

第32回 技術情報検討会

原子力規制委員会

第32回 技術情報検討会

議事録

1. 日時

平成30年6月20日（水） 15:00～17:00

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

原子力規制庁

櫻田 道夫 原子力規制技監

山形 浩史 長官官房 緊急事態対策監

青木 昌浩 長官官房 審議官

片岡 洋 長官官房 審議官

平野 雅司 長官官房 総務課国際室 地域連携推進官

辻原 浩 長官官房 技術基盤グループ 技術基盤課長

萩沼 真之 長官官房 技術基盤グループ 技術基盤課 企画調整官

岩永 宏平 長官官房 技術基盤グループ 技術基盤課 課長補佐

岩澤 大 長官官房 技術基盤グループ 技術基盤課 課長補佐

鏡 健太 長官官房 技術基盤グループ 技術基盤課 技術戦略係長

永瀬 文久 長官官房 技術基盤グループ 安全技術管理官（システム安全担当）

今瀬 正博 長官官房 技術基盤グループ システム安全研究部門 原子力規制専門職

深沢 正憲 長官官房 技術基盤グループ シビアアクシデント研究部門 企画官

西村 健 長官官房 技術基盤グループ シビアアクシデント研究部門 技術研究調査官

迎 隆 長官官房 技術基盤グループ 安全技術管理官（核燃料廃棄物担当）

久保田 和雄 長官官房 技術基盤グループ 核燃料廃棄物研究部門 統括技術研究調査官

小林 恒一	長官官房	技術基盤グループ	安全技術管理官	(地震・津波担当)
山田 知穂	原子力規制部長			
小野 裕二	原子力規制部	審査グループ	安全規制管理官	(実用炉審査担当)
小山田 巧	原子力規制部	審査グループ	実用炉審査部門	安全規制調整官
川崎 憲二	原子力規制部	審査グループ	実用炉審査部門	安全管理調査官
村上 玄	原子力規制部	審査グループ	実用炉審査部門	主任安全審査官
照井 裕之	原子力規制部	審査グループ	実用炉審査部門	安全審査官
宮本 久	原子力規制部	審査グループ	安全規制管理官	(研究炉等審査担当)
青木 一哉	原子力規制部	審査グループ	安全規制管理官	(核燃料施設審査担当)
大浅田 薫	原子力規制部	審査グループ	安全規制管理官	(地震・津波審査担当)
金子 修一	原子力規制部	検査グループ	検査監督総括課長	
古金谷 敏之	原子力規制部	検査グループ	安全規制管理官	(実用炉監視担当)
門野 利之	原子力規制部	検査グループ	安全規制管理官	(専門検査担当)

国立研究開発法人日本原子力研究開発機構

中塚 亨	安全研究・防災支援部門	企画調整室	規制・国際情報分析室	技術主幹
事務局				
市村 知也	原子力規制部	原子力規制企画課長		
田口 達也	原子力規制部	原子力規制企画課	企画官	
片岡 一芳	原子力規制部	原子力規制企画課	専門職	
蔦沢 雄二	原子力規制部	原子力規制企画課	課長補佐	

4. 議題

- (1) 技術情報検討会について
- (2) 国内外の原子力施設の事故・トラブル情報について
 - 1) 1次スクリーニング状況
 - 2) 2次スクリーニング状況
 - 3) 要対応技術情報等の進捗状況
 - 4) 海外トピックス
- (3) 安全研究及び学術的な調査・研究から得られる最新知見について

- 1)PWRアニュラスにおける水素爆発防止に係る海外動向調査について
- 2)スクリーニング状況
- (4) 審査経験から得られる知見について
 - 1)事前整理結果及び規制基準等の見直しの状況
- (5) 技術基準・制度への反映に向けた取組について
 - 1)調査中案件の状況
 - 2)デジタルI&Cに係る国内外の規制動向等の調査を踏まえた対応
 - 3)技術基準・制度への反映に向けた進捗状況
- (6) その他

5. 配布資料

<資料>

議題(1)技術情報検討会について

資料32-1 技術情報検討会について

議題(2)国内外の原子力施設の事故・トラブル情報について

資料32-2-1① スクリーニングと要対応技術情報の状況について(案)

資料32-2-1② 1次スクリーニング結果(案)

資料32-2-2 2次スクリーニングの検討状況(案)

資料32-2-3 規制対応する準備を進めている情報(要対応技術情報)リスト(累積)(案)

資料32-2-4 仏国プラントにおける制御棒駆動機構のサーマルスリーブ摩耗について(案)

議題(3)安全研究及び学術的な調査・研究から得られる最新知見について

資料32-3-1 PWRアニュラスにおける水素爆発防止に係る海外動向調査結果について(案)

資料32-3-2 最新知見のスクリーニング状況

議題(4)審査経験から得られる知見について

資料32-4 事前整理の結果、検討すべきとした事項(案)

議題(5)技術基準・制度への反映に向けた取組について

資料32-5-1 調査中案件の状況(案)

資料32-5-2① デジタル安全保護系に関する国内調査結果について

資料32-5-2② デジタル安全保護系の共通要因故障(CCF)対策設備に関する調査結果について(案)

資料32-5-2③ (参考)デジタル安全保護系に係る共通要因故障に対する国内外の規制状況

資料32-5-3 技術基準・制度への反映に向けた進捗状況(案)

< 参考資料 >

参考32-1 第31回技術情報検討会議事概要

6. 議事録

○田口企画官 それでは時間になりましたので、第32回の技術情報検討会を開きたいと思っております。

司会は、今までどおり規制企画課の田口が努めさせていただきます。よろしくお願ひします。

今日からユーチューブ中継されておりますので、多分、一般ルールだと思いますけれども、発言するときは、一言お名前を名乗ってから発言をいただくようお願いいたします。

では、早速、中身に入りたいと思います。

まず、議題の(1)でございますけれども、技術情報検討会についてということで、資料のほうは32-1をお開きください。

こちら前回もお配りをしているものですがけれども、今回、公開会合の第1回ということなので改めてお配りをしております。

左上に四角い注書きが書いてありますけれども、今後は技術情報検討会の資料には全てこの言葉を入れようと思っております。

技術情報検討会というのは新知見のふり分けや作業担当課の特定を目的とした事務的な会議体であって、その資料及び議事録は規制委員会の判断を示すものではありません、ということであらゆる資料につけるといふうにしたいと思っております。

この32-1の資料そのものは前回お配りしたものと基本的には同じですので、この場では詳しい説明は省きたいと思っております。

それでは、次、資料32-2-1。スクリーニングの議題に行きたいと思っております。

この最初の表を御覧いただきますと、今回、4月6日～5月17日の期間で1次スクリーニン

グを21件しておりますけれども、全てスクリーニングアウトということで、後ろにちょっと、32-1-2、次の資料を御覧いただきますと、その個票をつけておりますけれども、こちら一つ一つのこの場での紹介はいたしませんので、もし後で御覧になって、ちょっとこれはやっぱり取り上げたほうがいいんじゃないかとかもしありましたら、また御連絡をいただければと思います。この会議が終わってからでも結構です。

それについて申し上げますと、今の資料の、最初のほうは何もないんですけど、4ページ目ぐらいから赤枠がついています。この赤枠がついているのは、この資料でいうと国際機関との取り決めによって公開ができないもの。したがって、この会議のメンバーはその中身が見れていますけれども、傍聴用資料は白抜きで出しているというものでございます。

したがって、この赤枠の中をこの公開の場で議論、基本的にはできないものというふうにお考えください。見ていただくのは結構なんですけれども、詳細をここで議論はすべきではないものというか、不開示情報でございます。

もし今回のように、これは全部1次スクリーニングアウトしているものですので、この内容をあまり詳しく議論する必要はないと思っておりますので、したがってその資料は見させていただきますけれども会議は公開というふうにできると思っておりますが、もしこの赤枠の中の情報を詳しく突っ込んでみんなで議論する必要があるというふうになれば、そのときは非公開の会合を開くことになるのであろうというふうに想定しております。

今日の時点では、これをあまり議論する必要はないと思っておりますので、このような形で資料はつくっております。

次に行きます。

次に、その次の資料、2次スクリーニングの検討状況ということでございます。こちらも前回から変更はございませんので、特段の御説明はいたしません。

次に、要対応技術情報リストの資料を御覧ください。これは項目は追加をされておられませんけれども、中身が若干更新をされておりますので、若干御紹介をいたします。

まず、1点目の蒸気ボイドの件ですけれども、ワーキンググループを一度、事業者と行いまして、事業者の対応のオプションが三つぐらいあるというところまでは、前回、聞き取っております。

その後、もう少しそれぞれの事業者の対策を、どういうスケジュール感でやっていくのかというのを聞き取ったほうがいいのではないかとということで中で議論しまして、もう一

度、ワーキンググループ、意見交換会をしたいと思っております。これを6月下旬、あるいは7月上旬辺りで開催する方向で今、調整をしているところであります。それが終わってから規制委員会に報告をしたいと思っております。

続いて2点目、回路の故障が2次火災、損傷を誘発させる可能性というもので、こちらは米国の状況を調査するというのでここに載っておりますけれども、今回、若干、線を引いて新しくなっている情報がございますので、こちらは基盤グループのほうから御説明をお願いします。

