

第13回原子力委員会定例会議議事録

1. 日 時 令和3年4月20日（火）14:00～15:02

2. 場 所 中央合同庁舎第8号館6階623会議室

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

竹内参事官、實國参事官

文部科学省 研究開発局原子力課

松浦課長

文部科学省 研究開発局（核融合・原子力国際協力担当）

岩淵研究開発戦略官

4. 議 題

(1) 「もんじゅ」サイトの新たな試験研究炉に係る検討状況について（文部科学省）

(2) 核融合研究開発の状況について（文部科学省）

(3) その他

5. 審議事項

（上坂委員長）それでは、お時間になりましたので、第13回原子力委員会定例会議を開催いたします。

本日の議題ですが、一つ目が、「もんじゅ」サイトの新たな試験研究炉に係る検討状況について（文部科学省）、二つ目が、核融合研究開発の現状について（文部科学省）、三つ目が、その他であります。

それでは、事務局から説明をお願いいたします。

（竹内参事官）一つ目の議題の「もんじゅ」サイトの新たな試験研究炉に係る検討状況についてです。本日は、文部科学省研究開発局原子力課、松浦課長より御説明を頂きます。

それでは、御説明の方をよろしくお願ひいたします。

(松浦課長) 文部科学省の原子力課長の松浦です。本日は、この御説明の機会を頂き、ありがとうございます。

それでは、資料1を御覧ください。表紙めくっていただいて、1ページ目ですが、まず経緯について御説明します。

平成28年12月に原子力関係閣僚会議におきまして、「もんじゅ」を廃止措置する旨の方針が決定されましたが、その際、将来的に「もんじゅ」サイトを活用して新たな試験研究炉を設置するという方針も示されました。それを受けまして文部科学省では、平成29年度から令和元年まで、多様なステークホルダーからなる外部有識者委員会において、新たな試験研究炉に関する調査を実施してきました。この際、国内のみならず、海外、これはIAEAとか試験研究炉を有している大学の専門家も集めて、地元敦賀市でもって国際シンポジウムを開くなど、この調査に当たっては様々な御意見を聞き、そして地元に対しての説明もしてきました。この調査を受けまして、昨年5月ですが、複数の炉型候補を選定しまして、その地元の意見聴取、そして文科省の審議会での議論も経まして、具体的な炉型については幅広い分野で基礎から産業利用まで対応可能で、利用者の規模も大きい、中性子ビーム利用を主目的とした中出力炉に絞り込んでおります。この絞り込みを行ったのは昨年9月です。

この試験研究炉について、今後概念設計、そして運営の在り方の検討を進めていくに当たって、まず公募によりまして中核的機関を選定しております。この中核的機関としては原子力機構、京都大学、福井大学が選ばれております。

次のページにちょっとその体制について御説明しておりますが、この中核的機関それぞれの役割は、まず原子力機構は「試験研究炉の設計・設置・運転」ということで、これまで様々な試験研究炉を設置・運営してきた経験を基に、今回の試験研究炉も概念設計、そして地質調査を担当します。京都大学は、京都大学のKURを長年運用してきた実績から、「幅広い利用ニーズの集約とサービス提供」の在り方について検討の中心に立つ。福井大学は、「地元の大学、研究機関、企業等との連携構築」をやるという、この三者の役割分担で行い、コンソーシアムを更に構築をして、関係機関各界、産業界等から様々な意見を集約して、この設計、そして運営の在り方検討に役立てていくと、そういう考え方でありまして。

また1ページ目に戻っていきまして。このコンソーシアムの初回会合が3月23日に行われました。場所は福井大学附属国際原子力工学研究所、これは敦賀キャンパスにありまして、出席できない者はオンラインでつなぐという形で、プレスフルオープンで行いました。この

主な出席者としては、コンソーシアム委員、これは地元からは福井県庁から地域戦略部長、そして敦賀市からは副市長、そして地元の商工会議所関連の組織。そして、地元企業を代表して日華化学と東洋紡からも参加していただいております。あと、地元の若狭湾エネルギー研究センター。そして、アカデミアからは、日本原子力学会、日本中性子科学会、そして近畿大学。産業界からは、日本原子力産業協会、日本アイソトープ協会、放射線利用振興協会、中性子産業利用推進協議会、そしてあと中核的機関からそれぞれ専門家が出るという形で開催いたしました。冒頭来賓として敦賀市長、そして文科省からも研究開発局の審議官が出席しております。

主な議題としては、1回目なので活動方針を確認するとともに、令和2年度も11月にこの中核的機関が選定された後の活動、そして今後の検討するためにまず参加者からいろんなニーズを御披露していただいたということです。今年度以降も年に2回程度開催していく予定であります。

3ページ目、御覧いただけますと、今後の検討スケジュールというのが出ています。一番上のカラムは、これは長期的なスケジュールですが、現在令和2年度から令和4年度にかけて概念設計活動を行っております。その詳細が下に書いてございますが、運営の在り方としては、このコンソーシアムで意見を吸い上げながら、ニーズの整理、あるいは人材育成、利用運営、地元との連携構築の仕組みを検討していく。あと、原研機構中心となって概念設計ということで、炉心の検討、あるいは付帯設備、施設のレイアウトなんかを検討していきます。あと、実際の設計に当たっては、地質調査が非常に重要ですので、もう既に令和2年度から始めていますけれども、今年度から本格調査。これら結果を踏まえまして、令和4年度中には詳細設計の方に移っていくということを考えております。

