

**「核融合戦略」フュージョンエネルギーの
社会実装に向けた基本的な考え方検討タスクフォース(第6回)議事要旨**

I. 日時 : 令和8年3月16日(金) 15:00~17:00

II. 場所 : 中央合同庁舎4号館1階 全省庁共用108会議室

III. 出席者 : (敬称略)

タスクフォース構成員

井上 雅彦	三菱重工業株式会社 原子力セグメント 核融合推進室長
岡田 融	電気事業連合会 原子力部長
尾崎 弘之(主査)	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
近藤 寛子	合同会社マトリクスK 代表
栗原 美津枝(主査代理)	株式会社日本政策投資銀行設備投資研究所シニアエグゼクティブフェロー 株式会社価値総合研究所取締役会長
桑原 優樹	JIC ベンチャー・グローース・インベストメンツ株式会社ベンチャーキャピタリスト
小泉 徳潔	国立研究開発法人量子科学技術研究開発機構 ITER プロジェクト部長
寺井 隆幸	一般財団法人エネルギー総合工学研究所 理事長
前田 裕二	NTT 株式会社 宇宙環境エネルギー研究所 所長

オブザーバー

上田 良夫 核融合科学技術委員会 主査

発表者

竹永 秀信 量子科学技術研究開発機構 副理事

政府関係者

恒藤 晃	内閣府科学技術・イノベーション推進事務局審議官
丸山 史恵	外務省 軍縮不拡散・科学部国際科学協力室長
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 室長
宮下 誠一	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 室長
大辻 絢子	原子力規制委員会原子力規制庁 技術基盤グループ 技術基盤課 課長補佐

事務局

澤田 和宏	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
長澤 幸祐	内閣府科学技術・イノベーション推進事務局主査

梶谷 秀樹
薬師寺 高輝

内閣府科学技術・イノベーション推進事務局行政実務研修員
内閣府科学技術・イノベーション推進事務局政策調査員

IV. 議事(開会及び閉会挨拶を除き非公開)

1. 開会
2. 議事
 - (1) 前回会合の議論のまとめと本日の議論の進め方
 - (2) ITER サイズ原型炉の概念設計の完了について
 - (3) バックキャストに基づく道筋及び報告書案について
 - (4) その他
 フュージョンエネルギーワーキンググループの検討状況について
3. 閉会

V. 配布資料

- 資料 1-1 前回会合における主な御意見
- 資料 1-2 本日の議論の進め方
- 資料 2-1 QST 提出資料
- 資料 2-2 QST 提出資料
- 資料 3-1 フュージョンエネルギーの社会実装に向けたバックキャストに基づく道筋
- 資料 3-2 フュージョンエネルギーの社会実装に向けた取組の在り方(案)
- 資料 3-3 フュージョンエネルギーの社会実装に向けた取組の在り方 ポイント(案)
- 資料 4 フュージョンエネルギーワーキンググループの検討状況について

VI. 議事要旨

1. 開会の挨拶

○尾崎主査

定刻となりましたので、第6回フュージョンエネルギーの社会実装に向けた基本的考え方検討タスクフォースを開催します。今回が最終回になります。

本日は、まず量子科学技術研究開発機構(QST)よりITERサイズ原型炉の概念設計について報告を受け、その後、バックキャストに基づく道筋及び本タスクフォースの報告書案について確認いただく予定です。

なお、質疑応答につきましては、報告書の議論の際に併せて実施する予定です。

最後に、フュージョンエネルギーワーキンググループの検討状況について事務局より説明があります。

○澤田参事官

本日は、委員9名に出席いただいています。

議事及び資料の確認です。資料1、3、4の3点については事務局から説明する予定です。資料2は、QSTの竹永副理事から報告いただく予定です。

本タスクフォースの議事は非公開ですが、資料と議事要旨は、会議後に内閣府のウェブサイトにて公表予定です。非公開資料については公開版を作成し、議事要旨については非公開情報を削除の上で公開予定です。

また、会議終了後の17時10分から事務局から記者ブリーフィングを実施する予定です。

2. 議事

- (1) 前回会合の議論のまとめと本日の議論の進め方
事務局の澤田参事官より資料1-1、資料1-2に基づき説明

前回第5回のタスクフォースの主な御意見です。

1ページ、前回の議事の概要で、日本成長戦略会議のフュージョンエネルギーワーキンググループの紹介をしました。また、フュージョンエネルギーによる経済効果・市場規模について三菱総研から説明がありました。その他、発電実証への道筋について、コストファイナンスを含むマイルストーンの考え方を議論いただきました。

2ページ、経済効果・市場規模に関する御意見です。簡単に御紹介しますと、建設コストは機電設備よりも土建等の方が大きいこと、市場規模の積み上げをしっかりと示すこと、2035年の商用開始は2030年代の発電実証と乖離があるのではないかとということ、既に2024年時点で市場規模が40兆円を超えているものもあるので視野を広く設定した結果なのではないかとということ、GDP押し上げ効果については不確実性があるということ、成長率はよりフュージョンによって向上する可能性もあるということ等の御意見をいただきました。

3ページ、メインの発電実証の道筋に関する御意見で、①から⑤までの一部を御紹介します。①の1つ目は高温超伝導マグネットの小型化、2つ目はエンジニアリングとしてプラントを運用できる者が事業主体となるべきということ、3つ目は現時点ではITERサイズ以上のプラントの建設は困難であること、4つ目は技術的に確実に確立されたものでなければ電気事業としてお客様に良質な電気を届けることができないこと、5つ目はスタートアップがQSTに合流するという方法もあるということ、6つ目は定量的な達成状況を把握することにより社会実装の難しさがリアルに分かるのではないかと御意見がありました。

4ページ、発電実証の道筋に関する御意見②です。人材や資金の規模を拡大するためにもスタートアップを有効活用すべきであること、事業化可能性という観点も含めて企業を絞り込む考え方もあること、商用化に必要なKPIを意識した技術向上推進を専門家が評価できる体制を構築する必要があること、これまでのスタートアップ支援の資金調達の実績や今後の信憑性も精査すべきこと、コスト低下や社会実装の進展に伴い方式や用途の違いなどによる更なるコスト低下発生も考慮すべきこと、発電実証が達成できればすぐに自動的に商用化につながるといった誤解を招かないようにしなければならないことという御意見がありました。

5ページ、発電実証の道筋に関する御意見③です。事業化において日本の技術や知見をどのように国内につなぎ止めていくかも重要な点であり、民間は経営判断によっては事業継続を行うことが困難となる可能性も考慮すべきこと、当然ながら安全確保は重要であるのでプラントの安全確保の観点も考慮する必要があること、発電実証達成後も要素技術の開発はしっかりと継続しなければならないこと、発電実証には幾つか定義があると思われるのでそれを使い分けて整理すべきこと、社会実装につながる目標の達成も含めて支援できるようにすることが大事であること、現在のQSTの原型炉計画の在り方について従来のJA-DEMOなのかITERサイズ原型炉なのか曖昧なので議論する必要があること、商用化にしていくときのビジョンも評価すべきであること、また、スタートアップのみならず大企業や国研も支援対象にできないのかという御意見がありました。

6ページ、発電実証の道筋に関する御意見④です。デモンストレーションとプロトタイプを一本化する計画が適切という御意見をいただきました。コストを抑え、なおかつ、出力向上の検討を大学含めて総力を結集して進めていくべきだという御意見でした。同じく2つ目では、通年稼働、コスト競争力等の目標もクリアする必要があるといったコメントをいただいております。その他、事業化においては製造責任を持った主体が必要になるということ、ファイナンスにおいては商社等のものづくり業界以外も参画いただきビジネスのスキームを考慮する必要がある、そのためにはSPCなどの設立もあり得ること、発電実証ができればすぐに民間にバトンタッチして社会実装につながるということができると認識は避けるべきことという御意見がありました。

7ページ、発電実証の道筋に関する御意見⑤です。原型炉を検討するチームを徐々にスピニングアウトして民営化するなど、英国のようなスタイルの考え方もあり得るのではないかと御意見をいただきました。

資料1-2、本日の議論の進め方を御覧ください。

議題(2)、QSTにおけるこれまで検討されてきましたITERサイズ原型炉、この内容について3月1日曜日に報道もありましたが、概念設計は本日完了したとのことですので、その概要をQSTから説明いただき、今後の進め方の取りまとめにどう記載すべきかを議論いただきたい。資料3-2は既にこの

内容を記載しているもので、後ほど、議論いただきたい。

議題(3)、本タスクフォースの取りまとめ案を作成しましたので、こちらについても御議論いただきたいと思ひます。

第5回及び第6回のタスクフォースを通じて、大変貴重な御意見を多数いただきましたので十分に反映しきれない部分もございます。これらの御意見につきましては、今後の日本成長戦略ワーキンググループを含めた政府施策の検討において、参考にさせていただきたいと思ひます。

(2) ITER サイズ原型炉の概念設計の完了について

量子科学技術研究開発機構の竹永副理事より資料2-1、資料2-2に基づき説明

資料の2-1を御覧ください。ITERサイズ原型炉の概念設計が完了いたしましたので、概要について報告します。

概念設計の完了に伴いまして、これまでITERサイズ原型炉と呼んでおりましたが、QSTが概念設計したことから名称をQ-DEMOと命名しました。

従来のITERよりも大きいJA DEMOの設計自体とは区別して、ITERサイズ原型炉をQ-DEMOと呼んでいきたいと思ひます。

1ページ、QSTでは、フュージョンエネルギー・イノベーション戦略に沿って、2030年代の発電実証を目指して原型炉の加速案を検討してきました。検討には、社会実装に向けて科学的・技術的に意義のある発電実証であるべきということを最初の前提としております。