○永瀬安全技術管理官 システム安全の永瀬でございます。

今、御紹介にありました、回路の故障が2次火災又は設備の損傷を誘発させる可能性、これに関連します調査の進捗について説明をいたします。

これにつきましては、対応状況に書かれておりますように、我が国では系統分離の徹底を求めているために、火災影響により炉停止機能及び崩壊熱除去機能の喪失の可能性は非常に低いと思われる。

したがって、基準に今回の知見を、基本的に基準を考え直すという必要性はないということが考えられますけれども、さらなる高度なレベルで火災による回路故障の影響を確認するために行われております回路解析の米国におけます実施状況について調査しております。

平成28年度～29年度におきまして、少しずつ米国におけます回路解析の進捗を調査しております。がらっと変わることはないんですけども、少しずつその回路解析の開発状況が進んでいるというのがざっとした説明でございます。

平成29年度につきましては、(1)にありますように、火災時安全停止に関する回路解析については、安全停止機器及び安全停止ケーブルを抽出する具体的な方法を調査しました。その結果、機器の運転に必要な回路に加え、誤作動を引き起こす可能性のある回路の特定が重要であり、米国で重要視されておりますMSOシナリオ特定が必要であることを確認したということです。

MSOシナリオでございますけれども、Multiple Spurious Operationとあって、多重の間違いの誤動作といいますか、それに関しまして米国において検討が行われているということでございます。また、回路解析実務担当者である火災防護エンジニアリングの資格要件についても実情を把握しました。

それから、(2)NRCの火災防護審査検査の実務担当者に関する業務研修の内容、マニュアル

ル等を調査して、報告書等について情報を集めております。

(3)におきましては、その報告書の中身です。

以上のように回路解析手法というのは年々高度化されていっておりますので、調査いたしましたしましては30年度以降も続けていくということで考えております。

以上です。

○田口企画官 ありがとうございます。

では、これまでちょっと通しでずっと説明してまいりましたけど、これまで全体を通じて、今の御説明も含めてですね、御質問等ありましたらお願いします。

○櫻田原子力規制技監 規制技監の櫻田です。

今、永瀬管理官から説明があった件、コメントというわけじゃないんですけども、一応、確認のためなんですけど。ここにお集まりの方はよく御存じだと思っているんですけども、念のためなんですけど。我が国の規制ではこうこう、こうですという話が今回追加されていて、私自身はこういう記述は、この件をどういう視点で今扱おうとしているのかというところを明確にするために、とてもいい追記がなされたなというふうに思っています。

というのは、アメリカと日本の火災防護関係の要求事項にはやっぱり違いがあって、US-NRCの規制の中では、性能要求というか、火災影響評価を前提にしたような規制が行われていて、その中で回路解析というのが大事なウエートを占めるという、そういうような位置づけにあるわけなんですけども。

一方、日本では、回路解析を行わないと規制をしないという、そういうアプローチはとってなくて、やや暫定的な扱いなのかもしれませんが、今の火災防護基準の中では、ある種の仕様規定的なものを導入しているということになっていて、そういう意味で、その火災対策に対する要求事項の違いがあるので回路解析の扱いも当然、違っていると。

ただ、私どもの意識としては、アメリカのその扱い方、取組についてもちゃんとウオッチをして、将来的にアメリカ的な規制を導入するということになっていくかもしれないし、そのときには遅れないようにということで、ちゃんと調査をし続けていきたいと思います、こういう認識だというふうに思っているということ、今この場で申し上げたかったということで発言しましたけれども、特に異論がないということによろしいですよ。

○田口企画官 ほかに、何かございますか。

お願いいたします。

○山形緊急事態対策監 対策監の山形ですけれども。

ちょっと資料が非開示情報を含む、資料32-2-1の②のほうなんですけど、これは赤枠がないところはいいんですよ。

○田口企画官 はい。そういうことです。

○山形緊急事態対策監 外に見えているということですね。そうすると、この2/21ページの件なんですけど、セキュリティ関係のものなんですけど、これというのはどういうスクリーニングをやったか教えていただきたいのですが。このメンバーの中にはPP(Physical Protection)室って入っていないんですけど、これのスクリーニングというのは具体的にどうされたんですか。

○片岡専門職 規制企画課の片岡です。

このスクリーニングはRISという、Regulatory Issue Summaryかな、アメリカの公開資料を使って分析しております。したがって、公開資料ですので自由に分析していいと……、これは基本的に企画課でっております。

○田口企画官 したがって、PP室の目は通っていないということです。

○山形緊急事態対策監 そこがちょっと心配だったので、それでいいんでしょうかということ。

○片岡専門職 一応、念のために、この件についてはPP室に、この件をスクリーニングしてこのスクリーニングシートを出してもよろしいですかということは尋ねております。そうしたら、この情報は公開情報ですので問題ありませんという答えはいただいています。

これは、ちょっと事務的な連絡の情報ですので、技術的などか、PP情報ではなくて、事務書類上の書き方の問題の指摘ですので問題ないと考えております。

○山形緊急事態対策監 すみません、対策監の山形ですけど。

すみません、ちょっと問題の聞き方が悪かったと思うんですけど、要はアメリカではこういうことをちゃんとやっているんだけど、それを、書類の書き方とかそういうもので注意が出ているということではなくて、アメリカはフォース・オン・フォースで検査というのはありますというのはわかったわけですよ。それに対して日本も同等のことをやっているとか、国情の観点で関係ないというような中身を担当部局に確認したかどうかという、そういうことなんです。

○片岡専門職 ごめんなさい。質問わかりました。

その中身については確認しておりません。といいますのは、この文章の連絡はあくまでも事務的な連絡ですので、我々はその事務的な連絡についてのみ分析しております。

○田口企画官 改めて、少し検討します。PP室の目を入れたほうがいいのかどうか、もう一度、中身をよく思い出して、少なくとも対策監には御説明できるようにしたいと思います。お願いします。

○櫻田原子力規制技監 規制技監の櫻田です。

発言者は名乗りましょうね。

それで、今の山形対策監の御指摘のところについては、まさに処理結果の最後のところに書いてあるんですけど、「具体内容はPPに関わるので、ここでの検討は不要である」というふうに書いてあるのは、私なりに、PPに関する事なので、この技術情報検討会の枠の外でこの情報を取り入れるべきなのか、取り入れて、今の核物質防護関係の規制に反映すべきなのかどうかということについては、ここでは扱わないというふうに言っているように聞こえるんですけども。まあ、その整理はそれはそれであるかなというふうには思います。

ただ、こういう情報があるということは、核物質防護関係のそのこのセクションと共有するという必要だと思うので、それはぜひ、お願いしたいと思います。

○片岡専門職 はい。わかりました。

○田口企画官 ほか、ございますでしょうか。

では、次に行きたいと思います。

次は資料32-2-4。これはトピックスということで、今回、御紹介をいたします。トピックスというふうにして意味は、まだ正式に、これはフランスで発生した事象なんですけれども、IRSのレポートがまだ来ておりませんので、今後、詳細なものが来たらしっかりスクリーニングをするということで。ただ、そうは言っても実はいろんなところからかなりの情報は集まっているというものです。

これは資料が、絵を先に見ていただいたほうが良いので、ページでいうと6ページ、7ページ辺りをちょっと御覧ください、実はこの6ページ以降はですね、事業者から事務的ヒアリングで国内の事業者から入手した資料でございます。

6ページのところに、そもそもサーマルスリーブとは何かという図が描いてあります。

下の図の右のところを見ていただくと、制御棒駆動機構の管台と駆動軸のちょうどその間に入っている筒状のもの、これをサーマルスリーブというふうに言っておりますけれども、これについて何が起きたかという、次の7ページの図を御覧ください。

7ページの図で、左側が初期の状態、正しい状態であります。この赤い線で描いてある

のがサーマルスリーブなんですけれども、これがですね、振動によって、右のほうを見ていただくと、サーマルスリーブ側の下のほうがこの管台と当たっている。一番上のこの両者が接触するところがですね、摩耗していくということが、こういう事象が確認をされています。それで、サーマルスリーブ側も摩耗するし、制御棒駆動機構のほうの管台側も摩耗して、両方が摩耗するので、このサーマルスリーブがどんどん下にずれ落ちてしまうと、こういう事象についてのお話であります。

それで、これ自体は2014年にアメリカでは認識をされていて、ウェスティングハウスは、これがどれぐらいの期間で起きるか、どんどん摩耗するんですけど、そのスピードであるとかですね、それを点検・評価するためのガイドラインをどうつくったらいいかというのは検討してガイドラインは公表しております。これは2014年にまずはそういうことが知られていました。

今回、フランスで起きた事象をきっかけに、またこの話がウェスティングハウス社も検討を再開しております、フランスで起きた事象は2ページを御覧いただきたいんですけども。このサーマルスリーブのさっきのところは摩耗して下に行くというのは同じなんですけれども、かなり思ったより速度が速くて、摩耗し切ってサーマルスリーブがすぽっと下に抜けてしまいましたということが起きているのと、それから、下に抜けるときに、この2ページの真ん中、右、真ん中のところにありますけれども、摩耗して行って、最後、一番端っこの部品がぼろって取れて、真ん中に写真がありますけれども、こういう形で取れて、それがルースパーツとして残ってしまったということでもあります。

