

原子力委員会 核融合専門部会 ご意見を聴く会
議事録(案)

1. 日 時 2008年11月7日(金)13:30~16:55

2. 場 所 つくば国際会議場 大会議室102

3. 出席者

招へい者

時松氏、永山氏、神田氏

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、常松委員、
寺井委員、原委員、三間委員、山下委員

原子力委員会

近藤委員長、田中委員長代理、松田委員、伊藤委員

内閣府原子力政策担当室

土橋参事官、牧補佐、渡邊主査

4. 議 題

(1)開催趣旨説明

(2)第1部:ご意見発表者との意見交換等

①核融合研究開発の現状と報告書(案)の概要について

②ご意見の聴取

○時松宏治 (財)エネルギー総合工学研究所主任研究員

○永山悦子 毎日新聞社科学環境部記者

○神田久生 つくばエキスポセンター運営業務部長

③部会構成委員との意見交換

(3)第2部:会場に参加された方々からご意見を頂く

5. 配布資料

資料第1号 核融合専門部会報告書(案)概要

資料第2号 原子力政策大綱等に示している核融合研究開発に関する取組の基本的
考え方の評価について(案)

資料第3号 時松宏治様ご発表資料

資料第4号 永山悦子様ご発表資料

資料第5号 神田久生様ご発表資料

資料第6号 参加募集時に頂いたご意見

参考資料 原子力委員会パンフレット

(土橋参事官) 皆様、こんにちは。本日は原子力委員会核融合専門部会ご意見を聴く会に御参加いただきまして、まことにありがとうございます。

本日の司会を務めさせていただきます。私は内閣府の原子力担当の参事官をしております土橋と申します。よろしく願いいたします。座って進めさせていただきます。

本日の会の開催に先立ちまして、原子力委員会の近藤委員長より御挨拶をさせていただきます。委員長、お願いいたします。

(近藤原子力委員長) 近藤でございます。本日は原子力委員会の核融合専門部会のご意見を聴く会を御案内いたしましたところ、多分御多用中と思えますけれども、御参集いただきましてありがとうございます。もう少し参加人数が多いのかなと思いましたが、

原子力委員会につきましては、お手元の資料の中に「原子力委員会」という色刷りの紙が入っておりますが、要すれば我が国の原子力の研究開発及び利用に関する政策あるいは重要な事項について企画、審議、決定する責任を負っている、俗に言われる原子力政策を決めるという、そういう仕事を仰せつかっているところでございます。この資料を開いていただきますとありますが、現在は私ども2005年に決定いたしました原子力政策大綱というのを我々の政策のよりどころとして、関係各位に各省庁あるいは民間の皆様にもこれを尊重して政策なり、事業なりをお進めいただくということをお願いしてきているところでございます。

我々としてはただ決めて、それでお終いということではなくて、そのページの一番右下にありますように、政策大綱にも明記しておりますが、この施策というものを適宜に評価いたしまして、我々が決めたことが間違っていないか、あるいは我々の決めたことの思いが現場に伝わっているかどうかということについてチェックし、適宜、適切にご意見を申し上げるという活動をしてきており、これが政策評価と呼ばれる活動でございます。この研究開発政策、その中でも核融合の分野の取組につきましては、核融合専門部会というのを設けまして、評価の作業をお願いしてきているところでございます。その結果として、評価の報告書のドラフトができ、今、パブリックコメントに付しているところでございます。紙による意見のみならず、併せて、直に御意見を聞くという、そういう場を設けることが大切かと考えまして、本日、このような企画をさせていただいたところでございます。

皆様におかれましては半日、少し時間が長いですが、ぜひ忌憚のない御意見をこの機会に表明していただけることを心から希望するところでございます。私どもが何回かこういう催しをやった中で、多分、今回は一番部会の先生方の御参加が多い会合かと思えます。先生方の本来の役割は、会場の皆様の御意見をお聞きして、その御意見のゆえんを理解し、我々の部会の報告書の参考にしていただければということかと思えます。報告書のファイナリゼーションの参考にしていただくということでございます。しかし、先生方も何かおっしゃりたいこともたくさんあるに違いないと思って、司会のそちらの先生によりしくお世話いただいて、十分なコミュニケーションができるのがいいのかなというふうに思っています。よろしく願いいたします。

私からは以上でございます。

(土橋参事官) 委員長、どうもありがとうございました。

それでは、会議に入ります前に、本日、お集まりいただきました御意見発表者の方々、それから核融合専門部会の委員の先生方、さらに原子力委員会の委員を紹介させていただきます。

初めに、御意見発表者の方々を御紹介いたします。

財団法人エネルギー総合工学研究所主任研究員の時松宏治様でございます。

毎日新聞社科学環境部記者、永山悦子様でございます。

つくばエキスポセンター運營業務部長の神田久生様でございます。

続きまして、核融合専門部会の委員の先生方を御紹介させていただきます。核融合専門部会は原子力委員会の下に置かれている下部組織でございます。専門委員の方々14名、それから原子力委員会委員5名、合計19名で構成されております。そのうち、本日、御出席の委員の方々を御紹介させていただきます。

まず、初めに部会長をお務めいただきでございます愛知工業大学工学部電気学科教授の高村秀一委員でございます。

九州大学応用力学研究所教授の伊藤早苗委員でございます。

国立環境研究所環境研究基盤技術ラボラトリー長の植弘崇嗣委員でございます。

筑波大学大学院システム情報工学研究科教授の内山洋司委員でございます。

東京大学大学院新領域創成科学研究科教授の小川雄一委員でございます。

日本原子力産業協会政策本部調査役の尾崎章委員でございます。

日本原子力研究開発機構核融合研究開発部門長の常松俊秀委員でございます。

東京大学大学院工学系研究科原子力国際専攻教授の寺井隆幸委員でございます。

東京電力株式会社技術開発研究所所長の原築志委員でございます。

大阪大学レーザーエネルギー学研究センター教授の三間罔興委員でございます。

日本エネルギー経済研究所地球環境ユニット総括研究主幹の山下ゆかり委員でございます。

続きまして、原子力委員会の委員をご紹介させていただきます。

先ほど御挨拶いただきました近藤駿介委員長でございます。

それから、委員長代理の田中俊一委員でございます。

松田美夜子委員でございます。

伊藤隆彦委員でございます。

以上で御意見発表者、専門部会の先生方、原子力委員会委員の紹介を終わります。

続きまして、本日の会の進行でございますが、本日の会は第1部、第2部と二部構成に分かれてございまして、第1部は内閣府より核融合研究開発に関する概況説明、それから専門部会の報告書(案)の概要について御説明し、その後、本日、お越しいただきました発表者3名の方から御意見を頂いた後で、意見交換を行いたいと思っております。第1部は1時間10分程度を予定してございます。第1部終了後、20分間程度、休息を挟みまして第2部を行いたいと思っております。第2部は御来場の皆様方から御意見をお伺いし、それについてまた質疑応答等を進めたいと考えてございます。第2部の進行方法などにつきましては、また、第2部の初めに改めて御説明させていただきます。

事務局からの説明は以上でございます。

以降の進行につきましては、高村部会長にお願いしたいと思っております。

それでは、高村部会長、よろしく願いいたします。

(高村部会長) 御紹介にあずかりました核融合専門部会の部会長を仰せつかっております高村と申します。本日はお忙しいところ、たくさんの方に集まっていただきまして御礼申し上げます。

このご意見を聴く会というのは、私ども核融合専門部会が取りまとめました「原子力政策大綱等に示している核融合研究開発に関する取り組みの基本的考え方の評価について」ということで、「(案)」がついておりますけれども、皆さんのお手元にも行っているかと思えます。

これを御紹介するとともに、現在行っている意見募集の一環として核融合研究開発全般、それから先ほど紹介しました報告書(案)、これに関する御意見を専門部会の委員が直接、皆様からお聞きするというを目的としております。お伺いした御意見、御発言を今後の専門部会での報告書の完成に向けて取り入れさせていただいて、完成させていきたいと思っております。ということで、今日は時間の許す限り、できるだけ多くの方々から広く御意見をお伺いしたいと思っております。御意見を伺うということが第一義でございますけれども、御発言いただいた趣旨の確認などのために専門部会の委員の方から若干の質問とか発言をさせていただく場合もあります。本日のこの会が専門部会の今後の検討に役立つ対話の場となりますように、皆様の御協力をお願いして、挨拶とさせていただきます。

それでは、早速、事務局から核融合研究開発の概況と、それから専門部会報告書について御説明をお願いしたいと思います。よろしく申し上げます。

(牧補佐) 事務局の内閣府の牧と申します。

それでは、資料1号、それから報告書自体は資料2号になりますが、これに沿って御説明を差し上げたいと思えます。

まず、核融合についてです。核分裂と核融合、原子力のエネルギーを取り出す方法はこの2つがございます。核分裂という方法自体は、ウランなど重い原子核を分裂させることによってエネルギーを取り出す方法であり、既に日本でも40年以上の実績を持って、原子力発電に使われてございます。核分裂は実績は十分ございますが、核分裂生成物などの廃棄物の問題ですとか、ウランやプルトニウムという機微な物質を使うということもありながら進めているところでございます。

核融合につきましては、これからの技術ということでございます。太陽の中で起こっている現象と考えていただければと思いますが、軽い元素が融合することによってエネルギーが出てくるというものであり、こちらの図では重水素というものと三重水素(トリチウム)というものが融合した場合の図を出してございます。融合することによってエネルギーが発生するとともに、中性子、ヘリウムが出てくるという、こういう原理を使ってエネルギーを取り出していこうというのが核融合でございます。

次に核融合エネルギーの利点でございます。1番に書いてございますが、燃料資源が豊富に存在するというところでございまして、海水中に非常に豊富に存在するものでございます。例えば石油などですと地域遍在がございまして、当然、資源の限りもございまして、そういうものに比べて豊富に資源が存在するというような利点がございまして、それから2番目に高い安全性ということです。原理的には暴走しないということで、元栓を締めれば反応が止まるということ、それから燃えかすはヘリウムという安全な物質であることなど特徴がございまして。

そのほかの特徴といたしましては、化石資源を使わないということです。発電過程で二酸化炭素が発生しないということすとか、エネルギー発生率の高さ、高レベルの放射性物質が生じないこと、それから核不拡散の問題が発生しないということなどから、地上の太陽を実現させるということで、エネルギー問題の抜本的な解決ということが期待される技術でございます。

もちろん、素晴らしいことばかりでもなく、安全の問題の課題というのが幾つかございます。トリチウムという物質を使う場合がありますけれども、それは放射性物質ですので、それを安全に取り扱っていかねばいけないという課題があります。また、核融合を起こしますと中性子が出てきますが、中性子が物質に当たることによって放射性物質ができてしまう放射化という現象が起こることなどがあります。そうすると、放射化廃棄物というのが出てきてし

まうというような解決していくべき課題もございます。

まず、核融合反応を起こさなければならないわけですが、核融合の起こし方といったしましては上のほうに書いてございますが、燃料を1億度以上の高温のプラズマと言われるような反応しやすい状態にした上で、そのプラズマを一定範囲に閉じ込めるということが必要になります。そのため、閉じ込め方式というのが重要になって参ります。

今、世界中でいろいろ研究されている閉じ込め方式としては、大きくここにございます3つ、トカマク型、ヘリカル型、レーザー型というのがございます。

トカマク型と申しますのは、ドーナツ状の容器を使って電流と磁場を組み合わせるプラズマを閉じ込める方式ということで、後で御説明いたしますが、ITERですとか日本原子力研究開発機構でやっておりますJT-60というような装置などで研究をされてございます。

ヘリカル型という方法は、らせん状のコイルをつくりまして、その磁場でプラズマを閉じ込めるという方式、これは岐阜県にございます核融合科学研究所というところで研究がされてございます。

それから、磁場閉じ込めとは別に慣性閉じ込めというのがございまして、レーザー型と呼ばれております。四方八方からレーザーを当てて急激に加熱をするというような方法、大阪大学などで研究がされてございます。

核融合の研究の進展について図をつくりましたけれども、グラフ横軸が温度、縦軸が閉じ込め能力と考えていただければいいかと思えます。このグラフの左下から右上のほうにどんどんいけば、核融合発電の実現性が出てくるということになります。これまで研究をどんどん進めてきてまして70年代、80年代、90年代とどんどん右上にグラフを進めています。これは世界中が競争・競合しながら進めてきたところでございます。

右側にエネルギー増倍率と書いてございます。核融合という現象を起こさせるためには、エネルギーの投入が必要でございます。投入するエネルギーよりも核融合で出てくるエネルギーが多くなると、エネルギーを取り出すという意味では意味をなしませんので、Qというこの値、これが重要になってまいります。トカマク型におきましては $Q=1$ を既に達成してございまして、ヘリカル、レーザーについては $Q=1$ を達成すべく研究が進められています。青いラインのところは $Q=1$ のところでございます。1から Q が30くらいになると、核融合発電が現実性を帯びてくるわけです。そこに向けて現在、研究が進められているという状況でございます。

原子力委員会、私どものほうでは、これまで1960年代から核融合の研究開発の計画というものを策定してきたわけです。これまで基礎的なところから第二段階、第三段階と科学的実現性、技術的実現性を高めるべく段階を経まして、現在、第三段階の計画の中にあると考えていただければと思えます。この技術の実現性というものを確認した上で、原型炉、実用炉とこういうのを目指していくというような段階になってございます。

現在、核融合専門部会で御検討いただいているわけですが、平成17年10月に報告書「今後の核融合研究開発の推進方策について」というものを取りまとめまして、その時点での核融合研究開発の状況をレビューした上で、その推進方策をまとめたわけでございます。その後の状況変化を踏まえて、昨年10月より新たに調査審議を開始いたしまして、現在、資料2としてお配りしてございます報告書(案)をパブリックコメントにかけているような段階でございます。その報告書(案)へのコメント募集の過程の中で、今回のご意見を聴く会というのが位置づけられてございます。

少し資料2を少し御紹介いたします。目次を御覧いただければと思えますが、3章のところ

がメインのパートでございますが、それぞれトカマク型、ヘリカル型、レーザー型の研究開発について、それから、総合的に核融合の研究開発を維持・発展させるための人材育成等について、それぞれ進捗状況とそれに対する評価というものをまとめてございます。本日の私のプレゼンテーションでは、最後の4章の結論のところを中心に御紹介をしていくことになるかと思っております。

まず、報告書にもございますが、ITER計画、それから幅広いアプローチ活動について御説明いたします。

ITER計画というものが現在進んでございまして、国際的な核融合の実験炉を国際協力で作ってこうというものでございます。これは1980年代からずっと議論をされてきてまして、国際協定が昨年10月にやっと発効したところでございます。日本、ヨーロッパ、アメリカ、ロシア等々の参加を得まして、進められているところでございます。計画としては建設10年、運転20年、除染5年というような長期にわたる計画ということになってございまして、建設地はフランスのカラダッシュというところに決まっております。

経費といたしましては2006年時点の計算でございまして、1兆7,000億というものになります。日本の分担割合については、ここに書かれているようなパーセンテージということになってございます。ITER計画の中では、ここに括弧書きで書いてございまして、発電の実証まではしないということで、核融合反応を起こし、コントロールしていくという部分に焦点を当てたような計画だと考えていただければと思います。