そのために、自己加熱が支配的なエネルギー増倍率Qが10以上の燃焼プラズマで、正味電力として正の値を実証するという一つの目標と掲げております。着実に2030年代の発電実証を行うためには、なるべく開発要素を減らして、ITER計画、BA活動を技術基盤とすることをここでは考えています。具体的には、超伝導コイルや真空容器など、製作実績のあるITERと同等の炉心機器を採用して、設計・R&D・試作を大幅に簡略化し、最短で建設に着手できるものを考えています。

原型炉目標に関しましては、一気に達成するのではなく、段階的に達成していくという開発段階を想定して設計を行っています。

このような前提の下で、Q-DEMOの概念設計活動を行い、この度完了しました。これまで設計を進めてきたJA DEMOの概念設計、ITERの工学設計を統合して概念設計を完了しました。この設計を基に今後開発していくべき技術項目を明確化し、フュージョンテクノロジー・イノベーション拠点としての基盤整備案に反映していきたいと考えています。

2ページ、先ほど述べました多段階の目標設定と装置の仕様についてまとめた表になっています。

第1期では、システム統合運転期として発電実証を行います。第2期では、ブランケット機能試験期として、発電と燃料増殖の実証を行う計画です。第3期は拡張運転期として、発電と燃料増殖とともに定常運転を実証する計画です。

まず、第1期では、短パルスの運転を考えており、これはITERと同程度のプラズマを想定しています。このときは発電ブランケットのみを入れ、増殖を考えないブランケットを想定しています。そのため薄くできるので、プラズマの体積はITER程度を確保できると考えています。したがって、ITERベースの運転シナリオで500メガワットの出力を出し、正味電力として正の値を考えています。

第2期は、長パルス運転30分以上を考えていますが、ここでは燃料増殖を行います。増殖ブランケットを入れ、トリチウム自己充足性の実証として増殖比TBR=1.05を目指しています。ただし、増殖ブランケットを入れると厚みが出るので、プラズマの体積が第1期よりも小さくなります。性能を上げるため、高圧力プラズマの運転シナリオが必要になります。後ほどパラメータを示しますが、ここでは第1期よりも高いプラズマ性能を想定しています。

第3期は、更に定常運転を想定しています。増殖ブランケットに関しても、やはり第2期と同じ厚さだとプラズマ体積が小さくなるので、なるべく薄いブランケットを入れてトリチウム自己充足性も実証しながらプラズマの体積を大きく確保して、定常運転を実現していきたいと考えています。

ここではプラズマ性能を更にJT-60SAの成果を反映して向上するとともに、薄い燃料増殖ブランケットを入れて、正味電力100メガワット以上を出したいと計画しています。

このように段階的に開発を進め最終的には発電、燃料増殖、それから定常運転を実証したいと考えています。

3ページ、左上の図が概略図です。基本的にはITERと同じですが、遠隔保守のためにブランケットを一括して上側から引き抜くことを考えているので、上側に大きなポートを設置しています。そのためにトロイダルコイルの一部の位置がITERと少し変わっています。

左下はサイトのレイアウト、右上は主要パラメータです。主半径は、6.2メートルで全てITERと同じです。小半径はプラズマボリュームに合わせて第1期、第2期、第3期で変わります。

下の方にある閉じ込め改善度や規格化ベータは、第1期、第2期、第3期にかけて大きくなりますが、これはプラズマの性能が上がっていると理解していただければと思います。

建設費に関しましては、2001年に実施したITERのコスト評価をベースにしつつ、実際のITERの機器の製作実績を考慮して評価しています。その結果、約2兆円という現在の見積りになります。今後、工学設計の実施や技術開発により、建設費評価の精緻化を進めていきたいと考えています。

4ページ、主要機器の概念設計です。左上、超伝導マグネットに関しましては、ITERと同様に低温の超伝導材を使っています。ただし、高性能化した超伝導材を使いたく、実績を積んで、運転の第3期には少し高い磁場にしたいと考えています。

左下のダイバータは、第1期、第2期は基本的にITERと同じようなものを使うことになっています。ただし、第3期は、中性子照射が増えるので、その分、冷却配管を銅合金から低放射化フェライト銅に変更することを想定しています。

右上のブランケットは、第1期は発電ブランケット、第2期から増殖ブランケットを考えています。第3期は改良型で薄いブランケットを想定しています。右下の真空容器は、遠隔保守のための大きなポートが上側に付いています。ここはITERとはかなり大きな違いになります。

5ページ、遠隔保守に関しては、ブランケットの内、外を2分割して、上側から一気に引き抜いてホットセルに移動し、詳細の遠隔保守はホットセルで実施することを想定しています。新しいものは、また上から入れて装着することを考えています。

トロイダル方向にも何分割かして、実際にポートから上に引き抜けるような大きさを検討しています。

ダイバータはITERと同じようなものですが、下側からカセットを引き抜くような形式を考えています。

トカマク複合建屋は記載のとおりです。

左下の発電システムは、パルス運転になることから蓄熱システムを現在検討しています。

右上の安全性、放射化物管理について、安全設計として、実際に考え得る事象に対してどのように安全対策を取るか、影響はどの程度かという解析を行っているところです。圧力緩衝システムを入れることによって影響を緩和することを考えています。

トリチウムインベントリは、最大4.4キロを想定しています。これは、下の方に記載しましたが、ダイレクトリサイクルを想定しない量で最大です。そのうち放散性トリチウムは最大2.3キログラムと考えています。

右側の放射化物管理に関しては、廃止措置時までには発生する全金属放射化物は3.4万トンと評価しています。

安全規制は、規制庁と意見交換会合で議論しています。課題の1つとして、濃縮ウランを用いて中性子を計測することがあります。これはフィッションチャンバーと言いますが、これを利用するために少量核燃料施設に該当するため、注意が必要だと思っています。

右下の燃料循環システムは、ITERの燃料システムをベースにしています。廃棄された未燃焼の燃料ガスを同位体分離せずに、直接、真空容器に再供給するダイレクトリサイクリングを適用してインベントリの低減を検討しているところです。

6ページ、Q-DEMOで発電・燃料増殖、定常運転を実証し、その次の社会実装である商用炉につなげていきたいと考えています。

Q-DEMOのエネルギー増倍率は10~14程で、商用炉は約20~30を想定しています。

Q-DEMOを建設するに当たり、燃料システム、ブランケット、遠隔保守などITERから必ずしもそのまま得られない技術に関しては技術開発が必要だと考えているため、イノベーション拠点の整備を行い、技術開発を行いたいと思っています。

さらに、社会実装に向けましては、小型化・高度化等の独創的な新興技術の取り込みも必要だと思っています。イノベーション拠点を活用しながら新興技術の開発も行う必要があると考えています。

資料2-2に関しては、説明させていただいたことを文章で詳しく記載しましたので、御参考いただ

ればと思います。

最終ページに、別添1として、現状の技術成熟度の評価と個別機器のマイルストーンを表にまとめています。ITERをTRL5、原型炉の第1期がTRL6、2期、3期が7、商用炉が8、9という整理をしています。右側にそれぞれの要素技術、超伝導コイル、ダイバータ等のマイルストーンを整理しています。赤字は既に技術開発済みを示しています。黄色は、第1期運転開始12年前までで、これは建設期間を考慮して記載のようなマイルストーンが必要だと考えています。緑色は、第1期運転開始10年前までで、こちらも記載のようなマイルストーンで技術を開発する必要があると考えています。

(3) バックキャストに基づく道筋及び報告書案について

事務局の澤田参事官より資料3-1、3-2および3-3に基づき説明

QSTの竹永副理事から御説明のありました検討内容について、まずは内閣府としても感謝いたします。評価は差し控えますが、大変ご苦勞の多い検討であったと拝察いたします。まずはお疲れさまでございました。

このタスクフォースでも委員の方と議論していく過程で、御意見を頂戴し、検討が進みました。例えば先ほどQSTからの御説明にあった放射化物の量等です。トリチウムの使用量やウランを用いるフィッションチェンバーに関する情報が、このようにきちんと公表されることは非常に大事なことだと思っています。

本日は報告書と道筋を説明しますので、まず資料3-3を用いまして報告書本体の概要から御説明したいと思います。

1ページ、本タスクフォースで御議論いただいた内容は、先程、QSTから御紹介があった実績のある方式で実現を目指す技術開発、また、経済産業省の御協力のもとで進めていこうとしているスタートアップ等による野心的な構想の技術開発が複数進められているという現状があり、現時点ではどの構想が最も有望かを判断することはなかなか難しい段階であるということでした。他方で、リソース、人材、資金は限られているので、本来であればここに集中的にリソースを投入したいという考えもございます。

本タスクフォースでは、既に幾つか実現はしていますが、当面は以下の取組を推進したいと思っています。

1つ目は、QSTが中心となったITER、幅広いアプローチの特にJT-60SAのような活動、そして先ほど御説明のあったQ-DEMO、原型炉開発の加速です。2つ目は、スタートアップ等によるフュージョン発電システムの実現に向けた研究開発の支援です。3つ目は、個社では難しいであろう要素技術の開発についてQST、NIFS、阪大レーザー研などと協力して強かに推進していくことです。そして、数年後を目途に各構想の技術開発の進捗や市場性などを勘案して集中的に支援するフュージョン発電システムを決定するとしています。

