

第13回核融合専門部会

1. 日 時 平成20年4月25日（金）14:00～16:28

2. 場 所 中央合同庁舎第4号館 4階 共用第4特別会議室

3. 出 席 者

核融合専門部会構成員

高村部会長、池田委員、伊藤委員、植弘委員、内山委員、小川委員、尾崎委員、  
木村委員、寺井委員、三間委員、本島委員、山下委員

文部科学省

松尾戦略官、三木専門官

内閣府

西田補佐

高度情報科学技術研究機構

関理事長

核融合研究所

小森研究総主幹

大阪大学

白神教授

4. 議 題

（1）関係行政機関等からのヒアリング

（2）ITER設計の国内評価について（状況報告）

（3）その他

5. 配付資料

資料融第13-1-1号 核融合研究の重点化に関するチェック・アンド・レビューについて（文部科学省）

資料融第13-1-2号 大型ヘリカル装置（LHD）による今後の核融合科学研究の進展について（核融合研究所）

資料融第13-1-3号 レーザー核融合研究の進展（大阪大学）

資料融第13-2-1号 ITERベースライン文書の国内評価について（文部科学省）

資料融第13-2-2号 科学技術諮問委員会（STAC）での検討状況

資料融第13-3号 原子力委員会核融合専門部会（第12回）議事録

午後2時00分 開会

○高村部会長 それでは、ただいまより核融合専門部会の第13回を開催したいと思います。

本日は、後藤委員と常松委員の両名がご欠席という連絡をいただいております。

まだ植弘委員が見えていませんけれども、そのうち見えるのではないかなと期待しております。

本日は、関係機関の取り組み状況の把握に当たって、文部科学省と核融合科学研究所、阪大レーザーエネルギー学研究センターの方々にもお越しいただいております。それから、本日、ITERの技術アドバイザリー委員会（STAC）の委員である関様にもお越しいただいております。関先生には後ほどITER設計文書の国内評価について（状況報告）の際に、STACでの議論について紹介をいただく予定にしております。どうぞ皆様よろしくお願ひいたします。

それでは、本日の議題ですけれども、議事次第に書かれてありますように、関係行政機関等からのヒアリング、特に学術の観点から、それから議題の2がITER設計の国内評価についてということで現在の状況をご報告いただく、この2つを予定しております。

それでは、事務局より配付資料の確認をお願いします。

○西田補佐 それでは、配付資料の確認をさせていただきます。

まず議事次第、それから座席表でございます。また、資料融第13-1-1号、それから第13-1-2号でございます。また資料融第13-1-3号、それから資料融第13-2-1号でございます。また、資料第13-2-2号でございます。最後に、資料第13-3号としまして、前回の議事録を添付させていただいております。

不足している資料等、何かございましたら、事務局までお申し出ください。

それから、前回までの資料につきましては、ファイルにとじて皆様の席上に置いておりますので、適宜ご参照いただければと思います。また、本日は学術研究に関する審議を行いますので、審議の参考のために委員の席上には「本専門部会での評価の進め方について」という資料を配付させていただいております。

なお、本日は、原子力委員の先生方でございますけれども、急遽もんじゅの視察が入ってしまいまして、委員の先生方がそろうのはどうしても本日はかないということでございまして、本日は欠席されておりますので、ご連絡いたします。

よろしくお願いします。

○高村部会長 ありがとうございます。

ということで、委員の方はよくご存じだと思いますけれども、「評価の進め方について」という机上配付のものがございます。本専門部会の評価活動に関してはこれにのっとり今進めているところでございますので、ご参考にさせていただきたいと思います。

それから、最後の議事録は、皆さんに見ていただいておりますけれども、追加して何かございましたら、事務局のほうまでご連絡いただきたいと思います。

それでは早速ですけれども、第1番目の議題の関係行政機関等からのヒアリングということで、本日は核融合研究の学術研究に関係する部分について取り組み状況をお聞きすることになっております。先ほど紹介いたしましたけれども、「評価の進め方について」というものを見ていただいて、評価の視点のところで、これまで開発研究についてご報告いただいたわけですが、本日は学術研究についてご報告をいただき、大所高所からのご意見を伺いたいとい

うことであります。

それでは、まず文部科学省の三木専門官より、文部科学省における学術研究に関する評価についてご説明をお願いしたいと思います。よろしくお願いします。

○三木専門官 文部科学省研究開発局戦略官付の三木と申します。よろしくお願いします。

きょうのご審議の前に、チェック・アンド・レビューについて簡単にご紹介させていただきたいと思います。お手元の資料、「核融合研究の重点化に関するチェック・アンド・レビューについて」ですが、後ろに添付資料を多くつけておりますけれども、本日は、開いて1ページ、2ページ目の2つの絵をご紹介させていただきたいと思います。

まず1ページ目、上のほうですけれども、ざっと核融合研究開発の全体像をもう一度ご紹介させていただきます。これは模式的に示しておりますが、時間軸は左から右に沿って、第二段階、JT-60を中心とした科学的実現性を図る段階が既に終了しております、現在第三段階のITERの箱の最初のところ、ITER協定、BA協定が発効して1年目に当たります最初のところにあるというのが現状です。この図式では、上のほうに開発研究、目的志向の高い、開発志向の高い開発研究を置きまして、下のほうに基盤的に支えになります基礎研究、学術研究というものを置いております。前回紹介させていただきました第三段階のITER・BAというのが中ほどから書いてありますが、そこと核融合学というものの、下の緑の箱で書いておりますところは、相互に縦の矢印で模式的に示したように、知見の交換をし合って、お互いに相乗効果で高め合って、やがて第三段階から第四段階の原型炉段階へ移っていくというストーリーが今原子力委員会からお示しいただいているものでございます。きょうのお話はこの緑のところになるかと思います。

続きまして2ページのほう、きょうご紹介するようにと言われましたチェック・アンド・レビューの結果を1枚紙にまとめております。平成15年に文部科学省の科学技術・学術審議会のほうで今後の核融合の研究開発のあり方についてということを検討し取りまとめたときに、重点化を図って核融合研究開発を推進していこうということで、4点の重点化を図りました。このチェック・アンド・レビューは、その4つの重点化項目を対象に行われたものです。1つはトカマク方式のもの、重点化施設として原研機構那珂研究所のJT-60を選びました。よくご存じのように、今後JT-60SA、BAの枠組みで超伝導化の改修工事が行われます「サテライト・トカマク」というものにかかわっていくものです。それから、ヘリカル方式では、核融合研究所の大型ヘリカル装置、これを重点化して取り組むという方針が出ました。レーザー方式については、大阪大学のレーザー研の取り組み、そして炉工学につきましては、原子力機構、核融合研それぞれの実験炉でやっています炉工学を重点化するという方針を定めていただきました。それと同時に、5年ごとに重点化がうまく進んでいるかどうかのチェック・アンド・レビューをするということを決めていただきまして、実際に平成18年7月、8月にわたって行われた1回目のチェック・アンド・レビューの結果をここに示しております。

トカマク方式につきましては、まず成果を上げているということ。特にJT-60の高ベータ化に関する研究が着実に進んでいるということをご確認いただき、また、もっと大学と共同研究をしたらいかがですかという留意点をいただきました。これらを結合し、その総評に書いておりますように、「研究成果は進展している」、「人材育成の成果も上がってはいる」として評価はできると書いていただきました。ただし、ここの総評の中には書いておりませんが、もっと若手の研究者の採用枠を増大することが望ましい、人材の流動化が望まれるとい

ったコメントも同時にいただいております。そして今後については、大学や核融合研とまったくオープンな連携強化への展開をする必要があるというコメントをいただきました。そして、JT-60については、運転時間の増強が望ましいとのコメントを18年の段階でいただきました。ちなみに現在の状況を言いますと、人材について、これが一番大きな悩みなのかもしないですけれども、今後どうしていくのか、独立行政法人として枠がある中でどのように人材を確保して流動化していくかというのが今も課題になっていると認識しています。そして、運転時間の増強につきましては、「サテライト・トカマク」を新しく設置するために、今のJT-60を改修する必要がありますので、これについては次のステップに移っていくのかなと認識しております。

続きまして、ヘリカルについて、きょうもっと詳しいお話がこの後小森先生から行われるものですが、チェック・アンド・レビューの段階では、まず重点化後の研究の進展につきましては、大型ヘリカル装置のところで各大学がオープンに実験データを利用できる体制が組まれているということが大きく評価されました。そして、共同利用につきましても、双方向型の共同研究の実施とかオープンな体制を構築してきたという実績が認められておりまして、そういったことの一環として、大学の学生、それから研究機関からの受け入れ等々を行って、日本の核融合分野の人材育成において核融合研というのは重要な役割を果たしているということが評価されております。そして、研究開発は着実に進展している。その中で人材の育成もやっている、ただ今後の課題としましてはさらに連携体制を構築していくことが必要といった評価をいただいております。

続きまして3つ目の箱、レーザーにつきまして、チェック・アンド・レビューの段階で成果が、高い水準で対応できていることとか、社会に対する還元が非常に積極的に行われている、そして社会もそういったことを認めていて、核融合分野以外からの研究資金の獲得が行われている、そういった実績が認められております。また、人材に関しても、国内外の研究機関のみならず、企業との人材のやりとりがあるということが評価されております。そういった中で、共同利用・共同研究の強化の面で十分な成果を上げているということが評価され、さらに、ここでも同じですが、オールジャパンの取り組みというものに一層努めていく必要があるということが言われました。そしてまたこの次の段階に進むということを考えたときには、今行われている原理実証の実験というのも大変重要ですが、加えて炉工学の研究の展開という双方が必要だというコメントがつけました。

最後のところになりますけれども、4つ目の箱、炉工学の研究につきまして、炉工学に取り組んでいる原研機構とNIFSについて評価されております。原研機構のほうにつきましては、まず今BAの枠組みの中で行っていますIFMIF/EVEDAについて、原研機構の中の体制としまして、核融合部門でやっていくのか、それとも原研機構の加速器部門、他の部門と共同してやっていくのか、そのところを明確にする必要があるというコメントをいただいております。また、国際的に見ると、炉工学の日本の水準というのは高いのだけれども、さらにその技術をどう統合していくのか、システムをどう組んでいくのかといったところの視点が脆弱ではないのかという疑問符もつけられました。これについては今、体制を整えているところです。それからブランケットについては、戦略を立てることが必要と言われました。現在の状況としましては、テスト・ブランケット・モジュールの実験というのをITERの枠組みの中でやるということは決まりつつありますので、そこに日本としても国内実施機関であります原研

機構を立てて参加していくということを計画してございます。それからもう一つ、炉工学はN I F Sでも取り組まれているのですけれども、N I F Sでは炉工学についてもオープンな共同研究が推進されているということが高く評価されております。さらに大学間のオープンな共同研究というものも大事ですけれども、原子力機構との連携体制もさらに強固にしていくことが重要ではないかというコメントをいただきました。

以上が平成18年7月、8月にかけて行われましたチェック・アンド・レビューの結果になってございます。全体を通じて言われていることは、やはり産官学の連携体制の構築、それから研究所間の連携体制の構築が重要ということかと思われまします。今の状況としましては、核融合エネルギーフォーラムを通じた場で、産官学それぞれの皆さんが集まれる場で共同関係を築いていくこととか、あとは学会、それから今後望まれるのはさらなる人材交流といった取り組みではないかと認識しております。

以上になります。ありがとうございました。

○高村部会長　ありがとうございました。

今ご報告いただいたものは、核融合研究作業部会の中に重点化に関するタスクフォースを設置してチェック・アンド・レビューを行ったということで、お手元にあるように、重点化後の研究の進展、共同企画・共同研究の強化、重点化後の人材育成、国際的視点からの寄与、社会的視点からの寄与等、そういう観点から評価を行ったということでございます。重点化装置を中心に行っていますので、この専門部会としては、もう1点といいますか、学術に関しては基盤研究やシミュレーションとか、そういうのもございますけれども、きょうはこの重点化装置を中心に学術の面から評価をいただきたいということであります。

ということで、10分程度ございますので、今のご報告に対して、コメントとか質問を含めてご意見をいただければと思います。どうぞ、どなたからでも結構です。

ちょっとブレイクダウンしたものがかなり細かく書かれていますので、全貌がちょっと把握しにくいかもしれませんが、一番最初のところに全体の総評がまとめてございます。どういう観点からでも結構かと思いますが、いかがでしょうか。尾崎委員、どうぞ。

○尾崎委員　資料の書き方といいますか、後ろのほうに細かい観点とそれに対する意見と留意点とが示されているんですけれども、このときにもともともうこういう観点でこれらの重点化装置がどこまでいこうとしているかというのは何かどこかに見せておいていただいたほうが、それに比べてどういう評価になっているかというのがわかりやすいと思うんですけれども。

