

# 3号機燃料取扱機（FHM）の不具合について

2018年9月27日



## 東京電力ホールディングス株式会社

©Tokyo Electric Power Company Holdings, Inc. All Rights Reserved. 無断複製・転載禁止 東京電力ホールディングス株式会社

### 1. 燃料取扱機（FHM）の不具合状況

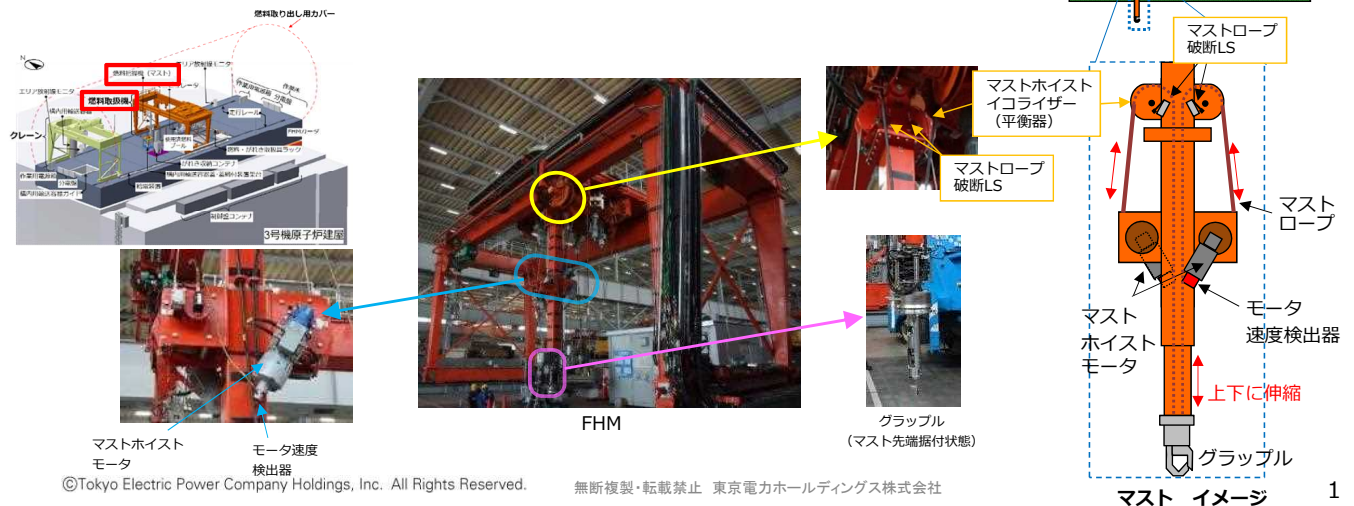


#### ■ 発生事象

2018年8月8日 原子力規制委員会による使用前検査中、機能検査のために燃料取扱機（以下、FHMという）の燃料把握機（マスト）を使用済燃料プールに降下させていたところ、制御系に関する異常を示す警報が発報し、FHMが停止した。そのため、使用前検査を中断した。

#### ■ マスト概要

- 燃料把握機（マスト）は、マストホイストモータでマストロープを出し入れすることで、上下に伸縮する。
- マストロープは2本あり、片側のロープが破断しても、もう片方のロープで燃料等の保持が可能。片方のロープが破断した際は、マストホイストイコライザーが傾きロープの破断を検知する。

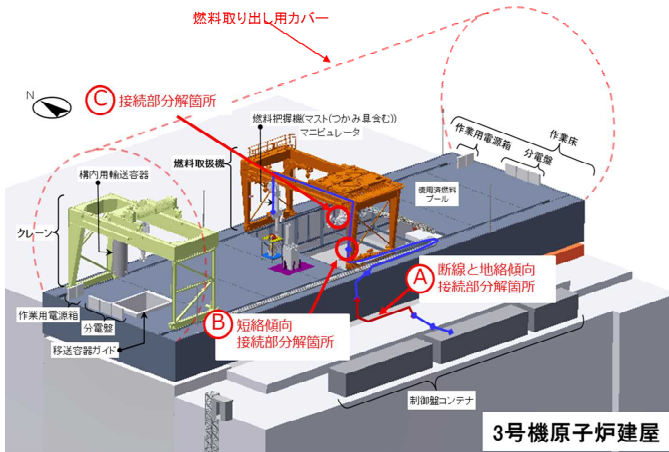


©Tokyo Electric Power Company Holdings, Inc. All Rights Reserved.