したがって2014年のウェスティングハウスの知見からの追加情報としては、どうもスピードが思っていたより早かったということと、それから、こういうルースパーツが出現してしまって、これが制御棒の駆動に悪さをするのではないかとということがフランスのベルビルの、これは2017年の情報ですけども、それで明らかになったと。

なので、これを受けて米国のウェスティングハウスが、今度、1ページ目に行くんですけども、「Part21レポート」というレポートを公表したと。経緯としてはこういう流れになります。

このPart21レポートにおいて、こういう今回のフランスの事象も踏まえてですね、原因であるとか、どのプラントに影響があるとか、そういうことの分析をウェスティングハウス社がしています。

この1、2、3ページとずっとあるのはこのPart21の内容の御紹介と、それから6ページか

らは国内でどうなのかということの事業者の見解が示されています。

それで、ウェスティングハウス社のレポートを御覧いただくと、まず、この摩耗が起きるのは、この2ページ目を御覧いただきますと、この圧力容器のこの上のほうの水流によってサーマルスリーブが振動して、どうも摩耗が起きると。ただし、そのスピードは何十回も運転をすることで徐々に摩耗が進んでいくというような評価をしています。

それで、この水流が強いプラントとそうでないプラントによって、摩耗のスピードが変わってくるであろうというふうに分析をしています。

ちょっと、国内に次に飛びます。国内に飛びますと、8ページを御覧いただきたいと思えます。

まず、国内事業者の見解であります、このフランスとかアメリカのプラントと違って、まずは国内のやつは振れ止め金具というのがリング式になっていて、米国のほうは3点で支えるような振れ止め金具なんですけれども、日本のほうはリング式なので振れにくいですというふうに彼らは言っています。

それから、この8ページの左の図の上のほうを見ていただくと、サーマルスリーブの上のほう、この黄色いところが分厚くなっています。管台との接触部分がですね。右側の図だと少し浮いていますけれども、左の国内のやつはサーマルスリーブの上のところが管台との接触部分が分厚くなっていて、この点でも振動しにくいという、まず違いがあるというふうに彼らは言っています。

その上で9ページを御覧いただくと、ここで先ほど申し上げたように、摩耗は水流によって変わってくると。これは「頂部バイパス流」というふうにここでは書いておりますけれども、頂部バイパス流とは何かということですね、また、すみません、6ページを御覧いただきたいと思えます。

6ページを御覧いただくと、左のところ青い矢印で描いております。これが、頂部バイパス流と言っているのはこの流れのことで、比較的新しいプラントは腐食なんかを防止するためにこの頂部に冷たい水が流れるような設計になっていると。

そのことによって材料の腐食なんかを、SCCなんかを防止するという観点で、そういう設計になっているんですけれども、それによって、ただし、水流が激しくなって、振動が大きくなって摩耗が進みやすいという面があるということでもあります。

したがって国内のプラント、9ページを御覧いただきますと、このプラントが並んでおりまして、コラムの三つ目に頂部温度、このT-Coldというのが今の頂部バイパス流があっ

て冷やす仕組みができています。できているからその振動が多いというプラントであります。下のほうのT-Hotと書いてあるのはそうじゃないもの。

今回のサーマルスリーブの摩耗について言うと、このT-Coldのほうが起きやすくて、したがって新しいプラントのほうが起きやすいというふうな見解であります。

その10ページに、では、どれぐらい運転するとこの摩耗が起きていくのかということが、見積もりが書いてありまして、表の一番上、海外のプラントで米国のプラントだと25年ぐらい運転したところでこれが起きてくると、起きてくるというか、進んでくると。

フランスのほうは17年なのにこれが進んで、随分早かったなというふうに今回みんな思っているわけですがけれども。断定はできませんけれども、負荷追従運転なんかをしていることが効いているのではないかというようなことも事業者は言っています。ここはフランスからのレポートを待ちたいと思います。

国内について言うと、ここに書いてある数字を御覧いただくと、この米国やフランスのブランドに比べて、随分まだ運転年数が少ないということ。それから、このVHRというのはこの上ぶたの取り換え工事でありまして、これをやっているの、したがって、まだ取り換えてからその後はあまり運転がされていないということで、まだこういう摩耗が起きるような段階ではありませんというのが事業者の言っていることです。

ただし、この一番上の標準型4ループの辺りが比較的、運転年数が長いので、この長そうなやつを目視点検をした結果もついております。その写真が一番最後、13ページですがけれども、写真が四つついておりまして。これは一番中心の制御棒の、圧力容器の内側の下側から上を眺めたところです。

サーマルスリーブの一番下のほうはラップみたいになっているんですけども、そのラップのところを下から眺めた図がこの四つの図でありまして。サーマルスリーブがずれ落ちていれば、それが確認できるはずと。ただ、この写真では少しわかりにくいですが、いずれもずれ落ちは起きていないということでありました。ただ、事業者も、点検方法についてはよく検討していくという立場でありました、このフランスの事象なんかも踏まえましてですね。

ということで、まだ現時点で何か規制が対応しなければいけない感じはしておりませんが、トピックスとして御紹介をいたします。

こちらについて何かありましたらお願いします。

山中委員、お願いします。

○山中原子力規制委員 山中です。

摩耗による損耗の話があったわけですが、サーマルスリーブとその外側の材質、一般的にどんな材料が使われていて、プラントあるいは海外プラント、国内プラントで材質に微妙な差があるのかどうかという、その辺り、もしわかっておれば教えていただけますか。

○片岡専門職 規制企画課、片岡です。

材質は、両方ともオーステナイトNS鋼です。フランスは若干違うかもしれませんが、その非常に微妙なところの情報はまだわかっていません。

○山中原子力規制委員 材質による差というのは、あまりないというふうに考えてよろしいですか。

○片岡専門職 はい。そう考えております。

○田口企画官 ほかに、何かございますでしょうか。

特にないようでしたら、次の議題に移りたいと思います。

もし、後からでも結構ですので、ありましたら御指摘いただければと思います。

では次が、32-3-1。今度は技術基盤グループの資料でございます。かつてこの技術情報検討会で宿題になったことについての回答が作成されたものでございます。御説明は基盤グループのほうからお願いします。

○深沢企画官 シビアアクシデント研究部門の深沢です。

それでは、資料32-3-1のPWRアニュラスにおける水素爆発防止に係る海外動向調査結果について説明いたします。

まず背景は、今ちょっと御説明もありましたけれども、昨年度の技術情報検討会にて、「PWRのアニュラスにおける水素爆発防止対策の有効性評価」というタイトルの報告で、アニュラス部に7日間、漏えいが継続した場合でも、水素濃度は燃焼領域4%を十分下回るという確認の報告がされました。

この中の議論において海外はどうかということになりまして、それで我々が調査することになったわけですが、それで、近年の動向として米国とドイツについて資料がありましたので、それについてまとめました。

調査の結果ですが、まず、米国においては1F事故対応、短期タスクフォース勧告という中で水素対策を検討しろということがなされていたわけですが、その結果が出まして、結論としては、1F事故以降の追加の水素対策は不要と、要は規制でこれ以上やることはないという結論に達しております。

あと、ドイツに関しては日本と同様の解析がGRSにおいて行われておりまして、事故後4日間、アニュラス部の水素濃度が4%を下回るというような結果がなされております。こういった解析を受けて、ドイツの原子炉安全委員会RSKは、アニュラスの雰囲気再循環だとか、換気制御系の措置の緩和的緊急時対応策の一環として考慮するというのを、ここでは勧告なのですが、したということがわかりました。

以上2点なのですが、米国は特に対策はなされていませんが、ドイツにおいてはアニュラス部に対して日本と同様の解析も行われて、対策としても換気対策が行われるであろうということがわかりました。

2ページ以降は米国及びドイツにおける検討結果の内容を少し詳しく書いたものですが、簡単に説明しますと、まず2ページ目、米国ですが、先ほど言いましたように、短期タスクフォースで検討を行って、そのうちの勧告の6という中で格納容器及び建屋における水素制御と緩和というのが課題になっております。その中でNRCは対応してきたわけですが、2016年にSECYを出して、追加の対策は不要という結果を出しております。

下に、(a)として大型ドライ型PWRについての内容が少し書いてありますが、それだけ説明しますと、基本的にはTMIの後の水素に対する検討が行われて、そこにおいて、もう水素対策は十分という結果になっております。要はイグナイタ等の設置も、格納容器内にも不要だという結果になっております。

近年の解析に関しては、SOARCAという解析が行われておりまして、それも参考にしております。その中では長期全交流電源喪失のようなシナリオでも水素の燃焼は起きにくいというような結果がありまして。また、同じくSOARCAの中で建屋へ水素が移行するようなシナリオもちょっと検討されているんですが、そのISLOCAというシナリオになるんですが、ISLOCAによって炉心損傷に至る発生頻度というのは非常に小さいということから、米国では追加の対策が必要ないという結果になっております。

あと、3ページがドイツです。ドイツでは2015年にRSKの勧告が出されております。

これは、もともとやはり1F事故対応で、ストレステストの結果から格納容器外への水素の漏えいについてもアクションをするべきだという勧告がなされていたわけですが、それを受けてのものです。

