

総合資源エネルギー調査会 電力・ガス事業分科会
原子力小委員会 革新炉ワーキンググループ 第8回会合

日時 令和6年10月22日（火） 10:00～11:55

場所 オンライン

議題 次世代革新炉の現状と今後について

1、開会

○多田原子力技術室長

それでは、定刻になりましたので、ただいまより総合資源エネルギー調査会原子力小委員会第8回革新炉ワーキンググループを開催いたします。

委員及び専門委員の皆様方におかれましては、御多忙のところ御出席いただき、誠にありがとうございます。本日の会議はオンラインにて行わせていただきます。また、本日の会議の様子はY o u T u b eの経済産業省チャンネルで生放送させていただきます。

オンライン開催ということで、皆様には事前にメールで資料をお送りしていますが、画面上でも適宜投影をさせていただきますので、よろしくお願いいたします。

また、今回の会議から総合資源エネルギー調査会運営規程に基づき、ワーキンググループの上位組織である原子力小委員長の黒崎委員長より、本ワーキンググループの新たな座長として斉藤委員が指名されております。

それでは、座長に御就任いただきました斉藤座長より一言御挨拶をいただければと存じます。

○斉藤座長

このたび黒崎先生の後任として、革新炉ワーキングの座長を拝命しました斉藤でございます。

現在、エネルギー基本計画の改定に向けた議論が進められておりますが、原子力については、引き続き長期的に必要な脱炭素電源として、ますますその存在感が増してきていると感じております。その中でも、次世代革新炉をどのように位置づけ、実現に向けた取組を進めていくのかということが非常に重要であると認識しております。

本ワーキンググループでは、原子力発電の新たな社会的な価値を再定義し、我が国の炉型

開発につながる道筋を示すことを目的としております。委員の皆様から様々な革新炉の課題及び今後の方向性について御示唆をお聞かせいただきたいと思いますので、どうぞよろしくお願いいたします。

○多田原子力技術室長

ありがとうございました。

それでは、ここから斉藤座長に議事進行をお願いいたします。

○斉藤座長

ありがとうございます。

まず初めに、事務局から本日の委員の出欠状況について報告をお願いします。

○多田原子力技術室長

本日の会合につきまして、遠藤委員におかれては御欠席との連絡をいただいておりますが、定足数を満たしておりますので、御報告させていただきます。

○斉藤座長

ありがとうございました。

それでは、続きまして、委員の御退任、御就任について、報告させていただきます。

まず、委員であられました山口様におかれては、任期満了により退任されました。また、専門委員である中熊様におかれても、この後、御紹介させていただきますが、後任の大塚様に交代されております。

その上で、今回より、委員と専門委員、それぞれ2名、新しく就任いただいておりますので、御紹介いたします。

まず、委員として、東海大学工学部准教授、浅沼徳子様、北海道大学大学院工学研究院特任教授、澤和弘様、続いて専門委員として、電気事業連合会原子力部長、大塚康介様、フュージョンエネルギー産業協議会会長、小西哲之様に新たに参画いただいております。この後、4名の方から一言ずつ御挨拶をいただきたいと思います。

まず、浅沼委員、お願いいたします。

○浅沼委員

浅沼です。おはようございます。私、東海大学工学部応用化学科の浅沼と申します。専門分野は使用済燃料の再処理とか廃棄物の処理を目的とした分離化学を専門としております。どうぞよろしくお願いいたします。

○斉藤座長

ありがとうございました。

続きまして、澤委員、お願いいたします。

○澤委員

北海道大学の澤でございます。

私、専門は高温ガス炉でございまして、特に安全評価、あるいは燃料・材料を中心に研究をやってまいりました。日本の高温ガス炉試験研究炉のHTTRにつきまして、設計建設から再稼働まで携わってきたというバックグラウンドでございます。よろしくお願いいたしますします。

○斉藤座長

ありがとうございます。

続きまして、大塚専門委員、お願いいたします。

○大塚専門委員

斉藤先生、紹介ありがとうございます。電気事業連合会の大塚でございます。今回から専門委員を務めさせていただきます。事業者の視点で議論に参加し、ワーキンググループに貢献したいと考えてございます。よろしくお願いいたしますします。

○斉藤座長

ありがとうございました。

それでは、続きまして、小西専門委員、お願いいたします。

○小西専門委員

小西でございます。よろしくお願いいたしますします。

私は核融合産業評議会 J-Fusion の代表という立場をいただいておりますけれども、専門はトリチウム工学、核融合工学でございまして、20年間京都大学で、その前の20年間、日本原子力研究所でトリチウムについて研究をしてまいりました。よろしくお願いいたしますします。

○斉藤座長

ありがとうございました。

2、議事

○斉藤座長

それでは、新任の委員の御紹介が完了しましたので、早速議事に移りたいと思います。

本日のワーキンググループでは、事務局より資料１に基づいて説明いただいた後に、日本原子力研究開発機構より資料２、フュージョンエネルギー産業協議会より資料３をそれぞれ続けて御説明いただきます。その後、委員の皆様から御意見をいただければと思っております。

それでは、まず資料１について、事務局から説明をお願いいたします。

○多田原子力技術室長

ありがとうございます。右肩、資料１と書いてある資料に基づいて説明をいたします。

タイトルにございますように、次世代革新炉の現状と今後について御説明いたします。

スライドの３ページ目でございます。前回のワーキンググループの開催以降の次世代革新炉をめぐる審議会での議論でございます。

エネルギー供給のリスク、電力需要増大の可能性を踏まえ、脱炭素電源投資の重要性が増しているということで、原子力についても、脱炭素電源として再稼働を着実に進めること、次世代革新炉への建て替えの具体化を進めることが必要であると。

今年の５月以降、エネルギー基本計画の改定に向けて、委員会で具体的な検討が進められているところでございますが、原子力小委員会においても、既設炉の最大限の活用と次世代革新炉の開発・建設を具体的に進めていくというような議論が行われているところでございます。

また、次世代革新炉の一つである核融合については、本年８月に第７回イノベーション政策強化推進のための有識者会議が開催されまして、「フュージョンエネルギー・イノベーション戦略」の改訂に向けた議論が開始されたところでございます。

スライドの４ページと５ページ目でございますが、世界情勢の変化に伴いエネルギー供給リスクが高まっているという資料でございまして、基本政策分科会やGX実行会議での御紹介があったところでございます。

続いて、スライドの６ページ、７ページでございますが、半導体工場の新規立地、データセンター需要に伴い、国内の電力需要が約２０年ぶりに増加していく見通しであるということで、脱炭素電源投資の重要性が高まっているというような議論が行われているところでございます。

続いて、スライドの８ページでございます。こちらは６月に行われた原子力小委員会の資料の抜粋でございますが、下の図の青い上向きの矢印にございますように、建設のリードタイムを考えると、今から次世代革新炉の開発・建設の取組を着実に進めていくべきではない

か、そのような必要があるのではないかという議論が、今、行われているところでございます。

次のスライドは、原子力のリードタイムというのは、他の電源と比べて比較的時間がかかるということを示しているところでございます。

次のスライド10は、こちらは本ワーキンググループでも議論いただきましたが、次世代革新炉の種類ということで、5炉型、絵を挙げているところでございます。

次のページ、スライドの11でございます。現在、第7次エネルギー基本計画に向けた議論が進められておりますが、第6次エネルギー基本計画で、どのような記載ぶりがあったのかという御紹介でございます。

今の議論のように5炉型に分けた議論ではなくて、原子力産業というタイトルの下で、例えば、最初のパラグラフにございますように、軽水炉の一層の安全性・信頼性・効率性の向上に資する技術の開発を進めるということ、その次にございますように、放射性廃棄物の有害度低減・減容化、資源の有効利用による資源循環性の向上、あるいは次にございますように、カーボンフリーな水素製造、熱利用といったところの社会的な要請がありますということ、さらには国際的な議論として、2つ目のパラグラフ、3つ目のパラグラフで書いてございまして、高温ガス炉をはじめ、安全性に優れた炉の追求などを進めると、さらには、その第3パラグラフにございますように、小型モジュール炉、熔融塩炉を含む革新的な原子炉開発を進める欧米や欧州の取組を踏まえながら、いろいろな開発ビジョンを掲げていくと、さらには核融合の開発についても触れられているところでございます。

最後のパラグラフに具体的な時間軸、2030年までに、民間の創意工夫や知恵を生かしながら、国際連携を活用した高速炉開発の着実な推進、小型モジュール炉の技術の国際連携による実証、高温ガス炉の水素製造に係る要素技術の確立を進めるとともに、ITER計画等の国際連携を通じ、核融合研究開発を着実に推進するということが現在のエネルギー基本計画に記載があるところでございます。

続いて、次のページ、GX実現に向けた基本方針が昨年2月に閣議決定されておりますが、この中で、3つ目のパラグラフにございますように、新たな安全メカニズムを組み込んだ次世代革新炉の開発・建設に取り組むというような書きぶりがございます。

そして、次のページ、こちらにもGX基本方針の参考資料としてロードマップがついているところでございますが、ワーキンググループで議論いただいた5炉型について、それぞれフェーズが異なりますが、例えば、商用炉、実証炉、原型炉というフェーズは異なりますが、

2030年代から2040年代の運転・建設、そういったものを目指して取組を進めていくということをご参考資料として載せているところがございます。

続いて14ページ、これも昨年4月に原子力関係閣僚会議で決定されたものでございますが、今後の原子力政策の方向性と行動指針という中で、6つある柱のうちの3つ目の柱として、次世代革新炉の開発・建設を進めていくということが明記されているところがございます。

続いて、最近の国際動向について、簡単に御紹介いたします。

16ページは原子力小委員会でも示しましたが、I A E Aによって、この2050年の世界の原子力発電設備容量が2023年末比で2.5倍超になると、また、SMRについては、そのうちの24%を占めるという推定が示されているところがございます。

続いて17ページ、各国の次世代革新炉の取組状況でございますが、アメリカではエネルギー省が新型炉実証プログラムを開始して、高速炉や高温ガス炉、SMRのプロジェクトを含む10件を支援すると、イギリスでは、3つ目の丸にございますように、ハートルプールという工業地帯において、2030年代初頭の高温ガス炉実証炉建設を目指す、フランスでは、新型炉であるE P R 2の建設に向けた取組が進められておりますし、あとカナダでは、SMRの建設に向けた具体的な動きが進展していると、韓国もSMRというところに取り組んでいるというところがございます。

中国につきましては、2つ目の丸にございますように、高温ガス炉原子力発電所（実証炉）が168時間の連続運転試験を完了した後、本格的に運転を開始したという発表がございます。高速炉については実証炉が2017年に建設を開始して、2023年に運開予定ということになっておりますし、2030年代に実用炉を運転開始予定ということでございます。

ロシアについて、一番下にございますように、高速実証炉を運転中でございますし、続いたBN-1200の建設を今準備しているというところがございます。

スライド18はG 7の首脳声明が出ておりますが、こちら、4つ目のパラグラフで次世代革新炉について研究開発を促進していく必要があるという動きがございます。

続いてスライド19、今年の9月の国連総会のサイドイベントとして、「原子力を3倍にするためのファイナンス」というタイトルで会合を開催され、各国の金融機関が原子力発電所に対する支持を表明していると、そういう動きもあるという御紹介でございます。

