

新潟県中越沖地震の被害状況及び現状について

- (1) 原子力発電所の被害状況及び現状について
- (2) 放射性物質の放出・漏えいについて

2007年8月28日

東京電力株式会社



東京電力

地震の影響と対応状況

■ 新潟県中越沖地震による影響と現在までの対応状況について

(地震発生後のプラント状況について)

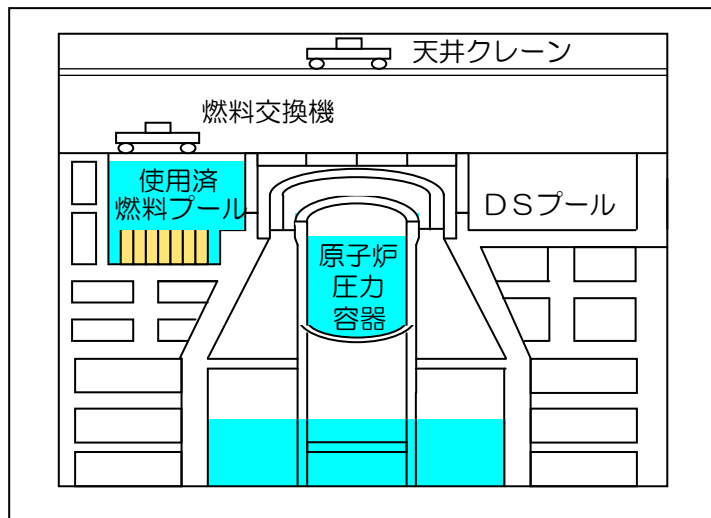
- 地震発生により、起動操作中の2号機、定格運転中の3号機、4号機及び7号機において原子炉が自動停止
- 発電所施設のうち、変圧器、排気ダクト、構内道路、事務所等に損傷を確認
 - 地震発生後の外観点検により全65件の事象を確認（内15件が放射性物質に係わる事象）
 - 詳細点検により1件の事象を確認（6号機原子炉建屋天井クレーンを駆動させる軸の継手に破損を確認）
- 原子炉の未臨界確保に必要な制御棒駆動設備、原子炉の冷却に必要な原子炉冷却系統設備、原子炉の閉じ込め機能としての原子炉格納容器等、安全上重要な設備においては、これまでの目視点検で損傷は確認されていない
- 今後も引き続き詳細な調査を行ってまいります
 - 原子炉圧力容器を含む設備の詳細調査・点検

地震時及び地震後のプラントの状況

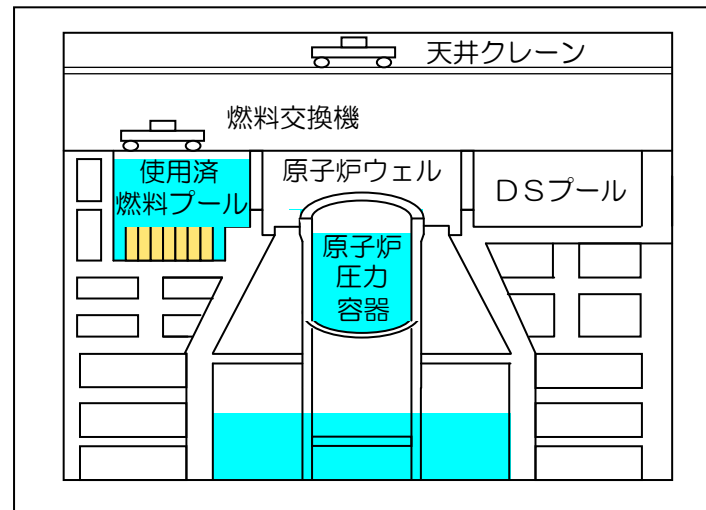
		1号機	2号機	3号機	4号機	5号機	6号機	7号機	
地震発生時の状況	運転状況	定検中 (定検中期)	定検中 (起動中)	運転中	運転中	定検中	定検中 (定検末期)	運転中	
	自動停止	—	○	○	○	—	—	○	
	原子炉の状況	燃料の所在	全燃料取出中 (燃料プール)	炉内	炉内	炉内	炉内	炉内	炉内
		圧力容器上蓋	開	閉	閉	閉	閉	閉	閉
		格納容器上蓋	開					開	
		ウェルカバー	開						
地震発生後の状況	運転状況	冷温停止中	冷温停止中	冷温停止中	冷温停止中	冷温停止中	冷温停止中	冷温停止中	
	燃料プール水の溢れ	有	有	有	有	有	有	有	
	放射性物質の放出	—	—	—	—	—	ケーブル貫通部経由で燃料プール水が系外へ放出(7/16)	タービン軸封部から排気筒へ放出(7/17)	
	火災と主な漏れ	原子炉建屋外周部に消火水流入 2,000m ³ (7/16)	—	所内変圧器火災(7/16)	タービン建屋海水漏えい 24m ³ (7/16)	—	—	—	
炉内点検他	原子炉天井クレーン	外観点検良 詳細点検計画中	外観点検良 詳細点検計画中	外観点検良 詳細点検計画中	外観点検良 詳細点検計画中	外観点検良 詳細点検計画中	駆動軸破損	外観点検良 詳細点検計画中	
	燃料交換機	詳細点検中	詳細点検中	詳細点検計画中	詳細点検計画中	詳細点検計画中	詳細点検計画中	詳細点検計画中	
	ディーゼル発電機	良(3台中2台)	良(3台)	良(3台)	良(3台)	良(3台)	良(3台)	良(3台)	

中越沖地震発生時／発生後の状況等

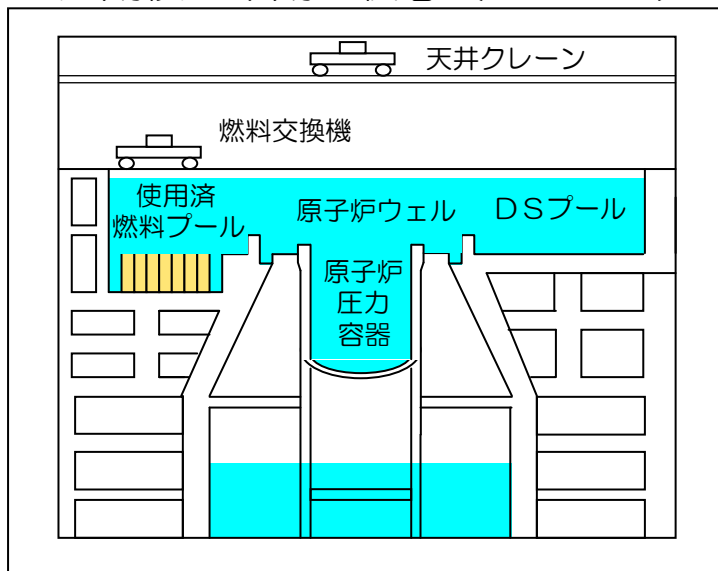
運転状態 (KK-3/4)



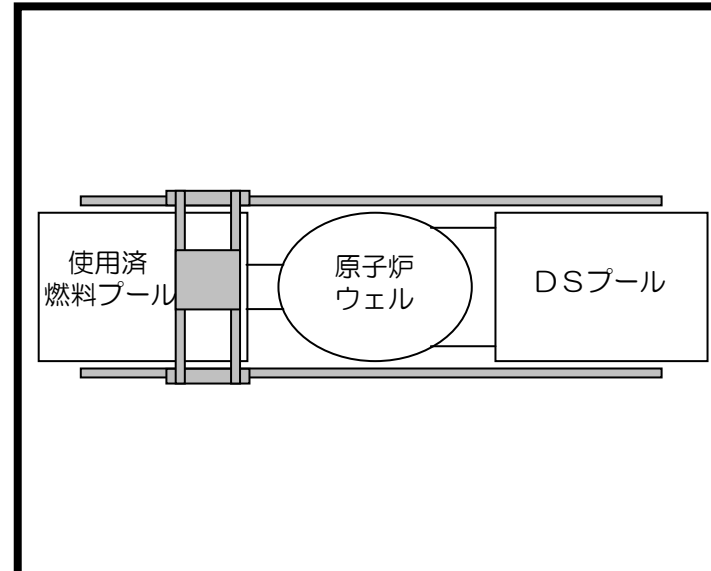
定期検査末期の状態



定期検査中期の状態 (KK-1)

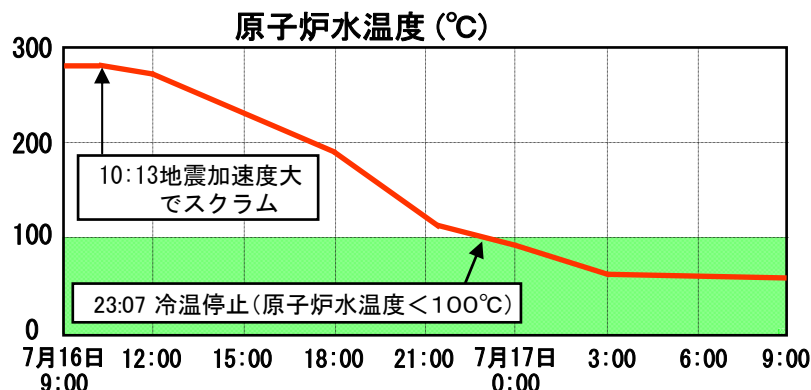


原子炉建屋オペレーティングフロア

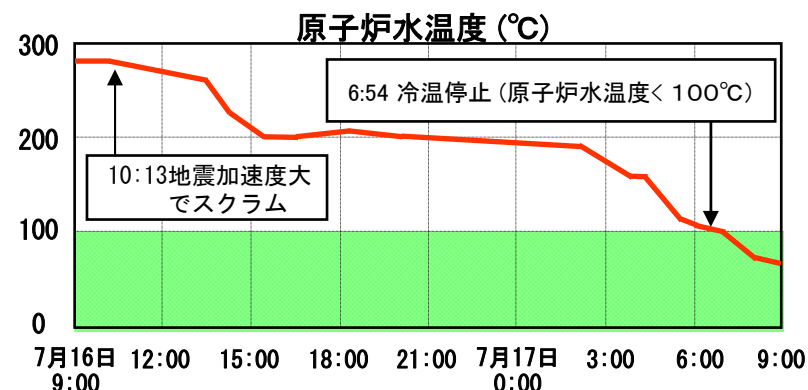


原子炉停止時の主要パラメータ（原子炉水温度）

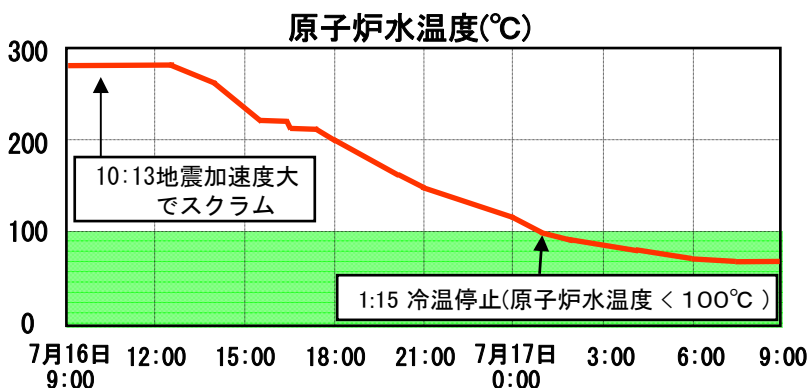
各プラントとも原子炉水温度は100℃未満まで冷却。



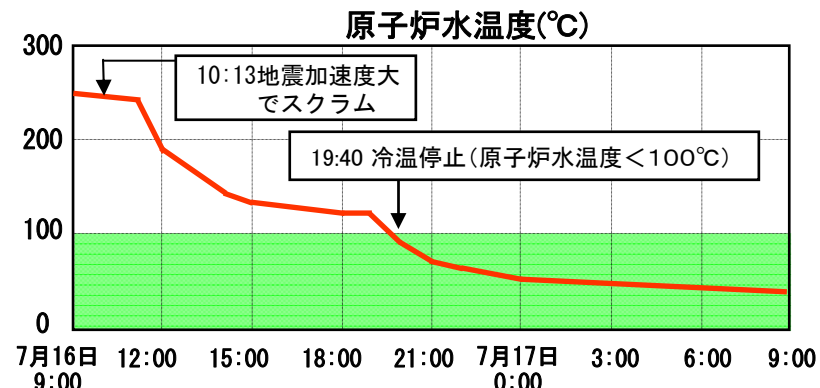
3号機定格熱出力一定運転中
(H19.7.16 23:07 冷温停止)