次の(a)のPWRについて説明しますと、まず、GRSの解析ですが、SA時に発生する水素がやはり我々と同様に、設計漏えい率で漏えいして格納容器内に漏えいするとした場合には、何らかの対策がとられなければ、4日間までは大丈夫です。5日以降では燃焼の可能性が除

外できないという結果になっております。また、アニュラス部の雰囲気では成層化なども懸念されるという結果になっております。

この解析結果を受けて、RSKはアニュラスの雰囲気の成層化及び濃度を低下させるために換気制御を確立することを推奨するという勧告がなされたという結果であります。

以上です。

○田口企画官 ありがとうございます。

御質問等ありましたら、お願いします。

○山中原子力規制委員 山中です。

ドイツは日本と同じような考え方で、今後、対策されるという。

○深沢企画官 そうですね。調べた限りでは、まだ勧告が出されたところで、多分、今からだと思うんですけど、多分、同じような換気による対策がなされるんだと考えております。

○田口企画官 ほか、よろしいでしょうか。

では、次に行きたいと思います。次の資料は、最新知見のスクリーニング状況ということで、基盤課長からお願いします。

○辻原技術基盤課長 技術基盤課長の辻原です。

資料の32-3-2を御覧いただきたいと思います。今回、2件ございます。

1件目は、上の段にございますけども、再処理施設の重大事故である水素爆発の影響評価についてということで、こちらのほうは日本原子力学会2018年「春の年会」において、事業者から再処理施設における重大事故である水素爆発の影響評価に関する発表があったものです。中身については情報の概要のところがございますけれども、二つ実験をやったという報告がありました。

この取得した情報につきましては、現在行われている新規制基準の適合性審査に直接影響を与えるものではないということで、とりあえず終了案件としたいと思います。ただし、取得した情報については、将来的に行われる安全性向上評価に活用できるということに留意しておきたいということでございます。

2件目が、再処理施設蒸管のレッドオイル爆発における有機溶媒温度についてということです。こちらのほうは、フランスのISNよりOECD/NEAの国際ワークショップにおいて発表があったということでございます。

情報につきましては不十分なところがあるということで、今回は終了案件ということに

したいと思いますが、引き続き、情報収集に努め、詳細な追加情報を入手した際に改めてスクリーニングにかけたいというふうに思っております。

以上でございます。

○田口企画官 何かございますでしょうか。

よろしければ、次に行きたいと思います。

次が審査経験から得られる知見についてということで、前回、審査経験を事務的にスクリーニングした表を御紹介しましたが、その追加が2件入っております。

資料32-4の表を御覧いただきますと、前回、13件御説明して、これは委員会にも御紹介しましたが、新しいのが2件入っております。

それで、1件目、新14というものですけれども、これは使用済燃料プールの規制のところですね、少し条文上、実際に審査では確認しているんですけども、条文上、必ずしも要求が明確になっていないものとして、重量物を運んで、それが落下したときに使用済燃料貯蔵槽内の燃料体を破損させない、こういう対策が必要で、それがちゃんとできているかというのは審査で見ていると。

規則上は、重量物が落下して貯蔵槽を破損させないかどうかというのは、これは規則に書いてあるんですけども、その燃料体に当たって燃料体が壊れないかというのは規則に書いていなくて、ただ、審査ではそれも心配をして、実際には重量物が燃料体を上を通らないというようなことを審査で確認をしておりますので、それを基準にしっかり明記したほうがよいのではないかとこの新14番であります。

それから新15番については、これは今、外部電源の基準で2回線を独立して設置してくださいというのが今の基準に書いてありますけれども、審査の中では、その外電の2回線が乗っている鉄塔の片方が仮に倒れたときに、もう片方に悪影響しないですよ、十分な距離がとられていますね、ということを審査では実態的に見ているので、基準上はそのことは必ずしも書いていないので、解釈においてそういうことも明確にしてはどうかというのがこの新15の意見でございます。

その次のページ、前回、小野管理官から御指摘があって、当面、評価を要しないとしたものもしっかり書いておいてほしいということだったので、過去のスクリーニングで当面は必要ないだろうと思われるものはこの8件でございますけれども、こちらでも表で書いております。

この全体像について御質問等ありましたらお願いします。

○櫻田原子力規制技監 規制技監の櫻田です。

新しく追加された14番、15番についてなんですけど、これは検討すべきということの中身は、規制要求として追加すべきと考えるんだけどという、そういう前提の話だと思うんですね。

それで、要求にするということの意味なんですけども、それは、まあ、釈迦に説法ですけど、これが満たされていないものは許可しませんよという、そういうことであると同時に、要求事項が満たされていない状況がわかったら、基準不適合なので改善をしてくださいと、それまではちょっと使用しないでくださいねみたいな話が出てくるかもしれない、そういう内容ですよ。

それで、そういう要求にするということと似ているんですけど、若干違うなと思うものがある、それは、このくらいのことだったらできるんじゃないのと、できるんだったらやってという、そういうくらいのお話。これは要求にはしないけど、事業者の対応としてできる限りやってほしいなという意思表示をすとかという話なのかもしれないけれども。

ちょっと似ているんだけど、要求にするというところまで必要はないかもしれないけど、でも、できることはやってね、みたいなこともあるような気がしています。これは私の意見ですけども。

この二つの話というのは、そのどっちに該当するのだろうかということのような気がして、そこはちょっと整理を、検討の中でですね、しっかりやっていただきたいというふうに思うんです。

特に14番について言うと、現行のその規制要求では、貯蔵槽を破損させないと、そういう損傷させないということで。これは貯蔵槽が持っているバウンダリ機能というか、それをちゃんと維持してくださいと、そういう話で、ここで言っているのは貯蔵槽でなくて、その中にあるものですね。中にあるものを破損させないという話なので、若干そのバウンダリとは異なるところに着目しているということがあるので、何を目的に要求するんだというところが頭を整理しなきゃいけないかなというふうに思います。

それから15番のほうは、これも、私も審査をしていたので、どういうところを審査会で議論したかというのはよく覚えているんですけども、確かに鉄塔が近接しているときに、片方が倒れてもう片方が倒れたら、倒すことになってしまったら、あるいは、鉄塔は倒れないかもしれないけど、電線をひっかけて断線させちゃったりすることになったら共

倒れになっちゃうよね、そういうことない、ということを聞いていた記憶があるんですけども。

これ、多分、保安電源設備の回線の独立性という話だと思うんですけど、それをどこまで厳密に求めるのかというところは、若干、試案のしどころがあるんじゃないかなという感じを私自身は持っています。

結局、最終的にその開閉所に近づいてくると、開閉所は1カ所にあるので近接してきますよね。それから、敷地の中に入ってきてからという話もあるかもしれませんが、敷地の外であってもそういう状況になりかねないし。敷地の外といいますか、外部電源の話だと思うので、鉄塔の管理者と申請者が同一であるとは限らないという問題とか、現在の要求では、回線の独立性というのを最初につながる開閉所なり変電所なりが同じところにならないようにしてねという、そういう要求をしているということである種担保しようとしているんですけども。

一つ一つの線、線といいますか、鉄塔とかですね、線の配置とかということまで見始めると、若干どこまで見ていけばいいんでしょうかと。片方が倒れて、もう片方を倒さないという配置なんだけど、でも、実は同じ山体の同じ斜面に乗っていて、その山体が地震で崩れたら共倒れになっちゃうということはないのかとかですね、というところまで何か気にし始めると切りがないというところもありそうな気がしてですね。

この要求をするということがどういう意味合いを持つのか、それから、これは受けるほうですね、開閉所のほうの回線の独立性というか、共通で倒れないようにするということが一体どのレベルで要求されているのかというところとの整合性とかということもあると思うので、そこはしっかり検討してもらう必要があるかなというふうに思っています。

○田口企画官 今の御指摘は、これはあくまで今後、担当課が詳細に詰めていくわけですけども、その過程でよくそういったことを詰めて、もしかしたら、これはやはり基準にしないとかいう判断をすることも含めて、よく考えろというコメントと理解すればよろしいでしょうか。

○櫻田原子力規制技監 はい。ショートアンサーはイエスです。

そのほかの、そもそもこの資料に乗っかってきているやつというのは、そういう懸念が、懸念というか、検討の必要なものがあまりないようなものがリストアップされていたような気がしていて、そういう意味で、若干この二つはほかと若干違うのかなという感じがするんですけども、いずれにしても検討したらいいと思うので、そのときには注意してく

ださいという、そういうコメントです。

○田口企画官 はい。承知しました。

ほかにございますでしょうか。

○山形緊急事態対策監 すみません。対策監の山形ですけど。

この2ページ目のほうなんですけどね、事前整理の結果、当面、見直しを必要としないと評価した事項のところの5番なんですけれども。これは、今の審査プラクティスで引き継ぐからいいんですよということが書かれているんですけども、ここはちょっと今の審査プラクティスというか、基準そのものはあれでしょう、若干見直したほうがいいと思っていて、そもそも重大事故等対処施設というのもいろいろあってですね、常設のものとか可搬のものがある、可搬のものが例えば原子炉建屋から200m離れた位置に置いてあるものに対して火災が起こったって、まあ、本体に何の影響もないわけなんですけど。そういうものに対して、厳しい原子炉施設としての火災防護対策が必要なのかというのを常々疑問に思っています。

