

核融合研究開発基本問題検討会（第9回） 議事録

1. 日 時 平成15年9月10日（水）13:30～17:00

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）、居田克巳、今川信作、大塚道夫、岡野邦彦、小川雄一、可児吉男、菊池満、高津英幸、寺井隆幸、長崎晋也、藤原正巳（座長）

〔招聘者〕

小西哲之（京都大学エネルギー理工学研究所教授）

中塚正大（大阪大学レーザー核融合研究センター教授）

〔核融合専門部会技術WG構成員〕

井上信幸、桂井誠、岸本浩、松田慎三郎

〔原子力委員〕 藤家委員長

〔内閣府〕 後藤企画官、川口補佐

〔文部科学省〕 山口専門官

4. 議 題：

（1）核融合研究開発の意義について

（2）核融合研究開発の基本的進め方について

（3）その他

5. 配付資料

資料検第9-2-1号 ヘリカル系の開発研究

資料検第9-3-1号 核燃料サイクルについて

資料検第9-3-2号 これまでに提起された主な論点について（改訂版）

資料検第9-3-3号 核融合研究作業部会の設置について（案）

資料検第9-3-4号 核融合研究開発基本問題検討会（第8回）議事録

6. 議事内容

1) ヘリカル系の開発研究について、資料検第9-2-1号に基づき、居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。

【岸本委員】 何点が質問したいと思います。まず炉の設計のパラメーターですが、遮蔽厚みはデザインによって違うのでしょうかけれども、一番薄いところでどれぐらいの厚みをベースにして設計されているのですか。

【居田委員】 約1メートルぐらいです。

【岸本委員】 どのデザインも1メートルですか。

【今川委員】 すべてが1メートルかと言われるとそうではありません。コンパクトにしていったときには、内側では少なくなっていますので、そういう意味では1メー

トルと申し上げたのは大きな数字です。細かいところを言うと0.7メートルだったり、1.2メートルだったりしていますので、すべての装置が1メートルということではありません。

【岸本委員】 0.7メートルだったら多分成立しないですよ。

【今川委員】 その部分は遮蔽だけということですね。

【岸本委員】 もちろん遮蔽だけれども、超伝導コイルの核発熱を計算すればすぐに超伝導コイルが成立しないというのはわかると思います。1メートルあればいいのだろうと思います。

それから、磁場の強さが結構大きいですが、十数テスラですから、これぐらいの強磁場における非常に複雑な三次元の構造物、コイルやサポートの成立性というのは、いずれの設計でもある程度の見通しは得られているのでしょうか。トカマクの単純なD型のコイルでも、これぐらいの磁場になるとかなり負担が大きく、どんなサポート材料を使うかとかも相当大変な話になって、あまりうれしそうに磁場を上げると耐えられる構造物がないんじゃないかといつもみんなからかかっているのですけれども。

【今川委員】 少なくともヘリオトロンタイプとか連続ヘリカルについては、FEMによる簡単な計算で確認をしておりますし、ドイツで進めているWendelsteinについては、彼らも構造解析までは行っているということです。コンパクト化にしていたところについては、アメリカの設計ですが、やっております。

どこまでちゃんとやっているのかは申し上げられませんが、構造解析までは、大体の設計についてはやっているということです。

【岸本委員】 それから、リップル損失の件ですが、トカマクも当然、ヘリカルの数十分の1の0.何%のリップルがあるのですが、リップロスで電場ができて、リップロスがなくなるのかと思ったら全然なくならず、単にロスする場所が変わるだけで、ここに書いてあるような楽しい話は起こらないんですよ。

それで、ご説明ではロスがあって電場が形成されてロスがなくなるということなのですが、ロスがなくなれば電場が形成されないわけだから、ロスがあって、それに見合う電場が形成されて、うまくいけばバランスするんだと思うのですが、そのときはやはり、電場が形成されるというからには、ある程度のエネルギーロスなり粒子のロスは定常的にあるわけなんですね。

【居田委員】 電場をつくるためにはもちろんロスがあって、抑えられるというのはある程度のロスでとまるという意味ですね。ロスが全くなくなってしまうと電場もなくなりますので、定常状態に達した時にはある程度のロスが残ります。この時ある程度のロスというのが乱流輸送のロスより小さいか大きいかがというのが問題で、乱流輸送に対して十分に小さいところでロスがとまればリップル損失は問題とはならないだろうという意味で、大きな問題としないということを申し上げているのです。

【岸本委員】 トカマクでも、今はネオクラシカルの数倍ぐらいのところまで来ています。あまり閉じ込めがよいと、今度は不純物がなかなか排気されなくて、閉じ込めが良ければいいだろうという議論は全く成立しないのですけれども、そこはほどほど

のところで妥協しないと、不純物はたまるし灰はたまるしということで、どこかで妥協のポイントが出てくるのですけれども、ヘリカルの場合、そういうアッシュ・イグゾースト（灰の排出）はどのようなメカニズムで期待されているのでしょうか。

【居田委員】 ヘリカルの場合、まずトカマクとかなり大きな相違点は、密度分布を見ていただいてもわかると思うのですが、非常に粒子に対するピンチが小さい、ほとんどないか、もしくは少し外向きのフローを持っているという点です。ですから、粒子輸送が良すぎて灰がたまるといった問題は現在のところまだあらわれていません。むしろ粒子の内向きのピンチをつくり、密度をピーキングさせるのが非常に困難で、粒子は不純物も含めて蓄積を起こす可能性が少ない。もちろん実験的に全く観測されていないというわけではないのですが、非常に特殊な状況に持っていかない限り蓄積は起こらないというのが現在のLHDの実験結果です。

【岸本委員】 LHDはネガティブ・シアーということですが、トカマクでこれぐらいのネガティブ・シアーをつくと、大体不純物はなかなか出てこないですね。

【居田委員】 だから、トカマクと同じネガティブ・シアーだったら輸送が全部同じだと言っているわけではありません。そこがもちろん研究の大事なところだと思うのですが、シアーは同じであっても、例えば磁気丘とか磁気井戸とか、それ以外の磁場構造というのが変わってきています。ですから、今おっしゃられたように同じようなネガティブ・シアーであっても粒子の蓄積がないというヘリカルの物理的な理由をもう少し研究していけば、トカマクの不純物の蓄積を抑える新たな知見が得られるのではないかと考えております。ですから、ヘリカルで粒子のピンチがない原因を研究していくのは非常に重要な事ではないかと考えております。

【岸本委員】 もう一度リップロスの問題に戻りますけれども、スーパーサーマルな粒子もヘリカルでは電界ができて抑えられるのですか。

【居田委員】 いわゆるバルクではなくてという意味ですね。高エネルギー粒子という意味ですね。

【岸本委員】 はい。

【居田委員】 高エネルギーの粒子に関しては、どれぐらい高エネルギーかということによります。例えばバルクプラズマの数倍程度のエネルギーの粒子に関しては非常に電場に敏感です。バルクの数倍ぐらいのエネルギーを持つ粒子のロスは、電場ができることによって抑えられるということです。さらにもっと大きなエネルギーの粒子ということになりますと、確かに電場の影響を受けにくくなってきます。ですから、もっと高エネルギーの粒子に対しては、磁場構造の最適化ということで抑えなければいけないと考えております。

【岸本委員】 だから、DTバーニングでアルファ粒子が出てくるような系で成立しているかどうかというのは、まだ実験的には確認されていないということですね。

【居田委員】 ですから、非常に高エネルギーの粒子は、電場だけで抑えるのは難しいだろうと考えております。やはり磁場構造の最適化も必要であろうと考えております。

す。

【岸本委員】 ヘリカル系でリップル率をトカマク並みに低くするのは難しいでしょう。プリンストンの今度つくる装置では随分低いと聞いていますけれども、それでもプリンストンで聞いたときには、リップル率がトカマクのたしか10倍ぐらいだということでした。そうすると、それぐらいに抑えても、DTバーニングをやれば、アルファ粒子はスコンスコンに抜けるというふうに理解しておけばいいですか。大体トカマクはリップル率が1%あればだめなんですよ。

【居田委員】 リップル率をどれぐらいまで抑えればアルファ粒子が閉じこもるかどうかというのがまさに研究課題であって、どれだけのリップルがあればだめ、どれだけのリップルでなければいけないというのは現時点では言うことはできないと考えております。ですから、LHDでも高エネルギー粒子の閉じ込めというのが一つの研究対象になっておりまして、アルファ粒子よりは低いですが、数百keVからMeVに近いような粒子がどのように閉じこもっているかというのを現在研究しているわけです。その辺の研究成果というものをもち、将来、アルファ粒子に対する予想というのが立てられていくのだろうと考えております。

【岸本委員】 どうもありがとうございました。

【菊池委員】 まず、4ページの説明の中で、JT-60に対してLHDが半分の体積だということで、パラメーターが下がっているのはそのためだという説明があったのですが、核融合研究ワーキンググループとか、いろいろなところでご説明していますように、閉じ込めの総合性能というのは「 $n \cdot T$ 」が大体指標になるのですが、いわゆる中型トカマクとして代表的な「ASDEX Upgrade」の主半径が1.6メートルぐらいですけれども、これの断面が大体LHDと同じぐらいで、それに比べてもかなり今「 $n \cdot T$ 」としては低い。体積から言いますと「ASDEX Upgrade」は 20 m^3 以下です。かつ例えばD-Dですと体積は 30 m^3 ですが、ほとんど臨界近くいっているわけですね。そういう面では、本来LHDが 30 m^3 ぐらいあるということであれば、ほぼブレーク・イーブンにいかないとトカマクと同じ性能になったとは言えないのではないかと、同じ程度の閉じ込め性能だとは言えないのではないかと思います。

そういう面で、いわゆる閉じ込め時間だけで議論していると、意外と近く見えるのですけれども、やはり総合性能が「 $n \cdot T$ 」であるということはよく考えていただいた方がいいかなと思います。

