

# 2号機燃料取扱設備及び燃料取り出し用構台 の設置について

2022年3月23日（第32回）

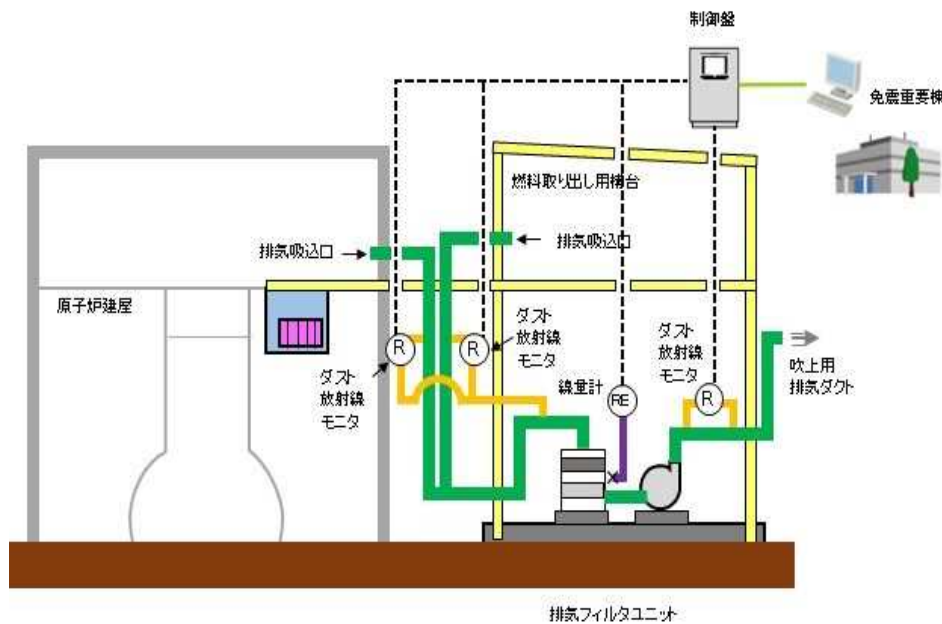
The logo for TEPCO (Tokyo Electric Power Company) is displayed in red, bold, uppercase letters.

---

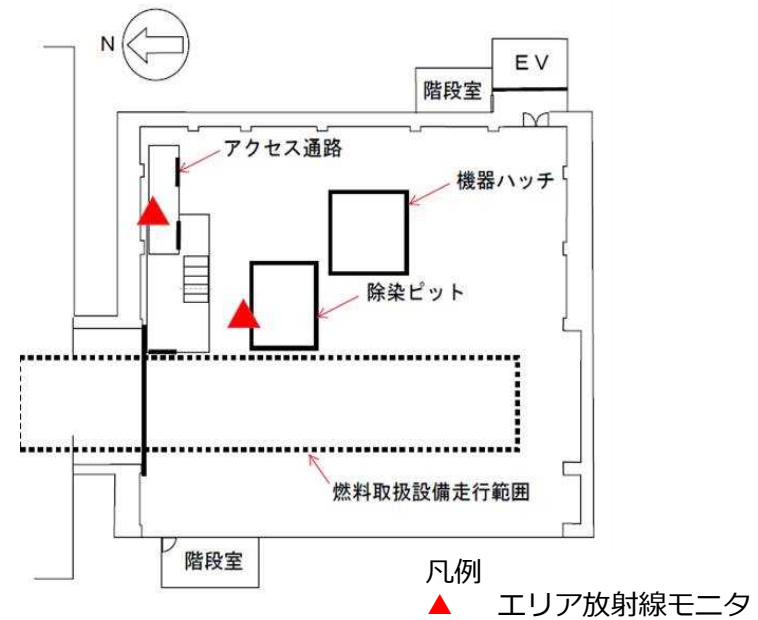
東京電力ホールディングス株式会社

# 概要（放射線管理関係設備）

- 原子炉建屋オペフロ，燃料取り出し用構台前室からの放射性物質の飛散抑制のため**換気設備**，大気に放出される放射性物質の濃度測定のため**ダスト放射線モニタ**を設置する。
- 放射線業務従事者の放射線防護の観点から燃料取り出し用構台内の線量監視のため**エリア放射線モニタ**を設置する。
- 換気設備の操作については，2アクションもしくはスイッチカバー設置により誤操作を防止する。



燃料取扱設備及び燃料取り出し用構台  
換気設備構成



エリア放射線モニタ構成  
赤字：新設設備

# 2号機燃料取扱設備及び燃料取り出し用構台 の設置について

燃料取り出し用構台 補足説明資料

**TEPCO**

---

東京電力ホールディングス株式会社

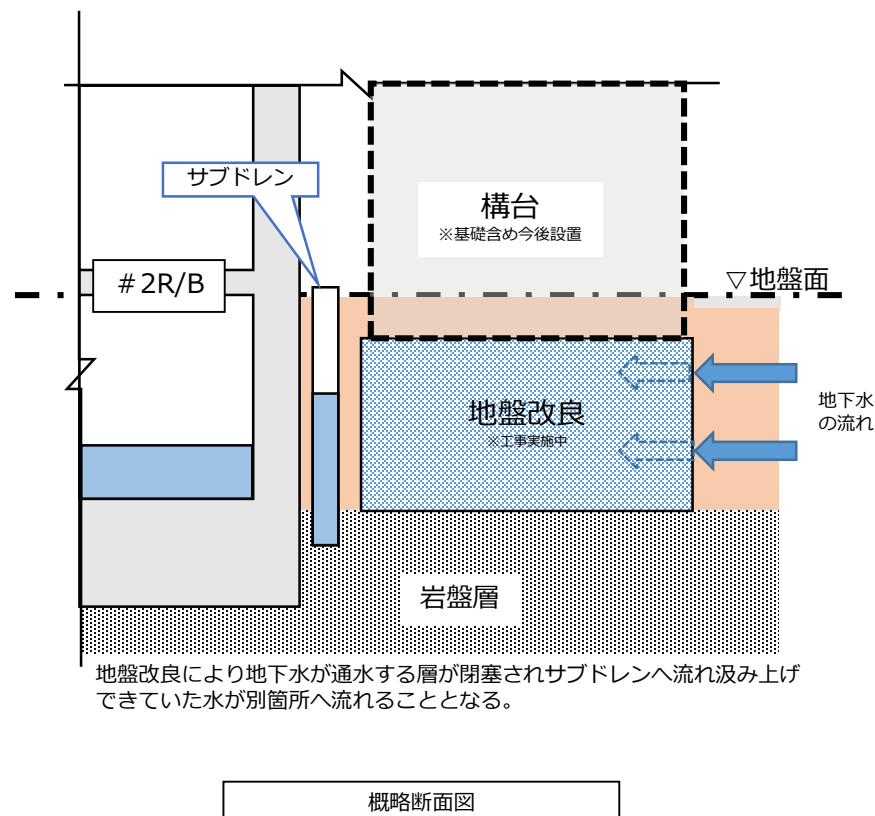
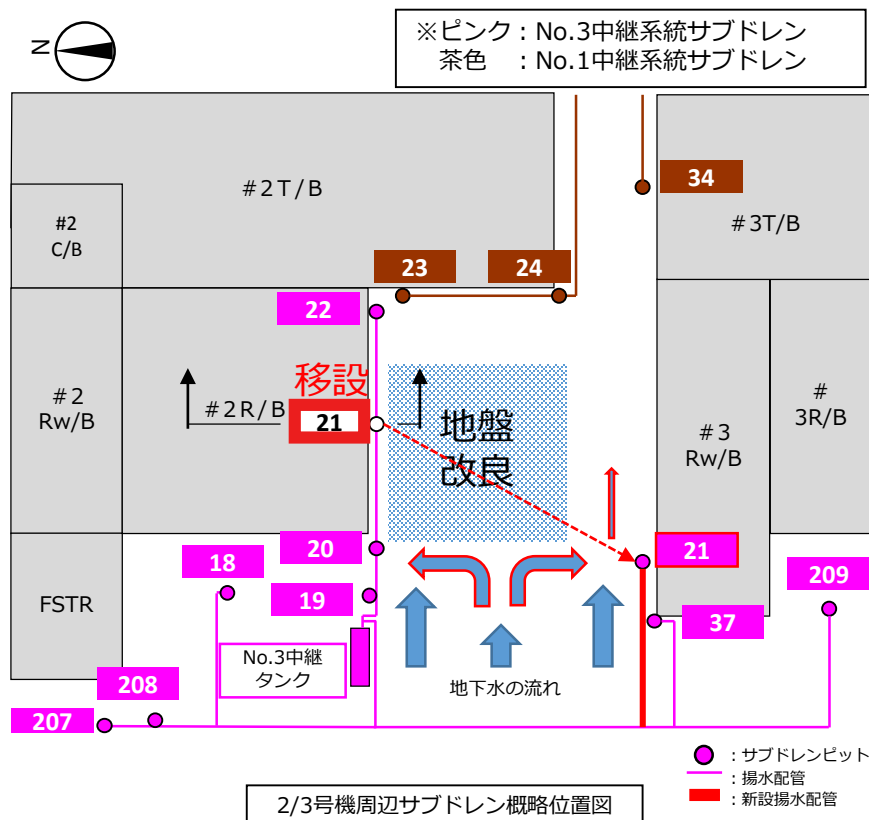




# サブドレンNo.21の移設の概要と目的

## ■ 概要と目的

- 2号機使用済燃料取り出しに伴い2号機R/B南側ヤードへ構台設置を計画し周辺の地盤改良をおこなうこととなった。
- 地盤改良によりこれまで2号南側ヤードに流れ込んでいた地下水の一部が3号側へ流れ、3号機側の汚染水発生量を増加させる可能性があり、汚染水抑制のため地下水の流れ込みが減るサブドレンNo.21ピットを移設し対策をおこなう。なお、2号機側については、地盤改良の山側に設置されているサブドレンNo.19・20ピットにおいて汲上げ対応が可能である。
- 具体的な移設位置については、地下埋設物等の干渉を確認し選定している。



## ■ ポンプ台数

【全46ピット：増減なし】（既設ピットは、移設に伴い廃止し、ポンプ総数の変更無し）

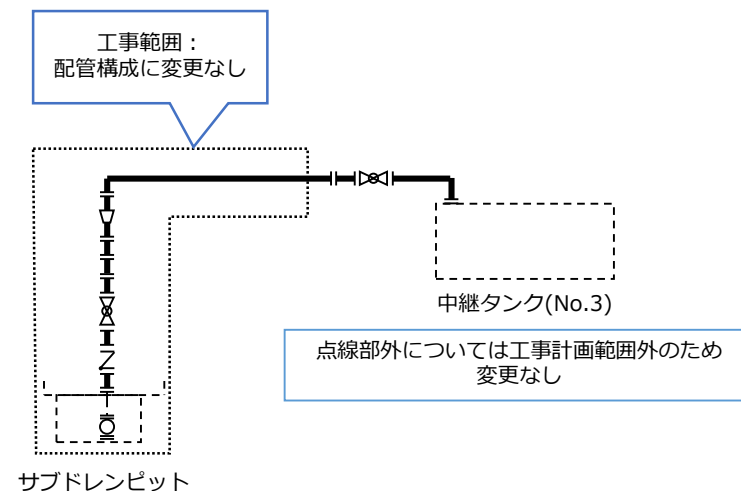
- 既設ピットは、揚水ポンプを取外し、既設ラインから切り離す。水位計は移設する。サブドレンピット移設に伴う廃棄物発生量を抑制する為、設備の流用を検討する。

## ■ 汲上げ容量

【30 L/min】（ポンプ仕様の変更無し）

## ■ 使用する配管についても、既設同仕様で構成。（配管構成についても変更なし）

名称	仕様（今回の工事での変更無し）	
サブドレンピット内 （ポリエチレン管）	呼び径 材質 最高使用圧力 最高使用温度	32A相当 ポリエチレン 0.48MPa 30℃
サブドレンピット出口 から 中継タンク入口まで （ポリエチレン管）	呼び径 材質 最高使用圧力 最高使用温度	40A相当 ポリエチレン 0.98MPa 40℃
（鋼管）	呼び径／厚さ 材質 最高使用圧力 最高使用温度	32A/Sch.40,40A/Sch.40 STPG370, SUS316LTP 0.98 MPa 40℃



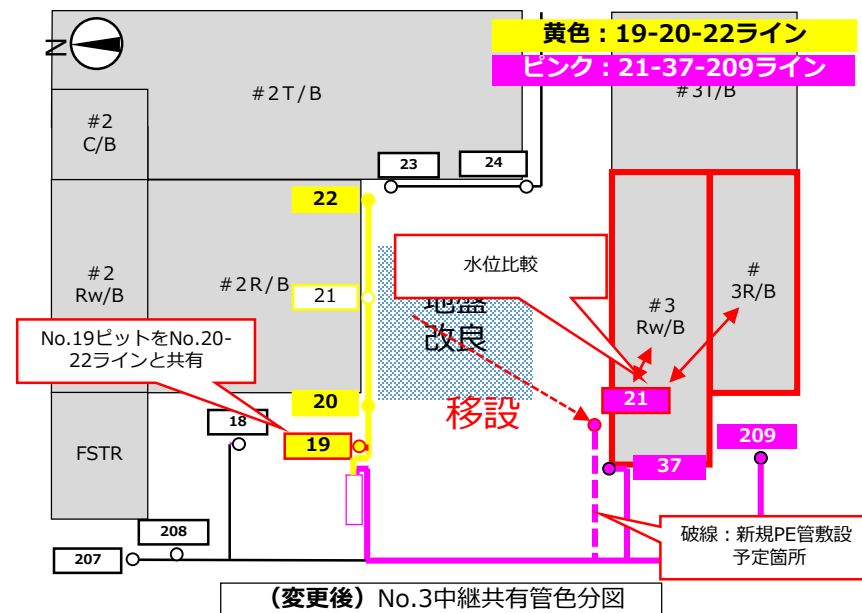
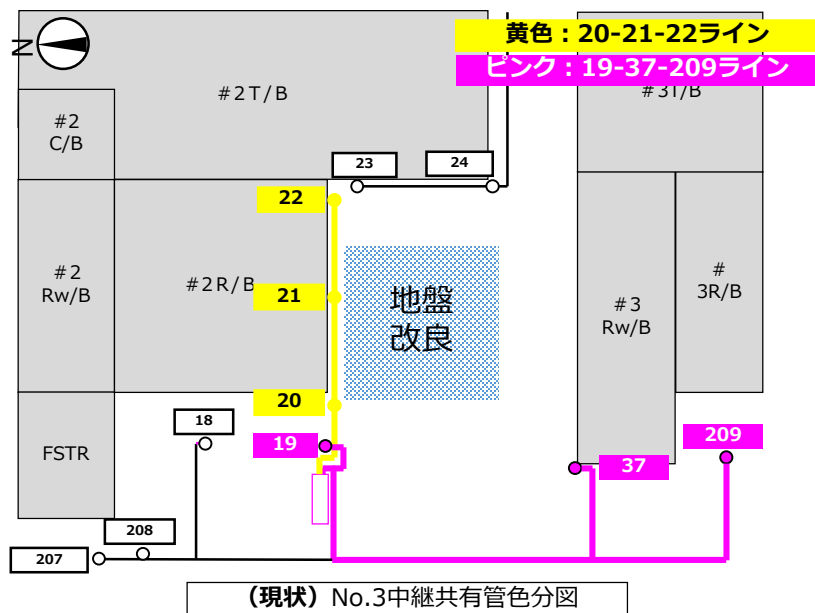
## ■ 汲上げ水移送先

【No.3中継タンク】（中継タンク系統の変更無し）

## ■ ピット（井戸）径 [実施計画記載なし]

- 移設後のピット（井戸）については、増強（大口径ピット）同等のΦ1,000で計画。既設ピットΦ1,200から変更となるが処理対象水の量が大幅に変化しないため、井戸径変更による後段浄化設備等への影響はない。

- サブドレンピット位置の変更
  - 移設計画先にサブドレンピットを移動させ配置・系統図を適正化する。
  
- ピットから中継タンク間の共有管ピットの変更
  - サブドレンNo.21ピットを3号機側へ移設後、PE管長さを短く（合理化）対応する為、共有管のピットを変更。（ピットの単独化・中継タンクヘッダ化は計画しない）
  
- 建屋水位比較
  - 3号機側へサブドレンNo.21ピットを移設するため、建屋水位比較対象について3号機R/B・Rw/Bに変更。



- ✓ サブドレンピット移設に伴い、措置すべき事項及び設計上の考慮についての変更は無い。具体的対応については、下記の記載の通り。

### ■ サブドレンの水位管理

- サブドレンピット内の水位管理は、各ピット内に設置した揚水ポンプの起動・停止によって行い、サブドレンピット内水位が建屋滞留水水位を下回らないよう管理する（具体的な管理方法は、「Ⅲ.3.1.7 1～4号機滞留水とサブドレンの運転管理について」を参照）。なお、サブドレンの水位検出器は、多重化し計器の単一故障に備える。
- 全てのサブドレンピットの水位を免震重要棟の監視・制御装置に表示し、サブドレンの稼働による水位変動が常に確認可能な状態とする。

### ■ 放射性物質の漏えい防止に対する考慮

#### 【漏えい発生防止】

- 処理対象水の移送配管は、耐腐食性を有するポリエチレン管、十分な肉厚を有する鋼管（STPG370）・SUS316LTP材とする。
- 主要配管の炭素鋼材料の内面には、耐腐食性を有するよう、ライニングを施す。

#### 【漏えい拡大防止】

- 屋外に敷設される移送配管について、ポリエチレン管とポリエチレン管の接合部は、漏えい発生防止のために融着構造とすることを基本とし、ポリエチレン管と鋼管との取り合い等でフランジ接続となる箇所については堰を設置し、漏えい拡大防止対策を図る。
- 移送配管は使用開始までに漏えい確認等を実施し、施工不良等による大規模な漏えいの発生を防止する。
- 移送配管からの漏えいを検知するために巡視点検にて漏えいの有無を確認する。

※実施計画 第Ⅱ章2.35 添付資料-11に該当

### ■ その他※2

#### 【凍結】

- 水を移送している過程では、凍結の恐れはない。
- 水の移送を停止した場合、屋内外敷設ポリエチレン管等※1は凍結による破損が懸念される。そのため、屋内外敷設のポリエチレン管等に保温材を取り付け、凍結防止を図る。なお、保温材は高い機密性と断熱性を有する硬質ポリウレタン等を使用し、十分な厚さを確保する。

※1 鋼管・ポンプユニットカバーを含む

#### 【紫外線】

- 屋外敷設箇所のポリエチレン管等には、紫外線による劣化を防止するため、紫外線防止効果のあるカーボンブラックを添加した保温材または被覆材を取り付ける、もしくは、カーボンブラックを添加していない保温材を使用する場合は、カーボンブラックを添加した被覆材または紫外線による劣化のし難い材料である鋼板を取り付ける。

#### 【熱による劣化】

- 熱による劣化が懸念されるポリエチレン管については、処理対象水の温度がほぼ常温のため、熱による材料の劣化の可能性は十分低い。

### ■ 自然災害対策※3

#### 【津波】

- 大津波警報が出た際はサブドレン集水設備を停止することで、汲み上げる水の流出防止に努める。

※2：実施計画 第Ⅱ章2.35 添付資料-11に該当

※3：実施計画 第Ⅱ章2.35.1.6 災害対策に該当

## ■ 構造強度及び耐震性※1

### 【構造強度】

- 規格等については以下を準拠
  - ポリエチレン管：ISO規格，JWWA規格及びJIS規格
  - 鋼管：JIS規格

### 【耐震性】

- ポリエチレン配管は，材料の可撓性による耐震性を確保する。
- 鋼管は，Bクラス相当の定ピッチスパン法で評価されるサポート間隔とする。

## ■ 保全を考慮した設計

- 設備保全の管理については，近傍の保全の実績から詰まる頻度を予想し清掃計画を立案，実施していく。  
（既設と同様の対策）
- 今回設置する機器は，ポンプ・配管等である。代表的な点検に対する考慮は以下の通り。
  - ポンプ  
外観点検，清掃・交換⇒ポンプを取外し可能であり，交換等が実施可能な設計。
  - 配管  
外観点検・フランジ部点検⇒フランジ部のガスケット交換等の点検が可能な設計。

※1：実施計画 第Ⅱ章2.35.1.7 構造強度及び耐震性に該当

- ✓ 今回のサブドレンNo.21ピットの移設は、震災以前からある既設ピットの復旧ではなく、新規に掘削をおこなう事により移設するものである。震災によるフォールアウトの影響を受けている可能性は低く、主要4核種の確認をもって移設判断をおこなう。

## ■ 水質の確認

- 試掘孔による事前水質分析を実施。水質分析結果は以下の通り。また、近傍・既設のサブドレンの水質については下表の通り。

単位：Bq/L

採水箇所	採取日	Cs-134	Cs-137	全β	トリチウム
試掘孔 (No.21計画箇所)	2022.1.12	ND(5.3)	ND (4.8)	ND(5.6)	270
サブドレンNo.21ピット (既設箇所)	2022.3.7	ND(4.8)	ND (4.9)	ND(11)	180
サブドレンNo.37ピット	2022.2.25	ND (5.4)	ND (3.4)	ND (9.9)	ND (120)

「ND」は検出限界値未満を表し、( )内に検出限界値を示す。

## ■ 主要核種による濃度比の確認

核種	Cs-134	Cs-137	Sr-90※1 (全βでの評価)	トリチウム	総和
告示濃度限度	60	90	30	60,000	/
告示濃度限度比	0.088	0.053	0.19	0.0045	

※1：Sr-90は暫定で全βにて算出

※分析結果が検出限界値未満の核種は、検出限界値を用いて算出

- 試掘孔による水質確認の結果、既設箇所と比較しトリチウムが直近での数値を上回るものの過去の変動範囲におさまっている。
- また、主要核種（Sr-90は全βにより算出）の告示濃度限度比は、実施計画第Ⅲ章3.2.1.2添付資料-2 表-1に記載されている主要核種の告示濃度限度比の割合（処理前水）よりも低い値となっている。

- 移設前後の運用（水質の分析について）
  - 移設前に再度水質分析をする（主要4核種）
  - 稼働後は1ヶ月程度は週1回を目安に水質を分析し変化の監視する。
  - なお、中継タンク（週2回）および集水タンクの水質を監視しながら1週間程度短時間運転し、運転時間を徐々に延ばす対応をおこなう。
  - 中継タンク及び集水タンクの水質に変化が見られた場合は都度ピットの水質分析する。
  - 移設サブドレンピットの水質分析結果については、報告をする。
  
- 使用前検査に対する対応について
  - 今回のサブドレンNo.21ピットの移設は、仕様の変更を伴わない記載の適正化の範囲で実施するものであるが、【参考】サブドレンNo.21ピットの移設における実施計画変更箇所（スライド11ページ）の記載変更箇所について適正であるか確認する為、移設部分（配管等）について使用前検査の予定する。



### 【集水タンク】

トリチウムは浄化設備で浄化が出来ないことから、一時貯水タンクの水質が確実に運用目標未満となるよう、浄化設備に移送する前工程である集水タンクにおいてもトリチウム濃度を分析し、運用目標未満※2であることを確認する。

集水タンクから浄化設備に移送する前に、集水タンク毎に実施する。セシウム134、セシウム137 については、浄化設備での浄化機能の把握、及び、サブドレンの水質が急激に悪化する可能性を鑑み、その傾向把握のため、集水タンクから浄化設備に移送する前に、集水タンク毎に分析を行う。全ベータについては、浄化設備での浄化機能の把握、及び、傾向把握のため、集水タンクで週1 回程度の分析を行う。

なお、1～4 号機建屋及び5・6 号機建屋近傍の水を汲み上げるサブドレン他浄化設備の処理済水については、水質に著しい変動がないことなどを確認するため、念のため定期的に詳細分析による41 核種を確認する。

### 【中継タンク】

集水タンクの水質が確実に運用目標未満となるよう、その前工程となる中継タンクにおいて、くみ上げた地下水のトリチウム濃度の変化を把握するため、週1 回程度の分析を行う。分析の結果、及び、中継タンク毎の移送量を踏まえて、集水タンクにおけるトリチウム濃度の評価を行い、集水タンクの水質が運用目標未満であることを確認する。セシウム134、セシウム137 及び全ベータについては、集水タンクでの傾向把握のため、その前工程となる中継タンクにおいて、週1 回程度確認する。

### 【各ピット】

各サブドレン・地下水ドレンのピットは、その数が多く、建屋近傍に位置することから、作業員の被ばく管理上、個別のピット毎の管理は実施しない。ただし、確実に運用目標を満たすための傾向監視を目的として、主要なピットの水質分析を1 回/月を目安に行うものとする。なお、汲み上げ・浄化した地下水について運用目標以上となることのないように、汲み上げるピットの選定や汲み上げ量の調整を行う。

※1 出典:第37回特定原子力施設監視・評価検討会資料2：サブドレン他水処理施設の本格運転及び海側遮水壁閉止の状況についてP.30より

※2 運用目標値セシウム134:セシウム137:全ベータ:トリチウム=1:1:3:1,500(Bq/L)

# 【参考】サブドレンNo.21ピットの移設における実施計画変更箇所

実施計画Ⅱ記載箇所		変更内容	
		記載箇所	変更の有無と内容
添付	2.6 添付資料1-2	サブドレンピット概略配置図	変更有 移設位置に合わせ記載を適正化
本文	2.35.2 基本仕様	揚水ポンプ台数	変更無し
		主配管仕様	変更無し
添付	2.6.添付資料-1 系統概略図	ピット概略配置図	変更有 移設位置に合わせ記載を適正化
	2.35.添付資料-1 全体概要図及び系統構成図	サブドレン集水設備系統図	変更有 移設位置に合わせ記載を適正化
	2.35.添付資料-4 サブドレン集水設備の強度に関する説明書	配管構成一覧	変更有 共有管の適正化
		強度評価結果	変更なし
2.35.添付資料-12 サブドレン他水処理設備に係る確認事項	確認対象ピット	変更なし	

実施計画Ⅲ記載箇所		変更内容	
		確認項目	補正申請
	3.1.7.1 滞留水とサブドレンの水位管理について	建屋内外の水位比較範囲	変更有 移設位置に合わせ記載を適正化
	3.2.1 添付資料-2 サブドレン他水処理施設の排水に係る 評価対象核種について	処理前水, 処理済水の告示濃度限度比	変更なし

【参考】

## 2号機燃料取扱設備及び燃料取り出し用構台 の設置について

TEPCO

東京電力ホールディングス株式会社

本資料には燃料取扱設備に対する説明も記載しているが、燃料取扱設備については本申請から、別途分割する形で実施計画変更認可申請を行ったうえ、現在審査中である。今後審査進捗に応じて、燃料取扱設備の実施計画変更認可申請の中で記載が変更される可能性が有る。

- 2号機燃料取扱設備及び燃料取り出し用構台の設置に伴い、実施計画の下記の範囲について変更を申請する。

- 実施計画の申請範囲

<変更箇所>

Ⅱ 特定原子力施設の設計，設備

2 特定原子力施設の構造及び設備，工事の計画

2.11 使用済燃料プールからの燃料取り出し設備

2.15 放射線管理関係設備等

Ⅲ 特定原子力施設の保安

第1編（1号炉，2号炉，3号炉及び4号炉に係る保安措置）

42条 気体廃棄物の管理

60条 外部放射線に係る線量当量率等の測定

61条 放射線計測器類の管理

第3編（保安に係る補足説明）

2.1.3 放射性廃棄物等の管理

3.1.2 放射線管理

## 2号機燃料取り出し関連 実施計画変更認可申請一覧



本申請は燃料取扱設備及び燃料取り出し用構台の設置に関する範囲とし、燃料及び輸送容器の取扱いに関する申請は別申請とする。

項目	本申請	別申請
II 2.11 使用済燃料プールからの燃料取り出し設備	○	○
添付資料-1-1 燃料の落下防止, 臨界防止に関する説明書	○	-
添付資料-1-2 放射線モニタリングに関する説明書	○	-
添付資料-1-3 燃料の健全性確認及び取扱いに関する説明書	○(補正)	○
添付資料-2-1 構内用輸送容器に係る安全機能及び構造強度に関する説明書	-	○
添付資料-2-2 破損燃料用輸送容器に係る安全機能及び構造強度に関する説明書	-	○
添付資料-2-3 構内輸送時の措置に関する説明書	-	○
添付資料-3-1 放射性物質の飛散・拡散を防止するための機能に関する説明書	○	-
添付資料-3-3 移送操作中の燃料集合体の落下	○(補正)	-
添付資料-4-1 燃料取扱設備の構造強度及び耐震性に関する説明書	○	-
添付資料-4-2 燃料取り出し用カバーの構造強度及び耐震性に関する説明書	○	-
添付資料-4-3 燃料取り出し用カバー換気設備の構造強度及び耐震性に関する説明書	○	-
添付資料-5 使用済燃料プールからの燃料取り出し工程表	○	-
II 2.15 放射線管理関係設備等	○	-
添付資料-1 ダスト放射線モニタシステム概略図	○	-
III 第1編 第34条 新燃料の運搬	-	○
III 第1編 第36条 使用済燃料の貯蔵	-	○
III 第1編 第37条 使用済燃料の運搬	-	○
III 第1編 第42条 気体廃棄物の管理	○	-
III 第1編 第60条 外部放射線に係る線量当量率等の測定	○	-
III 第1編 第61条 放射線計測器類の管理	○	-
III 第3編 2.1.3 放射性気体廃棄物等の管理	○	-
III 第3編 3.1.2 放射線管理	○	-

# 2号機燃料取り出し用構台／燃料取扱設備設置 工程表



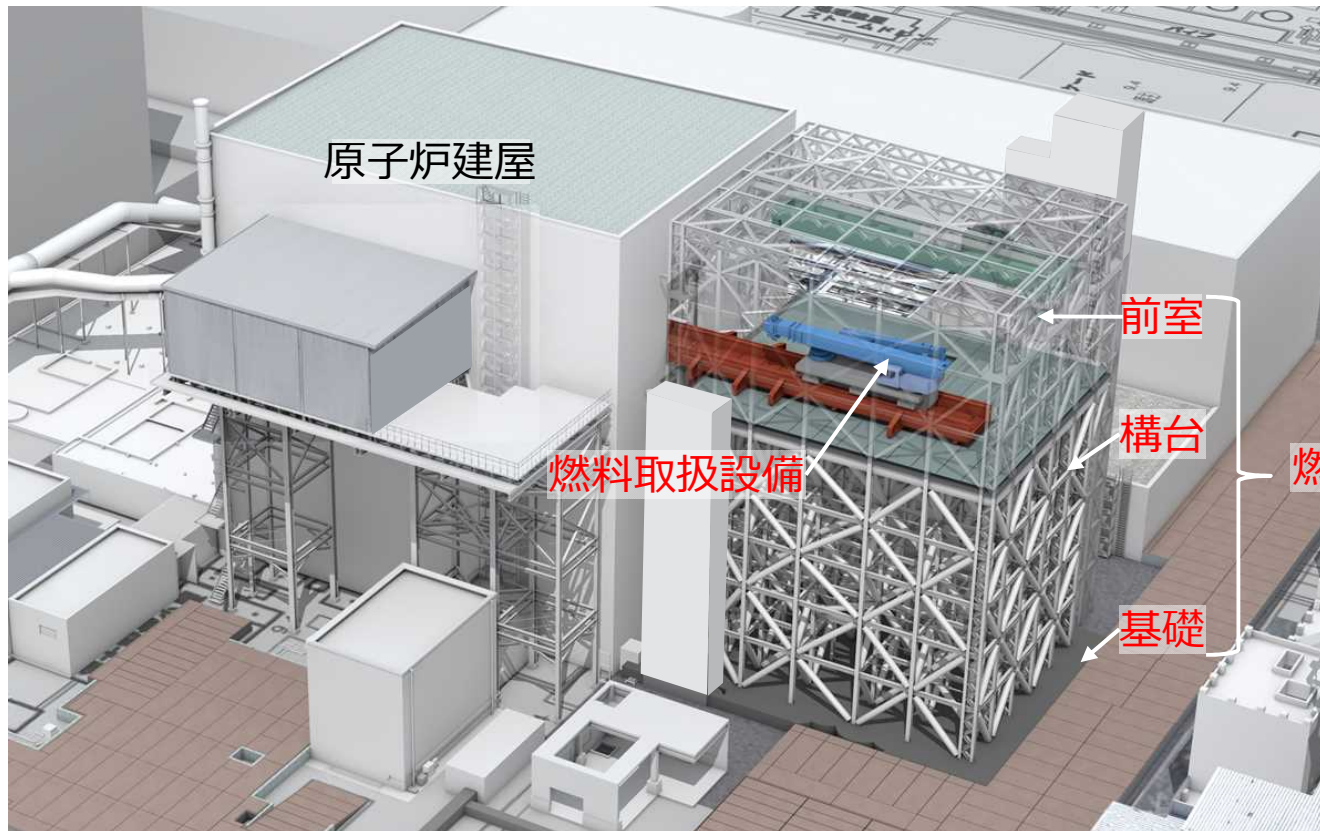
令和3年度				令和4年度				令和5年度		令和6年度～令和8年度
第一 四半期	第二 四半期	第三 四半期	第四 四半期	第一 四半期	第二 四半期	第三 四半期	第四 四半期	上期	下期	
<p>原子炉建屋オペレーティングフロア除染及び遮蔽体設置工事</p>										
<p>燃料取り出し用構台設置工事</p> <p>構台（基礎）</p> <p>構台（鉄骨・ダンパー）</p>										
<p>燃料取扱設備設置工事</p>										
<p>換気設備 ダスト放射線モニタ</p> <p>燃料取扱設備 エリア放射線モニタ</p>										
<p>燃料取り出し開始</p>										

凡例：  
 工事工程  
 使用前検査



## 概要（燃料取り出し用構台）

- 原子炉建屋上部を全面解体せず，建屋南側に燃料取り出し用構台を設置した上で，南側外壁の小開口から燃料と輸送容器を取り扱う。
- ブーム型クレーン式の燃料取扱設備を採用することで，南側外壁の開口部は小さくなり，原子炉建屋の構造部材のうち柱と梁の解体を回避できる。
- 燃料取扱設備は，燃料取り出し用構台での組立・保守作業が可能となることから，作業員被ばくを低減できる。

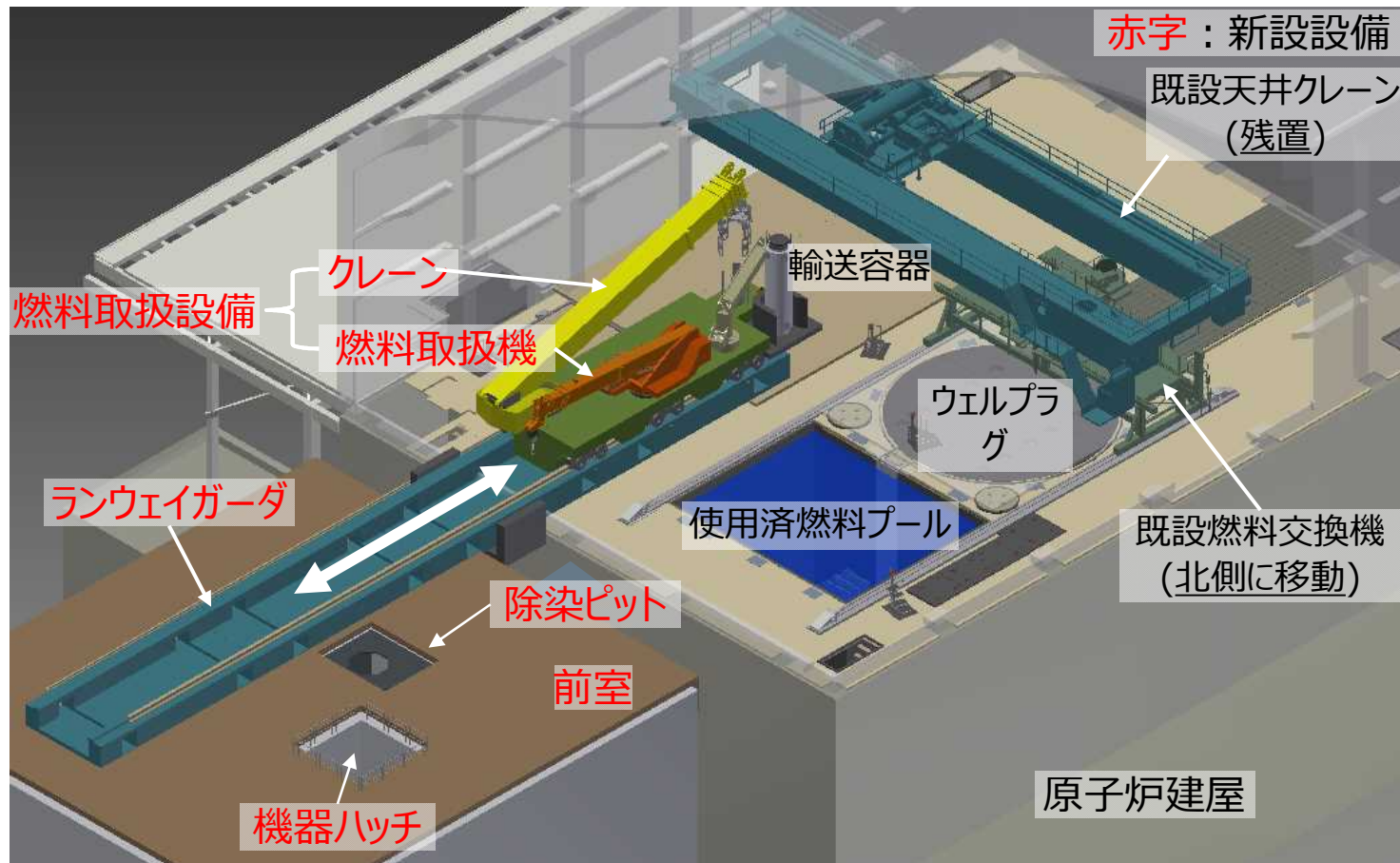


赤字：新設設備

燃料取り出し用構台概念図（鳥瞰図）

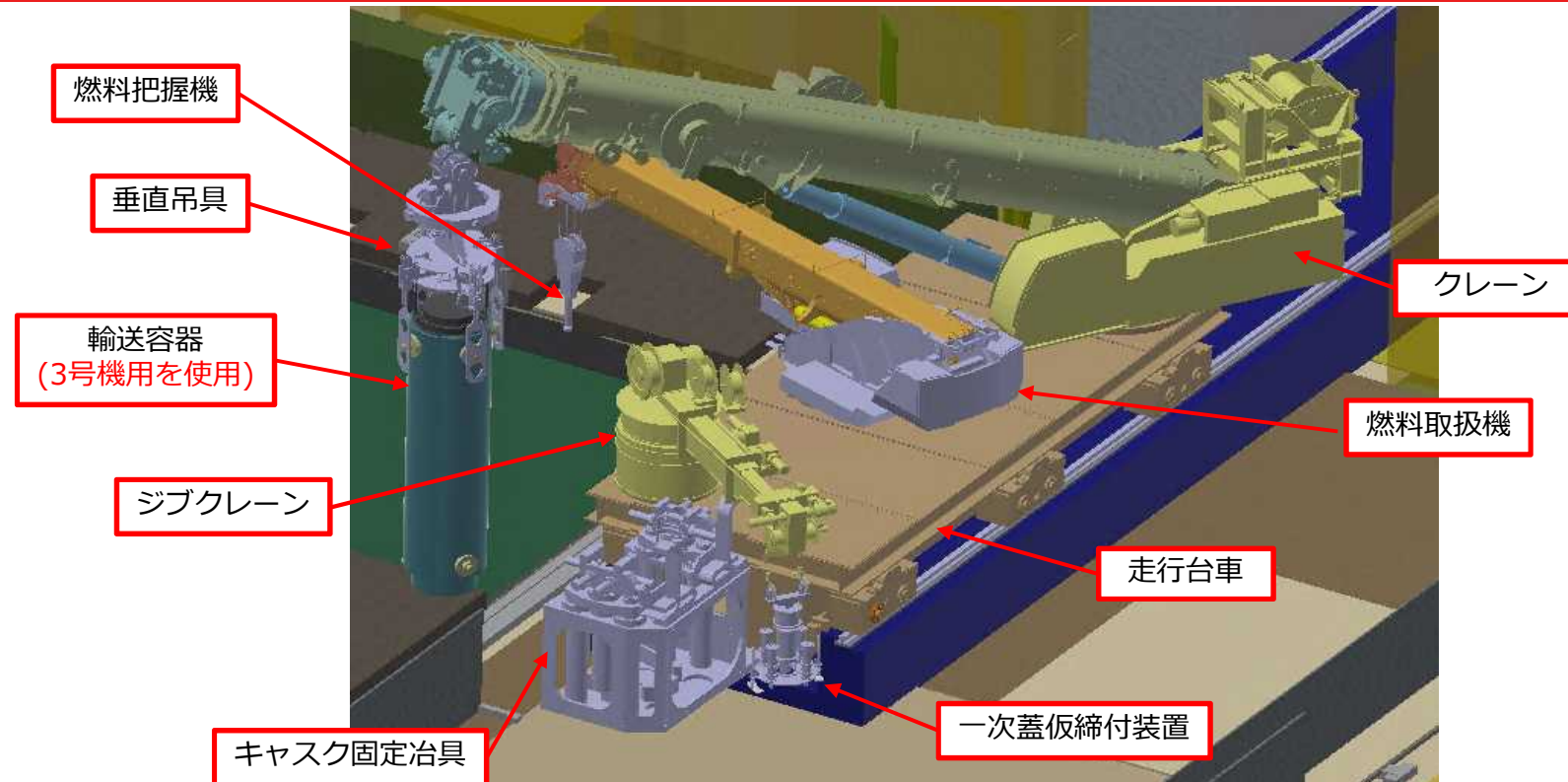
# 概要（燃料取扱設備）

- 原子炉建屋内での燃料／輸送容器の取り扱いは燃料取扱設備を用いた遠隔操作とする。
- 燃料取扱設備は、ランウェイガーダ上を走行することで原子炉建屋オペフロと燃料取り出し用構台前室間を移動する。
- 輸送容器の吊り降ろしは燃料取り出し用構台に新設する機器ハッチを利用する。
- なお、原子炉建屋内は確実性の高い遮蔽を適切に配置することで線量低減を図る。



燃料取扱設備概念図（鳥瞰図）



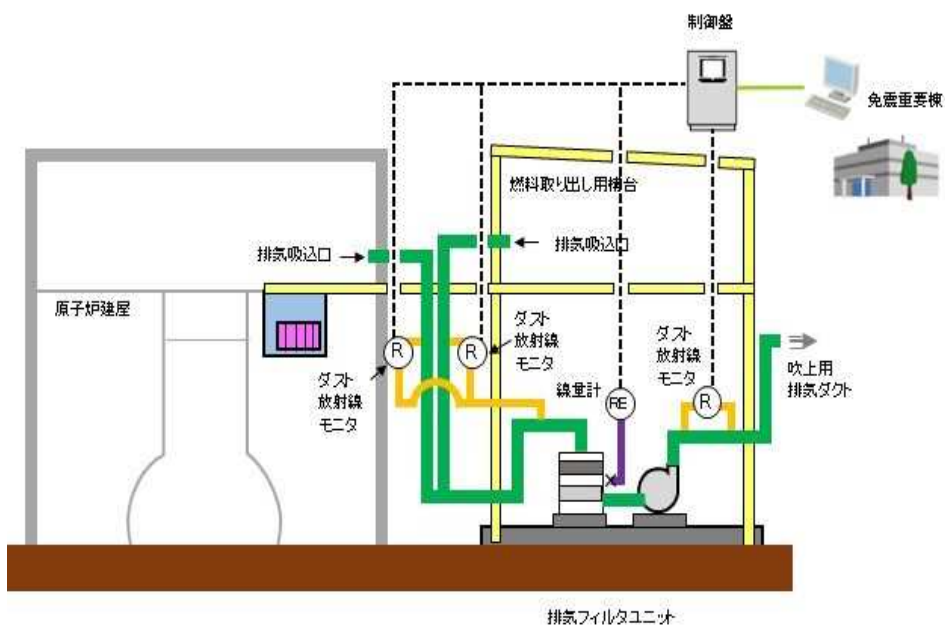


## 構成機器の目的、機能

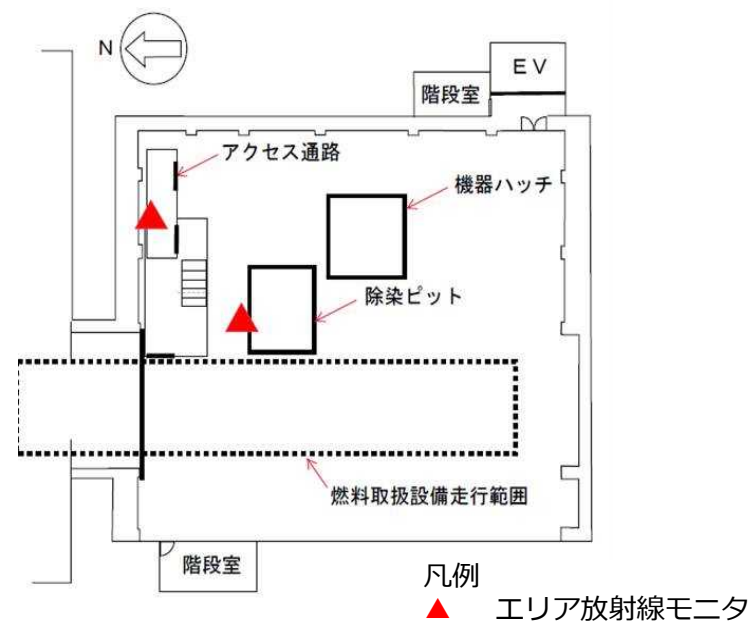
- **燃料取扱機**：燃料を把持する燃料把握機を介して燃料を輸送容器へ収納する。
- **クレーン**：輸送容器を把持する垂直吊具を介し、原子炉建屋内及び燃料取り出し用構台内で輸送容器を移動する。
- **走行台車**：燃料取扱機、クレーン及びジブクレーンを搭載し、原子炉建屋及び燃料取り出し用構台間を移動する。また、キャスク固定治具を介し原子炉建屋への輸送容器の搬出入を行う。
- **ジブクレーン**：一次蓋仮締付装置を介し、輸送容器の一次蓋の取外し・取付けを行う。
- **キャスク固定治具**：走行台車走行時に輸送容器を積載、固定する。  
(原子炉建屋南側小開口をクレーンで輸送容器を懸架した姿勢では通過できないため)

# 概要（放射線管理関係設備）

- 原子炉建屋オペフロ，燃料取り出し用構台前室からの放射性物質の飛散抑制のため換気設備，大気に放出される放射性物質の濃度測定のためダスト放射線モニタを設置する。
- 放射線業務従事者の放射線防護の観点から燃料取り出し用構台内の線量監視のためエリア放射線モニタを設置する。
- 換気設備の操作については，2アクションもしくはスイッチカバー設置により誤操作を防止する。

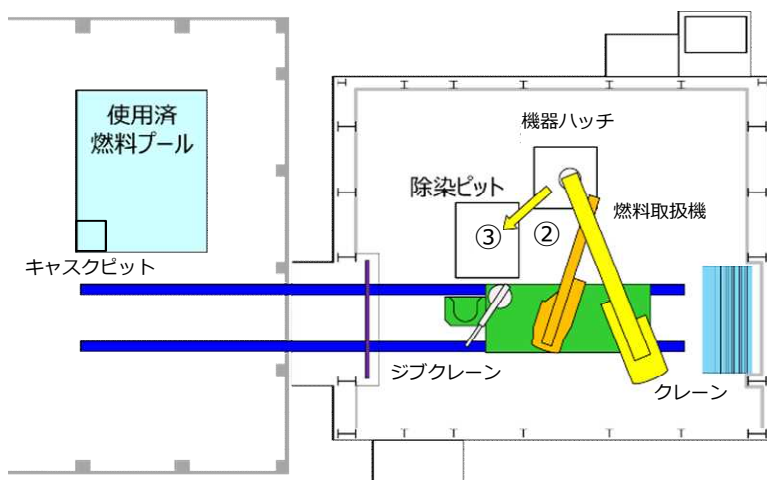


燃料取扱設備及び燃料取り出し用構台  
換気設備構成



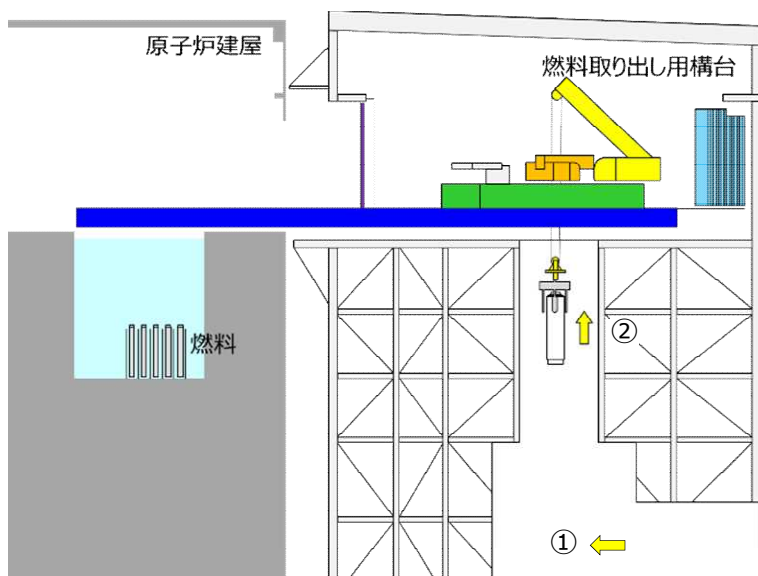
エリア放射線モニタ構成  
赤字：新設設備

# 燃料取り出し手順 (1/12)



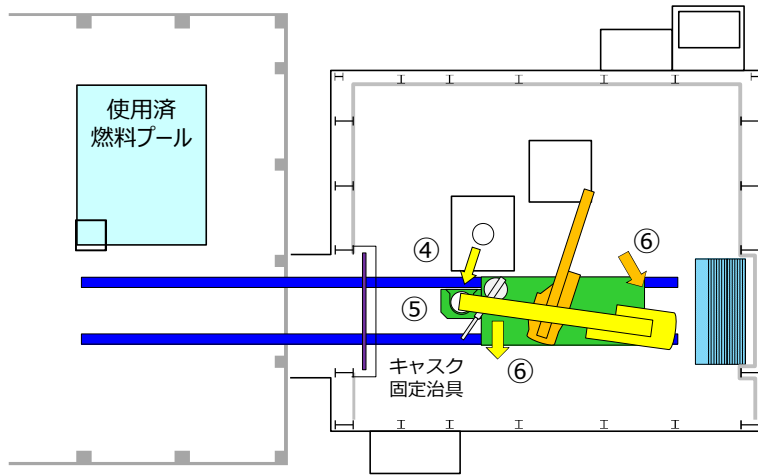
- ① 燃料取り出し用構台へ輸送容器を搬入
- ② 垂直吊具を介してクレーンにて輸送容器を前室内まで引き上げ、除染ピットに設置する。

