

東京電力福島第一原子力発電所における事故の分析に係る検討会

第34回会合

議事録

日時：令和4年12月20日（火）14：00～17：41

場所：原子力規制委員会 13階会議室B、C、D

出席者

担当委員

山中 伸介 原子力規制委員会委員長

杉山 智之 原子力規制委員会委員

原子力規制庁

森下 泰 長官官房審議官

安井 正也 原子力規制特別国際交渉官

遠山 眞 技術基盤課 課長

平野 雅司 技術基盤課 技術参与

阿部 豊 シビアアクシデント研究部門 総括技術研究調査官

栃尾 大輔 シビアアクシデント研究部門 主任技術研究調査官

竹内 淳 東京電力福島第一原子力発電所事故対策室長

岩永 宏平 東京電力福島第一原子力発電所事故対策室 企画調査官

星 陽崇 東京電力福島第一原子力発電所事故対策室 上席技術研究調査官

木原 昌二 東京電力福島第一原子力発電所事故対策室 室長補佐

佐藤 雄一 東京電力福島第一原子力発電所事故対策室 管理官補佐

安部 諭 東京電力福島第一原子力発電所事故対策室 室長補佐

建部 恭成 実用炉審査部門 主任安全審査官

上ノ内 久光 原子力安全人材育成センター 原子炉技術研修課 教官

日本原子力研究開発機構 安全研究・防災支援部門

丸山 結 安全研究センター・副センター長

天谷 政樹 安全研究センター・副センター長

飯田 芳久 規制・国際情勢分析室 福島第一原子力発電所事故分析チームリーダー
西田 明美 材料・構造安全研究ディビジョン 副ディビジョン長
真野 晃宏 材料・構造安全研究ディビジョン 耐震・構造健全性評価研究グループ
研究員

外部専門家

前川 治 原子力損害賠償・廃炉等支援機構 技監
二ノ方 壽 東京工業大学 名誉教授
門脇 敏 長岡技術科学大学 教授
宮田 浩一 原子力エネルギー協議会 部長
市野 宏嘉 防衛大学校 准教授
大石 佑治 大阪大学大学院工学研究科環境・エネルギー工学専攻 准教授
浦田 茂 三菱重工株式会社原子力セグメント炉心・安全技術部
安全評価担当部長

原子力損害賠償・廃炉等支援機構

中村 紀吉 執行役員
若林 宏治 技監
湊 和生 理事特別補佐
中野 純一 審議役

大阪大学

牟田 浩明 大阪大学大学院工学研究科環境・エネルギー工学専攻 教授
大石 佑治 大阪大学大学院工学研究科環境・エネルギー工学専攻 准教授

東京電力ホールディングス株式会社

大野 公輔 福島第一廃炉推進カンパニー バイスプレジデント
飯塚 直人 福島第一廃炉推進カンパニー 廃炉技術担当
溝上 伸也 福島第一廃炉推進カンパニー 福島第一原子力発電所
燃料デブリ取り出しプログラム部 部長
阿部 守康 福島第一廃炉推進カンパニー 廃炉安全・品質室 室長
山口 献 原子力設備管理部 部長代理
今井 直人 原子力設備管理部 設計エンジニアリンググループマネージャー
今井 俊一 原子力設備管理部 原子炉安全技術グループマネージャー

新沢 昌一 福島第一廃炉推進カンパニー 福島第一原子力発電所
燃料デブリ取り出しプログラム部
P C V関連設備・内部調査P Jグループマネージャー

松浦 英生 福島第一廃炉推進カンパニー 福島第一原子力発電所
燃料デブリ取り出しプログラム部
R P V内部調査・線量低減P Jグループマネージャー

三浦 和晃 福島第一廃炉推進カンパニー 福島第一原子力発電所
計画・設計センター 建築建設技術グループマネージャー

株式会社テプコシステムズ

野崎 謙一郎 原子力エンジニアリング事業部
原子力炉心技術部 マネージャー

議事

○山中委員長 それでは、ただいまより、東京電力福島第一原子力発電所における事故の分析に係る検討会第34回の会合を始めさせていただきます。

新型コロナウイルス感染症予防対策のため、リモート会議を利用しながら進めてまいります。円滑な議事進行に御協力いただければと思います。

それでは、お手元に議事次第、配られていると思いますが、本日、議題が非常に多く、五つございます。議事次第にございますように、まず、1号炉の原子炉格納容器内の内部調査から得られた情報について、2番目として、3号機原子炉建屋内の水素濃度評価について、3番目として、スミヤ試料分析の整理等について、4番目、事故分析の中間取りまとめ（2022年度）案について、その他の順で進行してまいりたいと思います。

本日も議題数がございますので、皆様の議論次第というところがございますけれども、途中で休憩を挟みまして、議論を進めていきたいと思っております。議題ごとに配布資料を用意しておりますので、各担当者から資料を基に御説明をいただきたいと思っておりますけれども、議事進行については、安井交渉官をお願いをいたします。よろしく願いいたします。

○安井交渉官 規制庁の安井でございます。

それでは、今、委員長からございましたけれども、この議題表に従っていききたいと思います。若干、全体の鳥観図を申し上げたいと思っております。

本日の主たる目的は、4番目の中間取りまとめの案を、何とか先週の末にはお配りをし

ているので、皆さん、一度は読んでいただけたと思うので、これを大体このぐらいでいいかなというのをセットするのが目的でございます。実は、大部な資料で別添がついておると思いますが、こちらのほうは、まだちょっと細かい平仄とか、そういうのは取れていないので、今日はお手元にお配りをしてあるだけという状態でございます。

それで、1、2、3は、本日の段階でも新たな情報がございまして、それを最大限中間取りまとめに取り込もうということで、まず1、2、3で新しい情報の整理をしまして。ただし、この1、2、3についての記載は、中間取りまとめにはまだ収容し切れておりません。今日の議論を受けてその分を拡張して、年明けの13日の会議にはお諮りをしたいと。ただ、アウトラインは今日中に大体こんなものかなというところまでの共通理解に到達したいというふうに思っております。議題としては、できれば1、2、3までやって、休憩入れて4に行きたいのですが、時間かかってしまうと2で切る、一回休憩にするかも分かりません。

それでは、早速議題を進めるために、1番目、ペDESTAL関係に進めたいと思います。最初、東京電力から御説明いただくのですが、その前に、ちょっと前回もらった資料の中で気になっていることがあるので、ここで少し御紹介をするので、それにも触れながら説明をしてもらえればと思います。それでは、小西さん、出してもらえますか。

これは前回頂いた資料で、24と書いてあるところの数字の真上に、真ん中の下ですね、RCWの管がもともと行きと帰りで2本あったと。それで、この2本がどこか行ってしまったと、こういうことなのですね。

次のページに進んでもらいまして、もう一つ、先ほどお願いをした順に出してもらいたいのですが、この写真は、ペDESTALの入り口、32と書いてある中央の写真は入り口ということになっているのですが、入り口の管が1本しか写っていないので、ちょっと位置関係はあとで解説してもらおうとありがたいと思っております。

それから、ペDESTALの開口部、入り口の写真右側に電線管というのがございまして、電線管というのは、読んで字のごとく電気の管なのですが、塩ビだと思えますけど、樹脂の被覆がされていて、それが右上の写真を見れば、残存しているようには見えていないわけですが、ただ、塩ビが残っているかどうかは、ちょっと外から見ただけでは分からないのですが、完全になくなっているにしては、ちょっと分厚めには見えるなどは思いません。

それで、左下に同じように別の電線管の写真があるのですが、こちらは、元が細かつ

たのでよく分からないのですが、芯材だけになっているようにはちょっと見えないので、これがもしかしたら温度条件を制限するのに役に立つかもしれないと思っているので、若干コメントをいただければと思っています。

それから、次に行ってください。これが先ほどのペDESTAL出口の写真なのですが、この33という数字の左上のところに写っているやつを見ると、正面から見て右から左に曲がっている、カーブになっている堆積物が見えていますけれども、開口部、通路内、塊状堆積物というやつですね。この回り方は、どちらかというところとRCWの管に近くて、どうもRCWの管が、東電、別に溶けてなくなったと言っているわけではないのですが、どこか行ってしまったのですが、なくなっていないのではないかという気はしているのです。ただし、では本当にこれかは、まだ分からないのです。

次のページ行ってください。もう次はないのかな。一つ戻ってください。行き過ぎです。非常に不安定で。調子よくないのですが、もともとRCWの管があったところには確かになくて、ただし、その手前の配管が一部、一番下の床面に近いところが喪失しているのではないかと、こう思うところがありまして、ちょっとうまく示せなくて非常に残念なのですが、周りのハンドルとか、そうしたものがうまく写っていたり写っていなかったりしているので、ちょっとこれは、当時のことは、まだ正確には分からないけれども、周りの材料の材質をもう一度ちゃんと、一度東電と確実に確認をした上で、一つ一つ温度条件のチェックを試みたいと思っています。

ちょっとこちらの不手際で資料がちゃんと示せないのですが、ここは飛ばして、東京電力からのPCV内調査の御説明をお願いしたいと思います。サイトのほうですか。よろしく願います。

○東京電力HD（新沢マネージャー） 東京電力、新沢のほうより、1号機PCV内部調査（後半）について、資料の御説明をさせていただきます。音声、聞こえていますでしょうか。

○安井交渉官 よく聞こえております。

○東京電力HD（新沢マネージャー） ありがとうございます。

それでは、1ページ目をお開きください。1号機PCV内部調査の概要でございます。

1号機の原子炉格納容器の内部調査につきましては、X-2ペネトレーションから現在実施をしております。

また、PCV内部調査に用いる調査装置につきましては、PCV内の水中を遊泳する際の事前対策用と調査用の全6種類の装置を開発して現在実施中でございます。

水中ROVの調査ステップでございますが、まず、ROV-Aというものを用意いたしまして、こちらが事前対策となるガイドリングの取付け、こちらは、ジェットデフレクタにガイドリングを取り付ける装置となっております。それから、ROV-A2でございますが、こちらにつきましては、ペDESTAL内外の詳細目視を行う調査装置となっております。続いて、ROV-Cにつきましては、堆積物の測定になってございます。

ここからが、オレンジの枠で囲ってあるところが後半の調査に向けて使用するROVとなっております。まず最初にROV-D、こちらが堆積物のデブリ検知・評価。それから、ROV-Eが堆積物のサンプリング。その次に、ROV-Bが堆積物の3Dマッピング。最後に、ROV-A2がペDESTAL内部、それから壁部等の詳細目視を行う調査装置となっております。

下のイメージ図でございますが、まず、左側のほうがリアクタービル側になって、右側がPCV内となっております。左側に記載してございますケーブルドラム、それからシールボックス、こちらの中からROVを右側のPCV内に投入いたしまして、ROVを着底させた上で調査を行っているというところになります。

続いて、2スライド目を御覧ください。PCV内部調査の状況でございます。

こちらにつきましては、11月28日でございますが、調査の再開に必要なPCV水位の確保を目的とし、原子炉注水量の変更を実施しました。PCV水位の確保が確認できたことから、12月6日からROV-Dによる堆積物検知を開始いたしました。

12月9日にかけて計画した調査を完了したことから、翌10日にROV-Dのアンインストールを行い、現在は、この後に実施しますROV-Eの投入に向けた装置の動作確認を実施中でございます。なお、ROV-Eの調査実施時期につきましては、2023年1月中旬から堆積物のサンプリングを開始することで、現在準備を進めております。

下のポンチ絵を御覧ください。今回は、ROV-Dによる調査を8ポイント行いました。本日でございますが、まず調査速報ということで、本日は2ポイントの測定結果をお知らせしたいと思っております。

調査ポイントの番号で行きますと、左側のROV投入位置の下にある⑦番、それから、右側のペDESTAL開口部と書いてあるところの下の④番、こちらの2ポイントについて御報告したいと考えております。

続いて、次のスライドをお願いいたします。こちらがROV-Dの評価の2ポイント速報となります。

先ほど申しましたように、調査ポイント④番、それから⑦番について、熱中性子束、そ

れからEu-154を確認いたしました。今回の調査で、デブリの存在の有無に関する有効なデータの取得ができたと考えておりますので、引き続き、残りの6か所について、現在評価中ですが、こちらの評価を実施しているところでございます。

まず、下のグラフになりますが、こちらが中性子束の測定結果の④番と⑦番の結果になります。右側の表に記載してございますように、ポイントの④番については、熱中性子束が58.9nv、それから、ポイント⑦番については44.3nvということで、熱中性子を確認いたしました。

それから、下の γ 線の核種分析の結果でございますが、こちらにつきましても、左側のグラフを御覧いただきたいと思いますが、こちらにつきましても、両測定ポイントにおいてEu-154の放出 γ 線である996keV、それから1005keV、1274keV、1597keV、こちらのピークカウントが得られたことにより、Eu-154を確認したと考えてございます。

続いて、次のスライドをお願いいたします。こちらは、現在評価中でございます6ポイントの速報ということで記載してございます。こちらに載せているデータにつきましては、速報ということで、まず10分単位のデータを載せております。調査の期間としましては、60分行っておるのですが、ちょっと今日、御準備できたのが10分ということで、それぞれの調査ポイント①、②、③、⑤、⑥、⑧ということで、調査の速報取得データを記載させていただきます。

それから、7スライド目を御覧ください。こちらが今後行うROV-E（堆積物サンプリング）の調査計画でございます。

まず、ROV-Eによる堆積物のサンプリングにつきましては、ペDESTALの外周部4か所を計画してございます。

右側のポンチ絵を御覧いただきたいのですが、青い丸で記載している4ポイントをサンプリング計画としてございます。

また、サンプリング装置につきましては、2個のサンプリング容器を搭載し、1台の装置で2か所のサンプリングが可能となっております。2か所のサンプリング後、ROV本体またはサンプリング装置を交換後に、残りの2か所をサンプリングする計画でございます。

サンプリング装置につきましては、吸引式によるサンプリングを計画してございまして、サンプリング装置を堆積物の表層に吊り降ろして、真空状態にしたサンプリング容器にノズルを介して堆積物を吸引するというような構造になってございます。

それから、続いて8スライド目を御覧ください。こちらがPCV内部の1階フロアの状況で

ございます。こちらは、12月6日に実施しましたROV-Dのインストール時に作業監視カメラでPCV内部の1階の状況を撮影したものとなっております。

左下のポンチ絵を御覧いただきたいのですが、X-2ペネから作業監視カメラをPCV内に挿入して、記載の番号順に写真を載せております。

まず、①番でございますが、こちらがX-2ペネ内扉となっております。真ん中にガイドパイプと呼ばれている金属の銀色の丸がございますが、ここからROVが出し入れされるというところとなっております。

それから、②番でございますが、こちらがPLRの配管を提示したものになります。真ん中に保温材剥がれと記載してございますが、こちらにつきましては、ROVを投入する際に、干渉物をAWJによって切断をしたわけでございますが、そのウォータージェット水が一部保温材に当たって剥がれているような状況になっています。

その隣でございますが、ペDESTALのペネ壁面ということで、PLR配管の横側の壁面を捉えたところとなっております。

それから、④番でございますが、こちらはPLRポンプのモータを写し出した画像となっております。

それから、下の写真にまいりまして、②番のPLR配管下部でございますが、こちらは先ほどのPLR配管の下側を捉えた画像となっております。

それから、右側に行きまして、PLRポンプ弁と書いてございますが、こちらはPLRポンプのバルブの先端の弁棒ですね、こちらが出ているというところになります。

それから、その隣の調査装置ケーブルと書いてございますところは、2015年にPMORPHというコの字型のクローラータイプの調査装置を投入して調査したわけでございますが、このときに、干渉物にこの調査装置が干渉して、そのままPCV内に残置されておる状態となっております。その装置のお尻から出ているケーブルを写したものにございます。

いずれにしましても、あと全体的に見ましても、大きなPLRポンプモータとか既設設備に大きな損傷等はなかったものかなと考えてございます。

続いて、9スライド目を御覧ください。こちらが内部調査全体の工程になります。先ほど申しましたように、現在はROV-Eの準備を行っているところでございます。年明け中旬を目標にROV-Eによる堆積物のサンプリングを実施し、以降、ROV-B、それからROV-A2ということで、記載の工程を精査しながら実施してまいりたいと考えております。

簡単でございますが、御説明につきましては以上になります。

○安井交渉官 ありがとうございます。

今の説明の中で、中性子束と γ 線の測定結果が5ページと6ページに載っていたと思えますけれども、これは結局、何を意味しているというふうにお考えでありましょうか。

○東京電力HD（溝上部長） 東京電力の溝上です。

今回の調査なのですけれども、やはり特徴といたしましては、先ほど新沢のほうから紹介がありましたように、この前の前のページですね、こちらになりますけれども、中性子束の測定結果として、過去に中性子源を使ってこの装置を単独で試験したときと同じような形状のスペクトルが取られているということと、 γ 線核種の分析結果としては、デブリについて帯同性の高いEu-154の特徴的なピーク、996と1005keVの、これはちょっと、二つを分割するのは難しいので、一つの山として見えているということと、1274keV、これはEu-154の γ 線の中で一番頻度の高いものになります。1597keVというのは、頻度的には少ないのですけど、周りに似たようなエネルギーがあまりないので、見えているのではないかなというところなんです。700keVくらいのところにもユーロピウムのピークが本当はあるのですけれども、ただ、1274keVのピークのところがかたかだか100カウントくらいなんです。700keVくらいのところだと1万カウント分くらいとかがありますので、ちょっと見えないのかなというふうには認識しておりまして、これはEu-154が見えているのだろうというふうには考えてございます。

ということで、デブリに起因するような中性子とユーロピウムの存在が確認できたというのが今回の結果でございます。ただ今回、8ポイント評価してございますので、横並びにしたところで見えてくるものというの、きっと多いと考えてございますので、2点だけの結果をもって、これこれこうだということではなくて、8点全部、横並びで見た上で何が言えるのかということは、最終的には評価していくことになるのかなというふうには考えております。

