

第5回 福島第一廃炉国際フォーラム

廃炉の安全への取組 No.2

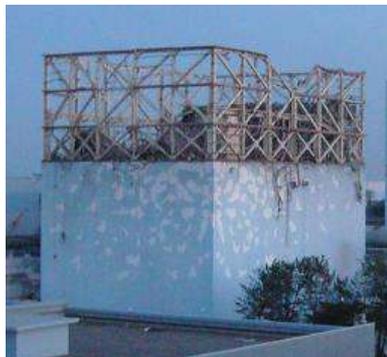
使用済燃料取り出し

2021.11.1

東京電力ホールディングス株式会社
福島第一廃炉推進カンパニー
ALPS処理水プログラム部長
清水 研司

使用済燃料プールの燃料保管状況（震災当時）

1号機



保管体数：392体

2号機



保管体数：615体

3号機



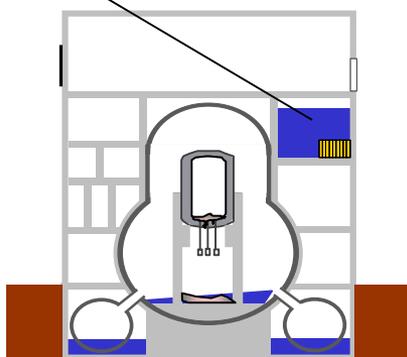
保管体数：566体

4号機



保管体数：1,535体

使用済燃料プール(SFP)

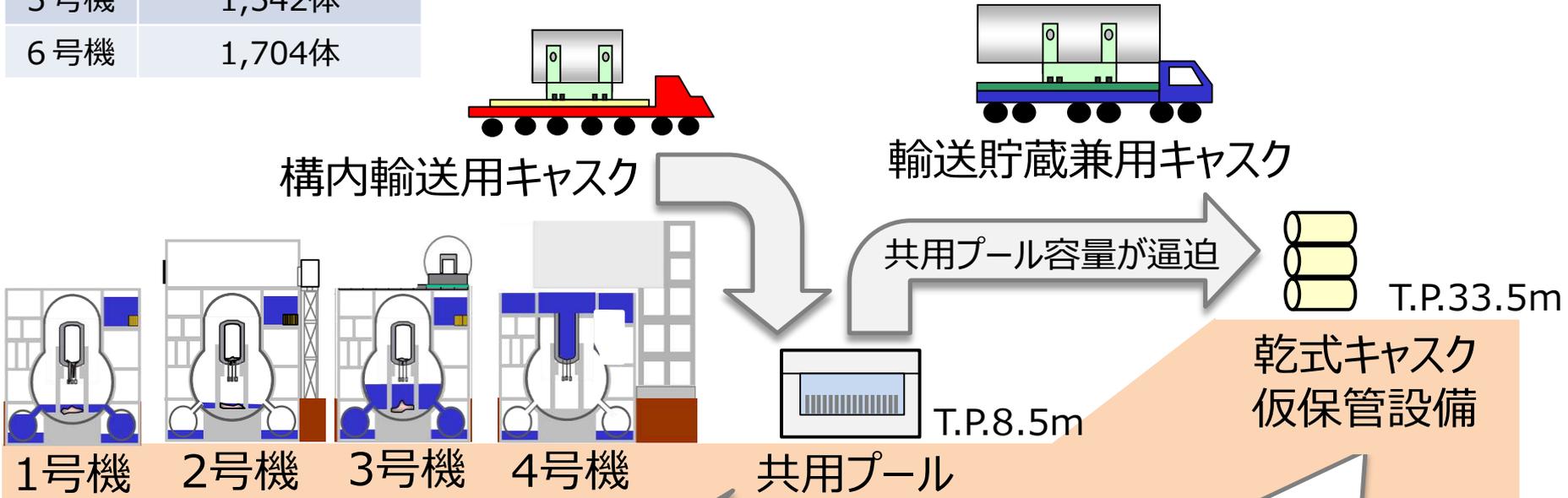


2号機の例

	プール内保管対数
5号機	1,542体
6号機	1,704体

プール燃料取り出しの全体像

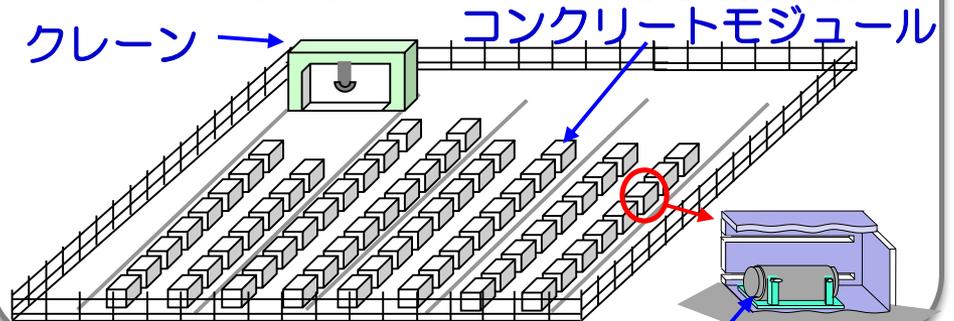
	プール内保管対数
5号機	1,542体
6号機	1,704体



共用プール



乾式キャスク仮保管設備



全体スケジュール（2021.10時点）



1～3号機：線量が高い
(燃料取り出しロードマップ作成時)



