

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12回会合

日時 令和8年2月26日(木) 10:01～11:53

場所 経済産業省本館17階国際会議室およびオンライン

議題 フュージョンエネルギーの動向について
次世代革新炉開発ロードマップ(案)について

1、開会

○宮下原子力技術室長

時間になりましたので、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12回革新炉ワーキンググループを開催したいと思います。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まして、誠にありがとうございます。

本日の会議は、対面とオンラインのハイブリッド開催にて行わせていただきます。また、本日の会議の様子は、毎回のことですが、YouTubeの経産省チャンネルでライブ配信させていただきます。よろしくお願いいたします。

それでは、ここから斉藤座長の議事進行をお願いしたいと思います。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す。本日は、委員の皆様、御参集いただきましてありがとうございます。活発な御議論をよろしくお願いいたします。

それでは初めに、事務局から本日の委員の出席状況について報告をお願いします。

○宮下原子力技術室長

本日の会合、ワーキンググループにつきましては、遠藤委員及び小野委員が欠席となりますが、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。

2、議事

○斉藤座長

それでは、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、まずフュージョンエネルギーについて、内閣府より資料1に基づいて説明をいただきます。その後、これまでの議論を踏まえて策定したロードマップ（案）について、事務局より説明をしていただき、その後、委員の皆様によるディスカッションという形で進めてまいりたいと思います。それでは、まず最初に内閣府より資料1の説明をお願いします。

○澤田参事官（統合戦略担当）

おはようございます。澤委員と名前が似ております、内閣府の澤田和宏と申します。よろしく申し上げます。

本日はお時間いただきまして、フュージョン関係の、内閣府における現在の検討状況をお話しさせていただきたいと思っております。

まず、資料を1枚おめくりいただきまして、こちら、昨年の6月に改定したフュージョンエネルギー・イノベーション戦略でございます。一番上にありますけれども、こちら、これまで文科省が実施してきたITER計画／BA活動に加え、今、スタートアップの方々が、たくさん出てきております。これら新興技術も最大限活用して、世界に先駆けた2030年代の発電実証を目指すということ、掲げました。そのため、バックキャストによるロードマップを今後策定するということと、量子科学技術研究開発機構（QST）、核融合科学研究所（NIFS）、大阪大学レーザー科学研究所（ILE）のイノベーション拠点化を推進し、フュージョン産業のエコシステムを構築しようというものであります。

中央に3つ、四角囲みがございまして、(1)、(2)、(3)とありまして、(1)ではインダストリーの育成を掲げておりますし、私、もともと文科省に入省しておりますけれども、文科省では(2)のテクノロジーを推進してきたということでもあります。テクノロジーから、インダストリーにつなげていくことがなかなか難しいということがありました。インダストリーを表しているのが左のD（Development）の四角であります。このDは、要するに重水素であります。右のほうに書いてあるのがテクノロジーで、これは三重水素、トリチウムのTを表しております。この2つをくっつけるということを目指して、我々内閣府が下のほうに、推進体制（Promotion）のPとして、あるいはプラズマのPのように加熱する役割として、政府の司令塔となるということを目指してやっております。

ここで掲げられた戦略でありますけれども、左上にあるインダストリーの育成戦略のところにあります。今日はJ-Fusionから小西委員もいらっしゃいますが、J-Fusionという産業協議会に活動していただいておりますし、規制庁で、今年度末を目途に、新たなフュージョン関係の安全規制の議論をされております。安全規制については内閣府で昨年3月に基本的な考え方をまとめております。また、これから御説明します社会実装に向けた議論をするタスクフォースを内閣府に設置して、これも今年度末までに取りまとめをしたいと考えてございます。

右のほうの黄色の中にごございますのは、文科省、QSTがこれまで中心となってやってきました原型炉の実現に向けた基盤整備の加速。今般経産省に支援をいただくことで、補正予算が決まりましたが、スタートアップ等を含めた官民の研究開発力の強化、そしてITER計画/BA活動を通じたコア技術の獲得ということを目指しております。

1枚めくっていただきまして、こちらが岡田委員にも入っていただいて内閣府で現在検討を進めているフュージョンの社会実装に向けたタスクフォースでございます。昨年9月から今年1月まで、5回開催をしてございます。主査は早稲田大学の尾崎先生、主査代理に価値総合研究所の栗原先生に就いていただいております。その他委員の先生方に、活発な御議論をいただいております。

3ページ目は、3月の取りまとめに向けた議論のポイントなのですが、フュージョンの分野でこれを社会実装する、つまり、実用化するということが、まず最初、実用化段階のあるべき姿ということ。こちら、民間企業が発電事業者として商用のプラントを建設・運営、発電により収益を得られる姿ということ。あと、もう一つが、産業基盤とサプライチェーンを構築することで、国際的な競争力を有する産業として発展するということです。

発電実証が次のポツにごございますけれども、その実用化の一手手前をまず目指して発電実証を進めるということ。3つございますが、まず1つ目、商用プラントの建設・運用に必要な技術的な知見とノウハウが体系的に獲得できることが、発電実証の在り方であろうと考えています。2つ目が、フュージョン発電が将来的にビジネスとして成立することを示すことだと考えています。3つ目、大前提として安全の確保です。科学的な知見に基づく合理的な安全対策を講じて、周辺立地の、地元の地域の皆様と丁寧な対話を通じて、理解と信頼を得ることが大事だと考えております。

その発電実証を行うサイトの選定の在り方ですとか、実施主体については次のところに

ございます。サイトと、実施主体は現時点でまだ確定はしておりません。多様な炉型への挑戦を促しつつということになっていきますので、実施主体はまだ決まっておきませんが、実施主体が出てきてから、自らがサイトの選定・確保することが適当であろうということを述べております。

その実施主体に求められる要件はどのようなものかといいますと、フュージョン発電実証プラントを建設・運用できる技術・ノウハウ・組織体制・資金力を有していることと、実証ステージの進展に応じて、獲得した技術・ノウハウを商用プラントの実現に活用できる者が参画していることということ、としております。

当面の取組ということで、①、②、③でございますけれども、文科省が中心となって進めていますITER計画／BA活動と、QSTが中心の原型炉を見据えた基盤整備を加速するというので、今後、その実施主体の明確化や工学設計・実規模技術開発を含めた取組を整理するというのでございます。2つ目、経産省にこれから進めていただくのですが、スタートアップ等の発電実証を目指した取組について、アメリカの方式も参考にしまして、マイルストーン方式の支援によってこれを加速するというのでございます。そのスタートアップ個社の支援もするのでございますけれども、③に書いてあるのは、個社では取組が難しいと思われる共通的な課題について、国研、アカデミア、スタートアップ等が分担・協力して進めるように国が支援するというので、イノベーション拠点としてQST、核融合研（NIFS）、阪大レーザー研（ILE）の3拠点において、実規模技術開発のための試験施設・設備などを整備して供用するというのを考えてございます。

次のページ、ロードマップとして、こちらバックキャストということで、政府の資料にしては珍しく左がゴールになっています。右下が現状で、左上のゴールに向かって進んでいくのがフォアキャストですけれども、今回の検討では左上から右下に向かってバックキャストで考えたということです。左の上にある二重の囲み、これがフュージョンエネルギー発電の実用化の囲みです。こちら先ほども述べましたけれども、民間企業が、フュージョン発電所を運営している姿、そして発電した電気を卸売して収益を得ている姿を書いてございます。

そこに行くまでに、真ん中の実用化一步手前の発電実証をするということで、フュージョン発電実証プラントの建設・運用をするということでもあります。そのためには、商用プラントの建設・運用に必要な主な技術の全てを実証し、必要な知見・ノウハウを獲得することと、フュージョンエネルギー発電が、ビジネスとして成立することを技術的に示すことを述べ

てございます。

そして、現状に戻っていくのですけれども、先ほど述べましたQ S Tが中心として進めている原型炉の計画、大学等における研究、スタートアップ等民間企業の取組といったものを国が支援していくということで、赤い字で5つほど、◆のところにあります、そういった支援をしていくことを考えてございます。もちろん、実用化一步手前の発電実証ですとか、商用化に向けての国の支援を別途していこうと考えてございます。

これを今年度末までに取りまとめを予定していますのと、5ページ目を見ていただきますと、高市総理御自身が以前科学技術担当大臣のときに、初のフュージョンの戦略を策定されて、御自身もフュージョンに思い入れがあるということです。高市総理に17分野を選んでいただきまして、そのうちの1つがフュージョンだということで、日本成長戦略にフュージョンについても書いていくということになってございます。こちらは時期は確定しておりませんが、春から夏にかけて日本成長戦略を取りまとめるということで、我々のフュージョン関係のワーキンググループも立ち上がりまして、2月から4月まで3回の議論を予定してございます。

こちらの体制は左のほうに書いてございますけれども、科学技術担当の小野田大臣にワーキング長、そのワーキング長の代理に副大臣と政務官、構成員として7人の先生方に入っていて、文科省、経産省、規制庁の部長級、局長級の方々に出席していただいております。こちら4月に向けて、こちらは先ほどのロードマップとまた少し官民投資の観点を新たに加えて、官民投資ロードマップを4月までに策定していく予定にしております。

6ページ目以降が、今、幾つか議論になっているところを書いています。最初は発電実証、先生方、専門だと思いますが、フュージョンの発電実証に幾らコストがかかるのかということでございますけれども、発電実証、ただフュージョンを実現すればいいということではなくて、市場性のある発電システムの実現につながるものとするためには、合理的な金額にそれを収める必要があるのではないかという提案でございます。数年前のものではありますけれども、アメリカでは民間の支援に当たって、N A S E M (米国科学・工学・医学アカデミー) にD O Eが諮問した答申として、50MW以上で総建設コストを60億ドルという話でしたので、つまり日本円で約1兆円未満に抑える必要があるとアメリカのほうでは提案されてございます。それに倣って、我が国でも国際的に競争力のある形で発電実証プラントの建設をしていくべきではないかと考えております。

7ページ目ですが、スタートアップの皆様方、個社の名前は出しておりませんが、

先ほどの産業協議会（J-Fusion）に調べていただきました各個社の構想を、5つ書いてございます。先ほど私が1兆円をひとつの目安と申し上げたところと比較して考えますと、その5社の構想では、1.3兆円のものもあれば、500億円でできるという考えのものもあります。これで今のスタートアップはフュージョン発電実証プラントをつくっていくというイメージでいます。

8ページ目が、発電実証に要する費用負担の考え方であります。官民の負担なのですけれども、フュージョンエネルギーの発電実証は、成功すれば事業化につながるので、当然事業者自身が投資をすべきであろうと書いています。

しかしながらということで2ポツ目です。フュージョンは、多くの新たな要素技術を組み合わせる技術体系であって、なかなかまだ実現性の確認の段階ですので、投資のリターンの見通しは困難であろうということですので、民間のみでは資金確保は難しいだろう。さらに、フュージョンエネルギーの実用化がもし達成できましたら、カーボンニュートラルとか、エネルギーの安全保障といった面で、国民に広く裨益すると考えています。そのため、国も発電実証に対して一定の支援を行うことを適当と考えています。

