

福島第一原子力発電所第4号機 燃料取り出しに向けた作業の進捗状況について

東京電力株式会社

平成25年11月28日



1

瓦礫撤去作業に係わる作業実績及び予定

【作業実績】

- ・2013年 8月27日 原子炉ウェル内瓦礫撤去作業開始
- ・2013年 8月30日 原子炉ウェル内瓦礫撤去作業完了
- ・2013年 9月17日 使用済燃料プール内大型瓦礫撤去作業開始
- ・2013年 9月30日 使用済燃料ラック上部瓦礫撤去作業開始※
- ・2013年10月 2日 使用済燃料プール内大型瓦礫撤去作業完了（金属類）
- ・2013年10月 8日 原子炉圧力容器内炉内機器保管用ラック設置完了
- ・2013年10月15日 使用済燃料プールゲート「開」実施
- ・2013年10月16日 炉内機器移動作業開始
- ・2013年10月28日 炉内機器移動作業完了
- ・2013年10月31日 使用済燃料プールゲート「閉」実施
- ・2013年11月 2日 燃料健全性確認作業実施
- ・2013年11月 4日 燃料健全性確認作業終了
- ・2013年11月18日 燃料取り出し作業開始

※使用済燃料プール内瓦礫撤去は、燃料取り出し作業中も並行して実施する予定。

< 共通事項 > 事象発生時は作業を中断し、免震重要棟復旧班長に連絡を行う。

No.	項目	安全対策	発生時の対応	備考
1	燃料の落下	<ul style="list-style-type: none"> ・基準地震動Ssで落下しないような耐震設計 ・燃料把握機ワイヤーを二重化 ・電源断時、動力（空気）源喪失時に燃料を保持する構造 ・さらに燃料を吊っている状態では機械的にフックを開けない構造 ・作業手順書の整備、作業員への教育周知 ・有資格者による燃料取扱機操作 	<ul style="list-style-type: none"> ・作業員は直ちに避難 ・エリアモニタ等により状況を確認し、線量率を測定した後、当該燃料の状況を水中カメラによって確認し、未臨界等を確保し安全に保管できる措置を行う 	
2	キャスクの落下	<ul style="list-style-type: none"> ・基準地震動Ssで落下しないような耐震設計 ・吊りワイヤーの二重化 ・電源断時にキャスクを保持するブレーキ構造 ・フックに外れ止めを設置 ・クレーンと吊具、吊具とキャスクの取付の二重化 ・クレーン、吊具の使用前点検 ・取付後の取付状態の確認、外れ止めの設置 ・作業手順書の整備、作業員への教育周知 ・有資格者によるクレーン操作 ・キャスク吊上げ高さが高い位置における落下時に備えた作業員の待避 ・キャスク落下時に備えた緊急対応手順および資機材の整備 ・キャスク吊り下ろし位置への緩衝材の設置 	<ul style="list-style-type: none"> ・作業員は直ちに避難 ・監視カメラによるキャスクの状態の確認、線量率の測定 ・キャスクの周囲に遮へいを設置、周囲の線量を下げる ・キャスク状態を確認後、キャスクを回収 	
3	使用済燃料プール冷却系の停止、漏えい	<ul style="list-style-type: none"> ・予備ポンプの設置 ・電源の多重化・多様化 (所内ディーゼル発電機、専用ディーゼル発電機) ・非常用可搬注水設備を配備（非常用電動ポンプ、消防車等） ・漏えい検知器の設置、および流出防止の堰を設置 	<ul style="list-style-type: none"> ・使用済燃料プールの水位、水温の確認 ・予備ポンプの起動 ・受電元の切り替え ・非常用注水設備からの注水を実施 ・トラブルの原因究明を行い、点検・交換等の対応を行う 	冷却系が停止した場合でも崩壊熱の低下により、対応に十分な時間的余裕がある
4	使用済燃料プールからの漏えい	<ul style="list-style-type: none"> ・水位監視 ・使用済燃料プールは基準地震動Ssに対して十分な裕度を確保 ・非常用注水ライン等注水ラインを設置 ・非常用可搬設備を準備済 (非常用電動ポンプ、消防車等) 	<ul style="list-style-type: none"> ・使用済燃料プールの水位、水温の確認 ・使用済燃料プールへの注水 ・漏えい箇所の隔離、ポンプ停止 ・漏えい箇所を特定の上、止水処置を実施 	キャスク等の重量物は使用済燃料プールを移動しない手順とし、かつクレーンのインターロックで移動可能範囲を制限している
5	燃料の取扱い時の燃料の異常の確認	<ul style="list-style-type: none"> ・燃料取扱中の異常を荷重計により確認する ・過荷重を検知した場合には、上昇を阻止するインターロックを設置 ・燃料の吊上げに支障が無いことを確認するため、水中カメラを用いて事前にハンドル形状を確認する 	<ul style="list-style-type: none"> ・燃料取扱中に燃料の漏えい等が懸念された場合、エリアモニタ等により状況を確認し、線量率を測定した後、当該燃料の状況を水中カメラによって確認し、燃料ラックへの再着座など未臨界を担保し安定的に保管する措置を取る。 	燃料はチャンネルボックスによって研かれており、ガレキとの接触があっても、直接燃料被覆管に影響を与えることはない