以上です。

○安井交渉官 ありがとうございます。

ユーロピウムのオリジンは、炉心からというふうには考えているのですか。

○東京電力HD（溝上部長） 東京電力の溝上でございます。

Eu-154というのは、それなりにイールドのある核分裂時に発生するフィッションプロダクトの一つになってございます。その核分裂生成物の中で、例えばセシウムなんかは、揮発性が高い核種になりますので、温度が上がっていったらUO₂のマトリックスの中から外に

出ていってしまう傾向がございます。一方で、ユーロピウムにつきましては、温度が上がったとしても外に飛んでいきにくいというようなことがありますので、 UO_2 があるところには、このユーロピウムについても一緒にいる可能性が高いということですので、ユーロピウムのいるところには UO_2 マトリックスもあるだろうということで、こちらの核種を選定して、 γ 線スペクトルで見えるかどうかということ測定したのが今回の調査になります。

以上です。

○安井交渉官 ありがとうございます。

端的に言えば、炉心が溶けて、落ちて広がった証拠として、Eu-154と中性子束を期待していて、それは予定どおり観測がされた。それで、次の6ページですか、この⑥番なんかは中性子束がかなり少なめに出ていますので、ちょうど反対側のところは、そんなに回り込んでいないのかなということかなと思って見ていたのですけれど。もちろん、確かなことを言うには、もっとたくさんデータを集めなければいけないのですが、見た感じは、そういうことかなとは思っているのですけれど、それで大きくは違いませんか。

○東京電力HD（溝上部長） 東京電力の溝上です。

先ほど、8ポイントを全部並べてみた上で、いろいろ見えてくるものもあるだろうということ申し上げましたけれども。その理由の一つとしては、先ほど安井さん御指摘のポイント⑥なのですけれども、こちらは、右下のページでいうと11ページになるのですが、ROV-A2に搭載されている中性子計測器で測定をしたポイント④と似た位置でございます。今回のポイント⑦なのですけれども、これが左の絵で見えているジェットデフレクタHを挟んで対称の位置くらいにあって、そんなに離れていない位置なのですね。今回、過去のA2のときのこの資料の2ポツ目に書いてあるのですけれども、ペDESTAL開口部付近で熱中性子が多く確認されているというのは、このポイント①、②、③とポイント④との比較において、開口部から離れると、どうも中性子束も下がっていきそうということ、こういう記載をさせていただいているのですけれども、今回、④と⑦の関係というのは、ページでいうと、測定値のある3ページでも大丈夫かと思いますが。④と⑦の関係でいうと、④と⑥というのがA2でやったときの似たような関係になるのですけれども、④と⑦、さらに遠い位置にあるのですが、評価値としての熱中性子束については、そんなに大きく変わらない。A2のときには1桁落ちていたものが、こちらは1桁も落ちていないということになりますので、これが局所性を意味しているのか、それとも何かしら別の意味を持っているのかみたいなことも慎重に検討する必要があるだろうということで、現時点で、やはり8点横

並びでしっかり見てみたいなというふうに考えているところでございます。

以上です。

○安井交渉官 分かりました。ちょっとこのところは、調査ポイント⑥のグラフのこれだけばらつきが激しいのは、普通はデータの量等の揺らぎによることが多いのですが、今おっしゃったように、全体を見て、また東京電力としての分析もどこかで説明をしてもらえればと思います。

それ以外の、私だけがしゃべってはいけないので、規制庁及び外部の専門家の方で御質問や御意見がある方は手を挙げていただいて、フロアをオープンにしたいと思います。

岩永さん。

○岩永企画調査官 規制庁、岩永です。

ちょっと専門的にというか、感覚を少し捨てて御質問させていただきたいのですが。まずこれ、バックグラウンドとしての γ 線はどれくらいですか。あと、その対象となっていないところの γ 線のスペクトルは取られていますか。

○東京電力HD（溝上部長） 東京電力の溝上ですけれども。

すみません、④と⑦に相当する位置の雰囲気線量みたいな数値はあるのですが、ちょっと今、手元にないのですが、サイトのほうで、そのデータ持っていますでしょうか。

○東京電力HD（新沢マネージャー） 東京電力、新沢でございます。

すみません、ちょっと今、手持ちで持ち合わせてございません。

○岩永企画調査官 規制庁、岩永です。

今見せてくれというところではなくて、今後の調査の中での、今、溝上さんがおっしゃった、並べてみるべき必要性として、まず、その場の γ 線のスペクトル、これがユーロピウムのいわゆる汚染というか、その比定が中性子とあまりにも違いますので、まずはバックグラウンドとしてのユーロピウムが存在を確認するという意味で、並びで見るということに意味は非常に大きいと思っています。あと、測定ポイントごとのスペクトルの数え落としの状態ですね、このスペクトルを判断していきたいのですが、先ほどのように、700keVぐらいのところは抜けていたりするので、恐らくカウント数が大きく差が出ているのではないかと考えています。あと、数え落としが起こっている。測定の時間は、ある程度限られているので、このような状態で比較していく必要があるのですが、それは全て同じ時間でやれば、同じ条件で比較ができるので、まず、バックグラウンドの γ 線と比較していただく。あと、数え落としの状態。ディテクターがどれくらい中性子と γ 線を測っ

ているときに数え落としているかというような情報もください。

あと、もう一点、ちょっとこれ、重要なことなのですが、先ほどユーロピウムと UO_2 のマトリックスが一緒にいるということの仮説はよく分かりますと。そういった点でも、測定ポジション、先ほどの⑦と④が過去のデータに比べれば、同じような傾向を示していないところもあるので、 γ 線側に中性子の信号が熱化していないものだとか、熱化していてもちゃんとディテクトできていない場合があるので、その情報も、先ほどのスペクトルを解析することで、ある程度判定ができますので、それを並べるということは、検討の対象に入れていただいて、次回以降でいいので、材料をいただければと思います。

○東京電力HD（溝上部長） 東京電力の溝上です。

御指摘の点、承知いたしました。

あと、ちょっと御説明がなかったかもしれないのですけれども、4ページ目以降の取得データ、まだ評価が終わっていないところのデータなのですけれども、こちらのほうは、10分間の測定データになってございます。3ページのほうの測定データにつきましては、今回の調査では、10分の測定を6セットやっております、3ページの評価結果は60分のデータを足し合わせたものになっておりまして、その次のところは10分ものなので、今の時点では単純なカウント数の比較はできないということは、ちょっと御注意いただければと思います。

あと、雰囲気線のところなのですけれども、今、ちょっと手元で発見したので御紹介させていただきますが、ポイント④、ペDESTALの開口部の近いところなのですけれども、ROV-A2で測ったものなので、ある意味参考値ではあるのですけれども、測定をした底部付近では4.9Gy/h。ポイント⑦につきましては、同じく底部のところでは2.01Gy/hといった数字になってございまして、もちろん高い数字ではありますが、過去の経験上、中性子束の計測で大きな影響が出てきたというほどの中性子束ではないかなというような状況でございます。

以上です。

○岩永企画調査官 規制庁、岩永です。

ありがとうございます。倍は変わらないということであれば、同じような γ 線場ではあるので、両方のディテクターは同じような環境で測られているということ。あとは信号の性質なので、そのときに取られた γ 線もスペクトルも見ながら、ちょっと確認してみましよう。これは対象物に押しつけた状態でのスペクトルでいいですね。

○東京電力HD（溝上部長） 対象物に押しつけたというか、測り方としては、ROVからいかりを降ろすような形ですると下げて行って、着底した状態で測定をしているというものでございます。

○岩永企画調査官 では、お示しの資料の中の後ろですかね、通しで15ページのセンサが対象物の上に載ったような形での測定というふうに考えて、いわゆる対象物から非常に近い形で検出器があるということで考えれば、バックを測るのであれば、その上の辺りからディテクターの値を見てあげればいいので、そういう感覚でよろしいですね。

○東京電力HD（溝上部長） こちらの測定器については、 γ 線の観点でコリメータ付きの遮蔽体をつけておりますので、その穴が堆積物の表面に当たるような感じで測定をしているという状況でございます。

以上です。

○岩永企画調査官 分かりました。

○安井交渉官 それ以外に御質問や御意見のある方、いらっしゃいますか。大丈夫ですか。

では、特に手が挙がっていないようなので、東京電力、1-1の資料の御説明ありがとうございました。

それでは、次の1-2に進みたいと思います。御説明をお願いします。

○東京電力HD（溝上部長） 東京電力の溝上でございます。

資料1-2について御説明したいと思います。こちらの資料なのですが、資料1-3として前回の資料をつけておりますけれども、資料1-3に対する追加情報ということで、非常に短いのですが、お持ちしたものでございます。まさに前回の検討会におきまして、RCWの熱交の話が出てきたと思います。そのときに、RCWの熱交につながっている配管ってどちらだっけという話をちょっとしておりましたところ、ページめくっていただきまして1ページ目ですけれども、左の写真でございます。これは下の真ん中に事故前の写真がありますけれども、青い矢印で書いてあるものが熱交から来て格納容器の中に入って機器ドレンサンプピットへ行くライン。機器ドレンサンプピットで温まって、赤いラインで戻っていくラインになっています。事故前の状態ですと、オレンジ色のハンドルが大体同じくらいの高さにあるだろうというふうに見えていたのですが、左の写真を見ていただきますと、ちょっと見にくいのですが、もともとの戻りラインのハンドルが真ん中くらいにあるのですが、機器ドレンサンプピットに行くラインのハンドルは少し下がっているというような状況に見えることが分かるかと思えます。

右側の写真ですけれども、緑色の点線の丸で囲ってあるところにサポートが見えておりますけれども、もともとは、このサポートのすぐ下にRCWの配管が走っていたところが、それが見えなくなっているという位置関係の説明でございます。そういう意味では、ハンドルの位置がずれているということは、配管全体が変位があって、力学的な力で動いている可能性があるのかもしれないということで、サンプルピットのほうに、もともとは高温の燃料デブリが落ちてきて、それが落ちてきたらひとたまりもないだろうと、そこで破れてしまいますよねということだったので、そういう意味では、これまでの調査でペDESTALの中から外に出てきているような堆積物の状況みたいなものも見えているところから、RCWの配管については、どこで破断しているかは別として、一部がペDESTAL内部から外部の移動に伴って、力学な要因によって破断している。その結果として変位が見えているということを示している可能性があるのではないかとということで、今回お持ちしたものでございます。もちろんビデオでの調査の情報なので、どのくらい、実際動いているのかみたいところは、定量的には難しいのですが、そういった情報として今回お持ちしたということでございます。

ページめくっていただきまして、2ページ目なのですが、先ほどのところが真ん中の下の写真にありますドレンサンプからペDESTALの外に出て回ってくるライン、ここが見えなくなっているところなのですが、そこから立ち上がりがあって、その先、気中で配管が回っているところが緑の点線のところなのですが、この緑の点線のラインのところではRCWの配管を見た写真が、大体同じところなのですが、3種類用意してございます。

左の写真なのですが、もともとは並行に沿って走っていたラインと思われるところが、片方は保温材等もなくなっているような形で、若干ずれているような形で見えています。その右の写真にありますけれども、その配管の一部については、ちょっと変形をしているようなところが見えておりまして、こちらについても、熱交から格納容器の中に入ってくるラインのほうで、そちらのほうに変形と保温材のカバーの外れが見えているということになります。

右下の写真が同じところを真下から見上げたような写真になっていますけれども、どうしてこういう形になっているかというのは、現時点では全く分からないのですが、こんな形に変形をしているっぽく見えるというようなことでございます。

今回、新しい情報としてビデオから持ってきた情報というのは以上でございます。

以上です。

○安井交渉官 ありがとうございます。最初にRCWの管がなくなってしまったというよりは、どこか動いたと考えたほうがいいかもというのと一脈通じるところがあるのですけど。この1ページ目の右側の写真というのですか、ここに写っていますけど、緑の点々の楕円の左下のところの管は、これ、ここで切れてしまっているように見えるのですけれども。それから、もう一つは左側の絵を見ても、真っすぐ上から下に下りてきている黄色と白の混ざったような色の管も下のほうがなくなってしまっているように見えるのですけれども。この黄色いやつがRCWの管なのですか。

○東京電力HD（溝上部長） そのとおりです。切れているように見えなくもないのですが、ハンドル自体は切れているっぽい下のところにあるので、恐らく影か何かの関係ではないかと思うのですが。

○安井交渉官 ちょっとこれは、一度またどこかでROV入れたときに、できればクローズアップか何かにしてもらえないかなというのが一つと。

それから、このオレンジのハンドルは、右側の写真の視野にも本来は入っているべきなのだけど、写っていないですね。形跡がね。したがって、やはりある程度埋まっている可能性があって、これ、意外と強い管だったと思うので、動かないようには思うのですけれども。やはり高さを見ると、フランジの位置が右側の写真に写っていますけれども、そこから見ると、堆積物のところまでの距離が短いので、意外と堆積物もあって、先ほどおっしゃったものはよく分かりますけれど、それ以外の全体のところは、何らかの破損があって移動したのが1点と、それからやはり、かなり積もっているというか、下に堆積物があるという印象を持つのですけれど、その辺には何か御意見がありますか。

○東京電力HD（溝上部長） 今の写真のところだと、それなりの高さがあるのですけれども、開口部付近まで行くと、それなりに高さ下がっていますので、その辺を見ても、RCWの配管はやはり見えないのかなというふうには感じております。

以上です。

○安井交渉官 つけてもらっている資料1-3の10ページの写真ありますよね。この写真の33と書いてあるところに、ペDESTALの中から左に曲がっている堆積物がありますよね。右側にあった配管は必ず右に曲がっているはずなので、でないとペDESTALの中に入れないから、これは何ですか。この左に曲がっている、これは何かの上に堆積物ができているようには見えるのですけど。

○東京電力HD（溝上部長） これ、今の時点では塊状の堆積物としか言えなくて、それ以上のことはよく分からないという状況ではあるのですけれども。奥のほうに行くと、この堆積物は鉄筋のほうにタッチしているような状況にも見えますので、ここに動いてきたのはコンクリートがなくなった後ではないかというふうには考えておりますので、時間的にどういうふうにこれが動いたのかということも併せて考えていくのかなというふうに考えているところです。あまり答えは持ち合わせていません。

以上です。

○安井交渉官 こういうのも含めて、ちょっと先入観をなくしながら僕らも見えていかないとよくないと思っているので、またいろいろなことが分かったら、順次情報を追加してもらえたらと思います。

この資料の1-2について、御質問や疑問がある方があれば手を挙げていただけますか。

浦田さん、どうぞ。

○三菱重工（浦田部長） 三菱重工の浦田でございます。

通し番号の21ページですかね、資料1-2の1ページ見ているのですが。これの下の事故の前の写真ですと、背景にあるのは、これはペDESTALの外側の壁のように思うのですが、右上とか左の写真を見ると、壁のところは事故前はつるんとした壁に見えますけど、例えば右なんかは、背景に写っているのが乱立した縦の管みたいなものが見えますけど、これはコンクリートの鉄筋ですかね。

○東京電力HD（溝上部長） 東京電力の溝上です。

最初にコンクリートの鉄筋の議論になったのは、確かこの辺の写真だったと記憶しておりますまして、BWRのプラントのほうでは、この辺りの鉄筋、35mm径の配筋を使っております。見えている大きさからいって、鉄筋ではないかというふうに議論していたところです。

以上です。

○三菱重工（浦田部長） ありがとうございます。左側の写真のバルブの背景にあるのが、壁ではなくて、いろいろな機器が見えるように見えるのですが、これって何が写っているのでしょうか。

○東京電力HD（溝上部長） 左の写真につきましては、これ、見えているのは壁という認識ですね。ペDESTALの壁ですね。鉄筋が見えているところは、右の写真でいうと棚状になっているものの下の部分だけ見えているというのがこれまでの調査結果で、左の写真は、その棚状の堆積物の上のほうの状況ですので、棚状の堆積物の上に見えているものは、基

本的には、見えているところは壁が残っているというふうに確認されてございます。変色はしているようではすけれども。

以上です。

○三菱重工（浦田部長） ありがとうございます。

○安井交渉官 ほかには御質問ございますか。

では、ないようなので、ただいまの東京電力からの御報告はいただいて、できれば何かの機会に近くに寄って、きれいな確実に判断ができる映像をまたさらに入手できればとは思っています。

それでは、1-3は以前の資料の再掲ですので、次に1-4、大阪大学から本件関係のコンクリートの検討についての資料が出されております。

では、大阪大学、大石先生かな、よろしくお願ひします。

○大石准教授 大阪大学の大石です。

それでは、私のほうからコンクリートに関する事象の検討の続報という形で御報告させていただきます。

1ページめくっていただいて、我々大阪大学では、1F-2050というチームを作りまして、事故の調査などを行っております。我々注目しておりますのは、1号機ペデスタル開口部で先ほど議論になりましたコンクリートの破損状況とテーブル状の堆積物です。

前回、我々のほうから二つのシナリオを提案しました。

一つがコンクリートの高温での熔融シナリオ。これは炉心熔融物がコンクリートの温度を上げると。これでコンクリートは熔融してクラストが形成されて、これがテーブル状の堆積物になったのだらうというシナリオです。

もう一つがコンクリートが水で溶解したのではないかというシナリオです。こちらは、炉心熔融物が高温の水もしくは水蒸気を発生させると。コンクリートが水もしくは水蒸気へ溶解して高粘度の液相が生成して、水の脱離によって多孔質な物質が生成したという、この二つのシナリオでございます。

1ページめくっていただきまして、前々回、第32回の会合で報告したのですけれども、これらのシナリオについて検討するような、検証するような試験を大阪大学では実施しております。新田川産の原子炉で使われているものと同じ粗骨材、新田川産のものをを用いて、鉄筋入りのコンクリートをこのように作成しまして、600℃と1280℃でそれぞれ熱処理を行いました。600℃では外観上の変化はなし、1280℃のほうでは、このように黒く熔融し