- クレーン  
作業半径12600mm/起伏角度29°
- 燃料取扱機  
ブーム長さ10750mm/起伏角度0° (無負荷)

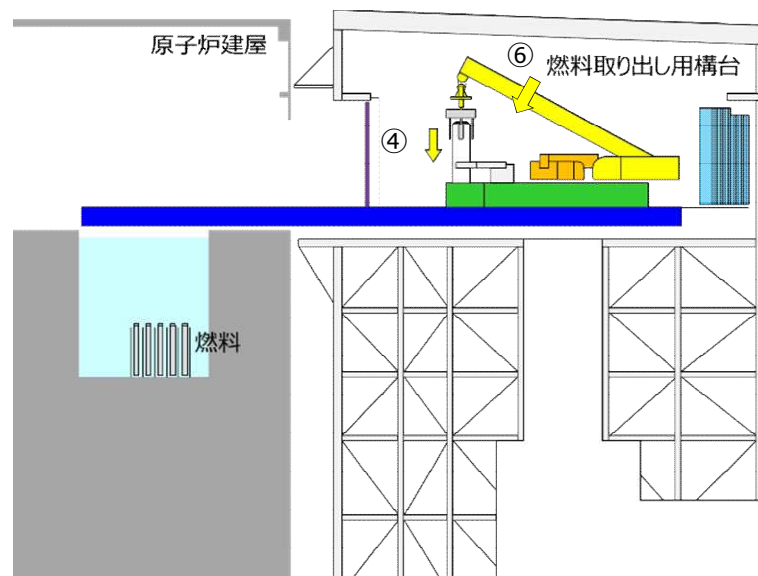


- ③ 除染ピットにて垂直吊具と輸送容器の接続を解除し、輸送容器の二次蓋を取り外す。

# 燃料取り出し手順 (2/12)

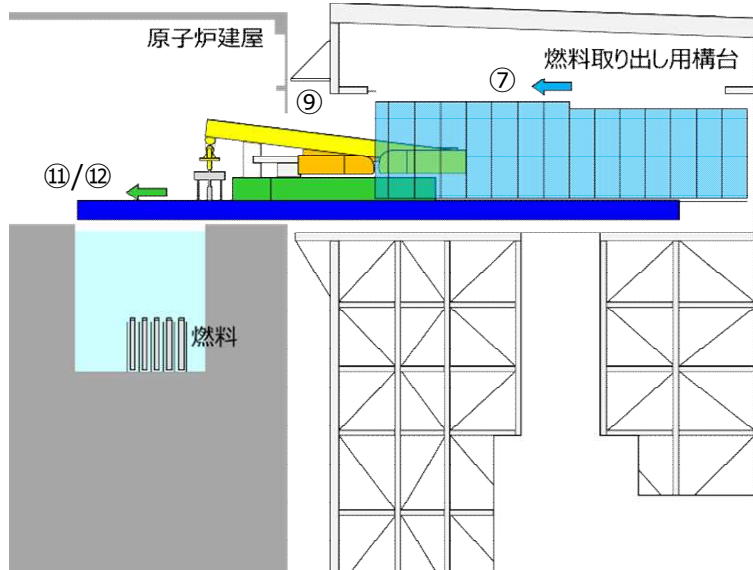
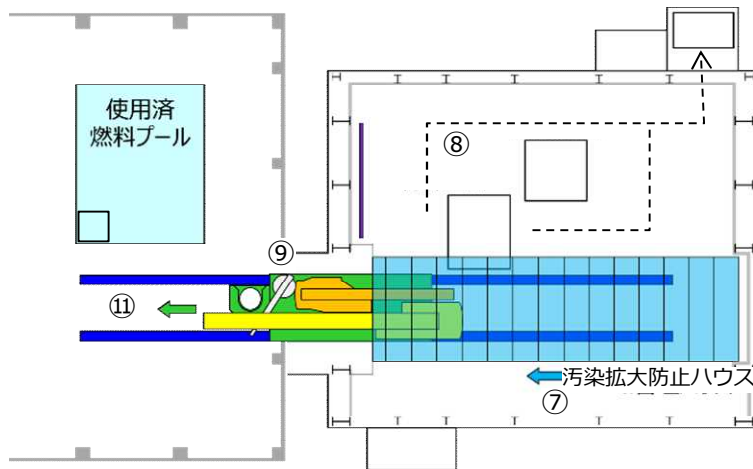


- ④ 垂直吊具を介してクレーンにて輸送容器を除染ピットからキャスク固定治具に移動する。
- ⑤ 輸送容器をキャスク固定治具にて固定する。  
「キャスク固定治具の概要」参照
- ⑥ 垂直吊具と輸送容器の接続を解除し、クレーンと燃料取扱機を収納姿勢にする。



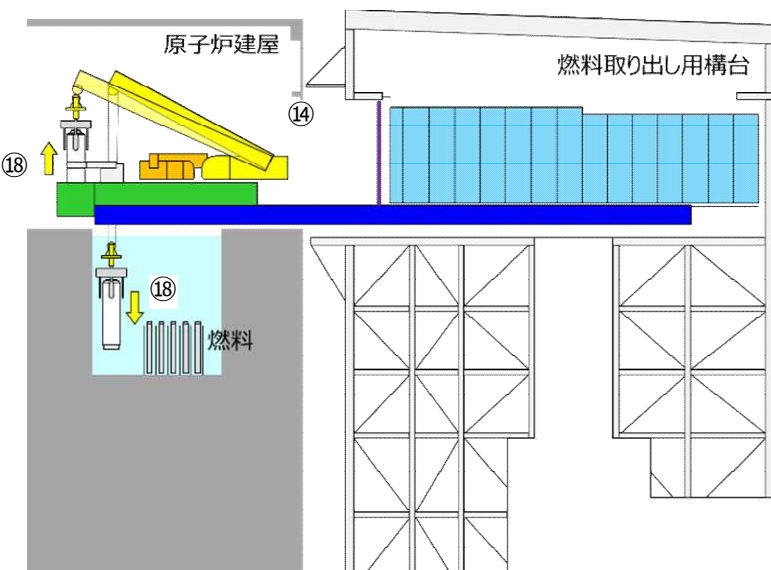
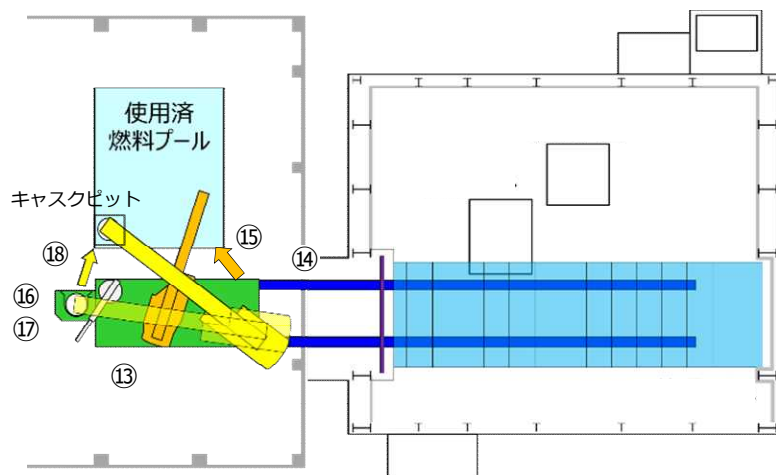
- クレーン  
作業半径15700m/起伏角度7.3° (無負荷)
- 燃料取扱機  
ブーム長さ10750mm/起伏角度0° (無負荷)

# 燃料取り出し手順 (3/12)



- ⑦ 汚染拡大防止ハウスを展開する。
- ⑧ 前室から作業員を退避させる。  
(以降, 遠隔操作)
- ⑨ 原子炉建屋南側シャッターを開放する。
- ⑩ アウトリガーピンを格納し, ランウェイガー  
ータとの固定を解除する。  
(「アウトリガーピンの概要」参照)
- ⑪ 燃料取扱設備を原子炉建屋内に移動する。
- ⑫ 所定の位置で燃料取扱設備の移動を停止す  
る。

# 燃料取り出し手順 (4/12)



⑬ アウトリガーピンを展開し，燃料取扱設備をランウェイガードに固定する。

⑭ 原子炉建屋南側シャッターを閉止する。

⑮ 燃料取扱機を退避姿勢とする。

⑯ 垂直吊具を介してクレーンにて輸送容器を把持する。

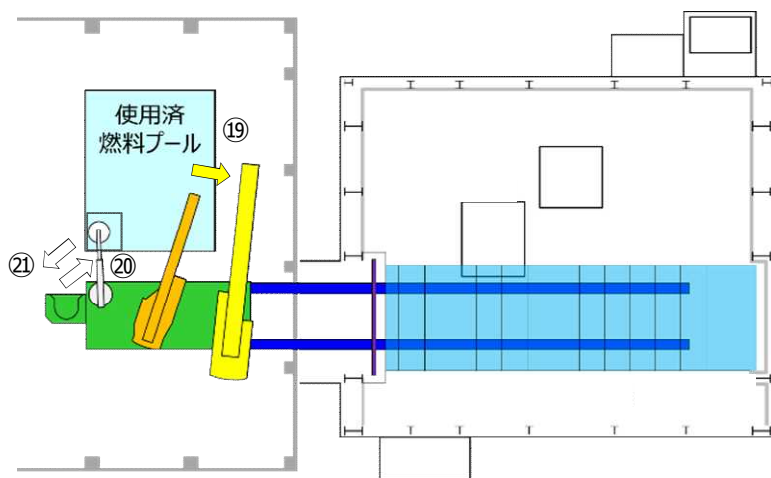
- クレーン  
作業半径12600m／起伏角度24°
- 燃料取扱機  
ブーム長さ9800mm／起伏角度0°（無負荷）

⑰ 輸送容器のキャスク固定治具による固定を解除する。

⑱ 垂直吊具を介してクレーンにて輸送容器をキャスク固定治具からキャスクピットに移動する。



# 燃料取り出し手順 (5/12)

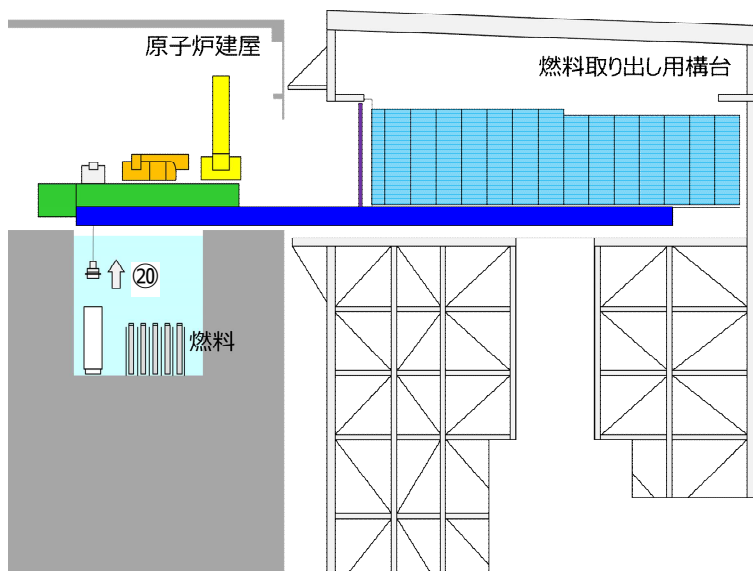


①⑨ クレーンを退避姿勢にする。

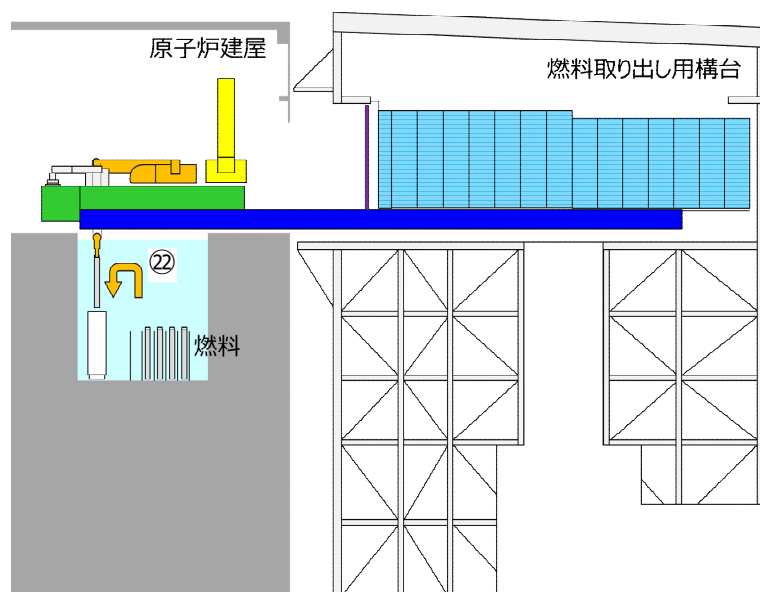
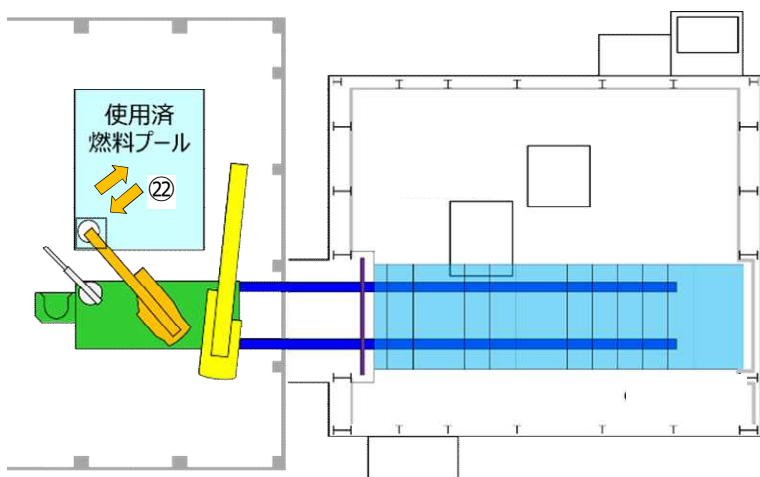
- クレーン  
作業半径12600mm／起伏角度24°(無負荷)
- 燃料取扱機  
ブーム長さ9800mm／起伏角度0°(無負荷)

②⑩ ジブクレーンをキャスクピット上に移動し、  
輸送容器一次蓋を取り外す。

②⑪ ジブクレーンを退避姿勢にする。



# 燃料取り出し手順 (6/12)

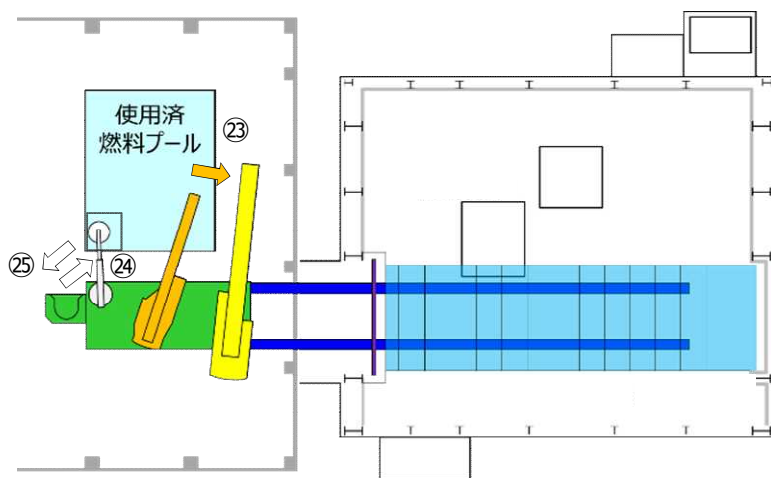


② 燃料把握機を介し燃料取扱機にて燃料7体を1体ずつ使用済燃料貯蔵ラックから輸送容器に移動する。

- クレーン  
作業半径12600m/起伏角度24°(無負荷)
- 燃料取扱機  
ブーム長さ9800~19100mm  
(ブーム長さ変更時は起伏角0°)  
起伏角度0°~40°  
(起伏角変更時はブーム長さ9800mm)



# 燃料取り出し手順 (7/12)

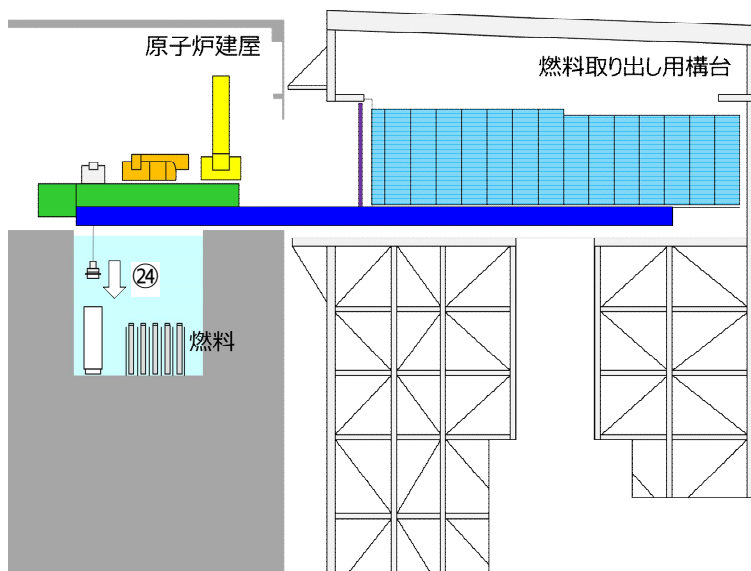


②③ 燃料取扱機を退避姿勢にする。

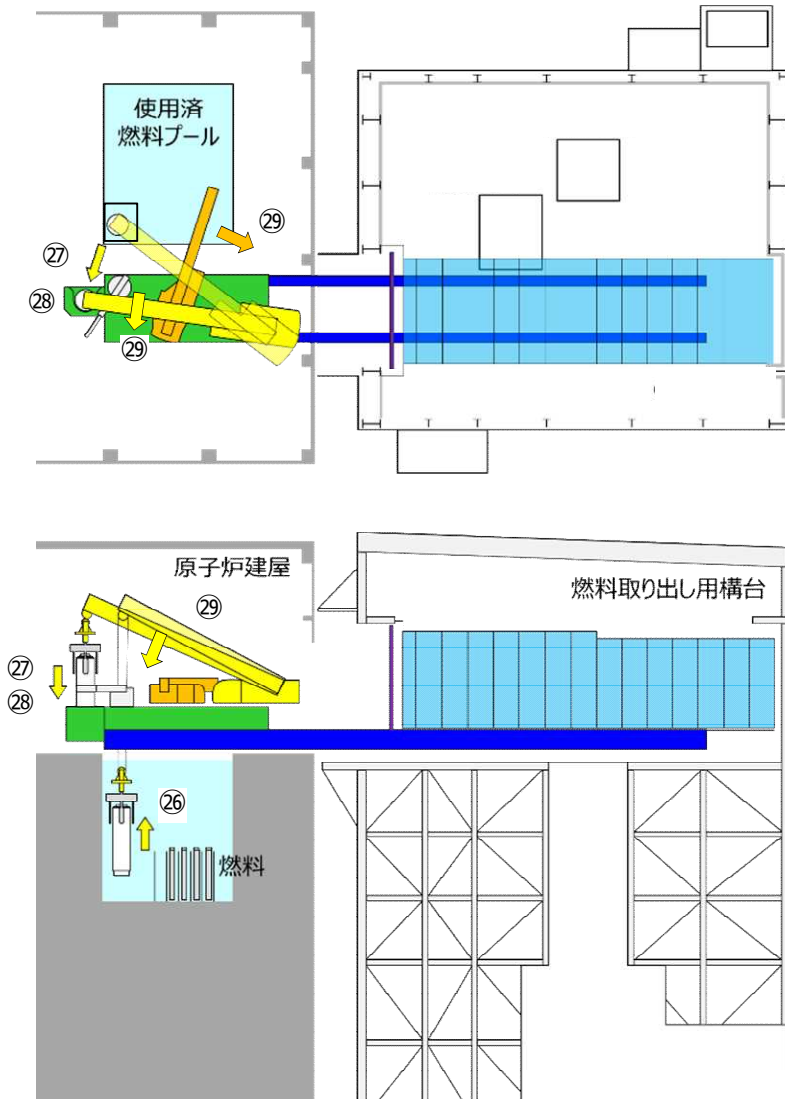
- クレーン  
作業半径12600mm/起伏角度24°(無負荷)
- 燃料取扱機  
ブーム長さ9800mm/起伏角度0°(無負荷)

②④ ジブクレーンをキャスクピット上に移動し、輸送容器一次蓋を取りつける。

②⑤ ジブクレーンを退避姿勢にする。



# 燃料取り出し手順 (8/12)



②⑥ 垂直吊具を介してクレーンにて輸送容器をキャスクピットから吊り上げる。クレーンの上昇動作に合わせてキャスク表面のプール水を洗浄する。

②⑦ 垂直吊具を介してクレーンにて輸送容器をキャスクピット上からキャスク固定治具に移動する。

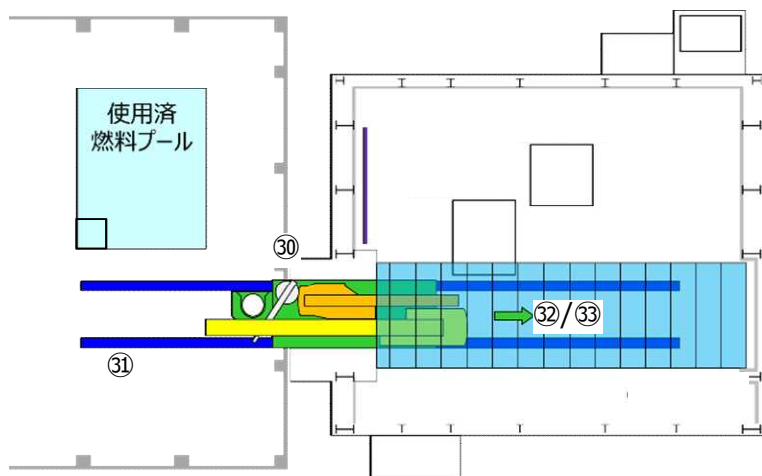
- クレーン  
作業半径12600m／起伏角度24°
- 燃料取扱機  
ブーム長さ9800mm／起伏角度0°（無負荷）

②⑧ 輸送容器をキャスク固定治具にて固定する。

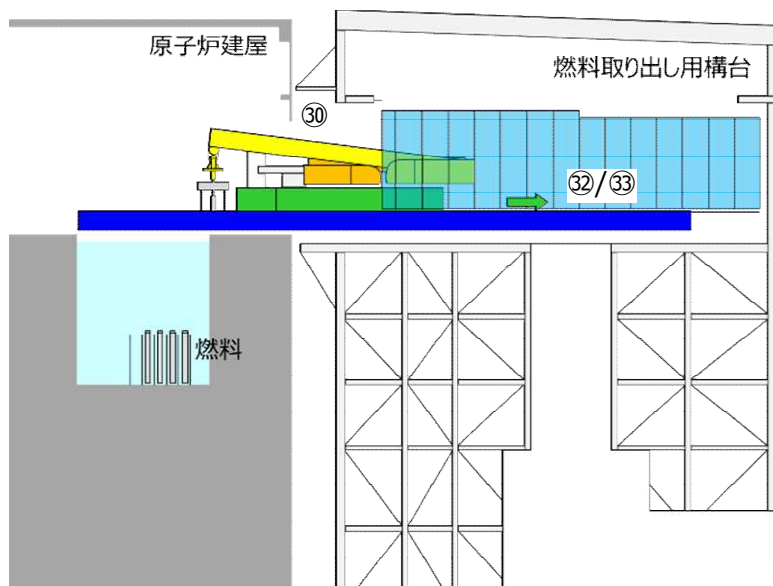
②⑨ 垂直吊具と輸送容器の接続を解除し、クレーンと燃料取扱機を収納姿勢にする。

- クレーン  
作業半径15700m／起伏角度7.3°（無負荷）
- 燃料取扱機  
ブーム長さ10750mm／起伏角度0°（無負荷）

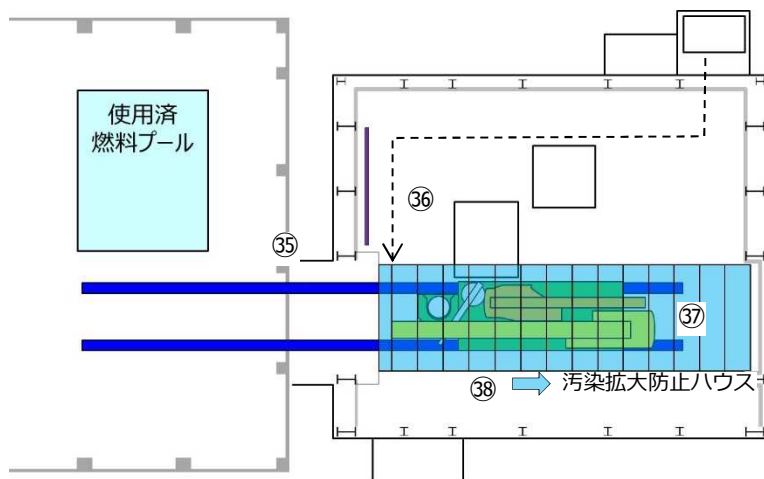
# 燃料取り出し手順 (9/12)



- ③① 原子炉建屋南側シャッターを開放する。
- ③② アウトリガーピンを格納する。
- ③③ 燃料取扱設備を燃料取り出し用構台前室内に移動する。
- ③④ 所定の位置で燃料取扱設備の移動を停止する。



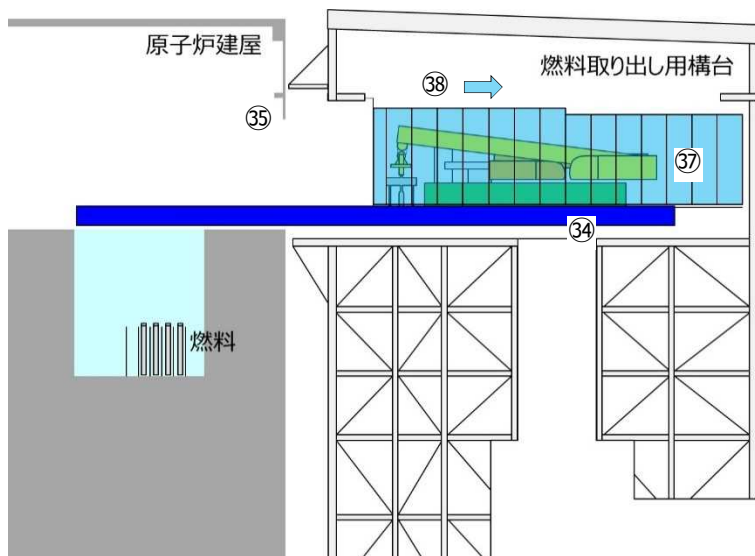
# 燃料取り出し手順 (10/12)



③④ アウトリガーピンを展開し，燃料取扱設備をランウェイガードに固定する。

③⑤ 原子炉建屋南側シャッターを閉止する。

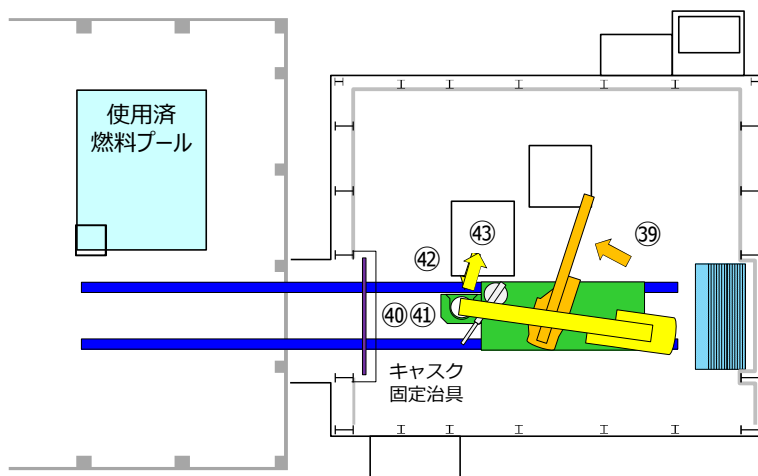
③⑥ エリア放射線モニタに変動のないことを確認し，作業員を前室に入れる。  
(以降，有人作業)



③⑦ 汚染拡大防止ハウス内で輸送容器及び燃料取扱設備表面の汚染の有無を確認する。(汚染部はふき取り除染)

③⑧ 輸送容器及び燃料取扱設備表面に汚染のないことを確認し，汚染拡大防止ハウスを収納する。

# 燃料取り出し手順 (11/12)



③⑨ 燃料取扱機を退避姿勢にする

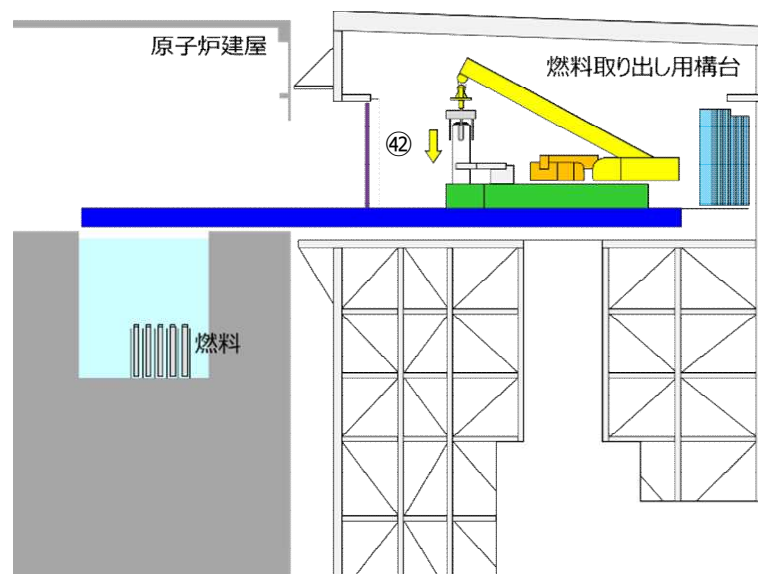
④⑩ 垂直吊具を介してクレーンにて輸送容器を把持する。

- クレーン  
作業半径12600mm/起伏角度29°
- 燃料取扱機  
ブーム長さ10750mm/起伏角度0° (無負荷)

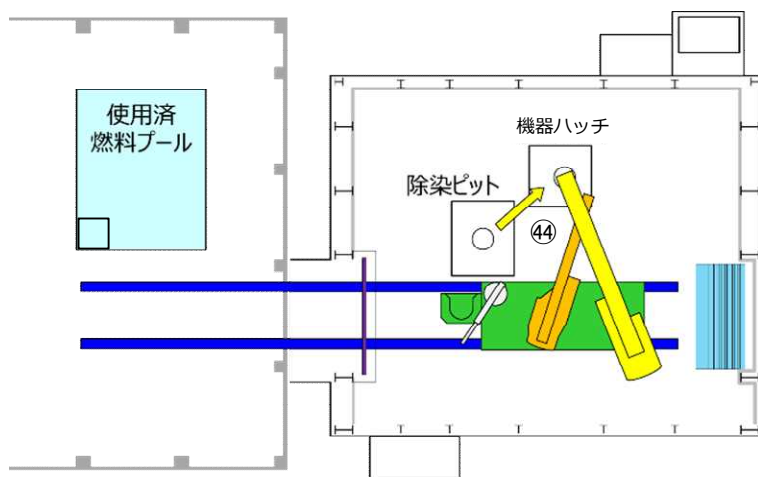
④⑪ 輸送容器のキャスク固定治具による固定を解除する。

④⑫ 垂直吊具を介してクレーンにて輸送容器をキャスク固定治具から除染ピットに移動する。

④⑬ 除染ピットにてキャスク表面の拭き取り除染, 二次蓋の取付を行う。

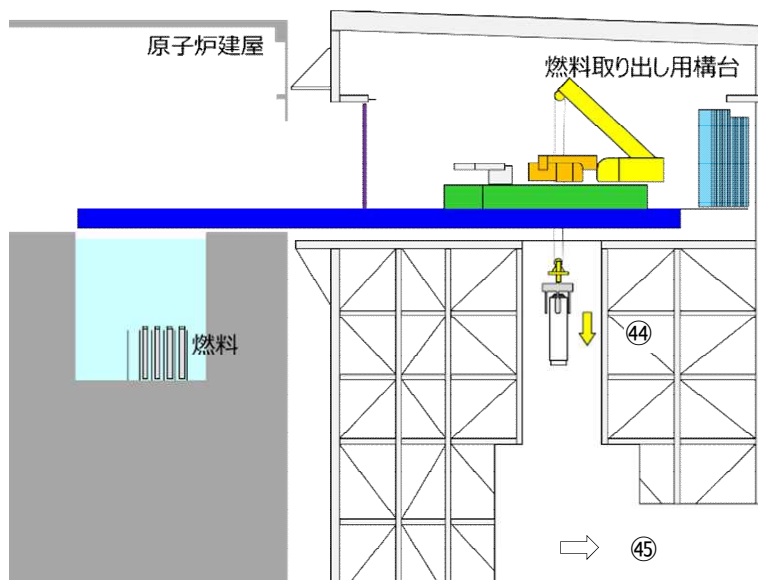


# 燃料取り出し手順 (12/12)



④④ 垂直吊具を介してクレーンにて輸送容器を  
除染ピットから地上階に吊り下ろす。

④⑤ 燃料取り出し用構台から輸送容器を搬出する。



## 2号機 使用済燃料プール保管燃料の状況

- 燃料取扱設備の取扱対象となる燃料について下表に示す。

項目		体数	備考
健全燃料	使用済燃料	584 体	－
	新燃料	28 体	－
非健全燃料	漏えい燃料	1体	健全燃料と同様，燃料取扱設備での取扱が可能
	下部タイププレート変形燃料	1体	健全燃料と同様，燃料取扱設備での取扱が可能
	ワイヤ修復燃料	1体	燃料取扱機の定格荷重に裕度を持たせ，追加で治具が必要となった場合にも対応可能なよう考慮
合計		615 体	－

## ■ 補正案

### ● 評価方針・条件

- 燃料取り出し作業中に、取扱中の燃料集合体1体が使用済燃料貯蔵ラックに落下すると仮定
- 落下による燃料集合体の破損体数は**2.3体**とする
  - 炉心における落下高さ10mからの落下を想定した設置許可申請書の評価と同様。
  - 実際は、使用済燃料プールにおける落下高さは2m以下であり、燃料集合体の配置密度も炉心より低いが、保守的に破損体数を2.3体とする。
  - 評価に用いる炉内燃料の希ガス、よう素の内蔵量は原子炉熱出力及び運転時間により算出している。原子炉熱出力が一定であれば、燃料型式によらず、評価核種の内蔵量は変わらないため、燃料型式による結果への影響はない。
- 燃料取り出し作業は、保守的に原子炉停止後**365日**※冷却された後に行われるものとする  
※燃料取り出しの開始を2024年4月1日とした場合の冷却日数は約4900日だが、3,4号機の評価と同様、保守的に365日とする

### ● 評価結果

実効線量※ (小児) [mSv]	実効線量※ (成人) [mSv]
約 $4.8 \times 10^{-4}$	約 $4.8 \times 10^{-4}$

※希ガス及びよう素の放出量より評価



## 移送操作中の燃料集合体の落下

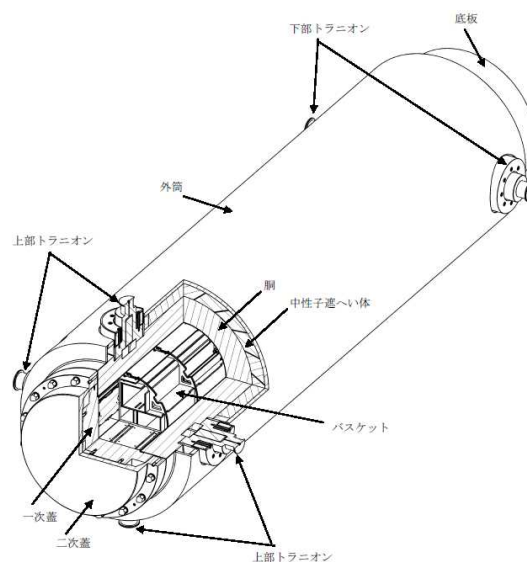
- 評価条件の変更
- 評価方針・条件
  - 燃料取り出し作業中に、取扱中の燃料集合体1体が使用済燃料貯蔵ラックに落下すると仮定
  - 落下による燃料集合体の破損体数は**1体**とする
  - 燃料取り出し作業は、保守的に原子炉停止後**4900日**冷却された後に行われるものとする
- 評価結果

実効線量※ (小児) [mSv]	実効線量※ (成人) [mSv]
約 $9.3 \times 10^{-5}$	約 $9.3 \times 10^{-5}$

※希ガス及び放射性核種の放出量より評価

- 各機器の定格荷重の設定根拠を示す。

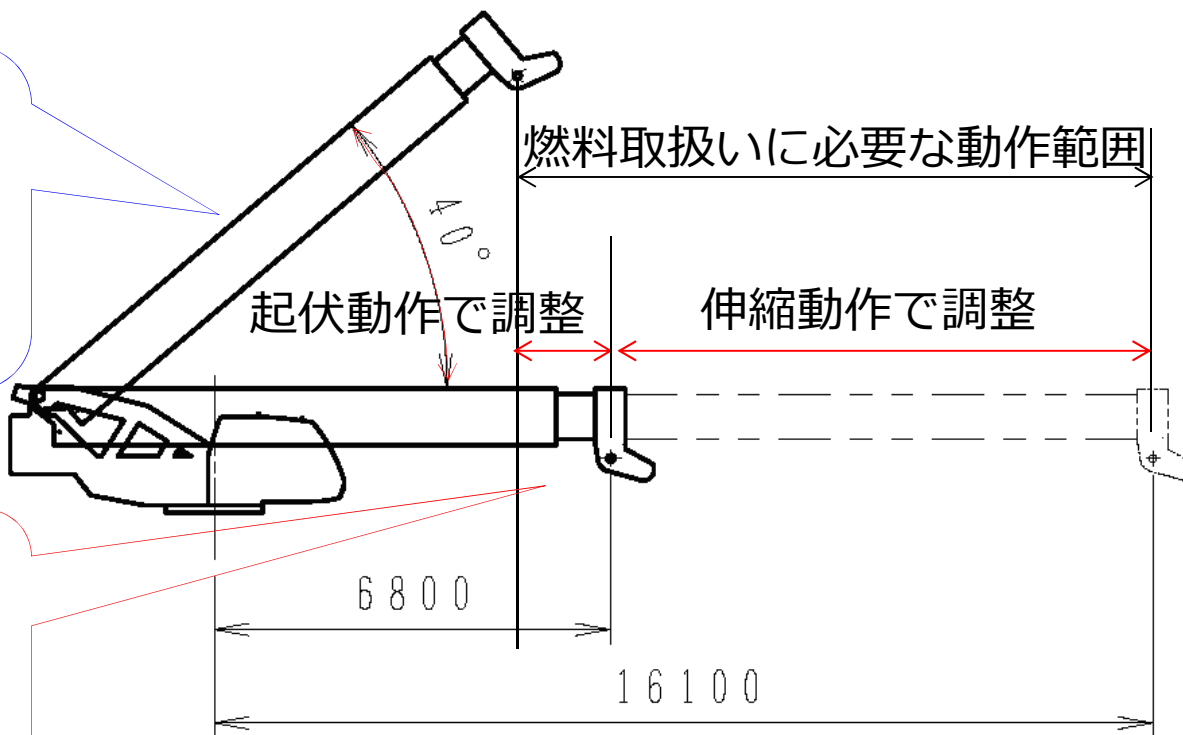
項目	定格荷重	根拠
燃料取扱機	1t	✓ 破損燃料（ワイヤ修復燃料）の取扱のため、既設の燃料取扱機の定格荷重460kgに倍以上の設計裕度を設け、左記定格荷重とした
クレーン	47t	✓ 輸送容器（3号機用を使用）の重量46.3t
ジブクレーン	3.9t	✓ 輸送容器の一次蓋重量1.25t



輸送容器（3号機用） 概要図

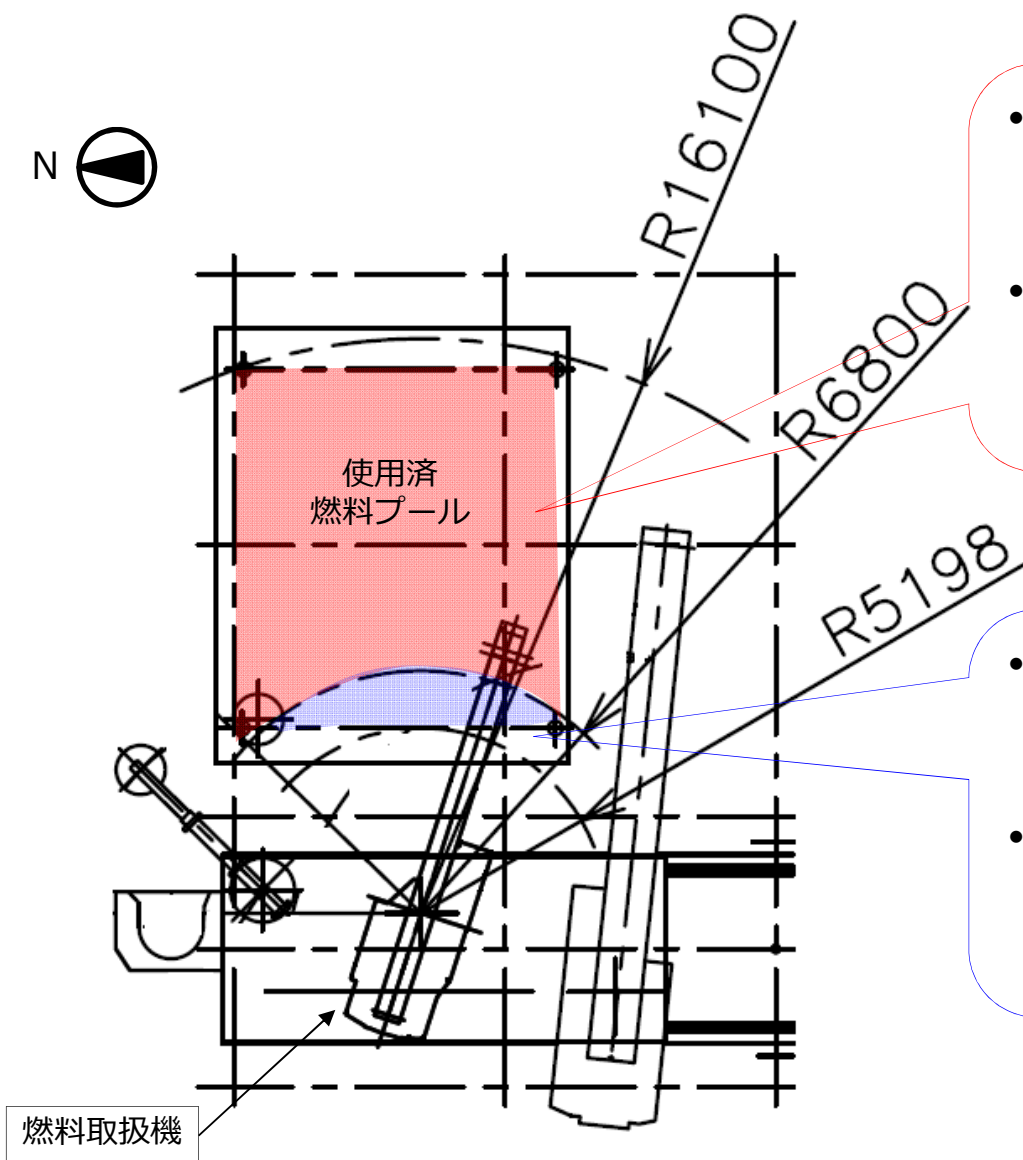
- 燃料取扱機は，クレーン，ジブクレーン，走行台車との同時運転を不可とし，クレーン，ジブクレーンが退避位置でのみ動作可能とするインターロックを設定。
- 燃料の座標及び燃料把握機の位置を直交座標で表示。
- 各操作レバーは誤操作防止の観点から2アクションとする（押して倒す等）。
- 既設の燃料取扱機と同様の直交座標での操作を可能とする。
  - ブームの起伏，伸縮時の昇降位置（Z）制御方法は下図の通り。
  - ブーム伸縮長さ（r），旋回角度（ $\theta$ ）をXYに変換。

- 起伏操作は伸縮長最短時（6800mm）のみ
- 起伏時に昇降位置（Z）が変化しないようワイヤ長さを制御



- 伸縮操作は起伏0°時のみ
- 伸縮時に昇降位置（Z）が変化しないようワイヤ長さを制御

燃料取扱機の運転姿勢

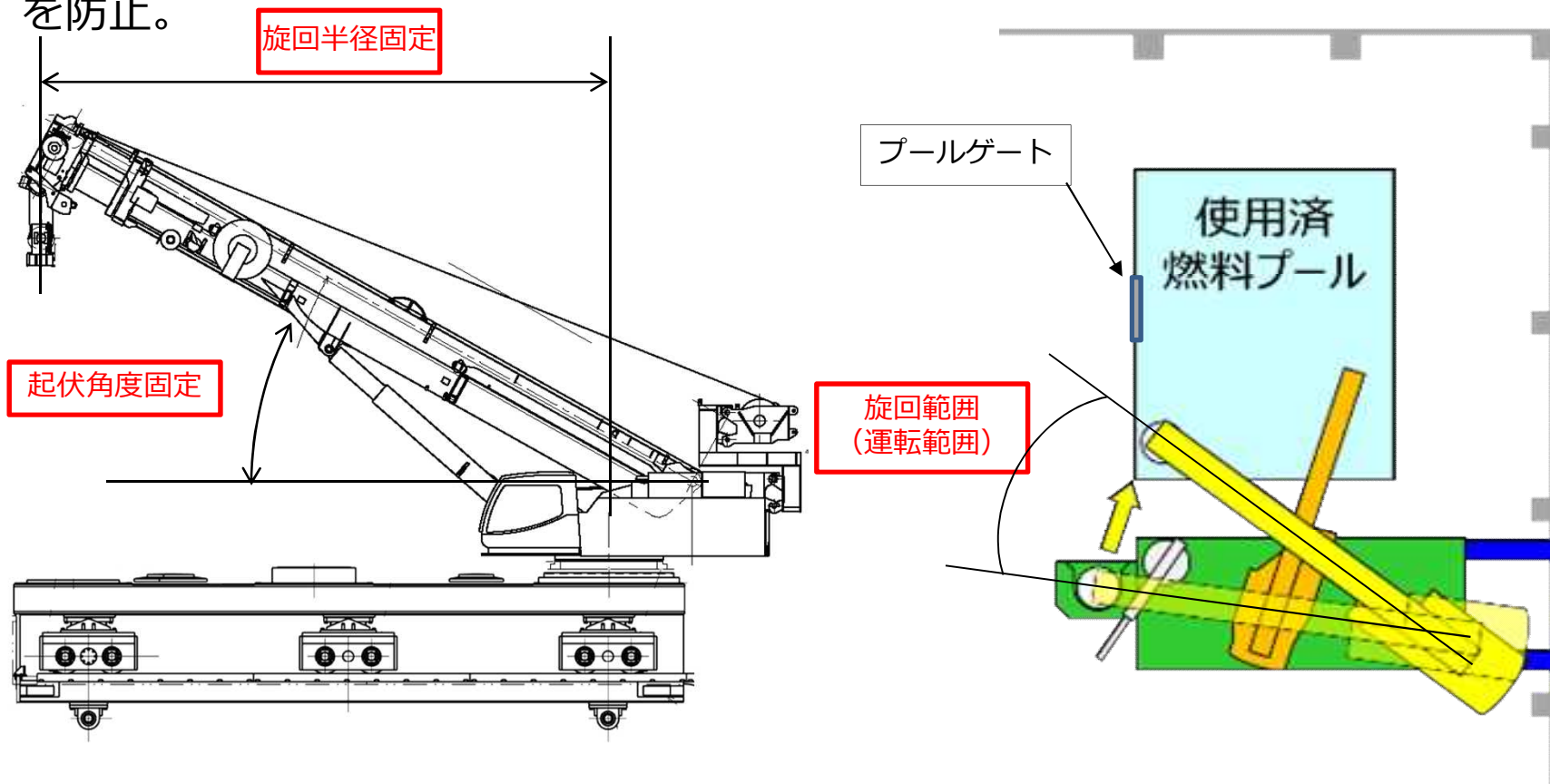


- 起伏角度0°のままブーム長さを調整することで目的位置にアクセスする範囲
- 燃料取扱時の昇降レベルが一定となるよう、ブーム伸縮速度とウィンチ昇降速度を調整する。

