

# 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※<sup>2</sup> (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)

※<sup>2</sup> 作業スペース (高さ、平面)、荷重、気密性能、遮へい性能等

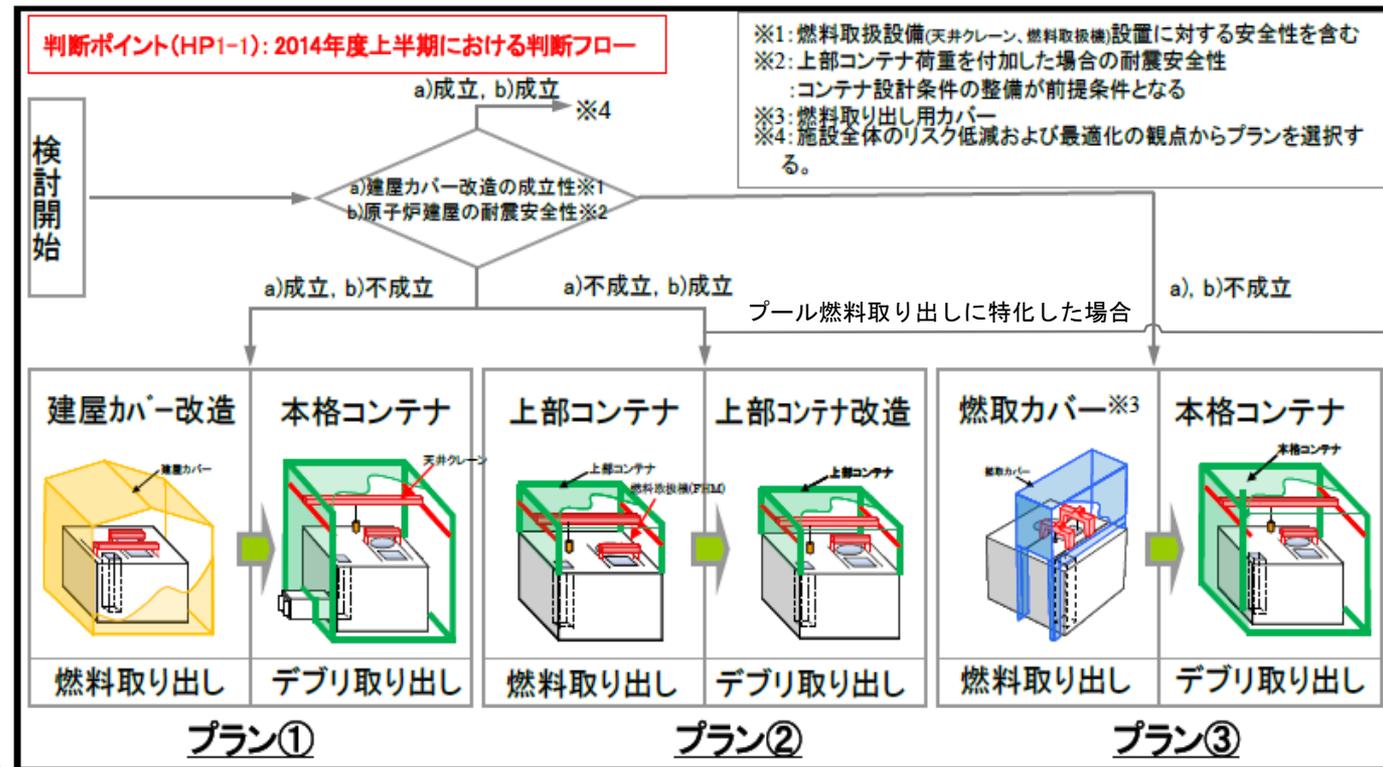
---

## 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・費用 → 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>

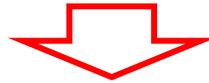
- ・オペフロ上の瓦礫重量を除外した状態で、原子炉建屋の耐震安全性を評価した結果、評価基準値に対し十分な裕度があることを確認した

