

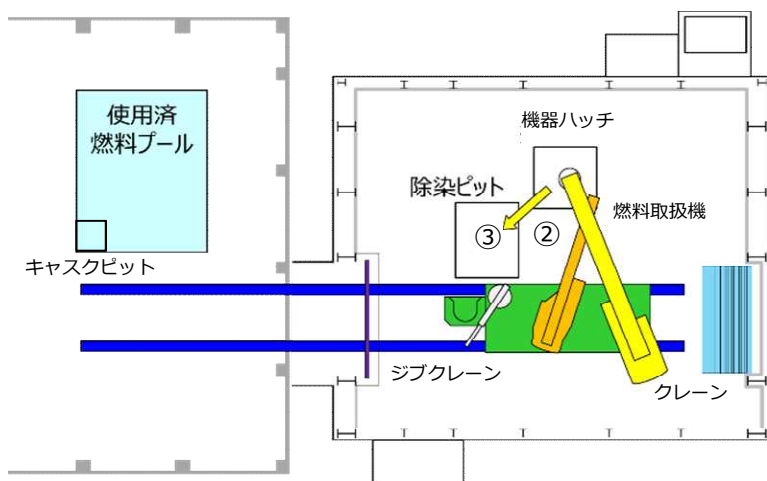
2号機燃料取扱設備及び燃料取り出し用構台 の設置について

2021年4月1日（第11回）

The logo for TEPCO, consisting of the letters 'TEPCO' in a bold, red, sans-serif font.

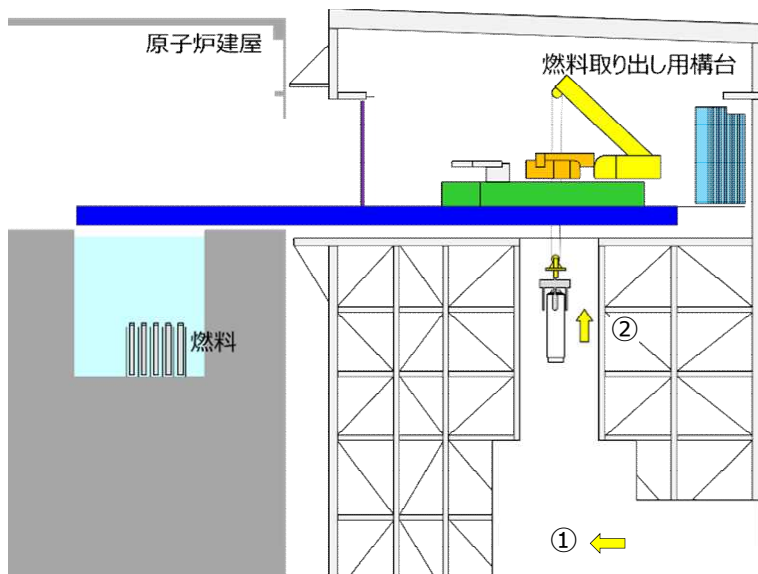
東京電力ホールディングス株式会社

燃料取り出し手順 (1/12)



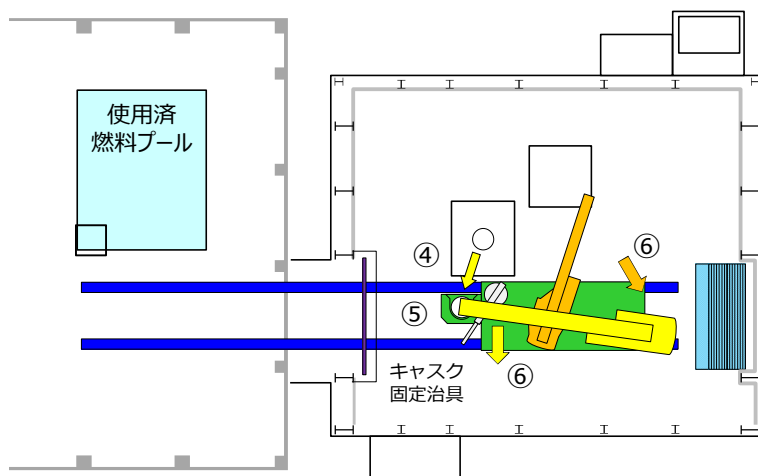
- ① 燃料取り出し用構台へ輸送容器を搬入
- ② 垂直吊具を介してクレーンにて輸送容器を前室内まで引き上げ、除染ピットに設置する。

- 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)

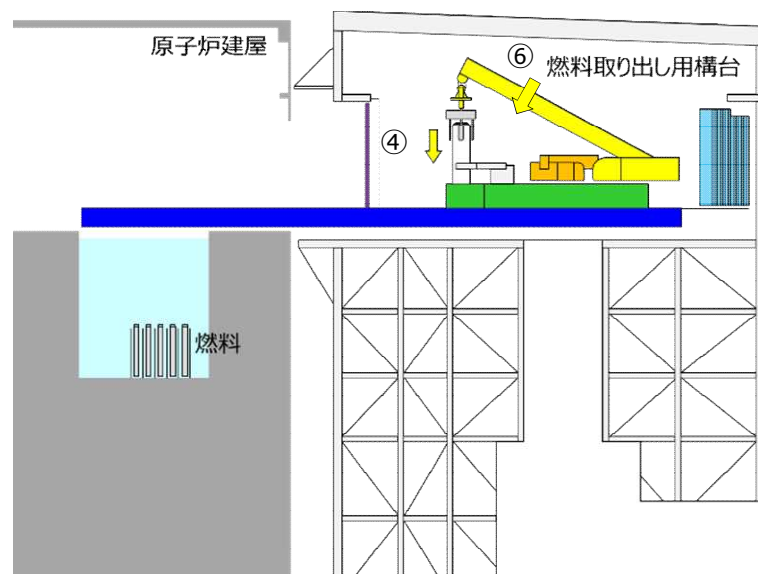


- ③ 除染ピットにて垂直吊具と輸送容器の接続を解除し、輸送容器の二次蓋を取り外す。

燃料取り出し手順 (2/12)



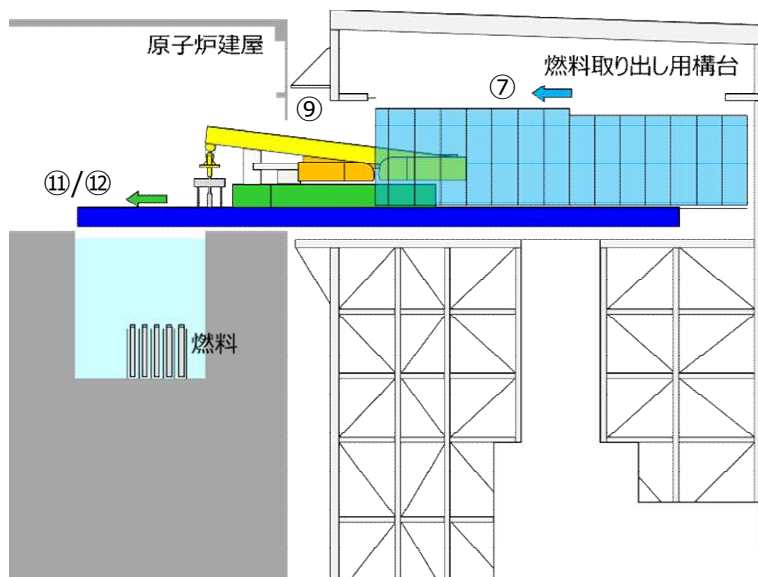
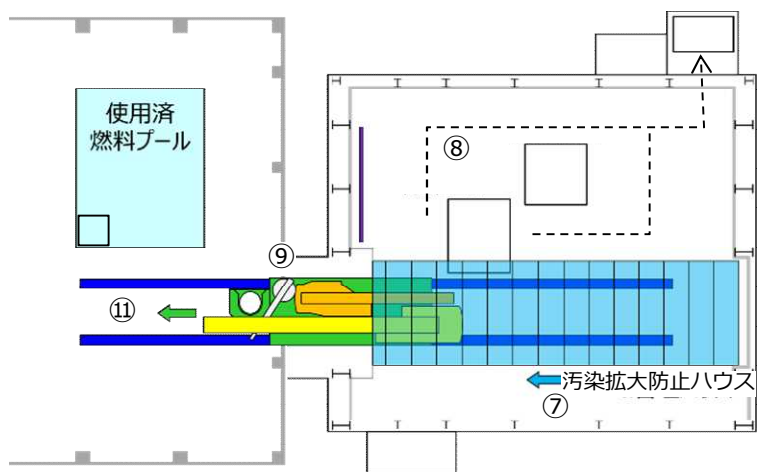
- ④ 垂直吊具を介してクレーンにて輸送容器を除染ピットからキャスク固定治具に移動する。
- ⑤ 輸送容器をキャスク固定治具にて固定する。
「キャスク固定治具の概要」参照
- ⑥ 垂直吊具と輸送容器の接続を解除し、クレーンと燃料取扱機を収納姿勢にする。



- 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)

