

福島第一原子力
発電所廃炉作業の
至近の状況について

2021. 3. 9

TEPCO



廃棄物関連施設の地盤掘削の様子

福島第一原子力発電所廃炉作業の概要

1 使用済燃料プールからの燃料の取り出し作業 P. 4~8

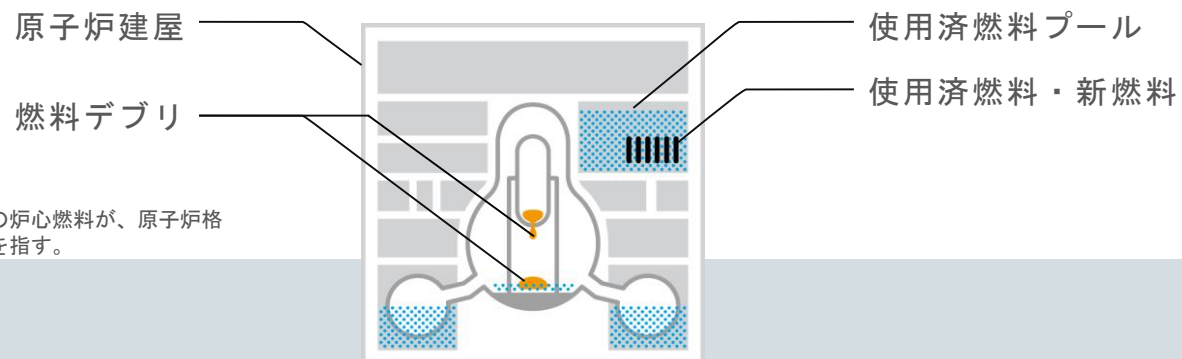
2 燃料デブリの取り出しに向けた作業 P. 9~10

3 放射性固体廃棄物の管理 P. 11

4 汚染水対策 P. 12~14

5 その他の取組み P. 15~17

6 労働環境の改善 P. 18



※ 燃料デブリ：事故によって、原子炉圧力容器内の炉心燃料が、原子炉格納容器の中の構造物と一緒に溶けて固まったものを指す。

1～4号機の現状

1号機



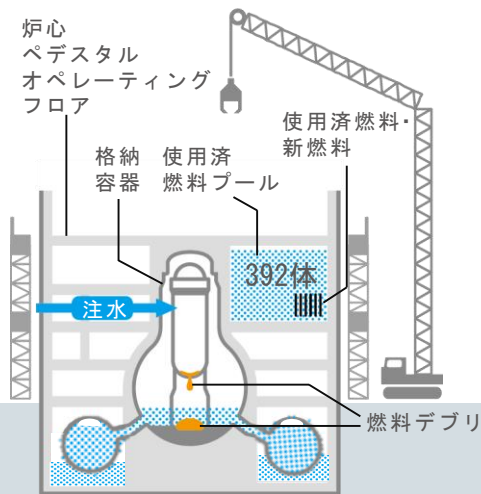
2号機



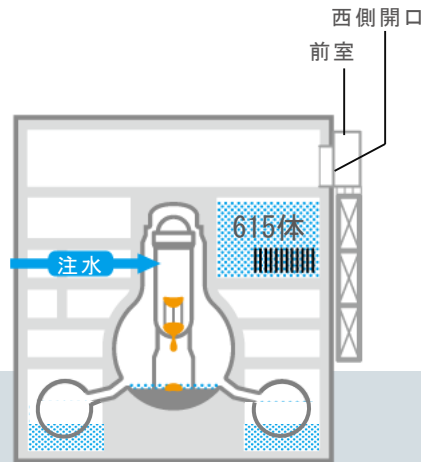
3号機



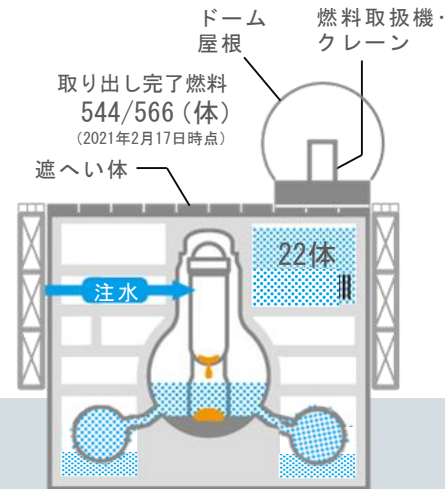
4号機



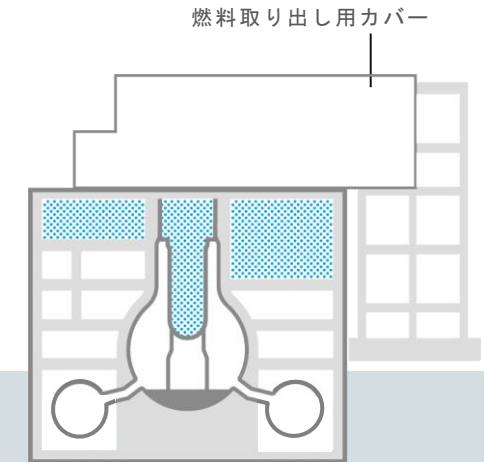
使用済燃料プールからの燃料の取り出しに向けて、原子炉建屋上部のがれき撤去作業を進めています。
また、燃料デブリ取り出しに向けて、追加の格納容器内部調査及びその分析を計画しています。



使用済燃料取り出しに向けて、原子炉建屋南側に「燃料取り出し用構台・前室」の建設を行います。
また、燃料デブリ取り出し初号機として、取り出し開始に向けて準備を進めています。



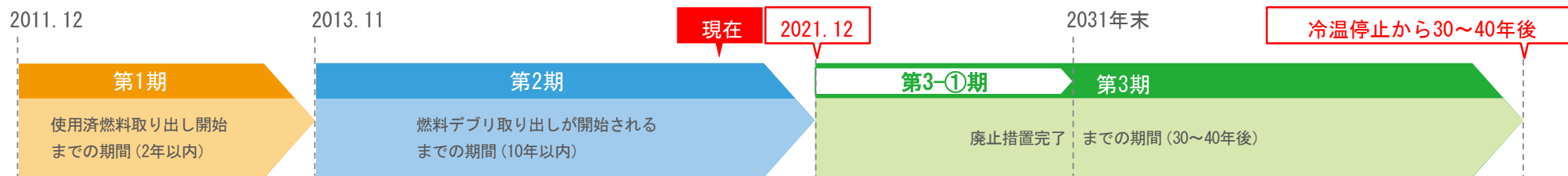
2020年度末までの取り出し完了を目指して、2019年4月15日に使用済燃料プールからの燃料取り出しを開始しています。
また、燃料デブリ取り出しに向けて、追加の格納容器内部調査の必要性を検討しています。



2014年12月22日に使用済燃料プールからの燃料（1535体）の取り出しが完了し、燃料によるリスクはなくなりました。

※ オペレーティングフロア：原子炉建屋の最上階
※ 燃料デブリ：原子炉冷却材の喪失により、核燃料が炉内構造物の一部と溶融した後に再度固化した状態

中長期ロードマップ



2031年末までの期間を第3-①期とし、「より本格的な廃炉作業を着実に実施するため、複数の工程を計画的に進める期間」と位置づけ、工程を具体化しました。

<主な目標工程>

分野	内容		時期
汚染水対策	汚染水発生量	150m ³ /日程度に抑制	2020年内 達成
		100m ³ /日以下に抑制	2025年内
	滞留水処理	建屋内滞留水処理完了*	2020年内 達成
		原子炉建屋内滞留水を2020年末の半分程度に低減	2022年度～2024年度
使用済燃料プールからの燃料取り出し	1～6号機燃料取り出しの完了		2031年内
	1号機大型カバーの設置完了		2023年度頃
	1号機燃料取り出しの開始	安全確保・飛散防止対策のため工法変更	2027年度～2028年度
	2号機燃料取り出しの開始		2024年度～2026年度
燃料デブリ取り出し	初号機の燃料デブリ取り出し開始 (2号機から着手。段階的に取り出し規模を拡大)		2021年内
廃棄物対策	処理・処分の方策とその安全性に関する技術的な見通し		2021年度頃
	がれき等の屋外一時保管解消		2028年度内