No.	項目	安全対策	発生時の対応	備考
6	漏えい等を確認した燃料の取扱い	<ul style="list-style-type: none"> ・海水環境を模擬した腐食試験などにより震災による燃料の健全性への影響発生は低いことを確認済み ・震災時のガレキ落下による燃料健全性への影響が無いことを専用の治具により確認済み 	<ul style="list-style-type: none"> ・震災前から存在する漏えいが確認された燃料については、燃料輸送にあたって必要な安全解析を行い、実施計画にて安全性を規制委員会に確認頂いた後、キャスクを用いて輸送を行う ・震災前より大きく変形している燃料や、漏えい等が万一新たに確認された場合は詳細な変形状の調査を行った上で、臨界防止などの措置を講じた上で輸送する 	漏えい等が確認された燃料は震災前から各号機以下の数保管されている 1号機：70体 2号機：3体 3号機：4体 4号機：3体
7	燃料（キャスク）取扱中の地震発生	<p>【燃料取扱機の安全対策】</p> <ul style="list-style-type: none"> ・基準地震動Ssで落下しないような耐震設計 ・燃料把握機ワイヤーを二重化 ・電源断時、動力（空気）源喪失時に燃料を保持する構造 ・さらに燃料を吊っている状態では機械的にフックを開けない構造 <p>【クレーンの安全対策】</p> <ul style="list-style-type: none"> ・基準地震動Ssで落下しないような耐震設計 ・吊りワイヤーの二重化 ・電源断時にキャスクを保持するブレーキ構造 ・フックに外れ止めを設置 	<ul style="list-style-type: none"> ・地震発生時、作業を一旦停止し収まるのを待つ ・強い地震を感じた場合は、地震収束後、燃料・キャスクを安全な場所に置く。その後、現場から即座に待避 ・津波の可能性について一斉放送などで確認 その状況に応じてオフェロに待機 	
8	燃料取扱中の燃料取扱機の故障 キャスク運搬中のクレーンの故障	<ul style="list-style-type: none"> ・既設プラントと同等の設計・製作・検査を実施 ・日常点検/月例点検/年次点検の実施 ・有資格者による運転 ・予備品の確保 	<ul style="list-style-type: none"> ・状況を確認し故障箇所を特定するとともに、吊り荷を安定な場所に置く 	
9	キャスク運搬中のトレーラーの事故、故障	<ul style="list-style-type: none"> ・キャスク運搬前のトレーラーへのキャスク固定状態の確認 ・トレーラーの徐行運転 ・キャスク運搬経路の関係者以外の立入規制、見張り人の配置 ・トレーラーの使用前点検の実施 	<ul style="list-style-type: none"> ・キャスク運搬を止めて、キャスクの状態（外観、線量率）を確認、状態に応じた必要な措置を講じる ・キャスク運搬を止めて、トレーラーの修理を行う ・油漏れの場合には拡散を防止する 	
10	カバー内の換気空調系停止	<ul style="list-style-type: none"> ・予備機の自動起動 ・電源の多重化 ・ダストモニタの設置による雰囲気監視 ・異常時の警報の発報 	<ul style="list-style-type: none"> ・予備機の起動 ・受電元の切り替え ・換気空調系停止の原因究明を行い、点検・交換等の対応を行う 	
11	エリアモニタの上昇	<p>【燃料取扱作業における被ばく低減対策】</p> <ul style="list-style-type: none"> ・燃料を水中から引き上げ過ぎないようにインターロックの設置 ・水中カメラにより燃料の吊上げ状態を監視 ・燃料の吊上げ座標の監視 <p>【その他】</p> <ul style="list-style-type: none"> ・エリアモニタによる雰囲気線量の監視・警報 ・個人線量計の携帯 ・給気設備への高性能粒子フィルタの設置 	<ul style="list-style-type: none"> ・エリアモニタの警報が発報した際は、直ちに現場から待避する 	
12	使用済燃料プールへの作業員の落下	<ul style="list-style-type: none"> ・安全帯の着用 ・作業監視員の配置 	<ul style="list-style-type: none"> ・浮き輪をプールに投げ込み、落下者を救出 ・入退域管理棟もしくは免震棟へ搬送、除染、異常の有無の確認などを実施 	
13	燃料取扱中の作業員の体調不良・ケガ	<ul style="list-style-type: none"> ・作業前のTBM-KYによる体調および作業上のポイント確認 ・熱中症対策の実施（夏季） ・ローカル空調の配備 ・作業時間の管理 	<ul style="list-style-type: none"> ・復旧班長への連絡 ・救急医療室への連絡 ・体調不良者（けが人）の搬送 	
14	火災	<ul style="list-style-type: none"> ・建屋カバーに不燃材料を使用 ・ケーブル類は難燃性のものを使用 ・消火器の設置 ・消火用水の取り口の複数設置および放水用の消防ホースの整備 ・二方向避難（南側/北側）ルートの設置 ・オフェロ全体を監視できるようなウェブカメラの設置 ・原則として火気作業の禁止 	<ul style="list-style-type: none"> ・消火器による初期消火、自衛消防隊の定期的な訓練の実施 ・作業員の待避 ・迅速な通報連絡の徹底 ・モニタリングホストの値など監視モニタの確認と情報提供 	