○高村部会長　そうですね。おっしゃるとおりかと思いますが、はい、どうぞ。

○三木専門官　おっしゃるとおりかと思いますが。これは報告書そのものを抜粋して持ってきておりまして、報告書そのものがこういった形式のものになっているので、プレゼン資料にするときにはもう少し工夫していくものかなと存じます。もともと何をやっていくかということ、「我が国の核融合研究の在り方について」というのが定められたときの目標といいますのは、まず一番大きいのは重点化をすること、トカマクで装置1つ、ヘリカルで装置1つ、レーザーで装置1つ、炉工学はどこがやるといったことを定めたというものがあまして、その中で何を進めていくかというのは割合漠然としているのですけれども、まず研究しなくてはいけない。それは当然のことですけれども、それに加えて共同研究をやっていくこと、人材の育成をやっていくこと、国際的にも寄与していき、そして社会にも十分な情報を発信していくことが重要ということが示されました。したがって、今回レビューされたものというのは、後ろ

に添付している資料の観点のところにその5点が書かれまして、それぞれについてどういう状況かということの一つ一つチェックするという進め方で行われました。

○高村部会長 ちょっと補足しますと、この評価自体が平成15年1月8日につくられた科学技術・学術審議会の学術分科会基本問題特別委員会核融合研究ワーキンググループで「今後の我が国の核融合研究の在り方について」、これはこのファイルには入っていないんですけども、ここに一応きちんとまとめられていまして、それに基づいてチェックをやっていると。例えば、大学共同利用機関としての核融合科学研究所の在り方とか、大学の役割とか、日本原子力研究所の役割とかということが一応書かれてありますので、それに基づいて評価されたんですけども、確かにそのターゲットも明記したほうがわかりやすいですね。おっしゃるとおりだと思います。

伊藤先生、どうぞ。

○伊藤委員 質問として、内容は似ているのでございますけれども、これは日本の一つの従来のカルチャーを反映しているものだと思います。つまり、ミッション、マニフェストみたいなものははっきり書くということを今まで余りやってこなかった。それに対してどのように評価するかというと、結局定量性の問題であって、もしゼロまたはポジティブ（もしくは正）ならば必ず評価できるという、そういう文章を書けるようなものになってしまっているということが、多分三木専門官も苦勞して説明なさっているところもあるんだろうと思われます。結局出てくるものがそういう資料ですので、妥当だとは思うのでございますけれども、そこら辺のところを例えばこの委員会としてはどのように考えていったらいいのかという問題提起としてコメントさせていただきます。

○高村部会長 ありがとうございます。趣旨としては尾崎委員と同じ考え方だと思いますけれども、確かにターゲットを明確にするというのは大変わかりやすいといえますか、そうでなければ、おっしゃるように、少しでも正であれば評価されるということになってしまいかねませんので、西田さんのほうで何かございますか。

○西田補佐 一応今回の核融合専門部会のほうの報告をまとめる際に、そのような形で今後ターゲットをはっきりさせるような形といったことを報告書の中に書き込むような形にさせてもらいたいと考えております。

○高村部会長 植弘委員、どうぞ。

○植弘委員 多分研究の性格によると思うんですが、開発研究だったら確かに間違いなくターゲットがしっかりしている。ここを重点化したけれども、開発研究とは切って学術研究という分類分けをしたという観点からすると、ターゲットを明確にすることは大事だけれども、そのターゲットがどのような形で明確にできるかということ、本当に数値としてのターゲットというのはあり得るのかというのはなかなか……。

○高村部会長 そうじゃないですね。

○伊藤委員 そうじゃないですね。ターゲットというのは必ずしも数値ではないと。

○植弘委員 そういうところを十分に考えてやっていただきたい。

もう1点は、一番難しいと思うんですが、人材育成のところですか。これは紙としては幾らでも上がってくるけれども、実態としてはいろいろな社会的なシステムに束縛されて実現できないことはたくさんあるので、そこら辺に関して、もしかして委員会として、もう一つ上の委員会だと思うんですけども、本当に大事だと思うんだったら、ここに関して政府の方針を少し

変えてでもここに多くの人材ポストをつくるという、本当にその努力をしない限り、大学あるいは研究機構の努力ではとても追いつかない。そういうところに関してこの委員会のレベルで言っても多分がちが明かないんだと思いますが、そこら辺のところを何かうまくレクセルできるようなことを考えていただけるとありがたいと思います。

○高村部会長　ありがとうございます。

三木さん、現状を人材に関してご存じない方も多いと思いますので。

○三木専門官　人材については、今、さらに検討が必要ということで、文部科学省と科学技術・学術審議会のもとの核融合研究作業部会のほうでも検討を進めております。これまでやってきたことといいますのは、核融合エネルギーフォーラムのほうで、コアの人材がどのぐらい必要かということの見積もりについての提言をいただいております。ただ本当に将来の核融合を担うコアの人材ですべての人材が賄えるかということとそうでもなくて、やはり支える人材も必要、周辺人材も必要という、もっと全般的な本当に必要な人材はどのぐらいかということまで含めて、核融合研究作業部会のほうでは今後の人材養成・確保方針をどうとるべきか検討が進められているのが現在の状況でございます。目標としましては、夏までに何か提言をいただければと期待しているところでございます。

○高村部会長　ありがとうございました。

人材育成についてはかなりインテンシブに作業を進めている、いろいろな政策提言に結びつくようなアイデアといいますか、そういうのを幾つか出す作業を行っていると聞いております。

ほかの観点からでも結構ですが、いかがでしょうか。本島先生、どうぞ。

○本島委員　今、人材育成のことが出ましたので、植弘委員もご指摘の国全体としてということは、大学院教育だけで済む話でないのは明白でありまして、大学院における教育、果ては中等、高等、低学年の教育も絡んできますので、国全体として特に理科とか科学に対する教育ということは機会のあるごとに強調して発信していく必要があるんじゃないかと思いますが、そういう点でも原子力委員会の果たされる役割というのは非常に大きいんじゃないかと思います。

○高村部会長　ありがとうございました。

大きな観点からご指摘いただきましたけれども、これは当初から池田委員も非常に心配されて、ご指摘いただいているところです。コミュニティーといいますか、文科省並びに研究者としても非常にそのところは危機感を持って臨んでいるというのが現在の状況だと思うんですけれども、何らかのアウトプットをとにかく出していかないといけないと私どもも思っております。

伊藤委員、どうぞ。

○伊藤委員　本島委員に付加させてください。ヨーロッパ、特に最新のイギリス等で今いろいろ叫ばれていることで、もちろん初等、中等、及び高等教育は必要なんですけれども、そのレベルがだんだん下がってきているというので、その高等教育に増して、もう一つ上のトレーニング、つまりエデュケーションではなくて高等なトレーニング、いわゆるそのようなものをシステム化するというか、そのようなことをやるというような方向がヨーロッパでは出始めております。核融合研究というと、ただの大学院の研究だけでは成就できない、一流の学者まで育ち切れないというところから、そういうところの観点も入れていただけるとありがたいと思います。

○高村部会長　今の博士号を取った直後ぐらいのをターゲットにしてということですか。

○伊藤委員 はい、ドクタートレーニングコースですね。

○高村部会長 ありがとうございます。

山下委員、どうぞ。

○山下委員 同じくつけ加えになるかもしれませんが、国際共同研究の重要性ということ観点に入れるのであれば、国内の学生だけでなく、アジア地域全体での学生の育成ということで視野を広げて考えられると、人材面での補充もいささか楽になって、かつ継続性が出るのではないかと考えますけれども、いかがでしょうか。

○高村部会長 ありがとうございます。

確かにブロードアプローチはまさにそういう面の受け皿になる可能性もありますし、それ以外の面についても確におっしゃるとおりだと思います。

では、どうもいろいろありがとうございます。またこの後、具体的に各重点化されたところから、核融合科学研究所と、それから阪大レーザーエネルギー研究センターですけれども、またご報告いただきますので、そのときに具体的な成果等と絡めてご意見をいただければと思います。

ということで、続きまして核融合科学研究所の小森先生から、ヘリカル型装置の研究開発を中心に、核融合科学研究所における研究開発、特に学術的な側面を重点的にご説明をお願いしたいと思います。よろしくお願いいたします。

○小森研究総主幹 核融合研究所の小森です。きょうはよろしくお願いいたします。

それでは、プロジェクターを使って説明させていただきます。今ご紹介がありましたように、大型ヘリカル装置（LHD）を中心に核融合科学研究所の学術研究の進展についてお話しさせていただきます。

今日の話の中身は、核融合専門部会の「評価の進め方について」に基づいてつくりました。学術研究の中で、ヘリカル型装置による研究、基盤研究の充実について、人材育成では、研究人員の充実、研究環境の整備、社会への発信について、それから研究のスピンオフについて、これは先ほどのお話の中の言葉で言いますと還元と言えらると思います。さらに、知識・情報基盤の整備、外部評価の実施についてお話しさせていただき、最後に、まとめをさせていただきます。この「評価の進め方について」に従いましたら41ページになりましたので、要点だけを発表させていただきます。

まずLHDでは、ここにありますように、核融合炉を見通せる高温高密度プラズマを実現し、ヘリカル方式プラズマの学理を体系化すること、トカマクとの異同等を体系的に研究し、環状プラズマを総合的に理解することなどを目的に学術研究を進めております。LHDにつきましては、先ほどもありました平成15年1月8日の核融合ワーキンググループの報告の中で、学術研究として重点化されております。この方向・路線に従って我々は研究を進めています。

LHDの重点研究課題は、先ほど述べましたLHDの目的を達成するため、特に重要と考えられる研究課題を幾つか挙げたものです。例えば、高い核融合三重積（密度×イオン温度×閉じ込め時間）を実現し、核融合炉で必要なプラズマの閉じ込めの研究を広範に行うとか、このような研究課題を掲げております。

実際にLHDでどの程度研究が進展しているかということですが、まずプラズマパラメータで示したいと思います。プラズマパラメータを上げるということは、学術研究の領域を広げることになりますので、学術研究を進展させる上で非常に意味があります。要するに、例えば高



温プラズマの物理研究をしたいのに温度が上がらなければならないということです。我々は、プラズマパラメータの目標値を掲げて、それを達成すると同時に、学術研究を進める、そういう手法をとっております。逆に、学術研究の結果、明らかになった知見を活用してプラズマパラメータを上げるということももちろん行っています。

この部会から報告書が出された平成17年10月26日の時点における、我々の成果は平成16年度の研究成果が該当しています。現在、それに比べてどのぐらい進展しているかがここに示されています。この緑で示された値が最終目標値です。例えば、中心イオン温度の場合、1cc20兆個の密度で1億2,000万度が目標値です。平成16年度の実験結果は、水素の場合、約2,600万度でしたが、現在、目標と同じ1cc 20兆個の密度の水素プラズマで7,900万度となっています。大体3倍くらい上げることができました。それから、中心密度の場合、1cc当たり200兆個が、今1,100兆個になっています。核融合条件は、1億度で1cc100兆個閉じ込め時間1秒ですが、この密度に比べると10倍程度高い値を実現しています。それから、プラズマの圧力を磁場の圧力で割ったいわゆるベータ値の場合、経済的な炉を実現するために、5%以上が目標になっているわけですが、値的には5%を達成しています。ただし、目標の1万～2万ガウスの磁場に対して、今のところまだその半分ぐらいの磁場で実現しています。定常運転は、3,000キロワットで1時間というのが目標ですが、ここにありますように、大体700キロワットで30分程度と、500キロワットで1時間程度を実現しています。入力エネルギーは16億ジュールに達しており、世界最高の入力エネルギー値となっています。蓄積エネルギーも、131万ジュールから162万ジュールになり、この3年ほどでプラズマパラメータをかなり上げることができました。これにより、学術研究も大幅に進展させることができました。

特にここ数年の間におもしろい物理現象をたくさん見つけることができました。これは、磁場配位の最適化に加えて、垂直中性ビーム入射装置とローカルアイランドダイバータが大きく寄与しています。

1つは、不純物ホールの発見です。これは高イオン温度が実現されると同時に見出されました。この図は高イオン温度が実現している時のイオン温度の小半径方向分布を示しています。ここがプラズマの中心で、これが端です。この分布は水素プラズマの密度を示しています。真ん中が高くて、外側が低くなっていることが分かります。それに対して炭素の不純物は、真ん中がほとんどなくなって外側にしかない、要するに中から外側に排除された分布となっています。トカマクの場合で、プラズマの閉じ込めがよくなりますと、不純物の閉じ込めもよくなりますので、こういう現象はあらわれません。将来の核融合炉では、より高温のプラズマが必要ですが、ヘリカルの場合、高温にすると不純物が中から外側により排除されますので、さらに高温に持っていきやすくなるということになります。従って、不純物は一層は、炉につながる非常におもしろい物理現象ということができます。

隣の図は、ローカルアイランドダイバータ（L I D）を用いて得られた実権分布を示しています。通常は、このようにちょっと真ん中がへこむような分布をしていますが、L I Dを使うと密度分布に急峻な所が生じて、即ち壁ができるような格好で、尖塔型のこのような高密度分布を実現することができます。このときの温度分布はここに示されています。圧力としましては、このように真ん中で非常に高い密度を実現していますから、真ん中で1気圧を超えるような値となっています。それから、先ほど5%のベータ値を実現したと言いましたけれども、この図がそれを示しています横軸はエネルギー閉じ込め時間で維持時間を割ったものです。従っ

