

核燃料施設等の新規制基準適合性に係る審査会合

第424回

令和3年12月21日（火）

原子力規制委員会

核燃料施設等の新規制基準適合性に係る審査会合

第424回 議事録

1. 日時

令和3年12月21日（火） 13:30～17:22

2. 場所

原子力規制委員会 13階 会議室A

3. 出席者

担当委員

山中 伸介 原子力規制委員会委員

原子力規制庁

小野 祐二 原子力規制部 新基準適合性審査チーム チーム長代理

志間 正和 原子力規制部 新基準適合性審査チーム チーム長補佐

菅原 洋行 原子力規制部 新基準適合性審査チーム員

有吉 昌彦 原子力規制部 新基準適合性審査チーム員

小舞 正文 原子力規制部 新基準適合性審査チーム員

片野 孝幸 原子力規制部 新基準適合性審査チーム員

島田 真実 原子力規制部 新基準適合性審査チーム員

藤森 昭裕 原子力規制部 新基準適合性審査チーム員

加藤 淳也 原子力規制部 新基準適合性審査チーム員

荒川 徹 原子力規制部 新基準適合性審査チーム員

羽賀 一男 技術参与

三好 慶典 技術参与

日本原子力研究開発機構

吉田 昌宏 大洗研究所 高速実験炉部 部長

高松 操 大洗研究所 高速実験炉部 高速炉技術課 課長

前田 茂貴 大洗研究所 高速実験炉部 高速炉照射課 課長

小林 哲彦	大洗研究所	主幹			
山本 雅也	大洗研究所	高速実験炉部	高速炉技術課	マネジャー	
齋藤 拓人	大洗研究所	高速実験炉部	高速炉技術課	主査	
権代 陽嗣	大洗研究所	高速実験炉部	高速炉技術課	主査	
石丸 卓	大洗研究所	高速実験炉部	高速炉技術課		

国立大学法人京都大学

中島 健	複合原子力科学研究所	所長
釜江 克宏	複合原子力科学研究所	特任教授
三澤 毅	複合原子力科学研究所	教授
北村 康則	複合原子力科学研究所	准教授
高橋 佳之	複合原子力科学研究所	助教

4. 議題

- (1) 日本原子力研究開発機構大洗研究所の試験研究用等原子炉施設(高速実験炉原子炉施設(常陽))に対する新規制基準の適合性について
- (2) 京都大学臨界実験装置(KUCA)設置変更承認申請について

5. 配付資料

- | | |
|----------|--|
| 資料 1 - 1 | 第53条(多量の放射性物質等を放出する事故の拡大の防止)に係る説明書－炉心損傷防止措置並びに格納容器破損防止措置の資機材及び手順－ |
| 資料 1 - 2 | 第30条(通信連絡設備等)に係る説明書 |
| 資料 1 - 3 | 第28条(保安電源設備)に係る説明書
第42条(外部電源を喪失した場合の対策設備等)に係る説明書 |
| 資料 1 - 4 | 国立研究開発法人日本原子力研究開発機構大洗研究所(南地区)高速実験炉原子炉施設(「常陽」)
第53条(多量の放射性物質等を放出する事故の拡大の防止)に係る説明書(炉心損傷防止措置並びに格納容器破損防止措置の資機材及び手順) |
| 参考 (1) | 国立研究開発法人日本原子力研究開発機構「常陽」質問管理表 |
| 資料 2 - 1 | 炉心の過剰反応度と制御棒の全反応度 |

資料 2 - 2 実験物の異常等による反応度の付加に関する補正方針(本文・添付書類八・十)

資料 2 - 3 実験物の異常等による反応度の付加に関する補正方針(補足説明資料)

参考 2 - 1 設置変更承認申請書 本文(11/10補正申請)

参考 2 - 2 設置変更承認申請書 添付書類十(11/10補正申請)

参考 2 - 3 補足説明資料

6. 議事録

○山中委員 定刻になりましたので、ただいまから第424回核燃料施設等の新規制基準適合性に係る審査会合を開催します。

議題はお手元にお配りの議事次第に記載のとおりでございます。

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、申請者はテレビ会議システムを利用した参加となっております。

本日の会合の注意点を申し上げますが、資料の説明においては資料番号とページ数を明確にして説明をお願いします。発言において不明瞭な点があれば、その都度、その旨をお伝えいただき、説明や指摘を繰り返していただくようお願いいたします。会合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ので、御了承をお願いいたします。

議事に入ります。最初の議題は、議題1、日本原子力研究開発機構大洗研究所の試験研究用等原子炉施設（高速実験炉原子炉施設（常陽））に対する新規制基準の適合性についてです。

今回の審査会合では、第53条（多量の放射性物質等を放出する事故の拡大の防止）に関し、炉心損傷防止措置並びに格納容器破損防止措置の資機材及び手順、第30条（通信連絡設備等）、第28条（保安電源設備）、第42条（非常用電源設備）について、それぞれ説明をいただきます。

それでは、JAEAからBDBA対策としての資機材及び手順について、まず資料1-1の説明をお願いいたします。

○日本原子力研究開発機構（山本マネジャー） 原子力機構の山本でございます。

第53条の多量の放射性物質等を放出する事故の拡大防止につきましては、これまでの審

査会合におきまして炉心損傷防止措置及び格納容器破損防止措置の有効性評価に使用する計算コード及び有効性評価について、御審査をいただいております。

本日は、これらに引き続きまして、炉心損傷防止措置及び格納容器破損防止措置の資機材及び手順について、資料1-1に基づきまして御説明をいたします。御説明は画面を共有させていただき、実施いたします。

まず1ページ目に目次を示してございまして、本日の説明範囲を青枠で囲んでおります。まず初めに、炉心損傷防止措置及び格納容器破損防止措置に係る資機材に対する設計方針について御説明いたします。

次に、本日の説明範囲としております炉心流量喪失時原子炉停止機能喪失（ULOF）事象及び原子炉容器液位確保機能喪失による崩壊熱除去機能喪失（LORL）事象について、炉心損傷防止措置及び格納容器破損防止措置に係る資機材について説明し、その後、それぞれの手順について御説明をいたします。

なお、残りの事象グループに係る資機材及び手順については、次回以降の審査会合で御説明をさせていただく予定としております。

2ページをお願いします。2ページに、炉心損傷防止措置及び格納容器破損防止措置に係る資機材に対する設計方針を示しております。資機材の設計方針としまして、基準地震動による地震力に対して機能を喪失しないように整備する。火災の発生防止並びに早期に火災の感知及び消火を行うことができるように必要な火災防護対策を講じる。電源を必要とする資機材は非常用電源設備より給電する。炉心損傷防止措置、格納容器破損防止措置をそれぞれ講じ、格納容器破損防止措置は炉心損傷防止措置の機能喪失を仮定して設計する。これらの4点を主な設計方針としております。

3ページからは全事象グループを対象として、炉心損傷防止措置に係る資機材及び手順の概要を示しております。左の列から事象グループ、評価事故シーケンス、炉心損傷防止措置、措置に使用する主な資機材、措置の手順の順に記載しております。

本日の説明範囲のULOFには炉心流量の減少時に原子炉停止機能を喪失する三つの評価事故シーケンスがあり、これらに対する炉心損傷防止措置は原子炉トリップ信号、代替原子炉トリップ信号、後備炉停止系用論理回路、後備炉停止系による原子炉自動停止としております。

本措置に使用する資機材は、代替原子炉トリップ信号としての1次主循環ポンプトリップ信号検出器、計測装置、後備炉停止系用論理回路、後備炉停止制御棒、原子炉の停止を

確認する核計装検出器、計測装置等であり、これらの資機材の機能に必要な主な関連系は非常用電源設備及び圧縮空気供給設備となります。

本装置に関連する手順を一番右の列に記載しておりまして、後備炉停止系による原子炉自動停止手順を整備いたします。また、本措置の機能を喪失した場合の自主対策に係る手順として、こちらの①～③の手動スクラムボタンによる停止、手動操作による制御棒、後備炉停止制御棒保持電磁石の励磁断、手動操作による制御棒、後備炉停止制御棒の駆動機構による挿入、これらの三つの操作を含む手順の原子炉手動停止手順を整備いたします。

なお、本手順は炉心損傷防止措置の機能を喪失したと判断した場合に、炉心の状態によらず、①～③の順に実施することといたします。

原子炉手動停止手順を自主対策に位置づける理由をこの表の下の*1に記載しております。本操作は運転員が中央制御室で数分以内の実施できるため、炉心の著しい損傷を防止できる可能性があります。操作に時間を要する可能性を考慮し、自主対策としております。

なお、炉心損傷の防止に間に合わない場合でも、炉心の出力を低下させ、影響を緩和する手段となり得る対策であります。

4 ページには、1次冷却材漏えいによる液位確保機能喪失事象（LORL）の炉心損傷防止措置に係る資機材及び手順の概要を示しております。LORLには三つの評価事故シーケンスがございまして、本日はそのうちの安全容器内における内管及び外管破損の重畳事故のLORL（i）の資機材及び手順について説明いたします。

LORL（i）に対する炉心損傷防止措置は、冷却材の安全容器内保持、補助冷却設備による強制循環冷却になります。本措置に使用する資機材は、安全容器及び補助冷却設備であり、これらの資機材の機能に必要な主な関連系は、原子炉容器液面計検出器、非常用電源設備、補機冷却設備となります。

本措置に関連する手順を一番右の列に記載しておりまして、安全容器内での1次主冷却系内管及び外管からの漏えい時手順を整備するとともに、自主対策として補助冷却設備手動起動手順を整備いたします。

5ページは、SBO等の炉心損傷防止措置に係る資機材及び手順の概要でございまして、こちらは次回以降の審査会合で御説明をいたします。

6ページに格納容器破損防止措置に係る資機材及び手順の概要を示しております。格納容器破損防止措置は、炉心の著しい損傷が生じることを想定した措置でありまして、ULOF

に対しては格納容器破損防止措置の欄に記載の三つの措置を講じております。

1点目が非常用冷却設備による原子炉容器内強制循環冷却による損傷炉心物質の冷却、2点目が回転プラグを含む原子炉容器構造による即発臨界超過時のナトリウム噴出量の抑制、3点目が原子炉格納容器構造による即発臨界超過時の噴出ナトリウム等の影響緩和になります。

本措置に使用する資機材は、1次主冷却系、2次主冷却系、原子炉容器、回転プラグであり、これらの資機材の機能に必要な主な関連系は、非常用電源設備及び圧縮空気供給設備となります。

本措置に関連する手順を一番右の列に記載しており、損傷炉心物質の原子炉容器内冷却手順及び格納容器自動アイソレーション手順を措置に係る手順として整備し、1次アルゴンガス系の排気側の隔離手順及び格納容器手動アイソレーション手順を実施対策に係る手順として整備いたします。

7ページにLORLの格納容器破損防止措置に係る資機材及び手順の概要を示しております。LORLのiに対する格納容器破損防止措置としましては、こちらに記載の三つの措置を講じております。1点目がコンクリート遮へい体冷却系を用いた安全容器外面冷却による損傷炉心物質の安全容器内保持・冷却、2点目が安全板による原子炉冷却材バウンダリの過圧の防止、3点目がナトリウム流出位置における熱的影響緩和措置としてのヒートシンク材・断熱材の敷設になります。

本措置に使用する資機材は、コンクリート遮へい体冷却系、安全容器、1次アルゴンガス系安全板、ヒートシンク材及び断熱材であり、これらの資機材の機能に必要な主な関連系は非常用電源設備、補機冷却設備となります。

本措置に関連する手順を一番右の列に記載しており、安全容器内での1次主冷却系内管及び外管からの漏えい事故における炉心損傷防止措置の機能喪失時手順及び格納容器自動アイソレーション手順を措置に係る手順として整備し、1次アルゴンガス系の排気側の隔離手順及び格納容器手動アイソレーション手順を自主対策に係る手順として整備いたします。

8ページはSB0等の格納容器破損防止措置に係る資機材及び手順の概要でして、こちらは次回以降の審査会合で御説明をいたします。

9ページからがULOFに対する資機材及び手順です。

1枚めくっていただきまして、10ページには、ULOFの炉心損傷防止に係る事象進展と資

機材及び手順を示しております。左上の外部電源喪失が異常事象であり、設計基準の範囲では原子炉トリップ信号の発信によって原子炉が自動停止し、事象が収束します。これに対して、原子炉トリップ信号の発信又は原子炉保護系スクラムの動作に失敗し、原子炉の自動停止に失敗した場合に、破線の下にBDBAに移行します。

炉心損傷防止措置は黄色塗りの箇所であり、代替原子炉トリップ信号、後備炉停止系による原子炉自動停止の措置により、炉心損傷を防止します。黄色塗りの箇所を含んで青色の破線で囲んだ範囲が炉心損傷防止措置の有効性評価の範囲であり、本措置に使用する資機材及び手順を右の実線で囲んだ枠に記載しております。

原子炉の停止に係る資機材が1次主循環ポンプトリップの代替原子炉トリップ信号、後備炉停止系用論理回路、後備炉停止制御棒であり、原子炉停止後の崩壊熱除去に係る資機材はMS-1の原子炉停止後の除熱機能です。

また、これらの資機材による措置に係る手順として、後備炉停止系による原子炉自動停止手順を整備いたします。さらに、何らかの原因で炉心損傷防止措置の機能を喪失した場合に、原子炉自動停止失敗と判断し、事象進展図の下側の青色の破線で囲んだ原子炉手動停止の手順を自主対策として実施します。

本手順に関する資機材及び手順を右側の実線で囲んだ枠に記載しており、使用する資機材は手動スクラム、制御棒保持電磁石励磁断、制御棒駆動機構による挿入に係る設備であり、これらを動作させるための手順として原子炉手動停止手順を整備いたします。

次に、11ページには、格納容器破損防止に係る事象進展と資機材及び手順を示しております。格納容器破損防止措置は黄色塗りの箇所であり、右側のフローは炉心の著しい損傷後の原子炉容器内での損傷炉心物質の冷却保持に係るものです。

本措置に使用する資機材及び手順を右の実線で囲んだ枠に記載しております。損傷炉心物質の冷却に係る資機材は、MS-1の原子炉停止後の除熱機能であり、本資機材による措置に係る手順として損傷炉心物質の原子炉容器内冷却手順を整備いたします。

事象進展図の中央の黄色塗りの箇所に格納容器床上へのナトリウム噴出等による原子炉冷却材バウンダリ外への放射性物質の漏えいに対する格納容器破損防止措置を示しております。

