

核融合研究開発基本問題検討会（第5回） 議事録

1. 日 時 平成15年7月25日（金）15：30～18：40

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、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）、森田恒幸

〔招聘者〕

高瀬雄一（東京大学大学院新領域創成科学研究科教授）

小西哲之（京都大学エネルギー理工学研究所教授）

〔核融合専門部会技術WG構成員〕

井上信幸、桂井誠、高村秀一、松田慎三郎

〔内閣府〕 永松審議官、川口補佐

〔文部科学省〕 山口専門官

4. 議 題：

（1）核融合研究開発の基本的進め方について

（2）核融合研究開発の現状について

（3）その他

5. 配付資料

資料検第5 - 1 - 1号 ITER計画について

資料検第5 - 1 - 2号 ITER計画への研究参加および国内体制の構築について

資料検第5 - 2 - 1号 トカマク型核融合炉の設計とそれに向けた開発戦略

資料検第5 - 2 - 2号 核融合エネルギーの利用に向けた発電プランケット及び構造材料の
開発の現状と今後の計画

資料検第5 - 3 - 1号 報告書案の構成（案）

資料検第5 - 3 - 2号 核融合研究開発基本問題検討会（第4回）議事録

6. 議事内容

1) ITER計画について、資料検第5 - 1 - 1号に基づき、松田委員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。

【藤原座長】 もともとは第三段階は実験炉の研究をするというのが中核になっていたわけで、それが国際協力、ITERというプロジェクトでそれを行うというふうになっているわけであります。ですから、ここで当然のことですが、最初に松田委員の方から述べたように、もともと考えていた実験炉の条件をITERが満たしているかどうかという話がまずあって、これは、満たしているという判断でやってきたわけでありましたが、もう一つは物理、工学のR & Dをずっとやってきて、実験炉というものがフィジブルになってきたと判断するかどうかという話、その辺を、一応大きな大事な事柄としてこなしてきたということです。

ただ、私は少し心配なのですが、もともとの発想は要するにエネルギーの開発ですから、ドメスティックにちゃんとやっていかなければいけないわけであります。たまたま国際協力になったのは、それはそれでいいのですが、第三段階でITERをつくっていったときに、それだけの技術的なベース、物理的なベースを我が国に蓄積していくことがちゃんと

見通せるのかが非常に大事なことであります。

たくさんの国が参加するとそれだけ出すお金も少なくて済むからいいけれども、もし日本へ来なかったときには、第三段階では次のステップのための技術的または物理的なベースを養うというのが非常に重要なファクターでありますので、その辺については、国が増えて、かつ外国に I T E R ができた場合にそれをどうするかというのはよくよく考えなければいけない話ではないかと常々思っているわけでありまして。

当然、インターナショナルですから、参加国は平等にいろいろなベースを取得できるというのが原則ですが、実際にはやはりある程度の差が出てくるのではないかと。その辺は今お答えいただかなくてもいいのですが、ある時期には議論しなければいけない話ではないかと思えます。

【長崎委員】 9 ページの表を見ますと、今年中に場所が決まるのですか。

【松田委員】 これはまさしく交渉をやっておられる文科省を中心とする政府の方にお答えいただかないといけないのですが、今年中に決めたいという意味は各国とも皆さんが持っておられて、それを期待しております。

【長崎委員】 それともう一つ、11 ページを見ますと、今のところ甲乙つけがたいというような書き方をされているのですけれども、具体的に日本に持ってくるときに一番のポイントは何になっているのですか。

おそらく、どこの国もそれぞれ研究のレベルというのはある程度あって、それぞれかなり特徴を出してやられているのだと思うのですが、本当に日本に持ってきていたいと思いつきに、一番何を日本は売りにして、これで持ってこようとしているのかということをお聞きしたい。

また、先ほどの藤原先生のご意見に近いのですが、本当に持ってこれないとほとんど意味がないと思うのですけれども、そういう意味で何かやっているのかどうかを教えてください。

【松田委員】 何が売りかという意味では、非常に広大な敷地があるということと、港湾がすぐ近くにあるということ、これは輸送上で非常に大きなメリットです。また、送電系統もしっかりしています。ちょうど資料 10 ページでサイトの写真の下に書かれているようなところが日本の六ヶ所村のポイントです。それから、すぐ隣に再処理の施設もありますし、青森県は廃止した後には引き受けるということも言っておられます。そういうあたりが日本の売りではないかと思えます。

ただし、ここの報告書にありますように、基本的にはどのサイトでも不可能じゃないというか、つくれますよということだとしますと、サイトの優劣だけでは決まらずに、ほかの資金負担とか人事などとパッケージで多分決まらるだろうと思います。そういう意味で、ここにも出ていますように高いレベルでの協議といいますか、そこまでにどういうことを準備するかというのが重要ではないかと思えます。

【長崎委員】 おそらくそうなんだと思うのですけれども、だとしたら、その高いレベルで持ってきてもらうようにするために何をしているのかが一番大事になると思います。具体的な方法は何を考えてやられているのか。

例えは悪いですけど、例えばオリンピックで誘致してくるためにいろいろなことを言われていますが、あんなことをしているとはとても思わないのですけれども、あれはきっと投票で決めているのですが、これは投票ではないとすれば、本当に合議で決めていこうというのだとしたら、その合議で日本に来てもらうとするために、どういうふうに行っているのかということを知らなければなりません。何となく今年中に決まるのが理想的だとし

たら、もうあと何カ月しかない中で、本当にそういうことをしていっているのかという点が大事です。その辺はきちんとやっておかないと、またよくない結果になってしまうのではないかと心配です。

【永松審議官】 今の資料の12ページにも「最終的な合意のためにはハイレベルの協議が必要である」と書いてあり、そういうことなのですが、先ほどのスケジュールでいきますと、まずEUがサイトを一本化したいと考えており、しかし、フランスとスペイン両方が手を挙げているので、これをまず9月ぐらいをめどに一本化をした上で、それを踏まえて日本、EU、カナダがどうなるかですけれども、年内に国際的に決定をしていきたいというのがラフなスケジュールです。

それをやっていく上で、やはりこれはだんだんとクリティカルなレベルで動かないとなかなか合意ができないわけです。それを踏まえて、例えばこの間小泉総理がアメリカに行ったときにはブッシュ大統領に働きかけるとか、あるいはロシアとそういう話をするとか、そういったことで今国際レベルで、指導者レベルでの働きかけなり要請が行われつつあるということです。

しかし、最終的にはやはりその辺の議論の中で具体的な資金の問題、要するにサイト国はどのぐらいの割合を負担することになるのかとか、あるいは負担の部位とか、そういったこともやはりパッケージとして国際的に決めていく交渉がこれから行われるというのが我々の想定しているシナリオです。

【畦地委員】 この機会なので少し素人のような質問をさせていただきます。第三段階の目標というのが自己点火の達成と長時間燃焼の実現とありまして、自己点火の方はわかりますが、長時間燃焼というのは炉である限りは少なくとも数年動かせないといけないわけですね。それに対してITERはたしか1,000秒とかそういうオーダーだったと思いますから、1,000秒と数年というのは10の5乗ぐらい差があるわけで、そのジャンプを一体どういうふうに持っていこうとしているのか、お伺いしたい。