【居田委員】 今まさに菊池さんがおっしゃったことをこの表が示しています。閉じ込め時間で見ると3倍ぐらいだけれども、核融合積（ $n \cdot T$ ）で見るともっと差があるよという意味です。閉じ込め時間で見ると体積の差の程度だけれども、それ以外のパラメーターで見るともっと差はありますよという表ですから、まさに菊池さんのおっしゃっていることを理解してしゃべっております。

【菊池委員】 そういうことですか。それと、コンパクト化の話ですけれども、居田委員がおっしゃるように、トカマクとヘリカルハイブリッドのような形にしていけないとなかなかコンパクトにできないというのは、実際に今の方向性としては確かにそうだと思うのですが、そうしたときに、問題は、12ページでヘリカル炉としての

利点を居田委員がおっしゃっているわけですが、例えばNC SXは、ブートストラップ電流にかなり頼っているわけですね。そういう面で、コラプスを起こしたときに本当に磁気配位がすぐ戻ってくるのかというようなことを考えると、LHDで本島先生と少し議論しましたが、ブートストラップ電流がコラプスをすると、非常に電磁力的にはいろいろなことを起こすわけですね。例えばNC SX型のリアクターでブートストラップ電流が圧力のコラプスでなくなったときに、コイル系が本当にちゃんともつような設計ができるのか。

つまりコンパクト化というのはいいのですけれども、悪いところを集めたヘリカル・リアクターにならないようにしないといけないという面では、今、私の感覚としては、いわゆるヘリカルのメリットを保ちながらコンパクト化ができるリアクターのイメージというのは、余りできていると思っていないんですね。そういう面では、もう少しよく考えていただいて、確かに外国ではこういうことを考えてはいるのですけれども、日本は、核科研を中心にヘリカルの世界では世界のトップを走っていると思っていますので、外国で考えたコンセプトではないもっと画期的なことを考えていただければなと思っています。

それから、31ページの内寄せ、外寄せの議論のところについて、これは昔、宇尾先生がご存命だった頃に私も呼ばれて議論したので、随分覚えているのですが、MHDの安定性と粒子の閉じ込めを共存させるのはなかなかLHDでは難しかったということで、これは宇尾先生自身がかなり疑問を呈しておられたのですが、メルシエ不安定でもいい閉じ込めが出たというので、それはCHSでもそうだったからそうされたのでしょうけれども、そういう面ではラッキーなところがあったわけですが、Wendelstein型に持っていくと、大塚委員も指摘していましたけれども、やはりかなり複雑なヘリカルコイル系になってしまいます。7-Xみたいな複雑なヘリカルコイル系にしないと、マグネティック・ウエルでかつグッド・オービットという配位ができないというのも、また少し考え方としては厳しいなと思います。もっと何かいい方法を考えなければいけないと思います。

それで、ロードマップの方にいきますと、36ページですが、トカマクの方から提案させていただいているところでは、ITERの実験が始まって20年あるのですが、10年ぐらいで次の段階に行きたいと考えているわけです。一方でこのロードマップから見ると、ITERの20年の成果と先進LHDの成果が実証炉につながっています。先進LHDというのは、LHDの大改造をして実験されるのだと思いますが、LHDから直に実証炉に行くというシナリオがまず技術的に本当にあり得るのかということと、トカマクが考えているITERの10年間の成果を踏まえて原型炉に進むというタイムスケジュールが少し合わないと思います。

これは非常に難しい議論があって、戦略分科会のおきも、当時核科研の所長でおられました藤原先生が、ヘリカルITERというか核燃焼ヘリカルをつくりたいという提案を一時期されていたことがあったのですが、ここしばらく私なんかから申し上げているのは、ITERが決まろうとしている状況の中で、トカマクの計画に引っ張られてヘリカルとかレーザーの開発を進められるのはなかなか難しいのではないかなということです。特別にそのシステムに合った開発のシナリオを考えられた方がいいのではないかなという気がしています。

というのは、先進LHD装置というのは一体どういうものなのかというのがまだ全然見えてきていないと思うのですね。NC SXという方向性も、もっとよく考えないといけないし、Wendelstein 7-Xというのも余りにも複雑だという感覚を持っています。そういう面で、先進LHD装置というのはどういうものなのか。コンパクトなヘリカルリアクターで、かつ非常にシンプルで、ブートストラップ電流が

なくて、トカマクの欠点もないというヘリカルシステムの構想は今はないと思うのですね。そういう面で、今、無理やりトカマクの路線の中で実証炉という形で流れ込むというのは少し無理があるのかなというのが私の印象です。

【居田委員】 まずWendelstein 7 - Xのところでコイル形状が複雑になるという話ですが、ウエルとグッド・オービットを両立させようと思ったら複雑になるというのは、まさにそのとおりで、7 - Xは非常に複雑な形をしています。ですから、ロードマップのところで書きましたように、我々は先進といったときにどれかを選択するという考えではなくて、知見から新たなものをつくり出していくという考えであります。

ですから、決してWendelstein 7 - Xのような複雑なコイルを取り入れるというわけでもなければ、NC SXのようにブートストラップ電流が多いものを取り入れるというでもなく、より良い最適化を目指しているのです。菊池委員が、「もっといいものをつくってください」とおっしゃいましたが、まさにその方向で研究をしているわけです。

実証炉のところでタイムスケールに無理があるという指摘ですが、基本的に、ここでどちらの装置を実証炉に取り入れるかを選択するという意味で線を示しているわけではありません。あくまで実験で得られた知見を生かすという観点で線をかいております。ですから、実証炉の時期がもう少し早くなるのではないかということをおっしゃいましたけれども、その時点でそれまでに得られた知見を統合するという意味ですので、時期が多少ずれても、やはり知見を統合して設計するということには変わりないと考えております。

【小川委員】 居田委員がおっしゃったヘリカルリアクターへの外挿性を考えたときの物理的な課題として、先ほど岸本委員の方からも幾つか指摘がありました。私は大きく分けて3つだと思っています。1つは輸送の問題、もう一つは先ほどのアルファ粒子の閉じ込めの問題、もう一つはベータの問題です。

それぞれを説明しますと、まず先ほどの輸送の問題で、ヘリカルリップルによる適当なロスをもって径電場ができて、それなりに修復されるとおっしゃっていましたが、その領域については、今は0.1ぐらいまでの領域です。だから、核融合領域のロー・コリジョナリティーの領域にまでなったとき、本当にヘリカルリップルが効くのか、そこまで外挿性があるのか。リアクター・レバントなパラメータ領域までの外挿性で今どこまでいっているのか。一つ目はそういう観点の質問です。

それから、次にアルファ粒子の閉じ込めに関してですが、高エネルギー粒子の閉じ込めについては、先ほどのご指摘のように、やはり電場の制御がなかなか効かなくなると思います。今のLHDでも、ICRFなどで高エネルギー・イオンのテールができていと思うのですが、その辺は理論と実験がどの程度のところまで今いっているのかという観点が二つ目の質問です。

あと、ベータに関しては、内寄せにするとベータが本当は良くないのだけれども、割合ベータが上がっているというので、今、一生懸命努力されているのはいろいろ聞いておりますが、その辺の現状の見通しはどうなっているのか。

これら3つの物理的な観点に関して教えていただければと思います。

【居田委員】 まず、コリジョナリティーの点ですが、コリジョナリティーは0.1よりももっと低いところも実験をやっております、0.03ぐらいまでいっております。

【小川委員】 リアクターだと、それはどのくらいまでになりますか。リアクター・レバントのプラズマが、 としてどのくらいになるのか。

【居田委員】 今、ちょっと数字は覚えていません。

【小川委員】 では、そういう観点、ターゲットがどこなのかという観点でご検討いただければと思います。

【居田委員】 それから、あとアルファ粒子の閉じ込めを考えた高エネルギー粒子の研究についてですが、確かにおっしゃるように、高エネルギー粒子を電場で制御するのは難しいです。高エネルギー粒子の閉じ込めがいいのはどういう配位かといいますと、資料の31ページに左側は緑の線と赤の線が一致していて、右側がずれているオービットの絵がかいてありますが、いわゆる左のようにオービットがずれない配位にしますと、ICRFでできた高エネルギー粒子が閉じこもっている。それに対して、この右のようにオービットがずれた配位に持っていきますと、高エネルギー粒子が閉じこまらないという実験結果が出ておりますので、このオービットのドリフトを抑えれば、基本的には高エネルギー粒子は閉じ込めることができるというのが現在のLHDの結果です。

【小川委員】 ICRFによって、粒子のエネルギーがどのくらいまでになっているかご存じですか。

【居田委員】 テールをずっと引っ張っているのですが、どこまでというのは難しいのですが、大体数百キロkeVくらいですね。

それから、最後にもう一つ、ベータの件ですね。ベータに関しては、30ページの絵ですけれども、メルシエ条件で不安定なところでもプラズマが維持されるのが観測されているというのが一つの重要な成果です。

ただし、時間がなくて説明しませんでした。この下の絵で、電流が増えていく途中で、1秒ぐらいにあった振動が1.5秒ぐらいに消えています。これは電流を変えることによって、メルシエ・アンステーブルからよりステーブルなところへ持っていった為です。ですから、今まで得られている結果は、アンステーブルな領域でもプラズマはちゃんと保持されるけれども、メルシエ・ステーブルなところへ持っていった方がより閉じ込めは良くなるということです。メルシエの条件を超えるところまでベータはいくのだけれども、ステーブルなところの方がより閉じ込めはいいということで、振動は閉じ込めには影響を与えている。メルシエの条件はベータリミットという観点では規定していないけれども、閉じ込めには影響を与えているという理解が得られたというのが最近の研究の進展でございます。

【大塚委員】 先ほど、菊池委員も言われたのですけれども、モジュラーコイルというのは大変複雑で、炉という観点から考えますと非常にづらいものがあると思いますが、トカマクに比べてヘリカルが、炉の構成とか各機器の構造とかに対して何か簡単になる見通しはあるのでしょうか。