それから、右側のほうでございまして、幅広いアプローチということで、ITER計画と並行いたしまして日本とヨーロッパの2つの極で協定を結びまして、10年間の研究プロジェクトを進めているところでございます。920億円を日欧で折半するというので、研究施設を日本につくるような、ここに書かれているようなプロジェクトが進みます。これを幅広いアプローチ、ブロードアプローチということで我々はBAと呼んでございまして、この2つが進んでいるところでございます。

ITERとBAに関しては、国内におきましては文科省、原子力委員会のこの部会、それからITERの国内の実施機関としては日本原子力研究開発機構でございまして、それに学术界、産業界の意見も集約していくために、核融合エネルギーフォーラムというようなグループが作られてございまして、オールジャパンの体制で国際的なプロジェクトに参加してございます。なお、国際機関のITER機構では、機構長が日本人の池田さんという方が務めているところでございます。

報告書でございまして、結論のところ、33ページのところに書いていらっしゃるのを御紹介しておりますが、ITER、BAに関しましては協定が発効し、今、いろいろと進んでいるところです。ここに書いてございまして、ITER機構における日本の人材枠というのがまだ有効に活用できていないという状況です。現状8.5%なんです、人材枠として18%までITER機構に派遣できます。そういう状況の分析等を行いまして、提言といたしましては、それぞれの計画を最大限の成果が得られるように連携を図りつつ、計画的に進展させようという点、それから優秀な人材の確保、知的財産・ノウハウの確保等についての指摘を報告書でしてございます。

それから、トカマク型以外についてでございますが、ヘリカルという先ほど出てきました方式については、核融合科学研究所のほうでこういう大型ヘリカル装置、LHDという施設をつくってやってございます。模式図がございまして、この図の中には人間の大きさと比較してございまして、巨大な装置で、平成10年から本格的な実験を開始してございます。主な

成果はこちらにいろいろ書いてございますが、世界のトップの実績をあげているというような施設でございます。今後もプラズマの高温・高密度化を目指したようないろいろな発展をさせていく予定だと聞いてございます。

それから、もう一つレーザーの方式でございますが、大阪大学の施設の写真を紹介してございます。こちらにつきましてもプラズマの温度ですとか、世界トップクラスの実績をあげている施設でございます。FIREX計画と書いてございますが、更に高度な研究を進めているところでございます。

これらレーザー、ヘリカル型は学術研究というような位置づけになってございますが、日本の核融合研究、今まで紹介した機関以外のところでもいろいろなところで研究されてございます。特にプラズマの研究がいろいろなところでされています。各地区の各大学で様々な研究がされているところでございます。

報告書では、レーザー、ヘリカルについては核融合の選択肢を広げる観点から、研究開発が実施されていると書いてございます。提言のところでは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を評価をしていくべきというようなところ、それから学術という面の広がり、革新性や厳密性を評価していくような文化を醸成していく必要があるというようなことを述べてございます。

それから、核融合につきましては核融合炉発電以外にも、この研究をすることによってさまざまな波及効果が出てきているところでございます。詳しくは御紹介いたしません、液晶画面製造ですとかガス分析、ハードディスク等々がございまして、さまざまな波及効果をあげているところでございます。

それから、予算の話をし少ししかしてございませんでしたが、ここはITERの分担金ですとか日本原子力研究開発機構、それから核融合科学研究所の予算、ここ3年ほどの推移を挙げてございます。全体の原子力予算が余り伸びない中、核融合に関しては着実な伸びを見せているというところであり、特にITER関係のところにつきましても、着実な伸びを見せているというところでございます。

報告書では研究開発体制に関しましては、主な提言といたしまして、核融合という分野に限らず、関連する広い科学技術分野と連携協力をしていき、人材の育成、交流などをしていくべきだという点、それからオールジャパンの体制強化を図っていくべきだというような視点、それから社会への発信についてというところにつきましても、核融合を実現していく上では多大な税金を投入していかなければいけないわけですが、それに関して、核融合の意義を説明する努力をもっとしていかなければいけないという点、それから国民に納得していただけるように説明していくため、安全性、環境、社会への適合性、そういうような点についても一層の取り組みが必要だというような指摘をしてございます。

最後の資料でございます。現在、実験炉という段階でございますが、技術的な条件がいろいろございますけれども、そういうものを評価した上で次の段階、原型炉と呼ばれるような段階に進めていくというような点でございます。それに当たって選択と集中というような考え方に基づき、効果的、効率的な資源配分を行っていくことが不可欠だというような、こういう指摘をしているところでございます。

私からの説明は以上でございます。

(高村部会長) どうもありがとうございました。

続きまして、本日、お越しいただいた御意見発表者の皆様から、御意見をお伺いしたいと思います。それぞれ御発表の時間は15分程度でお願いいたします。初めにお三方から順

番に御意見を伺った後に、部会構成員も含めて質疑や意見交換をさせていただきたいと思っておりますので、よろしくお願いいたします。

それでは、まず最初に時松様にお願いしたいと思います。

時松様は、地球環境問題やエネルギー問題などを御専門の研究者として御活躍されておられます。本日は将来のエネルギー需要や温暖化対策といった側面から、将来のエネルギー源として期待される核融合に対して御意見を述べていただきたいと思います。

それでは、よろしくお願いいたします。

(時松氏) 御紹介にあずかりました時松でございます。よろしくお願いいたします。

私のプレゼンテーションは、社会の問題の一つとしまして核融合開発推進の是非ということで発表させていただきたいと思っております。私自身はエネルギー環境問題を評価するような立場で、日夜、仕事をさせていただいております。今回みたいな公聴会の場はどうも1回しかないということですので、私個人ということよりも私が普段おつき合いさせていただいている研究者の方だとか、あるいは産業界の方から、どんなお声が聞こえてくるのかという話を御紹介するというのを1つ考えております。それから、そもそもこういった公聴会の場ですので、一般の方の目線で見たときに、どんな話があるかということ、日夜難しいサイエンスに取り組み、核融合開発を進めていらっしゃる方に、何とかわかりやすく説明させていただくというつもりです。このような観点でプレゼンテーションをつくらせていただきました。

私のスライドは8枚ございまして、構成は1から5までになってございます。まず、最初、論点といたしまして核融合開発のお値ごろ感ということでスライド2枚目、それから開発されていらっしゃる方の考え方、想像ですけれども、それをスライド3枚目、それから、私が普段見聞きするような、社会の方からはどういうふうに受けとめられているのかなという伝聞についてスライド4枚目です。資料の表は大体一般的に言われていることを御説明しております。裏にまいりまして、スライド5、6、7がいわゆる私が普段仕事しているようなところで出てくるような判断材料として御提供させていただきまして、スライド8の提案のところは私個人的な意見というものです。

まず、最初の論点のところでございますが、核融合開発のお値ごろ感ということで、シーソーみたいなイメージで描いてございます。いわゆる核融合を開発したときに、どれだけお得なんですかねというようなことに関して書いています。資源とか環境制約の打破に役に立つから、難しい技術開発をやっているんだけれども、技術開発は社会にどのように役に立っているのというところが、大体お得感に近いところとして聞かれるものです。一方で、そもそも核融合って何なのとか、どんな特徴を持っているものなのとか、まだできていないよねというところから、どっちかというと特に温暖化みたいな話題に比べると、余り関心を持たれてなくなりつつあるというようなところもございまして、また、特に過去50年間、それから、今後も更にまた50年間ぐらい、これも世界の国際協力でやっていくという意味で、有意義だとは思いますが、莫大な開発費用がかかりますねということが全般的に皆さんが認識されていらっしゃるところでございまして、世間的な感覚からすると、どちらかというとお得感よりも割高感のほうが強いのかなというような印象で書かせていただいております。

1つ少し補足しなければいけないなら、ここに「感」と書いてございまして、あくまでも感覚でございます。本当ならば、例えば金銭なりに直して、核融合開発を進めることによる便益、それから、その費用をお金に直して比較するというのが本当は王道でございます。しかし、例えばそういう評価ができる程に核融合が十分に進んでいるというわけでもありませんし、そういう技術をすべて横並びに統一的に評価したというものは、実は世の中ありません。そ

ういうわけで、核融合開発をされていらっしゃるサイエンティストの方からすると、まだ、このような評価自体がまだ研究されていないというのも確かなところでございます。

ほぼ同一時期に国際舞台の問題として出てきた地球温暖化に関しましても、実は結構費用便益分析というものがなされておりますが、皆さん御存知かも知れませんがスタンレビュ―一つをとってみても、意見というものはかなり分かれているということもでございます。きちんとそういうサイエンスの面でこういう費用便益を分析して、核融合を進めるべきか否かということについては、まだ実は研究は十分進んでいないというところでありまして、それは自分自身の仕事かもしれませんが、まだ、それが十分できていないというふうに考えております。

下のスライドに行ってくださいまして、開発されていらっしゃる方の考え方、これは想像で書いてございますので失礼があったらお許し願いたいのですが、ポイントは大体この3つになるのかなと考えております。1つ目は、過去50年間、日本が世界をリードし、ゼロから開発してきた巨大な自主研究開発ですよということです。これは大変すごい意味があることだなと私自身も当然思っております。2つ目にITER計画に向けて、トカマクを中心とした国内開発体制をようやく構築したということです。3つ目として、核融合が科学から、夢ではなくて現実のエネルギーの開発段階にいよいよ達したということです。したがって、今後も継続的に年間数百億円の投資を続けてくださいということ、端的に言うと、こういうことなのかなと想像しております。

一方、次のスライドには、社会の側の受けとめ方を示しており、伝聞形ですがけれども、大体この5つになるのかなと思います。これは純粋にこのようなことを聞く場合と、要するに懐疑的に否定的に聞く場合、答えを決めつけてこれはないよねという言い方と、3パターンぐらいで聞かれています。長い間やっているけれども「いつできるの」とか、「役に立つの」とか、できたら何ができるのというところから、「幾らかかるの」ということがあります。それから4番目は余り聞かれませんが、「安全なのとか危なくないの」とか、これも時々出てきますが余り心配されてはいないようです。5つ目として、多分比較的最近出てきている話ですが、「間に合うの」というのがあり、どういう意味で言っているかという、例えば温暖化対策とかで核融合は使えるのというような、そういった意味です。多分、とある自動車メーカーさんが21世紀に間に合いましたというようなことを言っていますが、そこら辺から出てきているのではないかなというような印象があります。

そして、大体そういう話をするとき、大体私が見聞きする範囲で、皆さんが思っているのは、こういうことはよくわからないけれども、大金がついているんだよねというようなことが多いという印象を持っております。

先ほどのシーソーの絵で①、②、③とつけたところの関係する資料を御説明させていただきます。

こちらのスライドは、いわゆる資源とか環境制約の中で、こういう核融合は役に立つのかということに関して、関連するデータを載せてございます。いわゆる核融合に限らず、オイルショックのときから地熱発電だとか太陽光発電とか、さまざまな技術開発がされて進めてこられました。そのときには、やはり石油が無くなるというところから世間的な騒ぎも大きかったわけなんですけれども、いわゆる石油がいつなくなるかということに関して、皆さんもよくご存じのように、そういうピークが来るというのはもっと先の話になっているというのが1つございますし、エネルギーは、今でもやはり一次エネルギーの使用は石油かもしれませんが、当然、天然ガスであるとか石炭であるとか、新エネルギーとか、原子力もたくさんあるわけでございます。

そういった中でいわゆる資源の制約だけではなくて、社会が問題と認識している地球温暖化についても、対策のシナリオの検討をやっておるわけですし、それが例えばIPCCの報告書とかに出ているわけでございます。それが右のほうのスライドでございます。カラフルなスライドになってございますけれども、100年後までのCO₂の排出のシナリオがあるわけでございます。

さまざまそういったシナリオの中で、こういった技術を組み合わせて、こういう削減シナリオを書いていくかといったときに、まだ核融合が入ってなくても、とりあえずそういう対策のシナリオはできているというわけでございます。21世紀後半から仮に今の原子力と同じように、ある程度核融合の導入が進んでいけば、資源だとか環境の制約の打破には多分役に立つだろうと私も思っております。そして、こういう外の方も含めて21世紀とか、それより先に核融合の導入が期待されていると考えております。

どういうことかということ、言いかえると100年以上先のことはわからないけれども、いろんな技術開発も進んでいくだらうね、そういったときには多分核融合みたいなものも入ってくるだろうね、というような感じの言い方で期待はしているというわけでございます。ただ、100年の先のシナリオに関していうと、核融合がなくてもシナリオは十分描けているというのが現状でございます。

次のスライドをお願いします。

そもそも核融合の基本的な特徴とはどのようなものであるのかということに関しては、実はかなりスタディーが不足しているというふうに思っております。データ自体が少ないというのが最大のポイントなのでございますが、大きく特徴的に2つに分けることができるかと思っております。1つは発電プラントとしての特徴なのでございますが、先ほどの御説明がありましたように、原子力とか再生可能エネルギーと同様に、最近の言葉で言うとニア・ゼロエミッションということなんです。あるいは特徴的なこととして、相当量のレアメタルを使うだとか、ひょっとしたらほかのエネルギーチェーンと違って、大規模なエネルギーのサプライチェーンは必要ではないのではないかと、いろいろあるわけでございます。研究開発面の特徴は、何度も指摘されていますように、エネルギー生産の実証がまだできていないということです。また、研究開発が順調に行っても、やはり半世紀後に実用に供されるというところになります。こういう超長期、世界規模での公的な事業というのが特徴だと思います。

以前に比べますと、核融合がエネルギーとして実用に供されたときに、どんな姿になるのかというのは大分描かれてきてございますが、しかし、何といたってもやはり実機データがないので、それ以上の評価には耐えられないのかなと思います。それがあって議論が進まないというところがあるかと思っております。

次のスライドをお願いいたします。

3番目に、莫大な研究開発費についてでございますが、こちらのグラフは1974年からの過去30年間のIEA加盟国における研究開発費を示したものでございます。下から省エネ、化石燃料、緑が再生可能、赤が核融合、黄色が原子力というふうになってございます。核融合がIEA加盟国全体での投資額は、2005年時点で1年当たりで8億ドルとなっております。グラフを見ていただくとわかるように、再生可能エネルギーとか化石燃料資源と同じぐらいの投資額になるわけですね。

皆さんも御存じのように今のエネルギーの大半を占めている化石燃料と投資額が同じというのは、もちろん、それで不適切ということは何もないし、科学的根拠はどこにもないんですけども、一般的に言われているのはやっぱりこういうところがあるから、突出しているとい

う印象は否めないのかなというふうに感じております。

最後のスライドをお願いします。

最後、提案でございます。最初に申し上げましたように、幾つかこういうエビデンス自体はあるのですが、どれだけ進めるべきとか、あるいはそれに対してどれだけきちんとした科学的、定量的な根拠を持って言えるかというのは、実は、余りそういうスタディーは進んでいないというところがございます。核融合に限らず、さまざまなエネルギー技術の開発だとか、評価がありますが、それ自身についてもここで議論するというのではなくて、既にITERを中心として、こういう研究開発を進めるというのはある程度決まっている話でございますので、それをいかに開発していったって、よくなりますねというような印象を持ってもらうために、私が提案しているのがこの3つでございます。