閉じ込め性能、閉じ込めスケーリングとか5ページに出ていますけれども、これは基本的にはエンピリカル・スケーリングなわけですよ。ですから、10の5乗もかけ離れたところにエンピリカル・スケーリングを適用するのは私の常識からすると非常に難しいような気がするのですけれども、その辺はいかがなものでしょうか。

【松田委員】 第三段階で言っている長時間燃焼の目標としては、「1,000秒程度以上」という記載がこのときに出された文書の中にあります。1,000秒というのは、全く長時間、何日も何カ月も動くのと、それから短時間で動かすのと何が物理的に違うかという検討がこの背景になされて定められたものです。つまり特徴的時間ですね。粒子の閉じ込め、エネルギーの閉じ込めの特徴的時間、そういうものを議論した上で、実験炉の段階としては1,000秒ぐらいを長時間燃焼の目標としてやるのが適切であろうと判断されたわけです。その議論は、さらにまたそこに振り返ってここでやるのは余り適切ではないと思います。そういう理解をして決めた話ですから、サイエンスとしてはもちろんやっていいのですけれども。

1,000秒というのはカレント分布が十分平衡に達している時間、それからブランケットの全面、特に一番プラズマに面するあたりの温度がほぼ平衡に達し得る可能性がある時間とか、そういう認識をしたと思います。1,000秒ぐらいのパルスで続けていけば、温度がほぼ平衡に達するであろうという認識をして、したがって、あと本当の手順と何が違うのかという議論のときには材料が何カ月も運転していたらどこかが減ってきてとか、そういう話はもちろんあるのですが、そこまで第三段階のマシンとしては、ミッションとしては書かない方がいいでしょうと、それはそれで別途解決していけばいい話だという問題の認識を持って考えたと思います。

つまり、どれくらいもつかというような話は別にこのマシンで全部やらなくても、例えば材料のコンポーネントの試験とかでできるであろう。そういうものをあわせて次の原型炉をスコープしようと考えています。それは、中性子照射に対して材料がどれくらいもつかという寿命に関しては、実験炉にミッションを課すのではなくて、実験炉と並行してやる試験での知見でもってやればいいでしょうという考えと同じです。インテグレーションをどの段階でやるかという問題だと思います。

【畦地委員】 1,000秒の課題設定が適切であったかどうかということをお伺いしたわけではなくて、1,000秒から数年というレベルまで物理としてのジャンプはないのですかという質問をしたのですけど。

【松田委員】 そういう意味では物理としてのジャンプはないという判断ですね。

3) ITER計画への研究参加および国内体制の構築について、資料検第5-1-2号に基づき、高瀬雄一氏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】 質問ではないのですが、この検討会では第三段階計画の見直しも課題に入っているわけですが、第三段階計画では先ほど松田委員がご説明になられたように、ITERの実験炉を担当するのは原研ということになっていたわけです。ここで示されたのは、一応、核融合フォーラムをそれに相当するものだと考えればいいのでしょうか。そういうところがここでのポイントになってくると思うのですけれども。

【高瀬雄一氏】 原研だけが特別なことをやっているという体制は余りヘルシーでないと私は考えています。最近になってですが、我々大学の人たちが原研に協力研究で行き始めて、我々も恩恵を受けたし、原研としてもかなり活性化に役立ったと思っています。日本では核融合関係の装置や人材といった資源が限られていますので、それをできるだけ全体で一番有効に使えるようにするべきで、それをアーティフィシャルに原研は実験炉にかかわる開発・試験をするというような規定を設けてしまうと、原研の人たちはそのほかのアイデアがあっても追求できないということになりますよね。反対に、我々大学の中でもこのような実験炉に直接かかわる研究をやりたいと思っている人たちもいますので、やはりそこはどのようにしたら日本としての貢献が一番効率よく引き出せるかということを重点に考えた方がいいのではないのでしょうか。

【菊池委員】 高瀬先生の「Research Body」の件は伺ってはいるのですけれども、もう少し整理していただきたいことがあります。高瀬先生はNSSGのメンバーでいらっしゃり、対処方針会議に出ておられると思うのですけれども、既にNSSGのインプットペーパーとしては、一メンバーが「domestic agency」をITERとのインターフェイスとしてノミネートするとあり、その中には「scientific activity」とかの「ITER Organization」とのインターフェイスとしてDAが責任を持つような形のものが既に今回のNSSGのインプットとして出ていますので、「Research Body」というのがそのインターフェイスになるということであれば、それはその旨、対処方針会議で高瀬先生の方から議論されていないとそういう形にはなっていきませんので、もう少し整理されてやっていただければと思います。

【高瀬雄一氏】 4ページを見てください。これがNSSG8で採択されたもので、研究

の「Participation」というのは必ずしもDAを通してではありません。確かに物品調達とかはすべてDAを通しますが、研究の「Participation」というのはDAを通せと言っているわけではございません。

ここで、実際に「Fusion Forum」の中にまとめ役の組織をつくって、その中に「DA」が入っています、「Institutes」が入っています、「Universities」が入っています、「Industries」が入っていますと、こういうふうになっているわけです。

【菊池委員】 この資料自身は私もつくるのに関与していますが、そこまでは意味していないので、文章としてそういう形に余りちゃんとは書いていないので、もう少し対処方針会議で議論していただいた方がいいかと思います。

【高瀬雄一氏】 私の理解と違いますが、では議論いたしましょう。

【長崎委員】 1つ目は、高瀬先生というよりは国の方をお願いしたいのですが、高瀬先生のお話でも、やっぱり若い人に次から次へと来てもらうようにするためには絶対ITERを誘致することが必要で、そのためにいろいろと今まで以上の努力をぜひお願いしたいということです。

もう一つ、高瀬先生にお伺いしたいのは、もちろん今日のお話のメインは、どういうふうに効率的に限られたリソースの中で研究をしていくべきか、ITERにどうやってコミットしていくべきかという話をされていたのですが、同時に運転とか保守とかいう面でいかに日本の中の技術者がその技術を維持していくかという観点がどこまでできているのか。

おそらくトリチウムを使い始めまして、これで例えばリークしましたとか何か事故を起こしましたとなれば、今まで原研あるいはNIFSでやっていて、何かちょっとしたトラブルがあったのとはちょっと違う社会的インパクトを与えてしまいます。もんじゅが単にあんな事故を起こしてしまっただけで、ちょっと隠してしまったとかいうだけでも止まってしまいましたが、これがおそらく、特にRIとか使っているところに対しての今の日本の社会の見方なんだと思います。

それとあとは、単純な溶接ですら200何十カ所も穴があくような技術しか今はもうなくなっているのかもしれないですね。ですから、そういう意味で、やっぱり事故が起きる、あるいはちょっと漏れたとかということに対して、ものすごく社会がセンシティブになっているので、研究は非常に大事だということはわかりますけど、その技術あるいはオペレーションのところではいろいろな人が参加していけるかが重要です。そういう体制をぜひつくっていただきたいと思っているのですけれども、その辺はどういう感じになっているのでしょうか。

