

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11回会合

日時 令和8年1月29日（木） 10:00～11:56

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 次世代革新炉（高速炉及び高温ガス炉）について

（第10回革新炉ワーキンググループにおけるご質問への回答）

1、開会

○宮下原子力技術室長

皆様、おはようございます。定刻となりましたので、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11回革新炉ワーキンググループを開催いたします。委員の皆様におかれましては、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。

本日の会議を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、YouTubeの経済産業省チャンネルでライブ配信をさせていただいております。よろしくお願い申し上げます。

まず、冒頭、ワーキンググループの議事に入る前に、事務局から、1月5日に公表されました中部電力浜岡原子力発電所の基準地震動策定に関する事案について触れさせていただきます。

経済産業大臣もこれまで発言しておりますとおり、今回の事案は、原子力の利用の大前提である安全性に対する国民の信頼を大きく損なうものであって決してあってはならないものと考えております。経済産業省としても極めて重く受け止めております。

経済産業省としましては、中部電力に対して、1月5日の月曜日、電気事業法に基づく報告徴収命令を行い、徹底した原因究明と実効的な再発防止策の検討、実施を求めています。報告の結果を踏まえまして、厳正に対処をしていくということとしております。

本件は、本日のワーキンググループの議題と直接関係するものではありませんが、重く受け止めていると、先ほど申し上げたとおり重く受け止めているということもあって、冒頭触れさせていただきました。

それでは、ここからは斉藤座長に議事進行をお願いいたします。よろしくお願いいたします。

○斉藤座長

皆様、おはようございます。それでは、まず初めに、本日も委員の皆様におかれては活発な御議論をぜひよろしくお願いいたしたいと思えます。

では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。

○宮下原子力技術室長

本日の会合につきましては、全委員御出席いただいている状況です。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、議事に移っていききたいと思います。本日のワーキンググループですが、内容としては、前回第10回の内容の継続になってございまして、まず、最初に、事務局及びJAEAより資料1について御説明をいただいた後に、質疑の対応という形で移っていききたいと思います。それでは、まず、御説明のほうをお願いします。

○宮下原子力技術室長

まず、事務局から資料1について御説明させていただければと思います。本日、資料はいつもお入り iPadのほうに入れさせていただいております。資料1から参考資料5まで入っておりますけれども、それぞれ御覧いただきながら、説明を聞いていただければと思います。

まず、資料1でございます。第10回革新炉ワーキンググループにおける御質問への回答ということでして、第10回高速炉・高温ガス炉について、現在の状況等を事務局側、JAEAから説明をしていただいたという状況になっています。

本日は、その中で委員の皆さんから出てきた質問について、説明させていただくとともに、フリーディスカッションいただくというふうに考えております。

資料をおめくりいただきまして、2ページ目でございます。本日御議論いただきたい内容ということで、事務局から、例として挙げさせていただいております。第10回革新炉ワーキンググループで様々なコメントをいただいているわけですが、キーワードとなるも

のを挙げさせていただきまして、3つのポイント、こういう内容が主な議論ポイントかなということでもとめさせていただいております。

3つポツがありまして、一番上のポツを見ていただきますと、実証炉の実現に向けて今後解決が必要な課題は何かということで、前回のワーキンググループではマイルストーンに向けた研究開発・検討が必要ではないかという話。あとコストとかニーズの見通し、規制基準の話、サイクル技術の話、あとはサプライチェーン、人材育成、実証炉の立地、あと実施主体の検討、広報活動、理解醸成とか、様々な論点からコメントをいただいております。

実証炉をまさに実現するプロジェクトを進めているわけですが、このようなポイントについて、特に力を入れて、今後解決が必要になっていく課題について御議論いただけるとありがたいというふうに思っております。

2つ目のポツであります。上記の課題について、今後の対応の方向性及びその時間軸、急ぎやらなければいけないものなのか、ちょっと先に検討を引き続き続けていくものなのかというのも御議論いただけるといいかなというふうに思っております。また、官民の役割分担という話もありました。官民の役割分担はどうあるべきかというところも、今回のワーキンググループで御議論いただけると、ありがたいというふうに考えております。

3つ目のポツであります。実証炉の開発・設置に向けては、様々な研究開発が進んでいるわけなんですけれども、その進展を踏まえて、マイルストーンの設定の更新が必要ないかという点が大きな論点となっております。高速炉については、2026年度頃の燃料技術の選定、2028年度頃の基本設計・許認可手続への移行判断というマイルストーンが設けられているわけですが、高温ガス炉については、そのようなメインのマイルストーンを設定している状況ではないということがあります。高温ガス炉についても、マイルストーンを設定すべきかどうか。設定するとしたらどういう観点で、マイルストーンとしていけばいいのか御議論いただけるとありがたく考えております。

次のページおめくりいただきまして、3ページ目以降は、前回の革新炉ワーキングでの御意見につきまして、事務局として簡単にまとめさせていただいた資料になっております。その後、1から11まで載っておりますけれども、全て詳細に御説明することは、この場では割愛させていただければと思いますけれども、例えば、1ページ目、1/11、右下のページ数でいうと3ページ目ですが、黒い線を引いているところがありますけれども、例えば上の3つ目を見ていただければ、人材や環境がどれぐらい整っているか懸念をしている。その下のポツでは、「民間投資を呼び込むのは難しいが、対策として具体的にどのような考え

があるのか示してほしい」、その次の下は「安全性や事業の経済性だけではなく、エネルギー政策や産業政策など、政策全体との整合性を明確にすることが有意義である」等の御意見をいただいております。