- ブーム長さ6800mmのまま起伏角度を調整することで目的位置にアクセスする範囲
- 燃料取扱時の昇降レベルが一定となるよう、ブーム起伏速度とウィンチ昇降速度を調整する。

燃料取扱機の運転範囲

- クレーンは，燃料取扱機，ジブクレーン，走行台車との同時運転を不可とし，燃料取扱機，ジブクレーンが退避位置でのみ運転可能とするインターロックを設定。
- 輸送容器取扱時のクレーン操作は旋回・昇降の2軸操作とする。
- クレーンの旋回範囲を制限することで，プールゲート等の既設構造物との干渉を防止。

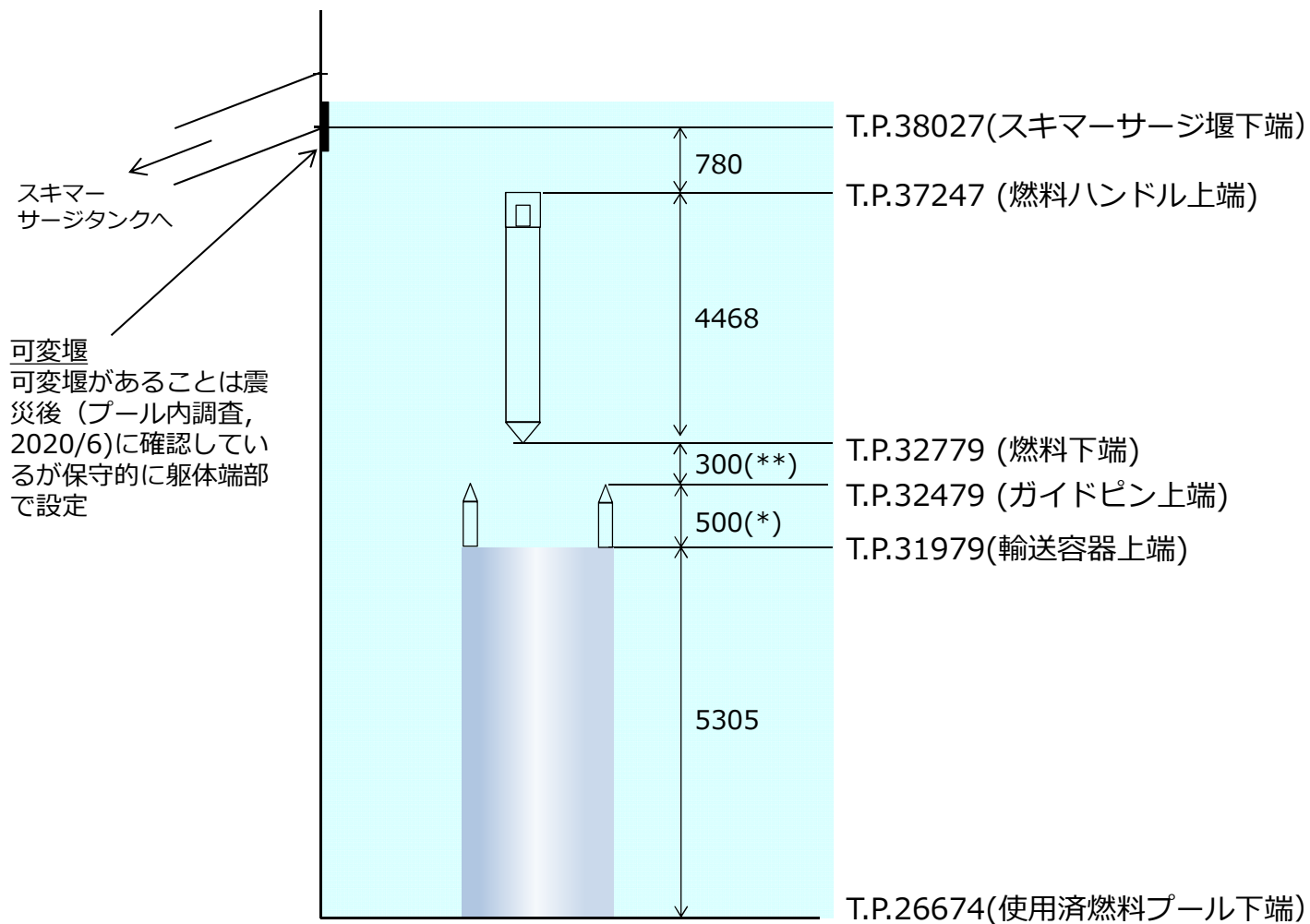


原子炉建屋での輸送容器取扱時のクレーン姿勢

クレーンの運転範囲

# 燃料取扱時の昇降レベルについて

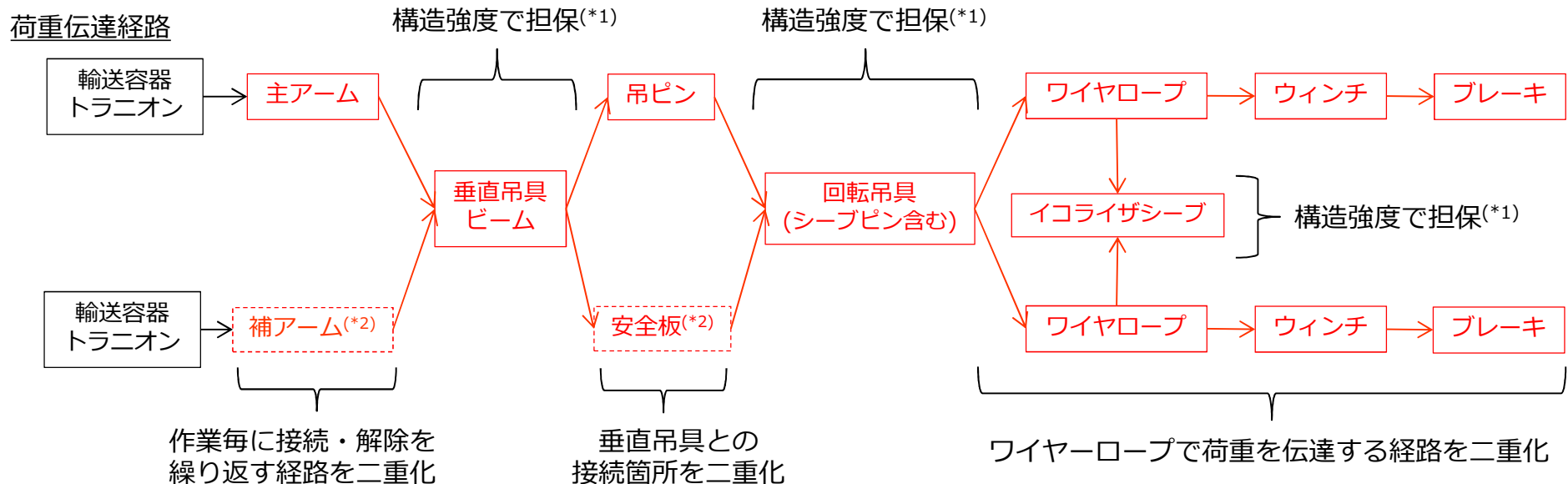
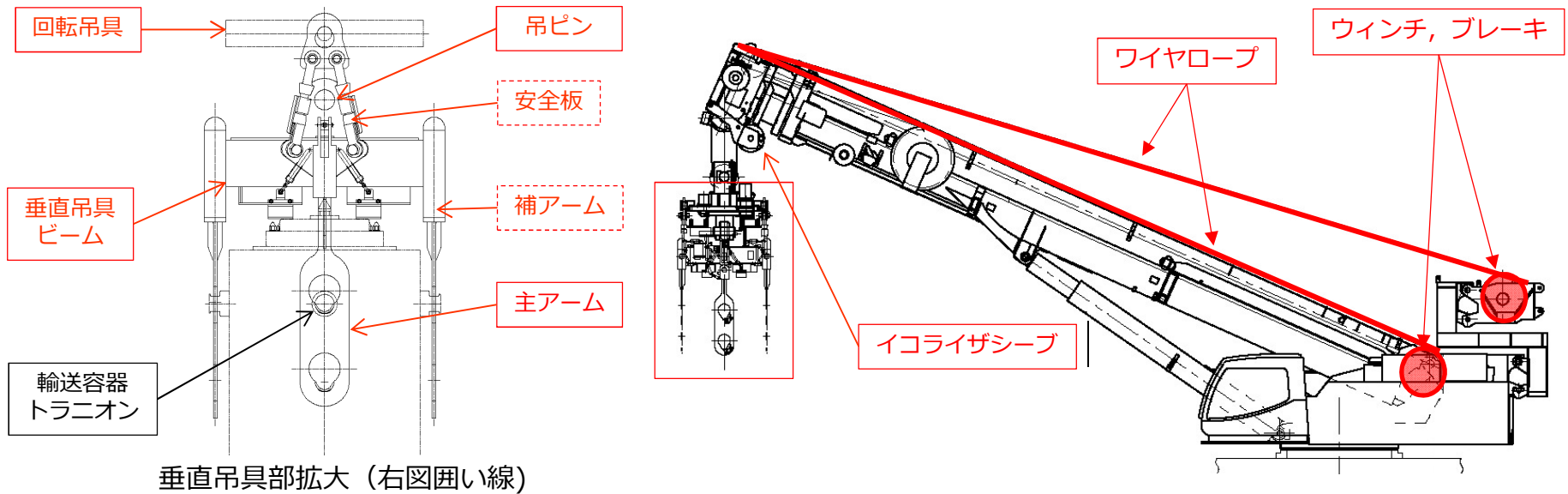
- 燃料取扱時に昇降レベルで干渉物を回避するよう昇降レベルを設定する。



(\*)今後の詳細設計にて変更の可能性あり

(\*\*) 詳細設計, 検証試験にて縮小の可否を確認する。

# クレーンの二重化範囲

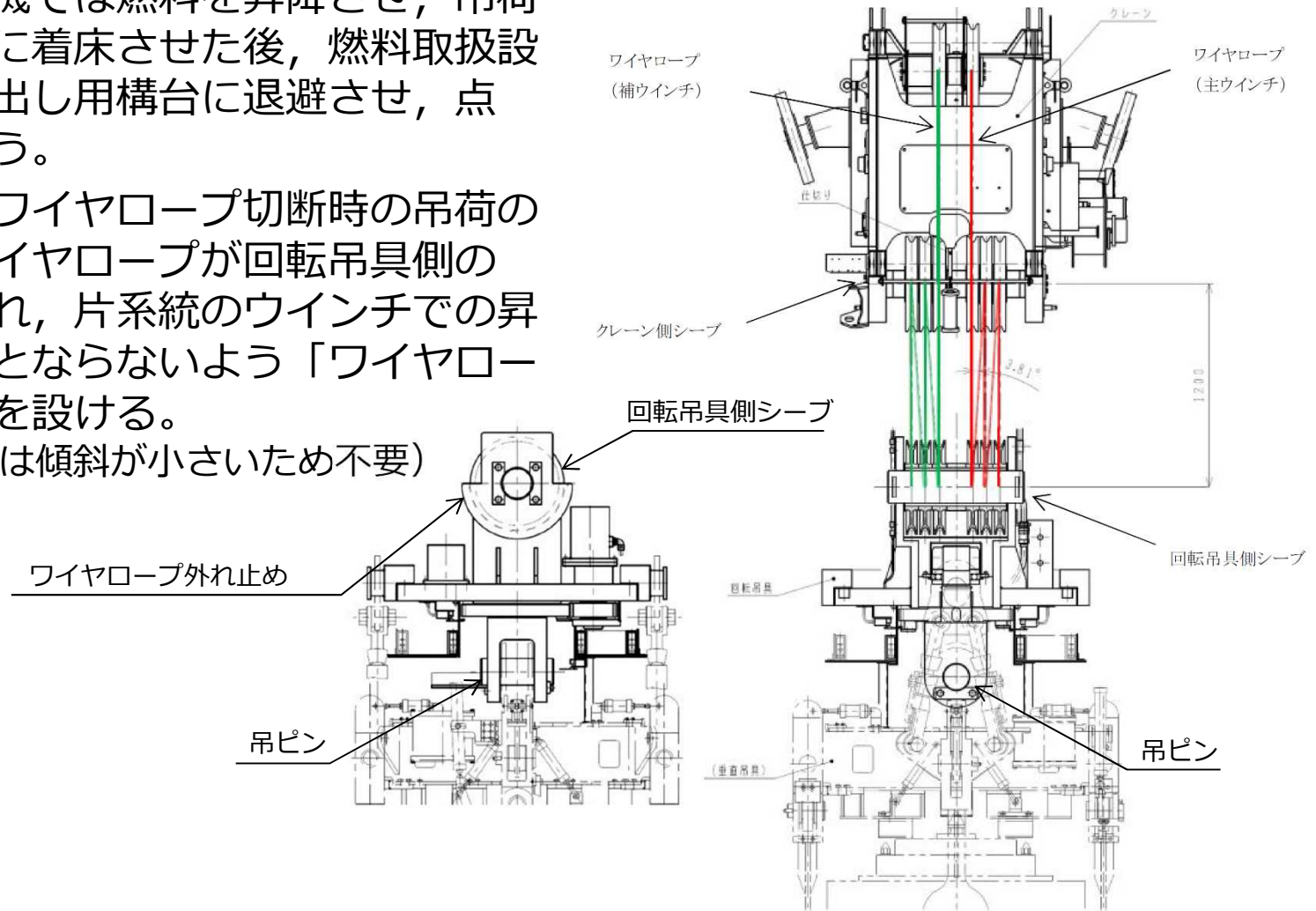


(\*1) Ss地震時荷重を考慮した際に波及的影響を及ぼさないことを確認する。 (\*2)通常時荷重を受けない部材



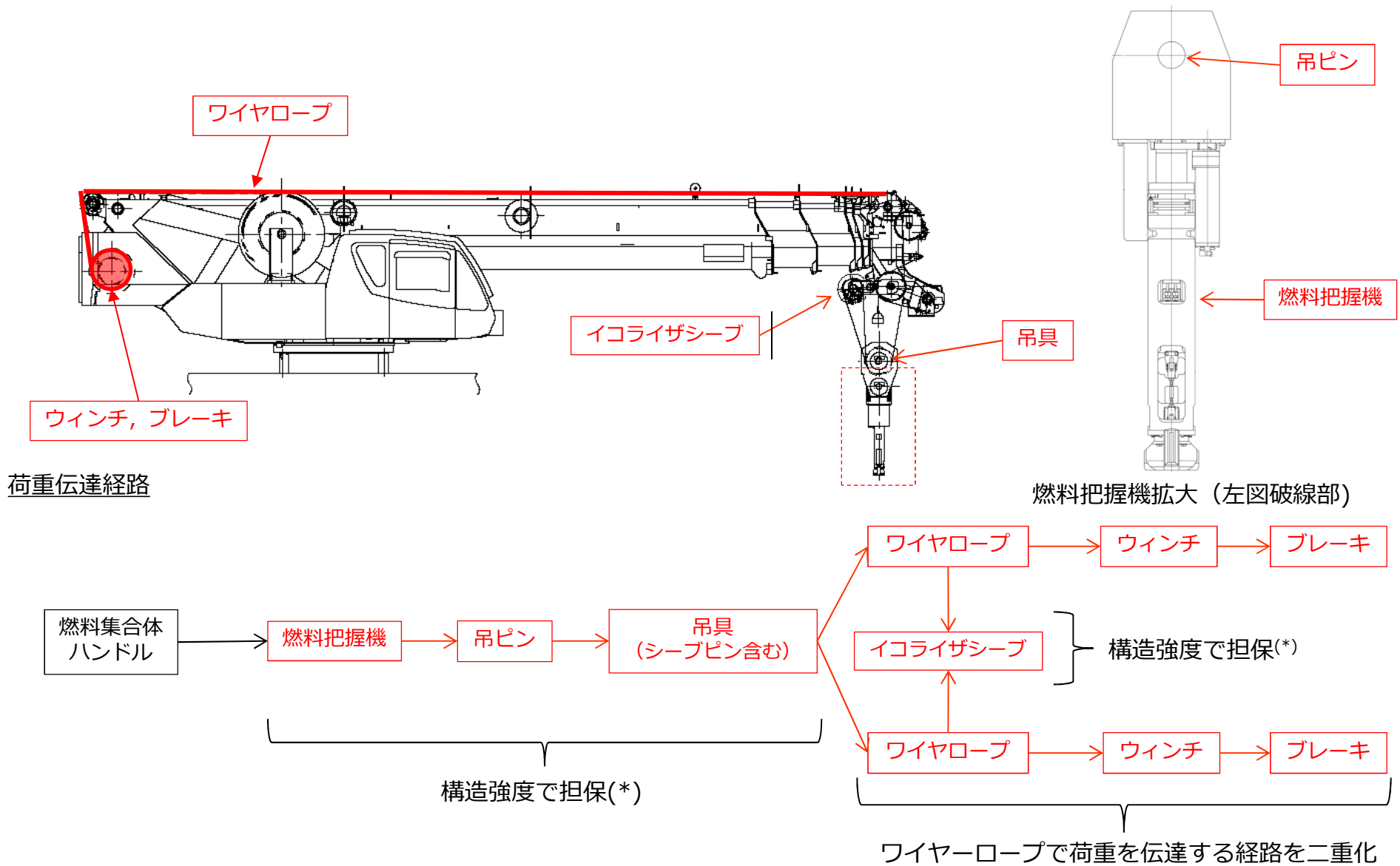
## 二重化したワイヤロープ切断時の対応

- 片系統のウインチでクレーンでは輸送容器を、燃料取扱機では燃料を昇降させ、吊荷を安全な状態に着床させた後、燃料取扱設備を燃料取り出し用構台に退避させ、点検・保守を行う。
- クレーンにはワイヤロープ切断時の吊荷の傾斜によりワイヤロープが回転吊具側のシーブから外れ、片系統のウインチでの昇降動作が不能とならないよう「ワイヤロープ外れ止め」を設ける。  
(燃料取扱機では傾斜が小さいため不要)





# 燃料取扱機の二重化範囲

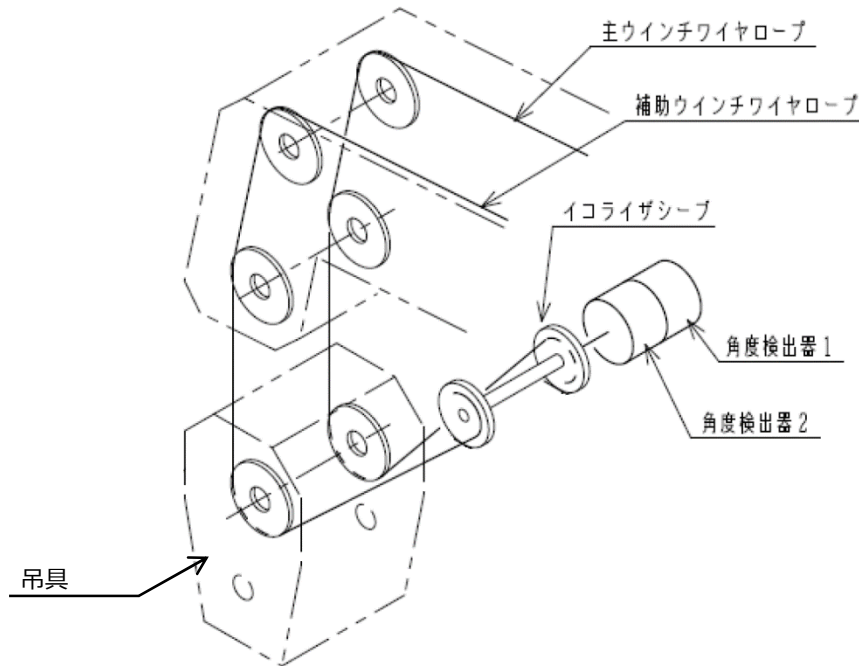


(\*) Ss地震時荷重を考慮した際に波及的影響を及ぼさないことを確認する

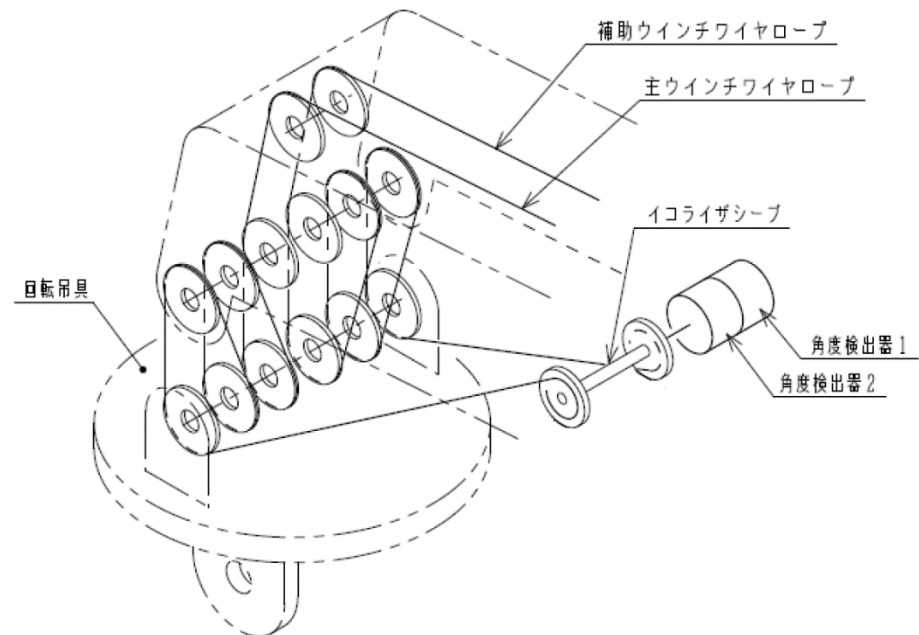
## 二重ワイヤの同調方法

二重化したワイヤを同軸のイコライザシーブ（安全に設備を運用するため二重化）に接続する。

イコライザシーブの回転角度を角度検出器で検知し，ウインチの昇降速度を調整することで，2台のウインチを同調させる。



燃料取扱機



クレーン

### ■ 安全に設備を運用するための多重化・多様化

計器・センサの精度逸脱により、オペレータの誤操作又は制御装置による誤制御を防止するため、燃料取扱設備の運転に必要な以下の計器・センサを二重化し、その出力結果の突合せで異常を検出できる構成とする。各計器・センサは計器誤差を考慮した選定・設定を行う。

#### ➤ クレーン

- 起伏角度／旋回角度／ブーム伸縮／ワイヤ巻取長さ（各ウインチ）  
（検出すべき異常状態）通常運転範囲外となること
- 吊り荷重  
（検出すべき異常状態）過荷重，想定位置外での吊り荷重減
- イコライザシーブ角度  
（検出すべき異常状態）ウインチ間のワイヤ長さの相違

#### ➤ 燃料取扱機

- 起伏角度／旋回角度／ブーム伸縮／ワイヤ巻取長さ（各ウインチ）  
（検出すべき異常状態）通常運転範囲外となること。
- 吊り荷重  
（検出すべき異常状態）過荷重，想定位置外での吊り荷重減
- イコライザシーブ角度  
（検出すべき異常状態）ウインチ間のワイヤ長さの相違

### ■ 故障時の復旧を考慮した多重化・多様化

燃料取扱設備が原子炉建屋オペレーティングフロアにある状態での監視・制御装置の故障を想定し、燃料取り出し用構台までの退避に必要な以下の構成機器は多重化・多様化を図る。（前項の計器・センサ故障時にはセンサ指示値、警報ログ及びITVカメラにて正常と判断される計器・センサにて燃料取り出し用構台に退避し、保守・点検を実施する。）

➤ 前ページ計器・センサ

➤ クレーン／燃料取扱機 組込制御装置

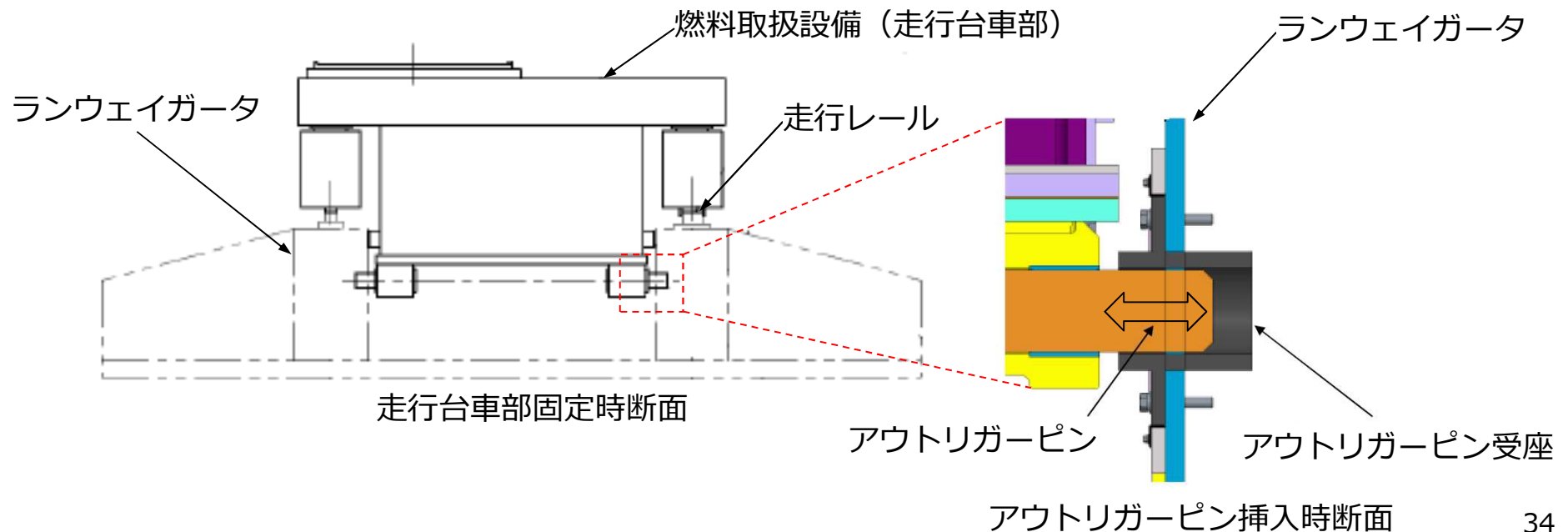
- 油圧系統を制御する組込制御装置とは別に組込制御装置故障時に油圧系統内の電磁弁を直接操作可能な制御回路を設けることで多様化  
（油圧供給装置の故障に対しては非常用油圧供給装置で復旧する。）

## ■ 目的

燃料取扱設備の揚重作業時の地震時の転倒を防止するため、燃料取扱設備をランウェイガーダに固定する。

## ■ 概要

- アウトリガーピンは燃料取扱設備走行台車部下面4箇所に設置される。
- 燃料取扱設備停止位置に設けるアウトリガーピン受座にアウトリガーピンを挿入することで燃料取扱設備をランウェイガーダに固定する。
- 走行台車停止位置は原子炉建屋内、燃料取り出し用構台前室内の二カ所。

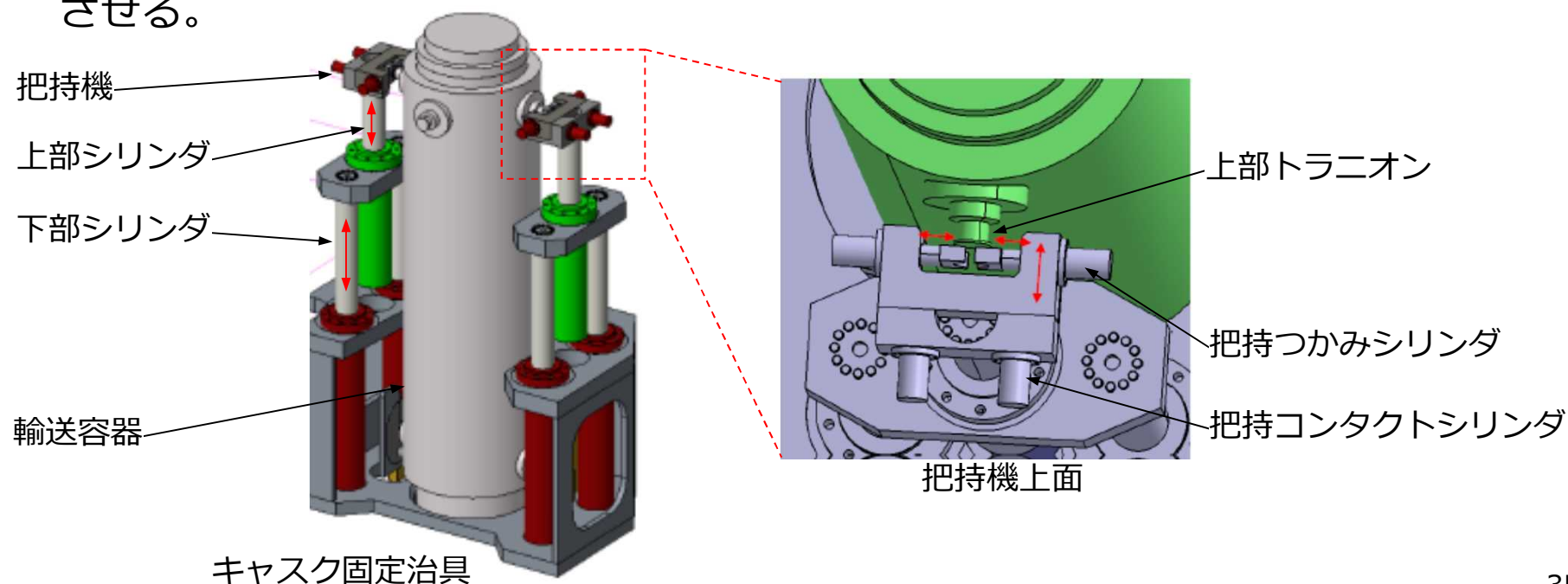


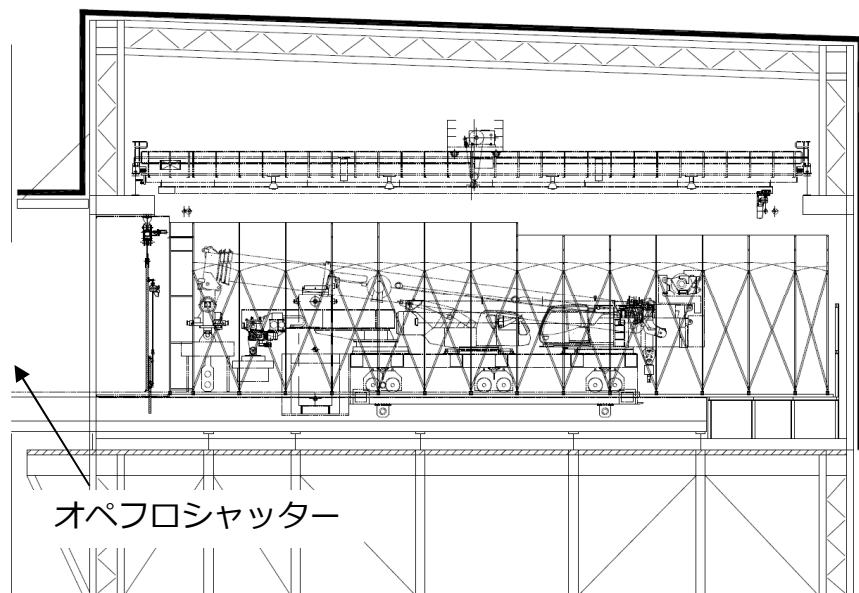
## ■ 目的

燃料取扱設備が原子炉建屋，燃料取り出し用構台間を移動する際に，輸送容器の転倒を防止するための機器。

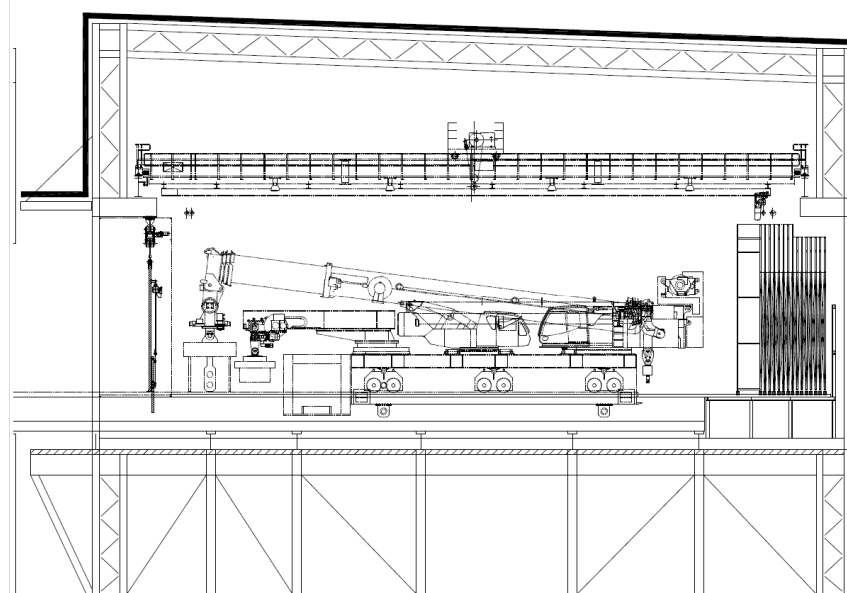
## ■ 概要

- 把持機を介して輸送容器の上部トラニオンを固定する。
- 輸送容器取扱時は垂直吊具もしくはキャスク固定治具にて常に支持された状態とすることで輸送容器の転倒を防止する。
- 格納状態ではジブクレーンとの干渉を回避するため上部／下部シリンダを収縮させる。





汚染拡大防止ハウス展開時



汚染拡大防止ハウス収納時

## ■ 目的

- 原子炉建屋からの南側シャッター開放時に汚染拡大を防止するための区画設定。

## ■ 運用方法

- オペフロシャッター開放前に、汚染拡大防止ハウスを展開しエリアを区画する。
- オペフロシャッターを開放し、燃料取扱設備を建屋から搬出した後、南側シャッターを閉止する。
- 燃料取扱設備の汚染確認を行い閾値以下であることを確認する。
- 必要に応じ除染を行い、汚染が基準値(0.4Bq/cm<sup>2</sup>)を超えていないことを確認した後に汚染拡大防止ハウスを収納する。

## ■ 気密要求無し

- 空気が原子炉建屋側へ流れるよう換気設備の風量を設定。



### ■ 目的

燃料取扱設備を構成する燃料取扱機，クレーンは多層に重なり合ったブームが伸縮する構造を有しており，その減衰定数を把握するため，同型式の移動式クレーンを用いた試験を実施した。

なお，ジブクレーン，キャスク仮置き架台については燃料取扱機やクレーンと異なり多層に重なりあったブーム構造を有さないため，JEAG4601-1991に規定される「ボルト及びリベット構造物（型鋼等を用いた支持構造物）」に該当するため，上下方向／水平方向ともに減衰定数2%を適用する。

### ■ 実施内容

- 振動特性試験（燃料取扱機及びクレーンについて実施）  
移動式クレーン自体の運転操作の範囲内で加振した。
- 加振試験（燃料取扱機について実施）  
移動式クレーンの旋回体部を加振台に設置し加振した。

- 水平方向  
ブームの旋回動作から急停止させることで、ブームを水平方向に加振した。
- 鉛直方向  
クレーンワイヤ先端と吊荷間に吊荷重量以下の荷重で切断する切断ピンを設置し、クレーン巻上げにより切断ピンを切断することで、ブームを鉛直方向に加振した。

## 振動特性試験 試験姿勢

- ① 燃料取扱機 起伏角度0°／ブーム長さ9.8m
- ② 燃料取扱機 起伏角度0°／ブーム長さ19.1m
- ③ クレーン 起伏角度24°／作業半径12.6m



①燃料取扱機 (起伏角度0°／ブーム長さ9.8m)



③クレーン (起伏角度24°／作業半径12.6m)



②燃料取扱機 (起伏角度0°／ブーム長さ19.1m)

- 加速度計測点  
ブーム先端に加速度計を設置した。



加速度計測点

- 減衰定数算定方法  
自由振動波形は指数関数的に減衰することから、加速度計測点にて得られた自由振動波形から減衰定数を算定した。

## ■ 試験方法

- 燃料取扱機の旋回体部を試験架台を介して加振台に設置した。
- 水平方向または鉛直方向に加振した。

## ■ 試験姿勢

	起伏角度	ブーム長さ
ブーム長さの影響確認	0°	9.8m
		11.9m
		14m

	起伏角度	ブーム長さ
起伏角度の影響確認	0°	9.8m
	19°	
	40°	



## ■ 加速度計測点

加速度計測点  
(ブーム先端)

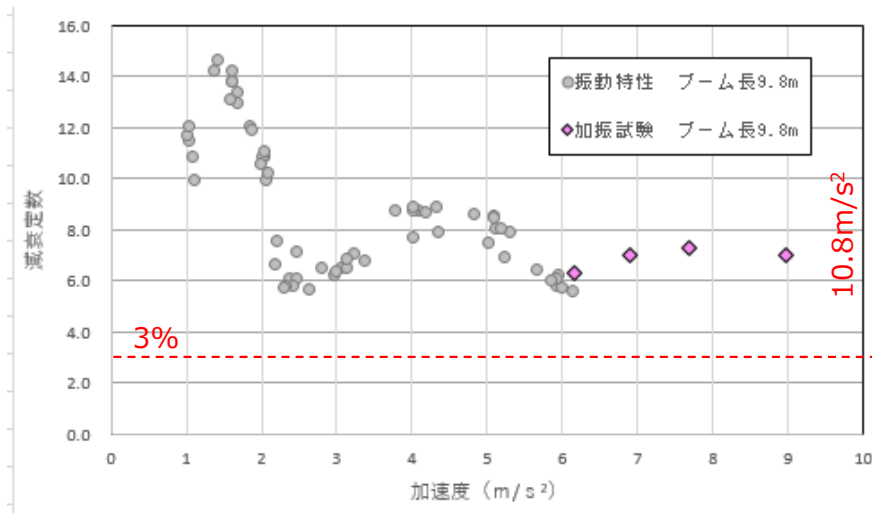
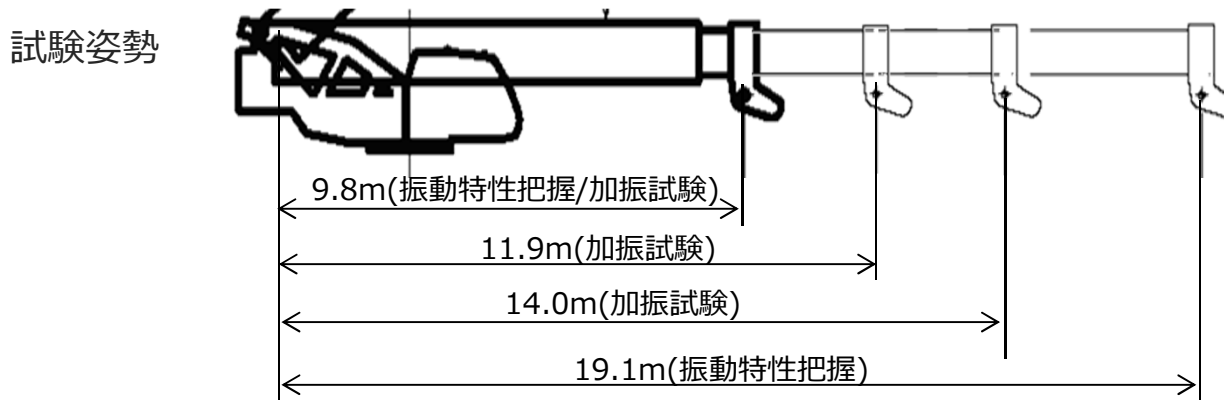


加速度計測点  
(加振台上面)

## ■ 減衰定数算定方法

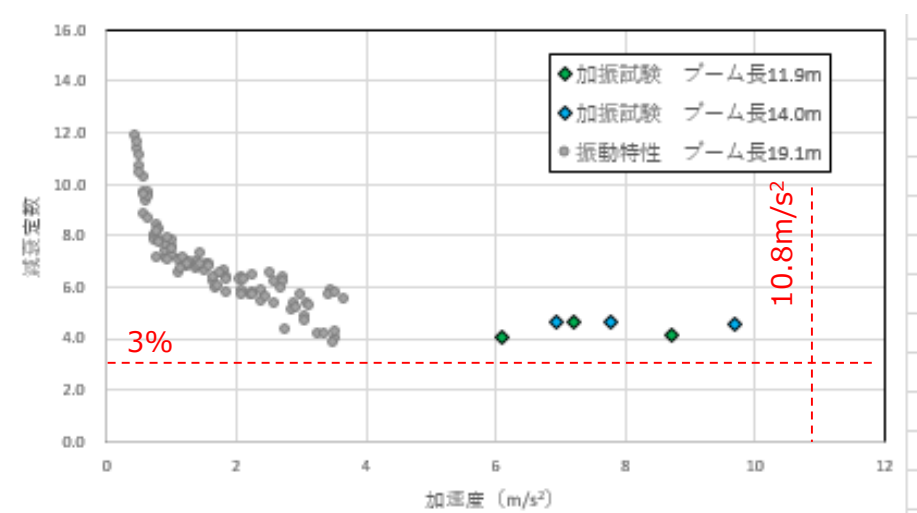
ブーム先端と加振台上面の加速度計測結果から伝達関数を求め、ハーフパワー法により減衰定数を求めた。

- ブーム長さ9.8mとそれ以外のブーム長さを比較すると減衰定数の低下が見られたが、ブームを延ばした状態では水平方向の減衰定数は安定することを確認した。
- 水平方向の減衰定数は加速度増加に伴い安定することを確認した。



ブーム長さ9.8m, 起伏角度0°

減衰定数 (水平方向)

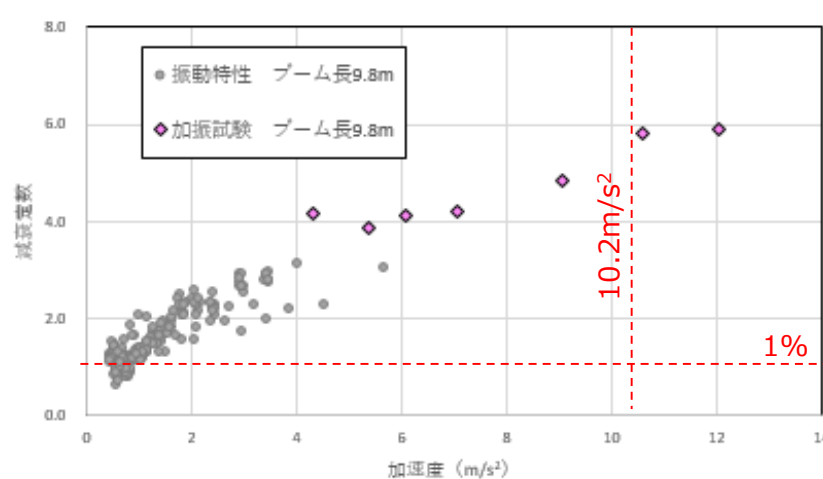
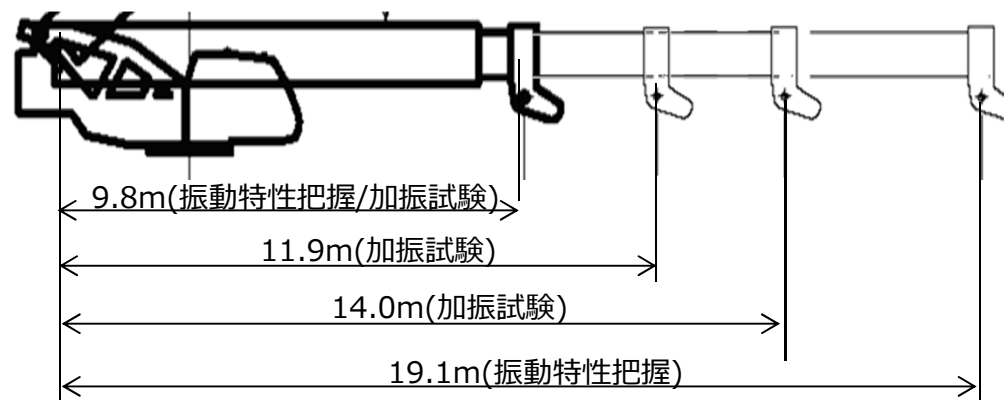


ブーム長さ11.9m/14m/19.1m, 起伏角度0°

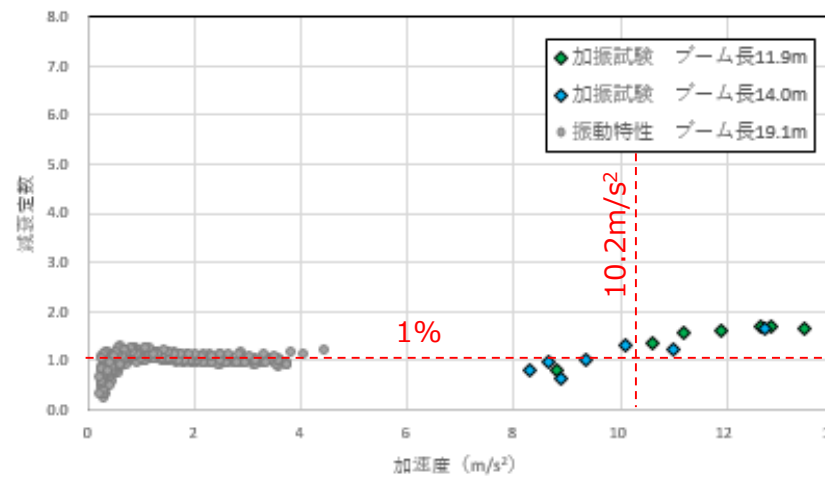


- ブーム長さ9.8mとそれ以外のブーム長さを比較すると減衰定数の低下が見られたが、ブームを延ばした状態では上下方向の減衰定数は安定することを確認した。
- 上下方向の減衰定数は加速度増加に伴い安定することを確認した。

試験姿勢



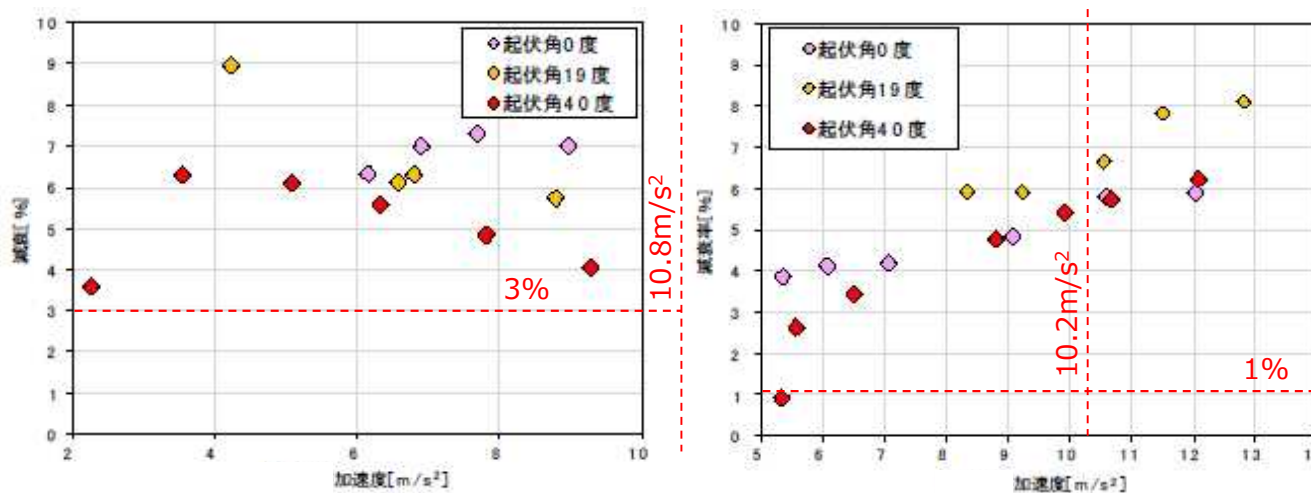
ブーム長さ9.8m, 起伏角度0°



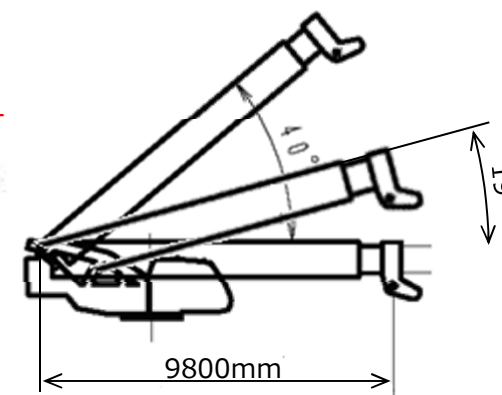
ブーム長さ11.9m/14m/19.1m, 起伏角度0°

減衰定数 (上下方向)

- 加振試験の結果より水平方向／上下方向ともに起伏角度の変化による減衰定数への影響は小さいことを確認した。
- 上下方向については、起伏角度に関わらず最大応答加速度の増加に伴い減衰定数が大きくなる傾向を確認した。



減衰定数  
(左：水平方向, 右：上下方向)



