

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37回会合

議事録

日時：令和5年4月24日（月）14：00～17：56

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  
田中 知 原子力規制委員会委員  
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  
竹内 淳 東京電力福島第一原子力発電所事故対策室長  
安井 正也 東京電力福島第一原子力発電所事故対策室 企画調査官  
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  
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  
入江 正明 放射線・廃棄物研究部門 技術研究調査官  
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 フェロー

天谷 政樹 安全研究センター 副センター長  
柴本 泰照 安全研究センター 原子炉安全研究ディビジョン長  
飯田 芳久 規制・国際情勢分析室 室長代理  
大野 卓也 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 研究員  
阿部 仁 規制・国際情報分析室 室員

#### 外部専門家

市野 宏嘉 防衛大学校 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  
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  
門脇 敏 長岡技術科学大学 教授  
佐藤 文信 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  
二ノ方 壽 東京工業大学 名誉教授  
前川 治 原子力損害賠償・廃炉等支援機構 技監  
宮田 浩一 原子力エネルギー協議会 部長  
牟田 仁 東京都市大学 准教授  
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  
村田 勲 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  
山路 哲史 早稲田大学理工学術院先進理工学研究科共同原子力専攻 教授

#### 東京大学

更田 豊志 東京大学大学院工学系研究科原子力国際専攻 上席研究員

#### 原子力損害賠償・廃炉等支援機構

中村 紀吉 執行役員  
山中 康慎 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  
笹沼 美和 審議役

#### 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  
山下 理道 原子力設備管理部 部長  
遠藤 亮平 原子力設備管理部 設備技術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  
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  
RPV 内部調査・線量低減P J グループマネージャー  
本多 剛 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  
試料輸送・建屋内調査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  
古橋 幸子 経営技術戦略研究所 技術開発部 材料・化学エリア  
星野 孝弘 原子力設備管理部 設備技術グループ  
齋藤 隆允 原子力設備管理部 設備技術グループ

#### 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37回の会合を始めさせていただきます。

本日の会合につきましては、前回に引き続きWeb会議システムを活用しながら進めてまいります。

まず、円滑な進行に御協力をお願いいたしたいと思います。

今回の事故分析検討会から、東京大学大学院工学系研究科原子力国際専攻の更田上席研究員に参加していただいております。

それでは、お手元の議事次第、配られているかと思いますが、本日は議題が五つございます。議事次第にございますように、議題1、1号機原子炉格納容器内部調査の進捗

状況について、2、ケーブル加熱試験等の状況について、3、水素燃焼試験の状況について、4、1号機原子炉補機冷却系熱交換器の高汚染について、5、その他の順で進行していきたいと思います。

本日は皆様の議論次第というところがございますけれども、必要に応じて休息を挟み、議事を進めたいと考えております。

議題ごとに配付資料を用意しておりますので、各担当者から資料を基に説明をいただきたいと思いますが、議論の進行につきましては、安井企画調査官にお願いしたいと思っております。

よろしく申し上げます。

○安井企画調査官 規制庁の安井でございます。よろしくお願いたします。

今、御紹介がありましたように、議題は1～5までありますけれども、1は格納容器の中の1号のペDESTALの話に加えて、コンクリートの加熱実験についてのお話を若干できたらと思っております。2と3が水素爆発関係で、一つの固まりということで、4番目が挙がっておりますRCW、先般の会合でも、若干、別アイデアも出ていましたので、それらを整理して、議論の土台を固めようと思っております。5番目が、去年でしたかね、東電のテプコシステムのほうから御説明いただいた話をスタートにした水素の局在化凝縮による爆発条件達成のタイミングその他についての議論、この5議題ですが、テーマとしては四つという形でやりたいと思っております。

まず、一つ目でございます。東京電力とIRIDが最近発表して、先週の金曜日にビデオが全体公表されたと伺っておりますが、それについての御説明を、まず、東京電力からしていただきたいと思っております。

本日の目的は、膨大な量の情報の中から、ある程度、選び出されたものなんですけれども、外部専門家の皆さんは初めてという方も多いと思っております。まずは何が映っているんだということを御理解いただくために、どんどん質問をしていただいて、クラリファイを十分していただけたらと思っております。時間も、1番、できるだけ長めに、1時間半にはちょっと収めたいんですけど、そのぐらいの時間を取って、十分な理解が進むように進めたいと思っております。

それでは、東京電力の溝上さんから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。

「1号機 原子炉格納容器内部調査の状況について」という資料、資料1のほうを御説明

いたします。

全体の4ページを御覧ください。今回、御説明いたしますのは、真ん中にオレンジ色のハッチングをしてあるところ、後半調査の⑦番、ROV-A2、ペDESTAL内部、壁部の詳細目視というところでございます。

次のページ、御覧ください。こちらは右下に1号機ペDESTAL内部という写真がございます。こちらのほうなんですけれども、今後出てきますので、大体のポイントを覚えていただければと思うんですけれども、まず、ポイント⑤と書いてあるところ、ここがペDESTALの中と外を結んでいる開口部の通路になります。ここから真っすぐ中に入っていくと、ペDESTALの内部に入るわけなんですけれども、開口部から一番遠いところが、ここでいうと⑩番のポイントになります。斜めになっちゃっているんで、感覚が少しずれるところがあるんですが、一番遠いところが⑩番です。一番近いところが右側が⑬番、左側が⑦番という場所になってございます。なので、特に⑤番と⑩番の位置関係を覚えておいていただくと、今後、分かりやすいかなと思います。

今回の調査なんですけれども、3月28日から3月31日まで実施しておりまして、ペDESTALの中に入りましたのが3月29日、30日というような状況でございます。

ページめくっていただきまして、全体の6ページですけれども、こちらはペDESTAL基礎部、壁の状態についての説明になります。

まず、文章として書いてございますけれども、ペDESTAL内側下部のコンクリートが一部消失している箇所（床面より1m程度）に配筋が露出のしているのを確認してございます。こちら床面より1m程度というふうになっているんですけれども、ページ飛んでいただきまして、全体の14ページを御覧ください。こちらがペDESTALの通路、⑤番の中から少し頭を出したぐらいのところ、右から左へぐっと見回したときの絵になってございます。一番遠いところ、⑩番が大体真ん中辺りになっているというようなことでございますけれども、⑬番、⑦番のところ、鉄筋の露出が見えていると思います。この鉄筋の露出は開口部の露出部とつながっておりまして、開口部の露出部はインナースカートと言われるもとの床面から1mぐらいのところまでの高さに対応する部分で鉄筋の露出が確認しておることによってございますので、こちらの絵のように、何となく同じように⑬番から⑦番まで鉄筋の露出しているところが見えているというふうな印象が持たれておりますので、ページを戻っていただきますけれども、全体の6ページ、床面から1m程度までコンクリートが露出して鉄筋が確認できているということになります。

そういう意味では、露出している部分の上部が床から1mに相当するだろうということですので、鉄筋そのものが床面の1mのところまで、全部見えているというよりは堆積物があるので、下のほうは幾らか隠れているということでございます。

二つ目のポツになりますけれども、配筋露出箇所の上には棚状堆積物が存在しております。こちらの写真3を御覧いただければと思うんですけれども、写真3に棚状堆積物として、もともとのペDESTAL壁面から突き出るような形で出ているものがございまして、こちらのほうが、この棚があるところを境にして、その上にはもともとのコンクリート、若干荒れてはいるんですけど、事故前と同じようなコンクリートの表面が見えているということになります。その下なんですけども、その下の状態、写真1を御覧いただければと思うんですが、こちらはポイント⑪の部分のペDESTAL基礎部なんですけれども、露出している鉄筋の上に若干薄暗い感じの表面が見えておりますけれども、これは写真3のもともとのペDESTAL壁面と違って、すごく荒れている状況のものが一部、鉄筋は露出してないんですけど、そういった状況があって、その上に棚状堆積物がある場所、ない場所があるんですけども、その上下で状況は変わっているということになります。

写真2なんですけれども、こちらは配筋の近くに寄って撮った写真なんですけれども、建設時からあったと思われる表面の模様みたいなものが現時点でも残っているというのが確認されるという状況でございます。

全体の次のページ、7ページをお願いいたします。先ほどの5ページのところで調査箇所について⑧、⑨、⑩以外は黄色くハッチングしてあったかと思うんですけれども、その部分はROVが壁に寄りついて近くの状況が確認できたというところになりますけれども、⑧、⑨、⑩についても何もないということではございませんで、先ほど、お見せいたしましたパノラマ写真の部分のように、遠くから見えているところと、たまたまROVがそちらの方向を向いていたというところを後から確認して見えているというのが確認できてございます。そちらがこのページの写真2になるんですけども、こちらは見えている画像を時間に沿って貼り付けていったものになりますけれども、ポイント⑪がぐらいからポイント⑨ぐらいまで見えているというものになります、いずれにしても、鉄筋の露出が確認できたというものでございます。

これに関連する情報なんですけれども、ちょっとページを飛んでいただいて、恐縮なんですけれども、全体の24ページを御覧ください。先ほど、棚状堆積物があるというお話をしておりますけれども、こちらの写真2を御覧いただければと思いますが、こちらは先ほ

ど映っていたような棚状堆積物と似たような状況の写真でございます。こちらは上から下をのぞいている状況なんですけれども、上3分の1ぐらいに見えている若干緑ぼいところがペDESTALの壁になっておりまして、そこから黒い感じのものが飛び出る形で棚状堆積物になってございます。

これの特徴的なものとしては、棚状堆積物の縁の状態が非常に滑らかになっておりまして、ペDESTAL外で見たような、もともとはつながっていたところがどこかで割れて、その断面が見えているみたいな感じのものではないというのが一つの特徴でございます。

写真1なんですけれども、こちらは写真2の左側のさらにもうちょっと行ったところになるんですけれども、この写真の右端ぐらいにペDESTAL壁があるというような状況です。真ん中辺りにちょっと斜めに通っているのがペDESTALの内側を向いている面になります。こちらにCRDハウジングが2本ほど見えているんですけれども、この2本はほとんど壁に寄りかかるような形で存在しているのが確認されています。下に沈んでいるほうの短いCRDハウジングがあるところ辺りで棚状堆積物がちょっとぎざぎざの断面を持っているというような状況に見えます。これはまだ確認できているわけではないんですけれども、可能性としては、棚状堆積物が落下してきたCRDハウジングによって割れたというようなことを表している可能性があります。そうすると、時系列的に、いつできたんだということが議論できる可能性がございます。

写真3ですけれども、こちらは左側に見えている大きな棚状堆積物がありますが、こちらはほかのものと違って、かなり低い部分に見えています。つまり、鉄筋の露出があるところのすぐ上ぐらい見えています。なので、これはもしかしたら、ほかのものとは全然違うのか、もしかしたら、上から落ちてきたものなのかもしれないというものでございます。

次の25ページを御覧ください。左上の写真1を御覧いただければと思いますが、写真をよく見ると、ちょうど真ん中ぐらいのところ、もともとの壁面の若干緑がかった色とその下の部分のすごく黒くて荒れている部分がクリアに分かれているように見えます。この場所は大体棚状堆積物がある場所と高さ的には同じなところになっておりまして、ここを見ると、棚状堆積物がもともとあったようには見えないという状況ですので、ペDESTALの内部においては、壁の状況が変わっているところが棚状堆積物の有無では決まらないという可能性があるかなというところが、こちらの写真になります。

写真2なんですけれども、こちらは開口部すぐ右側の状況になりますが、手前で見えているもの、こちらが棚状堆積物が一部残ったようなものになっています。これは開口部に

あった開口部右側の棚状堆積物と大体同じぐらいの高さにありますので、もともとはつながっていた可能性もあるかなと思います。その下に荒れた領域があって、その下に鉄筋の露出が確認できるという写真でございます。

写真2については、ちょっと着目いただきたいのが、ここで見えている鉄筋の露出長さがほかのところよりも若干短いように見えます。こちらを見ていただくと、何となく壁に沿って何か落ちてきて、この辺りに集中的に堆積しているというような状況にも見えますので、この辺のものが鉄筋の内側には落ち込んでいないというようなことも含めて、これが落ちてきたときには、もしかしたら、壁が存在していたかもしれないというのと、この堆積物が落ちてきたのは比較的後のほうだというようなことを示している可能性があるということになります。

写真3ですけれども、こちらは開口部の外から開口部の内側を見たような写真になってございます。開口部の左側の壁に着目いただきたいんですけども、ここにも元のコンクリートの表面が残っているところと、表面が荒れているところの境界が見えてございます。もともとのコンクリートの表面が見えているところは、開口部までは行っていませんで途中で終わっています。ですので、可能性としては、開口部の左側については、一時期、全て埋まっていたと。右側のほうに開口部にすき間ができているところがありますけれども、その部分だけ開いていたという可能性を示しているという可能性がございます。

ただし、14ページに戻っていただければと思いますけれども、今のパノラマで見た写真を考えますと、これは開口部、2m弱ぐらいのところから中をのぞき込んでいるんですけども、反対側の⑩番のポイントまで基本的には見渡せているということになりますので、手前に強く光っている小山のようなところを除くと、全て1m未満ぐらいの堆積高さになってございます。

ペDESTALの中から外に流れ出るということしか基本的には考えにくいんですけども、現状を見ると、ペDESTALの中のほうがペDESTALの外よりも低いかもしれないという状況になっておりますので、これはペDESTALの中で何があったのかというようなところで検討が必要な項目になるかなというふうに考えてございます。

戻っていただきまして、8ページ目ですけれども、先ほどのペDESTALの中で向こう側が見渡せるということなんですけれども、こちらは堆積物の堆積高さがそれほど高くないということに加えて、もともと存在していたものがほとんど確認できないということもございます。右下にペDESTAL断面におけるCRD交換機イメージ図というのがございますけれ



ども、こちらは分かりやすくしても分かりにくいんですけども、ほかの号機と同じようにCRDの交換機ですとかレールですとか、プラットフォームがあったという状況なんですけども、こういったものがほとんど確認できないという状況になっています。

写真1を御覧いただければと思いますけれども、こちらは落下物として、恐らくCRD交換機レールの車輪だったろうというふうに思われるものが落下してございます。こちらについては、もともとは高い位置にあったので、どこかから落ちてきたというようなものでございます。

写真2ですけれども、写真2はCRDハウジングと思われる構造物でございます。これ以外にもCRDハウジングと思われる構造物が非常に多数確認しておりまして、これらは基本的にはペDESTALの壁に近いところに存在しているというのが確認できております。

3号機では似たようなものとしてCRDTガイド基部案内管が落ちていたのが落ちていたのが確認できたんですけど、そちらはどちらかという、真ん中に近いところに落ちていたのが多かったんですけど、今回については真ん中辺りにはあまり大きなものは落ちていなかったというのが今回の結果でございます。

写真3ですけれども、こちらはペDESTAL内開口部付近の堆積物ですけれども、堆積物の表面には結構上から落ちてきたなという感じのものが多くて、塊状堆積物というのがありまして、これは何か溶けたものが上から落ちてきて固まったなという感じのものもあったということでございます。

ページをめくっていただきまして9ページ目です。こちらはペDESTALの上部を見上げた際の写真になります。

写真2が一番印象的なものになるんですけども、CRDハウジングが複数体まとまって、もともとあった位置よりも低いところまで下がってきているのが確認できております。一部にはCRDの挿入引抜配管まで見えているという状況でございます。あと、CRDのフランジ部のちょっと上辺りには何かしらの落ちてきたものが固まったようなものが見えているというのが特徴です。この写真の右上にも塊状の物体というものがございますけれども、これは見ていただくと、真ん中に丸い形が見えますので、これはもともとはCRDハウジングのフランジの周りがあったものがCRDハウジングがなくなって、この形で残っているというような可能性が考えられます。

写真1ですけれども、こちらはCRDハウジングサポートと思われる構造物でございまして、これはもともとCRDハウジングを支えていたものになります。ただし、今回の調査におき

ましては、もともと支えていたCRDハウジングとは別の位置にあって、今は支えるものとなっていないというような状況になっているということになります。

写真2のところで、右下のところに黒い空間（代表例）というふうにあります。本来、CRDですとか、炉内計装管、ICMなんかを下から見ると、ものすごい密に存在していて、向こう側が見渡せないような状況なんですけれども、今回につきましては一部が少し低いところまで落ちてきているというのが確認できたとともに、何も見えないような黒い空間が見えたということが確認できております。

本来であれば、こう見えるというのが次の10ページのほうを見ていただければと思いますけれども、CRDハウジングとハウジングサポートのほうを整列して並んでおりまして、このすき間をずっと行くと、RPV底部にまでたどり着くんですけれども、今回見えたものとしてはCRDハウジングとCRDサポートがばらばらになっている状態で、元よりも低い位置まで動いてきている。一部は、あるべきところに物が無いというような状況が確認されているということになります。

続きまして、全体の11ページですけれども、今回、3月30日に原子炉注水を一度停止して、中の状態を確認してございます。そういう意味では、注水が止まったら、どのぐらいの時間で格納容器への落水がなくなるかということもリアルタイムで見られたということがございますけれども、写真1のほうで記載されておりますのは、原子炉注水停止前の状況になっておりまして、落水によって水面が揺れている状況というのが確認できます。

写真1のところで水面と書いてあるところのすぐ下のところですが、こちらは恐らくペDESTALの中で一番水の落下が激しいところで、水面から10cm分ぐらい落ちてきている水によって気泡が確認できるような非常に激しい落下のあったところでございます。

その下の写真2ですけれども、こちらが炉注水停止後の写真になっておりまして、手前にあったものと真ん中のほうにあった激しい水の落下については、炉注水停止後についてはなくなっているというような状況でございます。

写真3を御覧いただければと思いますけれども、こちらはCRD交換用の開口部の状態でございます。CRD交換用の開口部というのは、今回、ROVが進入した床面にあるペDESTALの開口部とは異なりまして、プラットフォームの高さから入れる少し高めのある開口部でございます。この資料の右側に大体の位置関係を書いてあるかと思いますが、ペDESTAL開口部は床から高さ2m弱ぐらいまで開いているのに対して、CRD交換用の開口部はそれより高い位置にあるというものです。

そのところを内側から写したものが写真3になりますけれども、この中にCRDハウジングの一部が開口部の中に落ち込んでいるような状況が見てとれます。ですので、CRD交換用の開口部を使用する際には、こういったものが存在しているというのを前提に検討していかなければいけないということになります。

すみません、写真1に戻るんですけども、ここにちょっとネギを斜め切りしたような形のものが見えているかと思えますけれども、これはCRDハウジングであるというふうに考えております。これを見ていただくと、動画で見ると分かりやすいんですが、これは下で支えていなくて、水面の中に入っているだけの状態になってございます。

全体のページ、26ページを御覧いただければと思いますけれども、写真1、こちらが先ほど見えていたCRDハウジングが見えておりますが、反対側の遠い側のほうの鉄筋が見えているということで、その下の部分には何も無いという状況です。CRDハウジングの真下をROVが通過するタイミングがありましたので、それを捉えたのが写真2になります。すみません。ちょっとこれはピントが合っていないので、そこまでクリアではないんですけども、CRDハウジングの中にCRDが入っているんですけども、この中のCRD、本当は複数の筒状の構造物があって、そのすき間等が空いていることになっているはずなんですけれども、そのすき間が埋まっている状況であるというのが確認できております。これはCRDでいうと、一番低い部分はフランジ留めされているところになっておりまして、こちらは恐らく原子炉側の状況だと思えますので、この中に入っているものは事故進展の中で溶解した金属、もしくは燃料が入り込んでいる可能性が高いというふうに考えてございます。

