

廃炉・汚染水・処理水対策チーム会合 第141回事務局会議 議事概要

日時: 2025年8月28日(木) 10:00~12:00

場所: 東京電力ホールディングス 本社 本館3階 3C 会議室

出席者:

浅間特任教授(東大)、岡本教授(東大)、小山シニアエキスパート(電中研)、
宮崎審議官、八木特別研究官、加賀室長、須賀参事官、水野研究官(資工庁)
内閣府、文科省、厚労省、復興庁、NDF、東芝、日立、三菱重工、MRI、MRA、IRID、JAEA、
電中研、東電 他

1. 前回議事概要確認

- ・ 東京電力より、前回議事概要について説明があった。
- Q. 議事概要 P4 の小山の発言の下線部中に、NDF と記載があるが、NDF ではなく NFD なので修正をお願いしたい。(小山シニアエキスパート)
- A. 拝承。(東電)

2. プラントの状況

- ・ 東京電力より、プラント関連パラメータについて説明があった。
- Q. 昨今、暑い日が続き、注水温度が気温と同じ 30℃くらいある。去年も同様であった。去年と今年で、2 号機の温度分布が違うように感じる。30℃という注水温度については問題ないが、異常気象が続いていることもあるので、場合によってはチラーを入れる必要が出るかもしれないので、年傾向を調べてほしい。(岡本教授)
- A. 異常がないことは確認している。年傾向について調べていく。(東電)

3. 個別分野毎の検討・実施状況

- ・ 東京電力より、これまでの一ヶ月の動きと今後一ヶ月の予定について、「中長期ロードマップ進捗状況(概要版)」並びに以下の資料に基づき説明があった。

- ① ALPS 処理水海洋放出の状況について
- ② 2 号機 燃料取り出しに向けた工事の進捗について
- ③ 燃料デブリサンプル(2 回目)の非破壊分析結果(続報)と分取結果について
- ④ 2 号機 PCV 内部調査・試験的取り出し作業の状況
- ⑤ 3 号機 PCV 内部気中部調査(マイクロドローン調査)について

- ・ 質疑応答における主なやりとりは以下の通り。

<ALPS 処理水海洋放出の状況について>

- Q. 海洋放出が順調に進んでいて良い。安全性については、継続して公表していく必要がある。中国の日本の水産物の輸入規制が緩和され良い方向である。安全性が継続して確保できていることを引き続き公表する必要がある。以前、魚介類を飼育して安全性を示す取り組みをしていたのでいいと思っていたが、今は行っていないので、計測データをしっかりと出していくことが重要。(浅間特任教授)
- A. 拝承。(東電)
- Q. 順調に進んでいてよい実績を上げていると思う。モニタリングの T-0-1A の値だが、7/18～20、8/11 で有意なデータが出ているが、放出口は 400Bq/L の濃度くらいで 5、6 倍にしか薄まっていない。海流の流れによるものかと思うが、当時の気象データや海流のシミュレーションと比較を行なっているのか。濃縮することはないが、拡散シミュレーションをやっており、有意なデータが出てきたので、シミュレーションの検証データとして使う等知見の充実に使うと良いと思う。セリウム 144 だが、半減期が約 300 日弱なので、計算すると 5 桁下がっている。長半減期のヨウ素等は無理だが、短半減期のものは、放出前に確認する分析対象の核種から減らしていかないといけないと思う。別の核種についても、短半減期のものを減らしていくことが必要だが方針について何か考えはあるか。(岡本教授)
- A. T-0-1A について、比較的高い値で推移している実績値が、シミュレーション結果とあっているかであるが、シミュレーションのメッシュが粗いので、この点の具体的な数値との突合せが難しいのが現状。海流が南北に流れているので概ねあっているというのが今持っている答え。海水ヘッダ管、T-0-1A 周辺のデータ等もあり、積みあがっているのでみていきたい。測定・評価対象核種について、1 年に 1 回、監視対象核種が有意な濃度で存在しないことを継続的に確認するとともに、インベントリの低減等を踏まえながら、測定・評価対象核種の選定フローに沿って、対象核種を再評価していく方針で考えている。(東電)
- Q. ALPS 処理水の海洋放出開始からちょうど 2 年で順調である。セリウム 144 で、除外でいいと思うが、ND 値で評価せざるを得ない。ND 値を見ると、6 回目の時など大きかった。この変化についての考察があれば教えてほしい。P23 で、警報設定値の範囲内で、取水モニタの値が上がっていると記載があったが、説明のように地表のフォールアウトや排水路からきたものと思うが、港湾の中の濃度変化は雨に対応したものになっているか説明してほしい。(小山シニアエキスパート)
- A. 1 点目のセリウム 144 の検出限界値のバラつきだが、その時の試料によるということになるが、バックグラウンドの値や試料を計測する時に他に検出される核種のコンプトンの散乱領域の値が出て、バックグラウンドの値が浮き沈みしてその分の差でバラつく。他の核種も同様である。2 つ目の取水路モニタの変動であるが、降雨量のグラフを見ると、降雨の影響で海水中のセシウムが微量ではあるが上がっており、それを海水ポンプでくみ上げているので、取水モニタの指示値が一時的に上がった。(東電)

