

核融合研究開発基本問題検討会（第15回） 議事録

1. 日 時 平成15年12月9日（火）15：00～16：30
2. 場 所 中央合同庁舎第4号館 11階 共用第1特別会議室
3. 出席者

〔核融合研究開発基本問題検討会構成員〕

玉野輝男（参与）、畦地宏、居田克巳、今川信作、大塚道夫、岡野邦彦、菊池満、高津英幸、寺井隆幸、長崎晋也、藤原正巳（座長）

〔核融合専門部会技術WG構成員〕

井上信幸、桂井誠、岸本浩、高村秀一、西川雅弘、松田慎三郎

〔内閣府〕

川口補佐、犬塚補佐

4. 議 題：

- （1）核融合研究開発の基本的進め方について
- （2）その他

5. 配付資料

資料検第15-1-1号 原子力委員会「核融合研究開発基本問題検討会」からの御質問に対する回答

資料検第15-1-2号 核融合研究開発基本問題検討会における主要論点

資料検第15-2-1号 核融合研究開発基本問題検討会（第14回）議事録

6. 議事内容

1) 産業界からの回答について、資料検第15-1-1号に基づき、藤原座長より説明がなされた。

2) 本件に関し、以下の質疑応答があった。

【玉野参与】 一番最後のところに書いてあります「関係者で協議する場が別途設けられる」という話については、何か情報がございませうでしょうか。

【藤原座長】 これについては私の方でいろいろ調べてみます。

【松田委員】 この資料のような視点もあると思うのですが、一方、ITERのこれまでの設計開発でも企業の方が参加しておられます。企業の方が参加しておられるのはどういう目でかということ、企業の目でも参加しておられると思います。だから、こういう場合の別途検討する場というのは、一般的な設計ではなく、おそらく何か特別なイメージがあるのだと思います。

いざつくるという場合になったら、例えば工場の設備はこういうのがあからそれで作れるかとか、こういうつくり方をした方がもっと合理的にできるとか、そういう議論は当然製作の過程であると思うのですが、この回答から持ち得るイメージは、ディファインの仕方によって大分違うのではないかという気がします。

【藤原座長】 これについては少し私の方で聞いておきます。

3) 「核融合研究開発基本問題検討会における主要論点」に対する審議・検討の結果について、資料検第15-1-2号に基づき、藤原座長より説明がなされた。

4) 本件に関し、以下の質疑応答があった。

【井上委員】 カバーするところはそれでいいと思うのですが、3ページの一番下の今説明のあったところで、細かいことですが、下から2行目の「されていることから」の「いる」が抜けていますね。

それから、同じところですが、これを見ますと、国際協力で合意形成に時間がかかってという認識はいいのですが、それは産業界だけ具合が悪かったということなのではないでしょうか。この文章のままですとそうなるのですが、ほかは具合が悪くなかったのですか。一度文章を切って、困難となったという認識を示し、それは例えばこういうことだという意味ですね。産業界だけではないでしょう。

【藤原座長】 そうですね。

【松田委員】 今のところですが、場所としても、どうせ順序は細工をされるのだと思うのですが、最後にこれを持ってくると非常に並びが悪いですね。というのは、その上の部分は全体を締めくくって次につながるような文章ですね。

【藤原座長】 そうですね。

【松田委員】 したがって、最後の部分の言いたいことは上の方に散りばめて入れた方がいいと思います。

【藤原座長】 失礼いたしました。これは、下から2番目のドットをこの章の締めくくりに置きたいと思います。もともとそういうつもりで書きました。

【菊池委員】 そうしますと、締めくくりの文章の書き出しがちょっと変です。「このように」というのは、すごく進歩したからこうなんだという書き方ですよ。

【藤原座長】 基本的にはそうです。

【菊池委員】 だから、ちょっと表現を変えた方がいいのではないかと思います。

【松田委員】 最後のドットというのは何を言いたいかというと、国際協力上の合意形成に期間を要したために実現が困難になったというだけではなくて、その間に設計の合理化をやったとか、そういうポジティブな作業をしているわけです。それで現在のITERが実現されているので、多分最後のドットの前半の部分は上の方の2番目のドットの文章に引き続いて中に入れ込んで、その中で合理的な設計も行えたというようなことも一緒に書いた方がいいのではないかと思います。

【藤原座長】 あまり直したくないのですが、おっしゃる意味はわかりました。

【井上委員】 その間何もしなかったわけではなくて、やったけれどもということ

しょう。産業界というのはネガティブな面ですが、今おっしゃったように、遅れたけれどもやることはやったのですね。

【高村委員】 カバーする範囲として、法整備について触れる必要はないのでしょうか。私はよくわからないのでどなたかに答えていただきたいのですが。

要するに、トリチウムを扱っているわけですね。それに伴ういろいろな法整備があると思います。研究進展の環境として、当然法整備がされていないといけないのですけれども、その点については何も書かなくてもよろしいのですかという質問です。

【松田委員】 それを書くとなると、2番目のドットの最後のところに、「国内への誘致に向けて技術的な検討及び規制法の検討が行われている」という書き方になるかと思えます。ただ、法律そのものをつくるのは国の仕事なので、どういう書き方をするかは少し考えた方がいいと思えます。研究者はそのお手伝いをするという立場での協力はできることだと思えます。

【玉野参与】 それは3ページの後ろから4番目のドットの一部と考えられる事柄ではないですか。

【高村委員】 そうですね、そこにも関係しますね。

【玉野参与】 ですから、そういった意味で「基本的な考え方が整備された」という中に進捗状況としては入っているのではないかと思います。

【高村委員】 わかりました。そういう理解であればそれで結構です。それから、同じ第2章のところですけども、上から5番目のドットにレーザーのことが書かれておりますが、これは日本語の表現の問題だと思うのですけれども、一般の人には非常にわかりにくい。すなわち、「新方式の高速点火による1千万度の加熱に成功し、点火を目指した研究を開始できる段階に達した」とありますが、我々はある程度は理解しますけれども、これは何か矛盾していますね。要するに、高速点火うんぬんで成功しと言って、成功したのだったら目指す必要はないわけです。これは表現の問題だと思います。

