

第15回核融合専門部会議事録（案）

1. 日 時 平成20年7月16日（水）14：00～16：00
2. 場 所 中央合同庁舎4号館2階 第3特別会議室
3. 出 席 者

核融合専門部会構成員

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

原子力委員会

近藤委員長、田中委員長代理、伊藤委員、松田委員

核融合エネルギーフォーラム

岡野ロードマップ等検討WG座長（電力中央研究所上席研究員）

東京電力

原技術開発研究所長

文部科学省

千原戦略官、有林国際原子力協力官

内閣府原子力政策担当室

土橋参事官、渡邊主査

4. 議 題

- (1) 関係行政機関からのヒアリング
- (2) 核融合エネルギーフォーラムにおけるロードマップ等の検討結果について（報告）
- (3) 報告書（案）について
- (4) その他

5. 配布資料

資料融第15－1－1号 核融合開発の推進に必要な人材の育成・確保に関する検討状況について

資料融第15－1－2号 核融合研究の推進に必要な人材の育成・確保について（概要）
（案）

資料融第15－2号 核融合エネルギー実用化に向けたロードマップと技術戦略

資料融第15－3号 原子力委員会核融合専門部会報告書（案）

資料融第15－4号 第2回ITER理事会の開催結果について（概要）

資料融第15－5号 原子力委員会 核融合専門部会（第14回）議事録（案）

参考資料

参考資料1 「核融合エネルギー実用化に向けたロードマップと技術戦略」

（2008年6月 核融合エネルギーフォーラムITER・BA技術推進委員会）

参考資料2 「トカマク型原型炉に向けた開発実施のための人材計画に関する検討報告書」

（2008年6月 核融合エネルギーフォーラムITER・BA技術推進委員会）

午後2時00分 開会

○高村部会長 それでは、ただいまから第15回の核融合専門部会を開催いたします。

本日は、池田委員と、それから三間委員がご欠席ということで、山下委員はまだみえていませんが、そのうちおみえになると思います。それから、これまで参加していただいております後藤委員につきましては、人事異動があったということで、本日はその後任でいらっしゃる東京電力株式会社の技術開発研究所、原築志様に有識者としてお越しいただいております。よろしくお願いいたします。

ご案内のように、本日は核融合エネルギーフォーラムのロードマップ等検討委員会で座長をされております岡野様にお越しいただいております。よろしくお願いいたします。

それでは、議題の確認ですが、お手元にありますように、1番目が関係行政機関からのヒアリングでございます。それから、先ほど申し上げました核融合エネルギーフォーラムにおけるロードマップ等の検討結果についてご報告をいただきます。それから、この委員会の報告書（案）でございますけれども、議論をさせていただきたいと思います。それから、そのほかとなっております。ということで、まず配付資料の確認を事務局からお願いいたします。

○渡邊主査 それでは、配付資料の確認をさせていただきます。

議事次第にございますとおり、こちら議事次第と座席表、続きまして資料融第15-1-1号「核融合開発の推進に必要な人材の育成・確保に関する検討状況について」、資料融第15-1-2号「核融合研究の推進に必要な人材の育成・確保について」、資料融第15-2号「核融合エネルギー実用化に向けたロードマップと技術戦略」、資料融第15-3号「原子力委員会核融合専門部会報告書（案）」、15-4号「第2回ITER理事会の開催結果について」、第15-5号「原子力委員会核融合専門部会議事録（案）」でございます。

あと机上のみの配付になりますけれども、参考資料1として「核融合エネルギー実用化に向けたロードマップと技術戦略」、2といたしまして「トカマク型原型炉に向けた開発実施のための人材計画に関する検討報告書」、あと資料番号を振ってございませぬけれども、地球温暖化対策に貢献する原子力の革新的技術開発ロードマップ、こちらについても机上のみにお配りさせていただいております。資料の不足等ございましたらご連絡いただきますようお願いいたします。

○高村部会長 ありがとうございます。

前回の議事録につきましては、事前にご確認いただいておりますけれども、もし何かございましたら、また事務局のほうにご連絡いただければと思います。何か資料で過不足ございませぬでしょうか。よろしいですか。

それでは、今話題になりました原子力の革新的技術開発ロードマップについてということで、本日の議題に入る前に、これ昨日に行われたんでしょうか。原子力委員会において地球温暖化対策に貢献する原子力の革新的技術開発ロードマップが原子力委員会で決定されたということでございますので、事務局よりご報告をお願いいたします。

○渡邊主査 それでは、今机上にお配りさせていただいております地球温暖化対策に貢献する原子力の革新的技術開発ロードマップ、こちらについて簡単でございますが、ご紹介させていただきます。

こちら昨今の温室効果ガス削減といったところの取り組みについて国際的にも非常に関心が高まっているところでございまして、それに向けて原子力として何ができるかというところに

つきまして、原子力の研究開発を進めていくに当たって実行していくべきことをこちらロードマップとして取りまとめさせていただき、昨日原子力委員会決定させていただいたものでございます。

資料の具体的な構成等々につきましては、6ページのほうをごらんいただきたいと思います。こちら原子力が地球温暖化対策に貢献していくためには引き続き原子力分野の研究開発が必要であるとの認識に立ちまして、研究開発に係る関係者の間で開発目標等について共通認識を得るため、原子力の技術開発が目指すべきビジョンを考察し、ついでビジョンの実現に向けた取り組みの道筋、ロードマップ等を取りまとめると。各章の構成につきましては、原子力の技術開発が目指すべき5つのビジョン、それにビジョンの実現を担う技術システムの性能として4つの要求事項を提示し、続いてそのビジョンの実現のために取り組むべき技術システムを整理し、これら技術システムを計画機関等で分類してビジョンを実現するためのロードマップを明らかにする。そして、最後になりますけれども、そのロードマップに示す取り組みを推進する際の留意事項等を明らかにすると、こういったような格好で章立てをして、おのおのについてビジョンでありますとか性能要求でありますとか、そういったところについて取りまとめたものでございます。

17ページをごらんいただきたいと思います。

こちら表2-1といたしまして、原子力技術開発が目指すビジョンと、達成する技術ということで、おのおの既存の軽水炉技術でありますとか軽水炉燃料サイクル技術、こういったところのおのおの技術について並べ、これらがどのような原子力技術開発が目指すビジョンに貢献できるかというところを表としてまとめたものになってございます。核融合エネルギーの研究開発というところにつきましては、そのビジョンの3として革新的原子力エネルギー技術による貢献という位置づけで整理をさせていただいております。

核融合に関するロードマップの具体的な内容につきましては、20ページの一番下になりますけれども、長期的観点から取り組む技術開発活動という位置づけのもとに核融合エネルギーの研究開発として記述をさせていただいているところでございます。こちら今、昨日原子力委員会決定をさせていただいております、「はじめに」のところ、一番最初でございますけれども、関係府省においてはこの報告書に沿って取り組みを進めるべきといたしまして、決定をさせていただいたというものでございます。

以上でございます。

○高村部会長 ありがとうございます。ということで、核融合も原子力大綱にのっとった形でCO₂の削減に関する位置づけが明示されていることですが、はい、どうぞ。

○近藤委員長 一言だけ。せっかく核融合専門部会が開催されている中でこんなことを別にまとめられたことに関して、やや奇異な感を持たれるので一言だけ申し上げますと、この仕事は2月になりまして総理の周辺でさまざまな地球温暖化対策にかかわる議論が盛んになり始めたことを受けまして、総合科学技術会議、これ座長が総理でございますが、ここでもやはりエネルギー環境技術計画というものを取りまとめるべしという声が上がっていて、それを3月、4月と2月でまとめたいというお話があつて、それを2月に我々は伺いまして、原子力界としても適切なインプットを行うべしということで1カ月でまとめるということで、我々はプログラムでしたので、その辺にある資料をいわばかき集めてとじてということをするのは基本ですが、できるだけ関係省庁のご意見を伺いつつ取りまとめたと、そういうものでございます。本来、

決定案文は中間取りまとめということで3月に決定していたんですが、多少事後に修正あるいは詳細化ということの作業を行いました関係で、かなり最終版として昨日決定したと、そういうことでございますので、核融合に関しましては、ここでの議論があることを重々承知しつつ、しかし、全体の取りまとめの趣旨がそういうある意味で制度の中のそういう意味ではこういうところでの議論のレベルではなくて、もう少し大きく、ほぼ大綱のレベルの議論をまとめるということでしたので、報告が事後になりましたことについてご了承いただければと思います。

○高村部会長 ありがとうございます。この件に関してご質問ございましたら。

よろしいでしょうか。

それでは、議題のほうにまいりたいと思います。

まず、関係行政機関からのヒアリングということで、1つ目は文部科学省で行われている核融合研究作業部会で検討しております核融合研究の推進に必要な人材の育成・確保についてご報告をいただきたいと思います。本日は有林さんのほうからですね。よろしくお願いします。

○有林国際原子力協力官 7月1日に国際原子力協力官を拝命いたしました有林と申します。よろしくお願いいたします。

本日は、このような場で文部科学省から説明できる時間をいただき、大変ありがとうございます。

資料1-1及び資料1-2に基づいて説明をさせていただきます。

我々文部科学省では既に先生方にもご説明させていただいておりますが、科学技術学術審議会のもとの核融合研究作業部会において、平成19年6月にITER計画、幅広いアプローチ活動を初めとする我が国の核融合研究の推進方策を取りまとめたところでございます。この推進方策の中で、人材育成につきまして資料1-1の2枚目になりますが、指摘事項が2つございます。1点は原子力の分野の中でも核融合研究は長期にわたる学際的及び総合科学技術的なプロジェクトであることから、これを推進するためには幅広い基礎学術と産業技術を有した人材の育成が不可欠であるということ。また、ITER計画及び幅広いアプローチ活動といった国際プロジェクトにおいて、我が国がリーダーシップを維持・発展させていくためには、その基盤となる国内研究を一層強化し、これらを通じて優秀な人材を育成し、確保することが重要だという指摘がなされました。

これを踏まえまして、平成20年2月以降、作業部会では人材の分野につきまして議論をさらに深めまして、課題の整理と具体的な施策の検討を行ってきた次第でございます。その作業のスケジュールが次のページにございますが、作業部会では本日部会長でございます高村先生、常松委員、本島委員にもご参加いただいて、平成20年2月から全5回にわたって報告書を審議してまいりました。今月中を目途に取りまとめる予定でございまして、本日のこの場に報告書本体をご提示することが時間的に間に合わなかったことをおわび申し上げたいと思います。ですけれども、内容がある程度固まっておりますので、資料1-2に基づいて報告書の枠組みと具体的な概要についてご説明をさせていただきたいと思います。

まず、報告書の構成ですけれども、1章、2章、3章という構造になっていまして、まず1章で全体像として核融合研究の推進と人材育成を行っていく中で、どのようなことが問題になっているのかを取りまとめまして、それに対して、第2章、第3章で、実際に今世紀中葉までを目途として核融合エネルギーの実用化に至る長期的な観点から、特にITER計画、BA活

動の本格的な実施が見込まれる今後10年程度の中長期的な課題と、あとはITER計画、BA活動の始動に当たっての緊急の課題を中心に、課題の分析とそれに対する施策をそれぞれまとめさせていただきました。