使用済燃料プールに保管燃料が多く
線量が低い**4号機を優先**

1号機：建屋カバー設置済

2号機：建屋の爆発なし



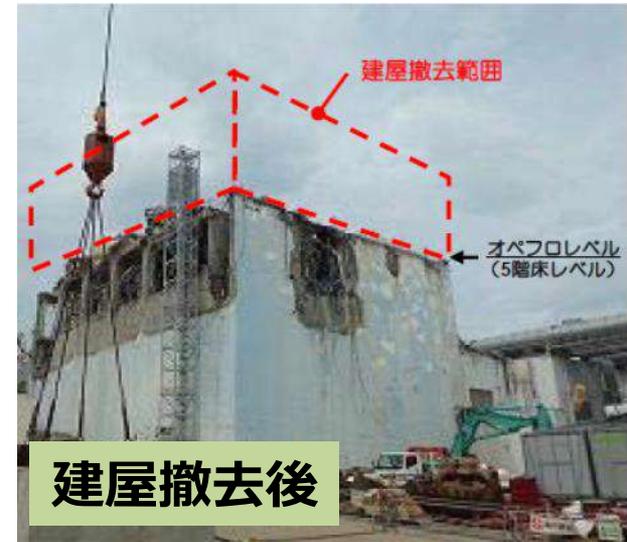
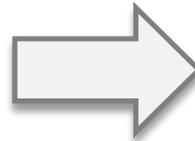
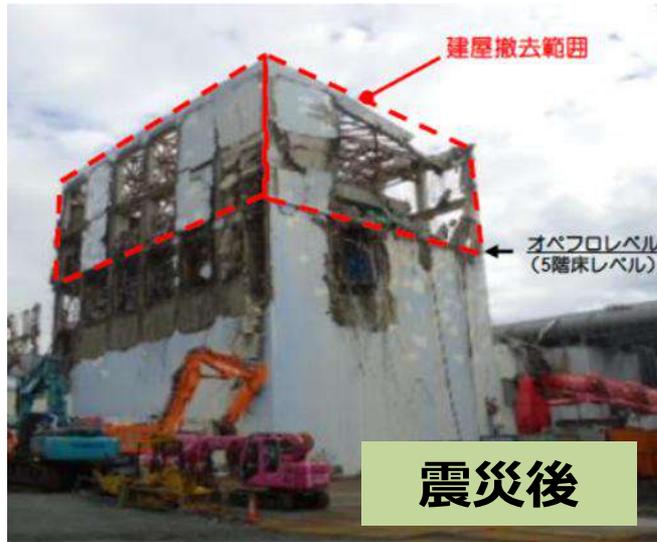
4号機の次は**3号機を優先**

- 1、2号機 作業準備上、2号機 → 1号機
- 5、6号機 1、2号機の作業に影響を与えない範囲で実施
- **全号機 2031年内に取り出し完了（目標）**

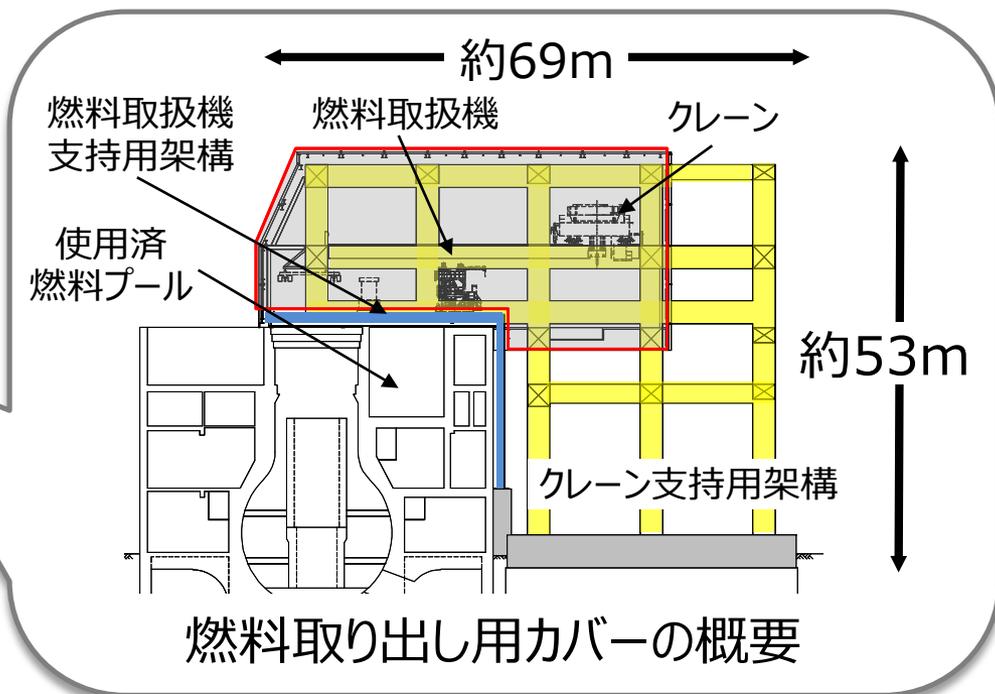
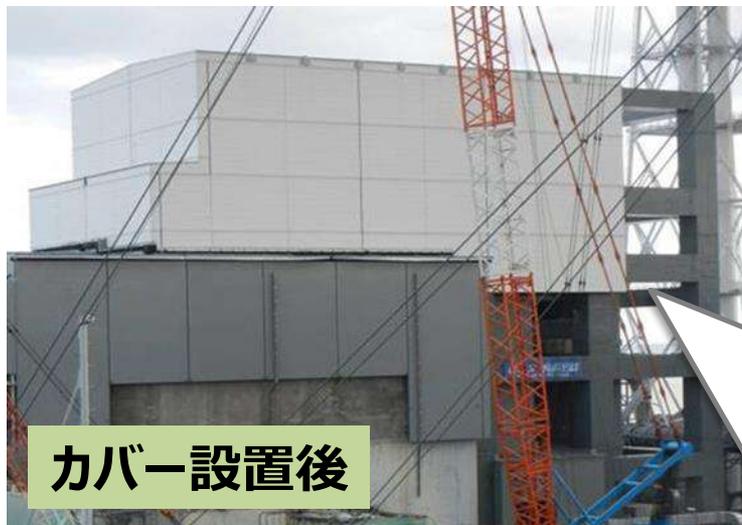
中長期ロードマップ（2011年）： 2013年取り出し開始

	2011年度	2012年度	2013年度	2014年度
計画			燃料取り出し開始	燃料取り出し完了
実績	上部建屋解体	カバー設置	FHM据付	燃料取り出し

- 目標（中長期ロードマップ）通りに燃料取り出し完了
- ① 週7日工程
 - ② 燃料取扱機、クレーン等の点検工程を短縮
 - ③ 特に不具合なし
 - ④ 懸念されていたガレキのカジリは、一度も確認されない



- 4号機は水素爆発したが、他号機と比較して**放射線量が低かった**
- 有人作業が可能であったため、最上階に残置された資機材等は、**有人作業による撤去**を実施
- 最上階より上部の建屋躯体は、爆発により損傷しており、**有人操作による解体重機**により、**建屋上部解体**を実施



- 原子炉建屋周辺の線量は比較的低く、一般工法の採用が可能
- 燃料取り出し用カバ－は、損傷した原子炉建屋に荷重をかけないよう、片持ち方式を採用
- 作業員の被ばく低減を目的に、柱・梁は3m角のサイズとし、部材内部に昇降設備や通路を設置

様々な大きさ・形状の治具を用いて、一つ一つガレキを撤去



大型ガレキの撤去



ガレキ吸引作業



吸引作業後

ガレキ撤去治具
(全21種類)

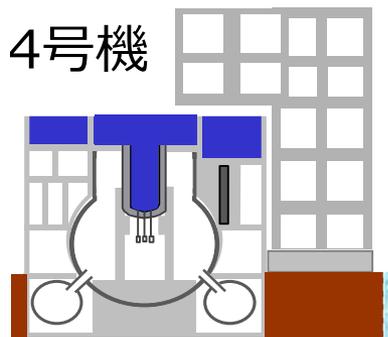


燃料取扱機を設置



有人作業で燃料を移動





共用プール
(新燃料の大多数は6号機へ)