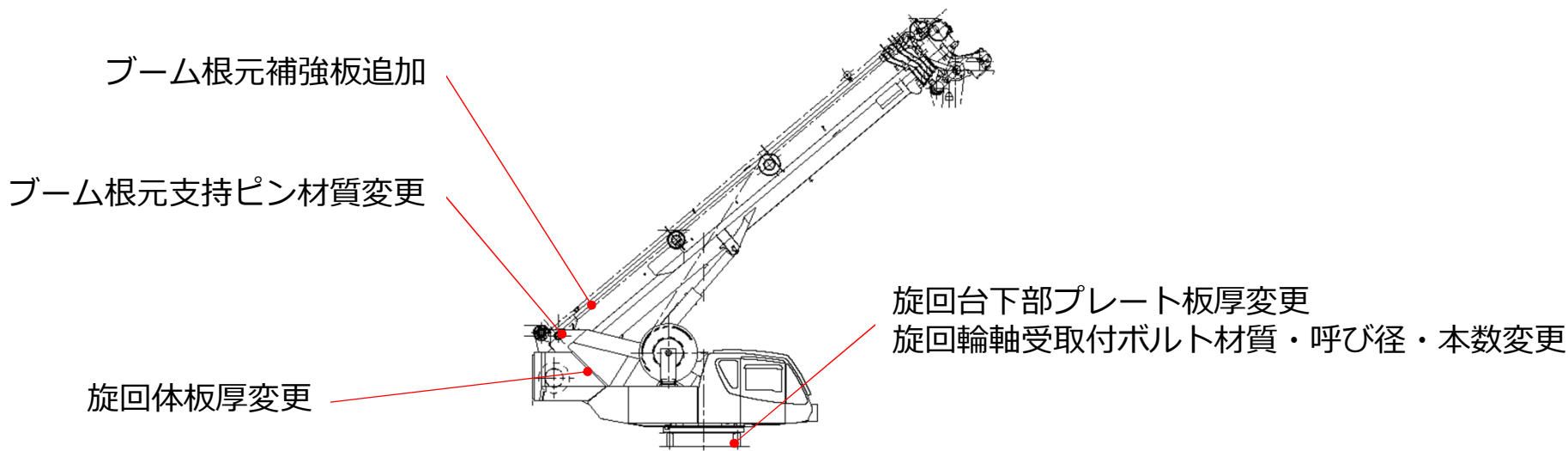
試験姿勢

## ■ 吊荷の影響

振動特性試験，加振試験は吊荷なしの状態を実施した。  
ブーム重量約10 t に対して，吊荷(燃料集合体重量)は460kgのため，減衰定数に対する影響は小さいと考える。

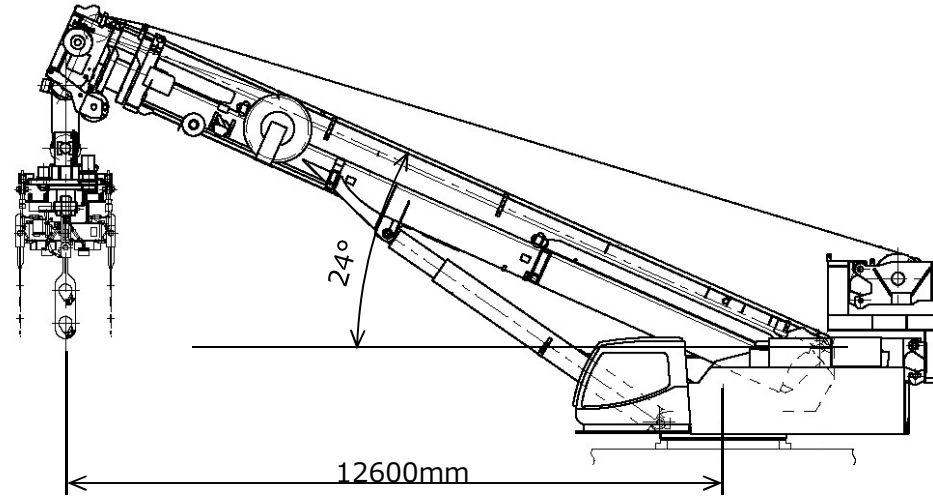
## ■ 改造の影響

振動特性試験，加振試験は同型式の移動式クレーンを用いた。  
燃料取扱機では移動式クレーンに対して以下の耐震補強改造を実施するが，構成部品間の取り合い寸法は変更しないため，減衰定数に対する影響は小さいと考える。

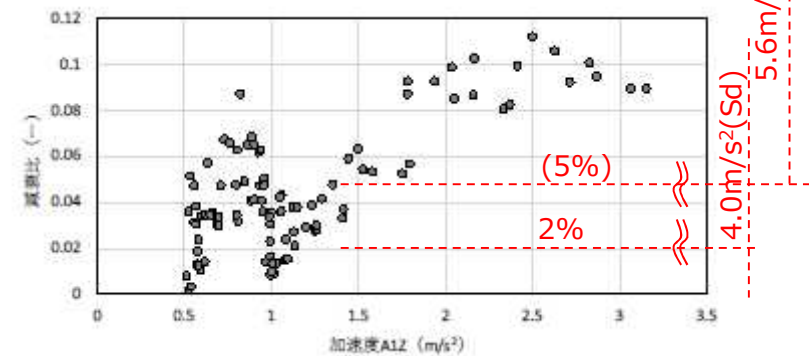
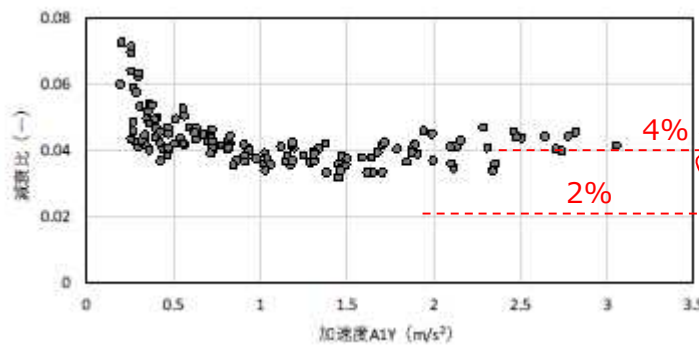


# クレーン 減衰定数

- 水平方向の減衰定数は加速度の増加に伴い安定する傾向を確認した。
- 上下方向の減衰定数は加速度の増加に伴い上昇後、安定する傾向を確認した。



試験姿勢



減衰定数

(左：水平方向, 右：上下方向)

(\*)減衰定数変更に伴い5.6m/s<sup>2</sup>よりも大きい値となる。

## ■ 吊荷の影響

振動特性試験は吊荷なしの状態を実施した。

ブーム重量約24tに対して吊荷が47tとなるため、影響を考慮する。

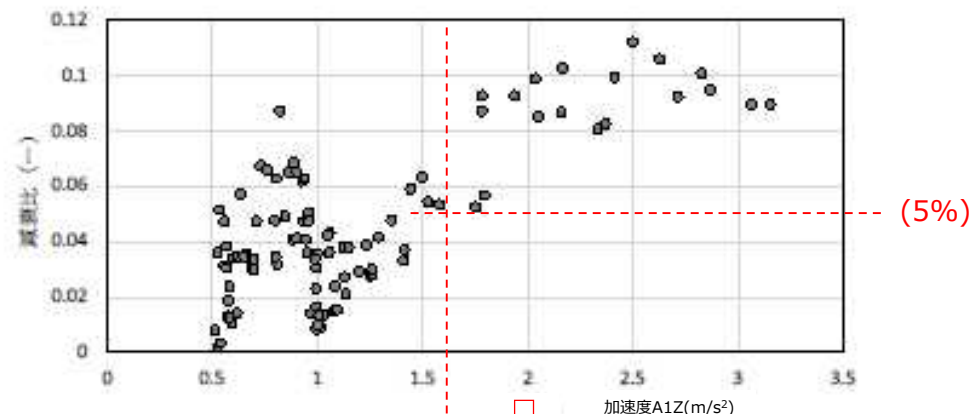
### ➤ 水平方向

加速度の小さい領域から安定しているため、4%を適用する。

### ➤ 鉛直方向

ブーム重量約24tが負荷された状態で、 $2\text{m/s}^2$ で安定領域に達する。

ブーム重量に加え定格重量47tが負荷された場合には、無負荷時の約3倍の荷重に抗する必要があるため、 $2\text{m/s}^2$ の3倍の $6\text{m/s}^2$ で安定領域に達すると想定する。

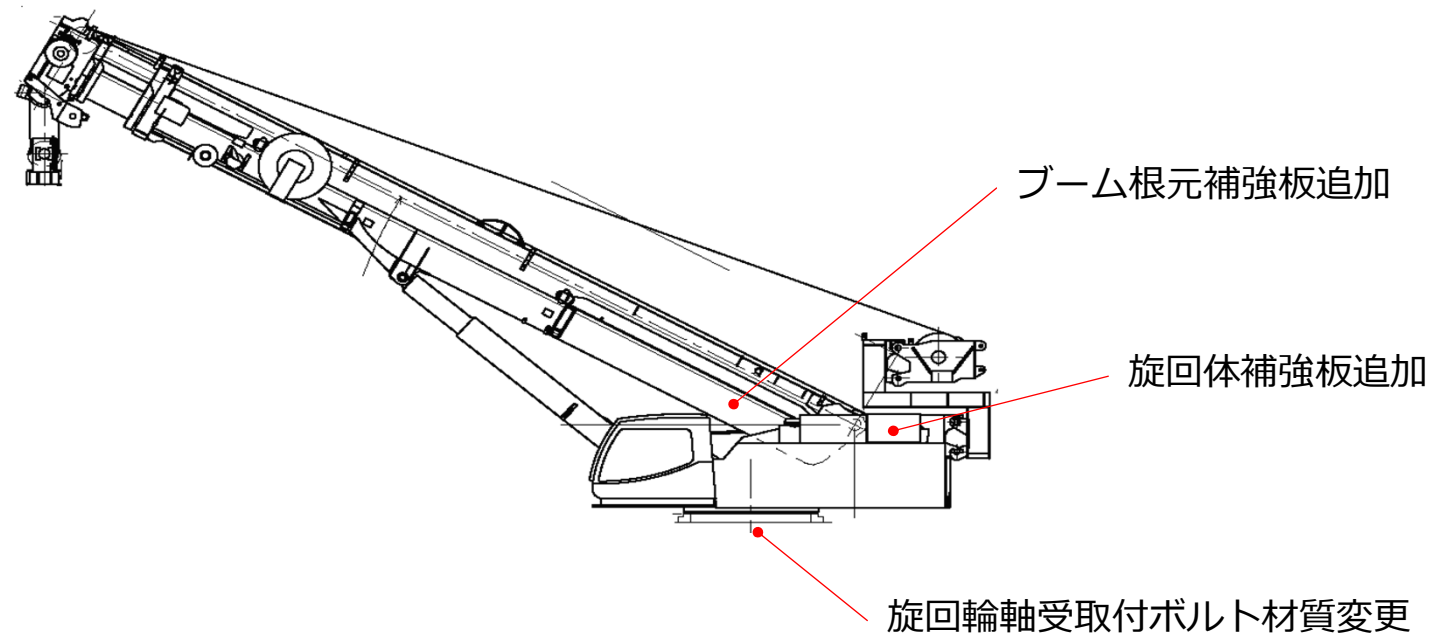


5.6m/s<sup>2</sup>(\*) 6 m/s<sup>2</sup>  
鉛直方向 減衰定数

(\*)減衰定数変更に伴い5.6m/s<sup>2</sup>よりも大きい値となる。

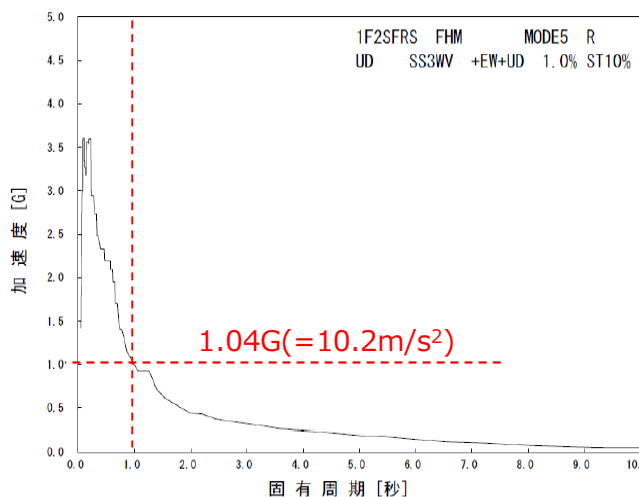
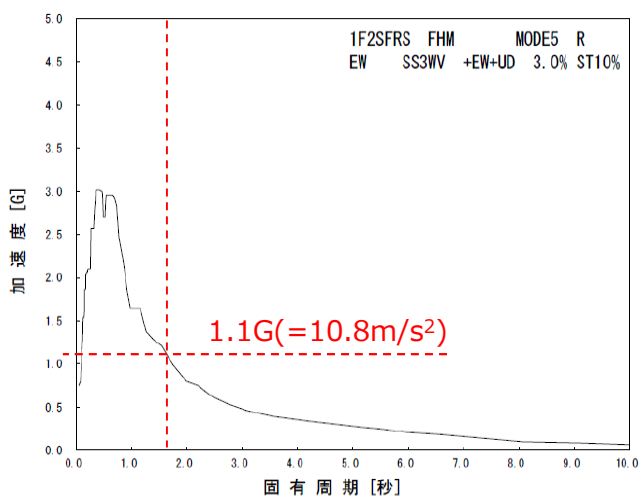
## ■ 改造の影響

振動特性試験は同型式の移動式クレーンを用いた。クレーンでは移動式クレーンに対して以下の耐震補強改造を実施するが、構成部品間の取り付け寸法は変更しないため、減衰定数に対する影響は小さいと考えられる。



# 燃料取扱機耐震設計に適用する減衰定数について

- 燃料取扱機の各姿勢で確認された減衰定数から水平3%, 鉛直1%を適用する。
- 床応答スペクトルから燃料取扱機の固有周期における設計震度を求め、各試験結果において当設計震度近傍の減衰定数が設定値を下回らないことを確認した。



燃料取扱機の固有周期

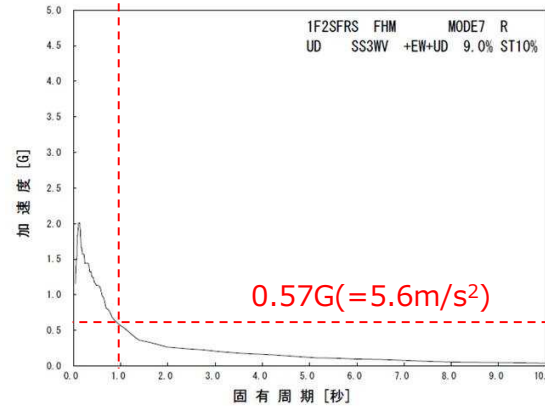
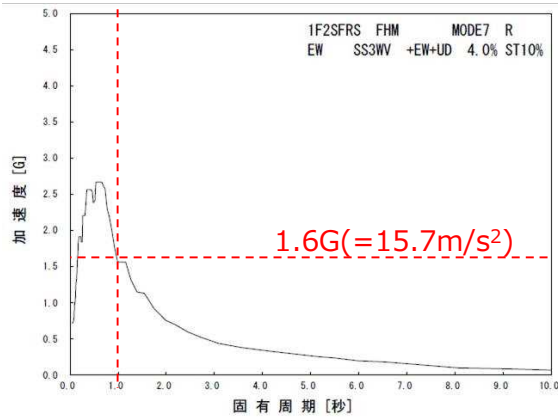
	固有周期 (s)	設計震度 (m/s <sup>2</sup> )
水平 1次	1.6	10.8 (1.1G)
上下 1次	1.0	10.2 (1.04G)

床応答スペクトル (左 : 水平方向, 右 : 鉛直方向)



# クレーン耐震設計に適用する減衰定数について

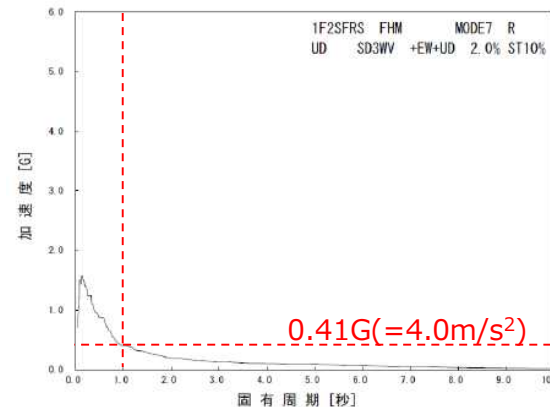
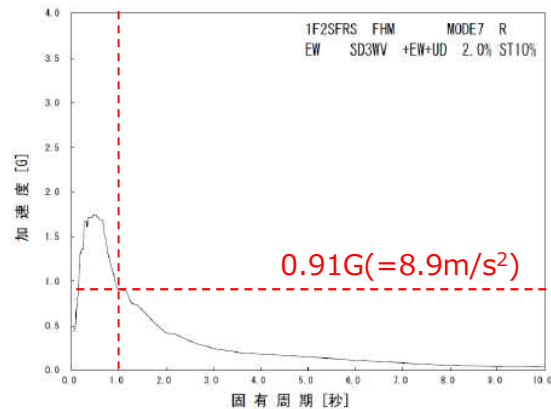
- クレーンで確認された減衰定数から水平4%, 鉛直5%(仮)を適用する。
- 床応答スペクトルからクレーンの固有周期における設計震度を求め、吊荷重量を考慮し換算したものに対して当設計震度近傍の減衰定数が設定値を下回らないよう減衰定数を設定する。



Ss地震時の床応答スペクトル(左：水平方向, 右：鉛直方向)

クレーンの固有周期

	固有周期	設計震度(m/s <sup>2</sup> )	
		Ss地震	Sd地震
水平1次	1.0s	15.7 (1.6G)	8.9 (0.91G)
上下1次	1.0s	5.6(*) (0.57G)	4.0 (0.41G)



Sd地震時の床応答スペクトル(左：水平方向, 右：鉛直方向)

(\*)減衰定数変更に伴い5.6m/s<sup>2</sup>よりも大きい値となる。

- 燃料取扱設備が使用済燃料プール及び使用済燃料ラックに波及的影響を及ぼさないことを確認するため、地震応答解析を実施し、構造部材が許容応力に収まっていることを確認する。
- クレーン、ジブクレーン、キャスク固定治具については地震の発生頻度を考慮し、弾性設計用地震動Sdに対してはJEAG 4601 補-1984に規定される許容応力区分IV<sub>A</sub>S，基準地震動Ssに対しては設備全体として波及的影響を及ぼさないことを確認する。

耐震評価に適用する許容応力(クレーン)

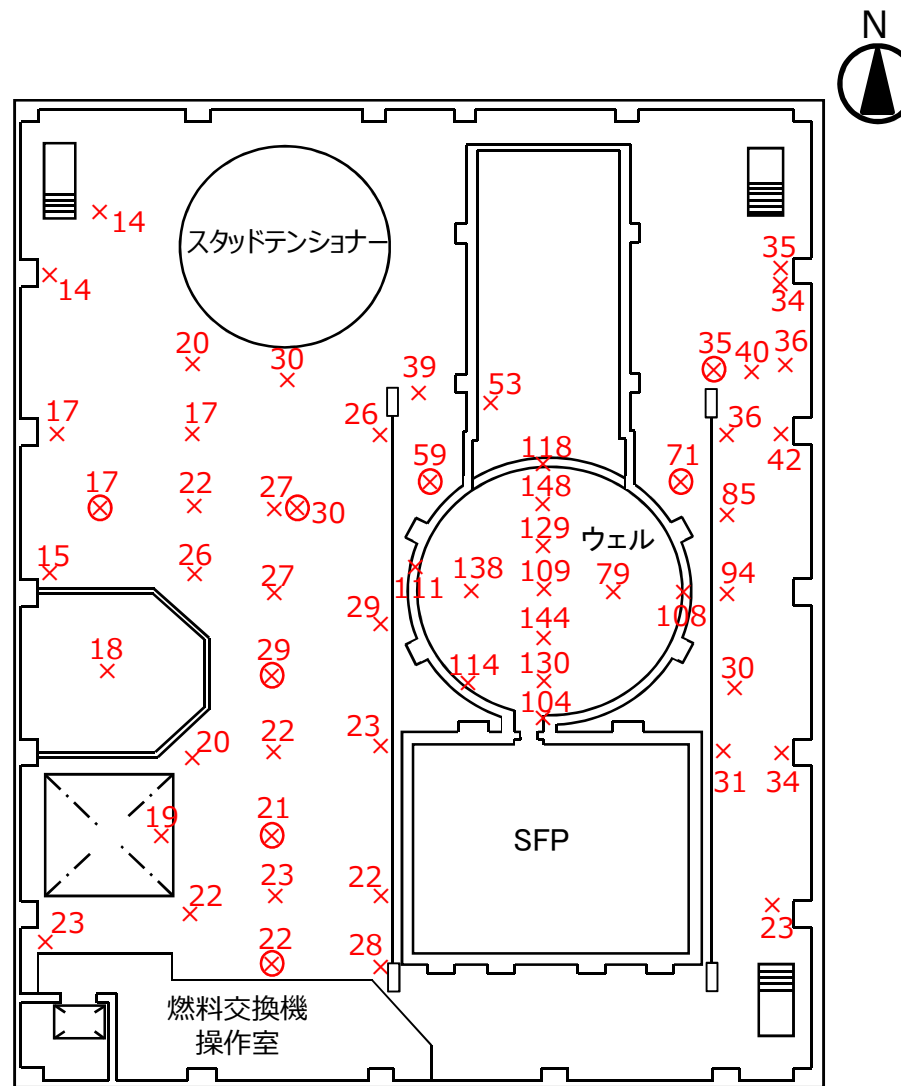
	使用材料	Sy (MPa)	Su (MPa)	種類	Sd評価時
ブーム	WELDOX 1100E	1100	1250	引張	$F = \min(1.2S_y, 0.7S_u)$
				せん断	$F/\sqrt{3}$
				曲げ	F
				組合せ	F
ブーム根元支持ピン	42CrMo4	500	750	せん断	$F/\sqrt{3}$
旋回輪軸受取付ボルト	SUS630	860	1000	引張り	$F * 1.5/2$

## ■ 背景

- 2018年11月～12月の調査結果14～148mSv/h程度
- 汚染は建屋内全域に拡散
- オペレーティングフロア全域で定常的な有人作業が可能なレベルまでの線量低減は困難

(凡例)

- × : 測定箇所 (mSv/h)
- ⊗ : ファンネル部(mSv/h)



【測定条件】

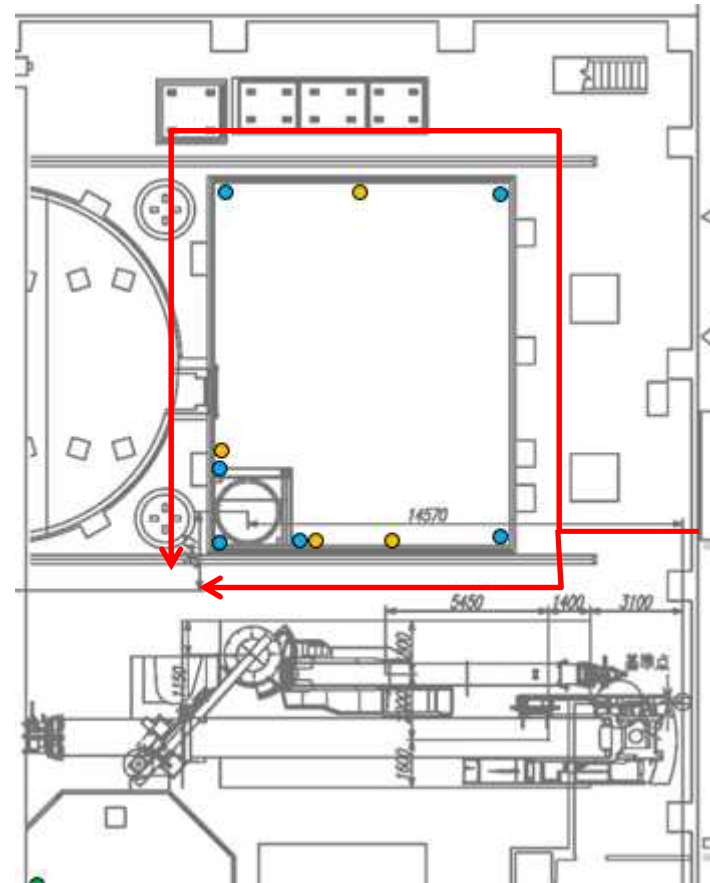
- 測定高さ : 床面から1.5m
- 測定器 : γ線用半導体線量計 (1cm線量率)

- 原子炉建屋内での作業が少ない据付工法を選定
  - ランウェイガータは燃料取り出し用構台側から押し出して設置する工法
  - 主なオペフロ内の据付作業はSFP照明及びITVの設置のみ
- 原子炉建屋内の燃料取り出し作業の遠隔化
  - 燃料取り出し手順参照
- 燃料取扱設備のメンテナンスは燃料取り出し用構台前室にて実施
- 燃料取扱設備停止時の原子炉建屋内から燃料取り出し用構台前室への退避手段の確保
- 原子炉建屋内設置機器のメンテナンスに必要な作業エリア／アクセス通路の線量を低減（ダスト飛散抑制の観点で遮蔽体設置前に除染を実施）
  - ↓
  - 遮蔽設置の主目的
- オペフロ内環境線量の目標値として1mSv/hを設定
  - 線源が床面のみの3号機と同様の目標値を設定
  - 2号機では線源に遮蔽できない箇所（天井，高所壁面）があるものの可能な限り目標値に近づける対策を実施

## ■ 原子炉建屋内でのメンテナンスが必要な常設機器

- 使用済燃料プール内ITV
- 使用済燃料プール内照明

## ■ 燃料取り出し用構台側から使用済燃料プール周りへアクセス通路及び作業エリアの確保が必要



(凡例)

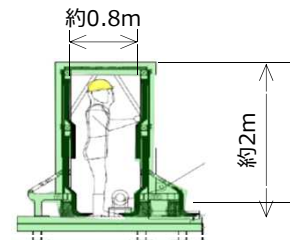
- 使用済燃料プール内ITV
- 使用済燃料プール内照明

## ■ 除染計画

- 燃料取り出し作業中のダスト飛散抑制のため遮蔽体設置前に除染を実施

## ■ 遮蔽計画

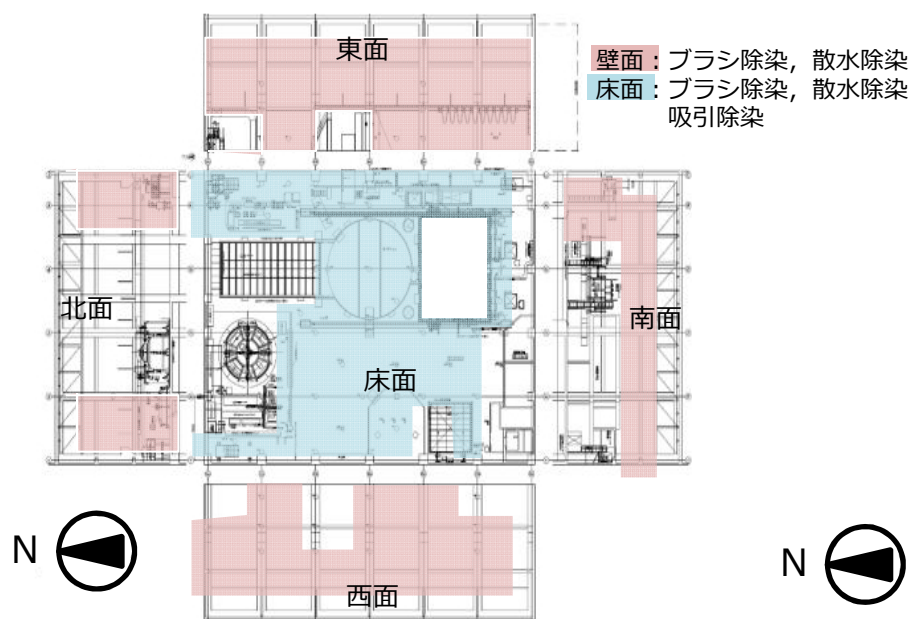
- メンテナンスエリアに影響の大きい箇所に遮蔽体を設置し，アクセス通路にも遮蔽機能を持たせることで作業環境を整備
- 工事における被ばく低減対策
  - 遮蔽体設置作業は遠隔重機を用いて行うため，オペフロ内の有人作業はない。  
(西側構台前室内における機器のメンテナンス作業で被ばくが生じる)
- 遮蔽体設置後の雰囲気線量を評価し，作業を実施する上で問題ない数値であることを確認している。



← アクセス通路イメージ

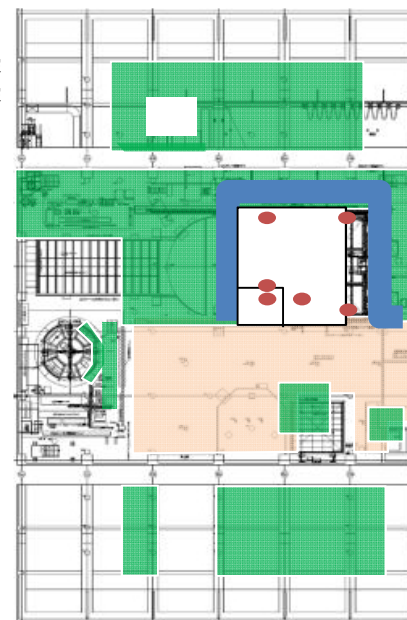
### 【凡例】(括弧内は遮蔽効果)

- : 鉄板遮蔽厚さ  
 ウェル上：250mm(1/1000)  
 床面：80mm(1/100)  
 壁面：40～60mm(1/5～1/10)  
 アクセス通路：鉛20mm(1/5)  
 (側面，天版)
- : コンクリート遮蔽厚さ  
 床面：200mm(1/100)
- : ITV配置箇所
- : アクセス通路



除染範囲図 (床面，壁面) ※

※アクセス可能な範囲で実施



遮蔽設置範囲図

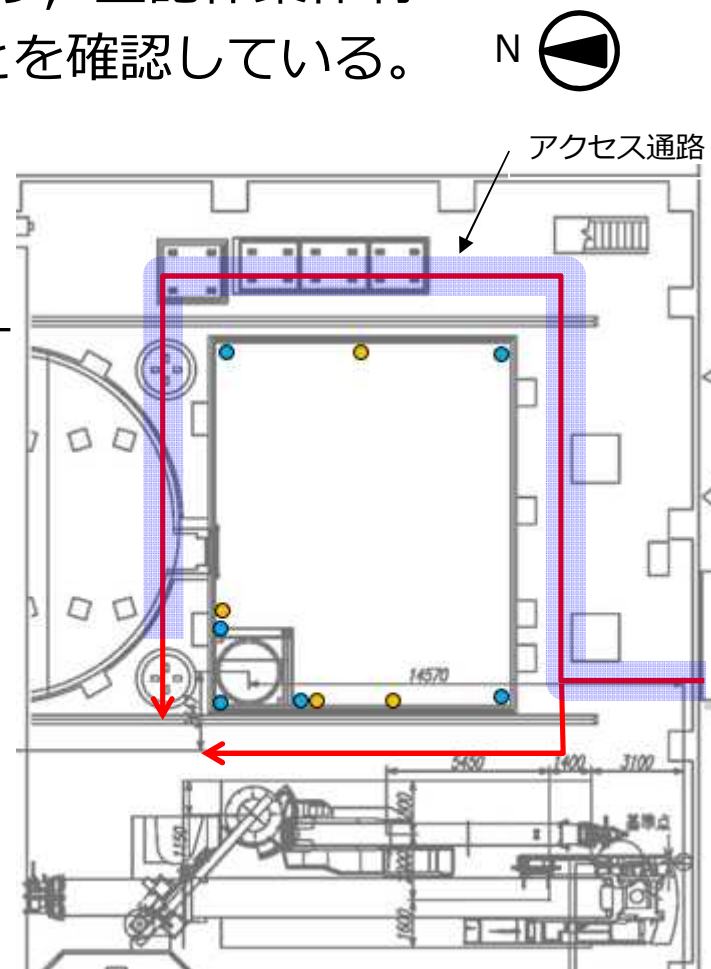


## ITVカメラ設置時の被ばく線量概算

- 作業体制 2班（数名／班）
- 作業時間 35分／人・日（ITV6台，照明4台を設置）
- 2021年調査結果から評価した雰囲気線量より，上記作業体制時間における想定被ばく線量が問題ないことを確認している。
  - メンテナンス時(ITVカメラ交換作業)も同程度と想定(カメラ寿命は1年以上のものを選定する)

短時間での作業実現が可能となるよう詳細設計及び施工計画に反映していく。

- (凡例)
- 使用済燃料プール内ITV
  - 使用済燃料プール内照明
  - ← 作業者動線





2号機オペフロ内の環境線量については、有人作業の主な作業場所となるアクセス通路内の環境線量の評価値（0.1mSv/h）が目標値を達成しており、また、アクセス通路外の作業は短時間であるため、現状の評価値で作業可能と判断している。以下が今後の計画である。

### ■ 継続的な線量測定にて遮蔽計画を検証

- オペフロ残置物撤去作業後及び線量影響の大きい原子炉ウェル上への遮蔽体設置後に線量測定を実施し遮蔽計画を検証
- 評価値の妥当性を確認するため、各エリアの遮蔽体設置後に線量評価を行い、遮蔽効果を確認
- 全ての遮蔽体設置後に線量測定を行い、最終的な作業可否を判断

### ■ 事故調査への影響

- 2021年3月に原子炉ウェル上の線量測定を実施し、測定結果を規制庁と共有
- 規制庁と協働し実施するオペフロ調査は除染作業・遮蔽体設置前に実施
- 原子炉ウェル上に設置する遮蔽体は、燃料取り出し作業完了後に撤去可能

■ 対象とする遮蔽体

使用済燃料プール及び使用済燃料ラックに波及的影響を及ぼさないことを確認するため、使用済燃料プールに隣接する遮蔽体を対象とする。

(アクセス通路は転倒しても使用済燃料プールに落下しないよう使用済燃料プール壁よりアクセス通路高さと同程度の離隔距離を確保することで、評価の対象外とする。)

■ 評価結果

添付資料4参照

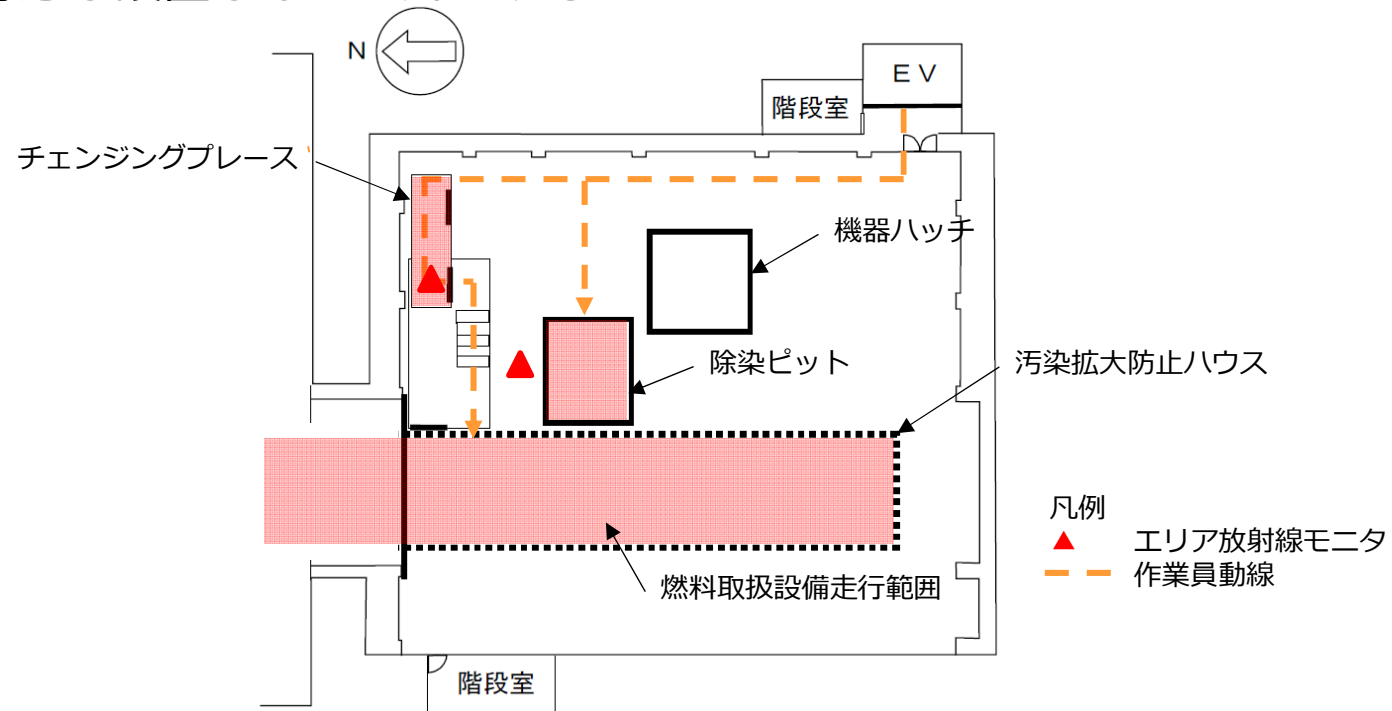
### ■ 設置目的

- 燃料取り出し作業時の過度な被ばく防止のため、有人作業エリアの雰囲気線量を監視する。

### ■ 設置方針

- 燃料取り出し作業時に有人作業エリアとなる燃料取り出し用構台前室内にエリア放射線モニタを設置する。
- 原子炉建屋内は遠隔作業エリアとなるため設置しない。

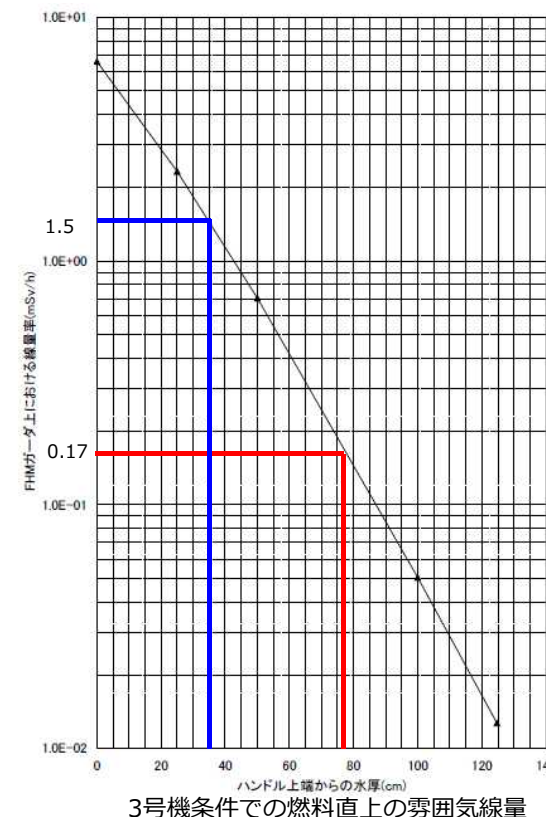
- エリア放射線モニタは作業員被ばく低減の観点で燃料取扱設備移送時、輸送容器取扱時の雰囲気気線量監視のため作業エリアレベルに設置する。
  - 除染ピット周囲：輸送容器取扱時の雰囲気気線量を監視
  - 汚染拡大防止ハウス アクセス通路：燃料取扱設備移送時の雰囲気気線量を監視
  - 原子炉建屋内：通常時は遠隔作業エリアであり、燃料取扱設備制御・監視機能の多重化、ITVカメラによる監視により燃料取扱設備の動作不良による雰囲気気線量の変動リスクは小さい。また、エリア放射線モニタ設置時／保守・点検時の被ばくも考慮し設置しない方針とする。



# 遮蔽水深について

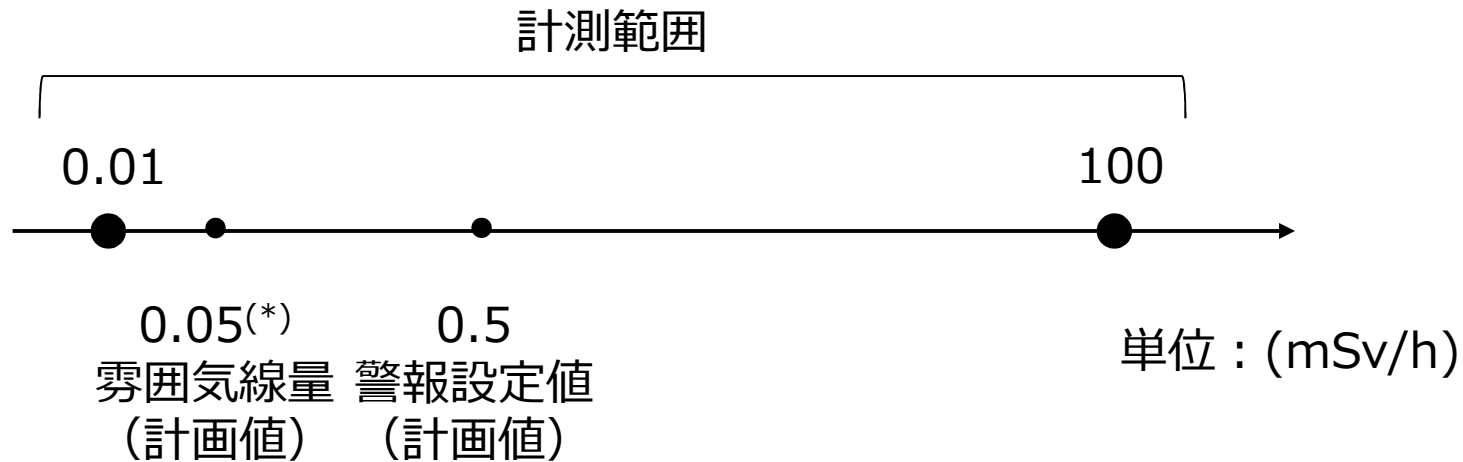
- 燃料吊り下げ時の燃料直上（燃料取扱機走行台車上面）の線量変位は0.14mSv/h程度となる。
- 二重化した燃料取扱設備の計器・センサ出力結果の突合せで異常を検出した際の作業停止，ITVカメラによる作業監視が可能なため，遮蔽水深の逸脱の発生リスクは小さい
- 3号機燃料移送による作業フロア床面での有意な線量変動は検出されていない。
- これらの結果より，原子炉建屋内のエリア放射線モニタによる検出は不要と判断

	3号機条件	2号機条件	
			換算係数
燃料型式	9×9型燃料	同左	—
初期濃度	3.80 wt%	同左	—
ウラン重量	173(kg)	同左	—
燃焼度	52(GWD/t)	同左	—
冷却期間	1473(日) (2014/7/1時点)	4946(日) (2024/4/1時点)	0.29
評価点高さ 原子炉建屋 オペフロ基準	6.08m (作業フロア床面)	3.64m (走行台車上面)	2.8
遮蔽水深	35(cm)	78(cm)	右図評価結果を引用
評価点線量率	1.5mSv/h	0.14mSv/h (=0.17×0.29×2.8)	—



## ■ 計測範囲

- エリア放射線モニタは霧囲気線量，警報設定値（霧囲気線量の10倍）を包絡する計測範囲を有する。



## ■ 警報表示

放射線レベル高等の発報時，以下の通り警報を表示する。

- 燃料取り出し用構台前室内 回転灯表示，ブザー鳴動
- 免震重要棟 表示画面への警報発生表示

(\*) 燃料取り出し用構台周辺の線源から燃料取り出し用構台作業フロアへの影響を考慮した評価にて実現性を確認済み。

### ■ 設置目的

- ① 原子炉建屋オペレーションフロア内及び燃料取り出し用構台前室内から換気設備を経て大気放出する気体廃棄物中の放射性物質濃度を連続監視する。  
（敷地境界線量評価のインプット条件となるため、単一故障時に評価不可とならないよう多重化構成とする）
- ② 燃料取り出し用構台前室は気密性を有さないため、前室周囲の放射性物質の濃度を監視する。（監視のため単一構成）
- ③ 原子炉建屋南壁に設ける開口周囲の放射性物質の濃度を監視する。（監視のため単一構成）

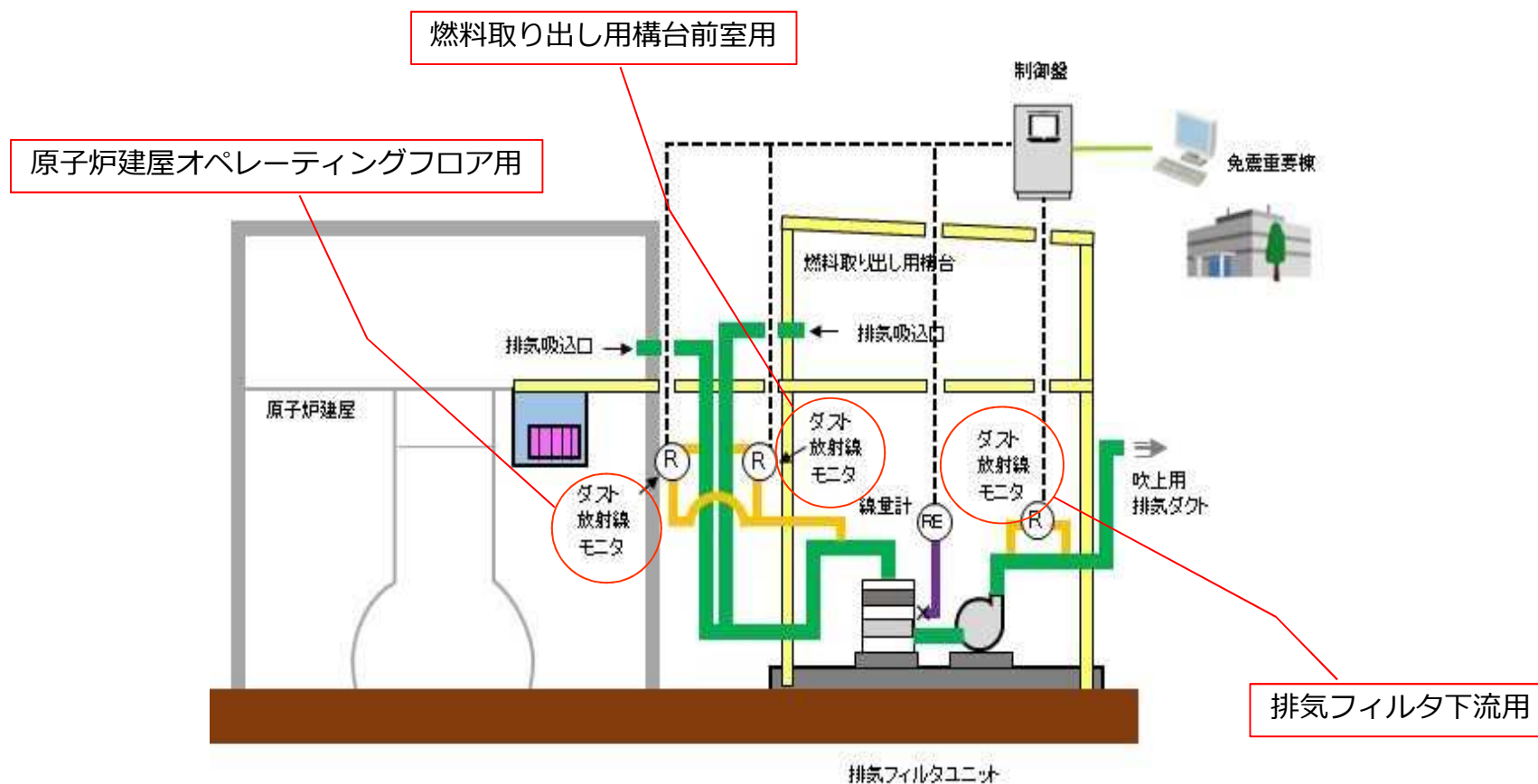
### ■ 設置方針

- ① 換気設備フィルタ前後に2系統ずつ設置する。
- ② 燃料取り出し構台建屋廻り4箇所を設置する。
- ③ 原子炉建屋南壁開口部周囲1箇所を設置する。



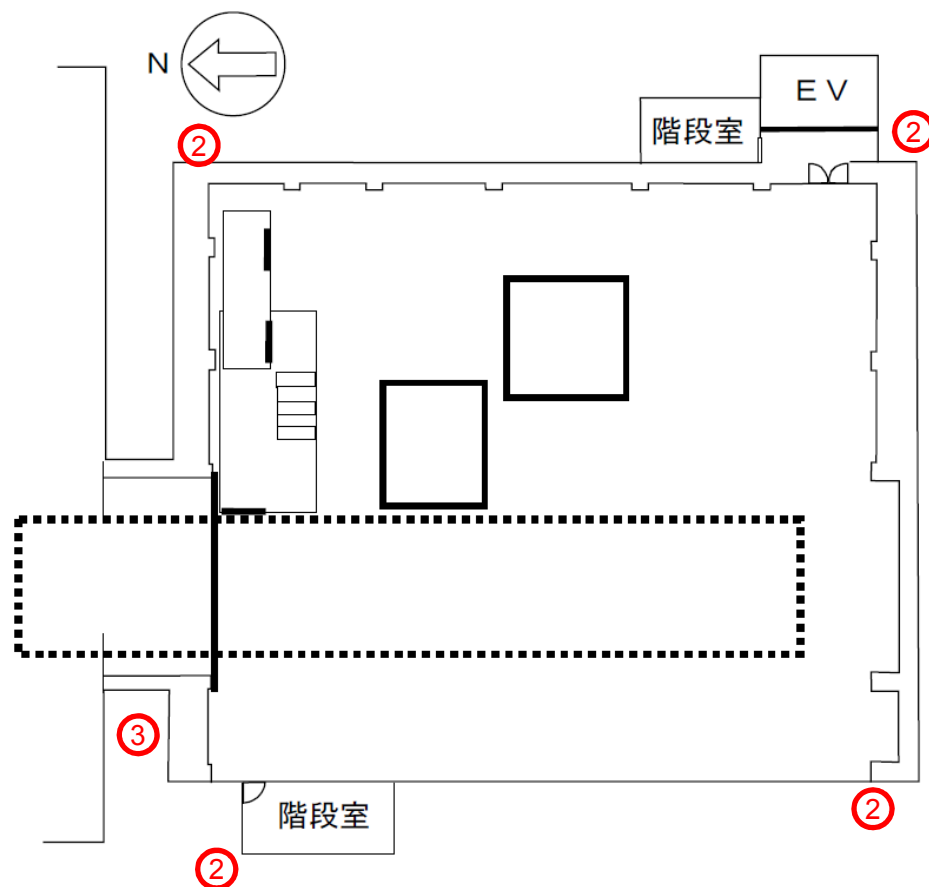
# ダスト放射線モニタ 検出箇所①

- 排気フィルタ上流は原子炉建屋オペレーティングフロア, 燃料取り出し用構台前室からのダクトに検出点を設ける (各々 2 系統)。
- 排気フィルタ下流のダクトに検出点を設ける (2 系統)。