※1～3号機原子炉建屋、プロセス主建屋、高温焼却建屋を除く。

1

使用済燃料プールからの燃料の取り出し作業

[作業工程]

がれき撤去 等

燃料取り出し
設備の設置

燃料
取り出し

燃料の
保管搬出

1号機



**がれき等落下時の緩和対策完了
(P. 6)**

原子炉建屋オペレーティングフロア南側の崩落屋根下のがれき落下防止・緩和対策を完了しました。
また、燃料取り出しにあたっては、大型カバーを原子炉建屋に設置するため、干渉する既存の建屋カバー（残置部）の解体を2020年12月より開始しました。



支保台車設定完了

2号機



**燃料取り出しに向け
オペフロ残置物を撤去 (P. 10)**

2020年8月より、原子炉建屋オペレーティングフロア内の残置物搬出作業を行い12月に完了しましたので、線量評価および線量低減対策の精度向上を目的とした調査作業を開始しました。



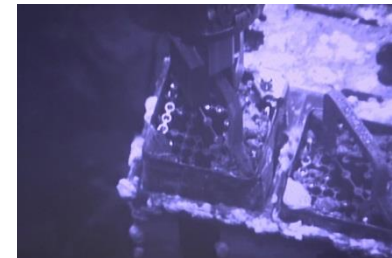
原子炉建屋オペレーティングフロア
南西残置物搬出後の状況

3号機



燃料の取り出し継続 (P. 11)

2019年4月15日から燃料取り出しを開始しました。2021年2月17日現在、全566体中544体の取り出しを完了しており、今後も安全を最優先に作業を進めてまいります。



使用済燃料プール内にある
燃料集合体引き抜き状況

4号機



燃料の取り出し完了

2014年12月22日に使用済燃料プールからの燃料の取り出しが完了しました。



原子炉建屋外観

完了した作業

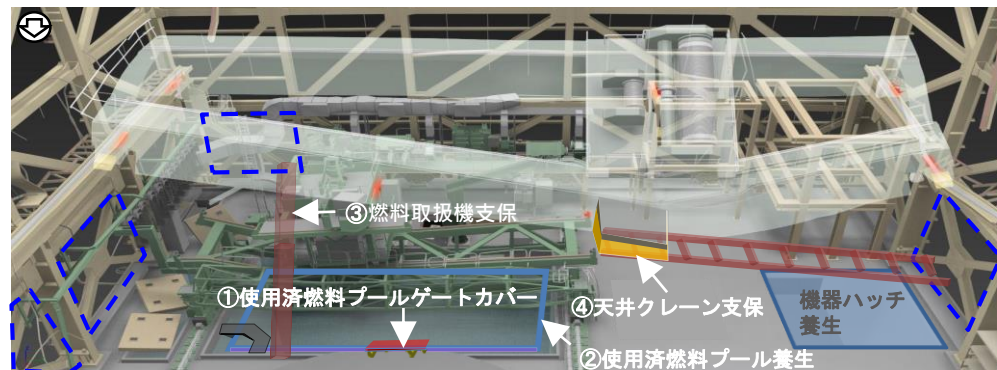
がれき等落下時の燃料への影響緩和対策及び天井クレーン等落下防止対策の完了

南側崩落屋根等の撤去に際し、屋根鉄骨・がれき等が使用済燃料プール等へ落下するリスクを可能な限り低減するため、以下のがれき等落下時の燃料への影響緩和対策及び天井クレーン等落下防止対策を進めてきましたが、2020年11月24日に完了しました。引き続き、燃料取り出し作業に向けて、安全を最優先に、慎重に作業を進めていきます。

- ①使用済燃料プールゲート*カバー
屋根鉄骨・小がれき等がプールゲート上に落下した際のプールゲートのずれ・損傷による使用済燃料プール水位低下リスクを低減（2020年3月設置完了）
- ②使用済燃料プール養生
屋根鉄骨・小がれき等が使用済燃料プールに落下した際に燃料等の健全性に影響を与えるリスクを低減（2020年6月設置完了）
- ③燃料取扱機支保（2020年10月設置完了）
- ④天井クレーン支保（2020年11月設置完了）

こちらから動画をご覧いただけます。

https://www4.tepco.co.jp/library/movie/detail-j.html?catid=107299&video_uuid=b1q1t87d



がれき落下防止・緩和対策の概要

—: Xブレース※撤去箇所

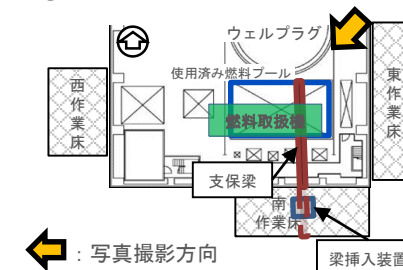
※プールゲート：使用済燃料プールと原子炉ウェル（格納容器上部）の間に設けられた仕切り板。
※ブレース：鉄骨材などで作られた補強材。筋交い。四辺形の軸組を持つ柱や梁などに置いて、対角線上に差し渡される。



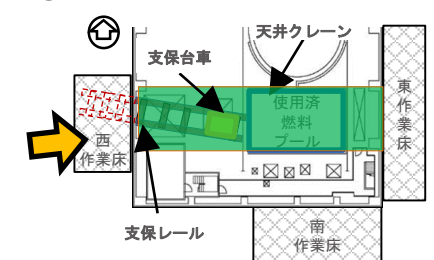
③燃料取扱機支保設置作業完了後の状況



④天井クレーン支保設置作業完了後の状況



←: 写真撮影方向



今後の作業

燃料取り出し工法の概要

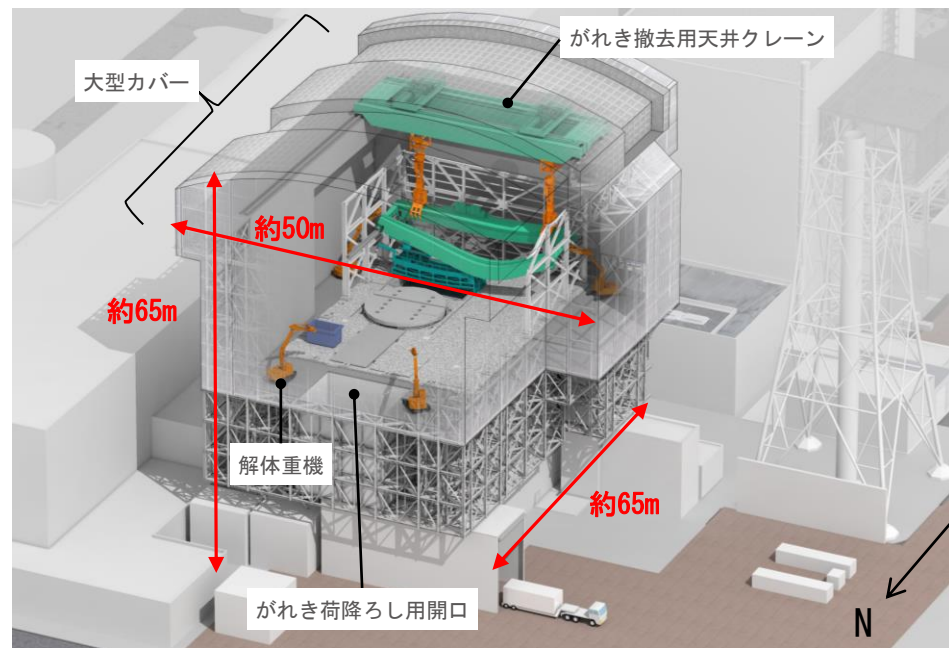
原子炉建屋オペレーティングフロア（以下、オペフロ）全体を大型カバーで覆い、カバー内がれき撤去用天井クレーンや解体重機を用いて遠隔操作でがれき撤去を行う計画です。