当初の輸送工程では
ロードマップ工程に間に合わない

作業工程 を工夫し

2014年12月 取り出し達成！

4号責任者は、後に語った

4号機は、
東電の廃炉ロードマップ工程に対して
当初の計画工程を達成

**達成のポイント！**

- 信頼関係がないと、力を合わせることはできない
- 力を合わせられれば、一体感が埋まれる
- そうなれば、最大限の力が出せる

4社と東電が
力を合わせた



HITACHI



株式会社 宇徳
UTOC UTOC CORPORATION



TEPCO



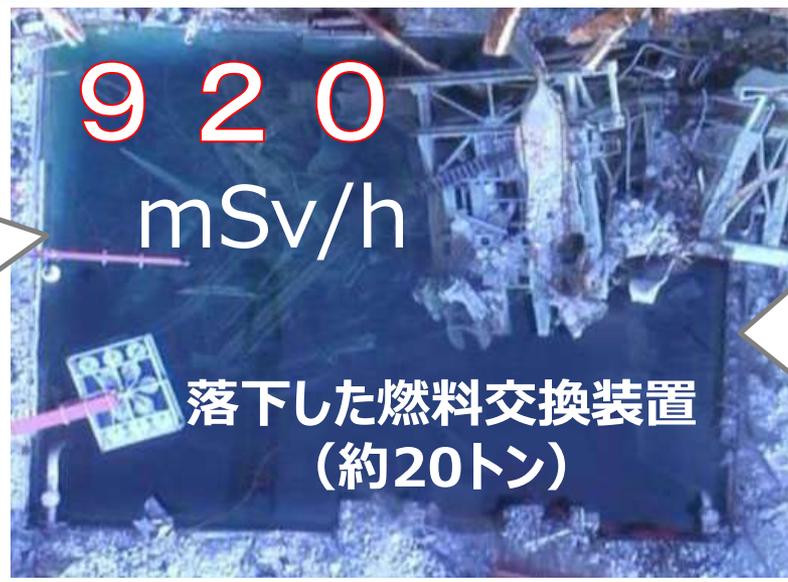


2011.3.14
3号機 爆発

3号機原子炉建屋
(事故当時)



落下した屋根材



9 2 0
mSv/h

落下した燃料交換装置
(約20トン)

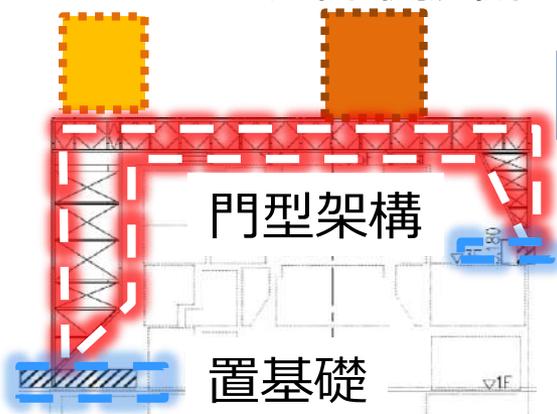


燃料上の堆積物

門型架構・置基礎の採用

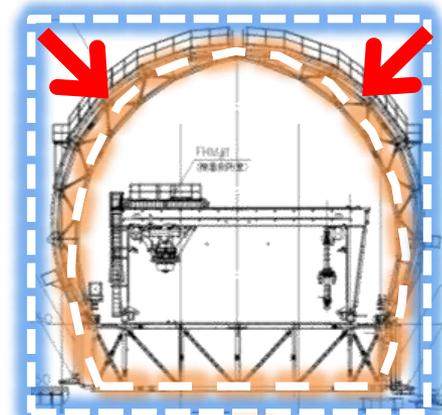
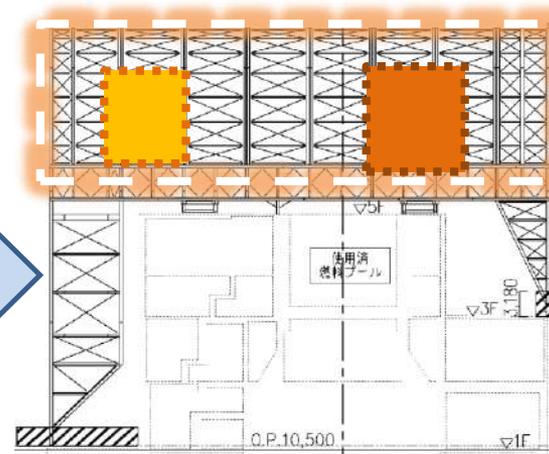
- 原子炉建屋上部への負担軽減