次に、内容について説明させていただきますが、第1章の核融合の研究の推進と人材の育成で4つほど挙げさせていただいておりますが、新しいエネルギー源として世界的な地球環境や資源の枯渇の問題を解決するためには、これらは喫緊の課題であって、核融合は資源量、環境適合性の観点から進めていくべきだということ。また、核融合は現在ITER計画、BA活動などに参加して原子力機構を中心としてオールジャパンの体制で行っていますけれども、これとあわせて学界、大学や核融合研を中心とした学術的・技術的課題を解決していくことも必要であるということ。また、核融合研究から生み出される極めて広範な要素科学技術及びそれらを統合する技術というのは、我が国が世界に誇るものづくりの礎となるものであるということ。そして、最後にITER計画やBA活動などの大型プロジェクトは、人材育成をするための格好のプロジェクトであることから産学官が協力してこのプログラムを有効に活用するシステムを構築する必要があるということ述べさせていただいております。

その次に、第2章で人材育成・確保する上での現状の分析と課題ということで、まず基本的課題、これはITER計画、BA活動に限らず、学術分野を含めたすべての核融合研究における人材育成が抱える問題点を整理いたしました。その中で、項目として「長期的ビジョンの提示」ということで、やはり核融合は長期的な研究であることから明確なビジョンを示す必要があるということ。また、「人材の流動化」という観点から核融合という個別分野に限られた人材育成ではなくて、共通性や流動性を重視した幅広い分野を大括りにして人材を育成していく必要があるだろうということ。そして、「連携教育システムの構築」といたしましては、大学共同利用機関や大学の附置研等有する大型の施設を教育の場に有効に活用できるような仕組みが必要であるということ。そして、「産業界における人材の育成・確保」として、産業界と大学との連携というのがより一層活発化することが必要であるということ。そして、最後に「国際的な視点に立った人材の育成」として、核融合研究はまさに全世界的な取り組み、ITER計画にも見られますような全世界的な取り組みになっておりますので、人材の育成においても国際的な連携が必要であるという大局的な観点からの課題を整理させていただきました。

その中で、10年程度の視点で見た中長期的な課題、そして喫緊の課題をITER計画、BA活動の問題点として取り上げさせていただいております。まず、ITER計画、BA活動の中長期的な課題としては、「研究者・技術者の拡充」として機構のみならず、大学、核融合研においてもITER計画やBA活動を十分に活用するような仕組みをつくり上げていくことが必要であるということと、「技術の伝承」として何を実際に我が国として確保すべき技術であるのかということを明確にして、さらに産業界における技術の伝承への取り組みを図っていくことが必要であるという指摘がなされております。

最後に喫緊の課題といたしましては、ITER機構への職員の派遣というものが当初の予定よりも少ない状況になっておりまして、派遣者数を増加させる必要があるということから、優秀な人材の確保とそれを可能にする枠組みの構築が必要である。そして、最後に「産業界・大学等のITER計画、BA活動への参画」といたしまして、大学等においてITER計画やBA活動に参加しやすい体制の仕組みが必要であるという現状の分析がなされました。

それに対しまして、第3章でその問題を解決するための施策として、だれが実際に主体とな

ってどのように解決をしていくのかにつきまして、具体的にご提示いただいております。第2章の課題と1対1で対応しております、第2章の「長期的ビジョンの提示」につきましては、第3章の緑色の部分になりますが、原型炉を具体化する技術ロードマップを策定する必要があると。これはコミュニティーを中心にそのような技術ロードマップの策定を行うべきではないかという指摘がなされております。また、「人材の流動化」につきましては、多分野との交流、連携の強化及び原子力機構、大学共同利用機関や附置研などがさらなる連携を強化する必要があるということが指摘されております。また、「連携教育システムの構築」では、大学と産業界が連携した核融合教育プログラムを立ち上げる必要があるということ。また、「産業界における人材の育成・確保」につきましては、産業界と大学が共同して研究を推進するために、一つの例として産業界において研究の休職制度というものを活用できるような体制を整備すべきではないかということが指摘されております。

また、「国際的な視点に立った人材の育成」といたしましては、アジアプラズマ核融合学会やアジアパシフィック物理学連合などを活用して関連する学協会と連携して国際的な連携をしていくべきだろうという指摘がなされております。

また、次に10年程度の中長期的な課題に対する行うべき施策といたしまして、「研究者・技術者の拡充」につきましては、実際にITER計画、BA活動の経験者が学术界、産業界に戻っても、しっかりとその経験を生かせるようなキャリアパスの確立が必要であるということが指摘されております。

また、「技術の伝承」では核融合だけではなくて、他のプロジェクトと連携をした人材の確保、必要となる技術について国内で独自に取得すべきものとそうでないものを明確にする必要があるという指摘がなされました。

また、「ITER計画への派遣者の増」につきましては、大学からITER計画やBA活動に参加しやすいように原子力機構の補助が必要ではないかということ。また、派遣元大学へのサポートも必要であるということで、ここでは例として核融合研に期待するという記載がなされております。

最後、「産業界・大学等のITER計画、BA活動への参画」につきましては、これは学協会や産業界レベルでももう少し幅広い人材の募集の周知や交流を行う必要があるということで、それぞれ産業界とコミュニティーが連携をして行うようにという形で指摘がなされております。

以上のように、本作業部会におきましては、まさに核融合の分野で人材の育成・確保ということを行っていくことに対して、特にITER計画、BA活動に着目をしまして10年という中長期的な観点からの課題と、それに対する施策としてだれがどのように取り組んでいくべきか、そしてまた、喫緊の課題についても課題を整理して、それに対してだれがどのように取り組むべきかというところの指摘をさせていただいたところでございます。

以上、簡単ですが説明とさせていただきます。

○高村部会長 ありがとうございます。テーブルの形で大変わかりやすく説明していただきました。人材の育成・確保は問題点あるいは施策を挙げるのは比較的できるんですけども、実際に実行するというのが大変なことだと思いますけれども、作業部会ではこういう形で着々と作業をやって報告書をまとめつつあるということで、ほぼまとめの段階に入っているというふうに理解しております。

ただいまのご説明に関しまして、この専門部会でも池田委員が一番最初のころにかなり強く

この辺について危惧をおっしゃっておられましたし、ほかの委員からもいろいろご指摘がございました。ということで、今のご説明に関しましてご意見とかご質問とかございましたらよろしくをお願いします。

伊藤委員、どうぞ。

○伊藤委員 まず、一番最初に、実行すべき施策の具体的な方向性がちっとも見えない報告書だと思います。問題がある、こういうふうにしなければならないというようなところは述べられています。しかし大事なのは、そのために何をなすべきか。それがどこまでどのスパンでやるべきかというような長期的な本当の意味でのロードマップになっていないと思います。課題解決の具体的施策を明確に打ち出していきたい。

例えばITER、BA等々の本当の問題点の検討が不十分だとここで述べられているのは人材確保と、それからシニアの活用法なんですね、人材育成にどういうプランをつくって、10年でこうしなくちゃならない、その後の研究ということで、どれだけの計画性をもってして、どういう人間をつくって、どういうキャリアをつくるのかと、そういう方向性を持ったような計画にちっともなっていない。一例をあげれば、国際機関IOに直接雇用される若手研究者、技術者は10年間までの雇用です。（あとが無くて若い人は働くでしょうか。）そうして活躍した人達の技能・知識をどのように我国の人材として職を用意し、取り入れるのか、具体的施策が必要です。日本の法人からの派遣も含め、人材の循環を確実にする施策があってはじめて、ITERで国際的に生み出された核融合の科学技術が日本に根付くでしょう。ぜひそうした方策を提言して人材を通じて日本にITERの果実が受けられるようにしていただきたい。人材を育成するのに最低30年かかるんです。ITERも30年の計画です。そういうところで今課題解決のための具体策を示さないとすれば、それはもう喫緊の一番最初の問題が後ろ回しになっていて、放っておく、そういう報告書の案で甚だ不満でございます。

○有林国際原子力協力官 厳しいコメントをいただいたところですが、我々といたしましては、今回の報告書の中で、我々の一つの成果として考えておりますのは、具体的な問題を整理するとともに、それに対して実際にだれがその主体となって考えていくのかというところをまず一つ明示させていただきましたことです。

あわせて、この作業部会だけではなくて、これと並行して我々が平成19年にまとめた推進方策の中でも産学官の連携が必要であるという観点から核融合エネルギーフォーラムとも連携して、次の議題で説明させていただきますけれども、例えば今この中で具体的なロードマップ、また、ITERもしくは原型炉を目指した場合に、長期のビジョンで例えばどの段階でどれぐらいの人材が必要になるのかということについて、産業界、学术界とも連携をして一つのケーススタディとしてそこはまとめさせていただきますして、そういう具体的なものをもとに今後それぞれのここに指摘されていますプレイヤーが中心となって活動していくということを我々として考えております。

○伊藤委員 例えば、それでは聞きます。幾つの組織が例えば人材育成の輩出機関になりますか。数を言ってください。

○有林国際原子力協力官 幾つの機関をと申し上げたときに、実際にどのレベルの機関でしょうか。

○伊藤委員 日本全体では、大学の法人は個々に重点を判断しているので、研究グループだけで約150あるんですよ。そういうところをどういうふうに詰めていくのかとか、それからどうい

う機関をどういうふうにするか、そういうところで問題があるとか、そういう問題点などを解決する施策が具体的に提言してもらわなくては、私ははっきりしているとは思えません。

○有林国際原子力協力官 そのこのところにつきましては、本報告書の中では先生ご指摘のように、そこまでは明確にしておりませんが、先ほど申し上げましたように、核融合エネルギーフォーラムとの連携ですね。例えば今説明いたしましたとおり、原型炉まで向かうときにいろいろな技術がございますけれども、その技術の中で例えばITER計画、BA活動から得られる成果もしくはITER計画やBA活動では得られない成果などいろいろな幾つかの整理をさせていただいています。そういう中で、例えばITER計画で得られる成果であれば、例えば国内機関である原子力機構が中心になって、それに携わる人材を育成すべきでございますし、また、そのITER計画やBA活動とは全く関係のない炉工学的な基礎技術的なものであれば、それは当然学術界を中心に人材の育成が進められていくべきものと考えてございます。具体的な数までは申し上げられません。

○伊藤委員 全体的なトータルのシステムとしてはどれだけのキャパシティがあって、どれだけの人間のプールが今あって、これからどれだけ輩出されて、その長期的なスパンでどの職にどれだけ吸収されて、どれだけ構成できるか。それに対して、どれだけの人材を教育できるシニアがいるとか、国際機関と国内法人でどの様に人材が循環するか、そういうようなしっかりしたグラウンドデザインが必要です。それを個々の具体例に当てはめて、それが次に役割分担ということで、実施されてゆくべきです。あるものを問題ですねと言って、そこで止まっているような報告書に見えます。

それからあともう一つは、教育と学会が連携するのは別です。教育にはさらなる解決が必要です。例えばITERの場合、私これ個人的な話なんですけれども、ITERにインターンを送ろうと思ったんです。私の大学と協定をつくらうと。そしたらITERのほうから今のところ断られています。どうしてかという、カウンスルのアグリーメントがあるので、そうすると、カウンスルといって幾つもの何カ国もありますから、何で日本だけやればいいんだということで難しい。まずは、エクスチェンジオブレーターのレベルで始めようと考えています。研究者派遣等々で、オーガニゼーションのピープルなのか、だからwork at ITERなのか、work for ITERなのかというので適切な方策が必要になります。さっきも言ったITER就職の時限の問題もありますから、もう少しそういうところをしっかりと交通整理なしないと人材の育成につながらない、そういう状態になると思います。