てしまったということです。

この試験結果を受けまして、溶融したコンクリートの分析というものを行いました。これは電子顕微鏡、SEMと元素分析、EDXを行いました。もう一つは600℃で長時間保持するという試験を行いました。また、粗骨材の分析を前回は電子顕微鏡で実施したのですけれども、今回は偏光顕微鏡を用いて観察したということです。これらについて、今回は御報告したいと思います。

それでは、ページをめくっていただけるでしょうか。まず、溶融したコンクリートの分析です。上の写真が溶融したコンクリートですけれども、1280℃で溶融したコンクリートになります。こちら、切断しまして、下の左側の写真は、上から試料を見た画像です。よく近づいて見ますと、溶けたコンクリートは2か所に分かれているということが分かります。一つは溶融した箇所、黒色の部分と、もう一つが溶け残りで見られる部分です。右側は断面図になっておりまして、下のほうに黒いものが広がっていると。これが溶融した箇所、上のほうに残っているのが溶け残りの箇所ということになります。ということで、この2か所を分析の対象として、電子顕微鏡で観察を行いました。

次のページをお願いします。まず、溶融した黒いところなのですが、左下に電子顕微鏡の画像を示しておりますが、このようにのっぺりとした均質な画像となっております。上に並べておりますのがそれぞれの元素の分布状態ですけれども、それぞれの元素も均一に分布しておりました。

元素の組成ですけれども、下の表に示してありますとおりでして、シリコンが6割ぐらい、あと、ナトリウム、マグネシウム、アルミニウムなど入っておりますが、鉄が5%ほど入っておりました。恐らくこの鉄というのが黒色の原因であろうと考えておりまして、 FeO 、 Fe_3O_4 など、これらが黒い色になりますので、これが恐らく原因だろうと。また、このような組成といいますのは、鉄鋼で見られるようなスラグでもあるようなものだそうできて、同じような組成、鉄が5%、あと二、三%ほど入ったものでしたら、やはり同じように黒くなるということです、やはり鉄かなというふうに考えております。

次のページをお願いいたします。こちらは溶融の溶け残り箇所の分析結果でございます。左下がイメージ画像ですが、このようにやや二つの層に分かれているようなイメージになっております。上がそれぞれの元素の分布ですけれども、やはり少し層が分かれているように見えます。不均質のように見えます。石英と見られる層の部分が見られるのと、特徴としましては、先ほどと違いまして、鉄、マグネシウム、カルシウム、特に鉄なのですけ

れども、これをほとんど含んでいないということが分かります。

先ほどの結果と合わせて考えますと、粗骨材の中から鉄、マグネシウム、あとカルシウム、 SiO_2 、これらを含むものが共晶反応という反応によりまして、比較的低い温度で先に溶け出してきたのであろうというふうに考えられます。それ以外のものであるところがこのように溶け残ったのであろうというふうに考えております。

次のページをお願いいたします。粗骨材が黒い色の原因であらうということなのですが、それでは、粗骨材だけを完全に溶かしてみようということで、レーザーガス浮遊法という手法を用いまして、粗骨材、小さい試料なのですが、それを完全に溶かしてから固めてみたという試験を行いました。左側がこのような厚さ2mmぐらいの試料ですね、粗骨材を砕きまして取得しまして、ガス浮遊化した状態でレーザーで完全に溶かして固めたと。その結果が右側に幾つか示しております。このように、先ほどの溶け出したもののように、真っ黒なガラス状のものができました。このことから、やはり黒いガラス状の物質というのは、粗骨材から出てきたものだろうということが確かめられたかと思えます。これがコンクリートの溶融試験の追加の試験結果でございます。

次のページをお願いいたします。次に、低温600℃で長期間保持するという試験を実施しました。前回は600℃で8時間だけだったので、数日間、やや高温ですね、こういった温度にさらされた可能性があるということで、今回は600℃で8日間保持してみました。その結果が下のおりなのですが、溶けはしなかったのですが、表面にひびが多数入って脆くなっていたように思います。こちらは、次に純水及び海水に漬ける試験を実施中でして、こちらにつきましては、試験が終了次第、またの機会に御報告したいというふうには考えております。

次のページをお願いいたします。コンクリートの圧縮試験も行って見たのですが、300℃加熱、600℃加熱、あとcontrol、何も加熱していないもの、それぞれ試験してみたところ、このように加熱温度ですね、保持温度が高くなるに従って圧縮強度がどんどん下がっていくと。600℃の場合は、もう圧縮強度は3分1以下になっていたということで、保持温度とともに、コンクリートの強度はどんどん低くなるということが確かめられました。

次のページをお願いいたします。粗骨材の偏光顕微鏡を用いた観察を実施しました。前回の報告では、 SiO_2 などが多いということを経験分析の観点から御報告しましたが、それだけではなくて、このように偏光顕微鏡を用いて、どのような石の成分が入っているのか

ということを調べております。全体の80%ぐらいがアモルファスで、20%が石英などだということ、急冷された火山岩の特徴を示しているということです。

これにつきましては、この結果を受けて、すぐにどうこうというわけではないのですが、今後の試験の結果を解釈するときに、このような結果を参考にしたいというふうに考えております。

次のページ、お願いいたします。以上をまとめますと、大阪大学の研究グループ「1F-2050」では、先ほど御説明したような試験を行っておりまして、今回はその試験の進捗を御報告しました。

溶融したコンクリートの分析につきましては、溶融した部分を観察することで、ガラスのような鉄をちょっと含むようなものが恐らく共晶反応によって溶け出してきたと、これが黒色の原因であろうということを確認しました。

また、600℃で長期間保持する加熱試験につきましては、かなりもろくなっているような結果が得られております。

また、粗骨材につきましては、引き続き評価を行っているということです。

以上を受けまして、コンクリートが熱で溶融した場合は、黒色のガラス質の物質が形成されるというふうに思われます。この存在が確認されていない現状では、コンクリートの高温での溶融シナリオの可能性は低いのではないかと、今のところ考えております。

したがって、炉内調査では、コンクリートの破損箇所と健全な箇所の境界ですね、今回もちょっとお示しいただいたかと思うのですが、あの辺りの拡大図といいますか、詳細なところを見ていただき、境界に黒色ガラス質の物質がへばりついているかどうか、これをぜひ御確認いただきたいなというふうに考えております。もしそのようなものが存在する場合は、コンクリートが高温にさらされたことを示すものではないかというふうに考えております。

また、コンクリートの破損の要因としましては、低温600℃ぐらいでも、温度にさらされて非常に脆くなりますので、その上で何かしらの機械的な作用が働いた場合には、破壊される可能性があるのではないかと、今のところは考えております。これはシナリオには載せておりませんが、コンクリートの破損のメカニズムとしては、かなり検討する価値があるのではないかと、今のところは考えております。

現在、我々のチームでは、コンクリートと海水、水及び高温水蒸気との反応試験の実施もしくは実施予定としております。

以上です。

○安井交渉官 ありがとうございます。

ちょっと質問なのですけれども、この提言のところで、コンクリートが残っているところと黒いガラス状のものがちょっと付着しているかどうかを確認ということなのですけれども。失われたコンクリート量はかなりあるので、そのときには、溶けた部分というのはもっと大きいのかなと思うのですが、そうではなくて、境界部分に僅かに残っているというようなものなののでしょうか。

○大石准教授 溶け落ちたコンクリートは、恐らく下にびちゃっとたまると思うのですが、それはもしかしたら、そのまま流れ去った可能性もあるかなというふうには考えております。ただ一方で、境界部分には恐らくそのまま残っていると思いますので、境界部分もしくはコンクリートの破損箇所の下の部分、この辺りをぜひ御確認いただきたいというふうに考えております。

○安井交渉官 たしか、東京電力は、見ようによっては黒く見えるところがあるというお話を一度聞いたことがあるので、うまく撮影ができれば、それが見れるかもしれません。ただ、溶けたガラス状のものは、粘性ってそんなにさらさらなものなのですか。それとも、もっと高い粘性のものなののでしょうか。

○大石准教授 ちょっと粘性まで、我々のほうでまだ確かめていないのですけれども、恐らくシリコンが6割程度含まれておりますので、非常にさらさらというほどではないかなと。ただ、熔融試験をした結果では、かなり下に広がってしまっていますので、さらさらではないのですけれども、それなりに粘っこいといいますか、それぐらいのところしか、今のところは、まだ我々のほうでは知見は有しておりません。

○安井交渉官 いずれにせよ、これらはファクトといいますか、データを積み上げないことには、何を言っても仕方がないので、ちょっとコンクリートの中の鉄筋がきれいに抜けているので、粘性があるとどこまで抜けるのかなというのは、僕にはまだ分かっていないのですけれども。まずは、それより前に、大量にあるとしたら床面だということですね。もちろん境界面も見れたら見ますけれども、あるのなら床面にたくさんあるはずだと、こう考えたらよろしいですか。

○大石准教授 あるなら床面に大量にあるというふうに考えております。

○安井交渉官 分かりました。では、ちょっとそれらも今後どこまで調べるか分からないのですけど、年トライをする対象だと思います。

ただいまの大阪大学の御報告について、御意見のある方や質問のある方いらっしゃいますか。

NDFどうぞ。前川さん。

○原子力損害賠償・廃炉等支援機構（前川技監） 前川です。説明ありがとうございました。

一つ教えてほしいのですが、資料の11分の3ページに、資料としては鉄筋入りコンクリートという形になっておるのですが、溶融した後の状態に鉄筋等が全然見えていないようにも思うのですが、この鉄筋というのは、どういう形でコンクリートの中に入れられていて、写真でそれが見られないのはどうしてかというのと。あと、この後で圧縮試験のデータも出るのですが、多分、鉄筋溶融の影響もそれなりにあるのではないかと思うので、少し図面を追加していただくと非常にありがたいなと思います。よろしくお願いします。

○大石准教授 ありがとうございます。図面につきましては、承知しました。

鉄筋なのですがけれども、この溶融試験におきましては、鉄筋は溶けたものの中に埋まっているような状態になっております。まだ鉄筋を取り出して調べてはいないのですがけれども、目視した限りでは、鉄筋は無事といいますか、そのまま残っているような状態になっておりました。

あと、圧縮試験のほうにつきましては、こちらは鉄筋入りではなくて、ちょっと小さいコンクリートのみの試験を行いました。ですので、圧縮試験のほうにつきましては、鉄筋は影響しておりません。

○安井交渉官 前川さん、まだ続きありますか。

○原子力損害賠償・廃炉等支援機構（前川技監） もう一つ追加させてください。4ページに溶融したコンクリートを切断とあって、上部からというのは、これ、断面を捉えている写真ではないのですか。

○大石准教授 左側は上からです。右側が断面になります。

○原子力損害賠償・廃炉等支援機構（前川技監） 上部からというのは、写真を上から見た写真なのですか。違いますよね。

○大石准教授 上部からというのは、単に上の写真の拡大図のようなものということです。上の写真は上から撮っているのですがけれども、切断しまして、それを上からよく見たという、それだけのものです。

○安井交渉官 水平に切断したということですよ。

○大石准教授 水平といますか、垂直ですかね。上から下にずばっと切ったようなものです。

○原子力損害賠償・廃炉等支援機構（前川技監） 上の溶融箇所（黒色）というのは、上の絵のちょうど真ん中辺りかなと勝手に思ったのですが、そういうことではないのですか。

○大石准教授 溶融箇所は、周囲にべちゃっと広がっているのは溶融箇所になります。

○原子力損害賠償・廃炉等支援機構（前川技監） 取りあえず結構です。ありがとうございました。

○安井交渉官 前川さん、どうですか。

○原子力損害賠償・廃炉等支援機構（前川技監） ありがとうございました。ちょっとこちらで勉強します。ありがとうございました。

○安井交渉官 では、これは、どう切ったのをどこから見た絵なのだと分かるように、若干の資料の図を追加していただければ、みんなの理解に役立つかなと思いますので、できればよろしくお願いをします。

それでは、JAEAの飯田さん、どうぞ。

○日本原子力研究開発機構（丸山副センター長） 丸山です。聞こえていますでしょうか。

○安井交渉官 聞こえていますよ。

○日本原子力研究開発機構（丸山副センター長） コンクリートの圧縮強度のことでお聞きしたいのですが、300℃加熱、600℃加熱でかなり圧縮強度が低下しています。大阪大学の方にお聞きするべきなのかどうか、分からないのですが、これはペDESTALに原子炉容器が乗かって圧縮が生じていると思うのですが、それと比較した場合に、この強度は、コンクリートが崩れる程度の強度なのか、それとも、まだもつような強度なのかというのを知りたかったのです。鉄筋コンクリートなので、直接比較できるかどうか分からないのですが、もし分かったら教えてください。

○大石准教授 大阪大学のほうでは、どれぐらいの強度でコンクリートを破壊したのか。圧縮強度がこれぐらいに落ちてしまうと、ペDESTALのあの箇所のコンクリートを破損してしまうかどうかは把握しておりませんので、大阪大学のほうとしましても、できればペDESTALのあの箇所の応力の履歴ですかね、どれぐらいの応力が普通はかかっている、もし地震、余震とか起きたときはこれぐらいの応力がかかるとか、そういった情報をぜひいただきたいなというふうに考えております。

以上です。

○日本原子力研究開発機構（丸山副センター長） 分かりました。ありがとうございました。

○安井交渉官 温度が600℃を超えて700、800になると、圧縮応力が大幅に低下するというのは、ほかにも出ている文献にも掲載されているので、しかも3分の1よりもっと少なくなるとも言われております。それから、鉄筋自身も温度が900℃ぐらいいを経験すると、耐力が弱くなるというのでも分かってはいるのですが。ちょっと、今こういう状況だと、どこまでの範囲が破損しているのかがまだちょっとつかめていないので、以前行われたIRIDでしたっけ、どこかの評価計算だけが今出ていますけれども。いずれにせよ、ペDESTALの内側、内壁でどのぐらいの範囲のコンクリートが破損しているかを知るといのは、この会で何度も同じようなこと言っていますけれども、非常に重要な要素だと思います。

浦田さんは、これは前回からですか、それとも新たに御質問でしょうか。

○三菱重工（浦田部長） 新たにです、すみません。

○安井交渉官 はい、どうぞ。

○三菱重工（浦田部長） 先ほどのコンクリートの断面図の話に戻ってしまうのですが、この写真の右側の断面、溶け残り箇所が上のほうになるのでしょうか。先ほど来、どこか境界を確認ということにも関連するのですが、溶け残り箇所が上になっている写真になるのでしょうか。

○大石准教授 こちらは、溶け残りが露出しているのが上のほうに見えるということです。まず、塊があったのですけれども、そこから共晶反応で気体が流れ出して行って、下のほうの黒いところにしみ込むといいますか、たまるといいますか、そういった形で下のほうに移動して行って、スカスカの溶け残りが上のほうに見える。下のほうは溶け残りプラスチック溶融箇所、そして、周囲が溶融箇所のみというふうに考えております。

○三菱重工（浦田部長） ということは、溶け残りというか、溶けたものが出てしまった後の成分、そんなイメージですかね。

○大石准教授 上の箇所は溶けたものが抜け出した後の箇所という、抜け殻といいますか、そういう箇所と考えております。

○三菱重工（浦田部長） 分かりました。前ページの通し番号の66ページで、輻射熱で溶かしていると、そういう理解でよろしいですね。

○大石准教授 はい、そうです。

○三菱重工（浦田部長） 全体に熱が輻射熱で伝わっているという理解でよろしいですね。

○大石准教授 はい、そうです。

○三菱重工（浦田部長） 了解です。ありがとうございました。

○安井交渉官 ほかにはいらっしゃいますか。

では、委員長、どうぞ。

○山中委員長 溶けたものが非常に粘性が低そうに見えるのですが、 SiO_2 の粘性って異常に高いですよ。この鉄と鉄の酸化物と SiO_2 の共晶系って、そんなに粘性低いものなのですか。

○大石准教授 SiO_2 の割合としましては、半分ぐらい、6割ぐらいまで下がっておりますので、ガラスとしては、かなり粘性は低いようになっているというふうに考えております。

○山中委員長 ガス浮遊法で粘性測ることはできないのですか。

○大石准教授 非常に蒸発が激しくて、現状は簡単ではないかなと考えているのですが、煙の対策をした上で、ちょっと試してみようかなというふうに考えております。

○山中委員長 分かりました。過去にそういうスラグ系の、共晶系の粘性みたいなものの測られた結果というのはないですかね。

○大石准教授 スラグにつきましては、非常に研究が活発に行われておりますので、恐らく似たような組成でのデータはたくさんあると思いますので、そちらはちょっと調べてみたいと思います。

○山中委員長 お願いします。

○安井交渉官 それでは、市野さん、お願いします。

○市野准教授 600℃で8日間保持されていたというお話ですけれども、このとき鉄筋とコンクリートの付着というのはいかがでしたか。何か加熱前と変化はありますでしょうか。

○大石准教授 600℃のほうにつきましては、特に何の変化もなさそうに見えております。今のところですね。

○市野准教授 では、簡単に抜けるとか、そういうことは、まだ600℃の段階ではなかったと。

○大石准教授 600℃の段階では、特に鉄筋がすぽっと抜けるようなことはございません。

○市野准教授 分かりました。これ、仮に引き抜きをやったときに、600℃の場合は、ある程度力を加えたら、比較的きれいな剥離の仕方をするとか、そういったようなことは予想はできますか。

○大石准教授 ちょっと今のところは考えたことはなかったですね。今のところ、何も考えておりませんでした。

○市野准教授 分かりました。

あと、もう一点、ちょっとお願いしたいのですけれども、表面にひびが入ってもろくなっていたということで、表面の状態がコンクリートが、セメントが劣化をして粉末状みたいになったとか、そういったところはありませんでしたか。

