

## 核融合戦略有識者会議(第6回)議事要旨

- I. 日時 : 令和6年3月29日(金) 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 (総合科学技術・イノベーション会議議員)
石田 真一	国立研究開発法人量子科学技術研究開発機構 量子エネルギー部門長
尾崎 弘之	神戸大学大学院 科学技術イノベーション研究科教授
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)中性粒子ビーム加熱開発グループリーダー
栗原 美津枝	株式会社価値総合研究所 代表取締役会長 経済同友会副代表幹事(経済・財政・金融・社会保障委員会委員長)
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
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
吉田 善章	大学共同利用機関法人自然科学研究機構核融合科学研究所長

### 政府関係者

高市 早苗	内閣府科学技術政策担当大臣
松尾 泰樹	内閣府科学技術・イノベーション推進事務局長
渡邊 昇治	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
石川 勝利	外務省軍縮不拡散・科学部国際科学協力室室長
千原 由幸	文部科学省研究開発局長
大隅 一聡	経済産業省産業技術環境局研究開発課長 (田中 哲也 経済産業省大臣官房審議官(産業技術環境局担当)の代理)
吉瀬 周作	資源エネルギー庁電力・ガス事業部原子力政策課長 (松山 泰浩 資源エネルギー庁次長の代理)
奥村 暢夫	環境省大臣官房総合政策課環境研究技術室長
谷川 泰淳	原子力規制委員会原子力規制庁長官官房放射線規制部門管理官補佐(総括担当)(オブザーバー参加)

### 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
高橋 佑也	内閣府科学技術・イノベーション推進事務局参事官付補佐
犬塚 恵美	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)国家戦略を踏まえた最近の取組について
- (2)安全確保の基本的な考え方 検討タスクフォースの開催について
- (3)フュージョンエネルギーの早期実現に向けて

##### 3. 閉会

#### V. 配布資料

資料1 フュージョンエネルギー・イノベーション戦略

～国家戦略を踏まえた最近の取組～ (内閣府資料)

資料 2-1 フュージョンエネルギーの実現に向けた安全確保の基本的な考え方検討タスクフォースの開催について(案)

資料2-2 フュージョンエネルギーの実現に向けた安全確保の基本的な考え方検討タスクフォースの開催について (内閣府資料)

資料3 フュージョンエネルギーの早期実現に向けて

～フュージョンエネルギー・イノベーション戦略の加速～ (内閣府資料)

#### VI. 議事要旨

##### 開会の挨拶

###### ○高市大臣

構成員の先生方のお力添えによりまして、昨年4月、日本初となるフュージョンエネルギー・イノベーション戦略を策定することができました。国家戦略を踏まえて内閣府が司令塔となってこの1年間、様々な取組を進めてきた。特に産業協議会については、発起人会の21社と共に設立に向けた準備を進めてきたが、このたび一般社団法人フュージョンエネルギー産業協議会、通称J-Fusionが設立され、フュージョンエネルギーの産業化に向けた新たな一歩を踏み出すことができた。

さらに、昨年12月には小型化、高度化などの新興技術の支援を強化するためにCSTI本会議において、ムーンショット目標を決定した。本日、科学技術振興機構においてプロジェクトマネージャーの公募が開始されている。今後、多様な社会実装に向けて、様々な分野の経験者から数多くの提案がなされると思っている。

また、国家戦略を踏まえ、安全確保の基本的な考え方について検討するタスクフォースの開催についても御議論を頂く。諸外国が規制に関する方針を打ち出し始めている。我が国としても、産業化に絶対に乗り遅れないように、関係省庁や産業協議会とも連携しながら適切な枠組みを検討していく。

本日の会議の後半では、昨年11月にITERの機構長が岸田総理を表敬訪問された際の岸田総理の御発言を踏まえ、フュージョンエネルギーの早期実現に向けて必要な取組について御議論頂く予定。先生方の御意見を賜りながら政府としても必要な取組を加速していく。

###### ○篠原座長

昨年3月にこの会議で戦略案を取りまとめてから、約1年が経過した。その後、大臣の強力なリーダーシップもあって、フュージョンエネルギー・イノベーション戦略が策定され、政府において戦略を踏まえた様々な取組がなされていると伺っている。

一方、日本だけではなくて諸外国においても国策としてフュージョンエネルギー開発が強力に進められている。各国では大規模な投資を実施するとともに、それぞれの国の独自の戦略を策定して、自国への技術、人材の囲い込みを更に加速しようとしている。

フュージョンエネルギーの早期実現、関連産業の発展に向けた取組を加速するとともに、変化に応じた新たな打ち手というものを考えていくことも必要だと考えている。

(1) 国家戦略を踏まえた最近の取組について

資料1に基づき、川上審議官より説明。

2ページ目はフュージョンエネルギー・イノベーション戦略であり、中央下の三つの四角が戦略の柱になっており、フュージョンインダストリーの育成、フュージョンテクノロジーの開発、その二つを支えるプラットフォームとして推進体制等の三つから構成されている。

7ページ目が、2023年4月にフュージョンエネルギー・イノベーション戦略を発表した後、約1年の進捗の概要をまとめたものになる。まず、産業協議会は役員企業、定款等が決まって、4月1日に会員の募集を開始する。SBIRの基金については、4社のスタートアップに対して選定が行われた。ムーンショットでは、10番目の目標となることが決定し、本日3月29日に公募が開始されたという状況。JT-60SAは12月1日に運転開始記念式典を実施した。右の写真が高市大臣、盛山大臣、欧州委員会のシムソン委員が式典に参加している様子。左の写真はその前日にITERのバラバスキ機構長が総理を表敬訪問した様子。下の四角は推進改正等、二つの上の戦略のプラットフォームとなるものですが、着実に実施を進めているという状況。今後は、原型炉に必要な基盤整備を加速するとともに、産業協議会とも連携して安全確保の基本的な考え方を策定するなど、フュージョンエネルギーの早期実現と関連産業の発展を進めていく。

8ページ目で、JT-60SAの初プラズマの生成について説明しておく。この装置は日欧が共同建設したITERが稼働する前の現在で世界最大のトカマク型の実験装置である。昨年10月23日に初めてプラズマを生成して、12月1日に記念式典を実施した。9ページ目は記念式典同日の高市大臣の記者会見で、産業協議会、それから安全規則について発言を頂いている。

11ページ目は、フュージョンエネルギー研究開発の全体像を説明したもの。原型炉の21世紀中葉での実用化に向けて、ITER、JT-60SAを中心に検討を進めている。また、レーザー、ヘリカル等ほかの炉型式についても検討を進め、スタートアップが創出する技術、それからムーンショットを活用した挑戦的な研究開発も推進する。

12ページ目、ITERは国際協定の下で建設が進められている実験炉で、2025年にプラズマ運転を開始、2035年に核融合の運転開始を計画している。2025年の運転開始のスケジュールは見直しを行っていると聞いている。13ページ目の1.では、33回ITER理事会が昨年11月に開催され、進捗の報告があった。その骨子が2.で、(1)日本からの最後のトロイダル磁場コイルの搬入を行うなど、組立て、据付けが進捗しており、写真はその様子である。(2)一方、新型コロナウイルス感染症や機器製作遅延が生じており、その回復に向けた計画の検討が行われている。2024年にもITER機構から提案、当局の検証が行われるという状況。14ページ目は、ITERの計画を補完、支援し、原型炉に向けた技術基盤を整備するBA活動。日本での主な実施機関はQSTである。右側に書いてある三つが主な設備であり、①が中性子に対する材料開発を行う設備、②がシミュレーション設備、③は先ほど説明したJT-60SA。

16ページ目は、フュージョンと別の文脈だが、関連する重要な基本構想を説明している。多くの予算を必要とする大型の国家プロジェクトについて、その優先度を明らかにするために学術研究の大型プロジェクトの推進に関する基本構想、ロードマップを策定している。17ページ目はその具体的な概要となる。ロードマップには12個の計画が選定されている。フュージョンは、左の上から3番目のレーザー技術と右の上から3番目のヘリカル炉が関連している。