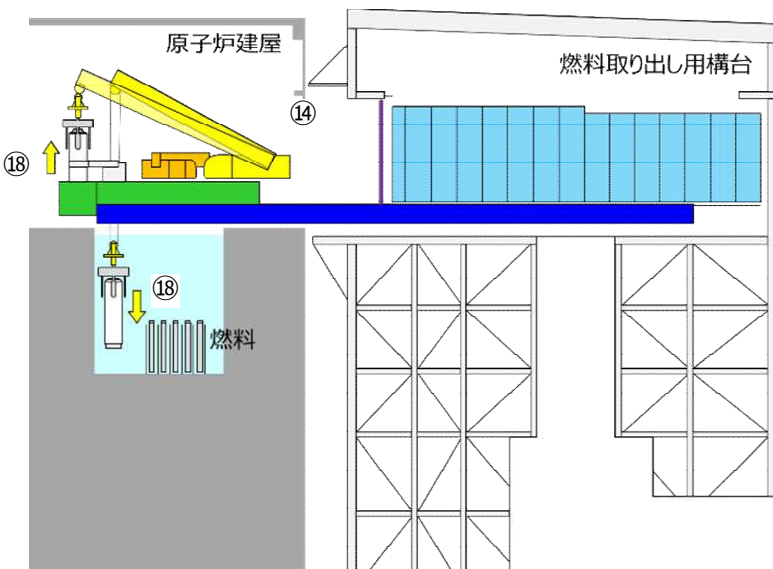
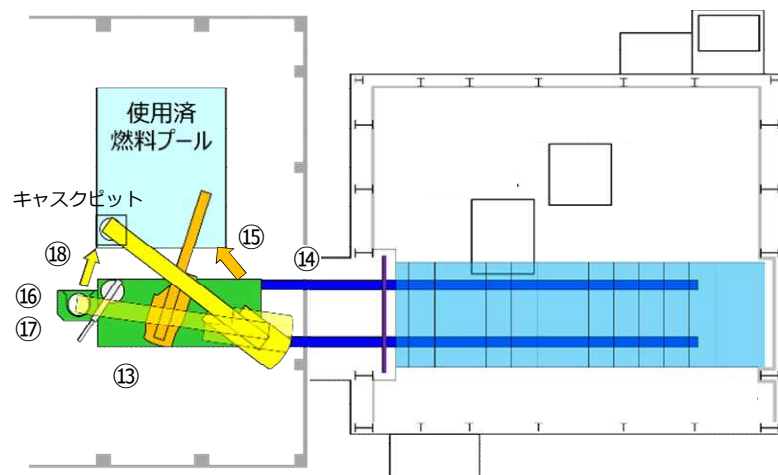
燃料取り出し手順 (3/12)

<変更なし> **TEPCO**



- 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。

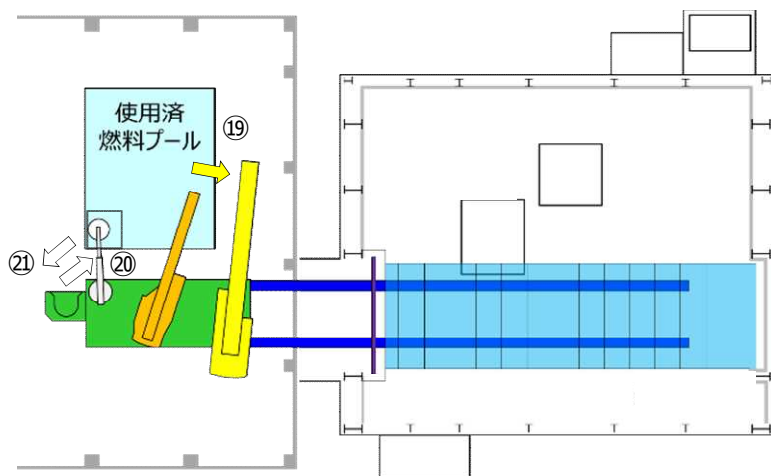
⑯ 垂直吊具を介してクレーンにて輸送容器を把持する。

- 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)

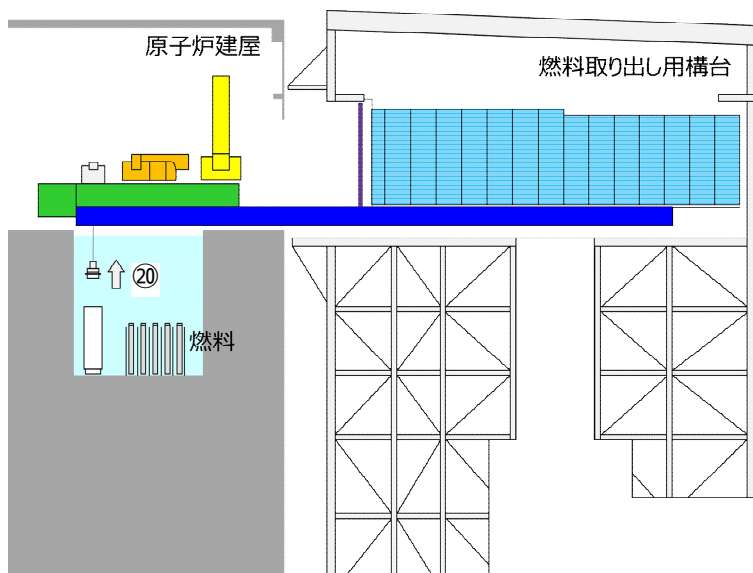


①⑨ クレーンを退避姿勢にする。

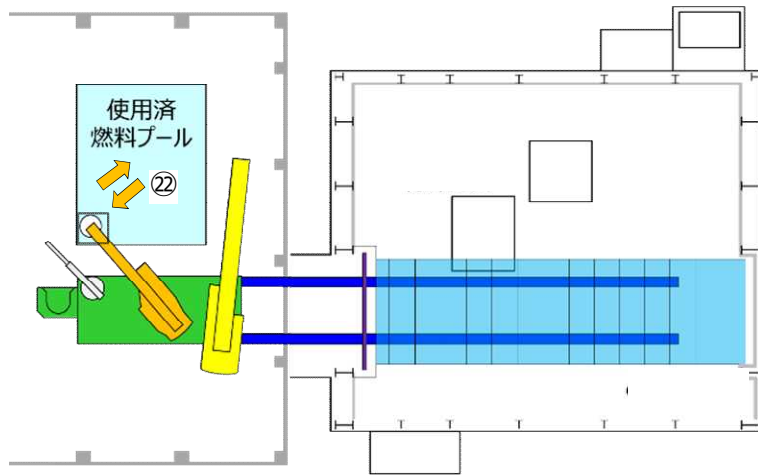
- クレーン
作業半径12600mm/起伏角度24°(無負荷)
- 燃料取扱機
ブーム長さ9800mm/起伏角度0°(無負荷)

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。

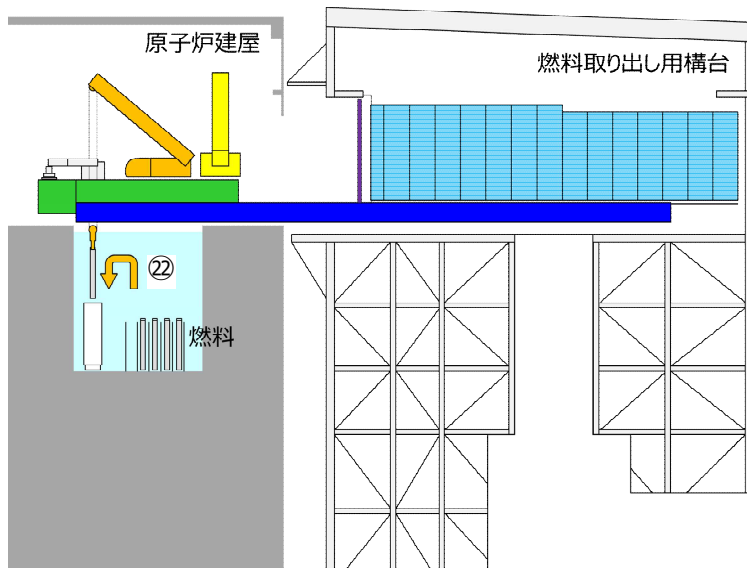


燃料取り出し手順 (6/12)

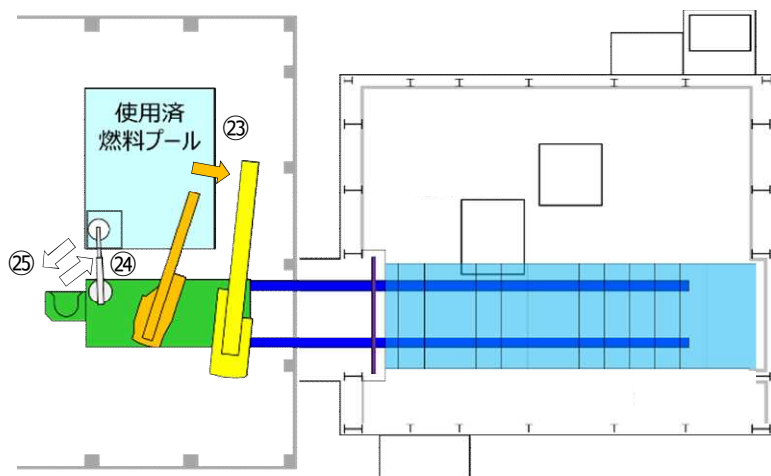


② 燃料把握機を介し燃料取扱機にて燃料7体を1体ずつ使用済燃料貯蔵ラックから輸送容器に移動する。

- 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)

