

核融合戦略有識者会議(第11回)議事要旨

I. 日時 : 令和7年4月23日(水)16:00~18:00

II. 場所 : 中央合同庁舎8号館8階816会議室(オンライン会議併用)

III. 出席者 : (敬称略)

有識者委員

篠原 弘道(座長)	日本電信電話株式会社 相談役 日本経済団体連合会・デジタルエコノミー推進委員会 委員長
石田 真一	量子科学技術研究開発機構 理事長アドバイザー
尾崎 弘之	早稲田大学ビジネス・ファイナンス研究センター 研究院教授
小澤 隆	一般社団法人日本電機工業会 原子力部長
柏木 美恵子	イーター国内機関(ITER Japan)
栗原 美津枝	株式会社価値総合研究所 代表取締役会長 経済同友会 幹事(前副代表幹事)
小西 哲之	京都フュージョニアリング株式会社 代表取締役 京都大学名誉教授 一般社団法人フュージョンエネルギー産業協議会 会長
近藤 寛子	合同会社マトリクス K 代表
富岡 義博	電気事業連合会 理事・事務局長代理
吉田 善章	東京大学大学院数理科学研究科 特任教授

政府関係者

城内 実	内閣府科学技術政策担当大臣
濱野 幸一	内閣府科学技術・イノベーション推進事務局長
柿田 恭良	内閣府科学技術・イノベーション推進事務局統括官
川上 大輔	内閣府科学技術・イノベーション推進事務局審議官
出田 強	外務省軍縮不拡散・科学部 国際科学協力室 首席事務官
清浦 隆	文部科学省大臣官房審議官(研究開発局担当)
吉田 修一郎	経済産業省イノベーション・環境局イノベーション政策課フロンティア推進室長 (今村 亘 経済産業省大臣官房審議官(イノベーション・環境局担当)の代理)
多田 克行	資源エネルギー庁 電力・ガス事業部 原子力政策課原子力技術室長 (畠山 陽二郎 資源エネルギー庁次長の代理)
永森 一暢	環境省大臣官房総合政策課環境研究技術室長補佐
野村 朋美	原子力規制委員会原子力規制庁 放射線防護グループ 放射線規制部門 安全規制管理官

事務局

馬場 大輔	内閣府科学技術・イノベーション推進事務局参事官
内野 隆	内閣府科学技術・イノベーション推進事務局参事官補佐
杉本 宜陽	内閣府科学技術・イノベーション推進事務局参事官付主査
太田 雅之	内閣府科学技術・イノベーション推進事務局参事官付行政実務研修員

IV. 議事(開会挨拶を除き非公開)

1. 開会

2. 議事

(1)フュージョンエネルギーの社会実装の促進について

(2)国家戦略の改定に向けて

(3)その他

3. 閉会

V. 配布資料

資料1—1 フュージョンエネルギーの社会実装の促進について (尾崎委員提出資料)

資料1—2 フュージョンエネルギーの早期実現、産業化に向けた世界の動きと我が国
(小西委員提出資料)

資料2—1 フュージョンエネルギー・イノベーション戦略～国家戦略の改定に向けて～ (内閣府資料)

資料2—2 フュージョンエネルギー・イノベーション戦略(改定素案) (内閣府資料)

参考資料1 フュージョンエネルギー産業協議会(J-Fusion)
技術マップ調査報告及びムーンショット制度への期待

VI. 議事要旨

開会の挨拶

○城内科学技術政策担当大臣

城内実でございます。本日は委員の皆様方におかれましては大変御多忙の中、第11回「核融合戦略」有識者会議に御出席いただきまして、本当にありがとうございます。それでは、着座にて失礼させていただきます。

まずフュージョンエネルギー・イノベーション戦略につきましては一昨年、令和5年4月に策定されたものでありますが、国際的な競争が大変激化する中で昨年、令和6年8月より戦略の改定に向けた議論を重ねていただいたところであります。本日の有識者会議では、新しい戦略の素案について御議論いただくことになっております。

今般の国家戦略の改定は、新たな目標であります「世界に先駆けた2030年代の発電実証の達成」、これを目指し、フュージョンエネルギーの早期実現、産業化を加速するための具体的な取組を定めていただく予定となっております。

ここまで御議論いただいた内容も踏まえまして、当面の新たな取組といたしましては、社会実装に向けた様々な課題について引き続き検討を行っていく内閣府タスクフォースの設置、そしてまた、本年3月に策定いたしました「安全確保の基本的な考え方」を踏まえた対応、そして世界に先駆けた発電実証の達成に向けて、必要な官民の取組を含めた工程表の作成、さらには原型炉開発、特に工学設計や実規模での技術開発の加速、またITER機構の日本人職員数増加や調達への積極的な参画促進、国立研究開発法人の資金供給機能の強化、戦略的国際連携の強化、QST等のイノベーション拠点化の推進などが重要事項であると考えております。

引き続き委員の皆様方から忌憚のない御意見を頂きまして、今回の有識者会議において戦略改定案を取りまとめていただけますと幸いです。

○篠原座長

本日もお忙しい中、また雨で足下が悪い中、多くの方に御参加いただきまして誠にありがとうございます。

前回の会議では、特に国家戦略の推進体制などについて、イノベーション拠点化などの原型炉実現に向けた基盤構築、それから体系的な人材育成システムの構築などに関しまして御議論いただきました。

さらに、「安全確保の基本的な考え方」について御議論いただき、3月25日で決定することがで

きました。

本日は、フュージョンエネルギーの社会実装の促進について御報告いただいた後、国家戦略の改定に向けて議論したいと考えております。

具体的には、フュージョンエネルギーの社会実装の促進に向けた論点について尾崎委員から御報告いただくとともに、フュージョン産業の促進について小西委員から御報告いただきます。

また、国家戦略の改定につきましては事務局より改定案のポイントについて御説明いただく予定でございます。

本日も皆様からの貴重な御意見を頂きながら、国家戦略の改定の議論を進めてまいりたいと思いますので、本日も是非よろしくお願い申し上げます。

(1)フュージョンエネルギーの社会実装の促進について

資料1—1に基づき、尾崎委員より説明。

2ページの論点で、お話ししたいことを四つのポイントにまとめております。

まず、現状の研究開発と原型炉計画との間に大きなギャップがあります。この大きなギャップを、いきなり埋めるのは難易度が高いので、その間をつなぐ仕組みが必要ですが、それが現状ありません。

2番目に、そのためには民間と国研の多様な知見を融合して、原型炉・商業炉に近い将来つなげるため、「発電実証」の仕組み化が必要と思われます。

3点目は、民のイノベーション、リスクテキング、官の出資による呼び水効果を生かすファイナンスが必要なことです。この委員会で何度もお話しておりますけれども、具体的には、マイルストーン型が合理的と思います。

3ページを見てください。現状と原型炉の間に大きなギャップがある点ですが、石田委員が原型炉計画をこの委員会で何度もご説明いただいています。原型炉の現状計画は商業炉にかなり近いスペックであり、ファーストプラズマを辛うじて実現した現状からいきなりここまでいくのは困難で、まだまだ途中の段階が必要と思われます。仮に国から巨額の予算を出してQSTに開発をお願いするのはなかなか難しい。

次に、4ページを見てください。「ギャップ」が存在するのは別に日本に限ったことではなく、アメリカ、イギリス、中国を始めとした各国も同様に大きなギャップがあります。重要なのは、ギャップを埋める仕組みが各国で予算化されていることです。各国の開発予算が、ここに並べられていますが、日本の場合はムーンショットを始めとして、基礎研究の予算組みは既に行われて、毎年いろいろな研究が行われています。ところが、発電実証になると、基礎研究と桁が違う予算が必要になります。その手当てがまだなされていません。

5ページを御覧ください。予算額だけではなくて、ギャップを埋めるための仕組み、工程表が必要です。工程表については、QSTの原型炉タスクフォースで議論されています。いろいろな知見が集まっていますが、それが仕組み化されている状況ではない。そうであれば、いろいろな知見を統合する仕組み化が必要です。

6ページをご覧ください。民間と国研の知見の融合は、お題目だけではなくて詳細に内容を考えて実施されなければならない。原型炉はこういう形のものを目指して、そのためにどんなステップを踏んでいくかという計画が必要になります。

ディープテックという概念がは皆さん御存じと思いますが、ディープテックと通常の研究開発との違いは、この図では、図真ん中の緑色の矢印で「起業プレシード」から右側がいわゆる大学発ベンチャーのバリューチェーンで、それより左側を含むのがディープテックです。核融合はディープテックの典型ですが、事業化の難易度が非常に高く、一般的なバリューチェーンに乗る前のプレシード開発が非常に重要です。これはITERやJT-60SAも含め、今まで国を挙げて研究した成果として、この水色の部分はかなり進んできたと言えます。ただ、この水色から緑に移行していくには強烈なドライバーが必要で、そういったドライバーがなければ、なかなか水色の部分から抜け出

せないことに留意しなければなりません。この委員会で何度もお話ししている、国際競争で日本が劣後するリスクに気をつけなければなりません。

資料に「ベンチャーキャピタル」という言葉が記載されていますので、この図は投資家とスタートアップの話のみを語っていると思われるかもしれませんが、それは誤解です。7ページは、大企業とスタートアップとの連携による価値創造事例を並べていますが、バイオ、自動運転、IT、ロケット、AI、半導体などの分野での成功事例を見ますと、大学や国研の知財を、社会実装する過程でスタートアップと大企業との提携が非常に重要な役割を果たしていることが分かります。ただ、事業としての成功確率は高くありませんが、実際大きな価値を生んでいるものは、この枠組みで生き残ったものが多いことを再度強調したいと思います。

核融合についてもそういった動きが想定されるわけで、国研、スタートアップ、大企業などが相互に提携することになると思います。

続きまして8ページで記載されているマイルストーン・ファイナンスは今更詳しく御説明する必要はないと思います。原型炉、あるいは商業炉のスペックが今決まっているわけではありませんので、段階ごとに開発目標を提示して、それを達成できれば資金供給額を大きくしていくことが合理的です。民間の投資家はそういった考え方をしますが、政府が民間に対してお金を出す場合もそのような考え方を適用していくべきというのが「マイルストーン・ファイナンス」です。開発目標を達成できれば、成果を政府が買い上げる契約もその一部です。

9ページを見てください。官と民との協働で最初は大掛かりなマイルストーン・ファイナンスが行われたのはアメリカのNASAで、それをJAXAが参考にして宇宙デブリ除去のプロジェクトを行っていますが、アメリカの核融合もNASAに倣ったわけです。ただ、アメリカの資本市場は日本と違い、設立されたばかりのスタートアップに何千億円ものお金が付きますから、日本がアメリカと同じような仕組みを作るのは非現実的だと思います。アメリカの場合は、官が出すお金は極力少なくして、民が資本市場において独力で調達するべきという考え方ですが、日本では難しいです。ただ、マイルストーンによって段階的に進んで行く考え方は、日本でも大いに参考になると思います。