4号機定格熱出力一定運転中
(H19.7.17 6:54 冷温停止)



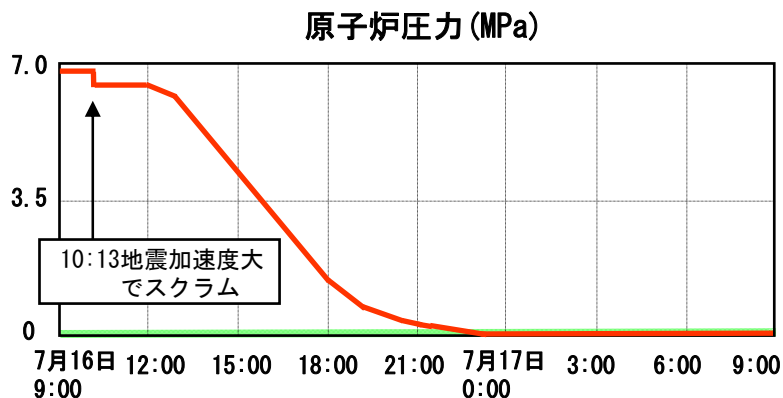
7号機定格熱出力一定運転中
(H19.7.17 1:15 冷温停止)



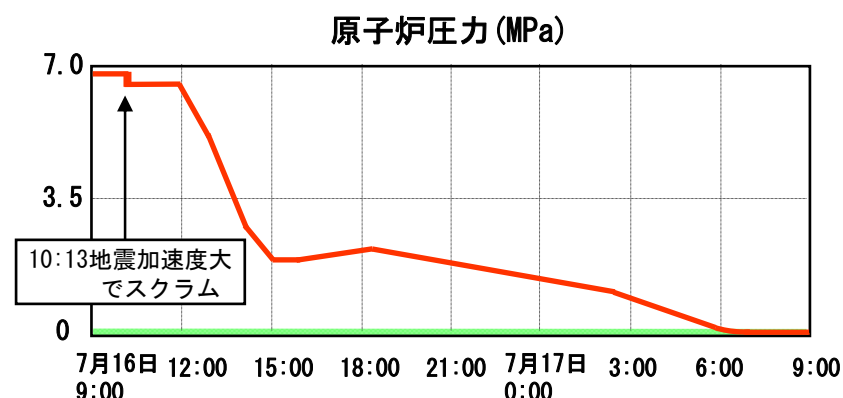
2号機起動中(未臨界)
(H19.7.16 19:40 冷温停止)

原子炉停止時の主要パラメータ（原子炉圧力）

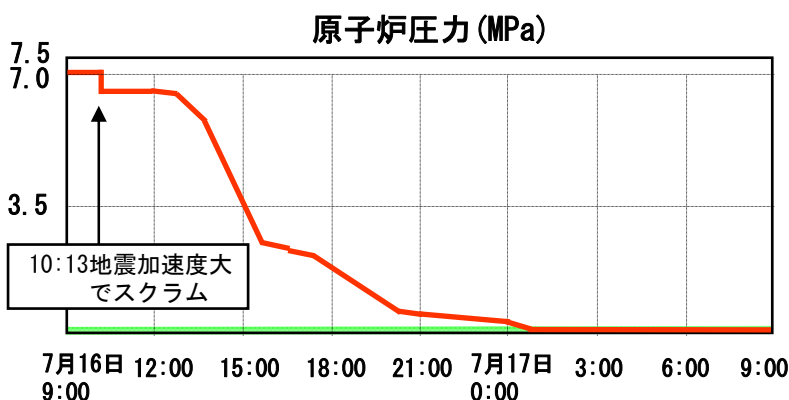
各プラントとも**原子炉圧力**は大気圧(0MPa)まで減圧。



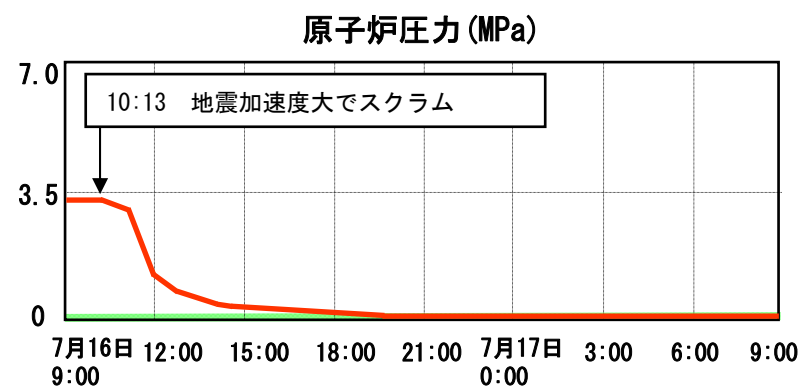
3号機定格熱出力一定運転中
(H19.7.16 23:07 減圧完了)



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)

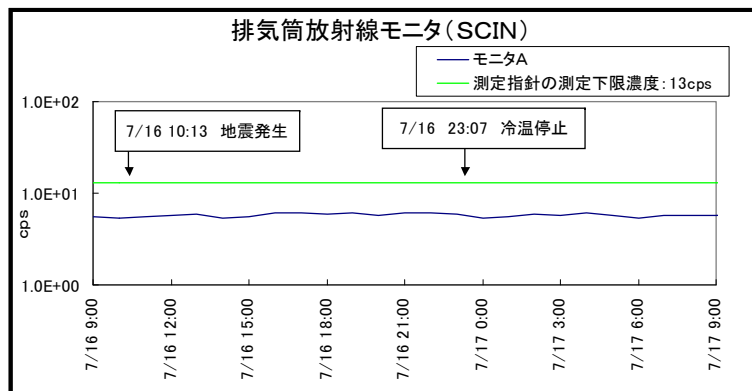


2号機起動中(未臨界)
(H19.7.16 19:40 減圧完了)