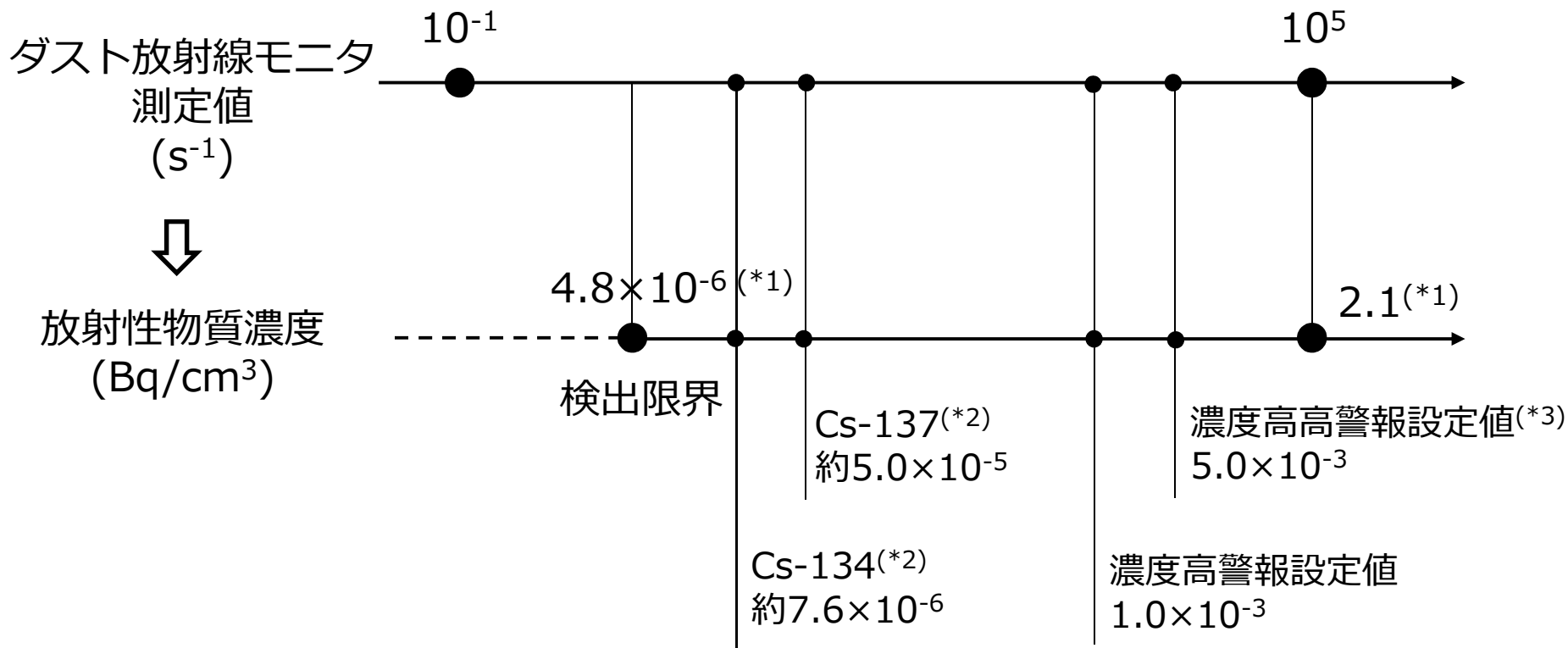
## ダスト放射線モニタ 検出箇所②／③

- 前室周囲の放射性物質濃度測定のためオペレーティングフロアレベル付近に検出点を4箇所設ける。
- 原子炉建屋南壁開口周囲の放射性物質濃度測定のためオペレーティングフロアレベル付近に検出点を1箇所設ける。



凡例：  
○：検出箇所  
(番号は設置方針に対応)

- ダスト放射線モニタは検出限界から警報設定値を包絡する  $10^{-1} \sim 10^5 \text{s}^{-1}$  の計測範囲を有する



- \*1: 約  $0.4 \text{mSv}/\text{h}$  のバックグラウンド, 計数時間10分での換算値
- \*2: 2号機原子炉建屋オペレーティングフロア上の令和1年8月~令和2年8月の検出濃度の平均値
- \*3: 敷地境界付近のダスト放射線モニタ警報設定値から算出した値 ( $6.8 \times 10^{-3} \text{Bq}/\text{cm}^3$ ) を下回る値として設定

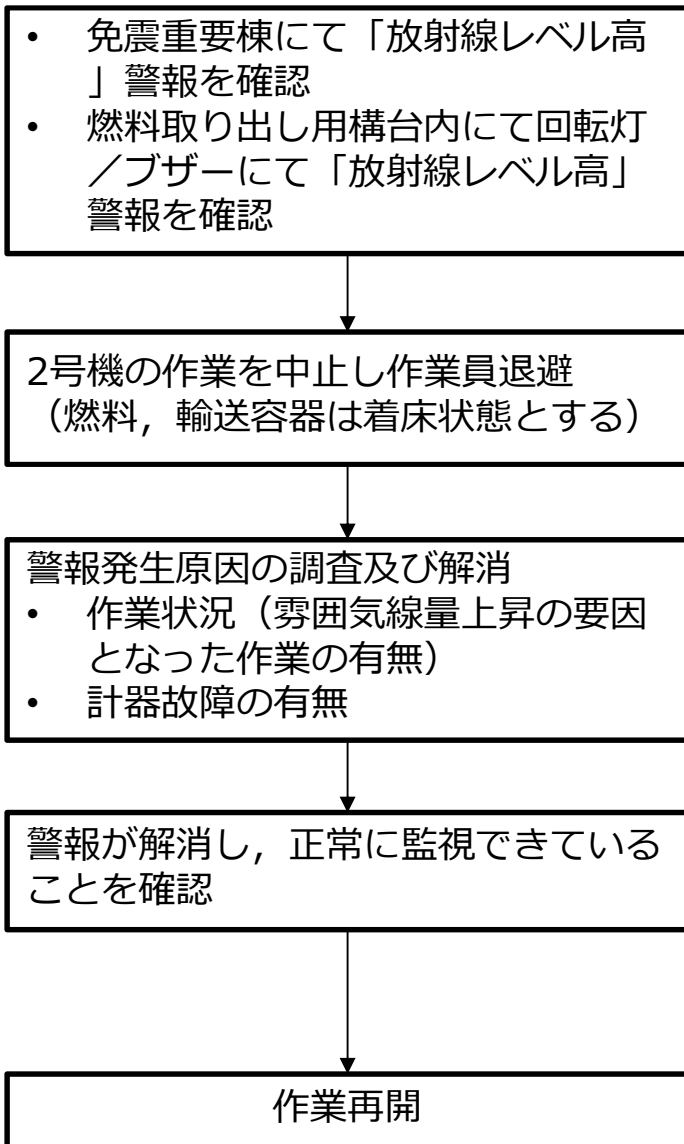
### ■ 警報表示

濃度高等の発報時、以下の通り警報を表示する。

- 燃料取り出し用構台前室内      なし（「エリア放射線モニタ・ダスト放射線モニタ警報発報時の対応」参照）
- 免震重要棟                              表示画面への警報発生表示

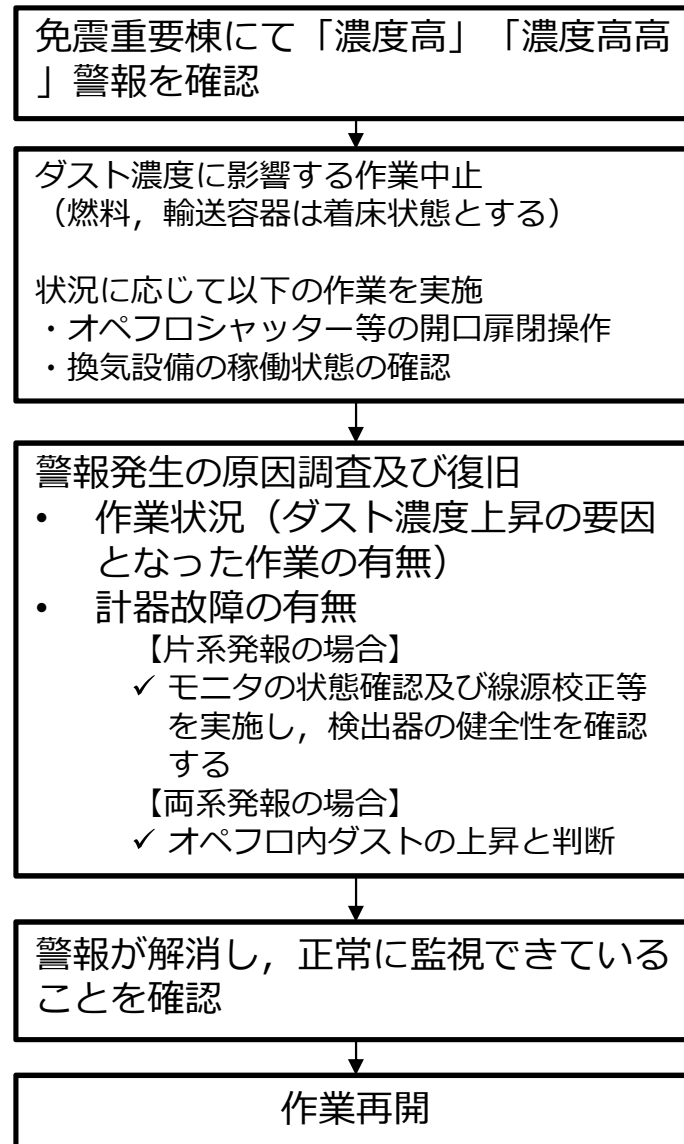
■ エリア放射線モニタ

「放射線レベル高」警報発報時の対応



■ ダスト放射線モニタ

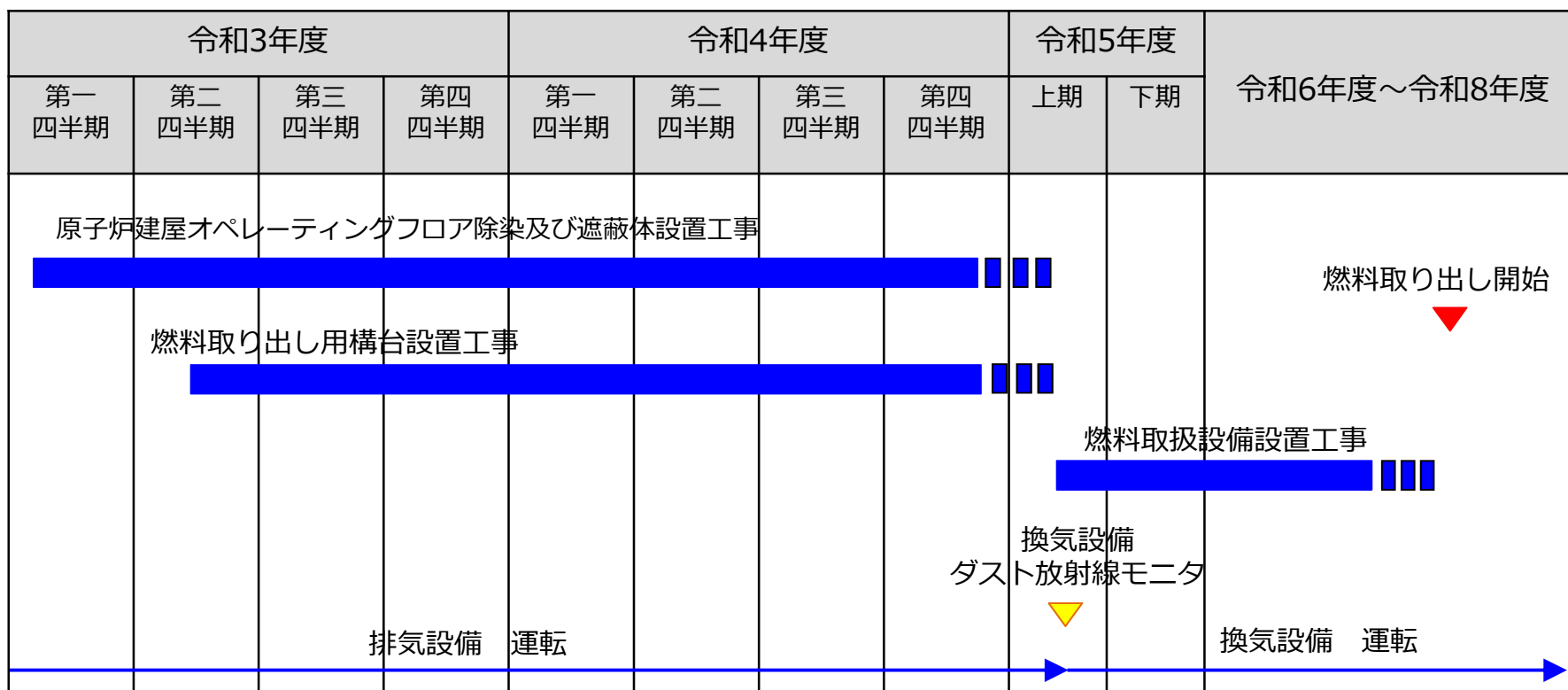
「濃度高」「濃度高高」警報発報時の対応



# 排気設備から換気設備への切り替え時期



- 原子炉建屋内の作業環境改善のため原子炉建屋排気設備（以下、排気設備）を運転中。
- 燃料取り出し用構台前室完成後、排気設備の運転を停止し、原子炉建屋オペレーティングフロア及び燃料取り出し構台換気設備（以下、換気設備）に切り替える。
- フィルタ前後のダスト放射線モニタも同時に切り替える。



凡例：  工事工程  使用前検査

## 排気設備と換気設備の仕様比較

- 換気設備では燃料取り出し用構台前室から原子炉建屋オペレーティングフロア側へ気流の流れが生じるよう、排気設備から排気風量を変更する。（換気設備の排気風量設定根拠については添付資料3参照）
- 換気設備のフィルタ性能については、排気設備と同等の性能を有するフィルタであり、排気設備の実績から十分にダストを低減できる性能であることを確認している。（下表参照）

	排気設備	換気設備
排風機台数	2台	2台
排気風量	原子炉建屋 : 10,000m <sup>3</sup> /h	原子炉建屋 : 20,000m <sup>3</sup> /h 燃料取り出し用構台 : 10,000m <sup>3</sup> /h
フィルタ効率	97%(粒子径0.3μm)以上	97%(粒子径0.3μm)以上
耐震クラス	ノンクラス	Cクラス相当

排気設備と換気設備の仕様比較

フィルタ前ダスト濃度	フィルタ後ダスト濃度
約5.4×10 <sup>-6</sup> Bq/cm <sup>3</sup>	<8.1×10 <sup>-8</sup> Bq/cm <sup>3</sup> ※検出限界値未満

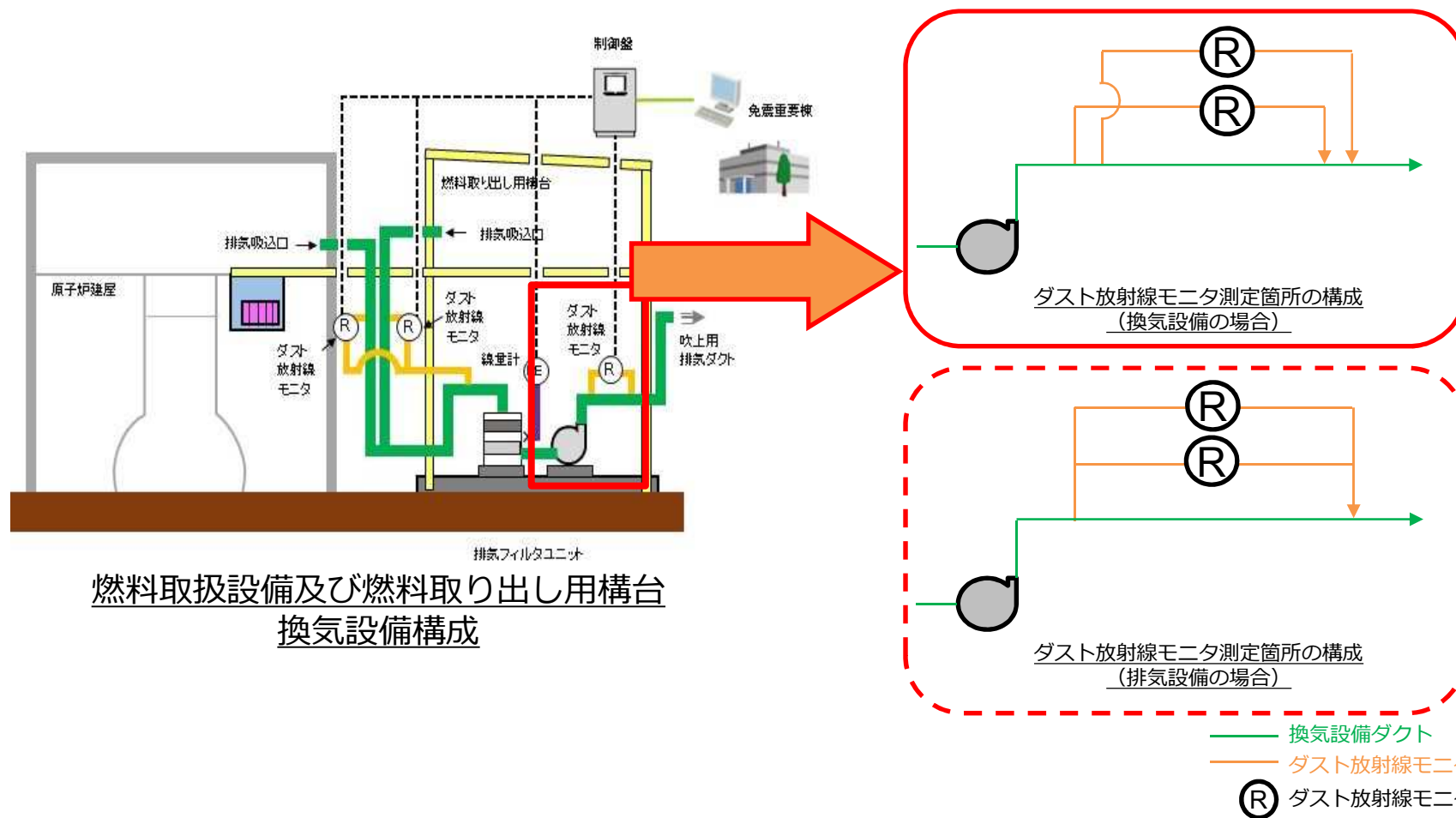
排気設備のダスト低減効果の確認（2021年12月6日時点 Cs137の値）

- 換気設備の風量調整方法
  - ① 各建屋の排気風量が上記設定値となるよう風量計（仮設）を用いてボリュームダンパーの開度を調整する。
  - ② 燃料取り出し用構台作業フロアから原子炉建屋オペレーティングフロアに気流が生じることを煙幕等を用いて確認する。
  - ③ 気流が確認出来ない場合はボリュームダンパーの開度を再調整する。（調整完了後、開度は固定され、開度が正常であることを定期的に確認する。）



# 換気設備切替に伴う施設定期検査への影響について

- 燃料取扱設備及び燃料取り出し用構台換気設備の運用開始に伴い、これまで運転していた排気設備の運用を停止する。
- 排気設備のダスト放射線モニタについては施設定期検査の対象となっている。
- 換気設備のダスト放射線モニタも排気設備と同様に施設定期検査を行うが、測定する試料がフィルタ出口のダストという点で同じであり、測定項目及び判定基準に変更はない。



燃料取扱設備及び燃料取り出し用構台  
換気設備構成

## 敷地境界線量に与える影響について

- 2号燃料取り出し関連において新たに設置される設備として「燃料取扱設備」「燃料取り出し用構台」がある。また、構台の運用開始に伴い、2号排気設備（既設）から2号原子炉建屋及び燃料取り出し用構台用換気設備（以下、換気設備）に切替を行う。
- 排気設備から換気設備への切替を考慮した敷地境界における実効線量の評価値が、「特定原子力施設への指定に際し東京電力株式会社福島第一原子力発電所に対して求める措置を講ずべき事項について」記載の1mSv/年未満であることを評価した。
- 1Fでは、実効線量の中でも特に気体放射性廃棄物については、1~4号機原子炉建屋からの放出による影響を0.03mSv/年未満で管理しており、過去1年間の評価結果における最大値が約 $7.0 \times 10^{-5}$ mSv/年と、管理値に包絡されることを確認している。（「2021年11月19日 福島第一原子力発電所における環境線量低減対策に係る面談」にて規制庁殿へご報告した内容から引用）
- 下記表が排気設備と換気設備それぞれの影響比較及び過去1年間ににおける1F全体及び換気設備の運転による影響を考慮した評価値である。排気設備から換気設備への切替に伴う敷地境界への影響が約 $2.0 \times 10^{-3}$ mSv/年増となるが、1F全体からの影響を考慮した値が、約 $3.07 \times 10^{-3}$ mSv/年と、0.03mSv/年以下となり、問題ないことを確認した。
- また、「実施計画Ⅲ.3.2.2 線量評価」記載の震災後に設置した敷地内各施設（固体）による影響約0.58mSv/年、液体廃棄物による影響約0.22mSv/年、その他に起因する影響約0.08mSv/年を考慮しても合計が既認可と同じ約0.91mSv/年となり、1mSv/年未満となることを確認した。

排気設備と換気設備が敷地境界線量に与える影響の比較※

排気設備	換気設備	比較
約 $1.0 \times 10^{-3}$ mSv/年	約 $3.0 \times 10^{-3}$ mSv/年	約 $2.0 \times 10^{-3}$ mSv/年増

※各設備の定格風量と2号機原子炉建屋オペフロにおけるダスト濃度平均値により比較

気体廃棄物による敷地境界線量の評価値

1F全体 (過去1年間)	換気設備	合計
約 $7.0 \times 10^{-5}$ mSv/年	約 $3.0 \times 10^{-3}$ mSv/年	<u>約<math>3.07 \times 10^{-3}</math>mSv/年</u>

### 3号機FHM・クレーン不具合から得た主な教訓 ～第75回特定原子力施設監視・評価検討会資料抜粋～



	主な問題点	教訓
1	プロジェクトでの管理の弱さ	プロジェクトのミッションを達成するために、必要な体制、責任と権限を明確にし、適切なリソースを確保すること。長期にわたるプロジェクトにおいても全体管理を行えるような仕組みとすること。 (システムエンジニア、機械、電気、計装、土木、建築、安全等、プロジェクト初期段階で必要な体制、責任と権限を明確にしておく必要がある)
2	設計管理における要求事項の不十分さ、変更管理の甘さ	プロジェクトのミッションを達成するために必要な設備の設計における規格・基準類に基づく設計要求の明確化および実施中の変更管理を確実に実行する仕組みを構築すること ① 仕様を要求するにあたり、適用する規格・基準類を明確にすること（設計、検査を確実に実施するために） ② 設計の前提条件となる原子力安全に係る要求を明らかにし、加えて環境条件や運用方法等も明確に要求とすること ③ コネクタケーブルという国内原子力で実績が少ない汎用品、クリティカル品目に対して技術レビューを行えること ④ プロジェクトの各ステージにおいてゲートを設定し、十分な設計活動、品質保証活動を実施していることを、責任者が承認し次工程へ進むプロセスとすること
3	リスクアセスメントの不十分さ	概念・基本・詳細の各設計段階、製造段階、設置工事段階、運用段階においてリスク管理を適用し、ステージゲート毎にレビュー、フィードバックさせる仕組みとすること
4	クリティカル品の設計、製造不良を見抜く力量の不足	クリティカル品の設計、製造不良を見抜く品質管理が必要 ① 製造者の品質保証体制に係る監査的手法活用による評価を行うこと。 ② 要求する製品の機能・性能を担保するために必要な検査を特定し実施すること。当該品質記録を残すこと。 ③ 海外品については、文書で明確に要求しない限り、国内プラントメーカーと同様な品質管理（品質記録の作成・提出）は行われないことを踏まえた対応が必要。 ④ 一般産業品であってもクリティカル品には①または②等の手法を用いて設計、製造品質を担保すること。
5	既存設備との取り合い設計の甘さ	現地調査を踏まえた情報をインプットとすること 検証方法（モックアップで確認できること、できないこと）を確実にレビューすること
6	変更管理の甘さ（検査等）	設計・製造・工事段階の変更管理を受注者（サブベンダ）に適切に実施させること（発注者へも報告） ① 受注者に変更管理を確実に実施させ、発注者が確認可能なように、文書や品質記録等に変更内容・変更に伴う影響評価、作業や検査の場合は、手順書での条件の明記およびその復旧記録を残すこと。 ② 検査条件は現地条件に合わせる。仮に変更する場合は機能・性能の観点から影響を評価させ発注者の了承を得ること。
7	トラブル発生時のリカバリの困難さ	リカバリ対応を可能とするために適切な内容の設備図書を提出させること ① IBDを提出させること。ブラックボックスとならないよう、ECWDを提出させること ② 取扱説明書のトラブルシューティングの記載を充実させること  リカバリ対応を行うに当たり、当社の対応能力(設備図書等の保有するトラブルシューティング情報)を見極め、元請・サブベンダとトラブル体制を構築すること

## 2号機燃料取扱設備の品質管理強化策(1/7)

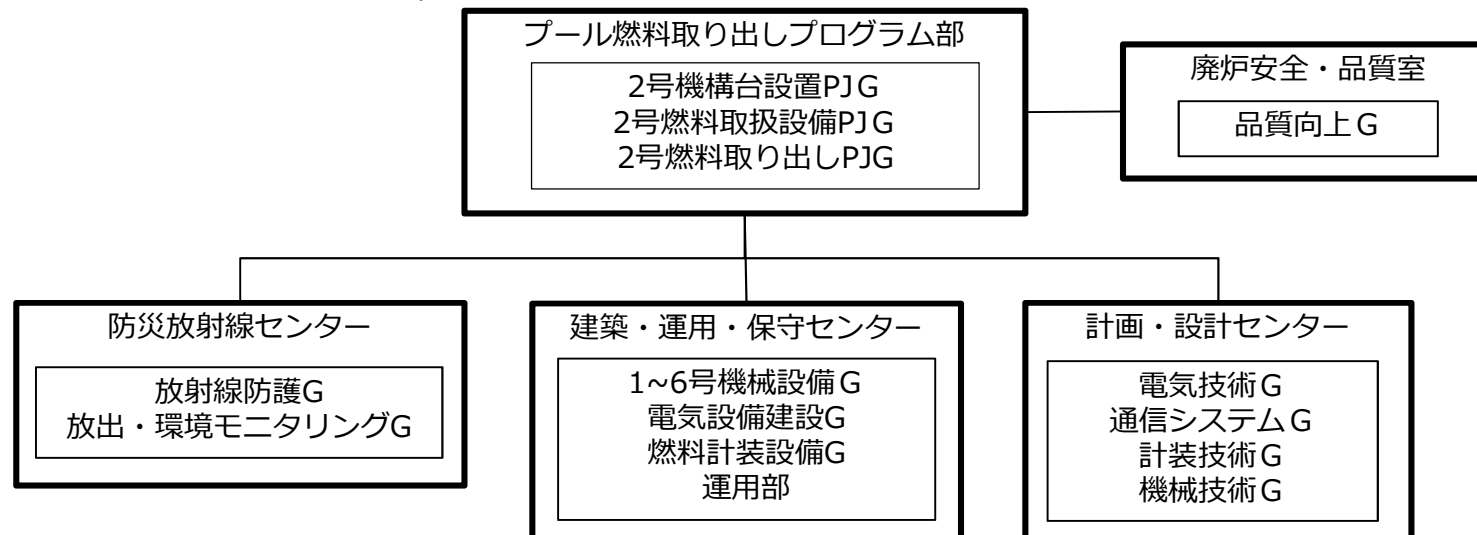
- 3号機燃料取扱設備の不具合事象の反省を踏まえ「重要調達品・設計管理ガイド」を制定。2号機燃料取扱設備は当ガイドに基づき品質管理強化を進めている。ガイド制定の元となった3号機燃料取り出しで得た教訓への対応を記載する。

### ■ 3号機燃料取扱設備不具合事象から得た教訓 1

プロジェクトのミッションを達成するために、①必要な体制、責任と権限を明確にし、適切なリソースを確保すること。 ②長期にわたるプロジェクトにおいても全体管理を行えるような仕組みとすること。

#### 【2号機燃料取り出しにおける対応】

- ①基本設計段階から専門部門が協働関係を構築し、横断的に設計、製作、据付工事を進める。
- ②プール燃料取り出しプログラム部門が当該設備に関する全体管理を実施中。
- ③運用開始後はトラブル対応など、適宜内容に応じた体制を構築する。



2号機燃料取り出し体制表

### ■ 3号機燃料取扱設備不具合事象から得た教訓 2

プロジェクトのミッションを達成するために必要な設備の設計における規格・基準類に基づく設計要求の明確化および実施中の変更管理を確実に実行する仕組みを構築すること

- ① 仕様を要求するにあたり、適用する規格・基準類を明確にすること（設計、検査を確実に実施するために）
- ② 設計の前提条件となる原子力安全に係る要求を明らかにし、加えて環境条件や運用方法等も明確に要求とすること
- ③ コネクタケーブルという国内原子力で実績が少ない汎用品、クリティカル品目に対して技術レビューを行えること
- ④ プロジェクトの各ステージにおいてゲートを設定し、十分な設計活動、品質保証活動を実施していることを、責任者が承認し次工程へ進むプロセスとすること

### ■ 3号機燃料取扱設備不具合事象から得た教訓 3

概念・基本・詳細の各設計段階、製造段階、設置工事段階、運用段階においてリスク管理を適用し、⑤ステージゲート毎にレビュー、フィードバックさせる仕組みとすること

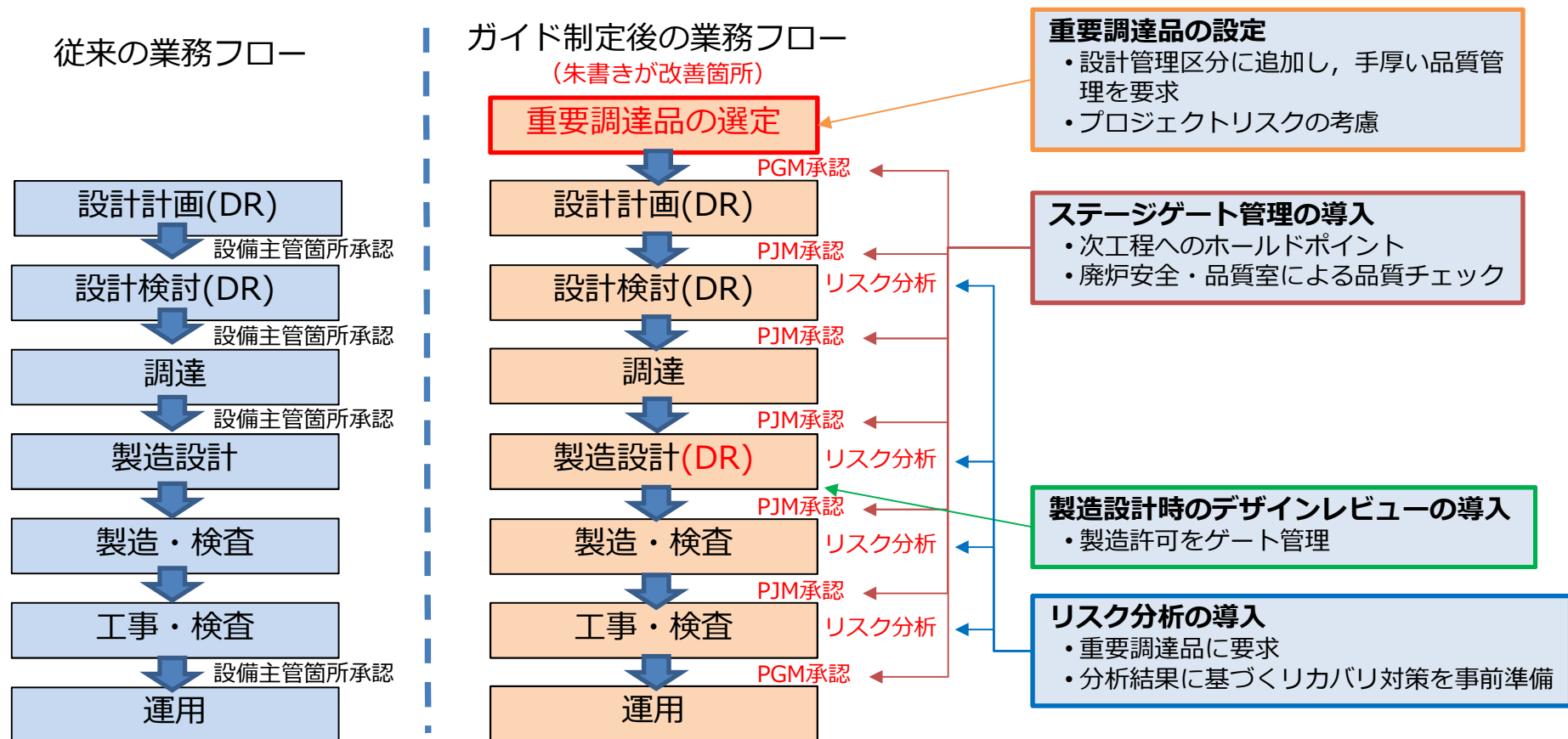
#### 【2号機燃料取扱設備での対応】

- ① 各専門分野が基本設計段階から適用規格・基準類を確認済み。
- ② 基本設計開始時に原子力安全に係る要求、環境条件、運用方法等の設計条件を明確にし、計画設計DR／設計検討DRにて確認済み。
- ③ 電気・計装品は国内原子力適用実績のあるものを選定する。プロジェクト遂行上リスクの高い品目はクリティカル品として個別に対応を検討する。



## 2号機燃料取扱設備の品質管理強化策(3/7)

- ④ 下フローのように、各段階毎にゲートを設けて責任者の承認を得た上で次の工程へ進める改善後の業務フローを適用中。
- ⑤ 各ゲートでリスク分析を行い、設計への反映要否を確認する。



PGM : プログラムマネージャ PJM : プロジェクトマネージャ DR : デザインレビュー

### ■ 3号機燃料取扱設備不具合事象から得た教訓4

#### クリティカル品の設計，製造不良を見抜く品質管理が必要

- ① 製造者の品質保証体制に係る監査的手法活用による評価を行うこと。
- ② 要求する製品の機能・性能を担保するために必要な検査を特定し実施すること。当該品質記録を残すこと。
- ③ 海外品については、文書で明確に要求しない限り、国内プラントメーカーと同様な品質管理（品質記録の作成・提出）は行われなことを踏まえた対応が必要。
- ④ 一般産業品であってもクリティカル品には①または②等の手法を用いて設計，製造品質を担保すること。

#### 【2号機燃料取扱設備での対応】

- ① サブベンダ含む受注者施設へのアクセスを要求しており，必要に応じて設計検証や品質審査資料等の確認を行う。
- ② 当社（各専門部門含む）と受注者間で検討した検査項目に基づいて検査を行い品質記録として管理する。
- ③ 国内メーカーを選定する。
- ④ クリティカル品に対しては製品品質の担保，もしくは予備品の確保にてプロジェクトリスクの低減を図る。

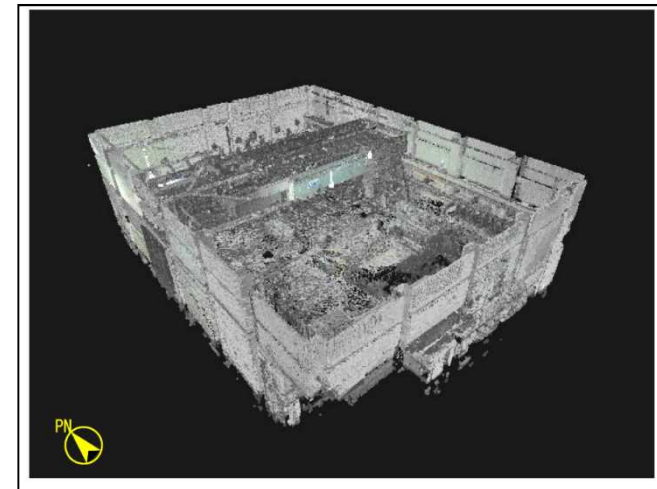


### ■ 3号機燃料取扱設備不具合事象から得た教訓5

- ① 現地調査を踏まえた情報をインプットとすること。
- ② 検証方法（モックアップで確認できること、できないこと）を確実にレビューすること。

### 【2号機燃料取扱設備での対応】

- ① 2018年12月～2019年2月に取得した2号機原子炉建屋オペフロの3Dレーザースキャンデータを活用し、燃料取扱設備の動作範囲と既存設備／躯体との干渉を確認済み。
- ② 要求追跡表（次頁参照）を用いて、要求仕様ごとに適用性確認方法を確認する。



3Dスキャンデータ

### ■ 3号機燃料取扱設備不具合事象から得た教訓6

設計・製造・工事段階の変更管理を受注者（サブベンダ）に適切に実施させること（発注者へも報告）

- ① 受注者に変更管理を確実に実施させ、発注者が確認可能なように、文書や品質記録等に変更内容・変更に伴う影響評価、作業や検査の場合は、手順書での条件の明記およびその復旧記録を残すこと。
- ② 検査条件は現地条件に合わせる。仮に変更する場合は機能・性能の観点から影響を評価させ発注者の了承を得ること。

#### 【2号機燃料取扱設備での対応】

- ① 変更管理に加え、要求追跡表を整備し、設計変更時の影響範囲を明確とし、検査漏れを防止する。
- ② 検査条件を現地と合わせる。検査条件に差異がある場合は現地据付後の検査にて確認する。

～要求追跡表（例）～

機器名称	① 実施計画	② 東電購入仕様書	③ メーカー発行図書 (系統/機器/購入仕様書)	④ ベンダー発行図書	設計検証 ①～④間で 要求仕様の 反映されていることを 確認	適合性 確認方法	適合性 確認結果
燃料取扱機	燃料取扱機は二重のワイヤなどにより落下防止を図る。	燃料取扱機のワイヤは二重化すること。	系統仕様 … 機器仕様 … 購入仕様	外形図 … 強度計算書 …	各図書発行時に結果を追記	工場検査 ・材料 ・外観	適合性確認完了時に結果を追記
…	…	…	…	…	…	…	…

### ■ 3号機燃料取扱設備不具合事象から得た教訓7

- ▶ リカバリ対応を可能とするために適切な内容の設備図書を提出させること
- ① I B Dを提出させること。ブラックボックスとならないよう、E C W Dを提出させること
- ② 取扱説明書のトラブルシューティングの記載を充実させること
- ▶ リカバリ対応を行うに当たり、当社の対応能力(設備図書等の保有するトラブルシューティング情報)を見極め、元請・サブベンダとトラブル体制を構築すること

### 【2号機燃料取扱設備での対応】

- ① 図書要求に不足がないか専門部門を含めた確認を実施した。
- ② 警報発生時の対応・復旧手順を含んだ取扱説明書の提出を要求する。
- ③ 工場試験時に当社社員が駐在し、当社の対応能力の向上を図る。また、元請・サブベンダを国内メーカーとすることで、トラブル時の体制構築が可能。

■ 目的

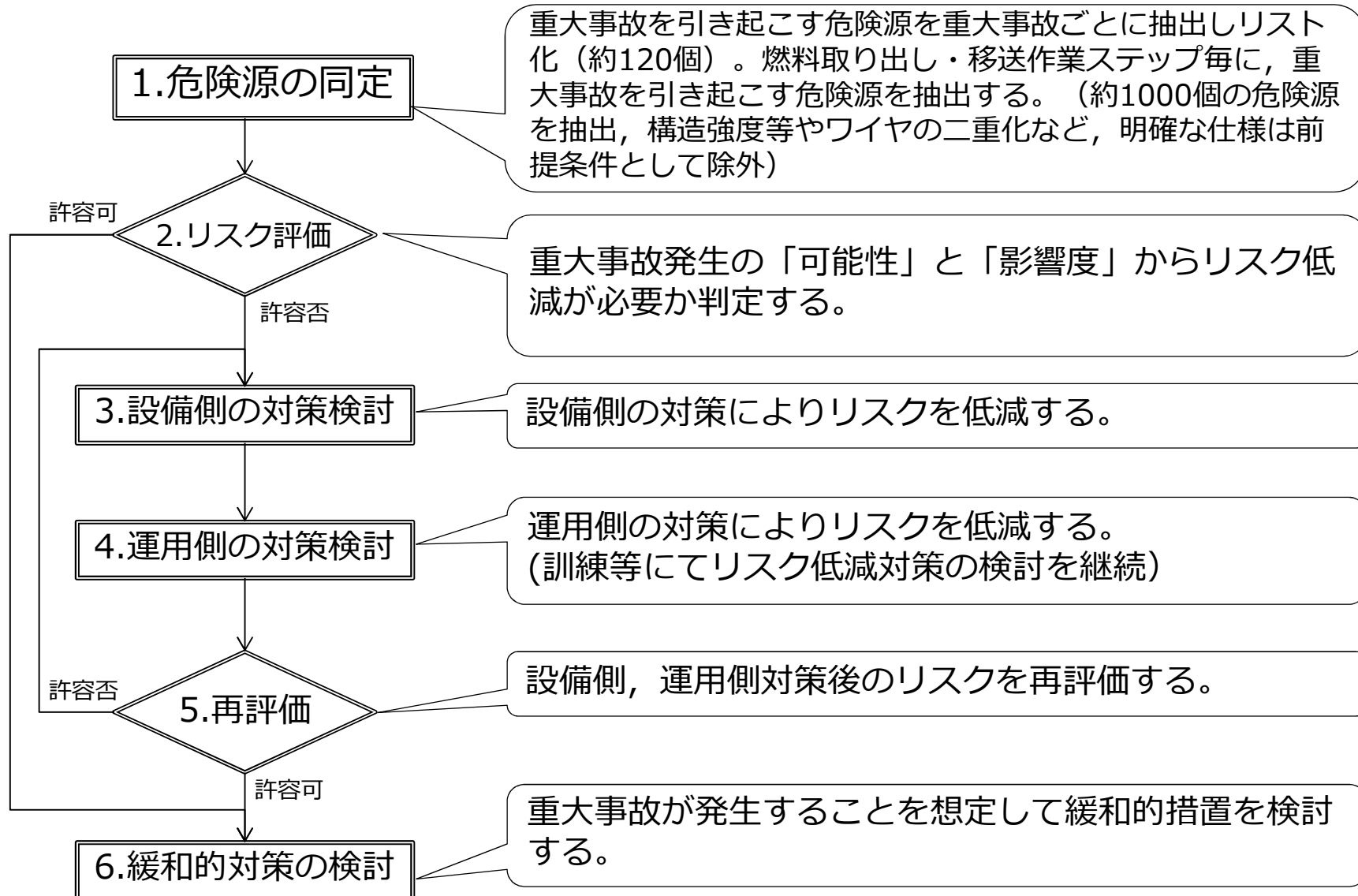
燃料取り出し作業時の重大事故発生を防止するため、重大事故に至るリスクを抽出・評価し、設備対策、運用対策を図ることでリスクの低減を図る。  
 (想定した重大事故、リスクアセスメントの手順、結果の抜粋を示す。)

■ 想定する重大事故

人身安全、原子力安全に3号機での反省を踏まえ、プロジェクト遂行上の重大事故（特に⑦及び⑧）を考慮した。

リスク区分	重大事故
人身安全に関わる重大事故	①人身事故（過剰被ばくを含む）
原子力安全に関わる重大事故	②燃料損傷／SFP損傷
	③遮蔽水深逸脱／放射能汚染の拡大
プロジェクト遂行上の重大事故	④機器損傷（衝突等）
	⑤火災事故
	⑥油漏れ
	⑦非安定事象発生 （燃料/キャスク吊り状態で機器停止）
	⑧機器の単一故障による工程遅延

- 「リスクアセスメント及びリスク低減」(JIS B 9700)を参考に要領を定め評価を実施した。



# 1.危険源の同定

- 重大事故ごとに危険源を抽出し，作業ステップ毎に危険源リスト各項目の該非を判定した。

例：「②燃料破損・SFP損傷」に対する危険源リスト

重大事故に至る想定事象	危険源種別	各作業ステップでの確認事項
燃料把握機との干渉による燃料ハンドルの損傷 (燃料把握機下降操作時)	誤操作	燃料把握機と燃料ハンドルが過度な速度で干渉する誤操作はないか
		目標位置誤りにより燃料把握機と燃料ハンドルが干渉する誤操作はないか
	センサ・制御装置異常	下降停止操作不能となることはないか
		燃料取扱機下降速度超過はないか
燃料落下による燃料損傷	誤操作	燃料吊り下げ中の燃料把握機の開操作はないか
	センサ・制御装置異常	燃料把握機開放信号出力はないか
燃料ラック・バスケットとの干渉による燃料損傷	誤操作	燃料ラック・バスケット内操作中に旋回，起伏，伸縮，台車走行の誤操作はないか
		燃料ラックからの引き上げ時に過負荷巻上げ操作はないか
	センサ・制御装置異常	過負荷操作を行うことはないか
SFP内構造物との干渉による燃料損傷	誤操作	SFP内移動中にSFP内構造物と干渉する誤操作はないか
	センサ・制御装置異常	SFP内移動中にSFP内構造物と干渉する誤操作はないか
輸送容器一次蓋落下による燃料損傷	誤操作	一次蓋吊り下げ中に把持機構を開放する誤操作はないか
	センサ・制御装置異常	把持機構開放信号出力はないか
SFP損傷	誤操作	燃料取扱設備本体もしくは吊荷との干渉によりSFPを損傷する誤操作はないか
	センサ・制御装置異常	燃料取扱設備本体もしくは吊荷との干渉によりSFPを損傷することはないか

## 2.リスク評価～6.緩和的対策の検討

- 作業手順ごとに危険源リストの該当項目を抽出し、リスク低減が必要な項目に対して対策を検討した。

～ リスクアセスメント抜粋（想定する重大事故毎に想定するリスクを抜粋） ～

（作業手順22）燃料把握機を介し燃料取扱機にて燃料7体を1体ずつ使用済燃料貯蔵ラックから輸送容器に移動する。

想定する重大事故	2.リスク評価 (対策が必要なリスク)	3.設備側対策	4.運用側対策	6.緩和措置
①人身事故 (過剰被ばくを含む)	遠隔操作を前提としているため危険源なし。	(遠隔操作を前提)	-	-
②燃料損傷/SFP損傷	センサー・制御装置故障による過負荷運転	監視・制御装置を多重化し、出力結果の突合せで異常が確認された場合は設備の動作を停止させる。(*)	-	燃料落下時の敷地境界実効線量への影響が小さいことを確認
③遮蔽水深逸脱/放射能汚染の拡大	センサー・制御装置故障による遮蔽水深逸脱	(*)と同様	-	-
④機器損傷(衝突等)	燃料取扱機が他機器と干渉・衝突する。	干渉防止インターロックの設置	-	-
⑤火災事故	機器内の油火災	作動油回路と電気回路の分離	-	消火設備の設置
⑥油漏れ	燃料取扱機からの油漏れ	油圧配管にガイドやトレイを設置し、干渉や損傷を防止する。	点検(TBM)で保守・管理	-
⑦非安定事象発生	燃料取扱機動作不良による停止	原子炉建屋側からの救援装置を準備	-	-
⑧機器の単一故障による工程遅延	燃料取扱機の単一故障による作業停止	-	点検(TBM)で保守・管理	偶発故障を考慮した予備品の確保



## 2.リスク評価～6.緩和的対策の検討

～リスクアセスメント抜粋（想定する重大事故毎に想定するリスクを抜粋）～

（作業手順27）垂直吊具を介してクレーンにて輸送容器をキャスクピット上からキャスク固定治具に移動する。

想定する重大事故	2.リスク評価 (対策が必要なリスク)	3.設備側対策	4.運用側対策	6.緩和措置
①人身事故 (過剰被ばくを含む)	遠隔操作を前提としているため危険源なし。	(遠隔操作を前提)	－	－
②燃料損傷/SFP損傷	輸送容器落下	ワイヤー二重化 垂直吊具に外れ防止機構を採用する	－	－
③遮蔽水深逸脱/ 放射能汚染の拡大	誤操作によるバウンダリ開放	インターロックの設置		
④機器損傷（衝突等）	クレーンが他機器と干渉・衝突する。	干渉防止インターロックの設置	－	－
⑤火災事故	機器内の油火災	作動油回路と電気回路の分離	－	消火設備の設置
⑥油漏れ	クレーンからの油漏れ	油圧配管にガイドやトレイを設置し、干渉や損傷を防止する。	点検(TBM)で保守・管理	－
⑦非安定事象発生	クレーン動作不良による停止	原子炉建屋側からの救援装置を準備	－	－
⑧機器の単一故障による工程遅延	クレーンの単一故障による作業停止	－	点検(TBM)で保守・管理	偶発故障を考慮した予備品の確保