<2 号機 燃料取り出しに向けた工事の進捗について>

- Q. 作業は順調に進んでいると理解したが、キャスクピット底部の堆積物は何かわかっていたら教えてほしい。発生した経緯を教えてほしい。(浅間特任教授)
- A. 堆積物だが、震災直後に海水を注水したので、海水中の砂や、配管内部で発生したスラッジ、ホコリ等が堆積したものと思う。(東電)
- Q. キャスクピット底部の砂はいいが、石ころが見えるので、ポンプが吸うと壊れるのではないか。場合によっては、ポンプの刃に、石ころを壊す機構が必要と思う。この点について何か対策を考えているか。3 号機では、シート片や上に被っていた様々なものを除去した経験が

あるので、それを活用してほしい。ROV を使用済燃料プール上部に投入することについては経験があるが、ROV が使用済燃料プールの上に落ちるといったトラブル対策について考えた方がよい。発熱量は下がっているので、ROV が冷却の邪魔にならないと思うが、対策があれば教えて欲しい。(岡本教授)

- A. 資料の中で、写真の中で白い石ころのような点々が見えるが、水中の浮遊物があり、照明で反射している。プール底部の状態を見ると、石ころ状のものではなく、砂状になっている。3号機については、ROVではなく、吸引装置での回収を行っている。燃料ラック上の堆積物がたくさんあったので吸引で行った。2号機は吸引ホースのオペレーションは難しいこと、燃料ラック上の堆積物の量が少ないのでROVを選定した。ROVについては、万が一止まった場合は電源ケーブル等を引っ張り回収する。(東電)
- Q. 浮遊物ということだが、石ころはゼロではないと思うので、それを含め慎重な運転をしてほしい。ROVについても大丈夫と思うが慎重な運転をお願いしたい。(岡本教授)
- A. 拝承。(東電)
- Q. 今の説明で、海水由来のものがあるということだが、海水成分である塩素等の腐食にかかわる濃度については下がっているという理解でよいか。(小山シニアエキスパート)
- A. 2号機に限らず、プールの水の分析は定期的に行っている。腐食のレベルに対する塩化物イオンの濃度は普通の運転プラントよりは高いが、十分低いところで管理されている。(東電)

<燃料デブリサンプル(2回目)の非破壊分析結果(続報)と分取結果について>

- Q. X線CT等で分析しているが、X線CTの断面から3Dのデジタルモデルを作る技術もある。最後、3Dアニメーションにして、断面のデータを順次表示するようになると思うが、3Dのデジタルモデルを作るという技術があるので、そういった技術を使って、デジタル上にサンプルを保存するといったデジタルツインという手法もあり得ると思う。(浅間特任教授)
- A. 3Dアニメーションについて、断面画像が見えるようにしたい。1回目のサンプルでは模型も作っているので、同様にできると思う。デブリサンプル内部の把握について、3Dも作っているので、デジタル上でどう表現していくか検討を行う。(JAEA)
- Q. 速報であるが面白いデータだ。体積については今後詳細に調べるということだったが、密度を単純に計算すると約 6g/cm^3 になる。鉄の $7\sim 8\text{g/cm}^3$ よりも軽い。1回目のサンプルと違い、シリカといった軽い元素がないので気になる。CTを見ると、中の方にシリカが入ってそうだったが入っていない。今わかっている情報の範囲で、鉄の塊のようなイメージがあるが、それを含めて可能な限り詳細な情報を教えて欲しい。1回目のサンプルと2回目のサンプルの位置が絵で描かれているが、CAD上での位置情報は1回目、2回目であっておいたのか、それとも大体でおいたのかどちらなのか。大体の位置でおいっているなら、ミリメートル単位でロケーションがしっかりCADの中でわかっているのかどうか重要である。画像に様々な石ころが写っているので、それらからマッピングはできると思うが、できれば3次元情報としてCADの中に設置できるように情報をとって欲しい。NDCは2回目はやらないということだが、2回目については、NDCさんのものは他のところで同様に調査することなので、NDCでは行わないということか。(岡本教授)
- A. 密度については精査が必要。状況を見ると、1回目より2回目の方が、密度が高い。現状は、P3の値は小片を含んだ重量である。一番大きいもので0.18弱であった。体積については、 0.03cm^3 という値を出しているが、 $0.025\sim 0.026\text{cm}^3$ に近い値で精査中である。それを踏まえ計算すると、実際は 7g/cm^3 くらいになる。P2に記載した3次元的なものについては、東電の情報を使いながら3次元的な図の推定を作っている。取り出し状況の画像を使いな

