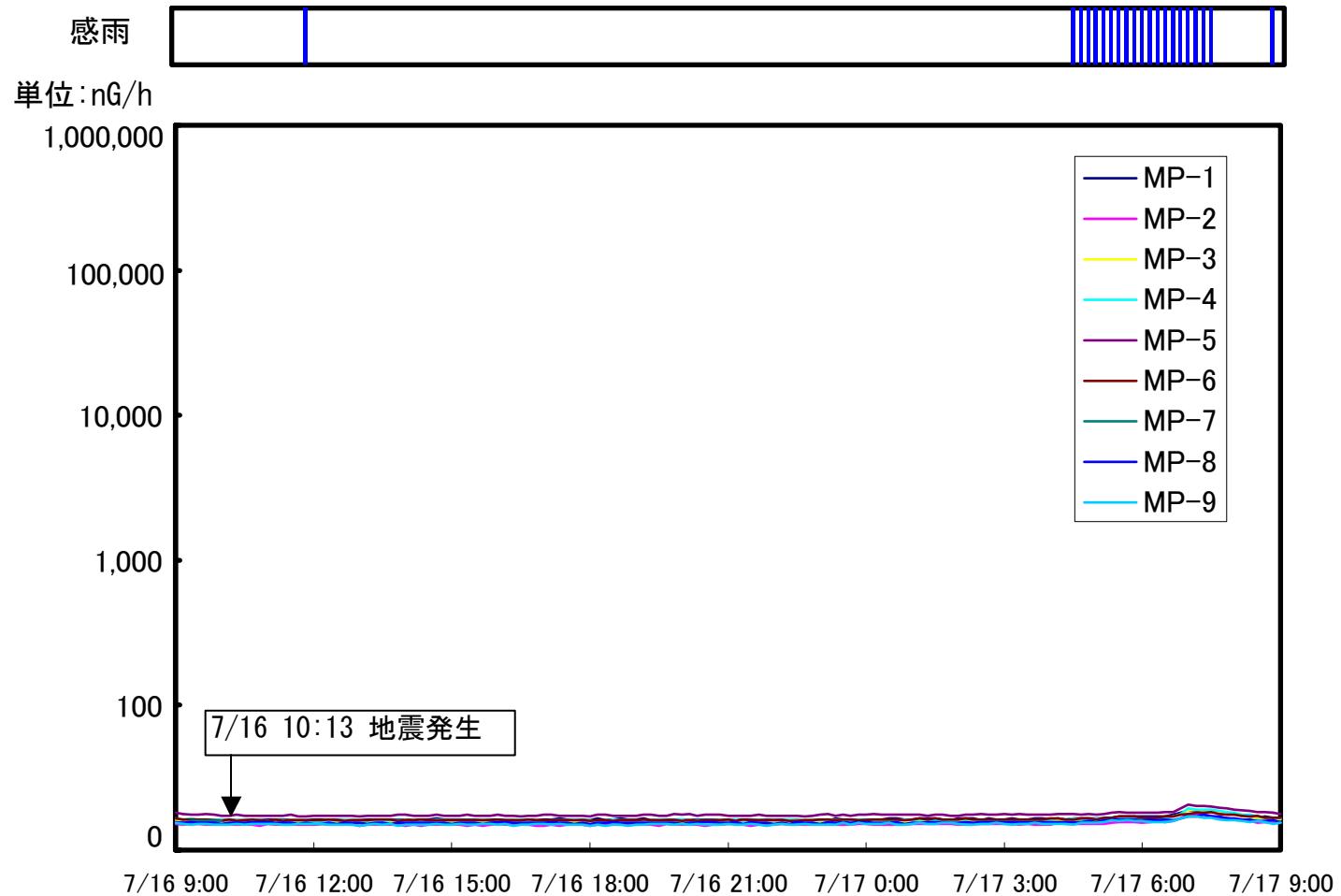


2号機起動中(未臨界)