そのシステムを集中的に支援することで、2030年代の発電実証の実現を引き続き目指していきたいと思っています。その後、商用化前の発電実証を行い実用化につなげていきます。

その他、発電実証の在り方についても本報告書でまとめています。例えば満たすべき要件、実施主体、費用負担、サイト等についてです。

2ページは、当面の取組を中心に左から右に流れるようにしたフロー図です。こちらに先ほどの説明内容を図示しました。

今の2ページ分がこの報告書の最大のポイントですが、3ページの発電実証の在り方は後ほど御説明する本文4章、国として集中的に支援するシステムの決定のための評価の観点の本文5章にあります。また、その他として安全確保等は本文第6章です。

その三つについて御説明しますが、本報告書では2030年代の発電実証が満たすべき要件として、左側に記載の通り、1番目、市場性・経済性があると見込まれる発電システムが実現できることについての技術的な成立を示すこと、2番目、商用発電プラントの実現に必要な全ての技術の基本的な知見が体系的に獲得できることとしています。

そして、今回新しく、一歩手前という言葉で、前回の服部委員の2段階の発電実証の御説明を踏まえて、商用化前発電実証という単語を追記しています。

商用化前発電実証が満たすべき要件として、1番目、フュージョンエネルギー発電がビジネスとして成立し得ることを経済的な成立性も前提としながら技術的に示していくこと、2番目、商用発電プラントの建

設・運用に必要となる技術的知見やノウハウが体系的に獲得できていることとしています。

実施主体・発電実証の費用・サイトについて、下の四角囲みに示すとおり、1つ目、実施主体がありません。商用化を担う事業者が実施主体として参画していることと、発電実証の成果が事業化に直結する体制となっていることが必要であることです。また、プラントの建設・運用できる技術・ノウハウ・組織体制・資金力を有しているということも要件にしています。

その費用規模について、市場性のあるフュージョンエネルギー発電システムにつなげるためには、コストを合理的なものに収めることが必要であり、民間事業者と国との負担によって進めることが適当としております。

サイトについて、実施主体が選定・確保を自身で行うことが大事であること、立地地域との信頼関係を着実に構築していくこと、国は自治体とも連携しながらそれを適切に支援していくこととしています。

下から二つ目、国としてどのシステムを集中的に支援するかの評価の観点です。

4つの観点に分けています。1つ目は、技術的に実現できるか。2つ目は、事業化の可能性があるか。3つ目は、開発体制はどうなっているか。4つ目は、その他としています。

4つ目のその他を入れるべきかどうかですが、安全確保等についても記載をしており、先ほども御紹介がありましたが、放射性物質等に加え工学的・設備的な安全性を確保する必要があるため、科学的合理性や国際的な整合性を確保した規制の検討を期待すること、加えて、低レベルの放射化物が発生するので、保管と処分を適切に行う体制の整備も必要ですし、その放射化物の効率的な処理に関する研究開発も引き続き進めることが大事だと考えております。

これが報告書の全体の概要版であります。

資料番号戻り、資料3-2です。

今回、机上配付していますが、前回からの変更点、御議論いただきたいところを中心に簡単に御紹介します。

「3. 実用化に必要な技術の確立に向けた取り組みの在り方」から御議論いただきたいと思います。

3. の二つ目のポツです。これは先ほど御紹介しましたが、発電実証の単語を二つに分けています。これは前回、デモとプロトという2段階に分けて行う発電実証も有効だという服部委員の発言に賛同が多かったため、反映したものです。読み上げますと、できるだけ早期に必要な要素技術を確立して発電実証を行う。さらには商用化前発電実証を成功させることが必要である。そのためにリソースを集中する。商用化前発電実証の細かい定義は脚注5に記載しています。

2030年代の発電実証は引き続き堅持したいと思います。

5ページ、当面、以下の方針で取組を進めることが適当という内容です。

3個目の矢羽根ですが、フュージョン発電実証システムの実現に向けた技術開発を集中的に推進し、できるだけ早期に発電実証を成功させる。そのためにはプラント規模でフュージョン発電の基本機能を実証する。この基本機能を実証するという言い方で違和感がないかを御確認いただきたいと思います。これを2030年代に世界に先駆けて実現したいということです。

発電実証プラントを2つ作るのか、1つかについて、下の注書きのとおり、その2つの発電実証では、熱出力が大きく変わらないことが想定されるため、必ずしも複数のプラントを建設する必要はないと考えられます。このため1つのフュージョン発電プラントで、発電実証と商用化前発電実証の両方を達成するアプローチもあり得るという記載をしていますので、もし、違和感があればコメントをいただきたいと思います。

6ページの下の方です。まず発電実証が満たすべき要件について、1つ目は市場性・経済性があると見込まれる発電システムの実現についての技術的な成立を示すこととしています。こちらにもしそういったシステム、他のエネルギーと大きな差がないか、または下回るコストのものができない場合は、2030年代の発電実証という政府目標を変更することとなるという少し強め文言で記載しましたのでコメントをいただきたいと思います。

2つ目、商用発電プラントの実現に必要な全ての技術の基本的な知見が体系的に獲得できる。これが発電実証の要件として違和感がないかを御確認いただきたいと思います。

先ほどのQSTの御提案の注書きがあり、Q-DEMOの概念設計報告書について言及があります。

こちらはTRL6と同等かそれ以上の性能の実証を目指す計画であることが求められていること、QSTを参考にTRL6以上を求めたいこと、また、方式による差異を鑑み個々の構想の掲げる発電実証の目

標数値の高低のみに着目するのではなく、目標設定と開発工程が適切であることを根拠に基づき論理的に説明することをスタートアップに求めているので、その旨の記載が正しいかを御確認いただきたい。

8ページ、発電実証の費用の規模です。商用化前発電実証については、米国の50から60ドル未満に抑えるという情報も踏まえてコストを抑えるという記載にしています。

9ページの下、フュージョンについては、国民に広く便益が及びますので、有望な構想を見極めつつ発電実証に向けた取組を国が強力に推進することが適当と考えられるという記載にしていますが、これに違和感がないか、また、国と民間企業とが負担して進めることが適当であるという記載についても御確認いただきたいところです。

10ページ、新しく「自治体との連携」という表現を追記しましたので、御意見があれば教えていただきたいと思えます。

11ページ、先ほどの竹永副理事のITERサイズ原型炉についての御説明、提示内容を記載しています。コスト、実施主体については一層の検討が必要であると考えていますので、その要件などを記載しています。

QSTにおいては、原型炉計画の実現に向けた技術的な検討を進めることと並行して、コストの合理化、実施主体の明確化の検討も進めてほしいという内容を記載しています。国でも、それらの検討を行った上で2026年度中にチェック&レビューを実施し、2027年度から工学設計・実規模技術開発に移行したいと考えています。

チェック&レビューについて、技術面のみならず社会実装、正にタスクフォースで御議論いただいた観点も重要であるため、これまではその次の御議論の場を文部科学省で想定してまいりました。しかし、経済産業省との連携の必要性やスタートアップの評価と合わせなければならない内容もあると思えますので、内閣府のこの統合イノベーション戦略推進会議の核融合戦略の下に、新たな会議体を設けて検討すべきだということを記載しています。

13ページ、イノベーション拠点です。個社では難しい対応を国研、大学も一緒に実施していくという内容ですが、特にトリチウムを特出ししています。これは、個社での対応は難しいことが想定され、トリチウム利用への地元の御理解も得ることの必要性や、規制の面もあるということを記載しています。また、経済産業省から意見をいただき、NEDOを念頭に資金供給機能の強化に向けても必要な対応を検討していくことを今後政府でも検討していきたいと考えています。

15ページ、安全確保についてです。現在、報告できる範囲で記載しています。原子力規制庁でも並行して御検討いただいているので、アップデートできる内容があればご意見をいただきたいと思えます。

資料3-1に戻ります。

右下から左上に流れるバックキャストの道筋です。赤く示しているところが前回と変わったところです。これまでゴールと記載したところを将来像という単語にしています。海外市場も獲得して経済成長にも寄与することを掲げています。そのための実用化(商用化)については、競争力のあるコストで発電できるシステムの技術的な確立と必要な人材・資金を確保するという内容を記載しています。

その下に、右から左に向かって年限を示しています。2026年短期、中長期、長期と分けております。これは、議題4でも御説明しますが、日本成長戦略ワーキンググループでもこのような分け方をしてほしいという要望がございましたため、短期が2030年、中長期は2040年頃を想定しています。そうすると発電実証2030年代は真ん中の列に入り、発電実証の次の商用化前発電実証は長期に入ると考え、このように記載しています。

2024年以降の商用化前発電実証について、これまで御議論いただいたようにビジネスとして成立するか、ノウハウが体系的に獲得できるかということをや要件にしています。そのための研究開発も国が支援し、当面の2030年代の発電実証についてはこの真ん中に記載していることと、また、下のほうにありますように、そのための主体が出現しなければなりません。その主体に求められることは、技術・ノウハウ・組織体制・資金力、そしてそれを事業化するノウハウ商用化プラントの実現に活用できるものが参画していることを要件にしています。

こちらを道筋として、道筋と報告書の2点をこの社会実装タスクフォースの書類面での成果物として提案したいと考えています。

(意見交換)