1つ目は、やはり評価を充実していただきたいと思っているということでございます。あくまでもこれは例として書いているわけでございますが、意図するところは、例えば電気事業さんが核融合発電所を日本のどこかに立地させて、それを実際発電としてやったとき、どういう姿になるのかというのをやはりきちんとかけないと、なかなか議論が進まないのかなというのが1点目でございます。

2つ目は、あくまでも例として書いているに過ぎませんが、先ほども御説明ありましたように、核融合反応を起こしてエネルギーを取り出すということが目標で、開発を進めていってやるわけでございます。市民というか、我々からすると、要するにエネルギーを取り出してくれればいいわけですし、いつでもいいというわけではなくて、早くなおかつ安くエネルギーが取り出せるという仕組みはほかにはないのかというようなところについて、もう少しスタディーがあってもいいのかなと2つ目に書かせていただきました。

3番目は、人材育成の件でございます。これは時代の流れを逆行している意見ですが、最近に限らず、人材の流動化を図ることによっていろんなキャリアパスをつくるという話になってございます。これだけビッグプロジェクトでなおかつ長期のものであるならば、そういう流動性で3年先の雇用もわかりませんというようなことではなくて、きちんこの研究で骨を埋めるんだというぐらいの腰を落着けた、きちんと研究できるような場所をやはりつくっていただくのがすごく魅力的なことではないかなというふうに思っております。今の流れとしては逆ですが。

時間になりましたので以上でございます。

(高村部会長) どうもありがとうございました。

続きまして、永山様をお願いしたいと思います。

永山様は、毎日新聞社で科学技術や医療、環境分野などの報道を御専門に御活躍されておられます。本日は科学技術と国民との間のつなぎといいますか、そういう報道に携わっておられる立場から、科学技術コミュニケーションの在り方について御意見を頂きたいと思っております。よろしく願いいたします。

(永山氏) 皆さん、こんにちは。毎日新聞の科学環境部の記者で永山と申します。最初に少しだけ自己紹介をさせていただきます。私は1991年に毎日新聞社に入社しました。科学環境部におりますけれども、バックグラウンドは文系です。文系の中で科学をどうやって一般の方に上手に伝えていくか、正しく伝えていくか、そういったことで日々悪戦苦闘しております。この科学環境部には2002年から所属しています。

本日、なぜこういうところに私がいるのかということをも自分でも考えました。ちょうど2004年秋から2006年春まで、私は文部科学省の記者クラブに所属し、その時期は皆さん御承知のとおり、ITERのサイト誘致をどこにするかという議論が非常に佳境を迎え、そして結論

に至ったという時期でした。ITERの報道、ITERの取材というものを今日おいでの先生方にもさせていただいた経験があり、その経験をもとにお話をさせていただければと思っております。

それでは、スライドをお願いします。

最近では、便利なものができまして、キーワードだけで毎日新聞の過去の全記事を検索できるデータベースがあります。87年以降、核融合というキーワードで探した記事の本数です。縦軸は年間に何本に記事が紹介されたかということです。こちらにおいでの皆様は、きっと山になっているところで、あれがあったなということがすぐおわかりになると思います。91年から92年ごろというのはITERの工学設計が始まった頃だったと思いますし、98～99年ごろというのはアメリカがITERの枠組みから離脱するしないという交渉をやっていたころ、2001年ごろというのは各極のサイト候補地をどこにするかという議論が盛り上がっていたころ、そして2005年というのが先ほど申し上げたサイト地が決まった、そういう年でした。サイト地が決まった後の2006年、2007年、2008年は非常に報道量が落ちています。

次をお願いします。

先ほどはいわゆる本紙面といいますが、1面や社会面、科学面など全国に配達されるページに載った記事の本数でしたが、このグラフはいわゆる地域面、茨城面ですとか、あとITERの関係ですと青森面ですとか、そういった地域面に載った記事も含めて数字を出したものです。そうしますと、やはり2001年頃は国内のサイト地選びが非常に議論になっていたころですので、先ほどよりも格段高い山になっております。それにしてもやはり2006年以降は非常に報道量が減っています。

この状況を何と比較するのがいいかと考えてみました。同じように巨額の国の科学技術予算を使っていて国際協調プロジェクトで、そして見方によっては批判もあるという意味で、国際宇宙ステーションの報道は一体どうなっているのかと考え、グラフ化してみました。

次のスライドをお願いします。

国際宇宙ステーションもITERと同じように1985年頃からスタートしたプロジェクトですが、こちらはだんだん報道量が増加しています。途中、2003年頃というのはコロンビア事故というマイナス、余り嬉しくないニュースによって報道量が増えたという山です。先ほどの核融合はどちらかという右肩下がりで、国際宇宙ステーションは右肩上がりになっています。これは、国際宇宙ステーションは今ようやく形になってきて、「きぼう」が打ち上がり、また、日本人宇宙飛行士が何度も宇宙に行くようになって、だんだん姿が見えてきた、そういう状況であることによって報道量も増えているということではないかと思えます。

それを翻って核融合分野で考えますと、まだ姿が見えない、何がここから私たちの生活に関係してくるかが見えない、その意味で、私たちのような一般紙という媒体ですと、報道量が落ちてしまうという状況になっているのではないかと思っております。

次のスライドをお願いします。

これからは、核融合のいわゆる研究レベルの内容について、どのような報道があったのかということをお紹介したいと思います。これは2004年にJT-60での高圧プラズマの世界最長の保持ができたという記事です。載っているのは科学面です。次をお願いします。こちらは核融合研のプラズマの持続が世界記録を更新したという記事です。その次をお願いします。こちらはまたJT-60の記録です。もう一回お願いします。これも原子力機構さんの新しい成果が出たという記事ですが、いずれも載っているのが科学面です。あと一番左の記事ですと茨城面という地域面。それから、こうやって画面に映しますと大きな記事に見えるので

すが、実はとても小さな記事です。いわゆる新聞だとベタ記事と言われるようなレベルの記事でしかありません。世界記録を出してもなぜかこんな扱いになってしまっています。やはりまだ核融合というものが一般の方の関心と呼ばないということのようです。メディアが報道しないからいけないというお叱りの声もあるかもしれませんが、一般の方が関心を持って下さらないことをいくら熱心に報道しても伝わらない、どちらが鶏と卵かわからないところもありますけれども、そういう面もごさいます。この報道は毎日新聞だけが小さいというわけではなくて、各紙とも同じ状況ですから、やはりそれが一般の関心の度合いなのかなと思っております。

ただ、ITERの報道についてはこんな小さなものばかりではございません。次をお願いいたします。例えばこれは誘致先が決まる直前の年末に掲載した紙面です。一般の読者の皆さんにITERの誘致をどう考えるべきかということで、考える材料としてこのような1ページ特集の紙面をつくりました。次をお願いいたします。それには大変多くの反響を頂きまして、こういった形で読者からの声をまとめる紙面もつくりました。

それから、毎日新聞では「記者の目」というコーナーがございます。記者が自分の顔写真と名前を出して、あるテーマについて意見を述べるものです。次をお願いいたします。例えばこれは私の前任の記者が書いた記事ですが、これはまだ誘致が日本になるか、EUになるか、わからないという段階のものですけれども、この記者は日本誘致にこだわらないで、ほかのことにこのお金を使ってはどうかという意見を書きました。

次をお願いいたします。

これは私の記事ですが、カラダッシュにサイトが決まった後の紙面ですが、私はこういう形で日本が長く続けてきた研究、多大な資金を投入してきた研究を続けることに対する国の説明が足りないということを書きました。核融合研究を続けること自体に対し、私は反対するものではありませんでしたが、それに対して今後、まだこれだけお金が必要とか、こういう形で日本はかかわっていくということに対して国の説明が足りないのではないかと、そういったことを訴える記事を書きました。

この記事を書いたときは、これで読者の皆さんがこの問題について考えてほしい、税金の使い道としても真剣に議論してほしい、という思いを込めて書いたのですが、今になって読み返してみると、反省点があります。次をお願いいたします。核融合といった場合、先ほどの科学面の小さい記事の紹介をしましたが、一般の方が自分の事として考えることを期待すること自体が非常に難しいのではないかと思います。そこにあなたたちの税金が入っているのですよ、といってもピンとこないと思います。例えば、今日、会場にお越しの方で、核融合とも原子力ともエネルギーとも、例えば研究だとかお仕事が全く関係ないという方はいらっしゃいますか。いらっしゃらなさそうですね。だから、やはりこういう形で一般国民の方の意見を聞こうと思っても、一般国民は多分ここまで足を運ぼうとも思わない、まだそういうレベルのテーマなのではないかと思えます。

その原因を考えたのですが、日本人というのはまずエネルギーに対する認識が非常に甘い、少ないです。例えばコンセントに挿したら電気は来るし、スイッチを入れれば電気がつくし、停電もない。今年、一時原油価格が上がって、考えてくれた人もいたのではないかと期待はしますが、基本的に日本人にとってエネルギーというのは黙っていても手に入る、別に自分は苦勞する必要がない、そんなふうになっているのではないかと思えました。つまり、まず、核融合研究の重要性を理解するためにはエネルギーの重要性、エネルギーというのは一体どこから来て、どういう負担をして使うものなのかということを考えること、つまり、エ

エネルギー問題の読み書きそろばんを学ぶことが日本人にとって必要なのではないかと思います。

私がこの思いを強くしたのは、先月、ドイツとオーストリアを訪れる機会があり、そのときにそれぞれの国の取り組みを知った際です。皆さん御存知のとおり、オーストリアもドイツもいわゆる再生可能エネルギーの利用促進を非常に熱心にやっており、それを国民に対して非常にうまくPRしています。例えばフィードインタリフという固定価格で自然エネルギーを買う制度であるとか、太陽電池の設置に投資をすると、それによって普通の定期預金に預けるよりも利回りがいいとか、村全体が再生可能エネルギーで自給自足しているなどです。それらの取り組みによって雇用が増えたとか、村の税金まで増えたという成果も出ています。そういった非常にうまいPRをして、再生可能エネルギーを通じてエネルギー問題というのを国民に理解させています。そういった取り組みを見たものですから、日本人はそういったエネルギーのことを考えたことがあるか、なかなかそういう機会がないのではないかと感じた次第です。

次をお願いします。

今がチャンスだと思いますのは、先ほどの時松さんのお話とも重なりますけれども、地球温暖化対策が本格化しているためです。昨年、福田総理が発表した福田ビジョンでも、やはり今後、エネルギー問題というのは既存の技術も重要だが、革新技術の開発が重要と言っています。これは総理大臣の発言なんですから、ちゃんとやってもらわないことには、国民としては困るということになります。

次をお願いします。

革新技術ということについては、核融合という表現まではどうも書かれてはいないようですが、恐らく太陽電池、CCS、原子力の次世代型の開発ということだけではなくて、より幅広いエネルギー開発、エネルギー分野での研究の進展ということが期待されているのだらうと思います。ただ、先ほどから何度も申し上げているように、いきなり革新技術といっても、一般の国民の方にはなかなかなじまない、耳を傾けていただきにくい、「それがどうしたの」と言われてしまいます。更に原子力関係、核エネルギーに関しては、イメージ論で語られてしまうケースが多いわけです。

次をお願いします。

この辺は、後でメディアの責任について御指摘を受けるところかもしれませんが、どうしても原子力、核エネルギーに対しては危なさそうだとか、面倒くさそうだとか、難しそう、それからお金がかかりそう、何か安全対策にいっぱいお金がかかっているのではないのかと思われるようです。一方、新エネルギー、再生可能エネルギーはきれいそうだし、安そうだし、手軽そうだし、私の家でもできそうみたいに思われているようです。でも、先ほど時松さんが「費用便益がきちんとわかっていない」ということをおっしゃっていましたが、ここにもイメージ論であって、本当にそうなのかということがきちんと説明されていない、理解されていない、そんな問題があるのではないかなと思いました。

次をお願いします。

最後のスライドになりますが、やはり日々使うエネルギーはだれかが費用をかけてつくっていて、それに対価を支払って使っているのだということをきちんと一般の方に理解していただかなければいけないと思います。ここにいらっしゃる方は、皆さん当然わかっている方ばかりと思うのですが、それが多分一般の方は十分に理解されていないと思います。それから自分が今使っているエネルギー、この会場を明るくしている電気のエネルギーはどこ

から来ているのか、どこで誰が発電しているのか、そういったこともわかっていないでしょう。例えば急に発電ができなくなったら、今、私たちはここでどうなるのだろうか、そういった想像力もないのではないかと思います。

だから、それぞれのエネルギーの特徴や起源を知っておくという、そのことがまず必要ではないかと思います。その結果として、10年後だとか、中期目標の20～30年後だとか、長期目標の50年後のエネルギーにどんな選択肢があるのか。50年後というとき、核融合という選択肢もある、という考え方を紹介する方法もあるのではないかと思います。

今回の報告書(案)の中で、社会への発信についてという部分が結論にあります。「核融合研究が社会的理解を得るために、他の科学技術分野との連携、協力を積極的に進め、核融合に関わる科学技術がより身近なものになるように努めていくべきである」と書いてあります。これは本当に非常に重要なことだと思いますが、それにプラスして、核融合が必要になる日本のエネルギー事情であるとか、日本のエネルギー構成であるとか、そういったことも含めた説明、日本全体のエネルギー戦略の中での核融合の位置づけ、そういったことも加えていただくと、より国民にとって身近に感じるのではないかなと思います。そういったエネルギーの読み書きそろばんができた上で、ITERってどんな役に立つのだろう、という議論につなげたほうが一般の国民の方はわかりやすいのではないかと思います。

少し長くなりましたが、とりあえず以上にさせていただきます。ありがとうございました。

(高村部会長) ありがとうございました。大変説得力のあるお話をいただきました。

それでは、続きまして神田様にお願いしたいと思います。

神田様は、つくばエキスポセンターの運營業務部長として、宇宙開発、海洋開発、原子力開発など科学技術全般の幅広い分野について、展示や催し物の企画に携わっておられます。本日は科学技術のアウトリーチ活動に携わっておられるというお立場から、科学技術と社会との関わりや国民に理解を得るための取り組み等について、御意見を頂ければ幸いです。よろしく願いいたします。

(神田氏) どうも御紹介ありがとうございました。

私は3月まではこの近くの研究所の研究員として、4月にエキスポセンターに再就職した者です。アウトリーチ活動の立場からと言われても、そちらのプロではないのでプロらしい話にはできないのですが、私は前々から科学技術と社会との関係、特に元々研究員だったものですから、科学技術というのは大好きなわけで、それがなかなか社会と接点を持てないと、その辺の限界をずっと感じていました。そのようなこともあって今、アウトリーチ活動をやっているエキスポセンターにいるわけです。

今日は広報から見た核融合研究開発ということで、少しお話しさせていただきます。どちらかという、核融合研究開発に限らず、科学技術一般的なことの話になるかなと思っています。タイトルはここへ書きましたように「科学・技術の普及啓発の促進のために」。科学技術、それ自身の魅力を皆さんに知って欲しいと、そういう思いを持っています。そのためにはみんなが能動的に学習できるような社会風土になればという思いです。