4ページ目御覧いただきまして、第1回のコンソーシアム委員会での主な意見を簡単にまとめております。まず、地元自治体からは、人材育成のみならず産業利用を積極的に進めてほしい。特に地元企業に優先的に利用させる仕組み等を検討すべきという御意見がありました。また、京都大学のKURは2026年で運転を停止する見込みということで、その後継的な位置づけでもあるこの試験研究炉の早期の運転開始が必要だと。あと、この研究炉自身が福井県の示しております嶺南Eコースト計画の中での一つの目玉でありまして、福井県としても積極的に組織的に支援していくという表明がありました。また、1番目のポツと関係しますけれども、やはり地元で経済的にどれだけ貢献していくかというのを具体的にしてほしいと。そういったものを踏まえながら、企業の研究所等の誘致につなげたいということで

した。

地元の産業界からは、中性子利用というのはまだ地元企業にとっては非常に未知というか敷居が高いということで、是非伴走型の支援というものが重要だという御意見ありました。あと、敦賀市はやはりこれまで発電所とか建設保守が中心となってきたというところもあって、こういう試験研究炉を使った中性子利用というものを育成していくことが重要だと。あと、「もんじゅ」サイト自身が敦賀市からはかなり離れたところにあるということで、この辺のアクセスとかそういったところをしっかりとサポートすることが重要だとありました。

アカデミアからは、やはり原子力学会、中性子学会等期待が非常に大きくて、それらの組織でも自発的にいろいろな検討を始めているということです。新規の研究炉の新設は、高温ガス炉以来久々のものでもありますので、使い勝手よく長く使われる炉にすることが重要である。あと、地域振興の面でも重要ですので、地元と共生するモデルケースを作っていく。その観点からも、シンボリックな成果をどう創出していくかということが重要だという御意見がありました。

あと、原子力とか放射線利用関係の産業界からは、特に医療・産業など幅広い利用が重要で、利用スケジュールの策定とか、やはり運用の透明性確保、また企業にとってタイムリーな利用ができるようにしてほしいという御要望がありました。あと、特に医療面ですが、医療のすそ野は広いので、医療での地域振興、あるいは輸入に頼っている医療用のR I製造についての高い期待が示されました。あと、合理的な規制の在り方というものをタイムリーにこの炉を作って運用していくという面で重要だという御意見がありました。

今後、先ほど申し上げましたとおり、年に2回程度このコンソーシアム開催しますが、テーマによってその下にワーキンググループとかを作って積極的に検討していくということになっております。

5ページ以降は参考資料ですので、お時間があるときに御覧いただければと思います。

以上です。

(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、お願いいたします。

(佐野委員) どうもありがとうございました。久々に前向きな話を伺ったという感じでございます。是非よろしくお願ひしたいと思ひます。

これは、コンソーシアムを作って第1回目の会合を開いた中で、地元の自治体や、産業界

あるいはアカデミアや原子力・放射線利用関係者などを相手にするという事だと思っておりますが。もともと民間も入れているという発想はあったのですか。

(松浦課長) はい、この建設運営に当たってその民間企業も入れてということですね。

まず、この建設設置主体をどうするかというのはこの炉型の絞り込み等のときには議論もありまして、大学はやはり今資金的あるいは人的リソースの面からもこういう原子力施設を長期的に運営していくのはかなり難しくなっている。そういう意味で、やはり公的な性格を持った機関が運用していくのが重要だろうと。そういう意味で原研機構はこれまでたくさん試験研究炉等を設置・運転してきた経験があるので、やはり実際の設置者としての申請をどこか法律に基づいてする必要があるという意味では、原子力機構がそこに一番適格だろうということでありました。ただ、実際の建設に当たっては、民間企業とかあるいはユーザー、あと利用面からは、京都大学のようなユーザーサポート、長年の経験を有しているところもありますので、そういったところと連携してやっていくということがいいんじゃないかという御議論の下、今こういう体制で検討しているところであります。

(佐野委員) ありがとうございます。

例えば J-PARC の場合、利用者の中に茨城県のラインがありますね。同じようなことを考えてらっしゃるのですか。

(松浦課長) 議論ではそういうのがありました。地元企業に優先的に利用させる仕組みとか、あるいはタイムリーな利用ができる仕組みというのは、J-PARC だと県が専用のビームラインを確保して、そこで県の運用方針の下にいろいろ進めることができる。いわゆるアカデミックなユースだと、やはり公平性、透明性が非常に重視されて、半年に 1 回公募をして、ピア・レビューを経て選ぶといった手法が重視をされ、産業界のタイムリーな選定からすると、なかなかそこは合わないところを、一定規模あるいは一定リソースをそういうところに専用に振り向ける形をやるという意味で、茨城県のケースはある意味いいプラクティスになっているのではないかと。そういったことも考えながら、今後いろいろ検討していくことになっております。

(佐野委員) ありがとうございます。

次回の検討会、コンソーシアムの会合はいつごろでしょうか。

(松浦課長) 半年に一回程度を念頭に置いております。ただ、コンソーシアムはテーマに応じてワーキンググループなんかを作っているいろいろな検討していくので、半年間何も動かないというわけではなくて。あと、その検討の過程はいろんな形で外に発信していければというふう

には思っております。

(佐野委員) ありがとうございます。

(中西委員) どうも御説明ありがとうございました。

これから研究用といいますか原子力発電ではない炉ができるというのは非常にうれしいというか期待するところでございます。

昨年度中出力炉に絞り込んだということは、6ページにございますけれども、10メガワット未満ということで、500億円ぐらいのものを考えられていると思います。皮は作れて、多分中身をどうしようかと今いろいろ御議論されていると思います。この4ページを見ますと、大きく分けると企業、でも何したらいいか分からないけれども、企業の役に立つもの、それから医療と、読み込めるわけでございます。何をするか、日本でのすみ分け、または、海外と比べて、海外ではここまでだけれども、日本ではこれだという議論もこれからされる予定でしょうか。

