

東京電力株式会社福島第一原子力発電所事故の
技術的知見に関する意見聴取会
第6回議事録

原子力安全・保安院原子力発電検査課

第6回東京電力株式会社福島第一原子力発電所事故の 技術的知見に関する意見聴取会議事次第

日 時：平成24年1月20日（金）10:00～12:32

場 所：経済産業省別館1階101-2共用会議室

1. 開 会

2. 議 題

（1）計装設備等の不全について

（2）その他

3. 閉 会

○大村原子力発電検査課長 それでは、皆様、おはようございます。定刻になりましたので、ただいまより第6回「東京電力株式会社福島第一原子力発電所事故の技術的知見に関する意見聴取会」を開催いたします。

皆様におかれましては、御多忙のところを御出席いただきまして、誠にありがとうございます。

今日は、岡本先生と田中先生はちょっと御都合で御欠席ということでございます。

まず、事務局から1点お知らせがあります。

本意見聴取会では事前登録によりまして自由に傍聴することが可能ということで運営しておりますけれども、議事進行の妨害行為等があった場合は、1回目は警告、2回目は退室いただくということになります。議事の円滑な進行に御協力いただければ幸いです。

それでは、まず本日の資料の確認を行います。

資料1 通信設備、計装設備に関する検討

資料2 使用済燃料プール等に関する検討

資料3 水素爆発に関する状況

資料4 機器の損傷原因を踏まえた外部電源の追加的信頼性向上対策について

資料5 次回の意見聴取会に向けて引き続き取り組んでいる項目

資料6 これまでの検討を踏まえた今後の対策の方向性（案）

参考資料1、2ということで付いてございます。

資料の過不足等ございませんでしょうか。

よろしければ、早速、議事に入りたいと思います。

今日は議事次第にありますように、今回の事故におきます計装設備等の保全ということを中心に検討を行いたいと思います。併せて、前回申し上げたように、これまでの検討で少し宿題、積み残しになっておりましたようなところについても資料を用意しております。燃料プールとか水素爆発等とございますけれども、これについても御説明をして御議論いただければと考えてございます。

それでは、とりあえず資料1～5まで通して説明をさせていただきまして、その後、まとめて御意見を伺うといういつものやり方でやらせていただければと思います。

まず資料1、2、分野が少しいろいろなところにもたがりますけれども、資料1～3まで、古金谷事故故障対策室長から説明をお願いし、引き続き資料4につきまして、村上電力安全課長から説明をしたいと思います。

それでは、よろしくお願いします。

○古金谷事故故障対策室長 おはようございます。古金谷でございます。

では、今、御紹介がありました資料1～3について、私の方から御説明をしたいと思います。

まず資料1「通信設備、計装設備に関する検討」でございます。

1 ページ、目次がございますけれども、2 ページから中身になります。

まず2 ページ目は通信設備についての記載でございます。今回の事故がありました福島第一原子力発電所で通信設備はどのような被害があったかということの概略をまとめた資料が2 ページということになります。

ちょっと御紹介いたしますと、これはこれまでのいろんな設備もそうでございますけれども、通信設備につきましても電源喪失というものが主な要因と考えられておりますが、多くの通信設備が十分機能できなくなったという現象がございます。

お手元の資料の左側に一覧表がございますけれども、そこに各通信手段あるいは代替の通信手段についての被害の状況について、少し概略をそれぞれ書いてございますけれども、例えば現場の中で通信手段としてメインで使っておりました PHS につきましても、電源喪失で直接中継基地が使えなくなったというところがございまして、現場と中操あるいは中操と本部、そういったようなところ、要は所内の通信というものがうまくできなくなったということでございます。

2 つ下、SPDS は緊急時対応情報システムということで、いろんなパラメータ、運転プラントパラメータが本部の方にも伝送されるというような仕組みになっていたわけがございますけれども、こちらの方も計算機の伝送がうまくいかなかったということ。後で次のページで御紹介しますけれども、計装そのものがだめになりましたので、送る情報自身がなくなったということもありまして、プラントパラメータを本部等で見るができなくなったということでございます。

その下の方で代替通信手段でございますけれども、こちらの方は非常用というようなことで準備している無線あるいは衛星電話といったものについては利用できるということでしたが、さはさりながら、通常使っている情報伝達としては、主に使っている通信手段というものが使えなくなったということでございます。

少し昨日なども新聞などで報道されておりますけれども、この SPDS で取ったプラントパラメータが右の下の方に「なお」ということで点線で囲って書いておりますが、これが私どもの方でプラントパラメータの情報を把握する ERSS のシステムに伝送されるということになっておりまして、こちらの方も伝送経路での電源の不具合といいますか、電源がうまく給電されなかったというところがありまして送れていなかったということがございまして、我々の方でもそういった状況を把握することができなかった。それが通信設備の被害の状況ということです。

3 ページ目、今度は計装設備の被害の状況ということでございます。これはこの後、数ページにわたって具体的な水位計などについても御紹介したいと思いますけれども、一覧表にありますように、多くのプラントの計装設備、原子炉圧力容器あるいは格納容器といったようなところ、あるいはモニタリングポストといった安全上重要なデータを計測する計装設備が電源喪失が主な原因と考えられておりますけれども、計測ができなくなったということでございます。

計装が使えなくなった後に東京電力の中でバッテリーを接続して計測機器を回復させるという努力をしまして、水位等を一時的に測るということはその後もやっていたわけですが、やはり情報量としては非常に限定された状況があったということでございます。

後ほど具体的な話も2ページ目、3ページ目で申し上げますけれども、表示された数値が正しく提示されていなかったというようなところ、例えば1号機で問題になりました水位計というものが代表例でございますけれども、そういった状況にあった2号機の水位につきましても、本来補正しなければいけなかったというような状況にあったわけですが、そういったことが十分なされていなかったというようなところがございました。あとモニタリングポストにつきましても常用電源を使っているというところもありまして、電源喪失によって監視ができなくなったというような状況がございました。

4ページ、詳しく圧力あるいは水位の計装についての被害の実態ということが記載されております。左側に水位計あるいは圧力の測定の原理がございます。詳細は省略したいと思っておりますけれども、基本的には水の水位の差圧、圧力を水位に換算するということで基本原理になっておりますので、ここにあります基準の面が移動しますと、水位あるいは圧力も実際の値と違うような値を示すということになりますので、そういったところで1号機の場合には、実際の推移と表示されている水位との間での違いが生じてしまったというようなところがございました。

あと右側に2号機の原子炉水位の変化ということでグラフがございますけれども、これは先だっでの意見聴取会で御紹介しましたように、水位を、本来であれば補正曲線というものが準備されていて、それに基づいて当時の圧力だとか温度、そういったところで換算をして補正をしなければいけないわけですが、そういったことをしないままグラフで表示していたということがありましたので、こういったところも少し今後の見直しの視点なのかなと考えております。

参考として5ページ目でございますけれども、これは緊急安全対策で行っている具体的な例でございますが、手段の確保ということでさまざまな通信手段の強化についてシビアアクシデントとして今取り組んでいるというところでございます。

6ページ目がまとめでございます。今、申し上げたようなところがポイントとしてまとめられております。見直しの方向性として、通信設備について申し上げますと、やはり電源の確保というところが一番大きなポイントかなと考えておりまして、非常時にも使用できるような機能を確保するという意味での電源確保ということが必要かと考えております。

2つ目といたしましては、そういった伝送系を含めて緊急時のプラントの状態を把握する情報システム、そういったものについて特に関係機関も含め、こういったプラントパラメータの状況を把握できるようなシステムの信頼性の強化というところが必要かと考えております。

計装設備につきましては、下の方でございますけれども、この点についても、今の通信

設備と1番目としては同じでございまして、やはり電源を確保するということが、その信頼性を高めていくということが必要かと考えております。

あるいは先ほど申し上げました補正だとかアクセスをしてその水位計などについて水張りをし直すというようなところの作業も必要になりますので、そういったアクセス性の確保といったところも今後の課題かと考えております。

やはりプラント状況を把握するということが、昨日も福島第一の2号機に内視鏡が入ったというような報道もございましたけれども、監視カメラを活用してPCVの中、压力容器の中を把握するというようなことも必要かと考えておりますし、そもそも計器類を過酷な状況でも機能させるということになりますと、現行の計装類では少し不十分な点もあるかもしれませんので、そういった点については研究開発を進め、過酷事象が生じた際にもプラント状態を確実に把握できるようにするというところも1つのポイントになるのかなと考えております。

あとモニタリングポストにつきましても、これは今、常用電源で使っているということがございますので、非常用電源から供給するというようなところで、非常時においても機能を確保するというところが1つあるかと思えますし、今回の福島の関係で言いますと、一旦事故が起きた後、周りがかかなり汚染されているという状況でありますので、実際に放出されているものを測定するというよりもバックグラウンドのものを拾ってしまうということもございますので、遮へい壁を設けるというところでの改善についても検討する必要があるかと考えております。

資料1につきましてもの御説明は以上でございます。

続きまして、資料2をご覧ください。中身ががらっと変わります。使用済燃料プールの検討、特に冷却機能というところでの検討でございます。

1ページ、目次があります。

2ページ目に福島第一原子力発電所の使用済燃料プールの状況について記載してございます。もう皆さん御承知かと思えますけれども、福島第一原子力発電所では、各号機に使用済燃料のプールがあるということ。そのほかに、共用の使用済燃料プールがある。あと乾式のキャスクを保管する建屋というところがありまして、そういったところにそれぞれ燃料体が保管、貯蔵されているというような状況でございました。

左下のところにSFPの貯蔵状況ということで、当時どれぐらい各使用済燃料プールに燃料体が入っていたかということが1～4号機について記載がございます。このほかに共用プールにも6,375本という数の燃料体があったわけでございます。乾式についても、本文の方にもございますけれども、408本の燃料体が貯蔵されていたという状況でございました。

こういったところで貯蔵されていたわけですが、事故後の状況ということで言いますと、基本的にはさまざまな代替冷却を行うことが可能でございまして、水位は維持されたということがございます。あと乾式のキャスクについては、自然対流での空冷という

こともありましたので、建屋自体には津波が押し寄せて被害があったわけですが、キャスク本体自体には特に問題ないということで、冷却には問題が生じなかったと考えられています。

3 ページ目、特に事故後、しばらくの間、各号機に貯蔵されている燃料プールの水位、特に 4 号機のところには先ほど 2 ページ目でも御紹介をしましたように、1,300 本の燃料体が入っていたというところがありますので、非常に発熱量も多かったということもありますので、水位の低下が懸念されたというわけでございます。

この 3 ページ目に書かれている各号機の中央プールの水位変化、これは東京電力の方から私どもの方に提出があった事故報告の中で東京電力が解析した結果ということでございますけれども、上の方にも書いておりますように、水位が低下していったというところはあるわけですが、上に書いておりますようなさまざまなヘリコプターを使ったり、あるいは放水車、コンクリートポンプ車、そういったようなものを使って冷却するというのを 1、3、4 号機については行い、2 号機についても冷却系のラインから水を補給するというので、グラフに示しておりますように、水位の低下は見られたわけですが、燃料を露出させることなく冷却を続けることができたということでございます。

4 号機については、そのグラフを見ていただくとおわかりになるかと思いますが、かなり水位が下がりまして、燃料から 1 m ちょっとのところまで水位が低下したわけですが、その後の注水での回復、左の方にプールゲートの構造というふうにポンチ絵をかいてございますように、原子炉ウェルの方に当時水がございまして、そのプールゲートのところがプールの方の水位が下がって、その水位差が生じたことでプールゲートが開いてすき間ができて水が流れ込んだと考えられておりまして、そういった点も水位の維持に役立ったということが考えられております。

4 ページ目が各燃料プールの状況について記載しております。写真はご覧いただければわかるかと思いますが、特に 3 号機は瓦れきがたくさんございまして、燃料がなかなか見えない状況でございます。

4 号機については比較的燃料体の状況がわかるということでございますけれども、幾つかの落下物がこれを見ても確認できるかと思いますが、1 号機については、この 3 号機よりも多くの瓦れき、天井がおおわれているということでありますので、こういった映像での確認がまだできていないという状況でございます。

この燃料プールの放射性濃度の状況でございますけれども、5 ページに、1、2、3、4 号機の燃料プールの放射能のレベルについて示しております。少し最初の試料を採取した時期がそれぞれ異なりますけれども、見ていただくとおわかりになりますように、各プールの放射能レベルが 1 号機で言いますと、これはセシウムでございますけれども、4 乗のレベルのところがあり、2 号機についても 5 乗ぐらいのレベルでございます。あと 3 号機については 4 乗あるいは 5 乗というレベルでございまして、一番右側にありますタービン地下階のたまり水のレベルに比べますと少し低いレベルになっているというようなどこ

