

第43回原子力委員会定例会議議事録

1. 日 時 令和3年12月21日（火）14:00～ 15:28

2. 場 所 オンライン開催

3. 出席者 内閣府

内閣府原子力委員会

上坂委員長、佐野委員、中西委員

内閣府原子力政策担当室

進藤参事官、實國参事官

技術研究組合 国際廃炉研究開発機構／三菱重工業株式会社

細江次長

4. 議 題

(1) 燃料デブリ取り出しの実現に向けたロボットアーム開発状況について

(技術研究組合 国際廃炉研究開発機構)

(2) 低レベル放射性廃棄物等の処理・処分を巡る動向等について

(3) その他

5. 審議事項

(上坂委員長) それでは、時間になりましたので第43回原子力委員会定例会議を開催いたします。

本定例会議は、新型コロナウイルス感染症対策のため、オンラインでの開催となります。

また本日は、私、上坂、佐野委員、中西委員がオンラインでの出席となります。

次に本日の議題ですが、一つ目が燃料デブリ取り出しの実現に向けたロボットアーム開発状況について、技術研究組合、国際廃炉研究開発機構。二つ目が低レベル放射性廃棄物等の処理・処分を巡る動向等について。三番目がその他でございます。

それでは事務局から説明をお願いいたします。

(進藤参事官) 一つ目の議題は、燃料デブリ取り出しの実現に向けたロボットアーム開発状況

についてです。

本日は技術研究組合、国際廃炉研究開発機構、三菱重工株式会社原子力セグメント新型炉・原燃サイクル技術部次長、細江文弘様より御説明を頂きます。

それでは、よろしくお願いいたします。

(細江次長) 三菱重工、細江でございます。よろしくお願いいたします。

本日は燃料デブリ取り出しの実現に向けたロボットアーム開発状況ということで、福島第一原発の2号機で今、燃料デブリを取り出そうということで、そのロボットアームの開発状況について御説明をいたします。

次、お願いします。背景でございます。これまでの原子炉格納容器、PCVと略しますけれども、内部調査、ペDESTALの中の底部に小石状及び粘土状に見える堆積物が確認されております。これらは燃料デブリである可能性が高いというふうに考えられております。一方、内部のアクセスルートというのは非常にまだ、グレーチング等が脱落しておりまして中の状況はまだ分かっていないということで、まず中の状況はどうなっているか、そういったことを調べながらアクセスルートを構築していく、そういった作業が必要になります。

実施内容です。遠隔装置（作業用ロボット）を開発して原子炉格納容器（PCV）内部の情報を取得すると共に、試験的に燃料デブリの取出しを行う。これを目標としております。具体的な実施内容といたしましては、ペDESTAL底部の堆積物へのアクセスに必要な空間寸法の取得、どのような物理的な状況になっているか、構造になっているかというのを目視及び3次元計測、それから堆積物中の燃料デブリの有無を測定するという事で中性子計測、ガンマ線計測といったことを実施してまいります。

次、お願いします。今日のプラント側の登場人物をまず御説明をいたします。左上を御覧ください。原子炉格納容器（PCV）と書いてございます。これが原子炉を格納している大きな容器でございます。いわゆるフラスコ型をした形状をしております。そしてその内部にペDESTALという円筒形の構造物がございます。我々が今回、燃料デブリを見に行く、アクセスするためには、このペDESTALの中をのぞく必要がございます。赤丸で囲っている「主な調査範囲（ペDESTAL内）」と書いておりますけれども、この中に入りたい。一方、このペDESTALには開口部が2か所ございます。そのうちの1か所が青で書いている制御棒駆動機構、CRDと略しますけれども、これの開口がここがございます。この穴を使って中をのぞきに行くのが最も効率がいいというふうに考えました。この穴から

一直線上にPCVの壁面にペネ、いわゆる貫通孔がございます。通称X-6ペネと呼んでおり、これは便宜上1から数字を振っていて6番目という意味なのですが、このX-6ペネがこのCRD開口に一直線にアクセスできる位置でございます。したがってアクセス・調査装置、今回のロボットアームをこのX-6ペネに付けて中にずっと入っていく、このルートが最も効率的だというふうに私どもは判断いたしまして、ここからアクセスする装置というものを考えました。

次、お願いします。これが装置の全景でございます。今回ロボットアーム以外にもいろいろな装置がございます。まず右側のX-6ペネ、先ほど申し上げました貫通孔、ここにX-6ペネ接続構造といったものが付いております。それから隔離部屋（ハッチ隔離装置）、延長管とさまざまな装置が登場するのですが、今日は時間の都合で、アーム型アクセス・調査装置（アーム・エンクロージャ）といった、このロボットアームについて詳しく御説明をしております。赤で囲っているところでございます。それから外部環境、内部環境の放射線量率を上にも赤の白抜きで記載してございます。まずアームが設置されているPCVの外側は約5mSv/hの環境、一方、内部、PCV内部の方では最大で80Sv/hという非常に高い放射線量率になっております。

次、お願いします。これが今回製作をいたしましたアーム型アクセス装置の写真全景でございます。まずどういう部位で構成されているかといいますと、上の写真の右側からキャリッジ、真ん中にリンク、そしてテレスコといった大きく三つの構造になっております。リンクというのは、これは全部で6軸あるのですが、御覧のように折り畳み式になっておりまして、これをずっと伸ばして行って自分の全長を長くして目的位置に到達するという思想になっております。この理由なのですが、先ほどX-6ペネまでアクセスするためには、実は全長の制約が建物の制約がございます。約8メートルぐらいにしないといけないのですが、ペDESTALの底はX-6ペネから約前方に10メートルぐらいあります。したがって、自分の長さを伸縮から伸ばして行って到達する必要があるがございます。そこでこのような折り畳むような機構を考えました。そして左下の図を御覧いただきたいのですが、テレスコの先にはワンドというものが付いておりまして、これで主に上下方向、下側のペDESTALの外までこのワンドでアクセスをするという思想にしております。後ほどどのように動くかといったところは御覧いただきたいと思っております。全長は大体18メートルぐらい、質量は4.6トン、ステンレスとアルミで作られております。集積線量、耐放性としては1メガグレイ、10の6乗グレイまでもつよう

な設計としてあります。

次、お願いします。これがアームの各軸の詳細を記載したものでございます。全部で18軸の可動軸があるわけですが、左上からキャリッジ、CR1から4でキャリッジで4軸、それからJ1からJ6のリンクで6軸、それからJ7からJ14といったところまで、それぞれこのような動きをする構造になってございます。