(松浦課長) まず、こういう大体数メガから十数メガぐらいの試験研究炉でビーム利用という意味では、先生おっしゃるように、JRR-3が今動いていると。JRR-3の隣にはJ-PARCもあって、中性子利用面では今いろんな広がりが出てきていると。この炉がいつできるかという問題もあるのですが、そんなにすぐにできるわけではないので、今だんだん中性子利用が広がる中で、JRR-3とかだけでは賄いきれないようなニーズが出てくれることを期待しております。そういった意味ではこの炉が少し遅れて出てきて、より幅広いユーザーニーズを捉えるような形になっていければいいなというふうにまず思っています。

あと、いろんなタイプの炉は確かにあって、材料照射をしようとするにはややここはパワー的にも物足りない。炉内ではなくて炉外にビームを引き出して使う方がメインですので、おのずと照射のニーズは限られてくるかもしれないのですが、そうはいつても、RI製造でも期待が高いので、まずビーム利用もやりつつ、そちらのニーズも満たしていく方法がないかというような検討をしていくと。あと、世界的に見ても、やはりそういった研究炉を使ったビーム利用とか照射というのはだんだん数が限られてきているところもありますので、外国との連携協力を視野に入れながら、日本としての強みとか売りみたいなのがあって、そういう相互補完関係とかできていくと思いますので、そういった議論をしっかりとやっていきたいというふうに思っています。

(中西委員) それともう一つ、企業が入ってやってほしいという声もたくさんありますし、多分いろんなことをされると思うのですけれども、そうしますと、主体がJAEAで、企業は

運営面といいますか、国が作ったものなので、それを一部貸すことになるんでしょうか。その減価償却とかいろいろあると思うのですが、企業が運営にうまく入り込んで利益を持ちつつ進んでいくというようなお考えなのでしょうか。

(松浦課長) はい。具体的に減価償却の部分まで料金転嫁していくかどうかというのは、まだ料金体系考えていないところではありますが。ただ、公的機関が作った試験施設を民間の供用に出してやっていくというのは、S P r i n g - 8 とかほかでもいろいろ J - P A R C も含めて例がありますので、やはりその成果を公開するのか占有するのかとか、その辺で差が出てくるところもありますので、正に占有して企業が自らの権利化も含めて製品開発につなげていく。

クローズにやっていくとなれば、当然その料金は高くしていくという考え方が主流かなと。そういったところの料金体系とか利用の在り方はこのコンソーシアムの検討も踏まえながら、今後具体的にしていくというところであります。

(中西委員) どうもありがとうございました。

(上坂委員長) どうも松浦課長、説明ありがとうございました。幾つか質問させていただきます。今正におっしゃられていた、この規模の炉と、それから材料照射のようなもう少し規模の大きさ数十メガの炉、ターゲットは大体この二つぐらいに絞っているかなと思うのですが。この6ページですね、ここまで整理された表を見て、実現性、時間スケジュールとかそういうことに鑑み、この中型、中出力ということになったのですかね。そういう意見もあった上で議論になって、こういうところに収束しているのですか。

(松浦課長) そうですね。やはり特に場所の制約もありますけれども、利用の広がりという面では、このタイプ、中出力炉での中性子ビーム利用が一番すそ野が広いんじゃないかと。より高出力炉ができればよかったんでしょうけれども、そこはやはりスペースの制約もありますので、ここが妥当な線だったということになるかと思えます。

(上坂委員長) ここまでの準備、1ページ目の経緯の2個目の○に経緯が書いてあります。ここまでのこの議論、委員会とか、海外との議論の結果は大体こういうところに収束といえますか、最適化してきたというふうに考えればいいですか。

(松浦課長) はい。

(上坂委員長) 分かりました。

それから、その中で地元企業の関わりが非常に重要だと思うのです。そこに幾つか業種が出ていましたけれども、一つ医療応用も期待が高い。この定例会議でもここまで核医学者、

著名な2名の方の御説明を受けたのです。もうその方の資料にはこの研究炉の計画が入っていました。ここを期待と書いてありました。きっと全てこの炉で日本全部を供給するということはないと思うのですが、幾つか分散して、加速器も使った拠点ができるんだと。きっとここがその中の大きな拠点になると思うので、かなり核医学の期待が高いというのは実感でございます。

(松浦課長) 核医学学会からも直接お話伺っておりまして、こことかあるいは「常陽」含めて、やはりR Iの国産化を可能な限り進めてほしいという御要望を頂いておりますので、我々非常に重要な御意見として、是非その実現に向けてしっかり取り組んでいきたいと思っています。リソースがある程度必要になりますので、その際原子力委員会からも御支援いただけると大変ありがたいなと思います。

(上坂委員長) それから、それ以外の地元産業も非常に重要です。若狭湾研究センターもある。かなり放射線を使う企業が多い。例えば材質の改変とか。今日たまたま新聞でガラスの表面を滑らかにすると濡れ性がなくなると、水滴が付かなくなるといっていたのです。中性子当てると濡れ性上がるのですよね。そういう長年の研究もあるので、素材研究への期待がかなり大きいですかね。今まではイオン照射とかX線照射とかが多かったと思うのですがけれども、中性子照射ですからね。非常に特徴が出てくる。素材産業に対しては。

(松浦課長) そうですね。ただ、やっぱり地元の企業は、なかなかそうは聞いても経験がないので、やはり、ここに伴走型支援と書いてございますけれども、やはりそこでいろいろ学んでいながら、実際の炉の利用につなげていきたいと。期待は高いのですがけれども、まだまだ未知の分野でもありますので、そこは今後の発展に期待というところだと思います。