その隣の写真3ですけども、こちらも左側がペDESTALの壁になっております。箱状のものが幾つか、3個ぐらい見えているんですけども、それはペDESTALの壁にくっついている箱になります。その近くに三つほどCRDハウジングのフランジが見えております。これは並び方が正三角形のような配列になっているのがこちらから確認できると思えますけれども、もともとはCRDの配列は右側に書いてございますように、直角三角形になるような配列であるはずなんです。それが今回確認されたように、正三角形のような並びになっているということですので、CRDハウジングについては、一部は大きく下にずれているものもありますけれども、もともとの位置に近いようなところでも大分変形したような形で存在しているというのが分かりますので、1号機については、原子炉の底部破損というのでも発生していると思えますので、そういったものが関係している可能性があるかなというふうに考えております。

続きまして、全体の27ページを御覧ください。こちらは各号機の比較になってございます。左から1号機、2号機、3号機というふうに並んでおりまして、真ん中の上のほうに5号機のCRDハウジングを参考に載せております。

こちらは見て分かるように、2号機については色が大分変わっているんですけども、ケーブルなんかも残っていて、一番もともとの状態に近いようなものが確認できております。右側が3号機なんですけれども、3号機につきましては、CRDのフランジがそのまま見えていて、CRDサポートなんかなくなっているという箇所があるのも分かっておりますけれども、1号機に比べると、もとの位置より下がっているものもあるけれども、1号機のほうがより厳しいようなCRDの状態になっているというふうに思われますので、これまでの事故進展の厳しいという観点では1号機は2号機と3号機と比較して厳しいというふうに考えておりましたけれども、それを整合するような調査結果になってございます。

続きまして、28ページですけれども、こちらはペDESTAL内下部の状況を捉えたものになります。左上のほうに格納容器のペDESTAL内の機器配置の例というのを載せておりますけれども、CRD交換機ですとかプラットフォーム、そして旋回レイルですとか、ケーブルトレイといったようなものが存在しております。

2号機から御説明しますけれども、左下が2号機の例なんですけど、ちょっと暗くて見にくいんですけども、CRD交換機そのものが写真の中心部分に残っているのが確認できます。プラットフォームにつきましても、一部でグレーチングが脱落したり変形したりはありますけれども、それは残っているということで、ケーブルトレイも一部は埋まっているんですけども、そのままの形が残っているのが確認できます。旋回レイルにつきましては、2号機の場合にはいろいろなものが残り過ぎていて見つけられなかったというような状況かなと考えています。

図2が3号機のペDESTAL内の状況になりますけれども、3号機につきましては、プラットフォームが傾いているというようなことですし、旋回レイルについても傾いた形で存在していると、この絵でいうと、赤いものがプラットフォームで、オレンジ色がレイルになっております。

1号機ですけれども、先ほどからございますけれども、旋回レイルについては高いところにあるので、どうも残っている部分はあるということなんですけども、プラットフォームですとか、CRD交換機、ケーブルトレイといったものが今の時点では確認できていないという状況でございます。

ですので、現時点で最終結論だということは難しいんですけども、1号機についてはペDESTAL内にあったものがほとんど溶融するなり何なりしてなくなってしまっているという状況かというふうに考えられます。

ページを大分戻っていただきまして、12ページ、御覧ください。こちらは今回追加調査いたしましたペDESTAL外の情報になります。今回、前半の調査のところ、棚状堆積物が何なのかというところが非常に議論になっておりますので、ペDESTAL外ではありますけれども、棚状堆積物の断面についてかなり接近して情報を取ってございます。

写真1がペDESTAL外の棚状堆積物の断面になるんですけども、質感としては大体同じなんですけど、上のほうが黒くて、下のほうが赤っぽいというような形で層状になっているのが確認されております。ただし、いずれにしても、気泡が見えているような多孔質っぽいものであるというのが確認できております。

すみません、かなりはしょっての説明になりましたけれども、最後13ページで、調査事態は完了してございまして、残りにつきましては、今回、取った情報の情報処理、例えば3Dマッピングですとか、ROV-A2で取った中性子束の計測情報、残りの実施作業としてROV-Eで取ったサンプリングを構外分析するための準備が実施されて、分析がされるという予定になっております。

私からの説明は以上になります。

○安井企画調査官 ありがとうございます。

今、一連の御説明がありましたけれども、規制庁のみならず、外部専門家の方との情報のギャップができるだけないようにしたいと思うので、今から30分強の間、どなたでも質問事項がある方はどんどん手を挙げてください。早い者勝ちにはなっちゃいますけれども、どんどん意思表示をして質問していただければと思います。

浦田さんですね、お願いします。

○三菱重工（浦田部長） 三菱重工の浦田です。

説明、ありがとうございます。

ちょっと聞き漏らした点も含めて確認をしたいんですけど、まず、コンクリートの侵食はほぼ全周方向で同じような高さ位置まで侵食されている、これはこれで理解でよろしいでしょうか。

○東京電力HD（溝上部長） そちらについては、先ほどの説明ですと、14ページを見ながらになるんですけども、コンクリートの侵食というと、ちょっと微妙なところなんです

が、コンクリートがなくなって鉄筋が露出しているというのは全周にわたっているという  
ような認識でございます。

○三菱重工（浦田部長） すみません。14ページのパノラマと、それから7ページの下  
の段も同じようにパノラマっぽい写真があるんですが、これはポイントとしては同じような  
位置を写真撮影していると思ってよろしいですか。

○東京電力HD（溝上部長） 基本的にはそうです。写真2のほうがより真ん中から近づい  
て撮ったというだけになっておりまして、基本的には同じ辺りになっています。

○三菱重工（浦田部長） 分かりました。鉄筋の向こう側というか、要は侵食されたコン  
クリートの奥行きは全周方向で同じようなものなんでしょうか。

○東京電力HD（溝上部長） コンクリート消失部分の奥行きについては、全体の21ページ  
を御覧いただければと思うんですけども、寄りつけた⑪、⑬、⑦については、鉄筋の向  
こう側に何らかの形で物が存在しているというのは確認できています。ただし、ポイント  
⑦については、インナースカートの上から30cmぐらいのところ突起物がありまして、そ  
れを我々、インナースカートリブと呼んでいるんですけども、その位置が確認できており  
ますので、ポイント⑦についてはインナースカートまでコンクリートが消失しているとい  
うふうを考えているんですけども、そのほかの⑪、⑫、⑬はそこまでの判断はできなかった  
というふうな状況でございます。

○三菱重工（浦田部長） ありがとうございます。

ひとまず、私のほうは置きます。

○安井企画調査官 ほかにはございますですか。

宮田さん、どうぞ。

○原子力エネルギー協議会（宮田部長） ATENA、宮田です。

二つ質問なんですけど、一つはペDESTALの壁の説明の中で緑色の部分というふうに表  
現されていたところが何回かあったんですけど、上のほうは緑色で下のほうが荒れた状態  
みたいに言われていたんですけど、緑色というのはもともとのペDESTALの表面に塗って  
ある塗装か何かの色なんでしょうかという単純な質問が一つ。

もう一つは、最後のほうで2号、3号と比べて相当内部の構造がひどい状態というか、な  
くなっちゃっているみたいなことなんですけども、圧力容器のCRDハウジングの1本2本み  
たいなのが溶けて、そこから溶融炉心が落ちてきているというふうにイメージしているん  
ですけど、そうだとすると、下の構造物が全部無くなっちゃっているみたいなのが、どう

いうモードなんだろうなというのがよく分からなくて、溶融炉心がたくさん落ちてきて、輻射熱でみんな溶けちゃったみたいなの、そんなイメージになるんでしょうかというのが、もう一つです。お願いします。

○東京電力HD（溝上部長） 1点目なんですけれども、緑色っぽく見えるというのは、今の状態なんですけれども、こちらにつきましては、もともとの塗装の色が残っているのかなというふうに考えております。

全体の25ページの写真1なんかを見ると、色がついている部分に黒っぽいものがいっぱい付着しているというのがございますので、この黒っぽいものが見えなければ、もうちょっと色がついているのかなという印象です。

同じページの写真3を見ていただくと、ちょうど境目より手前側のほうが、やはり、もともとの壁っぽく塗装が残っている感じに見えるといえば見えるというふうに思います。

2点目のRPVの破損モードに関してなんですけれども、今回、ROV-A2については、上向きの望遠のカメラをつけて、原子炉の底部の中心くらいで映像を撮ろうというふうに努力はしたんですけれども、必ずしも、そこまでの絵が撮れておりませんで、確実にどうだということはなかなか申し上げにくいんですけれども、状況からすれば、小さな孔が空いて、ちょっと出たというよりかは、もともと事故分析やミュオン調査のほうでもRPVにはほとんど残っていないだろうと言われておりますように、もともとあった燃料と炉内構造物なんか溶け落ちているのかなというふうに考えております。

他号機との関係という観点では、2号機、3号機は、消防車による注水がそれなりに入っていたというふうに考えられますので、3月15日ですとか16日と、その辺のところでは2号機、3号機については建屋から蒸気が立ち上っているというのが確認できておりますが、これはひとえに注水できていたから、あの蒸気が出ていたんだろうというふうに考えられます。

一方で、1号機については、そういったものも見えておりませんし、そのときの圧力の挙動から何かを考えると、3月11日から10日間以上にわたってほとんど注水できていない状況だったというふうに推定しておりますので、熱的にも非常に厳しい状態だったのかなというところからも、どうやってこうなったかというところまでは言えませんが、厳しい状態だったので、なくなっているというのは整合しているかなというふうに考えております。

以上です。

○原子力エネルギー協議会（宮田部長） ATENA、宮田です。

ありがとうございます。

前半の塗装の件なんですけど、そういうかなり熱的に厳しい状況の中で塗装そのものが残っているというのがちょっと不思議な感じがするんですけど、その辺はいかがなんでしょうか。

○東京電力HD（溝上部長） 塗装自体も当然熱による劣化はあるでしょうけれども、剥がれて落ちるかという観点では残っているというような状況なのかなと、見た目からはそんなふうに見えております。

以上です。

○原子力エネルギー協議会（宮田部長） 分かりました。ありがとうございます。

○安井企画調査官 ほかにはございませんですか。

更田さん、どうぞ。

○更田上席研究員 更田ですけど。

三つ、簡単な質問です。

一つはCRDの交換機、事故の時点での位置が分かっているのかと。CRDの取り外し用に縦に筒があるけど、あれはどの位置にいたかというのが情報として得られているのかどうかというのが一つ目の質問。

二つ目の質問は、トーラス室等で今まで水分析をしているはずですが、放射線核種のほうへ関心が行ってしまっているけれども、セメント成分、アルミナだとかシリカだとか、そういったものの成分がトーラス室の水等で検出されているかどうか。

それから、三つ目は、コンクリートの縦筋と横筋なんですけど、写真を見る限りだと、縦筋は見えていて、横筋は恐らくは縦筋の幅をそろえるために軽く締めつけてあるだけなので、落ちちゃっている可能性もあるんだろうと思うんですが、横筋が落ちているようなものが見えているのか、それから、締めつけ方式等が分かっていたら教えてください。

○東京電力HD（溝上部長） 東京電力の溝上でございます。

CRD交換機の位置なんですけども、事故前の位置が正確にどうだったかというのは、私のほうは存じ上げませんので、確認させてください。

もう一つが、トーラス室のセメント成分の件なんですけれども、こちらについても、少なくとも私の見えている範囲ではセメント成分を考慮して分析をしているというのはなかったかなと思います。

三つ目のコンクリートの縦筋、横筋の件なんですけれども、7ページを御覧ください。



ポイント⑩とポイント⑪の間にちょっとぶら下がっている鉄筋があると思います。上のほうから下に落ちているもの、これは恐らく横筋だっただろうというふうに考えております。建設時の写真を見ても、ちょうどインナースカートの高さより心持ち上ぐらいのところに横筋が1本入っているのが確認できておりまして、それはほかの横筋と違って、しっかりくっついていたんじゃないかなというふうに思われます。ほかの横筋については、ここは推測になってしまうんですけど、番線程度しか留まっていなかったもので、そういったものは落ちてしまうだろうというようなことで考えておりますので、横筋のこれが建設時に見えていた、ぐるっと回っている横筋であれば、高さ的な情報としても合っていますし、そこは納得感があるかなというふうに考えております。

以上です。

○更田上席研究員 ありがとうございます。

じゃあ、トラス室の水は採取しているものがあると思うので、もし、今後の可能性としてできるものであれば、セメント成分、探ってみてもらいたいというふうに思います。ありがとうございます。

○東京電力HD（溝上部長） セメント成分の件、多分、セメント成分ですと、放射性核種とは違った分析が必要となると思いますので、どのぐらいのことができるか分かりませんが、まずは検討してみます。

以上です。

○安井企画調査官 じゃあ、まずは大阪大学からお願いします。たくさんいらっしゃいますので、どんどん手短かに質問を、端的に質問していただいて、進めたいと思います。

○大阪大学（大石准教授） 大阪大学の大石です。

通し番号25ページの写真3の御説明内容についてお伺いしたいんですけども、こちらの写真で開口部が一時期ふさがっていたかもしれないといったことをおっしゃったと思うんですけども、左側が壁が一部破損しているところが天井まで続いているということなんですけど、反対側はどのように確認されたのか、教えていただきたいと思います。

○東京電力HD（溝上部長） そちらなんですけども、同じ写真3のほうに、ちょっと暗いんですけど、右側のほうに何かしらのものが見えているかと思います。こちらが右側の壁にくっついていた棚状堆積物で、こちらは開口部の出口のところまでつながっているものになります。それと、色の変わり目をペアで見ると、何となくちょうどつながるような傾きで右側の棚状堆積物も傾いているかなというふうに見えるかなと思います。

以上です。

○大阪大学（大石准教授） 分かりました。ありがとうございます。

○大阪大学（村田教授） すみません。大阪大学の村田なんですけれども。

水面のところを見ているというのがあったんですが、水がじゃばじゃばと来ているというところがあったと思うんですが、まず、その水面の高さが幾つだったのかというのは分かっているのでしょうか。ペDESTALの床面からの高さや堆積物の表面からの高さ、これが分かっているのでしょうか。分かっていたら教えてください。

○東京電力HD（溝上部長） 溝上です。

水面の高さなんですけれども、大体もともとの床面からは2mというふうに考えてください。開口部の高さ自体が2m弱、180cmくらいですので、ペDESTALの中に入ると、開口部が全部水の中に入っているのが一部の画像では確認できます。

堆積物の表面からの高さなんですけれども、すみません、ここについては堆積物の高さ自体はまだ推定できていないので、そこは分からないんですけれども、堆積物が1m未満くらいであるというふうなことを考えていますので、1m何十センチといった高さかなというふうな認識です。

以上です。

○大阪大学（村田教授） ありがとうございます。

○安井企画調査官 次はNDFですか。NDF、どうぞ。

○原子力損害賠償・廃炉等支援機構（前川技監） 前川です。

ハウジングの件で教えてほしいんですけど、何本かハウジングが落下しているということなんですけど、落下している部分と長さ情報というのは、炉外部だけが落ちているのか、炉内部含めて全て落ちているのかというのは、何か確認されたことがあるのでしょうか。つまり、炉内は他を含めてほとんど現状をとどめている部材が見当たらないようなので、この形をとどめているのが炉外部だけのハウジングが落ちたという解釈をされているのか、その辺り、分かれば教えてください。

○東京電力HD（溝上部長） 溝上です。

CRDハウジングについては、落ちているものについても結構長さがいろいろな長さのものが存在しているように見えますので、いろんな壊れ方があった可能性はあるかと思っています。

ただ、一方で、どのぐらいの長さなんですかということについては、まだ何メートルで

すというのは難しい状況です。ただし、おっしゃるように、炉内に入っていた部分も含めて落ちているというよりかは、炉外にあった形で落ちきているというような状況に見えるかなというのはありまして、そのメカニズムは何なんだというところが課題にはなるんですけども、そういう状況かなというふうに考えています。

以上です。

○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す。

いわゆる炉の中央部と外周部でハウジングが炉内に入っている量は1m近く変わるので、その辺りのどのロケーションが重点的に加えられているかというものの参考にはなると思いますが、今後の事故分析等で分かればまた教えていただきたいと思います。

以上です。

○東京電力HD（溝上部長） そういう観点では、原子炉側の形状で確認できているのは、26ページの図もそうなんですけれども、斜めの断面になっているものが確認できているという状況です。付け加えになりますけれども、落ちているCRDハウジングは大抵ペDESTALの壁周辺に落ちているという状況です。

以上です。

○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す。

○安井企画調査官 それでは、二ノ方さん、どうぞ。

○東京工業大学（二ノ方名誉教授） 聞こえますか。

ペDESTALの底面に存在したような様々な機器というのが全部、今は見えなくなっているということ、これは実際に存在しないのか、それとも何かが覆いかぶさって下のほうにあるのかどうかということと、RCWの配管等も一緒に埋まってしまっていて見えないということなんじゃないかな。

○東京電力HD（溝上部長） CRD交換機等につきましては、今の堆積高さが1m未満ということですので、埋まっているというよりかは、やはり、その高い部分も含めてなくなっているというのが今の理解でございます。

サンプの位置なんですけれども、開口部の左側と⑩番近辺にサンプがあるんですけども、今、見えている確認した状況の中ではサンプがあるところに特異的な情報があるかということ、必ずしもないというふうに認識しております。

以上です。

○東京工業大学（二ノ方名誉教授） 要するに、メルトで溶かされてしまって原型がなく

なっているということですね。どこかに流れていってしまったということじゃない、そこにあるということですかね。

○東京電力HD（溝上部長）　そうですね。7ページじゃなくて8ページだったかな、CRD交換レールに乗っていた車輪というのが落ちていたのは確認できておりますけど、8ページですね。できているんですけども、これみたいに高いところであって、床にたまっただけの影響を直接受けなさそうなものについては、これは落下してきたんだと思いますけども、存在しているというのが確認できていますので、床の堆積物に影響を受けそうなもので、もともとあったものについては、基本的には、今、確認できていなという状況です。

○東京工業大学（二ノ方名誉教授）　分かりました。ありがとうございました。

○安井企画調査官　山路先生、どうぞ。

○早稲田大学（山路教授）　早稲田大学の山路です。

ペDESTALの中での堆積物の高さのほうの外側の堆積物よりも若干低いというようなお話があったかと思うんですけど、そうすると、最初にペDESTALに物が堆積したときは、もう少し高く積み上がっていて、その後、何らかの理由で、熱的なものかもしれませんが、少し高さが下がっていったという、そんなふうを考えていいものでしょうか。

○東京電力HD（溝上部長）　そういう可能性はあるかなというふうに考えております。

すみません。先ほど、ちゃんと説明ができていなかったもので、もう一回、説明しますと、24ページの棚状堆積物の縁の状態なんですけども、これは可能性としてなんですけども、縁の状態が滑らかということは、上から溶融物が落ちてきて、堆積物の上に到達したところで堆積物の上を広がって、その下がなくなったので、今、棚状になっているという可能性はあるかなということで御紹介しております。