【高津委員】 今の長崎委員のご指摘、非常に重要なポイントだと思います。今考えている組織形態でいわゆる統合、インテグレーションのノウハウ、技術がどのように我が国に還元されるかというのは、この国際チーム、「ITER Organization」に参加するメンバーを通してノウハウなり知識を得ていくことになるのだらうと思います。そういう意味で、ここへの貢献というのは非常に大きい意味を持つてくると思っています。

一方、先ほどの松田委員のお話にもございましたように、参加国が増えてきますと、当然ホスト国なった場合に非常に大きな人的にも技術的にも貢献が期待されるし、得られるノウハウ、長崎委員のおっしゃったようなノウハウもたくさん手に入る可能性が高いわけですが、ホストしない場合には非常に小さな貢献になってしまいますので、そういった場合にも次の発電実証プラントにつなげられる技術、ノウハウは得られるような人を送り込むようなシステムというのを多分考えていかなければいけないのだらうと思っています。

【井上委員】 今みたいな話は結構、責任問題があるわけですがけれども、今考えている「Fusion Forum」というのは、独立行政法人なのでしょうか。

【松田委員】 非常に難しいポイントだと思います。難しいというのは、まず第三段階で実験炉をどこが責任持つかという基本的な考えは第三段階計画が示していると思います。そこは、その意味では第三段階はどこどこが責任を持つからそこが全部やりなさいと書いているわけではなくて、連携協力してやりなさいというのも別に書いているのです。当然、日本全体で協力しないといけない。だけど、基本的な責任はどこが持ちなさいという意味でも一方では書いているわけです。

多分、こういう大きなプロジェクトでは、その2つの要素は必ず必要なのだと思います。核融合フォーラムも実はこれが予算の執行とかそういうことになってくると、かなり整理しないといけない点がございまして、例えば今、長崎先生がおっしゃったようなハード的な問題ですけど、別にハードでなくても問題は起こり得るわけで、そのときの責任を持つような「entity」という法的な責任主体になっているかという意味で言うと、現在の核融合フォーラムというのはまだ芽出しの段階で、どちらかというところ協議体なのですね。

そういう意味で、例えばもっとそこに責任を持たせてという話になりますと、法人の中に事務局も会計規則も全部つくらないといけないし、理事長みたいなものを定めないといけないし、どんどん組織としては膨れ上がっていくわけです。多分、そういう形できちんとするというのは一方では必要なのだと思いますが、実態としては何が必要なのかというと、やっぱり日本全国の研究者が熱意を持って参加する形をつくるという話だと思います。

現在は、そういう形をつくるプログラムをここの核融合フォーラムで議論して決めて、それをできるだけ政府が行う協議の中に反映していただくという精神で少なくとも今までは来ています。そういう芽出しという意味では非常にうまく立ち上がってきているのだと思いますが、これからさらにどんどん発展させていって、ITERの仕組みの中で責任も含めて持たせていこうとする場合にはもう少し議論を整理する必要があると思っています。

【藤原座長】 やっぱり責任というのは組織として明確になるような組織でないといけないと思います。何かあったときにどこが責任を持つかが明確になっていないといけないのですが、一方、運営はかなり広くデモクラティックにやるというふうにしないと、大学の参加が非常に難しくなるおそれもあります。

【高瀬雄一氏】 今の件は、本島先生からもご指摘があったので、要望書の方には「Fusion Forum」の中につくってくれというのは一言も書いてなくて、どこにできようが、こういう機能を持ったところがあれば、我々研究者としてはハッピーなわけで、核融合フォーラムの中につくってくれと言っているわけではありません。

【桂井委員】 高瀬先生の4ページの図に戻りますけれども、「Member (Japan)」という部分で上にいくと「OPERATION」と「SCIENCE」で最後に「DG」というのが最終決断するということですよ。結局は各国がいろいろなアイデアを持ち込んでも、「SCIENCE Division」というところで議論がされて、DGが最終責任を持って、万が一の場合は責任をとるという形になるのではないのですか。

【高瀬雄一氏】 資料の4ページは非常に簡略した図でして、最終的には同じことかもしれないですが、その1つ前の3ページをご覧ください。実際に研究計画というのは1つの国がつくるものではなく、「Task Force」というところで練られて国際チームがつくれます。どのような実験を行うかというのは、このEPA、「Experiment

t a l P l a n n i n g A s s e m b l y」というところで、短期の研究計画は議論されて、このあたりで決定されることになります。

D Gは最終責任を持っているわけですがけれども、これはもう少し長期的なプランを立ててそれを実行する。毎日毎日にどういう実験をするかということに口を出すわけではありません。

【桂井委員】 そうすると、「T a s k F o r c e」に有用・有為な人材をどんどん送り込んでいかないとだめなわけですね。

【高瀬雄一氏】 はい。

【菊池委員】 高瀬先生は、多分、自分なりの解釈をして説明しておられると思うのですが、そこまで議論されているわけではなくて、日本から出てきているのは基本的にそれぞれの毎日の実験についても最終責任は「D i r e c t o r G e n e r a l」が責任を持ってやるという考え方に基づいてつくられています。

しかしながら、どうも今週、そこをまた再度N S S Gのワーキンググループの方で議論しているようですが、ヨーロッパの方からどうもかなり今のJ E T方式に近いような感じの提案がされているような雰囲気があります。多分、高瀬先生、N S S Gの本会議の方には出られると思うので、ぜひともその辺よく議論していただきたいと思います。

要するに機構が責任を持ってしっかりやるのか、それとも今のJ E Tみたいにかなり各極が自分なりの研究計画を提案して機構内でアプローブされて、それを実行していくのか。そのスタンスというのは、どこが責任を持ってI T E Rの研究開発をやっているかという観点ではかなり幅が広がるのだけれども、一方で責任の所在がはっきりしない形になるのか。責任の所在ははっきりしているけれども、広がりはないのか。そこは結構非常に重要なパートで、ぜひともよく国内でも議論しなければいけないと思いますし、政府間交渉でもしっかりとよく議論して形態を明確にさせていただかなければいけない項目かと思います。

そういう面で、今日、高瀬先生からいろいろなことを提示していただいたのは非常によかったと思うのですがけれども、国内でももう少し国の委員会として余り議論されていないというのがやはり少し問題かなと思っておりまして、今後、その辺のところをオープンに国全体として議論する必要があるのではないかと考えております。

【桂井委員】 今の関連で、2つの考え方があって、J E T方式のように国がある程度主導権をとるというのと、高瀬先生がアイデアを出されたD Gがとるというのがあると思うのですがけれども、後半の核燃焼実験になってきますと非常にリスクを伴うような実験が多くなってくるわけです。壊れた場合の責任問題とか補修費をどうするかということを考えると、国単位というのはリスクが大きすぎるということで、高瀬先生のようなD Gにすべて集めて共通の責任をとろうという方がいいのではないかなというような考えも出てくると思います。あまりJ E T方式がいいというふうには言えないと思います。