無断複製・転載禁止 東京電力ホールディングス株式会社

■ 不具合箇所特定のため以下の実施

- 外観確認、動作確認の結果、ロープの破断、制御系機器に損傷は確認されなかった。
- ケーブル入替試験、抵抗測定の結果、マストホイストモータ速度検出器（1）につながるケーブルに断線、地絡傾向、短絡傾向を確認。
- 分解調査の結果、接続部内部にリード線の断線を1箇所確認。

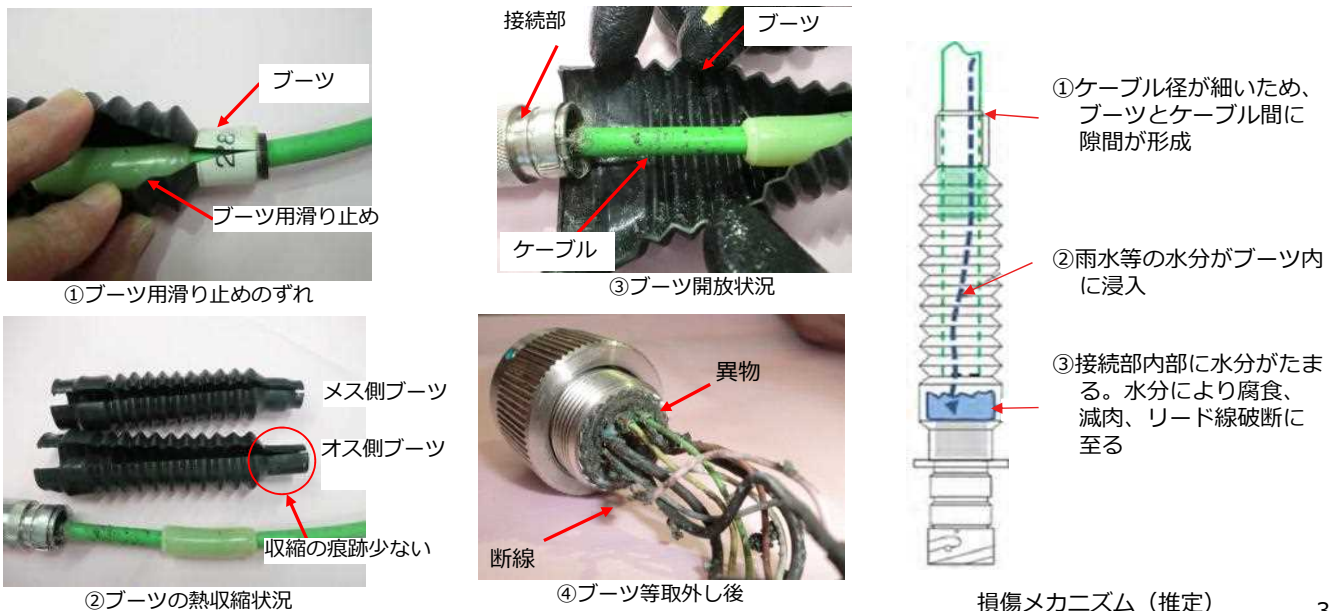


調査項目、調査対象

項目	対象	箇所数
外観確認、動作確認	●マストホイストコライザ ●ロープ ●LSレバー周辺 ●マストロープ破断LS	●1箇所 ●2本 ●2箇所 ●2箇所
ケーブル入替試験、抵抗測定	●マストホイストモータ速度検出器につながるケーブル	●1ライン (6本繋ぎ)
分解調査	●抵抗測定の結果、短絡・地絡が確認されたケーブルのコネクタ ●上記短絡・地絡が確認されたコネクタのうち、コネクタに付着していた異物（成分分析）	●3箇所 ●1箇所（オス側）

