

# もんじゅ廃止措置安全監視チーム

## 第40回

令和4年3月8日（火）

## 原子力規制庁

（注：この議事録の発言内容については、発言者のチェックを受けたものではありません。）

もんじゅ廃止措置安全監視チーム

第40回 議事録

1. 日時

令和4年5月8日（火）10：30～11：28

2. 場所

原子力規制委員会 13階会議室A

3. 出席者

原子力規制委員会

山中 伸介 原子力規制委員会 委員

原子力規制庁

小野 祐二 長官官房審議官  
志間 正和 安全規制管理官（研究炉等審査担当）  
細野 行夫 研究炉等審査部門 安全管理調査官  
北條 智博 研究炉等審査部門 主任技術研究調査官  
有吉 昌彦 研究炉等審査部門 上席安全審査官  
小舞 正文 研究炉等審査部門 管理官補佐  
加藤 克洋 研究炉等審査部門 原子力規制専門員  
福原 大輔 核燃料施設等監視部門 監視指導官

国立研究開発法人日本原子力研究開発機構

吉田 邦弘 敦賀廃止措置実証部門長  
池田 真輝典 敦賀廃止措置実証部門長技術補佐  
安部 智之 敦賀廃止措置実証本部長  
森下 喜嗣 敦賀廃止措置実証本部長代理  
鈴木 隆之 高速増殖原型炉もんじゅ 所長代理  
長沖 吉弘 敦賀廃止措置実証本部 廃止措置推進室長  
藤村 智史 敦賀廃止措置実証本部 廃止措置推進室 技術グループ グループリーダー  
澤崎 浩昌 敦賀廃止措置実証本部 廃止措置推進室 計画・調整グループ 技術

主幹

城 隆久 高速増殖原型炉もんじゅ 廃止措置部 廃止措置計画課 課長

高木 剛彦 高速増殖原型炉もんじゅ 廃止措置部 燃料環境課 課長

文部科学省（オブザーバー）

横井 稔 研究開発局 原子力課 核燃料サイクル室 核燃料サイクル推進調整官

4. 議題

- (1) 燃料体取出し作業の進捗状況について
- (2) 廃止措置工程の第2段階に係る検討状況について
- (3) その他

5. 配付資料

資料1 「もんじゅ」の燃料体取出し作業の進捗状況について

資料2-1 SsL運用に伴う影響評価とリカバリプランの検討状況

資料2-2 もんじゅの廃止措置におけるナトリウムの取扱い

6. 議事録

○山中委員 定刻になりましたので、第40回もんじゅ廃止措置安全監視チーム会合を開催します。

本日の会合は、新型コロナウイルス感染症拡大防止対策への対応を踏まえまして、原子力機構はテレビ会議システムを使用した参加となります。

本日の会合の注意点を申し上げます。

資料の説明においては、資料の番号とページ数を明確に説明をお願いします。

発言においては、不明瞭な点があれば、その都度、その旨をお伝えいただき、説明や指摘をもう一度発言するようお願いします。

会議中に機材等のトラブルが発生した場合には、一旦議事を中断し機材の調整を行います。

円滑な議事進行のため、御協力をお願いいたします。

本日の議題は、議題(1)燃料体取出し作業の進捗状況について、議題の(2)廃止措置工程の第2段階に係る検討状況についてです。

議題(1)では、今年4月から実施予定のもんじゅ燃料体取出し作業に向けた準備状況について説明をいただきます。

また、議題(2)につきましては、廃止措置工程の第2段階の検討状況として、しゃへい体等の取出し方法及びナトリウムの取扱いについての説明がある予定です。

まず、議題(1)について、原子力機構から燃料体取出し作業の準備状況等について、資料1に基づいて説明をお願いいたします。

○日本原子力研究開発機構（吉田部門長） 機構の吉田でございます。

本日は先ほど御説明いただきましたような形で説明させていただきますが、まずは、燃料の取出し、これにつきましては第4キャンペーンになりますが、部分装荷という形になります。この準備状況も含めて御説明いたします。

それから、第2段階の廃止措置の計画変更につきましては、ナトリウムの取り扱いを含め、前回いただいたコメントを含めて、その検討状況について御説明します。

それでは、まず燃料取出しについては、長沖のほうから説明させていただきます。

○日本原子力研究開発機構（長沖室長） 原子力機構の長沖でございます。

資料1に基づきまして、「もんじゅ」の燃料体取出し作業の進捗状況について御説明さしあげます。

まず、1ページ目、こちらに本日御説明のサマリーを示してございます。

本日のお話の中では、燃料体取出しの次の燃料体の取出し作業の目標、それから、スケジュール、そして、そのスケジュールの中に含まれる三つの事項についてお話ししあげます。

事前の準備の状況、開始までの準備の状況、それから、1次主冷却系の全ループドレン、そして、事前確認の試験について御説明さしあげます。

まず、1ページ目の1番最初の菱形でございます。現在炉心には124体の燃料体ございまして、炉外燃料貯蔵槽には0体、燃料池には406体という状況でございます。

次の燃料体の取出し作業には、この炉心にある124体を炉外燃料貯蔵槽に移送するという作業になります。その後、その124体を洗浄し燃料池に送れば、全て530体、計画の燃料を運ぶということになります。