例えば、CSコイルは要らないのでしょうかけれども、これはトカマクでもCSコイルが要らないような運転は可能だという実験もされております。例えばNBIが要らないとか高周波加熱装置が要らないとか、何かそういう炉の構造あるいは構成に関し

て、トカマクに比べて有利な点は何かあるのですか。

閉じ込めの最適化がされるのは必要条件だと思うのですが、それをやることによって炉の構造、特にマグネットシステムの構造とかが非常に複雑になれば、実用化という観点からはかなりつらいですね。そこら辺を総合的に考えてやっていかないといけないのではないかという気がしています。

【居田委員】 まず、現在のところはコイルが複雑になっておりますが、1つには現在の研究が、まずコイルはどんなに複雑でもいいから最適磁場をやるうというところからスタートしているからです。ある程度最適磁場というものがわかれば、コイルをもう少し簡単にする方向に次は流れていく事ができるので、今よりは複雑さが小さくなるだろうと考えております。トカマクと同じほどシンプルにできると言っているわけではありませんが、まずは複雑さを許容しても、後にコイルの簡素化を図ることができると考えております。

ご質問のように、全体として見ると、やはりCSがないというのはプラズマの立ち上げのときに非常に楽ではないかと考えております。あともう一つ大きいのは、加熱は必要ですのでやはりNBIは必要になってくるのですが、電流駆動が必要ではないということが重要で、電流駆動及び電流分布を最適な形に維持するための制御が要らないという意味では、システムとしては簡素化されているのではないかと。制御という観点から見ると、かなり楽な設計になるのではないかと考えております。

【大塚委員】 NBI装置そのものは、要るのですね。

【居田委員】 はい、加熱としては要ります。だから、機器としては要るのですけれども、非常に微妙な制御は必要としないということです。

【大塚委員】 ただ、ヘリカルの場合は、将来はわかりませんが、現在のヘリカル装置というのは非常に磁場の精度を上げないといけないということで、トカマクと比べると厳しい高精度なコイルをつくらないといけないことになっていますよね。だから、そういう意味ではそっちの方がかなり厳しくなって、どっちがいいかというのはなかなか言えないのではないのでしょうか。微妙な制御が要らないからいいとは、必ずしも言えないのではないかという気がします。

【居田委員】 もちろん確におっしゃるとおりで、あるものは要らないけれども、別のところでは複雑になっているので、将来的にこういった部分を簡素化するのが楽かというのはクエスチョンだと思いますね。制御を楽にするのがいいのか、コイルそのものを楽にするのがいいのかというのは、確におっしゃるように、どちらがいいかはすぐには決められないと思いますが、ヘリカルの特徴としては、やはり電流分布の制御は要らないというのが特徴であるということです。

【寺井委員】 菊池委員が最後にされた研究のロードマップのところのご質問で、お答えを伺って、先進LHD装置から実証炉への矢印の意味は大体理解したのですが、基本的にこういう研究のロードマップというのは、これまでいろいろところで多分議論されてきていると思うのですが、最終的に今回の報告書に書き込むことを考えた場合に、やはりヘリカルとレーザー、それからトカマクでは、研究の開発段階が違うということはかなりはっきりしていると思うのですね。そういうことを前提にした中で、整合性のあるシナリオを基本方針として書き込まざるを得ないと思

うのです。

ですから、そういう中で、どういう位置づけでヘリカルやレーザーを考えていくのか。核融合ワーキンググループのときには、ある程度その辺の議論はもちろんされていまして、小川先生にお取りまとめいただいているのですが、ヘリカルについては同じ磁場閉じ込め方式ということで、トカマク系と総合的に考えると、あるいはITERへ有力なデータを提供するとか、そういう位置づけだったかなと思います。

多分これまで余り明快な議論がオフィシャルな場でされてきていないと思いますので、少なくとも報告書をまとめるときにはそういうことをやらないといけなかなという気がしています。ですから、それをいつやるのかということで、報告書の案が出てきたところでやるのか、あるいはもうその前のある程度の方針を固めておくのか。報告書をまとめる立場としては、その方が楽かなという気がしていますけれども、その辺のところについて、今回のこのヘリカルだけではなくてレーザーも含めて、ご議論いただく場をお考えいただければと思います。

【藤原座長】 非常に大事な話ですので、今日それをするかどうかという話は別にしまして、その議論の場は設けたい。近々に必要だと思っております。

【玉野参与】 7ページの炉設計の流れのところなのですが、ヘリカル炉設計がだんだん小さいものになっているというご説明があったのですが、この図の見方というのは、むしろトカマクにしるヘリカルにしる、炉設計のサイズが約5メートル近辺に収束していっているという見方をした方が正しいのではないかと思います。それにはそれなりの理由があって、これよりも小さくしようと思うと、あるものが例えば改善されなければいけない、そういうものが存在するのだと思いますね。そういうものを考えたときに、トカマクとヘリカルでもってその改善をするのに必要なパラメータが、そういう方向にどちらがなりやすいかという点が何かあるのかどうかをお尋ねしたいと思います。

【小川委員】 もしかしたら、居田委員や今川委員と意見がちょっと違うのかもしれませんが、居田委員はこの図を出してこられたときに、ヘリカルはすべて小型化しているというトーンで言われていました。確かに、それぞれは間違っていないのだと思うのですが、この中でももしかしたら抜けているのかもしれませんが、例えばドイツのWendelsteinのグループは、今年のIAEAの会議やその他の今までの会議でも、彼らはWendelsteinの路線で最適化して、相変わらず十五、六メートルのヘリカルリアクターを設計しているんですね。彼らのオピニオンとしては、そういうヘリカルとして、先ほどの閉じ込めの最適化、ベータを含めてアルファ粒子の閉じ込めとか、あの辺の観点の最適化を図っていまして、それでWendelsteinなりの路線として、今でもドイツは15メートル前後のリアクターの設計をしています。アメリカがこうやってQA、QPとか10メートルで経済性という観点を非常に入れる設計をしていますけれども、私の認識では、ドイツは現在でも十五、六メートル以上のリアクターでヘリカルは頑張っていると思っておりますが、それでよろしいですか。

【今川委員】 おっしゃるとおり、連続巻きのLHDと相似形のものという意味では、やはり15メートルぐらいが設計点になっております。先ほど構造解析までやっていると申し上げたのはそういう大きな炉ですね。ですから、それをさらに小さくしようとすると、やはりコイルの形状をかなり変えないといけないことになりますので、そ

れはやはりこれからの研究課題だと思います。

【松田委員】 このQA#1とかQP#1というのは、両方ともアメリカの設計ですよ。IAEAに出てきた発表を見て、とても工学的な検討をやっているとは全く思えなくて、むしろ今の予算をとるキャンペーンとして、実験をやるために、こういう小さな低アスペクト比の形でできるよと言うためにやっているという認識を持っております。

ただ将来的な意味では、こういうところの設計をやっているというのは、こういう大きさにないとコストが非常に高くて競争力がないであろうというのでやっているのであって、リアクターとして実現性があるものとしてこれをプロポーズしているものとはとても思えません。だから、そういう意味では、先ほど小川先生がおっしゃられたような認識が正しいのではないかと思います。

【井上委員】 小さい方がいいかどうかという問題ですけれども、ブランケットの交換頻度とか材料の問題とかを考えた場合、むしろ大きくして交換頻度を落とした方が経済性はいいということはないですか。どこかに兼ね合いはあると思うのですけれども。小川先生がごらんになった中で、ドイツなんかはそういう設計をしているということは考えられないですか。

【小川委員】 イグザクトには答え切れませんが、壁負荷が大分下がるから楽になるだろうということはあると思います。でも、ドイツの場合は、どちらかというところ、先ほどのプラズマ物理の方の最適化という観点でやっているという認識です。今川先生が先ほど、連続巻きだから大きくなると言われましたけれど、ドイツのモジュラーでも大きいものになっているのではないかと思います。

【今川委員】 いや、そうではなくてアスペクト比が、今のWendelsteinもそうですけれども、LHDも、同じアスペクト比で炉に持っていきこうとするとどうしても13メートルとか15メートルくらいにすると結構楽な改善度でいいというところが現実なのですね。

それと抱き合わせて、コスト評価を我々の研究でも始めた方がいらっしゃって、やはり物量がふえるので、15メートルマシンでコスト評価をすると、どうしても今のかなりいいところをねらったトカマクの設計よりは高い発電コストになっているという研究も今されております。そういう意味で、やはりコンパクトにするという必要性は、多分みんな感じていると思うのですけれども、そうするとやはりコイルの形状をいじらないといけないということですから、そこにはまたかなり研究が必要なのだと思います。

私は今、炉工学の立場から申し上げているので、炉心プラズマの方の話はよくわかりませんが。

【桂井委員】 ヘリカル系の話なのですけれども、あまり挑発に乗ることは必要ないのではないかなと思うのですよね。リアクター設計とコスト計算で、質問の形をかりて非常に挑発されていまして、それにまともにお乗りになっているのは、ヘリカル研究にとっては得策ではないのではないかと思います。

トカマクというのは、本当にITERが成功してみないと完全定常については何とも言えないわけなので、そこまで待ってきちっと学術レベルで物事を詰めていくようなところで話を止めておくようにしないと、変な議論になっていくのではないかなと

思いますけれども、全体の流れでちょっと気になったので申し上げました。

【玉野委員】 もちろん、今、桂井先生がおっしゃられた視点でもよろしいのですけれども、やはりこういう図をとって説明をするときに、この矢印を見ますと、この勢いでいけばトカマクよりも小さなものができる可能性がありますよというふうには読めるわけですね。

ただし、やはりそういうことが誤解であるのならば、誤解しないようにしないといけないので、私の質問は、これがトカマクよりも小さなものに行くような要素が何かあるのですかというのが一番基本的な質問なのですけれども、何かそれに対するお答えがありますでしょうか。