【菊池委員】 いえいえ、高瀬先生は、「D i r e c t o r G e n e r a l」は長期的なやつには口を出すけれども、短期的なやつには出さないとおっしゃったのですが、そうではなくて、日本から出している案はD Gがすべてに対して責任を持つということを申し上げたわけです。

【桂井委員】 それはJ E T方式とは違うのですか。

【菊池委員】 違います。日本から出しているのは違います。だけれども、現状ヨーロッパから出てきているらしいのは、少しよりブロードな議論をされているように聞いており

ます。

【高瀬雄一氏】 私が言っている「口を出さない」というのは、この日の実験をこういうふうにしなさいよとか、そういうことは言わないと言っているだけです。全体の責任はD Gが持つというのは、これは最初から最後まで全部そうなのだから、それをしないと言っているのではないです。

【菊池委員】 だから、そういう言い方はしない方がいい。聞こえるということです。

【高瀬雄一氏】 先ほどのこれこれこういうことをしたら装置が壊れるとか、そういうのはいろいろなところでチェックが入りますので、そういう運転は許されない。よっぽどへまが重ならない限りはそういうことはあり得ないのではないのでしょうか。

【森田委員】 大学のこういった開発研究のかかわり合い方、どういうふうに推進体制を確立するかということは多分ご説明されたと思うのですが、やはりこういう基礎研究も絡んだ開発研究を進める上で、大学の役割というのは常にそれを懐疑的にチェックしていくという1つの機能があって、特にこういう不確実な見通しの開発研究においては常にそういった機能が大学に求められると思うのです。そこはどうなっているのか。

推進方向と違う方向の科学者を育てることが最終的には推進にとっても非常にいい効果を出すし、そういう不確実な見通しにおいてはそういう緊張関係のあるディスカッションを通じてでないと説得力が全く国民に対してないということがあると思うのです。

例えば、地球温暖化でいいますと、地球温暖化はこれだけの巨大な不確実性を持つものだけれども、なぜに政策に取り入れたかという、一定数のしっかりした懐疑派といえますか反対論者がいるからここまで来ているわけです。それで、より地球温暖化が説得力を増してきている。その緊張関係が実は今長崎委員がおっしゃったような、そういう新しい技術というものを育てる芽にもなります。

I T E R 全体のアセスメント、科学的アセスメントをどういうふうに第三者的にやっていくかというところがよくわからないのですけれども、そういった常に緊張関係を保つということにおける大学の役割とI T E R にそれがどういうふうに制度的に科学的アセスメントが取れ込まれているかということについて、ちょっと説明を補足していただきたいと思います。

【松田委員】 このペーパーでは書いていないのですけれども、従来もそうなのですが、I T E R の実施する計画に対して必ずテクニカル・アドバイザー・コミッティーというのができます。それは課題に応じてノミネートされたメンバーだけでやるときもありますし、それが拡大委員会みたいなのを開いてレビューすることがございます。

例えば、I T E R の計画でいいますと、大きいマシンを小型マシンにした経緯があります。そのとき、特別作業グループを設けて非常に広い分野でのレビューをやったわけです。そういう機会を通じていろいろな意見が議論されて集約されて、そのプロセスは絶えず行われております。

また、核融合というのはもともとかなり広いスペクトラムの研究者から成り立っておりまして、例えばインターナショナルにはそういうテクニカルなアドバイザーなコミッティーが設けられますし、おそらくこういう関係でいくと国内にもI T E R を支援するという名目のもとでこういう議論するわけですね。議論するボディがつけられると、その中で必ずいろいろな意見の機会がございますから、そういう意味ではいつもレビューにさらされているという形態になっているのではないかと思います。

【森田委員】 もう一つだけ聞きたいのですけれども、要するにそれに対する方向とは違

うところの科学者に対して積極的にファンドを出すということも、例えば非常に不確実な科学ではやられているわけです。例えば地球温暖化だと、懐疑派というものが実はファンドが減っているために全体の健全性がなくなって緊張関係がなくなってきている。そうすると、あえて大学のそういった研究者に対して一定量のファンドを渡して、それを投資して、それを健全なプロセスに保っていくというようなこともあえてやられている。そういうような計画があれば、非常にこれは健全なプロセスだなというふうに我々は感じるのですけれども。

【藤原座長】 非常に大事な視点だと思います。今まで、今、松田委員の言ったようにシステムとしては、ずっとアドバイザリー・コミッティーとかチェックポイントというのはあったのですが、やっぱりもうちょっと広いベースで委員をそこへ入れていくというのは確かに大事かもしれないですね。

【畦地委員】 次回、大学の核融合の位置づけという話が小川先生からされると思うのですけれども、大学の役割は、今日のお話では人材供給とか、非常にベーシックなところの研究ということでお話があったと思うのですけれども、もうワンランク上というと語弊がありますが、開発研究と非常にベーシックなところの中間段階でレーザーとかヘリカルとかが重点化計画として少なくともワーキングでは認められています。その役割が、今、森田先生がおっしゃられた推進派ではないITERに対する緊張関係を核融合コミュニティの中で保ちながらやっていくという役割が重点化計画の役割ではないかなと思っています。それについて来週議論があると思います。

【井上委員】 森田先生がおっしゃったのは、核融合コミュニティ以外のいわゆる緊張関係を保つようなグループに対するITER側からのいろいろな手当を意味されたのだと思います。今、畦地先生がおっしゃったのは、コミュニティの中でどういう考えでやるべきかということだろうと思います。それについては戦略検討分科会で大学の委員が多数入ったところで一応検討しておりますが、これはITERのための報告書ねということで評判が悪いわけです。核融合エネルギーの技術的実現性、この厚いやつですね。これの中ではITER計画懇談会の吉川先生の方から、裾野としての基礎研究が重要だということ指摘されまして、それにはどういうものがあるかというのを検討しているわけです。後ろの方に大分書いてあると思うのですけれども、そのあたりで言っていることは、今畦地先生おっしゃったように、いわゆるトカマクだけではだめだし、ITERだけでもだめだということを述べているわけです。それで、ITERにはどれぐらいの人が必要だし、人材を育成するとすればどういうふうなことが重要かというようなことも一応は指摘しております。

【長崎委員】 また元の話に戻してしまうようなところもありますけれども、1つだけ教えていただきたいのですけれども、ITERが日本にできたという前提でイメージしたときに、ITERができて、トリチウム使っているいろいろなものができてきます。今度は反対派の人が例えば安全評価するんですよ、きっと。そうすると、安全評価に対して、例えば原発なんかのときはもう設置反対の訴訟が起こりますよね。そういったときに、誰を相手にして訴訟を起こす格好になるのですか。

というのは、誰が責任を持って推進するのかというのを明確に国民に示していないといけないのではないかと思います。例えば、トリチウムが出て風評被害が生じたとします。そのときに住民は誰を相手に訴訟するのか。そういうところの責任がはっきりとなっているのかどうか。

