

案

「もんじゅ」の燃料体取出し作業の進捗状況について

2022年●月●日

日本原子力研究開発機構（JAEA）

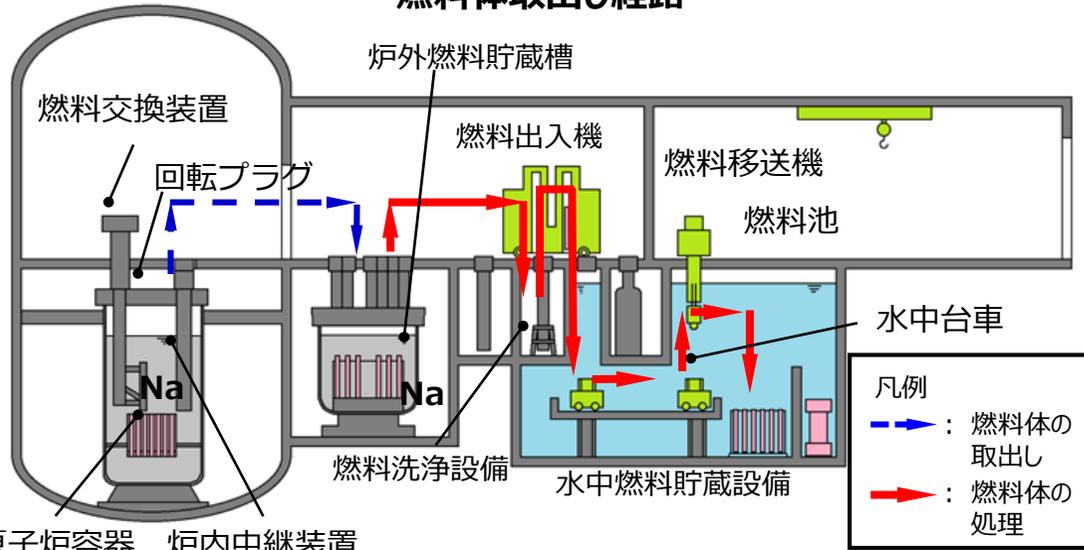
今回の燃料体の取出しについて

- ◆ 現在炉心に残る124体の燃料体を取り出し、炉外燃料貯蔵槽へ移送⇒2頁参照
- ◆ 2022年4月より開始し、予備工程等※を含め、6月中に完了予定。⇒3頁参照
- ◆ 今回の燃料体の取出し作業では、燃料取出し後に模擬体を装荷しない（部分装荷）ため、プログラムの追加、操作手順書の変更を行う。このため、以下の検証作業を計画的に実施中⇒4頁参照
 - ◆ 【済】既存の計算機へのプログラム追加により、仮想模擬体を取扱うことが計算機制御に影響しないことを工場及び現地で各々確認
 - ◆ 【済】燃取計算機上で仮想模擬体をIVTMから炉心内に移送させる動作に関し、操作手順書を改正し、教育訓練を実施
 - ◆ 【2022年3月予定】燃料体以外の炉心構成要素を用いて、計算機制御と実機動作を組合せた状態による「実機確認」を実施し、自動化運転が開始から終了まで正常に動作することを確認予定
 - ◆ 【2022年3月予定】燃料体以外の炉心構成要素を用いた部分装荷による自動化運転の「模擬訓練」を実施し、一連の運転操作の実施・習熟予定
- ◆ 【済】前キャンペーンまでの実績に基づくリスクへの対処状況の確認、部分装荷に伴う新たなリスクの抽出・評価を実施⇒5,6頁参照
- ◆ 部分装荷に向けた準備を含め、各準備作業が完了していることをホールドポイントにて確認後、燃料体の取出しを開始⇒7頁参照