次、お願いします。続きまして、電氣的制御盤面の構成なのですが、まず原子炉建屋の中に今原子炉格納容器にアームがくっついた状態になっております。アームの先端にはセンサーがあります。アームから原子炉建屋のペネトレーションを通じまして上の方に青で囲ったプラントルーム、これは原子炉建屋のすぐ脇のところのヤードに今設置することを検討していますけれども、この中にセンサーの制御盤であるとかアームの制御盤、分電盤、変圧器、主にモーターのサーボドライバー系をここに仕込んであります。動力としてはディーゼル発電機をここに設置をいたしまして、これを動力としています。人がおりますところのコントロールルームというところまでは光回線及びイーサでつなげまして、その右下の写真にありますように、人はこの原子炉建屋から遠く離れたところで遠隔で操作をするという思想にしております。今は免震棟の隣の駐車場のところに建物を建てまして、そこにこのコントロールルームを置こうというふうに考えております。

次、お願いします。続きまして、アームの操作の仕方です。制御盤の盤面を記載しております。まず左下、「アームの操作画面」とありますけれども、ここに各軸の状況というのが書かれております。アームは先ほど申し上げましたように18軸ございますので、それぞれの軸が今何度になっているのか、10度とか20度とか30度とか、そういう数値がここに記載をされております。この状態で今、アームがどういう姿勢になっているかというのが、その上のVR画面というところで、今のこれらのアームの各軸の値をこの画面に表示をしております。すなわち今アームがPCVの中でどのような姿勢でどのようなところを触っているかといったところを、このVR画面で模擬的に確認をすることができます。また、このVR画面によって動作前の作動チェックであるとか、あと運転中の動作監視、そういったものも実施することができます。アームは任意のポジションで各軸の角度をテーブルに記載して制御プログラムというふうにしておりまして、複数ポジションを移動する場合はティーチングプレイバック、ティーチアンドリピートファイルというものを作りまして、それぞれのその姿勢に動きなさいというような指令を出します。具体的には右下の図を御覧いただきたいのですが、アームの先端のある位置、ポジションA、

これは今 X-6 ペネを通過しようとしているところなのですけれども、少しずつアームが右の方に動いていっていると思います。A、B、C、Dと順々に右の方に動いていくわけですけれども、このポジションAのときの各軸18軸の値をテーブルに持っておきます。そしてポジションBのときの各軸の値を同じくテーブルに持っておき、それぞれの各軸の値をテーブルで持っておき、これをティーチアンドリピートファイルと呼ぶのですけれども、オペレーターは各軸を動かすこともできるのですが、ポジションAに行ってくれ、リターンということで、このポジションにアームがひゅーっと動くと、同じく、次Bに行け、Cに行け、Dに行けということで、少しずつこのポジションを刻んでいくことで、最後ペDESTALの底まで行くティーチアンドリピートファイルを作ることで、最初一回作っておけば、以降オペレーターの負担が非常に軽くなるというような思想で今検証をしております。

次、お願いします。続きまして、エンクロージャでございます。これはアームを中に収納した金属の大きな箱です。寸法は大体長さ8.8メートル、縦横が2.4、2.2という大きい箱でございます。アームを含めて30トンありますけれども、アームが中にアクセスをするときにバウンダリを形成。バウンダリというのは、PCVの中の放射性物質に汚染された空気が外に出ないように境界を作るということで、我々バウンダリというふうに呼んでおりますけれども、汚染物質が外に出ない、これを守るためにエンクロージャというものを作っております。この中にアームが備わっております。

次、お願いします。続きまして、保守用マニピュレータというものについて御紹介したいと思います。これも実はエンクロージャの中におります。アームの先端にはいろいろなセンサーが付いたり外れたりするわけですけれども、人がエンクロージャの中には行けないということで人の代わりにこのアーム、保守用マニピュレータがセンサーの脱着をします。その操作の方法なのですけれども、これも遠く遠隔地にいる人が操作用のアームというものを動かしますと、これと同じ動きを現場にあるアーム、この現場のアームのことを我々はデクスタというふうに呼んでいるのですけれども、このデクスタが同じ操作をすると、よくあります医療用で使う手術ロボットみたいな感じでこのデクスタが動いてくれる。そこで先端のセンサーを脱着したり、最終的に試験的に取り出してきました燃料デブリと思われるものを外に出したりとか、そういったハンドリングをこのマニピュレータが担います。

次、お願いします。そのマニピュレータの軸数でございます。大体重さは250キロ、ペ

イロードが10キロあります。カーボンとかCFRPで主に作られているのですけれども、この子は全部で7軸あります。肩の上下や肩の回転、それと肘、手首、グリップの開閉といったような自由軸を持っております。

次、お願いします。それではスケジュール、試験メニューでございますけれども、アームは実は英国、VNSUKというところで開発されたものでございます。英国での製作、英国での単体試験が終わりまして、今年の7月10日に弊社の神戸の工場に到着をいたしました。神戸で引き続き検証試験をしております来年檜葉、トレーニング、そしていよいよ試験的取り出しといったところを今計画をしております。試験のメニューといたしましては、エンクロージャはバウンダリの漏えい確認というのが一番重要なのですけれども、アームといたしましては、まずパラメータを調整したり、X-6ペネの通過試験をしたり、アームの位置の校正、それから内部の調査の動作、それからPCV障害物の撤去がありまして、これを撤去する、切断するという試験、それから試験的取り出しをやったり、あと保守用マニピュレータのいろいろな試験をしているところでございます。

次、お願いします。それでは、具体的な試験の内容につきまして今まで実施してきたこと、そしてこれから実施することについて御説明をいたします。まず英国での試験でございます。英国では装置を組み上げて単体で試験をする、単体で動かすといったことをしております。まずアーム各軸の単体動作、全部で18軸ございますので、それらが目標とする角度、規定された速度で動くか、そういったことを、パラメータをチューニングしながら仕上げていく。そしてエンクロージャ内にアームを組み込んでメカ的な干渉がない、ちゃんと座ることを確認しております。それからX-6ペネ模擬構造物の通過試験ということで、最初X-6ペネを通過するときは非常に狭くて隙間が少ないのですけれども、アームというのは、これは放っておくと自重で前に垂れますので、少し持ち上げながら入れて、ちょっと下げながらまた進むとか、微妙な制御が必要になってまいります。そのときに何度ぐらいに持ち上げたらいいのか、どのようなふうに進めたらこれをうまく通過できるのかといったところの通過試験をしております。こういうパラメータだったらいけるねということまで確認ができております。それから保守用マニピュレータでエンクロージャ内の操作ができるかといったようなことを、英国で試験をしてみいました。