こちらについては、2ページ目にいつもの絵で示してございますので、後ほど御覧ください。

それから、そのスケジュールでございます。1ページ目の二つ目の菱形でございますが、

2022年4月より開始いたしまして、予備工程を含めまして、6月中に完了予定ということですので。

こちらは3ページ目に全体のスケジュールを示してございます。

この表の上半分が装荷に向けた種々の準備等でございます。下半分が定期事業者検査でございますが、現在、3月の本日の時点では、幾つかある準備のうち、プログラムの追加や操作手順の変更、リスク評価、こちらについては完了してございます。

後、教育訓練等を進めました上で、ホールドポイントのうち4月より燃料体の取出し作業を開始するという事。その後、1次系の全ループドレン、それから事前確認試験、こちらは後ほど詳しく御説明さしあげます。

1ページ目に戻っていただきまして、インデント、先ほどございます五つの星、この中で済と書かれております部分、こちらは、これまでの監視チーム会合の中での部分装荷という新しい取組に対して、検証準備等をしっかり進めなさいということをおっしゃってございます。そのうちの済んでいるものは上二つでございます。

計算機プログラムのほうに、仮想のバーチャルの集合体を扱えるようなプログラムの追加を行ってございまして、それが計算機の制御等に影響がないこと、これを工場並びに現地の計算機でも既に確認して、おかしなところはないということを見てございます。

また、その次の菱形は、計算機上で仮想の模擬体を扱うわけでございますが、その際の手順が、これまでの燃料体の取出し作業と異なる部分がございます。したがって、操作手順書を改正いたしまして、教育訓練を実施、こちらについても完了してございます。

その次の菱形、その次もそうなんですけれども、3月に予定しているものがございます。

一つは、3番目の菱形にあります、燃料体以外の炉心構成要素、こちらを用いまして、実際に制御に影響しないことは手順上では確認してございますが、実機の操作と組み合わせ、きちんと機器が制御どおりに動作することを確認いたします。我々はこれを「実機確認」と呼んでございます。

それから、その後には、燃料体以外のこちらもそうでございますが、部分装荷による自動化運転、こちらの「模擬訓練」を全チームが実施するということになってございます。一連の運転操作・機器の動作、こちらを組み合わせた形で確認いたします。

また、その最後のインデントの星にございますように、前回キャンペーンまでの実績に基づくリスクへの評価等も行いまして、部分装荷に伴う新たなリスク、あるいは、なくなるリスク等の抽出・評価、こちらも済んでございまして、計画どおり準備のほうは進め

ている。残るは実機確認と模擬訓練という状況でございます。

1ページ目の下から3番目のポツ、ここまでが燃料体の開始までの準備に当たりますけれども、部分装荷に向けた準備、これらを全て完了していること、定期事業者検査等を終わっていること等、こちらについては、これまでどおりホールドポイントを設けまして、準備がしっかり終わったというところを所長が確認いたしまして、燃料体の取出し作業を開始するという予定にしております。

このホールドポイントについては、7ページ目を御覧ください。

ホールドポイント、7ページ目のところに菱形が書いてございますが、通常でございましたら、様々な準備作業、炉上部に燃料交換装置を据えつけて、きちんと動作確認をするという点、あるいは、その定期事業者検査が終わる点というものをリスク評価が終わっていること等々、様々な確認事項がございますが、上から3番目にございますように、今回、特出しで計算機制御と実機動作を組合せた状態による「実機確認」、それから、自動化運転が開始から終了まで正常に動作することを、きちんとこちらで確認するというのを、ホールドポイントの一項目に上げて、しっかりと準備を行った上で進めていきたいというふうに考えてございます。

1ページ目に戻っていただきまして、下から二つ目のポツになります。

こちらにつきましては、資料の2で後ほどもお話ございますが、燃料体を全て取出した後、第2段階の方針の一つでございます、ナトリウムリスクの低減、配管の中にナトリウムを抱えると漏えいの可能性というものを低減するという、燃料体を全て取出した後、1次主冷却系の全ループのナトリウムを既設のタンクにドレンし、事前確認終了後にそれを固化するという予定にしております。この場合、低温停止状態にある原子炉容器内のナトリウムの温度、その監視も行うということでございます。

また、その次にございます星の第2段階は、そのSsLと我々は呼んでございます、1次系のナトリウムをドレンした後、SsLという通常のNsLというノーマルのレベルよりも下げ、しゃへい体を取り出し作業を行う。その際に、設計検討等の確認はしてございますが、その考察がきちんとできているかどうかの確認ということをします。

こちらにつきましては、8ページ目に飛んでいただきたいと思っております。

先に、まず通常の液位、ノーマルレベルと、これから液位を下げて配管のナトリウムを抜いた後、液位を下げてやった場合に何が違うかといいますと、最初の丸にございますように、熱収縮、浮力低下が考えられます。通常200℃のナトリウムに6mほど浸かった燃料

交換装置、その動作が通常の状態でございますが、SsLと呼ばれる液を下げた状態では、半分がナトリウム、半分がナトリウムより温度の低い160℃程度のアルゴンガスの雰囲気にとさらされることとなります。そうしますことによって、機全体の長さがわずかに変わると、あるいは、ナトリウムに浸かる部分が減るので浮力の変化があると。こういったものが動作にどのように影響するかということを確認する試験を考えてございます。