次をお願いいたします。

これは急遽つくったスライドで、皆さんのお手元に無いものです。これは核融合科学研究所、ナカムラさんのスライドをお借りしたものです。核融合科学研究所におけるアウトリーチ活動として、やっておられることを示したものです。これを御覧になっておわかりと思いますが、とにかく核融合関係、その普及啓発に精いっぱいできることはいろいろ非常に熱心に行われておられると、そう思います。評価資料には、なお一層の情報発信とかアウトリーチ活

動とか書いてありますけれども、アウトリーチ活動の努力は十分やっておられるのではないかと思います。

その中で、今日、私が強調したいのは、右の赤で囲みましたスーパーサイエンス・ハイスクール、サイエンス・パートナーシップ・プログラム、そういう科学技術への関心と理解を深める、こういう活動でして、これをもっと一生懸命されることが一番いいかなというのが私の今日のお話の結論なんです。

左下の赤の四角ですけれども、科学館、イベントなどでの展示と説明です。つくばエキスポセンターもこの中に入りますので、少し紹介させていただきます。

次をお願いいたします。

これは原子力関係の展示で、私どもがそこでやらせてもらっています。左側が核融合関係の展示です。模型と映像、それからパネルがあります。右側が核分裂をちょっと理解してもらうためというので、床の上でぴよんぴよん跳びはねると核分裂が起きるといふもので、光が走っていくのが見えるのですけれども、そういうちょっとした体験ですが、子どもたちには非常に面白いようで、ぴよんぴよんはねて遊んでいます。こういう展示があります。これはほかの展示ですけれども、真ん中に霧箱が置いてありまして、それで原子力の理解をしてもらおうというものです。これは原子炉の模型ですが、こういうのもあります。これは原子力じゃないですけれども、これは足踏み発電機というもので、ペダルをこぐと発電します。左側のケースにある電車が走るというものですけれども、これは結構人気がありまして、子どもたちがペダルをこいで楽しんでいます。これは幾つかの発電方式、それを示すもので、ボタンを押したりなんかして、ちょっとした体験するようなものです。

このようにいろんな展示があるのですけれども、その中で人気があるのはやはり体験型展示です。ただ、子どもたちは体験して何かを学んでいるかという、そうではなくて、ただ遊んでいるだけで、一過性の遊びにとどまるという限界があります。それだけでは困るので遊びから学習へと、それをどういうふうにしたらいいかと、それが問題です。学習を楽しむとか、それから自分から積極的に勉強するとか、そのようにするにはどうしたらいいかと、そういう問題があります。

今の現状ですけれども、もっと発信をと、よくそういう話があります。現状を見ますと何となく今は発信では十分に多いと思います。むしろ多過ぎて情報洪水の時代とよく言われています。結局、情報をうまく伝達するには情報の受け手側の入り口が律速になって、その間口をどういうふうに関くかと、それが現在の問題ではないかと思っています。下の四角に移りますけれども、結局、情報の受信者が科学技術に目を向けるようにすることが大事です。例えば、今日もここに一般の方は来ておられないと、そういうこともあるようです。そういうふうに関、今日、せっかくこういう機会がセットされたのに、一般の方は目を向けてくれないと、そういう問題があります。

そういうことで、科学技術に対する関心の高い社会、社会全体が科学技術に興味を持つような、そういう社会になればいいのではないかと思います。科学技術が社会に根づく、そういう社会環境になる必要があるかなと思います。そうすれば、一般の人々も自分から積極的に学習するようになるだろうと、一般的にこのように思います。

次は、私の科学技術に対するイメージですけれども、科学技術には花と実があると思います。花というのはそれ自身が魅力的であり、そこに惹かれる人は科学をやって何の目的があるのとか、そういうことは問わずにひたすら楽しんで喜んで感動したりしています。特に科学とか技術に携わっている人は、こういうモチベーションで仕事をしているのではないかと思

います。それからもう一つ、実というのは科学技術が何かの役に立つ、時には悪いこともあるのですけれども。そういう感じで科学技術には花と実があるとそう思っています。

真ん中あたりに行きますけれども、一般の人は科学の実の面を通して科学技術の価値を知る傾向があります。何かの役に立つと、それで重要だと、そういうふうに見てくると思っています。ただ、子どものころはいろんな自然現象を見て感動したり、余り何かの役に立つことを考えずに、単純に楽しんだり、喜んだりしています。それがだんだん大きくなるにつれて、そういう価値感が無くなって、何の役に立つのとか、そういうふうに見るようになると、そういう傾向があります。そういう中で、私としては、なるべく科学の持つ花の面を多くの人に認めて欲しい、そういう花を認める人は学習するときにも積極的になるだろうと思っています。

では、みんながどのようにしたら花が好きになれるかという問題があります。次をお願いいたします。先ほどのスライドですけれども、一番上に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・プログラムと、こういう事業がありますが、これがいいのではないかと思っています。

次をお願いいたします。

その中の同じスライドにあったのですけれども、これは高校生科学研究室とありまして、高校生に実習してもらって、その成果を発表しておられる写真です。私はこういう発表の機会、そういう機会を設けることが、科学を好きになってもらう有効な手段だと思います。ただ受け身で習うより、自分で実験したり、特に、それを発表するという経験をすると、その分野に親しみを持ち、好きになると思います。アウトリーチ活動も手間暇がかかりますが、こういう実習体験を若い人にやってもらうといいのではないかと思っています。これも核融合科学研究所でやっておられる事業のようですが、これは非常に有効な方法ですので、ぜひこれを積極的にやっていただきたいと思っています。

これは私もエキスポセンターの今度の計画ですけれども、かなり大々的なリニューアルを予定しています。そのタイトルが「夢への挑戦－覗いてみよう科学の最前線と未来」です。こういうタイトルで展示場のリニューアルを計画しています。そのときに見せたいのは、大人には明るい未来、これは科学技術が何の役に立つかということなのですけれども、それともう一つは、子どもには面白いと、そういうことを実感してもらう、そういう計画をしています。その中に、核融合科学研究所から、下の写真にありますようなトカマクの模型、これをお借りして展示する予定です。

以上です。

(高村部会長) どうもありがとうございました。

ということで、お三方から御意見を頂きましたけれども、まず委員の方でお三方の御発表に関して何か質問とか、簡単なコメントをまず頂ければと思います。ございますでしょうか。よろしいですか。

では、三間先生、どうぞ。

(三間委員) 時松宏治先生の最初のお値ごろ感で、割高感というこのスライドが物すごく気になりました。核融合研究に対する死刑宣言に近いような絵じゃないかと思ったのですが、我々はもう少しバランスが取れているのかなと実は思っていたので、その辺の感じをもう少し何かコメントを頂けるかなと思ったんですが。

(高村部会長) 時松さん、よろしいでしょうか。これは多分一般的な国民の受け取り方というふうに理解していますけれども、その点を含めてお願いできますでしょうか。

(時松氏) 感情を害されたら申しわけないところでございます。このイメージは私が今まで一般の人から、あるいは専門としている方、あるいは関係している様々な方から伺ったことを聞くと、何となくこんな感じかなというふうに書いたものでございます。先生が仰ったようなつもりで書いたものではございません。あくまでも今の前置きで申し上げましたように、何となくこういう感じではないのかなということ、私の聞こえている範囲で書いた話でございます。

(高村部会長) ありがとうございます。

どうぞ。

(植弘委員) 今の件に関して、先生にお伺いしたいと思います。このバランスをどう取り直すかというのはいろんな方法があると思います。重りのウェイトを変えるというのが一つの方法ですし、もう一つとして、支点を動かすという方法もありますね。これを変えるにあたって一体どこを変えることが、例えば核融合に関してある種、広い世の中の見方を変えていく観点で大事な点だと思われませんか。

(時松氏) 実は、最後の私の提案がまさしくそのことに対応してございます。提案の1つ目、2つ目というものは右側の重心がいつているものを軽くするというイメージでございます。3点目はお得感を増やすという、これはこういう開発をやることによって、やっぱり科学技術の進行という非常にいい面があるんですよということを増やす、支点はとりあえず変えないで、というようなつもりで申し上げた次第です。

(高村部会長) ありがとうございます。伊藤先生、どうぞ。

(伊藤委員) 永山さんのオーストリア、ドイツにおける教育というか、取組の話は非常に参考になりましたし、面白い話だったと思いますが、例えばそういう見識とか考え方というのはどのぐらいの層に浸透されているとお思いでしょうか。つまり、どういうことかと申しますと、こういう活動は、日本でもアメリカでもドイツでも(特にドイツやオーストラリアはすごくまいのだと思いますが)、結局見ているのは上積みの人々であって、三角形の上のほうだけ、氷山の一角であって、それ以外の人たちはアメリカでもみんな知らん顔をしているし、日本でもあるハイツエティーの人たちだけが、あ、これはすごいというようなところがあるんですけれども、そこら辺のいわゆるバランスはどのように捉えていらっしゃいましたでしょうか。

(永山氏) 時松さんが仰っていた「お得感」というところの話になるかもしれませんが。そこは論理的な話ではなくて非常に感情的な話かもしれませんが、私が行ったドイツとオーストラリアの自治体がやっている戦略は、本当に生活にお得感を出していました。例えば、非常に格安に公共交通機関を利用できる定期券のようなものを発行してみたり、カーシェアリングを具体的に使い易くやってみたり、先ほど申し上げたように、太陽電池パネルに投資するとお得になるなどです。そうすると一般の国民、市民レベルでも、気がいたら政府なり、自治体なり、行政なりがやろうとしている施策に乗っかってしまっているという仕掛け、システムをうまくつくっているな、というイメージがありました。

ただ、先ほど時間が無くて言いそびれたことがあります。ヨーロッパですとエネルギー需要が高いのは冬場の暖房ということらしいのですが、彼らはあつけらかんと、その時期、電気が足りないときは外からもらうよと言うんです。外からもらう電力なりエネルギーは何かと聞くと、それこそ周辺の国の原発でつくった電力であったりするわけです。

それにしても、意識として、エネルギーというものを非常に身近に感じさせる、そういったうまい仕掛けといいますか、システム、社会制度というのをつくっています。その社会制度を結局だれが主導しているかということ、私も短い取材だったので深いところまでは聞いていない

のですが、意識の高い国民たちのようなのです。当然ながら全員ではないですけども、一握りでも意識の高い人がいて、行動しようという思いをもっているようなのです。その存在の違いは大きいと思いました。日本ですとエネルギーの需給関係であるとか、エネルギー構成について何か行動しようという、それも政府に直接働きかけて、新しい制度なり法律をつくるような形で動いている方というのは、まだ本当に数えるほどしかないような印象があります。（高村部会長）どうぞ。

（伊藤委員） 今のお話を伺っておりますと、いわゆるそういう行動を通じた学習というか、啓発活動というか、勉強活動というか、そういうようなものが自然と行われているということのようですね。お三方も御質問なさっていましたが、興味を持つこと、知ること、それから学習することが非常に大事であり、そういうことができる仕組み、いわゆる政治的、政策的な仕組みにより、自然に入るようにできているということかと思えます。そういう仕組みをつくったと、そういうふうにもとらえられるわけですね。ありがとうございます。

（高村部会長） ありがとうございます。小川先生、どうぞ。

（小川委員） 今の永山さんと伊藤先生の議論に関連します。永山さんのほうから、行動しようという国民がいるという言葉がありましたが、この点が非常にキーになると思っています。つまり、政策として打ち出したものに対して、それを受け取る側の国民の意識がどこにあるのかということです。実は、エネルギー問題、環境問題、それから、アウトリーチ活動の問題、その辺もすべて政策として立案しても、それを国民がどのように、またどの程度まで受け入れるかどうかということにかかっています。

個人的に私自身もアウトリーチ活動に努力し、エネルギー問題、環境問題などについて社会一般の人達と話す機会があります。このような課題に対して、よく私は例えに出すのですが、ヨーロッパ文化とアメリカ文化では、これらの課題に対する国民の意識が少し違うのではないかと思います。アメリカはまさにアメリカンドリーム的な発想ですので、視野が自分の20-30年後の人生です。従って、50年、100年のエネルギー問題、環境問題、アウトリーチ活動みたいな長いものに対して政策を立てても、それを受け取る国民がどの程度素直に受け入れるのかなというところがあります。ヨーロッパ文化というのはある意味では、まさに国家百年の計を受け入れようとする国民文化があるのではないかと思います。このような国家百年の計に向けた努力と政策を国民が受け入れようと行動する文化を醸成するのも、マスコミの役目の一つだと思うのです。その辺に関してぜひマスコミとしてのご意見を聞かせて下さい。

（永山氏） とても耳の痛い御指摘というか御要望ですが、マスコミにできることというのは、やはり、伝えることであると思います。判断材料を国民の皆さんに差し上げる、そういった材料を一つでも多く提供したいと思っております。

あとドイツの現地でジャーナリストの活動をしていらっしゃる日本人の方にお会いしたときに、その方のお話で、極めて極端で、一般的ではないなと思ったことがあります。例えば自然エネルギーを何%まで増やしましょうという目標を行政が立てるときに、何%にしろということを毎日のように政策担当者のところに電話をかけるような熱心な国民がいるらしいのです。そんなことをする人がヨーロッパにはいるんだなと思いました。ある意味、日本でやったら、それはやり過ぎで、おかしいのではないかとと思われるところですが。ただ、一つの政策を実現させようという、そういう国民の行動が許されて、それに耳を傾け、政策をつくる人がいるということのようです。そういった構造というのは、民主主義とは何かとか、非常に根源的な議論になってしまっていますが、非常に面白いと思いました。

一方で、日本では、自然に制度もできるし、先ほどの議論ではありませんが、エネルギーも自然にやってくるし、何となく黙ってのんびり生きていても、何も自分の人生に支障はないと考えがちなところがあると思います。そうではなく、自分で社会をつくっていく、自分で制度をつくっていく、そういったことの重要性であるとか、手段もあり得るんだということを知ってもらいたいと思っていますし、そういったことのために材料を私たちも提供していきたいし、メディアも取り組んでいかなければいけないと思っています。すみません、うまくお答えにならなくて。(高村部会長) ありがとうございます。

いろいろ質問から、かなり深いところまで入ってきているのですけれども、それで結構だと思えます。特に、ただ、時松さんのプレゼンにもありましたように、核融合研究の存在感というか、国民に余り認識がされていないということが非常に大きいと思っております。今、ちょうど原さんがお手を挙げられたので、核融合の場合は発電していないというところがあり、そういう状況にないことが結構国民の方々の関心が低いところでもあるかも知れないと思うのですけれども、東京電力におられるというお立場からそういうことも含めて、今、質問されたことも含めて結構ですので、御発言いただければと思います。

(原委員) 今のお三方の話、それぞれ非常に含蓄のあるお話だなと思っております。永山さんと神田さんのお話は、私の捉えたところで、一言で言うと、若年層に対するエネルギー教育とか、そういうものが日本は不足しているなということです。ドイツがどうかについては、私はそこまでわかりませんが。