○大石准教授 ちょっとこちら、詳細な検討はまだ行っておりませんので、表面にひびが入っているなというぐらいの検討しかしておりませんので、セメントの状態ですね、この後、調べてみたいというふうに思います。

○市野准教授 分かりました。脆くなっていたというのは、強度が下がったと、そういった理解でよろしいでしょうか。

○大石准教授 これは脆くなっていそうだとということです。

○市野准教授 分かりました。承知いたしました。ありがとうございます。

○安井交渉官 では、杉山さん、最後でお願いします。

○杉山委員 9/11ページのコンクリートの圧縮試験について、ちょっと教えていただきたいのですが。600℃加熱のほうは、前のページにあるように8日間というふうに理解しているのですが、300℃のほうも同じ時間なのでしょうか。

○大石准教授 あまり適切な記載方法ではなかったのですが、これは時間が8日間ではなくて、6時間になっております。それぞれ短時間の試験をした結果になっております。

○杉山委員 これは300℃と600℃、両方ともということでしょうか。

○大石准教授 はい、両方とも6時間の熱処理です。

○杉山委員 それに対して、すごく興味があるのが、では、その時間を長くしたら、それぞれの温度でもっと強度が下がるのか興味があります。というのは、これが時間を延ばせば延ばすほど、想像している現象としては、水分が抜けていくことなのかなと思っているのですが、たとえ300℃であっても、もっと長い時間かけると、どんどん圧縮強度が弱くなっていくとしたら、先ほどのJAEA丸山さんのお話にもありましたけど、ものが乗っかっている状態で、そのときの圧縮応力を下回った段階でバキバキと壊れるのかなと。ですから、ああなるために高い温度は要らないのだということにも、もしかしたらなるので、データを可能な範囲で追加していただけるといいなと思いました。

以上です。

○大石准教授 ありがとうございます。時間依存性につきましても、今後、試験を行いたいと思います。

○安井交渉官 ありがとうございます。時間も過ぎましたので、大阪大学からの御説明については、ここまでといたしたいと思います。

それで、一つ目の議題のペDESTAL関係で、あと1個だけ追加がございまして、参考資料としてArgonne National Laboratoryの方が、たまたまアメリカと意見交換する場があって、そのときに若干まとまったプレゼンをしてもらったので、それを参考としてつけておきました。過去のMCCI実験との関係とか、それから、テラス状のものは、過去にMCCI実験なんかで見られたので、配管とかにうまくまとわりつく、アンカリングという言葉が使われておりましたが、そうした現象と似ていますよとか。ちょっと、これで一発解決かどうかは全く分からないのですけれども、情報を含んでいるので、我々だけでクローズドするのではなくて、アルゴンヌのオーケーももらえましたので、情報シェアをしたいと思います。

それでは、次の議題に進みたいと思います。資料の2でございまして。東京電力のほうで、3号機の水素が、水蒸気との関係も含めてかな、どういうふうに広がり爆発条件に到達したのか、どんなメカニズムだったのかというものの計算をされていますので、御説明をお願いしたいと思います。

○東京電力HD（溝上部長） 東京電力の溝上でございます。

安井さん、時間は何分くらいございますでしょうか。

○安井交渉官 できれば10分ぐらいでやってもらえるとありがたいのですけど。

○東京電力HD（溝上部長） 分かりました。こちらの資料なのですけれども、2022年10月14日から16日にかけて福島県のJヴィレッジで開催されましたFDR2022という会議がありまして、こちらでテプコシステムズのチャイという者が発表しているのですけれども、その発表資料を日本語訳したものになります。

ページめくっていただきまして、内容ですけれども、初めに背景と目的、その次に解析条件、そして、解析結果に基づく考察をいたしまして、まとめるという構成になってございます。

ページめくって、77ページですけれども、背景と目的のほう、左のほうは規制庁さんのほうでこれまでに議論していただいた内容になってございまして、そのまとめを四つのポツで書きますと、3号機では、4階で第一段階の爆発が発生したと。4階の爆発に伴う建屋

の変形により、南東部の屋根に裂け目が生じて火炎が発生したと。同時に、原子炉建屋南壁が崩落したと。5階で第二段階の爆発が起こり、建屋天井の中央部から噴煙が吹き上げられたと。残存した可燃性ガスが燃え続け、原子炉建屋の屋根と思われる巨大な物体が垂直に約200m吹き上げられたというのが規制庁さんの結論になっていると考えております。

これを出発点といたしまして、なぜ最初の爆発が4階で生じたのかということと、なぜ複数の爆発の後にも可燃性ガスが残存していたのかということの評価するために、いろいろ考えてやったというのがこちらの資料になります。

ページめくっていただきまして、78ページですけれども、まず、原子炉建屋の中に水素が存在するためには、格納容器から漏れてこなければいけないということで、漏れてくる経路としては、現状、水漏れ等が発生しているMSIV室の穴から水素が漏れる可能性があるだろうと。もう一つは、これまで何度も議論になっておりますけれども、格納容器のトップヘッドのところが弱いので、そこから漏れてくるという話になりますので、当然、水素も漏れてくるだろうということで、この二つの漏えい可能性のあるところから水素を漏らしてみても、どんなことになるかというのを解析したという形になります。

次の79ページですけれども、こちらのほうが解析条件になります。見ていただいて、そんなに大きく変わらないのですが、左の絵がMSIV室が1階にありますので、そこから漏れていると。右のほうがシールドプラグ経由で5階に漏れるというものです。こちらのほうは、GOTHICコードというものを使っておりまして、こちらの特徴としては、水蒸気の凝縮が溶けるということで、今回こちらの解析コードを使ったというものでございます。1号機の水素爆発の評価は過去に実施しております。そのときは、水蒸気の凝縮については考えていないというものでした。

解析条件につきましてなのですが、直接漏れは3月13日の16時40分から開始したという想定をしております。水蒸気と水素の総漏れ量は、それぞれ75トン、650kgというふうにしてございます。今回、有機可燃性ガスについては、特に考えておりませんが、水素のみを考慮したというものになっています。

次の81ページですけれども、こちらが解析結果になります。これがMSIV室経由で漏れした場合に、3月14日、11時1分時点でガスがどんな組成になっているかというものを表しているものになります。こちらのほう、真ん中にあるのが水素の体積割合の解析結果で、右のほうが水蒸気の体積割合の解析結果になります。MSIV室経由で漏れが発生した場合は、あまり色の違いが見えませんが、水素の分布は原子炉建屋内で比較的均一だという

ような結果になっております。

ページめくっていただきまして、82ページですけれども、こちらはシールドプラグ経由の漏えいになってございます。ぱっと見で分かりますように、4階の水素の濃度が非常に高いと、すごく赤くなっているというのが分かります。これ、何でこうなっているかということなのですけれども、5階から漏れていますので、水素の割合はそれなりに高いのはそのとおりなのですが、同じように水蒸気の割合が高いので、結果として、全体の中の水素の割合は低くなるということになります。

一方で、4階につきましては、5階から流れ込んできた水素と水蒸気のうち、水蒸気が凝縮が結構多くて、水蒸気が水になってしまい水素が単独で取り残されるということで、4階の水素濃度が非常に高くなるというような結果になってございます。

次の83ページ、御覧ください。こちらがシャピロダイアグラムで空気と水蒸気と水素の体積割合を考慮して、どの領域に入っていれば燃焼可能かというようなものを示したものになります。MSIV室経由の漏えいになりますと、全て1階、2階、3階、4階、5階、地下階も含めて、燃焼可能な範囲に入るといような計算結果になりました。

一方で、シールドプラグ経由の漏えいについてなのですけれども、結果的には、5階だけ燃焼できないというような結果になっています。これは一般的にいう水素が足りなくて燃えないのではなくて、酸素が欠乏していて、これは水蒸気によってイナートされるという状況なのですけれども。ということで、5階は酸素欠乏によって燃焼不可になったということになります。

次のページ、84ページですけれども、星取表、最初の規制庁さんの結果から考えると、シールドプラグ経由の漏えいのほうが現実と合っていそうだというような星取りをしてございます。それぞれ御説明いたしますけれども、85ページ御覧ください。

緑色の字で規制庁さんの結論を書いておりまして、それに対応するこの解析結果を赤字で書いております。つまり、第一段階の爆発は4階で発生したということなのですけれども、シールドプラグ経由の漏えいの場合、4階が一番爆発しやすい状況にあったということで、これはそのとおりになっていると。

ページめくっていただきまして、86ページですけれども、南東の屋根に裂け目が発生していると。そうすると、裂け目からガスが流れ出るわけですが、これは水蒸気イナートされている状況が空気が足されますので、酸素の割合は増加して燃焼することができる。これも合っている。南側の壁が崩落ということは、崩落した隙間から5階に空気が供

給されるので、5階は徐々に燃焼可能な状態に移行していただろうということになります。

ページめくっていただきまして、87ページ。残存した可燃性ガスが燃え続けて、原子炉建屋の屋根と思われる巨大な物体が垂直に約200m吹き上げられたということになりますけれども、5階では酸素欠乏状態であったために、複数回の爆発後も可燃性ガスが残っていたということで、さらに吹き上げるというようなエネルギーも発生したであろうということになりまして、シールドプラグから漏れているというような漏えいを想定した場合には、観測事実とも整合してきそうだとということになります。

まとめについては、同じようなことが書いてございますので、割愛させていただきます。以上です。

○安井交渉官 ありがとうございます。

規制庁の調査による結論と書いてありますけど、僕個人、仮説を言った状態なのですが、ある意味そのときは、ではどういうふうにかちんと計算をしたり、シミュレーションで4階のほうが先に展開可能状態になるかとか、5階のほうは化学量論量を超えて、言わば燃え残りが発生するかというところは、一種のエンジニアリングジャッジといいますか、技術者の勘の世界だったのが、こういう計算がついてきたということは好ましいことだと思いますし、それから、実際に3号機の1階に行ってみると、MSIV室のところのブローアウトパネルは開いていないし、それから、1階の中にそんなに強い空間汚染がないので、なかなか1階から大きな漏えいがあったとは考えにくいなどは思っていたのですけれども。ただ、きっとこのシミュレーションについては、いろいろシミュレーションの専門家の皆さんからは御意見、質問もあると思いますので、ちょっと結論に飛びつかずに、まずはこのシミュレーションの検証をお願いしたいと思います。皆さん、いろいろ御意見とか質問があるのではないかと思います。

安部さん、どうぞ。

○安部室長補佐 すみません、規制庁1F室の安部です。興味深い御発表ありがとうございました。

まず、全体的にですけど、規制庁が2021年3月に出した多段階での爆発したという可能性をこういう解析的なアプローチで示していただいたので、非常に興味深いと思いますけれども。ただ、私の解析の知見とかからすると、GOTHICコードというのが非常にユーザエフェクトが強いコードかなというような印象がありますので、この解析結果というものが非常に妥当であるかどうかというものを検証するには、もう少し情報を出していただき

いなというふうな印象があります。

まず第一に、境界条件に関して、例えば80ページ、出していただけますか。漏えい流量に関しては、このように調査結果による観察結果と整合するように調整したというふうに、言葉では書いていただいていますけれども、可能であれば、実際、ではMSIVのところからどれぐらいの流量であったり流速が出ていたのかとか、あと、トップヘッドフランジのところから、どれぐらいの流速であったり流量が出ていたのかということをちょっと、境界条件として情報としていただきたいなというふうに思います。それがまず第一ですけど、まずここで、そういうことは可能かどうか、ちょっとお聞きしたいのですが、大丈夫ですかね。

○テプコシステムズ（野崎マネージャー） テプコシステムズの野崎ですけれども、音声聞こえていますでしょうか。

○安井交渉官 はい、どうぞ。

○テプコシステムズ（野崎マネージャー） テプシスのほうでこの解析実施しております、今おっしゃっていただいたような漏えいの流量とか流速、そういった情報をお出しすることはできると考えております。

○安井交渉官 よろしくお願ひします。多分、それだけではなくて、空間の分割の仕方とか、いろいろあると思うので、そういうのはやはり、妥当な計算であるかというのをお互いにクロスレファレンスするのはいいことだと思うので。公表資料にできるかどうかは、ちょっと僕、分からないですけど、それも可能なのですか。

○テプコシステムズ（野崎マネージャー） そうですね。公開の資料とすることも、東京電力さんと御相談しながらかと思ひますけれども、可能かなと思ひております。

○安井交渉官 特に問題、即答できなければ、あとで答えるでもいいですよ。

○東京電力HD（溝上部長） 東京電力の溝上です。

こちらのほうは委託の仕事ですので、我々が情報としては、最終的には所有者ということになりますので、当然その辺のところは、お出しすることはできるというふうに考えております。ただ、こういった水素爆発の解析というのは、結構誤解されがちなのですけれども、そもそもどのくらい水素が出たのですかとか、どのくらい水蒸気が出たのですか、いつから出たのですか、穴の大きさはどうなのですかということは、はっきり言って、今の時点では分かりませんし、将来においても分からないというのが真相だと思ひます。

1号機の水素爆発の評価をしたときも、いろいろな条件を想定して、それぞれについて

評価を行って、大きくカテゴリーを分けて、実際の爆発はどのカテゴリーに入るかというようなことを判断したというようなイメージに捉えていただければと思いますので、具体的にこの解析条件が妥当かみたいなところは、物理的にあり得る、あり得ないというような話は当然見る必要がありますけれども、これは10%少ないのではないのとか、5%多いのではないのみたいな話はほとんど意味がないかなと思いますので。そういう意味では、解析条件を個別に吟味するというよりか、同じようにそういった、どういったカテゴリーで整理できるかという観点で自ら評価してもらおうというのは、一番ダブルチェックという意味ではいい形になるのかなというふうに私は考えております。

以上です。

○安井交渉官 どうぞ。

○安部室長補佐 御意見ありがとうございます。私も境界条件に関しては、数%違うだろうとか、そういうことを言うつもりはなくて、まず、一番上流側の境界でどれぐらいのものが出来て、その後ちょっと、リクエストを続けてお願いしようと思ったのですが、その後、こういうふうに最終的な3月14日、11時1分の時点での濃度分布というものを出力していただいていますけれども、それに至る過程でどういうふうな流れ場になったかということもちょっと見させていただきたいなと思って、まず境界条件。そして、次に流れ場のベクトル図であったり、速度コンターというものも出していただきたいなというふうに考えています。そこから流体力学的な知見を合わせて、ちゃんとその答えが妥当なものかどうかというものを確認する必要があるのかなというふうに思っています。というのがまず一つ目です。

そういうふうな解析条件に関連してくるのですが、ちょっと1点、さらに細かいというか、気になる場所としては、GOTHICコードを使っているということで、非常にCFDのこういう解析的にはちょっと粗めのメッシュを使うということだと思いますので、例えば、トップヘッドフランジからの漏えいで、シールドプラグを介して5階に出ていくというところで、シールドプラグの隙間の漏えいをどういうふうに模擬したのかとかいうのもちょっと気になりますし、あとは、壁の境界条件を見ますと、5階は外との熱伝達を考慮しているということですが、熱交換を考慮しているということですが、凝縮はそんなに起こっていないというところがちょっと気になって、多分そこで、壁での凝縮ですので、メッシュの依存性とかいうのもすごく効いてくると思うので、そこはもう少し詳しく意見交換というか、議論をさせていただきたいなというふうに考えていま

す。よろしくお願いいたします。

○テプコシステムズ（野崎マネージャー） ありがとうございます。テプコシステムズ、野崎ですけれども。

今ほど御指摘ありました、5階の壁のところですね、あまり凝縮していないように見えます。ちょっとすみません、ここは図の感じがそうなっているだけでして、5階は、だんだん水蒸気で高温になると凝縮がなくなっていくのですけれども、それまでは、やはり外気との熱交換によってかなり凝縮が進むような状況にはなっております。

あと、その他の細かい解析の条件についても、また議論させていただければと思います。よろしくお願いいたします。

○安井交渉官 ちょっと手が挙がっている順なので。

ほか、二ノ方先生、お願いします。

○二ノ方名誉教授 東工大の二ノ方です。

80ページの先ほどの図面見ていると、流量は圧力差に比例して決められているような、比例すると仮定されていると思うのですが、実際には、圧力差というのは、基本的には流量の二乗に比例するのではないですか。直感的にはそういうふうに思われるのですが、ですから、そういう意味では、流量は多少、今考えているよりは低いのかなと思われませんが、いかがでしょうか。

○テプコシステムズ（野崎マネージャー） テプコシステムズ、野崎です。

通常の流れですと、おっしゃるように、流速の二乗に比例して圧損が増えていくというふうに認識しております。ただちょっと、この格納容器の圧力で微小な漏えいがあるという状態ですと、恐らく臨界流になってきて、それは圧力比例で流量が出てくるような状態になるかというふうに想定をしております。ですので、ここでD/W圧力に比例という過程を書かせていただきました。

ちょっと、そこに関連して細かい点ですけれども、この漏えいしている期間中、漏えいの面積というのは本当に一定だったのかというふうな問題はあるかと思えます。そこに関しては、ひとまず漏えい面積は一定であったというふうな過程で今回、解析をしております。途中で少し変わったとか、そういったことがありますと、状況が少し変わったりする可能性はありますけれども。ですので、そういった点も含めてトータルで、水蒸気でいうと75トンぐらい出ると、5階はイナートされて、4階は可燃領域に残ると。そういうふうな整理で、ここでは書かせていただいております。