次のページもおめくりいただきまして、一番上のポツを見ていただければ、これは広報の話だと思いますけれども、「大きな動きがあるタイミングで広く知ってもらえる取組が必要」など御意見をいただいております。

次の5ページ目に行ってくださいまして、ガス炉についての御意見でございます。一番上のポツを見ていただきますと、「いつまでにというマイルストーンがなければスケジュールも決まらない。マイルストーンを明確にしてほしい」というような意見もいただいております。その下、マイルストーンについての意見が数件続きまして、真ん中ぐらいに、「高温ガス炉の水素製造のコストについて感度分析も含めて教えてほしい」という御意見も頂戴しております。

次の6ページ目に行ってくださいまして、これも高温ガス炉事業についてのコメントですけれども、例えば立地について、「要望のあった茨城県だけではなくその他の地域にも情報開示するなど、丁寧に最適なコミュニケーションが必要」という御意見をいただきました。その下、一番下のところですが、こちら、「2040年くらいまでには高温ガス実証炉による大量かつ安定した水素製造が必要である」ということで、実証炉の立地や事業体制を早めに決定する必要があるというようなコメントもいただいております。

次の7ページ目は、高速炉・高温ガス炉共通の事項についてのコメントでございます。一番上には「民間投資はいつどのようなタイミングで検討するのが重要」、その下には、研究開発なりプロジェクトの「支出総額見込みが審議されないまま投資されることに正当性があるのかをきちんと評価する必要がある」というようなコメントもいただいております。その下、上から5つ目ですが、サプライチェーンの話もいただいております。一番下には「規制がどうなるかこれから進めていく上での論点になる」というような御意見もありました。

次のページも簡単に御紹介させていただきますと、一番上のところ、線を引いたところを見ていただければ、「分散型エネルギーや地政学リスクを考慮した議論のアップデートが必要ではないか」という話。その下、3つ目のポツを見ていただければ、「これまで築いた技術基盤を生かした革新炉が次世代社会の基盤として活用されるよう事業環境整備も含めて議論をする段階に来ているのではないか」というようなコメントをいただいております。

9ページを見ていただきますと、これも共通事項でサプライチェーンの問題とか産業化の視点ということをいただいております。3つ目のポツではジェネシスミッションについて例示をしていただいた上で、「イノベーションを中心とした産業を興すために、高速炉・高温ガス炉をコアの一つとしてどうやって育てていくのかという視点での議論が必要ではないか」というコメントもいただきました。

10ページ目も理解醸成の話をしていただいたとともに、サプライチェーンの話、あとは規制基準の話、規格基準の話が重要ではないかというお話をいただいております。

11ページ目を見ていただきますと、特にガス炉の話かもしれないですが、「サイクルについて十分な検討なく方針が曖昧である」というような御意見。その下、推進主体の本気度ということで、「実施主体について、どのような形で考えるのか」、「ガス炉については、自治体の誘致は前向きなニュースだけれども、実施主体は見えない」というようなコメントもいただきました。

さらに、12ページ目を見ていただきますと、一番上のポツでは、「技術の内容、開発意義、事業進捗など、次世代層に分かりやすくアピールしていくことも重要」という話。あとその下から2つ目のポツですけれども、「今後のスケジュールを考えると規制対応も重要である」というような話をいただいております。

13ページには、その他として原子力の平和利用の話と、あとは、「推進側が規制側にプレッシャーをかけているようなことがあってはならない」というようなコメントもいただいております。

ということで前回のワーキンググループの御意見を踏まえまして、14ページを見ていただきますと、質問をいただいたものを高速炉事業、高温ガス炉事業、その他ということで分けさせていただきまして整理をさせていただきました。この中身としてまだ十分じゃないところもあるかもしれないですが、この場で、この後、フリーディスカッションの時間もありますので、追加の質問があればいただければというふうに思います。

それでは、それぞれについて事務局とJAEAから、御説明させていただきたいと思えます。17ページを御覧いただければと思います。

高速炉実証炉開発事業ということで、18ページ目以降から、質問をいただいたものの回答を載せております。18ページには、質問として、「高速炉開発の意義としては、有害度低減が強調されてきたと。炉心設計で1.2~1.3など1を超える増殖比について示されているが、増殖炉を目指しているのであれば明示すべき」というような質問をいただいております。こ

の点、高速炉というのは高レベル放射性廃棄物の減容化、有害度低減、資源の有効利用につながるなど多様な特徴を有している炉型だと考えています。実証炉開発はこれらの特徴、多様な特徴を有する高速炉システムの社会実装に向けた研究開発プロジェクトということになっておりまして、国際的にも広く使用されている、多様な特徴を持つ高速炉、Fast Reactorという表現を本プロジェクトでも使用しているという状況であります。増殖比に関わらず求められる重要な技術要素は共通でありまして、将来の様々な可能性に備えるべく、高速炉実証炉の開発を進めているという状況であります。参考に、増殖の話も書いてありますけれども、基本的な増殖比は1.03としつつ、炉心構成も変えることによって、1.1から1.2の増殖比も実現できる、運用し得るポテンシャルが確保できるよう炉心設計を実現できるよう開発を進めているということになっております。