左下の四つの四角でございますように、これはこれまで設計上、どのように変わるかという考察を一旦してございます。

参考の3、13ページになります。ちょっと細かい表でございますが、おおよそはノーマルレベルの状態、機器の動作と比べて、そんなに変化はないというふうに考えてございますが、その影響程度は設計の範囲の中にあるのか、最適な値に調整すべきであるかどうかということを確認する。

8ページ目の一番上の四角は、浮力の影響、こちら浮力は低下しますので、しゃへい体等を吊り下げたときに、物を吊ってないという御判定があるかないか、ないというふうに考えてございますが、それをしっかり動作するかどうかを見ると。

その次の四角は、もんじゅの燃料交換装置はこの原理で物を動かすのでございますが、そのパンダグラフというものがしっかり開いたり閉じたりできるかという点。

また、3番目の四角は、着座はきちんとできるかどうか。全体が6mで浸かっているものが半分ぐらい温度が低い状態になって、その影響というものは、6mのうちの3mm程度でございますが、着座がしっかりできるかどうか、つかめるかどうか。

そして、最後のアドレス確認という四角については、パンダグラフのアームのオフセットは1.6mぐらいでございますが、それがまた1m縮まるものでございますので、アドレッシングがきちんとできるかどうか、こちらを実機で確認していこうというものでございます。

この試験については、この同じページの上から二つ目のポツにございますように、機器の温度の不均一性があるといけない。しっかりとカバーガスの温度が均一化するところ、時間を取った上で行うというもの。

ただ、試験によって何か悪さがないかという点については、設計上は機器が損傷するような大きな機器の形の形状変化とかはないというふうに評価済みでございます。

また、炉心燃料をハンドリングはもう既に終わってございます。更に、既設の設備はナトリウム環境中で動作するという形で、バウンダリをきちんと構成するように設計されてございますので、それを使う限りにおいては、放射性物質のバウンダリ、こちらも確保

されるというふうに考えてございます。

保安規定上は、三つ目のポツにございますが、「低温停止」というような扱いになりますが、要求されているものは、原子炉容器に燃料がある状態での要求でございまして、こちらの適用はございませんが、原子炉の状態として「低温停止」というのが定義されてございまして、温度の監視が要求されることとなります。

最後のポツにありますように、この温度「180℃以上250℃以下」という状態を確認を行い、1次系のナトリウムが増えてしまうと出口温度で計測できませんので、予熱温度計、こちらを使う、そして、炉内の温度をきちんと監視していくというふうに考えてございます。

当該予熱温度計は、プロセス計装にこれより区分しまして、プラント状態の測定・監視機能、こちらを担保していくというふうに考えてございます。

1ページ目に戻っていただきまして、今申し上げましたとおり、燃料体の取出し、4月から開始する予定の準備、こちらのほうは計画どおり進んでいる。そして、そのうち1次系のナトリウムの全ループドレン、そして事前確認を行った後、燃料交換装置の後片づけを行う。こちらについては6月までに廃止措置計画の申請に係る範囲内で行えるというふうに我々は考えてございまして、安全、着実にこれを進めていきたいというふうに考えてございます。

以上でございます。

○山中委員 それでは、ただいまの説明につきまして質疑に移ります。質問、コメントはございますか。

○北條主任技術研究調査官 規制庁の北條です。

二つのことについて、コメントをさせていただきたいと思います。

まずは、燃料取出し作業についてですが、こちら次回、燃料取出し作業の準備作業が進んでいるようですが、次回に関しましては、前回までの実施手順ですね、多少異なる点があると思いますので、それらについて引き続き慎重に作業を進めるようにお願いします。

もう1点ですが、8ページ目に書いてあるように、SsLの運用の事前確認試験についてです。

この燃料取出し後、すぐに1次ループを全部ドレンしてSsL状態にすると。その状態で事前確認試験を行うというのが今までちょっと詳しく説明がなかった。また、SsL運用に伴って、その炉内のナトリウムの温度の監視方法についても変更がある、そういうことにつ



いても、これまでの監視チーム会合で説明がなかったかと思えます。

特に、ナトリウムの温度の監視方法の変更についてというのを、我々が検査官に確認したことで、ようやく判明した事項でございます。

これまで監視チーム会合では、しゃへい体の取出しに係るSsL運用の影響について、いろいろ議論を行ってきたと思いますが、この温度の監視方法の変更が必要だということについて、ちゃんと説明がなかったということについて、私的にはかなり問題があると感じております。今後、このようなことがないように対応していただければと思っております。

それと、あと、またSsL運用の事前確認試験の実施についてですけど、この実施に当たっては、しっかりと事前に現地検査官とコミュニケーションを取った上で実施していただく。

以上です。

○日本原子力研究開発機構（安部本部長） 原子力機構敦賀の安部でございます。

まず、1点目の、手順と異なることについて慎重に作業を進めること、承知いたしました。

それから、2点目の、5月頃に予定しておりますSsL事前確認試験における温度の測定等について、事前に御説明できなかったといったところについては、今後こういうことがないようにしてまいりたいと思えます。

ちょっと経過を申しますと、このSsL運用につきましては、事前にいろいろとやることがあるということで、これについては前回の監視チーム会合以降、いろいろと検討してまいりました。この中で、この事前確認試験というのを5月にやるのが一番工程的にもいいということで、試験内容を固めてまいりましたけれども、その際にプラントの運用、その中の安全上必要な事項、これについての御説明が十分タイムリーにできなかったというふうに反省しておりますので、今後も検討の中で、こういった事案があれば、速やかに御報告するように、御説明するようになっていきたいと思えます。