19ページ目は産業協議会についてである。正式名称は、一般社団法人フュージョンエネルギー産業協議会、通称はJ-Fusion。役員となっている会社について、会長は京都フュージョニアリング、副会長に住友商事とHelical Fusion、常任理事に古河電気工業と日揮となっている。理事は記載のとおり。3月22日に在米日本国大使公邸でイベントを開催、4月1日にホームページを開設して会員募集を開始する。設立総会は、100社以上を見込んでおり、5月の早い時期に開催する予定。会員の種別はホームページの上部にあるとおりで、6種類の会員種別を用意して、直接ビジネスに関わるほか、将来関連する可能性がある企業、アカデミア、個人など幅広く門戸を開きたい。活動内容では、調査、情報共有、標準化、安全規制などの政策提言、各種ネットワー

キングや人材育成といったものを考えている。22ページ目には、ITERを構成する主要部品に対して多くの企業が貢献していることを示している。23ページ目が、核融合炉を構成する機器、技術、材料をブレイクダウンしたもので、22ページに示したものの以外にも日本企業は大きく貢献することが期待できる。24ページ目に示したのは、フュージョンで開発された技術がほかの産業に展開されることを示した例で、医療、環境分野をはじめとして多くの分野に応用されるということが期待されている。

SBIR制度は我が国におけるスタートアップが有する先端材料の社会実装を促進するプログラムで、フェーズ3は大規模な技術実証をサポートする。8月から9月にかけて公募を実施し、4社が選定をされている。

規制枠組み構築に関する共同勧告について説明する。規制に関する革新的な検討実施策を促進するために設置された規制のネットワークにAgile Nationsがあり、核融合規制に関する協動的、集会的なアプローチを策定するというを目的とするワーキンググループを設置している。メンバーは、英、日、カナダ。昨年4月に最初のワーキンググループを開催、継続的に会議を実施して、10月に共同勧告を発表している。その内容では、リスクに見合った規制枠組みを構築するようにという記載が見られる。

ムーンショットは破壊的なイノベーションの創出を目指して、従来技術の延長にない大胆な発想に基づく挑戦的な研究開発プログラムで、2020年にスタート、2023年度は九つの目標で運営してきた。フュージョンはムーンショットの10番目の目標として、昨年12月に設置された。フュージョンエネルギーの発電以外にも、日常の様々な場面で活用するというを目指している。ムーンショットがスタートしたことを広く周知するために、今年1月31日に国際ワークショップを実施し、多数の参加を得た。高市大臣、今枝副大臣に御挨拶を頂いた。また、国内外の有識者にも御参加いただき、講演、パネルディスカッションを実施した。ムーンショットでは、発電以外のアプローチの検討も行っていく。発電だけをゴールとすると代替手段がなかなかないことも考えられる。発電以外の社会実装を行うことで、応用が広がり、発電に応用する成功確率も同時に上がると考えている。

フュージョンエネルギー・イノベーション戦略は、産業育成戦略、それから技術開発戦略、推進体制を3本柱とする戦略で、昨年4月に設置以来、産業協議会設立、ムーンショット、SBIRなどの支援策の強化、ITER/BA活動やAgile Nations、ワーキンググループなど国際活動の推進を行ってきた。1月30日の岸田内閣総理大臣施政方針演説にも重要技術として盛り込まれ、今後更に加速、推進していく。

## 意見交換

### ○小澤委員

JT-60の初プラズマ、おめでとうございます。それから、産業協議会の設立につきましても祝意を申し上げたい。これからは本番かと思う。メンバーを見ると、いろいろな立場の方がいらっしゃると思う。例えば、研究者、ものを作る方々、それからユーザーになりそうな方というのはおられるのかはよく分からないが、いずれにしても、2050年カーボンニュートラルの実現に向けて、エネルギーを生み出して使って、それが社会に貢献していく、経済が回っていくということが重要だと思う。そういったゴールをきちんと産業協議会のメンバー全員が共有することが重要。是非とも強力な推進をお願いしたい。

### ○柏木委員

産業協議会が発足するというで本当によかったと思う。今回の活動に興味を示されているメーカーがたくさんある中で、こういう技術を使いませんかというようなお問合せもたくさん頂いている。産業協議会のアクションの中に、ニーズとシーズのマッチングという活動がある。意見交流会を、より深掘りしていただき、いろいろなメーカーが持っているが、もう少し活用できないかというようなシーズを拾い上げていただいて、うまく技術交流できると良いと思う。

○吉田委員

産業協議会が立ち上がったということは、一つ重要なことが動くということだと思う。その中で、アカデミア会員が果たすべき役割というのは非常に重要だと思う。特に、キャリアパスがきちんとないと、人材育成というのは実らない。産業界につながっていくキャリアパスが生成されていくということに、産業協議会が重要な役割を果たしていくことを期待している。アカデミア会員、大学等の研究機関、教育機関が参画することのインセンティブを考えると、キャリアパスが産業界につながっていくことが重要である。そういった形の活動が、産業協議会の中でどういうふうにプログラムされるのかについては、是非、ほかの産業分野の協議会も参考に、検討を進めていただきたい。

○石田委員

産業協議会ができて、非常に期待している。特に、産業化を核融合で進めないといけないうつときに、一つの課題は、核融合は非常に分かりにくいこと。大手のメーカーは良いが、中小の裾野が広い方々と話すときは、非常に敷居が高いということをおっしゃられる。是非、産業協議会は中心のコアになるカンパニーだけではなくて、非常に裾野が広いところがあるので、そういうところに向けてのアウトリーチとか広報とかに、是非力を入れていただけると有り難い。

○篠原座長

1点だけ追加でお話をすると、今、皆さんおっしゃったとおり、核融合に対する関与の度合いが現時点ではかなり高い方から低い方までいらっしゃると思う。特に、現在の関与が低いけれども御興味を持っていらっしゃる方に対しては、本当に敷居を低くしてあげてほしい。参加しやすい形態、勘違いかもしれないけれども、いろいろなことを自ら提案してみることが容易な形が非常に大事だと思うので、是非それをお願いできればと思う。

○小西委員

産業協議会は今日昼前ぐらいに無事、定款含めて登記が終わり、めでたく成立した。ここに至るまで、熱意があると言われる産業界にして、内閣府の強力な御指導と御支援で、まず発起人を募集していただくという、手を引っ張っていただいたような状況。本当に有り難く思っていると同時に、ここから先は自分の足で歩いていかななくては行けないが、その一歩を歩き始めたことを御報告させていただきたい。

会長という非常に大きなお役目を頂いたが、本来、核融合は、これまで中核となって引っ張ってこられた大きな会社、何十年もやってこられた方々を差し置いて、私どものようなまだできて数年の小さな会社がこういう大役を拝命するのは、ちょっとはばかれるところはあった。大企業の方にはそれぞれいろいろ既に関連される業界があって、かえって動きにくいというようなお話も伺った。そういうところもあって、あえて新興企業に、お前やれと言われたということの意味をかみしめて、新産業としての役割を認識しつつ頑張っていきたいと思うので、何とぞよろしく御指導と厳しい御鞭撻をお願いしたい。

頂いた宿題の幾つかのうちで、まず、とにかくやらなければいけないことは、新しい産業としてのフュージョンだが、これはまだ売上げが立つにはほど遠い状況。本当に入っているのかと言われる産業の方や、実は結構な数の出資者の方、ほかの業界の方、エネルギーの利用者として将来のエネルギー源に期待しているというフュージョンのサポーターのような会社、それから勝機ありとにらんでいただいたのかどうか、商社、運輸、さらには保険会社もおられ、いろいろお話を頂いた。保険の方は実は宇宙と並んで、このような新しい技術チャレンジというのはリスクが多いので、チャンスはごろごろしている。そのような方々に、まずフュージョンというのがどういう技術で、どういう勝機があって、どういうリスクがあってということ、一般の方に分かる

