

## 核融合専門部会・技術ワーキンググループ（第6回）議事録

1. 日 時 平成15年11月20日（木）14：30～17：30
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  
〔核融合専門部会技術WG構成員〕  
玉野輝男参与（座長）、井上信幸、桂井誠、岸本浩、高村秀一、藤原正巳、松田慎三郎、三間囿興、本島修  
〔核融合研究開発基本問題検討会構成員〕  
畦地宏、居田克巳、大塚道夫、岡野邦彦、小川雄一、菊池満、高津英幸、寺井隆幸  
〔招聘者〕  
小西哲之（京都大学エネルギー理工学研究所教授）  
〔文部科学省〕  
大竹室長、山口専門官  
〔内閣府〕  
永松審議官、川口補佐

### 4. 議 題

- (1) 核融合研究開発基本問題検討会における検討状況について
- (2) その他

### 5. 配付資料

- 資料技第6-1-1号 核融合研究開発基本問題検討会の設置について
- 資料技第6-1-2号 核融合研究開発基本問題検討会構成員
- 資料技第6-1-3号 核融合研究開発基本問題検討会の開催状況
- 資料技第6-1-4号 核融合研究開発基本問題検討会における主要論点
- 資料技第6-2-1号 核融合専門部会・技術ワーキンググループ（第5回）議事録

### 6. 議事内容

- 1) 核融合研究開発基本問題検討会の設置趣意書及び構成員について、資料技第6-1-1号及び第6-1-2号に基づき、玉野参与より説明がなされた。
- 2) 核融合研究開発基本問題検討会の開催状況について、資料技第6-1-3号に基づき、藤原委員（検討会座長）より説明がなされた。
- 3) 核融合研究開発基本問題検討会における主要論点について、資料技第6-1-4号に基づき、藤原委員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。

【玉野参与】 まず全体的に、「こういった視点が落ちているのではないか」、あるいは「今まで検討会として検討されているけれども、このまとめの中には十分に反映されていないのではないだろうか」といったご質問あるいはコメントがございましたら、ワーキンググループの委員及び検討会のメンバーからお願いできたらと思いますが、そう

いう指摘がございますでしょうか。

【松田委員】 全体の流れについての確認をさせて頂きたいと思います。これは、報告書全体が重要な報告になるわけですね。つまり、一部分だけではなくて、全体を読んで、それがどういうことを主張しているかということが重要なので、端的に言うと、結論的には基本計画をつくったというのが非常に大きなところだと思います。

そういう理解で流れを見ますと、「まえがき」があって、それからその次の第1章では、「エネルギー・環境問題解決への核融合の役割」というので、これは核融合に対する全般的な特徴といったことを述べているわけです。ちょっと異色なのは、2)に「原子力政策における核融合研究開発の意義・必要性」というのが書いてありますけれども、報告書全体の理解をわかりやすくするためには、ここで書かれていることは以下に検討する事項の前段に当たるわけですから、ここに結論的なことがいきなり出てくるというのは非常に違和感があるわけです。

したがって、原子力委員会の見解はどうかといった議論がおそらく出てくるだろうと思うのですが、例えば前回まとめたときには、原子力委員会そのものが2枚紙のペーパーをつくりましたけれども、この先、そういうペーパーをつくられるときには、その全体で何を言っているかを踏まえて書かれる必要があると思います。例えば、2ページの2)の4番目のドットですが、これがこの報告書の結論を言っているのだったら、非常におかしい文章です。「総合的な研究開発計画を構築・推進する必要がある」というのは、必要があるのではなくて、そういうものを決めましたという書き方にしないといけないわけですが、ここが要するに前段的な位置付けであって初めてこの4つ目のドットの文章で次の章に続いていくのだと思います。例えば、前回の核融合会議の報告書が素直に読めていけるのは、それ以降に検討する前の記述に関しては、包括的な特徴とかは述べていますけれども、それが結論的なものではないからだと思います。

その意味では、どちらかといえば、2)の4つ目のドットというのは、そこに掲げているドットの中の最後に来た方がおさまりがいいのではないかと思います。原子力政策における核融合研究開発の意義というのがこれこれと書いてあるのは、大体今まであることの認識を繰り返しているわけです。それで、この報告書はそういうことを踏まえた上で総合的な研究開発を構築していくのだという流れがここで読めるようになっていた方がいいのではないかと思います。

【藤原委員】 おっしゃることは非常によくわかります。ただ、この一番最後で言いたいことは、要するに「巨大科学技術の世界的な意味でのグローバルスタンダードをつくるいいチャンスですよ」ということなので、上に書いてある4つのドットとはちょっと違うのです。おっしゃるように、その4番目のドットが一番最後に来るべき点については、それはそうかもしれないとは思いますが、5つ目のドットではその上に書いてあるのは少しニュアンスの違うことを述べてあります。おっしゃることはよくわかりますけれども。

【高村委員】 藤原先生には大変よくまとめて頂いていると思います。報告書には発電実証プラントに向けての戦略として、大きく書かれているのが、構造材料、IFMIFと、それから高ベータ定常ということです。私は幹事の方には少しメール等でお知らせしたのですが、もう少し現場サイドでいくと、幾つかの点が抜けているのではないだろうかということをお慮するわけです。

その一番大きなものは熱粒子制御にかかわるもので、これについてもこの論点の中では触れられているわけですが、とらえ方として、炉内材料の開発というとらえ方を

されていますが、これは必ずしも正しくなくて、実際にはITERにおいても特に熱制御は大変厳しいものがある、ELM等の話もあります。例えばタイプ1 ELMに関しては、三角度を上げていくことによってグラッシーなタイプ2 ELMに変えて、何とか熱粒子制御を切り開いていく展望が見えてきたわけです。ただ、それにしても安全係数の大きいところで運転しなければいけないかもしれないので、そこはちょっと私は詳しくありませんけれども、少なくとも運転のウインドウというのはそんなに広くない可能性もあるわけです。

ITERにおいては、そういう状況で展望は見えているわけですがけれども、発電実証プラントに対しては、開発課題としてきちんと熱粒子制御に関して一本柱を立てないといけないのではないだろうかという気がするわけです。これは、材料の問題だけではなくて、ラディエーターとして何か不純物などを入れるとすれば、それをどうやって制御するかといったことが絡んでくるわけですから、炉心プラズマの制御ということと深く絡んでくると思います。こういったことをきちんと表に出した形で書かれた方がいいのではないだろうかと思います。いや、これは実はITERを利用する中に課題が含まれているのだという考え方もあるかもしれませんが、やはりその辺はきちんと書き出していくことが必要ではないかと思います。

特に熱粒子制御のことにについて述べましたけれども、加えて私はディスラプションについても、もちろんいろいろな緩和の方法というのは非常に検討されていて実績もあるわけですがけれども、全く触れなくていいのかとか、それから運転制御については基本問題検討会でも少し述べさせて頂きましたけれども、統合化技術の一環という中に埋もれてしまっているのか、もう少しきちんとした取り上げ方をしなければいけないのかなと私はかねがね思っているのですけれども、そのような事柄が少し抜けているのではないだろうかと思いました。

【藤原委員】 口頭でお話ししているときには述べたのですが、ITERである程度は見えているけれども、結構大変な分野であるから、確かにご指摘のように重要性は非常にわかるのです。特にITERの後のもう少しエネルギー密度の高いプラズマを相手にすると、シナリオだけではなくて、それなりの物理や技術のベースというものをつくれるような研究が非常に大事だと思いますので、お話はなるべくもう少し表に出てくる形で考えたいと思っております。

【高村委員】 これまでにいろいろな報告を招聘者等から頂いているという説明が今日の最初にありましたが、例えば熱粒子制御関係についても、ぜひ機会をつくって頂いて、特に原研サイドからまとまった報告を頂くのが適切ではないかなという気がします。

【藤原委員】 それも大事かもしれないのですけれども、むしろ高村先生にお話を頂くといいのかなと思います。

【高村委員】 原研の方のほうが具体的な数値などに詳しいと思います。

【三間委員】 3ページ目の第2章の中で、「トカマク以外の研究については」云々ということで、並列のような形で、片や学術研究ということで書かれているのですけれども、その研究が進捗したときにどのような形で先につなげていくかという議論は、もともとのここでの検討課題としてずっと挙がってきたと思うのですが、この記述では必ずしもそれが明確ではない。おそらく何らかの形でそういう図表的なものが付加されるかと思うのですが、それをリマインドするというか、忘れないようにどこかに記述して

おく必要があるのではないかと思いました。

グランドデザインとして、トカマク以外の研究は学術としてやっておけばよろしいという感じの記述になっています。それをどのように位置付けて、将来にどうつなげていくかという議論については、ある程度チェック・アンド・レビューでやりますという後の方での記述はあるのですけれども、この基本計画のところでは必ずしも明確になっていないので、その辺をもう少し記述してもいいのではないかと思いました。