それは一般の消防法の適用は当然。受けないといけないですけども、可搬型設備なので、じゃあ、火災対策としては、確実に消化しますという方法をとるのか、それとも、また違うところにもう1台置いておきますという方法をとるのかというのは事業者の裁量の範囲だと思っているので。ここはちょっと真面目に検討していただければということで、当面要しないんじゃないなくて、検討していただきたいなと思っているんですけども。

○田口企画官 コメントありがとうございます。この要しないものには、本来、これも反映したほうが、かなり整合性はとれるとか、すっきりするねというようなものであっても、それに要するコストと実際に得られる審査上の問題なんかも考えたときに、少し後回しでもいいようなものは、実はこっちに行っているものがございます、ほかのものも含めてですね。

その上で、この問題意識は、これは重大事故対処施設を防護する火災防護設備というのが、それが設計基準対象施設でも重大事故対象施設にも該当しなくなるみたいな、ちょっと条文上どのカテゴリーになるのかみたいな、そういう問題意識から実はなされている提案でして。

これ、実用炉部門で何か追加的な御説明はございますか。

○小野安全規制管理官 実用炉審査部門の小野ですけども。

ここはSA設備を防護する設備の位置づけというのが明確になっていないというところが

起点だったというふうに思っていますので。それで、今、対策監がおっしゃるように検討するということであれば、少しこれについて位置づけをもう一度議論してもいいかなとは思っております。

以上です。

○山形緊急事態対策監 対策監の山形ですけど。

皆さんの問題意識とちょっと違う問題意識かもしれませんが、この重大事故等対処施設の火災防護設備というのが、どちらかという和多分、近くにある常設、建屋内にあるポンプというイメージで火災防護対策がかけられているんですけど、こういう定義をしてしまうと、300m、400m離していても同じ規制がかかっているんで、ちょっと不合理じゃないかと思っていてですね、そういう観点を含めて検討していただければと思います。

○田口企画官 多分、今、対策監がおっしゃったコメントは、我々がもともと事務的に提案していたコメントと若干角度が違うかもしれないので、今の発言を踏まえて、ちょっともう一回これについてはよく考えたいと思います。

○櫻田原子力規制技監 規制技監の櫻田です。

今の話は、対策監の指摘というのは、この資料には表れていなかった問題意識があって、その問題意識から解き起こすと違う案件が出てきて、それはこのリストにはまだ載っていないんだよねと、そういうことと理解すればいいですか。

○田口企画官 私はそう理解をして、したがって後でもう一度対策監によく聞こうと思いますけれども、そこも含めてちょっとクラリファイしたいと思います。

○櫻田原子力規制技監 そうですよということだったら、この場で山形さんが、そうですよと言っていて、じゃあ、またちょっとリストをもう少し追加しましょうとか、そういう話になるんじゃないかと思ったんですけど。

○山形緊急事態対策監 対策監の山形ですけど。

皆さんと違う、これを読むだけだったら火災防護施設の位置づけというのが、私は常設と可搬で違うと思っているので、ちゃんと検討してくださいという趣旨なんですけど、そもそもあれが違うんだったら違うのかもしれないので。別に一緒の番号にするか別の番号にするのか、お任せします。

それで、今、ふと気がついたんですけど……、ですから、この場で私が新たにコメントしたという位置づけで結構です。

○田口企画官 ありがとうございます。

ほかにございますでしょうか。

では、次の議題に移ります。

32-5-1、こちらはこの会議の場とか委員会の場で提起はされているけれども、まだ少しスクリーニングするには早い、調査がもう少し必要なものということを忘れないように、備忘メモ的にリストにして載っているものであります。

それで、線が引いてあるのは、今の調査の状況でありまして、2点目はデジタルI&Cの規制動向の調査。こちらは、この後資料がありますので、そちらで御説明をいたします。

3点目は警報の位置付け。これは規制委員会で委員長から指示がございましたけれども、事業者と2度だったか面談をしますのと、それから、規制企画課のほうで人材センターのプラントシミュレーターの教官と話をしたり、あるいは幾つか実際のシナリオをつくってみて、そのシナリオで警報がないとどんな対応になるのかというのをちょっと幾つかやってみたりしながら、議論できるような資料を今つくっている段階であります。

この資料についての御説明は以上です。

何かこれについてございますでしょうか。

では、次に行きたいと思います。

次が、デジタル保護系に関する資料が三つございますけれども、①②③とありますが、先に③を御覧いただけますでしょうか。

①②の資料を読む上で、ちょっと全体図を頭に入れておいていただいたほうがいいということで、③を企画課のほうでつくっております。

これは、デジタル安全保護系に絞って、かつ共通要因故障に対する対応ということで、日本とアメリカなどがどうなっているかということの現状を単にまとめたものであります。

一番左が国内の規制要求でありまして、技術基準規則の解釈の中で、JEAC、JEAGをエンドースをしていて、しっかりソフトウェアの検証をなさいとか、そういうことがいろいろ書かれております。

それらが、一番下の黒ポツがポイントなんですけれども、そういったいろんな検証によってデジタル計算機の健全性を実証できない場合は、原理の異なる手段を別途用意しなさいと。これは日本の形であります。したがって、十分な信頼性をまず確保する努力をしなさいというのがあって、確保できない場合は別途原理の異なる手段を用意しなさいというのが日本の状況であります。

規制はそうなっていて、事業者の国内の対応状況は次の一つ右のやつですけれども、

V&V (Verification & Validation) などを実施をして、十分、共通要因故障のリスクが低減されていると。したがって、原理の異なる手段を用意する必要はないというふうにまず結論づけた上で、自主的な対応として、原理の異なるハードワイヤード設備が一部整備をされていると。こういう見解を規制当局も審査で認めているというのが国内の状況であります。

これに対して米国のほうは、規則みたいなもの、それからSRPとあるのはStandard Review Planのことですけれども、そういうもので細かく、かつ民間のIEEEをエンドースしていたりとか、こういう構図は日本と似ているんですけれども。後で御説明あると思いますけれども、この原理の異なる手段を別途用意するというのが、アメリカは少なくとも現状、実態を見ると、比較的それを用意することが規制から実態として求められているかのように運用がされているといえますか、日本のほうはソフトウェアの健全性が確認できない場合には用意しなさいということなんですけれども、米国は比較的、ソフトウェアの健全性が恐らく検証できないだろうから、別途原理の異なるものを用意しなさいということに近い規制になっているというふうに捉えております。

それで、細かく文章を読んでいくと、構造上、こういう場合には共通要因故障は考えなくてもよいというふうに明確に書いてあるのが二つございまして、一つは、デジタルの安全保護系を一つのデジタルの方式で2回線持って、なおかつ、それとは異なるデジタルの、それとは多様性を持ったデジタルの方式のものがさらに2回線あるような場合にはオーケーと書いてあるのと、それからもう一つは、100%ソフトウェアの健全性が完璧に検証できていれば、共通要因故障は考えなくてよいという、実はその二つの記載はあって、それが担保できない場合は、逆に言うと共通要因故障はあるものと考えて、多様性の設備をつけなさいとなっています。

ただ、100%の検証をソフトウェアについてすることは実態上、不可能なので、結局、多様性設備をつけなければならないようになっていくというふうに理解しています。後でちょっと基盤グループから細かい補足があるかもしれませんが。

ところが、その100%の検証なんかは無理だという意見もあったりするので、その辺のところをもう少し可否の判断基準なんかも明確にできるのではないかとということで、産業界、それからNRCにおいて、見直しが今、行われている最中でありまして、それが一、二年するとできてくるというのが米国の状況だというふうに考えております。

こういう全体的背景のもとで、今回、最初の二つの資料ですけれども、1点目が国内の

状況、それから2点目が海外の状況ということで、それぞれ規制部と基盤グループから説明をいただきたいと思います。

まず、35-2-①について、規制部からお願いします。

○小野安全規制管理官 実用炉審査部門の小野です。

①の資料を御覧いただきたいと思います。

今回、国内の実態調査ということで、電気事業者、それからメーカーに対してヒアリングを実施してございます。

対象としたプラントとしては、高浜1・2ということで、これはデジタルに今変更するというので、工事を進めているところ。

それから、泊の3号機。これは、建設当初からデジタルを使っている。

BWRについては、柏崎の6・7、ABWRですので、当初からデジタルであります。

それから、浜岡4号機ということで、安全保護系にデジタルは導入していませんが、それ以外の設備でデジタルをどういうふうに導入しているかということを経験的に見るために、これを選定して調査をしたということでございます。

調査結果は5ページ、6ページにまとめてございますが、ここの①～⑥で要点をまとめてございますので、こちら1ページの資料で御説明したいと思います。

まず、安全保護系のデジタル化の考え方ですけれども、デジタル化を適用している範囲というのは原子炉停止系、それから工学的安全施設の設定値比較部、それから論理回路部ということで、3ページを御覧いただきますと、左側に検出器が書いてございますが、検出器からその先、右側が多重伝送装置、それから論理回路まで進むまでの範囲が、これがデジタルを適用する範囲ということでございます。多重伝送装置から安全保護系と書かれているところまではデジタル化という範囲でございます。