続いてスライド20以降は、各炉型ごとに進捗を御説明したいと思います。

まず、スライドの21でございます。革新軽水炉の概要でございます。革新軽水炉の一つで

あるSRZ-1200は、3つポイントございまして、1つは地震・津波対策の向上、2つ目は多重化等による信頼性向上、3つ目は事故時のさらなる信頼性向上ということで、高い安全性の実現を目指しているということでございますし、経産省としても、研究開発で実証試験を支援しているところでございます。

続いて、スライド22でございます。民間事業者の取組として、ATENAが革新軽水炉ワーキンググループというものを設置して、規制基準との関係性を含め、課題検討・整理を進めているところでございますし、規制委員会とも意見交換を進めておりまして、今月、実務レベルの技術的意見交換会を設置して、具体的な議論を進めていくということを確認されたところでございます。

続いて、小型軽水炉につきましては24ページ以降でございますが、アメリカのNuScale社が、初号機は中止となりましたが、オハイオ州とペンシルベニア州にて、2029年にアメリカ国内での運転開始を目指しておりますし、第三国の動きとして、ルーマニア、ガーナにおいて、具体的な建設計画というものが持ち上がっているところでございます。

さらには、左下の概要の3つ目の四角に書いてございますように、経済産業省の予算として、こうした海外の事業への参画という観点から、日揮、日立が進める実証についてサポートしているというところでございます。

次のスライド25ページは、GE Hitachi社の動きでございます。2021年よりカナダの電力会社OPG社によって、最速2029年に運転開始を目指したプロジェクトが進められているところでございますし、ポーランドなど第三国でも、こうした動きというのが見られるということでございます。こちらの概要の左下3つ目に書いてございますように、経済産業省予算において、要素技術の実証に向けて研究開発を支援しているというところでございます。

続いて、高速炉でございます。高速炉については、この後、大島理事からも御説明があると思いますが、昨年夏の段階において、炉概念と中核企業が決定をし、GX経済移行債を活用した実証炉開発事業が9月から開始されたところでございます。さらに今年の7月には研究開発統合機能を担う組織として、高速炉サイクルプロジェクト推進室をJAEAに設立しているということでございます。左下を御覧いただいて、今後の大きな節目としては、2026年頃の燃料技術の具体的な検討、2028年頃の実証炉基本設計・認可手続への移行判断というところがメルクマールとして設けられているところでございます。

続いて、29ページはガバナンスの議論でございますが、開発が段階ごとに必要となる機能

というのは異なってくるということを高速炉開発会議の戦略ワーキンググループのほうで御議論があったところでございます。今後、基本設計、詳細設計、あるいは建設、運転という段階に応じて、それぞれのガバナンス機能というものを検討していく必要があるという議論になっているところでございます。

30ページは、今回の開発体制の振り返りでございますので、割愛いたします。

続いて31ページは、前回のワーキンググループで高速炉実証炉開発における技術的な検討の論点ということを示させていただきました。この後のJAEAの大島理事からのプレゼンにおいて、それぞれの進捗について御説明いただくという予定でございますので、私からは割愛させていただきます。

続いて、スライドの33ページ以降が高温ガス炉に向けた取組でございます。こちらも後ほど詳細な説明があると思いますが、昨年夏の段階で中核企業を選定して、さらにはGX経済移行債を活用した実証炉開発事業を8月から開始をしているところでございます。今年に入りまして、3月に試験炉HTTRにて出力100%の状態から緊急停止をするという安全性実証試験を実施したところでございます。

HTTRの水素製造施設の接続に関しては、本年度中に原子炉設置変更許可を申請する予定でございます。

今後の具体的な作業計画でございます。左下でございますが、2030年度までに実証炉の基本設計、詳細設計というものを行い、その後、2030年代後半に運転開始を目指して、今、取組を進めているところでございます。

続いて、スライド35は実証試験の内容でございますので割愛し、36ページに、前回のワーキンググループで示した技術的な検討の論点例を示しておりますが、こちら後ほどJAEAからの御説明に譲りたいと思っております。

最後の(5)の核融合は38スライドからでございます。

39ページの青枠についてでございますが、核融合は夢のエネルギーとして、世界7極によるITER計画を中心に据えつつ、前世紀から研究開発が進められてきたところでございます。

2010年代から2020年代初頭にかけて、スタートアップ企業がどんどん出てきているという状況で、民間部門による開発も活発化していると。

2年前、12月5日に、ローレンスリバモア研究所がレーザー型の核融合により、史上初めてイグニッション、点火を達成して、こうしたブレイクスルーの達成により、世界的に核融

合への期待が高まったということではありますが、下の星マークに書いてございますように、安定してエネルギーを取り出すという観点では、さらなる技術革新が必要だと言われているところでございます。

国内については、昨年4月に国家戦略を策定し、さらなる戦略改定の議論が本年8月より内閣府の有識者会議で開始されたところでございます。

国際的なITER計画については、ベースライン見直しの必要性を提起されて、主要なマイルストーンが後ろ倒しになる見通しでございます。

続いて40ページでございます。

国内取組の全体像でございますが、ITER計画への参画を通じて、科学的・技術的実現性を確認した上で原型炉への移行を判断するというところでございますし、原型炉に必要な技術開発の進捗を定期的に確認しつつ、研究開発を推進するというところでございますが、こうした取組を前倒しする、そういう必要があるんじゃないかということで、現在、内閣府のほうで議論が行われているところでございます。

スライド41ページ目でございます。

諸外国の動向でございます。アメリカは2024年にフュージョンエネルギー戦略を発表しておりますし、イギリスも2040年までに原型炉に相当するSTEPを建設するという目標を掲げていると。ドイツでも2024年、今年の3月に国家戦略をまとめておりますし、中国も取組を進めているという国際的な動きがあるところでございます。

42ページ飛ばしていただいて、スライドの43ページ目でございます。

国家戦略の改定に向けた議論が開始しているところでございます。これは有識者会議で示された案でございますが、昨年4月に国家戦略が策定されたということでございます。それで、世界各国が大規模投資を実施して、自国の技術・人材の囲い込みが強化をされているということで、目標としては、発電実証時期を明確にするということで、さらには、次期エネルギー基本計画への位置づけ等、国としてのコミットメントの明確化が必要であるということが、今、議論されているところでございます。

続いて、スライド44ページでございます。多様な核融合の炉型ということで、下に掲げているように、様々な炉型があるわけでございますが、核融合反応の連続化や投入したエネルギー量を超えるエネルギーの回収など解決すべき課題もあるということを言われているということでございます。

45ページ目でございます。

核融合の実現については、核反応そのものに係るプラズマ物理だけではなくて、電磁気学、あるいは材料工学、炉設計工学など幅広い分野にまたがる技術課題の達成が必要です。経済産業省では、フュージョンエネルギー産業協議会、これから小西会長にプレゼンしていただきますが、協議会と連携しつつ、核融合と共通性のある分野の技術開発等の支援を、今、進めているところでございます。

最後のスライドでございます。

こうした前提を踏まえまして、本日御議論いただきたい内容でございます。本ワーキンググループの目的でございますが、次世代革新炉の開発に係る道筋に関して各炉型の直近の取組や課題を踏まえ、以下のような論点に関して検討が必要ではないかと事務局として考えております。

1つ目、革新軽水炉は規制基準との関係性を含め、課題検討・整理が進み、小型軽水炉は日本メーカーが参画する海外の開発案件が着実に進展しているような状況です。次世代革新炉の新規建設及び海外市場の獲得のため、GX推進戦略等に則った、さらなる技術開発支援が重要であると。各炉型の開発のポートフォリオを踏襲した上で、どのような方策で加速すべきでしょうか。

2つ目、高速炉・高温ガス炉実証事業を着実に進めていくために、研究開発や概念設計が進みつつある中で、課題の抽出、あるいは工程の精査など、今後、いかなる点に留意して事業を進めていくべきか。

3つ目、核融合については、国内スタートアップによる2030年代の発電実証への挑戦が掲げられている中、安定供給に資するエネルギーシステムとしての成立までの時間軸と現在地をどのように捉えるべきか、このような御議論を本日はいただきたいと思います次第でございます。

以上でございます。

○斉藤座長

ありがとうございました。

続きまして、日本原子力研究開発機構の大島専門委員から、資料2の説明をお願いいたします。

○大島専門委員

大島でございます。資料2でございます。

それでは、私のほうから、高速炉・高温ガス炉の実証プロジェクトの進捗状況を報告いた

します。

次のページ、お願いいたします。

まず、高速炉実証炉プロジェクトです。

次、お願いいたします。

先ほどの御報告にもありましたけれども、昨年7月に高速炉開発戦略ワーキンググループにおきまして、実証炉の概念設計の対象となります炉概念としまして、三菱FBRシステムズ株式会社が提案するナトリウム冷却タンク型高速炉が選定されております。また、製造・建設を担う中核企業としまして三菱重工業株式会社が選定されまして、GXの経済移行債を活用しました実証炉開発事業が昨年9月より開始されております。

概念設計段階におきます仕様の具体化に際しましては、国内基準地震動への対応や第4世代原子力システム国際フォーラムの安全設計要件を考慮すること、それから小型炉・大型炉にも展開可能な設計とし、大型炉は軽水炉に競合できる建設コストを見通すこと、さらには国際協力を活用して効率化を図るということを要件としてございます。

現在検討中の主な仕様は、この資料右下の表に示すとおりでございます。

出力につきましては、将来、実用炉として100万キロワット級の大型炉を想定した場合の技術実証性や、それから技術の実現性、こういったものを検討いたしまして、60万キロワットの電気出力を候補といたしました。各種機器やシステムの成立性確認に必要となるR&D項目を整理いたしまして、その妥当性と十分性を確認してございます。

次のページ、お願いいたします。

機器・系統の技術実証に必要となります大型ナトリウム試験施設の整備や、それから機器開発等に使用します既存の工学規模ナトリウム試験の整備を進めるとともに、試験計画の検討を進めてございます。

右の写真は大型ナトリウム試験施設の一例でございまして、A t h e N a という名前でございますけれども、こちらがナトリウム加熱器の本体でございます。LPガスを用いて、最大60メガワットの熱出力を持つような施設でございます。

燃料・材料の開発としましては、規制対応を見据えまして、照射試験計画を具体化してございます。現在、実験炉「常陽」は再稼働に向けまして、設工認等の対応を行っておりますけれども、2026年度中には運転再開の見通しでございます。運転再開後は、燃料の高性能化や有害なマイナーアクチノイドを燃焼するためのMA含有燃料の挙動確認を取り入れました燃料照射試験とか、それから長寿命化、被覆管の性能確認のための照射試験を行う予定に

なっております。

次のページ、お願いいたします。

次に規格・基準の整備でございますけれども、軽水炉との違いや規制対応も見据えました整備すべき規格・基準の特定と必要なデータ取得の項目と方法を確認いたしました。ここでは原子力学会におきまして、高速炉実証炉の安全規制上必要となります重要度分類、安全評価方針等の検討を進めるとともに、規格・基準の項目を整理いたしまして、必要となるR&D項目に抜け漏れがないことを確認いたしました。

それから燃料製造、再処理施設の在り方についての検討も進めてございます。

ロードマップでは、MOX燃料サイクル、それから金属燃料サイクルの比較評価を2026年度を目途に行うことになってございますけれども、この比較評価に向けた計画の具体化を図っております。ここでは経済性、安全性等を評価するための燃料製造／再処理施設の検討、それから技術実現性を見通すためのR&D抽出、さらには金属燃料サイクルの経験を有する米国からの知見やデータ獲得のための枠組みづくりを実施してございます。