【畦地委員】 「高速点火」は「高速点火方式」に書きかえていただきたいと思えます。

【大塚委員】 3つほどあるのですが、1つは4ページ目の第3章の上から4番目のドットの「今後の核融合研究開発においては、産業界の育成の観点から…」というところなのですが、これも専門部会の中でどなたかのコメントで追加されたものなのでしょうか。

【藤原座長】 これは専門部会の方の鈴木委員ですね。

【大塚委員】 私は「核融合エネルギーの多様な応用や開発成果の実用への応用を含めた研究等の幅広い展開」というのが育成につながるのかどうかがよくわからないのですが、どういうロジックなのでしょうか。

【藤原座長】 ここに書いてあるのはそんなに深い理由はないです。要するに、スピ
ンオフを含めてでしょう。

【大塚委員】 スピンオフのことを言っておられるのですか。

【藤原座長】 はい。

【大塚委員】 わかりました。それと、同じ4ページ目の下から3つ目のドットの
「以上の研究開発と並行して...」と書いてあるところで、これまでは「トカマク型発
電実証プラント」のところを「トカマク型発電プラント」になっていて、発電実証プ
ラントの設計研究というのは当然進めていて、その次の発電プラントの概念の設計研
究をやることによって発電実証プラントをより現実的な実用化につながるようなもの
にしていくという論旨で書いておられるのかなと私はずっと理解していたのですけれ
ども、何かここで大きく変わっているのですけれども、これは書き間違いではなくて
こういうふうに変えるということですか。

【玉野参与】 以前の文章は「トカマク型発電プラント」になっていたのですね。

【大塚委員】 そうです。今まではずっと「発電プラント」です。

【玉野参与】 上の方ではみんな「発電実証プラント」と呼んでいるからコンシステ
ントにした方がいいのではないかというご意見だったと思います。

【大塚委員】 もともと「発電実証プラント」の意味で書くのが「実証」が抜けて
「発電プラント」と書いておられていたのか、もともと商用炉というか実用化段階の
ものをイメージして書いておられたのかがよくわからなかったのですけれども。

【菊池委員】 「実用炉に繋がる」だから、これは「発電実証プラント」のことを意
味していると思います。

【松田委員】 平成4年につくられた第3段階の報告書では、将来の核融合炉をイメ
ージしていたのですね。その将来の核融合炉というのは、ITER以降の炉全部を含
めてイメージをしていたのです。この検討会では、ITERの次の「発電実証プラ
ント」をはっきり意識して議論をしてきたので、今ここで書くとしたら、もちろん前み
たいな「発電実証プラント」以降を含めた書き方もありますけれども、かなり議論が
集約化されてきたので、ここでは「実証プラント」という言葉で統一した方がいいの
ではないかと思います。

【大塚委員】 私が受け取っていたのは、「発電実証プラント」の次の「実用プラ
ント」をイメージして、それで「発電実証プラント」の研究開発もやはりやっていかな
いといけないのでこういう概念設計をやるというふうに書かれていたのかなと思って
いたのですけれども、そうではないのですね。

【菊池委員】 文章にはそう書いてありますね。

【大塚委員】 そうですよ。

【菊池委員】 3章には割とさらっと書いてありますが。

【大塚委員】 どちらなのかをはっきりさせれば、それでよろしいと思います。もう1つ、8ページの「研究開発の分担」のところで、上から4番目のドットのところですが、これも前段2行は専門部会のコメントを入れられたと藤原先生は言われたと思うのですが、ちょっと最初の2行が引っかかります。といいますのは、この文章では、今の段階で、産業界としては自己資金を投入してやりなさいよというふうな書きぶりに受け取れるのですが、まだそういう段階ではないと思いますので。

【藤原座長】 そこまでの意味を含めて書いたわけではないのですが。

【大塚委員】 普通の人を読むとそう受け取るのではないかという気がしたのですけれども、専門部会の中ではどういう意味で言われたのでしょうか。

【藤原座長】 これは岸本委員ですね。

【岸本委員】 何か言ったと思うのですが、こういう趣旨のことを言ったのかどうかは記憶にないです。いわゆる経済合理性の追究というのをメーカーで自腹を切ってやれと言っているのではなくて、例えば機器のコストを比較したら日本だけが突出して高いとか、あるいはエネルギーのシステムとして先々成り立っていかないようなコストのつけ方がされないようにしなければならないという意味で、製造技術の確立と経済合理性の両方を書くべきだという意味のことを申し上げたと思います。

【大塚委員】 製造技術の蓄積・向上とか確立と経済合理性の追及も全部お金がかかりますので、要するに自分のお金でやるという段階ではまだないだろうと思います。いろいろ国家プロジェクトとして進められる中で受注してモノを作ったりする際には、こういうことを当然やらなければいけないと思うのですが、この文章からは自分の金を投入してでもやりなさいよというふうに受け取れましたので、それはまだこの段階では違うのではないのでしょうかというのが私の意見です。

【岡野委員】 最後の「追及が求められる」という一言がいけないのではないのでしょうか。求められてもお金がなければできないし。

【菊池委員】 お金がかからないようにやってねという意味ですよ。

【岸本委員】 コストが高くなならないような工夫をしてねと言っているわけです。

【大塚委員】 いや、工夫をするのもお金がかかるのです。わざわざ一番最初には「産業界においては」と書いてあるので、産業界としてはそうしなさいよというふうに受け取れます。

【藤原座長】 もちろん産業界に自腹を切って装置をつくれというようなことを言っているわけではないですよ。

【大塚委員】 そうではなくて、もちろん装置をつくるにはお金をいただいてつくるのだと思うのですが。

【菊池委員】 逆に言うと、産業界としては経済合理性の追求はしないということですか。

【大塚委員】 いやいや、経済合理性の話ではなくて、例えば製造技術を蓄積して、それをまた維持・継承していくためにはお金がかかるわけですね。受注がそれほどないのにそれだけの製造技術を蓄積・向上させなさいと言われれば、これは今の状況なのですけれども、まず人を維持しないとイケないですよ。そのお金はどこから出るのでかという話です。