- ・4号機使用済燃料プールからの燃料取り出し作業に先立ち、がれきの影響および通常のプラントとの作業環境の違い等、燃料取り出しにおける潜在リスクに対する準備状況について、社内の原子力安全監視室のレビューに加え、社外専門家であるIEG(国際エキスパートグループ)や原子力改革監視委員会のレイク・バレット氏にもレビューをいただいた。
- ・いただいたコメントについては、対応状況を説明しご理解いただいた。(以下、参照)

主なコメント	対応状況
作業開始公表前に手順やリスク評価について社内外のレビュー結果を踏まえた計画となっているか確認し、適切な責任者が承認するといった必要なプロセスを踏むこと。	<ul style="list-style-type: none"> ・作業手順やリスク評価は社内外のレビューを受け、指摘されたコメントについては、手順への反映、作業員への展開など、燃料取り出しを実施するにあたって必要なものすべてについて対応したことを確認。 ・経営層による承認プロセスが完了。
第三者レビューも含めて、これまで何に取り組み、これから何に取り組む予定なのか情報発信すること。作業開始後は、作業プロセスを可能な限りビジュアル化して透明性を持って情報発信すること。	<ul style="list-style-type: none"> ・今回のレビュー結果の公表に加え、今後の取り組み状況については、原子力安全改革プランの下に設立された社内ソーシャル・コミュニケーション室の確認や社外のご意見を踏まえ、分かりやすく透明性を持った情報発信に努めて参りたい。
モックアップ・トレーニングや(核分裂生成物を含まない)新燃料を優先的に取り出すことによる作業習熟を図るべき。	<ul style="list-style-type: none"> ・燃料・キャスク取扱いの実機を用いた訓練、確認に加えて、がれきによるチャンネルボックス固着時の対応などもメーカ工場や実機でのモックアップやトレーニングを事前に実施していることを説明し、ご理解いただいた。 ・また、1基目の新燃料輸送終了時に、作業上の問題がないかレビューを実施し、改善事項があれば手順等に反映することとしている。
全面マスクの着用は作業員のストレスとなり生産性を低下させる可能性があることから、不必要な着用は避けるべき。	<ul style="list-style-type: none"> ・所全体として全面マスク着用省略可能エリアの拡大に向け取り組んでいる。 ・4号機燃料取り出し作業については、軽装備(半面マスク)での作業を行うこととしている。ただし、作業内容(キャスク洗浄作業など)に応じて全面マスクを使用する場合もある。
ALARA(As Low As Reasonably Achievable)の精神に則った作業を実施すること。 *ALARA:合理的に実行可能な限り低く	<ul style="list-style-type: none"> ・ALARAの精神に則り、通常作業時においては、給気フィルタ設置やプール水の継続的浄化により合理的に達成できる範囲で線量が低くなるよう、また、異常時は警報や一斉放送により即時退避できるよう過剰被ばく防止に努める。

福島第一原子力発電所 4号機新燃料取り出し後の作業手順レビューについて

- ・4号機使用済燃料プールからの燃料取り出し作業では、使用済燃料の取り出しに先だて、新燃料22体の取り出しを行い、手順の確認を行った。
- ・その結果は以下のとおりであり、燃料取り出し作業にかかる各手順については特段問題なかったものの、作業を実施する上で、改善点が見いだされた。引き続き、安全を最優先に燃料取り出し作業を進めていく。