本措置に使用する資機材及び手順を右の中段の実線で囲んだ枠に記載しております。回転プラグを含む原子炉容器構造及び隔離弁を含む格納容器構造が資機材であり、これらによる閉じ込め機能の確認に関する手順を格納容器アイソレーション手順として整備いたし

ます。

また、その下の枠に自主対策を記載しており、放射性物質の放出量の抑制に係る1次アルゴンガス系の排気側の隔離手順及び自動アイソレーション失敗時の手動での隔離に係る格納容器手動アイソレーション手順を整備いたします。

12ページには、前のページまでで御説明をした措置に係る資機材について、機器レベルまで具体化するとともに、電源設備等の関連系を併せて示しております。ULOFが発生した場合に代替原子炉トリップ信号の検出器で検知し、後備炉停止系用論理回路で自動停止の信号を発し、後備炉停止制御棒が炉心に急速挿入されて原子炉が停止します。その後、核計装、プロセス計装を使用して出力低下等を監視いたします。

停止後の崩壊熱の除熱につきましては、原子炉の冷却は1次主冷却系、原子炉容器、1次主循環ポンプポニーモータを用い、2次系による除熱については2次冷却材バウンダリ主冷却器を用いて実施いたします。除熱中の状態については、核計装、プロセス計装を使用して監視をいたします。

原子炉停止機能の下線部下側ですけれども、そちらは自主対策に係るものであり、手動スクラムボタン、保持電磁石励磁スイッチ、制御棒駆動機構スイッチを操作して原子炉手動停止手順に基づいて手動停止操作を実施します。これらの資機材の動作に必要な関連系を表の右から2列目に記載しており、動作に電源が必要なものは非常用電源設備から給電することとし、主冷却器の弁等の動作に必要な圧縮空気供給設備も関連系としております。

13ページからは、原子炉の停止機能に係る資機材です。13ページには、原子炉の停止に係る資機材の構造概要としまして、制御棒及び後備炉停止制御棒の構造について示しております。常陽では、独立した4式の制御棒及び制御棒駆動系を炉心の内側の第3列、また、2式の後備炉停止制御棒及び後備炉停止制御棒駆動系を炉心の外側の第5列に設置しております。

原子炉スクラム時においては、図の左側の上のほうにあります保持電磁石の励磁を切断し、制御棒等を保持しているラッチ機構を切り離し、切り離された制御棒等がバネ加速及び重力により炉心に急速に挿入されます。

左側のポツの四つ目ですが、後備炉停止系は主炉停止系による原子炉停止が不能の場合でも原子炉を停止するように設計しており、主炉停止系を設計基準事故の対処設備、後備炉停止系をBDBAに対する資機材としております。

14ページには、制御棒及び後備炉停止制御棒と下部案内管の相対位置関係を示しております

ます。図は制御棒の引き抜き状態ごとに左から全挿入位置、400mm引き抜き位置、全引き抜き位置と三つ並べて示しております。青で示しておりますのが制御棒又は後備炉停止制御棒であり、黒で示しておりますのが下部案内管になります。また、制御棒の中にありますオレンジの部分が中性子吸収材の B_4C （炭化ほう素）を装荷した領域になります。

一番右側の図が全引き抜きの場合であり、通常運転時は、後備炉停止制御棒はこの位置に配置されますが、この全引き抜き位置においてもこの青の後備炉停止制御棒の領域が60%以上下部案内管に挿入された位置関係となり、また、後備炉停止制御棒の下方には、下降を阻害するものは存在しませんので、後備炉停止制御棒は高い信頼性をもって挿入することができるかと判断をしております。

15ページに設計基準事故対処設備の原子炉停止機能喪失に対する炉心損傷防止措置の全体概要を示しております。検出器から論理回路、後備炉停止制御棒等の保持電磁石の電源までを図示しております。

赤色の線が設計基準事故対処設備に係るフローであり、青色の線がBDBAの資機材に係るフローになります。設計基準では、原子炉トリップ信号の検出器のパラメータが設定値に達しますとトリップ信号を発信し、原子炉保護系の論理回路が動作し、制御棒の保持電磁石の励磁を切って原子炉を自動停止させる設計としております。

これに対しまして、BDBAの資機材では、設計基準の原子炉トリップ信号とは別の代替原子炉トリップ信号を設け、原子炉トリップ信号の発信に失敗した場合には代替トリップ信号が発信され、原子炉保護系の動作に失敗した場合には、後備炉停止系用の論理回路が動作し、主炉停止系の制御棒の挿入に失敗した場合には、後備炉停止制御棒が挿入される設計としております。

以上のとおり、設計基準事故対処設備とは独立したBDBA資機材を設置し、信頼性を確保するとともに、炉心損傷防止措置の有効性評価では、後備炉停止制御棒のみで炉心の著しい損傷を防止できると評価をしております。

16ページは先ほど説明しました原子炉トリップ信号と代替トリップ信号、異常な過渡変化及び設計基準事故の事象とBDBAの事象について整理をして示しております。左から2列目の1次冷却材流量減少や外部電源喪失等の流量減少型の事象に対する設計基準事故対処設備の原子炉トリップ信号は、1次冷却材流量低や電源喪失等になります。

これに対して、BDBA資機材の代替原子炉トリップ信号を右から2列目に記載しており、1次主循環ポンプトリップを代替トリップ信号とすることにより、原子炉トリップ信号とは

独立で多様な代替トリップ信号とすることにより、信頼性を確保しております。

17ページは制御棒連続引き抜き阻止インターロックに関するこれまでの審査会合における御指摘への回答になります。制御棒連続引き抜き阻止インターロックは、制御棒の誤引き抜きが生じた際に出力を過大に増大させないための措置として新設するものであり、その基本構成は左下の図に記載のとおり、制御棒の引き抜き回路にタイマーリレーを増設し、運転モードスイッチが高出力モードである場合に制御棒の連続引き抜き時間が3秒に達した際に限時動作b接点のタイマーリレーの動作により引き抜き回路の信号を遮断し、引き抜きを停止させる設計といたします。

18ページは格納容器破損防止措置に係る資機材について、機器レベルまで具体化するとともに、電源設備等の関連系を併せて示しております。原子炉容器内での損傷炉心物質の冷却に関しては、1次主冷却系原子炉容器、1次主循環ポンプポニーモータを用い、2次冷却系による除熱は2次冷却材バウンダリ主冷却器を用いて実施します。また、除熱中の状態については、核計装、プロセス計装を使用して監視いたします。

格納容器床上へのナトリウムの噴出の抑制機能は、原子炉容器上部に設置している回転プラグを資機材としております。格納容器外への放射性物質の移行量の低減機能としましては、格納容器及び格納容器バウンダリの属する配管、弁を資機材として格納容器アイソレーション手順を講じることとしております。また、格納容器の隔離状態や隔離後の状態についてプロセス計装により監視をいたします。

19ページにはULOFに係る炉心損傷防止措置及び格納容器破損防止措置の手順の概要を示しております。炉心損傷防止措置に係る後備炉停止系による原子炉自動停止手順、格納容器破損防止措置に係る損傷炉心物質の原子炉容器内冷却手順、格納容器自動アイソレーション手順のいずれも運転員が操作を介在しなくても自動的に機能するように設計しておりますので、運転員が実施する手順についてはこれらの措置の作動状態の確認及び措置の作動後の監視に係る手順となります。

資料1-1の前半の説明は以上でございますので、説明を一旦ここで区切らせていただきまして、ここまでの範囲について御審査をいただきたくお願い申し上げます。

○山中委員 それでは、ただいまの説明につきまして、質疑に入りたいと思います。質問、コメント、ございますか。

○菅原チーム員 規制庁の菅原です。

2ページでちょっと一つ質問させていただきます。資機材に対する設計方針として、資

機材は原則として以下の方針で設計すると。基準地震動による地震力とか火災防護対策に対して機能喪失しないというように整備するとあるんですが、この「原則として」というのが意味するところなんですけど、この地震や火災に対して機能喪失が考えられる設備があると、そういうことなんでしょうか。具体的に何かそういう設備があるのかちょっと教えていただけたらと思います。

○日本原子力研究開発機構（山本マネジャー） 原子力機構の山本でございます。

こちら「原則として」と書かせていただきましたのは、今後の措置の中でLFの局所閉塞に関する燃料破損検出系といたしまして。

○菅原チーム員 すみません。ちょっと声が聞き取りづらいので、もう一度お願いします。

○日本原子力研究開発機構（山本マネジャー） すみません。この「原則として」と記載していただきましたのは、本日のULOF及びLORLに対してはこちらに記載のと通りの設計方針で設計をいたしますが、今後の審査で御説明をさせていただく局所閉塞に関しましては、燃料破損の検出系で燃料破損を検出して原子炉を手動で停止するという措置がございます。この措置に使用します燃料破損検出系ですけれども、地震が起こった際には地震動を検知して安全保護系によって原子炉を自動停止いたしますので、そういったものに対しては基準地震動による地震力に対して機能を喪失しないように整備することが必ずしも求められないのではないかというふうに考えてございまして、そちらについてはこの原則に反する原則外を適用する場合のものについては、そういったものがある場合には今後丁寧に説明をさせていただきたいというふうに考えてございます。

○菅原チーム員 分かりました。であれば、次回以降の説明の中にその機能喪失したとしてもBDBA対策として成立するかという説明がされるというふうに理解しましたので、その点については資料を作って説明をお願いしたいと思います。

よろしく申し上げます。

○日本原子力研究開発機構（山本マネジャー） 原子力機構の山本です。

承知いたしました。

○有吉チーム員 原子力規制庁、有吉です。

今のところは少し回答に疑問がありまして、燃料破損の検出機能というのは、これ耐震Sクラスではなくて地震荷重に対して弱いと。そうするとその時点から、地震でトリップするまでの間は監視できない領域が生じるというふうに聞こえるんですけど、そういう理解でよろしいんですか。

○日本原子力研究開発機構（山本マネジャー） 原子力機構の山本ですけれども、今後説明をさせていただきたいというふうに考えてございますけれども、燃料破損検出系については、カバーガス法と遅発中性子検出法がございます。この遅発中性子検出法についてはその炉心の燃料の破損の検知機能を喪失しないようにSsで機能維持をするという設計にしようというふうに考えてございます。整理してLFの局所閉塞の資機材、手順の説明の際に説明をさせていただきたいと思います。

○有吉チーム員 規制庁、有吉です。

破損燃料を検出するというのが遅発中性子を使うものと、あとあれですね、カバーガス中の微量なFPガスを検出すると、そういうものでしたっけ。遅発中性子はSs機能を維持するが、後者のほうは維持しないと言っているわけですね。

○日本原子力研究開発機構（山本マネジャー） 必要になる機能といたしましては、原子炉を手動停止するための判断基準としての燃料破損検出機能と、あと、燃料破損炉心損傷の監視を行うための機能というのが二つ必要だというふうに考えてございまして、このカバーガス法を使った原子炉を停止するための検知機能については、地震時には自動で原子炉が停止しますので、それに対しては耐震性が不必要なのではないかというふうに考えています。

ただ、一方で、燃料破損の検出設備というのは必要になりますので、それについて炉心損傷の監視等の観点での機能としてはDN法（遅発中性子検出法）についてSs機能維持を図るというふうな構成で考えてございます。

○有吉チーム員 規制庁、有吉です。

ちょっと今の口頭での説明では少し分からないといったところが正直なところで、破損燃料検出装置のそれぞれの機能分担とかそれからそういう機能分担に対する事象が例えば地震とどういう関係があるのかとか、そういったことを丁寧に説明していただかないと、ちょっとこちらとしては了解できないかなと思っております。

よろしく申し上げます。

○日本原子力研究開発機構（山本マネジャー） 原子力機構の山本です。

承知いたしました。今後の審査において丁寧に説明をさせていただきます。

○山中委員 そのほかいかがですか。どうぞ。

○島田チーム員 原子力規制庁の島田です。

先ほどの議論に関係するところなんですけれども、今回の説明範囲ではないですけども、

スライドの3ページをお願いいたします。LF局所閉塞の関係ですけれども、これの主な資機材のところカバーガス法の燃料破損検出設備として挙げていただいていますけれども、炉心損傷防止措置の中で、検出と手動スクラムによる原子炉停止というのがあると思うんですけれども、この手動スクラムに必要な主炉停止系の制御棒設備とかそういったものは主な資機材として挙がらない理由についてはどのように考えているのでしょうか。

○日本原子力研究開発機構（山本マネジャー） 原子力機構の山本でございます。

主な資機材として書いている、書いていないというところの整理になりますけれども、これは手動スクラムをした場合に手動停止系で停止をするということになります、まず事象の想定におきまして、停止機能喪失というものを想定した事象ではないということがございますので、この際、局所閉塞における制御棒については設計基準対象設備の拡張した機能としての使用という位置づけでございますので、ここの主な資機材には書いてございません。

ただ、一方で、今御指摘をいただきましたとおり、手動スクラムをした際には主炉停止系の制御棒によって原子炉が停止することになりますので、その機能には合理的に期待することができるというふうに考えて、事象の想定と関係がない設計基準対象設備ですので、合理的に期待することができるというふうに考えて、こちらには記載していないというものになります。

○片野チーム員 原子力規制庁の片野でございます。

今の御説明は設計基準を拡張して使えるからいいんじゃないかということだと理解はしたんですけど、ただこれって今ここで言っているLFというのはDBで言っているLFとは違うわけで、それなりに閉塞領域を多くとっていたりして、全く同じ条件ではないということなわけです。設計基準でクレジットをとっている設備であっても、あくまでこのBDBA対策として使うということであれば、それ用の設計としてやっぱり見る必要があって、同じものなんでしょけれども、ここではやっぱり兼用といいますか、BDBA対策として使うものと位置づけて設計をちゃんと確認するという行為が必要になるんじゃないかなと思っております。

なので、単に書く、書かないという話もあるんですけども、どういう考え方でこの対策設備として取り上げて設計を確認していくかというのは、この資機材、機材ですとか手順を見る上では重要なポイントになると思いますので、その辺の御検討はいただきたいと思っています。

○日本原子力研究開発機構（山本マネジャー） 承知いたしました。今後のヒアリング審査会合等でこちらの記載の考え方については別途丁寧に説明させていただきます。

○山中委員 そのほかいかがですか。どうぞ。

○片野チーム員 続けて質問させていただきます。

この3ページ～8ページまででこの資機材、手順ということで、概要をいろいろ書かれておまして、どういった資機材ですとか手順というものが必要なのかというのは一覧で分かるようになっているわけですし、ここに書かれている資機材のほかに、例えば12ページですとか、12ページだと炉心損傷防止ですよね。あと18ページというところになると、この資機材のほかに関連系ということでどういった、機器そのものだけではなくてそれを駆動させるためにどういったものが必要かというものだけ書いていただいているというふうに思います。