3. 「閉じ込める」

【モニタリングポスト】

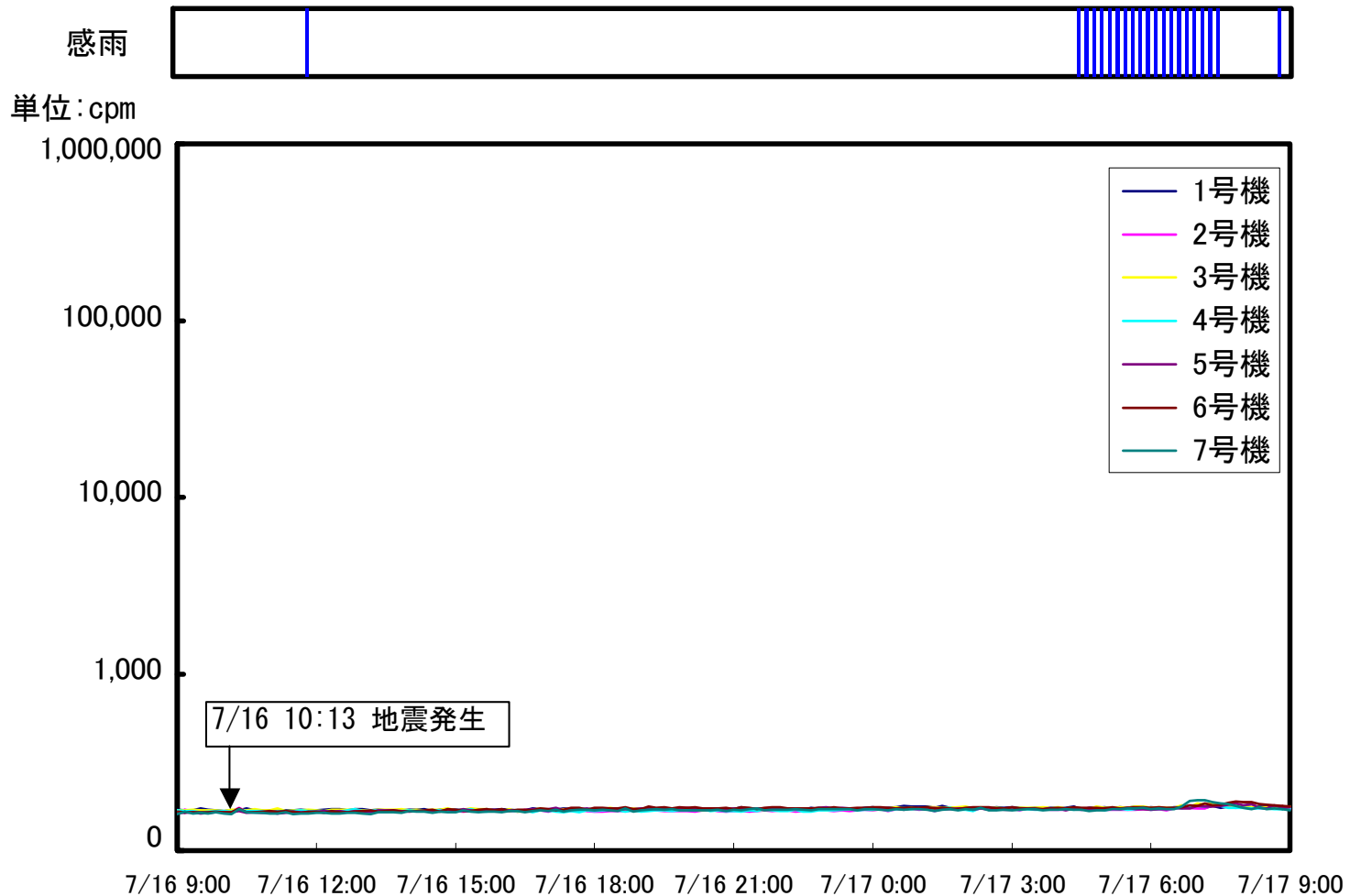
モニタリングポストリアルタイムデータ (7月16日 9:00 ~ 7月17日 9:00)



3. 「閉じ込める」

【海水モニタ】

海水モニターリアルタイムデータ(7月16日 9:00 ~ 7月17日 9:00)



(参考)

7号機主排気筒からの放射性物質の検出

<時系列>

- 7月17日13時頃、主排気筒の定期測定(週1回)において、ヨウ素および粒子状放射性物質(クロム51、コバルト60)を検出
- 同日16:00プレス発表

総放射エネルギー 約 4×10^8 ベクレル

これによって受ける放射線量は、約 2×10^{-7} ミシーベルト

(一般人が一年間に自然界で受ける量の約1000万分の1)