ろが見て取れるかと思います。

そういったような状況、あと事故発生からしばらくの間、ヨウ素についても4月、5月ぐらいまでは検出されているというようなところがございました。ここの放射能の濃度がどこから来ているのかということと考えますと、ここに貯蔵されている燃料から溶融されたということではなくて、恐らく爆発で落下してきたもの、あるいは放出されたものが飛散してきたというところでプールの放射能レベルが上がったのではないかと考えております。

6 ページ目がこういった使用済燃料プールの冷却を海外ではどのような形で対応しているかということでございまして、一覧表にまとめてございますけれども、各国でも少し見直しをしようとしている機運もあるということでございまして、例えばフランスでは今、SFP の冷却を非常用ディーゼルでバックアップするというようなことになっておりますけれども、それをもう少し強化しようというような議論がなされているということでございます。あとアメリカでは、仮設のものを設置する、あるいは可搬式のものを設置するということについて対応しているということをお伺いしております。

7 ページ目でございますが、これまでも冷却のところについては緊急安全対策で各電力会社に対応を求めてきておりますので、こういったことを今電力でやっているかということについて少し御紹介しています。左側が柏崎の例、右側が美浜での例ということでございまして、いずれも代替での注水というようなところについて、消防車を使うというようなところ、あるいはタンクを準備して使うというところについての検討がなされているということでございます。

以上を総括いたしますと、8 ページ目でございますけれども、今、御紹介したような状況でございまして、乾式については今回特段問題なかったということですので、水冷の各プールについては、冷却機能が喪失したということがありましたので、そういったところでの今後の強化が必要かと思えます。方向性いたしますとは、ここに書いておりますように、冷却あるいは注水機能を多様化するというようなところ、あとは貯蔵方式、空冷といったようなものの設置、冷却するための水量を十分確保するというようなところが今後の対応の方向性かと考えております。

以上が使用済燃料プールの関係でございます。

資料3でございます。これは先だっでの閉じ込め機能の議論の際にも少しお話をさせていただきましたけれども、水素爆発に対してどのような対応をすればいいのかということについて、定量的な解析を JNES にもお願いしてまとめた資料ということでございます。

1 ページ目は目次でございまして、2 ページ目からが内容になってございます。

まず2号機が今回、ほかの1、3、4と比べて水素爆発がなかったということについては、下の写真にございますようなブローアウトパネルが、これは恐らく1号機の爆発の影響だろうと考えてられておりますけれども、ここが開いて、そこから中に充填する水素が大気中に放出されたということがあって爆発を免れたのではないかと推定されているわけ

ですが、そういった点について少し定量的な解析をいたしました。それが3ページ目あるいは4ページ目の結果でございます。

解析としましては、ある一定の漏えい箇所を想定いたしています。3ページ目の下の左側に少し原子炉建屋の概略図を書いておりますけれども、放出口を仮定いたしました。5階の屋根のところに直径が1 mあるいは5 mの穴を開けたというようなところを想定して、あと水素ガスが格納容器のどこから出てきたのかというところでの放出箇所の想定、右側の図の方に書いておりますような格納容器の下の方から放出が出てきたというような想定をしたということで、2か所の水素ガスの放出場所を想定したということでございます。

右側の方にグラフがございまして、漏えい速度、どれぐらいの量がどれぐらいの期間に出たかということについて、これは1号機の解析結果を基に算出しているわけですが、MELCORの解析では、このグラフに書いておりますように、10時間あるいは11時間の間に400～500kgの水素が漏えいしたのではないかと考えられておまして、そういったところから解析条件としては50kg/hというところを基本ケースとして、1時間当たり50kgの水素が出ていたというところと、4ページにも書いていますが、これが倍になったらどうかということについて解析を行ったということでございます。

その解析結果が4ページに書かれております一覧表になってございますけれども、一覧表の上半分は、漏えい箇所が先ほどの図で言いますと5階のドライウェルの頂部の方から出た、下半分がドライウェルの下部の方から放出された、ということでございまして、その結果、各フロアで水素濃度がどの程度上がるかということについて解析したのが右半分、何%ということで書かれていたところでございます。

見ていただくとお分かりになるかと思いますが、やはり放出口が今回直径5 m、これはブローアウトパネルの面積に相当するということで、その放出口の面積を前提として解析しておりますけれども、例えば上から2行目漏えい量が先ほどの基本ケースの50kgの場合、放出口があると、一番高い濃度になります5階でも5.4%ということになります。爆轟条件であります15%というものを下回るという状況になります。

更に過酷な条件ということで、水素漏えい濃度、速度がその倍、1時間当たり100kgの水素が漏えいするというような前提での解析につきましても、上に放出口があれば、ない場合に比べますと8.2%ということで落ちます。更に1階に開口部を設けるということで、建屋全体の通気性をよくするというのをしますと、8.2%が更に2.3に下がるというような状況でございまして、こういった穴を開けるということが水素の建屋内での対流を防ぐという意味では有効であるということがこの解析結果からはわかったということでございます。

5ページは参考ということでございますが、ブローアウトパネルがどういうものかということについて少し御紹介しているものでございます。建屋内の圧力が上昇すると、一定の圧力でとめる金具のところが変形してパネルが開くというようなことになっております。多くのプラントでは、チェーンが付いていて落下しないようなシステムになっているとい

うこととでございます。

6 ページ目は各発電所のブローアウトパネルの設置状況を一覧表にまとめてございまして、多くのところすでにブローアウトパネルが建屋当たりに1枚、4枚、多いところは8枚というところで設置されているということとでございます。多くのパネルの面積は大体10～20m²となっております。

7 ページ目、これも参考でございますけれども、緊急安全対策として実施しております水素爆発対策ということでございまして、BWR では建屋の上に穴を開けるというような対策がとられている。PWR で言いますとアニュラスの部分から漏れた水素を除去するというようなところの設備が設置されているというようなところとでございます。

8 ページ、まとめでございます。こういった水素対策については、当然、開口部を開けると軽い気体でございますので外に出ていくということは考えられるわけですが、一方でやはり炉心損傷が起きていて、放射性物質を含む気体ということになりますので、閉じ込め機能という点で考えますとこういったところを少し慎重に考えていく必要があるのかなと考えてございまして、今後の対策（案）というところで少し書いておりますけれども、水素爆発を防止するという意味で、まず管理された放出を測ることが当然必要かと思えますし、万が一、建屋の中に漏れたという場合であってもすぐにブローアウトパネルを開けること等で出すというのではなくて、まずはガス処理をするというようなところ、水素再結合するというようないろいろな可燃性ガスの処理装置を設置して、まずは閉じ込めることを優先すべきではないかというところが1点でございます。

そういったところを前提として、更にプラントごとに定量的な評価を行った上で、先ほど評価したような解析なども使ってどれぐらいの大きさの開口部が必要かというようなところをしっかりと検討した上で、防爆仕様の換気装置などの設置を行う。

更に放射性物質を抑制するというのであれば、そういったところの換気装置をくぐって気体が出ていく場合であってもフィルタでできるだけ放射性物質の放出を抑制することがまず必要ではないかと考えます。

その上で、今回のようにこういった装置で処理するということが難しいような水素が発生した場合に、こういった事前準備していたいろいろな水素除去装置では対応できないという場合について、最後の手段として今、御説明したようなブローアウトパネルの開放というようなところについて、これもやはり閉じ込め機能というところで考えますと、本当にこれがいいのかどうかというところの議論もあるかもしれませんが、こういったところも最終的な手段として準備しておくということについても検討すべきではないかというところがございます。

ただ、当然そういった対応をするに当たって、状況を把握するということが必要でございますので、建屋の中での状況把握のための計装類を設置するということが必要かと思えますし、こういった対策を講じるに当たっては、最悪のケースというようなことを想定した前提での対応策というものを準備しておくということが必要ではないかと考えてござい

す。

資料3につきましては、以上でございます。

○大村原子力発電検査課長 先ほど5まで全部通してということを行いましたけれども、余りにもテーマが多岐にいて混乱するかもしれないので、1、2、3で1回少し御議論いただいて、その後、4、5はそんなに時間がかからないと思いますが、一旦これで御意見を伺えればいいかなと思います。進行を変更させていただきます。

それでは、今の1、2、3について、先生方、何か御意見等。

では、奈良林先生、どうぞ。

○奈良林教授 それでは、まず資料1、通信設備と計装設備に関する点についてコメントしたいと思います。

通信は後にして、やはり今回水位が途中で誤差が出てしまったということで、炉心溶融が発生するということをすぐに気づけなかったということで、かなりの期間にわたって炉心に水位があったという誤った判断に至ってしまったと思います。

水位計については、アメリカのスリーマイルアイランドの事故の後、国内の水位計についても改良を行って、多少の陽性ガスが混じった蒸気でも凝縮して陽性ガスをちゃんと原子炉内に落とすような改良が行われております。

今回のものはなぜ水位の誤差が出たかということ、格納容器の中の圧力が上がって、そうすると基準面器から下のリファレンスレムの基準水位透水になりますけれども、ここも加熱されてしまうのです。次に核容器を減圧したときに、加熱されていますので、そこが減圧沸騰してしまう。そうすると、基準水位等が失われてしまいますから、その分が誤差になります。

1か月ぐらい、ある時間が経った後、水位計の復旧操作を東京電力さんでやられました。そのとき初めて水位の誤差があったということが確認されたわけですが、そのときに復旧操作というのは多分計器ラックから水を手押しポンプ等で注水したはずですが、そうすることを考えると、原子炉において水位が重要であるということを考えますと、例えば小型のプランジャーポンプのようなものを計器ラックのところへ置いておいて、減圧沸騰したようなときに注水できるようにしておくといいと思います。これは水位計の復旧操作でほかの原理を使った水位計を開発すべきだというような話もありますけれども、やはり相当難しいです。例えば熱電対で水温から水位を判断すべきだというようなものがありますが、それ自体が開発品になってしまいますので、まず現行の水位を図るシステムにおいては、多分毎分10リッターとか20リッターとか、プランジャーポンプで高圧で90気圧ぐらいの水を送る小さなプランジャーポンプが市販品であるのです。そういうものを使って注水すれば、リファレンスレムが怪しいなと思ったら、その時点で水を送ってちゃんと基準水位を確保することができますから、そういう設備をまず設けるべきだと思います。

圧力とか、もう水素爆発等の衝撃があると、センサーの圧力伝送器とか差圧伝送器のダ

ダイヤフラムが圧力の感知部。そこは昔、ステンレスのダイヤフラムだったのですが、最近のものは非常に精度の高いシリコンディスクという半導体のものに替わっています。そういうものは多分衝撃に弱いと思いますので、必ず複数台用意して、通常、バルブをしっかりと閉じて使わないようにしておいて、何か衝撃があった後にバルブを開けて切り替えるような設備を、あれはそんなに高いものではありませんから、そういうものを複数用意しておいて、何か水素爆発等の大きな衝撃があって圧力がおかしいとかそういうことがわかった場合には、そういったものの代わりのものに切り替えるようなことをちゃんと設備として持っておく必要があると思います。特に原子炉においてプロセス計装、圧力、水位は非常に重要ですので、そういったことを強化する必要があると思います。

あとは電源のお話、通信設備ですけれども、こちらでも電源を確保するというのと、航空機や船で使っている無線設備が非常に有効だと思うのです。PHSとか携帯とかこういったものはいろんな系統を経由していきますので、中継基地や何かが停電すると使えなくなってしまうから、業務用の無線機がありますので、こういったものを通信手段として確保しておくということが非常に重要だと思います。

元原子力安全委員の木元教子さんがいらっしゃいますけれども、あの方も私も趣味はアマチュア無線で同じなのですけれども、無線機の効果というのは非常に大きいので、こういう緊急時に電源さえ確保できればスタンドアロンで使えますので、そういったこともお勧めいたします。

以上でございます。

○大村原子力発電検査課長 ありがとうございます。

何かコメントはありますか。特にいいですか。ありがとうございます。参考にさせていただきたいと思います。

どうぞ。

○渡邊グループリーダー 通信手段の電源の話なのですが、新聞に載った MC というのは 2 ページの図には 2 つあるのですけれども、メディアコンバータ、どちらの MC への電源がなくなったという報道だったのかというのをまず教えていただきたい。

あの報道と 2 ページの点線の四角の中に書かれている、用意していた無停電電源装置ではなくというステートメントとの関係を少し教えていただきたいと思います。

もう一点なのですが、通信手段の所内のプラント内の電話だとか無線とかというのが完全に喪失してしまった例というのが、たしか 1980 年の半ばごろにアメリカの Palisades だったか、PWR で実際に経験しています。そのときに彼らがその後どういう対策を取ったのかというのを少し調べていただいて、あのときも AC 電源が全部なくなって、たしか母線への給電が切り替えミスか何かで失敗して全部なくなって通信手段が喪失しています。その事例を少し調べていただいて、そのときアメリカは何をやったのかとか、その辺も少し調査する価値があるのではないかなという気がします。