何でこんなことを言っているかというと、親会社の方の雪印が問題を起こしたときに、同じように三菱自動車もリコール問題を起こしたのですね。そのときに、雪印は新聞に謝

罪の広告を出したのですけれども、雪印は社員一堂でごめんなさいと言った。三菱は社長名で出しました。絶対に雪印はもう一回やるなと思っていた人たちの予想通り、これはもう一回やったんですね、子会社が。これはやっぱり責任を誰が持っているのかということに対する意識がなかったと思うのです。

ですから、このITERというのは誰が責任を持っているのか。その最後の責任は誰が持つ。それが例えば国際の何とか委員会とかいうのであれば、そういうものは国民は例えば問題が起こったときに訴えていくときに簡単に訴えられるのか。あるいは青森県知事は誰に対していろいろな行政的な処置をできていくのか。その辺がはっきりとしていないと、なかなかうんと言ってくれないのではないかと思います。一般の感覚からするとそう思うのですけれども、その辺はどうなっているのでしょうか。

【松田委員】 安全を担保する責任というのは、基本的にはこの「ITER Legal Entity」の機構長が持つことになると思います。ただし、責任を追及するというような場合だと、どういう法律に基づいてということになって、今、多分まだ決まっていなのが国際機関としての法律、特に安全上の位置づけですね。それをどういう位置づけにするかというのはまだ決まっていらないと思います。でも、間もなくそういうあたりが議論されて、はっきりすると思うのですが、いずれにしても中心になるのはITER事業体であって、そこは変わらないと思います。

【永松審議官】 おそらく、これから国際協定を固めていく中で、この国際機関たるITERの「Organization」と、それからホスト国の政府機関との権利義務関係を定めていくことになりますので、基本的にはその内容によるということになると思いますが、常識的には、国際機関でやっても建設なり運転に責任を持っている機関がまずは一義的な安全に対する責任があると思います。

ただし、それは政府との関係で一部分担していることもあるでしょうし、あるいは共同で責任を負うこともあるでしょうから、その協定によって関係政府の責任関係もそこで規定されてくるということになりますので、ちょっと仮定の議論になりますので今ここで何とも言えませんが、おそらく両方が絡んだ形で安全問題というのはクリアしていく必要があるのではないかと思います。

【桂井委員】 同じ質問をこの上の委員会でしたときは、どなたかが米軍基地の問題と似ているんですよというような話をされていましたよね。

【高村委員】 高瀬先生の報告に対して議論は主として運転期のところに集中したのですけれども、前半で建設期のことについて、核融合フォーラムを中心とした役割について指摘されているわけです。これは非常に重要でありまして、私も専門部会に於いていろいろ申し上げました。実際に、この段階では核融合フォーラムというのは、そういう意味では役割が十分果たせるものではないかと思うのです。

最近、サンクトペテルブルクでヨーロッパ物理会議があり、それに伴ってITPAの会議がありまして私も参加いたしましたけれども、日本からのサイエンティフィックなコントリビューションとしては、ITPAは非常に重要な活動です。今、「Tokamak Physics basis」という「Nuclear Fusion」誌への総合論文の改訂版を作成しているわけですが、そういうところでも日本のコントリビューションがどれくらいであるかということは、やはり後々日本がどれくらいの役割を果たしていくかという意味でも非常に大きな影響を持ちます。これらの活動の基礎になるのは、やはりそういう活動を支えていくというシステムがきちっとできているということだと思います。

そういう意味で、核融合フォーラムに関してボランティア的にやっていますけれども、

それでは限界があるので、やはり旅費とかあるいは開発の研究費等については、よく政府、国としても考えていただいて、この建設期に関しては少なくともそういう措置はできるのではないかと思いますので、ぜひお考えいただきたいと思います。

【藤原座長】 非常に大事な指摘です。装置をつくるためにだけお金を出しているというのは非常にまずいやり方で、全体の戦略としてITERから絞れるものを全部日本に持ってこれるためには、どういうところにお金を使わなければいけないかというのは重要な問題です。やっぱりアメリカあたりには相当気をつけないと、あまり大してお金を出さないで得るものは全部持っていっちゃうということになりかねません。全体戦略の意味で日本は非常に今問われているのだと思います。ですから、長崎委員の言うように運転補修の技術蓄積なんかどうするんだというのは、もっとしたたかに体制をつくり上げていくことを今からやっていかないとだめだと思います。

5) トカマク型核融合炉の設計とそれに向けた開発戦略について、資料検第5 - 2 - 1号に基づき、菊池委員より説明がなされた。

6) 本件に関し、以下の質疑応答があった。

【畦地委員】 先ほどの私の質問に重複するのですが、ITERから実用炉までに定常高ベータが要ると。それで、高ベータについてはただかファクター2ぐらいなので、それは素人の私でもいろいろ工夫したら何とかできるだろうと予想できます。

しかし、先ほども申しましたように、定常というのは 10^3 秒から 10^8 秒まで5けたもジャンプする必要があって、それに対して、先ほど松田委員は物理は変わらないのであるとおっしゃいましたけれども、ちょっとにわかには信じがたいのです。それで 10^5 倍変わっても物理が変わらないと思っておられる理由を少し教えていただきたいと思います。

【井上委員】 エネルギー閉じ込め時間をごらんになって、これをもとに今のようなご質問をされているとすれば、それは違いますよね。これはエネルギーの閉じ込め時間であって、定常運転とは直接的には関係ないですよ。

それで、松田委員がお答えになるかもしれませんが、要するにプラズマ・壁・相互作用で壁からガスが出てくる時間とか、ブランケットが温まって定常に達する時間とか、そういうものは1,000秒程度あれば、核融合炉のシミュレーションといいますかエスティメーションをできるだろう。それから電流のリアレンジメントタイムといいますか電流分布が一定になる時間ですね。外から加えた制御磁場を受け取ってそれが中に浸透する時間とか、そういう物理は1,000秒あれば解決できるだろうということです。そこから先は、TRIAMでも結構長く運転しているわけですし、蛍光灯だってずっとついてますよね。それと同じ種類の話になるのだろうと思います。私が答えるとすれば、そういう答えになります。ちょっとでしゃばってすみませんが、エネルギー閉じ込め時間との関係で少し違うのではないかと考えたので、お答えしました。

【畦地委員】 新しいプラズマ・インスタビリティのようなもののタイムスケールは全然違うということですか。新しい現象とか、いろいろなもののタイムスケールは全然違う領域にあるということでしょうか。

【井上委員】 インスタビリティが起こったときに、それを制御するのに外から外部磁場を加えて電流分布をコントロールしようとするですね。そのときはスキーン・タイムがありますから、プラズマの中心まで制御磁場が浸透していくにはある程度の時間が必要なわけで

すね。それが100秒から1,000秒ぐらいですから、その問題は多分いいだろうと思うのですよ。

一番問題なのは多分ガスの問題で、壁から出てくるガスがその中というより、そういうPWRが定常に達する問題とか、それから繰り返しますけれども、ブランケットの温度が定常になる時間とか、そういうものは多分1,000秒あればわかるだろうということだと思います。