以上です。

○二ノ方名誉教授 よく分かりました。GOTHICの計算結果は先ほどから見せていただいている三角図上に各フロアの気体のボリュームとしてプロットされていると思うのですが、これらの各フロアでのボリュームの分布にある空気の場合は、酸素と窒素1対4で一定でやっているわけですね、これは単なる確認です。その場合に、5階から4階、3階というふうな濃度分布、ボリュームの分布が変わってくる、いわゆるシールドプラグ経由のシナリオですけど、その場合の5階と4階の差というのは、水素が5階で15%ぐらい、4階で確か25%ぐらいまで上がっていますよね。あと、空気が20%に対して60%ぐらいと。これらの大きな差というのは、どういうことを考えればこういう大きな差が出てくるのか、これ、GOTHICの計算結果だと思いますので、この辺のところをちょっと説明していただければありがたいなと思うのです。特に、水蒸気が65%と15%と大きな差があります。これは凝縮の結果なのだろうと思うのですが。

先ほどの82ページの説明のところ、上の四角のところ、水蒸気圧が高くなった。それにより、空気が徐々に4階に押し下げられているというふうな記述がありますね。これ、空気と水蒸気の合わせたものだと思ったのですが。

○テプコシステムズ（野崎マネージャー） テプコシステムズ、野崎です。

おっしゃるとおりです。ここで空気が下に押し下げられているというふうに書いていますけれども、ここでいう空気というのが、まさに元からあった空気だけではなくて、水蒸気、水素含めたものが4階に押し下げられているというふうな意味合いです。申し訳ございません。ここ、ちょっと紛らわしくて。

先ほどの5階が65%、4階が20%という水蒸気濃度の大きな違いが出ている理由なのですが、これも5階に関しては、やはり直接漏えいが来ていますので、どんどんオペフロの温度が上がっていきます。ですので、水蒸気が存在できる温度にだんだんなって、具体的には100℃ぐらいになっていたかと思います。そういった状況では、なかなかもともといた気体がいられなくて下のほうに行くのですが、4階までは階段など通じて行きまして、4階はまだ冷えしろがあるといいますか、まだ冷たい構造物がありますので、そこで水蒸気の水になって消えるということで、水素濃度がだんだん上がっていくと、そういう予想になっておりました。

○二ノ方名誉教授 5階の水素濃度の大体15%ぐらいだと思いますが、これはシールドプラグを通してくる前の入り口でのvol%と同じぐらいですか。変わりませんか。

○テプコシステムズ（野崎マネージャー） ここはですね、たしか水素濃度が、ちょっと時間帯によって変わってはいるのですが、10%は行っていないぐらいの状態です。格納容器から出てくるような計算にしておりました。ですので、出てきたオペフロでも、多少、水素濃度は高まっている。出てきた状態よりは高まっている状態はあります。凝縮の影響はやはり、少し5階でも受けているという。

○二ノ方名誉教授 それが先ほど触れられた凝縮の結果なのですね。壁際での。

○テプコシステムズ（野崎マネージャー） はい、おっしゃるとおりです。

○二ノ方名誉教授 分かりました。

もう一つ、最後にちょっと質問があるのですが、各フロアの条件によってデフラグが発生していくわけですね。GOTHICの計算結果として、極めて大まかに見て、経時的な変化は実際に起こって観測された事象の経時変化と整合性とれるような結果になりますか。

○テプコシステムズ（野崎マネージャー） テプコシステムズ、野崎です。

すみません、経時的な変化とおっしゃっているのは、実際に見られた経時的変化と違いますと、ちょっと爆発時の映像ぐらいが今残っているものかなというふうには思っていますけれども。例えば、4号機に運転員の方が入ろうとしたときに、何時何分に線量が高かったとか、そういったところの整合という意味では、すみません、ちょっと今、ぱっと出てきませんが、そこもちょっと確認させていただきたいと思います。

○二ノ方名誉教授 分かりました。安部さんの御質問とかコメントとちょっと関連しているかと思って、ちょっと追加しました。

○安井交渉官 ちょっと境界条件なんかの情報が得られたときに、シミュレーションの専門家の方々で意見交換に参加されたい方は、あとで機会が設けられれば設けたいと思います。ここで全部やるのはとても不可能なので。だんだん時間がなくなってきました。

宮田さん、お願いします。

○原子力エネルギー協会（宮田部長） ATENAの宮田です。

今の境界条件と条件設定については、また整理されるということなのですが、気になるのを一つ二つ言うと、蒸気の凝縮に関する条件は今ありましたし、あと、原子炉建屋からの漏れいみたいなものの条件整理みたいなものも必要なということ。あと、この解析結果を得るまでに、多分そういう条件設定、いろいろ試行錯誤されているのではないかと思います。そういうパラメータの感度というのですかね、それと、この三元図との関連みたいなものがもし説明していただければ、ありがたいというのが一つです。

それから、もう一つは、解析結果、現象の理解という点なのですけれども、これ、相当たくさん漏れてきているというか、そういう条件で5階が窒息条件みたいになっているということだと思うのですけれども、漏えいというか、損傷してしまって出てきている流出量を漏えい率に換算して表現してほしいなということですね。格納容器の設計漏えい率は0.5%/dなので、それに対してどのくらいのものなのかというのが知りたいということ。

あと、もう一つは感覚としてでいいのですけれども、その漏えい率がそんなに大きくない、せいぜい数%とか、そのくらいであれば、こういう窒息は発生しないという理解でいいでしょうか。最後、一つだけが質問です。あとは整理されたときの議論かなと思います。

○テプコシステムズ（野崎マネージャー） テプコシステムズ、野崎です。

設計漏えい率と比較してどの程度かという整理をまだしておりませんので、その数倍程度であればこうはならないかというところは、はっきりとは申し上げられないのですけれども、感覚としては、恐らくこうはならないだろうなどは思っております。

あと、おっしゃっていただいた点について、今後また整理をさせていただければと思います。

1点、試行錯誤の点なのですけれども、おっしゃるとおりで、このパラメータ、漏えい条件調整して、合うようなケースを見つけたというところなのですけれども。例えば、今の漏えい量の2倍のケースとかもやってみました。そうすると、5階も4階も水蒸気で満たされてしまって、4階が爆発しない状態になるとか。逆に、水蒸気の漏えいをもっと減らしていくと、この図の右のほうにありますような、5階がだんだん可燃領域側に寄ってきて、爆発条件に入ってしまうというようなこともあるかと思っておりますので、そういった観点で、ちょっと絞り込みをした結果を御紹介しているというところなんです。MSIVのほうに関しては、同列の漏えい条件でやったときに違う傾向になるよということが分かりましたので、それも御紹介している次第です。

以上です。

○原子力エネルギー協会（宮田部長） ありがとうございます。大変よく分かりました。よろしく申し上げます。

○安井交渉官 浦田さん、どうぞ。

○三菱重工（浦田部長） 三菱重工の浦田です。

私の質問は、二ノ方先生と非常にかぶるところが大きいのですが、基本的に83ページ

の図の中で、爆燃領域とか爆轟領域を書いたとしたら、そこに実際入っていたのかどうか、解析上ですね、それが一つと。

あと、通し番号77ページで展開されたシナリオとコンター上、時間の経緯が合っていたのかどうかというのが2点目で。

あと、もう一つは、最終的にコンターの妥当性から、二つのシナリオのどちらが近いかという、そういう考察の解析だと思うのですが、この二つのシナリオの複合的なシナリオもあり得るのではないかなと。つまり、一つのシナリオだけで説明し切れなくても、二つのシナリオが相互に書かれる可能性はないのかというのが3点目の質問です。

以上です。

○テプコシステムズ（野崎マネージャー） ありがとうございます。テプコシステムズの野崎です。

通し83ページの三角形の図の中で、爆轟と呼ばれる領域に入っているかという点なのですけれども、恐らく右側のシールドプラグ経由の漏えいのケースの解析結果でいいますと、爆轟領域か、それに近い領域まで、4階は解析結果上は入っているという状態ではないかというふうに思っております。ただ、実際に4階の損傷状況を見ますと、中の破損は大きいのですが、割と健全な状態で残っている機器も散見されるという状態だと思いますので、必ずしも爆轟状態に至ってなくてもいいのではないかと。至っていたとは言えないのではないかとというふうに思っております。ですので、この解析の水素量が必ず正しいというわけではなくて、もっと例えば水素が少なかったとしても、この推論自体は成り立ち得るかなというふうには考えております。

あと、4階が20%以上というのも、ちょっと濃過ぎな気もしておりますので、その辺りは少し課題になっている可能性はあると考えています。

二つ目の御質問なのですが、ちょっと77ページのコンターが合っているかというふうなことかと思いましたが。

○三菱重工（浦田部長） すみません、77ページのシナリオというのが実際のビデオから見て、時間差があると思うのですが、そういう時間差もシミュレーションとしてあったのかという、二ノ方先生の経時変化のお話と同じです。

○テプコシステムズ（野崎マネージャー） その点ですけれども、今回の評価では、爆発の評価まではできておりません。爆発が始まる前のタイミングでの建屋の中の分布がこうなっているというところまで解析をしまして、こういう分布であれば、もし爆発をしたとき

に、こういうふうな事象が進展するのではないかというふうな考察といいますか、仮説を最後の3ページぐらいに書かせていただいたというものになっております。ちょっと爆発の解析まではなかなか難しいように考えております。

最後の二つのシナリオ、MSIVからの漏えいというのと、あとシールドプラグ経由の漏えいの複合ケースみたいなものがあり得るかというところなのではございますけれども、ちょっとここには示しておりませんが、両方のケースから、シールドプラグから100%ではなくて、シールドプラグから80%でMSIVから20%とか、そういったパーセンテージを段階的に変えた解析も、実は裏ではやっております、その結果を見ますと、やはりシールドプラグ経由の漏えいがほとんどでないと、なかなか5階がイナートとか、4階が最初に爆発というふうなところとイメージが合っていないというところは確認してございます。

以上です。

○三菱重工（浦田部長） ありがとうございます。なかなか非常に意欲的な解析だと思うのですが、爆発現象、非常に難しく、爆燃から爆ごうに火炎伝播の過程で火炎加速もありますので、初めからいろいろなことを考えてしまうと、なかなか先へ進まないと思うのですが、非常に興味深い解析だと思います。ありがとうございます。

○安井交渉官 それでは、最後に杉山さんから。

○杉山委員 非常に興味深い解析だと思います。これ、二つのシナリオを解析結果が正しいかどうかというよりは、このシナリオの比較という意味で見たときに、コメントというリクエストなのですが、81ページと82ページ、示しているパラメータ違いますよね。だから、ちょっと最初、誤解していたのです。右側の図がえらい違うなと思って。だから、せっかくなら水素と空気と水蒸気、それぞれ三つずつ示していただきたいかったということ。

あとは、この絵図、すごくきれいなのですが、どちらかというと、もっとダイレクトに定量的な情報を見たいなと思って、だったら棒グラフでいいのではないかと私は思うのです。だから、棒の高さはもちろん濃度として、幅はそれぞれのボリュームに応じた幅みたいにして、各フロアの平均を示してくれたほうが、考察するときにはもっとダイレクトに分かるかなと思いました。そういった情報は、結局、9ページのシャピロ線図を見れば分かるといえば分かるのですが、思考を助けてくれるという意味では、途中でそういう示し方をしていただいてもよかったかなと思いました。

以上です。

○テプコシステムズ（野崎マネージャー） ありがとうございます。

○安井交渉官 いろいろ表現方法の議論もありますし、それから、全てに、まずはスタートの前に、一度いろいろな設定された境界条件なんかをチェックして、言わばそれが正しいかどうか、先ほど溝上さんからおっしゃったように、誰にも分からないので、むしろアンリアリスティックというか、科学的に成立性のないような設定になっていないかとか、自然なものかというのが1点。

それから、それなりのここで示されているシールドプラグ経由の漏えいで4階が濃くなるようなのが、ものすごくピーキーというのですか、すごく狭い条件でのみ成り立つものなのか、そこそこの安定性があるというか、広さでも成り立つものなのかという観点。

それから、もう一つはシャピロ線図出ていますけれども、今見た瞬間は、ここで酸素欠乏状態になっていますけど、スタートはこの三角形の頂点からスタートしているはずで、だんだん時間とともに点が移動しているはずなのですよ。この移動は多分、右の辺に沿ってずっと来て、この紫のところ到達しているのではないかなと推測はするのだけでも、そこが成立しないと、そもそもここに来る前に可燃領域をずっと通過してきてしまうので、爆発先にしてしまうのではないのと、そういう問題もあるので、このシールドプラグの中をシールドプラグから出た場合に、このシャピロを出発点からどういうふうに移動したのだというのは知りたいなとは思いますが。ただ、この解析の意味合いというとあれですけども、前回の仮説は仮説なのだけれども、成立可能性がどこまであるのだというのについては、ちょっとさっきの条件をチェックしなければいけませんけれども、成立可能性がないわけではないよというところまでは来たのかなとは思いますが。ただ、ちょっと設定条件があまりに突拍子もないとか無理していると、それは成り立つかもしれないけれど、現実的ではないという結論になってしまうかも分からないので、それだけはチェックをしなければいけないと思います。

それから、漏えいタイミングなんかの議論は、13日の夕方だけではなくて、実は14日の午前中ですか、6気圧ぐらいのときに、右側のピークのときですね、のほうがもっとたくさん漏れている可能性もあって、この辺はむしろ。

1個だけ端的な質問があるのですが、テプコさんに。4階の濃度が高くなっている絵がありますけど、これになるのにどのぐらい時間がかかるのですか。漏えい時点から1日経たないとうならないのですか、それとも、ほんの僅かな時間でこういう状態になるのですか。

○テプコシステムズ（野崎マネージャー） テプコシステムズの野崎です。これは漏えい開始からかなり時間が経たないと、4階で一番濃いというふうな状態にはなっていないというふうに見ております。それは、5階から水素は押し出されてきて水蒸気が凝縮していくというプロセスになりますので、かなり5階が温まってから、こういった状態が見えてくるというふうに考えております。

○安井交渉官 分かりました。ちょっとその辺の条件の設定の仕方は、また専門的な場で意見交換をさせていただければと思います。どうもありがとうございました。

時間はちょうど真ん中まで来ましたので、ここで10分間の休憩にしたいと思います。再開後はスミヤの案件を30分ぐらいでやって、あとは報告書本文のお話をさせていただきたいと思います。

では、10分間休憩にいたしたいと思います。

（休憩）

○安井交渉官 それでは、事故分析検討会を再開させていただきたいと思います。

次の議題は、JAEAから2号機の原子炉建屋のスミヤの関係の情報であります。

では、JAEAのほうから御説明をお願いします。所要全体で30分強を考えていますので、10分強で御説明いただくとありがたいです。

○日本原子力研究開発機構（飯田リーダー） 分かりました。JAEA、飯田です。

スミヤ試料分析の結果自体につきましては、第29回の会合で報告していますが、中間取りまとめ資料を作成するに当たりまして、結果の解釈について整理を行いましたので、今回、その部分について報告をしたいと思います。

資料の次のページですね、通し番号90ページ、91ページ両方、主に下線部のところを追加しましたので、これについて御説明をしたいと思います。

グラフとしましては、通しの100ページに図8がありまして、この図8がメインのところとなります。ここではTc-99、Mo同位体、Sr-90の分析結果をモル量に直しまして、横軸、Cs-137のモル量との相関を示しています。

グラフの見方としましては、縦軸、横軸は同じスケールにしておりまして、この右肩上がりの直線はORIGEN計算による初期インベントリ比、これはCs-137で規格化をしておりますので、この直線から上方向に点があれば、セシウムに比べて初期インベントリからの放出割合が高い。線の下側にあれば、セシウムよりも放出割合が低いというような見方となります。

まず、上の二つ、Tc-99とMo同位体ですが、いずれも青い点が2号機原子炉建屋のスミヤ試料の分析結果ですけれども、ほぼ線上にありまして、セシウムと同程度の放出割合であったと考えております。

一方、3号のSGTSフィルタトレイン、これオレンジの点で、結果的にはディテクションリミット以下で、出てきておりませんでした。また、1、2号の共用SGTS配管と、あと参考で1、2号の共用スタックのドレン水、これ、以前分析したのですが、この結果もプロットしようとしたのですが、こちらもドレン水のMo同位体以外は検出限界以下でした。この1、2号の共用のものに関しましては、2号機のベント失敗ということが言われておりますので、1号機からの放出された核種のみが寄与していると考えまして、これは1号機の状況を反映していると考えて併記しております。そういう意味では、2号機の試料に関しては値が取れていて、1号機、3号機に関してはディテクションリミット以下ということで、比較をしますと、2号機では1号機、3号機に比べてモリブデン、テクネチウムといった核種の放出割合が高かったと判断をいたしております。

このテクネチウムとモリブデンという元素は、酸化物の形態になりますと、金属の形態に比べて沸点が大幅に低下して放出されやすくなるという性質を有しております。そのため、この結果、テクネチウム、モリブデンの同位体のみを考えるのであれば、2号機における炉心損傷溶融の進展で、2号機では、1号機、3号機に比べて酸化性雰囲気、水蒸気が多かったという影響が相対的に大きかった、酸化性雰囲気寄りだったという可能性が高いと考えております。

一方、一番下のSr-90なのですが、この値も線よりは下ではあるのですが、こちらは1号機、3号機由来と考えておりますドレン水ですとかSGTS配管の値よりも、やはり2号機の青い点が上に来ておりまして、そういう意味では、1号機、3号機よりも2号機のほうが放出されているというような結果となっております。このストロンチウムに関しましては、モリブデン、テクネチウムとは逆に還元性雰囲気（水素リッチ）の条件下で放出されやすいという性質がありますので、そういう意味では、モリブデン、テクネチウムから判断される炉内状況と格納容器内の雰囲気の状況とストロンチウムから判断されるものと整合しないという結果になっております。この不整合の原因として、炉心損傷の進展過程ですね、時間によって雰囲気が異なった、放出時が違ったということも考えられるのですが、あとの原因としましては、Sr-90について、MCCIの時点で放出されたということですか、ストロンチウムが水溶性ということで、液滴として水相から放出されたというよう

なメカニズムも考えられます。ただ、現時点では、こういう可能性は示せるのですが、合理的に全てを説明することはできないので、まずは、こういった結果ですということでお示ししたいと考えております。