いずれにしても、計算機を使ってデータを送るところに関しては、通信もそうな

のですけれども、電源装置というのは無停電電源装置をつないでいる、あるいは蓄電池を持っている、そういうバックアップのものと組み合わせをどうやって組み替えながら使っていくかといういいロジックがどこかにあるはずなのです。それを少し調べていかないと、せっかく ERSS みたいなものを用意しても、結局何の役にも立たないで終わってしまうということになるので、計算機あるいは通信機を使うというところに関しては、電源そのものの構成の考え方をしっかり見直さないといけないのではないかという気がします。

○大村原子力発電検査課長　ありがとうございました。

最初の ERSS のところをお願いします。

○古作事故故障対策室（班長）　通信の2ページのところをごらんいただきたいと思うのですけれども、御指摘ありましたのは右の図の黄色で書いてある MC 2 つですが、左側のものは重要免震棟にあったものでございます。こちらから研修棟保安検査官室、これは発電所の中の部屋でございますけれども、こちらに送るということで、これは赤でギザギザに書いてありますけれども、こちらの MC のことでございます。これが電源喪失と書いてございまして、こちらで機能喪失をしているということです。

報道等で非常用電源云々という言葉でもありましたけれども、実態で言いますと、その下の L3SW の計器用に UPS（無停電電源装置）が置いてありました。その無停電電源装置に MC の給電もしようということをつなぎ込みをする予定であったものが、コードの長さが足りなかったということで、通常電源の方に差し込んでいた状態であったということでございます。

なので、用意していたといいますのは、直接 MC の電源用に用意したということではなくて、隣のものであって、こちらの MC にも使おうということであったものという趣旨で書いてございます。

以上です。

○渡邊グループリーダー　済みません、もう一回確認なのですけれども、そうすると、新聞報道はここに書いてあるステートメントと同じことだということですね。

○古作事故故障対策室（班長）　はい。表現がいろいろとありましたけれども、同じです。

○渡邊グループリーダー　わかりました。

○大村原子力発電検査課長　米国の件とかこちらで調べさせていただければと思います。

そのほかいかがでしょうか。

二ノ方先生、どうぞ。

○二ノ方教授　通信設備の件についてです。一般的にコミュニケーションという観点から言いますと、正しい情報が迅速に、各号機現場、中操から現場対策本部、東京に2つほどあった対策本部の間で、伝達が行われたかどうか、疑わしいということと、あいまいな情報に基づいてなされた判断が幾つかあったようにも見受けられます。そういう情報の共有ができなくて、様々な混乱が発生しているということが報道でも伝えられていますので、具体的にそういう一つひとつの事例を洗い上げて、情報の価値というものをもう少し考え

直した方がいいのではないかと思います。

例えば規制の側から、情報の伝達の在り方、コミュニケーションの在り方とか、通信手段の在り方などについて、もう少し具体的に要求条件を明確にして出していただく必要があるのではないかと思います。規制側から言うとなると、まずは指針的なものを明らかにすることです。具体的な設備に関しこうしろああしろというのはいろいろ出てくると思います。つまり、いろんな機器が日進月歩ですから、いろんなことができると思います。こういうときに、今までどういうことであつたのかということの反省、レビューをした上で、それに基づいて今後の推進とかコミュニケーションがどうあるべきかということをもう少し議論した方がいいと思います。

以上、コメントです。

○大村原子力発電検査課長 今の御指摘は、指針とかは基本的には設備面のところの対応をしていると思うのですが、今のは確かにコミュニケーションが非常に重要で、今回そういったことをもう少し丁寧に見た方がいいのではないかと御指摘があるので、そこは検討させていただきたいと思うのですが、特に設備面についてどうかという御指摘ですか。

○二ノ方教授 はい。

○安井審議官 今、御指摘のように、この種の通信施設、特に所内、発電所と政府も含めた防災なり事故に対処する一種の中枢部とのコミュニケーション、こうした施設あるいは仕組み、ここについて原子炉の安全施設という目でどこまで見てきたのかという点がある意味見直さなければいけないということが後ろの方に書いてございます。

また、勿論、その中で先ほどございましたように、コミュニケーションエラー、確かに現場は非常にそういうときは混乱もありますし、どこまで杓子定規に決められるかという問題は別として、再度今回でも3号機のHPCIの作動に関する誤解とか、そうしたものが1号のアイソレーション・コンデンサーにもありましたけれども、これはむしろ訓練とか手順とかそういうもので考えていくべきものもあろうかと思います。ただ、インフラをしっかりとしないといざというときに使えないというのでは話にならないのでこういう提案をさせていただきました。

○二ノ方教授 よろしく申し上げます。

○大村原子力発電検査課長 杉山先生、どうぞ。

○杉山教授 ちょっと長くなるので計測の方だけのお話をまずさせていただきます。

今、言われたようにインフラが専門家としてきちっとしているということと、きちっとしていることが国民にきちっと伝わって、安心感の方向に向かうような情報の発信も3.11後は非常に大事です。水位だけのシステムというのは極めて問題です。3.11が起きたとき、奈良林先生の中に熱電対は付いていないことを確認しました。そういうことで、中性子計測管の中に、例えば熱電対が炉心の頂部ぐらいのところまでも含めて高さ方向に入れられたとしたならば、電源がなくても起電力が測ればいいいわけですから、テスターみたいな

ものがあって、放射線のレベルが高くないところで問題なく測れるわけですね。ですから、受動的な計測装置という意味では熱電対は大事だったのだと思うわけです。

例えば水位がきちっとどこにあるのかということがわからなくても、ノーマルな状態であれば炉の中の圧力と温度とは熱学的に厳密に1対1に対応しているわけです。もし仮に今回みたいに炉の頭が出てしまって水素が出始めますと発熱していますから、それで原子炉の中が正常状態から異常の方にシフトしているということがわかりますね。そのうち切れたとしたら、切れたということは、一番頭のところが溶けたり、熱電対というのは、タングステン系のものでしたら 2,000℃ぐらいでも温度が測れるわけで、切れたということは溶けたということだと思った方がいいわけです。

水のある高さ方向に熱電対が1本、2本、3本と入っていたとすると、上が溶けたと、真ん中辺りの起電力が大きくなったらここまで炉心が溶けてきているのだということも当然わかりますね。そうすると、通信手段としてきちとしたルートが生き残ることにしておけば、今、二ノ方先生が言われた意味での情報の誤解とか任意性を持って伝わるということはありません。そういうことを是非やってほしい。

米国と日本の分については熱電対は付いていないと思うのですが、スウェーデン製の BWR はどうだったのですか。政治的にやめると言っていたドイツ製の BWR はどうだったのかという意味で、もし仮に付いていたとすると、彼らの方がシステム的には優れたものを持っていたということになります。是非そのところは御検討とそういう意味での実現性というものを考えていただきたいと思います。

○大村原子力発電検査課長 では関連でどうぞ。

○奈良林教授 同じ大学なのですぐ相談したのですが、実は BWR において中に熱電対を入れて、これはγサーモメータと言うのですが、中性子束を測るという計器の開発をしております。これは学会発表もしていますからお話ししていいと思いますけれども、海外のプラントに入れて熱電対の温度から中性子束を測るという計測器を開発済みです。ですから、今、杉山先生は非常にいいコメントをされていますけれども、こういったいろいろな研究開発が各企業で行われていますので、こういったグッドプラクティスというか、こういうものを今回の事故を踏まえていろいろな企業が持っている技術をピックアップして、これからの野田総理が言われている世界最高水準の安全性を備えた原子力発電所という面で、日本の技術の総力を挙げた取組みがこれから行われるということが非常に重要だと思います。

○大村原子力発電検査課長 では関連でどうぞ。

○奈良林教授 同じ大学なのですぐ相談したのですが、実は BWR において中に熱電対を入れて、これはγサーモメータと言うのですが、中性子束を測るという計器の開発をしております。これは学会発表もしていますからお話ししていいと思いますけれども、海外のプラントに入れて熱電対の温度から中性子束を測るという計測器を開発済みです。ですから、今、杉山先生は非常にいいコメントをされていますけれども、こういったいろ

いろな研究開発が各企業で行われていますので、こういったグッドプラクティスというか、こういうものを今回の事故を踏まえていろいろな企業が持っている技術をピックアップして、これからの野田総理が言われている世界最高水準の安全性を備えた原子力発電所という面で、日本の技術の総力を挙げた取組みがこれから行われるということが非常に重要だと思います。

○大村原子力発電検査課長　ありがとうございます。

どうぞ。

○山口教授　今の熱電対の話は私も賛成で、やはりいろいろ多様な測定というのはしておくべきだと。熱電対ツリーとか入れれば相当効果があったのだと思います。その上で、今後の計装設備に関する対策として、1つはアクセス可能な環境、監視カメラの活用あるいは炉心損傷時にもプラント状態を確実に把握といった話を書いてあるのですが、TMIのときもそうだったし、今回もああいうものがあったとしても液位がわからないということは現実としてあって、1つお願いしたいのは、今回もいろいろ事故が起きてからシビアアクシデントのシミュレーションをいろいろやられているのですけれども、私はそういうシビアアクシデントが起きたときの現象論とかシナリオに対する理解とか知見とか、そういうものの集約が足りなかったのだと思うのです。どういうふうな状態で事故が進展していくかというのを事前にちゃんと把握して、理解していることによって情報が欠落していく中でも相対的に確かな対応がとれたはずだと思うのです。それを是非重視していただきたいのと、勿論、炉心損傷時にもプラント状態を確実に把握できる計器の開発というのは必要であり、やるべきであるにせよ、それを開発したからといって、それがシビアアクシデントのときに本当に機能するかどうか。そのときに得た情報が正しいかどうかというのはまだアンサーインティが残るわけなのです。ですから、そういう観点で今後の対策というのを整理していただきたいというのがお願いします。

もう一点、モニタリングポストの話で、これも非常に重要な問題なのですがちょっと教えていただきたいのが、6ページに書いてあるのは無停電電源から給電はしていたのだけれども、津波によって中央制御室から監視できなくなったというのは、この意味がよくわからなかったのですが、中央制御室に行けなくなって見られなくなったという意味なのでしょうか。無停電電源がつながっていてモニタリングポストそのものはどうか。

○古作事故故障対策室（班長）　まず電源が別々です。モニタリングポストの方は常用電源を複数から引っ張っていて、無停電電源装置と言っているのはモニタリングポストのところに置いてあるそれぞれのものです。一方で、中操で監視というのは、そちらの監視盤の方の電源がありまして、その電源の方が死んでしまったので監視はできないということです。

○山口教授　わかりました。ということは、逆にモニタリングポストが免震重要棟などで監視ができるようになっていればよかったということなわけですね。

○古作事故故障対策室（班長）　はい。そうなります。

○山口教授 わかりました。

以上です。

○大村原子力発電検査課長 ありがとうございます。

では、どうぞ。

○奈良林教授 そろそろ水素の方に行きたいのですけれども、資料3。その前に何か計測の方であれば。

○大村原子力発電検査課長 では、勝田先生、どうぞ。

○勝田准教授 資料1について、基本的には皆さんと同意見です。ハイテクも重要なのですが、やはりこういうときに重要なのはローテクなのでそれを考えてほしいというのがあります。

本当に皆さんの意見に同意で補足程度なのですが、通信設備について海外の事例はどうなっているかというのは知りたいところではあります。

この資料1の2ページのところに、固定電話が電源喪失で使用不能となっているのですが、一昔前、二昔前ぐらいの固定電話だと、それこそ固定電話は電源がなくても大丈夫だというようなものがあつたはずなので、極端に古い電話というのがあつたらどうなのかと感じたところです。

測定器で指示値にもばらつきが見られたということなのですが、特にローテクのいろんな簡単な測定装置だと、それこそコンピュータの場合と違って、動作配分が低い場合で見えるものと、むしろ高いものしか表示されないもの、あるいは広いレンジで見られるけれども、信頼性が低いもの、いろんなタイプがあるので、そういうものを同時に置くことによっていろんな信頼度を把握することができるのかという気はしました。

山口先生の話に追加するのですが、免震重要棟の話です。今回、確かにその重要度というのが確認されたわけなのですが、その上で更にまた追加的に何か学ぶものがあるかどうか。特に島根とかがこういう免震重要棟を採用しようとしてつづつあるので、それに対して何か情報を与えるためにも、更に何か追加すべきものが今後あるのかどうか。特に地震に対してよかったとしても、ああいう放射能の中で例えばガラス窓を鉛にするとか、出入り口は果たしてあのぐらいの大きさでよかったとか、多分細かい話はいろいろあると思うのです。そこら辺について何か知見があるのであれば教えてください。