ここまで仕上がったので、次は日本で単体試験の続きをやるということで、次をお願いします。弊社の神戸の工場試験で今実施しているところでございます。上から見たレイアウトを描いてございますけれども、紫で「キャビティ（ピット）」というふうに書いており

まして、ここがアームが座っている、アームがこれから動いていくところです。オレンジのところにはアームが座っておりまして、その上にグリーンでエンクロージャ、今エンクロージャとあるのは切り離れた状態にしておりまして、エンクロージャのテスト、デクスタのテストとアームのテストを並行して実施できるようにしております。その左上に黄緑でコントロールルームというところを書いてございます。ここに操作用のモニター、それからデクスタの操作状況、先ほどの操作用のアームというものをこの中に仕組んでおります。実施内容としては単体試験、それからアームとセンサ・ツールの組合せ試験、それからアームのたわみ計測、そしてアブレッシブウォータージェット（AWJ）と言うものの高圧水による切断試験、実は干渉物がございまして、それを切つていかないといけないのですが、そのAWJによる干渉物の切断試験といったことを今神戸で実施をしております。

次、お願いします。具体的にこれはアームの動きなのですが、少しこま送りで記載をしております。黄色い矢印の方向にこれは今動いているのですが、まずリンクの伸展ということで、先ほどパタパタと折り畳んでいたリンクが伸びていくと、アームが左方向にずーっと伸びているという図がお分かりいただけるかと思えます。それからその右がテレスコの伸展ということで、リンクが伸び切りますと今度はテレスコというものが伸展をします。このテレスコというのは3段構造になっておりまして、一番下のところ、ナンバー1、2、3と書いていますけれども、この三つの四角い箱がひゅーっと伸びていって、この画面、紙面の右方向に黄色い矢印が伸びていっているのがお分かりいただけるかと思えます。少しこれはテレスコが下の方にチルト、おじぎをしております。

次、お願いします。テレスコが伸び切りますと、次、ワンドチルトといいまして、テレスコの先端にございますワンドというのが更におじぎをする方向に、黄色の矢印の方向にチルトをしていきます。そしてチルトをしきったら、今度ははいよいよワンドが下の方に伸びていきまして、これでペDESTALの底までこのワンドの先端が到達をするという仕組みにしております。

次、お願いします。それでは神戸の試験状況の続きですが、神戸では、たわみを計測するとともに振動特性みたいなものも計測をしております。アームがぴーんと伸び切った状態でタッピングしたり、ワイヤカット試験で固有値、固有振動数の測定といったものもしております。それからその下の写真なのですが、アブレッシブウォータージェット（AWJ）による切断試験ということでアームの先端、これはワンドを取り外した状

態なのですけれども、切断ツールというふうには書かれていると思います。これがAWJの切断ツールでございまして、その右側の絵です。CRDレールモックアップというものがコの字状に切り欠かれていると思います。この切り欠いたところが切断エリア、この部分が干渉すると、その右に見えるのがグレーチングでございまして、これがCRDレールの上に載っかっていると思われるグレーチングを模擬した図でございまして。

次、お願いします。引き続きまして今度は保守用マニピュレータ、デクスタの試験でございまして。まず上側が操作用のアームということで、この写真に写っているのは実は東京電力の方でございまして、今、東京電力さんとコラボをしながら一緒にこの操作を習得している、トレーニングをしているというところでございまして、このように操作用のアームを操作をしながら中のデクスタ、現場のアーム、これを今動かしているいろいろな作業をしているところでございまして。その一例として下側、移動用トレイのハンドリングとありますけれども、黄色に見えますオレンジ色のトレイというものがございまして、この上にいろいろな先端ツール、それからセンサーが載ったり、あと取ってきました燃料デブリと思われるものを入れたケース、カプセルがこの上に載ったりして、これをデクスタでエンクロージャの中に引き込んだり、あるいはエンクロージャの外に出したりと、この脱着はある特別なポートがございまして、そのポートでバウンダリを確保しながら出し入れができるところがあるのですけれども、そこまでのハンドリングをこのデクスタが担います。

次、お願いします。それでは最後に、これからJAEAさんの檜葉の設備、檜葉のモックアップに今度は持って行くわけですけれども、そこでどのようなことを行うかということをお説明いたします。檜葉ではフルモックアップということで、右下の図を御覧いただきますと、まずピンクで見えるところが、これはPCVのモックアップです。そして紫っぽく見えるところがペDESTALでございまして、ここに円柱がどんと座っていると、そしてかさ上げ台があってグリーンエンクロージャというものを設置をいたしまして、実機と同じ環境、同じ高さ関係を模擬いたしまして、このエンクロージャからアームを出してペDESTALの底まで本当に行けるのか、本当に採取ができるのかといった、最終的なトータルワンスルー試験を行います。したがって、X-6ペネの通過から始まって干渉物を撤去して、そしてペDESTALのアクセス、ペDESTALの底までのアクセスといったワンスルー試験、これを行いながらレーザスキャナ、VTセンサのペDESTAL上・下部の調査をし、そしていよいよ試験的取り出しということで、サンプリングツールと我々呼んでいるのですけれども、このペDESTALの底にあるものをこの先端工具で拾ってくることに

ができるのか、そういったところを最終的に検証していく。このサンプリングツールにつきましては、単体ではうまくいくということは確認されているのですけれども、アームの先端に付けてちゃんとハンドリングをして取ってくるというところを、最終的に検証をしたいというふうに考えております。

次、お願いします。以上です。どうも御清聴ありがとうございました。

以上です。

(上坂委員長) 細江さん、迫力ある写真をたくさん使っていただきまして、とても分かりやすい説明をありがとうございました。

それでは、質疑をさせていただきます。

それでは、佐野委員からよろしくをお願いします。

(佐野委員) 細江様、詳細な御説明ありがとうございました。今回のデブリ処理の問題解決が、福島事故処理の成否を握ると言っても過言ではない中で、現状ではロボットアームがその鍵を握っているという理解でございますが、是非、来年後半からのオペレーションの成功を期待したいと思います。