【居田委員】 これは私が引いた矢印ではないのですけれども、この矢印でもってトカマクより小さい方へ外挿して、2005年になったらトカマクより小さい方へいくという意味でこれは入っているのではないと思います。今までの傾向として、玉野先生がおっしゃったように確かにあるところへ落ちてきてきているというか、ある大きさに設計が流れてきている。これは、経済的なコストを抑えるという理由もあると思うのですけれども、壁負荷の問題もあると思いますが、そういう意味ではむしろこの絵を出したのは、ヘリカルとトカマクが近い大きさのところへ向かってきているよという意味で、決してトカマクより小さくなるだろうという予想を立てているわけではありません。

【長崎委員】 ちょっと2つぐらい教えていただきたいのですけれども、今までに出たご質問とかなり似ているのですが、1つはこういうLHDのいわゆるブランケットみたいな部分というのは、一体どこまで研究が進んでいるのかということです。おそらく、リチウムに中性子が当たってトリチウムができるぐらいのことは私もわかるのですけれども、いわゆるシステムとしてとか、あるいは先ほど大塚委員が言われていましたが、それは本当につくれるのかとか、本当に小型化していくことがブランケットを考えたときにいいのか。

例えば、原発でいえば、関電の大飯原発というのは、小さい方が当然いいということで小型化したのですね。だけれども、あれは周りに氷を敷きつめて小さくすることができたのですけれども、結局、ものすごいお金がかかった。小さくなったから人も入りにくいとかいろいろなことがあって、だから何かそういうところの全体的なシステムとしてのご研究というのはヘリカルがどこまで行っているのか。今日のお話は、どちらかというところと中心部というかプラズマの部分、制御の部分だったので、そのところをちょっと教えていただきたいというのが1つ。

もう一つは、これも先ほどから出ていますけれども、ロードマップのところでは先進LHD装置というのが出ていましたけれども、これはいわゆる核融合研で次につくられるようなものというイメージなのかどうか。いや、これが非常に大きいものを想定されて、またいわゆる国際共同的なもので、ヘリカル型ITERのようなものだとしたら、ITERの裏側で何か別のそんな巨大なものが走っているというのは、おそらく国民というか周りの人間はだれも知らないというのでは非常に困る。どの辺のどういう位置付けなのかというのが2つ目の質問です。

もう一つは全然関係なくて、先ほどのお話を伺って、ちょっと桂井先生が先ほど言われていたことに対して反対なのですけれども、私はこのヘリカルとかレーザーというのは、ITERを含めた核融合の研究の中でどういう位置付けであるべきかをきちんと示すべきだと思います。寺井先生が先ほど言われていたのと同じなのですけれど

も、それをきちんとしておかないと、ITERがうまくいくかどうかを見ていて、だめだったらというやり方をしたら、おそらくほとんどの人は「やはり核融合はだめじゃないの。そんなものにもうお金を使う必要はないのじゃないの。」ということになりかねないですよ。ですから、そこは非常にうまくストーリーをつくっておかないと、失敗することが悪いとは言わないのですけれども、失敗したときの見せ方が当然あるわけで、控えて何となくおとなしく待っているというのは、余り得策ではないのではないかと思います。これは私の感想です。

最初の2つの質問について教えていただけますでしょうか。

【今川委員】 ブランケットのところについては、私がお答えしますけれども、居田委員の資料で8ページ目に図があります。連続巻きヘリカルというかLHDタイプのヘリカル炉を考えたときに、プラズマとヘリカルコイルがやはり近いというところが一番難しい部分です。

そういう意味では、今これ以上お出しできるような絵がまだないというのが現実でして、この研究は加速しないといけないということで、この設計部隊の整備は進んでいます。そのところは、今、私自身がやりなさいというふうに命を受けて研究しているのですけれども、どうしてもこの部分で1メートルぐらいの発電ブランケットを置くようなことを考えると、先ほど申し上げたように13メートルとか15メートルぐらいの主半径というところが設計点になっておりまして、これは私の今の仕事ということになりますけれども、やはりちゃんと製造まで考えたぐらいの設計を、LHDと同じような磁場構造のもので示す必要があるだろうということで、それは今まさに進めているところで、ブランケットの部分は一番悩ましいところです。そういう意味では、まだ研究は遅れていると申し上げざるを得ないところです。

【居田委員】 2番目の方のご質問の答えですが、先進LHDですけれども、これは場所としましては核融合科学研究所、NIFSで行う規模のものを考えております。ですから、ヘリカルITERに相当するような、例えばDTバーニングを行うとかいった装置を想定しているわけではなくて、磁場構造の最適化でもってより高いプラズマ性能を目指すということです。LHDをそのまま大型化するわけではなくて、むしろ最適化でもってパラメータを上げた実験を行うという位置づけの装置であります。

【今川委員】 補足させていただきたいのですが、先ほど結構悲観的なことを私は申し上げたのですが、同じ磁場閉じ込め装置ですので、トカマクでブランケットのところがだんだん具体的になってきていると思うのですけれども、そうするとそういうブランケットがヘリカル装置で置けるかということになりまして、かなりバウンダリー・コンディションとしては考えやすい状況になってくるのです。そういう意味では、研究はどうしても遅れている部分がありますので、今、我々炉設計の部隊としては、やはりトカマクでいろいろ提案が出ているようなブランケット、もしくはITERで適用しようとしているブランケットと同じような構成のものが置けるかというような取り組み方をしているというのが1点。

それともう一つ、先ほど大塚委員の質問で、ヘリカルで何かいいところはないのですかということに対して、構造として最大のメリットだと思われるのは、やはりカレント・ディスラプションが起きたとしても小さいというところはかなりメリットとして出せるのではないかと思います。これは、そういう意味では、最終的に構造物がこのくらい簡略化できるというところまで示さないと言説力はないのですけれども、要するに渦電流に対する絶縁がかなり緩和されるとか、真空容器の炉内構造物がかな

り電磁力対策という意味では楽になるのではないかというところは期待している部分です。そこはトカマクとは違う概念をやはり具体的なイメージで提案していかないといけないところで、現時点でお見せできるものがまだないという意味では、これからの大きな課題だと思います。

【高津委員】 1点はコメントで、1点は質問なのですがすけれども、今の今川委員のご説明のとおり、トカマクでもブランケットの開発をしておりますので、もしそういったものを採用していくような考えがあれば、8ページの絵のようなところに、例えば我々が開発を進めている固体増殖ブランケットを入れるという案はあると思います。ただ、1点、この絵を見ていただいてもおわかりのように、空間的にはそういうブランケットを入れても、メンテナンスの観点ではやや難しさがあるのかなというふうに感じております。それは1点、コメントです。

もう1点は、先ほど長崎委員のご質問と同時にご質問をしようと思ったら、同じご質問をされたのですが、36ページのロードマップで、どういうミッションの先進LHD装置をお考えなのかなと思っておりましたら、今、居田委員の方から、磁場構造の最適化のようなことをミッションとしていて、必ずしも工学と物理とのインテグレーションをここで実証するようなイメージではないのだというご説明でしたので、大体わかったのですがすけれども、やはり米国の路線であるとかヨーロッパの路線からも得られる最大の知見は反映させて、次の先進LHD装置をお考えになるというのは非常にいいことだろうと思いますけれども、各国ともステップの考え方がやはり違っていると思われるのですね。例えばアメリカですと、まだブルーフ・オブ・プリンシプルというステップの装置であるということからすると、先進LHD装置もやはり磁場構造の最適化の段階だというようなご説明でしたので、そういう位置付けであれば意味がわかるのですがすけれども、そうするとやはり後ろの方のこの矢印というのは若干無理があるのではないかと思いますので、少しその辺を整理していただくと理解しやすいかなと思います。

【藤原座長】 ロードマップのこの実証炉への矢印、それから実証炉が何かということをもう少し説明してもらえますか。そうしないと、いろいろ誤解を生むおそれがあるので。

【松田委員】 実証炉への矢印が、実証炉へ先進ヘリカル装置の結果すなわち知見が反映されるという意味なのか、あるいは、実証炉がヘリカル炉になるという意味なのかで非常に大きく違ってくるのですが。

【居田委員】 これは、先ほども申しましたように、基本的に知見が反映されるという意味ですね。装置そのものは、確かに半分は割って右半分がトカマク、左半分がヘリカルというのはつくれるわけではないですから、装置自身は確かに統合というのがなかなか難しいところはあると思います。しかし、知見というものは統合ができて、得られた知見をもとに改良していくべきところは改良していくという意味で、設計においては知見を統合することができる。

その考え方は、このNCSX、Wendelstein 7-X、LHDのところから引いてある線も同じで、これのどれかと同じものをつくる、この3つからどれか選びますよという意味ではなくて、あくまでその知見をもって磁場構造の最適化を行なうという意味です。さらに磁場構造の最適化だけではなくて、例えばディスラプションをどうやって防げばいいかといったことや、アイランドの問題、ネオクラシカルテ

アリングモードをどうやって防げばいいかとか、そういった物理的なところで知見というものを統合していくということです。

この検討会でも何回か述べましたように、むしろ違った磁場構造のところを研究することによって、より普遍的な知見が出せて、その普遍的な知見を設計に役立てる。ですから、物理的なところをベースに設計に寄与するというのが、この矢印の知見の統合という意味です。

【玉野参与】 念のためにお尋ねしますが、ITERからの矢印と同じ矢印を使っておられるのですが、このITERからの矢印は、少し意味が違うわけですか。

【居田委員】 ですから、ここでかいている矢印は、装置自身の矢印というよりも知見の流れです。当然ITERでの燃焼に関する知見でもって新しい装置をつくるわけですね。

【玉野委員】 これも、知見という意味ですね。

【居田委員】 はい。だから、この矢印でもって型を規定しているというわけではありません。あくまでベースになるのは、その知見をもって次の設計をするときに役立てるという意味合いでこの矢印はかいてあります。