それであると、原子炉停止系に關します制御棒の動作回路については、応答時間を短くするという観点から、デジタル化せずにアナログ化ということで対応しているということでございます。

それからあと、補機冷却系などの関連系の制御回路は概ねデジタル化されているということでございますが、一方、非常用ディーゼル発電機の起動制御というのはアナログでやると。

これは母線電圧で自動起動をかけるというシンプルなものですので、デジタル化は必要ないということのようでございます。

それから、②ということで、MS-1、2以外の制御回路にもデジタル制御回路というのは採用されているということでございます。これらについては、概ね多重化されているということでございます。

じゃあ、どういったものに適用されているかということ、タービン系とか放射線モニタなどあります。

あと、ABWRの再循環流量制御というのはデジタル化されてございますが、これは3重化されているということでございます。

それから、③のところでございますが、共通要因故障に対する多様性の考慮ということでございますが、まず、多重化されたデジタル制御系に多様性は導入していないということでございます。安全保護系の一部の機能、これは停止、あるいは格納容器隔離、高圧注水機能、それに必要な監視系、これに対してはハードワイヤードによるバックアップ設備が導入されているというのが実態でございます。

PWRでは、ハードワイヤードの制御回路と中央制御室からの手動操作。それから、BWRでは中央制御室からの手動操作ということでやります。ただし、停止系は安全系として設置がされているということでございます。

あと、ハードワイヤードのバックアップ設備というのは、常用系統（ノンクラス）扱いになっていますけど、耐震はCクラスということでございますが、基準地震動に対して機能維持できる設計としているということでございます。

それからあと、ATWS緩和設備として設置した設備というのは、重大事故等対処設備として設計されてございますので、これらについてはSs機能維持ということでございます。

それから、④ということで、JEAC、JEAGに対する設計上の考慮ということでございますが、定周期処理、それからシングルタスク構成、割り込み処理なしのシンプルなソフトウェア構成ということにするとともに、可視化言語を適用することによって、第三者によります検証を容易にするということで対処しているということでございます。

それから、⑤で、V&Vの具体的なチェック方法でございますが、メーカーでは設計者じゃない第三者が図面等の図書塗りつぶしチェックをするということで、上位仕様と下位仕様の整合性を確認しているということでございます。

次ページ、御覧いただきたいと思えます。

事業者はどういうことをしているかということでございますが、メーカーの実施した確認内容に問題がないかということ、メーカーが作成した報告書で確認をしているという

こととございます。

⑥中央制御盤の入力システムにおける常用系と安全系の分離措置ということで、PWRの一部のプラントにおきましては、操作性を向上させる観点から、常用系から安全系の操作が可能な設計としているというものがありますが、常用系での故障が安全系に波及しないような機能的分離が図られているということとございます。

その他のプラントにおきましては、入力システムの常用系と安全系の共用化はしていないということとございます。

2. ということで、これは先ほど企画課から説明があった内容と同様かと思いますが、過去のデジタル安全保護系に関するどういった検討がなされてきたかということを書いてございます。

旧組織の保安院におきましては、JEAC、JEAGのエンドースの際に、共通要因故障に対する考え方を当時のWGで検討しているようございましたので、その資料に基づきまして確認をした内容を列記してございます。

この多重化されたデジタル安全保護系の健全性が実証されていれば、共通要因故障対策として異なる原理の手段を手当する必要はないだろうと。

共通要因故障の発生確率がゼロであることを実証することは現実的ではないため、発生要因が十分に分析されて、それを排除するための対策が有効であることを示せば、健全性が実証されていると判断できると。

具体的には、プログラミングエラーを排除するための品質確保対策としてのソフトウェアの設計・制作の単純化、可視化言語の採用等による検証の容易化が図られていること、V&Vを実施することで共通要因故障の発生は極めて低いとしておりました。

よって、国内プラントに採用されていますバックアップとしてのハードワイヤード設備は自主設備としての扱いとなると。

なお書きで書いてございますが、健全性が実証できない場合の別手段を設ける範囲については、ソフトウェアの共通要因故障と事故、過渡との同時発生確率を評価する等によって、各事象に対して必要な安全機能を選定して決定する必要があると。こういった整理が当時なされたということとございます。

それから、3. その他の文献調査ということで整理してございますが、アナログ計測制御系については、モニタリングとか制御機能に関して良好な実績を有するが、経年劣化によって機械的故障等というのがあるということとございます。

あと、製造業化というのがどういう動向かということ、まずデジタルのほうに生産を移行してきたということで、アナログ機器の生産量が不足してきたということで、予備品の入手が困難な状況になってきたということでございます。

それからあと、デジタル機器は保守の簡便さと、大量のデータを処理する能力としてのメリットがあると。

一方、ソフトウェアの共通要因故障や使用実績の不足など、アナログにはない新たな信頼性に関する課題というのがあるということでございます。

調査結果は以上でございます。

○田口企画官 続いて、基盤グループのほうの資料もお願いします。

○永瀬安全技術管理官 システム安全担当、永瀬です。

続きまして、②の資料を用いまして、基盤グループで調査した結果について、報告いたします。

デジタル安全保護系の共通故障、いわゆるCCF（Common Cause Failure）対策設備に関する調査結果としております。

システム安全におきましては、ここ数年、これに関連した情報を米国等において入手しまして、今回、非常にざっくりした形でございますけども、規制における基本的な考え、それから、事業者におけます対策の方針について、国内外を以下に比較しております。

一つ目、現状でございますけども、CCF対策は、その発生防止のためのソフトウェア健全性確保策や多重化設計等と、発生した場合の影響緩和策（バックアップ設備の設置等）からなり、これらに関する国内外の現状は下の表にまとめられます。

まず一つ目、発生防止策（健全性確保策）でございますけども、国内におきましては、先ほど御紹介ありましたように、検証と妥当性確認、いわゆるV&Vを義務付けております。

これに対しまして、専用実行環境（シングルタスク/割り込み無し）による決定論的動作を保証する検証性の高いS/W構造を事業者はとっております。

また、可視化言語。これはロジックスから自動的にソフトウェアを組み立てる、そういったシステムでございますけども、こういったものを用いて上流図書でありますロジックスとの一貫性を保証して、コーディング作業の排除をしております。

具体的には1980年代から主要制御系、それから1990年代には安全保護系へと段階的にデジタルが採用されておりますけども、上に示しましたようなことをもとに、実績に基づいて信頼性を国内では確保しております。

一方、海外（主に米国）におきましても、規制の考え方は同じでございます、検証と妥当性確認を義務付けております。

これに対しまして、市販のOS、あるいは開発環境での可能な範囲でのS/W構造の簡素化、あるいは可視化等の対策が実施されております。

それから、影響緩和策でございますけれども、国内におきましては、規制基準として、健全性が実証されない場合の追加対策を求めている。先ほど御紹介にあったとおりでございます。

事業者は上記発生防止策、それから設計ベース施設内の多様化設計、いわゆるもともとの安全系の中におきまして、多様化設計を行うことによって、追加の多様化設備が必要ではないとしておりまして、それを自主設置のものと位置付けております。

海外におきましては、規制基準といたしまして、共通要因故障に対する脆弱性の評価と対策を求めています。

これに対しまして、結果として事業者側の反応といたしましては、規制要件への対応としまして、DAS (Diverse Actuation System) という考え方を導入しております。

これは追加の多様化設備でございますけれども、ページをめくっていただきまして、次のページに図を示しておりますけれども、黒く示しておりますラインが設計ベースのラインでございます、国内におきましては、この中で多様化を設けていると。

これに対しまして、米国等におきましては、右側の追加の多様化、いわゆるDASというシステムを設けまして、多様化をさせているという考え方となっております。

2. 評価といたしまして、以上の比較をまとめておりますけれども、国内外とも発生防止策を施した上で、更に脆弱な部分について必要な対策をとるものとしており、基本的な考え方については共通でございます。

我が国におきましては発生防止策であるソフトウェアの信頼性確保を重視しており、デジタルの豊富かつ良好な適用実績からこの効果を確認でき、また事業者における多様化設計も海外に比べ特段の差異がある状況ではございません。

但し、比較的影響緩和策を重視します海外とは、多様化設備を規制要件とするか否か、それに対応するかどうかの点で若干の差異がございます。

以上です。

○田口企画官 では、以上3点について、御質問等ありましたらお願いします。

○山形緊急事態対策監 すみません。対策監の山形ですけど。

今回は中間報告なんですかね。前回これが議論に上がったときに、デジタル安全保護系の共通要因故障ということはソフトウェアだけじゃなくて、ほかに海外で既にISO/IECなんかで要求されていることがあるので、そういうのをちゃんと調べてくださいねというふうにお願いしてあります。

きっかけとなる規格番号とか、たしか私、持っていたと思うので、それを聞いてもらえれば、この規格だというふうに示せますので、そこのところはよろしくをお願いします。

○田口企画官 事務局は中間報告であると理解をしております、基盤グループで引き続き調査がなされるというふうに理解をしているんですけども、よろしいでしょうか。

○永瀬安全技術管理官 そのように考えております。

○田口企画官 ほか、ございますでしょうか。

○古金谷安全規制管理官 すみません。実用炉監視の古金谷ですけども。

今回の調査のスクープは、規制当局のほうの規制要求をメインに調べているということですか。それとも、こういった設備の検査をどうしているかというところも含めて調査をしているということか、その辺ちょっと教えていただけないでしょうか。

