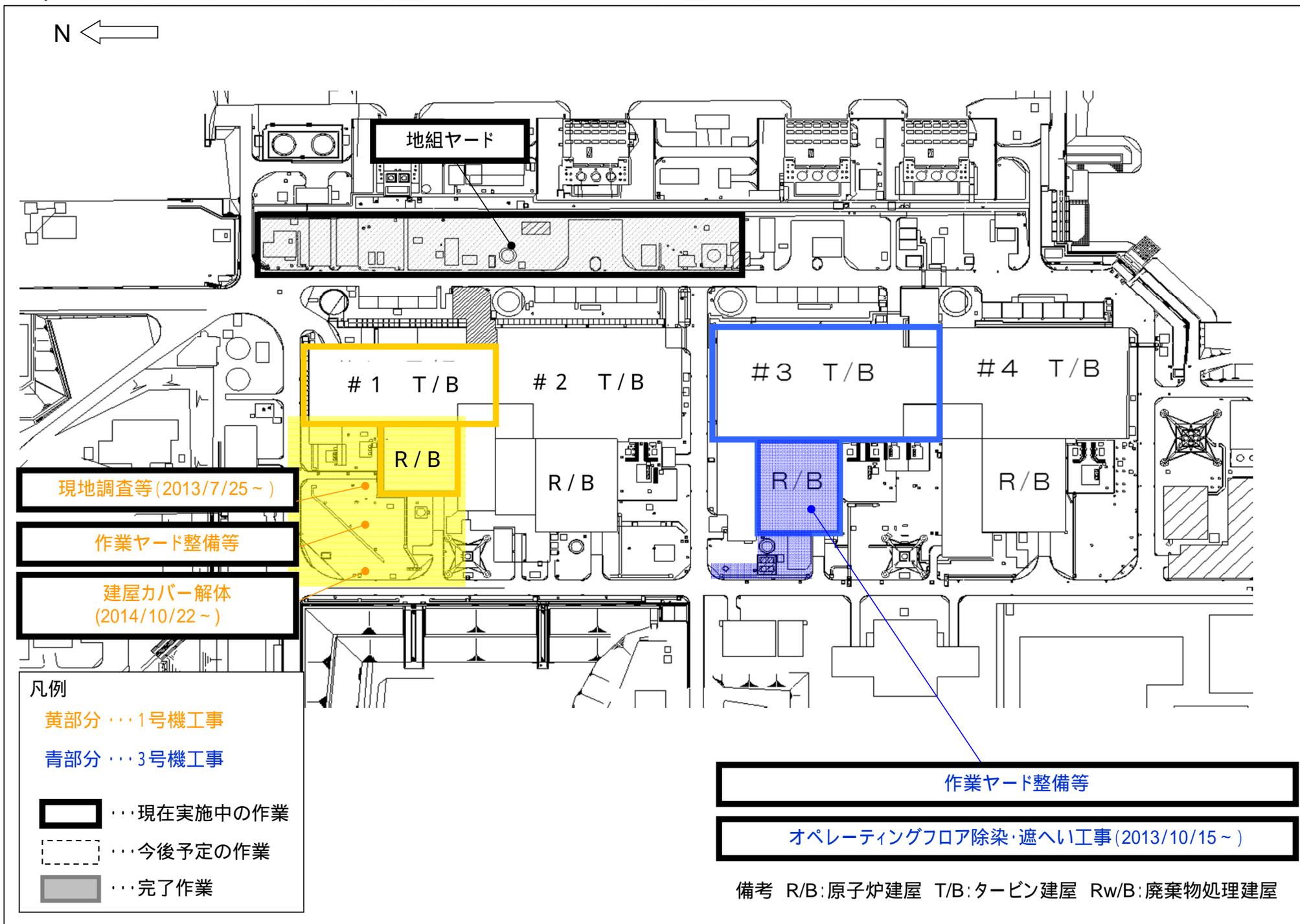


使用済燃料プール対策 スケジュール

分野名	括り	作業内容	これまで1ヶ月の動きと今後1ヶ月の予定	9月		10月					11月			12月			備考		
				21	28	5	12	19	26	2	9	下	上	中	下				
				前 後															
使用済燃料プール対策	構内用輸送容器	構内用輸送容器の設計・製作	(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	(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)														・10月の検討完了を目標 【規制庁関連】 ・漏えい・変形燃料輸送に係る実施計画変更認可申請の一部補正(10/8) ・漏えい・変形燃料輸送に係る実施計画変更認可(10/16) ・漏えい・変形燃料輸送に係る使用前検査(10/21, 22)
	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														
	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) ・クレーン・FHM等点検 ・ラック取り替え工事 ・4号機燃料受け入れ (予定) ・4号機燃料受け入れ	検討・設計	4号機燃料受け入れ														・11月の4号機使用済燃料の受け入れ完了を目標(4号機未照射燃料180体は6号機に移送)
				現場作業															
	研究開発	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)	検討・設計														
(予定)				現場作業															
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】 長期健全性評価に係る基礎試験														
				現場作業															
		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) ・化学処理工程への影響等の検討 (予定) ・化学処理工程への影響等の検討	検討・設計	【研究開発】 化学処理工程への影響等の検討														

1, 3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



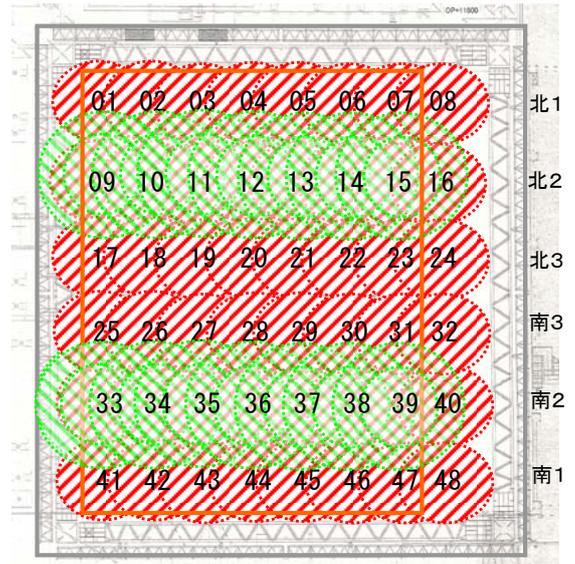
【1号機原子炉建屋カバー解体工事】

- 10月22日（水）～10月29日（水）主な作業実績
 - ・屋根貫通飛散防止剤散布

□ 今月



作業進捗



- 🚫 飛散防止剤散布完了
- 🍷 飛散防止剤散布完了（ドーナツ状に散布）

- 10月30日（木）～11月26日（水）主な作業予定
 - ・屋根パネル取外し（南3、北3）
 - ・飛散防止剤散布
 - ・調査
 - ・屋根パネル再取付け（北3）

■ 備考

以 上

1号機原子炉建屋カバー解体の着手について
＜飛散防止剤の散布を開始＞

平成26年10月30日

東京電力株式会社



東京電力

福島第一原子力発電所1号機原子炉建屋カバー解体の着手について

< 飛散防止剤の散布を開始 >

本日、1号機原子炉建屋カバー解体に着手しました。

本日は屋根パネル（北1：一番北側）に孔を開け、そこからオペレーティングフロア上のガレキ表面および屋根パネルの裏面へ飛散防止剤を散布しました。（8ヶ所）

放射性物質濃度を監視しているダストモニタに有意な変動はありませんでした。

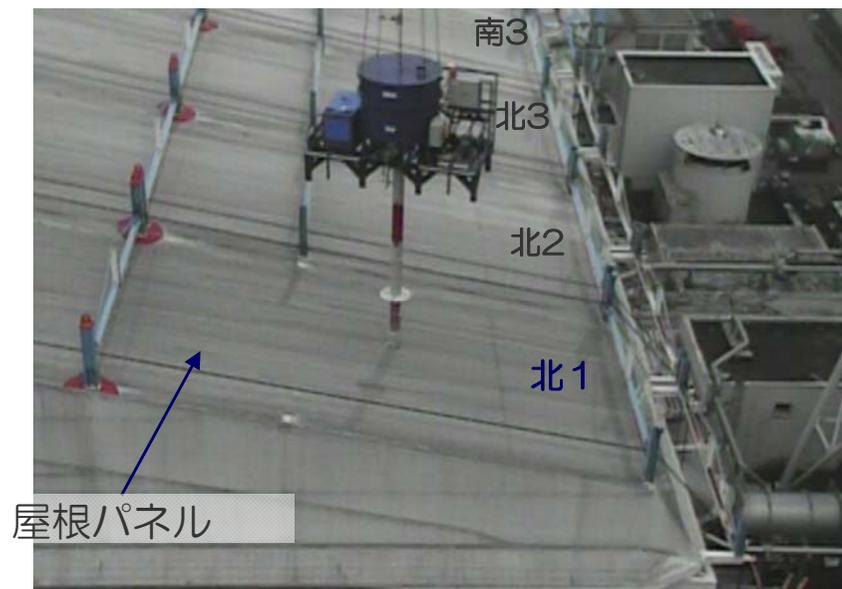
明日以降、同様な作業をその他の屋根パネルで行っていきます。

< 概要 >

■ 作業日
平成26年10月22日

■ 作業時間
6時23分～13時23分

屋根パネル穿孔散布位置



北1パネル飛散防止剤散布状況



建屋カバー内（散布中の様子）
[散布装置]

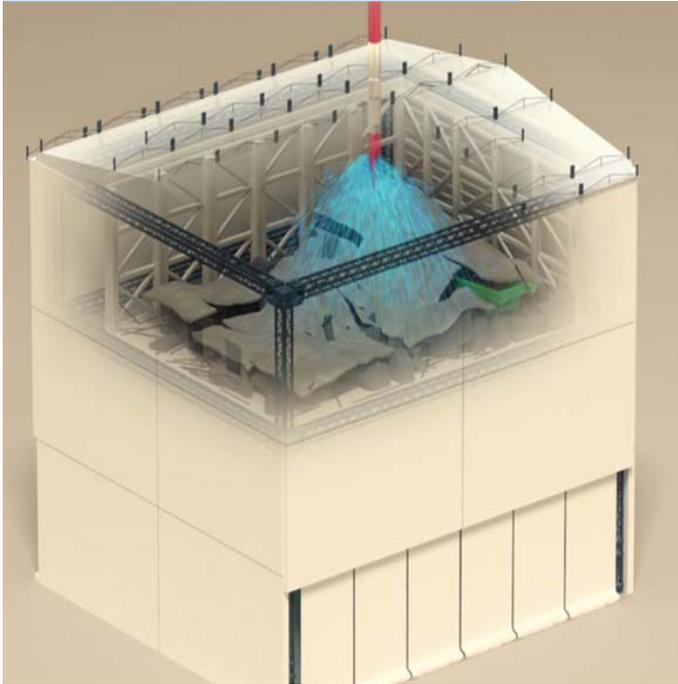
1号機屋根パネル解体作業中の 飛散防止剤散布貫通孔の拡がりについて

平成26年10月30日

東京電力株式会社

1号機屋根パネル解体作業中の飛散防止剤散布貫通孔の拡がりについて

飛散防止剤散布イメージ図



発生日時：平成26年10月28日 8時23分頃

発生場所：1号機原子炉建屋カバー屋根パネル

発生警報：なし(モニタリングポスト、ダストモニタに有意な変動なし)

発生状況：屋根パネル貫通部での飛散防止剤散布中に散布装置が風で煽られ、貫通ノズル部が横方向に動き、貫通散布孔が目視で1m×2m程度の三角形に拡がった。

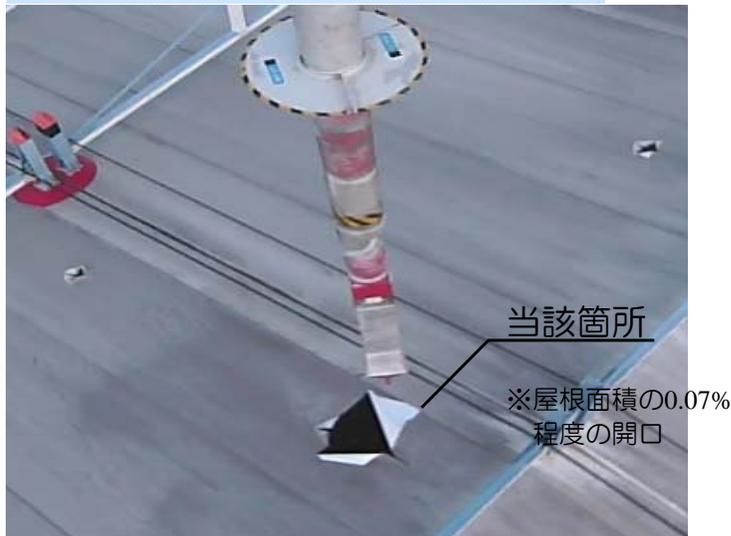
飛散防止剤散布開始時点の風速は2m/s程度。

飛散防止剤散布中に風が強くなってきたことから作業を中断し貫通ノズル部を引き抜いている最中に貫通孔が拡がった。

対応：今回、1m²程度の貫通孔拡大で放出量評価に与える影響は少ないことを確認。

拡がった貫通孔の対応策については、現在検討中。

開口拡がり状況（南2屋根パネル）



時系列：5:58 実施可否判断〔実施可〕

(天候 晴れ、風向・風速 **南西の風1.0m**)

6:18 飛散防止散布装置玉掛け開始

6:28 飛散防止剤散布開始 **平均風速2~3m/s**

7:26 飛散防止散布機へ飛散防止剤の補充

8:15 飛散防止剤散布開始 **平均風速2m/s**

8:23 突風により散布装置が煽られ、貫通ノズル部が横方向に動き貫通孔が拡がった。 **瞬間風速18m/s**

9:20 モニタリングポスト、ダストモニタに有意な変動がないことを確認 (8:20頃から9:20まで)

福島第一原子力発電所1,2号機の 燃料取り出し計画について

2014年10月30日

東京電力株式会社



東京電力

1,2号機の燃料取り出し計画について

- 平成25年6月に改訂した中長期ロードマップ（以下、「RM」という）では、使用済燃料貯蔵プールからの燃料取り出し、原子炉格納容器等からの燃料デブリ取り出しについて、号機別の状況を踏まえ、複数のプランを用意し検討を進めることとした
- 1,2号機ともにプランの絞り込みや修正・変更を行う時期的なポイントとして、平成26年度上半期を「判断ポイント」と設定している
- 原子炉建屋上部に架構を設置するプラン②は、プール燃料※1と燃料デブリを兼用した架構で取り出す計画であるが、燃料デブリ取り出し計画の多様化（冠水工法や原子炉格納容器に水を張らずに燃料デブリを取り出す等の代替工法）にフレキシブルに対応できるよう、プール燃料取り出しに特化したプラン（プラン②'）についても検討を進めた

※1 使用済燃料貯蔵プール内に貯蔵している燃料

検討方針と主な検討項目 (1,2号機共通)

■検討方針

- ・ プール燃料取り出し計画
燃料取扱設備は、先行する3,4号機の設備と同等と想定し検討する
- ・ 燃料デブリ取り出し計画
現時点で想定している冠水工法や代替工法のコンテナ設計条件を基に検討する
- ・ 耐震安全性の評価
現行の基準地震動に対する原子炉建屋の耐震安全性を評価する
なお、現在、検討用地震動の検討を実施していることもあり、評価結果の裕度を確認する

■主な検討項目

- ・ 建屋カバー改造の成立性 (1号機)
- ・ 原子炉建屋の耐震安全性 (1,2号機共通)
- ・ コンテナ設計条件の整備※² (1,2号機共通)
- ・ オペフロ除染の成立性 (2号機)
- ・ 既存燃料取扱設備の復旧の可能性 (2号機)

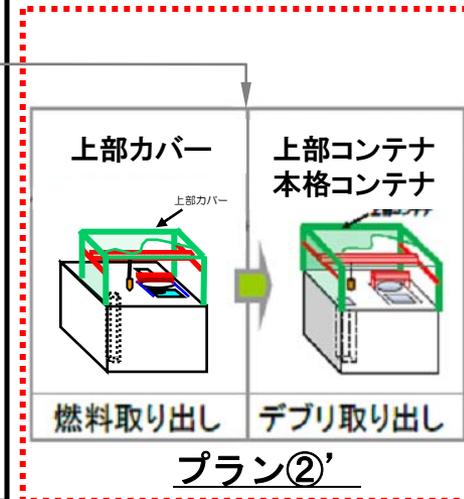
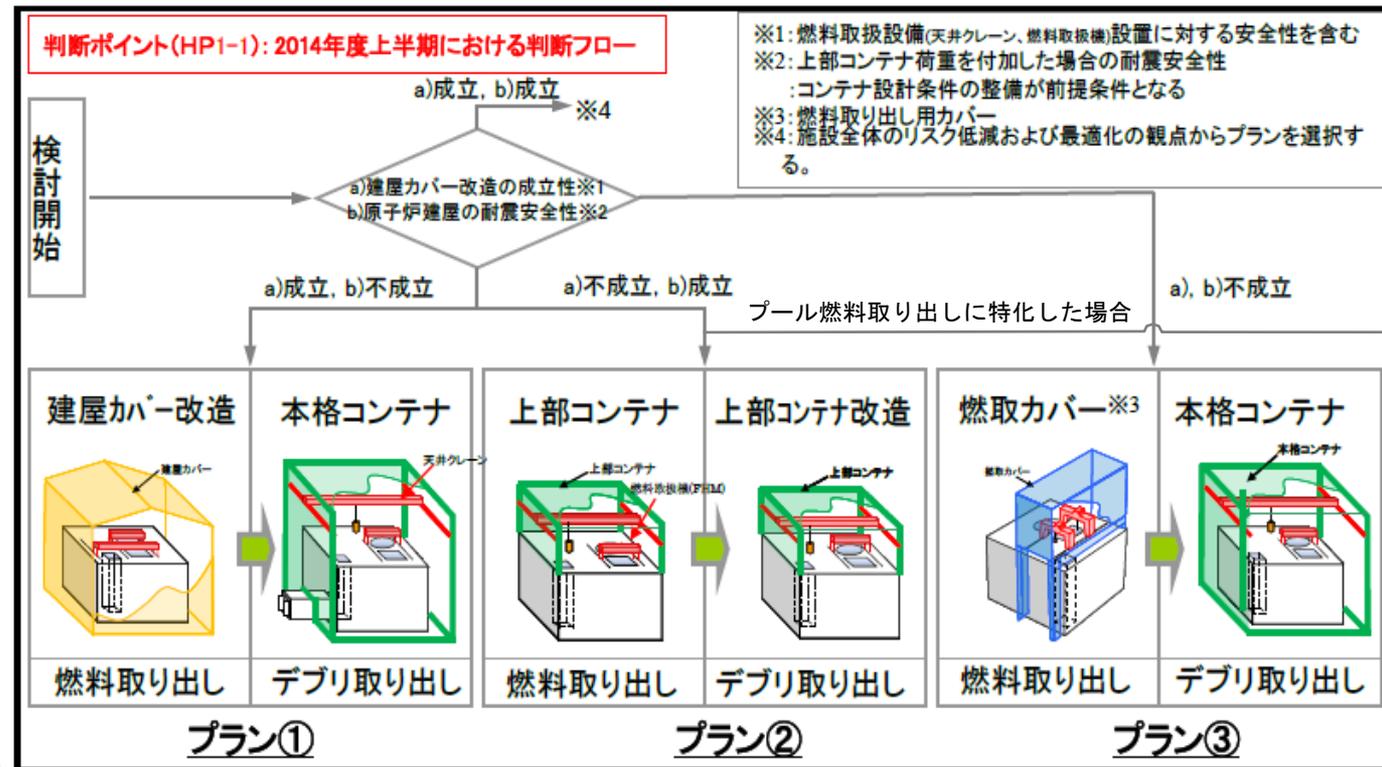
※² 作業スペース (高さ、平面)、荷重、気密性能、遮へい性能等