※ 燃料体の取出し作業後、第2段階において実施予定のしゃへい体等取出し作業の事前確認試験⇒資料2-1, 2-2参照

燃料体取出し作業の進捗状況

燃料体取出し経路

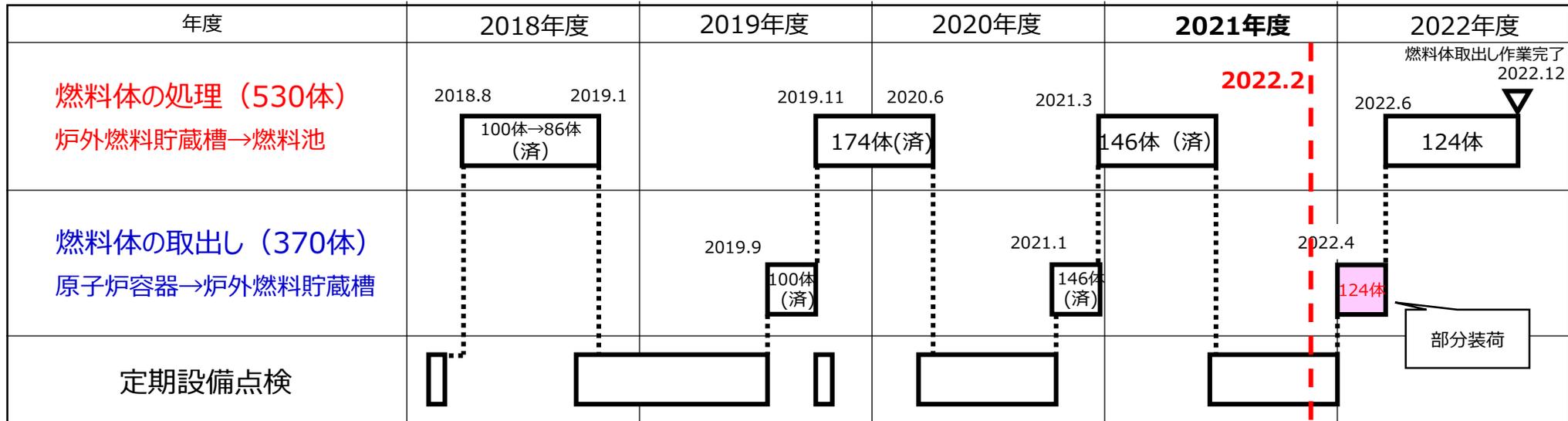


廃止措置開始以降の燃料体の装荷及び貯蔵状況

| | 廃止措置開始時 | 現時点 | 2022年度の燃料体の取出し終了時点(計画) | 2022年度の燃料体の処理終了時点(計画) |
|---------|---------|-----|------------------------|-----------------------|
| 原子炉容器 | 370 | 124 | 0 | 0 |
| 炉外燃料貯蔵槽 | 160 | 0 | 124 | 0 |
| 燃料池 | 0 | 406 | 406 | 530 |

燃料池には上記表のほか、過去に取出した2体を貯蔵している

第1段階における燃料体取出し作業工程

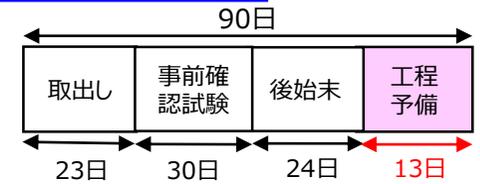


注記：点線は、燃料体取出し作業の流れを示す

なお、燃料体取出し作業に影響を与えない設備の点検については並行して実施

燃料体の取出し作業工程

燃料体の取出し作業工程の内訳



- 燃料体の取出し（部分装荷）に向け、リスク評価、プログラムの追加、教育訓練を実施。
- 工程予備を活用し、点検等の実施に伴う工程遅延吸収、しゃへい体等の取出しに向けた事前確認試験を行い、6月中に燃料体の取出しを完了する。
- 燃料体の取出し作業の基本工程は以下のとおり。