以上です。

○北條主任技術研究調査官 規制庁の北條です。

よろしく願いいたします。

○山中委員 そのほかいかがですか。よろしいですか。

温度監視、非常に重要な計測ですので、こういうことが漏れないように、今後ともよろしく願いいたします。

それでは、引き続き、議題の(2)について、資料2に基づいて説明をお願いいたします。

○日本原子力研究開発機構（澤崎技術主幹） 原子力機構、澤崎です。

それでは、まず、資料2-1について説明いたします。

しゃへい体等取出し作業を、原子炉容器液SsL運用で行った場合の影響評価とリカバリプランについての検討状況を説明します。

前回、SsL運用の影響について、網羅的に抽出した上でリカバリプランを検討していることが分かるようにというコメントをいただきまして、今回、FT図の形で再整理しまして、この結果を踏まえて、しゃへい体等の取出しに向けた準備の進め方やモニタリング、リカバリプランの検討状況を説明します。

それでは、1ページ目です。

はじめに、FT図です。

SsL運用に伴うプラント状態で、機器動作にどのような影響があるのかを網羅的に抽出して評価したものです。

結果、SsLの低液位においても、燃料交換装置の動作に問題はなく、熱収縮・浮力は設定値の調整で対応ができる。フルモックアップ試験では、SsLを超える低液位で156体、実機ではSsL低液位で9体の実績を有しております。

純度悪化については、溶解度を超えて析出する状況には至らないという程度であるということも確認してございます。

よって、SsL運用においても設計で想定した通り動作し、問題はないことを確認してございます。

続きまして、2ページです。

これも前回の監視チームにおいて、第1段階の初期の燃料体の処理がトラブルで計画どおりに進まなかったということもございましたが、これが第2段階でも起こるのではないかということの懸念があったことも踏まえて、第1段階の初期の事象と類似した原因で、SsLのしゃへい体等取出し作業が大幅に工程遅延が発生しないのかというのを評価しました。

結果は、燃料体の初期に発生した工程遅延ですけれども、ITVの信認性低下、水酸化物によるグリッパトルクの上昇、出入機本体Bのシール性の低下、このいずれについても燃料体の取出しでは類似事象は発生しないと評価しております。

特に、燃料洗浄槽の湿分が出入機Aグリッパに付着して、水酸化物が生成されてグリッ

パが上昇した。これにつきましても、炉心からのしゃへい体取出しにおいては、燃料洗浄槽との接続はなく、水分との接触機会がないので、類似トラブルはないと評価しております。

続きまして、3ページです。

先のFT図で説明した評価結果を踏まえ、現状認識として、一番上の四角、SsL運用において設計で想定したとおりに動作して問題はないものの、実機では実績が9体と少ないことから、対応方針として、真ん中の四角に(A)モニタリングによって不具合の早期発見に努めつつ、SsLでの実績データの蓄積評価を行いながら、万が一の不具合に対応できるよう、(B)でリカバリプランを用意しておきます。

なお、リカバリプランについては、十分に経験、知見を積んで実績ができたところで内容を見直すことにします。

下の段については、モニタリング、リカバリプランについて少し書き下しておりますが、詳細は以降のページで説明いたします。

4ページです。

先ほどの3ページの現状認識を踏まえた対応方針に基づき、具体的な進め方の全体像を示します。

SsLでの取出し作業は評価結果を基に、青色で示すように事前確認試験、設定値変更、訓練を行いつつ、段階的に進めることとします。

リカバリプランは緑色で示すように、第1次リカバリプランは手厚く、NsLに戻す、純化もできるといったプランを用意します。

また、リカバリプランで使用する設備は特別な保全計画で管理し、点検内容については、劣化モードを考慮した必要な点検内容とします。

この中で時間のかかる点検については、準備期間中に済ませておき、取出し期間中はモニタリングとして運転データを詳細監視し、状況を見て、リカバリプランが必要となれば、残りの点検、検査を行ってNsLに復帰や純化を行うこととします。

第1キャンペーン終了後は、運転データを評価して作業計画やリカバリプランの内容を見直します。

5ページです。

ここからは先ほど説明した内容のうち、モニタリングとして、運転データの詳細監視、運転性能や累積効果の確認についての詳細を説明します。

6ページです。

まず、モニタリングの目的ですが、先ほど説明したとおり、不具合兆候の早期検知と知見の蓄積になります。不具合兆候の早期検知は青色枠で示したSsLの影響をモニタリングします。特に、赤枠で示した不純物の析出に対して、機器動作トルク等のモニタリングを継続的に行いつつ、あわせて知見、経験の蓄積としてSsL運用にすることで、設計上で想定されるパターンとして、例えば浮力低下による荷重低下パターンに対して、実機も想定どおりであったかどうか、また運転回数を重ねても同様かというのを確認していきます。

7ページです。

次に、不具合兆候の早期発見のためにモニタリングすべき箇所はどこかを説明します。

左下の図に示すとおり、ナトリウム化合物の析出・付着メカニズムは左下図の①～⑤の5種類がございまして、液中を往来する燃料交換装置パンタグラフ、グリッパがナトリウム化合物の析出・付着メカニズムの①～⑤の全てに該当することから、機器動作時における析出物の影響を継続的にモニタリングします。