1号機の検討について

1号機 中長期ロードマップと検討プラン

- プール燃料・燃料デブリの早期取り出しに向け、当初計画に基づき下記に示すプラン①～③について検討を実施すると共に、燃料デブリ取り出し計画の多様化に対応できるように、プール燃料取り出しに特化したプラン②' についても検討を実施した

第1期		第2期							第3期	
2012年度	2013年度	2014年度	2015年度	2016年度	2017年度	2018年度	2019年度	2020年度	2021年度	2022年度以降
		建屋カバー解体 HP1-1 2014年度上半期								
		プラン①:	ガレキ撤去等	建屋カバー改造・費目	燃料取出	建屋カバー撤去・本格コンテナ設置等			燃料デブリ取出	
		プラン②:	ガレキ撤去等	上部コンテナ設置	燃料取出	コンテナ改造等			燃料デブリ取出	
		プラン③:	ガレキ撤去等	燃取カバー設置	燃料取出	燃取カバー撤去・本格コンテナ設置等			燃料デブリ取出	



1号機 各プランの検討結果 (1)

■ プラン①の評価

<建屋カバー改造の成立性>

- ・ 現在設置している建屋カバーは、水素爆発で損傷した原子炉建屋からの放射性物質の飛散抑制を目的に設置したものであり、一般建築物と同等の耐震設計を行っている
- ・ プール燃料取り出しが可能な耐震安全性を有する架構に建屋カバーを改造するには、柱・梁の**主要構造部材の大半を補強する等、大規模改造が必要となる**
- ・ 1号機原子炉建屋周辺は線量率が高く、現位置での改造は困難であるため、鉄骨部材等を解体・除染した後に、加工場へ運搬し改造する必要がある。鉄骨部材を改造した後、運搬・再設置といった工程を経ることとなり、工程の長期化および被ばく線量の増加につながる
- ・ 上記の理由より、**建屋カバーを改造する場合は、他のプランと比べてプール燃料取り出し開始が遅くなり、作業に関わる被ばく線量が増加することから、プラン①を選択するメリットはないと判断する**

<原子炉建屋の耐震安全性>

- ・ オペレーティングフロア（以下、「オペフロ」という）上の瓦礫重量を除外した状態で、原子炉建屋の耐震安全性を評価した結果、評価基準値に対し十分な裕度があることを確認した

⇒上記より、プラン①は優位性が無いと判断

1号機 各プランの検討結果 (2)

■ プラン②およびプラン②' の評価

<原子炉建屋の耐震安全性>

- ・現場調査等から躯体の状況を確認したところ、一部コンクリートの剥落や床スラブの崩落は確認されたが、構造強度に著しく影響する損傷は確認されなかった
- ・オペフロ上の瓦礫重量を除外し、「上部コンテナ」もしくは「上部カバー」を設置した状態で、原子炉建屋の耐震安全性を確認した結果、**評価基準値に対し十分な裕度があることを確認した**

⇒上記より、プラン②およびプラン②' は成立性ありと判断

■ プラン③の評価

<原子炉建屋の耐震安全性>

- ・オペフロ上の瓦礫重量を除外した状態で、原子炉建屋の耐震安全性を評価した結果、**評価基準値に対し十分な裕度があることを確認した**

⇒上記より、プラン③は成立性ありと判断

ただし、「プラン③」は架構規模が大きいことから工期が長くなり、「プラン②' 」と比較して、プール燃料取り出し開始および燃料デブリ取り出し開始がともに遅くなる

1号機 プール燃料および燃料デブリ取り出し計画の課題(1,2号機共通)

平成25年6月のRM改訂時における燃料デブリ取り出し計画は冠水工法を主案と考えていたが、原子炉格納容器の調査や燃料デブリ位置調査の結果によっては、原子炉格納容器に水を張らずに燃料デブリを取り出す等の代替工法となる可能性もあり、燃料デブリ取り出し計画は不確定要素が多いため、現時点でコンテナの設計条件を確定すると計画が後戻りとなるリスクがある



対応策として以下が考えられ、課題を踏まえた判断が必要

- A案：燃料デブリ取り出し計画とコンテナ設計条件を固定し、プール燃料および燃料デブリを兼用した架構で取り出す（プラン②）
この場合、燃料デブリ取り出し計画や設計条件の変動により計画が後戻りとなるリスクを受容する
- B案：プール燃料取り出しに特化した架構でプール燃料を取り出し、その後、燃料デブリ取り出し用架構を再設置し、燃料デブリを取り出す（プラン②'）
- C案：燃料デブリ取り出し計画の確度が上がるまで検討を継続する

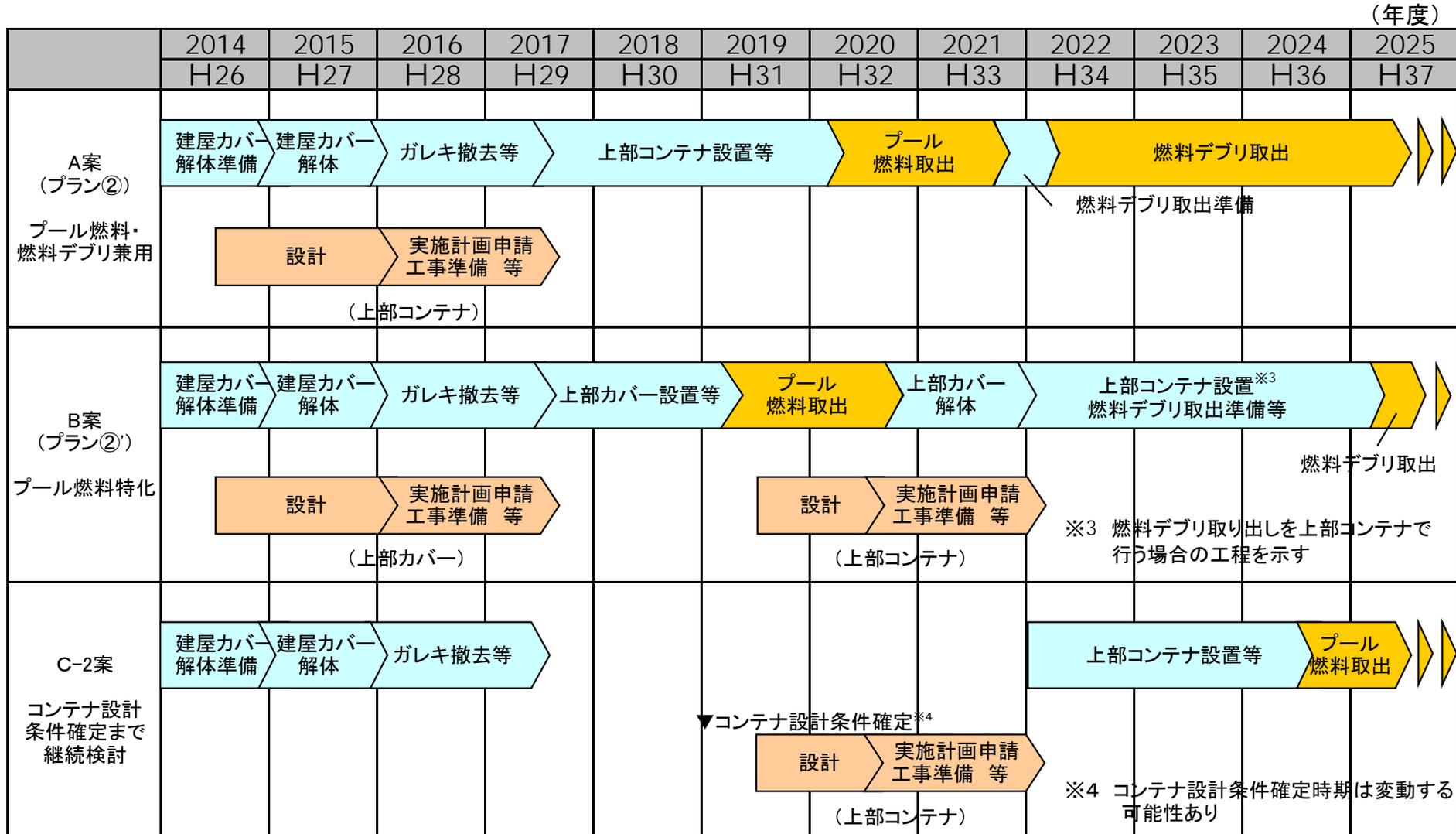
1号機 各対応策のメリット・デメリット

		メリット	デメリット
A案（プラン②） プール燃料・ 燃料デブリ兼用		<ul style="list-style-type: none"> 燃料デブリ取り出し開始までの評価（総被ばく線量、工程等）は最も優位 	<ul style="list-style-type: none"> 燃料デブリ取り出し計画の変動により、架構の建て替えが必要となり、計画が後戻りとなる可能性がある
B案（プラン②'） プール燃料特化		<ul style="list-style-type: none"> プール燃料取り出しが最も早い プール内瓦礫の早期取り出しによる燃料損傷リスクの低減 燃料デブリ取り出し計画の変動によるリスクがない メンテナンス不可部分のある既設冷却設備の早期利用停止 	<ul style="list-style-type: none"> プール燃料取り出し後に燃料取出設備および架構の解体、燃料デブリ取り出し用の設備・架構の再設置を要す（廃棄物・工期等が増） プラン②に対し、プール燃料取り出し開始は早く、燃料デブリ取り出し開始は遅い
C案 継続検討	C-1案 工程に影響ない 範囲で継続検討	<ul style="list-style-type: none"> 現時点で判断する場合と比べ、燃料デブリ取り出し計画の進捗を反映した判断が可能 	<ul style="list-style-type: none"> 複数案の検討・設計を併行して進める必要がある（必要なリソースの増大）
	C-2案 コンテナ設計 条件確定まで 継続検討	<ul style="list-style-type: none"> 燃料デブリ取り出し計画を反映した合理的な建物・設備設計が可能 	<ul style="list-style-type: none"> プール燃料取り出しが遅くなり、プール内に落下した瓦礫が燃料に影響を与えるリスクが増加 コンテナ設計条件確定がさらに遅くなる可能性がある メンテナンス不可部分のある既設冷却設備の利用期間が長くリスクが増加

1号機 各対応策の工程

(参考)

※以下は、今後精査が必要



1号機 燃料取り出し計画のまとめ

■ 以下の観点から、「B案（プラン②） プール燃料特化案」を選択することが最適と判断する

- 建屋カバーを改造する場合は、他のプランと比べプール燃料取り出し開始時期が遅くなること、および、作業に関わる被ばく線量が増加することからプラン①は優位性が無い
- 燃料デブリ取り出し計画の変動による**架構建て替え等のリスクがなく、早期に確実にプール燃料取り出しを進められること**
- **早期に燃料を取り出すことで、プール内に落下した瓦礫が燃料に影響を与えるリスクを低減できること**

■ 「B案（プラン②） プール燃料特化案」選択時の課題と対応策

- プール燃料取り出し後の架構再設置に伴う燃料デブリ取り出し時期の遅れおよび廃棄物量の増加
 - 工程短縮や廃棄物量低減を目的に、上部カバー部材等の流用について検討する
- プール燃料の状況が不明
 - 建屋カバー解体および瓦礫撤去期間中の早期に、プール燃料調査を実施する
- 破損燃料の取り出し方法の早期確立
 - 1号機の使用済燃料プールには、過去の運転時等に破損した燃料が70体存在することから、瓦礫撤去期間中等に破損状態を早期に調査の上、使用済燃料貯蔵ラックからの安全な取り出し方法を確立する
- 2号機のプール燃料取り出し時期との重複
 - 共用プールでの併行受け入れが課題となるが、燃料取扱設備の取り合い、工程、要員確保等について、1,2号機の併行であれば調整により対応可能と判断する

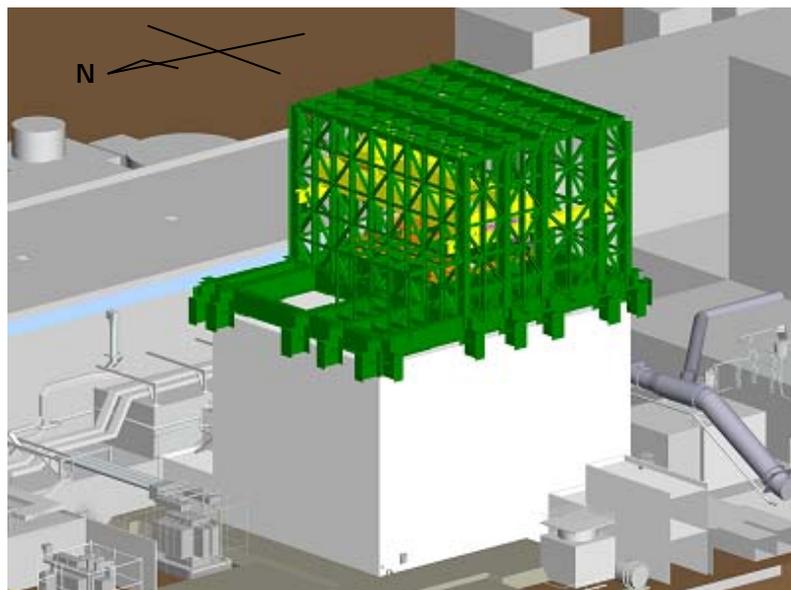
(参考) 1号機 プラン②' の概要

■ 計画概要

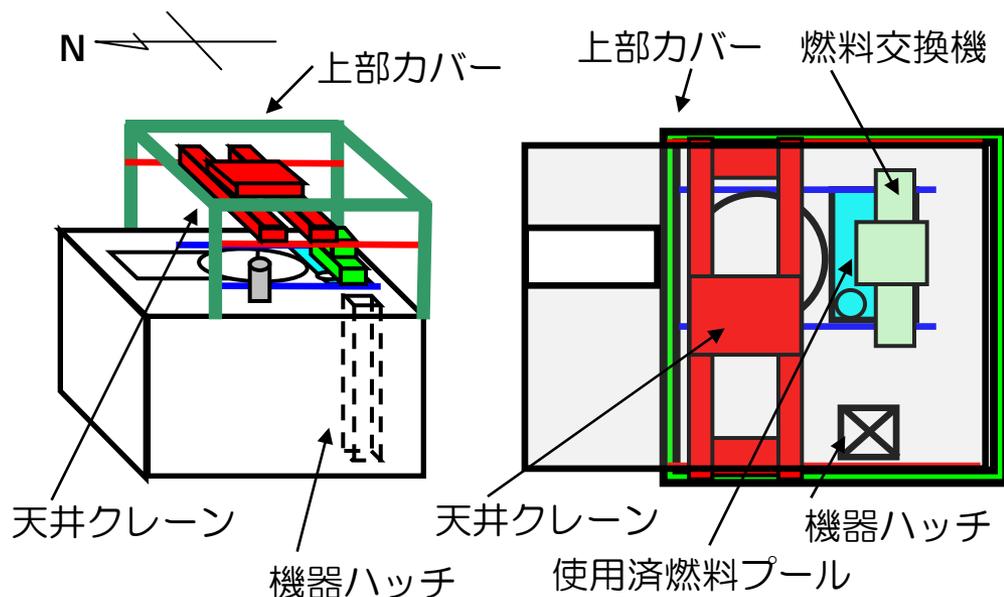
プール燃料取り出しに特化した架構で燃料を取り出し、その後、燃料デブリ取り出し用架構を再設置し、燃料デブリを取り出す

■ プール燃料取り出しイメージ

4号機あるいは他の原子カプラントと同様に、燃料交換機（FHM）にて燃料をキャスクに収め、天井クレーンにてキャスクを搬出する



架構イメージ1



架構イメージ2

機器配置イメージ

(参考) 1号機 プラン①建屋カバー改造の成立性

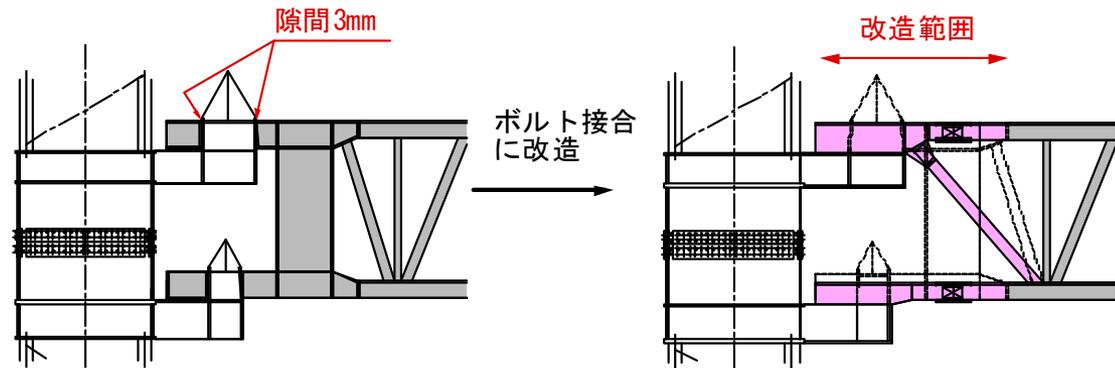
現状の1号機建屋カバーは放射性物質の飛散抑制のために設置したものであり、プール内燃料を取り出すための設備として改造するに際し、以下の点から、大規模な改造が必要である。