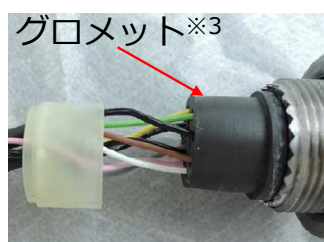
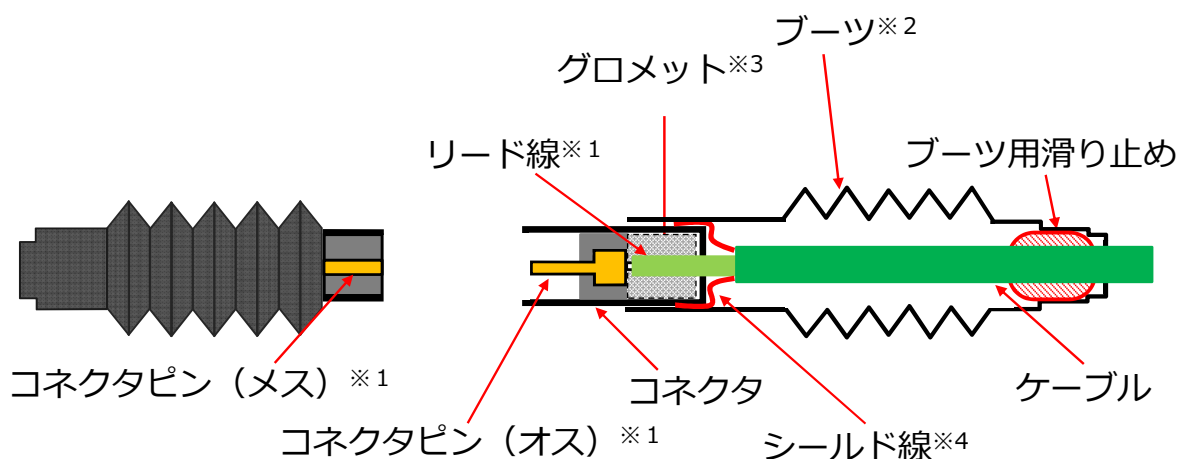
3. リード線断線メカニズム、及びFHM停止要因について

- 不具合が確認されたケーブルの接続部を分解し内部を確認した結果、ブーツ用滑り止め※にずれや熱収縮の痕跡が少なく、内部が湿っていることを確認。
  - リード線の断線は、ブーツの隙間から接続部内部に雨水等が浸入したため、水分により腐食し、破断に至ったと推定。
- ⇒ FHMの停止は、制御装置がリード線（制御ケーブル）の断線を検知したことで制御系の異常と判断した（「マストホイストsimotion異常」）ため停止に至った。



損傷メカニズム（推定）

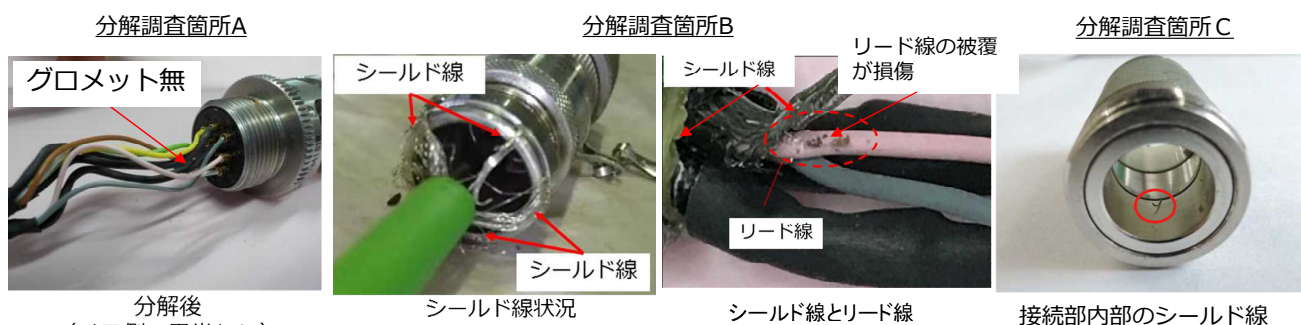
※ブーツ用滑り止め：ケーブル径が小さいためブーツに合わせるための治具



- ※1：コネクタピン、リード線については、ケーブル仕様によって、本数（個数）が異なる。
- ※2：ブーツはコネクタからケーブルの抜け防止及び雨水浸入防止のため。
- ※3：グロメットは、防塵対策のため。
- ※4：シールド線は外部からのノイズ防止のためのアース線であり金属コネクタと電気的に接続されている。