10ページを御覧ください。イギリスの場合、政府はUKIFSという組織を設立して、ここが主体となって開発をしていきます。球状トカマクという炉型の採用で決定という情報開示をしていますが、ただ、一見決め打ちをしているようで、実は柔軟な開発目標を立てているという情報もあります。アメリカの場合はスタートアップのイノベーションを実証炉開発に活用し、イギリスの場合は官設民営で、日本の場合は米英の中間的な仕組みが解決策になると考えております。

11ページを御覧ください。この委員会で私を含めていろいろな方がマイルストーンの考え方をお話しされて来ましたが、これを具体化することが必要です。マイルストーンに関して、総論賛成・各論不在の状況で、各論をつくって、委員会で議論して政府にお諮りするとことが求められています。

最後の12ページにですが、マイルストーンの枠組みの議論は、個別具体的で技術的な話が多く、タスクフォースをつくって、議論を急ぐべきではないかという提案が今日の趣旨でございます。

発電実証を総論から各論に導くことに関して、例えばQSTの原型炉タスクフォースでは、主にエンジニアリングのお話を中心と理解しております。エンジニアリングの議論は必要ですが、同時に基礎研究の社会実装・事業化重要なテーマになりますので、今までの原型炉タスクフォースとは違った顔ぶれ・テーマで議論するのが必要だと思います。

議論で重要なテーマは、エンジニアリング、ビジネスモデル、ファイナンスになると思います。細かい議論のポイントは、ここに書いてありますが、ビジネスモデル、円滑な技術移転を進めるための方策、マイルストーン設定の在り方、それらの評価の方法、サイト選定の進め方、実施する組織です。一民間企業が担当するのか、ジョイントベンチャー的になるのか、そこから生まれた知財の帰属・使用はどうするかなど、議論すべきことは多々あり、これらを深めていくステージにあると思います。

資料1—2、参考資料1に基づき、小西委員より説明。

実はちょっと立場的に難しいのは、まず前半の部分で、フュージョンエネルギー産業協議会、J-Fusionから頂いている技術マップという宿題がございましたので、前回は触りだけ御紹介いたしましたけれども、まずその報告をさせていただきたいと思います。

後半につきましては、産業化の促進ということにつきまして、専門家としての私見を述べさせていただきますと考えております。

ということで、お手元の資料でいきますと、まず資料1—2で大体これから申し上げることについては概略をワードフォーマットで書いております。お手元にもう少しビジュアルな資料を御用意しておりますが、まず参考資料1のJ-Fusionの技術マップ調査報告、およびムーンショット制度への期待ということで御報告させていただきたいと思います。二つ関連していると思っていただいて結構でございます。

J-Fusion、御承知のとおり、もともとの核融合エネルギーフォーラムを発展的に改組して産業協議会をつくりなさいという御指示を頂きまして、実際そのようにしてまいったわけでございます。現在のところ、私も最終的な数は正直言って把握していないんですけれども、八十数社、おかげさまで集まっていただきまして、活発に今活動を始めているところでございます。そこで、当然会員企業を集めまして、フュージョンに関する技術マップ、どういうところができるのか、どういうところに我が国の産業の強みがあるのかということ調査させていただきました。その結果が3ページ目以降にあるわけなんですけれども、磁場閉じ込め型と慣性閉じ込め型、いわゆるレーザー核融合。実際レーザー以外もあるんですけれども、我が国の技術はレーザーしかございませんと言っていると思います。共通する部分もあれば異なる部分もあるんですが、基本的にどちらも我が国は世界的に見ても非常に優れた技術がございします。

次の4ページを見ていただけると有り難いんですが、技術進展度と言うんですか、Technical Readiness Levelと言うんですけれども、1から10まで。実験室レベルから最終的に商業化できるところまでという意味でいいますと、大体今、核融合、フュージョンにつきましては、少なくとも1から3までのものというのは、実はまだ今現在も多数生まれてはいますけれども、一方では先ほど尾崎委員からございましたけれども、最終的に産業化するレベルには大きな隔たりがございします。そこが実は4から6で書いております実証レベル。原型炉と呼ばれる仮想的な実用炉の第1号機におきましても、TRLは実は7から9という産業レベルまではまだ入りません。7のところまで取っ掛かる最初の部分かと思ひます。そういう意味で言いますと、この4から6を埋めるのがいかに産業界としても重要かということでございします。そこに今のところは国内でも国際的にも、主に国際、官ですね。国立の研究機関が研究開発を展開してきて、その代表例がITERで、これが大体TRL 6から7の間の、プラズマ装置としてはそこまでいくわけでございしますけれども、そこでJ-Fusionの加盟企業から、どういうところをやってきましたか、どういうところが強いのですかということをお願ひして集めたものでございします。

詳細については割愛させていただきますが、資料の5ページ目に、日本にあるフュージョン技術、それから優位性があるもの、それから今後、DT環境、中性子環境に伴う実証が必要であるもの、こういったものを分類してまいったものが6ページ、7ページになってまいりますけれども、テクニカルには当然ITERができ、あるいはJT-60SAができていますから、核融合装置、フュージョンのエネルギーという意味ではなくて、核融合実験をするという装置に関しては、日本は完全に国産ができるレベルのサプライチェーンを既に有していると、技術レベルも高いというところがございします。その中には核融合固有のものもあれば、他産業からの導入が可能なもの、共通性のあるもの、特に原子力との共通技術もあれば、関係がないものもあるという多彩な状況ではございしますが、この中でフュージョンが実際エネルギーを出している実験はまだないということで、その部分は実は欠落しております。共通技術、周辺領域も含めまして、我が国にはモノづくりの産業が強いところがあるわけなんですけれども、特に7ページを見ていただくと分かるんですが、フュージョンは最終的には非常に幅広い産業分野を持って、例えば自動車などと匹敵するような大きな裾野の広がり、それから産業界のカバーができるようなものがあるというのが一つの見てきた結論で

ございます。

ここで見ていただきますと分かるように、モノづくり産業だけではなくて、フュージョンがもしエネルギー産業となっていた場合には、もう少し違った種類の、例えば土木であったり建設であったり金融・保険、あるいはプロジェクトの推進に関してビジネス系の会社も入ってこなきゃいけないですし、ファイナンス性の会社も入っていただかなきゃいけないという意味で、非常に広い分野があることはJ-Fusionの参加企業からの聞き取りによっても分かっているわけではございますが、そこは残念ながら、まだほとんどカバーされていないというところがございます。

次の8ページ目を御覧いただきたいと思うんですけれども、特に国内で不可欠な技術はきっちり持っていて、これは世界に対してまずは技術としては売っていけるものであると。特に同志国との連携が必要で、アメリカ、イギリス等でプライベートを含めて非常に様々なフュージョン技術開発が進んでいるわけですが、その分野でも我々、日本の産業としては十分に戦っていけるものがあると。

一方では、実は国際的にまだフュージョンでエネルギーが出ている、反応が起こっているわけではないので、そういう意味でNuclear Technologyの国内実証というのは実はできていないんですが、実はこれは国際的にもできていないと。このところは、これからいかに技術を確保していつて開発をしていつて優位性を獲得していくか。これは全くまだこれからの課題になっているという問題がございます。

あとサプライチェーンという意味でいいますと、次の9ページを御覧いただきたいんですけれども、まず素材等々で一例を挙げて一例というのは、かなりいろいろあるんですけれども、フュージョンは燃料としては無尽蔵と言われながら、実は極めて多くの元素、極めて多くの物質を必要としています。大体使うものは少量なんですけど、少量であるがゆえに、かえってサプライチェーンが非常に細かいものがある。世界的に見ても寡占されていたり、非常に偏在をしているものもあって、ベリリウム、リチウム、あるいは超電導線材の原料になるもの、希土類、こういったようなものもございまして、金属材料、セラミックス材料、こういったものも、材料としての製造技術が日本にあるにもかかわらず今後調達していこうという場合には、どこかでサプライチェーンに弱みのあるものって、まだ結構ございます。そういう意味もあって、国際的には協力体制が必要になってまいります。

10ページにまいります。そういうことで幾つかメッセージというか、申し上げたいところがあるわけですが、一つにはとにかく、今確保している技術的優位は、これはちゃんと確保していきたいと。一方では足りないものについて、まだこれからもう一歩開発をしないと原型炉、商業炉、民間のパイロットプラントも含めて技術足りないのと、これはどうしても産業界が参入した状態で開発を進めて、その技術がいち早く産業化できるようにしていかなきゃいけないという問題がございます。特に足りないものがNuclear Technologyと。これについては、むしろ官の方の施設に大変優れたインフラがございますので、これは積極的に使わせていただきたいと。核分裂との共通技術もございます。

そこで、あと最終的に必要になってきているのは、結局、日本に早く作って動かさなければ、地に足のついた技術になりませんので、国内にできれば複数箇所、フュージョン実験装置、民間の主導による開発装置をどんどんもう作って、実際実務にかけて、本当に国際的な競争力を、これは技術のインテグレーションを通じて得ていく必要があるというのがJ-Fusion、産業協議会としてのある程度見いだしてきた結果でございます。

そんなところで、最終的に発電実証というインテグレーション技術、12ページに書いておりますけれども、これを通じて得られる技術というのは非常に大きいものがございます。ITERでは残念ながら発電いたしませんし、ITERが我が国に立地していないという状況で、いきなりここで原型炉と呼ばれるような巨大装置にジャンプするのは技術的にはもうはっきり言って無理があるというのは尾崎委員からも御指摘のあったとおりでございます。ここは官民の協力によって、まず着実にかつ迅速に開発を進めて、世界市場に競争力を高めて参入していきたいと思うものでございます。

ということで、ムーンショット型研究開発制度、J-Fusionとして要望書を提出させていただいて

おります。もう先々週になるのかな。ムーンショット、第1期の公募が終わり、もう既にスタートしていると思いますが、これは学術の広がりを得るためには非常に有効な施策であったと思うんですが、一方で産業化に向けた施策としては正直言って非常に物足りないものがあるというのが産業界の見方でございます。是非これからは発電実証に向けたプロジェクトにも支援を頂けるような形で運営をしていただけると有り難いということで要望を出させていただきました。

引き続きまして、では、このイノベーション戦略につきましてどのような方策があり得るのかということをやっと簡単にまとめましたので、お手元の資料につきまして述べさせていただきたいと思います。今投影していただいています横長のパワーポイントに書いておりますが、言いたいことを簡単に3ページ目、4ページ目に大体文章としてまとめております。少し詳しい方はワードの方ですが、要はイノベーション戦略、2年前に出していただいたのは、明らかに世界で動き出している新しい潮流に向けて、実際大変迅速に対応していただいたということで、私としては感謝しかないわけですが、その中で三つ。産業育成戦略、それから技術開発戦略、それから戦略の推進体制ということで三つの柱があると考えております。これは内閣府の資料そのままから持ってきているわけですが、その具体的な中身を産業界に身を置く人間として、あるいはフュージョンの技術開発をしてきた人間として申し上げたいのは、一つはサプライチェーン構築によって産業を育成していただくというのが、産業の育成では、特にサプライチェーンということで個々の特定の核融合装置のための開発、具体的にはITERで開発したものであるというのはITERだけではなくて、ほかにもサプライチェーン技術として様々な炉型、様々な開発段階の装置にも適用ができるということで、これを育てていただきたいと思います。