①建屋カバーは、一般建築物と同等の構造強度・耐震性を有し、想定以上の地震等が生じた場合にも、原子炉建屋に波及的な影響が及ぶ可能性は小さいと評価している。しかしながら、建屋カバー内に新たに設置する燃料取り出し設備への波及的影響を考えると、以下の耐震補強が必要となる

- ・ はめ込み型の嵌合接合となっている柱・梁接合部を、ボルト接合形式に改造
- ・ 建屋カバー全体のすべりを抑制するため、柱脚部の補強およびストッパーの改造
- ・ 鉛直動に対し屋根を支持する梁の溶接補強

改造の例

柱・梁の嵌合接合箇所26箇所



②燃料取扱設備の門型クレーン設置のためには、建屋カバーの梁および壁がクレーンの本体やレールと干渉するため、建屋カバーの拡張が必要となる

(参考) 1号機 原子炉建屋の躯体調査 (1)

- 調査結果より、北西部の4階天井面が崩落しているなど一部で損傷が確認されたが、各階の主要な耐震要素である生体遮へい壁、使用済燃料プール壁、外壁に損傷は確認されなかった。
(次頁参照)



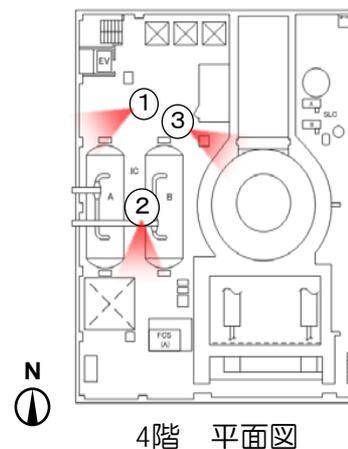
写真①：4階 天井



写真③：4階 天井



写真②：4階 天井



(参考) 1号機 原子炉建屋の躯体調査 (2)



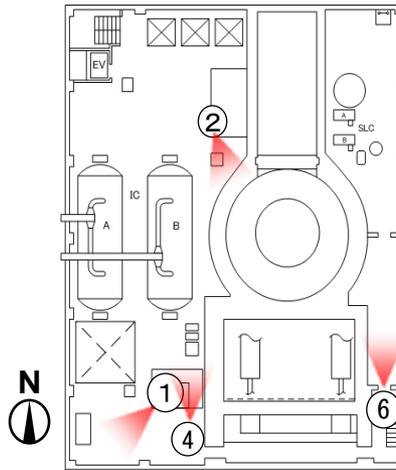
写真①：4階 南西部天井



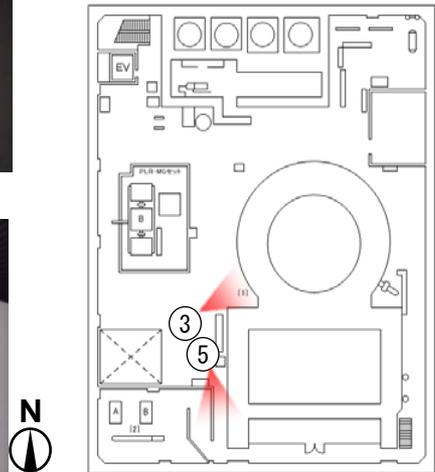
写真②：4階 生体遮へい壁



写真③：3階 生体遮へい壁



4階 平面図



3階 平面図



写真④：4階 使用済燃料プール壁



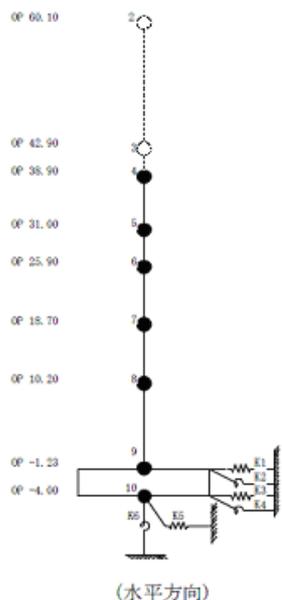
写真⑤：3階 使用済燃料プール壁



写真⑥：3階 東側通路天井および外壁

(参考) 1号機 原子炉建屋の耐震安全性評価 (プラン②')

- 原子炉建屋について、オペフロ上に堆積した瓦礫重量を除外し、上部カバー等の重量を反映した質点系モデルで、現行の基準地震動を用いた地震応答解析を実施
- 解析の結果、評価基準値 (原子力発電所耐震設計技術規程で定める終局点でのひずみ度) に対し、下記の通り、十分な裕度があることを確認した



オペフロ上の瓦礫重量を除外し、上部カバー等の架構や設備等の重量をオペフロ質点に追加

オペフロ下層の既存建屋を模擬した質点系モデル



既存建屋 せん断ひずみ度 (NS方向) (μ)

階	最大応答値	評価基準値
4F	60	4000
3F	80	
2F	140	
1F	150	
B1F	100	

既存建屋 せん断ひずみ度 (EW方向) (μ)

階	最大応答値	評価基準値
4F	80	4000
3F	80	
2F	130	
1F	110	
B1F	100	

質点系モデル

評価基準値：鉄筋コンクリート造耐震壁の終局点のせん断ひずみ度

「出典：原子力発電所耐震設計技術規程 JEAC4601-2008」

(参考) 1号機 今後の燃料取り出しに向けた実施内容

- 安全で確実なプール燃料および燃料デブリの取り出しに向け、今後は下記事項を含め、上部カバーの基本設計・詳細設計を実施する

<上部カバーの設計における留意事項>

- 燃料デブリ取り出し開始までの被ばく低減、期間短縮、廃棄物発生量低減を目的として、「上部カバーの解体を短期間でできること」、「上部カバーの部材等を燃料デブリ取り出し架構へ極力流用できること」を設計条件として考慮
- 燃料デブリ取り出し架構の再設置を円滑に進めるために、燃料デブリ取り出し計画における代替工法等の検討状況を加味し、上部カバー計画に反映
- 破損燃料取り出し方法および取り出し工法の検討
- 燃料デブリ取り出し架構(コンテナ)の基本計画検討

(参考) 震災前から保管されている破損燃料

■1号機使用済燃料プール内の特別な取り扱いが必要な燃料

燃料型式	体数	破損原因	破損状態	保管状態
7×7	66	被覆管内部の水分により被覆管が水素脆化し、運転時に破損	外観点検した燃料の一部は被覆管にひび割れあり	通常ラックに保管
8×8	1	漏えい燃料棒の検査中に燃料棒が落下、折損	燃料棒1本は折損した状態	制御棒／破損燃料ラックに保管。折損した燃料棒は収納筒に収納。燃料体と同じ箇所に保管

その他、1号機には計3体の非健全燃料（燃料体落下により下部タイプレートが損傷した燃料1体、キャスク格子との接触によりスペーサが損傷した燃料1体、燃料棒が曲がっている（検査基準範囲内）燃料1体）が存在するが、過去の SHIPPING 検査により漏えいのないことが確認されており、特別な取り扱いは不要。

■2号機使用済燃料プール内の特別な取り扱いが必要な燃料

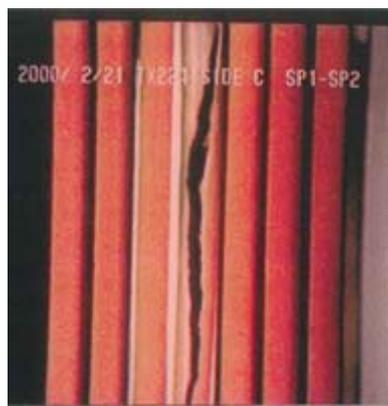
燃料型式	体数	破損原因	破損状態	保管状態
7×7	1	燃料体落下	タイロッドの下部ネジ込み部で全てのタイロッドが折損。上部タイプレートおよびタイロッドとそれ以外とで分離。	ワイヤ等を用いて燃料を一体化し修復。通常ラックに保管

その他、2号機には計2体の非健全燃料（漏えい燃料1体、下部タイプレート側面のフィンガスプリングが損傷した燃料1体）が存在するが、前者は通常の燃料と同様に過去プール内で燃料取扱機で取り扱っていること、後者は過去の SHIPPING 検査により漏えいのないことが確認されていることから、特別な取り扱いは不要。

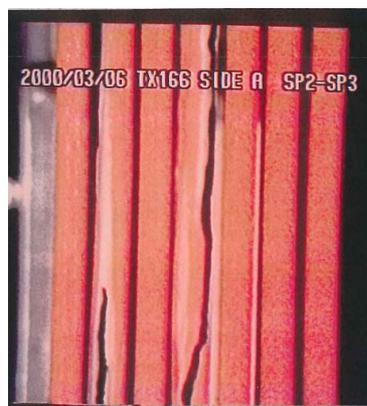
(参考) 燃料の破損状況について

- 1970年代に使用していた7×7型燃料は、以下のメカニズムで破損が発生。
 - ①燃料の製造時に被覆管内に残留した水分により、被覆管が水素脆化
 - ②原子炉運転時のペレットの熱膨張により被覆管に応力が発生
 - ③被覆管にき裂が発生
- 破損燃料は使用済燃料プール内で適切に管理されており、破損燃料から放射性物質が飛散することはないと考えられる。なお、震災前におけるプール水中の放射性物質濃度※は0.1Bq/cm³未満と低く、他号機と同程度であり、破損燃料による影響は小さいと考えられる。

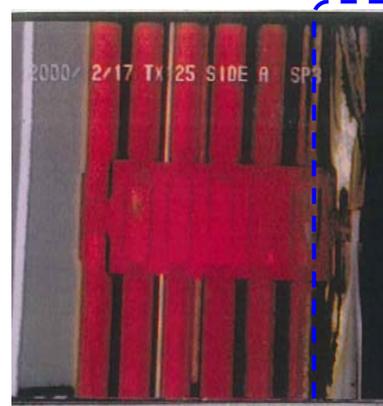
※セシウム137の濃度



<TX224>



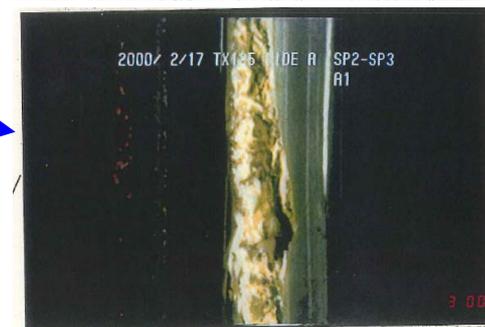
<TX166>



<TX125>

一部拡大

一部拡大



<1号機7×7型破損燃料（平成12年撮影）>

(参考) 破損燃料取り出しの今後の課題

- 破損燃料の取り出しにあたり、被覆管の強度低下により燃料ハンドルを把持して吊り上げできない可能性や、燃料被覆管のき裂からペレットが散逸する可能性が想定される。
- 以上の想定をふまえ、これらの燃料を安全に取り扱うために必要と考えられる技術（例：燃料ハンドル以外の部位を把持する技術や取扱い時に燃料集合体を保護する技術など）について、検討を進めているところ（2014年度～）
- 1号機使用済燃料プール内には建屋爆発による瓦礫が落下していることから、瓦礫による燃料への影響を確認するため、プール内の調査方法について検討を進めているところ（～2016年度）
- 今後、プール内の調査結果や、国内外の知見をふまえながら、破損燃料の取り出し方法について検討を進めていく予定（～2017年度）

2号機の検討について

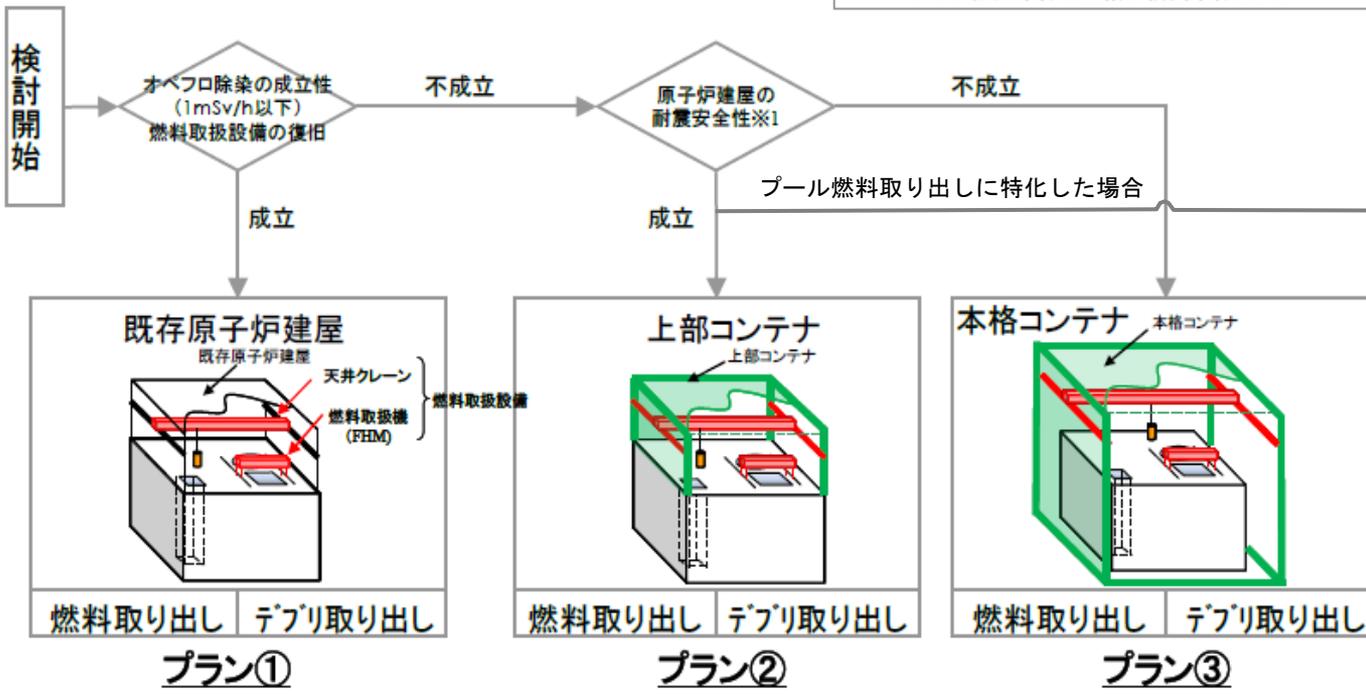
2号機 中長期ロードマップと検討プラン

- プール燃料・燃料デブリの早期取り出しに向け、当初計画に基づき下記に示すプラン①～③について検討を実施すると共に、燃料デブリ取り出し計画の多様化に対応できるよう、プール燃料取り出しに特化したプラン②' についても検討を実施した

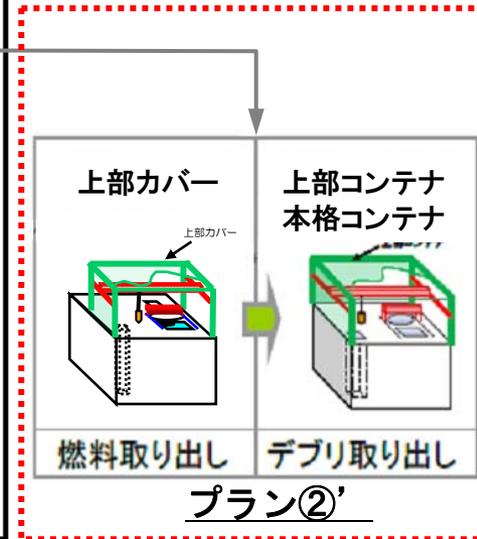


判断ポイント(HP2-1): 2014年度上半期における判断フロー

※1: 上部コンテナ荷重を付加した場合の耐震安全性
: コンテナ設計条件の整備が前提条件となる



プラン②' は原子炉建屋上部を流用する可能性あり



2号機 各プランの検討結果 (1)

■ プラン①の評価

＜オペフロ除染の成立性＞

- ・ 燃料取り出し作業を遠隔操作で行う場合でも、設備設置時やメンテナンス時には有人作業が必要であり、除染等により線量低減後の目標値を1mSv/h以下とする
- ・ オペフロ内の汚染状況調査として、 γ カメラ撮影等を行い、壁・床・天井・機器の表面線量率を評価したところ、オペフロ内の除染前の線量率は、70～550mSv/h程度であった
- ・ 既存の除染技術を用いて除染作業を行った場合の線量率を評価した結果、床上1mでの線量率は20～50mSv/hと依然として高く、目標値の1mSv/hを大きく上回る

＜燃料取扱設備の復旧の可能性＞

- ・ 既存除染技術による除染後の線量率評価値が高く、有人作業は極めて困難となる
- ・ 仮に1mSv/h程度の環境となった場合でも、5号機の燃料取扱設備の復旧実績から作業量を想定すると膨大な作業員が必要となり、作業員の確保が困難である
- ・ 現状確保し得る作業員規模にて燃料取扱設備の復旧を可能とするには、線量率を約0.2mSv/h以下とする必要があるが、現時点では達成できる見込みはない

⇒上記より、プラン①の既存燃料取扱設備の復旧は成立性なしと判断

2号機 各プランの検討結果（2）

■ プラン②およびプラン②' の評価

<原子炉建屋の耐震安全性>

- ・ 2号機は水素爆発等による損傷は受けておらず、また、ロボット調査の映像からも構造強度に著しく影響する躯体の損傷は確認されなかった
- ・ 原子炉建屋のオペフロより上の躯体を除外し、「上部コンテナ」もしくは「上部カバー」を設置した状態で、原子炉建屋の耐震安全性を確認し、**評価基準値に対し十分な裕度があることを確認した**