⇒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

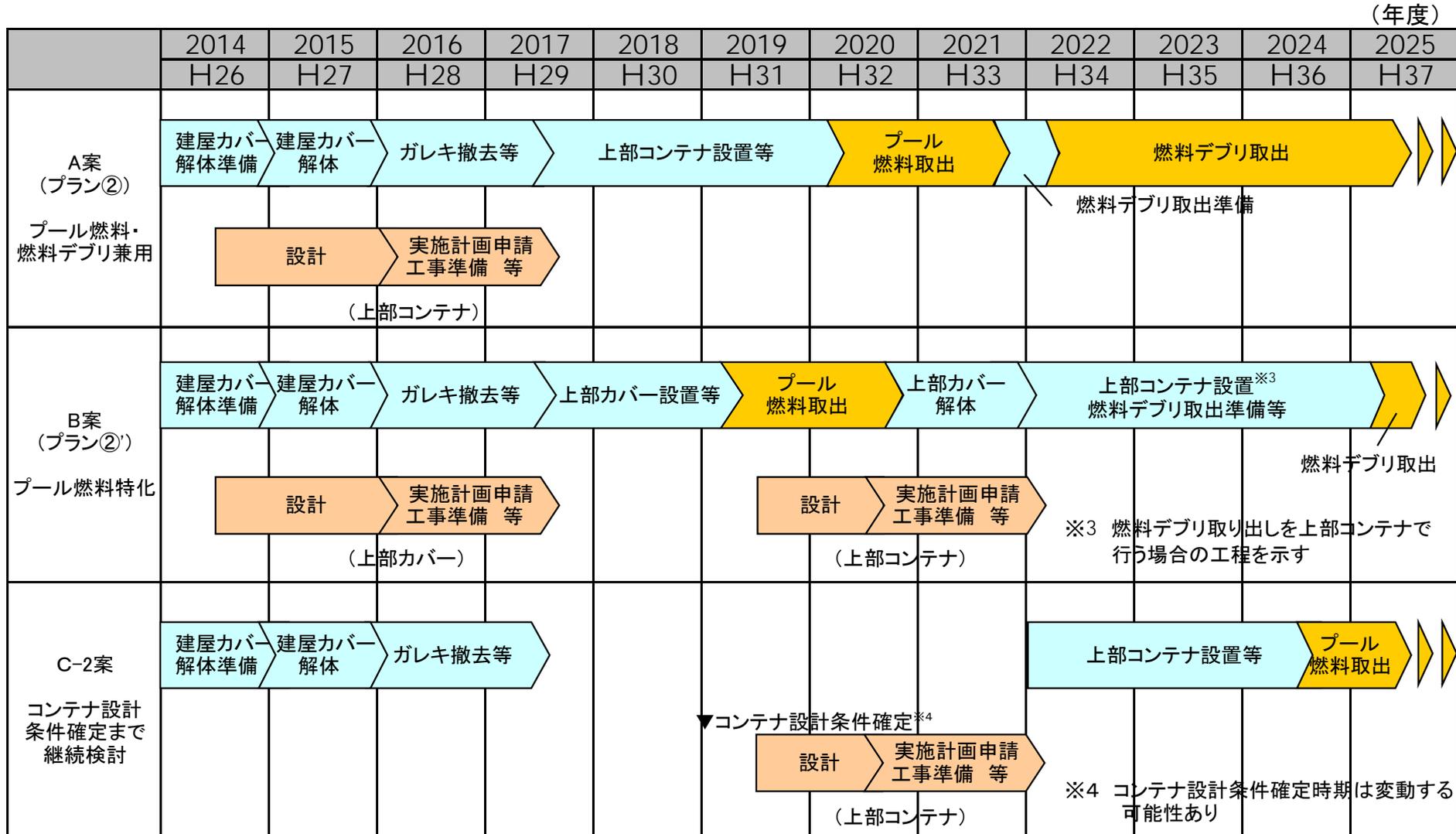
# 1号機 各対応策のメリット・デメリット

		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"> <li>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</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>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</li> </ul>
B案（プラン②'） プール燃料特化		<ul style="list-style-type: none"> <li>プール燃料取り出しが最も早い</li> <li>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</li> <li>燃料デブリ取り出し計画の変動によるリスクがない</li> <li>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</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>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）</li> <li>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</li> </ul>
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"> <li>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</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>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）</li> </ul>
	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"> <li>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</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>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</li> <li>コンテナ設計条件確定がさらに遅くなる可能性がある</li> <li>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</li> </ul>