(上坂委員長) それに関連して、以前松浦課長も御説明されたJAEAさんの現状と今後の展開の御説明の中で、成果展開事業というのがありました。実は私その委員長も何年かやっていたのでよく知っています。JAEAさんの特許とか論文とか、そういう技術を企業で実用化するというプロジェクトで。私もその審査していると、福井の企業も多いのです。応募してきて、そしてJAEAさんの技術でさっき言ったような物質改変とか。このメガネフレームを強くしたのがある。単独で企業さんに任せっきりじゃなく、JAEAさんが付いているので、JAEAさんのそういう事業も使って、是非主導して、一緒に盛り上げていただければなと思います。

(松浦課長) はい。福井県庁も結構そこは非常にサポートに積極的で、かつ福井大学も関わって、地元企業でこれを使いながら産業振興に結び付けていきたいというのが様々なところか

ら出ていますので、JAEAだけじゃなくて、県庁、あと地元の商工会とか、あと福井大学、含めて積極的にサポートしていきたいと思います。

(上坂委員長) はい。それから、正に冒頭佐野委員もおっしゃられた、久々の新規建設案です。やっぱり作るのは日本企業でしょう。きっとJAEAさんが主導して企業さんが作ると思うので、そうしますと、作る人材育成になりますよね。

(松浦課長) そうですね。やはり作るのと運営と全く違う人材ですし、そこは原子力関係メーカーのやはり人材維持、育成にも非常に貢献していけるというふうに思っています。

(上坂委員長) 今後のことなので細かい話なのですがすけれども。たしかノースカロライナの大学の研究炉だったと思うのですがすけれども、国際会議でノースカロライナの先生からお話を伺ったのですが、かなり共同実験とか利用とかデータ整理がもうデジタル化されて、ネットワークでつながっている、と。きっとそうなり得るのですよね。これが利用されると、インターネットで世界中から実験者が参加して、オンラインでどんどんデータ取得して、分析していったと、そういう時代になるのですか。

(松浦課長) そうですね。研究現場のDXも非常に重要ですし、やはりそこら辺はどんどん進めていきたいと。

(上坂委員長) たしかノースカロライナだと思う。非常に進んでますので。

(松浦課長) はい、ちょっと勉強します。

(上坂委員長) それから、多くのユーザーの方に来てほしいので、やはり実験施設だけじゃなくて、生活というか、宿舎とか生活空間も整備してあげることが必要。どこもそうなのですがすけれども、ちゃんと生活空間も作っていただいて、ユーザーの方々にも過ごしやすい環境を作っていただければと思います。

(松浦課長) はい。

(中西委員) どうもありがとうございました。何年後にできるか分からないのですがすけれども、これができて、それからあと何年かたつと維持費とか問題になってくると思うのですよね。それを考えると、例えば半導体産業は1兆円を超える規模はやっぱり原子炉で作ったのですよね。日本は世界のインゴットの7割を製造しているとなると、もちろんほかの企業も参加して、もしそういう企業も入ってこられれば、将来の利益を少し還元してもらって運営費が出るというような仕掛けも考えていただけるといいかなというのが一つと。

あともう一つ、細かい話ですが、アイソトープ製造をもしされるとすると、よく委員長おっしゃっているのですが、ケミストリーが大切なのですよね。ターゲットからものを取り出

すのは、化学的な側面が必要で、どこがいいか分からないですけれども、例えば放射化学会がありますので、何か話を聞いていただけるといいかなと思います。JAEAさんの中にあるかもしれないですね。

(松浦課長) ありがとうございます。維持費を稼ぎながらやるという御指摘、非常に重要ですので、どこまでできるかあれですけれども、頑張っていきたいと思います。

ただ、アイソトープの方ですけれども、いろいろ聞くと、やはりその生成の過程の方は逆にその専門メーカーもあり、むしろ知見が少ない原子力機構よりは、やはり餅は餅屋みたいながあるので、そこまで心配しなくてもいいというふうに核医学会の方からも言われたりしているので、実際ここでまず作れるというところの検討を深めながら、じゃあ実際作るとなったときの体制あたりを併せて検討していくかなというふうに思っています。

(中西委員) ありがとうございます。

(上坂委員長) ほかに、よろしいでしょうか。

それでは、どうもありがとうございました。

議題1は以上でございます。

次に、議題2について、事務局から説明をお願いいたします。

(竹内参事官) 二つ目の議題は、核融合研究開発の現状についてです。本日は、文部科学省研究開発局、岩渕研究開発戦略官より御説明を頂きます。

それでは、御説明の方をよろしくをお願いいたします。

(岩渕研究開発戦略官) それでは、資料2に基づきまして、御説明いたします。文部科学省の核融合担当の岩渕でございます。

資料2の1ページを御覧いただければと思います。目次でございますが、本日は、核融合研究開発の現状についてということで説明する機会を頂きまして、まずはありがとうございます。また、核融合研究開発に伴う課題についても少し触れるようにという御示唆も頂いておりましたので、特に重要な課題であります人材育成などにつきまして少しここで問題意識をプレゼンさせていただければと思っております。

続きまして、3ページを御覧いただければと思います。ここから核融合の研究開発の現状につきまして簡単に御紹介をいたします。核融合の研究開発の国の政策的な位置づけについて、まず御紹介を申し上げます。3ページでございますとおり、令和3年3月の閣議決定にあります第6期科学技術・イノベーション基本計画、あるいは下の方、平成30年7月の閣議決定であります第5次のエネ基の方にそれぞれ核融合の必要性につきまして記載をしてい

ただいているということで、科学技術政策及びエネルギー政策の観点からの位置づけを頂きながら、核融合の研究開発を推進しているという状況でございます。

続きまして、4ページを御覧いただければと思います。4ページは、現政権の下での核融合の位置づけでございます。御案内のとおり、昨年10月の総理の所信表明演説で、カーボンニュートラル2050年までにという目標を総理が演説の中でおっしゃられたと。この中で核融合という明記はないものの、革新的なイノベーションが必要であり、実用化を見据えた研究開発を加速度的に促進するというような御指摘があったところでございます。これを受けまして、政府部内で様々な政策議論が活性化をしている状況でございます。