次にもう一点、同じグラフなのですが、もう一つの特徴としましては、例えば、一番上のテクネチウムを見ていただければと思うのですが、1FFと4FF、これは1FFだと1階フロアの床面を示しております。5FWは5階フロアの壁面を示しているのですが、1階、4階の試料に比べまして5階の試料が高い。直線から上方向にずれているということが見られます。これはモリブデンでもほぼ同様の傾向を示しております。

次のページに行ってください、アクチニド、ウラン、プルトニウム、アメリシウムなのですが、こちらも、ちょっと点が多くて見づらいのですけども、やはり5階試料が4階、1階の試料に比べて高い値を示しているということで、このような各階ごとの違いというか、5階だけ高いという状況が得られております。このような差異は、微小粒子の生成メカニズムですとか、各階への放出が生じた時間帯、経路が異なるということが推定できるのですが、ただ、こちらもこれだけの試料からは、あくまでも推定で、結論づけることは難しいと考えております。

最後なのですが、こういった推定はしましたが、今後こういうことを検討進めるために、2階、3階から採取したスミヤの分析ですとか、他号機、1号機、3号機等のスミヤ試料の分析を進めて、さらに検討を進めていきたいと考えております。

以上です。

○安井交渉官 ありがとうございます。

資料3の2. ですね、約2ページ分ぐらいの記述ですけども、御質問や御意見がある方がいらっしゃれば、御意見をいただきたいと思えます。

委員長、どうぞ。

○山中委員長 どうもありがとうございます。私、最初のほう、ちょっと聞いていなかったもので、ちょっと変な質問するかもしれないんですけど。

まず、モリブデンとテクネチウムというのは同じ挙動を、例えば、2号炉と同じ挙動をするというふうに見ていいのでしょうか。

○日本原子力研究開発機構（飯田リーダー） 飯田です。

どちらも水蒸気リッチな環境で放出されやすい元素でありますので、そういう意味では、かなり似た挙動を示すと考えております。

○山中委員長 例えば、セシウムとモリブデンもよく似ているというふうを考えていいですか。2号炉で考えると。

○日本原子力研究開発機構（飯田リーダー） セシウムは、そういう意味では、どんな環境でも出やすい元素ですので、酸化性条件であれば、テクネチウム、モリブデン、セシウムが同様の挙動を示すというように考えております。

○山中委員長 セシウムとモリブデンが随伴しているというふうに見るのは、ちょっと言い過ぎですか。

○日本原子力研究開発機構（飯田リーダー） その可能性が高いと実は考えておりまして、モリブデンのモル量とセシウムのモル量が同程度で。すみません、モリブデンのほうが高いのですが、そういう意味では、セシウムに着目すると、恐らくモリブデンと結合していたのではないかと考えております。

○山中委員長 ありがとうございます。その辺までは予想どおりなのですが、ストロンチウムだけちょっと変だなと思うのですが。水滴でとかというような話もちょうつとされていたのですが、そのほかの可能性というのは何かないですかね。

○日本原子力研究開発機構（飯田リーダー） 飯田です。

実は、そこも難しいところです。やはり不整合があって、今クリアにストロンチウムも含めて状況説明できるとまでは言えない状況です。やはりストロンチウムがちょっと違う、違うというのは、その分析自体は間違っていないのですが、何かの原因でいろいろな状況をちゃんと説明できるというにはまだ至っていないということです。

○山中委員長 ありがとうございます。他号機、これから1号、3号も調べられるということなのですが、その辺りを調べて、何かストロンチウムの挙動というのを明快に説明できる可能性というのはいりそうでしょうか。

○日本原子力研究開発機構（飯田リーダー） 飯田です。

今のところ、ちょっとやってみないと分からないという状況です。明確に、ここを狙えばストロンチウムに対してはこれが出るというビジョンを持っているわけではないです。

○山中委員長 ありがとうございます。これがもう少し調べていただいて、検討を加えていただければと思います。よろしくお願いします。

○日本原子力研究開発機構（飯田リーダー） 分かりました。ありがとうございます。

○安井交渉官 杉山さん、どうぞ。

○杉山委員 一緒にやっていた立場だったので、あまり言いづらいところもあるのですけ

れども。今、90ページの途中まで、下線部が始まるパラグラフの前までは、割と淡々とファクトというか、測定結果をシンプルに示しているのだと思います。そこでそれぞれをどう解釈するかというところで細かく書いていただいているわけですが、この中で、これがこうだった結果はこういうことではないかという、こういうことではないかという部分は、一般的な知見を引っ張り出しているといえますか、こういう知見が一般に知られているというところを出してきてくれているのですけども。今回の結果とそういう一般的な話が織り交ぜて語られているので、全体を読んだときに、ずっと読みづらいというか。こうして見たときに、今回対象になっている核種、テクネチウム、モリブデン、ストロンチウム、加えてウラン、プルトニウムとかもあるのですけど、こういったものがそもそもどういう性質を持っているかという一般的に知られている部分というのは、ある程度別扱いといえますか、酸化物になると気体になりやすいというような性質というのは、途中の中で、そういえばみたいに引っ張り出すのではなくて、先に、あるいは後でもいいのかもしれませんが、各元素ごとの特徴を、それはそれでまとめていただいたほうが、それを指差しながら今回の結果を説明するほうが読みやすいのかなというのを、今、改めて思いました。

今回、ストロンチウムの結果とそれ以外のテクネチウム、モリブデンの結果というのが必ずしも整合しないというようなお話だったのですけど、これはやはり無理もないといえますか、そもそもスマヤ試料なのでできることが限られているとはいえ、今得られるデータというのは、こういったものぐらいしかなくて、さらに我々、チームとして現地に行ってスマヤサンプル、これは失われてからではどうしようもないので、サンプルを採ったらどうなるのというのはさておき、なるべく多くのサンプルを採取しておきたいと思うのですけれども。そのときに、今回この2号に関して、ここから採っておくべきだというのがあれば、やはり提案をいただきたいなと思います。前からそういうことは一緒に考えてきたわけですが、この結果を踏まえて、改めて何かあれば御提案いただきたいと思います。よろしくお願いします。

○日本原子力研究開発機構（飯田リーダー） 飯田です。

ありがとうございました。この文書の構成については少し見直して、今、杉山さんから御指摘がありましたように、一般知見とここで得られたこと、それを踏まえた考察という形で見直したいと考えております。

もう一つは、元素の例えば、2号機のどの部分から採取するというところは、そのほか

の結果も踏まえて検討を進めていきたいと考えております。

○安井交渉官 ほかに御意見はございますか。

岩永さん。

○岩永企画調査官 規制庁、岩永です。

今の一連の流れの話をお聞きして、改めて見るのですが、通しで91ページの次のページの下線を外しているところなのですが、上から、「なお」というところなのですが。そのような流れの中で話を聞いていくと、基本的にモリブデンとセシウムというのは同じように動いていくのだということがまず前提となっていて、そのような同じように動いている中、モリブデンのモル比が高めと、モル量が高めだということは、モリブデンが今想定しているモリブデン酸セシウムという形でもいると。要は、通常考えてきた以外の化学形においてもモリブデンがそこにあって、そういうものがモル数を押し上げているのだということが言いたいことなのではないでしょうか。我々もこれ、スミヤを推していく観点で、いろいろなところを狙っていくわけですが、何かしら指標が生まれてくればということなので、この「なお」以降でおっしゃりたいことがはっきり分かると、すっと頭に入ってくると思うのですが、この余剰のモリブデンというのを積極的に狙っていく一つのきっかけにはなるのかなと思うのですが、いかがでしょうか。

○日本原子力研究開発機構（丸山副センター長） 丸山ですけれども。

どうもありがとうございます。モリブデンやテクネチウムが一つの炉心熔融進展時の、ここにも書いてありますけれども、雰囲気条件の指標となるような核種だと思っています。そういう意味で、2号機の原子炉建屋のスミヤ試料だけを考えるならば、モリブデンが相当量出ていますので、それだけを考えれば、水蒸気リッチなのだろうなという推定ができます。そういう条件だと、セシウムはモリブデンと反応してモリブデン酸セシウムになりやすいという知見がありますので、それと照らし合わせて、セシウムはいろいろな化学形が考えられますけれども、この結果のみを使うならば、モリブデン酸セシウムだろうなという推定が成立すると思います。これはあくまでも推定であって、モリブデンは余っていますので、余っているモリブデンはどういう形かは分からないのですが、酸化モリブデンなのか、あるいはモリブデン酸という、そういう化学形で出てきている可能性があります。モリブデンは、ほとんど安定核種で、Mo-99があるのですが、これは半減期が短くてほとんどありませんので、ソースタームという観点では、セシウムのほうがモリブデンよりも極めて重要だと思っています、我々としては、セシウムの形態を重視しているとい

うことです。

○岩永企画調査官 規制庁、岩永です。

ここはそういう形で引き継がれるように記載をするのかなと思いますので、ちょっとこの部分については相談をしていただきたいというのと、今、丸山さんとのやり取りの中では、2号と1と3を比較する場合には、モリブデン酸セシウムなんかを一つのキーマテリアルとして比較をしていけば、これがあるなしで余剰になっているか、なっていないかとか、セシウムの挙動の一つにモリブデンが関わっているようなところであれば、同じような挙動をしていたのではないかと、一つの指標にはなるよねということで、御提案いただいたということで了解いたしました。

○安井交渉官 ほかに御意見がある方いますか。今は取りあえず手が挙がっていらっしやらないようなので。

これ、ちょっと報告書にまとめる上で、JAEAの方に伺いたいのですが。結局、2号機のスミヤのサンプルの数なんかは限られている中で、一応今回、ワンラウンドやりました。その結果、普通に考えるよりはモリブデンが比較的たくさん出ていますと。そうすると、水蒸気リッチ環境が予想されて、その場合であれば、一般的に考えると、モリブデン酸セシウムの形の化学形態があるのではないかと予想されると。ただし、ストロンチウムも実は出ているので、水蒸気リッチ一辺倒というには若干の矛盾というのですかね、そうとも言い切れないところもあるという証拠も出ていますと。

それから、大量に出たモリブデンは、モリブデン酸セシウムだけでは量が賄い切れない量なので、それ以外の化学形態のものがあると予想されるというか、予言されるというか、ということだというのが主なアウトプットだと、こう理解したのですが、よろしいでしょうか。

○日本原子力研究開発機構（飯田リーダー） 飯田です。

今の安井さんからの御理解で結構です。

○安井交渉官 分かりました。では、その線で少し報告書のあれも作りますが、この資料から今のを読み取るのは、相当の語学力が必要だと思いますので、いま少しの努力をお願いしたいと思います。

それ以外には何か。丸山さん、今のまとめでよろしいですかね。

○日本原子力研究開発機構（丸山副センター長） 結構です。

○安井交渉官 分かりました。では、そういうことでお願いをしたいと思います。

溝上さん、どうぞ。

○東京電力HD（溝上部長） 東京電力の溝上です。

2号機の事故進展という観点で言いますと、2号機は1号機、3号機と違って、結構、炉心損傷、炉心溶融のところが何回かに分けて発生しているという知見がございます。特に、一番最初に燃料が壊れる辺りのところというのが、その辺りでは水蒸気枯渇というか、水素リッチな条件になって、そこで一回、ちょっと反応が止まるような形になった後、原子炉圧力が下がった後に水がぱっと入った関係で、水蒸気リッチになって大きく水素が発生して、さらに反応も進んだというふうに考えているところです。

今回のこの両方存在するというのは、そういう観点からは非常に整合しているのかなとは思いますが、サンプルは、ある意味では時刻情報を完全に失っているというのは特徴の一つではあるのですが、そういう先に水素リッチ環境があって、後で水蒸気リッチが発生したみたいなところを理解できるようなデータを見つけるというのは可能ですかということと。

あと、モリブデンは、ペレットの中では金属析出物として存在しているというのは、よく知られているところなのですが、しかも、大体私がよく見るのは、ペレットの中心に近いところで析出物として出ているので、モリブデン酸になるためには、やはり燃料溶融の後ではないと、なかなかモリブデンって出てこないのではないかなという印象を持っているのですが、その辺の燃料の照射挙動みたいなものも含めて、モリブデンのどういう状況で出てくるかみたいなのは、杉山委員が一番詳しいのかもしれないですけども、JAEAとして取り組んでいく可能性はありますでしょうか。

以上です。

○日本原子力研究開発機構（丸山副センター長） 丸山です。

溝上さん、ありがとうございます。先ほど、溝上さんが説明されたシナリオについては、実は同じことを我々も考えていました。2号機の場合は、原子炉容器を減圧した段階で水位が下がって、どちらかという水蒸気枯渇の条件が先に生じたこともあり得るのかなと思ってました。そういう状態で炉心損傷が進展して、その後、注水して、水蒸気が発生して水蒸気リッチになったというシナリオを我々考えていました。

報告書に書いたのですが、環境がある時点で変わった可能性も否定できないということは、そういうつもりで書いているところです。

モリブデンについて、中心部だけに金属で存在するというのは、私は分からないのです

けれども、FP放出実験などを見ると、水蒸気雰囲気だと比較的早期にモリブデンが出てくるような結果になっていますので、中心部だけではなくて、全体的になるのかなど。その辺、燃料の専門家に聞きますのでお待ちください。

○日本原子力研究開発機構（天谷副センター長） 原子力機構の天谷です。

燃料の中でモリブデンがどういうふうにいるかということなんですが、私の理解だと、中心部に限らず、モリブデンとか、あとほかの貴金属類ですが、そういったFPはペレットの中で固溶しませんので、そういったものはやはり細かい、非常に細かい金属粒子みたいな形でペレットの中に析出していると思います。

ですから、そういうものが酸化して出てくるというのは、十分あり得るのかなというふうに考えます。

○安井交渉官 杉山さん、どうぞ。

○杉山委員 このFP、あるいは放射性物質の挙動を評価する上で、結構上流の部分で、まだ不確かさが大きいと。シビアアクシデント解析コードなどで、ある程度取り扱えるといっても、そもそも本当に燃料から放出される段階でどうなのか。インベントリとして炉内にあることは分かっているけれども、実際、溝上さんがさっき指摘されたように、ペレットからそれが気相中に出てくるときどうなのかということところは、まだまだ分かってないといえますか、その取扱いが正確にできないところでありまして。それが分からないから先に進めないというつもりはないんですけども、今後やっぱり研究課題として、まだまだやらなければいけないところなんだなという認識を持っております。

ここは何らかの仮定をすれば先に進めるかもしれないので、いろんな人が努力をしている分野だと理解しております。コメントでした。

○安井交渉官 今回の事故で、いろいろなものが我々も測ったり。それから、今、溝上さんが言ったように、当時のデータもあれば、今ペDESTALの中を見たりいろいろしていたりして。そういういろんな情報から、当時の起こったであろうことを考えていったときに、これまで教科書的に、どっちかという安全解析的観点からというべきですか、即座に出るとかとなっていたものを、もうちょっと現実的な情報を得ることができるというきっかけになることは、実はかなりあるんじゃないかと。さっきの水素の発生、あるいはコンクリートの問題なんかもそうですけれど、その一つかもしれなくて。ちょっとこういうのがまた育っていくといいんじゃないかとは思っております。

ありがとうございました。特にいらっしゃらないようなので、この後、ちょっと報告書

のほうに進むんですが、そこに進む前に、忘れないように申し上げておきたいんですが。本日、例えば大阪大学の加熱実験とか、それから東京電力の先ほどの水素のあれとか、それから、このJAEAの分析から導き出されるのではないかという推測、考察か、こうしたものが、言わば国から何か委託費を出して、その実験結果を出すだけじゃなくて、それ以外に新しいアイデアや考え方、あるいは御自分たちの考察、推測を出していただけるようになったこと、非常にありがたいことだと思っております。役所言葉だと、高く評価するなんて偉そうな言葉を使うんですが、そういうことじゃなくて、非常にありがたいと思っておりますし、こういう取組をものすごく続けていただきたいというふうに思っております。

何かこういうのをやると、何か新しいアイデアを出すと、けちつける人がいっぱいいるんですけれども、それよりもこういうのに、やっぱりこうやって様々なアイデアや考えを前向きに出して、それから、またいろんな後から得られる情報とか、あるいは、ほかのところでもやったことが、それを検証することもあるし、否定することもあるでしょうけれども、それを積み重ねて、やっぱりどうしてもリアルタイムでシビアアクシデントを見たり経験するなんてことは、もうやりたくもないし、できない相談なんですけれども。今、手に入るデータから、そこに遡っていくためのアプローチとしては、やっぱりそうした、言わば前向きなアイデア出しとか取組がとても大事だと思いますので、それにつきましては、今のこの三つの取組については、非常に私どもとしては感謝をしている旨をちょっと申し上げておきたいと思えます。

それでは、話が時間も進んでおりまして、ただいまから、この今日の本題でございます、中間取りまとめのお話に進みたいと思えます。皆様には、一度、先ほど申しましたが、週末に配らせていただいておりますので、読んでいただいていると思えますので、一々読み上げたりはいたしません。それで、まだこれ一生懸命急いで作りましたので、今日の議論は収容はされておられません。ただ、大体このぐらいかなというところまでは来ていると思えます。

それから、個々の主張は、前回と同じように、別添、アペンディクスで説明されている場合は、アペンディクスをつけなきゃいけないのをリファアーをしなきゃいけないんで、できるだけしたんですけど、まだ完全ではない部分などはございます。