# 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

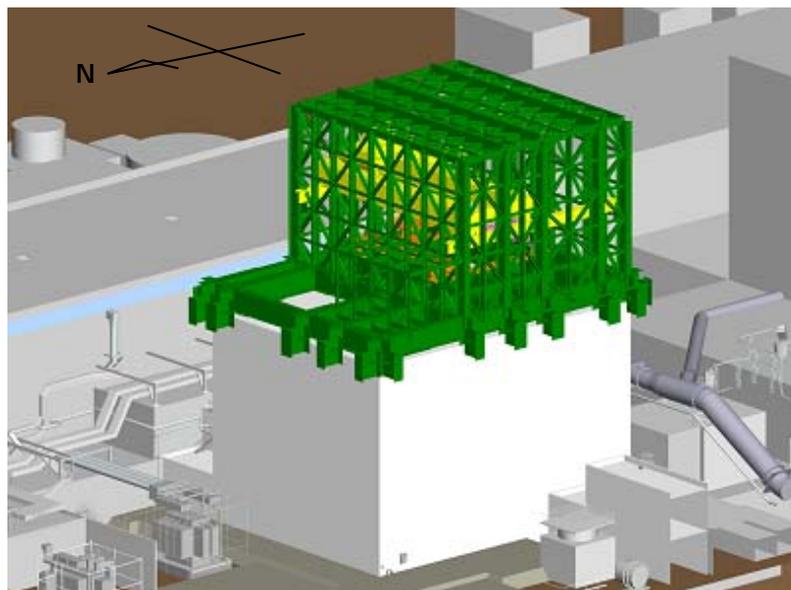
# (参考) 1号機 プラン②' の概要

## ■ 計画概要

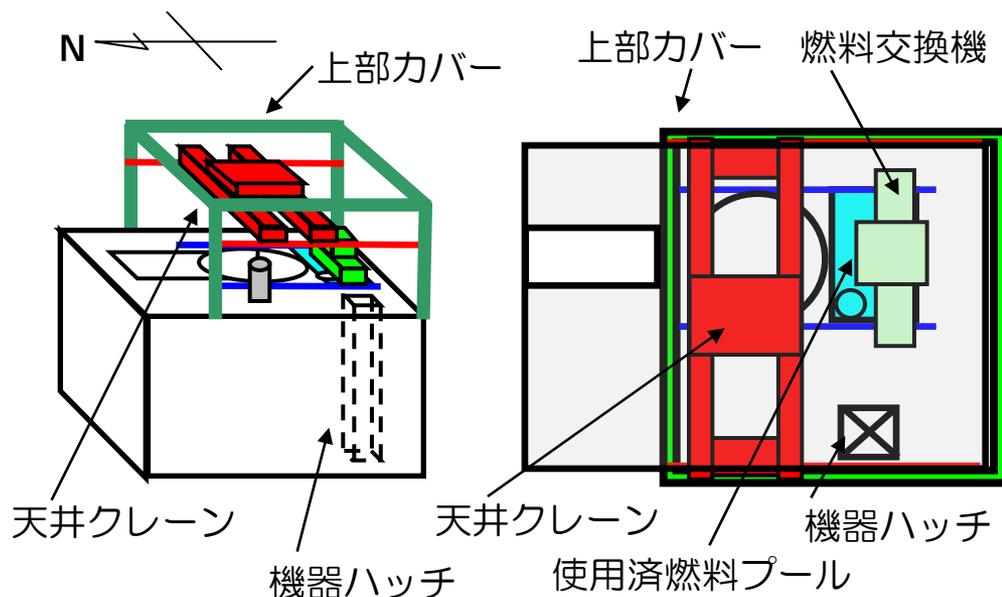
プール燃料取り出しに特化した架構で燃料を取り出し、その後、燃料デブリ取り出し用架構を再設置し、燃料デブリを取り出す