例えばということで次のページ、5ページを御覧いただければと思いますが、5ページは昨年の12月の成長戦略会議の資料をそのまま付けさせていただいています。2050年カーボンニュートラルに伴うグリーン成長戦略といった中でも、原子力産業の成長戦略「工程表」の中に核融合という形で位置づけられているところで、もちろんこれ核融合につきましては息の長い長期的な取組が必要という位置づけではございますが、長期的なイノベーション、研究開発の必要性という点がこうした政府文書の中でも位置づけがあるかと。こうした中で核融合の研究開発、これを推進しているという状況でございます。

続きまして、6ページを御覧いただければと思います。6ページは核融合エネルギーの段階的研究開発という資料でございます。核融合は、非常に長期的な取組でございますので、段階を追いながら、フェーズドアプローチと捉えておりますが、段階ごとの研究を一步一步進めていくという段階でございます。この瞬間、現在取り組んでいる段階は、科学的・技術的実現性について実証するための核融合研究開発を行っているということでございます。例えば、燃焼プラズマの達成・長時間燃焼の実現、あるいはその後発電を行う原型炉に必要な炉工学技術の基礎の形成、こうしたことに現在我が国の研究機関において取組がなされている。また、この中では国際教育、国際協調ということも実施しておりまして、現在フランスのカダラッシュにおきまして核融合実験炉でありますところのITERを建設中でございます。ITERについては次のページでまた御紹介をいたしますが。こうした多国間プロジェクトITER。あるいは幅広いアプローチ活動ということで、これは日EUのバイラテラルな国際協力で行っているプロジェクトですが、こうした幅広いアプローチ活動、こうした国際協力を交えながら、主要国と軌を一にしながら核融合研究開発を現在進めているというところでございます。

そして、このITERにおける技術的な実証がきちっと済みましたら、次の段階に進むと

いうことであります。これは将来時点において次の段階、技術的実証、そして経済的実現性の実証という段階に次の段階は進んでいくということで、この時点では発電実証、経済性の向上といったことがアジェンダになるだろうということでございまして。ITERにおけます核融合反応の実現は2030年代を予定しておりますので、それが無事に完了いたしますと、いよいよ次の段階について検討するということになるかと考えております。

続きまして、7ページを御覧いただければと思います。7ページは、ITERに関する資料でございます。ITERについては、釈迦に説法ではございますが、2007年にITER協定を締結いたしまして、日本をはじめEU、アメリカ、ロシア、中国、韓国、インドの7か国、7極により現在推進をしているプロジェクトでございます。もともとの発端は、1985年、レーガン・ゴルバチョフ首脳会談が発端ということで始まった核融合地上に太陽をということを実際に実現するための最初の装置ということで開始されたものでございまして、左側にありますとおり、現在フランスのカダラッシュにおいて建設が進んでいるところでございます。計画スケジュールとしては、2025年運転開始、そして2035年に核融合運転、実際にエネルギーを取り出すところが、2035年に予定されております。

右の方に装置の図も書いてございますが、技術的な目標としておりますのは、入力エネルギーの10倍以上の出力を得る状態を長時間、300秒から500秒維持するということが主な目標になっております。具体的に、この炉は実験炉でございますので、発電は行わないわけですが、熱出力といたしまして50万kWを得るところが目標。また、入力エネルギーに対する出力の割合、先ほど申し上げましたとおり、10倍以上ということがパラメータとして設定をされてございまして、現在各国の機器を持ち寄りながら、日本については例えば超電導コイルの調達、研究開発、これを担っておりますけれども、そうしたものを持ち寄りながら、今組立てが南仏の現地のサイトで進んでいるところでございます。

次のページ、8ページを御覧いただければと思います。こちらは日EUのバイラテラルなプロジェクトであります幅広いアプローチ活動の現状について御説明をしたものでございます。ITERの誘致の際の経緯もありまして、日本とEUの間ではバイラテラルのプロジェクトとしてITER計画を補完・支援するための先進的研究開発を実施するというようになってございまして、2007年にブロードアプローチ協定が発効しております。この先進的研究開発を青森県六ヶ所村並びに茨城県那珂市において現在進めているというところでございます。詳細は割愛いたしますが、各拠点においては先進的超電導トカマク装置の建設、あるいは核融合中性子源用の加速器の建設実証、そして国際核融合エネルギー研究センター事

業等が行われております。

最後に申し上げました（３）国際核融合エネルギー研究センター事業、この中では、今DXの話も先ほどございましたが、ITERの遠隔実験というための研究というのも行ったりします。実際に遠隔実験システムの改良などを、ちょうどこのコロナの時代になりまして、この日EUの共同プロジェクトもヨーロッパ側から六ヶ所の研究所に人を派遣しにくいということもありますので、リモートの実験システムの研究、これはもともとITERの遠隔実験というのは構想にあったわけですが、加速をさせているというところがございます。また、ITERの遠隔実験、これは非常にビッグデータの取扱いの典型的な事例で、そうした観点からも注目を集めているところがございます。

以上が核融合の研究開発の現状を御説明しましたが、この後少し人材育成などの課題について御紹介をいたします。10ページをお開きいただければと思います。10ページには核融合人材を取り巻く現状ということで、少し文科省の審議会の資料をそのまま持ってきましたけれども、将来核融合に必要な人員と、現在の人員ではだいぶギャップがあることと、どうやってこの人材を育成していくかということが課題であると考えておまして、大学における例えば博士課程の進学率につきましても低下傾向の中、どういう処方箋を打つのが大きな課題というふうに認識をしているところがございます。