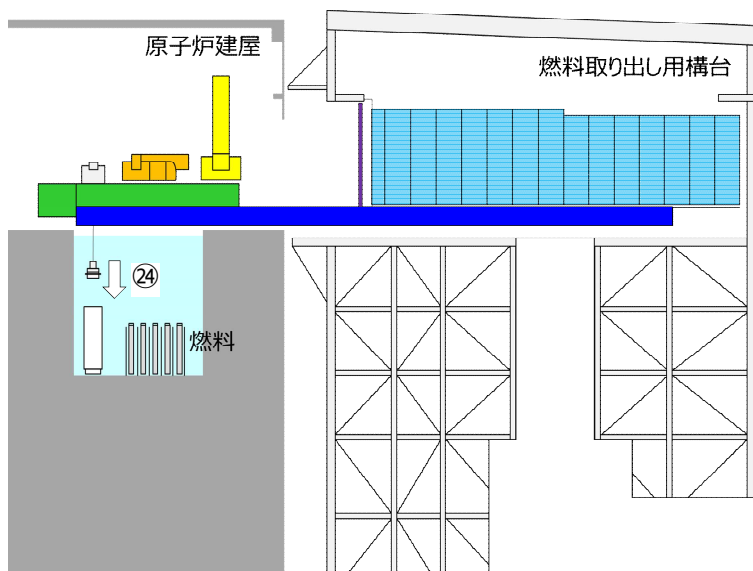


②③ 燃料取扱機を退避姿勢にする。

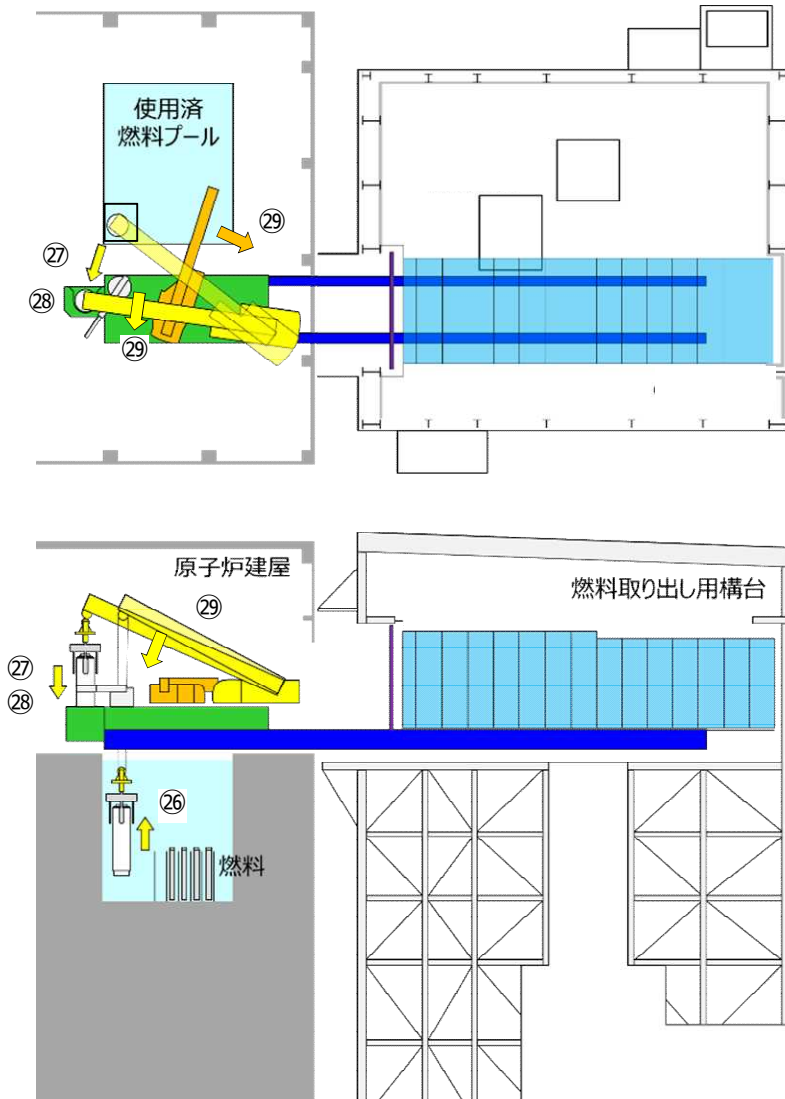
- クレーン
作業半径12600mm/起伏角度24°(無負荷)
- 燃料取扱機
ブーム長さ9800mm/起伏角度0°(無負荷)

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。

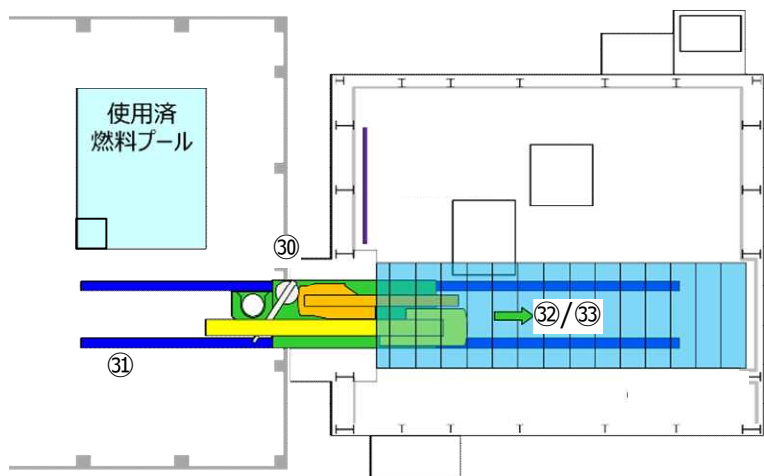
- クレーン
作業半径12600m / 起伏角度24°
- 燃料取扱機
ブーム長さ9800mm / 起伏角度0° (無負荷)

②⑧ 輸送容器をキャスク固定治具にて固定する。

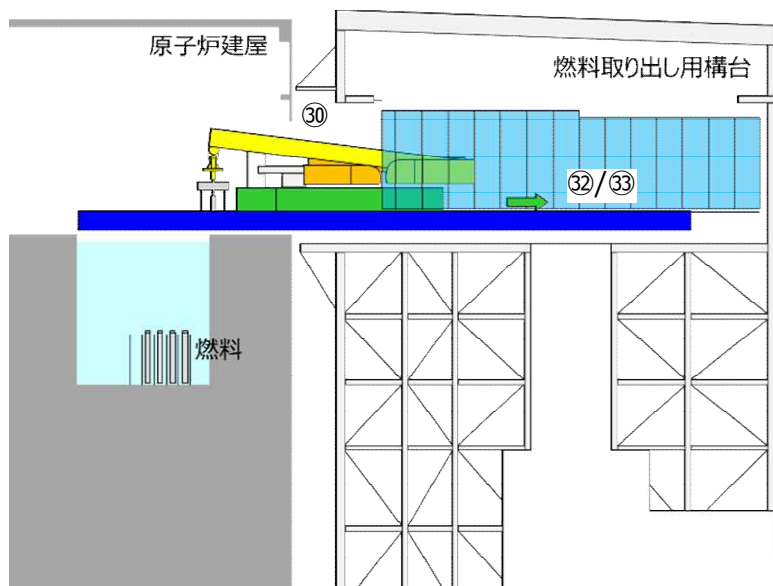
②⑨ 垂直吊具と輸送容器の接続を解除し、クレーンと燃料取扱機を収納姿勢にする。

- 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)

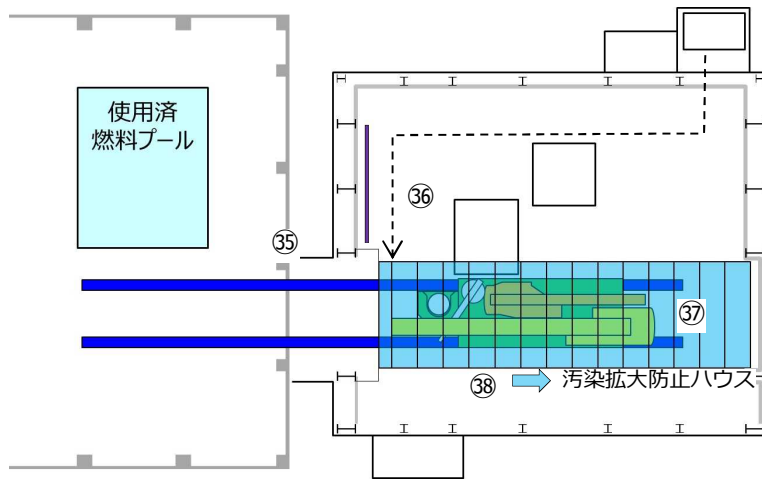


- ③0 原子炉建屋南側シャッターを開放する。
- ③1 アウトリガーピンを格納する。
- ③2 燃料取扱設備を燃料取り出し用構台前室内に移動する。
- ③3 所定の位置で燃料取扱設備の移動を停止する。