とりあえず以上です。

○安井審議官 重要免震棟のお話がありましたけれども、ここに至る途中でもありましたが、外が見えない建物なのです。それはある意味防護上そういうふうになっているわけなのですけれども、プラントの状態が最初からよく見えるようにしておく必要もあつただろうと。最初のころ、電源はいろいろありまして、人の出入りがどうしても必要なわけですが、それをするためには放射性物質がある程度入り込んでくる。こういったところへの備えをどう考えるかと。今回、予想外に長期間になりましたので、かなり長い間、電源供給ができてよかったのですけれども、耐久力というか持久力というのでしょうか。しかも人

間がかなりの数いらっしゃるわけで、そうした環境についてはこれから。こういうところで議論するよりもっと個別具体的な議論になるのですけれども、そうしたところで議論していく一種になるだろうと思っております。

何人かの先生からありましたけれども、今回、福島第一発電所の関係に携わりましたけれども、最後まで残って使えたのは熱電対だったというのは確かにそのとおりでございます。これもうまく活用するというのは非常に大事な観点だと思ひまして、特段過酷な状況下でも最後まで残った計測器でありますので、これは宿題としていただいております。

○大村原子力発電検査課長 それでは、どうぞ。

○奈良林教授 水素爆発の前にもう一つ、資料2の使用済燃料プールも最後の方に書いてございますけれども、空冷側のプレート熱交換器を設置して、すぐに80℃ぐらいから30℃まで冷えましたね。ですから、消防車でホースを引いて水を入れるというのも手段としてはあると思いますけれども、各電力さんで大型電源車を用意されていますので、あとは電気がくれば空冷の装置が動いて使用済燃料プールは高いところまで水を加えなくてもすぐ冷えるということは、冷却資源の多様化ということで非常に効果的です。これは是非特に沸騰水型原子炉ですが、建屋のレイアウトからすると非常に高いところまで水を入れるというのがコンクリートのきりんと呼ばれていたもので水を送らなければいけませんので、冷却の多様化というのは非常に重要だと思います。

使用済燃料プールに関してのコメントは以上でございます。

使用済燃料プールで行きましょうか。

○渡邊グループリーダー 3ページの四角の中の一番下のステートメントに、ゲートの仕組みが足りなかったからウェルから水が流入して、要は災い転じて福となすみたいな格好になっていたと思うのですけれども、このゲートの押し込みというのは基本的にどのぐらいきちっとしたものなのか。本当にきちっと押し込まれていたら、水は全然ウェルから入ってこないような構造になってしまうのか、その辺はどうなのでしょう。

もう一つは、この押し込みが要するにきちっとされていて、ウェルから水が流入してこなかったとした場合にどのぐらい余裕があったのか。要するにいつごろまで4号機のSFPの燃料は健全なまま維持できたのかという評価はやっているのでしょうか。

その2点をお伺いしたい。

○古作事故故障対策室（班長） 両方とも明確な回答にならないかもしれないのですけれども、まず押し込みについては、機械的に押し込むというわけではなくて、水圧ですので、その意味では確実にということはないと思います。ですので、プール水位が下がれば流れてしまうという物理的な状況だと思います。

そういう状況ですので、余りその先というのも十分検討できていないのですけれども、単純に見込まなければというところと言うと、およそ1週間程度だったと思います。確実な数字としては出していません。

といいますのも、地震でのスロッシングですとか諸々の影響についてもあり得るところで、スタートラインも実際どうだったかというところは引けないものですから、大枠でそうだったのではないかという経路の検討になっています。

○渡邊グループリーダー そうするとゲートの方は、要は水位に差ができれば必ずある量は流れると。その流れる量というのは評価していると思えばきっと水位に応じてできるわけですね。その辺はいわゆるほかのプラントでもジェネリックというか、一般的にそういう構造になっているという理解でよろしいですね。

○古作事故故障対策室（班長） はい。

○渡邊グループリーダー わかりました。

○大村原子力発電検査課長 よろしいでしょうか。

どうぞ。

○山口教授 最後のまとめのところで、結論としては給水、冷却機能の多様化による信頼性の向上ということになっているのですけれども、今回例えば4号機などは耐震補強したと思うのです。勿論、冷却給水機能の多様化というのは、それはそれで有効であろうと思うのですが、例えばああいう地震とか非常に過酷な状態で熱的に厳しい状況の中で、そういう構造的な健全性をどう確保するのかということについて、何らかの評価なり考え方があっていいのではないかなと思うのです。実態としては非常にコンクリート構造の部分で、ラインがもうあって、号でタイトにできているというのは、それはそれでわかるのですけれども、例えば今のストレステスト的な感覚で見たときに、ああいうところの健全性といいますか、リークの防止とかそういう観点で、現実にもこういう4号機は大分建物がダメージを受けて耐震補強したとかということを考えると、プールの供給側の方ではなくて、プールの構造健全性維持ということに関しても一言評価をすべきではないかと思うのですが、その点はいかがでしょう。

○古作事故故障対策室（班長） まさにそれも論点だと思います。明確に書けていなくて申し訳なかったのですけれども、その意味でも水を入れればいいということではなくて、今回は残念ながら冷却系も喪失していたので、初期は水を入れるだけで何とか安全性をというところでしたけれども、今後は冷却系もバックアップがあるなりということで、構造健全性を維持するということも確実にしていった方がいいだろうということで、冷却系のお話も対策としては書かせていただいたとは思っています。

○大村原子力発電検査課長 では、どうぞ。

○奈良林教授 あと特に3号機について、沸騰していてその後に水素爆発をしたときに使用済燃料プールの中の気泡がつぶれて核爆発が起きたというようなとんでもない記事が週刊誌等に載っています。これは我々専門家から見ればそんなことは起きるわけではないわけですから、特にボロンが入ったステンレスで稠密ラックになっていて、もともと水が入った状態で使用済燃料が装荷されていて臨界になっていないわけですから、それが沸騰してもう一回水素爆発で気泡がつぶれたからといって、核爆発が起きるようなことはあり得な

いわけですから、そういうことも併せてしっかり否定していただきたいと思うのです。そういう我々が当然そうだと思っても、一般の国民の方々がピカドンみたいな記事が出ていると本気にしてしまうこともありますので、特にアメリカからそういう情報が結構ガセネタみたいな感じでビデオ等で4月ぐらいにいっぱい押し寄せたのです。ですから、そういう使用済燃料プールの臨界説とか、そういうものもしっかり明記して否定していただきたいと思います。

今日の資料の中に出ていませんけれども、例えば地震の後、格納容器の内圧がドライクーラーの冷却が止まった分も温度上昇分しか上がっていないという記録紙がちゃんと残っていますので、地震によって格納容器の中の破損はなかったということも明確に否定していただきたい。それは技術的にはっきりしていますし、この意見聴取会で何回も審議しまして確定していますので、そういったことははっきり我々が議論してわかったことは結論としてしっかり情報発信していただきたいと思います。

○古作事故故障対策室（班長） 資料の後ろの方にもあるのですが、今の格納容器内の話につきましては、次回、少し JNES さんに解析をしていただいて今整理しているところですので、言われているチャートの分析をして、ある程度明確に話せるようにとやっているところでございます。

○大村原子力発電検査課長 どうぞ。

○杉山教授 確認なのですが、今の資料2の4ページ、左側の3号炉の写真の水中の状況なのですが、この上に乗っかっているものが何なのかということをはっきりさせてください。一番国民にとって衝撃的だったのは、3号炉の水素爆発なわけですが。北海道の新聞にあの水素爆発は見かけほどには原子炉に対しては損傷を与えていないと私自身は思います。ただ、そんなことは新聞に絶対出ませんけれどもね。

水素がどうたまるかというと、結局は水蒸気がたくさん入っている間は大丈夫なわけです。建屋の上で冷えて凝縮して落ちてしまう。もし理想的に成層であれば、水素が天井に沿って濃度が濃くて、だんだん濃度が薄くて空気が混ざってということで、着火源は放射性物質がありますから簡単に着火できる。爆発すると、下の方は水面もあって水がありますので、水がある程度緩衝になって、天井のものが落ちてきたとしても、天井の落ちてきているものは水の抵抗でゆっくり落ちて燃料は立派なラックの中に入っていますから、よほどのことでないと燃料部に傷つけたりはしない。そういう意味でこのものは天井から落ちてきたようなもので、例えばクレーンだとかは脇に本来的には規則としては置いているわけです。だから、重量物でラックの形状を壊すようなことにはならないはずなので、そういうことも含めてこのところの情報をきちっと発信した方がいいと思います。

もう一つ、これは保安院マターではないと思うのですが、例えば地震については昔は5万年だったのが、例が幾つかあるから10万年を超えてしまったと。そうすると、津波は今回は1000年に1回だとして、今回これで考慮してほしいのは、竜巻の発生確率というのはどういうふうに見るべきか。竜巻が発生して天井を持っていかれて水が抜けて

しまうと瞬間的に抜けてしまいます。こちらの方がリスクが高いかもしれない。こういうところまで考えて対策を立てますという情報発信を保安院さんがした方が、国民に対する信頼感は上がっていて、新しいシステムになるときにかなり健全な形で対応してくれそうだなというメッセージも含めて情報発信していただきたいと思います。なぜそういうことかという、私は北海道にいて北見で何人も死んでいます。3人か4人。プレハブだから、アメリカでもプレハブだとか移動式の住宅に住んでいる人がたくさんいますから、そういう人が竜巻の被害を一番受けるわけです。

台風が来たときに、台風と前線との関係で、これも前にちょっと話しましたがけれども、暖かい気団と冷たい気団の境界の温度差で、熱エネルギー的に竜巻が立て続けにできるので、機関車が倒れたぐらいのものが発生しています。それも含めてアメリカでの発生確率がどのぐらい考えていて、日本ももし1000年に1回とかということに、あるいは100年に1回というようなことを考えて、少なくとも水が供給されればいいということで言えば水源がきちっと確保していればいいわけですがけれども。忙しいとは思いますが、そういうところまで配慮することが国民の信頼感につながるのだと思いますので、よろしくお願いします。

○大村原子力発電検査課長 ありがとうございます。今回の意見聴取会の中で扱えるかどうかという問題はあります。

○杉山教授 どこかに残しておいてほしいという意味です。

○大村原子力発電検査課長 参考にさせていただきます。

○二ノ方教授 水素滞留とか建屋の中での分布についてのいろんな計算を出していただいているのですが、この辺の計算というのは、コンピュータシミュレーションの観点から言うと、基本的には今までの研究開発の成果だと思います。

具体的にこういう数字をぽんと出されて、そうですかと言うしかないのですが、要は検証とか、こういうモデルの簡単な記述とか、どういう仮定を置いてやったのかとか、といったような計算のプロセスと、これからいろいろ評価結果を出されると思いますけれども、使ったツールを今までどれぐらい検証されているか、どれぐらい信頼性を置いて我々は見ればいいのかということをいつも付け加えていただけるようにすればありがたいなと思います。この辺については研究開発の話ですから、ここの聴取会でいろいろ意見を申し上げることは余りないのですが、一応そういう情報を少し加えていただければありがたいということです。

○大村原子力発電検査課長 ありがとうございます。またまとめるときにこういう情報も盛り込んで整理しますので、可能であればそういうところで少し工夫をしたいと思います。

○古作事故故障対策室（班長） 今、担当がいらっしゃるのですが、少しお話しただけですか。

○大村原子力発電検査課長 済みません、では JNES の方から。

○JNES ごもったもな御意見だと思うのです。ここでは Fluent を使っています。これは

世界的によく使われているもので、私ども長い間使ってきていて、その検証については、例えば格納容器関係ですと PANDA というスイスのポールシェラー研究所に大型格納容器がございます。それでいろいろな事情での試験をされていまして、長い間いろいろ検証はしております。そのモデルを用いて今回解析してございます。

○二ノ方教授 存じ上げています。

○古作事故故障対策室（班長） 資料についてはまた次回、まとめたようなもので参考として少し付けるようなものを準備した方が、今の口頭だけだと、ちょっと考えたいと思います。

○渡邊グループリーダー 今のに関連して、それだったら、爆燃なのか爆轟なのかというような検討も併せてやったでしょうから、それも併せてどこかに記載していただいた方が後々のためかなと思うので、よろしくお願いします。

○大村原子力発電検査課長 どうぞ。

○奈良林教授 やっと水素の終わりに来たかと思えますけれども、まず格納容器。ごめんなさい、まだ。

どうぞ。

○勝田准教授 済みません、プールの話で、資料 2 で質問とコメントがあります。

まずプールの方なのですが、2 ページのところで共用プールは空気冷却器というのを使っているのですが、それを使った理由です。共用プールは容量が大きいからそれを使ったのかどうか、そこら辺を教えてほしい。今後、使うに当たり、両方使えるようにするのか、そういう検討をしているのかどうかという冷却の方法についての質問が 1 つ。

あと 3 ページのところで、ゲートの押し込みについての議論が先ほどあったのですが、これは考え方を変えれば、何かあったときはゲートは積極的に開いた方がいいという可能性もないわけではないので、そこら辺についてもし考えるのであれば面白いかなと思いました。