て、この図から、エネルギー閉じ込め時間に対して非常に長くベータ値を維持できるということがわかります。現在この高いベータ値に関連する学術研究を行っているところです。

高密度プラズマが実現できたということでヘリカルに適した核融合炉の新しいシナリオも構築しています。この図は横軸が温度で、縦軸が密度を表しています。従来は、このように温度が高く、密度がある程度低い、先ほど100兆個/ccと言いましたけれども、そのようなプラズマで核融合を目指していた。即ち、この図はこの領域をねらっていたわけですが、我々の新しいシナリオでは、これまでに比べて温度は比較的低いけれども、密度の高い領域で稼働させることを考え、炉設計を開始しています。この場合、温度が低い分、実現しやすい、製作しやすい、と言えます。以前はこの新しい領域を使うと燃焼が不安定になると考えられていましたが、燃料の供給をうまくフィードバックすることによってここでも安定した燃焼を起こすことができることが分かりました。この領域で、次のページにありますように、ヘリカル型の炉の設計を進めています。

先ほど密度分布に急峻な所が生じると申し上げましたが、これを内部拡散障壁と呼んでいます。このような物理現象の解明も進めています。これは、先ほどの平成17年の本専門部会の報告書の中に乱流輸送の解明などをLHDで進めるべきだと述べられていましたが、それに関するもので、環状プラズマ中の輸送を決定する物理機構について説明してあります。プラズマ中に温度勾配、密度勾配が生じると、例えばトカマクの場合、乱流が駆動されます。そうすると、乱流によって帯状流が発生して、それが逆に乱流を抑制する。また、径方向の電場シアが温度勾配、密度勾配、あるいは乱流によって発生し、それによってやはり乱流が抑制されます。これらがコンシステントになって熱伝導係数、粒子拡散係数が決まり、温度勾配、密度勾配も決まる。このようにトカマクでは考えられているわけですが、ヘリカル系の場合ですと、ヘリカルリップルによる非両極性拡散で、まず径方向電場が発生します。これは通常、ヘリカル系の新古典拡散を抑制すると考えられていまして、この図の右と左では別物だと思われていますが、実際には非電極性拡散で径方向電場シアをコントロールできることから、乱流の抑制にもつながっています。それから、帯状流についても、径方向電場ができることでこれをコントロールできることが分かりました。したがって、この辺でトカマクとヘリカル系というのは、共通のものと、それからちょっと違うところが見えてきました。ヘリカルのほうがパラメータを少し変えやすいというところがありますので、さらに詳しい研究もできることから、先ほどありました環状系の物理の総合的理解を進めているところです。

ちょっと時間がなくなってきましたが、トカマク系ですと、どのようにダイバータ板への熱負荷を抑えるかが問題となっており、ヘリカル型の摂動磁場を加えるといったアイデアも出ています。LHDの場合、自然にエルゴディック層をプラズマの周りに持っていますので、これを使ってトカマクにも通じる研究を進めています。この図はその研究を示しています。

物理研究を進めた結果、現状は、ここにありますように、LHDプラズマの振る舞いの基本的な事項の検証や閉じ込め磁場の最適化などを大体終了し、次の段階にいくところにあります。LHDにおける科学的実証のための増強計画として、本体の改造と加熱パワーの増強、それと重水素実験により、最終的な目標を達成したいと考えております。

○高村部会長 小森先生。

○小森研究総主幹 わかりました。もう少しで止めます。

これは科学的実証のための増強計画に必要な設備を示しています。これはのように先ほどの

重要課題を解明するかというシナリオです。この辺は飛ばします。

国際協力も非常に活用しており、国を代表して6つの2国間協定を結んでいます。それから、下にありますように、14機関と学術交流協定があります。さらに最近は九州大学、プロヴァンス大学等の多機関との間で国際協定を結んで研究を進めています。核融合研に来る外国の方は今年間140人ぐらいです。核融合研からは、ここ数年は、250人を超える人が出ていまして、国際協力を進めています。特に強調したいのは、我々は自然科学研究機構に属しているのだけれども、この中でLHDを中核とした国際共同拠点ネットワーク形成事業を行っています。これを通じて天文とか分子科学の人も含め、外国と人の行き来をする、共同研究を進めるということで、平成19年度で言いますと、日本へは49人ほど招聘し、日本からは41人海外へ出かけています。人、基幹も非常に大きな数になっています。

大学等の基盤研究の推進には共同研究が貢献しています。我々は、大学等から核融合研に来ていただく一般共同研究と、大学等でLHDに関係した萌芽的・独創的研究を進めていただくLHD計画共同研究、それから双方向型共同研究を実施しています。例えばこのビューグラフに書かれています。「トカマクとヘリカルでの密度分布の比較」という研究課題は、一般共同研究として原子力研究開発機構から来ていただいて実施しているものですが、我々も原研のほうに行って同様の共同研究を行っています。基盤研究の促進には、一般共同研究の相互交流が大きく寄与してます。基盤研究の充実ということで本専門部会の報告書に記載されているスフェリカル・トカマク（ST）が東大にありますけれども、この研究には核融合研から人が行って共同研究が行える仕組みが整えられており、もちろん他の大学等でも行うことができます。このように、大学等の基盤研究を推進できる体制が整っています。

ちょっと飛ばします。連携研究の推進に関しましても、組織改革等を行いまして、レーザー等と推進しております。

ITER・BAに関しましては、六ヶ所研究センターを開設しまして、将来の拠点としたいと考えております。

核融合炉設計研究体制は、ここにありますように、炉工学研究センターを中心に、大型ヘリカル研究部、安全管理センターが一体となって、一般共同研究に参加されている所外共同研究者とともに進める体制となっています。特に現在は、先ほど申し上げました高密度プラス間を用いた核融合炉への新たなシナリオを展開しています。

双方向型共同研究は、4つのセンターを中心に進めています。例えば筑波大学のセンターは、附置センターですがけれども、全国共同利用機関と同じ機能を持っていただいて、他大学の人が参加することにより一般共同研究のように共同研究を進めていただいております。従って、基盤研究を進める上で非常に役立っています。九大のほうは、双方向型共同研究開始後、トカマクをシャットダウンして、STを整備し、今年から双方向型共同利用に供する予定になっています。双方向型共同研究の方針等の決定は、核融合研の双方向型共同研究委員会で行っています。共同研究委員会のもとにおかれた、双方向、LHD共同、一般の共同研究委員会の委員長は全て外部の先生に努めていただいております。委員も外部の方のほうが多くなるようにしておきます。ここにありますように、透明性と公平性を確保し、コミュニティーの意見を十分に反映できる体制にしております。

予算案につきましても、共同研究委員会が、例えば双方向で言いますと双方向型共同研究委員会が決めています。双方向の場合、配分のプライオリティをきちんと決めて、流動的に、即

ち必要なところに必要な経費を充てるといった方向で進めています。委員会も、年に9回ぐらい開催し、今後の双方向型共同研究の展開などについてきちんと議論しております。

九大のS Tの場合、ここにありますように、外部の先生をコーディネーターとする委員会を九大に設置し、ここでマシンタイムなどを決めることにしています。九大の装置ではありますが、運営は日本全体で行うという新しい体制になっております。また、双方向型共同研究委員会の下にS Tに関係したほとんど全ての人が入った双方向型共同研究推進専門部会を設け、この専門部会を中心にして日本のS Tの共同研究を進めていただいています。専門部会は、S T研究のネットワークといえます。したがって、ネットワーク型共同研究である双方向型共同研究の下にさらに分野ごとのネットワークがつけられ、活発な共同研究ができるようになっていきます。

あとは、例えばデータの扱いですが、九大のS Tの場合は、データを九大から核融合研のデータサーバーに転送し、共同研究者は核融合研のほうにアクセスするというデータの処理システムを考えています。九大も核融合研にアクセスすることになります。これは、一つはソフト等は核融合研のものが使えることから九大の労力を低減できるというメリットがあります。また、透明性と公平性を確保するという意味で、非常に重要だと考えています。

人材育成ですが、これはLHDの場合ですけれども、実験を進めるリーダーに若手の研究者と、外部の先生を起用することで、若手の育成と透明性、公平性の確保に心がけております。

若手研究者育成では、他にいろいろ行っています。ここにありますように、賢島セミナー、これは所長を中心に外国人留学生10人程度の教育を行うセミナーです。夏の体験入学、これは核融合研究の魅力を知ってもらい、核融合科学専攻に入学してもらうためのものです。アジア冬の学校、これは先ほどありましたけれども、アジアから100人程度参加していただいているシミュレーションを中心とした国際的な学校です。大学院教育としましては、総研大の教育があります。また、最近連携大学院を強化しており、北海道大学、富山大学と協定を結びました。核融合の教育を行っています。それから、特別共同利用研究員の教育です。核融合研でLHDなどを使って研究をしていただいております、これにもかなり力を入れているところです。

I T P A、I T E R等による若手研究者育成では、I T P Aに20人近く毎年参加させてもらっていますし、発表も行っています。I T E Rには今まで2人ほど派遣しています。先に派遣した1人は、非常に良い仕事をして、フォーラムから核融合エネルギー奨励賞をいただいております。今1人を派遣しているという状況です。

社会への発信ですけれども、オープンハウス等、色々行っています。特に重要なのは、市民説明会で、昨年で言いますと24カ所の会場で450人ぐらいの市民の方に参加いただきました。これは、先ほど申し上げました重水素実験のために必要な地元との協定を結ぶのに必要な、市民の方のご理解を得るためです。今は、かなりのご理解を得てきていると考えています。

社会への還元という意味では、我々のところはちょうど美濃焼の産地なんですけれども、マイクロ波を使った陶磁器とか製鉄への応用研究を進めております。

あとは省きますが、知識・情報基盤の整備ということで、いろいろな国際的データベースをつくって公開しています。

外部評価につきましては、先ほどの評価もありますけれども、研究所のほうで外部評価を毎年実施しております。LHDの場合、平成16年度に続き、平成19年度も外部評価を受けました。3月に出された中間期間中の評価が次のページ以降に書いてあります。非常に高い評価を受け

ています。

ちょっと時間がなくなりましたので、あとは省きます。まとめには、今まで述べさせていた  
だいたようなことが書いてあります。

ちょっとボリュームが大き過ぎました。評価の観点に従って丁寧にまとめましたらこうなり  
ました。申しわけありません。

○高村部会長 ありがとうございます。急がせて申しわけございません。

非常に多角的な活動をされていて、若干はしょられたんですけども、かなりきちんとした  
レポートを書かれていますので、細かい点はそれを参考にしながらご意見をいただければと思  
います。ということで、先ほどのワーキンググループでのチェック・アンド・レビューもござ  
いまして、そういうのと絡めながらご意見をいただければ大変ありがたいと思います。ど  
なたからでも結構でございます。どうぞ。内山委員、どうぞ。

○内山委員 かなり精力的にさまざまな研究をやっていることが理解できましたが、1点教え  
ていただきたいのが、大学教育においてこういう核融合研究というのも一つ大事なエリアでは  
ないかと思いますが、この資料から見ますと、例えば全国展開ネットワークというところなど  
を見ても、やや国立大学に偏っているような気がしているんですが。日本の大学を見ますと、  
私立大学の数が圧倒的に多いわけですけども、そこにおいてこういう核融合研究というのは  
すそ野がどのような状態になっているのか、また今後そういうところに対してこういう教育は  
どう発展していくのか、その辺をちょっと教えていただければと思います。

○高村部会長 それでは。はい。

○小森研究総主幹 核融合の分野では、国立大学は確かに多いといえます。しかし、この図を  
よく見ていただくと、東海大学とか日本大学とか、それから今年から東海大学になりましたけ  
れども、九州東海大学とか、ちょっと書いていませんが、同志社大学とか、関西大学とか、共  
同研究に参画いただいております。これらの大学にかなり人がおられまして、その方たちには  
核融合研に来ていただき、また、こちらからも出向く場合もあるという格好で共同研究を進め  
ています。機関の数で言うと、ちょっとうろ覚えですが、30機関ぐらいの私立大学に参加いた  
だいていると思います。今後、どんどんさらに輪を広げて、多くの私立大学の方に来ていただ  
くような方向に向かっています。

○高村部会長 はい。

○内山委員 数はどんどんふえている傾向にあると理解してよろしいのでしょうか。

○小森研究総主幹 そうですね。

○内山委員 また、それに向けた活動もかなり活発にやっていると考えてよろしいでしょうか。

○小森研究総主幹 はい、そうです。

○内山委員 どうもありがとうございました。

○高村部会長 私も現在私立大学におりますけれども、共同研究に参画しておりますので、そ  
ういう意味でも一角を担っているつもりです、わずかですけども。

小川委員、どうぞ。

○小川委員 私立大学からの寄与という観点で見ますと、核融合の研究は、やはり国立大学が  
多くなっていると思います。プラズマ関係の研究は、核融合プラズマから派生してプラズマの  
産業応用などにも関連しますので、私立大学ですと、産業界との関連において産業応用という  
観点で大きく寄与していると思います。共同研究という意味では割合私立大学の先生方もたく