## ■ 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

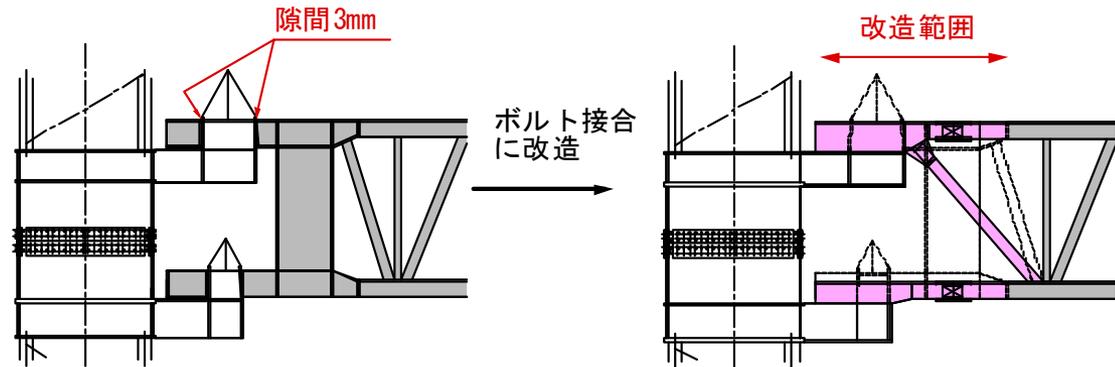
現状の1号機建屋カバーは放射性物質の飛散抑制のために設置したものであり、プール内燃料を取り出すための設備として改造するに際し、以下の点から、大規模な改造が必要である。

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)



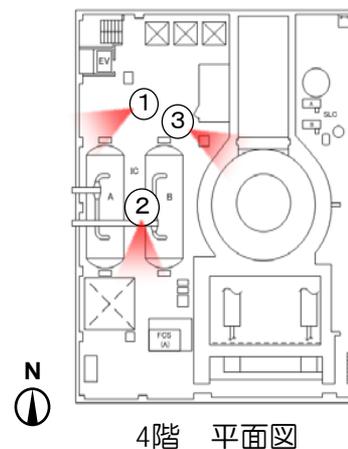
写真①：4階 天井



写真③：4階 天井



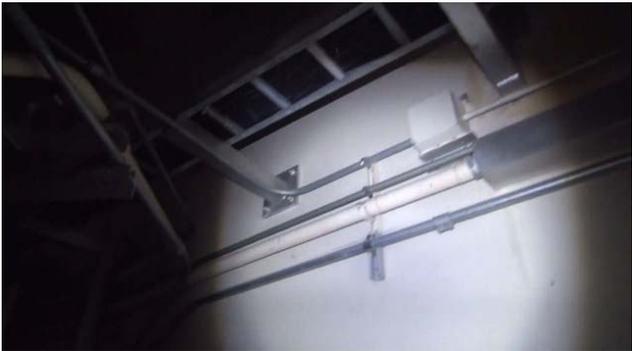
写真②：4階 天井



# (参考) 1号機 原子炉建屋の躯体調査 (2)



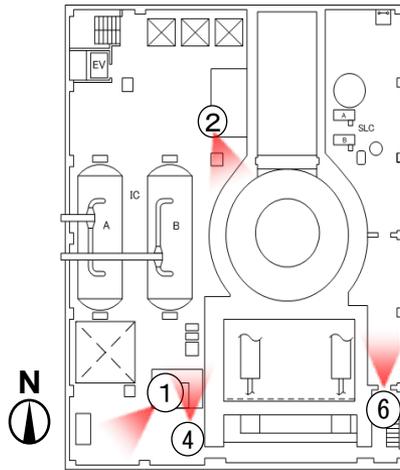
写真①：4階 南西部天井



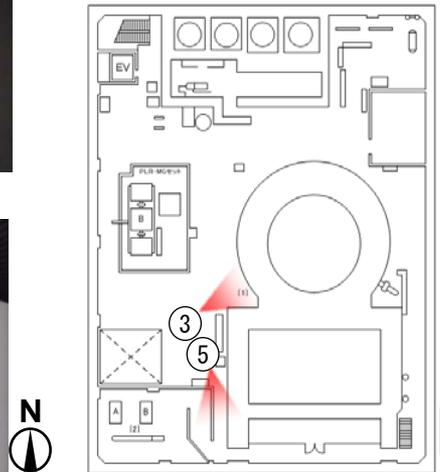
写真②：4階 生体遮へい壁



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



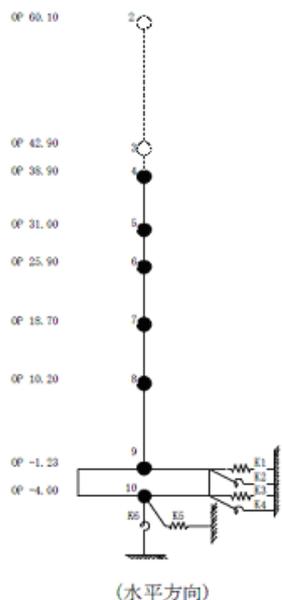
写真⑤：3階 使用済燃料プール壁



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

質点系モデル

既存建屋 せん断ひずみ度 (NS方向) ( $\mu$ )