がら、1回目、2回目のサンプリングの点を見ている。その点についての3次元情報はある。東電と相談しながら情報を確認していきたい。NDCの分析だが、認識のとおりで、他のところで同様の分析を行っており、1回目のデータ同様に他のところで分析結果をだしていく。(JAEA)

- Q. デブリのサンプルのロケーションについては、位置の精度が効いてくるので、しっかりと認識しているのか。今後、位置の情報が重要となるので精度含めお願いしたい。(岡本教授)
- A. 2号機のデブリ採取位置であるが、元の図面から開口部の位置を判断している。判断位置については、カメラ映像で判断している。カメラ映像については一定の誤差があると思うが、今後も調査を行うので精度を高めていく(東電)
- Q. 化学的などところで、P9あたりからSEM-WDXの面分析があるが、燃料デブリは金属や酸化物等が混ざったものと言われているが、それぞれがどんな化合物になっているかが大事なところになる。面分析で一緒にあるものは何かということを考えることが普通だが、鉄とウランは一緒にいなかったり、酸素がいるところが必ずしもウランがいるところと一致していない。ウランは鉄に溶けてなさそうだが、ウランは酸化物と一緒にいるかわからない等、結果が沢山出ている。鉄にあまりウランがなければ、鉄系のデブリを取り出す際に、臨界の心配はないということになり重要な情報になる。ウランが酸化物かどうかは、X線解析をしないとわからないと思うが、NDCでやるようなことを書いてあったのでNDCでやるのか。(小山シニアエキスパート)
- A. 酸素のところだが、定性分析の段階なので、黒いところはまったくないということではない。表面的なところは酸化物と思う。今後の詳細分析については、断面のところを処理し、SEM-DXやW-DXを用いて、半定量的にウランや酸素の量を求め確認したい。U-Zr-Oを見たところ、鉄は1%ないくらいの状況なので、ウランと鉄は別に分布していると思う。2回目のサンプルについては、NDCでのXRD分析は実施しないが、今後の適用性の確認にどれくらい使える等確認しながら、今後の分析に生かしたい。(JAEA)
- Q. チーム会合資料は日本語であるが、海外の研究者の知り合いの中には、英語やフランス語にして読んでいたので、世界的に注目を浴びている。ぜひ、論文にすることを検討してほしい。(小山シニアエキスパート)
- A. 拝承。(JAEA)

<2号機 PCV 内部調査・試験的取り出し作業の状況>

- Q. カメラの不具合が起こっているということで、テレスコ式カメラの故障はイメージ基板の故障とわかり一歩であるが、さらにイメージ基板のどこにどういう電荷が流れ、どう壊れたのかについて分析し、壊れにくいイメージ基板の開発につなげてほしい。今回、別のカメラでメーカほどのスペックのパフォーマンスが出なかったことについて、メーカの照射実験と条件が違ったものと思う。テストの方法が標準化されていないのが問題。これを機に、耐放射線性能に関するテストの標準化やベンチマーク方法について検討してほしい。(浅間特任教授)
- A. テレスコ式装置のカメラのイメージ基板でどのように電流が流れたかだが、メーカのノウハウもあり回路の詳細等が開示されない部分もあって細かい分析は難しい。カメラについては、別メーカになるが、照射試験の条件に対するカタログ値については、PCVの環境とは違うと思うので、PCV内部の環境に則した条件で照射試験をしていきたい。耐放射線性のカメラの基板の設計となると各メーカのノウハウでブラックボックスになっている。原因の推定はできるが、詳細を詰めることができないのが現実である。今後、耐放射線性のカメラは肝になるのは明白なので、自社開発も視野にいれている。試験条件がどのようなものが適正かという点についても検討したい。(東電)