さんおられまして、直接核融合プラズマというよりも、産業応用などに強く関連しているところで頑張っておられるのではないかと考えております。

○高村部会長　そういう側面もあると思います。

○小森研究総主幹　はい。この図に共同研究分野が示されておりますが、今、小川先生がおっしゃいましたように、例えば低温とか、そういう分野で私立大学に参加いただいております。いろいろな核融合の関連分野で広くご参加いただくようにしております。

○高村部会長　伊藤先生、どうぞ。

○伊藤委員　この「評価の進め方について」というところで、まざっているところを評価したいと思うんですがございますけれども、というのはこれからしゃべります。

まず、例えば核融合研究及び開発研究と基盤研究とに分かれていますけれども、両方ともこのようなネットワークを組んでいくこと、人材育成も含めてそういうネットワークを組んだ共同研究体制を着々とつくって、新しい企画を打ち出して、みんなが参画できたり、それからそれは人間の、その場だけでなく、もう少し長い目を見た、何年間、10年間とか、そういうスパンの共同研究を保障するものになってくるというので、こういう取り組みというのは非常に評価すべきものだと思います。ここのところは余り明確に書かれていませんけれども、こういう体制は、学術側のハブ研究所をつくっているというのは、ほかの分野より相当進んでいるという意味でも評価すべきことなのではないでしょうか。

○高村部会長　ありがとうございます。視点を整理していただいて、こういう考え方でまとめていただくのもインパクトがあるのかなとお聞きいたしました。

ほか、いかがでしょうか。三間先生、どうぞ。

○三間委員　国際協力をいろいろ進められていて、活発にやっておられるということなんですが、協力とあわせてインターナショナルな競争という側面もあると思うんです。そういう海外のヘリカル系の動向と、恐らく核融合研のLHDというのは、断トツというか、世界の一番頂点をなしていると思うんですけれども、今後の世界的な見通しと世界的な位置づけをお聞かせいただけるとありがたいと思うんですけれども。

○小森研究総主幹　トカマク系で言うと、ITERということですが、ヘリカル系で言いますと、ドイツのベンデルシュタイ7Xというヘリカル装置が建設中です。大きさは大体LHDと同じぐらいです。方式はヘリカルですが、コイルは連続巻きではなくて、複雑な小さいコイルを組み合わせてヘリカル磁場を形成するというものです。2007年に動く予定でしたが、非常におくれています、今の予定ですと2014年ごろに組立てが終了します。この間、責任者にお会いしたところ、着実に進んでいるというので、多分2015年にはプラズマがつくだろうと思います。トカマクがそうでしたように、同じタイプの、同じというか、この場合は似たようなということかも知れませんが、装置があつて競争しながら実験を進めることが研究の進展に非常に重要だと思います。我々としてはなるべく早く完成してほしいと思っています。今のところは残念ながらヘリカル系ではLHDが断トツで、ほかのところの追随がありません。このため、自分のところでより厳しく研究を進めていく必要があります。そういう意味でベンデルシュタイ7Xが稼働して出てくれば非常に良いと思っています。ほかは残念ながら今のところ大きなものはありません。ただし、アメリカでNC SXという、ちょっと小ぶりなんですけれども、トカマクに近い物理も研究できるヘリカル装置を今製作中です。それが2010年ごろ完成しますので、物理研究という意味では競争相手が出て、さらに良い研究が進

められるのではないかと考えています。

○高村部会長 よろしいでしょうか。

小川先生、どうぞ。

○小川委員 人材育成ではなくて、人材交流という観点でコメント及びお願いです。核融合は、共同利用機関として一般共同研究、LHD計画共同研究、双方向型共同研究と色々なレベルの共同研究拠点として作用しているので、我々としても非常に高く評価するし、今後もそれを発展して頂きたいと願っております。一方、人材の育成という観点で見ますと、核融合研にも頑張りたいと思いますし、大学人である我々もまさにその育成の拠点として頑張っていくつもりです。お願いは、人材交流の視点です。人材交流の拠点として核融合研が今後、重要な役割を果たす必要があるのかと思います。具体的には先ほどの話も含めていろいろなレベルでの議論があろうかと思っています。ITERのような国際プロジェクトとの人材交流に加えて、国内の大学・研究機関・産業界などとの若手・中堅・シニアレベルでの多様な人材交流を今後も、お願いしたいと思っております。

○小森研究総主幹 我々も非常に重要だと思っておりますが、相手もございますので、なかなか進んでいないのが現状です。核融合研の場合、交流は比較的進んでいる方ではないかなと思いますけれども、さらに頑張りたいと思います。

○高村部会長 ちょっと待ってください。

○小森研究総主幹 核融合研は、任期制を取り入れていまして、今、準教授、助教の人は全員5年の任期制になっています。ほかにも行ける、ほかから来られるという格好で人事交流を図りたいと考えています。

○高村部会長 では、内山先生が先に。

○内山委員 これはITERのときも私はコメントを申したんですが、核融合の研究というのは非常に息の長い研究になるかと思っております、そうすると、いかに国民の間にこの技術を説得していけるかがこの継続のかなめといえますか、重要なポイントになるかと思うんです。その中で核融合の研究がいろいろな研究、ITERとヘリカルデバイスとか、そのほかレーザーとかいろいろあるわけですが、縦割りだけだとうまくいかないんじゃないかと思うんです。ですから、核融合技術というのは横方向でどんな技術の発展があって、そのつながりがどうなっているのか、かつそれが産業部門にもどのように別の形で科学技術の発展に寄与しているのか、そういうビジョンが欲しいなと思っておりますが、なかなかそういうものが出てこないものですから、どこかで総合的に検討していただきたいと。ここで言うべきことかもなかったかもしれないんですが、一部ここにもそれに近いことが書いてあったものですから、もう少しこの辺を、すそ野を大きくしたような形で整理していただければと思いました。

○高村部会長 ありがとうございます。小森さん、どうぞ。

○小森研究総主幹 今は、そういう縦割りということにはなっていません。例えばITERの場合、我々のほうは、先ほどもありましたけれども、人を派遣していますし、日本原子力研究開発機構のJT60の実験でも、10テーマぐらひは核融合研の研究者が代表者として共同研究を行っています。JT60からも我々のLHDに来て、先ほど述べました環状系の総合的理解とかに向けて協力して研究を進めています。共通するところも非常に多くあります。それから、先ほど申し上げましたが、レーザーは全く違うかといえますと、連携研究を進めています。ここに示しましたように、平成16年に改組して連携研究推進センターを設置し、学術連携推進室を

中心にレーザーと連携研究を進めています。今は特に低温でターゲットペレットをつくる研究を進めていますが、協力できるところで連携研究を行っています。孤立した山というよりは、今お互いに連携をとりながら進めている状況にあります。

○内山委員　そういうことで今、小森さんがおっしゃったようなことがもう少し一般の人にわかるようなものが今後用意されると、非常に全体の説得力が増すのかなという気がしました。

○高村部会長　ちょっと待ってくださいね、寺井委員。

今、内山委員がおっしゃったとおりで、多分インパクトというか、それを実際にやっておられるのだけれども、それが余り見えないという、そこがもうちょっと工夫して、せっかくのやっている活動が目に見えるようにというご指摘だと思いますけれども。

どうぞ。

○寺井委員　ちょっと個別の議論になってしまって申しわけないんですが、1つは、重水素実験というのが最終的なNIFSのとにかく当面の計画だと思いますけれども、これについては現在の準備がどういう状況かということと、許可等の問題があるので、すぐに始めるわけには多分いかないと思うんですが、そのあたりの準備状況がどんな感じで、いつごろから開始できるかというめどをお持ちかどうかというのをまず1つお伺いしたいと思いますが。

○小森研究総主幹　重水素に必要な機器につきましては、2本立てといえますか、1つは重水素の取扱いと安全に必要な機器ですが、もう1つは重水素に見合うような加熱装置が要するということで、加熱装置、それから閉構造ダイバータを考えています。後者につきましては今年度から準備に着手しております。問題は、ここに示してありますが、地元と安全協定書を結ぶ必要があるということです。これにつきましてはちょっと時間がかかっております。協定書締結のため、平成18年から、ここに示してありますけれども、小学校の校区ごとに説明会を開いて、夏の期間ですけれども、市民の方に直接説明を始めています。今年で3年目になりますが、今後も続けていく予定です。それから、ここに示してありますけれども、重水素実験安全評価委員会を開いていただきました。これは、第三者による安全性の評価委員会で、委員会は、トリチウムとか放射線とかプラズマの専門家の方、地元の方、一般公募に応募された方も含まれていますが、それからジャーナリストの方などで構成されています。この委員会から、我々の計画は妥当で非常に安全だという評価をいただきました。これが出てから地元の方も一段と理解を深めてくださったと思っています。協定が、なるべく早く実現できればと思います。これができるかと、予算的なものもありますけれども、すぐといえますか、3年先くらいには開始できると思います。

○寺井委員　ありがとうございます。

もう1点、よろしいですか。もう1点は、NIFSは学術研究ということで、少し離れてしまうかもしれないんですが、炉工学という話では、原研機構と、それから核融合研の両方が絡んでいますので、ちょっとNIFSでの炉工学研究の状況について確認したいんです。これまで過去の議論で、この委員会ではないかもしれませんが、原研機構と大学連合あるいはNIFSで、ある種のブランケット概念といえますか、開発研究のシェアをするということになっていて、それでさっき三木専門官からお話がありましたけれども、テストブランケット・モジュールというのは極めて重要な事柄で、実際の実炉へ向けての研究という意味では非常に大事であると。それで、原研機構、あるいはこの辺の議論は核融合エネルギーフォーラムで整合性のある議論がされていると考えておりますけれども、まず固体ブランケットを、JAをリブリ



ゼンタティブとして頑張るんだと。それと並行して先進ブランケット、例えば液体ブランケットに代表されるようなものを、例えばN I F Sを中核として大学連合で基礎研究から始めて、ある程度の開発にまで持っていきたいということなんですけれども、なかなかそのシナリオが現在そう明確にはなっていないと思うんです。それで、そのあたりのところはある種N I F Sに中核的な働きをしていただかないといけないのかなと思っていまして、多分それをしていただけたところは炉工学センターかなと思うんですけれども、そのあたりに関するN I F Sでお持ちのご計画と、そのための人材、あるいはお金と言っているのかな、わからないんですが、ちょっとそのあたりの見込みといいますか、お考えをもしお持ちであれば伺いしたいと思いますが、いかがでしょうか。

○小森研究総主幹 その辺は、先ほどのネットワークなどで議論が進められております。また、フォーラムとのすみ分けといいますか、一緒でもいいと思うんですけれども、そういうことも議論中ですので、明確にこういう方向でこうするというのは、我々としては、今いえません。まだ検討中と答えさせていただきます。

○寺井委員 わかりました。

○小森研究総主幹 予算的には非常に厳しいものがありますので、我々にはちょっと答えられないところもあります。

○寺井委員 それはそうだと。そのあたりのところはむしろ上のほうに願うしかないかなと。

○高村部会長 ちょっと待ってくださいね、伊藤委員が先ですので。今それでちょっと一応別の質問に移りたいと思います。

○伊藤委員 ちょっと視点を変えさせていただきます。プレゼンテーションでいろいろな自己評価もしくは外部評価、それから第三者評価もしていращやと思うんですけれども、多分いろいろなそういう評価を受けてきますと、いろいろなところで整合しないもの、つまりアンドが取れないようなことが起こったりとか、どのぐらいどのようにしたらいいのかということがわからなくなってしまう、そのようなことがあるとは思いますが。そういうところで、核融合研としてアクションプランみたいなものを作成したのを見たことがないんですけれども、そういう評価に対するアクションプランみたいなものはお持ちでしょうか。

○小森研究総主幹 評価に対するアクションという意味では、余りお見せしたことがないかもしれませんが、実際には、我々は評価のご意見も入れて、重水素とか、最終的な目標に向けたこういう計画ですが、これらの計画を進めています。

○伊藤委員 そういう意味で、ここには明確に書かれていませんけれども、例えばこういう評価を受けて、こういう計画を立てているとか、例えば今ですと中期計画の評価、それからその次へということで、つまりどういう評価を受けて、どういう判断をして、もしくは決断をして、こういう方向にしたんだという、そういうところがフィードバックとしてわかると、もう少し透明性もしくは説得性が増すんじゃないでしょうか。

○小森研究総主幹 わかりました。

○高村部会長 チェック・アンド・レビューでの評価が先ほど三木専門官から紹介されました。ああいう評価に対してどういう手を打ったかとか、そういうことを聞かれている。一例としてはそういうことですね。