二つ目が技術開発の戦略の中で特に今足りないもの、これは国立の研究機関でもやっておられない。まして民間ではちょっと手が届かないというのが幾つかございます。その辺についてTRLのギャップを埋めていかないと、いきなり原型炉、あるいは民間による商業炉へのジャンプが難しいというか、はっきり言っても無理でございますので、ここについては官民で、特に国費を投じてでも集中的に開発をしていただきたいと思いますというのが二つ目。

三つ目が戦略の推進体制ですが、これも尾崎先生の御指摘と同じです。国が作っていただいたファースト・オブ・ア・カインド機器では、そこから、次に民間に技術を移転して売り出すというのだと、もう明らかに時間的なギャップが生じてしまって、国際競争では戦っていけないと考えております。つまり、民間が最初から、まず2030年代の発電実証に主体的に取り組んで、それで問題点は解決しなきゃいけないんですが、そのすぐ先に商業化を見据えた産業化の活動が直につながっているというようにしていただきたい。私もスタートアップ企業は複数あって、それぞれがインベスターから資金を出していただいて開発をしているわけです。当然、そのインベストメントはお返ししなきゃいけないので、開発した成果は商品にして直ちに売って、資金をお返しする。これはお国から出していただいても、やはり国民の税金ですから、ちゃんとお返ししなきゃいけない。そういうメカニズムがあるところを主体に、これはやっていただきたいと思いますと考えております。

そういう意味で、国の方針についてまず一つは、内閣府のフュージョンエネルギー戦略、省庁またがったことをやっていただくという意味で、これが中心であることは、あらかじめもう確認していただきたいと思います。

そこで、これまで通称「原型炉」、私も原型炉を目指して研究開発をしてまいったわけです。依然として、まだ国内の研究者の大部分が原型炉しかこの国にはITERの先の計画がないという認識でございました。これに加えて、もっと早くに早期実用化、早期市場導入を目標とする民間主導の開発、これをできれば複数の概念を直近の目標として公認していただきたいというのが私が言いたいこと、一言で言うところのことになると思っています。

今までは原型炉というたった一つの目標をみんなで共有していたわけですが、今度は民間の持つ複数のものを加えて、いろいろなものがあり得るんだよ。もっと手前に開発できるし、しなきゃいけないものがあるということを考えていただきたいと思います。

そういう意味で言うと、今まで文部科学省で、まずJT-60を第2段階と言っていました。それから実験炉を第3段階と言って、これを後にITERで読み替えることになりました。第4段階は原型炉。

こういった、たった一つずつしか装置がないという段階的計画はちょっと見直していただいて、アクションプランにおいて再定義をして、複数の装置に向けた開発をちょっと進めていただければと思っています。

そういう意味で、国公立の研究機関の必要性は依然として高く、特に原型炉のイノベーション拠点、原型炉に向けた技術というのは原型炉だけではなく、民間の発電実証計画にも十分というか、非常に役に立つというか、不可欠なものでございますので、民間だけでは困難な技術課題の解決に向けた施設整備を是非やっていただきたいと思います。

さらに、一方では民間の研究施設には国の支援を頂いて、これを国際協力に更に供するというをやっていたら大変有り難いと思っています。

フュージョンサプライチェーンの国際構築において、我が国のセキュリティの確保を最優先の課題として、我が国に産業の枢要部分が残るようにやっていただければと思っています。

具体的に必要となるお金は、次の4ページ目、5ページ目で書いておりますけれども、基本的にはNuclear Technologyをこれから開発していくということに重点を置かざるを得ないと私は考えております。ただ、それには、5ページ目に書いてあるんですけれども、研究インフラとして作っていただくもの、整備していただくもの、特に国公立の研究機関をこれから強力に3年、5年で民間も使える供用施設として改造・整備していただくことで複数の概念を開発するプラットフォームとしてやっていただくことはできると思います。その上に個別の、民間による様々な装置、様々な方式の研究開発を、これも官民協力でやっていただければ有り難いと思います。これで10年間で、大体1兆円よりは少ないぐらいのお金で複数の発電実証計画が今後10年ぐらいで進めることが可能だと思います。決して安くはないお金ではございますけれども、その先に広がるフュージョン産業の広がりを考えれば、結構割に合うのではないかと考えております。

ということで、以降、産業マップの意味することについてまとめましたけれども、これについては重複しますので省略いたします。

ということで実際、イノベーション戦略の改定につきまして幾つかお願いしたいことがここです。できたわけですが、内閣府におけるタスクフォースの今後の検討というのは絶対必要だと思っていますが、同時に迅速さも必要であると考えております。安全規制について近藤委員がタスクフォースを率いてまとめていただくのに半年で無事に済んでいる。同じぐらいのスピード感で検討していただいて、直ちにそれがもう実施に移るように、内閣府にもう少し恒久的な組織をつくって、複数省庁にまたがるようなプロジェクトが来年度早々にでも開始できるように、2030年代の発電実証はどこの誰がやっても難しいと思いますので、迅速な検討がなされることを切に希望しております。

(意見交換)

○石田委員

QSTは、既に引用もしていただいたとおり、原型炉基盤整備等々、既存施設を発展させて原型炉という、技術的な検討をずっと進めてまいりました。それに加えて、先ほどタスクフォースを設置していろいろな仕組みをつくっていただくというお話だったかと思います。そのときにやはり大事なものは、レファレンスとなる、今言われている原型炉、QSTで検討してございますのはITERサイズの原型炉、その設計の進捗を常に横に置きながら、あるいは適宜レビューをしていただきながら、そうすることによってサイト要件の話とか、それからコストの話が具体化していくと思いますので、是非その辺りをよろしく願いしたいと思います。

またそれから実施組織、あるいは実施主体の在り方という議論の中では、単純に民、あるいは官、そういう縦割りと言っては語弊がありますが、そういう組織ごとということのほか、先ほど少しバリューチェーンが出てきましたけれども、建設をやるフェーズ、あるいは運転フェーズ、実験研究をやるフェーズ、あるいは最後はデコミのフェーズ、そういうところに対して、国研であれば最初から最後までずっと参画するということは多分あるんですけれども、民間の場合は恐らく目的に応

じて、やはり建設に集中したい、それが完成したら違うビジネスに展開したいなど、いろいろそのファンクションによって民間が入ってくる場所が違うと思いますので、そういうことも加味しながら在り方の御検討をしていただけるといいかなと思います。

それからもう一つ、小西委員の方からNuclear、非常に大切でございまして、確かにDTをやらない、QST、あるいは原研時代からNuclearの方が欠けていてございます。そういう点を民間の活力を利用して統合技術、システムとして完成させて、トリチウムを扱うところまで持っていくというものを、小型な装置で実現していこうというお話だったかと思います。そのためには恐らく社会実装としてどの役割を持つのかという視点が大事で、例えばネットゼロ、系統につなぐところまでを社会実装と考えるのか、あるいはトータル的な、Nuclearも含めた統合技術のレベルであれば、そこまで過度な負荷を負わなくても全体のシステムというのは少し小型なシステムを作ることによって検証はできる、プルーフ・オブ・コンセプトはできるかと思いますので、その辺の社会実装へ向けた役割分担みたいなこともしっかり議論していただければ有り難いと思います。

○尾崎委員

先ほど言いたいことはほぼ申し上げましたが、1点、ファイナンスに関して付け加えます。私の資料の書きぶりだと、民が官から助成を受けてそのまま開発すると読めるかもしれません。真意はこれと異なり、飽くまでも官のお金は「呼び水効果」として、民間の投資を引き出すことが重要と思います。結果的に、民間もリスクを取ってイノベーションを目指すことにならないと、社会実装につながらないと思います。

○小澤委員

常に新しい概念が出てくるので、なかなか消化し切れないところがあるので、質問を幾つかさせていただきます。

尾崎委員の資料、御説明は、それぞれごもつともだなと思った。一つだけ質問させていただくと、3ページ目に「もんじゅ方式」による問題点の再考」というのがありますけれども、原子力業界は反省しているんですけれども、具体的にどういふところが再考すべきところなのかというのを新しい視点で御指摘していただければなと思います。

小西委員には、新しい概念、難しい話があるんですけれども、基本、民間の取組というのはもっと自由であるべきだと思っているので、どんどんやっていけばいいのかなと思います。官にお願いするところというのが、民の計画あって、ここは官でお願いしますという何か理屈が、もう一押し要るんじゃないかなと思うので、その辺はタスクフォースの検討ということになるかもしれませんが、もっと明確にさせていただいた方がいいと思い、今思うところがあれば教えていただきたいと思います。

もう一つは、「最も足りないものは、ニュークリアテクノロジー」と、新しく「フュージョン」と定義したのに、また「ニュークリアテクノロジー」というのが出てきているんですけれども、ニュークリアテクノロジー、これは原子力のことを言っていて、原子力の方で何か進むかと思ったら、読んでみると違う。この足りないところは核融合、フュージョンの方に必要な技術ではないかと思います。ここはフュージョンの中で分野がたまたまニュークリアということだとは思いますが、それほどニュークリアで使われている技術ではない技術が指摘されているので、この辺は定義をはっきりさせて議論した方がいいと思います。

それから、ワードの方の紙の最後の方、3枚目に「安全規制の対応」という文で、主語がよく分からないところがありました。真ん中の三つ目の「今後のフュージョン試験施設のための申請ガイドライン検討のためのグループを組織する」と書いてあるのは、業界としてやるということであればJ-Fusionが中心になってやるのがいいと思いましたが、その上二つ、下二つをよくよく見ると、申請者そのものが実施すべき内容だと思うので、その辺は主語が分かりにくいところをもし今後の議論、タスクフォースでやるとすれば、この辺を明確にして提案いただけると、もっと有意義な議論

になると思います。

○尾崎委員

もんじゅ方式については、この委員会の初年度で文部科学省による分析が提出されて、うまくいった部分とうまくいかなかった部分が示されています。核融合も官と民の協力が必要ですので、もんじゅから得られた知見は利用するべきという意味です。もんじゅとフュージョンを比べますと、技術的な成熟度がかなり違い、成熟度が比較的高いもんじゅでも上手く行かなかった調達方式をフュージョンで使うのは難しいと思います。したがって、マイルストーンという新しい仕組みを取るべきという観点で申し上げました。

○小西委員

私の方で大変舌足らずな表現をしてしまって、誠に申し訳ありません。

まず官民の役割分担についてということなのですが、実はこれはかなり明確に私どもではどうか、多分内閣府ではなくて文部科学省でアクションプランと呼ばれるかなり詳細な、原型炉に向けた技術開発の、それこそ技術マップなるものがありまして、この中で官のやるもの、さらに実はQSTでやるもの、NIFSでやっていただくもの、大学でやるもの、それから民間でやるべきもの、ITERから持ってこられるはずの技術、実は結構詳細にアクションプランという形で対応が考えられております。この中で民間がやるのが困難である、あるいは官がやった方がはるかに優位性がある、あるいはお金の問題もあれば、技術的な蓄積もあれば、インフラもあるんですが、そういうものの中で幾つか、明らかに官でやっていただいた方がいいものって実はかなり正確に決まっております。ITERの今のプロジェクトの遅れと、一方では30年代の発電に向けては、そこが見直しが必要な部分ではあるんですが、これは正確に出てくると申し上げたいと思います。