以上です。

○早稲田大学（山路教授）　ありがとうございました。

○安井企画調査官　浦田さん、もう一回ですか。どうぞ。

○三菱重工（浦田部長）　ありがとうございます。三菱重工の浦田でございます。

先ほど、9ページの上を向いての写真のところ、黒い空間があるというのは、これは恐らくですけども、炉容器までつながる、要は溶融燃料が落ちてきた跡というふうに理解をしたんですけど、上向きの写真を撮ろうとしてトライしたけども、十分撮れなかったというお話だったと思うんですけど、炉容器で穴が空いた箇所というのは何か所ぐらいかというのはまだ分かっていないのでしょうかというのが一つ。

それから、もし、1個とかで穴が空いて、そこから非常に粘性の低い状態でコリウムが落ちてきたということだと思ったら、その割には物量バランスというか、前、宮田さんも御質問されていましたが、下に落ちていって堆積物となっている量と、もともと、下でいる物量、それから炉内の物量、これを合わせたもので物量バランスは合うんですかねという話がもう一つ。

それから、三つ目が⑩番でCRDハウジングがペDESTALのCRD交換用開口部にはまっているという話があったんですが、これは横向きの力が働いたという理解でよろしいでしょうか。

以上三つです。

○東京電力HD（溝上部長） 東京電力の溝上です。

9ページの黒い空間があつてという話で、その関連で、どこにRPV底部に穴が空いていたのかという御質問だったと思います。

もちろん、RPVの底部にどのぐらいの穴が空いているかという情報、直接的な情報はございません。ただ、今回、ペDESTALの中で原子炉注水が落水している状況が見えましたので、それからいうと、どこでも同じように雨のように降っているかという、必ずしもそうではありませんでした。ただし、いろんなところで水の落水が確認できておりますので、穴が一つということはないと思います。ただし、先ほどもありましたけれども、一部においてはほかのところと比べて明らかに強い落水があつたところもありますので、やはり、大きさにもいろんな穴の大きさの違いがあるのかなというふうに考えております。

2点目が質量バランスがどうだというお話だったと思いますが、こちらにつきましては、燃料と炉内構造物を合わせたものが全部落ちてきたらペDESTALの中で1m未満ぐらいだろうというようなトロシーがないという条件で、そのぐらいの物量感だったと思いますが、最終的にはペDESTALの外に膨大な量がございますので、そこまで考えると、全体を説明するのはまだ難しいかなというふうに考えています。

三つ目、何でしたか、ごめんなさい。

○安井企画調査官 浦田さん、三つ目は何でしょうかと。

○三菱重工（浦田部長） 11ページのCRDのハウジングが開口部に挟まっているような形になっているというお話なんですけど、これは横向きの力が働いたという理解でよろしいでしょうか。

○東京電力HD（溝上部長） 横向きの力が働いたかどうかというのはちょっと分からない

ところがあるんですけども、CRDの落ち方として斜めに落ちてきているというのが、こちらの状況でございまして、先ほど、何本かまとめて落ちてきているというところがありましたけども、それも斜め方向に落ちてきているというようなことがありますので、CRD交換用の開口部のところに入り込んでいるものについては、その延長で斜めに落ちてきた結果として、ちょうど開口部に当たったというようなところかなというふうに考えています。

以上です。

○三菱重工（浦田部長） ありがとうございます。

ちょっと確認なんですけど、今、1F1のシナリオというか、事故シーケンスの中で炉心が下部に落ちてきたときには、下には水はなかったと思ってよろしかったのでしょうか。

○東京電力HD（溝上部長） 1号機の事故進展からいうと、基本的には格納容器の床部には水はなかったかなというふうに考えております。

以上です。

○三菱重工（浦田部長） ありがとうございます。

○安井企画調査官 全くなかったと言えるかどうか、これはまた別の問題だと思いますけど、水面ができるほどは注水されていなかっただろうというのは言えるんじゃないかと思えます。

2巡目の方はもうないので、じゃあ1巡目で、まず、委員長からお願いします。

○山中委員長 ちょっと寸法関係といいますか、まず、インナースカートリブが見えているのが⑦番の位置だけで、そのほかの部分はインナースカートの内側に残っているという御説明があったように聞こえたんですけど、それはそれでよろしいですか。

○東京電力HD（溝上部長） ⑦番の位置については、インナーリブに相当するような非常にクリアな横向きの線が確認できましたので、これはインナースカートだろうというふうに判断をさせていただきます。

一方で、そのほかのものにつきましては、先ほどの黒い空間じゃないですけども、何らかのものが反射して光っているのは分かっているんですけど、それがインナースカートかどうかまでは確認できなかったということでございます。ほかとの関連からいうと、インナースカートじゃなければ、その手前のコンクリートだろうというふうに考えてございます。

○山中委員長 その辺りはまだ未確定ということですか。

○東京電力HD（溝上部長）　そうですね。我々も現地をよく見ていたんですけども、なかなか鉄筋の向こう側の奥というのは光もうまく当たらず、状況を確認するのは非常に難しいので、今後も当然いろいろと見てはみますけれども、100%明らかになるかはちょっと自信がないというところでございます。

　　以上です。

○山中委員長　もう何点か確認しておきたいところ、水面の高さが元の床面から2m、これはよろしいですね。

○東京電力HD（溝上部長）　はい、結構です。

○山中委員長　デブリの堆積高さはよう分からんけど、1m未満かなという、そんな感じですか。

○東京電力HD（溝上部長）　はい、そうです。

○山中委員長　大体フラットな感じ。

○東京電力HD（溝上部長）　局所的には凸凹はありますけれども、鉄筋が露出しているところが床面から1mくらいまでなので、それが見渡せるぐらいには低くて、凸凹も大きくないというぐらいの認識でございます。

○山中委員長　ということは鉄筋が露出しているコンクリートの最上面は床面から1m程度という、高さ関係はそんな感じですか。

○東京電力HD（溝上部長）　はい。開口部の左側なんかはインナースカートよりも若干えぐれているようなところはありますけれども、概ね1m程度というふうに考えてございます。

○山中委員長　分かりました。ありがとうございます。大体幾何学的な形状、分かりました。

○安井企画調査官　ちょっと確認ですけど、ペデスタル入り口の左側のところにマウンドがあったと思うんですけど、凸凹があるというぐらいフラットだというふうに方向が変わったということですか。

○東京電力HD（溝上部長）　いや、入り口を入ったところに1mぐらいの山があって、それはもしかしたら1mを超えているかもしれないんですけども、その目の前ぐらいの高さ2mぐらいの中から撮っていくと、向こう側は全部見渡せますので、そこ以外にはあまり高いところはないだろうと。局所的に見てみると、少し盛り上がっているところもありますので、それこそ25ページのところのように、25ページの写真2みたいに鉄筋の露出が二、三十センチくらいに対して、もうちょっと盛り上がっているようなところはあるかなという

ふうと考えております。

○安井企画調査官 nadらかな起伏もあるんだろうけれども、入口部のところにも、大きさがよく分からないんですけど、高さは1mということぐらいの山があると、そういうコンフィギュレーション。

あと、前からお二方、杉山さんがやって、田中先生という順番で、質問はそこまでにしたいと思います。

○杉山委員 CRDハウジングを上の方に見上げている写真についてですけど、このまず撮影の条件といいますか、これはROVがカメラが水面よりも気相中に浮上した状態で写しているということなんでしょうか。

○東京電力HD（溝上部長） 今、写っているこちらの、はい、これについては水面に浮上して気相のところを見ているものになります。

○杉山委員 そのときに、当然、下から照明を当てているからこう見えるわけですか。

○東京電力HD（溝上部長） はい。

○杉山委員 これは同じ場所から斜めのほうを見ようとすると、いろいろ影ができたりして、黒い空間というのが、本当にどのぐらいの奥行きなのかというのは、なかなか分かりにくいと思うんですけど、この上向き写真というのは、今まで撮られている範囲ではマップができるほど多くはまだ撮られていないということですか。

○東京電力HD（溝上部長） 右上の図でいうと、写真3が⑦と⑧ぐらいの間ぐらいに書いてあると思うんですけども、このときの移動できる範囲がそのぐらいからケーブルで引っ張られていますので、弧を描く範囲くらいしか動けなかったということでございますので、見えている範囲としては、そこに限定されるということになります。

○杉山委員 分かりました。

可能な範囲で、なるべく上の写真を多く撮って、つなぎ合わせて、見たいなというところがあります。それはこれからの課題の一つにさせていただきたいなど。

○東京電力HD（溝上部長） 上のほうをぐるっと撮る撮影もしていますので、そこは画像処理などして、今、見えていないところを見えるような努力はしたいかなというふうに思っています。

○杉山委員 ありがとうございます。以上です。

○田中委員 先ほどの更田さんの質問とも絡むんですけども、7ページのところで、横筋の話があって、右の下の図でだらっと下がっているふうじゃないかというんですけども、



横筋というのは、もともとは何センチぐらいを間隔で、どのぐらいあったのか、また、見えないところというのは、実際全部落ちたのか、下のほうで横筋的なものが見えたのか、その辺を教えてください。

○東京電力HD（溝上部長） 横筋なんですけども、間違っていたら訂正をお願いしたいんですけど、20cm間隔で上から横筋を貼っていたというふうに記憶してございます。

ただし、横筋だなというふうに今回の調査で見えたのは、7ページのところで見えていますだらっとしているようなところが一つ、もう1か所ぐらい見えていたと思うんですが、大体同じぐらいの高さ関係だったというふうに認識しております。

なので、推測ではありますけれども、建設時の写真で見えていた1本だけぐるりと回して、しっかり固定されているような横筋以外のものは見えていなかったというふうに今の時点では考えております。

○田中委員 見えていなかったということは、下に落ちているということですか。

○東京電力HD（溝上部長） 下に落ちているかどうかも含めて確認できなかったということになります。

以上です。

○安井企画調査官 この鉄筋とそこに組み込んでいる横筋、ペDESTALの入り口のところは、そこそこのピッチで残っていましたが、別に立体図にする必要はないので、簡単な図にして、次の会までに準備をしてもらえればいかなと思います。できますか。

○東京電力HD（溝上部長） 分かりました。ペDESTAL開口部の付近の横筋については、インナースカートに溶接されているという状況ですので、インナースカートの溶接からちょっと延びて、少し行った先で切れていて、別の横筋とつながるような構造になっていますので、その辺も含めて準備したいと思います。

○安井企画調査官 あとは皆で検討するとき、同じ情報量からスタートするのがいいと思うので、聞かれるとこうなっているんだよと、こういうのではなくて、ある程度、分かる図にして、同じ情報を基に議論をできるように準備をしていただき、御協力をいただきたいと思います。

それで、ところで、最後に一つ、私、質問というか、25ページの写真を見ても、ここの左のほうを見ても、壁面にいろいろなものがたくさん付着していて、何だかよく分からない。それから、コンクリート破損部、消失部は、今先ほどからも議論がありましたけど、多分、インナースカートまで行っていると思いますけど、本当に行っているかどうか、い

まいちよく分からないと。それから、ペDESTAL底面の下まで掘り込んでいるんじゃないのというふうに見えるところもいっぱいあるんですけど、そこも寄りつきが不完全なので、ケーブルの長さが限界でできないとかということだと思っうんですね。

最も大きいのは、結局、しっかりしていそうに見えても、あのコンクリートがしっかりしているかどうか、誰にも分からない。したがって、事故調査の面もあるんですけど、強度の問題もあって、ただ、先ほどの計画を見ると、これで調査はおしまいと。追加データ収集はないよという感じなんだけれども、特にサンプルをある程度、取るという機能を持ったロボットかなんかを作って、強度の確認とか、そういうことに取り組むべきじゃないかと思っうんですが、そういう計画はないんでしょうか。

○東京電力HD（溝上部長） 東京電力の溝上です。

まず今回の工程といたしましては、ROVを用いたシリーズの調査工程でございまして、この後については、この表では載っていないということではあります。今後、調査はどうするかについては、やらないということではなくて、どんな形で調査をするのかというところを検討しているところで、まだ検討の結果が出ていないという状況というふうな状況でございまして。

○安井企画調査官 こんなことをちょっと聞いて恥ずかしいんですけど、この検討は東電だけでするんですか。経産省も入るんですか。

○東京電力HD（飯塚担当） 東京電力の飯塚ですけれども。

基本的に、まず、弊社の中で次に何をすべきなのかということを検討していくという方向だというふうに考えております。

○安井企画調査官 分かりました。いずれにせよ、全体の強度の問題もありますから、外側はどれだけ範囲が広がっているのかは、堆積物があって、今のシステムでは調べられないので、正確な強度計算なんてもともとしても、あまり意味はないんですけども、じゃあ範囲がどこまでなんだというのは全く分からないというので全くいいのかという問題も含めた安全上の議論もあると思いますけれども、解明上も、さっき見たようなうろこ状のものは何だとか、前々からいうテラス状のものは何だ、下に落ちているものはどんなものなんだというのは、分かれば事故後の解明上、大きな情報になると思いますので、僕としては、ぜひとも追加調査ができるようにしてほしいなど、こう思っていまして、この辺はまた委員会のほうでも御議論か何かあるということですか。

○山中委員長 そうですね。これはちゃんと委員会でも報告をしないといけないことかな

と思いますし、私としても、外側はどうなっているんだというのは強度上の問題だし、本当に強度はどうなんだ、コンクリートはどこまで残っているのというのは調べていただく必要はあるかなというふうに思うんですけど。

○東京電力HD（飯塚担当） 了解です。ただ、今の装置だと、ちょっと苦しいところがございますので、装置の改良も含めて検討していかなきゃいけないというふうに思っております。いずれにしても、アクセスするルートとしては、今の開口しているX2を使うというのが、多分一番早いと思いますので、それを活用して、今、委員長がおっしゃった話ですか、あと、場合によっては、さっきCRDハウジングが寄りかかっているというX6、ここは将来的なデブリの取り出しでかなり有効なルートになりますので、そっちからペDESTALの中的全景をもう一回見るとか、あるいは、先ほど杉山さんから御質問がございましたとおり、RPVのボトムは本当にどうなっているのかということを見に行くということに、いろいろな考え方があると思います。あとサンプルを取ってくるとなると、輸送して、運んで分析するとか、そういう形になりますので、そっちの段取りも必要だと。

何を優先すべきなのかということ、よく社内で議論をしている最中でございますので、また、別途御報告さしあげたいと思います。

いずれにしても、これで1号の調査は全て終わりということではございません。今回の装置を使ったステージは一旦終了しますけれども、次、そんなに遠くないうちに1号機の調査を進めていかなきゃいけないと思っておりますので、また、御指導方、よろしくお願いいたします。

以上です。

○安井企画調査官 分かりました。

委員会のほうの議論はまた委員会がやっていただくことにして。

どうぞ。

○更田上席研究員 今回の議論を聞いていて不思議に思ったのは、杉山委員がおっしゃったように、下鏡の部分が見れたら面白いとか、究明上の面白いという話と、ペDESTALの強度がどれだけあるんだという話は別問題で、ペDESTALの強度がどのぐらい残っているのかというのは安全上の問題なので、そこの優先順位を弊社の中で検討しますと言われても、ちょっと困るなど。委員会のほうが強度優先なら強度優先という指示をとすることはあろうかと思うので、委員長がおっしゃったのはそういう意図だというふうに思ったんですけども。

○安井企画調査官　そういうのも込みにして委員会で議論していただくということでございます。ちょっとあれだと思いますけど、そういう議論であります。

それで、外部委員の皆さんにはまだもっと聞きたいことがあるのになという方もいらっしゃると思いますので、まずは質問などがあればメールで送ってもらって、もし必要であれば、何らかの意思疎通の場を用意するとかというのも考えますので、疑問点があれば、どんどん出してください。それから、先ほど申し上げたように、金曜日にすごい長い時間のビデオが公表されていますので、それも見ていただければと思います。

それから、この件に付随いたしまして、以前からコンクリートの温度が上がるとどのぐらい強度が落ちるのかというタイプの実験をするという話がありまして、その調整を岩永さんが進めてくれていると思うので、状況報告をお願いします。

○岩永企画調査官　規制庁、岩永です。

本日は資料はございませんけども、先ほどまでの議論にありますように、事故の分析の観点、あと、リスク低減、リスクを高止まりさせないという観点で、コンクリートに対しては何らかのアプローチが必要だと考えています。

先ほど、更田委員からもありましたような、外に出てきているような物質から、いわゆるコンクリートの成分、コンクリートの成分であったものが変質している痕跡を求めるといことと、今、大阪大学が中心的にやっけていただいている、いわゆるコンクリートの熱試験であるとか、破損実験だとか、そういうことが自主的に大阪大学を中心に進めていただけていますが、これに関して、手をこまねいて現場からサンプルが来るまで何もやらないというのはないと思いますので、今年中にはいわゆるコンクリートの成分であるとか、コンクリート自身がどのように変質していくか、それもある程度、1Fの1号機等々で使われているごく一般的なコンクリートなのかというところのレシピと言われている成分がありますので、そういう部分を調整しながら、まずは供試体を作成して、関係者がそれをテストしていくということを考えております。

今のその部分については、東京電力と我々のほうで検討しておるところと、あと、大阪大学や福島高専の先生方とも話合いを始めております。また、NDFさんにもお話を聞いていただけておりますので、本件の具体的な進めるということについては、今の時点では5月中旬の連絡調整会議、これは経産省も入った連絡調整会議ですけれども、その中で基本的な方針を打ち出したいと思っております。

現状は以上でございます。

○安井企画調査官 そうすると、いずれにせよ、この種の試験をするためには、試験の対象になる供試体というのがないとできないんですけれども、原子炉から抜いてくるのもなかなか大変なんで、サンプルのコンクリートを作るなり何なりという方法があるんですけど、これは前回からどうしますかというので、検討してくださいというのが東京電力にもお願いしていたわけですけども、今、東電のほうではどういう検討状況になっておるでしょうか。

○東京電力HD（溝上部長） 東京電力の溝上です。

今、先ほども岩永さんからお話がございましたように、まずは1Fのコンクリートを模擬してコンクリートサンプルを作っていくというところから始めるというふうに聞いてございますので、それに向けて、どういった情報を、もしくは、どういったコンクリートをとるところを検討しているところでございます。

○安井企画調査官 ありがとうございます。

じゃあ、次回ぐらいまでには大体このぐらいの規模でとかというのを、それから実験される方も、こういうスペックのものに、大きさかなにか、僕はよく分からないけれども、出さないと、鶏と卵でちょっとも話は進まないの、それはそういうふうに使っていただくということで、じゃあ、進めていただきたいと思います。

これで議題の1番目は終了いたしたいと思います。

それでは、2番目に進みまして、2番目の議題は、ケーブルの加熱実験についての御報告がJAEAと東京電力からあろうかと思います。

まず、JAEAからお願いいたしたいと思います。

○日本原子力研究開発機構（大野研究員） 原子力機構、大野より報告いたします。

31ページから入っていきましょう。

本調査は、3号機の水素爆発時の映像解析から、その際に爆発時に水素以外の可燃性ガスの寄与の可能性が示唆されまして、それについて深掘りしようという調査です。

それで、可燃性ガスの出どころとしまして、当時、格納容器内に存在したケーブル材料及び保温材のウレタン、下の表に載っている四つの試料、これについて熱分解の挙動、それから、どんなガスが、どれぐらい出てくるかということ調べております。