○小森研究総主幹 その辺はもちろんやっておりますけれども、ここにはちょっと書いていま

せんが、今度、機会がありましたら紹介したいと思います。

○高村部会長 ちょっと待ってくださいね。

伊藤委員、よろしいですか。そうですね。はい。

○本島委員 評価をいただいた結果がきょうのプレゼンで反映されているので、こういう成果になったと私どもも総括できると思います。評価をお願いするに当たっては、厳しくやってくださいということもあるんですが、厳しさの見える評価をしてくださいということを私からも常にお願ひしております、その結果で非常に重要な評価をいただいて、具体的には、運営会議等へ報告して、研究の進め方、それから組織を変える部分等について変える、こういうやり方をしてきておりますので、また機会をいただいて、どういうアクションプランになったかということとはご説明できればと思います。

それから、伊藤委員がおっしゃったアンドが取れない場合が出てきたらというのは、そういう場合にはいろいろな階層化をしていくということになるかと思います。ちょっと概念的な言い方ですが。

以上です。

○小森研究総主幹 ここにありますけれども、例えばこのような評価のところに、「長時間実証実験では、加熱パワーは不十分と考えられ、今後の加熱機器の合理的な整備計画が必要であろう」、こういうものは先ほどの計画書に盛り込むようにしています。

○高村部会長 お待たせしました。木村委員、どうぞ。

○木村委員 先ほど寺井委員のほうから炉工に関してちょっと意見が出まして、それに対して文科省から予算が少ないとの回答がありましたので、ここは聞き捨てならないと思いますので、一言発言させていただきます。

この文科省が作成したチェック・アンド・レビューの実施結果の表の中の最後のほうに炉工に関することが書いてありますけれども、ところどころに、「少ない予算と人員の中でこれだけのことをやったから評価できる」という表現があります。これは実は無責任な表現であって、こういう書き方はしていただきたくない。むしろ、何が問題なのかということで、「人員が少ない、予算が少ない」、そういうストレートな表現でお願いしたいと思います。

この炉工に関しましては、エネルギー開発という観点から見た場合には非常に重要なことは皆さんご承知のことで、私がとやかく言うことではないでしょうけれども、常にそこは念頭に置いて核融合の開発研究を実施すべきだと思います。ですから、予算が少ないと言うのだったら、それはどこかを割いてでもつけるくらいの覚悟でやっていただきたいと思います。

それと、先ほど人材育成という話が出てきましたけれども、最近核融合関係に学生が来ないというのは、これは多分初等教育といいますか、小学校、中学校の生徒さんが核融合というものに対して興味を持っていないことが想像されます。理科教育離れというのがもともとありますけれども、「テクノロジーのおもしろさ」というものを伝えていかなくてはいけない。テクノロジーというのは、プラズマをつけるテクノロジーもありますが、例えばこんなすばらしい材料があるとか、いわゆる炉工絡みのテクノロジーというのは目立ちやすく、分かりやすいものなので、核融合の世界では、すばらしい開発が行われているということを小学校に行って、具体的に説明しあげることをやらないといけない。そういう活動を現に行っている大学もあります。それを通して初めて、「テクノロジーや核融合の世界に入ってやろう」と思う気概のある若手が出てくるんじゃないか、と私は思います。ですから、炉工はまだまだ早いと思ってい

るのかどうか分かりませんが、TBMをつくる段階まで来ていますし、もう待ったなしの状況だと思いますので、ぜひ炉工のほうにご配慮いただきたいと思います。

○高村部会長 ありがとうございます。

○小森研究総主幹 小学生とTBMの関係はちょっとわかりませんが、我々のほうは、ここにありますが、理科離れには少し手は打とうということで、キッズエネルギー科学館などを考えています。ちょっと長くなって、すみません。

○高村部会長 いえいえ。そういう活動を核融合研も非常に力を入れているということで、前半については、松尾戦略官がおられますので、一言お願いいたします。

○松尾戦略官 文科省の松尾でございます。

まず、木村先生からございました予算につきましては、これはやはり少ないと思います。ただ、一方で少ない中でどういう形で工夫するかというのは我々としても、核融合研、それからレーザー研、それから原研機構等々と相談をして、できるだけうまい形で重点化された4つの分野について、引き続きやりたいと思っています。

あと人材につきましては、今現在、文科省のもとに核融合作業部会というのがございまして、この中で人材について短期・中期・長期という観点からもう一回整理をして実施に移したいと思っています。ただ、一方で初等・中等教育の問題、それから実際に今、核融合分野に本当に人が学科として少ないのかどうか、ここは分析しなければいけないところだと思います。先ほどどなたか委員も述べておられましたけれども、核融合というのはものすごく幅広いものでございまして、別に核融合学科というのがもともとあったかという、そうではなくて、いろいろなところの方々が集まって核融合というものを形成しているという観点から言えば、いかに魅力ある核融合というものを我々がつくっていくかということだと思います。それはひとえに学問としての魅力とともに産業界、要するに出口として魅力だと思ってございまして、これは常々産業界からも、仕事がなければ人が散逸してしまうと言われております。そうすると、今の学生というのは出口と切り離して学科というのは選ばないということもありますので、そこら辺は我々としても、キャリアパスという観点からきちんと長期的なことも踏まえて検討したいと思ってございます。これは多分一朝一夕にはできないことなので、先生方にも入り口から出口までご協力いただかないと、文科省だけでは当然できないし、いろいろなところにご協力いただかなければいけないと思いますけれども、そういった形で引き続きこの分野をうまく伸ばしていく、それは国民にも理解できるような形でうまく伸ばしていくという形で、ぜひプログラムをつくっていきたいと思ってございますので、ぜひよろしくお願ひしたいと思います。

○西田補佐 それでは、人材育成の件でちょっと補足をさせていただきたいと思います。

先ほど先生がおっしゃいましたように、これは核融合だけの問題ではなくて、原子力全般の問題でもあるわけですが、現在、技術者・研究者が非常に原子力分野については高齢化してきて、なかなか新しい方々が入ってきていないというのがデータとして出てきておりまして、非常に各業界の方々は深刻な問題として受けとめております。これにつきましては、実は現在役所と大学関係者及び産業界でもって原子力関係人材育成協議会というものを開催しておりまして、そういった中で、それぞれの各方面の関係者が共同して対策を打たなければならないということで、今現在検討が進んでいるところでございます。一応ことしの5月か6月ぐらいに対策を含めまして考え方もまとめて、それで今後そういったものについて積極的に対応を図ってまいりたいと考えてございます。

○高村部会長 ありがとうございました。

ちょっと時間が押してきました、多分まだいろいろご意見があるんだと思うんですが、重点化装置のもう一つ、阪大のレーザーエネルギー学研究センターのほうからのご報告がありますので、それをお聞きして、また足りない部分は補っていただきたいということで、まず白神先生のほうから、よろしくお願いいたします。

○白神教授 大阪大学レーザーエネルギー学研究センターの白神と申します。私自身は、激光XII号等を使いましてレーザー核融合の実験をやっている、特にプラズマ計測、それから一部レーザーの建設にも携わっております。きょうはどうぞよろしくお願いいたします。

私も画面のほうでご説明させていただきたいと思います。きょう申し上げますのは、レーザー核融合で進めております、我々はFIREX計画と呼んでおります高速点火という方式の説明と、それから重点化以後、最近どういう進展が得られているという点と、それからあと人材育成、社会への発信等について、ご説明を順番にさせていただきたいと思います。

まず、FIREX計画なんですけれども、これは高速点火方式ということで我々は進めております。そのシナリオとプロジェクトの年次計画、それからちょっと関連した世界の動きをご説明いたします。

これは高速点火という方式の概念なんです。ここに燃料ペレットがありまして、これに四方八方からレーザーを当てて、これを圧縮する。燃料が圧縮されたときに、ターゲットのここにコーン、じょうごのようなものをつけておきまして、燃料が圧縮されたときに、こちらからタイミングを合わせて超高強度長短パルス of 加熱用のレーザーを打ち込む。それで燃料を加熱するという方式でございます。それで点火燃焼を起こすというわけで、これの一番のポイントは、従来の中心点火方式というのは、我々は $\rho R$ と呼んでいますけれども、燃料の密度と厚さの積なんですけれども、これが一定の数値が必要です。 $N_e$ に相当するものなんですけれども、これは中に中心スパークをつくると、これは大きなプラズマをつくる必要がありますが、高速点火の場合はこれをつくらない。外から加熱しますので、半径がおよそ半分で済む。ということは、ボリュームが1けた落ち、所要のレーザーのエネルギーも小さくできるということで、これがレーザーのエネルギーに対してターゲットのエネルギーゲインが幾らとれますかと、炉としては100が必要ということになっているんですけれども、中心点火に比べて約1けた小さいカーブがかけます。ここがFIREX-IIという状態です。現在進めておりますのはその前段階のFIREX-Iで、こんなところなんですけれども、それは燃料のサイズでいきますと、現在進めている計画がFIREX-I、これぐらいです。FIREX-IIというのは、ちょうどサイズとしては2倍、だから質量、ボリュームとしては10倍ぐらい、1けたアップになります。それがこの辺です。IIですと、ですからゲインが10というのが目標になります。リアクターは、さらに2倍あるいは1けた大きなエネルギーということで、この辺になってまいります。

それで、FIREX計画というのはこのように進んでおります。横軸が年次で、加熱レーザーと爆縮レーザーに分けて書いております。2002年、2003年、このあたりで前の小規模な実験で加熱が1 kJ、1,000万度までいくということができて、ここでFIREX-Iの計画開発の計画がスタートいたしました。現在加熱レーザーを建設しております、今ここです。ビームの出力が出るようになりまして、今年度から本格的な加熱実験を行います。それで、このIの目標は、点火温度、我々は5 keV、5,000万度と想定していますけれども、ここまで、前の1,000万度から5,000万度までスケールアップができるということができたら、それでチェ

ック・アンド・レビューで次のステップを検討しようということになっています。これが順調にいきますと、恐らくこのあたり、2013年、2014年あたりで点火実験ができると思われますが、一方、これは米国のN I Fというもっと大きなプログラムですけれども、これは2010年から点火実験を開始するということにしております。それから、同じくフランスのL M Jというプロジェクトが、ほぼ同じ、よく似たプロジェクトですけれども、3年おくれぐらいで動くということです。ですから、我々の計画と、それからN I FやL M Jの計画と、そういうものを合わせると、レーザー核融合での核融合点火・燃焼というものの実現を目指していけると考えております。

これは今申しましたN I Fです。これは航空写真です。ここにレーザーのベイがありまして、ここが照射チェンバーです。およそこれが100メートルぐらい、ここからここで200メートルぐらいという非常に大きな装置です。それで、建設がもう95%ぐらいは完成しておりまして、今2008年ですから、この辺ですね。2010年からイグニッションのキャンペーンを始めると聞いております。一部のレーザーはもう随分前から出ております。それで、彼らの計画では、まず点火を行うわけですけれども、その後幾つかのステップを経て、I F E、Inertial Fusion Energyと、エネルギー・アプリケーションとして彼らは位置づけているということになっております。

では次に、重点化以後の我々のサイエンスのほうの進展ですけれども、プラズマ・フィジクス、それからターゲットデザイン、それからレーザー建設等について述べたいと思います。

まず、これは我々の設計評価です。2次元の流体構造シミュレーションを使って1,000倍ぐらいの密度の圧縮ができたプラズマがあります。これを加熱するエネルギーを与えるとどんな加熱温度になるかというシミュレーションですけれども、何kJのエネルギーを投入するか。そのときに大事なのは、どれだけのパルス幅で入れるかと。早く入れないといけないんです。余り遅いとプラズマは飛び散ってしまいますから、我々は今このあたりがねらえるだろうと考えております。この線と色が温度をあらわしています。過去の実験で加熱レーザーのエネルギーからプラズマにデポジットされたエネルギーの効率というのが、ほぼ0.2、20%というものができております。それがコンスタントだとすると、この辺に来ます。もっと上げたいわけなんですけれども、この辺に来ると5 keVというのは実現できそうだと評価しております。

それで、加熱のためのこういう燃料球にコーンを設けます。ここで加熱レーザーを入れるんですけれども、中に、一つ進展なんです、これはローデンシティの金のフォームで、すすみたいなものですが、これを設けると、これはちょっと比較がないですけれども、こちらから見ていて、非常にX線の発光が強くなる、エレクトロンがたくさん出て結合効率が上がるということの一つ発見しております。

それから、こちらはシミュレーションですけれども、このコーンに関して二重の構造を設けることによって、真空ギャップの効果でエレクトロンの流れを効率よく燃料球のほうに持っていくことができる、エレクトロンが逃げないという提案が一つなされております。こういったことで結合効率を上げていくということをもくろんでおります。

それから、爆縮のほうにつきましては、コーンの外側にプラスチックのコーティングをするとか、こういうことで、ハイZの、Zの重たい物質が燃料のほうに入らないという手だてで、これで密度が2倍ほど稼げるというもくろみがございます。それから、圧縮自体も、これはシェルの中に少し物質をドーブすることによってターゲットの中の輻射輸送を制御する。これは

基礎実験です。ピュアのプラスチックのときに、こういう筋々の、空間と時間がこっちに進むんですけども、不安定が成長するのがぴたっと抑えられる、こういう手だてを我々は準備しております。