我々も事業者として、それから関連の学会等を含めて、いろんな形でエネルギー教育をやらせていただいています。もっと、科学技術、例えばエネルギーに関して、日本にとってこんなに必要なんだと、こんなに大事なんだと、日本はこんなに危ういのだと、だから、こういうことをやらなければいけないんだということを平たく子どもたち、それから高校生、大学生とかにカリキュラムとして入れていかないといけないのではないかと思います。そのところはこれからの基本だなと思えます。エネルギーがたくさんある国だったらいいのですけれども、今の軽水炉でも80年ぐらいのウランの埋蔵量、石炭でも150年と、そんなような状態はかなり根本的な問題だろうなと思っております。

それから、時松さんの御発表の最後にあった、発電プラントの絵姿をと、ということですが、これはまた私も同感でございます。要は、核融合という言葉は、素人、一般の人にはわからないですね、これは何のためにやっているのかとか。温度が1億度を超えましたとか、我々技術者はわかりますけれども、やっぱり何のために何を目標として、その目標に対してどこまでできたかというロードマップと、それに対する明確な目標管理とか、何かそういうものを、見える化をしていくということが必要だろうなと思えます。

よく我々の業界では、何かよくわからないときはまず模型をつくって、その部分の今はどこをやっているのか、どこができたのかというようなところを示すことが重要だと言っています。専門の話をするのではなくて、何か核融合をプロデュースする、プロモートする、戦略的に扱ってどう見せるかというようなところが必要だと思えます。やっぱり人間はわからないものに対しては否定する傾向にありますので、専門の話ではなくて、そのところをよくわかりやすく説明するということが必要だなと思っております。

もう一つちょっとコメントを述べたかったですけれども、オーストラリアとドイツの話ですが、全体の背景を含めて知らないといけないと思います。ドイツでは、例えば、45円/kWh の太陽光発電の電気を、75円/kWh の固定価格で20年間買い取る売るなんてべらぼうなことをやっているんですね。それで非常に自然環境に役立つ、環境にいいという理解をしている

のは本質的に正しいことなのかというようなことも、やっぱり冷静に見ないといけないと思います。だから、そういうやり方には明らかに苦言が呈されているわけであり、産業界も本当にいいのですか、と言っています。しかもドイツはまだ石炭火力が50%を超えているわけですよ。ですから、見せ方としてはうまいのですけれども、実態として何があるのかといったところをあわせて、裏表を見せていく、教えていくということも必要かなと思います。

(高村部会長) ありがとうございます。

では、どうぞ。

(永山氏) 私もドイツのやっていること、エネルギー政策がすべていいかとは言い切れません。ただ、今、原委員がおっしゃったように「見える化」のような見せ方によって、「この人たちはうまいな」と思ったということです。実際、自然エネルギーの供給で彼らが目標にしているのは全体1割程度のもので、残りの部分は当然ながらほかの起源のエネルギーが必要になるわけです。自然エネルギーだけですべてを語れるとは当然ながら彼らも思っていないのですが、ただ、それを非常にわかりやすい形で国民に浸透させているなという印象としてお話ししたものです。

(原委員) お願いしたいのは、やはり何がベースにあるのかといったことも併せて伝えていただくと、非常にありがたいなということでございます。

(高村部会長) ということで注文もつきましたけれども、この核融合専門部会では核融合を実際にやっている研究者だけではなくて、その周りといいますか、エネルギー問題に関しても御専門の先生がおりまして、それで、そのつなぎといいますか、そういうお立場からいろいろ御発言いただいています。山下さんを想定しながらお話ししているんですけれども、そういう意味で、今のこういうプレゼンと議論、それから専門部会での研究者の意見とか、その辺のギャップといいますか、そういうことを含めて御感想でも結構ですけれども、コメントをいただければと思います。

(山下委員) 御指名いただきありがとうございます。私も実は社会科学がバックグラウンドでございまして、本専門委員会では、一般的に人材の育成の立場、あるいは核融合技術の進み具体をいかに皆様に理解していただくという点で、情報発信が必要かといった面で御意見を述べさせていただいておりました。本日御発表いただいた御専門家の御意見、それぞれ興味深く拝聴いたしまして、また共感も覚えた部分がございます。

まず、時松先生が仰いましたお徳感と割高感のバランスというのは、確かに真ん中の支柱を右のほうにずらせていくような国民の理解を得た上で支柱が右のほうへずれていけば、このバランスがとれていくのかなということが1つです。

それからエネルギー教育の部分で永山記者が仰っていた、エネルギーの供給構造に日本の国民の理解が足りないのではないかという部分がございます。私自身、実は過去15年、20年ほど、そういった講習をしたり、セミナーをしたり、それから昨日まで実はある国立大学でそういうイベントに参加してきたのでございますけれども、大学生以上のレベル、新聞をよく読まれるレベルでは、やっぱり2007年、去年の地球温暖化に関するさまざまな報道で、相当理解は深まっているというふうに私自身は認識しております。非常に急速に理解が深まったと思います。

それから、日本国民としては、国際的に急激に上がりましたエネルギー価格を目の前にして、エネルギー安全保障と地球温暖化対策と一体に考えなければいけないという危機感、これは日本国民にとっては70年代の石油危機の時代からあった問題であります。この問題への意識が高まったかなと思っております。したがって、石油危機のことを知らない、

例のトイレットペーパー騒動などは知らない世代、中学生、高校生から下でしょうかしらね、そういった人々、社会科教育でも余りそういうことを聞いていない世代に対する教育というのは、やはり引き続き重要であって、そのときにできれば環境とエネルギー安全保障と、両方の面で教育をしていけばいいのかなというふうに思っております。

私のコメントを求められましたので、引き続き述べさせていただきます。神田様の仰った、情報の発信よりも、受信のほうの道が狭いところを広げなければいけないというのは、本日、私は非常に目を開かれた思いでございました。やはり国民の皆様あるいは学生、子どもたちが自分たちから知ろうとするということがない限りは、幾ら我々が発信をしても、受けとめてもらえないというのは、全くそのとおりだなというふうに思います。

それから、周りの状況すべて俯瞰的に捉えた中で、核融合技術ですとか、あるいは革新的なエネルギー技術の重要性ということで、非常に広がりのある中での捉え方ということがとても重要かと思えます。そういうときにどの技術を選ぶのかということは、やはり能動的な受けとめ方がないと、とてもとても長期間にわたって技術とお金と人材が必要なこの技術に関しては、続けていけないんだろうなというふうに改めて思いを強くいたしました。

以上、長くなりましたけれども、機会をいただきましてありがとうございます。
(高村部会長) ありがとうございます。時松さんのコメント少し戻りまして、いろいろ内容が含まれているわけですがけれども、その中で、先ほども、とにかく発電が見えてこない、国民に対するメッセージがなかなか伝わりにくいという御意見がありました。そこへのロードマップということでは、実は具体的にはそういう作業も進んでいるのですけれども、なかなか国民の目線で見えるような形では現れてきていないと思えます。

それで、早期にということでは、ファーストラックとかいう言葉があります。早く実現したいということで、そのあたりは特に発電技術、炉工学というようなことに関わってくるわけですがけれども、そのあたり、寺井先生を想定しながら今お話ししていますけれども、ロードマップの件とか、それから早くできないのかという、そういうことに関して寺井先生のほうから何か御意見、お考えをお聞かせいただければと思います。

(寺井委員) 御指名、ありがとうございます。どういうタイミングでコメントを申し上げようかと思っていたところです。核融合というのは、やはり基本的に発電あるいはエネルギーを生産できて初めて現実味が出てくると思えます。その姿が現在見えにくいところですね。それでどうしても一般国民の方々の関心から遠いところにあるということかと思えます。幾ら世界最先端の性能が出せても一瞬で終わってしまうという、そういう部分なのかなと思うんですね。そういう意味では、どういうロードマップで最終的な発電炉まで持っていくかというところは、非常に大事だということでございますけれども、いかんせん非常に時間がかかる話であります。どういった形で社会に示せるかということが非常に大事な事柄になると思えます。

これについては現在、文部科学省のほうで検討が進んでいます。特に先ほど御紹介があったと思うんですが、核融合エネルギーフォーラムで議論がされています。これは一般的にどのような方でも参加できる組織であるというふうに私は聞いておりますけれども、その中で役人だけではなくて、大学関係者あるいは研究所の方々を初め、核融合というものに対してネガティブな方も含めて、議論が進められているという体制に一応なっていると聞いております。そこで現在、報告書が取りまとめられて、文部科学省のほうに確か提出されているのだらうと思えますが、文科省でそれをどういうふうに斟酌するかということも現在、検討している段階と聞いております。

ですから、今日の時点でまだ確定したものではないので、一般の方々にお示しできる段階ではないと思いますが、中身の細かいところはさることながら、もう少しアバウトでもいいから、どういうタイムスケジュールで、どういう段階を踏んで核融合炉、発電炉まで持っていくとしているのか、それを明確に示していくことが大切なんだろうなと思います。そういうものの場合によってはマスコミの方にも取り上げていただいて、先ほども少しお話がありましたけれども、現在、核融合研究はこういう段階に来ていると、その辺のところを明確に示していくという努力を今度ともやっていく必要がありますし、関心を持ってそういうものを見ていただくようにしていく努力を監督官庁も含めてやる必要があるだろうなと考えております。

そういうことで、先ほどからありますけれども、どういう形で見えるように発信していくのか、もちろん、受け手の受信側のセンサーの感度を増やすということも重要なことだと思いますが、核融合が実際に発電炉として実用化していくまでのシナリオについても、もう少しわかりやすく見える形でお示していく必要があるのではないかと考えております。

以上です。

(高村部会長) ありがとうございます。

時間が来ましたので、第1部がもう終了ですが、今の件についてはせっかく永山さんもおられますので、ロードマップができ上がって、近々もう公にされると思うのですが、それを契機にぜひ毎日新聞とはいいいませんが、新聞に発表できるような何らかの形でそういう形に持っていけたら、国民の期待にも応えられるのではないかと思います。永山さんにも、それから小川先生はロードマップに参加されていますけれども、ぜひよろしくお願ひしたいと思います。

(土橋参事官) それでは、ここで第1部を終了させていただきまして、第2部は会場に御参加いただきました皆さんから意見を聞きたいと思ひます。ここで休憩をとらせていただきまして、第2部の開始を3時30分、15分間、休憩をとらせていただきたいと思ひます。再開は3時30分でございます。よろしくお願ひいたします。

(高村部会長) お三方、どうもありがとうございます。引き続き後半もお時間の許す限り、御参加いただければと思ひます。委員の方々、どうもありがとうございます。

午後3時15分 休憩

午後3時30分 再開

(土橋参事官) それでは、時間になりましたので、第2部を開始させていただきたいと思ひます。

第2部では御参加いただきました方々から御意見を伺いたいと思ひます。

進行方法について御説明をさせていただきます。御発言を希望される方は挙手をお願いいたします。高村部会長から御指名がありましたら、マイクをお渡しいたしますので、御起立いただきまして発言をお願いいたします。

できるだけ多くの方々から御意見をお伺ひしたいと考えてございまして、できればお一人様の御発言は1回、それで発言の時間は3分程度ということでお願ひしたいと思ひます。それから、御発言終了後も質疑応答の間は、しばらくご起立いただいたままお待ちいただければと思ひてございまして。また、御発言の際には初めにお名前をフルネームでお願ひいたします。現在、お住まいの市町村等を仰ってから御発言をいただきたいと思ひます。

また、多分ないとは思ひますが、大声とか野次とか横断幕とか、そういう進行の妨げになる行為はお控えいただくようにお願ひいたします。会議の進行上、やむを得ない場合は御退席いただく場合もありますので、あらかじめ御承知おきください。皆様方の御協力をお願いいたします。

本会合の終了時間は4時40分ごろを予定してございます。時間の都合上、すべての方から御意見をお伺いすることができない場合もありますので、御理解いただきますよう、よろしくをお願いします。

では、この後の進行を高村部会長のほうにお願いいたします。よろしくをお願いいたします。
(高村部会長) それでは、この会の趣旨が一般の皆様から特に先ほど申し上げた報告書、それから、そのみならず核融合研究開発全般にわたって、皆様の御意見をいただければと思っております。できるだけたくさんの方に御発言をいただきたいと思っております。

また御参考に資料第6号がございます。これは参加していただくときに、御意見を書いていただく欄がございまして、そこに書いていただいた内容を書き出したものでございます。こういうものも参考にしながら、それから今日のお三方のレポーターのお話等も踏まえながら御意見をいただければ、ありがたいと思っております。

ということで、先ほどありましたように挙手をして、特にどこからということとはございませんので、御意見のある方はまずお手を挙げていただだけませんか。今日は専門に近いような方々が多いと伺っていますので、ちょっとやりにくいんですけども、そういう方の御意見もまたある意味では非常に重要かと思えます。そういう方も含めて遠慮なく御意見を発信していただければと思います。いかがでしょうか。

それでは、どうぞ。

(発言者A) 私、静岡から来ました。エネルギー産業にタッチしている人間ですけれども、核融合に対しては非常に興味を持っております。もう30年近く前から核融合が早くできればいいなと考えていた人間の一人です。その中で、核融合がトカマク方式ですとか、ヘリカル方式ですとか、レーザー方式とかあるわけですけれども、資料の中にエネルギー増倍率Qがトカマク方式では1を達成したということでございますけれども、1では問題にならないといえますか、これが10とか20とか、そういったぐらいにならないと、エネルギーを取り出したというふうには言わないのではないかというふうに感じております。

Q=1. 1でもいいんだとかいうようなお話もあるのかもしれませんが、この辺がどのくらいになればいいんだというようなことをまず知りたいということがあります。

それから、今、現状で、何が課題なのかと、何をクリアしないと次に進めないのかということ、先ほどの見える化というところがありましたけれども、それを国民の一人として知りたいなというふうに感じておる次第でございます。

お答え願えたらと思えます。よろしくをお願いいたします。

(高村部会長) ありがとうございます。貴重な御意見だと思えます。

これに関しましては常松委員が適任かと思えますので、よろしくをお願いいたします。

(常松委員) 全部の専門ではないのでお答えできるかどうか知りません。Qがどのぐらいかというのがまず第1だったと思えますが、それはむしろいわゆるプラズマとか装置の性能というよりも外側で発電するまでのいろいろ熱効率が関係しておりまして、非常に熱効率がいい場合だったら30、それから悪い場合だったら50以上というのが大体の相場観です。

それで、1から20とか、30にならないのかということですが、例えばITERの場合は10ぐらいを目標に掲げています。通常、装置が大きくなったり、高度になるとより炉心の性能がよくなるんですが、そういうものが一切ないという非常に保守的な設計をした場合には、大体、装置サイズの自乗ぐらいでQが大きくなっていきますから、今現在、Qが1の装置というのがプラズマのドーナツの小さい半径が1メートルぐらいであり、ITERが3メートルぐらいですから、大体Qは10ぐらいになります。すると、Qが30とか50というと、ドーナツの半径が5メー

トルとか、そういう巨大な装置になってしまいますが、それではペイしないから、もう少し炉心の性能を上げましょうということがあります。だから、炉心の性能を上げるというのが1つです。