ここまででBDBA対策の設備というのはどこまで見るべきかというのは一つ論点になるとだと思っております。今ここ、例えば18ページの中でいいますと、上から二つ目のところですね。1次主循環ポンプのポニーモータというのがあります。これモータはこうなんでしょうけど、ポンプそのもので見た場合は、潤滑油系なんかも必要になってくると。あと、非常用電源を使う場合ですと、ディーゼル発電機なんかは冷却水系なんかも必要になってくるということですので、ここに電源ということで主たる関連系は書かれていると思うんですけど、この辺もどこまでBDBA対策の設備として考えるのかというのも一つ設計の整理というか考え方としては整理いただきたいと思っております。

今申し上げているのは、全部何でもBDBA設備に入れろと言っているのではないんですけれども、機能を期待する上でどういったものが必要で、どこまでをBDBA対策の設備として位置づけるのかというのはこれも重要なポイントだと思っておりますので、整理した上で御説明をいただきたいと思っております。

○日本原子力研究開発機構（山本マネジャー） 原子力機構の山本でございます。

はい。承知いたしました。今御指摘いただきましたとおり、1次主循環ポンプのポニーモータの運転には、ポンプの冷却用の潤滑オイルのOPUですとか非常用電源設備のDGを動かすためにはDG系の冷却系といったものも必要でございますので、そういったものについても整理をして、今後のヒアリング、審査会合等で御説明をさせていただきます。

○山中委員 そのほかいかがでしょうか。よろしいですか。

それでは、引き続き説明のほうをお願いいたします。

○日本原子力研究開発機構（山本マネジャー） 原子力機構の山本でございます。

引き続きまして、資料1-1の20ページから御説明をいたします。20ページからがLORL (i) に対する資機材及び手順になります。

1枚めくっていただきまして、21ページにLORL (i) の炉心損傷防止に係る事象進展と資機材及び手順を示しております。左上の1次冷却材漏えいが異常事象であり、設計基準の範囲では原子炉が自動停止した後に外管により漏えいが抑制された状態でMS-1の主冷却系による原子炉停止後の除熱機能により崩壊熱が除去され、事象が収束します。これに対しまして、外管による漏えい量の抑制に失敗し、1次主冷却系の循環に必要な液位を下回る場合に、破線の下のBDBAに移行します。

炉心損傷防止措置は黄色塗りの箇所であり、安全要求により冷却材の漏えい量を抑制し、補助冷却設備の冷却に必要な液位を確保した上で補助冷却設備の運転により崩壊熱を除去する措置により炉心損傷を防止します。

黄色塗りの箇所を含んで青色の破線で囲んだ上側の範囲が炉心損傷防止措置の有効性評価の範囲であり、措置に使用する資機材及び手順を右の実線で囲んだ枠に記載しております。資機材は安全容器及び補助冷却設備であり、これらの資機材による措置に係る手順として、安全容器内1次主冷却系内外管破損時の補助冷却設備による崩壊熱除去手順を整備いたします。

さらに、何らかの原因で補助冷却設備の起動又は運転に失敗した場合に、補助冷却設備を手動で起動する手順を自主対策として整備いたします。

22ページには、格納容器破損防止に係る事象進展と資機材及び手順を示しております。格納容器破損防止措置は黄色塗りの箇所であり、右側のフローが炉心の著しい損傷に対する安全容器内での損傷炉心物質の冷却保持に係るものです。

黄色塗りの箇所を含んで緑色の破線で囲んだ範囲が格納容器破損防止措置の有効性評価の範囲であり、コンクリート遮へい体冷却系による安全容器外面冷却による安全容器内での損傷炉心物質の保持冷却を措置としております。

措置に使用する資機材及び手順を右の上側の緑の実線で囲んだ枠に記載しております。資機材は安全容器及びコンクリート遮へい体冷却系であり、これらの資機材による措置に係る手順として、コンクリート遮へい体冷却系による安全容器外面冷却手順を整備いたします。

また、事象進展図の左側のフローは、格納容器バウンダリの破損防止に係るものであり、

格納容器破損防止措置を黄色塗りで示しております。

本措置に使用する資機材及び手順を右の中段の緑の実線で囲んだ枠に記載しております。安全板による原子炉冷却材バウンダリの加圧の防止、窒素雰囲気下の格納容器床下に漏えいしたナトリウムの熱的影響緩和措置のための断熱材及びヒートシンク材の敷設、格納容器構造を資機材とし、本資機材に係る措置の手順として、格納容器アイソレーション手順を整備いたします。

また、ULOFと同様に、自動アイソレーション失敗時の手動での隔離に係る格納容器手動アイソレーション手順を整備いたします。

23ページには、これまでのページで御説明しました措置に係る資機材について機器レベルまで具体化するとともに、電源設備等の関連系を併せて示しております。LORLが発生した場合には、安全容器で漏えいを抑制し、その後、1次補助冷却系及び2次補助冷却系で構成する補助冷却設備により崩壊熱を除去し、崩壊熱除去時の状態をプロセス計装を使用して監視いたします。

本資機材を用いた炉心損傷防止措置には、安全容器内1次主冷却系内外管破損時の補助冷却設備による崩壊熱除去手順を適用いたします。

また、補助冷却設備の運転失敗時には、循環ポンプ、補助送風機起動スイッチ等を操作する補助冷却設備手動起動手順を実施いたします。

24ページは原子炉の液位確保機能に係る資機材です。24ページでは資機材の概要としまして安全容器内での冷却材の保持の概念図を示しております。安全容器内の配管でナトリウム漏えいが生じますと、通常運転時のナトリウム液位から液位が低下いたします。この事象に対する液位確保のための措置として、安全容器内で漏えいしたナトリウムを保持する措置により、図中の赤い矢印で示しておりますとおり、安全容器側と原子炉容器側の液位がバランスした液位で漏えいが停止し、図中緑の矢印のとおり、補助冷却設備による強制循環冷却に必要な液位が確保されるものとしております。

25ページには、補助冷却設備の強制循環冷却の概念図を示しております。補助冷却設備は、原子炉停止後の崩壊熱除去期間中に原子炉容器の冷却材液位が1次主冷却系の循環に必要な液位を下回ると、主冷却系による冷却に失敗した際の崩壊熱除去に使用する措置であり、原子炉容器液面低信号により1次補助電磁ポンプ、送風機等は自動で起動する設計としております。また、補助冷却設備は主冷却系とは独立した系統としております。

26ページには、格納容器破損防止措置に係る資機材について、機器レベルまで具体化す

るとともに、電源設備等の関連系を併せて示しております。安全容器内での損傷炉心物質の冷却に関しては、窒素ガスブロワ、窒素ガス冷却器、ペDESTALブースタブロワ、窒素ガスダクト等から構成されるコンクリート遮へい体冷却系で安全容器を冷却し、冷却の状態をプロセス計装を使用して監視いたします。

原子炉冷却材バウンダリ、カバーガスバウンダリ等の加圧防止機能に関しては、1次アルゴンガス系に安全板を新設し、加圧を防止いたします。

格納容器外への放射性物質の移行量の低減機能に関しましては、窒素雰囲気格納容器床下に漏えいしたナトリウムの熱的影響を緩和するための措置として、断熱材及びヒートシンク材の敷設、格納容器及び格納容器バウンダリに属する配管及び弁、これらを資機材といたしまして、格納容器アイソレーション手順を講じることとしております。また、自主対策としてULOFと同様に手動アイソレーション手順を整備いたします。

27ページには、原子炉容器外での損傷炉心物質の保持・冷却に係る資機材として、コンクリート遮へい体冷却系による安全容器外面冷却の措置を示しております。本措置は右上の図に原子炉容器と安全容器を記載しておりますが、原子炉容器外に流出した損傷炉心物質等をコンクリート遮へい体冷却系を用いた安全容器外面冷却により、安全容器内で保持・冷却する措置になります。

コンクリート遮へい体冷却系は、通常運転時から赤い線で示しました窒素ガスの流路を構成し、通常運転時から運転を継続するものでありまして、基本的に操作は不要となります。また、安全容器を冷却した窒素ガスは、図の左の窒素ガス冷却器におきまして補機系の冷却水と熱交換をすることにより除熱される設計としております。

28ページには、原子炉冷却材バウンダリの加圧防止、格納容器内の熱的影響の緩和に係る資機材として、安全板、ヒートシンク材及び断熱材の設計について示しております。格納容器破損防止措置としまして、安全板によって中間熱交換器の原子炉冷却材バウンダリの1次・2次境界の過圧破損を防止する措置を講じるとともに、安全板を通じて窒素ガス雰囲気に放出される格納容器床下に流出した冷却材の熱的影響をヒートシンク材及び断熱材で緩和いたします。

安全板は格納容器床下の地下2階の1次アルゴンガス系に新たに設置するものでございまして、安全板までの配管部についてはヒータ等によりナトリウムの凝縮による閉塞を防止する設計といたします。

また、安全板の破裂圧力は約9.8kPaとしまして、安全板が破裂した際には中央制御室に

警報を発報し、破裂を検出できるように設計いたします。

左下の※1のところに注釈をしておりますが、安全板の製作段階における管理についてこちらに示しております。安全板の製作に当たりましては、設置前に同一ロードで破裂試験を複数回実施しまして信頼性を検証するとともに、供用中においても定期的に破裂試験を実施し、供用期間中の信頼性を確保することとしております。

次に、ヒートシンク材についてですが、ヒートシンク材には比熱が大きく、耐ナトリウム性が良好なアルミナを使用することとし、熱的影響の緩和を目的として安全板を設置する格納容器床下の地下2階の部屋に設置をいたします。

29ページには、LORL (i) に係る炉心損傷防止措置及び格納容器破損防止措置の手順の概要を示しております。炉心損傷防止措置に係る補助冷却設備による崩壊熱除去手順、コンクリート遮へい体冷却系による安全容器外面冷却手順、格納容器の自動アイソレーション手順のいずれにつきましても、運転員が操作を介在しなくとも自動的に機能するように設計しておりますので、運転員が実施する手順については基本的にこれらの措置の作動状態の確認及び措置の作動後の監視に係る手順となります。

本資料の説明は以上でございます。

○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。

○片野チーム員 原子力規制庁の片野でございます。

それでは、24ページのこのLORLのところの御説明でちょっと確認しておきたいことがありますので、お願いします。これを見ますと、補助冷却系の入口配管と、それから液位の関係を示されておられまして、これは安全容器内での漏えいというのが液位の観点から最も厳しいということを出されているというふうにまず理解していますけども、このときポンプの吸込口が確かに液位よりも下にあって浸水しているということでは理解するんですけど、一方で、ただ浸っていればいいというものでもなくて、ポンプの場合ですと吸い込みに必要な液位というのが多分あるはずで、そういう観点からもここの深さというのは必要な分が確保されているということで、そういう設計となっているという理解でよろしいんでしょうか。

○日本原子力研究開発機構（山本マネジャー） 原子力機構の山本ですけれども、この図に示しておりますとおり、表面液面ぎりぎりに吸い込み口があるというような状態ではございませんので、詳細に今御指摘いただいたことを検討したわけではございませんが、吸い込みに関しては問題ないというふうに考えてございます。

今いただいた御指摘について検討いたしまして、別途次回以降の審査会で御説明させていただきます。

○片野チーム員 ありがとうございます。

やや細かい設計の話になるかもしれないですけど、後段では重要になりますし、ポンプの吸い込みと必要液位の話というのは一般的に水のポンプなんかではよく議論されて重要になる話なので、ナトリウムでもやっぱり重要とは考えますので、そこは細かいことでも検証した上で説明をお願いしたいと思います。

○日本原子力研究開発機構（山本マネジャー） 原子力機構の山本です。

承知いたしました。

○山中委員 そのほかいかがでしょう。

○島田チーム員 原子力規制庁の島田です。

スライドの28ページをお願いいたします。今回、LORLの事象では、格納容器破損防止措置としてバウンダリの過圧破損を防止するために安全板を新たに設置されるというようなことで、その噴き出たナトリウムの熱的影響を緩和するためにヒートシンク材と断熱材を設置して緩和させるということで、スライドの26のほうですけれども、断熱材とヒートシンク材を格納容器外への放射性物質の移行量の低減機能として置かれておりますけれども、実際に1次アルゴン系から噴き出てきたナトリウム、安全板を通過して出てくるナトリウムをどのように格納容器床下で閉じ込めるのかというその方針といいますか考え方について一度御説明をお願いしてもよろしいでしょうか。

○日本原子力研究開発機構（山本マネジャー） 原子力機構の山本でございます。

格納容器の一番下の地下2階、28ページでございます最下層の階に安全板を設置してございます。この安全板から放出されましたナトリウムが凝縮する箇所の床にヒートシンク材のアルミナ及び断熱材を設置をして、可能な限りこの部屋で凝縮をするという考え方でございます。ただ、蒸気等で流出をしますので、このヒートシンク材を設置した部屋以外にもナトリウムは移行するということになりますが、格納容器の床下というのは基本的に一つの区画として管理をしてございますので、最終的にはこの格納容器床下の一つの区画の中で熱的影響、ナトリウムを閉じ込める、放射性物質を閉じ込めるという措置になってございます。

○島田チーム員 はい。御説明ありがとうございました。

結局は最終的には格納容器床下全体でというような御説明だったと思うんですけれども、

できるだけ広がる範囲というのは縮めるといいますか、抑えるべきかなというふうに思うんですけども、というのもその後の処置とかもいろいろ広がり過ぎると、床下自体がそもそも鋼製ライナーが全体に引かれていると思うんですけども、ヒートシンク材とか断熱材の範囲を超えて広がっていくこともあると思うので、やはりある程度区画として抑えるべきなんではないかなというふうに私は考えているんですけども、その辺の考えはいかがでしょう。

○日本原子力研究開発機構（山本マネジャー） 原子力機構の山本でございます。

目的、評価項目としましては、格納容器の破損を防止するということであり、放射性物質の放出量を低減するというところでございますので、目的としては達成できる設計であるというふうには考えてございますが、今御指摘をいただきましたとおり、できるだけ区画として抑えるべきだということは安全上もそのほうが望ましいというふうに我々としても考えますので、今いただいた御指摘も踏まえて再度機構内で検討させていただきまして、検討した結果については別途御説明をさせていただきたいと思っております。