【藤原委員】 進捗状況のところをそういうのを書くのはおかしいです。

【三間委員】 すみません、基本計画のところですね。

【玉野参与】 資料6 - 1 - 4号のページでご指摘頂けますでしょうか。

【三間委員】 そういう意味では、第3章の「基本的進め方」の話だと思うのですけれども、それが必ずしもよく見えていないように思うのですが、「基盤研究や人材育成」という、4ページから5ページにかけての話です。

【藤原委員】 7ページの2)の「(2)慣性閉じこめ装置による研究」のところの記述だけでは不十分であるということですか。

【三間委員】 もう少し前の「基本的進め方」のところで考え方を明示しておいたらどうかという気はするのですが。

【菊池委員】 3章ですが、4ページの一番下に書いてあるかと思うのですけれども、「現在進められているLHDとFIREX計画の進捗を踏まえて、適切な時期に計画の進め方や核融合炉としての可能性に関する評価を実施する」とあります。

多分、時期を明示すべきであるというのが三間先生の言われるポイントだと思うのですが、現時点で文部科学省の科学技術・学術審議会でも、どの時期までにやるかといったことはほとんど議論していないと思うのです。そういう意味では、ここではチェック・アンド・レビューは十年程度毎という形で書いていますので、現状では「適切な時期に」という表現にとどめておくしかないのかなと思っております。それは前にも検討会で三間先生には申し上げたかと思えます。

【三間委員】 原型炉、実証炉に進むときに何かしかるべき判断をするという議論もあったと思うのですが、その時期は必ずしも明らかでないのはおっしゃるとおりですけれども、そういう全体の動きとの相対的な関係はわかるようにした方がいいのではないかと思います。

【菊池委員】 特にレーザーの方からお聞きしていたのは、いわゆる開発研究的に進めていくというのは、いつになったらそうさせてくれるんだというようなご意見だったかと思えます。それは、こういう表現の中で読める範囲内のことだと思っておりますけれども、現時点で、10年後にその判断をするとか、そんなことは書けないと思うのです。

【畦地委員】 チェック・アンド・レビューを、レーザーやヘリカルについてはいつやるのかという議論も確かに重要で、その議論は後ですべきだとは思いますが。

今、三間委員が提起したのは、第3章の「核融合研究開発の基本的進め方」の中で、

トカマク方式による原型炉・実証炉を中心にしつつも、ヘリカルとかレーザーをどのように位置付けて同時に進めていく必要があるのか、何のためにヘリカル、レーザーをやるのか、そこをちゃんとここで書くべきではないかということではないでしょうか。

私が考えていることを少しだけ言わせて頂くと、ヘリカルについては環状系の総合的理解をとにかくやる。レーザーについては、磁場方式と独立な、原理的に異なる炉の可能性を開くという役割をちゃんと付与して、ここできちんと位置付ける必要があるのではないかと。そういうことだと思います。

【藤原委員】 要するに4ページの2)の1番目のドットと2番目のドットに書いてあるのでは、それが読み取れないということですか。

【畦地委員】 書いてあるのですけれども、要するに全体像を示す必要があると思うのです。ですから、多分1番目、2番目の前に何か要るのかもしれませんが、1番目の中にはそういう全体計画のようなものが書かれてしかるべきではないかと思えます。

【藤原委員】 ご指摘の点はわかりましたけれども、要するに1番目に書いてあるのはトカマクなのです。それから、2番目に書いてあるのはヘリカル、レーザーをどのように進めるかということ。だから、これを集約して第3章の前書きみたいに書くということはできます。それでよろしいですか。

【畦地委員】 前書きといいますが、その全体像をちゃんと示すということです。

【玉野参与】 全体像を示すと言っておられるのか、それとも内容にもっと踏み込めと言っておられるのですか。

【畦地委員】 私は全体像でいいと思います。内容は、その1番、2番で詳細に記述できればいいと思います。

【岡野委員】 高村先生のご指摘に少し戻らせて頂きたいと思うのですが、ご指摘のように、実証炉を考えると難しい問題がたくさんあると思います。あるいは、問題に感じなくて、もう解決していると思っていても、実証炉を実際に設計してみると、コンシステントな設計ではまた問題があるかということが結構あるわけです。

ですから、発電実証炉をしっかり設計していくことが大事だと思うのですが、8ページを見て頂くと、研究の分担のところ、「日本原子力研究所については」のところの2行目は「炉工学開発の分野における中核的機関としての役割」と書いてあって、核融合科学研究所の3行目には「大学の炉工学研究の取りまとめの役割を果たす」と書いてあります。この2カ所で実証炉設計をするということを読み取るのはなかなか難しいのですが、誰がどう責任を持ってどんな組織でやるべきかというのは書かれているべきではないでしょうか。実証炉を目指す研究をするという報告書のはずですよね。それを誰が研究するのかがどこにも書いていないというのは不思議な気がいたします。パーツの一つ一つを解決しても、設計してみると駄目だということは意外とあるのです。

【藤原委員】 それはもちろんそうですね。わかりました。

【松田委員】 プラズマに関するいろいろな研究開発の中で、ITERでできること、それからサテライト装置というかJT-60などでできることと、それからどうしても

できないこともあるのです。例えば、高村先生がおっしゃっておられるダイバータの熱的な話だと、フュージョンパワーが大幅に上がらないとできないわけですし、最終的にできるのは発電実証プラントそのものになる可能性もあるわけです。

だから、重要なのは、そういう認識をしながら研究開発を進めるということだと思っております。ただ、一方、文部科学省のペーパーだったらまだ深くやっていいのですけれども、原子力委員会の場合には、できるだけわかりやすくするという面も必要なので、全部網羅するというよりも、非常に大きな 이슈 で、しかも例えばこういうステップのインテグレーションマシンが要るとか、こういうサポートマシンが要るとか、そういう視点も踏まえながら書き出す部分をやった方がいいように思います。

【玉野参与】 それでは、この資料の表書きにも書いてございますように、今後さらに検討を深めて意見を集約するということが大切なことでございますので、次に、少し章ごとに何かご指摘の点があるかどうかというのを見ていきたいと思っております。

まず、「まえがき」のところは、どういう点でこれが始まったかということと、それからどういう観点で検討を進めてきたかということかと思っておりますので、第1章に関しまして、何かご指摘がございましたらお願いいたします。

【井上委員】 何度も目を通しながら、今ごろになってこんなことを言うのは申し訳ないのですけれども、先ほど松田委員が指摘された2)の「原子力政策における核融合研究開発の意義・必要性」というところです。これは、このまま読みますと、1番目のドットだけが「原子力研究開発の重要分野と位置付けられ」と書いてあるのですが、中身は特に深いことは書いていないわけですし、その後は全部核融合のことを主に書いてあるのですけれども、この表題からすると、その背景に原子力の中でいろいろやっていることのレビューみたいなものがあって、その中で核融合はどの部分でほかと同じことをやるけれども、ほかはこういう特徴があるといった議論をしないと、この表題から期待するところと違うのではないかという気がするのです。

もっと早く気がつけばよかったのですけれども、一つの修正案は、長計の中でどう位置付けられているかとか、ここでどのような考えを我々が持っているかということ表現するといったことではないかと思うのです。私の受けとめ方がひょっとしたら違うかもしれませぬので、議論して頂ければと思います。

【藤原委員】 おっしゃることは非常によくわかるのです。要するに、原子力政策の中で核融合ということを考えるのだったら、おっしゃるように長計の中にはある程度書かれているわけですが、この検討会として、核融合を原子力政策の中でどう考えるかといったときに、実はこの第1章については、小川先生に皆さんのご意見をおまとめ頂いているのですが、小川先生のドラフトにはいろいろたくさん書いてあるのですが、まだ全体的にこうだなというところまでまとまっていない部分はここに書いていないのですね。そこはもう少し議論を深めて書きたいと思っているのですが、一番難しいところは、原子力のエネルギーと核融合のエネルギーというのをどういう位置付けで考えるかです。

簡単に言えば、原子力というのは、フィッション、普通の軽水炉は実用に供されているわけで、それから、「もんじゅ」というのは、ある意味で原型炉に近いわけでありませぬ。核融合は、今実験炉をようやくつくろうとしている段階であるというような現状の把握の上に立って、これからの進捗をどう見るかという点と、それから原子力と核融合の新しいエネルギー源としての将来性を見たときに、社会から受け入れられるかとか、その他この上に書いてあるようなことに対し、どのくらいメリット・デメリットがあるのかというところは、もう少し深めないと書けない部分がございますので、書いていないわけであ