そのため、最後、応分の負担でこれを進めるということを書いています。

9ページ目以降は参考資料ですので、もし後ほどの議論で御質問等あれば、そちらを使って御説明したいと思っております。

内閣府からは、以上でございます。

○斉藤座長

ありがとうございました。

それでは続きまして、事務局よりロードマップ（案）について説明をお願いします。

○宮下原子力技術室長

ありがとうございます。秋口から始まったワーキンググループで、各次世代革新炉の炉型について御議論いただいてきたわけですが、その結果を踏まえて、本日、資料2として次世代革新炉の開発ロードマップの案をお示しさせていただいております。100ページを超える資料になっておりますけれども、実はこれまでのワーキンググループでプレゼンテーションしていただいたものを盛り込んで、次世代革新炉の今の状況と、今後の流れが一覧できるように資料をまとめております。

他方、本日の議論は、特にファクト以外のところに絞って御議論いただきたいと思っております。資料3に次世代革新炉の開発ロードマップ、抜粋版というものをつくっております。

す。この中身について私から説明させていただきまして、コメント等をいただければと思っております。

資料3、開いていただきまして、次世代革新炉開発ロードマップ（案）抜粋版ということで、1枚目めくっていただきますと、革新軽水炉とありますけれども、革新軽水炉、小型軽水炉、高速炉、高温ガス炉、構成としてはそれぞれ同じような構成で整理をさせていただいております。まず、中表紙として革新軽水炉とありますけれども、その下に、昨年2月に決定されましたエネルギー基本計画について、該当部分の抜粋を載せております。

ページをめくっていただきまして、革新軽水炉の特徴ということで、定義と特徴の一例を整理させていただいております。このような特徴を持つ炉のことを革新軽水炉ということで、整理させていただいております。これは、今までプレゼンテーションしていただいた中身等を踏まえ、ファクトを整理したものとなっております。

4ページ目からがロードマップの中身に近づいていく部分でございます。4ページ目を見ていただきますと、革新軽水炉ということで、表題に社会実装に向けた現状と課題ということで整理をしています。こちらは、今の足元、どういう状況、どういう開発段階なのかということと、これまでのワーキンググループ等で出てきた課題、意見をその下に整理をした形となっております。

一番上のポツを見ていただければと思いますが、革新軽水炉については、政府支援を活用しつつ、民間事業者において実用化に向けた技術開発が進捗をしているということであり、基本的には、技術面では社会実装の段階になっているということで、技術的な課題、まだ研究開発していかなければならない部分もあるのですけれども、基本的には技術的なものを乗り越え、ほかの課題にも対面していかなければいけない状況に来ている段階であると整理しております。

2つ目のポツですけれども、今後は具体的な建替プロジェクトの創出が鍵となっていくということで、実際のユーザーたる電気事業者の皆さんの意思決定、あとは立地自治体の皆さんの理解等の条件が整った上で、許認可の行政手続を経て、建設、革新軽水炉の社会実装という流れになっています。

出てきた課題なのですけれども、先ほどの現状でも御説明させていただいたとおり、実際のこのプロジェクトが進んでいく上では、ユーザーたる電気事業者の皆さんの投資決定が必要となっていくということで、投資決定を後押しするために、「原子力の見通し・将来像」を示していくことが重要ではないかという御意見をいただいたので、こちらで整理をして

おります。

そのほか、住民の皆さん、立地自治体の皆さんの理解、事業環境整備、あとはサプライチェーン、人材の点もコメントがございましたので、これらの点を総合的に勘案して投資決定がなされるということになっておって、技術面だけではなく、これらの課題について官民協力して取組を進めることが重要と課題を整理しております。

課題の上から2つ目のポツですけれども、これは規制当局との話でございます。革新軽水炉については、これまでも規制当局との対話、技術面での対話、技術的な対話を実施してきたわけなのですけれども、今後は技術的な観点で規制対応を進めていって、実際の許認可の円滑な取得に向けて進んでいくことが大事と整理しております。

その下、3つ目ですけれども、実際の建替プロジェクトに備えるために、実証試験等によりデータを収集していくことも必要と整理をしております。

課題の下から2つ目です。政府が行っている技術開発支援ですけれども、将来を見据えたテーマや炉型、製造基盤の維持に資するもの等に重点化をしていくべきということで、社会実装に近い段階にあるということで、研究開発を絞って、テーマを絞って、政府として支援をしていくことが大事ではないかと整理をしています。

一番下ですけれども、広報活動についてもコメントがありましたので、国民からの理解を得ること、立地地域との信頼を醸成することに取り組むべきということで課題を整理しております。

5ページ目に行っていただきますと、社会実装に向けた開発ロードマップということで、線表をこちらでお示ししております。横軸としては、上から建設前・準備段階、許認可プロセス、設計・建設・運転、研究開発となっております。その下にポイントという形でまとめております。ポイントというものは何かと申し上げますと、例えば一番上の投資決定のところを見ていただきますと、☆①と書いてありまして、その☆①が下のポイントに対応する形になっています。線表ではなかなか言い表せないことを、このポイントとして文字で記載をしているという形になっています。

例えば☆①を見ていただければ、投資決定にはファイナンスの仕組みなど事業環境整備が重要、投資決定のタイミング次第で運転開始の時期は前後するという整理をしております。この投資決定の時期ということもありますし、この線表の線、矢印自身もある程度の幅を持って記載をしておるものとなっております。大体これぐらいのイメージで進んでいくものとして、開発ロードマップを見ていただければと思いますが、黒矢印で流れてい

く、例えば立地調査、許認可準備、投資決定というところから矢印が出ていって、下の設計・建設・運転の詳細設計のところに流れているところもありますけれども、この黒矢印の流れについては、このプロジェクトを進めていく上での段取りとしてこういう流れでいくと、基本的にはそういうふうと考えていただければいいかなと思っております。

次のページ、6ページ目であります。革新軽水炉：社会実装に向けた開発ロードマップ（今後の対応）ということで、先ほどの線表ではなかなか表現し切れていない対応の方向性、2ページ前に御紹介させていただきました「課題」に対応するような形で、「今後の対応の方向性」をまとめております。

一番上のポツは「原子力の見通し・将来像」の提示ということで、仮定を置いた上で、一定の定量的な原子力の見通し・将来像を示していくことを今後の方向性として示させていただいております。現在、原子力小委員会で検討を実施しているところでもありますけれども、こういう取組を進めていくことが重要ではないかとまとめております。

その下は、事業環境整備、立地自治体の理解ということで、電気事業者の投資決定を進めていくために、事業環境整備ということで、長期・大規模な電源投資に対して、各種制度整備をしていくことが、資金調達の円滑化に向けた制度整備をしていくことが重要ではないかとまとめています。また、その下には矢印で書いてありますけれども、立地自治体等関係者の理解と協力を得るよう、政府も前面に立って取り組んでいくという方向性を示させていただいております。

下から2つ目、規制当局との対話というところですがけれども、先ほども御紹介させていただきましたとおり、今、規制当局と事業者との間で技術的な意見交換を進めているわけなのですがけれども、追加的な取組の必要性など、今後開発サイドとして何をしていかなければいけないのかということを検討した上で、最終的には設置許可申請の準備を進めていくというプロセスになっていくのかなと考えております。対応の方向性としても、その旨、記載をさせていただいております。

最後、一番下のポツですがけれども、研究開発支援の絞り込みということで、政府の研究開発支援ですがけれども、中長期的に採用されることが期待される技術革新テーマについて、絞り込んでやっていくという方向性を示させていただいております。

一番下に米印で、サプライチェーン、人材、国民理解というところがありますけれども、本資料の後ろのほうに「共通事項」という項目がありますので、そちらで整理をさせていただいております。

以上が、革新軽水炉のロードマップの部分でございます。

続きまして、7ページ目、小型軽水炉のロードマップでございます。構成としては、革新軽水炉と同じような構成になっております。まず、7ページ目の中表紙がありまして、8ページ目を見ていただければ、小型軽水炉の特徴を整理させていただいております。特徴の一例ということで、いろんな炉型がありますけれども、こういう特徴を持つ炉が小型軽水炉の特徴となっていると認識をしております。

続きまして、9ページ目でございます。小型軽水炉の社会実装に向けた状況と課題ということで、こちらも整理をしております。現状ですけれども、一番上のポツに書いてあるように、革新軽水炉と同様、技術開発はかなり進んでいる段階にありまして、特に海外では電気事業者のニーズを踏まえて、許認可を得た上で、具体的なプロジェクトが進んでいる状況であるということ整理をしております。小型軽水炉も革新軽水炉と同様に、基本的には技術面では社会実装の段階に来ているのかと整理しています。

その下、上から2つ目のポツなのですけれども、国内産業基盤、サプライチェーンの維持・強化に資するよう、海外プロジェクトに参画をする日本企業の取組を支援する。これは今までもやってきておりますし、こういうことを継続していくとともに、国内事業者のニーズや小型軽水炉の特徴を踏まえながら、国内プロジェクトの創出に向けた取組を進めていくことが大事なフェーズに来ているのかなと思っております。

その下に「課題」、4点、整理をしております。

課題の1つ目は、革新軽水炉と同様ですけれども、事業者の投資決定が大事ということで、国内事業者のニーズをよく把握をした上で、投資決定を支援していくことが大事ではないか。プロジェクトを進めていくためには投資決定をきっかけとしないといけないのではないかとこのことをまとめています。

その下、課題の2つ目ですけれども、先ほども申し上げたとおり、海外では具体的なプロジェクトが進んでいるところもあるのですけれども、仮に海外でプロジェクトが進む小型軽水炉を日本に設置をする場合は、地震や津波など日本特有の自然条件への適合性はちゃんと担保していかなければいけないということで、設計変更などが必要となるかどうかはちゃんと考えていかなければいけないということを課題として挙げさせていただいております。

その下、上から3つ目のポツですけれども、こちらも小型軽水炉特有の、例えば自然循環による冷却等、新技術があるわけなのですけれども、日本の規制基準を整備していくために、

規制当局との技術的な意見交換に向けて、開発サイドとしても検討を進めていくことが必要ではないかとまとめています。

課題の4つ目は、先ほど革新軽水炉で説明したものと同じですがけれども、テーマを絞った研究開発をしていくことが必要ではないかと挙げさせていただいております。

10ページ目、実際の線表、ロードマップであります。こちらの構成は先ほどの革新軽水炉と同じような形になってはいますが、大切なのは、規制当局との意見交換、設置許可というところでもありますけれども、日本の自然条件を踏まえた基本仕様の設定、プラント・システム設計等をやっていかなければいけないというところが、小型軽水炉の一つ、革新軽水炉と違うところかなと思っております。大きな流れとしては、投資決定、立地自治体等の理解を得た上で詳細設計に進み、設置許可、建設という形になっていくということで、大きな段取り、プロジェクトの進み方は革新軽水炉と大きく変わらないかなと思っております。