次に何がクリティカルかということ、ITERの場合というのは発電しませんし、400秒とか、短い実験時間を繰り返して研究をする装置です。次の発電炉になりますと1年間のうち70%か80%を継続的に運転するわけです。そうしますと炉内で中性子がいっぱい出てきて、材料が劣化して、しょっちゅうそれを交換していたら商売になりませんから、中性子に強い材料というのを開発しなければなりません。候補材料はあるんですが、確証をとるためにはそれなりの研究が必要です。大きなシステムですから候補があって、研究者のレベルでオーケーといっても、生産設備だとか、製造の一様性だとか、品質の向上とかという成熟度が要るわけで、その成熟度をとるのが材料の場合、結構時間がかかるだろうと思います。早くて10年、長ければ20年、30年、50年という形になるのだと思います。

ですから、律速はたぶん材料開発で、これは今並行して進んでいます。それからある意味でのチャレンジは、装置を大きくしないでできるだけコンパクトでいい性能の炉心をつくり、出力密度の高いプラズマをつくることです。この2つが恐らく技術的にクリティカルなところだろうということで、その一部の芽出しを幅広いアプローチで始めようというのが一つのアイデアになっているわけです。よろしゅうございますか。

(高村部会長) おわかりいただけでしょうか。よろしいですか。

それを踏まえて注文とか何かございましたら、もしいただければと思いますけれども、よろしいでしょうか。

(発言者A) そうであるとすると、今、トカマクとヘリカルとレーザーと3つの方式があるようなですけども、トカマクが一步抜きん出ているのであれば、そこにもっとお金を集中したらどうかと一般の人は思うのではないかと思います。ヘリカルとかレーザーを選択肢の一つとして今考えているというようなこともございます。その辺のところは、トカマクがもしだめだったら、ほかの方法、ヘリカルで、レーザーを考えるというようなこともあるのでしょうか。この3つの方式に均等には費用はかけないとは思いますが、この3つをやっけていかなくてはいけないような何か理由があるのでしょうか。その辺はいかがでございましょうか。

(高村部会長) ありがとうございます。これは常松さんというよりも、小川先生でしょうか。

(常松委員) これは部会長だと思いますが、いかがでしょうか。

(高村部会長) それは、もちろん、そうなんですけれども。一応、私のほうから理解している範囲内で。現在、トカマクがメインですが、それ以前は実は多岐路線といまして、トカマク、レーザー、ヘリカル以外にも幾つかございました。その辺を数年前に重点化という形で集約し、今、3つプラス炉工学ということで、炉工学が重点化として選択されています。されど、現在はITERに代表されるように、トカマク路線というのが一番のメインラインということで、もちろん、費用の置き方も全然違っております。

ただ、ヘリカル、レーザーに関しましても、非常にいい性能といいますか、プラズマ性能を出しつつあります。このあたりが資料第1号の14ページに記載されておりますけれども、現在は学術、サイエンスという立場から研究を展開しているということですが、ある時期にそれが実際にプロジェクトとして格上げされて、もう少し開発的な意味で資金を投入してということはある適切な時期に判断するというような戦略になっているというのが現状でございます。

補足いただけるところはございますか、小川先生。

(小川委員) 基本的な戦略は今、高村部会長から言われたとおりだと思います。半分私見

になるかもしれませんが、核融合というものの開発を見たときに、現状で、トカマク方式で核融合炉が完全にできる、つくればできるだろうということが、理論的、経験的でもいいですけれども、プレディクトできるのでしたならば、トカマクに絞っていいのかもしれないですね。正確に言うならば、我々は非常に高い確率でトカマクが核融合炉に一番近いだろうと思っているので、そこを一生懸命やっているだけなのです。

ただし核融合開発は、まだある意味で未踏の領域もあるので、トカマクでうまくいかない可能性もあるかも知れません。そうしたときに、トカマクがつぶれたら核融合がつぶれる可能性は高いかも知れません。ですが、我々はトカマクと心中する気はないのです。極端な言い方をすれば核融合エネルギーの開発とは心中してもいいと思っていますが、例えば私なんかはですね。だけれども、トカマクと心中する気はないということです。そういう意味で、まさに14ページに書いてありますように、選択肢を広げておくことが必要であります。そういうニュアンスだと私は思っています。

それから、もっと積極的な意味で言うならば、ヘリカルはヘリカルなりにプラズマの安定性や定常性という特徴がもちろんありますし、例えばレーザーなんかでしたらば、トカマクにない小型の核融合炉ができるかもしれないという特徴、用途別の目的があると思います。同じ飛行機でもジェット機のような飛行機もあるし、ヘリコプターもあるし、用途別の活用もあるということです。そういう意味もあって活用の幅を広げるということと、将来選択肢にもなるかも知れないということ、私はその2つの観点から、ある程度の選択と集中をしながら開発を進めるべきだと思っております。まさにトップの研究だけ、戦争の言葉で言うならば悪いですけれども、最前線だけに兵を置くというそれだけでは不十分で、二の手三の手の準備が必要だと思っております。それは技術的にもそうですし、また、そのための人材を育てていくということにもつながってゆくということです。

以上です。

(高村部会長) 適切に答えていただきましてありがとうございます。よろしいでしょうか。ありがとうございます。では、それ以外、ございますでしょうか。

皆さん、御意見がないというのは大変私としては辛いんですけども、先ほど少し触れさせていただきました資料第6号、ここに実は非常に多岐にわたる御意見が書かれています。これは順番に書かれていますけれども、少し整理させていただきますと、4つぐらい、もちろんそれだけではありませんが、それくらいにまとめられるのではないかと思います。

1つは、先ほども出ておりましたけれども、人材育成です。終身雇用にすべきであるというような話も出ていましたけれども、人材育成についてです。

2番目として、それからロードマップを含めて、核融合研究というのは何でこんなに時間がかかるのかということです。スタートしてから50年ぐらい経つわけですね。今年は50年のアニバーサリーということだったので、更にかなり長期を要します。これを早められないのかという点です。

3番目は知的財産の問題です。我が国が実際に炉をつくっていくときに、持っていなければいけない知的財産というものが国際協力の中でどうなっていくのかという問題は非常に重要な問題です。この辺は産業界も含めて重要な問題だと思っております。こういう御指摘をいただいています。

最後、4番目は先ほどから議論がありました広報とか情報の発信という面ではないかなというふうに思います。

皆さんが発言しやすいようにということで、この4つに分けて少しここに書かれた方あるい

はそれ以外の方も含めて、さらに御意見をいただければと思います。

それで、最初は人材育成についてですが、我々の報告書においても人材育成が非常に重要であるということを書き記述させていただいていますけれども、そういう点を含めて皆さんの御意見をまず頂けたらと思います。この点についてはいかがでしょうか。御自由にどうぞ。

よろしいですか。では、どうぞ。

(発言者B) 水戸のほうから来ました、核融合に携わっている者です。取組の基本的考え方の評価の中の人材育成のところ、国の政策に関して評価するというような記述があるかと思うのですが、実際、現場でそういう仕事をしている立場からしますと、やはり国がいろいろ考えているのかもしれないのですが、実際の政策としてどういう方向性に向かっているのかというのがなかなか見えてこないという印象は、やっぱり否めないというふうに思っております。

特に10年ほど前に大型装置で研究を始めたときから、人の数は減る一方でした。そのときに、人の数と予算は比例している、予算が縮小してくると人も減るといったような説明を上司からよく聞いていたのですが、こちらの資料16ページを見ますと、これからITERなどが立ち上がっていく中で、核融合研究の予算が増えていくというようになっているわけですが、原子力開発機構の予算は18年度、19年度、20年度と増えているのですが、人の数が増えているという印象、少なくともこれに比例して増えている印象は全く持っていないのが状況です。

ブロードアプローチやITERなど、国からやらなければいけないこととして受けているわけですが、それを担うだけの十分な数の人がいないことがやはり現場の問題だと思います。それについていろいろな場で何度も議論されているかと思うのですが、それでもやはりなかなか改善されないのが現場の実感です。それに対してもう少し具体的に何かはないのかなと思います。御回答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。

人材育成はいろいろな面があります。例えば報告書にも書かれていますけれども、ITERの職員に対して日本は18%の人員枠、メインの研究者として、そういう人員の枠を持っているわけですが、それに対して現在のところ9%しか日本から派遣されている人がいません。これも人材育成が反映された結果というか、人員の不足という面があるわけですね。それから、これからITERを10年間で建設して、その後、今度は実験に参画していく人たちが必要になってくるわけですね。そこでどれくらいの人間が要るかというようなことに関して、文科省等で人材の具体的な数値を評価する作業がされています。それから、今日の前半で神田さんがお示しになった、高校生とか、あるいはそれ以下の若い世代の育成とか、そういうこともあります。大学での核融合に関心を持つ研究者を増やしていく、あるいは核融合だけではなく、科学全般に関しての関心を持った学生を増やしていくといういろいろな面があります。そういうようなことに関して、議論はかなりされてきていると思うんですね。ただ、議論しても人材は育たないわけで、現在はどのような具体的な施策、アクションを行っていくかという段階だと思います。

これに関して、実は文部科学省において今年の7月に人材育成に関する報告書が出ております。たぶん、皆さんダウンロードできると思いますけれども、「核融合研究の推進に必要な人材の育成・確保について」ということで、レポートがまとめられています。そこにはいろいろな施策の提案が若干具体的、若干抽象的でありますけれども、出ています。ただ、これを実際に実現していくというのがこれからやらなければいけないことだと思うんですね。

これは待っていてもいけないということで、核融合エネルギーフォーラムというのがございますが、ここで人材の育成・確保についての具体的な案を現在取りまとめているというような状況です。それを文部科学省の作業部会、ワーキンググループと言われてはいますが、そこへ上げて具体的なアクションとしていくということです。また、小川先生にお話しいただかなければいけないかもしれませんけれども、核融合エネルギーフォーラム、それから核融合ネットワーク、そういうコミュニティーといえますか、研究者ソサエティーで具体的な提案を出していくという作業を現在やっています。

では、伊藤先生の後、小川先生、お願いします。

(伊藤委員) 申しわけございません。先にコメントします。論点で人材育成と言ったときに、即戦型の人材育成と、啓発活動であったり、教育活動であったり、幾つかカテゴリーがあると思います。即戦型という場合には使い捨てになってしまったり、時間的に終わってしまったりということがあるとは思いますが、全体をカバーするような何か施策、具体案が必要なのではないかと思えます。

人材育成及び教育、啓発、アウトリーチといったときに、聞いていると、その対象は市民講座、いわゆる市民の方々、それから研究者の方々、その次にすぐ高校に行くんですね、高校、中学、小学校。いわゆる大学の教養及び大学院教育の教養、そういうレベルの教育施策というのがエネルギーや核融合というものの重要性に比して非常に薄いということをまざまざと、今、痛感している次第でございます。

私事でございますけれども、九州大学におきまして、今度、新キャンパスができるということで、現在の化石燃料(石灰)関係やCO₂対策、近未来の水素、将来の核融合と3つ選びまして、エネルギーキャンパス構想ということでキャンペーンを始めました。実際、そういうものがいろんなところで流れ出すと、学生とか、近くの人たちがエネルギーキャンパスとかエネルギーとか、核融合とか水素とか、そういうものに目を向け始めています。そういうことをしているだけで啓発や教育などに繋がりますし、もう少し勉強したいなというような雰囲気を実際に生まれております。

いわゆる大学の教育、プロをつくるだけではない、ユニバーシティとして、人間の見識、教養を高める教育として、エネルギーを教育する、そういうところに力を入れるような施策といえますか、予算の使い方とか、例えばエネルギーに特化した取組をするような大学を評価するとか指定して選ぶとか、そういうようなことも考える必要があるのではないかと思います。

皆様にそういうことをどうして申し上げるかといえますと、人材育成の例でいえば、大学を卒業した人たちが私の周りでも教員資格を受けて、それで教員になっていきます。その人たちはすぐに小学生とか中学生とか高校生に接しますが、エネルギーとか核融合の教育を受けないで、そのまま卒業してしまうことが非常に多いです。実際、そういう教育を受けた大学生はそういうことを教えることができます。しかし、習っていないから教えられない、すると若い世代へのアプローチに繋がらないというようなところをもう少しどうにかしなくてはと、大学人として反省も込めて、ここで少し議論させていただきました。どうもすみません。

(高村部会長) ありがとうございます。大変重要な御意見だと思います。御意見といえますか、具体的なアクションとして。それでは、小川先生、少し活動についてお願いします。

(小川委員) 御指摘のように現場サイドの人材育成をどうするかというのは、火急の問題です。そのためにこの報告書でもそれが大事でありますというので、人材育成、人材交流方を構築することを期待するというので締めくくられています。つまり、原子力委員会の立場としては、だからそれを期待して頑張ってくださいということかと思えます。従って、今度は逆に

現場サイドとして私が勝手に期待するのではなくて、私自身が動いて皆さんの意見を吸い上げて、いろんなところにアクションしなくてはいけないということかとおもいます。具体的には、大学関係でしたらネットワーク、それから全般でしたら核融合フォーラム等で意見を吸い上げる活動をやって、それを実際の文科省の委員会等に積極的に上げたいと思います。

そのようなまさに現場サイドの人材育成及びそれに対する施策は非常に大事です。ただし、もう少し視点を広げて、伊藤先生は大学レベルまで言いましたし、もっと広げるならば、先ほどのアウトリーチみたいな社会一般の人材育成、その場合の人材育成といったときは科学技術系、理科系の人材育成というのが日本全体として最近叫ばれているのだらうなと思います。それはもちろん原子力分野の人材育成もあるだらうし、科学技術一般を含めてあると思います。

逆に私なりのコメント及び質問ですが、科学技術関係の我々が現場の人が足りないから人材が欲しいと言っているのですが、国民が本当にそう思っているのかどうかということも考える必要があるかと思えます。本当に科学技術分野に人材をちゃんと割くべきであると、我が国はそう思っているのかどうかということです。それを思っているのだったら、それなりの施策、それなりの国民の反応がどんどん出てくると思えますね。だから、まさに科学技術創造立国という国にしなければいけないのだと思うのだったら、日本政府はそういう思想を持って、そのような施策をどんどんやってゆく必要があると思えますね。

それで、また永山さんのほうに質問が行ってしまうのですが、マスコミを含めて社会一般は、科学技術関係の人材を育成しなければいけないと思っているのでしょうか。本当に第三者的に見てそれが本当であり、そのための施策をどんどんやるべきだと思っているのでしょうか。それに対し、マスコミを含めて、そういう施策が推進できるような報道及びそのような施策を積極的にやろうとしているのでしょうか。その辺について少しコメントをいただければと思います。

(高村部会長) 永山さん、よろしいでしょうか。

(永山氏) まず、小川先生の質問にお答えしたいと思いますが、国民がそう思ってくれているかどうかというのは、世論調査をそういう視点からしたことがないため、確たるデータは持っていません。ただ、私どもの毎日新聞では2002年から「理系白書」という、科学技術創造立国の研究現場がどうなっているのか、人材育成がどうなっているのか、日本の科学技術政策は正しい方向に向かおうとしているのかということルポする連載を続けておりまして、その中で人材問題であるとか、ポストク問題というのをかなり熱心に取り上げてきています。その際に思ったのは、例えば海外と比べてどうかというときに、日本では研究者であるとか技術者があまり大事にされていないようです。それを使う側、どちらかという文系の人たちのほうが偉くなるし、収入も多いし、重要な判断もそちらに委ねられてしまっています。そういった傾向が外国の研究現場などと比べると強いと思えます。