次のページ、お願いいたします。

こちらは実証炉開発の合理化・効率化を図るための国際協力を一覧としたものでございます。主にフランスとアメリカとの協力を進めてございます。この2国とは、これまでも高速炉につきましてはR&Dの協力を長年にわたって継続してきてございます。フランスとは実証炉概念設計を進めるに当たりまして、フランスの運転経験の取り込み、それからR&Dの合理化を図る新たな協定を締結しつつあるところでございます。

次のページ、お願いいたします。

高速炉サイクル技術の社会実装に向けた課題をこちらでまとめてございます。いろいろ書いてございますけれども、技術的課題はさておきまして、以前の革新炉ワーキンググループのまとめ同様、民間、サプライチェーンがついてくるようなぶれない政策、特に資金の確保とか、ステークホルダーが同じベクトルになるような施策であるとか、そういった政策です。それから規制の予見性の確保、そして人材の確保、コア技術の維持が主な課題と考えております。これらを現実的かつ効果的な方法で解決する必要があると思います。

次、お願いいたします。

今後の展望でございますけれども、技術ロードマップに記載されました2040年代の実証炉の運転開始を目標としまして、2028年度頃を目途に、基本設計・許認可フェーズへの移行の判断に必要な概念設計、研究開発を進めていくところでございます。また、燃料サイクル

技術につきましては、燃料製造施設、再処理施設を含めた全体システムを検討した上で、2026年度頃を目途に、燃料技術の具体的な検討を行っていく流れでございます。

次、お願いいたします。

次に、高温ガス炉の実証炉プロジェクトについて報告いたします。

大洗研でございます試験研究炉H T T Rを用いた水素製造実証ですね。サブプロジェクトが進行中でございます。ここでは2030年の水素製造実証を目標としまして、H T T Rとそれに接続します水素製造施設の基本設計を行うとともに、高温隔離弁の機器開発を進めているところでございます。

このサブプロジェクトでは、原子炉施設と水素製造という一般施設を接続するという初の試みでありまして、その安全の考え方を整備することも大きな目標となっております。

炉規法と一般産業法規の適用につきまして、規制庁等と行政相談を重ねて認識の共有を図りまして、原子炉設置変更許可申請及び機器の要素技術開発を今年度中に完了する予定でございます。

また、高速炉同様、実証炉開発に必要となります規格・基準の整備に向けて、原子力学会及び機械学会に委員会を設立しまして議論を進めております。

次、お願いいたします。

高温ガス炉につきましては、英国の実証炉プロジェクトにも参画してございます。英国政府は革新炉としまして高温ガス炉を選択しまして、2030年代の初頭に実証炉運転開始を目指した実証炉プロジェクト及び燃料開発のプロジェクトを2022年の9月に開始してございます。この実証炉プロジェクトは、概念検討の、下のところがございますけれども、フェーズA、それから基本設計のフェーズB、そして建設・運転のフェーズCで構成されておりますが、英国の国立研究所でありますNNLとJAEAのチームはフェーズB及び燃料製造技術開発のステップ1に採択されております。こちらの右上の図が英国の中のハートルプールという工業地帯を示してございまして、そこに実証炉の建設の候補地がございます。日本の技術を英国で先行的に技術実証するとともに、経済性の見通しを得ることを可能としまして、国内実証炉の開発に生かせるメリットがあります。規制の在り方につきましても、ここを先行例としまして、様々な知見を獲得することができると考えます。燃料についても同様でございます。

次、お願いいたします。

高温ガス炉につきましても、高速炉同様、昨年7月に中核企業としまして三菱重工業株式

会社が選定されました。GX経済移行債を活用しました実証炉開発事業が昨年8月から開始されまして、2030年代の後半、実証炉の運開を目指しているところでございます。

昨年度は実証炉のプラントコンセプト1次案を設定いたしまして、基本仕様をまとめまして、炉心・系統、それから機器設計等を開始いたしました。

左下の図は水素製造を主目的としました実証炉の主要系統図の例でございます。また、右下は、その施設のイメージとなります。また、時間の都合上、説明は割愛いたしますけれども、右上の図にありますように、実証炉に必要となる開発項目を抽出いたしまして、その開発計画を策定してございます。

次、お願いいたします。

高温ガス炉の社会実装に向けた課題を示します。こちらも技術的な課題をさておくとして、高速炉同様、やはり規制の予見性確保というのが大きな課題だと考えております。高温ガス炉はさらにその安全性の特質から、UPZ、いわゆる緊急時の区域ですね。この最小化を図りまして、例えば、コンビナート地帯に隣接立地を可能とするようなことも、今後の展開におきまして、非常に鍵となる課題だと考えてございます。

また、高温ガス炉の特徴でございます多様性・機動性ゆえに、事業モデル、こういったものも構築しまして、社会実装につなげていくということも非常に大きな要素になると考えてございます。

次、お願いいたします。

今後の展望につきましては、技術ロードマップに記載されました2030年代の実証炉運転開始を目標としまして、まずは2030年までに、先ほど御説明いたしましたHTTR熱利用試験を完遂しまして、高温ガス炉と水素製造施設の安全な接続技術を確立してまいります。

また、先行する日英協力を活用しつつ、実証炉開発を進めまして、カーボンフリーの水素や高温熱の供給を可能とし、製鉄や化学等の産業部門のカーボンニュートラル化を実現することを目指してまいりたいと思います。

私の報告は以上になります。ありがとうございました。

○斉藤座長

ありがとうございました。

それでは、最後にフュージョンエネルギー産業協議会の小西専門委員から、資料3の御説明をお願いします。

○小西専門委員

資料は事務局のほうで共有していただけるんですよ。お願いいたします。

核融合産業協議会、小西でございます。資料に従いまして、簡単に核融合の、特に産業化という観点での、現在起こっていることについて、特に産業協議会の取組につきまして、御紹介をさせていただきたいと思います。

ページ、めくってってください。

まだ、産業協議会としては、今年できたばかりです。私ども、普通は核融合でなくて、フュージョンエネルギーと称しておりますところを御承知おきください。

私、会長を拝命しておりますけれども、大体、このフュージョンエネルギー産業協議会、J-Fusionと称しておりますけれども、参加企業は現時点で大体75ぐらい。もう少しいるんで、あとはアカデミア会員として研究機関であったり、あるいは大学、学会等々が入っておりますが、この会員のプロフィールについては、ちょっと特徴的なところがございます。一つには、私どもがそうですけれども、フュージョンエネルギーの開発に携わるスタートアップ企業、これは一番大きいところで、実は私どもで大体150名規模、小さいところだと、まだ数名というレベルです。ところが、もちろんのこと、原子力産業に今まで取り組んでこられたような企業さんですと、大体数万人規模という非常に大きなものが入っているわけですが、この核融合産業協議会、そのほかに原子力産業に関係がこれまであった会社さん、なかった会社さん、両方ございます。それから同じ大企業を取ってみても、メーカーさんだけではなくて、電力会社さんもあれば、建設会社、ゼネコンさん、あるいは金融、運輸、それから商社さん、素材から加工から、あるいはかなり面白いところでは、運輸・通信関係も入っているという、そういういろいろ多彩な会社さんが、今後、フュージョンエネルギーのマーケットに興味を持つということで参加していただいております。

次ページ、お願いいたします。これは飛ばしてください。

フュージョンエネルギー、皆さんは、もうよく御存じだと思いますので、詳細については特に申し上げることはないんですが、一つだけ、ちょっと御留意いただきたいのが、核分裂による原子力とは幾つかの点でサプライチェーンがかなり決定的に異なる。特に燃料サイクル部分ですね。ウランやプルトニウムといったような上流側の燃料資源をほぼ必要としない。燃料資源である重水素やトリチウム、トリチウムの原料となるリチウムは海水中から採取可能ということで燃料枯渇の懸念がない。廃棄物については、高レベルの廃棄物、これもFPではない、あるいはTRUではないというだけであって、それなりに放射能を持つものがいろいろ出てくるわけです。けれども、この最終処理、処分につきましては、少なく

とも核融合は核分裂とは結構違うところがあるというところだと思っております。

次ページ、お願いいたします。

これもエネルギーとしてのプロフィールでございますけれども、当然、核分裂の原子力と同じような大型で安定の電源というものが生成しやすいという、大型プラントで、よくも悪くもあるという特徴がある一方では、まだこれも燃焼が基本的には外部からの駆動によって行われるという性格を持っているために、必ずしもベースロードだけではなくて、需要に追従するような形での運転を目指したもの、あるいは小型炉に相当するようなコンセプトを追求しているような、そういう方式もあるということ。つまり、このフュージョンの中だけでも、今の原子力と同じように SMR のような小型炉であったりとか、あるいは多目的利用を志向される高温ガス炉なんかと同じようなバリエーションが存在するということは御承知おきいただければと思います。

次ページ、お願いいたします。

特にエネルギー政策としてのフュージョンの特徴的なところにつきましては、第 6 次エネルギー基本計画、これ最初に御紹介ございましたけれども、既に 2050 年カーボンニュートラルの中で、それなりの役割を期待されるものとして、これ、多少過分に御評価いただいているようなところがあるわけですが、一方では、そのような期待に基づいて、既に世界の開発マップが動いているということは御理解いただきたいと思います。

少なくとも燃料サイクルを含むサプライチェーン上でいうと、もう既に世界の中で陣取り合戦が始まっているということをお考えいただいていいかと思います。この後、少し詳しく御紹介しますけれども、ITER 計画を中心とするのは、公的な研究計画というのが、このフュージョンエネルギーについての、この国のこれまでの開発の基本であったのに対して、現在、世界が、私ども J-Fusion もそうですけれども、行っている核融合の研究開発は、実は民間のほうにはるかに多くの資金が集まっていて、民間主導の開発が行われていると。それについては中国やロシアを含む国際協力の公的な計画とは異なって、日本、アメリカ、イギリス、ヨーロッパを中心とする、いわゆる同志国の間での技術の追求が主に行われていて、したがって、マーケットの存在も、ほぼほぼこの同志国の世界で閉じているところがあるということでございます。

次、お願いいたします。

開発経緯。こちらについては ITER 計画が公的な計画、我が国の計画はほぼほぼこれだけだったわけですが、これが古くは 1980 年代に ITER 計画始まっておりますし、それぞれ

の国が独自に、そもそも核融合の研究を始めたのは1955年、つまりかなり昔から始まっているわけです。それからなかなか開発が進まなかったというのは、皆さん、御承知のとおりです。

ここに来て、2019年に、ここに英国のSTEPプログラム、これは国内の計画として核融合エネルギーの商業化をするという装置を2040年に作るという計画を保守党政権が打ち出しまして、現在、労働党になっておりますけれども、まだ、この政策は堅持されているという状況でございます。

アメリカはプライベートの動きを中心に使いながら、それを国として育てるという形のBold Decadalというのは、つまり10年でそれなりの形をつくるという計画を2022年に発表しているという、こういうところでございます。現在、着々と、この方向でイギリス、アメリカは政策を続けていると。要するにプライベート中心のアメリカ、それから公的な計画が中心にはあるんですけれども、独自の計画を持っている英国というのは一つの大きな流れになっております。

次、お願いいたします。

さらに、このフュージョンエネルギーについて、今、世界の技術マップ、それから人材とリソースのマップを見ていただくと、こんなような形になるかなと思いますのが、まず米国に関して言いますと、そういうことで民間の投資が、とにかく公的な資金を10倍以上上回っているということで、それを有効に活用して、適当にというんですか、競争させながら育成していくという、アメリカがこれまで宇宙開発に取ってきたような計画と同じようなものを考えているというところがございます。