ような言葉でまず御紹介していかななくてはいけない。その仲立ちをしなればいけないということは、重要な任務として認識させていただいている。

思えば1年半前に、この会議で世界の状況は変わってきているという話をしてから、僅かな時間で産業協議会ができた。政府の強力なサポートを頂いたということがあり、急速な展開に改めて感謝する次第だが、正直言って、世界の状況からするとこれでもまだ周回遅れ。追い付いていくのは大変で、この1年ちょっとの間に、アメリカ、イギリス、それから、実は隠れているようでいて、中国の進歩はかなりめざましいものがある。それも政策的に新しい動きがあり、まずこれに追い付いて、我が国の産業としての足元を固めるということを頑張っってやっていきたい。

具体的に申しますと、様々なプロフィールをお持ちの会社に、足並みをそろえて同じ方向を向けというのは無理なので、最低限の情報を提供して、分かりやすくそれをかみ砕いて、出資者の方にはこのくらいリスクがあります、商売をされる方には正直言ってこういうチャンスがあります、のような話は積極的にシェアしていきたい。

特に人材育成等、学術との連携について一言申し上げたいが、外国の同じような産業協議会は、実は学術的な基盤が非常に脆弱。ここは我が国が、もともと文部科学省がずっとやってこられたところがあるが、フュージョンについての研究基盤は非常に強力で、しかも研究者コミュニティがよく成熟している。学術界が産業協議会のこれからの枠組みの中でいかに自由に羽ばたいていただけるか、あるいはお知恵をお借りできるかというのは重要な視点。

まず、学術界の方に核融合産業、フュージョンエネルギー産業の世界の中でいろいろ出回っている怪しい話はちゃんと直して、学術的にはこうであるということは、指摘していただきたいと思う。フュージョンエネルギー産業協議会としても、積極的に日本のコミュニティのこの強みを生かして、まずお知恵を頂きたい。それがひるがえって、今度は産業協議会側の活動に少し科学的な理解が深まっていくというアプローチになるのかと思っている。

若い方、新しい方に、どんどんフュージョンエネルギー産業に、テンポラリーにでも、あるいは居心地がよかったら就職するという形で入っていただくことが、結局、人材の交流、人材の育成、産業基盤の世代を超えた育成につながっていくものと考えている。人材育成の問題は、会長企業の社長が一人と言っても仕方がないので、まず原案を示して、皆さんに合意を頂いての話だが、早速全力疾走に入っていきたい。

#### ○篠原座長

量子の方も、こういう産業協議会というのを2年か3年前に作ったが、最初は量子ど真ん中の人しか集まらなかった。それだけだと本当の裾野の広がりというのにはならないので、一番に心がけたことは裾野の広がりところの会員を増やすために、いかに入りやすい活動を最初進めるかということ。小西先生みたいなプロから見ると、ちょっと幼いなという話があるかもしれないが、そういうことも含めて是非お願いできればと思っている。我々もサポートするので、是非よろしく願いたい。

#### ○吉田委員

ムーンショットは、この会議と、それを受けて文部科学省に置かれた検討会から生まれた事業であり、本日プロジェクトマネージャーの公募になった。ムーンショットも、特にアカデミアサイドから見ると、核融合研究の中で非常に重要な意味をもつエポックメイキングな事業になると考えている。

この事業を推進する上で最も重要なことは、核融合分野を学際化する、ほかの分野と連携させていくということ。核融合にコミットするステークホルダーを広げて、日本としての総合力というのが、核融合の実現に寄与するという形を作っていくことを目指すべきだと考えている。

先ほど石田委員も言われたように、核融合研究の中身がなかなかよく分からないということがあって、この会議でも技術マップ、産業マップが出ているが、項目を挙げただけでは十分な

い。何の挑戦をしているのか、何が課題なのかというところまで踏み込んで他分野とコミュニケーションを図っていくと、例えば量子の分野であるとか、高エネルギーの分野などと共通の課題が見えてくる。いろいろな分野に共通の課題にチャレンジし、深い層でイノベーションを起こしていく、そういうものこそが破壊的イノベーションになると考えている。

ムーンショットの事業を進める中で、いかに多くの分野、今までの核融合コミュニティというものに限らない他分野との協力関係が作っていただけるか。日本という国の人口的な規模、アカデミアの規模というものを考えたときに、あらゆる分野に手を出している我が国として、一つの分野で人材を抱え込むような戦略を取るのではなくて、いろいろな分野に共通のところで、根幹の部分でイノベーションを狙っていくことが重要だと思う。その一つのイメージを核融合研究で作っていく、そういう形でムーンショット事業を実施することができれば大きな効果が生まれるのではないかと考えている。

#### ○篠原座長

吉田委員がおっしゃったとおり、限られたリソースの中で、何から何まで全部自前というわけにはいかないと思うので、人材だけではなくて、取り組む技術についても、政府の言葉で言うと戦略的自律性、戦略的不可欠性、といったところを意識して、発電以外のことも含めて、是非、ムーンショットの中で取り組んでいただくこと期待している。

#### ○近藤委員

ムーンショットの検討会に参画させていただいた。この1年でめざましい進展があったと感じている。核融合戦略の議論をしたときは、核融合の必要性、戦略化の重要性ということを議論していたように思う。その後、文部科学省の下でのムーンショットの検討をして、ムーンショットの公募といったアウトプットまで届くことができたというのは大きな成果。

戦略は、最初は必要性から始まったものだが、そのままの形で遂行するのではなく、状況に応じて常々柔軟に変更していくということが求められているとも感じている。

#### ○尾崎委員

2点、この戦略について申し上げたい。

1点目はQSTの役割だが、ムーンショットによっていろいろな研究が蓄積されても、インテグレーション機能がないと、原型炉には近づけない。QSTも組織改革途中と聞いている。この会議でQSTというとエネルギー部門と同義だが、組織全体で見ると、医療部門と量子の基礎研究部門の比重が大きい。QSTがエネルギーにフォーカスできるような体制になっているのかどうか。その検証を是非やって、組織改革に生かしていただきたい。これはQST自身がやるべきことだが、文部科学省のサポートが重要だと思う。医療部門や量子の基礎研究部門では、論文を書くことが主な目的だが、エネルギー部門は、原型炉につなげるインテグレーションや、工学的な実証も重要な目的である。部門間で目的が違うことを再認識して、改革していただきたい。

2点目、QSTと産業界の協力、オープンイノベーションについてだが、J-Fusionという新しい窓口ができたので、これまでできなかった活動を是非推進していただきたい。先ほど申し上げたことと一緒に、原型炉への道筋を具体化する、プロセスを加速化することをやって欲しい。今までQSTのタスクフォースで原型炉のデザインについては議論されてきたが、どちらかというと非公式会議の積み上げのような位置付けだったと思う。原型炉を推進するためにタスクフォースを正式な組織にするなど、位置付けの再検討をお願いしたい。J-FusionがQSTや内閣府を突き上げて、原型炉の実現を加速化させるという動きを作っていただきたいと思う。

#### ○小澤委員

先ほど小西先生のお話もあったので、ちょっと応援しておこうかと思う。大企業を差し置いて

という話があったが、全然差し置く必要もなく自由にやっていただきたいと思うし、関連の業界で何かしらがみがあって動きにくいみたいな話も全くないと思っている。

技術マップの話が協議会のページに載っていたが、フュージョンエネルギー・イノベーション戦略の中には「成熟度も記載した」と書いてあったかと思う。内閣府の役割となっていると思うが、これが重要だと思う。産業界と連携するのはそういうところもあると思う。

基本、産業界各企業の営みは自由ですので、どんどんやっていただく、「怪しい話を直す」については、引っかかってしまうのもやはり自己責任なので、そこは自由な競争を損ねないようなバランスでもってきちんとやっていただければよいと思う。是非とも頑張ってください。