加えて、ホールドダウンアームのガイド部につきましても、析出・付着メカニズムの①②に該当しますので、これをモニタリングします。

8ページです。

ここでは、モニタリングの体制を示します。体制としましては第1段階と同様で、運転側、保守側にて、それぞれモニタリングをします。

9ページです。

ここでは、保守担当が主として行うモニタリングの方法について、説明します。

このシートでは、燃料交換装置の動作トルクの測定箇所と、第1段階のトルク、最大と最少をそれぞれ示しております。箇所としましては、グリッパ爪開閉、パンタグラフ開閉、ホールドダウンアームの昇降、旋回の四つです。

第1段階と同様、仮設のレコーダーを設置して、盤面の計器とともにトルク以外の位置等のパラメーターを含めて監視し、警報発報前に異常な兆候を示す有意な変動がないことを確認します。もし有意な変動があれば、総括責任者と協議して、その後の対応を進めます。

10ページです。

こちらは運転側のモニタリングです。運転側のモニタリングも、第1段階と同様に、操作手順書に基づき、CRTの監視画面や盤面計器等で各動作のトルク値、荷重値、位置情報

を作業中、継続して監視します。

操作責任者は、このシートの右下に示すように、炉心からの引抜き荷重パターンを熟知しており、監視画面上の荷重パターンの変動から異常の有無を判断します。また、あわせて経験・知見の蓄積としてSsL運用することで、設計上で想定される荷重パターンに対して実機でも想定どおりであったかどうか、また運転回数を重ねてもそれが変わらないかどうかということを確認していきます。

11ページです。

ここからは、不具合発生時の対応、リカバリプランの導入の考え方、工程管理との関係について、説明します。

12ページです。

ここでは、各不具合に対する対応体制を示します。対応体制、役割分担の考え方は、第1段階と同様です。リカバリプランの実施の判断は、総括責任者が判断します。

また、工程管理の考え方ですけれども、これも第1段階と同様に、廃止措置計画で定めた期間内に目標が達成できない場合は、部門長判断によって変更認可を受けることとします。

13ページです。

ここでは、不具合の発生、あるいは兆候があった場合におけるリカバリプランの準備、導入の判断や工程変更の判断に至る流れを示します。

最初の六角形で不具合兆候がある場合や、警報が発生した場合、状況を確認して、そのレベルを上げて、次の六角形でリカバリプランの適用や準備開始等、対応について判断します。

対応としましては、作業を停止する、対策を実施して状況を確認する、そのまま作業を継続しつつ状況を確認する、リカバリプランを実施して状況を確認する、またリカバリプランを準備しつつ、例えば作業を継続して状況を確認というふうになりまして、その後、廃止措置計画で定める工程影響を確認して、影響があると判断した場合には、第1段階と同様に、廃止措置計画工程を見直していきます。

資料2-1の説明は以上となります。

○日本原子力研究開発機構（藤村グループリーダー） それでは、資料2-2の説明に参ります。

実証本部の藤村です。

資料2-2を御覧ください。

もんじゅの廃止措置におけるナトリウムの抜き出し、回収などの取扱いについて、海外炉の知見を交えて御説明させていただきます。

1ページ目を御覧ください。

こちらの資料は前回もお示しした資料ですけれども、第2段階では大部分のナトリウムをできるだけ早期に所外搬出することを目指していきます。このページでは、もんじゅで第1段階終了時点でのナトリウムの所在と、第2段階での搬出対象というものを示しています。図中、表中の赤字は放射性ナトリウム、青字は非放射性ナトリウムということになっております。

なお、バルクナトリウムというものは、通常操作によって系統設備から抜き出すことのできるナトリウムというものを指しております。バルクナトリウム以外のナトリウムというのは、それ以外のナトリウムということなんですけれども、第2段階中に回収、搬出が可能なものについてはバルクナトリウムとともに搬出いたします。

では、バルクナトリウム以外のナトリウムの具体例をお示ししたいと思います。

2ページ目を御覧ください。

左側、2次系ダンプタンクのイメージでございます。ナトリウムを輸送用タンクのほうに抜き出すと、図の黄色のようにナトリウムが残っています。

右側に、大洗工学センターにある蒸気発生器の試験施設のタンクの内部の残留ナトリウムの状況というのを示してございます。このような形で、少しナトリウムが残るといふこととなります。

3ページ目を御覧ください。

これは原子炉に残留するナトリウムの例です。ほかにもたくさん残るんですけども、この中の一部というところを示しておりますが、コニカル胴という原子炉容器の中でも上側のほうにあります部分に、一番左側の絵のような形をしてございまして、これが円周上にあるわけですけれども、この斜線部分にナトリウムが残留するということを想定しております。

4ページ目を御覧ください。

こちらは弁のナトリウムの残留の例でございます。弁は大きさとか接続されている配管の長さ、傾斜によって残留する量が異なってくるということになります。

続きまして、5ページ目です。こちらは、炉外燃料貯蔵槽にある燃料輸送ポットに残る

ということを例として示しております。右側の縦の容器のようなもの、これが燃料輸送ポットでございまして、炉心構成要素を取り出した後、内部にナトリウムが残ることになります。