すみません、もう長くなりました。これでやめます。

○高林部会長 ありがとうございます。もう少し具体化をする必要があるというのが1つのポイントだったというふうに思います。

どうぞ。

○植弘委員 多分この人を育てるというのは、先ほど言われたみたいに多分30年とかかかるんだと思うんですが、そこで、中長期的な課題というときに10年がめどだと。余りにも短いんじゃないかと。この10年というのをどういうふうにするか非常に難しく、10年の間にこれを片付けるという意味なのか、言い方は難しいと思うんですけれども、教育をやろうとしているときに中長期というのが10年をめどとした中長期的な教育の何かというのは、それはほとんどあり得ないような気がしますね。何かもっと長いスパンで考えていただかないと、要するに1万人ポストをつくっちゃったわけだけれども、そのあとは何もなかったとか、本当にやっぱりそ

のときの短期でなくて、その人が大人になってちゃんと育っていくと、その人の寿命を考えた計画をつくっていただかないと。そういうときに、だから中長期といったときに10年をめどというと、そこだけで何とかいう、その数字を聞いただけでそう思えちゃうので、ちょっと気をつけた言葉遣いをしてやっていただいたほうがいいような気がいたします。

○高村部会長　ありがとうございます。

何か。

○有林国際原子力協力官　先生のご指摘はごもっともなところでございまして、我々10年というのはある意味、ITER計画と幅広いアプローチ活動の一つの節目の期間というところでは、先生当然おっしゃいますように、人材を育成するという観点では20年、30年というところがございます。また、それ以外に今ある人材をいかにして確保していくかというところも当然あると思います。そこは包括的に見まして、先生のおっしゃるような20年、30年のスパンというものも決してこの報告書の中で落としているわけではございません。ただ、ご指摘はごもっともですので、今後検討していく際にはそこも踏まえていきたいと思います。

○高村部会長　ほかはございませんか。

内山委員、どうぞ。

○内山委員　すみません、おくれてきて申しわけございません。筑波大学の内山ですが、今の人材の問題ですが、基本的に最近のこの人材問題というのは別に核融合だけの問題でなくて、あらゆる科学技術分野において問題になっていることなんですけれども、基本的な流れが非常に短期思考になっているんですよね、人材の育成が。結局予算あるいは人員が長期的に安定に確保できるような科学技術というのはほとんどないんですね、現状。そういう中で、このITERのような、あるいは核融合技術のような非常に長期的な予算あるいは人材確保をどうするかというのは基本的な問題としてあるわけですよね。ただ、それにしても常にある面で人材に関してはPDCAじゃないですけども、定期的にやはり見直ししながら対応していくしか私は道はないんじゃないかと思っております。今から10年、20年の人材確保を明確にしてくれといっても、事情からいってまずほかの科学技術の政策から見ても特定の領域だけそれを確保するというのは難しいと思うんですよね。そういう中で、我々もいろんな形で工夫をしていかなければならないと、そういうスタンスはある程度認識する必要はあるかなと思います。

○高村部会長　わかりました。貴重なコメントだと思います。ありがとうございます。

山下委員、どうぞ。

○山下委員　ありがとうございます。私も遅れてきて申しわけございませんでした。

実は内山委員とちょっと似ているのですが、ITERの核融合の研究というのがせっかく超長期で研究をする分野だということが認識されている非常に巨大なプロジェクトであって、そこで人材育成が必要だというときに、このピンク色の四角のところにも書いてありますけれども、これまで書かれていたような他の原子力分野だけでなく、今回、より広範囲に書かれたそれ以外の工学分野など、他分野との協力という点で、先ほど内山先生がおっしゃられたロングタームでの人材育成という中に組み込むような形が重要だと思います。総合科学技術会議ですと、連携施策群というのが随分議論されていたのですが、これは横に広がりがあるものをどうやって無駄がない形で有効活用するかという議論でした。連携施策群については今回の革新的技術の場で実ったようでございます。それと同様な観点から大きく見たときの原子力技術としての位置付けというのをしっかり考えられるほうが戦略としてはよろしいのではないかと思います。

ます。

○高村部会長 ありがとうございます。多分作業部会でも今、山下委員がおっしゃった観点から原子力分野だけじゃなくて、さらに機械とか流体とか電気とか非常に広い広がりを持っているので、核融合だけで考えると、そういう考え方ではなくて非常に広い視点から考えていくという流れになっているというふうには思っておりますけれども、今の意見をさらに踏まえて作業部会に反映させていただければと思います。

ほかにございませんでしょうか。

先ほど伊藤委員の言われたITERの上っ面を見ているという言葉がちょっと私引っかかったんですけども、見ていない点というのは例えば何ですか、先ほど言われたようなことが一つのイグザンプルでしょうか。協定の話とか。

○伊藤委員 いえ、そういう具体的な……

○高村部会長 ちょっと具体的な何か一つ教えていただければ大変ありがたいんですが。

○伊藤委員 例えば一番大きなのは、ITERというプロジェクトを考えて30年の計画を立てたときに、30年、50年。それなのに、ITERに直接雇用され5年の期限（または上限の10年）が来た若い人が、そこで身につけた核融合の科学技術をどのように日本に職を得て還流するか、そういう仕組が提言されていないことが問題です。そのときに本当に必要な学問とか人材とかというものの機軸をつくっているような考え方を生み出すだけの研究、教育体制を提言してゆく必要があるのではないのでしょうか。既存の今いるところをいかにウェルフェアをつけて、それでうまく活用していくかというのではもの足りないと言いました。だから本当にニーズを満たすだけの計画になっていない。そこら辺がITER自体、世界じゅうのところでみんな同じなんです。みんな国のインタレストがあるからやりたいことを言うわけですよ。そうすると、ぼろぼろと抜けているところが出てくるんです。それをだれが責任をとれるかというと、ITERのオーガニゼーション自体が各国から選ばれた人が例えばいろんな部局の長になってきますね。その人たちが本当のスペシャリストかということそうじゃなかったりする。そうだとすると、どういうふうにオーガナイズしていいかというのは非常に難しくなる。今度それがいろんな国際委員会で振り回されることになるんです。そうすると、機軸をどうやってつくっていくのか。そういうところをサポートできるような人材というのも今ないんですよ。上に述べた若い人材の循環も含めて育成に必要な機能や研究組織を提言すべきです。いろんなところで本当に幾つも幾つも根本的なところで足りないところが私はあると思います。

高村部会長 ありがとうございます。今の観点と絡めて実はロードマップ、このあとご紹介いただきますけれども、ある意味一部今、伊藤委員の言われたことに関して答える作業がされつつあるのではないかなと私は期待しておりますけれども、またお聞きしたあとで議論していただければと思います。ほかに今の文科省のご説明に関するご質問、よろしいでしょうか。

それでは、関連しますので、次のほうに行きたいと思います。

核融合エネルギーフォーラムからの報告ということで、エネルギーフォーラムの中にロードマップ等の検討委員会というのがございまして、岡野さんが座長をされております。委員の中では小川先生なんかもこれに絡んでおられます。それで、そのロードマップとそれに基づく人材計画についてご報告をいただきたいと思います。それから、報告書の本体ですね、これがお手元にあると思いますので、これは最終版ということですか。最終版ということでお手元に届いております。

それでは、電力中研の岡野さんからよろしくお願いいたします。

そうですか。どうぞ。

○有林国際原子力協力官 冒頭、岡野先生にご説明いただきます前にちょっとこの資料の位置づけをご説明させていただきますが、実は先ほど申しました文部科学省で取りまとめました「ITER計画、幅広いアプローチをはじめとする我が国の核融合研究の推進方策について」を受けまして、この中で21世紀中葉までに実用化を目指すということが原子力委員会の核融合専門部会でも言われておりますが、それをより具体化するための一つのケーススタディとして実際に原型炉を目指した場合、今後我が国が確保すべき核となる技術及び技術開発戦略について、また同時に人材の面につきましても、人材の育成のあり方としてより具体的に踏み込んだ検討というものを、昨年10月18日に当時の松尾戦略官から産学の連携であります核融合エネルギーフォーラムの佐藤議長にお願いをいたしまして、検討を行っていただいたものでございます。我々、先ほどご報告しました人材報告書と連携をうまくとっておりますので、そういった観点でお聞きいただければと思います。

○高村部会長 ありがとうございます。

どうぞ、岡野さん。

○岡野ロードマップ等検討WG座長 それでは、今ご紹介いただいた岡野のほうからご紹介いたします。

資料15-2をベースにご紹介いたしますが、机上に参考資料第1号と第2号という形で最終的な報告書は人材関連と、それからロードマップが配付されておりますので、適宜見ていただければと思います。それから、今回のこの最終報告書の資料はいろいろな手続上の問題があって机上配付にさせていただいておりますが、既に核融合エネルギーフォーラムのウェブサイトではダウンロード可能の状態になっておりますので、今このお手元の15-2の表紙の左下にそのサイトのURLが書いておりますので、そういう意味では公開のものでございます。

それでは、2つに分けて全般は資料第1号のほうの核融合エネルギー実用化に向けたロードマップと技術戦略、そして後半最後に人材に関連した人材計画と役割分担に関するご報告をさせていただきます。

まず、15-2号の資料を1枚ページをめくっていただきまして、ここにありますのが本ロードマップ等検討ワーキンググループのメンバーでございまして、9名降りますが、メンバーでございます。一人一人お名前を時間がございませんので読みませんが、産業界、それから大学、それからもちろん核融研、それから原子力機構の方々を含めた全体のこういった形で検討させていただいております。昨年11月から16回の会合を実施して進めてきたものでございまして、ロードマップと同時に人材のほうの検討も進めたという形になっています。

次のページでございしますが、この目標というかやったことについてまずご紹介いたしますが、今、有林さんのほうからご紹介ありましたように、文部科学省からのチャージが10月にございまして、その中にはITERの設計レビューとかいったものが含まれていたんですが、我々がそのチャージを受けたのがこの以下の3つでございます。1番目としては21世紀中葉までに核融合エネルギーの実用化のめどを得るためのロードマップの作成。それから、2番目として産業界を含めた日本の技術戦略、枠組み、役割分担の検討をする。それから、3番目が人材育成や確保の分析、計画の提案、この3つでございます。あくまでもトカマクで原型炉を実現するという場合を想定したケーススタディとして実施するというのをぜひちょっと確認しておい

ていただきたいと思います。特に①につきましては、原子力委員会の本専門部会の報告書でございます「今後の核融合研究開発の推進方策について」をもとにしておりまして、そこではある程度目標が定められているわけですが、その目標実現のためのロードマップを具体化したというものでございます。また、3については上記のような制約をかけておりますので、あくまでもITER、BA、トカマク原型炉を進めるためのその研究者のコアとなる主に恐らく原型炉の実施期間の中の原型炉のために実際に給料をもらっていると、そういうコアになる人材についてのみの検討をしているというのをちょっとご注意くださいと思います。順番から作業部会のほうの報告書の次になりましたので、この作業部会の人材の検討を具体化したかのように聞こえてしまうといけませんので、本当にこの作業部会のほうは日本全部の核融合の人材、そういったものの経過を検討されていて、我々が検討したのはITER、BA、原型炉の、しかもコアの部分であるということをぜひご理解いただきたいと思います。

では、次のページでございますが、まずロードマップの考え方というか特徴を少しご紹介いたします。

まず、21世紀の中葉までに核融合エネルギー実用化のめどをつけるというタスクをいただいておりますが、これをもう少し具体化しないと実際に考えられないので、我々はそれに対して核融合が今世紀中に顕在化するであろう環境問題といったものに有意な寄与をするためにはいつごろ投入されなければならないかという視点も含めて考えてみて、2040年くらいまでには原型炉の運転を開始して発電を10年くらい実際に実施してみせることで2050年代での初代炉の投入という技術的な実現を可能とするロードマップを目指したいと考えて、それがもちろん目標ありきで検討したよりはそのようなことが望ましいだろうという目標のもとに、実際にあとで述べますように、細かく検討していった、それは可能であるという結論に達したので今回のロードマップをそのような目標で2050年代に初代炉を投入するという描き方をしております。