#### ○富岡委員

フュージョンエネルギーの装置とか技術は、まだこれから進化していく段階にあり、ブレイクスルーを可能にするアイデアや、あるいは小規模な装置でもトライアンドエラーをして、知見を蓄積したり技術を選択したりというようなことがかなりあるのではないかと思う。

以前もこの場で申し上げたこともあるかもしれないが、いわゆる軽水炉とか核分裂炉の場合でも、本当の初期の頃は、例えばアメリカで、出力でいうと10万キロワット以下のようなものを小さな炉をかなり造って、トライアンドエラーの中で今の軽水炉が選ばれてきたというか、出来上がってきたというような歴史もある。

そういう意味で、この戦略の中にも恐らくそういう概念が入っていると思うが、トライアンドエラーの中で数を経験して、技術が成熟していくような観点も重要だと思う。

#### ○栗原委員

23ページに技術マップがある。これから必要なことは、戦略に基づいての具体的な計画と、それから技術開発の具体的なロードマップだと思うので、それを是非具体化していただきたい。これは場合によっては国で作るのかもしれないが、今回、設立された産業協議会も関与して、技術戦略、技術開発計画を具体化すると、よりいろいろな企業が参加しやすいと思うし、自社の戦略とのリンケージが見えてくると企業が取り組みやすくなると思う。

### (2)安全確保の基本的な考え方 検討タスクフォースの開催について

資料2に基づき、川上審議官より説明。

本日は、フュージョンエネルギー・イノベーション戦略に基づいて、内閣府の核融合戦略会議の下に、安全確保の基本的な考え方を検討するためのタスクフォースを開催することを決定したい。フュージョンエネルギー・イノベーション戦略での関連する記載は、資料2ページ目に抜粋してある。今後のスケジュールとしては、本日タスクフォースの開催を決定し、その後4月以降の早期に開催をしていく。検討内容は、国内外の状況把握、設備、装置の特徴の理解、それらに基づいて安全確保の目的、達成するための要件を議論していくという流れを想定している。令和6年の冬頃には取りまとめと考えている。なお、関連学会でも議論を開始する予定であり、連携を図っていく。

タスクフォースの構成員は3ページ目に示したとおりで、産学官から幅広い専門分野の方々に御参加していただいている。主査は近藤委員、主査代理はエネルギー総合工学研究所の寺井理事長にお願いしたい。

4ページは、令和4年12月の有識者会議で提示した、海外の規制に関する検討状況に関する資料である。米、英、日は現在放射線障害の防止を目的とするRI規制法的な規制が適用されている。一方、フランスでは原子炉規制法的な規制を適用している。核融合のみを対象とした規制については、米、英で議論が先行しているという状態である。



## 意見交換

### ○柏木委員

安全についてはITERのプロジェクトを通じてITERの安全規制に触れる機会が多いが、非常に厳しいと感じている。ITERはどちらかという原子炉の規制の方に近いということで、一番厳しい方向に進んでいると思う。ITERは日本でより合理的な規制を作るときの参考例になるのではないかと思う。是非その情報も収集していただいて、日本としての良い安全規制を作っていけるとよいと思う。

### ○尾崎委員

規制の場合、商業発電を想定した規制と、実験段階、研究段階の規制と幾つかの段階があると思う。今、国内の規制では、QSTがファーストプラズマを実現しても、その後DT反応の実験はできない。例えば小西委員の会社がDT反応の実験をやりたいと思ったら、アメリカやイギリスとの提携を目指すしかない。研究と商業化の各規制を分けて、研究は特区的にできるとかそういう道筋は考えられるのか。

### ○事務局(馬場参事官)

そういった課題も含めて、これから議論を深めていきたい。4月以降議論をするに当たって、本日のこの場ではこういった観点を踏まえていただきたいなどの指摘を頂けると、これからの検討も加速させることができるのではないかと思う。

恐らく今のお話は、トリチウムの関係で、京都フュージョンエアリング社は、カナダなどとも連携しながら取り組もうというようなことを聞いている。戦略にも記載されているとおり、民間企業の参画を促進する、また更に一步踏み込むときに、弊害になって海外に行ってしまうというところを避けるべきだと思うし、逆に海外から日本に来る理由としてルールが整っているというところも一つの魅力になっていくかと思う。

いずれにせよ、科学的に合理性のある、また国際的に調和されたような安全確保の考え方をこれから検討していく必要がある。

### ○栗原委員

これから安全確保が議論されることは、本件事項が後回しにならないので大変いいと思う。

規制に関する基準やルールと、それを誰が組織的に運営していくのかという体制の在り方も重要だと思う。基準が見えてくる過程で、体制の在り方が出てくるとは思うが、今の規制庁を前提とした話なのかどうかも議論していただきたい。また、専門的な組織であるとともに、様々な主体、例えば企業や市民、そういったところの関係者をどうルールや運用に巻き込んでいくのかということも重要と思う。

### ○篠原座長

今、栗原委員がおっしゃった最後の科学技術コミュニケーションも、タスクフォースでやるのか、それともこの結果を受けて、別のところでやっていくのか、それはどちらをお考えか。

### ○事務局(馬場参事官)

当然ながら、技術的な観点はもちろん、コミュニケーションについても留意していかないといけない。3ページ目のメンバーにおいて、その観点で、例えば、奥本委員は科学技術コミュニケーションの専門家ということで今回加わっていただいている。横山委員は長崎大学の医療研究所の教授であり、こういった方にも加わっていただきながら議論を重ねていこうと思っている。

2ページ目に戻るが、関連学会でも並行して議論をしていくと聞いている。我々としては、そういった学会などとも対話をしながら、なるべく開かれた形で、いろいろな方々の懸念に答えられ

るような形で議論を進めていきたい。最終的にはパブリックコメントなどでも意見を聞きながら議論を進めていきたいと思っている。

#### ○小西委員

高市大臣がいつまでもニュークリアとか核とか付けているべきではないとおっしゃって、フュージョンという用語を使わせていただいている。しかし、やはりニュークリアの部分はある。あまり原子力的なものをぎらつかせたくはないのだけれども、安全のロジックとしてはある程度共通のものも使わなければいけないという難しいところをやらせていただいている。

原子力学会の方の検討について、実は一緒に仲間と立ち上げたもので、もう少し詳しく、お話しさせていただく。原子力安全の専門家の方がまず半分入っている。それから、核融合の専門の方、この中にはトリチウムの環境挙動、それから生物影響、そういう方が入っている。単なる今までの事故事象とリスク解析と少し違い、いかにしてフュージョンエネルギーが社会に受け入れられるようになるか、そういう観点で検討するという意味で、社会的な影響を考慮した原子力の社会学の専門の方にも入っていただくという、メンバー構成になっている。これは、一つには福島的事象を特に端的に例として挙げられるが、地元とのコミュニケーション、ステークホルダーとしての一般公衆とのコミュニケーションというのが、安全性の確保と信頼の醸成、それがひいては結局規制、基準につながっていく。こういったものの検討を学会ベースでやるときについても、工学が軸足ではなくて、社会、環境との関係も重視した形の検討が学会方面では進む。それを基に、今度は国として、フュージョンという新しいエネルギーをどのように許可していくか、認可していくかということを検討していただくのがこの場になると思っている。

これに対して、今度はそれに応募していかなければいけない産業協議会側では、やはり同じように安全性検討を、別の視点でさせていただくことになると考えている。規制、基準があることを前提にして、それと連携しながらだが、応募していく側としてこういうものなら作れる、こういうふうになったら安全が確保できる、やりやすい、より安全性が確保できる、そういったような形の検討を進めていただくことになると思う。