それで質問が3点ございます。一つは、コントロールルームの写真が先ほど映されて、外国人がオペレーションをしているわけですが、このオペレーターとしても英国の会社の協力を得るのでしょうか。それから、この製造に英国の協力があったということですが、英国の技術協力を得たということについて特別な理由があるのでしょうか。

2点目ですが、今回のオペレーションの目的がPCV内部の情報を収集することと、試験的に燃料デブリを取り出すことにある訳ですが、その次の段階、つまり本格的なデブリの取り出しにもこのロボットアームというのは使えるものなのでしょうか。あるいは、燃料デブリの性状等々に鑑み、別途ロボットアームのようなものを開発する必要があるのでしょうか。

それから3点目ですが、もし差し支えなければ結構なのですが、今回のロボットアームの開発に総額どの程度の予算が使われたのか、あるいは今後使っていくのか、その点をお願いします。

以上です。

(細江次長) ありがとうございます。

まずオペレートなのですけれども、今、弊社と東京電力さんのオペの方でやっておりまし

て、英国の技術者は少しアドバイスをもらうというぐらいまでできるようになってきております。エラーが出たりバグが出るとちょっと手が出ないところもありますので、そこは適宜対応してもらっているというところではあります。

あと英国の協力なのですけれども、このメーカー実は類似した折り畳み式のアームの実績がございまして、その技術がそのまま適用できるのではないかなというふうに考えまして採用をいたしました。

次の段階どうしていくかというのは、今このIRIDの事業で類似のアーム、もう少し段階的に規模を拡大した燃料デブリの取り出しといったプロジェクトも推進しておりまして、このアームそのものではなくて、若干ペイロードを増やしたようなものの開発も並行して進めております。

あと予算は、ちょっとすみません、今手元に総額のお金がないものですから、ちょっと御容赦ください。

(佐野委員) 分かりました。取りあえずありがとうございました。

(細江次長) ありがとうございます。

(上坂委員長) それでは、中西委員、よろしくお願ひします。

(中西委員) どうも御説明ありがとうございました。

最初に佐野委員がおっしゃったように、これは福島の成否を分けるぐらいのすごく大切なことだと思います。ロボットアームが非常に適切だということで、英国のを折り畳みができるといって採用したという話なのですけれども、一番の問題点は、放射線でどこが傷むかということだと思います。いろいろなところが、機械が動くところはいいですが、いろいろなことを感じて非常に弱い部分がありますよね。それも含めまして18メートル先のものをきちんと取ってくるというのは、相当な制御が利かないと多分難しいことだろうなと思うのです。

是非それは頑張ってくださいなのですが、これで見まして一つ質問したいことが、どのくらいの時間を掛けて英国ではこのロボットを開発してこられたのか、こちらに納入されたのが今年ではないかと、このスケジュール表から見ると思うのですが、どれくらい掛けて英国ではこの放射線が出る場所の施設とか、それからもう一つ、こちらに納入されても、やはり18メートル先のところをきちんと制御しながら試験的に取る、試験的にでも物を取るとかというのはとても大変なことだと思うのです。

二つ目は、もしもうまくいかなかったとき、うまく行ってほしいのですが、新しい

方式があろうかと思しますので、そこら辺の見極め、来年後半から試験的にでまた拡大ということもあるかもしれませんが、かなり大掛かりな多分、人とお金と使ってすることなので、どこかで再検討されているのかなど、どのように考えているのか、来年から始めて例えば2年間やってみてどうだとか、例えば似たような、その間に技術はどんどん進歩しますから、日本でもいろいろな機器が開発されてはそっちに変更するのかなど、何か、とても大変なことだけに慎重にスケジュールを組んでいってほしいのですが、最初の数年間をどう進めていくのか、そこら辺のスケジュール感についてが二つ目の質問です。

以上でございます。

(細江次長) すみません、ちょっと一部途切れていたもので、全部ちゃんと回答になるか自信がないのですけれども、まず耐放性につきましては、一番弱い部品としましてはセンサー類、カメラ、それからモーター、そういった電子部品というふうに考えております。ただ、これらは単体では耐放性の試験等の実績がございまして、先ほど申し上げました10の6乗グレイ、1メガグレイの耐放性を有しているということを確認しております。なので、当該の放射線は80シーベルトですので、それを単純に割れば大体稼働できる時間といったところを想定している。数カ月ぐらいかなというふうには想定をしております。

それから開発をしてきた期間でございますけれども、初期の構想段階から入れますと、多分2～3年ぐらいはやっているのではないかなというふうに思います。

あと、うまくいかなかったときなのでございますけれども、具体的にうまくいかなかった事象としてどういったことを想定するかなのですけれども、当然、電源が切れたとかそういったことにつきましてはちゃんと対応できるようにしてございまして、一番問題となるのはアームがずっとペデの底に行っているときに例えばモーターが壊れてしまったとか、センサーが壊れてしまったとか、そういう事象がうまくいかない典型例として考えられるわけですが、それぞれアームが壊れてしまったらどういうふうにそれを検知するのか、アームが干渉したらどうやって検知をするのか、そしてそれをどう判断するのか、そしてアームをどういうふうに帰ってくるのか、どういうことを今後きっちり検証します。

それで、うまくいかなかったときなのでございますけれども、一応どういうシチュエーションが考えられるかというところを全て洗い出しまして、それぞれどう対応していくかという手順をそろえるとともに、部品が壊れてしまった場合は当然、予備品との交換が必要になりますので、どういった部品を準備しておくべきか、それはどんな手順でやるのか、そういったところをきっちり詰めております。

(中西委員) 手順を聞いているのではなくて、全体的にもうまくいかないなという判断をどこかでしなくちゃいけないというような、もう少し上の判断をいつ頃やるのでしょうか。また、計画がうまくいっているかなど全体的なスケジュール感があると思うのですが、そこら辺で持って、例えば一応それで開発期間を伺ったのですけれども、二、三年で開発したものである。そうすると、使ってみて二、三年ぐらいたって、もし駄目だったら、ほかの新しい様式を考えるなど、いろいろなことがあると思うのですが、このスケジュールでいくと、いつ頃どなたが判断するのでしょうか。