【畦地委員】 どうもありがとうございました。

【高津委員】 第三段階を検討したときもその議論をしたのですが、先ほど松田委員がおっしゃったように、前の方のプラズマに近い、ある限られた、例えば15センチなり20センチのエリアに限定すれば時定数は比較的短いので、1,000秒程度でトランジェントな挙動はおさまるだろうという評価をしております。

ブランケット全体、例えば50センチぐらいの厚みをとれば、1万秒ぐらい要するという評価でしたので、それについてはより長い運転時間の方が望ましいというのは、第三段階を検討するときにも議論したことです。

【井上委員】 実際、ITERはハイブリッド運転をやれば、3,000秒ぐらいいくんでしょう。

【菊池委員】 国内の大学で非常にいい仕事をやられているという面で、TRIAMの3時間の運転では、材料の改質が起こるということが実際にプラズマに影響を及ぼしていくという面で、非常に長いタイムスケールがあるんですよというのが実際実験として出てきていると思います。それ自身も原子力委員会の委託調査で、数時間なり、日の単位で起こり得る現象としてそういうことが上げられています。そういうものはいわゆる工学的な観点での絡みというふうに考えれば、物理という面では1,000秒とか3,000秒のオーダーでほぼ解決するわけですが、実際にものにしていくという面では、そういうもっと長い時間スケールでの研究が当然必要になるかと思っています。

【玉野参与】 関連して2つ質問をします。物理的には、今答えられたのがいわゆる一般の答えだと思います。今度は逆に、何らかのコントロールがくるって、リアクターが一定期間運転して停止する場合。例えば一月で停止するとか、あるいは一年で停止する。そういうことが生じた場合に、それが今度はコストとかにどう反映してくるかということをお聞きしたい。

それからもう一つは、前に技術ワーキンググループの作業会でやりましたときに、ITERを最大限に利用してどこまでテストができるのかという質問があったのですが、そのときには、ITERのチームが今それを検討しているからということで、特に立ち入らなかったのですが、それから6カ月たって、その答えが出ているのかどうかということです。そういった意味で、ITERを最大限利用したときに、やるかやらないかは別として、どういう可能性を持っているのか。

【岡野委員】 停止した場合は、単純に言えば、アベイラビリティがその分下がるんだというふうに理解すれば、それが平均コストに反映することになりますね。

ただ、1年、2年止まるという話になると、もう一つ別の問題が実は発生しています。核融合はトリチウムを持っていますね。トリチウムの崩壊って意外に早いんですね。ですから、少なくともその間に再起動できなくなるぐらいまで崩壊するようなものしか持っていないというのは非常にまずいので、それなりのトリチウムを確保しておかないといけないというのは確かです。ただ、それが何十キロになるわけではないですが、本当の

ぎりぎりの自転車操業をしていると、1年後に再起動できないということがあり得る、非常に特殊な炉だということは覚えておかないといけないと思います。

【菊池委員】 ITERを最大限どこまで利用できるかということについてですが、一番最新のEPSにITERのフィジックス・ヘッドの嶋田道也さんが出している論文から言いますと、デモ炉のそれぞれに必要な項目としては幾つかあって、高ベータの運転ですとか定常運転だとか、幾つかやれることはある。あるけれども、すべてを同時に実現するのは非常に難しいという評価になっていますね。

ですから、そういう面では、例えば現在の熱出力は700MWレベルであるということの制約を守るとすると、やはりかなりの制限が出てくるのは事実だと思います。大幅にいろいろな制約をはずせば、もっと幅広い、まさにデモそのもののプラズマをITERそのもので実現することも可能性は出てくるかもしれませんが、現状の設計の制約の中では、それぞれの技術は開発できるけれどもインテグレートな技術は難しいという評価になっているかと思います。

【桂井委員】 今の菊池委員のこの資料ですけれども、物語としては大変元気がよい資料で明るい資料になるわけですから、随分飛躍が方々にあるわけですね。

それで、この最後のデモ炉といいますか、原型炉ができ上がる過程を追っていきますと、ITERがきちっと積み上げられているのに比べれば、いろいろな予測とか楽観論が盛りだくさんに入っているわけですね。

ですから、この資料で最終結論というか楽観的な見通しが語れるというのはちょっと私としては納得しきれなくて、この資料を実際来实现するのに膨大な裏づけの研究がこれから必要だと思います。

例えばITERのELMy Hモードスケールリング一つ確立するのにも膨大な努力があって、ここまでやるのにはその何十倍もの努力というのがこの背景には必要なのだと思います。それを考えると、もうちょっとこの資料の扱い方というか解釈の仕方については、少し学術的に持っていった方がいいのではないかと思います。

【菊池委員】 具体的に、そのジャンプというのはどの部分に感じられたのでしょうか。

【桂井委員】 例えば、 β_N と超伝導、これだけで実証炉のデータベースがすべて得られるとは思えないわけですね。結局、アルファ・バーニングのもとでそれが定常的にいくかなんていう話はだめだし、新しい材料が本当に巨大な炉に適用できるか。材料屋さんから見れば、一体どのくらいの開発プロジェクトを組まなければこれが使えないのか。

【菊池委員】 バナジウム自身は、別に砂みたいな格好で詰め込んでおけばいいので、構造材としては期待しているわけではないですね。遮蔽材ですから、砂みたいにしておいて中に入れておけばいいという問題だと思っていますけれども。

【桂井委員】 そうおっしゃるけれども、材料屋さんは本当にそれで実用炉に適用できると考えているのか。

【菊池委員】 真空容器の構造材そのものは、低放射化フェライト鋼で考えていて、その中に詰める遮蔽材がバナジウムハイドライドということですね。

【桂井委員】 ですから、物語としては結構だと思うのだけれども、これを本当に物理屋さんと材料屋さんに見せて、これを実現するのにどのくらいのプロジェクトを組まなければいけないかというところをきちっとやっていただきたいなということです。

【菊池委員】 それは当然そうだと思います。あくまで核融合炉の設計というのは設計であって、実際にインプリメントしているものではございませんので、ある面では方向性は示せたとしても、それを担保するためには、それに沿ったコヒーレントな研究開発が要するという点では、まさに桂井委員がおっしゃっているとおりだと思います。

ただ、方向性も示せないようですと、やはり大変な問題になりますので、ある面では廃棄物の低減という面でも、経済性の改善という面でも、指針はかなり出てきているかなというふうに考えております。

【桂井委員】 ただ、高津先生がご苦労されるのでしょうかけれども、実際には大きなプロジェクトが必要だと思います。そういうことを一つ一つ積み上げていくと、大変な作業がこの背景には要るんだなということです。

【大塚委員】 コストの件でお伺いしたいと思います。8ページのところにコストの目標が書いてあって、これから見ますと、今のA - BWRの大体1.5倍か2倍ぐらいに建設コストの単価を抑える、それを目標にしようということのように見えます。