○尾崎主査

議論に入る前に、寺井委員、服部委員から事前に資料をいただいております。これは御参考までに御覧ください。

この報告書の議論については、報告書案のページ数がかなり多いため、三つに分けて議論したいと思います。まず、1章から3章、次に4章、5章から7章という形で区切って議論していきたいと思いますので、よろしくお願いいたします。

では、一つ目のパートです。第1章から3章、1ページから6ページの1行目までです。この箇所について議論していきたいと思います。

○寺井委員

私のコメントは、必ずしも1章から3章に限りませんが、最初の頃から申し上げています発電実証の定義です。定義をどうするか。国の考えとどう整合させ、なおかつ現実的なリアリティを持って記載できるかということがポイントだと思っています。

資料3-3に報告書に構成が記載され、3ページに発電実証の在り方が書いてある。これは非常に分かりやすいと思いました。このトーンで報告書を作成いただいていると思いますが、資料3-3、これは4章の話になるかもしれませんが、発電実証という大きなものがあり、その中に2030年代の発電実証、それから商用化前発電実証があるという立て付けになっています。これは非常に現実的で良いと実は思っていて、この整理の仕方については特に異論はありません。

1章から3章について、4ページのできるだけ早期に必要な要素技術を確立して発電実証を行い、更には商用前発電実証との記載があり、この「発電実証」は2030年代の発電実証の意味だと思いますが、「発電実証」と大きな言葉で書いてあるので気になります。

最終的にはできるだけ早期にですから、2030年代ではなくても構わないのかもしれませんが、だから2045年とかいわゆるQ-DEMOの第3期ということ想定すれば良いのかもしれませんが、この書き方は御注意いただきたいと思いました。

5ページも、同じように発電実証の定義絡みがあるので、基本的に結構です。これも5ページの最初にできるだけ早期に発電実証を成功させると書いてあり、プラント規模でフュージョン発電の基本機能を実証するという事ですから、これは30年代、あるいは45年なのかなということが理解しにくいと思います。Q-DEMOの第1期を想定すると、プラント規模でフュージョン発電の基本機能を実証できるかどうかはやや疑問に感じます。Q-DEMOの3期であれば理解できます。

それから、その下の黄色い二つ目の(注)ですが、発電実証及び商用化前発電実証では、との記載があります。これもここでいう発電実証は、Q-DEMOの第1期であり、商用化前発電実証はQ-DEMO第3期だと思えます。これら「発電実証」という言葉はやや曖昧に使われているという印象を持っています。

○尾崎主査

特に、資料3-1と3-2の言葉の整合性に配慮するべきという発言でしたが、事務局から補足はありますか。

○澤田参事官

まず、政府として2030年代に発電実証という目標は引き続き堅持をしたいと思っているため、発電実証を定義したほうがよいと思い、単に発電実証と4文字で定義をしています。寺井委員の御指摘は、一般名詞としての発電実証と、固有名詞的に使っている発電実証が混在しているのではないかということだと受け止めました。修正できる部分是对応したいと思います。

より本質的なコメントとしては、先程説明のあったQSTのQ-DEMOの1期および3期と商用化前発電実証が整合しているかということ、Q-DEMO1期と単なる2030年代の発電実証が整合しているかというコメントがあったと思いますが、何かご意見はありませんか。

○竹永副理事

ここに示す発電実証、できるだけ早期に達成する発電実証がQ-DEMOの第1期、商用化前発電実証が第3期と我々は理解しております。

○寺井委員

私はその理解でよいと思いますが、そうであれば早期に発電実証をという部分は、発電実証という言葉が普通名詞なのか固有名詞なのかという議論になります。厳密に言うと、早期に発電実証というのは2030年代で発電実証することだと私は理解しているので、ここの部分をもう少し整理してもらえるとよいと思います。

○澤田参事官

分かりました。なるべくそのようにします。

一応括弧内に、こうした発電実証を2030年代に行うことが当面の目標と記載しているので、フォローしたつもりですが、修正できる部分は事務局で対応したいと思います。

○恒藤審議官

補足をさせていただきます。

先程のQSTの提案では2030年代にできるものは限定的なものにはなっているようだが、ほかのスタートアップも含めて、2030年代でできるものは限定的だということをこのタスクフォースとして言い切ることかということ。また、より悩ましいのは、政府として2030年代に発電実証を目指すと掲げ、それは必ずしも限定的だというわけではなく、基本的な機能は2030年代の発電実証で実証するということが今の国家戦略の意図するところだと思う。このような悩みを抱えつつ、このようなワードで全ての最大公約数を表しているということをご理解の上、どうしたらよいかというアドバイスをいただけると幸いです。

○寺井委員

そこは理解しております。

最終的な御判断はお任せいたしますが、説明できるように準備する必要があります。私の申し上げたいことは、ここまでやらなければならないミニマムが2030年代での発電実証だと思います。

更にアドバンスなことを2030年代にやることを否定するものでは全くありませんので、そういうニュアンスで記載いただければよいと思います。大変だと思いますが、是非よろしく願います。

○栗原主査代理

今の点で、追加的に確認ですが、これは2段階に分けた第1段階の30年代に達成する発電実証を我々が発電実証と呼ぶということはいとして、同じような時期に世界中で目指しているものとレベルが違くと、日本の発電実証が世界に通用しないことになり、議論が必要だと思います。

私の理解では、各国が進めているものもまだ商用化段階になく、多少の違いはありますが、日本と同じようなレベル感のものをもって発電実証と言っているということによろしいのでしょうか。

○竹永副理事

一概に発電実証と言っているのは、世の中でもいろいろな定義があると思います。できるかどうかは別として、商業化を見据えた発電実証という意味で発電実証を使っている人がいますし、商業化まで到達しないけれども、まずは電気を作るということをターゲットとして発電実証と言っているところもあると思います。そういう意味では世の中の的にも、発電実証の定義は、まだ明確に決まっていないと認識しているところです。

書き方は非常に難しいと私も思っています。

○恒藤審議官

今の御質問は、QSTから御提案されているQ-DEMOは、世界と比べて著しく速いとか遅いということはあるのですか、という御質問です。

○竹永副理事

世界で出されている発電実証が、どこを想定しているのかは我々としても判断するのが難しいと思っています。すでに電気を売りますと宣伝しているスタートアップもあります。しかし、電気を売ると言っても、使用電力以上を発電して商業的に販売するのか、あるいは試験的に発電した電力のみを販売するのか、実際の情報が十分に発信されていないので、我々としても判断できない状況です。

歯切れのよい回答はできませんが、いろいろな意味で発電実証と呼んでいるので、我々の発電実証はこうですというものを今は提案しているのですが、それが世の中の位置付けとしてどうかと言われると、明確には回答しづらい状況です。

○尾崎主査

今はQ-DEMOの観点でのご説明でしたが、スタートアップが提案してくる案件もあるでしょうし、一概にここで明確に示すのは難しいと思います。国際比較から見て低レベルの提案を採択すべきでないというニュアンスが入ればよいという御指摘でしょうか。

○栗原主査代理

世界に先駆けて実現するとの記載がありますので。

○寺井委員

商用化前発電実証は、脚注5で定義してあります。これは以前から申し上げています。

ただ発電実証を行い、と1行上に書いてある部分には定義が何も書いていません。要は発電ということだと思います。つまり、フュージョン反応で電気を作りました、ということはこの「発電実証」という言葉にしていると思っています。そういう意味では、結局、実証をどう認識するか。発電したということであれば、ほんの少しでも電気を作ればよいわけで、プラントから出てこなくても、言ってみれば電気を作ったらよいということになるかもしれない。

このところを、結局発電実証の定義になりますが、適切に記載するとよいと思いました。

資料の3-3では、発電実証が一番上にあり、2030年代発電実証と商用化前発電実証とも書いてあるから、これはこれでよく整理されていますが、そのコンテキストを報告書で用語を工夫して整理していただくというのではないのでしょうか。

○恒藤審議官

5ページ括弧書き、プラント規模でフュージョン発電の基本機能を実証する、と書いていますが、これでどうでしょうか。

○寺井委員

それを発電実証と書いたのですか。

○恒藤審議官

5ページの真ん中あたりですが、できるだけ早期に発電実証を成功させる。

○寺井委員

できるだけ早期に発電実証を成功させる(プラント規模でフュージョン発電の基本機能を実証する)ことは、そのとおりだと思います。

これが2030年代にできるかどうかで、少なくともQSTの第1期はそうではない、と私は理解しています。

○恒藤審議官

一応、ただ目標としては、引き続き目標とする。

○寺井委員

目標としてよいかと思いますが、QSTがお困りになるのではないかと思います。

○竹永副理事

目標としてはよいのかもしれませんが、現実的に2030年代となると、なかなかそこまで一気に行くのは難しいと思います。ですから、その書き方はなかなか難しいと思います。

おっしゃるとおり、世の中の的に比べてどうかということもありますし、どのように記載すべきなのかということについては、少し曖昧に書くしかないと思います。

○寺井委員

「当面の目標とする」と書いてあるからよいのかもしれませんが、できるだけ早期にということと、2030年代に実現することを当面の目標とする。目標だから達成できなくてもよい、ということであれば、それで結構かと思います。