## 2.リスク評価～6.緩和的対策の検討

～リスクアセスメント抜粋（想定する重大事故毎に想定するリスクを抜粋）～  
 （作業手順32）燃料取扱設備を燃料取り出し用構台前室内に移動する。

想定する重大事故	2.リスク評価 (対策が必要なリスク)	3.設備側対策	4.運用側対策	6.緩和措置
①人身事故 (過剰被ばくを含む)	－ (次工程以降で作業員の過剰被ばくが生じる)	燃料取り出し用構台前室内にエリア放射線モニタを設置し作業エリアレベルでの雰囲気線量の変動の有無を監視	－	－
②燃料損傷/SFP損傷	キャスク固定治具解除操作による輸送容器落下	走行台車走行許可条件にキャスク固定治具の固縛状態信号を追加	－	－
③遮蔽水深逸脱/放射能汚染の拡大	汚染拡大防止ハウスを展開せずに原子炉建屋南側シャッターを開放する。	原子炉建屋南側シャッター開許可条件に汚染拡大防止ハウス全閉状態信号を追加	－	－
④機器損傷（衝突等）	アウトリガーピン未収納状態で走行操作を行い，アウトリガーピンを破損	走行台車走行許可条件にアウトリガーピン収納状態信号を追加	－	－
⑤火災事故	機器内の油火災	作動油回路と電気回路の分離	－	消火設備の設置
⑥油漏れ	クレーンからの油漏れ	油圧配管にガイドやトレイを設置し，干渉や損傷を防止する。	点検(TBM)で保守・管理	－
⑦非安定事象発生	走行台車動作不良による停止	原子炉建屋側からの救援装置を準備	点検(TBM)で保守・管理	－
⑧機器の単一故障による工程遅延	走行台車の単一故障による作業停止	－	点検(TBM)で保守・管理	偶発故障を考慮した予備品の確保

### ■ 機器動作不良時の対策

燃料取扱設備は定期的な点検（TBM）にて正常運転できるよう管理するが、万が一、原子炉建屋内での作業時に機器動作不良が生じた際に有人作業による点検・修理が可能な燃料取り出し用構台前室に退避させる手段を確保する。

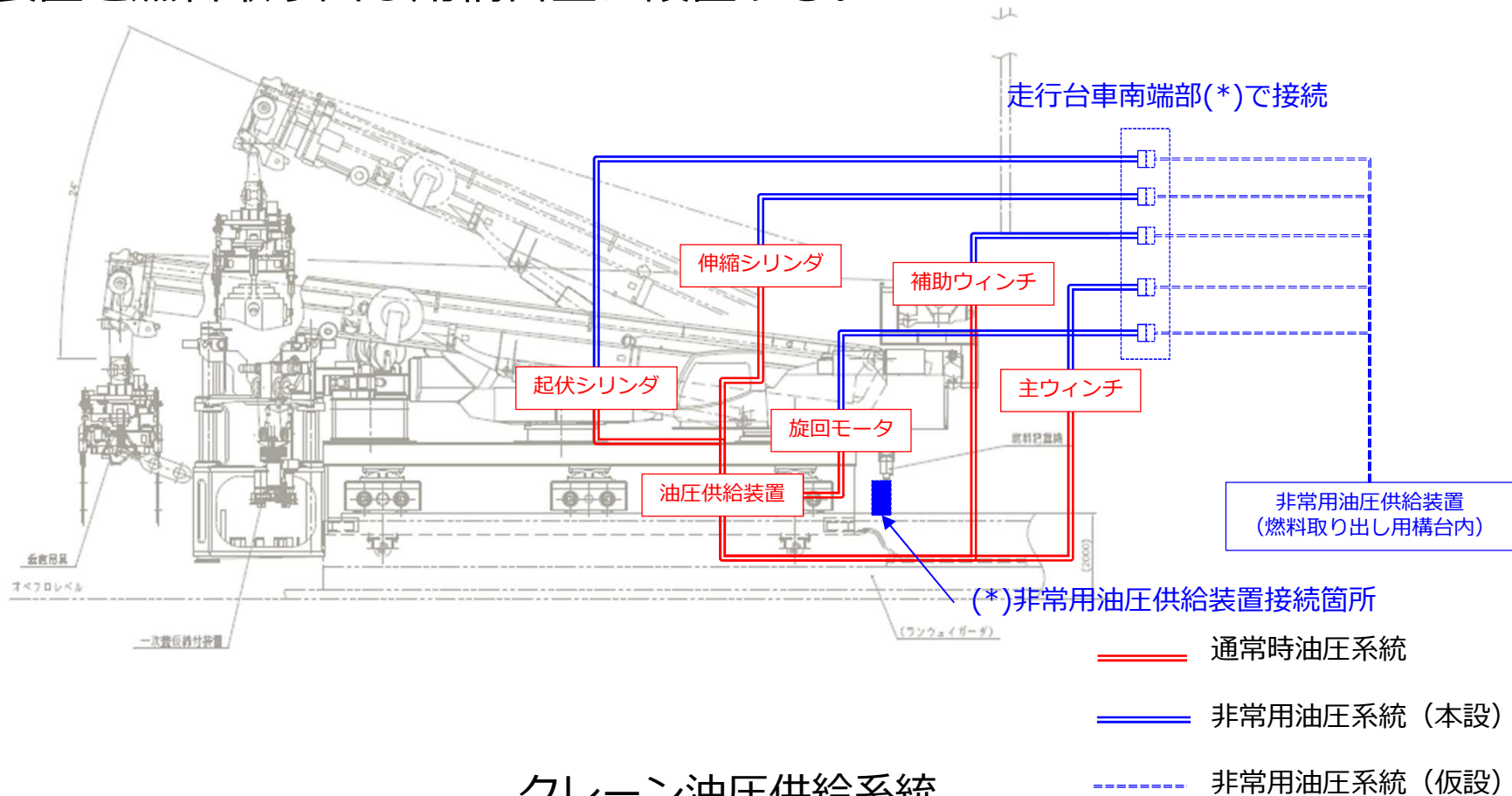
#### ➤ 非常用油圧供給装置

油圧供給装置のポンプ、電磁弁、油圧供給配管の異常による動作不良時に、燃料取扱機、クレーンの吊り荷を使用済燃料プール等に着床させ、退避可能な姿勢とするための駆動源となる油圧を供給する装置

#### ➤ 非常用走行台車移動装置

走行台車駆動装置の動作不良時に、燃料取扱設備を原子炉建屋オペレーティングフロアから燃料取り出し用構台前室まで牽引する装置

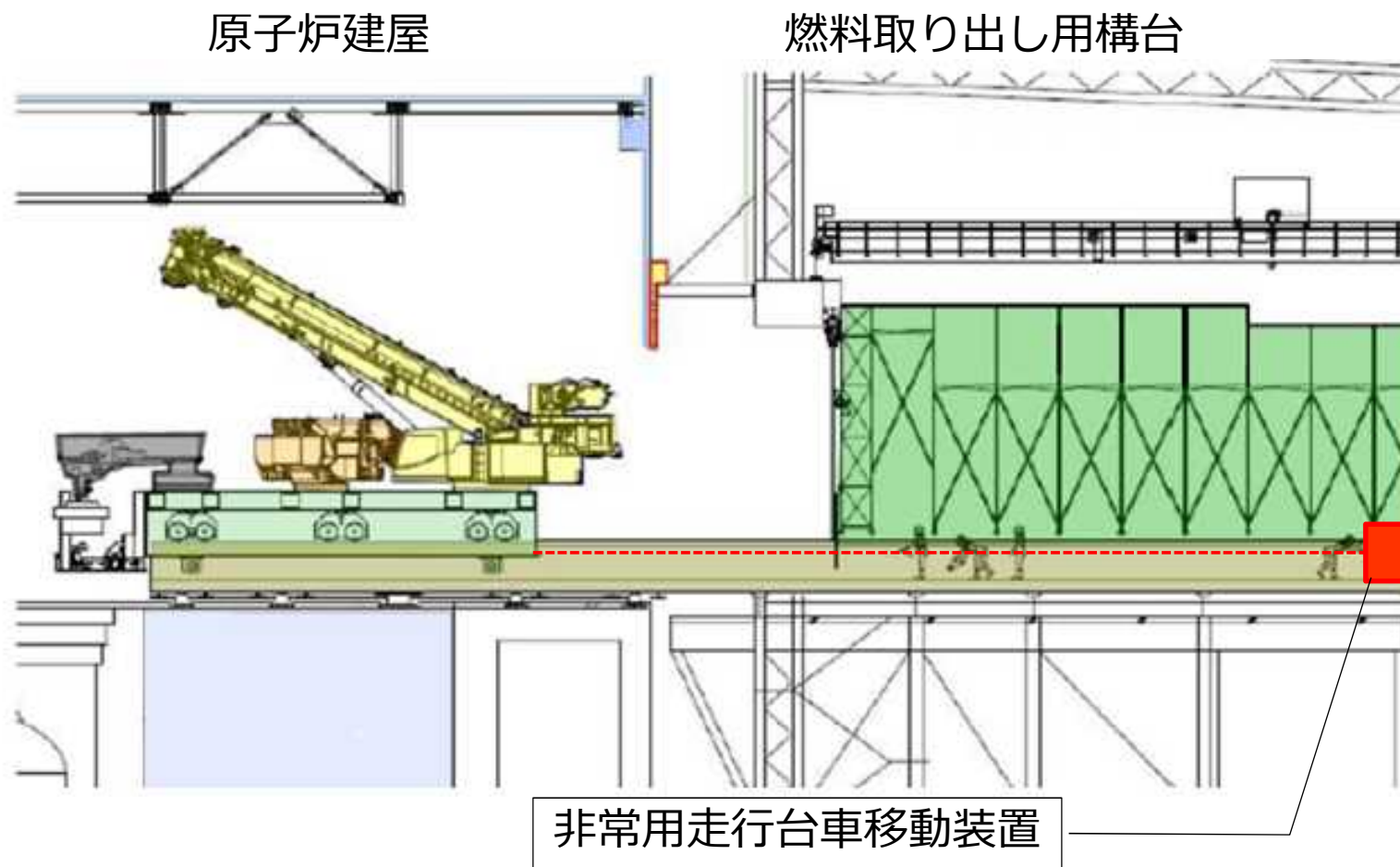
- 油圧供給装置のポンプ，電磁弁，油圧供給配管の異常による動作不良を想定し，別ラインで駆動機構に直接駆動力を供給できる非常用油圧供給装置を燃料取り出し用構台上に設置する。



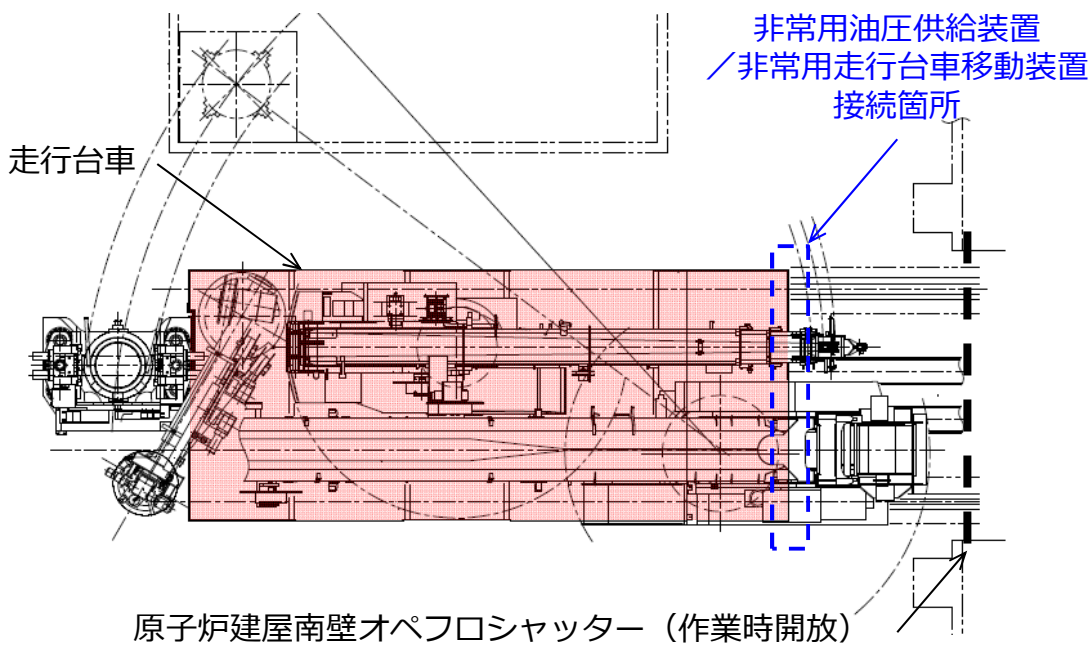
## クレーン油圧供給系統

(燃料取扱機，走行台車の油圧駆動部へも同様に非常用油圧供給装置の接続が可能)

- 故障等により原子炉建屋内で燃料取扱設備が停止した場合は、非常用走行台車移動装置（ウィンチ）を走行台車南端部に接続し燃料取り出し用構台前室内に退避後、燃料取り出し用構台内で点検・修理を行う。



- 非常用油圧供給装置／非常用走行台車移動装置接続時の被ばく線量
  - 作業体制 1班（数名，接続作業のみ）
  - 作業時間 10min
    - 接続作業 6min
    - 燃料取り出し用構台からの移動 4min
  - 雰囲気線量 1.86mSv/h  
（2018年調査結果からの評価値）
  - 被ばく線量 0.31mSv/人



接続作業イメージ



## ■ 想定事象への対応

- リスクアセスメントで想定される重大事故に対し、運用側・設備側への対策を行いリスクを低減を図っている。
- さらに重大事故が発生することを想定し、緩和的対策を図っている。

## ■ 想定外事象への対応

- 原子炉建屋内は高線量環境下であるため、想定外事象により燃料取扱設備が原子炉建屋内で停止し、有人作業で対応する事象が最も厳しいと整理した。
- 燃料取り出し作業開始までに除染及び遮蔽体の設置により環境整備を行うが、作業員の被ばくを最小限にするため原子炉建屋内での作業は、最小限の復旧作業で対応する。
- 原因特定及び修理は、低線量環境下である燃料取り出し用構台側に燃料取扱設備を移動して実施する。

最小限の復旧作業内容※	目的	対応例
①燃料及びキャスクの着座	燃料及びキャスクを安定状態に移行させること	非常用油圧供給装置により油圧を供給しウィンチを操作し、燃料もしくはキャスクを昇降させ着座させる。
②燃料取扱設備を収納姿勢に戻す	燃料取扱設備を原子炉建屋から燃料取り出し用構台に移動可能な状態にすること	非常用油圧供給装置を用いて燃料取扱機やクレーンのブームを操作し収納姿勢に戻す。
③燃料取扱設備の構台側に移動	燃料取扱設備を低線量側である燃料取り出し用構台に移動すること	非常用走行台車移動装置を用いて、走行台車を燃料取り出し用構台側へ戻す。

※安全に作業が実施可能なことを作業計画（仮設遮蔽の設置，作業時間管理計画，作業手順等）で確認する。



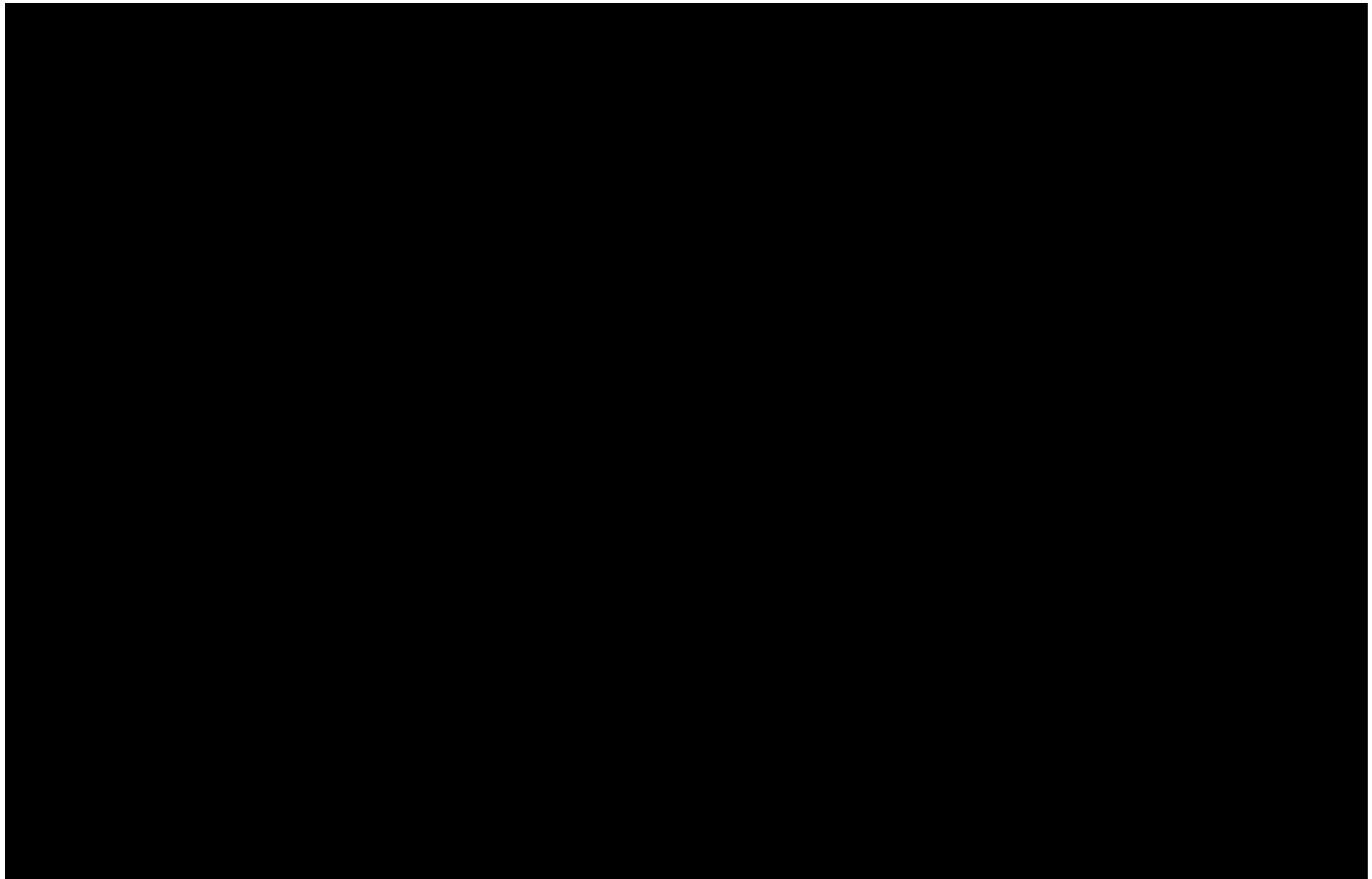
燃料取り出し時に考慮すべき主な可燃物として燃料取扱設備を構成する油脂類（作動油，潤滑油）や機内ケーブルの電線被覆があげられる。これら可燃物に対する防火対策を施す。

燃料取り出し用構台の有人作業エリアには避難経路，誘導標識を設け，アクセス性を考慮して消火器を配置する。原子炉建屋内で遠隔操作となる油圧機器に関しては可燃物，発火源を特定して対策を施す。また，消防ホースを接続することで，有人作業エリア全域をカバー可能な消防ホース接続用給水座を配置する。

上記方針に基づき策定した以下の火災対策を富岡消防署殿に説明し，ご了解頂いている。

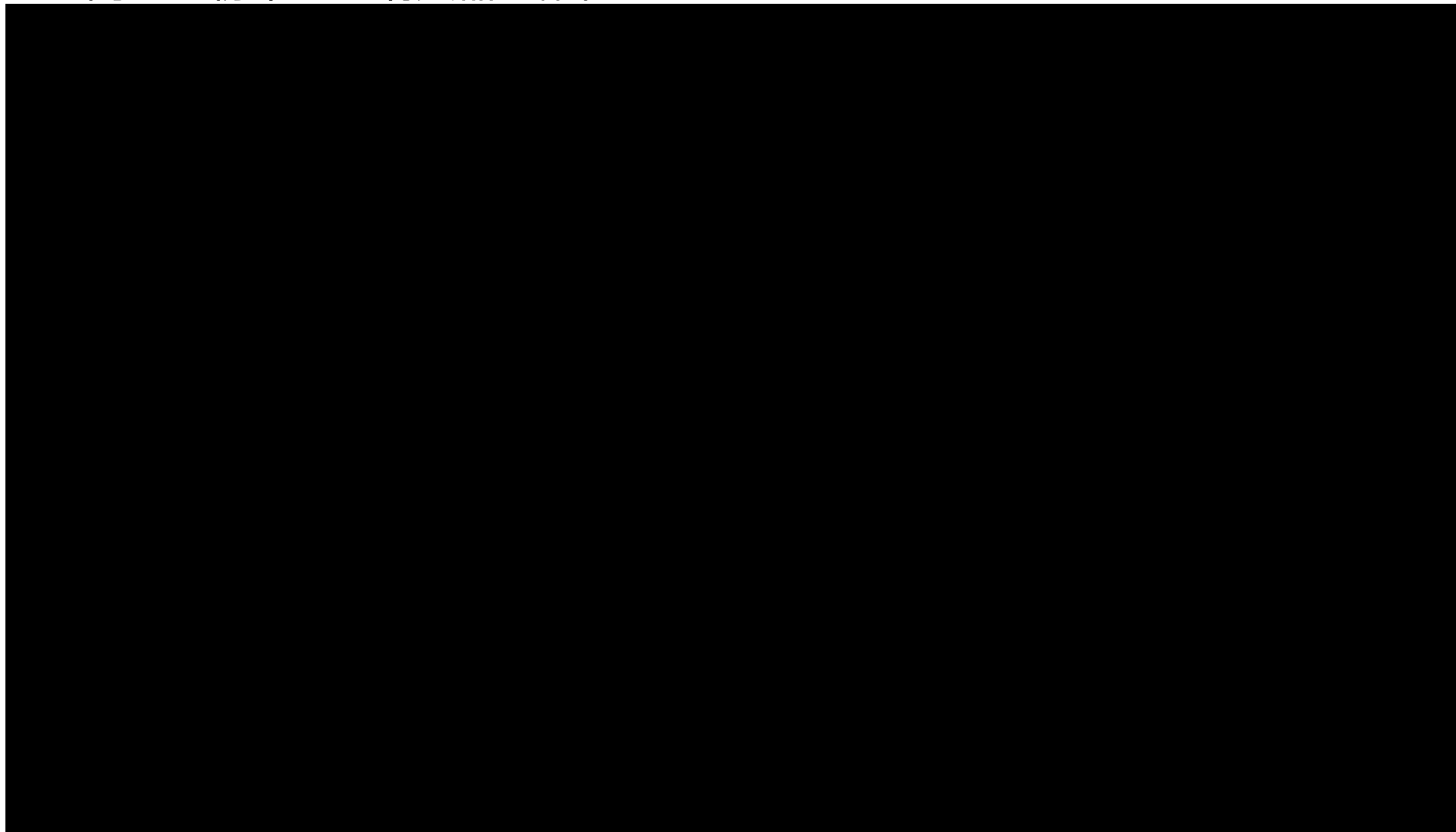
- 避難経路の確保・誘導標識の設置
- 消火器の配置
- 油圧機器に対する防消火
- 消防ホース接続用給水座の配置

- 燃料取り出し用構台作業エリアは常用のエレベータとは別に、2方向の避難経路として燃料取り出し用構台東側及び西側に階段を設ける。
- 燃料取り出し用構台作業エリアには東側及び西側の階段への避難口、通路を指示するため、高輝度誘導標識を設置する。
- 尚、災害発生時の現場との連絡手段については、PHS等により現場作業員と連絡を図る。

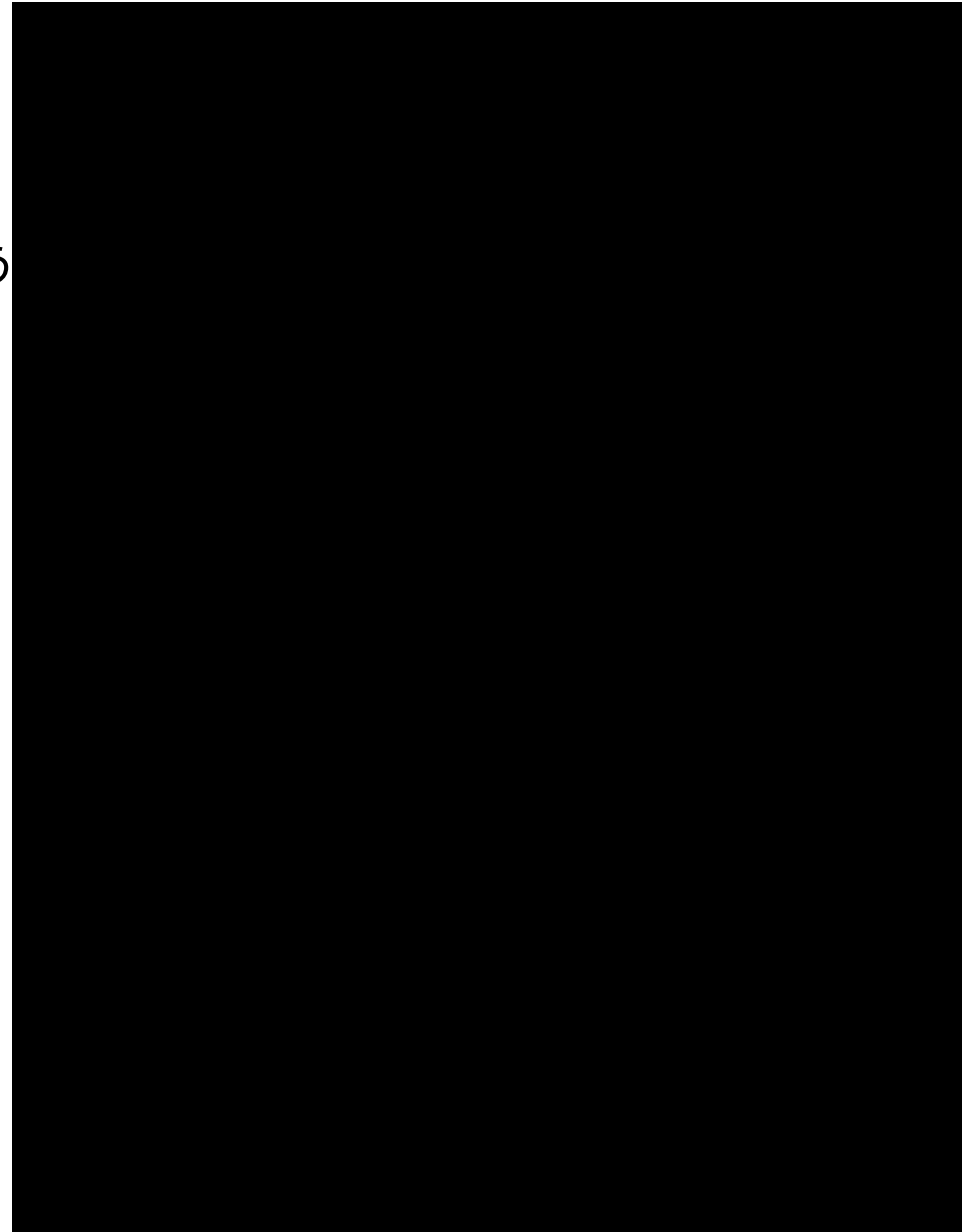


- 防火対象物から歩行距離20m以下となるように配置する。
- 電気設備に適用する消火器は二酸化炭素消火器とする。
- コンテナハウス及び汚染拡大防止ハウスに設置する消火器は粉末A B C消火器とする。

- 階段室近傍に二酸化炭素消火器と粉末ACB消火器, 汚染拡大防止ハウス内には粉末ABC消火器を配置する。



- コンテナ毎に粉末ABC消火器を1基配置する。
- 燃料取り出し用構台地上階は歩行距離20m内に消火器1基となるよう配置する。
- 機器搬出入口エリア内は作業員出入口付近に消火器1基を設置する。



燃料取扱設備は原子炉建屋内では遠隔操作となるため、可燃物、発火源を特定して対策を施す。

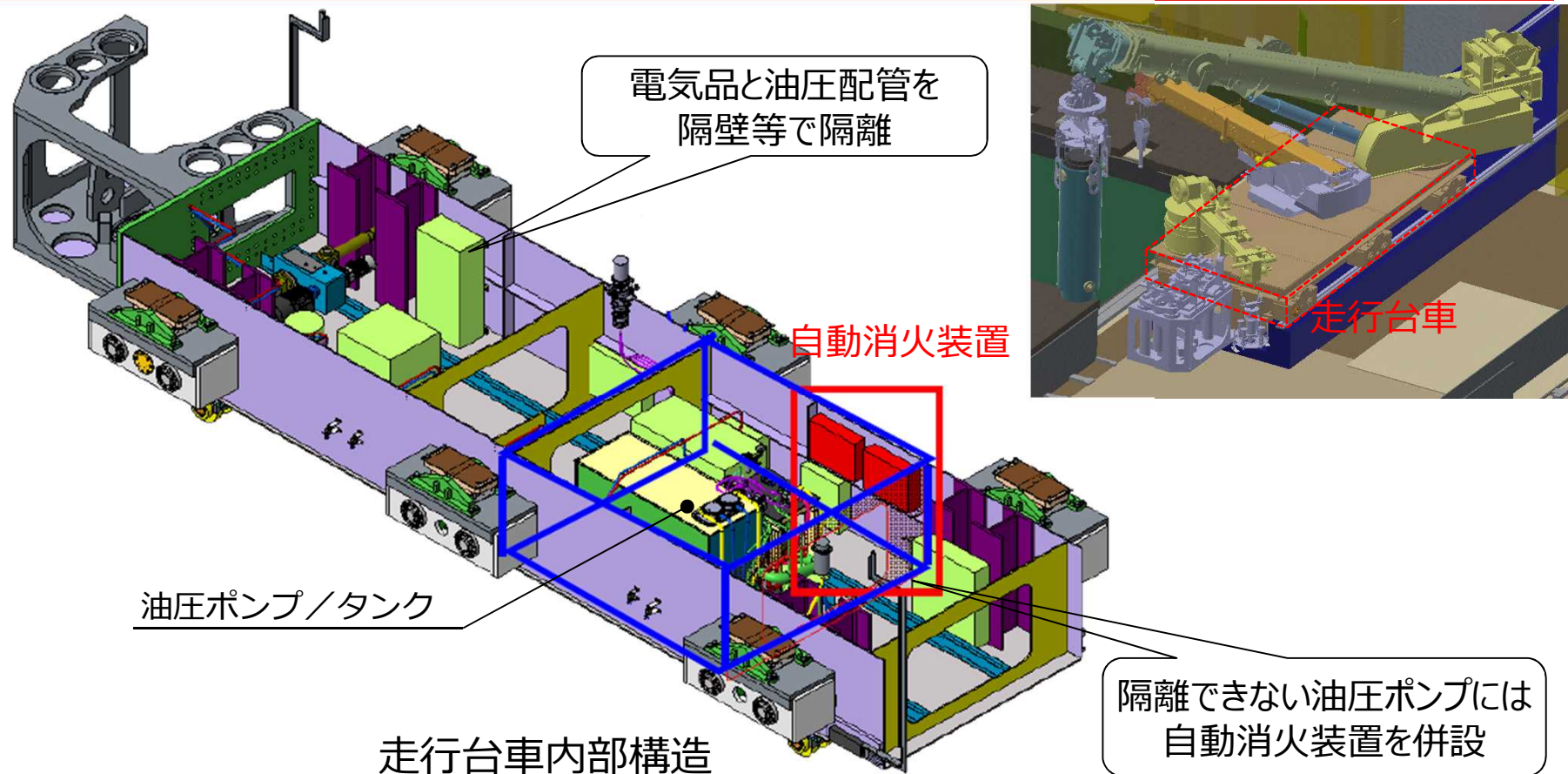
### ■ 可燃物の特定

燃料取扱設備には可燃物として油脂類（作動油，潤滑油），機内ケーブルの電線被覆が用いられており，作動油(1600L)が主な可燃物となる。

### ■ 発火源の特定

- 燃料取扱設備に用いる作動油の引火点は250℃前後であり，燃料取扱機搭載品に250℃の高温に達する発熱体は搭載されていないため発火源にならない。
- 電気設備には正常運転時または事故時に電気火花を発生するものがあり，作動油が高圧配管の亀裂等から噴霧状に拡散された場合には電気火花の発火源によって引火する可能性がある。  
⇒潤滑油，作動油に対する防火対策として以下の対策をとる。
  - 電気設備と油圧配管を隔壁等で隔離する。
  - 隔離出来ない油圧ポンプには自動消火設備を併設する。





## ■ 自動消火装置仕様

- 火災感知方式：センサーチューブ（電源が不要な機械式感知方式を採用）
- 消火剤：ウォーターミスト（約39L）
- 消火方式：石油類に対する有効性及び遠隔無人での消火を考慮し、自動消火装置を選定した。自動消火装置は、酸素濃度の希釈、水の気化熱による冷却を利用し消火する装置である。火災発生時に対象となる区画体積の酸素濃度を希釈し、窒息による消火が可能な量の消化剤を有する。
- 対象範囲：上図青枠部（18m<sup>3</sup>）
- 必要消火剤量（製品仕様）：2.0（L/m<sup>3</sup>）※メーカー推奨値：周囲6面中2面開口がある区画は2（L/m<sup>3</sup>）

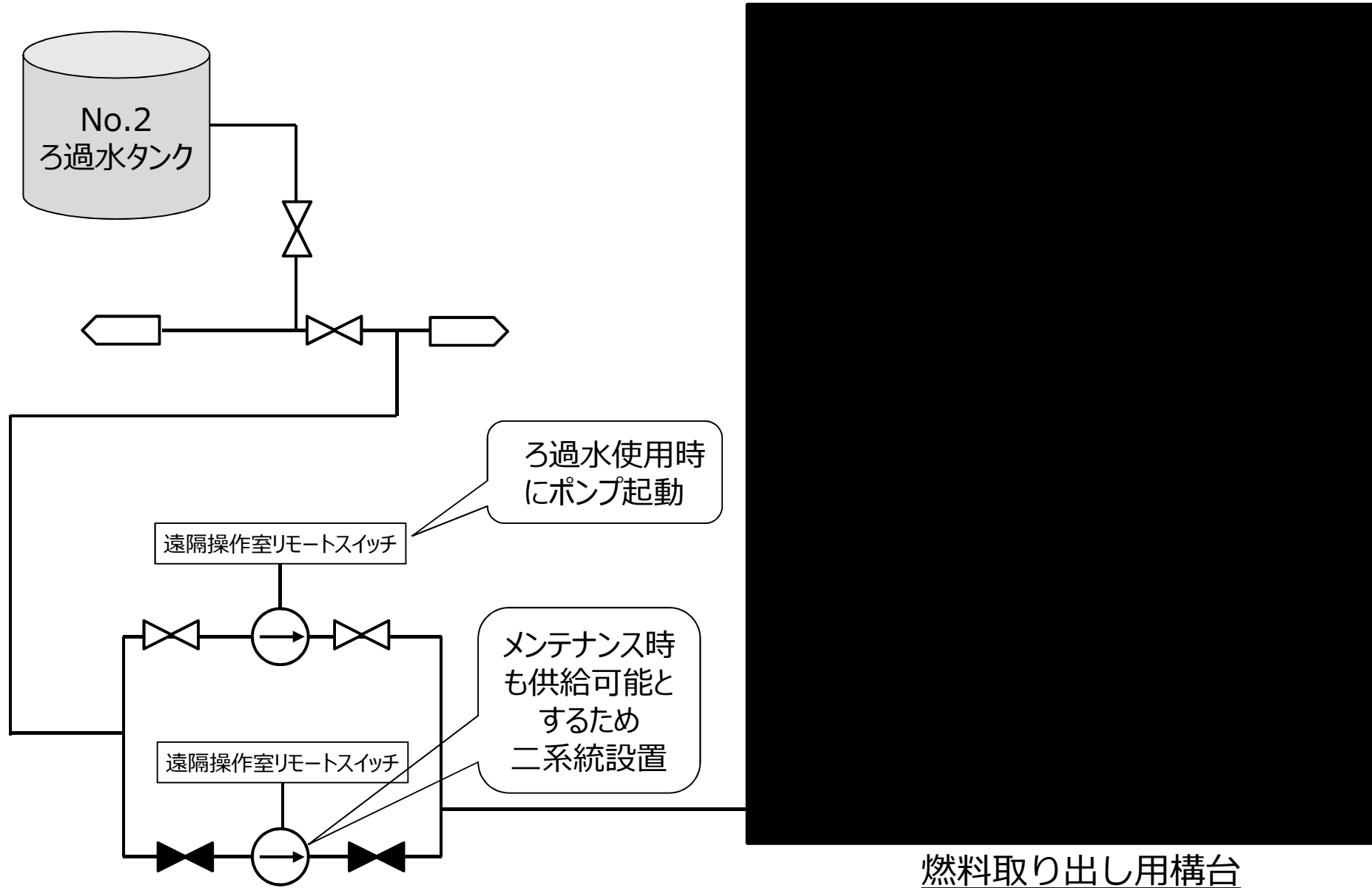
有人作業エリアに消防ホース接続用給水座を設ける。

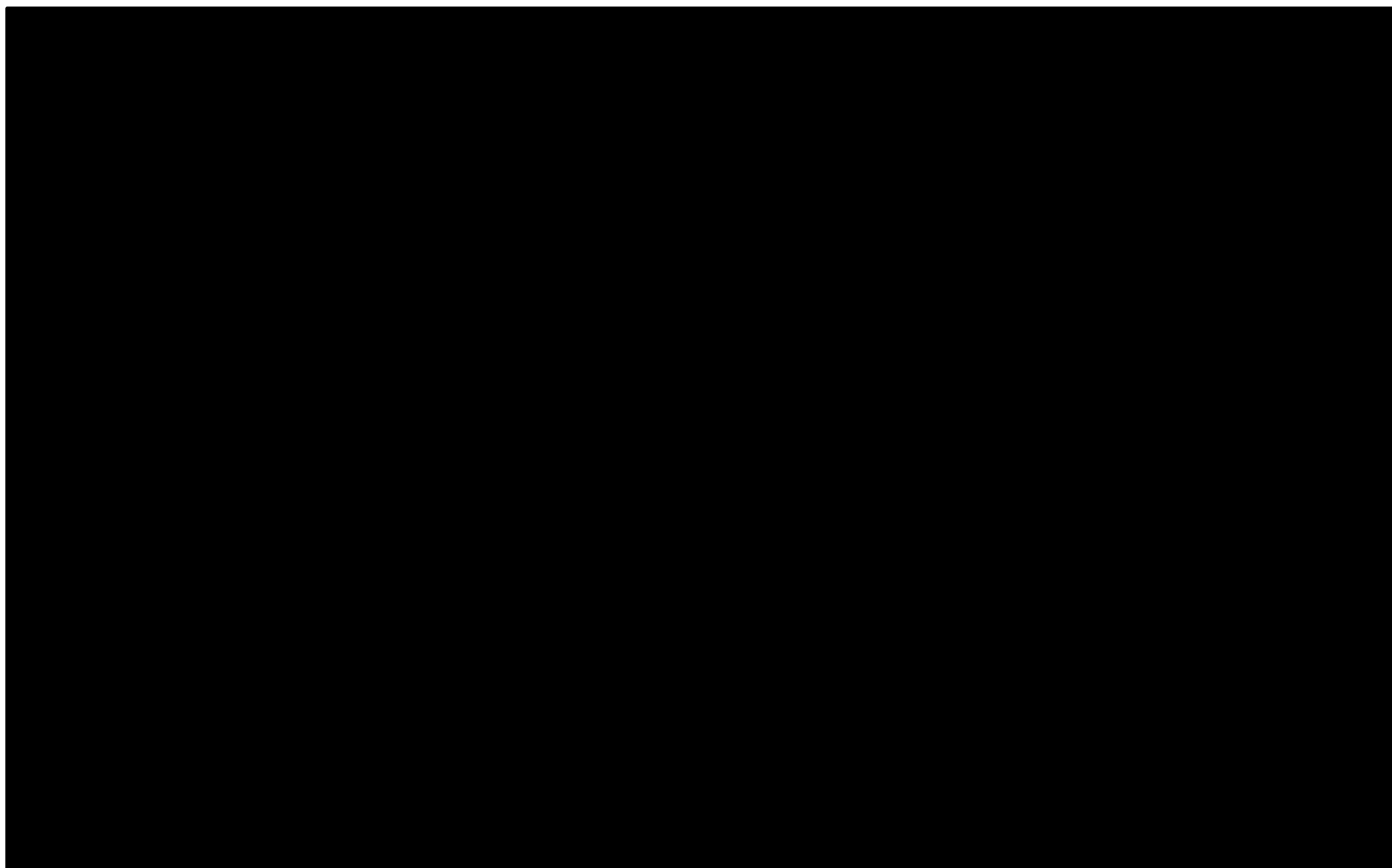
### ■ 設置方針

消防法施行令を準用した消防ホース接続用給水座を設ける。

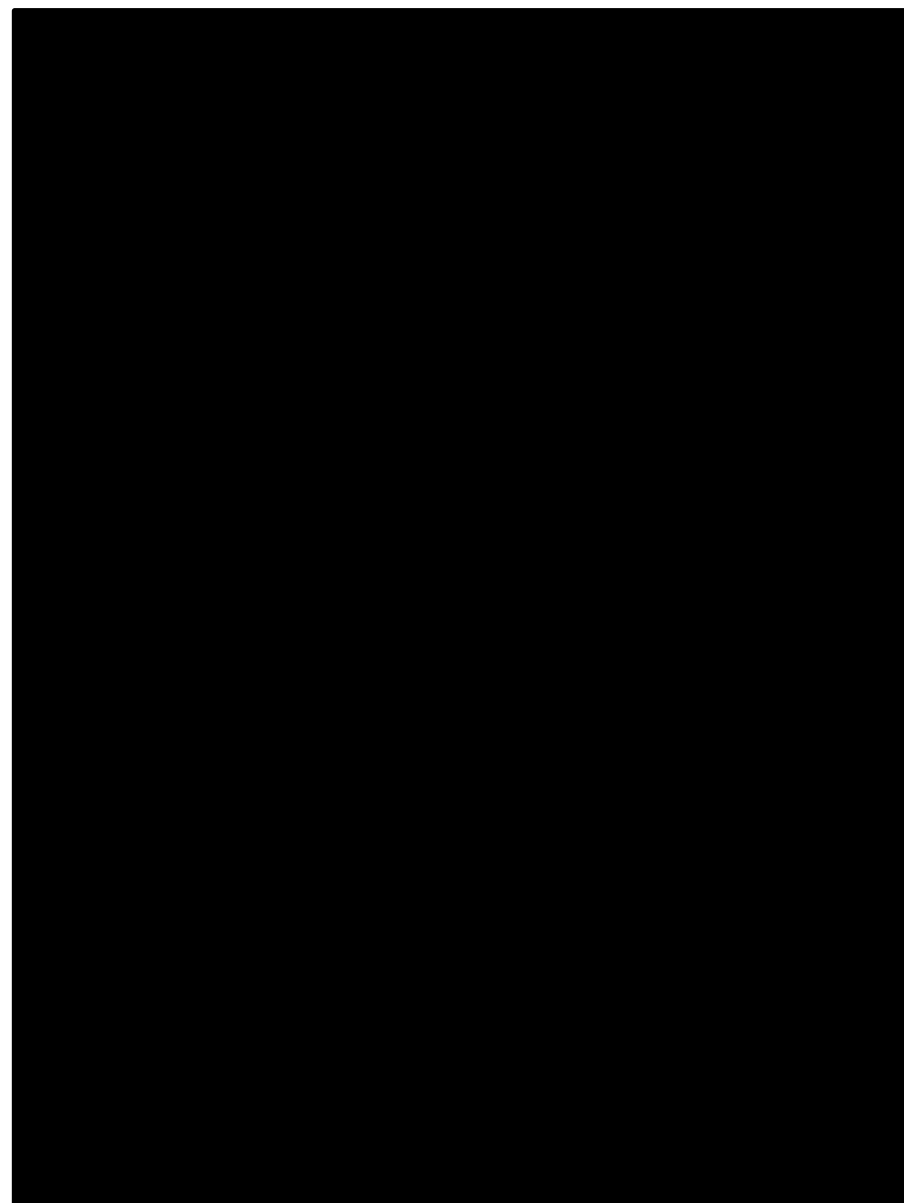
- 消防ホース接続用給水座は半径25mの円で有人作業エリアをカバーできるように配置する。
- 消防ホース接続用給水座の設置高さは床面から1.5m以下とする。
- ノズル先端放水圧力は0.25～0.60MPa, 流量は130L/min以上とする。
- ホース格納箱は消防ホース接続用給水座から5m以内に設置する。

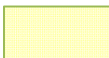


# 消防ホース接続用給水座の配置 系統構成





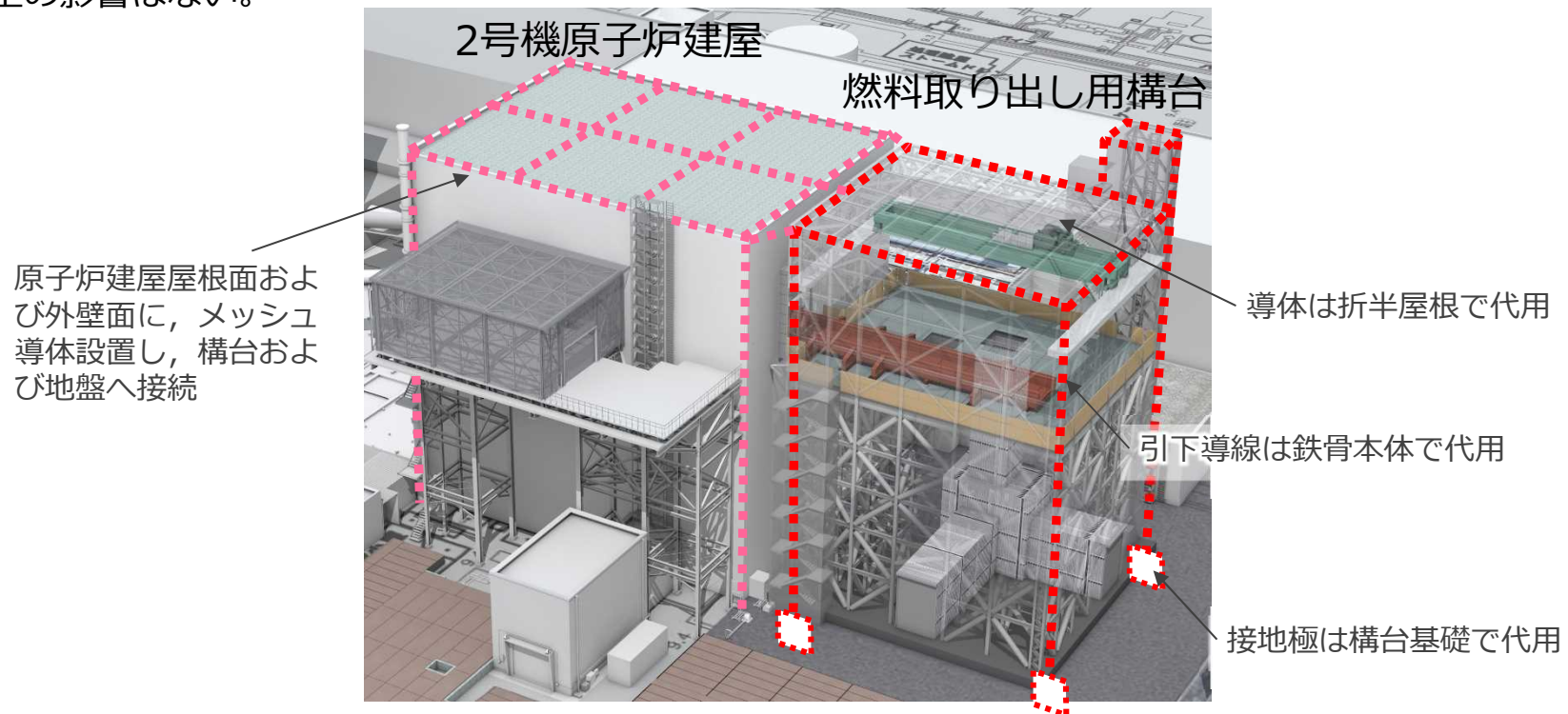
■ : 燃料取り出し用構台    ○ : 消防ホース接続用給水座    ■ : ホース格納箱



-  : 燃料取り出し用構台
-  : 消防ホース接続用給水座
-  : ホース格納箱

## 自然災害対策等（雷）

- 建築基準法，電気技術指針及び日本産業規格に準じた耐雷対策を実施する。
- 新設する燃料取り出し用構台は，雷に対して周囲に保護する避雷設備がないことから耐雷対策を検討し，構台の各部材で代用可能であることを確認した。
- 原子炉建屋屋根面および外壁面には，保護対策用のメッシュ導体を設置し，構台および地盤へ接続する。
- 燃料取扱設備については，構台内に設置されるため，直撃雷の影響はないと考えている。屋外ケーブルから侵入する雷サージ対策としては，光ケーブルの使用（燃料取扱設備／コンテナ間及び遠隔操作室への伝送）またはサージ影響を抑制する保安器の設置（各種計器／コンテナ間）により対策する。
- 燃料取り出し中の落雷の影響については，直撃雷・雷サージに対してそれぞれ対応していることから安全上の影響はない。