【井上委員】 設計するときに、いろいろな知見を集めるのは当たり前ですよ。だから、もうちょっと誤解を招かないような書き方をしないと、どうしてもある種の炉型に従った連続性みたいなものを想像してしまいますから、知見は知見でいいと思うのですけれども、実際に報告書を書くときには、寺井先生がおっしゃったように意味をきちんと書く必要があるのではないですか。

【岸本委員】 プリンストンとかマックスプランクの先生方とよく話をすると、ヘリカルヘリカルの講釈をいっぱい言うので、「ところで、その配位はアルファ粒子が閉じ込めるの」と聞いたら、いつも、一遍に黙ってしまうのですが、やはりサイエンティフィックな見通しなしには次のステップなんてあり得ない。一番根本的な問題をクリアにしないと、閉じ込めがトカマクの単純Hモードと同じレベルですと言ったって、楽しくも何ともないわけだから、やはりヘリカルヘリカルの一番根本的な問題を何とかクリアできますというようなインディケーションがないと、次にはなかなかいけないのではないかと思います。それだけがマイルストーンだとは思いませんけれども、全体の流れを見ていると、どうしてもやはりそれが嫌だから、なるべくシンメトリーを高めるとかいう方向に研究がいつているように思いますから、プリンストンやマックスプランクよりもはるかに先を行っているLHDLHDがそこをクリアにしていけないと、ヘリカルヘリカルは次のステップになかなかたどり着かないように思います。

【居田委員】 先ほども申しましたけれども、高エネルギーという意味ではLHDでもドリフト・オービットを小さくすれば閉じこめるわけです。そうしますと例えば磁気丘磁気丘に泣くことになってしまいますので、ただそれだけで最適化できるわけではありません。だから現状でもアルファ粒子の閉じ込めができないというわけではないですね。閉じ込めができるようにも磁場構造は変えられるけれども、全体としてやはりパフォーマンスもMHD安定性もすべて含めてどのようにすればいいかということです。ですから閉じ込めができないというわけではないけれども、どうやってコンプロマイ

ズするかというのが研究の対象だと思っています。

【菊池委員】 トカマクのごときにご紹介したのですが、いわゆる廃棄物問題がいろいろあって、ほとんどの構造物をクリアランスレベルにするためには、通常のトカマク的设计に比べて三、四十センチぐらい厚く遮蔽をして、そこにバナジウム・ハイドライドとかの特殊材料を入れてやると、ほとんどのものをクリアランスレベルに持っていける。ただ、最大のデメリットはその数十センチ、三十、四十センチぐらいは厚く遮蔽をしてやらないといけないということです。

そういう面で、ヘリカルも同じようなことがあって、やはり低レベル廃棄物の低減という面で、クリアランスレベルにほとんど持ってこられるようなヘリカルリアクターということも視野に入れて今後は設計をされないといけないのかなと思います。そういう面ではトカマクも苦労しているのですが、ヘリカルの方もそこまで視野を広げて炉の設計をされた方がいいかなと思っています。これはコメントです。

【岡野委員】 ブランケットの件なのですが、ヘリカルの廃棄物を減らすという方向はもちろん大切なのですが、8ページのこの絵を見て一番心配になるのは、廃棄物どころか、その前にTBR（トリチウム増殖比）が1を超えるのかという方がかなり心配な気がするのですが、その辺の確認はされていないという理解なのですか。これは、内側が0.7メートルで遮蔽だけだとおっしゃいましたし、上下はダイバータですよ。外側のこの厚いところだけがブランケットなのだとして、しかもこんなにアスペクト比の大きいものだったら、平均で60%ぐらいになってしまうのではないですか。

【今川委員】 ちょっとそれは誤解がありまして、遮蔽だけといっているのは、内側のヘリカルコイルの周りだけですので、全体の表面積としては間違っているかもしれませんが、10%ぐらいですね。ダイバータのところは、実はおっしゃったように非常に苦労しているところで、まだヘリカル・ダイバータそのもののコンセプトがあいまいですので、そことブランケットの両立性というところは、正直言ってまだ絵がありません。

【岡野委員】 非常に大事な点なのですが、ブランケットというのは、思ったよりちょっと性能が悪かったが何とかなるというものではなくて、1.01と0.99では全然違うのですよね、運転できなくなりますから。

それ以外のプラズマのあらゆるものがすばらしい性能でも、ブランケットのTBRが1を切る炉は存在し得ないわけですよ。非常に重要なので、後回しにしていい話ではないと思うので、ぜひこれは設計をきちんと示していただく必要があるなと思っています。

【今川委員】 はい、私もそう思います。

【藤原座長】 アルファ粒子の閉じ込めというのは、電場の効果よりははるかにエネルギーが高いのだから、基本的には計算できる話ですね。それは、多分7-Xやらヘリアス・リアクターのところではある程度の計算がなされていて、ですからそういう意味でLHDタイプでも、ロスレートは計算できるのだらうと思います。スローイングダウン・プロセスが電場によって少し変わるとかいう話はあるのでしょうか。

それから、今のブランケットの問題も、ある意味ではラジアルビルドの話なのだから

ら、もう少し検討は多分進められるのだろうとっております。

このロードマップの話は、いずれちょっと議論しなければいけないのですが、この先進LHDというのは今日初めてきいた話で、NIFSでやるということですね。それで、DTのプラズマにはならないわけで、コンフィギュレーション・スタディーをするという話ですね。

【居田委員】 いろいろなコンフィギュレーションでやっているいろいろ試すというよりも、このコンフィギュレーションならいい閉じ込めであるという予想のもとに装置をつくって、高いプラズマ性能を目指すという意味でのコンフィギュレーション・スタディーです。だから、いろいろやってみるよというのではなくて、ある程度今までの計算、実験に基づいて、かなりいいと予想されるコンフィギュレーションの実験装置をつくるという考え方です。

【松田委員】 だから、一種のヘリカルいろいろな装置の知見を集めて新しい装置をつくるというのに近いですね。そういう意味で言うと、先進LHDというネーミングをされるとみんながわからなくなると思います。

【居田委員】 一番上のLHDは固有名詞だと思っていただいて、2番目のLHDは普通名詞というふうに考えていただければ理解はしやすいのではないかと思います。大きなヘリカル装置という意味ですから、これを普通名詞です。そこまでこの絵には書いておりませんが、そのようにお考えいただければいいと思います。

【井上委員】 CHSではないですか。これからコンパクトという方向をねらっているのでしょうか。

【居田委員】 CHSは固有名詞ですから。

【菊池委員】 先進LHD装置ということをやりたいというのは、現時点での核科研の首脳陣の総意ですか。それとも、居田先生が個人的に考えておられるアイデアですか。

【松田委員】 共同利用研だから、首脳陣という言い方はおかしい。

【菊池委員】 そうですか、失礼しました。

【松田委員】 全国共同利用研としての合意なのかというふうに聞かなければいけない。

【居田委員】 総意かという質問に対して、こういう考え方が研究所の中にあって、私1人というわけではなくて、ある程度こういう流れでやったらいいのではないかという考え方があるということです。今言われたように、それが総意、方針として決まったかどうかという話は、今言われましたように核融合科学研究所だけで勝手に決めるわけにもいきませんので、そういう意味では確定したロードマップというわけではありません。ですけれども、こういう方向でいこうという考えもあって、ある程度それに対して賛成する所員の人もいるという意味では、私個人の意見というわけでもありません。ですけれども、総意かどうかという点においては、まだ総意として示せる

レベルではないということです。

【井上委員】 今のような話ですと、ここで一応オーソライズしたとかいう話に発展しないように気をつけておかないといけません。この核融合研の将来計画というのは、ワーキンググループでも随分議論したのでしょうか。ですから、それと整合するような話しておかないと、全員の総意かどうかわからないような計画が出てきたのは、それはそういうシチュエーションだということを我々が理解するのはできるのですけれども、将来、報告書に載せるときには相当神経を使わないと、行政的にそのとおりになる可能性だってゼロではないですからね。

【小川委員】 ワーキンググループの理解がどこまでなのかというのを一応確認させておいていただきます。LHDに関しては、LHDというものを重点化装置として進める。具体的にこのDDとか閉ダイバータとか、そういう具体的なところを議論しているわけではなくて、LHDでの研究を続ける。それから、その後の先進LHDとかに関して特段の議論をしアプルーブしたわけではありません。

それから、同じような理由で、前回のときもレーザーに関してコメントをさせていただいたのですけれども、レーザーに関してFIREX- をゴーさせるべきだというリコメンデーションをワーキングで出しましたけれども、その後のFIREX- 、それからLFERとか炉工装置とかをワーキンググループで俎上に上げて議論したわけではありませんし、アプルーブしたわけでもありません。

このヘリカルロードマップでいうならば、先進LHDをどうするかは、どちらの委員会のマターかちょっと微妙な話だと思いますけれども、後ろの方の実証炉にどうヘリカルがコミットしていくのかについてはこの委員会のマターなのだと私は認識しています。

【寺井委員】 LHDのミッションというのは、一応WG報告書には書いてあって、そこで確か議論はされています。正確な文章は覚えていませんけれども、基本的にはトカマクを相補的に研究といいますか、磁場閉じ込め方式の可能性等をよく検討するというような位置づけで、ITERへある意味コミットするという位置付けだったと思いますね。

【小川委員】 はい、ITERを含む環状プラズマへの学問的寄与を明確にするべきとあります。そのときに炉心プラズマに外挿可能なパラメータ領域でという枕詞がありまして、つまりほかのヘリカル系とは違うそれなりのパラメータ領域だということです。