<原子炉建屋解体範囲>

- ・ プラン②' については、廃棄物量低減、放射性物質飛散抑制等の観点から原子炉建屋上部を流用する可能性あり

⇒上記より、プラン②およびプラン②' は成立性ありと判断

■ プラン③の評価

<原子炉建屋の耐震安全性>

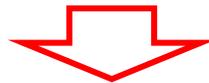
- ・ 原子炉建屋の耐震安全性を評価し、**評価基準値に対し十分な裕度があることを確認した**

⇒上記より、プラン③は成立性ありと判断

ただし、「プラン③」は架構規模が大きいことから工期が長くなり、「プラン②」と比較してプール燃料の取り出し開始および燃料デブリ取り出し開始がともに遅くなる

2号機 プール燃料および燃料デブリ取り出し計画の課題(1,2号機共通)

平成25年6月のRM改訂時における燃料デブリ取り出し計画は冠水工法を主案と考えていたが、原子炉格納容器の調査や燃料デブリ位置調査の結果によっては、原子炉格納容器に水を張らずに燃料デブリを取り出す等の代替工法となる可能性もあり、燃料デブリ取り出し計画は不確定要素が多いため、現時点でコンテナの設計条件を確定すると計画が後戻りとなるリスクがある



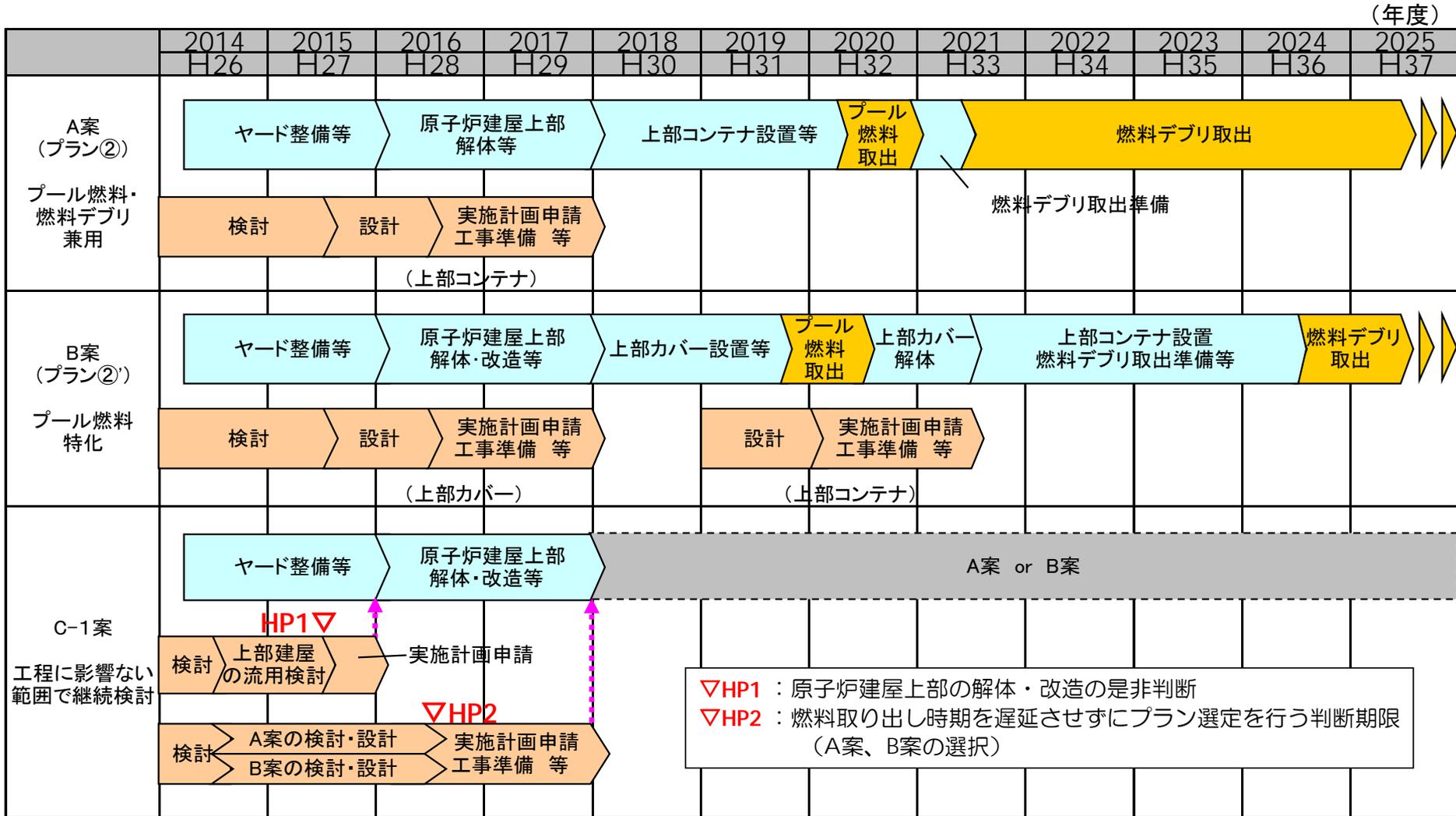
対応策として以下が考えられ、課題を踏まえた判断が必要

- A案：燃料デブリ取り出し計画とコンテナ設計条件を固定し、プール燃料および燃料デブリを兼用した架構で取り出す（プラン②）
この場合、燃料デブリ取り出し計画や設計条件の変動により計画が後戻りとなるリスクを受容する
- B案：プール燃料取り出しに特化した架構で燃料を取り出し、その後、燃料デブリ取り出し用架構を再設置し、燃料デブリを取り出す（プラン②'）
- C案：燃料デブリ取り出し計画の確度が上がるまで検討を継続する

2号機 各対応策のメリット・デメリット

		メリット	デメリット
A案（プラン②） プール燃料・ 燃料デブリ兼用		<ul style="list-style-type: none"> 燃料デブリ取り出し開始までの評価（総被ばく線量、工程等）は最も優位 プール燃料および燃料デブリ取り出し開始時期はRM通り 	<ul style="list-style-type: none"> 燃料デブリ取り出し計画の変動により、架構の建て替えが必要となり、計画が後戻りとなる可能性がある 原子炉建屋上部の全面解体が必要
B案（プラン②'） プール燃料特化		<ul style="list-style-type: none"> プール燃料取り出しが最も早い 燃料デブリ取り出し計画の変動による計画の後戻りリスクがない 原子炉建屋上部を流用できる可能性有り メンテナンス不可部分のある既設冷却設備の早期利用停止 	<ul style="list-style-type: none"> プール燃料取り出し後に燃料取出設備・架構の解体、燃料デブリ取り出し用の設備・架構の再設置を要す（廃棄物・工期等が増） プラン②に対し、燃料デブリ取り出し開始は遅くなる
C案	C-1案 工程に影響ない 範囲で継続検討	<ul style="list-style-type: none"> 現時点で判断する場合と比べ、燃料デブリ取り出し計画の進捗を反映した判断が可能 	<ul style="list-style-type: none"> 複数案の検討・設計を併行して進める必要がある（必要なリソースの増大） 原子炉建屋上部の解体是非判断が必要
	継続 検討 C-2案 コンテナ設計 条件確定まで 継続検討	<ul style="list-style-type: none"> 燃料デブリ取り出し計画を反映した合理的な建物・設備設計が可能 	<ul style="list-style-type: none"> プール燃料・燃料デブリ共に取り出し開始が最も遅い コンテナ設計条件確定時期がさらに遅くなる可能性がある メンテナンス不可部分のある既設冷却設備の利用期間が長くリスクが増加

※以下は、今後精査が必要



2号機 燃料取り出し計画のまとめ

■ 以下の観点から、「C-1案（継続検討案）」を選択することが最適と判断する

A案（プラン②）プール燃料・燃料デブリ兼用案、B案（プラン②'）プール燃料特化案について、原子炉建屋の流用も含めたダスト飛散抑制の実現性や燃料取り出しの更なる前倒し等を平成28年度中頃迄に検討する（HP2）

- オペフロ除染の成立性および燃料取扱設備の復旧の見込めないため、プラン①は成立しないこと
- ヤード整備等の先行工事に時間を要するため、現時点で判断した場合の燃料取り出し工程に対し、燃料取り出し開始時期を遅らせることなく継続検討する猶予期間があること
- 継続検討することで、燃料デブリ取り出し計画の進捗状況を踏まえ判断ができ、コンテナ設計条件変動に伴う計画の手戻りリスクが低減できること

■ 「C-1案」選択時の課題と対応策

- 原子炉建屋上部の解体・改造の是非判断が必要
→作業に関わる被ばく線量および廃棄物量の低減、放射性物質の飛散抑制の観点から原子炉建屋の流用可能性を評価する（HP1：H27年度中頃）
- 再判断する時点で、コンテナ設計条件の変動リスクが残る可能性がある
→その時点の状況に応じて、A案またはB案を選択する
- 1号機のプール燃料取り出し時期の重複
→共用プールでの併行受け入れが課題となるが、燃料取扱設備の取り合い、工程、要員確保等について、1,2号機の併行であれば調整により対応可能と判断する

(参考) 2号機 オペフロ線量低減評価

<除染前の評価>

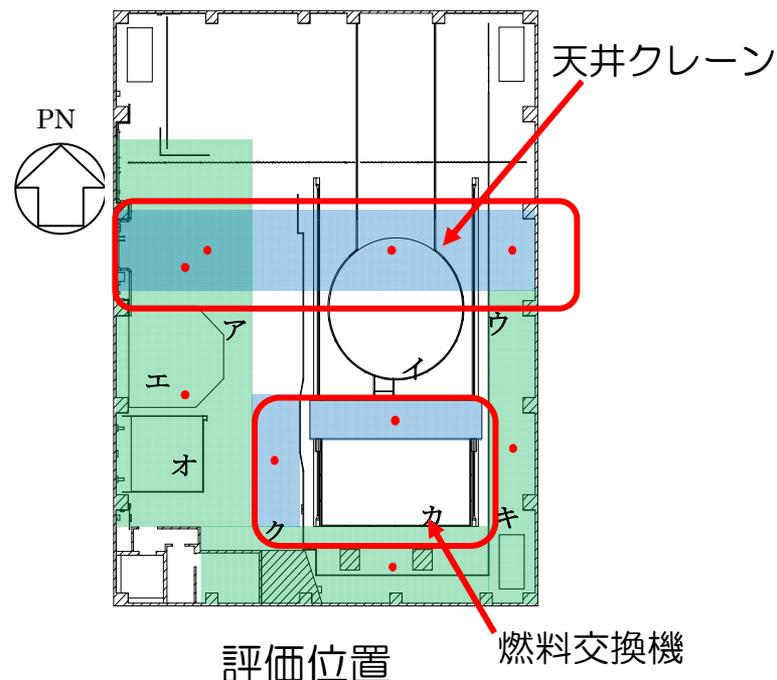
- 天井コアサンプル表面汚染密度測定結果およびガンマカメラによるオペフロ内線量分布率調査結果より、オペフロ各面（床面／壁面／天井面）および機器（クレーン、燃料交換機）の汚染密度を設定
- 設定した汚染密度から線量当量計算コードを用いて評価点の線量率を評価した結果、床上1mにおいては全体的に70mSv/h以上であり、特に評価点（イ）のウェル上で約550mSv/hと高い
- 燃料交換機近傍の評価点（カ）～（ク）での線量率も約80～150mSv/hと高い

<除染後の評価>

- 各種除染ツール（散水機や吸引ブラスト装置等）の除染効果実績を基に計算コードを用いて評価した結果、評価点の線量率は約20～50mSv/hと評価

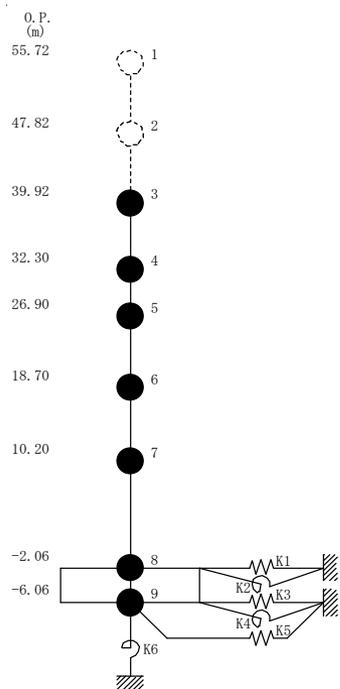
除染前後の線量率評価 (単位：mSv/h)

評価位置	ア	イ	ウ	エ	オ	カ	キ	ク	ケ
除染前	80	550	190	80	70	140	150	80	90
除染後	20	40	50	20	20	40	50	20	40



(参考) 2号機 原子炉建屋の耐震安全性評価 (プラン②)

- 原子炉建屋について、オペフロより上の躯体を除外し、上部コンテナ等の重量を反映した質点系モデルで、現行の基準地震動を用いた地震応答解析を実施
- 解析の結果、評価基準値（原子力発電所耐震設計技術規程で定める終局点でのひずみ度）に対し、下記の通り、十分な裕度があることを確認した



オペフロ上部躯体を除外し、上部コンテナの架構や設備等の重量をオペフロ質点に追加

オペフロ下層の既存建屋を模擬した質点系モデル

質点系モデル

既存建屋 せん断ひずみ度 (NS方向) (μ)

階	最大応答値	評価基準値
4F	40	4000
3F	70	
2F	70	
1F	150	
B1F	70	

既存建屋 せん断ひずみ度 (EW方向) (μ)

階	最大応答値	評価基準値
4F	70	4000
3F	110	
2F	100	
1F	140	
B1F	80	

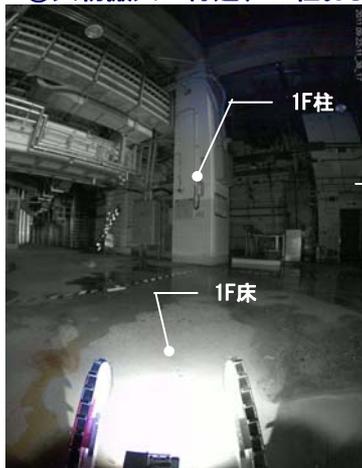
評価基準値：鉄筋コンクリート造耐震壁の終局点のせん断ひずみ度

「出典：原子力発電所耐震設計技術規程 JEAC4601-2008」

(参考) 2号機 原子炉建屋の躯体調査

- 過去に実施したロボット等による建屋内調査より、既存原子炉建屋の躯体状況を確認
- 代表として1階部分の調査写真を示す

①大物搬入口付近、1F柱および床



②TIP室、1Fシェル壁



③1F西側通路



④1F床



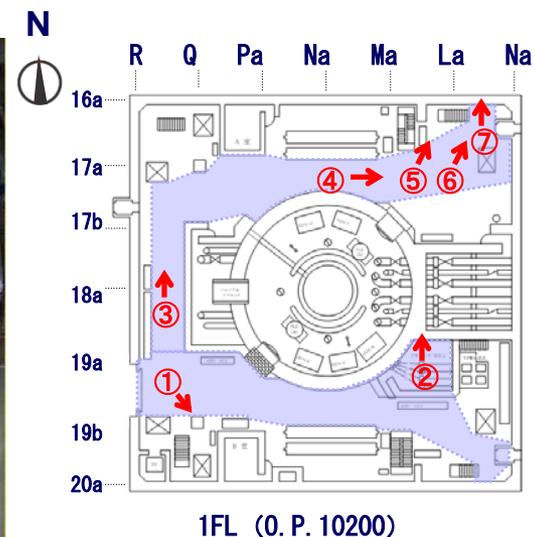
⑤1F床



⑥東側アクセス開口付近



⑦1F北側外壁



(参考) 2号機 HPに向けた実施内容

- 安全で確実なプール燃料および燃料デブリの取り出しに向け、原子炉建屋上部の解体・改造の是非や、燃料取り出しプランを選択するために、HP1またはHP2までに下記項目を実施する

<HPに向けた実施事項>

- プラン②(上部コンテナ案)とプラン②' (プール燃料特化案)の検討および設計
- オペフロ内の線量低減(除染・遮へい)の実現性検討
- 原子炉建屋を極力解体しない計画の成立性検討
- ダスト等の飛散抑制に配慮した建屋解体工法の検討
- コンテナ設計条件の整備
燃料デブリ位置やPCV等の調査状況、燃料デブリ取り出し工法の検討状況を踏まえ、コンテナ設計条件の精度について判断する

※現時点で想定しているコンテナ設計条件は以下の通り

- ・ 架構寸法 約34m×約46m×約18m(東西×南北×架構高さ)
- ・ 積載重量 約4,900t(架構重量、設備重量等の追加重量)
- ・ 気密性能 架構隙間面積を極力低減(3,4号機燃料取り出し用カバーと同等)
- ・ 遮へい性能 オペフロ床上5mまでの部分遮へいを想定

福島第一原子力発電所1,2号機燃料取り出し計画プラン選択の評価と提言

中長期ロードマップ（以下、RM）上で設定されている1,2号機燃料取り出しプランの絞り込みの判断ポイントに対して、東京電力株式会社（以下、東京電力）から提示のあった「福島第一原子力発電所1,2号機の燃料取り出し計画について」に対し、原子力損害賠償・廃炉等支援機構（以下、NDF）としての評価とそれに基づく提言を報告する。

1. 東京電力より提示された計画案

東京電力は以下のA案、B案、C案より各号機に対し計画案を選択した。

- 1号機: プール燃料取り出しに特化したカバーを設置し、燃料取り出しを早期に実現(B案)
- 2号機: 工程に影響のない範囲で継続検討(燃料デブリ取り出し等の計画進捗を反映して判断(C-1案))
(燃料取り出し時期を遅延させずにプラン選定を行う判断期限: 2016年度中頃)

A案: 燃料デブリの取り出し計画とコンテナ設計条件を固定し、同一架構(コンテナ)でプール燃料及び燃料デブリを取り出す。

B案: プール燃料取り出しに特化したカバーで燃料を取り出し、その後、燃料デブリ取り出し用コンテナを設置し、燃料デブリを取り出す。

C案: 燃料デブリ取り出し計画の確度が上がるまで検討を継続する。
(C-1案: 工程に影響ない範囲で継続検討、C-2案: 燃料デブリ取り出し計画確定まで継続検討)