あとは使用済み燃料のプールの方についてもう一点なのですが、当初マスコミ等で話題になったのは、リラッキングしていて、それによって結構ぎりぎりの状態だったのではないかという話もありました。そういうことを考えると、あるいは今後ほかの原子力発電所のプールに今回の知見を広げていくためにも、では技術的には確かにリラッキングが可能な限りできるのですが、ある程度はそんなに入れない方がいいだろうという考え方もないわけではないです。そこら辺について分析をやっていただけたらとは思っています。

以上がプールについてで、あとは監視貯蔵についての質問です。一応結果としては大丈夫だったということになっているのですが、たしか私の理解では通常だったら表面温度を測ったり、圧力とかにもふたの部分とかチェックしていたはずですが。そこら辺の状況、情報というのは、結果として大丈夫だったというのはわかったのですが、その途中段階というのはどうなったのかというのは、もし何か情報があったら教えてください。

特に見学に行ったときに水が建屋につかったという話は聞いたのですが、具体的にどう

いうふうになったのかというのを知りたいところがあります。

あと恐らくこれは最後のところにも書いてあるのですが、監視貯蔵をこれからどうやって考えていこうという話にも膨らんでいく可能性はあります。そういう話につなげるためにも、今回の福島第一の監視貯蔵というのはある意味特殊なところだと思っています。私の理解では、これは輸送容器の建屋、それを監視貯蔵の建屋に置いているので、世界から見たら横置きに置いている面白いタイプですし、それが果たしてよかったのか、悪かったのか。いい面があったのか、悪い面があったのか。あるいは置いている場所ですが、海側に置いてあって、例えばほかのサイトで監視貯蔵をサイト内につくる場合にも、果たして場所はこういうところが妥当なのか。そういうことを考えたのかどうかもし何かあったら教えてほしいと思います。

以上です。

○古作事故故障対策室（班長） 順番は難しいところがあるので資料的にまずお話しさせていただくと、共用プールの空冷ですけれども共用プールにつきましては、各号炉でそれぞれ冷却をされた後、構内輸送されて貯蔵するということで、その時点でそもそもある程度冷却が進んだ燃料が収納されています。そういうことで、熱負荷的には通常炉の隣にあって、その前の運転で使っていた熱い燃料が貯蔵されるというようなものではないので、熱負荷的にうまく空冷もできるというような環境にはあろうかと思っています。

そういうようないろいろと背景情報もありますので、一概に空冷にすべきとか、どの程度どの量でというのを規定するのはなかなか難しいかなと思っておりまして、そのために対策としても熱流量なりを踏まえてどういうシステムが適切なのかというのを考えながら対策をとっていくべきだろうということで考えております。

ゲートにつきましては、先ほど渡邊委員からもありましたけれども、基本的には流れてしまうようなものということで、あとはそれを積極的に期待するような形に運用なり設計をするのかというようなところは議論の余地はあろうかと思っていますけれども、それも今後ちゃんと検討をしてどうあるべきかというところで考える必要があろうかと思っていますので、その意味で今回の知見の形としては猶予期間を確保できるように水量を確保ということで、どういうふうに水量を認識するのか、その確保の仕方としてはどうすべきかということは、それぞれの状況に応じて精査していくということが必要かと思っています。

リラッキングの件につきましては、先ほどの共用プールの話とも若干絡むのですけれども、熱がある燃料というのはやはり直近で運転している燃料で、年を通じればどんどんと崩壊熱というのはある程度一定に下がっていくことですので、当然、増える方向ではあるのですけれども、どの程度の負荷の増になるのかというのは、そこも精査をしていかないといけないだろうとは思っています。

それも余裕時間がどれだけになるのか、水量をどれだけ確保できるのかということとセットで整理すべきだろうと思っています。ただやみくもに詰めていると、影響度が集中化しますので、そこら辺は影響を分散させるという意味では、ここで書きましたのは、貯蔵

の分散化ということで、万が一の場合の影響の緩和ということも検討の1つにはなろうかなと思っていますところですよ。

乾式キャスクの方の話でございますが、健全性としては、おっしゃられるように温度監視もありますけれども、あと、密封性の監視ということで、シール部の圧力を見るというような監視方法もございます。今回につきましては、2ページのところにキャスク建屋の被害状況ということで書かせていただきましたが、建屋の中に津波が押し寄せておりまして、瓦れきも侵入してございます。このような状況で表面の状態が問題ないというようなこと、冷却状態としては問題ないことが確認できていますけれども、密封性についての通常の監視というところはできていないという状況です。ただ、大きく損傷している状況が変わっているということではありませんので、大きな被害はないであろうというところでの評価でございます。

あと、横置き、縦置きの話、この位置づけというところですが、これは暫定的に輸送する前のものが置いてあるというものではございませんで、施設内で貯蔵するというところで許認可を取って置いてあるものです。日本ではこれにあと東海第二があります。福島の方は横置きなのですけども、東海の方は縦置きでして、語弊はあるかもしれませんが、ある程度今後の貯蔵の在り方の形でパイロット的にやっているような意味合いもあるかと思ひまして、この貯蔵の状況なり東海第二の貯蔵の状況なりというものを踏まえて今後どう進めていくかというのを検討されるものと思ひます。

以上です。

○大村原子力発電検査課長 ありがとうございます。時間の方が大分過ぎていきますので、水素爆発についてももう少しどうぞ。

○奈良林教授 それでは、資料3の水素爆発の方なのですけども、3ページの右下のところにグラフがありまして、10～11時間というところで水素がリークしていくというグラフがあります。これはどういう仮定をされているかというのが気になっていまして、事故のこれからいろんな原因究明を進めていく中で、格納容器からどういう形で水素が出て行ったか、あるいはFPが出ていったかということを解明していくことが非常に重要だと思っています。昨日、東京電力さんで公開されたファイバースコープがありまして、あれは多分ペネの辺りをファイバーで見せたのだと思いますけれども、どういったところからどのくらい水素がリークしたかということをしかり確認していくことが必要だと思うのです。

PCVのヘッドフランジのところ、当然内圧が上がればそこに密着する力が弱くなりますから当然あそこもリークすると思ひますし、格納容器の中が高温になればいろいろなパッキンとかそういうシールが劣化する、あるいはペネトレーションはエポキシでできているから、あれもだんだん劣化していきますので、そういったことをしかり評価する必要があるかと思ひます。

特に3号機については黒い煙が出ていたことがあるのです。白い煙は多分水蒸気だと思

いますけれども、その黒い煙が一体何であったかということをちゃんと確認する必要があります。そのときに格納容器の中でどういう状態だったか。火災が起きていたのか、何か燃焼していたのか、そういったことを確認する必要があると思います。

あと併せて、前回も指摘いたしましたけれども、SGTS のベントラインから建屋の方に水素とか FP が逆流した可能性がありますので、12 月 27 日、東電さんの方で調べていただいた結果、SGTS のフィルタが汚染されていました。ですから、大小はともかく逆流したことは間違いなくて、だとすると、今の設備でいくと、もしああいうベントをすると、例えば中に FP が入ってしまいますので、働いている人たちの作業環境を確保するということでも非常に重要だと思うのです。そういう FP が各建屋の空調のダクトから入ってしまうということは作業する上で非常に障害になります。

あと PCV のどこからリークしていくかによって、それも建屋の中に水素、FP も出て行ってしまいますので、水素と併せて FP の流れについてもしっかり事故の経過に対応した評価と今後の対策についてしっかりしていただきたいと思います。

資料 3 の 3 ページの 10 時間の辺り、どういう仮定を置かれたのかお聞きしたいと思います。

○古作事故故障対策室（班長） 資料 3 のものは 6 月に出した解析結果を載せています。これは IAEA の報告書にも載せたものです。こちらは直線で引っ張っていますのはドライウエルのリークということで仮定を置いておりますけれども、これは MELCOR の解析ですので、具体的にどのペネでということではなくて、圧力のトレンドに合わせるように設定したというのが実態です。ですので、これが実際どこからかということ踏まえて、水素爆発の影響なりをより検証していく必要があるだろうというところです。

その意味で左側に書いておりますのは、トップフランジから漏れた場合には 5 階に出るだろうということで、その場合の水素挙動はどうであろうかということ。それ以外の機器ハッチだったり貫通部であったりであれば 1 階なり 2 階なりということが多いだろうということです。5 階との対比ということで 1 階で出た場合についての解析をして、その状況を見ながら精査をしていこうということでの現状は入口に立っているという段階です。

ですので、まだこれからもやらせていただきますということで、SGTS の話につきましては、前回の意見聴取会の中で、その前から指摘いただいているものをまとめておりまして、独立させるべきではないかですとか、排気筒の話とかということもまとめてございますので、その中で対応と考えております。

○奈良林教授 1 点だけです。今の MELCOR で水素のリークが始まったということなのですが、これは格納容器の設計圧力を超えてからリークするという仮定になっているのでしょうか。そうですね。

○古作事故故障対策室（班長） はい。

○奈良林教授 ですから、少なくとも格納容器を設計圧力まで格納容器がちゃんと水素あるいは FP を保持しているということをまず今回の一連の事故について、そのところの

確認を取る必要があると思います。

それが今後のフィルタやベントなどは設計の基本になるはずで、格納容器の設計圧力までちゃんと格納容器の閉じ込め機能が確保されていて、その圧力に達したら今度はベントをするという操作をちゃんとやるということが格納容器の破損を防ぐ上での非常に重要な根本的な設計思想になると思いますので、そのこのところをよろしく願いいたします。

○安井審議官 今、古作君の方は入口などと言っていましたけれども、前回、大分議論をしていただいて、ペネトレーションとかハッチの部分も勿論高温化すれば過温破損の影響があり得ることは否定できないのですけれども、トップフランジのところは面積も大きゅうございますし、炉心からの距離も近くて輻射で相当温度が上がって、特に1号はたしか前回の資料だと500℃ぐらいという数字が出ていたと思いますけれども、シリコンゴムでできているシールには相当限界があるだろうと、これはかなり明らかなで幾らかのデータも出ていたと思います。したがって、ここしかないということはある得ないのですけれども、トップフランジは相当大きい要素でなかったかというのは、前回こちらでの御議論ではなかったかと思います。

また、一方でちょっとありましたけれども、SGTSからの回り込みは、1号と2号はフィルタの線量まで測れないので今特定できないのですけれども、3号の様子から見れば、逆流はなかったとは言えないと。多分あっただろうと。ただ、線量から見ると4号よりも若干低いものですから、これはそれだけで全部を説明し切るのには難しいのではないかなというのが結論だったと思います。

あと対策については先ほどありましたように、勿論、SGTSのところはみんな開けますし、今後格納容器の問題を考える上で、最後のところで出てまいりますけれども、やはり過温破損、特にそれによるシール能力の喪失という問題について手当てを考えないと、言わば機械的にもってもシールのところから漏れてしまったら意味がないので、ここが後でも出てまいります対策の1つの論点であるということであります。

○大村原子力発電検査課長 それでは、まだあれかもしれませんが、次にいきたいと思いますが、いいですか。

○杉山教授 今のところで確認なのですけれども、3.11以前については、フィルタの機能としてはサプレッションプール自体は沸騰もせず、放射性物質をトラップできます。今回の事故のようにプロロングドステーションブラックアウトしますと、サプレッションプール自体が沸騰あるいは蒸気が相当に発生する形になって、フィルタは蒸気でぬれます。この効果が問題にならないか、その辺もきちっと整理していただきたい。

青森の会議のときにマスコミの委員の方から、天井に穴を開けるというのは極めてマスコミ的には、3.11が起きた後、そんな対策しか取れないのかという意味では、2ページの2号機のブローアウトパネルみたいなものをもっと天井に近いところに準備するというのは金も時間もかからないので、場合によってはそういうメッセージを早いときに出すというのも結構マスコミの方に対する理解というか、国民の方の理解では大事なかなと思います

ので、これもコメントです。

コメントであとは結構ですから、時間の都合もありますから。

○古作事故故障対策室（班長） 先ほど御説明し忘れたのですけれども、上の方から順々にお話をされましたけれども、先ほどの **Fluent** の解析では、5 階のオペフロ全体に対流をしております、必ずしも成層している可能性も低いということがありますので。

○杉山教授 そこはそれで、**Fluent** を信用していいのかどうかというのは先ほどの二ノ方先生の一番の大事な点なので、やはり事実としてどうなのかということで、そこはコメントにしてください。

○大村原子力発電検査課長 ごく短くお願いします。

○勝田准教授 簡単で。幾つか質問があります。

まずブローアウトパネルの話が出たので 6 ページのところなのですが、島根 1 号で使う必要がないと書いているのですが、これはどういう理由なのかというのが 1 つ。あと今後このパネルを使う必要性が示唆されているのですが、サイトによっては 4 枚とか 8 枚とか 1 枚とかあります。これは何によって決めているのかという質問です。