作業手順レビュー結果	対応事項
<p><作業手順></p> <p>各手順は手順書に基づき実施された。燃料取出作業にあたって、各手順は特段問題なかったものの、作業環境の観点から以下の作業改善を実施することにした。</p>	—
<p><作業環境></p> <ul style="list-style-type: none"> ・キャスクピットでの燃料装填時に燃料内の砂塵が拡散し、作業を妨げるものではなかったものの、水中の視認性の低下が確認された。 ・キャスク蓋フランジ上にある砂塵を取り除くために、ホースからの流水による除去を行ったが、砂塵が舞うことで、蓋設置に時間を要した。 	<ul style="list-style-type: none"> ・仮設のポンプを用いて、キャスクピット内の水を吸引し、フィルタを通してプール内に戻すことにより、キャスクピット内の視認性に改善が見られた。今後も視認性が低下した場合には、同様の対応を行う。 ・フランジ上の砂塵をポンプによって吸引し、フィルタを通して、プール内に戻すこととし、砂塵が舞うことを防止する。
<p><放射線管理></p> <p>燃料取り出し作業にかかる作業員の被ばく線量は、想定雰囲気線量(0.2mSv/h)に比較し、低く管理されていた。</p> <ul style="list-style-type: none"> —FHM取り扱い時 :最大0.25mSv(0.07mSv/h,作業時間4h) —キャスク取り扱い時:最大0.30mSv(0.07mSv/h,作業時間4.5h) 	<ul style="list-style-type: none"> ・引き続き、ALARA(As Low As Reasonably Achievable)の精神に則り、引き続き線量低減に努めていく。 <p>*ALARA:合理的に実行可能な限り低く</p>