2. NDFとしての評価の進め方

東京電力が提示したA案(兼用)、B案(特化)、C案(継続検討)について、NDFとして、以下の視点から評価を行い、それぞれの案についての評価結果を比較する。

- 安全性: 放射線リスク(作業員の被ばくや放射性物質飛散のリスク等)
- 合理性: 廃棄物発生量
- 迅速性: プール燃料や燃料デブリの取り出し時期
- 確実性、現場適用性: 工法に適合する確実な設計等

その際、ハザード(プール燃料や燃料デブリの有害度(放射能))がもたらすリスクに着目する。また、技術的成立性の高い燃料デブリ取り出し工法を選定するには、現場の状況把握をもとに様々な視点やリスクを考慮した判断を継続的に行っていくことが必要である。このため、燃料デブリ取り出し工法の不確実さに伴い、工程に手戻り(一度、工事を開始した構築物を途中で計画の変更を余儀なくされ、解体・再構築など工事をやり直すこと)が発生する可能性が高いことを勘案しつつ、号機毎に総合的な評価を行う。その上で、東京電力による取り組みについて確認するとともに、今後の進め方についての提言を行う。

3. NDF としての評価

(1)ハザードの特定とリスクの評価

プール燃料や燃料デブリの有害度(放射能)がもたらすリスクについて以下に評価する。

① プール燃料

1号機のプール燃料は、インベントリ(392体)、発熱量が他の号機と比較して低い。海水注入も実施されていない。2号機は、インベントリ(615体)、発熱量が1号機に比べ高い。また、海水注入は実施されているが、浄化処理を実施したことにより、現在十分低い塩分濃度に保たれている。

一方、水素爆発を生じた1号機では、構築物がプール上に落下した状態にあり、それがプール燃料に影響を及ぼすおそれがあることに加え、プール内の状況が確認されておらず、循環冷却用ポンプのメンテナンスが十分でないなどの懸念があり、燃料が損傷するリスクへの対応を考慮し、できるだけ早期にプール燃料取り出しを開始すべきである。また、事故前から多数の損傷燃料が貯蔵されていることにも留意が必要である。

プール燃料の取り出しは、4号機で実績もあり、今後実施される3号機での経験も反映して、取り出し装置・カバーの設置、輸送キャスクの準備を万全に行うことにより、作業上のリスクを低減できると考えられる。

② 燃料デブリ

1号機、2号機ともに、炉内の燃料デブリは、温度変化や希ガス量など監視されているデータから、現在、安定的に冷却されている状況にあると考えられる。

他方、燃料デブリの取り出しにあたっては、水・燃料比の変化による再臨界リスクや、取り出し工法に応じた作業員の被ばくリスク及び放射性物質の放出リスクを考慮する必要があり、リスク低減や技術的成立性等の観

点から確実な工法の選択に向けて十分な検討を行うことが必要である。

(2) 燃料デブリ取り出し工法の不確実性に伴う手戻りについて

不確かな要素が多いことでの不確実な設計による手戻り、特に兼用する場合は燃料デブリ取り出し工法が確定されていない状態でコンテナの設計を進めるため、途中で変更による手戻りが発生する可能性があり、この場合、作業員の被ばく線量、放射性物質飛散量、廃棄物発生量の増加を伴うおそれがある。

(3) 1号機の評価

1号機については、できるだけ早期にプール燃料取り出しを開始する必要がある、プール燃料取り出し時期が早いB案が望ましい。燃料デブリ取り出し工法が確定していない現状では、A案を選択した場合、手戻りが発生すると燃料取り出し時期の遅れ、作業員の被ばく線量、放射性物質飛散量、廃棄物発生量の増加を伴うおそれがある。但し、B案を選択した場合、燃料デブリ取り出し開始が遅くなることから、工程等の改善の継続努力は必要である。

(4) 2号機の評価

2号機については、原子炉建屋が健全であり、プール燃料が構造物の落下により損傷する可能性は低い。除染等による既設建屋の一部を活用する可能性、燃料デブリ取り出し工法の検討状況も踏まえC-1案を採用してトータル・リスク低減の観点から検討を継続することが適切である。その際、燃料デブリ取り出し時期、作業員の被ばく線量、放射性物質飛散量、廃棄物発生量等が低いという面で優れているA案の実現に向けて、可能な限り早期に判断することが望ましい。(2016年度中頃)。

4. 東京電力等に対する提言

以上の評価を踏まえ、現状、燃料デブリ取り出し工法が確定していない状況においては、東京電力「福島第一原子力発電所1号機及び2号機の燃料取り出し計画」における今回の案の選択は妥当と考えるが、燃料デブリ取り出し工法を早期に決定し、燃料デブリ取り出し開始時期を可能な限り遅らせないことを目指すべきである。

○1号機について

プール燃料取り出しに関し、東京電力が提示したB案においては、その後行う燃料デブリ取り出し開始までの期間が長くなることから、可能な限り、燃料デブリ取り出し工法の絞り込みを早期に実現し、プール燃料取り出しと並行して

設計及び準備を開始し、工程短縮を図るべきである。特に1号機は燃料デブリがPCV底部に集中していると推定されており、冠水工法だけでなく代替工法の適用も検討すべきと考えられる。そのためにも東京電力のエンジニアリングや実現性確認に向けた取り組みを加速することにより、燃料デブリ取り出し工法を早期に絞り、コンテナへの要求事項を明確にすべきである。

○2号機について

現状、東京電力が提示したC-1案においては、2016年にプラン選定を行うこととしており、燃料デブリ取り出し時期、作業員被ばく線量、放射性物質飛散量、廃棄物発生量等の点で優れているA案の採用に向け、取り組んでいく必要がある。その際、東京電力のエンジニアリングや実現性確認に向けた取り組みを加速することにより燃料デブリ取り出し工法を早期に絞り、コンテナへの要求事項を明確にすべきである。

また、既設建屋を一部活用する可能性については、建屋内の汚染状況の把握や線量低減の実現性について評価を実施し、1年以内に判断することが重要である。

5. NDFとしての取り組み

NDFとしては、今後、燃料デブリ取り出し分野の「戦略プラン(仮称)」を策定していくこととしているが、上記提言の内容を踏まえ、代替工法を含む燃料デブリ取り出し工法について技術的成立性を的確に見極めながら、東京電力をはじめ関係機関とともに号機毎に最適な工法の検討を進め、燃料デブリ取り出し開始を確実にかつ早期に実現することを目指していく。

以上

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10回目）について

平成26年10月30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9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10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）
- (8) 第8回目定期点検（平成26年3月11日～3月27日）
- (9) 第9回目定期点検（平成26年6月19日～7月24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。

(10) 第10回目定期点検（平成26年10月14日～10月30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）

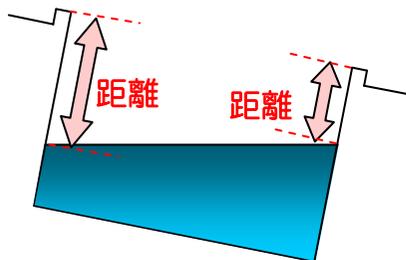
▶ 水面は常に水平であることを利用して、5階床面と原子炉ウェルおよび使用済燃料プールの水面の距離（水位）を計測し、建屋が傾いていないか確認を行った。

1) 建屋が傾いていない場合

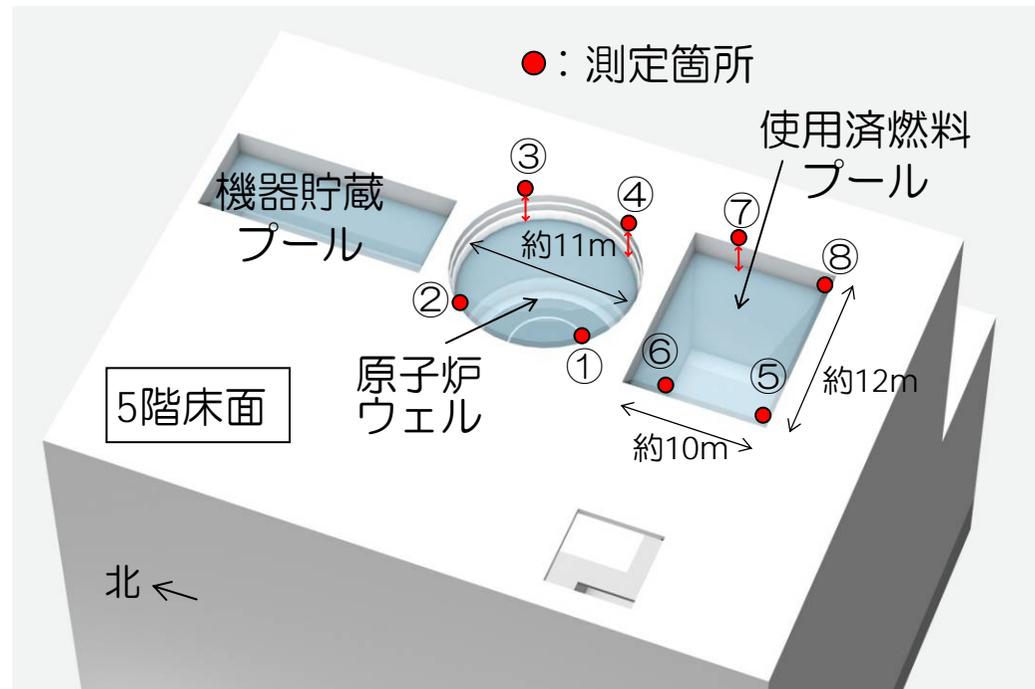


距離がほぼ同じ

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※1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	H26.6.19	H26.10.17
①	462	476	492	462	463	465	467	465	481	465	451	450
②	463	475	492	462	464	464	465	465	481	463	451	449
③	462	475	492	461	463	463	464	465	482	463	452	449
④	464	475	492	461	463	463	465	466	482	463	451	448

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	H26.6.19	H26.10.17
⑤	— (※2)	468	461	453	443	444	439	448	490	453	440	453
⑥		468	461	453	444	443	439	446	490	452	439	452
⑦		468	461	452	442	443	439	446	490	453	440	451
⑧		468	461	452	443	443	438	446	489	453	440	452

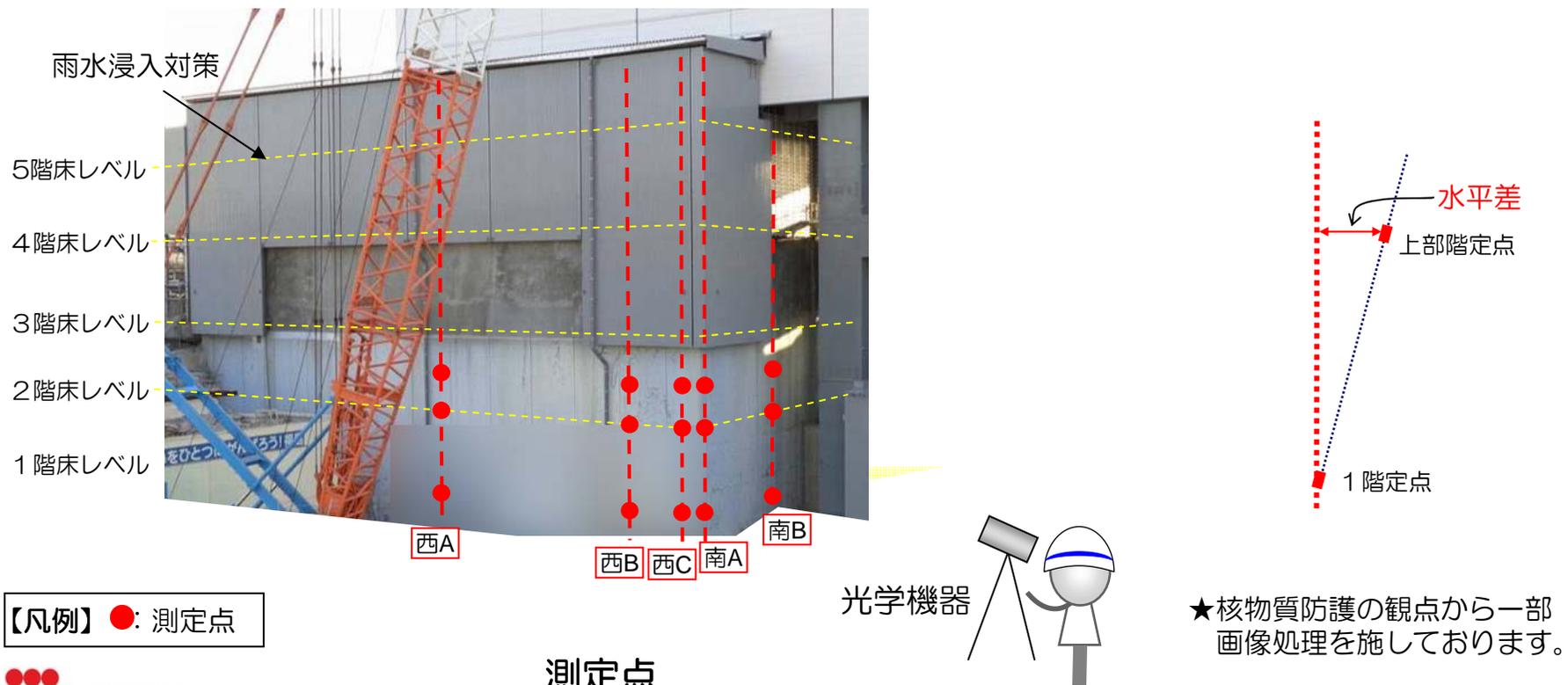
※1: 水位は冷却設備の運転状況により日によって変化する。

※2: 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。

※: 1階定点と上部階定点との水平距離。

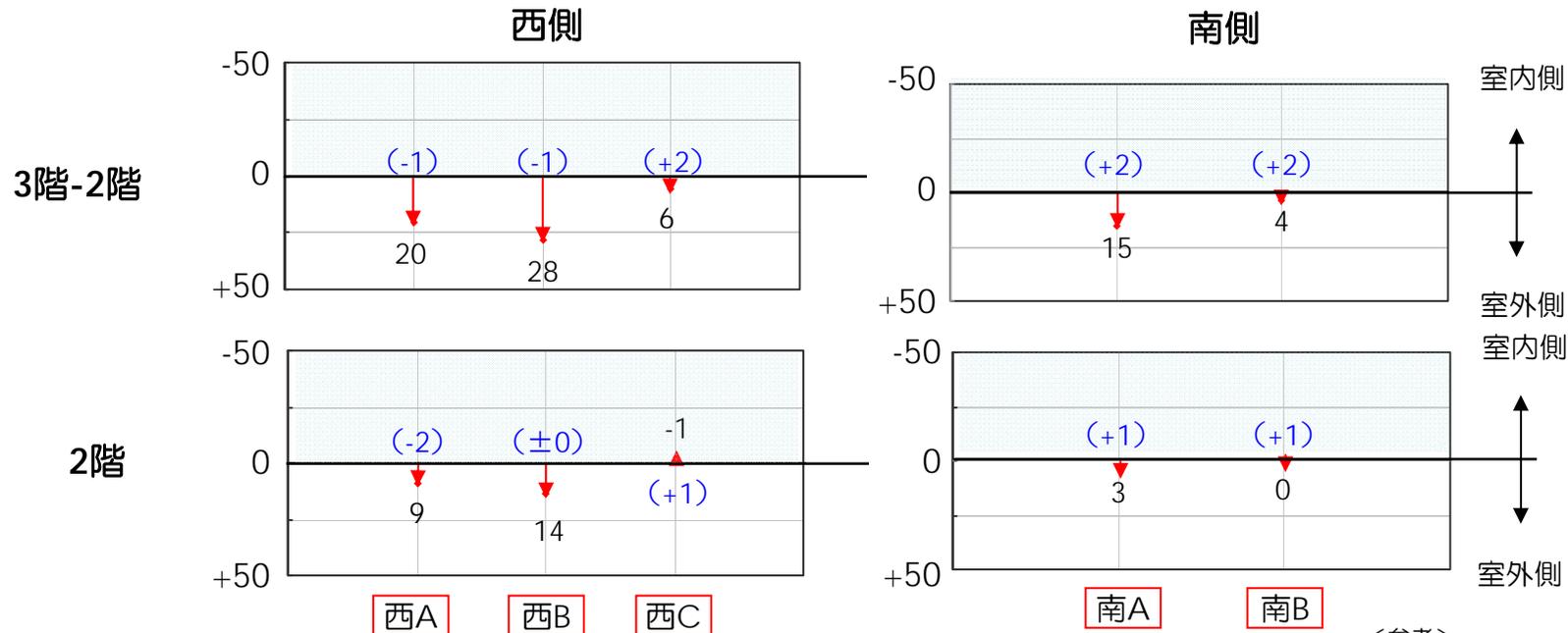


2. 点検結果② 外壁面の測定（測定結果）

- ▶ 水平差は、前回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、7月と10月の月平均気温差で約1～3mmの差が生じる可能性があることが考えられる。

【凡例】 () : 前回測定結果※との差
(前回水平差－今回水平差)