ここで規制、基準等、似て非なるものとしてスタンダードという考えがある。各国それぞれではなくて、これを握った者が世界の工業標準を握ることになる。これはむしろ篠原座長に対しては釈迦に説法になってしまうが、フュージョンの場合にはアメリカのASME、機械学会の方の工学基準というのが、特に材料の、例えば作り方であるとか、試験の仕方とか、こういうものが最終的にはフュージョンを構成する機械の作り方ということで、ワールドスタンダードになるかもしれない。本当は、日本が主導でもやりたいわけですが、国際標準を手に入れなければいけないというところで、私どもの会社のメンバーを含めて既に参加している。

一方で先ほど柏木委員からありましたけれども、ITERの方だとちょっと細かいが、フランスの圧力容器基準は厳しいもので、RCC-MRxというのが、適用されて大変迷惑している。フュージョンについてはもう少しリーズナブルに対応できるようなものに、産業界としては建設的な動きに持っていきたいと考えている。

3番目にもう一つ指摘させていただきたい。英国、米国、EUが、それぞれ主要な活動でイニシアチブを取りたいと思っている。特に英国については先ほど話が出たが、Agile Nationsという国際枠組みを組織して、有り難いことに我が国もメンバーに入っているが、ほかにカナダとか、実はフュージョンに直接関係ないが、シンガポールもオブザーバーとして入っている。国際的な標準としてフュージョンの安全規制をやるという国際化の動きが進んでいる。その中で、ここで1個漏れているのがIAEA。IAEAの安全性検討の委員会もずっと続いていて、私も何回か出ていて、今年は京都フュージョニアリングからも社員を手弁当で参加させているが、IAEAも国際的にフュージョンの安全確認についてはそれなりの役割を取りたいという意志を示している。IAEAは、我が国も非常な役割を担っている国際機関であるので、この活動も視野に入れておいていただけると有り難い。正直言って、一企業がやることではなくて、国に是非御支援してい

ただきたい。

この辺も含め、安全性、規制、それから工業基準、工業規格といったような複合した側面があることをちょっと簡単に御紹介させていただいた次第。

#### ○小澤委員

幾つか重要なキーワードが出たかと思う。規制というのは、放射線のリスクから人の生命と財産を守らなければいけないということが基本になるので、科学技術的な話がベースになると思う。一方で、さきほどから、海外に劣後するとどうこうという話があるが、もちろんそれがビジネスとしても重要であるとは思っているのだが、規制自体はやはり独立国としてのしっかりしたものであるべきだと思っている。参考だが、原子力基本法は民主的な運営、それから自主的にこれを行うとか、その成果を公開して進んで国際的に協力するとか、こういう原子力の基本方針が書かれている。原子力と核融合がちょっと違うみたいな話があったかもしれないが、こういった基本方針は共通だと思うので、そこはしっかりとやっていかなければいけない。国内で規制をきちんと構築するためには、やはり、納得する進め方というものが必要であるので、そこは透明性を持ってやっていくべき。タスクフォース自体は非公開ということだが、議事録等で公表する、これも一つの手段だと思う。少なくともプロセスの透明性はきちんと確保して、後で指を差されないような進め方は必要。しっかりと頑張っていたきたい。

#### ○石田委員

この安全の確保、核融合については既に20年くらい前に、ITERを日本に誘致するときに、規制についても検討されていて、初めてのことでないので、是非その辺の知見をひもときながら、新たなステージに持っていくというような努力をしていただけると有り難い。

#### ○富岡委員

最終的にはどのような規制にするとか法体系にするとか、そういったことがゴールだと思うが、その検討をしていくプロセスとしては、まずは炉というか装置がどのようなリスクとか危険があって、それを制御というか防止するのをどうするのかという、このタスクフォースの名前にあるように、安全確保の考え方というのをまず吟味するという必要があると思う。

具体的には故障、トラブルがあったようなときにどんなことが起こり得るのかとか、その結果、例えば公衆にどのような影響が考えられるのかとか、確率はどのぐらいだとか、そういったことをベースに、それに対応する安全装置というのはどのようなものが必要なのかということを理解するということがベースになると思う。それを踏まえると、どう規制するか、手続なんかも含めてどういうものが適切かというのが自ずと導き出されていくのかと思う。先ほど、規制、枠組みの国際的な共同勧告の中に、リスクに見合った枠組みというような文字があったが、正にそういうプロセスをたどることでリスクに見合ったものが導き出されていくのかなと思った。

このタスクフォースは、私もリストの中に入っているが、このような形でやるということになれば、これまでの経験を活用して、お役に立てればというふうに思っている。

#### ○近藤委員

主査の大役に関わらせていただくことになった。私自身は、これから皆さんの御意見を伺いながら進め方を考えていくものだと思っているが、何よりもよりどころとなるのは、今回のフュージョンエネルギー・イノベーション戦略だと思っている。いろいろな方が何々したいということそのまま取り入れていくと、言った者勝ちになって安全規制をデザインしてしまうことになる。そうではなくて本当によりどころとなる戦略があるというのは何よりも強みだと思っているので、そこを起点にして考えていきたい。その際の能力がこのタスクフォースにあるのかということについては、十分そういうことを考えて、今回のタスクフォースのデザインがなされていると考えている。

プロセスについては、透明性を図っていくというのは非常に重要だと思っている。ちょっと話はずれるが、今週から「オープンハイマー」という映画が全国公開されており、早速鑑賞した。この映画は、原爆を生み出した技術者であるオープンハイマーが核分裂と原爆の開発、そしてその利用にどう向き合っていくのかということを描いている。ここで話すとネタバレになってしまうので、もちろん申し上げないが、印象的だったのは情報共有と透明性を扱っているところだった。やはり不透明性があると、不信であるとか思わぬ暴走を引き起こしかねないということを感じている。このことはフュージョンエネルギーにおいても同じではないかと考えている。

製作から実装の領域に至るまで、様々な多くのステークホルダーが関与されていくので、フュージョンエネルギーは、この過去一、二年、それから数十年前とは比較にならないほど存在感を増していくと思っている。そういう状況下において、ステークホルダー間の透明性を高める、意思決定のプロセスや資源配分の透明性を確保しながら進めていくことが重要だと思っている。私の自戒を込めてだが、自分も一人のステークホルダーだと思い、責任を持って今回主査をやらせていただけるのであれば、その約束を果たしていけるように努めてまいりたい。

#### ○篠原座長

今日提案があったようなタスクフォースについて皆さんからいろいろ御意見を賜ったが、その御意見も踏まえて4月以降、タスクフォースにおいて議論を進めるということによろしいか。

(了承)

それでは、多様な方々が集まっているので、御苦労は多いかと思うが、近藤委員がおっしゃったとおり透明性と情報共有ということで進めていただければと思う。適宜、有識者会議にも御報告していただきたい。

#### (3)フュージョンエネルギーの早期実現に向けて

資料3に基づき、川上審議官より説明。

説明の最後に、戦略の加速に向けた取組例を提示させていただくので、それをたたき台に議論をお願いしたい。

最初に各国の取組状況の説明、その後取組の加速について説明する。まず、アメリカの取組状況から説明したい。4ページは、NHKが昨年末に放映した番組をまとめたもの。米国では、スタートアップ企業が民間投資を集め、盛んにフュージョンエネルギーの技術開発を進めている。一つの例として挙げられたのは、TAEテクノロジーズという会社で、田島氏という日本人がチーフ・サイエンス・オフィサーを務めている。約2億5,000万ドルの資金を調達しているが、日本からの投資も受けるという情報。NHKは、アメリカで資金が集まる理由を、将来の大きなリターンを想定して出資するベンチャーキャピタルなど民間からの資金が挑戦を支えている、と述べている。また、米国核融合産業協会のホランド代表は、核融合はライト兄弟が飛行機を飛ばしたのと同じ瞬間において、民間企業のスペースXがロケットの打ち上げの主役になっているように、民間で不可能と考えられていたことがこれから実現しようとしていると述べている。5ページ目は、参考までに、ホランド氏が代表を務める産業協会メンバーの企業。上の方が会員で、下が準会員。会員企業に対して準会員が投資を行っているというスタイルになっており、準会員の中に日本の企業の名前がところどころに見られる。