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) ( $\mu$ )

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

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

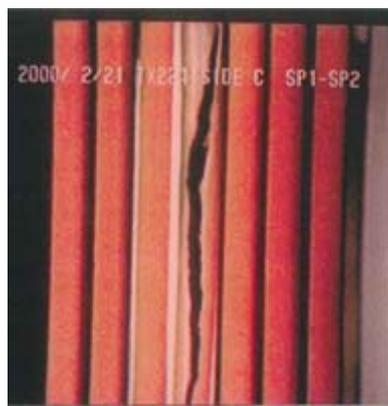
燃料型式	体数	破損原因	破損状態	保管状態
7×7	1	燃料体落下	タイロッドの下部ネジ込み部で全てのタイロッドが折損。上部タイプレートおよびタイロッドとそれ以外とで分離。	ワイヤ等を用いて燃料を一体化し修復。通常ラックに保管

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/cm<sup>3</sup>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。

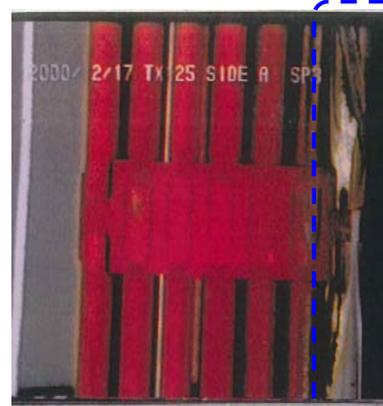
※セシウム137の濃度