※新たに7月に設置した測定点で計測した値。



水平差※の算出結果（単位：mm）

<参考>

前回の平均気温； 21.2℃

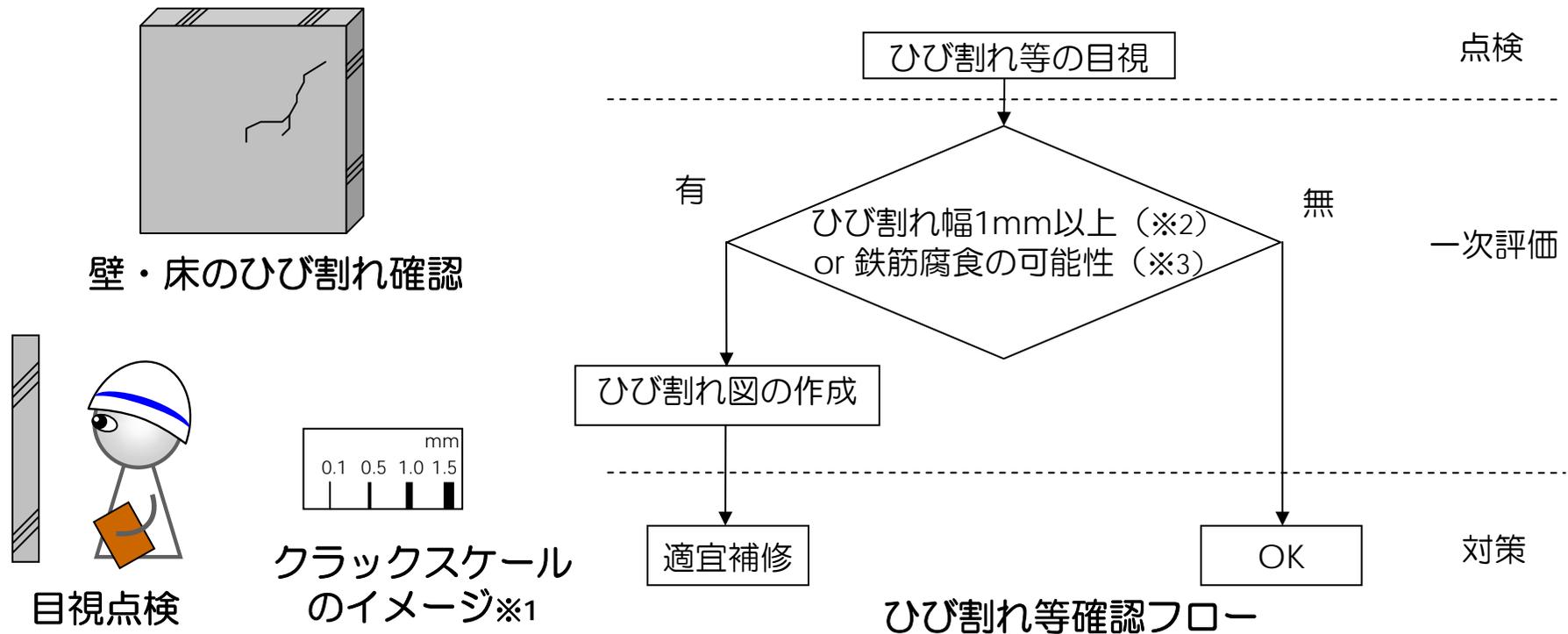
今回の平均気温； 15.8℃

（気象庁HPの浪江の気象データを使用）

※：1階定点と上部階定点との水平距離

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。



※1 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。

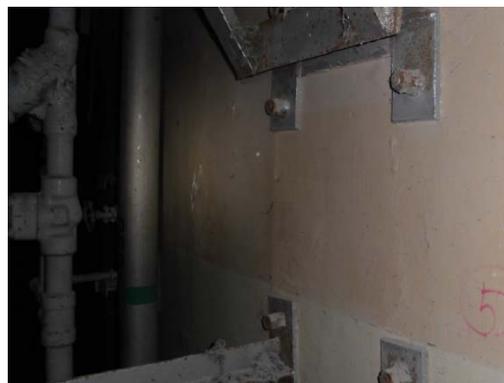
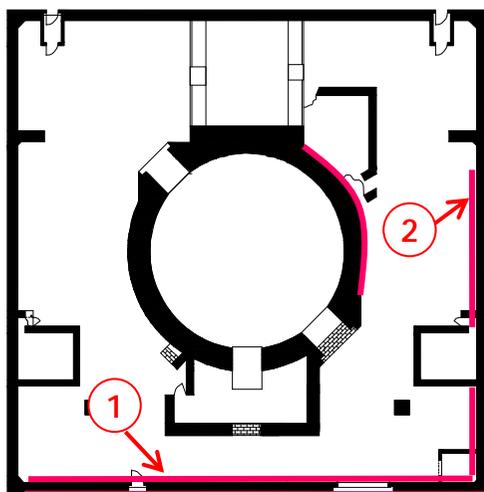
※2: ひび割れ幅1mm：耐久性の観点で検討が必要になるひび割れ幅。
日本建築学会「原子力施設における建築物の維持管理指針・同解説」

※3: 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。

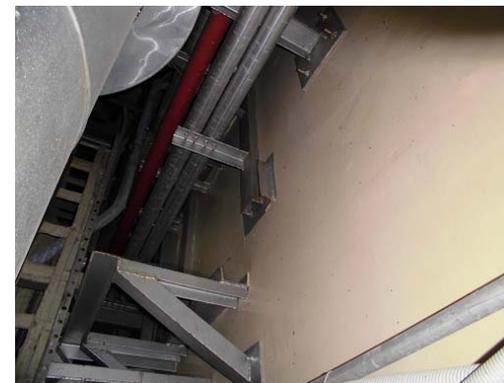
2. 点検結果③ 目視点検（結果）

➤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

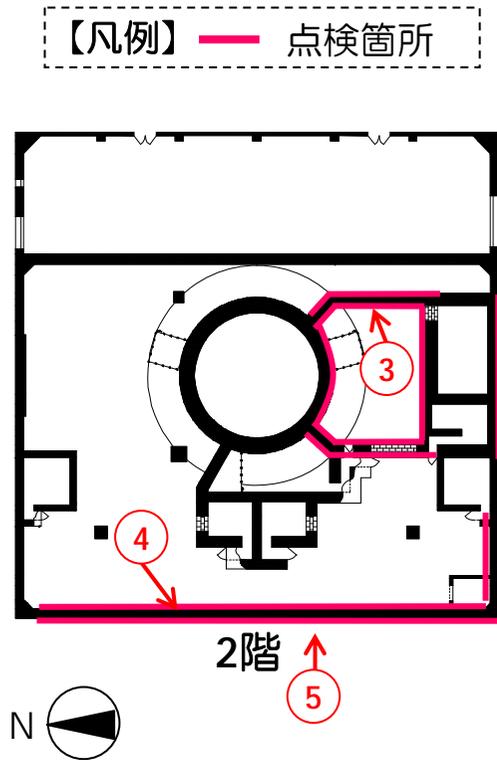


① 西面（内壁）



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



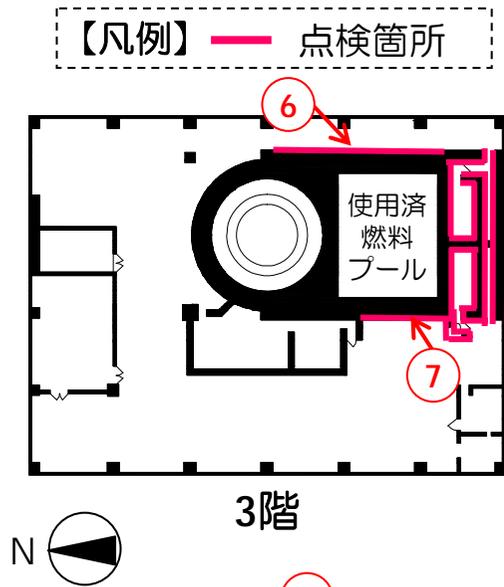
④ 西面（内壁）



⑤ 西面（外壁）

* SFP：使用済燃料プール

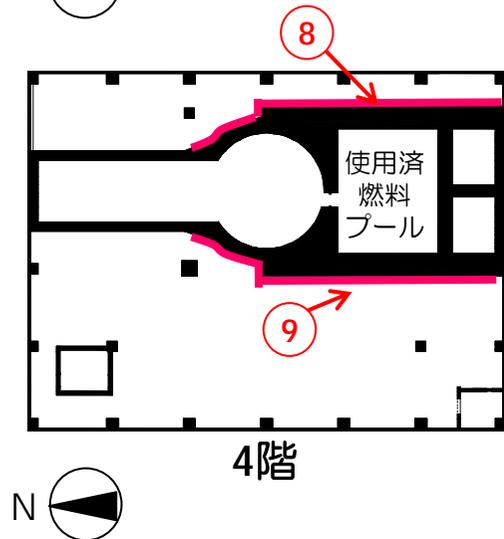
2. 点検結果③ 目視点検（結果）



⑥ SFP側壁面（東側）



⑦ SFP側壁面（西側）



⑧ SFP側壁面（東側）

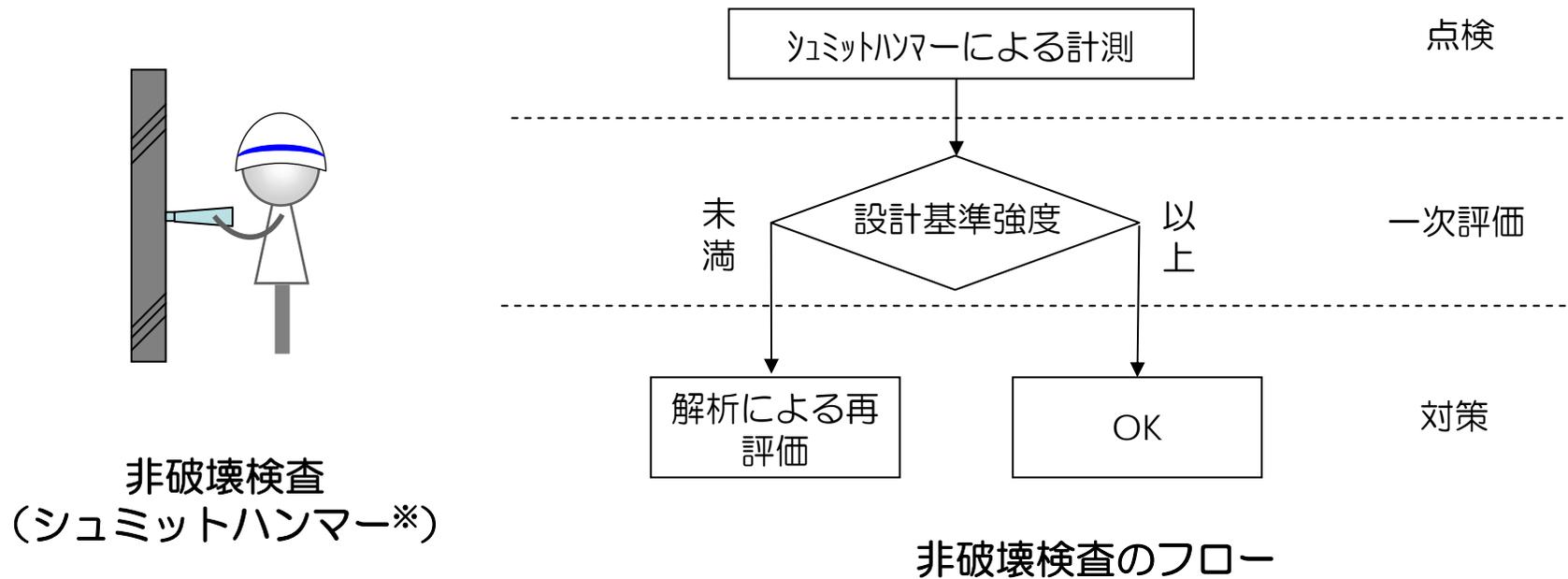


⑨ SFP側壁面（西側）

* 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）

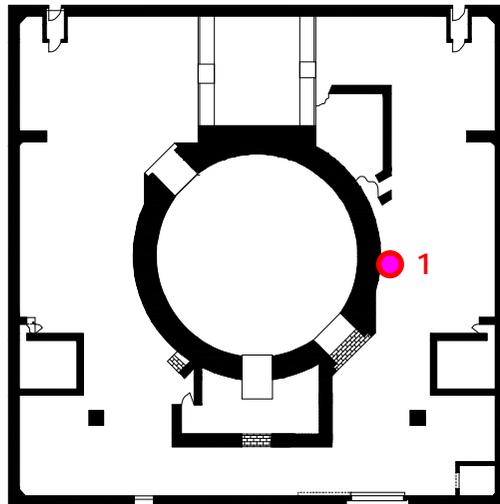
▶非破壊検査（シュミットハンマー※）により，躯体のコンクリート強度を測定し，設計基準強度以上であるか確認を行った。



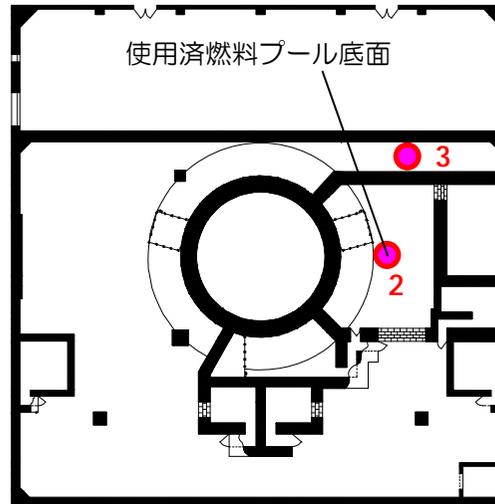
※ シュミットハンマー法：コンクリートに打撃を与え，返ってきた衝撃により強度を推定する手法。構造物に損傷を与えずに検査が可能な非破壊検査手法である。

2. 点検結果④ コンクリートの強度確認（確認箇所）

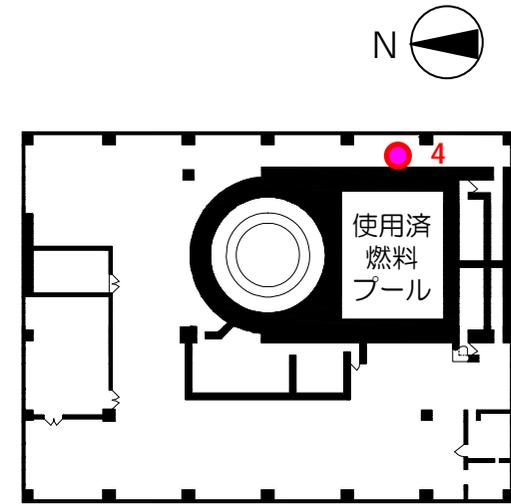
▶コンクリートの強度確認対象箇所※を下図に示す。



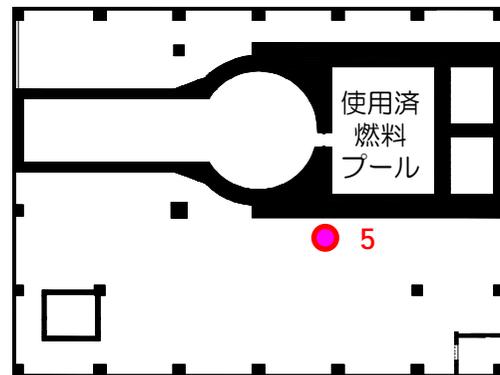
1階



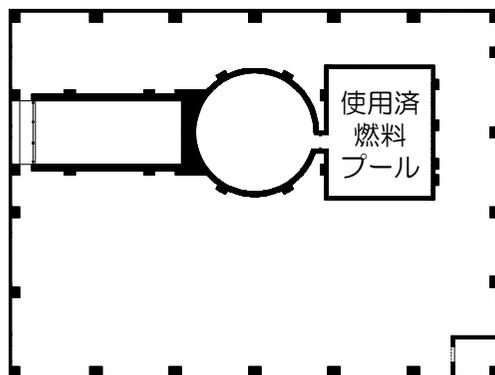
2階



3階



4階



5階

【凡例】 ● 対象箇所

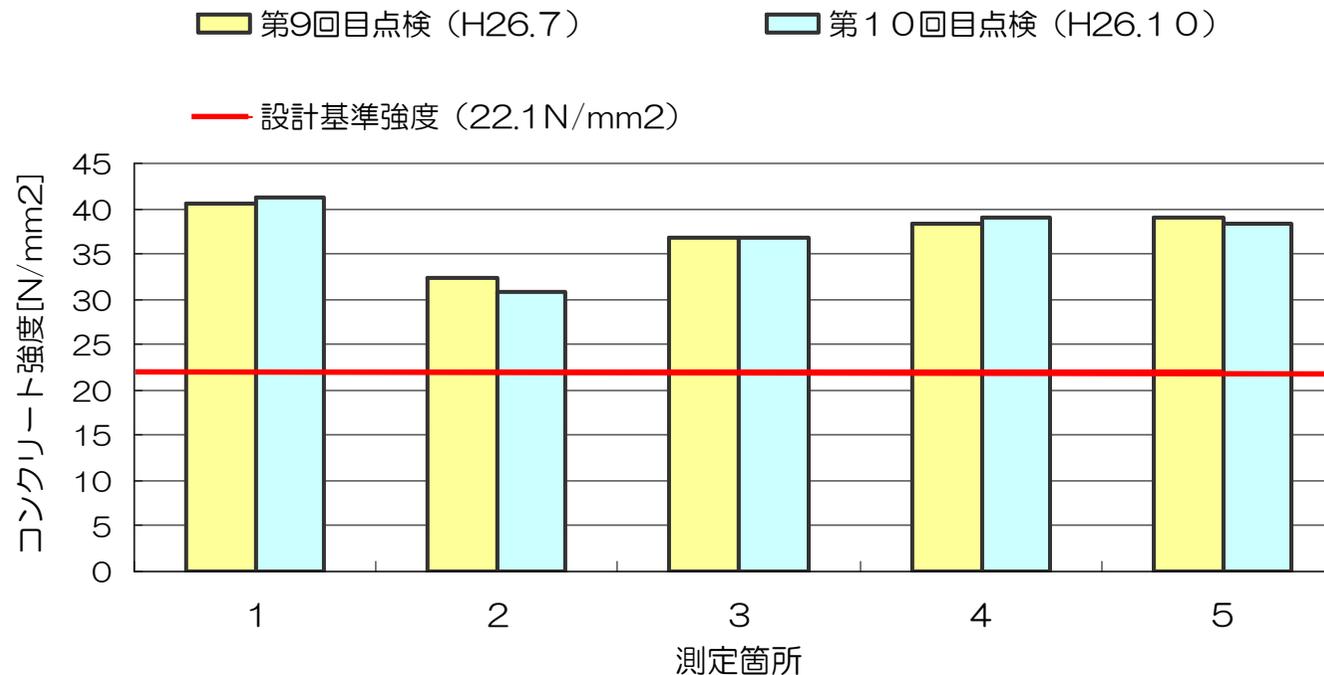
※：測定箇所は前回測定位置近傍の若干異なる位置で測定した。

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※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。

※「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10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1～9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。

3号機使用済燃料プール内瓦礫撤去作業中における燃料交換機操作卓他の落下事象の原因及び対策について

平成26年10月30日
東京電力株式会社



東京電力

時系列（ 1 ）

< 平成 2 6 年 8 月 2 9 日 >

- 8 : 0 0 作業開始
- 9 : 0 0 瓦礫把持用治具（フォーク）の動作確認
- 9 : 2 5 F H M 操作卓撤去作業開始
- 9 : 5 8 撤去対象物に対しフォークの閉操作開始
- 1 0 : 1 3 現状のフォーク向きでは F H M と干渉（写真）し対象物を掴めないため、
フォーク向きを 1 8 0 ° 回転させ、再度対象物に対しフォークの閉操作開始
- 1 0 : 1 5 フォーク閉操作による F H M 操作卓把持確認