6ページ目は、2030年代の終わりまでにパイロットプラントの運転を開始するというのが目標として、スタートアップに予算措置を実施している。米国内の調達を課しているという点が注目。また、規制については、加速器等に適用する規制を基にする方針を公表しており、厳しい規制となる原子力施設の規制とは異なる規制を導入する方針。

7ページ目は、アメリカの国際連携強化の方針。昨年12月に開催されたCOP28において、ケリー気候問題担当大統領特使が、アメリカのフュージョンエネルギーの実現に向けた国際連携強化の戦略を発表している。戦略の概要は、資料の下の部分の点線の四角で囲っているが、研究

開発、サプライチェーン構築、安全規制枠組みの調整、人材供給、それから公衆の理解増進などを挙げている。

8ページ目で、中国は政府主導で大きな予算を投じてフュージョンの開発を進めているということが伝えられている。昨年12月には国営企業25社によるコンソーシアムを設立している。代表的な設備を二つ紹介する。まず、CRAFTだが、これは核融合に必要な要素技術獲得を目的とした設備で、25年に完成を見込んでいる。それから、BESTは、ITERのデッドコピーで、実際に核融合反応を行うということを狙った実験炉である。ITERに先立って2027年に運転開始を見込んでいる。こうなると、ITERが完成するまでの間、世界で唯一の核融合反応炉となる、そういう可能性がある。

9ページ目はイギリス。イギリスは昨年10月にフュージョンエネルギーの戦略を更新した。また、2040年までに原型炉に相当するSTEPの設備を建設する計画を立て、建設地の設定、それから予算措置等を行っている。安全規制に関しては、核分裂の規制を核融合に当てはめないことを決めて、今後、規制の枠組みが構築される予定。EURATOMからの脱退に伴って、2027年までに合計6.5億ポンドの予算措置を行っていく予定。

10ページ目、欧州は核融合に関係するロードマップを改訂中だが、ITERが一通り全部終わってから原型炉にいくというように計画を縦につないでいくのではなく、リスクをある程度取って、並列化するという指向をしている。一番下は昨年12月に盛山大臣とシムソン委員が共同声明をしたもので、JT-60SAの支援、人材育成強化などを表明している。

最後に、議論のための問題提起で、13ページ下に書いてある取組の例は、各国の取組を踏まえた我が国に必要な取組の例。世界各国では大規模投資を実施し、自国への技術、人材の囲い込みを加速している。我が国の技術や人材が流出するのを防ぎ、世界のハブとなるためエコシステム構築に向けた取組を強化すべきではないか。

## 意見交換

### ○石田委員

早期実現ということだが、ここでITERのことを振り返ると、ITERのときは、エンジニアリングデザインフェーズのときに、実規模大の真空容器と超伝導コイルをしっかりとR&Dなり技術実証し、そうして日本、あるいは欧州各国は調達を決めてきた。日本もしっかり超伝導コイルを納めたという実績につながっている。

次のステップの装置を造ろうとするときには、世の中にないものなので、どうしても実規模大の装置、設備、そういうのが本当に必要になる。それがないといけない。そうしないと、企業もその発注を受けたときにリスクが大き過ぎて受けられない。例えば、ITERのEDAは10年間やり、コイルの実証とかをやった。そういう観点を振り返ってみると、やはり原型炉を造るときにITERと同じスペックではないので、技術ギャップというのはどうしても出てくる。その技術ギャップをいかに小さくして、それを実証していくかというのがキーになる。

そのときに、実規模大の施設を、例えば我々のところでいえば、那珂研究所、六ヶ所研究所があり、ITERを調達した設備はちょっと古くなっているが、それは増力をして、次のステップの装置が試験できるような機器を備えていくということをいち早くやらないと、先ほど中国の建物の写真がたくさんあったが、技術実証を先にどんどん進められてしまうと、今は日本がトップにいる状況だが、いつか追い抜かれてしまうというようなことがある。

そういう設備ができると次に何があるか、そこに人が集まってくる。技術の離散、あるいは研究者の入れ替えができて、若い人たちが集まる。人材をこれからどんどん増やしていかないといけないフェーズに日本の核融合はなっており、そういう実規模大の試験があることによって人が集まり、企業が集まり、次のステップにいくということになる。

それから、実規模大の施設が用意されると、先ほどベンチャーという話がいろいろ出てきたが、ベンチャーが更にアドバンストなトライアルをするときに、どうしても大型の試験をしたい、高周波の加熱のような試験をしたいときに、それを今のメーカーは持っていない。我々は昨年8月、オープンイノベーション総合窓口というのを設置した。そこにいろいろな企業から問合せもあり、

実際に我々の装置を使っただけという話もどんどん進んでいるので、是非産業界の活性化というか、核融合だけではない別な目的でも構わないが、Tokamakじゃなくても、そういうところに使っただけのようなものにしていきたい。

そのような産業化への効果、人材の生かし方、増強、それらをするには何が課題か。役所の方々がいる前でちょっと恐縮だが、予算要求をしたときに、例えば建物を造るときに、まず概算要求して設計して、設計をしないと見積りが分からないということで、それが分かった後にまた概算要求をして、建物を造る、といったようにプロジェクトを分割して要求していくようなことになると、数年ぐらい簡単にたってしまう。できれば一気通貫でプロジェクトを進められる予算制度ができるとうれしいと考える。

最後に1点加えるとすれば、我々QST、先ほど中核として頑張れという話を頂いている。もちろん頑張るのだが、やはりITERに人が行き、BAをやり、それから原型炉もやり、もちろんオールジャパンでやっているが、大学の方々、それから産業界の方々、一緒にやっていただけると、是非コアの陣容をしっかりとしたものにしていきたいと思うので、その辺についても御配慮いただければと思う。

#### ○尾崎委員

原型炉実現に向けた基盤整備の加速、産業協議会との連携、QSTのイノベーション拠点化、これは最初に申し上げたことと重なるので、改めてお話ししない。組織では理念や目的設定が重要だが、それがあべき姿と違うと、QSTも協議会も目指す成果を得られないと思うので、そこは時間をかけて議論するべきだ。

資料の6ページでアメリカの例が紹介されている。米のパイロットプラントは日本の原型炉とスペックが違うが、米国は実証のプロセスを加速化しようとしている。去年の有識者会議でも、これはNASAの仕組みを参考にして作られたものだと報告した。原子力発電と違い、1社が幹事企業として政府調達を使い、そのまま実証炉を作るという仕組みではない。1社で幹事会社を務めるのは難しいのが核融合の現状である。したがってマイルストーン方式が必要という話は、昨年から私も申し上げたし、この会議でもそういった議論が行われた。

ここで申し上げたいのは、アメリカがこういった仕組みをどういうプロセスで作ったかである。5ページの、Fusion Industry Association (FIA) は、私も昨年訪問して、会長とも話をしたが、会員企業にスタートアップが多く、準会員のメーカーが混じっている構成である。スタートアップは生き残りをかけているが、彼らにとって最も重要なことはどうやってファイナンスをするかである。売上げは当面立たないから、色々な形で自社の事業価値を世に示して、その事業価値によってファイナンスを獲得する、フィナンシャルイノベーションを模索している。その上でのマイルストーン方式だが、FIAがこういったやり方考え、DOEと協調して6ページのような仕組みにつなげたと聞いている。

このようなプロセス、J-Fusionで民間の知恵を集めて、それを基に政府、QSTと議論して、新しい仕組みを作っていく枠組みが是非円滑に動くような施策が必要と思う。