| 項目 | スケジュール | | 2021年度 | | | | 2022年度 | | | |
|---|--------|---------|--------|------|-------|----|--------|----------------|-----|----|
| | 9月 | 10月 | 11月 | 12月 | 1月 | 2月 | 3月 | 4月 | 5月 | 6月 |
| 部分装荷に向けた準備 | | | 工場作業 | 現地作業 | | | | | | |
| プログラムの追加 | | | | | | | | | | |
| 操作手順書の変更 | | 手順書変更作業 | | | | | | | | |
| リスク評価 | | | | | リスク評価 | | | | | |
| 教育訓練 | | | | | | | 模擬訓練 | | | |
| 燃料体の取出し | | | | | | | | 燃料体の取出し (124体) | | |
| 事前確認試験 (SsL) | | | | | | | | 事前確認試験 (SsL) | | |
| 燃料体取出し後始末作業 (機器洗浄等) | | | | | | | | | 後始末 | |
| 定期事業者検査 (9/14開始) | | | | | | | | | | |
| 検査① (燃料体の取出しに必要となる機能の検査) 燃料交換装置、燃料出入機、ナトリウム系等 | | | | | | | | | | |
| 検査② (燃料体の処理に必要となる機能の検査) 燃料出入機、燃料洗浄設備等 | | | | | | | | | | |
| 検査③ (その他の性能維持施設に係る検査) 水消火設備等 | | | | | | | | | | |

★ ホールドポイントでの所長確認事項は7頁参照

部分装荷に必要なプログラム追加、実機確認試験、手順書改正、教育訓練（模擬訓練）を以下のとおり実施する。

| | 実施項目 | 確認内容 | 確認結果 |
|-------------------------|---|--|----------------------------|
| 仮想模擬体設定プログラム追加の動作確認（工場） | <ul style="list-style-type: none"> 仮想模擬体番号登録 自動化運転（模擬） | <ul style="list-style-type: none"> 製作したソフトで仮想模擬体番号を登録できること 計算機の既存機能に影響しないこと 登録した仮想模擬体番号により自動化運転が正常に終了すること | <p>良 (2021年11月19日)</p> |
| 仮想模擬体設定プログラム追加の動作確認（現地） | <ul style="list-style-type: none"> 仮想模擬体番号登録 | <ul style="list-style-type: none"> 現地計算機にソフトをインストールし仮想模擬体番号を登録できること 計算機の既存機能に影響しないこと | <p>良 (2021年12月10日)</p> |
| 操作手順書の見直し | <ul style="list-style-type: none"> 部分装荷による自動化運転フローとなるように操作手順書を改正 | <p>下記手順が反映されていること</p> <ul style="list-style-type: none"> 自動化除外ポイント 手順スキップ箇所 スキップ箇所の手動操作 自動化復帰箇所 | <p>良 (2022年2月)</p> |
| 実機確認 | <ul style="list-style-type: none"> 自動化運転（実機） | <ul style="list-style-type: none"> 計算機制御と実機動作を組合せた状態で、自動化運転が開始から終了まで正常に行われること 改正した操作手順書が計算機制御と実機動作と矛盾しないこと | <p>(2022年3月予定)</p> |
| 模擬訓練 | <ul style="list-style-type: none"> 自動化運転（実機） | <ul style="list-style-type: none"> 改正した操作手順書により一連の自動化操作を実施できること 操作体制4班すべてが上記を経験し習熟が図られること | <p>(2022年3月予定)</p> |

◆ 前キャンペーンまでの実績に基づくリスク評価

リスク評価結果において、前回の炉心構成要素等の取替作業にて発生した36件の不具合に対し、33件についてはこれまでのリスク評価への影響がないこと、2件については模擬体の装荷に関連する事象であることからリスク評価の対象から除外したこと、1件はリスクとして評価したが影響は小さいこと及び対処方法が確立されていることを確認した。

◆ 部分装荷に伴うリスクの検討

- ・機器・制御の改造を行わないことから、機器動作に係る新たなリスクは発生しない。
- ・燃取系計算機へのプログラム追加による不具合のリスクに対しては、工場及び現地にて制御に影響しないことを確認した。
- ・操作手順の変更による操作ミス（除外失敗、計算機入力失敗）のリスクに対しては、教育・模擬訓練により、リスクの顕在化を防止する。
- ・SBPスキップが燃交自動化盤の制御機能（燃取系計算機と信号取り合い等）に影響するリスクに対しては、事前に実機で影響がないことを確認した。
- ・模擬体の取扱いがないことから、模擬体のつかみ・旋回・はなしに関する機器動作上のリスクはない。
- ・部分装荷では、①未装荷部分の流量が増加することによる燃料交換装置への影響や、②炉心圧損が低下し、1次主冷却系の流量が増加によるポニーモータ循環運転への影響がある。既に、廃止措置計画において評価済みであるが、今回改めて確認した上で、燃料交換装置への影響はないこと、ポニーモータ循環運転も継続可能（流量は約14%と想定され、同程度の流量での運転実績あり）であると評価。