その下の1-2でございます。「高速炉の使用済燃料の再処理は、MOXは湿式、金属燃料は乾式といった二本立てなのか示してほしい」というような質問をいただいております。2026年に燃料の選択のタイミングになっているわけですがけれども、技術的な観点から申し上げれば、高速炉燃料として酸化物燃料を使用する場合は湿式の再処理を、金属燃料を使用する場合には乾式の再処理を採用することとなると考えております。先ほどから申し上げているとおり、高速炉実証炉開発の戦略ロードマップには、2026年度頃を目途に研究開発成果・国際協力を通じて知見を得つつ、燃料技術の具体的な検討を行うということになっておりまして、今までの知見を踏まえ、酸化物燃料、金属燃料をそれぞれどういうふうに進めていくのか燃料選択というようにことが行われるタイミングになっております。2026年に予定されている燃料選択の際、今後の燃料の研究開発の方向性についても検討するという予定で考えております。

続きまして、19ページを御覧いただければと思います。ここから先はしばらくJAEAさんから、御回答いただければと思います。よろしく願いいたします。

○安藤高速炉サイクルプロジェクト推進室長

JAEA高速炉サイクルプロジェクト推進室の安藤と申します。

1-3、高速炉プロジェクトマネジメント上の課題といたしまして、資料2で民間投資を呼び込む具体的な記載がない。あとはプルトニウムを取扱うなどハードルの高さがある、民間企業によるハードルが高いだろうと。そういう民間投資を呼び込むための対策として具体的にどんな考え方があるのかという御質問をいただいております。現在、高速炉の将来の社会実装につながるという目的で、実証炉の開発当初の段階、今、概念設計段階でござい

ますけども、JAEAの中に、研究開発統合組織として、我々の室、高速炉サイクルプロジェクト推進室に、電気事業者さん、あとメーカーさんからもメンバーの協力を得て開発を進めておりますというところです。

開発段階に応じた民間投資の呼び込みに向けてなんですけども、それに向けては各種論点の検討が必要だというふうに考えてございます。戦略ロードマップにおきましては、2028年頃の現状の概念設計段階から基本設計・許認可手続段階の移行判断に当たって、具体的には新たな段階に応じた適切な事業運営体制の構築、あと立地や規制対応に関する具体的な対応の検討、あと開発資金調達できる仕組みの構築が重要というふうにされています。

また、戦略ロードマップの中には、研究開発のためには大量のプルトニウムを扱いホット試験が必要となる等、民間が主体的に開発を進めるにはハードルはかなり高い。そういうことで当面は軽水炉サイクルとの共通技術を含めて、JAEAがステークホルダーとの連携を図りつつ開発の中心的役割を果たす必要があるというふうに記載されてございます。

基本設計・許認可手続の段階に応じた民間の参画・連携が得られますように、今後、国、電気事業者さん、メーカーさんとも連携して各種論点の検討を進めてまいりたいというふうに思っております。

20ページにいきまして、これは参考としてお示ししておりますけども、概念設計段階での電気事業者さんの御協力というところで1ページ御説明を入れさせていただいています。高速炉の社会実装という観点では、電気事業者が持っている軽水炉の経験、また、高速炉開発の方向やその仕様についても御意見をいただくということは大変重要だというふうに考えてございます。そのため、電気事業者さんにおかれましては、高速炉開発会議や、あと戦略ワーキンググループといった会議体に主体的に参加いただいておりますし、研究開発統合組織である我々の室に人材の協力をいただいているというところでございます。

また、電気事業者さんが持つノウハウというところも、種々のワーキング等の中で提供いただいているというところでございまして、下に図が書いてございますけども、上に四角で書いてあるプロジェクト全体戦略のマネジメントということで、会議体が高速炉開発会議／戦略ワーキンググループというふうに書いてございますけれども、ここにも電気事業者さんに参加いただいているということと、右下に書いてございますように、電気事業者さんから我々の研究開発統合組織に中核メンバーも派遣していただいているという、そういう御協力をいただいているという状況でございます。

続きまして、22ページ、1－4にまいります。高速炉のサイクル技術に関して、酸化物が

金属かというところについて、どちらにせよ、JAEAの関与は重要だということなんですけれども、では、人材や環境がどれくらい整っているのか、そこは懸念がありますというコメントをいただいています。そして下にご書いてございますが、酸化燃料サイクルにつきましては、これまで、JAEAにおいて高速炉の燃料製造、再処理の開発を行ってきたというところがありまして、中核となるべき人材、あと試験を行うべき施設というのは有しているという状況でございます。

開発体制につきましては、過去の実用化プロジェクトの凍結等もありまして、機構の中の人員・予算というのは減少している状況が確かにありますというところなんです。2026年頃の燃料技術の具体的な検討を進めるための体制は現状、確保できるんですけれども、今後、高速炉実証炉のプロジェクトを進めるという観点では、開発経験者の再雇用であったり、若手技術者も採用して育成する。さらには、ステークホルダーさんとも連携した上で開発体制の強化を図る必要があるというふうに考えてございます。

一方、試験施設・設備につきましては、現状の研究開発には対応できているというところでございますが、老朽化が進んでいるものも幾つかございまして、施設の統廃合も含めて環境整備を進めているというところでございます。

一方、金属燃料サイクルにつきましては、国内では電中研さんを中心に開発経験があるんですけれども、限られているというところがありまして、日米協力を活用した検討を進めているというのが現状でございます。今後は原子力機構内でもその開発の核となる人材育成を図るとともに、電中研やメーカーを結集した開発体制の構築を図るべく議論を進めてまいりますというふうに思っております。