ります。

一番難しいところは書いてない、一番大事なところが書いていないことになってございます。もう少し検討をさせて頂きたいと思っております。

【井上委員】 ただ、その中に書いている2つ目のドット以降のことをここにすることが、2)の中で必要なことかどうかという点についてはどうなのでしょう。ここに書けば、原子力はそうではないのかとか、そういう受けとめ方をされないようにしなければいけないですけれども、これはいいのでしょうか。

【玉野参与】 今指摘されたのは、2)のドット2ですか。

【井上委員】 ええ、下の4つのドットについて、もう少し私もよく読んでから発言しなければいけないのですけれども、ここに入れる必要があるのか、ほかのところに移してもいいのではないかとということです。

一番最初のところは、「重要分野と位置付けられ」というわけですから、それはいいのですけれども、中身は特にないですね。「原子力委員会の下で着実な進歩をとげ、世界のトップレベルの実績を上げて来た」というのもそれでいいのですが、これが政策の中での意義、必要性ということに当たるのかどうか。

でも、藤原先生が今非常に書きにくいところがあってというご事情がおありのようですから、今後おまとめになられるところを見た方がいいと思いますけれども、これを出してしまって、そのレスポンスがどう出るかなということを気にしたのです。

【小川委員】 今、藤原先生が言われたように、今日の資料では、この章において核融合の項目しか残してありませんけれども、今考えていますドラフトの方では、最初のドットの上に、世界の原子力政策、分裂炉の動向というものをレビューしています。基本的には、長計とかその辺を含めて、そのような原子力政策、「Generation」の話とかをレビューし、原子力政策がどうなっているのかということを書いています。その後、核融合開発がどういうフェーズにあるのかというのが最初のドットから始まる話ですね。

その前半を切ってしまいましたので、核融合だけになっているというのは、確かにご指摘のとおりだと思います。

【井上委員】 1)の中に、核分裂エネルギーの利用開発とか、それらしいことは書いてありますね。今おっしゃったような、こういうものと同じフェーズにあるとか、そういうことが出てくるのでしょうか。淡々と、あれとは同じ、高速増殖炉よりはおくれているとか。

必要性というと、またちょっと我々の判断と違うのかもしれませんが、原子力の委員の方がおられるので、そちらの方に判断して頂いた方がいいですね。

【菊池委員】 いわゆる原子力全体の中でフィッションと比べた核融合の位置付けというのは、2番目のドットに典型的に出てきているかと思うのです。これは、要するに技術的に確立しているフィッションに比べて、核融合研究開発は、これから技術的実現可能性を実証する段階にある。そこが一番大きな原子力政策上における位置付けの違いになっているのだと思います。そこをまず認識することが非常に重要です。

これは、幹事会で事務局の方からもご指摘が入っている文章だと思うのですけれども、そういう面で、イントロダクションとして、軽水炉が短期的に実用化され、高速増殖炉が

技術的には既に完成したレベルにあることを踏まえて、核融合はこれから技術的に実現可能性を示す段階にあると位置付けをしています。

【玉野参与】 今までのいろいろと議論はされているけれども、こういう公式の文書としてまとめる段階にはまだもう一つ至っていないので、こういうドットの形では、ちょっと現時点では書き切れないという状況だと理解してよろしいでしょうか。

【井上委員】 要するに、バックグラウンドを今省略されたとおっしゃったので、そう思って読めば、原子力はもっと進んでいるけれどもというのが前提にあって、核融合はこういう段階にあるということですね。わかりました。

【大竹室長】 この第1章で、やはり特に1)のところで、「核融合エネルギーにはいいところがあるから早期に実現しましょう」というのは昔からのロジックですよ。ここで、多分核融合の先生方はそれでいいのかもしれないけれども、何人かの方に聞かれたときには、それは「そういうことを言ってもだめなんだよ」と言った方がおられて、そこは全然入ってきていない。やはり、技術的な見通しというのは後ろの方にいろいろなことが書いてあるけれども、そういうことを踏まえて訴える必要があるのかなと思っています。

例えば30年前、私も学生の頃、30年後に核融合炉ができると言っていたけど、今、核融合炉は無いわけですね。人によっては、乱暴な言い方で、金を投入しなかったからできなかったんだと言われますが、私は、そういうことを言う人を全く信じていません。どうも話を聞くと、金の投入の問題ではなくて、30年前の啓蒙書を見ても、これは難しくてなかなかできるかどうかかわからないと書いてあった記憶が残っています。

それに対し、今は、技術の問題の見通しはここまで来ていて、そういうことがそこまで積み上がっている。後ろに細かいことを書く必要はないけれども、例えばそういう温度とかが実現できて、核融合炉を連続運転できるところまで来ているんだということが書いてあって、それでまず技術的に「もう逃げ水ではない」ということが書かれていないと、「いずれできるから金くれ」というふうに読めるのですね。

それからもう一つは、申し訳ないけれども、旧ITERが頓挫したのは、やはり製作費1兆円というおおよそ社会が受容できないようなものが出て、それは直感的に普通の人の投資対効果のイメージからいうと、あり得ないと思われたと思うのです。ですから、ここで別に金額を書く必要はないのだけれども、ただ、今、ここの2)のドット2のところにおっしゃるように、可能性を実証する段階にあります。これからやはり投資をしなければならぬ。相当の額を投資しなければならぬ。だけど、その結果として、単に安定供給、環境適合性だけではなく、何か得るものはでかいんですよという話をしないと辛いのかなという気がします。

上の方では、再生エネルギーについては、一言で資源偏在、社会受容性を考慮すると、それだけでは楽観できないと書いてあるのですけれども、一方、核融合エネルギーについては、投資をしたらどうなのかということがあって、その上で、核融合エネルギーには、楽観できないところを埋めるだけの技術的な確証性があり、こういう観点でいけますよということがもう少し書かれていないと、結局、この検討会で特に核融合の外からご指摘があった点に対する答えになっていないのではないかと思います。

その上で、核融合は競争力があって、他のエネルギーに対してやはり卓越しているんだということが書かれていなければなりません。これだと、単に「いいでしょう。いいからいいんだよね。」と言っているだけにしか聞こえなくて、何か心に響くような、一般の人々に響くような説明にはなっていないですね。だから、そこはもう少し、単に筆力の問

題ではなく、姿勢として、そういうことを入れられる方がいいのではないか。それこそ、核分裂との間でいろいろ競い合っている、その状況にもう少しお答えすることになるのではないかと思うのですが、いかがでございましょうか。

【藤原委員】 ご指摘の点は、非常によくわかるのです。要するに、検討会、それから幹事会でも議論になっており、私もかねがね言っているのは、外的要因ではなくて、核融合の研究の中から内発するものとして、技術的にここまで来て、こういうことが見通せるのでこうだという書き方ができないのかという話があって、それに対する幾つかの意見は出ているわけですが、ここに書くまでにはまだまとまっていないというのが現状です。

【大竹室長】 ぜひご検討頂いて、別にこの今書いてあることを全部否定する必要はないのですけれども、そういうことが「一方」とかといってどこかに入っていなければなりません。

来週、プラ核学会の若手のインフォーマル・ミーティングに呼ばれていて、何を言おうかと思って考えているのですが、明るい話ということをやっているのですけれども、なかなか明るい話はできません。要するに希望はそれでいいのだけれども、やはりこういうストーリーだけでやっていると、社会の側はついていけないのです。やはり、一方、ここまで真面目にやってきて、ここまで来ているのだから、社会に対しては「こういう投資をするとこういう見返りがあるんだよ」と説明する必要があります。

例えば、茅先生にも言われたことがあって、なぜ R I T E のエネルギーの絵の中に核融合が入らないかということ、端的に言えば、価格の見積もりができないからだということでした。価格の見積もりをできないのが2つあって、核融合と宇宙太陽光発電ですね。ここにおられる方からすると「まだ地に足のついていないあんなのと比較されて侮辱だ」と思われるかもしれないけれども、社会経済的にはそう見られているのです。だから、そこを詰めていかなければならないわけですね。

要するに「一日にしてならざる」なのだけれども、この核融合のこういう報告書の中に、そういうことを詰めたい、やっていきたいと思うベクトルが感じられるかどうかで、社会の見方が違ってきます。ちょうど私のテーブルの反対側に、そういうことをやるために原研から京都大学へ行った人がいるわけですが、ああいう研究が非常に重要になってくるし、もっと言いますと、電中研の先生の研究が重要になってくるわけです。そういうことを意識してベクトルが入っていないと、「ああ、またやりたい放題言ってるな」ということで、「そういう集団が書いているね」と社会に思われて、いけないのではないのでしょうか。若い人に与える影響もよくないのではないのでしょうか。ということなので、ちょっとご議論あって、正解は書けないのかもしれないけれども、もう少し、そういう1フレーズなり何なりを入れて頂いて、社会と遊離しないような格好にアンカーをすべきではないかと思えます。よろしくお願ひします。