「燃料体の取出し」のリスク評価(2/2)

第4キャンペーンの燃料体の取出しにて想定される事象とその対応

- 第3キャンペーンにおいて発生した事象も踏まえ、より有効となる教育・訓練カリキュラムの見直しを実施

| 設備名 | 主な警報内容 | 件数 | 対応 | | | 備考 |
|-------------------------|---|------------|-----------|----------|----------|--|
| | | | 手順書 反映 | 図上 訓練 | 模擬 訓練 | |
| 燃料交換機 本体設備及 び制御設備 | ・新燃料挿入異常(セルフオリエンテーション異常) | 10+2 | ○ | | ⊖ | 模擬体挿入がないため、この作業のSBPはスキップされる 炉内中継装置での模擬体 掴みがないため、この作業 のSBPはスキップされる 教育対応 |
| | ・燃料交換装置下降時の燃料交換装置本体駆動装置内部圧力低 | 1 | ○ | ○ | | |
| | ・燃料交換装置本体継ぎ目の軸封通過時の軸封アルゴンガス流量高 | 1 | ○ | ○ | | |
| | ・一時的な電源異常に伴う自動化除外 ・伝送信号異常等による自動化除外 (条件不成立での自動化除外、 フリッカ未点灯による自動化除外、 旋回位置変換データ不一致等) | 1 20+25 | ○ ○ | ○ ○ | | |
| | ・FHM爪開閉基準位置LS操作機構の一時的ずれによる爪開停止 | 10 | - | | ⊖ | |
| | ・真空ポンプ出口弁閉によるポンプ過負荷トリップ | 1 | ○ | | | |
| 燃料交換孔 ドアバルブ | ・弁座シール電磁弁の誤閉 | 1 | ○ | | | 教育対応 |
| 回転プラグ | ・回転プラグジャッキアップ時間のタイムオーバー | 1 | ○ | | | 教育対応 |
| | ・アルゴンガス圧力制御間違いによるシリコンオイルのオーバーフロー | 1 | ○ | | | 教育対応 |
| | ・回転プラグジャッキアップ時の油圧圧力高 (逆止弁開放固着) | 1 | ○ | | | 教育対応 |
| | ・ 余剰電荷(静電気) によりフリーズシール部温度が上昇と誤検知 | +4 | - | | | 教育対応 |
| 炉内中継装 置(IVTM) | ・流量計ダンパオイル不足による流量指示値ハンチング | 1 | ○ | | | 教育対応 |
| | ・IVTMブローダウン異常 | 2 | ○ | ○ | | 教育対応 |
| 燃料出入機 他 | ・燃料出入孔ガス置換弁信号受信不具合 | 4 | - | ○ | | 教育対応 教育対応 |
| | ・DPアダプタ吊り上げ時の本体Aつかみはなし異常 | 2 | - | ○ | | |
| | ・ ガス置換排気時間超過による連動運転渋滞 (低気圧影響) | 1+4 | ○ | | | |
| | ・ アルゴンガスシール部加圧系シール漏れ | +1 | ○ | | | |

赤字：第3キャンペーンで発生した不具合事象

- ・模擬訓練：今後も発生の可能性が残り、かつ対処方法が複雑で実機での訓練が必要と判断した事象
- ・図上訓練：今後も発生の可能性が残るが、操作が複雑ではなく机上での想定訓練で対応可能と判断した事象
- ・教育対応：机上教育における事例周知、注意喚起 (反復して事例を周知するものを含む)