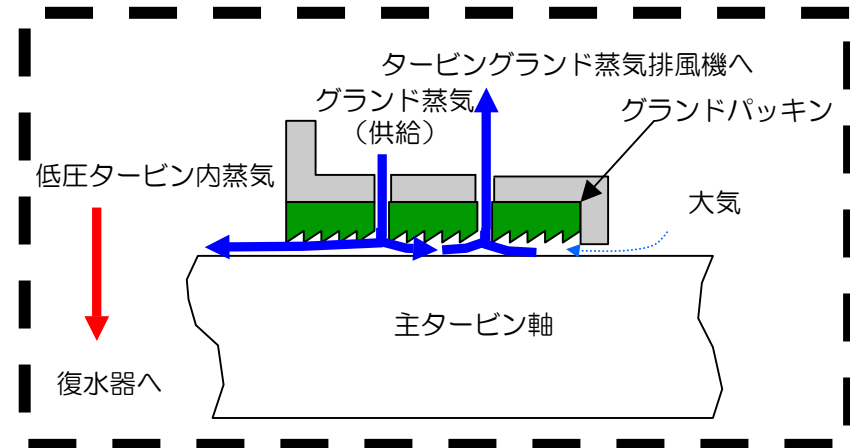
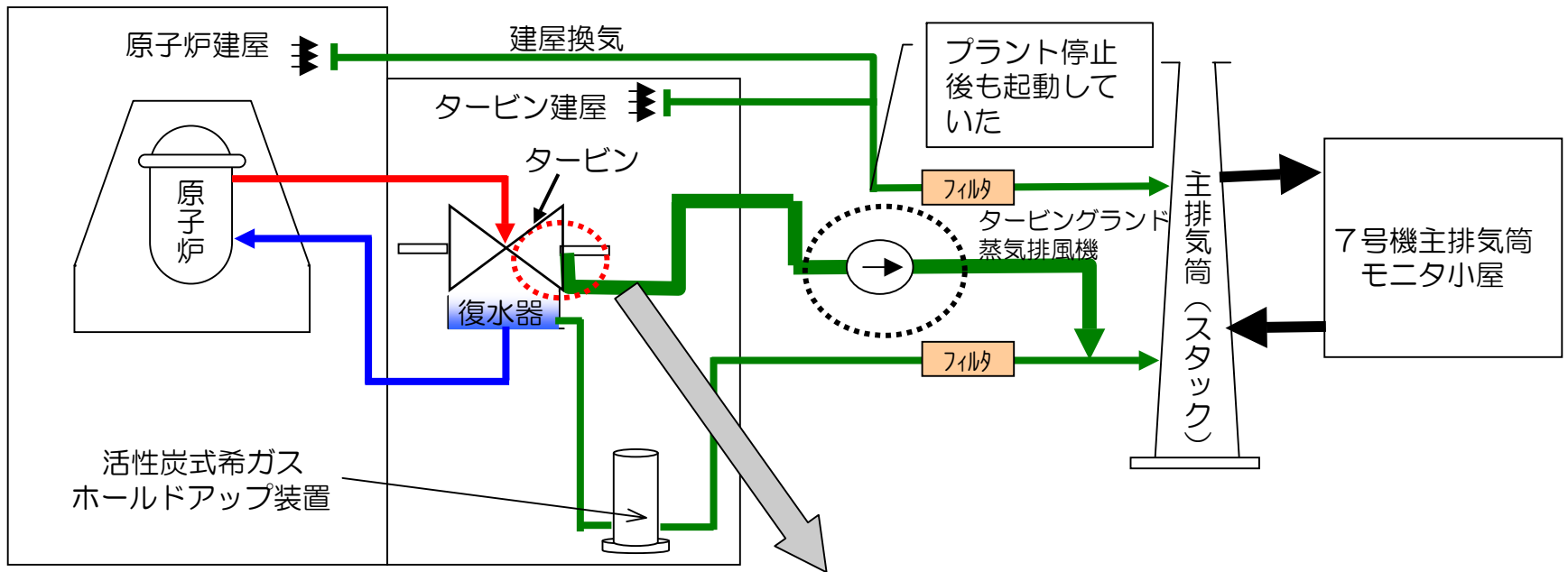
(東京～ニューヨーク往復フライトで受ける量の約100万分の1)

<発生原因>

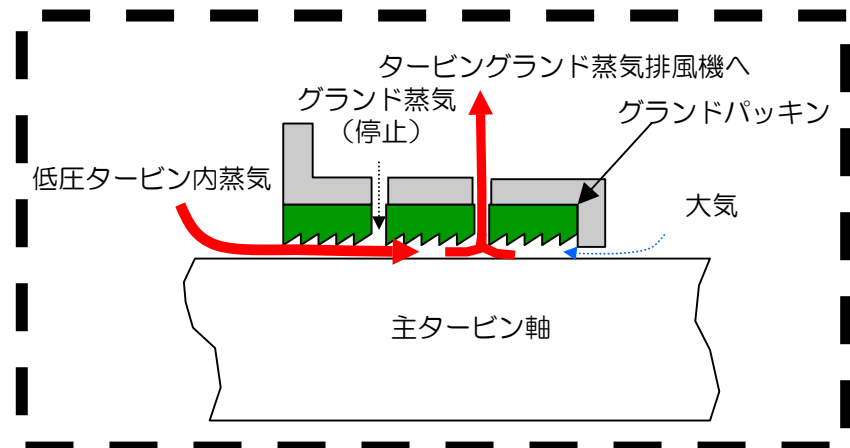
- 原子炉自動停止後、タービンランド蒸気排風機の停止操作が遅れたため、復水器内から、排気筒を経て放出されたものと推定
- 7月19日以降の測定では、放射性物質は検出されていない

(参考)

7号機 排気筒からのヨウ素放出等の状況



通常時の状態



今回の状態

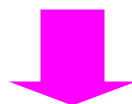
4. まとめ

原子力安全にとって最も重要な機能

★「止める」 ⇒ 全制御棒全挿入

★「冷やす」 ⇒ 冷温停止

★「閉じ込める」 ⇒ 環境へ影響を与える
放出は無し



いずれも達成



地震後も原子炉は冷温で安定した状態を保持