このようにバルクナトリウムを抜き出した後も、様々な箇所にナトリウムが残ることです。これをちょっと分類して、もんじゅ全体でどのようにナトリウムが残っていくのかということを示していきたいと思います。

6ページ目を御覧ください。

バルクナトリウムの抜出後に設備内に残留するナトリウムをバルクナトリウム以外のナトリウムと呼んでおりますが、概ねタンクの底部、系統設備の中、配管の中の三つに分類できます。これらの分類に基づいて、もんじゅの系統全体を見渡していくということをしていきたいと思います。

次のページを御覧ください。7ページ目です。

左下にアイコンということで、タンクの底部に残るものはタンクっぽいアイコン、系統設備内の残留ナトリウムはポンプをイメージしたアイコン、配管は配管という形でアイコンを示しております。系統設備を分類すると、上の絵のような形になります。

なお、原子炉容器等、炉外燃料貯蔵槽につきましては内部構造が複雑なために、分類としては容器でもあるし、内部構造があるために系統設備内に残るといった性質も有しているというような形になります。

では、バルクナトリウム以外のナトリウムの量をどのように評価していくのかということ、次のページで説明いたします。

8ページを御覧ください。

バルクナトリウム以外のナトリウム量の評価に当たっては、まず主要な機器の形状に基づいて残留ナトリウムの有無を検討します。次に、その図面から残留するナトリウムの量を試算いたします。

左側に行きまして、試算値を利用して搬出するナトリウム、バルクナトリウムの量を設定いたします。

元に戻っていただきまして、下側ですね、今後さらに残留ナトリウム量の精査を行っていき、設備の構造や安定化の方法、解体の工法などを総合的に勘案して回収の可否を判断していくというものです。

右側には、残留ナトリウム量を精査する例の一つとして、このようなものをお示して

おります。

それでは、回収方法の今検討している例を次のページで御説明いたします。

9ページ目です。

左側は先ほどお示ししたコニカル胴というところを示しているんですけども、これにドリルで穴を開けて、ナトリウムを回収するというのを検討している例をお示ししております。

右側は先ほどお示ししたタンクをイメージしておりますが、タンクからナトリウムを回収する場合には、配管の中に拔出用治具を差し込んで回収、タンク底部まで差し込んで回収するという方法を検討しております。

ナトリウムを回収した後、残留するナトリウムを安定化するというのを検討しているわけですけども、この安定化について、次のページで御説明いたします。

10ページです。

残留ナトリウムの安定化方法です。安定化には炭酸塩化法、WVN法、SHS法の三つの方法があります。炭酸塩化法という左側のものは、水蒸気と炭酸ガス。WVN法、真ん中のものは水蒸気と窒素ガス。SHS法は加熱蒸気、さらに高温な加熱蒸気と窒素ガスを用いて安定化をします。それぞれ長所、短所がありまして、どの方法をどの場所に適用するかということも現在検討しているところでございます。

ここまでで残留するもの、回収する工法の例、安定化というものをお示ししたわけですが、これらが全体としてどのようなプロセスで行われていくのかということをお説明させていただきたいと思っております。

11ページ目です。

これはナトリウム取扱いの流れを示しています。

中段の部分、真ん中の段の部分がプロセス、左からナトリウムを抜き出し、搬出、回収を行います。バルクナトリウムを回収した後、回収したナトリウムを第2段階で搬出します。搬出したナトリウムは、下側に行きまして、有価物として所外搬出します。

真ん中に戻って、残ったナトリウムを第2段階終了時、残留ナトリウムとあって、第3段階で回収、安定化等の処置を行います。

これら一連の流れの中で、①ナトリウム回収方法、②残留ナトリウムの特徴、③残留ナトリウム回収目標、④回収ナトリウムの特徴、これらにそれぞれ留意点がございまして、様々な条件を含めて検討を行っていく必要があります。これらは一番上の緑側の枠で示し



ているところでございます。

これらのプロセスを、もんじゅ全体像と組み合わせてお示したものが12ページになります。

12ページ目を御覧ください。

このページの上側ですね、以前にお示した全体像の中でナトリウム機器の解体までのプロセスを示しています。

下側に先ほどお示したナトリウムの取扱いをプロセスとして示しています。見ていただければ分かりますとおり、第2段階で放射性、非放射性のバルクナトリウムを搬出し、バルクナトリウム以外のナトリウムについても搬出に間に合うものを回収した後、搬出していくということになります。

13ページ目を御覧ください。

先ほどの全体像の中でも、一番解体までの期間が長い原子炉容器を例に、ナトリウムの取扱いの例をここで示しています。

しゃへい体を取り出した後、一番上の原子炉容器内のナトリウム分（概念図）ということを見ていただきたいんですけども、まずナトリウムを一部ドレンいたしまして、ナトリウム搬出まで、原子炉容器に一時保管いたします。ナトリウム搬出の後、第3段階で原子炉容器内に残留するナトリウムを回収します。改修後に、残留するナトリウムについては解体前処理の段階で安全に処理いたします。

第3段階で原子炉容器内に残留するナトリウムの例を、次のページでお示したいと思います。

14ページ目を御覧ください。

原子炉容器は構造が複雑で、ナトリウムの残留箇所が多いというふうに現在評価しております。その代表的な箇所を示します。これらのナトリウムの取扱いの検討には、回収方法の検討のほか、安定化の方法や解体の方法を含めて、総合的に判断する必要があることから時間を要します。