時系列（２）

- 1 0 : 1 6 F H M 操作卓吊り上げ開始
~ 左右 5 本あるフォークの爪の中で 2 本でしか把持することができなかった
1 1 : 1 0 (写真) が , 関係者と協議し吊り上げ荷重が 1 . 3 t まで吊り上げ可能
と判断し対象物を吊り上げていった。
この際 , 吊り上げ開始後 , 約 0 . 4 ~ 0 . 6 t 程度で対象物が吊り上がり
始め , その後吊り上げと共に荷重が徐々に上昇していき , 1 m 程度吊り
上がった段階で荷重が制限荷重の 1 . 3 t に達したため , それ以上の吊り
上げを中止し , 元の位置に吊り下ろした。
この時 , 吊り上げ荷重が 0 k g になったことを確認した。
(上記より , 操作卓がケーブル等に引っ掛かり荷重が増加したと推定する。)
- (「吊り上げ荷重 1 . 3 t 」とは , 爪 2 本により把持能力低下を考慮した荷重制限
である (計算方法 : 把持力 37 k N × 摩擦係数 0.35 = 1.3 t))
- 1 1 : 1 0 F H M 操作卓吊り上げ中断
- 1 2 : 0 0 F H M 操作卓をより確実に把持するために , フォークの爪 5 本で掴み直しを
するため , フォーク開操作を開始

時系列（ 3 ）

1 2 : 4 5 頃 フォークの向きを再度変更（ 9 0 ° ）し，再度フォークにて対象物を掴むための閉操作を実施中（写真 ）にフォークの爪が操作卓に接触したことで，操作卓及び張出架台がラック養生材上に落下

1 4 : 3 7 S F P 水の放射能分析を行うため，S F P 冷却再開
（ S F P 内瓦礫撤去作業のため，8 月 2 5 日から S F P 冷却を停止していた ）

< 平成 2 6 年 8 月 3 0 日 >

8 : 0 0 落下物及び落下物近傍の水中カメラによる状況確認調査開始
操作卓の他に張出架台も落下していることを確認

1 0 : 4 0 状況確認調査終了

落下原因及び落下防止対策（ 1 / 2 ）

本事象について，落下原因と落下防止対策を以下に示す。

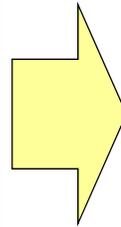
< 事象・原因 >

事象

- ・フォークとFHMが干渉しフォークの爪5本で掴みに行こうとした際，爪2本でしか把持できなかった。

原因

- ・3DCADによる3D画像で事前に確認していた状況と現場の状況に相違があった。



< 落下防止対策案 >

- ・作業再開前に瓦礫の現状を再確認し，現状と3D画像に相違がある場合は3D画像を修正する。
- ・作業開始時に，現場と3D画像との相違があり3D画像のように撤去できない場合には撤去を行わず，3D画像を修正する。
- ・修正した3D画像を元にシミュレーションを行い，撤去計画を再検討する。
- ・瓦礫撤去計画の再検討により，必要がある場合は，新たに撤去治具を製作する。

3D画像とは，設計情報や実際の映像よりCGを使い，現場の状況をPC上で再現したもの（P13参照）

落下原因及び落下防止対策（ 2 / 2 ）

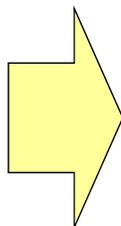
< 事象・原因 >

事象

- ・ 爪 2 本でもしっかり吊り上げられ、撤去手順フロー上問題ないことから爪 2 本での吊り上げを実施した。
(P 1 4 参照)

原因

- ・ 撤去手順フローと 3 D 画像 (爪 5 本で把持) の関係が曖昧だった。



< 落下防止対策案 >

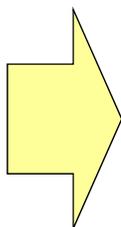
- ・ 3 D 画像を元にした把持方法の要求事項を撤去手順フローに明記する。

事象

- ・ 爪 2 本で 1 m まで吊り上げ操作を実施した。

原因

- ・ 吊上げ操作により、操作卓の状態が変わった可能性が高い。



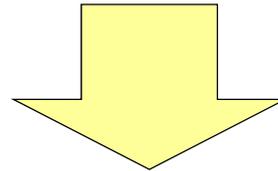
- ・ 取扱治具による把持を行った結果、把持方法の要求事項が満たされない場合は吊り上げ操作を実施しない。
その後、撤去計画を再検討する。
- ・ 吊上げ後、何らかの干渉により撤去できない場合は、吊上げたままで作業を中断し、吊下ろし場所や方法等の対応について関係者間で協議する。

影響緩和対策について

前頁の対策により落下事象の発生防止を図るが、今回の落下事象でのラック養生板の有効性から、万一の落下発生を考慮し以下の更なる影響緩和対策を実施する。

これまでの計画では、撤去対象瓦礫の状態が不安定なものについては養生板を敷設することとし、安定しているものには養生板不要と判断していた。

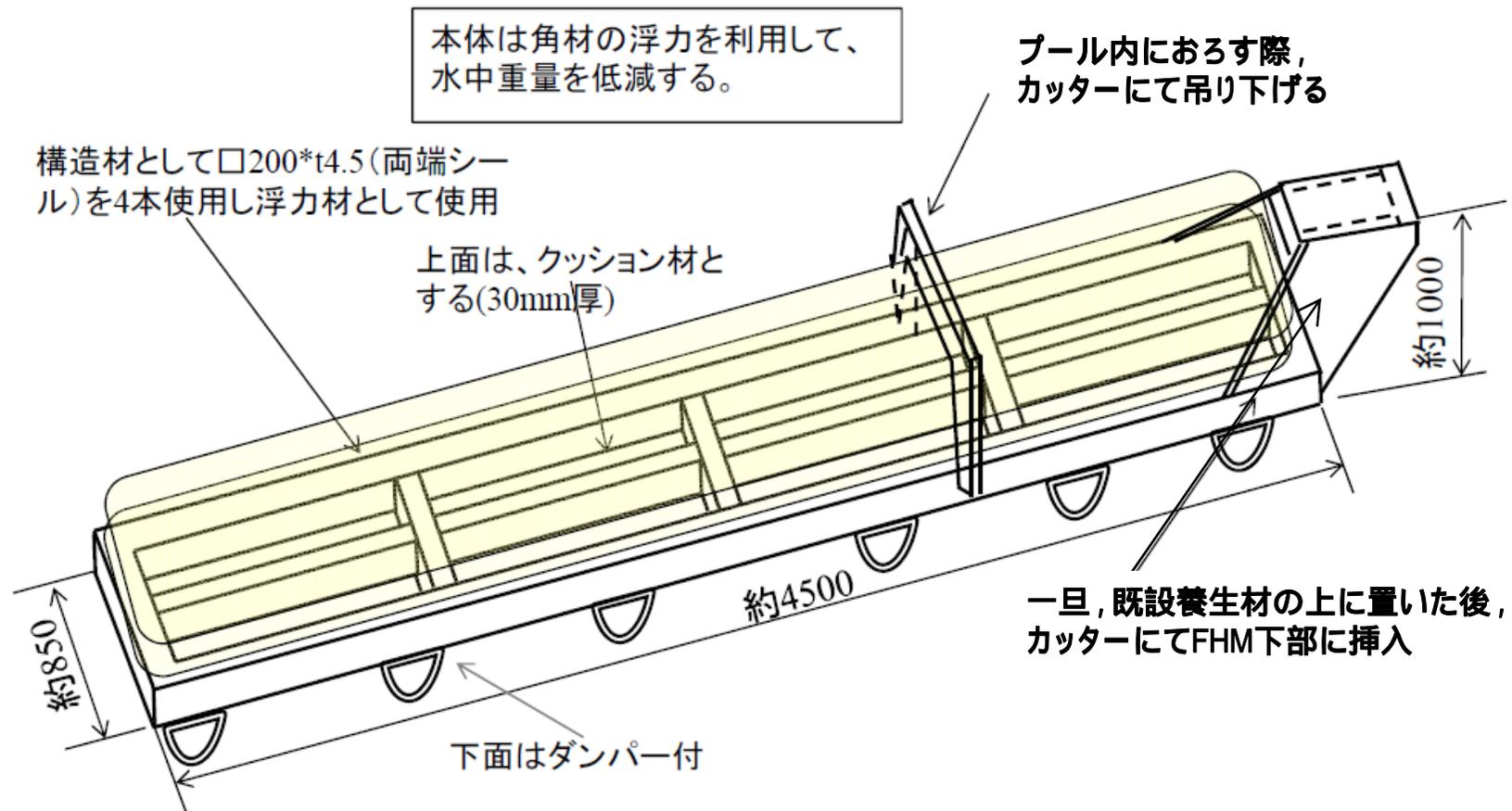
本事象はラック養生板上に落下したため、燃料への影響は緩和された



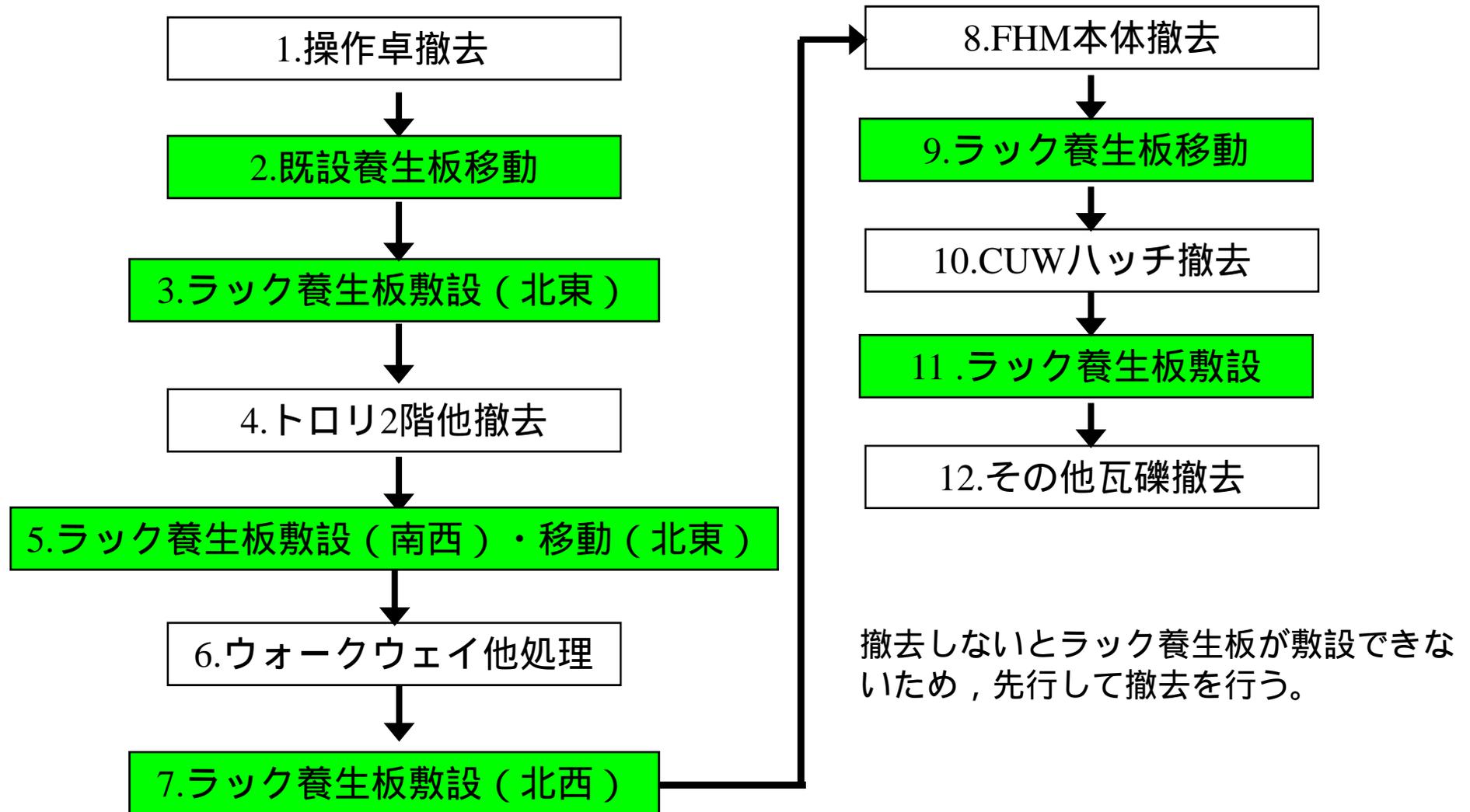
今後の瓦礫撤去作業の実施にあたり、ラック養生板の追加を実施する。

- ラック養生板の追加，撤去手順について，以下方針により検討した
- ・撤去対象物の移動ルートにある燃料ラック上を撤去前に原則養生する。
 - ・瓦礫の干渉等によりラック養生板が追加敷設できない場合は，ラック養生板敷設前に瓦礫を撤去する。
 - ・ラック養生板を追加敷設できない範囲を撤去対象物が移動する場合は，撤去対象物の吊上げ高さの管理，または専用治具を用いて確実に把持・撤去を行う。

ラック養生板について（概略）



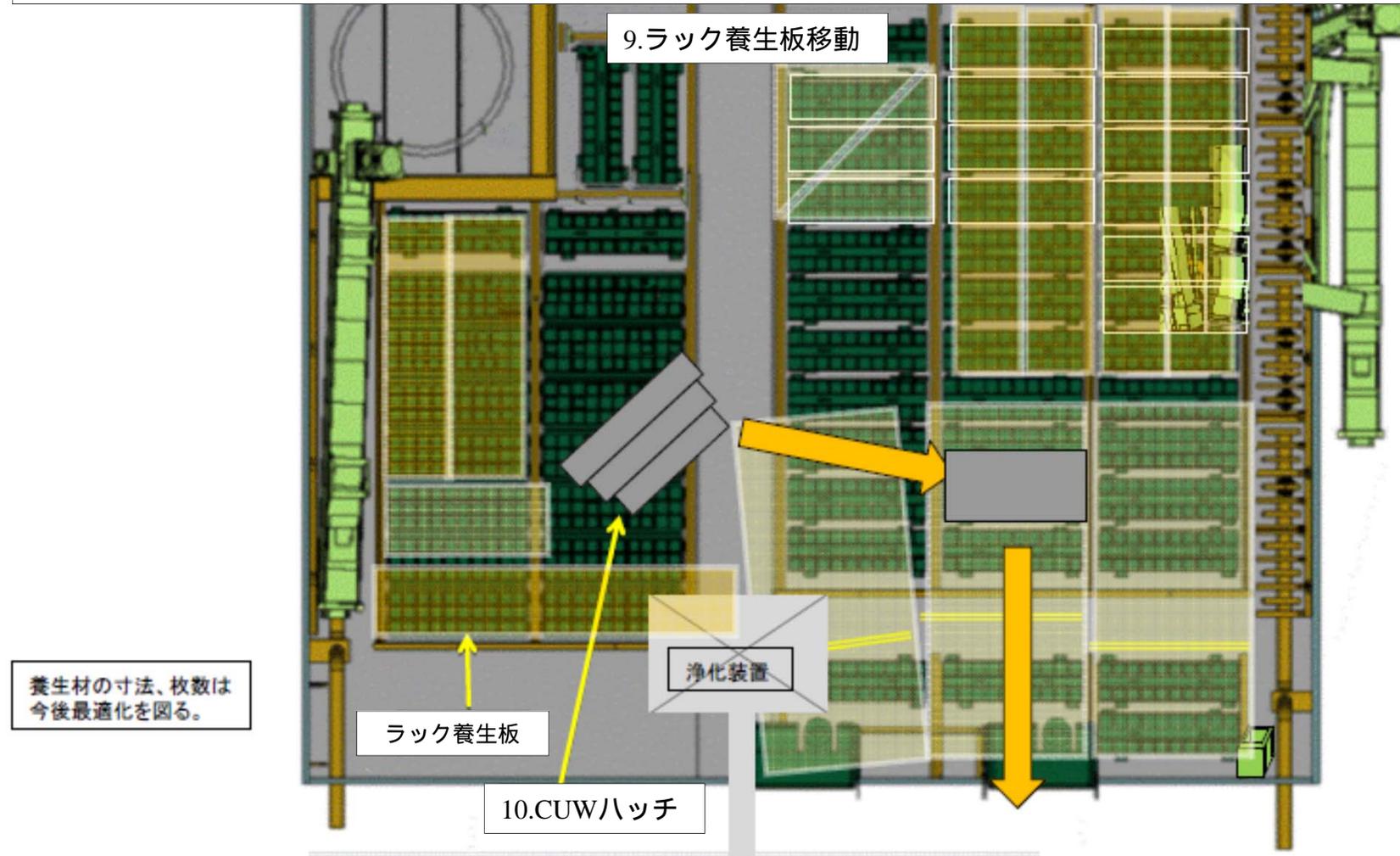
ラック養生板設置及び瓦礫撤去手順（概略）



瓦礫撤去時の運用（例）

9.ラック養生板移動 10.CUWハッチ撤去

CUWハッチ撤去装置がFHM本体と干渉するため、FHM本体撤去後にCUWハッチを撤去する。ただし、FHM本体撤去時にCUWハッチ周辺の使用済燃料を保護するため、CUWハッチ周辺にラック養生板を敷設する。



まとめと今後について

対策のまとめ

落下防止策として以下を実施する。

- ・現場と3D画像が異なる場合は、3D画像を修正し、撤去計画を再検討する。
- ・瓦礫撤去の要求事項を明確にする。
- ・瓦礫の把持方法が要求事項を満たさない場合は、吊上げ操作を実施しない。
- ・吊上げ後何らかの干渉により撤去できない場合は、吊下ろし場所や方法等の対応について関係者で協議する。
- ・上記事項について手順書等に明記し、周知を行う。