そういう問題が見えてきたものですから、きちんと技術者に報いよう、研究者に報いよう、そして、そのすそ野を広げる政策を進めて欲しいということを書き続けまして、例えば文科省の人材委員会などの中でも私たちが問題提起した点に対する答えになるような政策を出していただいたりもしています。

一方、世の中の考え方がどうなのかということですが、国会議員がすべて一般国民の感覚を共有しているのかどうかはわかりませんが、例えば先日、自民党の「無駄遣い撲滅プロジェクトチーム」による政策の棚卸しが各省庁であったようですが、そのときに文科省の施策でターゲットになったのが、いわゆるポストクのキャリアパスの支援策に対する予算で、これが

非常に無駄であると自民党の先生方は判断されたようです。実際は来年度予算では文科省は確保する方向で動いていらっしゃるようですけれども、その辺の理解がまだ十分広がっていないというのは感じます。私たちもまだまだ報道を続けていかなければいけないと思っています。

それから、今、ご質問された方の趣旨は、これから研究者になろうとしている人たちへの啓発ということも当然含まれていると思いますが、それよりも今のITERプロジェクトであるとか、BAプロジェクトに対する人が足りないということなのではないでしょうか。原子力産業協会が出されている資料を拝見しても、技術者がどんどんリタイアして行って、技術継承ができなくて大変なことになっているということが書いてあります。実際、母数として今足りない状況なのではないでしょうか。それとも、人はいるのだけれども、研究するポストがないから、そういったところに入れられないという状況なのではないでしょうか。

（高村部会長） 逆に質問をまたされてしまいました。私も余り数字は知りませんが、例えばITERの国内機関として日本原子力研究開発機構が選ばれているわけですが、例えばそこは独立行政法人ということで、予算等が年々削減されているという現実があるわけです。同時に、人員についても、もちろん非常に強い規制があります。そういう非常に大枠の規制がかかってしまっているということで、例えば実際に核融合研究開発の現場、例えばJT-60とか、そういうところでは実質的にかなり人員が不足しているということは、要するにポストがやはりないということかと思えます。ポストがあれば今触れられたポストクの話のように、ある程度の母数はこのコミュニティーの中にはいると思いますが、ポストクの先という形でのポストが必ずしもないということです。それから、大学にそういうポストがあるかという、大学も法人化のあたりでなかなか難しいという面があります。

それから、核融合研究はかなり大規模な研究開発というイメージもあって、なかなか通常の大学、個々の大学でどういうふうに展開していくかという、それは研究者の力量にもかかっていますけれども、現実問題としてはITERをやっているから、格段にポストが増えるわけでは当然ないわけです。そういうようなことが現実ではないかなと思っています。どなたか補足していただける方はおられますでしょうか。よろしいですかね。あと永山さんの質問には答えになっているかどうかわかりませんが。

（永山氏） 例えば時松さんの最初の御提案にあった終身職の研究者のポストをつくるべきだというのは、今、現実的に非常に難しいということになってしまうのですか。

（高村部会長） 時松さんの3番目のバランスを解消するという、我々にとっては夢物語といったらなんですけれども、そういうことを実現化していかなければいけないんですけれども、その前に流動化自身も、日本の社会のシステムとして流動化が十分ではなく、非常に固定化されているということがあります。先ほど少し触れましたITERへの職員の派遣等についても、なかなか大学から行きにくいというような現実が浮かび上がりつつあります。

人材育成あるいは人材確保に関して、また皆さんのほうから何か追加の御意見とかコメントございますでしょうか。よろしいですか。人材確保のことで、常松さん、簡単にITERへの職員の派遣のことを御紹介いただけますでしょうか。

（常松委員） 御専門の方が多から御存知と思いますが、ITER機構という独立した国際機関がございます。ここは資金を持って給与を払って職員を雇っており、約200人プラス支援要員が50とか70とかと言っていますね。今、各極が出そうというのはその200人の部分です。日本は18%までの人員枠があり、現在約10%ぐらいまではいったのですが、残りをどうしようかというところです。インタビューがあって、向こうの職員になりますから、こちらの

母国では休職するか、辞めていくかということになるわけです。休職の場合というのは親元がそのポストを温存しておいてくれるということが必要になります。それから、辞めて ITER 機構に行ったとして、向こうでクビになったらどうしようという不安も出てまいります。そのようなこともあり、余りに日本人に馴染まない就職の仕方であることは事実と思います。

人がいないかという、実はいろいろあちこち走り回らして、登録制度というのを当方につくってございます。決して身分はお明かしいたしません。受けたときはばれちゃいますけれども、今、約80名ほど登録されていまして、そのうちの半分が30代、40代です。ですから、国際機関でぜひITERをやってみたいというかなり強い意図がある、そういう人がいることは事実です。

その方が向こうのニーズに合うかどうかというのは別の問題で、そちらに移りますけれども、なかなか日本人の場合、己を売るといのがやっぱり恥ずかしいんでしょうか、インタビューを聞いていますと、自分はこういう経歴がありますというところは滔々とやるのですが、質問を受けてキャッチボールして、お前よりおれのほうがよく知っているという、こういう売り方がなかなかできにくいところがあります。ですが、そうしないと雇ってくれないわけです。その辺も一応ビデオだとか模擬面接だとかということはやっているのですが、限度があります。世界に羽ばたいて、己の力量で己を売っていくという風土といいますか、あるいは望むらくは大学でそういう教育もしていただけると、私どもは非常にありがたいです。ですから、ある意味で別に特別なことをやるのではなくて、国際界に行ききちんと説明をしてきて、いい評価を受けて帰ってくるという通常の研究活動の訓練をもう少しすると、そういう人が出てくるかと思えます。

最近、割ととおり始めているのが、外に出ている日本人です。在外公館にお願いして、我々が行ったときに人を集めてもらって説明しているんですが、そういうところの人がリスク評価、財務、信頼性工学、バリューエンジニアリングなど、この新しい分野で学んできたものを売って採用されるケースが多くなっています。ですから、日本人も捨てたものではなくて、もう少しのところだと思います。リソースは十分あると思います。

ただし、そこにアプライするだけの度胸があるかどうかというのが、たぶん、次にあります。やはり後で帰ってきてもいいんだよというふうな休職出向をしていただければ、多分、安心して出ていけるのではないかと思います。それが無いとちょっと辛いのかなという気はいたします。

まとめましたでしょうか。

(高村部会長) 大変結構だと思います。そういう登録の人数がそれくらいいるということをおは初めて知りました。大変力強いと思います。4つほど挙げさせていただきました人材の育成確保ですけれども、追加で御発言はありますでしょうか。よろしいですか。

2番目に、もう一つのポイントは核融合ってどうしてそんなに時間がかかっているのというところでございます。大変、我々自身も歯がゆいところでございます。早期実現ということで、先ほどロードマップをきちっと示すという議論がございましたけれども、早期発現を要望する御意見も多かったと思います。改めてここでこの点について御意見をいただければと思います。いかがでしょうか。

(発言者 C) 核融合の研究開発に従事しております水戸から参りましたヒガシジマと申します。先月、うちの研究所の施設開放がございまして、その際に家族を私の職場に連れていきました。私はそのときは説明者でも何でもなく、家族とただ楽しくやっておりました。その際に、同僚が説明をやっておらして、核融合というのはこんないいところがあるんですという

話を、逆に言うといつも私がやっているような話かもしれませんが、そういう話をやっておりました。妻が隣で聞いていて、「そんないい話なら何ですぐにやらないの。すぐにできないの。」と隣で言うんですね。そのときにやっぱり思ったのは、一般の方というのはそう思うのだろうなということです。そこで、私が小声で、こういう難しいことがあって、こういう課題があってと説明すると、「何だ、あなたは何をやってきたの。」とやっぱり言われるわけです。そういう意味で、「でも、あなたの飯の種でもあるんだよ」みたいな話をしながらやっていたのですけれども、そういう方からすると、早期実現ということがやはり重要なんだなと今回特に思いました。

今回の評価の中で早期実現というのは確かに御議論いただいたかと思いますが、具体的にどういう御議論だったのでしょうか。もしくは少し前に方針をある程度まとめられたところでもあるでしょうし、今ロードマップをまとめておられるそういう時期でもあると思いますので、どういう御議論があったというのを若干御紹介いただくのと、あと、その際に具体的にどういう評価をされたのか御説明いただけたらと思います。

以上です。

(高村部会長) ありがとうございます。

これはどなたでしょう、では小川先生に。たびたびすみません。よろしくお願いします。

(小川委員) ITER がスタートするにあたり、原子力委員会の平成17年の報告書で、今後の核融合の推進方策についてまとめました。この報告書では、次の原型炉で2030年代に発電実証し、それから21世紀中葉に実用化の目途をつける、と述べられています。これを一つの指針として、それを実現するための具体的な技術ロードマップを書いたのが今回の報告書です。

2030年代後半に発電実証、ようやく核融合で発電ができるわけですがすけれども、今からまだ30年後なわけです。それでもまだかなり時間がかかりますね。遅いのですがすけれども、具体的に細かい項目を詰めていってみると、そのくらいになってしまいます。例えば一つのクリティカルな問題として炉心プラズマを見たときに、ITERが動き出すのが2018年からですね。それを見て、それでようやく炉心プラズマの形やサイズを決定できます。このように項目別にきちんと読んでいくと、2030年代後半というのが今のリーズナブルな範疇でのアズ・スーン・アズ・ポッシブルだと思います。

もちろん、それを前倒しにしてITERの結果を見なくてもいいから、大体うまくいこうという仮定のもとに次の装置をつくるということにすれば、ちょっと危険だけども、もっと前倒しになる可能性はあると思います。

30年というのがやはり長いといえば長いですけれども、重要なのは、着実に物事を積み上げてゆけば、確かに核融合ができるのだということをお示して、肅々と実現に向けて努力していくということです。それに入るのが第4段階ですので、そこに向けて、我々が着実に成果を上げていくというのが肝要だろうと思っております。2038年、2039年とか、そのくらいに発電の原型炉を動かしたいといっても、いろいろなクリティカルな項目というのは2014年ぐらいから決定していかなくてはいけないので、必ずしもそれほどゆっくりしてられる訳ではありません。このような議論をしながら、本ロードマップはつくってきております。

以上です。

(高村部会長) ありがとうございます。

ヒガシジマさんも具体的には一部、この作業を御存知だと思いますけれども、一般的に早期実現というのは非常に重要なことですが、今のでもよろしかったでしょうか。

寺井先生、補足をどうぞ。

(寺井委員) 早期実現という話に直接答えるということではないのですが、かなりの方が御存知のようにITERと実際の発電炉には大きな違いが1つあります。それは何かというと、ブランケットというものがITERには今無いのですね。ですから、ITER でエネルギーを取り出して発電することが実はできないのです。実際に炉として成り立つ、つまり核融合からエネルギーを取り出すためには、炉心の周りにブランケットを設置する必要があります。

これはITERでは現在、考えられておりませんが、実は原型炉を想定したテストブランケットモジュールというブランケットの試験をするパーツをITERに組み込んで、基本的な性能の試験をするということになっております。ですから、そういうものを技術的に展開させていくことで、原型炉へのパスができるということでもあります。それから先ほど、お話がありましたけれども、実際に核融合からのエネルギーの取り出しがなかなか見えにくいというようなことを考えますと、これは私の私見になりますけれども、例えばテストブランケットモジュールを使って、何らかのそういったエネルギーの取り出し的なものがデモンストレーションできると、一般の国民の方には非常に大きなインパクトになるのではないかなという気はします。

ここはまだ私の個人的なところですから、委員会で承認されたことは何らありませんので、その点は付記させていただきますけれども、そういうことで少しでも炉というものの姿が見えるように実際にやっていくということも、あわせて行われつつあるところを補足させていただきたいと思っております。

(高村部会長) ありがとうございます。

内山先生、どうぞ。

(内山委員) 私はやや批判的な立場で言わせてもらいます。今のロードマップですけれども、基本的にそんな簡単ではないと私は思っています。これまでの原子力技術の社会における導入ステップを考えてみますと、FBRそのものに対しても数十年の歳月を要していますが、いまだ「もんじゅ」が動かないという状況です。

「もんじゅ」は、御存知のようにほとんどがフランスの技術で成り立っているものですから、いわばほとんどでき上がった技術だという、そういうものです。それに対して今回のITERはまだこれから基礎研究とか、いろんな面で研究開発を重ねなければいけないということなものですから、2030年に発電できるというのは、余りにも見通しが甘いというのが私の意見です。専門委員会の中でもいろいろな意見、たぶん、私だけかもしれませんが、そういう意見もあるということは御理解をお願いします。

そういう点では、皆さん方、今日お集まりの方は何とか核融合をやっぱり進めたいという気持ちに心を一にしておられる方々だと思っておりますが、やはり現実にこれだけの技術を社会に導入するということを考えますと、いろんな障害をこれから乗り越えなければいけないということが実際にあると思っております。そういうところ等も含めてロードマップを理解していただければと思っております。

(高村部会長) どうもありがとうございました。非常に難しい面がたぶん出てくるであろうということは仰るとおりだと思います。

早期実現ということと実際に発電の姿を見せるということ、実証炉といいますか、デモ炉と我々は呼んでいますけれども、これがどういう姿であるかということを示すということが、いただいた意見の中でも指摘されておりました。デモ炉の設計といいますか、そういう活動はされているのですけれども、ITERのように集約されてきているという段階ではもちろんないわけです。ITERの実験の結果によってかなり変わってくる場所もあると思っております。

一番最初に紹介がありましたブロードアプローチの中でも日欧の間で、国際核融合エネルギー研究センターの中に原型炉設計・研究開発調整センターというのがございます。これが、これからどういうデモ炉を構想していくかという活動を既に始めているわけです。この辺がまだ十分に国民の皆さんに見える形になっていないというところがございますけれども、そういう活動を始めつつあります。これについても常松さん、簡単に結構でございますので、紹介してください。

(常松委員) ITERのだいぶ前から、ともかく発電がどんなものかというのはどの国でも研究してまして、イメージが全くないわけではありません。ただ、今回、日・EUの共同でやりますから、ある意味でカルチャーが違ったところが2つぶつかります。そうするとコンセプトが違ってきます。そこをどう調整するかというのが、今後のまさに何がクリティカルな課題かを浮き彫りにしていくいい機会だと思っています。

実はITERが始まったときに、実験炉の概念というのは4つあったわけです。それを大体2年か3年かけて一つにまとめ、その中で実験炉は何をやるべきだ、あるいはどうつくるべきだという議論が定着して、ITERの概念設計ができて、工学設計ができたわけです。それと同じようなことを、原型炉というのは一体どういうミッションを持って、どういうデータベースに基づいてやるのかというのを日・EUでまず3年間ぐらいかけてはつきりさせてみれば、恐らくあとは今つくっているロードマップがどこどこがクリティカルで、あるいは何が抜けているかというのが見えるんだろうと思っています。その辺がある意味で文化が違った2つの概念をぶつけてみると、意外とクリティカルパスが見えてくるという、これは一種のITERでの経験ですが、そのように思っております。