○島田チーム員 原子力規制庁の島田です。

御検討お願いしたいと思っております。やっぱりここで考えさせていただいているのが先ほどもお話ししたとおり区画として、受け皿とかとは言わないですけども、ナトリウムを凝縮させるためのものとか、もしくは主な資機材として鋼製ライナーとかも入れるべきなのではないのかなというような考えの下にちょっとこの御質問をさせていただきましたので、改めて機構内で御検討いただきまして、ここの御説明をお願いできればと思います。

○日本原子力研究開発機構（山本マネジャー） 原子力機構の山本です。

承知いたしました。

○山中委員 そのほかいかがでしょう。

○片野チーム員 原子力規制庁の片野でございます。

今日御説明いただいた中ではLORLについて質問したいんですけども、LORLの中ではLORLのiということで、直接表の説明では違うところになってしまうんですけど、ページでいうところの4ページですね。4ページのところで炉心損傷防止措置に係る資機材、手順ということで書かれておりまして、今回青囲いのところなのでLORLのiなんですけど、この後LORLのiiとかiiiというのがありますと。そこで、LORLのiiを見ますと、手順のところですね、原子炉外面冷却の手順というのがあって、これは下線が引いてあるので自主という

ことになるんだと思うんですね。この流れでいきますと、7ページとかですね。7ページはこの格納容器破損防止措置というふうになっていまして、ここで見ると主な資機材というところでコンクリートの遮へい冷却体というふうに書かれています。これはLORLのi、LORLのii両方とも入っていますけども、これ、前段で自主というふうに、同じものだというふうに理解はしているんですけども、前段で自主というふうに置いていて、後段では主たる設備ということで期待するというふうになっているんですけども、ここは設計の考え方としてはどういう考え方でこのようにしているか、御説明いただけますか。

○日本原子力研究開発機構（山本マネジャー） 原子力機構の山本でございます。

設計の基本的な方針にもございましたが、炉心損傷防止措置、格納容器破損防止措置を講じてございまして、格納容器破損防止措置については炉心損傷防止措置の機能喪失を想定して講じるということにしております。そういった考え方で炉心損傷防止措置、格納容器破損防止措置を講じておりますので、この4ページのLORL iiの炉心損傷防止措置につきましては、補助冷却設備による強制循環冷却を炉心損傷防止措置といたしまして、格納容器破損防止措置においては原子炉容器外面冷却による炉心損傷の回避を格納容器破損防止措置にしているというものになります。

ここの深層防護の考え方といいますか、考え方としましては、炉心損傷防止措置としては補助冷却設備でやって、原子炉容器の外面冷却はバックアップのための炉心損傷を回避できる手段であるというふうに考えてございまして、自主対策に位置づけております。

この補助冷却設備の機能を喪失した場合には、この原子炉容器の外面冷却がまだ炉心損傷を回避する手段としてございますので、これは格納容器破損防止措置として原子炉外面冷却を講じ、炉心の損傷を回避するというのを格納容器破損防止措置としているという考え方でございます。

○片野チーム員 今回の御説明だと、各層ごとに必要な機能を割りつけているということで理解はしまして、今おっしゃっている補助冷却設備は炉心損傷防止のほうで使うと。後段の格納容器破損防止のほうには外面冷却のほうを使う、コンクリート遮へい冷却系を使うということでまず理解をいたしました。

層ごとの設計ということでは分かるんですけど、一方で先ほどコンクリート遮へい冷却系の説明ですね、27ページの絵で御説明いただきましたけれども、この系統はもともと平時から運転している系統であって、特段の運転員の操作・措置がなくても動いているものというふうにまず御説明があったと。

そうすると、事象進展が順番に進んでいくと考えると、炉心損傷防止のときにもう既にこれって動いていると考えられまして、それを自主と置くのもどうなのかなと思いますし、ここでもし期待しないんだとすると、後段になってから立ち上げるというのもなんかちょっと設計としてどういうふうな位置づけになるのかなというのは、やや悩ましいところもありまして、層ごとに必要な機能を割り当てるという考え方は十分理解できるんですけど、これは後から動かすというものではなくて、もともと動いているものだとすることを考えると、前段、後段での使われ方とかをどういうふうにするのが適切かというのは、もう少し御説明をいただきたいと思っています。

○日本原子力研究開発機構（山本マネジャー） 原子力機構の山本でございます。

資料に整理して今後詳細な説明をさせていただきます。

基本的な考え方としましては、炉心損傷防止措置、補助冷却設備による炉心損傷防止措置が行われている際にもこの遮へいコンクリート冷却系というのは通常運転時から継続して運転をされているというのは御指摘のとおりでございます。ただ、そのときの機能としては遮へいコンクリートを冷却する機能として、設計基準対象設備としての運転を継続しているということになります。

一方で、この原子炉容器外面冷却を行う場合には、流路を切り替えましてこの措置として遮へいコンクリート冷却系を運転するという位置づけになりますので、その辺りについて今後整理してヒアリング、審査会合等で説明をさせていただきます。

○片野チーム員 御説明ありがとうございました。

分かりました。そうすると、平時から動いていますという説明ではあったんですけど、これってやっぱ使い方が違うということですね。そうするとやっぱり運転員が切り替えるのかは分かりませんが、本来設計の範囲で、当初設計の範囲で使っている冷やし方というのは、格納容器破損防止のために安全容器なり原子炉容器なりを冷やそうとする使い方というのは、流路の入り方が違うからそれぞれ対策として違う層として成立するのだというふうな御説明だと思ったんですけど、こここのところは切り替えの手順とかそういうのも含めて今後御説明をいただければと思います。

○日本原子力研究開発機構（山本マネジャー） はい。承知いたしました。遮へいコンクリート冷却系を用いた措置というのは、この安全容器を冷却する措置と原子炉容器外面を冷却する措置がございますので、それぞれについて今後整理して御説明をさせていただきます。

○山中委員 そのほかいかがでしょう。どうぞ。

○片野チーム員 原子力規制庁の片野です。

重ねての質問になりますけれども、表でいうところの5ページとかですね。5ページを見ますと、今後御説明されるということで、今回主たる説明の対象ではないのは理解するんですけど、表として出てきているとちょっと今後のことを考えると今のうちに指摘しておきたくて、この全交流動力電源喪失のところ、SBOを考えると、主な資機材というところはPLOHSと一緒にということで、特に何か区別した書き方にはなっていません。

手順のほうを見ますと、この仮設電源、仮設計器による監視というのがここに書かれてあって、一方、全交流動力電源喪失を考えた場合、バッテリーによる監視と冷却ということになるわけなんですけど、今まで聞いている御説明ですとこの蓄電池というのは2時間しかもたないということで、あと、自然循環冷却ができるから冷却について電源が要らないというのは分かるんですけど、ただそうすると、2時間以降の監視をどうするかという問題が必ず発生しますので、これ仮設電源というのは自主ではないんじゃないですか。これはやっぱり主な対策としてSBOのところは入れるべきじゃないかなと思うんですけど、これどうでしょうかね。

○日本原子力研究開発機構（山本マネジャー） 原子力機構の山本でございます。

今御指摘をいただいたとおりの内容でバッテリーについては2時間しかもたないというのが設計基準の中でございます。ただ一方で、バッテリーが動けばポニーモータによる運転というのできるということで、停止後2時間の原子炉の冷却は継続することができるということになります。

その2時間の間に崩壊熱がかなり減衰しまして、主な冷却機能としてはほぼ必要はないという状態になって、その後については監視のみが必要な機能として残るということになりますので、そういった位置づけですので、こちらについては自主とさせていただいたというものになります。

いずれにしても、今後のヒアリング、審査において、その考え方、それからその評価と併せて説明をさせていただきます。

○片野チーム員 冷却は分かります。2時間はポニーモータで冷やしますと。それ以降は自然冷却で冷えるからということで、軽水炉のように冷却に電源が必要なわけではないでしょうから、そんな大きな電源がいとまでは思いませんが、やっぱり長期的といっても2時間を超えるということは十分にあり得るでしょうし、そこから先の監視をしま

せん、できなくなります、というのは、なかなか言いにくいんじゃないのかなというふうにも思いますし、その停止冷却ということは、ただ止まっていいという話でもなくて、その後の冷却状態、停止状態というのをちゃんと見る必要があると思いますから、ここは、監視のための電源というのは、少なくともいるんじゃないのかなというのは、こちらの考えですので、またこの辺は確認していきたいと思います。

○日本原子力研究開発機構（山本マネジャー） 原子力機構の山本です。

承知いたしました。今後、説明をさせていただきます。議論をお願いいたします。

○山中委員 そのほかいかがでしょう。

○片野チーム員 すみません。もう一つ確認したいことがありました。

1次アルゴンガスの排気ラインの関係でお聞きしたいんですけど、これも表でいうところの3ページですね。3ページ目のところで、これはまたLFのお話なので、今後詳しく説明があるのかもしれませんが、LFのところの対策を見ますと、1次アルゴンガス系の排気側、ここは自主ということになっております。これは、自主としていますが、実際は、カバーガスの中に放射性物質を閉じ込めるという意味から考えると、これを隔離するというのは、結構閉じ込めの観点からは有効な対策なんではないのかなと思うんですけど、これは自主にするのは、何か現状の設計では機能維持が難しいところがあるとかそういうことなんですかね。何か、これは、対策として有効と考えられるから本来ならば一つ対策として入れるべきではないかなと思うんですけど、この辺はどうでしょうか。

○日本原子力研究開発機構（山本マネジャー） 原子力機構の山本です。

御指摘のとおりここが閉まるということは対策として有効です。基本的には、外の線量率等が上がった場合には、格納容器のアイソレーション等の信号が発信されますので、それによってこの1次アルゴンガス系の排気側のバルブについても隔離されるというものになります。ここで、自主としておりますのは、その自動隔離、自動アイソレーションに先立って放出量をできるだけ抑制するために隔離するという手順になりますので、ここは、自主として書いているというものになります。自動アイソレーションの手順については、資機材として機能するということになります。

○片野チーム員 原子力規制庁の片野です。

分かりました。ちょっとこれは珍しいパターンだなと思っていて、通常ですと、設計の機器設備というのが動作して、それで駄目だったら手動で対策するというULOF、UTOPのような対策というのは理解できるんですけど、これは、あらかじめできるんだったら何も自

動に期待しなくても運転員が察知した段階で対策するというのは、これは一つ対策としてありなんじゃないのかなと思いますけれども、そういったところも含めて、人間の操作ということだから信頼性というのものもあるのかもしれませんが、何でも自動に期待するというよりは、察知したら何か対策をするというのは、一つこれも考えられることなので、この辺も今後確認をしていきたいと思います。

○日本原子力研究開発機構（山本マネジャー） 承知いたしました。

○山中委員 そのほかいかがですか。よろしいですか。

それでは、続いて通信連絡設備について、資料1-2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（石丸） 原子力機構の石丸です。

資料1-2に基づきまして第30条通信連絡設備等について御説明いたします。

本資料では、表紙の青い枠の中に記載してございますとおり、通信連絡設備は、HTTRとの共有施設があり、大洗研究所として共通する事項と常陽個別の事項を明確にするため、方針や条件が同じものについてはHTTRと同様、設備を共用するものについては、HTTRと共用、また上記に当てはまらないものについては、当該箇所を示した上で「常陽個別箇所あり」と各ページの右上に表記しております。

それでは、1ページ目をお願いします。

1ページ目には、第30条における要求事項を記載しております。第30条の第1項では、工場等には、設計基準事故が発生した場合において工場等内の人に対し必要な指示ができるよう、通信連絡設備を設けなければならない。

第2項では、工場等には、設計基準事故が発生した場合において試験研究用等原子炉施設外の通信連絡をする必要がある場所との通信連絡ができるよう、多重性又は多様性を確保した通信回線を設けなければならない。との要求がございます。これらの要求に対する対応の内容について、次ページ以降に記載しております。

では、2ページ目をお願いいたします。

2ページ目には、通信連絡設備等に係る基本方針を記載しております。原子炉施設には、設計基準事故等が発生した場合において、敷地内にいる従業員及び見学者等を含めた全ての人に対し、過度の放射線被ばくを防止するという観点から行う事象の発生連絡や避難指示等の必要な指示ができるように通信連絡設備を設けることとします。なお、ここでいう見学者とは、機構の従業員等以外で、外部から一時的に研究所内に立ち入っている者全てを示しております。

また、設計基準事故等が発生した場合の対応態勢を、中央のフロー図に記載しております。基本的には、HTTRと同様ですが、赤枠の中は常陽の施設内の対応に係る箇所であるため、常陽個別の体制となっております。中央制御室の運転員は、防護活動を実施するとともに、原子炉施設内に事象発生な連絡や避難指示等を実施します。関連する現場においては、現場対応班と連絡を取り防護活動を実施します。現場対応班は、原子炉施設内の防護活動を統括するとともに、現地対策本部等との連絡を実施します。

現地対策本部は、現場対応班から防護活動状況に係る情報を適宜入手し、所内に事象発生の連絡や、避難指示等を実施するとともに、関係官庁等との連絡を実施します。

続いて、3ページ目をお願いします。

3ページ目には、設計基準事故が発生した場合の対応を記載しております。こちらは、HTTRと同様の対応となっております。当該設計基準事故が発生した場合、大洗研究所の事故対策規則や原子力事業者防災業務計画に基づき、所長又は連絡責任者は、直ちに現地対策本部を招集し、所長が現地対策本部を設置します。

勤務時間外においては、通報連絡専任者が、緊急時呼び出し装置により、現地対策本部員を招集します。通報連絡専任者は、3交代・24時間体制で現地対策本部が設置される安全情報交流棟に常駐しています。

緊急時呼び出し装置は、本部員に対して、携帯電話、固定電話及び携帯メールにより招集を連絡します。

続いて4ページ目をお願いします。

4ページ目には、現地対策本部の体制を記載しております。体制は、大洗研究所の体制であるため、HTTRと同じになっています。

現地対策本部は、本部長の下に編成され、事故等の状況把握・避難活動・情報整理・関係官庁との異常時通報連絡先機関等への連絡、応急時対策及び復旧対策等を目的とした組織です。

体制図のとおり、現地対策本部では、所長が本部長を担い本部長の下に作業班が編成されます。このうち、現場指揮所は現地対策本部体制の現場対応班の指揮所として設置されるものです。

現場対応で、通信連絡設備を記載しております。当該通信連絡設備は、構内一斉放送設備、非常用放送設備及び送受話器、いわゆるページングの3種の設備から構成します。基本的な設備、機器の構成はHTTRと同様ですが、常陽の内部に設置されている非常用放送設