がれき撤去後、オペフロの除染、遮へいを行い、燃料取扱設備（燃料取扱機、クレーン）を設置します。

燃料の取り出しは、2027年から2028年開始を目指します。

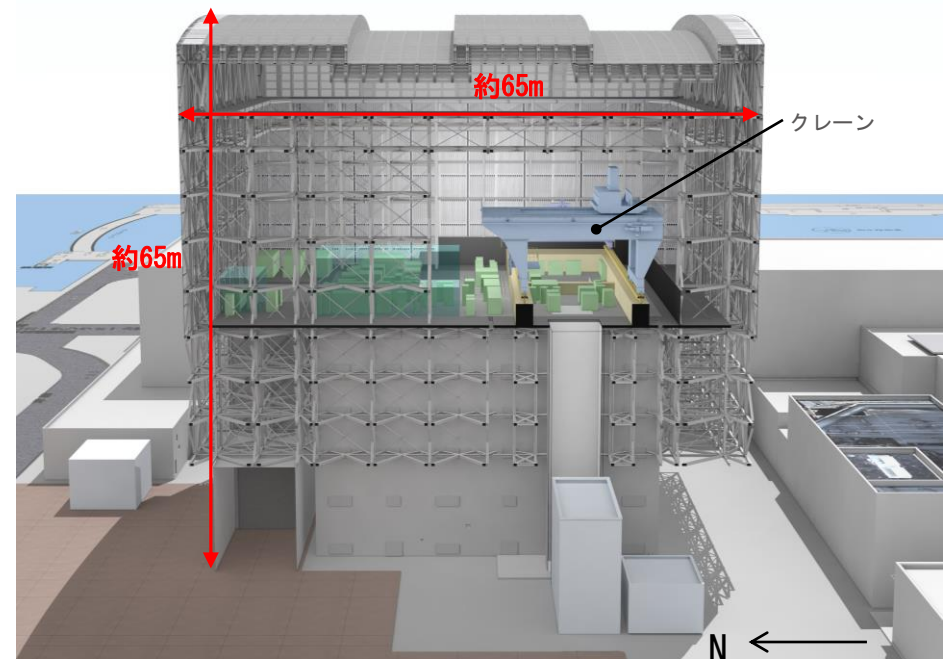
こちらから動画をご覧ください。

https://www4.tepco.co.jp/library/movie/detail-j.html?catid=61709&video_uuid=d7an8tr9



がれき撤去時のイメージ図

※約65m（南北）×約50m（東西）×約65m（高さ）

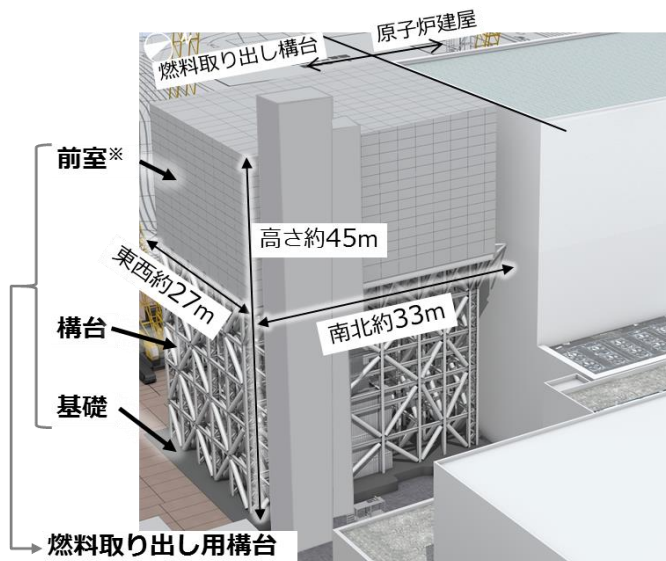


燃料取り出し時のイメージ図

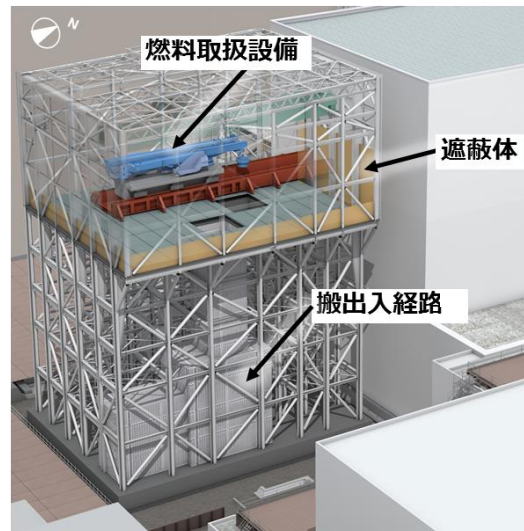
今後の作業

燃料取り出し工法の概要

- 原子炉建屋上部を全面解体せず、原子炉建屋南側に燃料取り出し用構台を構築し、原子炉建屋南壁に設ける小開口から燃料取扱設備を出し入れすることで、燃料取り出しを行います。
- 原子炉建屋南側開口を小さくすることを目的として、構内容輸送容器取扱クレーン及び燃料取扱機はブーム型クレーンを採用します。
- 作業員の放射線防護の観点から、エリア放射線モニタを設置します。
- 作業員の被ばくを低減することを目的として、燃料取扱設備を遠隔操作化します。



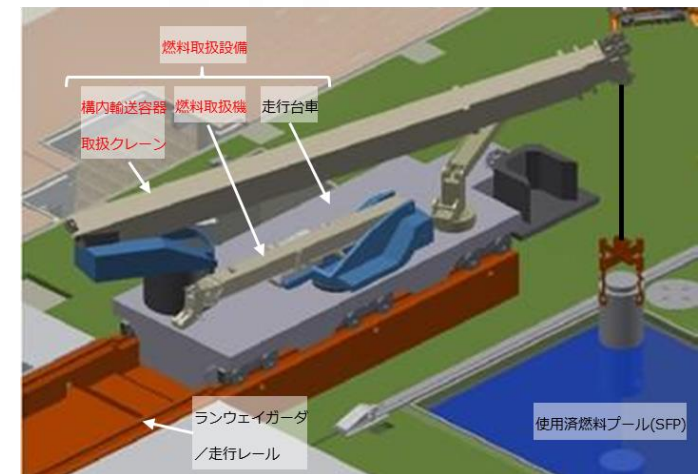
完成予想図(外観)



完成予想図(内部)

こちらから動画をご覧いただけます。

https://www4.tepco.co.jp/library/movie/detail-j.html?catid=61709&video_uuid=o60im2qu