続きまして、11ページ目でございます。開発ロードマップ、個別の今後の対応の方向性でございます。革新軽水炉とかぶるところも多いわけなのですが、今後の対応の方向性の1つ目は、「原子力の見通し・将来像」の提示ということで、革新軽水炉と同じことを対応の方向性として書いております。

2つ目の事業環境整備、立地自治体の理解のところも、革新軽水炉と同様の方向性を示させていただいております。

上から3つ目ですが、小型軽水炉特有の新技术に関する規制基準の整備ということで、地震・津波など日本特有の自然条件への適合性についての検討を深め、設計変更・要素技術開発等を進めていくということ。あとは、規制当局との意見交換に向けた、開発サイドとして検討を進めていくことが大事ではないかということを整理しております。

研究開発支援のところは、絞り込んでやっていくべき、特に、レッドオーシャンじゃないかという議論もありましたので、日本への設計適合性の検討など、絞ってやっていくことが大事ではないかということ、取組みの方向性として示させていただいております。

以上、小型軽水炉の部分でございます。

続きまして、高速炉のロードマップでございます。12ページを御覧ください。これが高速炉の中表紙ですが、続きまして、13ページを見ていただきますと、高速炉の特徴ということで、定義及び特徴の一例として整理をさせていただいております。

続きまして、14ページ、高速炉：実証炉実現に向けた状況と課題ということで整理をさせていただいております。先ほどの革新軽水炉と小型軽水炉は、社会実装に向けた状況と課題

ということだったのですけれども、高速炉のほうは、具体的な実証炉開発プロジェクトが動いている実証段階なので、表題ではっきりと実証炉実現に向けた状況と課題ということで、そのプロジェクトを前に進めていくための課題について整理をしたという位置づけを明確にしております。

状況の一番上のポツですけれども、高速炉については、三菱重工を中核企業として、JAEAを研究開発統合組織としてプロジェクトを推進しているという状況であります。開発事業として炉の概念設計や要素技術開発、燃料の研究開発等を、着実に実施をしている段階となっております。

今後の見通しですけれども、まずは2026年度に予定をされております燃料選択、酸化物燃料、金属燃料それぞれの特徴を踏まえて燃料を選択していくという段取り、あと2028年度に基本設計への移行判断というマイルストーンがあるわけなんですけれども、こちらのマイルストーンに向けて研究開発、検討を進めていくという状況になると認識をしております。

その下、課題のところですけれども、ワーキンググループでも委員の皆さんからいろいろコメントをいただいたところがありますけれども、特に中長期的な原子力政策・エネルギー政策の方向性とか、システム全体としての経済性の観点みたいなものもちゃんと踏まえて、技術開発だけではなくて判断をしていくことが必要ではないかということ、課題として挙げられていたと承知をしています。

課題の2つ目ですけれども、これもワーキンググループで各委員からコメントがあったところですが、サプライチェーン、人材の問題であるというところがございます。高速炉については機器製造に空白期間があったということで、技術・供給網が脆弱化をしている、サプライチェーンが脆弱化をしている。併せて原子力人材の育成、原子力コア技術の維持というものも必要ではないかという課題をいただいております。JAEAの人的リソース、基盤インフラの整備というものも大事ではないかというような課題も、ここで整理をさせていただきます。

課題の上から3つ目ですけれども、こちらもこれまでの革新軽水炉、小型軽水炉と同様に、規制との会話を課題として整理をさせていただきます。これまでもんじゅ、常陽等、規制と申請をして許認可取ってきているわけですが、高速炉の実証炉を新たな技術を採用する方向であることも踏まえ、高速炉技術に関する規制の所見性を高めていくという取組が必要ではないかということを整理しています。

課題の4つ目ですけれども、実際にこの実証炉プロジェクトを進めていく上では、今後、運用する実施主体を固めた上で、立地場所選定等を迅速に進めていくことが必要ではないかという課題を、整理をさせていただいております。

課題の最後ですけれども、こちら委員の皆さんからコメントをいただいていたところですが、高速炉というプロジェクトについて、例えば大学生など知っている人も少なくなっているのではないかということで、国民に広く知ってもらえる取組が必要ではないかという課題を整理しております。

続きまして15ページでございます。実証炉実現に向けた開発ロードマップの線表部分でございます。縦軸に赤字で2028年度移行判断というふうに書いてありますけれども、これは先ほど申し上げましたマイルストーンとして2028年度に設けられておりますので、ロードマップ上にも記載をしております。

また、横軸に、基本的な革新軽水炉等と同様ですけれども、上から4つ目、実証炉設計・建設・運転の下に、燃料製造施設の設計・建設・運転ということも記載をしております。こちら実証炉に向けた燃料を、燃料製造からしっかり考えていかなければいけないということで、ロードマップにその旨も記載をしているという状況であります。こちら大きな黒矢印で示している流れですけれども、研究開発は研究開発で進めていくということなんですけれども、プロジェクトを前に進めていくためには、実施主体の検討、立地場所の検討というものを早めに決めていくことが、このプロジェクト全体を前に進めていくためにキーポイントになる部分かなというふうに整理をしています。

続きまして16ページでございます。実証炉実現に向けた開発ロードマップの今後の対応の方向性の部分でございます。2028年度の「基本設計の意向判断」という大きなマイルストーンがあるわけですけれども、そのマイルストーンに向けて技術成熟度だけではなくて、中長期的な原子力政策、エネルギー政策の観点、あとはシステム全体の経済性見込みなど、技術以外の様々な観点から評価を行うべく準備を進めていくことが今後の方向性としてまとめています。

また、その下の矢印ですけれども、移行判断のタイミングまでに将来の民間への技術移転、官民での開発資金の確保の在り方、高速炉特有のサプライチェーン、人材育成など、中長期的な方向性についても検討を進めていくことが必要ではないか、そういうふうな対応の方向性をまとめています。

今後の対応の方向性、上から2つ目のところですが、規制の予見性向上、規制基準

の整備ということで、JAEAは高速炉の規制基準の整備に向けて必要なデータ収集等を今後も実施をしていくとともに、原子力規制庁と安全研究の参考情報とするための情報収集への協力を、今後も継続をしていくということが必要かなと思っております。その上で、将来的な高速炉の規制基準の整備に向けた技術的な意見交換などの対話を、開発側としても目指していくということが方向性として大事なかとまとめています。

上から3つ目です。実証炉及び燃料製造施設の実施主体の検討ということで、先ほど申し上げたとおり、実証炉という具体的なプロジェクトが進んでいるわけですが、実証炉を設置・運営する実施主体について検討を進めていくことが、このプロジェクトをさらに前に進めていく、加速化していくために必要なことじゃないかということで、対応の方向性にしっかり書かせていただいております。その先に立地場所選定等あるわけですが、立地自治体等、関係者の理解と協力が得られるよう、国としてもしっかりやっていくという方向性を示しています。

一番下、最後ですけれども、高速炉プロジェクトについての広報ということで、特に2026年度の燃料選択、あとは2028年度の移行判断など、プロジェクトが進んでいく上で大きなポイントがあるわけですが、そのようなタイミングで幅広い層を対象とした広報を実施していくという方向性をまとめています。

以上が高速炉のロードマップでございます。

続きまして、高温ガス炉のロードマップでございます。17ページ以降となっております。

18ページ目を御覧いただきますと、高温ガス炉の特徴をまとめています。定義と特徴の一例ということで、ガス炉の特徴をまとめています。ここでは特に水素製造等の多目的の利用が可能ということも、特徴の一例として整理しております。

続きまして19ページでございます。高温ガス炉の実証炉実現に向けた状況と課題ということで、こちらも高速炉と同様、実証炉という具体的なプロジェクトが進んでいるわけですが、その実証炉実現に向けた現状と今後の課題というものを、整理しております。

一番上のポツですけれども、ガス炉についても高速炉と同様、三菱重工を中核企業に決め、JAEAがプロジェクトを進めていくというような形。プロジェクトチームを構築して技術開発を進めているという状況になっています。

今後の主なイベントですけれども、2027年度から始まる実証炉の基本設計、2028年度頃のHTTRによる水素製造試験など、研究開発・検討を進めていくことが必要な状況となっております。

課題ですけれども、1つ目に、実証炉を実現するためには、研究開発を進めていくだけではなくて、実施主体、立地場所、燃料供給、核燃料サイクル、あとはバックエンド等もあると思うのですけれども、核燃料サイクル、水素製造コストの評価、あとは官民での開発資金の確保の在り方など、技術的なもの以外にも様々な論点があるというのを、このワーキンググループの中で御提示いただいたと認識をしております。これらの点についてマイルストーンを設けてプロジェクトを進めるべきというところを、今回、課題として整理をさせていただいております。

課題の上から2つ目ですけれども、海外のプロジェクトとしてX-e n e r g yとD o w C h e m i c a lによるプロジェクトを御紹介させていただきましたが、水素製造以外にも高温熱利用など、高温ガス炉のニーズもあるということだと認識をしております。将来的に幅広い活用が可能となるよう、高温ガス炉の利用法、ユーザーというものも広く検討していくべきではないかという点。あと、水素を使うとしても、水素製造コストの見積りというのをより精緻化していくことが必要ではないかというような課題もいただいていると承知をしております。

課題の3つ目でございます。こちら高温ガス炉の規制との対話のところですが、まずはHTTRでの水素製造に向けて申請を出している、審査を進めていくということとともに、実証炉の実現に向けて規制当局との間で技術的な対話を開発側サイドとして準備をしていくということも大事ではないかなと課題としてまとめています。

最後のところは、サプライチェーン、人材育成、コア技術の維持ということで、高速炉でも同様のことを記載させていただきましたが、この点、高温ガス炉でも同様の課題を掲げさせていただきます。

次に20ページでございます。実証炉実現に向けた開発ロードマップ、線表でございます。2029年度にマイルストーンと書いておりますけれども、今まで高温ガス炉のロードマップ、これまでのロードマップの中にはマイルストーンが設置されていなかったわけですが、今回、委員の皆さんの御意見等を踏まえ、2029年度マイルストーンというものを設置してはどうかということで、ロードマップを整理しております。

なぜ2029年度なのかという点は、研究開発のところ、☆⑤を見ていただきますと、HTTRの水素製造試験というものが記載をされておりますけれども、これが2028年度、29年度ぐらいに予定をされているということなので、それを横目に見ながらマイルストーンとして高温ガス炉の実証炉に向けた各種課題、今の状況等を見極めるという意味で、マイルス

トーンを設定してはどうかという形で整理をしております。

続きまして 21 ページでございます。高温ガス炉の実証炉実現に向けた開発ロードマップの今後の対応の方向性でございます。

1 つ目は、先ほど申し上げたとおりマイルストーンの設定ということで、各種委員の皆さんからコメントいただいた点について、マイルストーンを設けて確認をするということ、そういう方向性を確認、決定をしていくというのを対応の方向性でまとめています。

矢印のところですが、特に実証炉等を建設・運営する主体となる実施主体について、早期に検討を進めるということも記載をさせていただいております。

対応の方向性の 2 つ目ですが、高温ガス炉の多様な活用方法の検討ということで、まずは水素製造コストの試算の精緻化を進めるのですが、それと同時に熱利用など、ほかの活用方法の検討も進め、関心を持つユーザーの裾野を広げていくというのも対応の方向性にまとめています。

