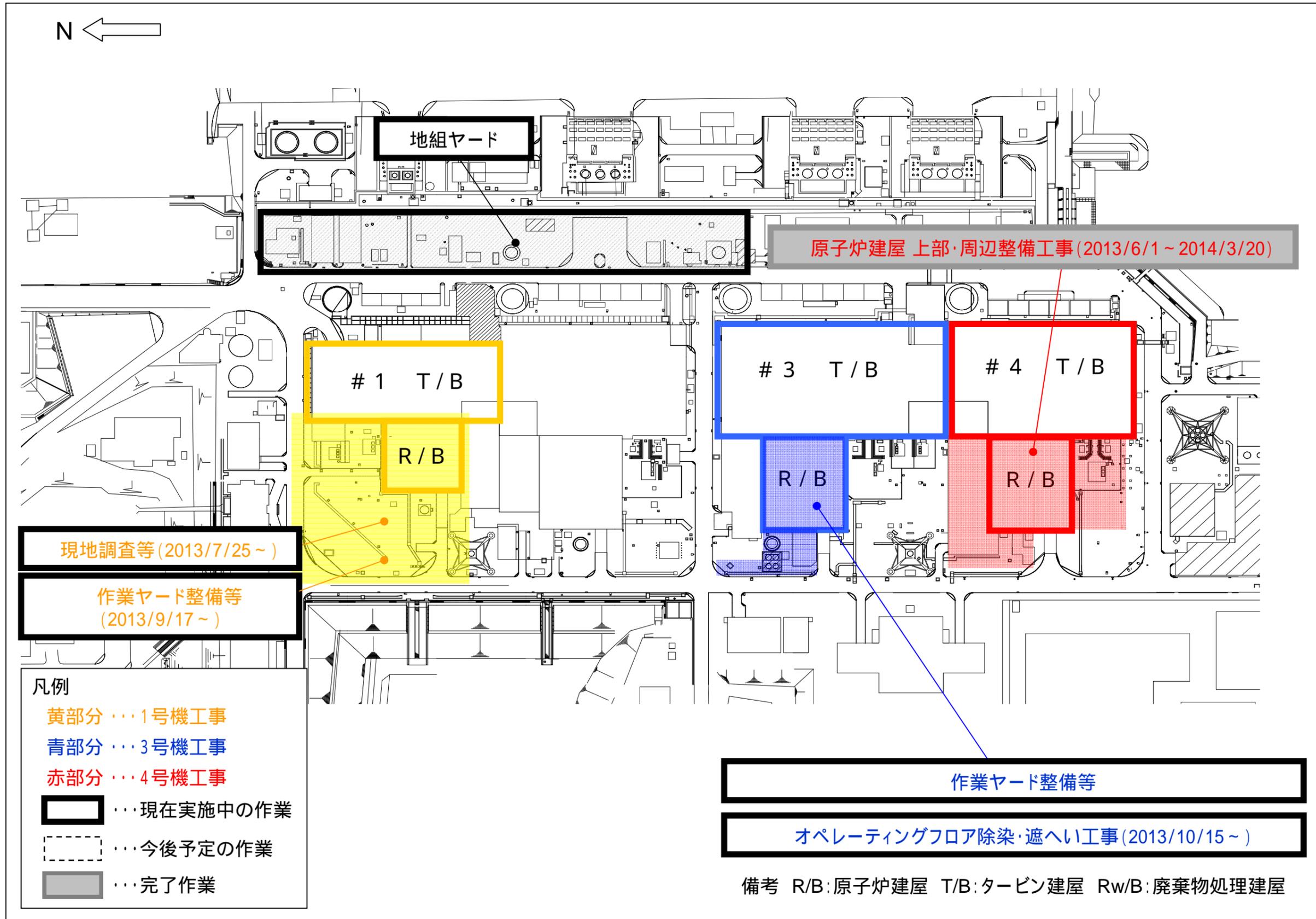


使用済燃料プール対策 スケジュール

分野名	括り	作業内容	これまで一ヶ月間の動きと今後一ヶ月間の予定	2月		3月				4月			5月	6月	備考				
				23	2	9	16	23	30	6	13	下	上	中		下	前	後	
構内用輸送容器	構内用輸送容器の設計・製作	3号機	(実績) ・構内用輸送容器の設計検討 (予定) ・構内用輸送容器の設計検討	検討・設計	構内用輸送容器の設計検討														・2014年度下半期の設計・製作完了を目標
	構内用輸送容器の検討	4号機	(実績) ・構内用輸送容器の適用検討 (予定) ・構内用輸送容器の適用検討	検討・設計	構内用輸送容器の適用検討 (バックアップ容器の適用検討)														・2014年度上半期の検討完了を目標
キャスク製造	輸送貯蔵兼用キャスク・乾式貯蔵キャスクの製造		(実績) ・乾式キャスク製造中 (予定) ・乾式キャスク製造中	調達・移送	輸送貯蔵兼用キャスク材料調達・製造・検査														
港湾	物揚場復旧工事		(実績) ・物揚場復旧工事 (予定) ・物揚場復旧工事	現場作業	物揚場復旧工事														・物揚場復旧工事完了：2014年7月末を目標
共用プール	共用プール燃料取り出し既設乾式貯蔵キャスク点検		(実績) ・損傷燃料用ラック設計・製作 ・乾式キャスク仕立て作業 (予定) ・損傷燃料用ラック設計・製作 ・乾式キャスク仕立て作業	検討・設計	損傷燃料用ラック設計・製作														共用プール内の使用済燃料を乾式キャスクに装填するための準備作業を開始(6/26)
				現場作業	乾式キャスク仕立て作業 4号機燃料受け入れ														
仮キャスク仮保管設備	乾式キャスク仮保管設備の設置		(実績) ・乾式キャスク仮保管設備の設置工事 (予定) ・乾式キャスク仮保管設備の設置工事	検討・設計															【規制庁関連】 ・使用前検査・乾式キャスク、支持架台、コンクリートモジュール、クレーン、エリア放射線モニタ、基礎地盤 (実績) H25.10.14~16, 22, 23, H25.11.1.6~8, 25~29, H25.12.16~20, H26.1.20~24, 29~31, H26.2.3~7, 17~20, H26.3.12~14
				現場作業	乾式キャスク仮保管設備の設置工事														
研究開発	使用済燃料プールから取り出した燃料集合体の長期健全性評価		(実績) ・長期健全性評価に係る基礎試験 ・燃料集合体の長期健全性評価技術開発 ・燃料集合体移送による水質への影響評価技術開発 (予定) ・長期健全性評価に係る基礎試験 ・燃料集合体の長期健全性評価技術開発 ・燃料集合体移送による水質への影響評価技術開発	検討・設計	【研究開発】 燃料集合体の長期健全性評価技術開発														
				現場作業	【研究開発】 燃料集合体移送による水質への影響評価技術開発 長期健全性評価に係る基礎試験														
研究開発	使用済燃料プールから取り出した損傷燃料等の処理方法の検討		(実績) ・損傷燃料等の処理に関する事例調査 (予定) ・損傷燃料等の処理に関する事例調査	検討・設計	外部評価委員会 追加														【研究開発】 化学処理工程への影響等の検討 追加 【研究開発】 公募手続き等 追加 公募手続き完了後開始
				現場作業	外部評価委員会 追加														

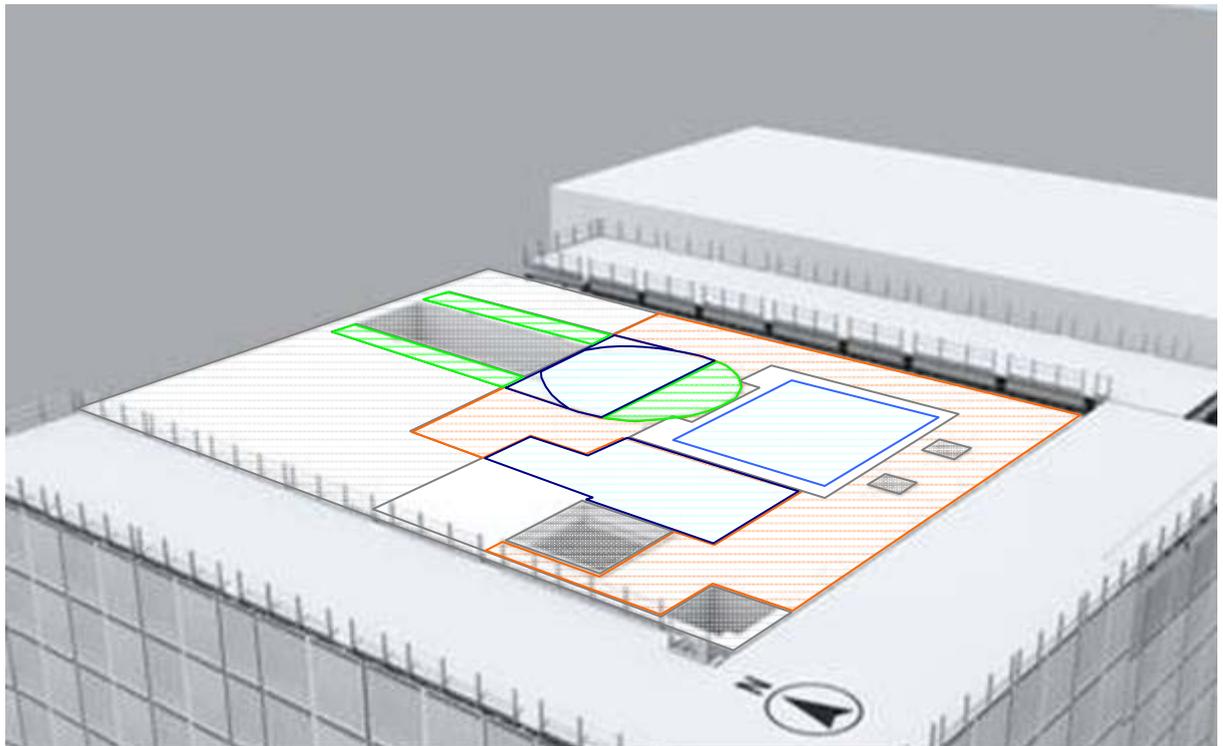
1, 3, 4号機 原子炉建屋上部瓦礫撤去工事 燃料取り出し用カバー工事 他 作業エリア配置図



【3号機原子炉建屋上部除染・遮へい工事】

- 2月27日（木）～3月26日（水）主な作業実績
 - ・ R/B上部除染（ガレキ集積、ガレキ吸引、床表層切削）
 - ・ SFP内瓦礫撤去
 - ・ 作業ヤード整備

□作業進捗イメージ図



【凡例】

- 除染対象外 ガレキ集積 ガレキ吸引 床表層切削 遮へい材設置
SFP内ガレキ撤去

※除染・遮へい対策手順：ガレキ集積→ガレキ吸引→床表層切削→遮へい材設置

- 3月27日（木）～4月23日（水）主な作業予定
 - ・ R/B上部除染（ガレキ集積、ガレキ吸引、床表層切削）
 - ・ 遮へい材設置
 - ・ SFP内瓦礫撤去
 - ・ 作業ヤード整備
- 備考
 - ・ R/B：原子炉建屋
 - ・ SFP：使用済燃料貯蔵プール

使用済燃料の保管状況(H26.3.26作業終了時点)

保管場所	保管体数(体)			取出し率	(参考)	
	新燃料	使用済燃料	合計		H23.3.11時点	キャスク基数
1号機	100	292	392	0.0%	392	-
2号機	28	587	615	0.0%	615	-
3号機	52	514	566	0.0%	566	-
4号機	180	803	983	36.0%	1535	-
キャスク保管建屋	0	0	0	100.0%	408	0
合計	360	2196	2556	27.3%	3516	

保管場所	保管体数(体)			保管率	(参考)	
	新燃料	使用済燃料	合計		保管容量	キャスク基数
キャスク仮保管設備	0	1412	1412	48.2%	2930	28(容量:50)
共用プール	24	5899	5923	86.6%	6840	-



**福島第一原子力発電所 4号機における
原子炉ウェルおよび圧力容器、使用済燃料プール
内のガレキ撤去および炉内機器の移動作業終了について**

**東京電力株式会社
平成26年3月27日**

報告概要

< 報告概要 >

4号機使用済燃料プール(SFP)内の燃料取出しに先立ち実施していた原子炉ウェル、原子炉圧力容器及びSFP内に落下した瓦礫撤去並びに干渉する炉内機器の移動作業が終了した。

なお、4号機の燃料取り出し作業は継続して実施しており、2014年末終了を目指して着実に進めているところ。

< 撤去した瓦礫の量 >

金属系瓦礫	: 約30個 (最大長さ約10mデッキプレート)	} 鋼製コンテナ (長さ約2m × 幅約1m × 高さ約1m) 3個に収納し、4号機から1F構内の瓦礫保管場所に運搬済
シート類他瓦礫	: 約20個	
コンクリート瓦礫		} 瓦礫回収箱 (長さ約2m × 幅約1m × 高さ約1m) 3個に収納し、SFP底部に保管中
・大物コンクリート (150mm以上)	: 約100個	
・中物コンクリート (50 ~ 150mm)	: 約400個	
・小物コンクリート (50mm以下)	: 無数	

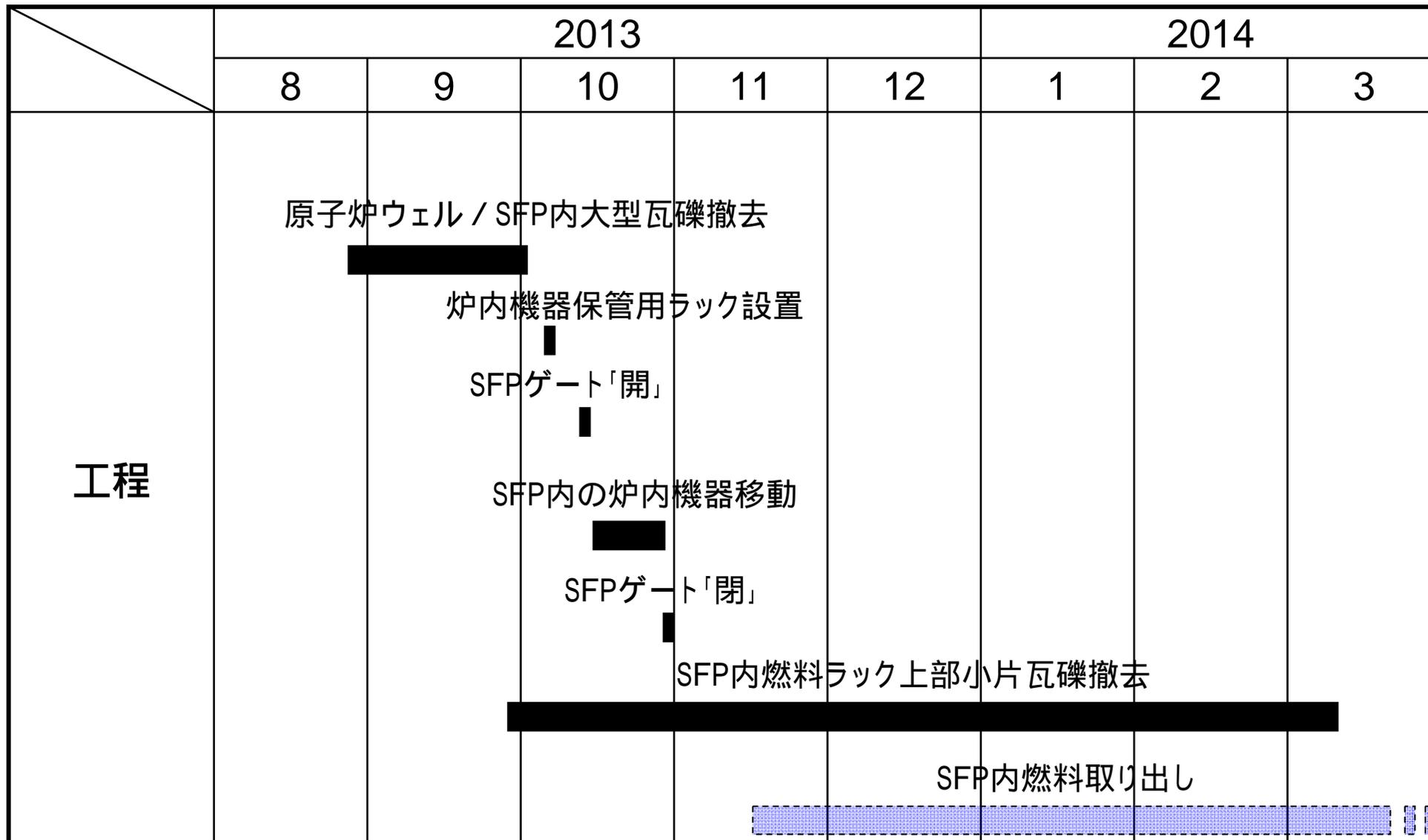
主な作業の時系列

【主な作業実績】

- ・2013年 8月27日 原子炉ウェル内瓦礫撤去作業開始
- ・2013年 9月17日 使用済燃料プール内大型瓦礫撤去作業開始
- ・2013年 9月30日 使用済燃料ラック上部小片瓦礫撤去作業開始
- ・2013年10月 2日 使用済燃料プール内大型瓦礫撤去作業完了(金属類)
- ・2013年10月 8日 原子炉圧力容器内炉内機器保管用ラック設置完了
- ・2013年10月15日 使用済燃料プールゲート「開」実施
- ・2013年10月16日 炉内機器移動作業開始
- ・2013年10月28日 炉内機器移動作業完了
- ・2013年10月31日 使用済燃料プールゲート「閉」実施
- ・2013年11月18日 (使用済燃料プール内燃料取り出し作業開始)
- ・2014年 3月 8日 使用済燃料プール内瓦礫撤去作業完了

燃料取り出し作業は、2014年末頃を目指して現在実施中。

実績工程



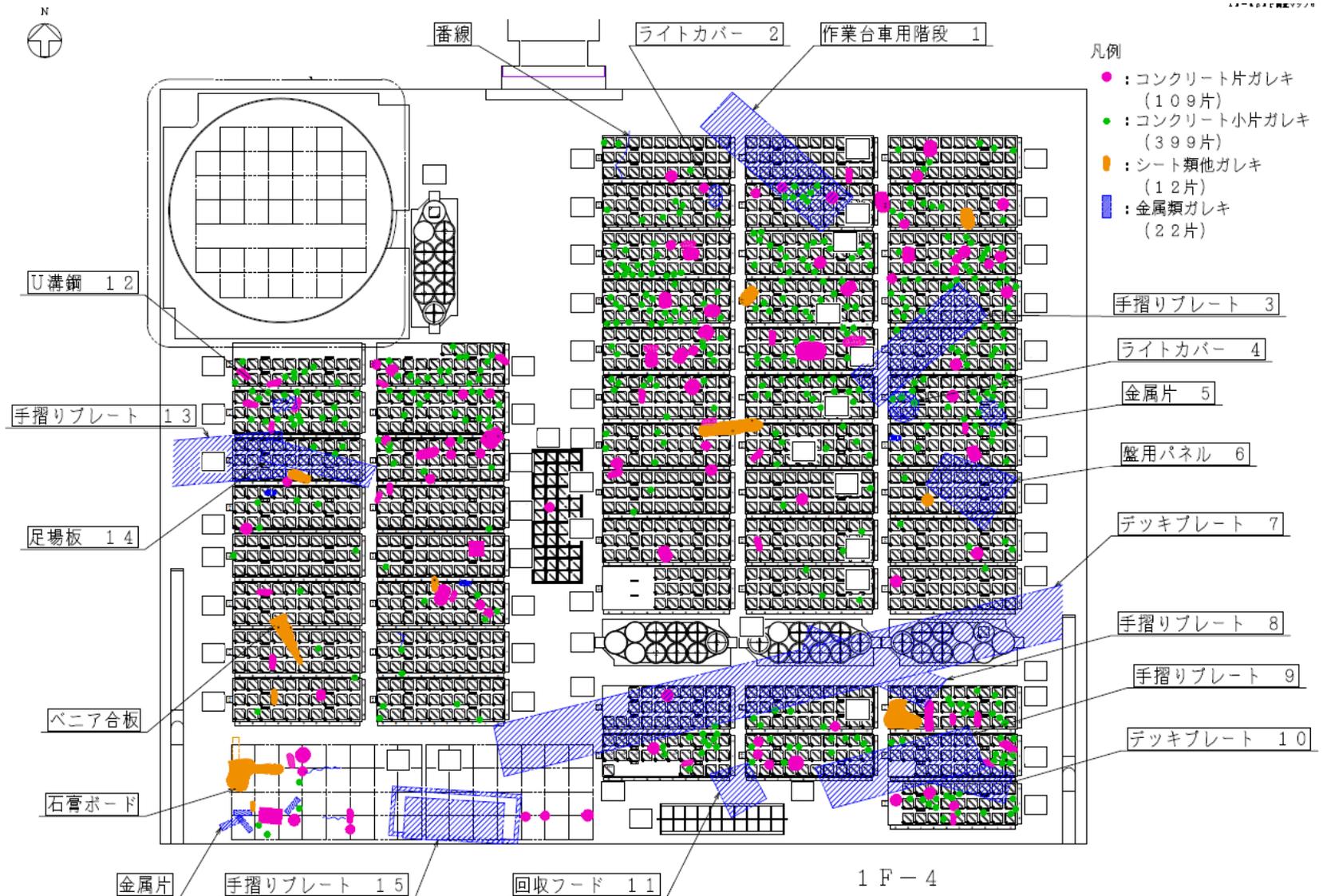
SFP内燃料取り出し作業は2014年末頃を目標に継続実施中

現在の使用済燃料プールの状況



(撮影日: 2014年3月12日)

【参考】撤去前の使用済燃料プールのガレキ散乱状況



【参考】撤去したガレキ写真(一例)(1 / 2)

原子炉ウェル内ガレキ(デッキプレート)



(撮影日:2013年8月28日)

使用済燃料プール内ガレキ(足場板)



(撮影日:2013年9月18日)

【参考】撤去したガレキ写真(一例)(2 / 2)

使用済燃料プール内ガレキ(作業台車用階段)



(撮影日:2013年10月1日)

使用済燃料プール内ガレキ(デッキプレート)



(撮影日:2013年10月2日)

【参考】炉内機器移動作業状況

移動前の炉内機器（キャスクピット内）



(撮影日:2013年10月16日)

炉内機器（FS）移動



(撮影日:2013年10月16日)

炉内機器（CR / GT）移動



(撮影日:2013年10月18日)

FS: 燃料サポート
CR: 制御棒
GT: 制御棒案内管

【参考】燃料上部ガレキ吸引作業状況写真

ガレキ吸引作業前



ガレキ吸引開始



片側吸引後



ガレキ吸引作業後



(撮影日:2013年10月11日)

1 F 4 燃料取出作業の被ばく低減対策について

2014/3/27
東京電力株式会社



東京電力

本資料の内容

- (1) 4号機燃料取り出し作業における被ばく線量低減対策の方針
- (2) 遮へい対策
- (3) オペレーティングフロアの空間線量率
- (4) 作業被ばくの実績
- (5) 被ばく低減対策の実施状況の概要と今後の進め方
- (6) 遮へい体設置工程

(1) 4号機燃料取り出し作業における被ばく線量低減対策の方針

■被ばく線量低減対策の方針

4号機オペレーティングフロア上の適切な箇所に遮へい体を設置し、燃料取り出し作業場所について、雰囲気線量率 $1/3$ を目指す。

また、遮へい体設置による線量率低減を図るとともに、燃料取り出し作業を改善させることで、燃料取り出しに係る作業の被ばく線量を開始初期と比較し、 $1/3$ に低減させることを目標とする。

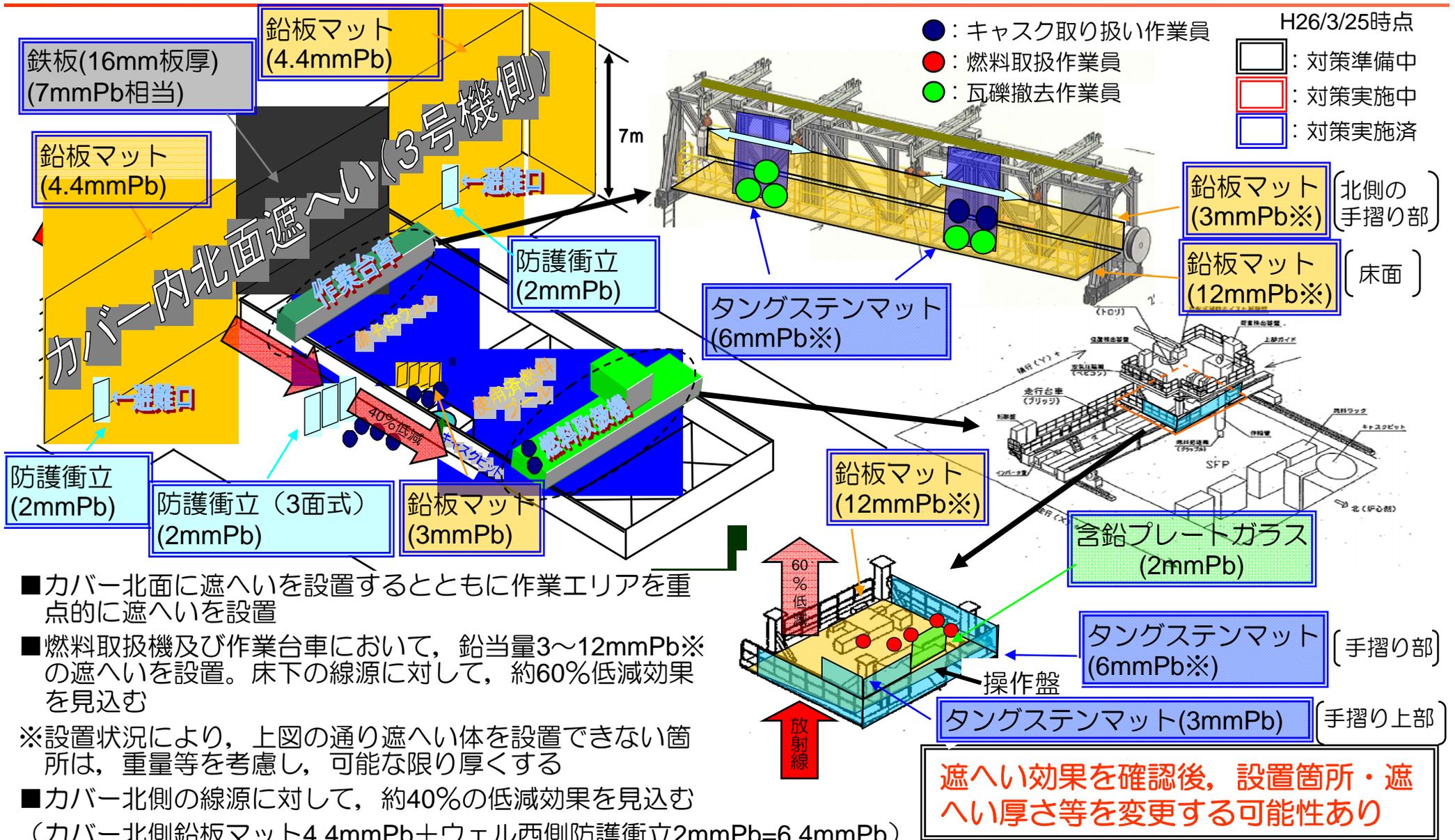
■被ばく線量低減に向けた実施事項

オペレーティングフロア上の線量率測定を行い、線源の推定と効果的な遮へい設置箇所の検討を行った。この検討結果を基に、遮へい体を順次設置する。

また、燃料取り出し作業の分析を行った結果を基に、被ばく線量の多い作業の改善を行う。

(2) 遮へい対策

① 遮へい体設置計画の概要



■カバー北面に遮へいを設置するとともに作業エリアを重点的に遮へいを設置

■燃料取扱機及び作業台車において、鉛当量3~12mmPb※の遮へいを設置。床下の線源に対して、約60%低減効果を見込む

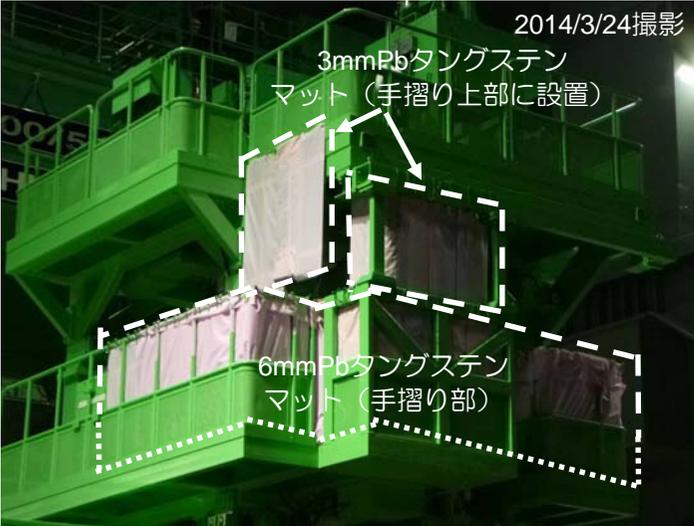
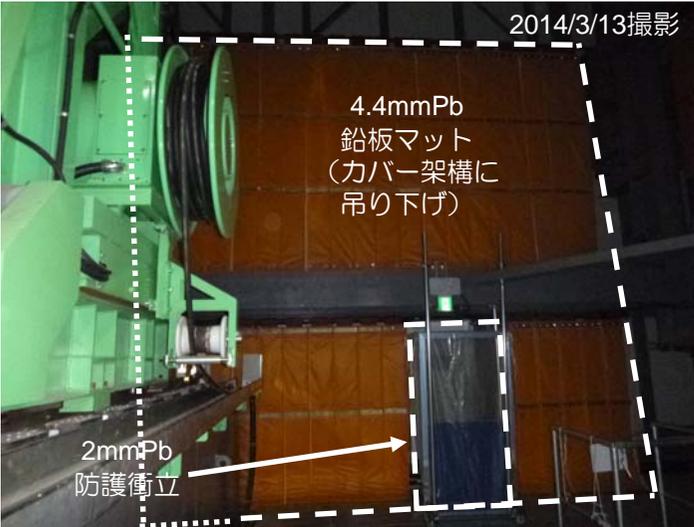
※設置状況により、上図の通り遮へい体を設置できない箇所は、重量等を考慮し、可能な限り厚くする

■カバー北側の線源に対して、約40%の低減効果を見込む
(カバー北側鉛板マット4.4mmPb+ウェル西側防護衝立2mmPb=6.4mmPb)

■カバー北面の鉄板は燃料取扱機架構上にボルトにて固定、北面鉛板マットはカバー架構に取付金具を設置し、吊下げる

(2) 遮へい対策

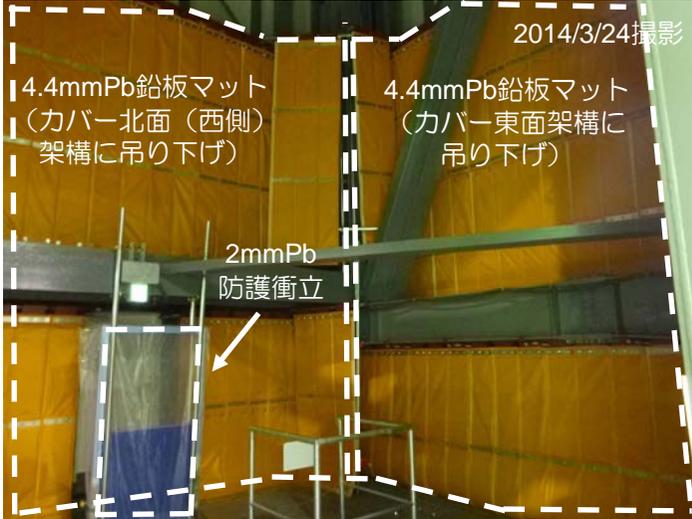
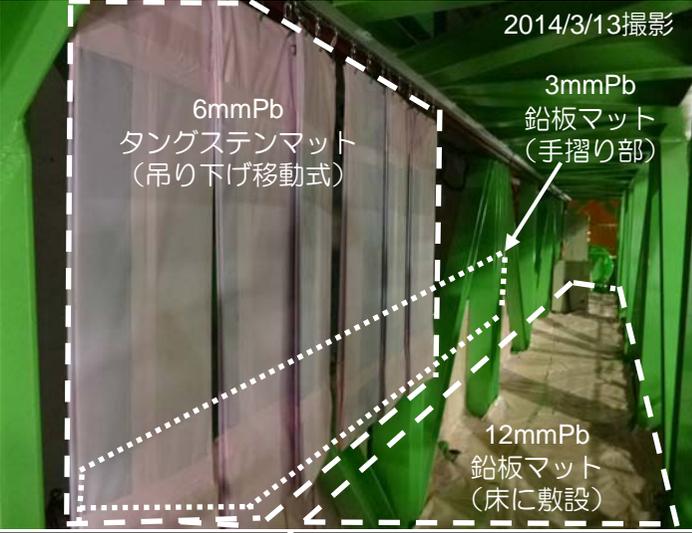
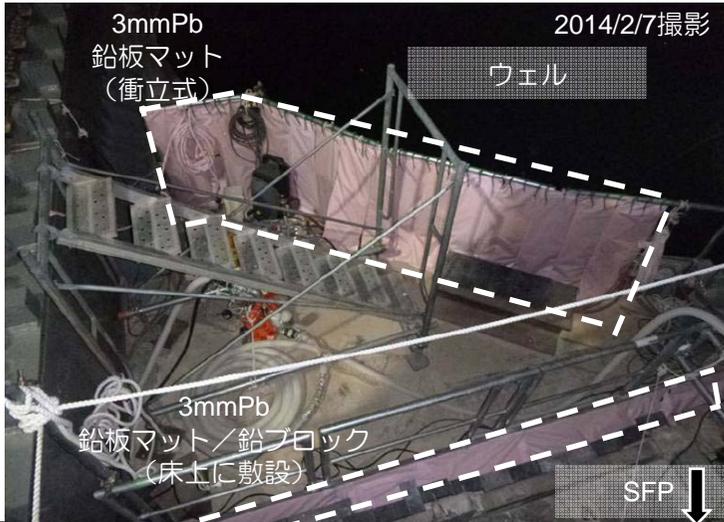
②遮へい体設置状況 (i)

燃料取扱機 (トロリ)	燃料取扱機 (トロリ北東面)
 <p>2014/3/13撮影</p> <p>6mmPb タングステン マット (手摺り部)</p> <p>2mmPb含鉛 プレートガラス</p> <p>6mmPb タングステン マット (手摺り部)</p> <p>12mmPb 鉛板マット (床に敷設)</p>	 <p>2014/3/24撮影</p> <p>3mmPb タングステン マット (手摺り上部に設置)</p> <p>6mmPb タングステン マット (手摺り部)</p>
燃料取り出し用カバー北面 (西側)	燃料取り出し用カバー北面 (東側)
 <p>2014/3/24撮影</p> <p>4.4mmPb 鉛板マット (カバー架構に吊り下げ)</p> <p>2mmPb 防護衝立</p>	 <p>2014/3/13撮影</p> <p>4.4mmPb 鉛板マット (カバー架構に吊り下げ)</p> <p>2mmPb 防護衝立</p>

※図中の遮へい体厚さは鉛当量で表記

(2) 遮へい対策

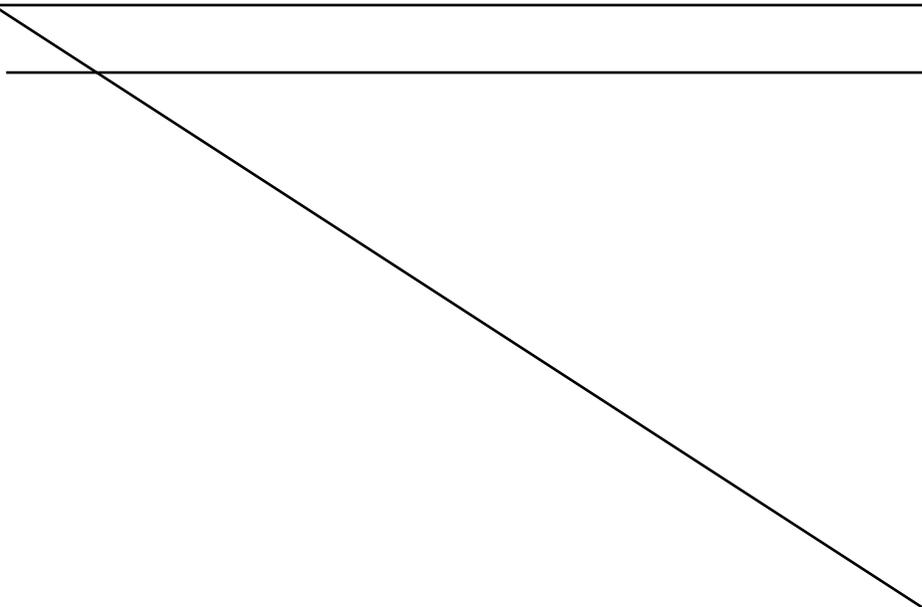
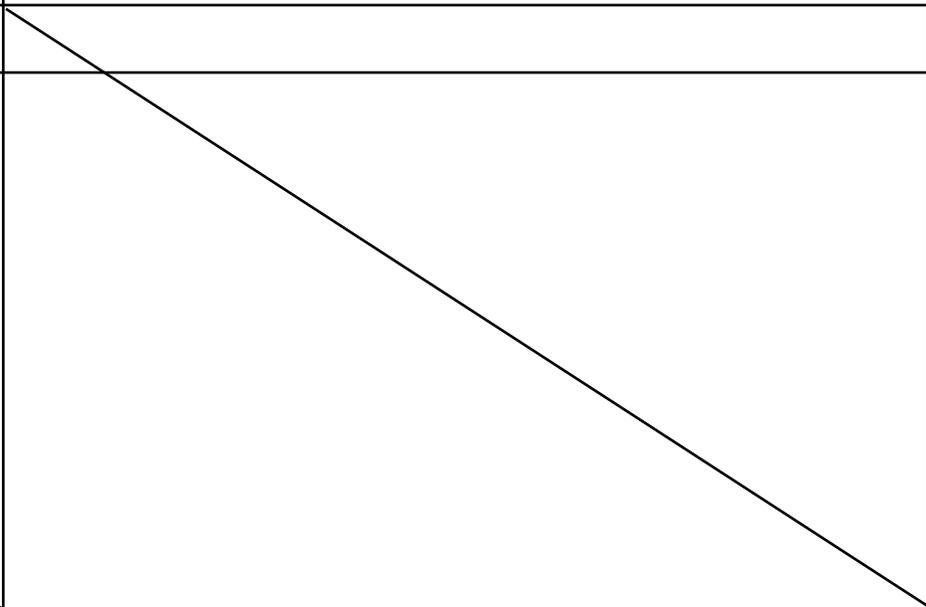
②遮へい体設置状況 (ii)

<p>燃料取り出し用カバー北面（東側）／東面</p>  <p>2014/3/24撮影</p> <p>4.4mmPb鉛板マット (カバー北面（西側） 架構に吊り下げ)</p> <p>4.4mmPb鉛板マット (カバー東面架構に 吊り下げ)</p> <p>2mmPb 防護衝立</p>	<p>燃料取り出し用カバー北面（ウェル上）</p>  <p>2014/2/20撮影</p> <p>7mmPb 鉄板 (SFP架構上に設置)</p>
<p>作業台車</p>	<p>キャスクピット廻り三角コーナー</p>
 <p>2014/3/13撮影</p> <p>6mmPb タングステンマット (吊り下げ移動式)</p> <p>3mmPb 鉛板マット (手摺り部)</p> <p>12mmPb 鉛板マット (床に敷設)</p>	 <p>2014/2/7撮影</p> <p>3mmPb 鉛板マット (衝立式)</p> <p>ウェル</p> <p>3mmPb 鉛板マット／鉛ブロック (床上に敷設)</p> <p>SFP ↓</p>

※図中の遮へい体厚さは鉛当量で表記

(2) 遮へい対策

②遮へい体設置状況 (iii)

オペレーティングフロア上 (SFP西側)	オペレーティングフロア上 (SFP西側)
<p data-bbox="862 300 1041 327">2014/3/24撮影</p>  <p data-bbox="425 710 772 742">2mmPb 防護衝立 (3面式)</p>	<p data-bbox="1780 300 1960 327">2014/1/30撮影</p>  <p data-bbox="1366 359 1601 422">6mmPb鉛板マット (床上に敷設)</p>
	

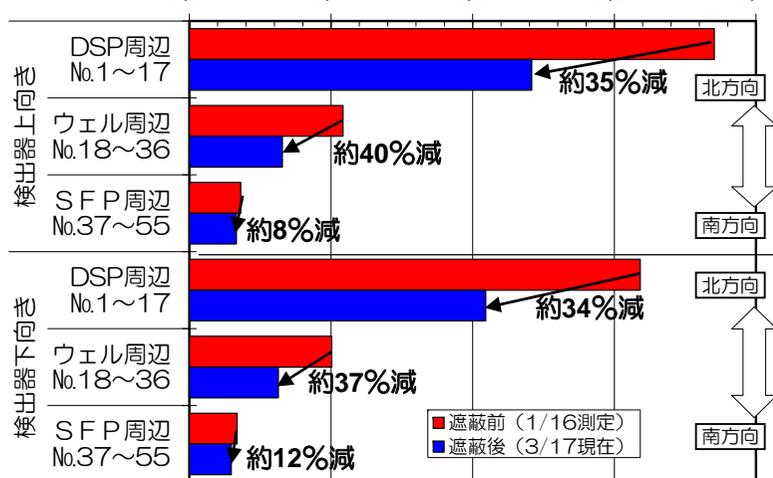
※図中の遮へい体厚さは鉛当量で表記

(3) オペレーティングフロアの空間線量率

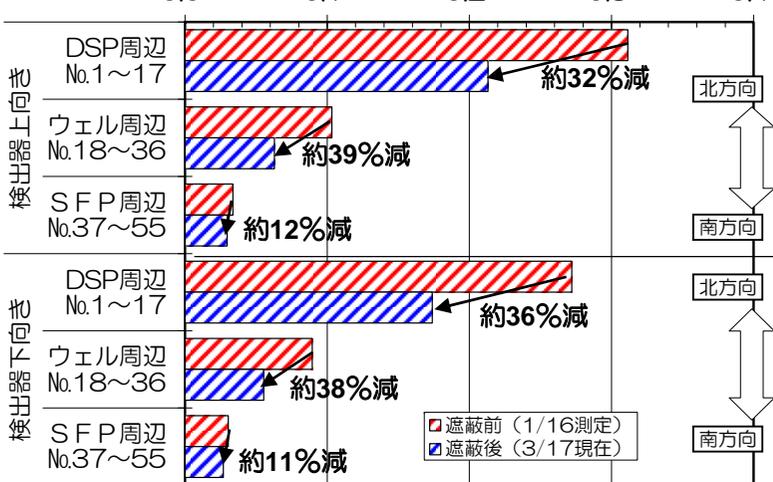
① 遮へい体設置後のオペレーティングフロア上線量率

遮へい体設置前後におけるオペレーティングフロア（以下、オペフロ）上の線量率測定を実施。

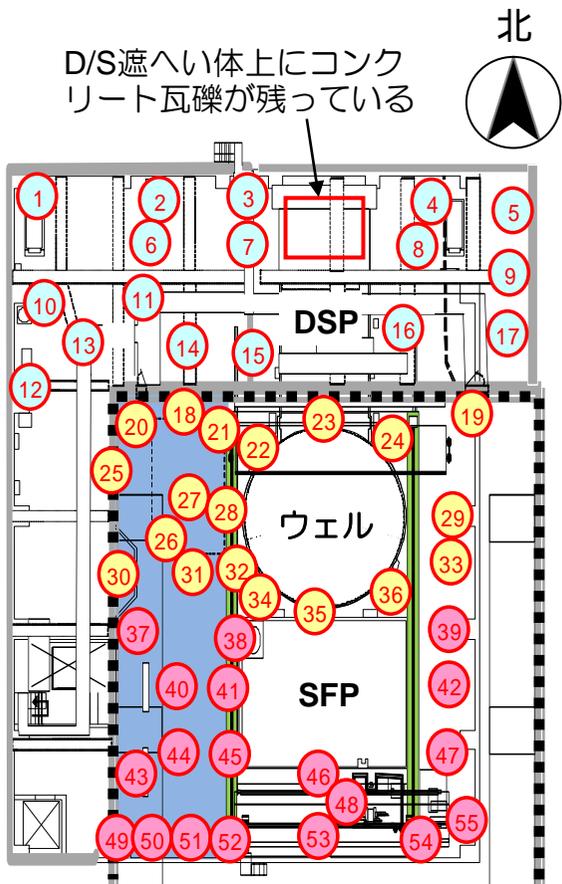
測定点上約100cmにおける遮へい前後の幾何平均線量率の比較 (mSv)



測定点上約30cmにおける遮へい前後の幾何平均線量率の比較 (mSv)



- DSP周辺(地点No.1~17)の線量率は、遮へい体設置前と比較し、32~36%の低下傾向が見られた。
- ウェル周辺(地点No.18~36)の線量率については、37~40%の低下傾向が見られた。
- SFP周辺(地点No.37~55)の線量率については、8~12%の低下傾向が見られた。
- 同一地点における高さ方向の線量率は、遮へい体設置前と同様に上方が高い傾向が見られた。



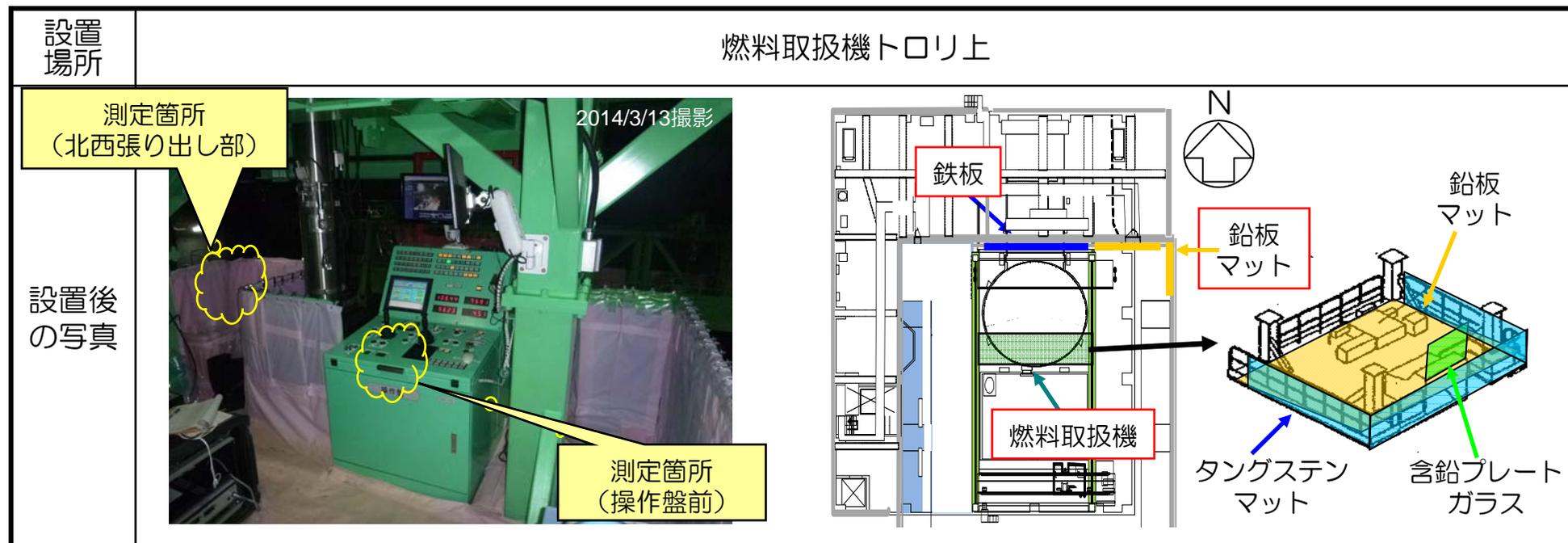
□ : ドライヤ/パレタ (D/S) 遮へい体
 ●●●●● : 燃料取り出し用カバー

オペフロ上測定地点図

オペフロ測定結果

(3) 4号機オペレーティングフロアの空間線量率 ②遮へい体設置前後の燃料取扱機トオリ上線量率

遮へい体設置状況



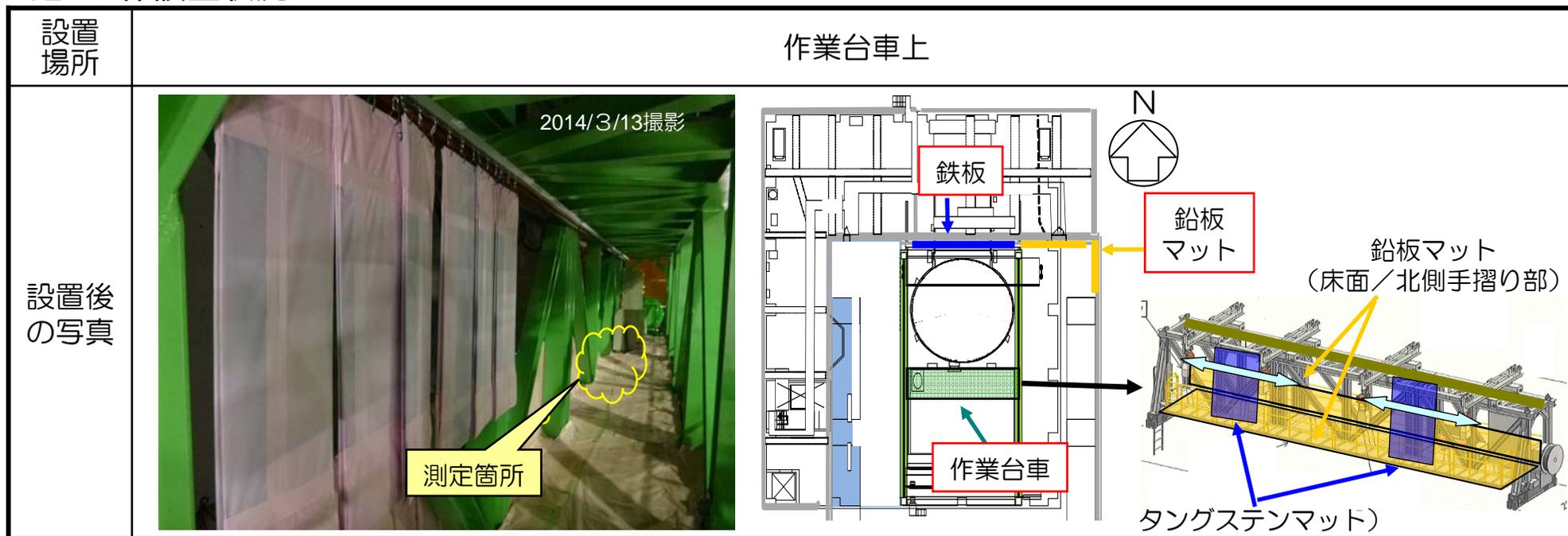
■ 遮へい設置効果

測定場所	燃料取扱機トオリ上 操作盤前 約1m高さ	燃料取扱機トオリ上 北西張り出し部 約1m高さ
設置効果	設置前 : 0.055mSv/h 前回報告 : 0.025mSv/h (約55%低減) 設置後 : 0.025mSv/h (約55%低減)	設置前 : 0.080mSv/h※ 前回報告 : 0.060mSv/h (約25%低減) 設置後 : 0.050mSv/h (約38%低減)
備考	床面に鉛当量12mmPbの鉛板マットを設置。手摺り部には、鉛当量6mmPbのタングステンマットを設置。操作盤上部には鉛当量2mmPbの含鉛プレートガラスを設置。 設置後の線量率は、燃料取り出し用カバー北面の鉄板及び鉛板マット設置後の効果を含む。 ※遮へい体設置前の線量率を測定してなかったため、床面及び手摺り部への遮へい体設置途中の測定値を記載	

(3) 4号機オペレーティングフロアの空間線量率

③遮へい体設置前後の作業台車上线量率

遮へい体設置状況



■遮へい設置効果

測定場所	作業台車上 台車中央部 約1m高さ	
設置効果	設置前 : 0.090mSv/h 前回報告 : 0.065mSv/h (約28%低減) 設置後 : 0.030mSv/h (約67%低減)	2014/2/7測定 2014/2/18測定 2014/3/17測定
備考	床面に鉛当量12mmPbの鉛板マットを設置。北側手摺り部の一部に鉛当量3mmPbの鉛板マットを設置。 設置後の線量率は、燃料取り出し用カバー北面の鉄板及び鉛板マット設置後の効果を含む。	

(3) 4号機オペレーティングフロアの空間線量率

④ 遮へい体設置前後のキャスクピット廻り三角コーナー線量率

遮へい体設置状況

設置場所	キャスクピット廻り三角コーナー	
設置後の写真		

■ 遮へい設置効果

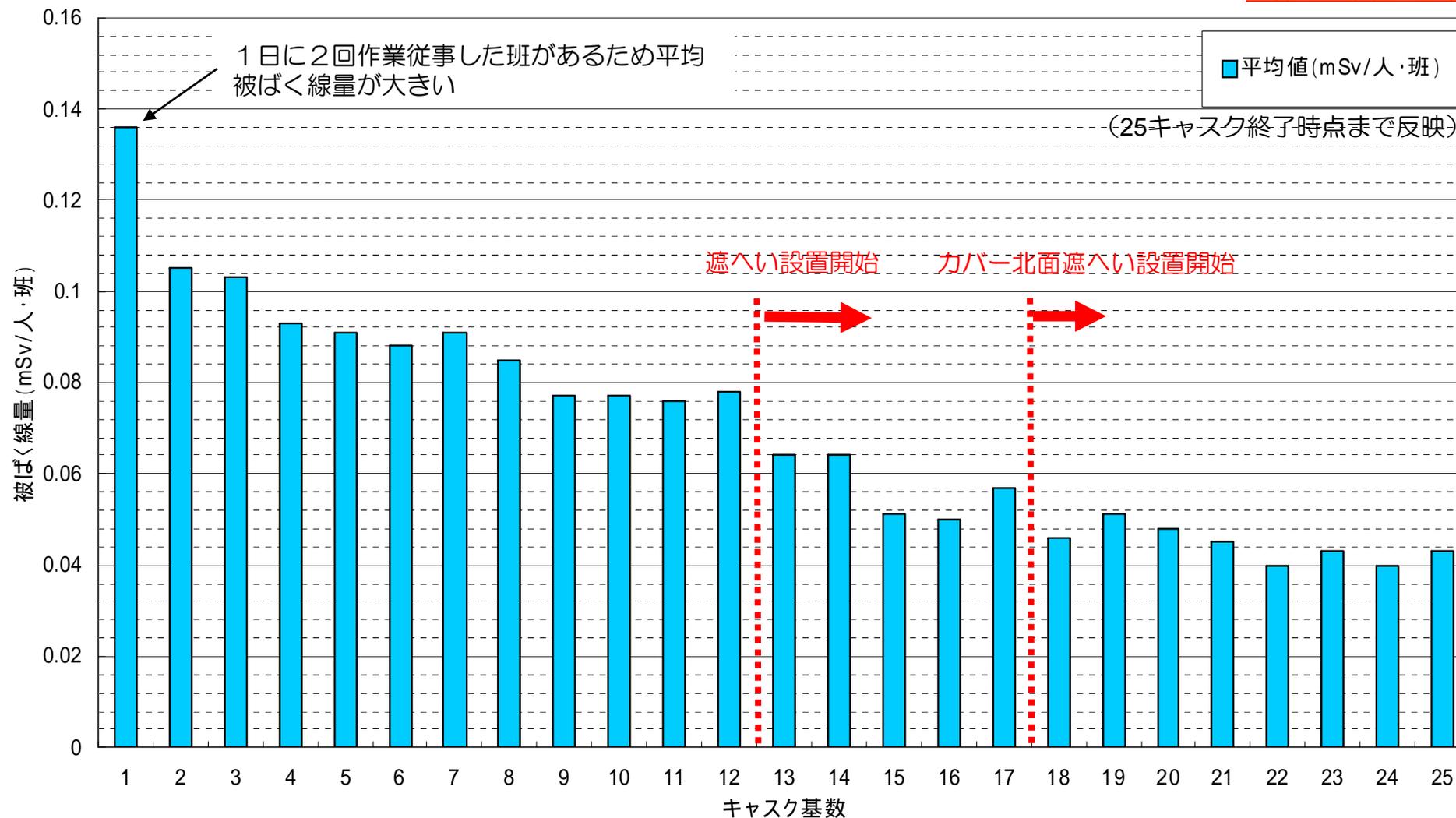
測定場所	キャスクピット廻り三角コーナー 床上 約1m高さ	
設置効果	設置前 : 0.090mSv/h 前回報告 : 0.070mSv/h (約22%低減) 設置後 : 0.060mSv/h (約33%低減)	2014/2/7測定 2014/2/18測定 2014/3/17測定
備考	ウェル側に鉛当量3mmPbの鉛板マットを吊り下げた衝立を設置。 使用済燃料プール側の床面ホットスポット箇所に対して、鉛当量3mmPbの鉛板マット、鉛ブロックを設置。床上直上で1.5mSv/h → 0.30mSv/h (約80%低減)。 設置後の線量率は、燃料取り出し用カバー北面の鉄板及び鉛板マット設置後の効果を含む。	

(4) 作業被ばくの実績

①燃料取扱機運転作業の被ばく実績 (基数毎)

■燃料取扱機の1班・1作業員あたりの平均被ばく線量 (約2時間作業の作業員一人あたりの平均被ばく線量)

- ・燃料取り出し開始初期の平均被ばく線量 (2~5カスク目の平均) : 約0.098mSv/人・班
- ・遮へい設置開始初期の平均被ばく線量 (13~18カスク目の平均) : 約0.055mSv/人・班 (約44%低減)
- ・至近の平均被ばく線量 (23~25カスク目の平均) : 約0.042mSv/人・班 (約57%低減)

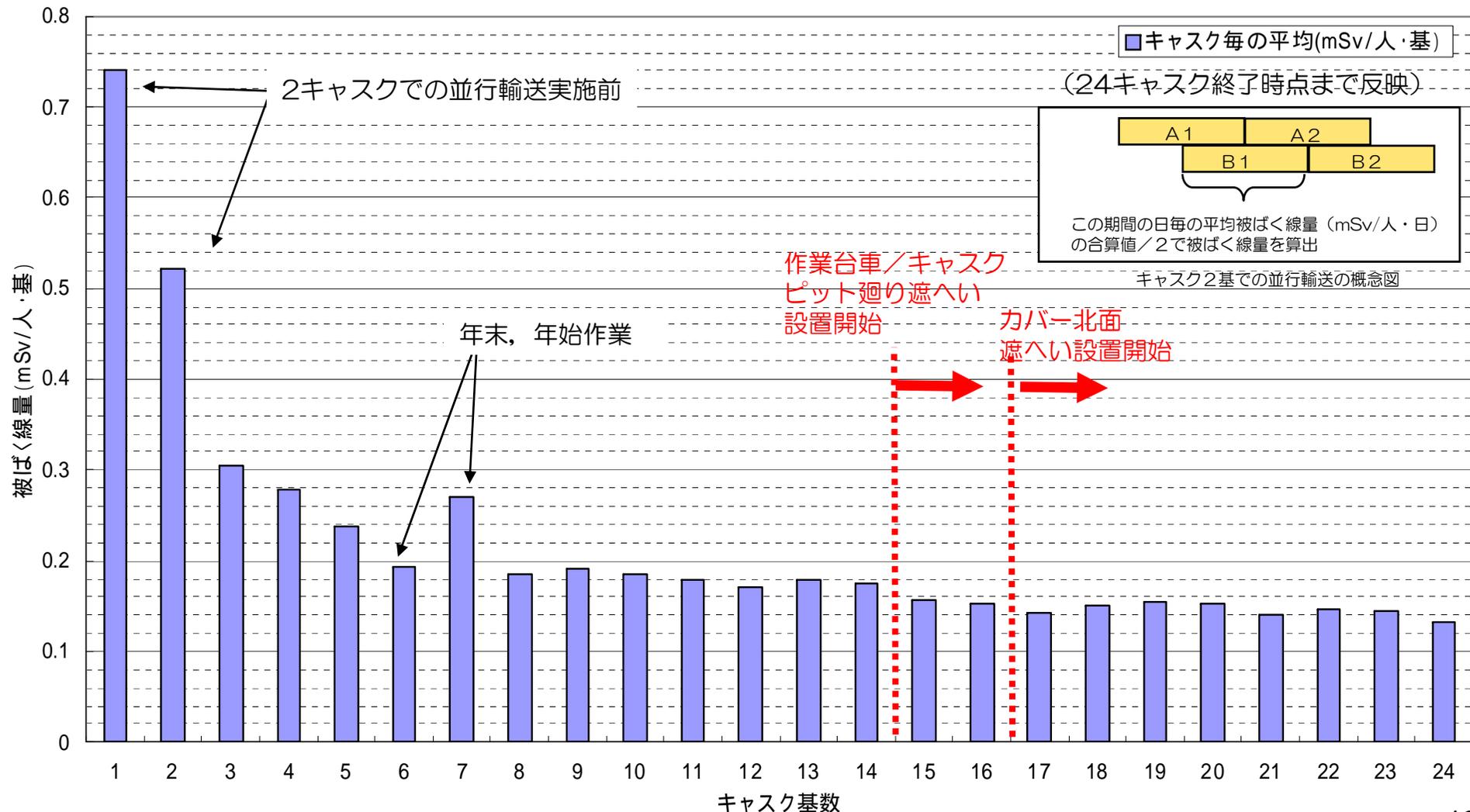


(4) 作業被ばくの実績

②キャスク取扱作業の被ばく線量 (基数毎)

■キャスク1基あたりの平均被ばく線量

- ・燃料取り出し開始初期の平均被ばく線量 (3~5キャスク目の平均) : 約0.28mSv/人・基
- ・遮へい設置開始初期の平均被ばく線量 (15~17キャスク目の平均) : 約0.15mSv/人・基 (約46%低減)
- ・至近の平均被ばく線量 (22~24キャスク目の平均) : 約0.14mSv/人・基 (約50%低減)



(5) 被ばく低減対策の実施状況の概要と今後の進め方①

■現在の被ばく低減対策実施状況の概要

- 燃料取り出し用カバー北面に鉄板／鉛板マットを設置するとともに燃料取扱機及び作業台車の床面や手摺り部等に鉛板マット／タングステンマット等設置した結果、下表のとおり線量率が低減した。また、キャスクピット廻り三角コーナー部廻りにも鉛板マット等設置した結果、下表のとおり線量率が低減した。

表 燃料取り出し作業員が滞在する主なエリアの線量率

測定箇所	遮へい体設置前の線量率【測定日】	遮へい設置後（至近）の線量率【測定日】
燃料取扱機トロリ上 操作盤前（約1m高さ）	0.055mSv/h 【2014/1/30】	0.025mSv/h（約55%減） 【2014/3/17】
作業台車床上 台車中央部（約1m高さ）	0.090mSv/h 【2014/2/7】	0.030mSv/h（約67%減） 【2014/3/17】
キャスクピット廻り三角コー ナー床上 約1m高さ	0.090mSv/h 【2014/2/7】	0.060mSv/h（約33%減） 【2014/3/17】

- 床面のホットスポット箇所には、床面への遮へい体設置が効果的であること、また、燃料取り出し用カバー北面に遮へい体を設置することで、カバー全体の雰囲気線量率低減効果が得られることを確認した。

(5) 被ばく低減対策の実施状況の概要と今後の進め方②

■現在の被ばく低減対策実施状況の概要

- ▶ 遮へい体設置及び作業改善事項の実施状況としては暫定的だが、各作業の平均被ばく線量は以下の通り減少している。

表 燃料取り出し作業における被ばく線量

作業名	燃料取り出し開始初期の平均被ばく線量	遮へい設置後（至近）の平均被ばく線量
燃料取扱機運転作業	約0.098mSv/人・班	約0.042mSv/人・班（約57%減）
キャスク取り扱い作業	約0.28mSv/人・基	約0.14mSv/人・基（約50%減）

■今後の進め方

- ▶ オペフロ上のホットスポット箇所に対して遮へい体を設置する。
- ▶ 線量低減効果を適宜確認し、効果的な遮へい体の設置検討・追加設置を行う。
- ▶ 作業分析を再度行い、更なる作業改善を図る。

(6) 遮へい体設置工程

スケジュール

実施事項	2013年			2014年							
	12月			1月		2月		3月		4月	
遮へい体設置検討・事前調査	遮へい体設置検討 現場調査, 線量測定・核種測定										
遮へい体の調達・準備				調達・準備		遮へい材の納入 (段階的に納入)					
遮へい体の設置						鉛板マット, タングステンマット等 遮へい体設置		遮へい体の追加設置			
遮へい体設置後の線量測定, 評価						設置後, 適宜線量測定		設置後の線量測定・評価			

【参考】燃料取扱作業の改善

燃料取扱作業（キャスクピット廻り作業）の改善

○キャスクピット廻りは、比較的線量率が高いため、被ばく線量が高い状況。



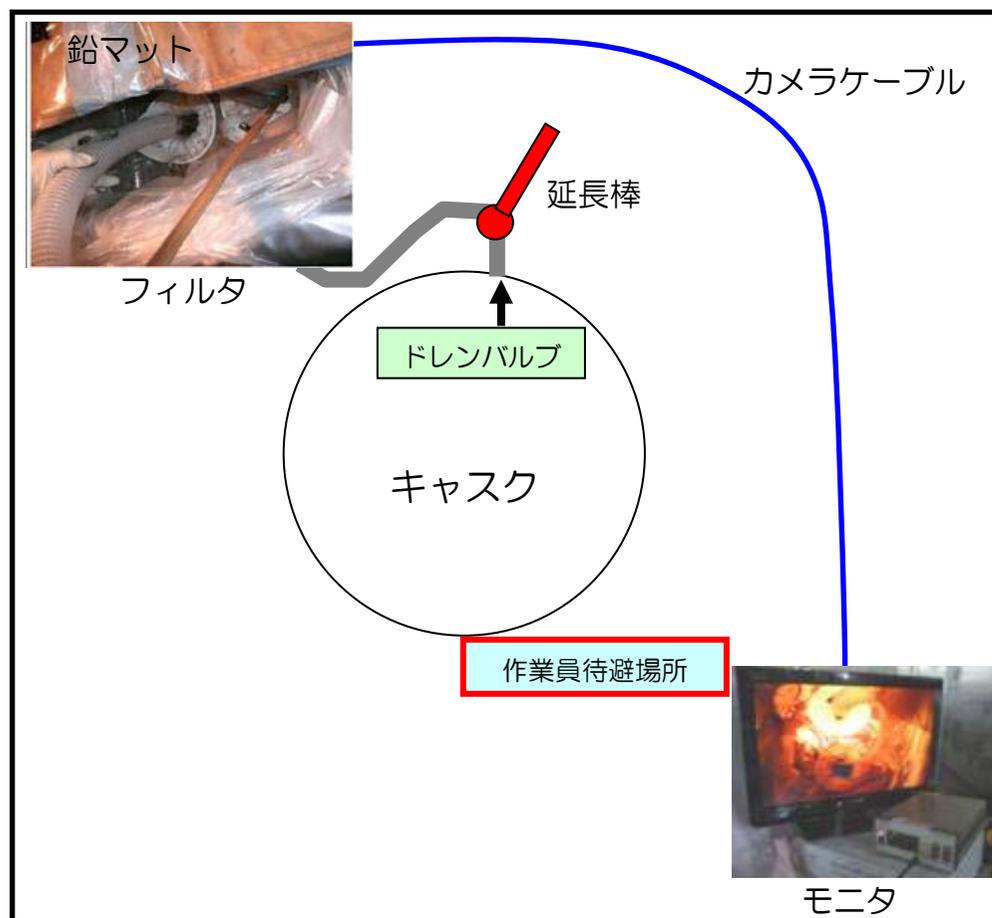
プールへの着水作業状況（H25.11.18）

○キャスクピット廻りの被ばく量低減のため、以下の作業工夫を実施。

- ・燃料取出作業開始前より実施
 - ・キャスクピット廻りの人員を削減するため、水中カメラで着水等の状況を監視（従来はキャスクピット廻りで目視のみ）
- ・作業途中から実施
 - ・キャスクピット廻りの作業員のタングステンジャケット（遮へい厚約2.2mm，重量約9kg）の着用（1～2割程度被ばく線量低減の効果）。

【参考】燃料取扱作業の改善 共用プール除染ピット内作業について

- 共用プールでの燃料取出し後キャスク内部水排水時にキャスク（燃料）内部の高線量の砂礫の影響により被ばく量が高くなっている。被ばく低減のため以下の対策を実施。
 - 砂礫を回収するフィルター上部に鉛マットを敷き線量低減を実施
 - カメラ監視によるフィルター目詰まり状況の確認の遠隔化を実施（3/13～）
 - 水位調整用バルブの延長棒（長さ約1m）を利用した距離をとった操作の実施（3/13～）



監視状況

キャスクピット

【参考】4号機燃料取り出し作業の予想総被ばく線量

○予想総被ばく線量算出の前提

- ・燃料取出し完了まで合計約70カスクの輸送に対して、
最大予想被ばく線量：24カスク目までの個人最大被ばくに基づき線量より予想
平均予想被ばく線量：燃料取出し開始初期、遮へい設置開始初期、至近の平均被ばく線量に基づき予想

●FHM運転作業

- ・24カスク目燃料装填完了時点の個人最大被ばく線量：約3.4mSv
- ・1カスク・作業員一人あたりの平均被ばく線量 燃料取出し開始初期：約0.15mSv^{*1}
遮へい設置開始初期（13～18カスク目の実績）：約0.09mSv^{*1}
至近の実績（23～25カスク目の実績）：約0.07mSv^{*1}
→平均予想被ばく線量：約6mSv^{*2}～最大予想被ばく線量：約10mSv^{*3}

●カスク取扱作業

- ・24カスク目作業完了時点の個人最大被ばく線量：約8.5mSv
- ・1カスク・作業員一人あたりの平均被ばく線量 燃料取出開始初期：約0.28mSv
遮へい設置開始初期（15～17カスク目の実績）：約0.15mSv
至近の実績（22～24カスク目の実績）：約0.14mSv
→平均予想被ばく線量：約12mSv^{*4}～最大予想被ばく線量：約26mSv^{*5}

※1：1カスク分の作業にあたり平均して1.5班分作業従事するとし、1班・1作業員あたりの平均被ばく線量を1.5倍し算出
※2：12基×0.15mSv+10基×0.09mSv+50基×0.07mSv=6.02mSvより（19,20,21,22基目は0.09mSv/基の被ばく線量として算出）
※3：3.4mSv÷24基×70基=9.9mSvより
※4：14基×0.28mSv+7基×0.15mSv+49基×0.14mSv=11.8mSvより（18,19,20,21基目は0.15mSv/基の被ばく線量として算出）
※5：8.5mSv÷24基×70基=24.8mSvより

【参考】作業被ばくの実績 瓦礫撤去作業の被ばく線量（日数毎）

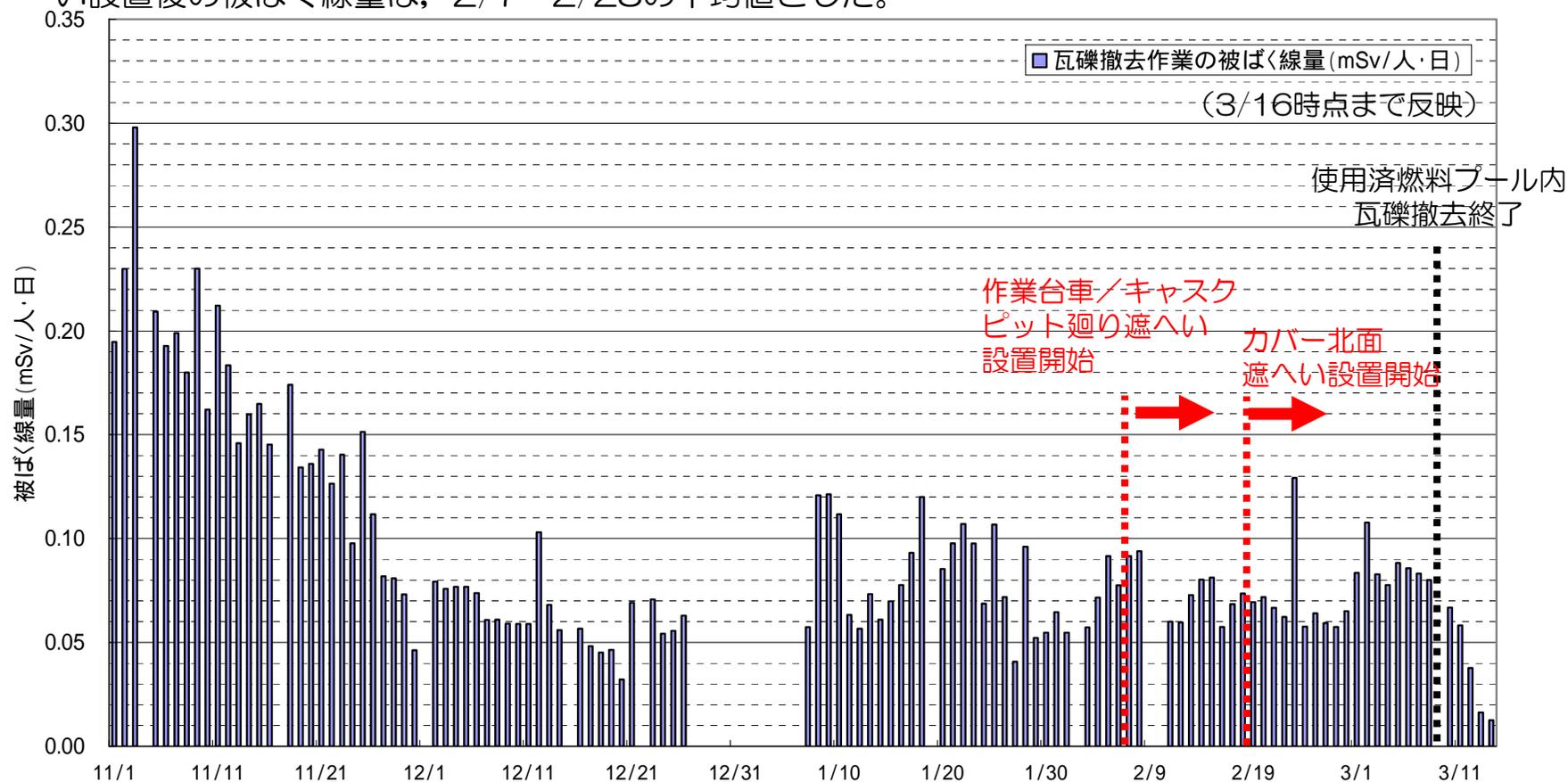
■ 1日あたりの平均被ばく線量。

- ①使用済燃料プール内瓦礫撤去開始初期の平均被ばく線量（11/1～11/10 ※1）：約0.21mSv/人・日
 - ②遮へい体設置前の平均被ばく線量（12/2～2/6の平均※2）：約0.073mSv/人・日
 - ③遮へい体設置後の平均被ばく線量（2/7～2/28の平均）：約0.072mSv/人・日※3
- ①と比較して約61%低減
②と比較して約1%低減

※1：H25/11頃は水中から撤去した高線量瓦礫の細断等実施していることから、参考数値として記載。

※2：現在の作業内容とほぼ同じ作業を実施しているH25/12/2～H26/2/6を遮へい体設置前の基準として記載。

※3：3月頃から使用済燃料プール内瓦礫撤去と並行して、ヤードでの片付け作業等も実施していたことから、遮へい設置後の被ばく線量は、2/7～2/28の平均値とした。



1F - 4号機 クレーンの不具合発生について

2014 / 3 / 27
東京電力(株)



東京電力

4号機 クレーンの不具合について

<事象>

H26.3.26、4号機NFTキャスク構内移送作業（26基目のキャスクをプール外へ搬出する作業）において、4号機オペフロにて準備作業として蓋吊具を吊るためにクレーンを移動中に故障警報が発生し停止した。（クレーンにより、物品は吊っていなかった。）

以下に、時系列を記す。

<時系列>

- 9：10 - 準備作業開始
- 9：15頃 - クレーン移動開始
 - クレーン横行操作
 - クレーン走行操作
 - クレーン「補巻き」巻き下げ操作しながら走行操作
 - した際に警報発生

4号機 天井クレーンの不具合について

- 9 : 30頃 - 故障ランプ点灯（故障警報発生）確認
故障コード016（非常停止）を確認
（通常停止以外に停止すると発生）
「主電源」切り・入り操作実施
 - 故障ランプ点灯（警報音発生）確認故障コード017（扉開）を確認
（ガータ入り口扉を開いたため発生）
「主電源」切り・入り操作実施
 - 故障ランプ点灯（警報音発生）確認故障コード424（モータ温度上昇）を確認
「主電源」切り・入り操作実施
 - 故障ランプ点灯（警報音発生）確認故障コード424（モータ温度上昇）を確認
- 10 : 35 - モータ温度上昇の故障コードがクリアできなかったことから、走行不可と判断した。

（補足）
 - ・故障コードは、「走行制御盤2」内の表示で確認した。

4号機 クレーンの不具合について

<原因>

- ・ 走行モータを現場で確認したところ、温度に異常が見られなかった。
現在、不具合が生じた原因を確認・調査中。

以上

福島第一原子力発電所 1号機 原子炉建屋の躯体状況調査結果について

平成26年3月27日
東京電力株式会社

調査概要と結果

1. 調査概要

調査目的

福島第一原子力発電所1号機の原子炉建屋内部における建屋躯体の損傷状況把握を目的とし、原子炉建屋3階および4階について、シェル壁・使用済燃料プール壁を中心に躯体状況を調査した。

実施日	平成26年2月26日(水)
調査体制	当社社員7名 原子力規制庁保安検査官2名
計画線量	7.0 mSv
実績線量	5.85 mSv (最大)

2. 調査結果

4階北西部の天井面やエレベーターシャフトの壁の一部にコンクリート崩落などの損傷を確認したが、主要な耐震要素である、3,4階のシェル壁・使用済燃料プール壁・外壁に損傷は確認されなかった。

引続き調査を進め、調査結果を反映した解析モデルにて原子炉建屋の耐震安全性評価および燃料取り出し用架構選定を進めていく。

3.1 調査結果（4階シェル壁）



写真 : 4階 シェル壁(1)

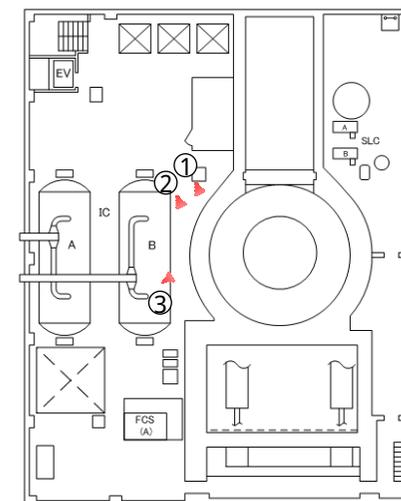


写真 : 4階 シェル壁(2)



写真 : 4階 シェル壁 (3)

4階シェル壁に、一部塗装の剥がれが見られる（写真）が、コンクリートに損傷は確認されなかった。



4階 平面図

3.2 調査結果（3階シェル壁）



写真 : 3階 シェル壁(1)

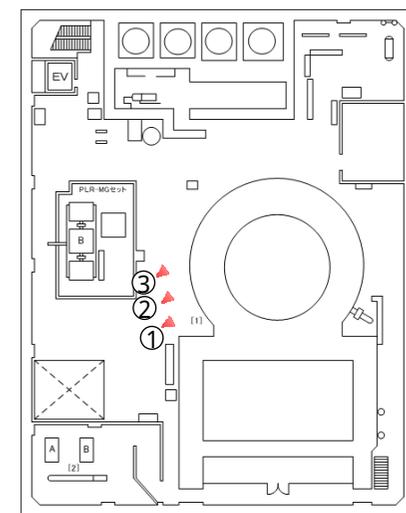


写真 : 3階 シェル壁(2)



写真 : 3階 シェル壁上部

3階シェル壁に、
コンクリートの
損傷は確認されな
かった。



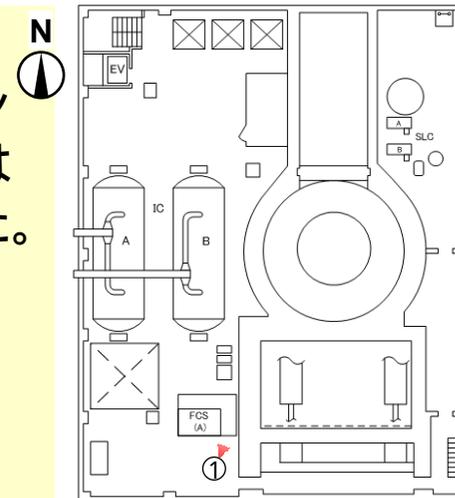
3階 平面図

3.3 調査結果（3,4階使用済燃料プール壁）



写真：4階 使用済燃料プール壁

4階使用済燃料
プール壁に、コン
クリートの損傷は
確認されなかった。

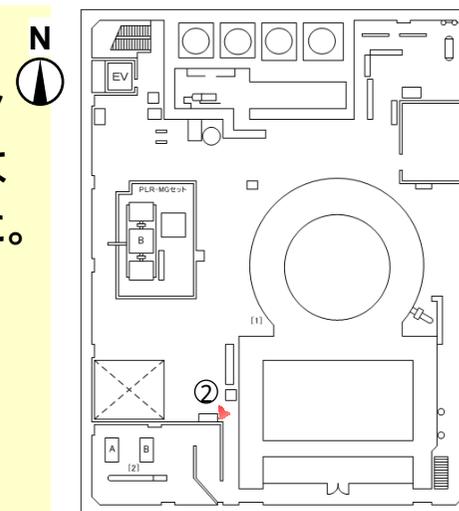


4階 平面図



写真：3階 使用済燃料プール壁

3階使用済燃料
プール壁に、コン
クリートの損傷は
確認されなかった。



3階 平面図

3.4 調査結果（4階の外壁）



写真：4階 北西側外壁



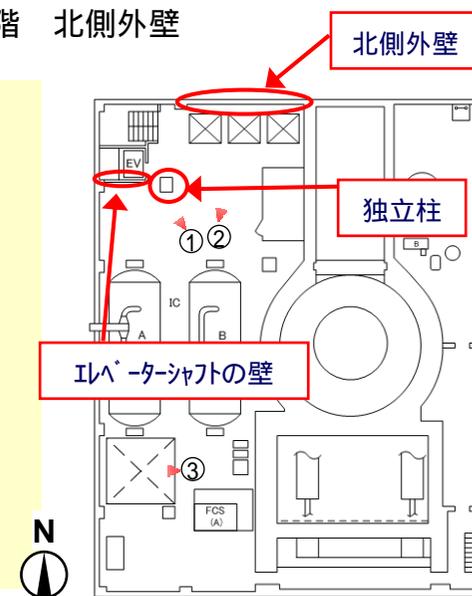
写真：4階 北側外壁



写真：4階 西側外壁

4階北西部のエレベーターシャフトの壁や独立柱に損傷を確認した。

西側や北側の外壁に損傷は確認されなかった。



4階 平面図

3.5 調査結果（4階天井面）



写真 : 4階 天井(1)

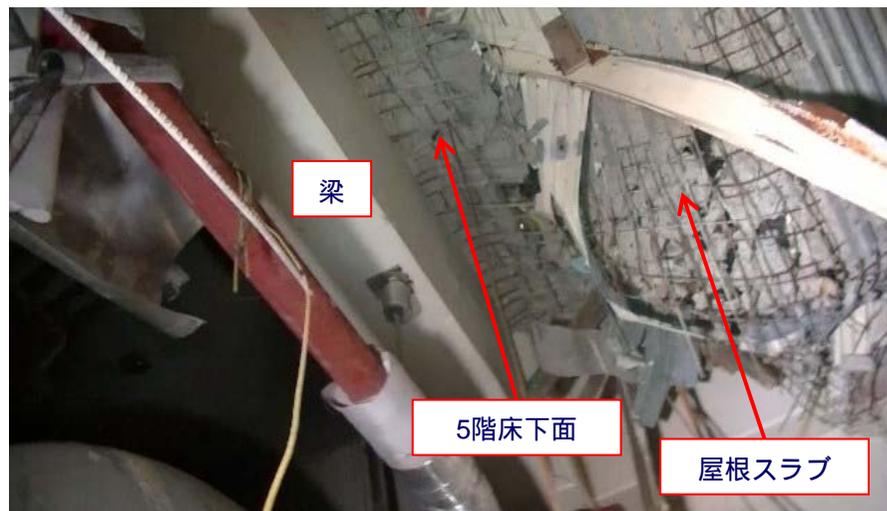
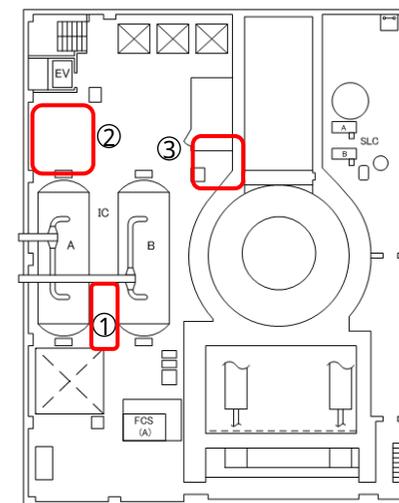


写真 : 4階 天井(2)



写真 : 4階 天井(3)

4階天井面（5階床面）の一部に損傷が確認された。



4階 平面図

< 参考 > 調査範囲と調査ルート

【凡例】

← → : 調査のルート

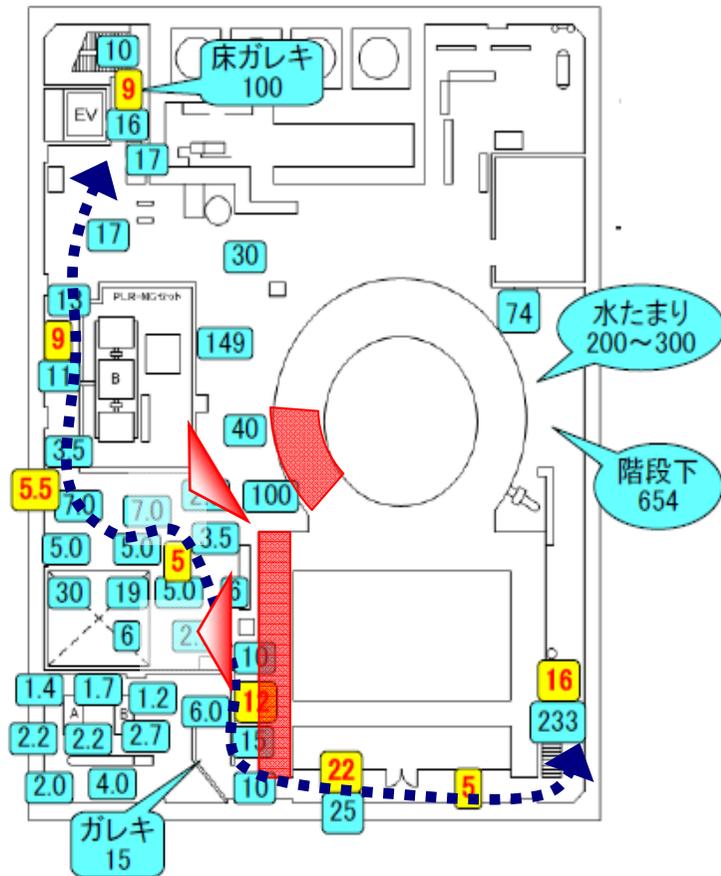
○ : 撮影場所

■ : 調査範囲

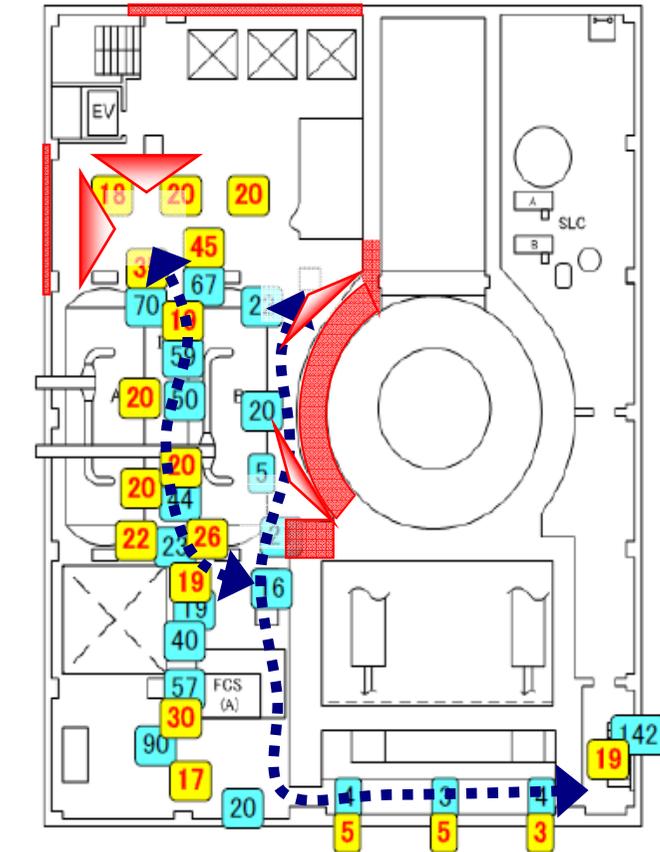
■ : H25.2/14測定値

■ : 過去の測定値

【単位：mSv/h】



【3階】



【4階】

3号機使用済燃料プール内大型ガレキ撤去作業の 進捗状況について

平成26年3月27日
東京電力株式会社



東京電力

3号機大型瓦礫撤去作業の進捗状況について

- ▶ 3号機使用済燃料プールからの燃料取り出しに向け、使用済燃料プール内の大型瓦礫撤去を開始(12/17)。
- ▶ 3月中にFHMに干渉している鉄筋・デッキプレート等の撤去を完了予定。
- ▶ 撤去瓦礫量は累計で鉄筋322本、デッキプレート55枚、屋根トラス材3本(3月25日現在)



<使用済燃料プール内瓦礫撤去作業状況>

使用済燃料プール内大型瓦礫撤去順序

0. 落下防止対策(ライニング養生)



1. FHMに干渉していない瓦礫の撤去(①~③)



2. FHMに干渉している瓦礫の撤去(③~⑦)

現在実施中

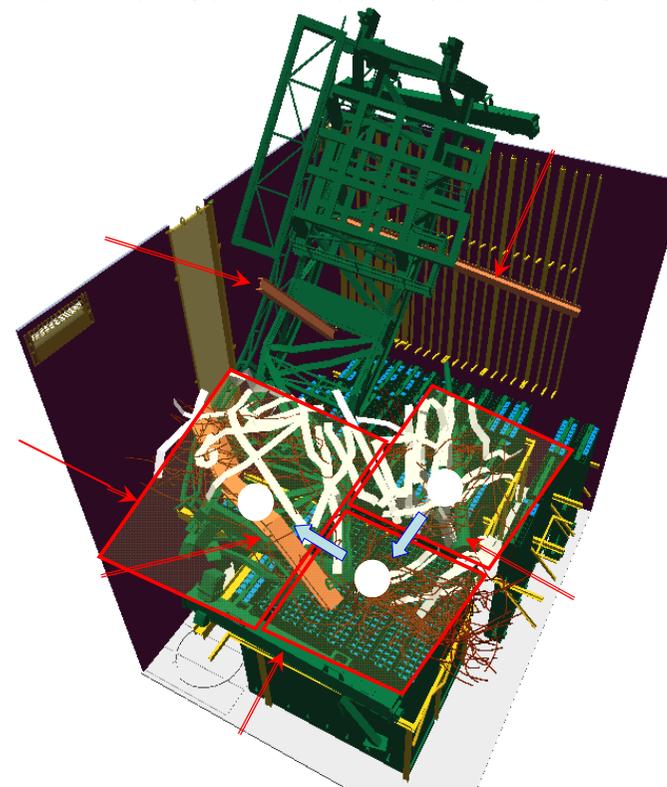
3. FHMの撤去(⑧)



4. FHM西側エンドトラックの撤去(⑨)



5. キャスクエリアの瓦礫撤去(⑩)



がれき撤去状況（参考資料）

○プール内がれき

（平成26年3月25日現在）

名 称	撤去実績	前回実績 (H26.2.25)	総量	備 考
鉄筋(約0.01t)	322本	219本	330本※1	10mと想定
デッキプレート(約0.04t)	55枚	38枚	65枚※1	
屋根トラス材(約0.8t)	3本	2本	9本※2	
コンクリート瓦礫(約0.07t)	-	-	-	0～500mm程度 人頭大コンクリート瓦礫(300×300×300(mm))
FHMマスト(約1.6t)	0本	0本	1本	
FHM(約35t)	0基	0基	1基	
FHMエンドトラック(約2.6t)	0本	0本	1本	
その他瓦礫	43個	6個	-	角材、位置検出装置、手摺、ワイヤ、ケーブル 鉄板、番線、チェッカープレート等

※1 プール内がれきの推定量であり、実際と異なる。なお、がれき撤去作業の進捗に伴い、作業開始前に確認された量から変更した。

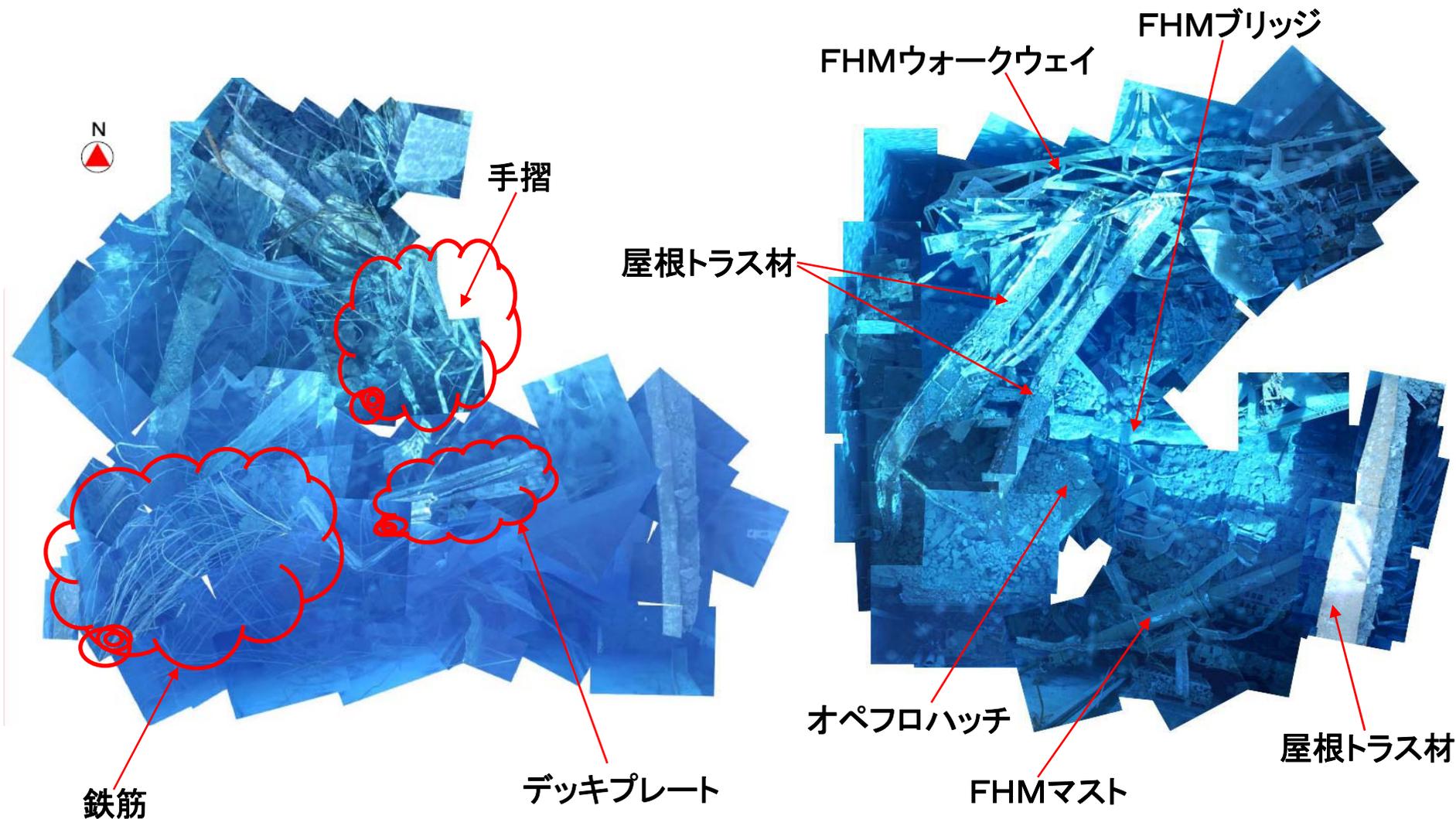
※2 プール内に落下している屋根トラス材の推定量。

○気中がれき

（平成26年3月25日現在）

名 称	撤去実績	前回実績 (H26.2.25)	備 考
鉄筋	24本	24本	FHMに干渉していた鉄筋
その他瓦礫	9個	5個	手摺、チェッカープレート、制御盤扉、鉄板、端子台、配管、 ケーブル