クレーン 燃料取扱機



軽量化の要求

トラス構造、ドーム屋根の採用



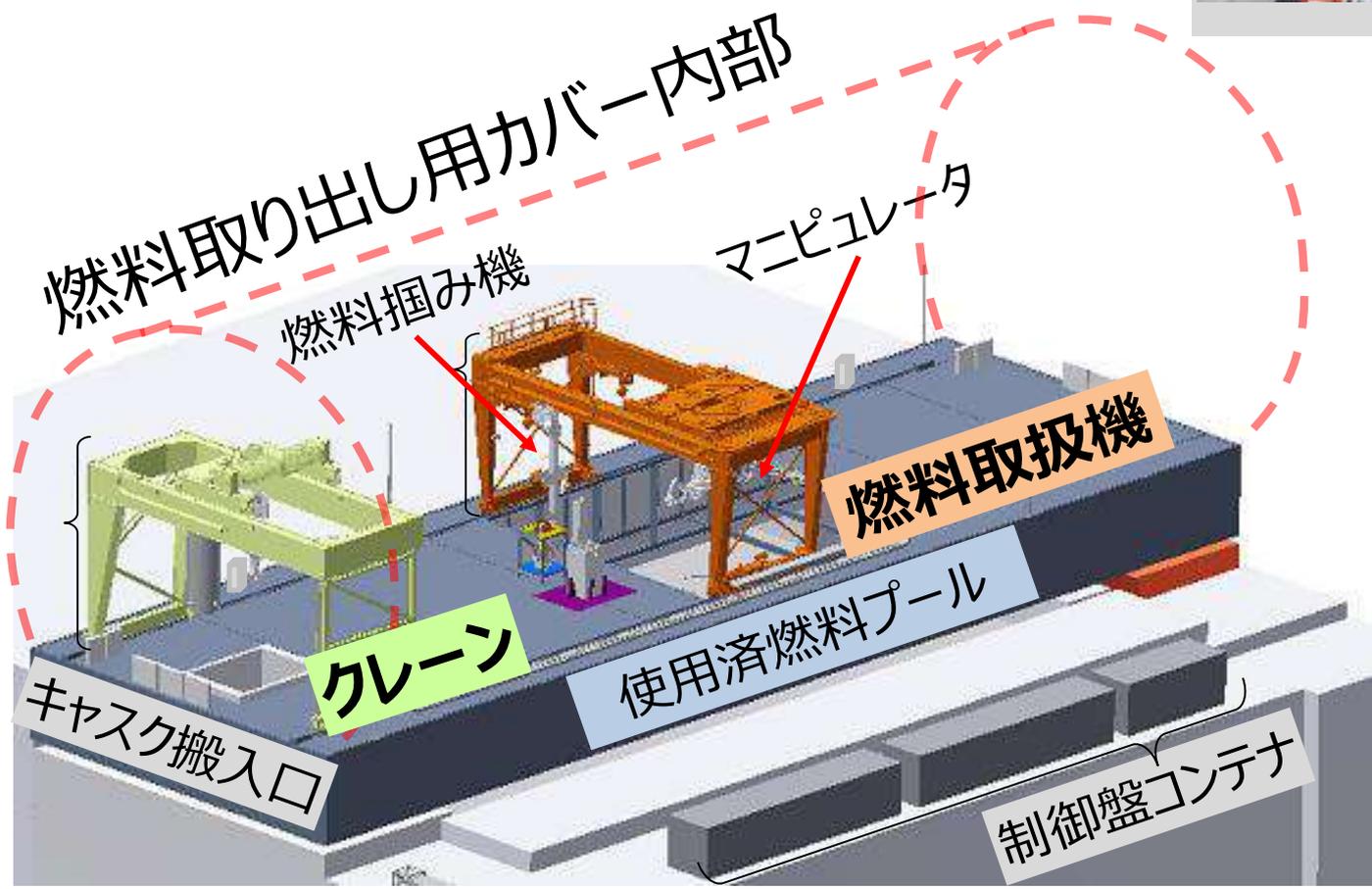
→ により
100トンの軽量化



組立試験
(小名浜ヤード)

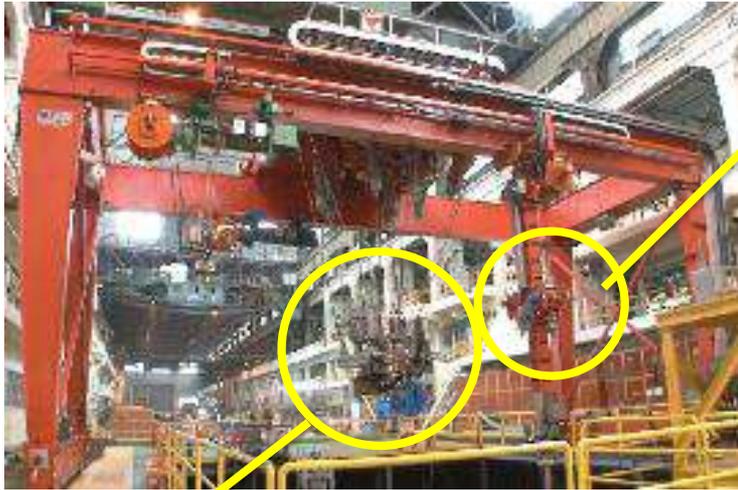


【世界初】 フル遠隔操作での燃料取り出しを実施



燃料取扱機

- 燃料掴み機で燃料移動
- マニピュレータでガレキを撤去



燃料
掴み機



マニピュレータ



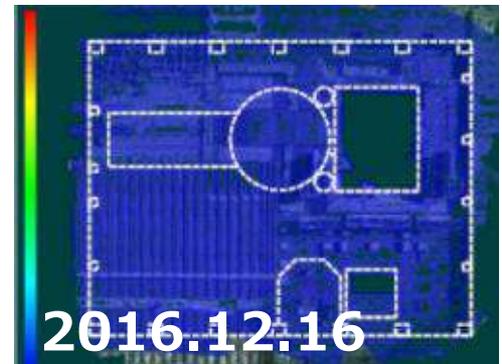
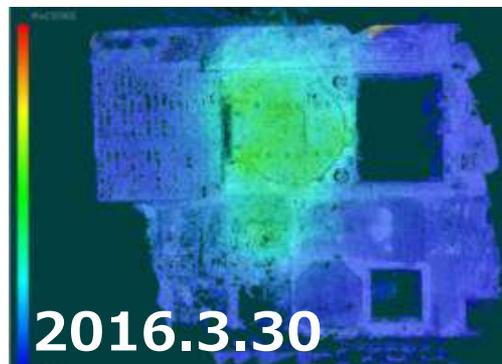
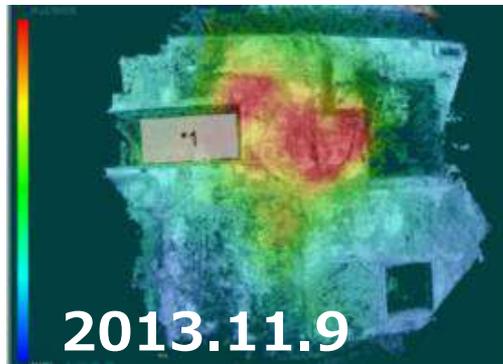
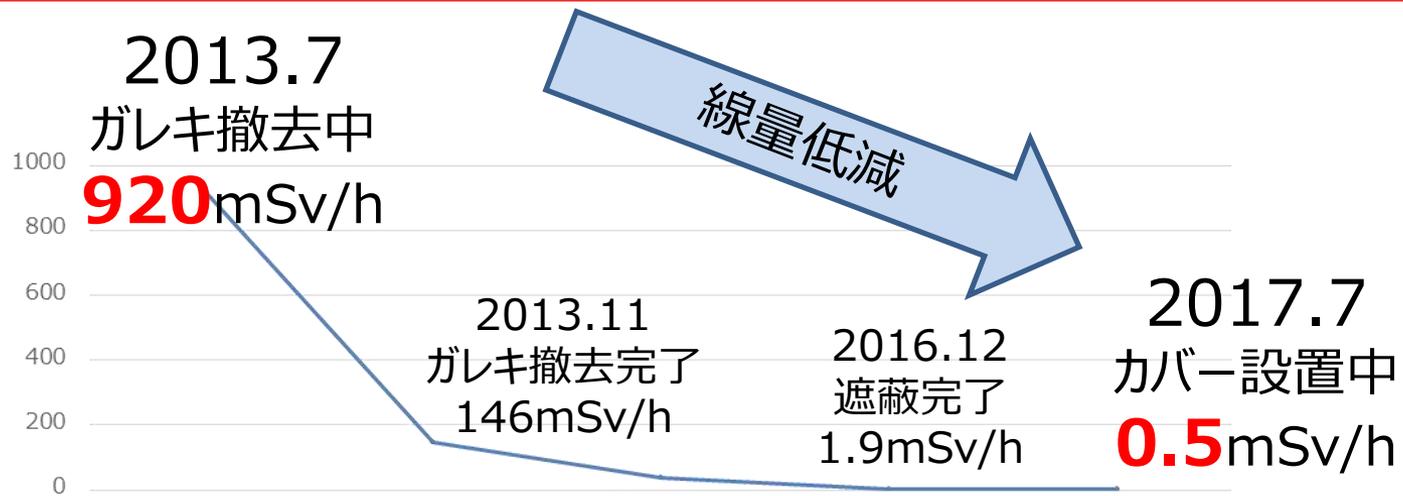
つかみ具 カッター