上から 3 つ目、規制対応でございます。先ほど申し上げたとおり、まずは H T T R での水素製造試験の実施に向けた許認可対応、規制対応を進めていくということであります。その上で、その先には実証炉実現に向けた高温ガス炉の規格基準の整備と技術的な意見交換を進めていくということも、対応の方向性で記載をさせていただいております。

最後、プロジェクトについての広報、ここは高速炉と同様ですが、ビッグプロジェクトでありますので、大きな節目では広報をしっかりと実施していくこと、周知していくことが大事ではないかということでまとめています。

以上が高温ガス炉でございます。

続きまして、22 ページ目以降はフュージョンエネルギーの対応のロードマップについてまとめておりますけれども、先ほど内閣府の澤田様から御説明いただいたとおり、フュージョンエネルギーのロードマップ、内閣府が全体取りまとめ、ヘッドクォーターとして議論を進めているオン・ゴーイングな状況でございます。革新炉ワーキングでは、その内閣府の議論を踏まえてロードマップをはめ込んでいるわけですが、政府の中にロードマップが 2 つも 3 つもあるのもよくないかなという気もするので、内閣府の議論をこの革新炉ワーキングのロードマップの中にはめ込むというか、こちらに持ってくるということで、整理させていただければというふうに考えております。もちろん本日フュージョン関係で各委員からコメントいただいたことにつきましては、内閣府のタスクフォースなり検討の場で参考となるよう、内閣府とも調整をしていきたいというふうに思っております。

最後に 25 ページ目以降です。共通課題の対応と方向性ということで 26 ページ目を見ていただきますと、各種共通課題として委員の皆様から上げられたことについて、対応の方向性をまとめております。

サプライチェーンのところは、皆様の声としてサプライチェーンが弱体化をしている部分があり、対策を講じることが重要ではないかということで、技能や事業の承継とか新技術の活用など、様々な支援をしていくということを対応の方向性で記載しております。

共通課題の人材のところは、まさに技術とともに人材もしっかり育てていかなければいけないという趣旨だと思いますけれども、人材のところの矢印の中に、原子力人材育成・強化に係る協議会というのを記載しておりますけれども、こちらで今、原子力人材についての議論がなされているところとなっております。その議論を反映する形で、こちらのロードマップにも改訂をしていくとか、中身を入れていくということを考えております。

そのほか、共通課題としての国民理解です。国民各層とのコミュニケーション、これまでもやっているわけですが、さらなる充実に向けて、しっかりやっていきたいということを対応の方向性で書いております。

そのほかとして、委員の皆さんからもあったのですが、原子力をイノベーティブな次世代産業へと発展させていくために、ほかの産業との融合とか新技術としての確立、イノベーティブなものを進めていくということ、どういうふうに育成をしていくかといった視点も必要ではないかということでまとめております。特にアメリカなり諸外国では、原子力関係のスタートアップ等も出てきていて、そういう資金調達みたいなことも民間の中でできているところ、官側も柔軟に資金を供給しているという部分もありますので、こういう観点についてもイノベーティブなものを進めていくために、どういうことが必要なのかということも考えていかなければいけないと整理をしております。

あとは途中でも出てきましたけれども、技術、人材という意味では JAEA の抱える課題です。施設の老朽化とか人材不足への対応というのも不可欠ではないかということで、対応の方向性として、しっかり考えていきたいということでまとめております。

以上、長い説明になりましたけれども、抜粋版でございます。御議論いただければと思います。ありがとうございました。

○齊藤座長

宮下室長、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。本日、議題は 2 つございませ

て、フュージョンエネルギーとロードマップ本体ということになります。

フュージョンエネルギーのロードマップについては、内閣府の議論をこちらのロードマップ側に入れ込むという形になりますので、本日フュージョンエネルギー側への御意見、コメントについては、内閣府のほうで適宜取り込んでいただくということで、よろしくお願ひしたいと思います。

今までどおりオンライン参加の方については、会議システムの手を挙げる機能で発言表明いただくようお願いします。会場におられる皆様については、ネームプレートを立てていただけると幸いです。

指名順については、事務局にて整理を行っていただきます。また、発言の順番については、挙手した順番と前後することが多少あろうかと思ひますので、御容赦ください。できる限り多くの方に御発言いただく機会を確保したいために、発言時間を1人当たり3分程度でお願いします。一通り皆様から御意見を伺った後に、時間の許す限り2回目の御発言の機会を設けたいと思ひます。

それでは、まず初めに、小西委員から資料の提出がございましたので、小西委員から御説明をお願いしたいと思います。

○小西専門委員

発言の機会をいただきましてありがとうございます。フュージョンエネルギーについては、本日の最初の議題ということで伺っておりまして、私はフュージョンエネルギー産業協議会、要するにフュージョンエネルギーの開発に携わる産業の代表としてここに参っておりますので、少し知見を供給して、皆様方の御議論の糧にさせていただければということで、資料も提出して少し考えをまとめておりますので、これをお話しさせていただきたいと考えております。

実はフュージョンエネルギー産業協議会、様々な考えを持つ企業100社以上の団体でございますので、資料について、これは団体としての合意をまだ取っておりません。あくまでもこれはフュージョンを軸足にクロスカッティング、核分裂についても四十数年間、研究をしてきた一専門家の個人の意見としてお聞きいただければと思っております。

この資料でございますが、まず1ページめくっていただきまして、ただいま座長よりあるいは事務局よりお話もありましたように、基本的にフュージョンエネルギーについては、内閣府が司令塔となって現在フュージョンエネルギー・イノベーション戦略の下、新たなタスクフォースがつくられて、ここで検討が今進んでいると。年度末、来月をめどに、それなり

に方針が出されると思っておりますので、これを待っているということは重々承知している中で、ここで、革新原子炉としての検討をする、原子力小委の下でございますけれども、つまり、原子力の専門家の目から見た場合の、この国の原子力政策の全体でのフュージョンの置くべき位置ということについては、正直申しまして内閣府のタスクフォースとはちょっと視点が違うと。やはりあくまでもこの国の原子力の一翼を担う技術としてフュージョンを見ていただくということに際しましては、特に技術課題、開発や実用化のための取組あるいは我が国の研究者や産官学の取組につきまして、あるいは特に昨今ここ一、二年また大きく変わっております外国の検討事例であったり政策であったり、こういうものを取り込んで最終的に合体させるのがよろしいのではないかと考えておりまして、そのようなところを本日お話しさせていただきたいと思っております。端的に言って、革新炉ワーキンググループとして、追加的にフュージョンについてこういうことをお考えいただいたらどうでしょうか、ということでございます。

次のページに参ります。特に考えておりますのが、ほぼ全てのキーワードについては事務局、宮下様から出てきたものと同じです。エネルギー安全保障であったり、経済あるいは技術安全保障であったり、あるいはサプライチェーン、国内産業、燃料サイクル。それから、5番目でちょっと私のほうで付け加えさせていただいた世界的視野、テクノポリティクスと言っていますけれども、国同士の力関係の中で、特に我が国の持つ特徴的なパワーの源泉であるテクノロジーを、どのように入れ込んでこの国の立ち位置を捉えていくか、こういった視点で考えていくと、フュージョンについては同じ原子力の中でも少し違う性格があるということは、皆様、御認識していると思っております。

特にフュージョンにつきましては、国内スタートアップによって2030年代の発電実証というものが掲げられ、これは、実は革新炉ワーキンググループの一番最初の資料からそのまま持ってきた文言でございます。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、これをどのように捉えるべきか。実はこの議論は内閣府のほうでも行われていません。ここでも実は行われていませんということで、これについては気をつけるべきところがあると思っております。

次ページに参ります。フュージョンは確かに成長戦略の一環として、今般も内閣府のほうで17項目の一つとして取り上げていただいて、これは非常にありがたいことでございます。我が国の将来を担う産業としては、これは適切な選択であり、大変ありがたいことと私どもフュージョン関係者として思っているわけではございますが、一方、直ちに重要なエネルギー

一源になるかという、これは核分裂の原子力と比べて明らかに違う開発段階にあると。このことはちゃんと認識しなければいけなくて、着実な技術開発がまだまだ必要な分野であることについては、これは認識を新たにすべきではないかと、私自身、専門家というか技術をやってきた人間としては考えております。

一部安易で、あるいは性急な論調があつて、すぐに電気が出る、すぐにエネルギーが供給できるといったような言い方については、専門的な技術的な観点から、これについては少し注意が必要であると。端的に言えば、行き過ぎた言い方については戒めるべきであるとも考えております。

一方では、次のポツにもありますけど、原子力技術体系において、フュージョンについては技術の評価が十分になされていない。そのために前述のことが起きていると考えております。これについては注意する必要があると思います。日本におきましては、今までITER、そして原型炉という形で、国中心の開発が順調にとは若干言えないところもあるわけですが、それなりにしっかり進んできて、この成果については疑いのないところでございます。外国についても同じですが、これが今般というか世界的に民間がフュージョンに進出してくるに際して、改めて技術強化をしているということが、実は今、諸外国で起きていることでございます。

我が国においては、まだ若干遅れております。正直言ってITERのファーストプラズマあるいはJT-60SAのファーストプラズマというのがあつて、実際2025年に技術に関するチェック・アンド・レビューというものが実は計画されておりました。これはまだやられておりません。これをやってみて初めてフュージョンの今の技術的な立ち位置が分かるがこれできていない。既に外国ではやられています。私そういう場には呼ばれてやっていますが、端的に言って、ニュークリア技術、ブランケットと呼ばれる、フュージョンの場合にはエネルギーを発生する装置がブランケットなのですが、これを冷やさないとエネルギーは出てこない。核分裂では燃料集合体になる部分です。これがいまだ世界ではどこでもつくられていないわけです。これはしっかり考えないといけないところです。

あるいはトリチウム燃料についても、燃料をつくるということが、ガスですから、それなりにつくって動かすということについては、これは実は革新原子炉それぞれの弱みでもあるわけですがけれども、燃料をちゃんとつくって炉に供給をするという、ここの部分についてはやはり弱みがあると。

それから、もう一つは中性子工学です。まだフュージョンについては中性子はまともに出

ていないです。これからちゃんと出して技術開発をしなきゃいけない。核分裂であれば、フュージョンはまだ未臨界体系です。核分裂は、これは釈迦に説法でございますが、まず研究炉の前に実は未臨界の体系があって、クリティカル・アセンブリーがあって、それから研究炉、実験炉ということをやってきたわけです。フュージョンの場合は、そういう開発段階が進んでいないのはしょうがないのですけれども、中性子工学がまだ決定的に遅れている。これを何とか技術ギャップを埋めていかないとエネルギー発生に至らない。この自覚が世界的にも改めて明らかになっていると。