○尾崎主査

この表現については、事務局と検討するということで御了承ください。

○澤田参事官

少し補足しますと、事務局が提案したこの文言とQSTから今回出てきている設計の整合性については、引き続き議論できるよう、別途の場を内閣府で設けたいと考えています。

○井上委員

この発電実証の定義というのは、本タスクフォースでイの一番に議論したことで、思い出しますと、私は最初にグリッドにつなげることでと言った記憶があります。ただし、グリッドにつなげるイコール発電の商売になるということではありません。電力事業者の方には失礼になると思いますし、出てくる電力の質にもよるとはありますが、Q-DEMOではQイコールブレークイーブンになるといっていて、使った電気を返します、発電してグリッドをつなげて返せるかもしれないところまで実証しますと言っています。これは十分な発電実証であると私は考えます。

もう一度言いますが、使った量と同じ量は返しますと言っているのです。また出力の品質を上げるために、QSTでは蓄熱等を考えていますし、そのような努力をして、作った500メガワットの熱を捨てるわけにもいきませんので、電気にして返しますという計画にしています。私は、それは十分に発電実証と言えるのではないかと思います。最初の会議でもそう申し上げた記憶がございます。

○近藤委員

5ページの実用化に必要な技術の確立に向けた取組の在り方の部分で、最も有望な構想に人材や資金を集中的に投入するという考え方が示されています。これについての意見になります。

この選択と集中は、開発の加速につながるという点は理解していますし、今後、これが主路線という考え方になっていくと理解しております。

一方で、フュージョン分野では、今、複数の技術アプローチが並行して進んでいます。今後、2番手、3番手となった構想が完全に支援対象から外れてしまうと、そうした技術が1番手に合流するとは限らず、人材が海外に流れてしまう可能性もあるのではないかと懸念します。

同じく5ページの注釈や脚注の6でも、ポートフォリオの考え方が示され、重要であると認識しています。こうした観点を踏まえると、最も有望な構想の加速を図ることは重要ですが、必要な技術要素のポートフォリオを維持する形で研究開発基盤を支えていくという考えを残してもよいのではないかと思います。

具体的には各種要素技術については、技術的可能性を維持する観点から、ポートフォリオとして継続的に強化していくことも重要、というような文章が入っていてもよいのではないかと思います。

○澤田参事官

おっしゃるとおりだと思いますので、事務局で加筆を検討したいと思います。

○前田委員

質問というより確認です。

これも言葉の使い方の問題かと思いますが、5ページの「数年後を目処に、各取組の状況を反映して」の部分です。この数年を目処にということが、民間企業からするとかなり曖昧というか幅を持たせているように思われます。逆に何年までにと書いていただいたほうが多分民間としては目標を立てやすいし、取り組みやすいと思います。この辺りは幅を持たせて書くためにこういう書き方にしてあるという理解で合っているのであればそれで結構ですが、より明確に書けるのであれば書いていただいたほうがよいかなと思います。いかがでしょうか。

○尾崎主査

これは資料3-1との整合性という話だと思いますが、事務局に伺います。

○澤田参事官

もし、明確に書く必要があれば、2030年代の発電実証を目標に掲げていますので、2039年までにフュージョン発電実証プラントを建設する場合に、それが何年かかるか。10年かかるとすれば2029年までには建設に着手しなくてはならないと思います。経済産業省でも新しく、当面3年間のマイルストーン支援が始まりますが、1回だけのマイルストーン評価で国が集中的に支援するフュージョン発電実証システムの決定までいけるかどうか、まだこの時点で確信を持てなかったもので、ここでは数年後を目処にと書いています。3年後にできればよいかもしれませんが、場合によってはもう一度マイルストーンを評価する可能性があります。もちろんQSTも同様ですが、このようなことを勘案した書き方にしています。

○小泉委員

報告書について、発電実証の定義等難しいところを非常にうまくまとめてもらい感心している次第です。

僕のほうのコメントは、そういう意味では非常に細かい話なのかもしれませんが、実際に10年以上、ITERの開発に携わった経験から述べさせていただきたいと思います。

今、フュージョンエネルギーに風が吹いてきているのは、一つはサプライチェーンがしっかりできたことだと思います。一方で、日本の場合、ITERでは難しい技術を調達で担当させていただいて、TFコイル、ダイバータと等、実際に造れるところまで来ている。

一方で、ITERの中でも重要だと思う第一壁、ブランケットは、できていません。そういう意味では、やはりサプライチェーンの弱いところも日本にはあり、この要素技術の開発もしていただけるということなので、是非日本の技術の強みと弱みを明確に区別して、あるいは認識して、その弱みを埋めていくことを特出的に入れていただけたら有り難いと思います。

TFコイルの開発は2010年代の前半くらいに開発して作れるということまで来ていますが、もう既に10何年たっています。今後、フュージョンエネルギーの開発をしていくにしても、おそらく、また超伝導の技術から始まって、ダイバータ等、ITERからこちらでやるような技術にいくまでに、四捨五入すれば10年くらいのギャップが発生してしまうと思います。

サプライチェーンの構築ともう一つ大事なのは作ったサプライチェーンをどうやって維持していくかということです。我々の場合、民間メーカーに仕事を依頼して開発、造っていくということになると思うので、仕事がないと当然このチームは解散ということにもなりかねない。コイルの仕事を継続できるわけではないのですが、代替りの仕事を続けられるとか、そういう目線も持ってもらえるとういのではないかと思います。

○尾崎主査

サプライチェーンについて、強みや弱みの細かい内容を書くスペースがありません。ただ、サプライチェーンについて言及されていないので、それは明確にするべきという御意見ですね。

○澤田参事官

このタスクフォースでは、技術的な議論を行う時間が十分ではなかったかもしれません。

日本成長戦略ワーキンググループが今後開催されますので、少なくとも強みについては打ち出していると思います。

サプライチェーンとは離れますけれども、幾つかの課題についてはこの報告書にも書かせていただきました。安全規制や地域住民の方々との対話については、製品とはまた別の部分で重要だと思っておりますので、報告書の6章に言及しています。

○栗原主査代理

今の部分に関係し、第1章のはじめに、に当たるとは思いますが、このタスクフォースのミッションではないかもしれませんが、なぜ私たちが今このフュージョンエネルギーの社会実装を考えているかという将来的な意義について、国産でサプライチェーンが構築される、新たな産業として拡大するということを書いています。単に成長分野ということではなく、経済安全保障上も国産エネルギーとして安定供給ができる点がゴールの一つだと思うので、そこを明確に書いておいたほうがよいと思います。

だからこそ国内のサプライチェーンが重要であり、今であれば、かなり国内でできるということではないかと思えます。他の電源に関しては、ほとんどの部品、サプライチェーンが海外依存してしまっている場合もありますので、フュージョンエネルギーでは同様の状況にならないようにすることも重要かと思えます。

○尾崎主査

3ページに、強固なサプライチェーンということが記載されていますが、これにプラスアルファするべきということでしょうか。

○栗原主査代理

最初のところだと思います。このバックキャストに基づく道筋の資料3-1で、将来像という記載がありますが、ここに当たる部分だと思います。そこに少し意義を入れていただくとよいと思います。

○尾崎主査

分かりました。前段のほうで多少表現を変えるということですが、御意見をいただいた表現の変更については、事務局をお願いします。

続きまして、6ページ、4章の発電実証の在り方ですが、ここは長いので、本章のみの議論に入りたいと思います。

6ページから11ページの冒頭までです。これについて御意見がある方は、是非お願いいたします。

○寺井委員

先ほど、発言したことと一部重複しますが、第4章のトップは発電実証の在り方で、(1)発電実証が満たすべき要件です。これは2030年代の発電実証と、その次の7ページのその後に行う商用化前発電実証を書いていますので、それぞれが明確に定義されていると思います。これら全部を含めて発電実証ということだと理解をしていますが、それでよろしいですか。

最終的にその発電実証は、次が商用化ということになると思いますが、発電実証段階で経済性まで見通せるのかどうかです。

商用化を考える場合は、経済性が当然入ってくるので、その見通しが条件として入ってくると思う。例えば、Q-DEMO第3期でそこまでできるかということがやや気になる。

昔は実証炉がありました。経済性を確認するための実証炉、例えば高速炉に関していえば、もんじゅが原型炉。その次の実証炉というのは結局できずに終わっているわけですが、それは経済性という話です。もんじゅも発電しましたから、それなりに経済性を見込めたけれども、その次の実証炉で、たしか軽水炉の3倍のコストで電力を出せるというのが、高速増殖実証炉だったと思います。

今回はそれはなしという話は、それはそれで一つの選択肢だと思いますが、いわゆる原型炉、あるいはフュージョンパイロットプラント、そこで経済性まで見通せるかは少し分からないが、私の素朴な疑

問です。その間にもう一つの実証を挟まなくてもよいのかなという、挟んでいると時間がないということも当然あるし、悠長なことはやられていけないという話もちろんありますが、現実問題を考えたときに、やはりワンクッションが要るような気がします。いかがでしょうか。

○恒藤審議官

それは技術によると思います。

ワンクッションが要る技術もあれば、要らない技術もあると思うので、今の段階で3段階だとか2段階だとか言い切れないのでしょうか。一応、こうしたというのが事務局の発想ですが、これも是非皆さんの御意見をいただきたいところです。

○小泉委員

その点に関して、僕は恒藤審議官の言っていることがそうなのかなと思うところです。

というのは、例えばITER規模の原型炉は、ITERがしっかり開発すれば、その後の経済性を見越せる原型炉が造れるのではないかと個人的には思います。QSTではなく、僕はITERの立場として出席しているので。