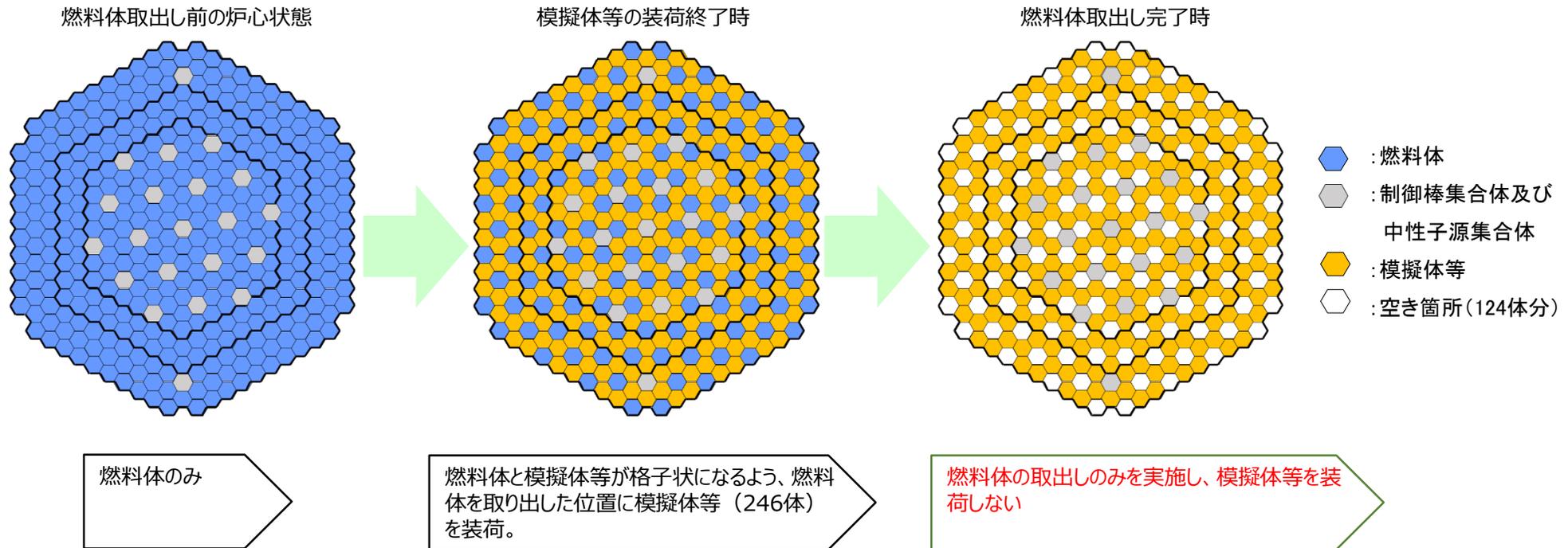
ホールドポイント

- ホールドポイント（燃料体の取出し作業開始判断）：所長承認
 - ◆燃料体取出しの準備作業が完了していること
 - ◆リスク評価の結果を反映した訓練が実施されていること
 - ◆計算機制御と実機動作を組合せた状態による「実機確認」を実施し、自動化運転が開始から終了まで正常に動作することの確認が完了していること
 - ◆燃料体の取出しに必要となる機能の定期事業者検査（検査①）を完了していること
 - ◆燃料体の取出し作業に係る体制が整備されていること
 - 前回キャンペーンと同様に、作業で発生した不具合等に対し、対応方針の策定、発生事象に対する調査、運転の復旧等の対応を迅速に進めるため、運転と保守とを一体化した体制を構築
 - 前回キャンペーンと同様に、実施責任者の下、燃料取扱設備の操作を担当する「操作チーム」（5名/班）と運転操作を設備面から支援する「設備チーム」（4名/班）とで構成
 - 2交替で6～7体/日程度とし、工程予備を確保

以下、参考

炉心から燃料体を取り出した後に装荷する模擬体については全数装荷せず、部分的な装荷とし、廃棄物発生量の低減、模擬体の装荷プロセスの簡素化によって不具合等が発生する可能性を低減することにより、より安全かつ確実に燃料体取出し作業を進める