ロードマップのつくり方として特に特徴的と思うことをご紹介しますと、今回はいきなり全体のロードマップをつくるということをしたのではなくて、ワークブレイクダウンストラクチャーと言われるものの作成から開始しております。これはものをつくるときは本当はあるべきものなんですが、こういうところからスタートしてロードマップをつくるというのは核融合では少なくともなされていなかったと思っています。今回はそれをやりました。つまり何をしたかという、原型炉建設に必要なR&D事項をすべてにわたり検討しまして、ワークブレイクダウンストラクチャーのリストを作成いたしました。これは本報告書の4章、39ページからずっとリストが並んでおりますので、それを見ていただければと思いますが、WBSリストは18分野の合計1,000項目以上から成り立っています。18分野に関しては、その下に表がございますが、それぞれの分野について100とか多いものでは400とか項目がついて、その一つ一つの項目についてのどういう開発手順であるということが時間分解されて検討されているわけです。このWBSリストにはいろいろな条件を考えて分類しておりまして、ITERの建設でも開発されるとわかっている項目はR&Dに含めておりません。ただし、ITERの技術から改良が必要な場合はその改良のR&Dを含めるということで、本当に必要なR&Dだけがリストされるという形になっています。

それから、次のページの特徴の2の(3)でございますが、今回のロードマップでは原型炉の設計パラメーターの一番高性能なというかフルパワーで動いたときの上限値というんですかね、そういったものあるいは材料の性能値、上限値といったものを現時点で絞り込んでいない

ロードマップになっています。これは問題を先送りにして非常に楽観的なことを書いたということではなくて、開発中の各技術の原型炉への採用可否の判断時期をきちんと書いた。それから、複数のオプションがあるならば、その選択時期をいつ選択しますという年号をきちんと書いています。そういう意味では今までよりはむしろ厳しく見たというふうに考えています。ただ、時期的にまだ原型炉を具体的に決めてしまう時期ではないと考えているので、こういった選択をしています。そういう意味では実現する原型炉のパラメーターは今後の開発で若干変わるということですが、この開発時期の判断時期といったものをきちんとマイルストーンとして置いていき、そこで適切に判断していくというシナリオを描いたことで2040年までには原型炉の運転を開始し、発展を実証するという我々の目標に対するクリティカルパスとなるものは最小限度にできているというふうに考えています。

なお、原型炉の設計パラメーターの概要の決定については、そう先送りしているわけにはいかなないので、2014年というふうにこれもはっきり書いております。原子力委員会核融合専門部会報告書の今後の核融合研究開発の推進方策についての記述に添えば、その原型炉の大きさはITER程度の炉心寸法というふうに考えておりますので、2014年にどう決定するかは今ここで決めるべきではないと思いますが、それを大きくはそこから離れないものだと考えています。

それから、こういったWBSリストというか作業技術項目を洗い出すと、概して今研究者がいて、今やりたい項目の羅列になるケースがあるんですが、今回非常に慎重にそこは進めまして、いろんなところでヒアリングして隠れたR&D項目の洗い出しを行っています。つまり原型炉建設に重要であるけれども、現在研究計画が不十分であるとか、あるいは場合によっては研究者もいないかもしれない項目までよく考えた上で十分な検討を行って、この報告書の中では研究をする9項目に絞り込んでR&Dを提言しています。

それから、ロードマップの特徴3でございますが、技術戦略を考えるというタスクもございますので、戦略上の分類を明記しております。つまりWBS上の技術に国内に必ず保持すべき技術と国際協力で開発することが可能な技術というものと、それから余り多くはありませんが、必要なときに海外から買ってくればいいかなと思える技術、Fですね、これは。これはDomesticとInternationalとForeignの略なんですが、分類をしっかり示しておりますので、どういう技術の位置づけであるかというのがわかるようになっています。そこに小さく3章29ページと書いてありますが、ところどころにこういうふうに書いてあるのは、本文の中でそれについて詳しく記述されている部分を書いておりますので、ご参考にしていただければと思います。

それから、6番目でございますが、WBSに沿った項目計画に基づき、細かな時間設定をずっと積み重ねた上で全体のロードマップを描きましたというのが今回のロードマップの特徴でございます。結果を見ればよく見かけるようなロードマップになっていますが、背景が相当積み重ねてあるというのをご理解いただければと思います。それから、その細かな設定の中ではR&D計画がいっぱいあるわけですが、急ぐべきものは優先し、これは後送り可能だなと思うのはできるだけ遅らせるという形で、限られたリソースの中で計画の進行をできるだけ前倒しにするという構成にしております。そういう意味からいうと、このロードマップはある意味で我々が技術的に検討して、これならもちろん人材とか予算とかの次第ですけれども、このロードマップの順番に計画を進めていけば、確かに原型炉は2040年までに運用可能だという自信

を持ってつくったロードマップになっています。

次のページにありますのがWBSリストの極く一部でございます。これは実際のリストは39ページから62ページまでずらっと並んでおりますが、これは本当にそのうちの一部の一例を持ってきて見ていただいております、これはトカマク本体という分類の中のトロイダルフィールドコイルの一部でございます。何が書いてあるのかという記号みたいなものをちょっと紹介するためにここに書いてあるんですが、この赤丸の部分ですね。材料選択というところに赤い大きな矢印がついていると思いますが、例えばここでは2014年までに超伝導の材料の選択をするというふうに書いてあります。これは、今は例えばニオブ・アルミとかニオブ三スズとかいった候補があるわけですね。それを何を選ぶかというのはもう2014年には決めないと設計が始まらないですから、それを選択するというのはきちんとここに書いてあることになります。ここで材料選択をしたということは、もしもここでニオブ三スズ以外を選べば、ニオブ・アルミはまだ量産体制がないので量産のことまで考えた検討が必要ですし、ITERより強い磁場を使うという意味であれば構造材、それから絶縁材の開発、それからコイルの試作というのもすべて入ってこなければいけないので、そこから後ろにはそれが入ってくるような計画にしているわけでございます。もちろんこの材料選択のところでITERと同等のコイルを選択せざるを得ないという判断をすれば、こういったR&Dはなくなるかわりに原型炉の性能が落ちるということになります。

それから、下のほうにD, I, F記号と書いてございますが、これはごらんになったらわかるように、ここの部分に設計上、それから建設上、建設時と設計時のD, I, Fの分類ですね。つまり技術が日本に保持すべきか、国際協力かといった記号がこのように書かれております。ほんの一例しかお見せできなくて時間の都合で申しわけございませんが、WBSリストはあとで詳しく見ていただくことにして、全体をご説明するという点で技術選択点と最終使用決定点というのがこの1,000以上の項目の中でどういうふうに分かれているのかというのをリストにしてみたものが次のページの表でございます。これも全部読み上げるわけにはいきませんが、赤い部分が技術選択をする部分ですね。年号も書いてございます。それから、黒い部分というのが仕様を決定するといった部分でございます、こういったマイルストーンというんですかね、デシジョンポイントを設定して建設まで進むという計画になっております。

このような考え方で積み重ねましてできた全体計画というのが次のページの全体ロードマップに当たるものでございます。これについては、原型炉のところを横に左から順にご説明していきます。これから8年間というか14年から15年ごろまでは基礎設計段階、基礎開発段階と考えてBAの活動を最大限有効に利用しつつ、BAはあくまでも国際協力ですから、この日本の原型炉はどうあるべきかという検討を基礎的に研究開発を行った上で、2014年から15年に日本の原型炉といったものはこういうものであるという決定をいたします。そのあと、工学設計開発段階に入りまして、概念設計といったものをしておくということでございますね。ITERはその間、建設が進んで2023年ごろには恐らく連続燃焼を実現してくれると期待していますので、この連続燃焼の実現を見た時点でITERが成功したと判断できれば、いわゆる第4段階に移るという決定をしていただいて、その段階から建設段階に入っていよいよ製造設計を産業界にやっていただくという段階に入り、建設は2028年前後から始めて大体8年から10年恐らくかかると思いますが、2035年ぐらいに建設が終了して、2年から5年程度の調整運転を経て最初の発電実証は2039年までにできると考えていますが、発電実証が一瞬できたからそれで完成

ということはありませんで、やはり実用化への準備が整いましたというためには核融合によって安定で信頼性の高い運転が10年近くはできないとだめであろうと考えているので、そのあと8年以上定常運転というものを実証した上で、長期運転の実証をして実用化段階への技術の準備が整ったと判断するという計画にさせていただきます。ただし、そこからも先進オプション運転と書いておりますが、ここではブランケットをより先進的なものに差しかえて、プラズマも改良できれば改良してより高い経済性を目指した実用炉の準備を同時に進めるという計画になっております。

下のほうにはB Aの計画からのフィードバックが矢印で書いてありますが、細かくはご説明できませんけれども、J T-60からはプラズマの最高性能がどこまで行けるかというのがフィードバックされますし、I F M I Fからは材料のデータが入ってくるということになっていて、それぞれも時間的に間に合うように計画されています。

それから、次のページはW B Sを検討中に我が国独自の技術開発を別途開始しなければいけないのではないかと、今存在していないのではないかと考えている例を書いたものでございます。これについては全部ご紹介できませんが、例えば特徴的なものとしてL i-6の濃縮量産技術をそろそろ考えておかないと、今現在、年間100トンレベルの総製造量を持った工場というのは世界に恐らくないはずですので、それは今から考えないと間に合わない可能性があると考えています。それから、初期装荷トリチウムというものは、これは非常に日本は特徴的ですが、トリチウムを製造する方法は全くないわけですし、保有もしていないので、どのようにして初期装荷トリチウムを入手するのかというのは確実に決めておかないと、原型炉への建設段階へのゴーサインを出していただけるはずがないと我々は思いました。そのため、入手方法は確実に決めるための研究をする必要があると考えています。どうやって入手するかということを考える必要があると思います。

それから、冷却系のトリチウム管理技術も水冷却というのは日本固有のものでございますので、日本でやらなければならないので、これはB Aではできませんから日本でやるということになります。その他実際は9項目あるのですが、ここには4例しか書いてございませんが、そういった新たに始める必要がある技術を提案いたしました。

以上のロードマップを検討、ちょっとまとめさせていただきますと、原型炉建設に向けて必要な……

○高村部会長 急いでいただけますと……。

○岡野ロードマップ等検討WG座長 すみません。R & Dについて1,000を超える項目からなる技術マップを作成し、このリストを用いてスケジュールを検討した上で決断時期を明記。その上で全体ロードマップを描いているということでございます。2050年代に初代炉を投入可能な計画を作成して、I T E Rの成功を前提に原型炉の概念を絞り込み、工学設計を進めておく必要があるということでございます。それから、原型炉建設に向けて重要にもかかわらず、現時点で開発計画がないか、不十分な技術項目についてもロードマップに含めております。

ちょっと遅くなって申しわけありません。人材計画、役割分担のほうをご紹介します。これは参考資料第2号のほうですね。これについても最初に冒頭で述べましたように、日本全体の核融合の人材を検討したのではなくて、一番わかりやすいように、本専門部会の報告書の中の絵の中に赤丸を示しまして、この範囲ですというのを示しておりますが、あくまでもI T E Rから原型炉に至るトカマクでそれを実施する場合のコアとなる主に実施機関の人材という