SFP内瓦礫状態の比較1

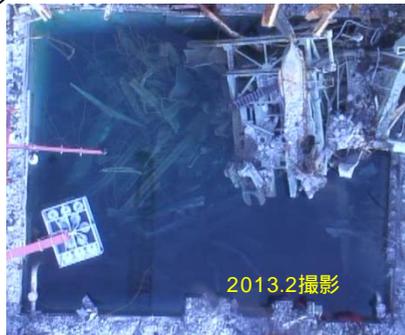


2014.1.23 撮影

2014.3.11 撮影

SFP内瓦礫状態の比較2

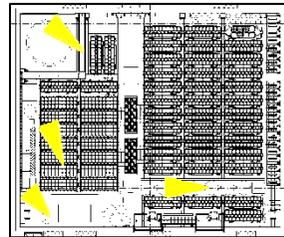
撤去作業着手前 (2013.2撮影)



2013.2撮影



番号のみは直下を見る



- ・ SFP内の多数の鉄筋，デッキプレートが存在（特に西側）
（鉄筋，デッキプレートの下部瓦礫の状態は不明）

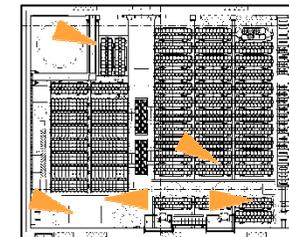
2014.3実施水中調査



2014.3撮影



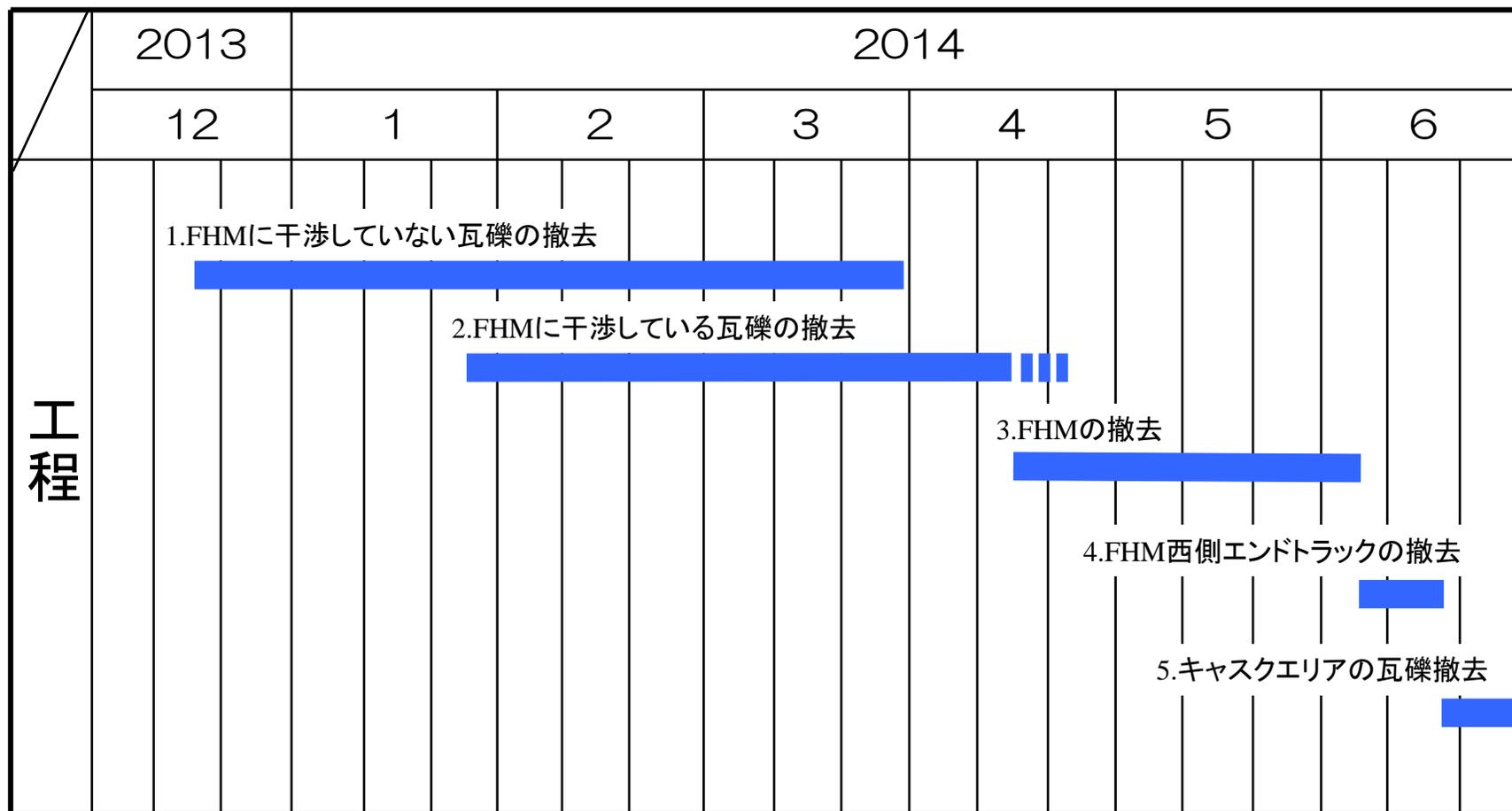
番号のみは直下を見る



エンドトラック

- ・ 鉄筋，デッキプレートの撤去がほぼ完了し、FHM，トラス材，マストの崩落状態が確認可能

工程（参考資料）



※ FHMに干渉しているがれきや落下しているFHM内部の状況が十分把握できないため、撤去作業の進捗に応じて適宜がれき状況を確認しつつ、工程・手順の最適化、見直しを図る。

福島第一原子力発電所4号機原子炉建屋の
健全性確認のための
定期点検結果（第8回目）について

平成26年3月27日

東京電力株式会社



東京電力

TEPCO

1. 点検の目的

4号機原子炉建屋および使用済燃料プールの健全性を確認するため、年4回の定期的な点検を行うこととしており、これまで7回の点検を実施し、安全に使用済み燃料を貯蔵できる状態であることを確認済みである。今回、第8回目の点検を下記の日程で実施した。

《これまでの点検実績と今回の点検内容》

- (1) 第1回目定期点検（平成24年5月17日～5月25日）
- (2) 第2回目定期点検（平成24年8月20日～8月28日）
- (3) 第3回目定期点検（平成24年11月19日～11月28日）
- (4) 第4回目定期点検（平成25年2月4日～2月12日）
- (5) 第5回目定期点検（平成25年5月21日～5月29日）
- (6) 第6回目定期点検（平成25年8月6日～8月28日）
- (7) 第7回目定期点検（平成25年11月26日～12月18日）

【項目】 ①水位測定 ②外壁面の測定 ③目視点検 ④コンクリートの強度確認

【これまでの結果概要】

- ・ ひび割れや傾きもなく、また、十分なコンクリート強度が確保されており、安全に使用済み燃料を貯蔵できる状態にある。
- ・ 第1回目定期点検時と比べて大きな変化がないことを確認した。

(8) 第8回目定期点検（平成26年3月11日～3月27日）

【項目】 ①水位測定 ②外壁面の測定 ③目視点検 ④コンクリートの強度確認

2. 点検結果① 建物の傾きの確認（水位測定）

▶水面は常に水平であることを利用して、5階床面と原子炉ウェルおよび使用済燃料プールの水面の距離（水位）を計測し、建屋が傾いていないか確認を行った。

【これまでの点検結果概要】

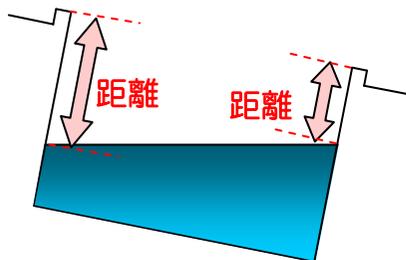
・H24.2.7, H24.4.12, H24.5.18, H24.8.21, H24.11.20, H25.2.6, H25.5.21, H25.8.6, H26.11.28の9回実施し、建屋が傾いていないことを確認済み。

1) 建屋が傾いていない場合

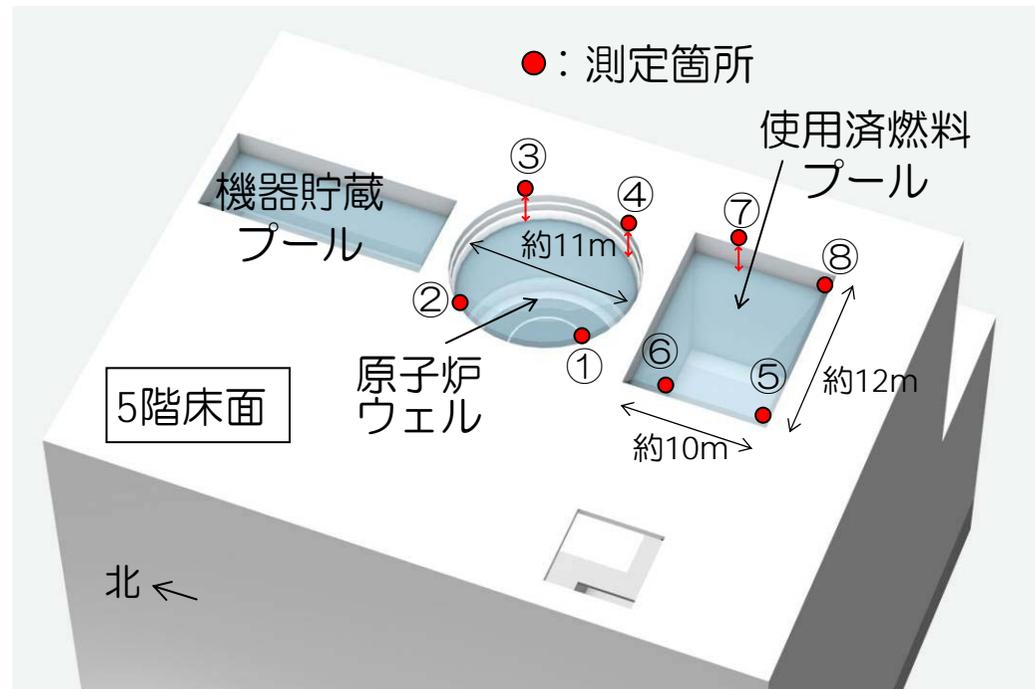


距離がほぼ同じ

2) 建屋が傾いている場合



距離が異なる



測定箇所（5階床面）

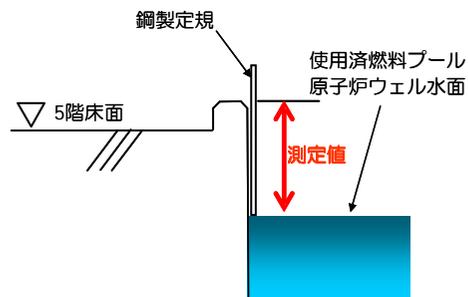
2. 点検結果① 建物の傾きの確認（水位測定）

▶水位測定の結果，四隅の測定値がほぼ同じであることから，5階床面と使用済燃料プールおよび原子炉ウエルの水面が，これまでと同様に平行であり，建物が傾いていないことを確認した。

水位※2の測定結果

単位[mm]

原子炉 ウエル	測定日									
	H24.2.7	H24.4.12	H24.5.18	H24.8.21	H24.11.20	H25.2.6	H25.5.21	H25.8.6	H25.11.28	H26.3.11
	462	476	492	462	463	465	467	465	481	465
	463	475	492	462	464	464	465	465	481	463
	462	475	492	461	463	463	464	465	482	463
	464	475	492	461	463	463	465	466	482	463



測定方法※1

※1 測定は、目視により行なっているため、若干の誤差が考えられる。

使用済 燃料 プール	測定日									
	H24.2.7	H24.4.12	H24.5.18	H24.8.21	H24.11.20	H25.2.6	H25.5.21	H25.8.6	H25.11.28	H26.3.11
		468	461	453	443	444	439	448	490	453
		468	461	453	444	443	439	446	490	452
	(3)	468	461	452	442	443	439	446	490	453
		468	461	452	443	443	438	446	489	453

※2: 水位は冷却設備の運転状況により日によって変化する。

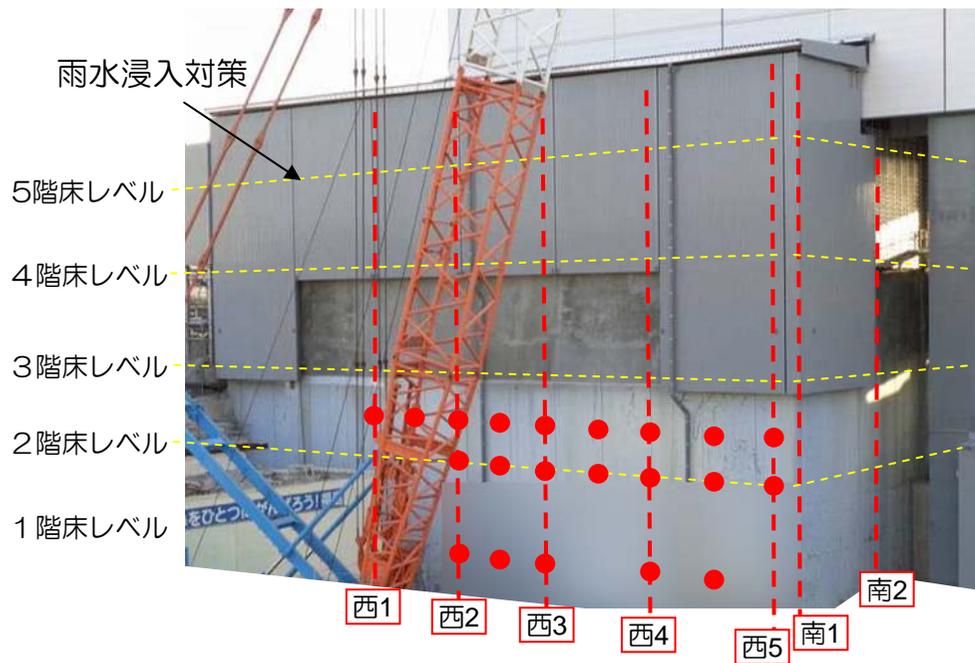
※3: H24.2.7は、原子炉ウエルのみを計測した。

2. 点検結果② 外壁面の測定（測定箇所）

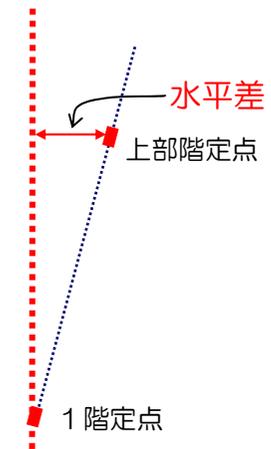
▶外壁面の上下に定点を設置し、光学機器により計測することで、外壁面の水平差※を確認し、変形の性状確認を行った。

【これまでの点検結果概要】

- ・第1回目(H24.5)および外壁面詳細点検(H24.6), 第2回目(H24.8), 第3回目(H24.11), 第4回目(H25.2), 第5回目(H25.5), 第6回目(H25.8), 第7回目(H25.11)において、外壁面に局所的な膨らみが見られたものの建屋全体としては傾いていないことを確認済み。

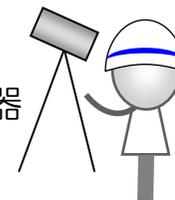


※: 階定点と上部階定点との水平距離。



【凡例】 ●: 測定点 □: 測定不可範囲

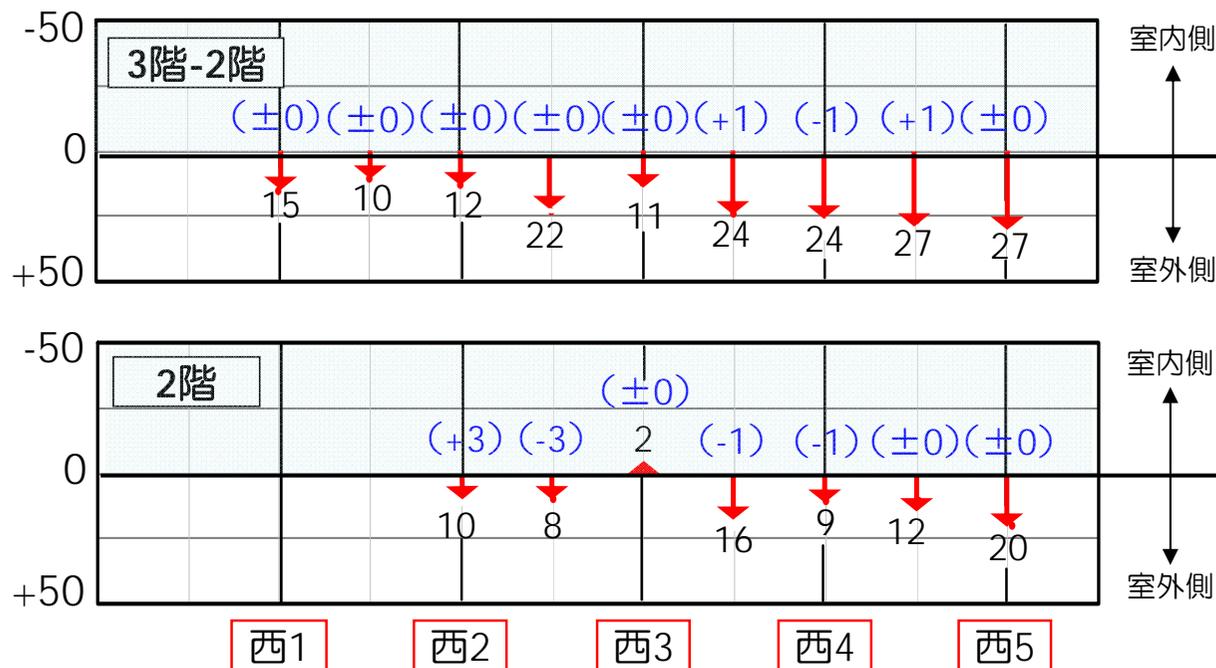
光学機器



★核物質防護の観点から一部画像処理を施しております。

2. 点検結果② 外壁面の測定（測定結果）

【凡例】() : 前回点検結果との差
(前回水平差－今回水平差)



※1: 1階定点と上部階定点との水平距離

<参考>

前回の平均気温：9.1℃

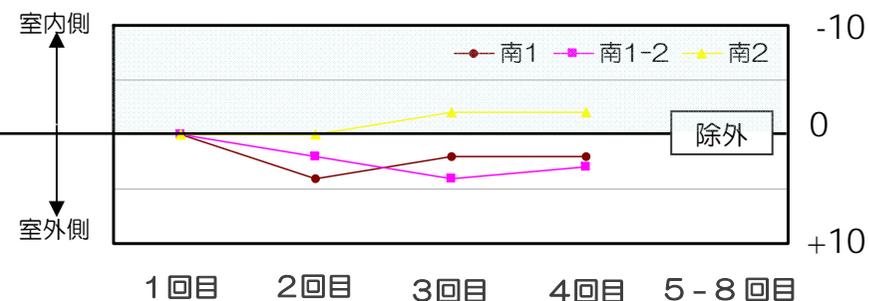
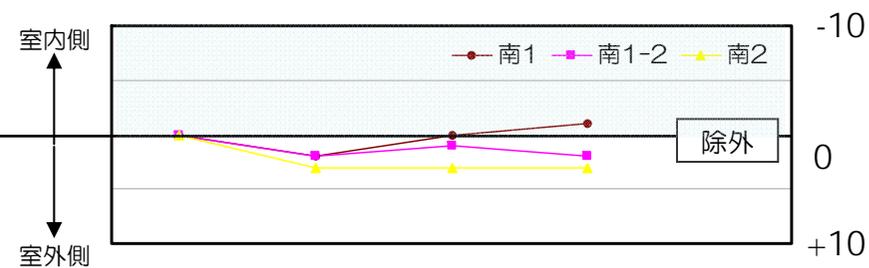
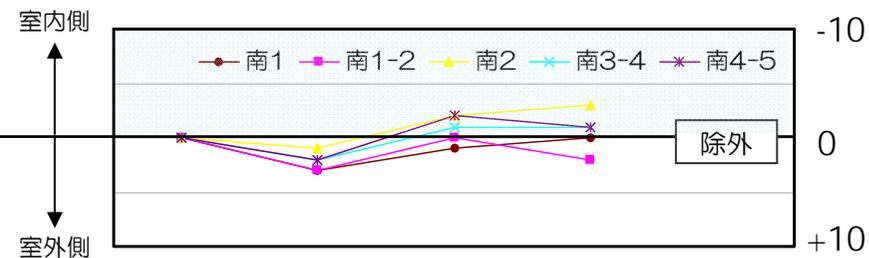
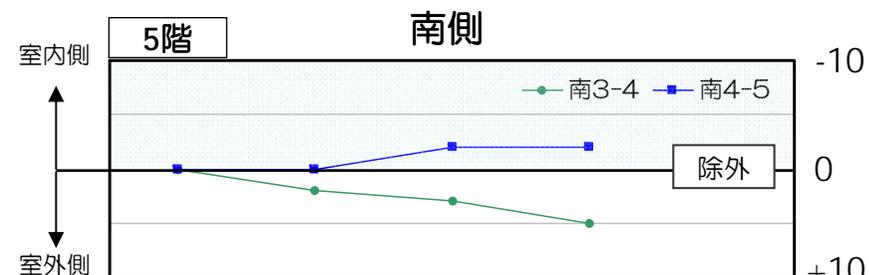
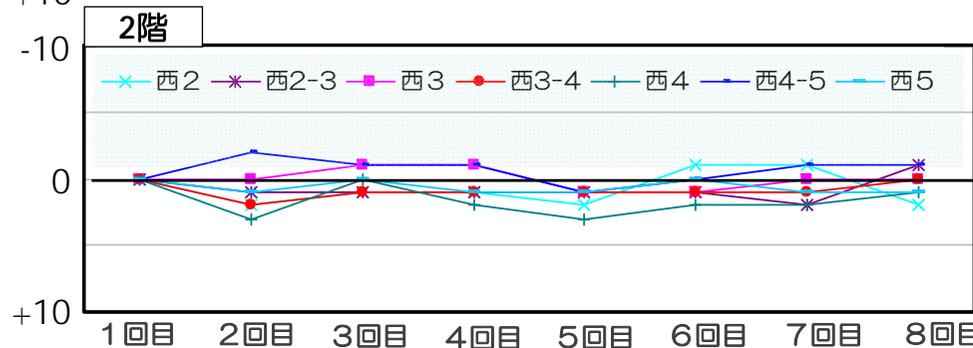
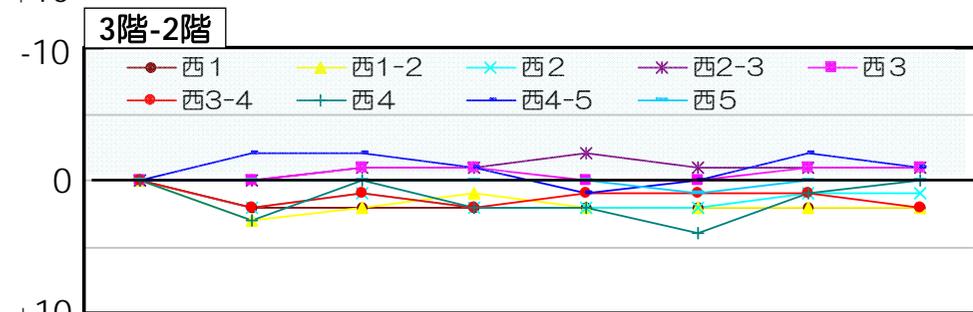
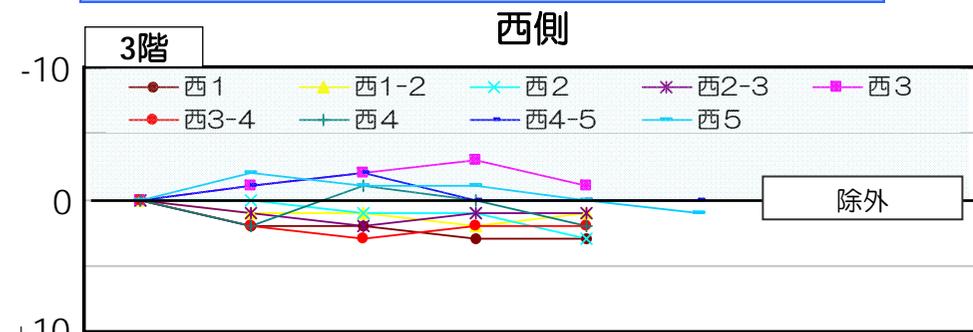
今回の平均気温：2.7℃

(気象庁HPの浪江の気象データを使用)

水平差※1の算出結果（単位：mm）

2. 点検結果② 外壁面の測定 (測定結果)

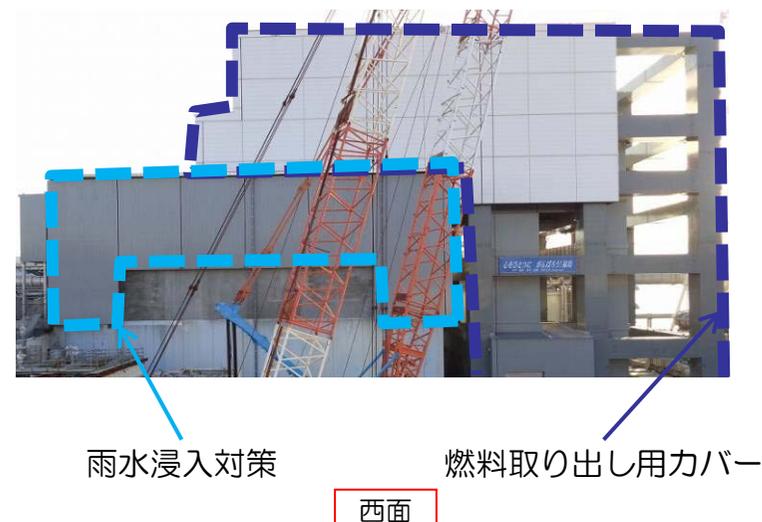
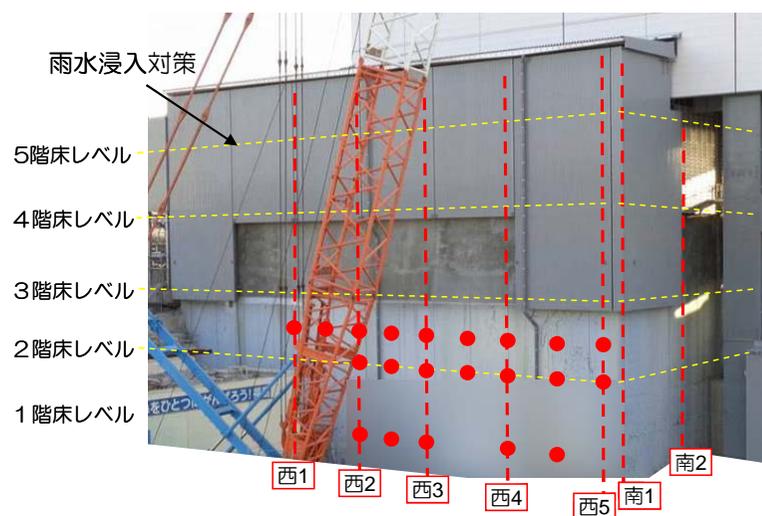
▶ 第1回から第8回目までの水平差の経時変化を確認したところ、建屋が傾いていくような兆候は見られなかった。



水平差の経時変化 (単位: mm)

2. 点検結果② 外壁面の測定（考察）

- ▶ 水平差は、第1～7回目とほぼ同様の値となっている。
- ▶ 前回計測結果と若干の差が生じているのは、光学機器の計測誤差が±2mm程度であり、水平差で最大約4mmの誤差が生じる可能性があることや、コンクリートの熱膨張（熱膨張係数約 $7\sim 13 \times 10^{-6}/^{\circ}\text{C}$ ）により、11月と3月の月平均気温差で約2～3mmの差が生じる可能性があることが考えられる。
- ▶ 南面および西面の一部の測定点は、燃料取り出し用カバー、雨水浸入対策として設置したパネルと干渉するため、測定対象外としている。ただし、西面の測定結果および他の3項目の点検結果に有意な変化がないことから、南面の外壁についても有意な変化はないと類推している。

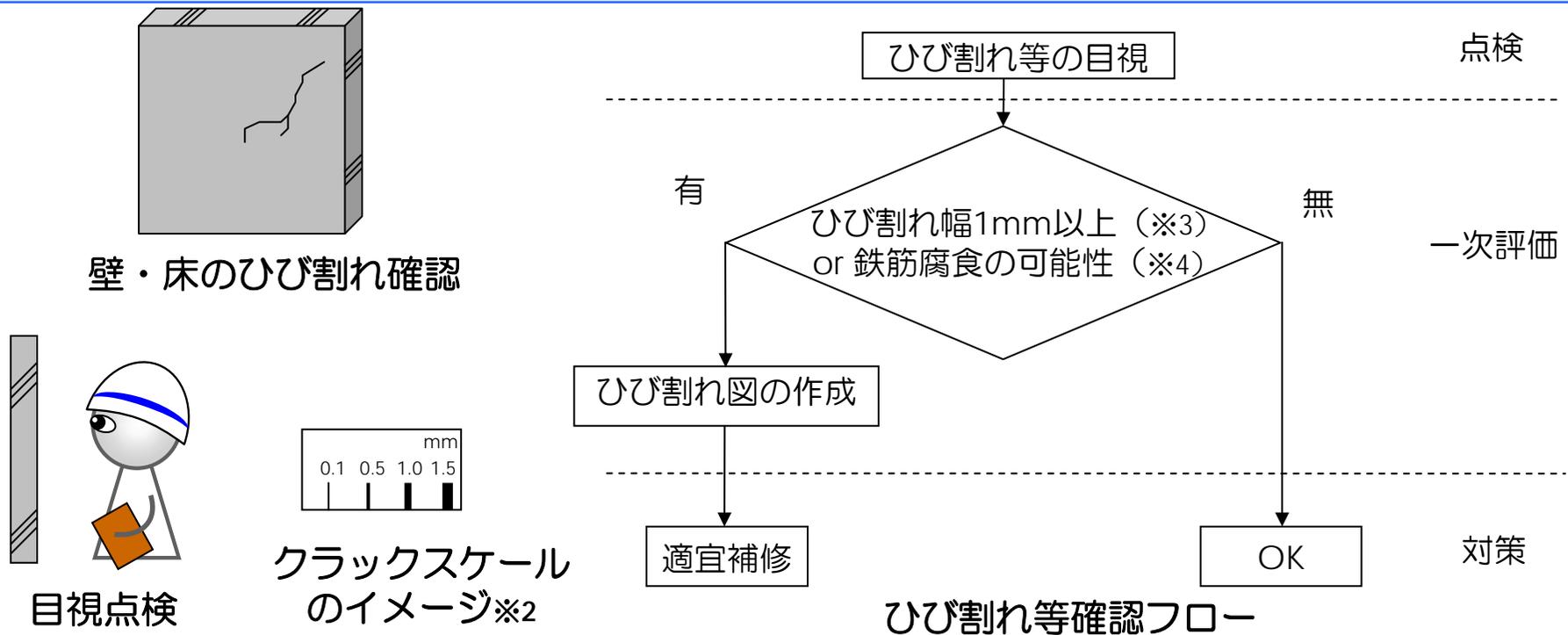


2. 点検結果③ 目視点検（計画，判定基準）

➤コンクリート床・壁にひび割れ等がないか目視により確認を行った。幅1mm以上のひび割れ等があった場合は，適宜補修を実施する。

【これまでの点検結果概要】

・これまでの点検において，第1回目(H24.5)および外壁面詳細調査(H24.6)，第2回目(H24.8)，第3回目(H24.11)，第4回目(H25.2)，第5回目(H25.5)，第6回目(H25.8)，第7回目(H25.11)において幅1mm以上の有意なひび割れは確認されなかった。



※2 クラックスケール：ひび割れの幅を計測するもの。スケールを対象箇所当てスケール上の線の幅を読み取る。

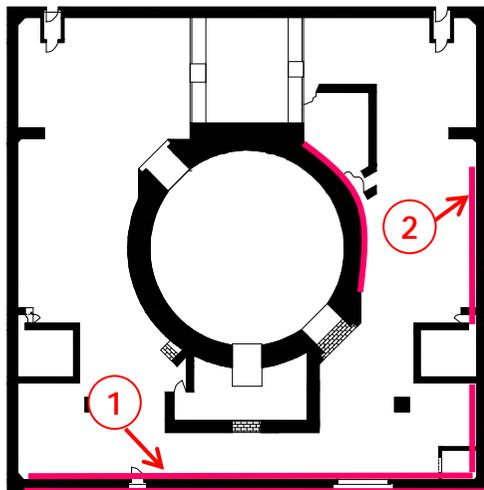
※3: ひび割れ幅1mm：耐久性の観点で検討が必要になるひび割れ幅。
日本建築学会「原子力施設における建築物の維持管理指針・同解説」

※4: 点検対象部位において，耐久性に影響のある鉄筋の腐食が確認された場合。

2. 点検結果③ 目視点検（結果）

➤目視点検の結果，これまでの点検結果と同様に，1mm以上のひび割れや鉄筋腐食の可能性のあるひび割れは確認されなかったことから，有害な構造耐力上の劣化は無いものとする。

【凡例】 — 点検箇所

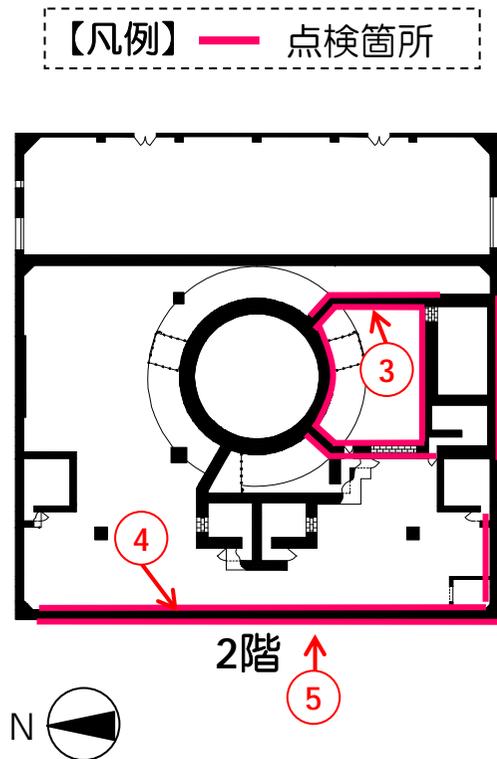


① 西面（内壁）



② 南面（内壁）

2. 点検結果③ 目視点検（結果）



③ SFPプール側壁面



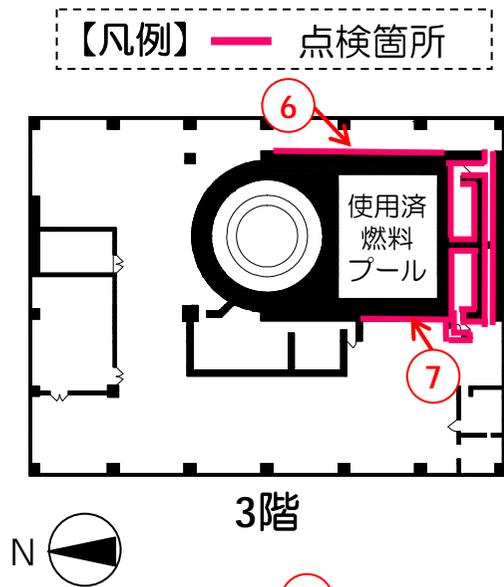
④ 西面（内壁）



⑤ 西面（外壁）

* SFP：使用済燃料プール

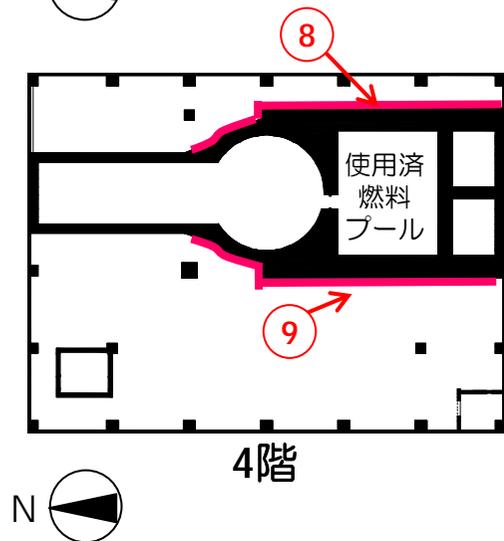
2. 点検結果③ 目視点検（結果）



⑥ SFP側壁面（東側）



⑦ SFP側壁面（西側）



⑧ SFP側壁面（東側）



⑨ SFP側壁面（西側）

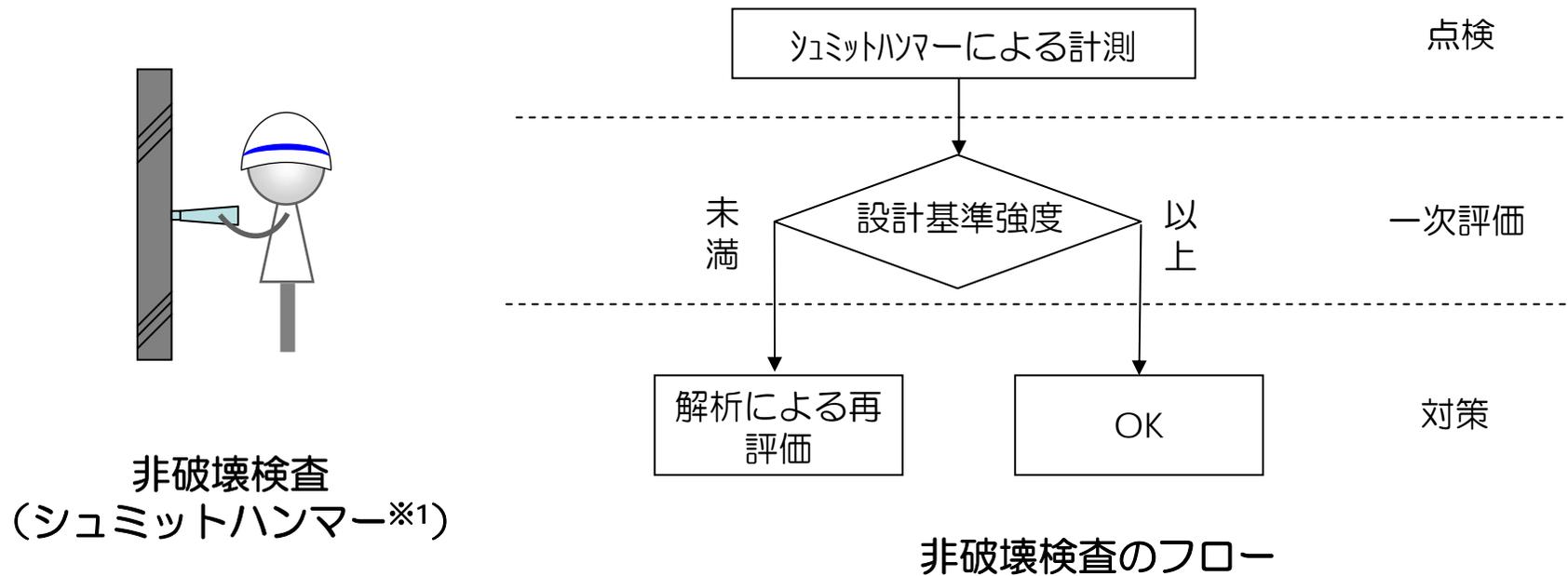
* SFP：使用済燃料プール

2. 点検結果④ コンクリートの強度確認（計画，判断基準）

▶非破壊検査（シュミットハンマー※¹）により，躯体のコンクリート強度を測定し，設計基準強度以上であるか確認を行った。

【これまでの点検結果概要】

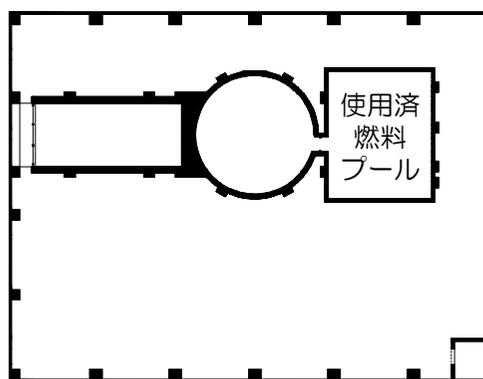
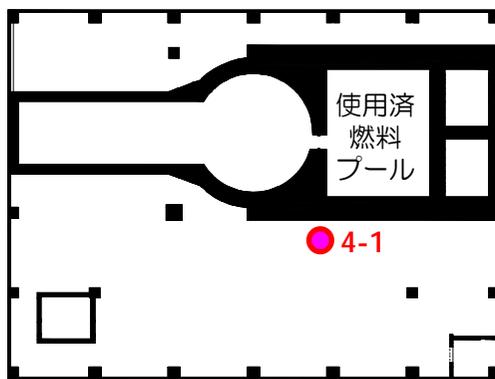
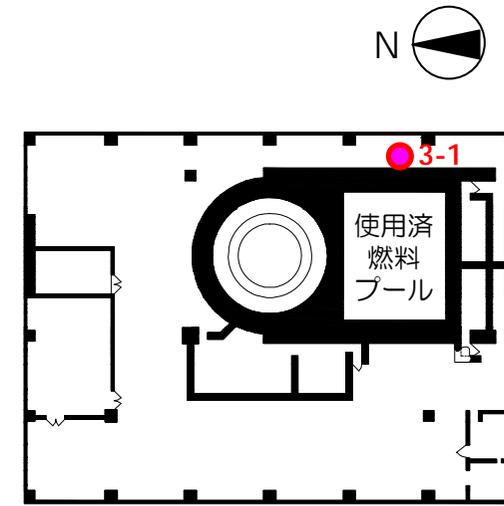
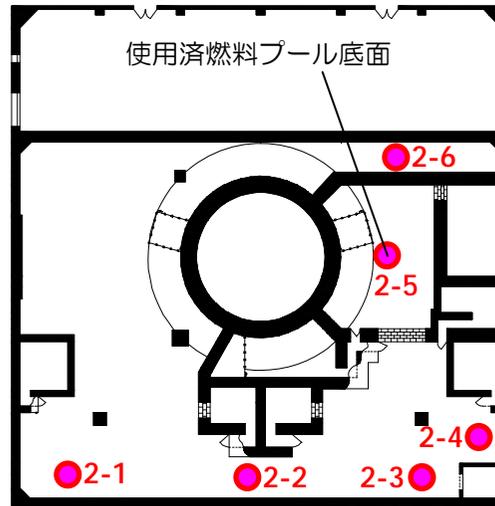
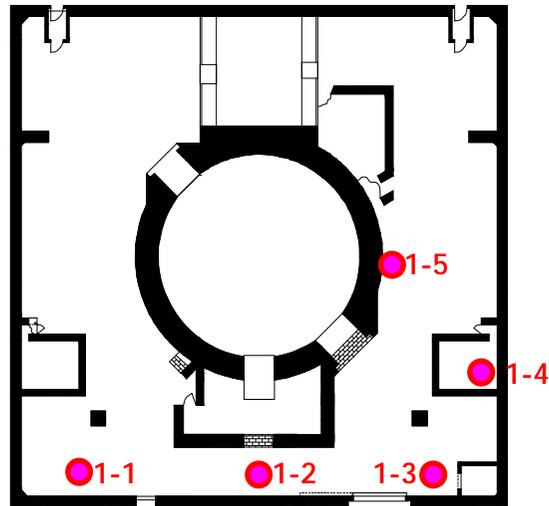
・これまでの点検において，第1回目(H24.5)および外壁詳細調査(H24.6)，第2回目(H24.8)，第3回目(H24.11)，第4回目(H25.2)，第5回目(H25.5)，第6回目(H25.8)，第7回目(H25.11)において，全て設計基準強度以上であることを確認した。



※¹ シュミットハンマー法：コンクリートに打撃を与え，返ってきた衝撃により強度を推定する手法。構造物に損傷を与えずに検査が可能な非破壊検査手法である。

2. 点検結果④ コンクリートの強度確認（確認箇所）

▶コンクリートの強度確認対象箇所※1を下図に示す。



【凡例】 ● 対象箇所

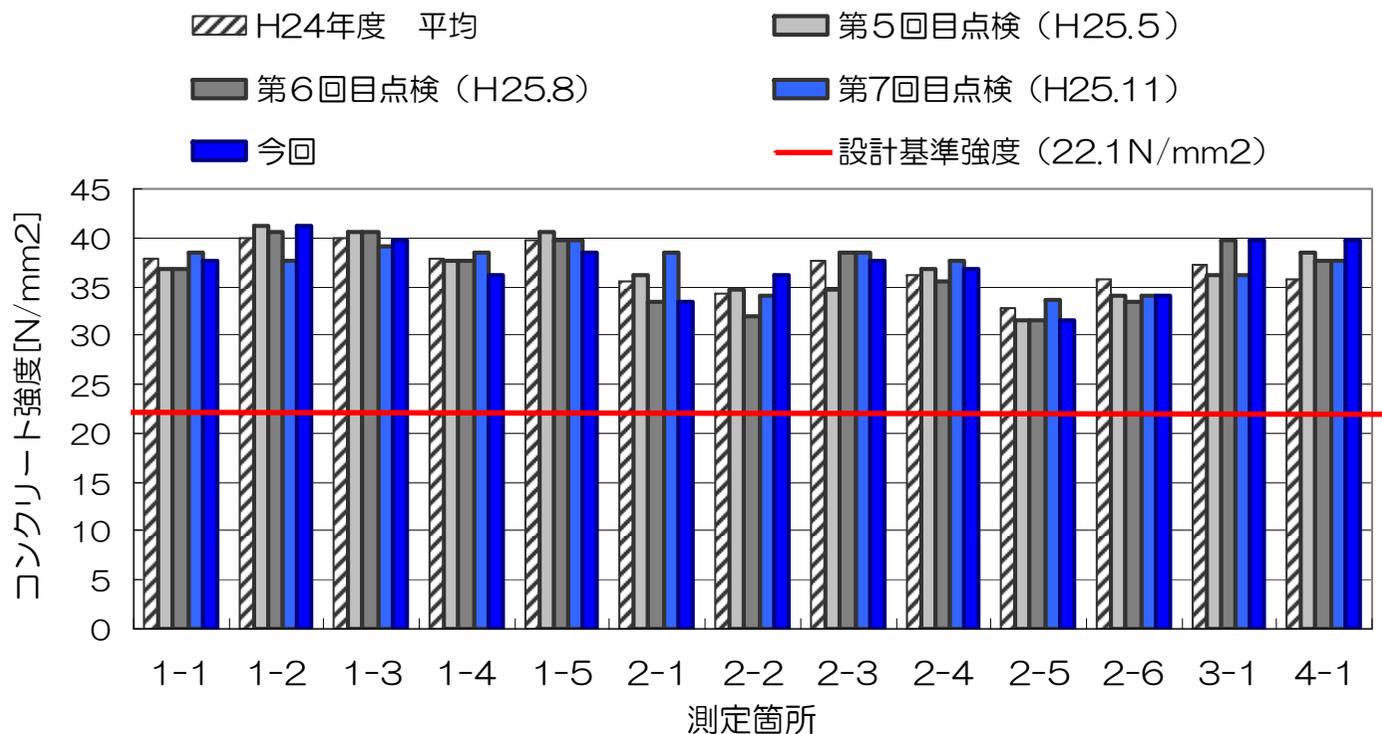
※1：測定箇所は前回測定位置近傍の若干異なる位置で測定した。

2. 点検結果④ コンクリートの強度確認（結果）

▶コンクリート強度確認の結果、これまでの点検結果と同様に、全ての測定箇所設計基準強度以上（ 22.1N/mm^2 ）であることを確認した。なお、測定箇所は前回の位置と若干異なること及びシュミットハンマーの測定誤差※1を考慮すると、今回の測定結果は前回と比べても大きな差はなく、強度変化はないと考える。

※1:「シュミットハンマーによる実施コンクリートの圧縮強度判定方法指針(案)」(昭和33年8月, 社団法人日本材料試験協会)によると、実験値と強度判定式には約 3N/mm^2 程度のばらつきがみられる。

コンクリートの強度確認結果



まとめ

- ▶ 第8回目の定期点検の結果、建屋は全体として傾いておらず、構造強度に影響を及ぼすようなひび割れは見られなかった。コンクリート強度についても、十分な強度が確保されていることを確認した。
- ▶ 4号機原子炉建屋の状態は、第1～7回目定期点検時と比べて大きな変化はなく、安全に使用済燃料を貯蔵できる状態にある。
- ▶ 今後も、定期点検において経時的な変化を確認していく。
- ▶ 社外専門家（東京工業大学 瀧口克己 名誉教授）立ち会いのもと、「目視点検」を実施した。

社外専門家からのコメント

東京工業大学 瀧口 克己 名誉教授からのコメント

- ・ 建屋の構造上問題となるような、変調は見受けられなかった。
- ・ 露出している鉄筋の一部を用いて、錆の進展のモニタリングを行うことで長期健全性に関する、有益なデータが得られると思われる。

社外専門家立ち会い状況〔東京工業大学 瀧口教授〕



建屋5階目視調査

撮影日：平成26年3月19日



建屋4階目視調査

[左側] 撮影日：平成26年3月19日

以上

燃料デブリ取り出し準備 スケジュール

分野名	括り	作業内容	これまで一ヶ月の動きと今後一ヶ月の予定		2月		3月					4月			5月			6月			備考	
			23	2	9	16	23	30	6	13	下	上	中	下	前	後						
建屋内除染	共通	(実績) ○【研究開発】建屋内遠隔除染装置の開発(継続) ○【研究開発】総合的線量低減計画の策定(継続) (予定) ○【研究開発】建屋内遠隔除染装置の開発(継続) ○【研究開発】総合的線量低減計画の策定(継続)	検討・設計	【研究開発】建屋内遠隔除染技術の開発 【研究開発】総合的線量低減計画の策定																		
		(実績) ○R/B1階高所干渉物調査(レーザスキャン)(完了) (予定) ○【研究開発】建屋内遠隔除染技術の開発 ・R/B2~3階汚染状況調査(新規) ・R/B1階高所汚染状況調査(新規) ・高圧水遠隔除染装置実証試験(新規)	現場作業	1号機R/B1階高所干渉物調査(レーザスキャン) 【研究開発】R/B2~3階汚染状況調査(準備作業含む) 【研究開発】1階高所汚染状況調査(準備作業含む) 【研究開発】高圧水遠隔除染装置実証試験(準備作業含む)																		
		(実績) ○R/B1階除染作業(継続) ○【研究開発】建屋内遠隔除染装置の開発 ・R/B5階汚染状況調査(継続) (予定) ○【研究開発】建屋内遠隔除染装置の開発 ・R/B5階汚染状況調査(継続) ・ドライアイスプラスト遠隔除染装置実証試験(新規) ・R/B2~3階汚染状況調査(新規) ・R/B1階高所汚染状況調査(新規) ○R/B1階除染作業(継続)	現場作業	2号機R/B1階除染作業 【研究開発】2号機R/B5階汚染状況調査(準備作業含む) オペフロフェンス切断 オペフロコアサンプル採取 ガンマカメラ及び線量計の不具合により、3月末完了 4月末完了に見直し 実績反映 作業前倒し3/27 3/26 実績反映 作業終了前倒し4/7 3/20 【研究開発】R/B2~3階汚染状況調査(準備作業含む) 【研究開発】1階高所汚染状況調査(準備作業含む) 【研究開発】ドライアイスプラスト遠隔装置実証試験(準備作業含む)																		
		(実績) ○R/B1階瓦礫撤去作業(完了) ○R/B1階除染作業(準備作業)(継続) (予定) ○R/B1階除染作業(準備作業)(継続) ○【研究開発】建屋内遠隔除染装置の開発 ・R/B2階汚染状況調査(新規) ・R/B1階高所汚染状況調査(新規)	現場作業	3号機R/B1階瓦礫撤去作業 3号機R/B1階除染作業(準備作業) 3号機R/B1階除染作業 【研究開発】R/B2階汚染状況調査(準備作業含む) 【研究開発】1階高所汚染状況調査(準備作業含む)																		
燃料デブリ取り出し準備	共通	(実績) ○【研究開発】格納容器調査装置の設計・製作・試験等 格納容器調査装置の設計・製作・試験等(継続) ○【研究開発】格納容器補修装置の設計・製作・試験等 格納容器補修装置の設計・製作・試験等(継続) (予定) ○【研究開発】格納容器調査装置の設計・製作・試験等 格納容器調査装置の設計・製作・試験等(継続) ○【研究開発】格納容器補修装置の設計・製作・試験等 格納容器補修装置の設計・製作・試験等(継続)	検討・設計	【研究開発】格納容器調査装置の製作 【研究開発】格納容器補修(止水)工法の検討・止水試験 【研究開発】格納容器補修(止水)装置詳細設計 水中ROV技術開発(遠隔技術TF)																		
		(予定) ○【研究開発】格納容器調査装置の設計・製作・試験等 ・2号機R/B1階穿孔(北東)(新規)	現場作業	穿孔作業(北東) (S/C下部調査装置実証用)																		
		(予定) ○【研究開発】格納容器調査装置の設計・製作・試験等 ・3号機MS1V室放射線モニタ穿孔作業(新規) ・3号機MS1V室調査(新規)	現場作業	穿孔作業 MS1V室調査																		
燃料デブリ取り出し	共通	(実績) ○【研究開発】格納容器内部調査技術の開発 ・PCV事前調査装置設計・製作(継続) ・PCV本格調査装置基本設計・要素試作(継続) ○【研究開発】圧力容器内部調査技術の開発 ・RPV内部調査技術の開発計画立案(継続) (予定) ○【研究開発】格納容器内部調査技術の開発 ・PCV事前調査装置設計・製作(継続) ・PCV本格調査装置基本設計・要素試作(継続) ○【研究開発】圧力容器内部調査技術の開発 ・公募手続き	検討・設計	【研究開発】PCV事前調査装置設計・製作 【研究開発】PCV本格調査装置基本設計・要素試作 【研究開発】RPV内部調査技術の開発計画立案 【研究開発】公募手続き等																		
		(予定) ○【研究開発】格納容器内部調査技術の開発 ・PCV事前調査装置設計・製作(継続) ・PCV本格調査装置基本設計・要素試作(継続) ○【研究開発】圧力容器内部調査技術の開発 ・公募手続き	現場作業	【研究開発】RPV内部調査技術の装置設計 公募手続き完了後開始																		

国プロ「原子炉建屋内の遠隔除染技術の開発」 吸引・プラスト除染装置の実証試験結果【線量率速報】

2014年3月27日
東京電力株式会社



東京電力

IRID

国プロにおいて実施している内容に関しては東京電力株式会社と連携し、
技術研究組合国際廃炉研究開発機構 (IRID) の成果を活用しております。

1. 実施概要

吸引・ブラスト除染装置の実証試験の概要

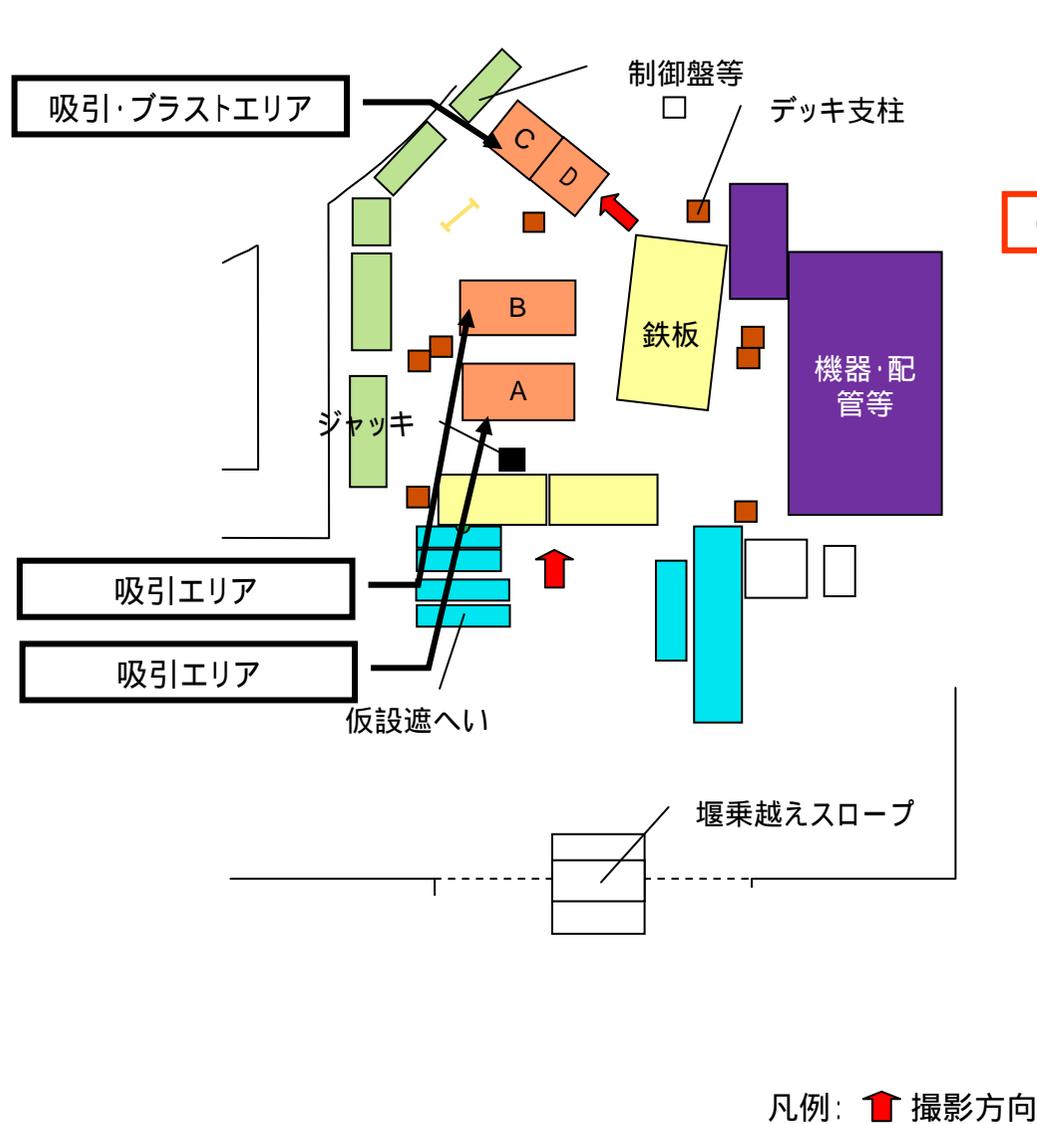
国プロ「原子炉建屋内の遠隔除染技術の開発」で開発した吸引・ブラスト除染装置の実証試験を実施、得られた結果について報告する。

- ・実施時期：平成26年1月30日～2月4日
- ・実施場所：福島第一 1号機原子炉建屋1階



吸引・ブラスト除染装置

2. 実証試験 (実証エリアの状況)



C/Dエリア

Bエリア

Aエリア



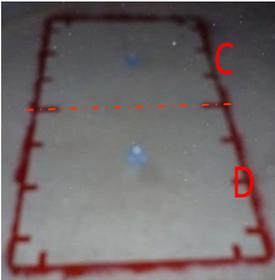
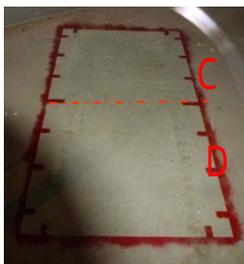
除染実証試験エリア
(黒シート部が除染エリア)



除染実証試験C/Dエリアガレキ状況

3. 実証試験 (吸引除染結果)

除染箇所において、吸引除染を行い、除染範囲の粉じん・小石を除去したことを目視にて確認。

	除染前		除染後		
A		 A	線29.63mSv/h 線59.33mSv/h 線31.29mSv/h 線114.10mSv/h	 	線20.76mSv/h 線 N.D. 線19.28mSv/h 線 N.D.
B			線20.12mSv/h 線11.79mSv/h 線20.44mSv/h 線 N.D.	 	線21.69mSv/h 線 N.D. 線19.30mSv/h 線 9.15mSv/h
C / D			C : 線46.22mSv/h 線84.02mSv/h C : 線44.18mSv/h 線84.02mSv/h D : 線41.78mSv/h 線 N.D. D : 線45.09mSv/h 線22.63mSv/h	 	C : 線41.41mSv/h 線 N.D. C : 線43.94mSv/h 線 N.D. D : 線43.19mSv/h 線 N.D. D : 線42.72mSv/h 線 N.D.

4. 実証試験 (プラスト除染結果)

- 除染箇所C, Dとも、プラスト除染により塗装表面が削れたことを確認
- 除染箇所C, Dでは施工面の粗さの違いが確認 (切削深さの違いによるものと推定)

	C (施工速度20mm/s)	D (施工速度80mm/s)
除染前 (吸引除染後)	線41.41mSv/h 線 N.D. <hr/> 線43.94mSv/h 線 N.D.	 線43.19mSv/h 線 N.D. <hr/> 線42.72mSv/h 線 N.D.
除染後	線44.05mSv/h 線 N.D. <hr/> 線44.66mSv/h 線 N.D.	 線42.62mSv/h 線 N.D. <hr/> 線44.86mSv/h 線 N.D.

C (20mm/sec) 施工面



D (80mm/sec) 施工面



) N.D.は検出限界(約4mSv/h)以下

5. 実証試験結果速報(線量率結果)

実証試験結果速報(線量率結果)

- ・除染対象面からの寄与が支配的と推定される(線)については、吸引除染によりほぼ検出不可レベルまで線量率が低下していることを確認。
- ・ブラスト除染は塗装表面が削れた事を確認。N.D.レベルであった。

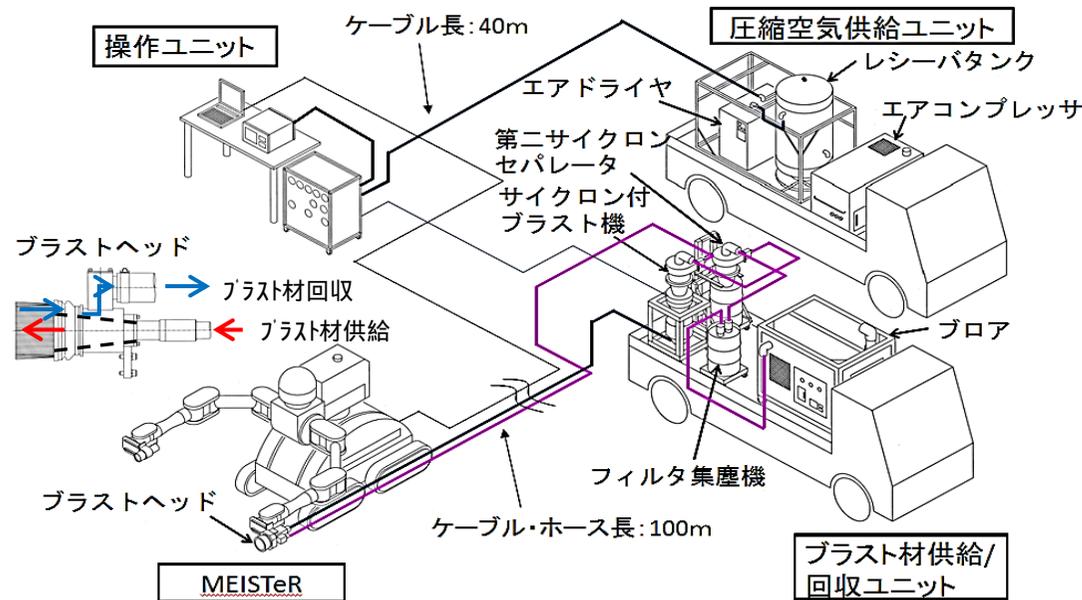
) 線は透過力が高く、除染対象面のみ寄与を評価する事が困難なので、除染効率を(線)で評価している。

参考1. 吸引・ブラスト装置の概要

研削材を除染対象に噴射し、表面を研削する工法。

研削材はスチールグリッド(特殊鋼製の鋭いエッジを持った多角形粒子)であり、噴射後のスチールグリッドは回収し、セパレータで汚染と分離した後に再利用する。

本装置は単独吸引モードが可能であり、1cm程度の小さいガレキの回収が可能。



ブラスト除染装置主要機材



アーム付作業台車



サイクロンセパレータ付
ブラスト機



第二サイクロン
セパレータ



乾式真空用ブロア



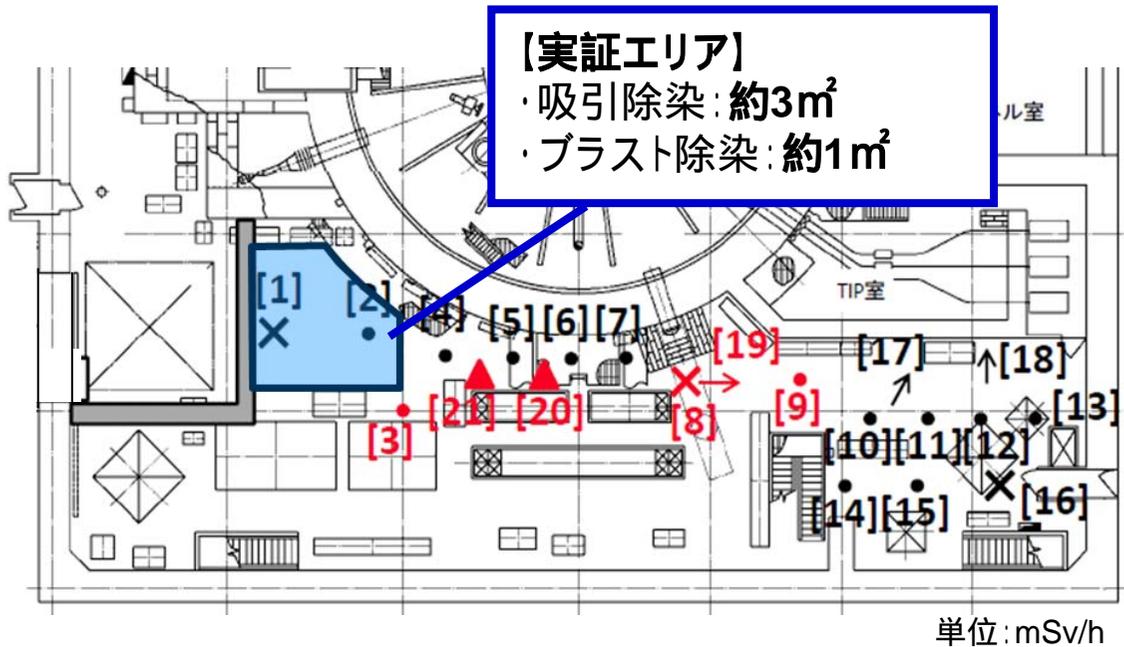
操作ユニット



エアドライヤー・
レシーバタンク

参考2. 実証試験計画

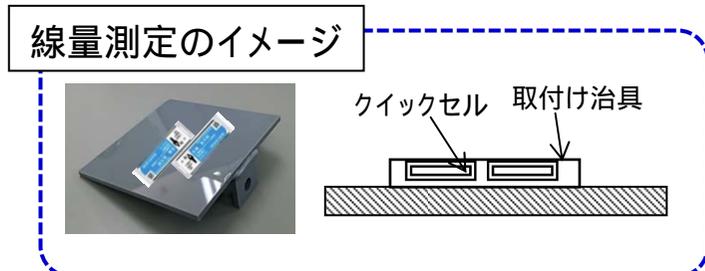
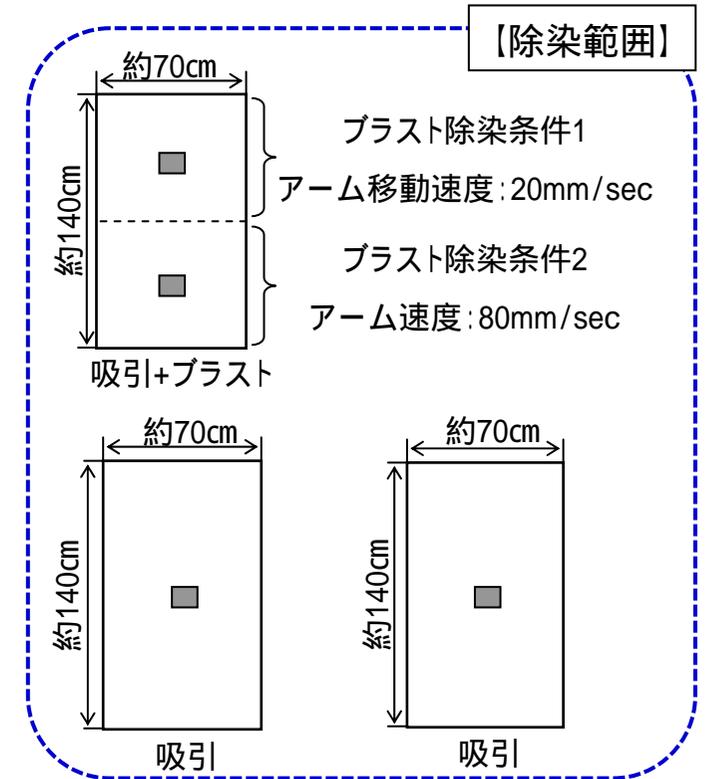
- 実証エリアは、1号機1階南西エリア(遮へい衝立奥)を選定
- 吸引除染は約3m²、ブラスト除染は約1m²を実施



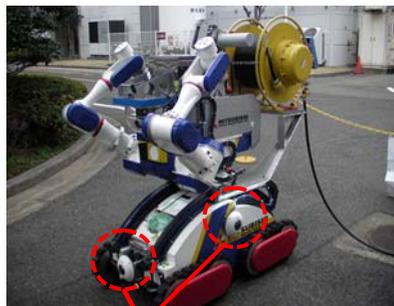
測定点	[1]	[2]	[3]	[4]	[5]	[6]	[7]	[8]	[9]
床上150cm	13	31	106	62	65	26	42	52	-
床上5cm	16	20	-	41	43	32	18	31	-
測定点	[10]	[11]	[12]	[13]	[14]	[15]	[16]	[17]	[18]
床上150cm	1662	1097	511	314	139	91	167	659	203
床上5cm	186	331	274	244	38	35	133	158	144

測定日 (H25.12/22 ~ 12/24)

東京電力



参考3. H24年度2F実証での改善要求事項(吸引・ブラスト除染装置)

目的	課題・問題点	課題・問題点	改善対策	
作業性向上	除染装置 (除染ヘッド)	ブラストヘッドでは吸引除染時の作業効率/除染効率が低い	回転ブラシを搭載、かつ幅広な吸引除染専用の除染ヘッドを製作 	
	MEISTeR (制御)	除染動作の初期設定(表示)に時間を要する	台車が位置を変える都度、教示を行わなくていいようにソフトを改造(表示データの記憶 流用可能)	
	ホース・ケーブル	走行時にキャスター台車がコーナー部に引っ掛かる	ホース・ケーブルが直接コーナー部と干渉しないようにキャスター台車の間隔を狭める。 	
視認性向上	MEISTeR (モニタ)	MEISTeR操作画面が小さく見にくい	制御用パソコン画面からカメラ画像/操作画面共にテレビモニタ転送し画面を大型化	 
	MEISTeR (カメラ)	カメラ死角のため干渉回避が困難	走行時の車幅、周辺の視野拡大出来る様にカメラ配置(アラウンドビュー導入)を見直し。	
	MEISTeR (照明)	照明が暗く、状況把握/操作が困難	照明配置、光量及び数量を見直し。	

発電用原子炉等廃炉・安全技術開発費補助金 「格納容器漏えい箇所特定技術・補修技術開発」

PCV下部補修（ベント管内埋設による止水工法）
のうち①閉止補助材試験、②止水試験の進捗概要

2014年 3月27日

PCV下部補修の進捗概要(1)

PCV下部補修(ベント管内埋設による止水工法)の全体概要

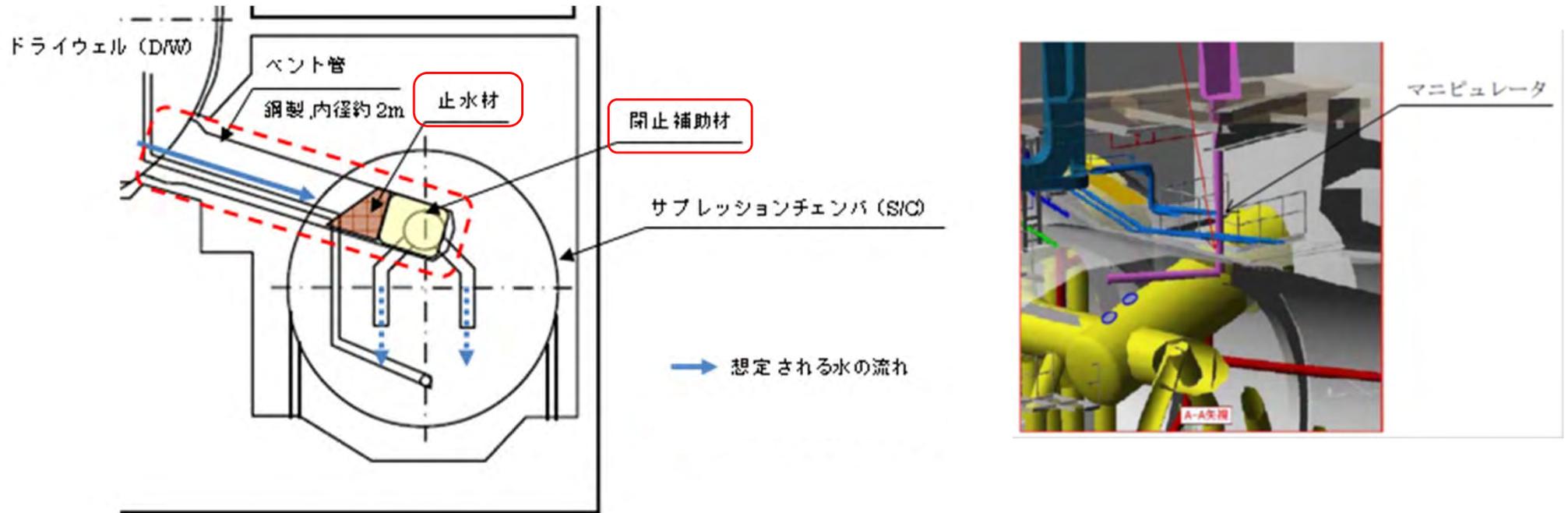


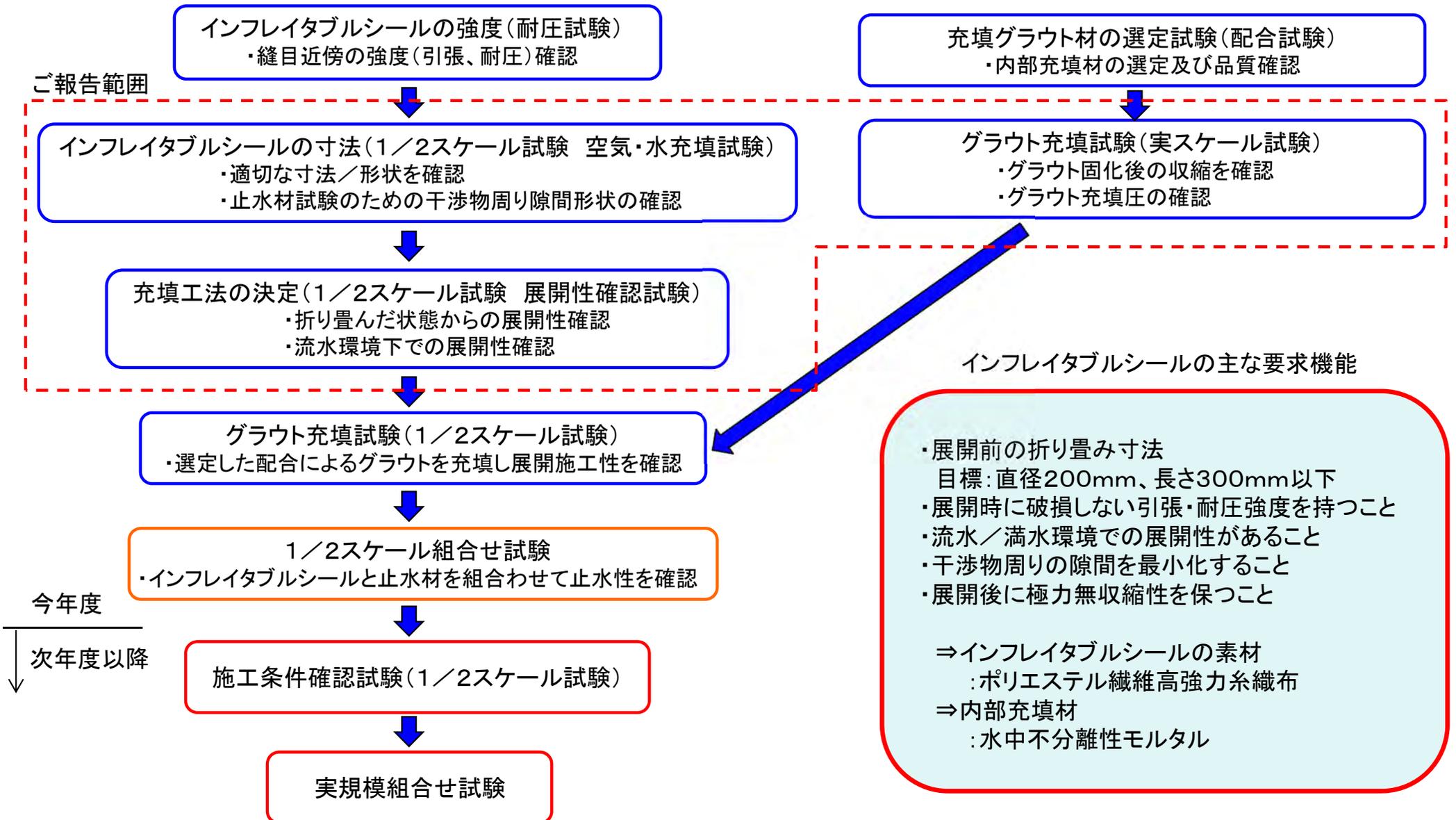
図1-1 PCV下部補修の対象範囲

【補修工法概略】

- ① Tクエンチャーを止水
- ② ベント管内(8本)の先端部分に閉止補助材(インフレイタブルシール)にて堰を構築
- ③ 閉止補助材の上流側に止水材(グラウト材等)を充填して止水
- ④ S/CをPCVバウンダリから切り離し

PCV下部補修の進捗概要(2)

① 閉止補助材(インフレイタブルシール)・・・試験計画



PCV下部補修の進捗概要(3)

① 閉止補助材(インフレイタブルシール)・・・1/2スケール 空気・水充填試験結果(例)

試験目的

閉止補助材のサイズを変え、ベント管内の展開状況(特にベント管8本のうち1本に存在する基準容器等の干渉物への周り込み状況とその隙間形成状況)を確認し、最適なサイズを選定する。

試験結果

ベント管の周長に対し約120～130%程度の大きさで、下記の結果が得られた。

干渉物が無いベント管:ベント管内に閉止補助材が密着し、ほぼ隙間なく展開が可能であった。

干渉物があるベント管:干渉物周りにおける程度周り込むが、目標隙間には至らなかった。⇒今後の対応はp. 11を参照

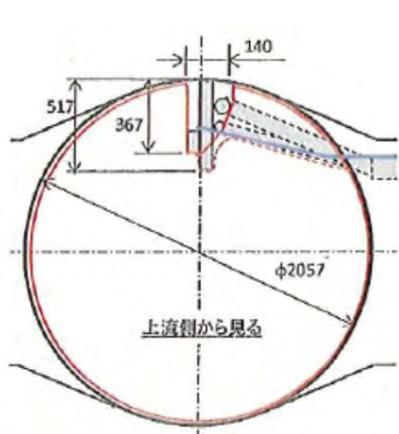


図3-1 閉止補助材設置後の目標隙間(mm) 1F-2の例

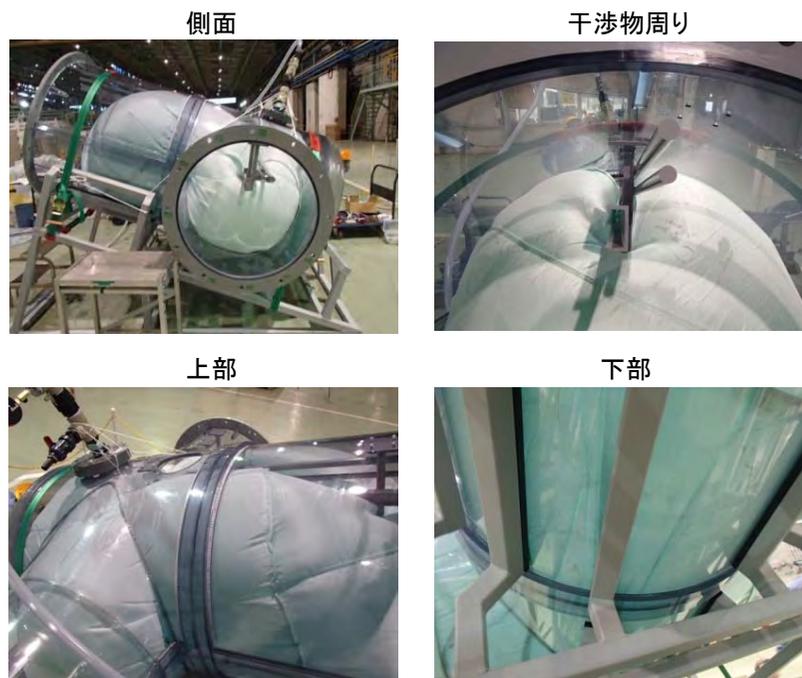


図3-2 展開状況 (1F-2干渉物有り、空気充填)の例

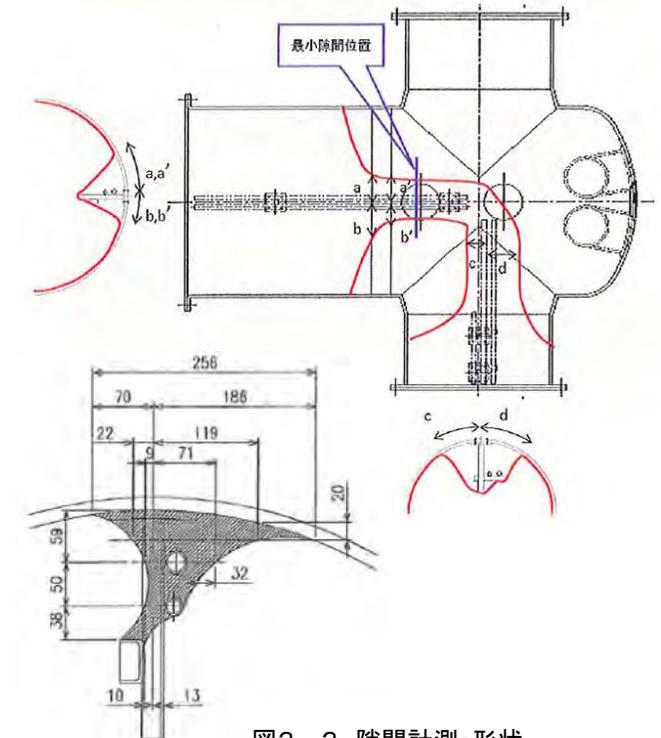


図3-3 隙間計測・形状 (1F-2干渉物有りの例)

PCV下部補修の進捗概要(4)

① 閉止補助材(インフレイタブルシール)・・・1/2スケール 展開性確認試験結果(例)

試験目的

閉止補助材内部に水を充填させ、折り畳み方法や方位性の違いによる設置性及び展開性を確認する。

試験結果

・4パターンの折り畳み方法で展開試験を行い、適切な方位に展開性が良かったものを選定した。

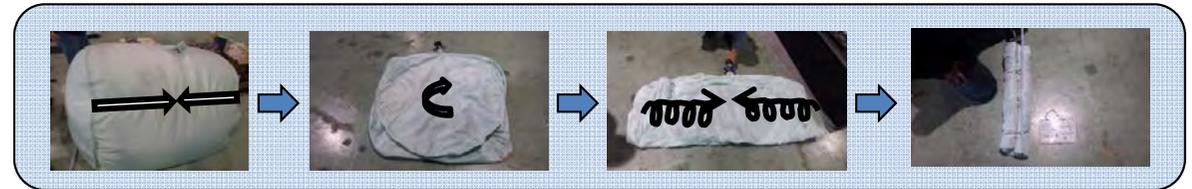


図4-1 閉止補助材の折り畳み

・展開後の隙間については、空気・水充填試験と同様な結果が得られた。

干渉物が無いベント管: ベント管内に閉止補助材が密着し、ほぼ隙間なく展開が可能であった。

干渉物が有るベント管: 干渉物周りにおける程度周り込むが、目標隙間には至らなかった。⇒今後の対応はp. 11を参照

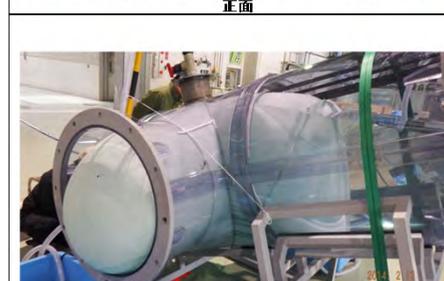
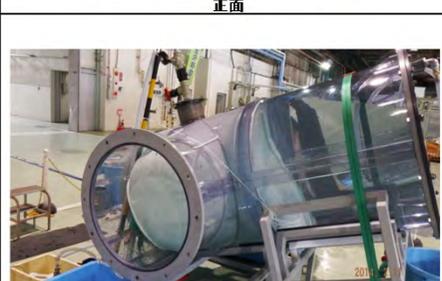


正面

側面

正面

側面



斜め

上面

斜め

上面

図4-2 試験初期状態

図4-3 展開状況
(干渉物なし)

図4-4 展開状況
(干渉物あり: 1F-2の例)

PCV下部補修の進捗概要(5)

① 閉止補助材(インフレイタブルシール)・・・実スケール グラウト充填試験結果(例)

1/2スケールグラウト充填試験のインプット(グラウト打設圧)確認として、事前に実規模でのグラウト充填試験を実施。参考に試験結果を掲載する。



図5-1 試験体全景(試験開始初期状態)

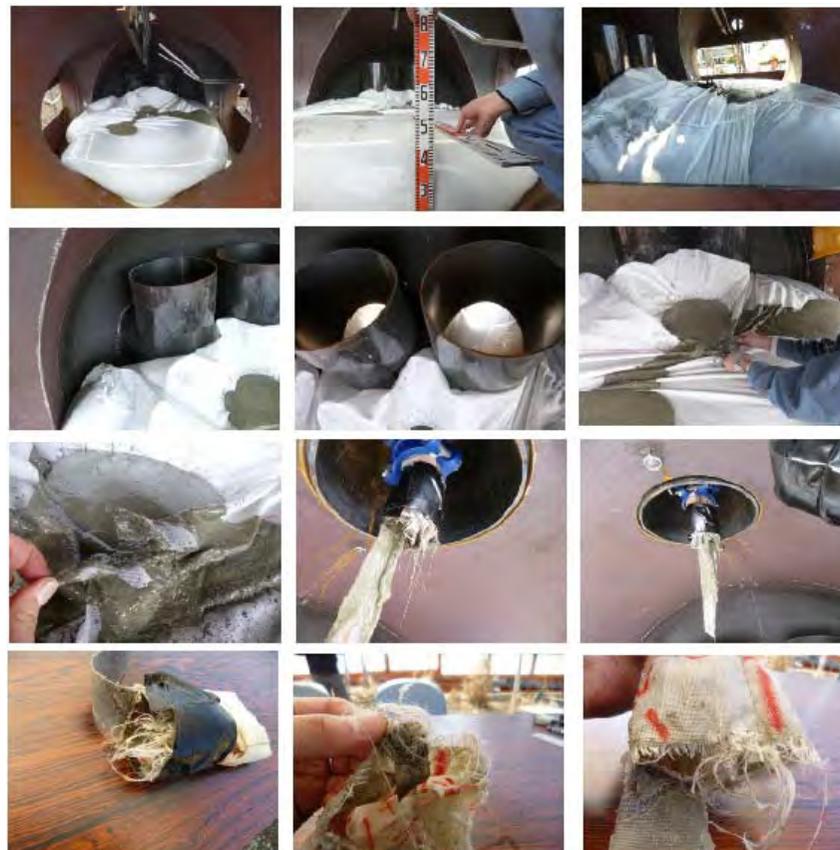


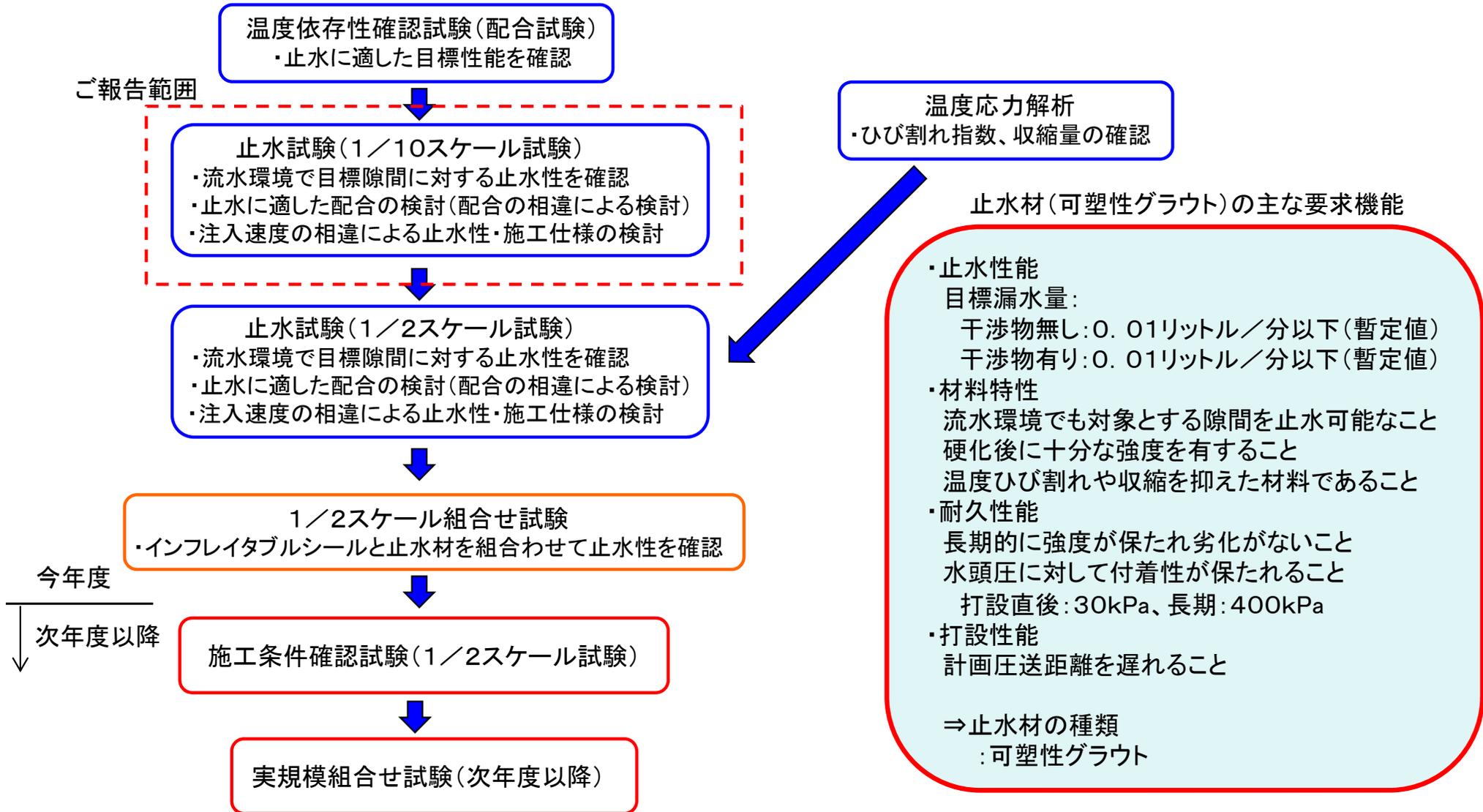
図5-2 試験結果(閉止補助材の破損状態)

モルタル充填途中(充填開始から約25分後)に打設口近傍でインフレイタブルシールが裂けて破れ落ちたため、打設を中断した。

取付部の補強検討を行い、再試験の予定

PCV下部補修の進捗概要(6)

② 止水材(可塑性グラウト)・・・試験計画



PCV下部補修の進捗概要(7)

② 止水材(可塑性グラウト)・・・1/10スケール 止水試験結果(例)(1)

試験目的

目標隙間に対する可塑性グラウトの止水性能及び打設直後の耐水圧性能を確認する。

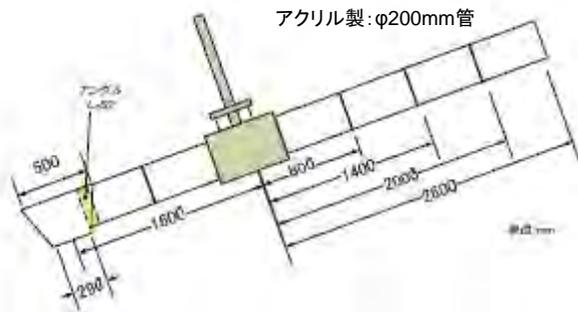


図7-1 試験装置概要図

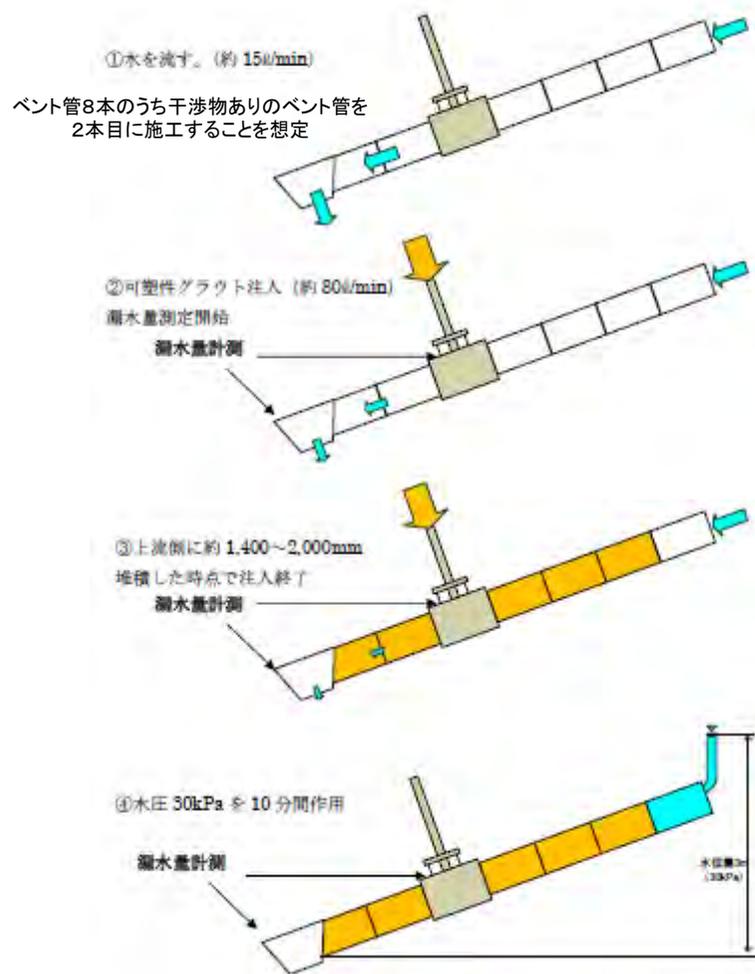
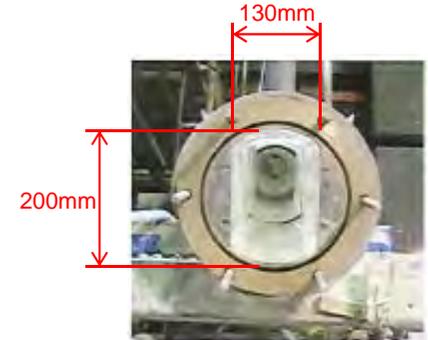