私が先ほどコメントして、岸本委員からも先ほど御意見がありました。私がサイエンティフィックに重要だと思っているのは3つあって、ベータの話と、閉じ込めのがどこまでリアクターへ外挿性があるのか、それからアルファ粒子です。先ほど例えば に関してはどこまでいっているのですかという話を聞いたのですけれども、今0.1ぐらいですが、先ほど菊池委員から見せていただいて、核融合炉は31ページだと 10^{-3} ぐらいだから、あと2けたぐらいの外挿性が必要なのだという認識をもって、そういう無次元のパラメータで外挿できるかどうかを研究してくださいというのをお願いしたつもりなのです。

【井上委員】 その炉心プラズマに外挿できるようなという枕詞がついてますと、今のLHDでできなければ、続いて先進の方へ入っていくということなのか。そうだ

とすると、先ほどの磁場のコンフィギュレーションを新しいもので探すという話とちょっと変わってくるのですよ。

【小川委員】 「外挿できるような」について、どこまで満たされれば外挿できるようになるのか、ダイナミックレンジが2けたまで外挿できるのか1けたなのかというのは難しい話しかと思います。例えば14ページの のスケーリングは「外挿できるような」と言えるのか言えないのかという議論ですけれども、少なくともほかのWendelsteinとかATFに比べれば外挿性が1けた上がっています。ただし、まだ炉心プラズマは1けた高いけれどもという観点で考えてくださいということです。外挿性が不十分だからというのでその次の装置をつくらせてくれと言うかどうかというのは、そのときの評価がどのレベルかによって判断されるのだと思います。つまり、絶対値のパラメータではなくて、このような外挿性を考慮して評価しなくてははいけない。それでヘリカルの中で外挿に対して一番上の無次元パラメータを有するというのがLHDの位置付けであるという観点です。

【玉野参与】 今、小川先生がちょっと触れられたので確認させていただきますが、このロードマップに書かれた先進LHDのところは、例えばこの委員会というか、そういうところでもってどのような方向でやったらいいかという認識で議論されたということですか。

【小川委員】 いや、ワーキングでは議論していなかったということを使ったのであって、どこが議論するかというのは全然言っておりません。

【玉野参与】 わかりました。

【小川委員】 先進ヘリカルに関してのサイエンティフィックな議論はしました。でも、それを戦略的にはどこがどうするかという議論はしなかった、特にディジションはしなかったと思います。

【藤原座長】 実証炉の矢印の辺の話というのはこのマターではないですかというのが、小川先生の確認だったと思いますけれども。

【玉野参与】 そうですね。

【松田委員】 この先進LHDのロードマップに関して、国際協力という視点での話が全く抜けていると思うのです。今、主力装置であるITERは国際協力でやっている。それに対してLHDというのは、やはりトカマク路線に対してはオルタナティブというか将来もっといい可能性があったときにというポテンシャルでもって研究をやるという基本的な位置付けではないかと思います。そういうもので、いろいろな装置のいいところをとって磁場を最適化した装置を考えるのであれば、まさにこれは、インターナショナルで考えられるべき話ではないかと思うのですよ。

【居田委員】 インターナショナルといったときに、いろいろなレベルがあると思うのですけれども、共同研究でやっているインターナショナルのレベルから、ITERのようにサイトをどこにしようかというインターナショナルのレベルもあります。もちろんその先進LHDのときに、Wendelstein、それからNC SX、つま

りドイツとかアメリカともっと共同研究やコラボレーションを一緒にやると考えておりますので、そういう意味ではインターナショナルですね。

ただ、その3つが集まって、どこかでサイトをつくってというITERのようなレベルのインターナショナルは考えていません。あくまでNIFSでやるわけですからITERのようなインターナショナルではありませんけれども、双方に研究者を派遣してインターナショナルでやっていこうと考えております。インターナショナルの規模としてはITERのようではないですけれども、研究としてはもちろんインターナショナルでやっていくという方針で考えています。

【藤原座長】 一番キーになるところは、この出されたロードマップが、先ほども話がありました、これだけの話ではここで認識するというような話ではなく、とにかく話を伺ったということです。だから居田先生のおっしゃるのは、NIFSの研究所の総意ではないのですから、1つの考え方としてこういうものがあるということです。

そうすると、これはこの前のレーザーの話もそうなのですが、ワーキンググループで重点化したという範囲と、重点化した範囲ではないのだけれども、こういうことも考えられるということとをある程度分けなければいけない。ただ、分けただけでは、今後どうするのですかという議論になりますから、やはり寺井先生のおっしゃるような議論する場を設けるといふことにしたいと思います。

【居田委員】 先ほど、松田委員も言われましたけれども、大学共同利用機関としては、総意が重要であると思います。このお出ししたロードマップはNIFSで議論を始めたところで、現段階ではNIFSも含めた大学及び大学の研究施設の研究者の総意ではありません。

3) 後藤企画官より、資料検第9 - 3 - 1号の原子力委員会報告書「核燃料サイクルについて」の説明がなされた。

4) 本件に関し、以下の質疑応答があった。

【菊池委員】 非常にこれは重要なやり方だと思うのです。特に、国民との相互理解のために、今後こういう本を使って対話を進めていく。今回、我々が一応第三段階の見直しという立場ではあるのですけれども、幸いにしてITERを誘致できたとしても、ある面で国民との対話というのは必要になるかと思うのですが、そういう面でこういう形をつくってより幅広い方々と議論していくことを想定した方がいいのかどうかというのは、事務局の方としてどういうふうにお考えになっているか。今はどちらとも決まっていないのか。それともやはりこういう原子力委員会だけの議論ではなくて、より幅広い議論を核融合についてすべきではないかと考えておられるのか。そこはどうなのでしょう。

【川口補佐】 そこは、まさに第1回のときのチャージの紙の議論に戻るかと思うのですけれども、やはりその中で「原子力政策における核融合研究開発の意義、必要性及び基本的あり方を明確にし」というふうな、やはり原子力政策の中でとらえるということになりますと、単に技術的にこういう計画でこうだというだけの視点ではなくて、もうちょっと社会全体を見る必要があるのではないかと。

こういう書き方がいいかどうかというのは、またそれは先生方の中で議論していただければいいと思うのですけれども、視点としてやはりそういうところも重要なこと

は思っております。

【後藤企画官】 あと、つけ加えまして、サイクルの方を進める立場で申し上げますと、先ほど申し上げましたように、技術的な課題よりも、最終的にはどうも社会的な重要性という問題にぶち当たっているのだらうなと思います。今回の東電の問題が端的に示しているのですけれども、技術的に安全だとプロの人たちが思っても、それが社会的に受容されるかどうかというのは全く別問題です。1つ不正を隠したということで、ある意味で信頼がすべてなくなってしまったという現状からすると、やはり多分、技術的にプロが認めたからそれが前へ行くという時代ではもうないのではないかと思います。

それは、いわゆるウラン、プルトニウムを使う核分裂と、ある意味で核融合の世界は若干違うのかもしれませんが、多分似たような面というのはやはりあり得るので、その辺をどうとらえていただくのかは各先生の議論だと思いますけれども、核分裂の世界から見ると、やはりいずれ同じような問題にぶち当たるのではないかなと思います。

【長崎委員】 このまとめられた冊子をもって、いろいろなところで対話の資料にしていきたいということだったのですけれども、ある意味こういう冊子というのは別に新しいものではなくて、書かれていることというのはもう普通にいろいろなパンフレットとかがあるわけですね。本当にこれで対話ができるのかというのが非常に私はまだ疑問に思っています。まだ読みかけなのでよくわかりませんが「バカの壁」という本があって、あれを見ると「話せばわかる」は間違っているというふうなことも書かれていますけれども、こういうふうにいわゆるお上が書いたものをもって説明することで、本当に対話になるのかということがあるのだと思うのですね。

同じことが、今後の検討会の報告書でも、結局、原子力委員会でこういうものができました、どうぞ見てくださいといっても、おそらくフィクション側の人間は、きっと誰も見ないですね。まず少なくとも原子力の人間にわかってもらうにはどうしたらいいのかというのは、当然やっていかなければいけない話ですし、それからもうITERが例えば六ヶ所に誘致されたとしたら、本当にその段階でいろいろもっと地元の人たちといかに対話してわかってもらうかということも含めた、そういう議論はしておかないといけないと思います。

それで、本当にこれをもって対話になるというのか。あり方を考える検討会でご意見を伺った方が167ページにずらっと書かれていますけれども、ある意味消費者の方とかマスコミの方、それから地元の方、電力会社の方とかいろいろあるのですけれども、何か見た感じでは、やっぱり対話をする専門家じゃなくて、マスコミもどちらかという一方通行ですね。「バカの壁」には「NHKは神と思っているのか」というぐらいに書いていましたけれども、そういう意味で本当にちゃんと考える会のところにも、そういう人たちを入れておくべきではないかなと思うのです。その辺はどういうふうを考えられているのか、ちょっとご意見を伺えればと思います。

【後藤企画官】 そういう人というのはどういう人のことでしょうか。

【長崎委員】 だれがいるのかというのは全然想定していません。勝手なことを今言っていますけれども。

【後藤企画官】 この冊子を全部読めというとは分厚いので読まないことは我々も容易

に想定しています。多分、説明をしていくときにはそれなりに工夫がいるんだろうなと思っています。例えば、当然エッセンスをまとめた10枚ぐらいのOHPのシートをつくって説明をしていくし、多分人によって分けないといけないと思っています。例えば、ある意味で福島県知事さんみたいに、個別の問題で、俺はこれが不満なんだというのがはっきり問題意識としてクリアになっている人たちには、このこれに書いてあるので、このところについてもっと議論しましょうという言い方があります。例えば原発の地元の人たちでも、原発の意義は何なのかと、確かに地元に住むと雇用という意味があって、それで受け入れているというのが事実なのだと思います。要は、日本的な意味として原発はどういう意味があるのですかということをお我々は説明していきたいと思っています。