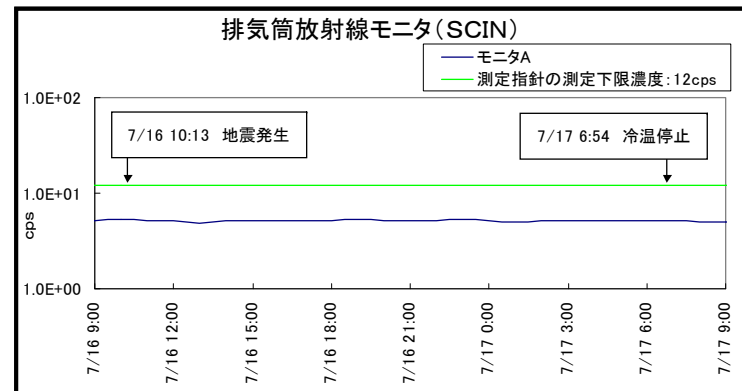
原子炉停止時の主要パラメータ（主排気筒モニタ）

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

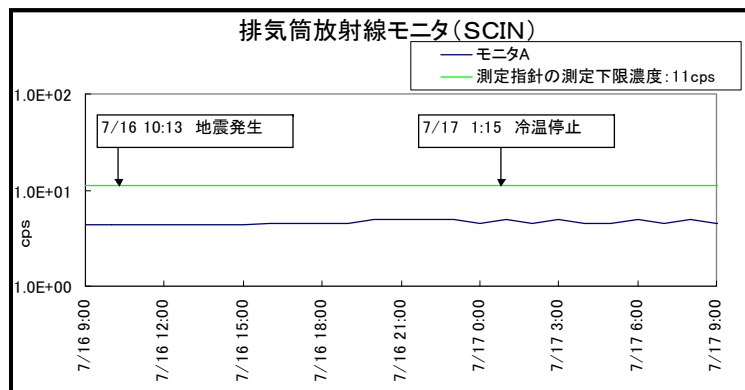
(参考)主排気筒放射線モニタ



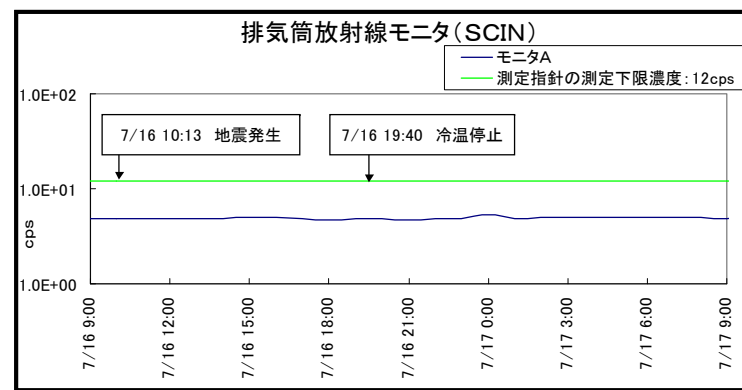
3号機定格熱出力一定運転中



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

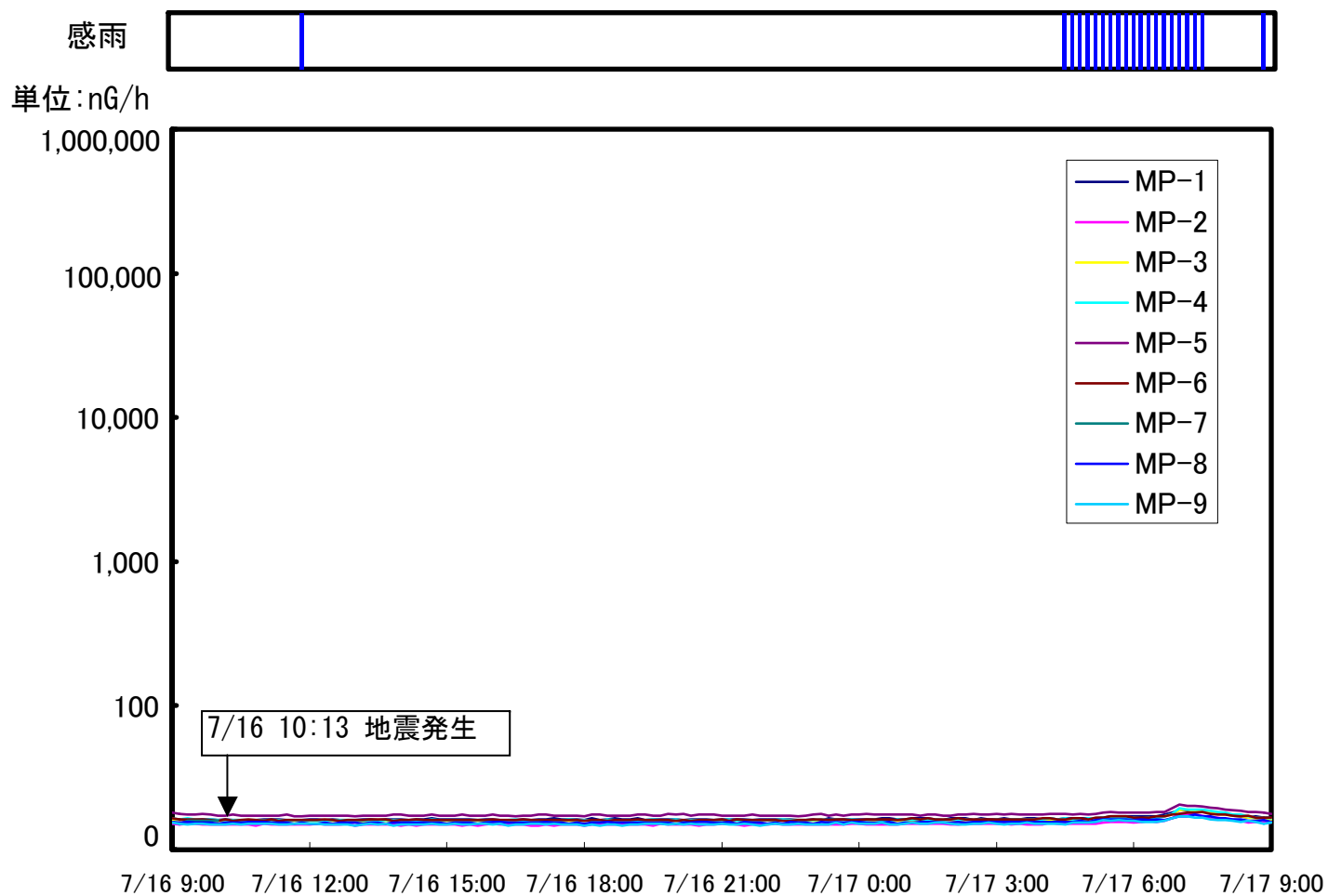


2号機起動中(未臨界)

プラントパラメータ（モニタリングポスト）

【モニタリングポスト】

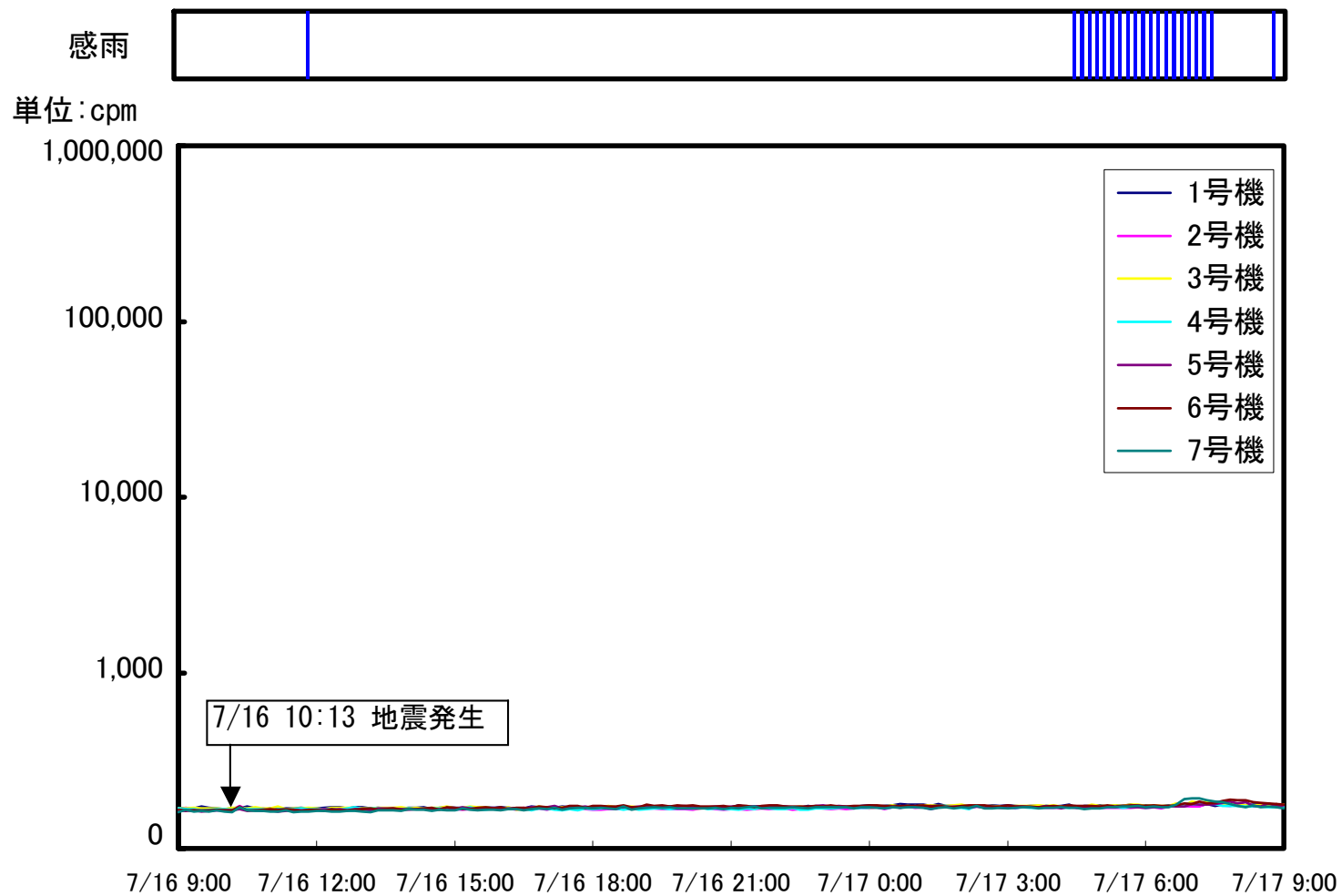
モニタリングポストリアルタイムデータ（7月16日 9:00 ～ 7月17日 9:00）



プラントパラメータ（海水モニタ）

【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)



耐震設計と発電所設備の状況

- 原子力発電所の設備は、地震による機器損傷等による放射性物質の放出を防止する観点から**設備の重要度に応じて耐震設計**を実施
- 原子力発電所の安全確保は原子炉を「**止める**」、「**冷やす**」、放射能を「**封じ込める**」3つの機能が重要であり、その機能を果たす設備が地震の影響を受けることなく正常に機能することが要求される
- 地震発生により、2, 3, 4, 7号機で原子炉が**自動停止、安全に停止**
- 目視点検では、**安全上重要な設備において損傷は確認されていない**（被害は主に耐震重要度の低い施設に集中）

重要度分類		主な対象設備	耐震設計	目視点検で確認された主な損傷等
As	Aクラスのうち特に重要なもの	原子炉圧力容器 原子炉格納容器 制御棒、制御棒駆動機構 残留熱除去系	基準地震動S2	なし
A	機能喪失により放射性物質を外部に放散する可能性のあるもの、及びこれらの事態を防止するために必要なもの、並びにこれらの事故発生時に外部に放散される放射性物質による影響低減させる溜めに必要なもの 出会う、その影響、効果の大きいもの	非常用炉心冷却系 炉内構造物 原子炉建屋 ほう酸水注入系	基準地震動S1又は建築基準法の3倍の地震力のいずれか大きい方	なし
B	上記においてその影響、効果が比較的小さいもの	タービン設備 廃棄物処理系 原子炉冷却材浄化系	建築基準法の1.5倍の地震力	原子炉天井クレーン駆動軸の損傷(KK-6) (クレーン落下防止機能は維持)
C	A, Bクラス以外であって一般産業と同等の安全性を保持すればよいもの	主発電機 変圧器 タービン補機冷却系 洗濯廃液処理系	建築基準法の地震力	所内変圧器の火災(KK-3) 変圧器防油堤の沈下、ズレ(KK-1, 2, 4, 7) 主排気筒に接続されるダクトのズレ(KK-1~5)
その他	-----	-----	-----	事務本館のガラス破損、飲料水タンク漏れ

不適合事象の発生状況

■不適合グレード*1の定義および地震による不適合件数

(平成19年7月26日現在)

区分	定 義	件数
As	法令、安全協定に基づく報告事象 プラントの性能、安全性に重大な影響を与える事象など	10
A	品質保証の要求事項に対する重大な不適合事象 定期検査工程へ大きな影響を与える事象 など	33
B	国の検査等で指摘を受けた不適合事象 運転監視の強化が必要な事象 など	23*2
C	品質保証の要求事項に対する軽微な不適合事象 など (管理区域内の漏えい、主要な箇所のみび、等)	489*2
D	通常のメンテナンス範囲内の事象 など (非管理区域内の漏えい(汚染なし)、蛍光灯や扉の破損等)	706
対象外	消耗品の交換等の事象 など	2
—	小 計	1263

*1 耐震重要度分類のグレードとは異なる。

*2 8月3日不適合管理委員会においてグレード変更した結果を反映



東京電力

中越沖地震の係わる事象別不適合発生状況（累計：7/26現在）

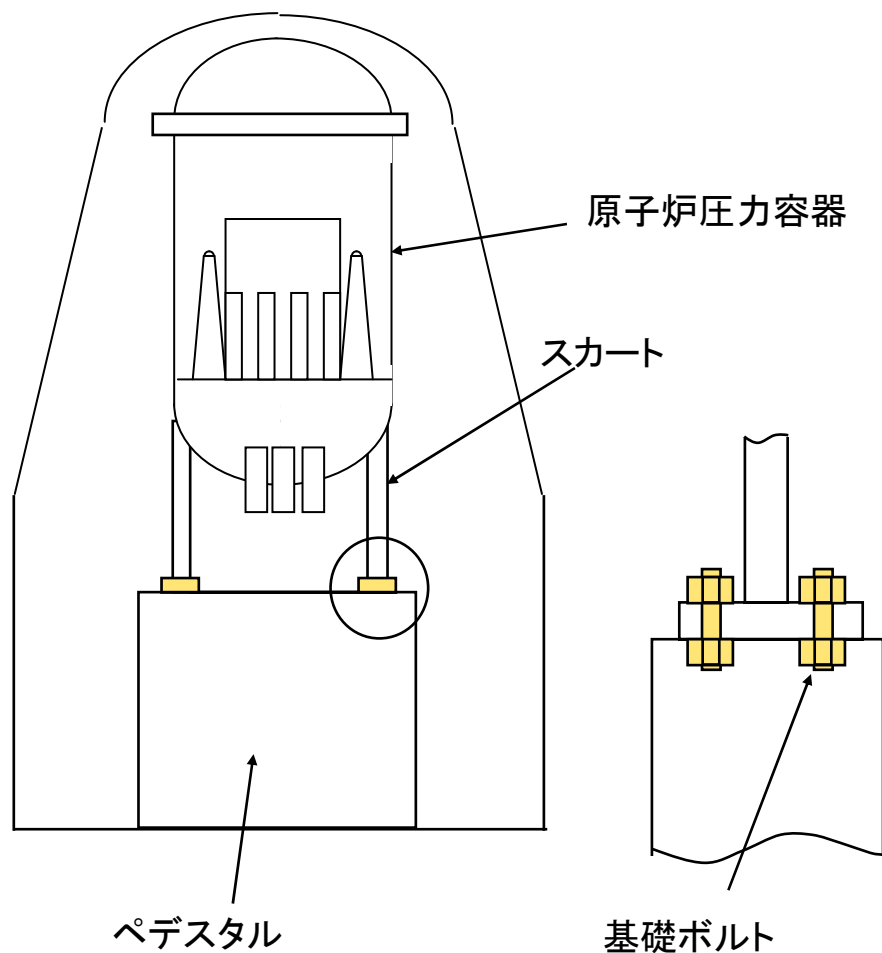
事象	不適合グレード						小計	不適合Asクラスの内容
	As	A	B	C	D	その他		
設備停止、水位変動、警報発生	0	3	4	42	51	1	101	
汚染、放出	1	2	0	0	0	0	3	6号機非管理区域への放射能を含む水の漏えい
水漏れ	7	3	1	115	146	0	272	1号機～7号機のおペフロの溢水
油漏れ(薬品類含む)	0	3	0	21	37	0	61	
火災	1	0	0	0	0	0	1	3号機所内変圧器の火災
損傷・変形(機械)	1	18	5	78	184	0	286	6号機原子炉建屋天井クレーン走行駆動軸の損傷
ひび・剥離(建物等)	0	1	8	211	147	0	367	
電送不良、誤動作	0	0	1	6	39	0	46	
電源喪失、地絡	0	1	2	5	10	0	18	
その他	0	2	2	11	92	1	108	
小計	10	33	23	489	706	2	1263	