落雷に対する設計のイメージ

## 1. 作業者の被ばく線量の管理等（燃料取り出し用構台）

- 放射線業務従事者が立ち入る場所では、外部放射線に係わる線量率を把握し、放射線業務従事者の立入頻度や滞在時間等を管理することで、作業時の被ばく線量が法令に定められた線量限度（100mSv/5年および50mSv/年）を超えないようにする。
- 本工事における放射線業務従事者の被ばく線量低減策として、以下の対策を実施する。
  - ① 遠隔操作設備の利用による被ばく低減
  - ② 構台部材大ブロック化による2号機周辺作業の削減による作業員の被ばく低減
  - ③ 待機場所（低線量エリア）の活用による被ばく低減
  - ④ 原子炉建屋内作業時の遮へいスーツ着用
  - ⑤ 作業時間管理・作業員ローテーションによる作業員被ばくの低減
  - ⑥ 日々の各作業エリアの線量測定と作業者への周知
- 施工エリアは本施工前に実施した地盤整備工事により比較的線量が低くなっているが、構台建て方以降の上部エリアは高線量エリアでの施工であるため、現場状況を踏まえ、今後継続的に被ばく線量低減に向けた線源の把握と除去、線源からの遮へい、作業区域管理等を行い、更なる被ばく線量低減に努める。



## 2. 作業者の被ばく線量の管理等（燃料取り出し用構台）

### ①遠隔操作設備の利用による被ばく低減

- ・工事で使用する大型クレーンを遠隔操作により無人で操作する。  
操作室は線量の低い旧事務本館内に設ける
- ・地盤改良工事では改良機を遠隔化し無人で操作する。操作室は比較的線量の低い2/3号道路に設ける。



遠隔操作室イメージ  
(例：2号機地盤改良工事)

### ②構台部材大ブロック化による2号機周辺作業の削減による作業員の被ばく低減

鉄骨部材を構外ヤードで大ブロック化し、2号機周辺まで運搬、大型クレーンで建方を行い、高線量エリアの作業を削減し作業員の被ばくを低減



大ブロック化イメージ  
(例：3号機燃料取り出し用カバー)

### 3. 作業者の被ばく線量の管理等（燃料取り出し用構台）

③待機場所（低線量エリア）の活用による被ばく低減

作業場所周辺に待機ハウスを設けて作業間には退避を行う。



【外観】



【内部】

待機ハウスのイメージ  
(例：2号機地盤改良工事)

④原子炉建屋内作業時の遮へいスーツ着用

ランウェイゲータ設置などの高線量化作業時，作業員は遮蔽スーツを着用する



遮蔽スーツのイメージ

#### 4. 作業者の被ばく線量の管理等（燃料取り出し用構台）

- 構台設置工事における有人作業及び対策内容は以下の通り

工事内容	有人作業の内容	作業場所	線量低減対策
①地盤改良	<ul style="list-style-type: none"> <li>✓ 地盤改良の補助作業[段取り]</li> <li>✓ 排泥処理の相番</li> <li>✓ 改良プラントの運営</li> </ul>	2号機南ヤード	待機場所の活用 遠隔装置の採用
②基礎設置	<ul style="list-style-type: none"> <li>✓ 配筋・型枠設置</li> <li>✓ コンクリート打設</li> </ul>	2号機南ヤード	待機場所の活用
③鉄骨建方	<ul style="list-style-type: none"> <li>✓ 構台・前室鉄骨建て方</li> <li>✓ 屋外階段建て方</li> <li>✓ 点検歩廊設置</li> </ul>	構外地組ヤード 2号機南ヤード	大ブロック化による高線量エリア作業削減 待機場所の活用
④ランウェイガータ設置	<ul style="list-style-type: none"> <li>✓ ランウェイガータ建て方</li> <li>✓ 弾性支承取付</li> <li>✓ ばね付きオイルダンパ取付</li> </ul>	2号機南ヤード 2号機原子炉建屋	待機場所の活用 遮へいスーツの活用
⑤外装取付	<ul style="list-style-type: none"> <li>✓ 外壁材取付</li> <li>✓ 屋根取付</li> </ul>	2号機南ヤード	大ブロック化による高線量エリア作業削減 待機場所の活用
⑥付属設備取付	<ul style="list-style-type: none"> <li>✓ EV取付</li> <li>✓ 照明設備取付</li> <li>✓ 避雷設備取付</li> </ul>	2号機南ヤード	大ブロック化による高線量エリア作業削減 待機場所の活用

## 2号機原子炉建屋内での有人作業について

### ■ 作業内容

南側開口設置後、燃料取扱装置走行用ランウェイガータの設置を行う

### ■ 被ばく線量低減対策

ランウェイガータを構台側で組立て、送り出すことにより原子炉建屋内作業を最小限とする作業時の線量評価

- 原子炉建屋内有人作業を想定しているエリア

約1.4~2.1mSv/h

- 燃料取り出し用構台前室

約0.35mSv/h

### ■ 原子炉建屋内で想定している有人作業

- 弾性支承設置

- ばね付きオイルダンパー設置（グラウト施工のみ）

#### <前室内作業>

【想定作業期間】：60日

【想定作業人数】：30人(2班)

【想定作業時間】：90分/人・日

【想定被ばく線量】：0.52mSv/人・日

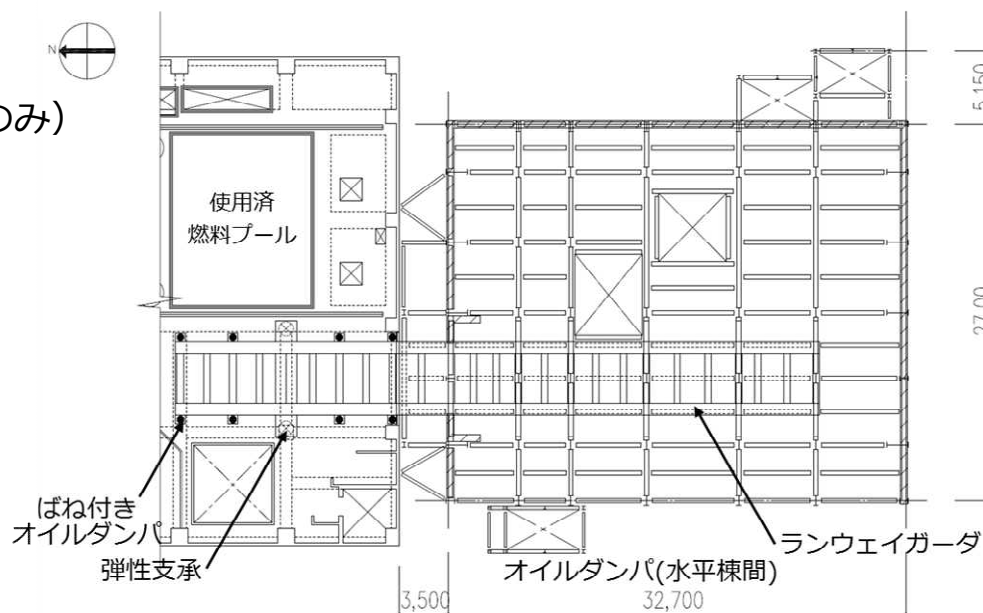
#### <原子炉建屋内作業>

【想定作業期間】：20日

【想定作業人数】：20人(2班)

【想定作業時間】：20分/人・日

【想定被ばく線量】：0.69mSv/人・日

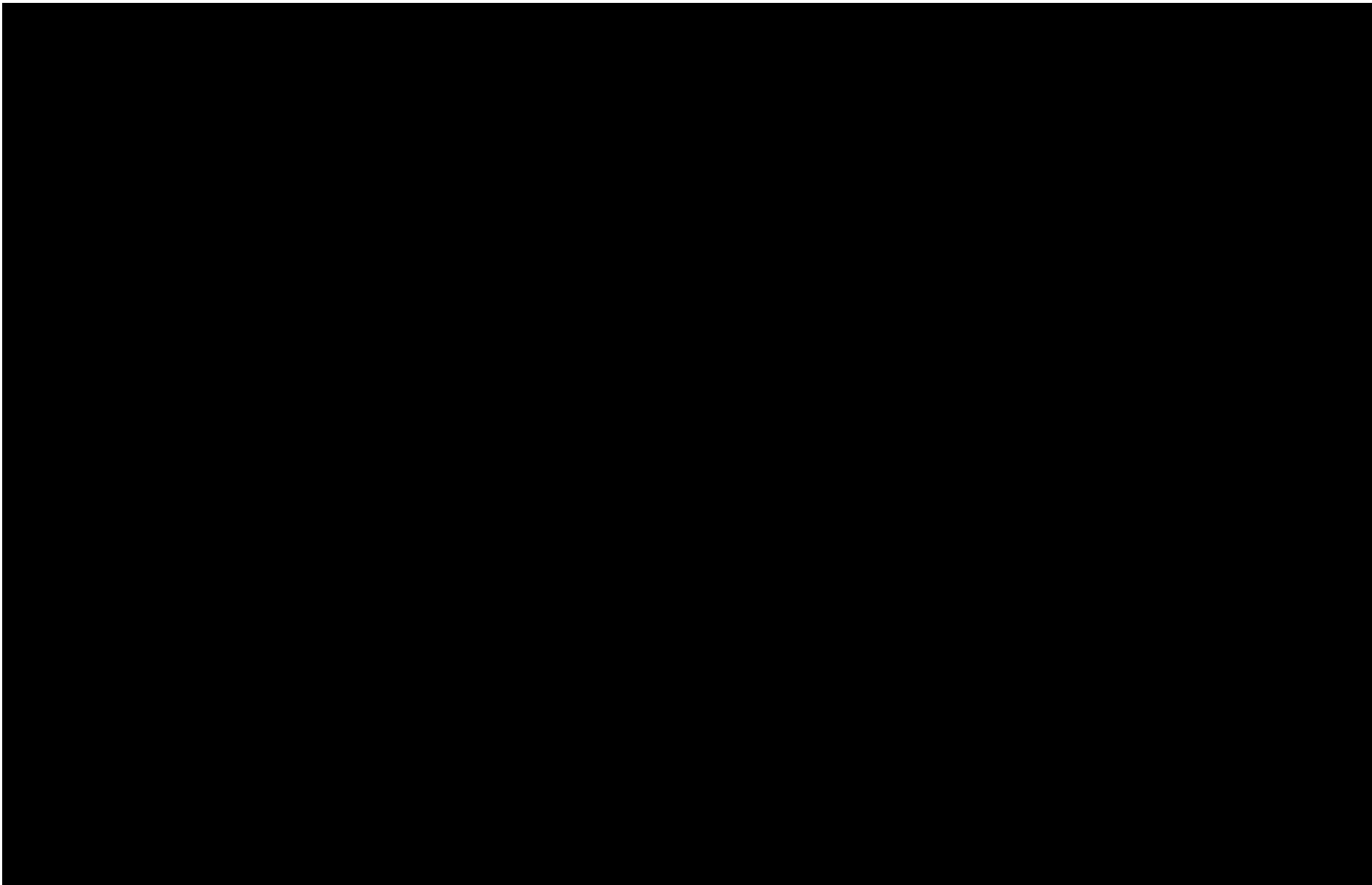


6F伏図 (G.L.29,420)

## 2号機原子炉建屋内での有人作業について

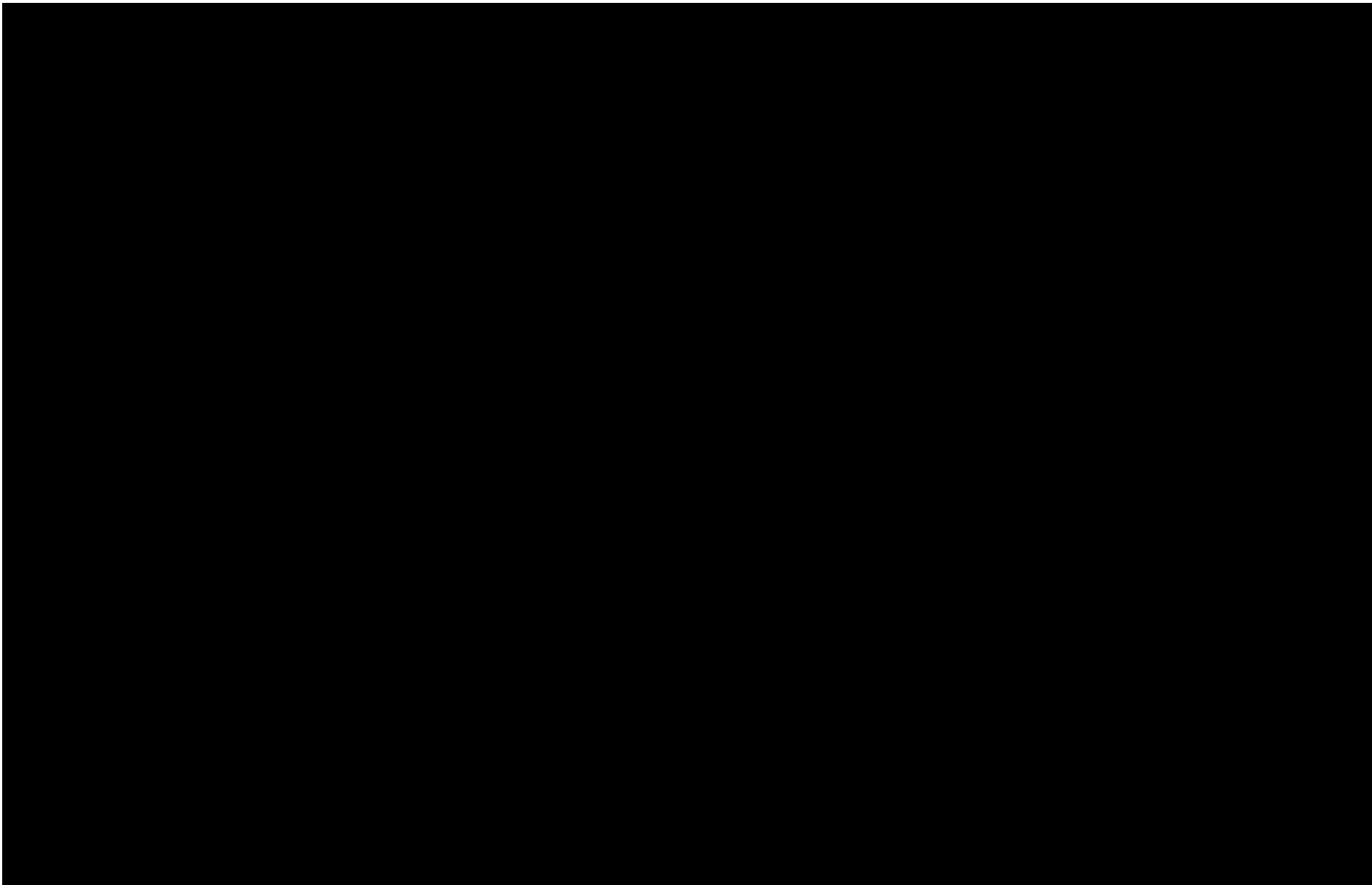
---

TEPCO



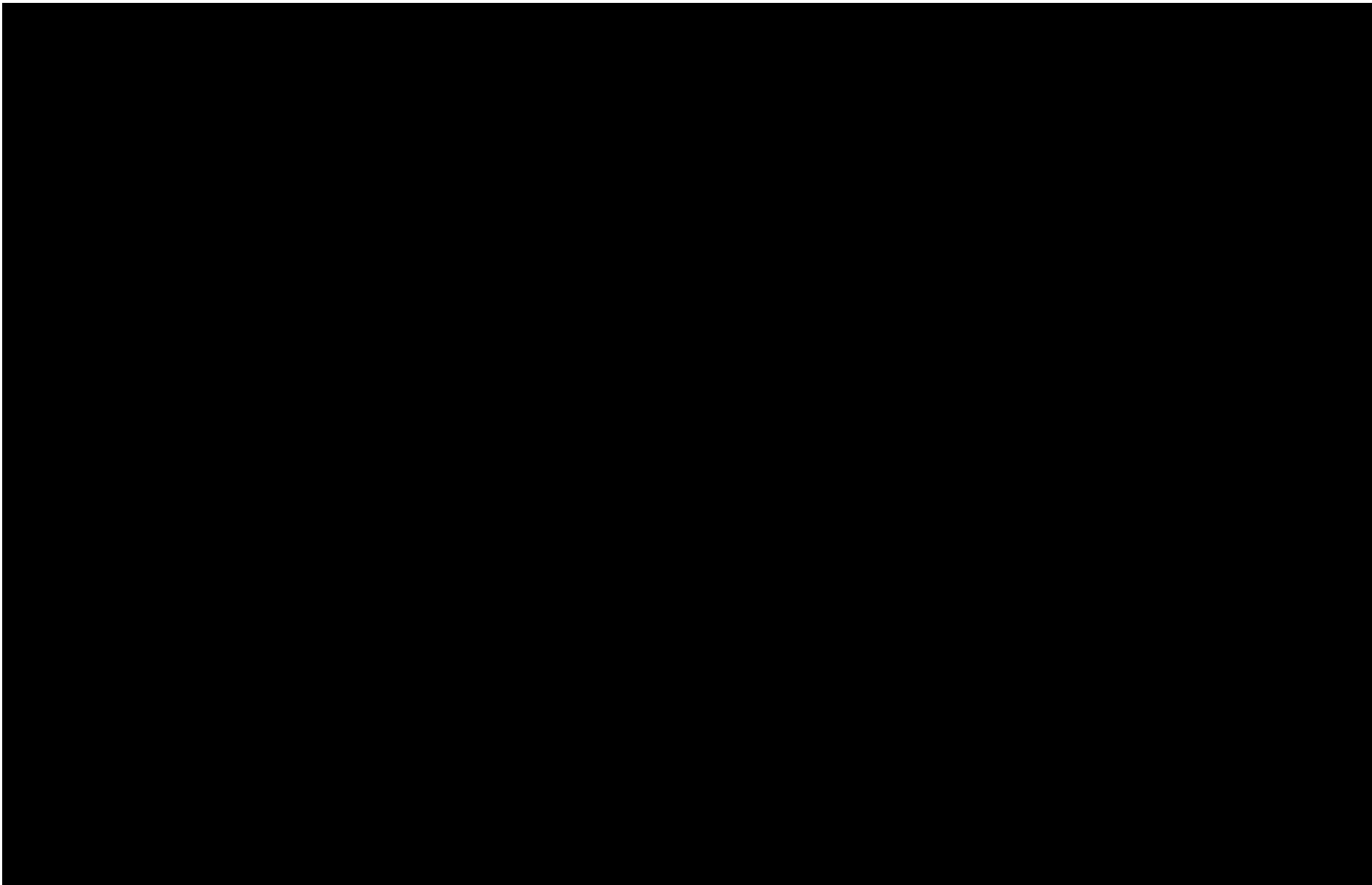
## 2号機原子炉建屋内での有人作業について

---



## 2号機原子炉建屋内での有人作業について

---

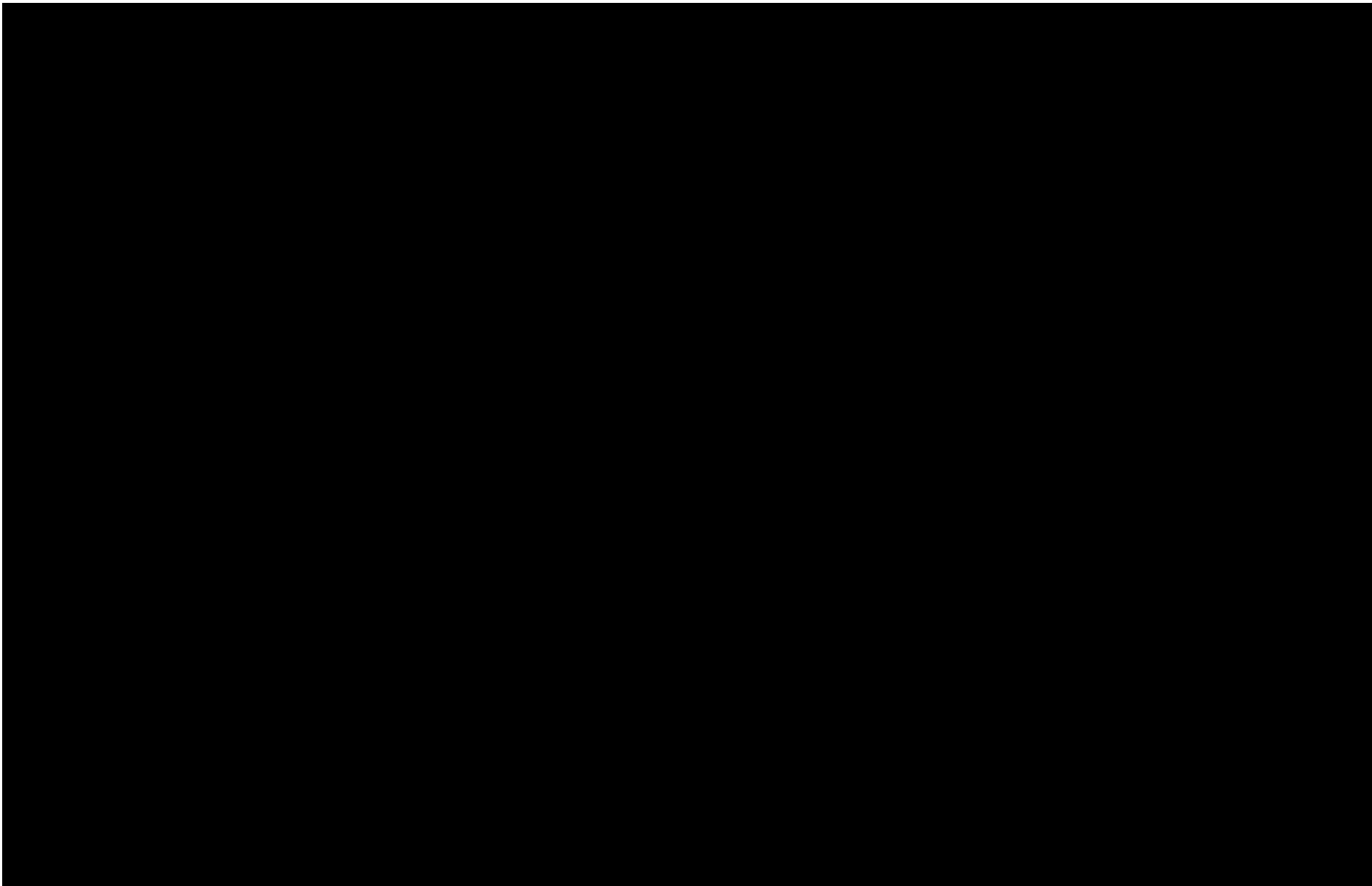




## 2号機原子炉建屋内での有人作業について

---

TEPCO



■ 第Ⅱ編記載内容変更に伴い、第Ⅲ編記載内容を変更

変更箇所	変更理由
第1編 第42条	排気設備から換気設備への切り替えに伴うダスト放射線モニタ放出箇所変更の反映
第1編 第60条	エリア放射線モニタ追設に伴い記載追加
第1編 第61条	エリア放射線モニタ追設に伴い記載追加
第3編 2.1.3	排気設備から換気設備への切り替えに伴う記載変更 ダスト放射線モニタ放出箇所変更の反映
第3編 3.1.2	排気設備から換気設備への切り替えに伴う記載変更

- 2号燃料取扱設備及び燃料取り出し用構台設置に係る実施計画変更申請について「特定原子力施設への指定に際し東京電力株式会社福島第一原子力発電所に対して求める措置を講ずべき事項について（以下、措置を講ずべき事項）」のうち、関連する下記事項に適合する記載箇所及び内容を説明する。

### Ⅱ. 設計, 設備について措置を講ずべき事項

- 5. 燃料取出し及び取り出した燃料の適切な貯蔵・管理
- 11. 放射性物質の放出抑制等による敷地周辺の放射線防護等
- 12. 作業者の被ばく線量の管理等
- 14. 設計上の考慮
  - ① 準拠規格及び基準
  - ② 自然現象に対する設計上の考慮
  - ④ 火災に対する設計上の考慮
  - ⑤ 環境条件に対する設計上の考慮
  - ⑦ 運転員操作に対する設計上の考慮
  - ⑧ 信頼性に対する設計上の考慮
  - ⑨ 検査可能性に対する設計上の考慮

### Ⅲ. 特定原子力施設の保安のために措置を講ずべき事項

## 5. 燃料取出し及び取り出した燃料の適切な貯蔵・管理

- 措置を講ずべき事項「5. 燃料取出し及び取り出した燃料の適切な貯蔵・管理」では、以下を求めている。

### < 1～4号炉 >

使用済燃料貯蔵設備からの燃料の取出しにあたっては、確実に臨界未満に維持し、落下防止、落下時の影響緩和措置及び適切な遮へいを行い、取り出した燃料は適切に冷却及び貯蔵すること。

- 変更認可申請では、燃料取り出し時の落下防止について以下に記載している。

	実施計画Ⅱ記載箇所	記載内容
本文	2 特定原子力施設の構造及び設備，工事の計画 2.11 使用済燃料プールからの燃料取り出し設備 2.11.1.3 設計方針 (1) 燃料取扱設備 a. 落下防止	既認可の記載を適用
添付	2.11 添付資料-1-1 燃料の落下防止，臨界防止に関する説明書 3. 2号機燃料取り扱いに関する概要	燃料取扱設備の落下防止対策

## 1 1. 放射性物質の放出抑制等による敷地周辺の放射線防護等

- 措置を講ずべき事項「1 1. 放射性物質の放出抑制等による敷地周辺の放射線防護等」では、以下を求めている。

- 特定原子力施設から大気、海等の環境中へ放出される放射性物質の適切な抑制対策を実施することにより、敷地周辺の線量を達成できる限り低減すること。
- 特に施設内に保管されている発災以降発生した瓦礫や汚染水等による敷地境界における実効線量（施設全体からの放射性物質の追加的放出を含む実効線量の評価値）を、平成25年3月までに1mSv/年未満とすること。

- 変更認可申請では、敷地周辺の放射線防護について以下に記載している。

	実施計画Ⅱ記載箇所	記載内容
本文	2 特定原子力施設の構造及び設備、工事の計画 2.11 使用済燃料プールからの燃料取り出し設備 2.11.1.3 設計方針 (3)燃料取り出し用カバー b.放射性物質の飛散・拡散防止	既認可の記載を適用
添付	2.11 添付資料-3-1 放射性物質の飛散・拡散を防止するための機能に関する説明書 4.2.1 排気フィルタによる低減効果 4.2.2 敷地境界線量	排気フィルタによる放射性物質の低減 敷地境界線量の評価

## 1 2. 作業者の被ばく線量の管理等

- 措置を講ずべき事項「1 2. 作業者の被ばく線量の管理等」では、以下を求めている。

現存被ばく状況での放射線業務従事者の作業性等を考慮して、遮へい、機器の配置、遠隔操作、放射性物質の漏えい防止、換気、除染等、所要の放射線防護上の措置及び作業時における放射線被ばく管理措置を講じることにより、放射線業務従事者が立ち入る場所の線量及び作業に伴う被ばく線量を、達成できる限り低減すること。

- 変更認可申請では、作業者の被ばく線量の管理について以下に記載している。

	実施計画Ⅱ記載箇所	記載内容
本文	2 特定原子力施設の構造及び設備、工事の計画 2.11 使用済燃料プールからの燃料取り出し設備 2.11.1.6 自然災害対策等 (6) 被ばく低減対策	既認可の記載を適用
添付	2.11 添付資料-1-2 放射線モニタリングに関する説明書 4. 2号機放射線モニタリング	エリア放射線モニタの基本方針、構成、配置

## 1 4. 設計上の考慮 ① 準拠規格及び基準

- 措置を講ずべき事項「① 準拠規格及び基準」では、以下を求めている。

安全機能を有する構築物，系統及び機器は，設計，材料の選定，製作及び検査について，それらが果たすべき安全機能の重要度を考慮して適切と認められる規格及び基準によるものであること。

- 変更認可申請では，準拠規格及び基準について以下に記載している。

	実施計画Ⅱ記載箇所	記載内容
本文	2 特定原子力施設の構造及び設備，工事の計画 2.11 使用済燃料プールからの燃料取り出し設備 2.11.1.8 構造強度及び耐震性 a. 燃料取扱設備 c. 燃料取り出し用カバー	既認可の記載を適用
添付	2.11 添付資料-4-1 燃料取扱設備の構造強度及び耐震性に関する説明書 4. 2号機燃料取扱設備の構造強度及び耐震性について	燃料取扱設備の準拠規格及び基準
	添付資料-4-2 燃料取り出し用カバーの構造強度及び耐震性に関する説明書 4. 2号機燃料取り出し用構台の構造強度及び耐震性について	燃料取り出し用構台の準拠規格及び基準
	添付資料-4-3 燃料取り出し用カバー換気設備の構造強度及び耐震性に関する説明書 2.5 第2号機原子炉建屋オペレーティングフロア及び燃料取り出し用構台換気設備の耐震性	換気設備の準拠規格及び基準



## 1 4. 設計上の考慮 ②自然現象に対する設計上の考慮

■ 措置を講ずべき事項「② 自然現象に対する設計上の考慮」では、以下を求めている。

- 安全機能を有する構築物，系統及び機器は，その安全機能の重要度及び地震によって機能の喪失を起こした場合の安全上の影響を考慮して，耐震設計上の区分がなされるとともに，適切と考えられる設計用地震力に十分耐えられる設計であること。
- 安全機能を有する構築物，系統及び機器は，地震以外の想定される自然現象（津波，豪雨，台風，竜巻等）によって施設の安全性が損なわれない設計であること。重要度の特に高い安全機能を有する構築物，系統及び機器は，予想される自然現象のうち最も苛酷と考えられる条件，又は自然力に事故荷重を適切に組み合わせた場合を考慮した設計であること。

■ 変更認可申請では，自然現象に対する設計上の考慮について以下に記載している。

	実施計画Ⅱ記載箇所	記載内容
本文	2 特定原子力施設の構造及び設備，工事の計画 2.11 使用済燃料プールからの燃料取り出し設備 2.11.1.6 自然災害対策等 (1) 津波 (2) 豪雨，台風，竜巻	既認可の記載を適用
添付	2.11 添付資料-4-1 燃料取扱設備の構造強度及び耐震性に関する説明書 4. 2号機燃料取扱設備の構造強度及び耐震性について  添付資料-4-2 燃料取り出し用カバーの構造強度及び耐震性に関する説明書 4. 2号機燃料取り出し用構台の構造強度及び耐震性について  添付資料-4-3 燃料取り出し用カバー換気設備の構造強度及び耐震性に関する説明書 2.5 第2号機原子炉建屋オペレーティングフロア及び燃料取り出し用構台換気設備の耐震性	燃料取扱設備の構造強度評価  燃料取り出し用構台の構造強度評価  換気設備の構造強度評価

## 1 4. 設計上の考慮 ④ 火災に対する設計上の考慮

- 措置を講ずべき事項「④ 火災に対する設計上の考慮」では、以下を求めている。

火災発生防止、火災検知及び消火並びに火災の影響の軽減の方策を適切に組み合わせて、火災により施設の安全性を損なうことのない設計であること。

- 変更認可申請では、火災に対する設計上の考慮について、以下に記載している。

	実施計画Ⅱ記載箇所	記載内容
本文	2 特定原子力施設の構造及び設備, 工事の計画 2.11 使用済燃料プールからの燃料取り出し設備 2.11.1.6 自然災害対策等 (4) 火災	既認可の記載を適用

- 措置を講ずべき事項「⑤ 環境条件に対する設計上の考慮」では、以下を求めている。

安全機能を有する構築物，系統及び機器は，経年事象を含むすべての環境条件に適合できる設計であること。特に，事故や地震等により被災した構造物の健全性評価を十分に考慮した対策を講じること。

- 変更認可申請では，環境条件に対する設計上の考慮について以下に記載している。

	実施計画Ⅱ記載箇所	記載内容
本文	2 特定原子力施設の構造及び設備，工事の計画 2.11 使用済燃料プールからの燃料取り出し設備 2.11.1.6 自然災害対策等 (5) 環境条件	既認可の記載を適用
添付	2.11 使用済燃料プールからの燃料取り出し設備 添付資料-4-2 燃料取り出し用カバーの構造強度及び耐震性に関する説明書 4.3 耐震性	原子炉建屋の健全性

## 1 4. 設計上の考慮 ⑦ 運転員操作に対する設計上の考慮

- 措置を講ずべき事項「⑦ 運転員操作に対する設計上の考慮」では、以下を求めている。

運転員の誤操作を防止するための適切な措置を講じた設計であること。

- 変更認可申請では、運転員操作に対する設計上の考慮について以下に記載している。

	実施計画Ⅱ記載箇所	記載内容
添付	2 特定原子力施設の構造及び設備，工事の計画 2.11 使用済燃料プールからの燃料取り出し設備 添付資料-1-1 燃料の落下防止，臨界防止に関する説明書 3. 2号機燃料取り扱いに関する概要	燃料取扱設備に関する誤操作防止を含めた落下防止対策

■ 措置を講ずべき事項「⑧ 信頼性に対する設計上の考慮」では、以下を求めている。

- 安全機能や監視機能を有する構築物、系統及び機器は、十分に高い信頼性を確保し、かつ、維持し得る設計であること。
- 重要度の特に高い安全機能を有するべき系統については、その系統の安全機能が達成できる設計であるとともに、その構造、動作原理、果たすべき安全機能の性質等を考慮して、多重性又は多様性及び独立性を備えた設計であること。

■ 変更認可申請では、信頼性に対する設計上の考慮について以下に記載している。

	実施計画Ⅱ記載箇所	記載内容
本文	2 特定原子力施設の構造及び設備、工事の計画 2.11 使用済燃料プールからの燃料取り出し設備 2.11.1.3 設計方針 (1) 燃料取扱設備 a. 落下防止 e. 単一故障	既認可の記載を適用
添付	2.11 添付資料-1-1 燃料の落下防止、臨界防止に関する説明書	燃料取扱設備の落下防止対策

- 措置を講ずべき事項「⑨ 検査可能性に対する設計上の考慮」では、以下を求めている。

安全機能を有する構築物，系統及び機器は，それらの健全性及び能力を確認するために，適切な方法によりその機能を検査できる設計であること。

- 変更認可申請は，検査可能性に対する設計上の考慮について以下に記載している。

	実施計画Ⅱ記載箇所	記載内容
本文	2 特定原子力施設の構造及び設備，工事の計画 2.11 使用済燃料プールからの燃料取り出し設備 2.11.1.3 設計方針 (1) 燃料取扱設備 f. 試験検査	既認可の記載を適用

### Ⅲ. 特定原子力施設の保安のために措置を講ずべき事項



- 措置を講ずべき事項「Ⅲ. 特定原子力施設の保安のために措置を講ずべき事項」では、以下を求めている。

運転管理，保守管理，放射線管理，放射性廃棄物管理，緊急時の措置，敷地内外の環境放射線モニタリング等適切な措置を講ずることにより，「Ⅱ. 設計，設備について措置を講ずべき事項」の適切かつ確実な実施を確保し，かつ，作業員及び敷地内外の安全を確保すること。

特に，事故や災害時等における緊急時の措置については，緊急事態への対処に加え，関係機関への連絡通報体制や緊急時における医療体制の整備等を行うこと。

また，協力企業を含む社員や作業従事者に対する教育・訓練を的確に行い，その技量や能力の維持向上を図ること。

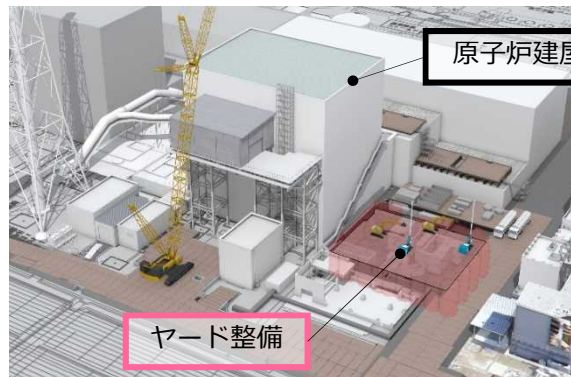
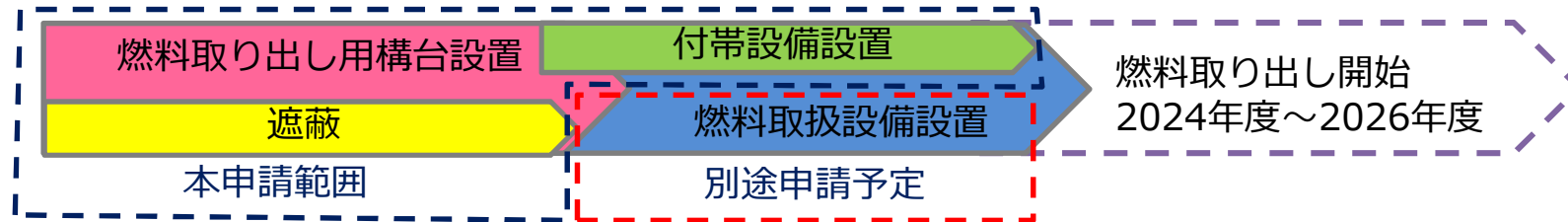
- 変更認可申請では，特定原子力施設の保安について以下に記載している。

	実施計画Ⅲ記載箇所	記載内容
本文	第1編（1号炉，2号炉，3号炉及び4号炉に係る保安措置） 42条 気体廃棄物の管理 60条 外部放射線に係る線量当量率等の測定 61条 放射線計測器類の管理 第3編（保安に係る補足説明） 2.1.3 放射性廃棄物等の管理 3.1.2 放射線管理	「特定原子力施設の設計，設備」変更内容の反映

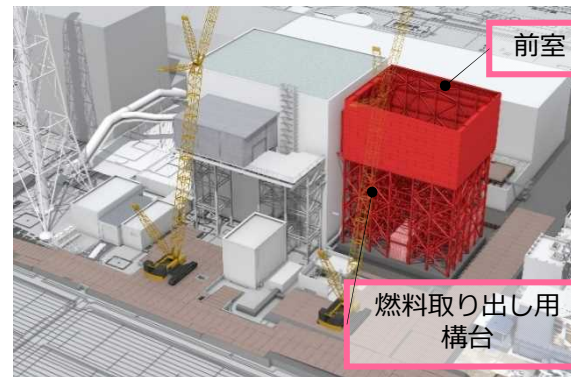


# 申請内容の分割について

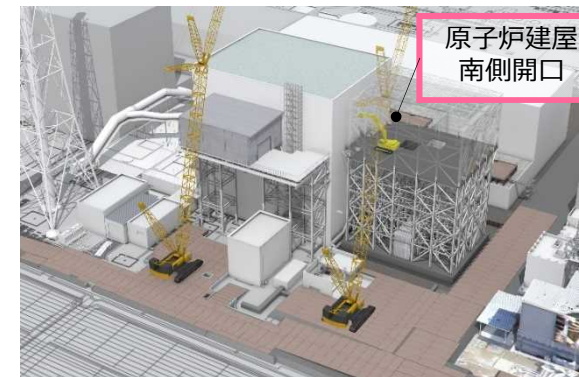
- 下矢羽図のように申請内容を分割する。



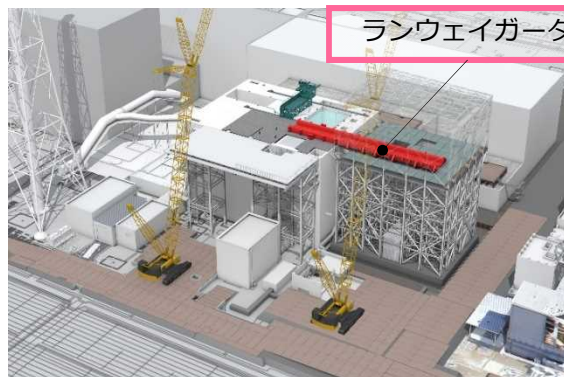
①ヤード整備・遮蔽



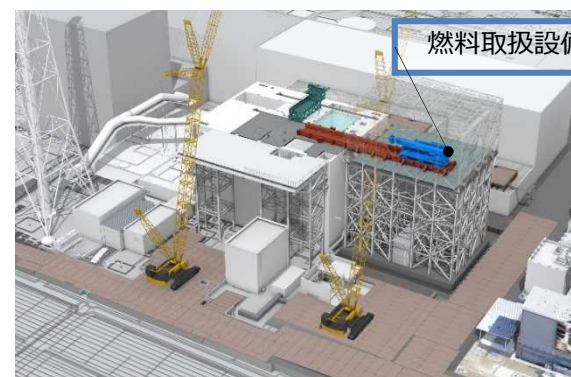
②鉄骨組立・前室外壁設置



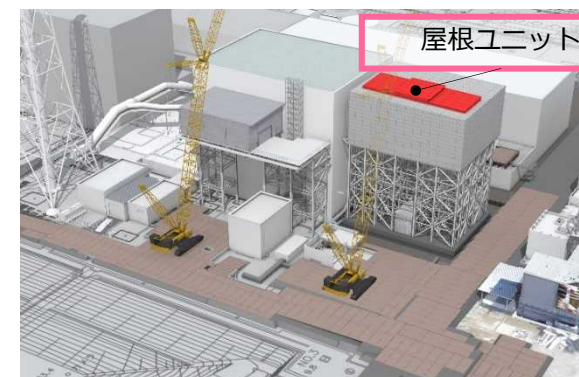
③南側開口設置



④ランウェイガータ設置



⑤燃料取扱設備設置



⑥前室屋根設置

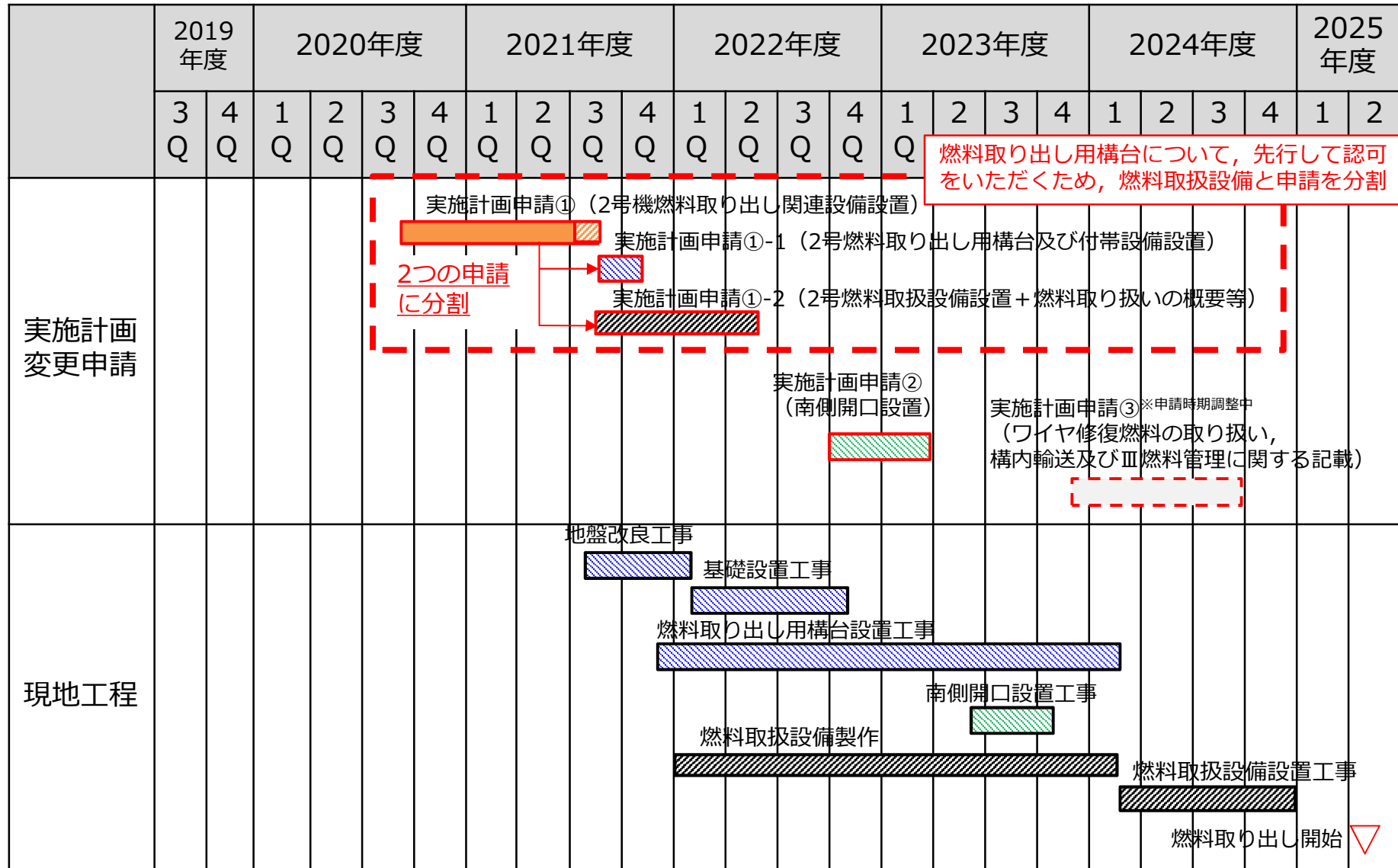
## 申請内容の分割について

- 2号燃料取扱設備の耐震評価に期間を要すること及び2号燃料取り出し用構台設置に際し地盤改良の使用前検査を原子力規制庁殿の立会で実施するためには早期に実施計画認可を受ける必要があるため、下表のように申請を分割する。
- 本申請の範囲は燃料取り出し用構台設置，遮蔽の設置，付帯設備（換気設備等）の設置とし，燃料取扱設備の設置については別途申請予定
- 本申請範囲では，別申請となる燃料取扱設備および燃料輸送容器の荷重条件を反映している
- 条件が変更となった場合，本申請に与える影響があるかどうかを確認する

項目	本申請	別申請	規制庁殿 コメント 状況
II 2.11 使用済燃料プールからの燃料取り出し設備	○	○	完了
添付資料-1-1 燃料の落下防止，臨界防止に関する説明書	-	○	完了
添付資料-1-2 放射線モニタリングに関する説明書	○	-	完了
添付資料-1-3 燃料の健全性確認及び取り扱いに関する説明書	-	○	完了
添付資料-3-1 放射性物質の飛散・拡散を防止するための機能に関する説明書	○	-	完了
添付資料-3-3 移送操作中の燃料集合体の落下	-	○	未完
添付資料-4-1 燃料取扱設備の構造強度及び耐震性に関する説明書	-	○	未完
添付資料-4-2 燃料取り出し用カバーの構造強度及び耐震性に関する説明書	○	-	完了
添付資料-4-3 燃料取り出し用カバー換気設備の構造強度及び耐震性に関する説明書	○	-	完了
添付資料-5 使用済燃料プールからの燃料取り出し工程表	○	-	完了
II 2.15 放射線管理関係設備等	○	-	完了
添付資料-1 ダスト放射線モニタシステム概略図	○	-	完了
III 第1編 第42条 気体廃棄物の管理	○	-	完了
III 第1編 第60条 外部放射線に係る線量当量率等の測定	○	-	完了
III 第1編 第61条 放射線計測器類の管理	○	-	完了
III 第3編 2.1.3 放射性気体廃棄物等の管理	○	-	完了
III 第3編 3.1.2 放射線管理	○	-	完了

# 申請内容の分割について

■ 下記表が実施計画申請内容の分割に関する全体工程である。



# 説明スケジュール



## ■ 本申請内容は、下記スケジュールに沿って説明する。

2号機燃料取扱設備及び燃料取り出し用構台 実施計画変更申請の説明スケジュール(案)												
※説明進捗に合わせて適宜変更												
No.	説明内容 (実施計画の構成に基づいて説明)	2020年度										
		12月	1月			2月			3月			
全体スケジュール		申請(12/25) ▼	監視評価検討会(1/25) ▼							コメント回答期間		
1	申請, 申請範囲と措置を講ずべき事項への適合性に関する説明	第1回(12/25) ▼										
2	燃料取扱設備概要と燃料取扱いに関する説明 【記載箇所】 2.11.1 基本設計 2.11.2 基本仕様 2.11 添付資料-1-1 燃料の落下防止, 臨界防止に関する説明書 2.11 添付資料-5 使用済燃料プールからの燃料取り出し工程表			第2回(1/13) ▼							第10回(3/25) ▼	
3	燃料取り出し用構台の構造強度及び耐震性に関する説明 【記載箇所】 2.11.1 基本設計 2.11 添付資料-4-2 燃料取り出し用カバーの構造強度及び耐震性に関する説明書				第3回(1/21) ▼					第8回(3/9) ▼		
4	燃料取扱設備の構造強度及び耐震性に関する説明 【記載箇所】 2.11.1 基本設計 2.11.2 基本仕様 2.11 添付資料-4-1 燃料取扱設備の構造強度及び耐震性に関する説明書					第4回(1/28) ▼					第9回(3/17) ▼	
5	換気設備の設備概要, 構造強度と耐震性に関する説明 【記載箇所】 2.11.1 基本設計 2.11.2 基本仕様 2.11 添付資料-3-1 放射性物質の飛散・拡散を防止するための機能に関する説明書 2.11 添付資料-4-3 燃料取り出し用カバー換気設備の構造強度及び耐震性に関する説明書						第5回(2/4) ▼				第10回(3/25) ▼	
6	原子炉建屋オペレーティングフロアに設置する遮蔽体に関する説明 【記載箇所】 2.11 添付資料-4-2 別添8 2号機原子炉建屋 オペレーティングフロア床面に設置する遮蔽体の落下防止について							第6回(2/10) ▼			第10回(3/25) ▼	
7	放射線管理関係設備, 保安措置に関する説明 【記載箇所】 2.11 添付資料-1-2 放射線モニタリングに関する説明書 2.15.1 基本設計 2.15.2 基本仕様 2.15 添付資料-1 ダスト放射線モニタ系統概略図 Ⅲ 第1編 第42条 気体廃棄物の管理 Ⅲ 第1編 第60条 外部放射線に係る線量当量率等の測定 Ⅲ 第1編 第61条 放射線計測器類の管理 Ⅲ 第3編 2.1.3 放射性気体廃棄物等の管理 Ⅲ 第3編 3.1.2 放射線管理								第7回(2/18) ▼			
8	燃料の健全性及び移送操作中の燃料集合体の落下に係る説明 【記載箇所】 2.11 添付資料-1-3 燃料の健全性確認及び取扱いに関する説明書 2.11 添付資料-3-3 移送操作中の燃料集合体の落下											