それから、これは燃料を圧縮したコアとコーンとのインタラクションの問題なんですけれども、これはロチェスター大学と国際協力をしまして、我々が向こうへ行って我々の測定方法ではかった写真がこれなんです。そこで発見されました非常に重要なポイントは、これは燃料が圧縮された爆縮コアなんですけれども、こちらがコーンの先端なんです。こっちが先に光っているということが発見されたので、これは実は、このとき診断用にD2のガスの中に入れていたんですけども、これがショックですね、ジェット状に発生してコーンの先端をつぶすということが発見されました。ただ、これはガスを抜いてやれば軽減されるということで、これはそれを示している我々の2次元のシミュレーションですけども、これを十分考慮してターゲット設計が要ると思っております。そういったことをみな盛り込んだこういう改良型のターゲットを現在準備しております、今年度から統合した実験を始めるという計画です。

燃料の技術については、水素のクライオ・ターゲットの液体・固体になるんですけども、これは核融合研との連携研究です。核融合研のクライオ技術でもってずっとこの開発を行っているものです。こういう水素を固化すると、このようにしまがいっぱい見えますね。均一ではないんですが、これは水素です。実際はDTですと、 $\beta$ 崩壊の熱でこういう均一化が起こると考えているんですけども、今これは、ですから核融合研のほうでは水素でやっているんですけども、水素でも実は分子のオルトパラ変換ということがございまして、これでちょっと少ないんですけども、発熱がある。これを使いまして、水素でありながらこういうDTを模擬したような均一化の基礎研究ができるということで、これは現在進めております。

それから、レーザーなんですけれども、ずっと建設してまいりましたLFEXレーザーと呼んでおります。これは、10kJで1psec、パワーとしては世界最強になります。これが完成しております、既に昨年度から照射実験を開始しておりますけれども、これの本格的な加熱実験がことし夏、それから今年度中くらいに立ち上がっていきます。

実は、私どもだけでやっているわけでは当然ございませんで、先ほども議論がございました核融合研の双方向型共同研究、あるいは、ちょっとニュアンスは違いますが、レーザー連携といったもので、ターゲットの開発あるいはプラズマ計測の部分、それから炉心のシミュレーション、設計、それから炉の技術としては炉壁であるとかビームポートの保護であるとか、あるいはターゲットのインジェクションとか、これを核融合研、それから全国のいろいろな大学と協力して開発を進めていくという体制でございます。

それで、FIREX-I、第1期の計画のまとめとしましては、現在ビームが完成して、稼働を開始して、まさに実験を始めるところです。以前の加熱実験の追試をまず行います。それから、ビームのクォリティーを少し上げる手だてをして、2010年には5keVの加熱を実証したいと考えております。この結果をもってチェック・アンド・レビューが入るということですけども、我々としてはもう少しさらに、これは当面は技術的な問題でCDはプラスチックのシェルを想定していますが、先ほど言いましたようにクライオ技術がどんどん進んでおりますので、ここでとどまらずに、D2を経て、最終的にはDTで実際に加熱をする。もくろみ、評価では、Q、いわゆる核融合のゲインが、1はいかないんですけども、0.1ぐらいいくのではないかと考えておまして、これですと、レーザー核融合では世界記録になるような、例えば

中性子の発生をデモすることができる。これは社会的にもインパクトが大きいのではないかなと考えております。そこまでぜひやりたいと思っております。

それから、人材とか社会への発信の件なんですけれども、組織、それから共同利用の体制、それから社会への発信について述べます。

これはちょっと読みますけれども、どういう組織とか制度とかいうことを、言葉だけになりますけれども、やっているかということを経つか挙げさせていただきました。18年度から全国共同利用施設ということになりましたので、激光XII号とか、こういった大型の装置を共同研究に提供している。例えば19年度ですと、激光XII号を使ってやるような共同研究が20件程度、実際に走っております。それから、核融合研及び大学との双方向型共同研究、それから核融合研とのレーザー連携ということで、研究協力を推進しております。それから、大阪大学のほうで、こういうことで全共ということで5つの任期付ポストを学内で措置、支援をいただいております。それも含めてですけれども、ここ数年の間に合計7名、教授・助教授・助手の教員を公募して、この7名はすべて外部から採用しております。

それから、国際協力という意味では、実は阪大レーザー研というのは以前から国際共同実験みたいなものは多数やってきているんですけれども、ここ4、5年の間で米・英・フランス・中国等と75件、そのうち、こちらから行くのもあれば、向こうから来るのもあるんですけれども、約4分の1の20件というのは激光XII号のほうでやっている実験でございます。

さらに、連携融合事業というものを18年度から開始しております。これは高出力レーザーによる単色量子ビームの生成、だからレーザープラズマから非常にエネルギーのそろったビーム強度の強い粒子ビームが出る、あるいは電子ビーム、あるいはイオンのビームであったり、γ線という話もありますけれども、そういったものを原子力研究機構と協力して進めております。それから、昨年度からは国立天文台とも連携をスタートさせて、これはレーザーを用いた宇宙物理の研究と、やはりプラズマの近い状態が実現できるということで、これを進めております。

それから、産業界に対しては、これも激光XII号などの大型装置のマシントimeを提供しようということで、先端研究施設共用イノベーション創出事業、産業共用といった言い方をしておりますけれども、これでマシントimeを実際に提供して、昨年度からメーカーの方とかが来られて、実験をしております。

人材育成という意味では、例えばここに学生の受け入れとありますが、学生、それから特任研究員の受け入れを示させていただきました。これは年度で、ここが16年度で、17年度に実は旧レーザー研とテラヘルツ部門が統合合併しましたので、ここで学生数がポンとふえています。この青い部分が特任研究員、それから赤と黄色が大阪大学のドクター・マスターの学生、その上は他大学の学生です。ですから、大体特任研究員が30名ぐらい、学生が100名程度ということになります。それで、18年度から全共化です。17年度に統合で、18年度が全共化です。ですから、博士論文が毎年大体10本、修士論文が30本ずつぐらい、そういった形で人材を輩出しているという状況でございます。

装置は、激光XII号を中心にして、加熱用のレーザーで超短パルスレーザーであるとか、もっと小さいクラスのレーザーとか、こういったものを共用に提供しております。それで、そのときにどう運営するかということなんですけれども、公開性あるいは透明性ということで、外部の委員を含む、あるいは委員による運営協議会、あるいは共同研究の専門委員会、それから

外部評価委員会といったもので仕組みをつくっております。それから、プロジェクト的な核融合のような研究に共同研究の方にたくさん参加していただくということ、それからプロジェクトから出てきた成果をまたさまざまな共同研究に展開するという努力、知の循環と呼んでいまずけれども、こういった努力をしております。学生は先ほど言ったとおりです。

全共化を行いました。それで実際に受け入れた、これは受け入れ人日という書き方をしておりますけれども、16年度から双方向がスタートしまして、赤が双方向の大学で、その上の黄色が核融合研の方です。18年度から全共化をして、ここで一気にボンとふえましたが、この400人日とか500人日というのは、幾らだったらいいいというのはちょっと今言いにくいんですけれども、このように全共化によってふえております。先ほども言いましたけれども、共同利用者のコミュニティーを核融合研究に引きつけたいということと、一方、逆に核融合の基盤を利用して、核融合の枠を超えた基礎学術とか産業応用の展開を図るということを目指しております。

それで、これが産業界への貢献の一つの例なんですけれども、これはリーディング・プロジェクト、次世代の半導体製造用の極端紫外光源、13.5ナノメートルの光を出しなさいというプロジェクトです。これは、ここにプラズマをつくって、投影光学系でこの半導体のシリコンに露光するということで、文科省と経産省が一体に連携して動くプロジェクトでございます。それで、5年前に始めたときには我が国は外国に比べて5年おくられているとかと言われていたんですけれども、幸い、実はこういったことに必要なレーザー装置あるいは照射実験装置、ターゲットの技術、それから計算機シミュレーション、あるいは原子分子物理の理論研究、こういったものは、実はレーザー核融合はまさにそういうことをずっとやってきていたわけで、もちろんプラズマのパラメータは違うんですけれども、そのままそういった技術が直にいきまして、研究を開始して2年ぐらいで既にもう成果が上がり出しました。それで、最終的には、経産省から言われていたこのEUV光の発生の効率4%を達成しなさいと、これを最終的に達成することができました。これは、一つの核融合研究が産業応用に役に立つといういい例ではないかなと思います。

それから、レーザー核融合だけではなくて、磁場閉じ込めを含め、我が国の核融合研究全体にもコントリビューションがございまして、共同利用・共同研究は当然ですけれども、例えば磁場閉じ込めプラズマに対して、トムソン散乱用のレーザー、これは誘導ブリルアン散乱位相共役鏡というまさにレーザーの技術なんですけれども、これを阪大のほうから原子力機構のほうに協力といいますか、一緒に研究開発をしまして、これは非常にうまくいって、プローブ・レーザーが非常に高品質化した、高出力化したということがございました。これはプラズマ核融合学会で賞をいただいたときの写真です。

それから、これはちょっと間違っております。申しわけございません。燃料供給ではなくて、計測用のテスセルというペレット、診断用の物質をドープした、シードをドープしたペレットを注入するという、そのためのペレットを開発して、提供したりしております。

それから、これは最近なんですけれども、中性子シンチレータです。中性子とか $\alpha$ 線とか、そういったものを測定するためのシンチレータ。これは、セリウム・ドープ・YAG、YAGというのはYAGレーザーの材質なんです。これをセラミックでつくるということをずっと開発していたんですけれども、これにセレンを入れると非常にいいシンチレータになるということで、これは核融合研の西浦先生と協力しております。あと、炉設計においても、磁場閉じ込めの研究者の方々、炉工学研究のグループとも協力しております。



これはちょっと数字とかは上がっておりませんが、新聞報道等、あるいは報告書等、出版、それから学会、国際会議で当然成果を公開しております。一方、研究活動は、オープンハウスであるとか、見学とか、あるいは広報誌を発行するとか、そういった形でやっております。例えば、ここには書いておりませんが、昨年度でいいますと、見学の件数が百十数件ございまして、延べで言いますと2,500人ぐらいの方の見学を受け入れております。もちろん高校生とかを含みます。それから、シンポジウムを開催したりしております。

ということで、最後は、先ほど最初に文科省からご説明がありました、すみません、これは18年ですが、チェック・アンド・レビューです。重点化後の進展、それから共同利用、人材、国際的寄与、社会的寄与、いずれもおかげさまで高い評価をいただいておりますけれども、さらに炉システムの実現性を示すために展開が必要であるとか、今後のさらなる発展にサゼスチョンをいただいております。例えば、このオールジャパンの課題や体制の構築、これはまさに今全共として努力しているところでありまして、18年度からですから、2年終わったところで、今3年目です。成果も上がりつつありますので、これは引き続き努力していきたいと、こういった期待にこたえていきたいと考えております。

以上でございます。

○高村部会長 ありがとうございます。

大分時間が座長の不手際であれなんですけれども、阪大での活動をご報告いただきました。どういう切り口からでも結構です。コメントをいただければと思います。はい、本島委員。

○本島委員 白神先生は当事者でいらっしゃるから、ちょっと控え目なところがあったと思いますが、私が思っておりますことをちょっと述べさせていただきたいんですが、それは、このファスト点火というのが大阪大学の独自のアイデアであるという点でありまして、これは先ほどの小森さんのLHDについても同じで、高速点火のアイデアは山中龍彦博士が1985年ぐらいに提案されていますね。それからもう一つ重要なことは、このコーンターゲットで、このアイデアはここにいらっしゃる三間委員が提案されたものです。そういう点で我が国独自のアイデアがあって流れができています。これはヘリカルについても、1955年代に宇尾光治博士が最初のコイルを2本使うというアイデアを出されていて、今の最先端の流れにつながっている。やはり我が国独自であるということは、これは非常に重要なことであって、文部科学省を中心としての政府の支援を得ることができたということも非常に重要なことですし、そのためにも、産業基盤はもちろんですが、学術基盤があったということだと思います。先ほど来の若手とか学生などの興味ということにつきましても、やはり我が国独自であるということ、これは他の追随を許さない、許しにくいというところがあるので、そこは非常に重要な要素ではないかと思います。

○高村部会長 ありがとうございます。

ほかに、どなたでしたか。尾崎委員でしたか、手が挙がってしまったのは。違いましたか。ほかにございませんでしょうか。

では、私のほうから。チェック・アンド・レビューでは、炉工学に関して、リアクターというところまで考えるのであれば、炉工学に対する進展といいますか、その辺の展開を図ることが、そこにも多分出ていると思うんですけれども、その辺に関して簡単にコメントをいただけますでしょうか。

○白神教授 私どもの組織の規模からすると、なかなか広くカバーすることがしにくい

状況もございますので、炉設計とか、それについては、もちろん双方向研究を含め、共同研究の形で全国の研究者の参加をいただくという形で進めさせていただいております。それからもう一つは、I F E フォーラムという組織がございまして、これに炉設計委員会というものを、一昨年でしたか、作業いただいて、概念設計を進めると。そこには炉工関係のいろいろな先生方もご参加いただいて、概念設計が一通りできたとか、そういった取り組みをさせていただいております。