- Q. 知財の関係で難しいということだが、イメージ基板がやられてしまうということは、センサだけではなく、基板、アンプ全てを含めた問題だということを認識できるが、基板だけ取り出してコンデンサで無理やり電荷を与えることを行って再現性を確認しているのか。再現性の確認というよりかは、オン・オフによるところであると判断しているのか。今後のことを含めて気になる。カメラはドローン等で使われているように沢山あるので、カメラのデータベースを作り、こういう場所ではこういうカメラ等を使う等、データベースを作ると良いと思う。ロボットアームについては、作製してから時間が経過したこともあり、センサの耐放射線性や経年劣化を含め、ロードセルやモータについても耐放射線性能は劣化するという事はないと思うがしっかり確認をして欲しい。(岡本教授)
- A. テレスコ式のカメラの基板をどう確認したかについてだが、具体的には、不具合の基板と予備の健全な基板を用意し、それぞれのビデオ信号の波形を確認し、その波形を確認できなかった基板が不具合のあった基板であったと判断した。イメージ基板の詳細な回路等は、開示されず不明なので、このような確認をした。カメラのデータベースだが、様々なカメラがあり、今回、2号機のPCVの中で長期間使用するという事で、カメラ選定という観点で、過去の調査で80Gy/hという線量があり、どのくらいの日数使用するかを前提に選定している。X-6ペネを通過させるロボットアームに搭載という観点ではサイズの制約も考慮して選定している。そういった知見を集約し、どこにどういうカメラを使っていくことについては引き続き整理したい。カメラ以外については、経年で耐放射線性には影響はないと考えるが、経年劣化という観点で、モータ等について、今回のメンテナンスで交換している。カメラ以外についてもしっかり対応していきたい。(東電)
- Q. モータ等の可動部は交換できるが、センサ類が気になるのでしっかり見てほしい。(岡本教授)
- A. アームのセンサ類については、ご指摘のとおりであるので、今後様々な検証に合わせ、精度についても検証していきたい。(東電)
- Q. 対策としてカメラ電源を常時オンで2回ともうまくいったが、電源オンしたままだとバッテリー的にはきついのか。(小山シニアエキスパート)
- A. テレスコ式装置のカメラはバッテリー式ではない。建屋の外側から電源を引っ張ってきている。バッテリー切れの心配はない。(東電)

<3号機 PCV 内部気中部調査（マイクロドローン調査）について>

- Q. マイクロドローンは期待されるミッションと思う。メーカ製に見えるが、どのメーカの製品か教えて欲しい。セキュリティ上の問題があるものもあるので確認したい。ドローンのカメラについては、200Gyということだが、実際はもたないかもしれない。どれくらいもつかを確認した上で搭載するものと思う。いきなり消えるのか、劣化してだんだん消えていくのか等を確認が必要と感じた。マイクロドローンを2台使うようだが、どのように使い分けるのか。PCV内は電波が届かないので、以前は、1台は無線中継器として使うまういていた。無線が届かなくなった場合のバックアップ機能を持っていると良いと思うが、使い分けについてほしい。このドローンがどれくらいの自立機能があるのか。衝突回避等はあるのか。なければ衝突回避はオペレータに依存するので、広い範囲の視認性をあげておかないと衝突するリスクが上がってしまう。多くのリッチな周囲の情報をオペレータに提供しないといけませんが工夫はあるか。その点について注意して行なって欲しい。回収するということだが、着陸は大変と思うが大丈夫か。未踏のエリアでの調査だが、随時取得した映像データから地図作成も同時に行うことが重要と思う。3Dのモデルを作ることも行いながら未踏エリアの調査を高い成功確率で行ってほしい。(浅間特任教授)