○永瀬安全技術管理官 システム安全の永瀬でございます。

今回、非常に粗々で報告させていただきましたけども、我々調査の範囲としましては、規制側だけではなくて事業者の対応、あるいは検査の中身についても情報を取得しております。

○古金谷安全規制管理官 了解しました。ありがとうございました。

○田口企画官 ほかにございますでしょうか。

では、また調査がある程度進みましたら、この場で御紹介をするということにしたいと思います。

次の議題に行きたいと思います。

次は、資料32-5-3。こちらは以前からお配りをしている表でございます。既に基準化されたものも含めて一覧になっておりまして、最近の進捗が2点だけ線で書かれております。

3ページのところ、乾式キャスクについては委員会に何回か報告をしておりますので、そのことが追記をされておると、それから5ページのところ、竜巻評価ガイドも委員会に諮っておりますので、そのことが下線で追記をされております。

以上でございます。

こちらについて、何かございますでしょうか。

特にならなければ、あと資料は、参考として前回の議事概要がついております。

こちらで今日、準備した資料は以上になりますけれども、これまでのところを含めて、何かございましたらお願いします。

○櫻田原子力規制技監 規制技監、櫻田です。

ちょっとアイスブレーキングがちゃんとできていないような感じがして、全然ホットにならないんですけども。ぜひ、積極的に発言してもらいたいと思うんですが。

時間もちょっとまだあるみたいなので、終わった資料でもいいですか。

サーマルスリーブの話で、資料の中で、細かい話なんですけど、ちょっと気になったところがあるので教えてほしいんですけど、質問です。

資料32-2-4の3ページ目ですね。これはウェスティングの話が書いてあるんですけど、(3)運転継続の根拠というところの三つ目の段落なんですけど、ウェスティングが1インチという下降限界値を定めていて云々と書いてあって、この制限はフランスのプラントで発生しちゃったスリーブのフランジの脱離じゃなくて、地震による摩耗した部分が破損ということで決めているというふうに書いてあるんですけども。

このときの地震による、「地震時に摩耗した部分が破損」で書いているのがちょっとよくわからなくて、破損のメカニズムとかってどういうことを前提に考えているのかとか、それと比べて今回のフランジの脱離というのは、より厳しかったのか、より緩やかなところで起きちゃったのかって、その辺、大小関係がよくわからないんですけども、もしわかるところがあったら教えてほしいんですけど。

○片岡専門職 規制企画、片岡です。

まず、これはもともとウェスティングハウスから出ています欠陥報告、Part21報告でありまして、詳しい情報は書いておりません。ここに書いてあるのは、ほとんど全部でございますと。

ここに書いてある1インチの根拠ですけど、勝手にウェスティングハウスが決めた値のようございまして、摩耗が進むとだんだんサーマルスリーブが下がってきますよと、その限界値は1インチぐらいですよというふうに決めているようです。

その1インチというところの意味合いは、1インチぐらいまでのところに差があるような摩耗が進んでいるところが薄くなっているんで、地震のときに折れちゃうかもしれませんというような意味合いが読み取れました。

あと、アメリカとフランスのスピード感ですけど、アメリカのほうが断然遅くて、全然

フランスのような、あんな脱離、外れちゃうようなところまでは何年もかかると、もっともっと時間がかかるというふうに評価されています。

○櫻田原子力規制技監 わかりました。だから、地震時に摩耗した部分が破損する可能性を超えてしまって、地震じゃなくても破損してしまったと、そういうことだということですね。

○片岡専門職 そうですね。それからあと、フランスで起こった事象は、実際にはサーマルスリーブの破損が問題じゃなくて、取れちゃった上側に出ていたリング状の部品があります。あれが駆動機構にひっかかってしまって、制御棒の動きが悪くなったというのが問題でして、サーマルスリーブそのものの問題ではないということのようです。

○櫻田原子力規制技監 わかりました。ありがとうございました。

○田口企画官 平野さん、お願いします。

○平野地域連携推進官 平野です。

全く別件なんですけど、デジタルのところでは質問が一つあります。資料の35-5-2-①の国内の調査結果の2.過去のデジタル安全保護系に関する文献調査のところでは、これは保安院において前、JEAC、JEAGの規格をエンドースする際に、どういう考え方であったかということを示しています。

そこで、そのときのまず最初の結論は、実証できない場合、原理の異なる手段を別途用意すること、ということが書いてあって、それが次になると、これは自主という位置づけに変わっていると私は思っていますけど、その説明が書かれているかと思うと、そうではない感じがします。

上から3番目の丸を見ると、「具体的には、プログラミングエラーを排除するための」云々「単純化」、それから、「V&Vを実施することで共通要因故障の発生は極めて低いとしている。」

この3番目の丸は、最初の結論とは違いますよね。実証できない場合には別途用意すること、という要求があったはずですよ。知りたいのは、実証できない場合というのは、具体的にはどういうことを考えていたんだ、当時ですね。そここのところが肝なんじゃないのかなと思いますけれども、私のほうに誤解があったら御指摘いただきたいと思います。

何か、この2.の説明が、実証できない場合、原理の手段を別途用意することという要求をまずつくったと。そここの考え方が示されていないと思いますが、何か誤解がありましたら御指摘ください。

○小野安全規制管理官 実用炉審査部門の小野ですけども。

今、平野さんがおっしゃっているところは、2.の白丸の1番目のところが、まずということでおっしゃっているんですか。最初の結論じゃないかと。

○平野地域連携推進官 最初の丸は、実証されれば手段の異なる手当をする必要はないというのはひっくり返しですから、それは当然ですよ。実証できれば必要がない。

○小野安全規制管理官 はい。

○平野地域連携推進官 実証できなければ、原理の異なる手段を別途用意することというのが最初の結論だったのですね。そこを私はちゃんと理解したいと思っているということですけど。

○小野安全規制管理官 実用炉審査部門の小野ですけども。

ここに書かれている以上の情報はないと思ってしまして、ですから、実証されていれば要らない。だけど、このぐらいの実証を示せばいいんでしょうと。

ですから、結論的には、ハードワイヤードは、先ほど参考の資料で説明されたとおり、参考資料がどう書いてあったかという、読み上げますと、「デジタル計算機の健全性を実証できない場合は、安全保護機能の遂行を担保するための原理の異なる手段を別途用意すること」ということで、これはある意味当時の解釈、この考え方を、そもそもデジタル計算機を導入するに当たって健全性を実証できない場合には、本来であれば許認可でいけば認められないわけですよ。そういったものが存在するんだったら、ハードワイヤードなりを設けなさいという要求で、今考えれば相矛盾するような要求をしていたんじゃないかというふうに思っています。

言い方がちょっとわかりにくかったかもしれませんが。

○平野地域連携推進官 平野です。

今の例えばMDEPのCommon Positionなんかを見ると、ヒューマンエラーによる共通要因故障を回避するためには、多重性の要求が必要だという結論に至っている。それがいいとか悪いとかということではないですけども。一番最初の結論というのはそれに近いですよ。実証できない場合は、多重の手段を用意しなさいという結論に至ったと。

それが、なぜがV&Vも実施し、シンプリフィケーションなどもやれば、それはもう実施ができるというふうに移ってきたと。その経緯が知りたいというのが、私の趣旨ですけども。

○田口企画官 これは当時、これに関わった人がこの場にいらっしゃれば、お願いします。

○青木安全規制管理官 核燃料施設審査担当の青木です。

ちょっとかなり以前の話なので詳しくは記憶しておりませんが、現行捉えているV&Vとか、そういった対策を講じることによって実証されるということで、ハードワイヤードについては、もうこれは自主でいいですよという判断をしたということだと思います。

○平野地域連携推進官 これですら最後にしたいと思えますけれども、それは理解しているつもりです。なぜ、最初は実証できなければ多重につけろと言っていたのが、実証できるので、つける必要はないと。つける場合は自主であるという結論になったかというところが理解したいということです。

おっしゃっていることはそのとおりだと思いますので、私もそれは理解しているつもりです。なぜ、そういうふうな結論が変わってきたのかと。

○青木安全規制管理官 青木です。

変えたつもりはないんですけど、実証できなければつけなさいよという要求で、今のV&Vをちゃんとやっていただければこれは実証できるので、だから、その場合にはハードワイヤードは要らないんだけど、自主的にはつけてねというふうなことにしている。V&Vをやりませんというふうなことで申請が来れば、それはつけてもらわなきゃいけないんですけど、日本の事業者はみんなV&Vの対策をやっていますので、その場合には実証できるので、その場合には要りませんということになるという理解だと思いますが。

○山田原子力規制部長 規制部長、山田です。

ちょっと役人的に文書の読み方の話だけになってしまうかもしれないんですけども、最初のところで「多重化されたデジタル安全保護系の健全性が実証されていけば不要です」としか書いていなくて、実証されない場合については、やらなきゃいけないとは書いていないんですね。ですから、実証されていない場合については、そこから先に書いてある。で、実証されていない場合でもV&Vができていけばオーケーですというふうに、ここには書いてあるとも読める。