一例を挙げれば、例えばここに柏木委員がおられるんですけども、n-NBIと呼ばれる技術は、これはもう圧倒的に日本の、それもQSTが優れていて、これはもうこのまま続けていただくと、実はITER用の100万ボルトだけではなくて、民間が使えるもう少し低いエネルギー帯でも大変有り難いものになります。

それから、ダイバータの研究開発も同様です。材料、それから今度はITER、原型炉、トカマク型原型炉だけではなくて、ヘリカル型あるいはレーザー、特に大強度レーザーにつきましては阪大が圧倒的に技術を持っていると、高繰返しレーザーについては逆に遅れていて、これは民間と。こんなような形で官民の割り振りというのはかなり正確にできると申し上げておきます。

それから、Nuclear Technology。すみません、これは正確にはFusion Nuclear Technologyでございます。ここは世界的に見てもかなり遅れていて、我が国の文部科学省のアクションプランと同様に世界的にも、実はアメリカでそういう、やっぱり課題の抽出と分析は行われて、私そこに参加しているんですけども、具体的に言うと、いわゆるブランケットです。プラズマから出てくる中性子をどうやって扱って制御してエネルギーにして取り出すかという技術。それから、フュエルサイクルです。とにかく核融合プラズマ、燃えませんので、大部分が。それを再処理して、また戻して、つまり核分裂で言う燃料サイクルである再処理工場がそのままくっついていなければ動かないというのがフュージョンプラントの特徴でございますので、ここの部分が決定的に足りない。

あと、それから中性子にまつわるもの。ブランケットだけではなくて、もう少し炉構造全体、それからあるいはもっと外側のバイオシールドから、建屋であり、ホットセルであり、こういったNuclear Technologyはかなりの部分において、核分裂のために培われてきたNuclear Technologyは使えるものもあるんですが、その基礎の上にフュージョン特有の技術問題を新たに解いていかなければ、これは解決しないと。これについては、残念ながら世界的に全然開発が進んでいなくて、しかも基礎的な研究インフラは比較的QSTにはそれなりに豊富にというか、あるんですけども、まだまだ全然足りていないというところで大きな課題として残っております。

あともう一つ御質問というか、御指摘がありましたのは、「安全規制の対応」でございますが、こ

れについては、すみません、あえて主体をごまかして書いてあるところもございまして、明確に申請者がやらなければいけないこと、明確に規制側がやっていただかなきゃいけないことあるわけですが、ここで言うと例えば申請ガイドライン、これは法であればもうつくっていただくのは、これは国会になるわけです。ところが、法案をつくるのが内閣法制局であったり、あるいは議員立法でつくったり、それもあるかもしれません。その下に令、則、あるいはもう具体的にガイドライン、それこそという意味で、それぞれの、例えばRI法に近いものでやるという結構、文部科学省に実はあるものもあれば、あるいは規制庁だけではなくて経済産業省にあるもの、環境省にあるもの、実はいろいろ少し細かいものもあります。人を守るための規則であれば、実は厚生労働省にあるものもあれば、放射性物質の放出に係るものであれば地元とも話しなきゃいけないので、そういう意味でステークホルダーは結構多岐にわたります。その中でどこの誰が何をやるかというのを、これから決めていく部分がある。もちろん、申請書を書いて、結局お願いをして通していただくというのは事業実施主体者である、これは産業界であることは間違いがないんですが、それをガイドラインとしてこういうふうにしなさい、こういうことで安全が保てますよというためにはステークホルダー、まだまだいっぱいございますよということで、実はある程度もう既に定義できているものもあるんですが、まだ決まっていないものがある。そういうことで御理解いただければと思います。

○柏木委員

前回の委員会で、実施主体を早く決めないといけないのではないかとということで、正にタスクフォースで短期間で実施体制をつくる必要があるではないでしょうかということを申し上げた中で、今日尾崎委員の資料を読んで更に気になった単語としては「技術開発から実業家に至るまでのビジネスモデル」という、この文章について非常に考えるものがありました。どんなビジネスモデルとか、そういうことも実施主体で考えていく必要があると思い、ではビジネスモデルとは何なのかなと思いましたところ、小西委員の資料で技術マップの紹介があり、日本には、材料はあまりないが、それを使った技術があって、そういう形で技術マップというのが構築できるというお話があったときに、では日本のビジネスモデルというのは、一つは炉を造るということ以外に、各要素技術で日本の強みを生かしたものを実業化に向ける中で見せていくことで、もしかしたら、各国に興味を持っていただけたとか、いろいろな分野への展開があるのかと思いました。そう思いますと、ビジネスモデルは一つの炉を造る以外にその要素技術をきちんと、日本の強みをちゃんと見極めて売っていくと。その強みを実施組織をつくる中でちゃんと整理していくというのがこの先半年ぐらいで急速にやらねばいけないことなのかなと思いました。その中では正にマイルストーンの設定ですか、そこが非常に重要なのかなと思った次第です。

○栗原委員

前回の議論には参加できませんでしたが、これまでの議論の中で事業化の仕方、特に実施主体について検討すべきということは申し上げてきたところでございます。今回、尾崎委員、小西委員から御説明を頂きまして、クリアになったところもありますし、また本日の提示は一つの選択肢ではありますが、場合によっては違う選択肢もあるかもしれないと思いながら聞かせていただきました。

私の意見としては、まず両名からもお話がありましたけれども、もはや2030年代の発電実証を国がコミットするのであれば、今、実施主体の在り方の方向性を出さなければいけない。そうでないと間に合わない時期にあるということをひしひしと感じますので、そのための専門的なチームをつくって検討するという時期だと思えます。

具体的に実施主体を考える上で思いますのは、実施主体に何が必要かと考えますと、今回は発電実証炉というか原型炉の実施主体だとすると、そこに対してはノウハウ、人材、インフラの優位性があるところが関与すべきであると思えます。ですから、QSTが何らかの形で関与することは、私は必須だろうと思えます。

それ以外に商業炉への橋渡しが必要なので、そこにつながるような共有や、人材、ノウハウがこの実施主体に関わることで生まれるという、そういう役割を担うための実施主体はどうあるべきかということを考える必要があると思います。

3点目に、尾崎委員の方からVCの話が出ましたが、正に資金調達を誰がやるのか、これはニアリーイコール、リスクを誰が取るのかということを考えてこの実施主体をつくらなければいけないと思います。これらが実施主体についてです。

それからもう一つ考えたいのは、実施主体が決まってからでもいいんですが、私はどこに立地するかというサイト選定と、それから地元と言われる地域との関わり合い、ここも非常に重要ではないかと思っています。この発電原型炉をつくるにしても、地域への負荷がある一方、経済効果をもたらしますし、それから質の高い雇用を創出するという面がここにもありますし、商業炉になったらなおさらです。ですから、こうしたことを地元と一緒に考え、協力が得られるような、そういった地域との関わりができるような実施主体であるという点も必要だと思います。

○小西委員

手短かに1点、御報告し忘れていたことだけ補足させていただきたいと思います。

実はJ-Fusionといたしましては、近藤委員のタスクフォースの報告がめでたく、規制に対しての方針としてここから示されたことを受けまして、規制庁とダイアログを開始しました。今日も実は2回目をやってきたんですけれども、おかげさまで、まだまだ我々の検討、全然未熟で聞いていただけないのかと思ったんですが、何とか聞いていただけて、今後の規制方針に向けて具体的な、もう既にフュージョンプラントの安全上の特徴を説明しつつ、どのようにしたらお国として安全性を担保、監督していただけるのか、地元に向けてどういう御説明をしていけるのかということにつきまして順調なスタートを切らせていただいていることを報告させていただきます。

今の栗原委員の御指摘と、実はそれも絡んでくるんですが、一方ではJ-Fusion傘下のフュージョンスタートアップ数社がそれぞれに2030年代の発電実証を目指した事業開発を開始しております。

○近藤委員

私からは社会的な視点、それからタスクフォースの経験に基づいてのコメントを2点申し上げます。

まず尾崎委員の資料の4ページ目、「「ギャップ」を埋める各国の予算」という資料がございます。大変分かりやすい資料です。この数字を見たときに、各国に比べて予算が小さいと見るなら、集中と選択が必然的に求められます。そうしますと、小西委員の資料にある技術マップ調査でいうところにフォーカスすべきなのかということが非常に生きてくるので、この部分は非常に連携の取れたロジックだと感じました。

技術マップについては、前回の戦略策定時にも議論されたものの、具体的な落とし込みに至らなかった経緯があります。見える化はしましたけれども。それで、今回小西委員から、技術マップをどのように使っていくのかという点までご提示いただいたことは非常に有意義だったと考えています。

一方で別の見方もあります。先ほどの尾崎委員の資料を見ると、日本462億円という数字があって、この分野には以前から継続的に予算が付けられてきた経緯があります。この数字だけを見て小さいと見るのか、ずっと予算が付いてきていた日本と、付いてこなかった国が慌てて巻き返しの形で巨額な予算を投じているという見方もあります。要は申し上げたいのは、この数字のみを根拠として「今後予算を増やしていくべきだ」というメッセージにするのか、すでに相応の予算が投じられているにもかかわらず現状にとどまっている、という厳しい見方をされる方もおり、そのような視点があることも忘れてはならないと思います。

○富岡委員

資料1－1の尾崎委員の資料3ページの絵がすごく分かりやすいと思いますので、これを見ながら少しお話ししたいと思います。このステップは私の理解ではまず技術を実証する、これという実験炉に到達するまでの道のり、それから技術の実証が、次に原型炉までの、これはある種原型炉は商品のプロトタイプだと思いますけれども、そこまでに到達するまでの道のり、それからまだその先は書いていませんが、商品のプロトタイプが商品として市場に定着できるかどうかという、これは商用炉と言うかもしれませんがその道のり、この三つの道のりはそれぞれ大きなハードルがあって、それを乗り越えていかないと、なかなか市場に定着する商品にならないと思います。そういう意味では、今、実験炉までの道のりを一生懸命やっているわけですが、ここにありますように、原型炉までにはまだ大きなギャップがあると思いますし、そこから更に商用炉に行くにはまた更に大きなギャップがあるという認識を持つことが大切かと思えます。

そのハードルをどのように越えていくかですが、これは一般的に言われますのは、一つは先ほどの議論の中に入っていますが、イノベーションということではいろいろと新しい技術、ブレークスルーを達成する技術を、それぞれの道のりの中でどのように取り組んでハードルを突破していくかということがあるかと思えます。

もう一つは、これは一般の商品の場合かもしれませんが、競争原理による自然淘汰みたいなものが必要だと思います。それで一番環境適合性のあるものが生き残っていくようなことと思いますが、原子力の場合難しいのは、幾つも造るわけにはいかないというところがあると思いますので、そこをどう突破していくかがみそなのかなと、今後、戦略を議論していくことになると思いますが、そういうイノベーションですとか、競争原理だとか、そういうものをどうやって戦略の中に組み込んでいくのが重要なかなと思います。