燃料取り出し手順 (10/12)

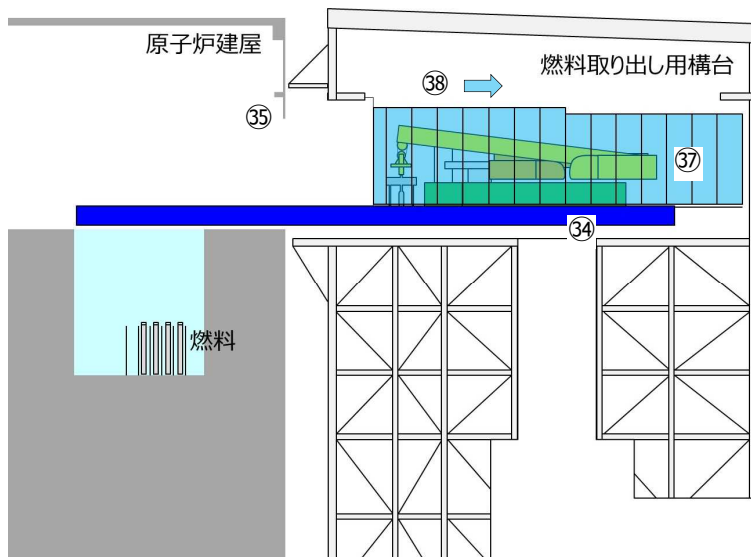
<変更なし> **TEPCO**



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。

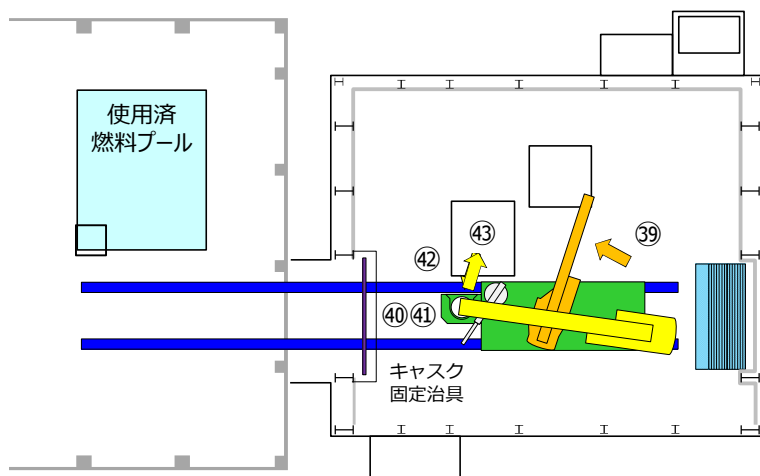
③⑥ エリア放射線モニタに変動のないことを確認し、作業員を前室に入れる。
(以降、有人作業)



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

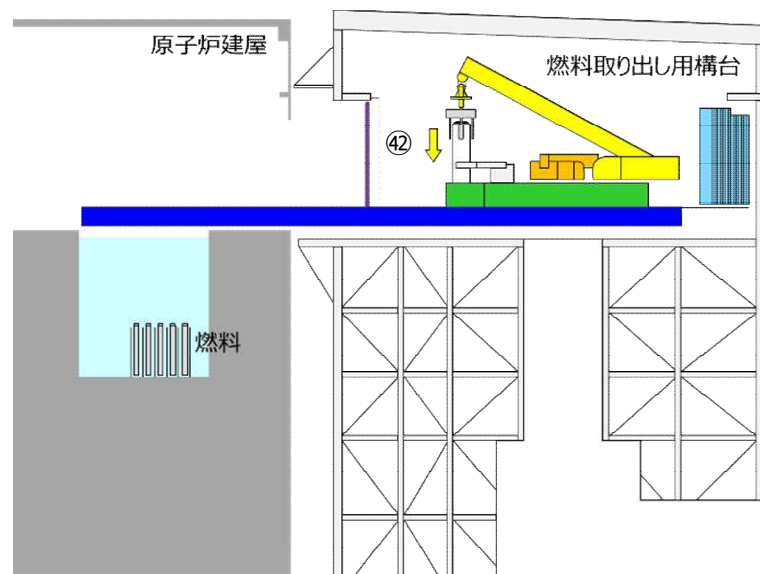
④⑩ 垂直吊具を介してクレーンにて輸送容器を把持する。

- 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 輸送容器のカスク固定治具による固定を解除する。

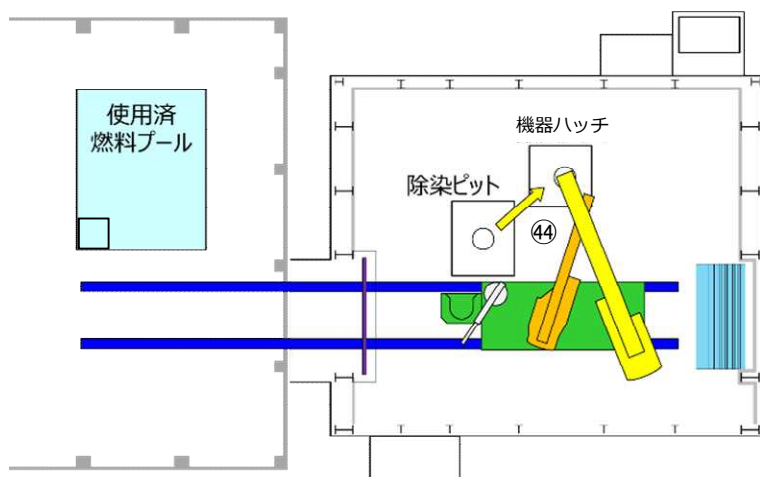
④⑫ 垂直吊具を介してクレーンにて輸送容器をカスク固定治具から除染ピットに移動する。

④⑬ 除染ピットにてカスク表面の拭き取り除染, 二次蓋の取付を行う。



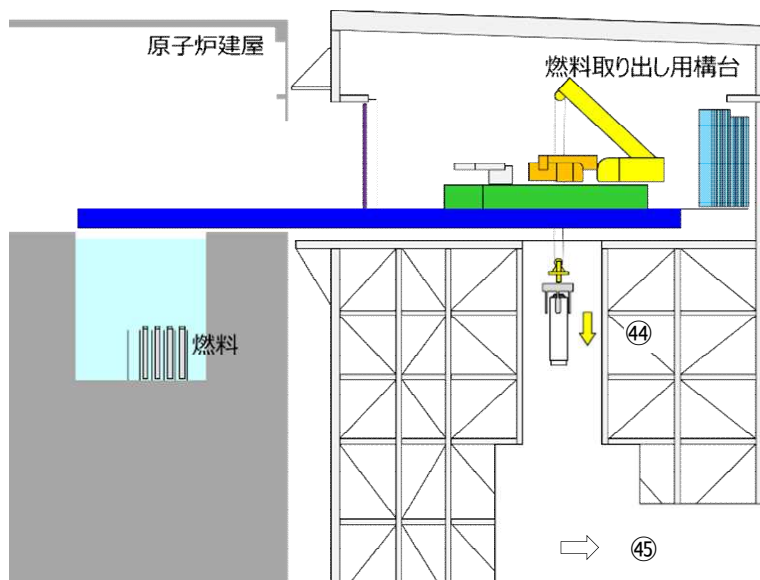
燃料取り出し手順 (12/12)