<TX224>



<TX166>

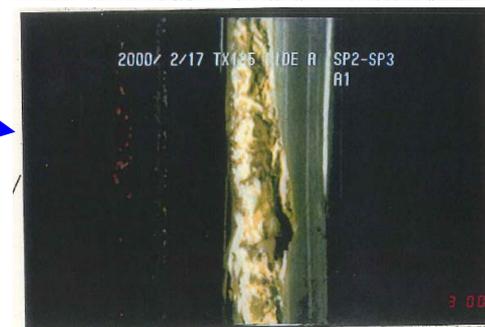


<TX125>

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

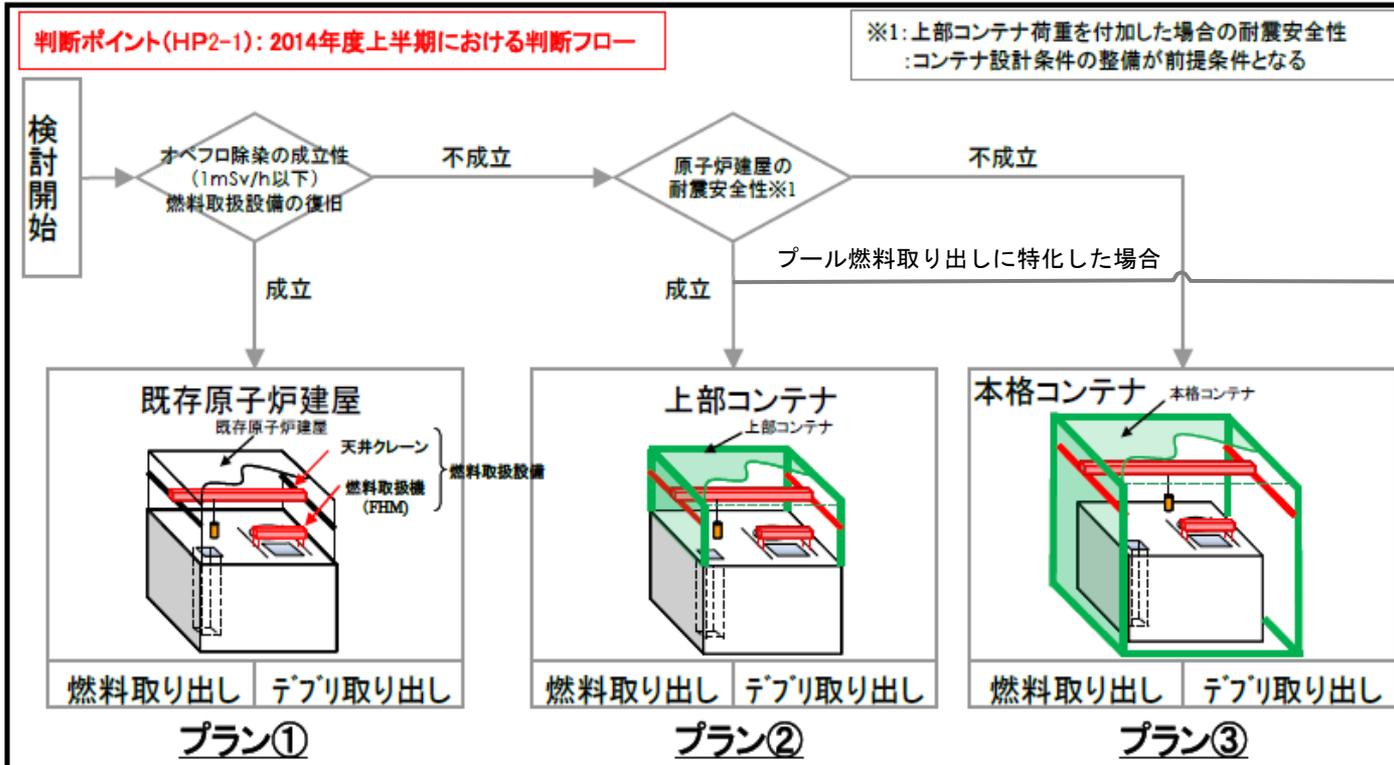
- 破損燃料の取り出しにあたり、被覆管の強度低下により燃料ハンドルを把持して吊り上げできない可能性や、燃料被覆管のき裂からペレットが散逸する可能性が想定される。
- 以上の想定をふまえ、これらの燃料を安全に取り扱うために必要と考えられる技術（例：燃料ハンドル以外の部位を把持する技術や取扱い時に燃料集合体を保護する技術など）について、検討を進めているところ（2014年度～）
- 1号機使用済燃料プール内には建屋爆発による瓦礫が落下していることから、瓦礫による燃料への影響を確認するため、プール内の調査方法について検討を進めているところ（～2016年度）
- 今後、プール内の調査結果や、国内外の知見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