図7-4 試験手順イメージ

隙間「幅:実寸、高さ:実寸367に対し200」



①隙間全体断面



②干渉物アングルL-50



③干渉物アングルL-50+鋼材φ36

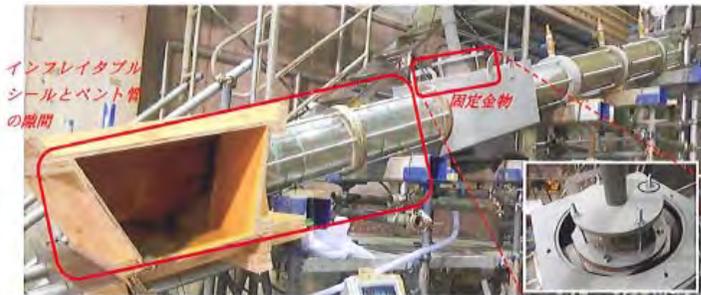


図7-2 試験装置全景



図7-3 試験装置全景

PCV下部補修の進捗概要(8)

② 止水材(可塑性グラウト)・・・1/10スケール 止水試験結果(例)(2)

表8-1 可塑性グラウトの配合

主材(850g)				可塑性材(150g)					
セメント	フライアッシュ	水	水粉体 体積比	可塑性材A	水	可塑性材B	B/C	水	凝結遅延剤
kg/m ³	kg/m ³	kg/m ³	%	kg/m ³	kg/m ³	kg/m ³	%	kg/m ³	kg/m ³
400	396	545	179	3	72	24~32	6~10	64~67	0.11
300	503	529	165			18~24		64~69	
230	566	523	160			14~18		69~70	

※
 可塑性材A:流水環境下での水中不分離性を高める
 可塑性材B:セメントと反応させて、急結性を高める
 B/C:セメント量に対する可塑性材Bの割合

表8-2 試験結果の例
 可塑性グラウトの止水試験状況(1/10断面スケール)

日時	セメントC (kg/m ³)	可塑性材B (kg/m ³) (B/C)	注入速度 (L/min)	注入量 (m ³)	継上り 速度(°)	湧水量 (L/min)	全量	下流側湧水量	上流側湧水量	その他	試験状況	
No.1 (予備)	2/13 11:00	400	28 (7)	80	126×124	18	0					・オーバーフローからの水漏れを確認してから止水 した。 ・30Pa水圧作用時の湧水量は28L/minであった(C) ・上流側湧水量(注入孔からグラウト充填までの距離) は約200mmであった。 ・下流側湧水量は少量であった。 ・注液ローは12mmであった。 ・グラウトの充填状況は良好であった。 ・注入量は182、注入時間は1分39秒であった。 ・下流側湧水量に水充填層(クラック)が見られ た。
No.2	2/13 15:00	400	28 (7)	80	114×115	23.8	0.01					・上流側湧水量(注入孔からグラウト充填までの距離) は約140mm時点で注入を中断した。 ・30Pa水圧作用時の湧水量は約20L/minであった (C、オーバーフローは確認済み)。 ・下流側湧水量は少量であった。 ・注液ローは12mmであった。 ・上流側湧水量に水充填層(クラック)が見られ た。 ・注入量は182、注入時間は1分39秒であった。
No.3	2/13 10:30	400	24 (6)	80	146×143	16.6	15					・ポンプヘッドからグラウトが吐出し、水漏れを低 減することができた。 ・湧水量15L/minであった(×、未達なし)。 ・注液ローは14mmであった。 ・注入量は146、注入時間は2分28秒であった。
No.4	2/13 13:30	400	28 (7)	80	152×158	16.5	0.01以下					・上流側湧水量(注入孔からグラウト充填までの距離) は約140mm時点で注入を中断した。 ・30Pa水圧作用時の湧水量は約20L/min以下で あった(C、オーバーフローは確認済み)。 ・下流側湧水量は少量であった。 ・注液ローは12mmであり、グラウトが吐出し、水漏れを低 減することができた(注液ローは12mm以下で 注液したため、注入時間を延長して止水 材の充填が約15%以上であった)。注液ローに ばらつきが生じたと考えられる(No.1との違い)。 ・下流側湧水量に水充填層(クラック)が見られ た。 ・注入量は245、注入時間は2分31秒であった。
No.5	2/13 18:00	230	16 (7)	80	130×130	13.4	0.01以下					・上流側湧水量(注入孔からグラウト充填までの距離) は約140mm時点で注入を中断した。 ・30Pa水圧作用時の湧水量は約20L/min以下で あった(C、オーバーフローは確認済み)。 ・下流側湧水量は少量であった(No.4より少ない)。 ・注液ローは12mmであった。 ・下流側湧水量に水充填層(クラック)が見られ た。 ・注入量は184、注入時間は2分28秒であった。

各パラメータを変えて試験を実施し、
 全33ケースの試験データを取得した。

PCV下部補修の進捗概要(9)

② 止水材(可塑性グラウト)・・・1/10スケール 止水試験結果(例)(3)

B/Cとグラウト注入速度の観点から試験結果を整理すると、グラウト注入速度が遅い場合にはJISフローが安定せず、試験結果にばらつきが生じた。
注入速度を早くした場合にはJISフローが安定し、止水可能なケースが多くなった。

止水可であったケースはJISフローが100～115程度であり、これを満足するためにはB/Cが8～10%、グラウト注入速度が100リットル/分以上(今回の試験で上限値は取得できていない)とすることが望ましいと思われる。
この結果を踏まえて、引続き実施する1/2スケールの止水試験条件を設定することとする。

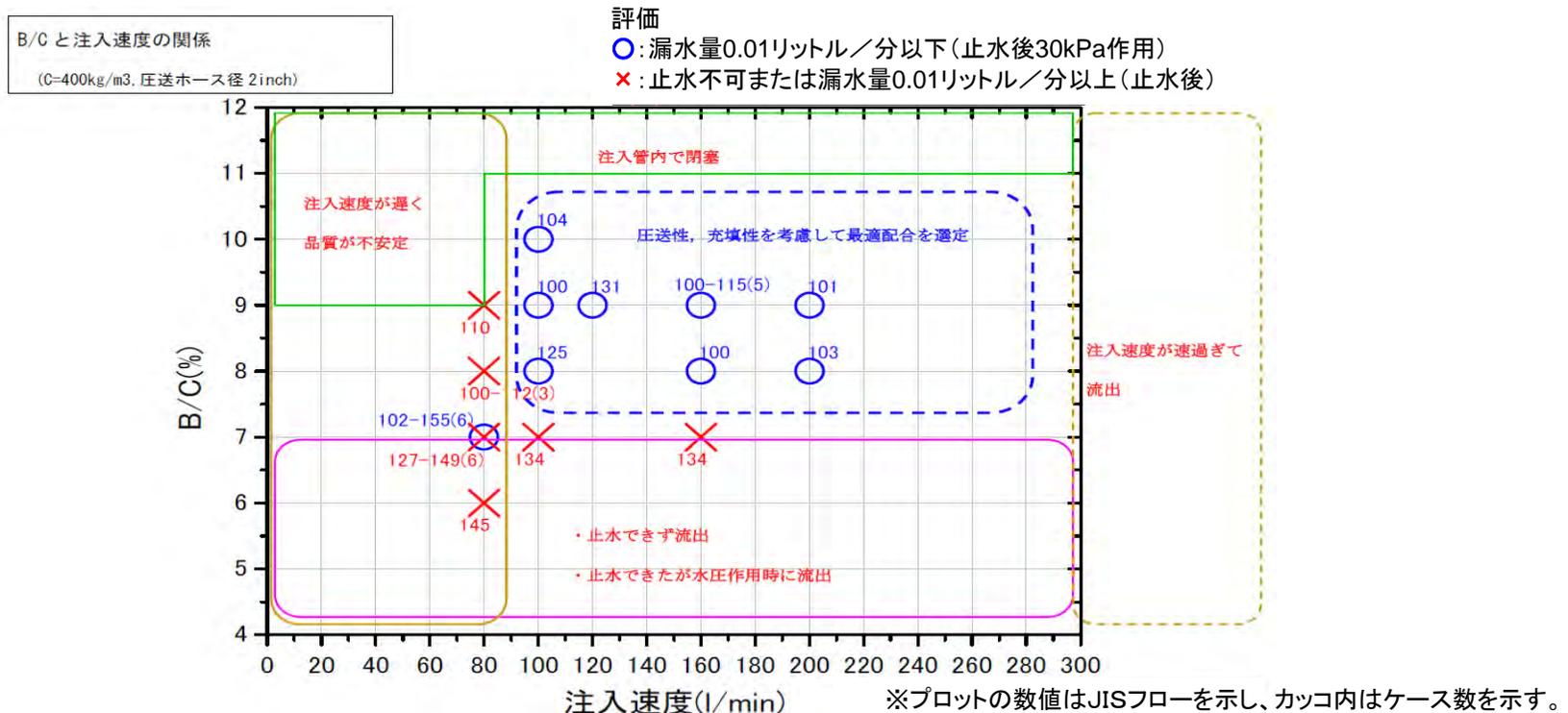
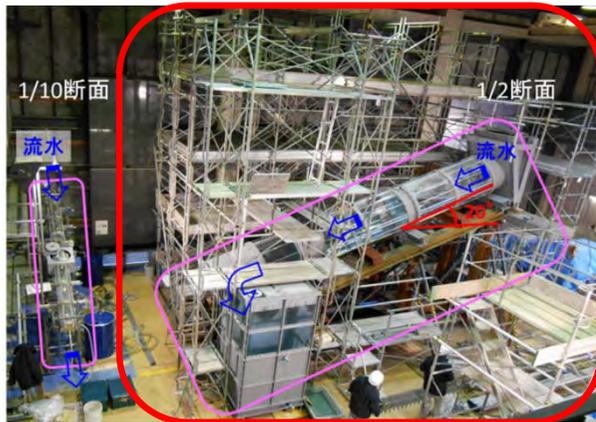


図9-2 B/Cとグラウト注入速度の関係における試験結果

PCV下部補修の進捗概要(10)

② 止水材(可塑性グラウト)・・・1/2スケール 止水試験計画(概要)

閉止補助材設置後の干渉物による隙間を模擬し、グラウト打設による止水性を確認する。



ベント管1/2スケール模擬試験体での止水試験

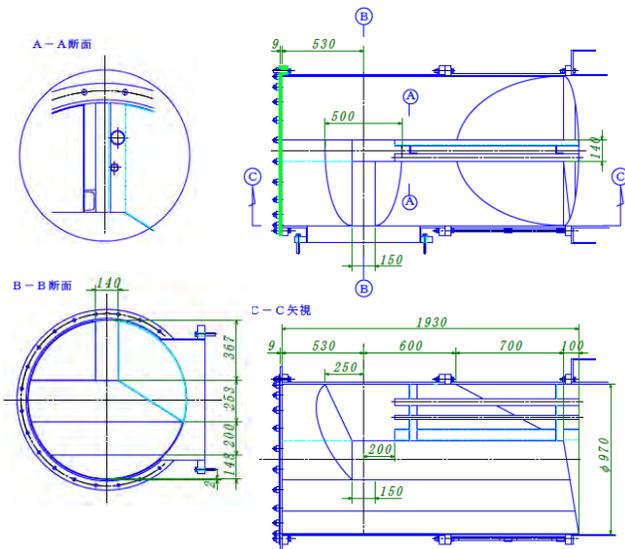
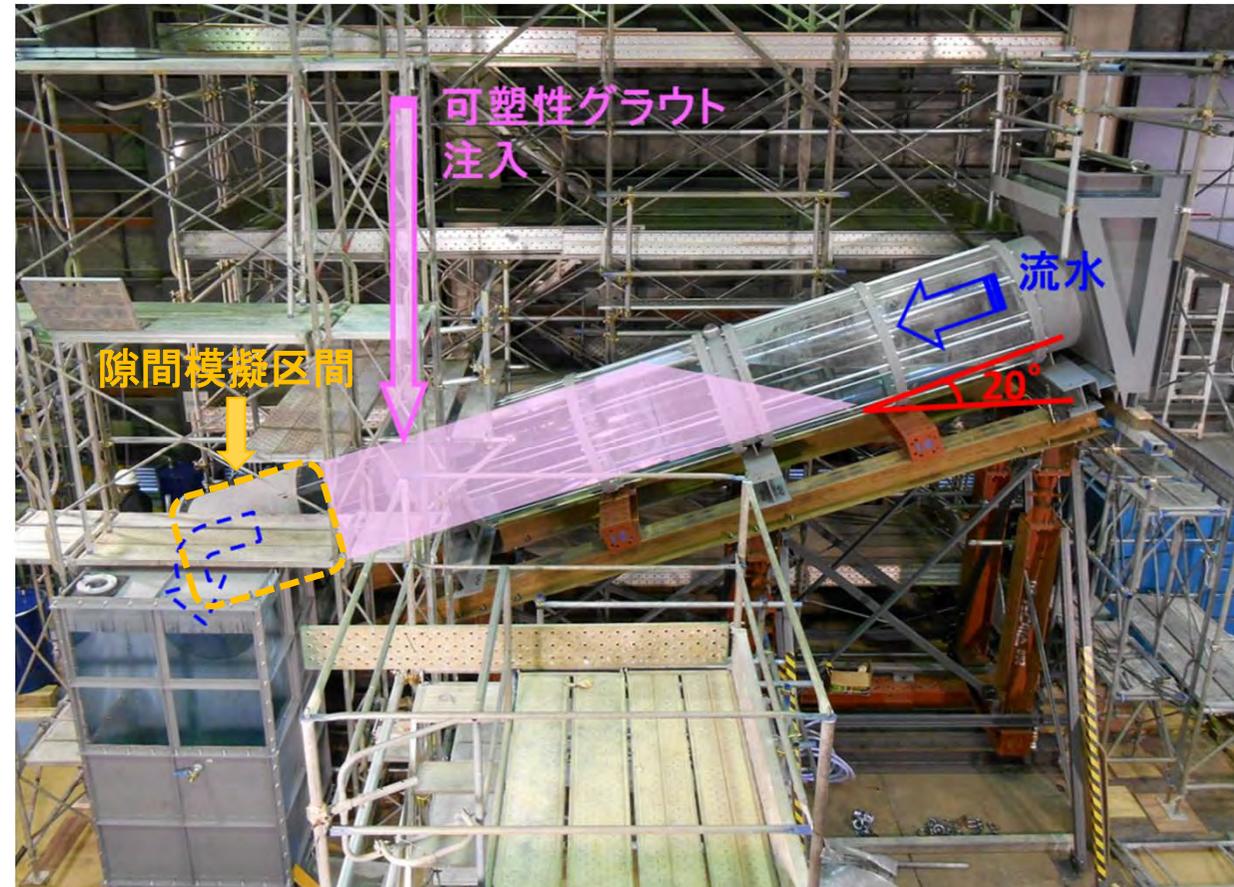


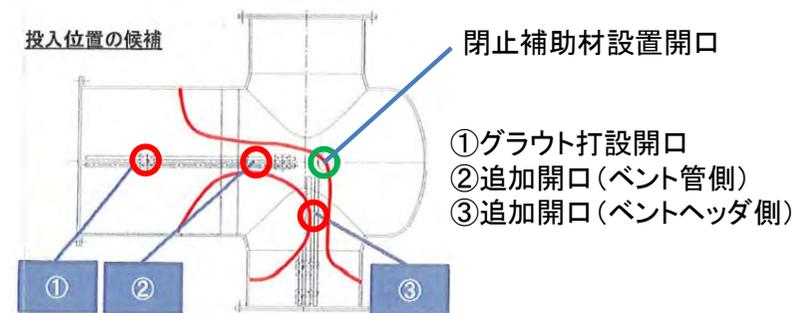
図10-1 隙間模擬区間の製作図(1F-2の目標隙間例)

試験体のアクリル管断面は実寸の1/2スケールであるが、模擬する隙間は実寸の目標隙間とする。

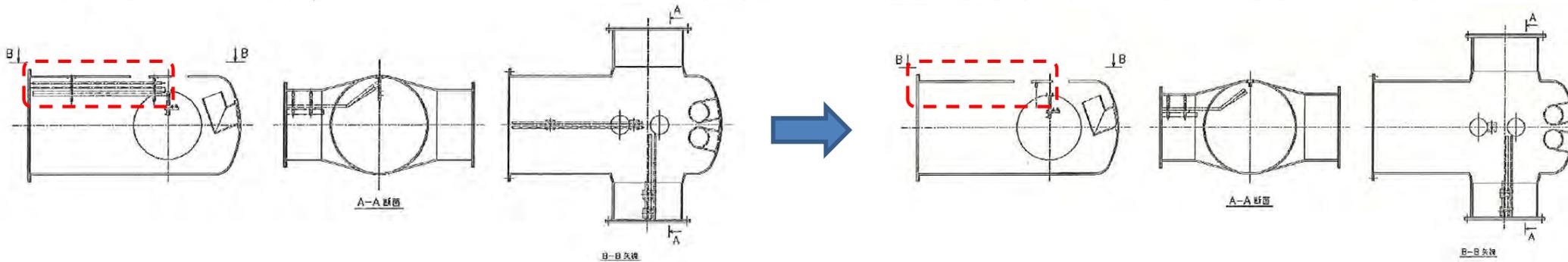
参考：閉止補助材設置後の隙間について

閉止補助材設置後の隙間を縮小するために、以下の方法を検討中である。

下記の方法には、右図にあるように既存計画の開口や新規に追加開口を設けるなどを検討する必要がある。



1. **干渉物の撤去**: 補修装置(マニピュレータ)により干渉物を撤去し、閉止補助材が良好に展開できるようにする。



2. **目詰め材の投入**: グラウト打設開口から固形材料や吸水膨張材、その他硬化材料などを投入して隙間を縮小する。

固形材料(浮力あり): スーパーボール、発砲スチロール、おがくずなど

固形材料(浮力なし): 砂、砂利、セラミックボール、鉄球など

固形材料(その他): 鉄板、木材、樹脂など

吸水膨張材: 吸水ポリマー、圧縮スポンジなど

硬化材料: グラウト、水ガラス、発砲剤など

3. **副閉止補助材の設置**: 追加で袋を投入し、隙間を縮小する。

2号機原子炉建屋オペレーティングフロア フェンス撤去およびコアサンプル採取について (結果報告)

2014年3月27日
東京電力株式会社



東京電力

IRID

国プロにおいて実施している内容に関しては東京電力株式会社と連携し、
技術研究組合国際廃炉研究開発機構(IRID)の成果を活用しております。

1 . 概要

- 作業目的：2号機燃料取り出し工法決定の判断材料に資するため、原子炉建屋オペレーティングフロア（以降、R / B オペフロ）床面のコンクリートコアをロボットで採取する。
また、原子炉ウェルフェンス他をロボットで撤去することで、コアサンプル採取場所への動線を確保する。
- 実施日：フェンス撤去：平成26年3月13日（木）、14日（金）
コアサンプル採取：平成26年3月21日（金）、22日（土）
- 使用ロボット
フェンス撤去：iRobot Warrior（改）
 - ・電動はさみカッター装備
 - ・外部電源供給機能追加装備iRobot Packbot
 - ・監視用
 - ・バッテリー駆動コアサンプル採取：三菱 MEISTeR（マイスター）



Warrior



Packbot



MEISTeR

2 . 作業内容（フェンス撤去）

3月13日（木）

- 2号機BOP（ブローアウトパネル）構台上に口ボットを積載したコンテナを吊降し、BOPスライドドアを開け、口ボットを遠隔操作にてオペフロに投入。
- 撤去予定のフェンス（2カ所）のうち、東側の原子炉ウェルフェンス1カ所の撤去に成功。
- 2カ所目の異物混入防止フェンスへのアプローチ時にWarriorが横方向へバランスを崩し半転倒状態となった。
- 監視用Packbotのバッテリー残量および作業員の管理区域内作業時間制限を考慮して、翌日、復旧を試みることにした。その際、Warriorへの外部電源供給は維持継続した。

3月14日（金）

- 朝、Warriorのバッテリー残量がゼロになり、通信が途絶している状態を確認。
- 関係者で検討の結果、Warriorの遠隔での復旧は絶望的と判断し、残りのフェンス撤去およびWarriorの回収を断念した。

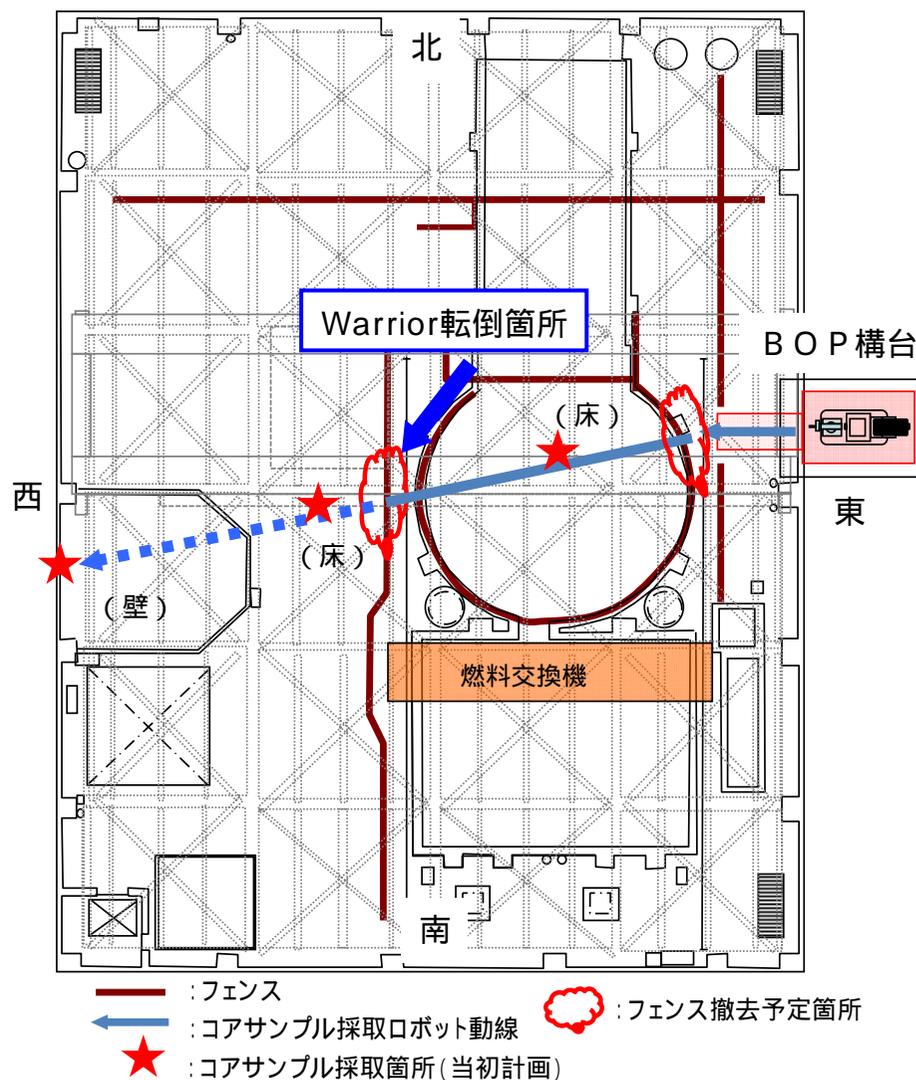


図1 フェンス撤去予定箇所

3 . 東側の原子炉ウェルフェンス撤去状況



図2 フェンス脚部切断前



図3 フェンス脚部切断後



図4 フェンス撤去後

4 . 作業内容 (コアサンプル採取)

コンクリートコアサンプルの採取箇所について、右図の通り計画を見直し、採取した。
また、追加で原子炉ウェル上の養生シートの一部を採取した。

3月21日(金)

- 2号機BOP(ブローアウトパネル)構台上にロボットを積載したコンテナを吊降し、BOPスライドドアを開け、ロボットを遠隔操作にてオペフロに投入。
- および の箇所のコアサンプルの採取に成功。

3月22日(土)

- の箇所のコアサンプルおよび の箇所の養生シートの採取に成功。

今後、採取したコアサンプルおよび養生シートの一部は、JAEA大洗研究開発センターに輸送し詳細分析を行う。

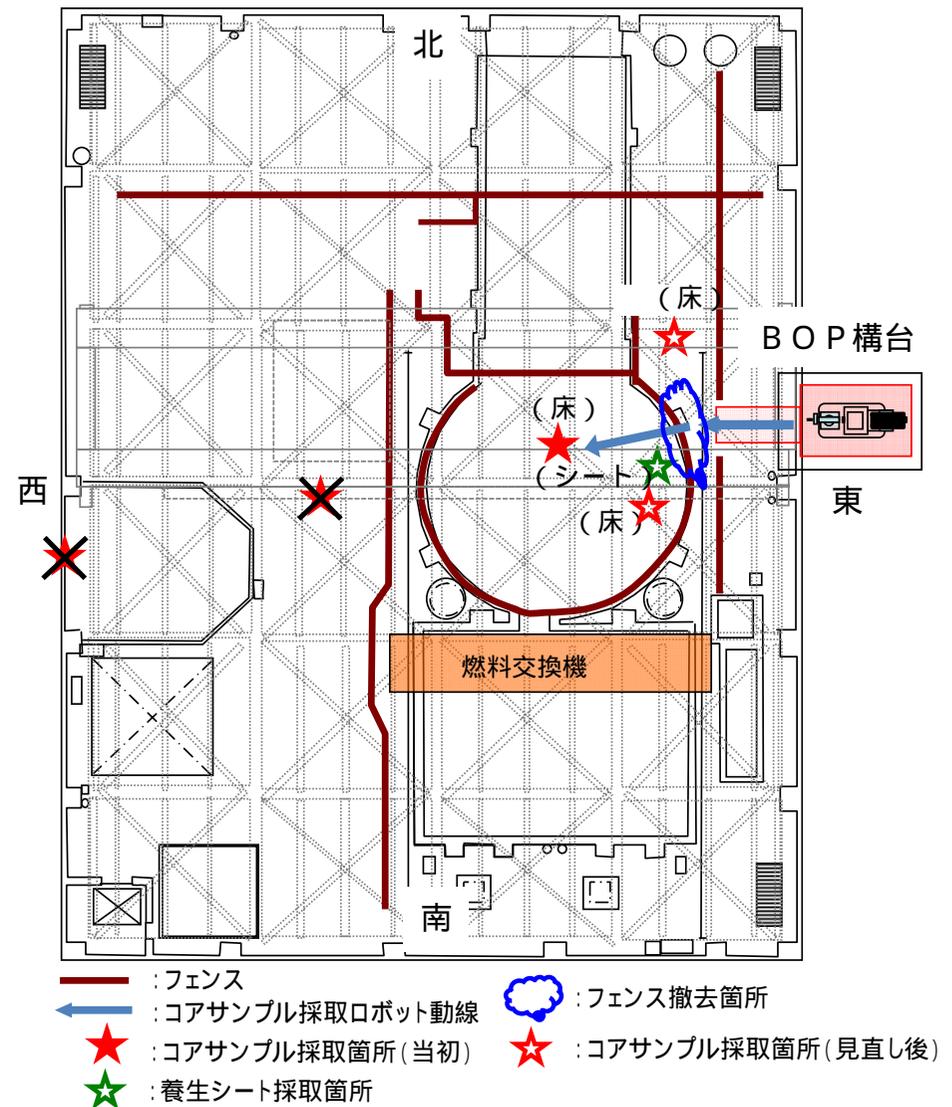


図5 コアサンプル採取見直し箇所

5 . コアサンプリング採取状況

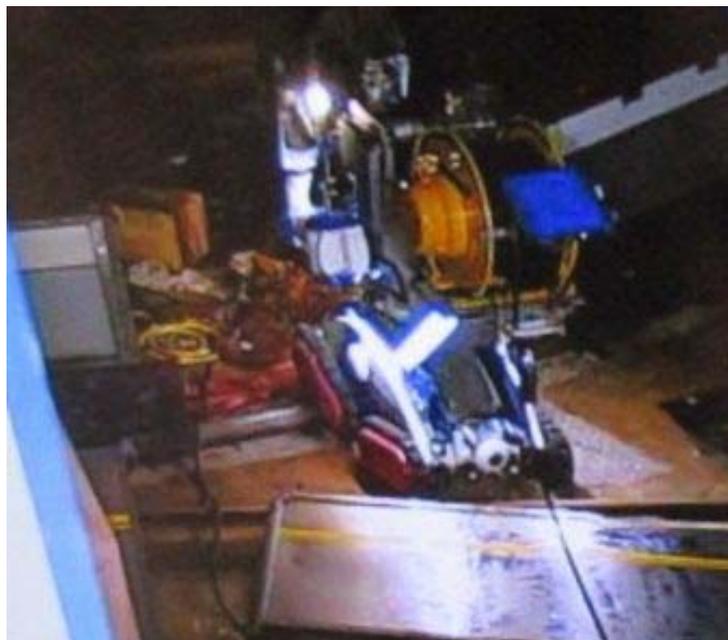


図 6 R / B オペフロ移動



図 7 コア切削



図 8 コア回収



図 9 コア収納



図 10 シート採取

【参考】Warriorのトラブル事象について

【事象1】Warriorの半転倒について

- ・フェンスの反対側にアームを回し脚部を切断するため、アームを上げた状態でフェンスに接近し、燃料交換機のレール部乗り越え時にバランスを崩し、半転倒状態になった。
- ・事前に入念にモックアップや操作訓練を実施していたが、レール部周辺の凹凸状態や足下の資機材の散乱状況までは模擬出来ておらず想定より転倒リスクが高かったことが要因と考察。

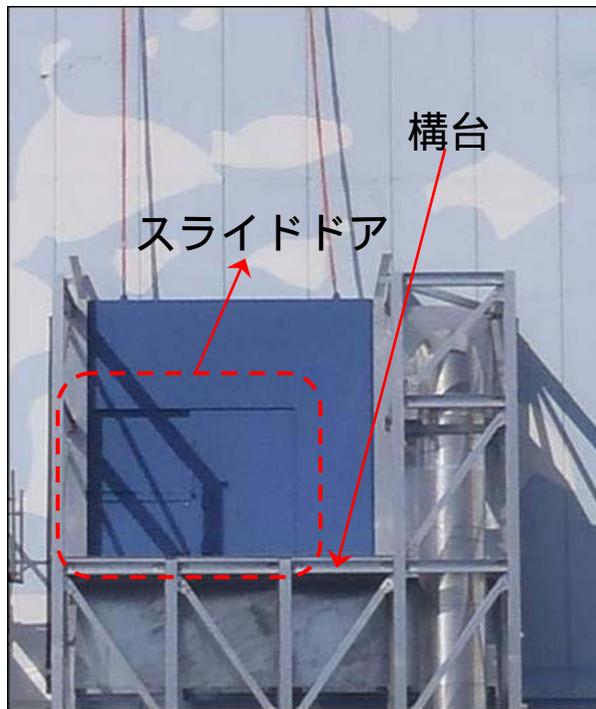


【事象2】Warriorへの電源供給停止について

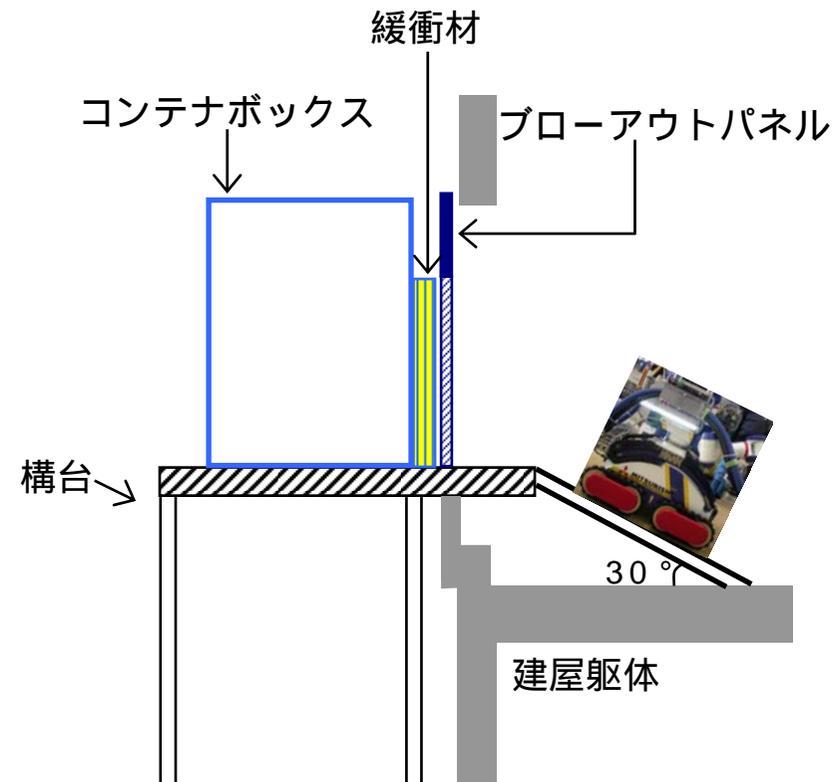
- ・外部電源の供給により、本体バッテリーが満充電になると自動的にバッテリー消費モードに切り替わる設定になっている一方、バッテリーを消耗しても外部電源には手動でしか切り替わる設定になっていなかったことを認識していなかったことが要因。
- ・バッテリー残量ゼロからの再起動は、Warrior本体の起動スイッチを操作する必要があり、スイッチの位置・大きさ・操作内容等を確認しPackbotでの対応を検討したが難易度が高く、対応は不可能と判断した。
- ・後工程を勘案し、Warriorの回収を断念。電源ケーブルを切断し、Packbotのみを回収した上でコンテナをBOP構台から下ろした。

【参考】ブローアウトパネル(BOP)部からの調査について

- 作業台車を搭載したコンテナボックスをブローアウトパネル部の構台に配置し、スライドドアから作業台車を遠隔操作にて投入する。
- 最初に原子炉ウェルフェンス等の切断を行うための遠隔作業台車を投入し、オペレーティングフロア内の移動動線を確認する。その後、コアサンプル採取用の遠隔作業台車を投入する。



ブローアウトパネル部



ブローアウトパネル部断面図

図 ブローアウトパネル部からの調査工法概要

【参考】フェンス切断工法について

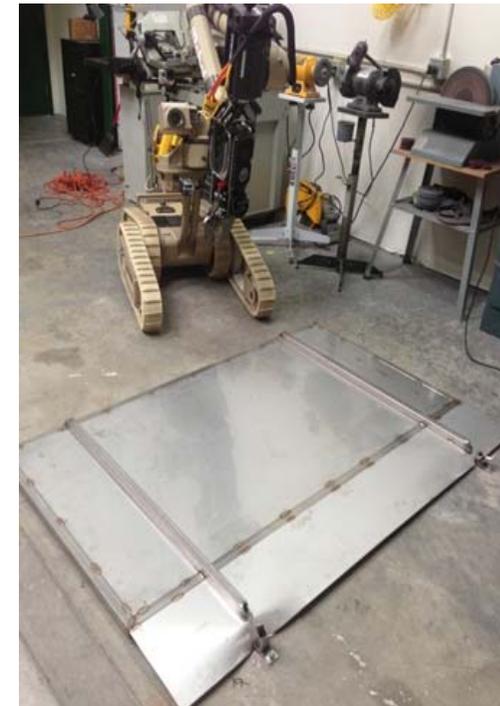
- 福島第一原子力発電所にて所有している、iRobot社製ROV「Warrior」のアーム部に切断ツールを装着し、オペフロ内を自走してフェンスを撤去する。
- 作業による油漏れや火災発生リスクを低減するため、電動作動 / ハサミ式カッターを採用。



1枚のフェンスにつき2箇所が地面に固定されており、最初に脚部を切断する。



切断治具先端に取り付けるカメラにより、切断を確認する。



脚部切断後、ウォーリアーのアームにより、手前or奥に倒す。

切断の流れ

【参考】コアサンプル採取方法について

三菱重工が開発した遠隔作業台車「MEISTeR」の先端アームの片腕にコアボーリング装置を装備し、もう方腕にはコアを切り離すためのタガネを装備する。
装置は全て電動駆動であり、油漏れの危険性はない。



階段昇降時



コアボーリング時

- 台車寸法：全長1250mm、幅700mm、全高1300mm
- 質量：約550kg(本体480kg、コアボーリング装置約70kg)
- 対地自動追従式独立4クローラにより、階段や不整地の走行が容易
(原子炉建屋内の階段走行は、寸法上おどり場で引っかかってしまうためNG)
- スロープや階段昇降時は自動で重心位置を検知し、上物の位置を変えることで適切な重心位置の確保が可能(左上図参照)。
- 双腕7軸ロボットアームによりコアボーリング等の作業が可能(右上図参照)。

3号機R/B1FL 高線量物品の移動について

平成26年3月27日
東京電力株式会社

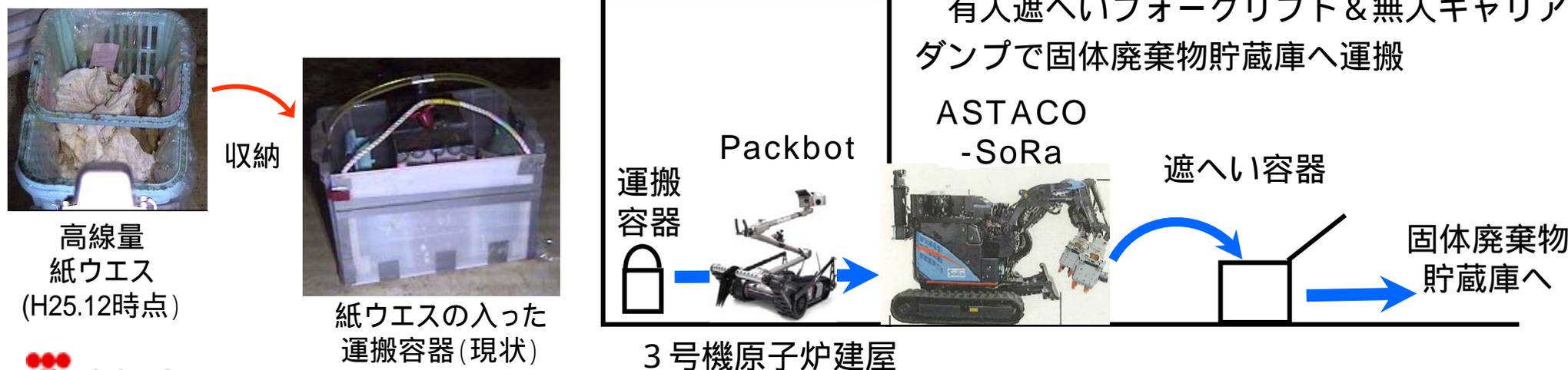


東京電力

- 3号機原子炉建屋内の高線量物品を、建屋内線量低減のため、原子炉建屋外でコンテナ型遮へい容器に収納の上固体廃棄物貯蔵庫に移動する。
 - ・高線量物品は、紙ウエスであり、線量は表面近傍で約1Sv/h (H25.12測定)
 - ・紙ウエスはH23.11に3号機原子炉建屋北東のPCV機器ハッチレール付近の水を拭取ったもの
 - ・コンテナ型遮へい容器収納後の遮へい容器表面線量は120mSv/h程度になる見込み
 - ・コンテナ型遮へい容器収納までに、周辺の放射線モニタ指示値上昇の可能性ある (運搬中はモニタ監視を強化)
- 3/18夕方から夜間に実施予定 (荒天時中止, 予備日: 3.19)

高線量物品の構内運搬手順

Packbotで原子炉建屋搬入口まで運搬
ASTACO-SoRaで遮へい容器に収納
有人遮へいフォークリフト&無人キャリア
ダンプで固体廃棄物貯蔵庫へ運搬

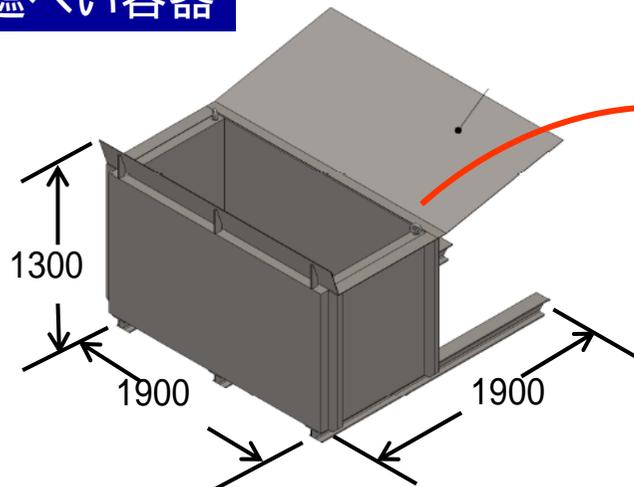


2. コンテナ型遮へい容器

■ コンテナ型遮へい容器の効果

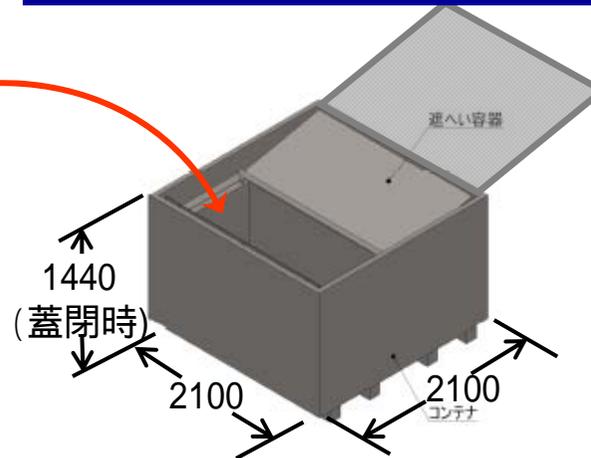
- ・対象収納物線量当量率・・・約1000 mSv/h
- ・計算上の遮へい効果・・・約1000 mSv/h 約120 mSv/h(遮へい容器 + コンテナの評価)
- ・構造: コンテナ + 遮へい容器(遮へい容器をコンテナに収納する)
- ・有人遮へいフォークで蓋を閉めるまでの上方遮へいとして, 鉛毛マット(6枚)を被せる

遮へい容器



- ・材質 : SS400
- ・容器厚さ : 80mm
- ・容器重量 : 約4300kg

コンテナ(遮へい容器収納)



- ・材質 : SPCC.
(冷間圧延鋼板)
- ・容器厚さ(側面) : 2.3mm
- ・容器厚さ(床板・上板) : 3.2mm
- ・容器重量 : 約940kg



コンテナ収納遮へい容器



使用するコンテナ外形

- 3/18に固体廃棄物貯蔵庫まで運搬済
- 高線量汚染物（コンテナ投入後）線量測定結果

上面：46.0mSv/h
蓋閉後



側面：1.8mSv/h

側面：6.9mSv/h

コンテナ型遮へい容器

- 最大被ばく線量：0.39mSv

放射性廃棄物処理・処分 スケジュール

分野名	括り	作業内容	これまで1ヶ月の動きと今後1ヶ月の予定	2月		3月					4月			5月			6月			備考
				23	2	9	16	23	30	6	13	下	上	中	下	前	後			
固体廃棄物の保管管理 処理・処分計画	1. 発生量低減 対策の推進	持込抑制策の検討	(実績) ・発電所構内における資機材等の貸出運用開始に向けた検討 ・試運用(足場材を対象とした貸出運用)の実施	検討・設計	発電所構内における資機材等の貸出運用開始に向けた検討															
			(予定) ・発電所構内における資機材等の貸出運用開始に向けた検討	現場作業	試運用(足場材を対象とした貸出運用)の実施															試運用(実施期間: H25年12月~H26年3月)
	2. 保管適正化 の推進	ドラム缶保管施設 の設置	(実績) ・固体廃棄物貯蔵庫第9棟の設計	検討・設計	固体廃棄物貯蔵庫第9棟の設計															H27年度下期竣工予定
			(予定) ・固体廃棄物貯蔵庫第9棟の設計	現場作業																
	雑固体廃棄物の 減容検討	保管管理計画の 更新	(実績) ・更新計画の策定	検討・設計	更新計画の策定															雑固体廃棄物焼却設備: H26年度末稼働予定 ・建屋工事(~H27年2月) ・機電工事(~H26年12月) ・試運転期間(H27年1月~H27年3月) 【主要建屋工事工程】 ・基礎工事完了: 10/5 ・上部躯体工事: 8/24~ ・1階PC柱・梁取付完了: 12/12 ・使用前検査(基礎スラブ、2階耐震壁) 2/18、19
			(予定) ・更新計画の策定	現場作業																
	覆土式一時保管 施設 3,4槽の設置	一時保管エリア の追設/拡張	(実績) ・雑固体廃棄物焼却設備の設計 ・雑固体廃棄物焼却設備にかかる建屋工事	検討・設計	雑固体廃棄物焼却設備の設計 雑固体廃棄物焼却設備にかかる建屋工事															雑固体廃棄物焼却設備の設計 雑固体廃棄物焼却設備にかかる建屋工事
			(予定) ・雑固体廃棄物焼却設備の設計 ・雑固体廃棄物焼却設備にかかる建屋工事	現場作業	雑固体廃棄物焼却設備にかかる建屋工事															
	一時保管エリア の追設/拡張	一時保管エリア の追設/拡張	(実績) ・覆土式一時保管施設 3,4槽の設置に向けた準備	検討・設計	覆土式一時保管施設 3,4槽の設置に向けた準備															・竣工時期未定
			(予定) ・覆土式一時保管施設 3,4槽の設置に向けた準備	現場作業																
3. 瓦礫等の管理・発電所全体 から新たに放出される放射性物 質等による敷地境界線量低減	一時保管エリア の追設/拡張	(実績) ・一時保管エリアの追設/拡張に向けた準備 ・一時保管エリアWの造成及び運用開始	検討・設計	一時保管エリアの追設/拡張に向けた準備															H26年2月28日エリアW工事終了 H26年7月エリアP工事終了予定	
		(予定) ・一時保管エリアの追設/拡張に向けた準備 ・一時保管エリアPの造成	現場作業	一時保管エリアWの造成																
4. 水処理二次廃棄物の長期保 管等のための検討	一時保管エリア の追設/拡張	(実績) ・一時保管エリアの保管量確認/線量率測定および集計 ・ガレキ等の将来的な保管方法の検討 ・線量低減対策検討 ・ガレキ・伐採木の保管管理に関する諸対策の継続 ・Cs吸着塔一時保管施設: 第四施設の追設、第一施設からの移動	検討・設計	一時保管エリアの保管量、線量率集計															一時保管エリアの保管量、線量率集計	
		(予定) ・一時保管エリアの保管量確認/線量率測定および集計 ・ガレキ等の将来的な保管方法の検討 ・線量低減対策検討 ・ガレキ・伐採木の保管管理に関する諸対策の継続 ・Cs吸着塔一時保管施設: 第四施設の追設、第一施設からの移動	現場作業	ガレキ等の将来的な保管方法の検討 線量低減対策検討																
固体廃棄物の性状把握	一時保管エリア の追設/拡張	(実績) 【研究開発】長期保管方策の検討 ・公募手続き等	検討・設計	【研究開発】長期保管のための各種特性試験															セシウム吸着装置吸着塔、廃スラッジ一時保管施設貯槽の評価結果報告	
		(予定) 【研究開発】長期保管方策の検討 ・公募手続き等	現場作業	【研究開発】公募手続き等																
固体廃棄物の性状把握	一時保管エリア の追設/拡張	(実績) 【研究開発】固体廃棄物の性状把握等 ・JAEAにて試料の分析 ・固体廃棄物のサンプリング・分析方法検討 ・公募手続き等	検討・設計	【研究開発】塵ゼオライト・スラッジ・ガレキ等の性状調査															【研究開発】公募手続き完了後開始	
		(予定) 【研究開発】固体廃棄物の性状把握等 ・固体廃棄物のサンプリング・分析方法検討 ・公募手続き等	現場作業	【研究開発】固体廃棄物のサンプリング 【研究開発】JAEAにて試料の分析(現場: JAEA東海)																

ガレキ・伐採木の管理状況(2014. 2.28時点)

保管場所	エリア境界 空間線量率 (mSv/h)	種類	保管方法	保管量 ¹	前回報告比 ² (2014.1.31)	主な理由 ³	エリア 占有率
固体廃棄物貯蔵庫	0.03	ガレキ	容器	4,200 m ³	+300 m ³		35 %
A : 敷地北側	0.55	ガレキ	仮設保管設備	2,100 m ³	微増 m ³	-	29 %
C : 敷地北側	0.01	ガレキ	屋外集積	32,500 m ³	+700 m ³		81 %
D : 敷地北側	0.01	ガレキ	シート養生	2,600 m ³	0 m ³	-	88 %
E : 敷地北側	0.01	ガレキ	シート養生	3,500 m ³	0 m ³	-	87 %
F : 敷地北側	0.01	ガレキ	容器	600 m ³	0 m ³	-	99 %
J : 敷地南側 ⁴	0.03	ガレキ	屋外集積	100未満 m ³	微増 m ³	-	1 %
L : 敷地北側	0.01未満	ガレキ	覆土式一時保管施設	8,000 m ³	0 m ³	-	100 %
O : 敷地南西側	0.04	ガレキ	屋外集積	13,700 m ³	+2,300 m ³		83 %
Q : 敷地西側	0.15	ガレキ	容器	5,400 m ³	+100 m ³		90 %
U : 敷地南側	0.01未満	ガレキ	屋外集積	700 m ³	0 m ³	-	100 %
W : 敷地西側 ⁴	0.04	ガレキ	シート養生	7,600 m ³	+7,600 m ³		26 %
合計(ガレキ)				81,100 m ³	+11,200 m ³	-	61 %
G : 敷地北側	0.01未満	伐採木	伐採木一時保管槽	7,300 m ³	0 m ³	-	27 %
H : 敷地北側	0.01	伐採木	屋外集積	13,100 m ³	0 m ³	-	74 %
I : 敷地北側	0.02	伐採木	屋外集積	10,500 m ³	0 m ³	-	100 %
M : 敷地西側	0.01	伐採木	屋外集積	31,900 m ³	0 m ³	-	91 %
T : 敷地南側	0.01	伐採木	伐採木一時保管槽	5,200 m ³	0 m ³	-	23 %
V : 敷地西側	0.04	伐採木	屋外集積	9,600 m ³	0 m ³	-	64 %
合計(伐採木)				77,600 m ³	0 m ³	-	60 %

- 1 端数処理で100m³未満を四捨五入しているため、合計値が合わないことがある。
- 2 100m³未満を端数処理しており、微増・微減とは100m³未満の増減を示す。
- 3 主な変動理由： 3号機カパリング設置、タンク漏えい対策工事、大型休憩所設置工事、取水口止水対策工事、タンク設置に伴う廃車両等の撤去 等
- 4 エリアW・J 2月より運用開始



「汚染水処理に伴う二次廃棄物の長期保管方策の検討」 － 廃ゼオライト及び廃スラッジ保管の安全性 －

平成26年3月27日

技術研究組合 国際廃炉研究開発機構
日本原子力研究開発機構

- 汚染水処理に伴い二次廃棄物(セシウム吸着塔、スラッジ)が生じ、保管されている。保管の安全性は評価されているが^{*1}、保管が長期にわたる可能性があるため、長期保管の安全性を確認するため、より広い範囲を想定した検討を行った。



セシウム吸着塔一時保管施設
(ボックスカルバート)

- 検討内容

- セシウム吸着塔 (KURION) :
水素の発生、材料の腐食影響
- 除染装置スラッジ:
水素の発生、シアン化水素の発生、スラッジの熱影響、材料の腐食影響



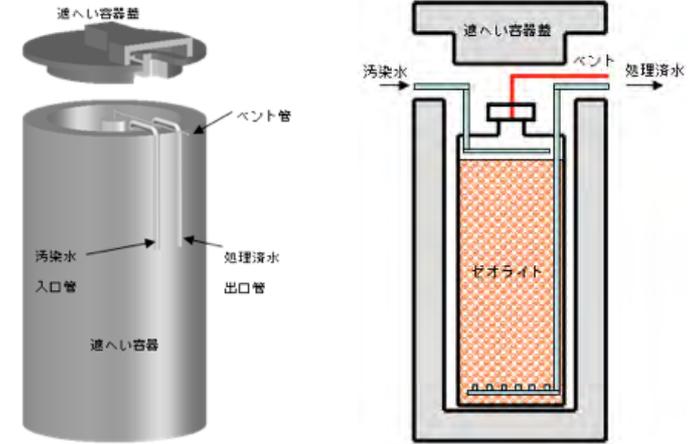
廃スラッジ一時保管施設貯槽^{*2}

^{*1}東京電力株式会社, 福島第一原子力発電所 特定原子力施設に係る実施計画, 平成24年12月.

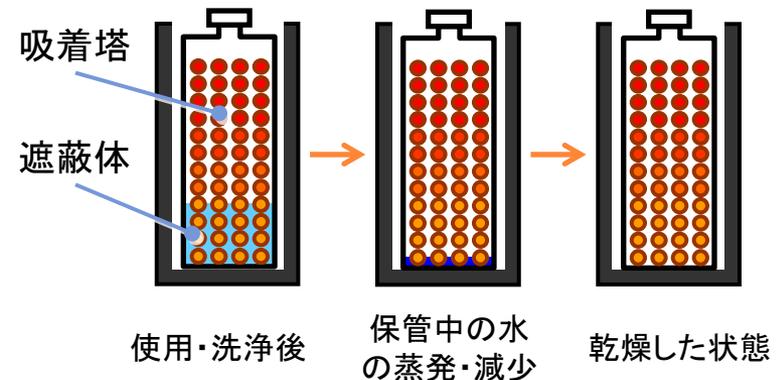
^{*2}三菱重工ニュース, 第 5131号, 2011年11月14日.

セシウム吸着塔に関する検討の概要

- セシウム吸着塔が内包する放射性セシウムや塩化物イオン (Cl^-) の量は、使用された時期により変動する。また、塔に残る水は、蒸発により徐々に減少していく。これらの因子は、水素発生や材料の耐久性に影響を与える。
- そこで、残水が減少すること等を踏まえて水素分布の解析を行うとともに、 Cl^- が濃縮される等の効果を考慮して材料の腐食影響を評価した。



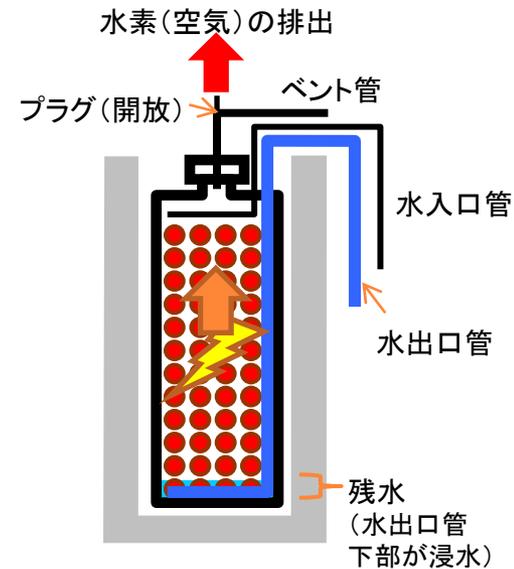
セシウム吸着塔の外観と構造



セシウム吸着塔内の水量の変化

吸着塔内の水素分布解析

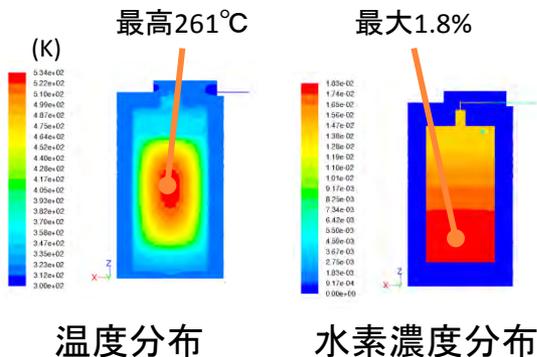
- ◆ 右図のプラグ、ベント管、水出入口管を開放した条件で解析を実施した。
- ◆ 吸着塔に水が残り水出口管が浸水した場合、水素は上部プラグ等を通して排出される。Cs吸着量が最大のケース1の場合にも、水素 (H_2) 濃度は 1.8%以下で爆発下限界 (4%) 以下に抑えられる。
- ◆ 吸着塔に水がない場合、水出口管から空気が流入し、上部のベントプラグ等から排出される体系となり、水素濃度は上記より相対的に低くなる。
- ◆ 蒸発により水が徐々に減少する中間的な状態は、上記2パターンの間であり、水素爆発下限界に至らないものと評価された。



吸着塔の模式図
(水が残る場合)

水素濃度の解析結果

	Cs吸着	水位	最高温度	H_2 濃度
ケース1	618 W 不均一吸着	24 cm (管下部が浸水)	261° C	≤1.8%
ケース2	504 W 均一吸着	同上	211° C	≤1.6%
ケース3	同上	ゼロ	210° C	≤1.1%

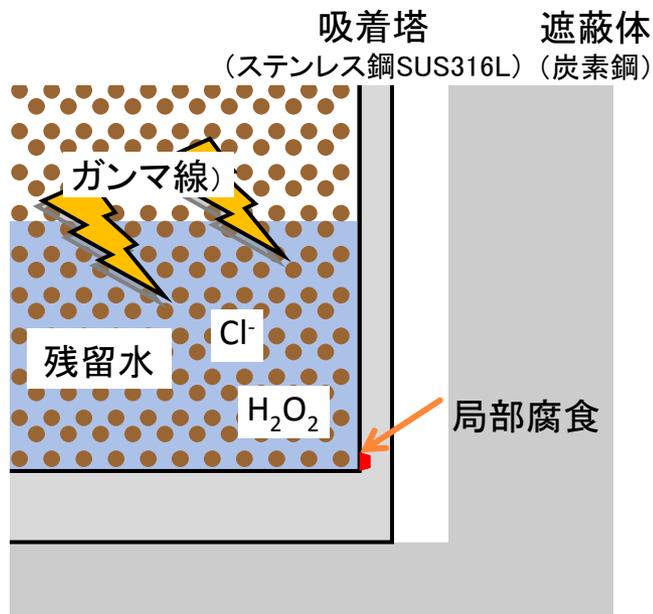


解析結果の例(ケース1)

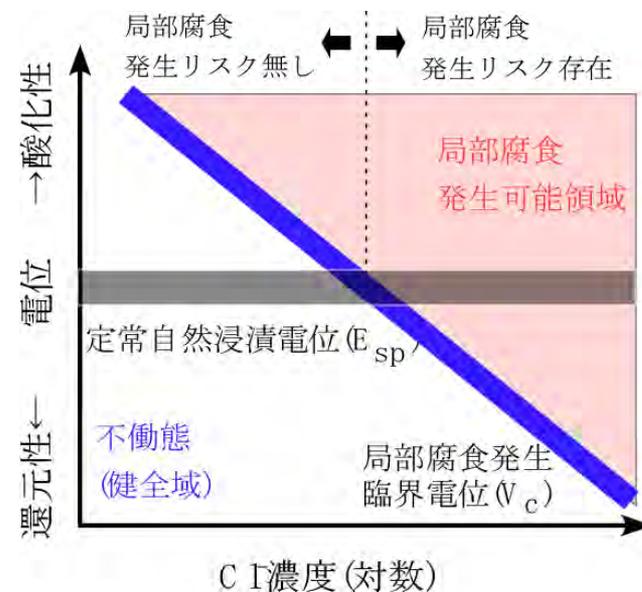
ケース1: Cs吸着装置運転データを基に吸着解析コード(ZAC)によりCs吸着量の軸方向分布を解析
 ケース2, 3: 汚染水・処理水の分析結果と吸着平衡からCs吸着量を求め、均一吸着として評価 4

吸着塔材料の腐食による影響の検討

- ◆ セシウム吸着塔はステンレス鋼製であるが、滞留水中のCl⁻の影響による局部腐食(孔食・すきま腐食)の発生が懸念される。
- ◆ 局部腐食発生臨界電位 (V_c) と定常自然浸漬電位(E_{sp})の関係(右下図)より、局部腐食発生リスクを評価する。
- ◆ 特に、ゼオライト (Herschelite) の共存や放射線照射の影響について着目する。



吸着塔下部構造のモデル



塩化物イオン濃度、局部腐食発生領域と電位との関係

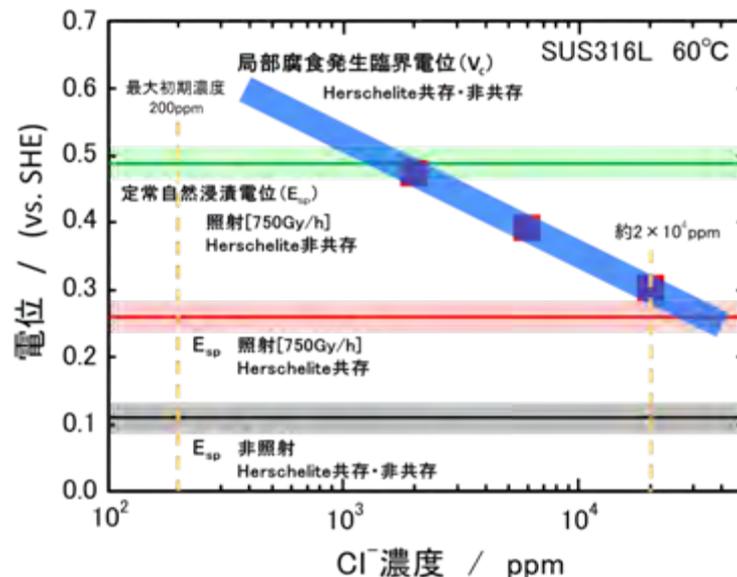
吸着塔材料(ステンレス鋼)の局部腐食に関する検討

◆ V_c の測定結果

- Cl^- 濃度に依存して低下するが、溶液中とゼオライト共存では大きくは差がない。
- ガンマ線照射の影響もほとんど受けない。

◆ E_{sp} の測定結果

- 非照射では、ゼオライトの共存で差がない。
- γ 線照射下では高い値になるが、ゼオライトと共存した場合上昇程度が小さい(現在のところメカニズムは不明)。



ゼオライト(Herschelite)共存下における V_c と E_{sp} との関係

- ◆ 吸着塔材料の局部腐食発生リスクは存在するが、ゼオライトが共存しない場合に比べて大幅にリスクが低下する。

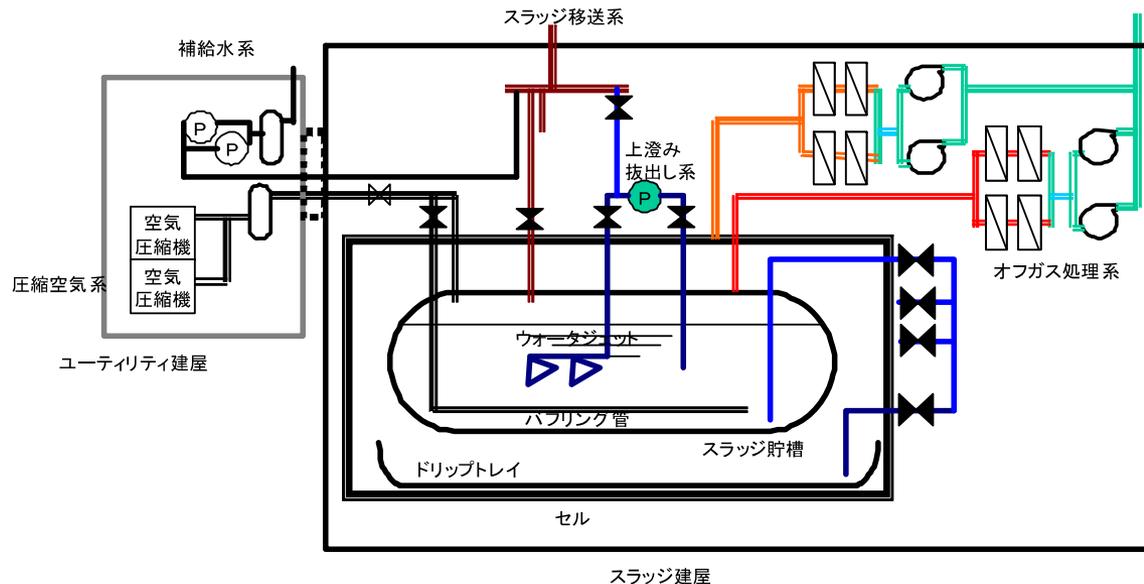
- ゼオライト共存下での詳細なリスク評価を行うため、以下の研究開発をH26年度に実施する。

- E_{sp} 上昇抑制による局部腐食発生の低減作用の機構の解明
- 塔内の残水濃縮過程の検討による Cl^- 濃度の評価精度の向上
- ゼオライトの保水性能評価による Cl^- 濃度の評価精度の向上

- 今後、局部腐食抑制対策についての検討を進めていく。

スラッジに関する検討の概要

- ◆ 除染装置の運転により生じたスラッジを対象として、廃スラッジ一時保管施設が整備されており、今後運用される。
- ◆ 放射線による水素の発生に関して、スラッジが共存することによる効果を加味して評価する。また、有毒性の物質の発生に関してシアン化水素 (HCN) の生成が小さいことを確かめ、攪拌が停止した場合の温度上昇、材料の腐食に関する海水やスラッジの影響についても評価した。

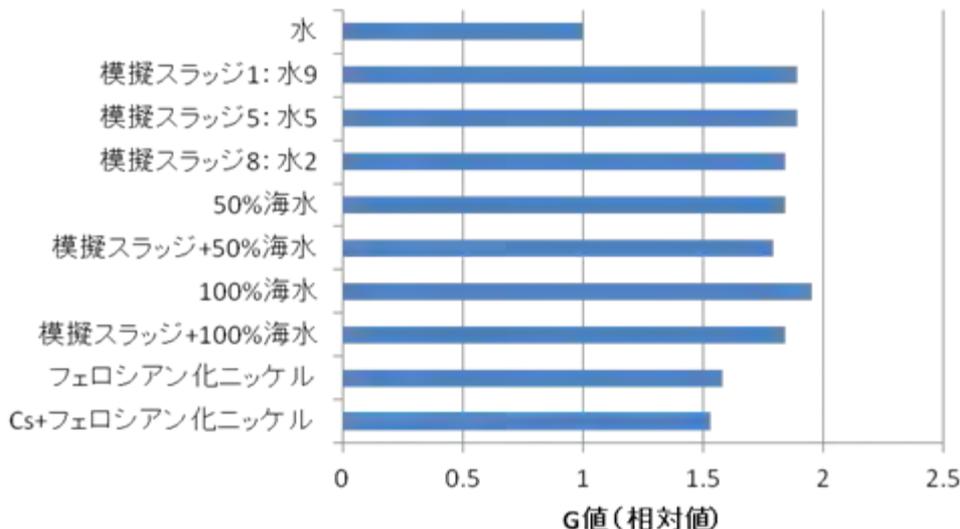


廃スラッジ一時保管施設の概要 *1

*1 東京電力(株)、福島第一原子力発電所第1～4号機に対する「中期的安全確保の考え方」に基づく施設運営計画に係る報告書(その1)(改定2)

放射線分解による水素、シアン化水素の発生

- ◆ 水素の放射線化学収率(G値)
 - 海水成分やスラッジが共存する条件において実験的に求めた。
 - G値は、フェロシアン化物と海水が寄与して、純水からの場合に対して増大した。しかし、最大でも水の2倍以内にとどまった。
- ◆ シアン化水素 (HCN) の生成
 - 10年間保管相当の照射(6 MGy)において、気相中のシアン化水素は検出限度未満(<5 ppm 未満)であった。
 - フェロシアン化物は放射線に対して比較的安定な物質であり、また、シアン化物イオン (CN⁻) の金属錯体は安定であることが寄与しているものと考えられる。
- ◆ 現行対策(貯槽内への送排気)を踏まえると、安全の問題はないものと考えられる。



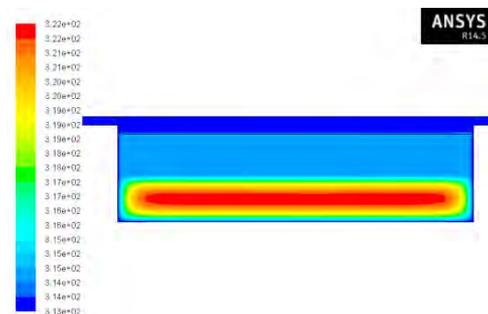
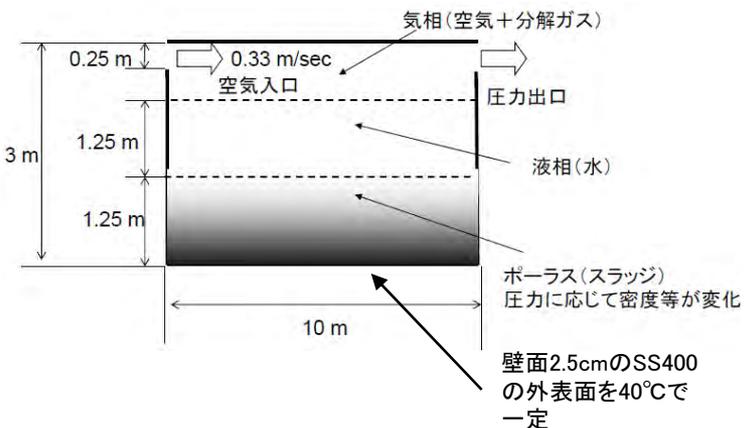
種々の条件について求めた水素生成のG値



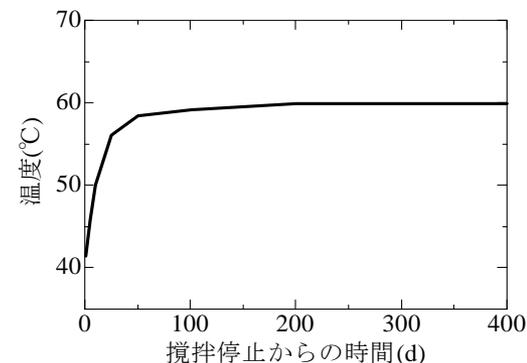
γ線照射試験(6 MGy)

崩壊熱の局所的な蓄熱の評価

- ◆ 貯槽内の攪拌が停止した場合に、スラッジ固形分の密度が高まり、発熱密度が高まる可能性がある。スラッジが沈降した貯槽内をモデル化し、貯槽内の熱流動解析を実施し、スラッジ最高温度を評価した。
- ◆ スラッジの温度は、体積の中心部の温度が高く、時間とともに上昇する。
- ◆ 初期の温度上昇速度は約 $0.03^{\circ}\text{C}/\text{h}$ であり、徐々に平衡状態へ移行する。また、約 50 d後に、外気温に対して $+20^{\circ}\text{C}$ で平衡になると評価された。
- ◆ 温度の上昇は緩やかであり、攪拌を再開するための措置を講じる時間を見込むことができる。また、外気温が 40°C で中心部が 60°C となった場合にもスラッジが変成する*ほどの影響はないと思われる。



槽内の温度分布(約 2 週間後)



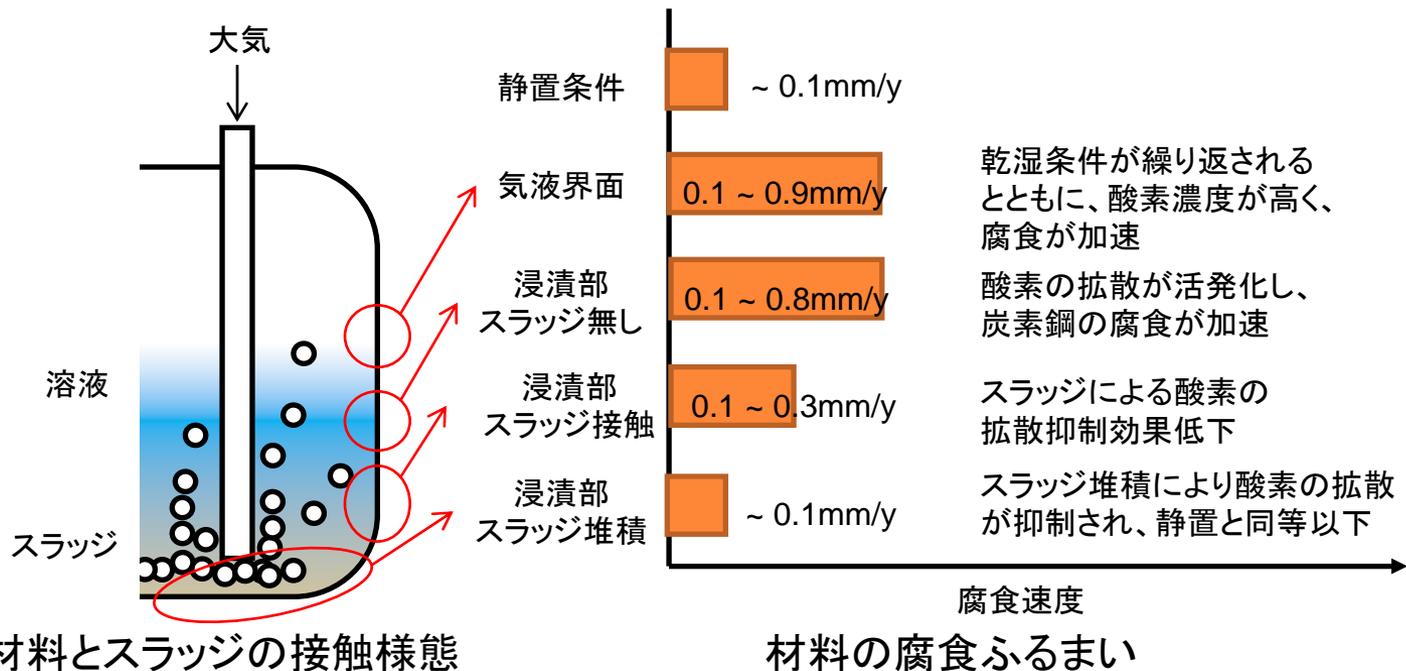
最高温度の上昇

攪拌停止後の温度上昇

* Csを保持するフェロシアン化ニッケルは $\sim 250^{\circ}\text{C}$ までは安定である。Srを保持する硫酸バリウムの融点は $1,350^{\circ}\text{C}$ である。

材料(SS)の腐食による影響

- ◆ 混合物であるスラッジを攪拌するため、貯槽内のスラッジと材料が接触する様態は、複数と考えられる。それぞれに対する腐食速度を実験的に求めた。
- ◆ いずれの様態についても、局部腐食の兆候、また、想定される線量率(0.1kGy/h)において放射線による影響は認められなかった。
- ◆ 一方で、スラッジの固形分が動的に接触する部分では、腐食速度が低下した。
 - 得られた腐食速度は設計上考慮されている腐食速度と同じオーダーの範囲*。
 - 容器の最大腐食速度を1mm/yと仮定した場合、10年保管後の減肉量は全体肉厚25mmの40%程度に相当することから、貫通による漏えいの可能性は極めて小さいものと考えられる。
- 防食策として、溶存酸素濃度や酸素の拡散の抑制(間欠的な攪拌等)が有効と考えられる。



* 海水飛沫帯の50℃で想定される腐食速度0.25mm/yを考慮して容器厚さは2.5cmと設定されている。(福島第一原子力発電所1~4号機に対する「中期的安全確保の考え方」に基づく施設運営計画に係る報告書 別紙)

◆ セシウム吸着塔の保管

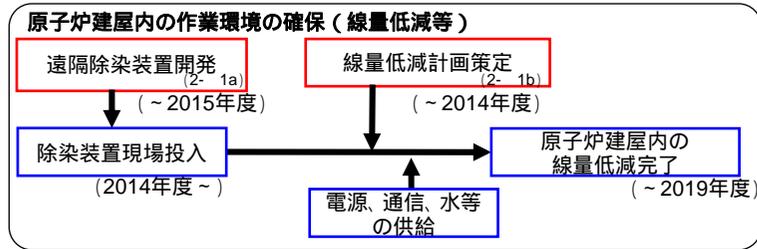
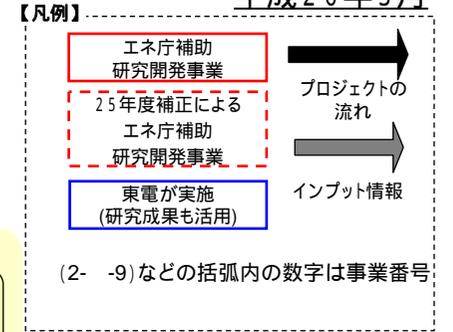
- 吸着塔内のセシウム分布、水分量等を設定して水素の発生を評価した結果、水素濃度は爆発下限に至らないものと評価された。
- 材料(ステンレス鋼)の腐食に関しては、ゼオライト共存下では、放射線の局部腐食発生リスクが大幅に低下する。
- 詳細な腐食リスク評価を行うため、ゼオライト共存による局部腐食発生リスクの低減作用の機構の解明、塔内の残水濃縮過程の検討、ゼオライトの保水性能の評価をH26年度実施する。また、局部腐食抑制対策についての検討を進めていく。

◆ スラッジの保管

- 水素発生G値は、フェロシアン化物と海水の影響により増加するが、その割合は純水条件の2倍以内である。また、シアン化水素は気相中に検出されなかった。以上の点から、放射線分解反応による安全の問題はないものと考えられる。
- 熱解析の結果から、貯槽内の攪拌が停止した場合でも温度の上昇は緩やかであり、攪拌を再開する対応に余裕があると考えられる。
- 材料(炭素鋼)の腐食では、得られた腐食速度は設計上考慮されている腐食速度と同じオーダーの範囲であり、10年保管後の貫通による漏えいの可能性は極めて小さいものと考えられる。腐食抑制策としては、攪拌の間欠化等による溶存酸素濃度や酸素の拡散の抑制が挙げられる。

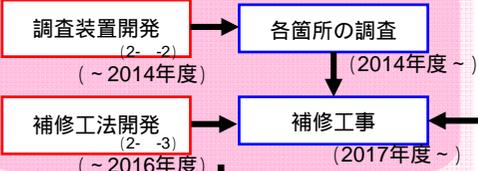
福島第一原発の廃炉・汚染水対策に係る研究開発等のフロー図

平成26年3月

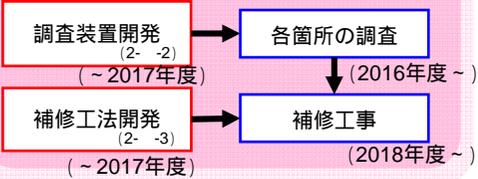


【冠水工法 (燃料デブリを冠水させた状態での取出し)】
 全部冠水 (格納容器上部まで水張りできる場合)
 部分冠水 (格納容器上部まで水は張れないが、燃料デブリの取り扱いは水中で行う場合)

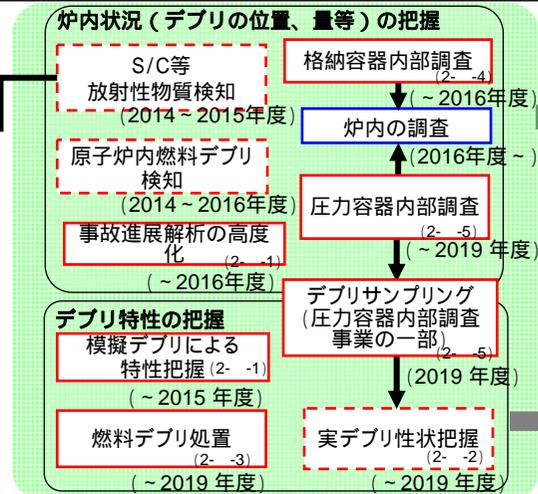
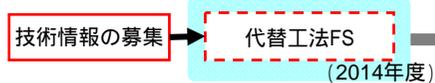
格納容器下部 (ベント管, S/C, トラス室等)



格納容器上部 (ハッチ, 配管貫通部, 冷却系統等)



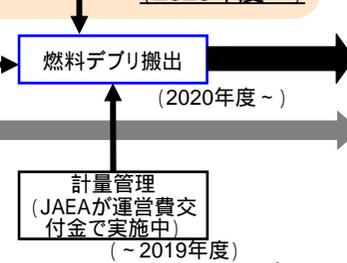
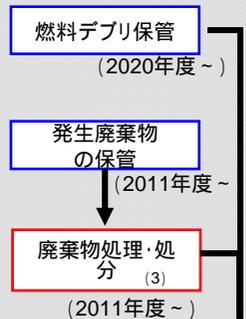
【冠水工法が難しい場合の代替工法 (気中取出し)】



燃料デブリの取出し
2018年度に取出方法を確定

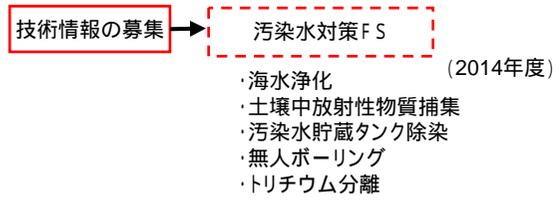
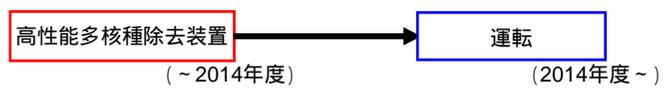
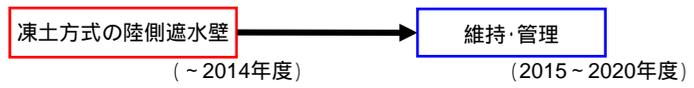


廃棄物処理・処分



デブリ、廃棄物の安定的な保管

「S/C」は「サブプレッションチェンバー」の略称。



現在の研究開発等の整理											
使用済燃料	使用済燃料の長期健全性評価	取り出し後の長期保管、乾式保管									
	損傷燃料の処理方法の検討	保管後の損傷燃料の処理									
建屋等の作業環境	遠隔除染技術	低所用 (2m以下の壁面)	高所用 (2m以上の壁面)	上部階 (2階以上)	上部階の高所用 ※今後の研究開発状況次第で着手	地下階 (汚染水滞留部)	遠隔遮へい				
	総合的線量低減計画	除染、遮へい、撤去等の組み合わせ									
	建屋周辺の線量低減	(現状)盛土、敷地舗装、遮へい物の設置、無人重機等(東電が実施中)									
冠水工法の準備	格納容器漏えい箇所調査	【上部】	電気ペネ、ベローズ、系統配管					ドライウエル(ナックル部)			
		【下部】	ベント管下部周辺	ベント管ードライウエル接合部		S/C上部 (真空破壊ライン)	S/C下部	トラス室壁面、三角コーナー			
	格納容器補修(止水)	【上部】	電気ペネ、ベローズ			系統配管	ハッチ部		ドライウエル(ナックル部) ※調査結果次第で着手		
		【下部】	ベント管	クエンチャ	ダウンカマ	ドライウエル ※調査結果次第で着手	S/C上部 (真空破壊ライン)	S/C接続配管	トラス室埋設	トラス室壁面 三角コーナー 建屋間スリーブ	
炉内状況(デブリの位置、量等)の把握	【調査】	(直接)	圧力容器内部調査				(間接)	(地上)ミュオンによるデブリ検知 ※圧力容器内のデブリを検知			
	【推定】		格納容器内部調査					(地下)S/C、トラス室内の放射性物質検知			
	【推定】	事故進展解析の高度化(MAAP、SAMPSON)									
デブリの状態	デブリの特性把握	模擬デブリの性状把握			実デブリの性状把握			デブリの処置(長期保管)			
デブリの取出し	取出し方法	冠水工法によるデブリ・炉内構造物の取出し工法・装置の開発						代替工法(気中工法)の技術の確認・検証			

「S/C」はサプレッション・チェンバーの略称。

凡例:

実施中

未着手かつ
平成26年度着手予定

未着手かつ
平成26年度に着手しないもの

現在の研究開発等の整理				
現場の安定状態の確保	格納容器 / 圧力容器の健全性評価	格納容器、圧力容器、ペDESTAL、配管等の余寿命評価、耐震強度評価、腐食抑制策		
	建屋の健全性	(今後)コンクリートの劣化を踏まえた建屋の健全性評価(東電が実施予定)		
	臨界管理	炉内・炉外における再臨界の検知・防止		
廃棄物等の扱い	計量管理	1F溶融燃料の計量管理を行い、IAEAへの対応を行うもの(JAEAが運営費交付金で実施中)		
	収納・移送・保管	臨界防止、除熱、遮へい、密封のための保管システム、収納缶		
	廃棄物の処理・処分	ガレキ、伐採木、水処理二次廃棄物	デブリの処分	
汚染水対策	近づけない	凍土方式の遮水壁		
	取り除く	高性能多核種除去装置	海水浄化	汚染水貯蔵タンク除染 トリチウム分離
	漏らさない	土壌中放射性物質捕集		
	その他	無人ボーリング		

は技術の確認・検証を実施

凡例:

実施中

未着手かつ
平成26年度着手予定

未着手かつ
平成26年度に着手しないもの

(1-2) 使用済燃料プールから取り出した損傷燃料等の処理方法の検討 (平成25年度実績)

これまでの主な実施内容と評価

不純物の付着、損傷、漏えいの可能性のある原子炉建屋プール内使用済燃料の再処理の技術的成立性を判断するため、損傷燃料等の取扱いに係る国内外の事例調査を実施した。

実施内容

1. 国内外における損傷燃料等に関する事例調査

国内事例については、原子力施設情報公開ライブラリー(NUCIA)に登録された燃料損傷の事例について、法令報告書等から当該事例における損傷燃料の取り扱い方法を調査した。国外事例については、IAEA等の文献や国際原子力情報システム(INIS)に登録された文献等から損傷燃料の事例及び当該事例における損傷燃料の取り扱い方法を調査した。

2. 諸外国における損傷燃料等の取り扱い要件・判断基準等の調査

諸外国における燃料の損傷状態を分別するための確認項目、判断基準、燃料の検査方法等について、IAEAの損傷燃料に関する文献、米国の指針・規格等の調査を行った。

3. 再処理施設における損傷燃料等の取り扱い方法、事例の調査

再処理事業指定申請書における使用済燃料の取り扱いについての記載内容の整理を行った。また、東海再処理施設におけるピンホール燃料及び再組立燃料の処理実績を調査し、その取り扱い方法について健全な使用済燃料との相違点等についてとりまとめた。さらに、海外の再処理施設における損傷燃料の取り扱い事例について公開資料・文献の調査等を行った。



東海再処理施設においてピンホール燃料等に使用する容器(燃料取り出し後)

海外再処理施設において損傷燃料の取り扱いに使用する容器*

*A.H.C.Callaghan, P.N.Standring, J.Prestwood, D.G.Makin, "The Management of Non-standard, Failed and Damaged Oxide Fuels At Sellafield", (2005)

4. 再処理に向けた判断指標及び技術的課題の整理

上記の調査結果を踏まえ、再処理の実施可否にかかる判断指標の整備に必要な情報、損傷燃料等の取り扱いに係る技術的課題、それらへの対応策等について整理した。

平成26年度計画の方向性

平成26年度は損傷燃料等の化学処理工程等への影響評価として、不純物による再処理機器への腐食影響評価、不純物の工程内挙動評価、不純物の廃棄体への影響評価に関する試験等を開始する。また、再処理施設において想定される影響を網羅的に抽出し、整理する。

人材育成、国際連携等

海外の再処理施設における損傷燃料の取り扱い事例の調査において、英仏の再処理事業者を訪問、情報収集を実施中。

(2-①-1a) 原子炉建屋内の遠隔除染技術の開発 (平成26年3月末時点における進捗状況)

①低所用除染装置は、平成24年度に製作した装置の改造を行い、福島第一原発での実証試験を完了予定。吸引・ブラスト除染装置は実証試験を終了し、目標(除染係数5)の達成について評価中。他の2つの装置も含めて、実証試験、改良、性能評価を完了予定。②高所用除染装置は製作を完了予定。③上部階用除染装置は、設計を完了予定。

実施内容

1. 汚染状況の基礎データ取得

- ・1～3号機の原子炉建屋上部階及びフロア高所部を中心に線量率調査、汚染分布調査、内包線源調査、汚染浸透調査を完了予定。現在1階高所調査のうち、2号機1階北西部にて、除染前の表面汚染調査、内包線源調査、1号南側調査(線量率調査、汚染分布調査(図1)、表面汚染調査、コアサンプル採取)を終了。採取したコアサンプルの浸透汚染調査のため分析を完了予定。
- ・2号オペフロ調査に関連し、屋上から調査を行うための穴あけ作業を終了。ガンマカメラでの汚染分布調査、床のコアボーリングを完了予定、採取したコアサンプルの浸透汚染調査のため分析を完了予定。

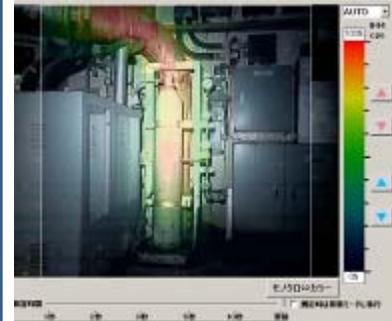


図1 γカメラによる1号南側調査結果(AC系配管のホットスポット)

2. 除染技術整理及び除染概念検討

- ・高所除染装置及び上部階除染装置の基本方針の策定を完了。

3. 遠隔除染装置設計、製作、除染実証試験

- ・上部階に適用する遠隔除染装置の設計、高所除染装置の製作を完了予定。
- ・平成24年度製作した除染装置(図2: 高圧水除染装置、ドライアイスブラスト除染装置、吸引・ブラスト除染装置)の実機実証試験を完了予定。現在、改造を行い順次現場にて実証試験を計画中。吸引・ブラスト除染装置について、1号機南側エリアの除染実証試験を終了(図3)。他の2つの装置も含めて、実証試験、性能評価を完了予定。



高圧水除染装置
(日立GE)



吸引・ブラスト除染装置
(三菱重工)



ドライアイスブラスト除染装置
(東芝)

図2 平成24年度に製作した除染装置

4. 実機遮へい設置実証

- ・遠隔遮へい設置の計画の一部を終了し、計画及び工場での実証試験、評価を完了予定。

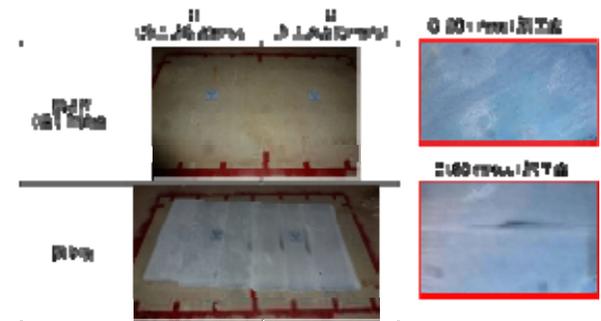


図3 吸引・ブラスト装置による除染実証試験結果

人材育成、国際連携等

・プロジェクトには若手技術者を担当させ、OJTにて人材育成を図っている。東京大学、筑波大学と周辺の状況認識の最適化等、千葉工大、英国REACT社とガンマ線イメージャー、JAEAとサンプル分析に関連する協力を実施。また、IRID主催の人材育成のワークショップとIROS2013にて報告を行った。

課題及び次期計画の方向性

滞留水浸漬部をドライアップした後に、ダストの影響で現場へのアクセスが困難となった場合の対処について、シナリオ検討が必要。また、ダスト対策を含めた除染方法について検討が必要。

(2-①-1b) 総合的線量低減計画の策定 (平成26年3月末時点における進捗状況)

原子炉建屋内の作業エリア内の線量率分布、構造物の損傷状況等を整理し、目標線量率(3mSv/h)を達成するため、除染、遮へい、線源撤去等の組み合わせによる線量低減計画の策定を完了し、被ばく線量の算出や要員数、作業期間等を算出する予定。

実施内容

1. 作業エリアの状況把握

- 1号機1階南側、1~3号機の1階高所部、上部階(2階以上)及び階段部の内、平成25年度新たにデータが採取された作業エリア内の線量率分布(図1)、放射線汚染の状況、構造物配置(図2)等を整理。
- PCVペネトレーション及びハッチ類調査のための作業場所やS/C下部調査及びPCV下部の調査、補修用の穴あけのための作業場所をもとに作用エリアを設定し、目標空間線量率の暫定値(3mSv/h)を設定。

2. 原子炉建屋内の作業計画の策定

- 除染技術、遮へい技術、撤去技術及び必要となる付帯設備について、平成24年度評価選定した技術に加えて、新たに開発された除染装置などについて、平成25年度線量低減計画の実施範囲に適用可能な技術を調査、整理中。
- データを入手次第順次、データを整理し、既存除染技術や遮へい技術を適切に組み合わせ、作業エリア内の被ばく低減計画を策定。
- 具体的には、除染作業、撤去作業、遮へい設置等の全体計画策定や、被ばく線量及び作業量の算出(要員数、作業期間等)。

3. 国外の叡智の活用

- 国外機関に対し、線量低減に関わる困難な課題についてのソリューションを公募し3機関を選定。

2号機原子炉建屋1階上部空間の調査結果

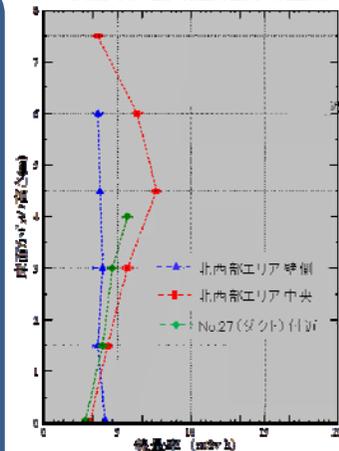


図1 γ線線量率の高さ依存性
2号機北西部

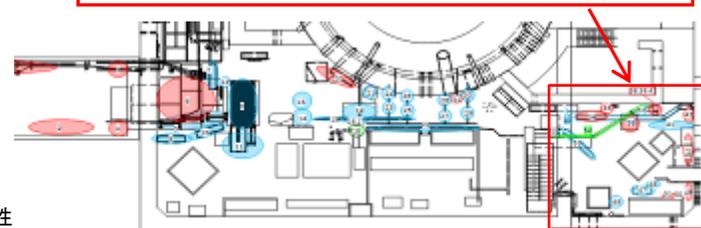
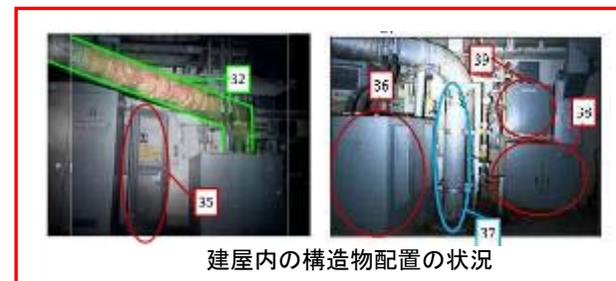


図2 構造物配置の整理例: 1号機1階南側

課題

- 当初想定したよりもアクセスが困難な高線量かつ、狭隘部が多く、汚染分布が複雑なため、汚染分布に適した線量低減計画の策定を行うことが必要。

人材育成、国際連携等

- 原子力学会2013秋の年会、21世紀における発電炉廃止措置のあり方に関する調査検討委員会、遮蔽ハンドブック専門委員会にて成果を発表。
- 線量低減策を議題とした国外機関専門家との意見交換を行う報告会を3月25日(予定)に開催し、海外の知見を収集。

(2-①-2, 3) 格納容器水張りに向けた調査・補修(止水)技術の開発 (平成26年3月末時点における進捗状況)

- ・調査：下部用については、装置の設計，製作および工場モックアップ試験設備を製作し装置の性能試験及び実機適用性評価を完了予定。
上部用については、調査部位毎に装置設計・製作及び性能確認を完了予定。
- ・補修：下部用については、装置の設計・製作に向け、補修工法と止水材の詳細検討と要素試験を完了予定。
(止水) 上部用については、損傷の可能性が高い箇所に応用する補修装置の製作に向けて、試験等成果を止水材の詳細検討・設計に反映予定。

実施内容

1. 格納容器調査技術の開発

1.1 格納容器下部調査装置の開発

- ・格納容器下部調査装置・原子炉建屋から隣接建屋への漏水箇所の調査装置を製作。工場モックアップ試験設備を製作し装置性能確認を完了予定。
- ・実機適用性評価(現場実証)の計画を策定し現場実証を完了予定。

1.2 格納容器上部調査装置の開発

- ・格納容器上部調査装置は、調査部位毎に装置設計・製作及び性能確認を実施。(ドライウェル(D/W)外側開放部調査装置の漏えい特定用デバイスについては、代表である基本タイプの小径ペネ向けを実施)
- ・実機適用性評価(現場実証)の計画を策定。平成27年度に現場実証予定。

2. 格納容器補修(止水)技術の開発

2.1 格納容器下部補修装置の開発

- ・ベント管やサプレッションチェンバなどでバウンダリ構成するための補修装置の設計・製作に向けて、補修工法の詳細検討(止水試験等による止水材の詳細検討や閉止補助材の最適化検討等)を完了予定。