(細江次長) そういう判断は、やっぱり東京電力さんと協議しながら進めていくことになると思いますので、今、今日の段階ではこうだと申し上げられないのですけれども。

(中西委員) 分かりました。では、スケジュール立てて、誰がどんなふうに責任持って、どういうふうに進めるというのが分かりにくかったのですが、東京電力さんが責任持ってやってくれるというふうに皆さんで考えているということがあれば、それで結構でございますが。二、三年で開発したものらしいものをこちらに入れて、やっぱり何十年も使うということはできないのではないかと思うのです、いろいろな改良も必要でしょうし、いろいろなトラブルが、今おっしゃったありとあらゆるトラブルが起こる可能性がありますので、そこら辺を例えば3年めどにとか5年めどに、もう一度一から考えるとか、そういうふうになっているのですよね。そういうことを確認したかったのです。

(細江次長) 具体的なケースについてはこれからステークホルダーと協議をしていくことになると思うのですけれども、投入をしてみて最初どうなっていくかなというところがまず一つの判断基準になるかなと思います。

(中西委員) 分かりました。伺ったところによると、かなりデブリは硬くて、試験的取り出しのままでなかなかうまく次がいかないかもしれないというようなことを伺ったものですから。ありがとうございました。

(細江次長) ありがとうございます。

(上坂委員長) それでは、上坂の方から幾つか質問させていただきます。

まず、ロボットアームですけれども、とても長いので、かつ細かいものを挟んでいく必要がある。制御室からのロボットアームの操作してのロボットアーム先の位置決め精度、それと相当長い腕が張りのようになっていますから揺れると思うのです、動かすと。その揺れはどのように対処されるのでしょうか。

(細江次長) まず、位置決め精度ですけれども、位置決め精度には二つあります。絶対位置の

精度と相対位置の精度というのがあると思うのですけれども、まず絶対位置の精度については、伸ばしていったわんだときのデータを取りまして、それをフィードバックをいたしまして、どのぐらいたわむかといったところをVR上に入れます。そして、次のときは必ず同じ量だけたわみますので、相対位置決め精度というのは数ミリオーダーであるというふうに思われます。絶対位置決め精度の方なのですけれども、持つものによってたわみ量って変わってまいりますので、重いもの、軽いものでいろいろなデータを取りまして、100ミリぐらいには抑えていきたいなというふうに考えております。

それから、揺れにつきましては、神戸で検証した限りでは大体マックス10ミリぐらいの揺れが確認されたのですけれども、この辺りはこれから多分チューニングをしていけばもっと減ると思います。それから、動きが遅いものなので、止まった瞬間に揺れというのはありませんので、余り実用上の問題はないというふうに考えております。

(上坂委員長) これは揺れの抑制はどういうメカでやるのでしょうか。

(細江次長) PID制御というのですけれども、物に応じた適切なパラメータというのが、イナーシャに応じた適切なパラメータというのがありますので、それを物を動かしながらチューニングをしていくということで、共振みたいな揺れというのはなくすることができます。

(上坂委員長) 分かりました。もう動かしっ放しというのではなくて、常時それぞれのモーターは制御信号を持って動作位置しているという状況ですね。

(細江次長) そうです、サーボです。

(上坂委員長) サーボモータを使っているわけですね。

(細江次長) はい。

(上坂委員長) それから、あと精度10センチですか、聞き間違えたかな。結局画面で見えた小さいデブリを取っていったとき、ミリぐらいの精度でそこには到達するのですよね。到達して挟めるのですよね。

(細江次長) そうです。最終的には多分、中性子計測をして、どうも一番ここにありそうだなというところを狙っていきますので、それでここにありそうだという、その軸値を覚えておけば、次、同じところに必ず行きますので、そういう相対位置決めという、その精度はありますのでミリオーダーではいけると思います。

(上坂委員長) なるほど。大体ミリオーダーで。

(細江次長) 目標にしております。

(上坂委員長) それから、マニピュレータ、および制御室はどこに置くのでしょうか。格納容

器の近くに置くのでしょうか。運転者への放射線量が気になるところであります。

(細江次長) 重要免震棟の隣の駐車場のところに小屋を建てて、そこに置こうと思っております。線量はマイクロオーダーなので、1日いても全く問題にならないぐらいの被曝量だと思います。

(上坂委員長) 分かりました。そこに大体、その小屋には大体何人ぐらい常駐というか、運転のときにはいて作業するのでしょうか。

(細江次長) アームで3~4人、デクスタで3~4人ぐらいはいると思いますので、10人ぐらいのパーティーになると思います。

(上坂委員長) 10人ぐらいね、分かりました。

三次元計測、それからそのデータを使った可視化、あるいはVR、場合によったらARを使って可視化の最高峰のものを使うと思うのです。現場は人が行けませんので、極力ソフト的な断片的な画像取得から3Dに組み上げていく。そういう拡張バーチャルリアリティの中でロボットアームが作業していく。そういうのが画面で見えて作業するものなのでしょうか。

(細江次長) はい、そうです。3D CADのプラントのデータを持っていて、3D計測のレーザースキャナーでずっと周りの環境を撮っていきます。それで、ここに何か突起があるねとかというので、その3DのCADを補正して進んでいきますので、どんな窓があって、今、アームが入っていくというところが手に取るように分かるはずですよ。

(上坂委員長) そうすると、よくテレビ番組でやっているような部分的な実測データとバーチャルを使って、さもその空間にいるような、操作しているような、そういう画面が出ながら作業をするということですね。

(細江次長) はい、そういう予定になっております。

(上坂委員長) 分かりました。是非それができて、また実作業が始まるデモとか、それから作業が始まるとすごく迫力ある画像ですね。是非適切に社会に公開していただけるとよいかなと思います。

先ほど委員の方々から質問がありましたが、このロボットアームはイギリス製です。イギリスにある核融合装置JETでの遠隔操作用に開発されたとお聞きし伺いましたが、どのような場面で、このアームはJET装置では使われていたのでしょうか。

(細江次長) JETについては私も詳細は把握していませんけれども、JETの中の部品を交換するためのメンテナンス用に使われたというふうに聞いております。

(上坂委員長) 分かりました。

それから、御質問・説明がありました。これは取りあえずこのロボットアームは試験取り出し用ということですね。これから段階的取り出し、それから本格取り出しとあります。それは試験取り出しの結果を得て、それからまた検討して段階的なものは新たに作るのでしょうか。流用できれば、これを流用するというものもあるのでしょうか。