そういう前提でございまして、最初のほうの導入とか、そういう本の構成とか、そういうのはちょっとここでは全部割愛をいたしまして、12ページからが本題でございます。

まず、12ページ、第一章でございますけれども、考え方としては、まず第一章、第一節は、前回の報告書のときにもSGTSフィルタ、SGTS配管イコール耐圧ベントラインなんですけれども、耐圧ベントラインの汚染パターンが、言わば主流路よりも枝葉のほうが高く、かつ、ある一定の場所にやっぱりたまっている、それをどうしたらうまく理解ができるかということで、今般は境界条件の設定の仕方としては、SGTSフィルタへの逆流量を高めに設定すると、イコール、別にダンパというのはそういうためについているものじゃありませんから、そういう適切であろうかという最低条件をつけると、境界条件をつけると、イコール、言わば蒸気の凝縮と、凝縮後の水の移動が生じまして、それを使えば、かなりうまく観測結果に近いところまで説明がつかますということが説明してございます。

それから、実は、この議論と共通して、実は共通項がなさそうに思っていたのがあるんですけども、共通項があるというふうに理解をしているのが、14ページからございます、2号機のシールドプラグの汚染の問題です。

シールドプラグの汚染の、3号機は、 γ 線スペクトラムを取ることができたので、比較のもうこれは動かんだろうと、30PBq（ペタベクレル）とか、30か40かは別としてです。ただ、2号機については、ある意味で原子炉建屋が残っていたがために、バックグラウンドも高く、なかなか γ 線スペクトラムを取ることができないという、実態上難しいという状態だったんで、様々な方法を使って、前回はかなりの汚染があるという、可能性が有りますというところまでいっていたんですけど、それを確かめると同時に、そうやっているいろいろ測定することによって、シールドプラグの下にどういうふうに汚染が存在しているんだろうかと。あるいは、シールドプラグが汚染するというのは、口で言うのは簡単なんですけれども、どういうふうにどこからセシウムを含んだガスが流れたのかということ、どこまで実証的に理解できるかということ、を順次やってまいったわけでございます。

それで、1-2-1は、前回のレポートのまとめが書いてあるだけでございまして、1-2-2、14ページの下の方でございますが、まずは、原子炉ウエルの中の線量を東京電力が測定してくれてございまして、大体最大でも530mSvと。そうすると、そのシールドプラグ3枚で180cmありますので、シールドプラグの上のほうの放射線量率が、シールドプラグ以外のところの線量率よりも100mSvぐらい高いんですけども、こんな差を1m80のコンクリートの下の530mSvの放射線場がもたらすことは不可能だというのが1点と。

それから、もう一つは、スミヤとかいろんな方法で表面汚染も調べたんですけども、

周りの床とそんなに違わないねという、ここ二つの結果が出ているので、やはりどう考えても、このシールドプラグのどことは言えないが、どこかに中に汚染がないと、そういう高い放射線量率はやっぱり成り立たないという結論に達したというのが、この14ページから15ページに書いてあることでございます。

そうならば、じゃあ一体どこを通過して、どうやってその内部汚染が発生したんだというところを知ろうというのが、1-2-3からの話でございます。

それで、そのシールドプラグ、非常に特殊な形をしておりまして、継ぎ目は16ページ、図4にあります、垂直部が二つと水平部が一つという屈曲した形をしておりまして。実は、AとCは、これはシールドプラグを置くときに、そもそもぴったりに置けなくて、若干間が開いているので、もともと5mmとか1cmとか開いているので、このAとCのほうの流路はあるんですが、Bのところはぴったり上から重たいものが乗っかっているんだから、ここがそんなに簡単には開かないんじゃないかというのが最初から思われて。だから当初は、どちらかという、この屈曲部よりもシールドプラグの周辺部分のほうの流路として成り立つよねと、こういうふうに思っていたわけですが。表面の非常に近いところにディテクタを置いて、汚染率を調べていくと、放射線量率は、やはりこの継ぎ目部分はかなり高いというので。じゃあ、どうしたらこんなところに流路ができるというのが問題意識でございます。

それで、シールドプラグの変形を3次元スキャナなんかで調べましたら、2号機のシールドプラグの中央部が約4cmへこんでいると、下に向かってへこんでいると。ところが、5号や6号も、2cmぐらいですけど下にへこんでいまして。他の発電所は、実はあまりほとんどへこんでない。それで、したがって、ちょっとこの中央がへこんでいることをもって、事故による変形が生じたと断定し切るというのは、若干の危険性があるなど。

それから、もう一つは、事故による、それは熱なのか何かはよく分からないけれども、変形が起こった時点が、セシウムが本当に放出されたときよりも前かというのは、これも保証がないので、それ以外のもっと恒久的という変ですけど、常に起こる流路形成の可能性はないのかという観点で行われたのが、1-2-3-2のシールドプラグの自重変形の計算です。

これはJAEAでいろいろやっていただいて、あんなに丈夫なものでも、やはりシールドプラグの中央パーツです、あの真ん中の四角いやつは、大体真ん中が6mmぐらい重さで下がると。それに対して両端の三日月のやつは、一番深いところでも4mmぐらいだから、大体

2mmぐらいの差が生じる。僅か2mmと思われるかもしれないけれども、継ぎ目は1本当たり10mぐらいありますので、10mということは1,000cmなので、1本当たり200cm²、継ぎ目2本ありますので、400cm²の隙間が形成されると。しかも、これはいつでもあるということなので、そういう意味では、事故のセシウムの放出時期と関係なく、セシウムの移動経路が存在をし得たということが一応検証された。

ヤング率の置き方なんかで、ちょっとぐらい数字変わるかもしれませんが、数百、200、300を超える、cm²を超える流路があったということは、ほぼ間違いないというところに来ていると思うので、これまでの観測結果をうまく説明することになったんじゃないかと思っていることとさせていただきます。

17ページは、シールドプラグの上を、これは時間的には本当はこっちのほうがさっきの計算より先なんですけれども。高さ3cmという、だから非常にシールドプラグに近いところでγ線の線量率測定をいたしました結果が、図5についておまして。ちょうどこの継ぎ目の交差、交点のところやっぱりかなり高いし、そういうのから大体分かっている感じはするねと。

ただし、3cmですから、非常にシールドプラグに近いので、シールドプラグの表面上に、やっぱりそうはいっても局所汚染はないとは、全くないということはないので、多少の影響を受けているということは、ここでは注記をしておきました。

それから、さらに、シールドプラグの下の汚染が、一応計算は、これまでの計算はシールドプラグの下面です、1層目と2層目の間に一様に存在するという、計算上のトリックというか、手段としてそういう仮定を置いてやってきたんですが、もっと分布が分からないかしっかり調べようということで様々なことを行いまして。やっぱり、どうやら意外とこのシールドプラグの中に入っている鉄筋が効いてくるぞということでありまして、それらも含めたいろんな様々な議論がされておりますが。平たく言うと、シールドプラグの厚さが、今まで60cmや61cmあったとか、そういうのも含めて若干の修正をしたけど、そんなに今までと影響はないですよ。

それから、シールドプラグの上の上面にも、それは多少の汚染はあるんですが、ボーリングコアを抜いた表面とかの線量とか全部調べても、まあどんなに高くても1MBq/cm²、もしかしたら0.5かもしれないんですけど。その辺からすれば、絶対値として1m50cmの高さで測定したときに、100mSv/hなんていう線量が出ているののごく一部、たしか18mSv/hぐらいしか説明ができないはずなんで、これも数字入れておきますけれども、やっぱりこ

のシールドプラグの下面からの汚染量を否定するものにはならないと。

もう1個は、ボーリングは、もともとあったIRIDの穴と、それから新たに13個開けた穴と両方やりまして。それで、まず、表面汚染とその下と両方の因子から、言わば深さ方向の線量の測定の傾きがうまくマッチするところを見つけるという、非常に理論的にはすぐれた方法なので、かなり敏感な方法なんですけれども、これをやってみた結果がございまして、それが19ページの表1です。

Q_B と、一応ちょっと Q_B が線源の濃度なんですけれども、ずっと見てもらうと、No. 2とか13とかの端っこのほうなんですけど、2とか10とかいうのは端っこのほうなんです。それで5とか6が大体真ん中で、それからIRIDの穴がIRID-Cというところできているんですけど。9乗のところもあれば、8乗というのたまにあると。それから、IRIDの穴のところは11乗だったり10乗だったりするんで、やっぱりこれは、やっぱり局所性はかなりあると言わざるを得ないなということであります。

それから、先ほど申し上げたように、非常に敏感な方法を使ったものですから、もうちょっとえいやっていうのに近いんですけども、表面汚染がないとしようよと、それで穴の底の線量が全部シールドプラグの下の面から来ていると仮定して計算してみると、大体この20ページの資料ぐらいになりまして。当然のことなんですけど、さっきよりは数字大きめになるんです、表面がないとしますから。ないけれども、大体やっぱり同じ、そんなに数値が変わるわけでもないから、表面汚染量を多少多めに見ていても、少なめに見ても、汚染密度自身はこれまでの計算値、 7×10^{10} ぐらいと、大体コンパラなんで、したがって二つのことが言えると。その穴掘った結果をいろいろ調べたら、汚染密度の相対値は、やっぱり 10^{10} 程度はあるねと。ということは、表面積全部で100万 cm^2 ありますから、10PBqのオーダーになると。

それから、二つ目が、先ほどの19ページの表でお見せしたように、やっぱり桁にすると、2桁に近い濃淡がありますよと、局所的にはと。それはようよう考えたら、今にして考えると、それは当たり前でして。さっきの継ぎ目のところに、やっぱり流路だから、そこにかんがいの濃いめのところがあって、そうじゃないところは少し低めになるというような、今考えれば理路当然なんだけれども、そういうこととちやうどうまく合ってくるという議論であります。

それから、ちょっとそのときに少し考察をした点がございまして、それが1-2-4-4、20ページの計算なんですけれども。これらの計算のときに出てくるのが、シールドプラグの

上の、先ほどお見せした3cmのところの評価がいろいろあって、ちょっとこれさっきのところとちょっと重複しているんで、後で文章を整理しますが、表面汚染の影響度は、やっぱりちょっと説明が全部つかないんですということが実際に書いてあって。したがって、これによって、しかも先ほどの赤とピンクの点の絵がありましたけれども、あれがもたらす波打ちのような大きな下部の汚染パターンは、概ね大体反映されているんじゃないかという評価をしております。

一方で、やっぱりあれだけの局所ばらつきもあるので、この検討の途中でマップを一度作ってお出したんですけど、それはやっぱりちょっとそういう、言わば局所性まではカバーできるはずもないし、それから全ての面をカバーするほどの測定点はそれは無理なんで、ちょっとここは一応撤回しておきますということを明記しました。

それから、このシールドプラグの継ぎ目、つまり言わば縦の継ぎ目に汚染があると、縦の部分は、だんだんこの表面部に近づいてくるんで、コンクリートの遮蔽がきかなくなってくるんです。だから量がそんなに多くなくても、ものすごいきてくるんじゃないのと、1m50のところでの測定にです。そうすると、何10PBqもなくともいいんじゃないかと、こういう議論が成り立ちまして、それをちょっとやってみたわけですが。

すごく簡単に言うと、今、シールドプラグの継ぎ目の上部で測られる線量から、隙間の汚染量を、ちょっとこれ大分難しい計算なんですけれど、やると大体1MBq/cm²ぐらいで。この量をもとに計算すると、大体全体の今測られている100mSvの放射線量率の10%台ぐらいを供給することが可能だと。逆に言うと、どうせ倍半分の世界の議論をしていますから、やっぱり厳密な議論をしても仕方がないんですけども、この継ぎ目の垂直面の汚染が全体の底面一様という前提で計算したものに対して、支配的要素にはならないということを、補強材料として計算をしたので、それがここにつけてあると、これが21ページでございませう。

それから、23ページ以降は、むしろそれ以外にもいろいろやったんだけど、実はこの測定というのは、1m50cmの高さ、30.5cmの高さ、それから穴の底と三つあるんですけど。これだけあると、当然その整合性をチェックする必要があるあって、その三つの間では、言わば下に行けば行くほど汚染点に近づくので、汚染の局所性が強く反映されるんです。したがって、低いところのほうが汚染のばらつき、つまり測定値のばらつきが大きくならなきゃいけないんですけど、一応そのようになっておりますということも確認をいたしましたというのがここです。

それで、最後に、原子炉ウェルよりも強い汚染が、シールドプラグの隙間に生じていると考えざるを得ないと。先ほど申し上げたように、530mSvぐらいしかないということは、あのウェルに何10PBqものセシウムがあるはずはないんです。ところが、にもかかわらず、シールドプラグの中には数10PBqというのがあるのなら、何らかの方法でセシウムが濃縮しないと成り立たないはずではないかと。

それについての一つの仮説というか、理論を考えたのが、このところでございます。つまりトップヘッドフランジから出たガスが、水蒸気です、セシウムを含んでいるやつが、あの隙間を上がっていく間にだんだん冷えて凝縮すると。2号機のブローアウトパネルから長時間水蒸気が出ていたように、水蒸気はそこそこの時間、出続けたであろうと。

そうすると、だんだん凝縮して、凝縮したやつは崩壊熱もあって、蒸発しながら、またどンドンたまっていくということで、この蓄積効果がシールドプラグの間で働いたと考えるのが妥当じゃないかという、ここは一種の、ちょっとだから語尾をもうちょっと仮説ですというのを分かるようにしますけど、そう考えると非常に合理的に理解ができるというのは、1-2-4-6でございます。

これらは、この第三節で書いているのは、さっきのベント系配管も、シールドプラグの汚染状態も、一種その水蒸気によるセシウムの移動及び定着というモデルで考えると、うまく説明ができて、当然、2号で成り立つことは、3号でも成り立つし、1号は、僕らが見る限りは、水蒸気がほとんど見られてませんので、それが意味、シールドプラグの汚染の低さの説明になるんじゃないのかと。

それから、1、2号機の共用スタックは、底のほうはかなり線量高いんですけど、半分より上って、もうほとんど汚染されてなくて。そういうのもこういうふうに考えると、合理的に理解ができるんじゃないかと。

それから、各号機、フィルタトレインには、今まで水蒸気の凝縮水も見られてますけど、それはちょうどぴったり合うよねと、こういうことでございます。

続いて、第二章でございます。これは格納容器の中、今日も議論がございまして、これは東京電力の報告が、今日のでまたちょっと新しいのを追加する必要があるれば、撮影結果は以下のとおりのところに、適宜、若干直しても、大体ここに書いてあるぐらいでいけるはずなんですけど、これらを書いてございます。

それで、25ページからなんですけれども、それでどうしてこうなったんだろうねということを考えるのに、どういう点が今まで考えていたこととうまく合わないかなというのが、

1、2、3で書いておりました。

そして、26ページに、これまでに提示された三つのシナリオ、これはシナリオ案ですから、提案ベースのことが書いてございます。

①と②は阪大のほうから出していただいているので書いてございます。それから、③は私のほうで考えたので、それなりに様々な文献とかから持ってきて、補強材料も多少足して書いてございますが。基本的には、そうはいつでも、これはいずれもまだこの段階では、こういう案があるよということにして、これらはやっぱり実験と観測で確認をして、どれが本当に成り立つんだということを検証しなければ、どれがいいとも今は言えない段階だと。

特に今後、集めてほしいものとしては、例のあのテラスみたいなもののサンプルも欲しいねと。それから、今日も議論に出てましたけど、格納容器の底に多分たまっているもの、それは先ほどおっしゃったような、コンクリートが溶けたものみたいなものもあるかもしれないし、それから、本当に硬い溶融炉心があるのかどうかというのも、ちょっといまいちまだよく分かっていない。

それから、コンクリートの破損実験は、やはりちょっといろんな条件で実験をしなくてはならないと。これまでもやられたものありまして、文献でもある程度調べたんですけど、ほかにも私どものところに、こういう情報あるよと言われる方もいらっしゃるようなので、これから、またそれらは来年の課題としてやらせていただきたいと思っています。

それから、やっぱり安全上とても気になることでもあるんですけど、ペDESTAL壁の内壁側というんですか、内側がどうなっているんだというのは調べたいし。また、それが結局コンクリートの破損メカニズムの理解にも役立つというのが5番で。6番目が、今日の資料では、かなり実はもうちょっと書いてあるのかも分かりませんが、テラス状のところの下はどこまでも空洞になっているのかは、今はまだちょっと僕らには確証がないので、こうした辺りのデータを基に、また次の議論ができるようにしたいというのが、これが書いてございます。

それから、第二節は、2号機と3号機で、これもこれまでに調べられたことを大まかに書いてございますが、やっぱり3号機のほうは、やっぱり思ったよりも、高さ3mでしたか、何かの堆積物もあるようなので。また、これらも1号機だけでなく、2号と3号も合わせて考えていく必要はあろうということでございます。

それから、ちょっとこれからが整理が悪くて誠に恐縮で、2-1-3と重なってしまして、

東京電力に収集を求めるなんて書いて。先ほどの、今後欲しいねという、ちょっとここは整理悪くて、申し訳ございません。

それから、30ページには、東電のほうで、これ情報公開を促進していただいて、今度のやつも非常に量の多い映像データが出るようになるのと伺っております。非常に、ちょっと今こう書いていまして、この報告が出る時点に合わせて、出るはずだと書いてあるのが出たのなら、時点の修正はしますが。こうやって、言わば公共財としてプラントの情報が共有されること、及びそこに前向きに取り組んでいくということは、原子力に携わっている我々の責務だと思うんで、これはいいことだと思っているということが書いてございます。

三章からは、ちょっと細かい案件が幾つか続きますが、4号機は、実は3月15、16だったと思いますけど、2日間にわたって火災が報告されております。当時は、ちょっと混乱していたこともあるんでしょうけれども、一部の発表では、何か再循環ポンプと書いてみたり、MGセットと書いて、いろいろあって。我々も、どこが本当の場所なんだというので、これは消防庁の経験の人のほうがうちの中にいらっしゃるものですから、一緒に行って、火元の確認に行ってきました。

どうやら、いろいろ見た結果、再循環ポンプのモータージェネレーターセット、MGセットのところには火災痕を見つけましたので、これはほぼ原因じゃないかと。ただし、着火原因とかそういうのは分からないんで、それは可燃物が残っているものをうまく分析できるかどうかは、ちょっとこの専門のところとの調整があるんですけども、うまくいくかどうかはやりたいが、これは大体火元は確認をすることができたと思っております。