2.2 格納容器上部補修装置の開発

- ・損傷の可能性が高い箇所(ハッチフランジ、貫通部ベローズ、電気ペネ)に応用する補修装置の製作に向けて、止水試験等による成果を止水材の詳細検討・設計に反映予定。



課題及び次期計画方向性

水張り水位等を含めた補修の全体シナリオについて、他プロジェクトと連携・協議を行い技術開発装置の設計に反映することが必要。

人材育成、国際連携、等

ICONE等で成果の報告を行い、成果の周知を行った。また、福島ワークショップでの発表を実施した。

(2-①-4) 格納容器内部調査技術の開発 (平成26年3月末時点における進捗状況)

- ペDESTAL外での事前調査(格納容器内の映像、線量、温度等を取得)について、1号機用の調査装置は製作・機能検証試験を完了。ペDESTAL内の事前調査について、2号機は遮へいブロック取り外し装置と調査装置の製作・機能検証試験を完了予定。
- デブリの存在が推定されるペDESTAL内外の本格調査(燃料デブリの分布状態、形状の測定)に向けた更なるアクセス部位用の調査装置に関して、基礎検討及び要素試験を完了予定。

実施内容

1. PCV内部事前調査装置の開発：右図に装置の開発例を示す。

下記装置について、来年度の実証試験に向けての開発を実施中。

(1) X-100Bからの調査装置(1号機)

装置の製作を完了し、機能検証試験を完了した。今後、平成26年度までに機能検証で抽出した改善対応を行う。

(2) X-6遮蔽ブロック取り外し装置(2号機)

装置の各構成部品(マニピュレータ、エンドエフェクタ等)の製作完了、装置の組立を実施中。現地調査の結果判明した、取扱い対象物の重量大について、対応を検討し開発計画へ反映中。

(3) X-6ペネからの調査装置(2号機)

前年度に実施したX-53からの調査で得られた成果及び課題について、移動機構の装置構成への変更を検討、開発へ反映。今後、平成26年度までに装置の製作・機能検証試験を行う予定。

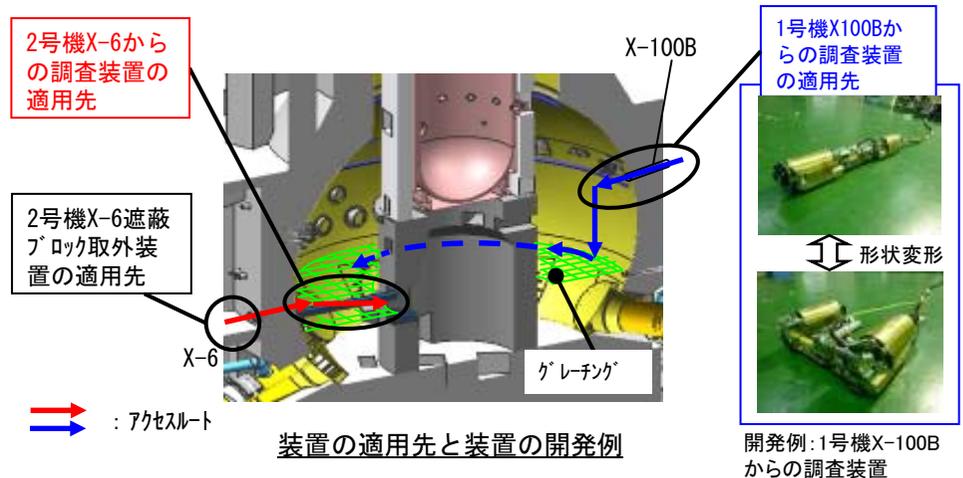
2. アクセス方法と装置の開発 (ペDESTAL内/外アクセス装置)

ペDESTAL内/外のそれぞれに対するアクセス装置の構想検討を実施し、要素試作の仕様を策定中。また、アクセス装置のPCV内投入時に必要な放射性物質飛散防止装置の概念検討も実施。

今後、平成28年度までに要素試作・試験を実施する予定。

3. 検査装置・技術の開発 (デブリ計測装置)

光切断方式による形状計測技術について、装置のシステム構成を立案。また、計測に対するPCV内の外乱環境(霧状、雨状等)を模擬した要素試験を実施中。



課題及び次期計画の方向性

- 前年度の実証試験や現場調査結果で判明した新たな課題(想定外干渉物の存在や対象の重量大等)や、検証試験での改善点への対応。
- 次期計画では、上記の対応を行い実証試験の実施と、更に次ステップに向けた装置開発を推進する。

人材育成、国際連携等

- 国内外のワークショップや学会等で開発状況や技術情報を発信。
- 海外公募を実施し、装置の一部ユニットは海外製品を採用。

(2-①-5) 原子炉圧力容器内部調査技術の開発 (平成25年度実績)

原子炉圧力容器（RPV）内部の燃料デブリの位置、炉内構造物の損傷状態、RPV内の温度、線量等を取得するため、調査対象部位までのアクセス方法、調査方法、及びサンプリング方法を検討し、RPV内部の高線量下（暫定1,000Gy/h）での調査技術の整理を行い、RPV内部を調査する技術開発計画（2015年度・2017年度：系統配管経由調査技術、2018年度：RPV上部穴あけ調査技術、2019年度：原子炉開放後調査技術）を立案した。

実施内容

1. RPV内部調査計画の立案

◆ 主要調査項目・調査時期の検討

RPV内部調査にて実施する調査項目を選定したうえで、調査項目、調査時期等を検討し、下記2.にて技術開発計画（2015年度・2017年度：系統配管経由調査技術、2018年度：RPV上部穴あけ調査技術、2019年度：原子炉開放後調査技術）を立案した。

◆ アクセスルートの検討

RPV内部を調査するルートとして、配管からアクセスする方法、RPV上部に穴を開けてアクセスする方法、原子炉開放後にアクセスする方法について、候補となるアクセスルートを抽出し、アクセス性を評価し、候補ルートを選定した。(図1)

2. 技術開発計画の立案

◆ アクセス技術

RPV内部へのアクセスルートの検討結果に基づき、既存技術を調査したうえで、障害物の貫通技術等の開発課題を抽出した。

◆ 調査技術（耐放カメラ、線量計等）

既存技術の調査したうえで適用性を検討し、耐放射線性等の対処に係る課題を抽出した。

◆ サンプリング技術

既存技術の調査を行い、サンプリング工法の概念検討を実施し、課題を整理し、開発計画を立案した。

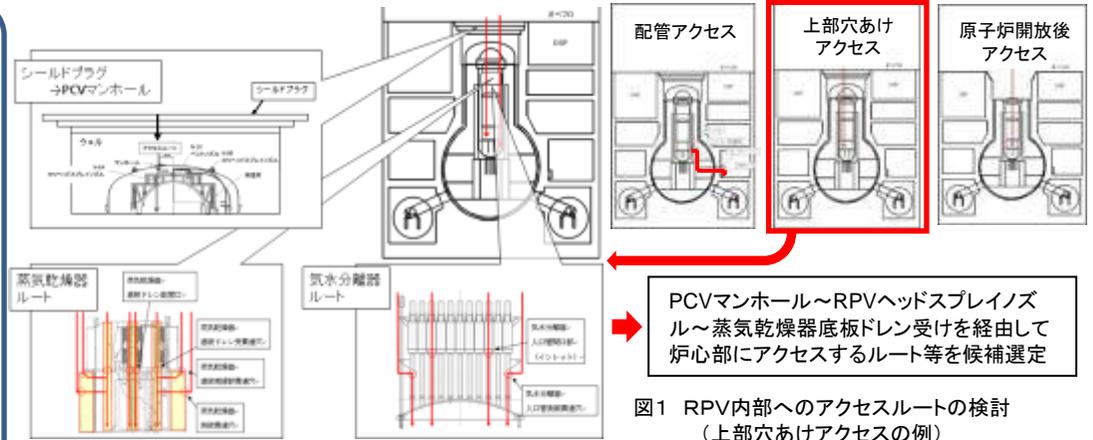


図1 RPV内部へのアクセスルートの検討
(上部穴あけアクセスの例)

表1 アクセス技術の開発計画(上部穴あけアクセスの例)

No	開発技術要素	課題	2014	2015	2016	2017	2018
1	穿孔技術	蒸気乾燥器、気水分離器の穴あけ					
2	拡管技術	蒸気乾燥器、気水分離器の穴径の拡管					
3	遠隔操作技術	曲がり、狭隘部の通過、作業状態の監視					
4	バウンダリ形成技術	オペレーションフロア(シールドプラグ)上でのバウンダリ再形成					

課題及び次期計画の方向性

アクセス技術、調査技術、サンプリング技術について、今年度検討した技術開発計画を基に装置設計及び要素試作・試験を実施する必要あり。

人材育成、国際連携等

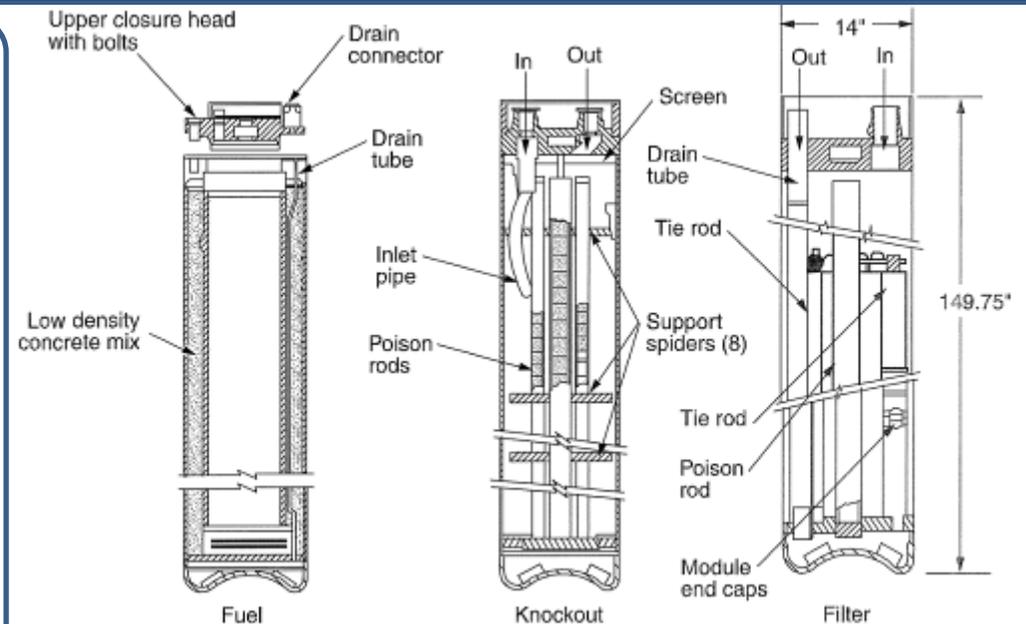
国外の叡智を活用する観点から、原子炉保全や原子炉廃止措置等の機器供給実績のある海外の複数社に対して、RPV内部調査の方法や装置の提案募集を実施した。

(2-①-7) 燃料デブリ収納・移送・保管技術の開発 (平成25年度実績)

燃料デブリを収納・移送・保管するための収納缶の形状等仕様決定につなげるため、米国スリーマイル島原子力発電所2号機での事故対応等海外の関連技術調査を実施した。収納缶開発における課題を抽出し、今後の開発計画を立案した。

実施内容

1. 破損燃料移送・保管に係る調査
米TMI-2燃料デブリの移送・保管他、海外の破損燃料（漏えい燃料含む）の輸送・貯蔵に係る情報を調査し、燃料デブリを収納・移送・保管するための収納缶設計において参考となる情報を収集した。
2. 保管システムに関する検討
コンクリートキャスク等、国内実績のない使用済燃料の保管システムを調査し、燃料デブリの保管システムの選定において参考となる情報を収集した。
3. 課題の抽出と全体計画立案
 - ①他の研究開発との連携
関係するプロジェクトと連携し、臨界、デブリ性状等の基本物性について、収納缶設計を行う上で必要となる情報を整理した。また、燃料デブリの保管までの基本的な処理フロー案を策定し、課題、必要となる技術開発項目を抽出した。
 - ②燃料デブリ保管方法の選定検討
収納缶による燃料デブリ保管に供する場合の技術的課題や問題点を抽出し、比較を行った。
 - ③全体計画の策定
上記の調査及び検討を踏まえ、今後の研究開発計画を策定した。



課題及び次期計画の方向性

平成25年度の調査結果を踏まえ、追加の海外調査、収納缶のコンセプトを整理することが必要。平成26年度は、これらを踏まえ設計に必要な安全解析手法を開発する。

人材育成、国際連携等

若手メンバーを登用して人材育成を図った。また 海外のコンサル会社、キャスクメーカーを活用して知見収集を実施した。

※:DOE/SNF/REP-084 TMI Fuel Characteristics for Disposal Criticality Analysis(2013)より

(2-①-8) 圧力容器／格納容器の健全性評価技術の開発 ——(平成26年3月末現在における進捗状況)——

圧力容器（RPV）／格納容器（PCV）及び注水配管の腐食劣化進行の予測精度向上や腐食対策検討のため、溶存酸素濃度や流速、防錆剤濃度等のパラメータの影響をより詳細に考慮した腐食試験を実施し、データの拡充を図った。また、今後デブリ取出し工程で想定される複数のプラント状態に対し、長期間の腐食劣化後の耐震強度評価を完了した。

実施内容

1. 構造材料および注水配管等の腐食評価

(1) 実機条件を考慮した構造材料の腐食評価

実機条件を考慮した腐食試験により、防食塗装の劣化、気液界面の存在、浸漬時間及び溶存酸素濃度等の影響評価を完了。

(2) 原子炉注水配管等の腐食評価

流動条件下の腐食試験実施のための試験装置の設計・製作を行い、取得した腐食速度データをもとに原子炉注水配管の健全性評価を実施中。（平成26年5月末完了予定）

2. 腐食抑制策の開発

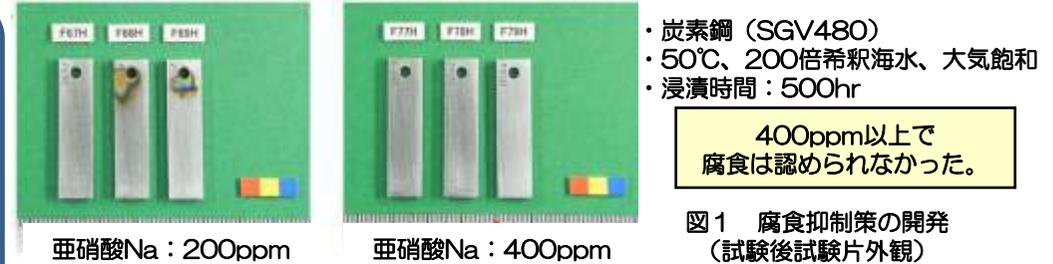
実機を想定した条件下で腐食試験を実施し、防錆剤（亜硝酸Na、W酸Na）の腐食抑制効果に及ぼす添加濃度等の依存性に係るデータ取得を完了。（図1）

3. RPVペDESTALに対する高温デブリ落下影響評価

コアコンクリート反応（MCCI）に係る文献調査等を行い、コンクリート侵食の影響評価に資する基礎知見・データの整備を完了。

4. 原子炉容器、RPVペDESTALの耐震強度評価

現在のプラント状態及びPCV冠水までに想定されるプラント状態について、腐食速度データに基づく暫定評価期間（15年）分の腐食減肉を考慮した耐震評価を実施し、デブリ取出し工程時の機器耐震強度の評価を完了。（図2）



- ・炭素鋼（SGV480）
- ・50℃、200倍希釈海水、大気飽和
- ・浸漬時間：500hr

400ppm以上で腐食は認められなかった。

図1 腐食抑制策の開発
(試験後試験片外観)

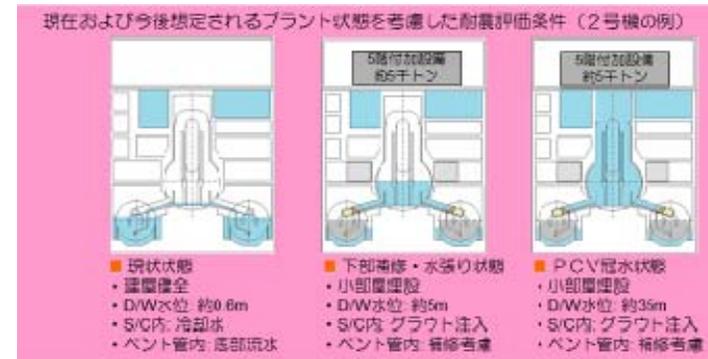


図2 原子炉容器、RPVペDESTALの耐震強度評価

各プラント毎に想定プラント状態3ケースを設定し、耐震強度評価を実施。

次期計画の方向性

- ・構造材料等の腐食抑制策に向けた開発検討を加速する。
- ・デブリ取出し完了までの長期間の耐震強度評価の方針を確立する。

人材育成、国際連携等

- ・腐食防食学会「第60回材料と環境討論会」：若手技術者のレベル向上と技術伝達
- ・文部科学省／IRID共催ワークショップ第7回：学生への啓発活動
- ・原子力学会英文論文誌への投稿：海外への情報発信

(2-①-9) 燃料デブリの臨界管理技術の開発 (平成26.3末時点における進捗状況)

平成31年までに燃料デブリ取出し時の臨界管理手法を開発するため、平成25年度は要素技術として、燃料デブリ取出しまでの各工程における臨界シナリオ評価、臨界検知モニタ試作・検証、非溶解性吸収材候補材試作及び絞り込み、溶解性吸収材課題整理等を完了した(炉内再臨界検知モニタは継続中)。平成26年度はこれらの成果を統合して代表工程であるPCV水張りおよび燃料デブリ取出し時の臨界管理手法の策定を行う。

実施内容

1. 臨界評価

- PCV水張りから燃料デブリ取出しまでの各工程における臨界シナリオ作成完了、再臨界に至る可能性のある状態変化を整理(表1)。代表ケースでコンクリートとの相互反応も含めた臨界評価完了。
- 性状の異なる複数デブリ、冷却材沸騰取り扱い可能な燃料デブリ向け熱水カモデル、FP核種生成量評価モデル等の追加により臨界時挙動評価モデル改良を完了(次年度の臨界管理方法策定に活用)。

2. 廃液処理、冷却設備の未臨界管理技術

- 臨界近接モニタを試作(図1)、臨界集合体において臨界近接検知性確認を行い、システム成立性確認を完了。(本年度で開発完了予定)

3. 炉内の再臨界検知技術

- 中性子検出器システム仕様検討・設計、試作機器調達実施。
- 再臨界早期検知のため、ガスサンプリング系FPガンマ線検出器システムの改良検討、成立性確認試験のための機器調達実施。
- 上記2件の成立性確認試験実施予定(平成26年4-5月)。

4. 臨界防止技術

- 非溶解性中性子吸収材候補材を試作(図2)、基礎物性データ(表2)を取得して、第一段階の候補絞り込み完了(次年度以降、耐放射線試験、核的特性確認で候補を最終的に絞り込み、デブリ取出しに適用)
- 溶解性中性子吸収材適用時の課題整理し、腐食試験追加等の必要な検討項目抽出を完了(次年度課題検討後、吸収材適用方法決定)。

表1 燃料デブリ取出し時臨界シナリオ例

フェーズ	場所	初期状態		再臨界シナリオ
		燃料状態	冷却状態	
RPV炉水→燃料デブリ取出し	炉内	炉心平均組成のデブリ(粒状塊)	沸騰	(臨界質量増加) ・上部からの非溶解燃料落下 ・上部からの燃料デブリ落下
		Pu含有率の高いMOX/燃料が偏在	非沸騰で冠水状態	(減速材/燃料体積比変化) ・ボロシテへの浸水 ・作業に伴うデブリヘッド操作
		燃焼度の低い燃料デブリが偏在した状態	沸騰	(自然災害) ・地震によるデブリ構造物の落下、移動
	デブリヘッド層	冷却材の低い燃料デブリが偏在した状態	沸騰	
		冷却材の低い燃料デブリが偏在した状態	沸騰	

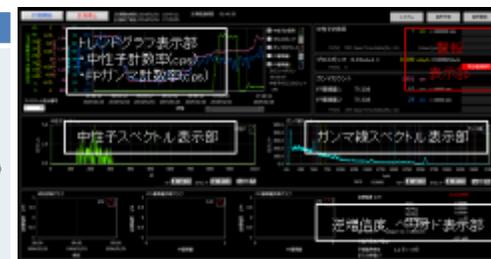


図1 未臨界監視モニタ画面



図2 非溶解性吸収材試作例
(ガドリニア・スラリー)

表2 性能評価確認項目

評価観点	評価項目
中性子吸収能	Gd/B数密度
デブリ冷却	比熱・熱伝導率
水中で流出しない	密度・溶出特性
水質環境への影響	pH
デブリ取出しへの影響	硬さ

課題・次計画方向性

本年度までに開発した技術を統合し、燃料デブリ取出しなどの工法検討と連携して臨界管理手法の開発を進める。また、合理的な臨界管理のため、早期検知を目的に炉内臨界近接モニタ開発に着手する。

人材育成、国際連携、等

日本原子力学会での成果発表実施、国際会議(PHYSOR2014)発表準備
京都大学原子炉実験所に臨界近接モニタ試験を研究委託

(2-②-1) 事故進展解析技術の高度化による炉内状況把握 (平成25年度実績)

燃料デブリの位置等の炉内状況を推察するための事故進展解析技術の高度化（炉心損傷進展モデル改良、下部プレナム内デブリ挙動モデル改良等）を完了。高度化した事故進展解析技術の成果を活用し、現場オペレーションから得られる新たな情報も踏まえながら、炉内状況を把握するための検討を実施し、格納容器に落下したデブリ比率は、1号機が最大、2、3号機はそれより少なく同等であると評価した。

実施内容

1. コード改良・モデルの追加の妥当性の確認

平成24年度に完成したPIRT (Phenomena Identification and Ranking Table) に対し、その重要度ランクを改めて感度解析にて確認し、改定した。

2. 解析コードの改良・高度化

PIRTの結果、サイトのオペレーションから得られる情報、既存の模擬試験の結果、最新知見等に基づき解析コード（MAAP、SAMSON）の改良（図1）し、解析精度を向上させた。

3. 改良コードによる解析（MAAP、SAMPSON（図2））

改良した最新版コードと構築したデータベースに基づき1～3号機の事故進展／炉内状況の把握に関する解析を実施し、モデル改良の影響を確認した。

4. CFDによる個別事象解析

鋳造シミュレーションコードを用いたデブリ拡がり試験解析を行い、実機体系でのデブリ拡がり挙動評価への適用性を確認した（図3）。

5. モックアップ試験

シビアアクシデント事象進展の詳細分析に資する模擬試験等（海水熱伝達試験、溶融燃料落下挙動試験）を実施し、海水注入時に対する、従来の熱伝達評価式の適用性などを確認した（図4）。

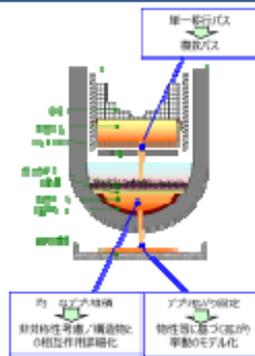


図1 MAAPのモデル改良

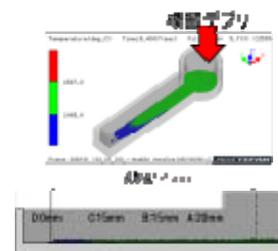


図3 模擬デブリの流動停止試験再現

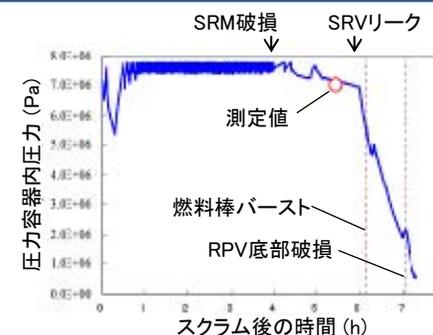


図2 SAMPSONによる1号機炉内圧力の時間変化予測

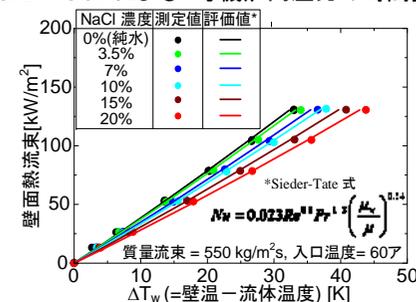


図4 海水の熱伝達に関する実験値と評価値の比較

課題及び次期計画方向性

他プロジェクトと良く連携し情報共有を密にし、廃炉プロジェクトへのアウトプット及び当プロジェクトのインプットを有効なものとする。

人材育成、国際連携、等

委託を通じた大学活用による若手の育成、学会活動を通じた大学・研究機関の活用、OECD/NEA BSAFプロジェクトの実施による海外の叡智の活用等、積極的な取り組みを行って来た。

(2-③-1、3) 模擬デブリを用いた特性の把握、デブリ処置技術の開発 (平成25年度実績)

燃料デブリ取出し技術の検討に向けて、実際のデブリの性状を推定するため、それを模擬した材料（模擬デブリ）を作製して硬さ等のデータを取得した。また、燃料デブリ取り出し後の処置シナリオを検討するため、既存の燃料処理技術の適用性や技術課題を抽出し、取りうる選択肢を比較して、得失を明らかにした。

実施内容

デブリ特性の把握 (2-③-1)

① 燃料デブリの取出し技術開発に必要な物性値の検討

- 種々の模擬材について、切削性への硬さ等の影響度を把握した。
- 炉内の金属部材の混入を想定し、高Zr領域の(U,Zr)O₂や、Fe含有模擬デブリの機械的特性の測定、測定値の化学系毎の物性分布推定への反映等を行った。

② 1F事故に特有な反応の把握

- 制御材との反応で、合金相やホウ化物が生成する可能性を確認した。また、コンクリートとの反応(MCCI)で、酸化物(ガラス質)と合金層が分離する傾向を確認。最も硬い物質はホウ化物と推定された。
- 一部の燃料に含まれていたGdについて、それが酸化物模擬デブリ(U,Zr)O₂の熱物性に与える影響とその範囲を確認した。

③ 実デブリ特性の推定

- 上記の結果から、デブリの特性リスト(暫定版)を作成した。

デブリ処置技術の開発 (2-③-3)

① 燃料デブリ処置シナリオ検討に向けた技術的要件の整理

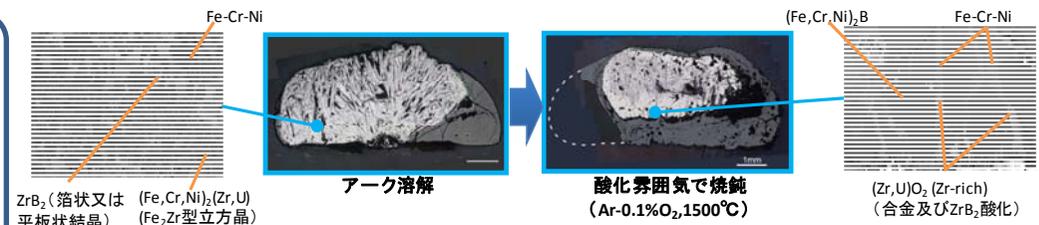
- 取出し後の燃料デブリの処置シナリオについて、各選択肢を比較し、得失を明らかにした。
- 既存の使用済燃料輸送容器の適用性を評価した。また、保管に影響する燃料デブリの含水性等の重要度が高いと判断した。

② デブリの分析に係る要素技術検討

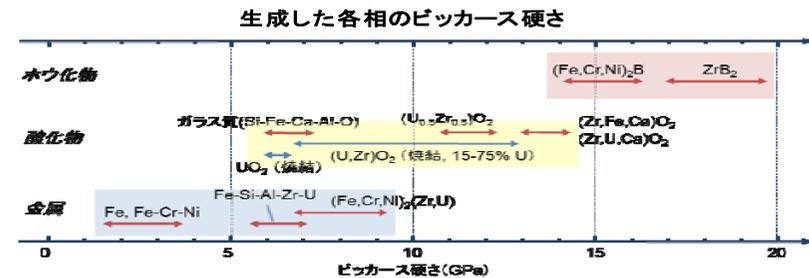
- MCCI生成物を含む各種模擬デブリについて、分析の前処理技術である融解プロセスの基礎データを取得した。

③ 既存燃料処理技術の適用性検討

- 模擬デブリの、湿式及び乾式処理への適合性について、基礎データを取得した。



制御材(B₄C+SUS)との反応(溶融固化物断面観察像の例)
(制御棒と燃料が溶融した場合にできる固化物の組織等に係る知見を取得)



(デブリの化学系(ホウ化物、酸化物、金属)毎に硬度の分布を推定)

次期計画の方向性

模擬デブリを用いた硬さ等の物性把握、圧力容器内外の材料との反応性の評価、MCCI生成物の特性評価等を実施する。2-③-3では、分析要素技術の開発を継続するとともに、保管技術に影響する燃料デブリの含水率等の検討・評価を行う。

人材育成、国際連携等

MCCI生成物の特性評価や、TMI-2事故で生成したデブリの特性把握について、共同研究や情報交換を通じて、海外研究機関の知見を収集している。

(2-③-4) 燃料デブリに係る計量管理方策の構築
(平成25年度実績)

JAEA運営交付金
で実施

これまでの主な実施内容と評価

核燃料物質の在庫を再構築し、計量管理の実施を可能にするため、米国エネルギー省とJAEA間で保障措置に係る実施取決めを締結し、チェルノブイリ及びTMIにおける情報・経験の調査及び整理、並びに福島におけるデブリの計量管理を目的とした測定に適用可能な技術の調査を実施。

実施内容

1. TMI-2事故の核物質管理に係る調査
 - ・ TMI-2事故の際の核物質管理方法について調査を行い、その際に適用された規制、核物質の計量管理方法等を明らかにした。
2. チェルノブイリ事故の核物質管理に係る調査
 - ・ チェルノブイリ事故の際の核物質管理方法について調査を行い、その保障措置手法と核物質測定技術開発計画等を明らかにした。
3. 福島第一原子力発電所の計量管理方策構築への課題の検討
 - ・ TMI-2の事故等における計量管理の経験を踏まえ、福島に適用する計量管理方策の構築のための課題として、デブリの広範囲な分布と多様なデブリ組成、 B_4C 等の制御材の混在による測定の困難性、中性子吸収材や遮へい材を装荷したキャニスターへの収納後の測定の困難性等を抽出した。
4. 測定技術の候補と課題
 - ・ DOEとの技術協力により、既存の非破壊測定技術の燃料デブリへの適用性を検討し、30の技術から7つを主な(primary)技術として、14を補助的な(supplementary)技術として抽出した。

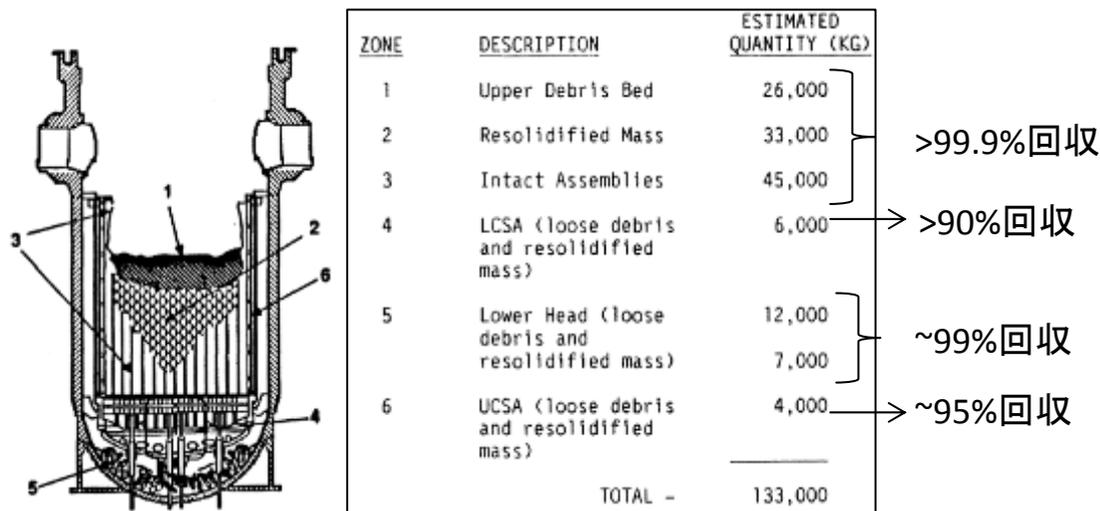


図1 TMI-2における核物質量の把握

次期計画に向けた課題

- ・ ガンマ線および中性子線測定による非破壊測定技術に関して、高バックグラウンド、設置位置の制約等に対応した技術を開発する必要がある。

人材育成、国際連携等

- ・ 大学との共同研究を実施している。
- ・ 米国DOEのもとに蓄積された保障措置/計量管理に係る豊富な知見を活かすべく、協力体制を構築して検討を進めている。

(3) 固体廃棄物の処理・処分に係る研究開発 (平成25年度実績)

- ・汚染水処理に伴う二次廃棄物及びガレキ等の放射性廃棄物について、性状把握のために必要となるデータの取得、廃棄体化技術に関する調査、処分概念や安全評価手法等について研究開発を実施。セシウム吸着塔及びスラッジ保管容器について長期保管の評価を実施。

実施内容

1. 性状把握

- ・ガレキ、伐採木の放射能分析を実施した。 ^{137}Cs 濃度と ^{90}Sr 濃度の間には、比例関係の傾向が見られる一方で、採取場所や試料で傾向が異なる(図1)。

2. 廃棄物の処理に関する検討

- ・処理技術に関する調査として国内のみならず海外情報を含めて調査し、取りまとめた。
- ・廃ゼオライト、スラッジの廃棄体化に係る基礎試験を種々の技術(セメント、ジオポリマー等)について実施し、ジオポリマーがフェロシアン化物の廃棄体化技術として有望であること等を確認した(図2)。

3. 廃棄物の処分に係る検討

- ・インベントリ評価の一例として、実測した表面線量率と放射能濃度の相関等に基づき、ガレキの ^{137}Cs 濃度を推定した。
- ・既存の処分概念及び安全評価手法を調査した。
- ・インベントリ情報に基づいて、評価対象核種の検討と既存の処分概念の適用性について、事故廃棄物の区分の暫定的な算出等の概括的な評価を行った。

4. 長期保管方策の検討

- ・セシウム吸着塔及びスラッジ保管容器での水素生成、材料の腐食について評価を行い、保管中の水素発生に係る安全性等を確認した。

5. データベースの開発

- ・分析結果/処理・処分/事故廃棄物情報の3つのデータベースを計画し、その整備を進めた。

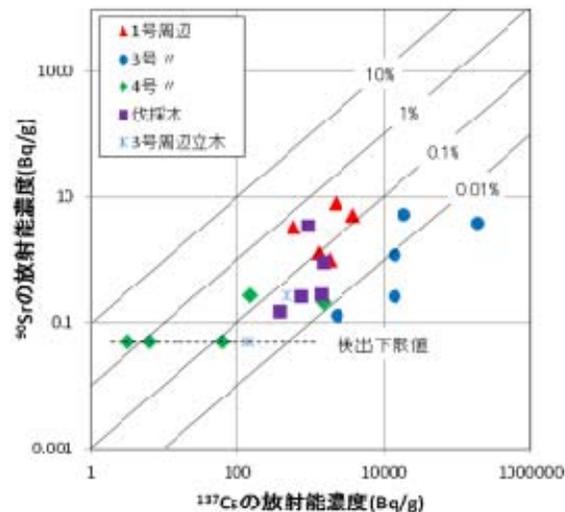


図1 ^{137}Cs と ^{90}Sr 放射能濃度の関係



図2 ジオポリマー固化体

次計画に向けた課題

- ・現場ニーズを反映し、多核種除去設備から発生するスラリーの安定化技術を検討する。

人材育成、国際連携等

- ・大学との共同研究を実施した。
- ・海外の大学との共同研究及び二機関協定に基づく情報交換等を実施し、処理技術、除染技術等について海外の知見を活用した。

(1-1) 使用済燃料プールから取り出した燃料集合体他の長期健全性評価（平成26年度計画案）

平成26年度の主要目標

平成25年度の事業成果等を反映し、SFPから取出した燃料の部材を用いた照射後試験計画を策定。非照射燃料部材模擬体の腐食試験、強度試験を行い、瓦礫等が腐食に及ぼす影響を評価し湿式保管時の長期健全性を判断する評価項目（水質データ等）を策定、また、4号機から共用プールに移送された燃料集合体の水中カメラによる評価等を行うことで、評価項目の妥当性を確認。乾式保管時の燃料健全性評価項目を検討し、その各項目の影響の大きさを試験により確認。また、長期健全性評価に係る基礎試験として、海水成分の移行評価及び健全な使用済燃料被覆管等を用いた腐食試験を実施。

平成26年度の実施内容

1. 燃料集合体の長期健全性評価のための技術開発

- ① 長期健全性評価のための試験条件検討
 - ・ SFPから取出した燃料の部材を用いた試験計画を策定する。策定にあたっては、平成25年度に実施した水質影響評価及び各腐食試験結果等を反映する。また、燃料部材の輸送計画を検討し計画に取り込む。
- ② 燃料構造材の長期健全性評価技術開発
 - ・ 燃料の構造等を模擬した未照射試験片による腐食試験及び強度試験を実施し、共用プールに持ち込まれる瓦礫等の腐食影響や、被覆管部損傷の腐食影響を評価する。
 - ・ 共用プールに保管している1F-4使用済燃料の水中カメラによる評価および酸化膜厚さ測定を行い、燃料の腐食状況を評価する。
 - ・ SFPから取出した使用済燃料の乾式貯蔵を想定し、瓦礫落下による傷等や隙間部に入り込んだ瓦礫が含む水分の影響評価試験を実施する。

2. 長期健全性評価に係る基礎試験

- ① 模擬クラッド等を使った塩化物イオンの移行挙動試験を実施し、使用済燃料の表面クラッドにおける海水成分取込み量を評価する。
- ② ガンマ線照射下で海水及び瓦礫成分を含む溶液により使用済燃料被覆管等の腐食試験を行い、局所的な水質変化の腐食への影響を評価する。

実施工程（平成26年度）

2014(前)	2014(後)
試験計画及び試験条件策定	
共用プール模擬環境下での未照射材腐食試験、強度試験	
共用プールでの取出し燃料集合体調査	
乾式貯蔵評価試験	
海水成分クラッド移行試験	
ガンマ線照射下腐食試験	

取組方針

- ① 中長期的視点での人材育成

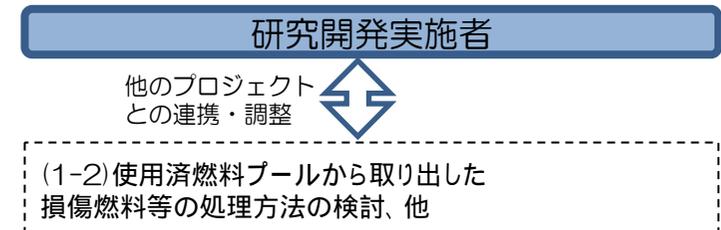
中長期的に人材を育成する観点から、学会やワークショップ等での情報発信に取り組む。若手技術者を積極的に登用し人材育成に務める。
- ② 国内外の叢智の結集

平成25年度に実施した海外事例調査結果を事業の実施内容に反映していくとともに、今年度も海外専門家が参加する会議に参加し、海外知見の拡充を図る。
- ③ 目標達成を判断する指標の設定

以下のような項目を指標として設定する。

 - ・ 湿式保管時の長期健全性を判断する評価項目（水質データ等）を策定し、その評価項目の妥当性を確認する。
 - ・ 乾式保管時の燃料健全性評価項目を検討し、各項目の影響の大きさを試験等により評価する。

実施体制



(1-2) 使用済燃料プールから取り出した損傷燃料等の処理方法の検討(平成26年度計画案)

平成26年度主要目標

- ・高レベル廃液濃縮缶及び高レベル廃液貯槽を対象とした腐食試験を実施し、両機器材料への不純物成分の許容濃度を評価。
- ・FP及び不純物共存条件での抽出試験により、不純物成分によるU・Pu製品品質への影響や、陰イオンによるU・Pu抽出への影響把握を完了。
- ・不純物を考慮したガラス試験片を作製し、不純物成分による基礎的なガラス物性値(ガラス転移温度等)への影響把握を完了。
- ・再処理施設における損傷燃料等の処理時の影響を網羅的に抽出・整理し、以降の研究計画に反映。

平成26年度の実施内容

2. 損傷燃料等の化学処理工程等への影響の検討

不純物による再処理機器への腐食影響評価

使用済燃料に同伴した不純物成分(海水成分、コンクリート成分)の多くは抽出廃液として高レベル廃液に移行すると考えられ、また、高レベル廃液は、濃縮操作により、他のプロセス溶液よりも不純物濃度が高く、不純物による腐食影響を受けやすいと考えられる。このため、本試験では、高レベル廃液を取り扱う代表的な機器として、高レベル廃液濃縮缶及び高レベル廃液貯槽を対象とし、FP成分を考慮した模擬液を用いた腐食試験(浸漬試験・電気化学試験)を実施し、不純物成分の腐食影響を評価。

不純物の工程内挙動評価

不純物の抽出工程への影響として、不純物のU・Pu製品系への移行及び不純物によるU・Pu抽出の障害が考えられる。FPが共存しない条件で不純物はU・Pu製品系へ有意に移行しないことが確認されており、本試験では、FP共存条件で不純物の抽出操作を行い、不純物のU・Pu製品系への移行の確認を行う。また、陰イオン共存条件でU・Puの抽出操作を行い、不純物によるU・Pu抽出への影響を確認。

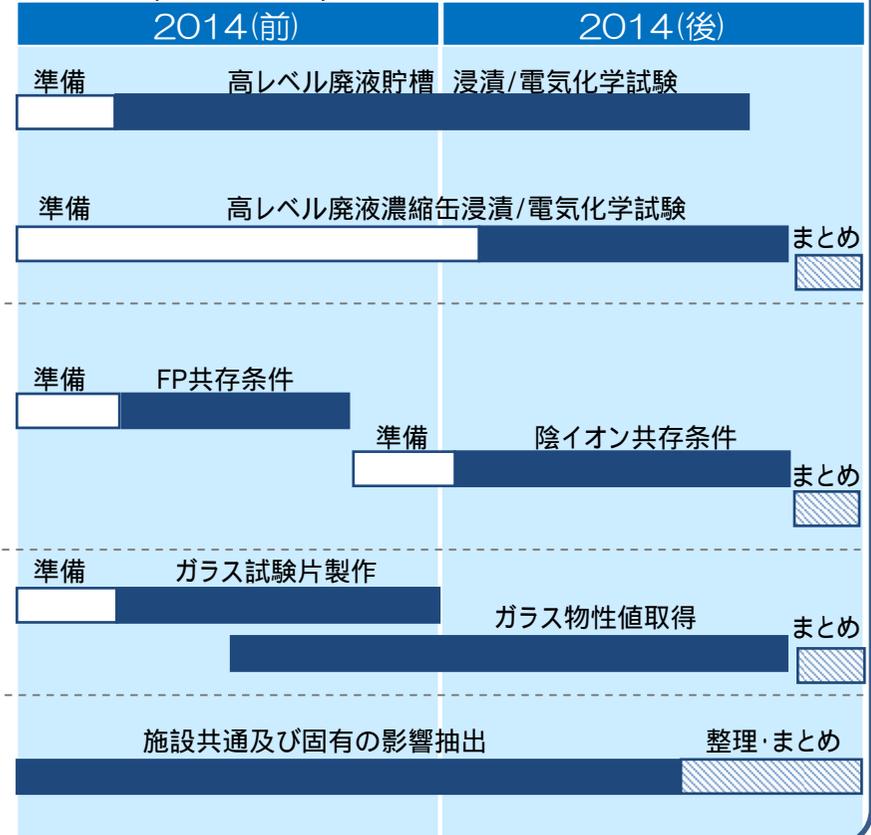
不純物の廃棄体への影響評価

不純物成分の多くは高レベル廃液に移行すると考えられる。そこで不純物によるガラス固化体への影響を評価するため、本試験では高レベル廃液の組成に基づく粉末試料を用いてガラス試験片を作製し、密度、ガラス転移温度、熱膨張係数等のガラス物性値を取得。

その他の影響の抽出及び整理(項目を追加)

損傷燃料等の再処理において、施設に共通する影響の他に、施設固有の設備に依存する影響が考えられる。このため、再処理施設において想定される影響を網羅的に抽出し、必要な研究要素の有無を整理。

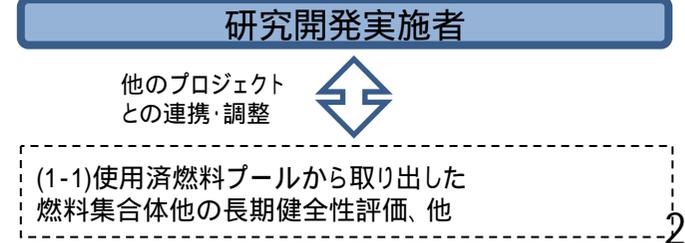
実施工程(平成26年度)



取組方針

- 中長期的視点での人材育成
- 中長期的に人材を育成する観点から、学会やワークショップ等での情報発信に取り組む。
- 若手技術者を積極的に登用し人材育成に務める。
- 国内外の叢智の結集
- 再処理に関する有識者との意見交換等を通じて、専門的な知見・経験を取り入れる。
- 目標達成を判断する指標の設定
- 以下のような項目を指標として設定する:
 - ・不純物成分によるU・Pu製品品質への影響や、陰イオンによるU・Pu抽出への影響把握を完了。
 - ・不純物成分による基礎的なガラス物性値(ガラス転移温度等)への影響把握を完了。

実施体制



(2-①-1a) 原子炉建屋内の遠隔除染技術の開発 (平成26年度計画案)

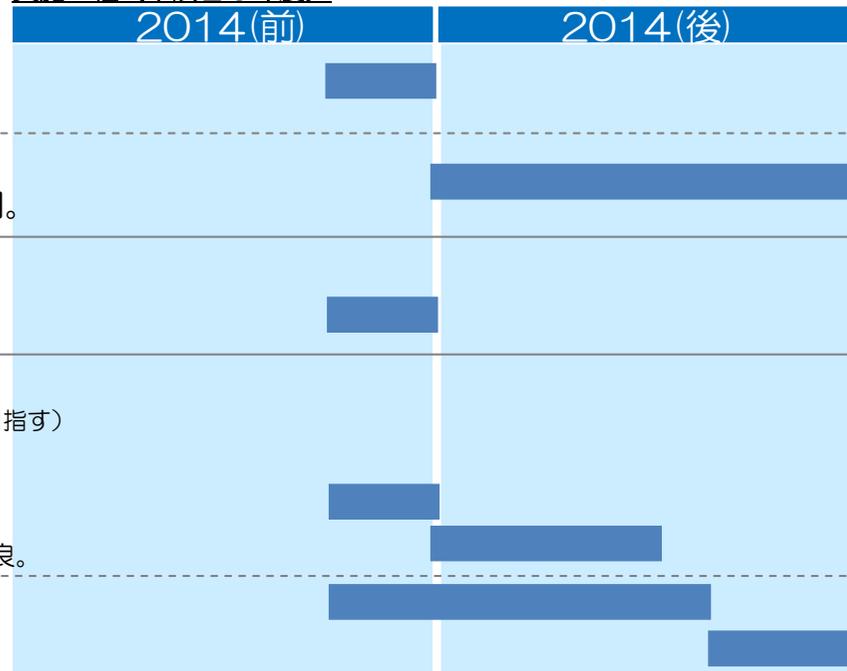
平成26年度主要目標

- ・ 滞留水浸漬部除染について具体的箇所を想定した概念検討を完了、ドライアップ時のダスト拡散防止対策策定を完了。
- ・ 高所用除染装置と上部階用除染装置は、 雰囲気線量率20mSv/h以上のエリアの除染対象面に対して、表面汚染の除染係数5以上の達成と平滑な面に対する除染速度 2m²/h以上の達成を目指す。①高所用除染装置は、平成25年度事業で製作した装置について、工場モックアップ試験及び実機実証を行い、開発を完了する。②上部階用除染装置は仕様検討及び設計製作、工場モックアップ試験を完了する。

平成26年度の実施内容

実施工程 (平成26年度)

1. 滞留水浸漬部の汚染状況データの取得
 - ① 滞留水浸漬部の汚染状況、対象箇所を考慮して、サブドレン導入によるドライアップ時のダスト発生抑制対策策定を完了。
 - ② 模擬汚染を用いた、ダスト発生抑制対策の効果確認試験を完了。検討にあたってTMIの滞留水対応時の知見や、技術カタログ情報を活用。
2. 除染技術整理、除染概念検討 (汚染水浸漬部)
実機の具体的な箇所を想定した汚染水浸漬部の除染の概念検討を完了。
3. 遠隔除染装置設計製作、遠隔除染実証
(雰囲気線量率20mSv/h以上のエリアの除染対象面に対して、表面汚染の除染係数5以上の達成を目指す)
(平滑な面に対する除染速度 2m²/h以上を目指す)
 - ① 高所用除染装置の開発
 - ・ 平成25年度に製作した高所除染装置の工場モックアップ試験を完了。
 - ・ 福島第一原子力発電所の原子炉建屋1階高所部において、実機実証試験を完了、適宜改良。
 - ② 上部階用除染装置の開発
 - ・ 平成25年度に設計を行った上部階除染装置の製作を完了。
 - ・ 工場モックアップ試験を完了。



取組方針

- ① 中長期的視点での人材育成
中長期的に人材を育成する観点から、大学等との共同研究等、連携の強化に取り組む。
- ② 国内外の叡智の結集
国内外の叡知を活用しつつ進める。国内の大学が保有するロボット、周辺の情報認識、マニピュレータ動作の最適化等の技術の導入を検討する。
- ③ 目標達成を判断する指標の設定
目標達成の判断基準となるべき指標を設定し、その達成の有無について検証する。
 - ・ 高所用除染装置実証試験の完了
 - ・ 雰囲気線量率20mSv/h以上のエリアの除染対象面に対して、表面汚染の除染係数5以上の達成及び平滑な面に対する除染速度 2m²/h以上の達成

実施体制

研究開発実施者

他のプロジェクトとの連携・調整



- 現場作業を伴う各研究開発等
- (2-①-1 b) 総合的線量低減計画の策定
 - (2-①-2/3) 格納容器水張りに向けた調査・補修 (止水) 技術の開発
 - (2-①-4/5) 原子炉格納容器/圧力容器内部調査技術の開発
 - (2-①-6) 燃料デブリ・炉内構造物取出工法・装置開発
 - 他

(2 - 2, 3) 格納容器水張りに向けた調査・補修(止水)技術の開発(平成26年度計画案)

平成26年度主要目標

【格納容器調査技術の開発】

- 格納容器上部調査装置のうち、ドライウェル外側狭隘部調査装置は、昨年度の成果及び対象部位へのアクセス状況を踏まえ、改良仕様の検討を完了する。ドライウェル外側開放部調査装置は、工場モックアップ試験の成果を踏まえ、改良仕様の検討を完了する。またドライウェル外側開放部調査装置は特殊ペネ（大口径ペネと著しい偏芯があり且つペネ群の中央に位置するペネ）のための漏えい特定用デバイスについて装置改良検討作業の一環として概念検討を完了する。
- 新規調査対象（格納容器ナックル部）用装置の概念検討を完了する。

【格納容器補修(止水)技術の開発】

- 現場適用性のある止水工法として、①格納容器下部補修（止水）装置の詳細設計、要素試験方案の策定を完了、②格納容器上部補修（止水）装置の改良仕様検討、要素試験方案の策定を完了する。

平成26年度の実施内容

【格納容器調査技術の開発】

1. 下部点検調査装置の開発

- 平成25年度事業で開発完了予定。

2. 上部点検調査装置の開発・改良

- ドライウェル外側狭隘部調査装置は、昨年度の成果及び対象部位へのアクセス状況を踏まえ、改良仕様の検討を完了する。ドライウェル外側開放部調査装置は、工場モックアップ試験の成果を踏まえ、改良仕様の検討を完了する。特殊ペネ向けのデバイスは基本設計を完了する。（実機適用性評価は除染・干渉物除去等の進捗に合わせ今後対象を検討）
- これまでの検討の結果、新たに必要となった②格納容器ナックル部調査装置の概念検討を完了する。

【格納容器補修(止水)技術の開発】

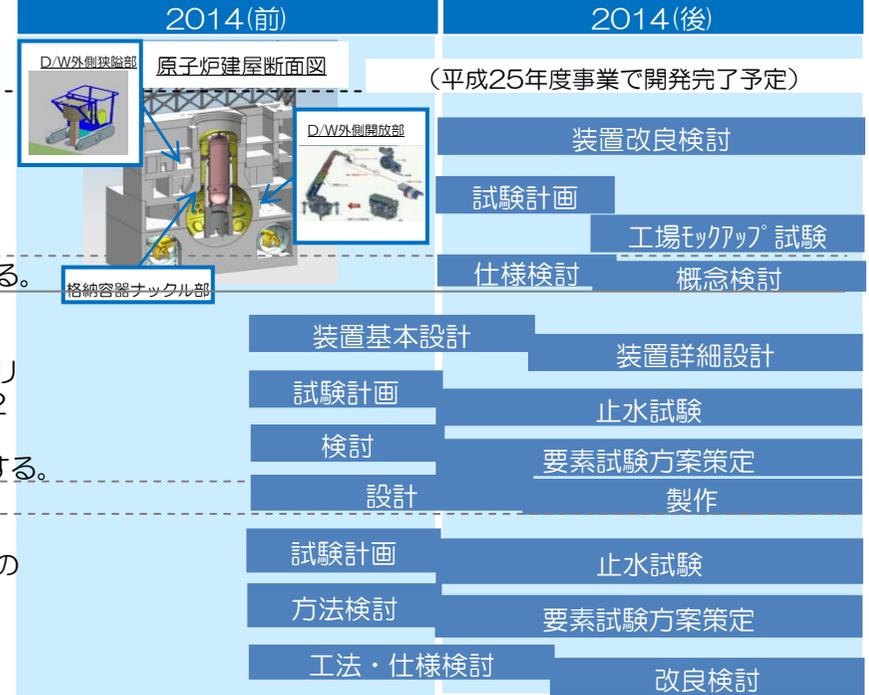
1. 格納容器下部補修（止水）工法および装置の開発

- ベント管、クエンチャ、ダウンカマ、サプレッションチェンバ、S/C接続配管などでバウンダリ構成するための補修装置の詳細設計を完了する。これらの部位の補修に適用する止水材の1/2スケールの止水試験等を実施し適用性の確認を完了する。トラス室壁面、三角コーナー、建屋間スリーブの止水について対象部位と止水方法について検討し、要素試験方案の策定を完了する。
- モックアップ試験用の試験体および試験装置の設計・製作に着手する。

2. 格納容器上部補修（止水）工法および装置の開発

- 損傷の可能性が高い箇所（ハッチフランジ、貫通部ベローズ、電気ペネ）について1/2程度のスケールでの止水試験を実施し、適用性の確認を完了する。系統配管については、必要に応じ、要素試験方案の策定を完了する。
- 現場調査の結果、干渉物によるアクセス性の観点から平成25年度までに検討してきた装置の改良仕様の検討を完了する。

実施工程（平成26年度）



取組方針

- 中長期的視点での人材育成
中長期的に人材を育成する観点から、学会やワークショップ等での情報発信に取り組む。若手技術者を積極的に登用し人材育成に務める。
- 国内外の叢智の結集
止水技術や補修装置について、広く国内外からの導入を検討する。特に止水技術についてはゼネコンの知見を活用する。また、PCV下部補修装置については、PCV調査技術での実績を踏まえ、海外ベンダを活用する。
- 目標達成を判断する指標の設定
格納容器上部調査装置のうち、狭隘部調査装置は搭載カメラを5m以上伸張可能なこと。開放部調査装置の検出部はペネとペネスリーブの隙間より2m以上奥での漏えい検知が可能なこと。ナックル部調査装置はPCVと生体遮へい壁間5cmの隙間に挿入可能なこと。止水工法は40m水頭圧での止水が可能なこと。

実施体制

研究開発実施者

他のプロジェクトとの連携・調整



- (2-4)原子炉格納容器内部調査技術の開発
- (2-6)燃料デブリ・炉内構造物取出工法・装置開発
- (2-8)圧力容器/格納容器の健全性評価技術の開発
- (2-9)燃料デブリ臨界管理技術の開発
- 他

(2- -4) 格納容器内部調査技術の開発 (平成26年度計画案)

平成26年度主要目標

100Gy/hの高放射線環境下で、原子炉格納容器(PCV)内部事前調査(映像、線量及び温度データを取得)のための調査装置の実機実証試験を完了する。あわせて、デブリの存在が推定されるPCV内のペDESTAL内外にアクセスする、本格調査(燃料デブリ分布状態や形状の測定)のための調査装置の基本設計の完了と一部部品の製作を完了する。

平成26年度の実施内容 ※1、2が事前調査(映像、線量、温度、障害物の状況等の調査)、3、4が本格調査(燃料デブリの分布状態、形状の測定)。

1.ペDESTAL内部プラットフォームの状況調査装置の開発と実証試験

- ① 前年度の開発を基に検証試験や改善を実施して装置開発を完了する。
- ② 2号機X-6ペネを使用した実証試験を実施。
(装置は、X-6ペネ前の遮へいブロックを遠隔で取外す装置、X-6ペネのハッチ穴あけ装置及びX-6から格納容器内へアクセスする調査装置)

2.ペDESTAL外 調査装置の開発と実証試験

- ① 前年度の開発を基に検証試験や改善を実施して装置開発を完了。
- ② 1号機X-100Bペネを使用した実証試験を実施。
(装置は、X-100Bから格納容器内へアクセスする調査装置)

3.ペDESTAL内/外の更なる調査に向けた装置の開発

デブリの存在が推定される部位(プラットフォーム上、ペDESTAL地下階及び作業員アクセス口近傍)へアクセスする装置の基本設計完了と、一部製作に着手(平成28年3月完了予定)。

4.デブリ計測装置の開発

光切断法等の計測手法を活用したデブリ計測装置について、上記3.の装置への搭載化検討や設計・製作を実施。

実施工程 (平成26年度)

	2014(前)	2014(後)
1.ペDESTAL内部プラットフォームの状況調査装置の開発と実証試験	装置設計/製作/検証/改善	実証試験(2号機X-6)
2.ペDESTAL外 調査装置の開発と実証試験	装置設計/製作/検証/改善	実証試験(1号機X-100B)
3.ペDESTAL内/外の更なる調査に向けた装置の開発	装置設計/製作	
4.デブリ計測装置の開発	装置の設計/製作	

取組方針

- ① 中長期的視点での人材育成
中長期的に人材を育成する観点から、学会やワークショップ等での情報発信に取り組む。若手技術者を積極的に登用し人材育成に務める。
- ② 国内外の叢智の結集
「燃料デブリ取り出し代替工法の検討のための技術調査」において収集・整理された技術情報等、国内外からの有用な技術を本PJに積極的に取り入れながら研究開発を実施する。
- ③ 目標達成を判断する指標の設定
 - (a) 1号機での、PCV内部のペDESTAL外側の映像、線量及び温度データを取得する事前調査装置の実証試験の完了。
 - (b) 2号機での、X-6ペネ前の遮蔽ブロック取外しの実証試験及び、PCV内部のペDESTAL内側の映像、線量及び温度データを取得する事前調査装置の実証試験の完了。

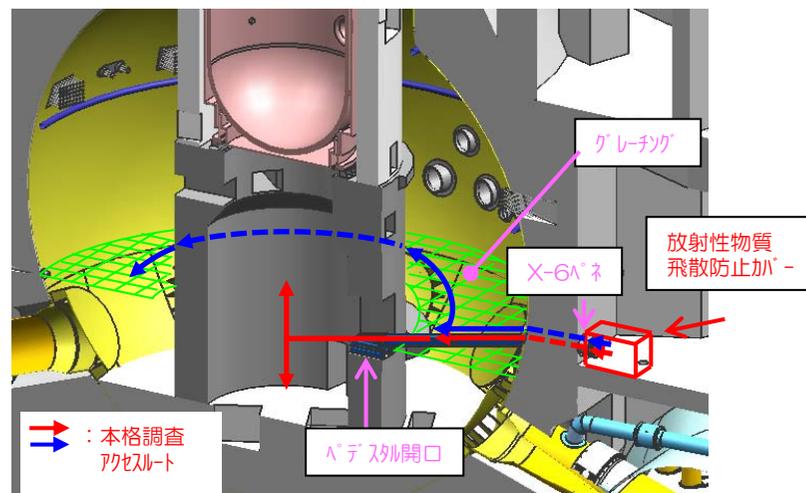
実施体制

研究開発実施者



他のプロジェクトとの連携・調整

- (2- -2/3)格納容器水張りに向けた調査・補修(止水)技術の開発
- (2- -5)圧力容器内部調査技術の開発
- (2- -6)燃料デブリ・炉内構造物取出工法・装置開発
- (2- -1)事故進展解析技術の高度化による炉内状況の把握 等



燃料デブリ位置把握のためのアクセスルート(案)

(2-①-5) 圧力容器内部調査技術の開発（平成26年度計画案）

平成26年度主要目標

- 原子炉圧力容器（RPV）内部を調査する技術（2015年度・2017年度：系統配管経由調査技術、2018年度：RPV上部穴あけ調査技術、2019年度：原子炉開放後調査技術）を開発するために、1,000Gy/h（暫定値）の高放射線環境下でRPV内部の映像、線量、温度を計測するためのアクセス装置、調査装置、サンプリング装置のシステム設計及び基本設計を完了する（アクセス装置）。
- アクセス装置、調査装置、サンプリング装置を構成する要素技術（遠隔穴あけ装置等）について、試作・試験を完了する。

平成26年度の実施内容

1. アクセス装置の開発

- ① 配管を経由してRPV内部にアクセスする技術について、装置のシステム設計を行い、構成する要素技術の試作・試験を完了する。また、RPV内部への早期アクセス実現に向け、下記2. で開発を行う調査装置の寸法、重量等をインプットとして、装置の基本設計及び詳細設計を完了する。
- ② RPV上部からアクセスする技術（RPV上部に穴を開けてアクセスする技術、原子炉開放後にアクセスする技術）について、装置のシステム設計を行い、構成する要素技術の試作・試験を完了する。また、下記2. で開発を行う調査装置の寸法、重量等をインプットとして、装置の基本設計を完了する。

2. 調査装置の開発

調査環境やアクセスルートの寸法制約等を考慮したカメラ等装置のシステム設計を実施。構成する要素技術の試作・試験を完了する。調査装置の基本設計を行い、上記1. のアクセス装置の設計に資する寸法、重量等のインプット情報を提示する。

3. サンプリング装置の開発

燃料デブリのサンプリングについて、加工・回収方法を考慮したサンプリング装置のシステム設計・基本設計を行い、構成する要素技術の試作・試験を完了する。

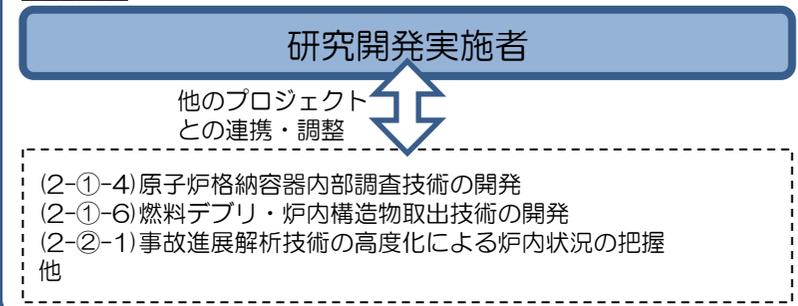
実施工程（平成26年度）

2014(前)	2014(後)
装置システム設計	要素試作・試験
装置基本設計	装置詳細設計
装置システム設計	要素試作・試験
	装置基本設計
装置システム設計	要素試作・試験
	装置基本設計
装置システム設計	要素試作・試験
	装置基本設計

取組方針

- ① 中長期的視点での人材育成
中長期的に人材を育成する観点から、プロジェクトには若手技術者を担当させ、OJTにて人材育成を図る。また、人材育成のワークショップ等にて報告を行う。
- ② 国内外の叡智の結集
「燃料デブリ取り出し代替工法の検討のための技術調査」において収集・整理された技術情報等、国内外からの有用な技術を本PJに積極的に取り入れながら研究開発を実施する。
- ③ 目標達成を判断する指標の設定
基本設計・要素試験完了の判断基準となるべき成果物（装置概念・構成図、寸法・重量等の装置基本仕様、要素試験計画・試験結果）を設定し、その達成の有無について検証する。

実施体制



(新規)(2- -6)燃料デブリ・炉内構造物取出技術の開発(平成26年度計画案)

平成26年度主要目標

圧力容器内やオペフロから最大約35m下方にある格納容器内の燃料デブリを取り出すため、既存技術を調査・整理した上で、燃料デブリ取出し工法の評価・立案を行い、研究開発の計画を立案。可能なものについては、装置開発に着手する。

平成26年度の実施内容

1. 既存技術の調査

既存のカタログも参照しながら、燃料デブリを取り出すために必要な既存技術(TMIで実績のある装置を含む)の調査および整理を実施。

2. 燃料デブリ取出し工法および開発計画の立案

圧力容器および格納容器内から燃料デブリを取り出す工法(取出し時の冷却システム、放射線遮へい、放射性物質の飛散防止対策、燃料デブリを収納缶に回収・輸送する方法、等含む)について評価等を実施し、開発計画を立案。

立案に当たっては、高放射線下であることを考慮し、画像処理システムや電子デバイスについても評価を実施。

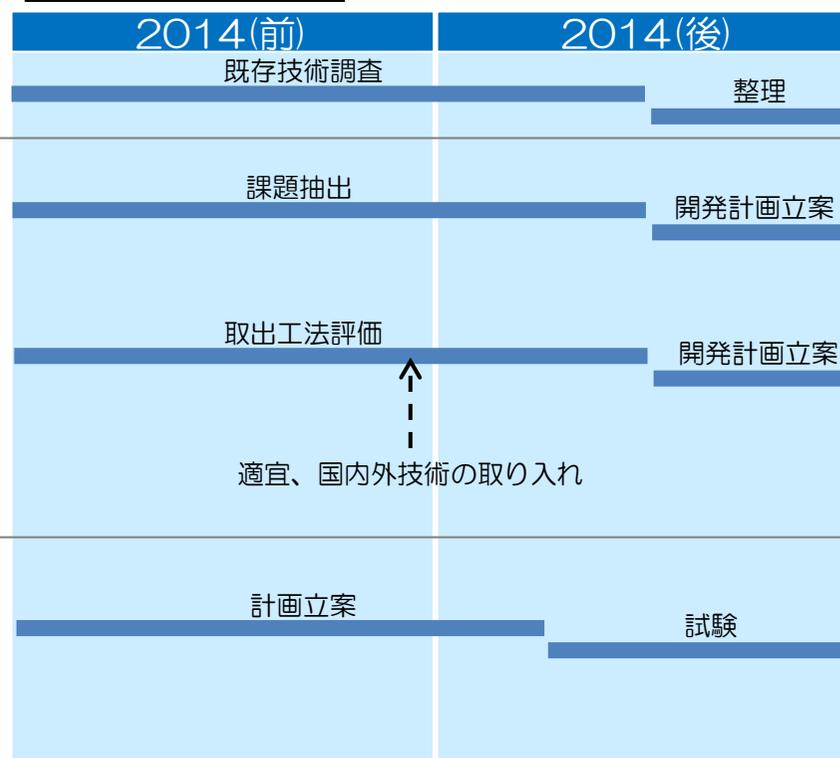
※国内外から広くデブリ取り出しに係る提案を募る仕組みを利用し、有用な技術及び工法の提案については積極的に取り入れながら研究開発を実施。

※現在のプラント状態から格納容器上部の水張り状態まで、想定される環境状態を考慮し、水中/気中でのデブリ及び炉内構造物等の取出し工法の検討を実施

3. 燃料デブリ取出し装置開発/要素試験

上記記載の既存技術の調査結果、開発計画等を反映し、要素試験、装置開発に着手。TMIで実績のあるデブリの加工技術、炉内構造物等の切断に用いられている技術でデブリを模擬したセラミック試験体の加工を行う試験計画を立案し、セラミック試験体の加工試験を実施。

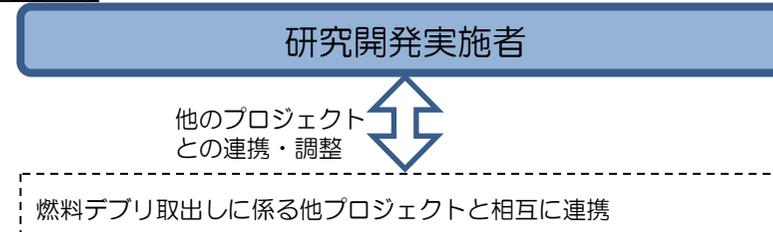
実施工程(平成26年度)



取組方針

- ① 中長期的視点での人材育成
中長期的に人材を育成する観点から、大学等との共同研究等、連携の強化に取り組む。
- ② 国内外の叡智の結集
「燃料デブリ取り出し代替工法の検討のための技術調査」において収集・整理された技術情報等、国内外からの有用な技術を本PJに積極的に取り入れながら研究開発を実施する。
- ③ 目標達成を判断する指標の設定
本年度の目標となる全体計画の立案及び要素試験の計画について、目標達成の判断基準となるべき指標を設定し、その達成の有無について検証する。

実施体制



(2 - - 7) 燃料デブリ収納・移送・保管技術の開発(平成26年度計画案)

平成26年度主要目標

燃料デブリの主な考慮条件(①燃焼度、②濃縮度、③冷却期間(2020年で約9年)、④海水の影響等)について、収納缶の設計コンセプト(基本機能、概略形状等)の策定に必要な課題を設定し、収納缶の設計コンセプトの策定を完了する。

また、考慮条件に適した保管方法選定を行うため、複数の保管方法について安全性及び経済性並びに技術的観点から課題を整理する。

平成26年度の実施内容

1. 燃料デブリの保管システムの検討

- ① 破損燃料輸送・貯蔵に係る調査
平成25年度の調査結果を踏まえ、有用となる候補技術に照準を絞った追加調査を実施。
- ② 保管システムの整理
平成25年度に実施した保管システムの評価に1F固有の状況(燃焼度、濃縮度、冷却期間、海水の影響等)を加味し、安全性、経済性、技術的観点から保管方法選定に資する課題を整理する。

2. 事前調査結果に基づく安全評価技術の開発

- ① 収納缶の設計コンセプトの設定
収納缶の設計条件を設定し、開発対象とする収納缶の基本機能、概略形状等の設計の方向性(設計コンセプト)を策定する。
- ② 必要となる安全評価手法の開発
①に基づき、平成27年度からの設計着手に資するべく平成26年度は他の開発PJとの連携を踏まえて安全評価手法の抽出と開発の進め方等(開発計画)を策定する。
現時点では以下を計画。
 - ・ 臨界評価手法：収納缶設計で必要になると考えられる臨界評価手法。
 - ・ 構造評価手法：収納缶への衝撃負荷等に対する構造評価手法。
 - ・ 収納缶内外面の腐食評価手法：収納缶の長期健全性の観点から候補材の耐食性評価手法。

実施工程(平成26年度)

	2014(前)	2014(後)
調査	調査	
保管システム課題抽出		課題整理
設計コンセプトの策定	設計コンセプトの策定	
安全評価手法の開発		安全評価手法の開発

取組方針

- ① 中長期的視点での人材育成
中長期的に人材を育成する観点から、学会やワークショップ等での情報発信に取り組む。若手技術者を積極的に登用し人材育成に務める。
- ② 国内外の叡智の結集
破損燃料の移送・保管に関する国内外の有識者との情報交換等を実施し、課題の抽出、開発計画立案等に反映する。
- ③ 目標達成を判断する指標の設定
平成26年度の目標達成の指標として以下を設定する。
 - ・ 収納缶の基本機能、概略形状等の設計の方向性(設計コンセプト)を立案する。
 - ・ 立案した収納缶の設計コンセプトに基づき他の開発PJとの連携を踏まえて必要な課題(必要に応じて数値的課題)を設定し、平成27年度以降の開発計画に反映する。

実施体制

研究開発実施者

他のプロジェクトとの連携・調整



- (2-①-6) 燃料デブリ・炉内構造物取出工法・装置開発
- (2-①-9) 燃料デブリ臨界管理技術の開発
- (2-③-1/2) 模擬デブリを用いた特性の把握、実デブリの性状把握
- (2-③-4) 燃料デブリに係る計量管理方策の構築
- 他

(2-8) 圧力容器/格納容器の健全性評価技術の開発(平成26年度計画案)

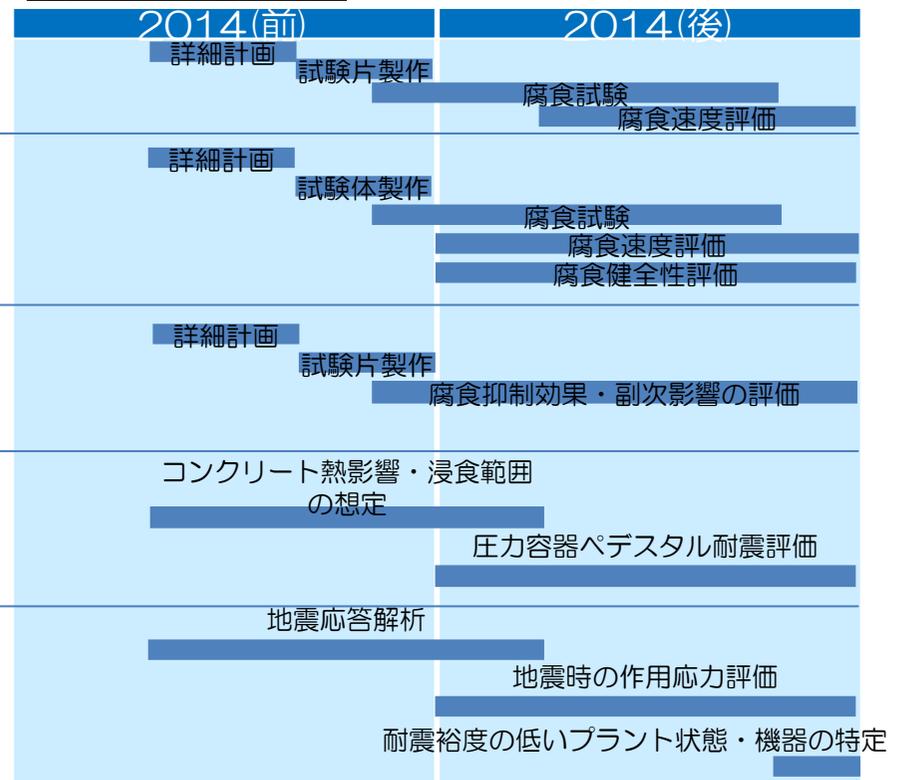
平成26年度主要目標

- 構造材料の長期間での腐食減肉や、高温デブリ落下による圧力容器ペDESTALの強度低下、流動条件(0.001~2m/s)下の原子炉注水配管の腐食評価等に基づき、耐震強度評価を実施し、格納容器止水や燃料デブリ取り出し工程の見直しや耐震補強が必要な機器を特定する。
- 圧力容器/格納容器関連設備に対し放射線環境下(100Gy/h)でも有効な腐食抑制策を抽出し、副次的悪影響の有無等、実機適用に不可欠なデータの拡充を行う。

平成26年度の実施内容

- 1. 実機条件を考慮した構造材料の腐食評価**
腐食劣化予測精度向上を目的に、実機水質の影響などをより詳細に考慮した腐食試験を完了予定。平成25年度までに取得した腐食速度との比較により、プラント評価に用いる腐食速度を検討。
- 2. 原子炉注水配管等の腐食評価**
安定的な冷却機能維持のため重要となる原子炉注水配管等、流動条件下の機器の腐食速度データを取得し、配管の腐食減肉を考慮した耐震強度評価に基づく注水配管の健全性評価を完了予定。
- 3. 腐食抑制策の開発**
各種防錆剤について、原子炉容器構造材料等に対する腐食抑制策確認試験を実施、腐食抑制効果を示す定量的データを取得するとともに、腐食抑制効果に及ぼす過酸化水素の影響や副次影響評価など、実機適用性評価を実施、有効な腐食対策の抽出を完了予定。
- 4. 圧力容器ペDESTALに対する高温デブリ落下影響評価**
高温デブリ落下による圧力容器ペDESTAL基部の浸食範囲の想定や、熱影響範囲の強度特性変化等を考慮した圧力容器ペDESTALの構造強度評価を完了予定。
- 5. 原子炉容器、圧力容器ペDESTALの耐震強度評価**
最新のプラント状態や技術開発等を反映した建屋機器連成地震応答解析結果、及び実機環境条件や腐食抑制策を考慮した腐食試験データに基づく減肉量等を用い、圧力容器/格納容器、圧力容器ペDESTALの強度評価を実施、燃料デブリ取り出しに向けた複数のプラント状態での耐震裕度評価を完了予定。

実施工程(平成26年度)



取組方針

- ① 中長期的視点での人材育成
材料劣化のメカニズムに立脚した評価等において、大学等との共同研究等、連携の強化に取り組む。
- ② 国内外の叢智の結集
適宜各分野(腐食や建築等)の学協会専門家からのレビューを受け、その知見を活用する。また、原子力学会英文誌への論文投稿により、海外への情報発信を図る。
- ③ 目標達成を判断する指標の設定
腐食抑制策の開発に向けては、腐食抑制効果の確認だけでなく、照射環境を含めた広範な条件下で、関連設備に副次的悪影響がないことを確認することで、有効な腐食対策の抽出を完了させる。

実施体制

研究開発実施者

他のプロジェクトとの連携・調整



- (2-2/3)格納容器水張りに向けた調査・補修(止水)技術の開発
- (2-4)原子炉格納容器内部調査技術の開発
- (2-6)燃料デブリ・炉内構造物取出工法・装置開発
- (2-9)燃料デブリ臨界管理技術の開発
- 他

(2-9) 燃料デブリ臨界管理技術の開発(平成26年度計画案)

平成26年度主要目標

臨界を防止し、万一の臨界近接の場合にも事前に検知し作業員の計画外被曝を防止するため、中性子吸収材や燃料デブリ臨界検知モニタリング等の技術を統合し、燃料デブリ取出しなど主要工程における臨界管理方法を策定する(管理手法は工法検討進捗を反映し都度見直す)。

平成26年度の実施内容

1. 臨界評価

① 臨界評価

MAAP解析結果等最新知見を反映して精緻化した臨界シナリオ・臨界解析評価結果に基づき、モニタリング技術、臨界防止技術を統合して格納容器水張りや燃料デブリ取り出しに適用する臨界管理方法を策定(ただし管理方法は工法検討進捗を反映するため次年度以降も継続する)。

② 臨界時挙動評価

燃料デブリに対応した核・熱水力反応度フィードバックモデル、ほう酸水注入により臨界停止に至る挙動解析モデルを開発・統合して臨界時挙動評価モデルを高度化。合わせて被ばく量評価手法を開発。臨界時影響評価に基づき臨界管理方法検討用のデータベースを作成。

2. 廃液処理、冷却設備の未臨界管理技術(平成25年度完了)

3. 炉内の臨界検知技術

① 中性子検出器システム(平成25年度完了、今後、最新知見を適宜設計に反映)

ガンマ線1.0 Gy/hにおいて、中性子検出感度0.5 cps/cm²以上の検出感度。

② FPγ線検出器システム

Kr88を10⁻⁴Bq/cm³で検知する再臨界検知システムについて、臨界検出感度向上の観点から、未臨界度推定アルゴリズムを作成し、適用可否を判断の上、臨界管理手法に反映。

③ 炉内臨界近接検知システム

合理的な臨界管理の観点から燃料デブリ取出し時の臨界近接モニタ開発に着手(平成29年完了目標)。臨界近接検知手法・検出器候補を抽出し、システム概念策定。実証試験計画立案。

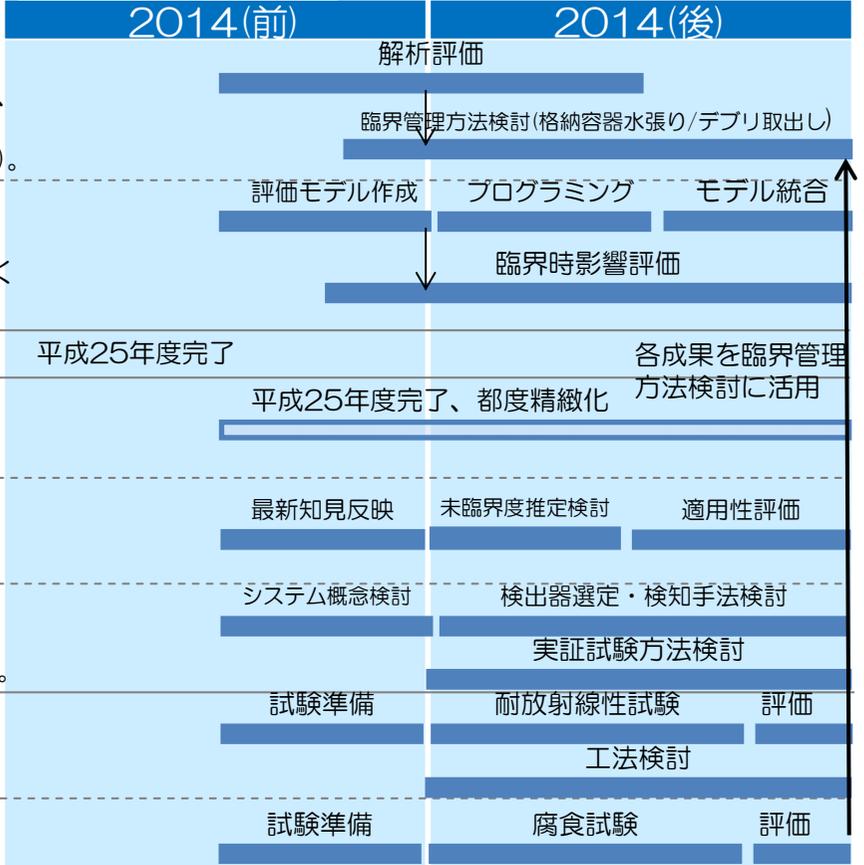
4. 臨界防止技術

① 非溶解性吸収材 耐放射線性試験による候補の絞り込みとともに、均一性担保のための適用工法決定(次年度以降の核的特性試験で最終候補を選定)。

② 溶解性吸収材

適用時の課題解決として高ボロン濃度下でのガルバニック腐食試験を実施し、その結果に基づき、臨界管理方法におけるボロンの適用方法を決定。

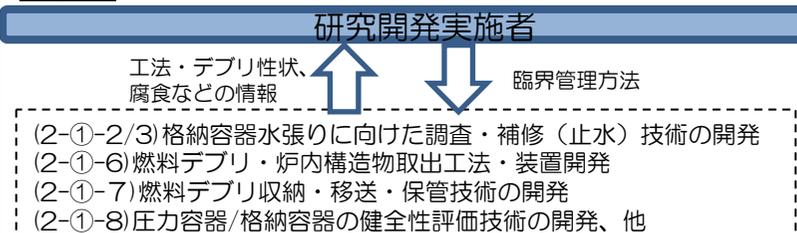
実施工程(平成26年度)



取組方針

- ① 中長期的視点での人材育成
若手技術者活用とともに、大学等との共同研究等、連携の強化に取り組む(具体的な連携先を選定する)。
- ② 国内外の叡智の結集
例えば、炉内臨界近接検知等の開発において、広く国内外の技術活用を検討する。
- ③ 目標達成を判断する指標の設定
作業員の計画外被曝防止のための臨界管理方法策定を目標とする。

実施体制



(2 - 1) 事故進展解析技術の高度化による炉内状況の把握 (平成26年度計画案)

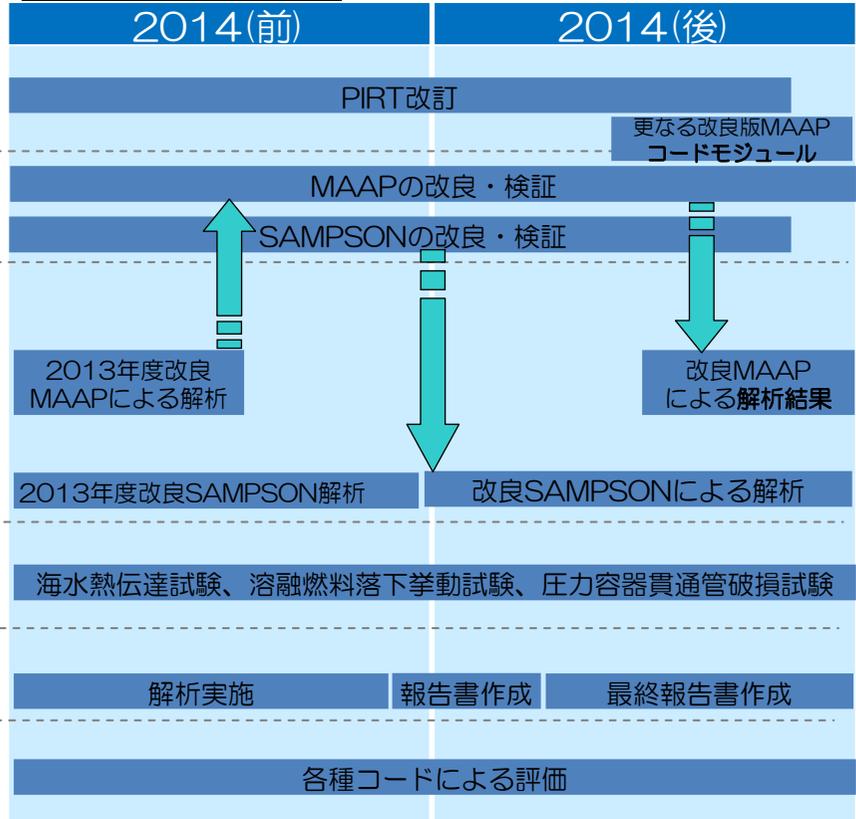
平成26年度主要目標

- 海外機関との協力等により国内外の叢智を結集し、燃料デブリの位置等の炉内状況を推察する事故進展解析技術の解析精度の向上を実現。
- 高度化した事故進展解析技術の成果を活用し、現場のオペレーションから得られる新たな情報も踏まえ、炉内状況を把握するための検討を完了。燃料デブリ取り出し作業に資する炉内状況に関する情報の精度向上を実現し、圧力容器内、格納容器内に分布すると想定される燃料デブリの存在位置、存在量及び組成等を推定する。

平成26年度の実施内容

- 原子力学会との連携によりシビアアクシデントコードの開発にかかるPIRT (Phenomena Identification and Ranking Table) をブラッシュアップし、解析コードの高度化に資する検討、実験等の優先順位を確認。
- 抽出した解析コードの改善点、サイトのオペレーションから得られる情報、既存の模擬試験の結果、最新知見等に基づき解析コード (MAAP、SAMPSON) を改良 (例えば、下部ヘッド溶融物への塩分影響、及び更なる計算時間の短縮等の改良)。
- 高度化した解析コードによる解析
 - 【MAAP】平成25年度にブラッシュアップしたPIRTに基づき更なる改良項目を抽出するとともに、現状最新版であるMAAP5を用いて、構築したデータベースに基づき1～3号機の事故進展/炉内状況の把握に関する解析を実施。
 - 【SAMPSON】一部改良した解析コードを用いて、構築したデータベースに基づき1～3号機の事故進展/炉内状況の把握に関する解析を実施。(既存の解析結果の改善と精度向上に向けた課題の抽出)
- シビアアクシデント事象進展の詳細分析に資する模擬試験 (海水熱伝達試験、溶融燃料落下挙動試験等) を実施し、解析コードの改良に資する実験データと知見を取得。
- 国際ベンチマークOECD-NEA BSAFプロジェクトに参加し、解析結果の国際比較を行い、フェーズ1最終報告書を取り纏める。
- 現場のオペレーションから得られる情報およびシビアアクシデント解析コード以外の計算コード等を用い、多角的なアプローチにより炉内状況把握のための継続的な検討 (炉内状況に係わる情報の取得)。

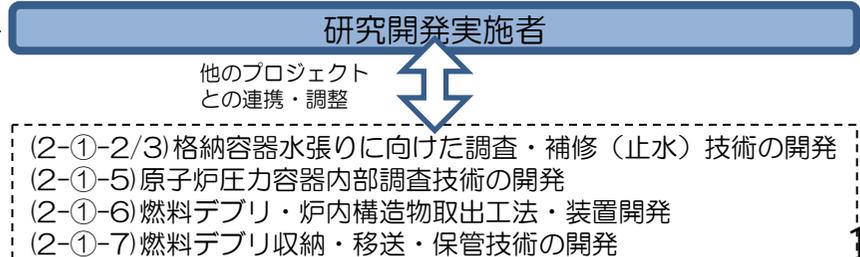
実施工程 (平成26年度)



取組方針

- 中長期的視点での人材育成
委託を通じた大学活用による若手の育成、学会活動を通じた大学・研究機関の活用。
- 国内外の叢智の結集
OECD/NEA BSAFプロジェクトの実施による海外の叢智の活用等。原子力学会シビアアクシデント専門委員会との連携。
- 目標達成を判断する指標の設定
PIRTで抽出した課題に対する達成度を基準とし、その達成度で目標達成の有無について検証する。

実施体制



(2-③-1, 2, 3) 模擬デブリを用いた特性の把握、実デブリの性状分析、燃料デブリ処置技術の開発 (平成26年度計画案)

平成26年度主要目標

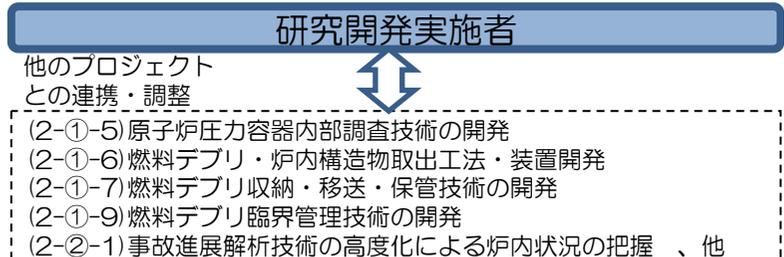
- 模擬デブリを用いた特性の把握**：燃料デブリ取出し装置開発等の検討に向けて、酸化物系デブリ（5種類以上のサンプルを作製）及び金属系デブリ（2種類以上のサンプルを作製）の機械的性質データを取得し、また福島事故特有の反応としてGd等による影響評価およびMCCI（熔融炉心-コンクリート反応）物性データの採取、評価を実施。
- 実デブリの性状分析**：実デブリ分析に必要な要素技術の開発を進める。また、実デブリ受入れに関して必要な設備・装置の抽出、輸送条件評価を実施し取り纏める。
- 燃料デブリ処置技術の開発**：燃料デブリの安定的な保管の検討に向けて、必要な含水特性や変性挙動のデータを取得する。

実施内容	実施工程（平成26年度）			
	2013	2014(前)	2014(後)	2015
1. 模擬デブリを用いた特性の把握 福島第一の条件を考慮（高Zr, Fe/Gd含有, MCCI）し製作した模擬デブリから物性データを取得。燃料デブリ取出装置開発など関連技術開発へ反映する燃料デブリ物性リスト一次取り纏めを平成27年度末目途で実施。 ① 模擬デブリの特性評価 ・ 正方晶、単斜晶の高Zr酸化物デブリおよび主要な金属デブリとなり得るFe含有模擬デブリを作製し、その機械的性質データを取得。 ・ 福島特有事象であるコンクリートとの反応、Gd含有燃料を想定し、構造材（Fe）との複合系でのデブリ特性を把握。 ・ MCCI反応生成物の化学形態の推定、及び過去のMCCI試験の生成物に対する物性値測定を実施。（CEAとの国際協力） ② TMI-2デブリとの比較 ・ JAEA内保管のTMI-2デブリを用いた試験（3種類以上のサンプルを取得）を実施し、模擬デブリデータと比較検討する。 ③ 国際協力（共同研究）の検討 ・ 海外の研究機関と情報交換を継続し、国際協力を実施。 2. 実デブリの性状分析 ① 実デブリ分析全体フロー 実デブリ分析の全体フローを取り纏め、技術開発方針を立案する。 ② 分析要素技術の開発・改良及び受入れに関する技術課題の取り纏め 分析要素技術開発を行うとともに、実デブリ試料の分析施設受入に必要な設備・装置を抽出し、輸送条件を技術的に整理して取り纏める。 3. 燃料デブリ処置技術の開発 ① 保管に係るデブリ基礎特性の評価 保管に大きく影響する含水特性や変性挙動について検討・評価する。	模擬デブリの機械物性評価（酸化物系）			
	模擬デブリの機械物性評価（金属系）			
	11F特有の反応による生成物評価（コンクリート、Gd等）			
	MCCIに係る研究			
	準備	TMI-2デブリを用いた試験（機械的性質評価、分析試験）		
	国際協力の実施			
	検討条件の整理		実デブリ分析全体フロー立案	
	分析要素技術の検討	要素技術の開発／施設計画策定／輸送条件取り纏め		
	含水特性、変性挙動等			

取組方針

- ① 中長期的視点での人材育成
国際協力相手機関への人材派遣や実デブリ分析を含めて燃料デブリ関連研究開発を実施し、中長期的に必要な燃料デブリ関連研究に必要な人材及び分析技術者の育成に貢献する。また、関係組織が協力し若手技術者の能力向上・知見拡大に努める。
- ② 国内外の叡智の結集
プロジェクトの実施に当たっては、シビアアクシデント研究において燃料デブリ等に関する情報の蓄積のある海外機関との協力・連携を図り、その知見を反映する。
- ③ 目標達成を判断する指標の設定
以下のような項目を指標として設定する：酸化物模擬デブリサンプルを5種類（高Zr含有率正方晶・単斜晶およびCaO等添加）以上、金属模擬デブリサンプルを2種類（Zr-Feを含む合金）以上作製し、各々機械的特性データを取得。TMI-2デブリサンプルに関し3種類（クラスT、熔融プール部など）の試料を採取し、金属組織を確認した上、硬さ測定を実施。

実施体制



(3) 固体廃棄物の処理・処分に関する研究開発(平成26年度計画案)

平成26年度主要目標

1.性状把握

分析計画を明確化し、分析結果を踏まえて適宜更新を実施。
各工程処理水の分析結果や解析的な手法を用いて二次廃棄物の¹³⁷Cs以外の核種のインベントリ評価手法の検討を実施。

2.長期保管方策の検討

多核種除去設備のスラリーの安定化技術の調査・試験を実施。

3.廃棄物の処理に関する検討

多核種除去設備等二次廃棄物の処理・廃棄体化に関するデータを取得。

4.廃棄物の処分に関する検討

既存の処分概念や安全評価手法(シナリオ、モデル、パラメータ)を整理し、個々の処分概念の特徴を整理。
性状把握や処理技術の開発の促進に資するよう重要核種を抽出。

5.研究開発を進めるための検討

廃棄物の発生、保管から処理・処分まで一連の廃棄物の取扱い(廃棄物ストリーム)を策定。

取組方針

- ① 中長期的視点での人材育成
共同研究等の形態により国内外の大学・研究機関と協力して事業を実施することにより、当該機関との連携を強化し、その実施を通じて人材の育成を図る。
- ② 国内外の叡智の結集
国内外の研究機関等との共同研究や国際会議での発表により、国内外の叡智の結集を図る。また、平成24年度から原子力学会に特別専門委員会を設置している。平成26年度も研究開発課題の検討を実施する。さらに、OECD/NEAに専門家グループを設置し、諸外国の専門家から意見・アドバイスを受け、今後の計画に反映する。
- ③ 目標達成を判断する指標の設定
分析試料は50サンプル程度を実施。多核種除去設備から発生するスラリーの安定化のためコールド試験を実施し、実機適用における課題を抽出。分析結果データベースの拡張として、ガレキ伐採木データベースの作成完了。

平成26年度の実施内容

1.性状把握

核種分析を着実に進めるため、分析計画を明確にし、その計画を分析結果を踏まえて適宜更新。ガレキ、伐採木等の核種分析を継続し、場所や線量に対する核種組成の特徴を整理。試料の分析では、汚染水試料と合わせて50サンプル程度を実施し、対象核種は、平成25年度に実施した暫定評価対象核種の見直しを試行。汚染水及び処理水中の核種の分析結果および解析的な手法に基づき二次廃棄物のインベントリ評価を進める。多核種除去設備から発生する二次廃棄物のインベントリ評価に着手。第二セシウム吸着装置、多核種除去設備から発生する二次廃棄物に関するデータの収集を継続する。さらに、多核種除去設備から発生する二次廃棄物の採取分析に着手。難測定核種(⁹⁹Mo、¹²⁶Snなど)の分析フローを構築する。また、高線量廃棄物分析法(キャピラリー電気泳動法、レーザー共鳴電離質量分析法)について模擬試料を用いた試験を実施。