中国は完全に国家政策ですから、先ほど申し上げましたように、サプライチェーンにおいて、既に西側諸国とは切り離された独自の動きをしている。

イギリスは公的計画ではありますが、民間の会社、民間の資金を入れながら計画を遂行しております。我が国については、この内閣府の、先ほど御紹介もございましたが、イノベーション戦略というものができましたのが今年の4月。つまり、それまでは基本的に文科省さんの推進する公的計画、ITERとブロードアプローチですね。国際協力を中心とする科学技術計画のみが存在していたというところが、この2年間で大きく変わったというふうにお考えいただきたいと思います。

そこで、内閣府さんでリーダーシップを取って、文科省だけではなく、経産省さんの場でも取組をしていただく、あるいは規制を扱うのであるから、当然、規制庁、環境省さんも入

ってくる、外務省さんも入ってくるという形で、オールジャパンで、少し大きなスケールでの取組を始めていただいたというところにあるかと思います。

次のページ、お願いいたします。

ここ飛ばしていただきまして、いろいろな実証に向けての装置の形式についてなんですが、これはいろいろなものが、まだ乱立して、どれが有効であるかというのについて結論が出ていないとだけお考えいただければよろしいかなと思います。

このいろいろな形式については、主にアメリカが中心なんですが、ほかにも世界のスタートアップ企業が様々な形式を追求しているということを頭の片隅に置いておいていただければよろしいかと思います。

次、お願いいたします。

この中で、日本ではということなんですが、トカマク型というのが文科省さん主導のQ S Tさんが進めていた、あるいはI T E R計画で国際協力で行ってきたものはトカマク型という形式で、これは一番データベースも、あるいは技術的な達成度でいっても進んでいるということで、我が国の原型炉も、この形式を念頭に、I T E Rの成功を前提にですけれども、原型炉の形式としても、基本的にはトカマクがデフォルトとして選定されているという状況でございます。これが公的な計画。

ヘリカル、あるいはステラレーターと呼ばれる形式は、少し形式違うんですが、やはり大きな形の磁場閉じ込めの核融合形式で、プラズマの形式でございますけれども、これは核融合科学研究所、N I F Sさんが中心となって進めておられます。それ以外の形式は、F R Cというのは、実は日大さん、ミラー型というのは筑波大学さん、ほぼほぼここだけがやっていると。慣性閉じ込め型というのはレーザー形式とも言われますけれども、これは大阪大学さんが歴史的に、世界的にも、かなり大きな計画を持っておられて、優秀な成果を出してこられたということでございます。

次、お願いいたします。

2030年代の発電実証というのが、既に内閣府の計画として示されているわけですが、これにつきましては、それぞれに、まだ取組が始まったばかり、それも全てが民間の計画でということは念頭に置いておいていただきたいと思います。先ほど申し上げましたように、I T E R計画は国の文科省さんが主導される計画で、これは2030年代に発電を実証しようというものではございません。それに対して、J - F u s i o nに全て参加されておりますけれども、民間企業がそれなりに資金を集め、あるいは技術も人材も集めて取り組も

うというのが、今、始まったばかりという状況でございます。

次、お願いいたします。

これは今、トカマクの現在地ですけれども、細かな技術課題はいろいろピックアップしておりますけれども、一番、今、技術的に核融合、フュージョンエネルギーを発生するという意味において、確かな設計ができるというのは、ITER計画に見られるように、実はトカマク型が一番進んでいるというところではございますが、それとてエネルギーを取り出そうとしたときに、様々な技術課題が、まだまだ、この実は下側半分、それから一番右のカラムに書かれているのが、閉じ込め形式に、とにかく、まだほとんど未着手の状態になっているという課題でございまして、核分裂の世界でいいますと、何しろ研究炉に相当するような段階が、核融合の場合には、かなり大きなプラズマをつくらないと核反応が起きない。今現在、まともに起きているものは、秒単位以上のものがないという状況でございますので、課題はたくさん残っているというのが現状でございます。

次、お願いいたします。

ヘリカル型は、それなりに、やはり同じように長時間の燃焼を試行すると、一定、課題はいっぱい挙がっているんですけれども、実際に、まだ実験的に、技術的に開発できているというのは、ごくごく初歩的なところに、まだとどまっている。それでも、かなり大きな装置で、世界的には日本はそれなりにトップクラスの成績は出しているところではございます。

次、お願いします。

レーザーにつきましても同様ですが、昨年、アメリカのローレンスリバモア研究所で実際に着火に成功したという報告がございましたけれども、大阪大学さんを中心に、これは日本でも、やはり優れたデータが出ておりますけれども、まだまだ実験的な段階にとどまっているというところではございます。

次、お願いいたします。

そういったような状況で、産業構築とエネルギー供給ということで幾つか問題はあるわけではございますが、実際、2030年代の発電実証というのは、これはもう既に計画が複数、民間会社を中心に存在しているという状況で、それぞれが国からの御支援は、かなり期待しつつも、基本的には自分たちのイニシアティブで資金を集め、関連企業を集めてやろうということで考えておりますが、当然のことながら公的機関との協力が必要なことは言うまでもなく、特にサイトを実際探してきて、そこに建てること、あるいは規定基準をきちんとつけて、それにアプライして認めていただくようなことも考えますと、まだこれから、そうい

う意味で公的な機関の御指導、御支援をいただくことが不可欠な状況にあるというのは間違いのないところでございまして、産業協議会、J-Fusionとしましても、お国や公的機関との積極的な協調を図っていききたいと、今、考えている状況でございます。

次、お願いします。

次、これが最後のまとめになるわけですが、J-Fusionといたしましては、冒頭申し上げましたように、原子力関係の会社さんもおられれば、原子力になじみのない会社もおられるというところで、まず、既存の原子力政策との整合性、シナジーを取るということについては、かなり重視をさせていただいております。少なくとも競合するというつもりはなく、日本のものづくり技術として大変世界に打って出られるだけの高度なものを原子力産業は築いてこられていて、あるいは原子力と関係のない一般の産業も持っていて、これが世界の今のフュージョンエネルギーの開発者からとってみると、公的機関からも民間からも非常に魅力的なものである。これを取り込むことで、世界の中でのフュージョンのサプライチェーンの中で優位に立ち回りたいというのは、アメリカもイギリスも含めて、国際的な一つの大きな潮流になっている。逆に言えば、これを日本でしっかり産業化する機会は、今、非常に優位な立場にはあるにもかかわらず、ここで行政的に対応が遅ければ、こういう言い方は何なんですけど、草刈場になってしまうと。一部のサプライチェーンの中でもニッチの部分だけが日本に残って、いいところはみんな外国に持って行ってしまわれるという、そういうおそれがあるというのは事実でございます。少なくとも原子力と、それから一般産業との間でのブリッジングできる部分、クロスカッティング技術というのはいっぱいございますし、原子力が必ずしも外国の市場に打って出るのに、今、非常にフェイバブルな状況ではないことを考えますと、フュージョンのマーケットというのは、今現在存在していて、エネルギーが出る以前から既にそのマーケットの中で競争が始まっているということを考えますと、我が国の産業にとっては非常に大きな有望なフロンティアが存在していることはお考えいただきたいと思います。

そういうことで、既存原子力とは協力しつつ、あるいは積極的に交流をしつつ、競合するのではなくて、むしろ助け合う形で、あるいはフュージョン産業としては、原子力技術を基盤として、さらに大きなマーケットを海外に求めるということが、今、現に起きているわけでございますので、これを進めていただくことを考えていただければありがたいと考えております。

ということで、特にフュージョンの装置の最後の3行ですが、国際市場への展開、

これが今、一番大きな動きでございます。それから、他産業との共通な部分、あるいはクロスカッティング技術の推進。これはものづくり技術だけではなくて、プラント技術であったり、あるいは逆に核分裂の原子力のフィードバックできるような新材料であったり、機械技術であったり、製造技術であったりというものも含んでおりますが、こういったものも振興していただきたい。さらには大型エネルギー開発プロジェクトにつきましては、民間が中心のアクティビティーが現在ございますので、これについては革新炉と同様の、といっても、SMRの場合も開発主体は残念ながら外国にございました。特にSMRの場合は、日本の中でそういった研究開発をするプライベートがほぼほぼ存在しないという状況でございましたので、フュージョンについては日本の中にそれなりに芽が出ているということを御理解いただきまして、民間企業への参入についての積極的な御支援を賜れば大変ありがたいというのが今のJ-Fusionから見ましたときのエネルギー政策の中での核融合の立ち位置ではないかということで、お国に期待するところが非常に大きいという状況でございます。

以上でございます。ありがとうございます。

○斉藤座長

ありがとうございました。

それでは、自由討論及び質疑応答に移らせていただきます。発言の際は、会議システムの手を挙げる機能にて発言表明をしていただくようお願いします。順次、こちらから指名させていただきます。指名順については事務局にて整理を行いますが、発言の順番については挙手した順番と前後することがありますので御承知おきください。

また、発言時間に関しては、できる限り多くの方に発言いただく機会を確保するために、大変恐縮ですが、お一人、3分をお願いしたいと思います。時間の目安として、2分が経過した段階と、あと3分が経過した段階で事務局よりチャットボックスにてお知らせいたします。専門委員の方も、発言の希望があれば、お時間の許す限り御発言ください。一通り皆様から意見をお伺いした後に、もし時間があれば、事務局及びプレゼンターからコメントや希望がある場合は再度の発言をいただきたいと思います。

それでは、本日欠席の遠藤委員より意見書をいただいておりますようですので、資料4について、多田室長からお願いします。

○多田原子力技術室長

代読させていただきます。

核融合、フュージョンエネルギーは、将来の有望なエネルギーの中心であることは間違いなく、ITERにおいて国際連携しつつ、各国別に研究開発競争が進むことが容易に予測できる。日本も遅れを取らず、QSTをはじめとする研究機関がイノベーションを加速し、科学的・技術的実現性を明らかにしてほしい。

ただし、核融合、フュージョンエネルギーを政策議論において検討する場合、あくまで科学技術政策であって、エネルギー政策の範疇に入れることは時期尚早であると考え。エネルギー政策においては、安定的なエネルギー、そして電源を確保するための施策を、現在から中長期にわたってリニアに実現する必要がある、不確実性を織り込むことはできない。

現在、内閣府において、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タスクフォースが開催され、議論に参加しているが、引き続き内閣府、文部科学省のリーダーシップの下、科学技術政策として推進していただきたい。

エネルギー政策として革新炉を議論する際、その技術優位性にとどまらず、発電コストにとどまらず、需要分析を行った上での経済性、立地地域を含む社会需要性、規制の在り方を含めた法的適合性を複合的に考慮して、国内導入、海外市場参入において、それぞれの優先順位をつけるべきである。総花的にあらゆる技術に政策資金を投入するだけの財政余力はなく、また、それでは国際的な市場獲得競争を勝ち抜けない。

以上でございます。

○斉藤座長

ありがとうございます。

それでは、委員、専門委員の皆様から御意見を伺いたいと思います。いかがでしょうか。

それでは、まず最初に、田村委員からお願いしたいと思います。

○田村委員

みずほ銀行、田村です。私から3点、コメントさせていただきます。

1点目ですけれども、今回、資料をまとめていただいておりますけれども、革新軽水炉のところですね。原子力規制委員会とATENAさんの意見交換、実務レベルの技術的意見交換に進んでいくということでございますので、このあたりは規制との会話が進んでいるということで、大変よかったかなと思っております。