#### 4. その他の不具合（短絡・地絡傾向）の要因について

- 接続部を分解し内部を確認した結果、シールド線に一部短いものを確認。（分解調査箇所A・B）
  - ⇒ シールド線が折損し、折損したシールド線が接続部内部に脱落することにより、リード線間で短絡及び地絡が発生する可能性がある。
- 断線が確認されたケーブルの接続部に、シールド線の混入を防止する防塵対策パーツ（グロメット）が組み込まれていないことを確認。
  - ⇒ 一部のFHMケーブルは、防塵対策パーツが組み込まれていない可能性があるため、シールド線が折損した場合、接続部内で地絡及び短絡が発生する可能性がある。
- 分解調査箇所Bの追加調査箇所では、ハンダによるリード線の被覆損傷を確認し、被覆損傷部にシールド線が接触することにより短絡発生の可能性を確認。



■ 類似箇所調査

- FHM、クレーンの制御系ケーブル76ライン（断線ラインを除く）に対し、制御盤～機器間での抵抗測定（絶縁抵抗／導体抵抗）を実施。
- ケーブルメカへの聞き取り調査の結果、一部のFHMケーブルに防塵対策パーツ（グロメット）の組み込み漏れの可能性を確認したため、1F敷設ケーブルのコネクタ総数約1500個のうち、サンプルとして1F敷設ケーブルから20個（2頁で分解調査した3個を除く）、予備ケーブルから8個のコネクタ（計28個）を分解調査。

■ 類似箇所調査結果

- 類似箇所調査の結果、**11ラインに抵抗値の異常を確認。**
- FHMケーブルの接続部に、シールド線の混入を防止する防塵対策パーツ（グロメット）が組み込まれていないコネクタがあることを確認。防塵対策パーツ（グロメット）がなかったコネクタは、追加ケーブル（2017年手配）の一部に確認された。
- コネクタ内部にシールド線の折損・混入を1箇所確認（分解調査箇所C、写真は5頁）
- ブーツ取付不良及びリード線に断線が確認されたコネクタは、追加ケーブル（2017年手配）の1本のみであった。

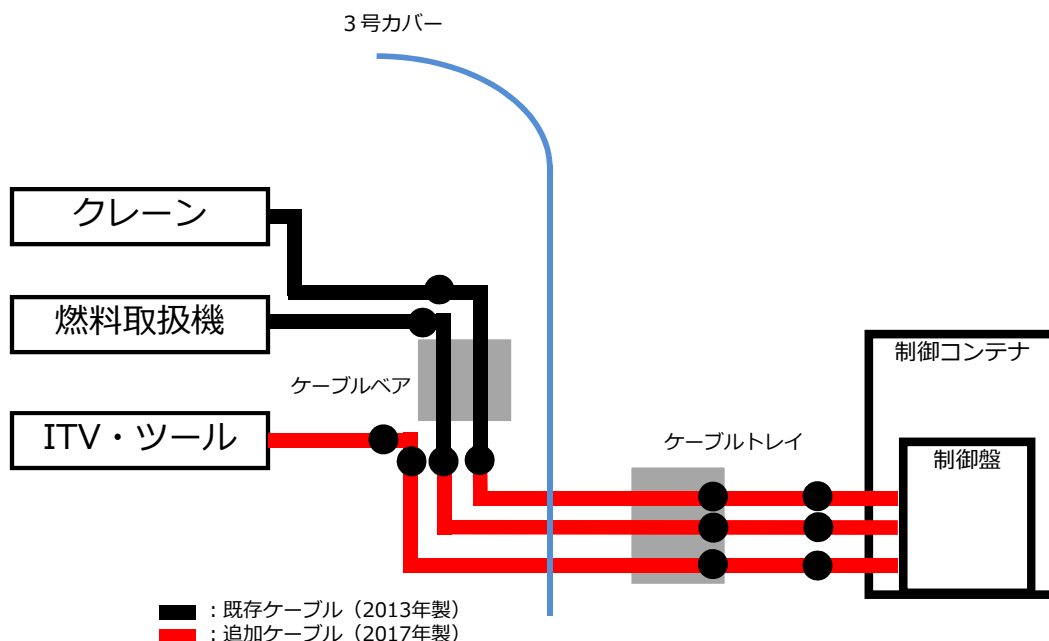
コネクタ総数（個）	コネクタ分解調査状況				
	グロメット有無		ブーツ取付状態*		リード線腐食状況
	有り	無し	健全	不良	
約1500	17/28	11/28	28/28	0/28	1本腐食有り