2.長期保管方策の検討

多核種除去設備から発生する炭酸塩及び水酸化鉄スラリーの安定化のための技術調査、技術の選定、工学試験を実施。第二セシウム吸着装置について、吸着塔容器材料の局部腐食発生の有無を評価。また、現行の水素安全対策について確認。腐ゼオライト吸着塔の塔内残留水の蒸発の評価等を実施。

3.廃棄物の処理に関する検討

多核種除去設備等から発生する二次廃棄物を中心に、種々の模擬廃棄体を作製する基礎試験を実施し、固化特性や閉じ込め性及びガス発生等に関するデータを取得。平成25年度の調査により選定した処理・廃棄体化技術に対し、処理量、減容及び安定化の効果、作製される廃棄体の特性、二次廃棄物の種類と発生量等についてより詳細に調査。

4.廃棄物の処分に関する検討

既存の処分概念や安全評価手法(シナリオ、モデル、パラメータ)の特性、違いを整理し、個々の処分概念の特徴整理。インベントリ推定に関する検討の進展を踏まえた事故廃棄物の処分の安全性を評価するための重要核種を抽出し、性状把握等において優先的に取得すべき情報としてフィードバック。

5.研究開発を進めるための検討

廃棄物の発生、保管から処理・処分まで一連の廃棄物の取扱い(廃棄物ストリーム)を廃止措置シナリオの検討と連携して検討を実施。
平成25年度に試運用を開始した分析結果データベースについて水分析結果以外の分析データへ拡張。
平成25年度に作成した事故廃棄物情報を更新。

実施工程(平成26年度)

2014(前)		2014(後)	
汚染水サンプリング	土壌サンプリング	ガレキ等サンプリング	
	水処理二次廃棄物サンプリング		
核種分析及びデータとりまとめ			
インベントリ評価		結果とりまとめ	
第二セシウム吸着装置、多核種除去設備の二次廃棄物に関するデータ収集		データとりまとめ	
分析フロー(データ取得、試験)		結果とりまとめ	
高線量廃棄物分析法(データ取得、試験)		結果とりまとめ	
多核種除去設備二次廃棄物(スラリー)の安定化のための技術調査、技術選定		結果とりまとめ	
第二セシウム吸着装置の吸着塔残留塩分洗浄試験及び水素発生に関する照射試験		腐食・水素対策評価まとめ	
セシウム吸着塔内の在留水の蒸発の評価		結果とりまとめ	
水処理二次廃棄物(スラッジ等)			
スラッジの廃棄体化基礎試験		結果とりまとめ	
ガレキ、伐採木等		多核種除去設備二次廃棄物の廃棄体化技術	
処理・廃棄体化技術調査		結果とりまとめ	
処分概念や安全評価手法に関する特徴等の整理		結果のとりまとめ	
処分の安全性を評価するための重要核種の抽出		とりまとめとフィードバック	
廃棄物ストリームの検討			
分析結果データベースについて改良		利用マニュアルの更新	
		事故廃棄物情報の更新	

実施体制

他のプロジェクトとの連携・調整

研究開発実施者

(2-①-6)燃料デブリ・炉内構造物取出工法・装置開発
(2-①-9)燃料デブリ臨界管理技術の開発、他

(新規)原子炉内燃料デブリ検知技術の開発(平成26年度計画案)

平成26年度主要目標

•極めて高い放射線環境下のため直接観察することが困難な圧力容器内の燃料・燃料デブリの位置等を非破壊で比較的早期に検出するために、宇宙線ミュオンを利用した観測が有効と考えられる。そのため、ミュオンを利用し、燃料デブリの位置を検知可能なシステム(平成28年度で識別能力30cm)を開発するため、平成26年度は小規模実証試験を実施し、識別能力1mを達成する。

平成26年度の実施内容

1. 小規模実証試験(識別能力1m程度)

- ① 高放射線環境下での検出器の設置・測定に関する事前検討
- ② 小型検出器システムを用いた小規模実証試験の実施

2. 耐放射線ミュオン検出器システムの設計製作(識別能力30cm程度)

- ① 高放射線環境下で測定可能なミュオン検出器システムの設計・製作
検出器(ドリフトチューブ)の設計・製作及びミュオンとガンマ線信号の弁別アルゴリズムを含む回路系の設計・製作。
- ② 収集データ処理における、ガンマ線弁別アルゴリズムの開発及びデブリ(ウラン)とコンクリート、鋼材を識別できるアルゴリズムの開発。
- ③ システム評価
実機の位置分解能の評価及び検出器と回路系を組み合わせた性能試験。
- ④ γ 線源を用いた耐放射線性能試験

目標:システム評価、耐放射線性能試験により、識別能力30cm程度の見込みを得る。

「ミュオン散乱法」

入口角と出口角から物質の散乱角と散乱位置を得、物質の散乱角依存を利用し、デブリを識別

「ミュオン透過法」

デブリ位置でのミュオンの吸収による透過率の相違を利用し、デブリの存在位置を識別

	実施工程(平成26年度)			
	2014(前)		2014(後)	
	1Q	2Q	3Q	4Q
小規模試験の事前検討	■		■	
検出器の設計	■		■	
回路系の設計	■		■	
検出器の製作	■		■	
回路系の製作	■		■	
ガンマ線弁別アルゴリズム開発	■		■	
デブリ識別アルゴリズム開発	■		■	
システム評価	■		■	
耐放射線性能試験	■		■	

本技術開発の成果の活用

RPV内のデブリ位置推定結果より、RPV内部調査(接続配管からのアクセス、RPV上部からのアクセス)の計画にフィードバックがかけられる。

取組方針

- ① 中長期的視点での人材育成
中長期的に人材を育成する観点から、大学等との共同研究等、連携の強化に取り組む。
- ② 国内外の観智の結集
国内外の観知を活用しつつ進める。必要な技術について、広く国内外からの導入を検討する。(専門家と連携してPJを推進する。)
- ③ 目標達成を判断する指標の設定
目標達成の判断基準となるべき指標を設定し、その達成の有無について検証する。
(目標:平成26年度小規模実証試験で識別能力1mの達成及び耐放射線システムミュオン検出器システムの設計製作では、システム評価及び耐放射線性能試験にて、識別能力30cm程度の見込みを得る。)

実施体制

研究開発実施者

他のプロジェクトとの連携・調整

- (2-①-6)燃料デブリ・炉内構造物取出工法・装置開発
- (2-①-5)原子炉圧力容器内部調査技術の開発
- (2-②-1)事故進展解析技術の高度化による炉内状況の把握

(新規) サプレッションチェンバ-等に堆積した放射性物質の非破壊検知技術の開発(平成26年度計画案)

平成26年度主要目標

サプレッションチェンバ- (以下、「S/C」とする) の補修(止水)の可否を判断するため、S/C、トラス室内等に α 核種を含有する放射性物質(以下、放射性物質)の蓄積量とリスクの相関関係の評価を行う。また、測定可能な放射性物質の最低重量(検出下限)を導出し、含有の有無が判断可能な条件を決定する。

平成26年度の実施内容

○課題：グラウト封止を計画しているS/C内等に堆積した放射性物質の含有有無を確認する手段が確立しておらず、その判断方法・計測方法の技術開発が望まれる。
中性子測定や γ 線測定により堆積した堆積物をS/C外から非破壊で検知するためには、検出性能に影響を及ぼすバックグラウンドの把握と当該堆積物の近傍へのアクセスが課題。

実施内容

1.放射性物質(α 核種)測定システムの検討

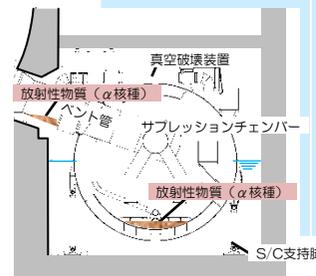
- ① S/C内等グラウト充填部位に堆積した放射性物質が存在する場合の蓄積量とリスクと相関関係の評価を行う。
- ② 放射性物質の流入シナリオを検討し、その流入シナリオに応じて最も放射性物質が存在する位置を設定する。
- ③ 放射性物質の組成に応じた放射線発生率や周辺構造による遮蔽を評価し、検出器との間の距離に対する感度等より最適な検知手法を選定。
- ④ S/C内等のバックグラウンド放射線量の評価結果より、検知手法(γ 線、中性子)ごとに放射性物質の有無を判定できる検出下限量(測定可能な最低重量)を評価。
- ⑤ 残存が許容される放射性物質の堆積量と検出下限量より、存在有無が判断可能な計測条件を決定。

堆積物の存在が想定される箇所の検討例

- ・安全弁のクエンチャ下
- ・滞留水の流入経路
- ・ペDESTAL開口部周辺方向のベント管
ダウンカマ下
- ・ベント管内

実施工程(平成26年度)

2014(前)		2014(後)	
1Q	2Q	3Q	4Q
放射性物質量とリスクの評価			
放射性物質移行評価			
放射線量の評価			
放射性物質検知手法の抽出			
		検出下限の評価	
		計測条件の決定	



取組方針

- ① 中長期的視点での人材育成
若手技術者を国内外の関連技術調査等に積極的に登用しスキルアップを図る。
- ② 国内外の叢智の結集
海外機関が保有している検知技術やロボット技術を活用していく。
- ③ 目標達成を判断する指標の設定
S/C内等に堆積した放射性物質をS/C外部から非破壊で測定することが、技術的実現可能かの評価を完了する。
目標達成の判断基準となるべき指標を設定し、その達成の有無について検証する。

実施体制

研究開発実施者



他のプロジェクトとの連携・調整

デブリ物性

- (2-③-1) 模擬デブリを用いた特性の把握
- (2-③-2) 実デブリの性状分析
- (2-③-4) デブリに係る計量管理方策の構築

アクセス装置技術

- (2-①-2) 格納容器漏えい箇所特定技術の開発
- (2-①-3) 格納容器補修技術の開発
- (2-①-4) 格納容器内部調査技術の開発

- 平成25年度「汚染水処理対策技術検証事業」に係る補助事業者の公募のご案内

平成25年度補正予算「汚染水処理対策技術検証事業」に係る補助事業者の公募のご案内

三菱総合研究所
2014.3.24

MRIニュース

株式会社三菱総合研究所は、資源エネルギー庁から選定されて「廃炉・汚染水対策事業」の事務局業務を実施しております。本事業は、「廃炉・汚染水対策事業費補助金交付規程」に基づき、廃炉・汚染水対策に資する技術の開発を支援する事業に対する助成を行い、これにより我が国の科学技術の水準の向上及び廃炉・汚染水対策を円滑に進めることを目的としています。

このたび、平成25年度補正予算「汚染水処理対策技術検証事業」を実施する補助事業者を、以下の要領で広く募集します。なお、応募に際しては、[公募要領](#)も併せてご確認下さい。

平成25年度補正予算「汚染水処理対策技術検証事業」に係る補助事業者の公募に関して

1. 事業の目的

東京電力(株)福島第一原子力発電所1～4号機(以下「福島第一原発」という。)における汚染水対策については、平成25年12月10日に、汚染水処理対策委員会にて「東京電力(株)福島第一原子力発電所における予防的・重層的な汚染水処理対策～総合的リスクマネジメントの徹底を通じて～」([概要](#):2.6MB、[本文](#):105MB)が取りまとめられ、これを受けて、同年12月20日に政府として、「東京電力(株)福島第一原子力発電所における廃炉・汚染水問題に対する追加対策」([概要](#):0.3MB)が取りまとめられたところです。

追加対策においては、効果が期待されるが、活用するに当たって確認・検証が必要な技術のうち、技術的に難易度が高いものについて、技術の検証を進めていくこととしており、

今回、本事業においては、「2. 公募対象事業」に記載する技術の検証を行います。なお、「2. 公募対象事業」に記載する技術以外についても、今後、技術の検証を行う可能性があります。

2. 公募対象事業

(1) 海水浄化技術検証事業 ([別紙1\(1\)](#))

現在、福島第一原発の港湾外や港湾口における放射性物質濃度は、低いレベルにとどまっているものの、港湾内の1～4号機取水路前の一部のエリアでは、濃度が一定濃度以下に低下しない状況にあることにかんがみ、海水中における、主として放射性セシウム、放射性ストロンチウム等の浄化技術について、その除去性能を検証するため、実証試験を行います。

(2) 土壌中放射性物質捕集技術検証事業 ([別紙1\(2\)](#))

福島第一原発における汚染水の漏えいを踏まえ、一定以上の塩化物イオン濃度下(200ppm以上)における、土壌中の放射性物質(主として放射性ストロンチウム)捕集技術の捕集性能を検証するため、実証試験を行います。

(3) 汚染水貯蔵タンク除染技術検証事業 ([別紙1\(3\)](#))

福島第一原発サイト内では、ボルト締め型タンクから、溶接型タンクへのリプレイスを順次実施しますが、解体作業における作業員の被ばくを低減する観点から、複雑な構造を有する、ボルト締め型タンクにおいて、内部に貯留する汚染水を排水し、解体する前の作業として行う除染作業について、除染性能を検証するため、実証試験を行います。

(4) 無人ボーリング技術検証事業 ([別紙1\(4\)](#))

福島第一原発内では、今後もボーリング工事が必要不可欠であるところ、ボーリング作業時における作業員の被ばくを低減させる観点から、高線量下での無人ボーリング性能を検証するため、実証試験を行います。

3. 事業実施期間

契約締結日～平成27年3月31日

4. 応募手続き

(1) 募集期間

募集開始日：平成26年3月24日(月)

締切日：平成26年5月19日(月)日本時間正午必着

(2)説明会の開催

開催日時：4月上旬頃、インターネット上で国内外向けの説明会を予定しております。

具体的な内容は、別途、ホームページで告知します。

(3)応募書類等

[公募要領](#)を参照ください。

5. 審査・採択、補助対象経費、補助金交付手続き、等について

[公募要領](#)を参照ください。

6. 問い合わせ先

〒100-0014 東京都千代田区永田町 2-10-3 株式会社三菱総合研究所

科学・安全政策研究本部 廃炉・汚染水対策事業事務局

担当：滝沢、佐藤

電話：03-6705-6158 FAX：03-5157-2145

E-mail：hairo-jimu@mri.co.jp

公募内容に関するお問い合わせは電子メール又はFAXでお願いします。電話でのお問い合わせは受付できません。

循環注水冷却スケジュール

分野名	括り	作業内容	これまで一ヶ月の動きと今後一ヶ月の予定	2月		3月				4月				5月	6月	備考			
				23	2	9	16	23	30	6	13	下	上	中	下		前	後	
循環注水冷却	原子炉関連	循環注水冷却	<p>(実績)</p> <ul style="list-style-type: none"> 【共通】循環注水冷却中(継続) 【2号】FDW系への100%流量乗せ替え試験 (2/6~2/28) 【2号】タービン建屋内炉注水ポンプ(A)(B)電源停止 (2/26,3/12) 【1号】タービン建屋内炉注水ポンプ(A)(B)電源停止 (3/14) 【3号】タービン建屋内炉注水ポンプ(A)(B)電源停止 (3/17) 【1~3号】高台炉注水ポンプ電源停止 (3/18,19) 	<p>【1, 2, 3号】循環注水冷却(滞留水の再利用)</p> <p>【2号】FDW系への100%流量乗せ替え試験</p> <p>【2号】タービン建屋内炉注水ポンプ(A)(B)電源停止 2号T/B内炉注水ポンプ用動力盤点検に伴う設備停止</p> <p>【2号】タービン建屋内炉注水ポンプ(A)(B)電源停止 2号T/B内炉注水設備信頼性向上対策工事に伴う設備停止</p> <p>【1号】タービン建屋内炉注水ポンプ(A)(B)電源停止 1号T/B内炉注水設備信頼性向上対策工事に伴う設備停止</p> <p>【3号】タービン建屋内炉注水ポンプ(A)(B)電源停止 3号T/B内炉注水設備信頼性向上対策工事に伴う設備停止</p> <p>【1~3号】高台炉注水ポンプ電源停止 高台炉注水設備信頼性向上対策工事に伴う設備停止</p>	<p>原子炉・格納容器内の崩壊熱評価、温度、水素濃度に応じて、また、作業等に必要な条件に合わせて、原子炉注水流量の調整を実施</p>														
		循環注水冷却設備の信頼性向上対策	<p>(実績)</p> <ul style="list-style-type: none"> 【共通】CST炉注水ラインの信頼性向上対策 - 3号CSTを水源として1~3号CST炉注水ラインを運用中(継続) 	<p>現場作業</p>	<p>3号CSTを水源として1~3号機の運用中</p>														
		1号機緊急用原子炉注水点の設置	<p>(実績)</p> <ul style="list-style-type: none"> 対策検討・設計 	<p>検討・設計・現場作業</p>	<p>機器手配</p>														H26年度中に現地設置
		新規項目追加 2号機RPV底部温度計修理	<p>(予定)</p> <ul style="list-style-type: none"> 【2号】RPV底部温度計の交換 	<p>検討・設計・現場作業</p>	<p>引き抜き方法検討・訓練装置製作・引き抜き訓練</p> <p>現場調査</p> <p>温度検出器挿入方法検討・挿入訓練</p> <p>温度検出器引き抜き(準備作業含む)</p> <p>温度検出器挿入</p>														詳細工程については調整中。
		海水腐食及び塩分除去対策	<p>(実績)</p> <ul style="list-style-type: none"> CST室素注入による注水溶存酸素低減(継続) ヒドラジン注入開始(8/29~) 	<p>現場作業</p>	<p>CST室素注入による注水溶存酸素低減</p> <p>ヒドラジン注入開始</p>														
原子炉格納容器関連	室素充填	<p>(実績)</p> <ul style="list-style-type: none"> 【1号】サブプレッションチャンパへの室素封入 - 連続室素封入へ移行(9/9~)(継続) ・非常用室素ガス分離装置本格点検(3/12~3/20) ・室素ガス分離装置(A)電源停止(3/24,25) <p>(予定)</p> <ul style="list-style-type: none"> ・室素ガス分離装置(B)電源停止(3/26,27) 	<p>検討・設計・現場作業</p>	<p>【1, 2, 3号】原子炉格納容器 室素封入中</p> <p>【1, 2, 3号】原子炉压力容器 室素封入中</p> <p>【1号】サブプレッションチャンパへの室素封入</p> <p>追加 非常用室素ガス分離装置本格点検</p> <p>室素ガス分離装置(A)電源停止 電源盤点検に伴う電源停止</p> <p>室素ガス分離装置(B)電源停止 電源盤点検に伴う電源停止</p>															

略語の意味
CS: 炉心スプレイ系
FDW: 給水系
CST: 復水貯蔵タンク
RPV: 原子炉压力容器
PCV: 原子炉格納容器
TIP: 移動式炉心内計測装置

循環注水冷却スケジュール

分野名	括り	作業内容	これまで一ヶ月の動きと今後一ヶ月の予定	2月		3月						4月				5月			6月	備考			
				23	2	9	16	23	30	6	13	下	上	中	下	前	後						
原子炉格納容器関連	PCVガス管理	(実績) ・【共通】PCVガス管理システム運転中(継続)	現場作業	【1, 2, 3号】継続運転中																			
	PCV内部調査	(実績) ・【2号】常設監視計器再設置 - 対策検討(継続) - 引掛り解消工法の検討(継続) ・【3号】PCV内部調査・常設監視計器設置 - PCV内部調査の実施方針検討(継続)	検討・設計・現場作業	【2号】常設監視計器再設置 対策検討 引掛り解消工法の検討(モックアップ) ・ 習熟訓練 【3号】PCV内部調査・常設監視計器設置 実施方針検討 調査装置設計・製作 X-53ベネ調査 現場準備・再設置 工程調整中																			・2号機 常設監視計器再設置 ・引掛り解消による再設置が不可だった場合、現状の計器を引き抜き、予備計器の設置に移行する。(H26.6以降) ・2号機RPV底部温度計修理作業と同一メーカー(設計部署)であること、また、一部エリア干渉が発生することから、当該工事完了後に工程を変更する。(4月上旬 5月下旬) ・3号R/B1階(北西エリア)の除染後(H26.3末)に現場調査を行い実施方針を決定。 ・現場調査(H26.4)後、仕様確定
使用済燃料プール関連	使用済燃料プール循環冷却	(実績) ・【共通】循環冷却中(継続) ・【3号】冷却塔散布水停止に伴う影響調査(2/26~3/18) ・【4号】一次系電動弁点検(系統全停)(3/10~3/11) 遠隔監視信頼性向上工事(系統全停)(3/10) ・【1号】排気筒落下物防護対策工事(系統全停)(3/14~3/24) ・【1号】遠隔監視信頼性向上工事(系統全停)(3/19, 3/20) 操作接点入力デジタル記録計への追加 (予定) ・【2, 3号】遠隔監視信頼性向上工事(系統全停)(4月中旬~下旬予定; 工程調整中)	現場作業	【1, 2, 3, 4号】循環冷却中 【3号】冷却塔散布水停止に伴う影響調査 【4号】電動弁点検他(系統全停) 追加 【4号】遠隔監視信頼性向上工事(系統全停) 【1号】排気筒落下物防護対策工事(系統全停) 【1号】遠隔監視信頼性向上工事(系統全停) 【2, 3号】遠隔監視信頼性向上工事(系統全停) 追加 【2, 3号】遠隔監視信頼性向上工事(系統全停) 工程調整中																			・【2, 3号】遠隔監視信頼性向上工事(系統全停) 冷却系の設備点検と合わせて実施を検討中であり、系統全停時期について、工程調整中。
	使用済燃料プールへの注水冷却		現場作業	【1, 2, 3, 4号】蒸発量に応じて、内部注水を実施 【1, 3, 4号】コンクリートポンプ車等の現場配備																			
	海水腐食及び塩分除去対策(使用済燃料プール薬注&塩分除去)	(実績) ・【共通】プール水質管理中(継続)	検討・設計・現場作業	【1, 2, 3, 4号】ヒドラジン等注入による防食 【1, 2, 3, 4号】プール水質管理																			

福島第一・2号機
RPV底部温度計(TE-2-3-69R)故障に伴う
冷却状態の監視にかかる対応について

平成26年3月27日
東京電力株式会社



東京電力

概要

- 2号機のRPV底部温度計(TE-2-3-69R)の故障事象に伴い、当該温度計を監視対象から除外した。
現在、RPV底部温度計(TE-2-3-69R)の交換に向けて、準備を進めているところ。
- RPV底部温度計(TE-2-3-69R)の故障事象は発生したが、RPV底部温度を測定可能な温度計(TE-2-3-69H3)で監視可能
- 万が一、TE-2-3-69H3が指示不良(故障等)に至った場合の対応方針について整理

実施計画における考え方

< II 2.9 原子炉压力容器内・原子炉格納容器内監視計測器 >

■ 原子炉压力容器・原子炉格納容器内温度計の複数故障

- 原子炉压力容器・原子炉格納容器内温度計は複数有り，故障時には故障した温度計を除外し，他の温度計で監視を行う。
- 全ての温度計が故障により機能喪失した場合には，他の関連計器を監視することにより原子炉压力容器内・原子炉格納容器内の冷却状態の監視を行うとともに，復旧に努める。

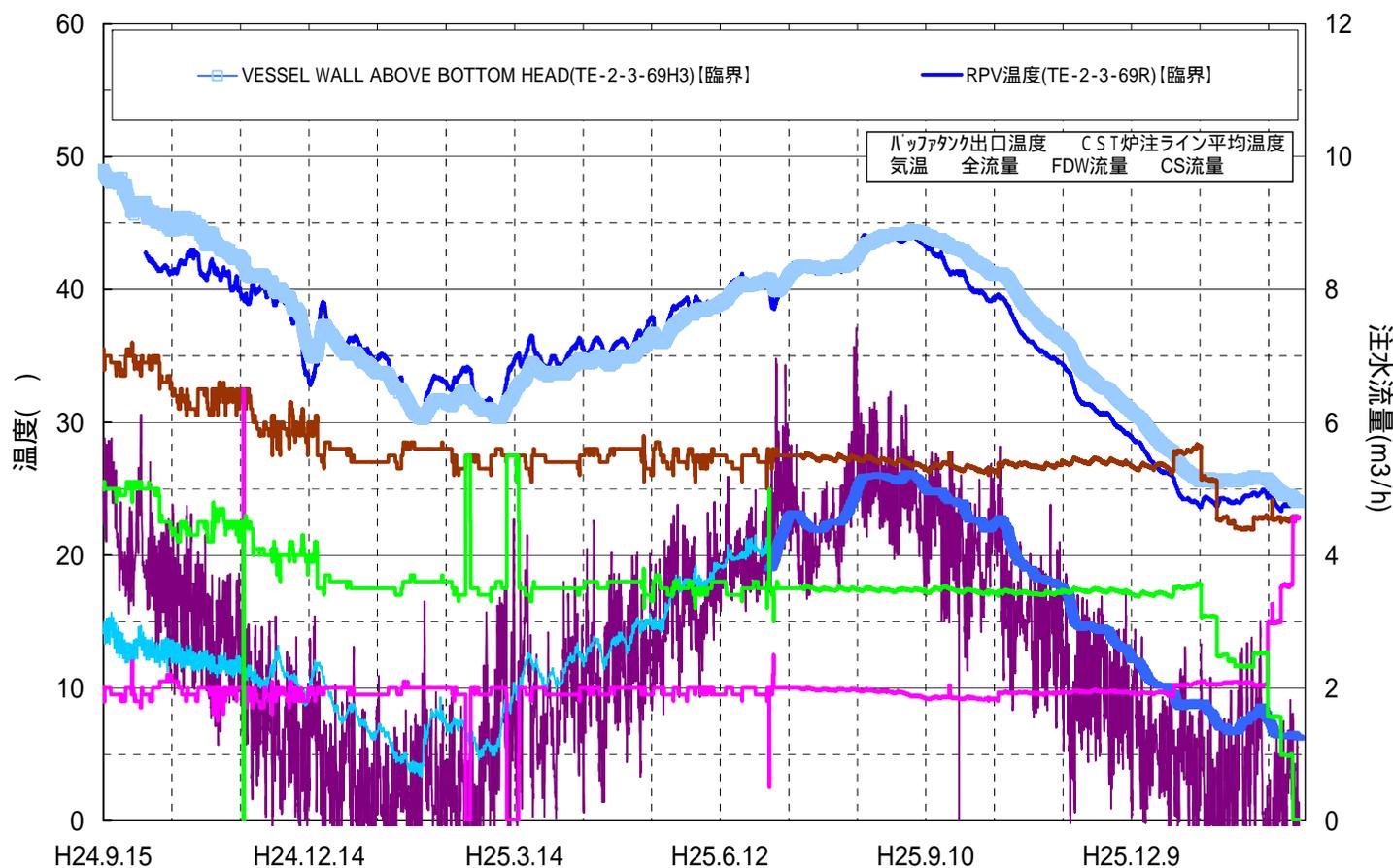
■ 監視機能喪失事象に対する評価

- 監視機能喪失により，原子炉压力容器内・原子炉格納容器内の状態把握が困難となるが，監視機能であり，原子炉压力容器内・原子炉格納容器内の状態に直接的な影響を与えるものではない。
- また，原子炉への注水量の減少操作など原子炉压力容器内・原子炉格納容器内の状態を変化させる操作を実施しないこと，必要な注水量が確保されていることを確認することにより，原子炉压力容器内・原子炉格納容器内の状態を把握することが可能である。

TE-2-3-69H3による監視

■RPV底部温度計(TE-2-3-69R)の故障事象は発生したが、RPV底部温度を測定可能な温度計(TE-2-3-69H3)で監視可能

- 原子炉の冷却状態は、温度計の本数によらず、その他のパラメータ(監視補助計器・温度上昇時監視計器等)とあわせて、総合的に評価している。
- 注水量の変更や注水温度の変化に応じた挙動を示していることから、RPV底部温度の監視温度計として、炉内の冷却状態を反映した挙動を示している。



TE-2-3-69H3が正しい値を示さなくなった場合

- TE-2-3-69H3の指示値が一時的な指示不良等により80 を超過した場合には、運転上の制限の逸脱とは見なさないことから、以下に示す着目点を参考に、LCOの判断を行う。

- 具体的には、至近の監視補助計器、温度上昇時監視計器の推移から原子炉の冷却状態に異常がなく、実際のRPV底部温度は80 を超過していないことを評価する。

< 着目点 >

- 上昇に転じている時刻
- 指示値の上昇率
- 注水量の変化に対する変動
- 気温や天候の変化に対する変動
- 原子炉格納容器雰囲気温度
- ドライウェル圧力
- 原子炉格納容器ガス管理設備排気温度
- 原子炉格納容器ガス管理設備フィルタユニット表面放射線量
- 排気フィルタ出口放射性物質濃度(ダスト)
- 原子炉格納容器ガス管理設備排気希ガス濃度
- 原子炉建屋から大気中への放射性物質の放出量
- 原子炉圧力容器上部各部温度
- 原子炉格納容器上部(ベローシール)温度
- サプレッションプール水温

- 信頼性評価の結果、TE-2-3-69H3が監視対象除外となった場合には、上記の着目点を参考に、原子炉の冷却状態に異常がないことの評価を行う。(LCO判断の評価に準ずる)

【参考】監視補助計器・温度上昇時監視計器一覧

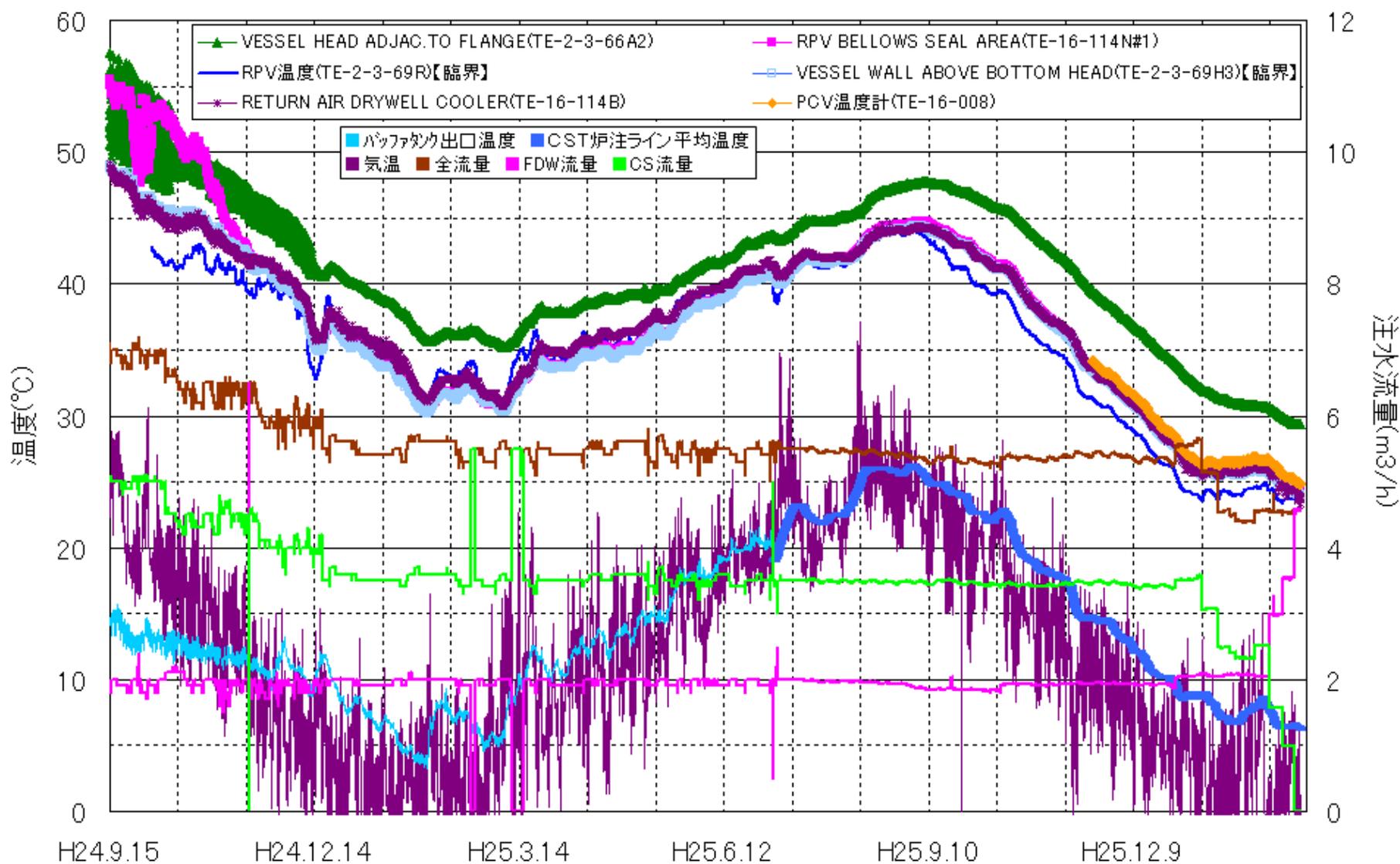
表1 監視補助計器一覧

No.	計器名
1	原子炉压力容器圧力
2	原子炉格納容器圧力
3	原子炉压力容器水位
4	原子炉格納容器水位
5	原子炉格納容器ガス管理設備 気体状放射性物質濃度(ダスト)
6	原子炉格納容器ガス管理設備 気体状放射性物質濃度(長半減期希ガス)

表2 温度上昇時監視計器一覧

No.	計器名
1	原子炉格納容器ガス管理設備排気温度
2	原子炉格納容器ガス管理設備 フィルタユニット表面放射線量
3	原子炉建屋排気ダスト濃度
4	原子炉压力容器上部各部温度
5	原子炉格納容器上部(ベローシール)温度
6	サプレッションプール水温度

【参考】RPV温度, PCV温度



【参考】RPV底部温度計(TE-2-3-69R)交換作業の概略工程

【作業クリティカル】

- 工場内モックアップ装置の組み立て：温度計挿入配管の模擬装置
- 習熟訓練（引き抜き・挿入）

【作業リスク】

- 既設温度計の固着による引き抜き困難・損傷
- 既設温度計引き抜き時の高線量物質の付着による過剰な作業員被爆

作業項目	場所	1ヶ月	2ヶ月	3ヶ月
既設温度計の引き抜き	工場	モックアップ装置組立て	訓練	
	現地	調達・現場調査(線量等)	作業	
新設温度計の挿入	工場		訓練	
	現地			作業

2号機RPV底部温度計（TE-2-3-69R） の交換作業の概要について

平成26年3月27日

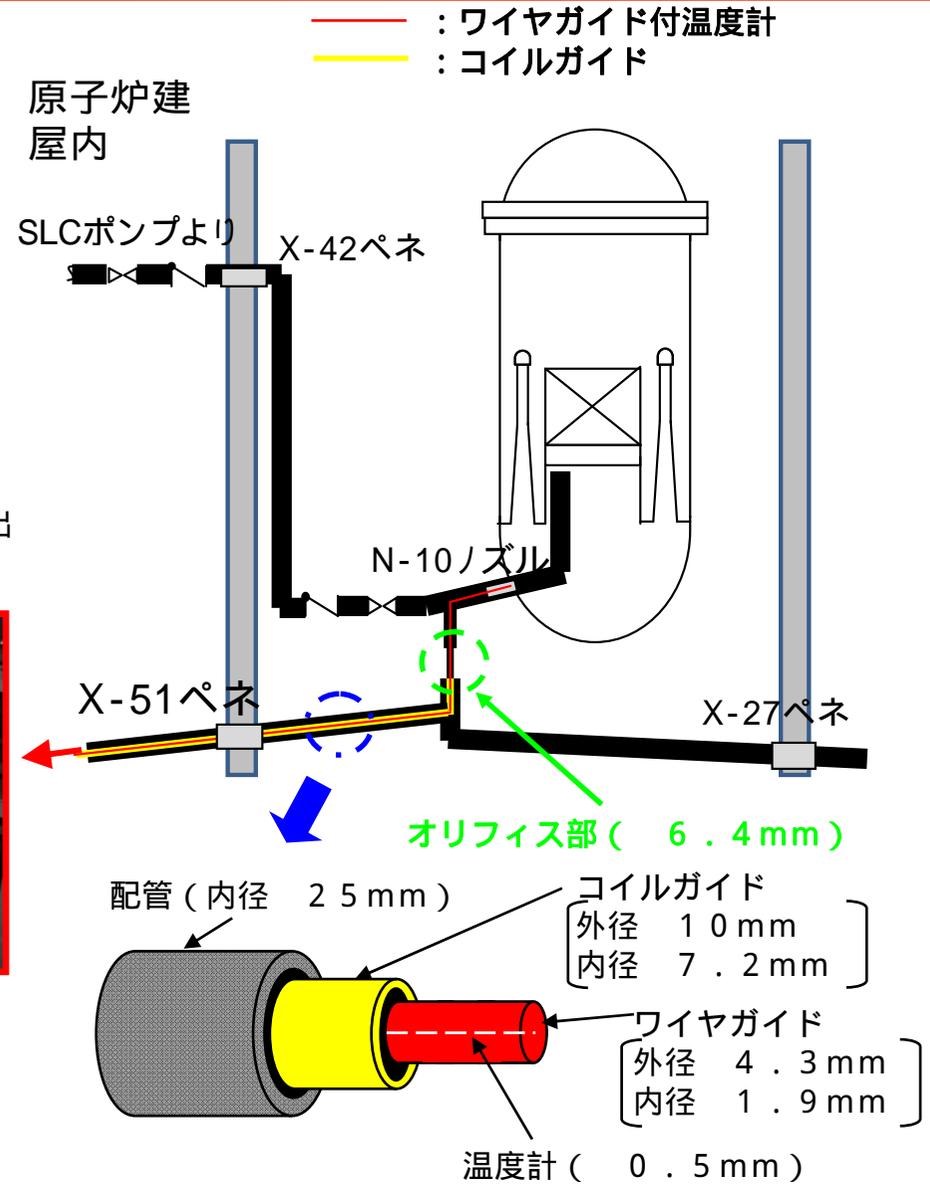
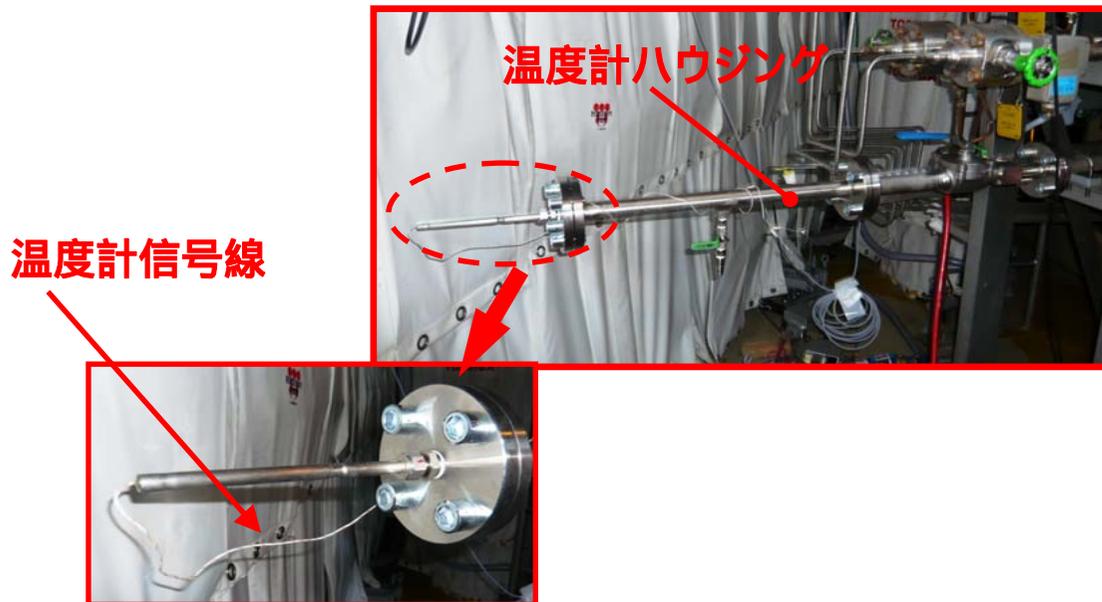
東京電力株式会社

1 . 設備概要

設備概要

温度計の設置状況は下記の通り

- ・ コイルガイド
X-51ペネより最初のT分岐を越えて、オリフィス部の手前まで設置
- ・ ワイヤガイド付温度計
X-51ペネよりコイルガイドの内部を通り、N-10ノズルノズルまで設置
コイルガイド：最初のT分岐でX-27ペネ側へ進まないように温度検出器の進路を制限するためのガイド管



2号機 TE - 2 - 3 - 69 R設置概略図

2. 現場作業の概要

既設温度計の引抜き

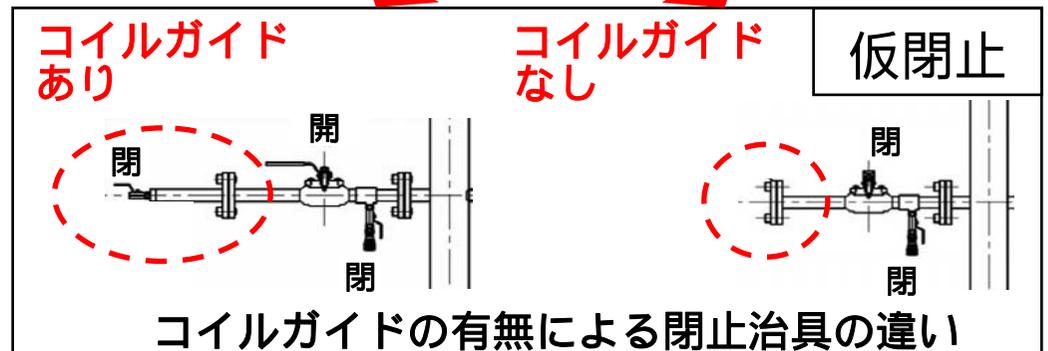
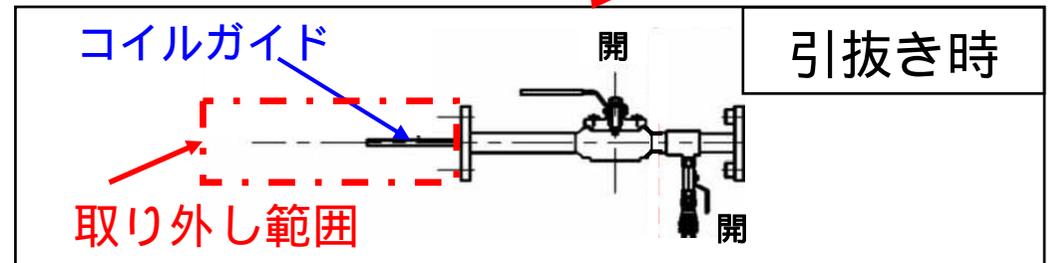
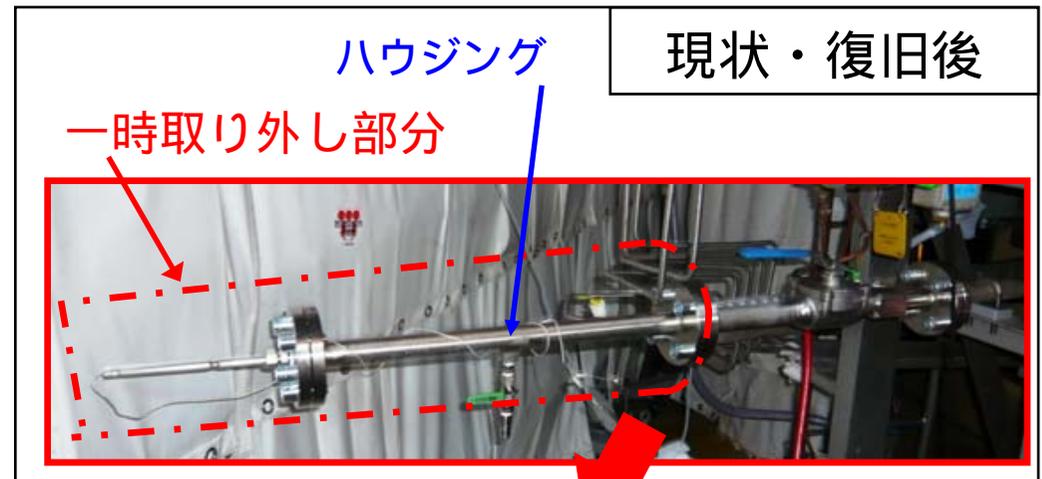
- ハウジングを一時的に取外す。
- ワイヤガイド付温度計を引抜く。
 - ✓コイルガイドの引抜き・交換は検討中
- 仮閉止治具を取付ける。
 - ✓温度計引抜き後～挿入までの間は仮閉止治具を取付ける。

新規温度計の挿入

- 温度計引抜き時の状態を反映した挿入訓練を行う。
- 仮閉止治具を取外す。
- ワイヤガイド付温度計を挿入する。
 - ✓コイルガイドを引抜いた場合は、コイルガイドを最初に挿入する。
- 取外したハウジングを復旧する。

その他

- 温度計引抜き・挿入はN 2 封入にて炉側からの漏洩が無い様に実施する。



【参考】RPV底部温度計（TE-2-3-69R）交換作業の概略工程（案）

【作業クリティカル】

- 工場内モックアップ装置の組み立て：温度計挿入配管の模擬装置
- 習熟訓練（引き抜き・挿入）

作業項目	場所	3月	4月	5月
既設温度計の引抜き	工場	モックアップ装置組立て	訓練	
	現地	調達・現場調査(線量等)	作業	
新規温度計の挿入	工場		訓練	
	現地		挿入訓練の一部実施を検討中	作業

注) 作業工程は現在検討中であり、作業日を確定したものではありません



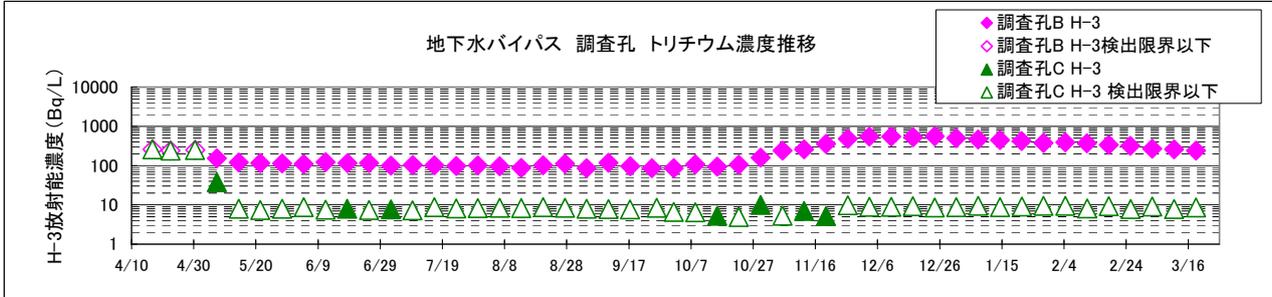
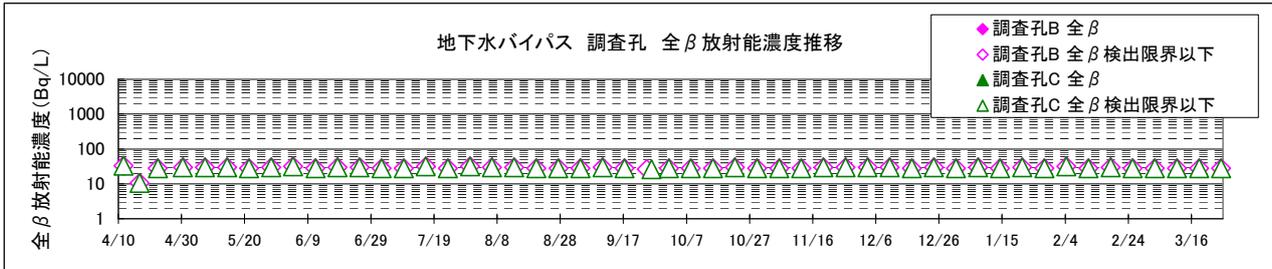
滞留水処理 スケジュール

分野	活り	作業内容	これまで一ヶ月の動きと今後一ヶ月の予定		2月					3月					4月					5月		6月		備考
			23	2	9	16	23	30	6	13	20	27	4	11	18	25	1	8	15	22	29			
中長期課題		トレンチから建屋への地下水流入抑制 (実績) ・HTI連絡ダクト内の地下水流入抑制工事(地盤改良) ・1号コントロールケーブルダクト 上部地盤掘削 (予定) ・HTI連絡ダクト内の地下水流入抑制工事(地盤改良) ・1号コントロールケーブルダクト 上部地盤掘削	現場作業	HTI連絡ダクト内の地下水流入抑制工事(地盤改良等)		建屋内の地下水流入抑制工事					ケーブル損傷に伴う工程変更					HTI連絡ダクト閉塞						・HTI連絡ダクト内の地下水流入抑制工事(地盤改良) (3月末より4月初旬に延伸) ・1号コントロールケーブルダクト 建屋貫通部止水 (3月初旬より3月末に延伸) ・1号コントロールケーブルダクト 本設止水壁設置等 (3月中旬より4月初旬に延伸) 上記2つの作業については電源ケーブル損傷に伴う 工程変更 HTI連絡ダクト閉塞: H26年6月末 完了予定		
			設計	詳細設計(水位管理計画・施工計画等)		ガレキ等支障物撤去					詳細設計反映による変更											・ガレキ等支障物撤去については現場確認等を踏まえ、 実施範囲の確定分について工程を反映した。 (変更前3月末 変更後5月末) ・地質調査についてはコンタミ防止対策の策定に伴い、 工程の延伸となった。 (変更前3月末 変更後5月中旬)		
			現場作業	地層調査		試掘・配管基礎設置																		
			現場作業	準備工事(ガレキ等支障物撤去、地質調査、試掘・配管基礎設置)																				
		凍土遮水壁 (実績) ・凍土遮水壁 概念設計(平面位置・深度等) ・現地調査・測量 (予定) ・凍土遮水壁 詳細設計(水位管理計画・施工計画等) ・準備工事(ガレキ等支障物撤去、地質調査、試掘・配管基礎設置)	設計	詳細設計(水位管理計画・施工計画等)		ガレキ等支障物撤去					詳細設計反映による変更											・ガレキ等支障物撤去については現場確認等を踏まえ、 実施範囲の確定分について工程を反映した。 (変更前3月末 変更後5月末) ・地質調査についてはコンタミ防止対策の策定に伴い、 工程の延伸となった。 (変更前3月末 変更後5月中旬)		
			現場作業	地層調査		試掘・配管基礎設置																		
			現場作業	準備工事(ガレキ等支障物撤去、地質調査、試掘・配管基礎設置)																				
			現場作業	準備工事(ガレキ等支障物撤去、地質調査、試掘・配管基礎設置)																				
		処理水受タンク増設 (実績) ・追加設置検討(Jエリア造成・排水路検討、タンク配置) ・敷地南側エリア(Jエリア)準備工事 ・J1エリアタンク設置(溶接型タンク) ・Dエリアタンクリプレース準備工事(残水処理、タンク撤去) ・G7エリア準備工事 (予定) ・追加設置検討(Jエリア造成・排水路検討、タンク配置) ・敷地南側エリア(Jエリア)準備工事 ・J1エリアタンク設置(溶接型タンク) ・Dエリアタンクリプレース準備工事(タンク撤去、基礎工事) ・G7エリア準備工事 ・G7エリアタンク設置工事(溶接型タンク)	設計	タンク追加設置検討		敷地南側エリア(Jエリア) J2、3エリア準備工事中					実績の反映及び詳細工程の反映					新規追加						J1エリアタンク増設(97,000t)のうち、27,000t 設置済(~2/22) 使用前検査については調整中 J1エリア造成H25.9末造成完了 J1エリアタンク設置工事H26.6竣工予定 3月分の実績反映。ALPS停止により、3月下旬の計画 延期中。4月分の計画を詳細工程確定により振り分け。 J2エリア工事との干渉のため、一部を5月以降 に後ろ倒し。 4/17水切り開始予定 G7エリアタンク設置工事H26.6末竣工予定		
			現場作業	タンク追加設置検討		敷地南側エリア(Jエリア) J2、3エリア準備工事中					実績の反映及び詳細工程の反映					新規追加						J1エリアタンク増設(97,000t)のうち、27,000t 設置済(~2/22) 使用前検査については調整中 J1エリア造成H25.9末造成完了 J1エリアタンク設置工事H26.6竣工予定 3月分の実績反映。ALPS停止により、3月下旬の計画 延期中。4月分の計画を詳細工程確定により振り分け。 J2エリア工事との干渉のため、一部を5月以降 に後ろ倒し。 4/17水切り開始予定 G7エリアタンク設置工事H26.6末竣工予定		
			現場作業	タンク追加設置検討		敷地南側エリア(Jエリア) J2、3エリア準備工事中					実績の反映及び詳細工程の反映					新規追加						J1エリアタンク増設(97,000t)のうち、27,000t 設置済(~2/22) 使用前検査については調整中 J1エリア造成H25.9末造成完了 J1エリアタンク設置工事H26.6竣工予定 3月分の実績反映。ALPS停止により、3月下旬の計画 延期中。4月分の計画を詳細工程確定により振り分け。 J2エリア工事との干渉のため、一部を5月以降 に後ろ倒し。 4/17水切り開始予定 G7エリアタンク設置工事H26.6末竣工予定		
			現場作業	タンク追加設置検討		敷地南側エリア(Jエリア) J2、3エリア準備工事中					実績の反映及び詳細工程の反映					新規追加						J1エリアタンク増設(97,000t)のうち、27,000t 設置済(~2/22) 使用前検査については調整中 J1エリア造成H25.9末造成完了 J1エリアタンク設置工事H26.6竣工予定 3月分の実績反映。ALPS停止により、3月下旬の計画 延期中。4月分の計画を詳細工程確定により振り分け。 J2エリア工事との干渉のため、一部を5月以降 に後ろ倒し。 4/17水切り開始予定 G7エリアタンク設置工事H26.6末竣工予定		
		主トレンチ(海水配管トレンチ)他の汚染水処理 (実績) ・分岐トレンチ他削孔・調査(2、3号) ・主トレンチ(海水配管トレンチ)浄化 設計・検討(2、3号) ・主トレンチ(海水配管トレンチ)止水・充填 設計・検討(2、3号) ・主トレンチ(海水配管トレンチ)内カメラ確認(2号) ・分岐トレンチ(電源ケーブルトレンチ(海水配管基礎部)止水・充填 工事(2号) ・地下水移送(1-2号取水口間) (予定) ・主トレンチ(海水配管トレンチ)浄化 設計・検討(2、3号) ・主トレンチ(海水配管トレンチ)止水・充填 設計・検討(2、3号) ・主トレンチ(海水配管トレンチ)凍結管設置削孔(2号)、カメラ確認(3号) ・地下水移送(1-2号取水口間) ・地下水移送(3-4号取水口間) ・地下水移送(2-3号取水口間)	設計	主トレンチ(海水配管トレンチ) 止水・充填 設計・検討(2、3号)		主トレンチ(海水配管トレンチ) 浄化設備敷設工事(2、3号)					2号機凍結運転					現場状況に伴う追加						平成25年12月13日付 切替用吸着塔 検査終了 (原規福発第1312131,1312132) 平成26年2月3日付 管、吸着塔 検査終了 (原規福発第140131,1,140131,2) 2号機立坑Aにおけるカメラ観測の結果、支障物等が 無いことを確認 2号機 6月頃凍結完了予定 引き続きトレンチ内の水抜きを実施予定 2号機立坑A削孔完了本数: 20本/24本(3/24時点) 2号機開削ダクト削孔完了本数: 2本/24本(3/24時点) 3号機立坑Dについては、削孔箇所支障物を 確認したため、撤去を追加 上記撤去の追加に伴い、凍結管等の削孔作業開始 時期を変更(開始日 3月9日 → 4月1日) 3号機 8月頃凍結完了予定 2-3間については、4m3/日の地下水移送を継続実 施。3-4間の地下水移送については他の対策を踏ま えて検討中。		
			現場作業	主トレンチ(海水配管トレンチ) 止水・充填 設計・検討(2、3号)		主トレンチ(海水配管トレンチ) 浄化設備敷設工事(2、3号)					2号機凍結運転					現場状況に伴う追加						平成25年12月13日付 切替用吸着塔 検査終了 (原規福発第1312131,1312132) 平成26年2月3日付 管、吸着塔 検査終了 (原規福発第140131,1,140131,2) 2号機立坑Aにおけるカメラ観測の結果、支障物等が 無いことを確認 2号機 6月頃凍結完了予定 引き続きトレンチ内の水抜きを実施予定 2号機立坑A削孔完了本数: 20本/24本(3/24時点) 2号機開削ダクト削孔完了本数: 2本/24本(3/24時点) 3号機立坑Dについては、削孔箇所支障物を 確認したため、撤去を追加 上記撤去の追加に伴い、凍結管等の削孔作業開始 時期を変更(開始日 3月9日 → 4月1日) 3号機 8月頃凍結完了予定 2-3間については、4m3/日の地下水移送を継続実 施。3-4間の地下水移送については他の対策を踏ま えて検討中。		
			現場作業	主トレンチ(海水配管トレンチ) 止水・充填 設計・検討(2、3号)		主トレンチ(海水配管トレンチ) 浄化設備敷設工事(2、3号)					2号機凍結運転					現場状況に伴う追加						平成25年12月13日付 切替用吸着塔 検査終了 (原規福発第1312131,1312132) 平成26年2月3日付 管、吸着塔 検査終了 (原規福発第140131,1,140131,2) 2号機立坑Aにおけるカメラ観測の結果、支障物等が 無いことを確認 2号機 6月頃凍結完了予定 引き続きトレンチ内の水抜きを実施予定 2号機立坑A削孔完了本数: 20本/24本(3/24時点) 2号機開削ダクト削孔完了本数: 2本/24本(3/24時点) 3号機立坑Dについては、削孔箇所支障物を 確認したため、撤去を追加 上記撤去の追加に伴い、凍結管等の削孔作業開始 時期を変更(開始日 3月9日 → 4月1日) 3号機 8月頃凍結完了予定 2-3間については、4m3/日の地下水移送を継続実 施。3-4間の地下水移送については他の対策を踏ま えて検討中。		
			現場作業	主トレンチ(海水配管トレンチ) 止水・充填 設計・検討(2、3号)		主トレンチ(海水配管トレンチ) 浄化設備敷設工事(2、3号)					2号機凍結運転					現場状況に伴う追加						平成25年12月13日付 切替用吸着塔 検査終了 (原規福発第1312131,1312132) 平成26年2月3日付 管、吸着塔 検査終了 (原規福発第140131,1,140131,2) 2号機立坑Aにおけるカメラ観測の結果、支障物等が 無いことを確認 2号機 6月頃凍結完了予定 引き続きトレンチ内の水抜きを実施予定 2号機立坑A削孔完了本数: 20本/24本(3/24時点) 2号機開削ダクト削孔完了本数: 2本/24本(3/24時点) 3号機立坑Dについては、削孔箇所支障物を 確認したため、撤去を追加 上記撤去の追加に伴い、凍結管等の削孔作業開始 時期を変更(開始日 3月9日 → 4月1日) 3号機 8月頃凍結完了予定 2-3間については、4m3/日の地下水移送を継続実 施。3-4間の地下水移送については他の対策を踏ま えて検討中。		
		地下貯水槽からの漏えい対策 (実績) ・モニタリング ・漏洩範囲拡散防止対策(No.1、2、3地下貯水槽) ・地下貯水槽内の残水移送(No.2地下貯水槽) ・汚染土掘削処理のうち漏洩範囲調査(No.1地下貯水槽) (予定) ・モニタリング ・漏洩範囲拡散防止対策(No.1、2、3地下貯水槽) ・地下貯水槽内の残水移送(No.2地下貯水槽) ・汚染土掘削処理のうち漏洩範囲調査(No.1地下貯水槽)	設計	モニタリング、漏洩範囲拡散防止対策		モニタリング、漏洩範囲拡散防止対策					移送先決定に伴う追加記載											地下貯水槽浮き上り対策については、2/7に完了。 移送先:H1東タンク、H1タンク 汚染範囲について調査中。汚染範囲の対処について検 討中。		
			現場作業	モニタリング、漏洩範囲拡散防止対策		モニタリング、漏洩範囲拡散防止対策					移送先決定に伴う追加記載											地下貯水槽浮き上り対策については、2/7に完了。 移送先:H1東タンク、H1タンク 汚染範囲について調査中。汚染範囲の対処について検 討中。		
			現場作業	モニタリング、漏洩範囲拡散防止対策		モニタリング、漏洩範囲拡散防止対策					移送先決定に伴う追加記載											地下貯水槽浮き上り対策については、2/7に完了。 移送先:H1東タンク、H1タンク 汚染範囲について調査中。汚染範囲の対処について検 討中。		
			現場作業	モニタリング、漏洩範囲拡散防止対策		モニタリング、漏洩範囲拡散防止対策					移送先決定に伴う追加記載											地下貯水槽浮き上り対策については、2/7に完了。 移送先:H1東タンク、H1タンク 汚染範囲について調査中。汚染範囲の対処について検 討中。		
		H4エリアNo.5タンクからの漏えい対策 (実績) ・タンク漏えい原因究明 ・タンク漏えい原因究明対策・拡大防止対策の検討 ・汚染土掘削処理 ・B系排水路洗浄、塗膜防水処理 ・汚染の拡散状況把握・海域への影響評価 ・ウェルポイントからの地下水回収 ・フランジタンク(TYPE2~5)の状況確認 (予定) ・タンク漏えい原因究明対策・拡大防止対策の検討 ・汚染土掘削処理 ・ウェルポイントからの地下水回収 ・汚染の拡散状況把握・海域への影響評価 ・雨水浄化システムの性能確認試験・性能評価	設計	タンク漏えい原因究明対策、拡大防止対策		タンク漏えい原因究明対策、拡大防止対策					現場進捗に伴う変更											Eエリアのフランジタンクの追加点検検討中 室内試験から現行材料の捕集効果が小さいことが判明 したため、追加検討(その他の材料の捕集性能確認) を実施する。これに伴い現地捕集効果確認は3月11日 に中断。 現地捕集効果確認工程 変更前 2月3日~5月末 変更後 2月3日~3月15日		
			現場作業	タンク漏えい原因究明対策、拡大防止対策		タンク漏えい原因究明対策、拡大防止対策					現場進捗に伴う変更											Eエリアのフランジタンクの追加点検検討中 室内試験から現行材料の捕集効果が小さいことが判明 したため、追加検討(その他の材料の捕集性能確認) を実施する。これに伴い現地捕集効果確認は3月11日 に中断。 現地捕集効果確認工程 変更前 2月3日~5月末 変更後 2月3日~3月15日		
			現場作業	タンク漏えい原因究明対策、拡大防止対策		タンク漏えい原因究明対策、拡大防止対策					現場進捗に伴う変更											Eエリアのフランジタンクの追加点検検討中 室内試験から現行材料の捕集効果が小さいことが判明 したため、追加検討(その他の材料の捕集性能確認) を実施する。これに伴い現地捕集効果確認は3月11日 に中断。 現地捕集効果確認工程 変更前 2月3日~5月末 変更後 2月3日~3月15日		
			現場作業	タンク漏えい原因究明対策、拡大防止対策		タンク漏えい原因究明対策、拡大防止対策					現場進捗に伴う変更											Eエリアのフランジタンクの追加点検検討中 室内試験から現行材料の捕集効果が小さいことが判明 したため、追加検討(その他の材料の捕集性能確認) を実施する。これに伴い現地捕集効果確認は3月11日 に中断。 現地捕集効果確認工程 変更前 2月3日~5月末 変更後 2月3日~3月15日		

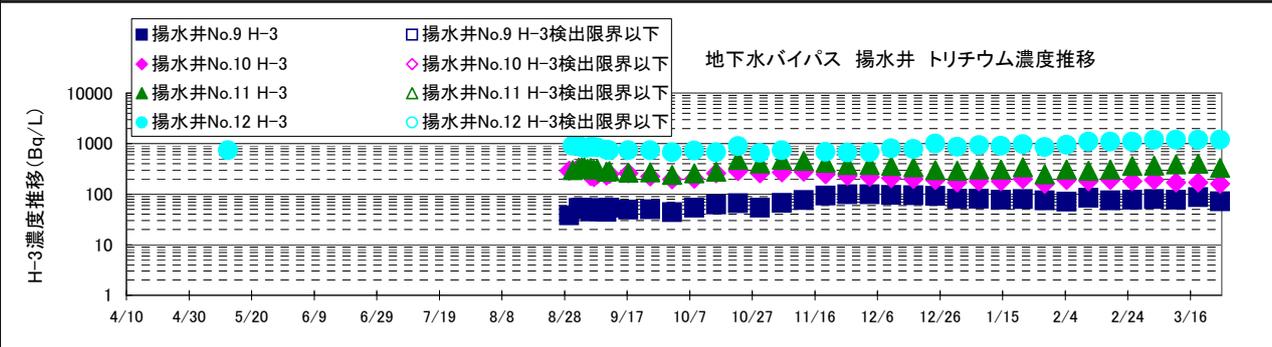
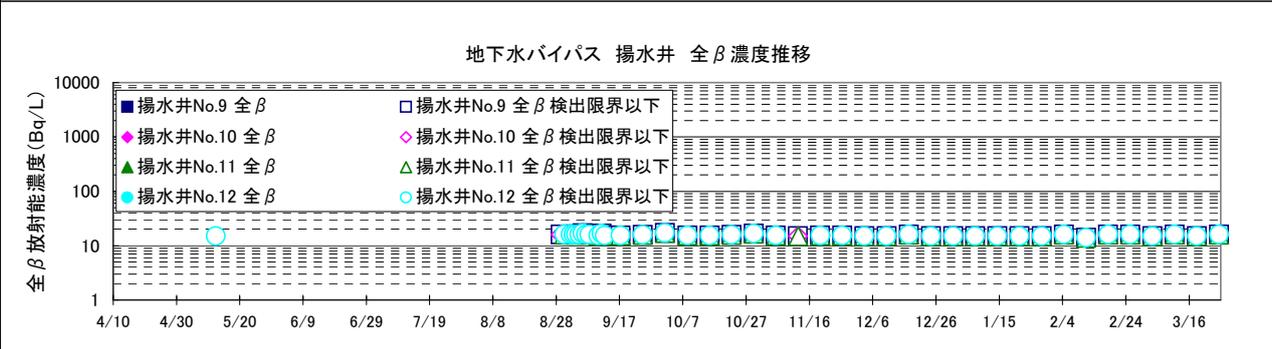
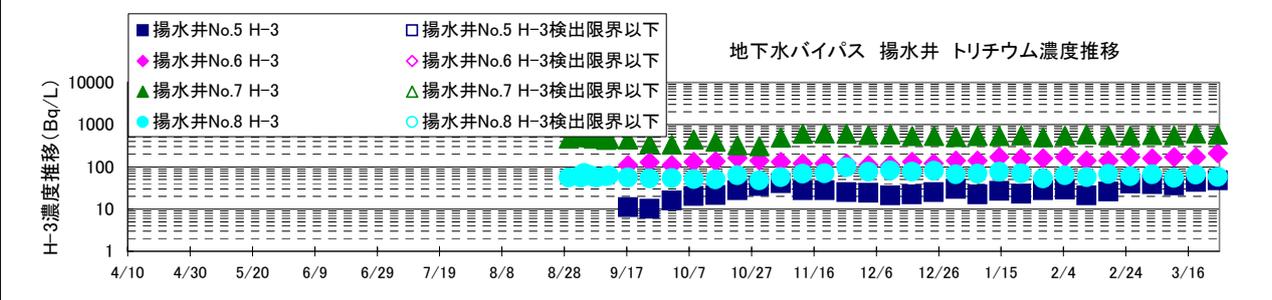
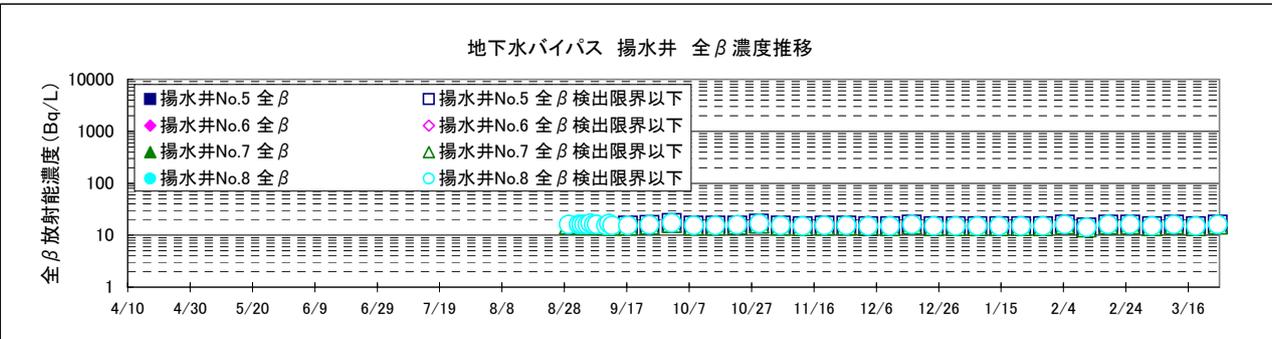
H4・H6エリアタンク漏えいによる汚染の影響調査

①地下水バイパス 調査孔・揚水井の放射能濃度推移

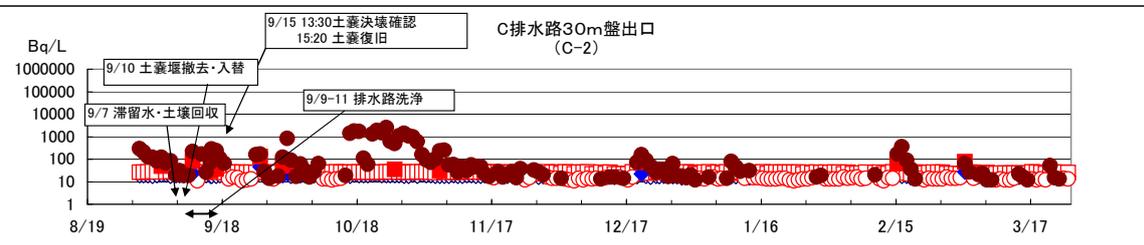
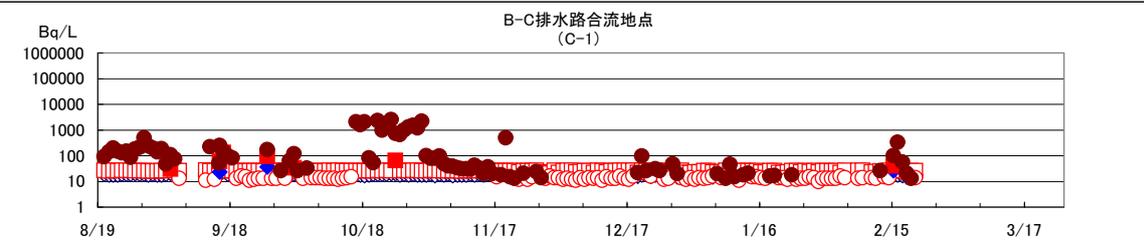
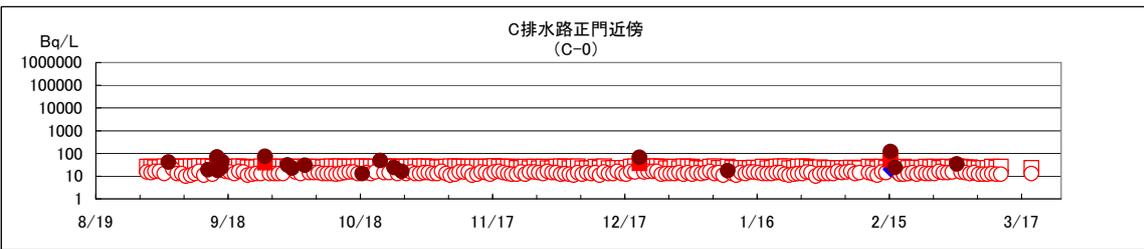
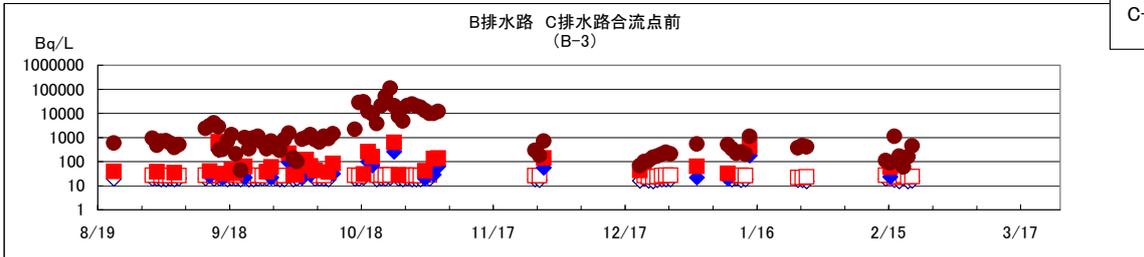
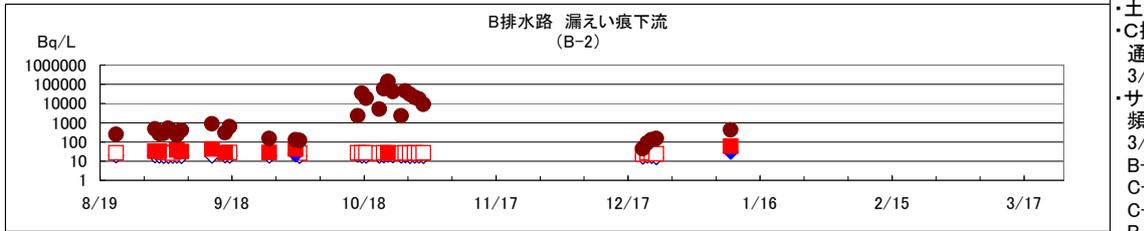
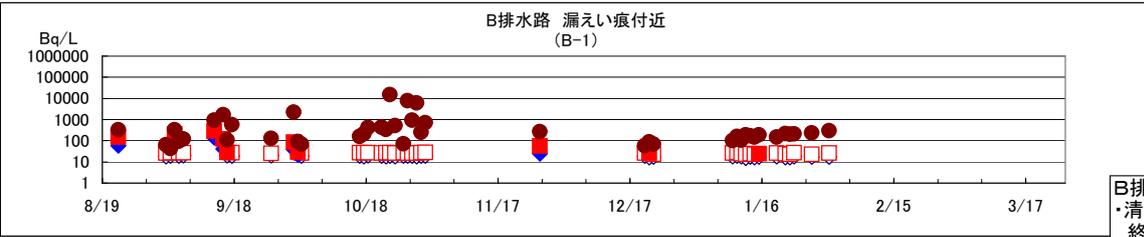
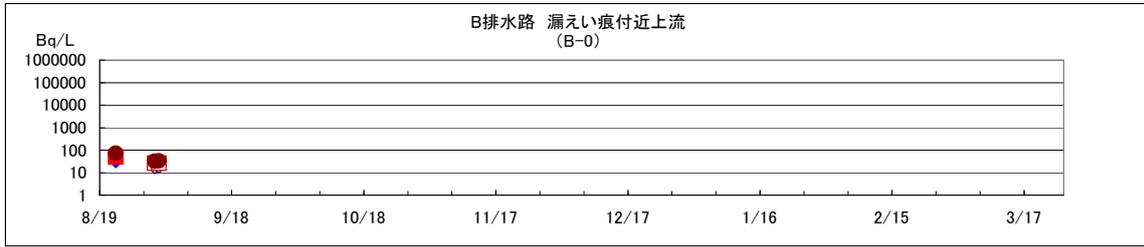
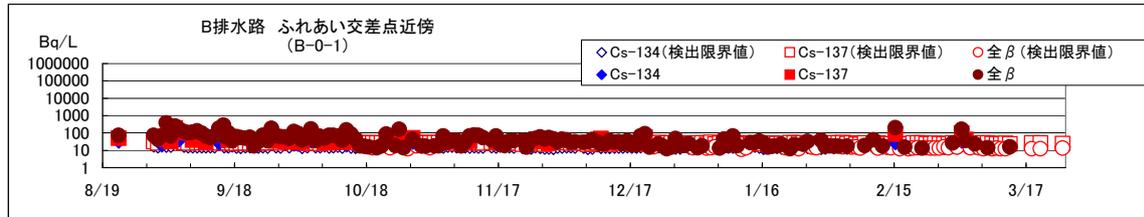
地下水バイパス 調査孔



地下水バイパス 揚水井

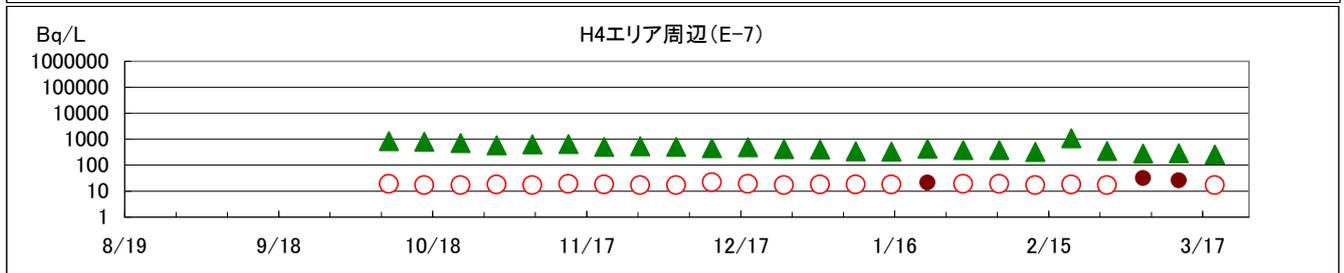
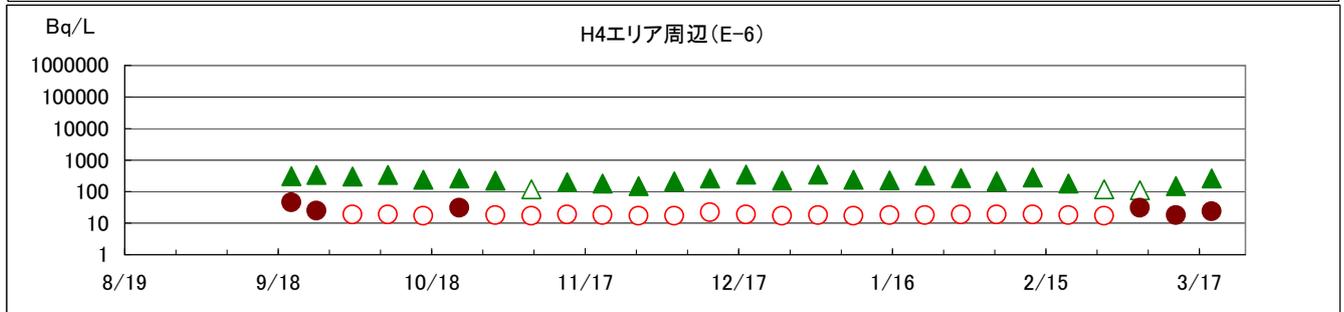
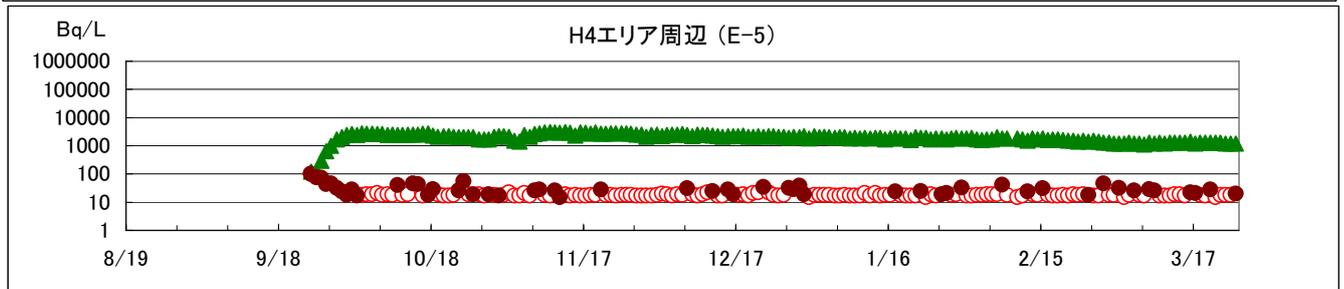
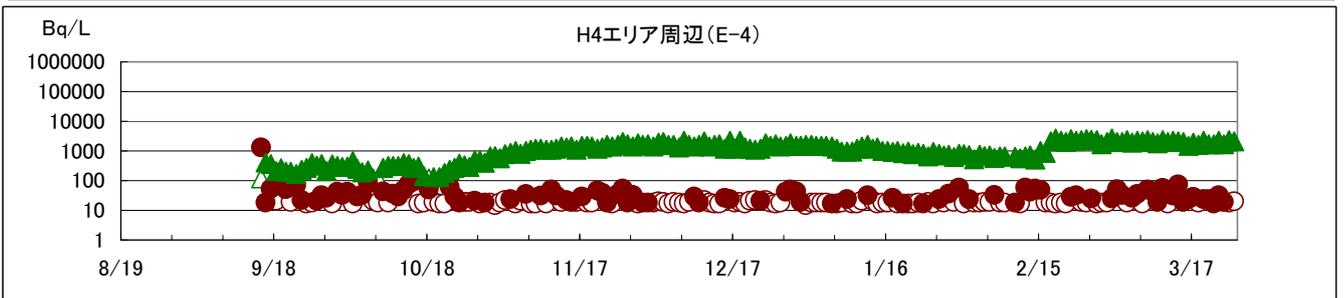
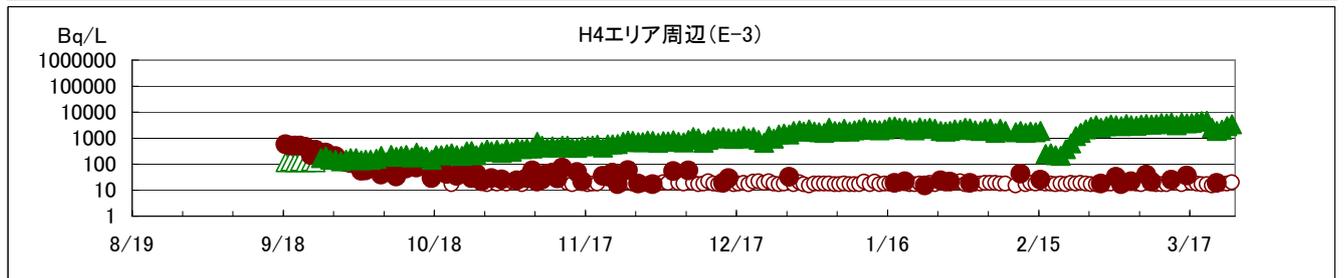
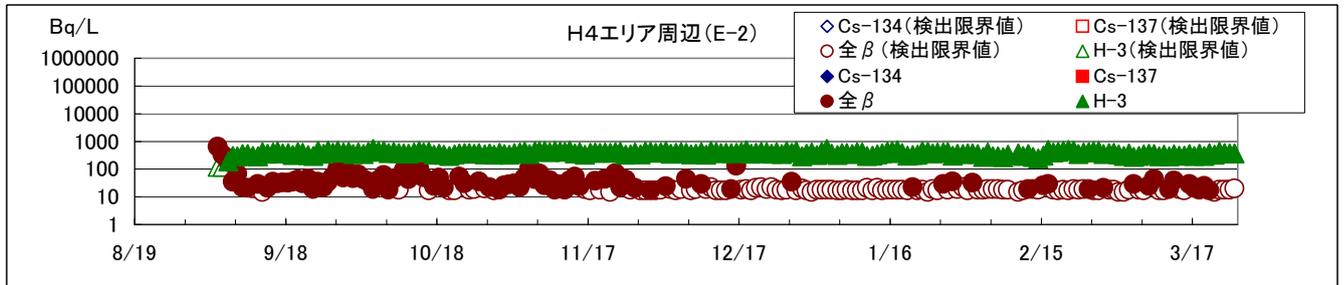
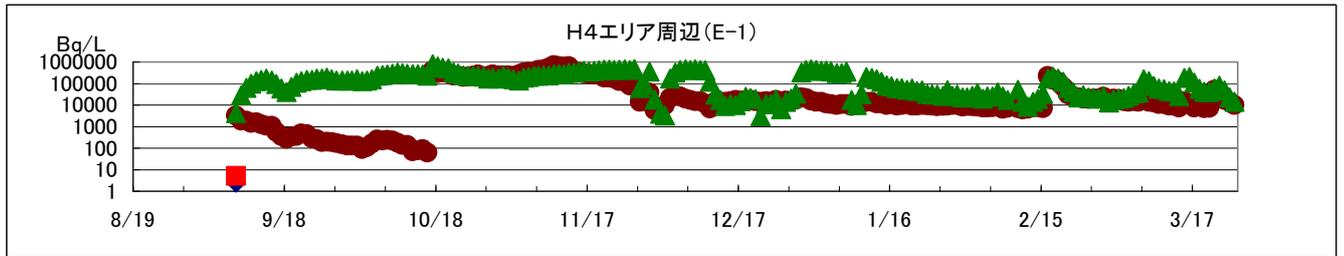


②排水路の放射能濃度推移

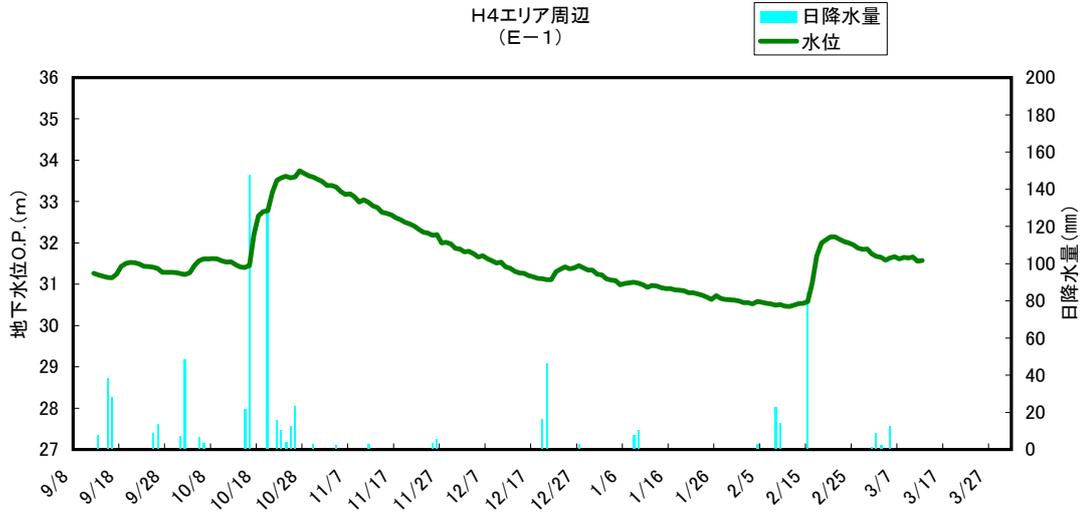
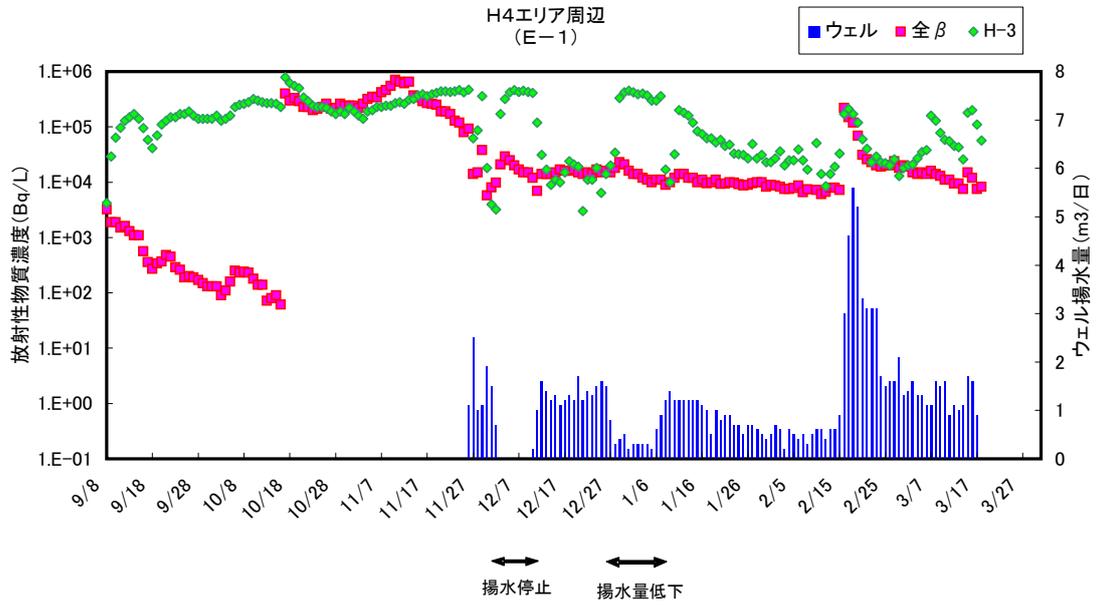


B排水路
 ・清掃、暗渠化終了
 ・土嚢堰撤去
 ・C排水路への通水再開
 3/12～
 ・サンプリング頻度見直し
 3/13～
 B-0-1: 2回/週
 C-0: 1回/週
 C-2: 1回/日
 B-1, B-2, B-3, C-1: 実施せず

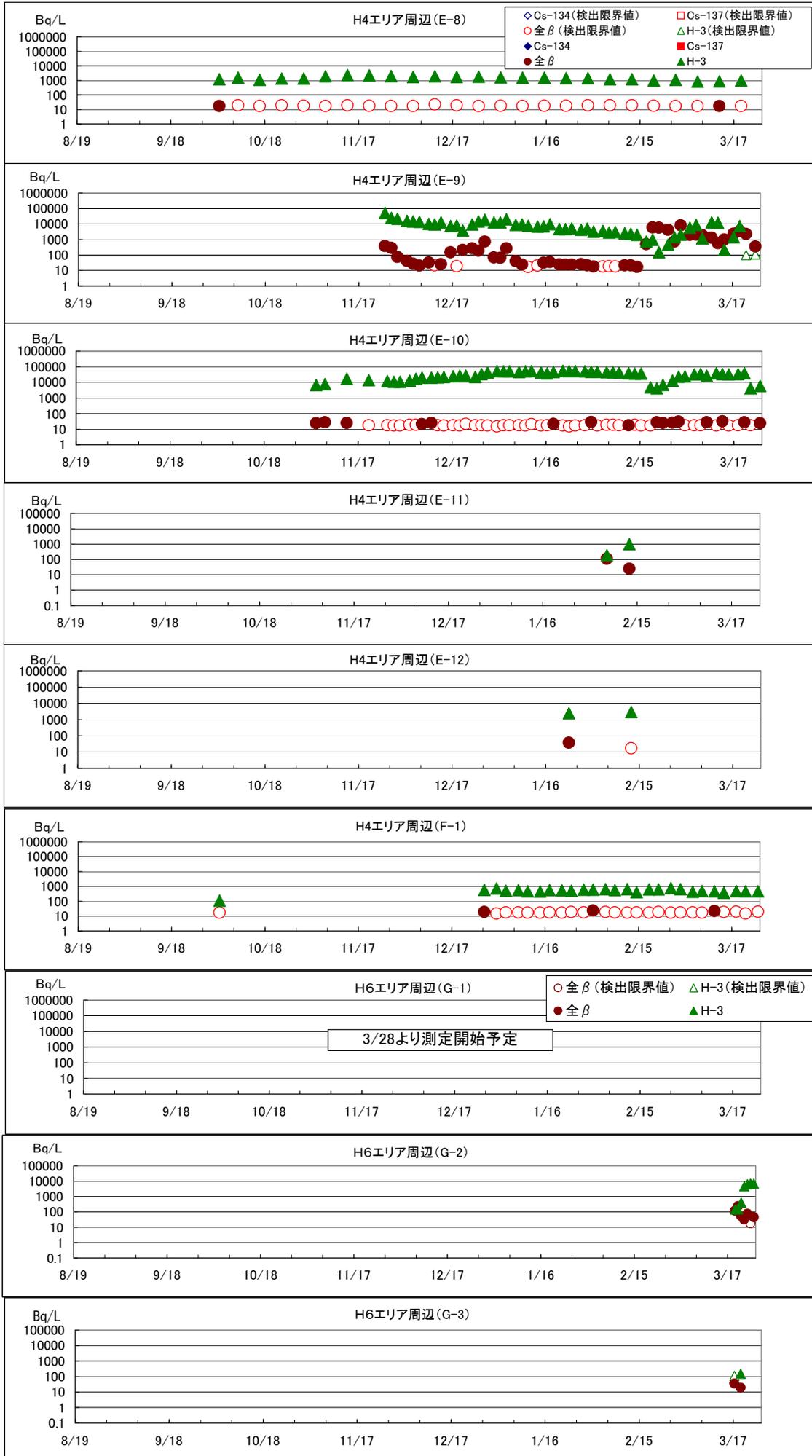
③追加ボーリングの放射能濃度推移(1/2)



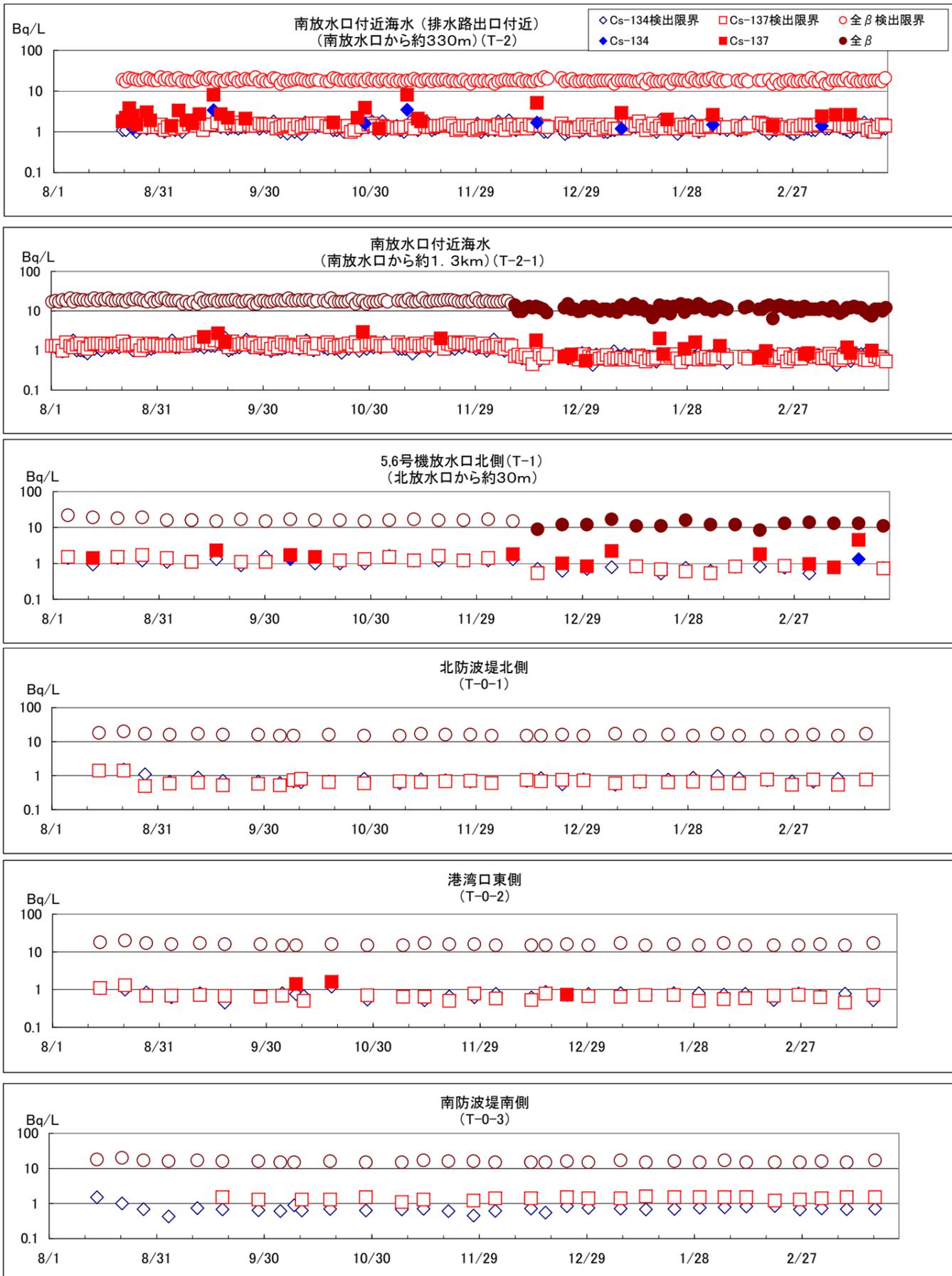
観測孔E-1の放射性物質濃度の推移



③追加ボーリングの放射能濃度推移(2/2)