(細江次長) 今はペイロードと耐放性をアップした少し違うパターン、もう少し耐放性を向上したグリスを適用したものを考えておりますので、ベースとなる技術は使えるとは思いますが、今後どうしていくかというのは、また東京電力さんと相談しながら進めていくことになると思います。

(上坂委員長) その際も、こういうふうには国際的協力を得ながらやるのでしょうか。それとも国産にこだわっていくのでしょうか。

(細江次長) やはり世界の叡智を集めるという観点では、いろいろな技術をまず選別して進めていこうと思います。海外、国産とかこだわらずに、良いものを使っていきたいなというふうに思います。

(上坂委員長) 福島は日本でそれを国産技術で改良をやっていくというのも一つのやり方です。

けれども、これはここまでもそうですが、世界の研究機関や企業が参画する。かつまた参画の希望も非常に強い。国際的なプロジェクトであります。今おっしゃられたように、国産にこだわらず世界の最高のものを集めて、今回のようにやっていけば国際プロジェクトに相応しいのではないかと思います。

私からは以上であります。佐野委員、中西委員、追加御質問ございませんでしょうか。

(佐野委員) 特にございません、ありがとうございました。

(中西委員) 私も特にございません、ありがとうございました。

(上坂委員長) それでは、以上で質疑を終わらせていただきます。

それでは細江さん、本日説明どうもありがとうございました。是非安全に気を付けて、今後このプロジェクトを成功させてください。どうぞよろしく願いいたします。ありがとうございました。

(細江次長) ありがとうございました。

(中西委員) ありがとうございました。

(上坂委員長) それでは、議題1は以上であります。

次に、議題2について事務局から説明をお願いします。

(進藤参事官) 二つ目の議題は、低レベル放射性廃棄物等の処理・処分を巡る動向等についてです。事務局より御説明をお願いいたします。

(實國参事官) それでは、事務局から原子力委員会資料第2号に基づいて御説明いたします。

まず、御説明に入る前に簡単にこれまでの流れを御紹介します。

原子力委員会の定例会議では昨年以來、低レベル放射性廃棄物の処理・処分に関する国内外の取組状況をヒアリングしてきたところでございます。また、最近では原子力規制委員会において、低レベル放射性廃棄物の埋設に関する安全規制が整備されたり、閣議決定された第6次エネルギー基本計画の中にも、原子力発電所から発生する大型機器の処理などが明記されているところでございます。こうした動きを踏まえまして、改めて低レベル放射性廃棄物等の処理・処分を巡る動向等について事務局で整理し、委員会に御報告するものでございます。

それでは、資料の表紙をめくっていただいて、1ページを御覧ください。まず、原子力発電所の廃止措置によって発生する廃棄物とはどういうものかというのを、おさらいにはありませんが、改めて御説明いたします。この1ページ目の資料自体は昨年10月に原子力委員会の定例会議で電気事業連合会の方から御説明があった資料を基に作成しております。

御覧いただきますと、原子力発電所には大きく原子炉建屋、いわゆる原子炉の格納容器が入っている建屋と、発電機が入っているタービン建屋という大きな施設が二つございます。このうち、建屋の構造物であるコンクリート、ガラス、金属というものは、右側に灰色で書いておりますけれども、放射性廃棄物でない廃棄物、すなわち放射性物質に汚染されていない廃棄物ということでございます。一方、タービン建屋の中では、タービンや制御盤など、放射性物質には若干汚染されているのですけれども、基準としては人体等への影響を考慮する必要がないと考えられ放射性廃棄物として扱う必要がないもの、これをクリアランス物と呼んでおりますけれども、こういうものがございます。このページの図はBWRを例に出して御説明していますが、復水器の辺りになってきますと放射性物質に汚染されていることとなりますが、その放射能レベルは極めて低いものということで、復水器等というものがございます。

左側の原子炉建屋の方に行きまして、ここの構造物であるコンクリートとかガラスというようなものは直接放射性物質に接触する場所にはないのですけれども、原子炉圧力容器を入れている原子炉格納容器、この辺りになってきますと、少しずつ放射能のレベルが、タービン建屋の緑枠で示したものに比べると少し高くなってきます。圧力容器及びその周辺

の機器というのが放射能レベルが比較的低いものですが、これは右側の緑枠で示したものに比べたら高いですけれども、この後御説明する左側の赤枠で示したものに比べたら比較的低いものになります。そして、原子炉の圧力容器の中に入れてある、いわゆる燃料棒と一緒に入っている制御棒とか原子炉の炉内構造物、こういったものはだいたい色枠とか緑枠に比べますと、放射能レベルが比較的高いものということになります。

このページの下の方に書いている発生量でございますけれども、これは日本の中にある商業用原子炉全体を廃止措置した場合に出てくる発生量というものを試算したものでございます。これを見ていただきますとお分かりのように、全体の9割は放射性廃棄物でない廃棄物というものが占めます。放射性物質に汚染されている廃棄物ですが、このうち放射性廃棄物として扱う必要のないもの、いわゆるクリアランス物と呼んでいるものが5%ほど。そうしますと、残りのいわゆる放射性物質に汚染されて放射性廃棄物として処分しなければいけないものは、ここにL1、L2、L3、色で赤、だいたい、緑と色付けしておりますけれども、放射能レベルが高くなっていくほど発生する量の割合が低くなり、全体としては放射性廃棄物として扱うものは大体原子炉を解体したときに出てくる廃棄物の中で2%強ということになります。

次の2ページ目を御覧ください。原子力発電所や研究開発施設等から発生する廃棄物について改めて御説明をいたします。先ほど原子力発電所の廃止措置の例を中心に御説明いたしました。この原子力発電所や研究開発施設等から解体等に伴って出てくるものは、大部分が放射性物質に汚染されていない廃棄物になります。汚染されているものの中でも放射能のレベルが原子力規制委員会が定める基準以下のもの、人が受ける放射線量が人に影響を与えるレベルではないと考えられる基準以下のものについて、クリアランス物と呼んでいますけれども、これが次の量として考えられます。基準を超えるものが、いわゆる低レベル放射性廃棄物と呼ばれているものです。こちらについては、その中でも放射能レベルが極めて低いもの、比較的低いもの、比較的高いものと、放射能のレベルに応じて3段階ございますが、この3段階というのは放射能レベルに応じて処分方法が異なっているというものでございます。