一方で、方式が根本的に変わったときは、ITERのような経験がないので、おそらく1段階では難しいと思います。2段階で計画するなら、その2段階での実施も含めてどの道に進むのがよいのかということも議論していくのだと思っています。

○尾崎主査

今の御意見は、これまで議論されている発電実証と商用化前発電実証の2段階ということですか。

○小泉委員

それは技術によるのだと思います。恒藤審議官の発言に対して、個人的に同意することを述べました。

○寺井委員

技術によるというのは正にそのとおりだと思います。それは本質的な回答なので、それ以上の回答はありません。例えばQ-DEMO、前にJA DEMOがありましたが、今は棚上げになっていると思います。つまり、既にJA DEMOなしで、経済性までQ-DEMOで見通せるということであれば、それはそれで結構だと思います。ここは、むしろQSTの御意見を聞きたいと思っています。

○尾崎主査

これは、枠組み自体の議論です。QSTだけを想定しているわけではありませんので、これに適用できる蓋然性があるか、QSTにお聞きしたいという趣旨ですか。

○寺井委員

QSTに関して言えば、もちろんほかのオプションもたくさんあるのはもう了解していますけれども。

○竹永副理事

Q-DEMOの第3期までに、実際にその経済性を実証しろと言われたらそれは難しいと思います。

実際の建設に幾らかかり、その結果として確実に経済性ある発電ができたことを実証することは難しいだろうと思います。どのぐらいの経済性があるか、どのぐらいで完成できるということはQ-DEMOの第3期で、ある程度見通せるのではないかと思います。

実際に、その次の炉は経済性があり、安価にできるかということ、1機目はどうしても高くなるのではないかと思います。その次の2機目、3機目でどのぐらい安くしていけるかということをやうまく見通せるようにしていくのだろうと思います。

ITERは7極で実施していますので、指定されたものを造る必要があります。なかなか自分の裁量で、こう変えたい、ああ変えたいということができません。

日本国内で原型炉を造れば、全体の最適化ができると思います。どの精度を緩和したらもっと安くできるかとか、こういう造り方をしたらもっと安くなるとか、うまく産業界とも連携して相談しながらコスト低減を図っていくことを考えていかなければならないと思っています。

○寺井委員

分かりました。ありがとうございます。

基本的にはサプライチェーンの問題が当然あるし、スタートアップがやろうとしてもサプライチェーンがないところでは、当然すぐにできるわけではありません。いずれにしても見通すことをどう考えるかということなので、それで結構だと思います。ありがとうございます。

○近藤委員

今の話に少し関連して発言します。

市場性・経済性のある発電システムについては、「経済性を見通せる」という話と「経済性がある」ということは大きく違うと思います。

フュージョンに限らず大型技術の開発段階で考えると、技術の成立性や実証を優先し、コスト低減はその後に考えていくことが多いと理解しています。

しかし、フュージョンについては非常にコストがかかるので、今からコスト低減を考えていくとなると、逆に技術の加速化に対してブレーキになる可能性もあるのではないのでしょうか。

質問になりますが、「経済性」は見通しを示すということなのか、経済性のある、つまり低コストの発電システムを発電実証の段階から狙っていこうとしているのか、この辺りについて確認させてください。

○恒藤審議官

そういう意味では、6ページの①に記載していますが、やはり市場性・経済性があると見込まれるものを目指すことは、少なくとも始める段階からだと思います。経済性は絶対にないとか、海外のものには絶対に勝てないというものをやっても仕方ないと思っていますので、やはり海外のものに勝てる見込みがある、あるいは既存のエネルギーと比べて10倍とか20倍ではなくて、既存のエネルギーとそんなに大きな差がないコストでできる可能性があるというものを狙っていくということが事務局の発想です。

○近藤委員

おそらく経済性がある場合、安価な電力供給をイメージしてしまいました。

恒藤審議官の説明を含めて、この経済性というものに込めている意味合いは、私がイメージしているものと大きく違っていると思うので、先ほどの質問は取り下げたいと思います。

ここでいう経済性があるといった言葉に対して、私のように考えてしまう人も少なからずいらっしゃると思いますので、ここはもう少し言葉を補ってもよいのかなと思います。

○尾崎主査

余り違和感はありませんが、分かりました。経済性と経済的な成立性という言葉が並んでいますけれども、使い方を御検討いただくということでもよろしいですか。

○恒藤審議官

経済性を取れば、市場性があるという言い方ならよいですか。

○近藤委員

市場性であれば、競争力があるという意味合いになりますので、そこであれば理解できます。経済性といったときに、国内経済の他電源と比べてどのくらい比較的であるのか、そういうことをイメージしてしまったので気になったということです。

○栗原主査代理

今の点については、この発電実証で経済性のある発電はできないと思います。ターゲットとするもの

が何なのかということに向けての発電実証だと思います。発電実証自体のコストは、恐らく経済性はなく、商用段階で経済性を実現するための実証だと理解しているので、誤解を招かないような書き方にするとというのは、おっしゃるとおりだと思います。

意見が2点あります。

一つは8ページの下の方に書いてある、発電実証にどれくらいのコスト、費用がかかるのか、かけるのかということです。アメリカの例として、50から60億ドル未満に抑える必要があるという部分を単に引用していますが、少し乱暴なような気がします。ターゲットとする発電コストに向けて、これくらいの投資額がリーズナブルなのかという辺りは何も検証されていないので、これを引用することが適切かどうかを検討すべきだと思います。ただし、例えば投資規模を、例えば1兆円ぐらいとか、をこのタスクフォースで示せるのであれば有効ではないかと思います。

2点目は、地域についての書き方です。10ページのサイト選定に記載されていますが、このサイト選定は、事業主体が責任を持ってサイトの選定をするということ、いろいろな廃棄物や安全性について地元きちんとして説明をして理解を得る、その信頼関係を醸成するということが重要だと記載してあります。このタスクフォースで申し上げたいのは、この地域理解、サイトを受け入れるという立場を超えて、立地地域が、例えば人材育成やサプライチェーン企業になるような地域産業を育成することによって、正に地域経済のために積極的にこのフュージョンエネルギーに取り組む、そういう地域参画が望ましいということを書いてよいのではないかと思います。

○桑原委員

7ページが一番上の記述の意味を確認したい。Q-DEMOのTRL6と同等、あるいはそれ以上の性能の実証を目指す計画であることが求められる、また方式による差異を鑑み、いろいろな数字の高低だけにとどまらない、いろいろな観点での評価が必要ということが記載されています。

二つありまして、一つは先ほど議論のあった商用炉フェーズが何をめざすか。QSTのTRL9というのが、社会実装に資するようなものになっているのであれば、それを参照して比較するということに意味があるように思います。しかし、QSTの資料の6ページでは、商用炉に向けては社会実装に必要な技術開発という部分で、今後小型化・高度化等の独創的な新興技術の開発も別途必要になると読めます。この内容も加味したときに、スタートアップのアプローチによっては、先にこのような独創的な新興技術を開発し、実証を通じてTRLを高めるというアプローチもあるように思います。このようなアプローチの違いを考えたとき、果たしてQSTと単純にTRLを比較するのが適切なのか。この点、この記載の意味を確認したいと思いましたが、いかがでしょうか。

○澤田参事官

今の御意見を受け止めた上で、これまでの5回の御議論でいただいたTRLについて、まず今回QSTに示いただいたQ-DEMOを参照しつつ、TRL6と同等、あるいはそれ以上のということを記載させていただきます。

もし、スタートアップが、今はTRL6ではないとか、3年後もそこまでには至らないかもしれない、しかし別の方法で補える部分もあるという根拠があれば、それを示してもらいたいということを後段に記載しています。その部分を明確に説明してくれるような取組に対して、国が支援していくという書き方にしたつもりです。

答えになっているでしょうか。

○桑原委員

そうするとTRL6と定義される性能自体は、必ずしもQSTのQが10とかということにとらわれずに、それぞれのアプローチに応じて判断されるべきという理解で合っていますか。

○澤田参事官

説明によっては、そういうものも認められうるということです。

○桑原委員

分かりました。

○尾崎主査

TRL6と同等、あるいはそれ以上と記載していますから、その解釈で大丈夫と思います。もちろんTRLの裁量も開発者によって変わることはあり得ます。

○小泉委員

僕の質問も同じところですが、発電実証をTRLで表現してもらえると、非常に分かりやすいと思います。ここも感心して読みました。一方、ITERやJT-60SAもあるのでトカマクは比較的書きやすいが、ほかの方式はどう定義するのか。

例えば、僕は、レーザーは専門外なので分からないのですが、どう定義していくのか。ここで、TRL6同等と書くと、ほかの方式でのTRL6は幾つであるのか。どこを目指せばよいのかという疑問も生じてきてしまうのではないかと。この件を今後どのように検討していくのかということをお教えしてもらえると有り難いです。

○澤田参事官

ありがとうございます。スタートアップ支援という観点とQSTのQ-DEMOの概念設計の両者を確認しながら、我々が現段階でお示しできるのはここまでだと思います。春から来年度にかけて、スタートアップの提案も確認しながら考えていきたい部分です。

○岡田委員

全体的に報告書はよくまとめていただいたなという感想です。どうもありがとうございます。

重ねての意見となりますが、4ボツの発電実証の在り方では、先ほどの2030年代に目指していく発電実証という内容と、商用化の発電実証という内容の2つがあるので、やはり混乱してしまう。報告書が公表されたときに混乱してしまうのではないかと考えます。ここは、重要な部分だと思っていて、この2つの意味があるということを最初のはじめに定義するか、解説しておいたほうが読みやすいかと思いません。