○高村部会長 ありがとうございます。それなりのアクションをし始めていると理解してよろしいですか。

○白神教授 努力はしております。

○高村部会長 はい、どうぞ、内山委員。

○内山委員 先ほどのLHDでも申しましたが、教育・人材育成のところで先ほど説明のあった資料の中に、学生の受け入れが、国立大学は104名もいるんですが、私立大学は8名しかいないと。何が私立の学生が来ない理由になっているのかよくわからないんですけども、これは何か問題があるんでしょうか。もう少しすそ野を広くして、いろいろな学生がこういう立派なものに実際に肌で触れて、若いうちに経験する機会を与えるというのは大事だと思うんですけども、何かそういう方針というのは考えられているんでしょうか。

○白神教授 基本的には、私どものところだと、共同研究の形で他大学の先生方がやってこられて、そのときに学生を「ではずっと張りつけてやりましょう」とか、そういうケースもございます。ですから、共同研究の先生方が私立大学には少ないというのは、確かに現実にございますね。

○高村部会長 三間先生。

○三間委員 コメントでございますが、私立大学も含めてでございますが、学外の学生を受け入れて実験等をさせる場合には、これは正式には受け入れてはいけないというか、安全の問題というか、安全保障の問題があって、我々はどんな考え方で学生を受け入れているかというところ、もちろん、大阪大学に入学してもらって、それで大学院教育を受ける分には全然問題ないんですけども、学外におられて、大学院生が我々のところへ来てやる時には共同研究という契約を結んでやるんです。そのときには教官と一緒にやってくる。その辺の制度設計はもう少し考える必要があるかなと思っているのと、もう1点は、私学でそれぞれきちんとした大学院ができて、そこで教育をするようになったという面も多少影響があるかと。ちょっと言い方としてはおかしいかもしれませんが。

○高村部会長 後半のほうはちょっと……。前半に関しては、どうなんだろうかね。学生の場合は、傷害保険で、いわゆる国立大学と変わらないんじゃないかなと思うんです。

○三間委員 協定を結んでいるとか、何かそのようなことがあればいいんですが。

○高村部会長 そうですか。

○三間委員 さもなければ、教員というか、職員が共同研究者になっていて、一緒に来て、その私学の職員の先生の責任のもとでやるという、それだったらよろしいということです。

○高村部会長 今のご発言の趣旨は、少なくとも国立大学と同じくらいのそういう舞台設定といたしますか、環境を整えた上でという、少なくともそれは必要だというご指摘だと思いますし、さらに私立大学特有の何かがあれば、そこもできれば勘案して、これは別に阪大レーザー研だけではなくて、核融合研もそうかもしれませんが、一層、せつかくのポテンシャルがあるわけ

ですから、できるだけそういうポテンシャルを活用したほうがよろしいのではないかというのが趣旨だと理解いたします。

○三間委員 それはおっしゃるとおりでございます。我々も努力はしているところで、幾つか制度設計に問題もあるので、その辺は解決しながら進めたいと思っています。

○高村部会長 ありがとうございます。

ほか、いかがでしょうか。阪大のことに限らずに、学術全般にわたって、核融合研も含めて、きょうのご報告にもしご意見があれば、お願いしたいと思います。特に、専門家の方からのご発言が多いんですけれども、少し外部から見たご意見があれば大変貴重なんですけれども、なかなか難しいかもしれませんが、もしありましたら、ぜひよろしくお願いしたいと思います。すみません。

○植弘委員 最初にちょっと申し上げたんですが、今回は学術研究なので、明確な目標はなくても、要するにサイエンスですから、徐々に進歩することは重要なことで、そう思ったんですが、もう一つ、多分ごく最初にあったと思うんですが、このようなヘリカルあるいはレーザー型も、開発段階に移る可能性もこれありと。そのような観点で考えたときに、ではそのチェックがかかるのがあと3年後ぐらいになるんですかね。そのときにどこまであったら開発段階に移るとかということだとすると、その目標に対して今どの辺まで到達しているかということに関しては、サイエンスのレベルとはまた違ったレベルで評価をしていって、本当に近づいていて、例えば開発をトカマクとダブルあるいはトリプルでやらなくてはいけないようなことになるのか。あるいは、そこはあるレベルまで達したけれども、まだ学術研究という形で実行していくのかということに関しては、お金の相談もあるかもしれないけれども、ITERだけに頼ってなくて、国産技術で可能性があるものは拾っていくという大きな方針は必要だと思いますので、その辺のところはどの辺までいったらどうするのかといったあたりについては、大学の先生方あるいは研究会の方がどう思うかということとは別に、政策的な判断として、どの辺に目標を設定して、ここまでいっていったら拾い上げて開発にするというのは、大学の先生にとってみたら開発になるのがいいかどうかは私は知りません。開発になってしまうと、むしろぎりぎり目標設定されて、何年までにどうということになって、むしろ研究としては非常につらいところが出てくるとは思うんですけれども、その辺のところを、日本全体の核融合エネルギーを電力として取り出すということが本当だとすると、その辺のところに関しての政策的なある種のストラテジーをそろそろ評価する側が持つ必要があるんじゃないかという気がいたします。

○高村部会長 ありがとうございます。

では、山下さん、続けてお願いします。

○山下委員 多少関係するかもしれないんですけれども、よく人材育成のところでお話が出る、流動性が必要だということと、それから実用化の近い技術についての広報活動が必要だということと、それから出口のところの可能性を示す、つまり産学連携ですとか、あるいは産業界との連携といったところが見えるためには、おっしゃられたようなロードマップ的な時間の観念との関連づけと、あと産業界と近い部分で、こういうところで横に広がりのある研究なんですよといったことを示す点が一つ大事。それからもう一つは原子力全体の技術者の育成が必要だということをほかでも検討されているようでございますけれども、そこでも重要なのが、産業界との技術者の交流あるいは行き来が可能だということを、きちんと学生の皆様にも伝わるような形で展開してなければいけないということだと思います。

○高村部会長 ありがとうございます。大変貴重なご意見だと思います。

実は、この専門部会の評価作業としましては、次回には、産業界での技術継承とか、今言われた人材交流とか、知的財産の確保とか、そういう点も含めて評価の対象を移していきたいと考えております。

申しわけございませんが、ちょっと時間が切迫してきましたので、今日いただいた幾つか、ターゲットをきちんと示して、それに対する達成度を示すとか、それから評価に対してアクションをきちんと明確にするということとか、それから基盤研究と学術研究、開発研究、今、植弘委員が言われたことと、それから伊藤委員が、それぞれの観点から、あるいはその重なりとか、そのネットワークとの関連とか、そういう視点からまとめ上げていくということも必要であるということを言われました。このあたり、大変貴重な意見だと思っております。それで、人材育成に関しては、社会への発信の方法とか、私立大学の話も出ましたけれども、これはまだまだ不十分な点があるというご指摘だと理解しております。それから、炉工学に関しても、もう少ししっかり、予算的な裏づけもきちんと明確にしてということのご指摘をいただいたと理解しております。

それで、もう時間が来ているに申しわけございませんが、少し延長させていただいて、議題の2、ITER設計の国内評価についての状況報告を、松尾戦略官も来ておられますので、まず松尾戦略官のほうからご報告いただいて、それからSTACでの状況を関理事長のほうからもいただきたいと思います。

ということで、ちょっと時間があれですけれども、松尾戦略官のほうから、よろしく願います。

○松尾戦略官 では、ごく簡単にご報告をさせていただきたいと思います。

今回ご報告させていただく視点でございますけれども、政策評価というよりはむしろITERの現状について、ぜひ原子力委員会の先生の方々にも承知をいただきたいということでご報告させていただきます。

ITERにつきましては、昨年10月に協定が発効いたしまして、11月に第1回目のITER理事会が開催されました。そして、ことしの6月に第2回目のITER理事会を青森県において開催されます。その間のいろいろな作業について簡単にご報告したいと思っています。最大の今のITERの活動でございますけれども、ITERの設計について、詳細な設計を今ITER機構でしてしまして、それを現在各極、日本であれば我が国国内の研究者の方々、産業界の方々を含めて国内評価をしておりますので、その視点、あり方、体制、そして今どういう状況にあるかということについてご報告をしたいと思っています。

資料にページがついておりませんので恐縮でございますが、資料融第13-2-1号というもので1枚めくっていただきまして、ITERの設計の経緯、それから2001年に本原子力委員会のほうで定めていただきましたITER最終設計報告書、これをもって私どもがITERに向かうという決定をさせていただいた、その技術目標について記載してございます。

そして、ページをめくっていただきますと、国内評価の実施でございますが、これは原子力委員会核融合会議で十数年間にわたりましてご議論いただいて、その評価結果としてこの最終報告案の国内評価を設定として妥当であるという評価をいただきまして、これでITER計画がスタートしたものでございます。したがって、これを受けまして、文部科学省、そして昨年法律を改正させていただきまして実施機関とさせていただきました日本原子力研究開発機構が

これをもって今実施しているということでございます。

ページを2枚めくっていただきますと、ITERベースライン文書の国内評価体制という絵がございます。これは、今回核融合専門部会は第13回目でございますが、第10回目、去年この専門部会がキックオフするときにご説明させていただいた国内評価体制でございますが、現在どういう形で国内評価をしているかということをもう一度おさらいさせていただきたいと思っております。この評価の絵でございますけれども、左側がITERの中で行っている活動でございます。ITER理事会がございまして、STACという科学技術者の会合、ここでもいろいろな技術評価をしてございます。ここには、今来ていただいております関先生、それから核融合研の伊藤先生に日本代表としてご出席いただきまして、科学技術の観点からの評価をいただいているわけでございます。そして、今ベースラインのドキュメントがITER理事会、ITER機構のほうから各極に投げられているところでございまして、右側のMEXT、これは文部科学省の略称でございますけれども、文部科学省のほうで評価をするということでございます。そして、その評価の結果をSTACでありますとかITERの理事会のほうにインプットをして、日本としての意見を入れるということでございます。文部科学省及び実施機関であります原子力機構が評価をするに当たりまして、文部科学省の下にあります科学技術・学術審議会核融合研究作業部会で評価をしていただく。その下に今現在タスクフォースを設置して、ITERの設計の国内評価を行ってございます。具体的には、核融合エネルギーフォーラムに技術的な評価をチャージしています。ただ、ここは国としてのオーソライゼーションがございませんので、これを核融合研究作業部会のほうに上げ、技術的な評価の正確さについてオーソライズし、それに加えてビッグプロジェクトという観点からプロジェクトマネジメントあるいは資金投入の是非について付加した形で作業部会で検討し、それを日本のコメントとしてSTACないしは理事会のほうに提出するというものでございます。そして、その中途、途中で原子力委員会のほうに報告をさせていただきたいということで、今回も、その中間報告といえますか、状況報告をさせていただくという視点でございます。

またページを戻っていただきまして、恐縮ですが、ページを打ってございませんが、先ほどの資料の次の「ベースライン文書について」に戻っていただければと思っております。これは、では今どういう視点で国内で評価をしているかということでございますが、2001年の最終報告から数年経ってございます。その観点から言いますと、サイトがフランスのカダラッシュに決まったということからの適合性の観点、2001年からもう既に6年、7年経ってございますので、その間の技術の進歩、それからITERをITERならしめるための現実性の観点、リスク低減の観点から、今現在、評価をしております。そして、ITER機構から出てくる文書、これは技術仕様、それからスケジュール、コスト、プロマネについて各種文書が出てきますので、これについてそれぞれレビューをするということでございます。ITERのほうではSTACにおいて審議し、その是非について国内において評価をする、そして最終的にITER理事会でその是非について判断をするということでございます。

1枚めくっていただきますと、ベースラインドキュメントの構成ということで、3つの文書がそれぞれの時期に出てきますので、これをそれぞれタイムリーに評価していくということでございます。その評価の体制でございますが、先ほど申し上げたとおりの内容をこの文書の文字面にしてございます。まずは核融合エネルギーフォーラムに技術的な視点をお願いしています。この核融合エネルギーフォーラムは、研究者、それから産業界の方々等々のお集まりで、

主に技術的な視点から評価をしていただくということで、今精力的に評価をいただいているものでございます。

1枚めくっていただきまして、先ほどの絵でございますが、それぞれ評価の視点をその下のページに記載させていただいております。文部科学省では、その技術的な視点に加えまして、プロジェクトのマネジメントという観点からもあわせて評価をして、ITER理事会にインプットしていきたいと思っております。

それで、残りの時間を頂戴いたしまして、今、科学技術諮問委員会、これは先ほどのITERの理事会の下にありますSTACというものでございますが、それが4月、それからまた5月に行われますので、4月の結果につきまして関先生のほうからご紹介をさせていただきたいと思えます。

その前に一言だけ。先ほど各先生から開発への戦略でありますとかロードマップについてご言及いただきましたので、ちょっとその状況についてだけ1分ほどお時間をちょうだいして申し述べたいと思えます。