次のページをめくっていただきまして、22ページですけれども、高速炉燃料開発に必要な主要施設というページでございます。ここは、今JAEAの中にある施設を説明しているものございまして、左下を見ていただくと、燃料製造技術の開発を行う施設としまして、Pu-1、プルトニウム燃料第1開発室というものが書いてございます。青枠内に書いてあるような技術開発を進めているというところございまして、左上にいきますと、燃料製造技術を実証する施設としてPu-3、プルトニウム燃料第3開発室というのがあります、というところでございます。次、真ん中のほうに行きますと、高速中性子照射施設というものが書いてございまして、常陽、IRAFというものを書いているというところで、ここでしっかり、燃料・材料の照射をしていくということが必要というところなんです。右上、照射後試験フィールドというもので書いてございまして、FMF、AGF、MMFというものが書いてござ

ございますけれども、常陽であぶった燃料をここでしっかり試験をするというところで、そういう施設があるというところ。あと右下には、再処理技術開発フィールドというものがございます。ここは溶解・清澄と燃料再処理に関する技術開発を行うというところでございます。CPF、応用試験棟、あと実規模開発試験室、第2応用試験棟というものが、それぞれコールド試験、ウラン試験、ホット試験を行う施設としてありますというところでございます。途中、Pu-1、AGF、MMFのところには星印がついてございますが、ここは廃止措置の予定の施設ということでございまして、事業の中では、その施設をPu-1であれば、Pu-3、AGF、MMFであれば、FMFに機能集約するということを今検討しているというところでございます。

続きまして、次のページに参ります。23ページですけども、原子力機構の人員・予算推移というものを示した図になってございます。縦軸は左側が予算、右側に人員の数が書いてございますということで、まず、人員のほうですけども、黒丸で表現されてございますけども、平成1年、1989年当時は5,300人規模いたものが、その後の経緯を踏まえまして、現在では3,000人規模に減少しているというところ。あと予算につきましても、棒グラフでお示ししていますけども、3,000億規模あったのが今1,500億円規模になっているというところでございます。人員・予算ともかなり縮小しているというのが現状でございます。

続きまして、24ページに参りますが、1-5、燃料サプライチェーンの構築は実証炉だけの課題ではなくHTTRや常陽などの研究炉を動かすために必要な燃料サプライチェーンもせっぱ詰まっていると。炉システムだけでなく燃料と燃料サイクルの検討を行うべきということで、燃料側のサプライチェーンもきちんと準備すべきというお話。1-6につきましましては、プラントシステムについても、部品の調達に不安がありますねというところと、その人材についても同様ですと。軽水炉システムと共通する技術や運転スキル、設計・製作が共通しているわけでもないのに、継承されているのでしょうかという御指摘をいただいております。

サプライチェーンにつきましましては、原子力機構と、中核企業である三菱さんとが協力して構築のための活動を行ってございます。後ほどまたページでも御説明しますが、炉システムだけでなく燃料と燃料サイクルの検討も行っているところでございます。また、運転・保守という観点では、もんじゅの経験が重要だというふうに考えてございまして、もんじゅとの連携も強化した検討の計画というのを進めてございます。

次のページに行きまして、サプライチェーン維持の取組というものが2枚ございます。ま

ずこのページは、実証炉向けのサプライチェーンの維持というところで炉側の状況に絞って御説明しています。2024年度頃までに、下に図が書いてございますけども、水・蒸気系とか冷却系、あと原子炉構造で、どういう機器があってそれに対してどういうサプライチェーンがあるのかと、そういうリストをきちんとつくるというところで、これは2024年度の段階で完了しているという状況でございます。今後は、この図にも書いてございますけども、サプライヤーさんへのヒアリングなどを通じて今どういう状況にあるかいうところを確認するという作業を今現在進めているところでございまして、その結果を踏まえまして、支援等が必要な場合にはサプライヤー確保と生産技術の維持のための施策の具体化をしていかなきゃいけないというふうに考えてございます。現状はサプライヤーが消失しているもの、あるいは一般産業では供給は困難なものというものを優先順位が高いというふうに考えてございまして、新しいサプライヤーの技術評価だったり、生産技術の状況確認のための品質確認・向上試験というのを実施しているところでございます。

下に例が示してございますけども、一番左は、燃料の集合体の周りを覆うラップ管という、その材料ですけども、燃料関連部材についての施策をやっておりますし、真ん中はナトリウム弁と、これも特殊な設計が必要なんですけども、そういうナトリウム関連の特殊な機器に関する施策。右が高速炉用の材料ということで、伝熱管であったり鍛工品であったり、そういうものについても、品質確認・向上試験というのをやっているというところでございます。

次のページに参りまして、こちらのページは燃料サイクル側のサプライチェーンの維持の取組というものを御説明したものでございます。

まず、一番上のところですが、一般的に燃料サイクル施設の実装、あと燃料の製造というところにつきましては、一般産業で適用されない特有の条件というのがあります。例えば、耐食性だとか耐放射線性、あと遠隔作業しなきゃいけないとか、公差の要求とか、そういうものが書いてございますけども、そういうものに対応するために特殊材料の供給、あと特殊機器の設計・製造というためのサプライチェーンの確保が極めて重要だというふうに考えてございます。

MOX燃料サイクルにつきましては、JAEAの中に、リサイクル機器試験施設RETFというもの、あとプルトニウム燃料第三開発室Pu-3というもの、今までの建設・操業の実績というのがございます。また、これは軽水炉の技術になりますけれども、日本原燃の六カ所再処理工場、あとMOX燃料工場の建設というものがございまして、MOX燃料のプラ

ントのサプライチェーンというものは構築されていると考えてございます。ただ、時間経過がしておりますので、一部サプライヤーの撤退というのも発生しております。こういうものにつきましては、今後サプライヤーリストを整備し対策を検討していきたいと考えてございます。