2つ目、高速炉、高温ガス炉ですけれども、現在の実証のところ、整理いただきまして、ありがとうございます。こちらに関しても、海外連携含めて、着実に進めていただきたいというふうに思っております。

3つ目でございますが、核融合でございます。我々みずほもJ-Fusionに参画している状況でございますが、これから先の技術ということでありますけれども、今、何ができるのか、また、そういったところに対する御支援、何ができるのかということも含めてですが、我々としても理解をして、しっかりとキャッチアップをしていきたいと思っている領域でございます。

以上です。

○斉藤座長

ありがとうございました。

それでは、続きまして、永井委員、お願いいたします。

○永井委員

永井です。よろしくお願いいたします。

御報告、どうもありがとうございました。私のほうから、本日の報告を踏まえて、2点コメントさせていただきます。

まず1点目は、GX推進戦略に沿ったさらなる支援についてですけれども、GX推進戦略で掲げた次世代革新炉の開発・建設に必要な技術の部品などの多くは、現在のサプライチェーンに頼っているところがあります。ただ、その一方で、建設の空白期間や再稼働の長期化から、日本の原子力産業は既に技術、サプライチェーンを維持するのは困難な状況になっています。一番の解決は革新軽水炉の建設が進むことかと思いますが、現状ですと、やはり政府が実施した自由化により、大規模電源に対する資金の調達も困難化しておりますし、電源の費用回収も不透明な状況になっております。そういうことを踏まえますと、昨年のワーキンググループでも指摘させていただきましたけれども、実証段階の技術への技術開発を支援することに加えて、人材育成やサプライチェーンの維持・強化についても具体的な支援策を組まれることを改めて望みます。

2点目についてですけれども、何に留意して高速炉、高温ガス炉の実用、事業を進めていくかについてになります。

こちらのほうは、スライド13にある次世代革新炉のロードマップは技術開発が軸となって作成されていますが、ただ、開発段階によって求められる詳細は異なりまして、開発段階に応じて、技術以外の要素の内容についても、やはり更新・改善していくことが重要だと考えております。

例えば、高温ガス炉のほうですけれども、こちらは既に基本設計に入っておりますけれども、

司令塔的組織はまだ存在しておらず、実用化を考えるのであれば、やはり高温ガス炉の特徴である熱利用、水素製造の技術を求めている事業者、利用者の意見の要望も取り入れながら、詳細設計の段階に入ることが必要かなと考えます。

また、建設・運用の段階までつなげるためには、立地の選定や地域住民の理解・協力を得るためのコミュニケーションも必要になります。なので、運転までつなげるロードマップを作成するのであれば、供給側、技術視点からだけでなく、ユーザー面、ソフト面もしっかりと考慮したロードマップを今後作成していくようになればと思っております。

以上になります。

○斉藤座長

ありがとうございます。

それでは、続いて、高木委員、お願いいたします。

○高木（直）委員

都市大の高木です。私の意見を述べる前に、御説明に対する質問をさせていただきたいんですがよろしいでしょうか。核融合に関する点です。

最初、多田さんの御説明から、40ページで、核融合の議論を前倒しする必要性が指摘されているというお話がありました。それから J-Fusion の小西さんから、イギリスやアメリカで、この2、3年、5年ぐらいで、いろいろ核融合のアクティビティーが上がっているというお話がありました。ここは革新炉ワーキングの場ですので、技術的なところを聞きたいんですけども、このような世界的な盛り上がりを見せている技術的な意味、根拠といえますか、ここ数年で何か大きな進展があったのか、そういう点がご説明からは明確に読みきれませんでした。何か他国でにぎやかになっているから。ベンチャーの投資も増えているから、他国がにぎやかになっているから日本もやろうというように聞こえてしまっていました。もっと技術的に何か大きな進展があったということでしょうか。教えてください。

○斉藤座長

質問については、最後まとめた御回答になりますので、高木委員、大変恐縮ですが、御意見のほう、もしございましたら、最初にお願いしたいと思いますが、いかがでしょうか。

○高木（直）委員

では、続けて申し述べます。

ここ革新炉ワーキングの元座長、黒崎先生は燃料がご専門で、新座長の斉藤先生はバックエンドのご専門です。革新炉ワーキングであります。炉本体以外の視点、核エネルギーシ

システム全体を俯瞰したような議論を、今後、展開できたらいいなというふうに思っております。

今後の電力需要増が予測される中、カーボンニュートラル達成には、やはり再稼働が一番重要と認識しています。この点、革新炉ワーキングの外にあるかもしれませんが。これを踏まえた上で革新炉候補のガス炉と核融合炉について申し述べさせていただきます。ガス炉については、これからの実用を目指して開発していく上で、開発主体、運営主体が誰になるのか、それから誰が何のためにガス炉を必要としているのかというところを明確にしておく必要があるかと思います。

水素製造というのが一つ大きいと思いますが、国が掲げる水素の目標値、現在100円／Nm³ぐらいですが、2050年で20円と。例えば、ガス炉であれば、これをさらに下回る見通しがあるのか。

これについて鉄鋼業界の期待でいえば、8円／Nm³というのが5年ぐらい前に示されていますので、まだ大きな開きがあります。ガス炉を誰が何のために使うのか、何が目標で、いつ頃それを達成していこうとするのか。

それから、サイクルの議論もやっぱり欠かせないと思います。高速炉、軽水炉では、マイナアクチニドリサイクルまで考えた徹底した廃棄物寿命短縮や処分場の合理化を考えている一方で、ガス炉はオープンサイクルでいくのかと。核融合については、先ほど申し述べた質問について、お答えいただければと思います。

以上です。

○斉藤座長

高木委員、ありがとうございました。

それでは、続いて、松久保委員、お願いします。

○松久保委員

ありがとうございます。原子力資料情報室の松久保です。今日、御説明ありがとうございました。私も3点、発言させていただきます。

まず1点目ですけれども、以前、原子力小委員会でもプレゼンテーションさせていただき、この場でも何回か申し上げてきたところなんです。革新炉として議論する以前の段階、様々な炉型開発なんかを議論する前の段階なんじゃないかなというふうに前々から申し上げます。

今日、もう既に何人かの方から御発言あったと思うんですけれども、もし革新炉開発やり

たいんであれば、まずユーザーは誰で、どういった地域に建てて、社会はそれを受入れ可能なのか、そういった社会実装のイメージをまずつくらないと、そこに進めないんじゃないかなというふうに思っています。

いろんな炉型はあるとは思いますが、現実的に、それ社会実装できるのか、一つコストだけ取っても、世界で今、数百基建設されてきた軽水炉でさえ予見可能性がないので、どうしようかみたいな話を原子力小委員会でやっているという中で、革新炉、これ、誰が引き受けるのか、全く私、イメージつかないんですね。軽水炉の建設でさえ20年かかるという説明を原子力小委員会でやりながら、2030年から40年代に実証炉をつくると言っていること自体、非常に奇妙なことだというふうに思っています。

1982年の原子力長期計画で、SMRについては民間主導の下で進められるべきものであるというふうに明記されています。もうこの時点で既に研究開発段階が終わったんだから、あと市場原理で普及していくんだというふうに考えていたというふうに読めます。新型転換炉に巨額の国費を投じて研究開発を行って、建設地点まで決まっていたのに、結局、軽水炉フルMOXの大間原発に切り替わっているわけです。研究開発で電事連もこのとき参画して、費用も出していたはずですが、にもかかわらず、社会実装の段階でそうなったということとです。

「もんじゅ」も運転や建設に1兆円ぐらいかかっている、関連費用を含めると、全体で2兆円ぐらいかかっています。さらに廃炉でも数千億円、場合によっては1兆円ぐらいかかるという話も出ています。これ、ほとんど国民の税金なわけですね。これまたGXの下で巨額の国費が高速炉や高温ガス炉なんかに投じられているわけですが、でも、結局できませんでしたという話になったときに、一体誰が責任取るんだという話になると思います。

2点目です。冒頭でLNGに関する資料、整理されています。これ、むしろLNG、これも供給過剰になるということが一般的に懸念されているところだと思っています。

つい先頃発表された世界エネルギー機関のWorld Energy Outlook 2024によれば、最近よく騒がれているデータセンターの電力需要ですけれども、確かに増えているんだけれども、2030年でも電力需要に大きな影響を与えないんだというふうに明記されています。エネルギー資源問題、これを議論するのであれば、ここは原子力を議論する場なんですから、むしろウラン供給について問題提起されるべきなんじゃないかなというふうに思います。

これまでウラン、原子力はウランの地政学的リスク低いということが利点として挙げら

れていたと思います。例えば、世界のウラン供給の5%を持つニジェール、今、軍事クーデターなど、フランスが持っていたウラン鉱山の権益、撤回されたわけですね。世界のエネルギー、ウラン供給の40%を持つカザフスタンも、西側にウラン供給することが難しいということを書いてあるわけですね。ロシアは5%、中国3%ということなので、世界のウラン供給の5割以上が不安定な中に置かれているという現実があるわけです。革新炉の中だと、高速炉とか核融合炉とかがエネルギー安全保障に資するぞという話になるんですが、開発できたとして、冒頭に申し上げたとおり、社会実装という問題に直結するわけです。開発してみないと分からないという話になるのかもしれませんが、そのあたりのイメージがない中で国費を大量に投じて開発するということの意味について、国は国民に対してちゃんと説明する必要があるんじゃないかというふうに思います。

3点目です。遠藤委員の意見書にもあるんですけども、これまで核融合について文科省が担当していたというふうに理解しています。今日のJ-Fusionの小西さんの御説明にもあったとおり、商用利用からかなり遠いところに核融合炉があると思うんですけども、今後も文科省さんが主務官庁であるという理解でよろしいのでしょうか。その場合、経産省のワーキングでわざわざ議論する意味は一体何なのかというところもちょうと分からないなと思います。よろしくお願いいたします。

○斉藤座長

松久保委員、ありがとうございました。

それでは、続きまして、澤委員、お願いいたします。

○澤委員

高速炉、高温ガス炉について、主にコメント2点ほどなんですけれども。

1つは、実証炉をやるためには、まだ、もうちょっとデータ、特に燃料とか材料のデータを取る必要があると思うんですけども、非常に高額。高額なのはともかく、照射データというのは時間もかかるということで、そのところ、スケジュール的にも失敗が許されないということで、そのところをきっちりと計画を早く確定する必要があるかなと。

特に照射炉が今、日本にはほとんどない状況になっていますので、じゃあ、海外に持っていったときに、そのデータが海外に流れちゃうのかという戦略的なところも考えなきゃならないかなというふうなのが1点目です。

それから2点目、先ほどちょっと出しましたが、実際、エネルギー政策として、こういった新型炉をリプレースしていくというシナリオに則った場合に、早めに場所を決めるの

は難しいんですけども、候補となるような、今あるような立地場所に、炉の特徴とか、そういうものを早めに議論を始めると。さっきUPZの話もありましたが、そういったことも全部絡んできますので、場合によっては、そこからR&Dのほうのフィードバックもかかる可能性がありますので、そういったことを早めにはいかがかなというのがコメントです。