形だということをご理解ください。

次が人材作成の考え方でございますが、やはりロードマップをせっかくつくったので、それに沿って考えています。つまりWBSリストの18項目別に必要な人材を検討していった、原型炉建設判断、これ2023年までなんですが、人材を検討しております。それから先の建設段階の人材についてはまだここでは検討しておりません。方法としては現状をベースに5年ごとの年齢構成を示して原型炉建設判断を行う2023年までに年齢構成をオン・ジョブトレーニングの視点からも望ましい姿、なるべくフラットなという形を目指して必要人員に到達するにはどれぐらいを獲得していくかという考え方で年度展開をしています。それを全部お示しするわけにはいきませんが、例として炉工学関係の年度展開を示したものがこちらの下でございます。これはさらに絞り込んだ点の年齢展開が書いてありませんが、本文のほうには年齢展開まで含めて書いてありますので、ぜひごらんください。炉工学の場合は現在50名なのが2023年までは149までふやす必要があるという年度展開になっています。

次のページですが、そういった項目をWBSリストの項目別に検討した結果のプラズマ実験系を除いた人材分布はこうなるべきというのが2008年と2023年で比較しているのがこのようなものでして、もちろん当然今は全くないような発電設備とか、プラントエンジニアリングといったものがふえてくる。それから、ブランケット開発、トカマク本体という人材がふえるというのは言うまでもないことで、それによって全体が2倍以上にふえる形になります。

次のページはプラズマ実験系ですが、これはちょっと省略させていただきます。

次のページです。この原型炉の建設判断までの開発においてコアとなる実施機関を中心に必要となる人材数を考えまして、結論だけ述べれば総和として2023年に確保すべきポストは約400名で、現状との比では200余名増という形になります。そのためには15年間で平均して毎年25人ずつぐらいの新規採用が必要であるというふうに考えております。新規というのは正確じゃないですね。中途採用もございますので、毎年25名程度の採用が必要であると考えています。各分野の割合を書いたのが以下の表でございますが、このような形になっています。

それから、次のページがこれは原型炉建設段階あるいは建設に移るためにどんな組織が必要であるかということを検討した結果を示しております。その下のほうの図の真ん中にある三角形が実施機関でございます、これは原型炉建設のための実施機関です。ただし、産業界の人材を育成という観点で、どうしてもこのままでは実施機関が国の機関ですから、そのままでは産業界を育成できないので、総合調整会社というものを産業界につくれるように誘導していただいて、それらに総合調整を依頼するという形で原型炉段階において商用炉を建設できる会社として、この総合調整会社を育てるという計画にしております。

少し時間をおくれて申しわけございませんが、以上の人材計画、役割分担をまとめますと、トカマク型原型炉の建設判断までの開発においてコアとなる実施機関を中心とした人材計画をワークブレイクダウン・ストラクチャーのタスク項目に沿って作成いたしました。産業界の人材育成にも配慮した原型炉建設体制を提案いたしました。また、産業界の人材数については、これはきょうはご紹介いたしませんでしたが、人数で示すのではなくてロードマップの第3章にプロジェクト規模という形で記載しているので参照していただきたいと思います。

以上でございます。

○高村部会長　ありがとうございました。大変深く検討された結果を短時間でお話していただきまして、ちょっと時間がないので申しわけなかったと思います。ということでロードマップ、

特にこれから必要とされる技術、それに伴う人材育成ということでご報告いただいたわけですが、ご質問等ございましたらぜひお願いしたいと思います。

伊藤委員。

○伊藤委員 質問ではなくコメントだけ言います。プランのほうはあるプロジェクトを考えたときの工程表として受けとめられると、一つのワーキングサンプルとしての工程表と受けとめられると思います。後半の人材育成については、これはあるマシン、ある想定された装置をつくるために必要最低限な人材の配置図と、それから必要数のところで人材確保数が書いてあるので育成プランは何もないと思います。

○岡野ロードマップ等検討WG座長 お答えしてよろしいですか。そういう意味ではオン・ジョブトレーニングによる育成は考えていますが、大学から移ってくるというのは、大学に全部期待しているという形になっております。あと中途採用もございますが、それらは大学の方々が核融合研究所とかそういったところで教育し育成していただくというプログラムになっていて、核融合の人材全体を考えているわけではないという点はおっしゃるとおりです。

○伊藤委員 人材確保ですね。

○岡野ロードマップ等検討WG座長 はい、確保が中心です。

○高村部会長 小川先生、何か補足ございますか。

○小川委員 いや、今おっしゃるように後半の部分は人材の確保という観点が正しいと思います。人材の育成に関しては、先ほどの文科省の核融合作業部会の方で全体を包括して議論して頂いていると思います。

○岡野ロードマップ等検討WG座長 人材育成と私言いましたっけ。人材計画と言ったつもりです。人材育成と書いてある部分はオン・ジョブトレーニングで育成という意味です。

○高村部会長 伊藤委員の言われるのは人材育成ということの方が重要ということをコメントしたいんだと思われそうですけれども。

○伊藤委員 はい、だから人材配置と確保案ですね。

○高村部会長 現在の問題は。

○伊藤委員 いや私、別にアタッシュしているわけじゃないです。

○高村部会長 ほかはよろしいでしょうか。

内山委員。

○内山委員 大変な仕事で非常にある目安を今回ご提示いただけたわけなんですけど、基本的には先ほど伊藤委員が言ったように工程表を一つのサンプルとしてつくったという印象が私も持っているんですが、通常こういう原型炉のような建設計画を考えますと、基本的に費用はどのぐらいかかるんだという見積もりをあわせて実施するのが普通でありまして、これまでももんじゅを初めとして、我が国で原型炉建設がなされてきたわけですから、そういう経験を踏まえてある程度費用見積もりもすべきではないかと。ただ、費用を見積もる場合でももんじゅと基本的に違うのは、もんじゅの場合はフランスという国が既につくった経験をもとにプラントを建設したということになりますけれども、今回は日本がリーダーシップを発揮してつくるという非常にリスクの高い問題になっていますので、そういったところも考慮していろいろ検討していかなければならないということではないかと思っております。

そういうことで、1つ質問は実際に費用面から見たらどのぐらいかかるのかという概算でも推定されたのかどうか。それについて伺います。

○高村部会長 岡野さんから何か。

○岡野ロードマップ等検討WG座長 費用は算定しております。ロードマップの報告書の34ページからワークブレイクダウンストラクチャーの項目ごとに何をやらなければいけないか。それについて幾らかかりそうかというのをこれはあくまでも概算でございますが、リストしております。こういうものをお出しすると、概して一番最後の合計表だけが一人歩きしがちなもので、その点は慎重に取り扱っていただきたいのですが、それほど大きな誤差はないと考えていて、まず基礎設計段階ではこのあと説明させていただきますが、工学設計段階、2015年から2023年の間で2,000億円ぐらいですね。建設段階、これは建設だけです。その後の運転とかそういったものは除きますが、建設段階で本体が7,000億円余りですね。それ以外に二、三千億円という形になるのではないかというふうに考えています。それから、一番数字として気になるのは2014年までの今後の10年程度のB Aと並行な部分、ここの部分では174億と書いてあります。これは少ないとお考えかもしれませんが、言うまでもなく、これだけで済むという意味ではなくて、これは新たに今回提案した9項目ですね。今までにないもの、これについてののみを書いてあります。I T E RとB Aと、それからJ T-60 S Aの国内分というのはもう既にある計画なのでここには書きませんでした。もちろんそれらは合わせれば1,000億円を超えるわけで、それを書けば逆にこれが見えなくなってしまうので、こういう形にした上で下の注にI T E R計画、B A計画及びB Aの不可分な行動計画として実施される60 S Aの国内計画などの既存の計画並びに大学等での研究開発に関連する費用は本表に含まれておりません。それはご理解いただきたいと思っています。

○高村部会長 ありがとうございます。よろしいでしょうか。

本島さん。

○本島委員 本島です。今のことにも関連するんですが、やはり開発及び研究が進んできて予測の精度が上がってきています。このレポートもそうなんですけれども、1つはクリティカルパスをかなり明確に定めることができるようになってきていることです。先ほどクリティカルパスについての説明もありましたけれども、それから、もう一つコストについてはやはりI T E Rの存在というのは非常に重要で、I T E Rの建設コストということを実際の実証のコストを評価する上の重要なベースになっておりますね。そういうことが根底にあると、こういうふうに私も理解しております。

○高村部会長 ありがとうございます。ほかはよろしいでしょうか。

それでは、非常にコンプリヘンシブな調査をされたということで、どうもありがとうございました。先ほど伊藤委員からもございましたけれども、人材育成という観点からは核融合エネルギーフォーラム、これに期待するところがやはり大きいので、ここはある意味産業界も含めてコミュニティーのいろんな意見を集約している場ということで、ここでまたいろんな議論がされてきて、それが文科省等に報告されていくという形で具体化といいますか、先ほど少し中長期的な面があったというご指摘もありますけれども、技術推進委員会の中でいろんな具体的な施策として提案がなされてくることを私は期待したいと思います。

それでは、次の議題に移りたいと思います。ちょっと時間が過ぎておりますけれども、報告書案ということになります。前回も一部出させていただいたんですけれども、いろいろコメントがございました。今回あらかじめ委員の方々にはこの案をお送りしているかと思います。それで、これまでの議論を踏まえた結果を集約した形、まだ若干敷衍しているところございます

が、これを事務局のほうで作成していただいていますので、事務局のほうからご説明をいただけますでしょうか。よろしくお願いします。

○渡邊主査 それでは、資料15－3号でございます原子力委員会核融合専門部会報告書（案）につきまして簡単にご説明させていただきます。

こちらのほうは前回報告書の骨子案ということでご提示をさせていただいて、それに基づきまして内容について記述を加えていったというようなことで作成させていただいております。

めくっていただきまして、目次でございますけれども、はじめにというところで、こちらのほうで今回のこの作業に至るまでの経緯、第2章で評価方法及び評価の視点、第3章で核融合研究開発に関する取り組みの進捗状況と評価、第4章で結論というようにしてございます。

1 ページが第1章、はじめにということで、こちらのほうはこれまでの経緯について書かせていただいているところでございます。

3 ページになります。第2章、評価作業ということでこちらはこれまで第10回からご審議いただいておりますところでございますけれども、その第10回、第11回でこの本専門部会での評価の視点というものをまとめさせていただいて、そちらについて記述をさせていただき、その後文科省でありますとか原子力機構でありますとか、そういったところからのヒアリングを行いながら関係行政機関等の取り組み状況の把握を行っていきましたと。5 ページの一番最後になりますけれども、報告書の案の取りまとめの作業に現在入っているというところで評価作業ということで一連を書かせていただいております。

6 ページ以降、第3章、核融合研究開発に関する取り組みの進捗状況と評価ということでまとめさせていただいております。すべての項目においてこれまでの取り組み状況ということで、現在の各関係機関における取り組みの状況について記述をさせていただき、それらについて評価を後ろのほうに一つ一つ書かせていただいているところでございます。

まず、3. 1 のトカマク方式による開発研究でございますけれども、（1）のITERによる開発研究というところ、7 ページになりますが、これまでの取り組み状況につきましては、ITER計画の実施体制につきましては、ITER協定の署名、それから発効、ITER計画を実施する国際機関であるITER機構が正式に発足をしたと。ITER計画の実施体制としては、そのITER理事会が設置されて、ITER理事会の下にその諮問機関として運営諮問委員会、科学技術諮問委員会が設置されていること。また、ITER機構においては現在、体制整備を進め、順次ポストを提示して職員を募集していること。また、ITER協定において加盟極はそのITER機構に貢献を行う国内機関を設置することとされており、我が国ではITER協定に基づく国内機関として日本原子力研究開発機構を文科省のほうで指定したというような状態にあると記述しております。