【玉野参与】 どうもありがとうございました。この資料は、現在、主要な論点ということでまとめておりますので、どちらかという共通の認識に既になっているものは、特に座長の立場からはかなり省かれているというか、座長の注意が論点の方に向かっていくという点があるかと思えますので、今度、専門部会で報告頂くときには、その辺のバックグラウンドに多少触れながら報告をして頂いた方がいいかと思えます。

【松田委員】 先ほど、高速炉などに比べて遅れていると言われたのはそのとおりだと思うのですが、この「遅れ」というのは平行移動ではなくて、今の科学技術というか核

融合の設計手法などは非常に進歩しているわけですね。30年が平行移動で遅れているものではないというところはかなり重要ではないかと思います。

【玉野参与】 次に第2章ですが、これは主に進捗状況をどう認識したかという章でございますけれども、これに関しまして何かコメントがございますでしょうか。今までのご指摘にもありましたように、実際はここがスタートのポイントになるわけで、ここは非常に大切なところになるわけです。

【井上委員】 細かいところで、3ページの先ほど三間先生がおっしゃった「トカマク以外の研究については」というところですが、これは磁場方式ではこう、レーザー方式ではこう、という書き方をしたつもりではないのですか。だから、大型ヘリカル装置が実験を開始したということと別に言いたければ、またそれは別のことですね。磁場方式では大型ヘリカル装置が実験を開始したということですね。

それと似たようなことですが、次のドットの一つ最後の「次世代を担う若手研究者の育成を図った」というところは、これは中小規模の装置ではなくても結構育成は図っているわけだし、プラズマだけではなくて炉工学でも育成を図っているわけで、特に中小規模の装置がここで若手研究者の育成に重要であったというのであれば、「特に」とかの語句をつけた方がいいかなと思います。

【玉野参与】 どうもありがとうございました。ほかに何かご指摘がございますでしょうか。よろしいでしょうか。それでは、第3章は今後の基本的な進め方ですが、この章に関しまして、何かコメントがございますでしょうか。

【井上委員】 4ページの3つ目のドットと4つ目のドットは、同じ話をしているわけですね。発電実証プラント段階というものをやるその心は3つ目のドットですね。だから、まとめてもいいかなという気がしたのと、ただ、あまりまとめると話がわかりにくくなることも事実ですが、それにしても、その次のドット、実験炉段階でこうこうというやつが非常に長いのですね。これは少しバランスがとれないかなと思いました。

【藤原委員】 これはもともとドットが分かれていたのですよ。だけど、実験炉の段階においての内容を全部カバーしてやるために一緒になっていますが、分けてもいいですね。

【井上委員】 それと、4ページの下から2行目に「得られる学術的知見はトカマク方式による研究にも有効である」とありますが、これはレーザーがどういうふうにトカマク方式に有効なのかなと、ちょっと考えたりするのですけれども、この「学術研究として進める」でストップしてはだめですか。あるいは、逆にいえば、トカマク方式の成果が、今度はヘリカルとかレーザーの役に立つのかと言え、これは炉工学的には役に立つのでしょうか。

【藤原委員】 おっしゃるとおりだと思います。ただ、レーザーがやっているプラズマ研究が磁場閉じ込めの研究に関係ないかということ、ある意味では関係している部分があります。

【井上委員】 それは学術としてはね。

【藤原委員】 プロセスだとかはかなり共通した部分もあるので、要するに学術的知見というのは、相互に非常に共通なものを生み出していくことで充実していくんだということをお願いいたします。

【岸本委員】 3章の1)の6番目のドットですが、ここは発電実証プラントの建設云々ということが書いてありますが、前もこの席で申し上げたように、今のいわゆる核融合コミュニティの枠内で、そういう段階に移っていきるとはなかなか思えないので、ここはもうちょっと、産業界という言い方がいいのかどうかかわからないですけども、そういった記述が必要です。

そのすぐ上の2行には「発電プラント概念の設計研究を産業界と協力して進める」と書いてあるのですが、その最後のドットのところは、どういう進め方をするかということとは特に書いていません。

やはり本当に発電実証プラントをやろうと思えば、今までのいわゆる核融合コミュニティの仕事の枠を越える話になるわけですから、そういうニュアンスがもうちょっと強く出るように、具体的にはなかなか書きにくいかもしれませんが、そういうものの考え方を色濃く反映して最後のドットに書かれた方がいいのではないかと考えています。

【藤原委員】 これについては、レビュー・アンド・チェックのところにも研究開発の期間と資源配分のところにも、産業界が十分関与するようというのを書いたつもりだったのですが、岸本委員の考えのように、核融合コミュニティの枠を越えて広い実質的な協力が必要だというふうにとれないのであれば、もう少し工夫はしたいと思います。

【松田委員】 この章の書き方によるのですが、進め方のいろいろ議論した結果だけを書くのか、どういう考えに基づいてそういう基本的な考え方を決めたというのを書くのかによって、書き方が違ってきます。

例えば3番目のドットというのは議論の背景の考えなのですね。だから、そこはどちらかはっきりしておいた方がいいように思うのです。これは読む人のことを考えると、どういう考えに基づいてこういうふうに決めてきたかというのは、読み取れるようにした方がいいのではないかと気がするのです。

【玉野参与】 どうもありがとうございました。非常に大切な点だと思うので、少し考えて頂くようにしたいと思います。

【高村委員】 若干細かいことになるかもしれませんが、5ページの3)のITERと国内研究の連携のところのドット2ですが、ITER計画と国内研究の連携について、これはこのとおりで大変結構なのですが、ただ、書き方として、もう少し突っ込んでもいいのではないかと。

すなわち、前回の基本問題検討会でも小川先生が少し指摘されていましたが、もちろん、国内研究にはいろいろブロードな部分があるわけですが、特に重要なのは、やはりワーキンググループでも検討された重点化装置ですね。これを動かしていくということはかなり重要な要素だと思います。もちろん、それだけということではなくて、それを中心として、いろいろ広く先進的な研究成果の上でITER研究を先導するということが必要かと思うので、そういうのをもう少し踏み込んで書いた方がいいのではないかと私は思っております。

【岡野委員】 先ほどの繰り返しになってしまうのですが、4ページの5番目のドット

の一番最後のところです。核融合プラント概念の設計研究を産業界と協力して進めるといことなのですが、これは主語がわからないですね。誰が協力するのかわからないです。それと、産業界にも核融合コミュニティの人が結構いらっしゃるかなという気もしますし、例えば、設計研究を産・官・学の共同で進めるとか、そんな表現の方がよろしくないですか。もしもこのままだとしたら、主語がないので、誰が主体で、誰が産業界に協力を求めて進めるのかがわかっていないと、文章として通じていないような気がします。

【藤原委員】 それは、先ほどの指摘と同じでありますね。

【岡野委員】 結局そういうことになります。

【岸本委員】 それに関してよろしいですか。発電実証プラントを本当につくろうというふうになったら、産・官・学の協力って、そんな生やさしいものでは足りないのではないのでしょうか。

【岡野委員】 だったら、もっとちゃんと書かないとまずいのではないですか。現行の体制では確かにできないですよ。

【玉野参与】 つまり、産・官・学を含めた新しい体制でということでしょうか。

【岡野委員】 多分、新しい企業体をつくってとか、おそらく具体的にはそんな話になってしまうのですよね。

【井上委員】 これは、概念設計をやるわけですよ。

【岡野委員】 それはそうです。建設になった段階もそうですけれども、このままだと概念設計をやるどころさえわからないですよ。

【井上委員】 「産業界を含めて」ではだめなのですか。

【菊池委員】 多分、そこは研究開発の分担のところに基本的には書いてあります。トカマクに関しては原研が中心になるということを書いているわけなので、おそらく、当然のことながら、これについては原研が責任を持つことになると思うのですが、もし読めないということであれば、分担のところに「炉心プラズマ研究や炉工学開発及び炉システムの研究」と付記すればいいという話ではないですか。あくまで、その中核的機関として書いていますから、オールジャパンでやるのは当然のことだと思いますけれども、主体はそこになるのかなという気はしております。

【岡野委員】 私は、もう当然、原研さんがやるのだと思っていますけれども、それでいいならば書いた方がいいと思ったわけです。

【大竹室長】 申し訳ないけれども、原研に今のままでできるとは思えないです。これは、むしろ統合法人になってからの問題ですよ。

統合法人になるときに、ここの部分は動燃のパートのお仕事です。そこがうまくできるかというのは、一緒にするときはどうするかという話だから、そこは先々にそういうも

のも来るので、何かあまり原研と決めつけずにやるのがいいのではないかなと思うのですが、どうでしょうか。

【玉野参与】 その法人の統合化ということには、もちろん原子力委員会は大きく関与しているわけですので、現在のところはそういうことを十分に考慮してということになるのかと思いますが、いかがでしょうか。