そういう意味では、そもそものサイクル自体ではなくて、例えば地球温暖化とか、あるいは資源の話とか、それはどういう意味があるのですかというふうなことを説明していく必要もあると思います。ですから、それは多分階層とか対象によって説明の仕方も変えなければいけないと思っています。ただ、この全部の中身を右の端から左の端まで全部理解してくれと、すべての人にやっていく必要性はないので、対応の仕方というのは、いろいろな場面、シチュエーションで、そういう意味ではさっき言った10枚のシートもつくり変えながらやっていったらいいかなと思っています。

どこまでうまくいくかは、ある意味でやってみないとわからないところがあって、必ずしも原子力委員会が説明すれば信頼を回復するなんという、そんなに大それたことは思っていないで、やっぱり一義的には東京電力とか事業者などが地道に信頼回復の手段を遂行することの、ある意味で原子力委員会も一助になればというぐらいのイメージかなと思います。

5) これまでに提起された主な論点について、資料検第9-3-2号に基づき、藤原座長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。

【岡野委員】 4ページの一番最後のところですが、「CDプレーヤーなど、複雑でも安くできるものも多い」とあります。これは私が言ったことなのですが、これは余りに不本意な引用のされ方です。私が言いたかったことは、制御を複雑化することで小型化に成功することができた例もあるという意味なのであって、別にCDプレーヤーが安いというのは、量産で安いのにきまっているのであって、一つだけ例を挙げるならCDプレーヤーはやめてほしいなと思います。

【井上委員】 6ページで、多分私が言ったのだらうと思いますが、1番の「各方式の比較は行うのか」の右側の、これまでに提示された関連する議論という部分ですね。下の2つのドットがありますけれども「ブレークスルーはあるかもしれないが、それを待たなければ」というところは、これは「ある方式でブレークスルーはあるかもしれないが、それを待たなければほかの計画が先のステップにいけないということではない」と言ったと思ったのですね。「ブレークスルーはあるかもしれないが、ないかもしれない」で一度文章を切って「それを待たなければ、ほかの計画は」というふうに直していただければと思います。

それからもう一つは、その下の方ですけれども、最後のところで「進めていく必要がある」とは言っていないで「いけばよい」と言ったと思います。それだけです。つけ加えることは特にありません。

【菊池委員】 パブリックに訴えていくという面では、私も長崎先生と少し同じような考え方です。お上でつくった文章をいろいろ出すということよりは、例えば小川先生が最近、科学未来館あたりでやっていらっしゃる、ああいう活動を一生懸命積み重ねていくという方が、もっともっと有効なのかなという気はするんですね。

ですから、そういう中での積み重ねを我々国としてどう支援していくか。そういうアクティビティに対して、それなりの補助とか、もちろんお金で縛ってはいけないというところもあるかもしれませんが、そういうアクティビティをいかに増やしていくかという方策が重要なのではないかと思います。

もちろんそういうところで、いわゆる技術的な評価を明確にして、それをできるだけわかりやすく資料としてつくっておくということ自身が、小川先生あたりがやっていらっしゃるようなアクティビティの資料としてお役に立つということはあるかと思えます。

【松田委員】 私も主催者ではなくて、たまたま土曜日の会を聞かせてもらったのですが、非常にいきいきとした議論がされて、若い人、高校生主体の議論だったのですが、会場全体が主体的に参加しているといいますが、そういう雰囲気は満ちあふれていまして、ああいう議論を通して初めて理解がよく進むかなと非常に感心したのですね。高校生自身が発表されて、そして議論が取り交わされる、会場を含めて議論するという非常に新しい試みで、あれは非常にいいモデルになるのではないかなと私は思いました。

【小川委員】 もしよろしければ、どんなことをやったのか紹介させてください。

実はプラズマ核融合学会の一つの活動がきっかけで、その当時、昨年度ですけれども、井上会長のもとで私が企画委員長で、岡野委員が担当理事で進めた企画です。普通は学会がシンポジウムを開くと、今までプラズマ核融合学会もやってきたのですが、学会の先生方が講師となって、そして一般の人を集めて講演会を開きます。今回は会場として日本科学未来館をアサインしまして、日本科学未来館のスタッフで井上さんという方がいらっやいまして、その人とタイアップしました。

全国の高校を対象として、スーパーサイエンス・ハイスクール活動、それからサイエンス・パートナーシップ・プログラム活動というのが今動いています。そこで群馬県の教育委員会と群馬県の高崎高校、前橋高校、高崎女子高校、その3つがスーパーサイエンス・ハイスクールとかサイエンス・パートナーシップ・プログラムになっていまして、その企画とジョインしました。我々が5月、6月、7月ぐらいは月に1回ぐらい高校にプラズマ核融合の講義に行きました。そして向こうからも見学に来ました。それからあと夏休みには、その人たちが核融合研や原研にバスツアーで見学に来ました。

そして、先週の土曜日の日本科学未来館では、我々は講義しないで彼らが勉強して、そして彼らが発表するというにしました。発表する項目は4項目で、プラズマとは何ですか、核融合とは何ですか、トカマク研究というのはどうなんですか、ヘリカル研究はどうですかと、そういうのを彼らが調べました。ただし、そのときに我々が授業をしていたり、原研、核融合研に見学に行ったり、いろいろなホームページにアクセスしたりやっています。また、小西さんに頑張っていたいて、ウェブで高校生から質問を受けつけました。

それから後半は、今度は討論会を彼ら高校生がする。日本科学未来館で1年前に核融合フォーラムの立ち上げで、偉い先生方がパネル・ディスカッションをやりました

けれども、あそこに高校生が座りまして、岡野委員が司会進行で、高校生が、なぜ21世紀のエネルギー問題で核融合が必要なのか、ほかに新エネルギー源があるのではないかと、安全性はどうかとかというような議論をしました。それからあと、例えば三重水素はどこからつくるのですかという質問が会場から出まして、発表した高校生がわからないと、今度は会場の高校生から、リチウムからつくるという答えが返ってきました。高校生が自分たちで考えて自分たちで発表して、そして我々は必要に応じてコメントを出す。ですから、シンポジウムだったのですけれども、我々は基本的には講演はなしです。高校生だけが発表して高校生が討論する。そうすると彼らは一生懸命考えるんですね。夏休みの前は考えて、夏休み中はちょっと休んじゃって、夏休み明けになって1週間前に一生懸命また考えていましたけれども。

苦労は多かったのですけれども、よかったですと思っています。

【藤原座長】 どうもありがとうございます。そういう努力は必要ですよ。

【岡野委員】 ちなみに参加者が258名でした。

【藤原座長】 すごいですね。

【岡野委員】 あと生徒だけではなくて、研修の先生方、校長先生ですかね、各校の校長先生方がかなり来られていました。

【小川委員】 だから、今のサイエンス・パートナーシップ・プログラムとか、スーパーサイエンス・ハイスクールとか、そういう意味で資金的なバックアップもいろいろありますので、そういうところを使ってやれば、いろいろな企画はできるのだと思います。

【藤原座長】 大変いいお話ありがとうございます。

【可児委員】 資料の10ページの11番、12番あたりに、炉の出口温度の柔軟性ということが書かれているのですが、特にその12番で水素製造と絡めて、「核分裂炉等とは異なり、材料以外には利用温度に対する制限がないため」とあるのですが、この意味合いがよくわからないのです。別に核分裂と異なってはいないのではないかなと思うのですが。要するに、ブランケット側の設計に結局は依存するわけで、ブランケット側の設計というのは、結局は核分裂する炉を意識しながらそれを持ってくるというような感じに多分なるのではないかなと思うのですけれども。

【井上委員】 「核分裂炉等とは異なり」をとっちゃえばいいですね。

【桂井委員】 核分裂炉は炉心から熱をとるけれども、核融合炉は中性子が熱をこっちに与えるというところで発熱部分が違うわけですね。それを言いたかったのではないですか。

【藤家委員長】 かえって逆になるんでしょうね、可児さんが言うように。おそらく、厳しさからいえば温度条件は核融合の方が厳しいでしょう。

【岡野委員】 これの言いたいことは、中性子経済に温度とか冷却材が関係ないとい

うことだと思えます。それは原理的な話ですね。例えば、軽水炉を後から超臨界に変えられるかといったら、それはやはりだめですね。炉心の設計から変えないといけない。核融合炉は、ブランケットを差しかえれば、極端な話、水冷却やっているブランケットをスペースがあればヘリウム冷却にしたってちゃんと成立する。そういうことを言っているだけなんですよ。

【可児委員】 途中からブランケット側の設計を変えるというんですか。

【藤家委員長】 あまりこういう意味のないことは書かない方がいいのではないですか。おそらく議論を始めたらどっちがどっちかわからないくらい込み入った議論で、痛み分けにもならないでしょうから。

【藤家委員長】 ちょっとよろしいでしょうか。先ほど中座しておりましたのは、フランスのITERの話をもって、ペラの後任者のビゴとITER担当者が来て、日本はどうかという話をしていきました。

日本はもうすべて準備ができています。むしろ、状況を遅らせているのはヨーロッパ側ではないかと。お金の分担にしても、今議論されているぐらいのものについては、当然ホスト国が対応すべきだというぐらいの心構えはできていますと。少なくとも日本は、総理まで話が行っていることでもあり、意思決定もEUの15カ国に比べれば1国でやるんだから遅いはずがないという話をしておりました。私は大学の学生のころから核融合をやっているの、何としても日本に誘致したい、そういうことを言っておきました。

【藤原座長】 非常に明解なステートメントですね。

【長崎委員】 この論点の中に、核融合でなければ困るといふか、核融合が実現してくれないと困るといふことが何かあるのかといふことが私は欲しいと思えます。例えば自分で思っているのは、例えば原子力発電が本当に必要かといふと、おそらくいっぱいほかにも選択肢がある中で、何でわざわざ原子力なのかといふのが普通の人が思うことなのだと思います。このときに、核融合炉は貢献できますよといふのは、何かちょっと主張が弱いのかなといふ気がして、どうしても何かこれが売りなんだ、ほかにはないんだと、核融合を落とすともう人類の未来はないんだよぐらいの、何かそういうものはないのかといふのを、私はぜひどなたかに書いていただきたいといふのが非常に強い希望なんです。再生可能エネルギーにもできないことといふのがあっていいんじゃないかなと思います。それが一つです。