ですので、結論から言えば、平野さん御指摘のようなMDEPのポジションと、一番最初に書いてあるステートメントは、意味しているところが違うということじゃないかと思えます。

○平野地域連携推進官 今の御説明は、何となく納得したということじゃないですけど、もしそうであれば非常に明確かなと。

私の印象としては、もともとJEAC、JEAGのほうが、V&Vをやっていれば、それでいいと

いう主張で提案されてきたのに対して、それに反発して規制側としては、いや、V&Vをやったからって、それで必ずしも実証できるわけじゃないでしょうというのが最初のコメントじゃないのかなというふうに理解したので、こういう質問になっています。

山田部長の言われたようなことであれば、それはそうかもしれないですね。その辺を明確にしてもらうことが、この問題を理解しやすくする一つのポイントなんじゃないのか。

もう一度繰り返しますが、もともとJEAC、JEAGは、V&Vをやっていたらそれで実証されているという主だと思えます。おっしゃったとおりです。それを、それでいいよと言うか、いや、そうじゃないでしょう。実証できない場合にはちゃんとつけなさいよというコメントをつけたと、当時ですね。その趣旨というのが、重要どころがあるんじゃないのかなというのが、私の疑問というか、何となくしっくりおさまらない理由ですということです。

○山形緊急事態対策監 対策監の山形ですけど。

参考になるかどうかわからないんですけど、私ももう二、三十年前の話なんで、ちょっと記憶が曖昧なんですけど。このV&Vの話というか、デジタル保護系の話をしてたしNRCまで出張して議論した記憶があって、日本側というか、私はV&Vをやっている、信頼性を確保していますなんていう議論をしていたら、いやいや、アメリカはそんなことを言っているんじゃないで、物理的にセミコンダクターは物理的に変な動きをする、ビット返りとか、たしか言っていたような気がするんですけど、01のところは、たまにそういう確率的にビット返りが起こるんだとか何か言って、それで誤動作する可能性もあるんだみたいな話とか。

あと、V&Vというのはあくまでもソフトウェア、ここでいうところの可視化ソフトみたいなところの、非常に最終的なユーザーインターフェイスのところのソフトなんですけど、もっとその下のほうに、多分、機械ごと中間言語のソフトウェアとか、中間言語と普通プログラミングする言語との間の問題とかも見ているのかみたいな議論がたしかありました。ちょっとお役に立つかわかんないんですけど。

○田口企画官 今おっしゃったようなことは、日本と米国の考え方の違いになっていると理解をしまして、米国はやっぱり検証し切れないという前提に立って、じゃあ、どうするんだという規制をしているように見えますし、日本は、条文としては、さっき参考の資料で御紹介したように、検証しない限りは別のもの、ちゃんと証明できない限り別のものをつけなさいとはなっていますけれども、JEAC、JEAGをエンドースする過程で、そのとおりやっていたらいいというふうに日本はなっていると。この辺が、少し考え方が違って

いるところと理解をしております。

○櫻田原子力規制技監 規制技監の櫻田です。

誰に聞けばいいのかわからないですけど、田口さんが説明された資料32-5-2の③、横長のポンチ絵の。この右下のほうに、アメリカの検討の話が書いてあって、2018年中に改定と書いてあるんですけども、これは今年度中に出てくる見込みがあるんですかという質問なんですけど。誰がお答えできるのか。

○田口企画官 多分、基盤グループのほうが一番お詳しいと思います。

○今瀬原子力規制専門職 システム安全の今瀬と申します。

この資料は若干、記載が不十分なところがあるようにちょっと思うんですけども、現在、米国ではIAPといって、統合的な改善プログラムを進めていて、その中の項目の一つが共通要因故障対策になっております。

その一つが、NRCからスケジュールも公開されておまして、2018年になっていると。

その後、IEEEの反映とか、それもアナウンスはされてはいるんですけども、まだちょっと具体的な日程とか、確定の情報のほうは、私のほうではまだ持ち合わせておりません。ちょっとこの辺り、資料の調整がまだ若干、不十分だったところがあったのかなというふうに感じています。

引き続きシステム安全では、より正確な情報に基づく調査を進めていきたいというふうに考えております。

以上でございます。

○田口企画官 ほかにございますか。

全体を通じてとか、今日の議題でないことでも結構ですけども、何かございましたらお願いします。

○山中原子力規制委員 ちょっと最後。幾つかのプラントについて、デジタル保護系の調査をしていただいたんですけども、特段、今、再稼働の申請が出ている他のプラントについて、こういうことを知っておく必要は特段ないというふうにお考えなんでしょうか。

もうこのプラントで代表されているというふうにご考えていいんでしょうか。

○小野安全規制管理官 実用炉審査部門の小野でございます。

今、国内の代表ということで、また、高浜1・2、それから泊の3、ABWR柏崎の6・7ということで調べてきましたけども、今ちょっとどういうデジタルが導入されているプラントになっているか、まずこの概要を御説明したいと思うんですけども。まず、BWRの場合は、

ABWRしかデジタル安全保護系を導入していないということでございます。設置変更許可をおろしたプラントでは柏崎の6・7だけでございまして、それ以外、申請のあるプラントとしてみると、志賀の2号機、あと大間ということになります。

あと、まだ申請はありませんが、浜岡の5号機、それから島根の3、東電東通、これがABWRでございますので、これはプラントの設計当初からデジタル安全保護系を使っているということでもあります。

一方、PWRのほうは、これはもともとプラントの初期段階からデジタルを導入していなかったプラントが、順次デジタル安全保護系を導入してきていると、こういった実態がございまして。

ここに書きましたように、泊の3号機はプラントの当初設計からデジタルを入れてございますが、現行では既にデジタル安全保護系を入れているプラントでいけば、例えば伊方の1号機とか2号機、これは廃止措置、あるいは廃止措置を表明したプラントであったり、あと、関西電力の大飯の1・2号機もデジタルがどうも入っているようでございまして。

あと、新規制基準での申請で許認可がおりているプラントということで見ると、高浜の1・2・3・4。1・2号機は、今、デジタル安全保護系を導入している最中だと思いますけども、こういう状況であります。それから、大飯の3・4号機。3号機はちょっとまだのようですけど、4号機は入れているようでございまして。それから、美浜の3号機は、現在の基準対応の中で工事をされているということでもあります。あと、川内の1・2号機はこれから導入をするという実態でございまして。これらはちょっと大まかな状況であるということでございます。

これらのプラントも高浜1・2号機と、あるいは泊の3号機と同様の思想で、デジタルの導入というのはされているというふうに認識しております。

以上でございます。

○山中原子力規制委員 ありがとうございます。

それと、やはり米国のこういうデジタル安全保護系に対する規制と、日本の規制というのは違うと考えてよろしいんですかね。ちょっとその辺り、結論がどうなったのかなという。どなたに聞いたらいいかあれなんですけど。

○永瀬安全技術管理官 デジタルに関しては、今回の共通要因故障のほかにもいろいろあるかと思いますが、少なくともこの問題につきましては、米国とその他の国と我が国では、基本的な考え方は同じというふうに理解しております。

○山中原子力規制委員 先ほどちょっと伺っていると、V&Vをやっているかどうかで、後の規制の仕方が違うように聞こえたんですけど、その辺りも含めて同じと。

○田口企画官 事務局の理解は若干違っていて、ソフトウェアのバグも含めた共通要因故障を実態上は排除できない前提に立って追加的な対策、DASが、実態上要求されちゃっている米国がいて、ただ、それを今、若干さらに見直しをかけている状況なのでありますけれども。日本は比較的十分検証すればそれでいいだろうという立場に立っているのです。ここに少しの違いがあるかと思えます。それ以外は同じかと思えます。

○山中原子力規制委員 わかりました。ある会合で、いわゆるデジタル保護系を用いたことによるトラブルというんですかね。それを聞いたことがあります。

メモリーがオーバーフローして、制御不能状態に陥って、運転員がアナログ系で停止できることを知らなかったという、そういう事例があると。

ほかにもあるのかというような質問をしたら、ありそうなんだけど答えてはくれなかったんですが、その発表者は。

いわゆる規制庁で、こういうデジタル系に関するトラブルというんですかね。こんなトラブルが、少なくとも日本とか、あるいは公開されているトラブル情報でつかんでいる事例というのはあるんですかね。

○片岡専門職 規制企画、片岡です。

ちょっと今、調査中でありまして、まだつかみ切れておりません。ただ、米国の場合は幾つかデジタル機器の故障は入手しております。

○山中原子力規制委員 ありがとうございます。今日は中間報告ということなので、また後日、もう少し詳しい情報が調べていただけるのかなと。

NRCもそうなんですけど、かなり世界的にもこういうデジタル化というのは進んでいくという方向で、問題視はかなりされているようなので、ぜひとも詳細、また、後日報告いただければと思います。

私からは以上です。

○田口企画官 ほかに全体を通じて何かございますでしょうか。なければ、そろそろ終わりにしていきたいと思いますが。

では、特にないようですので、本日の会合は以上としたいと思います。どうもありがとうございました。