一方、金属燃料につきましては、国内で大規模な施設の建設というのにはございませんというところですので。そのため、サプライチェーンを新たに構築する必要があるというふうにご考えてございまして、一方、過去に国内で実施された研究開発、これは電中研さんを中心に進めている研究開発ですけれども、そこでは、加熱装置とか、るつぼという、そういう金属燃料サイクルに特有の主要な機器というところについては、調達上の課題はなかったというところもございまして、そういうところも踏まえまして、今後は施設全体としてサプライヤーリストをまた整備して対策を検討していきたいというふうにご考えてございます。

説明は以上になります。

○宮下原子力技術室長

続きまして、次のページから高温ガス炉実証炉開発事業についての質問に対する回答となっております。こちらにも JAEA からお願いいたします。

○坂場高温ガス炉プロジェクト推進室長

原子力機構の高温ガス炉プロジェクト推進室の坂場と申します。よろしく申し上げます。

まず、2-1、28ページです。「高温ガス炉の水素製造のコストについて感度分析含め教えてください」ということに関しまして、高温ガス炉の実証炉は現時点におきまして、基本設計が確定しておらず、設置条件等が整っていない現状にございます。したがって、技術や発電、水素製造に関わる費用について一定の予見性がなく、正確な建設費等の試算を行うのが困難な状態にございます。将来的に基本設計が進展しまして、その技術や費用に関する予見性が高まった段階におきまして、建設費等の見積りを行っていくことになるかと考えてございます。その上で、国際機関による高温ガス炉の水素製造コストの試算とその分析などを次のページからまとめてございます。

29ページです。こちらは OECD/NEA の評価によります高温ガスのポテンシャルでございます。OECD/NEA の評価によりますと、電力コストは水素製造コストに最も影響を与える要因と分析されてございます。また、電気分解装置の設備費が与える影響も無視できず、特に低い稼働率の場合には顕著であるとされています。

この下に2つグラフを載せておりますが、左側の図2.1、こちらは電源ごとの水素コスト

の比較などを踏まえまして、この報告書では、原子力はその高い稼働率により水素製造において競争力のある選択肢として評価されてございます。

図の2.1ですが、左側から軽水炉、償却済みのもの、太陽光、中東、北米、陸上風力、太陽光（欧州）、軽水炉を新設した場合、洋上風力、それから系統電力というようなまとめがなされているところでございます。次に、右側の図の2.2でございまして、こちら軽水炉－PEMと高温ガス炉－SOECの比較におきまして、高温ガスのほうが優位な可能性が示唆されてございます。これは高温ガス炉の高温熱を活用することによりまして、軽水炉のケースと比べまして、水素製造の電力消費を削減し得るためという評価がなされてございます。

次のページになります。30ページですが、こちらOECD/NEAの評価、今示しましたグラフに基づいている各数値になってございます。軽水炉、高温ガス炉の高稼働率、90%を想定している計算がなされているというものでございます。一番右側、発電コストのキロワット当たりの円でございます。こちらは、このような形で示されてございまして、特に報告書上は、USドルで示されておりますが、為替レートは150円、原子力機構は中身をいじっておりませんで、為替の部分だけを原子力機構で評価して記載したというものでございます。

次のページに参ります。こちら参考でございまして、将来の水素社会を考えた場合に今と価値観が違おうであろうという観点で、1つ目が社会的費用のCO₂対策費というのが現れた場合の低減効果がございまして。現状、炭素税というのは日本の場合ですとt-CO₂あたり289円、一方で現状におきましては、北欧、特にスウェーデンなどでは1万9,000円というような値が示されております。

この後、もろもろの評価を、下に示してある評価におきまして、それぞれCO₂の価格が4,300円、1万5,000円、3万7,000円といった場合には、それに対応する水素製造コストの低減効果としましては、0.8円、3.1円、7.4円というようなものになってくるだろうと。こういうものが将来的には考えなければいけない項目の一つとして考えられてございます。

次に、右側の②の燃料と原料費の低減効果でありますけれども、LNGから水蒸気改質器で水素を作る場合におきましては、エネルギーで消費される燃料という観点での水素製造コストが高温ガス炉を使った場合は減らすことが可能になる。これが2.8から8.6円という試算をしております。

次のページに参ります。さらにカーボンプライシングあるいはカーボンリーケージ対策

のようなものが将来的には考えなければいけないものとしてありまして、カーボンプライシングでは、成長志向型カーボンプライシングで、排出されるCO₂に対する課税及びCO₂排出量を企業間で取引する制度が導入されます。それからカーボンリンケージに関しましては、カーボンプライシングが緩い国から輸入された製品に対しまして、特にEUの排出量取引制度と同等の炭素価格の支払いを求める炭素国境調整措置の導入が進むであろうというふうに考えてございます。

次のページに参りまして、2-2の質問、「米国ダウ社の工場に高温ガス炉を立地するのがよい事例。日本においても同様の事例は想定されないと思うが、どのようなニーズがあるかを考える必要がある」ということで、ここで、この2ページ、製鉄と化学と分けて記載してございます。

まず、33ページが製鉄分野でございまして、この中のカーボンニュートラル生産プロセス、現行プロセスから将来的には、グリーン水素を使って水素による還元製鉄シャフト炉を使うといった流れになってございます。そのときに使うであろう水素あるいは電気、それから、下の部分に記載しましたCCS/CCUに関しましては、熱・蒸気なども使われます。こういったところに高温ガス炉から水素・電気・熱・蒸気を供給するというような使われ方、特に水素に関しましては、より高温のほうが、ここは吸熱反応になってございますので、高温ガス炉のメリットを生かしまして、高温の水素を供給できるようなシステムというのが、将来的にカーボンフリーである鉄をつくるのに有効に働くだらうというふうに考えてございます。