軽水炉というのは、ちょっと簡素化にこだわりますけれども、トカマクに比べると相当簡単な構造をしておりまして、システムの機器の数も少ないですし、例えば各機器の構造自身も、軽水炉の圧力容器、多分これは核融合炉にすると真空容器に相当すると思うのですが、例えばA - BWRですと大体800トンぐらいの重さで、ITERですと、多分遮蔽体まで入れると3,000トンぐらいになっているのではないかと思います。そうしなくても、重さはかなり重たいですね。それで構造自身も、片一方は単純な円筒形で一重壁ですけれども、ITERは二重壁でドーナツ構造をしている。多分溶接線長もどういつくり方をするかわかりませんが、今のITERでいきますと、多分今の軽水炉の圧力容器の溶接線の長さに比べると、多分2けた近く長いのではないかと思います。そうしますと、コストはかなりかかるだろうというふうに思います。

また、軽水炉では、もちろん超伝導コイルはないし、NBIはないし、高周波加熱装置はないですし、ヘリウムの冷凍器はない。それからクライオスタットもないということで、かなりそういう機器が核融合炉の場合は多いですから、そのコストを1.5倍から2倍程度まで持っていこうとするときに、今の段階では定性的だと思いますが、どういう方策を考えておられるのか持っていけばいいのかということをお伺いしたい。

【菊池委員】 非常に重要なご指摘で、まさにその、まず我々がITERを5,000億円というものでつくろうとしているということ自身を、しっかりと実現するということが非常に重要なステップかなと思います。

今般、国の原子力安全委員会の方でいろいろ議論されているかと思いますが、ITERの規制体系というのが、炉規の適用はされないという面で、規制上、非常にある面では緩和される可能性があるかなと思っています。

我々がよく耳にしますのは、実際にほとんど同じものでも、非常に厳しい検査体系の中では、実際のコストというのは、本当に必要なコストの10倍でもすぐになってしまうというようなことがございます。そういう面では、いろいろなものが核融合自身の持っている固有な安全性というのが、どれだけ検査に反映されるのかによって、かなりコストは変わってくるのかなと思います。

また、残念なことに、国内の重電機メーカーというのは、ある面では国際競争力がどれだけあるのかというのは難しいところがあるかと思いますが、一方で国内では、自動車産業なんかでは改善運動といいながら、いろいろな面での競争力を確保してきているわけですね。そういう面では、製造技術自身が高いサラーの体系の中でもすばらしい製造技術の革新というのを今後進めていかないと、こういうものを日本が世界に向かって売ってい

くということは難しくなるのかなと思います。そういう面では、多方面での努力が継続して必要だというふうに考えています。

【大塚委員】 　ただ、やはり機器の数が多いと、コストというのは下がらないと思うのですね。一般的にそうだと思います。だから、CSコイルは要らないかもしれないという実験をされているのですけれども、一つはそういう方向をやらないといけないと思います。

例えば真空容器で、今は二重壁構造にしているのですけれども、あれを厚い一重壁でなんとかいけませんか。そうしますと、一周抵抗の制限をはずさないといけない。例えば、今何十マイクロ・オームぐらいですか、それを1マイクロ・オームでもいいよとか、そういう話にしないといけないと思うのですけれども、そういう方向の研究というものも必要なのではないかなという気がします。

それともう一つは、例えばトロイダルコイルのウェッジ部の絶縁はもう要らないようにするとか、それからブランケットはもう完全に永久機器にする。今、トロイダルコイルは永久機器ですから、それはそれでいいですね。昔はトロイダルコイルは永久機器ではなかったので、途中で修理できるようにするというような話があったのですけれども。

だからそういう意味で、原子炉の圧力容器も永久機器として設計されているわけですが、できるだけ、そういう形にもっていかないと、なかなか全体としてコストを下げるとするのは、軽水炉に比べると圧倒的に機器の数が多いですから、非常にそれは難しいと思いますね。製造技術の問題だけではなくないだろうと思います。

組み立てに関しても、今軽水炉では非常にコストを下げろという要求が強いものですから、例えば組み立てでも大モジュール化ということで、一挙に1,000トンぐらいのクレーンでつり込むというやり方をしているのですけれども、核融合の場合は、ちょっとまだそういうのがなかなか難しいですね。もう少しいろいろ考えればできることになるかもしれませんけれども。

そういう意味で、簡素化ばかり言うようでも、簡素化という方向をできるだけ追求していかないと、なかなか実現、実用化というのは厳しいだろうと思います。

【森田委員】 　私がコメントできるのはこのあたりのことしかないものですから、経済性について一つだけ気になったことをコメントします。

8ページの計算の中の割引率5%というのは、これはやはり改められた方がいいと思います。要するに、これは経済学の常識から見て、この割引率5%というのは、こういう超長期を扱う場合には高過ぎると思いますね。経済学というのは、そもそも二、三年先ぐらいからせいぜい20年先を扱っております。自分の世代の中で完結するという論理を立てた場合に、今払った税金によって自分が便益を受けるというようなことであれば、5%というのは妥当な数字なのだと思いますけれども、ここで扱われているのは世代を越えて議論するような場合ですね。そういう場合には、やはり一番経済学でディフェンドできる論理としては、1人当たりの所得の伸び率を割引率にするというのが一番妥当なディフェンドしやすい値ですね。もし便益を世界全体が受けるとしたならば、今後100年の1人当たりの所得の成長率を大体3%ぐらいと見れば3%。日本でやる場合にはせいぜい2%でございますので、2%というふうに扱われた方が、経済学の常識からするといいと思います。助け船を出すつもりはないのですけれども、ちょっとそこは非常に気にかかります。

【岡野委員】 　少なくともこういった計算では、割引率というのは利子率みたいな形が入ってきて、2%に下げるともっと発電単価は安くなる方向ですね。

いろいろな理解の仕方があるらしいのですが、我々のコスト計算では、割引率というのは言ってみれば利子みたいな形が入ってきているので、2%にしますとコストは下がってきます。