これら、総合的な判断を含めた原子炉容器解体の流れというものを次のページでお示します。

15ページ目を御覧ください。

上半分に原子炉容器解体全体の流れを、先ほどまでに御説明したナトリウムドレン、抜き出し、回収や安定化といった一連の流れを示しています。

この検討には、下段のほうにあります、原子炉容器解体準備として先行事例の調査、解体の概念検討、汚染分布の評価などをインプットとして基本方針を定めて、その後、設計等の検討を進めていく。これらの中でナトリウムの回収や安定化の検討も行ってまいります。

実際の原子炉容器内の残留ナトリウムの回収について、スーパーフェニックスを例に、次のページで示したいと思います。

16ページを御覧ください。

これはスーパーフェニックスの例になります。原子炉容器内に残っている残留ナトリウムを、①サイフォン、②機械式のドリルによる穴開け、③レーザーによる穴開け、このような方法を用いてタンク底部にナトリウムを集めて、その後、抜き取りを行っています。

このような知見を基に、もんじゅに合った適切な方法を検討してまいります。

17ページにまいります。これ以降、海外の廃止措置の実績等をお示しいたします。

17ページ目を御覧ください。

フランス、イギリス、アメリカ、ドイツ、カザフスタン、実験炉を含めて10基以上の廃止措置の経験があって、廃止措置の技術というのはあちこちにあるという状況になってございます。

18ページ目を御覧ください。

フランス、イギリス、アメリカは高速炉の冷却材としてナトリウムを使用しています。フランス、イギリスはもんじゅの計画と同じように、燃料を取り出して、ナトリウムの拔出後にナトリウムの安定化を行って解体するという計画でございます。このため、フランス、イギリスの経験を収集して、適用する技術を確認するために技術者を派遣したり、契約を締結して情報提供や技術的コメントを受けたりしています。今後も必要な情報をどんどん収集していきたいというふうに考えてございます。

19ページ目です。

こちらは、先ほどフランスとイギリスを挙げたところなんですが、炉としてスーパーフェニックスとPFRの廃止措置の計画の工程を示しています。

スーパーフェニックスでは、ナトリウムの抜き出しを行って安定化した後、炉内に水張りをを行います。現在は、炉内に水を張った状態で、炉上部の蓋回りを解体して、炉内の解体に向けた準備を行っています。

下のほうですね、PFRはナトリウムの拔出処理、2次系統内の安定化を行った後、2次系

を解体しています。本年1月には、原子炉基底部のナトリウムの回収も行ったところです。

このように、先行した炉は今進んでいるという状況になってございます。

20ページ目に参ります。

このような海外知見を参考にしつつ、もんじゅの廃止措置におけるナトリウム機器解体の基本方針を今後策定していくという中で、方針として現時点で考えていることをまとめてございます。

先ほども申し上げたところではありますが、先行している高速炉の廃止措置の知見を収集し、もんじゅに適用するよう検討した後、もんじゅの基本方針として定めていきたいと考えております。

以上が、海外知見を含めたナトリウム取扱いの全体像というふうになります。

最後です。21ページ目を御覧ください。

今後の予定です。一番下、次回の監視チーム会合では、ナトリウムの搬出完了時期を含めたナトリウムの搬出計画、第2段階のナトリウム回収の基本計画、第3段階のナトリウム処理の計画の考え方というものをお示ししていきたいというふうに考えてございます。

以上です。

○山中委員 それでは質疑に移ります。質問、コメントございますか。

○加藤原子力規制専門員 原子力規制庁の加藤でございます。私のほうから、ちょっとコメントをさせていただきたいと思えます。

まず、資料2-1、SsL運用についてなんですけれども、SsL運用における影響要因について、FT図で整理していただいたことによって、検討の内容が明確になったというふうに考えております。次回、燃料取り出しの後、事前確認試験を実施するということですけれども、事前確認試験における確認作業につきましては、この検討結果を踏まえて、慎重かつ確実に作業を実施していただければと思います。

一方、しゃへい体取り出しにおけるSsL運用のリカバリプランにつきましては、リカバリプランに用いる1次系の設備につきまして、特別な保全計画により管理するというふうな説明があったかと思えます。これまでも繰り返し会合で申し上げているところではあるんですけれども、リカバリプランの実効性を確認するなどの観点から、特別な保全計画の内容につきましても審査のポイントになると考えておりますので、この点につきましては引き続き検討を進めていただきまして、次回の監視チーム会合において、その内容について、説明をお願いしたいと思います。

資料2-1については以上ですけれども、いかがでしょうか。

○日本原子力研究開発機構（澤崎技術主幹） 原子力機構、澤崎です。

事前確認試験については、今回、設計評価であった点をしっかり確認して、慎重に進めさせていただきます。もう一つ、リカバリプランにつきましては、特別な保全計画で運用するということですので、今回の監視チームでどういった内容なのか、どういうふうな点検をやって、リカバリプランが実行できるのか、詳細に説明させていただきたいと思います。よろしくお願いします。

○加藤原子力規制専門員 原子力規制庁の加藤です。

よろしくお願いいたします。

続きまして、資料2-2についてのコメントですけれども、バルクナトリウム以外のナトリウムの回収方法につきましては、第3段階における残留ナトリウムの安定化ですとか、あとは解体の工法などを見据えて総合的に検討する必要があるとあって、それに向けて検討を進めているという状況について、理解いたしました。