【藤原委員】 第三段階計画には、実験炉については原研を中核としてやるというふうに書いてあるのですね。だから、本来ならば、書けるところは書きたいと思うわけです。そうしないと、おっしゃるように、実施主体がどこなのか、なかなかわからないようでは困る。

だけれども、一方では、例えば原研でもJNCと統合の議論が進んでいる最中で、なかなか書きにくい部分もあります。これはもうちょっと議論を深めて、今の竹室長の意見も入れて、なるべく書けるようにしたいというふうに思っております。

ただ、ITERがある程度見えてきたとき、その後をどう考えるのかというのは、やはりある意味では定めておく必要があると思うのです。その後をどう考えるかということで、こんなふうにしたいという立場で、ITERと並行して、要するに第三段階で何をしていかなければいけないかということ、全体に書いてあるつもりなのですね。

そうすると、それは例えばITERの後に発電実証プラントというものを考えたときに、そのインテグレート・システムとしての設計、それからそれに必要な物理、工学、技術の基盤をどうやってつくっていくかということが、この報告のかなり重要な部分になるわけで、その実施主体を、できるならばどこであると書くのが一番いいので、ぜひその点はもう少しご意見を頂いておきたいと思っております。

【松田委員】 第三段階の中でどの部分を分担するかというのは、これははっきりしておかないといけないですけども、発電実証プラントをどこでどういう組織がやるかというのは、今決定しておかなくていいと思うのですね。

【藤原委員】 いや、その発電実証プラントのために必要ないろいろな研究ですよ。

【松田委員】 その必要な研究開発は今はっきりさせておかないといけないし、それは既にかかれていたと思うのですが、ちょっとあいまいだったのは、その発電実証プラントの概念設計研究はどこがやるかということですね。そこさえはっきりすればよろしいのではないのでしょうか。

【玉野参与】 今回の件については、それでよろしいのでしょうか。では、ほかに第3章に関して、ご指摘の点はございますでしょうか。

【大竹室長】 前の「核融合研究開発の推進について」とか、ほかのドキュメントを見ていて、何でわかりにくいのかなと今考えていたら、「いったい核融合炉ってどういうものなのか」というのが、どこにもびしっと書いていないのですね。何万キロワットでどれくらいのボリューム、何年間でできる、連続運転何年間とか。

1回つくったら、今の原子炉だったら通常30年ですよ。大体30年ぐらいでシュラウドがアウトになるから、交換すると60年もつ。そういうリアリティーのある絵が、皆さんの頭の中にはあるのかもしれませんが。私も今2年間を振り返ってみて、どういうものかと聞くと、個別には「磁場閉じ込めなら1年間運転しなければいけないんです」とか

いう答えが返ってくるわけです。そういうリクワイアメントがまとめてびしっと書かれているのが本当はいいのかなと思います。今の時点で何かそういうものがあれば、研究開発の基本的考え方として、そこからどれくらい隔たっているかというのがわかります。

それに対して、これはどちらかという、発散型研究の書きぶりになっているのですね。やればできるという話になっているけれども、原子力委員会だから、やはりエネルギーを取り出すのですね。単に、真理が1つ明らかになればそれで幸せという世界ではないとすると、こういうのこそ、あまり好きではないのですけれども、ゴール設定が要るのではないかなと思うのですね。そして、そのゴールのイメージというのは、どこか最初に書いてあるべきではないかと思います。

多分、そう申し上げますと、今度、慣性核融合はちょっと違うんですねという議論があるのだと思います。慣性核融合は小規模でもできるものがイメージされるとかですね。ただ、そうすると、今、私の非常に単純な理解だと、慣性核融合が非常に冷たくあしらわれているのは、レーザーで全部押しつぶそうとすると出力比がよくなるから、大阪大学の高速点火方式によらないと多分実用にはならないだろうと誰もが思っていて、それが実証されるかどうかはキーで、そこがスタートしないと、みんなエネルギー源としては真っ当に認識していないという非常に単純な理解をしています。そこが突破できるかどうかの問題なので、それができるような予算を多少はつけているつもりなのですけれども。

そうすれば、どこに課題があるか世に明らかになりますし、後々進歩していったときには、もうちょっとでいけるんだとか、ここのところはどうしたらいいかとかわかります。そうすると、後の個別のところでは材料の話なんかでも、材料が高温でもたなければいけないとか、そういう話というのがわかってくると思うので、そういう何かリクワイアメントをどこかへきちっと1枚書かれたらいいのではないかな。前回も書いていないのですね。

後で申し上げますけれども、第三段階核融合基本計画2枚紙を見ると、何をしたいかというのはよくわかるのだけれども、どこがゴールかというのは依然としてわからなくて、それではやはりいけないのではないかなという気がするので、ぜひそのところは、素人が見て、ここがゴールなんだなとわかるようなものを、どこかへ書けないものでしょうかというお願いです。

そうすると、後のところの技術検討などが全部生きてくるというか、非常にわかりやすいですね。材料は放射化してしまうとコストが上がるから、これぐらいにしたいからこういうものが必要、だからIFMIFだとかいうのはわかるし、1年間運転し続けなければならぬからITERでこういうことをやるのだとか、それがすべて生きてくるのではないかなと思います。それが私にはわからないので、ぜひそこは、多分いろいろな時間の制約はあるでしょうけれども、それがわからないで皆さんがやっているとは思えないので、最大公約数でも何でもいいですから、ぜひ教えて頂ければと思います。

**【玉野参与】** 今までの検討会、あるいはその前の作業会等でも、そういうイメージというのはいろいろ皆さんから出ていたかと思いますが、もちろん、そういうものが外の方によくわかるようにある程度まとめるということは、非常に大切なご指摘だと思いますので、努力をいたしたいと思いますが、今ここにおられる方々から、何かコメントがございませうでしょうか。

**【小川委員】** 重要なお指摘で、この報告書を書く作業のスタートのときから皆さんで議論しているのですけれども、我々の中に対して発信するだけではなく、外に発信したいという点を考えていますので、その意味でいうならば、今、大竹室長が言われたような観点で、それぞれのプラントのイメージを出して、どこまでいっているのかというのはぜひ書きたいと思います。

それで、多分書くとしたら、アペンディックスみたいな形でまとめておくべきだと思います。いつも出すアペンディックスはローソン条件なのですね。ローソン条件というのは、我々はわかるのですけれども、一般の人にはわかりませんから、もうちょっとプラントのイメージも含めてまとめるように幹事の方では努力しようと思っています。

【大竹室長】 お願いします。先ほど、私が高校生のときに啓蒙書を読んだ話をしましたが、私がなぜ核融合を研究する道に行かなかったかという、「ああ、ローソン条件というのは達成するのは容易ではなくて、もう無理だな。これは、人生を投じて30年ぐらいではできないな。」と思ったからです。ローソン条件で示している限り、具体的イメージがわからないのですよね。

もっと言うと、今の若い人たちは、1つ1つ自己達成型をねらって仕事をしますから、こういうものが必要なんだという「じゃあ、ここのギャップを埋めるのはおれの仕事だ」というふうにかぶりついてくる人がいるかもしれないので、そういうことも含めて、ローソン条件はコアなのでしょうけれども、これだけではなかなか寂しいものがあるので、ぜひその辺のところをお願いします。

【高村委員】 第3章の1)の一番最後の「発電実証プラント建設に必要な研究開発を総合的に進め」云々というところで、若干の年度が出ているわけですが、これはITERの場合もそうだったと思うのですが、概念設計というのは結構早期に始められる可能性は十分あるわけですね。

この「研究開発を総合的に進め」というのは、どういうことを意味しているのか、若干わからないところもあるのですが、概念設計をいつ始めるかという年代的なものまである程度書けないかなと思っています。外部に対して、そういう現実的な道筋を示すという部分で説得力が出てくるのではないかなと思います。

【玉野参与】 それは、場合によると第4章にかかわってくるのでしょうか。ご指摘は、やはり非常に重要な点だと思います。

【畦地委員】 3章は基本的進め方ということで、先ほどもちょっと議論になったのですが、いきなりトカマク、それからヘリカル、レーザーというふうになっていますので、とにかく、せめてA4のもう半ページぐらいで、全体の位置付け、要するにトカマク、ヘリカル、レーザーの位置付けをするべきではないかということ先ほどは言いました。