その下に一応参考までに書きましたが、いわゆる高レベル放射性廃棄物と呼ばれるものは、使用済燃料を再処理する施設からのみ出てくる廃棄物、これは使用済燃料の再処理の過程で出てくるものであるということで、この場合は高レベル放射性廃棄物というものが発生しますが、通常の原子力発電所や研究開発施設等の廃止措置等からは高レベル放射性廃棄

物というものは発生いたしません。

処分方法について、右手の方に書いておりますが、先ほど低レベル放射性廃棄物の三つの区分というのは、処分方法に応じて分けているということで御説明しました。放射能レベルが極めて低い、これをいわゆるL3と呼んでおりますけれども、L3廃棄物についてはトレンチ処分、これは人工構造物を設けなくて素掘りをして埋めるという処分方法になります。それから、それよりちょっと放射能レベルが高いもの、L2ですけれども、こちらはピット処分ということで、土地を掘ってコンクリートのピットを設けて、その中に処分する方法になります。そして、放射能レベルが比較的高いもの、制御棒とか炉内構造物ですけれども、こちらについては中深度、一定程度公衆から隔離するという意味で、地下70メートル以深の場所に埋設するという処分方法が定められております。

なお、御参考までに、高レベル放射性廃棄物というのは地層処分ということで地下300メートル以深の地層に処分するということになっております。

1枚おめくりいただきまして、低レベル放射性廃棄物等を巡る近年の動向について御紹介します。

1ポツの原子炉等の廃止措置の本格化ということで、こちらについては昨年9月から10月にかけて電気事業連合会、それから日本原子力研究開発機構から定例会議で御説明いただいたところですが、まず商業用原子炉については、国内18基が廃止措置計画の認可を受けているという状況です。なお、この18基の数え方の中には、福島第一原発の6基は入っておりません。福島第一原発の6基については特定の原子力発電施設という位置付けで別の廃炉に向けた実施計画が認可されております。国内18基については、順次解体に向けた廃止措置の作業を進めているということで、これは後ほど簡単に線表を御紹介します。

また、今後廃止措置の本格化に伴い、低レベル放射性廃棄物を含む廃棄物が大量に発生することが予想されます。電力会社では廃止措置プラントの増加に伴って、安全かつ円滑な廃止措置工事を進めるため、電力会社間での連携の検討に着手していると、昨年10月のヒアリングの場で電気事業連合会の方から御説明がありました。

また(2)として、JAEA、すなわち日本原子力研究開発機構の保有施設ですけれども、こちらについては保有する79施設について、今後70年にわたる廃止措置の方針等をまとめたバックエンドロードマップというものを平成30年12月に策定したという説明がありました。これに基づいて現在、もんじゅやふげん等の廃止措置を行っているという状

況です。

右側の2ポツを御覧ください。関係機関の取組や政府の方針で、特に最近動いたものを御紹介しております。

一つは、原子力規制庁の取組として、今年10月に低レベル放射性廃棄物の埋設に係る安全規制の整備が行われました。先ほど1枚前のページで三つの低レベル放射性廃棄物の処分方法があるをご説明しましたが、トレンチ処分とピット処分については、これまで規制が整備されていましたが、中深度処分については具体的な規制の整備がまだでした。これが今年10月に中深度処分についても規制の整備が終わったということで、一通り低レベル放射性廃棄物の埋設処分に関する規制が整ったということになります。

3ページにお戻りください。次に第6次エネルギー基本計画、本年10月に閣議決定されましたが、この中でも廃棄物について幾つか取り上げております。

まず、一つ目の丸として、廃炉等に伴って生じる廃棄物の処分については、低レベル放射性廃棄物を含め発生者責任の原則の下、原子力事業者等が処分場確保の取組を進めることを基本としつつ、と書いております。

また、二つ目の丸では、国内において適切かつ合理的に処理が困難な大型機器については、相手国の同意を前提に有用資源として安全に再利用される等の一定の基準を満たす場合に限り例外的に輸出をすることが可能となるよう、必要な輸出規制の見直しを進めると記載されております。また、三つ目の丸では、クリアランス物についても更なる再利用先の拡大を推進するとともに、今後のフリーリリースを見据え、クリアランス制度の社会定着に向けた取組を進める、このように記載されております。

4ページは、先ほどお話ししました国内18基の今後の廃止措置スケジュールでございます。これも昨年10月に電気事業連合会から御説明があった資料ですけれども、基本的にはこのように30年から40年にかけて廃止措置が行われる形になります。このうちいわゆる原子炉の格納容器とか、それから圧力容器といった、こういった部分の解体については、解体時期が決まっているものは濃い赤で記載がされております。

ページをおめくりください。5ページになります。原子力委員会においても平成29年7月に決定した原子力利用に関する基本的考え方の中で、放射性廃棄物に関して記載をしております。主なものを取り上げてここに明記しましたが、まずは原子力利用による便益を享受し、放射性廃棄物を発生させた現世代の責任として、その処分を確実に進め、将来世代に負担を先送りしないとの認識を持つことが不可欠。今後、本格化する廃止措置等を円

滑に進めるに当たっては、必要な処分場の確保、クリアランスによる再利用の拡大、これらの前提としての国民や住民の理解の醸成等が喫緊の課題と、こういったことなどを明記しております。

原子力委員会の定例会議でも昨年、令和2年度から低レベル放射性廃棄物の処理・処分に関する国内外の取組状況についてヒアリングを行っております。2ポツのところに参考として、定例会議でヒアリングを行った関係者と内容、その時期について記載しております。一番下のエネルギー総合工学研究所については、原発内の大型機器の処理に関する提案が行われたということで、今年5月に原子力委員会定例会議でヒアリングを行っております。近年の動向、それから昨年来原子力委員会定例会議で行っているヒアリングの状況はこういう状況でございます。

それで、こうした状況を踏まえまして、事務局として現在の課題というものを整理させていただきました。これが6ページになります。一つ目として、これから廃炉等廃止措置等が本格化するに当たって、関係者で低レベル放射性廃棄物の処理・処分に当たって共有すべき基本的な考え方が必要なのではないかということで、①から③というものを提示しております。

①は、現世代の責任についての再認識と共有。②は、国際的な考え方の再認識。③として、前提とすべき4つの原則の共有。この③については実は平成17年に原子力委員会が取りまとめた原子力政策大綱というものの中に、放射性廃棄物の処理・処分に当たっての4つの原則というのがございました。こういうものを改めて見直してみても、現在に共有できるものがあるのではないかという問題意識から③を挙げております。