以上です。ありがとうございます。

○斉藤座長

ありがとうございました。

続きまして、高木利恵子委員、お願いいたします。

○高木（利）委員

ありがとうございます。

先ほど田村委員からも言及がありましたが、以前のこの革新炉ワーキングで、革新炉開発の技術ロードマップ（骨子案）としてまとめた中の取組の一つであった安全規制当局との共通理解の醸成について、ATENAからの働きかけによって、革新軽水炉について技術的な意見交換会が設置されたことは、進展しているさまが見えるよい事例だと思いました。ほかの取組も含めて、進捗を確認しながら、引き続き着実に進展していくことに期待しております。

この各炉型の開発のポートフォリオというのを踏まえると、革新軽水炉の建設、運転に早期にこぎ着けるということは、建設、運転、保守だけでなく、規制も含めた人材育成、維持に向けて、最も現実的な方策であり、それがほかの炉型開発にも展開していけると思われます。それを加速させるためには、具体的なサイトまでは、今の時点ではまだ言えないとしても、いつまでに、どれくらいの新たな原子力電源が必要であるということを、国にはエネルギー政策等で示していただきたいと思います。

これは事業者やサプライチェーンの関係者が安心して原子力事業を進めるためというだけでなく、立地地域の方々にも必要であると思っております。立地地域の方々の中には、エネルギー政策に貢献してきたことに誇りを持っている一方で、消費地域の方による誤った知識に基づく偏見などに違和感を抱えている、そんな方もいらっしゃると思います。

GXの推進で原子力の役割が見えるようになってきましたが、エネルギー政策における原子力の位置づけや役割、その中で革新炉の開発・建設について、国から国民に広く発信することは、こういった状況を改善する効果として期待されますし、次の第7次エネルギー基

本計画でどのように記述されるのか、立地地域の方も強い関心を持って注目されています。

ということで、エネルギー基本計画等の国の文書で革新炉の開発、建設に向けた国としての姿勢を、しっかりと発信していただきたい、示していただきたいと思います。

以上です。

○斉藤座長

ありがとうございました。

それでは、続きまして、小伊藤委員、お願いいたします。小伊藤委員、いかがでしょうか。小伊藤委員、ミュートになっているようですので、マイクをオンにいただけますか。

○小伊藤委員

座長ありがとうございます。失礼いたしました。小伊藤でございます。

私からは、まず核融合炉について御意見申し上げたいと思います。

昨年4月に策定されましたフュージョンエネルギー・イノベーション戦略では、米国やイギリス政府が国家戦略を策定したことにより民間投資が増加していることに倣って、我が国としても原型炉建設に明確に言及することにより、民間投資を刺激して、国内に技術基盤を育むことが掲げられています。この戦略では、米国やイギリスと我が国の競争目的が同じものとされているように思うのですが、日本として競争へ挑む目的や戦い方というのをよくよく検討する必要があると思います。その際には、核融合炉開発は国際協調のプラットフォームであり続けているというのが他の炉型にない強みであり実績であるということを、いま一度、考慮することが望ましいのではないかと思います。

続きまして、高速炉についてですけれども、高速炉の実証炉開発は、今日に至るまでに大規模自然災害に伴う事故や電力自由化、脱炭素化社会の実現に向けた関心の高まりなど、社会的な変化にさらされてきました。この間、国民の意識や社会的課題、事業者のニーズというのは変化していると考えられます。低価格で安定した質の高い電気の供給というニーズは普遍的だと思いますが、社会的な変化に伴う新たなニーズを見だし、汲み取るプロセスを経るということは、原子力に係る既得権益を守るために開発が推進されているわけではないということを国民の皆様に御理解いただくためにも重要なプロセスであります。

デマンドサイドアプローチで実証炉開発を考えてみますと、産業部門のカーボンニュートラルを進めていくために、電気事業者以外の企業も開発に参入できるようなスキームの検討が必要だと思います。また、発電以外の利活用の幅を広げるイノベティブなプロジェクトをマネジメントするスキームの検討も必要だと思います。

新たな企業の参入については、核融合炉開発において民間投資が増加しているということから学ばせていただけることがあるのではないかと思います。

また、高温ガス炉については中国の開発が進んでおり、イギリスのほか、中東でもニーズがあるようですので、経済安全保障の観点から、戦略的不可欠性を高めるような政策面での支援を検討することが有意義ではないかと思います。

革新軽水炉については、海外市場の現況や市場を獲得する際の課題などについて、事務局または事業者の方から御教示いただけると、本ワーキングで検討できるのではないかと思います。

私からは以上になります。

○斉藤座長

ありがとうございます。

それでは、続きまして、黒崎委員、お願いいたします。

○黒崎委員

斉藤先生、どうもありがとうございます。

私のほうからは、次世代革新炉の開発・建設に際して、重要課題だと思うことを2つコメントします。

1つ目は、ロードマップの精緻化です。現在、5つの炉型ごとにロードマップが示されています。この手のロードマップは、1度作成したらそれで終わりというのではなくて、その時々状況を反映して、常にバージョンアップすべきものだと思います。また、5つの炉型は非常に多様なもので、目的や用途は異なりますし、開発のフェーズも異なります。今はこれら5つを、ある種、ひと括りにして議論していますが、今後は注力するところに少し強弱をつけてもいいように感じています。こういったことをロードマップにうまく反映して、精緻化していく必要があるのではないかと考えています。これが1つ目です。

2つ目は、何人かの委員の先生方もおっしゃられていましたが、司令塔組織、あるいは実施主体の重要性です。

高速炉や高温ガス炉の実証炉事業が開始され、これから着実に進めようとしています。GX経済移行債も活用され、中核企業も選定されました。また、高速炉開発に関しましては、まずは研究開発統合機能を充実させるということで、JAEA内に高速炉サイクルプロジェクト推進室が設置されたとのことで、このこと自体に異論はないのですが、この事業は概念設計や基本設計で終わるものではなくて、その後に控える詳細設計、建設、さらには運転

までつながるものだと思っています。なので、基本設計以降に進むために、やはりそれに即したきちんとした体制が必要になると感じていますし、ぜひ今のうちから将来を見据えた体制構築について検討していただきたいと考えている次第です。

以上となります。

○斉藤座長

ありがとうございました。

それでは、続きまして、小野透委員、お願いします。

○小野委員

ありがとうございます。御説明を伺い、次世代革新炉の開発・実装に向けた取組状況がよく理解できました。関係者の皆様の御尽力に感謝申し上げます。

その上で、革新炉開発については、国際的に中国、ロシアが先んじており、実用化で大幅に先行されてしまえば、次世代の原子力技術で優位を築かれることになります。これは我が国にとって、経済安全保障、国家安全保障上の懸念につながりかねません。

経団連は、今般、エネルギー基本計画の見直しに向けた提言を公表し、革新炉開発のスケジュールの可能な限りの前倒しの観点から、開発から商用に至るまでの一元的な推進体制の整備や、これまで以上の大胆な予算措置の重要性を指摘したところです。とりわけ将来必要となるリプレース、新增設等の明確なロードマップを示し、国と関係事業者も関与しつつ、例えば、内閣府に設置する原子力委員会等の場で定期的に開発の進捗確認を行う仕組みを構築していくことの重要性を強調しております。

次に、個別の炉型について簡単に申し上げます。

将来、原子力発電の設備容量が急激に減少していくことや建設のリードタイム等を踏まえれば、技術的成熟度の高い大型の革新軽水炉について、早急に建設案件の具体化を進める必要があります。政府には、関係審議会において、事業環境整備に向けた具体策の検討を加速いただきたいと思います。

次に、高温ガス炉について、将来、水素を利用することが見込まれる産業の需要家にとっての期待は海外からの調達に比肩し得る競争力ある価格の水素が大量かつ安定的に供給されることです。国内での水素製造を考えた場合、高温ガス炉は他の手法に比較して最も有望と考えられます。

先ほど鉄鋼利用での水素の目標価格の指摘がありましたが、これはあくまで代替する燃料や還元剤とのコストイーブンからの計算値であり、代替物の価格やカーボンプライシン

グなどの外部条件が変われば、当然、変わり得るものです。政府、事業者には、こうした点を踏まえて、開発・実装に向けた環境整備を推進いただきたいと思います。

高速炉については、高レベル放射性廃棄物の処分やプルトニウムバランス確保の観点から実用化の意義は大きいと考えます。資料に記載のとおり、「もんじゅ」の反省を踏まえつつ、適切な体制の下で開発を実施いただきたいと思います。

また、本日説明はありませんでしたが、医療用R Iの製造など、高速炉の新たな利用にも期待しております。

最後に、核融合については新たな産業として捉えて、着実な技術開発に取り組むことが重要と考えます。周辺技術も含む産業化の観点からもフュージョンエネルギー産業協議会による取組の意義は大きいと感じたところです。将来の我が国のエネルギー源を確保していく観点から、次期エネルギー基本計画での位置づけを高めることとともに、具体的な政策の推進を求めたいと思います。

以上です。

○斉藤座長

ありがとうございます。

それでは、続いて、浅沼委員、お願いいたします。

○浅沼委員

ありがとうございます。私からは資料1の次世代革新炉の現状と今後についてのところでコメントさせていただきます。

13ページ目に、今後の道行きということで線表が出ているんですけれども、目標・戦略のところで、5炉型が横並びで示されています。今日、御説明にもあったんですけれども、商用炉だとか実証炉、それから原型炉というふうに、各5炉型で大分開発段階が違う、異なるものが並んでいるので、こういった線表で、今、基本設計だの詳細設計というのが線表に並んでしまうと、大分取り組むべきステップが違うように感じました。なので、5つの炉型のうち、もう少し国内で実際に建設をして取り組んでいくべき点と、炉型と、そうではなくて、海外との協力関係の中で日本の技術を生かしていける部分について、少し分けて、切り分けて取り組んでいったほうがいいのかというのは、今日、御説明を聞いていて感じました。

特に革新軽水炉に関しては、恐らく新設だとか建て替えと、リプレースの部分で活用していくべき技術だと思いますので、かなり具体的にに取り組んでいく必要があるかと思います。

高速炉に関しても、国内建設を今目指して取り組んでいると思いますので、この2炉型に

については、取組のステップというんですか、線表に含めても考えていく必要が、非常に力を入れる必要があると思っています。

一方で、小型軽水炉、それから高温ガス炉については、国内建設よりも、むしろ海外の進捗がかなり進んでいると、具体的な案件が進んでいるというふうに感じました。

ガス炉に関しては、燃料の製造技術についても、日本国内、すごく高い技術を持っているメーカーもあるというふうに聞いております。そういった日本国内の技術が、海外にきちんと導入できる、参入できるということをサポートできるといいのかなと思いました。

あと、最後に1点、今日、御説明の中で、バックエンドの観点が大分少ないかなと思いました。なので、国民の理解を得るためにも、バックエンド、廃棄物について、どう取り扱っていくかという観点を少し今後入れていったらいいのかなと思っています。

私からは以上です。

○斉藤座長

浅沼委員、ありがとうございました。

それでは専門委員のほうに移させていただきまして、電事連の大塚専門委員、お願いいたします。

○大塚専門委員

電気事業連合会の大塚でございます。意見を述べさせていただきます。

事業者としては、原子力発電の持続的な活用の実現に多くの選択肢を確保しておくことが重要だと考えておりますが、一方で、今日紹介いただいた炉型毎で技術的な進捗度合い等が大きく異なっておりますことから、炉型毎に意見を述べさせていただきます。

まず、革新軽水炉ですが、革新軽水炉は現行の中・大型軽水炉の設計をベースに最適化された安全設備などによって安全性を高めたものでありまして、既存技術の延長線上にあり、成熟度が高く、事業者が早期の導入に向けて選択する可能性が最も高い炉型と考えております。