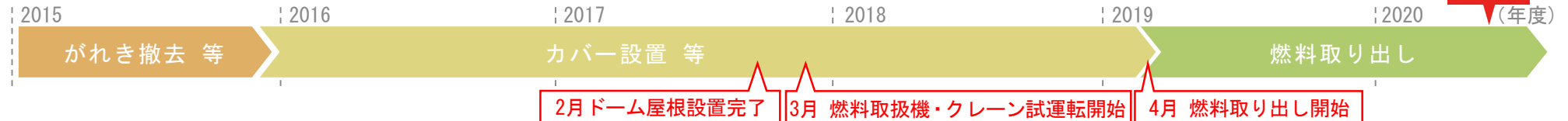
燃料取扱設備構成図

※ ランウェイガード：燃料取扱設備が走行するためのレールを支持する構造物。

1

使用済燃料プールからの燃料の取り出し作業 [3号機]

[3号機 作業工程]



進行中の作業

使用済燃料プールからの燃料取り出しを継続

2019年4月15日から燃料取り出しを開始しております。2021年2月17日時点で、544体の取り出しを完了しております。作業は、以下の手順で実施し、2020年度末までの取り出し完了を安全最優先に作業を進めていきます。

▶ 燃料取り出し作業手順

- ① 燃料取扱機にて、使用済燃料プール内に保管されている燃料を1体ずつ水中で構内用輸送容器に移動します。構内用輸送容器に燃料を装填後、一次蓋を設置し、容器表面を洗浄・水切りします。
- ② クレーンにて、構内用輸送容器を作業床の高さより上まで吊り上げた後、搬出用の開口部から地上へ吊り下ろし、二次蓋を設置します。
- ③ 構内輸送専用車両に積載し、共用プール建屋へ移送します。

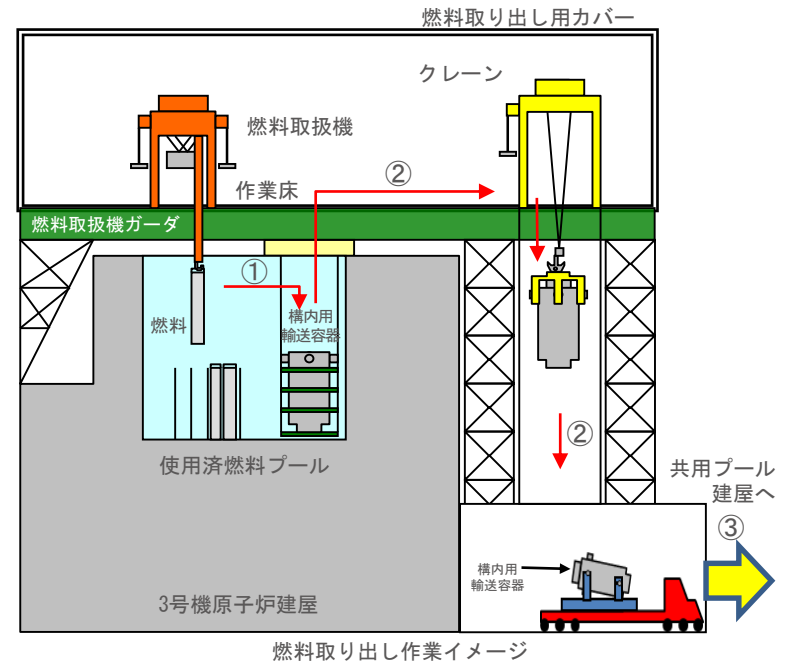
※ 燃料取扱機、クレーンの操作は遠隔にて実施します。



原子炉建屋オペレーティングフロアの様子



燃料取り出しの様子



燃料取り出し作業イメージ

くわしくは、こちらから。

<http://www.tepco.co.jp/decommission/progress/removal/unit3/index-j.html>



取り出し完了燃料
544/566(体)
(2021年2月17日時点)

2

燃料デブリの取り出しに向けた作業 [作業工程]

[作業工程]

2016 2017 2018 2019 2020 (年度)

初号機の取り出し方法の確定

現在

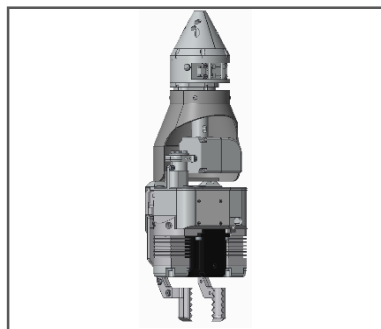
格納容器内の状況把握・燃料デブリ取り出し工法の検討等

燃料デブリの取り出し・処理・処分方法の検討等

カメラ・線量計の挿入、ロボット投入調査、宇宙線ミュオン※調査などにより、格納容器内の状況把握を進めています。得られた情報をもとに、燃料デブリ取り出し工法の検討を実施しています。

調査結果を受け、専用の取り出し装置を開発し、燃料デブリを取り出します。海外の知見などを結集し、実施に向けた検討を行っています。

燃料デブリは金属製の密閉容器に収めて、保管します。



2号機調査装置



3号機調査装置※

※ 資料提供：国際廃炉研究開発機構（IRID）

※ ミュオン：宇宙から飛来する放射線が大気と衝突する過程で発生する二次的な宇宙線。エネルギーが高く、物質を透過しやすい。原子炉建屋を透過するミュオン数を測定し、その透過率から原子炉圧力容器内の燃料デブリの分布をレントゲン写真のように撮影する。

1号機

ミュオン^{※2}測定によってわかったこと
(2015年2月～5月、5月～9月実施)

- ▶ 炉心域に燃料デブリの大きな塊はないことを確認しました。

格納容器内部調査によってわかったこと
(2017年3月格納容器内の情報収集)

- ▶ ペDESTAL^{※2}外側は大きな損傷はみられないことを確認。また、格納容器の底部、配管等に堆積物を確認しました。



1号機調査装置^{※3}



ペDESTAL外側の状況^{※3}

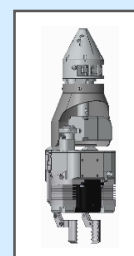
2号機

ミュオン測定によってわかったこと
(2016年3月～7月実施)

- ▶ 原子炉圧力容器底部に燃料デブリと考えられる高密度の物質があり、炉心域にも燃料が一部存在している可能性があることを確認しました。

格納容器内部調査によってわかったこと
(2019年2月格納容器内の情報収集)

- ▶ 小石状・構造物状の堆積物を把持して動かせること、把持できない硬い岩状の堆積物が存在する可能性があることを確認しました。また、堆積物にカメラをより接近させることで、堆積物の輪郭や大きさを推定するために必要な映像を取得することができました。



2号機調査装置



ペDESTAL内堆積物の把持状況

3号機

ミュオン測定によってわかったこと
(2017年5月～9月実施)

- ▶ 炉心域に燃料デブリの大きな塊はなく、原子炉圧力容器底部には、不確かさはあるものの、燃料デブリが残っている可能性があることを確認しました。

格納容器内部調査によってわかったこと
(2017年7月 格納容器内の情報収集)

- ▶ ペDESTAL内底部複数箇所堆積物を確認。ペDESTAL内に制御棒ガイドチューブ等原子炉圧力容器内部にある構造物と推定される落下物を確認。さらに水面の揺らぎ状況から圧力容器の底部に複数の開口があると推定しました。また、ペDESTAL内壁面に大きな損傷は確認されませんでした。^{3号機調査装置^{※3}}



ペDESTAL内側の状況^{※3}

※1：宇宙から飛来する放射線が大気と衝突する過程で発生する二次的な宇宙線。エネルギーが高く、物質を透過しやすい。
原子炉建屋を透過するミュオン数を測定し、その透過率から原子炉圧力容器内の燃料デブリの分布をレントゲン写真のように撮影する。