<変更なし> **TEPCO**

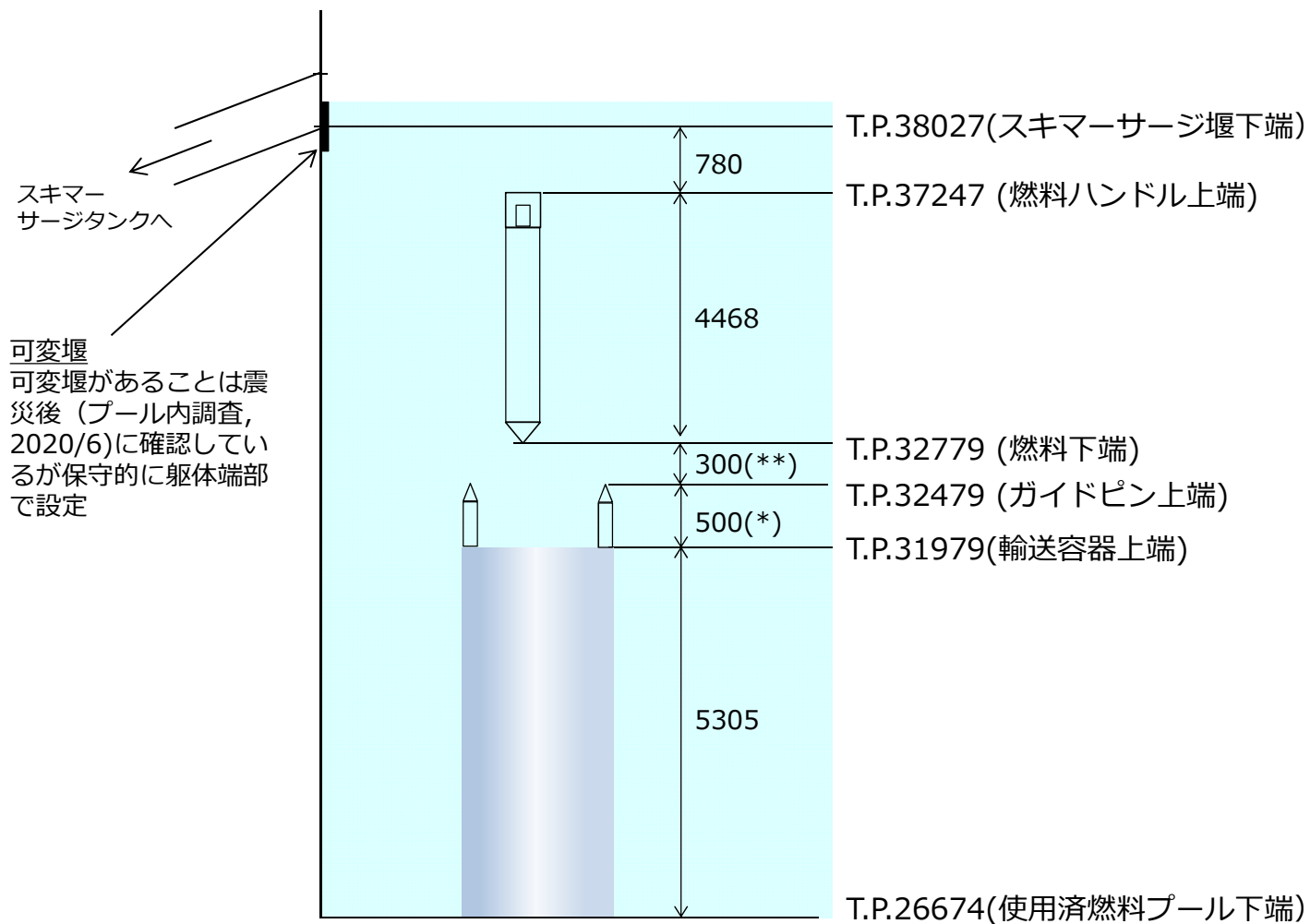


④④ 垂直吊具を介してクレーンにて輸送容器を
除染ピットから地上階に吊り下ろす。

④⑤ 燃料取り出し用構台から輸送容器を搬出する。



- 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。

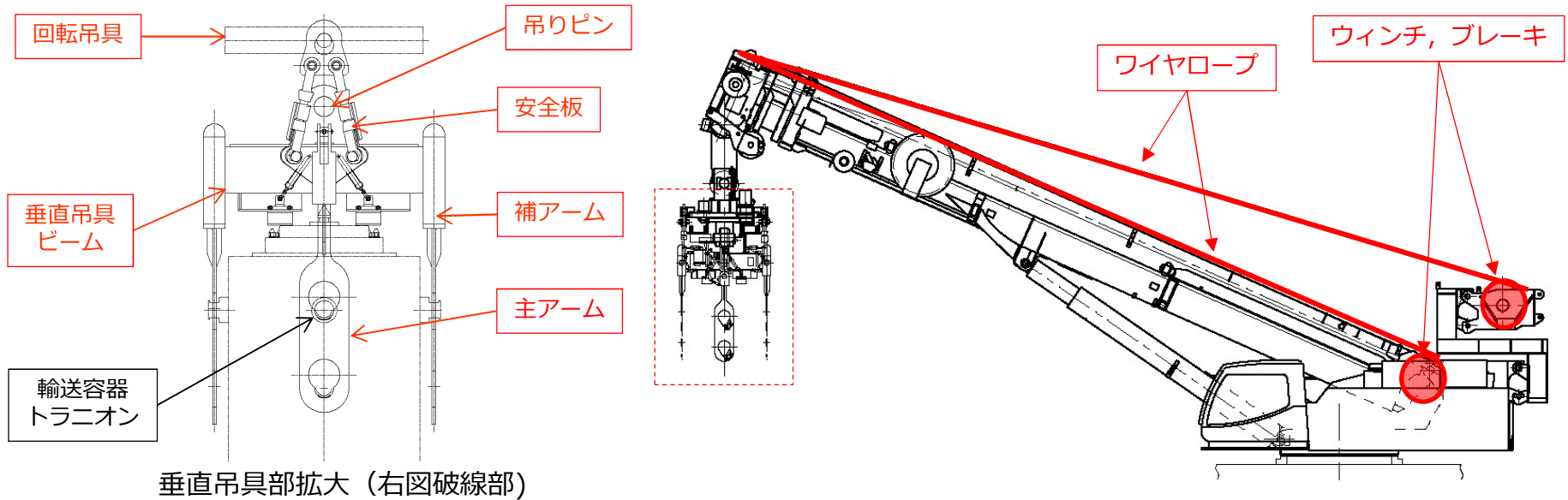


(*)今後の詳細設計にて変更の可能性あり

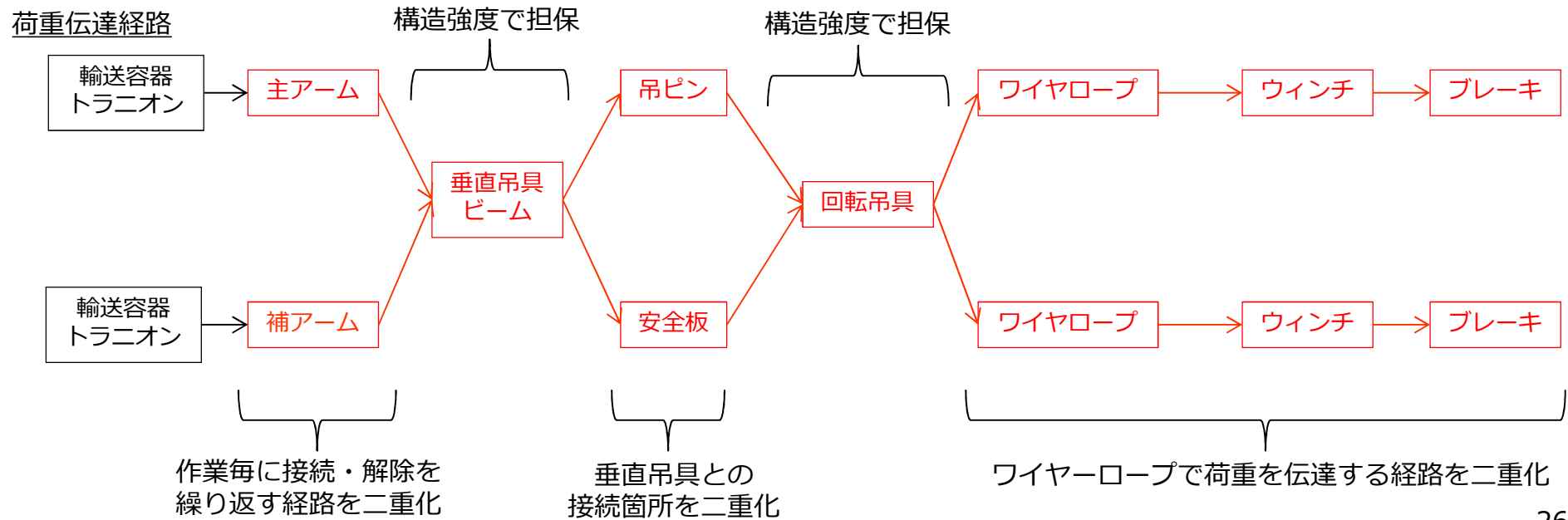
(**) 詳細設計, 検証試験にて縮小の可否を確認する。

クレーンの二重化範囲

<修正> **TEPCO**

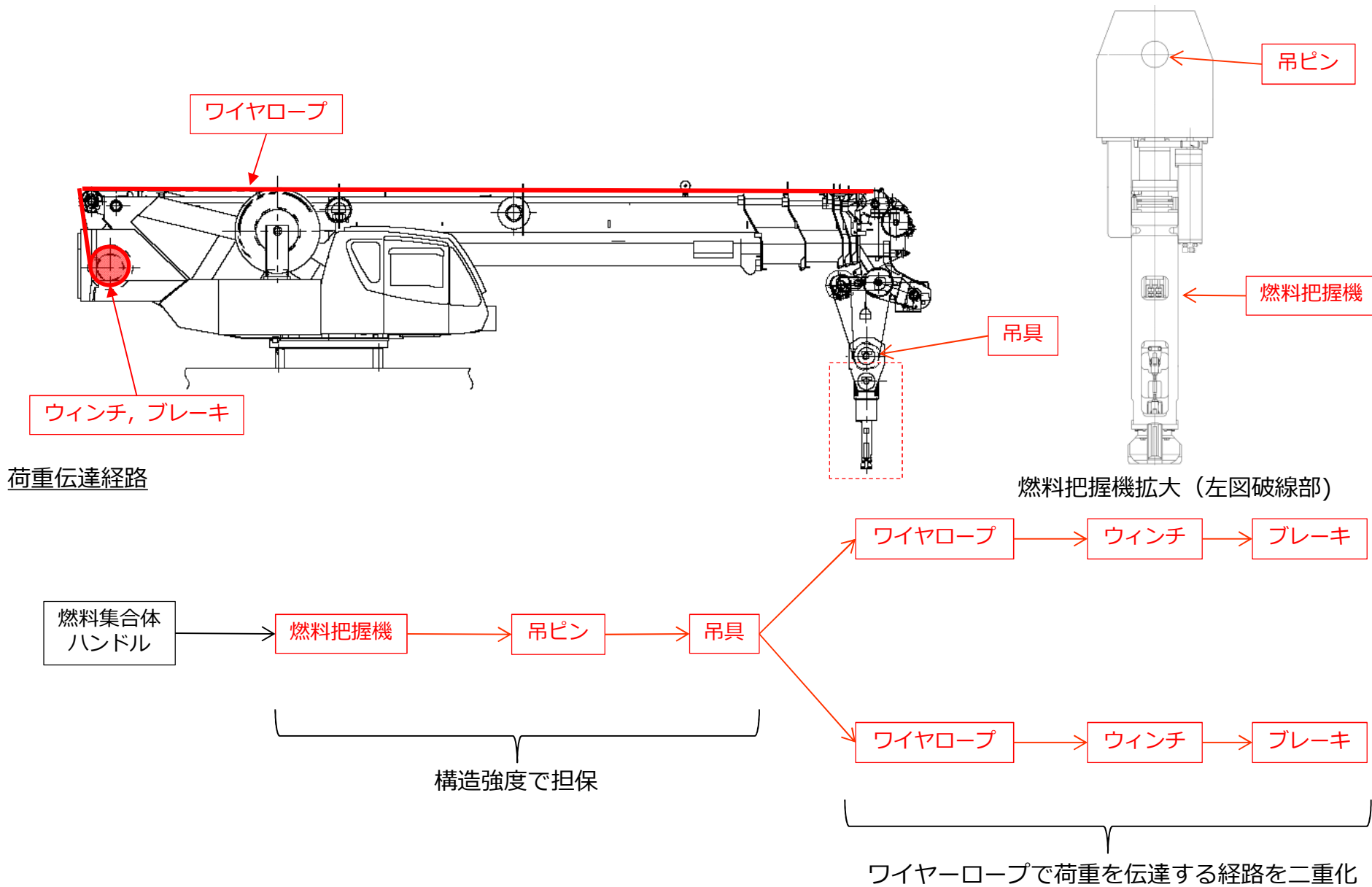


垂直吊具部拡大 (右図破線部)



燃料取扱機の二重化範囲

<修正> **TEPCO**



■ 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、燃料取扱設備の動作及び運転に必要な計器・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。

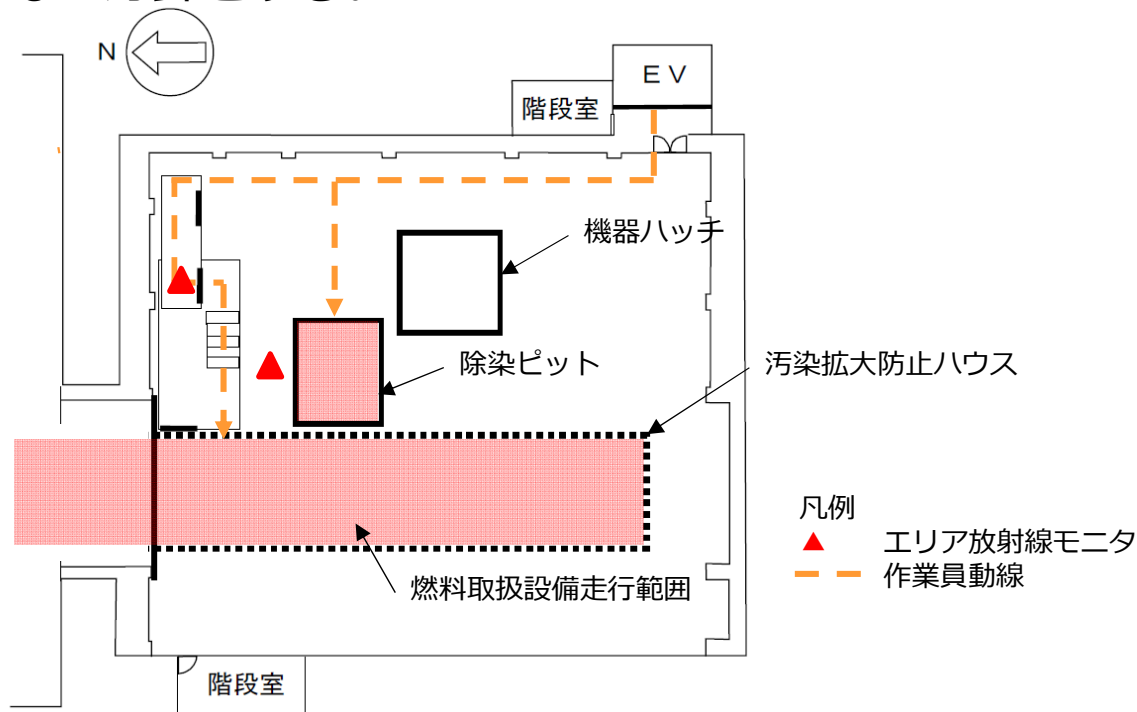
➤例：位置検知用センサ，ロードセル（多重化）

■ 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構成機器は多重化・多様化を図る。

➤例：走行台車内制御装置（多様化）

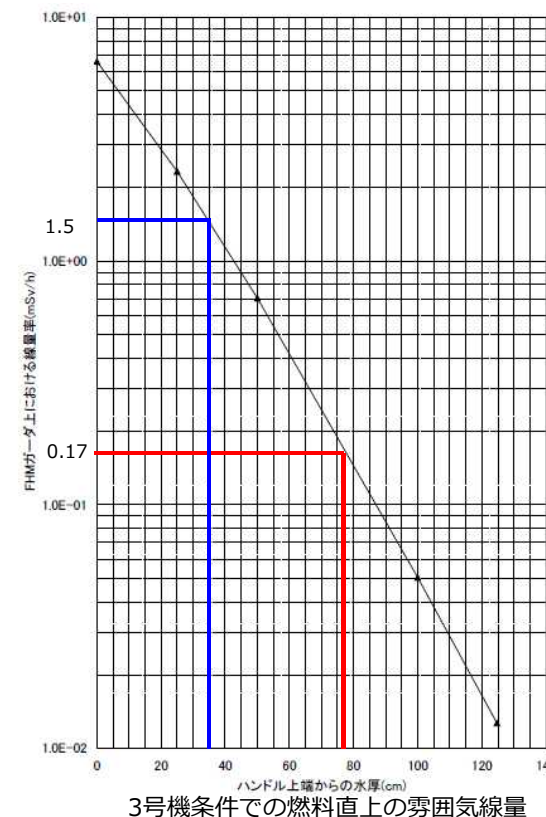
- エリア放射線モニタは作業員被ばく低減の観点で燃料取扱設備移送時、輸送容器取扱時の雰囲気気線量監視のため作業エリアレベルに設置する。