【参考資料】 構内用輸送容器の移動作業（1）



構内用輸送容器の吊り上げ（1）



構内用輸送容器の吊り上げ（2）



プールへの着水（1）



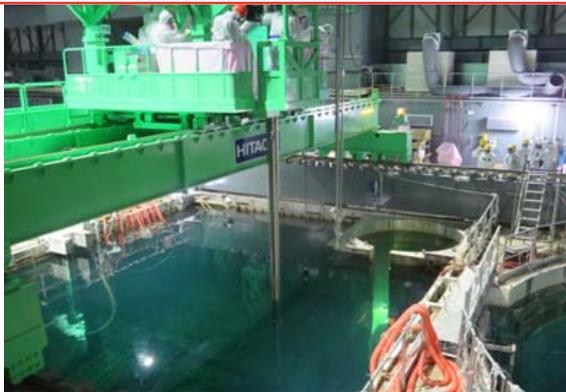
プールへの着水（2）



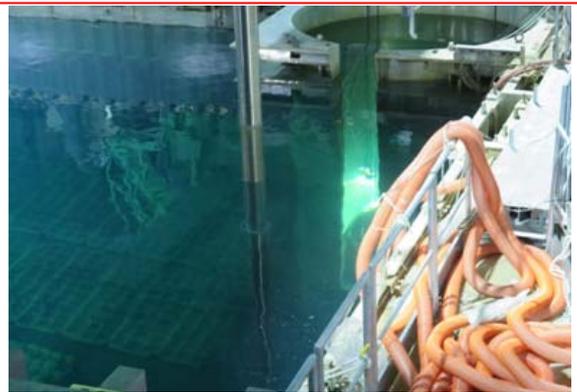
プールへの着水（3）

撮影日：平成25年11月18日 提供：東京電力株式会社

【参考資料】 燃料取り出し作業



燃料取り出し作業（1）



燃料取り出し作業（2）



燃料取扱機マスト

構内用輸送容器を入
れているピット

燃料取り出し作業（3）

撮影日：平成25年11月18日 提供：東京電力株式会社

【参考資料】 構内用輸送容器の移動作業（２）



仕立ピットからの吊り上げ（１）



仕立ピットからの吊り上げ（２）



クレーンでの吊り降ろし



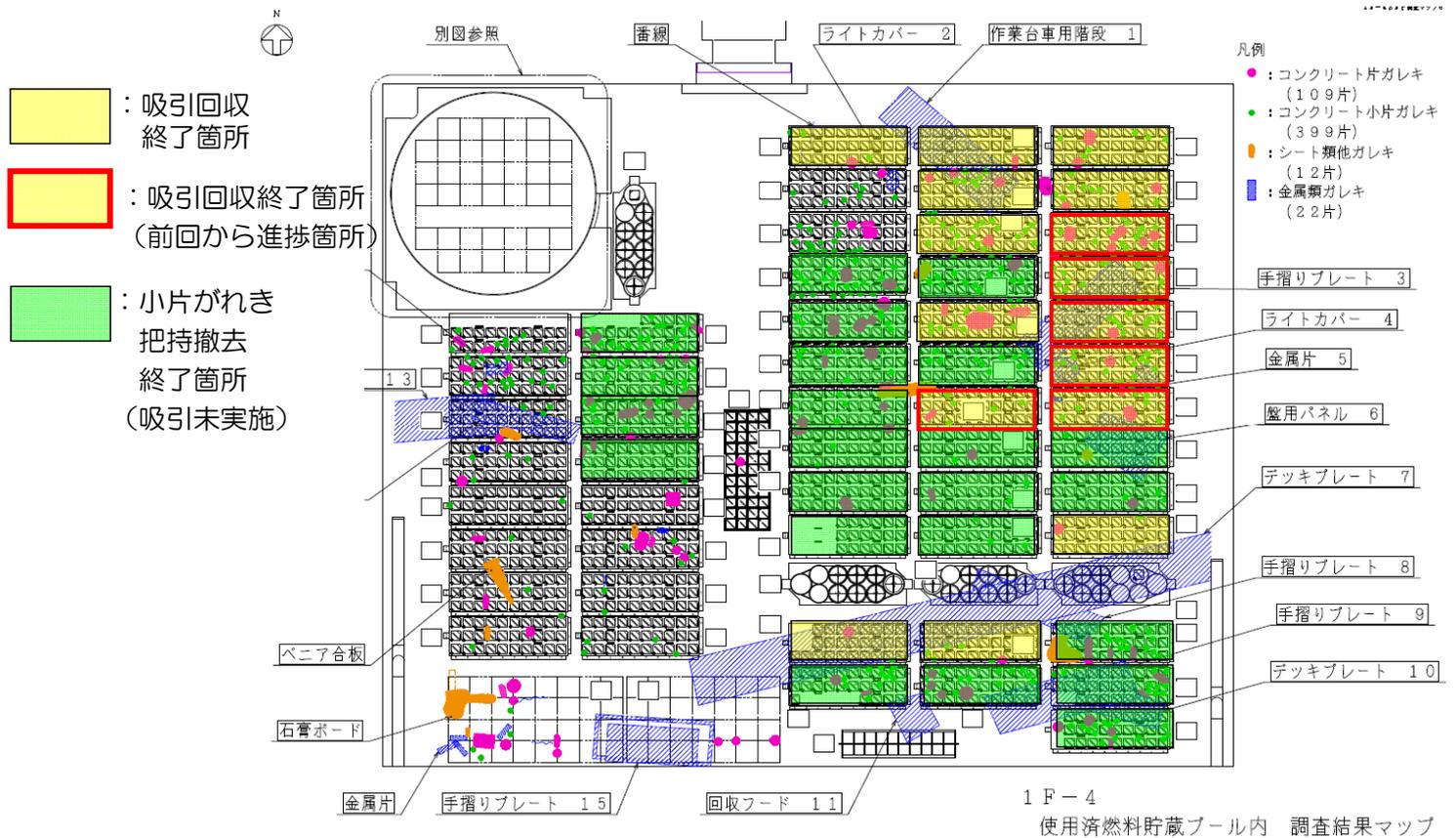
トレーラーへの積み込み（１）



トレーラーへの積み込み（２）

撮影日：平成25年11月21日 提供：東京電力株式会社

【参考資料】 瓦礫撤去の進捗状況



【参考資料】作業工程

	2013年				
	8月	9月	10月	11月	12月
クレーン	設置・調整・系統試験		▽労基落成検査	使用前検査〔11/12終了証受領〕	
燃料取扱機	設置・調整・系統試験		使用前検査〔11/12終了証受領〕		
燃料取出準備	原子炉ウエル, 圧力容器, 使用済燃料プール内整備／がれき撤去				
			燃料ラック上部がれき撤去・片付※1		
			燃料健全性確認		
			構内用輸送容器の作業確認※2		
モックアップ・訓練	モックアップによる燃料取出手順確立				
			燃料取出手順の実機訓練※2※3		
燃料取出	燃料取出※1				
	(2014年末取出完了目標)				

※1: 燃料取り出し作業は昼間, がれき撤去作業は夜間行う

※2: 合わせて避難訓練を実施

※3: 新規の作業員に対して, その都度実施していく