もう一つ付け加えて、私も執筆委員の一人ですので責任があるのですが、これを読んだときに、ものすごく骨と皮という印象がどうしてもあって、もう少し、ほかの基礎科学とか産業応用とかいったものにもいろいろ貢献しながら30年間努力をして核融合エネルギーを実現するのというようなスタンスがどこかで書けないのかなと思います。1章で書くべきなのかもしれませんが、先ほど大竹室長が「昔からのロジックだ」とおっしゃいましたけれども、そこをとにかく、例えばレーザーの場合だったら、高強度レーザー科学というアドバルーンを掲げて、その中で核融合を中心にして、あと基礎科学やら産業応用もやるんだというスタンスだということが言い得ると思うのです。それと同じように、このトカマクを中心とした核融合研究開発も、もうとにかく1つのことにずっと絞り込んでいくという感じがどうしてもしてしまうので、そうだとなかなか受け入れられないのではなからうかということ心配しています。

ですから、提案は、1章にそういうことを書くか、3章の1番の前にそういうことを書くかしたらどうかなと思います。

【藤原委員】 おっしゃることはよくわかりますけれども、実際には報告書をつくるときに、その辺は内容として書くことになりませんが、ここに報告したのは、要するに軸になる流れが何であるかというところを書いて、それに関する論点をここへ書いたものがあります。だから、おっしゃることが抜けていることは確かです。

【小川委員】 ご指摘の点は、1章のドラフトの中には文章が少しあったのですが、ここでは消してあります。読ませて頂きますと「人類未踏の領域への大いなるチャレンジである核融合研究開発には、エネルギー開発という側面と学術研究としての側面との両面性がある。理学及び工学としての学術研究への寄与、産業応用を始めとした社会基盤技術への波及効果などが期待できる。なお、そのためには幅広い核融合研究を学理として体系化することが、研究成果を学術として確立させるとともに広く社会や学会に理解してもらうためにも重要である」という文章を、1章のドラフトの中には入れてみました。

それから、畦地委員が先ほど言われた点ですが、私の個人的なコメントとしまして、第3章の冒頭にサマリーとして書くならば、それは第4章の6ページの1)と7ページの2)のところの枕言葉になっていることなのかなと思っています。つまり、6ページの1)には、枕言葉として「核融合エネルギーの早期実現を目指して、トカマク」云々と書いてあるように、まずは早期実現を目指してトカマク型発電実証プラントに向けた技術基盤の形成を頑張りましょうということです。それから7ページ目の方には、先ほどの文章ともちょっと重複しますが「理学的・工学的にも人類未踏領域へのチャレンジである核融合エネルギー開発は、開発研究と学術研究の両輪からなる。学術研究は、研究の重点化をはかると共に学術的多様性を確保しつつ、学術基盤の構築を目指す」とあります。これがある意味では、3章の枕言葉になるのかなと私は個人的に思いました。

【玉野参与】 藤原座長が非常に苦労して、すべてをドットの羅列という形でまとめてくださっておりますので、その間のロジックがどうつながるといような表現が表には出ていないところがあるかと思えます。その辺は、報告書のときはおそらくもっと入ってくるのであろうと思えますし、それから今度、専門部会で報告して頂くときには、その辺を口頭でつなぎながら報告して頂くということをお願いしたいと思えます。

【藤原委員】 今日頂いたご意見で、ある程度まとまっている部分は入れるようにします。

【畦地委員】 それでもう結構なのですけれども、やはりこの学術といいますか、基礎科学とか産業応用を、核融合のフレーバーとして入れるのか、それともそういうことをちゃんと戦略の中に組み込んで、それで核融合エネルギーを実現していくのかというのは、相当大きな違いがあると思うのですね。

これが抜けているということは、もう明らかにフレーバーであるということを表明しているようにも思えるのですけれども、それはどうなのですか。

【玉野参与】 それに関して、どなたかコメントはございますか。今度の専門部会あたりで、IAEAのIFRC(International Fusion Research Council)において、どういう議論があったかという報告をさせて頂くかと思っておりますが、1つには、やはり、そういう点が問題になりまして、それでこれを議論いたしましたときは、非常に広い分布のご意見がございました。

現在の核融合研究開発というのをディフォーカスしてしまう可能性があるようなフレーバーは避けた方がいいというご意見から、いや、もっと広い基盤のもとで進めるべきだというご意見まで、非常に国際的には広いスペクトルがあったということです。

【小川委員】 今の畦地委員のコメントに対して、私なりに思っていることを申し上げます。「戦略の中に組み込んで」という点ですが、どういうキーワードで入れているかというと、第1章では、科学技術創造立国という日本の目標の中に核融合を非常に戦略的に位置付けたいというマークを出しているつもりです。それがいいかどうかはまた議論が必要ですね。

【大竹室長】 これは4章のところで言おうと思っていたのですが、文部科学省は、科学技術・学術審議会であの報告書を出したわけで、科学技術・学術審議会ですから、学術もにらみ、科学技術もにらんでいるわけですね。それで、一応、核融合は、やはりエネルギー科学の側面と真理探求の側面とがあると言っていて、なおかつ、その中で、閉じ込め方式などが世の中にたくさんあるにもかかわらず、4つを主にしてやっていきたいと思いますと言っているわけです。

今の核融合業界を見ると、多分、磁場と慣性が8対2ぐらいで、磁場の中を見るといういろいろあるのですが、大きく分けるとトカマクの方が少し優勢というような話になるので、そのまま多数決をとるといろいろなことが起こる。ただ、文部科学省はあれをもって何を考えているかというと、やはり、重点化したものについては、エネルギー科学として将来、炉までいくような、ないしは分岐して別のアプリケーションもあるかもしれないけれども、単に学術研究だけでとどまらない内容があると思っているからハイライトしているわけですね。

そういう意味では、第三段階を示した絵がありますけれども、これはITER計画懇談会の報告書の中に出ていた図面（「核融合エネルギー研究開発と実用化への道」）で、私も最近では使わなくなりましたが当初はよく使っていた図面です。私はやはり、もしヘリカルなり慣性閉じ込めがトカマクとともに実用化をねらう道があるならば、フェーズが違ふのは明らかですが、それはそれで、こういうものではなくて、どこかに何らかのわかりやすい図面があっていいと思うのですね。

どう見てもこの図面で無理なところがあるのは、トカマク型の実験炉ができて、これが慣性核融合と一体になって原型炉になるわけではないというのは誰にもわかっているのだけれども、何かこういう絵がかいてあるのですね。多分、昔、原型炉は1個だということを書いた人がいるのでしょうか。だけれども、核分裂の原型炉は1個ではないですよ。昔、JPDRで発電して、それから不幸にして物になりませんでしたけれどもATRがあって、それ以外にFBRがあって、考えてみれば、今もう日本にはなくなっちゃったけれども、ガス冷却炉もあったわけですよ。とてもそれを、では国の予算で全部できますかと問われると困ってしまうなと思うところはあるけれども、フェーズがずれているのだから、時期がずれるのでしょう。ニーズが合えばいけるのかもしれない。第三段階基本計画を読むと、何か原型炉は1個だからそっちへ行こうというふうに読めるのだけれども、何もそこまで自虐的にやらなくてもいいのではないかなと思います。

ただ、その条件は、先ほど申し上げたいろいろな技術的な要件がちゃんと分析されていればそこまでやらなくてもいいというバーゲニングにはなっているのですが、どうでしょうか。

要するに、今、多分、第三段階のもう後ろの方に来ているわけだから、やはりもう少し具体的に書くようにした方がいい。第4章にもいろいろ書いてあるが、これは、だあっとなっているから、立体感がないので我々のような素人には非常にわかりにくい。これより

もう少しわかりやすい相互関係を出して、さらに、最速ならこの年数でいくというのがあっていい。アービトラリー・スケールで大まかな目盛りが打ってあって、それが1単位10年でいいと思うのですけれども、そういうものが出てこないと全体の流れというのはわからないですね。

今日私が申し上げたのは、全部そういう流れの中にあるのですね。技術的にどこまで来ているのか、将来の核融合炉とはどういうものなのか、核融合炉は他のエネルギー源に対してどういう利点があるのか、時間スケール、それから今のそれぞれの方式のフェーズなどの点について言及してきたわけです。すべての方式について夢を書く必要はなくて、それはもっと現実的になればいいと思います。ただ、今申し上げたように、文部科学省は、炉工学を含めた4つをエネルギー科学に位置付けたという報告書を頂いたとあって、そのうちの3つについてフェーズの差があって、将来に向けてある程度のプランがあっていいのではないかと思います。多分、予算の競合はあるのですけれども、予算の競合があるから苦労はしてくださいとは言えるものの、何も仲間で切り合いをすることはないのではないかなという気が私はします。そういうことをちょっと思いました。

【玉野参与】 その辺について、藤原座長あるいは寺井委員の方からお願いします。

【藤原委員】 では、4章担当の寺井委員に先をお願いします。

【寺井委員】 多分、この報告書の中で一番重要なところは、今、大竹室長がおっしゃった論点だと思います。これは、具体的にはどこに書くかといいますと、1つの書き方としては、一番最後のページの最後のところですが、「研究開発の期間と資源配分」というところに具体的にスケジュール・チャート的なものを入れるというようなことは、現在考えております。ただ、これについてはまだ議論を始めているところでありまして、今日の段階ではまだ入れることができなかったというのが現状であります。