---

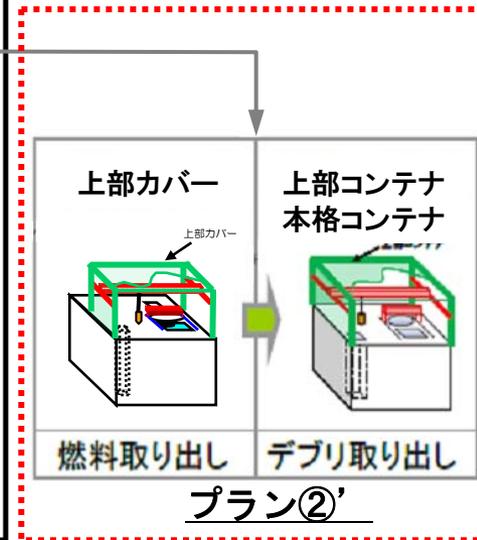
## 2号機の検討について

# 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



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、 $\gamma$ 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>

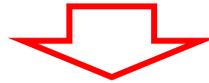
- ・ 原子炉建屋の耐震安全性を評価し、**評価基準値に対し十分な裕度があることを確認した**

⇒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



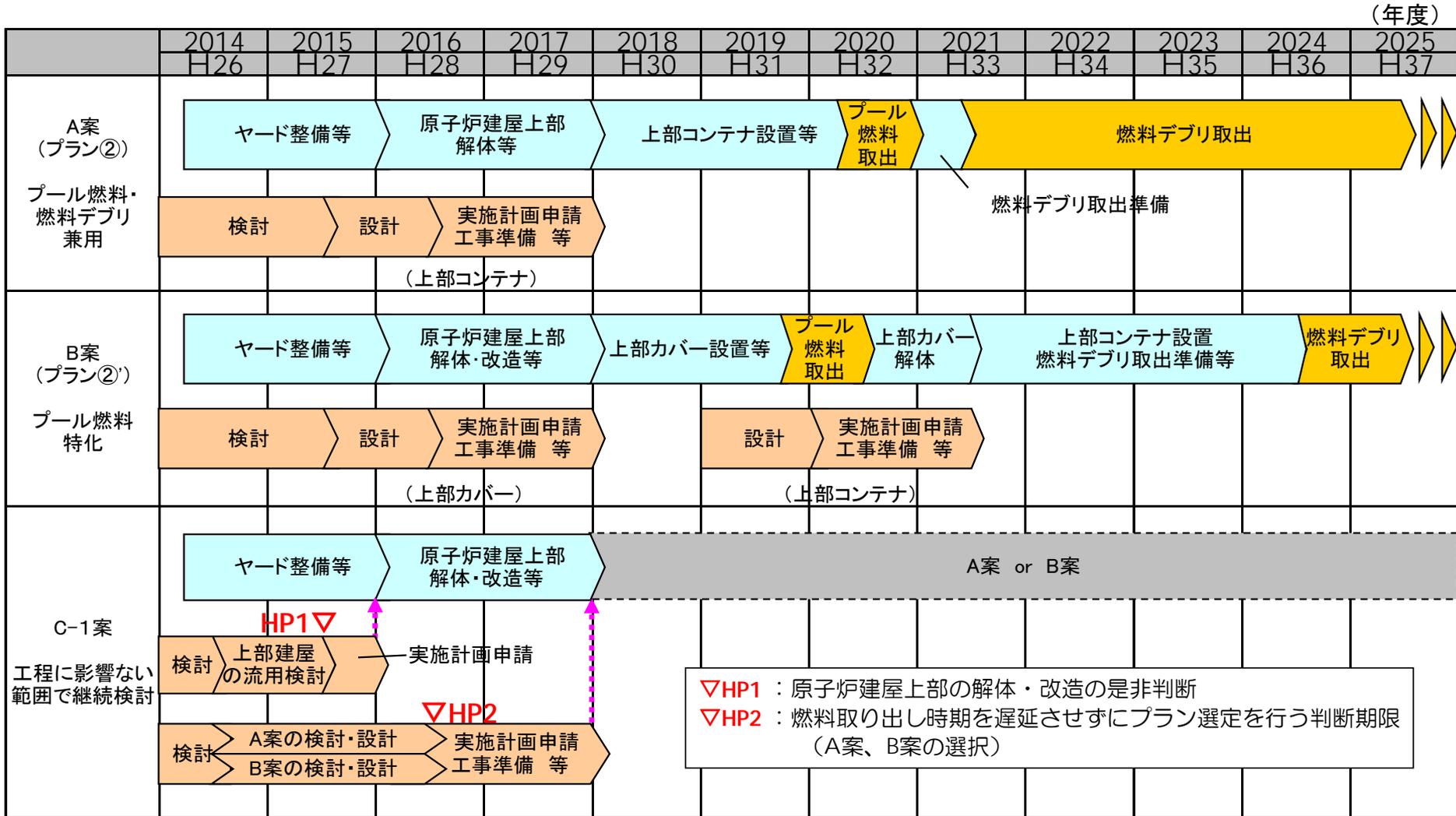
対応策として以下が考えられ、課題を踏まえた判断が必要

- 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"> <li>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</li> <li>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</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>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</li> <li>原子炉建屋上部の全面解体が必要</li> </ul>
B案（プラン②'） プール燃料特化		<ul style="list-style-type: none"> <li>プール燃料取り出しが最も早い</li> <li>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</li> <li>原子炉建屋上部を流用できる可能性有り</li> <li>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</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>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）</li> <li>プラン②に対し、燃料デブリ取り出し開始は遅くなる</li> </ul>
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"> <li>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</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>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）</li> <li>原子炉建屋上部の解体是非判断が必要</li> </ul>
	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"> <li>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</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>プール燃料・燃料デブリ共に取り出し開始が最も遅い</li> <li>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</li> <li>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</li> </ul>