それで、R3年度の分析では、窒素雰囲気これら試料を置いて熱分解させて、出てくるガスを特に定性的に把握しようとするを行いました。

続いてR4年度、昨年度は窒素雰囲気に加えて少しそれら酸素を加えた条件、酸素、窒素、

混合雰囲気条件を拡大しつつ、もう少し定量的なアプローチを行いました。特に無機ガス及び低分子量の有機成分の定量を行いました。

次のページ、32ページ、大きく分けて二つの分析を行いました、一つがTG-MS分析、もう一つが管状炉-GC分析と題しました。

一つ目、TG-MS分析のほうの大きな目的は、顕著な熱分解が生じる温度範囲を把握することです。おまけに、水、H<sub>2</sub>Oの定量分析はこちらで行いました。

その他のガス成分の定量分析については二つ目の管状炉-GC分析で行いました。その下にある絵、これが管状炉-GC分析の絵になります。このように管状炉に試料を置きまして、発生したガスをガス捕集バッグに集めます。その後、ガス管を通しまして、TCD、FIDといった検量器による定量を取るということをしています。下の表のように目的の検出物質に合わせて分析方法は適宜選択しております。

なお、試験条件のうち、一部を東京電力さんの結果と比較するために、ウレタンの分析においては単位試料当たりのガス滞留時間などの条件をそろえるようにしております。

次のページ行きます。33ページです。こちらのページに示しますのが一つ目のTG-MS分析の結果です。ここには試料の重量変化、四つの材料についてそれぞれ示してあります。

それぞれのグラフ、横軸が温度で、縦軸が重量減少、TGを示しております。TG0%の場合は初期重量が全然変わっていない状態、そこからスタートして、温度がだんだん上がっていくと、TGは減っていきます。これは重量%で表しております。-100%になりましたら、試料が全部なくなっちゃったりという見方です。外観としての結果の傾向としまして、4%酸素/窒素雰囲気、グラフ中だと赤で示してあるデータと青の窒素雰囲気と比較しますと、酸素を少し混ぜたほうが試験後の残重量は小さくなります。加えて、一方で、重量減少が顕著な温度帯は大きく変わりませんよという結果でした。

このグラフを表にまとめたのが次のページです。34ページです。先ほどのグラフを表にまとめた形式です。本調査では、このように重量減少が生じる温度範囲を大体大きく三つに分けて分類して、それぞれの範囲に対してガスの発生量を定量するというところまで行いました。この表中で赤字が重量減少が特に顕著だった温度帯になりました。

次のページに行きましょう。35ページ、お願いします。こちらはTG-MS分類で調べました水、H<sub>2</sub>Oの発生量についてのまとめです。上のグラフはMSデータの例でして、ウレタンでの測定結果です。これは横軸が温度で、縦軸がMSのインテンスになります。このうち、少し見にくいですが、水色の線、これが水のMSの強度の変化を表しております。このピーク

ごとに定量しましたのが下の表の数字になります。この表では、水の発生量がwt%で示されています。このwt%とは、すなわち水の定量値を初期の試料重量で割り算して100を掛けたものです。表を見ますと、難燃性エチレンプロピレンゴムだと温度帯3、2.8、特殊クロロプレンゴムだと温度帯2が2.6といったように、前のページの赤字で示した重量減少が顕著な温度帯と同じ温度帯で水が多く出てくるよという傾向が見えます。これは後から定量値を報告する二酸化炭素、CO<sub>2</sub>についても同じことが言えます。

次のページへ行きましょう。36ページです。ここからが二つ目の分析、管状炉-GC分析の結果を示していきます。ここでは特に有機成分に着目して作成したGC、FIDのガスクロマトグラフが示してあります。

左三つは窒素雰囲気で作成したガスクロマトグラフ、上から順に温度帯1、温度帯2、温度帯3とだんだん高温度帯に変わっていきます。右の三つは同じ温度帯1、2、3ですが、こちらは4%酸素/窒素雰囲気での条件です。横軸が保持時間、いわゆるリテンションタイムで、縦軸が検出強度ですね。このように各ピークそれぞれ同定しまして、大体1試料当たり10~15個ぐらいのピークを同定しまして、それぞれのピークを定量するという操作を行っています。このように有機化合物がここでは検出されています。

続いて、次のページに行きましょう。定量値は後でまとめてお見せしますが、その前に管状炉-GC分析を行った際の試験後の試料及び石英管の様子をここで示しております。これはウレタンの結果です。

左側が試料の加熱前と加熱後の写真です。右側が試験後の石英管の様子です。ここで重要なのが右側の写真です。このように管状炉とガスバッグをつなぐ配管部分にタール状の物質が付着しておりました。今回、こうしたタール状の成分は定量していませんというのが今回の報告でのポイントになります。タール状の成分は、熱分解ガス中の高沸点成分がキャリアガスの温度の低下に伴って凝縮したものと推定しております。

では、次のページに進みます。ここで最後に示しますのが定量分析の結果のまとめです。これはウレタンの例です。

表中の数字は全てwt%で示しています。wt%の分母は試料の初期重量です。

表の上のほうは試験後の重量減少です。ΔTGと書いてあるのがTG-MSで測定した、一つ目の分析で測定した重量減少量、管状炉-GC試験での重量減少量も合わせて示してあります。下の表の真ん中辺りが成分ガスの発生量をそれぞれ示しています。青字で書いてあるのはH<sub>2</sub>O、CO、CO<sub>2</sub>が無機ガス成分、さらに、その下のC1有機物それぞれの炭素数ごとに分

類して合計した有機物の発生量が示してあります。

一番下に各成分の発生量の合計値を示してあります。窒素雰囲気では18.7%、こちらもwt%ですね。4%炭素/窒素雰囲気では126.0wt%となっています。これは100%を超えているのはキャリアガスから化合した酸素の部分が含まれているからです。そこから酸素の量を取り除いてやりますと、同雰囲気でのガス成分の発生量の合計としては33.0wt%となります。

全体の表の傾向としましては、無機成分H<sub>2</sub>O、CO、CO<sub>2</sub>の量が多く、低分子量の有機成分としては、当初我々が予想していたものよりは少なかったという結果になりました。

また、先ほど示した合計値と一番上の試験後の重量減少量の値を比べてもらえば分かるんですが、重量減少量に対して、今回、定量的な成分ガスの発生量が少ない、18.7と33ということで、マスバランスが今のところ、取れていないという結果になっています。この理由としましては、先ほど述べたタール状の物質の生成がかなりの割合を占めていまして、そういう部分が、今回、定量できなかったのも、測れていないんじゃないかと考えております。

以上です。

以下は参考資料になりまして、傾向としてはほかの材料でも同じような傾向になっております。

報告としては以上です。

○安井企画調査官 では、続けて東京電力のほうもお願いできますか。

○東京電力（古橋） では、東京電力の古橋です。よろしく願いいたします。

通し番号19ページ目からお願いいたします。

今日、御報告する内容なんですが、今、JAEAさんから御報告がありましたケーブルなどから発生する可燃性ガス発生量の評価と、あとは可燃性有機ガスの燃焼試験を行いましたので、そちらについて御説明したいと思います。

次、50ページ目をお願いいたします。こちらは概要を示してありまして、上のほうは、今、申し上げた大きく分けて二つの内容を実施しているというようなことが書かれています。

こちらの上の有機ガス発生量の試験なんですけれども、こちらは2021年度～2022年度2年間で継続して行っているものになります。

2021年度、一昨年の成果といたしましては、格納容器内での使用量が多い有機化合物の



ケーブル塗料、保温材を数種類選んできまして、そちらを水素ガス及び水蒸気環境下で1000℃まで昇温した結果の可燃性の有機ガスの同定と定量しております。その結果、水素ガスよりも、水蒸気環境下のほうが可燃性のガスが多く発生するという傾向を確認しました。

その次のスライドに行っていただきまして、2022年度、実施した、今回御報告する内容についての概要を説明しております。こちらの一昨年度の2021年度の結果を踏まえて、2022年度は何をしたかということを示しております。

2021年度は、水蒸気と水素ガスの関係をやってきましたんですけども、それに加えて酸素の影響を考慮するために4%の酸素環境試験を実施しております。

また、評価対象の試料といたしましては、新しく追加した無機ジンクリッチ塗料と、KGBケーブルと潤滑油を追加したこと、また、PNケーブルやウレタン保温材といった格納容器内に比較的多く存在していると考えられているものについての酸素環境の試験を実施したこととなります。

次の52ページ目に移っていただきたいんですけども、こちらは今回実施した可燃性の有機ガスの全体の表のまとめになります。

選んできた試料、対象物としましては、ケーブルが4種類、塗料2種類、保温材2種類と潤滑油となっております。

次のページの53ページ目は、ケーブルの試料についての写真、全体とシースの写真を示しております。

次の54ページ目に移っていただきたいんですが、54ページ目をお願いいたします。こちらが分析試験の内容を示しております。1000℃まで昇温して、どのようなガスが出てくるかということ把握するために、この試験を行っております。

下のほうに試験の概要図と写真を示しております、青い真ん中にどんとあるのが電気炉になっていまして、そこの中に試験体を仕込んでいます。左からガスボンベを入れて、そこから管状内にガスを通気しています。このガスが先ほど申し上げてきたような水蒸気ですとか、酸素ですとか水素ガスでしたとか、そのようなガスのボンベになっています。ここを通気して、試料を通過して、この管状炉に1000℃まで昇温して、出てきているガスを右側のほうに押し出して、ガスバッグで回収しています。このガスバッグへ回収する前に、ぽたぽたと垂れてくるとタール成分ですとか、水蒸気成分のほうはドレンポットに回収しております。今回はドレンポットに回収された水の量とタールの成分の重量を、さ

つくりとですが、測定しております。

今回の始点で特に強調したいのが、先ほどのJAEAさんの御報告にもございましたけれども、ウレタンの保温材の酸素ガス環境下の試験をJAEAさんと条件を整合しております。

このウレタンの保温材の条件について示したのが次の55ページ目のスライドになります。こちらですけれども、左側がJAEAさんの試験で、右から2番目が東電の試験になります。主に合わせたところというのが試料単位重量当たりのガスの接触時間を合わせまして、東電のほうは2021年度と試験条件はほぼ同じで、どこを変えたかということ、試料の重量をJAEAさんと合わせて試験を行っています。

次のページの56ページ目は、本試験の概要を示しております。

次の57ページ目なんですけれども、こちらはガスの分析方法になります。こちらは2021年度とほぼ同じなんですけれども、今回は二酸化炭素を追加しております。理由としては、一昨年の結果から有機系のガスや水素や一酸化炭素に加えて二酸化炭素も相当な量、出てくるということが想定されるために二酸化炭素の量も測定することにいたしました。

また、そのほかの分析として、タールガスの発生量ですとか、タールの発生量、水蒸気の発生量を重量測定をしております。

次の58ページ目はガスの分析方法について示しております。

次の59ページ目からが今回の試験結果になります。ここからがPNケーブルの試験結果になるんですけれども、ここ以降はいろんな試料をつらつらと同じような試験結果を並べているので、割愛させていただいて、JAEAさんと試験条件を合わせましたウレタンのほうに移りたいと思います。

71ページ目に移っていただきたいと思います。

○安井企画調査官 もう映っています。

○東京電力HD（古橋） すみませんでした。71ページ目がウレタン保温材の予備試験結果になります。こちらはJAEAさんと同じTGの測定結果になっています。1000℃まで昇温すると、ほぼ100%なくなっているというような結果になっています。こちらの結果から①、②、③と三つの領域に分けてガスのサンプリングを行っております。

次の72ページ目に移っていただきたいです。こちらが試験後の試料の状態の写真を示しております。1000℃まで上げますと、試験片はほぼなくなっているというような状況が分かるかと思います。

次の73ページ目が試験結果のガス分析の結果になります。こちらの真ん中がTEPCOの結

果で、右側がJAEAさんの先ほどJAEAさんから御紹介いただいた内容を転記したものがこちらの表になります。

上からいきますと、まず、重量減少を書いてあります。うちは1000℃まで昇温しましたので100%減少しています。右のほうはTEPCOの東電のほうは重量で測定したのですが、大体10wt%検出されております。その後、水素、一酸化炭素、二酸化炭素等へ行って、その下のものが炭化水素系のメタン、エタン、エチレン、プロパン、プロピレンというふうに炭化水素系の有機ガスになります。それらを全て加えたものが①で示してある合計値ということで、172%となっています。こちらはJAEAさんは126%と、同じように100%超えになってしまっているのですが、先ほど、JAEAさんの御報告にもありましたけれども、雰囲気ガスを酸素の分を拾ってしまっているせいだということが想定されます。ですので、酸素分を除外した場合の合計値が46.9%となっております。さらに、そこにタール状の成分も今回重量を測定しましたので、その33%を足しますと、生成タール分も入れた合計量としては82%を検出できたということが今回の結果になっているかと思えます。

全体的に眺めてみて、JAEAさんの試験結果とTEPCOのほうと比較しますと、ほぼほぼ同じ傾向にあるのかなというように分かりました。数字の若干の違いはありますけれども、ほぼ傾向は一緒で、二酸化炭素がかなり多く検出されておまして、炭化水素系のガスはあまり二酸化炭素に比べたらごく少ない僅かな量であるということが今回の結果から言えることかと思えます。

次のスライドに行ってくださいますと、次のスライドはウレタン保温材の中で環境を水蒸気プラス窒素ですとか、水蒸気プラス酸素、あるいは窒素プラス酸素というようにF1の環境の雰囲気を変えた状態でのガスの分析結果を示したものになります。

次のページは75ページ目なんですけれども、FT-IRスペクトルといって昇温の試験の前と後での試験片の状態を示しております。こちらは先ほどの写真で見ていただいているのですが、試料はほとんどなくなっているのですが、この有機系のものはほぼない、ほぼというか、全然全くないというようなことが見てとれるかと思えます。

次から次の次のページからがKGBケーブルのものになっていくので、こちらでも試験結果は割愛させていただきます。

最後、87ページ目に行ってくださいたいと思います。87ページ目なんですけれども、こちらは1F3号機の格納容器内に存在するケーブル、今まで分析してきましたケーブル4種類と塗料2種類と保温材2種類、潤滑油1種類から発生するガスの総量をドライウエルの空間容

積で割った場合のガスの体積分率を出しております。それぞれのガスについての体積分率を出しております。こちらがこの結果になっております。

上から水素、一酸化炭素、二酸化炭素、炭化水素系のガスというようなもののガス総量を示しております。赤字で示してある水素だけがそれぞれの個々のガスの燃焼範囲というのがありますので、そこから出して、その範囲内に入っているのが水素ガスのみというような試験結果が得られました。そのほかのものについては、ガス燃焼範囲には入っていないということが分かります。

次の88ページ目が今回、今の87ページ目の物量の根拠になっているというような根拠の表になります。それぞれのケーブルですとかに有機化合物がどれぐらい使われているかというようなことを示した表になっております。

次が89ページ目なんですけれども、こちらが今回の有機ガスの分析の試験のまとめになります。

今回、2021年、2022年度に格納容器内に存在する有機化合物からの可燃性ガスの発生量の評価を実施しました。

その結果、ガスの発生については、水や水素や一酸化炭素、二酸化炭素やタール成分が大半を占めて、可燃性の有機ガスは少ないということを確認いたしました。

有機可燃性ガスの評価についての御説明は以上になります。

次の、すみません、90ページ目からは可燃性の有機ガスの燃焼試験のほうの概要に移りたいと思います。

こちらはガスバーナーを使って、今回の先ほどの可燃性の有機ガスの寄与によって炎の色ですとか、煙の色がどのように変わるかということ簡単なラボ試験を行った結果になります。

バーナーの先端、バーナーの開始のほうにガスボンベを仕込んでいまして、ここに空気ですとかプロパンを仕込んで、バーナーに仕込んでいます。そこでバーナーを着火して炎の色を見るというような試験をしております。そこにさらに格納容器内の爆発時に出てきていると思われるコンクリート片ですとか、珪砂とか乾燥土のような粉末をばらばらと振りかけて炎の色が変わるかどうかというようなことを確認しております。

また、右側のほうの概要図なんですけれども、バーナーの火の先っちょ、SUSの、ステンレスの配管の中に入れて、この配管の中は窒素とか空気とか水蒸気をパージしてしております。そこで炎の色が変わるかどうかを見ております。

次の91ページ目のスライドが試験の概要の写真になります。真ん中にあるものがステンレスの配管になっております。左側の上のほうにコンクリート片等の粉末の投入口があって、そこから粉末を入れております。そのちょうど下の部分にバーナーの火が当たるようになっています。

次の92ページ目からが試験結果になります。バーナーのもともと何もないバーナーの状態は青い炎なんですけれども、ここにコンクリート片をばらばらとかけると、赤い炎に変化しているということが分かります。その下の真ん中のほうに潤滑油であぶっている様子があるんですけれども、赤い炎に加えて黒煙が、黒い煙が少し出ているというような状況が分かるかと思えます。

次の93ページ目がステンレスの配管内の炎の状態を示しております。特に下のほうの写真にありますが、コンクリート片をかけると、オレンジ色の炎になっているということが分かります。

次の94ページ目に行っていただきますが、こちらはコンクリート片ではなくて乾燥土とか、あと硅砂とかをかけた場合の試験結果になっていますが、こちらもコンクリート片だけではなく、粉をかけると、赤い炎になるということが分かります。

次の95、96、97スライド、98ページ目までなんですけれども、こちらはコンクリートの粉が今のガスバーナーでかけたことによって、どのように変化しているかというようなことを確認した調査の結果をこちらに示しております。ガスバーナーで振りかけただけでは、コンクリートは化学変化をしたということではなくて、ただ単に熱をもらって赤熱して炎が赤くなったというような証拠になっているかと思えます。

次、最後99ページ目に行っていただきたいのですが、こちらは今回の有機ガスの燃焼試験結果になります。この結果から言えるのは、コンクリート片のような小さい粉をプロパンガスを含むガスバーナーの炎に振りかけますと、オレンジ色の発光が出るということを確認することができました。

以上になります。

○安井企画調査官 ありがとうございます。

この後の門脇さんの実験結果と併せて議論をしたいので、そちらに進みたいので、その前にちょっと1点だけ議論を明確にするために確認をしておきたいと思えます。

87ページ、通し番号87ページですけども、この、例えばメタンというか、メタンだな。CH<sub>4</sub>の、この4.85E+00というのは、体積分率4.85%って、こういう理解ですよ。

○東京電力HD（古橋） はい、そのとおりです、はい。

○安井企画調査官 だから、熱のことを考えなければ、基本的にはモル比というんですか、分子数比か、も、大体同じぐらいですって、そういうものですよ。

○東京電力HD（古橋） そうです、はい。

○安井企画調査官 分かりました。

それじゃあ、実は、若干、結果を知っているもんですから、門脇さんの実験結果と併せて聞いてから議論をするのがいいと思いますので、門脇さん、お願いをいたします。

○長岡技術科学大学（門脇教授） はい、承知いたしました。長岡技術科学大学の門脇でございます。

これから、昨年度、原子力規制庁さんからの委託事業というもので、水素爆発における可燃性有機ガスの影響に関する実験を行わせていただきましたので、それについて報告させていただきたいと思います。

次のページ、お願いいたします。

事業の目的といたしましては、この度の1Fの事故において、やはり水素爆発だけではなくて、その中に可燃性の有機ガスが含まれていたという、そういうことが推察されますので、そもそも爆発現象に関して水素のみの爆発だけではなく、そこに微量ではあっても可燃性有機ガスが含まれている場合、どのように爆発現象が変わってくるか、そこを調査したというのが今回の事業で、そこを明らかにするのを今回、目的としております。