# 説明スケジュール



2号機燃料取扱設備及び燃料取り出し用構台 実施計画変更申請の説明スケジュール(案)												
No.	説明内容 (実施計画の構成に基づいて説明)	2021年度										
		4月		5月			6月		7月		8月	
全体スケジュール		コメント	回答期限									
1	申請, 申請範囲と措置を講ずべき事項への適合性に関する説明											
2	燃料取扱設備概要と燃料取扱いに関する説明 【記載箇所】 2.11.1 基本設計 2.11.2 基本仕様 2.11 添付資料-1-1 燃料の落下防止, 臨界防止に関する説明書 2.11 添付資料-5 使用済燃料プールからの燃料取り出し工程表		第12回(4/14) ▼			第16回(6/4) ▼	第18回(6/23) ▼					第22回(9/29) ▼
3	燃料取り出し用構台の構造強度及び耐震性に関する説明 【記載箇所】 2.11.1 基本設計 2.11 添付資料-4-2 燃料取り出し用カバーの構造強度及び耐震性に関する説明書				第13回(5/11) ▼		第17回(6/10) ▼		第19回(7/14) ▼		第20回(8/16) ▼	
4	燃料取扱設備の構造強度及び耐震性に関する説明 【記載箇所】 2.11.1 基本設計 2.11.2 基本仕様 2.11 添付資料-4-1 燃料取扱設備の構造強度及び耐震性に関する説明書				第13回(5/11) ▼	第14回(5/18) ▼						
5	換気設備の設備概要, 構造強度と耐震性に関する説明 【記載箇所】 2.11.1 基本設計 2.11.2 基本仕様 2.11 添付資料-3-1 放射性物質の飛散・拡散を防止するための機能に関する説明書 2.11 添付資料-4-3 燃料取り出し用カバー換気設備の構造強度及び耐震性に関する説明書		第12回(4/14) ▼			第15回(5/28) ▼						
6	原子炉建屋オペレーティングフロアに設置する遮蔽体に関する説明 【記載箇所】 2.11 添付資料-4-2 別添8 2号機原子炉建屋 オペレーティングフロア床面に設置する遮蔽体の落下防止について		第12回(4/14) ▼			第15回(5/28) ▼						
7	放射線管理関係設備, 保安措置に関する説明 【記載箇所】 2.11 添付資料-1-2 放射線モニタリングに関する説明書 2.15.1 基本設計 2.15.2 基本仕様 2.15 添付資料-1 ダスト放射線モニタ系統概略図 Ⅲ 第1編 第42条 気体廃棄物の管理 Ⅲ 第1編 第60条 外部放射線に係る線量当量率等の測定 Ⅲ 第1編 第61条 放射線計測器類の管理 Ⅲ 第3編 2.1.3 放射性気体廃棄物等の管理 Ⅲ 第3編 3.1.2 放射線管理		第11回(4/1) ▼			第15回(5/28) ▼						
8	燃料の健全性及び移送操作中の燃料集合体の落下に係る説明 【記載箇所】 2.11 添付資料-1-3 燃料の健全性確認及び取り扱いに関する説明書 2.11 添付資料-3-3 移送操作中の燃料集合体の落下						第15回(5/28) ▼					
9	確認事項に関する説明 【記載箇所】 2.11 添付資料-1-1 燃料の落下防止, 臨界防止に関する説明書 2.11 添付資料-1-2 放射線モニタリングに関する説明書 2.11 添付資料-3-1 放射性物質の飛散・拡散を防止するための機能に関する説明書 2.11 添付資料-4-1 燃料取扱設備の構造強度及び耐震性に関する説明書 2.11 添付資料-4-2 燃料取り出し用カバーの構造強度及び耐震性に関する説明書				第14回(5/18) ▼		第17回(6/10) ▼		第19回(7/14) ▼		第21回(8/24) ▼	第22回(9/29) ▼

※説明進捗に合わせて適宜変更



# 説明スケジュール



※説明進捗に合わせて適宜変更

2号機燃料取扱設備及び燃料取り出し用構台 実施計画変更申請の説明スケジュール(案)		2022																
No.	説明内容 (実施計画の構成に基づいて説明)	10月		11月		12月		1月		2月		3月		4月	5月	6月	7月	8月
全体スケジュール		コメント	回答期間											補正申請予定 新規申請 (燃料取扱設備)	認可希望 (構台)		補正申請予定	認可希望
1	申請、申請範囲と措置を講ずべき事項への適合性に関する説明																	
2	燃料取扱設備概要と燃料取扱いに関する説明 【記載箇所】 2.11.1 基本設計 2.11.2 基本仕様 2.11 添付資料-1-1 燃料の落下防止、臨界防止に関する説明書 2.11 添付資料-5 使用済燃料プールからの燃料取り出し工程表		第23回(10/13) ▼		第25回(11/9) ▼		第26回(11/30) ▼		第27回(12/22) ▼									
3	燃料取り出し用構台の構造強度及び耐震性に関する説明 【記載箇所】 2.11.1 基本設計 2.11 添付資料-4-2 燃料取り出し用カバーの構造強度及び耐震性に関する説明書		第23回(10/13) ▼	第24回(10/28) ▼	第25回(11/9) ▼	第26回(11/30) ▼	第27回(12/22) ▼		第28回(1/12) ▼	第29回(1/31) ▼	第30回(2/8) ▼	第31回(2/16) ▼						
4	燃料取扱設備の構造強度及び耐震性に関する説明 【記載箇所】 2.11.1 基本設計 2.11.2 基本仕様 2.11 添付資料-4-1 燃料取扱設備の構造強度及び耐震性に関する説明書		第23回(10/13) ▼	第24回(10/28) ▼	第25回(11/9) ▼	第26回(11/30) ▼	第27回(12/22) ▼		第28回(1/12) ▼	第29回(1/31) ▼								
5	換気設備の設備概要、構造強度と耐震性に関する説明 【記載箇所】 2.11.1 基本設計 2.11.2 基本仕様 2.11 添付資料-3-1 放射性物質の飛散・拡散を防止するための機能に関する説明書 2.11 添付資料-4-3 燃料取り出し用カバー換気設備の構造強度及び耐震性に関する説明書		第23回(10/13) ▼						第28回(1/12) ▼	第29回(1/31) ▼								
6	原子炉建屋オペレーティングフロアに設置する遮蔽体に関する説明 【記載箇所】 2.11 添付資料-4-2 別添8 2号機原子炉建屋 オペレーティングフロア床面に設置する遮蔽体の落下防止について				第25回(11/9) ▼	第26回(11/30) ▼	第27回(12/22) ▼		第28回(1/12) ▼									
7	放射線管理関係設備、保安措置に関する説明 【記載箇所】 2.11 添付資料-1-2 放射線モニタリングに関する説明書 2.15.1 基本設計 2.15.2 基本仕様 2.15 添付資料-1 ダスト放射線モニタシステム概略図 Ⅲ 第1編 第42条 気体廃棄物の管理 Ⅲ 第1編 第60条 外部放射線に係る線量当量率等の測定 Ⅲ 第1編 第61条 放射線計測器類の管理 Ⅲ 第3編 2.1.3 放射性気体廃棄物等の管理 Ⅲ 第3編 3.1.2 放射線管理				第25回(11/9) ▼	第26回(11/30) ▼	第27回(12/22) ▼											
8	燃料の健全性及び移送操作中の燃料集合体の落下に係る説明 【記載箇所】 2.11 添付資料-1-3 燃料の健全性確認及び取り扱いに関する説明書 2.11 添付資料-3-3 移送操作中の燃料集合体の落下																	
9	確認事項に関する説明 【記載箇所】 2.11 添付資料-1-1 燃料の落下防止、臨界防止に関する説明書 2.11 添付資料-1-2 放射線モニタリングに関する説明書 2.11 添付資料-3-1 放射性物質の飛散・拡散を防止するための機能に関する説明書 2.11 添付資料-4-1 燃料取扱設備の構造強度及び耐震性に関する説明書 2.11 添付資料-4-2 燃料取り出し用カバーの構造強度及び耐震性に関する説明書			第24回(10/28) ▼			第27回(12/22) ▼											

## ■ 実施計画変更比較表

### 2.11 使用済燃料プールからの燃料取り出し設備 本文

添付資料－ 1 － 1 燃料の落下防止, 臨界防止に関する説明書

添付資料－ 1 － 2 放射線モニタリングに関する説明書

添付資料－ 3 － 1 放射性物質の飛散・拡散を防止するための機能に関する説明書

添付資料－ 4 － 1 燃料取扱設備の構造強度及び耐震性に関する説明書

添付資料－ 4 － 2 燃料取り出し用カバーの構造強度及び耐震性に関する説明書

添付資料－ 4 － 3 燃料取り出し用カバー換気設備の構造強度及び耐震性に関する説明書

添付資料－ 5 使用済燃料プールからの燃料取り出し工程表

### 2.15 放射線管理関係設備等 本文

添付資料－ 1 ダスト放射線モニタ系統概略図

Ⅲ 第1編 第42条 気体廃棄物の管理

Ⅲ 第1編 第60条 外部放射線に係る線量当量率等の測定

Ⅲ 第1編 第61条 放射線計測器類の管理

Ⅲ 第3編 2.1.3 放射性気体廃棄物等の管理

Ⅲ 第3編 3.1.2 放射線管理



### ■ 補足説明資料

- 添付資料1 燃料取り出し用構台 補足説明資料
- 添付資料2 燃料取扱設備の耐震性についての計算書
- 添付資料3 換気設備 換気風量について
- 添付資料4 原子炉建屋オペレーティングフロア床面に設置する遮蔽体の耐震性についての計算書
- 添付資料5 確認事項について
- 添付資料6 移送操作中の燃料集合体の落下について
- 添付資料7 2号機燃料取扱設備及び燃料取り出し用構台に対する1/2Ss450
- 添付資料8 2号機燃料取り出し設備関連放出シナリオに対する線量影響について

# 2号機燃料取扱設備及び燃料取り出し用構台 の設置について

2号機燃料取り出し用構台に係る確認事項  
補足説明資料



東京電力ホールディングス株式会社

# 鋼材の材料と規格の対応について

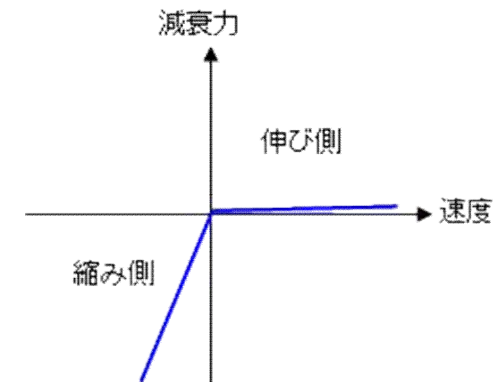
	規格	使用材料	部位
鋼材	JIS G 3101	SS400	柱, 梁, ブレース
	JIS G 3106	SM490A	柱, 梁, ブレース
	JIS G 3444	STK490	柱, ブレース
	JIS G 3136	SN490B	柱, ランウェイガーダ
		SN490C	柱
	建築基準法第37条第二号 (大臣認定品)	TMCP325	柱
	JIS G 3321	SGLCC	外装材
鉄筋	JIS G 3112	SD295,SD345	基礎およびコンクリート床配筋
ボルト	建築基準法第37条第二号 (大臣認定品)	SHTB,S10T,MUTF	鉄骨接合部
	JIS B 1186	F10T	
あと施工 アンカー ボルト	JIS G 3138	SNR400B(M30) *1	原子炉建屋外壁接合部 (オイルダンパ (水平棟間) 設置箇所)
		SNR400B(M60) *2	

\*1 : 接着材はセメフォースアンカー（日本建築あと施工アンカー協会の認証品）を使用する

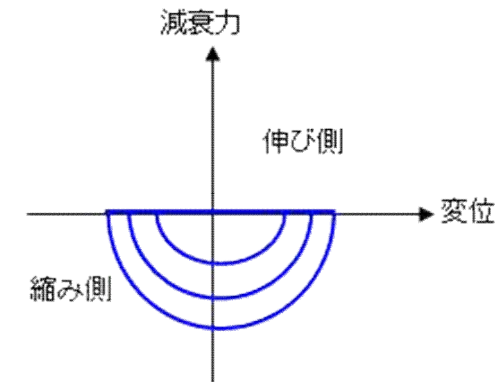
\*2 : 接着材を含め、日本建築センターで評価を得た工法を採用する

# ばね付きダンパの基本構造

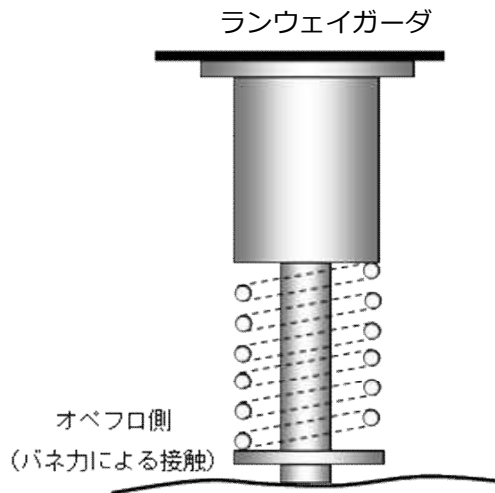
- 据付時の被ばく線量低減のため、オペフロ床にアンカ固定しない構造とする
- 具体的にはピストンロッドをオペフロ上にバネで突き当て、縮む方向には抵抗し、伸びる方向には無抵抗な特性をもつ
- ランウェイガードとオペフロ床の距離が離れる場合にはピストンロッドが素早く伸びて常にオペフロ床を捉え、縮む方向には減衰力を発揮することで、オペフロ床躯体に引張力を加えることなく、半サイクル毎にエネルギーを吸収し上下応答を低減する



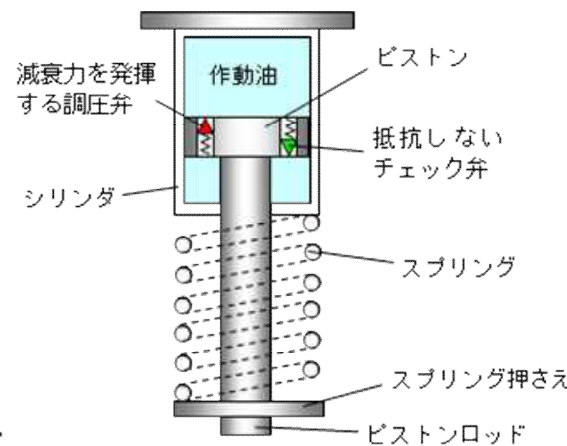
速度 - 荷重関係 (減衰特性)



変位 - 荷重関係 (エネルギー吸収特性)



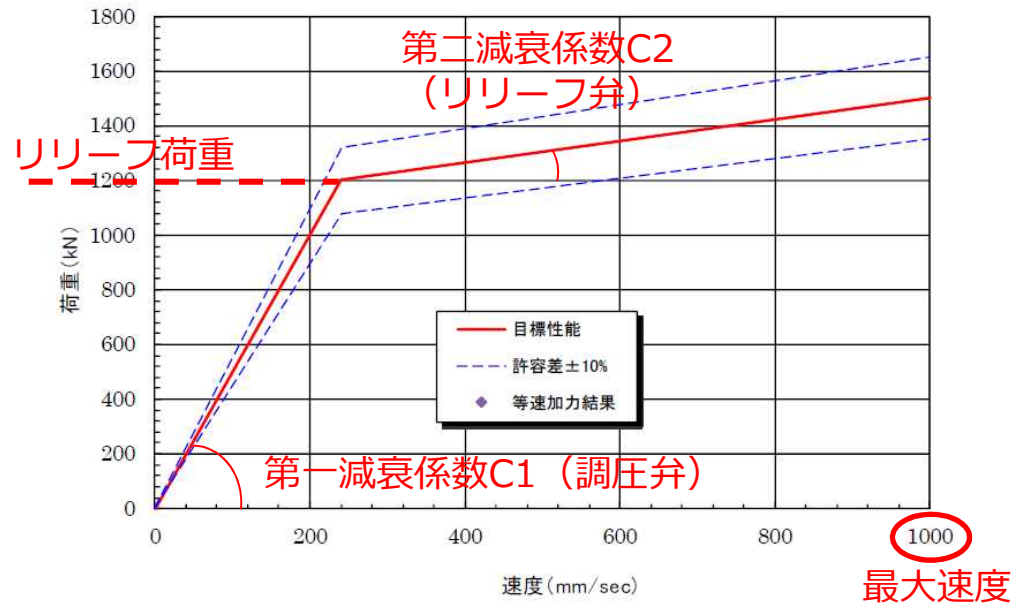
設置の概念図



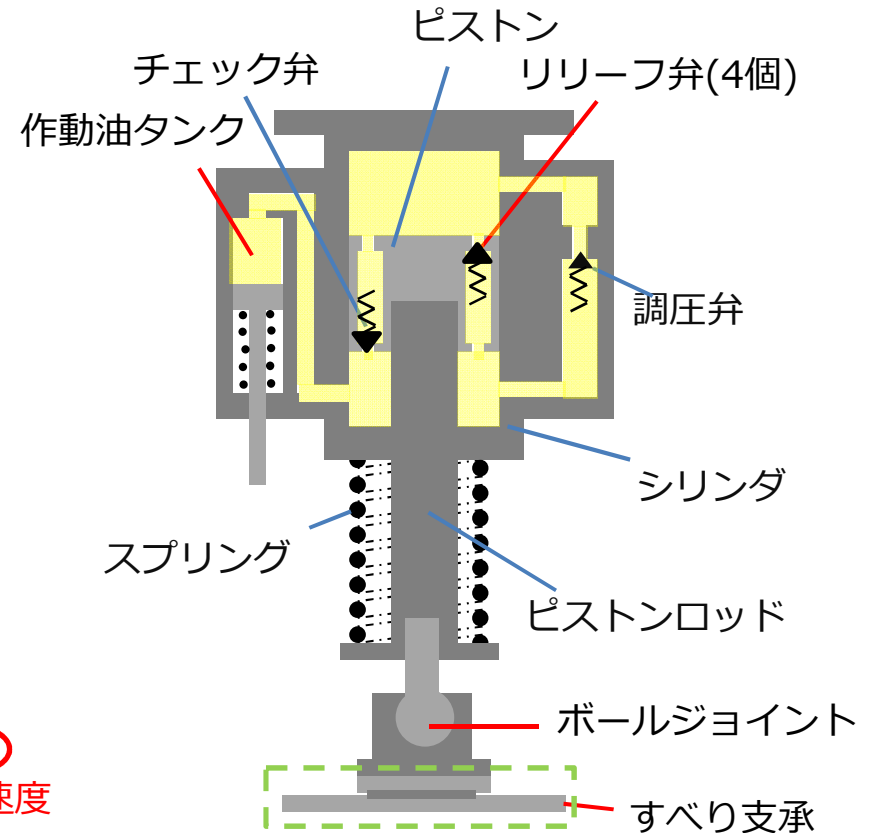
内部機構の概念図

# ばね付きダンパの減衰特性

- 縮み側で荷重を抑制するため、ダンパにはバイリニアの減衰特性を与える
- 第一減衰係数C1は調圧弁、第二減衰係数C2はリリース弁により設定
- 最大速度1000mm/sを実現するため、リリース弁を4個搭載  
(リリース弁を並列に配置することで、荷重増加を抑制し、より大きな最大速度を実現)



縮み側の減衰特性

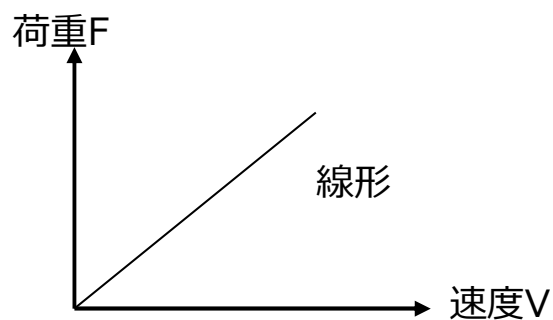
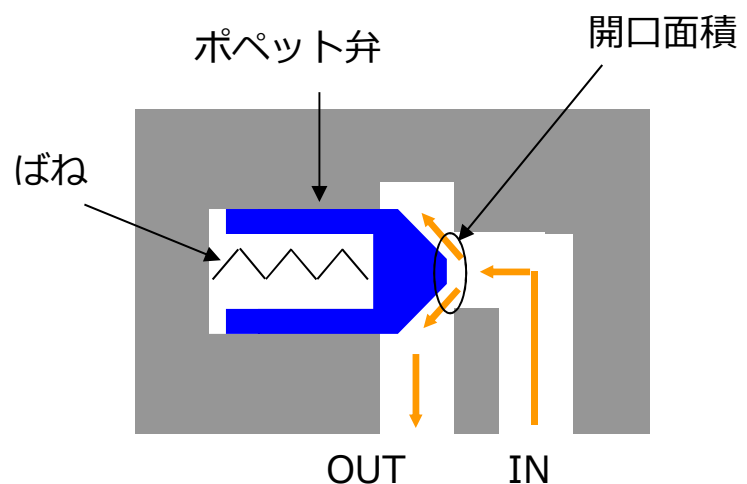


実機の構成

# 調圧弁の構造と役割

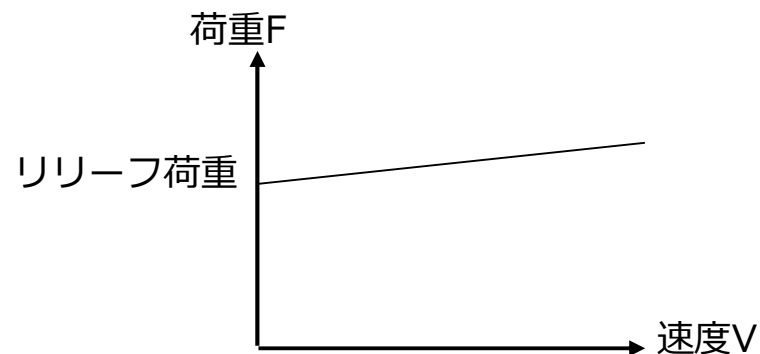
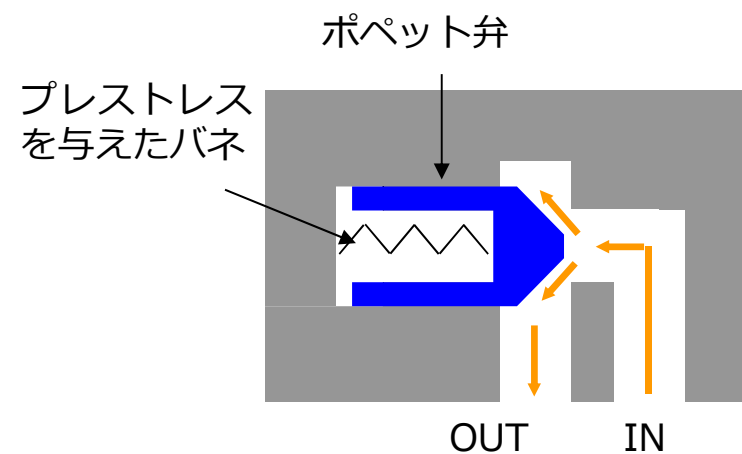
## ■ 調圧弁

圧力により開口面積が変化し（圧力が高まると弁が左に移動して開口が広がり）、速度と荷重の関係を線形にする



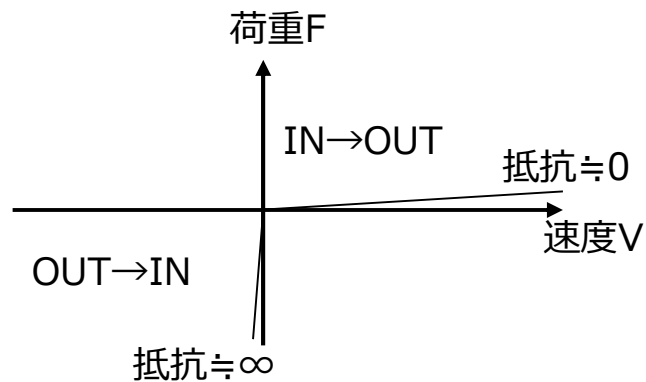
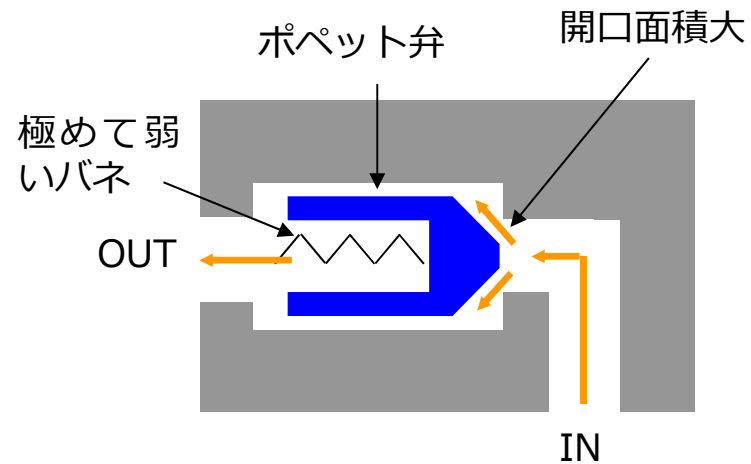
## ■ リリース弁

プレストレスが解放される圧力（リリース荷重）以上で開いて、大速度での荷重増加を抑制する



## ■ チェック弁

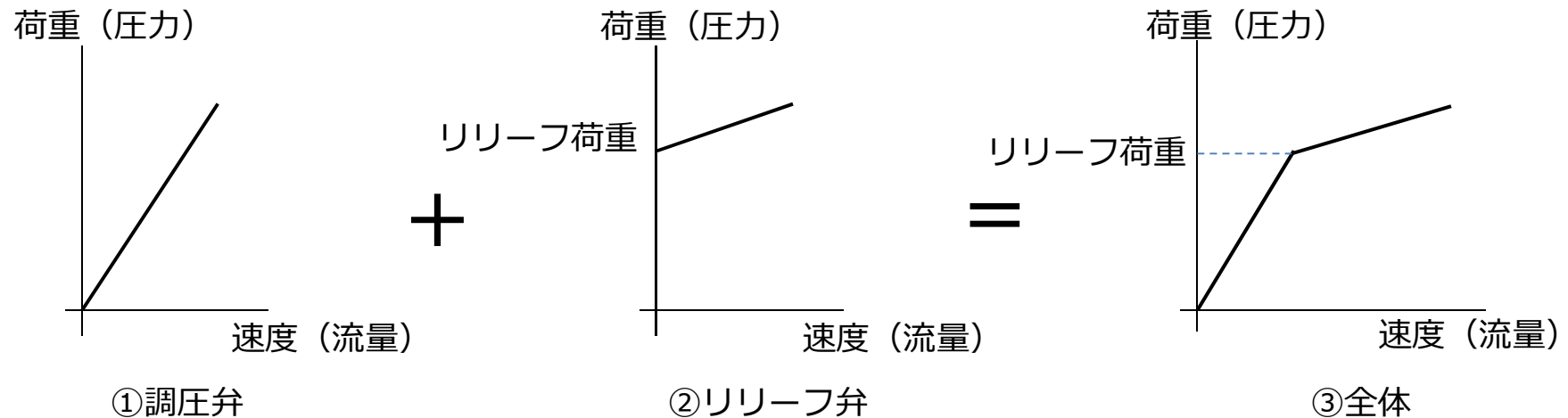
圧力がINから加わる時は無抵抗に開いて荷重を発揮せず，OUTから加わる時は閉まり流路を閉鎖する一方向弁





# 各種弁の並列化による全体特性

- 弁は並列に配置されているため、全ての弁には同じ圧力が作用するため（パスカルの原理）、各弁の特性を同一圧力で速度を足し合わせたものが全体特性となる
- 縮み側（押し側）  
チェック弁は閉じるため、調圧弁とリリーフ弁の和が全体特性となる



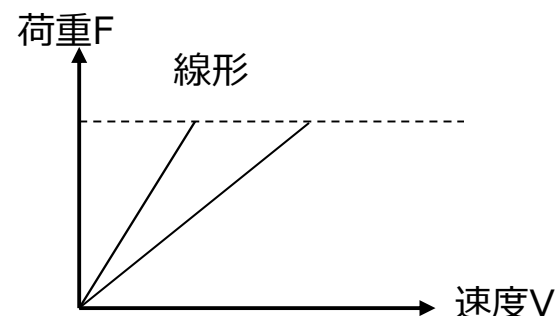
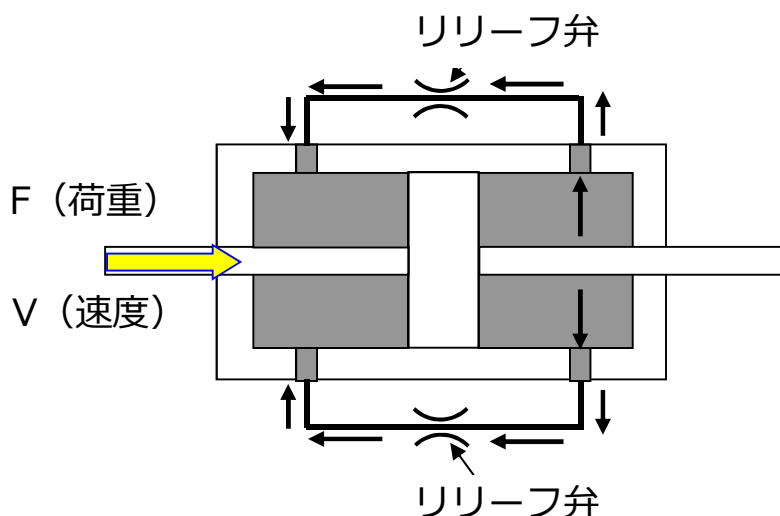
- 伸び側（引き側）  
チェック弁が開くため、抵抗力を発揮しない

	項目	仕様	許容差
1	リリース荷重Fr	1200kN	±10%
2	第一減衰係数C1	5kN・sec/mm	±10%
3	第二減衰係数C2	0.395kN・sec/mm	±10%
4	ストローク	±100mm	左記以上

# 弁の並列化配置による効果

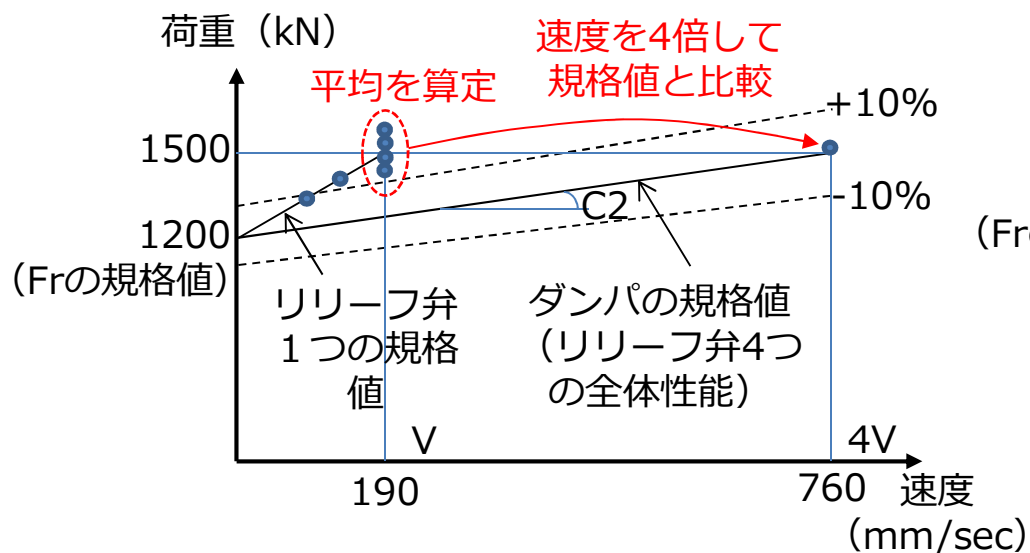
- リリーフ弁が2つある場合（並列配置）
  - 同じ速度でピストンを動かすと、弁の開口面積が2倍になるため、リリーフ弁に作用する圧力が1/2倍になり、ピストン反力も1/2倍となる
  - 弁の開口面積が2倍になっているため、リリーフ弁に作用する圧力を同じにするには、ピストンを動かす速度を2倍にする必要がある
  - 上記より弁を並列配置することにより、最大速度を大きくすることが可能となる

リリーフ弁	ピストン速度	ピストン反力	リリーフ弁開口面積	リリーフ弁圧力
1つ	$V$	$F$	$A$	$P$
2つ	$V$	$F/2$	$2A$	$P/2$
2つ	$2V$	$F$	$2A$	$P$



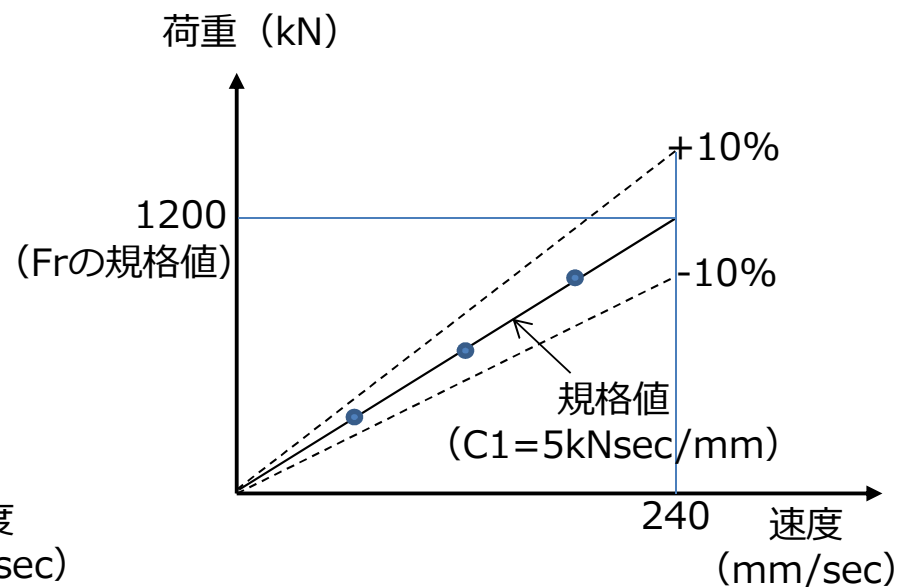
# ダンパの性能検査 1

## ■ 第二減衰係数C2 (リリース弁単体試験)



1. リリース弁単体の荷重を試験用装置で測定
2. 平均荷重を評価  
 $F_{ave} = (F1 + F2 + F3 + F4) / 4$
3. ダンパ全体の規格値を評価  
 $F = Fr + 4 \times C2 \times V$
4.  $F_{ave}$ が規格値Fの±10%以内で合格

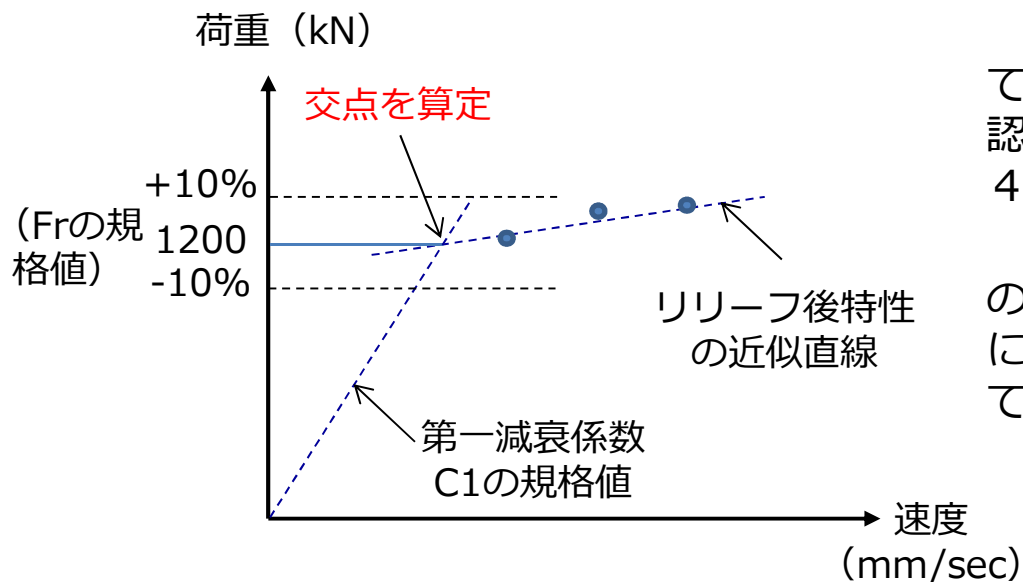
## ■ 第一減衰係数C1 (調圧弁試験)



1. 速度60, 120, 180mm/secで加力して荷重を測定
2. ダンパ全体の規格値を評価  
 $F = C1 \times V$
3. 測定荷重が規格値Fの±10%以内で合格

## ■ リリース荷重Fr

(リリース弁の動作開始速度の評価確認)



## ■ 最大速度

最大速度が大きいため、ダンパ全体を用いた最大速度までの加力は実施できない。

そのため、第二減衰係数領域の性能については検査用ダンパにてリリース弁単体性能確認を全数行い、ダンパに使用するリリース弁4本の合計性能で合否を判定する。

最大速度は検査時の計測値ではなく、前述の各試験で得られた性能や、加力速度のように検査で使用した値から算出した理論値として得られる

1. リリース弁4つを組み込んだ状態で加力を実施
2. 速度340, 440, 540mm/secの測定荷重から近似直線の評価
3. 上記近似直線とC1の規格値の交点をリリース荷重とする
4. 上記リリース荷重が規格値1200kNFの±10%以内で合格

各オイルダンパにおける，試験速度，許容値（設計仕様），  
最大応答速度の関係

**TEPCO**

(m/s)

ダンパ種別	試験速度 (最大値)	許容値	最大応答値
オイルダンパ（水平棟間）	0.7* <sup>1</sup> (理論値)	0.7	0.54
オイルダンパ（鉛直）	0.5	0.5	0.16
ばね付きオイルダンパ	1.0* <sup>1</sup> (理論値)	1.0	0.14

\*1：最大速度は検査時の計測値ではなく，前述の各試験で得られた性能や，加力速度のように検査で使用した値から算出した理論値として以下の通り得られる。  
下式における  $V_{max}$  が許容値（設計仕様）となるよう試験を実施する。

$$V_{max}^{*2} = V_r + V_{c2max} \times n$$

$V_{max}$  : 理論値として得られる試験時の最大加力速度

$V_r$  : リリーフ荷重における速度

$V_{c2max}$  : 第二減衰係数C2の性能試験（リリーフ弁単体試験）に用いる速度の最大値

$n$  : リリーフ弁の個数

\*2：第二減衰領域において調圧弁への流量が無いと保守的に仮定

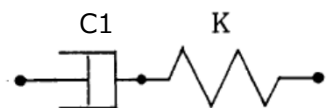
# 鉛直ダンパと棟間ダンパの性能検査（第一減衰係数）

- 正加力，負加力とも同性能であるため，第一減衰係数C1は，正弦波加力における荷重と変位から評価する
- 測定した減衰カループより1サイクルごとのエネルギー吸収量 $\Delta W$ を計算し，ダッシュポット要素とばね要素を直列に結合したマックスウェル型モデルの粘性減衰係数として，(1.1) 式\*から算出する

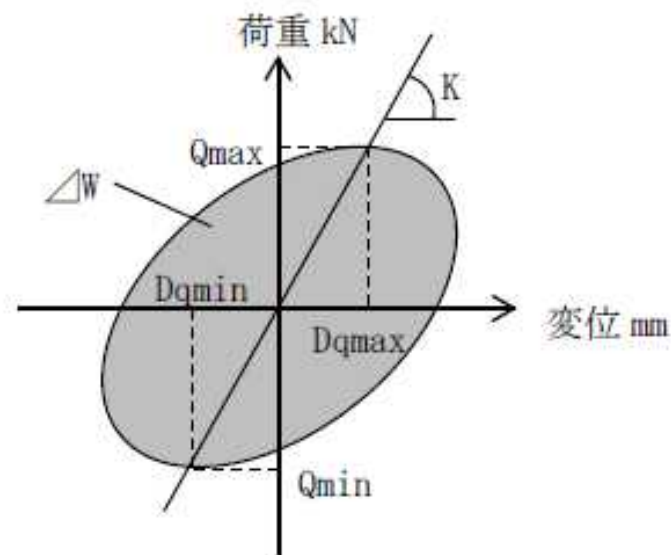
$$C1 = Q^2 / (2 \cdot f \cdot \Delta W) \dots \dots \dots (1.1)$$

Q : 荷重片振幅  $Q = (|Q_{max}| + |Q_{min}|) / 2$

f : 加力周波数



(a) マックスウェル型モデル



(b) 正弦波加振時の荷重変位関係

\* : 例えば，丹羽ほか「高減衰構造による制震に関する研究」日本建築学会構造工学論文集 Vol.38B(1992年3月)p223-233



添付資料-8「2号燃料取扱設備破損時の被ばく評価についての計算書」における  
2.1「使用済燃料プールライナーの破損による線量の上昇（シナリオ①）」の補足  
説明資料



東京電力ホールディングス株式会社

## 1. はじめに

- ✓添付資料-8 「2号燃料取扱設備破損時の被ばく評価についての計算書」における2号機使用済燃料プールのプール水が全喪失した場合の評価に関して補足説明する。
- ✓2号機の評価結果は6号機の解析結果を基に計算しており、6号機の解析条件および2、6号機の評価条件の違いについて説明する。

## 2. 6号機の解析条件と解析結果について

✓6号機使用済燃料および制御棒の解析においては、ORIGEN2.2により全核種の線源強度を算出し、MCNP5-1.60にて線源強度および建屋からの距離に応じた線量率を解析した。

### 6号機の解析条件

		6号機	備考
使用済燃料	燃焼度 [GWd/t]	51	燃焼度が高い方が核分裂生成物を多く生成し線源強度としては高くなることから、保守的に燃焼度の最大値を設定
	種類	STEP3B	最大燃焼度の燃料集合体の種類
	冷却期間[年]	9.9	冷却期間が短い方が保守的になるため、取出し日が至近のものを代表
	貯蔵体数[体]	1456	SFPに貯蔵されている使用済燃料
制御棒 (ハフニウム型)	照射量[snvt]	4.9	照射量が多い方が構造材の放射化物を多く生成し線源強度としては高くなることから、保守的に最大照射量を設定
	冷却期間[年]	13.8	冷却期間が短い方が保守的になるため、取出し日が至近のものを代表
	本数[本]	27	ハンガーラックに保管された制御棒

### 6号機の解析結果

	使用済燃料[mSv/h] ( $H_{F2}$ )	制御棒[mSv/h] ( $H_{C2}$ )	合計[mSv/h]
900m地点	$2.3 \times 10^{-5}$	$9.0 \times 10^{-5}$	$1.2 \times 10^{-4}$

### 3. 2号機の比例計算に用いる評価条件について（使用済燃料）

- ✓ 2号機は6号機の解析結果を基に評価しており、使用済燃料の線量影響の評価条件を以下に示す。
- ✓ 2号機および6号機では使用済燃料の燃焼度および冷却期間が概ね同等あることから使用済燃料の線量評価では燃料体数による比例計算によって算出した。

#### 2、6号機使用済燃料の評価条件

		2号機	6号機	評価条件の違いについて
使用済燃料	<b>貯蔵体数 [体](<math>N_F</math>)</b>	587	1456	貯蔵体数が異なることから考慮する。
	燃焼度[GWd/t]	約49	約51	2、6号機の使用済燃料の最大燃焼度を比べると、概ね同等であり燃焼度による違いはないことから考慮しない。 なお、最大燃焼度の燃料集合体の種類は同タイプである。
	燃料タイプ	STEP3B		
	冷却期間[年]	約9.8	約9.9	2、6号機ともに冷却期間は概ね10年程度と同等である。 また、長半減期核種の影響が支配的であるため、冷却期間による線量影響の違いはほとんどないことから考慮しない。

#### 4. 2号機の比例計算に用いる評価条件について（制御棒）

- ✓ 2号機は6号機の解析結果を基に評価しており、制御棒の線量影響の評価条件を以下に示す。
- ✓ 各号機の制御棒の本数および種類、照射量、冷却期間が異なることから、6号機の解析結果を基に補正し比例計算によって算出した。

##### 2、6号機制御棒の評価条件

		2号機	6号機	評価条件の違いについて
制御棒	<b>制御棒[本](<math>N_c</math>)</b>	28	27	ハンガーラックに装荷中の制御棒本数が異なることから考慮する。
	<b>線源強度比[-](<math>S</math>)</b>	0.64 (全てB4C、照射量 1.4snvt)	1.0 (全てHf、照射量 4.9snvt)	制御棒の種類(B4C、Hf) および照射量が異なることから制御棒の種類毎で照射量に応じた線源強度を解析し、線源強度の違いを考慮する。 解析では、6号機の制御棒の照射量(Hf、4.9snvt) に対する線源強度を1とした時の線源強度の比を線源強度比と定義し、2号機の制御棒の照射量(B4C、1.4snvt)に対する線源強度比を算出した。
	<b>冷却期間[年](<math>T</math>)</b>	9.7	13.8	一部の2号機制御棒の方が冷却期間が短いため、冷却期間の違いによる線源の減衰を考慮する。 制御棒の線量影響の主要核種としては、構造材の放射化で生成されるコバルト60が支配的(約9割)であり、冷却期間の違いはコバルト60の半減期を用いて補正する。 なお、コバルト60以外にもマンガン54等もあるが、半減期は短く事故後10年以上経過していることから影響は小さいことからコバルト60の減衰にほぼ依存する。

## (参考) 線源強度比の算出方法

- ① 制御棒 (B4C、Hf) の照射量に応じた線源強度をORIGEN2.2より解析した。  
(制御棒 (B4C) :1.3、1.5snvt、制御棒 (Hf) :4.9snvt)
- ② 2号機の制御棒 (B4C、1.4snvt) は1.3、1.5snvtの値から内挿し線源強度を算出した。
- ③ 6号機の制御棒の照射量(Hf、4.9snvt)に対する線源強度を1とした時の線源強度の比を線源強度比と定義し、2号機の制御棒(B4C、1.4snvt)に対する線源強度比を算出した。

制御棒の照射量-線源強度比の関係※1

制御棒タイプ	B4C※2			Hf
照射量 (snvt)	1.3	1.4	1.5	4.9
線源強度(photons/s)	約 $1.9 \times 10^{26}$	約 $2.0 \times 10^{26}$	約 $2.1 \times 10^{26}$	約 $3.2 \times 10^{26}$
線源強度比	—	0.64	—	1.0

※1 冷却期間を10年と設定し評価している。10年程度経過すると線源強度はコバルト60の減衰にほぼ依存することから、今回の評価範囲において照射量-線源強度比の関係は一定である。

※2 構造材中に含まれるコバルトの量がB4Cタイプの制御棒の方が多いため、照射量あたりの線源強度は高い。

## 5. 2号機の比例計算に用いる評価条件について（建屋の高さ等）

- ✓ 2、6号機の評価モデルを以下に示す。
- ✓ 2、6号機はモデル上ほぼ同等であることから、2号機の敷地境界相当までの距離に相当する地点の解析結果を基に比例計算によって算出した。

### 2、6号機建屋および評価地点の評価条件

		2号機	6号機	評価条件の違いについて
建屋	オペフロ（線源） （T.P. [m]）	約39	約50	評価地点の高さを固定し、線源高さのみを変えた場合、線源高さが低い方がスカイシャイン線による線量影響は高くなる。 2号機は6号機よりも線源高さが低いことから、線量影響としては高くなるが、その影響は数%程度であるため、敷地境界への影響はほぼない。
	評価地点の高さ [m]	約50		
	天井厚さ[mm]	100		建屋天井の厚さ同等であり、建屋壁面の厚さは2号機の方が厚いことから保守的な設定をしている。
	建屋壁面厚さ [mm]	400	300	
	評価地点[m]	約900		6号機は距離に応じた線量率を解析し、2号機の敷地境界相当の地点の距離(約900m)の値で評価。 なお、2号機の敷地境界までの実際の距離は約990mであり、保守的に設定している。



## 6. まとめ

- ✓ 6号機の解析結果から2号機の線量評価を算出するにあたり、評価条件の違いを整理し、必要な項目が適切に考慮されていることを確認した。その結果2号機の評価は妥当であると考えられる。
- ✓ 2号機の評価条件は以下の保守性を有している。
  - ① 使用済燃料
    - 全ての使用済燃料の燃焼度は燃焼度が最大となる燃料集合体のもので設定。
    - 冷却期間は取出し日が至近のもので設定。
  - ② 制御棒
    - 全ての制御棒の照射量は照射量が最大となる制御棒のもので設定。
    - 冷却期間も取出し日が至近のもので設定。
  - ③ 計算モデル
    - 2号機の敷地境界までの距離は実際の距離よりも短く設定。
    - 2号機建屋厚さは実際よりも薄くなるように設定。