これは前回の繰り返しになるのですが、水素の濃度も測るべきという話が出ていますが、それを測るのであれば同時に酸素濃度も測る必要性があると思います。あと、今回窒素封入というのがあったのですが、その窒素封入に関して、水素爆発の対策としてそういうものが行われたと思うのですが、それについて今後積極的にやるのかどうかという質問があります。

あとこれは多分難しいと思うのですが、着火源は全部減らすのは大変だとは思いますが、なるべくそういう対策をしていくというのがあるのかなという気はしました。

以上です。

○大村原子力発電検査課長 御質問の点は確認させていただければと思いますので、お願いします。

申し訳ございません。ちょっと時間が押しております、先ほど少し後に回したものに行かせていただきたいと思います。資料 4 につきましては、第 1 回目の外部電源の喪失のところで事業者の方で今解析をしている途中です、という紹介をしました。その結果が出しておりますので、それにつきまして電力安全課長からお願いできますか。

○村上電力安全課長 電力安全課長の村上でございます。資料 4 に基づきまして御説明したいと思います。

今、大村課長からもお話がありましたとおり、1 回目の意見聴取会で、その際、既に取られている対策、例えば送電線の長幹がいしが破損したところを取り換えるとか免震金具を付ける、そういったことは既に幾つかの対策があったわけでございますけれども、ちょうど昨日、東京電力から壊れた機器についてどうして壊れたかという報告がございましたので、それを見つつ今後どういう対策があるのかということについて御説明したいと思います。

2 ページ目、これは前回、1 回目のときにもお示ししたとおりでございますが、外部電源と言っても広いわけでございますので、一応便宜上、原子力発電所の外と内側と分けて考えていくとしております。

まず 3 ページ目、発電所内の追加的な信頼性向上対策は何かということでございますが、ちょうど昨日、福島第一原子力発電所の 1 / 2 号機の開閉所の遮断機と断路器について、地震動でどう壊れたかという原因分析が東京電力からなされております。

3 ページ目に簡単にどういった解析をやったのかということが書いてございますが、まず地震動については開閉所そのものの地震動が観測されているわけではございませんので、近隣の観測値を使ったということ。開閉所の建屋の地震応答の解析をやった上で、電気設備のモデルを組んで、これでシミュレーションをしたということが書いてございます。

解析したところの結果ですけれども、一応出てきている数字としては、各機器における発生応力とか安全率、この安全率といいますのは、材料の許容応力と実際の地震動による応力の比でございますが、こういったものが数字として出てきたということであります。

その関係でいきますと、まず 4 ページ目であります、空気遮断器、ABB と略称される機械でございますが、解析では地震動によってステーを固定している部分のベースが変形しまして、ステーにガタが生じた結果、変位量が大変大きくなって、この結果、安全率も下がって、いわゆる 1 を切って壊れたと推定できる状態だったとなっております。

断路器でございます。断路器自体はそもそも実地震動でも安全率 3 以上あるという解析が出ておりますけれども、ちょうどこの断路器につながる遮断機の部分が壊れておりまして、それがこの断路器とリード線を介してつながっているものですから、倒れた遮断機の重みがリード線を伝わってかかってしまっただ断路器が破損したのではないかという推定になっております。

5 ページ目、今後の対応でございますが、この福島第一の開閉所の地震の原因の結果が一応出てきているところでございますので、保安院としては各事業者に対してそれぞれの開閉所の耐震性について改めて詳細な評価を実施するよう指示を昨日出しているところでございます。この結果を見て最終的な対応策を検討していきたいということでもあります。

その中で、対応策の例でありますけれども、※2 で書いてありますが、どうしても古いタイプの ABB は上の方がトップヘビーでなかなか地震に対して強い形ではないものですから、例えばタンク型の遮断機、ガス絶縁開閉機装置（GIS）といったようなものに取り替えるなりといった適否について検討していくことが主体になろうと思っております。これがまず発電所の中の開閉器の話でございます。

6 ページ目が原子力発電所、外の部分についてどういうことがあったかということでもあります。

むしろ 7 ページ目がよろしいかと思いますが、新福島変電所富岡 2 号線の断路器が破損して送電できなくなったということがございましたので、50 万 V の断路器について原因究明を行ったということでもあります。ここも変電所内に地震計がないものですから、結果的

には一番近い辺りの電中研の観測点の地震動を使いまして、この新福島の辺りの地震動を推定するということをやった、その上で電気設備のモデルを組んでシミュレーションをしたということになります。

解析結果は8ページ目に書いてございますが、今回の地震動は実は大変大きなものでございまして、こういった機器の設計に使われている民間規格の基準をはるかに大きく上回るような程度であって、その結果、当然ながら安全率が一応下回って破損したわけでございますけれども、特に ABB の形の断路器については、碍子が縦方向に立っているわけでございますけれども、ちょうど中間にピンジョイントのようなものがあって、ある程度揺れを吸収する構造にはなっているのですけれども、大変地震動が大きくて強く揺さぶられたものですから、想定した変位量を超えて大きく揺れたことによって、ピンジョイントの中が衝突してそういった跡も残っているというぐらゐの状況でございまして、そういうところで強い応力が発生して碍子が破損したというのが評価として得られているところであります。

9 ページ目、変電所としては何度も繰り返し御説明しておりますけれども、変電所のシステムとしては機能を失っていない。つまり、充電し、送電可能な状態であったわけでございますが、やはり機器としては断路器が損傷していて、その部分については送電ができないという状況がございますから、やはり更なる信頼性の向上のために一般的事業者さんにおいては以下の対策を講じることが適当ではないかと思っております。

まず1つ目は、変電所から出ていく送電線のところについて、断路器でありますけれども、少なくとも耐震性を強くした回線が2回線以上あるということは大事なことだということで、例えば耐震性強化の例としては、今言ったピンジョイントの構造が弱点としては抽出されたわけがございますから、当然そういったところは壊れにくくする、強くすることが必要でございますし、碍子自体も強いものがございまして、そういったものに取り替えるなりしますと更に信頼性は上がる。

先ほどから出ております ABB、空気遮断のものをガス遮断の方に変えていくというようなことをすれば更に安心と言えること。こういったことを組み合わせて対策を図る必要があるのではないかということでもあります。どうしても壊れる部分というのは発生いたしますので、やはり用品が身近にあるということで、そういったものの保有も考えていく必要がある。強い地震動であちこち壊れますと、どう復旧するかということがいろいろ手順等ございますので、マニュアルも整備するということも大事なことだということでもあります。

10 ページ目、変電所で、あと壊れたものとしては避雷器というのがございます。これは写真が付いてございますが、こういう細長いものです。これが壊れますと地絡、電気が地面に流れてしまって送電ができなくなる可能性があります、こういったものも幾つか発生しております。これらのものについては、幸いなことといたしますか、実は損傷しても切り離すのが比較的容易でございまして、切り離してさえしまえば送電ができるということもあるので、こういったものに備えるために、やはり事故対応マニュアルを整備して復旧

の迅速を測るというのが必要ではないかと考えております。

11 ページ目、今度は遮断機のトリップの対策ということでありますが、送電線の事故、感知しますと自動的にトリップしてしまいまして、普通は自動的に再送電を試みる形になっているのですが、今回みたいに地震動がずっと2分も継続しておりますと、再送電を使用してやろうとするときに、まだ更に影響が残っていてうまく再送電ができないというようなことが起きるわけでございますので、実際に送電線に何が起きたのかということがある程度きちんとわかるということが早い再送電のために必要でございますので、例えば対策としては原子力発電所につながる送電線について、事故点を標定する装置、フォルトロケータなどと呼ばれておりますけれども、こういったものをすべて設置して事故点を早く検出して、その結果で対応を図るというようなことが必要ではないかと思っております。

また、このフォルトロケータを使って送電線の再送電を試みるためのマニュアルというものも必要であろうと思っておりますので、こういったものを各社にとっていただくということが必要かなと思っております。

12 ページは一応フォルトロケータの原理図というものを付けてございますが、これは一例でございますけれども、パルスを送って事故点で反射する反射波を拾って場所がどこかというのを測定するような装置でございまして、かなり広く使われつつあるものでございます。

以上でございます。

○大村原子力発電検査課長 併せて資料5ですけれども、また次回、意見聴取会を予定しておりますので、それに向けて引き続き取り組んでいるということで、この項目だけを御紹介したいと思います。

JNES の方において今解析中のものが幾つかありまして、先ほどこちよっと議論になっていました過圧、過温による、要は格納容器のリークへの影響についてはもう少し解析をしているということ。これは前回だったと思います。サプレッションプールの温度の成層化についていろいろ解析しておりましたけれども、1、2号機、3号機の号機間のプラント側で整合性をとってどう考えているのかという話もございました。そういうものを含めて、温度の成層化ということについてももう少し解析を進めるということ。あとは冷却材の漏えいした場合の格納容器圧力、これは微小漏えいが発生したときに可能性も否定できないということもありましたけれども、では、どの程度だったら検知できるのかと、この辺りをもう少し調べています。

保安院の方におきまして少し整理しているものが幾つかございまして、まず地震のひずみや破損が確認された機器について、もう少し影響がどうかということを整理事務ということ。

SGTS との分離に関連しまして、ベントラインを付けた際の安全審査の考え方はどうかという御質問です。これはもう少し調べております。ベントラインに設置した弁のうち手

動で操作できない弁はもうちょっと調べたらどうかという御指摘。これは作業中でございますので、次回できればお示ししたいと。

あとリークの液相だと思うのですけれども、漏えいの経路についても少しわからない御質問があったらという御質問もありました。これも少し作業中でございます。

以上、幾つかまだ作業中のものがございますので、御紹介をいたしました。資料4と5につきまして、特に資料4ですけれども、基本的には御報告でございますが、もしこの部分で何かということがございましたお伺いしたいと思います、できれば少し短くして資料6の方の全体の今後の対応についての御説明にさせていただければと思いますが、特にございましたら。

どうぞ。

○奈良林教授 外部電源については、この間の福島サイトを見学させていただきまして、第二発電所と第一発電所があって、特に第二発電所は6万6000Vでしたか、外部電源がすぐ復旧して事故収束に至っていますので、その評価をちゃんとすべきだと思うのです。外部電源も確かに重要で、大型の碍子を使っていないものというのは結構地震に強いという印象を持ちましたので、併せて電源の高圧の送電線だけに頼らずに比較的復帰も簡単にできるものが事故時に非常に役に立つと思いますので、そこら辺の評価というか、各発電所サイトで、そうやって低圧の外部電源についても併せてどういうものがあるかということちゃんとはっきりさせておくということが万一の事故のときに重要だなと思っています。

○大村原子力発電検査課長 その状況については、たしか1回目の外部電源のときに全体の整理をさせていただいたかなと思いますので。

どうぞ。

○勝田准教授 簡単にです。予備品の保有あるいはマニュアルと書かれているのですが、今までは予備品というのはほとんどなかったのか、それとも用意していたのだけれども、全然足りなかったのか、そこら辺の情報を教えてくださいというのと、あとマニュアルも今まではあったのだけれども、極めて範囲が狭かったのか、それともこれからもっと広い範囲の者が必要なのか、それともマニュアルが全く今までなかったのかというのを教えてほしいという2点です。

○村上電力安全課長 今の点でございますが、予備品というのはある程度あったということでございますけれども、やはり特注しなければいけないような部品についてなかなか予備は持てないので、汎用品を持っているというようなことが大体であったと思います。

マニュアルについても、会社によってはある程度一般的な災害のマニュアルというのを持っているのですけれども、こういった電源線特有の特化したものはないと承知していますので、これからつくるものと考えております。

○大村原子力発電検査課長 よろしいでしょうか。

それでは、資料6に行かせていただきたいと思いますのですが、「これまでの検討を踏まえた今後の対策の方向性（案）」となってございまして、本意見聴取会を開始する際に、年明け

ごろに中間的なとりまとめを行いたいということであらかじめ申し上げておりました。一応今日で幾つかまだ作業中のものが残っておりますけれども、一応一通りの施設・設備について検討を行ったということで、今後、中間のとりまとめということで作業を行っていきたいと考えております。

今日も入れて過去6回のそれぞれの会合におきまして、各回の具体的なテーマを挙げまして、論点、対策の方向性ということで文書でしていろいろ御意見をいただいたということでございます。

今回、各回においていただきましたコメントを反映しつつ、改めてもう一度項目ごとに整理した資料ということで資料6を用意してございます。勿論、中間とりまとめはいろんな情報、事故の状況とか復旧の状況とか、事象の分析とか関連資料ともう少し大部のものになると思うのですが、今日のところは過去に提示した論点、対応の方向のところをもう一回ブラッシュアップをして、一応それだけ全体を整理したので、全体をざっと見るにはこういう形で見ていただければと思います。

とりまとめにつきましては現在作業中のところがございますので、またこれにつきましては御相談をしながら議論をいただきたいと思いますと考えてございます。資料6につきまして少し説明をさせていただきます。