○吉田委員

小西委員のお話の中でムーンショットのことに言及があったので、ムーンショットのプログラムディレクターの立場から、ムーンショットのことを軸に、発電実証について感じている問題点を述べたいと思います。

ムーンショットは、破壊的イノベーションによって、第一に日本の勝ち筋をつかむということ、第二にフュージョンエネルギーを産業として幅広い産業ネットワークの中に位置付けていく。この二つを非常に重要なポイントとして、プロジェクトの選考とつくり込みを進めています。幸い、産業界も含めて極めて幅広い関心を集めていて、また協力を得ていると考えています。

第1回の公募では15倍を超える競争率になりました。第2回の公募に向けて幅広くコミュニケーションを取っているところで、具体的にはオンラインの意見交換会を3月に2回開きました。これについては延べ150人余りに参加していただき、そのうち企業の関係の方が20%ぐらいでした。アンケートに基づいて、ムーンショットの趣旨の説明について満足度は80%余りであったと分析しております。

それから、4月の8～9日には研究交流会を、これはハイブリッド開催しまして、延べ700人ほどに参加していただきました。参加者は大学、研究機関、企業、それぞれが3分の1程度であったということで、分野間、それからセクター間のネットワーキングを進めるという目的について、満足度として80%余りであったと分析しています。

そうした活動を通じて、ムーンショットとして極めてクオリティーが高い挑戦性がある提案が寄せられるよう努めています。プログラムディレクターとしては、できるだけ多様な提案を受けて、その中からクオリティーの高い挑戦的プロジェクトを採択していく、そういう所存で進めているところです。

特に産業界の協力という意味では、実力のある日本企業の参画を得るよう、いろいろな努力をしているところであります。その中で一つ強調しておきたいのは、ムーンショットは技術イノベーションによって勝ち筋を得るということが目的であり、これはビジネスイノベーションとは別次元のもの

であるということであります。そうした観点から申し上げますと、技術統合であるとか発電実証ということがこの会議でも出ているわけですが、その言葉に対する認識に、言わば視座の違いがあるということを感じます。

「発電実証」という言葉自身が極めて多義的になっていて、特に今言われている「発電実証」はこれまで日本で、それから海外もそうですけれども、主路線という形で進めてきたものとは意味と内容が大きく変化しているということに注意が必要だと思えます。

発電実証は必ず通る一里塚、マイルストーンでありますけれども、ムーンショットがそういったものに対して果たす役割というのは、発電実証炉というものを技術的価値が高いものにするイノベーションを生むということであると考えています。

発電実証という通過点に到達するタイムに今非常に焦点が当たっていますが、注意すべきは発電実証炉が陳腐なもの、あるいはその場しのぎの発電実証、そういうものにならないようにすることです。仮にそういうことになると、それこそ戦局を傾けかねない。その点が非常に重要なポイントだと思っています。

国家戦略の中では、JA-DEMOの計画における発電実証をどういうマイルストーンにするのか、これが今後具体化されていくわけですが、そのクオリティーを高めるということがムーンショットの役割です。すなわち、最終的な発電プラントに向けた開発と産業基盤の構築、そういうことにおいて国際的なリーダーシップにつながるイノベーションを実現するというのがムーンショットの役割であると考えています。

そういった観点から、JA-DEMOのプランニングおよび実施とムーンショットとの協力、コミュニケーションが極めて重要だと考えています。その点についてはJA-DEMO側にもそういった認識をしっかりと持っていただきたいと思っております。

○柏木委員

一つ大事なことがありまして、今吉田委員がおっしゃった「発電実証」という言葉について、その発電実証とは何かというのがこの委員会では余り議論されていなかったもので、それをどこで議論していくかというのがあるのかなと思いました。

各国の進展の中でも、各国がどこのレベルの発電実証を目標にしているかというのは余り情報として来ていなかったかなと思いますので。先ほどのマイルストーン設定と関わるのかなと思うんですが、先ほどの実用に堪える発電実証のレベルと、あと各国の競争の中でどこでそういう宣伝をするかという技術的な、非常に難しいところじゃないところでもきちんとマイルストーンを設定する必要があると思ったので、それをこのタスクフォースでやるのか、あるいはこの有識者会議の延長でやるのか、ちょっと分かりませんが、その議論がちょっと大事ではないかなと思いましたので。

○篠原座長

私から二、三質問があるんですが、まず尾崎委員に御質問したいのは、タスクフォースの中で例えば実施主体の問題とか、いろいろあるんですが、一気に全ての答えを出すのか、それともフェーズ1、フェーズ2みたいな格好で、例えば一例えです。例えば、今の発電実証、柏木委員から「発電実証」の言葉の定義がまだ不十分だというお話がございましたけれども、取りあえず発電ができるような炉を造るためのプランニングをつくるための計画と、それから先ほど柏木委員の方からあった、単に炉を造るだけではなくて、日本の中にある産業として良いものをどうやってグローバルに出していくかみたいな戦略もあります。そういうところも、多様な議論があるので、それを一気に本当にやった方がタスクフォースとしていいのか、それとも緊急性の高いものから手をつけて、2回ぐらいに分けて答えを出していった方がいいとお考えなのか、その辺何かお考えはございますか。

○尾崎委員

重要なポイントは時間的な問題で、日本は海外との競争環境にありますので、ゆっくりと進めることはできません。民間側の立場でフュージョンの現状を見ると、国の研究開発の方向性が定まれば自分たちも投資をしようと思うはずですし、先が見えないと、だんだん投資意欲が下がってきます。座長のご質問への回答は非常に難しいですが、短期間できっちりしたものができるかというのは、ある意味やってみなきゃ分からないところがあります。ただ、なるべく早くプランを出して、そこには後で修正の余地を残しておく必要があります。恐らくそういう運用が良いと感じます。

○篠原座長

分かりました。

あともう一つは、これは小西委員に対する質問なんですけれども、先ほど近藤委員の方からも、お金が限定であったことを考えると集中と選択というふうなことで、今回の技術マップみたいなのがそれに使えるということもよく分かるんですけれども、一方で小西委員の資料の5ページにある、形式がまだ複数あるんで、それを個別にやっていかなきゃいけない。これはよく分かるんです。いろいろな方式がありますから。ただ、これはどこかのタイミングで絞り込みというのを多分していかなきゃいけないと思うんですけれども、その絞り込みのめどって御専門の立場から見て、大体どのぐらい掛かるというふうなこと、何となくイメージございますか。

○小西委員

全く御指摘のとおりなんですけど、実はこの後、多分内閣府の方からもあるかと思いますが、イノベーション戦略の改定素案の中に実は私がちょっと気になる表現が一言ありまして、「バックキャスト」という言葉なんです。もし将来使えるものがたった1種類であれば、それをバックキャストして、では何年のいつまでにこれだけの技術を作らなきゃいけないという、それは確かに定義できるんですが、何が最終的に一実体は原子力の開発、最初の時期だって、実は軽水炉だけじゃなくて、軽水炉は後発で、液体金属炉があって、ガス炉があって、いろいろあった中で何が勝ち残るかは実は分からなかったんです。そういう意味で、まだ将来これが勝つと分かっているものについてバックキャストするというのは実は難しいんです。

そういう意味で具体的に言うと、2030年代の、既に発電の定義をしろと言われて、私は発電技術の開発が問題で、重要であると思っていますので、ちゃんと、例えば具体的に言うと100メガワットぐらい、場合によっては10メガワットでも足りるわけですが、のをちゃんと核融合中性子からエネルギーを取り出して、それを熱交換器で更にドライバーに渡して、それでタービンを回すということまでを一気通貫にできるもの、その技術というふうに、2030何年にそれをターゲットにすると、実はそれに向けてのステージゲートというのはその手前手前で確かに定義はできるわけです。ただ、それについて現在複数のものが候補に挙がっているということを考えますと、それを民間にそれぞれやらせて、その中からふり落としをして選んでいきたいと思いますというのが尾崎委員からもあったアメリカのマイルストーン計画でございまして、もうそれを使って大体考えますと、2028年までに概念設計が出てこなければ自動的に落ちると、2030年に着工していなければ自動的に落ちるというような形で、今現在絞り込むのではなくて、民間が幸い、そこまでの段階であれば、多分数十億から100億ぐらいの資金であれば何とか集めて着手はできる。それに対してそれ相応のサポートをお国から頂いていけば、まずその段階で2028年、あるいは30年にステージゲートを置いていただいて、だんだんふり落とし作業、一、二の残っていくプレーヤーが最終的に2035年に建設を完了していなければ、2030年代の発電実証はできませんので、そういう意味で最初は、だから数十億から100億ぐらいのオーダーで2年、3年、次にそこから500億、1,000億で更にまた2年、3年というふうにして、その中に必ず民間でお金を集められて、説得力ある形で民間が資金を集めたものには相応でお国がサポートしていただく。呼び水と、これも尾崎委員の言葉を借りれば、そういうことをやって、ステージゲートを突破したものが最終的に勝ち残っていくというやり

方でよろしいのではないかと思います。

○篠原座長

ですから、先ほど尾崎委員の方から御紹介のあった、マイルストーン方式の中で、大体このぐらいまでで絞り込めるだろうというところのある程度時期感も出てくるわけですね、スケジュール感も。

○尾崎委員

資料1-1の9ページにあるように、アメリカの場合ですと初期炉設計が5年、基本設計が18ヶ月ということですが、一つの参考になります。このとおりにする必要はありませんが、一つの目安になります。

○篠原座長

分かりました。今皆さんからも、尾崎委員から御提案のあったタスクフォースに関して反対意見はなく、皆様からの期待もございましたので、今回の国家戦略の改定にしっかりこれを位置付けて、今後の具体化を事務局の方で図るようにしていただければと思いますので、よろしくお願いいたします。

(2) 国家戦略の改定に向けて

資料2-1、資料2-2に基づき、馬場参事官より説明。

まず1ページ目、これはこれまで議論してきた内容を簡単にまとめたものになります。既に城内大臣からも冒頭あったとおり、2年前に初めての国家戦略を策定して以降、この有識者会議の議論も踏まえまして、例えばJ-Fusionの設立や、「安全確保の考え方」、そういったところの取組を我々政府としても進めてきたところではあります。

他方、右側に写真を載せていますが、2024年6月、アメリカの国家戦略の発表、また中国における試験施設群の整備、自国への技術や人材の囲い込みが加速するという中、これまで議論いただいたとおり、昨年6月に閣議決定された「統合イノベーション戦略2024」、また「新しい資本主義実行計画」を踏まえ、この有識者会議において、改定に向けて議論を積み重ねてきたところだと思っております。

世界に先駆けた2030年代の発電実証を含め、早期実現と産業化を目指し、「安全確保の基本的な考え方」、スタートアップ含めた官民の研究開発力の強化、QSTにおける実証試験施設群の整備等の取組を加速ということで、こういったこの2年間取り組んでいたこと。また、今後やっていくべきことというところを今回、国家戦略の改定に反映していきたいというふうに考えているところであります。