また、ITER計画ではITER機器を調達することとなっておりますけれども、物納機器の調達に関しては、原子力機構がITER機構との間でトロイダルコイル導体に係る調達取り決めに締結して、その後日本のメーカー数社との契約締結に至り、現在はその製作が進められていること。

また、ITER機構への職員派遣に関しては、平成20年5月現在ですけれども、日本から採用された専門家17名。これはITER機構の専門職員数の8.5%に相当し、そのほか客員研究員としての参加、委託業務の実施としてITER機構に約4名程度が日本から参加しているという状況にあるというようにところで書かせていただいております。

8 ページになりますが、ITERと国内研究の連携という項目におきまして、こちらについては国内においてはITER協定、幅広いアプローチ協定の履行のために原子力研究開発機構法を改正し、これを受け、国内機関としてJAEAを位置づけ、JAEAを中心として産学官の国内核融合関係者と積極的に連携するための体制を構築していると記述させていただいております。

また、その文部科学省の核融合研究作業部会の提案を受けて、これまで核融合研究、技術開発に関する情報交換、討議の場として活用してきた「核融合フォーラム」を充実発展させて、「核融合エネルギーフォーラム」が設置されたこと。それでまた、この報告書の提案を受けてITER計画、BA活動に係る研究活動に関する国内の意見の集約、連携協力の推進を行うためにITER・BA技術推進委員会が設置されたこと。こちらについては、またITERベースライン文書の国内評価等に国内研究者の意見を反映する場としての活動を行っているということを書かせていただいております。

また、研究開発の現状といたしましては、ITER建設が進められている現在、ITERの設計改良にかかわるプラズマ技術開発を原子力機構のほうで大学等々の共同実験により進めるとともに、遠隔実験を想定して国内外の研究機関からの遠隔実験を実施しているというようなこと書かせていただいております。

下段になりますけれども、こちらのほうはその文部科学省の学術審議会の中間評価においても「ITER計画を今後も計画どおりに継続するべきである」とされていることについて記述させていただいております。

評価のほうになりますが、文部科学省及びJAEA等では、ITER計画の実施体制及びITERと国内研究の連携をおおむね着実に進めているものと評価できると。おおむねとしているところにつきましては、やはり人材の枠をまだ有効に活用できていない等というところの今後に向けた課題が残されており、大学等の研究者のITER計画への参加を含め、ITER機構への人員派遣のあり方や方策について検討していくことが必要であるというふうに書かせていただいております。

続きまして、10ページになります。幅広いアプローチ活動になります。

こちらのほう、これまでの取り組み状況といたしましては、核融合原型炉の実現のために必要となる炉工学研究やITER計画だけでは実施できないプラズマ物理研究などITER計画を支援する先進的核融合研究開発のうち、日欧の共通関心課題については幅広いアプローチ活動として日欧の共同実施による研究開発を進めることになり、文科省に設置されましたITER計画推進検討会による決定を得て、以下国際核融合エネルギー研究センター、国際核融合材料照射施設の工学実証及び工学設計活動、またサテライト・トカマク計画が決定されたということを書かせていただいております。また、BA活動の実施体制につきましては、こちらもBA協定の署名に始まり、その協定が発効し、協定に基づいてBAの運営委員会が設立されるとともに、そのおのこの事業委員会等が設置されております。また、我が国ではこのBA協定に基づく実施機関としてJAEAを指定したというようなこと。また、BA活動の各事業については、青森の六ヶ所村の建設サイト地にIFMIF/EVEDAについて建屋建設が開始されているほか、原型炉設計研究開発活動の実施計画の策定等々について検討が行われているというようなこと書かせていただいております。また、より幅広い国際協力、連携について第3回の運営委員会において日欧以外のITER加盟極のBA事業への参加に関するガイドライ

ンを作成し、他のITER加盟極へ参加を要請しているというようなどころを書かせていただいております。

続きまして、BA活動と国内研究の連携でございますけれども、こちら事業計画等の作成に当たっては、事業委員会の委員やJAEA内の検討委員会に国内の大学の研究者の参画を得るなど、大学等との連携も図られていること。また、作業部会の提案を受けて設置されましたITER・BA技術推進委員会、こちら意見を反映する場として活動を行っている。こちらのほうにつきましても、その文部科学省の学術審議会の中間評価で今後計画どおり継続すべきであるということが評価されておるといことも書かせていただいております。こちらの評価といたしましては、この各事業、BAにおいて実施される各事業は原型炉に向けた開発研究を実施するための計画として策定され、それらを実施するための体制が現在整えられつつあると。今後とも引き続き以下の点に留意しながら開発研究を実施することが期待されるということで書かせていただいております。韓国や中国においても同様のトカマクが建設されることに鑑み、これらの国々との協力連携も視野に入れた開発研究を実施することについて検討していくことが必要であるということ。また、IFMIF/EVEDAに関しては、推進方策において「その他の主体により本体施設の建設が行われる十分な見通しがあり、かつ我が国が工学設計活動に貢献することにより、その照射施設本体での照射試験に一定の参加ができることが確保されるのであれば、国際協力のもとで着手し、その技術基盤の整備に貢献する」とされております。こちらの国際協議においてこれが確認できたと判断されたことから、現在活動として実施されているところでありますけれども、今後も国外状況を適宜に把握しつつ、その推進方策に沿った取り組みを着実に実施していくべきであるということについて書かせていただいております。

また、JAEA以外の大学関係者等がBA活動の実施内容、その成果について国内研究者間でより一層の情報共有を図れるような体制を構築していくとともに、BA活動に参加するための枠組みを整備するなどして、より一層オールジャパンでの連携を図りつつ事業を進めていくことを期待すると、このようなことについて書かせていただいております。

次に、13ページになりますけれども、核融合炉の実現に向けた研究開発になります。こちらはJAEA、原子力機構のほうでもフェライト鋼の材料特性データの取得等々、着実に炉工学研究を進めているということ。また、核融合研においては、大学等における炉工学研究を推進するために炉工学研究センターを設置し、大学との共同研究についてさまざまな特徴ある成果を上げているということ。また、第2回のITER理事会においてテスト・ブランケット・モジュール計画をITER協定のもとにて実施することとされたこと、我が国はその固体増殖水冷却方式のTBMを製作してITERに持ち込むことを計画しており、その原型炉の建設判断に必要な工学技術基盤を確立することが可能な体制を確保すべく働きかけを行っているというようなどころを書かせていただいております。また、こちらのほうにつきましても、文科省のチェック・アンド・レビューにおきましても、JAEAの炉工学研究、核融合研の炉工学研究ということで評価、課題を書かせていただいております。

評価につきましても、核融合研における取り組みについては炉工学がそのトカマクとヘリカルとの間で共通する部分も多いことから、今後はJAEAや大学との役割分担を明確にした一層強力な連携体制を構築していくことを期待する。また、TBM計画がそのITER協定のもとで実施されることとなったことを踏まえ、その実施に当たっては必要となる資金を適切な形で確保し、原型炉の建設判断に必要な工学技術基盤を確立することを目指して取り組みを進め

ていくべきであること。また、核融合エネルギーの安全性、環境及び社会への適合性を確保するために必要な基盤的研究については、より一層の取り組みが必要であると。なお、一番最後になりますけれども、現行のITER計画、BA活動による事業では十分に技術実証をし得ない技術があるとして、その技術の有無については、研究開発にかかわる関係機関は適宜その研究開発の進捗状況に関する情報を関係者間で共有しつつ、可能な限り、早期に必要となり得る技術を見定め、それに関する研究開発を充実させていくことについても検討していく必要がある、このような書き方で記述させていただいております。

16ページになりますけれども、こちら核融合に関する学術研究でございます。

こちらのほうは核融合研のヘリカル型装置による研究はその核融合研のLHDを中心として進められており、さまざまな研究成果を核融合炉心プラズマを見通すことを目指したプラズマの高性能化を図る観点から、各種大きな成果を上げているということ。また、双方向型共同研究の実施、こちらについては核融合研がその中核機関となって調整を行い推進する新しい形態のものでございますけれども、こちらのほうが多くの研究課題が採択されて学術研究のネットワークの中心としての役割を果たすとともに、大学における萌芽的・独創的研究の進展を支援していると、このような書き方をさせていただいております。

また、国際共同研究拠点ネットワーク形成事業の一環として学生研究者の海外派遣、積極的な招聘等を行っていくと。また、周辺住民とのコミュニケーションの理解を得るために学術講演会、市民説明会等も多くの実施していると。こちらのほうも文科省のチェック・アンド・レビューの内容を書かせていただいております。

評価になりますけれども、ヘリカルプラズマの高性能化等の世界的な研究成果を上げてきており、着実に研究が進められていると評価できると。また、文部科学省や核融合研では外部専門家によるチェック・アンド・レビューを適宜に実施し、それらの結果を以降の研究計画に反映しつつ、研究を進めており、その取り組みは高く評価できること。また、その共同利用研究機関としての国内外の大学等との共同研究を積極的に進めるとともに、若手人材育成など核融合学術研究の拠点としての役割を果たす努力を積極的に行っていること。こうした取り組みは、国内の核融合に係る学術基盤の形成に貢献しているものと評価できるということ。

今後は核融合エネルギーの実用化に向けて、その炉工学研究センターを中心として炉工学研究へのより一層の貢献がなされることを期待する。また、トカマクとの異動の理解を通じてトラスプラズマの総合理解に向けた学術研究を一段と進め、他分野からも高く評価される学術研究を生み出していくことを期待する。また、核融合研においてはヘリカル型核融合炉の方向性を明らかにしていくため、将来計画について十分な検討を行っていく必要がある。また、文部科学省においてはそのLHD等による研究の進捗を踏まえて、適切な時期に核融合炉としての可能性に関する評価を実施し、その後の計画の進め方を検討していくべきであると、このように記述しております。

レーザー型装置による研究になります。こちらFIREXの第1期計画においてさまざまな建設なり照射実験を開始し、多くの基礎研究を進めていること。また、双方向型共同研究、連携研究を進めて、激光を全国共同利用施設として広く一般に共同利用・共同研究を募集するなど透明性の高い共同研究体制の強化を図っていること。また、若手研究者の人材育成にも努めているということを書かせていただいております。

評価といたしましては、その高速点火方式による研究に大きな成果があり、十分な成果を上

げていると評価できると。また、レーザー核融合の研究拠点となる共同利用施設として透明性の高い共同研究体制の強化を図っており、こうした取り組みは非常に有効であると評価できると。今後につきましては、「推進方策について」に示されたように、段階を追って研究開発を進めることが必要であること。また、レーザー核融合炉の実現性を判断するために炉工学研究の展開について検討していくべきであること。また、文部科学省においてはF I R E X計画の進捗を踏まえて、適切な時期に核融合炉としての可能性に関する評価を実施し、その後の計画の進め方を検討していくべきであると、このような書き方をさせていただいております。

20ページになりますけれども、核融合基盤研究になります。こちらは核融合科学研究所が中核機関としてその双方向型共同研究を実施し、多くの大学と共同研究を実施していること。また、阪大と九大がその全国共同利用施設として広く開放されており、基盤研究の研究拠点として役割を果たすとともに、人材育成の面でも貢献がなされていると。

こちらの評価につきましては、先日の吉田先生からのプレゼンテーションの内容をちょっと書かせていただいているところもあるんですけども、新たな段階に入りつつある学術研究は、I T E R計画を初めとした核融合開発研究を支えるものと学術としての普遍的な知の探求という2つの役割を果たしていくことが求められると。このため、大学等における普遍的な知の探求に向けた学術研究を今後取り組んでいくとともに、その開発研究を支えるものとして学術研究と開発研究の間で双方向的で密接なコミュニケーションを図っていくことが期待されるということを書かせていただいております。また、最後のほうになりますけれども、学術研究は特段の要請がない限りは原則的に研究者の自由な発想のもとに実施されるものでありますけれども、その核融合エネルギーフォーラム等の場において、研究者の発議による研究協力等が一層推進されることを期待すると、このように書かせていただいております。