※2：原子炉圧力容器を支える基礎。

※3：国際廃炉研究開発機構（IRID）

3

放射性固体廃棄物の管理

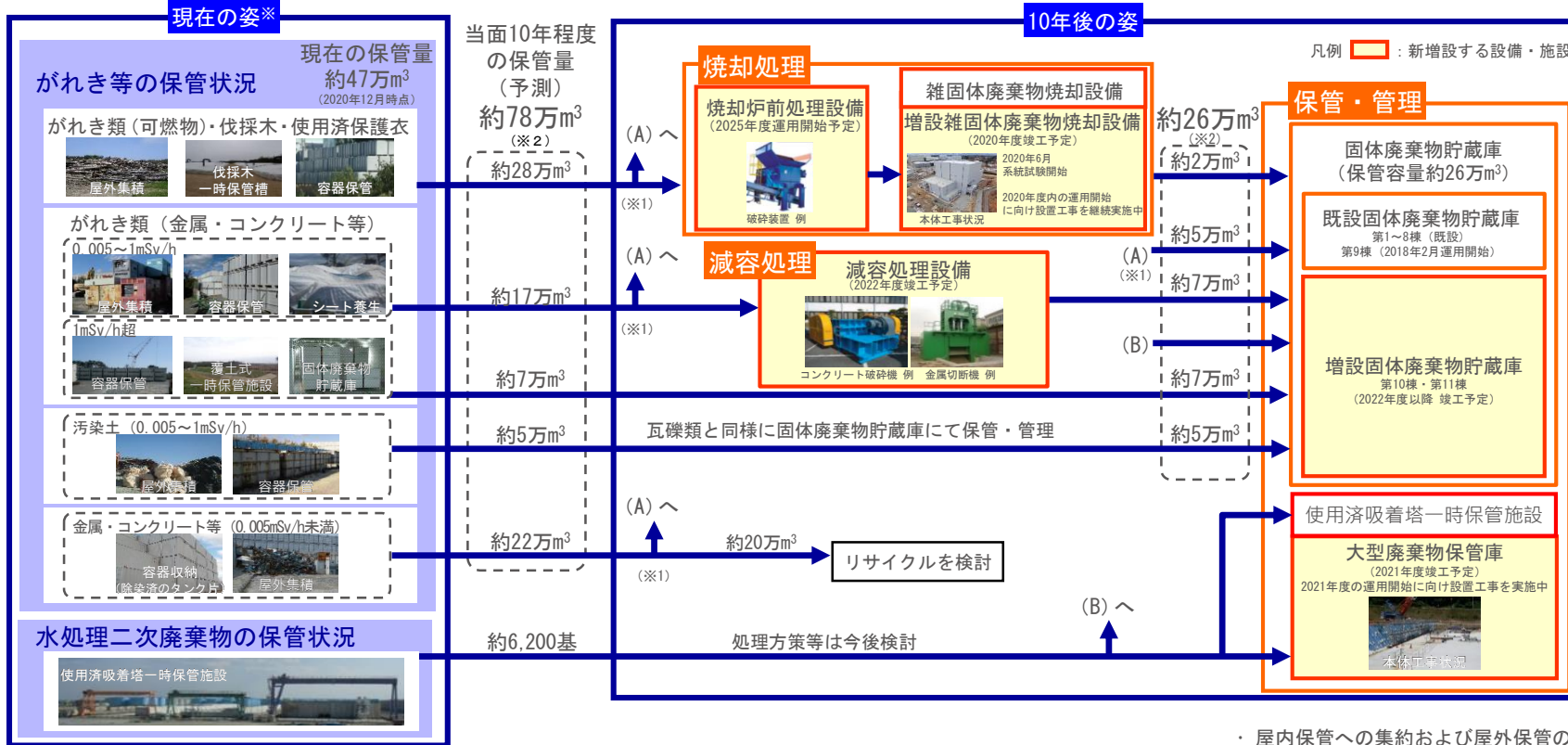
固体廃棄物の保管管理計画の概要

2020年7月に、2020年3月までの保管実績およびそれ以降の予測、廃棄物関連施設等の工程や仕様および工事の進捗を踏まえ、4回目の改訂を実施しました。

(年に1回発生量予測の見直しを行い、保管管理計画を更新しています。)

具体的には、当面10年程度の固体廃棄物の発生予測を約77万m³から約78万m³に見直し、設備設置の計画に影響がないことを確認しました。

また、がれき等の一時保管エリア解消時期は、中長期ロードマップ工程2028年度を達成する見通しです。さらに、施設設計の進捗に伴い、増設固体廃棄物貯蔵庫のうち、第10棟と汚染土専用貯蔵庫を統合しました。引き続き、より一層のリスク低減に向けて、固体廃棄物を可能な限り減容して建屋内保管へ集約し、屋外にある一時保管エリアの解消に向けて取り組んでいきます。



※ 現時点で処理・再利用が決まっている焼却前の使用済保護衣類、バックグラウンドレベルのコンクリートガラは含んでいない。
 ※1 焼却処理、減容処理、リサイクル処理が困難な場合は、処理をせずに直接固体廃棄物貯蔵庫にて保管。
 ※2 数値は端数処理により、1万m³未満で四捨五入しているため、内訳の合計値と整合しない場合がある。

・ 屋内保管への集約および屋外保管の解消により、敷地境界の線量は低減する見通しです。
 ・ 焼却設備の排ガスや敷地境界の線量を計測し、ホームページ等にて公表しています。

4

汚染水対策 [基本方針]

汚染水対策は、3つの基本方針に基づき、予防的・重層的対策を進めています。

方針1 汚染源を取り除く

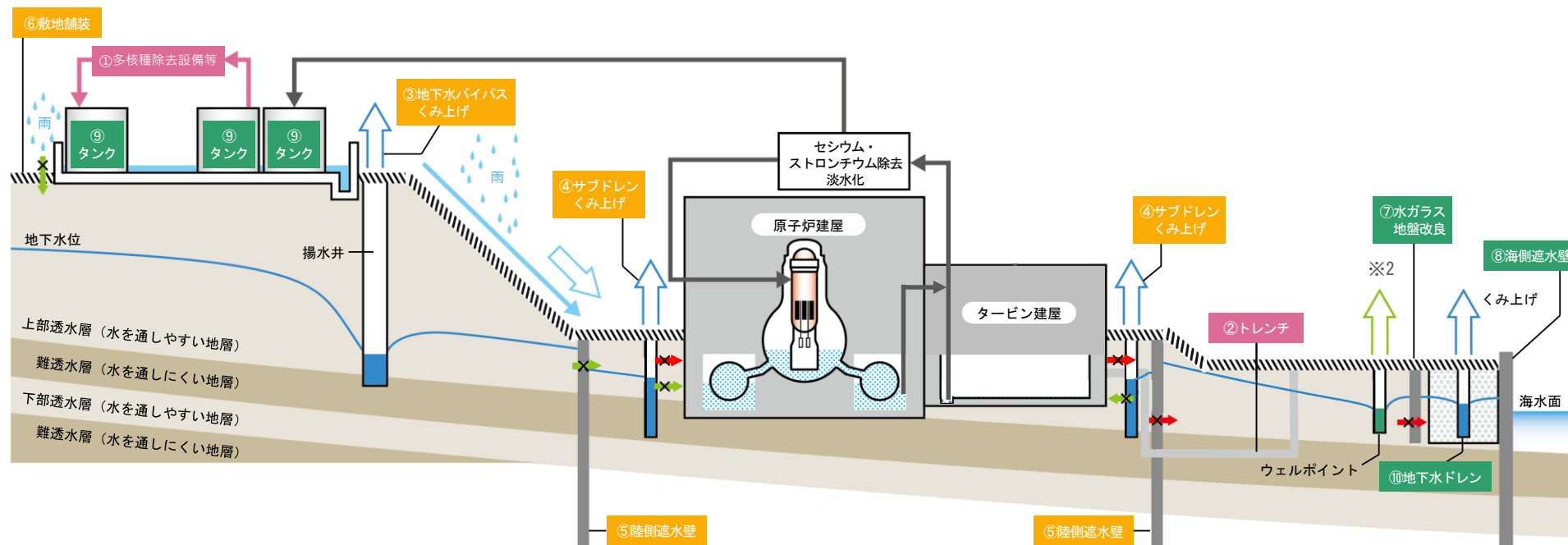
- ① 多核種除去設備等による汚染水浄化
- ② トレンチ（配管などが入った地下トンネル内の汚染水除去