\* 分解の他に108箇所の取付状態を目視で確認し取り付け状態に問題はなかった。

©Tokyo Electric Power Company Holdings, Inc. All Rights Reserved. 無断複製・転載禁止 東京電力ホールディングス株式会社

【参考】ケーブルの試運転実績と製造時期

- 燃料取扱設備は米国・国内で試運転後、1Fに持ち込み設置したが、試験環境の違い（配置の違い）からケーブルを追加している。追加ケーブルは、既存ケーブルのメカとは別のメカが製造しているケーブルがある。



©Tokyo Electric Power Company Holdings, Inc. All Rights Reserved. 無断複製・転載禁止 東京電力ホールディングス株式会社



■ 今後の安全点検

設備の潜在的な不具合を抽出するために、異常が確認されているケーブル・コネクタを仮復旧※し、以下の安全点検を実施する。また、その結果を考慮して燃料取出し開始時期を精査する。

対象設備：燃料取扱機（FHM）、クレーン、ITV（カメラ）  
 ツール類（吊具、移送容器蓋締付装置 等）

● 動作確認（案）

- ケーブル交換前に燃料取出し作業時と同等な**気中及び水中での動作確認（ダミー燃料入りキャスクを使用した動作確認含む）**、並びに燃料取出し作業時に想定されるあらゆる操作を想定した動作確認を実施し、不具合発生リスクを抽出・対策を実施することで設備不具合の発生を防止する。

● 設備点検（案）

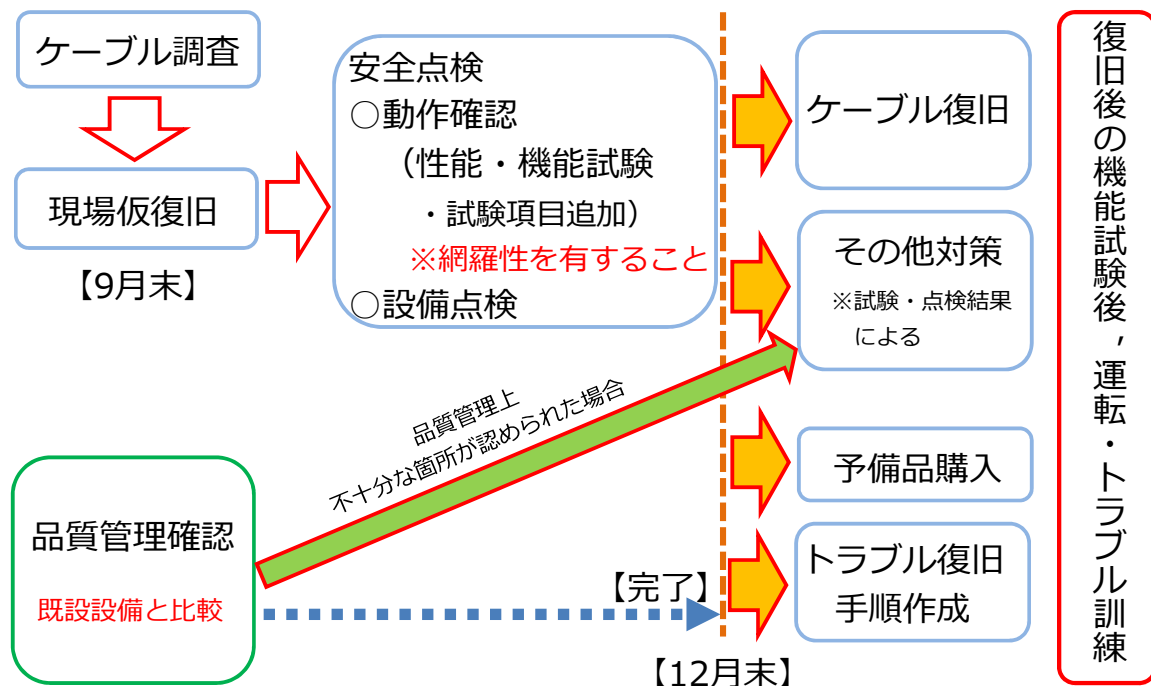
- 各機器に対して外観確認等を行い、設備設置環境の影響や異常（発錆、劣化、変形、き裂等の確認）の有無を行う。また、劣化傾向の確認が見られた機器・部品は手入れ・補修・交換等の処置を行う。
- リミットスイッチ（LS）等の計器の健全性確認。