 - 除染ピット周囲：輸送容器取扱時の雰囲気気線量を監視
 - 汚染拡大防止ハウス アクセス通路：燃料取扱設備移送時の雰囲気気線量を監視
 - 原子炉建屋内：通常時は遠隔作業エリアであり、燃料取扱設備制御・監視機能の多重化、ITVカメラによる監視により燃料取扱設備の動作不良による雰囲気気線量の変動リスクは小さい。また、エリア放射線モニタ設置時／保守・点検時の被ばくも考慮し設置しない方針とする。



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0.13mSv/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)	5035(日) (2024/4/1時点)	0.28
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	0.13mSv/h (0.17*0.28*2.8)	—



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 <追加> **TEPCO**

■ エリア放射線モニタ

「放射線レベル高」警報発報時の対応

- 免震重要棟にて「放射線レベル高」警報を確認
- 燃料取り出し用構台内にて回転灯／ブザーにて「放射線レベル高」警報を確認

2号機の作業を中止し作業員退避
(燃料, 輸送容器は着床状態とする)

- 警報発生原因の調査及び解消
- 作業状況 (雰囲気線量上昇の要因となった作業の有無)
 - 計器故障の有無

警報が解消し, 正常に監視できていることを確認

作業再開

■ ダスト放射線モニタ

「濃度高」「濃度高高」警報発報時の対応

- 免震重要棟にて「濃度高」「濃度高高」警報を確認

ダスト濃度に影響する作業中止
(燃料, 輸送容器は着床状態とする)