次のページに参ります。こちらは化学の分野でございまして、原料転換、例えばMTO、Methanol To Olefineとか、ETO、こういったものに、水素をたくさん使っていくということになるわけでございますけれども、そこにおきまして、水素を導入するということに高温ガス炉を使う。また、さらに今、現行、自家発電をしているようなところがございまして、そこに電気を供給あるいは熱・蒸気をプロセス中に供給するといったような使われ方がございます。特に水素に関しましては、将来的な技術開発要素がまだ化学分野でございまして、蒸気に関しましては、速やかに欲しいというようなニーズは数多くありまして、特に諸外国におきまして、そういった使われ方をしているという現状がございまして、

その次の35ページでございまして、シャフト炉、水素還元製鉄炉に関しましては、現行と同じように250万t/年みたいな還元鉄をつくる場合には、水素としまして、およそ35万立

米／時ぐらい必要である。そのときに、高温ガス炉の場合、200MW 5 炉心を1ユニットとしまして供給すると、現行35万立米／時ぐらいは供給できるだろうという試算が行われているところでございます。

次のページに参ります。こちら2-3で「高温ガス炉の開発では、原子力機構内外の人的リソースの確保の必要性が示されている。他方で、高速炉では推進室が設置され事業が順調に進んでいる説明があった。高温ガス炉のほうでも、そのような知見を生かすとともにさらに発展・拡大させていくことで体制を整えてほしい」というコメントでございます。

高温ガス炉に関しましては、高温ガス炉プロジェクト推進室というものを、高速炉よりも先行して2022年11月に立ち上げてございます。当時は発足時9名ぐらいのものでございましたが、さらにこの配下に4つのグループを従えることによりまして今現行グリップしているというような状況でございます。ここは高温ガス炉のプロジェクト推進室、エネルギー開発領域の中で詳細を書いておりますけども、この同様の並びで高速炉もございます。

さらにコーポレート組織との連携は当然のことでありまして、HTTRは自身がこれとは外の組織としまして、大洗原子力工学研究所の中で運転の維持管理がなされているといった組織、体制でございます。

次のページに参ります。燃料サプライチェーンでございます。サプライチェーンの問題としまして、「燃料だけでなくプラントシステムを構成する部品にも不安がある。開発を始めてから時間がたち過ぎているために技術が途絶えていたり国内外でも入手が困難になったりすると、高温ガス炉では高温で使用する部品なのでIS法で用いるSiCとか高温ガスタービンなど産業技術が継承されているのか不安。人材も同様である。そういった意味での運転スキル、設計・製作が共通しているわけでもなく、継承が心配である」というコメントがございます。

まず、基本方針といたしましては、国内で蓄積した燃料製造技術、これは原子燃料工業が所有しておりますけれども、これをJAEAに移管しまして、知財取扱い等の整備を経まして、関連技術をまずは保護する。技術がないわけではなく、技術は存在していますので、それをまずはJAEAが一時保管する。今後、JAEAを技術供与元としまして、将来の燃料製造機関における製造技術を供与することで、国内実証炉の燃料を確保していきたいというのが基本としてございます。

次に、燃料調達方針ですが、まずは国内調達を最優先する、これが成立しない場合に備えまして、海外調達オプションとして複数の調達候補と現在交渉を進めております。具体的に

はイギリスでは、プロジェクトを運営しているといったところでございます。次に、国内と海外調達は同時並行に推進しているというような状況でございます。

次のページに参ります。S i Cセラミックス、こちらはI Sプロセスでございますが、I Sは今回の議論の中で2050年をターゲットとした場合、若干時間がかかるだろうということで、その上で御考慮いただきたいところでございますけれども、まず、高温硫酸分解装置におきまして、S i Cのセラミックスを使うということになってございます。そういう意味で、現行ここは、一番下のビュレットにありますけれども、クアーズテック合同会社というところが製作する技術は所有しているというところでございます。そういった観点で特にI Sプロセスに関しましては、この先、カーボンフリー水素製造装置としまして、熱化学法ですので、ポテンシャルはあるんですが、実現可能かどうかということをごさらにR&Dが必要であるという位置付けでございます。

続きまして、39ページでございます。サプライチェーン維持の取組としまして、実証炉向けのサプライチェーンの維持・再構築を目指しまして、22年度までに調達品／サプライヤーリストの整備が完了してございます。今後実証炉に向けまして、製作・調達時期を見据えまして、計画的にサプライヤーの確保、製作技術の維持を図るということにしております。

○宮下原子力技術室長

ありがとうございました。40ページは事務局から説明させていただければと思います。

2-5ということで、高温ガス炉の社会実装への課題として、これまでになかった民間企業主導という新しい言葉が入っているということで、これが具体化し前に踏み込んだ印象を受けているということで関係者との議論の進展があったのであれば教えてほしいという御質問をいただいております。

まず、高温ガス炉による水素製造については、実際に社会実装を進めるという上で、水素を製造する企業の方、あと使用するユーザー企業の方と、どのようなニーズを持っているのかなど、様々なことをコミュニケーションしていくことが重要であるというふうに考えております。

HTTRでの水素製造実証というものが2028年度以降に予定されているという中で、資源エネルギー庁、JAEA、三菱重工としても、脱炭素の水素、熱の需要が見込まれる産業との意見交換に取り組んでおります。