それから、3号機の水素爆発については、今日の報告もありましたけど、もう一つは、JAEAと東京電力がケーブルの加熱実験をしております。去年の段階では、ドライ条件というんですか、酸素なし、水蒸気なし、窒素雰囲気で行っていたんですけど、その状態では分解はするけども、出てくる有機化合物は大したことないというのは、非常に大ざっぱに言うと、そういう結果だったんですけども。

東電のほうのやった実験で、やっぱり水蒸気条件下だと、200℃でウレタン保温材がほぼ液体状態になっちゃうというのは、次のページに載せていますし、今日の説明の中でも、保温材かなり傷んでいるという報告がありましたけども。ただ、ウレタン保温材って、そんなに使われてなくて、主役はポリミドなんで、ちょっとそのポリミド辺りも含めて、ただ、やっぱりこの水蒸気条件下、あるいは、酸素2.5%ぐらいあるはずなんで、言わば酸

化条件下では、以前の実験と違う結果が出る可能性がかなり高いというか、違う結果出ているので、それはちょっと今後も追及したいというのが1点と。

それから、もう1点は、今日ございましたような、ああいう水素シミュレーションもしてもらったおかげで、あれ自身は、先ほど申し上げたように、皆さんやっていると、細かい条件設定の妥当性を追求しがちなんですけど、やっぱりどうしてもあの種のプラントが、あの当時どうだったかを完全に知ることはもう不可能で。むしろ、成り立ち得る条件がありそうだということのほうが意味があるかなとは、僕は思っています。

ただ、今日も先ほど途中で申し上げたように、そうはいつでも、ものすごく狭い範囲でないと成り立たないというんだと、ちょっとこれは無理だよなという感じはするんですけど。そこそこの安定性と、そこそこの言わば感度の緩さがあれば、これも一つの材料かなとは思っております。

なお、2-3-2にありますのは、これは例の水素爆発とか、有機化合物の話をしているときに、何かちょっと規制庁の前の報告書の書き方だと分かりにくいぞと、まるで有機ガスで爆発するかのようなイメージを持ちちゃうというのがあったんで。いや、別にそんなことじゃないんですけどということは申し上げたんですけど、せっかくだいた意見なんで、そうじゃなくて、まさに爆発力のメインは水素ガスなんですと、有機化合物はそれにああいう炎の色とか、噴煙とかの原因としては、それがないと水素だけでは説明がつかないということなんですということなんですけれど。ちょっともうちょっと言葉を足したほうが良いような気もするんで、もうちょっと表したいと思います。

それから、次の三節に書きましたのは、これはいろいろ努力したに実は近いんですが、1号のSGTSフィルタトレイン、非常に線量が高い中で、一応、実はアクセスできそうな機材の開発までは、実はもう終わっているんですけども、間にいろんな障害物があって、引っかかって帰ってこないと、やっぱりいけないなと思っていて。ちょっと今のところ二の足を踏んでいるというのが、この3-1-1でございます。

それから、3-3-1-2は、2号機のSGTSフィルタトレインについては、フィルタトレインの足元までローダーを送り込みまして、何か水が漏えいしたような跡に見えるものなんかも見つけましたが、こちらと同じように線量は非常に高く、人間が接近するのはちょっとためられるなということでございます。

それから、3-3-2は、SGTSの切断の問題でございます。結果的には、まだ1か所切れたただけで止まっているんですけども、その途中で、我々だけじゃなくて、東電とか、あるい

はJAEAのカメラが日本に何台かあるんですけど、それらの言わば長所・短所と使用可能範囲を見極めようということになりましたのが1点と。

それから、実は輪切りにしまして、その配管をです。その本当は上下左右の線量なんかもきっちり測ってデータ化したかったんですけど、ちょっとまだまだ最初だったせいもあって、方向管理がうまくいってないということで、それ自身が方向性のあるデータにするのは難しいんですけども、輪切りにした配管の中に付着物というんですか、が残っているのが確認をされていまして。これは最初のほうに申し上げました、SGTS配管内で水蒸気が凝縮して、それが言わば残って、こういう汚染ができたということと非常に整合的な結果なんで、そういう副産物なのか主産物なのかよく分からないんですけど、そういうものもありましたと。

それから、モニタリングポストは、これはちょっと今回は議論には入っていませんが、今後のために様々なものをかき集めて、それから福島県がこれまでに集めてくれていたいろんなダストのデータなんかも含めて整理をしておりますので、これはちょっとこれを使って、今後またやろうということでございます。

それから、ここから先は、私どもがいろいろやったことを報告的に書かれているわけですが。1号機の建屋の中の汚染状況をこうやって調べたとか、3号機の原子炉建屋の、先ほどもちょっと出ておりましたような、MSIV室の横のブローアウトパネルのチェックと、そういう話とか。

それから、安全上意味があると考えるのは、この3-5-1-3でございます。4号機の建屋を3次元スキャナで、これは定期的に測ってまして。地震なんかがあつて変形してないかということが経時的に追いかけると。3次元スキャナのエラーバーの関係も若干はあるんですけど、これまでのところ何度か地震も経験しましたけれども、建屋の変形とか落ち込みは確認されていないということで、少し安心できるかなという結果を得たということでもあります。

それから、最後に、原子炉建屋の中に我々が侵入できるのは、やっぱり線量の関係もあって、回数に限りはあるんですけども、行く度に少しずつ建屋内のスミヤ試料を取ってきておまして。今日、JAEAからの報告もありましたので、それについては、先ほどまとめさせていただいたように、2号機ではモリブデンが予想よりもたくさん出ているねと。しかも、例えばストロンチウムはそうでもない、も出ているんだけど、それは蒸気リッチ雰囲気と水素リッチ雰囲気でぴったり合うわけじゃないんで、これはもしかしたら、先ほ

ど溝上さんから話があったように、2号機のシーケンス、比較的長いシーケンスなので、その途中の状況変化を反映しているものかもしれないというのが1点と。

それから、モリブデンの量が非常に多いので、通常の水蒸気雰囲気が出てくるモリブデン酸セシウムだけじゃなくて、それ以外の形態でもかなりあると考えざるを得ないと。こうした点がアウトプットとしてここに書き込みたいと思っております。

以上で、こういうことで、この後は多くの方への感謝とかもいろいろ書いてございますけれども、今まで申し上げたぐらいを、これまで、この2年間皆さんと議論させていただいたものをまとめたものとして準備をさせていただいております。

ちょっと皆さん、週末一応読んでいただけるようには、我々としては何とか間に合わせて配ったんですけど、お時間なかったかもしれませんけれども。ちょっとここで今、いやここだけは許せないとか、これだけはもっと足さない駄目だとかいうのがあれば、承りたいと思いますんですが、いかがでございましょうか。

どんどん言っていただいて結構なんです。ここは普通の審議会とは違って、議論をし、意見を積み重ねることに意味がある場ですから。

じゃあ、ただ、皆さんは、まだこれから読んでいただいて、やっぱりこの表現はちょっと変じゃないかとか、用語がおかしいぞとかというのもきっとあるかと思っておりますので、メールで事務局のほうにお送りください。

それから、先ほど冒頭申し上げましたように、別添とのまだリンクがきれいについてないんです。それから、別添は、基本的にはやられた方の自主性というか、コピーライトを大分尊重している点もあって、完全に我々のコントロールどおりには書けるわけではないのですが、用語があまりに違うとかいうのでは読みにくいので、それらはこれからどんどん直しまして、1月13日のときには、別添も議論できるレベルにまではして、チェックをしていただきたいと思いますと思っております。

大きな流れを申し上げますと、1月のうちには委員会のオーケーを得て、パブリックコメントに付して、年度内には必ず今回の報告書をまずはまとめさせていただきたいと、このように考えておる次第でございます。

特にございませぬか。なければ、ちょっと一つ、東京電力にお願いがございまして、先ほどから説明している中で、原子炉ウエルの測定をしたんですが、原子炉ウエルからのSGTS配管のダクトにつながっている差圧調整ラインの弁がございまして。現在、手動開の位置にあることは僕らも行って、理解をしております。手動開になっていると、実は、こ

れ空気作動エア弁なんですけれども、エアで閉まらないという、そんなはずはないなという気もするんで。私どもとしては、起動前チェックリストがあるはずなんで、この前、もう既に中操を整理されているから、その原本でもよし、コピーでも何でもいいんですけれど、普通はどうなる手順になっているんだっけということだけは確認したくて。これは、事故時の後、どうしたかこうしたかを突き詰めることはあまり意味はなくて。ただ、もし本当に最初から弁が開いていて、あれだけの汚染で収まるのなら、思ったよりももっと薄い蒸気だったかもしれないと、こういうのもありまして。ちょっとそこを押さえるために、起動前チェックリストにアクセスしたいので、後で細かい相談はさせていただきますけれども、御協力をいただきたいと思います。

○東京電力HD（飯塚） 東京電力の飯塚ですけれども。

拝承です。

○安井交渉官 それ以外にはございませんでしょうか。

では、一応、認めていただいたというのも変なんですけど、ちょっと取りあえず、今日のところはあれということで。

委員長のほうから一言ございますでしょうか。

○山中委員長 皆さん、どうもありがとうございます。

それぞれの組織でボランティアでいろいろ研究とかをしていただいて、本当にありがとうございます。

私自身も、大学4年生の頃からセシウムモリブデートの研究をしまして。実は、計算上、燃料なんかでセシウムモリブデートってめちゃくちゃ安全なので、できるはずなんですけど、見つかったことがなくて。今回こういう事故の後、格納容器の外でそういうセシウムとモリブデンが共存しているのが初めて見つかったという、そういうことに多分水蒸気の挙動というのが密接に関係しているんだろうなと思いながら。これからいろいろデータ、スミヤのデータが取れていくといいなというふうに思っています。

それから、やはり水蒸気の挙動ということで言うと、水素の爆発についても、どこで爆発するかというのは、本当に今日の解析というのは、まだいろいろ検証する余地あるんですけど、本当に水蒸気によって水素が追い出されてとか、あるいは、酸素濃度が低下して、どこで爆発するかというのは水蒸気の挙動によって変わってくるというのも、何か今日、改めて、そういう水蒸気の挙動を把握することの重要性というのは感じたところです。

また、これから本当にペDESTALの中がどうなっているかというのは、これからいろいろ調べていただいて、内側の挙動とか、あるいは、外側はどうなっているかというのは分かってくるかと思えますし。いろんな方が、多分これから参画をしていただけると思うんですけども、あまり何が正解かというのをおそれずに、いろんな仮説を立てていただいて、溶融炉心の挙動、あるいは、コンクリートがこういうふうに変化する挙動についての提案をしていただければなというふうに思えますし。

ぜひとも東京電力には、詳細の観察、あるいは、炉内のこういうところを分析してほしいという、今日も希望が出たかと思うんですけども、そういう分析・観察というものをぜひとも公開をしていただければなというふうに思っております。

本当に皆さん、いろいろ議論をしていただいて、あるいはデータを提供していただいて、本当にありがとうございます。

どんどんそういう意味で、これから多くの人たちが参画してくれるといいなというふうに思っておりますし。私自身、事故調査分析というのは、本当に初心を忘れぬためにも、極めて大事な活動だろうと思っておりますし、これからその安全を考える上でも、どういうことが起こったんだということを改めて考えるというのが非常に大事だと思っておりますので。ぜひとも今後も積極的に、皆さん、参画していただいて、活動を活発にいただければというふうに思っています。

私からは以上です。

○安井交渉官 ありがとうございます。

それでは、本日、第34回の事故分析検討会を終了したいと思います。皆様、長時間にわたりありがとうございました。

その他、失礼しました。RCWの件で、説明をするのがあることを忘れてまして、すみません。

○東京電力HD（松浦マネージャー） 聞こえますか。

○安井交渉官 はい、どうぞ。失礼しました。

○東京電力HD（松浦マネージャー） じゃあ、最後になります。手短かに御説明したいと思います。

1号機のRCWの線量低減に向けた内包水サンプリングの作業の計画について御報告いたします。

通し番号145ページ、お願いします。概要になりますけども、1号機のRCWにつきまして

は、線量低減に向けた内包水のサンプリングに関連する作業を今実施しているというところ
ろです。

サンプリング作業で扱いますRCW熱交換器入口ヘッダ配管につきましては、滞留ガスの
確認をしたところ、水素等、Kr-85を確認しております。現在になりますけども、その滞
留ガスのパージ作業を実施しているというところになります。12月18日の実績で、水素濃
度が約4%まで低下しているというところになります。

今後の滞留ガスのパージ作業につきましては、水素濃度が可燃性限界4%未満になるま
でを目標として実施するというところを考えております。その後になりますけども、サン
プリング用のホース挿入のため、ヘッダ配管の貫通部を穿孔しまして、RCW熱交換器の内
包水サンプリングを1月頃に行うような形で、今進めているというところになります。

続けて、146ページをお願いします。サンプリングにつきましては、熱交換器内部の水
位の状況がちょっと分かってないというところもあるんですけども、熱交換器（C）の入
口配管、あと熱交換器内の3か所、上・中・下の合わせて4か所をサンプリングすること
を計画しております。

147ページ、お願いいたします。分析する項目につきましては、セシウム、塩素、トリ
チウム、全 α 、全 β 等を考えております。これらを確認しまして、今後の線量低減の手順
等を考えていきたいというふうに考えております。

最後、148ページになります。工程になります。現在、先ほど御説明しました滞留ガ
スのパージ作業を実施しているというところになります。それが終わりましたら、1月、
貫通部の穿孔をしまして、内包水のサンプリングを1月の後半にやっていくという形で、
今計画をしております。

説明は以上になります。

○安井交渉官 ありがとうございます。誠に失礼をいたしました。申し訳ございません。

質問とか何かございますか。

○岩永企画調査官 規制庁、岩永です。

1点だけ、今日の議論でもありましたように、当時のガス、水蒸気成分ですので、サン
プルを、今、分析項目他となってますけども、モリブデンも含めて、その辺のものが、か
なりこれ蒸気で運ばれているので、粒子状のものって落ちちゃうかもしれませんけども、
ちょっとアプローチしてみたいので、規制庁の分析チームで使うサンプルも、ある程度
の量を確保していただきたいと思っております。

以上です。

○東京電力HD（松浦マネージャー） 了解しました。それは水のほうという理解でよろしいですか。

○岩永企画調査官 はい、水のほうで構いません。

○東京電力HD（松浦マネージャー） 分かりました。また、じゃあ改めて相談させてください。

○安井交渉官 ちょっと今のことについてちょっと質問なんですけれども。これあれですよ、格納容器の中でRCW配管が何らかの損傷を受けて、それで気体がここのRCWの熱交換入口ヘッダまでやってきたのはよく分かるんですが。これはあれなんですか、ここから、この熱交のほうにガスが下りていったという、そういうことなんですか、を想定されているんですか。

○東京電力HD（松浦マネージャー） 今、そのようなことを想定しています。また、あと、併せてになりますけども、滞留ガスのほうは、水素が確認されたこともありますので、この入り込んだガスが熱交換器内で水がなくて凝縮されて滞留したと、その後、放射性分解によってガスも合わせて発生したんじゃないかと、そんなようなところで今推定はしています。

ただ、最終的には、水の分析結果によるのかなというふうに考えています。

○安井交渉官 ところで、この熱交換器入口ヘッダは、リザーブタンクにもつながっているんですよ。

○東京電力HD（松浦マネージャー） つながっております。

○安井交渉官 そこにリザーブタンクまでの間は水で満たされているんですか、通常時。

○東京電力HD（松浦マネージャー） 通常は水です。熱交換器の前に、一応RCWポンプがありまして、そういったところを経由して入ってきているんじゃないかというふうには考えています。

○安井交渉官 そうですよ。そうすると、ずっとやっぱり格納容器から上がってきて、もともとあった水を押しつけて、ガスがこの時点でもう20mぐらい上がっているのかな。上がっていて、そこからリザーブタンクへ行く、リザーブタンクは4階だから上向きの道があるのに、ガスが下に向かって、かつ、これ熱交換器というのは出口と入口があって、反対側も同じ静水圧がかかっているような気がして。これ、それしか考えようがないのかもしれないけれども、なかなかトリッキーだなと思っているんですけども。

そのつながり方からして、自然なことなんでしょうか、このRCW熱交換器の中がものすごく汚染されるのが、さっきの線のつながり具合の中で考えてです。

○東京電力HD（松浦マネージャー） 最初の今日の事故分析検討会の最初でも冒頭でありました、RCWの配管、あそこのちょっと破断箇所がどうことになっているかというところにも関係はしてくると思うんですけども。今、我々、現場のほうでは、やっぱりそっちらから経路して入ってきたのではないかというふうに考えております。

○安井交渉官 いやいや、そこから入ってくるしかないのはよく分かっているんです。そうなんですけど、だってヘッダ管が上にあるのに、熱交の中まで入って、しかも入口側も出口側も、言わば今見る限りは、RCW管内ということは、両方から格納容器の内圧がかかっているはずなんで、一方に流れ出るわけじゃないから、ちょっと熱交自身に一気にガスが選択的に行ったと考えるのってできるのかなというのは、ちょっと疑問でして。

ちょっと今日、これ以上伺ってもあれなんで、ちょっとまた、僕らもそちらに伺う機会もあるので、いろいろ勉強してみたいと思います。また、いろいろ教えてください。

○東京電力HD（松浦マネージャー） よろしくお願いいいたします。

○安井交渉官 御質問とかございませんですか。

もうこれで全部かな。

じゃあ、今度こそという、東電の皆さんには誠に失礼いたしまして、申し訳ありませんでした。

それでは、本日の事故分析検討会を終了させていただきたいと思います。皆様、ありがとうございました。