- 状況に応じて以下の作業を実施
- オペフロシャッター等の開口扉閉操作
 - 換気設備の稼働状態の確認

- 警報発生の原因調査及び復旧
- 作業状況 (ダスト濃度上昇の要因となった作業の有無)
 - 計器故障の有無

警報が解消し, 正常に監視できていることを確認

作業再開

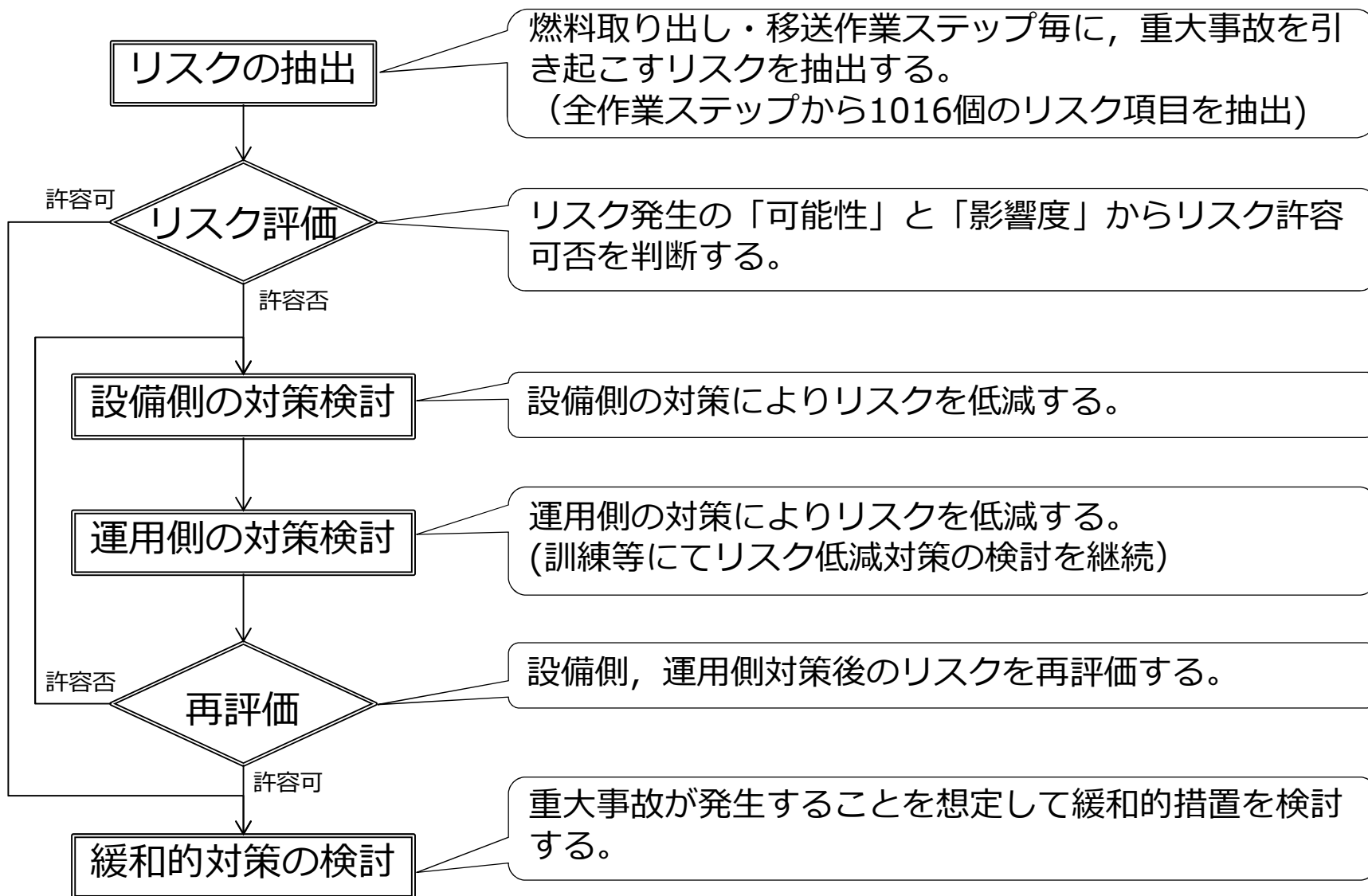
■ 目的

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。

■ 想定する重大事故

リスク区分	重大事故
人身安全に関わる重大事故	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	燃料損傷，SFPの損傷
	遮蔽水深の逸脱
	放射能汚染の拡大
プロジェクト遂行上の重大事故	機器損傷（衝突等）
	火災事故
	油漏れ
	非安定事象発生 （燃料/キャスク吊り状態で機器停止）
	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



リスクアセスメント実施例（燃料取扱時）

（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。

～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）～

想定する重大事故	想定するリスク	設備側対策	運用側対策	緩和措置	関連事項
人身事故 （過剰被ばくを含む）	－	（遠隔操作を前提）	－	－	－
燃料損傷	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を評価	移送操作中の燃料集合体の落下監視・制御装置の多重化・多様化(P28)
SFPの損傷	燃料落下	ワイヤー二重化 燃料把握機にメカニカルロック機構を採用する	－	－	燃料取扱機の二重化範囲(P27)
遮蔽水深逸脱	センサー・制御装置故障による遮蔽水深逸脱	（*）と同様	－	－	遮蔽水深について(P41)
機器損傷（衝突）	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	－	－	－
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	－
火災事故	電気火災発生	電気保護の設置 難燃ケーブルの採用	－	消火設備の設置	－
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	－	－
非安定事象	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	－	－	機器動作不良時の対応について(P56)
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	－

リスクアセスメント実施例（輸送容器取扱時）

（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。

～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）～

想定する重大事故	想定するリスク	設備側対策	運用側対策	緩和措置	関連事項
人身事故 （過剰被ばくを含む）	輸送容器，燃料取扱設備による雰囲気線量上昇	（遠隔操作を前提）	－	－	－
SFPの損傷	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	－	－	クレーンの二重化範囲（P26）
機器損傷（衝突）	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	－	－	－
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	－
火災事故	電気火災発生	電気保護の設置 難燃ケーブルの採用	－	消火設備の設置	－
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	－	－
非安定事象	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	－	－	機器動作不良時の対応（P56）
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	－