二つ目としまして、低レベル放射性廃棄物等の処理・処分に当たって留意すべき事項というのを考えるべきではないかということで、五項目挙げております。

一つ目の項目は、処分事業者が行う低レベルの放射性廃棄物の処分事業、これに関する安全性評価というものを公開していくことが必要ではないかと。二つ目の項目としましては、冒頭この資料の1ページ目や2ページ目で御説明しましたが、原子力発電所等を廃止するときにはいろいろなレベルの廃棄物が出てきますので、放射性物質による汚染状況に応じて適切な処理・処分の実施が必要ではないかと。三つ目の項目としましては、第六次エネルギー基本計画の方にも少し触れられていましたが、発生者等による処分場の確保のための取組を着実に進めるべきではないか。それから四つ目の項目として、廃止措置等は先ほど商業炉の廃止措置スケジュールでお示ししましたが、30年から40年にわたる長い取

組になりますので、処理・処分に関する知識の継承、技術開発及び人材育成に取り組むということが必要ではないか。それから5番目の項目として、国による低レベル放射性廃棄物の国内保有量と将来発生量の把握及び関係者間での情報共有が必要ではないか。こちらについては既に各事業者から原子力規制委員会の方に法令に基づいて個別の保有量と発生量は報告されており、それらの情報というのは規制委員会のホームページで公開されておりますけれども、日本全体としてどうかというようなことなど、あるいはそういうことを踏まえて関係者でどういうことに一緒に取り組むことができるかなどの情報共有ということを考えていくことが必要ではないかと。以上の五つの項目を留意すべき事項として提示すべきではないかと。

三つ目として、それ以外にJAEA、大学等の研究施設から発生する放射性廃棄物に関する課題も提示をしていくことが必要ではないか。以上のような問題意識を持つに至ったところでございます。

以上、事務局からの御説明でございます。

(上坂委員長) ありがとうございます。

それでは、質疑させていただきます。

それでは、佐野委員からよろしく願いいたします。

(佐野委員) 分かりやすい御説明ありがとうございました。

先ほど事務局の方からありましたけれども、「基本的考え方」をまとめる時期に来ている、その必要性が高まっているというふうに考えますので、是非基本的考え方の素案の作成作業をしていただければと思います。

以上です。ありがとうございます。

(上坂委員長) それでは中西委員、よろしく願いいたします。

(中西委員) どうもありがとうございました。非常に分かりやすい説明で、高レベルだけでなく低レベル放射性廃棄物をどんなふうに処分していくかということが非常によく分かりまして、現在の状況と、あと何をしていくかというのを非常によくまとまっていると思います。これを文書に起こして、これからまとめといいますか、羅針盤みたいにまとめていくことは非常に大切なことだと思います。どうも御説明ありがとうございました。

(上坂委員長) それでは、上坂からコメント、質問させていただきます。

まず、1ページの図なのですが、1ページの下にL1、L2、L3、クリアランス量、Non radiationの発生量があります。見て分かるように、放射能レベル

が低いものが大半で、その分量はとて多いということです。しっかりとした検討とその開示が必要だと思えます。

それから、3ページの右側に第6次エネルギー基本計画がありまして、ここでは一定の基準を満たす場合に限り、例外的に輸出することを可能にするよう必要な輸出規則の見直しを進めるということでありまして。ということで、全てを国内で処分ということではなく輸出も検討し、見直しを進めるということでありましてですね。

それから、その上の丸ですが、2行目からの発生者責任の原則の下、原子力事業者が処分確保の取組を進めることを基本としつつ、国として必要な安全確保のための取組を推進するという。これはこの文章に書いてあるとおりでであると思えます。

それから、ページの5と6なのですが、これは原子力利用に関する「基本的な考え方」のところですけども、ここに5ページの上です。原子力利用の便益を享受し、放射性廃棄物を発生させた現世代の責任として、その処分を確実に進める実施ということですね。

それから6ページの1.の①、これも現世代の認識を改めて共有すべきではないかと。これは改めて倫理的でも重要であると思えます。これ廃棄物になりますので、倫理の分野では環境倫理や、また現世代という言葉があるので世代間倫理に関わることであります。したがって、これは放射性廃棄物というのは世代が責任を持って対処する。そういうことをここにしっかりと明記するということが重要になると思えます。

それから、1、2ページですけども、低レベル廃棄物は本当に多種にわたっています。下の表にありますように。その処理・処分の全体像の資料に十分あるわけではないです。今回、1ページ、2ページ目にとて分かりやすい図が出てきました。今後、低レベルの廃棄物の処理・処分に関しても、こういう明解な図を使って分かりやすく社会に説明していく必要があると思えます。

また、最後ですが、6ページの一番下です。JAEAや大学等の研究施設から発生する放射性廃棄物に関する課題ということ。JAEAの施設がありますし、大学施設もたくさんあって放射線も扱っています。その廃棄物に、皆さん大変に苦勞されていると思うのです。したがって、是非この方針を早く決めて、公開していくことがとて重要かなと思えます。

私からは以上、コメントでございます。

ほかに委員の方々から追加質問ございますでしょうか。

(佐野委員) 特にございません。

(上坂委員長) 中西委員、よろしいでしょうか。

今、つながっていないですね。

(事務局) 中西委員は15時20分頃に退席されました。

(上坂委員長) 分かりました。先ほど既に御質問、コメントいただいたとおりでございますので、質問されたかと思えます。ありがとうございました。

これで原子力委員会としては現状に関して非常によく理解いたしました。本件は委員会としてこうした現状を踏まえて、関係者間で共有すべき「基本的な考え方」をまとめる必要がありますので、事務局で整理をお願いしたいと存じます。よろしいでしょうか、事務局の方は。

(實國参事官) 承知いたしました。準備の方をさせていただきます。

(上坂委員長) どうかよろしく願いいたします。

それでは、議題2は以上でございます。

それでは、議題3について、事務局から説明をお願いいたします。

(進藤参事官) 今後の会議予定について御案内いたします。

次回の開催につきましては、12月28日火曜日14時からオンラインでの会議を予定しております。議題については調整中であり、原子力委員会ホームページ等の開催案内をもってお知らせいたします。

(上坂委員長) ありがとうございます。

委員から何か御発言ございますでしょうか。

(佐野委員) 特にございません。ありがとうございました。

(上坂委員長) 御発言がないようですので、これで本日の委員会を終了いたします。

どうもありがとうございました。