④海水の放射能濃度推移

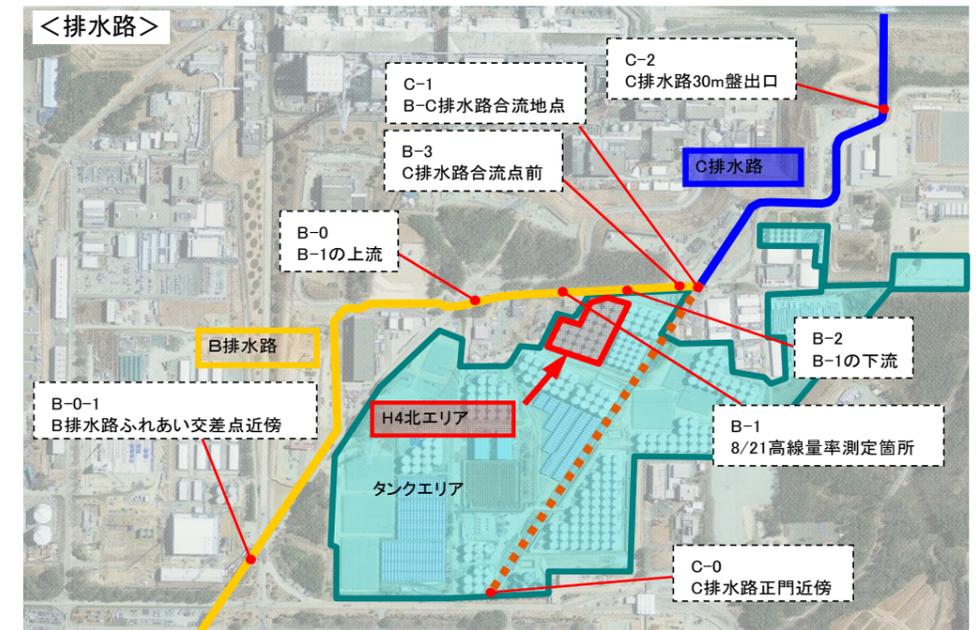


サンプリング箇所

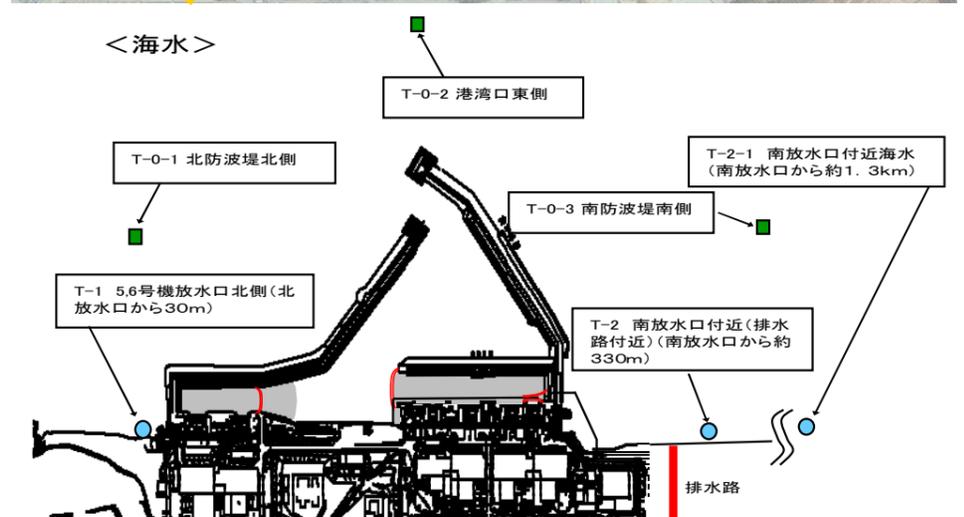
<地下水バイパス揚水井, 追加ボーリング>



<排水路>



<海水>



多核種除去設備 B 系統出口水放射能濃度上昇について

平成26年3月27日
東京電力株式会社



東京電力

事象の概要

- 多核種除去設備（B）系について、クロスフローフィルタの点検のため停止していたが、起動後の（B）系出口で採取した処理後の水（3 / 17採取）に、通常より高い放射能濃度が確認された。
- 汚染範囲拡大防止のため、同日（A）系および（C）系についても処理を停止し、多核種除去設備の処理水移送先である処理水タンク(J1(Dエリア))の弁を閉止した。
- （B）系と同日に採取した（A）系および（C）系の出口水は、全核種濃度測定の結果、通常と同程度の値であり、除去性能に異常はないことが確認された。
- 一方、3 / 18に採取した処理水タンク(J1(D1))およびサンプルタンクA～Cの水については高い放射能濃度が確認された。

時系列

< 3/14(金) >

13:00 B系統の出口水について定期サンプリングを実施。異常なし。

< 3/17(月) >

10:45 B系統の出口水について定期サンプリングを実施。

11:40 化学分析棟(1F 入退域管理施設に併設)に持込

14時頃 分析担当より、当該サンプリング試料の放射能濃度が高い可能性がある旨連絡あり

15時頃 5/6号ホットラボへ場所を変え、分析を実施。

< 3/18(火) >

9時頃 分析結果を確認し、B系統の出口水に高い放射能濃度を確認

全 : 10^4 Bq/cm³オーダー(通常 : 10^{-1} Bq/cm³程度)

他核種 : $10^{-1} \sim 10^{-2}$ Bq/cm³オーダー(通常と同等)

12:04 B系処理停止(クロスフローフィルタ洗浄のため)

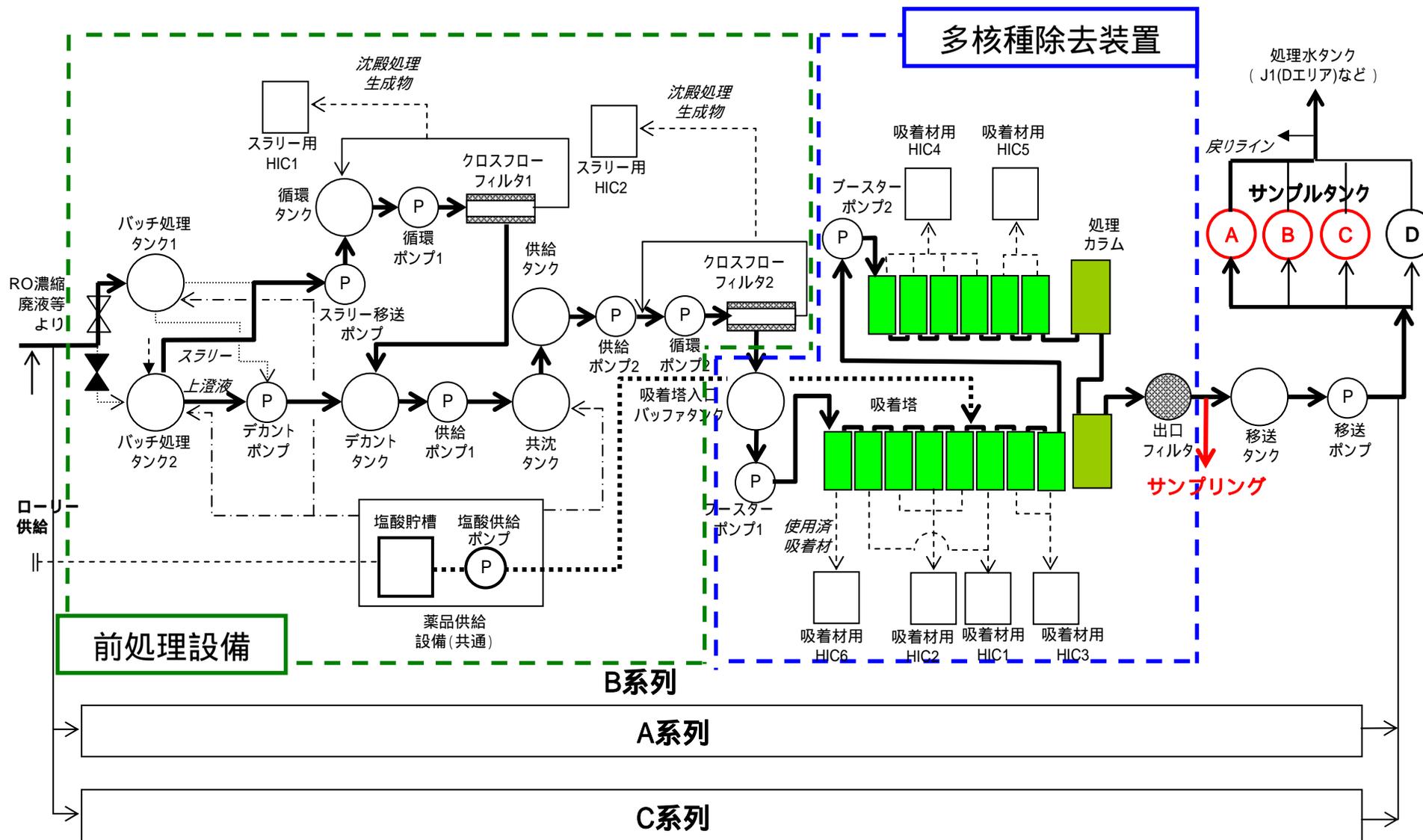
13:21 サンプルタンクA～Cの水についても簡易測定の結果、高い放射能濃度を確認

13:38 A系処理中断(処理水タンク(J1(Dエリア))への移送を停止するため)

13:39 C系処理中断(同上)

B系統処理停止時点での出口性能以外の異常(漏えい等)は確認されていない

系統概略図



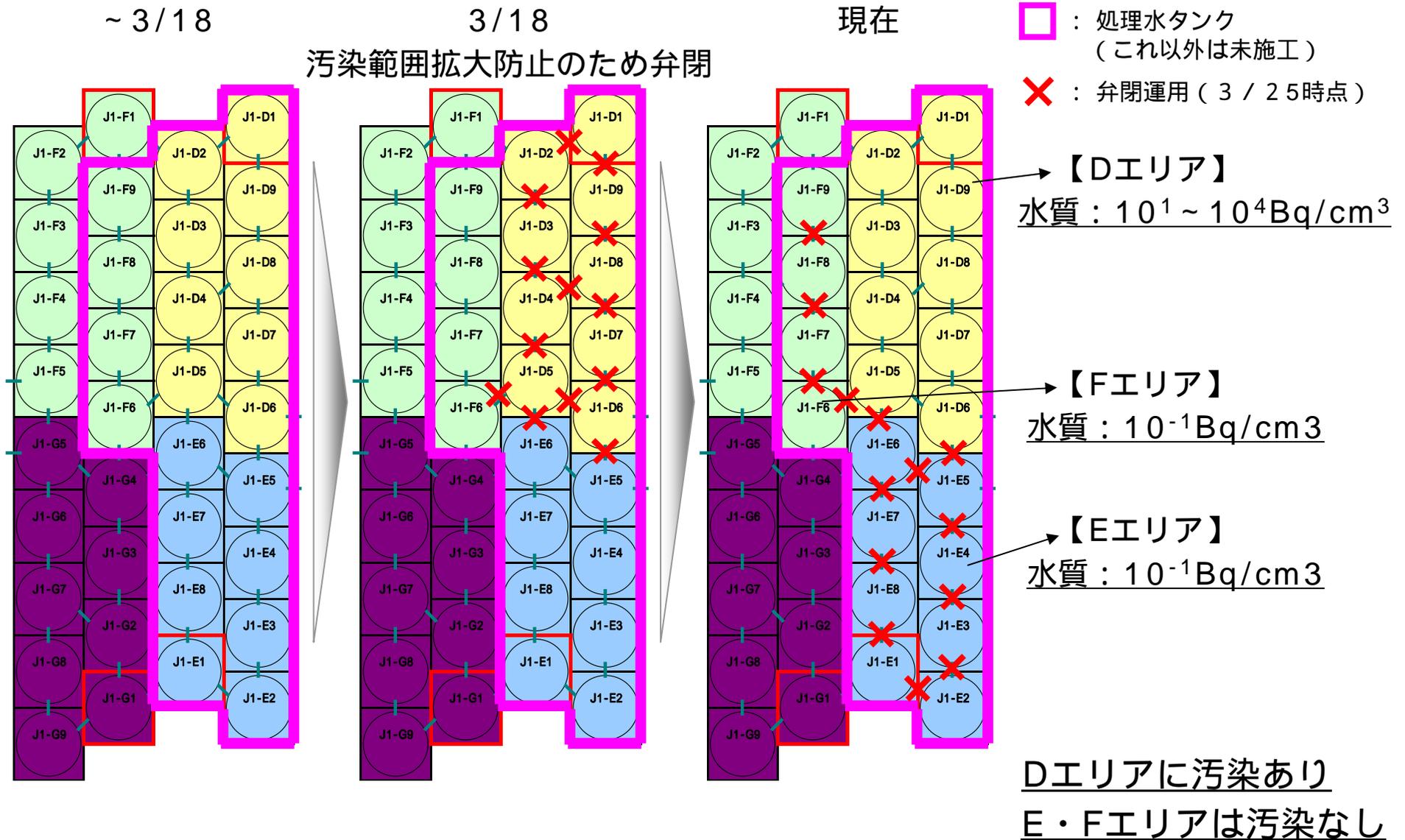
放射能濃度測定結果（ 1 / 2 ）

- B系統の出口水に高い放射能（全）濃度を確認したことから、下記のサンプリング調査を実施

対象箇所	採取日	分析結果(オーダー)
B系の主要箇所	3/18(火)	Sr吸着塔以降に高い放射能濃度を 確認 (全 : $10^3 \sim 10^4$ Bq/cm ³)
サンプルタンク A～C	3/18(火)	高い放射能濃度を 確認 (全 : $10^3 \sim 10^4$ Bq/cm ³)
処理水タンク (J1 (D1))	3/18(火)	高い放射能濃度を 確認 (全 : $10^3 \sim 10^4$ Bq/cm ³)
処理水タンク (J1(D4,D5,D6,D7))	3/19(水)	J1(D4,D5,D6,D7)に高い放射能濃度を 確認 (全 : $10^1 \sim 10^2$ Bq/cm ³)
処理水タンク (J1(E5,F7))	3/19(水)	J1(E5,F7)に通常時と同程度の放射能濃度を 確認 (全 : 10^{-1} Bq/cm ³)
A系統,C系統 出口水	3/17(月)	通常と同程度の放射能濃度 (全 : 10^{-1} Bq/cm ³)

- 処理水タンク(J1(Dエリア))に高い放射能濃度を
確認
- A・C系統については、除去性能に異常のないことを確認

放射能濃度測定結果 (2 / 2)



推定要因評価と原因調査方針（ 1 / 2 ）

- Sr^{*}1の影響と考えられる高い全 濃度が確認された推定要因を以下に示す。

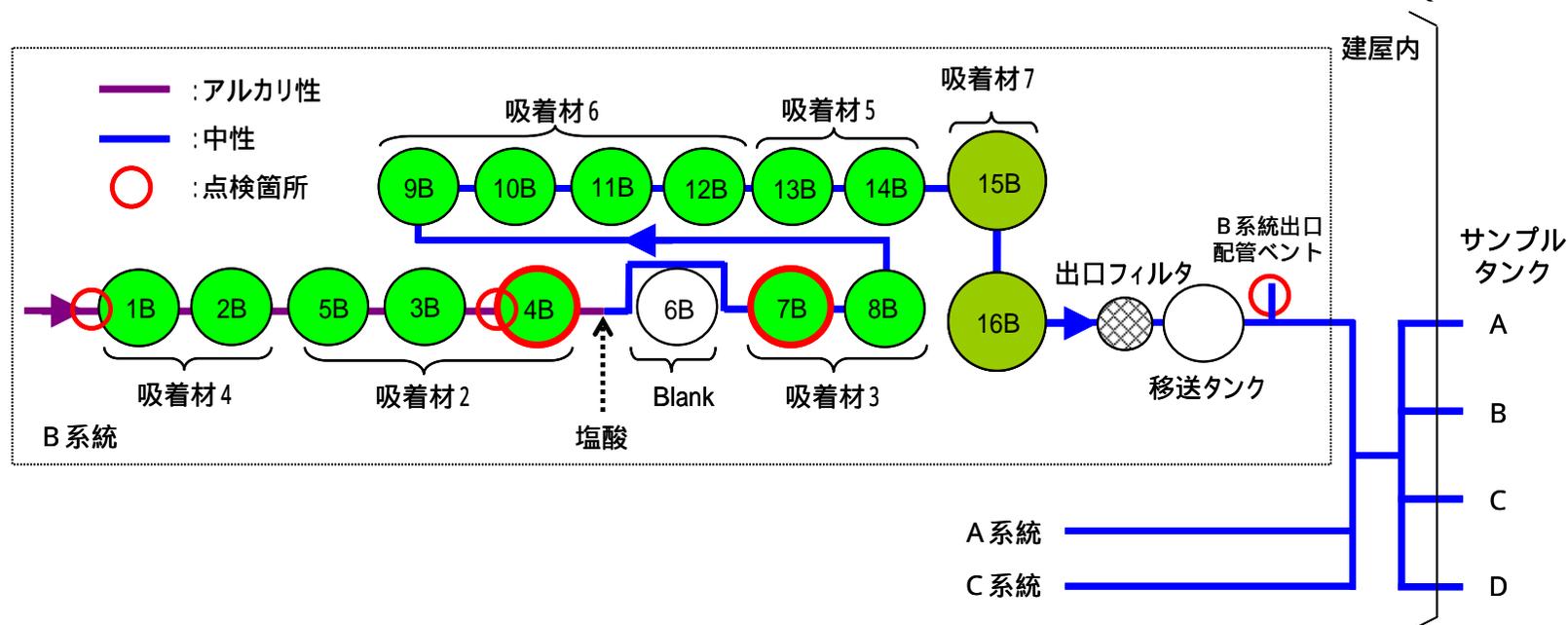
推定要因分析

	要因1	要因2	確認方法	評価	状況
B系統 出口水 全 放射能 濃度上昇	Sr 吸着塔 (吸着塔3~5)の 性能不足	バルブの開閉誤り	ラインナップ確認	×	ラインナップに問題ないことを確認
		バルブのシートパス	線量上昇の評価	×	高い全 濃度が検出されていることから、バルブのシートパス等による微量なリークの可能性は小さい
		吸着材2 (Sr除去)の破過	交換時期の確認	×	Sr除去塔先頭の吸着材(吸着塔4B)の交換直後(3/12)であり、除去性能は十分
	前処理(炭酸塩スラリー沈殿)の性能不足	薬液注入不足等による性能不足	前処理出口性能の確認	×	前処理出口性能に有意な変動がないことを確認
		クロスフローフィルタを透過した炭酸塩スラリーの吸着塔、配管内等への残存	内面目視確認 洗浄液の線量確認		調査実施

* 1 Srは前処理(炭酸塩スラリー沈殿)とSr 吸着塔にて除去

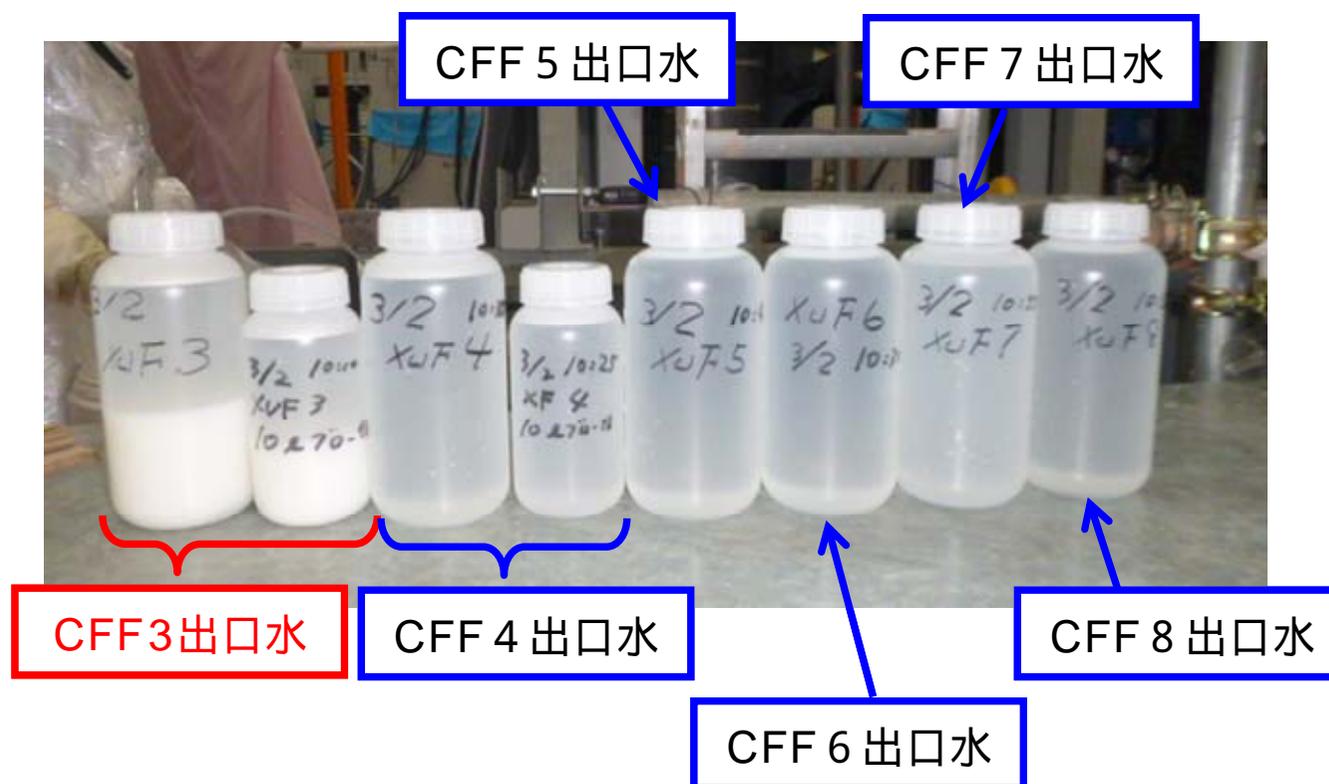
推定要因評価と原因調査方針（ 2 / 2 ）

- クロスフローフィルタ（以下、CFFと言う）3Bを透過した炭酸塩スラリーが、出口まで到達したものと推定。
- 残存した炭酸塩スラリーにより吸着塔の差圧が上昇したため、逆洗を実施したが、残存した炭酸塩スラリーを均等化し、下流側へ透過させる時期を早めたと推定（逆洗後、下流側の差圧上昇を確認）。
- 特にSr吸着塔（吸着材2）以降はアルカリ液性が中和されるため、炭酸塩スラリーが溶解し、短時間に出口まで到達したと推定。
 - ➡ ・各CFFろ過側出口水のサンプリング調査を実施。
 - ・アルカリ液性が中和される前（吸着塔4B）、後（吸着塔7B）の吸着塔内部の調査を実施。また、配管内についても調査を実施。（下図参照）



原因調査結果（ 1 / 4 ）

- 各CFFろ過側の出口水のサンプリングを行ったところ、CFF3Bのろ過側出口水から白い水が確認されたことから、CFF3Bからの炭酸塩スラリー透過の可能性が疑われる



原因調査結果 (2 / 4)

■ 吸着塔内部調査結果



吸着塔 4 B 内部 (上部点検口から撮影)
白色の吸着材 2 の表層部に白い堆積物を確認。

吸着塔 7 B 内部 (上部点検口から撮影)
黒色の吸着材 3 の表層部に微少な白い堆積物を確認。



	酸性薬液注入前*		酸性薬液注入後	
	pH	Ca濃度	pH	Ca濃度
吸着塔 4 B 吸着材	12.2	0.1ppm以下	6.0	約145ppm
吸着塔 7 B 吸着材	7.3	約0.2ppm	2.1	約1ppm

吸着材表層の一部 (10ml程度) をサンプル採取し、酸性薬液を加え、Ca濃度を測定した結果、Ca濃度が上昇。

吸着塔 4 B、7 B 共に内部に炭酸塩スラリーが存在していたと評価。

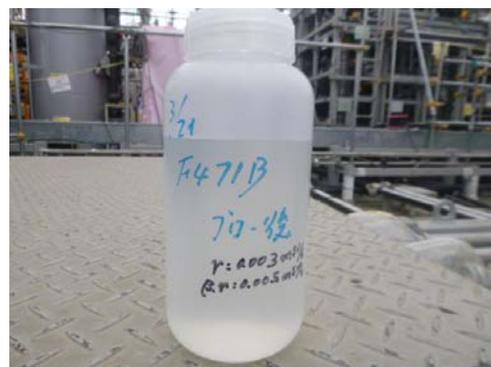
* 約200mlの精製水で希釈

原因調査結果 (3 / 4)

■ 配管内部調査結果



吸着塔 1 B 入口配管内部
微少な白い付着物を確認。



B 系統出口配管ベント（よどみ部）ブロー水
白い堆積物等は確認されず。

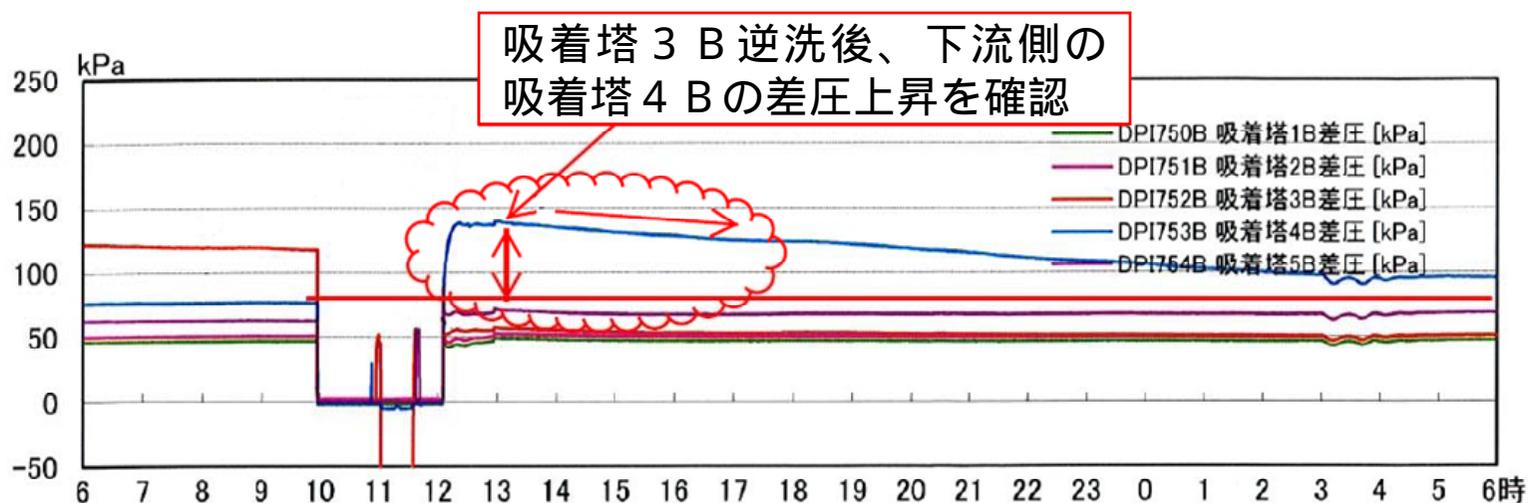


吸着塔 4 B 入口配管入口
白い付着物は確認されず。

吸着塔上流側（吸着塔 1 B）の配管内には微少な白い付着物（炭酸塩スラリーと想定）が確認されたものの、それ以降には確認されなかったことから、**配管内に炭酸塩スラリーはほとんど残存していないと評価。**

原因調査結果（ 4 / 4 ）

- 出口性能に異常がなかった 3 / 14 以降、3 / 17 までの 出口水全量を $10^4 \text{Bq}/\text{cm}^3$ オーダーに到達させる炭酸塩スラリーの量は数十リットル程度と評価。数十リットル程度の炭酸塩スラリーが吸着塔逆洗後に残存していたと推定。
- 残存した炭酸塩スラリーは徐々に下流側へと拡散したと推定。また、逆洗は吸着塔表面に堆積した大部分の炭酸塩スラリー除去に効果はあったと想定されるものの、残存した炭酸塩スラリーを均等化し、下流側へ透過させる時期を早めたと推定（逆洗後、下流側の差圧上昇を確認）。



吸着塔逆洗後、下流側吸着塔の差圧が上昇した例（吸着塔 3 B 逆洗 3 / 14）

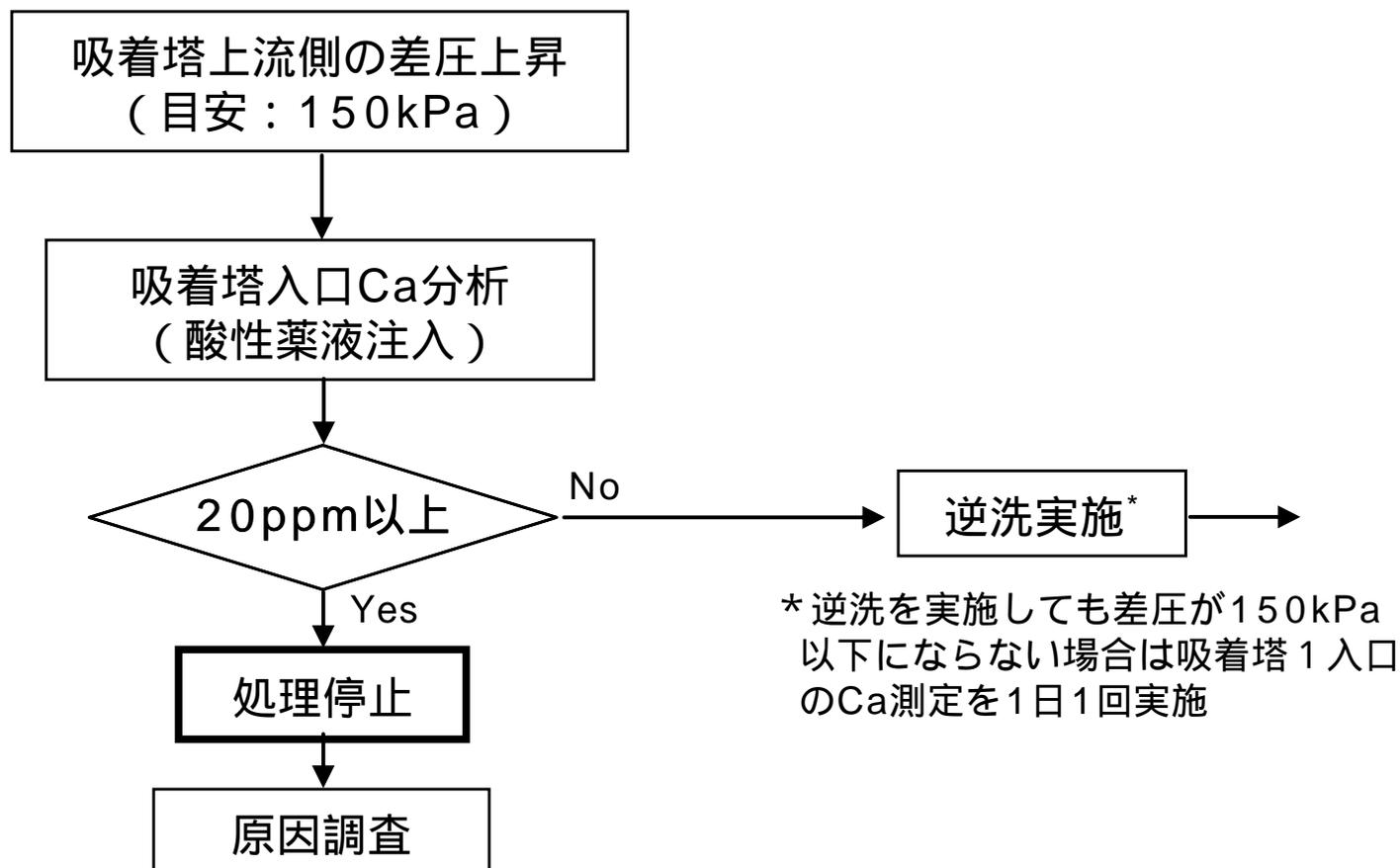
原因調査結果まとめ

■ B系統の出口水に高い放射能（全）濃度が確認された原因を以下と推定

- C F F 3 Bの不具合によりSrを多く含む炭酸塩スラリーが透過。
- 透過した炭酸塩スラリーが吸着塔内等に残存し、時間をかけて流出、中性域にて溶解し、出口まで到達。
- 吸着塔内等に残存した炭酸塩スラリーが逆洗により均等化し、下流側へ透過させる時期を早めたと推定。

再発防止対策（出口水放射能濃度上昇防止）

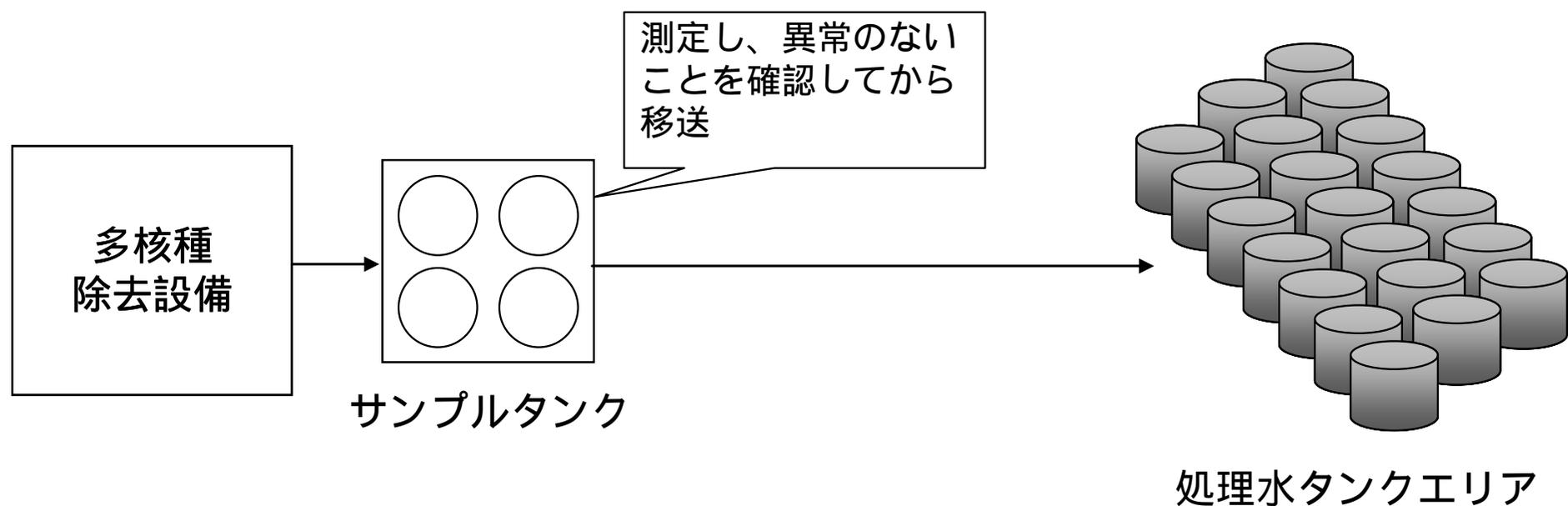
- C F F 3 Bの分解調査の結果に応じて、再発防止対策及び水平展開処置を実施予定（現在除染方法の検討中）。
- 出口性能に影響が出る前（逆洗による下流側への透過を早める前）に処理を停止するよう、以下の判断フローを周知徹底。



吸着塔上流側の逆洗実施判断フロー

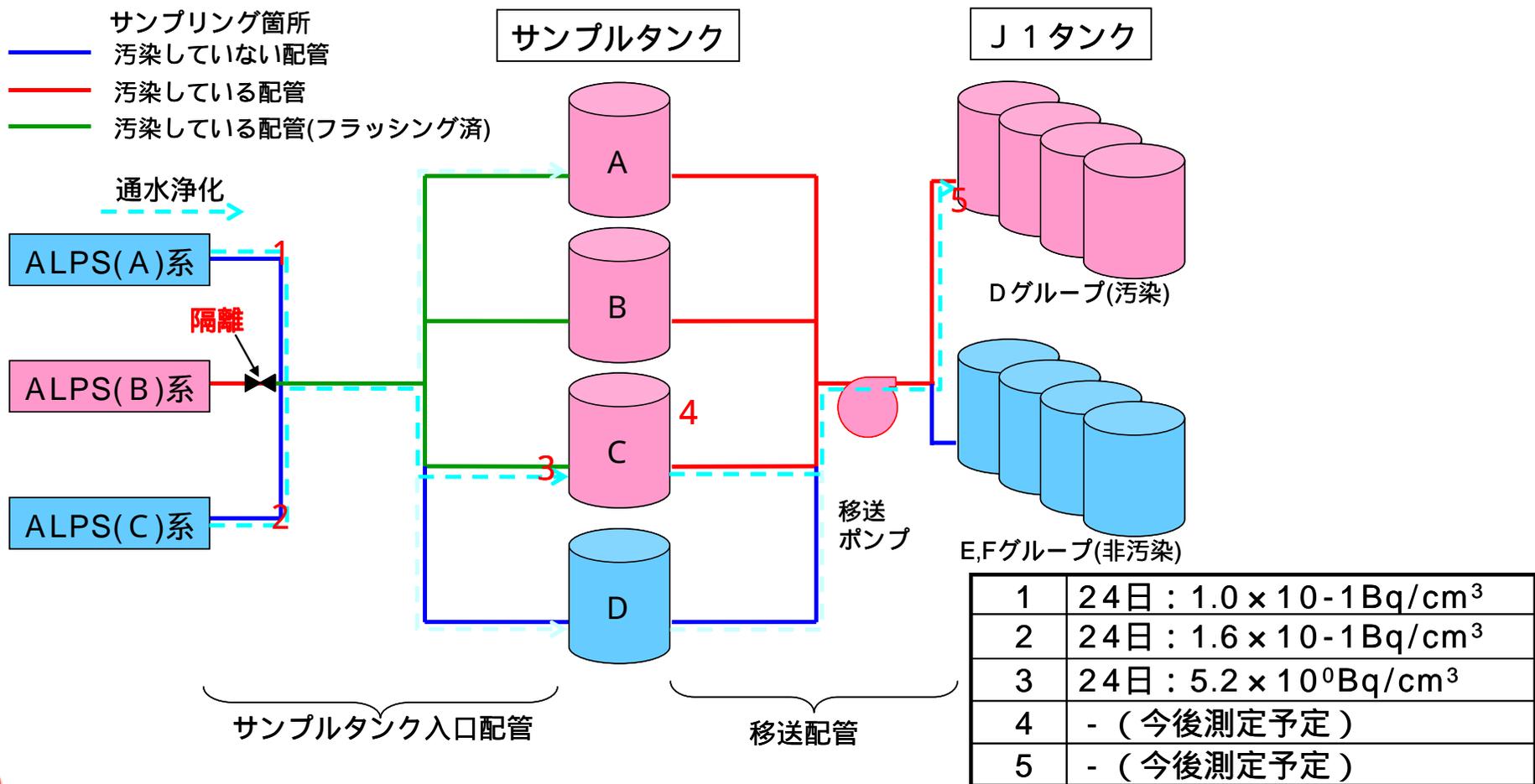
再発防止対策（処理水タンクへの汚染拡大防止）

- 処理水タンクへ移送する都度、サンプルタンク水の測定を実施
（確認事項：高い放射能濃度が確認されないこと）



A・C系統を用いた浄化運転

- 通水浄化に用いた水の移送先は、当面、処理水タンク(J1(Dエリア))を使用。
- 浄化運転の結果確認として、配管およびサンプルタンクに内包される水の**サンプリング・全 値の確認を行う。**
 (目安： $10^0 \sim 10^1 \text{Bq/cm}^3$ を通過点とし、徐々に低下していくことを確認)



今後のスケジュール

■今後の主なスケジュールは以下の通り

	3月		4月	
	24	31	7	14
A・C系統 処理運転	A系処理運転		A系処理運転	
	A系起動 12:59		A系統点検	
	C系処理運転			
	C系起動 13:00			
B系統復旧	系統内部除染			
CFF3Bの 原因調査	除染		分解調査	
サンプルタンク A・B除染	サンプルタンクB洗浄			
			サンプルタンクA洗浄	

【参考1】 A系統点検について

- A系統点検
3/24のA・C系統起動後、一週間程度を目途にA系統を停止し、以下の作業を行う（停止期間10日間程度）
 - ・バックパルスポット点検（新型バックパルスポットへの交換による信頼性向上）
 - ・吸着材交換（破過傾向の吸着塔1A、2A、4A）
 - ・CFF酸洗浄（フィルタ間差圧の上昇傾向が確認されているため）

【参考2-1】 サンプルタンクC 側面マンホール部の漏えい確認時の水の滴下事象について

< 概要 >

■ 状況

- 多核種除去設備（A）・（C）系を用いたサンプルタンクおよび配管の浄化運転を3/24 13時頃より実施。
- サンプルタンクCの側面マンホール部^{*1}の漏えいの有無を確認するため、当社監理員監視のもと水張りを実施していた。その際、同日18:56に当該部より水の滴下を確認。
- なお、当該部については、サンプルタンクCの内部除洗のため、一時開放していたものであり、3/23、当社監理員立ち会いのもと締め付け確認^{*2}を実施。

* 1 : マンホール下端は床上約30cm

* 2 : トルク 210N・m

■ 漏えい量

- 1秒に1滴程度の滴下を確認（再確認時、1秒に4, 5滴程度）
- 滴下は堰内の養生内^{*3}であり、3/25 1:50までに約8リットル漏えい

* 3 : サンプルタンクC側面マンホールからの漏洩確認のため、事前に堰内に水受けを用意していた

■ サンプルタンクC内の水量

- 約60トン（水位：約50cm）

■ 漏えい水の放射能濃度

- 全ベータ核種濃度測定結果： $1.2 \times 10^1 \text{Bq/cm}^3$

【参考2-2】調査後の対応について

■その後の対応

- サンプルタンクC内に水中ポンプを設置し、サンプルタンクAに水を移送した結果、漏えい停止を確認（3/25 1:50）。
- マンホールを開放し、フランジ部の点検実施
フランジ部にキズ等の異常は確認されなかった
締付トルクは規定値で施工されていたことを確認したが、パッキンのはみ出し量が通常と比べて多い状態であることを確認
- フランジ部の点検実施後、マンホール復旧・閉止

■処理の再開〔3/25〕

- 16:03 多核種除去設備(A)系 浄化運転のため処理再開
- 16:05 多核種除去設備(C)系 浄化運転のため処理再開

■推定原因

- フランジ締付に伴うパッキンのはみ出し量が通常と比較して多い状態であったが、規定のトルクで締付（当社立会実施）が行われており、かつ片締めにもなっていないことから、直接の原因であるかは不明。
- フランジ部にキズ等の異常は確認されていない
⇒ 偶発的事象の可能性あり

【参考2-3】時系列

< 3/23 (日) >

13時頃 サンプルタンクC 側面マンホール部締め付け確認

(トルク210N・m)

< 3/24 (月) >

12:59 (A)系を用いた浄化運転開始

13:00 (C)系を用いた浄化運転開始。

18:56 サンプルタンクC 側面マンホールフランジ部より1秒に1滴の漏えいを確認

18:58 (A)・(C)系について、循環運転に移行

19時頃 漏えい量を再確認したところ、1秒に4, 5滴程度

< 3/25 (火) >

1:28 サンプルタンクC内に水中ポンプを設置し水の移送開始
サンプルタンクC サンプルタンクA

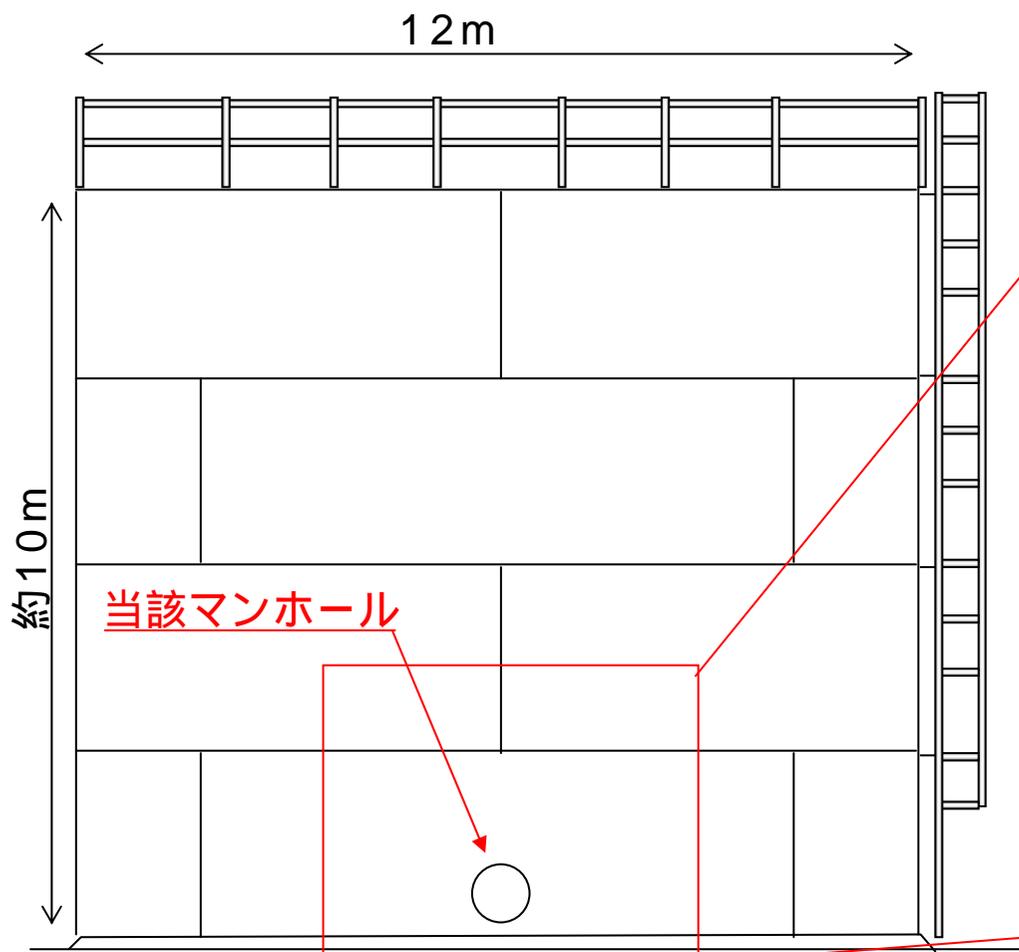
1:50 漏えい停止

5:40 移送停止(移送量約50トン),マンホールフランジ部の点検手入れ実施

16:03 (A)系を用いた浄化運転再開

16:05 (C)系を用いた浄化運転再開

【参考2-4】 サンプルタンクC 外形図



サンプルタンクC 側面図



サンプルタンクC側面マンホール写真

マンホール大きさ： 830mm

以上

H 4 エリアタンク漏えい水の抑制対策

～ 土壌中ストロンチウム捕集の適用性検討状況 ～

平成26年3月27日
東京電力株式会社

1 . 検討概要

- ・ 適用性検討では，室内試験，現地試験を実施し，本対策の有効性を確認する

室内試験：捕集材および改良材¹（アパタイト+砕石）のSr捕集効果の確認を実施。

現地試験：施工性・品質確認²を主目的とし，補足的に捕集効果³の確認を実施。

1 改良材は粉末のヒドロキシアパタイト [$\text{Ca}_{10}(\text{PO}_4)_6(\text{OH})_2$] と砕石を混合させた材料。

2 現地試験では，改良材の混合方法，配合通りの施工可能性等を確認することが主目的。

3 捕集効果は，室内試験の結果から判断。現地試験の結果は必要により施工に反映。

【室内試験】

試験室にて下記試験を実施

- ・ バッチ試験（捕集材の能力試験）
- ・ カラム試験（改良材の模擬試験）



【現地試験】

現地にて実規模の実証試験を実施

- ・ 施工性，品質の確認（主目的）
- ・ 捕集効果の確認（補足的）



（ P P 製容器 ）



（回転振とう装置）

【バッチ試験】



【カラム試験】

2. 室内試験 (1) バッチ試験 試験結果

・バッチ試験では，アパタイトのSrに対する，分配係数，除去率¹，Ca置換率²を確認。

【試験結果】

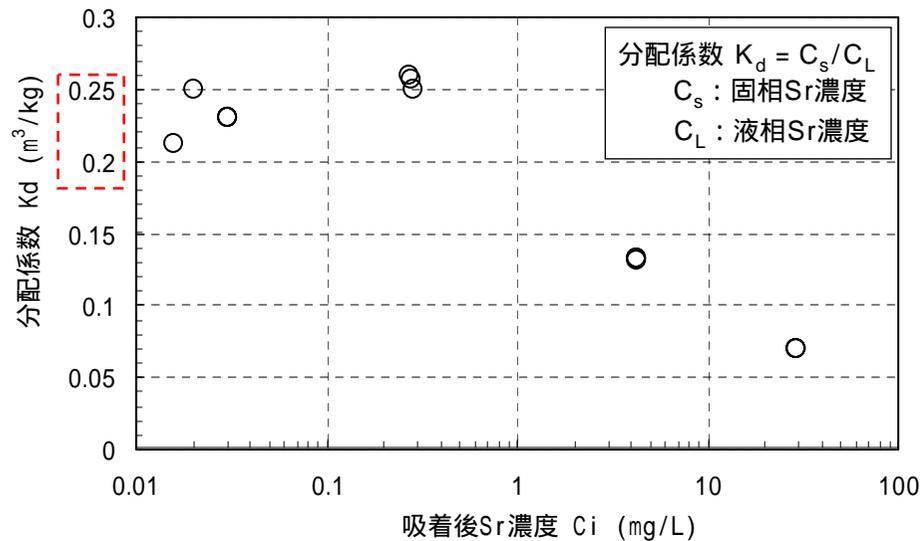
分配係数：0.2 ~ 0.25 m³/kg (200 ~ 250 ml/g)

除去率：60% ~ 70% (除染係数DF³：3 ~ 3.5)

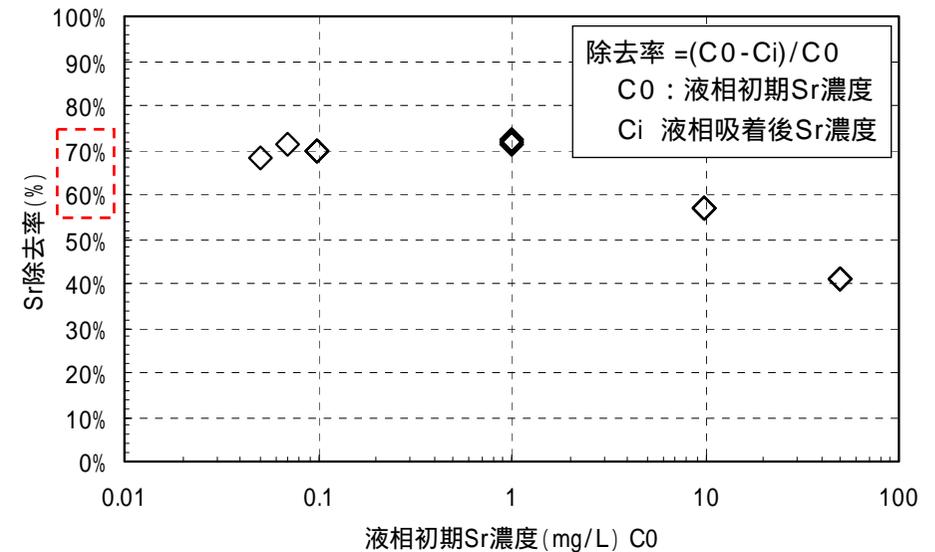
Ca置換率：0.07%⁴

- 1 アパタイト1g，固液比1/100に対する値
- 2 Sr吸着量を全て置換したと考えた場合
- 3 DF=液相初期Sr濃度/液相吸着後Sr濃度
- 4 脱着試験後の残留Sr吸着量による最終値

【分配係数Kd】



【除去率】



【分配係数】

- ・ 分配係数は、電気的な表面吸着とCaとSrのイオン交換による吸着の総和と考えられる。
- ・ 試験結果による分配係数は、0.2 ~ 0.25m³/kg (200 ~ 250ml/g)、除去率は、50 ~ 70%。
- ・ 分配係数で比較すると、A型ゼオライト (790ml/g)、X型ゼオライト (790ml/g)、クリノプチロライト (560ml/g)等のゼオライト ¹と比較し小さい値となる。

【Ca置換率】

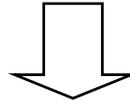
- ・ アパタイト1g中のCa量(8.8mmol/g)に対するSr吸着量割合を示した値 (アパタイト ²のCaが全てSrと置換する場合は100%)。
- ・ 脱着試験後の最終的な残留Sr量による置換率がイオン交換に寄与したCaと考える。
- ・ 試験結果では、最終置換率は 0.07%となり、アパタイト中のCaに対するSr置換率は非常に小さい。 (米国ハンフォードサイトでは10%で設計)

1 日本原子力学会データ集，海水1%時

2 化学式：Ca₁₀(PO₄)₆(OH)₂

2. 室内試験（3） 追加検討

- ・今回使用のアパタイトのCa置換率が小さいことから，その他の材料を用いて追加試験を実施



【追加検討】

- ・粉末型アパタイトの調査（天然，合成），効果確認，選定
- ・溶液型アパタイトの効果確認（ハンフォード仕様を参照）
- ・ゼオライトの調査（天然，合成），効果確認，選定

【ハンフォードの仕様】

Sr濃度低減の目標：最大濃度に対して9割低減

（溶液型）

- ・本工事：合成アパタイト 現地捕集効果：9割程度

（粉末型）

- ・現地試験：天然アパタイト（焼成温度：350度） 現地捕集効果：9割程度
- ・本工事：天然アパタイト（焼成温度：1000～1100度） 現地捕集効果：未実施

【今回の仕様】

（粉末型）

- ・現地試験：天然アパタイト（焼成温度：1100度）

焼成温度が高くなるほどアパタイトの結晶性が高まりCaとSrの反応度（置換率）は低下

2. 室内試験（4） 検討材料一覧

材料の種類		焼成温度	備考	入手状況	試験状況	分析・評価
天然 アパタイト系	アパタイト：牛骨	1100	Kd=0.2 m ³ /kg	既使用	既使用	既使用
	Bone Char(粗粒)：牛骨	1000～1100	ハンフォードで使用	済	済	実施中
	APATITE II®(細粒)：魚骨	350	ハンフォードで使用	済	済	実施中
	アパタイト：牛骨	850～900		済	実施中	未
	蒸製骨粉：豚骨	蒸180		済	済	実施中
合成 アパタイト系	ハイドロキシアパタイト	未焼成		済	済	実施中
	第三リン酸カルシウム	未焼成		済	済	実施中
	ハドロキシアパタイトスラリー	未焼成		済	済	実施中
	第三リン酸カルシウム	未焼成		済	済	実施中
	溶液型 CaCl ₂ +(Na ₂ HPO ₄ +Na ₃ PO ₄ +NH ₄ NO ₃)	-	ハンフォード仕様を参照	済	済	実施中
天然 ゼオライト系	クリノプチロライト(島根産)	-		済	済	実施中
	クリノプチロライト(ニツ井産)	-		済	済	実施中
	ゼオフィル1424 (モルデナイト)	-		済	実施中	未
	日東ゼオライト2号(モルデナイト)	-		済	実施中	未
合成 ゼオライト系	P型ゼオライト(人工)	-		済	済	実施中
	X型ゼオライト	-		済	済	実施中

3 . 実施工程

- 追加試験実施等のため，実施工程を変更（黒 赤）。
- 本工事の実施判断は，追加の室内試験結果等を踏まえて総合的に判断する。

	H26.1	2	3	4	5	6
【室内試験】						
【現地試験】						
施工性確認						
品質確認						
捕集効果確認						

本工事の判断
 土壌改良
 本工事の判断
 観測孔設置 モニタリング・分析
 本工事への反映
 × 中止

3号機 モバイル式処理装置からの漏えいについて

平成26年3月27日

東京電力株式会社

3号機モバイル式処理装置からの漏えいについて

■事象概要

平成26年3月25日10時20分、運転中の3号機モバイル式処理設備において、漏えい検知器警報が鳴動

10時42分、当社社員が現場を確認したところ、3号機モバイル式処理装置の吸着塔ユニットの堰内に漏えい水溜まっている状態、及び装置が停止し、漏えいが止まっている状態を確認した。

なお、漏えいした水は堰内に留まっており、系外への漏えいは確認されていない。

< 事象発生日時 > 平成26年3月24日 10時20分

< 発生場所 > 3号機モバイル式処理装置 吸着塔ユニット内

< サンプルング結果 > ^{134}Cs : $1.2 \times 10^0 \text{Bq/cc}$ 、 ^{137}Cs : $3.5 \times 10^0 \text{Bq/cc}$

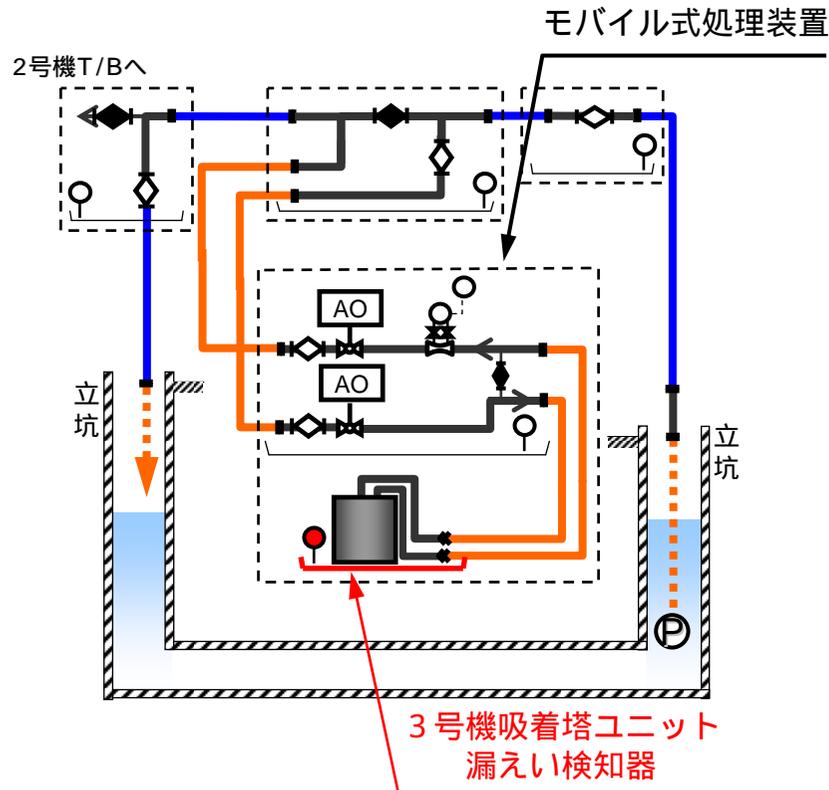
全 : $7.3 \times 10^3 \text{Bq/cc}$

< 時系列 >

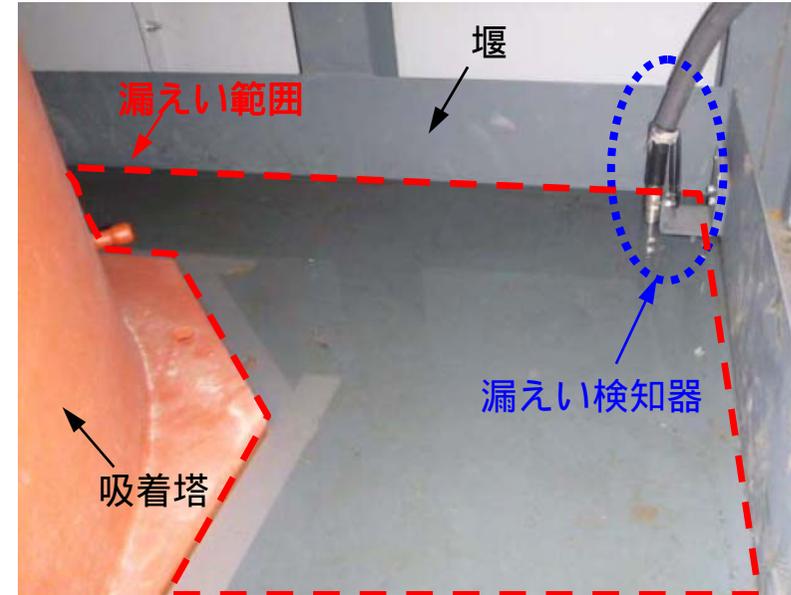
- ・ 10:20 3号機漏えい検知器警報「吸着塔ユニット漏えい」動作
- ・ 10:42 現場を確認し、漏えいの停止を確認

3号機モバイル式処理装置からの漏えいについて

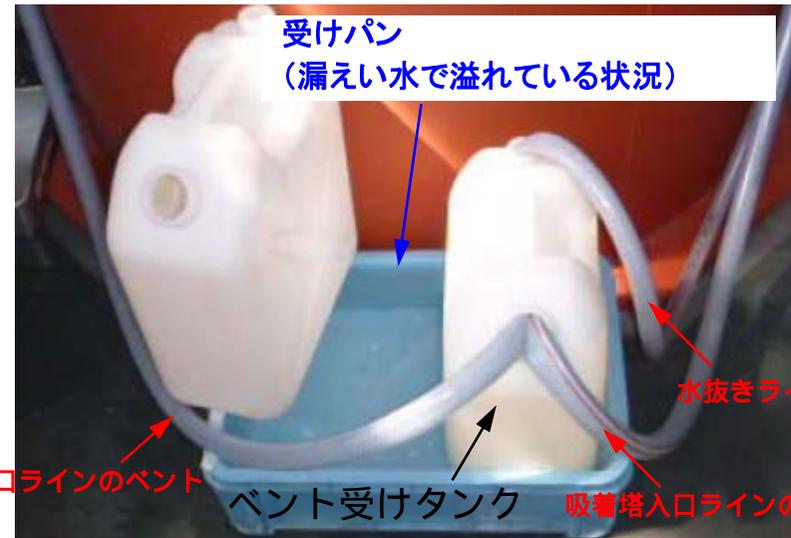
■漏えい状況



系統概要図



吸着塔ユニット内 漏えい状況



ベント受けタンク (吸着塔の水張り時使用)

3号機モバイル式処理装置からの漏えいについて

■対応状況・推定原因

- ・ 吸着塔ユニット堰内の漏えい水を回収（約50L）。
- ・ 弁（F571～F573）の開閉状況を確認し、目視で閉であることを確認。
- ・ 吸着塔内をろ過水で置換すると共に、漏えいの有無について確認したところ、F572からのシートリークを確認。
- ・ その際、当該弁が閉位置であることを操作確認したが、漏えいが継続。
- ・ その後、当該弁の開閉操作を実施したところ、シートリークが停止した。
- ・ 以上から3/24の吸着塔交換に伴う水張り操作により、当該ベント弁にゴミかみ等に起因する微小漏えいが発生・継続したため、堰内に漏えいが溜まったものと推定。

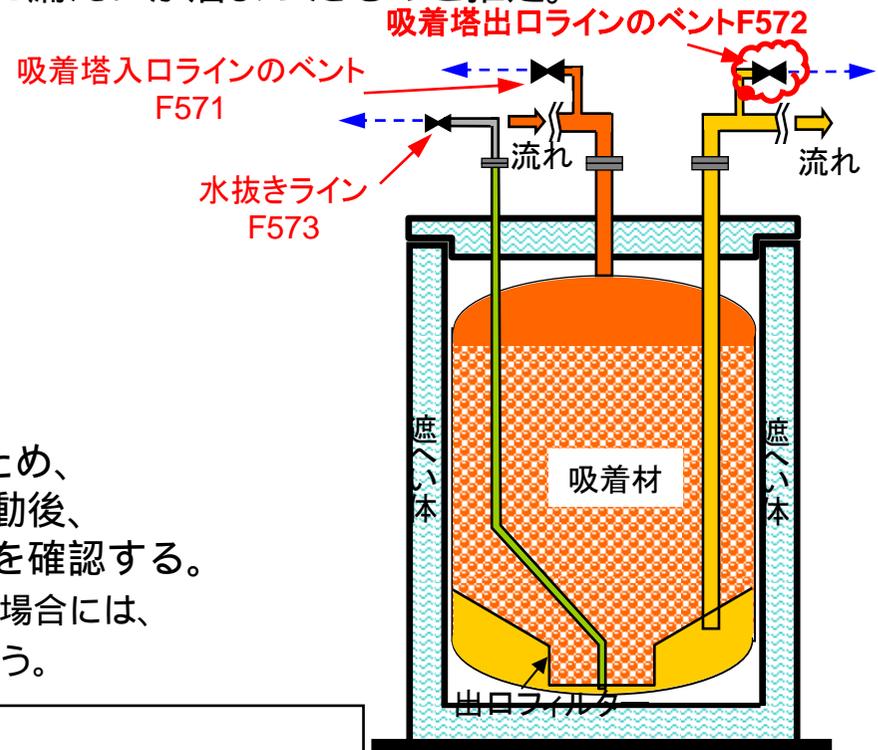
■今後の対応

< 当該の吸着塔に対する対応 >

- ・ 現状、シートリークはおこしていないと考えられるが、念のため、監視強化として再起動後、1時間後及び3時間毎に、ベント弁から漏えいがないことを確認する。
起動後、1日程度

< 再発防止策 >

- ・ 吸着塔交換等 に際しては、吸着塔水張り操作のため、ベント弁の開閉操作が発生することから、装置起動後、約1時間後に、ベント弁からの漏えいがないことを確認する。
長期停止時に、ろ過水による水置換・水抜きを行う場合には、ベント弁の開閉操作が発生するため同様の確認を行う。



汚染水	排水
処理水	ベント受けタンクへの接続ホース

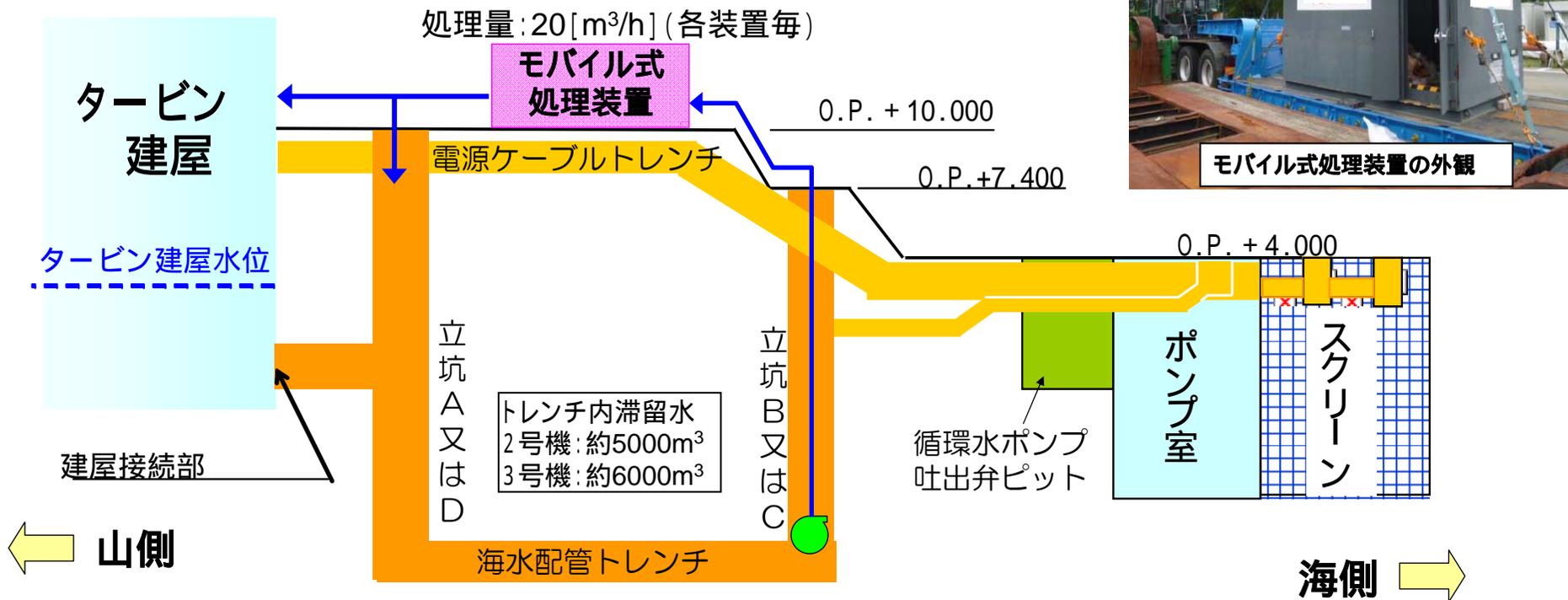
吸着塔概略図

主トレンチ（海水配管トレンチ）内汚染水処理状況について

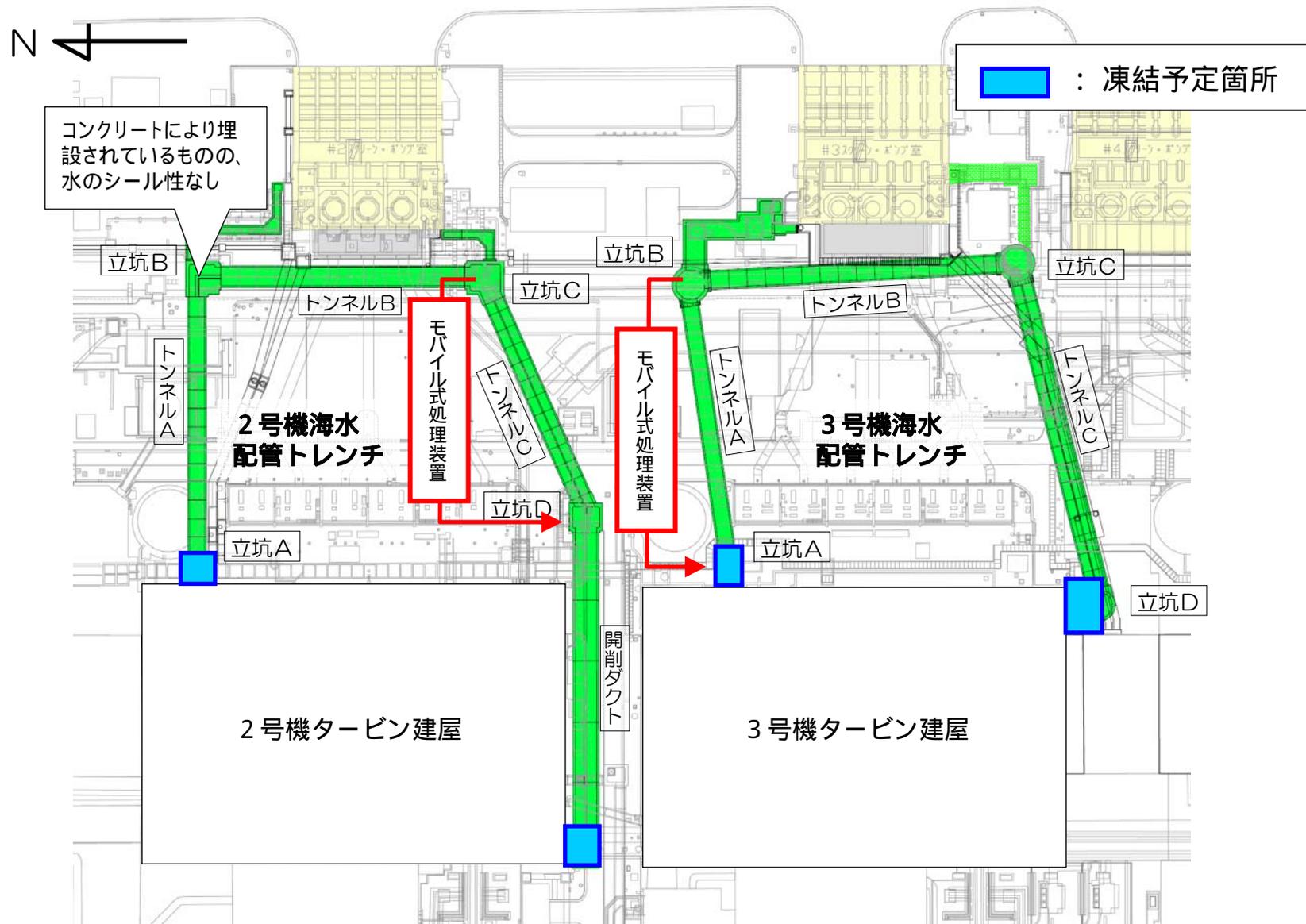
平成26年3月27日
東京電力株式会社

1. 主トレンチ (海水配管トレンチ) 内汚染水の処理状況

- 2・3号機主トレンチ (海水配管トレンチ) の海側の立坑に水中ポンプを設置し、トレンチ滞留水を汲み上げ、モバイル式の処理装置の処理済水を山側の立坑等へ移送。
- モバイル式の処理装置 (吸着塔ユニット・弁ユニット) は、各号機毎に一式設置。
- 2号機 H25.11.14より処理運転開始 (現在通算約48,100m³の滞留水を処理)
- 3号機 H25.11.15より処理運転開始 (現在通算約48,500m³の滞留水を処理)



海水配管トレンチ全体平面図



2. 主トレンチ(海水配管トレンチ)内汚染水の処理状況(1 / 2)

トレンチ水のサンプリングデータ

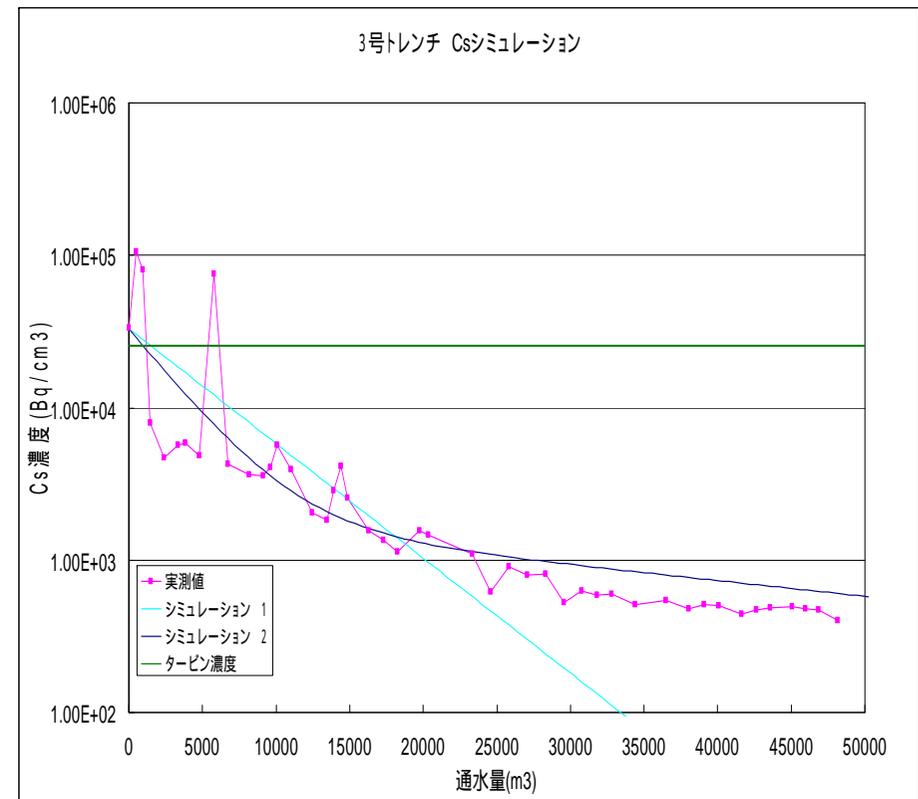
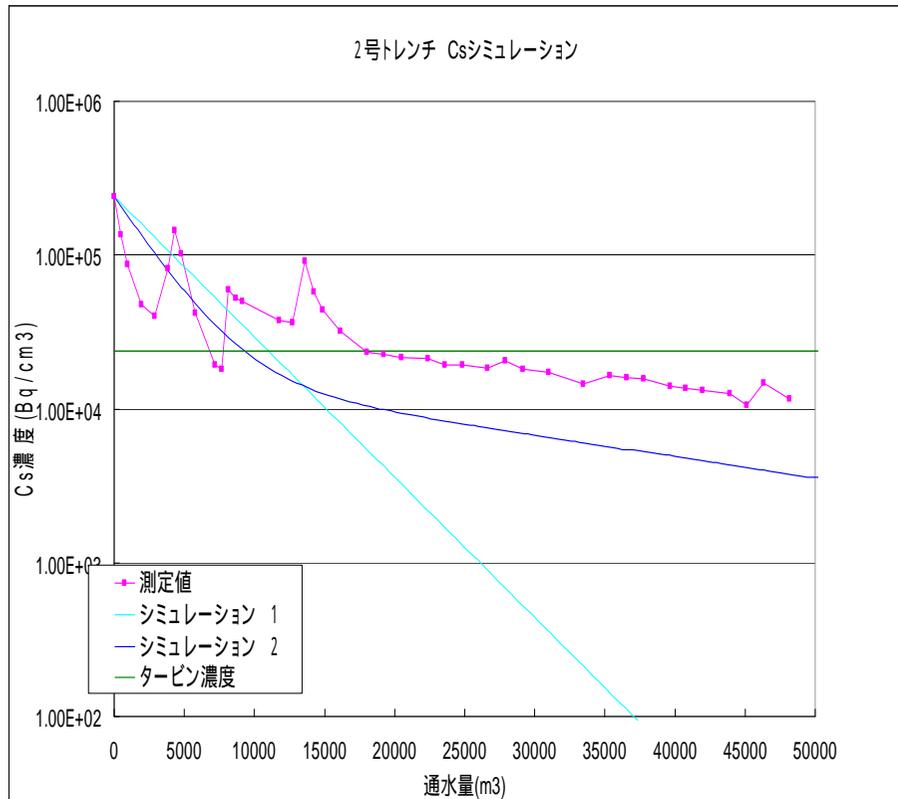
・サンプリングポイント：モバイル式処理装置吸着塔入口（トレンチ滞留水）、吸着塔出口

号機		2号機		3号機	
		吸着塔入口	吸着塔出口	吸着塔入口	吸着塔出口
放射能濃度 (処理開始時)	日付	H25.11.14		H25.11.15	
	^{134}Cs (Bq/cm ³)	6.69×10^4	1.60×10^1	1.05×10^4	1.57×10^0
	^{137}Cs (Bq/cm ³)	1.74×10^5	3.54×10^1	2.28×10^4	3.89×10^0
放射能濃度 (現状)	日付	H26.3.24		H26.3.24	
	^{134}Cs (Bq/cm ³)	3.14×10^3	$< 1.57 \times 10^{-1}$	1.13×10^2	$< 1.21 \times 10^{-1}$
	^{137}Cs (Bq/cm ³)	8.41×10^3	4.98×10^{-1}	2.89×10^2	$< 1.63 \times 10^{-1}$

2, 3号機ともに処理が進められ、2号機についてはタービン建屋滞留水(^{134}Cs , ^{137}Cs の合計で約 $2 \sim 4 \times 10^4$ Bq/cm³)とほぼ同等レベルまで、3号機については充分下回る程度までトレンチ滞留水の放射能濃度の低下が確認されている。

引き続き処理を継続するとともに、サンプリングを行い処理傾向を確認していく。

3. 処理状況評価結果



シミュレーション1: タービンからの流入なし、トレンチ内滞留水の流動性による影響を考えないケース
 シミュレーション2: 1のケースに、仮定としてトレンチ内の1/3を流動性が乏しい領域と想定し、
 1m³/hにて滞留水が混ざり合うことを想定

4. 処理状況の評価と今後の予定

【処理状況】

2号機、3号機ともに浄化開始以降、放射能濃度の低減が確認されている。

浄化を一時的に停止している状況における放射能濃度の再上昇が確認されており、トレンチ全体の滞留水の流動性から、浄化効率の低下は否定できない。

【今後の予定】

トレンチ内汚染水浄化の目的は、止水に先行して可能な限りリスクを低減するものであり、今後も、止水作業が開始されるまで継続的に浄化を進めるとともに、トレンチの止水工事準備を進める。

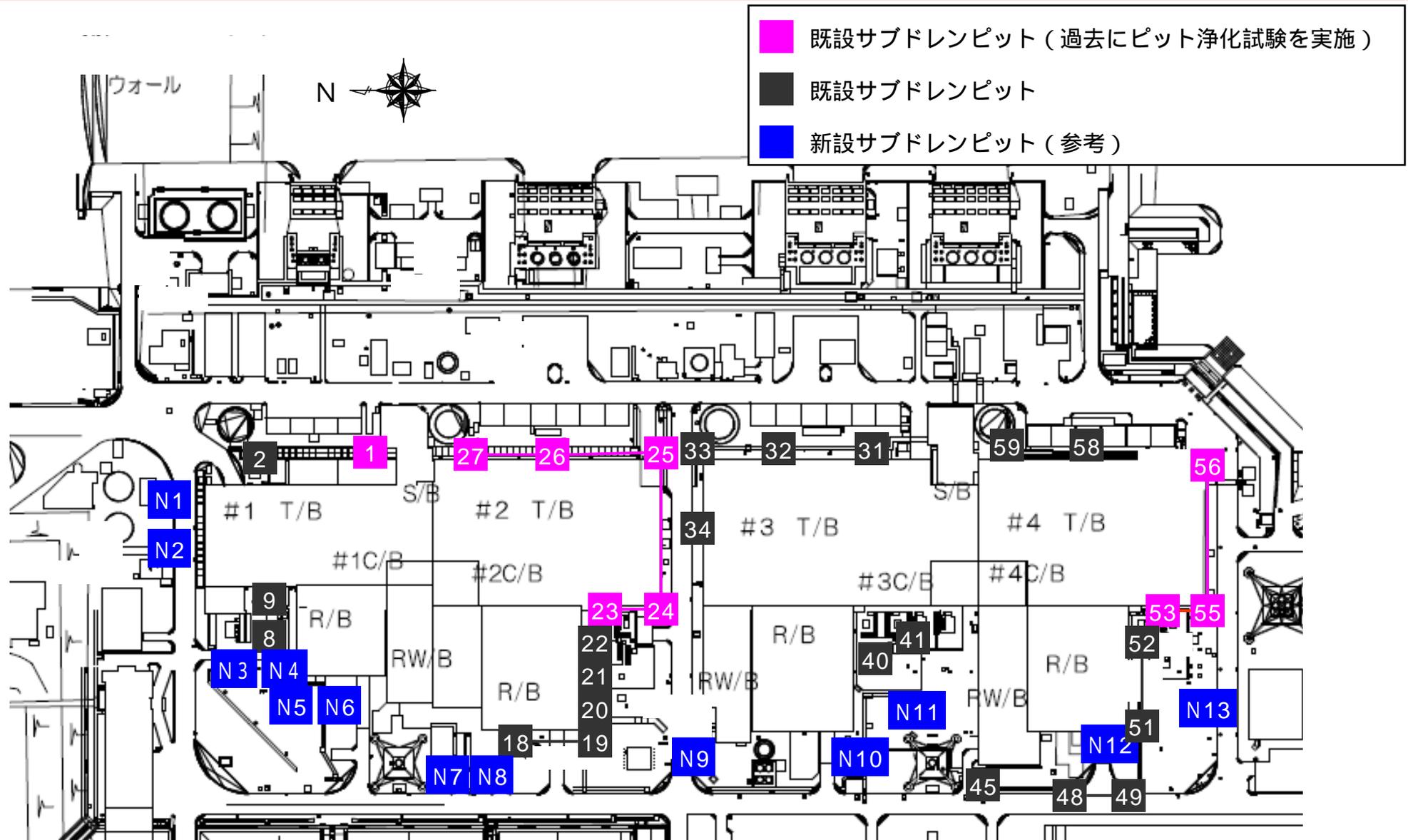
なお、浄化については、現在セシウムを浄化目標に浄化を進めているが、今後ストロンチウムについても浄化を計画していく。

1～4号機サブドレンピットの 水質調査結果について

平成26年3月27日

東京電力株式会社

1 ~ 4号機サブドレンピット配置図



1～4号機サブドレンピットの水質調査結果

- 今回採水した新設サブドレンピット内溜まり水の放射能濃度は、周辺の新設サブドレンピット内溜まり水と同程度である。

単位：Bq/L

	建屋	ピット	Cs-134	Cs-137	全	H-3	Sb-125
既設 ア ン テ ン ナ	1号機	1	68	180	300	96,000	ND(7.3)
		2	6.1	17	42	490	ND(2.8)
		8	800	2,100	3,100	450	ND(21)
		9	270	720	1,100	250	35
	2号機	18	140	340	690	3,200	ND(7.6)
		19	150	350	490	2,700	ND(9.3)
		20	27	64	140	2,500	34
		21	160	360	590	3,000	ND(10)
		22	110	270	550	1,300	ND(8.8)
		23	37	84	200	1,600	ND(4.0)
		24	45	100	200	750	ND(4.3)
	3号機	25	51	130	230	530	ND(6.3)
		26	72	190	340	190	ND(5.5)
27		230	440	880	210	ND(10)	
31		10	24	55	650	12	
32		4.7	10	18	ND(2.8)	ND(2.3)	
33		25	68	68	55	ND(3.5)	
34		330	800	720	800	ND(14)	
	40	-	-	-	-	-	
	41	-	-	-	-	-	

	建屋	ピット	Cs-134	Cs-137	全	H-3	Sb-125
既設 ア ン テ ン ナ	4号機	45	20	49	73	89	ND(3.0)
		48	-	-	-	-	-
		49	-	-	-	-	-
		51	-	-	-	-	-
		52	11	28	ND(15)	680	ND(4.4)
		53	1.1	4.6	ND(15)	530	ND(2.1)
		55	2.6	9.3	ND(15)	590	ND(2.6)
		56	1.1	4.5	ND(15)	770	ND(2.3)
	58	27	59	83	250	ND(4.5)	
	59	42	99	94	430	ND(4.5)	
新設 (参考)ア ン テ ン ナ	1号機	N1	ND(0.97)	ND(0.97)	ND(12)	36	ND(1.8)
		N2	ND(0.66)	ND(0.71)	ND(11)	110	ND(1.7)
		N3	3.0	7.2	ND(21)	320	ND(1.2)
		N4	4.8	12	62	320	32
		N5	5.2	5.7	ND(14)	490	ND(2.3)
		N6	ND(0.75)	ND(0.98)	ND(15)	160	ND(2.0)
	2号機	N7	1.1	2.2	ND(13)	18	ND(2.2)
		N8	1.3	2.7	ND(11)	55	ND(1.9)
	3号機	N9	-	-	-	-	-
		N10	-	-	-	-	-
		N11	-	-	-	-	-
	4号機	N12	-	-	-	-	-
		N13	-	-	-	-	-

「-」部分は今後、採水が可能となった段階で水質調査予定
 「ND」は検出限界値未満を表し、()内に検出限界値を示す

今回追加
 (採水日：平成26年3月4日)

環境線量低減対策 スケジュール

時期	活り	作業内容	これまで1ヶ月の動きと今後1ヶ月の予定		2月		3月				4月			5月			6月			備考		
			23	2	9	16	23	30	6	13	下	上	中	下	前	後						
放射線量低減		<p>【実績】</p> <ul style="list-style-type: none"> 敷地内線量低減にかかる実施方針の作成 敷地内線量低減にかかる実施方針を踏まえた敷地内除染の検討 夕見坂法面上 整地（伐採・天地返し・表土除去等） 企業棟南側エリア 整地（伐採・天地返し・表土除去等） 夕見坂法面上 線量低減効果の評価 地下水パイパス周辺 整地（伐採・天地返し・表土除去等） <p>【予定】</p> <ul style="list-style-type: none"> 敷地内線量低減にかかる実施方針を踏まえた敷地内除染の検討 地下水パイパス周辺 整地（伐採・天地返し・表土除去等） 企業棟南側エリア 整地（伐採・天地返し・表土除去等） （～H26.3未予定） 夕見坂法面上 線量低減効果の評価（～H26.3未予定） 企業棟南側エリア 線量低減効果の評価（～H26.4未予定） 	検討・設計	敷地内線量低減にかかる実施方針の作成	敷地内線量低減にかかる実施方針を踏まえた敷地内除染の検討																	
			現場作業	地下水パイパス周辺 整地（伐採・天地返し・表土除去等）	夕見坂法面上 整地（伐採・天地返し・表土除去等）	夕見坂法面上 線量低減効果の評価	企業棟南側エリア 整地（伐採・天地返し・表土除去等）						企業棟南側エリア 線量低減効果の評価									
環境線量低減対策		<p>【実績】</p> <ul style="list-style-type: none"> 【遮水壁】 鋼管矢板打設（3/25時点進捗率：98%） 継手処理（3/25時点進捗率：62%） 埋立（第1工区）（3/25時点進捗率：15%） 1号機取水口前シルトフェンス撤去（H26.1.31） 【海水浄化】 港湾内海水濃度の評価、浄化方法の検討 海水中放射性物質濃度低減のための検討会設置（4/26：第1回、5/27：第2回、7/1：第3回、7/23：第4回、8/16：第5回、10/25：第6回、11/19：第7回開催） 3号機シルトフェンス内側繊維状吸着材浄化装置設置（H25.6.17） 【4m盤地下水対策】 1号機北側調査孔No.0-1追加ボーリング（H25.10～12） 1,2号機調査孔No.1追加ボーリング（H25.6.17～） 2,3号機調査孔No.2追加ボーリング（H25.7.11～H26.2） 3,4号機調査孔No.3追加ボーリング（H25.7.13～） 1,2号機間護岸背後地盤改良（H25.7.8～H25.8.9） 1,2号機間山側地盤改良（H25.8.13～） 2,3号機間護岸背後地盤改良（H25.8.29～H25.12.12） 2,3号機間山側地盤改良（H25.10.1～H26.2.6） 3,4号機間護岸背後地盤改良（H25.8.23～H26.1.23） 3,4号機間山側地盤改良（H25.10.19～H26.3.5） 港湾内海水モニタリング強化（H25.6.21～） 地下水流動、海水濃度変動のシミュレーション（H25.7～） <p>【予定】</p> <ul style="list-style-type: none"> 【遮水壁】 鋼管矢板打設（～H26.9予定） 継手処理（～H26.5予定） 【海水浄化】 港湾内海水濃度の評価、浄化方法の検討 検討会における告示濃度未滿に低減しない要因の検討 繊維状吸着材の吸着量評価（～H26.3予定） 【4m盤地下水対策】 1,2号機調査孔No.1追加ボーリング（～H26.4下旬予定） 3,4号機調査孔No.3追加ボーリング（～H26.4月上旬予定） 1,2号機間山側地盤改良（～H26.3未予定） フェーシングの実施（～H26.3未予定） 2,3号機間フェーシングの実施（～H26.4未予定） 3,4号機間フェーシングの実施（～H26.4未予定） 港湾内海水モニタリング 地下水流動、海水濃度変動のシミュレーション（1,2号機間地下水、1号機北側地下水、2,3号機間地下水、港湾内海水）（～H26.3予定） 【海底土被覆】 港湾内における海底土被覆の検討 海底土被覆工事の実施（H26.4～H27.3予定） 	検討・設計	【海水浄化】 港湾内海水濃度の評価、浄化方法の検討（モニタリング強化、沈殿等による浄化方法）	【海水浄化】 検討会 告示濃度未滿に低減しない要因の検討	【4m盤地下水対策】 地下水流動、海水濃度変動のシミュレーション																
			現場作業	【遮水壁】 鋼管矢板打設（3/25時点進捗率：98%、～H26.9予定）	【遮水壁】 継手処理（3/25時点進捗率：62%、～H26.5予定）	【遮水壁】 埋立（第1工区）（3/25時点進捗率：15%、～H26.9予定）	3号機シルトフェンス内側繊維状吸着材浄化装置設置	地下水調査孔 追加ボーリング	1,2号機間護岸山側地盤改良	1,2号機間 フェーシング	2,3号機間 フェーシング	3,4号機間山側地盤改良	3,4号機間 フェーシング	港湾内海水モニタリング	海底土被覆工事							
評価		<p>【実績】</p> <ul style="list-style-type: none"> 1～4号機原子炉建屋上部ダスト濃度測定、放出量評価 敷地内におけるダスト濃度測定（毎週） 降下物測定（月1回） 港湾内、発電所近傍、沿岸海域モニタリング（毎日～月1回） 20km圏内 魚介類モニタリング（月1回 11点） 茨城県沖における海水採取（毎月） 宮城県沖における海水採取（隔週） <p>【予定】</p> <ul style="list-style-type: none"> 1～4号機原子炉建屋上部ダスト濃度測定、放出量評価 敷地内におけるダスト濃度測定（毎週） 降下物測定（月1回） 港湾内、発電所近傍、沿岸海域モニタリング（毎日～月1回） 20km圏内 魚介類モニタリング（月1回 11点） 茨城県沖における海水採取（毎月） 宮城県沖における海水採取（隔週） 	検討・設計	1,2,3,4u放出量評価	1,2,3,4u放出量評価																	
			現場作業	降下物測定（1F,2F）	海水・海底土測定（発電所周辺、茨城県沖、宮城県沖）	20km圏内 魚介類モニタリング																