#### ○小澤委員

特に前半だが、ほぼ全てのページに、金額そのものが入っていて、ちょっとくらくらするような感じがしているが、重要なのは海外でどれだけの実力が付いているだろうかということ。先ほどの最初の方の議題で、技術成熟度も記載したと申し上げたが、海外についても情報が少ないながらも想定してみる必要があると思う。この辺は、アカデミアの皆さん、あるいは産業協議会の技術者の皆さんが、総力を挙げて推定して、あつちはこれだけだな、我が国はここまで来ているけど足りないな、足りているなというのはきちんと評価するプロセスが必要なのではないかと思う。そういうことによって、地に足の着いた適切な進め方になっていくし、予算も本当に実現に向けた進め方になっていくのではないかと思うので、そういった点も考慮していただければと思う。

#### ○柏木委員

早期実現に向けた取組で、いろいろな取組例が既にかかれているので、仕組みはもう十分議論されてきたかと思うが、日本の競争力をいかに維持するかというのが、ここをいかに具体化するかということにかかっているのかなと思った。

先ほど中国の例があったが、今、中国では、ITERに近いような装置が建設されつつあり、実験が始まる場所ということで、すごい勢いで進んでいる印象を受ける。それを見ると、非常に危機感を覚えており、試験が始まってしまうと、中国で技術が構築され、日本がおいていかれる危機感を感じている。

日本が競争力を維持するためには、開発を続けることが非常に重要だと思っている。そのためには既にあるインフラをうまく利用するとか、先ほどありましたQSTとか幾つかの研究所とかに既にいろいろな装置をうまく利用して、学生とか研究者を呼び込んで、魅力的な研究環境を作っていくことが必要。そこに人を集めていく、メーカーもそこである程度試験ができるようにしていくような、具体的な取組をやっていかないと、装置を持っているところに技術的に抜かされてしまうという危機感を非常に感じている。13ページにある取組を、いかに来年度具体化していくかということが日本にとっては非常に重要と思っている。この点について引き続き具体化、深掘りしていければよいと思っている。

#### ○栗原委員

早期の実現に向けて先ほども申し上げたが、今、戦略はあるが、これを進めるための10年くらいの基本計画づくりをしたらいいのではないかと思う。その中には、時間軸も入るが、国、QST、アカデミア、それから産業協議会もできたので、企業とどう協業をしていくのか、誰がやるかということも含めた基本計画づくりがあるといいのではないか。

それから、もう一つは、基本計画の中に少し入ると思うが、技術開発マップがあるといいと思う。戦略の中に技術マップはあるが、その技術の開発マップがないので、私はこれを作ったらいいと思う。これから国の予算が付いていくと思うが、技術開発過程におけるこの部分に予算が付いたのか、というようなことも全体を俯瞰して見るができるようになるのではないかと思う。この開発マップの作成には産業協議会も入って一緒に描いていただけるとよいのではないか。企業も自社の計画が、国全体で書いた技術開発マップとどう整合しているのかということが分かりやすくなり、より進められる環境ができると思うので、その2点を検討すると良い。

#### ○小西委員

まず、国が先に立ってフュージョンエネルギーの早期実現のために、特にこの場を使ってフュージョンエネルギー・イノベーション戦略を加速すると決めていただき、誠に有り難いこと。これは是非実践していただきたい。その中で、13ページに加速案がまとまっているように見えるが、正直言ってまだ弱い。これに肉付けをしていくのは、一部、産業協議会にも期待されている部分があって、これから応えていくのはフュージョンコミュニティとしてはなかなか大変かなと思っている。何が大変か。2点、重要な部分を申し上げる。

一つは、サプライチェーン。やはりものを作って最終的にフュージョンエネルギーを供給していくための産業化という部分の視点は、残念ながらまだ足りなくて、これは産業協議会が身をもって我々はこういうことをやりたいという意見を集めて、実際ここに盛り込んでいくのが責務だろうと考えている。

二つ目は、実は今回一番申し上げたかったことだが、ニュークリアテクノロジーというキーワード。確かに、高市大臣の御指導もあってフュージョンエネルギーと言っているが、その実やはり決定的に足りないのはニュークリアテクノロジー。飽くまでもフュージョンエネルギーというのは、高いエネルギーの放射線中性子を扱い燃料としてトリチウムという放射性物質を扱う事業。これが官民、世界共通の弱点で、これができていない。ITERができていたら今頃そろそろ手に入るはずだったものが、少なくともあと10年先まで手に入らないどころか、それまで何も使えるものがないという状況。

民間がたまたま今、ちょっと一生懸命走ったので、先にニュークリアテクノロジーの壁に直面してしまっただけで規制もない。作って許してもらえるものだけ作りましょう、それで世界中の企業がやっている。しかし、ITER、原型炉路線につながっていて、それをちょっと早めましょうぐらいの話では、このニュークリアテクノロジーの決定的な不足に、我が国は追いつくことはできない。ここで民の要求に応じてフュージョンエネルギー、特にフュージョンテクノロジーがニュークリア部分については再構築が必要だと私は考えている。

具体的なアイデアはあるので、これから幾つかインプットさせていただきたいと思う。

まず、ニュークリアグレードのプラントを造る技術、これは日本には原子力発電所を造ってきた立派な技術があるが、これを核融合に持ってくる方法が今のところない。材料がない。材料研究では日本は世界でトップであるので、これを実際に使える材料に持っていけばよいが、そのこの一步は驚くほど遠い。安全規制の話は先ほど言ったので省略する。

特殊物質、サプライチェーンの中でも特にリチウム、ベリリウム、あるいはトリチウムといった物質の扱い方、これは我が国には施設もなければ技術も残念ながら、基礎研究としてはあるが、産業としての基盤がない。廃棄物処理、廃液、それから固体廃棄物の管理と環境技術、それから社会と公衆の理解と支持、これらを獲得していかなければこのフュージョンエネルギーの早期実現はできない。

そのために何をやらなくてはいいか。一番足りないのはすごく簡単な話で、ファシリティ。我が国は結構な宝物を特にQST中心に持っている。我が国は原子力の平和利用のための基礎技術から応用に至るまで、全ての技術をカバーする研究施設を持って運営してきた、ときどきはJCOなどの事故もあったが、それを経験しながら経験と技術を蓄えてきた施設があるのだが、残念ながら民間には、今、フュージョンエネルギーの開発に一番携わっているプレーヤーは、世界中同じ思いをしているが、ニュークリアファシリティへのアクセスがない。自分たちで造っていたら、お金の的に足りないし、10年かかるため、全然間に合わない。今ある、施設に入らせていただくしかない。先ほど石田委員から有り難い話を言っていたが、是非、施設の民間利用について、ニュークリアをかなり真剣に今の枠の拡大を含めて検討していただきたい。その場で、官民が協力することで世界と戦えることができると具体的には思っている。

アメリカのマイルストーンプログラムは、原型炉ではなく、核融合反応がなるべく小規模でいいから、いち早くできるものを造ったら勝ちというルール。もちろん、それが商業炉につながらなかつたら仕方がないが、基本的にコストを度外視とまでは言わないが、小さくても早く燃えるものを造る。イギリスも、中国も同様。この部分が、実は今の我が国の核融合研究開発計画では残念ながら無い。基本的に今アクションプランと呼ばれる原型炉に対して最適化された計画、それは技術的には合理的だが、これ一本しかなくて、プランBがない。すぐに小さくてもいいから、DT核反応が起こせる、試験ができる、そういうファシリティがあれば、我が国は決定的に強い。実はこの資料の中で書かれているアメリカのプラン、イギリスのプランは実はそういう施設がてんこ盛りになっている。このプランは残念ながらまだ我が国にはない。今の既存の施設を拡充すればかなり追いつけるものも多く、それを民間にやらせていただくとできるものが多いが、ここが我が国にとっては弱いところ。しかし、よく見ると世界にとっても弱いので、そこを攻めれば我が国がトップを取れる。そこは是非やっていただきたい。