備及び送受話器については常陽個別の機器として赤い枠で示しております。これら各機器について御説明いたします。構内一斉放送設備は、敷地内にいる人に対し指示できるものとしており、こちらはHTTRと共用する設備です。構内一斉放送設備は、主装置及び全天候型長距離放送用スピーカーから構成されています。主装置は大洗研究所の安全情報交流棟内の緊急時対策所に設置します。詳細については、次の6ページ目に示しております。

6ページ目の右側に大洗研究所構内の図を示しておりますが、この中で黒く塗っている安全情報交流棟が緊急時対策所であり、主装置一式及びスピーカーを2台設置します。

また、所内全域で音声聞こえるように、その南側に黒く塗っております建物、冷却系機器開発試験施設にもスピーカーを4台設置しております。外部電源喪失時に用いる非常用電源を安全情報交流棟に設置しており、これらの容量は、構内一斉放送設備の最大消費電力に余裕を考慮して、8kVA以上とします。

5ページに戻っていただきまして、非常用放送設備は、原子炉施設内の人に対し、中央制御室から指示できるものとしします。非常用放送設備は主装置及びスピーカーから構成し、主装置は中央制御室に設置します。なお、現場指揮所の現場対応班からの情報の発信も可能としします。スピーカーは、原子炉建物、原子炉附属建物及び主冷却機建物等に設置します。スピーカーは、消防法に基づき、放送区域ごとに当該放送区域の各部分から一のスピーカーまでの水平距離が10メートル以下とし配置することを基本としします。なお、立入禁止区域や立入制限区域等の通常施錠管理されるエリアに立ち入る際には、区域外に人員を配置し、確実に区域内の人員へスピーカーからの情報を伝達できるようにすることで、当該配置設計の対象外としします。

送受話器については、中央制御室と関連する現場との間で通信連絡ができるものとしします。送受話器は主装置及びハンドセットから構成し、主装置は中央制御室に設置します。

2チャンネルの通話回線を有し、原子炉建物、原子炉附属建物及び主冷却機建物等に設置されたハンドセットにより、中央制御室と関連する現場との通信連絡を実施するものです。立入禁止区域や立入制限区域等の通常施錠管理されるエリアは、当該設置設計の対象外としします。

また、1チャンネルの指令回線を有し、通話チャンネルの仕様に独立して、非常用放送設備のスピーカーから指令を発信することもできます。

続いて、7ページ目をお願いします。

7ページ目には、設計基準事故等の発生時の見学者等の避難手順を記載しております。

こちらは、HTTRと同じ手順になっています。

初めに、事故発生の周知と同時に現地対策本部員を招集します。

次に、現地対策本部を設置すると同時に、従業員等及び見学者等に対して、区内退避及び人員の確認を指示します。

次に、現地対策本部は、見学者等の人数、放射性物質の放出状況、環境モニタリング結果に係る情報を収集し、収集した情報を基に適切な構内避難場所、避難方法を決定、周知し、定められた場所に誘導・非難します。

最後に、準備が整い次第、事業所外へと非難します。

これらの手順に係る教育訓練は、原子力事業者防災業務計画等に基づく、原子力防災要員等への原子力防災教育・原子力防災訓練として実施し、習熟を図るものとします。

8ページ目に、見学者等の避難場所を示しております。

こちらについてもHTTRと同じです。

大洗研究所は、南北方向に長い敷地を有しており、避難場所の候補を、北側の安全情報交流棟及び南側の交流棟としています。

また、事業所外への出入口として、北門及び南門を有します。避難が必要になった場合は、発災施設の位置及び環境モニタリング結果（風光、風速、モニタリングポスト指示値）等ありますけども、これらを考慮し、適切な場所への避難及び適切な出入口からの事業所外への避難を誘導します。

9ページ目をお願いします。

9ページ目には、設計基準事故等が発生した場合の原子炉施設外への通報連絡経路を示しております。こちらについてもHTTRと同様です。

設計基準事故等発生時には、原子炉施設の現場指揮所に現場対応班が、大洗研究所の安全情報交流棟内の緊急事態策所に現地対策本部が設置され、設計基準事故等発生時の基本的な通信の経路として左側の関係官庁等の異常時通報連絡先機関等と大洗研究所現地対策本部の通信連絡経路及び右側の大洗研究所内部の通信連絡経路について御説明いたします。

現地対策本部から関係官庁等へ連絡を行うための通信連絡設備は、一般電話回線のほかに、災害時有线回線、衛星回線により専用であって多様性を確保したものとします。なお、大洗研究所現地対策本部の通信連絡設備は、大洗研究所内で共用します。

一般電話回線は、通信事業者が提供する公衆交換電話網であり、公衆交換電話網に加入する大洗研究所外の任意の場所と相互に通信連絡を行うことができる回線です。緊急時対

策所には、一般電話回線を使用する固定電話機を配備します。

災害時優先回線は、発信規制や接続規制等の通信制限を受けることなく、通信事業者が提供する公衆交換電話網により、公衆交換電話網に加入する大洗研究所外の任意の場所と相互に通信連絡を行うことができます。緊急時対策所には、災害時優先回線を使用する携帯電話機及びファクシミリを配備します。

衛星回線は、通信衛星を用いた電話回線であり、通信事業者が提供する公衆交換電話網が使用できない場合にあっても、大洗研究所外の任意の場所と相互に通信連絡を行うことができます。緊急時対策所には、衛星回線を使用する衛星携帯電話機を配備します。

大洗研究所内部における必要箇所との間の通信連絡設備は、一般電話回線及び災害時優先回線により多様性を備え、相互に連絡ができるものとします。なお、大洗研究所現地対策本部の通信連絡設備は、大洗研究所で共用します。

一般電話回線を使用する通信連絡設備として、固定電話機及びファクシミリを配備します。固定電話機及びファクシミリについては、緊急時対策所及び現場指揮所に配備します。

現地対策本部及び現場指揮所には、災害時優先回線を使用する通信連絡設備として、携帯電話機（災害時優先回線用）を配備します。なお、災害時優先回線用の携帯電話機については、大洗研究所において、原子炉施設の保安に携わる従業員等が保有するものを使用する場合があります。

続いて10ページ目をお願いいたします。

10ページ目には、通信連絡設備の設置状況を記載しております。員数使用等については、HTTRと同様ですが、現場指揮所は、常陽の中に設置されるものであり、個別の機器を示しております。関係官庁等の異常時通報連絡先機関等への通信連絡に使用する設備としては、緊急時対策所に固定電話機、携帯電話機、ファクシミリ、衛星携帯電話機をそれぞれ1台ずつ配備しております。また、大洗研究所内部の通信連絡に使用する設備として、緊急時対策所には固定電話機、ファクシミリを1台ずつ、それから携帯電話機を5台配備しております。携帯電話機の員数については、所内の同時発災を想定しても確実に緊急時対策所と現場指揮所の間で連絡が取れる体制としております。現場指揮所には、固定電話機、携帯電話機、ファクシミリをそれぞれ1台ずつ配備しております。

個別の設備の回線の種類については、表の右側を御参照ください。

表の中の※1を付記しております災害時有線回線の携帯電話及び衛星回線の携帯電話は、モバイル通信機器のため、外部電源喪失時にも使用が可能です。また、災害発生時におい

ても輻輳による制限がございません。これらの通信連絡設備は、多量の放射性物質等を放出する事故が発生した場合に、関係官庁等の異常時通報連絡先機関等への連絡に使用できるため、多量の放射性物質等を放出する事故時の通信連絡の多様性は確保しております。

また、大洗研究所内部の通信連絡に使用する設備についても同様に、多様性を確保しております。

それから、その下の※2に付記しております携帯電話機及び衛星携帯電話機について現在所有している機器の使用可能時間について、携帯電話機は連続通話時間の約8.8時間、衛星携帯電話機の連続通話時間は約2.2時間となっております。

こちらの資料についての、御説明は以上となります。

○山中委員 それでは、質問、コメントはございますか。

○島田チーム員 原子力規制庁の島田です。

御説明ありがとうございました。最後のスライドのところ、通信連絡設備の設置状況ということで御説明いただきましたけれども、ここで、設備と員数の数字等を上げていただいておりますが、本当にこの数で問題はないのかというのを確認させていただきたいと思っておりますので、この員数の考え方の御説明をお願いできればと思っております。というのも、この緊対所に設置されるものについては、HTTRとかとも共用になってくるのかなというふうに思うんですけども、もし、本当に同時にもしものときですけれども、常陽とHTTRが同時にそういう事故事象に至った場合に本当にこの数で問題はないのかということで、確認させていただけたらと思うので、員数の考え方を御説明いただけたらと思っております。

○日本原子力研究開発機構（石丸） 原子力機構の石丸です。

大洗研究所内には炉施設、使用施設、それから廃棄物管理施設を保有する部が5つあるんですけども、そのため緊急時対策所の携帯電話機については5台と設定しました。それから外部への連絡については、多様性を確保することで確実に連絡が可能と考えております。これによって、30条の要求としては、満足すると考えております。

以上です。

○島田チーム員 原子力規制庁の島田です。

所内の連絡については、先ほど5台というようなことで御説明は分かるんですけども、関係省庁との連絡というようなところなんですけれども、ファクシミリとかでしたら、登録先に一斉送信とかということで対応ができると思うんですけども、固定電話とか携帯電話機、衛星電話も含めて、それぞれ1台ずつじゃないですか。それぞれその関係自治体と

か関係省庁等を含めると、かなりの連絡先になるのではないかなというように思うんですけども、それでもこの数で問題はないというようなことでしょうか。

○日本原子力研究開発機構（石丸） ファクシミリが使えない場合には、固定電話機と携帯電話機2種類で連絡することができますので、関係官庁等への連絡については問題ないと考えてございます。

○山中委員 そのほかいかがでしょう。

○片野チーム員 原子力規制庁の片野です。

今のところ、問題はないということで書いてはいただいているんでしょうけども、最終的には、技術資料にどういう積み上げでこの員数としたのかというのをまとめていただきたいということが1つと、あと、ここは通信連絡設備ということで基本的には、DBAの範囲で聞いているんでしょうけれども、今後、53条のBDBAの対策の中では、これも外部等の連絡というのもできるのかという話がありますし、そのときは、HTTRのときは、常陽は停止中という前提で話をしておりましたけども、今、HTTRは稼働中と、常陽も許可した後は運転中ということで、2基同時運転ということも考えられますし、そういった場合の同時発災というのも考えなければならなくなってくるので、そういったときでも外部との連絡、内部との連絡というのを考えて十分必要な数が確保できているかというのは、今後確認していきたいと思いますので、まずは、数の積み上げという観点では、考え方も含めて資料化のほうをお願いします。

○日本原子力研究開発機構（石丸） 原子力機構、石丸です。

通信連絡設備等の員数の数の積み上げ等の考え方については、技術資料に反映させていただきたいと思います。

○山中委員 そのほかいかがですか。よろしいですか。

それでは、続いて、保安電源設備等非常用電源設備について、資料1-3に基づき説明をお願いいたします。

○日本原子力研究開発機構（権代主査） それでは、資料1-3に基づきまして設置許可基準規則の第28条保安電源設備と第42条外部電源を喪失した場合の対策設備等について、説明をさせていただきます。

まず、本日の説明の流れについてなんですけれども、資料の1ページと2ページで、各条文の要求事項とそれに対する対応の概要を説明させていただきまして、その後のページで適宜それらの捕捉をさせていただきます。

まず、資料の1ページのほうをお願いいたします。

本ページには、第28条保安電源設備に係る要求事項等対応の概要を整理してございます。

まず、表の第28条の第1項、表中の2行目になるんですけども、第1項につきましては、重要安全施設がその機能を維持するために必要となる電力を供給するため、大洗研究所（南地区）の南受電所から配電線1回線で商用電源を受電すると。電力系統に接続するものとします。また、ここで重要安全施設としましては、規則の解釈を踏まえまして、「研究炉の重要度分類の考え方」を参考にしまして、MS-1のうち、外部電源が利用できない場合に動的機能を有するものとMS-2のうち、異常状態が発生した際に周辺の公衆に過度の放射線被ばくを与えることを防止するために異常状態の緩和や、放射性物質の閉じ込め機能を果たすべきものとしてございます。

次に、第28条の第2項につきましては、ディーゼル発電機や蓄電池等からなります非常用電源設備を設けるものとしてございます。

次に、第28条の第3項につきましては、非常用電源設備につきましては、その附属施設を含めて多重性又は多様性を確保して独立性を確保したものとするとともに、非常用電源設備や単一の故障が発生した場合にあっても十分な容量を有したものとすることにしております。

次に、資料の2ページのほうをお願いします。

本ページには、第42条外部電源を喪失した場合の対策設備等に係る要求事項と対応の概要を整理してございます。

まず、第42条の第1項につきましては、外部電源が喪失した場合において、計測制御系統、安全保護回路、原子炉停止系統、原子炉冷却系統等の機能と相まって、燃料の許容設計限界を超えないように、崩壊熱を除去する設備に電源を供給するための非常用電源設備として、先ほどの第28条第2項のほうで説明させていただいた設備を設けるものとしてございます。

次に、第42条の第2項につきましては、全交流動力電源喪失時に使用する機能に必要な電源としましては、交流無停電電源系又は直流無停電電源系から供給するものとしまして、また、これらの蓄電池については、全交流動力電源喪失時に原子炉を安全に停止し、又はそのパラメータを監視する設備の動作に必要な容量を有するものとしてございます。

また、使用済燃料貯蔵設備の水冷却池につきましては、その水位を測定、異常を検知できる設備を設けますが、その設備が使用できない場合であっても、作業員がその水位を確

認できるものとすることによって、作業員が適宜監視することで対応するものとしてございます。

また、原子炉施設や周辺監視区域の境界付近における放射線量につきましては、可搬型の測定機器により、必要な機能を確保するものとしてございます。

また、先ほどの資料1-2で御説明させていただいたとおり、関係官庁等の通信連絡については、携帯電話機ですとか衛星携帯電話を配備して対応するものとしてございます。

ここまでが、第28条と第42条の規則の要求とそれに対する対応の概要の説明となりまして、次のページ以降でこれらに対して適宜補足をさせていただきます。

次に、資料の3ページをお願いします。

本ページには、本施設の電源系統の構成の概要を示してございます。

資料の右の図に電源系統の概略図を示しておりまして、こちらの一番上の大洗研究所（南地区）南受電所から外部電源を本施設に受電しております。

大洗研究所（南地区）南受電所からは大洗研究所の南地区のほかの施設へも外部電源を供給しておりますが、ほかの施設の電源設備に異常が生じた場合であっても遮断器等により隔離することで、本施設への波及的影響を防止することが可能となっております。