クレーン

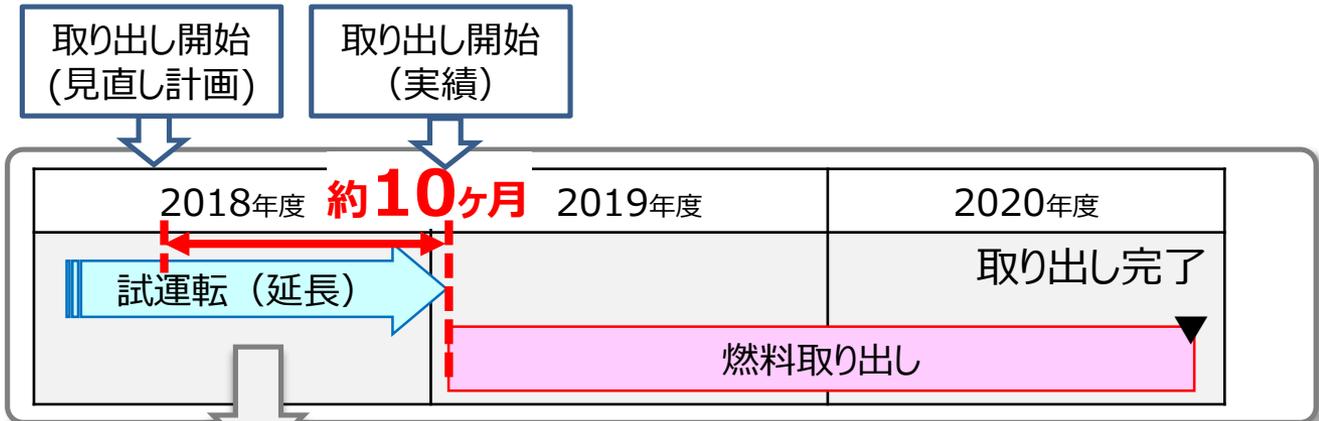
- 輸送容器の蓋締め
- 輸送容器の吊上げ



輸送容器吊具 蓋締付装置



- ガレキ撤去前は、高線量のため有人作業が不可能
- ガレキ撤去・除染・遮蔽の実施により、920→0.5mSv/h



試運転で不具合確認

焼損

電圧誤設定

断線

ケーブル品質

初回取り出し時の気付き

燃料

キャスクに引っかけり時間が掛かる

2018.7 ~ 2019.3	2019.4	2019.4 ~	<p>取り出し再開</p> <p>ただし</p> <p>約10ヶ月遅れ</p>
不具合対応 (電圧設定) (ケーブル取替)	取り出し 開始 1基 (7体)	ふりかえり	

燃料取り出し① (DLTG)

輸送燃料 1 基分 (燃料 7 体) 取り出し後、
ふりかえり、カイゼンを実施

- ① 設備の総点検を実施
- ② 操作の気づきを手順に反映

② 吸引ホース固定場所を
燃料移動ルート外へ変更



② 現場モニタを
見やすい位置へ変更



DLTGサイクル

予想が難しく、不確定要素が大きい廃炉作業に力を発揮

Do (実行) **Look** (観察) **Think** (考察) **Grow** (成長)

(一通り作業をやってみて、観察・考察を加え、次はもっと上手くできる)



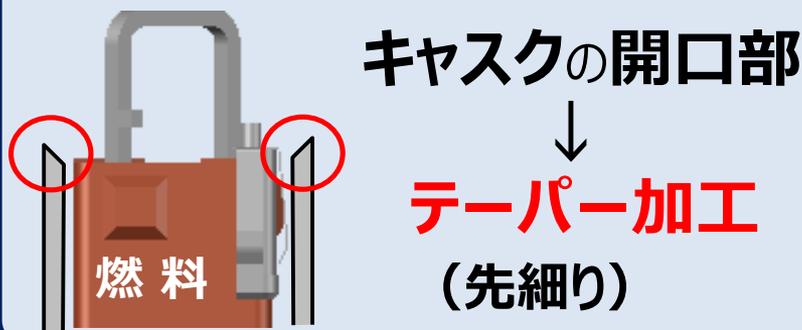
装填手順を変える

当初計画： **キャスクに引っ掛かる**



↓ **カイゼン**

見直し後： **キャスクの開口形状を変更**



当初計画： **大まかな手順書**

手順書
1.目視で位置合わせ
2.下げ操作
...

操作員の力量頼り

1時間以上の**差**



↓ **カイゼン**

見直し後： **人に依らない手順書**

手順書
1.105カメラで確認
2.座標12-34に位置合わせ
...

使用カメラ
カメラワーク

⇒標準化

治具を変える

当初計画： マニピュレータで取付

自由に動ける

便利

マニピュレータ
(マジックハンド)

燃料
プール

フランジプロテクタ
(取付位置の調整必要)

キャスク

見直し後： 補助ホイストで取付

上下移動のみ **干渉なし**

さらに…

プロテクタ改造
(360°取付可能)

取付位置の
調整不要

と・こ・ろ・が . . .