紹介ありましたが、A T E N Aと原子力規制委員会との議論を行いまして、実務レベルの技術的意見交換会を進める方針が示されたことから、今後、規制の予見性が高まり、基本設計完了に向けての検討が加速していくものと考えております。

次に高速炉ですが、高速炉開発は核燃料サイクルと併せて、国家として長期的視点に立ち、一貫性を持って取り組むべき重要な政策課題であります。2022年12月に見直された戦略ロードマップでは、技術的な開発工程をはじめ、開発体制や事業環境といった開発に必要な条

件の整備に向けてマイルストーンが設定されたと認識しております。7月には、事業者からの派遣メンバーも含む実証炉での研究開発統合組織がJAEA内に設置されておりまして、事業者の軽水炉での経験やノウハウを活かした協力を進めているところでございます。

SMR、高温ガス炉でございますが、これは国内外で研究開発が進められていると承知しており、革新軽水炉に加え、リプレース・新增設を行うに際して選択肢の一つになり得ると考えておりますが、高温ガス炉につきましては、熱・水素利用といったユーザーの巻き込みが重要であると考えております。今後の技術の潮流をしっかりと見極めながら、原子力全体のサプライチェーンの維持・強化など、事業者の視点で議論に加わってまいりたいと考えています。

核融合については、2030年代の発電実証への挑戦が掲げられておりますが、電力の安定供給に資するエネルギーシステムとしては乗り越えなければならない様々な課題があると考えておりまして、ITER計画などを通じ、研究開発を推進することが必要な段階と考えております。事業者としては、引き続き今後の動向を注視するとともに、国内での議論の場に参画するなど、事業者の立場から協力してまいりたいと考えております。

最後に、本日の御説明を受けて、海外での次世代革新炉の導入状況が非常に活発であるとの印象を強く受けました。海外での取組をそのまま国内に展開することは、事情の違いもあり難しいですが、事業環境整備などの国の関与について、国内でも参考にするべきであると感じております。

また、次世代革新炉の今後の開発に係る道筋が示されることは、人材やサプライチェーン維持の観点からも、業界全体の活性化や底上げにつながることを期待されているものであります。

以上でございます。

○斉藤座長

ありがとうございました。

それでは、最後になりますが、専門委員の大野専門委員、お願いいたします。

○大野専門委員

ありがとうございます。私からは革新軽水炉について、3点コメントしたいと思います。

1点目は13ページ、今後の道行きの図についてでございます。こちらは2022年10月に、5つの炉型につきまして、それぞれの技術ロードマップを作成し、集約したものが13ページの図と理解してございます。それ以降、革新軽水炉につきましては、サプライチェーン、人材

の維持・強化、資金調達、回収、安全審査など、事業環境整備の重要性が原子力小委員会で議論されているところかと思います。産業界は、これらの議論やタイムラインを反映した革新軽水炉技術ロードマップが示されるということを期待してございます。このような国の指針は、事業者、サプライチェーン企業が設備投資や人材の採用など、重要な決定の判断材料となるものでございます。

また、13ページ下段に記載がございす長期脱炭素電源オークションについても、原子力小委で様々な課題が指摘されてございます。また、ほかの委員からも御指摘ございましたけれども、革新炉に関する規制基準についてもA T E N Aと規制庁が対話を開始されているということでございます。これらの検討スケジュールも記載することが適切であるというふうに考えております。

2点目です。資料の21ページですけれども、革新軽水炉の概要で、S R Zだけが例に挙げられておりますけれども、原子力産業界では、ほかにもH I - A B W R、i B R等も開発が進んでございますので、こちらについても記載が必要であると考えてございます。

最後に3点目です。最も社会実装のタイミングが早いと思われる革新軽水炉開発における政府の役割についてでございます。

2050年カーボンニュートラル実現に向けた時間も限られてきてございます。より高い経済性と供給安定性に優れた革新軽水炉開発の加速が必要でございます。そのため、政府には革新軽水炉の技術開発と導入促進に向けた積極的な経済的支援の検討を要望いたします。政府がより積極的・具体的に意思表示をしていただくことによりまして、民間企業の先行きに対する不安や懸念が緩和され、技術力、サプライチェーン、人材の維持・強化につながるものと考えております。

私からは以上になります。ありがとうございました。

○斉藤座長

ありがとうございました。

それでは、皆様から御意見いただきましたので、ここで事務局から回答、コメントなどをお願いしたいと思います。また、その後、原子力研究開発機構、フュージョンエネルギー産業協議会の説明資料についても、それぞれコメントや回答をいただけると幸いです。

まず、多田室長、お願いいたします。

○多田原子力技術室長

本日の3分という短い時間の中で、大変有意義な、かつ濃い中身の御意見をいただきまし

て、誠にありがとうございました。

本日、様々な課題提示、あるいは今後の議論の進め方などを御提示いただいたところでございますが、例えば、人材育成、サプライチェーンの在り方を議論するべきではないかとか、あとは司令塔組織、ガバナンスの話だと思いますが、ガバナンスをしっかりとっていくべきだ、あるいはユーザー側のニーズも踏まえながら進めていくべきだなどなど御意見いただいたところでございます。こうした課題を一つずつ、我々としても踏まえながら、今後の対応ということを進めていきたいと考えている次第でございます。

それで、御質問いただいていた幾つかの点について、私のほうからも、あるいは大島理事、小西委員からも御回答いただければと思いますが、まずは高木先生から、核融合について他国がにぎやかだから、あるいはベンチャー投資が増えているから日本もやろう、そういうプレゼンに聞こえたんだけどという質問について、事務局としての理解は、これまでもITERとか国際的な連携が進んできたという、そういう状況において、様々な民間企業の取組というところが挙がってきたものと考えておりますので、何かここ数年で急激に大きく変わってきたというよりは、これまでの議論の蓄積、あるいはその技術の蓄積、そういったものが民間企業の取組の加速とか、そういったものにつながっているんじゃないかという理解をしております。

また、松久保委員から、核融合について、文科省が担当しているのではないかと、なぜこの審議会で取り上げる必要が、意味があるのかということでございますが、おっしゃるとおり、今日、御説明させていただいたとおり、内閣府、あるいは文科省において、この核融合のビジョン、研究開発、そういった中身については中心的に御議論があるところでございますが、一方で、エネルギー政策としての位置づけとして、可能性も含めて、現在の立ち位置、あるいは今後の見通しについて、本ワーキンググループでも5炉型の一つとして掲げていることもございまして、御議論いただきたいという思いもございまして、本日、ワーキンググループで取り上げさせていただいた次第でございます。

核融合についても、様々なエネルギー政策上の課題、あるいは今後に対する期待、そういったものをいただきましたので、我々としても、政策の中で、しっかり本日の議論も反映させていただきたいなと思っている次第でございます。

私からは以上でございます。

○斉藤座長

ありがとうございました。

続いて、大島専門委員、お願いいたします。

○大島専門委員

大島でございます。よろしいですか。すいません。

私は先ほど報告させていただいて、時間が余ったということで、私のほうからも少し補足させていただきたいと思います。

高速炉、高温ガス炉、進めているところでございますけれども、このプレゼンするに当たりまして、直近に感じていることは、人材の確保、育成、それからサプライチェーンの回復・維持というものに、今後、事業を進めるに当たりまして、少しでも早く手を打たなければならぬということでございます。

JAEAは、今まさに「常陽」の再稼働に向けての許認可対応であるとか、それから新規制基準適合のための改良工事を実施しているところでありますけれども、また実証炉の概念設計と関連するR&Dの展開もしようとしているところなんですが、動き出して、改めて実感したことは、技術を支える人材が明らかに減少していると、その確保がやはり難しいなということでございます。また、サプライチェーンについては、軽水炉もそうでございますけれども、高速炉、高温ガス炉については、なおさらそれは脆弱になっているということは実感しているところでございます。

エネ庁さんのほうでも、サプライチェーンについては意識していただいております、いろいろ方策を考えていただいておりますけれども、やはり実際にものづくりが動かないと歯止めがかからないのかなというのを感じておりまして、この先10年、20年、いざ何かをつくろうと思ったときに、それが困難な状況になるということを危惧してございます。

一つの重要な対策としましては、先ほど黒崎先生からもございましたけれども、革新炉ワーキンググループの中で構築してきましたロードマップ、こういったものを、昨今の様々な国内外情勢の変化、リソースの変化、それから軽水炉の再稼働、革新軽水炉の導入の動向、それから核燃料サイクル、こういったものと整合性、これをよくよく勘案した上で、民間が参入しやすい政策、国の役割も絡めて、より実効性の高いものに仕上げていくということが非常に重要ではないかと考えます。

開発に際しましては、もちろん地域住民の方々からの信頼性とか安心感の醸成というのは、とても大事でございますけれども、一方で開発側におきまして、開発を推進していく、それに協力するサプライチェーンの安心感、こういったものの醸成もやはり大事でございますので、そこはこう行くんだというところのロードマップをしっかりと示していくことが、

とても大事なのではないかと思うところでございます。

私から以上です。

○斉藤座長

ありがとうございました。

それでは、続きまして、小西専門委員、お願いいたします。

○小西専門委員

ありがとうございます。いっぱい御質問、御意見いただきましたので、いただいたお時間の中で全部答えるのは結構大変だなと思うんですが、まず共通して、皆様方と多少視点が違うのかなというところがあるので、そこについて、まとめてお答えさせていただきます。

J-Fusionは産業協議会でございます。特に原子力もそうなんですけど、たった今もお話ありましたけれども、エネルギー技術として、フュージョンが仮にというか、成功した場合であっても、あるいは成功しなかった場合って、またまたちょっと疑問、違うところあるんですけども、絶対に必要になるもの、サプライチェーン、人材育成、特に日本の場合には知識とか技術ございますから、この継承も含みます。新たな人材も必要です。ワークフォースの開発、育成も必要です。マーケット予測と、それへの対応、それからもちろんイノベーション。このままで核融合はエネルギーになっていけませんので、イノベーション、絶対必要です。それから、そのイノベーションができたとして、それを今度は産業として育てていくこと、これらがエネルギー開発には絶対必要であって、開発に成功した時点で、直ちにこれに結びつかないと、全くの学術研究だけで終わります。これらが重要であるという認識の下にJ-Fusionは活動させていただいております。そういう意味で、フュージョンはれっきとしたエネルギーでございますので、サプライチェーン、人材育成、マーケット予測、イノベーション、産業化、これが必要であるという認識の下に、これに積極的に取り組んでいるところがJ-Fusionのやっていることでございますし、また、だからこそ、経産省さんが、このタイミングで、ここで取り組んでいただいていること、ここで挙げさせていただいていること、これは誠に時宜を得ており、大変ありがたいことであると考えております。

ここにおいて、今まで原子力の開発が必ずしもうまくいつてきたとは言い難い面もあるところについての反省も含めて、フュージョンという新しいエネルギー技術の芽があるものとして、これについて適切に対応していただくために、ちょっと古いマインドセットは少し捨てていただきたい。