22ページになります。3-3. 核融合研究開発を維持・発展させるための取り組み、こちらは1として人材育成の方策と社会への発信でございます。こちらは人材育成のほうにつきましては、先ほどご紹介をいただきました作業部会のほうで人材育成・確保等についてその重要な課題として指摘をされ、この指摘を受けて、その場において緊急に必要な施策及び長期的な必要な施策の両方の観点から検討が進められていること。また、こちらでもご紹介いただきました核融合エネルギーフォーラムにおいてロードマップの検討を行い、その検討結果に基づいた分野ごとに必要とされる人材の検討を実施しているということ。ただ、この文科省の作業部会のほうでも評価が各種なされておりますが、人材育成のあり方について各方面において評価、検討が進められているところでありますけれども、その産業界では近年、核融合装置の建設機会の減少のため、技術の継承ができないままに多数の技術者がリタイアしている状況にあり、技術者の確保が困難な状態にあることが指摘されているということを書かせていただいております。

また、社会への発信につきましては、核融合エネルギーの意義や安全性等に対する社会の理解を得るために、文科省やJ A E Aのホームページ等を通じた情報提供、また六ヶ所村での住民説明会の開催、出張授業等々いろいろと取り組みを書かせていただいております。

こちらの評価でございますけれども、人材の育成・確保は原子力分野における共通の課題であって、核融合分野に限定されるものではないんですけれども、さまざまな場においてその人材の育成・確保に関して真剣に検討を実施していることについては評価できる。今後はこれらをちゃんと政策へ反映させ、効果的・効率的な施策に具体化することが求められると。また、

原型炉に向けたロードマップを策定して明確化することは、その技術開発の目標を共有化することにより、産業界における人材確保をするためにも有効である。そのため技術開発の優先順位づけなどによって、我が国として確保・維持すべき技術を明確にした戦略的なロードマップを策定することが必要である。また、さらに必要な人材を長期的に確保していくためには、核融合分野内でなく、他の研究分野との積極的な情報交流、人材交流を進めていくことが必要であると、このように書かせていただいております。

また、社会への発信につきましては、積極的にその広報活動を展開されているところでございますけれども、これらの取り組みを一層強化して核融合に対する国民各層からの理解が得られるよう取り組んでいくべきであるというふうに書かせていただいております。

25ページになります。知識・情報基盤の整備、これにつきましては、これまでの取り組みの状況といたしまして、ITER建設、BA関連施設の調達等について我が国は他極に先駆け超伝導コイルの調達に着手するなど積極的な活動を実施しておるところでございますけれども、これが活動を継続しつつ、今後10年程度の期間でその建設活動を進めていく必要がある一方で、こちらも産業界においては建設機会の減少等々により技術継承が十分になされていない状況にあり、現有の技術者、設備では十分な対応ができない可能性が指摘されていること。

評価につきましては、ITER建設やBA関連施設の整備は研究開発機関と産業界とが連携協力して可能となるものであるが、産業界が現在直面している課題は極めて深刻な問題である。このような中、技術推進委員会で検討されたロードマップの作成というものはこういった問題に対処するための第一歩であると考えられ、このロードマップ検討作業において産業界も参加して全日本的な体制で検討がなされていることは有効な取り組みであると評価できると。今後はこのような技術開発ロードマップを関係者間で適切な形で共有し、それに示された技術課題について我が国として維持・向上すべき技術に優先順位をつけるなどしつつ、その技術開発課題に対する産学官の取り組み体制を明確にしていく必要があると、このように書かせていただいております。

26ページになります。他の科学技術分野や社会への貢献でございます。こちらのほうにつきましては、LHDにおいてのセラミック焼結技術、またレーザー核融合研究で開発されたシミュレーション・コード、診断技術等々その他分野への成果の応用が進められていることについて書かせていただき、評価につきましては、その核融合研究が社会的理解を得るためには、核融合にかかわる科学技術をより身近なものにする努力が不可欠である。このための取り組みの一つとして、その得られた成果を他の科学技術分野に波及させることが重要であると考えられることから、その他の科学技術分野との連携、協力を積極的に進めていくべきであるというふうに書かせていただいております。

最後になりますけれども、核融合研究開発の体制になります。核融合研究開発の分担、基本的に原子力委員会が決定した第3段階計画、推進方策にのっとり、文科省の政策が推進され、文科省においてもチェック・アンド・レビューを実施しているということ、また本レビューにおいては重点化により核融合研究開発が進展していることが確認されていること。また、国際協力につきましては、ITER計画に加え、BA活動、また従来の日欧、日米の協力に加え、日韓核融合協力取り決め、日中核融合協力取り決めを結び、核融合実験装置を活用した2国間での協力活動も推進している。また、共同利用・共同研究と連携協力につきましては、ITER・BA技術推進委員会において各種の情報提供が随時行われていること。また、ITER計

画による学术界の意見を反映できるような各種ネットワーク活動が行われていること。また、核融合研では六ヶ所村に3次元高速仮想現実システムの開発を実施するため「六ヶ所研究センター」を開設したことを書かせていただいております。

評価につきましては、ITER計画が本格化している現在、関係機関においては「推進方策について」に示した役割分担に沿って着実に取り組みを実施している。また、「推進方策について」ではおおむね5年ごとに核融合研究開発全体の進捗状況についての総合的なチェック・アンド・レビューを実施することとしていることから、今後も文部科学省においては総合的な進捗状況を踏まえて適宜・適切なチェック・アンド・レビューを実施していくべきであると。また、クラスター活動などITERを支援する研究体制が強化され、円滑な活動が行われるよう特段の配慮が必要であると、このように書かせていただいております。

29ページに結論を書く予定としておりまして、30ページ以降、参考としてこれまでの部会で頂いた意見を主な意見としてまとめさせていただいております。まだ文章自体が粗いものでございまして、次回の部会でもう一度ご議論いただくことを考えておりますけれども、本日多くのご意見をいただけると幸いです。

以上でございます。

○高村部会長 ありがとうございます。長文を要領よく説明していただきまして、申しわけございませんでした。ということなんですけれども、残された時間が限られておりますので、最初は少し切って議論しようかなと思いましたが、15分ぐらいしかございませんが、せっかくの機会ですし、それからまた、次回ということもございしますが、できるだけ次回までの時間を有効に活用して、できるだけメールベースでも報告書としての充実を図りたいと思っております。それで、従来評価のイメージが点数づけみたいに考えられた委員もおられたと思います。今紹介していただいた書きぶりということで、不足している部分はきちっと指摘し、進展しているところにはさらにプッシュするというようなスタンスで書かれているというふうに理解しております。このような意味で評価というところを読み取っていただければよろしいのではないかなというふうに私は考えております。

時間は限られておりますが、全体、個々の点にわたっても結構でございますので、15分間できるだけご意見を出していただいて、それをこの報告書に反映させていただくということでよろしいんじゃないかなと思いますけれども、では木村委員のほうからどうぞ。

○木村委員 京都大学の木村です。

原子力委員会が決定した第3段階計画、推進方策には四つの重点課題の中の一つである炉工学というタームが明記されているのに対し、この評価報告書の目次にはその炉工学の一文字も見えていないというのはまずい気がしました。そこで、私なりにちょっと中身を読ませていただいていた意見ですが、例えば3. 1のiiとiii、これらはそれぞれ幅広いアプローチ活動および核融合炉の実現に向けた研究開発とありますが、中身はほとんど同じですので、例えばこのiiiのところを実現に向けた炉工学研究開発とかそういったことに変えられないかと。もう一つ、3. 2の核融合に関する学術研究においてはiiiが核融合基盤研究となっておりますけれども、その中身には何ら炉工学が触れられていないのは良くないので、加筆すべきと思います。以上を含め、全体としてももう少し炉工学に配慮した表現にさせていただきたいというのが私のコメントでございます。

○高村部会長 実は木村委員からは以前にも強いご指摘があつて、これ書く段階において私の

理解はかなり炉工学のことを取り込んだつもりじゃなかったかなと思うんですけども、ちょっと見えにくいかもしれませんので、その辺はわかりました。事務局のほうで適宜・適切に扱っていただければと思います。ありがとうございます。

伊藤委員、どうぞ。

○伊藤委員 まず2点のみあれします。1つは基礎研究の実態というのが余り書かれていないことです。ここを書くのはすごく難しいと思うんです。ですけども、はっきり書くべきです。評価のあとに推進すべき何とかがというところのクラシフィケーションがありましたね。基礎研究の実態というのは大体いろんな大学が基礎研究なり、いろんな学術研究というのはいろんな大学がやっているわけで、そういうのは今後の人材の潜在的母集団という意味からも、重要です。そういうところを源として動いてきてということで、常にそういうところの把握とエンカレッジメントは必要です。そこら辺のところでもう少し強めたほうがいい。人材育成と言っているところで、今までにもまして、どういう機関で何人ぐらいいて、どういうふうにプロモートできるのか把握が必要です。そういうような方向性を見据えた上で、基礎研究なり科学技術研究が反映していくような主張が必要です。

あともう一つ、今のが1点でもう一つは「エネルギーフォーラム等」となっているんですね。それが「コミュニティを代表する」といっていろんなところで何遍も皆さんおっしゃっているんですけども、たかだか私多分フォーラムは五、六百人じゃないでしょうか、メンバーは。その母集団が例えば核融合学会は2,000、物理学会は2万から3万いるわけです。その母集団が代表されると私は思えないのです。コミュニティの意見を完全に反映していると私はちょっと何か疑問を感じるんですけども。

○高村部会長 ありがとうございます。もう少し広めに学会というようにところも少し取り入れた文言が全く出てきていないところがあるかと。

○伊藤委員 学会は界隈の界、こっちじゃない。界はこっちの会が定款を持っちゃいますからコミュニティじゃなくなります。ソサエティーになりますから。

○高村部会長 そうですね。わかりました。

○小川委員 個人的には核融合ネットワークもあると思います。

○高村部会長 ネットワークですね。これ入っている……

○伊藤委員 入っていないんですよ。

○高村部会長 いや、これがちょっと間違いで、例えば28ページですけども、これ核融合、ちょっとこれ渡邊さん、あれじゃないですか。「出席委員の持つ」は、これ消し忘れんじゃないかと思うんですけども……

○渡邊主査 そうですね、すみません。

○高村部会長 核融合ネットワークというキーワードが入ってくるべきで、ここがちょっと間違っているんじゃないかなと。

○伊藤委員 そこら辺をもう少し広く、本当の実施母体としても広く考えたほうがよろしいんじゃないでしょうか。

○高村部会長 ありがとうございます。

尾崎委員、どうぞ。

○尾崎委員 25ページの知識・情報基盤の整備というところなんですけれども、最初の視点のところでは、この項目は産業界の技術継承と原型炉へ向けてのノウハウの蓄積という2つの

視点が書いてあるんですけれども、きょう見せていただくと、ここは何か産業界の問題だけが書かれているように見えちゃうんですよね。やはり先ほど岡野さんからご説明のあったロードマップもあれつくる側の産業界というよりも、もっとその前の段階の計画を推進する母体としてどういう技術、どういう人材が必要かという検討をされていますので、その辺と整合がとれるような表現、評価を書いたほうがいいんじゃないかなと。