2ページ目を御覧ください。こちらにも既に御紹介しておりますが、今国会、総理の施政方針演説の中では「楽しい日本」というようなキーワードに加えて、重要な分野としてAI、量子、バイオ、宇宙と並んでフュージョンというものが掲げられており、戦略分野での投資を促していくということで、先ほどの呼び水というような議論にもつながっていくというふうに思っております。

また、先月行われた総合科学技術・イノベーション会議で、これまで我々も夏までと言っていたんですが、総理の方からこの春に改定をしてくれというような指示があり、議論を加速させていただいてきたところになります。

3ページ目に最近の開催実績、これも復習になりますが、特に今年に入ってから三本柱に沿って、1月、2月、3月として議論を重ね、本日、国家戦略の改定案について素案を議論したいというふうに思っております。

その後、親会議である統合イノベーション戦略推進会議、こちらは官房長官を議長としており、この春、具体的に時期までは決まっておりますが、早ければ来月後半などにも国家戦略の改定を

政府として決定するような予定で考えているところでございます。

4ページ目は構成員、5ページ目が今回の改定案のポイントになります。こちらは8月に議論してきた内容を若干ブラッシュアップしたものにになりますが、世界に先駆けた2030年代の発電実証を目指すというのが、まず掲げられております。先ほど柏木委員からも発電実証の定義、あったと思います。我々、海外の事例などを見ると、例えばアメリカの先ほどあったマイルストーンプログラムにおいてはNational Academy of Sciencesで議論してきた内容なども掲げられていて、大分サイエンティフィックに掲げられているものもあります。こういったところも見据えながら、今後我々としても議論を更に積み重ねていきたいと思っています。

左側、フュージョンインダストリーの育成戦略、産業育成戦略に関しては、J-Fusionがもともと設立するというのが2年前の目的、目標でありましたが、昨年3月できたことに伴い、J-Fusionとも連携し、国際標準化、サプライチェーン、知財、ビジネス、投資の促進というところをこれまで以上にやっていきたいというふうに思っております。

また、②、同様に「安全確保の基本的な考え方」を策定するというのが2年前の目標ではありましたが、これが近藤委員を始め、皆様の御尽力もあり、無事に先月策定したことに伴い、引き続きこの考え方に沿った対応、特にG7、IAEA等との連携、国際協調の場も活用していきたいというふうに考えております。

右側、テクノロジーの開発戦略の観点で言えば、原型炉実現に向けた基盤整備を加速する。スタートアップを含めた官民の研究開発力を強化する。また、ITER／BA活動を通じたコア技術獲得というところ、これも「ベースライン」の改定を見据えて知見を活用していくというところが今よりも更に重要になってくると思っております。

3番目、フュージョンエネルギー・イノベーション戦略の推進体制については、内閣府が政府の司令塔となり、関係省庁と一丸となって推進するというので、今後、この国家戦略に基づいて、世界に先駆けた発電実証の達成に向けて、必要な官民の取組を含めた工程表も作成していきたいというふうに考えております。

QST、NIFS、ILE、阪大レーザー研等のイノベーション拠点化、これは先ほど小西委員のプレゼンからありましたけれども、そういった場所を最大限生かしていくというところは重要な視点ということで、昨年度の経済対策、補正予算でも措置してきたところでありますが、こういったものを更により使い勝手の良い、使いやすいような取組をしていきたいと思っております。

また、③番、体系的な人材育成システムということで、核融合科学研究所(NIFS)が中核となって、教育プログラムを実施する。また、ITER始め、海外の研究機関・大学等への人材の派遣というところも、今回の国家戦略の改定を踏まえ、更に加速していきたいと思ひますし、「安全確保の基本的な考え方」の策定も踏まえ、リスクコミュニケーションによる国民理解の醸成等の環境整備というところを現在改定のポイントとして考えております。

6ページ目、今回の国家戦略の改定に伴う新たな取組ということで幾つか掲げさせていただいております。

まず、フュージョン産業エコシステムを構築するため、以下の取組を推進ということで、議題(1)で尾崎委員から提言があったとおり、内閣府にタスクフォースに設置し、現状の技術成熟度の評価に加え、実施主体の在り方、サイト選定の進め方、社会実装を目指すに当たって考慮すべき課題について検討していきたいと思っております。

我々、今回のこのタスクフォース、例えばサイト選定において原型炉だけをイメージしているわけではなくて、パイロットプラントについても考えていかないといけないというふうに考えております。こういったものが少なくとも自治体との関係で必要なのか。当然、フュージョン装置においては低レベルの放射性廃棄物が発生するというような実態、事実も踏まえながら、どういうところに留意しながらやっていかないといけないのか。そういったガイドラインみたいなものをつくることによって、事業者において自治体とのコミュニケーション、また地域のコミュニティの理解を獲得する上で、こういった課題があるのか、そういったところも検討していきたいというふうに考えております。技術以外の部分について考えていきたいと思っております。

また、国際標準化に対する官民の取組の強化ということで、これも既に報道などでも出ていると思

いますが、現在政府において新たな国際標準戦略というものをつくるといことで、現在パブリックコメントを行っておりますが、フュージョンについては重要領域に位置付ける方向で、こういった取組についても知財事務局、そういったところとも連携しながら取り組んでいきたいと思っております。

サプライチェーンの構築に向けた支援策としては、これまで書かれていた技術マップ、産業マップに加えて、現在特許庁と連携して、今年度、特許出願技術動向調査というものを実施していただく方向で考えております。こちらについては、国内のみならず、海外の最新の動向を踏まえたものになっておりまして、昨年であれば例えばドローン、そういったものについて詳細な分析が行われております。こういったものを示すことによって、必要な技術開発や海外の取組状況、そういったところもしっかりと確認していきたいと思っております。

「安全確保の基本的な考え方」を踏まえた対応、先月この有識者会議として策定したものになりますが、内閣府においても関係者間の協働を引き続き促進していきたいと考えております。

2番目、世界に先駆けた発電実証の達成に向けて、先ほど申し上げたとおり、必要な官民の取組を含めた工程表の作成。原型炉においては工学設計、実規模技術開発、これは石田委員からも提案があったとおり、そういったものを加速することによって、ITERサイズの原型炉の検証を更に深めていきたいと思っております。

また、ムーンショットの第2期公募では、先ほど吉田委員からもありましたが、マイルストーン型での実施というところで、更に挑戦的な研究開発を推進していきたいというふうに考えております。

また、ITERについても、調達に対して積極的な参加の促進、また日本人職員数の増加というところを通じて、コア技術の獲得というところをつなげていきたいというふうに思っております。

NEDO、JST、QSTの資金供給機能の強化。これは昨年の「新しい資本主義」にも書かれた内容になっておりますが、こういったものも組み合わせながらマイルストーン型プログラム、ムーンショットのその次を担うような形というところも引き続き検討していきたいと思っております。

3番目、基盤を整備するための取組として、日米・日欧に加え、昨年のG7で首脳のコミュニケでもコミットメントされているとおり、G7としてのフュージョン作業部会というものが恐らく今年もカナダで行われることが予定されております。

また、IAEAのワールド・フュージョン・エネルギー・フォーラムについては、内閣府からは川上審議官にも昨年出ていただきましたが、IAEAとしては引き続きこういった取組について継続していくというようなところが既に発表されております。こういった国際機関との連携というのも我々強化していきたいと思っております。

また、日本、イギリスについては先般、J-Fusion、産業協議会がイギリスの大使館、日本大使館の方で開催しておりますが、我々としてはイギリスとの取組、またカナダとの連携、そういったところも戦略的に強化していきたいと思っております。

QST、核融合研、レーザー研のイノベーション拠点化、人材育成については、既に述べたとおりです。

7ページ目は、これも前回表示しているものになります。現在、イギリスとの間でのMOCの締結に向けた検討やカナダとの更なる協力の拡大などについても議論を重ねているところであります。

8ページ目も既に報告しているとおり、アメリカ、イギリス、FIA等の取組、また9ページ目は今回の国家戦略でも一つの目玉である「安全確保の考え方」、こちらについても無事に発表されたことをもって、我々としてはこの考え方に沿って、引き続き事業者や自治体、そういったところとの対話というところを重ねていきたいというふうに思っております。

資料2-2についても簡単にポイントだけ御紹介したいと思います。

お手元に資料2-2、改定素案というものがああります。こちらの方については、これまでの議論、また事前に皆様に送付していただいた意見も踏まえた修正をさせていただいているところでございます。

1ページ目、例えばですけれども、今「(重水素、三重水素)」「(ヘリウム)」というところとか、「③固有の安全性」の「固有」を消しています。これは確か小澤委員からも意見があったと思うんですけれども、「安全確保の基本的な考え方」の議論を踏まえた修正などをしております。

例えばフュージョンについては当然、重水素、三重水素以外の核融合、フュージョン方式などもあるというところで、例示から落としています。

また、1ページ目から2ページ目にかけては、エネルギー基本計画にフュージョンについて明確に位置付けられたことに伴って記載しております。

さらに2ページ目の上半分、なお書きですけれども、これは確か近藤委員の方から、今の記載が若干、ちょっと言い訳っぽく聞こえるというような御指摘があったところを踏まえて修正しております。特に「核融合は核分裂との原理の相違に起因する特徴」については、「安全確保の基本的な考え方」を踏まえて、より詳しく書かせていただいております。

また下半分、2番目の「民間投資が増加」というところは、これも近藤委員からの御指摘で「急増」というふうにしてありますし、3ページ目の上、「今後、研究開発競争の脅威と中国がなりうる。」というところは、もう既になっているんじゃないかというような御指摘もあったので、「今後、」という表現を落としています。

3ページ目の下半分は、既に御報告しているとおり、G7などの取組について、最新の情報として記載しております。

4ページ目、これも皆様にお送りした後、委員の指摘を踏まえて修正しております。単にサプライチェーンに参入するだけではなくて、我が国が主導的に構築できるように、官民が連携して取り組むべきだろうということで記載させていただきました。

5ページ目、「国家戦略のビジョン」の下に、国家戦略の今回の改定の経緯を書いております。これも委員の方から、最初の段階で、この2年間やってきたことを最初にまとめておいた方がいいんじゃないかというところで、「J-Fusionの設立や、「基本的な考え方」の策定など」についても書かせていただいているところであります。

6ページ目以降については、これまでの議論を踏まえて、三本柱それぞれの項目を更新しております。

例えば6ページ目の「見える」のところであれば、今回のタスクフォースの設置を踏まえて、社会実装を促進するということで、例えばサイト選定の進め方や自治体の在り方について検討する必要があるため、内閣府にタスクフォースを設置するということを書いております。

また、7ページ目、「産業の予見性を高めるため、世界に先駆けた発電実証を目指す」ということについて、「ITERサイズの原型炉」に加えて、「2030年代の発電実証・技術実証を目指し、パイロットプラントの建設の開始を計画するスタートアップも存在する。」ということなども記載しております。