(高村部会長) ありがとうございます。

今のようなことに関しまして、更に何か御意見がございましたら、ぜひお願いしたいと思います。

(発言者 D) 私も核融合研究をしている者ですがけれども、ひたちなか市から来ましたコンノと申します。ロードマップにしても先ほどの人材育成に関しても、要はかなりお金がかかるんですね。ロードマップの報告書にも予算に関するいろいろな書かれていたと思いますけれども、ITERに匹敵するくらいお金がかかるということです。例えば2039年にデモ炉をつくるのにしてもお金がかかるわけです。それで、先ほど小川先生のお話で今回の報告書が単なる提言で終わるような話があったので私は驚いたのですけれども。今回の報告書というのは国の施策に対してどのくらいの効力というか、有効性を持っているかというのをお聞きしたいと思っております。

それと、あとロードマップが今回、文科省のほうに既に報告されていると思うのですがけれども、それでコメントの中にもそれがどのように生かされるかというのが懸念されるコメントが書いてあったと思います。私も同様にロードマップは文科省の指導で、2050年に商用発電をするという制約のもとにつくられたものなのですけれども、実際にそういったロードマップを達成するには、先ほど申したように相当のお金がかかります。そういう状況で文科省というか、政府がどのように、こういった提言とかロードマップに対して応えてくれるのかというのが、我々現場の研究者としては非常に気になるところであります。

(高村部会長) 大変ありがとうございます。

最初の御質問で、報告書がどういう効力を持つかということに関しては、後ほどむしろ原子力委員会のどなたかにお答えいただいたほうがいいのではないかなと思います。

少しロードマップについて補足させていただきます。ロードマップに関しては核融合エネ

ギーフォーラムで議論されて、それで一応文部科学省の核融合研究作業部会のほうに提案されています。ただ、文科省としてこれを認可したとか、これをオーソライズしたということでは今の段階ではないと私は伺っております。

では、これからどうするのかというのは、目下、人材育成のことに集中していますので、それが一段落した段階でロードマップに移るのではないかなと私は思うんですけども。現在の段階では、核融合エネルギーフォーラムでまとめられたロードマップに関しては、そういうような状況ではないかなと思います。もし補足していただければありがたいんですけども。

それから、第1番目の問題に関しては、委員長にお願いします。

(近藤原子力委員会委員長) 御質問者が報告書と仰るのが政策評価の報告書ということであるとすれば、ここに書かれている御提言を受けて、ここに4点、5点、書いてあることについては、その趣旨を踏まえた施策がなされるように努力をするのが私どもの仕事ですから、そのようなアクションをとることになると思います。そういう意味では用心深く書いてあるところがあって、むしろ皆様のほうから見たら歯がゆいだろうと思うんですけども。さっきからの議論でも思うんですけども、やはり最後は民主主義の世界ですから政治がすべてなんですよ。

我々自身も国会の承認を得てここに座っているわけで、国会がある意味ではすべてであり、極めて合理的なシステムになっているわけですけども、そのところに影響力がないことにはしようがないわけです。我々はこういうレポートをいかに行政府を通じて立法府に働きかけるかということを決まってくるわけですね。

先ほど仰られた人材の問題についても、まさに独立行政法人という仕組みという、公務員の人減らし、小さな政府の実現という国民の声を受けて決定されたわけですが、さて実際にやってみたら、結果としてさまざまなひずみをもたらしているよということです。このことについて、今度、ひずみがあると国民経済的にこれは間尺に合わないとなれば、それについて、こういう機会を通じて声を上げていって、そういう選択に修正を働きかけていくという、そういうアクションをとらない限り変わっていかないわけです。ですから、大変かもしれないですけども、しかし、それがこの世の仕組みとして合理的ということで皆さんが選択されている以上、そういう仕組みの中で我々は振る舞うし、いかに効果的かつ効率的に影響力を行使していくかということになるのだと思います。

そのことについてやや露骨な言い方をすると、アメリカの連中はすぐ議会でロビー活動という格好で、その都度、どんどん議員さんにお手紙を書きましょうということをごく普通になされています。先ほどドイツの例の紹介もありましたけれども、さっさとそういう意味で行政府に手紙を書いたり、電話したりするというアクションをとるのが、ある意味では一つの手段だと、当たり前の手段としてなされているところがあるのです。我が国社会はそういうことは余りやっていないのか、やっている人もいるみたいですけども、セクターもあるみたいですけども。私もずっと大学にいたからそういうことは余り気にしなかったんですけども、この世界に来てみるとやはりそれは結構影響力があるのですよ、やはり。

ですから、さっきのエネルギー問題についての教育でも、やはりエネルギー問題の情報発信と受け取るという、国会議員というのは情報を受け取る側ですけども、彼らのエネルギー問題に対する情報の受け手のウインドーの幅を広げてあげないといけないわけで、そういう意味では、さまざまな手段で彼らの耳がこちらに向くようにするという努力はしなければならぬということとは明らかです。そういうコンテキストで、こういうレポートもそういうふうにして目に留まるようにしていくというのは、私どもお預かりした者の責任と考えて、努力したいと

思っているところです。

(高村部会長) ありがとうございます。

時松さん、何かありますか。よろしいですか。

よろしかったでしょうか。ありがとうございます。

ほかにございませんでしょうか。どうぞ。

(発言者 E) 愛知県から来ましたイマガワと申します。早期実現ということに関する質問ということですが、今回の報告書の提言の中で、中間段階、あと10年程度ですか、10年程度で次段階への移行の判断をする提言になっているのですけれども、10年というスケールを考えますと、ITERの建設が大体終了するぐらいということになります。先ほどから核融合は開発に時間がかかるという御意見がいろいろあるのですけれども、結局、一個のものをつくるのに10年ぐらいの年月を要してしまうと、10年後にITERがやっとできて、その結果を踏まえてというふうに考えていくと、早くてもやっぱり30年ぐらい経たないと次の発電するものの完成にいかないわけです。だから、そういう考え方を採っていると、早期実現といっても限界が出てくるわけですね。

私の質問は、10年後というタイムスケールが工学研究者にとっては結構致命的でして、ITERが完成する頃に次のものが決まるとなると、せっかくITERで経験したものを次に生かすというチャンスが失われてしまうということを懸念します。原子力エネルギー開発ではもちろん高速増殖炉の開発というのが国として最大プライオリティーだということは理解しているつもりなのですが、その中で核融合炉が実現できるとしたら、どういう形で高速増殖炉との開発の中で共存しながら実現性があるのかというようなところをぜひ見える形で議論をしていただきたいというのが私の1つお願いです。

もう一つのお願いは、中間レビューというのを、5年ぐらいのタイムスケールでお願いできないかということです。そうするとまだITERの建設中ですので、次にいけるかどうかということがわかれば、技術者にとっても研究者にとっても、それは大変重要な情報になるのだと思います。

(高村部会長) ありがとうございます。御意見として尊重させていただきたいと思います。今の御提案を検討したいと思いますけれども、そういうことでよろしいでしょうか。

10年程度というのは、要するにデモ炉への移行という判断、要するに約10年程度とアバウトで書いてありますけれども、ITERのプラズマのパフォーマンスがある程度見えてくるという、そういうことも含まれているのではないかなと私は思うのですけれども、必ずしも十分ではありませんが、そういうことですね。よろしいでしょうか。そういうことですね。ITERのパフォーマンスのある程度のめどがついてということで、第四段階に移行するかどうかという、そういう判断ができるような状況になってくるんだというふうに理解しておりますけれども、よろしいでしょうか。どうもありがとうございました。

中途半端かもしれませんが、早期実現はいろいろな意味で一般の国民の関心のあるところですけれども、あと2点ほど強引にちょっと移らせていただきたいと思います。

知的財産の話が御意見として出ております。国際協力であるということで、知的財産の話、戦略というのはどうなっているのかということが御意見に出ておりました。改めてこの点に関して御意見をいただければと思いますが、いかがでしょうか。

国際協力の中、ITERはもちろんそうですね。それからブロードアプローチについても、ヨーロッパとの国際協力ということで、これについても我が国としてそのノウハウを蓄積できるのかどうかと問題があるかと思えます。委員の尾崎さん、余り御発言が無かったので、産業界

の立場からその辺について、余りフロアから御意見がないので、コメントがございましたらお願いします。

(尾崎委員) 資料の6号に書いてある知的財産権についての質問というか、コメントですけれども、知的財産権というのは特に企業にとっては競争力の源泉になりますので、国際協力とはいえども、そういう権利の線引きをはっきりやらないと、対応がもやっとしてしまうといえますか、きちとした戦略的な対応ができませんよというコメントだと思います。

現実問題として、国際協力事業ということで、特に後から来るような国の方は、お金を出すからには全部ちょうだいというようなところもありまして、そこを全部だめと言ってしまうと、なかなか前へ進まないというのも理解できるのですけれども、現実問題としてはやはりその辺の線引きをよく議論しないとと思います。それで、関係者がその辺の認識を合わせておかないといけないというふうに思います。

もう一つ、知的財産といった場合に、知的財産の権利とそれから実際に知的財産を使えるだけの能力というものの2つあると思います。ここは権利というコメントだったのですけれども、権利だけ持っても実際にそれを行使できるだけの能力が日本側に無いとか、無くなるとか、そういう場合には非常に問題が出てくると思います。そういうのを全部残そうとしますと、先ほど会場からコメントもいただきましたけれども、10年明けたらもうだめですよとか、15年明けたらだめですよとか、そういう話になります。

やはり、そういう意味で我々日本なら日本として残したい知的財産、技術、能力、それを全部残すことはたぶんお金の問題で無理なので、どこを残すか、その残すところに対して、だれが責任を持ってキープしていくかといったところ、そこはまだ十分に議論できていないと思っています。今回、ロードマップを策定する中、そういうクリティカルな技術が明らかになってくるので、それをどういうふうに扱っていくのか、産業界が持つのがいいのか、国が持つのがいいのか、どこが持つのがいいのかといったところの議論をやっていく必要があると考えております。

(高村部会長) ありがとうございます。ここにいただいている御意見に対する回答にもなったかと思います。

時間が迫っているというか、過ぎつつあるんですが、あと広報の問題も指摘させていただいたのですけれども、第1部のところで少し議論がされました。しかし、会場のほうで広報に関して、あるいは社会への発信、この点についてぜひ御発言したいという方がおられましたら、お一人だけになりますけれども、お願いしたいと思いますが、いかがでしょうか。よろしいですか。

あと、ここを5時には出ていないといけないという何か制約があるみたいで、50分で閉めさせていただきます。

全般にわたってぜひ御発言いただきたいということがございましたら手を挙げてください。時松さんどうぞよろしくお願いいたします。

(時松氏) 時間が限られていますので、3分程度で手短かに申し上げさせていただこうかなと思います。

最大のポイントは、やはり先ほどの内閣府の事務局の牧様が御説明されたスライドの5、6枚目だと思います。いわゆる磁場閉じ込め方式というか、要するに炉心プラズマの絵があって、こういう基本計画があって、これですずっと進んできているわけだと思うんですね。どんな技術でも、これに限らず、何でもそうだと思うのですが、やはりシーズがあって、そういう技術開発を進めていきますよというところがあると思います。また、エネルギー開発といったとき

に、どういったニーズがあって、それに対してどういうふうにやらなければいけないのかというところがやはり重要だと思います。

時間が短いのでどういうふうに誤解がないように言うか悩んでいるのですが、先ほどから出てきましたロードマップも時間的にも費用的にも無理があるのではないかという意見もございました。それに対するご回答もいろいろあったと思うのですが、最大の問題は今までのこのシーズがあって、それを見て開発しているということかと思えます。

さまざまな課題があり、これはこういうふうにできています、これはできています、これは難しいですとお答えは十分にできているし、それでコミュニケーションがとれていると思うのですが、やはり聞き手側のほうからすると、何でエネルギーはできないのというところから、そこからスタートしないと話がやっぱり全然かみ合いません。先ほど小川先生のほうからトカマクと心中するつもりはなくて、核融合と心中するんだと仰っていましたけれども、まさしくその話でして、この核融合エネルギー反応を使ってどうエネルギーを社会に出すのか、例えばスライド5枚目とかを全く無視してでもいいから、発電プラントなり、あるいはエネルギー、水素を取り出すでもいいですけれども、そういった絵姿をスタディーするということがやっぱり一番重要なことじゃないかなと思います。そういう姿がある程度でも見えてくると、核融合ってやっと本当に社会にできてくるんだねと、社会も関心をやっと持ってきて、初めて、核融合に研究者人生を捧げてみようとか、時間を使ってみようとか、一生懸命思う方も増えてくるわけです。

さっきから市民の広報というか、受信側としてパブリックの受け手としての問題ではないかという御指摘が多くありました。しかし、実は受信側の問題というのは核融合を開発されていらっしゃる方のほうではないのかなという、余り適切な言い方ではないかもしれませんが、今までそういう指摘はたくさんあったと思うんですね。例えば温暖化対策一つをとっても、世間できちんと議論しているから、いろんな優秀な人が来ているんだというのを数年前に亡くなった環境研のモリタ先生も仰っていました。少し前にITERの議論ときに、トカマクでいったときに、袋小路に入り込んだら困るでしょうという話もあったと思うのです。これはこれでももちろん進めていくべきだと私は思っており、全然反対しているわけではないんですが、それ以外のオールタナティブなパスという考え方というものの自体が多分、見方が大事なことから、少し申し上げさせていただきたいと思えます。

(高村部会長) ありがとうございます。

ということで、いろんな御意見を頂きました。残念ながら時間が来てしまいましたけれども、では、ごく簡単に。

(内山委員) 私が非常に残念に思っているのは、一般の人の関心がほとんどないというか、今日は核融合に関係している人ばかりで、あれだけ広報して、一般の人がほとんどここに来ないということは、場所がつくばで悪かったのかもしれないのですが、根本的に核融合が社会に認知されていないということであって、この辺は今後最も反省すべき点かなと思いました。

今日、招聘された3人の方々が一般的な人の発言をして下さったのですが、やはりこの考えを報告書にある程度盛り込む必要があるのではないかと私は思いました。例えば、実用化に至るまでの長期間を要する核融合開発の維持・発展させるために取り組み、適切に進められているかというところがありますが、この報告書の内容は推進する立場の意見しかないんですよ。一般の人の意見が全然入っていません。だから、こういうところにもそういう一般的な意見としてきょう招聘された3名の方の意見のある程度取り入れて、記述していた

だきたいと思っています。

以上です。

(高村部会長) ありがとうございます。今の意見も大変貴重だと思いますので、今日出たいろいろな御意見はまた議論いたしまして、報告書にいろいろな形で反映できるのではないかなと思っています。

ということで、この会は閉じさせていただきますけれども、事務局のほうから何かございますか。

(土橋参事官) それでは、どうもありがとうございました。

本日の議事録につきましては事務局で作成いたしまして、一般公開させていただきます。その際、発言された方の御氏名も記載させていただきたいと思います。御了承よろしく願いいたします。また、入り口で事前にお配りしたアンケート用紙を回収させていただきますので、御協力をお願いいたします。どうもありがとうございました。

(高村部会長) 本日は本当にお忙しいところを集まっておいただきまして、どうもありがとうございました。先ほど申し上げたことの繰り返しになりますけれども、ぜひこれを報告書の中に反映させて、今後ともよろしく願いしたいと思います。

これで閉会させていただきます。どうもありがとうございました。

以上