次、お願いいたします。

事業の概要としましては、燃焼試験としては予混合燃焼試験を行っております。具体的には、水素とメタンと空気という、こういったものを事前に容器の中に混合し、そこで火をつけて、その爆発現象を観察したということ。そして、その結果を取りまとめたというのが今回の事業の概要でございます。

次のページ、お願いいたします。

まず最初に、水素等燃焼試験、いわゆる予混合燃焼ということですが、これまでには主に水素と空気という、いわゆる水素燃焼を行ってまいりました。それにプラスして、可燃性有機ガス、今回では、その可燃性有機ガスとして代表としてメタンを採用させていただいております。

そして燃焼試験に関しては、口径30cmの観察窓を有する燃焼器で燃焼実験を行っております。この口径30cmの観察窓というのは非常に大きい窓で、多分、日本国内では最大だと

いうふうに思っております。大きな観察窓を用いるというのは、やはり燃焼現象、爆発現象を、より詳細に精度よく観察するためには広い観察窓が必要だということで、こういった大きめの窓を採用しているということです。

次、お願いいたします。

まず最初に水素の燃焼試験ですけれども、実験ケースとしては3ケースです。初期圧は1気圧、初期温度は室温25℃ということです。予混合燃焼で中心部で点火しております。水素+空気ということで、水素の濃度をvol%で10vol%、15vol%、20vol%という、この三つのケースで実験を行いました。測定項目といたしましては、系内の圧力変化とか、あと高速度カメラによる燃焼挙動をシュリーレン法で観察しております。

次のページ、お願いいたします。

こちらは水素に可燃性有機ガスを添加した場合、どのようになるかということの実験で、計測項目は同じですけれども、実験条件としては水素濃度10vol%、15vol%、20vol%、これは先ほどと同じですけれども、可燃性有機ガスとしてのメタン、この濃度を1vol%、2vol%、先ほどのメタン、0vol%に相当いたしますので、合計9ケースの実験条件を設定して実験を遂行して、結果をまとめたところでございます。

次のページ、お願いします。

こちらが密閉型の燃焼容器で、左側が直接の写真で、窓ガラスの部分が直径30cmになっております。内容積が73Lでステンレス製でできております。

じゃあ、次のスライドをお願いします。

こちらが燃焼の試験システムでございまして、燃焼器の中に空気、水素、この場合はメタンですけれども、それを充填して、そして中心部で点火いたします。点火した後、その燃焼の挙動をシュリーレン法で高速でビデオ撮影し、するとともに、中の圧力変動を圧力計で計測していると。Kistlerの圧力計で計測しているというものでございます。

じゃあ、次のページ、お願いいたします。

こちらのほうは、燃焼方法ということで具体的な圧力センサとか、あと、サンプリング周波数とか、あと、用いた高速度ビデオカメラとか、あとシャッター速度及び解像度等を説明しているところです。

では、次、お願いいたします。

試験結果ですけれども、まず最初に水素のみ、水素と空気の場合の燃焼試験を行った場合の結果でございます。火炎半径が、点火した後、火炎半径が増加しますけれども、その

増加とともに火炎面にセルが形成されると。この中心点火いたしますと、最初は球状に火炎が伝播するんですが、その後、火炎自身が持っている不安定性によりまして火炎面側にセルが形成されるということです。

セルの形成ということに関しては、物理現象として面白いということだけではなくて、実は爆発に関する安全対策においては、実は非常に重要なものになってます。それは火炎面にセルが形成されることによって、火炎面の表面積が増大いたします。それによって火炎の加速が生じてしまうと。その火炎の加速のスケールが大きくなればなるほど、特に原子力建屋のような何十メートルもあるような大きな建屋で、こういった水素爆発が起きると、その火炎加速というのは非常に典型的になります。そういった意味で、安全対策から、この検証というのは近年重要視されているところでございます。

それで、あと水素濃度が高くなると、今回は10vol%、15vol%、20vol%の3ケースですけれども、基本的には火炎の伝播速度は増大いたしますし、また、それとともに最大となる圧力、容器内の最大圧力、これも増加している、そういう、上昇するという、そういう傾向があります。

それでは、次のスライドをお願いいたします。

こちらは水素濃度が10vol%、メタンは添加されておりません。そのときのシュリーレン画像を示したものでございまして、左上のところを点火して、右側に行くにつれて火炎面が増大していると。それとともに、表面にはセル状の、凹凸状の火炎面が形成されていて、実際にこの伝播速度も加速していることが見てとれます。また、この場合は伝播速度が比較的遅いものですから、浮力の影響によりまして、球状の火炎が上のほうに移動しているということも明確に見れます。これも口径が30cmの比較的広い窓を用いているがゆえに、こういったことが明確に出ているところでございます。

では、次のページ、お願いいたします。

こちらの図は、左側から、水素10vol%、真ん中が水素15vol%、右側が水素20vol%の、上部分がシュリーレンの画像、下の部分が容器内の圧力の時間履歴を示しているものです。全ての領域に、条件下におきましてセル状の火炎面が出て、それで球状に伝播していて、かつ水素濃度が高くなるにつれて、その伝播速度が大きくなっております。また、圧力の履歴に関しましても、下の図で示したようなもので、水素濃度が高くなればなるほど圧力の上昇の速さというのは、どんどん大きくなるとともに、最大の圧力も高くなっております。



では、次のスライド、お願いいたします。

次は、混合気体の燃焼試験ということで、水素+メタンの予混合機に着火して、その伝播、または容器内の圧力がどうなるかを観察したのが、こちらの実験結果でございます。

では、次のスライドをお願いいたします。

こちらは水素濃度が10、15、20vol%、失礼、水素濃度が10vol%でメタン濃度が、左から0vol%、1vol%、2vol%の場合です。水素濃度を一定にしてメタン濃度を増やしていくと、どうなるかということを示したのが、左から右への図になっております。

伝播速度は、やはりメタンの点火量が大きくなると伝播速度も大きくなっておりまして、また、最大の圧力も大きくなっております。また、火炎の伝播速度もメタン添加量が多くなれば多くなるほど大きくなっているという、そういう傾向にあります。

では、次のスライドをお願いします。

こちら、水素濃度が15vol%の場合です。左から、メタンが0vol%、1vol%、2vol%ということで、先ほどよりも全体として火炎の伝播速度が大きくなり、かつ最大の圧力は高くなっております。また、同様に、メタン濃度が高くなるとともに伝播速度は速くなり、最大の圧力も高くなっているというところです。

次のスライドをお願いします。

こちらが水素濃度の20vol%で、全体的な傾向は先ほど説明した内容と同じになっております。

では、次のスライドをお願いいたします。

こちらが、容器内の最大圧力を示したもので、左、横軸が水素の濃度、縦軸が最大の圧力です。メタン濃度が0vol%の場合、1vol%の場合、2vol%の場合です。水素の濃度が高くなれば最大圧力も高くなりますし、また、メタン濃度が1vol%、2vol%と高くなるとともに、最大圧力も上昇していることが見てとれます。これに関しましては、メタンを添加することによってメタン自身が燃えて発熱いたしますので、そのことにより火炎の温度が高くなり、今回の実験では定容容器を使っていますので、それによって最大圧力も高くなったということが分かるわけです。

では、次のスライド、お願いいたします。

まとめといたしましては、火炎半径の増加とともに火炎面にセルが形成されると。これは従来の燃焼実験でも観察されてますし、また、JAEAさんの数値計算でも確認されているところでございます。また、水素濃度が高くなるとともに火炎の伝播速度が増大し、また、

最大圧力も上昇いたします。また、同様にメタン濃度が高くなると、やはり火炎の伝播速度は増大して最大圧力は上昇してくるということで、やはりメタンの濃度、今回は0vol%、1vol%、2vol%という形で設定させていただきましたけれども、やはりそれなりの影響が、この水素爆発に及ぼしているということが明らかになってきておりますので、この影響をより精査するという事は非常に重要であろうというふうに考えております。

次のスライドをお願いします。

今回の実験は、実際に規制庁さんとの契約を締結するのが、かなり遅くなったこともあり、実験に費やした時間が1か月半ぐらいしか、ちょっとなかったということで、十分な実験回数を確保することはできませんでした。したがって、やはりもう少し、同じ条件下で実験を遂行して、そのばらつき等、それを精査してデータの精度を高める質があるのではないかというふうに思っています。

また、今回は初期温度として室温25℃ということでしたけれども、今回の1Fの事故等では、もう少し高い温度で現象が起きていますので、実験室でも温度を上昇させて実験を行い、その温度上昇による傾向がどのようなものであるかということ調べる必要があるのではないかというふうに思っております。

そういった中で、やはり可燃性有機ガスの添加による最大圧力への影響ということは、非常に重要であろうと思っております。

また、今回は本学のみで行いましたけれども、例えば海外、フランスの関連組織、ICARE/CNRS等では、やはり、こういった水素爆発に関する実験を行っておりますので、こういったフランスとの協働での水素爆発実験というものも有用ではないかというふうに思います。

今回の実験では、実験室レベルでの実験結果ということです。実際の原子力建屋内の爆発となりますと、スケールが非常に大きくなります。スケールが大きくなりますと、例えば先ほど申し上げました火炎伝播の加速現象、これも顕著になりますし、また、浮力の効果も非常に顕著になりますので、やはり実験結果を実機に適用するには、そのスケール効果を十分考慮した上で適用する必要があるというふうに思っております。

また、今回は水素、可燃性ガスと空気の予混合燃焼を行いましたけれども、例えば拡散燃焼ですね、水素とメタンの混合機の拡散燃焼等を実施することなどで、火炎色ですね、そういったものを確認をすることも非常に重要ではないかというふうに思っております。

次のスライド、お願いします。

こちらが今回の事業で用いたものの参考文献です。

では、次のスライドということで、御清聴、どうもありがとうございます。私からの報告は以上でございます。

○安井企画調査官 ありがとうございます。

この実験の、うちの担当である安部さんのほうから、もし、何か確認事項か何かがあれば手短かにお願いをします。

○安部室長補佐 すみません。ありがとうございます。1F室の安部です。

非常に短い契約期間で試験をやっていただいてありがとうございました。

ちょっと議論のスタート地点を明確化するために確認をさせていただきたいんですけども、ページの116ページ、お願いいたします。

この図にあるように、メタンを1vol%、2vol%と、非常に見かけ上、ちょっと少ない量を添加したことで、もう、これだけの圧力上昇があるというのが非常に重要な気がするんですけども、この事業で得られた新規性というものというのは、まずは、この水素に対してメタンを添加したときの、こういうデータが得られたということによろしいでしょうか。

○長岡技術科学大学（門脇教授） そうですね。一つの新規性としては、こういったことも考えられるかと思います。ただ、水素にメタンを微量でも添加すれば、ある程度、最大圧力が上昇するという点に関しては、燃焼の専門家であれば容易に推察することです。推察できますので、今回は、それを実験でちゃんと確認したというふうに、我々は捉えているところでございます。

○安部室長補佐 ありがとうございます。つまり、専門家の間では、ある程度、水素にとっては不純物かもしれないですけど、燃料としてCH<sub>4</sub>が添加されると、これだけ圧力が上がるんだらうかということは、燃焼時の精製の熱、精製されるエネルギーなどで大体の、おおよその概算はできるということなんですかね。

○長岡技術科学大学（門脇教授） はい、おっしゃるとおりでございます。

発熱量等が、ある程度分かっておりますので、それによって定量での燃焼ということで、そういった形で概算で求めることは、もちろん理論の場合と実験の場合で当然差が出てきます。

具体的に申しますと、外部への熱損失ですね。どうしても実機でやりますと、容器に対して熱損失が発生しますので、その影響というのは必ずしも小さいものではございません

ので、そういったことはありますけれども、ある程度のその理論的なものでも定性的な傾向は、ある程度はおさえられるというふうに考えております。

○安部室長補佐 なるほど、分かりました。ありがとうございます。大丈夫です。

○安井企画調査官 ありがとうございます。

先ほどの東京電力の古橋さんの御報告にありましたように、ちょっと理想的ケースで説明できる、考えるのはちょっとやり過ぎだと思ふものの、87ページにございましたように、潜在的にはということかな。メタンとかエタンとかで、この二つで、これ何%ですか、2.9%ですか、の炭化水素、話、3分の1にしても2%強の供給が起こるかもしれないというのに対して、先ほどの門脇さんのあれでいくと2%ぐらい、この種の炭化水素が分子数比で供給、添加されると、爆発時の圧力が、まあ、実験室の施設ですけれども、あれは5割ぐらい上がっているということですかね。

門脇さん、あれ、大体5割ぐらいと考えたらいいんですね。

○長岡技術科学大学（門脇教授） 5割までは行かないですけど、それなりの量ではありますね。

○安井企画調査官 ああ、そうですか。

○長岡技術科学大学（門脇教授） ちょっと待ってください。水素が10%ぐらいですと、そうですね。5割弱ぐらいですね。それなりですね、すみません。

水素の濃度が10%ですと……。

○安井企画調査官 電卓、たたいたんで、多分ほとんど間違えてはないと思います。

○長岡技術科学大学（門脇教授） そうですね。はい。すみません。おっしゃるとおりです。失礼いたしました。

○安井企画調査官 ええ、これ、多分、燃焼熱を10エネルギーから計算するとですね、多分メタン1分子当たりの燃焼エネルギーは水素の3倍ぐらいなんで、10%に対して1%足せば3割増しになるって、だから、それとあと、熱損失を考えると、まあまあ、大体5割ぐらいっていうような、そんなにおかしくなくて、だんだん濃度が上がってくると温度が上がってきますから、熱損失の効果があって上昇率が、メタンなんかの添加に伴う上昇率が小さく見えるって、多分、そんな現象ではないかなと思うんですけど。

○長岡技術科学大学（門脇教授） おっしゃるとおりだと思います。

○安井企画調査官 はい。

○長岡技術科学大学（門脇教授） 私も同じように考えております。

○安井企画調査官 てなことを考えると、やはり、先ほどから、ここまでに行われたケーブルなんかからの供給量、それ自身が爆発するという問題ではないというのは一つの報告としてありましたけども、それらが少し混ざってくると、やはりこの爆発現象に有意な影響が出るんじゃないかなという、そういうふうにつなげて理解をするんじゃないかなという気がするんですけども、それは理解として誤りですかね。

○長岡技術科学大学（門脇教授） いや、正しい御理解だと私も、私も同じように考えております。同意見です、はい。

○安井企画調査官 分かりました。

ちょっと、初めての方々は急にこれを聞いてですね、何だと、こういうことになると思いますんで、ちょうど時間的に今、ここまで来てますんで、5分間のトイレ休憩をつくりまして、ここから議論を開始したいですが。

○更田上席研究員 今の議論につなげたいので。いいですか。

○安井企画調査官 じゃあ、どうぞ。

○更田上席研究員 後で、もう一つ、別の質問をさせていただきますけど、門脇先生、ありがとうございました。

○長岡技術科学大学（門脇教授） はい。

○更田上席研究員 実験条件の設定に、私はちょっと、ある種の疑問がありましてですね、全ての結果が当量比が大きくなっていることによるように見えるというか、量論混合比に近づいているから圧力が大きくなるのも当然だし、燃焼速度が大きくなるのも当たり前といえば当たりの結果に見えるんですよ。

その水素、メタン混合機の効果というふうに表示すんだらば、当量比がそろそろようにして、メタン添加とともに水素を減じて当量比をそろえないと、混合機の効果として表現できないんじゃないでしょうか。

○長岡技術科学大学（門脇教授） そこに関しては、実は私も、この実験を開始するときに、ちょっと考慮したところございまして、今回の事故というのが、当初は水素爆発だけであったというふうに思われていたけれども、実際には、どうも炭化水素系の可燃性有機ガスですね、それも入っているということが明らかになってきたと。

水素の精製ということに関しましては、燃料の被覆管と水蒸気との反応によって水素が発生したというふうに言われていますし、一方、例えば今回はメタンを使用しましたがけれども、可燃性有機ガスの発生というのは、東電さんとかJAEAさんの実験等によって、原子炉

建屋の中にあつたいろいろな物が反応を起こしてガスが出たんじゃないかという、そういうものも出ております。

そう考えたときに、じゃあ、当量比を合わせるのがいいのか、それとも発生源が別々だから、水素がこのぐらい出たときに可燃性の有機ガスが、この1%、2%出たから、そういうふうを考えるべきなのか、やはり更田様がおっしゃったように、当量比を合わせてやるべきかと、そこは二つのやり方があると思っております。

私自身は、今回は議論を分かりやすくするということと、あと、当量比という言葉、我々燃焼をやっている人間にとっては、ごく一般的なお話ではあるんですが、なかなか当量比ということを説明するときに、一般の方々がなかなか分かりにくいんじゃないかということもありまして、今回は、より分かりやすくするということと、あと、発生源が異なるということから、水素+メタンという形にやっています。

もちろん当量比を横軸にして、同じように最大圧力とか、あと、これ以外にも伝播速度等の解析を、これからやること、行われることを検討しております。したがって、今後は両方の図を出して、それで比較するというのが、議論の上で非常に重要ではないかというふうに考えております。

どうもありがとうございます。

○更田上席研究員 引き続き、議論をさせていただきたいと思うんですが、ある種、一定程度分かる人にとっては、結果が分かりにくくなったように思うんです。

希薄混合気で、異なる可燃性の物が増えてきて当量比が1に近づけば、圧力が、繰り返しになりますけど圧力が高くなるのは当たり前だし、燃焼速度が速くなるのも当たり前なので、特に予混合気体の場合は、むしろ当量比をそろえて、その成分の違いを見ていくというのは、ぜひ、やっていただきたいというふうに思いますし、それから、ソースが異なるからというのは、拡散火炎の場合はソースが異なるから、それぞれ発生量を振ってというのは分かりますけども、予混合の場合は、やはり私、当量比がそろってないと結果が非常に見づらと思いますので、今後とも、引き続き議論をさせていただきたいと思います。

○長岡技術科学大学（門脇教授） ありがとうございます。私自身も、その点は、以前からちょっと気になっていたところがございますので、今回、御指摘いただきましたので、これから、こういったデータをまとめるときに、そういった当量比も加味した形で、ちょっと議論をさせていただきたいと思っております。

どうもありがとうございます。

○安井企画調査官 それじゃあ、今から5分間、トイレタイムにしまして、この三つの御報告についての質問とか議論を、この後、再開後30分程度行いたいと思います。

じゃあ、休憩に入りたいと思います。

(休憩)

○安井企画調査官 それでは再開をいたしたいと思います。戻られてない方もいらっしゃるかもしれませんが。

先ほどまでの三つの御報告に関して、一つの塊として扱しまして、そのいずれについても結構ですので、御質問や御意見のある方は挙手といいますか、アピールをしていただいて、議論を進めたいと思います。

あれは、JAEAさんですかね、どうぞ。

○日本原子力研究開発機構（丸山フェロー） JAEAの丸山です。

門脇先生のご説明について、お聞きしたいのですけれども、3号機の建屋の水素燃焼の一つのポイントが、火炎の色だったと思うのですけれども、この実験では、まだ、火炎の色までは見てない、シュリーレンしか取ってないという理解でよろしいでしょうか。

○長岡技術科学大学（門脇教授） これは水素爆発なものですから、実は我々、実験で、要するに添加するときには部屋の外に出ています。危ないものですから。それでシュリーレンで画像、まあ、シュリーレンですので、これは色味がどうなるかというのが、はっきりいたしませんので、実際にどのようなになっているかということは観測しておりません。