残念ながら公的計画でもこの部分は遅れています。ITERでもこれには十分にはやられません。ここを埋めないと発電には至らないわけです。これを頑張ってやれば、逆に言えば何とかなる。それなりの開発、ロードマップをしっかり設定すれば、まだまだ十分できる。2030年代の発電実証も、ある程度は可能ではないかと私は考えているわけですが、その道のりは決して容易ではないし、そこについて目をつぶっていくことだけにはできないと考えております。

次のポツですけれども、スタートアップが事業主体となれる特徴的分野。これはもうお金もさることながら、人間についても、あるいは活動主体が、かなり民間が活発に動いておりますので、これについては一部のほかの革新原子炉とは違う状況にあります。既にたくさんの会社が我が国だけでなく国際的には活動をしているので、これを官民の投資メカニズムで事業的な展開をしていくのを支援していただくということにおいては、フュージョンというのは同じ革新原子炉の中でも少し違う立ち位置にあるかと思っております。

一部、高温ガス炉で似たような状況がございますけれども、問題なのは、民間の、それもスタートアップが中心で新たな事業としてやっておりますので、事業性というものを投資の回収のメカニズムで説明する。これができなければいかなる官民投資メカニズムを考えたところで、これは絵に描いた餅でございます。逆に言えば、ちゃんと投資回収メカニズムさえ説明してくれば、民間としてそれなりのお金は集められると。同じロジックで今度は国のお金を使うということに納得が得られるかということについて考えていけばいいということになってまいります。これは新規事業開拓者の課題であるというふうに考えております。

フュージョンについても一つ。燃料サイクル、バックエンド、サプライチェーンの制約、これは少なくともフュージョンとフィッションでは違います。単純に「無尽蔵です」みたいな分解能の低い話を今まではフュージョンの関係者は安易にしておったわけですがけれども、

きっちりと、何が制約になって、何が楽な部分なのか、これは定義しなければいけないということはあると思います。少なくとも核燃料、核原料物質はフュージョンにはありませんので、その制約はございません。

それから、使用済核燃料の制約も、これもございません。ですけれども、放射線、放射能、放射性物質の取扱いについての注意が必要であること。それから、やはり安全性についても同様に、フュージョンがフィッションとは違うと言いながら、それなりの注意が必要であること。これについてもまだまだもう少し議論を深める必要があると考えております。ここで我が国の産官学の、特に原子力に基盤を置くものづくり技術であったり、あるいは産業としてのこれまで培ったもの、それから、新たに手が出せる部分、これについては海外展開が期待できる部分でございます。これについて考えていただきたいと思います。

次のページに参りまして、原子力産業あるいは原子力科学という意味で、サプライチェーンだけではなくて人材の育成であったり、あるいは技術の継承であったり、こういうところも、核分裂原子力の延長でありながら、新しいフロンティアを提供できるという意味で、フュージョンには核分裂の原子力と助け合える、原子力の枠を広げるという効果があると考えております。特に人材の育成であったり技術の拡大には、やはり研究開発の場というのは欠かせないところがございます。この機会を、フュージョンが、原子力産業であり、原子力科学に提供していると、このようにお考えいただければと思っております。

安全性の問題。これは既に、実は私ども J-Fusion としては、規制当局との対話を始めさせていただいております。この中で、新しい規制であったり許認可の体制の構築の話現在精力的に進めていただいております。この中で、新しい規制であったり許認可の体制の構築の話現在精力的に進めていただいております。この中で、新しい規制であったり許認可の体制の構築の話現在精力的に進めていただいております。これは、IAEA あるいは G7 の枠内で国際的に共有しようという考えも出ておりますので、これについても、フュージョンはそれなりに特有の地歩を築きつつあるというふうにお考えいただきたいと思っています。少なくとも、ハザードポテンシャル、それからシビアアクシデントがないので、そこに至るまでの事象の進展というものは、核分裂とはちょっと違う様相を呈しておりますので、立地制約が少ないとお考えいただいていると思います。

新産業の開拓、育成の観点では、フュージョンはやはり新しい分野を取り込むという力がございますので、これにつきまして、最後のほうで事務局からもお示しいただきましたけれども、新しい産業を育成すること、特に我が国の、海外装置市場をつくって、これが発電に至る以前から大きな GDP の創出効果があるということ、あるいは地場産業としての地域

経済に効果があるということ、これについてもフュージョンについてはお考えいただければと考えております。

フュージョンの革新原子炉における特徴的なところをまとめさせていただきました。小西からは以上でございます。

○斉藤座長

小西委員、ありがとうございました。

それでは、そのほかの委員、御質問、御発言を希望される方は、挙手やネームプレートを立てていただければと思います。順次指名させていただきます。それでは、最初、黒崎委員、よろしいですか。

○黒崎委員

どうもありがとうございます。私のほうから手短かに2点お話しします。

その前に、まず、次世代革新炉の炉型ってすごくたくさんあって、これまで技術ロードマップということで5つの炉型を1つのロードマップで考えていたのですけれども、今回、社会実装に向けたロードマップと実証炉の実現に向けたロードマップということで、ある意味でステージが異なることが明確に示されたので、それは非常によかったのかなというふうに思っています。

その上で2点ありまして、1つが規制当局との対話の重要性です。今回示されたロードマップを見ますと、革新軽水炉については、規制当局との意見交換というのが2025年のところからもう色がついているのですけれども、ほかの炉型についてはまだこれからということになっています。革新軽水炉のほうの話をいろいろ聞いてはいるのですけれども、非常に規制当局との意見交換がうまくいっているという話も聞いております。なので、今後ほかの炉型で規制当局とお話をされるときに、革新軽水炉を良い事例ということで参考にするのがいいのではないかなというふうに思いました。これが1つ目です。

2つ目がSMRの話でして、SMRについては海外で先行しているということで、これは、非常にそれはそれでいい話で、何で海外で先行しているかということ、やはりニーズがあるからだと思います。では、日本でSMRのニーズってどこまであるのかなという話になるのですが、最近、私はやはり一定のニーズはあるのではないかなというふうに思っています。ただ、それはSMRの特徴というところが活かされたものであることが前提ということで、例えば最先端の安全システムが導入されているとか、あるいは小型、簡素化だから建設期間が短くできるとか、建設費用が安くなるとか、そういったSMRの特徴があるのが前提

けれども、もしそういうのがあれば日本でも一定のニーズはあるのではないかなというふうに思っています。ただ、そういう本当の新しい炉になってきますので、ますます規制当局との意見交換というのが重要になるということなので、また1つ目の話に戻るのですが、やはりこの手の話を進めるのは、規制当局との対話がとても大事だということで話を終わらせていただきます。

以上です。

○斉藤座長

黒崎委員、ありがとうございました。

それでは、続きまして、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。私から幾つか発言させていただきます。

まず1点目ですけれども、私は、原子力はもちろん撤退するべきという立場で参加させていただいているのですが、以前にも発言させていただいたとおり、もしこの議論を本気で進めるといふのであれば、限られたリソースをどう配分するかということ、戦略的判断が必要だといふふうに思います。ただ、これがこの資料から全く見えないといふふうに思います。共通課題欄では、人材不足とかサプライチェーン弱体化が深刻な問題として懸念されているわけですが、でも一方で全部進めると、人材もサプライチェーンも不足しているという現実が両方とも同居しているという資料になっていると思います。これは、2030年代に全炉型、全部進めるといふふうなロードマップになっているといふふうに理解しましたが、これは今の人材、産業基盤の観点から不可能に近いことをおっしゃられているのではないかなといふふうに思います。

また、原発のコストは将来安くなるという議論がありますけれども、これは同じ炉型を複数基建設することで経験を積んでようやくコストが二、三割ぐらい下がるというものだったといふふうに理解しています。私は、かつて日本で大量に原発を建設していた頃にコストがどんどん上がっていたという現実を考えると、この主張は正しいとは思わないですけれども、ただ、もしこのロジックが正しかったとしても、全く異なる複数炉型を全て建設していくということでは、またコストは下がっていかない、むしろ上がっていく方向にしかならないといふふうに思います。なので、この方向性できちんと、どういうふうにごくを主眼に置くのかということをごきちんと説明されないといけないのではないかなといふふうに思いました。

2点目ですけれども、高速炉の特徴としてウランの利用率向上が示されていました。これは使えるウランが軽水炉では1%のところ100%使えるというふうに書かれています。これは理想ではあって現実ではないと思います。マイナーアクチニドを混ぜた燃料を使うとか、そういったことで燃やせるということをおっしゃられているのかもしれないですけれども、これはコストが非常に高くなるということになると思います。原子力は、高い建設費を安い燃料で長期運転して平準化することでコスト競争力を持つというものであるわけですけれども、近年、建設費があまりにも高くなり過ぎて競争力が著しく低下しているという現実があるわけですが、さらに燃料費が高くなってしまえば全く話にならないというふうに思います。こういう誇大広告的なものは示すべきではないのではないかとこのように思います。

高温ガス炉について、OECD/NEAの水素コスト試算が引用されていますけれども、私は前回も申し上げましたけれども、この報告書は、低Capexを前提とした非常に限界の大きな資料だというふうに思います。これをロードマップに引用することで、この数字が独り歩きしてしまうことを非常に懸念しています。削除すべきだというふうに思いますけれども、もしどうしてもこれを引用するのであれば、相当な留保が必要だということをきちんと明記すべきだというふうに思います。

また、高温ガス炉は燃料が従来の軽水炉とはだいぶ異なるものになります。これは、日本が現状選択している使用済燃料の全量再処理路線という政策とは相容れない可能性があるわけです。なので、その点はきちんと課題として明記すべきだというふうに思います。

また、4点目ですけれども、高速炉や高温ガス炉、核融合炉など大量に国費が投じられているわけですけれども、技術成熟度とか商用化の見通しのバランスなんかを通した視点がありませんというふうに思いました。このワーキングでも申し上げましたけれども、既に兆を超える金額が各炉型に投じられているという状況になっているわけです。これ以上漫然と支出を続けることについては、きちんとした評価が必要だというふうに思います。例えば、高速炉や高温ガス炉、今回高温ガス炉はマイルストーンをつけていただいたわけですが、ただ、マイルストーンを設定はされているけれども、どういう条件が満たされなければ中断するのかということが全くないわけです。基準のないマイルストーンは意味がないと思います。核融合のロードマップも同じだというふうに思います。始めたらやめられないという国の研究開発の悪いところが如実に出ているのではないかとこのように思います。

最後に核融合炉についてです。原子力は初期段階で廃棄物について極めて楽観的に考え

てきた結果、今日まで廃棄物の問題を解決できないままずっと続いてきているという状態です。核融合炉で同じ道を歩むことを懸念しています。確かに、核融合の特徴として高レベル放射性廃棄物が出てこないのは事実ですけれども、中低レベルのものは出てくるはずで、しかも、大した量ではなくて大量に出てくるはずで、低放射化技術が開発されていたりとか、リサイクル技術が開発されていたりとか、しばらく待っていれば半減期が来て減るとか、そういったことは可能だと思いますけれども、それでも現在の推計で見たら、大型核融合炉の、例えば中レベルの放射性廃棄物の発生量は大型原発に匹敵する、もしくはもっと多くなってしまふかもしれないというような状況だと思います。日本国内で、L1 廃棄物の処分は、まだ処分地点も見つけられていないという状況なわけです。にもかかわらず、バックエンド問題は高レベル放射性廃棄物が出ないから問題ないというふうな記述になっていて、これも非常に政策上大きな問題だというふうに思います。