また、図の中ほどの赤色の破線で囲っている範囲がございまして、こちらが2系統で構成する非常用ディーゼル電源系統となっております。2つの系統にそれぞれ非常用ディーゼル発電機を備えるものとしてございます。この非常用ディーゼル電源系統につきましては、通常時は、外部電源より給電されるものとなっております。

その下の青色の破線で囲っている範囲がございまして、それぞれ2系統で構成する交流無停電電源系統、緑色の破線で囲っている範囲が直流無停電電源系統となっております。それぞれの系統に蓄電池を備えるものとしてございます。

これらの交流無停電電源系統と直流無停電電源系統につきましては、通常時は、非常用ディーゼル電源の系統を介して外部電源より給電されるものとなっております。全交流動力電源喪失時や外部電源喪失時に非常用ディーゼル発電機が起動するまでの間は蓄電池より給電されるものとなっております。

次に、資料の4ページをお願いします。

本ページには、外部電源の信頼性の考え方といたしまして、実用発電用原子炉と研究開発段階発電用原子炉の規則の第33条の保安電源設備のほうにおきましては、外部から接続する電線路のうち、少なくとも2回線はそれぞれ互いに独立したものであることが求めら

れておりまして、それを踏まえた本施設における外部電源の信頼性の考え方について整理してございます。

本施設における外部電源の信頼性の考え方としましては、本施設において外部電源喪失が発生した場合には、外部電源を喪失した時点で原子炉保護系が作動して制御棒の保持電磁石の励磁が切れ、制御棒が自重とスプリング力によって加速、炉心に挿入されて原子炉が停止すると。

また、原子炉停止後の崩壊熱については、無停電電源から給電されるポニーモータによる1次主冷却の強制循環、2次主冷却系への自然循環、主冷却機の自然通風により崩壊熱を除去することにより、外部電源からの電源供給がなくとも原子炉の停止、その後の崩壊熱除去を達成できるものとする事によって外部電源2回線と同程度の安全性を確保するものとしてございます。

次に、資料の5ページをお願いします。

本ページには、電気系統に対する設計上の考慮を必要とする重要安全施設として選定したものを整理してございます。

電気系統に対する設計上の考慮を必要とする重要安全施設につきましては、研究炉の重要度分類の考え方を参考に、電源の供給元となりますその非常用電源設備に該当するものを除きまして、信頼性に対する設計上の考慮を必要とする重要安全施設と同じものとしてございます。具体的には、MS-1の原子炉の緊急停止及び未臨界維持機能に該当する制御棒や後備炉停止制御棒の駆動系、1次冷却材漏えい量の低減機能に該当する1次補助冷却へのサイフォンブレイク弁や予熱室素ガス系の仕切弁、放射性物質の閉じ込め機能に該当します格納容器バウンダリとそれに属する弁、工学的安全施設及び原子炉停止系の作動信号の発生機能に該当する原子炉保護系、また、そのMS-2の放射線の遮蔽及び放出低減機能に該当するアニュラス部排気系や非常用ガス処理装置、事故時のプラント状態の把握機能に該当します事故時監視計器の一部のほうを対象としてございます。

また、表の一番右の列になるんですけれども、これらの安全施設への主な電源の供給元をこちらで示しております。ここで記載している電源の供給元につきましては、安全施設が直接接続されている母線をベースに整理してございます。

ページを戻っていただいて3ページのほうをお願いします。

例えば、電気系統の図の下方に7Cや7Dと記載がありますが、これが直流無停電電源系統となっておりまして、これに直接接続しているものを、5ページの表のほうでは電源供

給元として直流無停電電源系と記載しております。

再度5ページのほうをお願いします。

電源の供給元の中で、例えば1次補助冷却系のサイフォンブレイク弁のように、交流無停電電源又は直流無停電電源と記載しているものがございしますが、これにつきましては、このサイフォンブレイク弁は、直流無停電電源系に接続された弁と、あと交流無停電電源に接続された弁2種類で多重化しておりますので、このような記載としてございます。

次に、資料の6ページのほうをお願いします。

本ページには、外部電源喪失時のプラント挙動の一例としまして、運転時の異常な過渡変化の外部電源喪失時の評価結果を示してございます。

外部電源喪失時には、原子炉トリップ信号として電源喪失が生まれて、原子炉保護系が作動して原子炉が停止します。1次主冷却系は、1次主循環ポンプのポニーモータに引き継がれて、2次主冷却系は、2次主循環ポンプが停止して自然循環、主冷却系は主送風機が停止して自然通風の状態となります。

運転時の異常な過渡変化の評価におきましては、単一故障として2基ある1次主循環ポンプのポニーモータの1基の引継ぎ失敗を仮定して評価しておりますけれども、その場合でも燃料最高温度等は熱設計基準値を超えることはないという評価を行ってございます。

次に、資料の7ページをお願いします。

本ページのほうには、全交流動力電源喪失時の原子炉の安全停止と監視するパラメータについて整理してございます。

全交流動力電源喪失時には、外部電源が発生した時点で原子炉保護系が作動して、制御棒の保持電磁石の励磁が切れて、制御棒は自重とスプリング力によって加速、炉心に挿入されて原子炉は停止します。原子炉停止後の崩壊熱は主冷却系の自然循環により、除去されることとなります。

また、この主冷却系の自然循環の際の主冷却機の自然通風除熱につきましては、必要な場合には、手動操作によりインレットベーン、入口ダンパの操作によって達成することができるものとなっております。このため全交流動力電源喪失時に原子炉を安全に停止する観点で電源の供給を必要とする動的機器は有しないものとなっております。

次に、全交流動力電源喪失時に監視するパラメータとしては、原子炉が停止したことの確認のために、核計装による原子炉出力と原子炉停止後の崩壊熱が除去されていること、原子炉の出入口冷却材温度を対象にしてございます。

これらの計装につきましては、中央制御室のほうで確認をすることができるようにしておりますので、その確認は短時間で対応できるとともに、自然循環の際に手動操作によりインレットベーン等の操作を行う場合を考慮しても崩壊熱が除去されていることの確認は2時間以内に対応できるものとなっております。

また、全交流動力電源喪失が長期化した場合に備えまして、監視については、仮設計器による監視をできるものとします。さらに、監視に必要な電源を仮設電源設備により2時間以内に給電を開始できるものとします。

次に、資料の8ページをお願いします。

本ページには、非常用ディーゼル発電機の仕様の概要を整理してございます。

まず、非常用ディーゼル発電機は、資料の下方のほうに主な負荷を示しておりますが、非常用ディーゼル発電機の負荷としては、補助冷却設備ですとか予熱設備や雰囲気調整系、気体廃棄物処理設備、放射線監視設備等を対象としておりまして、外部電源の喪失に対するために必要な負荷に対して、100%の容量を有するものを2系統にそれぞれ1基を設置するとともに、2基ある非常用ディーゼル発電機のうち1基が停止した場合にあっても、残る1基によって原子炉の安全を維持できるように負荷を構成するものとします。

また、ここで定格容量につきましては、必要な負荷より求めた約2,368kVAを上回る約、2,500kVAを定格容量としてございます。

次に、資料の9ページをお願いします。

本ページには、蓄電池の仕様の概要のほうを整理してございます。

まず、交流無停電電源系と直流無停電電源系の蓄電池につきましては、資料の中ほどに主要な負荷を示しておりますが、交流無停電電源系については、原子炉保護系、格納容器の隔離弁の制御用電源、中央制御室の制御盤、直流無停電電源系については、1次主冷却系のポンプモータ、1次補助冷却系のサイフォンブレイク弁、格納容器の隔離弁の駆動用電源、中央制御室の制御盤や非常灯を対象としております。それぞれ、必要な負荷に対して100%の容量を有するものを2系統のほうに各一組設置するとともに、2組のうち一方の装置が故障した場合にあっても、ほかの一組によって原子炉の安全を維持できるように負荷を構成します。また、母線連絡用遮断器がございまして、こちらを導入することによって、他方の系統より給電できるものとします。

また、ここで交流無停電電源系の蓄電池の定格容量につきましては、必要な負荷より求めた約650Ahを上回る約800Ahを定格容量とします。直流無停電電源系の蓄電池の定格容量

は、必要な負荷より求めた約1,700Ahを上回る約1,800Ahを定格容量とするとしてします。

最後に資料の10ページをお願いします。

本ページには、電気系統において異常が発生した場合の検知等の対応を整理してごさいます。電気系統につきましては、機器の故障等の異常を検知して、その拡大を防止するために、保護継電器によって機器の短絡等の異常を検知して、遮断機等を用いまして、故障箇所を隔離してほかの安全機能への影響の波及を防止するものとします。

また、外部電源に直接接続している変圧器の一次側のほうで3相のうちの1相の電路の開放が生じた場合につきましては、不足電圧継電器の作動による警報に期待できると考えられますので、その警報により安全施設への電力の供給が不安定になったというところを検知して故障箇所の隔離等により対応するものとします。

また、仮に不足電圧継電器が作動しなかった場合にあっては、付随する複数の機器の過負荷によるトリップのほうを確認しまして、運転員は同様の措置を講じることによって対応するものとします。これについて、具体的には、資料の右に電源系統の概略図のほうを示しておりますが、その中ほどの「常陽」受電エリアの変圧器の一次側の接続は、設置された筒体内導体に収納・接続された構造となっております。変圧器の一次側に破損の想定される架線の碍子のようなものはないものとなっております。また、仮に、導体の断線による1相の開放故障が発生した場合には、接地された筒体を通じて完全接地状態となりますので、その異常を検知できるものとなっております。

変圧器の一次側の一相開放故障が発生して、電圧が定格の約70%まで低下すると、不足電圧継電器が作動し、警報が発報して。この警報の発報や付随する複数の機器の過負荷トリップを確認した場合には、中央制御室において、変圧器の一次側の電流を確認しまして、その結果、外部電源の異常と判断した場合には、非常用ディーゼル発電機を起動して必要な電力を確保するといった対応をします。

本資料の説明は、以上となります。

○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。

○島田チーム員 原子力規制庁の島田です。

御説明ありがとうございました。

スライドの8と9をお願いできればと思いますけれども、8と9でディーゼル発電機と蓄電池のそれぞれの定格容量と主な負荷というところで挙げていただいておりますけれども、今回主な負荷ということで、それぞれその負荷の全体として資料上出てきてはいないので、

本当にこの定格容量として、この容量で満足できているのかというのを確認させていただきたいと思うので、そのつなぐ先の負荷がどこまでつないでおり、どういった負荷になっているのかというその積み上げの考え方を御説明いただけたらと思うんですけどよろしいでしょうか。

○日本原子力研究開発機構（権代主査） 原子力機構、権代です。

必要容量が十分かどうかというところで、今後説明資料のほうで、どのような負荷を考えてどういう計算をして、定格容量のほうを算出しているかといった詳細なところを御説明させていただければと考えます。

○島田チーム員 原子力規制庁の島田です。

ありがとうございます。資料のほうで明示いただいた後に、ちゃんと御説明をいただけたらと思っております。

加えてなんですけれども、今回ディーゼル発電機のほうですけれども、こちらですが、起動時間と非常の負荷の接続時間の関係から、いきなりその負荷全体につなぐというようなことはしないと思うんですけども、順次負荷は接続させていくと思うんですけども、その考え方でよろしいですか。その負荷のつなぎ方の順番の考え方とか、どうやってつないでいくのとか、そういったことを御説明いただくことは可能でしょうか。

○日本原子力研究開発機構（権代主査） 原子力機構の権代です。

御理解のとおりでして、非常用発電機が立ち上がった後に順番に各負荷に電源がつながっていく、供給されていくというようなものになってございます。そちらの順番に投入していく際の考え方を資料に整理して御回答させていただければと思います。

○島田チーム員 原子力規制庁の島田です。

ありがとうございます。では、資料でまとめていただいて御説明のほうを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。

幾つか指摘事項、コメント等出ましたけれども、JAEAにおかれましては、審査チームのこれらのコメント、指摘を踏まえまして適切に対応をよろしく願いいたします。

JAEA側から何か確認しておきたいこと等ございますか。

○日本原子力研究開発機構（山本マネジャー） 原子力機構の山本ですけれども、JAEA側からは特にございません。

○山中委員 それでは、以上で議題の1を終了いたします。ここで一旦中断し、議題の2は、

16時30分から再開をいたします。よろしくお願いいたします。

(休憩 日本原子力開発機構退出 京都大学入室)

○山中委員 それでは再開いたします。

議題2、京都大学臨界実験装置（KUCA）設置変更承認申請についてです。

第47回原子力規制委員会における議論を踏まえまして、京都大学における炉心の過剰反応度の考え方、全制御棒の反応度抑制効果の考え方について、原子力規制庁から事前に送らせていただいた質問について、資料2-1から2-3を用いて回答のほうをよろしくお願いいたします。

○京都大学（中島所長） 京都大学複合原子力科学研究所、所長をしております中島でございます。本日、KUCAの設置変更承認申請ということで先日の規制委員会において、過剰反応度等の考え方についてお互いにちょっと十分な議論が進んでいないということでございましたので、今日の審査会合ということで、私としては、今日でお互いしっかりと了解できるようまで持っていきたいと思いますので、何とぞよろしくお願いいたします。

それでは、我々のところの資料の説明は、担当の三澤教授からお願いいたします。

○京都大学（三澤教授） 京都大学の三澤です。

それでは、資料に基づきまして御説明させていただきたいと思います。

それでは、まず最初に資料の2-1でございます。

前回の規制委員会におきまして、我々のここで使っております過剰反応度という言葉の考え方というところが曖昧だったということがございましたので、改めてこれまでの過剰反応度の考え方ということについて、御説明させていただきたいと思います。

まず、今の資料の1ページ目でございます。

過剰反応度というものを我々としては、実験物、装荷物があるなしに関わらず、運転状態において炉心の制御棒全引抜き状態になったときの反応度、これを過剰反応度というふうに考えてきて、これまではそのように運用してきたというところでございます。ですので、例えばカドミウムが入った場合には、過剰反応度が小さくなる。それから、カドミウムがなくなった場合には過剰反応度が大きくなるということで、その差から照射物の反応度を定義すると、実験的に測定するというのを今まで行ってきたところでございます。

今回の申請においては、過剰反応度というものと、実験物の異常というもの、それぞれ別のものとして考えたときに、それぞれ足したときの反応度が、固体減速炉心では0.35%