※ 仮復旧は、調査のためにコネクタを分解したケーブル（5ライン6本\*）について、同型のケーブルへ交換、又はコネクタ修理を実施する。

\* 抵抗値に異常を確認し分解調査をしたケーブル2ライン3本  
 防塵対策パーツの有無を確認するために分解調査したケーブル3ライン3本

7. 今後の対応

- ケーブルの抵抗異常が複数確認されたため燃料取出し開始までに設備の信頼性を万全にしておく必要があること、不具合箇所復旧に当たっては品質管理について確認したうえで実施する必要があることから、以下の対応を実施。

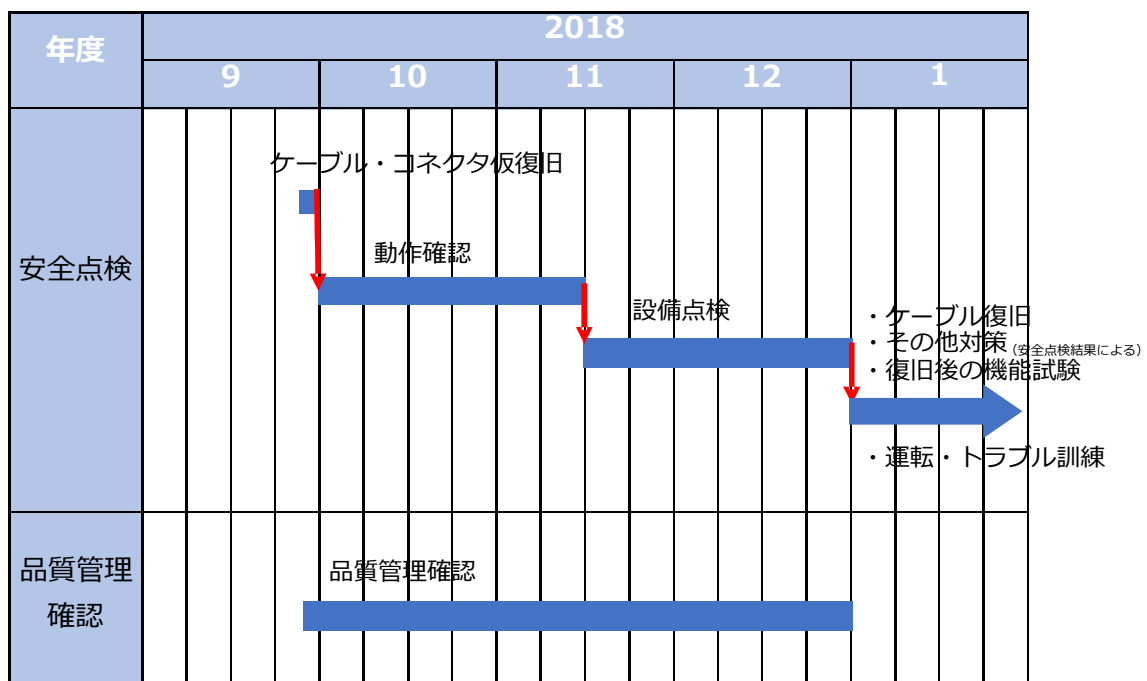


- F H M・クレーンについては、要求仕様に適合する一般産業品も使用しているが、主要な機器の品質記録確認及び全体の機能・性能試験等をもって、品質上問題ないと判断していた。
- 品質管理項目について当社原子力プラント設備である震災前の F H Mと概略比較（現在、詳細確認中）をした場合、概ね同等ではあるものの、部材レベルでは要求仕様の展開を品質管理項目含めて海外メーカーが実施し、東芝エネルギーシステムズから特段の要求を行っていない点があるが、これまでの国内調達とは異なる。
- 上記を踏まえ、今後の品質確認・健全性確認の方針（案）を以下に記す。