報告書への直接的なコメントではありませんが、10ページの下から二つ目の丸の部分で、発電実証の実施主体は責任を持ってサイトの選定を進める体制を整えるだけでなく、結局これからやっていくべきことというのはしっかり早い段階から検討していくということが必要です。これは報告書の内容というよりはQSTにお願いしたい内容になってしまうと思いますが、こういうことをやっていくに当たって、設計に関してはこういうふうに行きましようということはある程度固まってくるということなのだと思います。例えば10ページの参考のエネルギー及び電力という部分で、実際に建てるとなると、これを造るには425メガワットを充電しなければならず、その電源を供給するには、大きな容量であるため事前に電力会社と調整しておかないと進まないということもあり、すぐに用意できるかという話も問題になるかなと思います。

地元の理解と協力も同じ話ですし、規制をどうしていくか、規制の枠組みをどうしていくかという部分もすぐには決まらない。そういう運用面でのスケジュール等を考慮して、今後の設計においてはインプット情報として整理しながら対応していただけたら有り難いなと、思いました。

○井上委員

ITERのTRLが5であるとか6であるとかということは、IAEAが評価して出されたものです。それらは根拠やバックデータを基に定められているもので、ほかの炉型でも同じようなやり方でトレースすれば評価できるのではないかと思います。

QSTのQ-DEMO炉の話はされていますが、ほかのスタートアップですと、多段階にマシンを複数基造っていくというステップをお持ちの方もいます。先ほど説明された50億ドルの数字は商用化前段階の発電実証炉のコストということでしょうか、投資のボリュームを表すことも必要ですので、多段階の最初の炉の費用はどのように評価されるのでしょうか。第一段階で、中型とか小型を考えているスタートアップが多いようですので、全体投資ボリュームと商用化前発電プラントのコストとのバランスは重要と

なりますが、そこへの考え方は教えていただけますか。

○恒藤審議官

そこは悩んだところです。

8ページの(3)の最初に記載しましたが、当面、目指す2030年代の発電実証は、先ほどもお示しましたようにプラント規模で基本的な機能を実証するというものだとして理解しています。それがどういうものかというのはまたこれも技術によるのかなと思っています。

8ページの(3)の最初の書き方では、もちろん市場性があるものを目指したもののなので、それを念頭に置いた費用の規模になるだろうという書き方にはしていますが、ただ将来的には安くなるものを目指しているからといって、一発目から安いと限らない。これは先ほど近藤委員の意見にもありました。将来安くなることを目指しているが、最初2030年代に造るものは相応の資金がかかるという可能性もあります。それについては、具体的な費用のイメージを描けなかったので、今の案ではそういったものを念頭に置いた費用規模になるだろうという表現にとどめております。もしよい案があれば是非いただきたいです。

○井上委員

実証中間段階での目標コストの達成は難しいと思います。

先ほどコストの話をしていましたが、モノづくりの立場から申し上げますと、フュージョン関連機器では今まで一回もリピート品を造ったことがありません。いつも一品物製品で、それが40年、50年と続いているので、これではなかなかコストダウンはできません。将来、と言いましても、方法は今から考えておかなければならないと思います。繰り返し品であれば、安くする方策は民間でも考えられます。

なぜ高いかと言うと、初品だからというのがありますが、例えばITERの製品ですと、オーバースペックといいますが、オーバークオリティーも一因となっていると思います。先ほど精度の話もございましたが、いろいろと必要性や実現性で品質を考えていただいて、製造もこなれてゆけば、格段にコストを安くできることは確かですので、そういった面で産業界のモノづくりでも努力したいと考えています。

○尾崎主査

表現については、また検討します。

少し時間も押していますので、次の議題に移ります。残りの5章から7章、11ページ以降について御意見がある方はお願いいたします。

○近藤委員

幾つか申し上げます。

まず、人材育成に関する記載です。12ページ、QST、NIFS、ILEについての記載は、そのとおりだと思います。

加えて、発電実証やその先の社会実装を担う人材を考えたとき、先ほど議論のありましたシステムインテグレーションやエンジニアリング等も見据えておくことが重要だと思います。具体的には実装側の人材について言及する必要があると思います。研究人材の育成に加えて、こうした実装人材の確保・育成についても言及してはいかがでしょうか。

例えば、フュージョン産業界と連携した実践的な教育訓練の整備等を通じて、発電実証を支える技術人材の裾野を計画的に拡大していく、といった文章があると、人材、それから資金が拡充されるのではないかと感じました。

これは、1にありました「日本がコンポーネント供給にとどまらず、システムインテグレーターとして主要な国になる」ということを目指すのであれば、この部分の人材基盤の形成は非常に重要だと思いました。

それから、技術開発について、知的財産に関する記述が見当たりません。国際競争が一層高まっていくことを考えると、特許取得であるとか知財管理を含めて意識していくことが重要だと思います。しかし、スタートアップや研究機関を含めて特許出願には非常に大きなリソースがかかると思います。このような観点からも支援について言及されてはいかがでしょうか。

また、安全確保と国際関係については、まず、安全確保については、内容を見ますと、規制当局の

規制体系の整備については記載されていますが、放射性物質を扱う領域の安全確保といえば、やはり事業者が主体的に検討・対応することが前提であり、その上で規制について言及していくことが重要だと思いました。安全確保の議論が規制だけの議論として受け取られないよう、今ほど申し上げた、事業者、それから規制当局、社会のそれぞれの役割を踏まえた形で整理し、6章の(1)の後半のほうに記載されている各アクターの役割とうまくつながるのではないかと思います。

最後、国際関係についてです。今の内容では、日本の技術力を強化して、国際競争の中で優位性を確保していくという方向性は読み取れますが、もともとフュージョンエネルギーはカーボンニュートラルになるなど、国際社会共通の課題にも関わる技術でもあります。国際競争の中での国際協力や国際貢献にも言及することは重要ではないかと思います。これにより、本技術の位置付けがより明確になるのではないかと思います。

○桑原委員

13ページ、今回、経済産業省から御提案いただいたNEDOを念頭に資金供給機能の強化に向けて必要な対応を検討していくということを追記していただきました。これは産業界では、長年、このフュージョン分野がNEDO法の関係で支援対象にならないという問題意識があったので、今回、このような記述を加えていただいたことを大変有り難いと思っています。

もう一つ踏み込んで、必要な対応は、NEDO法の改正や解釈の変更の可能性も含めて検討していく、という記載にすることは難しいでしょうか。この点の趣旨についてお伺いできればと思います。

○宮下室長

この部分は、もともと去年の6月、フュージョンエネルギー・イノベーション戦略に記載された事項を我々も忘れずに検討を進めているということで記載しました。

その対応の在り方は、法改正に限らずいろいろな方法があると思います。まだ検討の最中なので、この書きぶりのままにさせておいていただくと有り難いと思います。

○桑原委員

趣旨についてよく理解できました。ありがとうございます。是非引き続き御検討いただければと思います。

○寺井委員

今の話を私も実は質問しようと思っていました。かなり明確にNEDOを念頭にと書いてあるので、ある程度検討が進んでいるのかなと思いました。まだ、検討途中ということと理解をいたしました。

2030年代の発電実証を目指そうとすると、どの方式でいくのか2030年頃までに決めないといけません。スタートアップがそこへ達するためには、かなりの支援が重要になってくる。3年の支援が今はあるが、そのあとプラス2年ほどで2030年になります。このため、プラスアルファを考える必要があると思う。バックキャストで考えると、かなりこの部分、喫緊の課題、緊急性が高いので、極めて急いで進めなければならないというニュアンスをどこかに入れていただくと、スタートアップ支援によいのではないかと思います。

先ほどのNEDOの部分は、明確に記載され、非常に有り難い話かなと思いますが、このままでは、スタートアップという意味では、2030年のシステム決定に間に合わないと思います。

やはり2030年頃までに方式を決めるというのであれば、Q-Demoなのか、スタートアップのパイロットプラントなのか、二者択一ではもちろんないと思いますが、同じレベルでないと比較できないと思う。もちろん、そこで全部方針を決めてしまうということではないのかもしれませんが、一つのマイルストーンとして置いて、そこに至るまでに十分なスタートアップ支援を考えていただくというのは極めて重要だと感じた次第です。これらのニュアンスをどこかに入れていただくと有り難いと思います。

○小泉委員

安全に関して、例えばロケットのように、ロケットのことを悪く言うわけではありませんが、先日も打ち上げに失敗した事例がありました。フュージョン炉の場合、例えばコイルは、作成を失敗しても、もう一度

作り直すことができます。一方で、運転して放射化物が漏れ出した場合は大変なことになるので、そのような失敗は許されません。その場合は、設計が駄目だと、後でどう頑張っても動かすことができない。

例えば16ページ、安全規制を遵守する。着実に安全を確保しつつ、ということは正しくここに書いてあるとおりですが、安全の基準が何ですか、設計の基準が何ですか、ということが分からないと、設計者はこれでよいのではないかと思って設計してしまい、最後の運転で大変なことになってしまう、そういうことが起こり得ないようにしなければいけないと思います。

この発電実証の一環として、このような内容をカバーする規格等の制定を進めなければならないと思います。この辺の内容が記載されていなかったのが必要ではないかと思い発言させていただきました。