【菊池委員】 人の維持という意味ですね。それはほかのところにそういう配慮が必要であるということは書いてあるわけですよ。

【大塚委員】 かなり別のところ、遠いところに書いてあるので。

【玉野参与】 これに関連して一般的な質問があります。ITERの場合、おそらくITER事業体がやる活動というのは欧米スタイルに近い形をとるのではないかと思います。ということは人件費を含んだコストでもって、これが活動費ですよという形になるのだと思うのですが、それで、今度日本が役割分担をしたときにそれがどこでどういうふうになるのかということに関して何かございますでしょうか。

【岸本委員】 欧米スタイルか日本スタイルかはわかりませんが、当然人件費はいつの場合も含めて計算をしないといけない、原研がやる場合は原研の職員の給料は別計上というのはしゅっちゅうあるのですけれども、ITERの場合は別に原研の人がやるわけではないですから、当然、日本でやろうとヨーロッパでやろうと皆同じように人件費も含めて計算しなければならない。

ただ、事業体の人件費というのは今回の場合は別計上になっていますから、どこでやろうとも別計上になる。機器については、大塚委員の会社が受注すれば大塚委員の会社の人の人件費も全部含めてコストに計上される。でも、事業体の人のお金は計上されていないという分け方になっています。

【松田委員】 この項目には、別に資金はどこで負担するというのはどこにも書いていないと思います。例えば「ITERを中心とした核融合機器の製造技術の蓄積・向上に務め」というのは、発注して受注した場合にその製造技術が蓄積するのは当然だろうし、向上するのも当然だろうし、あるいはその下の一番最後の行には「積極的参加が得られるよう配慮して」とありますが、ITERの場合だったらそれなりのコストとか派遣職員の費用はプロジェクトの中に考えられているわけです。

そういう意味では、これが自主的に求められるとかそういうことがあればそういう議論は必要かと思うのですが、この文章を見たときにそんなに企業に押しつけているという感じに読み取れますでしょうか。

【大塚委員】 押しつけているという意味で私は言っているのではなくて、将来の実用化に備えて産業界ではこういう技術の確立とかコスト削減の努力を自分のお金も出してやりなさいよというふうな文章に受け取れるということです。というのは、多分、今、岡野委員が言われたように、最後の「追及が求められる」というところがちょっときついというのと、一番最初に「産業界においては」と書いてあるということではないでしょうか。

それと、ITERだけだったら現実につくるわけですがけれども、「発電実証プラントに向けた製造技術の確立と...」というふうに書いてあるので、発電実証プラントというのはITERをつくってからかなり時間があくことになると思うので、その間、人間を維持しないといけないのか、どうするのかという話になりますね。今のような状態があと10年後か20年後にまた同じように出てくるということになるのでしょうかけれども、それはちょっとまだこの段階ではできないですということなのです。

【井上委員】 これは、妥協案では、「求められる」を「重要である」とか「望まれる」とかに直せばいいのでしょうか。

【犬塚補佐】 「発電実証プラントに向けた製造技術の確立と経済合理性の追求のため、ITERを中心とした核融合機器の製造技術の蓄積・向上に務める」ではどうでしょうか。

【井上委員】 産業界がですか。

【犬塚補佐】 そう。真っ先にやらないといけないのは、発注を受けたことによって技術の蓄積とその向上を図るという観点をまさに求めるわけでしょうから、そういう観点から何のためにやるかというのを前に書いていただいて、その後ろで製造技術の蓄積・向上に務めるということではいかがですか。

【井上委員】 似たようなことは独立行政法人もそうですね。お金をもらわなければ人を養成できないという事情がこれから出てきます。だから、研究所とか大学はそう書かれても金がなければできませんよという事情はどこでもあるわけで、そこは産業界と同じレベルではないかということになるのではないのでしょうか。

【大塚委員】 それだと大学の方もやはり文章をもう少し変えた方がいいのではないかと思います。

【井上委員】 ですから、「求められる」では具合が悪ければ、今おっしゃったような考えもあります。ほかのところもそうするのかということになりますね。求められても無理だよという話であれば、重要であると委員会が認識しておるというだけにするのか。

【岡野委員】 私はちょっとずれがあるのかなと感じているのは、ここで「産業界において」と書いてあって、あたかも産業界はこうしなければならないというふうに確かに読めるようにも思うのですが、本当は「産業界がITERに積極的に参加するためには」なのではないのでしょうか。ひょっとしたら参加したくないかもしれないですね。

それはITERがあったら日本の産業界が参加するのは当然ではないかというところからスタートしているように見えるからちょっと疑問があるのではないかなというのが私の理解です。利益を上げられないものであれば産業界は参入できないですね。その微妙な感覚のずれが言葉の端々に出てしまうのではないのでしょうか。

【岸本委員】 それが前に申し上げたことの1つのポイントなのですが、物納ですから、国によって、儲かると思っている国、儲からないと思っている国がある。それで、

ここで経済合理性というのがバリューという中で実現できるように努めないとなかなか国際競争力というのは確保できないのではないのでしょうか、という意味がこもっているつもりだったのですけれども。

【岡野委員】 それが正しいと思います。だから、書き方としては、「産業界においては」は「産業界がITERに参加するためには」とはっきり書いてしまったらいいのではないですか。もしもその経済合理性が追求できないのだったら、産業界はITERの受注ができないですよね。みんな海外にいつてしまいます。それでいいんだというのであれば追求しなくてもいいし、いや、やはり産業界はITERに参加していきたいというのであれば追求することが求められるのではないのでしょうか。

【菊池委員】 あまり品のない表現というのはちょっとどうかなと思います。

【藤原座長】 これはそんなふうにとれますか。

【大塚委員】 だから、あまりITERの話をここで議論しない方が私はいいと思います。ITERの次の発電実証プラントに向けた研究開発方針ということなので。だけど、その段階でも国主導で行われるわけですね。まだ企業が主としてやるわけではありません。

【藤原座長】 でも、発電実証プラントの次はもう実用ですから、それはもう経済界が引き受けなければだめですね。

【大塚委員】 それであれば、まず電力会社が積極的にならないと、機器製造メーカーが幾ら一生懸命になっても、買う人がいなければつくれないですよね。だから、少なくとも電力会社が何かをやらないといけないのだと思います。