その下の技術マップ、産業マップについては、「J-Fusionと連携して作成していく」ということを書いております。

8ページ目は飛ばしていただいて、9ページ目に入ります。こちらの「繋がる」というところは冒頭申し上げたとおり、もともとはJ-Fusion、産業協議会の設立を目指すということだったところではありますが、無事に小西会長の下、J-Fusionも動き出したというところでの記載に変えております。

また、「育てる」の部分については、J-Fusionとの連携による産業競争力の強化ということで、例えば国際標準化、先ほども申し上げたような取組について更に強化していきたいということで書いております。

10ページ目も、これも修正になりますが、「安全確保の基本的な考え方」をもともと策定することが目標だったところ、無事に策定されたことをもって、今後、国際協調した安全確保、そういったところに取り組むというところ。

また、「国際標準化に対する官民の取組を強化する」というところを新たに加えております。

11ページ目、3-2の「フュージョンテクノロジーの開発戦略」については、エネルギー基本計画などの書きぶりも踏まえながら、「ITER/BAで培った人材・技術を最大限活用するとともに、スタートアップ含めた官民の研究開発力を強化すること。その際、世界に先駆けた発電実証を目指し、技術成熟度を客観的に評価しつつ、原型炉開発と並行して、多様な方式の挑戦を促す」ということを書いております。

その下のムーンショットについては、これも吉田委員との議論も踏まえ、また小西委員から先ほど御紹介があったJ-Fusionからの要望も踏まえて、「ムーンショットによる挑戦的な研究開発を推進する」ということを、より具体的に書いております。

「発電実証の達成や小型動力源等の多様な社会実装に向けて、既存の枠組みにとらわれない発

想、革新的な要素技術やシステムの統合、装置の設計・開発を促進する。一定の期限を設定して、マイルストーンの達成状況に応じて絞り込みを行う」ということなどを記載しております。

12ページ目、こちらについてはITERのことを書いておりますが、これも以前、小西委員の指摘だったと思いますが、「日本人職員数の増加や日本企業による機器調達の獲得」、そういったところをより具体的に、また本日のプレゼンも踏まえて、「プラント技術、統合技術を含め」というところなども記載しております。

また、「アクションプラン」については引き続き行うというところを書いてありますが、下の方にその位置付けや構成について、先ほどの御指摘も踏まえて見直しというところを我々は考えていきたいというふうに思います。

13ページ目、3-3になりますが、こちらは近藤委員の方から、社会的受容性の重要性というところをしっかりと書いた方がいいのではないかとということで、「内閣府が政府の司令塔となり、社会的受容性を高めながら取り組む」というところを書いております。

また、先ほど栗原委員の御指摘があった実施主体については、特に原型炉については「関係省庁の協力を得ながら、原型炉の実施主体の在り方について検討を早期に進める」というところを書いております。

14ページ目、こちらは「QSTのイノベーション拠点化」という部分については、もともと「QST」のみだったところではありますが、「QST等」ということで、ほかの炉型なども意識して、「核融合科学研究所や大阪大学レーザー科学研究所などの体制を強化する」ということを書いております。

また、その際、国際連携も戦略的に強化するということで、国際連携で取り組むべきところ、例えば三重水素の取扱技術の向上、材料の放射化、これも今欧州で建設中のDONES、そういったところの参画を見据えながら記載させていただいているところです。

下の人材育成については、もともとあった記載を統合して書いております。

すみません、雑駁にはなりましたが、今回の国家戦略の改定について、これまでの議論、また追加で頂いた意見なども踏まえて、このような改定などを考えているということで御紹介させていただきました。

(意見交換)

○石田委員

今日の議論を聞いて、改めて発電実証とはというところを余り誤解のないよう、振れ幅が余り大きくないようにしっかり記載することが大事で、ここは「原型炉の発電実証」についての国家戦略だと思っていますので。

そうしますと、6ページに書いてある「社会実装に繋がる科学的・技術的に意義のある発電実証」ということになると、非常に振れ幅があると。我々がQSTの方から御報告させていただいたITERサイズの原型炉というものを技術的に考えれば、目標とするのはネットゼロを上回る発電実証、これが国の目指すべきゴールであろうというふうに考えてございますので、是非「ネットゼロを上回る」という言葉を入れていただけると有り難い。

これは、第二段階のJT-60は臨界プラズマ条件すなわちQ(核融合増倍率)が1以上を目指して実験をやって、1996年に達成しました。それから、第三段階のITERはQが10以上、それを今目指してやっているところです。その次の第四段階に相当する原型炉、これが目指すべきものは現在の議論でITERサイズの原型炉を目指すとなると、これが到達できるであろう一つの大きなマイルストーンはネットゼロを上回る、であると考えています。ネットゼロというのはプラントに対してインプットする電力、それからプラントから出てグリッドに送る電力で、これの比率が1になる。そういうことになりますので、社会実装に直結するという点では非常に重要なマイルストーンになると考えてございます。

あともう一点です。先ほど栗原委員からも、今すぐやるべきというスピード感の話が出たところでございますけれども、この改定案は非常によく書かれていると思うのですが、今回の改定版にはスケジュール感といいますか、達成する年度、それがほとんどというか、書かれていないというところがちょっと気になりました。

前回の国家戦略の中には、先ほどの拠点化の話とか、SU支援とか、それからムーンショットの開始、それからイノベーション拠点、それからJ-Fusion設立、いろいろな重要なポイントが年度で明記されてございまして、それが書いてあると、皆さんそれに対してスケジューリングをして頑張って達成できたという背景がございまして。その中でも、特にロードマップを策定すると書いてあるのですが、同じ6ページですけれども、ロードマップというのは、いつに策定されるか分からないということになりますと、開発の責任を担っているQSTとしては、ちょっとタイムラインが描けないということになりますので、年内にとか、それぐらいのスピードでこのロードマップを策定していただいて、直ちに実施に移れるような体制に持っていければと考えてございまして。是非御検討いただければ幸いです。

○尾崎委員

先ほどから議論になっております発電実証について、今明確な定義を作ることができれば良いですが、現時点では難しいと思います。発電実証というものが、日本が考える発電実証とアメリカが考えるものは恐らく違う、それぞれのビジネス環境も違う、炉型が違えば実証のマイルストーンも変わります。今後これらの項目をタスクフォースで具体的に議論することによって、日本が目指すべき発電実証を明らかにすれば良いと思います。しかも、炉型によって定義は一つじゃない可能性が高いです。

石田委員がおっしゃったロードマップのスケジューリングは非常に重要なポイントですが、発電実証に関してプラクティカルに深掘りして議論することが、国家戦略の早期実現のために重要だと思います。発電実証はこういうプラクティカルな議論から導くべきで、最初に定義にこだわっても、余り実効性がないと思います。ただ、国としては非常に重要と考えていることが伝わるような表現があれば良いと考えます。

○小澤委員

事前の意見も反映していただきまして、ありがとうございます。

細かいところは、まだマイナーな修正を要すると思うんですけれども、幾つか確認したいと思います。

7ページ目の「技術成熟度も記載した技術マップ」ですけれども、これはもともと文部科学省の管轄下でQSTが開発した研究がベースになっているので、ここを、内閣府、経済産業省となっているのは、文部科学省も名前があった方がいいのかなと思います。これは将来の人材育成にも関わったり、大学における教育の視点についても要ると思ったので、もし御検討いただいたら、文部科学省を入れた方がいいと思っております。

9ページ目の産業競争力の強化について、意見というか、指摘事項ということになるんですけれども、以前小西委員が、「当面の売上げがない」というようなことをおっしゃっておられたと思います。科学技術政策がエネルギー政策のレベルまで上がっていく時間軸を意識して議論する必要があるんじゃないかなと思います。企業もそうですけれども、国においても支援疲れというか、エネ基のパブコメでもいろいろな世の中の反対意見があったと思いますが、「長期を要する開発」、それから「巨額な費用」というのが指摘されていたと思いますので、その辺も意識した方がいいと思います。これは考慮事項です。

10ページ目の安全規制の国際協調ですけれども、原子力では新型炉の新しい規制に多国間設計認証の仕組み、OECDがやっているMDEPと言われているものですが、こういう良好事例に倣えるのであれば、ここは「内閣府（関係省庁）」とふんわり書いてありますけれども、規制委員会、原子力規制庁の参画があってもよいと思います。これは含まれるということであろうかと思うんですけれども、念のためであります。

13ページ目の「国立研究開発法人の資金提供に当たっては」というタイトルがありますが、それぞれの法人には設置法があると思いますし、各省庁におかれても設置法があると思います。その整合を意識しているのか、それとも法改正まで意識したものになっているのかというのを、これからの議論の中で意識した方がいいかなと思います。

○柏木委員

一つ、工程が大事だと思います。今の議論で実施主体を早急に議論した方がいい、そのためのタスクフォース、という話がある中で、例えば前回と同じように、R7年度は実施主体に対する基本的な考え方、という単語を使うのが適切かはありますが、そういうものを策定するみたいな、少なくともこの二、三年の短いスパンでは何を決めていくかというのは少し書いた方が動きやすいんじゃないかなと思いました。

あと今の実施主体というのが三本柱全体に係るのかなと思っていたんですが、今の章立てを見ますと、フュージョンインダストリーのところに入っているんで、そうするとこの三本柱の構成を変えるのか、それとも実施主体の議論は別出しにするのか、ロジック的にどちらにするのかなというのが気になりました。

もしかしたら、ビジネスモデルじゃないですけども、インダストリーというものの意味合いをもっと広域に捉えて、三本柱のこの三角の形を変えるのかもしれないけれども、まだそういう議論をしていませんので、今の段階では実施主体はもっと大きな傘の中に入れてもいいのかなと思った次第です。

○栗原委員

7ページのところで、見える化のところには入っているんですけども、「産業の予見性を高めるために、発電実証を目指す」という表現がありますが、産業の予見性を高めるというよりは、もう産業化を促進するというぐらいの意気込みで臨んだ方がよいのではないかと思います。ニュアンスの問題ですけども、前回から今回にかけての発展として、もしよろしければ反映していただけたらと思います。

それから2点目に、文章として織り込む必要はないとは思いますが、今回小西委員の方から技術マップ、産業マップを出していただきました。これは新しいサプライチェーンをつくるのと同時に、人口減少の中で、もはや日本では今ある技術すら承継されない危惧があるので、こういった技術マップ、産業マップを提示することで、技術が承継する、失わないという観点も必要だと思います。そういう意味では攻めではなくて守りになるかもしれませんが、ここに入れていただくかは別にしまして、今後の技術マップ、産業マップの産業への反映として、こうした観点も必要ではないかと思います。

○小西委員

まず、この段階でこのような文章をかなり大規模に書き直していただいたことに感謝いたします。

細かくは、実は言いたいことはいっぱいあるので、それについては別途お送りしたいと思いますけれども、今ここで出ている議論で一つ大きな、関係者間で同じようなことを言っているようでギャップがあるのかなと思うのが、やはり「発電実証」という言葉の定義の問題です。これについて石田委員は明確にネットゼロとおっしゃって、一方では尾崎委員は正直、様々あり得るのではないかというお話をされました。私は尾崎委員の御発言を支持いたします。逆に言うと、ネットゼロというふうに一義的に決めるのは、正直言って余り適切ではありません。