続きまして、11ページ、そうした人材の問題に取り組むために、幾つか取組を行っているところですが、例えばということで、博士課程の学生を増加させるための取組、あるいは下の方にアウトリーチということで、より低い、若い世代に向けた、子供向けを含めたアウトリーチ活動、興味の喚起のための活動の重視ということ、これを重点的に進めていくべきだということでありまして、次のページ以降、現在取り組んでいる施策を紹介しております。

12ページを御覧ください。12ページには核融合アウトリーチ活動ということで、現在取り組んでいるものについて御紹介をしておりますが、こちら実施体制ということで、文科省あるいは量子科学研究機構、あるいは核融合科学研究所、大学、こうしたメンバーでアウトリーチヘッドクォータを構成し、一般国民向けの核融合の理解増進のための戦略を練っているところがございます。

具体的な活動としては、右の方でございますように、核融合研究の分かりやすいホームページの開設などをやる、あるいはこちらはまだ紹介しきってないですけども、最近ではこのアウトリーチヘッドクォータのメンバー、有志によって中高生向けの核融合の書籍、入門書のようなものを執筆するといった形で、まだまだなかなか知られていない核融合の認知度

を高め、対国民の御理解を深めるというためのアウトリーチ活動の充実を図っているところでございます。

13ページを御覧ください。人材育成、特に大学院教育のところでございます。大学院教育に関しまして、この強化のために幾つかの取組を行っておりますが、中核となりますのは、やはり総合研究大学院大学の核融合科学専攻というところでございます。5年間の博士課程、大学院大学でございますが。こちら現在核融合科学専攻在籍者23名、博士号取得者、累計で157名というところですが、こちらの入学者を高めるための努力というところでやっております。最近数年間は少しずつ入学者も増加傾向という傾向も見られており、この傾向を維持するためのいろんな説明会の回数増加、あるいは出張講義などの活動、地道な活動ですが、これしっかり取り組んでいくということをしております。

また、13ページの下の方に、総研大以外の大学院教育、これも当然重要でございます、例えば、連携大学院ということで、NIFSには研究装置もございますので、核融合化学研究所、NIFSにおいて学生さんに研究をしていただきながら、学位は出身大学の方で取っていただくという連携大学院、これは名古屋大学、九州大学、東京大学との間で核融合科学研究所が協力しながら運営していくことで、核融合科学研究所と大学の連携を強化する中、大学院教育の充実を図るという方向性の下で今取組を進めているところでございます。

最後、14ページでございますが、これはポストドクレベルの取組ですけれども、核融合研究開発を牽引する卓越した総合理工学者を育成するための特別研究員制度というのを核融合科学研究所が中心となって今運営を開始したところでございます。こちらまだ開始したばかりですので、今後の成果、ポストドクレベルの人材育成というところで成果を出すことを期待しております。

最後のページ、15ページでございます。その他、今日はちょっと人材育成に特化して御説明しましたが、産業展開も極めて大事ということで、息の長い核融合のプロジェクトを産業界の皆さんとどういう関わりを持っていくのかということとは難しい課題でございます。ただ、核融合につきましては、比較的産業展開の可能性も大きく開けているということで、この事例は超電導技術の事例を一例御紹介しておりますが、核融合においては超電導の非常に先進的な技術が必要ということで、この核融合プロジェクトの中で我が国のメーカーの皆さんにもこの技術開発に取り組んでいただきました。その波及効果として、例えば医療用のMRI、こうしたものにつながる成果が得られているということで、これはメーカーさんの方にもそういう意味で核融合プロジェクトが役に立ったと言われているような事例を御紹介差

上げました。

ちょっと長くなってしまいましたが、以上でございます。

(上坂委員長) 御説明ありがとうございます。

それでは、質疑させてください。それでは、佐野委員の方からお願いいたします。

(佐野委員) 詳細な御説明ありがとうございます。

核融合エネルギーを実用化するという言わば人類の夢ですが、それを2007年のITER協定から14年たって、更にあと14年後の2035年に運転を開始すると、ちょうど我々は今、道半ばにいる訳です。

カダラッシュのリーダーや青森の研究センター等々が関係して行われている訳ですが、プロジェクトの波及効果として、どのようなことが考えられますか。大きなプロジェクトを立ち上げると、産業のすそ野が広がっていくと言われ、例えばアメリカにおける宇宙開発も、NASAがやった訳ですが、民間の様々な産業が裨益して、アメリカの産業全体のすそ野が大きく広がったということをよく言われます。このITERで医療用MRIとか粒子線がんの治療装置の開発とか、先端技術を進める過程で、プロセスで、ちょうど今半ばにいるわけですが、プロセスで、そういう関連の産業といいますか、技術はもちろんですが、関連の産業が裨益している面はかなりあるのでしょうか。それは日本に限らず、フランスにおいてもそういう技術の開発と共に関連する産業の発展があるのでしょうか。

それから、課題として主に人材育成に焦点を当てて説明していただいたのですが、今後核融合の運転が開始するまで、技術的な課題、乗り越えていくべき挑戦というものが当然あるかと思うのですが、それらを乗り越えていく見通しはどうでしょうか。

(岩渕研究開発戦略官) 大変難しい質問ありがとうございます。

波及効果ということで、ここでは超電導技術などを挙げましたけれども、ほかに例えばビッグデータのハンドリングという点でも非常に先進的な事例になりますし、また、これもリモートハンドリングのようなメンテナンスの技術というのもこの中で相当開発しています。ここは日本が強い分野でもございますけれども。

また燃料としてリチウムを活用するのですが、リチウム資源を海水から入手するという技術、この核融合のプロジェクトの中で研究をしているのですが、実はこれが当然リチウムバッテリー等のリチウム資源確保の戦略の中でも使えるということで、JOGMECさんとQSTの間のプロジェクトが立ち上がりつつあるというところで、そうした比較的核融合を契機としながらも、関わりのないところに波及する効果というものも発生していると。核融合