1つは外部電源の関係でございますが、先ほど説明があったところとも関連いたします。今回、被災をしました発電所、東通、女川、福島的第一、第二、東海第二とございます。外部電源は22回線があったわけですが、地震直後に機能していたのは3回線ということでございまして、やはり地震に対する脆弱性というものもあるかと思います。

外部電源がないと安全確保はできないということであってはならないということは基本だと思うのですが、ただ、それにしましても、外部電源というものについてできるだけ強化、信頼性の向上というものを図っていくということが基本的な考え方かなと。

そうしますと、まず所外の電気設備を規制上どういうふうに取り扱っていくのかということが1つあるかと思います。これも前回、第1回目で書いたとおりでございますけれども、現在は安全確保の観点からも規制の対象ではないとなつてございますが、ただ、少なくとも原子力発電所に直接つながる変電所というところは非常に大事でございますので、そこまでを視野に入れて、できるだけ外部電源の信頼性の高いものに接続していくということを考える必要があるのではないかと。

あと2点目、所外の電気設備、基本的には変電所等でございますけれども、この耐震性の向上等をどう考えるかということでございます。

今回、先ほど説明がありましたように、原子力発電所が接続する変電所等、電気設備が損傷している例もございますので、今回事故で損壊をしました新福島変電所の断路器と同型の断路器、こういうものの構造の改良とか、先ほど紹介がありましたような碍子、ガス絶縁器の採用というものがいいのではないかとということでございます。

3つ目としまして、これは所内の開閉所でございますけれども、変電所の設備はかなり

多重化されているということで、全体が落ちるということは少ないのですが、開閉所につきましては1つの系統のラインで、どこかの機器が壊れると全体がストップするというリスクがありますので、そうしますと、そのリスクを低減させるために、1つずつの耐震レベルというものをもう少し引き上げる。あと設備の多重化というのも考えられるところは組み合わせて耐震性の向上ということを考える必要があるのではないかとこのところでございます。

「4. 外部電源設備の迅速な復旧」ということで、これも先ほど紹介があったとおりでございます。今回も電源の復旧にかなり時間がかかっているということがございまして、こういう全交流電源喪失時に事故に進展しない時間内に実施できるようにするということが望ましいわけですが、それをやるためには予備の電源設備であるとか、資機材、こういうものを用意して、それをいざというときに迅速に活用できるようにマニュアル等の整備をしておくというのは先ほど紹介のあったとおりであります。

どこに問題があるのかということと迅速に検知するというための装置というのものもあるようでございますので、そういうものを導入ということも考えていく必要があるのではないかと。

次に「所内電気設備について」でございますけれども、今回、福島第一の事故で非常に影響が大きかったというのは、所内の電気設備の機能が喪失したことということであります。つまり、電気で動く機器というのが非常に多いわけでございますので、電気がないということになりますと、それで機能が喪失したというケースが非常に多いということでございます。例えば外部電源につきましても、将来の電気設備が機能していないと、これは使えないということになる。

「5. 所内電気設備の位置的な分散」ということで、今回、津波で特に同じようなところに設置されていた複数あったものも全部共通要因で、水没・被水とかということでだめになったということが非常に多かったということでございますので、非常用の交流系、直流系の電源、配電盤も含めまして、電気系統の設備一式の配置場所について、位置的に分散ということがリスクを下げるのではないかとこのところでございます。

この一式と書いておりますのは、やはり電気設備、系統として運用しているケースが多いので、その系統のどこかの1つが全滅したりすると、これも全体が機能しなくなってしまうということがありますので、そういったことを意識して一式の配置場所という表現になっているかと思えます。

2ページ「6. 浸水対策の強化」で、これはかなりされてはおりますけれども、建屋の水密化ということも進められておりますが、もうちょっと踏み込んで、特に重要なもの、ここは少し部屋単位でも水密化であるとか、排水機能とか、そういう強化をしていくということが有効なのではないかとこのところあります。

5. 6. は内部の電気設備を守ろうという発想でありますけれども、7. は外からできるだけすぐに電力供給ができるような体制というのではないのか。外部からの給電の容易化

ということで、非常時におきまして、電源車は緊急安全対策等でもう既に措置をされているところでありますけれども、こういう給電を確実に行えるようにするということが重要であろうと。例えば建屋外の給電口をできるだけ複数個つくって、いろんなところから給電できるようにするであるとか、被水対策もきっちりやる、こういったことが必要だろうと思います。

「8. 非常用交流電源の多重性と多様性の強化」ということで、既にまた発電機等、各発電所で用意をする、またはしようということ作業は進められているところでございますけれども、非常用の交流電源の多重性に関しまして、考え方です。例えば幾つか用意してあっても、点検で待機除外しているとか、あと自然災害で壊れるとか、こういったことも重なる可能性もあるということなので、そういうことを十分考慮した上で多重性というものを考えていく必要があるのではないかと。

あとは大事なことは多様性ということで、これも共通要因でだめになるということがないように、例えば空冷、水冷等の冷却方式の多様性といったことも十分考えていく必要があるのではないかと。

「9. 非常用直流電源の強化」ということで、今回は交流電源が非常に長期にわたり復旧できなかったということで、直流電源が唯一の電力供給源であった炉もあったということでございます。現在でも直流電源が用意されているということなのですが、この考え方としまして、電源車とか別途の非常用発電機の設置というものを進められているわけで、それを前提としますと、蓄電池が枯渇する前にしっかりと充電されて、長期間機能維持をするということが非常に有効だろうとは思いますが、その上で更にそういう対応は時間を要したり、なかなかうまくできなかったというケース場合は、もう蓄電池だけでしばらくの間、持ちこたえなければならぬ。そう考えますと、負荷の切り離しを行わずに8時間、更にその不必要な切り離しを行った24時間、1つの目安でございますけれども、そういったぐらいの容量というものが必須ではないかということでございます。

「10. 個別専用電源の設置」ですけれども、こういう考え方もあるだろうということで、特に重要な計装関係のものであるとかには直流電源とか蓄電池を別途用意するということが有効かと考えております。

「11. 電源設備関係予備品の備蓄」ということで、これは先ほどの議論とも関係ありますけれども、M/C、P/C、ケーブル等、こういう予備品について、これは別途のところでしっかり確保して、いざというときにすぐに使えるようにといういろんな準備をしておく必要があるだろうということでございます。

3ページ「冷却機能について」、まずは「12. 冷却系設備の津波対策の強化」ということで、今回の事故では海水設備等のポンプ本体とかは冷却関係で被害がなくても、例えば電源を始めとして関連設備が被害、全体の機能喪失に至るというケースがございます。したがって、シビアアクシデントを防止、緩和するために重要な系統につきましては、それに関連する設備を水没とか被水させないための水密化、排水設備の設置と。先ほどと

重なりますけれども、そういう多重性・多様性を確保するというのも大事ではないかということ。これも重なりますけれども、共通要因によって機能を完全に喪失することがないように、位置的な分散を図るということも大事ということで、再度書いております。

「13. 冷却系設備の動作確実性の向上」ということで、今回の事故では1号機の非常用復水器の内側の弁がすべて直流電源の喪失によっても閉じてしまうというのがございまして、必要なときには閉まったものを動作してもらわなければならないということでありまして、したがって、自由な系統の中では、今、言ったような漏えいの可能性を検知して停止するというものがありますので、これを必要なときに確実に動作されるようなメカニズムというものを考えておく必要があるのではないか。

「14. 代替注水機能の強化」ということで、代替注水設備の駆動源について、もう少し多様化を図っていこうということ。代替注水設備の耐震性について、これは位置づけの問題がありますけれども、耐震性を確保したり、シビアアクシデント時の環境にも耐えられるということで、更に強化を図っていく必要があるということでもあります。

注水のときに吐出圧力が低いのでなかなかすぐにできなかったというケースがあります。したがって、できるだけ吐出圧力が高いポンプを用意しておくということで、いろんなケースに対応できるのではないかと考えております。

「15. 緊急時の判断能力の向上」ということで、これは炉心冷却を最優先すべき状況の判断基準を明確化するというようなことがありますし、あと現場を見に行くときのハードであるとか、関連のソフト関係のものを整備しておくということで、判断を迅速に行うためのさまざまなインフラ、ソフト的な対応をしっかりと用意しておく必要があるということでございます。

4 ページ「16. 減圧を含めた余熱除去の機能維持」ということで、例えば3号機の原子炉の減圧、これはSRVが操作できなかったということでございました。したがって、SRVの駆動用も空気系のバックアップシステムというものの、直流電源、こういうものを確保するということが有効ではないか。

ヒートシンクを確保するということで、防潮壁とかスクリーンとか、こういうのも計画されておりますので、そういう津波への体制の強化、これも一部で導入をされつつあります可搬式の代替RHRSの導入であるとか、空冷によるヒートシンクと、いろんな多様化を更に詰めていくということが重要ではないかと思っております。

前回やりました閉じ込め機能に関連いたしまして、今回、炉心の損傷で温度圧力は非常に上昇したということで、格納容器が損傷したと考えられます。そこから放射性物質、水素がリークしたということでございますので、格納容器の除熱というものをどう考えていこうかと。これを多様化していこうということで、格納容器の過圧、過温を防止するためには交流電源に頼らないスプレイ、RHR等による除熱機能の確保ということが適当ということです。

取水設備は今回破損をしているということも考えれば、海水冷却以外、地理的な防災を

確保した代替除熱機能ということも考えていく必要があるのではないかと考えております。

18は先ほども話がありました、格納容器のトップヘッドフランジの過温破損を防止するための対策ということで、例えば一時的に非常に圧力に近いということで、スプレイが下にあるので、直接しがたいということで、このトップヘッドフランジにつきましては、外部から冷却するということを考えられるということですので、いろいろマイナスの効果があり得ますので、少しこれはよく検討して見る必要があるということだと思います。

「19. ベント配管の独立性確保」ということで、これは3号機のベントで水素が4号機に逆流したという事象を考えますと、これが逆に流入するのがないようにということで、ベント配管とSGTSの独立と、号機間でベントの排気筒と共有しないということが重要かなと考えております。

「20. 低圧代替注水への確実な移行」ということで、1つの事象進展のポイントは、高压から低圧へ円滑に移行できたかどうかということができなかったということが非常に大きなポイントだったわけなので、そうしますと、手順として代替注水というものがしっかり準備されていると。その上で行先を確保した上で減圧をする。減圧すると炉水が急速に失われるということなので、注水というものでしっかりと低圧に移行する。その上で高压というものが停止ということ。こういう手順をしっかりと明確化しておくということ。先ほども出ておりましたけれども、可能な限り吐出圧力の高いポンプというものの配備がこういうものを円滑にリスクを下げるという意味で大事ということでございます。

更に、できるだけ早くPCVベントを実施するという観点からしますと、どうしても放射性物質等が出るということを懸念いたしますので、ベント系にフィルタ効果のある設備を追加するということになりますと、これはかなり早い段階で、事象が勿論進展してもしっかりとベントという操作をできるのではないかと考えてございます。

5ページ「21. ベントの確実性の向上」ということで、ベント設備の多重性と耐震性の向上というものが必要なと考えております。例えばコンプレッサー・バッテリーの配備や手動開を可能とするようなさまざまな設備の対応で、やはりベント弁の開操作がなかなかできないということがないような、さまざまなケースを考えて操作が確実に実施できるということが必要だと思っています。

あとラプチャーディスクの問題もございましたけれども、これは設置の要否というものが勿論あるのですが、ないとやはりいろいろ問題もひょっとしてあるかもしれません。したがって、弁付きバイパスラインというものもいろいろアイデアとしてはあろうかと思っております。

「22. ベントの操作性の向上」というところでは、こういう事象は非常に過酷な事象で、ベント弁が設置されているところが線量率が高くてなかなか操作ができないということを防ぐためには、建屋外からの操作を可能とするとか、これはさまざまな工夫ができる余地があるのではないかと考えています。

「23. ベントによる外部環境への影響の低減」。先ほどと若干ダブるのですが、今回、ベントで相当量の放射性物質が放射されたのではないかとということでありますので、D/W ベントの場合はそのまま出てしまいますので当然だと考えていますけれども、W/W ベントについても、できればフィルタ効果のある設備を付けるということがいいのではないかと。

その際に、これもいろいろ御議論の中で御指摘があったと思うのですが、水蒸気を凝縮して水素が濃縮して爆発することのないような工夫というのは当然併せて考えておく必要があるだろうということでございます。

今日の御議論のところについては、この中にまだ反映されていないものですから、またやりますし、冒頭申し上げましたように、中間のとりまとめについては分析とか資料が大部であるということで、これにつきましてはもう少し時間をかけてしっかり先生方に読んでいただいた上で御議論いただくということが必要かなと考えてございます。