【岸本委員】 産業界というのは別に製造業だけではなくて、使う側も含めての産業界です。

【大塚委員】 ここには製造技術しか書いていないですから。

【菊池委員】 この文章は、最初に産業界に何が求められるのかが書いてあって、そのためには何に配慮しなければいけないかということが書いてあると思います。だから、大塚委員がおっしゃっているような「ただ自腹を切ってまでやるように要求されている」というイメージではなくて、「積極的参加が得られるように配慮して研究開発を進める必要がある」ということで、その言葉の中にさまざまなことを読むべきであって、何か自腹を切れと言われてるように見えるというのは少し被害意識が強すぎるのではないかなと思います。

【大塚委員】 今までいろいろ被害がありましたので。

【菊池委員】 だから、そういう面では、大塚補佐が言われたように、文章を引っ張り返せば十分読めるとは思いますけれども。

【藤原座長】 それでよろしいですね。

【畦地委員】 4 ページの上から 4 番目のドットですけれども、ここにはスピノフのことしか書いていないですね。大塚委員の心配にこたえるためには、核融合の基盤技術を戦略的な科学技術として、日本としてどう育てていくかということがここに書かれる必要があると思います。それが書かれていないから何となく話がちぐはぐになるのではないのでしょうか。スピノフも大切なのですけれども、肝心かなめの基盤技術が、例えば 20 年も新しい発注がなかったら廃れてしまう心配が出てくるわけです。

磁場の話は私はあまり存じ上げていないのでレーザーの例で言うと、レーザーガラスというのが最も重要なキーテクノロジーの 1 つなのですが、もともとは日本のレーザーガラスは世界で最も高いクオリティーを誇っていたにもかかわらず、この 20 年間大きなプロジェクトがなかったがために、日本のメーカーは残念ながら国内の工場を閉鎖せざるを得なくなりました。このために私たちがいざ新しいレーザーをつくらうとすると、海外から輸入しないといけないような状況になってしまっているわけです。

それはプロジェクトが 20 年なかったということなので、10 年ごとであればもちろん技術はキープされるし、仮にどうしても 20 年もスパンがあいてしまう場合には一体どうしたらいいのかといったときに、核融合以外へスピノフを出しながらいろいろなところから、端的に言えば予算を措置することをここでちゃんと書いておけば、大塚委員の心配もある程度緩和されるのではないかと思うのですが、いかがでしょうか。

要約すると、この書き方がやや一面的ではないかなという気が少ししました。核融合からのスピノフの部分と核融合の基盤技術を構築していくという部分と、やはり両方位置付ける必要があると思います。

【藤原座長】 核融合の基盤技術と言うけれども、実用化するような核融合炉の話と、そうではなくて実験装置の話があります。今までの磁場方式の装置というのは、加速器の装置などと共通したベースがずっと成り立っていて、それで全体としてある程度受注が連続してあればやってこれた。ところが、最近はそうはないみたいなので、だから基盤技術とは一体何であるかということが非常に問題なのです。核融合の基盤技術というのは何であるか。

【畦地委員】 磁場核融合の基盤技術というのは、超伝導とか、そういったものですね。それを具体的に書くか書かないかは別にして、基盤技術を戦略的な科学技術として保ち発展させていくという視点はやはり要るのではないのでしょうか。

【松田委員】 保っていくときに具体的に何をやるかというのがないと、政策としてはわからないですね。

【畦地委員】 私もそう思います。だけど、ここにはスピノフをやりたいと書いてあるだけです。

【井上委員】 ここは、専門部会で意見が出たのは、スピノフだけではないのかもしれませんけれども、要するに、核融合をやるのに産業界からもうちょっと魅力のある計画に見られるようにするには、例えば水素エネルギーの製造とかそういうものにもう少し目を向けたような計画が立てられないのかというようなことをおっしゃったのです。それをスピノフという格好だけで見ればこういう表現にとられるかもしれ

ませんけれども、もう少しエネルギーの開発として考えればこういう表現になるのではないかと思います。

【藤原座長】 2つ言ったのですね。要するに、そんなロングタームではなくてもうちょっとニアタームで、はっきり言えば、産業界が飯を食っていけるような魅力のあるものをやってくれということでした。

【松田委員】 それと水素エネルギーのことと両方おっしゃったのですね。単に発電するだけではなくてほかのエネルギー利用の形態もあるとか、それから、身近なショートレンジで実現できる産業応用の両方を例としておっしゃられましたね。

【高津委員】 今の畦地委員のコメントにも関連するのですけれども、当然、本来の核融合技術というものを国として培っていかなければいけないというのは、主体がだれであれ、研究所であれ、大学であれ、産業界であれ、すべてがそれを担ってやっていかなければいけないと思います。この第3章の2番目のドットには、そういうオールジャパンとして本来の主業務というか、メインラインの技術開発をやっていかなければいけないということが書かれていますね。今、畦地委員がおっしゃった4番目のドットには、スピノフというか、多分にイン・アディションというか、さらにやるべきこととしか書かれていないとおっしゃっているのですけれども、その本来のやるべきことはその前にもう書かれているわけです。だから、これは別に産業界としてしか書いていないのですけれども、産業界も研究所も大学も含めて、例えばトカマク方式であればその技術も含めてやっていくべきだということが書かれているので、この最後の4番目のドットは、本来の核融合の技術開発に加えて、よりスピノフなり幅広い応用とかというものもやはり位置付けていかなければいけないですねということだと思います。

そういう意味では、少し畦地委員がおっしゃったコメントはもう既に本来は上の3つに書かれていることであって、それに加えてより幅広い視点が要るよということで専門部会の委員の方のコメントが4つ目に付け加わったのではないかと理解します。

【井上委員】 これは産業界に特化した話ではないですね。実際、大学の先生も水素エネルギーの研究はもうやっているわけです。それから、スピノフの研究もやっていると思うので、この文章の「産業界の育成の観点から」というのは取ってしまった方がいいのではないですか。そうすると大塚委員もあまり気にされなくて済むようになりますし。