不適合Aグレードの主な内容

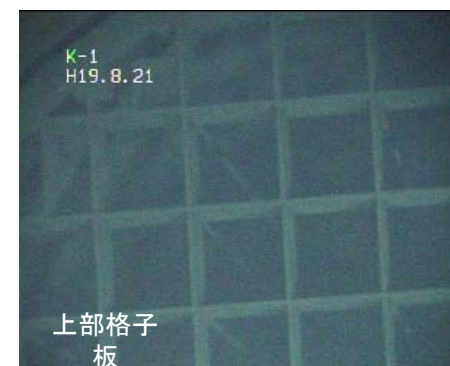
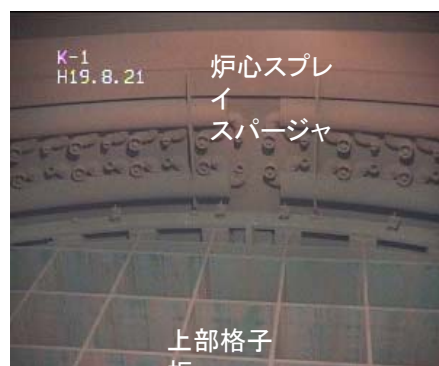
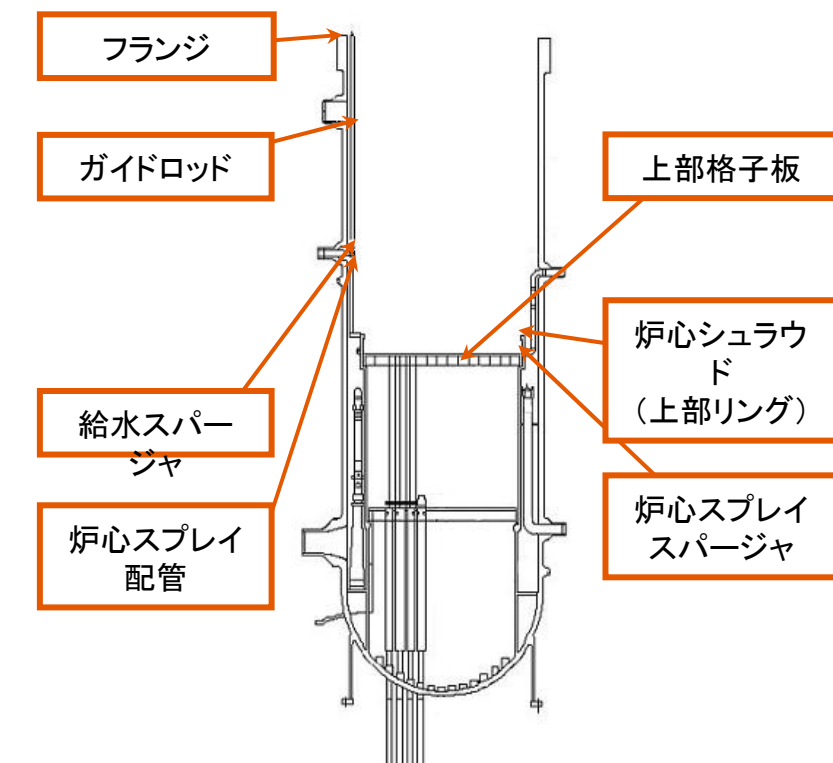
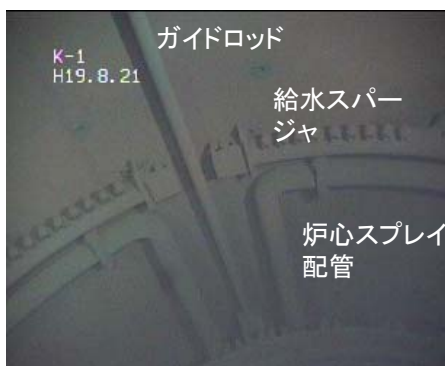
- 7号機主排気筒からのヨウ素放出
- 1～4号機主排気筒ダクトのズレ
- 変圧器からの油漏えい

A/As設備の状況（K1原子炉压力容器基礎ボルト）

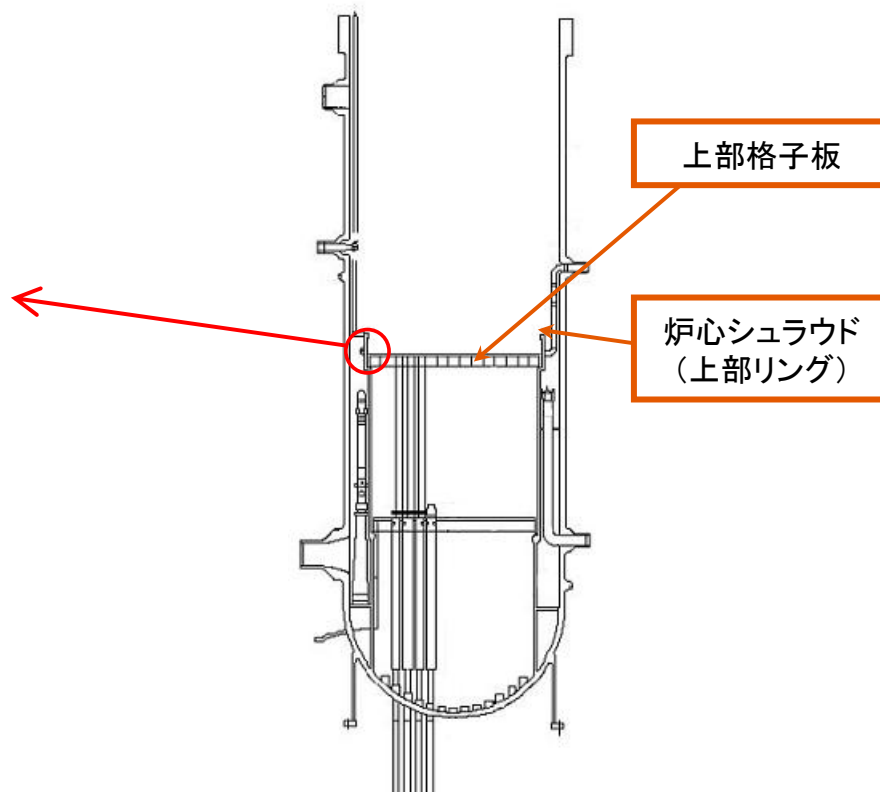
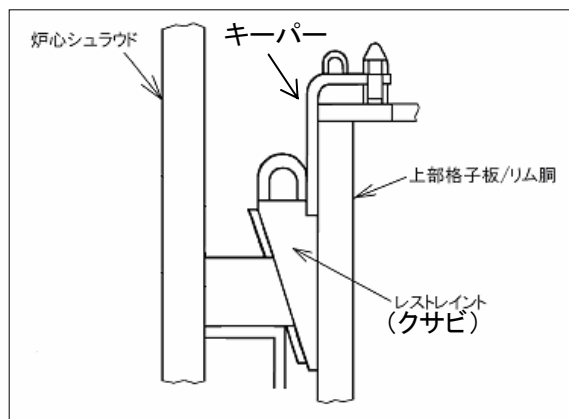
- 1号機原子炉压力容器基礎ボルトの外観目視（外周側）



A/As設備の状況 (K 1 炉内構造物)

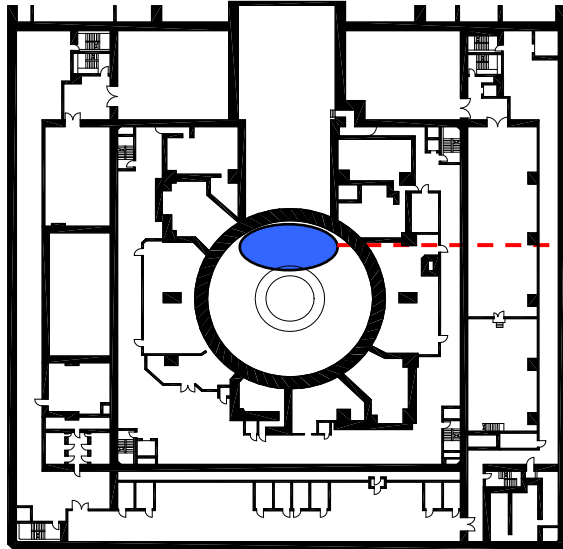


A/As設備の状況 (K 1 炉内構造物)

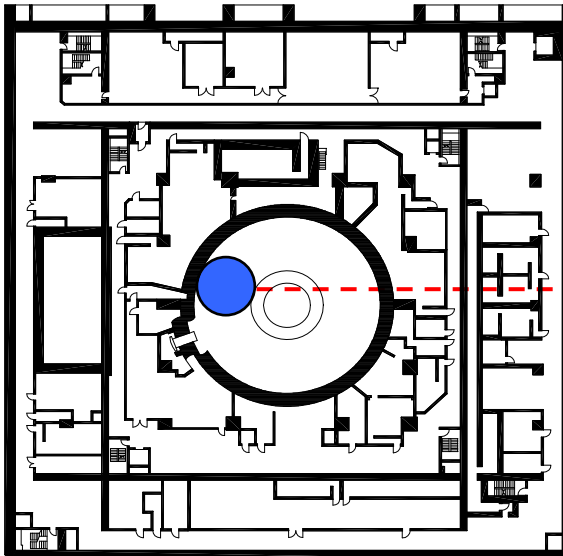


A/As設備の状況（K3ドライウェル内部機器）

原子炉建屋B2F D/W内（主蒸気隔離弁）

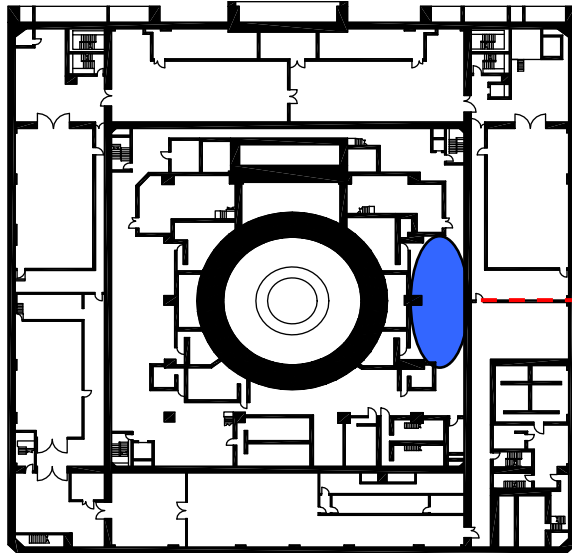


原子炉建屋B3F D/W内（PLRポンプ）

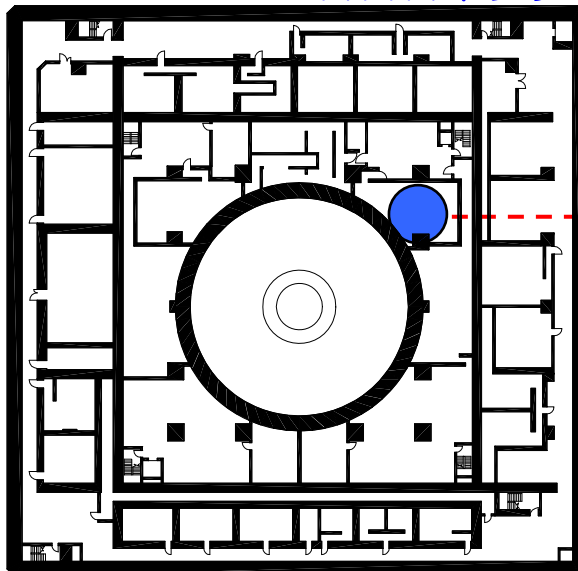


A/As設備の状況 (K3非常用系機器)