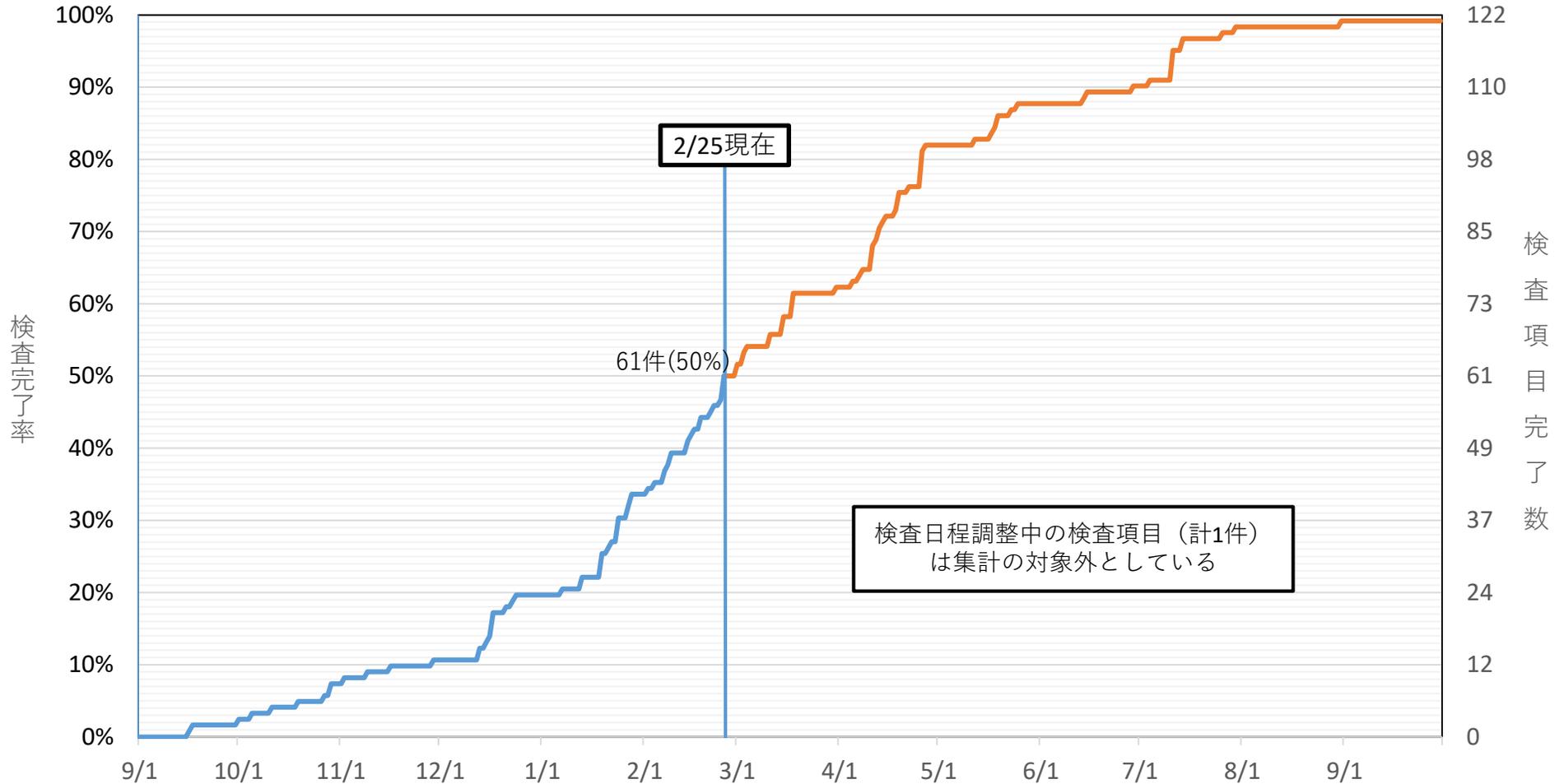
模擬体の装荷位置（中性子しゃへい体の記載は省略）



| 年度 | 2019年 | 2020年 | 2021年 | 2022年 |
|--------------|--------------------------|---------------|--------|-------------------------|
| 炉心からの燃料体の取出し | 2019.9 100 2019.11 | 2021.1 146 | 2021.3 | 2022.4 124 2022.6 |