意見交換ではプロジェクト推進側から、今のこのプロジェクトで実証開発事業に関する情報提供を行うということとともに、産業界の脱炭素化に向けた高温ガス炉の将来的な活

用イメージに関する意見交換を行っております。具体的な産業界の方々としては、製鉄の方、化学の方、また水素の卸売関係の方の企業の関係者と行っております。

産業界の方からは以下のような意見が出されておまして、例えば高温ガス炉は、脱炭素の水素・熱・電気の全てを供給し得る点が一つの魅力であるということ。あと、水素を海外から持ってくるという場合は遠距離の輸送コスト等が発生するため、国内で脱炭素水素をする製造できる意義は大きいという点。あと輸送コストの低減、熱利用の観点からいうと需要地の近接というところに立地することが可能であればなおよいというような話もいただいております。

具体的な高温ガス炉を建てる・建てないの投資判断に当たっては、水素製造を含むエネルギー供給コストというのは、水素のコストというだけではなくて、原子力事業者、事業特有の規制対応、バックエンド対応は重要な論点であるということ。あと制度整備なども、もし必要になるようであれば考えていかなければいけないというようなコメントをいただいております。

このようなユーザー企業との対話を進めつつ、実証炉の実施主体の検討などを含め、将来のニーズに合った高温ガス炉システムの構築を目指して、プロジェクトを今後も進めたいと考えております。

41ページ以降、その他としていただいた質問でございます。

42ページを見ていただきますと、2ついただいております。3-1は、「もんじゅは損切りをせずに2兆円を超えて投資された。官の投資はもう十分ではないか」ということで、「支出総額見込みが審議されないまま投資されることに正当性があるのか、ちゃんと評価する必要がある」というコメントをいただいております。

まず、高速炉・高温ガス炉ともに、それぞれの特徴を生かした我が国の産業競争力強化、経済成長、及びCO₂の排出削減への貢献の意義があるということとして、それぞれの特徴があるため、各炉型の技術的成立性、経済性の確認のための実証炉開発というこのプロジェクトを産学官一体となって取り組んでいるという状況であります。

他方、高速炉・高温ガス炉の実証炉については、いまだ概念設計や基本設計が確定をしていないという状況でありまして、プロジェクトの途上であるということでございます。また、どこに建てるのか等の設置条件も整っていないという状況になりまして、現時点において、技術開発、発電・水素製造に係る費用について、一定の正確な試算を行うことが難しい状況ということを御理解いただけるとありがたいと思っております。

もちろん将来的に開発が進展して、技術・費用に関する予見性が高まった段階で、建設費等の見積もりを行っていくことになると考えております。例えばマイルストーンとして、高速炉については、2028年度頃に予定されている基本設計、許認可手続への移行判断の際は、様々なコストについてもその時点での試算を行って、判断の材料にするということも行われるというふうに考えております。

3-2ですけれども、「原子力基本法にもあるように原子力利用は平和利用が大前提、それを外れて議論することはあってはならない。この点について事務局の見解を伺いたい」ということで、委員の御指摘のとおり、原子力の平和利用が大前提であるということで、このワーキンググループでは、エネルギー分野での原子力政策、原子力技術を議論するために設置されているワーキンググループとなっております、その議論の内容は我が国の炉型開発に係る道筋、まさに皆さんに今やっただいただいていることですが、そのようなことを議論するために設置されたものでありまして、一番最初に申し上げたとおり、平和利用の観点でエネルギー利用をどういうふうに進めていくのか、技術開発をどう進めていくのかということについて、議論をしていく場となっております。

ということですいません、駆け足になりましたけれども、ワーキンググループにおける御質問への回答について、ざっと説明させていただきました。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、ここから自由討論及び質疑応答に移りたいと思います。

今、前回の第10回のワーキングでの御質問に対する回答という形で事務局及びJAEAからあったところですが、それらに対する更問いでも構いませんし、また、新しい観点でも構いません。ぜひ御自由に御議論いただきたいと思います。

オンラインの参加の方については、従前どおり会議システムの手を挙げる機能で発言表明をお願いしたいと思います。順次こちらから指名いたします。また、会場におられる皆様についても、いつもどおりネームプレートを立てていただければと思います。あわせて会場の皆様におかれては、目の前のマイクのオンボタンを押すと、マイクオンになりますので、オンを押してから発言いただきたいと思います。

指名順については、オンライン含めまして、事務局で整理を行っていただきます。発言の順番については、若干前後することになると思いますが、御容赦ください。できるだけ多くの方に御発言いただきたく、恐縮ですが、発言時間を1人当たり、これもいつもどおり3分

でお願いしたいと思います。

一通り御意見を伺った後にその質問に対してまた改めて事務局やプレゼンターから御回答した上で、時間が許せば2巡目をまたやっていきたいと思っておりますので、よろしくお願ひします。

それでは、御質問のほういかがでしょうか。どうでしょうか。

澤委員、お願いします。

○澤委員

すいません。どなたもいないので、先にガス炉の話をもたさせていただきますんですけども、やはり今日、いろいろ御回答いただいたんですけど、実施主体がやっぱり最優先かなというふうに思っていて、今いろんな議論をされているというのは分かったんですけども、意見交換をやるというのは分かったんですけど、やはり国の支援の中で検討チームみたいなものを正式に立ち上げる時期がそろそろかなというふうに感じています。

その中でできれば広くメンバーを集めていただいて、例えばサイトの問題なんかもこの中で議論すればいいのかなと。前回も出ていましたけど、茨城は手を挙げていますけども、ほかにもいろいろ声かけたらというのも、そういった中で議論していけばいいのかなと思っただのが1点目です。