・地下水調査孔追加ボーリングの詳細工程は別資料参照
・山側地盤改良の施工範囲については検討中

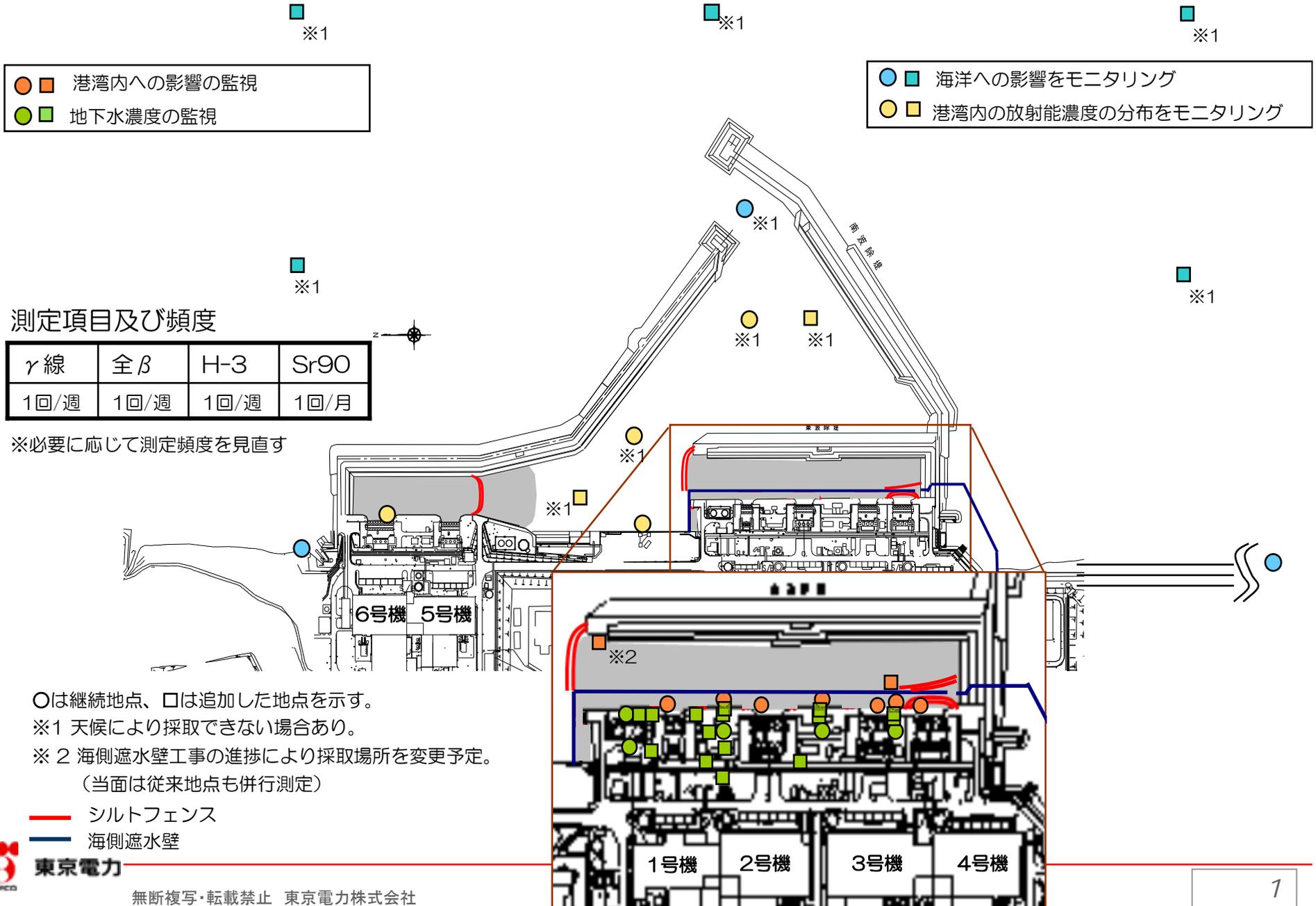
タービン建屋東側における 地下水及び海水中の放射性物質濃度の状況について

平成26年3月27日
東京電力株式会社



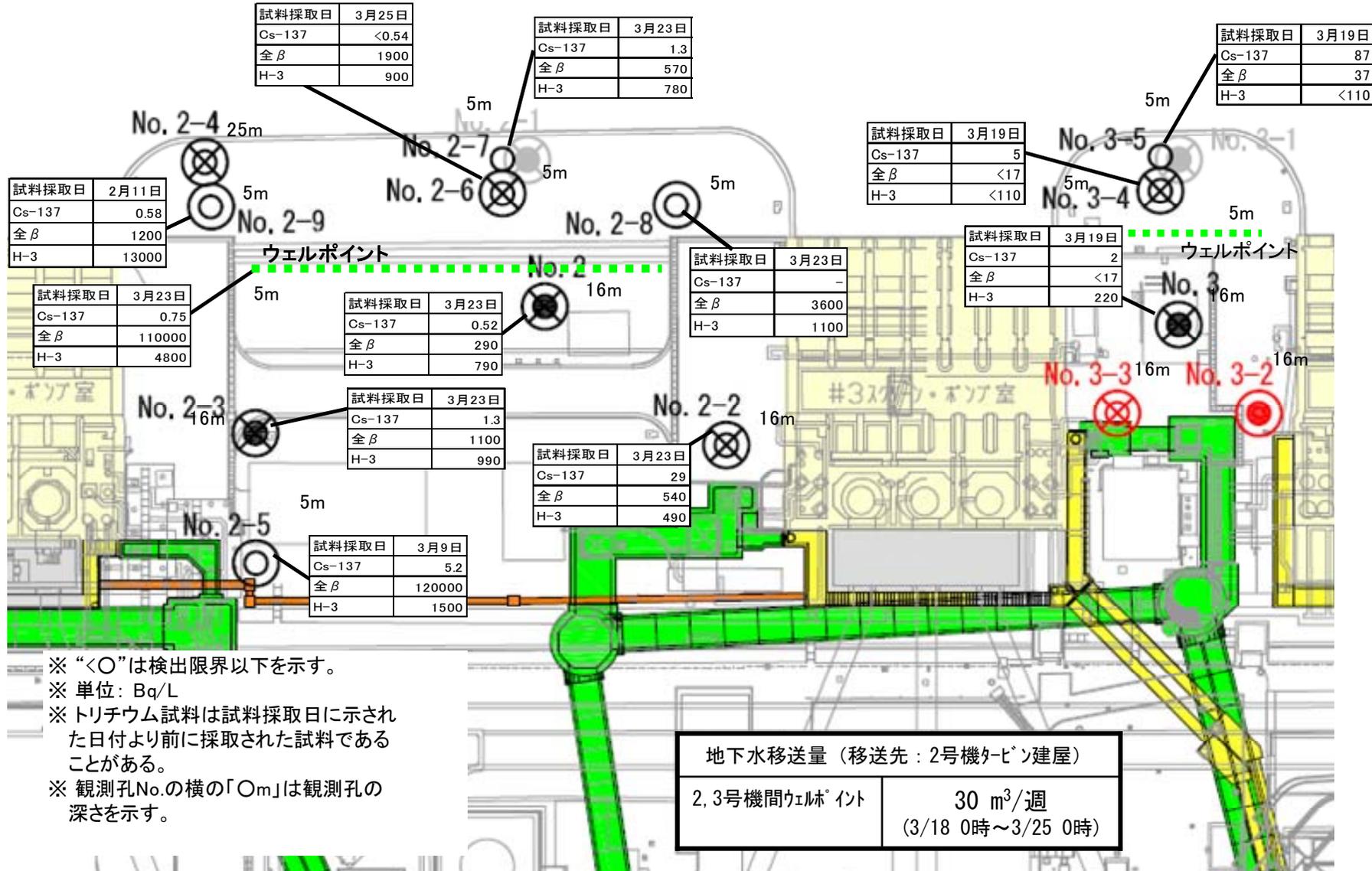
東京電力

モニタリング計画（サンプリング箇所）



タービン建屋東側の地下水濃度 (2/2)

<2,3号機取水口間、3,4号機取水口間>

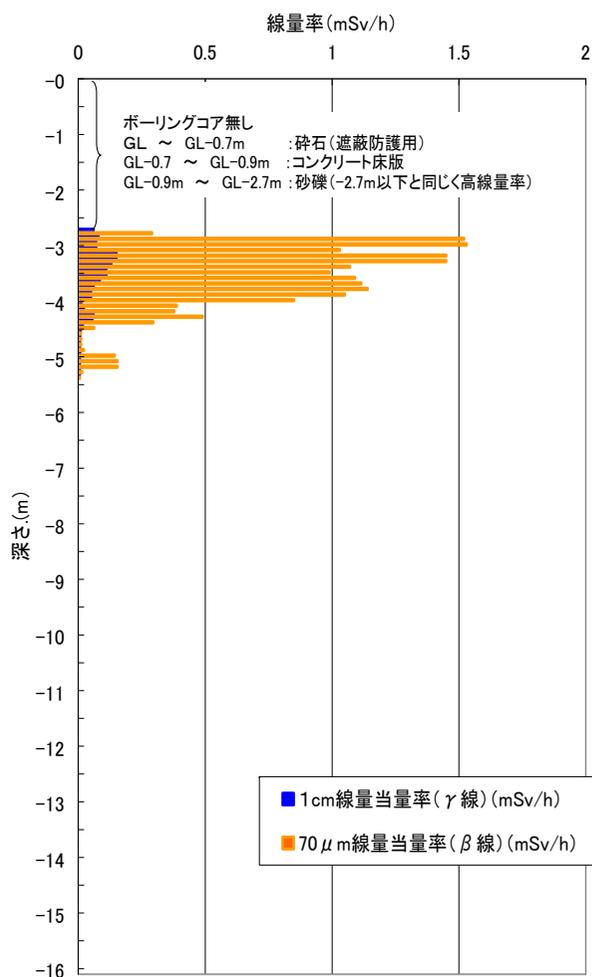


- ※ “<”は検出限界以下を示す。
- ※ 単位: Bq/L
- ※ トリチウム試料は試料採取日に示された日付より前に採取された試料であることがある。
- ※ 観測孔No.の横の「Om」は観測孔の深さを示す。

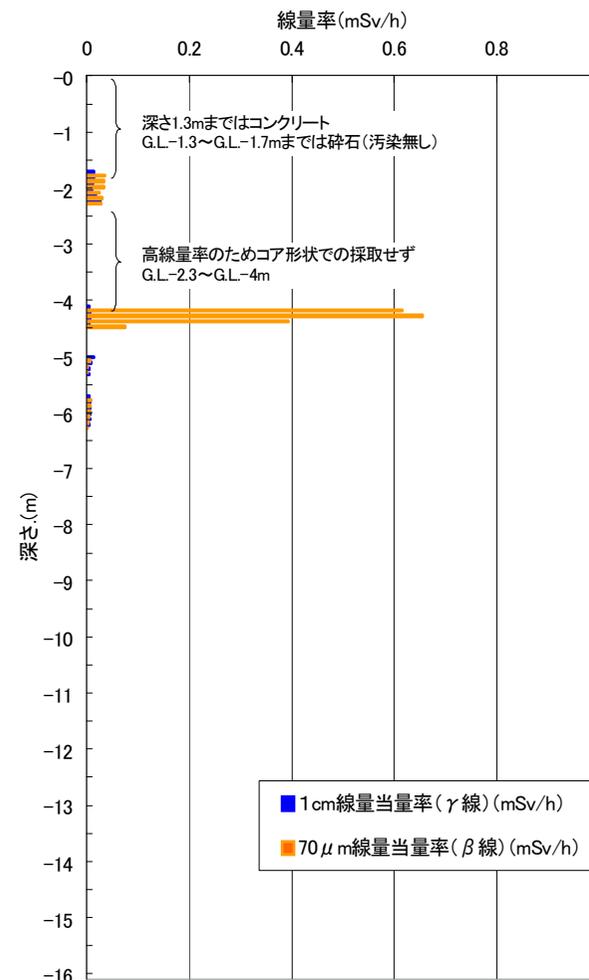
ボーリングコアの線量率測定結果 (No.1-6, No.1-13)

- 過去の海域への漏えい時に、汚染水が流れたと考えられる電源ケーブル管路に近いと、その近傍で閉塞されている位置で採取したNo.1-6およびNo.1-13のボーリングコアの線量率測定結果を示す。なお、次ページ以降に、No.1-6、No.1-13近傍の地下構造物の位置関係について図示した。

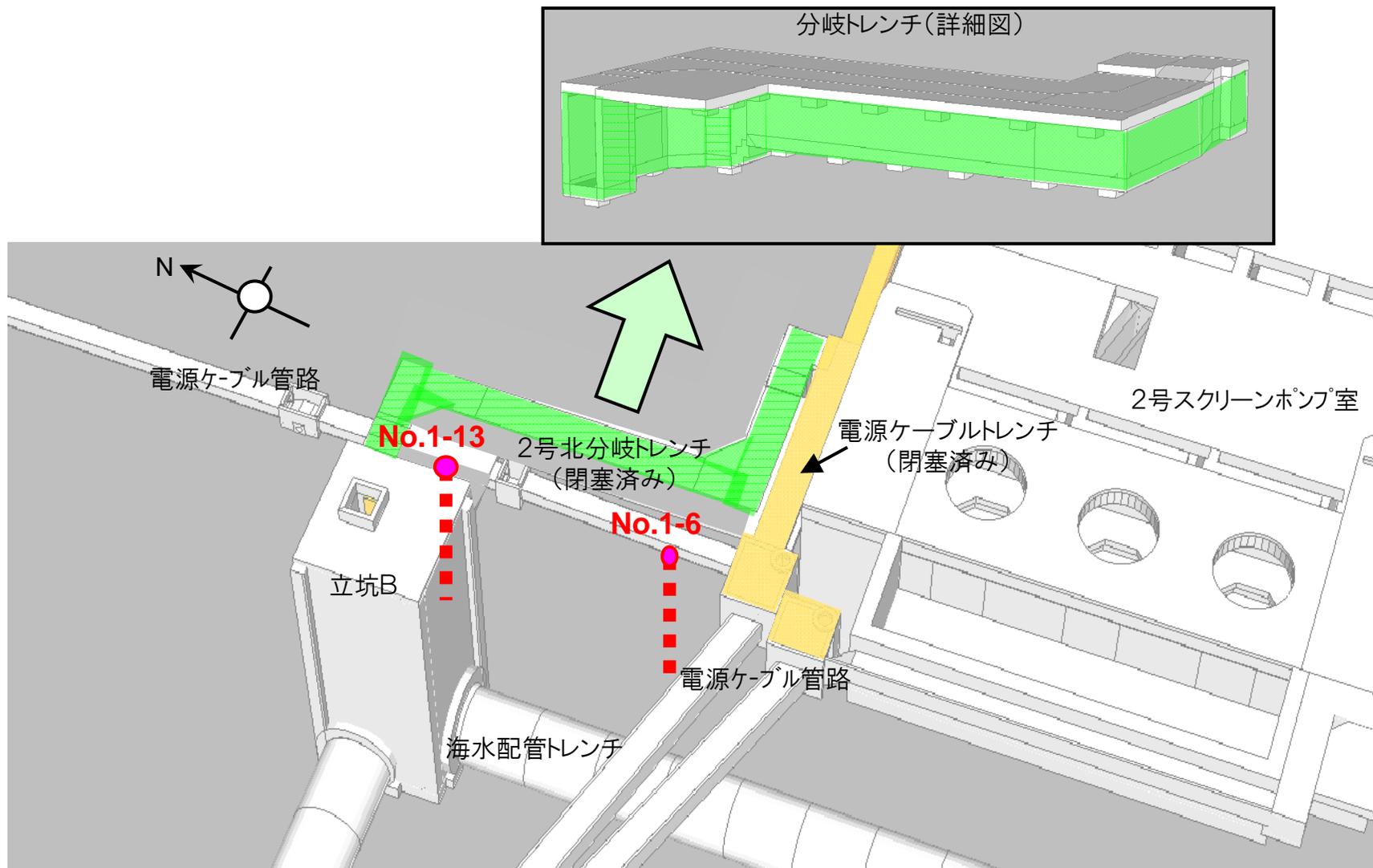
No. 1-6 ボーリングコアの線量率分布



No. 1-13 ボーリングコアの線量率分布



【参考】 No.1-6,1-13ボーリング位置（2号機スクリーンポンプ室北側）



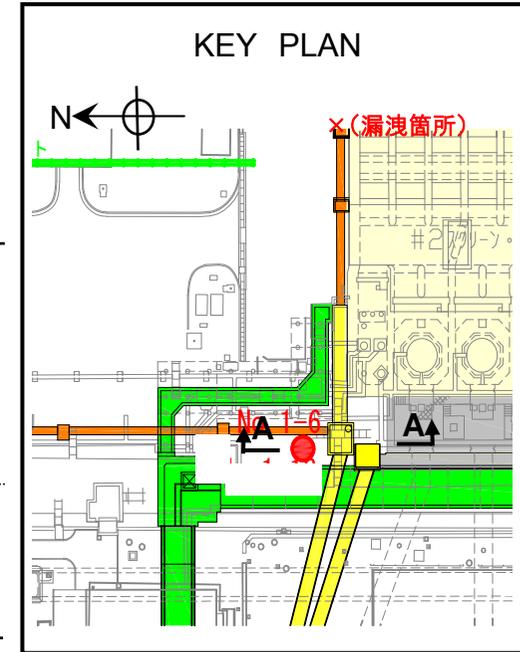
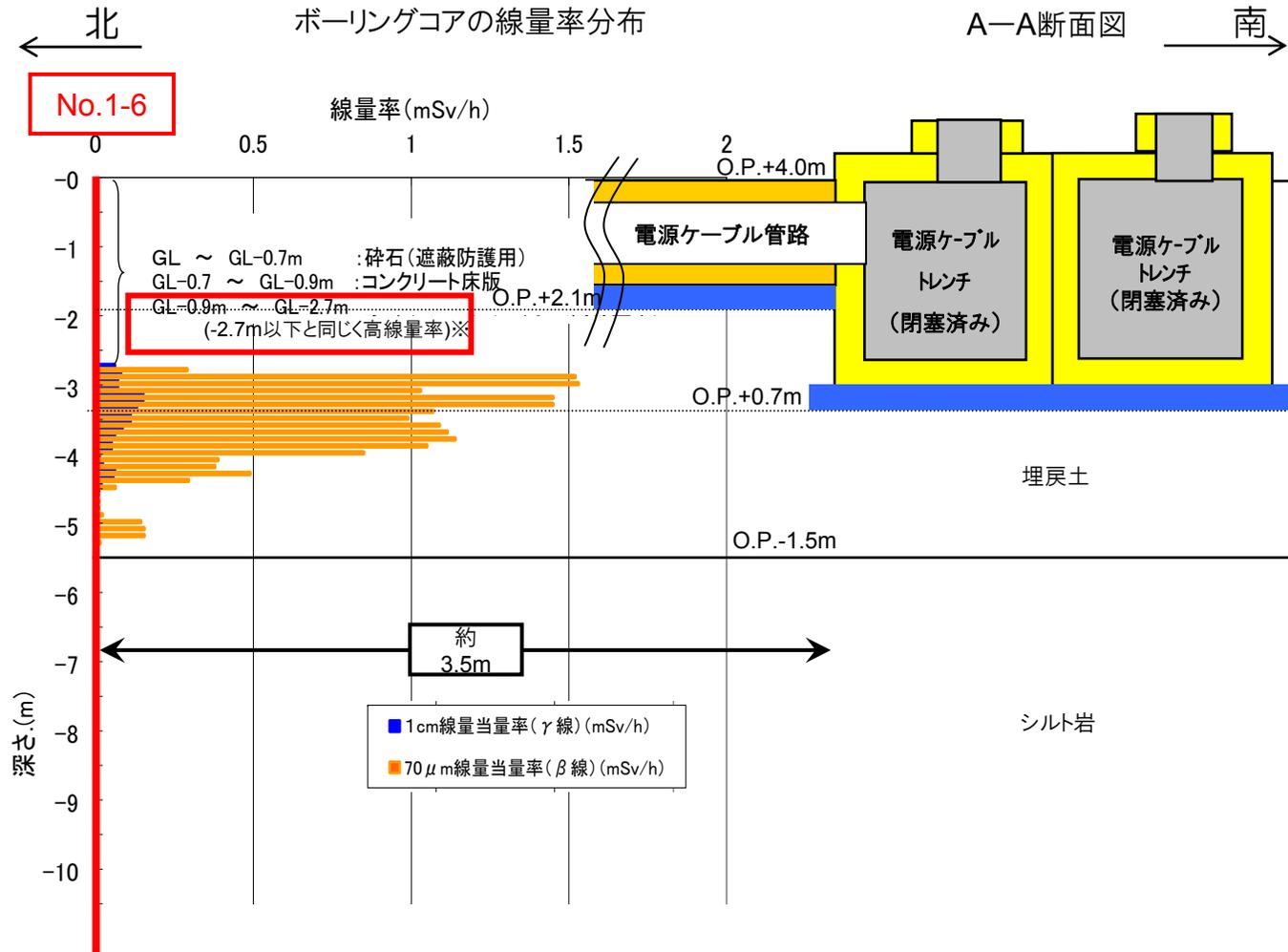
※立坑B, 2号北分岐トレンチは閉塞済み



東京電力

無断複写・転載禁止 東京電力株式会社

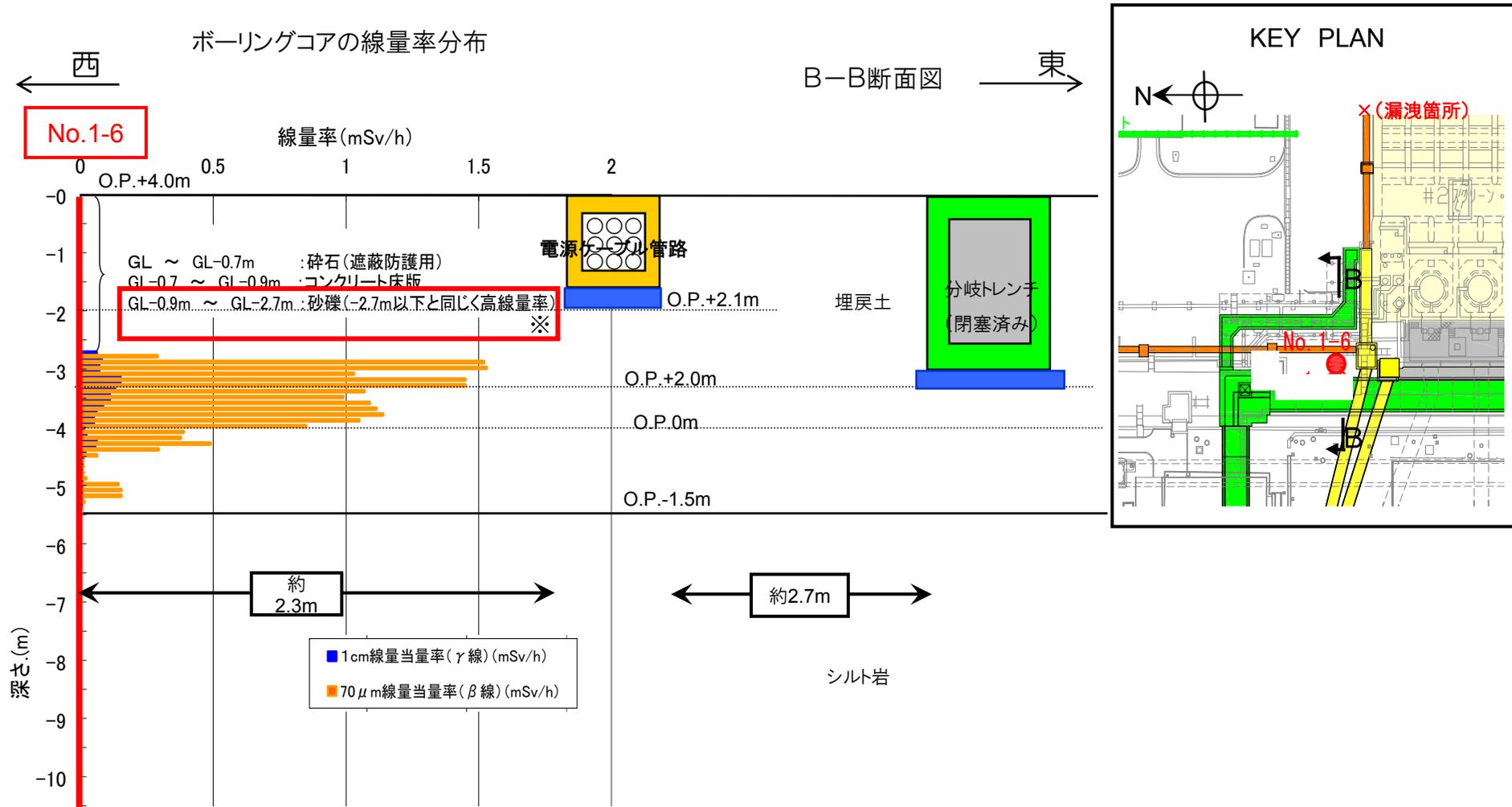
【参考】 No.1-6ボーリングコアの線量率分布



(ボーリングは-16mまで実施)

※ボーリングコアの回収時に線量を測定したところ、高線量であったため、コアとして保管していない。

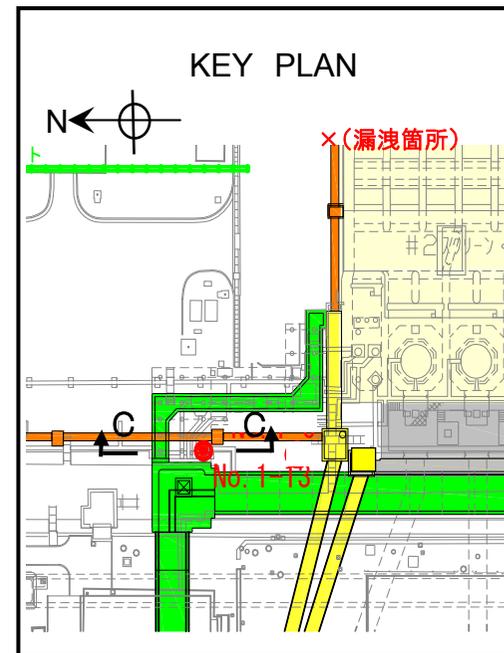
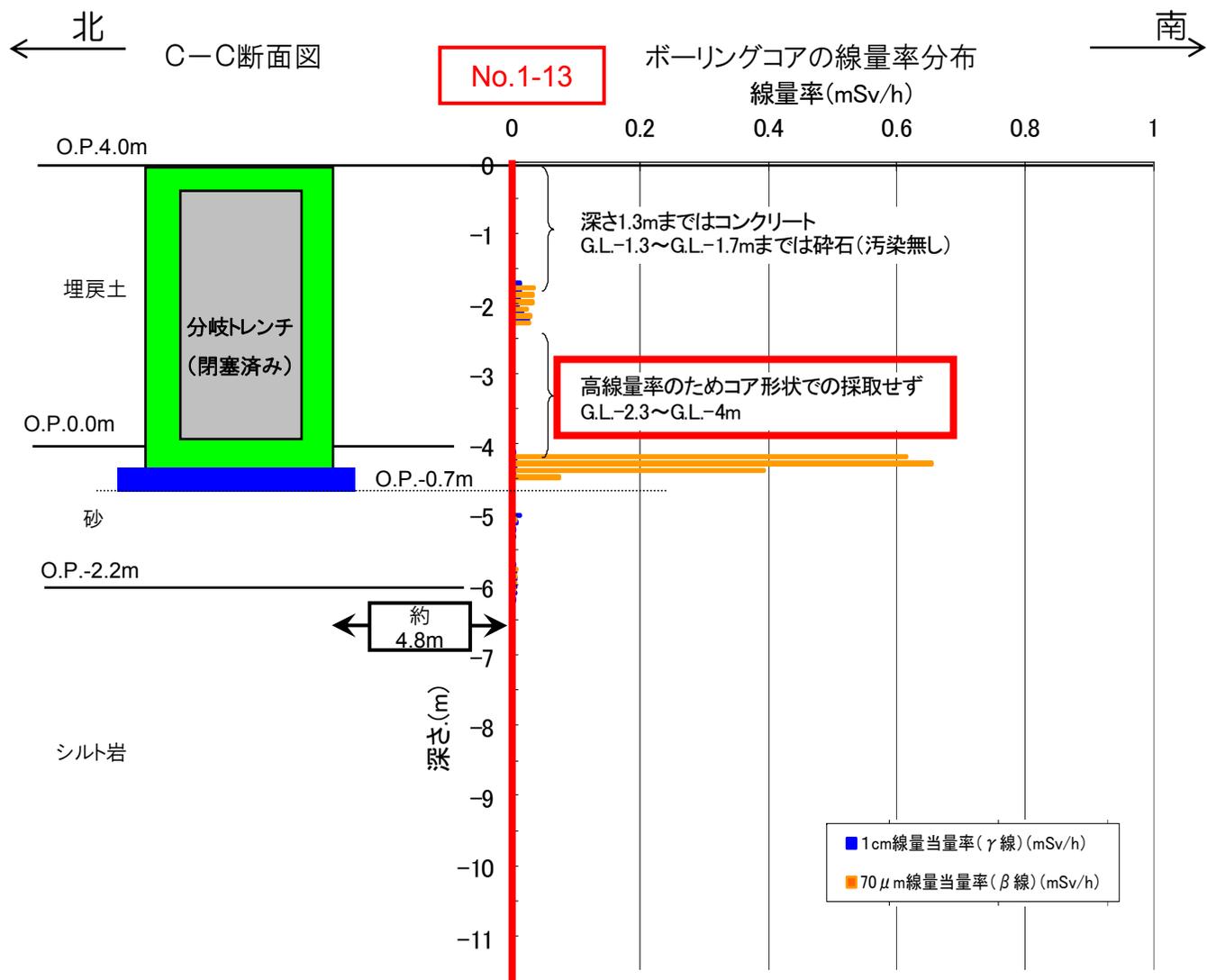
【参考】No.1-6ボーリングコアの線量率分布



(ボーリングは-16mまで実施)

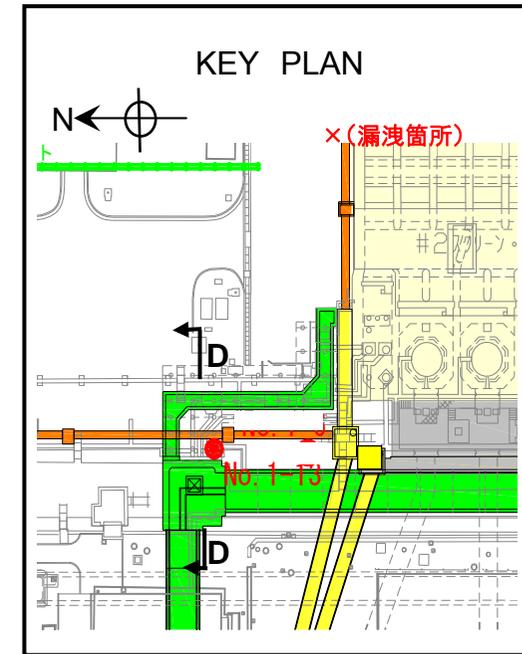
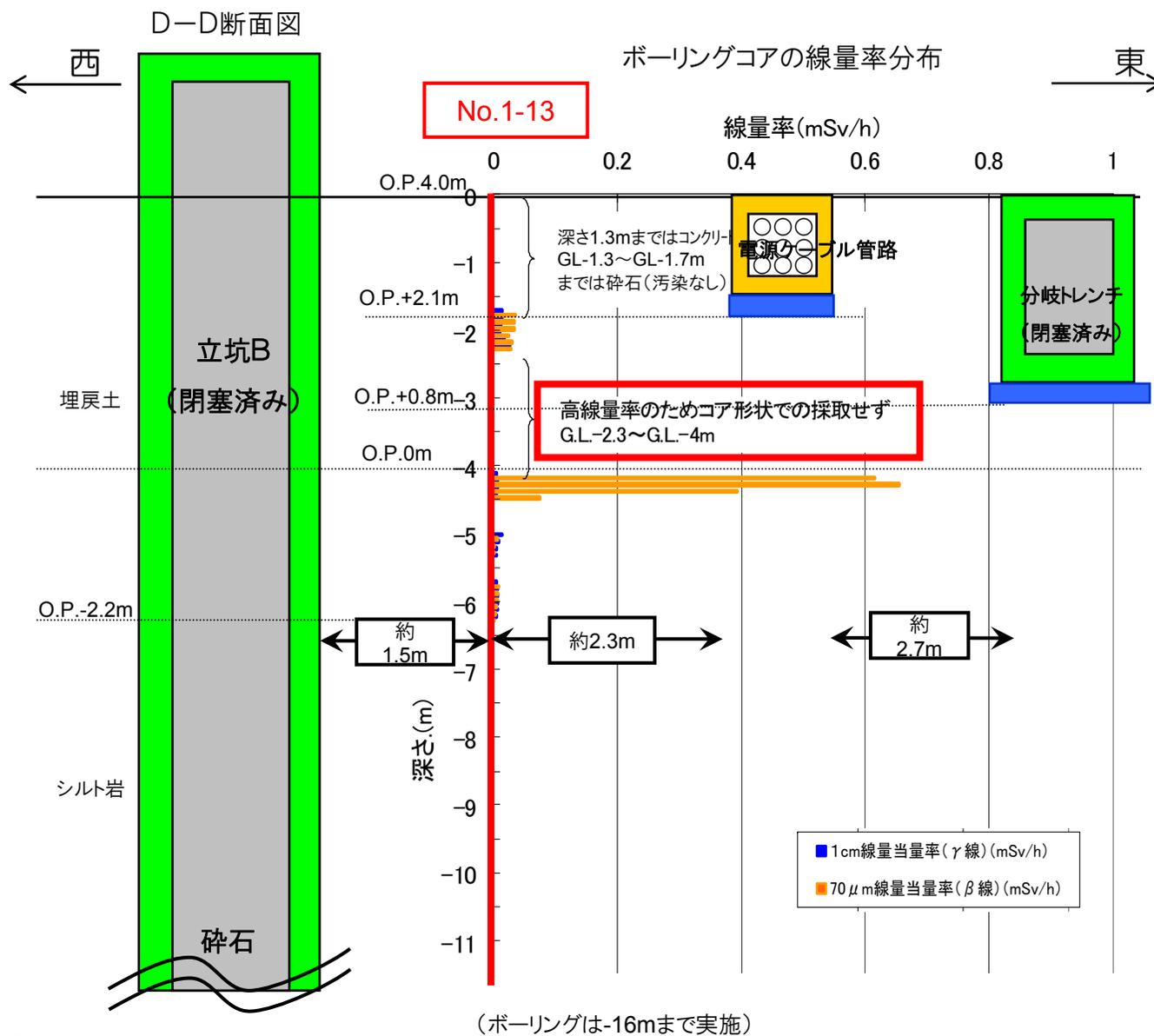
※ボーリングコアの回収時に線量を測定したところ、高線量であったため、コアとして保管していない。

【参考】 No.1-13ボーリングコアの線量率分布



(ボーリングは-16mまで実施)

【参考】 No.1-13ボーリングコアの線量率分布



タービン建屋東側の地下水濃度の状況(1/2)

<1号機北側エリア>

- 北西側のNo.0-2を除き、H-3濃度が高く、海側のNo.0-3-2で地下水の汲み上げを継続中
- 3月に入って、No.0-1-2、No.0-2、No.0-4で、H-3濃度が低下
- 本エリア護岸部の1～4号機取水口北側海水中のH-3濃度も低下傾向にあり、監視を継続する。

<1,2号機取水口間エリア>

- 1,2号機間ウェルポイントは、H-3、全 β 濃度が十万Bq/Lと高い状況
- No.1-16は、1/30に全 β 濃度が310万Bq/Lまで上昇したが、2月中旬より低下に転じ、3/3以降は100万Bq/L前後のレベル。1/29より開始したNo.1-16(P)の地下水汲上げによる効果を継続監視。
- 過去の漏えいの際に汚染水が流れたと考えられる電源ケーブル管路に近いNo.1-6、No.1-13は、全 β 濃度に加えてCs-137も高濃度。ボーリングコアの線量率分布測定を実施した結果、電源ケーブル管路下部の採石層の深さで高線量であった。
- 引き続き、ウェルポイント及びNo.1-16(P)での汲み上げを継続し、外部への漏えい防止に努める。

タービン建屋東側の地下水濃度の状況(2/2)

<2,3号機取水口間エリア>

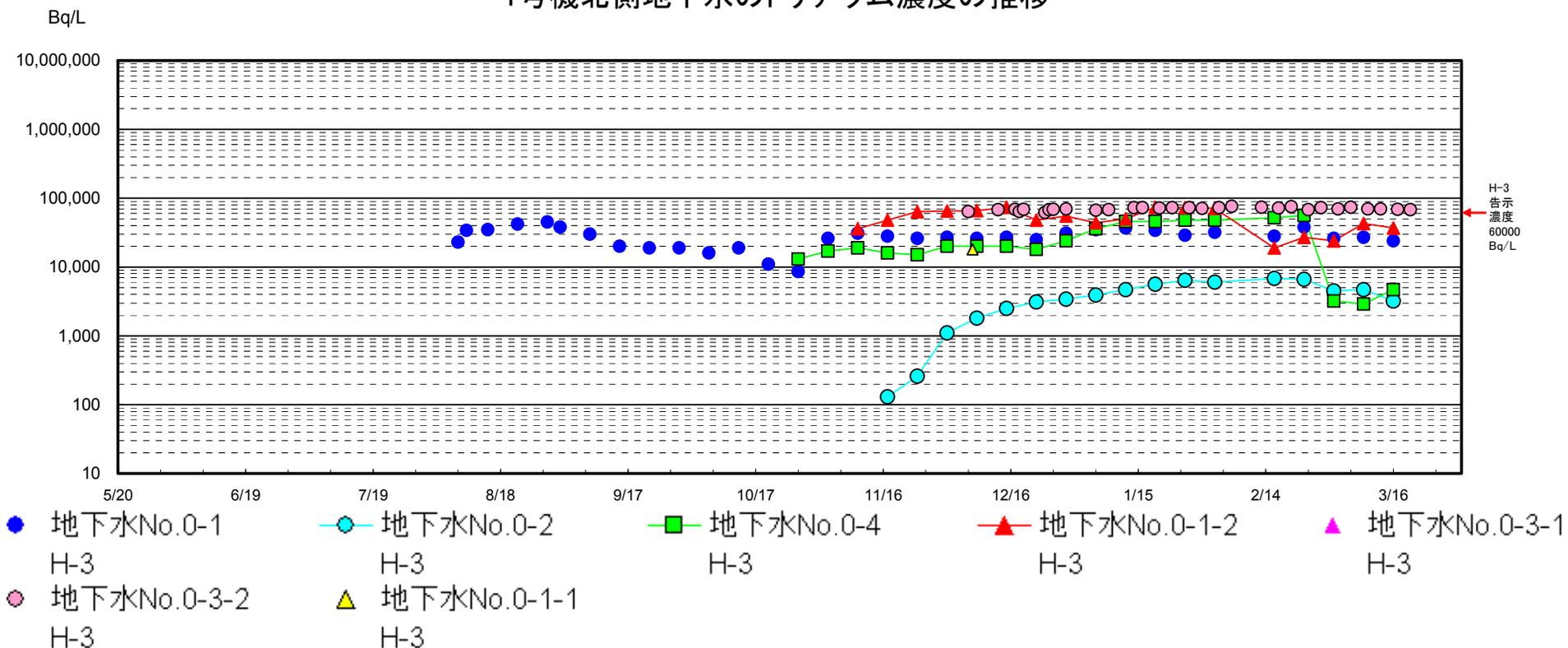
- 2, 3号機取水口間は、北側（2号機側）で全 β 濃度が高い状況
- No.2-5で、2月より全 β 濃度が十万Bq/Lまで上昇
- No.2、No.2-2、No.2-3で、全 β 、H-3濃度とも横ばいで推移し、上昇は見られていない。
- 南側の汚染状況を確認するため、No.2-8で採水を開始。エリア中央のNo.2-6と同程度の濃度であったが、全 β 濃度が上昇傾向
- 地盤改良の外側のNo.2-7は、全 β 濃度が400～600Bq/Lで推移
- 地下水濃度の高い北側で、ウェルポイントによる地下水汲み上げを継続中
- 2,3号機取水口間護岸部海水の全 β 、H-3濃度も低減傾向であり、引き続き監視を継続しつつ、ウェルポイントの運用等について検討する。

<3,4号機取水口間エリア>

- 各観測孔とも放射性物質濃度は低いレベルで推移し、上昇は見られていない。

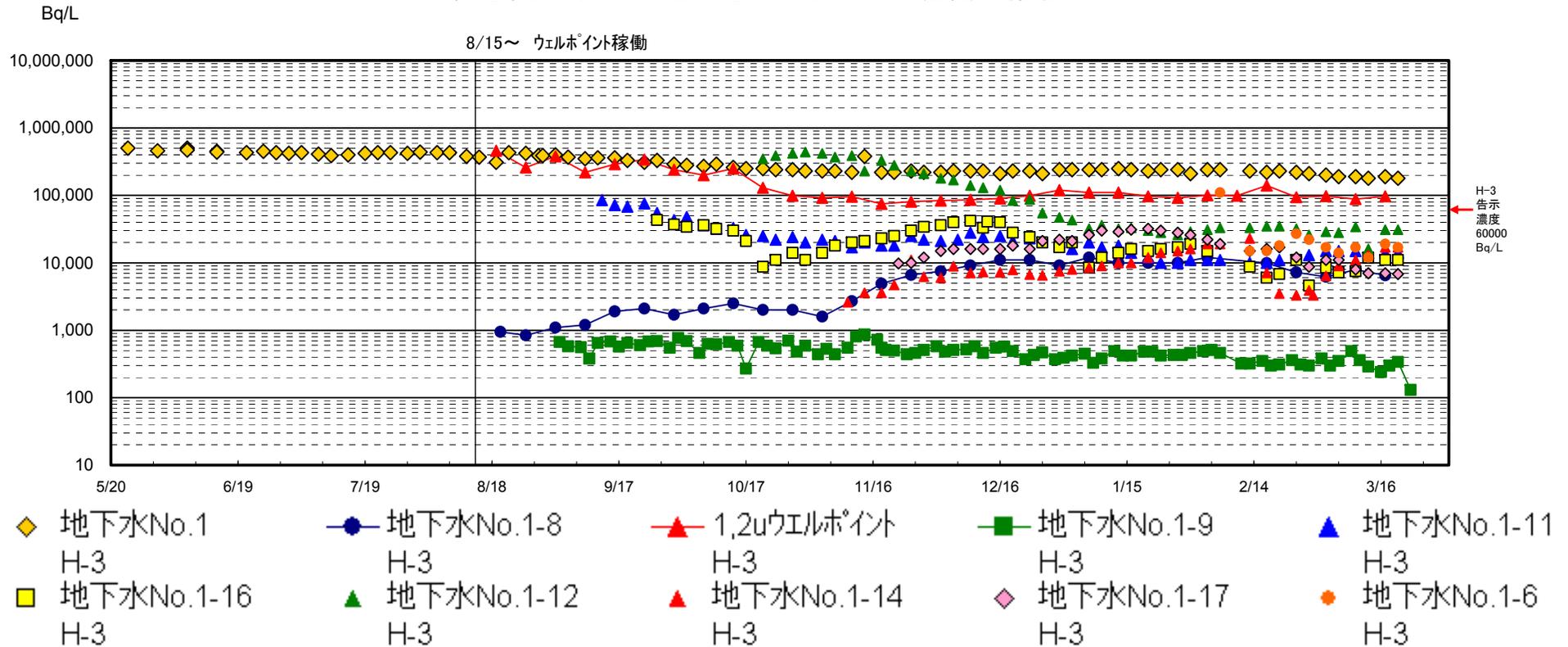
地下水のトリチウム濃度推移(1/4)

1号機北側地下水のトリチウム濃度の推移



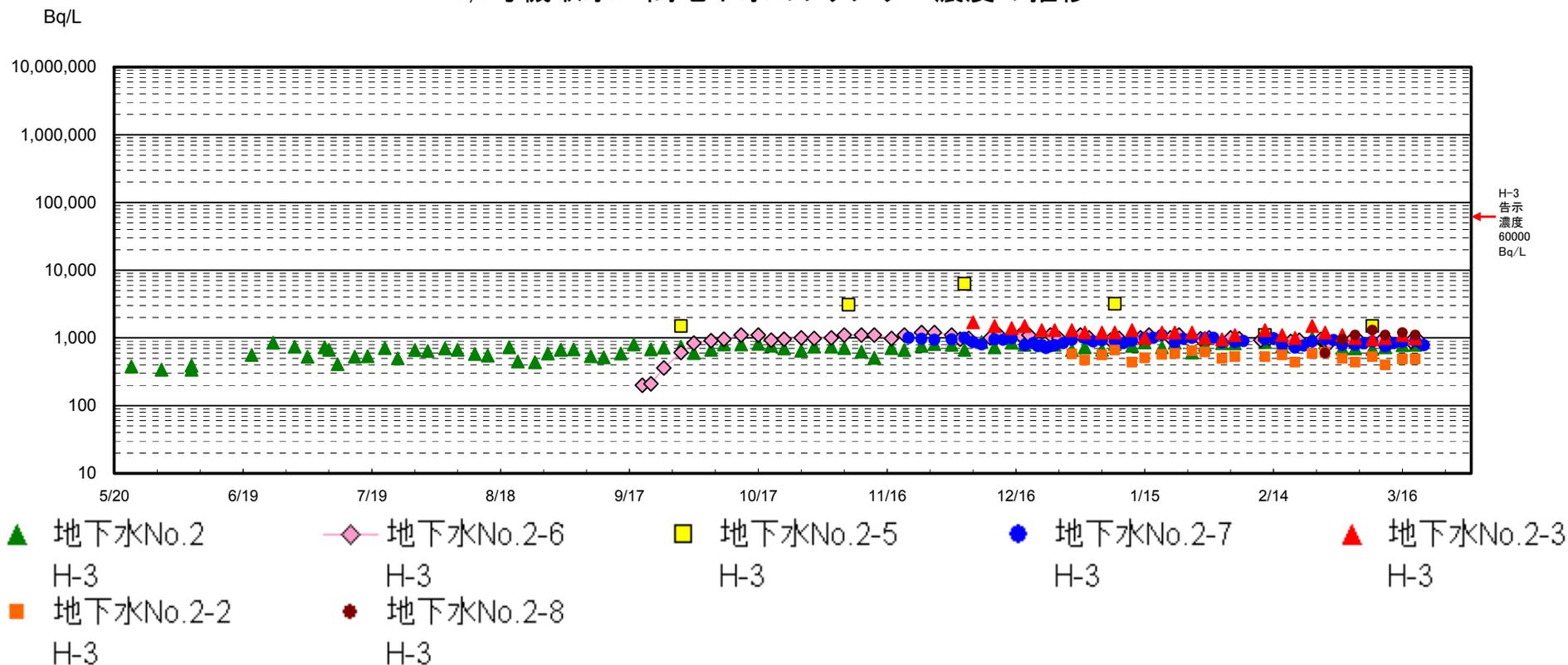
地下水のトリチウム濃度推移(2/4)

1,2号機取水口間地下水のトリチウム濃度の推移



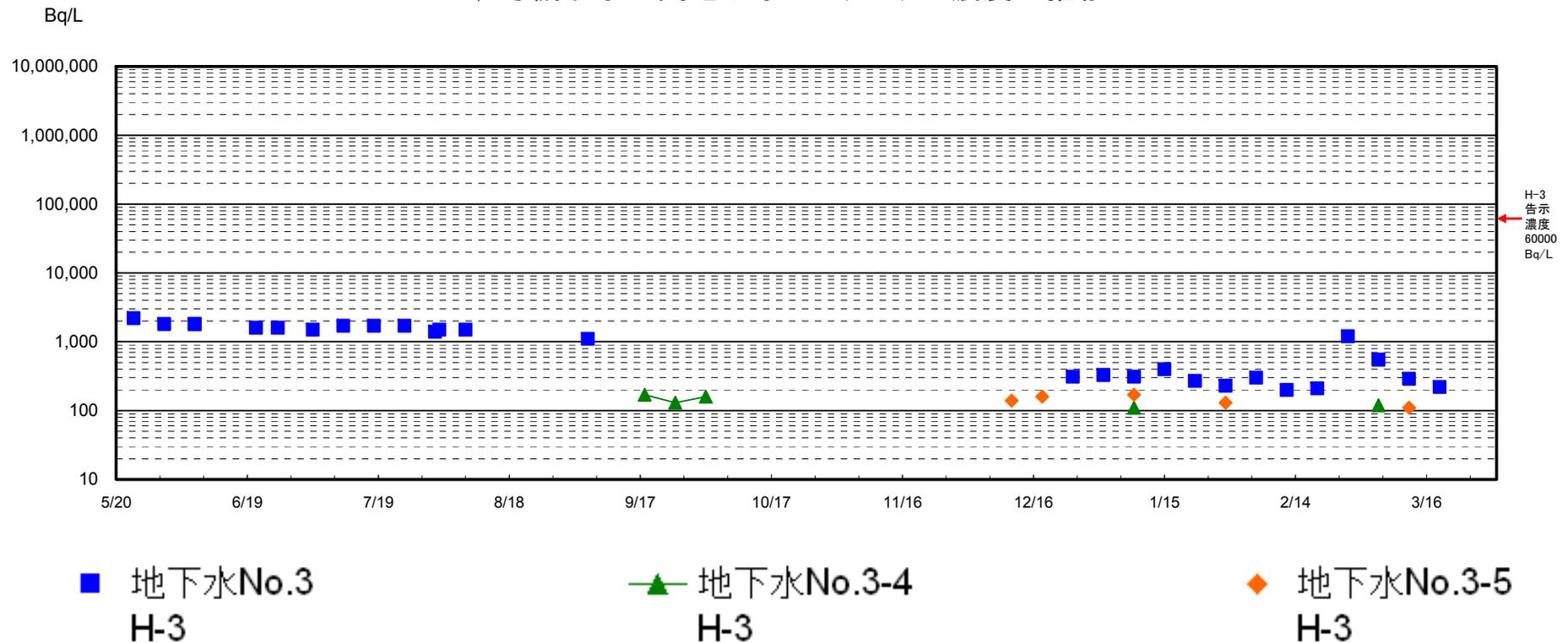
地下水のトリチウム濃度推移(3/4)

2,3号機取水口間地下水のトリチウム濃度の推移



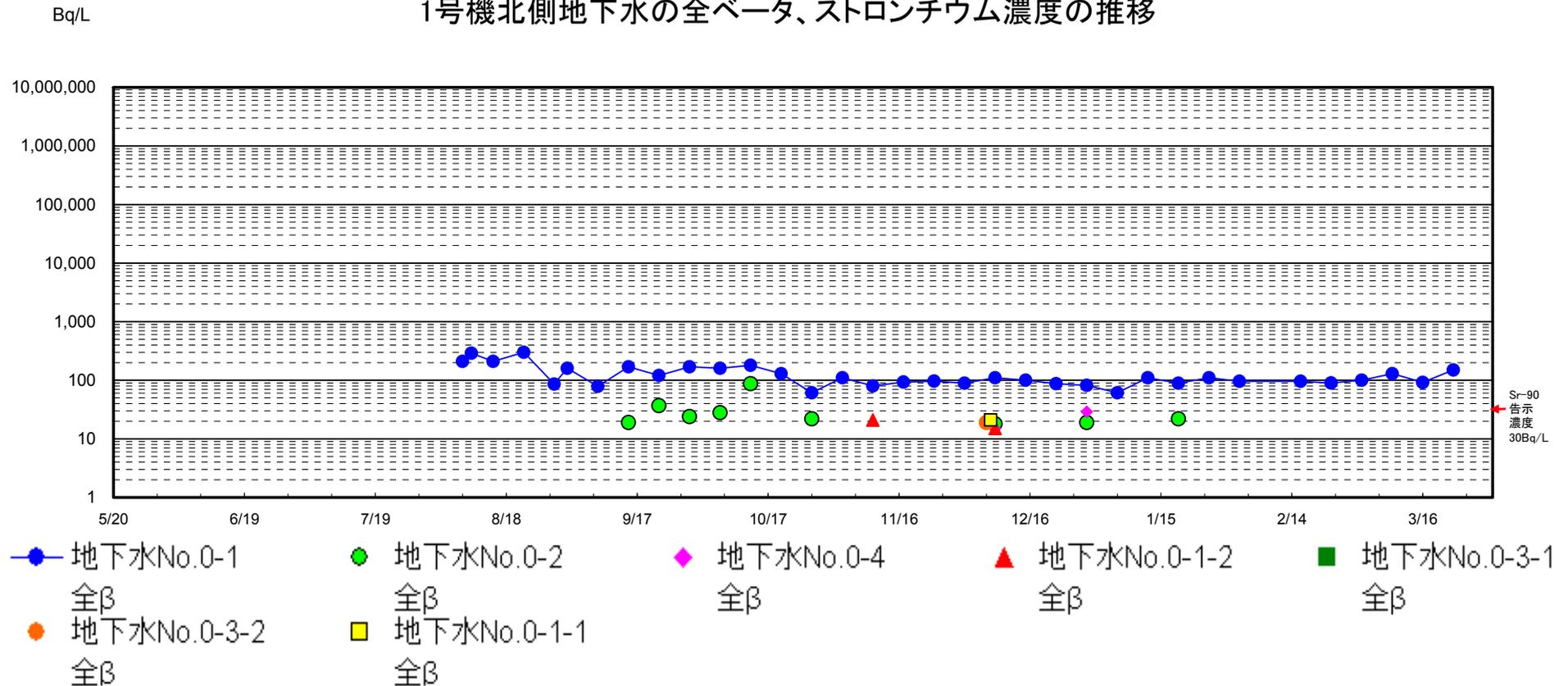
地下水のトリチウム濃度推移(4/4)

3,4号機取水口間地下水のトリチウム濃度の推移



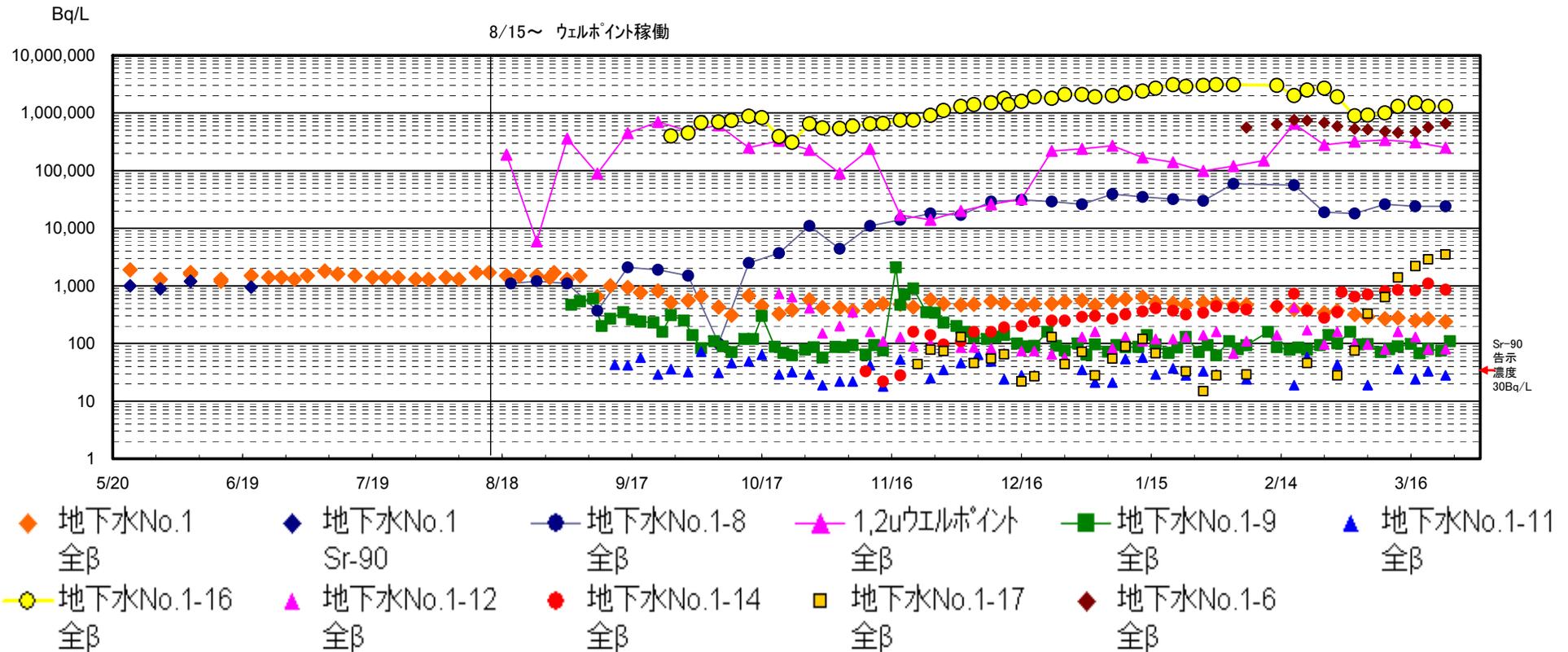
地下水の全ベータ、ストロンチウム濃度推移(1/4)

1号機北側地下水の全ベータ、ストロンチウム濃度の推移



地下水の全ベータ、ストロンチウム濃度推移(2/4)

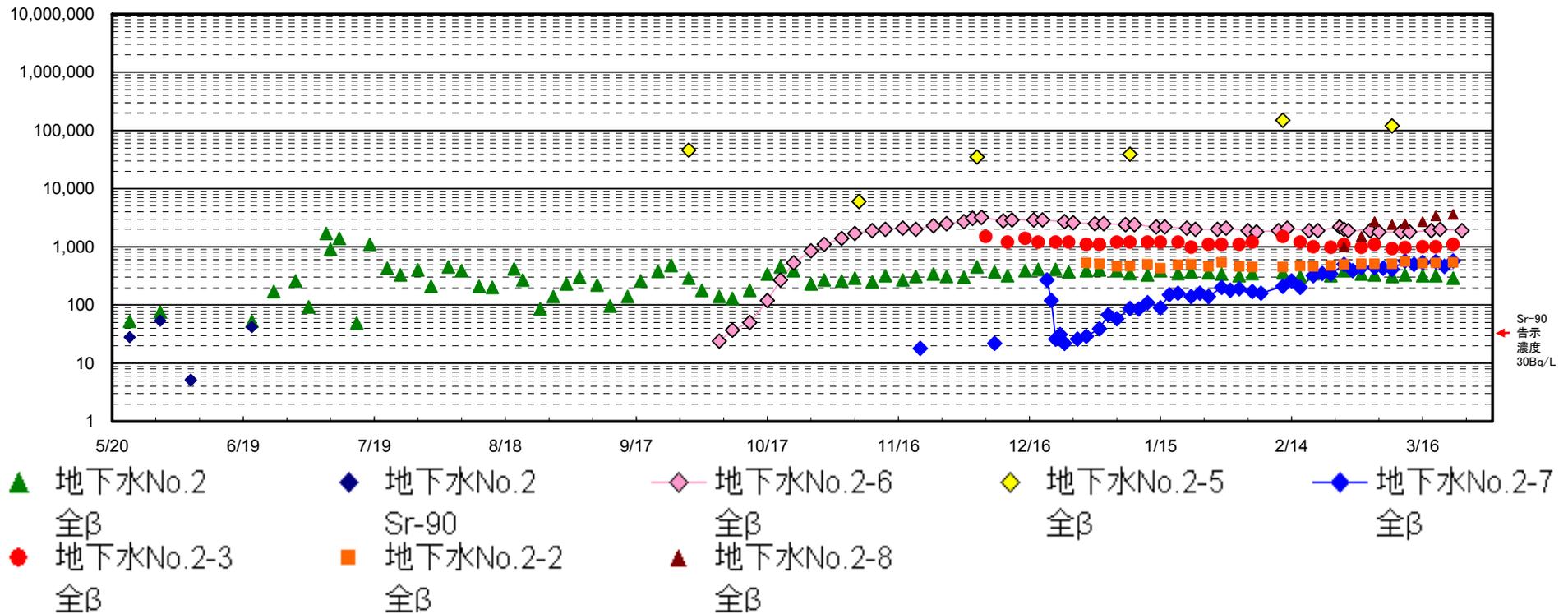
1,2号機取水口間地下水の全ベータ、ストロンチウム濃度の推移



地下水の全ベータ、ストロンチウム濃度推移(3/4)

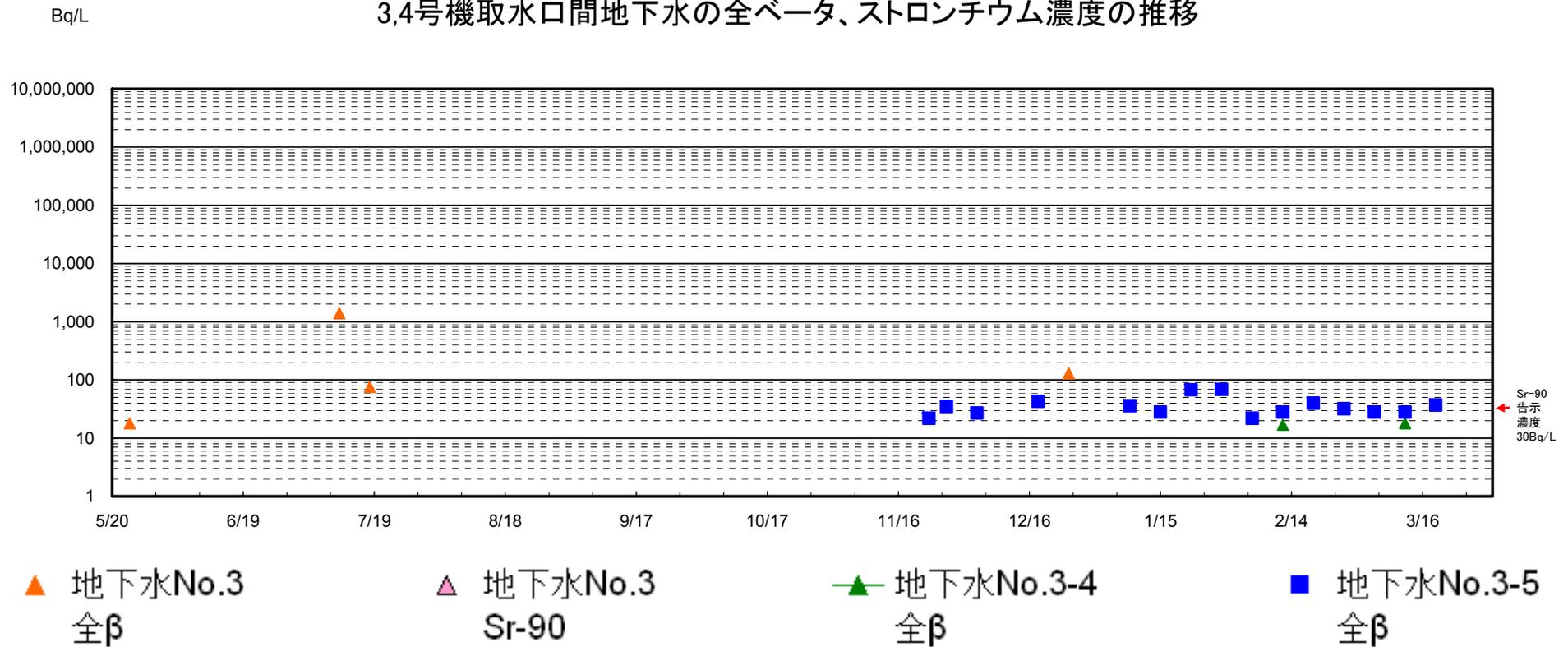
Bq/L

2,3号機取水口間地下水の全ベータ、ストロンチウム濃度の推移



地下水の全ベータ、ストロンチウム濃度推移(4/4)

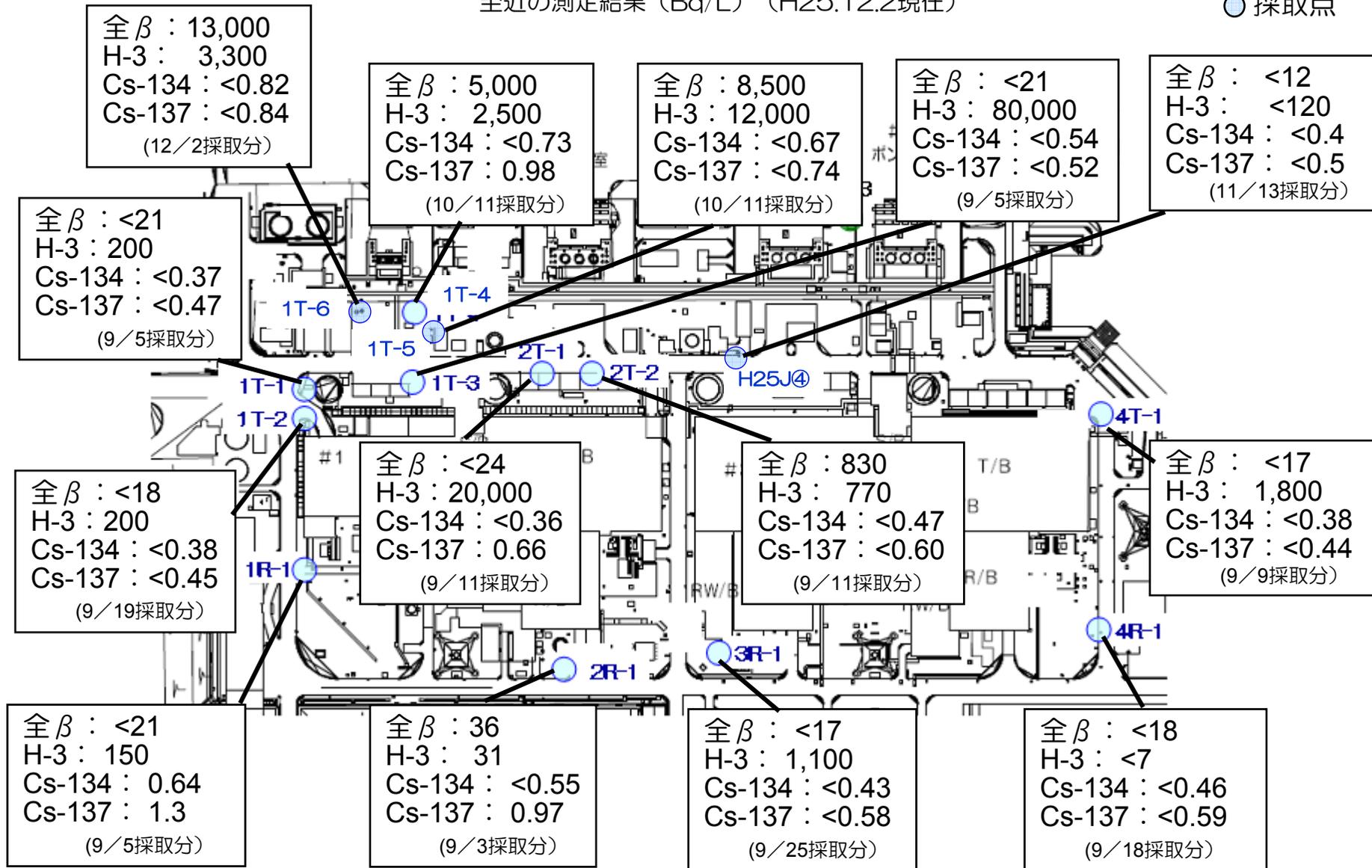
3,4号機取水口間地下水の全ベータ、ストロンチウム濃度の推移



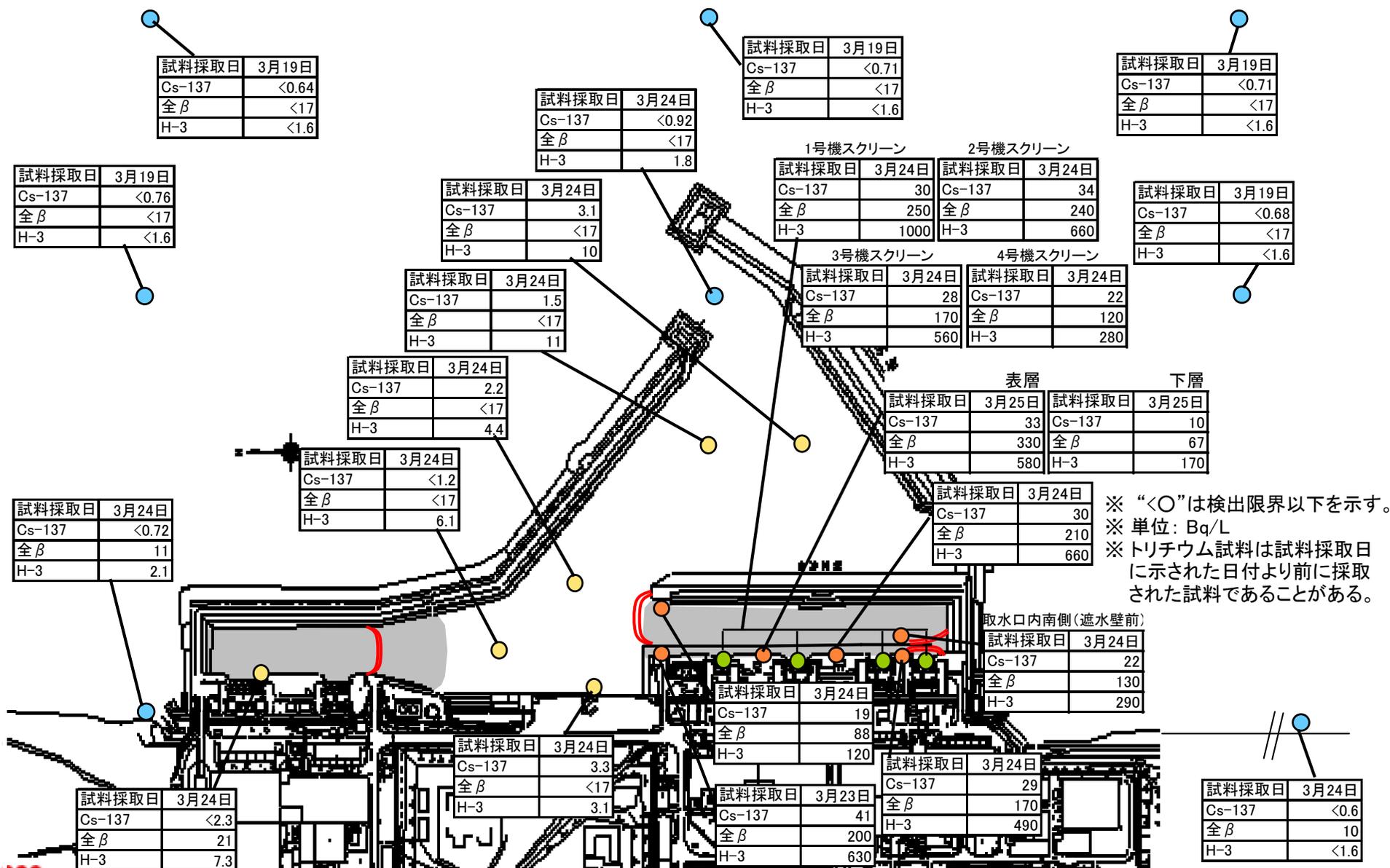
建屋周辺の地下水濃度測定結果

至近の測定結果 (Bq/L) (H25.12.2現在)

○ 採取点

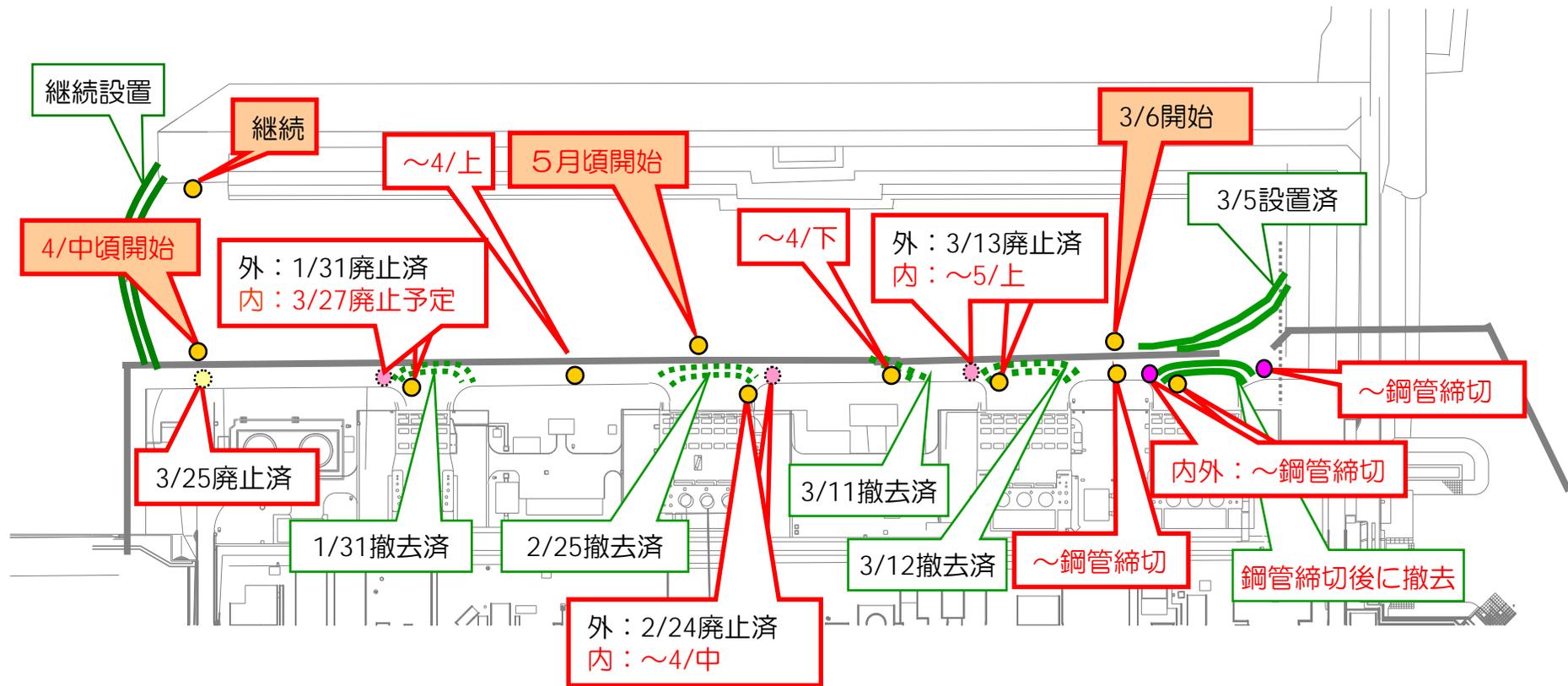


港湾内外の海水濃度



シルトフェンスの撤去・設置と海水採取点の見直し

○ 海側遮水壁の埋立工事の進捗に伴い、順次、海水の採取点が減少。採取点の見直しを検討。



※ 作業進捗により変更となる場合がある。
(H26年3月25日時点)

緑色 シルトフェンス関連

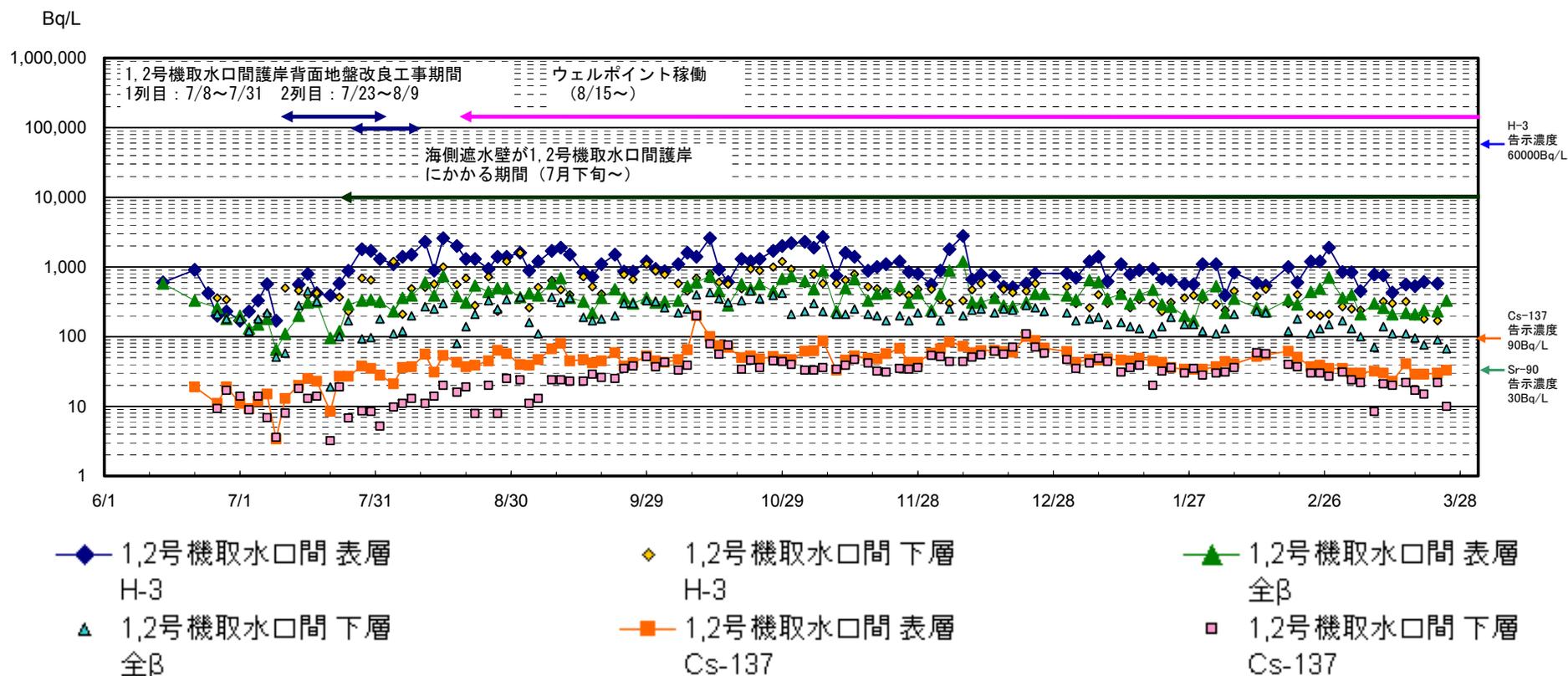
赤色 海水モニタリング関連
外：シルトフェンス外側
内：シルトフェンス内側

● γ 、全 β 、H-3測定
● γ のみ測定

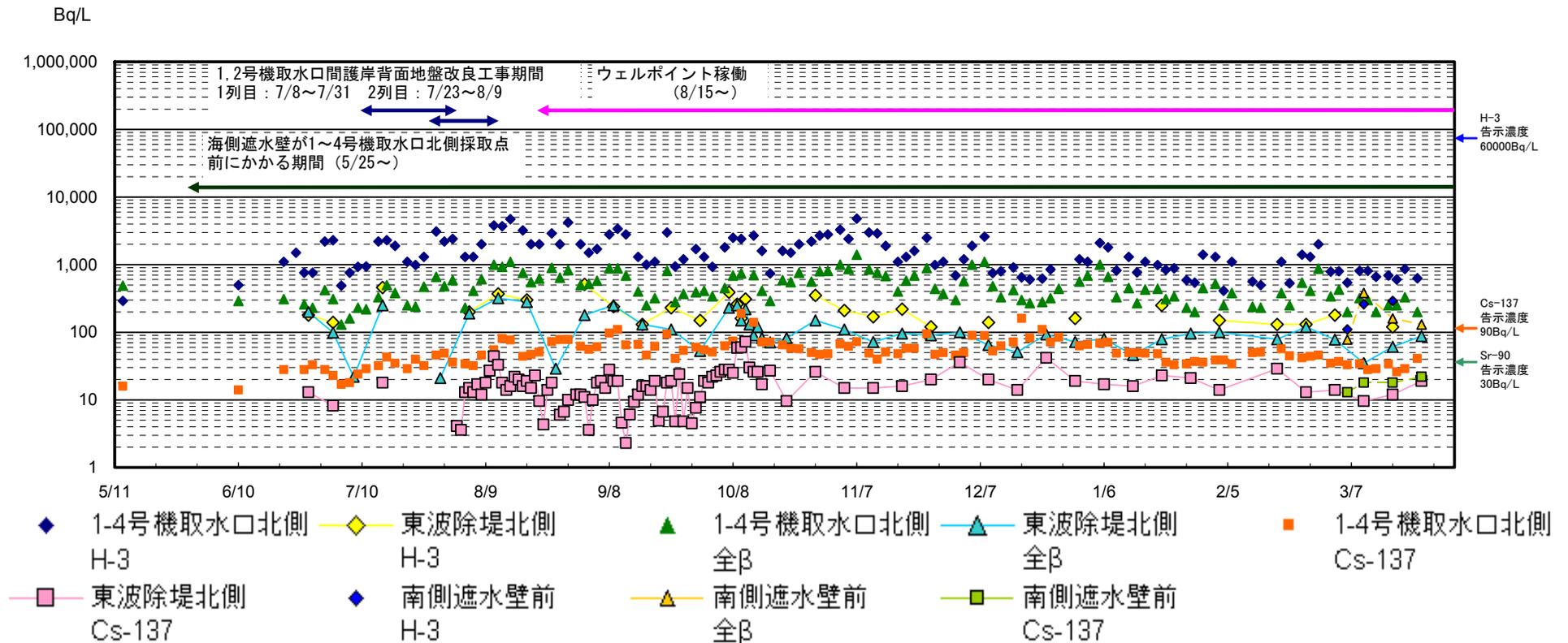
港湾内外の海水濃度の状況

- 1～4号機取水口北側及び1，2号機取水口間の海水の全 β 、H-3濃度は、遮水壁工事の進捗に伴い昨年夏にかけて上昇したが、地盤改良の実施及びウェルポイント稼働(8/15)以降は横ばい傾向となり、秋以降は低下傾向。
- 遮水壁内側の埋立工事の進捗に伴い、1号機、2号機、3号機取水口前のシルトフェンスを撤去。また、新たに1～4号機取水口南の遮水壁開口部前にシルトフェンスを設置し、その外側で採水を開始(3/6～)。
- 遮水壁開口部の海水のCs-137、全 β 、H-3濃度は、東波除堤北側と同レベル。

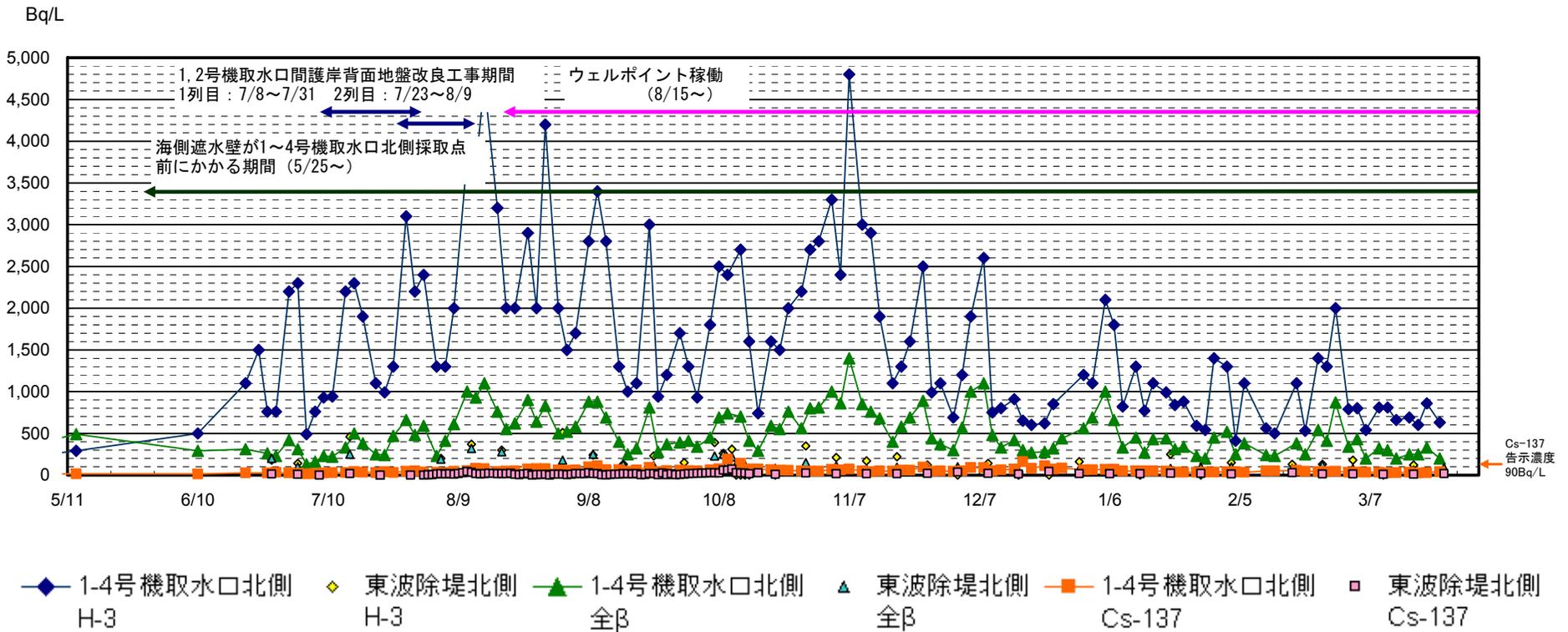
1,2号機取水口間の海水の濃度推移



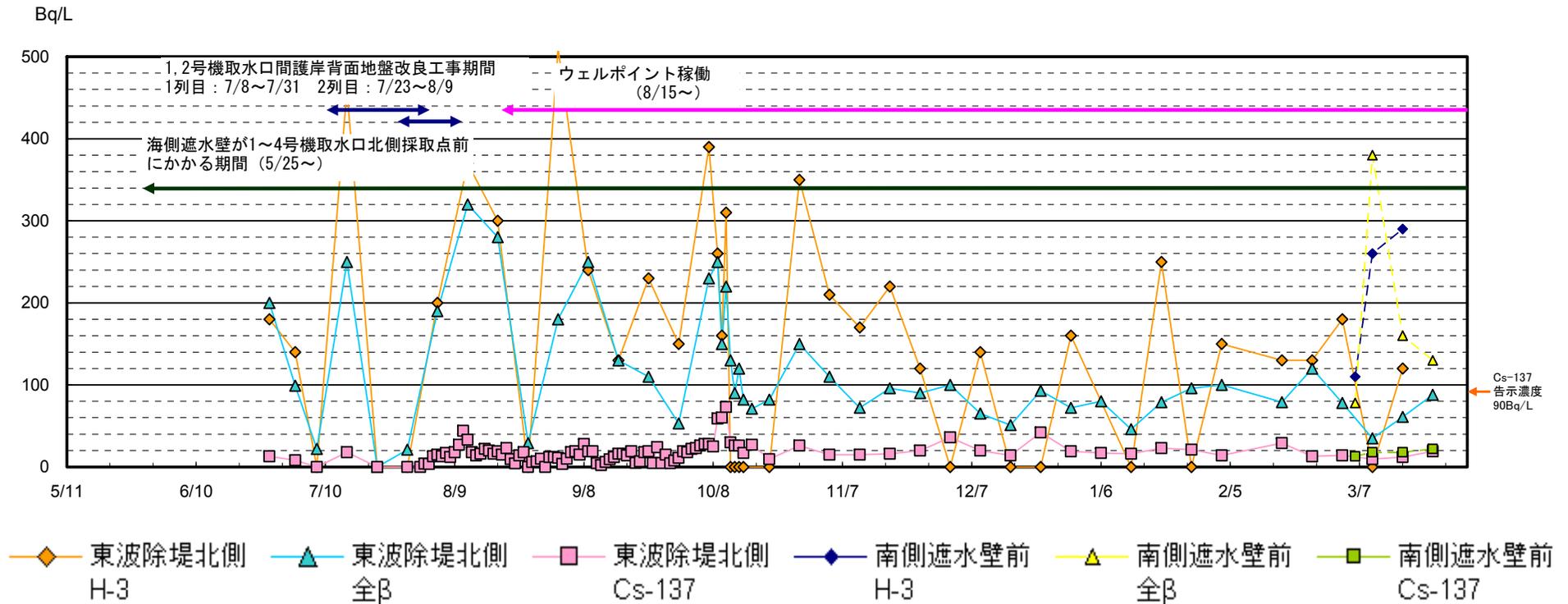
1～4号機取水口北側、東波除堤北側の海水の濃度推移(1/2)



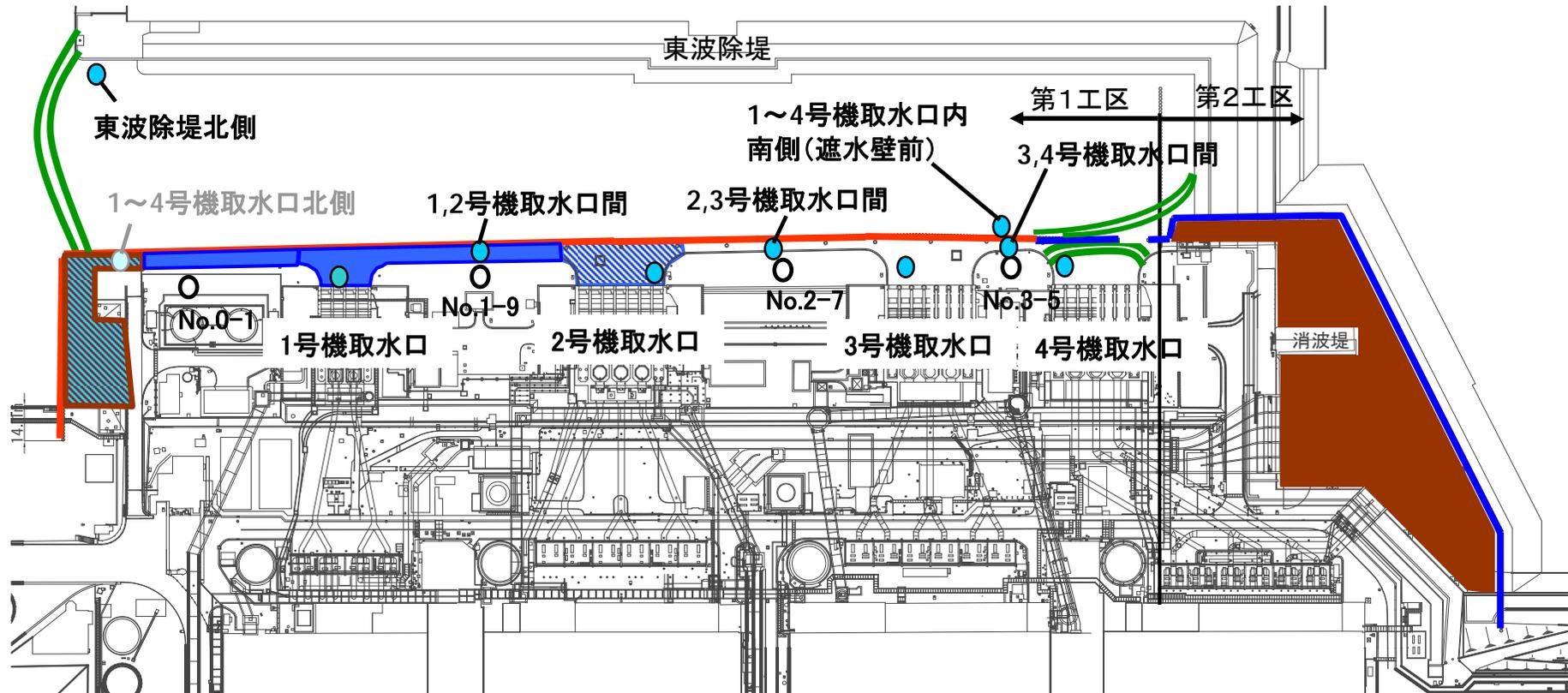
1～4号機取水口北側、東波除堤北側の海水の濃度推移(2/2)



東波除堤北側の海水の濃度推移



海側遮水壁設置工事の進捗と海水採取点の見直し



	凡例	
	施工中	施工済
埋立		
水中コン		
埋立		
割栗石		

(3月20日時点)

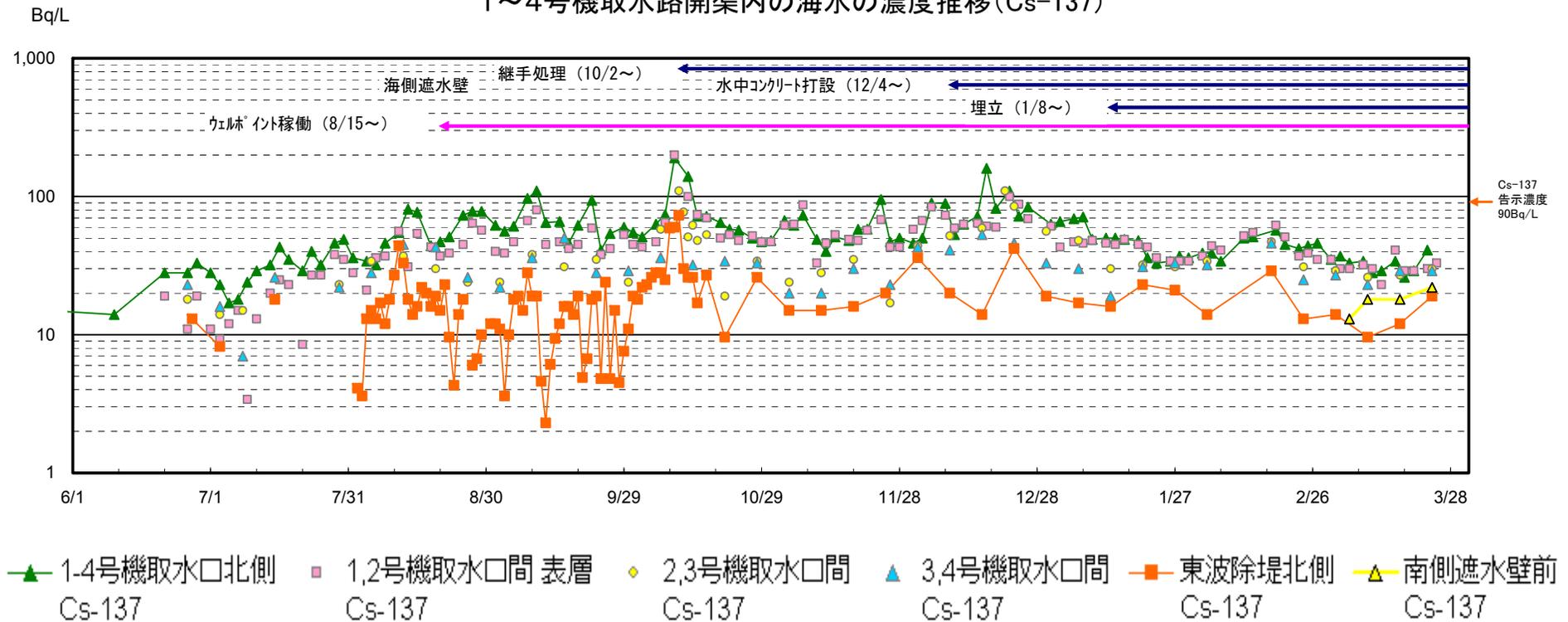
- 1/31: 1号機取水口前シルトフェンス撤去
- 2/25: 2号機取水口前シルトフェンス撤去
- 3/5: 1~4号機取水口内南側遮水壁前シルトフェンス設置
- 3/6: 1~4号機取水口内南側遮水壁前採水点追加
- 3/11: 2,3号機取水口間シルトフェンス撤去
- 3/12: 3号機取水口前シルトフェンス撤去
- 3/25: 1~4号機取水口北側採取点廃止

- :シルトフェンス
- :鋼管矢板打設完了
- :継手処理完了
(3月20日時点)

- :海水採取点 (3月25日時点)
- :地下水採取点

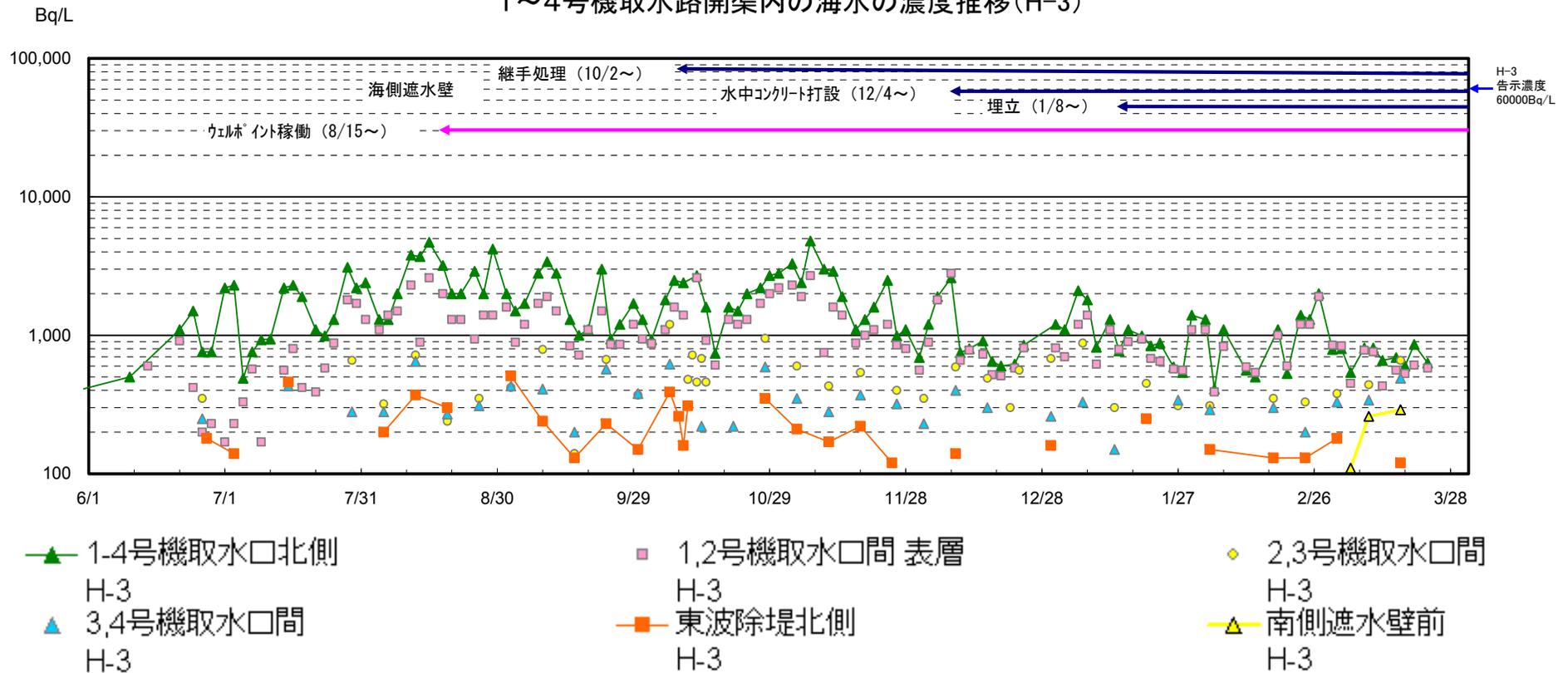
1～4号機取水路開渠内の海水の濃度推移(1/3)

1～4号機取水路開渠内の海水の濃度推移(Cs-137)