の中でも中小企業さんで、金属加工で強みを持った日本の中小企業さんが核融合研究の中で培った技術力をもって、欧州の、ヨーロッパの研究機関の核融合実験炉の受注を取ってくるという事例も出ていますので、そうした経済効果というのものもあるのかなと思います。

人材育成のみならず技術的な課題見通しあるのかということですが、これまで進めてきたITERでの技術開発の中では、これまでのところ非常に大きな問題があるということにはなっていないで、あえて言えば、若干事前に想定したコストよりも掛かっていますが、そこはいろんなリファインメントが必要なところがあると思います。これまでのところ技術的には当初狙っていたものでうまくいきそうだとということになっているところがございます。もちろんこれは2025年、2035年、実際に運転開始をしてみないと分からない部分ではございますが、技術開発という点でいうとそんなようなことが言えるかと思います。(佐野委員) ありがとうございます。2点目はよく分かりましたけれども、1点目の産業界がこのITERの計画あるいは関連の計画のために大きく裨益していると言えるのですか。

(岩淵研究開発戦略官) 企業ごとにいろいろお立場あると思いますけれども、原子力のプラントを担当している部署で、若干今仕事が一時的に少なくなっているという、そういうラインの中でこの仕事をしている。という受け止め方をさせていただいている企業さんもありますので、そういう意味でいうと、この技術ですね、長期的に大きくなる可能性があるということで、企業さんはしっかり取り組んでいただいていると理解をしています。

(佐野委員) ありがとうございます。

(中西委員) どうも詳しい御説明ありがとうございます。運転開始が2025年12月というともう4年後ですね。それから、10年たったら核融合の運転開始ということ。あと4年、まあ少し遅れるとしても、大体形ができてきたと考えてよろしいでしょうか。

(岩淵研究開発戦略官) はい、今年の夏から組立てをフランス現地で進めておりまして、実際に今ものが組み上がりつつあります。それは大きな進展ではないかというふうに思っております。

(中西委員) その後人材育成とか産業展開とかお話になったのですが、この現地で組み立てるところでの課題はどこか。日本が一番、プラズマを作るところの技術を担当して、例えばこのコイルを作っているとか、日本が中心になってしているところほどこと言えるんでしょう。

(岩淵研究開発戦略官) これまでのITERの開発の中で、プラズマを閉じ込めるというところ、これが一番大きな技術でして、これはいわゆる超電導コイルです。これは日本とEUが担当しておりますので、日本の担当分野はそこになります。

(中西委員) ITERの一番閉じ込めるところですから核心的なところですね、そこがかなり皮が出来上がってきたと考えてよろしいでしょうか。

(岩渕研究開発戦略官) はい、これは実際日本の超電導コイル、既に現地に出荷を一部しております、その超電導コイルを他の機器と組み合わせるという組立て工事を今今年の夏から現地で始めたということになっています。

(中西委員) 4年ぐらい、運転開始は14年ですけど、運転開始までの大きな課題というのはどういうところでしょうか。

(岩渕研究開発戦略官) 率直に申し上げて、コロナが今発生しております、コロナに伴ういろんなスケジュールの乱れが生じていることはあります。これがまだ収まりきっていませんので、どのぐらいこの影響が生じていくことになるのかという点は7か国とも非常に懸念、心配をしているところであります。

(中西委員) どうもありがとうございました。

(上坂委員長) 岩渕さん、どうも御説明ありがとうございました。幾つか質問させていただきます。

6ページなのですが、核融合装置システム開発を見ていて、非常に整理されて最適化されているなという印象です。国内ではJT-60SAですかね、もうすぐ運転開始ですよ。完成してですね。それから、世界的にはITERと。私も2年前見学してきまして、正に建設中の現場を見てきました。それで、本当に国際連携がうまくいっているなど、すばらしいなと思います。

それで、私も30年大学で教鞭取ったのですが、その印象でいくと、高校生や若い学生、理系の学生にとって、核融合というのは非常に大きな夢の一つなのです。それで、私もちょうど去年の今頃、1年生向けに原子力の討論型の講義やったのです。Zoomで討論型やったのですけれども。その中の5名ほどが核融合やりたいと言っていて、それで見学も行きたいというので、コロナだったので非常に気を付けて連れて行きましたけれども、ひたちなか市のJT-60SAを見学させてきました。とても興味を持って見ていましてね。ですので、ああいう学生はずっとこの業界に持っていきたいですよ。

ところで、今日も問題の指摘がありましたように、10ページのように、ちょっと人材が足りないということ。今後は、人材育成となったら文科省の核融合科学研究所が中心になって。ネットワークがあるので、次のページにもありますし、いろいろアウトリーチ活動があって、13ページ、14ページですね、連携大学院、それから総合研究大学院大学あります

から、是非これで更に強化していただいて。学生から見ると中身が見やすいと思うのですね。核融合研にもすばらしい装置ある。ひたちなか市に、那珂研には世界でナンバーワンに近い JT-60SA がある。さらに国際協力でもっと大きいのができていくというので、非常に見やすいと思うので。また、インターンシップとかそういうプログラムもいろいろありますし、そういうのを使って是非人材確保と育成を更に強化していただきたいと思いますね。

それで、そのときに、最後のページなのですけれども、やはりアウトリーチといいますか、核融合システムの要素技術を、いろいろあるのですが、それがもう非常に幅広く社会に役立っているということをもっと積極的に PR したらいいかなと思いますよね。今日ここでは超電導で、正にそのとおりでして、正に核融合があって大型の超電導マグネットができてきたと思うのですよ。それから物理用の加速器とか、ここにもある粒子線加速器の小型化装置とか、MRI ですよ、それからリニアモーターカーですよ、そういうものは恐らく核融合技術がなかったらできなかったと思うのですよね。これらがもうすごい成功例。現在 ITER の多田副機構長は超電導の研究者でした。正に核融合、それから特に日本の技術の中心というのはこの超電導であると思うのですよ。ですから、これのアウトリーチをどんどん広げて宣伝していただきたいと思う。