ただ、水素のみであれば、色はほとんどありませんし、あと、メタンが添加した場合、予混合ですから、多分青っぽい色になるはずですよ。

これの実験装置自身の色は、直接は見ておりません。これは安全性の観点から。ただ、ほかの水素とかメタン関係の予混合の実験等では、今申し上げたような色味になることは確認しております。よろしいでしょうか。

○日本原子力研究開発機構（丸山フェロー） 分かりました。ありがとうございます。

○安井企画調査官 じゃあ、次は浦田さん、どうぞ。

○三菱重工（浦田部長） 三菱重工の浦田と申します。門脇先生、ありがとうございました。

ちょっと非常に基本的な質問からさせていただくと、まず、これは、いわゆる爆轟領域を観測しているのかということと、あと、予混合という話があったんですけども、非常にきれいに球体が広がっているのが観測されているんですけども、途中、浮力の関係で若干

上に上がるというお話もあったんですけど、そうすると、かなり、その混合性に影響があるのかなと。

要するに、水素とメタンの重さの違いによってですね。この実験前に均質性というのは、どう考えておられるのかという話と。

あと、最後、球面の広がる大きさは、かなり、速度が速くなっているというのが、この時間と半径の関係から分かるんですけど、これは、やっぱり、火炎面の広がる速度もかなり速くなっていると、こういう理解でよろしいでしょうか。

○長岡技術科学大学（門脇教授） まず最初の御質問ですけれども、爆轟ということは、要するにデトネーションになっているか否かという御質問でしょうか。ちょっと確認させていただきます。1番目の質問ですけれども。

○三菱重工（浦田部長） デトネーションかデフラグレーションか、どちらかなという。

○長岡技術科学大学（門脇教授） これはデフラグレーションです。デトネーションではございません。

○三菱重工（浦田部長） ということは、爆発とおっしゃっているのは、これ、デフラグの中の話と、そういう。

○長岡技術科学大学（門脇教授） いわゆる爆燃ですね。デフラグレーションですから、爆燃という意味合いで用いております。

○三菱重工（浦田部長） 分かりました。

○長岡技術科学大学（門脇教授） デトネーションの場合ですと、こういった容器では発生させることが非常に困難ですから、通常の場合はデトネーションチューブとか、そういったものでデトネーションを形成させるんですが、今回の場合は、いわゆるデフラグレーションの実験を行っております。

○三菱重工（浦田部長） そうしますと、この水素濃度から考えると、水蒸気は全然混合されてないんで、20とかという濃度になると、いわゆるデトネーション領域に入っていないんですか。

○長岡技術科学大学（門脇教授） 入ります。デトネーション領域になったからといって、現象が全てデトネーションになるわけではございません。

いわゆる通常の場合、デトネーションになる場合ですと、DDTというデフラグレーション・デトネーション・トランジションという物理現象か、またはそういった燃焼物に衝撃波を打ち込むことによって、通常、デトネーションになることが多いんですけども、多



くの場合はDDTによることが多いかと思いますが、こういった、要は、本実験で行ったような燃焼容器の中では、DDTというのはあまり起こらないです。

起こすためには、どちらかというとも細長いチューブですね、その中でDDTを発生させて、デトネーションに遷移させるということは、よくやられているところです。

もちろん、デトネーションの領域ではあるんですが、だからといって常にデトネーションになるというものではございません。

○三菱重工（浦田部長） 分かりました。

○長岡技術科学大学（門脇教授） すみません。前の質問をちょっと忘れてしまって。

次、2番目の質問って何だったでしょう。

○三菱重工（浦田部長） 均質性ですね、密度差で。

○長岡技術科学大学（門脇教授） 均質性ですね、そうですね。これ、水素はかなり拡散係数が大きくて、かつ、容器73Lということで、厳密性から言うと不十分かもしれませんけれども、再現性とか、そういったことの観点から、それなりの均質性は保たれているというふうに推察してます。

ただ、これ、ちょっと確認することが、そもそも非常に困難ということで、本当にそうかと言われると十分ではない点はあるんですが、全体的な傾向、あと、他の研究者との実験結果とも、我々、比較しております。そして、他の研究、実験結果、あと数値シミュレーションも含めてですけれども、その結果と整合性が十分とれているということから、ある程度の均質性は担保できているのではないかというふうに考えております。

もう一つは、何か、もう一個は何でしたか、ごめんなさい。

○三菱重工（浦田部長） 火球の速度ですんで、デフラグレーションということなんで理解しました。

火球の広がりの速度はどんどん上がっていくと、こういう。

○長岡技術科学大学（門脇教授） そうですね。これは、火炎面が不安定性によってセル状になります。これ、スケールが大きくなればなるほど、どんどん加速するということが知られておりまして、この実験結果の中でも、その火炎の加速が見てとれます。

その火炎の加速の程度なんですが、これから厳密、正確にはきちっと実験を何回もやって、精度を高めて、そして解析をする予定なんですが、ざっと見たところで、やはりメタンを添加することによって火炎の加速がかなり、ちょっと違っているということは、今のところはまだ、大ざっぱなところではあるんですが、どうも火炎加速に違いが生じていそ

うだということは確認しております。

ただ、定量的なものは、ちょっとこれからきちっと解析していかないといけないと。それはまとめた段階で、何らかの形で報告させていただきたいというふうに思っております。

○三菱重工（浦田部長） ありがとうございます。先生が御覧になって、福島的事象というのはデフラグレーションなんか、デトネーションなんか、どちらに。

○長岡技術科学大学（門脇教授） これは、よく聞かれる話なんですけど、要は、局所的にデトネーションになった可能性は否定できませんが、本当にデトネーションになったという証拠は、まだないというふうに思います。

実際、私も福島の4号機ですか、あの中にちょっと入らせていただいて、中の様子を見に行きました。その大きな目的は、デトネーションだったら何らかの痕跡があるんであろうということで、ちょっと見させてもらったんですが、そういったデトネーションであるという明確な痕跡は、残念ながら見ることはできませんでした。

ただ、局所的にデトネーションが生じていてもおかしくないとは思いますが、ただ、それに関する明確なエビデンスというものは、現在のところないのではないかとというのが現在の私の思いでございます。

○三菱重工（浦田部長） ありがとうございます。

○安井企画調査官 ほかにはございませんか。

更田さん、どうぞ。

○更田上席研究員 先ほど門脇先生にお尋ねしたときの、もう一つの質問なんですけど、この実験体系だと、最小点火エネルギーの測定ってできないですか。

○長岡技術科学大学（門脇教授） 大まかに見積もっております。

○更田上席研究員 ああ、そうですか。もう一つは……。

○長岡技術科学大学（門脇教授） ミリジュール、100、ちょっと正確な数字は覚えてないんですが、100mjのオーダーだったと記憶してます。

この値自身は、着火には十分ですけれども、燃焼現象全体にとっては、それほど大きな値ではないというふうに思っております。

○更田上席研究員 これも、まあ当量比をそろえたらっていう話ではあるんですけど、当量比をそろえたときの、その組成の違いで、最小点火エネルギーに影響が出るのか出ないのかというのは、はかれる可能性はありますか。

○長岡技術科学大学（門脇教授） 要するに、着火の問題ということになるかと思うんで

すが、ちょっと我々は、その着火の問題までは、ちょっとこの実験装置では想定していない  
というか、より着火の問題に集中するとなると、ちょっと実験装置を代えないと、より精  
度の高いものがないと思っています。ていうか、まず、スパークプラグが、直径が1mm  
程度なんですけれども、通常ですと、その先端をもっとシャープにして、その先にスパ  
ークを飛ばして、そして、そのスパークのエネルギーとその混合割合を変化させて、着  
火するか云々かということを実験で求めるんですが、今回の場合はそこら辺の精度がきち  
としていないもんですから、着火に特化する実験は、ちょっとこの実験装置では難し  
いかというふうに思っております。

○更田上席研究員 ああ、なるほど。燃焼速度であるとか、発生圧力も関心ではありま  
すけれども、もう一つの事故分析の関心としては、混合気であった場合、水素単独でな  
かった場合の着火の話はあるので、そういった意味では、内燃機関等々の御研究で、様  
々、例えば希薄のメタン混合気に水素を入れたときの実験のようなものは幾つもあり  
ますけれども、ただ、関心が内燃機関等々とは違うので、範囲が違うので、この事故  
分析に関して、着火エネルギーが著しく変わるんだらば、それはそれでまた、面白  
い知見だというふうに思いますので、また、これも引き続き、可能性議論させていただ  
ければと思います。

○長岡技術科学大学（門脇教授） 承知いたしました。着火現象というのは、もちろ  
ん燃焼をやる人間にとっては非常に重要なものだという事は、当然私も認識してあり  
ます。  
どうもありがとうございます。

○安井企画調査官 じゃあ、杉山さん、どうぞ。

○杉山委員 最初のJAEAと東京電力による、可燃性有機ガスの発生に関してなん  
ですけども、これまでずっと議論してきて、どんな感じかということで、今日、か  
なり決着できるのかなという感触を得ました。

この、まず、直接同じような条件で比較したものとして、55ページに条件の比  
較がありますけれども、ここで酸素4%条件、温度等はそろえてある、あと、昇温速  
度もそろえてあるけれども、サンプルの量と空間ですとか、あとはキャリアガス流  
量、その辺が全部そろえて、比例配分になっているわけでもなくて、やっぱり多  
少、条件に違いがあって、そういうこともあって、結果にそれなりの違いが出た  
のかなと思っております。

ただし、両者とも、定性的にはかなり似たような結果、結局のところ、この有  
機ガス、発生するものというのは、そもそもそんなに多くないと。分子量が小さい  
もの、メタンとかは、そこそこ出るけども、それと同等以上に、やっぱり可燃ガ  
スとして出るのは、やは

り一酸化炭素なんだということが確認できたのかなと思いました。

先ほど言いましたように、条件によって、それなりの違いはあるとはいえ、全体でどうなのかというのは東京電力が示してくれた、通しページ87の結果、これが今後いろいろなことを考えていく上での参考になるのかなというふうに受け取りました。

ちなみに、ここまでの話でJAEAと東京電力、それぞれについて、対して質問ですけど、まだ、こういうデータが必要とか、取る必要があると感じているもの、まず、ありますか。

○日本原子力研究開発機構（丸山フェロー） JAEAの丸山です。

○杉山委員 まず、JAEAからお願いします。

○日本原子力研究開発機構（丸山フェロー）

東京電力と我々で、同じ試料を使って、ほぼ同じ条件でやっているのもありますし、別々の条件でやっている実験もあり、総合して考えると、私はかなりのデータが、もう蓄積されてると思っています。これ以上、熱分解でどういうガスが出るというのは、優先順位が高い実験はないのかなというのが、私の今の考えです。

○杉山委員 ありがとうございます。東京電力、いかがですか。

○東京電力HD（遠藤） 東京電力の遠藤でございます。

東京電力も同じでございます、今回の可燃性ガスの発生分析という形では、格納容器内にある材料を一通りやりまして、データは取りましたので、大体はこれで一段落かなと考えてございます。

ただ、ちょっと87ページの発生量自体は、これ、ちょっと過程がありまして、全部1000°Cでやってたりとか、あと、多分これ、水素ガス、窒素ガス雰囲気だったり、水蒸気ガスだったり、格納機の中の条件っていろいろ違うんだと思うんですけど、そういったことはあまり加味してませんので、そういったところは、もう少し精査するというか、どこまで精査できるかというのはあると思うんですけど、そういったところは、ここの数字自体はかなり仮定が入ってますんで、何か考えるところはあるのかもしれませんが、実験としては以上かなと考えてございます。

以上です。

○杉山委員 ありがとうございます。

○安井企画調査官 これは司会者としてじゃないんですけど、この実験、始めたときはね、爆発時の炎の色の問題がスタートラインだったわけなんですけれども、時折、これらのメタンとかね、何か、これが爆発するんだっていうことをいっているんですかと言う方がい

るんですが、そうじゃないというのは、この前のパブコメでも申し上げているんですけども。

この87ページの資料、結果が、これは東電さんが作っているのか、JAEAが特にオブジェクションがなければですよ、大体、先ほど、どなたかおっしゃってましたけど、このとおりになるとは誰も思ってなくて、これはイデアルケースでしょうから、実際、話3分の1とかぐらいだとしても、パーセントオーダーの炭化水素が出てくるというのは、あながち変ではないなということまでは来たんだろうと。

それで、先ほどの門脇さんの実験が、そのままリアルワールドに使えるかどうかは、ちょっと横に置いても、潜在的には、この程度の濃度でも、例えば2%ぐらいでも、大きな影響を持ち得るものなんだという情報を得たというのは一つと。

もう一個、ここにはちょっとないんで、これからの議論として出るのは、東京電力の実験では、結局コンクリートとかの粉じんが、あれは何でしたっけ、アセチレンかな、何かのバーナーで、中に落とすとオレンジ色の炎が出ると。ただし、これはたしか、その資料を読んだら、皿の上にそのコンクリートの粉を乗せて下から加熱しても、別に発色するわけじゃないということなんで、単に加熱だけではないかもしれないので。

これ、東電、古橋さんにちょっと確認しておきたいんですけど、これ、あれですよ。炎、アセチレンか何かの炎の上に、この粉体をかけると色が出るんだけども。先ほど僕が言ってたように、その、何でしたっけ。るつぼみたいなやつに入れて、下から加熱しても発色はしなかったという理解は正しいですかね。

○東京電力HD（古橋） はい。東京電力の古橋です。

はい、そのとおりでして、上から振りかけるとオレンジ色の炎になるんですけども、下に、るつぼ、金属のそういうお皿の上に置いてあぶっただけでは何も起きないというような状況でした。おっしゃるとおりです。

○安井企画調査官 そう考えると、そのガス自身がね、ガス側にも原因があるかもしれないというのが1点目ですよ。つまり温度だけでは発生しないということなので。

それから、もう一つは、これは門脇さんに聞いたほうがいいのかも分かりませんが、爆発時とか、あるいは空中で水素が燃えるときの温度って、どのぐらいのものなんですかね。

○長岡技術科学大学（門脇教授） 温度に関しては、要するに空気と水素の混合割合に強く依存いたします。非常に高いところだと、2,200~2,300Kぐらいには、すぐ行くと思

いますし、また、低いところでも千何百Kという、そういうオーダーで、その間になるかというふうに思います。

○安井企画調査官 それで、先ほどの古橋さんの実験の火炎の温度というかは、どのぐらいを考えているんですか。

○東京電力HD（古橋） はい、東京電力の古橋です。すみません。

温度は、すみません、今回、ちょっと計測していません。

○安井企画調査官 ちょっとこれはね、二つの現象を、どう接合するかという問題でもあるんですけど、もしもこれが純粋な加熱現象だというのなら、その温度さえ上がれば確実に発色しないとイケない。だって、化学変化は起こってないという結論だったので。

そうじゃないというのなら、ちょっと別のことを考えなきゃいけないので。

あの3号機は、しかも瞬間的爆発現象なんですね。中はね。ただし、外に出てる部分は継続的燃焼だったので、ちょっとそれで、どこまで粉じんが加熱されるのかという問題は、本当は1号機ともつながってなきゃいけないんですけど、どうもつながっていないところもあって、もう少し、いろんな現象の間が、現象じゃないや、実験の間をつなぎ合わせて理解しないと、うまく理解できないなど、ちょっと今、思っただけで、もうちょっと考えてみたいと僕は思ってるんですということです。

先ほどの熱分解実験自身は、取りあえず、もう、我々としては一つの目的地に到達したというふうには思っております。

○杉山委員 杉山です。

先ほどの続きなんですけど、今回の熱分解試験で得られた一つの結果としては、COがそれなりに出るんだと。一酸化炭素ですね。この格納容器内のガス、可燃ガスということで、そもそも水素が発生するだけでなく、もともと炉心側から、そのMCCIなりによってCOが発生すると。それに加えて、今回のような有機材料の熱分解があれば、さらにまた、COが増し積みされると。

そういうことで、水素とCOと、あとはメタンのようなものがあるならあると、そういった条件かと思うんですけど、ここで門脇先生に御質問なんですけど、多分、COを使うのは実験的には安全性の観点から難しいと思うんですけど、ただ、ある程度、理論的な評価はできるかと思うんですけど、その辺の手応えといいますか、いかがでしょうか。

○長岡技術科学大学（門脇教授） 一酸化炭素は、私は実験ではやりたくないというか、非常に毒性が強くて、万が一、漏れたりすると、もう、すぐ致死量に達してしまう量です

から、私としては、ちょっと一酸化炭素の実験というのは、もしもやるのであれば、非常に特殊な専用の建物を造って、かなり慎重な形でやる以外、普通の大学の中で簡単にできるかという、それはなかなか難しく、非常にリスクが高くて、実験をやるというのは、ちょっとやはり、それなりの専門的なところでないと、ちょっと難しいんじゃないかなというふうに思います。

一方、理論的にというか、要するに、化学反応、燃焼反応をシミュレーションすることは、いろんなソフトが世の中に出回っておりますので、そういったものを使って、ある程度、評価するということが可能だと思います。

ただ、それがどこまで信頼できるかというふうになると、最後は、やはり実験で確認せざるを得ないということになるというふうに思っております。

COに関しては、もちろん実験はやったほうがいいと思いますし、可能であれば遂行して、そこら辺の現象を明確にすることは、非常に私自身は重要だと思っておりますが、ただ、少なくとも本学のような一般的な大学では、そのCOを使った燃焼試験というのは、なかなか遂行するのは苦しいというふうに思っております。

以上でございます。

○杉山委員 ありがとうございます。

○安井企画調査官 じゃあ、田中先生、はい。

○田中委員 はい、どうも門脇先生、ありがとうございます。

1個、教えてほしいんですけども、こういうふうなときに、ある程度、理想的な条件での実験に近いかなと思うんですが、この中に、燃焼とか爆発を加速されるようなといいましようか、触媒的なものがあつたら、また、この辺の状況は違ってくるんでしょうか。

○長岡技術科学大学（門脇教授） おっしゃるとおり、やはり触媒反動的なものがあれば、当然、現象というのは大きく変わってまいります。

我々も燃焼関係ですと、いわゆる貴金属のようなものがあれば、そこで激しく反応が起こりますので、そういった触媒作用のあるものがあれば、大きくその燃焼反応に、ほんの僅かな局所的なものであつたとしても、そこから燃焼が激しく進展するということがあり得るというふうに理解しております。

○田中委員 ありがとうございます。ということは、こういう場合には、1Fなんかのときには、どういうふうなものが空気中、あるいは表面とかにあれば燃焼が加速する等々、ある程度の知見というのはあるんでしょうか。

○長岡技術科学大学（門脇教授） それはちょっと、いろいろなケース・バイ・ケースになるかと思います。

何らかの金属があった場合、その金属の触媒作用が勝るのか、また、金属とかそういったものがあると、ヒートロス、熱損失の影響がありますので、そちらが勝れば、かえって燃焼反応は弱くなるとか、それがどちらかというトレードオフのような形になって、どういった物があることによって燃焼反応が促進されるのか、それとも抑制されるのかが決定するということになるかと思っております。

○田中委員 分かりました。金属表面だけじゃなくて、金属的なもの、微粒子みたいなものが、ぱっと浮いているようなときにも反応は加速されるのかと思ったものですからお聞きしました。ありがとうございました。