【大塚委員】 私は、これを気にしているというよりも、論理がよくわからないのです。

【藤原座長】 これは、私はスピノフのつもりで読みましたが。

【井上委員】 これは、先ほど申し上げたように、たまたま産業界のことをおっしゃったのでこういう表現になっているのです。

【藤原座長】 こんなに議論を呼ぶんだったら取った方がいいですね。

【畦地委員】 産業界との関係を書くというのは重要なことだと思うので、私は取ら

ない方がいいのではないかと思います。

先ほど出た話で、核融合の基盤技術はちゃんとやるんだという話は上の3つのドットに書かれているというお話でしたけれども、あまり書かれているように見えないのですけれども、どこのことをおっしゃっているのでしょうか。

【高津委員】 この上の3つのドットで本来の核融合研究開発の戦略が書かれているわけですね。その中には、当然プラズマも含め、技術基盤も含め、やるべきことが書かれています。

その実施主体が特にスペシフィックに書かれていないというのは、多分このレポートの基本的な趣旨で、オールジャパンとしてやるべきことであり、産業界も含めてやるべきことであって、当然その中には産業界の核融合技術の基盤をつくっていくということも含まれているのだというふうに理解しています。

【畦地委員】 そうですか。インプリシットには確かにそうかもしれませんが、あまりにもインプリシットに過ぎるように思いますけれども。

【藤原座長】 畦地委員が言われていることは違うのですよ。要するに、スピノフでもない、しかし産業にも非常に大きな寄与をするであろう、それが核融合の研究そのものの技術としても共通しているんだというものとのらえ方をして書いたらどうですかというのが前から言っている基盤技術なのです。スピノフではないのです。だから、レーザーガラスのように、レーザーの核融合のために一生懸命やるけれども、それはとりもなおさず、もっとほかの産業の基幹技術にもなるというような戦略の進め方を考えなければだめではないですかという意味ですね。

【松田委員】 それがスピノフではないのですか。

【藤原座長】 スピノフではないです。

【松田委員】 一生懸命やった派生の効果として出てくるというのだから、ほかに使えるというのであれば、スピノフではないでしょうか。それをメインにやることを全然否定するわけではない。その副産物としてほかに利用できるものが出てくる。

【藤原座長】 どっちに主体的観点を見るかですね。

【井上委員】 磁場核融合では、NBIとかペレットインジェクターとかいろいろあります。それと今おっしゃったレーザーガラスとの話には共通点がありますね。だから、そういうものを特に書けという話なのですか。

【畦地委員】 いや、具体的に書けということを言っているわけではありません。

【井上委員】 ここに書いてあることで尽くしていないのですか。

【畦地委員】 尽くしていないように思いました。それは藤原座長はスピノフのことであるとおっしゃったからなのですが、スピノフだけでは片手落ちではないでしょうか。

【岸本委員】 例えばNBIの例が挙げられます。NBIの研究とかいろいろ開発をして、別に次の世代の核融合の需要がなくなつて至るところで使われますね。それを我々はスピンオフだと思っているのです。それは多分至るところで使われるだろう。そういう意味では、単に核融合の分野だけではない範囲で広く技術が行き渡って、それはその技術の継承にもなっているわけですから、そういう意味ではスピンオフも含めて基盤技術というのは確保されているということで理解できると思います。

超伝導も一緒だと思います。超伝導というのは別に核融合だけではなく、強磁場がほかにたくさん必要かどうかは別にして、超伝導の技術というのは至るところで使われるわけで、核融合で開発された超伝導技術というのは直接か間接かは知らないけれども使われるわけで、別に核融合の需要がなくなったから超伝導の技術が国内から消えるなんて心配をする人は誰もいないわけです。強磁場の特定のマグネットの技術というのはなかなか維持できないかもわからないけれども、超伝導技術が廃れるとか外国にってしまう心配をする人はあまりいない。

中には核融合でやらないと維持できなくなるような技術があるかもしれないけれども、磁気核融合という意味で言えば、マグネットと第一壁材料と加熱機器、そんなところがここでは挙げられます。一応はこれぐらいの表現であれば十分に確保できるのではないかと思います。レーザーガラスのことは私はよく知りませんが、ガラスの話を出すときの臭い話になって、あまりこんなところで議論するのはよくないと思うけれども、そういう特定のレーザー関係の技術というの、そういう意味で、レーザー核融合に使われなくてもほかの分野にいろいろな意味で波及して技術が保持できるのであれば、核融合の需要がなくても一応国内では確立し、維持されているというふうに思います。核融合の分野で需要がないと消えていくような技術というのが特別に何かあるのだったら念頭に置かないといけませんけれども。

【今川委員】 今の岸本委員の発言の中で、核融合でやらなくてもどこかでやっていけば残るだろうという発言があったのですけれども、それはちょっと楽観的すぎるのではないかなと思っています。やはり、先ほどレーザーガラスの例が出ましたけれども、キーテクノロジーについては国内で技術が維持できているかどうかをチェックすることが必要ではないかなと思っています。

そういう意味では、この文章の中にあいまいには書かれているので、私はこの文章でもいいかなと思っています。はいるのですが、もっと本当は積極的に、必要な要素技術についてはちゃんと実用炉に向けて維持・管理ができていくか、これは難しいのだろうと思いますけれども、何かそういう、監視するというのは変ですけれども、チェックをする活動というのは必要ではないかと思っています。それをどこかに盛り込むようなことは必要ではないでしょうか。

例えば、大型の物をつくるというのは核融合に特化されているところがありまして、核融合が廃れてくると大型マグネットはどうしても廃れていくという危惧を持っています。どうしても産業としては売れる方向に流れていきますので、大型マグネットの応用をあるレベルに維持するためには、そのプログラムが必要だと思います。