方針2 汚染源に水を近づけない

- ③ 地下水バイパスによる地下水汲み上げ
- ④ サブドレン（建屋近傍の井戸）での地下水汲み上げ
- ⑤ 凍土方式の陸側遮水壁の設置
- ⑥ 雨水の土壌浸透を抑える敷地舗装

方針3 汚染水を漏らさない

- ⑦ 水ガラス※1による地盤改良
- ⑧ 海側遮水壁の設置
- ⑨ タンクの増設（溶接型へのリプレース等）
- ⑩ 地下水ドレンによる地下水汲み上げ



※1 地下水の移流を抑制するため、地中に注入・固化させるガラス成分
 ※2 汚染水としてタービン建屋へ移送。

4

汚染水対策 [目標工程]

中長期ロードマップにおける汚染水対策の現在の取り組み

3つの基本方針に加え、滞留水処理を進めています。

分野	内容	時期	達成状況
方針1 取り除く	多核種除去設備等による再度の処理を進め、敷地境界の追加的な実効線量を1mSv/年で維持	—	継続実施
	多核種除去設備等で処理した水の長期的取扱いの決定に向けた検討	—	継続実施
方針2 近づけない	汚染水発生量を150m ³ /日程度に抑制	2020年内	達成
	汚染水発生量を100m ³ /日以下に抑制	2025年内	実施中
方針3 漏らさない	建屋内滞留水の水位を周辺地下水の水位より低位に保ち、建屋外に流出しない状態を維持	—	継続実施
	溶接型タンクでの浄化処理水の貯蔵の継続	—	実施中
	海側遮水壁の設備メンテナンスや、地下水及び港湾内モニタリングの継続実施	—	継続実施
滞留水処理	①建屋内滞留水の処理完了※1	2020年内	達成
	②原子炉建屋内滞留水を2020年末の半分程度に低減	2022年度～2024年度	実施中

※1：1～3号機原子炉建屋、プロセス主建屋、高温焼却炉建屋を除く。

4

汚染水対策

方針1

汚染源を取り除く

多核種除去設備等処理水^{※1}について (P. 37~38)

多核種除去設備等にて浄化されタンクで貯留している処理水については、よりわかりやすく、皆さまにお伝えできるよう、当社ホームページ内に「処理水ポータルサイト」を公開しています。(日本語版・英語版)