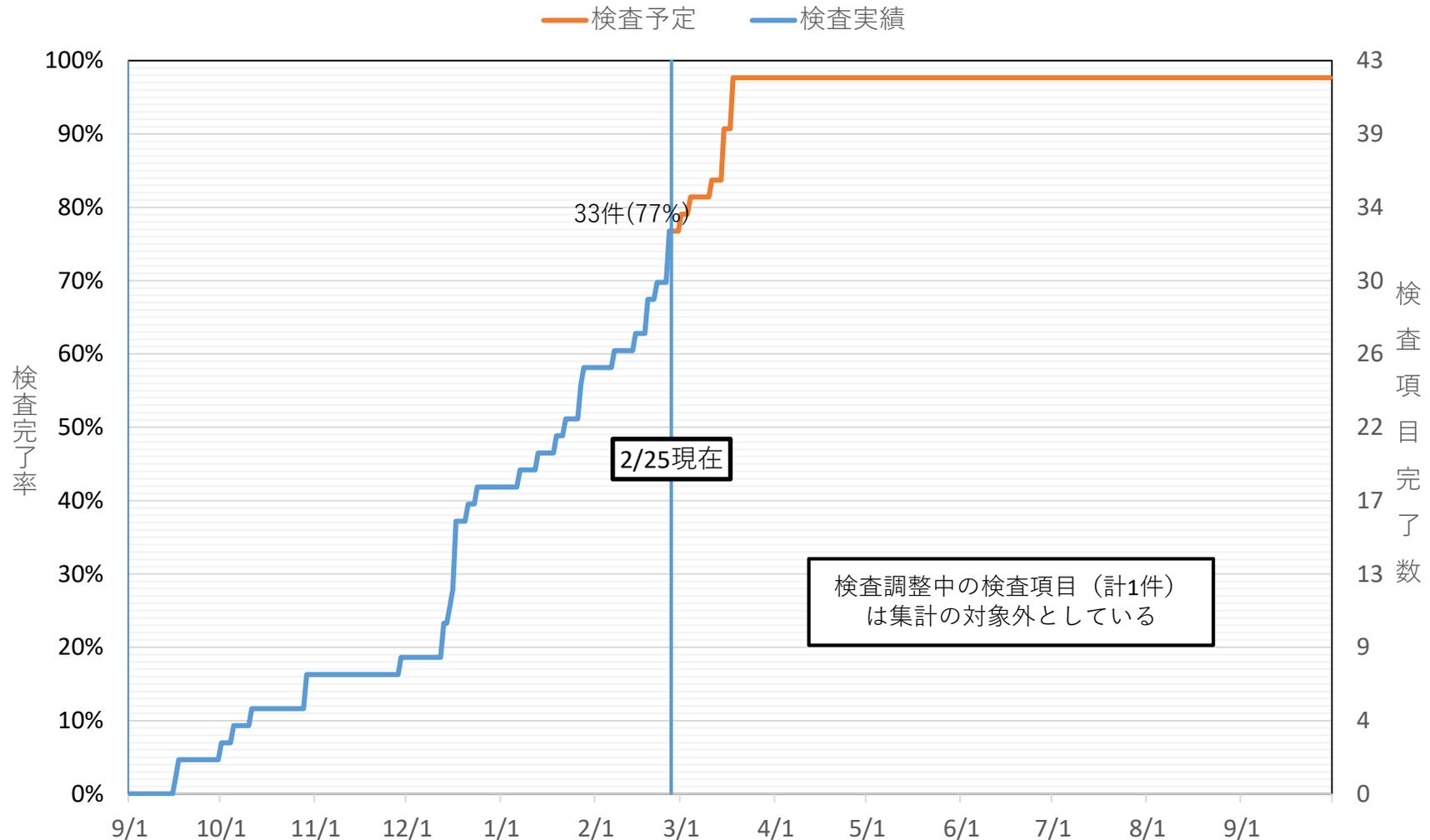
検査全体 実績/予定

— 検査予定 — 検査実績



- ◆ 第2回定期事業者検査は、2021年9月14日～2022年8月下旬の予定で実施中。
- ◆ 2月25日時点で全122件中61件（50%）を終了、計画通りに進捗中。

検査区分①：「燃料体の取出し」までに必要な検査 実績/予定



- ◆ 検査①を最優先に対応し、2022年3月までに完了する予定である。
- ◆ 2月25日時点で43件中33件 (77%) を終了、計画通りに進捗している。