具体的に言うと、国家が、あるいは公的なものが学術研究をして、その成果がうまくいったときに初めて産業界にこれを譲り渡してやっていく、そういう仮定の下に、例えば、高速炉開発であるとか、そういったようなものが今まで行われてきたのは、残念ながら、その技術開発の成功の先にある産業化に向けて、必ずしも積極的にというか、スムーズに受渡しができる状態でなかったということは事実だと思っております。このところは少し考えていただきたい。今の21世紀のイノベーションのスタイルは違っています。民間が最初からイノベーションに積極的に取り組んで、特に我々、スタートアップであれば、果敢に技術リスクを取って、これは国は先ほどもございましたけれども、大きなお金を使って、研究開発をして、それは国民の税金ですから、失敗することが許されないわけです。当然、安全を取る、保守的な選択をすることになります。民間におけるスタートアップは違います。リスクを積極的に取って、失敗すれば潰れるし、うまくいったものがイノベーションを達成する、このメカニズムの下に、21世紀の先進国のイノベーションは起きています。だからこそSMRの開発は、米国で民間によって行われてきた。それが成功したものが、今、社会実装の段階に入っている。まさしく、こういうメカニズムが今起きているということですね。

そこで、具体的に幾つかの御質問、御指摘に対応させていただきます。

まず、永井委員からございました、サプライチェーンとかユーザーも考慮したロードマップを組みなさい。まさしくそのとおりでございまして、マーケットが違えば取組も違う。マーケットが違うといっても、核融合と核分裂の原子力では、同じマーケットなのではないか、そうお考えかもしれません。多分違うと思っているからこそ、フュージョンについてはサプライチェーンが違う、必要な物資も違うし使われる場所も違うということで、それなりのマーケットを見ている。そのマーケットがあるという認識の下に投資がなされていることは御理解いただきたいと思っております。

ほかの炉型、様々な革新炉が途上国や外国でどのぐらいのマーケットがあるか、私は詳らかに存じ上げておりません。しかし、フュージョンについては、先進国だけではなくて、今まだともに原子力、核分裂の原子力が根づいていない、あるいは考えてもいないような途上国や他の外国でも、そのような需要があるということは考えて投資がなされています。

そこで、核融合について技術的に革新があったのかという高木委員の御指摘について、革新はございました。ですけど、基本的には既に技術ベースは高かったのです。だからこそITER計画は2006年に、世界のどこの国もがというか、先進国を中心に賛成をして、これはかなり技術的に高いものとして建設をスタートして、2006年の、要するに条約時点では、

2000、その10年後には実は建設が終わって運転できると思っていたわけです。ということは、その技術ベースに立てば、我々民間企業でも、それができる状況にあったということは、実はその時点であったんですね。それが遅かったからこそ、今、民間は実際、これにチャレンジできるようになりました。

さらにそこから2003年の時点でITERは設計をフリーズしています。そこから先の技術革新は、残念ながら反映されていません。もう製造に入っちゃったわけです。ですから、そこから先の、例えば、高温超伝導であるとか、あるいはAIベースの、あるいは様々なコンピュータベースの製造技術、新材料、こういったようなものは、どんどん取り込まれていって、さらにこれがフュージョンの、今、実現可能性が高いと民間が信じるに至った理由でございます。同じ技術でも、2010年代にできていたものプラス、そこから先の進展は当然考えられているけれども、基本的には技術的に確度が高いという、ある程度の確信の下に始まっています。

加えて資金、市場性、それから投資の移動ですね。これはいわゆるダイベストメント。化石資源から、いわゆるグリーン資金が、グリーンに投資しなければいけないという資金が大量に核融合にやってきた。これは技術的な革新によるものではなくて、社会的な需要によってフュージョンが選ばれて投資されたということでございますので、これについては他国を見てやっている。それはそのとおりかもしれません。けれども、世界的なマーケットの動向を見て、市場動向が変わったからこそ開発の重心がフュージョンに移ってきた、こういうことがあり得るのではないかと考えております。つまり事業性が新たに発生したんですね。グリーン技術として、フュージョンには可能性が高いと思った頃、それまであまり見向きもしておられなかったような、現に我々そうなんですけれども、他のエネルギーセクター、化石燃料含むところからもいっぱい投資をいただいているというのは、そういう事情によっていると思います。海外市場の可能性は非常に大きいです。

それから、松久保委員のほうから、商業利用はまだ核融合は遠いので、経産省のワーキングでやる意味はということについても、先ほど事務局からも御意見いただきましたように、基本的に同じです。既に核融合市場は装置としては存在しているわけです。年間何千億円もです。これが電力エネルギーの供給に至るまでには、まだまだ間があります。今後20年ぐらい多分かかると、我々は、実はまともに考えている技術者は考えております。ですが、装置マーケットのシェア分配は、この20年で終わります。その段階で参入しようとしても、もうマーケットは残っていません。民間は当然のことながら、世界市場で戦って、勝ち残って、シ

エアを獲得していかなきゃいけないんで、今あるマーケットに挑戦するのは当然です。それが産業政策である限りは、これは経産省さんでやっていただくというのは大変意味があることだとは考えております。

エネルギーとして使えるかどうか、あるいは科学技術としての研究の段階ではないか、それは全くそういうところはございます。ですけれども、研究開発を民間がやっていけないというわけではないし、それをお国がサポートしていけないというわけでもないし、既に産業技術としてマーケットが存在しているものに経産省さんが積極的に目を向けていただいているのは大変ありがたいことでございます。

それは遠藤委員からの文書によるコメントについても実は同じような答えがあるかと思えますけれども、科学技術としての公共政策として、文科省の計画はそのとおりなんです。依然として、科学技術として文科省さんが研究をする、そのターゲットとして核融合がある、しかも、その研究開発成果は全てのというか、7極なんですけれども、中国、ロシアを含めて、科学技術的な知財というんですか、知識は共有されています。科学技術だから当然なんです。パブリッシュされています。ところが産業技術、あるいは国の間でのマーケットのシェアの取り合いというのになると、ちょっと違ってまいります。それをいかにして我が国の産業として、今まで私どもの国は、残念ながら半導体にしても、自動車。自動車も電気自動車は結構危ないです。AIについても、バイオについても、科学技術として優れているのに、なぜマーケットを取れていないんだ。これはJ-Fusionとしては、かなり明確に答えがあります。要するに、ちゃんとお国の支援を得て、アメリカなんか、実際それを有効に使っているわけなんですけれども、産業として育てていただかないと、科学技術の研究成果は残念ながら国民生活に直結するものになってまいります。経済に行かないからです。そこはちょっと考えていただきたいと思います。

ということで、小伊藤委員からもございました。原型炉計画は国の計画。これはそのとおりなんです。民間は最初からチャレンジして、これに貢献したいとは考えておりますけれども、民間が独自にやる計画というのは実は原型炉ではございません。そのところは、今の文科省さんのフュージョンイノベーション戦略については、ちょっと、まだここでも若干認識についてぶれがあるかなと思っております。民間は様々な形でのフュージョンのエネルギーの実用化を目指した研究開発を今やっていて、イノベーションを指向しております。原型炉というのは国の計画であって、そのうちの一つであって、フラッグシップになるものがありますが、残念ながら動きとしてはすごく遅い。それよりも早くて、それよりも小回りが

利くもので、民間が今チャレンジする。それが我が国の新しい産業をつくるという活動になっていくということは御理解いただきたいと思います。

公的機関の成果は民間で享受すべき、まさにそのとおりなんです。私どもは民間でございまして、当然のことながら、ましてニュークリアテクノロジーを使うフュージョンは、やはりインフラ足りないし、経験足りないし、当然、安全についてはしかるべく御指導、御指南をいただかなければ使えないし、そもそもQSTさん、JAEAさん、国がこれまで蓄えてきたニュークリアインフラストラクチャーを有効に使わせていただかないと、そもそも戦場に立つことはできません。その辺については公的機関の役割と民間の役割、その助け合いというのは、少し前世紀とはスタイルが変わっております。これについては、ちょっとこの委員会でもお考えいただければと考えております。

大体こんなようなことで、今までいただきましたコメントについてのお答えにはなるかと思うんですけれども、我々J-Fusion、核融合の産業化を考えておる企業の団体といたしましては、いかなる形であれ、リスクを取るチャレンジは基本的に民間ベースでやりながらも、それをいかに国が有効に扱えるかでもって、国同士での産業の今後の成長性の取り合いというんですか、競争において、我が国が勝ち残っていかない、我が国の産業として、資源のないこの国が、ものづくり、知識、技術を中心に産業をつくっていききたいとしたときに、貴重な芽を摘むことになりかねないということは御留意いただいて、今後の御支援をお願いする次第でございます。

小西から以上です。

○斉藤座長

ありがとうございました。

それでは、おおむね時間ですので、最後、簡単に私のほうでまとめさせていただきたいと思っております。

本日、時間が限られた中で、委員、専門委員の皆様から多様な御意見をいただきました。事務局から、当初、加速すべき点と留意点、あとは核融合、フュージョンについてということで問題提起がございましたが、それになぞらえていくと、一つ、皆様から共通していたところとして、5炉型がある中で、それぞれフェーズの違ったものになっているだろうと、当然、技術成熟度がそれぞれ違っているという中で、今後、ロードマップの精緻化、あるいは具体化、そういったところをやっていくべきという指摘がありました。

特にその中で、これ複数の委員からもありましたが、開発実施主体の話ですとか社会実装

のイメージ、あるいはニーズとのマッチング、そういったものを図りながらやっていく必要があるというところがあったかと思います。

あとは少し各論になりますが、これはどの炉型もそのような部分があるのですが、予見性を得るという意味において規制との対話というのが非常に重要になるという指摘もありました。また、バックエンドも含めたトータルのシステムとしての評価についてのお話もあったかと思います。

一方、加速すべき点としては、優先順位をつけた上で、特に成熟度の高い革新軽水炉の話もございましたし、あるいはサプライチェーン、これは核融合も含めてになりますが、そういったことございました。また、人材育成についても非常に重要になるということで、海外展開も含めたような形で加速していくべきじゃないかということがあったかと思います。

あとは、少し印象的だったのが、高速炉開発を進めていく上で、これから燃料、材料のデータ、特に照射場をどうしていくかという問題は非常にクリティカルな問題になり得ますので、ここについてはというところが御意見としてあったかと思います。

核融合、フュージョンに関しては、今回、この革新炉ワーキングで初めて具体的に取扱ったということで、非常に勉強になったかと思います。燃料製造、連続運転も含めたエネルギー取り出しという点で課題はまだまだあるという一方で、これから当然イノベーションが期待されるわけですが、それをさらにシームレスに産業につなげていくという点で、民間と国の役割分担をした上で、産業としての育成というのがあるべきだと、こういった御意見だったかと思います。

一方、エネルギーシステムとしての成熟度という点については、まだまだ将来性についてどう考えるかというところも御意見としてあったかと思います。

いずれにしても、繰り返しになりますが、これから少しロードマップの精緻化も含めて、このワーキンググループでも、これから議論していくことになります。本日、議論の種になる意見を皆様からいただいたのかなというふうに感じております。

以上、簡単ではありますが、私からのまとめに代えさせていただきたいと思います。

最後、また繰り返しにはなるのですが、本日、多数の貴重な意見を皆様からいただきました。意見については、先ほど事務局やプレゼンターの方から回答いただいた部分もありますが、基本的には、これから事務局のほうで整理を行って、親委員会の小委での議論も含めて、今後の議論にしっかり反映してもらいたいと思っております。

それでは、最後に事務局から事務連絡をお願いいたします。

3、閉会

○多田原子力技術室長

次回以降の本ワーキンググループにつきましては開催時期は未定でございますが、次回、開催の方針が決まりましたら、日程を調整の上、御連絡申し上げますので、何とぞよろしくお願い申し上げます。

○斉藤座長

ありがとうございました。

それでは、これもちまして、第8回革新炉ワーキンググループを閉会いたします。本日はありがとうございました。