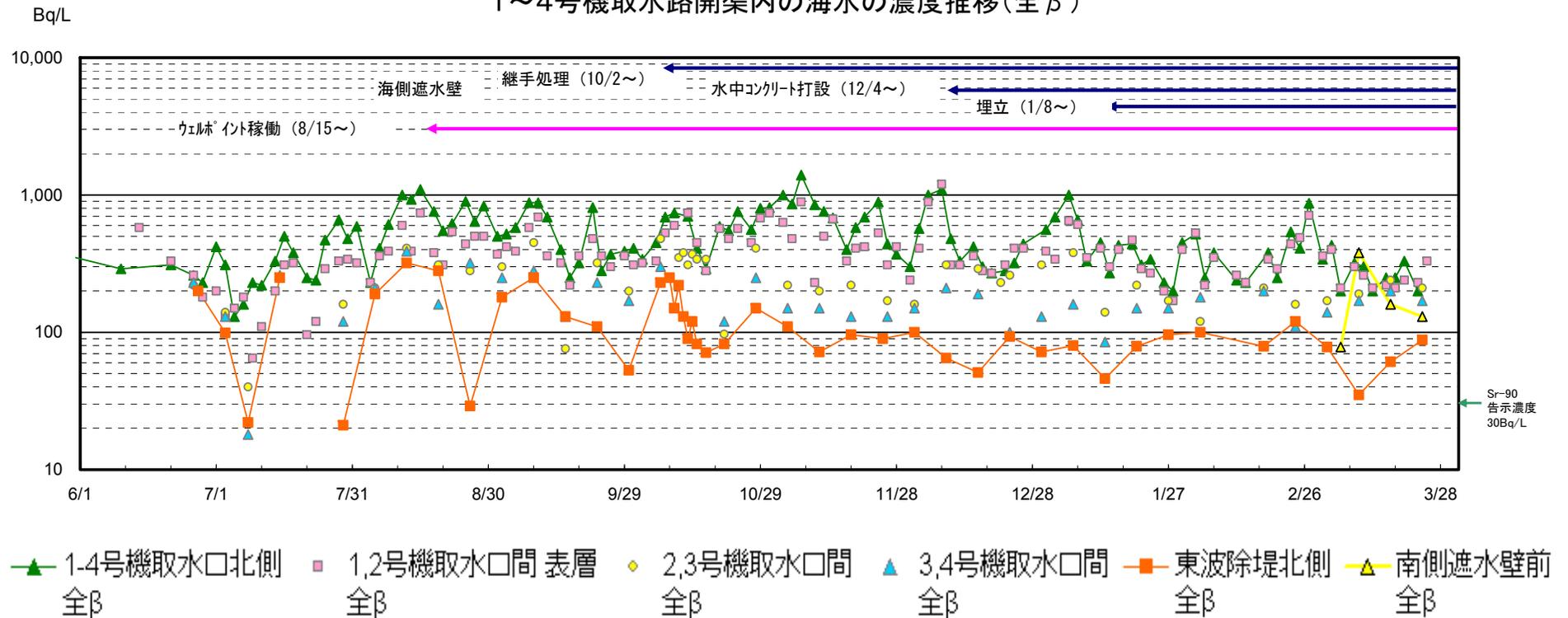
1～4号機取水路開渠内の海水の濃度推移(2/3)

1～4号機取水路開渠内の海水の濃度推移(H-3)

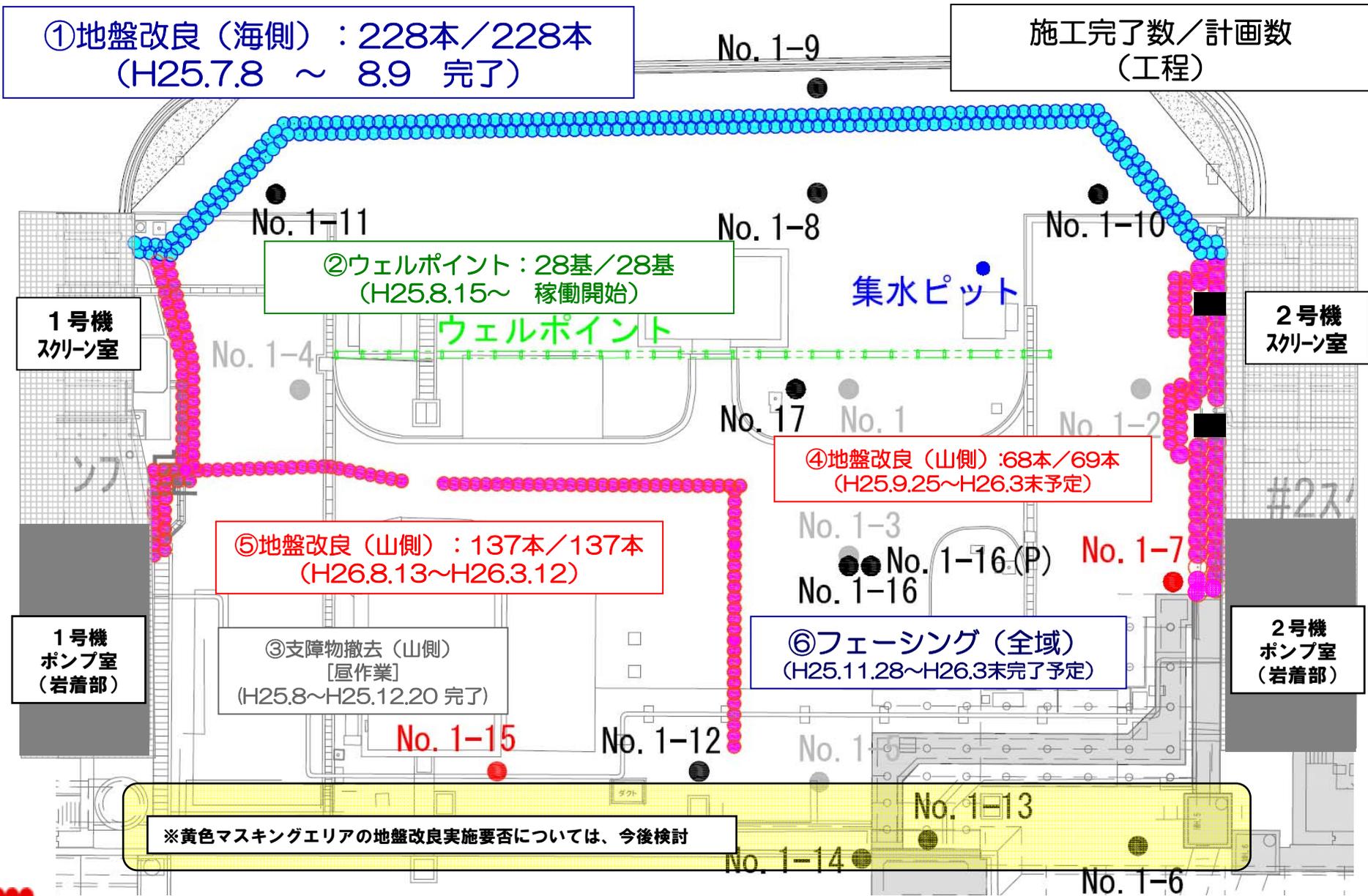


1～4号機取水路開渠内の海水の濃度推移(3/3)

1～4号機取水路開渠内の海水の濃度推移(全β)

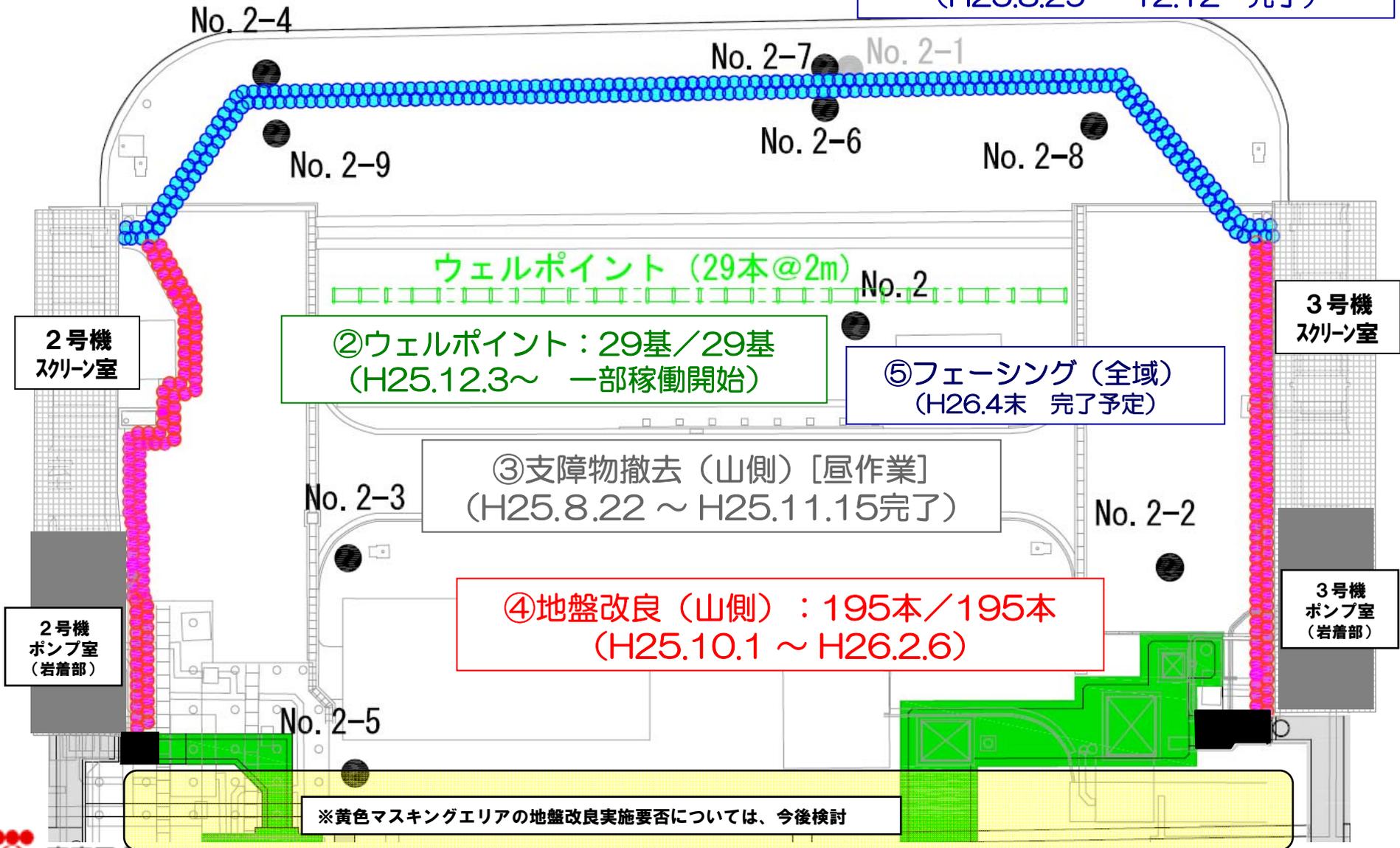


護岸エリア対策の進捗および計画 [1-2号機間進捗] 3月25日現在



護岸エリア対策の進捗および計画 [2-3号機間進捗] 3月25日現在

①地盤改良（海側）：249本／249本
（H25.8.29～12.12 完了）



②ウェルポイント：29基／29基
（H25.12.3～一部稼働開始）

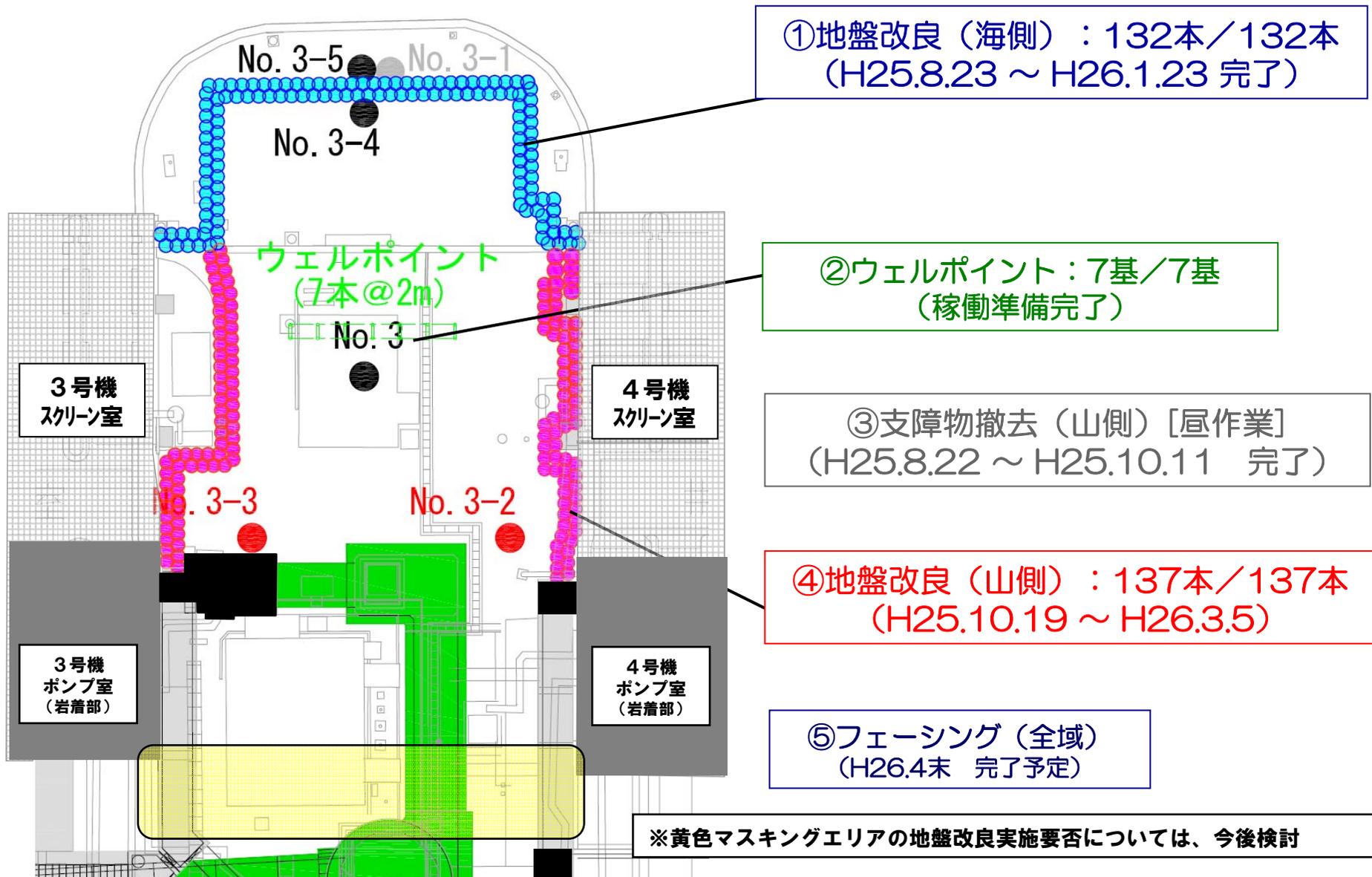
⑤フェーシング（全域）
（H26.4末 完了予定）

③支障物撤去（山側）[昼作業]
（H25.8.22～H25.11.15完了）

④地盤改良（山側）：195本／195本
（H25.10.1～H26.2.6）

※黄色マスキングエリアの地盤改良実施要否については、今後検討

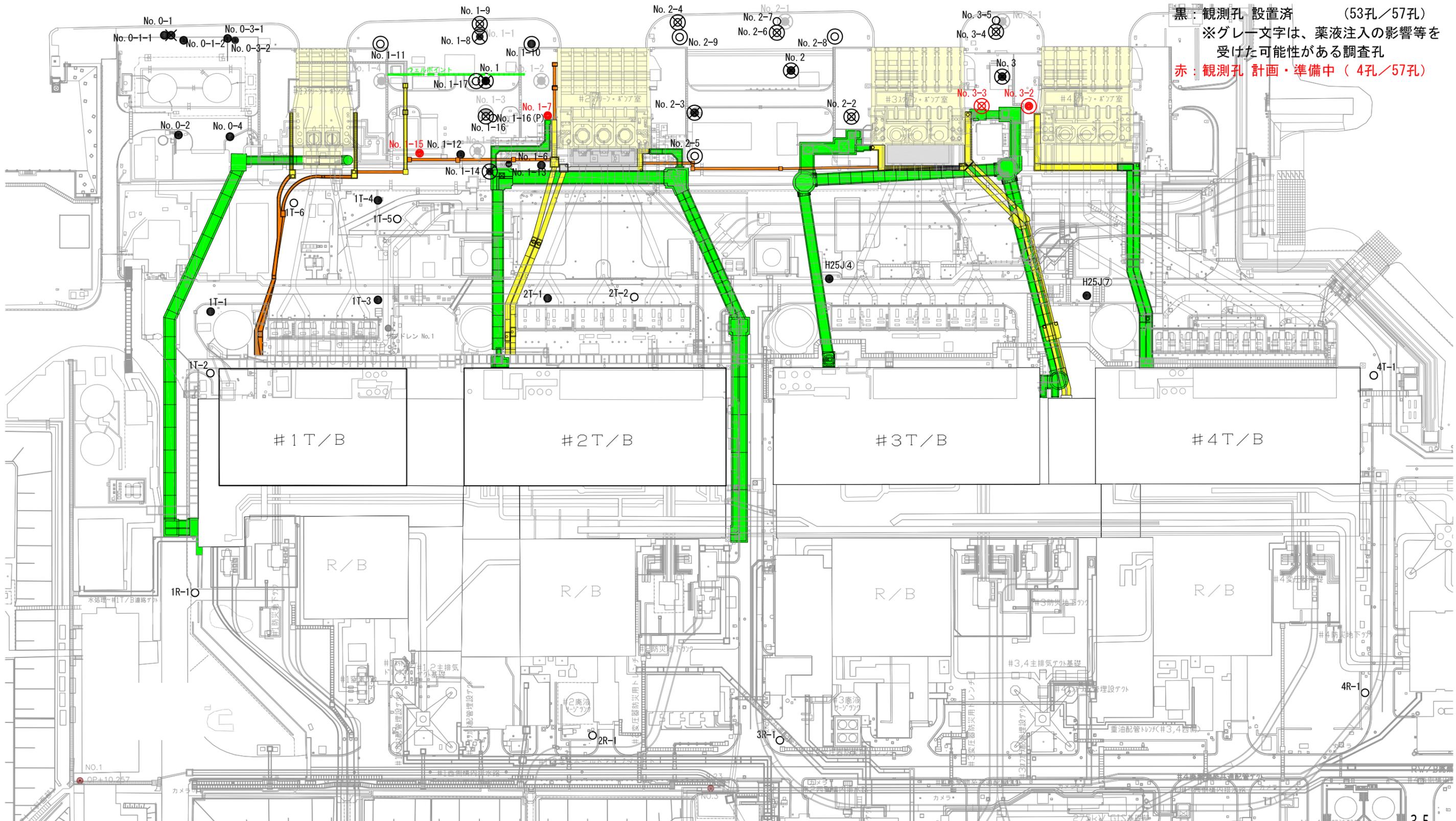
護岸エリア対策の進捗および計画 [3-4号機間進捗] 3月25日現在



観測孔位置図

- 主トレンチ (海水配管トレンチ)
〔分岐トレンチ 含む〕
- 電源ケーブルトレンチ
- 電源ケーブル管路

	孔数	水質確認	水質監視	汚染土壌確認	地下水位監視
○	11	○	×	×	×
●	18	○	×	○	×
◎	5	○	×	×	○
⊙	4	○	×	○	○
⊗	7	○	○	×	○
⊛	10	○	○	○	○
⊘	1	○	○	○	×



黒：観測孔 設置済 (53孔/57孔)
 ※グレー文字は、薬液注入の影響等を受けた可能性がある調査孔
 赤：観測孔 計画・準備中 (4孔/57孔)

観測孔調査計画

2014.3.27ver

調査箇所	通し番号	凡例	孔番号	調査項目				H26年2月			3月			4月		
				水質確認	水質監視	土壌汚染確認	地下水位監視	上旬	中旬	下旬	上旬	中旬	下旬	上旬	中旬	下旬
4m盤	取1号機 北側水口	1	☒ No.0-1	○	○	○	完了									
		2	● No.0-1-1	○	○	○										
		3	● No.0-1-2	○	○	○										
		4	● No.0-2	○	○	○										
		5	● No.0-3-1	○	○	○										
		6	● No.0-3-2	○	○	○										
		7	● No.0-4	○	○	○										
	取1号機 1号水口間	8	☒ No.1	○	○	○										
		9	● No.1-1	○	○	○										
		10	☒ No.1-2	○	○	○										
		11	◎ No.1-3	○	○	○										
		12	☒ No.1-4	○	○	○										
		13	☒ No.1-5	○	○	○										
		14	● No.1-6	○	○	○										
		15	● No.1-7	○	○	○										
		16	◎ No.1-8	○	○	○										
		17	◎ No.1-9	○	○	○										
	取2号機 1号水口間	18	◎ No.1-10	○	○	○		完了								
		19	◎ No.1-11	○	○	○										
		20	● No.1-12	○	○	○										
		21	● No.1-13	○	○	○										
		22	☒ No.1-14	○	○	○										
		23	● No.1-15	○	○	○										
		24	◎ No.1-16	○	○	○										
		25	○ No.1-16(9)	○	○	○										
		26	◎ No.1-17	○	○	○										
取2号機 2号水口間		27	☒ No.2	○	○	○	完了									
	28	☒ No.2-1	○	○	○											
	29	◎ No.2-2	○	○	○											
	30	☒ No.2-3	○	○	○											
	31	◎ No.2-4	○	○	○											
	32	◎ No.2-5	○	○	○											
	33	◎ No.2-6	○	○	○											
	34	○ No.2-7	○	○	○											
	35	◎ No.2-8	○	○	○											
	36	◎ No.2-9	○	○	○											
取3号機 3号水口間	37	☒ No.3	○	○	○	完了										
	38	☒ No.3-1	○	○	○											
	39	◎ No.3-2	○	○	○											
	40	◎ No.3-3	○	○	○											
	41	◎ No.3-4	○	○	○											
	42	○ No.3-5	○	○	○											
10m盤 建屋周り (海側)	1号機	43	● 1T-1	○	○	完了										
		44	○ 1T-2	○	○											
		45	● 1T-3	○	○											
		46	● 1T-4	○	○											
		47	○ 1T-5	○	○											
		48	○ 1T-6	○	○											
	49	● 2T-1	○	○	○											
2号機	50	○ 2T-2	○	○	○											
	3号機	51	● H25J④	○	○											
		52	○ 4T-1	○	○											
4号機	53	● H25J⑦	○	○												
	10m盤 建屋周り (山側)	54	○ 1R-1	○	○											
55		○ 2R-1	○	○												
56		○ 3R-1	○	○												
57		○ 4R-1	○	○												

測定頻度

- ・水質確認 : 施工完了時 1回
- ・水質監視 : 週1回
- ※必要に応じて頻度見直しの可能性あり
- ・土壌汚染確認 : 施工完了時1回
- ・地下水位の監視 : 毎正時

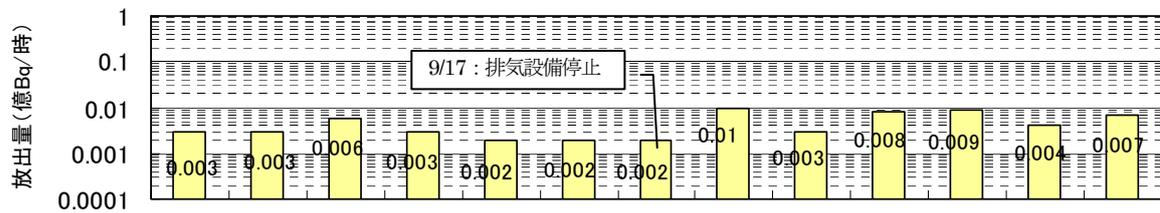
※工事工程は、検討に応じて変更の可能性あり

※薬液注入の影響等を受けたと考えられる調査孔は、取り消し線を記載(例:No.1=1)

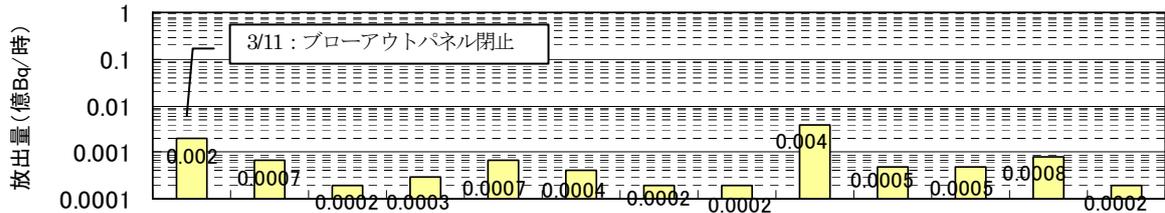
原子炉建屋からの追加的放出量の評価結果（平成26年3月）

- 1～4号機原子炉建屋からの現時点の放出量（セシウム）を、原子炉建屋上部等の空気中放射性物質濃度（ダスト濃度）を基に評価。（各号機の採取地点は別紙参照）
- 1～4号機の大物搬入口は閉塞の状態にて測定。
- 1～4号機建屋からの現時点の放出による敷地境界における被ばく線量は 0.03mSv/年と評価。
- 被ばく線量は、原子炉建屋上部等の空気中放射性物質濃度を基に算出した1～4号機放出量の合計約0.1億ベクレル/時から算出。
- 号機毎の推移については下記のグラフの通り。

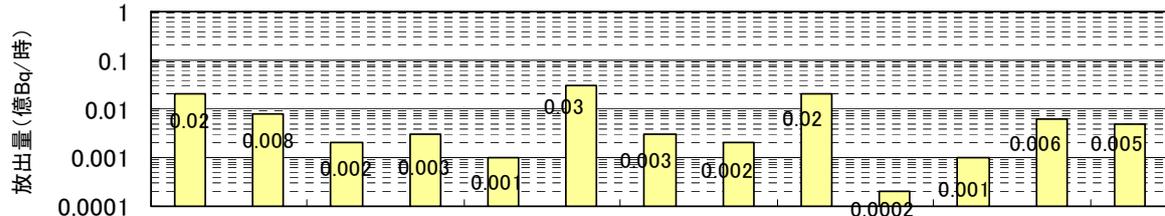
1号機 原子炉建屋からの放出量推移



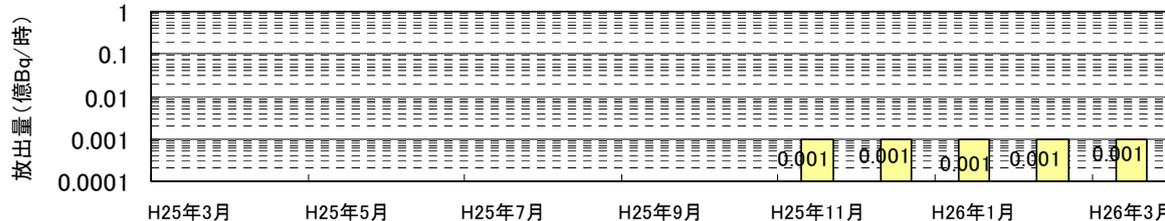
2号機 原子炉建屋からの放出量推移



3号機 原子炉建屋からの放出量推移



4号機 原子炉建屋からの放出量推移



○ 本放出による敷地境界の空気中の濃度は、Cs-134及びCs-137ともに 1.4×10^{-9} (Bq/cm³) と評価。

※ 周辺監視区域外の空気中の濃度限度：Cs-134・・・ 2×10^{-5} 、Cs-137・・・ 3×10^{-5} (Bq/cm³)
 ※ 1F 敷地境界周辺のダスト濃度「実測値」：
 Cs-134・・・ND(検出限界値：約 1×10^{-7})、Cs-137・・・ND(検出限界値：約 2×10^{-7}) (Bq/cm³)

(備考)

- ・ 1～4号機の放出量の合計値は0.02億ベクレル/時であり、原子炉の状態が安定していることから、前月と同様に0.1億ベクレル/時と評価している。
- ・ 希ガスについては、格納容器ガス管理設備における分析結果から放出量を評価しているが、放出されるガンマ線実効エネルギーがセシウムに比べて小さく、被ばく経路も放射性雲の通過による外部被ばくのみとなるため、これによる被ばく線量は、セシウムによる線量に比べて極めて小さいと評価している。

1～4号機原子炉建屋からの 追加的放出量評価結果 平成26年3月評価分 (詳細データ)



1. 放出量評価について

■放出量評価値(3月評価分)

単位: 億Bq/時

	原子炉建屋上部		PCVガス管理sys	公表予定値
	原子炉直上部	機器ハッチ部		
1号機	0.0065		1.1E-6以下(希ガス0.51)	0.007
2号機	0.00017以下		8.0E-7(希ガス9.7以下)	0.0002
3号機	0.00043	0.0044	1.1E-6(希ガス14)	0.005
4号機	0.00091以下		—	0.001
合計				約0.1(0.02)

■放出量評価値(2月評価分)

単位: 億Bq/時

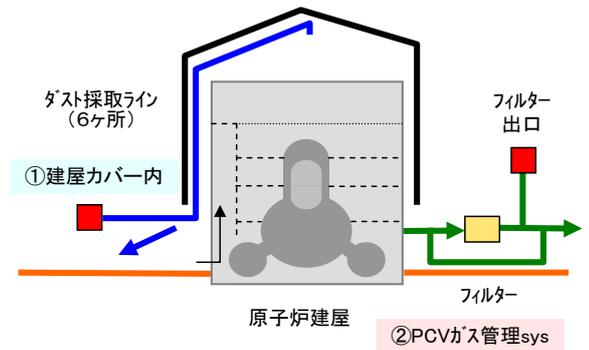
	原子炉建屋上部		PCVガス管理sys	公表予定値
	原子炉直上部	機器ハッチ部		
1号機	0.0037以下		1.1E-6以下(希ガス0.74)	0.004
2号機	0.00071以下		9.1E-7以下(希ガス11以下)	0.0008
3号機	0.0019	0.0039	1.5E-6以下(希ガス14)	0.006
4号機	0.00092以下		—	0.001
合計				約0.1(0.02)

2.1 1号機の放出量評価

1.ダスト等測定結果

①建屋カバー内(単位Bq/cm³)

採取日	核種	北東 コーナー	北西 コーナー	南西 コーナー	南側 上部	機器 ハッチ上	北側上部 フィルター入口
前回	Cs-134	ND(9.4E-7)	ND(9.4E-7)	1.1E-6	ND(7.0E-6)	4.2E-6	ND(9.3E-7)
	Cs-137	ND(1.3E-6)	2.6E-6	2.5E-6	ND(1.0E-5)	1.1E-5	ND(1.3E-6)
3/7	Cs-134	6.0E-6	ND(9.4E-7)	6.2E-6	ND(6.4E-6)	7.8E-6	ND(9.4E-7)
	Cs-137	1.7E-5	2.0E-6	2.0E-5	ND(9.5E-6)	2.1E-5	ND(1.3E-6)



②PCVガス管理sys

採取日	核種	PCVガス管理sys 出口 (Bq/cm ³)	流量 (m ³ /h)
前回	Cs-134	ND(1.9E-6)	23
	Cs-137	ND(2.7E-6)	
3/7	Cs-134	ND(1.9E-6)	22
	Cs-137	ND(2.9E-6)	

採取日	核種	PCVガス管理sys 出口 (Bq/cm ³)	流量 (m ³ /h)
前回	Kr-85	3.2E0	23
3/7	Kr-85	2.3E0	22

赤字の数値を放出量評価に使用
(複数の測定結果がある場合は、Cs134+Cs137合計値が一番高い箇所を採用)

2.建屋カバー漏洩率評価

22,710m³/h (2/18~3/7)

3.放出量評価

建屋カバーからの放出量

$$= (7.8E-6 + 2.1E-5) \times 22710 \times 1E6 \times 1E-8$$

$$= 6.5E-3 \text{ 億Bq/時}$$

PCVガス出口(Cs)

$$= (1.9E-6 + 2.9E-6) \times 22E6 \times 1E-8$$

$$= 1.1E-6 \text{ 億Bq/時以下}$$

PCVガス出口(Kr)

$$= (2.3E0) \times 22E6 \times 1E-8$$

$$= 5.1E-1 \text{ 億Bq/時}$$

PCVガス出口(Kr被ばく線量)

$$= 5.1E7 \times 24 \times 365 \times 2.5E-19 \times 0.0022 / 0.5 \times 1E3$$

$$= 4.9E-7 \text{ mSv/年}$$

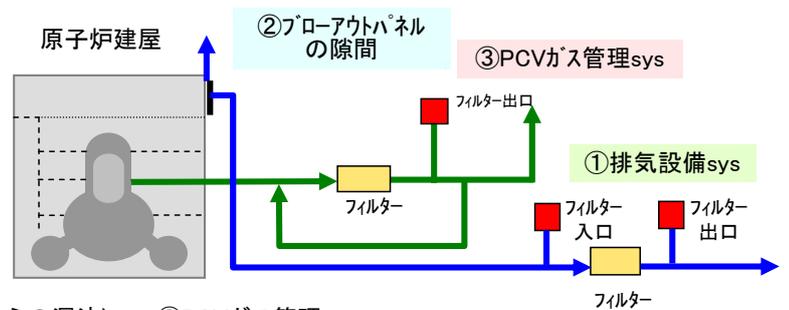
知的財産 取扱注意

2.2 2号機の放出量評価

1.ダスト等測定結果

①排気設備sys出口ダスト測定結果

採取日	核種	(Bq/cm ³)	流量m ³ /h
前回	Cs-134	ND(3.7E-7)	10,000
	Cs-137	ND(5.6E-7)	
3/5	Cs-134	ND(3.7E-7)	10,000
	Cs-137	ND(5.3E-7)	



②排気設備sys入口ダスト測定結果(フローアウトパネルの隙間からの漏洩)

採取日	核種	(Bq/cm ³)	採取日	核種	(Bq/cm ³)
前回	Cs-134	2.2E-6	3/5	Cs-134	5.2E-7
	Cs-137	5.1E-6		Cs-137	1.0E-6

③PCVガス管理sys

採取日	核種	(Bq/cm ³)	流量(m ³ /h)
前回	Cs-134	ND(2.0E-6)	19
	Cs-137	ND(2.8E-6)	
3/5	Cs-134	ND(1.9E-6)	17
	Cs-137	ND(2.8E-6)	

2.フローアウトパネルの隙間の漏洩率評価

測定日	R/B1FL開口部の 流入量(m ³ /h)	漏洩率評価(m ³ /h) (排気設備の流量10,000m ³ /h)
前回	18376	8376
3/5	15089	5089

採取日	核種	(Bq/cm ³)	流量(m ³ /h)
前回	Kr-85	ND(5.8E1)	19
3/5	Kr-85	ND(5.7E1)	17

3.放出量評価

赤字の数値を放出量評価に使用

排気設備出口

$$= (3.7E-7 + 5.3E-7) \times 10,000 \times 1E6 \times 1E-8$$

$$= 9.0E-5 \text{ 億Bq/時以下}$$

BOP隙間等

$$= (5.2E-7 + 1.0E-6) \times 5089 \times 1E6 \times 1E-8$$

$$= 7.7E-5 \text{ 億Bq/時}$$

PCVガス出口(Cs)

$$= (1.9E-6 + 2.8E-6) \times 17E6 \times 1E-8$$

$$= 8.0E-7 \text{ 億Bq/時}$$

PCVガス出口(Kr)

$$= 5.7E1 \times 17E6 \times 1E-8$$

$$= 9.7 \text{ 億Bq/時以下}$$

PCVガス出口(Kr被ばく線量)

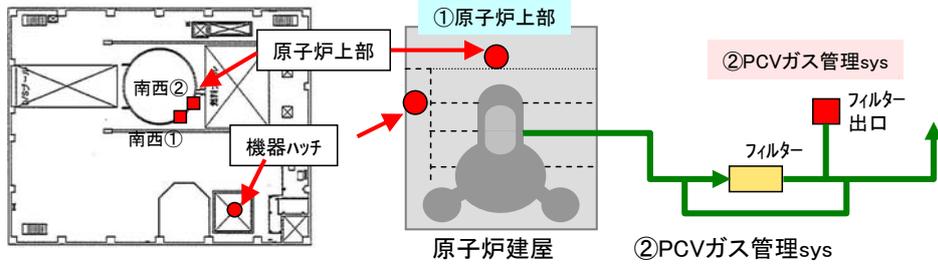
$$= 9.7E8 \times 24 \times 365 \times 2.4E-19 \times 0.0022 / 0.5 \times 1E3$$

$$= 9.0E-6 \text{ mSv/年}$$

知的財産 取扱注意

2.3 3号機の放出量評価

1.ダスト等測定結果



①原子炉直上部(単位Bq/cm³)

採取日	核種	原子炉直上部		機器ハッチ	
		南西①	南西②	上部	流量(m/s)
前回	Cs-134	6.2E-6	1.3E-4	2.5E-5	0.04
	Cs-137	2.2E-5	3.1E-4	6.1E-5	
3/3	Cs-134	3.0E-6	3.3E-5	5.4E-5	0.02
	Cs-137	9.1E-6	7.6E-5	1.4E-4	

②PCVガス管理sys

採取日	核種	PCVガス管理sys出口 (Bq/cm ³)	流量 (m ³ /h)
前回	Cs-134	ND(2.1E-6)	20
	Cs-137	5.5E-6	
3/3	Cs-134	2.3E-6	19
	Cs-137	3.7E-6	

採取日	核種	PCVガス管理sys出口 (Bq/cm ³)	流量 (m ³ /h)
前回	Kr-85	7.0E1	20
3/3	Kr-85	7.6E1	19

赤字の数値を放出量評価に使用
(複数の測定結果がある場合は、Cs134+Cs137合計値が一番高い箇所を採用)

※原子炉直上部から放出流量は、H26.3.1現在の蒸気発生量(m³/s)を適用

2.放出量評価

放出量(原子炉直上部)※ = (3.3E-5+7.6E-5) × 0.11※ × 1E6 × 3600 × 1E-8 = 4.3E-4億Bq/時

放出量(機器ハッチ) = (5.4E-5+1.4E-4) × (0.02 × 5.6 × 5.6)E6 × 3600 × 1E-8 = 4.4E-3億Bq/時

PCVガス出口(Cs) = (2.3E-6+3.7E-6) × 19E6 × 1E-8 = 1.1E-6億Bq/時

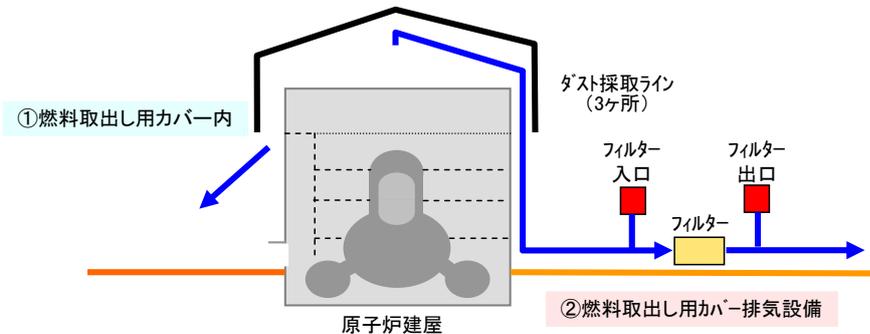
PCVガス出口(Kr) = (7.6E1) × 19E6 × 1E-8 = 14億Bq/時

PCVガス出口(Kr被ばく線量) = 14E8 × 24 × 365 × 3.0E-19 × 0.0022 / 0.5 × 1E3 = 1.6E-5mSv/年

知的財産 取扱注意

4

2.4 4号機の放出量評価



1.ダスト等測定結果

①燃料取出し用カバー内

(燃料取出し用カバー排気設備入口)(単位Bq/cm³)

②燃料取出し用カバー排気設備出口

採取日	核種	SFP近傍	チェンジング プレイス近傍	カバー上部
前回	Cs-134	ND(6.3E-7)	ND(6.3E-7)	ND(6.3E-7)
	Cs-137	ND(9.6E-7)	ND(8.9E-7)	ND(8.8E-7)
3/11	Cs-134	ND(6.4E-7)	ND(6.1E-7)	ND(6.6E-7)
	Cs-137	ND(9.5E-7)	ND(9.3E-7)	ND(9.5E-7)

採取日	核種	燃料取出し用カバー 排気設備出口 (Bq/cm ³)	流量 (m ³ /h)
前回	Cs-134	ND(6.5E-7)	50000
	Cs-137	ND(9.6E-7)	
3/11	Cs-134	ND(6.5E-7)	50000
	Cs-137	ND(9.7E-7)	

2.建屋カバー漏洩率評価

6,362m³/h (2/15~3/11)

3.放出量評価

燃料取出し用カバーからの漏洩量 = (6.4E-7+9.5E-7) × 6362 × 1E6 × 1E-8 = 1.0E-4億Bq/時以下

燃料取出し用カバー排気設備 = (6.5E-7+9.7E-7) × 50000 × 1E6 × 1E-8 = 8.1E-4億Bq/時以下

赤字の数値を放出量評価に使用
(複数の測定結果がある場合は、Cs134+Cs137合計値が一番高い箇所を採用)

知的財産 取扱注意

5

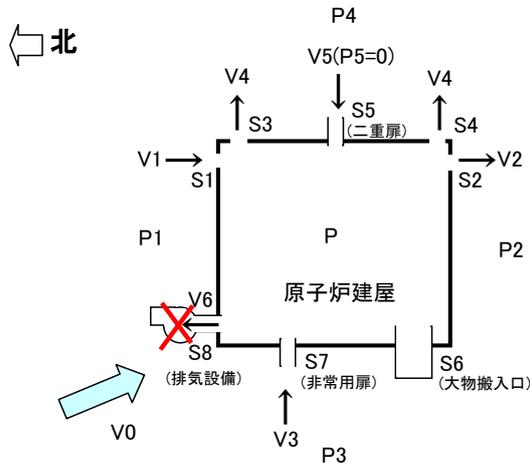
参考1 1号機建屋カバーの漏洩率評価

■ 評価方法

空気漏洩量は外部風速、建屋内外圧差、隙間面積などから計算で求める。

■ 計算例

3月7日 北北西 1.1m/s



- V0: 外気風速 (m/s)
- V1: カバー流入風速 (m/s)
- V2: カバー流出風速 (m/s)
- V3: カバー流入風速 (m/s)
- V4: カバー流入風速 (m/s)
- V5: カバー流出風速 (m/s)
- V6: 排気風速 (m/s)
- P1: 上流側圧力 (北風) (Pa)
- P2: 下流側圧力 (北風) (Pa)
- P3: 上流側圧力 (西風) (Pa)
- P4: 下流側圧力 (西風) (Pa)
- P5: R/B内圧力 (0Pa)
- P: カバー内圧力 (Pa)
- S1: カバー隙間面積 (m²)
- S2: カバー隙間面積 (m²)
- S3: カバー隙間面積 (m²)
- S4: カバー隙間面積 (m²)
- S5: R/B二重扉開口面積 (m²)
- S6: R/B大物搬入口開口面積 (m²)
- S7: R/B非常用扉開口面積 (m²)
- S8: 排気ダクト吸込面積 (m²)
- ρ: 空気密度 (kg/m³)
- C1: 風圧係数(北風上側)
- C2: 風圧係数(北風下側)
- C3: 風圧係数(西風上側)
- C4: 風圧係数(西風下側)
- ζ: 形状抵抗係数

知的財産 取扱注意

参考1 1号機建屋カバーの漏洩率評価

風速をVとすると、上流側、下流側の圧力は次のとおりとなる。

- 上流側(北風): $P1=C1 \times \rho \times V0^2 / (2g) \dots (1)$
- 下流側(北風): $P2=C2 \times \rho \times V0^2 / (2g) \dots (2)$
- 上流側(西風): $P3=C3 \times \rho \times V0^2 / (2g) \dots (3)$
- 下流側(西風): $P4=C4 \times \rho \times V0^2 / (2g) \dots (4)$

内圧をP、隙間部の抵抗係数をζとすると

- $P1-P=\zeta \times \rho \times V1^2 / (2g) \dots (5)$
- $P-P2=\zeta \times \rho \times V2^2 / (2g) \dots (6)$
- $P3-P=\zeta \times \rho \times V3^2 / (2g) \dots (7)$
- $P-P4=\zeta \times \rho \times V4^2 / (2g) \dots (8)$
- $P5-P=\zeta \times \rho \times V5^2 / (2g) \dots (9)$

空気流入量のマスバランス式は

$$(V1 \times S1 + V3 \times (S6 + S7) + V5 \times S5) \times 3600 = (V2 \times S2 + V4 \times (S3 + S4) + V6 \times S8) \times 3600$$

左辺と右辺の差を「Y」とすると

$$Y = (V1 \times S1 + V3 \times (S6 + S7) + V5 \times S5) \times 3600 - (V2 \times S2 + V4 \times (S3 + S4) + V6 \times S8) \times 3600$$

V1, V2, V3, V4, V5は(5), (6), (7), (8), (9)式により、Pの関数なので、「Y」がゼロになるようにPの値を調整する

V0 (m/s)	C1	C2	C3	C4	ζ	ρ (kg/m ³)	
1.10	0.80	-0.50	0.10	-0.50	1.00	1.20	
S1 (m ²)	S2 (m ²)	S3 (m ²)	S4 (m ²)	S5 (m ²)	S6 (m ²)	S7 (m ²)	S8 (m ²)
1.20	1.20	1.20	1.10	2.00	0.00	2.00	2.88

P1 (Pa)	P2 (Pa)	P3 (Pa)	P4 (Pa)	P5 (Pa)	P (Pa)
0.059265	-0.03704	0.007408	-0.03704	0	-0.00385

V1 (m/s)	V2 (m/s)	V3 (m/s)	V4 (m/s)	V5 (m/s)	V6 (m/s)	Y (m ³ /h)
1.02	0.74	0.43	0.74	0.25	0.00	0.00
IN	OUT	IN	OUT	IN	OUT(排気)	OK

※IN : 流入
OUT: 流出

給気風量 9,278 m³/h
排気ファン風量 0 m³/h
漏洩率 9,278 m³/h

知的財産 取扱注意

参考1 1号機建屋カバーの漏洩率評価

■ 週ごとの漏洩量評価（一例）

	3月4日			3月5日			3月6日			3月7日			3月8日			3月9日			3月10日			
	風速 (m/s)	時間 (hr)	漏洩率 (m ³ /h)																			
西風	2.1	2.3	19,028	0.6	0.2	5,512	2.9	1.3	26,525	4.8	8.7	43,970	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
西北西風	2.1	0.3	18,015	1.3	0.2	11,424	4.8	1.2	42,308	4.3	6.2	37,598	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
北西風	1.9	1.2	16,408	1.8	2.8	16,091	5.8	13.3	50,688	2.8	0.2	24,549	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
北北西風	0.0	0.0	0	2.1	5.8	17,808	3.5	3.2	29,920	1.1	0.2	9,278	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
北風	0.0	0.0	0	2.4	5.3	19,080	2.0	1.2	16,198	1.0	0.2	7,929	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
北北東風	1.0	0.2	7,949	1.8	2.7	14,556	0.0	0.0	0	0.0	0.0	0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
北東風	0.0	0.0	0	0.0	0.0	0	0.0	0.0	0	0.0	0.0	0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
東北東風	3.1	0.5	26,714	0.0	0.0	0	0.0	0.0	0	0.0	0.0	0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
東風	3.2	0.7	29,592	0.0	0.0	0	0.0	0.0	0	0.7	0.2	6,524	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
東南東風	3.0	1.2	26,133	0.0	0.0	0	0.0	0.0	0	0.5	0.2	4,356	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
南東風	3.2	1.5	27,377	1.1	0.3	8,860	0.0	0.0	0	0.0	0.0	0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
南南東風	3.3	3.2	26,608	1.6	0.5	12,718	1.5	0.2	11,923	0.7	0.2	5,564	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
南風	3.6	1.7	28,387	1.9	2.2	14,883	1.4	0.3	10,705	1.0	0.5	7,929	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
南南西風	3.7	7.2	31,109	2.7	0.8	22,604	1.6	0.2	13,495	1.1	1.3	9,594	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
南西風	1.4	1.3	12,275	3.6	1.2	31,438	1.9	0.7	16,658	1.8	0.7	15,562	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
西南西風	2.2	2.5	19,158	1.3	1.2	11,048	2.9	2.2	25,553	2.0	4.3	17,711	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
漏洩日量 (m ³)	594,287			402,833			948,479			726,508			0			0			0			

16方位毎の平均風速から漏洩率を前頁のように評価する。

■ 漏洩量合計

評価期間	2/18 ~ 2/24	2/25 ~ 3/3	3/4 ~ 3/7	~	~	~	漏洩量合計(m ³)	評価対象期間(h)	漏洩率(m ³ /h)
週間漏洩量 (m ³)	3,592,185	3,546,287	2,672,108				9,810,580	432	22,710

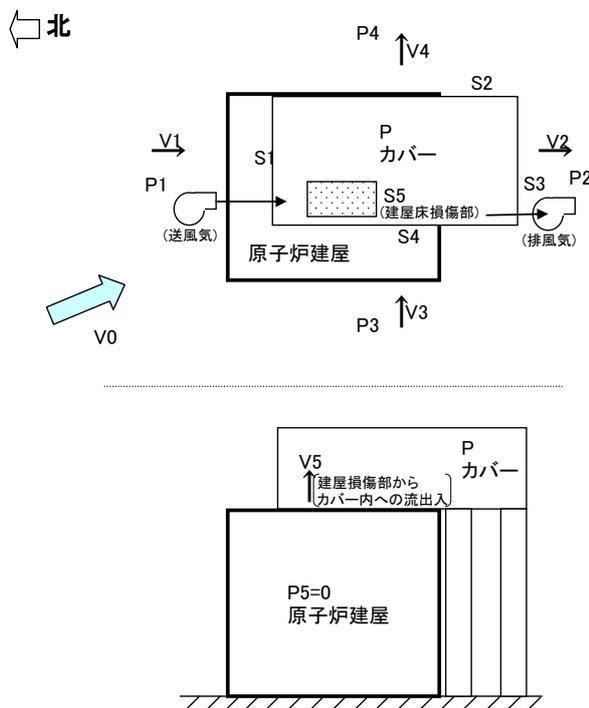
参考2 4号機燃料取出し用カバーの漏洩率評価

■ 評価方法

空気漏洩量は外部風速、建屋内外圧差、隙間面積などから計算で求める。

■ 計算例

3月11日 北北西 2.7m/s



- V0: 外気風速 (m/s)
- V1: カバー内流入風速 (m/s)
- V2: カバー内流出風速 (m/s)
- V3: カバー内流出風速 (m/s)
- V4: カバー内流出風速 (m/s)
- V5: カバー内流出風速 (m/s)
- P: カバー内圧力 (Pa)
- P1: 上流側圧力 (北風) (Pa)
- P2: 下流側圧力 (北風) (Pa)
- P3: 上流側圧力 (西風) (Pa)
- P4: 下流側圧力 (西風) (Pa)
- P5: R/B内圧力 (0Pa)
- S1: カバー隙間面積 (m²)
- S2: カバー隙間面積 (m³)
- S3: カバー隙間面積 (m⁴)
- S4: カバー隙間面積 (m⁵)
- S5: 建屋床損傷部隙間面積 (m²)
- ρ: 空気密度 (kg/m³)
- C1: 風圧係数 (北風上側)
- C2: 風圧係数 (北風下側)
- C3: 風圧係数 (西風上側)
- C4: 風圧係数 (西風下側)
- ζ: 形状抵抗係数

参考2 4号機燃料取出し用カバーの漏洩率評価

風速をVとすると、上流側、下流側の圧力は次のとおりとなる。

上流側(北風): $P1=C1 \times \rho \times V0^2/(2g) \dots (1)$

下流側(北風): $P2=C2 \times \rho \times V0^2/(2g) \dots (2)$

上流側(西風): $P3=C3 \times \rho \times V0^2/(2g) \dots (3)$

下流側(西風): $P4=C4 \times \rho \times V0^2/(2g) \dots (4)$

内圧をP、隙間部の抵抗係数をζとすると

$P1-P=\zeta \times \rho \times V1^2/(2g) \dots (5)$

$P-P2=\zeta \times \rho \times V2^2/(2g) \dots (6)$

$P3-P=\zeta \times \rho \times V3^2/(2g) \dots (7)$

$P-P4=\zeta \times \rho \times V4^2/(2g) \dots (8)$

$P5-P=\zeta \times \rho \times V5^2/(2g) \dots (9)$

空気流入量のマスバランス式は

$(V1 \times S1 + V3 \times S4 + V5 \times S5) \times 3600 = (V2 \times S3 + V4 \times S2) \times 3600$

左辺と右辺の差を「Y」とすると

$Y = (V1 \times S1 + V3 \times S4 + V5 \times S5) \times 3600 - (V2 \times S3 + V4 \times S2) \times 3600$

V1, V2, V3, V4, V5は(5), (6), (7), (8), (9)式により、Pの関数なので、「Y」がゼロになるようにPの値を調整する

V0 (m/s)	C1	C2	C3	C4	ζ	ρ (kg/m ³)
2.66	0.80	-0.50	0.10	-0.50	2.00	1.20
S1 (m ²)	S2 (m ²)	S3 (m ²)	S4 (m ²)	S5 (m ²)		
0.44	0.81	0.46	0.81	4.00		

P1 (Pa)	P2 (Pa)	P3 (Pa)	P4 (Pa)	P5 (Pa)	P (Pa)
0.34656	-0.2166	0.04332	-0.2166	0	-0.00149

V1 (m/s)	V2 (m/s)	V3 (m/s)	V4 (m/s)	V5 (m/s)	Y (m ³ /h)
1.69	1.33	0.60	1.33	0.11	0.00
IN	OUT	IN	OUT	IN	OK

※IN : 流入
OUT: 流出

漏洩率

6,022 m³/h

知的財産 取扱注意

10

参考2 4号機燃料取出し用カバーの漏洩率評価

■ 週ごとの漏洩量評価（一例）

	3月8日			3月9日			3月10日			3月11日			3月12日			3月13日			3月14日		
	風速 (m/s)	時間 (hr)	漏洩率 (m3/h)																		
西風	4.4	11.3	0	2.8	2.2	0	3.1	1.3	0	3.3	4.8	0	0.0	0.0		0.0	0.0		0.0	0.0	
西北西風	3.6	6.5	8,270	2.3	2.8	5,144	4.3	8.0	9,767	3.8	5.5	8,521	0.0	0.0		0.0	0.0		0.0	0.0	
北西風	2.1	3.3	4,781	2.5	3.8	5,609	3.6	7.5	8,166	3.0	4.0	6,776	0.0	0.0		0.0	0.0		0.0	0.0	
北北西風	1.1	0.3	2,490	2.3	1.8	5,186	3.4	6.0	7,628	2.7	1.7	6,022	0.0	0.0		0.0	0.0		0.0	0.0	
北風	0.0	0.0	0	2.2	1.5	6,847	2.0	1.0	6,340	2.1	0.2	6,602	0.0	0.0		0.0	0.0		0.0	0.0	
北北東風	0.0	0.0	0	1.0	0.3	2,264	1.3	0.2	2,943	1.0	0.2	2,264	0.0	0.0		0.0	0.0		0.0	0.0	
北東風	0.0	0.0	0	2.4	0.7	5,394	0.0	0.0	0	0.0	0.0	0	0.0	0.0		0.0	0.0		0.0	0.0	
東北東風	0.0	0.0	0	2.9	1.2	6,685	0.0	0.0	0	0.0	0.0	0	0.0	0.0		0.0	0.0		0.0	0.0	
東風	0.8	0.2	2,174	3.2	0.8	8,643	0.0	0.0	0	0.0	0.0	0	0.0	0.0		0.0	0.0		0.0	0.0	
東南東風	0.0	0.0	0	3.2	0.7	7,183	0.0	0.0	0	0.0	0.0	0	0.0	0.0		0.0	0.0		0.0	0.0	
南東風	0.0	0.0	0	3.9	1.5	8,753	0.0	0.0	0	0.0	0.0	0	0.0	0.0		0.0	0.0		0.0	0.0	
南南東風	1.2	0.5	2,611	3.6	1.3	8,114	0.0	0.0	0	0.0	0.0	0	0.0	0.0		0.0	0.0		0.0	0.0	
南風	1.8	0.2	5,633	3.2	1.8	10,015	0.0	0.0	0	1.3	0.2	4,068	0.0	0.0		0.0	0.0		0.0	0.0	
南南西風	0.9	0.2	2,014	2.5	1.2	5,628	0.0	0.0	0	1.9	1.7	4,320	0.0	0.0		0.0	0.0		0.0	0.0	
南西風	0.0	0.0	0	2.6	0.7	5,892	0.0	0.0	0	1.8	1.2	4,072	0.0	0.0		0.0	0.0		0.0	0.0	
西南西風	2.2	1.0	4,826	2.3	1.5	5,262	0.0	0.0	0	2.6	4.7	5,932	0.0	0.0		0.0	0.0		0.0	0.0	

16方位毎の平均風速から漏洩率を前頁のように評価する。

■ 漏洩量合計

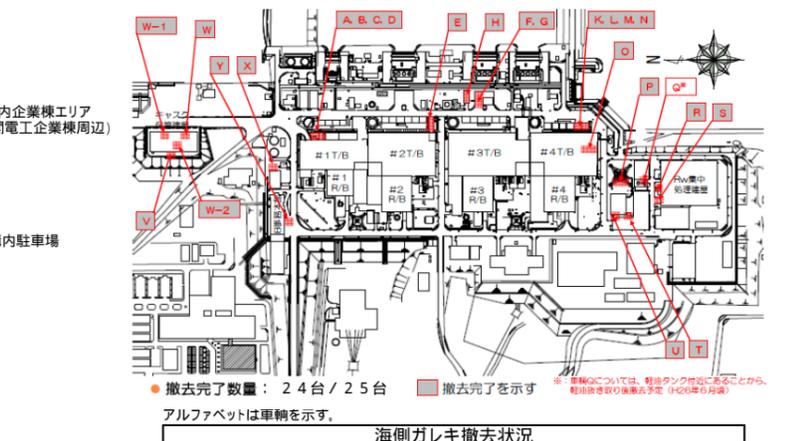
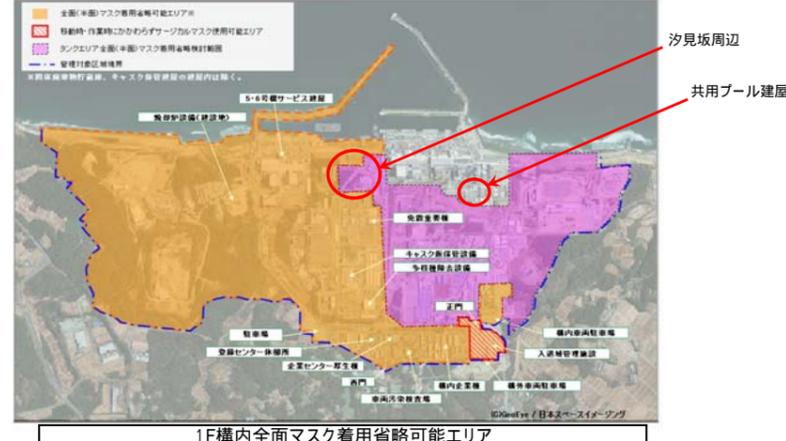
評価期間	2/15 ~ 2/21	2/22 ~ 2/28	3/1 ~ 3/7	3/8 ~ 3/11	漏洩量合計(m3)	評価対象期間(h)	漏洩率(m3/h)
週間漏洩量 (m3)	1,482,449	782,209	1,015,680	536,758	3,817,095	600	6,362

知的財産 取扱注意

11

労働環境改善スケジュール

分野名	括り	作業内容	これまで一ヶ月の動きと今後一ヶ月の予定		2月		3月				4月			5月		6月	備考			
			23	2	9	16	23	30	6	13	下	上	中	下	前	後				
被ばく・安全管理	1	防護装備の適正化検討 (実績) ・共用プール建屋内の全面マスク着用省略化の運用開始 ・構内駐車場及び構内企業棟一部エリア(関電工企業棟周辺)の運用開始 ・汐見坂周辺の全面マスク着用省略化の検討 ・「敷地内線量低減にかかる実施方針」を踏まえた敷地南側エリアの全面マスク着用省略化の検討 (予定) ・汐見坂周辺の全面マスク着用省略化の検討 ・「敷地内線量低減にかかる実施方針」を踏まえた敷地南側エリアの全面マスク着用省略化の検討(平成25~27年度) ダストフィルタ化: 空気中よう素131濃度が全面マスク着用基準を下回ることを確認した上で、ダストフィルタを装着した全面マスクで作業できるエリアを設定し、作業員の負荷軽減、作業性向上を図る。 全面マスク着用省略化: 空気中放射性物質濃度が全面マスク着用基準を下回ることを確認した上で、全面マスクを着用省略できるエリアを設定し、作業員の負荷軽減、作業性向上を図る。 一般作業服化: シート養生を行い、定期的な汚染確認を行う車両に乗り乗る場合は、一般作業服で移動できるエリアを設定し、作業員の負荷軽減を図る。	共用プール建屋内の全面マスク着用省略化の検討	汐見坂周辺の全面マスク着用省略化の検討	構内駐車場及び構内企業棟一部エリア(関電工企業棟周辺)の一般作業服化の検討	「敷地内線量低減にかかる実施方針」を踏まえたタンク群を含む敷地南側エリアの全面マスク着用省略化の検討	ダストフィルタ化 (実施済みエリア)H24.3.1:1~4号機及びその周辺建屋内を除く全域、H24.12.19:1~4号機及びその周辺建屋内	全面マスク着用省略化 (実施済みエリア)H23.11.8:正門・免震重要棟前・5,6号サービス建屋前、H24.6.1:企業センター厚生棟前、H24.8.9:車両汚染検査場・降車しない見学者、H24.11.19:入退域管理施設建設地、H25.1.28:構内企業棟の一部エリア(東電環境企業棟周辺)、H25.4.8:多核種除去設備、キャスク仮保管設備、H25.4.15:構内企業棟の一部エリア(登録センター周辺)、H25.5.30:1~4号機周辺・タンクエリア・瓦礫保管エリアを除くエリア、H25.10.7:5,6号機建屋内、H25.11.11:がれき保管エリア、H26.3.10:共用プール建屋内の一部エリア	一般作業服化 (実施済みエリア)H24.3.1:正門・免震重要棟前・5,6号サービス建屋前、H24.8.9:降車しない見学者、H25.6.30:入退域管理施設周辺、企業センター厚生棟周辺、運転手用汚染測定小屋周辺、H25.8.5:研修棟休憩所周辺、H26.3.17:構内駐車場及び構内企業棟一部エリア(関電工企業棟周辺)	工程調整中(*)	汐見坂周辺の全面マスク着用省略化の運用開始						(*)運用開始日については、連続ダストモニタの設置やサーベイ結果の確認の工程による。			
			2	海側のガレキ撤去 (実績) ・撤去対象となる破損車両全25台のうち、24台を撤去済み。 (予定) ・車両の撤去・解体・搬出 ・車輛周辺のガレキ撤去・搬出	車輛K,L,M,N(3/2撤去完了)	車輛Q	車輛V(2/18撤去完了)	車輛X(2/17撤去完了)												[車輛Q] 軽油タンク付近にあることから、軽油抜き取り後実施予定(H26年6月末)
					3	重傷災害撲滅、全災害発生件数低減対策の実施 (実績) ・協力企業との情報共有 3/20安全推進協議会開催:災害事例等の再発防止対策の周知等 ・作業毎の安全施策の実施(TBM-KY等) ・熱中症予防対策:次年度計画の検討等 (予定) ・3/27安全推進協議会の開催 ・作業毎の安全施策の実施(継続実施) ・熱中症予防対策:次年度計画の検討等	熱中症予防対策 次年度計画の検討	作業安全確保活動の実績と計画(熱中症含む)												
健康管理	4	長期健康管理の実施 (実績) ・H25年度対象者への「がん検査」(社員・協力企業作業員)、「白内障検査」(社員)の案内状送付実施。「甲状腺超音波検査」(社員・協力企業作業員)の案内状送付実施。 ・「がん検査」の受診希望に基づく、紹介状・検査依頼状・費用申請書の送付、検査費用の精算手続き ・インフルエンザの予防接種の実施(10/28~1/31:J'ガイルツ、近隣医療機関) 「J'ガイルツ」は12/4で終了、近隣医療機関も1/31で終了。 (予定) ・「がん検査」の受診希望に基づく、紹介状・検査依頼状・費用申請書の送付、検査費用の精算手続き(継続)	健康相談受付	【熱中症予防対策の実施】 準備期間	情報共有、安全施策の検討・評価														:9月末まで	
			5	継続的な医療職の確保と患者搬送の迅速化 (実績) ・1F救急医療室のH26年6月末までの医師確保完了(固定医師1名+ローテーション支援医師) (予定) ・1F救急医療室の恒常的な医師の確保に向けた調整	各医療拠点の体制検討															
			常勤医師の雇用に向けた関係者との調整																	



労働環境改善スケジュール

分野名	括り	作業内容	これまで一ヶ月の動きと今後一ヶ月の予定		2月		3月				4月			5月			6月	備考	
			23	2	9	16	23	30	6	13	下	上	中	下	前	後			
労働環境改善	6	作業員の確保状況と地元雇用率の実態把握	(実績) ・作業員の確保状況と地元雇用率の実態把握(継続的に実施) ・作業員の確保状況(1月実績/3月の予定)と地元雇用率(2月実績)についての調査・集計																
			(予定) ・作業員の確保状況(2月実績/4月の予定)と地元雇用率(3月実績)についての調査・集計																
	7	労働環境・生活環境・就労実態に関する企業との取り組み	(実績) ・労働環境・生活環境・就労実態に関する意見交換及び実態把握 ・意見交換及び実態把握に基づく解決策の検討・実施・結果のフィードバック ・相談窓口への連絡(処遇・労働条件等)への対応																
			(予定) ・労働環境・生活環境・就労実態に関する意見交換及び実態把握(継続的に実施) ・意見交換及び実態把握に基づく解決策の検討・実施・結果のフィードバック(継続的に実施) ・作業員へのアンケートによる実態把握(定期的に実施) ・相談窓口への連絡(処遇・労働条件等)への対応(継続的に実施)																
	8	休憩所の設置・拡大	(実績) ・アスファルト撤去(継続) ・ 基礎工事(継続)																
			(予定) ・アスファルト撤去(継続) ・ 基礎工事(継続)																
9	新事務棟の建設	暫定事務棟 (実績) ・地盤改良工事 ・基礎工事																	
		(予定) ・地盤改良工事(継続) ・基礎工事(継続) ・ 鉄骨建方																	
	本設事務棟 (実績) ・諸条件の検討																		
	(予定) ・諸条件の検討(継続)																		
10	給食センターの設置	(実績) ・開発申請、農地転用申請(大熊町) ・相双保健所との協議 ・ 地権者と土地賃借契約締結(3/15,16) ・ 町へ開発申請提出・受理(3/19)																	
		(予定) ・設計 ・確認申請他事前協議																	
11	車輛整備工場の建設	(実績) ・敷地造成完了 ・杭打ち完了 ・基礎工事継続中 ・躯体工事(鉄筋)実施中																	
		(予定) ・外壁、屋根工事 ・付帯設備工事(電気、消防、換気設備)																	

汚染水処理関係の建設工事を優先するため工程見直し

H26年12月末
H27年3月末
完成目標

期：H26年6月末
完了目標
期：H26年9月末
完了目標

H27年度末
完了目標

H26年度末
完了目標

町への開発申請提出・受理(3/19)に伴う工程設定

汚染水処理関係の建設工事を優先するため工程見直し

H26.3.20
H26.4.18竣工予定
H26.5 - 試運用予定

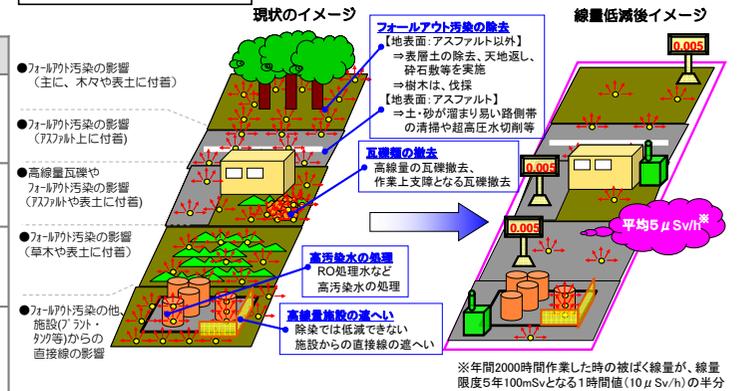
◎平成25年10月28日の原子力規制委員長からの指摘事項等を踏まえて取りまとめた緊急安全対策の進捗状況を報告
 ◎平成26年4月に発足する福島第一廃炉推進カンパニーにおいても、本緊急安全対策を引き続き強力に推進

1. 現場作業の加速化・信頼性向上に向けた労働環境の抜本改善

●作業環境・厚生施設等の改善, これらを通じたヒューマンエラーの防止

種別	項目	内容	進捗状況
作業安全	サイト内除染 (全面マスク省略エリアの拡大)	全面マスク省略エリアの拡大	・(実施済)敷地中央エリア, 敷地北側エリア ・敷地南側エリア: 線量低減(H26~H27年度に実施)の進捗に合わせて全面マスク省略エリア拡大
		敷地内の線量低減*1	・敷地南側エリアの除染(伐採, 表土剥ぎ, 天地返し, アスファルト施工等)を実施中(目標線量率: 平均5μSv/h)
	海側のガレキ撤去	タービン建屋東側の破損車両等の撤去	・破損車両全25台のうち24台を撤去済み 残る1台は軽油タンク付近にあるため, タンク内の軽油抜き取り後撤去実施(H26.6月末)
	構内照明設備の増強	フランジ型タンク群 南側タンク群	・タンクエリア周辺に, 電柱の建設・照明の設置を実施中(H26.5完了予定) 【電柱73本のうち62本, 高圧電線約2500mのうち約1850m】敷設済み
	通信環境の改善	敷地内の屋外における通話環境の改善 建物内等の通話環境が良くない箇所への対策	(実施済) (実施済)入退域管理棟 緊急医療室(H25.12/25) (着手済・継続) 暫定事務棟, 大型休憩所
事務棟休憩所	福島第一新事務棟の設置	暫定事務棟(社員約1,000名を収容) 本設事務棟(社員+協力会社を収容)	・設計と並行して敷地造成, 地盤改良, 基礎工事を実施中(H26.6第1期, H26.9第II期完成予定) ・本設事務棟の設置場所(入退管理施設西側)を選定 ・基本要件(規模など)検討中(H27年度末完成予定)
	構内休憩所の追加設置	大型バスを改造した移動式休憩所・コンクリートプレハブ式休憩所 大型休憩所(地上9階建, 約1,200名を収容)	・移動式休憩所はH26.1/14より運用開始 ・コンクリートプレハブ式休憩所の代替として構外仮設休憩所を整備中(H26.4月上旬より運用開始予定) ・H26.1/27より着手 ・基礎工事実施中(H27.3月末完成予定)
	食生活の改善・充実	福島第一近傍に給食センターを設置し, 3,000食規模で食事を供給	・設置候補地(大熊町大川原地区)の選定 ・大熊町へ立地に係る説明(H26.3/19) (H26年度末完成予定)
	救急医療関係	救急医療用機器等の充実	・超音波検査装置(1台)・自動心臓マッサージ器(1台)発注済, 納期: H26.3/25 ・救急車(3台) H26.3月取得に向け購入手続き中
作業員の労働環境*2	敷地内車両の整備場の設置	構内のみで使用される車両整備場の設置	・敷地造成, 杭打ちが完了し, 現在基礎及び躯体(鉄筋)工事を実施中(H26.5運用開始予定)
	通勤バスの増便	通勤バスを増便し, 通勤時間帯のバス待ち者の滞留を解消	(実施済・継続)
	設計上の労務費割増分の増額	敷地内作業に適用する設計上の労務費割増分の増額(1万円/日→2万円/日)	・作業員の方の賃金に反映させる施策検討, 検討状況の報告を元請へ依頼(H26.1/24 現在, 報告を集約中)。
社員の労働環境	請負工事発注方式の見直し	労働環境整備に関する施設工事の早期完成および中長期の作業員確保等に配慮した長期契約の適用	(実施済・継続)
	免震重要棟内の整備	仮眠用アイテム整備 仮泊者用シャワーの追加設置	(実施済) 給水・配水管整備及び水質検査実施中(H26.3月末完了予定)
	新広野単身寮の整備	全居住棟へのトイレ・シャワー室等の設置 食堂メニューの充実など	(実施済) (実施済)
	社員の処遇見直し	諸手当の増額など	(実施済)

敷地内の線量低減



【5μSv/hエリアの拡大イメージ】

※5μSv/h程度のエリアを [] でマーキング H25年度末

1~4号機周辺(エリアI)は, 作業に支障となる瓦礫撤去や作業エリアの遮へいによる線量低減を行っているが, プラントや設備の高線量箇所があることから, 高線量設備の撤去(排気筒等)や原子炉建屋瓦礫撤去等の工程に合わせて線量低減を進めていく。

■ エリアI 1~4号機周辺で特に線量率が高いエリア
 ■ エリアII 植栽や林が残るエリア
 ■ エリアIII 設備設置または今後設備が予定されているエリア
 ■ エリアIV 道路・駐車場等で既に舗装されているエリア
 ■■■ 敷地内線量低減にかかる実施方針範囲



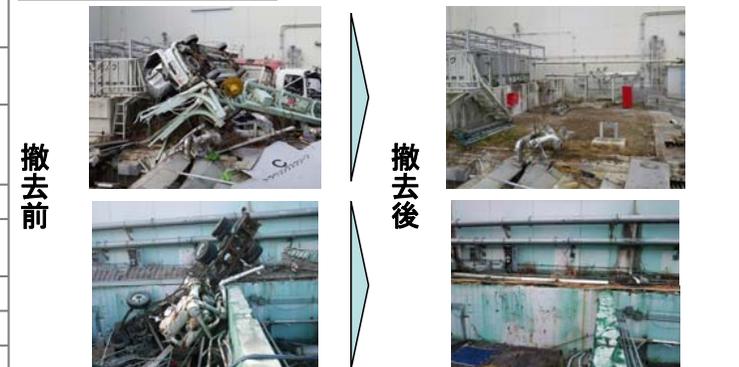
H26年度末 予想



H27年度末 予想



破損車両の撤去状況



2. 安全・品質確保のためのマネジメント・体制強化

内容	進捗状況
現場作業に応じた作業手順書の策定、危険予知(KY)活動の徹底、協力企業とのコミュニケーション強化など安全・品質に関するマネジメントの改善 協力企業との関係を含め、現場での指揮命令系統における責任所在の明確化	これまでのタンクからの漏えいの原因を踏まえた対策を実施していたが、H6エリアタンク上部天板部からの漏えいを踏まえた手順書の見直し、教育等の対策を追加的に実施中
安全・品質管理部門等の組織・要員強化	①原子力・立地本部長のもと、本店および発電所の安全・品質管理部門を統括する「安全品質担当」を設置(H26.4設置予定) ②発電所において、安全・品質管理部門の要員を3名強化 ③労働環境改善に特化した専門スタッフを設置(H26.1設置済)
社員の人事ローテーション強化・人材の適正配置	①原子力部門・事業所ごとに交流目標を設定し、定期的に異動を実施(H26.7異動時より実施予定) ②汚染水・タンク問題対策関係組織の整理・強化と管理職の増強(組織についてはH26.4に福島第一廃炉推進カンパニー設置*3により強化、管理職層についてはH25.11以降順次増強)
社内外総動員体制による汚染水・タンク対策関係要員の強化(220名増)	①福島第一内の再配置、福島第二・柏崎刈羽等からの配置(約70名) ②火力・工務・土木・配電部門等、グループ会社からの配置(約130名) ③他電力等からの配置(約20名) ※要員強化の内訳 ①タンク新設・リプレース等:約110名 ②タンクパトロール:約60名 ③安全・品質管理:約30名 ④放射線管理(分析要員含む):約20名

3. 設備の恒久化

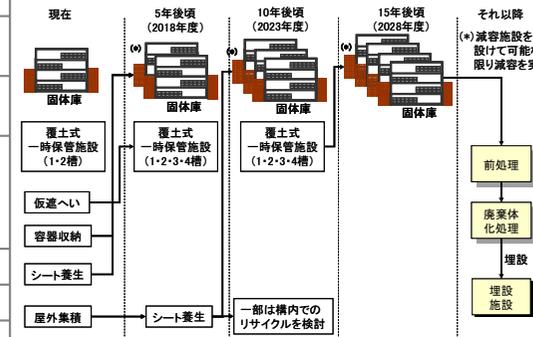
・ 長期的な廃炉作業を着実に進めるための設備の恒久化

内容	進捗状況	
新中央監視室の設置(集中管理能力の向上)	新監視室に要求される機能について検討・整理中	
開閉所・電源盤のリプレイス	北側(5/6号機側):電源供給基地新設工事 南側(1~4号機側):設備増強	
構内インフラ整備	道路補修 ・Gエリア東側道路、5差路~2、3号間道路、4号機東側10m~4m盤道路補修完了 ・Bエリア周辺道路・2号土捨場周辺道路・展望台南側道路・HT I周辺道路補修:H26.3月末完了予定。	
	免震重要棟給水配管更新・浄化槽増設	構内給水配管取替:H26.3月末完了予定
	免震重要棟非常用発電機更新	発電機を設置する建屋の設計中(発電機は発注済み)
	C排水路付け替え	現地の干渉物の撤去・移設を継続実施中
	旧事務本館片付け・除染後、一部再使用	事務本館2階執務室拡張エリアはH26.1/15より運用開始
廃棄物処理・保管設備	地元と調整しつつ、廃棄物処理・保管設備を設置 ・固体廃棄物貯蔵庫9棟の設置:実施計画の変更申請準備中 ・固体廃棄物保管施設増設や焼却炉等の減容設備の設置計画について、当面の敷地利用計画を含めた方針を策定中	
火災報知器、消火設備等の火災対策	可燃物・危険物の取り扱いルールの見直し、保管場所確保 ・可燃物・危険物の取り扱いルールにて運用中、適宜見直し ・可燃物・危険物の回収作業は実施中、保管場所の届出予定 ・屋外、建屋内等の火災検知器・消火設備増強 ・屋外の火災検知について監視カメラの設置を検討中 ・建屋内の高線量エリアの火災検知及び消火について検討中	
電線管・配管の信頼性向上	・道路脇側溝に布設した高圧ケーブルの布設替等を実施中 ・水処理設備移送ラインのポリエチレン管化工事を実施中	

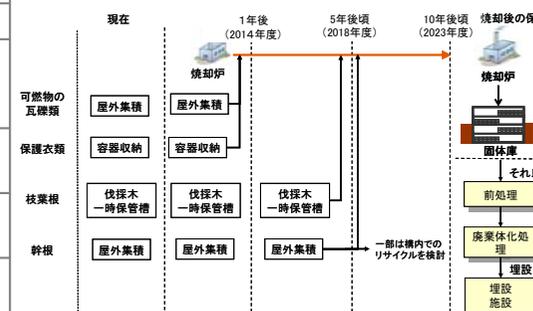
4. 雨水対策

・ 堰からの溢水防止、堰内への流入抑制等の対策を行い、堰内溜まり水を適切に管理(→汚れた雨水は溢水させない)

	対策		進捗状況
	鋼製板による堰の嵩上げ	H4北エリア(高汚染) その他全てのエリア	
溢水防止	コンクリート等による堰の更なる嵩上げ(信頼性向上)		・C、G3、G4、G5、G6エリアでコンクリート基礎堰の構築中 ・H2、H8で鋼製堰の設置工実施中(全エリア完了はH26.5予定)
雨水流入抑制	高線量汚染箇所タンク上部へ雨樋設置		(実施済)
	その他全てのタンクへ雨樋設置		・H26.6月末に円筒型フランジタンクの雨どい設置を完了予定 ・H6エリアタンク上部天板部からの漏えいを受け、タンクエリアへの雨水抑制の抜本対策を検討中
地中浸透防止	タンク周辺地表面のフェーシング		・G3~G5、H5、H8エリアで外周堰の構築、浸透防止工のフェーシングを実施中 ・H3、H4、H8、H9エリアでは、浸透防止工のための造成工実施中(全エリア完了はH26.5予定)
排水路流入防止	B排水路の暗渠化		暗渠化が完了し、H26.3/12より通水
堰内溜まり水の一時受けタンクの増容量			・タンク9基設置完了、配管工実施中(H26.3月末完了予定) ・新たに5基増設予定



鋼製板による堰の嵩上げ実施状況



タンク周辺地表面のフェーシング実施状況

廃棄物処理・保管のイメージ

5. タンク貯留水漏えいの原因と対策

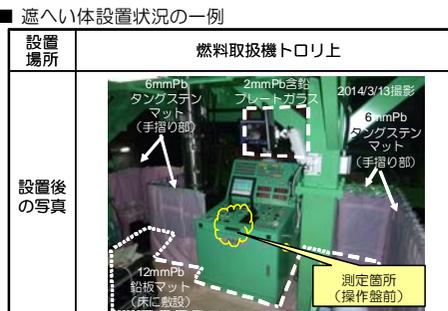
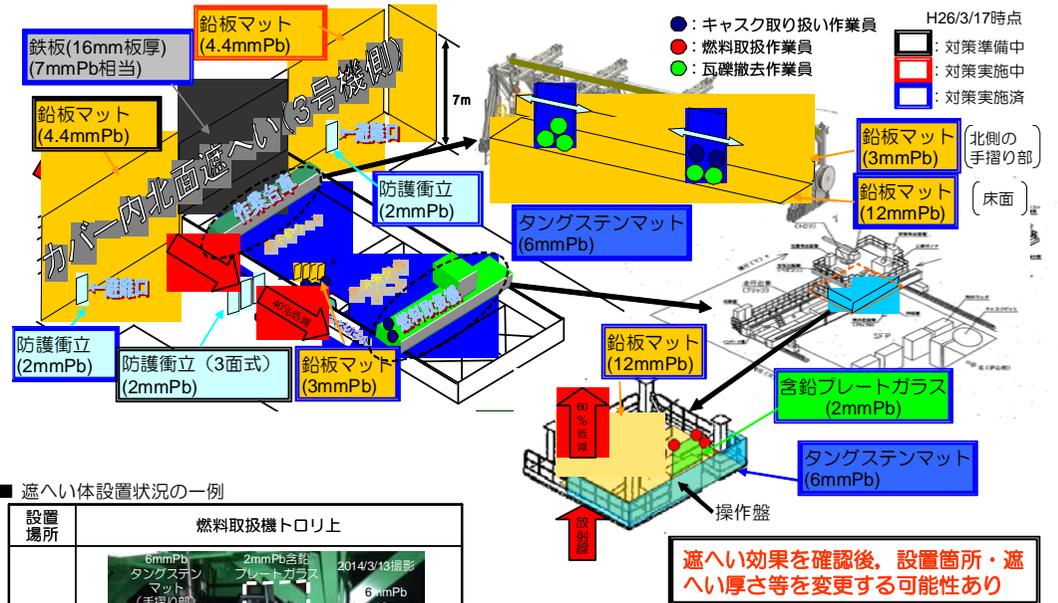
対策		進捗状況
[暫定対策] 同型タンクの 止水対策	タンク底部のコーキング等による止水	H26.3/12時点で16/26箇所が進捗であり、4月上旬に施工完了の予定
	底板下部へのシーリング材の充填等	・実機大の実証試験を1月に実施 ・実証試験での課題を踏まえ検討中
	底板部(内部)へのシーリング材の充填	・実証試験で概ね要求を満足していることを確認 ・タンクのリプレース計画を踏まえた施工計画を立案中
[運用面の対策]	パトロール強化(4回/日、延べ120人/日)	・委託によるパトロール強化運用中。更に要領書の充実化を図り、社員による委託パトロール実施状況の確認を実施中 ・H6エリアタンク天板部からの漏えいに鑑み、現場パトロールを強化
	フランジ型タンク全数への水位計設置	・フランジ型タンクは水位計設置完了、運用開始済み ・既に設置済の溶接型タンクについては水位計設置は完了し、3月中に運用開始予定。Jエリア等タンク設置中のエリアについては水位計を順次設置中 ・H6エリアタンク上部天板部からの漏えいを受け、水位監視の改善、制御系改善を実施中
溶接型タンクへのリプレース		・Dエリアタンクのリプレース工事をH26.3月より開始 ・タンク増設の促進を図るとともに、リプレースの優先順位を検討し、順次、H1、H2、H4エリアタンクのリプレース工事を実施

6. 汚染水を適切に管理するための貯蔵計画・対策

対策	進捗状況
タンク貯留状況および増設計画	・現状の濃縮塩水等の貯留量合計は約44万トン、貯蔵容量は約49万トン ・Jエリアのタンク設置を加速・大型化し、貯蔵容量を約80万トンまでH27年度末を目標に確保(J1エリア27基設置完了)
タンクのリプレース	・H27年度中を目標にフランジ型タンクや横置きタンクは信頼性の高い溶接型タンクにリプレース予定
地下水流入量対策	・地下水バイパス、サブドレンの汲み上げおよび陸側遮水壁による地下水流入量低減を実施準備中 ・サブドレンの浄化設備を製作中。当該設備の実施計画の変更認可を申請(H25.12/18)
多核種除去設備(ALPS)の増強と信頼性向上	・ALPSを増強、H26年度中頃に降運転し、H26年度中にタンク貯留の汚染水を浄化完了すべく実施中 ・増設多核種除去設備および高性能多核種除去設備の基本設計が完了し、実施計画の変更認可を申請(増設:H26.2/12、高性能:H26.3/7) ・H26.3より増設多核種除去設備、高性能多核種除去設備の敷地造成工事、建屋基礎工事を順次実施中 ・耐食性向上などの不具合対策により確実に正処置を行い、運転信頼性向上策を実施 ・3/18に発生したALPSの不具合についても、原因及び影響範囲を特定し、早急に対策を実施するとともに、安全確保を前提に処理を加速させる。

7. 4号機使用済燃料プールからの燃料取り出し

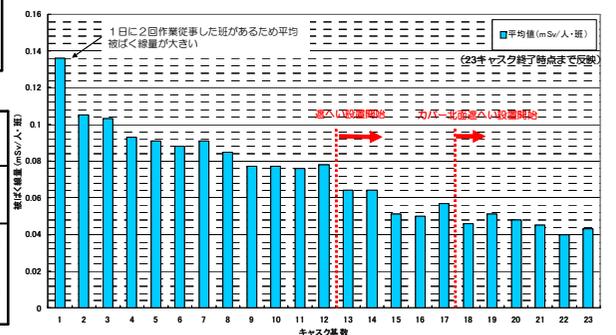
進捗状況
H25.11/18より燃料取り出し作業を開始
H26.3/17時点で、506体/1533体の燃料を4号機から共用プールへ移送完了(使用済:484体/1331体、新燃料:22体/202体、キャスク輸送回数:23回)
燃料取り出し作業における被ばく線量低減対策として、オペレーティングフロア上の適切な箇所に遮へい体を順次設置中。(H26.3月末迄)
遮へい設置以降の平均被ばく線量を約56%低減(燃料取扱機運轉作業、21~23キャスクの平均) 燃料取扱機トオリ上の雰囲気線量は、遮へい体設置前0.055mSv/hから、設置後0.025mSv/hに低減(約55%)



■遮へい設置効果の一例

測定場所	燃料取扱機トオリ上 操作盤前 約1m高さ	H26.3/17測定
設置効果	設置前: 0.055mSv/h 設置後: 0.025mSv/h (約55%の低減)	
備考	床面に鉛当量12mmPbの鉛板マットを設置。手摺り部には、鉛当量6mmPbのタングステンマットを設置。操作盤上部には鉛当量2mmPbの鉛板ガラスを設置。設置後の線量率は、燃料取り出し用カバー北面の鉄板及び鉛板マット設置後の効果を含む。	

■燃料取扱機の1班・1作業員あたりの平均被ばく線量(約2時間作業の作業員一人あたりの平均被ばく線量)



※1. 被ばく実績

発災以降の累積被ばく線量分布 (H23.3/11以降の累積線量)

区分(mSv)	H23.3 - H26.1		
	東電社員	協力企業	計
250超え	6	0	6
200超え - 250以下	1	2	3
150超え - 200以下	24	2	26
100超え - 150以下	118	20	138
75超え - 100以下	258	117	375
50超え - 75以下	325	878	1,203
20超え - 50以下	610	4,291	4,901
10超え - 20以下	544	3,952	4,496
5超え - 10以下	432	3,783	4,215
1超え - 5以下	722	6,970	7,692
1以下	1,062	7,917	8,979
計	4,102	27,932	32,034
最大(mSv)	678.80	238.42	678.80
平均(mSv)	23.61	10.96	12.58

OH23.3/11からH26.1/31までの作業実績のある32,034名のうち

- 31,861名(99.5%)は発災後の累積線量が100mSv以下
- 30,283名(94.5%)は累積線量が50mSv以下

H25年度の状況 (放射線業務従事者の累積被ばく線量 H25年度分)

区分(mSv)	H25.4 - H26.1		
	東電社員	協力企業	計
100超え	0	0	0
75超え - 100以下	0	0	0
50超え - 75以下	0	0	0
20超え - 50以下	24	465	489
10超え - 20以下	64	1,593	1,657
5超え - 10以下	189	1,714	1,883
1超え - 5以下	667	3,426	4,093
1以下	716	4,316	5,032
計	1,640	11,514	13,154
最大(mSv)	36.61	39.96	39.96
平均(mSv)	2.82	4.96	4.69

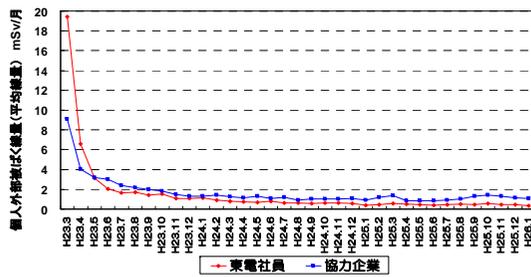
OH25年度(H25.4~H26.1)に作業実績のある13,154名のうち

- 13,154名(100%) 50mSv以下
- 12,665名(96.3%) 20mSv以下
- 9,125名(69.4%) 5mSv以下

○大半の作業者の被ばく線量は線量限度に対し大きく余裕のある状態で引き続き従事可能なレベル。

発災以降の月別個人被ばく線量の推移

線量低減対策と配置変更により、平均被ばく線量は約1mSv/月程度(参考:年間被ばく線量目安20mSv/年≒1.7mSv/月)に抑えられている。



○全体的な状況から発電所の線量状況は改善してきている。

- 発災以降の作業者の被ばく状況を見ると、殆どの作業者は、100mSvに対し大きな余裕がある状況。
- H25年度の月平均線量は約1mSvで安定している。

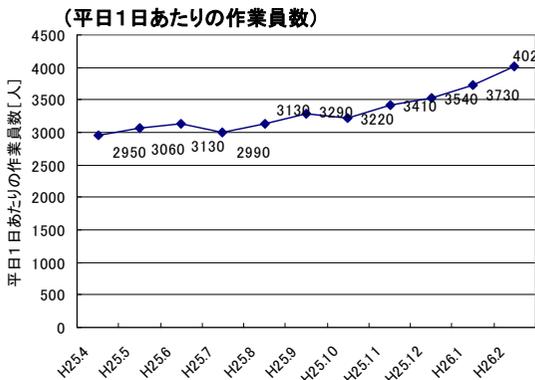
大半の作業者の被ばく線量は線量限度に対し大きく余裕のある状態であり、その後も放射線作業に従事が可能なレベルである。

引き続き作業環境の線量低減に取り組むと共に、作業者の被ばく状況について今後も継続して注視していく。

※2. 今後の作業員数増加に対する対応

作業員の増加傾向

今後の汚染水対策(タンク増設・ALPS増設・凍土遮水壁等)や建屋カバーの解体に伴い、作業員数が増加傾向。



作業員の確保

長期にわたる安定的な雇用を確保し、作業員の皆さんが安心して働くことができるように、長期契約の範囲を拡大。

インフラの整備

現地に労働環境改善Gを配置し、

- 移動手段(バスの運行)
- 駐車場
- 入退域管理施設(混雑や防護装備の充足対策)
- 休憩所(混雑対策)

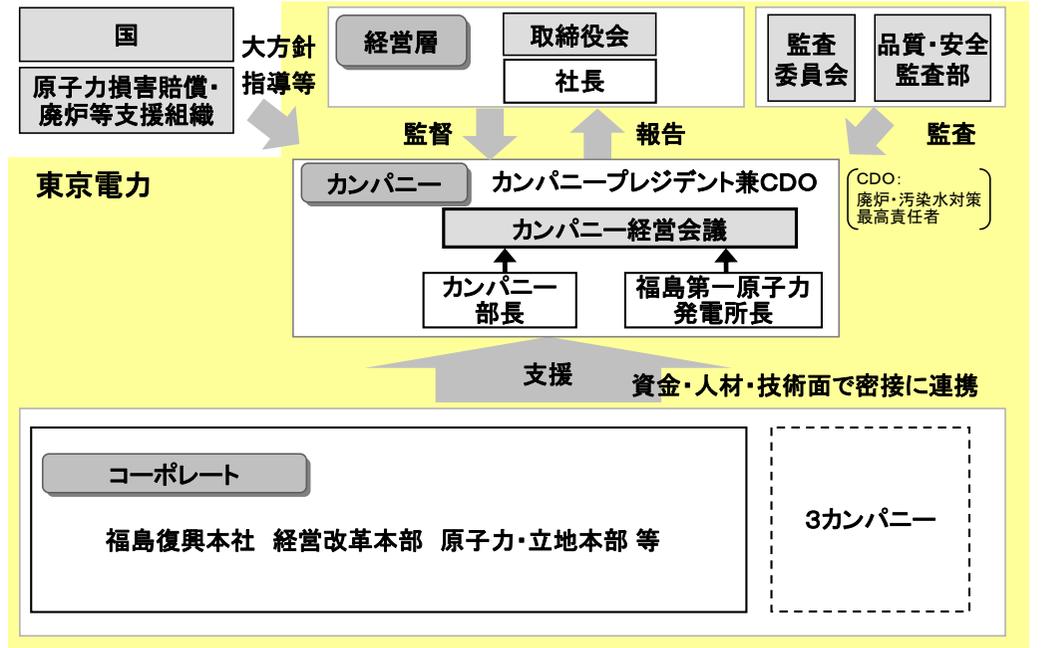
等のインフラ整備を検討

敷地内作業の統括管理

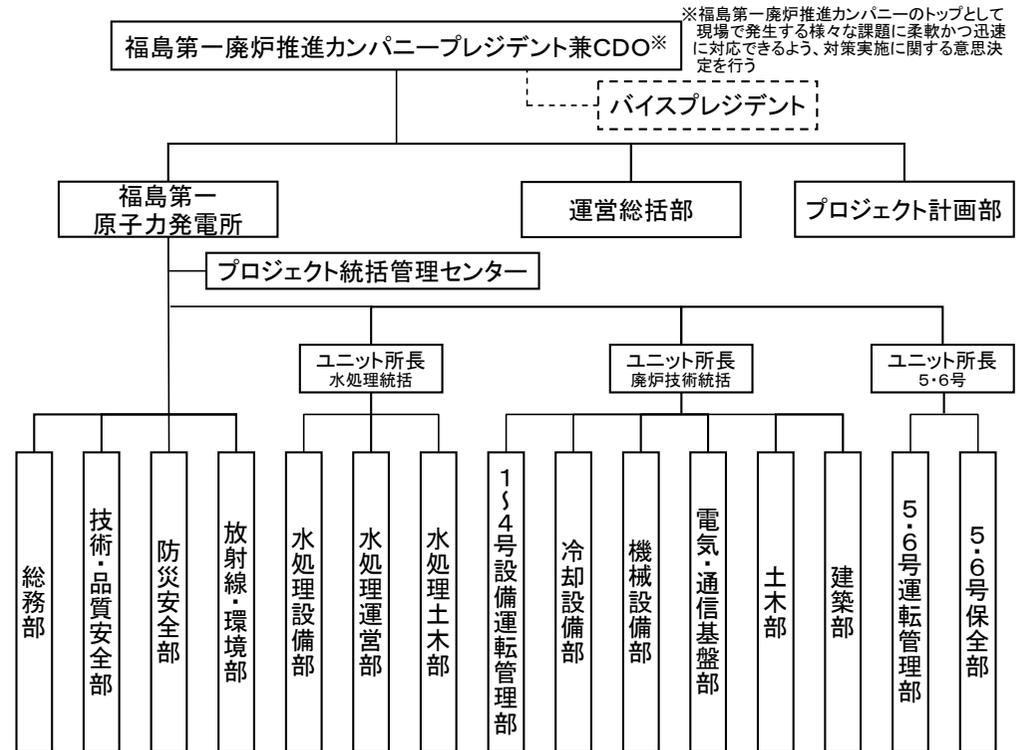
プロジェクト統括管理センターが、敷地内の設備・作業に関する情報を一元管理。複数の作業が円滑に進むよう全体調整。

※3. カンパニーとコーポレートの連携

(参考)



(組織図)



※福島第一廃炉推進カンパニーのトップとして現場で発生する様々な課題に柔軟かつ迅速に対応できるよう、対策実施に関する意思決定を行う