具体的にいうと、中性子、材料、トリチウム。これから集中的に研究開発を民間と共にやっていただけるということをお検討していただくと有り難い。これについては、アメリカとイギリスはそれぞれ独自に、また例によって机の上では手を握ってしまい、日本はちょっとかやの外になっている。下では足の蹴飛ばし合いをやっている。ここに割り込んで日本はアメリカ、イギリス、カナダと二国間で民間を入れた協力、それもニュークリアファシリティを組み込むような形で、協力関係を充実していただけると、私も民間、特に世界のプレーヤーにとっても大変有り難く、結果的にフュージョンエネルギーの早期実現に向けた取組が加速できると考えている。

こういったような状況があつて、1年半、この会合が始まってから更に進んで、国際連携から、連携は連携だが、国際的なリーダーシップの取り合いになって、合従連衡のような形で進んでいる。この中で我が国はせっかくの地力を持っているので、あとはクレバーな戦略を作ると有効



に動くことによって、まだまだ勝ち筋をしっかりとつかんでいくことはできる。今のところは、例によってちょっと遅れているところが心配。

早期実現に向けた取組、今後具体的な策についてはこの場で、あるいはほかの場でいろいろ検討が進むと思うが、今後も引き続いて情報と提案を積極的に入れさせていただきたい。

#### ○近藤委員

私からは3点申し上げたい。

核融合技術マップについてだが、技術について棚卸しされているという意味で非常に有益なマップだと思う一方で、今後どういった領域に特化していこうという事業目線、産業目線でいうと、少しメッシュが細かいと感じている。今後、例えば安全規制を考えていくことに関しても、例えば構成要素、今は50個ぐらい挙がっているが、これで議論するというのは非常に難しい。今、小西委員がお話された中性子、材料、トリチウムに着目したいというお話が挙げたが、それを機能レベルで見ようとするところを見ていいのかが分からない。今、非常に重要だと思っているのは、共通言語となり得るようなマップではないか。これを協議会が作られるのか、内閣府で作っていくのかというのは分からないが、いろいろなところの方が作って、言ってみればアルファベットの言葉、どのアルファベットを、アルファベットと呼ぶかという話なのかもしれないが、是非そういうものを考えていく必要があると感じている。時がたてばたつほど、細分化は進むと思う。非常にハイレベルなものを作るというのは自分の検討しているものはこぼしたくないという思いが働き難くなるので、早期作成をお勧めする。

2点目だが、必要な取組例というのが描かれており、計画づくりというのは非常に重要だと思っている。片や競争力を維持させていくという意味においては、成果、達成を1年、2年と確認していくという作業が必要。例えば、今年1年振り返ってみても、ムーンショットがスタートしたり、幾つかの成果があったと思う。協議会の話の中でも、もっと新しいプレーヤーを呼び込んでいかなければいけないが、その人たちに対して、核融合でこういう動きがあるということを見せていくためには、こういうことが今後できますよという夢の話ではなくて、こういう成果が始まってきていることを示していく必要がある。その成果というのは必ずしも大きなものでなくて構わないと思う。

最後だが、必要な取組例に書かれていることについて、いずれも私は否定するものではないと思う。開始するという事柄が大きいと思っており、例えば1年で実施する、2年で実施するとなった場合にはもう少し細かいメッシュのアイテムであってもよいと思う。そうでないと先ほど申し上げた、何が達成できたのかとか何の施策が有効だったのかといったような政策の評価、施策の評価が非常に難しくなってしまうので、そういう点でも考えていく必要がある。

#### ○富岡委員

こういう取組を進めていく上で、どういう状態になれば成功していると言えるのかという、イメージをなるべく早い段階で固めて、共有していくということが必要と思う。既にイメージはあるのかもしれないが、例えば産業界でいえばスタートアップ企業の数が増えればいいのか、それとも製作の工場がたくさん揃えられていけばいいのか、あるいは投資が進んでいけばいいのか、あるいは人の数が多ければいいのか、数とかお金の問題ではなくて成果があった方がいいということで、学会、研究会でもどういう成果が出ていけばいいのかとか、研究所がどのぐらいあって、どういう成果を出していけばいいのかとか。例えば、諸外国と比較してもいいと思うが、こういうところが劣っているから、短期的、中期的にこういう取組をして、ここまで追い付こうとか、ここは抜かそうとか、そういうある種ゴールというか、たどる道のイメージをある程度固めて、それが固められていくと、やっていく中でもそれをモニタリングして、ちょっと足りないからこの分野にもう少し注力しようとか、ここはうまくいっているとか、そういう評価もできてフィードバックしながら進められていくのではないかと思う。13ページは取組が書いてあるが、この取組をすることによって何をどういうふうに変えていくのかということ意識してやっていくことで取組が効率的になると考える。

## ○吉田委員

13ページに必要な取組例が書いてあり、網羅的にこういうことが必要であるということは論をまたないわけだが、核融合戦略の会議の大きな目的は、勝ち筋をつかむということだと思う。外国と比べて、ものによっては周回遅れではないのかという指摘もあり、そういった中でどうやってフュージョンエネルギーの勝ち筋をつかんでいくのかということが、この会議の大きな目的だと思う。石田委員が言われたように、確かにものづくりのためのファシリティが必要である、というのはもちろんのことであって、我が国は今までの積み重ねもあるのでポテンシャルもあるわけだが、それだけで本当に勝てるのかというと、多分そうはならない。ほかのところもそれなりのもは持っている。そうすると、やはりもう一つ、新たな軸で他を圧倒しているものがないといけないと思う。

先ほども申し上げたように、学際的に展開していくことについて、特にアメリカは比較的強いわけだが、日本としても大きく踏み込んで取り組む必要がある。ムーンショットも大いに役立つ。その進め方をいろいろな形で工夫しつつ、他分野と協力して外国の人たちが考えているフュージョンエネルギーの分野の学際化を、もうふた周りくらい大きいレベルでやっていく。国際的にある種の求心力があるイノベーションのシステムを作ることが大事で、日本の研究環境に魅力があるということが必要。そのためには、しっかりしたハードウェアを持っているということはもちろんだが、それにプラスアルファの違う軸というか、価値観において、世界の中で多くの優秀な人が日本でチャレンジしてみようと思う、そういう環境を作っていくことが必要。優秀な若者は、国際的な環境の中で活躍したいと願うのと同様に、学際的な環境の中で活躍したいと考えるだろう。多くの分野が縦割りになって、閉塞感がある中で、そういうふうな国際的かつ学際的な研究環境を生んでいくことが重要なのではないかと思う。取組例全て大事であるわけだが、加えて新しい軸で、日本が大きな存在感を持つ、そういう観点が必要。

## ○篠原座長

本当に皆さんから活発な有意義な御意見を賜った。まとめるつもりはないが、大きく分けて今日出た御意見としては、小西委員もおっしゃっているQSTの設備を民間利用するとか、柏木委員がおっしゃった既存のインフラをいかに利用していくかというふうな観点で、開発試験環境の重要性が指摘されたと思っている。

それから、戦略実現のためには基本的な計画まで落とし込んで、いろいろな国のお金の入り方とか、進み方が見えるような粒度のものを作っていく必要があるということ。いわゆる技術マップという言葉が何度か出てきたが、例えば産業界との会話をしていく上でも、この技術マップというのは必要になってくる。勝ち筋をつかんでいくという意味でもどこが勝ち筋なのかを見るためにも必要になってくる。海外との連携戦略を考えていく上でも技術マップというのは要と思うので、その辺の重要性も皆さんから御指摘があった。

最後に吉田委員から、日本の求心力というのは設備だけではなくて、学際化というところが大事だということで、私の勝手なお願いもあるが、ムーンショットの方でその部分は進めていただいて、全体の流れと、うまく合えばと思う。

## 閉会の挨拶

### ○篠原座長

今日はたくさんの御意見を頂いたので、この御意見に基づいて、本会議の運営だけではなくて、J-Fusion、それから安全確保のタスクフォース、それからムーンショットということで、この四つが連携して進んでいくということが大事だと思っているので、これから是非皆様の御協力を賜ればと思う。

以上