【畦地委員】 どこかに「戦略的な科学技術」という言葉を入れたらいいのではないのでしょうか。

【藤原座長】 そうすると「戦略的」というのは何であるかという議論になってくるからね。それをやり出すとね。

【畦地委員】 そうですか。

【松田委員】 今おっしゃっているようなことを実際にやろうとしますと、同じものをつくるというようなことはないと思うのです。例えば、大きなマグネットだったら大きなマグネットを、それ自身をまた維持するために幾つも装置をつくるとか、そんなことはあり得ないので、そうすると、どういうことをやって技術をできるだけ類似の技術で維持するかという話になると思うのですね。そうすると、具体的に実際のやり方としては、大きい装置をつくれる機会というのは、ITERができたなら、その次はもう発電プラントしかないのですけれども、その発電プラントなり、あるいはもっと将来の装置に向けた要素技術開発というのがあるから、その中で、超伝導ならいろいろな線材の開発とか、あるいはジョイントの開発とか、そういう要素の開発をできるだけ途切れないようにやりながら、次の大きな計画につなげるしかないのではないですか。それ以外の投資というのは、とても実現性があるようには思えません。

【今川委員】 それ以外に何か余分なものをつくるということは、やはり考えていません。そういう意味で加速案というのは、多分、開発する意味ではいいわけですね。ITERが終わって、あと10年目にはもうつくり出すというようなことになると、その10年というスパンであれば、途切れずに、多分、何とか頑張ればR&Dをつなげるというようなことはできるのではないかと思いますけれども、やはりそれがちゃんと進んでいるかというのをチェックする必要があるのではないかと思います。余分なものをつくれということではありません。だから、現実問題、難しいのだと思いますけれども、必要な技術については、何かそれを維持するプログラムをチェックすることが必要なのではないのでしょうか。

【井上委員】 「産業界の育成の観点から」というところに重点があるわけですね。専門部会では、産業界が魅力を持つように、関心を持つようにと言われたような気もするのですね。

【藤原座長】 そうです。そういうことです。

【井上委員】 そうすると、スピンオフもあるけれども、今おっしゃったような未踏の核融合技術への挑戦を産業界がするようという表現が入ればいいのかということですか。さっきのレーザーガラスにしても、今の超伝導の大型の技術開発にしても、それがここに一緒に入ればいいのかということになるのでしょうか。そうすると、上の方に幾つか書いてありますけれども、ではほかのところはどうなんだという話も出てきますね。要するに、みんな核融合の技術に挑戦しているわけです。それで、それをやること自体が産業界にも魅力があるだろうということをここに表現すればよいということですか。そういうことで合意ができれば、文章を考えてもらえばいいということになるのでしょうか。どうでしょうか。「産業界の育成の観点から」というところは、これは育成するのはおこがましいのかもしれませんが。

【藤原座長】 「育成」がまずいのでしょうか。

【井上委員】 関心を持ってもらうとか、そうおっしゃっていたような気もします。それには、長期的には水素みたいなスピンオフが重要だとおっしゃったわけですね。それと、今おっしゃったのは、未踏の核融合技術への産業界の挑戦ですね。それを入

れるというお話ではないかと思えます。

【松田委員】 「積極的な参加の観点から」という方がわかりやすいですね。水素エネルギーなんかは産業界が関心を持っているとか、スピンオフもそういう魅力があれば参加してくるとい文章の方がいいかもしれないですね。

【井上委員】 そうですね。レーザーガラスはどのようなのですか。未踏技術への挑戦というよりは、むしろ我が国として具合が悪かったということ強調されたいわけですか。

【畦地委員】 そうですね。

【井上委員】 それはまた別の話だから、別のところに書いた方がいいのかもしれないね。

それから、前に第三段階計画を議論したときには、委員の中には核融合研究を産業界のためにやっているのではないんだからという話があって、こういう表現が大体削除されてしまったようなこともあったと思いました。今考えると、それはとんでもないということかもしれませんが、ずっと突き詰めていくと、何か本末転倒してしまって、産業界のために核融合をやっているようなことにもなり得るかもしれません。

【藤原座長】 「産業界の積極的な参加の観点から」ですね、そういうふうにするにはいいですか。畦地委員のおっしゃる戦略基盤技術というのは何かというところは、もうちょっと詰めてから、これではなくて報告書に盛り込めたらと思います。

それでは、今日出していただいた意見は今後の参考にするとして、一応大略はこれでいいですね。先ほどの文章のドットの順序を並べかえてくれというのは、確かにおっしゃるとおりです。

【高村委員】 ちょっと違った観点で、1点コメントがあります。

第4章ですけれども、「ITERによる開発研究」というところについて、5点書かれています。このうち、最初の方は基本性能運転に相当するものだと思うのです。それはそれでいいとして、当然、ITERを使った、いろいろな高性能運転段階が後半にあるわけですが、そのことについてあまり書いていないような気がするのです。要するにいろいろな可能性にチャレンジするのだと思います。ところで、書いていないわけではなくて、最後に「一層の有効利用の可能性を検討する」という言葉の中に全部含ませているのだらうという気がします。しかし、例えば高ベータ定常云々という話も、これは住み分けで、国内重点化装置で主にやっていくということですから、ITERにおいても、当然ながらそういう方向の研究はあるわけですね。一般の人からは、そういう研究もITERでやればいいのかという非常に素朴な疑問も出てくるわけで、そういうものに対してどれくらい答えているのか。「高性能化」という言葉が入った方がいいのではないかなという気がするのですけれども、いかがでしょうか。

【岸本委員】 1番目の核融合燃焼制御の後半の「定常運転法によるQ₅以上の燃焼プラズマの長時間維持」、これが今考えられているITERでの物理の面での一番大きなチャレンジです。最近はいろいろなデータが出てきて、これぐらいは達成しな

くてはいかぬということもだんだん出てきているのですけれども、多分、これを実現することが一番、高性能の研究上のチャレンジですね。それをどう書くか、高ベータと書くかどうかということはあるのだらうと思います。ただ、Qイコール5以上の定常運転って、相当ベータを上げないとできないですね。今の道具だけでできるかどうか、ちょっとわからない。

要するに、放射化した段階でどこまで手が入るかということが判断のポイントで、そこは放射化した段階で手を入れないといけないようなことは、一番最後の「一層の有効利用」に入るかなというところで、例えば「Resistive Wall Mode」の制御コイルとかトロイダル磁場コイルとか、いろいろな高性能化の議論があった中で、そういう放射化した段階での装置の高性能化というのは、多分「一層の有効利用」の中に落とし込める。