○高村部会長 わかりました。ありがとうございます。

常松委員。

○常松委員 先ほどの木村先生のご意見でごもっともだと思うんですが、多分第3段階をつくったとき、あるいは見直したときからの違いというのは、幅広いアプローチ活動とこの中に一部の縮図が入っていて、物理も入っているし、工学も入っているしということで、プラズマからすると、先進・補完研究という部分がサテライト・トカマクという装置になっている。それから、材料開発の I F M I F の部分だけはこの B A に入っているんだけど、ブランケットの部分は入っていないから残っているという政策のカテゴリーで分けるのか、研究で分けるのかというところが出てきちゃうと思うんですが、それはやりようによると思うんです。ということ的前提に、当時なかったもので新たにあらわれたということは、少なくとも実現に向かっているんだろうというふうに私なんかはこれ当事者としてなのか、委員としてなのか別ですが、思いますので、その辺のめり張りがもうちょっとつけられるんじゃないかなと。いろいろと書いていただいているんですが、少なくとも実現している部分あるいはしようとしている部分が出てきたということは、もう少し強調していただけるのではないかなという気はいたします。一般論で申しわけございません。

○高村部会長 そうですね、確かにそのとおりだと思います。ありがとうございます。

ちょっと待ってください。植弘委員、どうぞ。

○植弘委員 一生懸命紙の裏まで目を通せば多分推進すべきことと今のとおりやっていけばいいことと少し減らしたほうがいいということを何か書き分けられているんだろうとは思いますが、ぱっと読むと、いや、今のままやっていけばいいんだねと。どこを変えろということは明確に書かれていない。つくってから非常に期間が短いので今いじる必要はないというのも一つの答えだと思うんですが、一方で、新たに明らかになって足りなくなっているところ、例えばロードマップをやったときに足りないと思われるようなところに関して、これらはもっと推進すべきだと。少なくともポイントのようなものはちゃんとはっきりわかるように書かないと、少なくとも国民が見たら、これは今のまま、ただやっていけばいいんだねと。要するにどこかもっとお金をつけるべきということもないし、どこか絞るべきということも何もないんだねと、こういうふうに見えるような気がするので、絞るものはないというのはそれでいいと思うんですが、さらに進行しなくちゃいけないところに関しては、明確にわかるように書かないと国民は「そうですね」というふうになるんじゃないかなという気がします。

○高村部会長 わかりました。ありがとうございます。多分書かれているんですけれども、ちょっと書きぶりの問題かなと……

○渡邊主査 先生のおっしゃるとおりなところがございますので、めり張りをつけた書き方をもう少し工夫させていただきたいと思います。

○松田委員 私も一つだけ。今、国民の側というお話でしたので関連で、具体的に言いますと、いつも原子力の分野では I T E R 機構に派遣する人がなかなかいないとか受けられないという

ふうに言われているんですが、9ページの評価のところ、評価の4行目で「ITER機構に多くの日本人を派遣していることは評価できるが」と、本当にこれ評価されているんでしょうか。素朴な質問なんです。

それから、23ページのところで社会への発信ですけれども、六ヶ所村の説明会をやっているとか出張授業や施設の受け入れをやっている積極的に取り組んでいるというんですが、私たちから言ったら積極的に取り組んでいるとは思えないんですよね。こういうところでも情報共有を図っていると言っていますけれども、本人たちは図っているかと思っっているかもしれないけれども、社会はどう評価しているかというところが書き込まれていないので、評価のところではもう少し厳しくしないといけないんじゃないかなと。じゃないと先生がおっしゃったように、何か仲間をつくって仲間を書いて、社会はどう評価するかというところは甘いかなと。大事な技術ですよ。しかも長期にわたる必ずしなければいけない技術で、50年までに400ワットぐらいですか、発電できる量。でも、それでもやらなきゃいけない技術ですよ。そのところでもっともっと頑張る目標設定なども国民としては見せていただきたい。なぜかという、たくさんのお金がそこにかかっているということが事実だと思うということなんですけれども。

○高村部会長 ありがとうございます。一番最初の件については、ちょっと文言として……

○渡邊主査 ちょっと考え直します。

○高村部会長 実態とちょっと違うかなと。

○松田委員 もう一つなんですけれども、私やはりITER機構へどんどん日本人の方がお入りにならないと、日本は多分出資金が多いんですよ。20%やるといって8%の人材しかいないというところ、ここをどうやって埋めていくかというのもこれもやはり先生方を含めて戦略を考えていただかなければいけないと。そこに先生がおっしゃったような人材の育成のロードマップというものがあるんじゃないかなと。それがまさしく評価の一つになるんじゃないかなと思うんですけれども。

○高村部会長 それも多分書かれていると思うんですけれども、ただ、書き方が非常に弱いというかわかりにくいところがあると思うので。

○常松委員 それは全くそのとおりだと思うんですが、ただ、そうできない、そうならないという社会事情のほうも勘案しないと、例えば年金がつかないとかそういった具体的な問題で動かないところがあるんです。

○松田委員 それがきっかけになるといいと思うんです。

○常松委員 いわゆる労働市場の流動化が何で起こらないんだというところに結局帰着する。それがなおかつグローバリズムに何で結びつかないのかというところに帰着するので、研究者、それも核融合の中だけで議論すると、何かITERの関係者だけが努力していないというんですか、日本の社会が必ずしもそうならないというところが一つ大きな問題なんだろうと痛感しています。特に原子力については、そういう色彩が、いや、日本だけじゃないんだと思うんです、そこは。必ずしもグローバリズムに乗らない部分がある。国際協力だからといってすぐグローバリズムに飛びつくのはいかがなものかという私は逆の立場も考えるので、そのところの表現は人数が足りないということだけを強調しない方がいいような気がいたします。

○高村部会長 確かにそうなんだけれども、国民の立場からするとやはりそういう意見が出ると思うので、今、常松委員が言われたことも記述しながら、なおかつ戦略が大事であると、そういうことでしょう。

○松田委員　そういうこと。本音で書いていかないと。

○高村部会長　わかりました。

○原技術開発研究所長　松田委員に私の意見をほとんど言われてしまったんですけれども、我々事業者側で、我々原子力をやっている事業者側の責任もかなりあるわけなんですけれども、私は原子力をやっている人間ではないんですけれども、やはり原子力というものの全体を見ると、やっぱり若干というか、かなり閉塞感がありまして、いわゆる我々としての非常に不適合的な問題もあるんですけれども、例えばもんじゅの問題とか、先がどうなのかなというのが非常になかなか見えにくいと。そういった中で、やはり核融合というのはまだわからないんですけれども、何かエネルギーの光が見えるような感じがするんですよね。ですから、核融合の中だけで議論をするんじゃなくて、やっぱり原子力の一連の中で、この先には核融合だという可能性も開けるかもしれないというような書き方で、特に社会への発信とかそこら辺のところを少し全体の中での核融合という見方で少し意識を持てる。そういう意味で国民とか社会に対して見える化をしていくというような努力も必要なかなという観点でちょっとコメントさせていただきました。

○高村部会長　ありがとうございました。先ほど山下委員もご指摘の点で、この点もやはりきちんと報告書の中に記述していくということが必要かと思いますね。ありがとうございました。

岡野さんもし何かありましたらコメントをいただいても結構でございます。せっかく出てきておられるので。

山下委員、どうぞ。

○山下委員　ありがとうございます。今とても上手に私が申し上げたかったことをまとめていただいたと思うんですが、関連いたしまして、26ページのほかの科学技術分野や社会への貢献というところがまさしくそこに関連するところだと思います。やはり人材育成だけでなく、技術分野での貢献ということで関連性を持たせるということと、長期的に続かなければいけないものの横の連携あるいは協力といったようなところをかなり強調するような形にすれば、核融合だけ孤立したもの、あるいは閉ざされた世界というのがなくなるのではないかなというふうに素人目からは感じます。

あと、閉塞感というのは原子力の関係者とお話をいたしますと、非常に切迫感を持って感じられていると思います。どうしても閉じ込められているというふうに思われているので、何か先ほどおっしゃった光といったもので核融合というのは大きな希望がある技術という明るい印象をどうしても素人目から期待するのですよね。ですので、そこをうまくつなげる、アピールするということがやはり重要なこと。そういたしますと、若い学生さんが原子力分野に踏み込んでこない。原子力分野へ踏み込むということは、その閉塞された社会への一歩だというふうに思ってしまったら、もう全然先が見えませんので、30年人材育成にかかるのであれば、最初の一歩をうまく今すぐ切り出さなければいけないということで、そういう意味で非常に重要だと思います。

○高村部会長　どうも非常に見識の高いご意見だと思います。ありがとうございました。

ということで、まだ多分多々あるかと思いますが、これ何らかの形で、メールでいろんな意見を細かいことまで含めて今の案を提示させていただいたので、それでこちらの事務局のほうに寄せていただくようなシステムで、できるだけブラッシュアップをしていきたいと思っています。という作業を次回の委員会までにやって、次回にかなり完成版に近いものを仕

上げていくということによろしいでしょうかね。

どうもいろいろありがとうございました。それでは、ちょっと時間が過ぎつつありますが、最後にその他というのがございまして、文部科学省のほうから6月17、18日に行われたITER理事会の開催結果について、これも有林協力官からよろしくお願いします。

○有林国際原子力協力官 それでは、定刻を過ぎておりますので、簡単にご説明させていただきます。資料15-4を用いてご説明させていただきます。

今、部会長からご説明がございましたように、6月17日と18日に青森県において第2回のITER理事会が開催されました。主な議題といたしましては、3. にございますが、ITER計画ベースライン文書の提案と、ITER協定の新規加盟のガイドラインが議題の中でも特に大きなものでございます。

それぞれ内容につきましては、2ページ目になります。2ページ目の中段にITER計画のベースライン文書の提案というのがございますが、そもそも現在のITERの設計自体は2001年の工学設計を受けた形になっておりましたが、サイトが決定したこと及び2001年から現在にわたる科学技術の進展等を踏まえまして、設計がレビューされました。その形がITER機構からベースライン文書という形で提案され、ITER理事会においてこれが承認されました。その具体的内容といたしましては、エネルギー増倍率が $Q=10$ で400秒のプラズマを満足する設計ということと、あわせてスケジュールに関しましては、2018年にファーストプラズマを点火するということをターゲットにしたスケジュールとしていくということで参加国の合意が得られております。

また、コストの面につきましては、ITER機構の管理費等を含めまして今後専門家において精査が行われるということになりまして、こちらについては次回の理事会に先送りという形になってございます。

また、あわせて2つ目の新規加盟の条件でございますが、現在ITERは日本、ヨーロッパ等の7極が加盟しておりますが、これ以外の国の建設の初期の段階での加盟条件についてガイドラインを策定し、それを承認いたしました。具体的にはカザフスタンが加盟の意思を表明しており、これにつきまして、今後正式にカザフスタンとの調整を進めるということでITER理事会として承認をしております。

以上、簡単でございますが、ご説明させていただきました。

○高村部会長 ありがとうございます。ということで、ITER理事会はカダラッシュと我が国との間でほぼ交互に行うということで、今回は青森で行われたということでございます。

ただいまの報告に関して、何かご質問とかございますでしょうか。

それでは、もしございませんようでしたら、今日の議題は全部終了いたしました。ありがとうございました。

それでは、事務局のほうから何かございますでしょうか。

○渡邊主査 次回の日程につきましては、日程調整の上、改めてご連絡させていただきたいと思っておりますので、またご協力よろしくお願いいたします。

以上でございます。

○高村部会長 それでは、長い時間にわたってご議論ありがとうございました。

きょうはこれで閉会にさせていただきます。どうもありがとうございました。

午後4時09分 閉会