あと、高周波加熱とかですね。例えば半導体製造の薄膜技術はほとんどプラズマの高速加熱ですから。プロセスプラズマというのですけどね。ですから、半導体製造技術にも欠かせないプラズマ成膜技術というのはあります。

それから、最近たしかプラズマ核融合学会誌に出ていたと思うのですが、数年前、去年かな、プラズマ医療という特集がありました。直接皮膚に当てるとか、プラズマ医療というのも新しいキーワードとして出てきている。遠隔操作ロボットもあるし、デジタル技術も当然あると思います。

現在日本学術会議の大型計画の中にプラズマ複合科学というのがあるのですよ。きっとあれは今私が申し上げたような、様々なプラズマの技術を融合させた計画にしていると思うのです。きっと核融合科学研究所が中心となっている。

ですから、そういう形で、もちろん大目標は核融合発電ですけれども、それ以外にも要素技術のアウトリーチ発展はいっぱいある。今日の御説明の中にあつた、12 ページですね、これを使って、こういうようなツールを使ってもっと PR していくとすそ野が広がるんじゃないかと思うのですがいかがでしょうか。そのような、超電導以外のアウトリーチの PR についてはいかがでしょうか。

(岩渕研究開発戦略官) 非常に重い御指摘を頂きました。波及効果の広さをもっと訴えるべきだということで、我々もそういう問題意識ちょうど持っておりましたので、今プラズマ、例えばプラズマ加熱、あるいはその遠隔操作、こうしたものについてもより産業的な波及効果をもっとアピールしていくと、こういうことは我々のアウトリーチヘッドクォータの中でも少し取り上げさせていただきますし、また、人材についてもプラズマ化学あるいはN I F Sを中心とした人材育成のシステムを強化すべきという御指摘いただきました。これも文科省に持ち帰りまして、しっかり実現できるように取り組んでまいりたいと思います。

(上坂委員長) 是非今後更にN I F Sとプラズマ核融合学会と是非連携して、そういう形でそ野を広げてやっていけると、人材も確保できるんじゃないかと思うのです。

それから、最後のページなのです。今の関心時は学生さんの獲得と育成かもしれません。これを作る企業についてです。今日ここにある超電導マグネットなのですけど、核融合用、I T E R用、それから加速器用とか医療用ですね、これ実は企業から見ると同じ工場で作っているのですよね。同じ部隊で作っているのですよ。企業の人材も現状と今後の期待の差が大きいのですけれども。多分うまく整理集計すると、最低限人はいる。同じ部隊で作っていますから。ですので、やっぱり企業もそういうこと考えていて、この技術というのは核融合で使える、原子力にも使える、それから医療にも使えると、高エネルギー物理にも使えると、そういう形でこういうハイパワーの技術をキープするんだという意識持ってやってしている。企業ともそういうことそういう人材育成という面で話されてもいいかなと思うのですね、先ほどのネットワークの中で。N I F Sと学会と企業とも話すと、主要メーカーとね、いろいろ共通認識ができるかと思います。

(岩渕研究開発戦略官) 企業との対話更に取り組みという御指摘踏まえてまいりたいと思います。

(上坂委員長) ほかに。どうぞ。

(佐野委員) 7ページに7極の国が列挙してありますね。この中にロシアと中国が入っているのですけれども、I T E R協定ができた2007年という、さほど中国の進出はまだ顕在化してない、まだ国際協調の雰囲気の中で行われていたと思うのですが、今特に米中あるいは米露関係が厳しくなっている中で例えば中国あるいはロシアへの技術流出の懸念があるのかどうか。

それから、具体的に中露はどういう技術を担当しているのか。また一番コアになる技術であるプラズマの閉じ込めは、日本とE Uが一番コアになる技術、日本とE Uがやっていると

おっしゃいましたが、EUのどこの国が主に進んでいるのですか。

(岩渕研究開発戦略官) 分かる限りでお答えいたしますけれども。

このITERの誘致の過程で、日本とヨーロッパがサイトを争いまして、この2か国が非常に主導的にこのITER協定を作り上げたという歴史があります。したがって、ITERはそれぞれが部品を持ち寄って作っているわけですが、一番重要な機器、ですから超電導コイルですね、これは日本とEUのみが作ることができるということで、中国やロシアはこの担当を全くしていないということでございます。ということで、機微技術の流出の問題ということはそういう意味では少し少ないのかなというふうには思っております。

その上で、最後のヨーロッパの中でどこの国が。実はヨーロッパではEUという単位で参加していますので、調達を行うというのは、EUの傘下の研究機関がこの調達を行っています。そのEUの傘下の調達機関が超電導コイルを調達するわけですが、あそこではいろんな国のメーカーのものを持ち寄ってまた組立てをしているということにして。特定のどの国がというのは、すみません、この瞬間持ち合わせていませんが、一つの国で作っているということではなくて、複数のEU加盟国のメーカーさんが持ち寄って作っているということになっているかというふうに思っております。一部は日本のメーカーがEUの方に納入をしているというものもありますので、非常にそれ自体多国籍な成り立ちになっているかと思えます。(佐野委員) ありがとうございます。

(上坂委員長) ほかに御質問等ございませんか。

それでは、どうもありがとうございました。議題2は以上でございます。

次に、議題3について、事務局から説明をお願いいたします。

(竹内参事官) 今後の会議予定について、御案内いたします。

次回につきましては、日時、4月27日、14時からを検討しております。議題については調節中で、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。

その他、委員から何か御発言ございますでしょうか。

ないようでしたら、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。