リスクアセスメント実施例（輸送容器移動時）

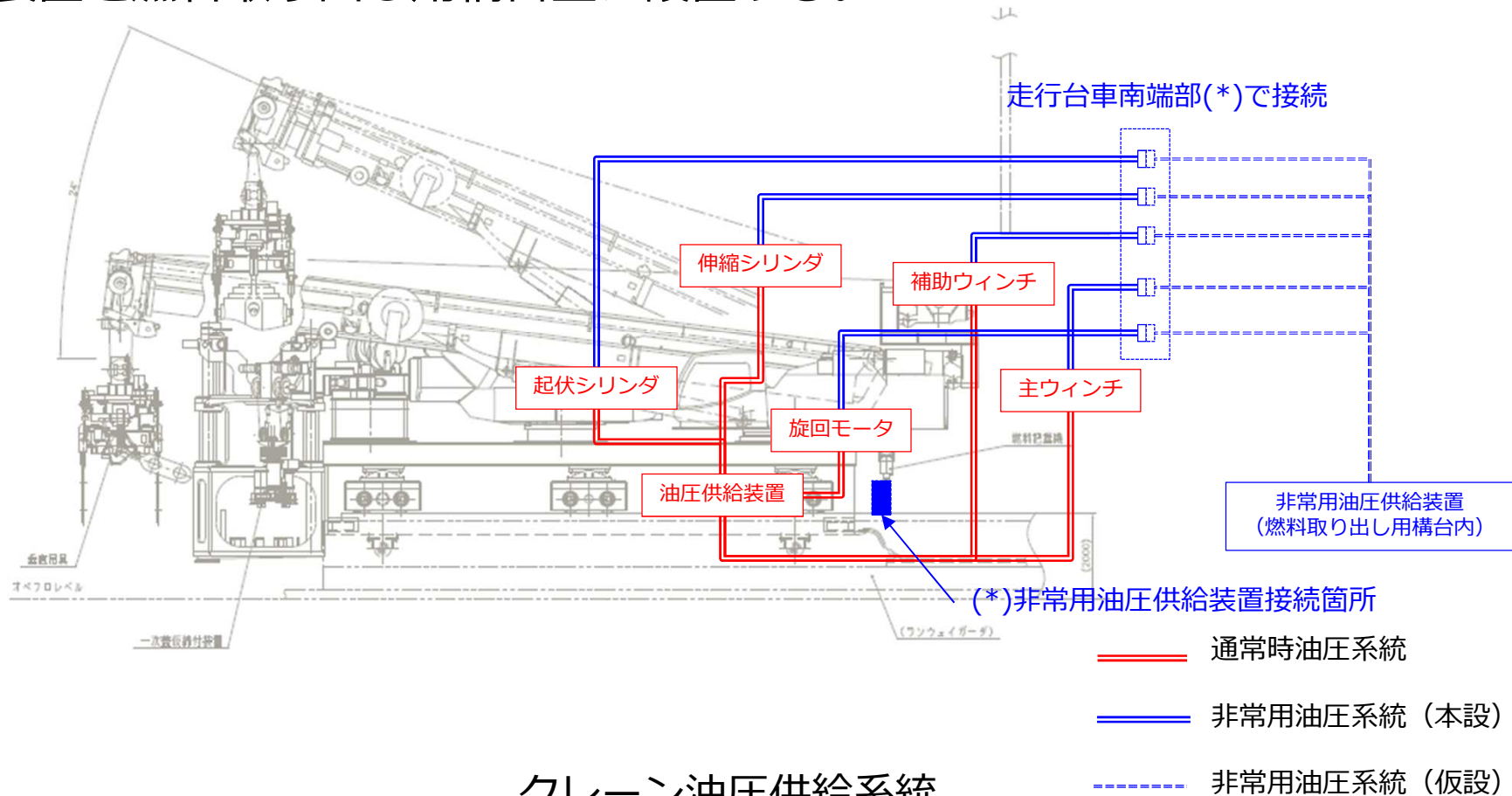
（作業手順32）燃料取扱設備を燃料取り出し用構台前室内に移動する。

～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）～

想定する重大事故	想定するリスク	設備側対策	運用側対策	緩和措置	関連事項
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	－	－	エリア放射線モニタ取付箇所（P40）警報発報時の対応（P48）
人身事故	燃料取り出し用構台内の作業員退避確認不備	設備稼働時に音警報及び光警報を発生し、作業員に注意喚起する。	－	－	
SFPの損傷	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	－	－	キャスク固定治具の概要
放射能汚染拡大	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	－	－	汚染拡大防止ハウスの概要
機器損傷（衝突）	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	－	－	アウトリガーピンの概要
非安定事象	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)にて管理	－	機器動作不良時の対応（P56）
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)にて管理	偶発故障を考慮した予備品の確保	

- 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に管理するが、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

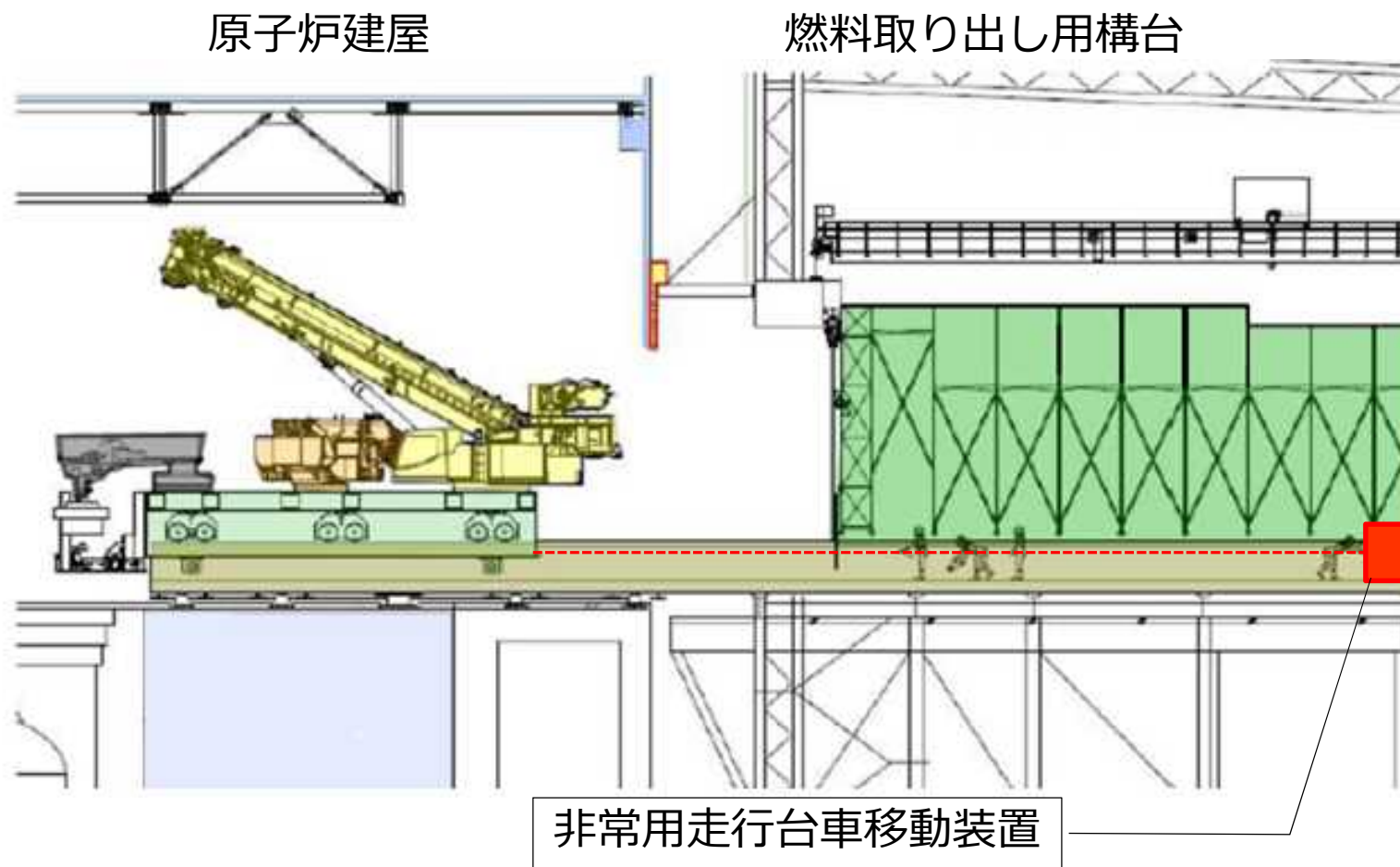
- 油圧供給装置のポンプ，電磁弁，油圧供給配管の異常による動作不良を想定し，別ラインで駆動機構に直接駆動力を供給できる非常用油圧供給装置を燃料取り出し用構台上に設置する。



クレーン油圧供給系統

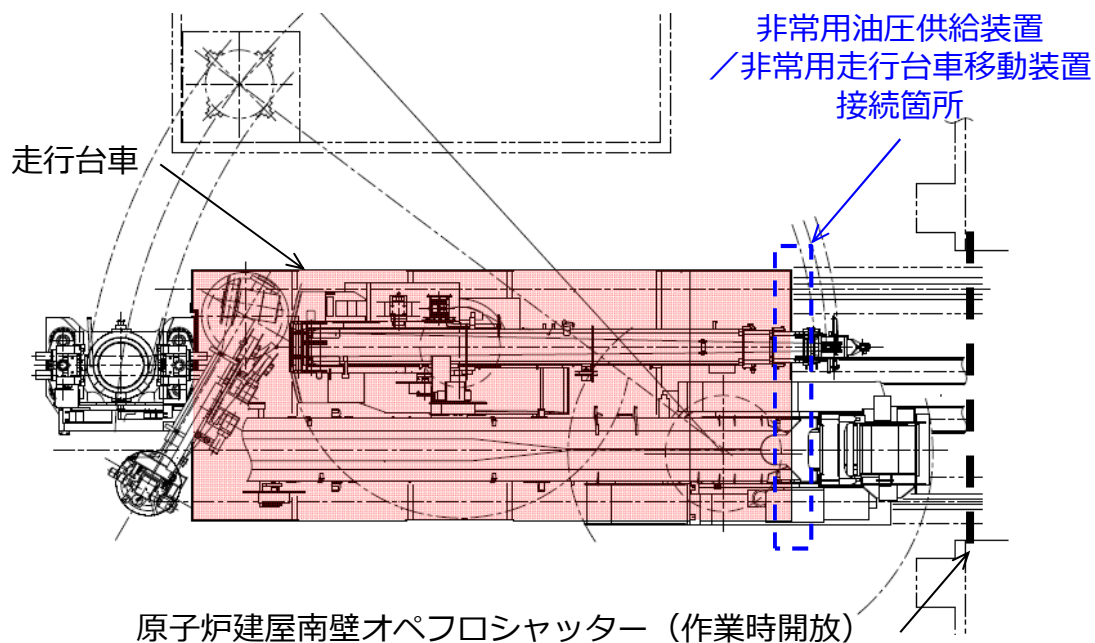
(燃料取扱機，走行台車の油圧駆動部へも同様に非常用油圧供給装置の接続が可能)

- 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／牽引装置 接続時の被ばく線量 <追加> **TEPCO**

- 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

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)											
No.	説明内容 (実施計画の構成に基づいて説明)	2020年度						2021年度			
		12月	1月	2月	3月	4月	5月	6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	規制庁殿取り纏め期間	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	第1回(12/25) ▼							HOLD		
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) ▼		第11回(4/1) ▼			
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								HOLD 第12回(補正申請後に実施) ▼		

※説明進捗に合わせて適宜変更