また、この資料に燃料は海水中に豊富に存在するという記述がありました。ただ、燃料トリチウムのほうの供給は大きな課題があるというふうに認識しています。例えば、世界の CANDU 炉がどんどん廃炉になっているという状況の中で、初期に装荷する燃料の供給が本当にできるのかということは議論されているはずで、また、運転中のトリチウム増殖についても、トリチウム抜けちゃうのではないとか、本当に増殖比はこれで足りているのかとか、そういった話はいろいろ出てきているはずで、こういった不確実性についてもきちんと懸念点として記述するべきだというふうに思います。

以上になります。

○齊藤座長

松久保委員、ありがとうございました。

そのほかの委員、いかがでしょうか。浅沼委員、お願いします。

○浅沼委員

ありがとうございます。いろんなこういった会合の場で我々が議論してきたことが、きちんとロードマップに反映されているのではないかというふうに感じました。

一方で、幾つか炉型がある中で、実用炉、実用段階にあるものと、実証炉の段階、もしくはさらにその前の段階にあるようないろんな炉型がある中で、今回お示しいただいたロードマップを見ると、大体2040年代に向けてこれらの炉が次々に建設されて、どんどん運転がなされるというイメージを持ちました。恐らく、それは決して違うのではないかなと思っていて、日本という国がエネルギーをどう確保していくか、ということをしっかり把握して、

それに対してこれらのそれぞれの炉がどういった役割を持っているのかというのを今後明確にしていく必要があるのではないかというふうに感じました。

一方で、国内に建設する見込みがないから、これらの開発をする必要がないというふうには思っていないで、恐らく海外でいろんなプロジェクトが動いているので、それらに積極的に参画することで、日本国内の企業がこういったサプライチェーンなどに関わって、新たな企業を創出していくということができるようであれば、やはり技術流出しない程度に日本国内できちんと技術を確保して、関わっていける企業を創出できるような取組も今後必要になってくるのではないかなというふうに思いました。

以上です。

○齊藤座長

浅沼委員、ありがとうございました。

そのほかいかがでしょうか。それでは、オンラインの田村委員、お願いします。

○田村委員

みずほ銀行、田村です。御説明ありがとうございます。

今回示された開発ロードマップにつきましては、原子力を取り巻く外部環境の変化を踏まえて、2022年の技術ロードマップを見直したものと認識しています。原子力規制関連の許認可プロセスの時間軸を示されたことは重要だというふうに思っております。安全規制の内容次第では、建設コストというのは変動する可能性がございますので、今回のロードマップの投資決定の時間軸というのは、仮ということで設定されているものと理解をしておりますが、安全規制であったり、原子力規制庁さんの規制の考え方であったり、このあたりがはっきりしてこない中での投資の意思決定というのは難しいだろうなというふうに思っております。

一方、規制側のほうも人的リソースには限りがあると思えますし、また、複数の炉を同時に建設していくようなことは、現状の日本の人手のことを考えると難しい面もあるのではないかという中で、時間軸ということは、何を順番にやっていくのかということは今後も考えていく必要があるんだろうと思っております。

また、既に記載いただいておりますけれども、事業環境整備ということでいきますと、事業者の投資意思決定というところにおきまして、次世代革新炉の中でも革新軽水炉等は既に脱炭素電源オークションといったようなものがあつたりということはありますけれども、今後建設をしていくということに仮になる場合には、新しい炉型において初めてというこ

とになると、予見し切れないようなコストというものもあるかと思いますので、また、建設期間が想定よりも長くなるということもあるかと思いますので、そういうリスクをいかに分け合っていくのかということは考える必要があるかと思いますし、引き続き事業環境整備の議論というのは丁寧なものが必要かと思っております。

また、最後にフュージョンエネルギーに関してですけれども、2030年代に発電実証で実用化一步手前の状態に行き着くにはハードルがあるのではないかなというふうに思っております。今後核融合を進めていく中において、フュージョンエネルギーの技術、ノウハウの多くは研究段階というところもあろうかと思いますので、こういうものをどう民間企業側が持っていくのか、アカデミアの段階でやっていくのか、民間企業に転用していくのかなど、考えていくことはあるだろうというふうに思いました。

私からは以上でございます。

○斉藤座長

田村委員、ありがとうございました。

そのほかいかがでしょうか。小伊藤委員、お願いします。

○小伊藤委員

座長、ありがとうございます。国費を投じて開発を進める以上、その成果は、やはり商業化を通じて国民の皆様に還元されるべきだと考えております。そのため、ロードマップの目的というのは、技術完成ではなく、商業化まで到達させることにあると考えております。

高速炉は核燃料サイクル政策と不可分であり、長期的な資源自立性やエネルギー安全保障に資する可能性を有しております。また、高温ガス炉は熱供給や水素製造を通じて産業政策と接続し得る技術です。これらはいずれも単なる発電を超えた戦略的意義を持つものであると考えます。この2つの炉型は、実証炉開発が進められていますが、その建設の判断というのが進みにくい背景には、技術成熟度の問題だけではなく、商業化を見据えた市場制度の不確実性があると推察しております。高速炉については、2028年度頃に基本設計、許認可段階への移行判断が予定されており、時間軸を踏まえますと、事業環境整備の工程も可視化していくことが必要ではないでしょうか。実証炉建設が、市場制度の未整備により判断困難となることは避けるべきです。

また、人材育成や国民理解も商業化に向けた事業の環境を成立させる基盤要素であり、制度設計と無関係ではないと考えます。そのため、次世代革新炉開発というのは、技術のみならず、制度、人材、需要、社会受容が相互に作用するエコシステムとして設計する必要があります。

ると考えております。技術工程のみならず、商業化に至るまでの制度的な道筋も並行して整理し、実証炉を技術実証の場にとどめるのではなく、将来の商業炉に接続する制度の原形を同時に試行する場と位置づけてやっていくことが重要だと考えます。

本ロードマップが、次世代革新炉を将来にわたり社会を支える基盤インフラとして定着させる道筋を描くものへと、今後さらに深化していくことを期待しています。

私からは以上です。

○斉藤座長

小伊藤委員、ありがとうございました。

そのほかいかがでしょうか。それでは、大島委員、お願いします。

○大島専門委員

大島でございます。開発ロードマップ案等の御説明、いろいろありがとうございました。

私としましては、技術成熟度、サプライチェーンの状況など、炉型によって異なっておりますこと、また、さらには委員の皆様からのこれまでの御意見をしっかり取り込んで、各炉型のロードマップ案と課題、それから今後の方向性が全般的には非常に適切にまとめられているのではないかと思います。

これらのロードマップ案は、これまでの経験や、それから今後の技術開発の見通しなどを基に時間軸を提示しているわけでありますけれども、これらが絵に描いた餅ではなくてリアリティーを持つためには、今回まとめられた技術的、政策的、そして社会的課題を、誰がいつまでに解決していくのかをさらに詰めていくことが肝要だと考えます。

また、先ほど松久保委員からも御指摘がありましたように、各ロードマップ案は各炉型がそれぞれ独立に開発を進めればこうなりますよねということを示していると思っておりますけれども、長期にわたる低迷で、我が国の原子力全体の開発ポテンシャルが落ちているということは否めなくて、また、リソースの観点からも、制約なく開発を進められるとは限らないと思われまして。これは、上位の委員会での議論ではあると思っておりますけれども、我が国の現行軽水炉の寿命問題、さらには世界的な資源争奪戦の中で、電力需要増に対する安定供給を確保すべく、原子力に求められる発電比率をどのように維持していくのか。それぞれの炉型の特性や成熟度を勘案して、最適なリプレースや増設といった導入シナリオ・組合せ方を検討して、それに見合ったロードマップに今後はさらにブラッシュアップしていかなければならないと考えております。

まずは、既に実用化している軽水炉ベースの革新軽水炉をタイムリーに導入していくこ

とになるかと思えますけれども、このためには、民間の導入モチベーションを高める具体的な施策を早急に打ち出していくことが重要と考えます。

小型軽水炉、高速炉、それから高温ガス炉につきましては、発電のみならず、多様な活用が期待できることから、その視点からも原子力活用の全体像の中で、改めてその位置づけ、役割を定義して、ロードマップをブラッシュアップしていくことが必要ですし、また、知名度が残念ながら相対的に低いと私は思いますので、その有用性についても、国民理解を促進するような努力も必要かと思えます。

また、フュージョン、核融合につきましては、先ほど小西委員からもありましたように、このワーキンググループではあまり議論できておりませんが、やはり究極の電源であることは、私は個人的には間違いないと思っておりますが、発電に至るまでの技術的ハードルはやはり高く、それから実用化に不可欠な経済性を見通しも必ずしも十分には評価できていない状況であると思えます。現在、内閣府でロードマップが検討されているということですので、議論をよく整理して、リアリティーのあるものに仕上げただければと思う次第であります。

それから、先ほど国費投資の話もありましたけれども、それが安いか高いかというところは、コストそのものだけではなくて、それが生み出すバリューというものとの比較になってくるかと思えますし、また、コストについても、原子力単独だけではなくて、他のエネルギー源におきましても様々なリスクを抱えておりますので、そういうことの比較での検討が必要だと思えますし、何より生活の基盤となるエネルギーセキュリティ、この視点でさらに議論を進めていくべきではないかと思う次第であります。

私からは以上です。

○齊藤座長

大島委員、ありがとうございました。

それでは、そのほかいかがでしょうか。高木直行委員、最初にいいですか。

○高木（直）委員

御説明ありがとうございました。都市大の高木です。

今の大島専門委員の御意見と少し重なるところがありますが、今回示していただいた5炉型のロードマップですけれども、個々をそれぞれ見ると納得・なるほどというところですが、国は原子力政策としてこれらをこれからも並列してやっていくぞというロードマップなのだろうかというところに少し疑問があります。やはり、エネルギーセキュリティ

一に関して平時ではなかなか気づきにくいですが、国として最重要なのはエネルギーセキュリティであって、資源かつ持続性ですね。原子力をやる理由は、単にCO₂を出さないということではなくて、やはり長期にわたってエネルギーを供給できる、海外からの輸入に依存せずというところにあります。これに符合するのは高速炉とフュージョンしかないわけですので、やはり、めり張りをつけて取り組んでいくことが大切です。浅く読めば、これからずっと全部を、5炉型を平行でやっていくというふうに見えてしまうので、そこを注意しなければいけないのではないかということ。それは、やはり5炉型となると人材の問題、規制もそれぞれ考えるのかとか、当然開発費もあるし、現実的ではないというのは誰しもが思うのではないかというふうに考えます。これがフィクションに関することです。