それともう一つ、この論点とは関係がないのですが、前回の検討会でずっとご説明を伺っていて、ITERをやるときに、いろんな実験するポートか何かがあると思うのですが、それに対して本当に日本は自由度をもってやれるのか。ホスト国になっても本当に自由度をもって、かなりのことをやって、我々は日本の国益になるようなことが本当にいっぱいとれるのか。お金は渡したけれども、全部アメリカとヨーロッパに持って行かれるといふことはないでしょうねといふのが確認したい点です。

なぜそういうことを思ったのかといひますと、前回の検討会でずっと聞いていて感じたのは、例えば電気を起こすようなこともやりたい、でもどこかに国際協調だからほかの国々の言うことも聞いて、何となくその人たちがうんと言ってくれないとできないよというような、そういう縛りがあるような感じがして、本当に積極的にやれる

のか。日本はやりたいと思っているけれども、ほかの国は別にそんなことはどうでもいいよというのがあったら、日本は積極的にどこまでできるのかというのが私はよく理解できていません。そういうのがはっきりわかった方がいいのではないかと思います。

今からほとんど暴言を言いますけれども、本当に自由度がないんだとすれば、自由度が余りなくて、かなり束縛されるのだとして、本当に7割も負担して、そんなものに参加する意味があるのかというのがよくわかりません。それだったら、もっとお金を出して、例えば日本が韓国と中国だけでやるとか、そんな選択肢があってもいいんじゃないかと思います。今さらおりにすることはできないというのはわかっていて言っています。だから、本当にこれがいいものだということが伝わらないと、外の人というか、すぐ近くの人間にもちょっと理解しにくいんじゃないかなと思います。

【岸本委員】 まず、後の方から答えます。はっきり言えば、もうここ数年技術的には全部日本がリードしてきている。これ以上やるとやり過ぎ。何から何までほとんど思うがままにやってきたわけですから、ヨーロッパもアメリカもメンツ丸つぶれという状況ですから、国際協力である以上は多少は謙譲の美德を発揮しなくちゃと思って言っているだけの話です。

70%という数字がどこから来たかは知りません。そんなお金は誰も出しませんから。ほどほどの比率で従来どおりイニシアチブを発揮していくことになるのだろうと思います。ただ、イニシアチブを発揮するときには重要なのは、やはり国内のバックグラウンド、ベースが国際社会を説得していけるだけの説得力があるかどうかですべてで、幸いにしてこの10年、日本の工学分野あるいはプラズマ、トカマクの物理の分野で、日本の成果というのは圧倒的なものがあったから、言いたい放題言って、それが通ってきたんだと思います。単にわめいているだけでは通らないので、通すだけの背景と実績を持たない限りは、どれだけお金を出したって言うことは聞いてくれない。今までは幸いにして研究の内容が認められて、ほぼ言えば、ほとんど抵抗なく受け入れられてきた。ずっと前からそうだったわけじゃない。ここ数年はそういうのが現実であって、遠慮はしているのかもわかりませんが、ちょっとやり過ぎなのかなと思って、若干そういう修飾もつけているだけだと思います。

これから先も、そのとおり行くとは私は思っていません。それはやはり、過去10年余りの日本の核融合研究のレベルが単に原研だけではなくて、核科研とか、あるいはレーザーの方とか、あらゆる分野でやはり一流の成果を皆さんが出されたから発言力があつたのだと思います。それをキープしていけるかどうかは、国内研究をどこまで支えていくかで決まるのだろうと思っています。

それから、前の方は、人によってみんな違うと思うのですが、私が思うには、エネルギーがいっぱいある国だって、たくさんお金を投資して核融合を続けていこうと思って、この50年、いろいろな国がやってきた。それは本質的なところというのは、やはり若干言い古された表現かも知れませんが、最後に頼るエネルギーは、レンジの問題だと思うのですが、10年、20年とか50年、100年よりもっと長いレンジで考えて、やはり行き着くところはそれしかないのだろうなど、何となくこの国の関係者、政治家もあるでしょうし、エネルギー問題の指導者もいるでしょうし、いろいろな人がいらっしやるとは思います。みんなやはり、最後はそれしか頼るものがないのだと、やはり思っているんじゃないか。だから日本やヨーロッパみたいにエネルギーのない国だけじゃなくて、いっぱいエネルギーのある国だって、なかなか研究をやめられない。それが本質的じゃないか。これは私の理解で人によっていろいろと違うと思っています。

【菊池委員】 ちょっと岸本委員とは違う説明になるかと思います。前回の幹事会でもそういう議論が少し出ました。要するに、核融合を早期実現するというドライバー・フォースが、お役所としてもなかなか見つけづらいというのがあって、そこでちょっと私の方で申し上げたのは、エネ研の伊藤さん、それからRIITEの時松さんがいろいろな将来予測をされていますけれども、結局出てくるのは再生可能エネルギーの中でも太陽光発電と風力なんですよね。それからバイオマスが出てきます。風力は、非常にコスト的にはかなり下がってきているのですけれども、IAEAのエネルギーの長期予測では、20年くらい予測しているのですけれども、太陽光発電はほとんど入ってこないのですね。だけれども100年のタイムスケールでやると、ものすごく安くなるという評価がどこかにあって、DOEがそんな予測をしているとかいうことがあるわけですが、安くなってくるので入ってくるというわけですね。

バイオマスとか太陽光発電が21世紀のエンドのエネルギーの主力部分に仮になったときに何が起るかというと、今までOPECという中東関係がエネルギー、石油大国として頑張っていたわけですが、例えばアフリカとかインドネシアとか、バイオマスとして木がどんどん繁りやすいとか、砂漠がたくさんあって太陽光発電による水素製造ができる国がそういうふうにとっていくわけですね。だけれども、結局、そういうエネルギー源を握ったところが勝手にエネルギー価格をつり上げたら、それで石油ショックが起きたのですね。同じようなことが、仮にバイオマスと太陽光発電が21世紀のエンドの主力エネルギーになったとしても起こり得るわけですね。

そのときに、我々先進国は何をやるかといったら、フィッション、フュージョンを持っていくということで、エネルギー・セキュリティをとることだと思うのですね。そのときに、仮にフィッションがすごく許容されればいいのですけれども、なかなか許容されないとすると、やはり残っている答えはもうフュージョンしかない。そういう面で、日本とか小さな国で人口密度の大きい先進国にとってみれば、エネルギー・セキュリティの道は原子力しかないのかなという感じがします。そういうエネルギー・セキュリティ、バックストップという人もいますけれども、そういう面では大切なオプションとして、森田先生がおっしゃったように、早く一応エネルギーとして出すところまで持っていくというのが、そういう将来のエネルギー大国に対するバックストップになるのではないかなと思います。

【寺井委員】 菊池委員がおっしゃることはごもっともで、そのとおりだと思うのですが、一つこんなことはいわなくてもはっきりしていると思うのですけれども、いわゆるフィッションとの整合性についてです。それは基本的にはベースになるのはこの長期計画だと思うのですけれども、ここで要は核融合の位置付けというのは、原子力科学技術の多様な展開の一つとして入っていて、加速器、核融合、革新的原子炉、基礎基盤研究とありますが、そのうちの一つという位置付けです。

そういうことが長期計画にありますので、その辺もある程度意識しながら、しかしなおかつその必要性をどれくらいアピールできるかですね。特に、フィッションとの絡みにおいてです。ここはかなり注意してかからないといけないのかなという感じがしています。その辺をどういうふうに書くかということだと思います。

【藤原座長】 いつも長崎先生は本質的なところを聞かれますね。やはり、部外者の人、要するに核融合の研究者じゃない人は、常々それは言うと思います。

この資料はだんだん充実させて、先ほども言いましたように報告書の中に反映させていきたいと思っています。

7) 幹事会の開催について、藤原座長より説明がなされた。

8) 核融合研究作業部会の設置について、資料検第9 - 3 - 3号に基づき、山口専門官より説明がなされた。

9) 本件に関し、以下の質疑応答があった。

【藤原座長】 ワーキンググループの延長であるということですね。ただし、場合によっては作業項目が追加される可能性がある。科学技術・学術審議会の中の委員会であるという形ですね。

【山口専門官】 現状では、基本問題特別委員会の下に、前回のワーキンググループと同じような設置という状況になっております。

【藤原座長】 私がお願いしておきたいのは、要するにこの原子力委員会の核融合専門部会と、この核融合研究作業部会の仕事のシェアリングまたは基本的なフレームワークがどこにあるのかをはっきりさせてほしいということです。同じような議論で同じようなことをするとコンフリクトが生じる可能性があります。もちろん連携は必要なのですが。

10) 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】 次回以降は、少し加速案について、発電実証プラントというようなものを考えるときに、日本としてどう考えるんだというところをこれから検討、審議をしていきたいと思っています。

一つは、加速案の話というのは、発電実証プラントそのもののいろいろな検討・デザイン等もちろんなのですが、そのデザインのベースをつくり上げるという意味で、核融合ワーキンググループの方の重点化計画の中に入っているJT-60の改修の話を一度もお伺いしていませんので、お話を伺いたいと思っております。それから、材料関係でIFMIF計画も一度はちゃんとお伺いしておくことが必要です。それとあわせて、その加速案というものの話を、きちっとご意見いただいて審議をしておきたいと思っております。

平成4年の核融合研究開発基本計画というのは、基本線は実験炉というものの策定、実験炉計画の策定であったわけで、それが現にITERとの国際協力のまな板に乗っているわけですから、その後をどうするのかというのが今の一番の問題です。そこに出てきているのは、一つは「Fast Track」の話でありますので、今回の報告書の一つの重要な項目となります。その検討審議というのを9月19日、場合によっては29日にかかるかもしれませんが、お願いをしたいと思っております。

以上