資料の11ページになるんですけれども、ナトリウム取扱いの流れということで、②系統設備により残留ナトリウムの所在場所、量、形態が異なるというふうな形で、これについては第2段階において確定していただくというふうに理解しているんですけれども、これらの検討につきましては、対象となるナトリウムの残留箇所等につきまして、対象の洗い出しに漏れがないように、図面等による確認だけではなくて、しっかりとプラントウォークダウン等も実施していただきまして、第2段階の時点でしっかりと遺漏のないように確認を進める作業を実施していただければというふうに考えております。

あともう一点なんですけれども、今回の廃止措置計画変更認可申請においては、こちらのナトリウムの回収については基本計画のみの申請であるというふうに理解しております。詳細な方法につきましては改めて、第2段階の後半になるのか、そういったところで申請するような形になっているというふうに理解しておりますけれども、詳細な方法を示す時期というものについては、しっかりと次回の申請でピン留めしていく必要があると思いますので、こちらにつきましても引き続き検討を進めていただきますとともに、次回監視チーム会合において、説明をお願いしたいと思います。

資料2-2については、以上です。いかがでしょうか。

○日本原子力研究開発機構（藤村グループリーダー） 実証本部、藤村です。

残留ナトリウムの部分について、第2段階の中で詳細に確認していくこと、その中で洗

い出しに漏れないようにというコメントにつきまして、廃止措置を安全に進める上で、思わぬところにナトリウムがあるようなことがないように、慎重に進めてまいりたいと考えております。ありがとうございました。

続きまして、二つ目、廃止に関する、今後、詳細な内容について、いつ示すかという時期についても廃止措置計画に記載するよう、御指摘いただいたと思っております。この点、理解しましたので、そのように反映していきたいと思っております。ありがとうございました。

○加藤原子力規制専門員 原子力規制庁の加藤でございます。

よろしく申し上げます。1点目のコメントの残留ナトリウムの洗い出しにつきましては、ぜひプラントウォークダウン等を実施していただきましたら、その内容について、適宜、監視チーム会合におきまして御説明いただきたいと思っておりますので、よろしく願いいたします。

私からは以上です。

○日本原子力研究開発機構（安部本部長） JAEA敦賀の安部でございます。

残留ナトリウムの量の特定については、ウォークダウン等の方法も含めて、漏れないようにしていきたいと思えます。

それから、特に監視チーム会合の中で、山中委員のほうからも、ナトリウムの量の特定、これについてはしっかりやるようにという御指摘もありますので、残留ナトリウムの量の把握、それから洗い出します、搬出しますナトリウムの量の特定、こういったものについても基本的な考え方はこれから御説明していきたいと思っております。

○山中委員 そのほか、いかがでしょう。よろしいですか。

昨年来、第1段階から第2段階へ、安全に移行していただくために、かなり詳細な検討をいただいて、監視チームからも細かな注文を出させていただきました。体制も含めて、かなり検討いただいて、検討状況は進んでいるなという、そんな印象を今日は持ちました。

そのほか、何か監視チームのほうから、特に何かコメントを出すことはございますか。よろしいですか。

JAEA側から何か、本日出たコメントに対して何か質問とか、ございませんか。

○日本原子力研究開発機構（吉田部門長） 特にございません。

○山中委員 それでは、本日の議題は以上となりますけれども、最後に私のほうから、幾つかお話をさせていただきたいと思えます。

第1段階につきましては、現場の皆さんの努力もありまして、最後の燃料体の取り出しのキャンペーン開始をすることができる見込みとなっているようです。特に、私も現地を見させていただいて、対話させていただいた、若手職員の頑張りというのは評価に値するかなというふうに思っております。

前回の会合でもお話をさせていただきましたけれども、4月から実施する燃料体の取り出し作業につきましては、監視チームから指摘がありましたとおり、作業がこれまでのものと異なりますので、十分に模擬訓練等、手順を確認していただくとともに、引き続き慎重に作業を進めていただければと思います。

本日、第2段階の検討状況、検討事項について、JAEAから説明がございましたけれども、第2段階の検討状況については、バルクナトリウムを抜き出した後に残るナトリウムの取扱いについての検討状況を確認させていただきました。これらのナトリウムの回収というのは第3段階でのナトリウムの機器の解体につながる重要な工程でもありますので、できるだけ近視眼的にならずに計画を立てて、第3段階をスコープに入れつつ、着実に検討を進めていただければと思います。

私のほうからは以上でございますけれども、JAEA側から何かございますでしょうか。

○日本原子力研究開発機構（吉田部門長） 第1段階目の最後の燃料取り出しに関しては、ホールドポイントの中でしっかりと準備ができている状況を確認して、スタートしたいと思っております。

第2段階のところにつきましては、ナトリウムの扱いを含めて、今出されたコメント等を含めて、しっかりと検討して対応してまいりたいと思っておりますので、よろしく願いいたします。

○山中委員 そのほか、よろしゅうございますか。

それでは、次回の会合の日時については原子力機構の準備が整い次第、規制庁、事務局において調整をお願いいたします。

それでは以上で、本日のもんじゅ廃止措置安全監視チームの会合は終了といたします。