- 【森田委員】 ですけども、将来便益を与えるものであるから、より初期の建設コストをかけてもいいという論理にはならないですか、割引率が安ければ。
- 【岡野委員】 インフレ率のように理解すれば、そういう計算もあるのだと思います。
- 【森田委員】 ですから、現在かける建設費というのは、将来得られる便益によって、どこまでかけたらいいかということが決まってくるわけですから、将来の便益が上がれば、将来の累積の便益が上がれば、現在もう少しコストをかけてもいいという論理で言えば、これはそちらのお考えになる論理とは違ってきます。
- 【岡野委員】 その場合でも、2 %の方がやはり将来便益は高くなりますよね。
- 【森田委員】 なりますね。将来便益が高くなるということは、それだけコストをかけてもいいということでしょうか。
- 【岡野委員】 いいということになります。それは可児委員のときにも出てきたような、ああいう開発費をどこまでかけていいかというわけですね。
- 【森田委員】 通常、50年ないし100年で割引率5 %をやっているような論文というのは非常に少ないですね。というのは、ディフェンドできないのですね、5 %という意味では。どういう意味でその5 %をかけているかといった場合に、割引率というのは、将来世代と現代世代の要するに分配の問題ですからね。そのときにいろいろな価値観が入ってきて、ややこしくなるのですね。唯一言えることは、所得がこのくらい伸びれば、同じお金でも将来このくらいの価値が下がってくると、それしか最後にディフェンドできることはないですね。
- ですから、やはりそれを使われた方が、非常に論理が一貫して、ディフェンドができやすいという感じがします。非常にテクニカルな問題です。
- 【岡野委員】 では、2 %の計算もいいと思うのですが、この種の大きなお金がかかるものは、多分、割引率を下げれば得なことばかりだろうと思うのですね。
- 【菊池委員】 岡野委員を弁護するわけではないのですが、岡野委員から2 %と5 %の資料が出てきていて、余りにもコストが低過ぎるので5 %の方を使わせていただいただけです。
- 【岡野委員】 2 %だと4円を切るぐらいのところまでいってしまうので、ちょっと余りにも楽観的だと言って叱られるのではないかと思いますので、引き下げたところもあります。
- 【森田委員】 むしろ5 %でディフェンドする方が苦しいと思いますね。
- 【岡野委員】 はい、わかりました。5 %を使っていたもう一つの理由は、今までコスト解析は、常に16年で計算していたのですね。16年で、炉の寿命が20年とか25年だったら、そこで平均するような形だけれども、せいぜい考えて20年ちょっとのことを常に考えていたのですね。そのために、5 %、7 %というのを使い続けてきたのだと思います。それをそのまま60年延ばしたので5 %が残ってしまいましたけれども、本当に核融合炉を60年使うのだったら、確かに2 %とか3 %を使うべきかもしれません。
- 【高村委員】 先ほど畦地先生が言われたロング・パルスの話と、桂井先生のそう簡単で

はないよという話に関連してコメントします。

100秒、1,000秒という議論で、閉じ込め時間との関連については、もちろん畦地先生の誤解がとけたと思いますが、これは、必ずしも松田さんが言われたようにいかなる側面が実はあります。例えば燃料としてのトリチウムがあるわけですね。それが炉内に取り込まれてしまうという側面があります。これは時間をかければ、その分だけトリチウムが取り込まれていくというところがあって、これは必ずしもまだ明確にはなっていないですね。

ですから、そういう意味では、ロング・パルスというのは、いわゆるコアのところから見ると、1,000秒も1日も同じであるというセンスになるのかもしれませんが、それは大変危険な認識です。特に原研の方々はその辺の認識が非常に甘いのではないかと、私は何回も言っているのですけれども、なかなか理解して頂けない。そういう話題が出たものですから、この機会にもう一度指摘させていただきました。

というのは、別に全くわかっていないわけではなくて、そのデータベースはかなりあるわけですが、やはりその辺は、それを国内重点化装置でやるかどうかは別として、何らかの形でやはりしっかり、これは国際的な問題でもあるわけですが、やはりしっかりとそこはやっていかないといけないのではないかと思います。そういう意味でも、先ほどITERの活動が非常に重要だということで、ITERをきちんとやっていくという意味でも、そういう観点からしても大変重要なので、ぜひ原研への苦言と、それからITERの活動というものの重要性をそういう側面からお話ししました。

【井上委員】 私はそれにむしろ質問したいのですけれども、トリチウムが材料に拡散していく問題というのは、ITERを使わなくても、何かの加速器で材料をたたいていけばわかる問題ではないのでしょうか。つまりそうしますと、どういうエネルギーのトリチウムがそれにかかわったということもはっきりしますし、むしろITERなんかでやると、話がわからなくなる可能性はありませんか。ダイバータの部分とか、そういうところの複合現象が問題なのですか。

【高村委員】 ダイバータだけではないと思います。炉壁全体がかかわってくるとは思います。確かにおっしゃるように、トカマク装置を使わなくてもできる部分がかなりあると思います。

ですから、そんなにお金がかからないと思いますので、そういう戦略も並行してやっていくことが非常に重要であると思います。

【菊池委員】 一応アリバイ証明的にちょっとご説明しておきますと、私が1990年にSSTRの設計をやっていた中で、非常に重要な問題としては、300の壁の中でトリチウムの第一壁への透過の問題というのをその中で分析したのですけれども、結構な量が高温冷却水の中に入っていくというのが計算上で出ていたのですよね。ですから、そういう面で、別に原研全体がトリチウムの材料の拡散の問題を認識していないわけではなくて、それをプラズマの実験の中にインプリメントしていくという面では、十分認識が原研の全体には広まっていないということです。

トリチウムの拡散の現象とか、最近九大の吉田先生から指摘されている金属の改質の問題、アモルファス状になっていくとかいう問題点というのは、実際に核融合の第一壁の問題としては非常に大きな問題だと思っています。

そういう面では、核融合科学研究所のLHDというのは連続運転装置ですから、非常に大きな貢献ができるのかなというふうに理解しております。

【藤原座長】 まだいろいろあるかもしれませんが、今日、高津先生にお願いした部分は、次回に回すことになりそうですかね。やはりどうせやるならきちっとやらなければいけないと

思いますから。炉工の問題というのは、実際に核融合はエネルギーマシンであるということとを裏付けるものですから、大事なところは少し時間をかけてきちっと議論した方がいいので、せっかくご用意いただいたのですが、次回とさせていただきます。

【高津委員】 時間をとってやらせていただいた方がいいと思います。先ほど桂井先生の菊池委員の資料についてのコメントがございましたけれども、目標は目標で掲げて実施していくのが非常にジャンプがあるというか大変だというコメントがあって、まさしくそのとおりだと思います。

そういう意味では、私が今日ご発表させていただこうと思った資料は、工学の面で、そういったジャンプに対してどのようなアプローチをしておるかということですので、続きになる話ではあったのですが、次回やらせていただきたいと思います。

7) 次回以降の会合に関し、藤原座長より、以下の連絡があった。

【藤原座長】 次回は、大学の研究の位置づけは非常に大事な話なので小川先生にお願いするのと、今の高津先生の話の議論をまたお願いしたいと思います。

当初の予定ですと、7月30日は大体論点を整理して、報告書の構成をというところで考えていたわけで、なるべくそれに沿ってやりたいと思いますので、次回はぜひよろしくご協力をお願いします。

それから、アメリカでF E S A Cの下に「Development Path Panel」というのがありまして、そのチェアマンのゴールドストンという方がちょうどN S S Gのミーティングで来られていたわけですが、今日、ついでに向こうのF E S A Cの核融合の開発計画では何を考えているかというのを初めて正式にお伺いしました。これに関しては、第2回の検討会で、岡野委員の方から、アメリカとE Uの大体の話を報告していただいたのですが、時間が短くて十分ではありませんでした。

外国がI T E Rも含めて核融合の開発というものをどう考えているかというところは、できたら8月12日くらいにやっておきたいと思います。

それから、次回に少し論点整理をそろそろ始めたいと思います。これは核融合のコミュニティーの委員だけではなくて、むしろ森田先生とか長崎先生、石谷先生、可児先生のようなちょっと違うところからのいろいろな意見が出ておりますので、論点を整理して、それについてどう答えていくかということと、それを横目でにらんで報告書の構成というのがどうあるべきかというところを、そろそろ議論したいと思います。よろしくをお願いします。

以上