多核種除去設備等処理水の二次処理の性能確認試験を実施しました。

くわしくは、こちらから。

<http://www.tepco.co.jp/decommission/progress/watertreatment/>



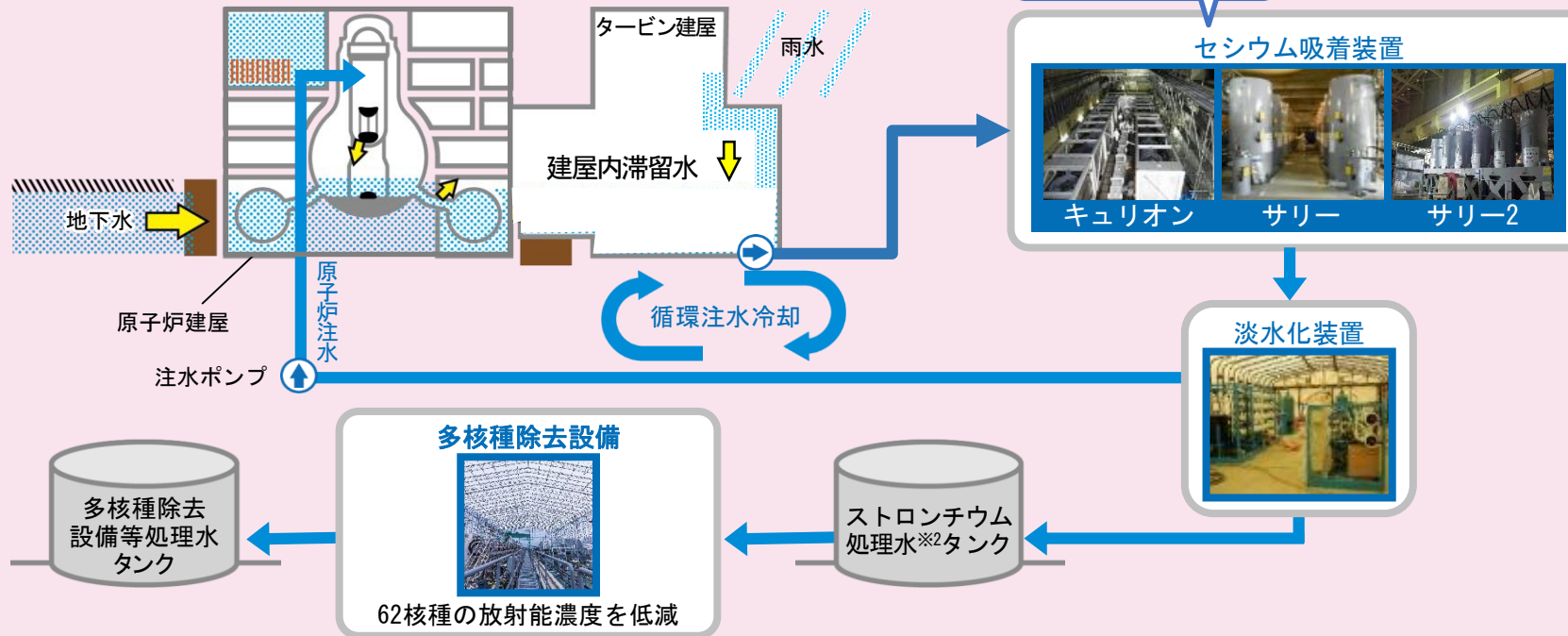
ストロンチウムも除去できるよう改良

セシウム吸着装置



キュリオン サリー サリー2

淡水化装置



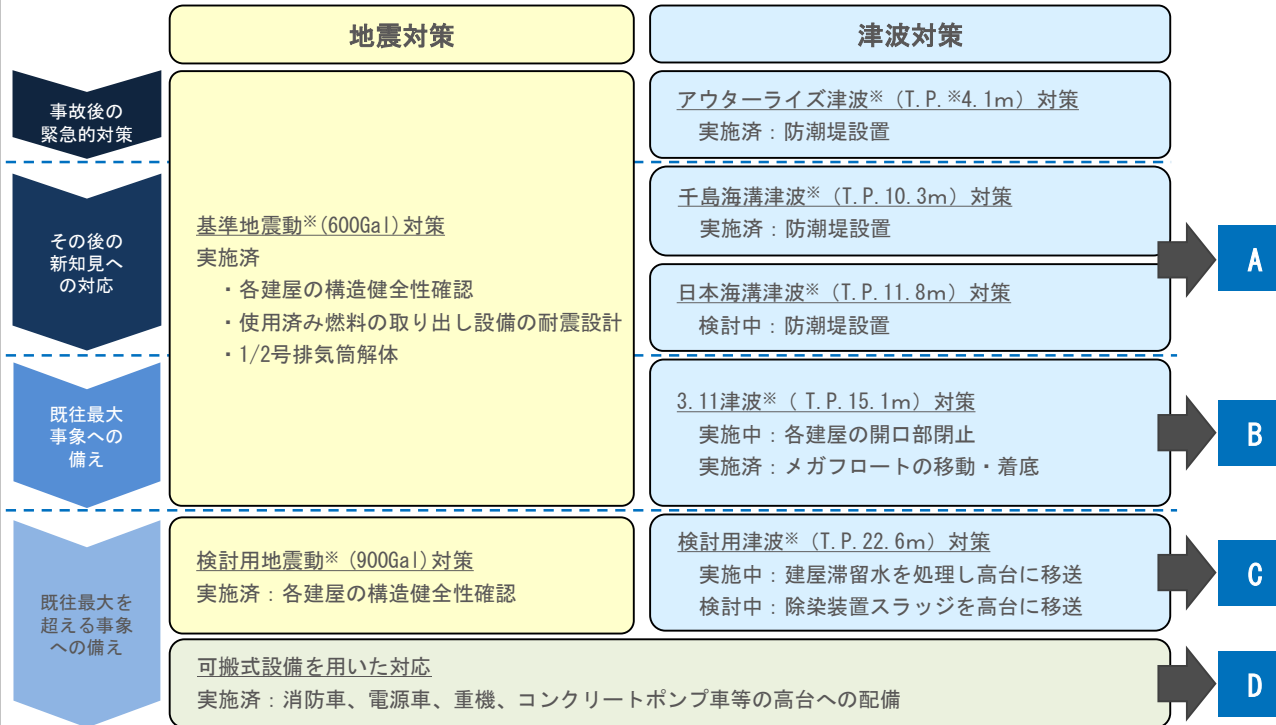
※1 多核種除去設備等処理水：福島第一原子力発電所で発生する汚染水の浄化設備である多核種除去設備等でトリチウム以外の大部分の放射性核種を低減した水。

※2 ストロンチウム処理水：セシウム・ストロンチウムを低減した水。

進行中の作業

地震・津波対策の考え方

地震・津波対策安全上重要な対策および評価を、実現可能性等を考慮しつつ段階的に実施しています。



※ 基準地震動：東北地方太平洋沖地震前までの知見や耐震設計審査指針を踏まえ評価した、施設の耐震設計において基準とする地震動
(東北地方太平洋沖地震による敷地での揺れの大きさと同程度の地震動)
※ 検討用地震動：東北地方太平洋沖地震後の知見や新規制基準を踏まえ、発電所において最も厳しい条件となるように評価したもの。
※アウターライズ津波：プレート間地震後に発生することが多いと言われているアウターライズ(海溝の外側の隆起帯)部での正断層地震による津波。
※T.P.(Tokyo Peil)：東京湾平均海面から高さを示す。
※千島海溝津波：三陸沖から日高沖の日本海溝・千島海溝沿いで巨大地震が起きた場合に襲来する津波。
※日本海溝津波：東日本沖の太平洋底海岸線にほぼ並行する海溝沿いで巨大地震が起きた場合に襲来する津波。
※3.11津波：2011年3月11日に発生した東北地方太平洋沖地震による津波。
※検討用津波：検討用地震動で評価した津波。
※E:10をn乗すると元の数字になるための指数表記。○.OE±nとは、○.○×10^{±n}であることを意味する。

津波対策全体の進捗状況

A 防潮堤の設置
千島海溝津波防潮堤のL型擁壁の据付を2020年9月完了。
今後、日本海溝津波防潮堤を設置予定。

B 建屋開口部閉止
滞留水の残る建屋の対策を2020年11月完了。
滞留水の残らない建屋の対策を2021年度末完了予定。


開口面積
約1200m²
2011年3月 → 約150m²
2021年1月

C 滞留水の放射性物質の除去
循環注水を行っている1~3号機原子炉建屋、プロセス主建屋、高温焼却炉建屋以外の滞留水処理を完了見込み。

放射性物質
約2.6E17Bq
2011年6月 → 約5.4E※14Bq
2021年1月

D 可搬式設備の整備

消防車、電源車、重機、コンクリートポンプ車等を高台へ配備するとともに、発電所内の電源機能等の喪失を想定した訓練を継続。



ケーブル導通訓練

進行中の作業

化学分析業務のシステム化

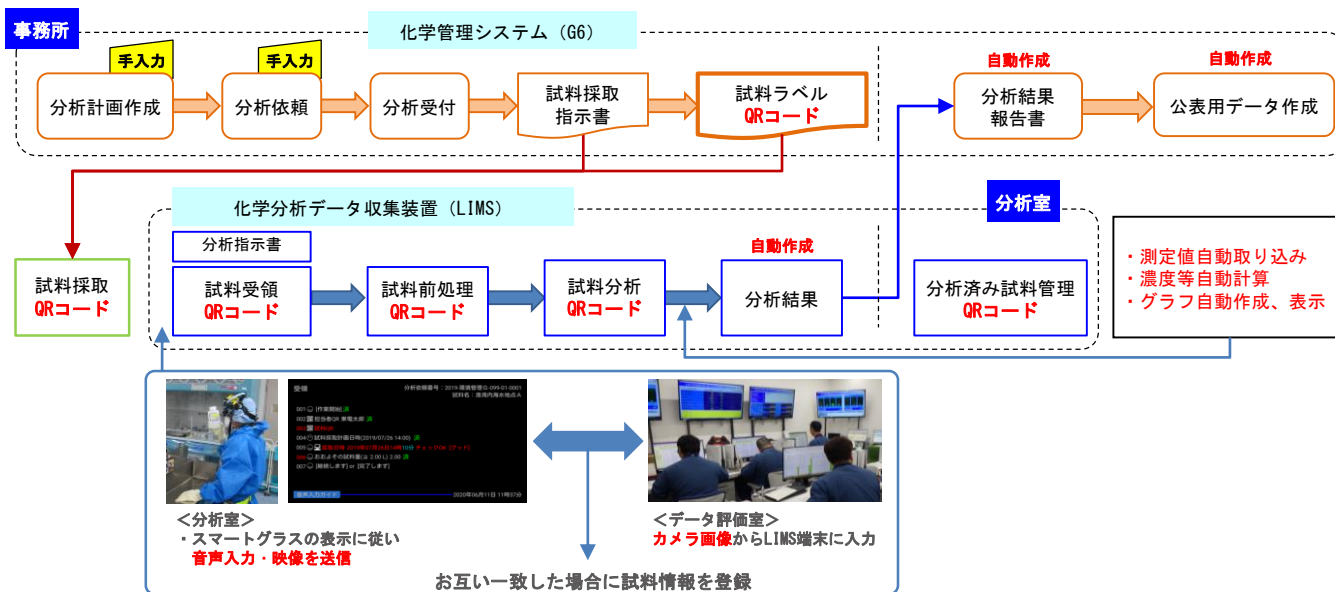
福島第一原子力発電所で1年間に分析される試料の数は約5万件、分析の数は約8万件に及び、分析により得られたデータを廃炉作業での重要な情報とするとともにホームページで公開しています。

これまでは、分析の過程で行う膨大な量のデータチェックや入力には全て手作業で行っていましたが、迅速かつ正確な処理を目的としたシステム化の検討を行い、2020年9月より運用を開始しました。