フュージョンに関しましては、核融合というのは、やはり原子核からエネルギーを取り出す方法として究極というか理想であって、多くの人を引きつける魅力があるものだと思います。究極であることは間違いないですが、大学院で10年以上、核融合炉特論というのを担当して常に状況をウォッチしているのですが、商業化につながる大きな技術革新というのは最近あったのかという、見当たらないというふうに考えています。むしろ、投資熱が過熱している。政治家や投資家が主導しているようなムードがあります。それはある意味非常に危険で、過度な期待を社会に持たせるとか、掲げている目標が達成されなかった後のことを考えているのかなと、社会の信頼を失うことにならないかと、良いことを言ってそれが崩壊してしまうと。なので、数年後にあの頃は「フュージョンバブル」の時代だったねというふうには言われないうために、原子力業界、フュージョンも含めてニュークリアエナジーですので、社会の信頼を損なわないために、そこまで含めて慎重に進めていく必要があるというふうに思います。

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、永井委員、お願いします。

○永井委員

こんにちは。電中研の永井です。私からは、3点、本日のロードマップについてコメントさせていただきます。

まず、1点目ですが、こちらはもう既に複数の委員から御意見が出ましたけれど、人材の評価とリソース配分についてです。現在、複数の革新炉開発が並行して進むようなロードマ

ップになっておりますが、開発のマンパワー不足が懸念されているところです。なので、原子力専攻の激減や定年退職、中途採用の流入退出などを踏まえた長期的な人材需給の分析が必要だと思います。それを踏まえた上で、あらゆる選択肢の可能性を追求するというようなことをやると需給ギャップが生じることを念頭に置き、日本の核燃料サイクル政策に対応できるのかや、最終処分で困らない燃料かなど根本的に満たさなければならない要件を踏まえた上で開発の優先順位をつけることが大切だと思います。革新軽水炉のほうでは中長期に採用されることが期待される事故耐性燃料に研究開発支援を絞り込むというような記載がありましたが、開発の出口である最終処分で困らないような技術にリソースを集中しながら開発を進めることが重要だと思います。

次に2点目ですが、革新軽水炉、小型軽水炉の事業環境整備のマイルストーンについてです。2つの炉型は一応技術面では社会実証段階と整理されておりますが、ロードマップの投資決定を実現するには、技術の成熟だけではなく、自由化された電力市場において巨額の長期投資を回収できる具体的な事業環境の整備が不可欠です。資料では、政府は長期・大規模の投資、電源への資金調達の検討・制度整備を進めるとしてしておりますが、自由化された市場では長期に安定した利益は見込めないため、再エネを含め資金調達の円滑化といった初期投資の支援のみでは投資に踏み込める状況ではありません。ロードマップにある5年以内の事業の投資決定を実現するには、具体的な事業環境の完了時期を明確にマイルストーンとして書き込むことを要望します。

最後に3点目ですが、こちら、事故想定した評価や研究基盤の共有についてです。革新軽水炉の安全対策としてコアキャッチャーが提示されておりますが、炉内で溶融物をとどめるIVR、In-Vessel Retention技術の実証など、将来導入が想定される新たな安全メカニズムの妥当性を確認し、国として将来の選択肢を広げる技術開発を支援していくことも大事だと思います。また、各事業者が重複して安全対策の投資を行うことがないよう、規制庁などで取得した安全研究データやシステム解析モデルなどについては、全ての事業者が自由に活用できるよう、データベースとして国が整備することも効果的だと思います。

私からは以上になります。

○斉藤座長

永井委員、ありがとうございました。

それでは、続きまして、高木利恵子委員、お願いします。

○高木（利）委員

座長、ありがとうございます。また、皆様、御説明いただきまして、ありがとうございます。今回、高木のほうからは、国民理解の観点にコメントさせていただきます。

今回の資料、革新軽水炉のところで課題として挙げられている最後の項目に、エネルギー全般や原子力についての広報活動等を進め、国民からの理解を得ること、立地地域との信頼を醸成することに取り組むべきとあります。まさにそのとおりだと思ひまして、国民理解については、資料では共通課題のところの1つとして最後にまとめられているとおり、原子力政策全体を進める上でベースとなる課題だと思っています。対応の方向性のところでは、国民各層とのコミュニケーションの充実に向けて、各種メディアを通じた広報活動を引き続き行っていくとあります。1つの例として、高速炉のプロジェクトの節目などで国民に認知していただくための方法などに取り組む際、そのメディア広報というのも非常に重要な役目を担うと思ひます。ただ、単発的になってしまうと、普段なじみがない技術的な話題を理解していただくというのはなかなか難しいとか、あるいはそもそも関心を示してもらえないということも想定できます。また、原子力・最終処分関連のコミュニケーションの例として、メディア広報以外の事例を紹介されていますが、こういったメディア広報を含めた全体の広報を、より効果的あるいは効率的に実施していくためには、常日頃からの教育というものも1つの鍵になると考えます。教育という観点では、エネルギー環境教育の取組にエネ庁としても注力されていますが、これをさらに効果的に進めるためには、文部科学省や各種関係機関、あるいは大学や事業者との連携というのも重要になると思ひます。この文科省や関係する各種機関、あるいは大学といったところとの連携については、アジアにおける原子力人材育成に向けた教育において、良い成果が実際に出ていますので、日本でも意識して取組を強化する価値があると考えます。

国民理解という土壌は、立地地域の孤立感や不安を和らげ、政策を進める上で不可欠な信頼関係の醸成にも必要となります。また、原子力の専門性の高い人材の確保や、他分野の専門性を持つ人材の流入の観点からも不可欠です。次世代革新炉の開発ロードマップに盛り込むのが適しているかどうかというのは分かりませんが、国民理解の土壌というものを整えておくための教育分野との連携もぜひ意識しておいていただきたいと思ひます。

以上になります。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、続きまして、岡田委員、お願いします。

○岡田専門委員

どうもありがとうございます。

脱炭素電源としての原子力発電の必要性、既設プラントの廃止措置への移行時期、新規建設にかかるリードタイムといったところを踏まえますと、次世代革新炉の開発・設置に向けた検討を進めなければならない時期にあるというふうに認識しているところです。今回、次世代革新炉の各炉型に対しまして、技術面以外も含めた開発ロードマップが作成されたことは、原子力発電の見通し・将来像へ向けた検討を進めていく上で大変意義のあるものというふうに考えております。どうもありがとうございます。

既に話も出ていますとおりですけれども、特に新たに開発ロードマップに記載されました規制当局との意見交換というところは、事業者としても規制の予見性を向上させるプロセスとして機能し、新技術や新設計を導入する次世代革新炉の設計において、設計の手戻りに伴う時間のリスクですとか、設計変更に伴う費用の上振れリスクを減らすといった観点からも非常に重要と考えてございます。

細かいところになりますけれども、本日、資料2の29ページのところにもありますけれども、審査以前の規制当局との技術的意見交換の場は非常に重要でして、こういった技術的な意見交換の場の継続を事業者として要望しているという状況です。資料2の30ページの革新軽水炉の課題の2つ目に、審査の過程だけではなく、許認可申請以前の規制当局との継続的な対話といったところにも言及いただくとよいかというふうに考えているところです。

また、こちらにも既に議論が出ているところですが、今回提示されたこのロードマップにおけます各炉型の導入時期を踏まえて、規制予見性の向上の取組に加えて、国による事業環境整備、サプライチェーン、人材の維持・強化、原子力発電の見通し・将来像との整合といったところをどういうふうに図っていくかというのは非常に重要になると思っております。そのためにも、資料2の10ページのところに原子力設備容量の推移のグラフがあるのですが、足元で2040年のエネルギーミックスを踏まえました短期的な目線での原子力発電の開発・設置に向けた具体的な原子力発電の見通し・将来像を国が示していくといったことも必要かなというふうに考えてございます。2040年代以降の中長期的な状況を想定して、原子力発電所の建設までのリードタイムが長いといった特徴ですとか、各炉型の開発状況も踏まえた上で、継続的かつシリーズでの開発・設置に向けた具体的な原子力発電の見通し・将来像を国が掲げていくといったことは、各炉型に関連する産業界の事業予見性の

向上、それに伴う業界全体の活性化、技術伝承ですとか、人材確保の好循環につながるのではないかなと思います。

最後になりますが、フロントエンドからバックエンドまでの各領域の原子力政策の具体化の検討においては、お話も出ているところですが、中長期的なビジョンを見据えて、しっかり進めていくことが重要と認識しておりまして、電気事業者としましても、資源エネルギー庁をはじめとする関係者と連携を図りながら、日本のエネルギーのために積極的に取り組んでまいりたいというふうに考えております。

以上です。

○斉藤座長

ありがとうございました。

そのほかいかがでしょうか。それでは、澤委員、お願いします。

○澤委員

皆さんもおっしゃっているとおりですが、今後の対応の方向性は非常によくまとまっていて、ここでの議論が反映されていると思うのですが、勝負はこれをどう具体化するかということだと思っておりますので、そのところを、それぞれの炉型でやっていくべきところが決まっていると思いますので、そこをきっちりやっていただきたいというふうに思います。

それから、今のは全体の話ですが、個別の話で少し気になったのがガス炉のところ、2029年にマイルストーンを決めていただいたのは大変よろしいと思うのですが、水素コストの話が出てきているのですが、コストだけじゃなくて、やはりエネルギーセキュリティみたいな話もこの観点には入れていただきたいなと、水素のですね。水素のエネルギーセキュリティ的な話もちょうと入れていただきたいなというふうに思いました。

以上です。

○斉藤座長

ありがとうございました。

そのほかはいかがでしょう。それでは、大野委員、お願いします。

○大野専門委員

ありがとうございます。まず、原案につきまして、産業界の声をしっかり受け止めていただいたものと歓迎しております。その上で、私からは本日御提示いただきましたロードマッ

プランにつきまして、4点ほど申し上げたいと思います。

まず、投資決定できる制度ということですが、革新軽水炉の事業環境整備では、政府の信用力を活用した融資に加えまして、投資回収の十分な予見性を確保する制度の確立、他律的要因によるリスクが合理的に吸収されるルール設定などが、事業者の投資決定に先立って必要だと思っております。また、小型軽水炉につきましても、フリートで導入される場合などにつきましては、原子力特有の事業リスクは革新軽水炉と同じであるということから、同様の融資や投資回収の制度の導入が必要かと思っております。さらに、民間の創意工夫を生かした多様な資金調達の実現のために、原賠制度の総合的な検討も必要と考えます。これら事業環境整備は、プラント導入時期から逆算した適切な時期に完了する必要があると思っております。

2点目は、小型軽水炉の規制の在り方ですが、海外では社会実装段階にある小型軽水炉ですが、国内での事業化に関しましては、PAZやUPZを含む規制の在り方など、新技術に対する規制の予見性は十分ではございません。社会実装を推進するためには、事業主体が明確になっていない今の段階からでも、規制の在り方の検討を進める何らかの枠組みが必要と考えております。

3つ目ですが、フュージョンエネルギーのビジネスリスクについてでございます。フュージョンエネルギーの社会実装に向けたロードマップに、事業者が出現との記載がございましたけれども、フュージョンエネルギーのような革新技术による事業には極めて大きなビジネスリスクを伴うというふうに思いますので、自由化された電力市場におきましては、産業政策の観点からの政策措置の検討が先行するものと考えております。