今、実は私ども、ITERの設計につきましては、国内の評価を核融合エネルギーフォーラムにお願いしてございますけれども、そのほかに、まずは核融合につきましてはエネルギーとして取り出す、その観点から言いますと、トカマク、それからヘリカル、レーザー、各種ございます。その中で今実験炉と言われるのは、トカマクを採用いたしましたわけでございます。そのトカマクを例にして、原型炉、実証炉とありますが、その原型炉までのロードマップを今核融合エネルギーフォーラムに依頼してございます。これは、視点といたしましては、人材の観点、それから産業界との観点、それで長期的な視点で大きなビジョンを示すという観点でございます。これには当然人材の問題、資金の問題がありますので、これに移行できるかどうかというのはまた別途判断が要るわけですが、そういった大きな青写真をつくってもらうということでございます。一方で、恐らく核融合研、それからレーザー研のほうでも、みずからの炉型について、次のステップに進むといういろいろなターゲティングというのはあると思えますので、それをあわせて、恐らく次にどう進むかというのは、全体として見ていくということになろうかと思えます。

あと人材については、先ほど西田補佐からあったとおり、原子力というのは、これからアジアの問題、それから原子力全体で言えばリプレースの問題があって、人材は、数年前から原子力工学というのはなくなってきていますので、人材が減ってきている。これは原子力全体としてそうです。これは仕事とパッケージでありますので、産業界とあわせて形で人材問題については議論する。ただ、一方で核融合についても同じような議論がありますので、それとあわせた形で、私ども文科省の下で核融合研究作業部会でこれから議論をして、一方で、ただ単に将来的な人材をつくるということではなくて、短期的に人材をどう確保していくか、それから中期的にどういったシステムが要るのか、長期的にITER、それから原型炉を見据えると、30年、40年というプログラムでありますから、どういった長期的なビジョンでもって、産業界を含めて、仕事を含めてつくっていくのか。これは核融合だけではなくていろいろなエンジニアリングが必要だということであれば、核融合という仕事ではなくて、加速器であるとか、あるいはほかのビッグプロジェクトを渡り歩くような研究者、それが先ほどの流動化ということ、あるいはキャリアパスにもつながるかもしれませんが、そういった視点を含めて、人材の育成だけではなくて、確保についても検討していきたいと思っている次第であります。ご指

摘いただいた点は本当に一から十までそのとおりでございますので、私どもはそれをちょっと体現化するようにこれから努力したいと思ってございます。

それでは、ちょっと残りの時間で、関先生のほうから、これまでのS T A Cの検討状況についてご報告をお願いしたいと思います。

○関理事長 関でございます。伊藤先生と一緒にI T E Rの科学技術諮問委員会に出席おり、この第3回目が4月7日から9日にわたって行われましたので、これまでの状況についてご報告をいたします。

S T A Cの中でも、明確に言えば、まだ結論が十分に得られていなくて、5月19日から21日に第4回が予定されております。その結果をまとめて理事会に報告する予定になっています。

資料の1ページ目をめくっていただきますと、I T E Rの全体設計がありまして、これは基本的にF D R 2001から大きな変更があるわけではありません。現状は、この設計について、新しい国際チームがさまざまな観点から、先ほどもお話がありましたけれども、サイトのアダプテーション、技術の進歩を見込んだリスクの低減、あるいは信頼性拡大のためにいろいろ設計を進めています。細かな設計の変更が300項目以上あったと思います。そういうものをまとめて新しい設計として完成させつつあるところですけども、昨年の11月に行われました第2回のS T A Cにおいて、我々と国際チームとの間でいろいろやりとりがありました。その結果、特にS T A Cとして重要課題を全部で13項目挙げまして、これについていろいろ課題を提示して、国際チームでの設計の進展あるいは設計の改良を促したわけであります。例えば、課題1は垂直位置制御から形状制御、オーミック運転での磁束と中心ソレノイド、E L Mの制御といった項目が13項目あります。きょうは、特に重要で、装置に影響の大きいと思われる3項目を取り上げて、どういう課題があって、どういう検討を今しているのかということについてお話しいたします。

まず1番目は、次のページをめくっていただいて、課題4のE L M制御であります。これは、タイプIの周辺部局在モードというのがあって、プラズマから周期的に周辺の壁に熱や粒子が流れ込む現象ですけども、これの現在のパルス的な熱負荷が非常に高く、大体20M J程度の評価になっています。これをかなり下げないと、個体壁の寿命が短くなるのではないかと、下げる方法について少し工夫をなささいというミッションをS T A Cから出しました。従来はペレットを打ち込んで、ペレットペーシングというやり方で、細かな熱負荷を非常に数多く出して1回当たりの熱負荷を小さく抑えることを考えていましたが、それだけでは若干足りないということが言われていますので、特にエネルギー低減をするために、一つコイルをつくって、制御したいということになっています。現在、S T A Cでは、コイルを真空容器の外側に置く、二重壁の間に置いて、内側のトリチウムのバウンダリーになる壁は貫通させないということで提案はしてきていますけれども、現状の国際チームの設計では、なかなか二重壁の外に置くのはつらいので、内側に置いてもう少し設計をしていきたいということになっています。

2つ目は、課題7のダイバーター材料でありまして、これは国際チームから、カーボン、プラズマの運転中に細かなダストが大量に発生し、それにトリチウムが吸収される、そうすると、炉心というか、真空容器の中にたまるトリチウムの量が多くなり過ぎてしまって、安全審査を受ける上で非常に具合が悪いので、ぜひタングステンで進めたいという話がありました。これについて、S T A Cの側では、タングステン材料で運転を始める場合とか、あるいは一部低Z材料を使う場合、そしてまた本当にタングステンで材料のデータが全部そろっているか等

についての検討を国際チームに出してきたところですが、現状では、今の状態でタングステンフルに採用することはとても難しく、カーボン材料で少なくとも運転を開始しようという意見がまとめられています。そして、カーボン材料でも、先ほどお話ししたトリチウムの急増等については、もう少しデータを蓄積して、あるいはR&Dを行って、トリチウムの炉心での吸収量を小さくしていこうという検討を今続けています。

最後にコイルのコールド試験ですが、国際チームに納入されるトロイダルコイルについて、4.2K、つまり使用温度に近い状態で試験をするということについて検討しています。これはかなり試験をする上では大きな装置が必要になることもありますので、この試験装置のシナリオとかコスト、それから全体のITER建設のスケジュールへの影響について、これを明確にしたいという話をしています。国際チームでは、各極の専門家等を集めて、どの程度の試験が必要になるのかも含めて、今かなり検討を進めているところであります、第4回目までには何らかの結論が得られるだろうと思っています。

最後に、先ほどブランケットのお話が出ましたので、若干テストブランケットのお話をさせていただきます。ご存じのように、テストブランケットは、ITERを試験装置として使って、エネルギーをどのように発生させるかというのは、国の計画としてあるということでございます。したがって、テストブランケットの設計は、ほかのITERのコンポーネントの設計は全部国際チームがやりますが、これだけは各極で行うことになっています。そのために、各極が設計したブランケットがその状態で今のITERの設計の中に入るのか。ブランケットだけころっと入るわけではなくて、外側に冷却水あるいは冷却の気体が出てきたり、液体金属が出てきたり、いろいろありますので、そういったものとの取り扱い、そういったものが入るだけの設備容量をもともとITERのほうで持っていなくてはならないということがあって、ITERとテストブランケットを行う各極との間ではこれまでいろいろ議論が進められてきました。今後は、ITERの大きな計画の中にテストブランケット計画も組み込まれて、ITER計画の中に入っていくということになりますけれども、特にITERのテストブランケットの照射後の取り扱いを考えると、ホットセルの大きさ等についても直接影響が出るということもあり、今後とも国際チームあるいはテストブランケットワーキンググループを中心にこの辺の議論が整理されて、整合性のとれたITERの建設とテストブランケットの試験が行われていくものだと考えています。

以上です。

○高村部会長　ありがとうございました。

今ご説明がありましたように、文部科学省ではこのITERベースライン文書について国内評価作業を鋭意進めているということで、先ほど松尾戦略官からご紹介がありましたように、この原子力委員会の核融合専門部会としても、それを見ながら助言等を示していくという体制にあるかと思います。今回は、現在そのような状況にあるというご報告を受けたわけですが、その作業の過程で専門部会としての意見、コメントというのも有効かと思うので、ちょっと残りというか、もう時間は過ぎているんですけれども、ございましたら二、三伺いできればと思っています。いかがでしょうか。どうぞ、尾崎委員。

○尾崎委員　質問なんですけれども、今ベースライン文書を4つとこの資料にあるんですけれども、ITER機構から提示はもうあったんですか、この4文書について。

○高村部会長　どうぞ、松尾戦略官。



○松尾戦略官 今実際、最終的には技術資料についての提示はございますけれども、コストとかスケジュールについては、今ITER機構内で行っているところで、恐らく5月の下旬ぐらいに提示されることになろうかと思います。したがって、今文科省の中でのいろいろな設計のレビューについても、およそこういうものということでやっていますけれども、正式にはそれからということで、インテンシブに評価をするということだと思います。最終的にはITER理事会に物申していくわけですが、それを踏まえて、あるいは最終的にできなければ、コンサーンを出して意見を出していくといった形にならざるを得ないのではないかと考えております。

○高村部会長 よろしいでしょうか。

ほかはございませんでしょうか。

それでは、またご報告を受ける機会もあるかと思しますので、きょうはこれくらいにしてよろしいでしょうか。はい、どうぞ。

○本島委員 少し違うことですが。

○高村部会長 そうですか。ちょっと待ってください。松尾戦略官、いいですか。

では、本島委員、どうぞ。

○本島委員 きょう、学術面の評価をいただいたわけですので、一つ申し上げたいことがあります。それは、核融合研究に果たす理論化の果たすべき役割でありまして、この点については研究が進んできたから、今まで以上に理論化の果たすべき役割というのが重要になってきていると思いますので、この委員会でもそういった観点をぜひ意見として共有していただけないかと。この分野も、ビッグサイエンスとして見ていただけるところまで来ておりますが、ビッグプロジェクトを進めるという観点では、物をつくるということに関心がどうしてもいきがちです。しかし、核融合エネルギーの実現を例えば5年短くしようとしたら、理論化の力があればそれもあるかもしれないと思いますので、人的資源、それから予算的なものをさらに投下する必要があると思います。きょうの議論もそれに非常に強く関連すると思いますので、理論化の果たすべき、期待していることをぜひテイクノートしていただきたいと思って発言いたしました。

○高村部会長 わかりました。ありがとうございます。

実は、学術に関しましては、この部会としてはもう一つ、「推進方策について」には基盤研究の重要性も指摘されておりますので、その中に理論シミュレーションというところがございます。ですから、どういう形で次回取り上げることになるかわかりませんが、今言われた観点も含めて、ちょっと検討させていただければと思っております。

ほか、よろしいでしょうか。松尾さん、何か。

○松尾戦略官 私のほうからも2点ございまして、1点目は、今の本島先生と同じことで、私、先ほど植弘先生のロードマップの話をしましたけれども、エネルギーというだけではなくて、学術というのは、エネルギーに至るまでにいろいろな学術的な貢献というのがありますので、そこをしっかりと評価といいますか、評価をするというよりはむしろそれをアプリシエートしていただきたいというのが1点でございました。

それから、今回申し上げましたITERの設計の国内評価についても、いろいろなところで今実は私どもは評価させていただいておりまして、いろいろなところから言われているのは屋上屋にならないようにということでございまして、原子力委員会では技術評価というのを2001

年にまとめていただきましたので、この中において我々はしっかりと国内の評価をしていきたいと思っておりますので、原子力委員会にはそれを踏まえて適宜ご報告をさせていただきたい。ダブルでいろいろなところで同じような評価というのは、やはり違う視点というのがございますので、よろしくお願いいたしますと思っております。

○高村部会長 ありがとうございます。

ちょっと補足になりますが、「推進方策について」には、ITERの役割としては、燃焼プラズマ制御技術の確立ということと、定常炉心プラズマの実現、それからシステムの統合化、ITERと国内研究との連携という、キーワード的にはその4点が指摘されておりますので、専門部会としてはそういう視点から多分眺めていくことになるんだろうなと私は個人的には思っておりますけれども。

時間がかかなり過ぎまして、大変申しわけないと思っております。もしよろしければ、このあたりでおしまいにしたいと思いますが、事務局のほうから何かございますか。

○西田補佐 次回の日程でございますけれども、5月28日を予定させていただいております。次回は、これまでの議論等を踏まえまして、骨子案等につきましてもご議論をさせていただければと考えてございます。時間、場所等につきましては、また改めてご連絡させていただきたいと思っております。よろしくお願いいたします。

○本島委員 次回は原子力委員の先生方はご出席いただけますか。よろしくお願いいたします。

○西田補佐 はい。すみません。今回は緊急で、申しわけございません。

○高村部会長 これで閉会といたします。

おくれて申しわけございませんでした。またよろしくお願いいたします。

午後4時28分 閉会