- A. メーカーは、リベラウェア社製である。一般汎用品ではなく、非常に狭いX-53 ペネに投入するからということで、新規に制作した。カメラは耐放射線性試験を行い、200Gy を確認した。耐放射線性を確認したところ、200Gy に近づくと映像が突然消えることを確認している。2 台の使い分けであるが、1 号機については、開口部が投入口の反対側にあったということもあり、電波が届かないので、ヘビ型ロボットを中継器として使った。今回の 3 号機については、X-53 ペネの直線状にペデスタルがあること、5 号機で通信試験を行い D/W1 階では概ね電波がつながることを確認したため、2 台とも調査用としてペデスタル内で使う予定である。このマイクロドローンには、衝突回避装置はついていない。マイクロドローンは非常に小さいため、ペイロードが限られている。姿勢制御装置はついており、モックアップの中で目標物を定め、飛行できるようにモックアップを行なっている。離発着台は小さく、着陸は大変だが、モックアップの中で習熟を高めていきたい。調査結果であるが、映像の点群データをとるので、3D マッピングを継続的に作成していきたい。(東電)
- Q. 2 台の使い分けだが、1 台目が行って、1 台目が被爆して使えなくなりそうになったら 2 台目が行くのか。(浅間特任教授)
- A. 1 台目だけが調査を行い、ある時間になったら戻ってきて、残りの 1 台が調査を行うというような使い方になる。(東電)
- Q. 2 台同時に飛ばせば、一方のドローンでもう一台のドローンを見ながら操作が可能だが、それができないということなので、カメラ映像をたくさんオペレータに提示するか肝になると思う。ドローンに積んだカメラで見ただけではなく、周囲にもカメラを配置し、その映像を見ながら操作できる工夫ができると操作性が上がり、墜落を予防できると思う。カメラをたくさん使うことを検討して欲しい。うまくできなくなる場合は、ほとんどの場合、電波が途切れるケースである。電波が届くか届かないかはクリティカルになる。リベラウェアで対応できると思うが、電波が途切れた際に、それをドローンがそれを検知し、電波が届いた位置までに戻ってくることができるかと墜落リスクを大きく下げられると思う。災害対応ドローンでも、電波が届かなくなった際の対策の一つとして使われているので検討して欲しい。(浅間特任教授)
- A. PCV 内の状態を複数のカメラでみながら飛行することは、重要と思う。P3 のインストール装置のイメージにあるように、カメラが搭載されているので状態を確認していきたい。無線の電波状況であるが、操作者にアンテナレベルが出るようになっている。アンテナレベルを操作者が見れるので、悪くなった時点で戻って来られるようにモックアップで練習したい。(東電)
- Q. 水位の低下方法だが、30℃の水をかけ流しているが、これを止めると水位が下がっていくと思うが、温度を見ながら下げていくということでもいいか。マイクロドローンの回収先であるシールボックスの中のグローブボックスの中で充電できると記載があるが、回収して充電すると 6 回以上に、再度続いて飛べるということ理解でいいか。そうすると 6 回以上データが取れる。前回の 1 号機では、運転で使った画像の他に、画像をメモリに録画し回収していた。今回も同様か。そうすると、戻ってこれない場合、詳細な映像は取れないということか。映像の画質について、オペレータの映像以外に詳細な映像が撮れるのか。(岡本教授)
- A. 水位の低下だが、注水を絞ることで水位を下げる。現在、注水量は 3.8m³/h だが、これを 3.0 m³/h に絞る。そうすると、1 日あたり、80~100mm くらい下がるので、目標水位に達したところで安定することを確認する。グローブボックス内に充電装置があり、調査が終わったら充電を繰り返し使える。どれくらいのマイクロドローンを使うかはモックアップの中で検証する。映像の入手であるが、ドローンのメモリ基板が入っていて、発着台に帰ってこない映像を取得できない。操作者がリアルタイムに確認する映像がある。画質が劣るが、1 号機の時に比べると画質が向上しているので、ドローンが帰還できなかった場合には、この映像

を取得し保存していく。(東電)

Q. 充電可能であるという、PCV 内に 2 機入れるとずっと照射される。場合によっては、1 台ずつ入れて戻して充電し、不要な被ばくを減らす方がいいと思うので検討してほしい。(岡本教授)

A. 3 号機の投入する X-53 ペネ付近は、約 1Sv/h で 2 号機よりかは低い。また、1 機目が飛べる時間は 10 分と短いので、2 機目が飛ぶまでのロスは少ないと思うので、操作性も含め配置を考えていきたい。現在のやり方でも信用性が低いものではないと思う。(東電)

Q. 柔軟に数多くのデータがとれるようにしてほしい。(岡本教授)

A. 拝承。(東電)

Q. グローブボックスで作業した経験だが、ドローンを充電したり、交換をグローブボックス内で行うと思うが、デブリの粉等が付き、線量が上がった場合の対策を考えた方が良い。どうしてもグローブで触らないといけない場合には、トング等を使い、少しでも手から離隔するという操作をした。シールボックスは繰り返し使うため、線量があがっていくと思うので工夫してほしい。(小山シニアエキスパート)

A. PCV 内からインストール装置をグローブボックス内に戻す際は線量を確認する。ドローンの汚染も考えられるが、ドローンについては気中を飛ぶので、大きな放射性物質はつかないと思うが、回収・取り替えについては、現在行なっているモックアップの中で検証したい。(東電)

次回の廃炉・汚染水・処理水対策チーム会合事務局会議は 9 月 25 日に実施予定。

以上