具体的に、西暦期限を入れるかどうかという議論もあります。それからもう一つは、今お話がありましたように、いろいろな炉型に関して段階が違う、ステージが違うということは当然ありますから、先ほどご指摘があったこういう一面的なやり方では多分ないだろうというようなイメージも持っております。

達成できる段階あるいはそのリクワイアメントをどういうふうに考えていくかというようなところが、次のステージに移行する上での重要な判断基準に多分なるのであって、その辺のところは、これまで出ていましたけれども、適切なタイミングでチェック・アンド・レビューを行うという考え方になるだろうと思います。

ただ、現時点のフェーズという点では、当面、なるべく早期に実現できるという観点からトカマク型というのをとりあえず選んでいる。レーザーあるいはヘリカルについても、もちろん、全く炉ということを意識しない研究ではなくて、ただ現時点ではそこまでいっていないということかと思えます。ただ、そうはいいつつも、設計とかの分野、あるいはその炉工学的な観点からの研究は当然進めていく話だろうと思います。

その辺のところを、うまく一つのチャートにつくりたいと実は思っていて、それができれば、報告書全体の意味合いとか主張も大分明確になってくるのかなという気がしています。その辺のところは最後のタスクではないかと私自身は認識しております。

【藤原委員】 寺井先生のおっしゃったことに大体尽きていると思います。だから、その辺のことが、第3章2)の「各種閉じ込め、大学等の研究の意義・位置付け」というページに書いてあるはずなのですが、もう少しビジュアルになるようにということであれば、そこはもう少し検討させて頂きたいと思えます。

【井上委員】 今、大竹室長から示された図についてですけれども、ここのところは非常にここでもまだ議論が行われているところです。この図では、実験炉から原型炉に行くところで原型炉の概念を決定することになっているわけですが、ヘリカル、逆磁場ピンチ、ミラー、慣性閉じ込め等については、当初の第三段階計画では、原型炉概念決定のところまで続いていて、もうそこで終わってしまっていたわけですね。

戦略検討分科会では、この辺を少し議論して、一応、第三段階では、この実験炉から原型炉へいくときにレビューして選択すると書いてあるものですから、そこは尊重しているわけです。ただし、今の原子力、核分裂炉の場合には、一番最初にできたのはFBRなのだけれども、それが軽水炉に変わっていて、さらに高温ガス炉などもある。そんな事情を考慮して、先進閉じ込め方式はずっと将来の方へ向かっている図面をかいたのですね。それは、ひょっとすると第三段階計画のバイオレーションだったかもしれないけれども、一応こういうものを核融合会議に出して、ご了承頂いたという経緯があります。

ですから、今の段階では、またこれを見直すということになりますから、それは寺井先生がちゃんとした図面をかいて、みんなの考え方がそこに集約されるのかどうかという話になるのではないかと思うのですね。

少なくとも、実験炉から原型炉へいくときに、一度チェックして、レーザーの原型炉にするのかヘリカルの原型炉にするのかを判断するところを相変わらず続けるのかどうかですね。この検討会の議論では原型炉ではなくて発電実証プラントになるわけですが、相変わらず「これはトカマクとは言えないよ」というスタンスでいくのか、やはり「ここはトカマクでやって、ほかの代替方式なるものは、それと並行して先へ行くんだよ」ということにするのか、そこは、ここで決めなければいけないことだと思います。

ただ、こういう選択肢なるものは、実験炉から原型炉へいくときに、当然、いろいろな周りの世界と原子力も含めて何らかの比較をするわけでしょうから、この図そのものは間違っているとは言えないのですが、この図の意味をきちんとはつきりさせておかないと、みんながこの図を見て玉虫色で自分はこう考えていたというふうなことにならないようにしないといけないのではないかと思います。

【玉野参与】 どうもありがとうございました。既に第4章の方へ実質的にコメントが移ってきているかと思いますが、第4章に関して、何かコメントはございますでしょうか。

【藤原委員】 第4章は、もちろん寺井先生に担当をお願いして、皆様の意見をおまとめ頂いているのですが、「(1)ITERによる開発研究」の部分の記述については、上の3つのドットくらいはとくに問題がないと思うのですが、4つ目の「ITERの一層の有効利用」というところが、今までも当然ある意味では議論されたのでしようけれども、こういう格好でもう少し考えたらどうですかという提案が含まれている部分です。

実は、これはもう少し書かなければいけないところもあるのですが、ITERは国際協力ですので、そんなに日本の勝手な都合で実験計画のイクステンションがスムーズに取り入れられていくとは思わないので、あまりここに書き過ぎないようにするため、書いていない部分が実はあるのですが、これが少し新しく出てきた視点であります。

それから、「(2)トカマク改良研究」というのは、これは前にもずっと述べてきたように、文科省ワーキンググループの報告書の内容をエンドースしているというようなところです。もちろん、今のいろいろな議論は、核融合エネルギーを目指した学術研究とトカマクによる開発研究とをどういうふうにか考えるかという部分につながり、今の寺井先生の

ご意見になったということでもあります。

【大竹室長】 今のITERのところですが、最初のドットはよくわかって、これはいわゆるITERでいうところの国際機関がやるスタンダードな実験の話で、その成果をちゃんと得ましようということですね。2番目のドットというのは、ITERの中でスペシフィック・イクスペリメンテーションとかといって、スタンダードな実験には入っていないけれども、ITERで中性子がたくさん出てくるとか、温度が非常に高いとかいう条件を使って、参加極が自分の資源を持って行って勝手にやる部分ですね。「ITER参加極の協力の下」といえば美しいけれども、協力しなくてもやっていいので、とにかくやった方の成果になるという部分ですね。

あとの2つのドットがよくわからないのですが、我々は昨日、よくわからないから書かない方がいいのではないかというコメントを出しました。3番目のドット「システム統合技術」はわからないでもないのだけれども、4番目のドット「ITERの一層の有効利用」というのは、わざわざここに書くこともなくて、これは上の2番目のドットの小規模発電技術実証「等」とかいう話で、その中に入るのではないですか。ここにわざわざ書くと、何か格好はいいけれども、単なる「等」に相当するものを書頂けで、中身はスカスカなので、あまり意味がないのではないかなというのが私どもの感じですが、だから、そのところはどうぞご検討ください。

それから、万が一、ITERが日本に来なかったら、3番目のドットはどうやって実現するのか、ぜひ伺いたいです。だから、そういうものを書いておくのはよくないのではないかなということがあって、何かもう少し丸い書き方はできないかなと思っています。ということで、3番目と4番目がよくわからないというのが文部科学省の担当室レベルの意見なので、ちょっとご考察を下さい。

【藤原委員】 この報告書を書くときに非常に悩ましい点は、ITERの行き先はなかなかわからない部分なので、ITERが日本へ来たときにはそれなりのいろいろな考え方が出てくるし、来なかったときもそうです。だけれども、その両論を書くよりは、ITERが日本に来たらどのくらいのことが考えられるかということで、軸足としてはそう考えて書いて、あれもこれもと欲張っているわけです。

ですから、日本に来ないときには、この下の3番目と4番目のドットは上の方に入れらという話、それはそれでわからないでもないですけども、初めからそういうことにはしたくないと考えています。

【大竹室長】 論理的に言えば、いずれにせよ、ITERをやることによって、参加極がシェアできるものというのが1つあって、それが上の一番最初のドットですね。それに対して、4番目のドットというのは、特に中身がないのですよね。それが非常に気になっています。当たり前なことではないのか。国民の血税から何百億円も出して、一層の有効利用をしなくてどうするということになるわけです。

だから、そこは何かもっと包括的に書いて、その代表が核融合燃焼制御のいろいろなデータの取得であり、片やさらに小規模発電技術実証があります。そういう当たり前のことなので、代表で2つ書いておけばいいのではないかと。それで、「(1) ITERによる開発研究」には、その冒頭のところに1行か何かあって、「そういうものに資源を投じるんだから、いろいろな意味でその有効利用が望まれるけれども、以下の2点は特にその代表格である」というような書き方をしておいた方がいいのではないですか。

【菊池委員】 何か少し誤解があるのかなと思うのですが、「システム統合技術」につ

いては、基本的に仮に誘致できなかつた場合でも、国際機構には我が国から職員を派遣するわけでして、不十分であってもITERの建設、運転それから機器の改良という中で、いわゆるそういう技術情報というのは、ある面では共有されると思うのです。国際機構に派遣されている職員が国内に戻ることによって、そういう技術情報も当然もたらされる。実際のいろいろな細かい技術に関しては、誘致国の企業の中に蓄積されるであろうということはあると思いますが、100%ではないにしても、それなりの技術の取得を目指すということ自身は、やはり次の発電実証プラントに向けて非常に重要なところであると思いますので、そういう面で、そのことは記載すべきかなと考えています。