▶ 分析作業の流れと効果（システム導入後）

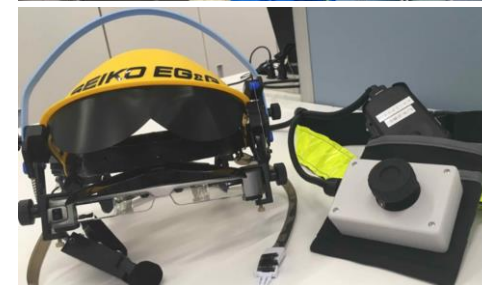
システム化により、各工程を自動化生産性及び品質の向上を達成

- ・データ入力や確認作業の作業量を約8割削減（分析作業全体の約2割に相当）
- ・チェックシートの使用はゼロ



▶ スマートグラスの導入

「カメラ」でQRコードを読み取り、「マイク」で情報の音声入力、「ディスプレイ」に映し出される作業手順を確認しながら分析が可能となり、両手が自由に使えることでの安全性の向上、また、スマートグラスを介した遠隔からのチェックや支援も可能になり、正確性の更なる向上が実現しました。



現在の取組み

▶ 概要

福島第一原子力発電所では、社員及び協力企業作業員に対して、出社前検温の実施やマスク着用の徹底、休憩所の時差利用等による3密回避、県外への往来や会合への参加の自粛など、これまでも感染拡大防止対策を実施してきました。

また、万一、パンデミックとなった場合においても、廃炉作業に不可欠な作業を安定的に継続できるよう、当直体制などを整えています。

2021年2月25日時点で、福島第一原子力発電所においては、新型コロナウイルスの感染者が8名(社員1名、協力企業作業員7名)発生していますが、これに伴う工程遅延等、廃炉作業への大きな影響は生じていません。

なお、福島第一原子力発電所において、新型コロナウイルスの新規感染者は、1月15日以降は発生していません。

▶ 2021年1月7日の緊急事態宣言を踏まえた対策

1月7日、政府から緊急事態宣言が発令され、福島第一原子力発電所においては、引き続き、出社前検温の実施やマスク着用の徹底、赤外線サーモグラフィーによる体表温度検査、会合およびイベントへの参加自粛等の感染拡大防止対策の実施を徹底するとともに、県外から発電所へ入所する協力企業作業員の県内移動前のPCR検査受験の運用も継続していきます。

なお、緊急事態宣言が発令されている状況を踏まえ、新型コロナウイルス感染拡大防止の観点から、1月8日から当面2ヶ月先(3月7日)まで、視察は中止とし、廃炉資料館は休館になります。

▶ 作業等で使用する装備品の取扱い

新型コロナウイルスの影響で、国内外でマスクや防護装備の需要が高まっている中、福島第一原子力発電所の廃炉作業で使用している物資(防護装備を含む)については、現時点で必要量を確保しております。

今後、製造業全般における「サプライチェーン」の課題長期化が想定される中でも、福島第一原子力発電所の廃炉作業に万全を期すべく、防護装備の安定的な確保に向けて、調達先の拡大などの必要な対応を随時実施しており、加えて、作業員の安全性確保を大前提に、各装備品(防護装備)の柔軟な取扱いなどの対応を実施してまいります。

▶ 福島第一原子力発電所における当直体制について

現状の当直体制(勤務シフト)は通常体制。廃炉作業を安定的に進める上で不可欠な作業を担う当直員が感染することを回避するため、当直員と当直員以外の動線を分ける対策を講じています。

▶ 感染者が出たときの対策

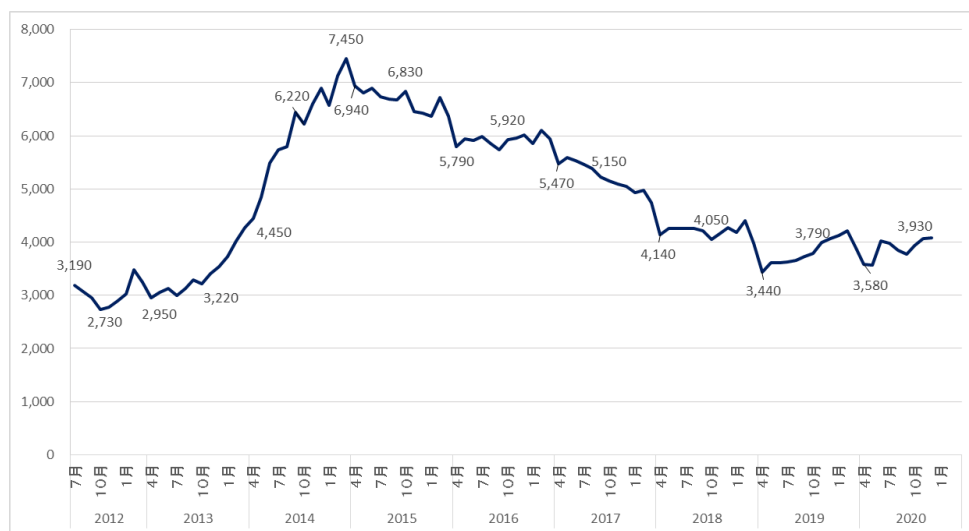
- ・感染者本人および濃厚接触者の非出社対応
- ・感染者本人および濃厚接触者は、速やかに自宅待機や在宅勤務とします
- ・濃厚接触者(疑い者も含む)のPCR検査受検については、医療機関および保健所の指示に従います
- ・感染者が使用したエリアの消毒
- ・感染者が使用したエリアは、速やかに消毒
- ・濃厚接触者の使用エリアも、速やかに消毒
- ・感染者本人は速やかに保健所へ連絡し、以降の対応は、保健所の指示に従います

作業員数と被ばく管理の状況

作業員数の推移

2021年2月の作業に従事する人数（協力企業作業員及び東電社員）は、平日1日あたり約3,900人を想定しています。なお、2020年12月時点での福島県内雇用率は、約65%です。

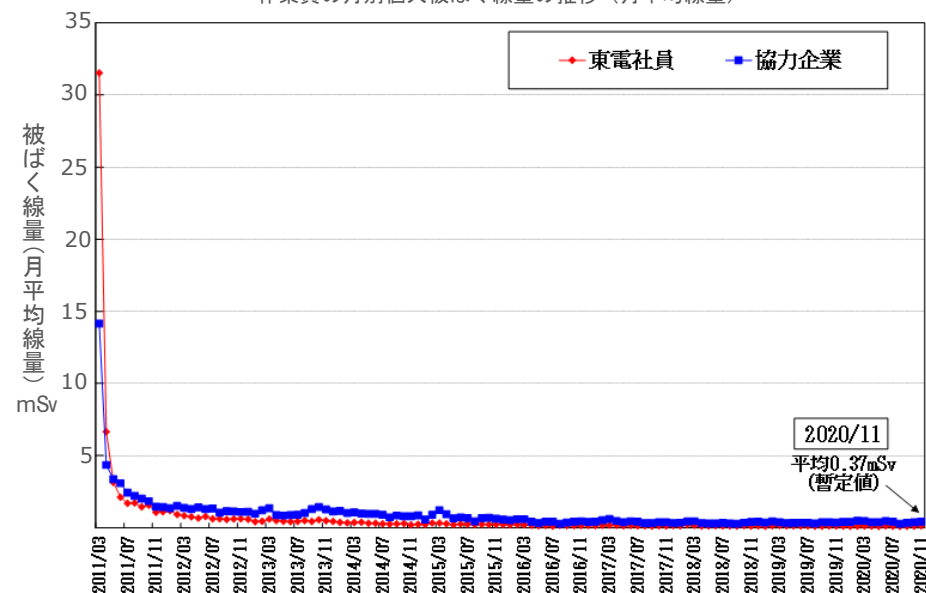
2012年7月以降の平日1日あたりの平均作業員数（実績値）の推移



被ばく管理状況

2015年度以降、作業員の月平均線量は1mSv以下で安定しており、大半の作業員の被ばく線量は線量限度に対し大きく余裕のある状況を維持しています。（法令上の線量限度：50mSv/年かつ100mSv/5年）

作業員の月別個人被ばく線量の推移（月平均線量）



以上