○澤田参事官

規格については、BRIDGEという施策で手当てをしていますので、記載できることがあるかどうかは検討したいと思います。

○前田委員

13ページの上から4行目、さらにフュージョンエネルギー・イノベーション拠点同士が連携し、研究開発を行う主体を幅広く支援できる機能(プラットフォーム機能)の部分です。これは機能だけではなく、制度設計も必要だと思います。機能及び制度の構築、整備を進めることが重要である、という書き方のほうがふさわしいと思いました。いかがでしょうか。

○澤田参事官

国が定める制度、法人とするかは、事務局で検討したいと思います。

○寺井委員

資料3-1について、将来像や時間スケールも入れていただいたので、これはこれで結構だと思います。

発電実証2030年代をQ-DEMOの第1期、商用化前発電実証をQ-DEMO第3期というふうに読み替えることもできますから、それも結構です。

将来像の部分について、フュージョンエネルギーがエネルギー源として広く普及と記載している部分です。電源としての話、小型電源、それから熱源と書いてありますが、ここに中性子源を入れていただけませんか。

これもあっちこっちで取り合いをしている概念になりますが、中性子を使って医療用RIを作るという話もありますし、高温熱を使って、例えば炭水化物(バイオマス)とか廃棄物を熱分解して炭化水素を作るとか、あるいはBECCSといって、その結果出てきたCO₂を回収するとか、そのようなアイデアも当然あります。このため、広く書いておいたほうがよいかと思いました。熱源、特に高温熱源、それから中性子源を入れておいていただくとよいかなと思いました。この辺りは実は高温ガス炉等、いろいろな原子炉と競合する部分なので、必ずしもそう書いたからといってそうなるということではありませんが、一つのスコープとして書いていただくのがよいかと思いました。

○恒藤審議官

今の資料には記載してありましたが、本文に明確に記載したかどうか、もう一度確認をして、この内容は書き込みたいと思います。

今の御意見について、注釈には記載しましたが、中性子源としての活用を目立った形で書くほうが、国民向けのレポートとしてよいのかどうかということは、何か怖そうなイメージを持つ人もいるのではないかなと思うので、是非、ほかの委員の御意見もお伺いしたい。いかがでしょうか。

○近藤委員

資料の位置付けによると思います。誰向けの資料なのかというところで、この道筋を見ていると、非常に分かりやすい言葉で書かれています。もし中性子源を入れるのであれば、専門的な言葉なので説明が必要になるかと思います。そういった扱いにするのか、専門的な用語は、飽くまで在り方の本文に記

載するという方法もあるかと思いました。

○尾崎主査

これについては、強く主張されないということでよろしいですか。

○寺井委員

全体の議論の中でまとめていただければ、それで結構です。私はそういうことを主張したということで、結構です。

○尾崎主査

注釈のほうにも書かれているということで、御理解ください。

○恒藤審議官

これまでいただいた意見を一度整理したほうがよろしいでしょうか。一旦、私の理解で整理します。近藤委員からは、人材等を集中していくのは分かるが、それ以外の技術についてはある種のポートフォリオとして残していくという御意見をいただき、これは是非書き込みたいと思います。また、サプライチェーンの強化も大事だということで、特に今、日本が弱い要素技術をしっかり強化していくことが大事だという意見もいただきました。これは5ページ辺りだと思いますが、サプライチェーンの強化も目指していくことは、当面の取組の大きな方針の中で書き込んだほうがよいかと私も思いました。

栗原委員からは、国産のエネルギー源という観点で、これもサプライチェーン関係のこととは思いますが、日本の中にある程度、サプライチェーンがしっかりあるということも将来の姿として書いたほうがよいという意見をいただきました。これも反映をしていきたいと思います。

経済性というワードが誤解されないようにうまく考えたほうがよいという意見、立地に当たっては地域の企業との協力関係を作っていくということも書いたほうがよいという意見をいただきました。

発電実証が2種類あるので、分かりやすく書いたほうがよいという意見もありました。この辺もうまく書き込んでいきたいと思います。

当面の取組の部分では、近藤委員から人材育成、知財、安全確保の話について御意見をいただきました。安全確保の部分は、まず事業者が主体的に実施するというを前面に書くべきということで、書きぶりについてはアドバイスをいただきながら工夫していきたいと思います。

国際貢献という大きな観点もどこかに書いたほうがよいという意見もありました。もしかしたら前半のほうに書いたほうがよいのかもしれませんが、これも工夫したいと思います。

安全確保の部分では、規制に加えて標準、規格を示すことによって事業者の取組を促進するという御意見をいただきましたので、それも工夫したいと思います。

プラットフォーム機能の部分では、使いやすい制度も作っていくということもうまく書き込みたいと思います。

ざっとこのようなところだと思いますが、また改めて議事録等も見返して、委員とも細かく御相談した上で、座長と相談して最終的な報告書を作りたいと思います。どうぞよろしくお願いいたします。

○尾崎主査

修正していただくドラフトについて、確認していただく時間はありますよね。

再度文言を確認していただくということでお願いいたします。

続きまして、日本成長戦略のフュージョンエネルギーワーキンググループの検討状況について御説明をお願いいたします。

(4)その他

フュージョンエネルギーワーキンググループの検討状況について

事務局の澤田参事官より資料4に基づき説明

時間が来ておりますので、手短かに説明いたします。

資料4を御覧ください。

こちらには、高市総理の御指名で12番目にフュージョンエネルギーが入っています。ワーキング長を小野田内閣府科技担当大臣として進めてございます。尾崎主査、栗原主査代理、桑原委員、近藤委員には、こちらの構成員にもなっていただいております。

第1回を開催し、第2回、第3回で取りまとめた後に、日本成長戦略に接続していきたいと思っています。また、委員の皆様にご議論いただいた社会実装タスクフォースの成果物をこのワーキンググループにもしっかりとつなげていきたいと思っています。

2ページ、各17分野に共通で、主要な製品・技術を定めよという指示がありました。我々が検討した結果、例えばダイバータとかジャイロトロンという製品を指定するという案もありましたが、個別の製品ではなくやはりフュージョンエネルギーシステム全体だろうという議論に至り、ここは思い切ってフュージョンエネルギー一本としています。戦略分野もフュージョンエネルギーであり、主要な製品・技術もフュージョンエネルギーということで、日本成長戦略本部の事務局からも了解を得ているところです。

3ページ、今後の検討の方向性です。この社会実装タスクフォースで御議論いただいたロードマップなどを参考にしてこちらの資料を作成しています。先ほどの説明と矛盾するように聞こえますが、我が国が強みを持つ技術について例示するように指示されましたので、プラズマ対向機器、ダイバータ、ジャイロトロンの製作という強みについて、個別要素も含めてここに例示してございます。

4ページ以降が、今後、また4月に向けて議論していきますが、現状の認識、目標、目標は丸の部分が結構あり、フュージョンエネルギー市場で何割取ることを目標にするか、幾つかの主要なコンポーネントでシェア何倍を目指すのか、100%を目指すのかという事項を、今後、J-Fusionの方々とも議論しながら埋めていきたいと思っています。

5ページ、勝ち筋の特定です。その基本戦略、官民投資の具体像、定量的インパクトをロードマップの取りまとめまでには提示するという指示を受けております。これも議論を今後していきたいと思っています。

6ページは、官民投資促進に向けた課題と政策パッケージのページです。これは投資の促進に向けた課題は何かということ挙げよという御意見を受け、こちらに記載しています。それに対して講じるべき政策のパッケージについて、5年程度の研究開発のフェーズと発電実証フェーズに分けてそれぞれ記載をしているところです。

(意見交換)

○恒藤審議官

もう1点追加です。

先ほどQSTからQ-DEMOの御説明がありました。その内容の記載について、今の報告書案の11ページの下の方から書いてあります。先ほどは、どなたからも御意見がありませんでしたが、これでもいいのかどうかを改めて確認いただきたい。

12ページの上の方ですか、原型炉計画の実現に向けた技術的検討を進めることと並行して、コストの合理化や実施主体の明確化に向けた検討を進めることが必要、それらの検討を行った上で、26年度中にチェック&レビューし、27年度から工学設計へ移行するという案で記載してございます。

特に御意見がなかったもので、これで皆さんよろしいということだと考えますが、念のため明示的に御説明したほうがよいかと思えます。よろしいでしょうか。

○尾崎主査

26年、27年というのは、文部科学省にもともとあった計画ですか。それとも新しい計画ですか。

○澤田参事官

内閣府において、現時点で最速になることを目指して記載したものです。

○尾崎主査

文部科学省ではなくて内閣府で実施するということですね。

○寺井委員

私はQSTの立場ではありませんが、結構、厳しい話ではないかと思います。これなら仕方ないかという気はしております。

実施主体の議論は、これまであまり議論してきていないと思います。QSTのQ-DEMOであっても、実施主体は必ずしもQSTではないという、そういう理解ですよね。民間との連携というのは絶対避けて通れないし、QSTがメインであっても、別組織を作つてということは、QSTオリジナルの別組織を作つてというような形はあるのかと思います。実施主体については白紙で考えるというように読めるかと思いました。

○恒藤審議官

ありがとうございました。念のため確認をさせていただきました。

3. 閉会

開会の挨拶

○尾崎主査

それでは、第6回社会実装検討タスクフォース、これで終わります。

タスクフォースは、これで終了になりますが、半年間、皆さんどうもお世話になりました。

どうもありがとうございます。

以上