【高村委員】 そういうふうに読めないことはないのですけれども、何となく矮小化されているような気がして、ほかの人が読んでこれで満足するのかなという危惧を感じるものですから。

【松田委員】 ただ、国際的なITERの目的とかが矮小化されているところは、どこにもないですね。むしろ、それ以上のことを求めている。

【高村委員】 だけれども、特に後半の部分については、確かにQが5で定常というのはチャレンジングなんでしょうけれども、実際にはもっといろいろなことがやれるわけですね。やらなければいけないだらうと思うのですけれども。

【藤原座長】 だから、いろいろITERのイクステンディッド・オペレーションやチャレンジングのテーマを、もっと書けということですか。

【高村委員】 あえて言えば、その高性能というキーワードみたいなものを入れたらどうかということですね。具体的な実験の細かい項目を上げる必要はないかもしれませんが、一般の人が読んで、これは藤家先生の考え方もかもしれませんが、ITERを十分に使い切るんだなということがわかるように、そういう表現にすればいいのではないかなと思います。

【藤原座長】 これは論点の整理ですので、今、高村委員のおっしゃったようなことは、報告書の中に検討して書き込んでいくということではいけませんか。

【岸本委員】 多分、表現の仕方だけの話で、例えば2番目の「小規模発電技術実証」といっただけで自動的に、時間のオーダーの運転を維持しないとイケない。2時間とか3時間の運転という話になるわけで、表現だけですね。発電実証といった途端に数時間の運転をやらなければいけないわけだから。

【高村委員】 皆さんがそれで満足されるのだったら結構です。

【玉野参与】 いや、高村委員のお気持ちはよくわかるのですけれども、やはり少し地についた物の書き方をしないとイケませんので、その辺は6ページの(2)のトカマク改良研究、つまりITERと関連した開発研究をさらに進めて、その上でITERの一層の有効利用をするという中かなり含まれているのではないかと思います。

気持ちとしては私も非常に同感なのですけれども、やはり実際にはそういうふうを持っていく必要があるのではないかという気がします。ですから、この「一層の有効利用」というのは、そういう意味で2度書かれているわけですね。かなり、そういう意味では書かれているように思えるのですが。

【今川委員】 関連することで、5ページ目の3)の一番最後の「ITERを用いた幅広い応用・学術研究」という追加されたところなのですけれども、「水素製造、中性子利用等」というのを特別にやはり記載しないといけないのでしょうか。こう書いて本当にやれるかということ、なかなか私は難しいのではないかと思うのですけれども。

【岸本委員】 これは、産業界の強いご希望です。

【今川委員】 いや、「等」と書かれているから、いいといえばいいのだと思うのですけれども。

【玉野参与】 これは、確かにニュアンスからいうと、「等」というよりは、「を含めた」というニュアンスの方がいいのかもしれないですね。

【今川委員】 現実的には難しい2つが並んでいるという気がするのですけれども、もっとほかの応用だったら考えられるような気がします。

【藤原座長】 ITERですか。

【今川委員】 発電ブランケットに絡んで何かやるということを考えたときに、水素製造までやるとすると、温度をかなり上げないといけないです。そういう非常に難しい問題が出てきますので、それから中性子利用についても、そのサイトに行かないと利用できないとかという問題もあります。

書かれるということであれば、別にそれ以上のことは申し上げませんが、難しいものが2つ並んでいるなという印象を持ったものですから。

【玉野参与】 普通読むと、幅広い応用の例の1番目と2番目がこの2つだというふうには読めないこともないですね。

【菊池委員】 中性子の利用については、中性に伴って線を利用した提案みたいなものも具体的にあるみたいなので、もし必要であれば、別途ご紹介しても構いませんけれども、それが妥当かどうかはまた検討が必要になります。案としては、ないわけではないですね。

【井上委員】 あれぐらい温度の高いプラズマでしたら、そのほかの原子・分子の素過程の研究などにも使えるのではないですか。それも学術研究の中に入るのはないかと思います。ただ、水素製造、中性子利用と同様に具体的に書くか、「等」に入れておくかというだけのことですが。

【松田委員】 水素製造というのは、どなたが紹介されたのですか。

【菊池委員】 小西先生です。

- 【松田委員】 ITERでやるのですか？
- 【菊池委員】 いや、ITERではないです。この「水素製造」という記述は、もう完全にこの間の専門部会での発言を踏まえて書いてあるのだらうと思います。
- 【松田委員】 そういう意味ですね。この前の専門部会では、ITERで水素製造という話だったでしょうか。
- 【菊池委員】 30年とか50年先の話では産業界の参加が難しいので、ITERで何かできるという話はないのですかというフレームの話で出てきていますから、それはやはり難しいと思われるのだったら書けないですね。
- 【藤原座長】 やや勇み足の部分がなきにしもあらずだから、それは消してもいいですよ。
- 【松田委員】 中性子利用等の中に含めてもいいですね。
- 【藤原座長】 水素製造を取れということですね。
- 【寺井委員】 水素製造はITERでは難しいといいますが、電気分解でつくるのだったら多分できると思うのですけれども、それは別です。
- 【玉野参与】 確かに、水素製造の方が難しいですね。
- 【松田委員】 むしろ、水素製造を入れるのだったら、その次の多様な利用というか、先ほど議論していたところに具体例として入れる方がいいかもしれません。
- 【藤原座長】 応用のところですね。
- 【松田委員】 はい。
- 【桂井委員】 ブランケットの高温化というような、結局、高温ブランケットのモジュール試験みたいなものですね。
- 【井上委員】 これは、学術研究と応用ですよ。
- 【岡野委員】 この前の専門部会では、学術研究だから、高温での水素分解の話が言われたのですか。
- 【藤原座長】 そうです。
- 【岡野委員】 学術だったら何でも許されるので、例えば 線による水素の製造とか、結構、原子力で今やっています。新しい水素製造法で、基礎試験としてやっている。そういうものに、核融合の14ミリオン中性子とか 線を使うという話なら、学術研究はできるかもしれないですね。ITERでの量産はできないと思います。