落下防止策を図るものの、万一を考慮し、影響緩和策として以下を実施する。

- ・ラック養生板を出来る限り、敷設する。
- ・ラック養生板を敷設できない箇所を撤去対象物が移動する場合は、安全性が担保できるよう、運用を確立する。

今後について

- ・撤去すべき個々の瓦礫の状況に応じ、適切な落下防止策の検討・実施を継続的に行う。
- ・ラック養生板の詳細設計・製作、ラック養生板設置および瓦礫撤去手順、瓦礫撤去時の運用について具体的な検討を進める。

工程（案）

	平成26年（2014）					平成27年（2015）				
	8	9	10	11	12	1	2	3	4	5
追加養生板		検討		設計・製作		3.敷設	5.敷設・移動	7.敷設	9.移動	11.敷設
既設養生板					2.移動					
瓦礫撤去作業			1.操作卓・張出しフレーム撤去	準備	4.トロリ2階他撤去	6.ウォークウェイ他処理	8.FHM本体撤去	10.CUWハッチ撤去	12.その他瓦礫撤去	完了確認
その他				オペフロ除染		瓦礫撤去再開までの期間，オペフロ除染を実施する。				

今後，瓦礫撤去を進めて行く上で，瓦礫に応じた新撤去治具等を新規製作する場合は，工程に影響を及ぼす可能性がある。

(参考) 現場状況

フォークと干渉したトロリー部

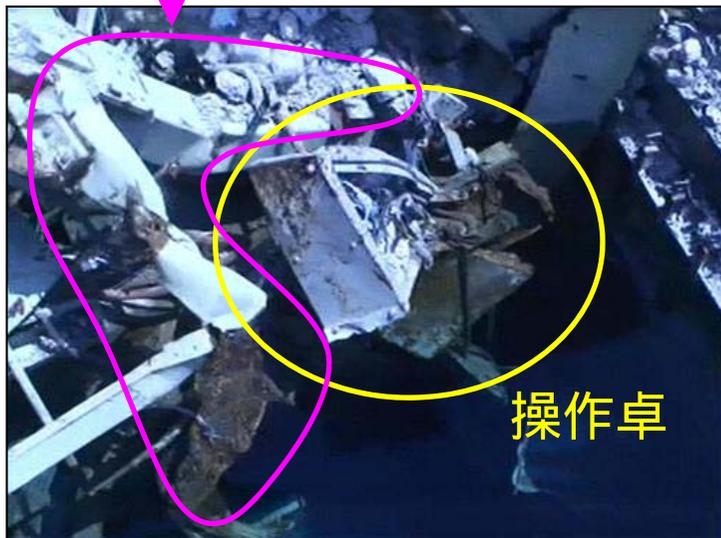


写真 撤去前の操作卓の状況
(南側 上方より撮影)



写真 爪 2 本での把持状況 (南側より撮影)



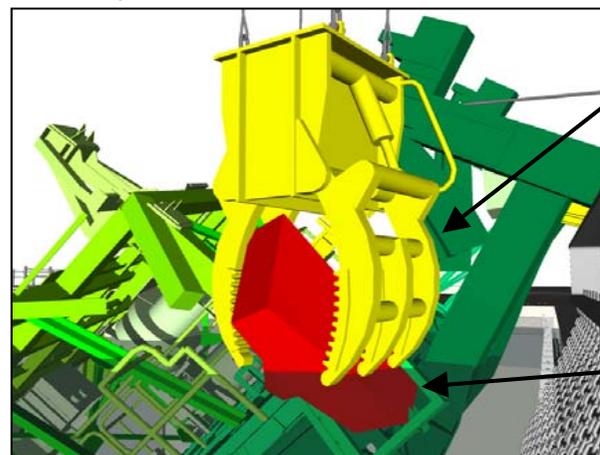
写真 爪 5 本で撤去しようとした状況 (西側 側方より撮影)

(参考) 3D画像について

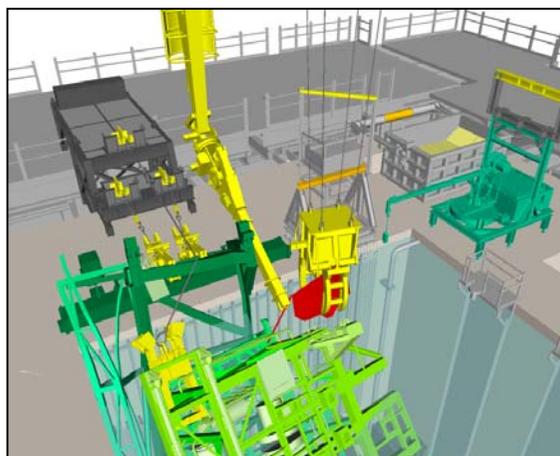
3D画像は、瓦礫撤去作業の実施にあたり、撤去計画立案の為に製作するものである。
なお、3D画像製作にあたっては、カメラ等により得た画像情報や設計図面から幾つかの支点を取り、各方向から確認しながら結びつけながら製作している。
この3D画像に基づきクレーン操作者は撤去方法を確認する。



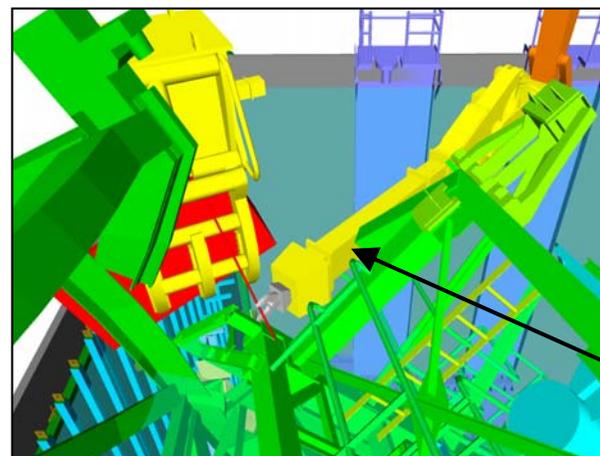
フォークによる把持の画像（遠景）



フォークによる把持の画像（近景）

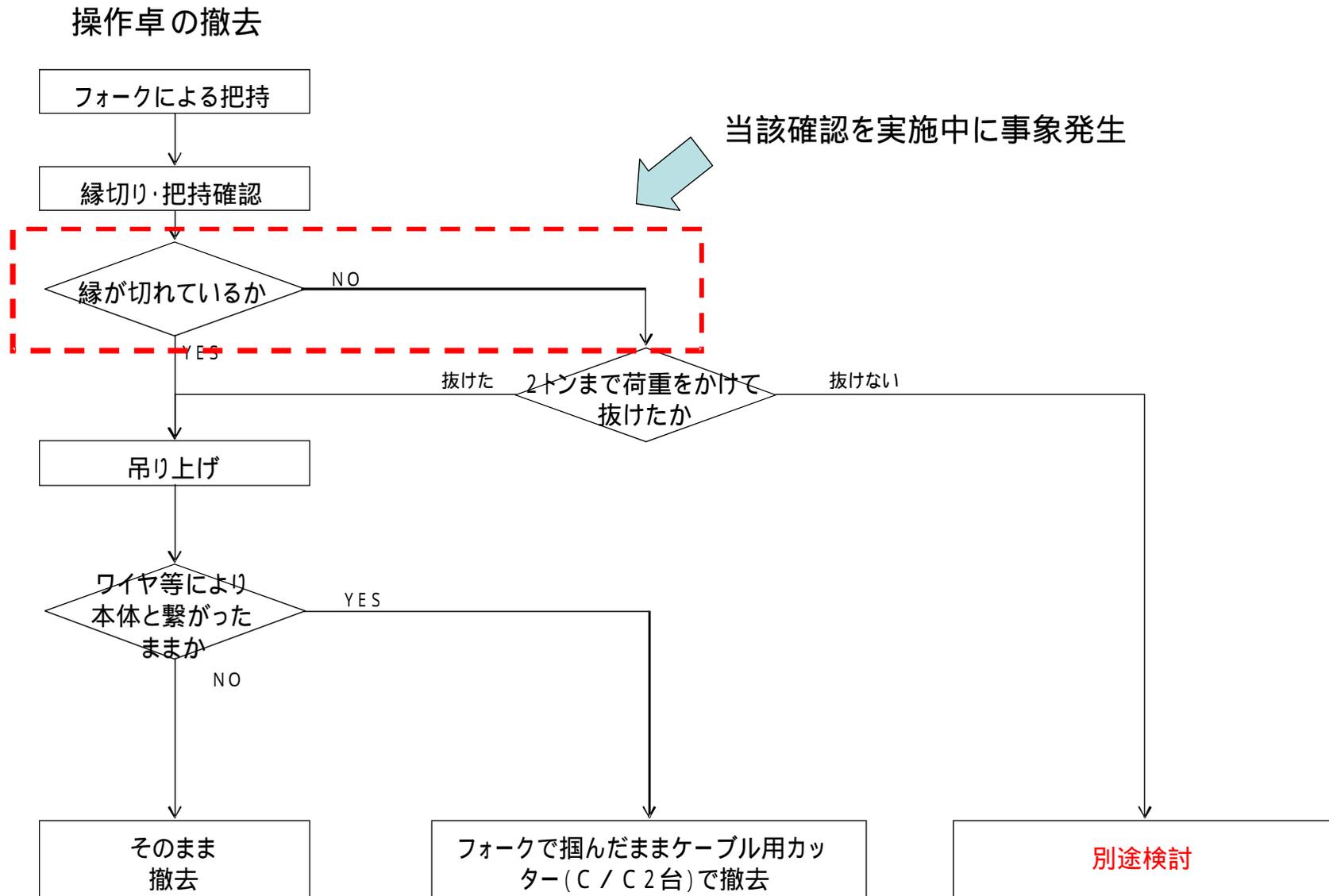


把持吊り上げ後のカッターでの吊り上げ画像（遠景）



把持吊り上げ後のカッターでの吊り上げ画像（近景）

(参考) 当日の作業フロー



4号機 使用済燃料プールからの燃料取り出し 状況について

平成26年10月30日

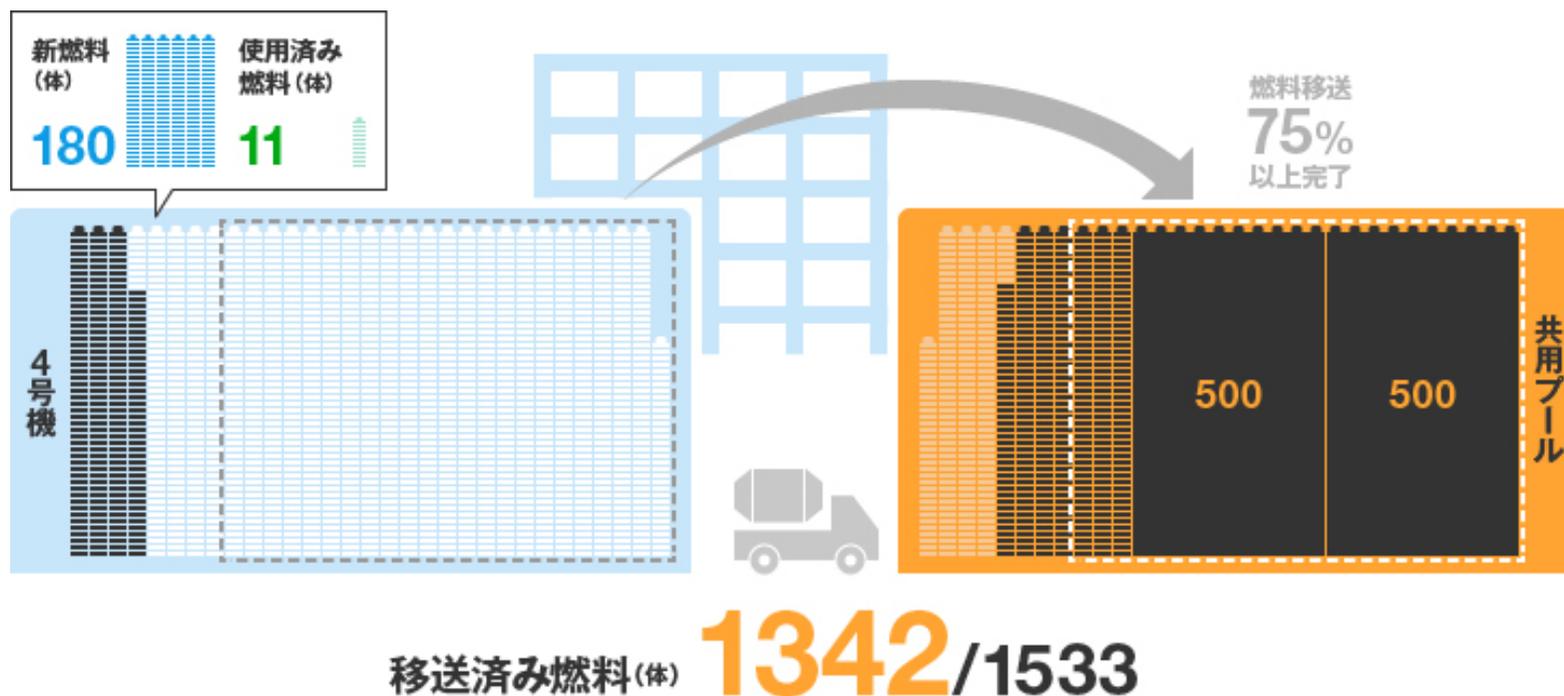
東京電力株式会社



東京電力

進捗状況

○平成25年11月から、4号機使用済燃料プールからの燃料取り出し作業を実施中(約88%完了)



移送燃料の種類(使用済:1320体/1331体、新燃料:22体/202体)
キャスクの輸送回数 61回

(平成26年10月29日現在)

今後の予定

○漏えい・変形燃料の取り出し作業(～11月)

NFT-12B型輸送容器を使用し、漏えい燃料2体・変形燃料1体を含む全11体の使用済燃料を4号機使用済燃料プールから共用プールへ移送する。

(実施計画変更認可(10/16), 使用前検査(10/21, 22)・終了証受領(10/29))

⇒11月中に使用済燃料の取り出し完了予定

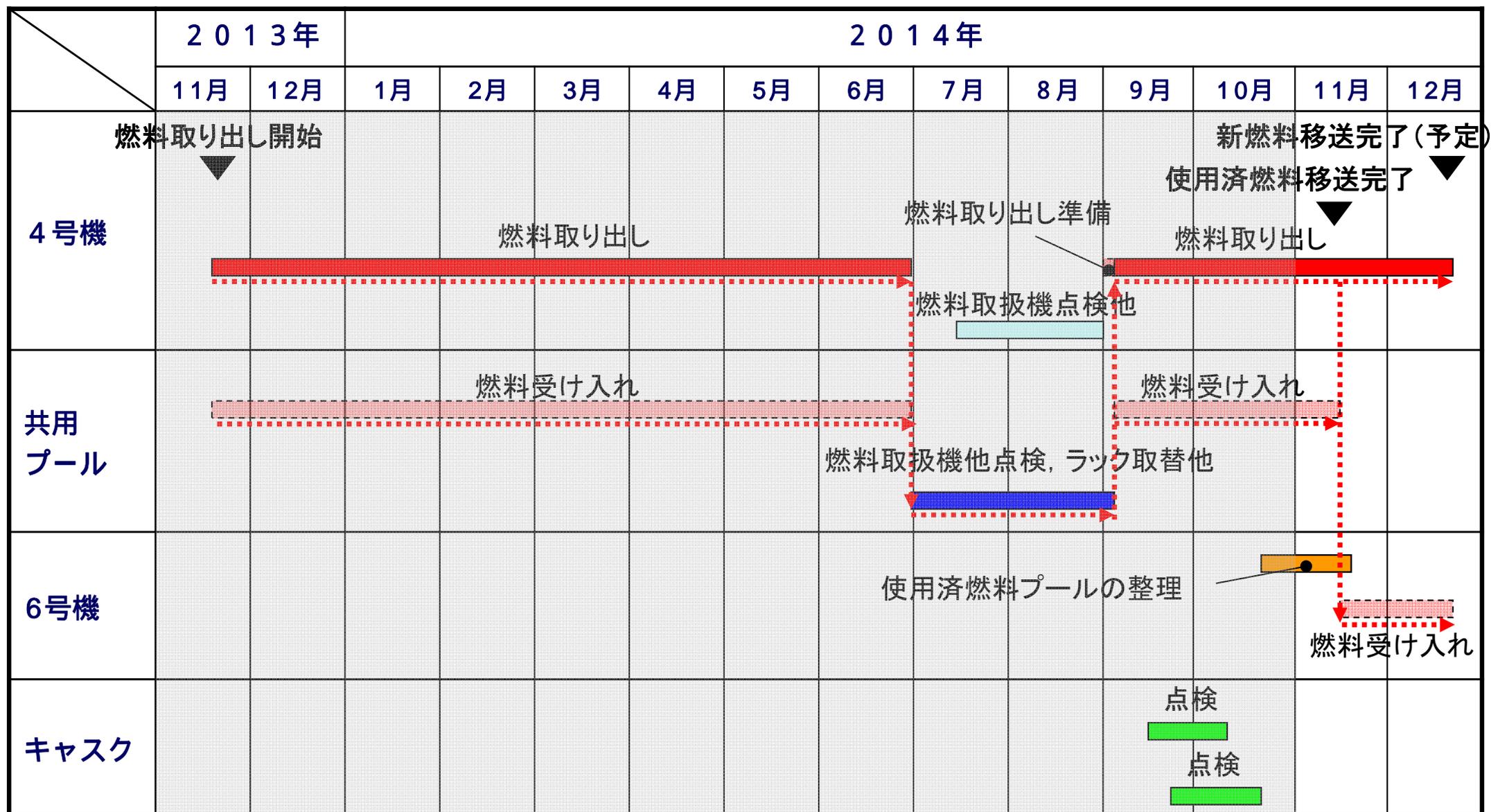
○新燃料の取り出し作業(11月～12月)

NFT-22B型輸送容器を使用し、180体の新燃料を4号機使用済燃料プールから6号機使用済燃料プールへ移送する。

(実施計画変更認可(10/17))

⇒12月中に4号機全燃料取り出し完了予定

スケジュール(案)



4号機の新燃料を6号機使用済燃料プール内で保管するため、6号機使用済燃料プール内の新燃料を6号機新燃料貯蔵庫へ移送し、空きスペースを確保