HCU (原子炉建屋B 1 F)



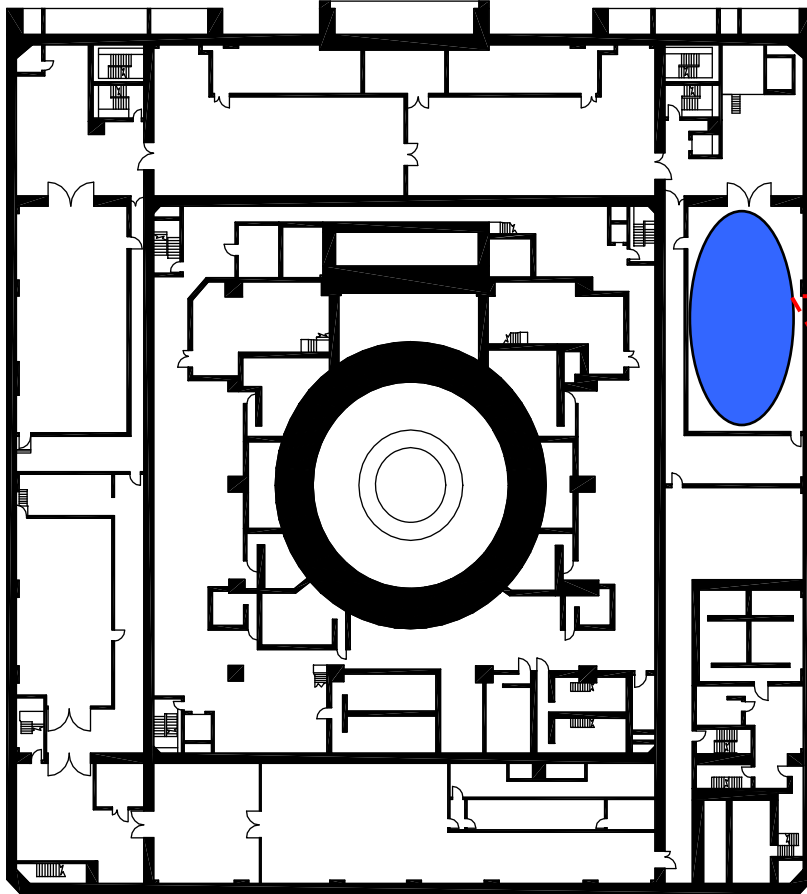
RHRポンプ (原子炉建屋B 5 F)



RHR A系については
7月16日夜から停止時
冷却運転実施中

A/As設備の状況（K3非常用ディーゼル発電機）

KK-3 非常用ディーゼル発電機
（原子炉建屋原子炉付属棟B 1F）



KK-3 非常用ディーゼル発電機上部



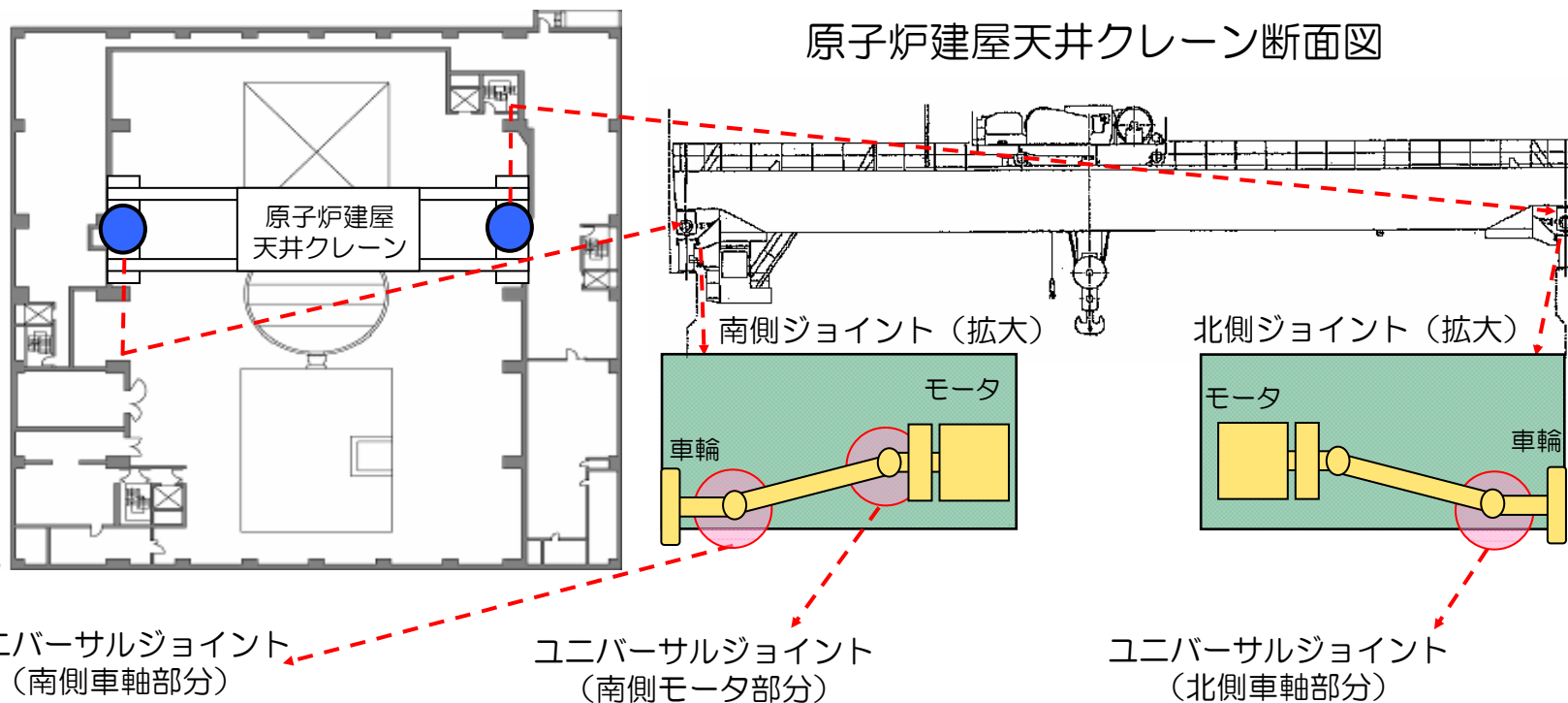
KK-3 非常用ディーゼル発電機下部



7月25～27にかけて、KK-1～7の20台の非常用ディーゼル発電機の手動起動試験を実施し、異常のないことを確認。

B/C, その他設備の状況 (K6原子炉建屋天井クレーン)

KK-6 原子炉建屋天井クレーン (原子炉建屋4階)



B/C, その他設備の状況 (1号機消火系配管)

■ 1号機消火系配管破損 (1号機原子炉建屋山側)

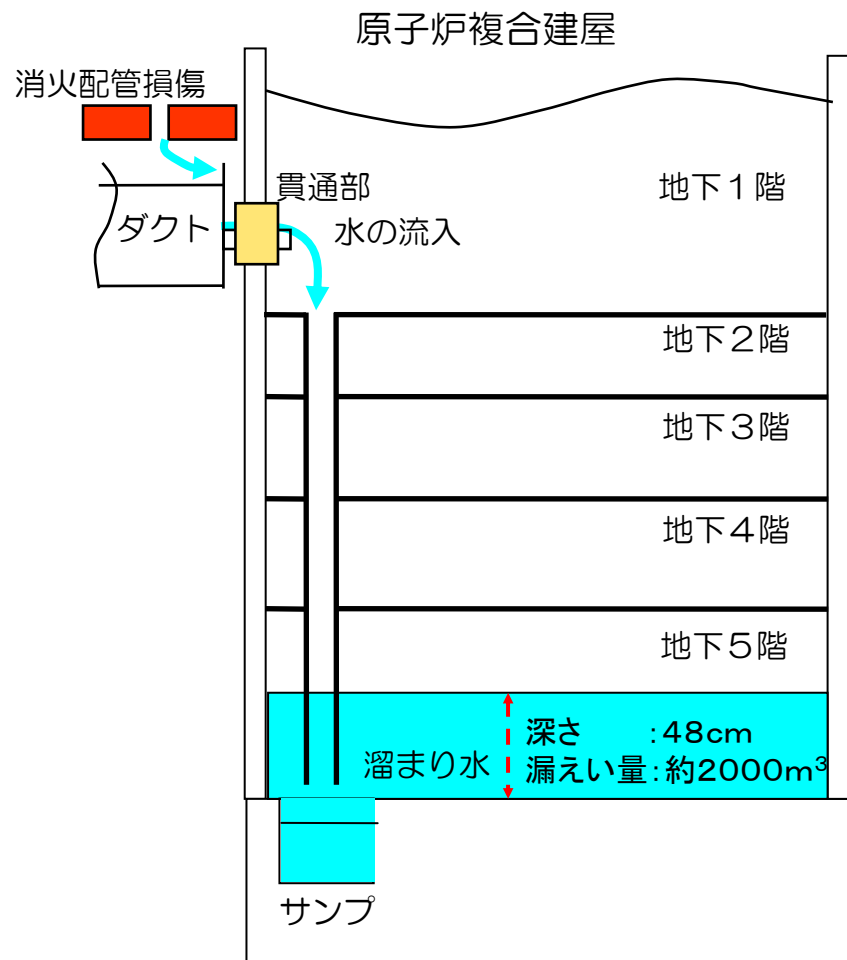


破損状況



復旧状況

屋外（土中）の消火配管が破損し、原子炉複合建屋の貫通部より消火水が流入したものと推定。



B/C, その他設備の状況 (K3原子炉建屋ブローアウトパ°礼)