$\Delta k/k$ 以下、軽水炉心では $0.5\% \Delta k/k$ 以下にするということを補正申請において、そのように記載しているところでございます。

質問2のほうにいただきました、過剰反応度を $0\% \Delta k/k$ とするという考え方でございますが、これは、今申しましたとおり、制御棒の引抜きということだけで過剰反応度を考えておりましたので、過剰反応度が $0\% \Delta k/k$ の炉心、制御棒が全て引き抜かれた状態のときには、実験物の反応度、加えることができる反応度というのが最大にすることができまので、添付十の解析では、そのようなケースをケースAとして行ってきたというところでございます。

これは、実験物が正の反応度を加える場合、それから場合によると実験物が負の反応度を加える場合とあるんですが、それぞれについてこのような制限を入れることで実験物に異常が発生しても、決して $0.35\% \Delta k/k$ 、 $0.5\% \Delta k/k$ を超えることがないような制限にするということを考えていたところでございます。

これが、これまでの我々の考え方でございまして、そういう意味で過剰反応度というのを制御棒の引抜きによる反応度というところだけで考えていたところでございます。

質問3でいただきましたほかの事象の過剰反応度というのにつきましては、ほかの事象につきましては、反応度が加わる機構といたしましては、実験物のようなものではなく、制御棒の異常による反応度ということでしたので、過剰反応度というものがそのまま制御棒引抜きによる反応度ということでしたので、記載されていたところでございます。制御棒の全ての反応度の定義と制限値というところにつきましては、これは、質問の5でいただいた6ページ目に記載したところでございまして、制御棒の全部の反応度価値というのは、我々KUCA設置以来 $1\% \Delta k/k$ + 過剰反応度という形で定義して、規制値としていたところでございます。ここで過剰反応度というのは、先ほど申しました制御棒により印加される反応度ということで我々考えていたということでございまして、前回規制委員会のほうに出させていただいたときの書類と補正申請におきましては、この考え方をういて全制御棒反応度というのをを使って解析を行っていたところでございます。

しかし、その後その実験物の異常による反応度負荷というものについても、全制御棒の反応度の制限値に加えるべきであろうというような考えをというような御指摘もいただいたところでございまして、今我々が考えております補正方針といたしましては、ここの制御棒の全反応度 $1\% \Delta k/k$ + 過剰反応度とするのではなくて、固体減速課題の場合は $1.35\% \Delta k/k$ という過剰反応度の最大値を用いた値、そして、軽水炉心では $1.5\% \Delta k/k$ 以上というよ

うに変更するということを今補正の方針としては考えているところでございます。

このような変更を行うことで全制御棒の反応度という考え方を分かりやすくすることができ、我々としても実験を行う上での制御棒の反応度の管理というものも行いやすくできるというふうに考えているところでございます。このようなことを今ちょっと検討をしているというところでございます。

また質問4でいただきましたところでございまして、その各照射物等の反応度というものにつきましても、それぞれ単独でも固体減速炉心では $0.35\% \Delta k/k$ 、軽水減速炉心では $0.5\% \Delta k/k$ という値以上のことが加わらないようにというような制限を加えるということも考えているところでございます。

ちょっとすみません。上手く説明ができていないんですが、これを御質問に対する答えということにさせていただきたいと思います。

資料2-2に基づいてなんですが、これが、今考えております本文及び添付八、添付十の補正方針でございまして、まず、その書類の1ページ目のところから2ページ目のところ、下線を引いたところでございますが、これは、現在の既に出しております補正申請では、正の反応度が加わるサンプル、それから負の反応度の加わるサンプルというものの考え方が分かりにくいというようなこともございましたので、そこをはっきりと分かるように記載するということがまず一つの補正の方針でございまして、

もう一つは、先ほど申しました2ページ目の上から7行目くらいの(1)というところでございますが、制御棒の全反応度の制限値というものを先ほど申しましたように、固体減速課題では $1.35\% \Delta k/k$ という値、軽水減速炉心では、 $1.5\% \Delta k/k$ という値にするということで、制御棒の全反応度の制限値というのをここに明記するというのを考えているところでございます。

これによって、解析を行ってやっているところでございまして、今の値、全制御棒の反応度の値を変更したことを反映した解析結果を、添付十に全て載せるということを考えているところでございます。

以下、表がいろいろ出てきますが、全て今の制御棒の全反応度を $1.35\% \Delta k/k$ または $1.5\% \Delta k/k$ ということに変更したことに伴う解析を全て行っているところでございまして、このような状態であっても温度上昇の制限値は十分に判定基準を満たすということを確認したところでございます。

その一番大事な制御棒の反応度についての値というのは、これは当然本文に書くべきと

ころでございまして、これは、右下のページの19ページというところに本文の補正方針と
いうのを書かせていただいております。今現行のときには、左側の欄にありますように、
過剰反応度+1% $\Delta k/k$ 以上というのを制御棒の抑制効果として書いていたところござい
ますが、先ほど申しましたように炉心に印加することがあり得る最大の反応度、それを考
えて固体減速炉心では1.35% $\Delta k/k$ 以上、軽水炉心では1.5% $\Delta k/k$ 以上ということで、ある
値、決めた値にこれを基準値とするということを考えているところでございます。

なお、過剰反応度を今までの1% $\Delta k/k$ +過剰反応度に対してこのように変更するというこ
とは、制御棒の反応度抑制効果は、厳し目といたしますか、抑制効果としては安全側とい
いますかという値になるということでございますが、これまでのKUCAの実験炉心というのは、
この値を十分クリアした値になっております。例えば、軽水炉心では、例えば2.5% $\Delta k/k$
以上とか、そういうような値になっておりますので、このような変更を加えることで何か
実験上の差しさわりが起こるというようなことはないというふうに考えているところござ
います。

このような補正について、補正を本文と添付八に記載するというのを今考えていると
ころでございます。これが、今、検討しております補正方針というところでございます。

資料2-3には、実験物の異常に対する考え方、補足説明ということで書かせていただ
いております。まず一番最初のところは、1ページ目から書かせていただいたのは、我々
のこの研究所で運転の管理をするときに、実験物を装荷する炉心をどのように決めるかと。
初めて炉心を組むとしたらどのように決めるかということについての説明を記載したとこ
ろでございまして、当然これは、原子炉施設保安規定に新しい炉心を計画するときの手順
というものは書いております。これに基づいて新しい炉心を決定するわけございまして、
そこでは、臨界量、過剰反応度、制御棒の抑制効果、反応度添加率等を解析により求めて、
その結果を用いて原子炉安全委員会というところで審議を行って、それで安全を確認した
上で実験を行うということがここに記載されているところでございます。

3ページ目以降は、これは、保安規定に今回のようなことをどのように反映させるかと
いうところを記載したところございまして、保安規定の別表というところに様々な制限
値を記載するというのを考えているところでございます。

また12ページ目以降は、これはフローチャートになっておりますが、どのような手順で
その新しい炉心を検討するかと、様々な確定制限値をどのように決めるかということのフ
ローチャートを書かれているところでございます。ちょっとこれについての詳細の説明は

割愛させていただきますが、いろいろパターンが正の反応度が加わるような場合、それから負の反応度が加わるような場合、それから検出器などを入れる管が破損したということもこの実験物の異常に含めて考えるということにしておりますので、それらのパターンに分けて様々なパラメータ、核的制限値を解析するということを記載しているところでございまして、これについては、我々の下部規定のマニュアルにこのようなものを載せるということを検討しているところでございます。

19ページ目以降は、今の実験物の落下というものの反応度に対する解析の考え方というのを書いたところでございまして、ちょっと図面を使って、そのようなところを説明しているというところでございます。

例えば1ケースだけ御説明させていただきたいと思います。19ページ目の真ん中の図、固体減速架台というところの図でございまして、この場合ですと、炉心の中に実験物というもの、これは例えばカドミウムみたいなものを想定しておりますが、これが、制御棒が全部引き抜かれた状態で臨界になるように運転されていたということを仮定しております。このときに実験物が落下いたしますと、最大では0.35% $\Delta k/k$ の反応度、プラスの反応度が加わって、炉心の出力が上昇するということを解析で行っているところでございまして、スクラムが発生したときには、6本の制御棒のうちの最大の反応度を持っている1本以外が落下をいたしまして、未臨界にすることができるというようなことのイメージ図を描かせていただいたところでございます。こういう形で制御棒、このケースについて添付十の書類には書かせていただいているというところでございます。

その後のほうには、先ほどの補正方針に書かせていただいたところと同じような、実際にどういう結果になるかということを書いたところでございまして、ここには計算に用いますパラメータ、例えば ρ とか β 、それから温度、反応度、ケース等が変化したときにもどのくらいの誤差の影響がするかということも含めたまとめ資料という形で書かせていただいたところでございます。

後ろのほうの表は、これは実験物に限らず、ほかの添付十の解析結果を全て取りまとめたものでございまして、これについての説明もちょっと省略させていただきたいと思っております。

ちょっとすみません、うまく説明できなかつたかと思いますが、まず実験物、それから過剰反応度の考え方というものがこうであったということについて御説明させていただきまして、今、我々のところで考えております今後の補正方針はこうだということについて

御説明させていただきました。よろしくお願いいたします。

○山中委員 京都大学から御回答がありました。また、補正の方針についても御回答いただいたところですが、質疑に移りたいと思います。質問、コメントはございますか。

○三好技術参与 規制庁の三好です。

幾つか御質問させていただきたいと思います。まず、資料2-1に5つの質問に対する回答を頂いているので、これをちょっと軸にして、あと、資料の2-2の本文、あるいは2-3の補足説明資料、その辺をちょっと適宜引用する形でお聞きしたいと思います。

これまで過剰反応度についての認識について、若干曖昧なところがあったということで、今日、その辺を明確にして今後の方針を決めたいというふうに考えておりますけれども、また、その前に、いわゆる当初申請では、この過剰反応度、いわゆる実験物のところですが、 $0.35\% \Delta k/k$ ないし $0.5\% \Delta k/k$ というふうにされていて、審査の過程で、後で議論になると思いますけども、この過剰反応度を $0\% \Delta k/k$ にしたという、そののまず考え方なり、京大がそれを変えたことに対して、今どういうふうに考えているのかということをやっとお聞かせさせていただきたいと思いますが、要するに変えた理由とか、その辺についてちょっと確認をさせていただきたいと思うんですけども、いかがでしょうか。

○京都大学（三澤教授） 京都大学、三澤です。

御質問ありがとうございます。当初申請といいますのは、19年5月のそれだと思います。19年5月のときには確かに $0.35\% \Delta k/k$ という形、 $0.35\% \Delta k/k$ 、 $0.5\% \Delta k/k$ というものをもって解析をしていたというところは御指摘のとおりでございます。ただ、その後、検討の中でそのような場合については適切に、異常が発生したときに炉心を未臨界にすることができなくなるということが分かりまして、それについては想定誤りということで高濃縮ウランについては今後、実験物を使わないという形で申請をさせていただいたところがございます。ですので、当初申請、19年5月のときには確かに想定を誤っていたというのが事実でございますので、その反省を基に今回、 $0\% \Delta k/k$ と。 $0\% \Delta k/k$ といいますか、制御棒全引き抜き状態を基準にするというところにさせていただいたところがございます。

以上です。

○三好技術参与 規制庁の三好です。

いわゆる想定誤りとの関係でそういうふうにされたという御回答でしたけども、ちょっとその部分については少し疑問が残るんですが、ちょっと先に進めさせていただきたいと思います。

それで、11月、12月のヒアリング等で、いわゆる最大過剰反応度を改めてどういうふう
に定義するかと、してきたかという、こちらとしてはどういうふうを考えるかということ
について幾つか確認をさせていただきまして、現状、私としてはいずれも、いわゆるいろ
んな実験物がついてる、ついてないにかかわらず、いわゆる制御棒が全引き抜きの状態
の実効増倍率、反応度ですけれども、それを過剰反応度と言うということは一応一致してい
るというふうに、今現在、考えているところです。したがって、それを前提に、今日、大
きなテーマとして、過剰反応度によってどう扱うかということと、今回、改めて、その制
御棒の全反応度について新たな御提案がありますけれども、その二つについて、こちらのほ
うの考え方を質問の形で示させていただきたいというふうに思います。

それで、まず、第1問なんですけれども、回答の第2段落目ですけれども、カドミウムを
つけた炉心、それによる照射の実験というのはこれまで何度も多くされてきていると思
いますけれども、ここでは過剰反応度の差として反応度を評価してきたと。これはそうい
う形での評価というのがカドミの反応度に相当するというのは理解しますけれども、ちょっ
と1点だけ確認したいのは、想定誤りのときに、そのカドミの脱落も含めて過剰反応度を
超えてないという、そういう評価を確認のためにさせていただきましたけれども、そのとき
にカドミの反応度を求めるというときに、常に制御棒が抜けた過剰反応度の差として評
価をしてきたということなのか、あるいはカドミが入っているときと入っていないとき
の制御棒の差を、位置の差を求めてカドミの評価をしてきたのか。その点だけ、ちょっ
と1点確認させていただきたいんですけど、いかがでしょう。

○京都大学（三澤教授） 京都大学、三澤です。

基本的には、その過剰反応度という考え方でカドミの反応度というのを考えてお
りました。例えばS字曲線を考えて、その位置、違いというところもあるかと思
いますが、S字曲線を考えて制御棒の位置が変わります。ただ、そこから全部引き
抜いたときにどのくらいの反応度があるかということで、その引き算としてカドミ
ウムの反応度という形にしておりましたので、基本的な考え方としては制御棒が
全引き抜きのときの反応度の差ということで考えておりました。