○長岡技術科学大学（門脇教授） どうもありがとうございます。

○安井企画調査官 ありがとうございます。では、この件はそろそろこのくらいにさせていただいて、次にRCWの冷却、RCWの汚染問題について、規制庁、最近、現地調査をしております、その御報告をした上で、前回、メカニズムについてちょっといろんな議論が生まれて、それのおさらいと問題点の整理を行うセッションを、今から30分ぐらいの間にやりたいと思います。

じゃあ、佐藤さんかな、手短にお願いします。

○佐藤管理官補佐 原子力規制庁の佐藤です。

それでは、資料4に基づいて、1号機RCW系の現地調査の状況についてを御説明いたします。

資料は121、通しの121ページからになります。

122ページに現地調査の概要ということで、今回、規制庁のほうで二度にわたって、1号機原子炉建屋のほうに入りまして、RCW系統の各設備の位置とか状況とか汚染状況というのを確認してまいりました。

初めに、ちょっとページ、飛ぶんですが、全体の概略ということで138ページを御覧いただけますでしょうか。

138ページに、今回、規制庁のほうで調査した箇所と、あと、線量率の測定結果というのをまとめております。この図は、前回の検討会にて東京電力のほうから示された図をちょっと引用させていただいて、そこに今回、規制庁のほうで調査した結果というものをお示ししております。



当然、線量の関係とか、あと、物理的に近づくことができなかつたとか、そういった制約もあったんですけども、この赤四角囲いをした箇所については、調査ができたというところと、あと、緑のハッチングで示しているところが、我々で今回測定した線量率になっております。

基本的に、ここに書いてあるものは、その各設備の表面、ほぼ表面を測ったものというふうになっておりまして、ここで説明させていただきますと、一番上のほうにあるRCWサージタンクというところで、60～310とありますけれども、ここと、あと1階の部分、この図でいうと左下ですけども、DHCの冷凍機というところで四角囲いしてある51、上部の配管・弁等は100以上、ここが、この図の中で東京電力のほうで過去に測定されたものよりも高い、あるいは、その周りの空間線量率と比較しても、かなり高めな線量率が測定されたというポイントであります。

ほかの箇所の、例えば3階にありますFPC-Hxとか、MGセットBオイルクーラ、こういったところ、あるいは2階の設備も幾つかはですけども、東京電力のほうで測定したもの、もともと低いというところもありますけれども、MGセットBのオイルクーラなどは149という数字がありましたけれども、実際には10mSv/h程度ということで、そこまで高い線量率ではなかったというような形になっております。

ちょっと戻っていただきまして、詳細は、各図を御覧いただければ分かるようにしておりますけれども、調査箇所とルートとしましては、1階が123ページ、それから2階が125ページ、それから3階が131ページ、それから4階は135ページということで、それぞれ示しております。

先ほど、ちょっと説明しました、特に線量率が高かったというところについて、今日は御紹介させていただきますと、ページ戻っていただいて124ページですけども、こちらは1号機の南西部に位置するDHCの冷凍機の付近ですけども、この辺、雰囲気線量としては図にあります5とか8とか、そのような程度だったんですけども、設備に近づく、本当に近づくとも50とか、あと、その上の配管ですね。これについては100以上というようなことで計測しております。

それから、もう一つ、高かったところというのが、4階のサージタンクの辺りで、結果としては136ページのほうと、あと137ページのほうに載せております。

この辺りは、136ページのほうは、サージタンクの周辺と、あとサージタンクの前にあった設備等の線量率を示しておりますが、右上の写真に示しております設備の、サージタ

シクの周辺の床面の線量率というのを測っております、これを見ると50とか、あるいは22ということで、この辺りの雰囲気線量というのは、ちょっと今、この図では隠れていますが、18とか20mSv/h弱ぐらいありますので、この50の床面のところは、恐らく、がれきのところを測っていたりしたので、そのがれきに付着しているものもあるのかなというのは考えているんですけども、雰囲気とそんなに変わらないんじゃないかというふうに考えております。

136ページで、右下に、コリメータつき線量計による測定というのを載せておりますけれども、これは鉛でできたコリメータつきの線量計で測定したところ、向きによって線量率に差が出て、西向きというのは、この図からいうとサージタンクのほうに向くんですけども、そちらのほうが高めなものが出ているということでございます。

次の137ページに行きますと、サージタンクのそのものの線量率を測定した結果を左下に載せておまして、この図でいくと上側の、サージタンクの上側のほうよりも下側のほうが線量率が高いと。あと、北側と南側ですね、フロアマップでいくと上が北側で下が南側なんですけれども、北側に比べると南側のほうが線量率は高いと、そういった結果が出ているということです。

ちょっとここには示してないんですけども、床面側と書いてあるところの下の、本当の床面のところでも200mSv/hとか、その程度の数字が記録されているというところがございます。

こういった形で調べておまして、ほかの箇所も同じようにサーベイしておりますけれども、この138ページに示しておりますように、高くても数十mSv/h程度ということで、これまで議論されているRCWのPCV内から来たようなものが、もしあるとすると少し、ちょっと汚染の程度は弱いんじゃないかというような推測を、今はしている状態でございます。

調査結果としては以上です。

○安井企画調査官 ありがとうございます。

それで、この議論と、前回ちょっと議論が中途半端だったので、ちょっと補足の説明も併せて論点の整理を兼ねた紙を、139ページに用意をいたしました。

東京電力が、あれは第5回かな、の進捗状況か何かで、これまでに、しかも、ここに報告したほかのペーパーにも書いてございましたけど、その汚染メカニズム、汚染発生のメカニズムの考え方は、この絵の下の矢印をずっとたどって行って、それで合流点に到達し、そこから、この右上のサージタンクに向かって放射性物質が移動すると。

それで、移動して、このサージタンクの中に汚染物がたまって、今度は格納容器の中の圧力が下がるときが、その後やってきて、そうすると大体、水面が下がってくるわけでございまして、そのときに、今来たルートに戻るものもあるけれども、この熱交換機のほうに流れるものもあるだろうと。

配管系だけを言うと、熱交換機に流れるラインのほうが太いことは太いんです。ただ、RCWポンプがあつたり、ちょっといろいろ、上がったたり下がったりというのもあつて、一概ではないのですが、そっちに戻るとというのが一つの考え方じゃないかと。

RCWが、熱交換機が汚染されれば、DHCも同じように汚染されちゃうと、ということがサマリーだと思ってるんですけど。

溝上さん、僕、別に誤解してないですよ。

○東京電力HD（溝上部長） はい、おっしゃるとおりです。

○安井企画調査官 そういうことだったんですが、まず、この問題は実は幾つかの問題に分けて議論すべきで、一つは、今、東電が言っているルートは、完全ではないけど、何らかの形で、これは成立しているはずなんです、部分的ですけどね。それはRCWサージタンクの下が、今なお300mSv/hありますから、サージタンクの底に残水があるのか、サージタンクの下に水が、濃い、強く汚染されたものが滴下されたかは別として、何らかの強汚染源が存在をしないと、今でも300というのは普通は理解ができないと。

ただし、ってことは、前回、杉山委員からも話がありましたけど、格納容器から、言わば外側、外の世界に直接つながるルートができた可能性があるというのは、これは、むしろ安全上の可能性の問題として、一つあると。

二つ目の問題は、熱交換機に汚染物を持ち込んだものは、当初、気体なのか液体なのかという議論があつたんですけども、多分、気体ということはないんじゃないかというのは、その気体の時期というのは、この次、140ページがあるんですけど、液体が本格的に投入されたのは3月23日の、この圧力上昇をもたらしたのは、水を流し込むルートを変えて格納容器内に確実に水が行くようにした日だからだと思ってまして、それ以前には、多分、水面はなかつただろうと。

東京電力の、先ほどの第6回の、第5回の進捗状況のやつの中に、具体的に何月何日を想定するとは書いてないんですけども、文面上は12日、11日、12日か、どんなに遅くても13日ぐらいに先ほどの現象が起こったと、こういう理解になっているんですけども。

そうすると、ところが、この熱交換機の中に塩素が見つかってまして、すごくラフに計

算すると海水の10分の1ぐらいなんですけれど、それだけの塩素をもたらそうとすると、やっぱり注水後でないと無理だろうと。しかも水で供給されないと無理だなというのが、前回、たしか議論があったと思います。

注水開始時期はIAEAに報告した政府の報告書に書いてある限りでは、12日の19時04分開始と、こうなってますから、もう、ベントのさらに後でなければならないので、なかなかこれが成立する時間体は短いというのが1点であります。

それでも、なおかつ、先ほどの議論もありまして、1個目の議論でも議論があったように、水面が形成されたのは、やはり23日以降だろうといわれているので、もし、この熱交換機に汚染物を供給したものは何かと聞かれれば、やっぱり、液体でサージ、東京電力のパターンでいけばサージタンクまで行って、もう一回帰ってくると、こういうふうを考えざるを得ないと。

そこに対して、前回、もう一つ考え方があるんじゃないのといってきたのが、この絵なんです。どっちが正しいかを、今日、結論を出す気はないんですけども、この絵の、何を言っていたかというのは分かるようにしようということで書いたんですが、東電のやっているルートだけじゃなくて、逆止弁が途中にあるのが問題なんですけど、この、こっち側の、この時計回りか、といいますかね。この逆止弁から熱交換機を経由してRCWポンプを逆流するルートと両方があって、それが合流してサージタンクまで到達したと考えたほうが合理性が高いんじゃないかと。

なぜなら、格納容器の中にかかるときの圧力は一緒だから、両方から押されて大気解放されているところへ向かったと考えるほうが合理性が高いんじゃないかというのが前回の議論だったと思うんです。

それで、いや、それは、どっちがいいかは、まだ結論出てないんですけど。その場合に、今回測定してきたこととの関係でいうと、サージタンクの中に残水がある可能性はあるけど、サージタンクの周りがめちゃくちゃ広域に汚染されているわけじゃないんですよ。

それで、この140ページの圧力を見ていただくと、水面が形成されてから一番圧力が高いときは0.4Mpa、これはabsoluteです。absoluteなので、水透にしてみると液面プラス30mという計算になりまして、大体、このサージタンクとぴったりぐらいなんですよ。だから、ちょっとあふれるか、残水が残るぐらいはアクセプタブルな問題だけど、その原子炉の建屋の中を洪水にするほど、水が流れる圧力ではなかったと。

それから、もう一つ、この23日の圧力上昇、こうやってみると、ものすごい速いように

見えるんですけども、23日の朝9時から24日の朝9時まで、24時間で0.15とか0.16とかね。だから、15mとか16mの水位上昇だと。ということは、1時間に1mに満たない速度なんで、意外とゆっくりとした流れなんですと。意外とゆっくりとした流れだからこそ、そのMGセットオイルクーラーのAとかね、Bとかに、今、もう水落ちしちゃっているのもあるかも分からないけれど、そんなに大量には流れ込まなくてもおかしくはないと。

それから、これは、ここが最後の、最後にして最大の問題なんですけど、逆止弁があるのに逆流するのかどうかというのだけが、大きな議題、疑問なんです。これだけの。

ただし、ベントのときもグラビティダンパって、やっぱり結局ね、それは当然なんですよ。だって、設計上、設定されている流れじゃないんでね。しかも、先ほど言ったような速度なので。

だから、ちょっと、この場に、先日もあって、今日、できれば知見がある方がいらっしゃれば教えてもらいたいんだけど、こんなゆっくりな、しかも事実上、差圧が生じない条件下で、逆流って考えたら変ですかというのが質問なんですよ。

もし、逆流が起り得るんなら、とても自然に、この現在の高汚染量も、ほとんどのものは、すっきりとは説明ができるんですと。ただ、逆止弁が2個あるのが最大のネックなんですと。

1個目の弁はね、まだ、格納容器内、かなり温度が高かったものが流れ込んだ形跡が見れてみるので、シールがやられちゃったというのはあるかも分からない。2個目まで熱の影響を受けたとは、ちょっと思えないのですね。てなのが前回の議論で、そこが問題だねというところで終わっているというのが本件の問題なのでございます。

ただ、この問題が、これをね、必ずしも、こういうスペシフィックな問題を、どこまでやっているんだよという議論だけじゃなくて、やっぱりこれは、ずっと脈々と通じてる、設計条件とは違う条件での各種の機器の挙動を、よく知る必要があるということの一つの査証かもしれないと、こういうコンテキストで私は考えてまして、というのは、ちょっと、一応、ああでもない、こうでもないと言ってますけれども、この問題の全体的な捉え方についての議論なんです。

したがって、ちょっとこれを解明するという意味では、一つはサージタンクの底には残水が残り得るものなんだろうかとというのが質問、これはできれば東電に答えてほしいんですけど、このRCWサージタンクって、もともと全部で内容積は4トンしかないんですよ。多分、水をいっぱいまで使っているとサージタンクの意味がないから、多分半分ぐら

いしか入ってないはずなんで、もともと2トンぐらいしかないはずなんで、20トンの容量のヒートエクスチェンジャーを、あそこまで汚染させるのは至難の業のような気がするというのが1個目の技術的論点。

2個目は、先ほど申し上げたように逆止弁についてどうかなと。これが現在、提起されている論点であり、これから解明されるべき問題と、こういうことだという、おさらいと論点整理なんですけれども。

東電とか、メーカー、旧、元メーカーかな、の方も含めて、何かちょっと今みたいなのを追加すべき事実化ファクトで、あの後、解明したことがあれば教えていただければと思います。

東電、何かありますか。

○東京電力HD（溝上部長） 東京電力の溝上です。

技術的なファクトの件で、ちょっと御説明ですけれども、まず、RCWサージタンクなんですけど、通常の運転時のノーマルウォーターレベルは、ちょうど半分ということになってました。そのときの蓄水量については2,150kgという形で設定されてます。

あと、RCW系統へ出ていく配管なんですけれども、接続の仕方としては、そのままくっつけているだけということで、配管が中に入って、ある程度たまるような状況というようには今のところ見えてません。

これがサージタンクの情報になります。

あと、逆止弁なんですけれども、逆止弁につきましては、逆止弁のその弁のところがメタルタッチで止めているというような形のものであるということになってます。ですので、設計条件を超えるような高い圧力で、特に気体だったら漏れても不思議ではないなというようなものだというふうに考えておりますし、液体だったらどうだということは、もちろん分からないですけれども、設計を超えたような条件ですので、こういうメタルタッチの状況であることを考えれば、可能性としては残るんだろうなというふうに考えております。

以上です。

○安井企画調査官 強い圧力で押しつけられれば止まると思うんですけどね。もっと逆で、そんなに大して逆圧がかかるはずがなくて。

ところで、この、あれでしたっけ。逆止弁の型式と図面は、今あるんでしたっけ。

○東京電力HD（溝上部長） はい。つい先ほど手に入りましたので。そこは何かしたい

と思います。

○安井企画調査官　じゃあ、それはまあ、ちょっと別途もらって。ちょっと構造も含めて。今度、チャンスがあれば弁のメーカーにも教えてもらって。

別にこれは、もともと設計条件を超えたものなので、いいとか悪いとかという問題じゃない、規制上か、いいとか悪いとかという問題じゃないんだけど、もし、このメカニズムが分かれば、先ほど、現在の高汚染域の発生域を合理的に推測できるようになって。

そうすると、水素の発生可能領域か、の選定にも合理性を持たせることができるんじゃないかと思ってまして、そういうことで、この議論は進めたいと思ってるんです。

私ばかりが勝手にしゃべってちゃいけないんですけど、特に何か発言したいよということがある方がいらっしゃれば、アピールをしていただければと思います。

前川さんですか。前川さん、どうぞ。

○原子力損害賠償・廃炉等支援機構（前川技監）　元メーカーというイメージで一言だけ。

逆止弁に関しては、あれはグラビティダンパもそうですけど、いわゆるそのスペックでリークレートを規定しているとか、そういったバルブではないのは、もう、これ、確かです、その意味で、いわゆるリークアウトを担保しているかということ、それはないバルブなんで、じゃあ、漏えい量はどのぐらいなんだという御質問があったんですけど、それにまた、お答えできないんですけど、漏れて不思議はないバルブだろうなというふうには考えております。

ましてや、バルブの構造からして、これはバルブメーカーさんに聞いたほうがいいのかもしれませんが、一回あふれ出すと、そう簡単に閉まるものでもないというところもありますので、逆に行ったということ自体は、そんなに不思議なことはないと考えております。

以上です。

○安井企画調査官　二ノ方先生、どうぞ。

○東京工業大学（二ノ方名誉教授）　東工大の二ノ方です。

今のお話で、サージタンクと、それから下のドレンタンクまでの高さ、ヘッド差というのはどれぐらいなんですかね。

○安井企画調査官　この139ページの図面を見ていただきまして、D/Wの床面がTP-4744です。それに対して、サージタンクの設置されてる床面がTP-29、29mということですね。プラス、このサージタンクが意外と、そこそこの高さがあって、さらにスワンネックがついていますんで、極めてざっくり言うと、このオーバーフローするスワンネックまで4mか5m、

5m見れば絶対間違いはないってぐらいの感じですかね。

そうすると、基準点から4m70の高さのD/Wの床面からスワンネックまでが、スワンネックは取りあえず35mとして、30mちょっぴりぐらい。そんなぐらいの感じですね。

その後、水面があることによる差とかですね、ちょっとそういう細かい補正は、まあ、ちょっとここでは抜きにしております。

○東京工業大学（二ノ方名誉教授） そうすると、そのD/Wの圧力と大気圧との差圧というのが、大体30m（30キログラム）の水頭圧が、これはPCVの圧力つまりD/Wの圧力との差よりも大きければね、要は（閉回路ならば）流れが生じているということですよ。

○安井企画調査官 　　というか、この140ページの図を見ていただいて、例えば18日頃から、もう一回、測られ始めてるんですけどね。こういうふうに圧が下がっているときには、当然のことながら、そのサージタンクよりも、多分水面は下がってたはずなんです。格納容器のほうの圧力が、ヘッドよりも少ないですから。

だから、で、そこにまた、もう一回、ここの格納容器の中に圧力がかかり始めたときに、ゆるゆると水面が上がって行って、もう一回、サージタンク辺りまで戻る、ちょうど戻り得るぐらいの圧力だと、こういうことですかね。

○東京工業大学（二ノ方名誉教授） そうですね。結局、よく分からないのは、移送は拡散なのか、または対流なのかというのもよく分からないんですけど、実際に移送されているという、つまり放射性物質が移送されて拡がっているんで、その理由がよく分からないんですね。どういうふうに考えればいいのかというのは、先ほどからの御議論の話なんだろうけど。○安井企画調査官 いや、だから、まあ、結論は出てないんだけど、今、だから2説あって、一つの説は、一回サージタンクまで先に上がって、そこから格納容器減圧時に逆流をしてRCWヒートエクスチェンジャーまで至ったという一つの考え方と、もう一つの考え方は、逆止弁の機能については、まだちょっと解明されてないんだけど、この逆止弁からぐるぐるっと回って熱交換機に直接到達したというのと、2説あるんですよっていうことを申し上げてるんです。