- ・ 設計要求仕様の展開状況及び適用設計規格の確認  
使用条件、環境を考慮した設計要求仕様のベンダーへの指示状況を確認するとともに、適用設計規格について確認する。
- ・ 製品品質記録、製造記録の収集と確認  
使用している部材の中には、一般産業品としてトレーサビリティを要求していないものもあるため、改めて上記設計要求仕様の実現に関する製造記録、製品品質記録を収集、確認する。
- ・ 記録収集や詳細仕様の確認が困難な場合には、目視確認または動作確認等により、健全性の確認を行う。

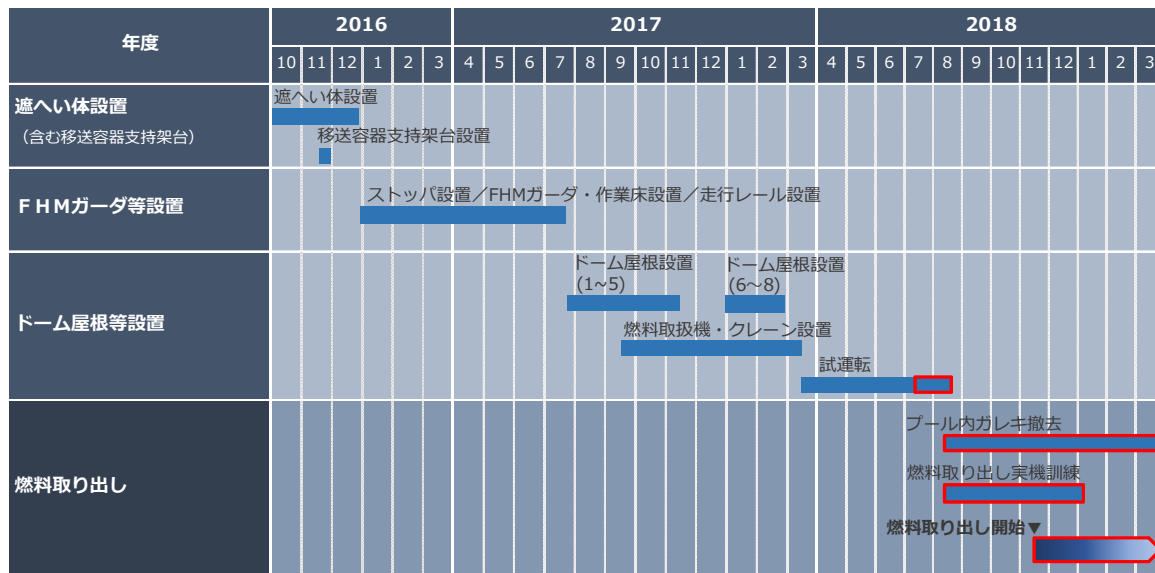
9. 安全点検と品質管理確認工程（案）

- 2018年3月15日の試運転開始以降発生している複数の不具合が発生していることから、設備の潜在的な不具合を抽出するために、燃料取扱設備の安全点検を実施する。安全点検において確認された不具合についても原因を調査し対策を実施する。



# 10. 3号機燃料取り出しのスケジュール

- 2018年3月15日の試運転開始以降発生している複数の不具合について、それぞれの原因究明・対策を実施するとともに、共通要因として考えられる品質管理上の問題を改善後、試運転作業を再開する
- 燃料取り出し開始時期については、設備の健全性確認及び品質管理上の問題の確認結果を踏まえ、精査・見直しを行う。
- 引き続き工程精査を行い、安全を最優先に作業を進めていく



□ : 工程精査中。原因究明・対策後に実施