以上です。

○三好技術参与 規制庁の三好です。

カドミの評価の仕方については了解いたしました。

それで、御質問を幾つかさせていただきますが、まず、この質問の最後に全制御棒につ

いての考え方というのがありますが、これはちょっとNo.5のほうでも議論しますので、ちょっとこれは後にさせていただきたいと思います。1はそれで結構です。

No.2ですね。ここで炉心の過剰反応度を $0\% \Delta k/k$ とするということが今回、申請書にも出てきてますし、その補正についてもそういった形での表現がなされているということで、一番、我々として気にしてるのはここの部分であります。いわゆるこの炉心の過剰反応度を $0\% \Delta k/k$ とすると。その理由として、その解析の条件としては、一番、実験物の反応度が大きくなるのがこの条件だと。いわゆる実験物の異常が起きる前の、いわゆる事象の初期条件としては、この過剰反応度が $0\% \Delta k/k$ になると。であるゆえに、この事象についての過剰反応度はほかの事象とは異なって $0\% \Delta k/k$ となると、そういう説明を頂いてるんですけども、それは、こちらとしては、その説明をもってこの事象における過剰反応度が $0\% \Delta k/k$ になるということにはならないというふうに今考えております。あまり細かい議論をしたくないんですけども、一つは、この初期条件が $0\% \Delta k/k$ になるというのは少し、本来、図を使って説明したほうがいいのかもかもしれませんが、いわゆる $0.35\% \Delta k/k$ より小さい、実際は $0.05\% \Delta k/k$ とか $0.1\% \Delta k/k$ とか小さいものを使われることが多いと思いますけども、そういったときで照射の臨界状態を考えますと、それは過剰反応度を評価すると、 $0\% \Delta k/k$ ではなくて、少し $0.1\% \Delta k/k$ とか $0.15\% \Delta k/k$ とか、そういうことになりまして、いわゆる初期条件を考える範囲でも、この実験物の異常の運転モードで正になることがあるというふうにこちらは考えております。それは、初期条件を考えた場合でもそうなるということで、その初期条件で議論をするのは本来違うというふうにこちらは思っておるわけです。この $0\% \Delta k/k$ については、これをほかの事象と同様に、この実験物の異常については $0.35\% \Delta k/k$ というような形で整理するのが妥当だというふうに考えているところであります。その理由は、今回、解析をしている臨界の状態から $0.35\% \Delta k/k$ の最大の実験物が落ちたということを解析されているわけですけども、実際、それは初期条件の過剰反応度が $0\% \Delta k/k$ であって、それに実験物の $0.35\% \Delta k/k$ が加わると、そういう言い方がNo.1の回答でされておりますけども、その過剰反応度の定義を実験物のあり、なしにかかわらず制御棒が抜けているというときの反応度というふうに明確に定義しますと、その実験物のカドミウムが落ちた状態ですね。落ちた状態というのはなくなっているわけですから、ある意味で、実験物を取り付ける前の炉心の状態ですけども、その過剰反応度というものを評価すると、それは $0.35\% \Delta k/k$ になるわけですね。ですから、実験物が落ちる前の臨界状態の反応度、過剰反応度の実験物の反応度を加えるという言い方をするまでもなく、落ちた後

の事象が発生した後の過剰反応度というのは $0.35\% \Delta k/k$ になるはずですが。したがって、この事象についてどこまで考えなきゃならないかということ考えたときには、その事象発生後の過剰反応度を $0.35\% \Delta k/k$ まで一応想定する必要があるというのがこちらの考えでありまして、それを初期条件をもって、また実験物の反応度が最大になる初期条件の過剰反応度 $0\% \Delta k/k$ をもって、この事象についての過剰反応度が $0\% \Delta k/k$ だというのはちょっと論理的に成り立っていないんじゃないかというふうに考えておるんですけども、その辺についての御見解をいただきたいと思います。

○京都大学（三澤教授） ちょっと申し訳ありません。ちょっとだけ相談させていただいてよろしいでしょうか。

○三好技術参与 どうぞ。

○京都大学（中島所長） 京都大学、中島です。よろしいでしょうか。

ちょっと今、内部で相談いたしまして、その過剰反応度というのをどこまでのものを考えるかというところで、先ほど三好さんが言われたように、実験物の有無にかかわらず、制御棒上限まで引き抜いたときの $k_{\text{eff}}-1$ からの差であるというところで、その有無に関わるというところは、だから、場合によっては実験物がついてたものがなくなったりとか、あるいは逆になかったものがついたり、つける可能性があるといったものを含めて考えるということであれば、確かに三好様のおっしゃるとおり、ちょっと考え方が少し我々のと、多分そこに今まで齟齬があったのかなと思っております。そういった意味では、それを過剰反応度というふうに改めてというか、今までとはちょっと違う、KUCAで今まで使っていたのとはちょっと違う考え方にはなりますけども、そういったところで合意したというところであれば、そのような実験物も含めた、実験物の異常による反応度の添加分も含めたものを過剰反応度と改めて定めれば、あとは多分そんなに大きな齟齬がなくいけるのかなというところで、ちょっと我々の中でもそういったところで了解したところでもあります。そうすると、多分、先ほど三澤のほうからは、制御棒の反応度のところも $1.35\% \Delta k/k$ とか $1.5\% \Delta k/k$ というふうに変換するというお話もありましたけども、過剰反応度というものをそういった実験物の移動も含めた部分までの反応度というふうに考えれば、今までの記載のとおり、「過剰反応度 $+1\% \Delta k/k$ 」という記載で問題ないのかなと考えているところです。

一応、今のに対する回答としては以上でございます。

○三好技術参与 規制庁の三好です。

これまでの京大のほうの運用としての過剰反応度というのが制御棒の挿入なり引き抜き、それによる反応度の変化ということでやられてきているということで、いわゆるこの実験物の事象というのは、ある意味で炉心に加える反応度の原因としては、制御棒以外のものということが特徴になっているわけですね。したがって、全体を炉心の過剰反応度というものを考えたときには、制御棒に限定することなく、炉心に反応度として影響を与えるものの変化を含めて最大幾つになるかということを決める必要があるというのがこちらのほうの考え方でありまして、今、中島教授がお話しになったように、そういったものも含めた形での過剰反応度ということを確認にさせていただいて、それに対する運用をしていただくということがもし了解いただければ、その形で考えていただければ結構かなと思っております。

もう一つ、ちょっとお断りしますと、いわゆる臨界実験装置で、これは本文で、この過剰反応度の最大値ということで、最大過剰反応度というものが定義されております。この最大過剰反応度というのは、ちょっとどういうふうに理解したらいいかというのは、あまり明確じゃないんですが、いわゆる構成する炉心の過剰反応度としてどこまで範囲を取れるかということで、その最大値ということで最大過剰反応度というふうに定義しております。これは臨界実験装置の安全設計上の大前提でありますし、また、その添付書類十の安全評価での条件として考慮すべきものになっているというのが今の審査の体系だと思います。したがって、いろいろな事象は施設によって変わりますけれども、それでもハード的に、あるいはソフト的にこの最大過剰反応度を超えるような事象があってはならないということだと思っております。したがって、それを考慮する場合は、通常時はもちろんですけども、異常な過渡変化時においても、その加わる過剰反応度が最大過剰反応度を超えないということを、まず添人のほうでやりまして、それをベースに添十のほうで評価をするということになっているんだと思います。

京大の回答で、実際、例えば質問No. 2で $0\% \Delta k/k$ としてるけども、その解析条件としては、その分だけ評価していると。まさに、今の添付書類十の安全評価というのは、これはケースAとケースBに分かれておりますけども、ケースAでステップ状に入るという評価は、まさに過剰反応度が $0.35\% \Delta k/k$ の場合のケースを記載しているわけですね。ですから、そういう意味では、解析の評価は変わりませんが、その解析の条件としてどう考えたか、そこを明確にする必要があるということで、今、現在、補正申請では $0\% \Delta k/k$ となっているところは $0.35\% \Delta k/k$ とか $0.5\% \Delta k/k$ とか、そういった形で明確にした定義の下にそうい

う考え方で評価をしているという形に修正していただきたいというふうに考えているところ
るです。

○京都大学（中島所長） 京都大学、中島です。

先ほど三好さんおっしゃられましたように、最大過剰反応度とはとにかく守らなくては
いけない値であるというところは我々も同じ思いでございます。ちょっと書きぶりが過剰反
応度0から、落下によって0.35% $\Delta k/k$ 入るとかということにはなってはおりますけど、実
質的な管理としては制御棒の反応度プラス実験物の異常による反応度がその最大値を超え
ないような管理はしているわけでございます。そういった意味では、三好さんがおっしゃ
られましたように解析の結果は変わらないかと思いますが、ちょっと前提条件の書きぶり
ですね、そのところは検討させていただければと思います。

○三好技術参与 規制庁の三好です。

今、過剰反応度についての扱いについては概ね一致が見られたというふうに考えており
ますけども、それを考慮して、この資料の3番以降について、若干確認をさせていただき
たいことを述べさせていただきたいと思います。

まず、No.3ですけれども、これはほかの事象との過剰反応度の整合性ということで質問
させていただいて、今の方針で他の事象と同様に、この実験物の異常についてもそれ相応
の過剰反応度があると。最大の場合は0.35% $\Delta k/k$ 入ると。それを解析としてステップAで
はやっているということで結構だと思います。

この事象でもう一つ、ステップBということで、ゆっくりとした緩慢な出力上昇につい
ての解析をしていただいています。これは今回の申請の中で、最大出力だけではなくて、
最大積算出力が最大になるという条件を評価してもらおうということの一環としてやって
もらっているわけですが、この場合は、当然、ゆっくりとしたというか、ちょっとした
反応度しか入らないということになって、それでいずれスクラムの条件でスクラムが入
るとか、そういう事故のシナリオによっては最大過剰反応度が入らないと、解析が入ら
ないということは当然あるわけで、そこは個々のシナリオで考えていただければいいん
じゃないかというふうに思います。

それから、No.4についてですけれども、これは、いわゆる実験物の制限としてどうい
うふうにするかということで、四角の中の申請書本文、これは既に補正申請で記載されて
いる文面ですけれども、これは炉心の反応度、それから実験物の異常、それから軽水減速
炉心での挿入管への水の注入とか、そういった反応度に影響するものを全て考慮して各炉

の最大過剰反応でいかに制限するというところで、これは結構だと思います。加えて今回、この資料で、4ページで言いますと、二重破線の下に照射物についての、そのものの反応度価値、反応度価値と言ったほうがいいのかもかもしれませんが、その制限が加えられていると。これはこれまで、それこそ想定誤りとか、高濃縮のときの条件も考慮した上で新たに付け加えている条件なので、これを追加していただくということは、これで結構だというふうに考えております。実際の照射物はそんなに大きなものはないというふうに想定されますし、実際そうだと思うんですけども、この絶対値の制限というのは、やはり必要だということの認識に立っております、それは、いわゆる照射物にかかわらず、いわゆる実験物として非常に反応度が大きいものを炉心に挿入とかしたりとか、周辺に置いたりとかというような形で、それが移動するなり、固定されていれば別ですけども、その移動の可能性を今、考えなきゃならないというのは大前提なので、そういったことを考えますと、こういう実験物についてはおのずと絶対値というか、反応度的な制限が加わざるを得ないんじゃないかというのがこれまでの議論でありまして、これを加えた形で制限をしていただくと。それに対応する、先ほど評価のフローとかがありましたけども、そこで後段規制でしっかりやっていただくということが必要になると思っております。

それから、最後にNo.5ですけども、これは制御棒の全反応度についての考え方として、文面として出てきておりますが、先ほど中島さんが言われたように、過剰反応度を、異常も含めた臨界実験装置として守るべきものということで評価をすれば、これはこちらのほうとしては必ずしも最大過剰反応度ということで一律にして、固体減速では1.35% $\Delta k/k$ 、軽水減速では1.50% $\Delta k/k$ というふうにする必要がないというふうに考えております。確かに添付書類八で、いわゆる制御棒の反応度価値の見通しを得るということで、最大過剰反応度というものに対して停止余裕が1% $\Delta k/k$ 未臨界になるという条件を満たす制御棒があるかどうかということについて今回の審査ではかなり詳しく説明いただきまして、一応それに対して見通しは、添付八の安全設計の段階では得ているわけですね。ただし、実際に炉心で組む場合は、必ずしもそんな最大過剰反応度に相当するまでの燃料を装荷する必要もないでしょうし、実際の炉心というのは、必要な照射物に応じた炉心を組めばいいのであって、安全上の観点から言えば、組んだ炉心に対して全数挿入で1%の未臨界を担保していただければいいというふうに基本的に考えております。したがって、過剰反応度の定義なり、考え方について的一致が得られて、その方向で補正がされるのであれば、規制庁としては特に、よりそれは安全側の条件を課すということに今回の新たな提案はなっております。

すけども、それはあえてそういう必要はないというふうに考えてますので、そういう形での対応ということを検討していただけるのであれば、それで結構だというふうに思っております。

添付書類、資料2-1について、ちょっと前後しましたけど、こちらのほうの考え方をちょっとコメントさせていただきました。

○山中委員 京都大学、いかがでしょう。

○京都大学（中島所長） 京大、中島でございます。

先ほども説明いたしまして、今、三好さんから確認がありましたけども、過剰反応度の考え方については、これで私、合意できたと思っております。また、最後の制御棒の反応度価値の書きぶりについても現状のままでよいということで、私どももそう考えておりますので、これで補正させていただければと考えております。

以上です。

○山中委員 そのほか、補正の方針等について何かコメント、御質問等ございますか。

○三好技術参与 規制庁の三好です。

今の合意に基づいて補正の本文、それから、その補足説明資料というものを今の考え方で適宜見直していただくという作業をしていただいて、それを確認させていただきたいというふうに思っております。

○山中委員 そのほか何かございますか。

どうぞ。

○藤森チーム員 原子力規制庁、藤森です。

これから補正の準備等をされて中身を固めていかれると思うんですけれども、その補正申請に当たっては、当然ながら品室管理体制に基づく確認なり、チェックなり、本文なり、保安規定に基づく確認をしっかりやっていただいた上で補正申請のほうをしていただくようお願いいたします。

以上です。

○京都大学（中島所長） 京都大学、中島でございます。

了解いたしました。しっかりと品質管理の下で精査、申請させていただきます。

あと、ちょっとお願いではございますが、先日の規制委員会の中では、これの承認、そんなに急がないんじゃないかというお話もございましたけども、ちょっと現場といたしましては、やはり海外での燃料製造等の関係もございまして、できるだけ早い承認をいただ

きたい。我々もそういった努力をしてまいりますので、御協力のほどというか、御配慮のほど、よろしくお願ひしたいと思ひます。

○山中委員 そのほか、いかがでしょう。よろしいですか。

本日は京都大学と規制庁、これまで過剰反応度等について、考え方に相違があったように思われましてけれども、本日、議論を通じまして、その考え方に差異がなくなったというふうに考えます。本日の議論を踏まえて、京都大学におかれましては補正の申請をよろしくお願ひいたします。

規制庁においては補正申請後、事実確認を進めていただいて、必要があれば審査会合を開催していただければと思ひます。

そのほか、京都大学側から何か確認しておきたいこと等ございますでしょうか。

○京都大学（中島所長） 京都大学、中島でございます。

特にございません。

○山中委員 はい。

それでは、本日予定していた議題は以上です。

以上をもちまして、第424回審査会合を終了いたします。