【桂井委員】 それは、「中性子利用等」に入っているんですね。

【岡野委員】 入るかもしれないですね。

【藤原座長】 水素製造を取りますか。私は、国際協力であんなビッグプロジェクトだし、それから世界に1つしかないのだから、核融合の初めてのニュートロンをたくさん出し、ブランケットもつくという装置だったら、そういう利用の可能性はなるべく広げておくというのは大事だという気はしますが、何かとても無理なものだということだったら、取ってしまいます。

【岡野委員】 今の世の中の流行に乗るという意味では、書いておいてもプラスだと思います。外部の人が読むときに、ちゃんと説明できないといけませんよね。どうやるのかと言われたときに、まさか電気分解しますというわけにはいかないと思うので。

【藤原座長】 それでは取りますね。

【大塚委員】 先日、藤原先生に出したメールにも書いたのですが、6ページの(2)の「トカマク改良研究」の「JT-60施設を用いた研究開発の展開」のところで、「ITERの動向を踏まえ、トカマク国内重点化装置へ転換する」という記述がありますね。その「ITERの動向を踏まえ」というのが、私は前から気になっていたのですが、これはぱっと読むと、ITERの動向次第では転換しないこともあり得るといふふうに見えるのですが、これはそういう意味なのでしょうか。そういう意味で書かれているのだったら、私は正しく理解しているということになるのですが、そうでなければ、何か誤解を生むような文章だと思いました。

【岸本委員】 この表現そのままではないですか。

【大塚委員】 そうですか。

【岸本委員】 書いた人に聞かないとわかりません。

【藤原座長】 いや、私はあまり定かに答えたくないです。

【菊池委員】 これは、文科省の核融合研究ワーキング・グループの文章のとおりになっているわけです。だけれども、それは大塚委員が言っているような意味ではないと思います。

【大塚委員】 では、どういう意味ですか。

【菊池委員】 時期が変わるということです。

【大塚委員】 時期を見定めるという意味ですか。

【菊池委員】 はい、そういう意味だと思います。

【井上委員】 ワーキング・グループの文章を、そのままここで書かなければいけないのですか。ワーキング・グループの表現をそのままここへ入れると、今みたいな誤解も出るわけですね。何かとりようによっては、ITERのサイトがどこに決まるかによってとか、いろいろイメージが膨らんでくるのですね。いや、そういうことであれば、大塚委員がおっしゃったようにちゃんと理解しているということになるのかもかもしれませんけれども、この1つの文章でもいろいろなとり方ができると思います。これは、抜かすとまずいのですか。

【藤原座長】 いや、私は別に取っても構わないですよ。時期の問題だけだから。「ITERの動向を踏まえ」というのを取りますか。

【井上委員】 「改修し、その目標を達成する」ことはするわけですね。

【藤原座長】 いや、だからこう書いてあると、要するに「ITERの動向を踏まえ」というのは時期の問題なのですよ。

【井上委員】 やはり時期なのでしょうが。

【寺井委員】 そうのことだと思います。その上にもう「トカマク国内重点化装置へ改修し、その目標を達成する」と書いてありますので。

【井上委員】 書いてありますね。

【松田委員】 そうですよ。この文章をよく読むと、「今後、JT-60を用いた準備研究」ということで、「準備研究」という言葉も入っているし、だから上の文章とあわせて読めば、この「動向を踏まえ」というのは、動向を踏まえて時期を見て転換するというふうに読めると思います。

【寺井委員】 そうですね。後半の文章は、準備研究を国内重点化装置研究といたしますか、開発へ転換していくという意味ですね。ですから、前もって国内重点化装置へ改修することは前提として考えるけれども、そのための準備研究を始めるという話ですね。

【大塚委員】 そうとるのですか。

【藤原座長】 いずれにしても、これはワーキング・グループの方の文章を引っ張ってきているのです。

【寺井委員】 たしか、そういう意味合いで書いてあったと理解しますけれども、これは準備研究の話ですね。

【藤原座長】 大塚委員はこれでいいですか。

【大塚委員】 はい。そういうふうには読めないこともないと思いますので。

【松田委員】 編集のことなのですが、この報告書を前の方からずっと読んでいきま

すと、第2章は進捗状況だから、書く内容はこのとおりでいいのですけれども、書く順序は、第三段階の報告書の項目に大体沿った形で書かれています。一般の人は、ITERとその他の研究開発、炉工学研究開発、それからセーフティーとか、その整理はできていないです。それで、ここをずっと読んでいくと、最初にITERが出てきて、ITERというのはトカマクだという理解をようやくしたかと思うと、トカマクと改良研究についてはというような感じで出てくるのです。

だから、この順序でもしやるのだったら、何かその間をつなぐ言葉というか、ITERというのは中核装置であって、それでそれと並行して幾つかの研究開発をやる必要があって、そのプラズマに関してはとか、何かそういう間をつなぐ言葉を、論理的な構成ができるようにお考えいただく必要があるのではないかという気がするのです。

【藤原座長】 知らない人が読んでもわかるようなストーリーにしてくれということですね。わかりました。

【藤原座長】 それでは、一応これで大枠は、これをもとにして報告書を書き上げていくということにしたいと思います。

5) 次回の予定について、藤原座長より下記の説明があった。

【藤原座長】 次回は来週でありますけれども、1つは、これはかねがね委員の方から出ているのは、要するに核融合炉の熱粒子制御はどういうふうに考えているのかということ。要するに、材料に関して出てくる話題は、対ニュートロンの話が多いのですが、プラズマと壁の相互作用という意味では、プラズマの方の考え方ということも大事でありまして、原研の方から秋葉さんと櫻井さんのお2人に来ていただいて、話を伺いたいと思います。

それから、これはたまたま日本へ来られているのですが、マックス・プランク研究所のボルトさんという方がいて、この人は物質科学の部長をやっておられる方ですが、次回の検討会に来ていただいて、ヨーロッパにおける今後の研究開発の進め方ということでお話をさせていただこうと思っております。ボルトさんは、確かキングさんの委員会の委員でもありましたし、今、ヨーロッパの核融合研究の方向を議論する5人委員会という委員会があって、その委員でもおられますのでお話を伺いたい。これは、日本が今後どうしていくかという参考になるかと思っておりますので、そのお話を伺いたいと思います。

以上