■ 3号機ブローアウトパネルの開放

地震により原子炉建屋ブローアウトパネルがはずれたものと推定

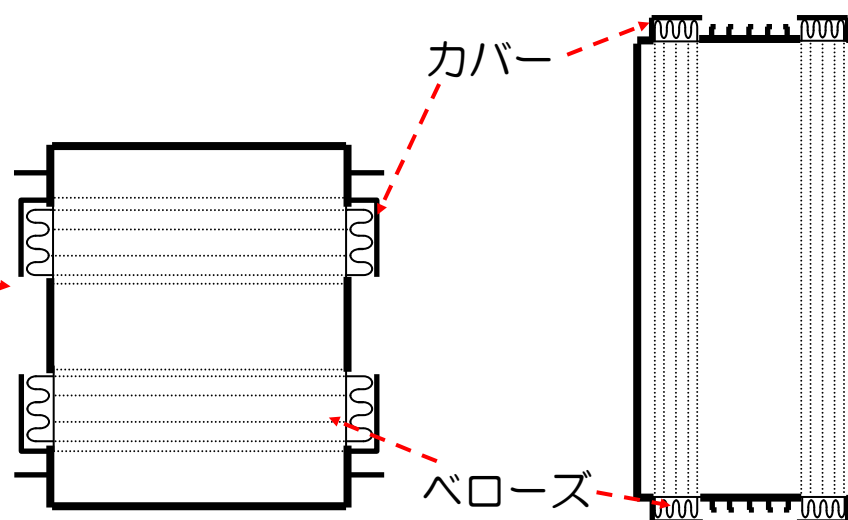
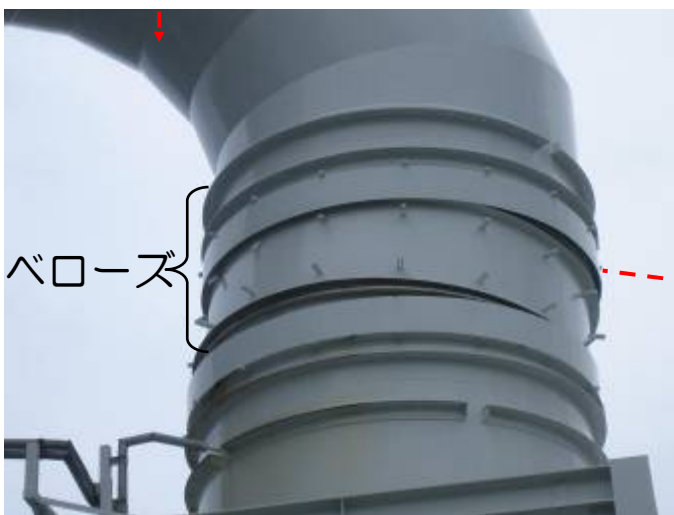


B/C, その他設備の状況 (K1排気ダクトのズレ)

K1 排気ダクト外観



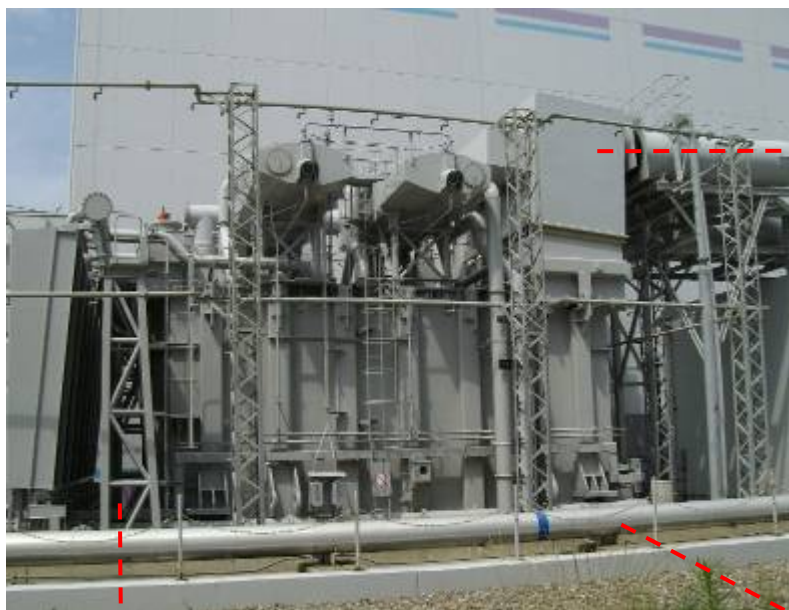
ダクト ベローズ 主排気筒



ダクトのズレ

B/C, その他設備の状況 (K2主変圧器)

主変圧器全景



主変圧器 一次側接合部ズレ



主変圧器下部油配管 (油漏れ)



主変圧器基礎ボルト損傷



B/C, その他設備の状況 (K1軽油タンク)

- 1号機軽油タンク周辺地盤沈下



軽油タンク全景



軽油タンク周辺地盤の沈下

B/C, その他設備の状況（固体廃棄物貯蔵庫内）

- 固体廃棄物貯蔵庫内のドラム缶転倒
 - 現時点においてドラム缶438本が転倒し，うち41本のドラム缶の蓋が開いていることを確認
 - 貯蔵庫内の空气中放射性物質濃度の測定から放射性物質は検出されず。漏えい水からも放射能は検出されず



B/C, その他設備の状況（発電所構内道路）

■ 発電所構内道路の状況



B/C, その他設備の状況（発電所構内）

■ 土捨場北側斜面崩落



環境モニタリング設備の状況

設備		地震後稼働状況	
屋外放射線監視用データ 収集処理装置	中央処理装置	×	装置停止(新潟県へのデータ伝送・インターネット掲載の停止)
	テレメータ装置	○	
モニタリングポスト	低線量・高線量	○	MP-9局舎が傾斜
ダストモニタ	—	○	
海水モニタ	—	○	・検出器～測定部ケーブル管路損傷 ・局舎が傾斜
気象観測設備	風向風速計(20m)	○	支柱が傾斜
	ドップラーソーダ	○	
	その他	○	
環境管理棟	Ge半導体検出装置	○	遮蔽体ごと測定部が移動
	液体シンチレーション計数装置	○	装置が移動
	灰化炉・乾燥器	△	転倒・動作不良
	空調設備	×	蓄熱槽、浄化設備破損
	給排水設備	×	受水槽、排水管路破損
	実験室器具類	×	転倒、破損



海水局舎(北)



Ge半導体検出装置
(環境管理棟)



分析室
(環境管理棟)

3号機所内変圧器火災に対する対応

■ 3号機所内変圧器の火災について

(事象経緯)

10:13 地震発生

10:15 地震発生後のパトロールで発煙を発見

→当直長へ連絡

消防署へ通報開始 (10:27につながる)

初期消火活動開始

- ・ 4名が冷却目的で水による消火活動
- ・ 安全な場所に待避し、非常災害対策本部に報告
- ・ 延焼の可能性低と判断。状態監視を指示

11:23 消防署へ再度連絡

11:32 消防署による消火活動開始

12:10 鎮火確認

ホットラインを有効に活用できなかった。

地震と火災等の複合災害発生時の当社の消防活動が十分でなかった。

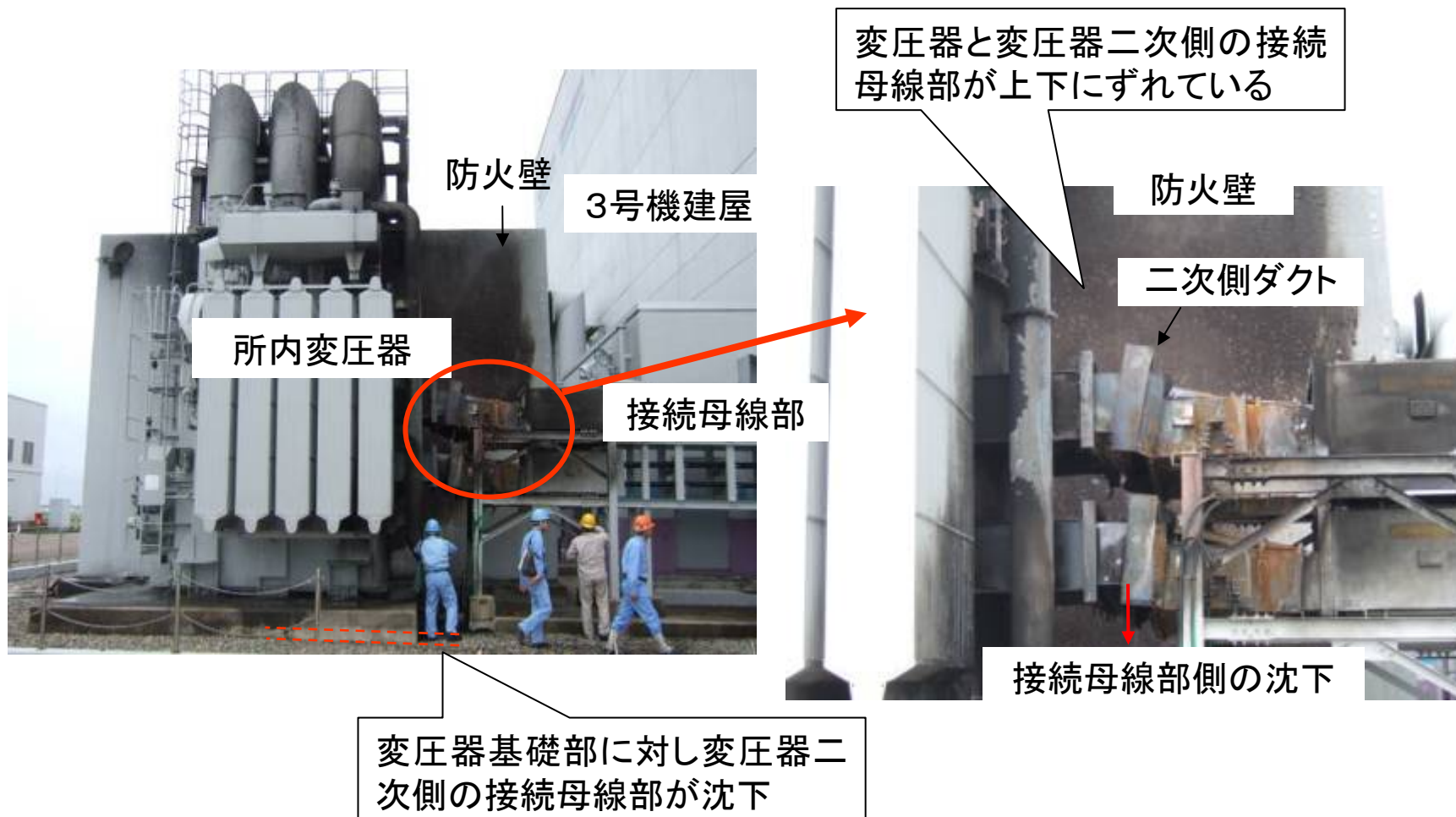
屋外消火栓設備の損傷により消火活動が十分に出来なかった。

油火災を想定した消火設備として十分でなかった。

消防到着までの消防活動が不十分であった。

3号機所内変圧器の状況（火災）

■ 3号機所内変圧器の火災について



課題解決に向けた改善（3号機所内変圧器火災）

- 自衛消防隊の強化に向けた改善計画（経産大臣指示に基づき7/26に国に報告）
 - 24時間体制の消火班の構成
 - 化学消防車、水槽付消防車等の配備
 - 中央制御室へのホットラインの設置 など

化学消防車外観その1



化学消防車外観その2



車両および人員は7月19日夜から発電所構内にて24時間体制で待機中

放射性物質の放出・漏えいについて

- 6号機における水漏れに伴う放射性物質の海水への漏えい
- 7号機主排気筒からの放射性気体廃棄物（ヨウ素等）の放出

6号機における水漏れに対する対応

■6号機における水漏れに伴う放射性物質の海水への放出について

(事象経緯)

12:50 原子炉建屋の非管理区域において、放射性物質を

含む水の漏えいを確認

13:30～水たまりの試料採取、分析を3回行う。

(理由)