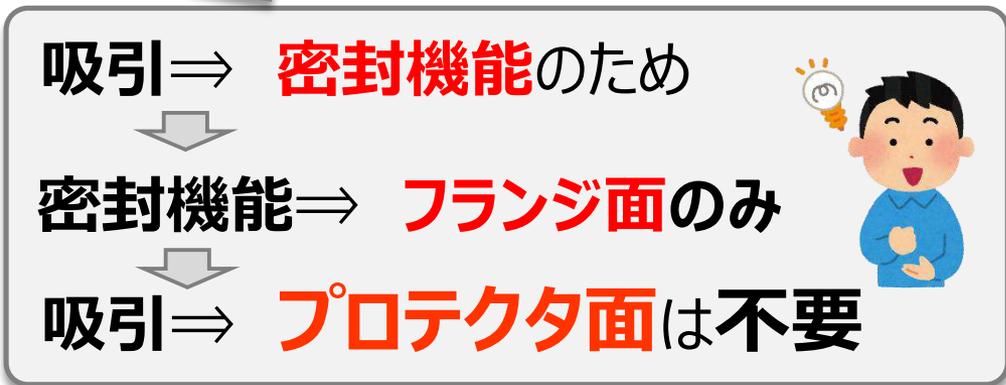
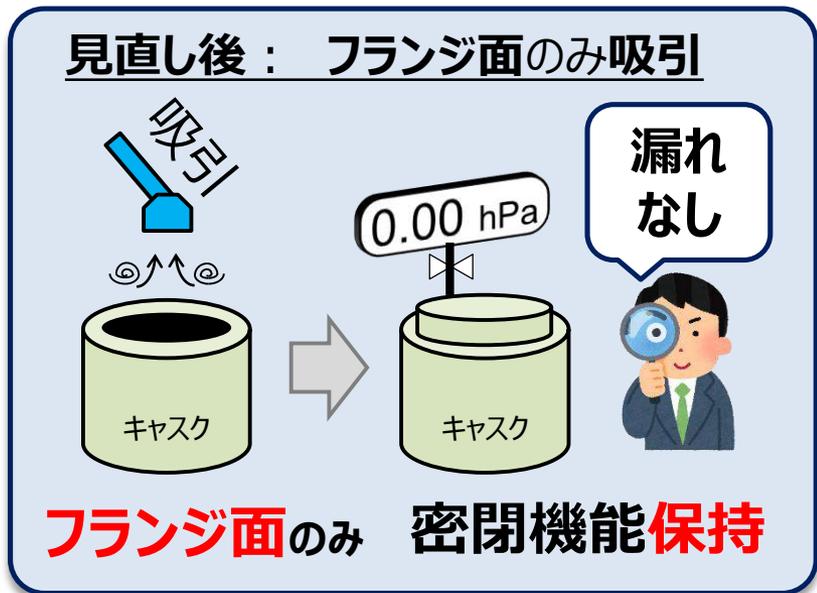
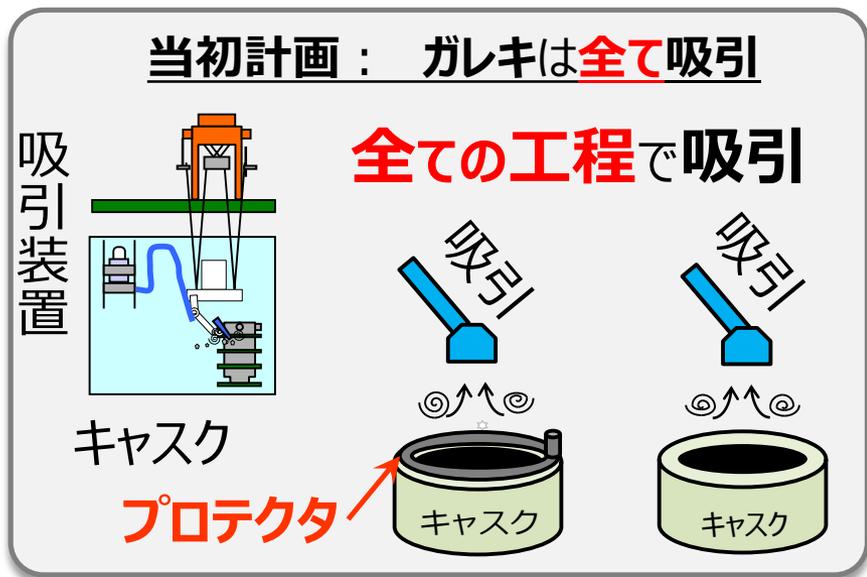
自由に動ける

干渉・接触が増える

干渉確認に**時間**が掛かる

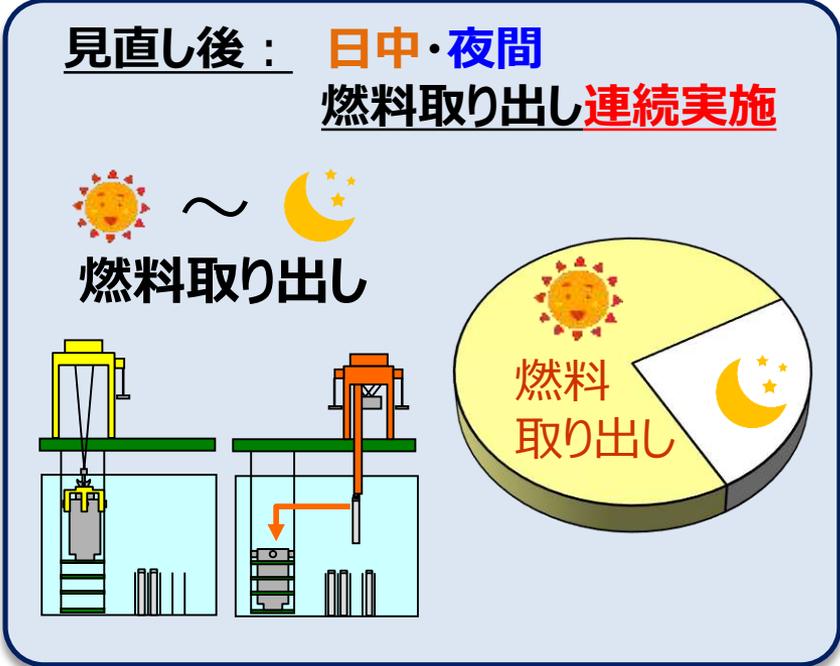
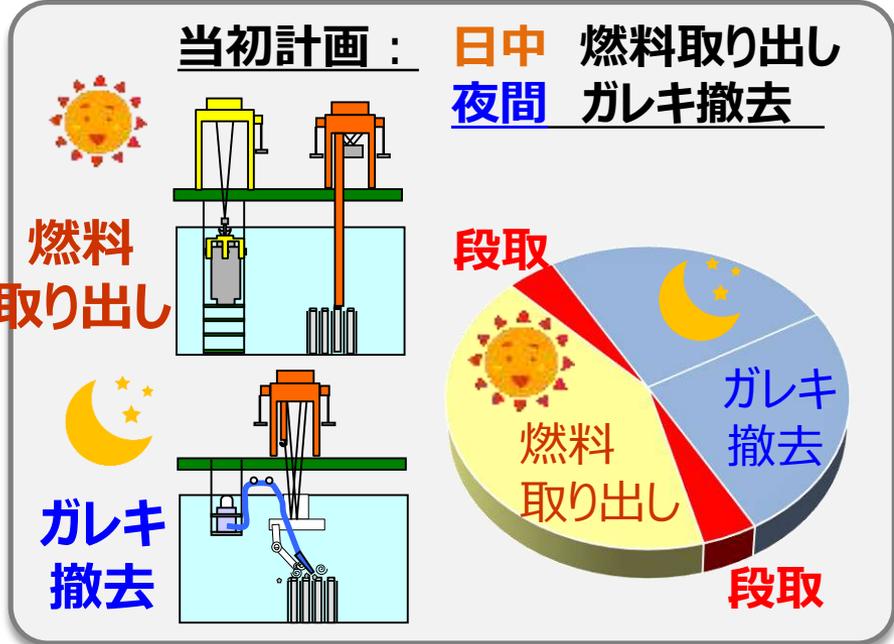
カイゼン
(治具装置の見直し)