というのは、我々産業化を目指す、エネルギー産業としての成立性を目指すのであれば、収益性が見込めるものでなければ意味がないので、逆に言うと、エネルギー産業としての収益性を説明できなければ、我々も当然のことながら、出資していただいて事業を進めることができませんので。

正確には本当は一まあ、原型炉と呼ぶかどうか、ふさわしいかどうか分からないんですけども、様々な形のパイロットプラント、様々な形式によって、それぞれの段階での技術目標となるものは異なっています。そういう意味で発電実証という言葉の定義は、それぞれの実施主体にある程度任せていただきたいところがございます。正直言って、ネットゼロと言っても、実は運転をする人たちのいるお部屋のエアコンの電気代まで全部入るんです。それに対して出てきている電気というのは別のタイミングで出てきたりもするんですけども、それを合計して、プラスである、マイナスであるって、正直言って余り意味がありません。本当の意味で事業として成立するためには、エネルギーとしての売上げをちゃんと達成して、それでインベストメントが回収できなければいけないので、それが目標であって、その手前にある発電技術の実証というのが、これが重要でございます。

残念ながら、ITERでたった1個の日本のテストブランケットモジュールを持って行って、1メガワットの発電をするという予定が2035～6年に実はあったわけです。それを見たら、発電実証がその先に原型炉でできるはずだったんですが、そのステップを踏まずにいきなり原型炉で発電をするというのは、正直言って技術的にはかなりリスクが大きいです。これを国費で、国民の税金でそれだけの技術リスクを冒すことに私は賛成できません。必ず技術的にもっと手前の段階を踏まなければ、そこまでは到達できないんです。これは技術ですから。

そういう意味でどこかの段階でこれをやって、その段階の次に原型炉がある。これはオーケーなんですけど、そこにいくまでのワンステップとして発電実証というのを決めた場合に、これはそれぞれにステップを置いた事業者ごとに定義が若干変わってまいります。トカマク型であれば、ある程度正確な定義はできるんですけども、方式が違えば、また違ってまいります。そういう意味で発電実証というのは、先ほどのマイルストーン型の複数のコンセプトでの技術開発を今後やって行って、2030年代にいわゆる国が定める発電実証という言葉にそれなりに合った定義をそれぞれの事業者が決めて、それに対して着実に進められるというものであれば、ある程度の幅は許容していただいて、またアプローチの差も許容していただいて、その中でふるい落としをして、最終的に原型炉であれば原型炉、あるいはほかのパイロットプラントであれば、ほかのパイロットプラントというものが有り得るようにしていただくというのが多分合理的だと思います。

お国のお金もお国のお金、民間のお金は民間のお金、それぞれを統合していかなければできない事業でございますが、その事業主体についても様々な形があり得ます。全く国100%の出資から民100%。実は多分その間になると思います。例えばRapidusのような半導体インダストリーのような形もあるでしょうし、技術研究組合のような形もある。まだまだ今後、いろいろ事業主体そのものについても様々なバリエーションがあり得ることではありますけど、いずれにしても今後半年、1年の間にローンチできない事業は残念ながら、2030年代のいかなる形の定義であっても発電実証には残念ながら間に合いませんので、複数のパスを認めつつ、ここは国の支援を頂きながらも、ある程度の幅を認めていただくということをお願いしたいと思います。

○近藤委員

これまでの話を踏まえてコメントさせていただきます。もし今回の議論をもって、この戦略を決定していくのだとすると、やや拙速ではないかと感じています。まずは今回の改定の重要なポイントである発電実証がどういうものかについて、意見交換がやや不十分ではないかと感じました。

1点目です。戦略のスパンについてですが、10年というふうに書かれているんですけども、内容を見ると直近のアクションとまだ先のアクションが混在しているように見受けられます。無論、これは、もしかして工程表が入ることに整理される可能性があります。例えば、技術マップについては作成という話が中心に記載されていますが、もう既に小西委員から素案が出てきていますので、作成するのではなくて、それをどういうふうにするかということが、10年スパンであれば記載すべきではないかと考えています。

2点目なんですけれども、今回戦略を策定しているのであれば、この戦略がうまくいかない場合のプランBを考えるべきだと思うんです。要は国際競争において劣勢が見込まれる場合にどういうふうに施策を取っていくのかという話が載っていません。全てが順調に進む前提のみが書かれている点に私はリスクを感じています。

それから3点目、これが最後になりますが、「国民」という視点が一切記載されていない点に課題を感じています。産業施策を議論しているということとはよく分かるんですけど、巨額のお金が動いているものに対して、正直、戦略に『国民』という視点が見当たらなかった点には、少し驚きを感じました。フュージョンエネルギーが何であるかという紹介は関係機関で対応可能だとは思いますが、戦略として推進していくことは、国としてのみ担える責務であると考えます。ぜひご検討いただければと思います。

○富岡委員

この2-2の資料の改定素案ですけども、6ページが「3. ビジョン達成に向けた基本的考え方と

具体策」となっていて、構成としては三本柱があるということです。三本柱の最初に「フュージョンインダストリーの育成戦略」と書いてあって、私、これを一番にやるのは重要だという認識があります。

この「フュージョンインダストリーの育成戦略」はどういう意味かといえば、釈迦に説法かもしれませんが、昨今世界の投資が増えていて、そういうところの海外市場の獲得も目指すし、国内をしっかりさせると、基本的には国内の産業をしっかりさせるということがポイントなんだと思います。これがまずやるべき第一歩だと認識してまして、その少し下の「見える」の下2行「フュージョンインダストリーに参画する民間企業を増やす」、これがまずやるべき第一歩だと思います。そのための方策がその下に書いてあって、いろいろなことをやっていて、国内の産業をしっかりさせましょうというようなところが第一歩だと思いますので、その目的を失わないようにきちんと戦略を展開していく必要があると思います。

このタスクフォースのミッションが6ページの下の方に書いてありますけれども、技術成熟度の評価とかビジネスモデル、技術移転、サイトの進め方、実施主体の在り方が書いてありますけれども、こういうのを議論するのも、まずは民間企業を増やすということの目的のためにやっているというところを忘れずに、民間企業を増やす、あるいは雇用を創出する、一定規模の雇用を確保するといったもいいかもしれませんが、そういうところを実現していくことがまず第一歩で、そこをなくして、その先もおぼつかないということもありますので、そこを意識した議論にしていく必要があるのかと思います。

○吉田委員

何人かの方が指摘されたように、やはり発電実証ということの意味が気を付けないといけないポイントだと思います。この改定案では「発電実証」という言葉は3-1の「インダストリー育成戦略」の「見える」というところに出てきます。これは発電実証がアドバルーンであるということを意図しているからだと思います。しかしながら、産業育成のために発電実証ということが本当に鍵なのかどうかということは注意深く考える必要があります。産業界がフュージョンの分野にしっかり参画できる環境として何が本当に重要であるのかを検討しなくてはなりません。

そういうことを考えつつ改定案を見ると、3-2の開発戦略のところでは「原型炉開発」という言葉が出ていて、原型炉開発はQSTを中心にとということが3-3の推進体制の中で述べられています。これは今まで核融合コミュニティが考えてきたモデルに沿った進め方なんだろうと思います。そういった意味では、原型炉開発のタイムラインの上に発電実証というものがどう位置付けられるのかというように考えるべきです。国のプランとしてはです。そういう整理の中で、発電実証というアドバルーンが針小棒大なものにならないようにすることが重要なポイントだと思っています。

そういった問題意識の中で原型炉開発を進めていくとき、これは繰り返しになりますけれども、ムーンショット等で生み出されるいろいろなイノベーションがうまく原型炉に組み込まれ、日本が開発するJA-DEMOというものが最終的に高い国際的な競争力を持つ、高いバリューを持つ、そういうことを目指すことが進め方の一番重要なポイントではないかと思っております。

○篠原座長

今の吉田委員のお話は、何のための発電実証なのかという、多分共通した話題になると思うんです。先ほど近藤委員の方から、拙速ではないかというお話があって、多分、今日の議論の中でも今一番意見が対立しているのは、「発電実証」の言葉の定義だと思うんです。電実証にも言葉の定義が、A対Bという対立的な概念であるのではなくて、例えば石田委員がおっしゃっているAというのと、あと尾崎委員とか小西委員は現時点ではいろいろなのがあっていいじゃないかという、Aを含むようなものも含めた格好の概念なので、A対Bにはなっていないというので整理できていると思っています。今日の皆さんの御意見を踏まえ、それからあと、多分書き足りないところ、例えばタスクフォースについていつ頃にどういう答えを出すんだって、さっきも柏木委員の方から、いつまでに答え出すんだと、何の答えを出すんだという話がありましたけれども、その辺のスケジュール感みたいなことを書けないかみたいなことを含めて、今日皆さんから頂いた御意見を踏まえて、ちょっとまた修正していきたいと思っております。

実は修正期間は、これは国会のタイミングなのでよく分からないんですけれども、多分結構時間があるんです。ですから、1回皆さんに御紹介して、1回のやり取りでおしまいというのではなくて、

多分2回ぐらいやり取りができるんです。そんなこともあるんで、本日頂いた御意見、特に根深い部分というか、一番大事な部分については私はしっかり意識しているつもりでございますので、まず預らせていただいて、統合イノベーション戦略推進会議にお諮りするというふうな方向にさせていただければと思っています。

それでは、本日は本当に活発な御議論をありがとうございました。今日は本当に皆さんから多大な様々な御意見を頂きましたので、関係機関とも相談の上、事務局にはこの国家戦略の改定を見据えた取組の具体化というものを是非お願いできればと思っています。

○事務局(馬場参事官)

先ほど篠原座長からあったとおり、本日の意見を踏まえた修正版、策定した上で皆様にもお諮りしたいというふうに思っております。最終的には統合イノベーション戦略推進会議、時期は未定ですが、そこでの改定、決定というところを見据えていきたいと思ひますし、タスクフォースの設置、また様々な取組の具体化というところ、ただ文章を作って終わりというわけでは決していないと思ひますので、そういったところも鋭意進めていきたいと思ひます。

また、次回の開催につきましては、5月末、一応仮押さえさせていただいているところであります。また、それについても開催するかどうか、速やかに確認の上、皆様の予定についても速やかに御報告したいというふうに思ひます。

○篠原座長

多分今もお話したとおり、「発電実証」の言葉の意味合い、定義の問題、それとあとはタスクフォースでのいわゆる答えをどのぐらいで出していくかという話、それから尾崎委員から一番最初に御指摘のあった、この「ギャップ」という言葉をどう表現していくかみたいな部分もあると思うんです。そのギャップを埋めるためにどうしていくかというアプローチが多分皆さんからの御提案だと思ひますので、読み方によってはそれがちゃんとここに書かれていると思うんですけれども、余り明示的には書かれていないという部分があるので、皆さん御心配の向きもあると思ひますので、その辺はちゃんと明示的に書かれていないにせよ、ちゃんとそれが含まれているような格好にしたいと思ひます。

閉会の挨拶

○篠原座長

それでは、第11回核融合戦略有識者会議、これで終わります。

以上