適切な採取ができなかった。

分析を適切に出来なかった。

18:20 漏えい水に微量の放射能を確認

放出経路の確認、ポンプのロックを実施

水だめの試料採取・分析を実施

20:10 漏えい水が放水口を經由して海に放出されていることを確認

(放出された水の量：約1.2m³，放射能量：約9×10⁴ベクレル，

放出放射能による線量は一般公衆の線量限度（1mSv）の5億分の1）

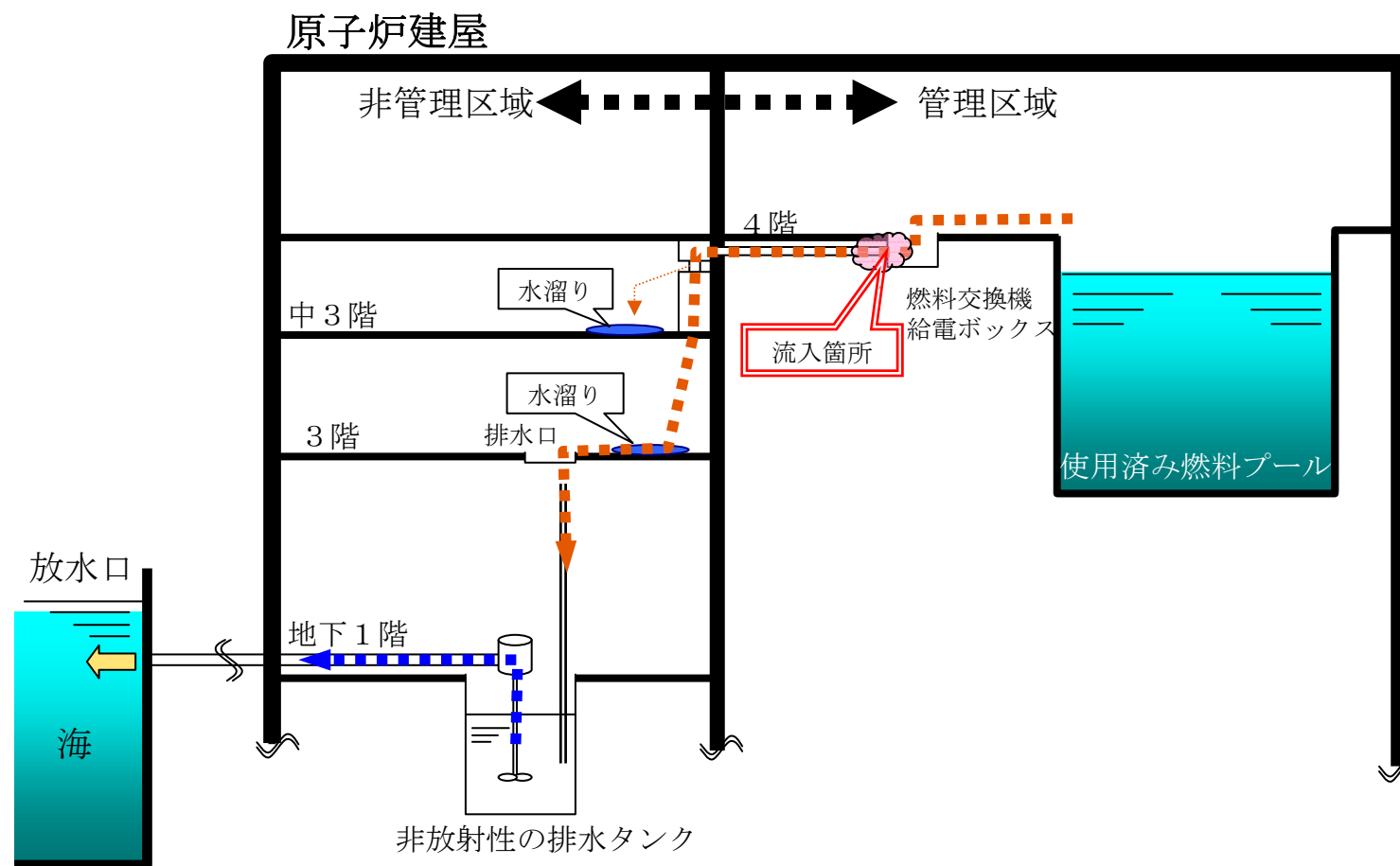
水溜まりからの適切な試料採取及び採取した試料の適切な放射能測定を実施するための人員がいなかった。
また適切な人員がない場合の対応が明確でなかった。

放出経路の確認に並行して水だめの試料採取・分析を検討することも必要であった。

6号機における水漏れのメカニズム

- 6号機における水漏れに伴う放射性物質の海水への放出について
 - 漏えいの原因

使用済燃料プール水が燃料交換器のケーブルと電線管を伝わって非管理区域へ滴下し、排水口に落ちて系外へ放出したものと推定

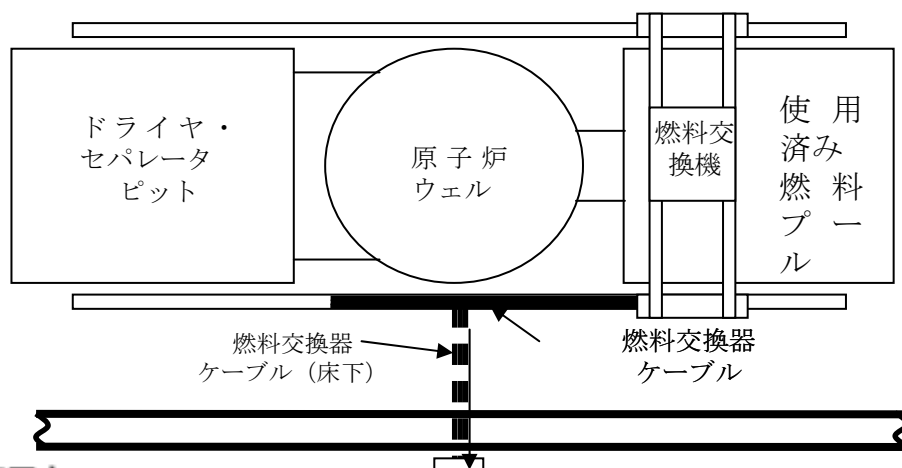


6号機における水漏れのメカニズム

- 6号機における水漏れに伴う放射性物質の海水への放出について



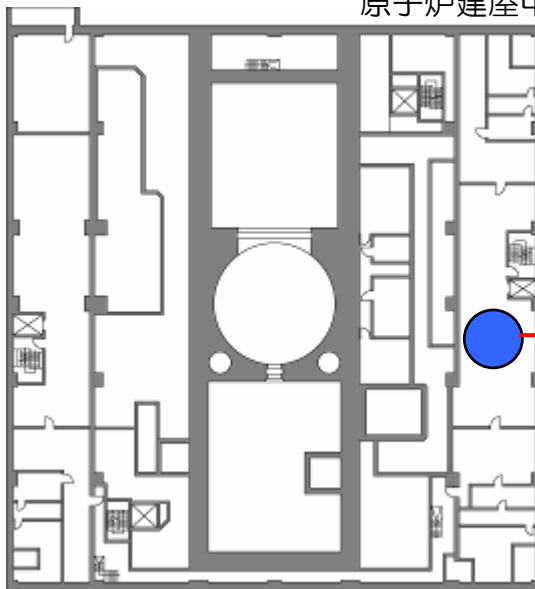
燃料交換器ケーブル



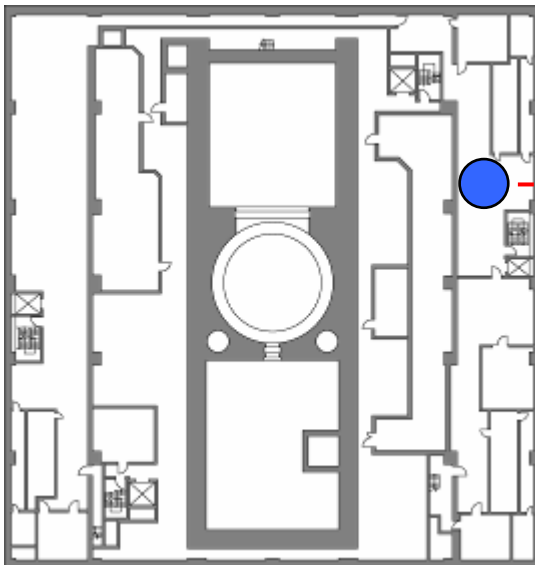
燃料交換器ケーブル (床下)

6号機における水漏れのメカニズム

原子炉建屋中3階漏えい箇所（非管理区域）



原子炉建屋3階漏えい箇所（非管理区域）



6号機における放出放射エネルギー及び線量評価

■6号機における水漏れに伴う放射性物質の海水への漏えい量について

核種	放出された放射エネルギー (Bq) ※
Co-58	7.7×10^3
Co-60	4.3×10^4
Sb-124	3.5×10^4
合計	約 9×10^4

※ 漏えい水の放射能濃度（非放射性の排水タンクから採取した水）と当該タンクから放出された水の量（約 1.2 m^3 ）を用いて算出

■6号機からの漏えいに伴う一般公衆に対する線量評価

本事象による線量を計算した結果、約 $2 \times 10^{-9} \text{ mSv}$ であった。

なお、この値は、法令に定める一般公衆の線量限度 $1 \text{ mSv}/\text{年}$ に比べ5億分の1であり、自然界から1年間に受ける放射線量2.4ミリシーベルトと比べても十分低い値である。

課題解決に向けた改善（6号機における水漏れ）

- 迅速かつ厳格な事故報告体制の構築（経産大臣指示に基づき7/26に国に報告）
 - 夜間及び休祭日における災害発生時であっても放射性物質の漏えいに対する的確かつ迅速な試料採取及び放射能測定が実施可能となるよう体制を構築
 - 非管理区域で漏えいを発見し、放射性物質が含まれている可能性が認められた時点で、放出経路の隔離、通報連絡を行うよう徹底 など