吸引作業を無くす



カイゼン
(手順の見直し)

段取り替えを変える

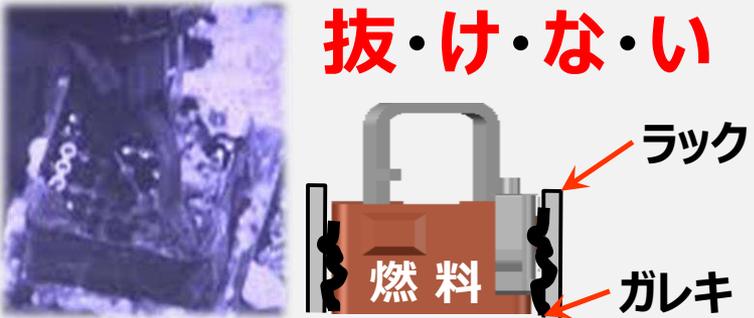


ガレキ撤去⇒ **先行して全て完了**
 燃料取り出し⇒ 集中的に**連続実施**

段取り替えの**時間削減**

カイゼン
 (サイクルタイム変更)

ラックに**固着**して**燃料11**体が
抜・け・な・い



燃料
ラック
ガレキ

引き抜き対策を検討

燃料とラック間に
タガネを挿入



燃料
タガネ



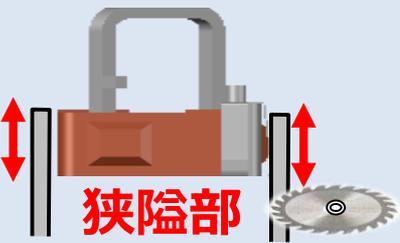
タガネ

対策①
振動発生
空気注入



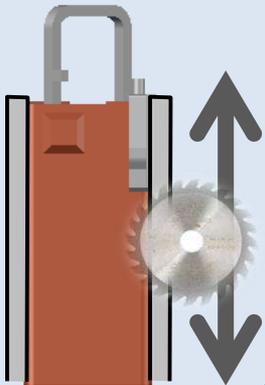
振動
空気
燃料

対策②
ラック狭隘部
の切削装置



狭隘部

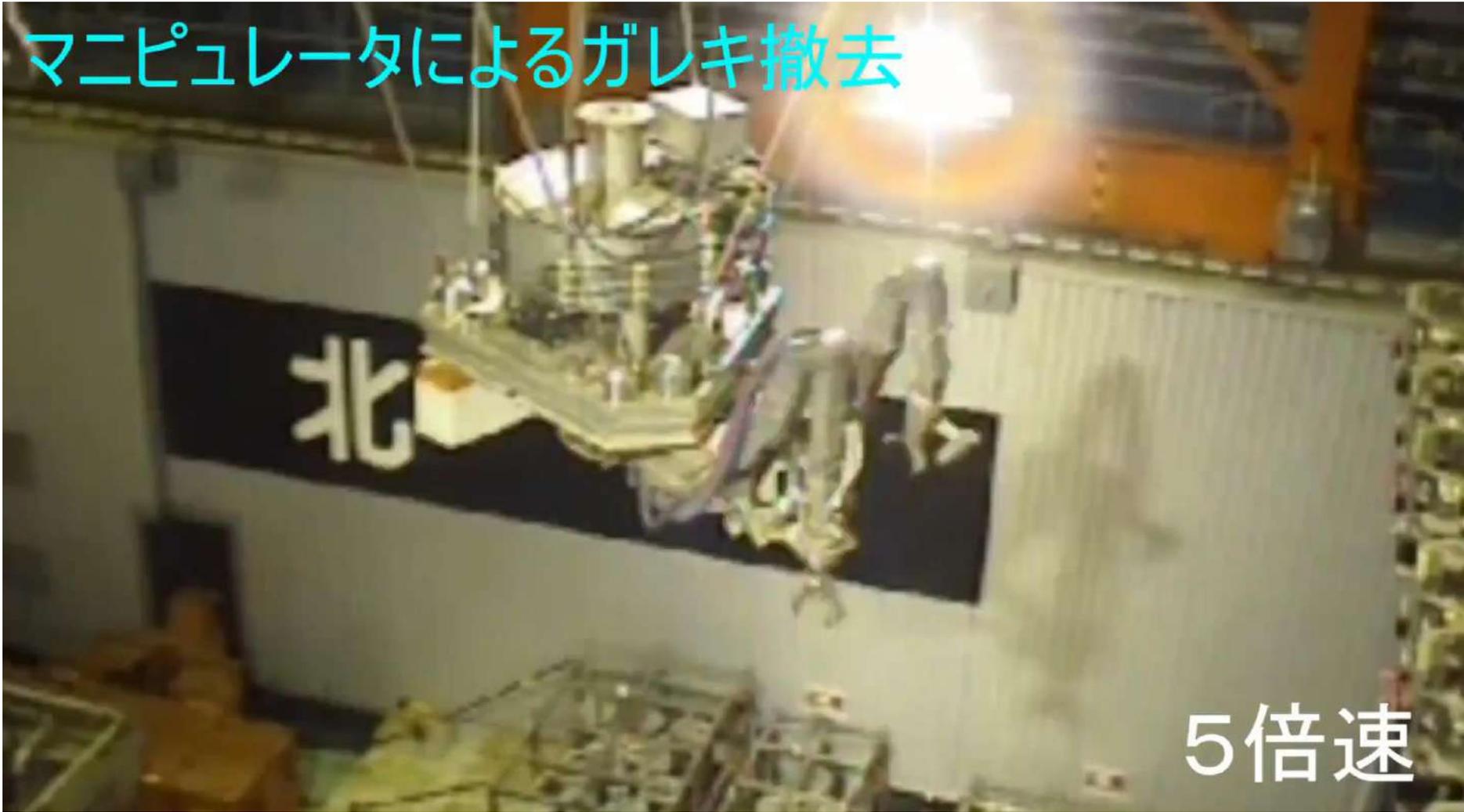
対策③
ラックの
切断装置



10ヶ月遅れをリカバリー達成

2021年2月末
取り出し完了

マニピュレータによるガレキ撤去



5倍速

3号責任者は、後に語った

3号機は、
世界の英知を集め、初のフル遠隔装置を開発
初期不具合はあったが解決し、取り出し操作でリカバリー

達成のポイント！

- 現地での振り返りを行うのが重要
(Do Look Think Grow)
- 最後までやり抜く強い意志
- 何よりも一緒に働く協力企業との一体感



TEPCO



TOSHIBA
Leading Innovation >>>

鹿島
KAJIMA CORPORATION

 株式会社 宇徳
UTOC UTOC CORPORATION