※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>

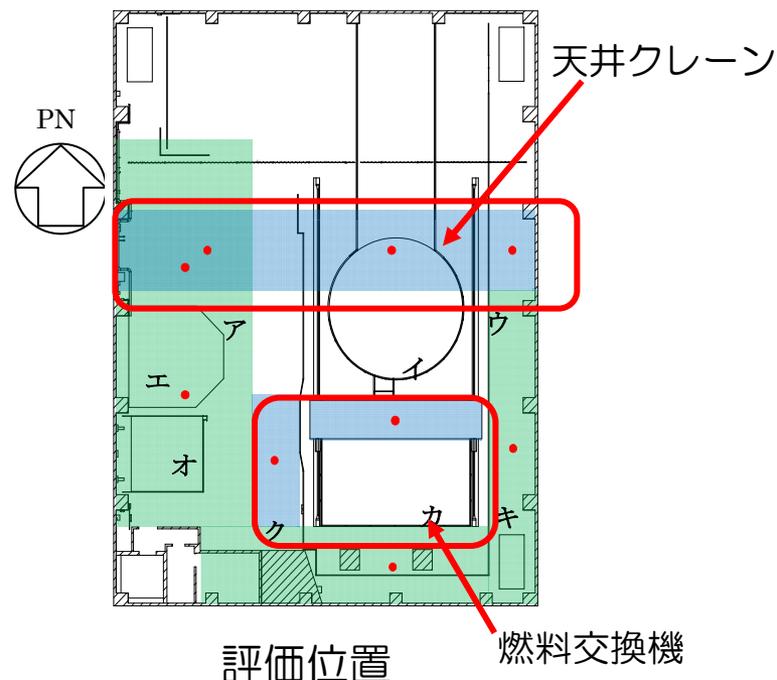
- 天井コアサンプル表面汚染密度測定結果およびガンマカメラによるオペフロ内線量分布率調査結果より、オペフロ各面（床面／壁面／天井面）および機器（クレーン、燃料交換機）の汚染密度を設定
- 設定した汚染密度から線量当量計算コードを用いて評価点の線量率を評価した結果、床上1mにおいては全体的に70mSv/h以上であり、特に評価点（イ）のウェル上で約550mSv/hと高い
- 燃料交換機近傍の評価点（カ）～（ク）での線量率も約80～150mSv/hと高い

## <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

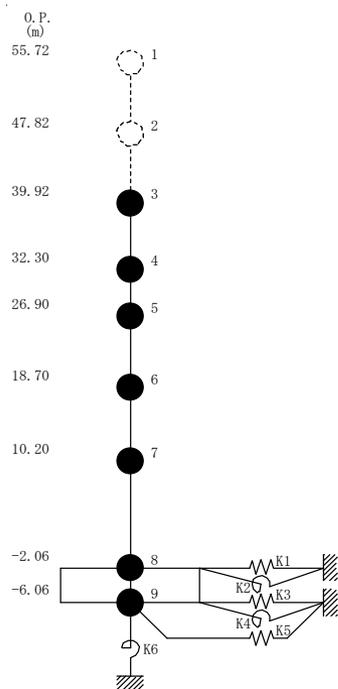
除染前後の線量率評価 (単位：mSv/h)

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

既存建屋 せん断ひずみ度 (NS方向) ( $\mu$ )

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) ( $\mu$ )

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

質点系モデル

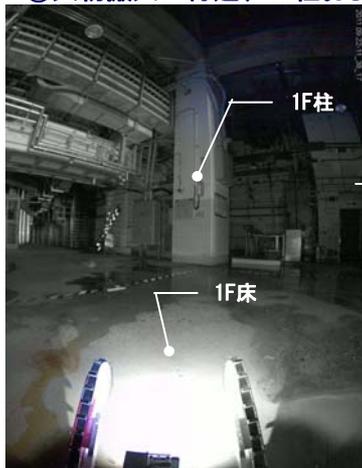
評価基準値：鉄筋コンクリート造耐震壁の終局点のせん断ひずみ度

「出典：原子力発電所耐震設計技術規程 JEAC4601-2008」

# (参考) 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



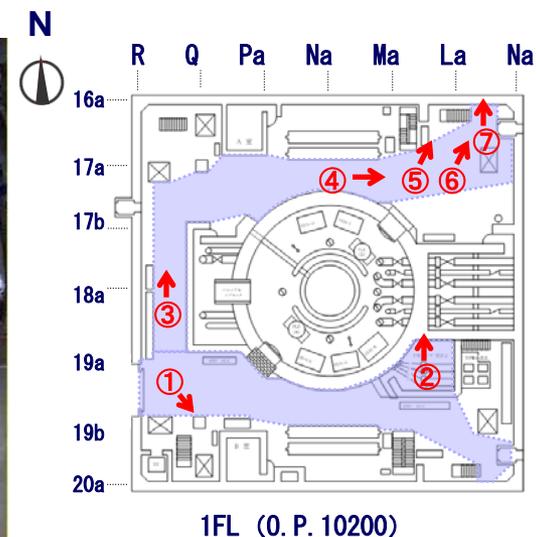
⑤1F床



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