7号機主排気筒におけるヨウ素検出

■ 7号機主排気筒からのヨウ素等の検出について

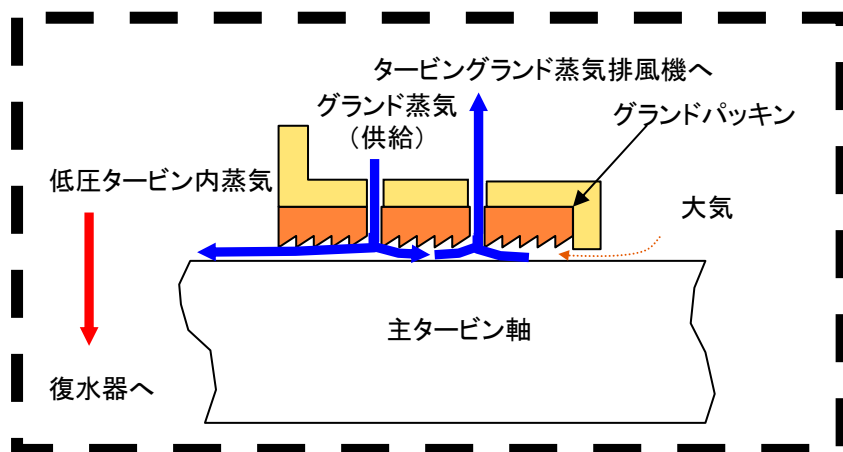
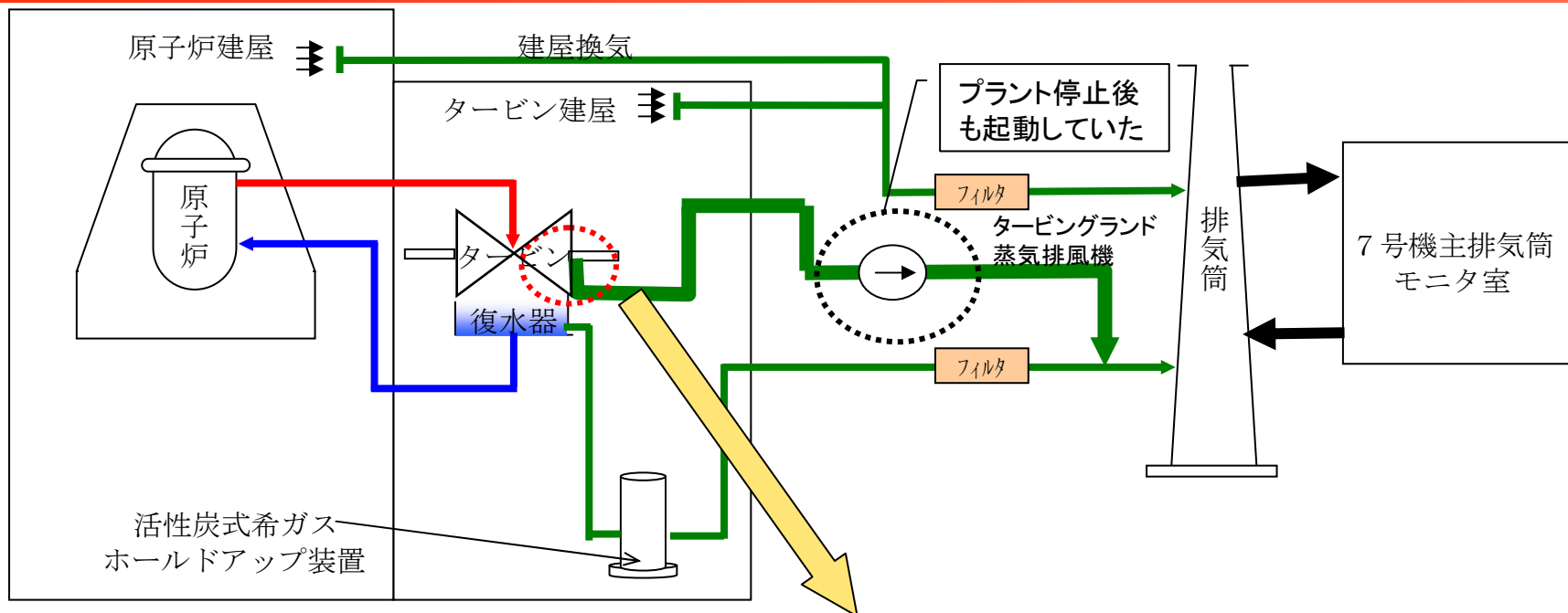
- 7号機主排気筒の定期測定においてヨウ素及び粒子状放射性物質を検出

放射性ヨウ素：約 4×10^8 ベクレル，粒子状放射性物質：約 2×10^6 ベクレル

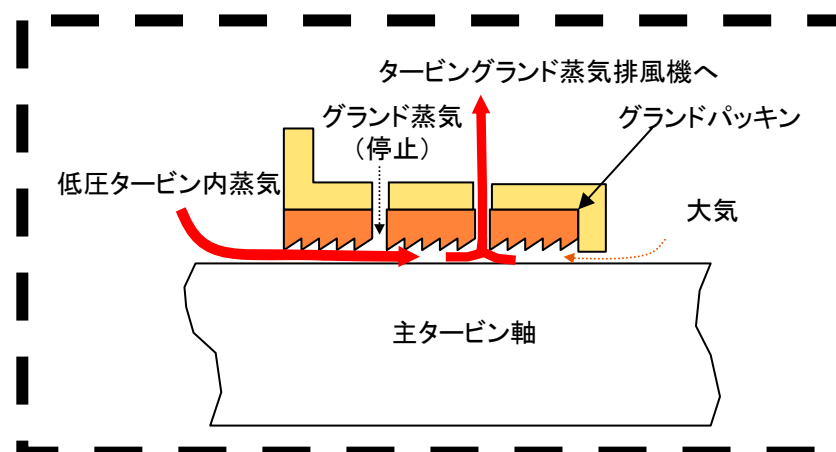
- 事象の原因

原子炉の自動停止後の操作過程においてタービングランド蒸気排風機の手動停止が遅れたため、復水器内に滞留していたヨウ素および粒子状放射性物質がタービン蒸気排風機により吸引され放出に至ったものと推定

7号機主排気筒におけるヨウ素検出原因



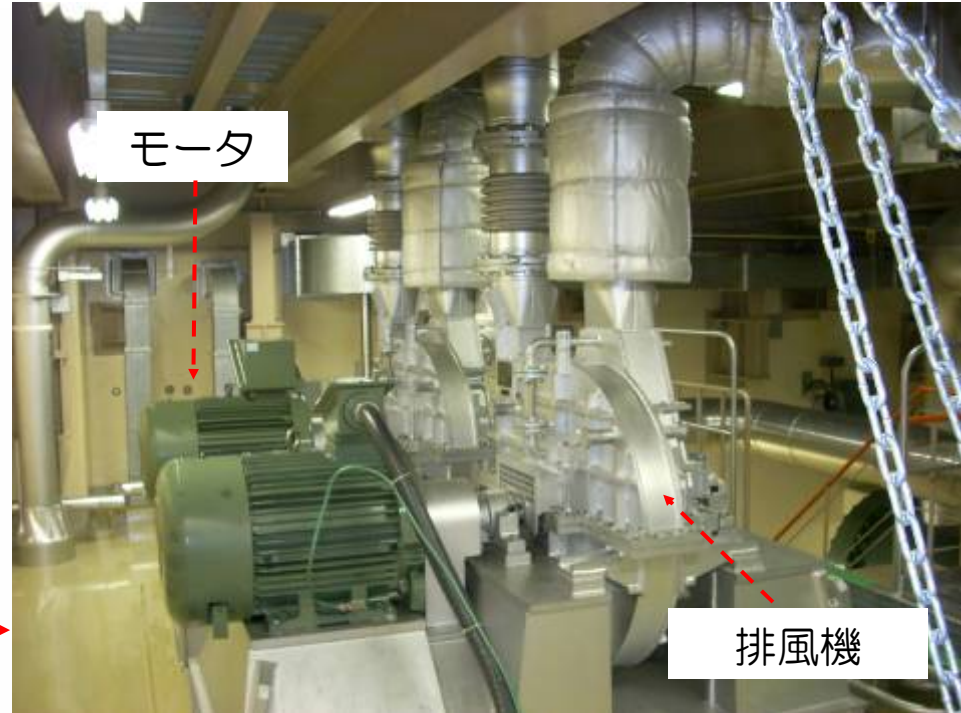
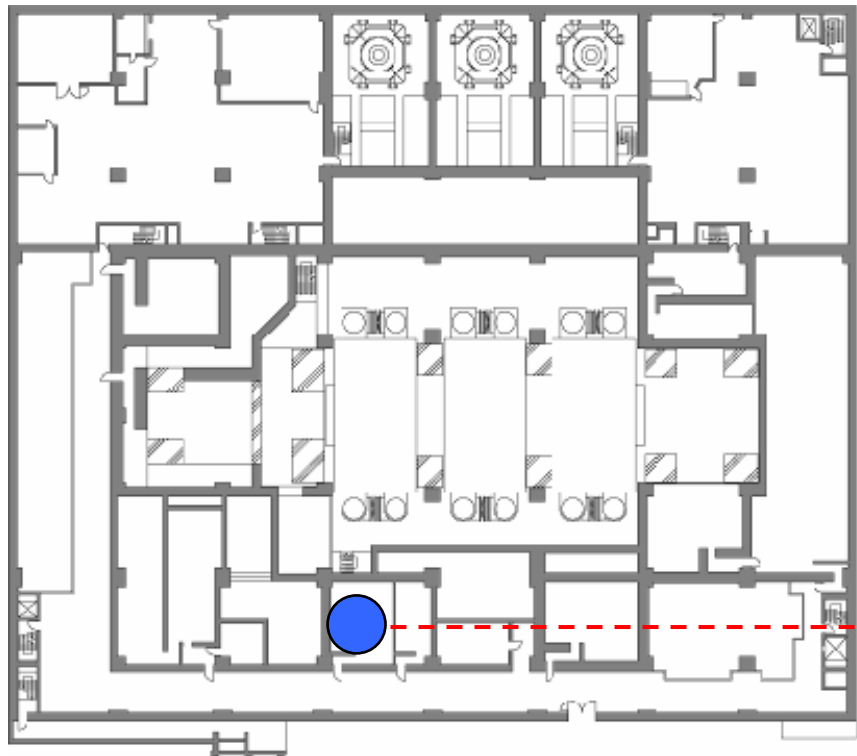
通常時の状態



今回の状態

7号機主排気筒におけるヨウ素検出原因

グラウンド蒸気排風機（タービン建屋B1F）



●事象の原因

原子炉の自動停止後の操作過程においてタービングラウンド蒸気排風機の操作停止が遅れたため、復水器内に滞留していたヨウ素および粒子状放射性物質がタービン蒸気排風機により吸引され放出に至ったものと推定。

なお、グラウンド蒸気排風機については7月18日AMに停止操作を実施。

7号機主排気筒からのヨウ素等の放出量

7号機主排気筒からのヨウ素等の放出量について

単位：Bq

採取期間	採取期間 (min)	放射性ヨウ素			放射性粒子状物質	
		I-131	I-133	I-135	Cr-51	Co-60
7/9 ~7/17	11670	1.4×10^7	1.7×10^8	1.1×10^8	1.4×10^6	2.3×10^5
7/17~7/18 注	1980	8.6×10^6	1.1×10^7	*	*	*
7/18~7/19 注	1445	*	*	*	*	*
7/19~7/20 注	1385	*	*	*	*	*
7/20~7/21 注	1410	*	*	*	*	*
7/21~7/22 注	1380	*	*	*	*	*
7/22~7/23 注	1380	*	*	*	*	*
合計		2.3×10^7	1.8×10^8	1.1×10^8	1.4×10^6	2.3×10^5
		約 4×10^8			約 2×10^6	

注：通常は1週間毎に測定を行うところ、放出監視のために1日毎に測定を実施した。

7号機主排気筒からのヨウ素等による線量評価

- 7号機主排気筒からのヨウ素等放出に伴う線量について

本事象による一般公衆の受ける線量は、
放射性ヨウ素による線量が 1.3×10^{-7} mSv、
放射性粒子状物質による線量が 6.6×10^{-10} mSvであり、
合計約 2×10^{-7} mSvと評価した。

なお、この値は法令に定める一般公衆の線量限度1mSv／年に比べ
1千万分の2であり、
自然界から1年間に受ける放射線量2.4ミリシーベルトと比べても十分低い。

今後の対応

- 経産大臣指示にもとづく改善計画の着実な実施
 - 自衛消防体制の強化を着実に進めてまいります。
 - 迅速かつ厳格な事故報告体制を構築してまいります。

- 設備の健全性確認
 - 原子炉圧力容器を含む設備の詳細な調査・点検を実施してまいります。

- 中越沖地震の分析と影響評価
 - 地震観測データの分析については、発電所における地震観測点で得られた観測記録を収集・整理し、分析してまいります。
(本震時のデータ(7月30日第一報)、余震時のデータ(8月23日第二報)を報告)
 - データの分析により得られた地震動により、安全上重要な設備への影響評価を実施してまいります。

- 地質調査
 - 海域及び陸域を含めた地質調査を実施してまいります。

- 今回の地震をふまえた耐震安全性評価
 - 新たな設計用地震動を策定し、設備の耐震安全性評価を実施してまいります。

【参考】 略語集

略語	用語
KKまたはK	柏崎刈羽原子力発電所 (例 KK3→柏崎刈羽原子力発電所3号機)
オペフロ	オペレーティングフロア (原子炉建屋、タービン建屋の最上階)
D/W	ドライウェル (原子炉格納容器内圧力抑制室の上の場所)
PLR	原子炉再循環系 (一次冷却材再循環系)
HCU	水圧制御ユニット
RHR	残留熱除去系