東京パワーテクノロジー

2号機燃料取り出し方針

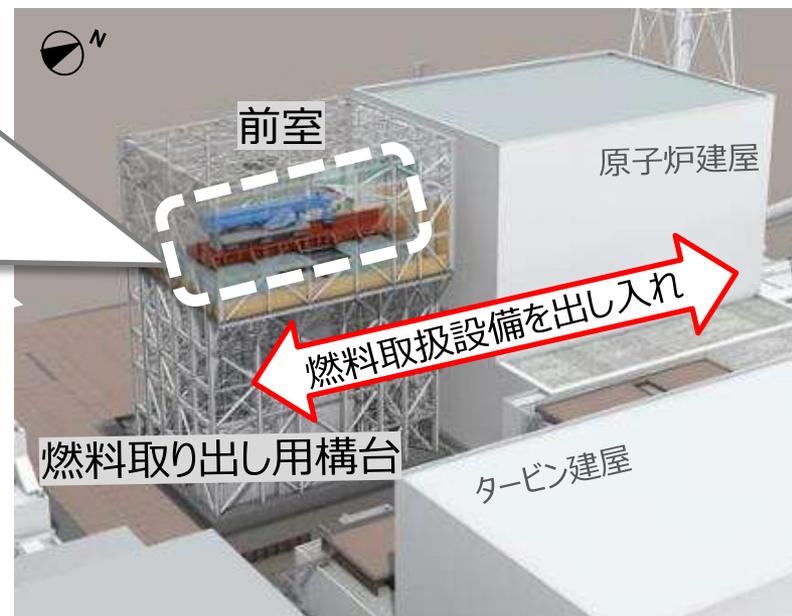
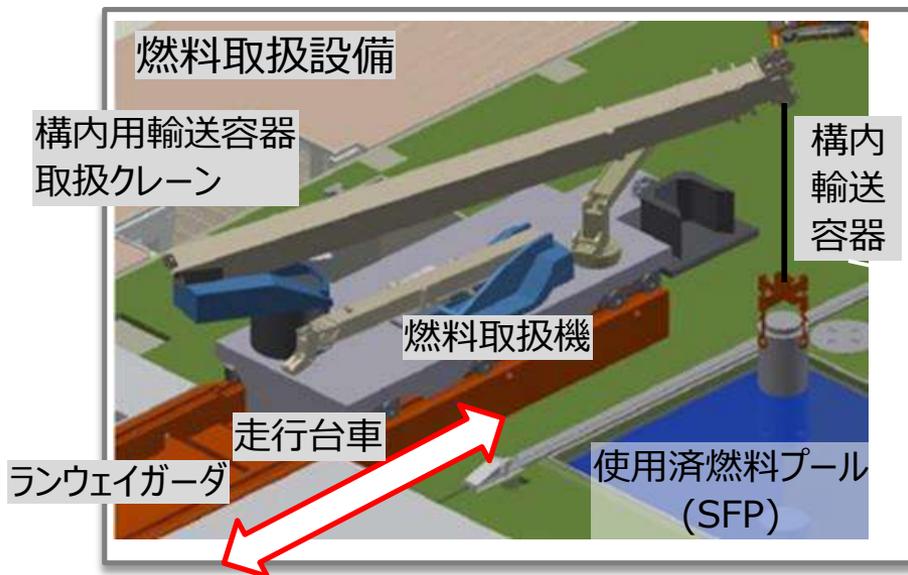
構台設置

除染・遮蔽

燃料取扱設備設置

燃料取り出し開始
2024～2026年度

- 爆発していない既存建屋を活用、最小限の壁面開口部を設置
壁面開口部から燃料取扱設備を出し入れ ⇒ **汚染拡散を防止**
- 除染・遮蔽後、燃料取扱設備を設置
遠隔操作で燃料取り出し ⇒ **被ばく低減**



1号機燃料取り出し方針

大型カバー設置

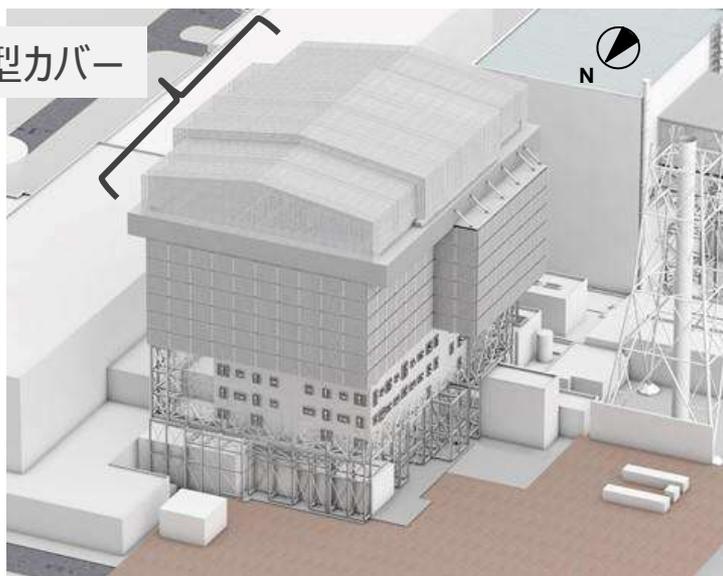
ガレキ撤去
除染・遮蔽

燃料取扱設備設置

燃料取り出し開始
2027～2028年度

- 建屋上部を覆う大型カバーを設置 ⇒**汚染拡散を防止**
- ガレキ撤去、除染・遮蔽により放射線量を低減
⇒**有人作業**で燃料取扱設備設置、燃料取り出し
- 一部の燃料は被覆管が損傷しているため、安全な取り出し工法が課題

大型カバー



- **3、4号機**で得られた知見を活かし、
後続の**1、2号機燃料取り出し**を**着実に進めていく**
- **安全最優先**で、**燃料取り出し作業**を、**日々磨き込む**
- **社会の皆様**に、お約束した**ロードマップ**を守りぬく

今後も、**福島への責任**を**貫徹**するため、
東電、協力企業一丸となって、
廃炉作業を進めていきます



HITACHI



株式会社 宇徳

UTO CORPORATION



TOSHIBA
Leading Innovation >>>