最後ですが、サプライチェーン・人材につきましては、10月1日の原子力小委員会で、7割近くの企業が原子力人材の獲得に苦戦している状況との日本電機工業会様からの指摘もございました。中小企業の多いサプライチェーン企業の人材確保の問題につきましても、再度お願いしたいというふうに思っております。

以上になります。

○齊藤座長

ありがとうございました。

それでは、皆様の活発な御議論ありがとうございました。それでは、若干まだ時間ございますので、事務局、内閣府から回答やコメントなどあればと思いますが、まずは事務局からよろしいですか。

○宮下原子力技術室長

委員の皆様、活発なコメントありがとうございます。

まず、全体としてフュージョンの関係ですけれども、私もフュージョンのタスクフォースにオブザーバーとして参加をしておりますので、今日いただいた意見を内閣府のほうの議論に役立つようにしっかりキャリーしたいと思っておりますので、その点よろしく願いいたします。

あと、皆さんからいただいた意見、様々な意見いただきまして、ありがとうございました。大きなところで言うと、それぞれの、フュージョンも入れれば5炉型なわけですけれども、それぞれリソースというか、それぞれの個別ロードマップはいいけれども、2030年代とかに入ってくると本当にそのリソースでやっていけるのか、それは人的リソースとか、研究開発の予算のリソースとか、ほかにも規制面でのリソースとか、いろんな観点はあるかと思うのですけれども、そういうコメントが大きいところでいただいたのかなというふうに思っています。

革新軽水炉、小型軽水炉はまさに社会実装に向けたところなので、そういうリソース面も踏まえて事業者の投資決定にどう生きていくのかということだと思いますし、逆にリソース面で大きな問題となってくるのは、もしかしたら実証炉に向けた高速炉・高温ガス炉かもしれないというふうに思っておりますので、マイルストーンを2020年代に両炉型とも設けているので、その際に、その先の開発をどういうふうに進めていくのかというのは検討することになろうかと思っておりますけれども、いただいた意見をロードマップにどういうふうに反映するのかは考えてみたいというふうに思っておりますし、また御確認いただくのかなというふうに思っております。

あと、規制当局との対話や予見可能性というところは、開発サイドとしてその準備を進めていって、規制側にもリソースとかいろんな面もあると思いますので、しっかり技術的な対話なりできる準備は進めていくことが大事かなというふうに思っております。

あと、事業環境整備のところです。革新炉ワーキングのほかにも原子力小委員会とかいろいろな審議会、研究会、ワーキンググループで議論を重ねていかなければならない部分だと思いますので、各委員のおっしゃることはもっともな部分があるなというふうに思っておりますので、これもロードマップにどういうふうに反映できるのか考えてみて、皆さんに御提示して、また御確認いただければいいかなというふうに思っております。

その他、様々な論点いただきましたので、また踏まえて、ロードマップを直してみようか

なというふうに考えています。

私からは総論で以上です。

○斉藤座長

ありがとうございました。

それでは、内閣府の澤田参事官、いかがでしょうか。

○澤田参事官（統合戦略担当）

先生方、どうもありがとうございます。小西専門委員からは書面でもいただきましたし、先ほど宮下室長がおっしゃったように、我々、この委員会の場ですとか、事務的な打合せも多くやっておりますので、そちらでまた御意見をいただきながら、我々のロードマップにも反映していきたいと思っています。

先ほど時間の関係でロードマップしか説明できなかったのですが、3月に報告書を別途まとめることにしておりますので、そちらには、例えばバックエンドについて、Q S Tからヒアリングした内容などが書けると思っています。海外比較の話もございましたけれども、例えばアメリカのレポートを見ても、これまでプラズマについては多く研究がなされてきたが、委員の皆様から御指摘があった炉の材料ですとか、燃料、トリチウムの部分については、まだTRLが低いといったことが言われていますし、我々もそう考えていますので、それらの技術開発についても総合的に取り組んでいきたいと思っています。民間企業だけでやるということではなくて、国の研究機関もその共通的な課題に取り組んでいくところをしていきたいと思っています。

内閣府の観点から申しますと、ビジネス、社会実装に持っていくには非常にリスクが高いというコメントもいただきましたので、そちらもきちんとしたマイルストーンを設定して、フュージョン発電実証プラントに進むかどうかは国としてきちんと判断していきたいと思っております。

以上です。

○斉藤座長

ありがとうございました。

それでは、若干時間残っておりますので、もし委員の皆様から追加でコメント等あればと思いますが。小西委員、お願いします。

○小西専門委員

ありがとうございます。先ほどはフュージョンに特化したお話をさせていただいたので

すけども、全体を見回してというか、やはりもう一言足すとしたら、我が国が持つニュークリアテクノロジーの科学と技術の維持、増進についてリマインドさせていただきたいと思っております。ここには、QSTさんの代表はおられないですけど、JAEAの代表さんはおられるのですけれども、我が国が積み上げてきた原子力開発の知識と技術、それからインフラ、これは世界的に見ても本当に卓越したものであると考えております。これを失うのは我が国の今後の科学技術、そして産業を展開していく上でいかにももったいない。というか、これがやはり我が国の今後の世界の中で存在意義を持って、それこそ胸を張って国として展開していく、発展していくという上では欠くべからずのものであると私は考えております。

そういう意味で、リソース配分の問題があって、全部が同時に一斉に進められるわけではないというのはもちろん分かっておりますが、それなりに、高速炉には高速炉、高温ガス炉には高温ガス炉で、それぞれ世界に向けてもやはり日本独自で大きく進めてきたものがあります。フュージョンについてももちろんございます。これをしっかりと研究基盤として、インフラとして、ソフトも含め人材、知識、経験も含めて、時には失敗をして事故を起こし、あるいは何とか回復してきた、このような経験も踏まえて、これをしっかりと維持して発展させていくという、そのような視点で、特に公的機関の支援を長期の視点で進めていただくと。今度は、それに民間の資金を得て民間の企業がどんどん新しいチャレンジをしていくためのプラットフォームとしてこれを使わせていただく。そういう視点での原子力政策というものが、今まで国中心、電力会社が主たるユーザーとなってというのから少し様相が変わってきておりますので、これからのイノベーション、やはりニュークリアテクノロジーなしでは進まない分野も多くございます。これについて日本がしっかりと取り組んでいくということはこの政策の中で考えていただければ幸いです。

小西から以上でございます。

○斉藤座長

小西委員、ありがとうございました。

そのほかの委員で追加の御質問、コメントある方、いらっしゃいますでしょうか。オンラインもよろしいですかね。

それでは、少し私のほうからまとめさせていただきたいと思えます。この一連のワーキングですが、もともとあった革新炉ワーキングのロードマップにおいて、当然異なる炉型ごとに状況はだいぶ違う中で線を引いていた部分があったということで、それを基に炉型ごとの特徴を踏まえたロードマップを、特に技術的以外な点も含めてまとめていくという形で

今走ってきております。本日、まずは今の段階での成果という形でまとめていただいたものを事務局から御説明いただいたというところかと思っております、改めてロードマップとは何かというのを考えると、目的としては当然方向性の共有であり、優先順位の整理であり、それによって計画を可視化して意思決定をしていって、具体的なアクションにつなげていくというところだと思います。

先ほど澤委員から話があったとおり、進めるべきところはやはりこれで進めていくべきだと思います。ですので、事務局の資料のほうには、今後の対応というところでまとめられていた部分がございますので、そういったところについては、精度を上げてアクションにつなげていって頂きたい。

一方で、当然限られたリソースの中でこれをやっていく必要があるということがありますので、それをどうするかというのは、やはり今、小委のほうで議論されておりますが、既に発電をしている軽水炉については、短期的にかなり精度の高い定量的な目標というのが恐らく必要になってくると思いますし、革新炉として区分されるような高温ガス炉、高速炉、あるいはフュージョンもそうだと思いますが、それらの炉型については中長期的な原子力戦略ですとかサイクル政策、それは核燃料だけではなくていろんな資源のサイクル戦略の中でどういう位置づけになり得るのかという、そういったところを見ていくというところだと思います。

ニュークリアフュージョン、フュージョンエネルギーについては、先ほど小西委員からこの革新炉ワーキングの場でも議論したほうがいいのではないかという御発言もございました。どこで議論するかはいろいろ意見あるとは思いますが、やはり議論をこれから多角的に進めていく点において、何のためのロードマップなのか、今回事務局のほうで軽水炉や高速炉、高温ガス炉については、社会実装のためのロードマップ、あるいは実証炉のためのロードマップという形で書き分けていただいていた部分があります。同じようにフュージョンエネルギーについても、エネルギーのプライマリーバランスを取るための技術についてのロードマップなのか、エネルギーを持続的に取り出すシステム、先ほど小西委員から未臨界・臨界の話もありましたが、炉工学や中性子工学も含んだような、そういったエネルギーの取り出しシステムとしてのロードマップなのか、あるいはさらにもっと進めて、廃棄物や安全、規制、立地も含めた、コストも含めたようなシステム全体としてのロードマップなのかというのはやはりきちんと明確にした上で、空中戦にならないような、地に足をつけた議論ができるような場を設けていただくのがいいのではないかと考えております。

いずれにも、このロードマップ自体も当然様々な境界条件の中で成り立っているもので、これから取りまとめていくロードマップというのは、今日現在でのロードマップになると思います。ですので、事務局においては、これからある程度の期間でローリングをしていけるような形で進めていっていただけるのがいいのではないかとこのように考えております。

以上、私からの簡単なまとめになります。

本日は皆様から、本日はというかこの一連のワーキングで非常に貴重な意見をいただけたと思います。それについては、本日新しくいただいた点もございますので、事務局において整理を行って、ロードマップ案というものにまた反映をしていくと。その上で、お手間にはなるのですが、修正版を皆様にお送りさせていただきますので、御確認いただくと、そういったプロセスを一段設けさせていただき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します。

3、閉会

○宮下原子力技術室長

ありがとうございました。繰り返しになりますけれども、委員の皆様の活発な御意見、御議論ありがとうございました。

ロードマップの改訂ですけれども、座長から話がありましたとおり、昨年9月から始まったものですが、今回で一段落となって案が示されているという状況でございます。修正をして委員の皆様へ送付させていただいて御確認というプロセスを進めたいと思しますので、ワーキンググループを開催する予定は今のところないわけですが、そのような段取りで進めさせていただければと思います。

また、座長からもありましたが、このロードマップ案、成案を得られた後、しっかりフォローアップしていくことも大事なかなと思いますので、革新炉ワーキンググループをフォローアップのためにまた定期的には開催していきたいなというふうに思っております。また事前に、開催をする際は御相談させていただければというふうに考えておりますので、今後ともよろしく願い申し上げます。

事務局からは以上でございます。

○齊藤座長

ありがとうございました。それでは、これをもちまして、第12回革新炉ワーキンググルー

ブを閉会いたします。本日はありがとうございました。