どっちが合理的かなというのが、これからの論点と、こういうことです。

○東京工業大学（二ノ方名誉教授） そうですね。ちょっと考えないと駄目ですね。はい、分かりました。

○安井企画調査官 　　ほかには、御質問や御意見はございますか。

浦田さんですか。



○三菱重工（浦田部長） 三菱重工の浦田です。

今のお話ですと、逆流していく水はソリッドの状態、どちらの経路でも上がっていくと思うんですけど、その割には途中の経路が不均一なのは、なぜかなというふうに思います。

ちょっと疑問点として、それが一つと、あと。

○安井企画調査官 すみません。ソリッドと不均一というのは、どういうことなんでしょう。

○三菱重工（浦田部長） 液体の形で全部の配管が、今、水頭圧で上がっていくとすると、全部水の状態で上がっていくと思うんですけども、そうすると、汚染区域、汚染のその領域が全部同じであってもおかしくないかなと思ったんですけど、それが不均一なのは、なぜかなという疑問があります。

それと、もう一つは、前回もちょっとお話ししましたが、格納容器のバウンダリの隔離弁というのは、戻っていく、注入する方向と、注入する方向への逆止弁のラインだと思うんですけど、戻っていくラインには隔離弁がなかったのかというのが、たしか前回ちょっとお聞きしたと思うんですけども、それは閉まってなかったんでしょうか。

その二つが疑問です。

○安井企画調査官 まず、前者については、いや、まさに、つまりRCWポンプが止まっていて、言わば押し込む力に弱くて、先ほど申し上げたように、圧力が非常にゆっくりと変動する、バランスしながらだんだん水透が上がってくるようなときに、このオイルクーラーとかCUWポンプなんかまで、言わば汚染された水が流れ込めるかというふうに考えたほうが妥当性が高くて、ちょっとこのSHCポンプ室から1,700は、僕はちょっと、正直言って眉唾だと思ってましてですね、ちょっと今日はそこまではやってないですけど。

むしろ、緩やかな流動であれば、枝管の先まで汚染が行くのは、むしろ難しいんじゃないかとは思いますが。多少のまだらはあると思いますけど。

それから、二つ目は、この施設自身が、ECCS系でも何でもなしに、もともと、設計時じゃない、まあ、設計時か。通常時はクローズド系統なんですね。つまり、格納容器内に開口部がないので、ここは隔離弁がつけられて要求されていないというものなので、当然、隔離弁がないので隔離弁は閉まらないということでございます。

○三菱重工（浦田部長） ありがとうございます。

○東京電力HD（溝上部長） すみません。東京電力の溝上ですけども、弁はあるんです

けど閉められてはいなかったというのが正確な表現かと思います。

○安井企画調査官 え、隔離弁なの。

○東京電力HD（溝上部長） いや、弁が。隔離弁の扱いじゃないんですけど、弁があるけど閉まってなかったというのが正確な言い方で、ただ、ちょっと柏崎とは違うので、非常に混乱が生じているような状況です。

以上です。

○安井企画調査官 まあ、そうなんだけど、前も言ったけどね、何か言うと、こんな弁があるんですけど、後で言うというね。図面にはないよね。

そういう弁がついてるなら書いてくださいねと、前回は申し上げましたよね。何か言われるとね、いやいや、あるんですけど。それ、ちょっとおかしいんじゃないですかね。

○東京電力HD（溝上部長） 東京電力、溝上です。

すみません。ちょっとそのところが、本社のほうで柏崎側の者が資料を作っているような話があったかと思うんですけど、すみません。

○安井企画調査官 いや、そんな、東京電力のほうの縦割りの話は僕は興味はなくてね、それは、やっぱり、別にそれがいい、クリティカルとは思わないけども、やっぱり議論上、必要なものだから、やっぱりちゃんと書いておかないといけませんよという。

隔離弁と閉止弁は、また別ですからね。

○東京電力HD（飯塚担当） 東京電力の飯塚です。

すみません。前回、宿題いただいてたのを、ちょっと抜けてました。申し訳ないです。ちょっと記載を直したいと思います。

あと、安井さん、おっしゃるとおり、1Fの、このプラントについては隔離弁の扱いではありませんので、閉まってたかどうかというのは本質的な話では、実はない。閉めなきゃいけなかったのかということではないですね。

以上です。

そこが、柏崎とは考え方が違うというのがありますが、ここのプラントについてはそういうことでございます。

以上です。

○安井企画調査官 ということであります。

これ、ここまで。

○更田上席研究員 いいですか。

○安井企画調査官 え、もう、あと1個だけに、じゃあ。

○更田上席研究員 今のね、これ、いや、RCWがリークパスというのは驚きっていえば、ある種、驚きで、補機冷なんて至るところで取り回されてるから、審査なり何なりだって、そんな補機冷の取り回しまで把握はしないし、それから弁も一つ一つチェックしないけど、いざ、事故が起きたときには、仮にですよ、RCWがリークパスになるんだったら、事故のインパクトに非常に大きな影響を与えてしまうんですが、東京電力、分かったら教えてほしいのは、1Fだけでも、1号機はBWR3で、2号機から5号機まではBWR4で、6号機はBWR5なんですよ。

世代というほど大きなものではないけれど、設計が1号機、それから2～5号機、6号機というふうに、設計が新しくなっているわけだけど、補機冷の取り回しであるとか、それから逆止弁であるとか、そういったものの設計というのは変化してるのかしてないのか。そこに設計の古さというものがあるのかないのかというのは、分かる範囲で教えてもらいたいと思います。

本社の今井さん、いらっしゃいますか。手を挙げてますね。すみません。指していただければ。

○安井企画調査官 本社の今井さんという方の方のようですが。

東京電力本社ですか。マイクが入ってないんじゃないですか。

○東京電力HD（今井GM） すみません。マイクが入っていなかったようです。東京電力、今井でございます。

今の件ですけれども、前回、浦田委員からも御質問がありました。

今、最新のものとして、柏崎6・7の状況だと、今、原子炉格納容器の貫通部の内外に、それぞれ2弁ずつございます。

それで、このうち1弁のみ、PCVに入る側の内側だけ逆止弁になっておりまして、ほかの3弁は電動弁になっております。

それで、この三つの電動弁は、いずれも遠隔操作が可能となっております、あと、LOCA信号で自動閉止する、そういうような設計になっている状況です。

ちょっとすみません。柏崎6・7の状況に限って言えば、そういう状況になっております。

以上でございます。

○更田上席研究員 ということは、新しい設計と古い設計では違いますというお答えですか。

○東京電力HD（今井GM） 東京電力、今井でございます。

そういう状況で異なっているという状況でございます。

○更田上席研究員 違ってるということですよ。だから、古い設計と新しい設計では異なっているけれども、補機冷だから審査で確認しているというほどのものでもないということになるんで。

それが、一旦事故が起きたときはリークパスに影響を及ぼしますと。その、これはまだ、RCWがどの程度、リークパスとして重要かというのは決着はついていないけれども、もし、重要だったら、ここには設計の世代の違いというのはインパクトがあるというお答えですよ。

○東京電力HD（今井GM） おっしゃるとおりだというふうに考えております。

○杉山委員 すみません。確認させていただきたいんですけど、この図の中では、この議論に関係ないから書かれてないのかもしれないんですけど、格納容器のペネトレーションという意味では、D/Wクーラーもありますよね、補機冷で冷やしているものとしては。

だから今、この139ページ、この絵に描かれているものが全てでは、やっぱりないという。

どれですか、すみません。

○東京電力HD（溝上部長） D/W内負荷の中にHVHがあって、はい、それがD/Wクーラーですね。

○杉山委員 失礼。この中の……。ああ、そうか、まとめて書いてあるんですね、失礼しました。これが、じゃあ、はい。理解しました。

○安井企画調査官 浦田さん、まだ挙げられていますか。

じゃあ、手をおろしていただいて。

それでは、最後の議題に、ちょっと移らせていただいて、あと、何とかインタイムで終われるよう努力したいと思います。

次、最後の問題は、これは、もともとテプコシステムズさんが、ちょっと何月か忘れちゃったんですけども、12月だったかな、に示してくれた水蒸気存在下における水素が、各フロアでどう違うんだというの中で4階、5階よりも4階のほうが早く爆発条件に到達し得るかというのがあって、それに触発された一連の活動であります。

これについても先ほど、安部さんのほうから、まずは、全体の姿を言ってもらったおかげで、後でJAEAのほうですか、から、若干の説明。

だから、ちょっと時間がおして申し訳ないんだけど、それを意識して説明をしていた  
だきたいと思います。

○安部室長補佐 安井さん、ありがとうございます。1F室の安部です。

全体像といいますか、昨年、繰り返しになりますけども、昨年12月の第34回の事故分析  
検討会で、テプコシステムズさんと東京電力さんのほうが、キーポイントが蒸気の凝縮と  
いう現象がキーとなって、オペフロ、5階よりも4階のほうが早く燃焼領域にガスが燃焼し  
やすい状態になるというような、非常に興味深い解析結果を示していただきました。

それに関してですけれども、その後、何度か技術的な確認を行いまして、その解析とい  
うものは非常に現象を、妥当性の高い解析、現象的には妥当性の高い解析をしているとい  
うような確認を行いました。

それに関しては、ちょっと資料を用意、本日は用意できていないんですけれども、次回  
までにそういうようなものだとすることをまとめて御報告させていただきたいなというふ  
うに考えております。

一方、そのフォローアップという形といいますか、そこからインスピレーションを受け  
て、原子力機構の安全研究センターの熱水力安全研究グループのほうが、その凝縮という  
現象に着目をして、凝縮によって水素が局在化する、特に中間層によって、中間層に水素  
が局在するというようなことに関して、非常に詳細な解析をやったということを得られ  
ましたので、それについて今日、発表させていただきます。

よろしく願いいたします。

○日本原子力研究開発機構（柴本ディビジョン長） 原子力機構の柴本でございます。発  
表させていただきます。

タイトルはこのような状況でして、今、安部さんが紹介してくれたことが背景ですが、  
我々のほうでCIGMA装置という、格納容器の内の熱水力の挙動を対象とした実験研究を行  
っておりますので、それを用いて、このような凝縮による水素の局在化というのが再現で  
きないかというのをモチベーションとしまして、CFD解析を行いました。

次のページ、お願いします。

ここ「はじめに」ですが、この辺は皆さん御案内のことでございますが、簡単に触れま  
すと、この1Fの検討会におきまして3号機で、2段階の爆発、水素の爆発、水素という可  
燃性ガスも含めたものが指摘されていると。その4階で2段階のうちの1段階目の爆発が発  
生したことが指摘されていて、その理由として、その4階のほうに水素の濃度が高くなっ

たんではないかというのが懸念されているというか、指摘されているところなんです、それに対して東電、TEPSYSさんの解析が、昨年末紹介された。そこでは、シールドプラグ経由で水素が漏えいした場合、まず、5階というかオペフロのほうに漏れていくわけですが、水蒸気、水素だけでなく水蒸気もろとも漏れていくので、そこは可燃領域に入らなかった。ただ、それが4階のほうに降りてしみ出していきますと、そこで水蒸気が凝縮して、水素濃度が高くなって、燃焼可能な状況になったと、そういう解析結果でした。

この凝縮によって水素が濃くなるというのは、我々も、その視点で様々な実験を行っておりますので興味深く拝聴いたしまして、それが我々の装置で、定性的にでも再現できないかというのをやりたいというのが動機でした。それに先立って、CFD解析をしたというものです。

次、お願いします。

これが計算の初期と境界条件ですけど、初めに言い訳をしますと、事故の状況を綿密に再現したような境界条件では計算しておりませんで、やったのは、下のほうに円筒状の細長い容器がありますけど、これがCIGMA装置の試験容器の形でございます。この中に、水素と水蒸気とヘリウムを加圧しまして、加圧しておく。そこで、容器の真ん中ら辺を外から冷却材をかけることができますので、それで冷やしてやると。そこだけ冷やすと、その冷やしたところが凝縮して水素がたまりますかということを経験で見たといいものです。

初期条件は、今言ったように三つの気体で加圧していて、かつ、上側半分はヘリウムが濃いような状況をつくって、いわゆる密度成層という状況をつくっております。実験と計算、実験してないんですけど、計算ではこれ、水素の模擬体としてヘリウムを使っております。真ん中辺を冷やすと。

実験条件としては、壁というか天井と床というか、その隔壁を体系に挿入しました。一番左が、壁が、隔壁なし。2番目が隔壁が1枚、オペフロと4階の床というか天井の仕切りのようなものを模擬しているつもりです。一番右側が隔壁2枚と、床と天井があるというような状況です。

真ん中、ちょん切れて穴が開いているように見えますけど、これ、上下でガスが行き来できるように穴を開けました。これは、実機の床面に対する荷揚ハッチの開口部の面積比が、大体6%ぐらいでしたので、それに近い穴を開けております。

次、お願いします。

これが、その解析の結果なんです、この次のページと二つ持ってきましたけど、これ

が温度の分布です。左側が垂直、縦方向の温度分布を時系列で表したんですが、ちょっと図が見にくいので、右側の絵を見ていただきたいんですけど、事象開始から1000秒後の温度分布を示したのですが、隔壁なしと隔壁1枚ですと、隔壁を、上の隔壁を入れておけば下と上がセパレートされて混ざらないので、冷やしたところだけ温度が低くなるのかなと思ったら、そうならない、まして、いわゆる4階の床面、2枚隔壁を入れてあげないと、このように、そこだけ冷たくなるというようにはならなかったという結果になっています。なので、そこの冷たくなるところだけ、凝縮が有意に生じていることになります。

次、お願いします。

それに伴って、ヘリウムの濃度がどのように移行したかというんですけど、やはり、隔壁がないとか1枚ですと、下側で有意な循環が生じてしまいますので、全体にヘリウムが広がって均質になるのに対して、隔壁2枚入れますと、その部分だけ凝縮する。水蒸気がなくなるのでガスを呼び込む。しかし対流は抑えられると、そういう現象になりまして、そこだけ、冷却領域だけヘリウムが濃度が濃くなったという結果になります。

これが、定性的ですがTEPSYSさんのGOTHICの解析と類似の結果になりました。

次、お願いします。

次がまとめですが、そのような状況で隔壁2枚を挿入しますと、これは障害物の効果と凝縮の効果と、その対流の効果がミックスしたような現象を表しているわけですが、2枚入れると定性的にでもGOTHICの解析を再現したと。

ただ、ちょっとその事故の状況等は、加圧して冷やしたというところが全然違いますので、より事故条件に近い状況で、現在も解析を続けているところです。具体的には、上側にガス供給しながら冷やしてやると。加圧しないで、どこかからガスを抜いてやると、そういうような状況で計算をしているところです。

このようにCIGMA装置を用いて、事故状況を定性的に再現できるような目途がたったので、これで実験してみたいと。それで、このような凝縮駆動の蓄積というのに対する裏づけといったら変ですけど、そのような現象の解明に資するようなデータを提供できたらなと思っております。

CIGMA装置は実機を模擬することはできないんですが、それ、そのバリデーションに使いながら、実機解析につなげられるようなものを提供できたらなと思っております。検討可能なパラメータとしては蒸気やヘリウムの供給量ですとか、中間層での凝縮量ですとか、あと、例えば隔壁の穴の数ですとか、そういうことは条件として制定できるかなと思ってお

ります。

以上です。

○安井企画調査官 ありがとうございます。

まあ、あれですね。シミュレーションとしてのオリジナリティーはTEPSYSさんの報告、もしかしたら、世の中、学問の世界でどこまであれなのか僕には分からないんですけども、この場では、TEPSYSさんの解析が、もともとオリジナリティーとして存在をされていて、若干、それをCIGMA装置ですか、に、適用して追計算をしてみましたと、そんな感じですかね。

ただし、価値があるのは、これからの価値は、それをシミュレーションだけじゃなくて、そういうある種の部分的になるのかな。模擬施設を使って確認実験をしてみようと思うと、こういう理解でいいんですか。

○安部室長補佐 1F室の安部です。

JAEAのほうが行っている検討というか解析と、今後実験を行うということは安井さんの言っているとおり、そういう方向で進めていきたいというふうに考えていると、私は感じております。

○安井企画調査官 JAEAも、さっきのサマリーでそんなにおかしくないですか。

○日本原子力研究開発機構（柴本ディビジョン長） はい、そのような方針でお役に立てればなということを考えてます。

○安井企画調査官 専門家の皆さんから、何か御意見があれば。ありますか。

特にないようなので……、ああ、岩永さん。

○岩永企画調査官 規制庁、岩永です。1点だけ。

本件、TEPSYSの解析と、今はJAEAにおける解析なんですが、先ほど、柴本さんからの発言の中に、凝縮による引込みというのが非常に興味がありまして、いわゆるそのTEPSYSの計算も、この計算も、何が下層階に水素の濃度の高まる部分を引っ張っているのか、駆動させてるのかというのは、非常に興味がありまして、そこは多分、冷却のされ方だとか、蒸気の吸い込み方、これはTEPSYSの場合はそのオペフロの蒸気が、ある程度飽和してから、行き場所がなくなって下に行くというような、要は仮説もあって、幾つか、多分これはパラメトリックにやってみて成り立つ条件も見えてくるんだと思うので、非常にそこは関心を持っておりますので、引き続き検討をお願いしたいと思っています。

以上です。



○日本原子力研究開発機構（柴本ディビジョン長） 了解いたしました。

上に供給されて、下にだんだんしみ出してくるのは、そのとおりだと思いますけど、そこに凝縮が加わればどうなるかとか、その辺の定性的な違いはお示しできるのかなと思っています。

○安井企画調査官 ほかには、御意見はありますか。

では、ないようなので、これは、まあシミュレーションと実験という二つの組合せで物事を確認していくのは、よいアプローチだと思いますんで、実験部隊がやっていけるのならやったら、進めていけばいいとは思いますが。

この問題は、先ほどの水素実験も、水素の部分的実験をやった上で、今度、先ほど門脇さんのあれにもありましたけど、海外、フランスなんかにも興味を持っているものですから、研究機関との協力で。

日本の規制が厳しくて、いろいろできないこともあるので、それも含めてトライができたならやりたいというのと、一脈通じていて、シミュレーションと実験というのが二つ組み合わせ、いろんなものが確実な解明ができればなというのの一環だと思います。

本日、ちょうど予定された時間が近づいてまいりまして、五つの議題、皆さんの御協力も得まして、何とか時間内に何とか到達できましたが、特に一つ目の議題なんかは、先ほど、途中でも申し上げましたように、やっぱり、よく見たら、これ、ちょっと分からないなというのはあろうかと思しますので、それについては御意見を寄せていただければ、私どもでできる情報の供給の機会は、確保できればやりたいと思います。

それから、ケーブル実験の話は、これ自身は一応、大体、飽和点に到達したけれども、ちょうどその爆発力との関係では非常に興味深い結論が出てますし、それから、今後の燃焼実験にも合わせてやりたいと。

それから、コンクリートの研究、加熱実験のほうは、サンプルは東電のほうでも確認、検討してもらってるので、次回には具体的なイメージを供給していただければと思っています。

熱交換機のほうは、ちょっと今日は論点を整理しただけなので、ダイレクトパスのほうの問題は、ちょっと安全上の問題として議論していただくとして、さらに逆止弁の問題なんかは、ちょっと私どもも弁のメーカーなんかにも聞いて情報を蓄積して、さらに次回の議論につなげたいと思います。

以上が概略のまとめでありますけど、ほかに何か全体を通じて、御意見等がございますで

しょうか。

特に手も挙がっていないようなので、大変長時間にわたり御協力いただきまして、ありがとうございました。本日の検討会は、ここまでといたしたいと思います。ありがとうございました。