とりあえず最後のアウトプットとして、こういう全体のイメージ、各回はそれぞれテーマごとにやっているのですが、全体を通して大体こういうイメージの方向性ということで考えております。資料としては若干不十分かもしれないのですが、とりあえず今の整理はこんな感じになっているということなので、全体の件につきまして、今後の進め方につきましても少し御意見をいただければありがたいと考えております。

済みません、時間が押して誠に申し訳ございませんが、まだ 20 分程度ございますので、御意見をいただければありがたいと思います。

どうぞ。

○渡邊グループリーダー 資料5に戻らせていただきたいのですが、保安院において引き続き整理を行っていく項目の中に是非入れていただきたいのがあって、これは3つあるのですが、私がすべて今までお願いした件なのですが、1つは IC の弁が閉じた後のアメリカの手動で開けられるという対策を取ったという前回だったか前々回だったか話をしたものに対して、そういうアメリカでの状況が日本でどうして未反映だったのかという背景について調べていただきたいというお願いをたしかしたはずなのですが、それは時間がかかると思うのですが、いつどういう格好でこれから調べていくかということを少しまとめていただきたい。

2号機の RCIC が長期に動いていたこと。これがなぜ動いていたかというのものはっきりまだわかっていない。なぜ長期間動いた後に止まったかもはっきりわかっていない。この辺もどの程度まで今わかっているのかというようなことをきちっと整理してほしいというのが2つ目です。

3つ目は、HPCI をミニマムフローラインで運転して、流量を絞りながら運転したということと、手動で止めたという2つのアクションに対して、これは運転員がある意味今までそういう経験があった上でそういう操作をしてきたのか、それともそのときの独自の判断だったのかというののも今一つまだはっきりしていないような気がします。こういう運転

をするという背景をきちっと調べていただきたいと思います。

今の ECCS というか冷却関係の 3 つの点に関して、次に 6 の方に行くのですが、全く記載がないのが、プラントの運転職員が自分のいるプラントの安全設備というものに対する熟知度が本当に十分だったのかと。IC の弁が閉まったというのに気付かなかったとかそういう話があちこちで聞こえてきて、必ずしもプラントを知っていたわけではないという印象がすごく強いのです。そういうところをどうやってこれからカバーしていくのかというのをきちっと見ていかないといけないと思うのですが、そこに関する記載が資料 6 の中に入っていないので、是非それは入れていただきたい。

ベント弁を SGTS にくっ付ける、非常用排気筒にくっ付けるという、いわゆる設計変更したときの悪影響がどのように評価すべきなのかという点に関しては、必ずしもベントばかりではなくて、いろんな軽微なシステム変更、設計変更をやったことによる悪影響の評価をどういうふうに見ていくのかと。たしか 10 年前に起こった浜岡の水素爆発も、水素燃焼も、水がたまるので配管の構成を変えたということであそこに水素がたまってしまったと。あれも基本的に設計変更でああいう現象を起こしてしまったというがあるので、その辺のことを少し整理していただきたいなと思います。

最後にもう一点なのですが、これは全く今まで話が出てこなかったのですが、正直言って今、1F のアズビルトの情報というのがどこにあるのかわからないのです。恐らく 1F の事務本館の中の図書の中にあると思うのですが、アズビルトの情報がない中でいろいろ対策を取らなければいけないという格好になっていると、非常に大変な状況をつくり出していると思うのです。そういうアズビルトの情報の管理の仕方というか、管理の在り方というものに対して、今後どうしていくかというのを少し研究していただきたいと思います。

あと細かな点は、後でメールか何かでいろいろ書き込んで送りたいと思いますので、はっきり言って相当不満がありますので。

○大村原子力発電検査課長 ありがとうございます。いろいろ御指摘のところは確かに十分にここに反映されていない点があるかと思いますが、対応させていただきます。

どうぞ。

○奈良林教授 資料 6 なのですが、特に「17. 格納容器の除熱機能の多様化」は、非常に重要だと思っています。福島第二発電所の方、サブプレッションプールの温度は 100℃を超えてしまって、15 条通報、圧力抑制機能喪失という通報をされています。ですので、サブプレッションプールをしっかりと冷やすということを設備として持つてほしいと思います。これは RHR のような非常に大きなシステムを置くというのは大変ですので、海水系まで全部設備が動いていなければいけませんので、小型のもので崩壊熱を除去する大きさが十分だと思いますので、そういったもの。

特にサブプレッションプールについては、RHR の配管で外に出ていますので、そこに外部の冷却系、空冷等を付けてサブプレッションプールをしっかりと冷やすという設備を是非付け

ていただきたいと思います。これができますと炉心の冷却もできますし、圧力抑制プール、サプレッションプールの水温もちゃんと低く維持できますので、格納容器の過圧破損を防止することもできます。ですから、そういったものは是非必要だと思っていますと。

トップフランジの 18 のところなのですが、水素のライプシュタットとかトップフランジが BWR-6 で Mark-III の格納容器ですので、ヘッドフランジが水没しているのです。プールの中に見える。こういうふうになっていますと、当然あそこのトップフランジだけでも大きな面積がありますので、プールに浸っているとあれだけでもかなり冷却効果はあると思うのです。ですから、是非そういったパッシブな格納容器の冷却というものを検討していただければと思います。水が入っているだけで格納容器が除熱できるというのは非常に大きいですし、先ほどお話が出ていました過温破損ですとか、シールが高温になって劣化してしまうとか、そういったことも防げると思いますので、そういったことも併せてお願いしたいと思います。

23 ですが、水素爆発をさせないようにする、これはフィルタベントの上で重要だと思います。BWR の場合には格納容器の中が窒素でイナートされていますので、水素爆発するということは、あとフィルタベントの系統をあらかじめイナートしておけば大丈夫だと思うのです。ところが、PWR の場合には、イナートしていませんので、あらかじめ格納容器の中に触媒等を設置して、酸素を消費するようにしておく酸素対策をちゃんと取って、それからフィルタベントに流す。あるいはフランスのようにフィルタベントを 1 日かけて加熱してからベントする。そういう水素爆発対策というものが必要だと思います。

当然、フランス等も水素爆発も考慮した上でそういうフィルタベントを設計して、いろんな詳細な R&D をやっています。ヨーロッパは調査してきましたけれども、そういったものをしっかり海外の情報も調査した上で速やかな対策を取ることが必要だと思います。

この技術的知見の方でまとめたものは、実は安全性総合評価、ストレステストの方にも何らかの形でリンクしているはずですので、あと再稼働に向けた日程的なもの、こういう工程もにらんで、例えばベントのスタックに配管を付けるとしたら、今、プラントが止まっているうちに早く付けてしまった方がいいとか、そういったものがあると思うのです。ですから、それは各事業者の責任、判断においてすべきだと思いますけれども、全体の原子力発電所を安全にして再稼働するということの工程もちゃんと頭に入れた上で対策を速やかにとっていくということが必要だと思います。

○大村原子力発電検査課長 ありがとうございます。

どうぞ。

○勝田准教授 簡潔にまとめていただいて本当にありがとうございました。全体を通して見て思ったことなのですが、今までいろんな側面から検討しています。電源の話、電気の話、あと今日は燃料の話もしてきました、水素の話もしてきました。それを見て、仮に何か抜け落ちしているところがないかなと思ったところで思いついたのは、今日、燃料の話

があったのですが、固体の燃料であったと。では、溶けた燃料をどう扱うべきかというのがもしかしたら要るのかなという気がしました。

例えばフランスの ETR では、むしろこれは積極的にやるわけではないのですが、コアキャッチャーというものを用意していて、むしろ下に落ちたときにそういうものを用意している。そういう溶けた燃料の扱いです。今回の福島事故において溶けた燃料がどのくらいひどい影響を与えたかどうかというのはわからないところがあるのですが、ある意味積極的にそういうものを用意しておくことで、安心感を与えてほかの作業を効率よくやるとか、もしかしたらそういう可能性もあるかもしれない、今回、この全体を眺めてみてそういう視点が1つ、溶けた燃料の扱いを思ったところです。

以上です。

○大村原子力発電検査課長 どうぞ。

○杉山教授 先ほど時間がなかったのでコメントだけにしたのですが、フィルタをどう見るかというのは、先ほども言いましたけれども、今までは私の記憶では水素は炉心の全燃料のジルコニウムの1%、要するにそういうことで対応していたことに対して、3.11以降、フィルタの目詰まりをどこまで気にするか。私も奈良林先生も言っている、ヨーロッパでフィルタドベンディングをやっていますが、詰まってしまったら状況は悪くなります。そういう意味では、JNESさんマターかもしれないかもしれませんけれどもセシウムだとかヨウ素で水溶性ではなくて、どのぐらい不溶性のものが出てくるのかというところが一番原点だと思うのです。それに対してフィルタが目詰まりするかしらないかというところでは、JNESの蓄積している部分を是非使う形で検討していただきたいと思う。

○二ノ方教授 それでは、せっかくですから補足させていただきますと、方向性のこの案、大変よくできていると思いますけれども、ハードウェアにどうも偏重しているという感じを受けまして、こういうハードウェアをうまく使いこなすためのソフトウェアというところの視点でももう少し補足していただければありがたいと思います。

国民とのコミュニケーションとかコマンドコントロールとかそういうところまで扱っているわけではないと思いますので、むしろこういう現場と対策本部とかその辺との間のコミュニケーションの在り方というのは今日お話にあったとおりなのですが、そういう観点、要するに情報の伝達、情報の価値の問題というところをこの報告書の中で取り込んでいただいた上で、いかにこういうハードウェアとしてはこれだけの改善があるのだから、これをうまく使いこなすためのいろんなシステムというのはこうあるべきだということを是非入れていただければありがたいと思います。

○山形原子力安全基準統括管理官 済みません、23番のところで若干杉山先生からのコメントがございましたけれども、この23番の趣旨は、フィルタ除去機能があるものであれば何でもいいという意味でございまして、フランス式の砂というものであればまた目詰まりも気にしないといけませんし、水の部分であればその観点は十分少ないだろうと思います。

ただし、水の場合もベンチュリー式の場合も、確かに上におっしゃるように金属のフィルタがございますが、そのところはきっちり調べてまた御報告したいと思います。

○杉山教授　むしろ世界に対して、ヨーロッパがこうやっていたというのでは、日本のレベルはそんな程度だったのかと思われないことも含めて、世界モデルになるような情報発信を近々したいなという研究者としての思いも含めてコメントでございますので。

○大村原子力発電検査課長　どうぞ。

○山口教授　個別にはいろいろあるのだと思うのですが、今日初めてこの資料を見せていただいたので全般的なところで、この資料の構成としてはそれぞれの安全機能について整理していくというやり方と、今まで議論してきた技術的知見としてどういうファクトがあって、それに対してどう評価して考えるのかという視点と両方から書かれていると思うのです。例えば今、渡邊委員がお互いにそれぞれの対策がインタラクションというか、相互作用がないとかそういうチェックをどうするのかという御指摘をされたのですけれども、そういう目で見ても、私はそれぞれの安全機能についてどういうことを要求するかというのをしっかり書き込むというのは重要だと思うのですけれども、その部分が少し抜けていて、例えば格納機能なり冷却機能なりをどうやってどこを強化してどう確保していくのかというところが、そういう性能要求的なものがあって、その上で知見によって実際に起きていたファクトに対してこういうふうな対策を取ることでそこがカバーできるという事実の分析があって、その上で最後は個別のプラントごとにどういう対策が有効で実効的かというのを評価して選択するというようなプロセスだと思うのです。

ここは今日の資料では、恐らく今まで知見として分析したものに対して一つひとつの対策をブレーンストーミング的に挙げていったという段階だと思いますので、その先の整理の仕方もコメントというか考えてみたいと思いますけれども、是非この資料もこのままでコメントを受けてまとめるという形ではなくて、それぞれ例えば電源なら電源とか、どういうことを要求するのかという考え方をまず出して、その上で適切なやり方なり組み合わせなりを選択していくというようなプロセスが重要であるのではないかと思います。

○大村原子力発電検査課長　ありがとうございます。

先ほど説明で最後に言おうと思って抜かしていた点がありまして、今の話ともつながると思うのですが、今回、どちらかというと現象面に着目をして、それぞれ現象についてこういう対策があるというのを抽出したというのがこのペーパーだと思うのですが、今後は、できるだけ自然災害とかあっても事故を防ぐというフェーズの問題と、何かあっても防ぎきれない場合に、炉心損傷に至ることを防ぐにはどうするのかというフェーズの話と、万一、炉心損傷が起こったときに、それを一体どうやってモチベーションしたりコントロールしていくのかといったような段階の話もあろうかと。そういうことも含めて整理も考えていきたいということになると思います。

それでは、大体時間の方も予定をしたところにいきましたので、本日はこの辺りで検討を終了したいと思います。

最後に事務連絡でありますけれども、先生方にはあらかじめお知らせをしておりますが、次回の意見聴取会は2月1日を予定しておりますので、よろしくお願いしたいと思います。

それでは、これで本日は終了といたします。どうもありがとうございました。