それから、4番目のドットの「ITERの一層の有効利用」ですが、これは我々というよりは、藤家原子力委員長が非常に気にしておられるところで、当然、誘致できた場合にはそういうことをしたいということをおっしゃっているわけですが、一方で外国に行った場合でも、そういう考え方を売るべきであるとおっしゃっている。

ITERというのは、核融合システムとしてはかなり完成度の高いシステムであり、それに発電ブランケットをつけることによって、いわゆる原型炉の機能をどうして実現できないのかということ非常に強く意識しておられます。もちろん、実験炉で熱を発生し、次に原型炉でエネルギーを発電するということはあるにしても、同じマシンの中でできないのかということ、やはりかなり強く意識しておられるわけですね。

確かに藤家委員長のおっしゃることには一理あって、それなりのことがあると思っています。ただ、やはり、もう既にある技術目標を決めて、その技術仕様は決められていますので、実際にそれをやるのは現時点で非常に難しいということわかっているわけですね。かなりの改造を要するということわかっているわけですから、ここでは「可能性を検討する」という範囲内に抑えておこうということで、そういう面では、技術的な内容としては、2番目のドットの「小規模発電技術実証」とはかなり違う内容になると思っていますので、そこはもし誤解だとすれば、そうではないということをご理解頂ければと思っています。

【大竹室長】 書き方の問題で、一般の人からしてみると、今の議論というのはどちらでもいいのです。要するに、各国のお金を合わせて5,000億円もかけてITERをつくって、ただ、温かい温かいと言っているだけでは意味がないというのはよくわかるのです。どういう意味かということ、小規模だろうが大規模だろうが、人々からすると、5,000億円かけてつくったものから電気が出てくれるのは大いに結構ということ。発電は、今のスタンダードな実験ではないから、さらに付加的な経費がかかる話ではあるけれども、スペシフィック・イクスペリメンテーションに含まれるのでしょ。

片やもう一つは、ITERにそれだけのお金を出して、まずスタンダードについてくる部分が1番目のドットの核融合燃焼制御で、おっしゃる意味でのシステム統合技術というのも同じですね。そういうところで大いに、とことん日本の権利の及ぶ範囲で最大限利用して頂くというのは当たり前なのです。ただこうやって書くと、よくわからないというだけの話です。

ITERの関係国みんなで共同してやるスタンダードな実験には、核融合燃焼制御もあるし、その他システム統合技術などがありますが、それらについては、とことん基本会費で全部頂きますよということ。さらに付加的に料金を払うような小規模実証実験をやる。それから発電もする。今の通常の原子力発電所の6分の1ぐらいの熱容量を出しているわけだから、そういうものをもう少しフルに使えることも検討したい。だけれども、それは金も暇もかかるから検討事項ですという整理ならよくわかるのですよ。

だけれども、こうやって横にばらばらと並べられると、要するにそのロジックがよくわからなくなってしまうというだけの話で、そこは今言ったことをご工夫頂いてご検討くだ

されば構わないと思います。本質的に反対しているものは何もありません。

【小川委員】 同じようなことかもしれませんが、私なりに考えて、確かに書ききれていないと思っている部分があります。

I T E Rをこのように有効利用したならば、その次のトカマク型発電実証プラントに対して、いろいろな開発が前倒しになるとか、またはその負荷が非常に軽くなるとか、その次のステップとの関係において、費用とか期間などの点に関し、これをやるのが非常に有効であるというのがきれいに見えれば非常にいいのかなと思います。

ただ単純に、あるものを最大限に使いましょうという論理だけで言うと、今の竹室長が指摘されたような論理になってしまうので、発電実証プラントとの関連においてこれをどう位置付けるのかというのがキーだと私は思っています。

【高村委員】 私は、全般的なところで、熱・粒子制御を例にとって少しご指摘させて頂いたのですが、ポイントは、発電実証プラントというものをいかに現実化させるかということで、「(1) I T E Rによる開発研究」は、その前の表題に書いてあるように「発電実証プラントに向けた開発研究」なのですね。ですから、発電実証プラントを現実化させるために、先ほど概念設計という話も出ましたが、いろいろな問題点が出てくるわけで、その発電実証プラントを確実に設計できるようにするという視点から、I T E Rによる開発研究というのが成り立つと思います。

そういう意味で、書き方の問題で「システム統合技術」とか「I T E Rの一層の有効利用」というのは、若干ぼやけたといえますが、わかりにくい表現になっているかもしれません。そういう観点からすると問題が非常にクリアになって、前倒しにされるという小川先生のご指摘ですが、発電実証プラントでやることをやるというよりも、そういう面ももちろんあるのですが、I T E Rが描けたように、発電実証プラントがきちっと描けるようにすることがI T E Rの最大の使命だと私は思っています。

そういう意味で整理していけば(1)というのが生きてくるのではないかと思います。それから、同じ視点から、「(2) トカマク改良研究」も、高ベータの定常運転とあるわけですが、それだけで十分ですかというのが冒頭に私が申し上げたことです。要するに、発電実証プラントをきちんと描けるようにするという観点から、その(1)、(2)というのを整理し直して頂ければ、生きてくるのではないかなと思います。

【玉野参与】 よろしいでしょうか。非常に貴重なコメントを頂いておりますけれども、ほかに何かコメントはございますでしょうか。

【大竹室長】 あと、申し訳ないのですが、極めて一般的な話ですが、ここは非常に技術的な議論をしてきちっとまとめられたので、この時点の「主要論点」としてはこれでよろしいのだろうと思いつつ、これを報告書にするときに考慮して頂きたい点があります。

前回の平成4年の報告書「核融合研究開発の推進について」でも、素人が読んでわかるのは第1章ぐらいで、多分、第2章以降というのはさっぱりわかりません。第1章でも後半になってくると非常に難しくなってきます。それから、やはりこの第三段階核融合研究開発基本計画を書き直すのかどうか、ないしはその改定になるのか知らないのですが、書かれるときに、ぜひ皆さんの常識、社会にとっては常識ではないことというのを、後ろに何かつけるなりしてほしい。それから、つけるのもやさしい言葉で書いてほしいですね。

第三段階基本計画の文書(2枚紙)を見ていると、素人はまず、やはり炉心プラズマ

が何だかわからないですね。それから、「長時間燃焼」、「定常炉心プラズマの見通しを得るために必要と考えられる長パルス運転」、この辺でもう絶望的ですね。それを「実現することを目指し、高効率電流駆動法」とか、難しい言葉が並んでいてもいいのですけれども、最初の一行を書くところが非常に重要で、その難しい言葉がわからなくても、何のためにこれをやるんだということが、ほんのりとわかるように、工夫をお願いしたい。第1章にしても第4章にしても、いずれにせよ専門用語が多くて、やはりわからないのですね。先ほどの「熱・粒子制御」というのも、私には全然わからないので、どういうものなのかぜひわかるように、何か工夫をして頂けると非常にありがたいと思います。

【玉野参与】 非常に大切なお指摘です。実は、検討会の方でもそういうことを意識しながら、今、用語集等も準備を進めてくださっていると思いますが、さらに一層わかりやすくする努力をお願いしたいと思います。

【高村委員】 もう1点、簡単なことですが、第4章の2)の「核融合エネルギーを目指した学術研究」の最後、「(4)材料や炉工学の基礎研究」という中に、7ページ一番最後の部分ですが、「核融合理工学としての学問的体系化を図り、人類の知的財産とする」とあります。その「核融合理工学」という言葉なのですが、(4)のところだけにこれがあらわれてきているのは何となく落ちつきが悪いので、これは、もし入れられるのであれば、2)の冒頭の「理学的・工学的にも」云々と書いてある部分に入れて頂く方がいいのだらうと思います。

【寺井委員】 ご指摘のとおりだと思います。うまく工夫したいと思います。

5) 今後の進め方について、玉野参与より、以下の説明がなされた。

【玉野参与】 特に他にございませんでしたら、12月1日の核融合専門部会に、今日示して頂いた「資料技第6-1-4号」に皆様から頂いたコメントで簡単に修正できるところは修正して頂き、まだ検討中で、文章として書くのが難しいところは、その報告の際に言葉でつないで頂くということで、藤原座長にご報告を頂くということで、この技術ワーキンググループとしては了解したということによろしいでしょうか。それから、検討会の皆様も、そういうことで藤原座長が報告されるということによろしいでしょうか。

(異議なし)

【玉野参与】 それでは、そういうことでご了解を頂いたということで、ご報告をお願いしたいと思いますので、よろしくお願ひいたします。

以上