もう一つのガス炉のほうのポイントが、やはり燃料サプライで、技術をJAEAに移してとかというのがありましたけども、それを今度は吐き出す場合に、私の理解では、やっぱり新規制基準とかでも非常にハードルが上がっていて、メーカーさんの経営リスクが大き過ぎる。そうするとJAEAに1回技術を集めたところで吐き出し口がやっぱり今のままでは見つからないんじゃないかという懸念を持っています。

そうすると、やっぱりメーカーさんに国が直接こ入れはなかなかできないんじゃないか。そうすると、例えばですけども、これ全くイメージですけど、例えば六カ所とか茨城県とか、そういったところに、何か新しく、燃料に関する事業体みたいなものをつくるような検討をやったほうが早いんじゃないかと。素人考えですけども、そういった印象を持ちました。以上です。

あともう一つ、ついでに付け加えると、大学のほうで今、人材の話、今回あんまり、JAEAの話ばかりだったんですけど、結構GXが始まってから、学生たちが原子力に非常に興味を持ち始めていて、それで特に福島だと惨憺たるものだったんですけども、今特に革新炉を中心に若い人がどんどん入り込もうとしているので、これチャンスだと思いますの

で、やはりいろんなところでアピールしていただいて、JAEAだけじゃなくて、若い人をどんどん取り込んでと、ちょっと感想です。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、オンラインのほうから黒崎委員から御質問お願いしたいと思います。

○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、手短で、でも5つあります。

一つは高速炉とガス炉の実証炉開発をこれからしようとしていますけれども、もう一度意義とか、あと必要性というところをきちんと明確にして、常にそれを示し続けることが大事だと思います。何で高速炉、何でガス炉というところをやっているんだ、やろうとしているんだというところをきちんと明確にして、それをいろんな方々に御理解いただくというのがまず大前提で非常に重要ですよというのが1つ目のコメントです。

2つ目は、サプライチェーンの話がありました。それで燃料サプライチェーンとかいろいろあったんですけども、やはりこの維持・強化していくというところに対しては、その将来像、あるいは工程、ロードマップでもいいんですけども、そういう、将来この分野というのがどうなっていくんだというのを明確に示すこと。それがとても大事で、そういう明確なものがあれば、それをよりどころにサプライチェーンがどんどんつながっていくと思いますので、その将来像を示すというところを非常に大事だというところを認識していただければと思っているのが2つ目です。

3つ目が先ほどもありましたが実施主体の話です。この実施主体を当然これから決めていく必要があるんですけども、私は民間に丸投げという形をするのではなくて、国がかなり関与していく、あるいはリーダーシップを発揮していくというところが非常に大事なかなあというふうに思っていると、これが3つ目です。

4つ目が、プレゼン資料の22ページと23ページにありましたけれども、JAEAの状況についてです。JAEAの施設の老朽化であるとかあるいは人が減っていているというところがありました。実証炉開発の中心的な役割を担うのはJAEAであり、JAEAの体制というのが、先ほどの資料で見ると、なかなか先細りといいますか減っていているという話があったので、ここについては、非常に問題意識を持っています。やはり人を集めてくるというところで、全体の底上げというのが大事になってきますし、それもすぐにはなかなか

できるものではないということです。全体の底上げ、人を集めてくるにはどうすればいいか
というと、最初に言いました、高速炉、高温ガス炉、革新炉全般でもいいんですけども、
その必要性とか意義というのをいろんな方に御理解いただくというのが結局は大事にな
ってくるのかなというふうに思っています。

最後が5つ目なんですけれども、資料の33ページにあったガス炉の話で、製鉄のところと
くっつけて、脱炭素で鉄を造っていくというところの絵がありました。この絵は本当にもし
実現するのであれば、非常に分かりやすい未来像になるというふうに思っています。夢があ
る話だと思いますし、おそらく製鉄業界からのニーズも、これが実現するのであればという
前提ですけども、ニーズは非常に高いと思います。

ただ、私自身も正直よく分かっていないところもあるのですが、これの実現可能性という
ところが、まだふわっとしているところがありますので、どういったことをやればこれが実
現するのかというところを整理して明確に示していただきたいなというふうに思っていま
す。例えば、話がありましたが、コストの話であるとか、あるいは水素の必要な量に対して
供給できる量の話とか、あと当然立地の話とか、いろいろ課題はあると思うんですけども、
実現すれば、これは本当にすごい話ですので、ぜひ実現する方向を目指して、そのためには
何をすればいいかというところを明確にしていきたいなというふうに思っています。

私のほうから以上です。ありがとうございました。

○齊藤座長

黒崎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。

では高木直行委員をお願いします。

○高木（直）委員

都市大の高木です。

本日の資料で29ページでNEAのコストの比較があって、ガス炉は軽水炉よりもコスト
が低いということですが、ここで想定されているガス炉はどんなガス炉かというのが分か
れば教えていただきたい。ガスタービンを想定しているのか、ということです。

35ページの資料で、今、黒崎先生からもあった原子力製鉄ですけども、これには、5基
の200MWのガス炉が必要で、要するに、これで造る鉄のコストが、経済競争力を持つ見通
しがあるのか。例えば、エネルギーシステムだと、入力に対して出力が大きくないと発電シ
ステムにはならないというのと同じように、この書いてある絵が本当に成立し得るものな
のかという見通し・ポテンシャルがあれば、それについて教えていただきたい。

今回のワーキングのテーマである、ガス炉・高速炉のスケジュールとか、マイルストーン設定についてですが、まず、両炉型について共通のマイルストーン設定として、実用炉プラント概念を明確化するという点が一つ共通して必要で、これをどこの時点でどうするか。高速炉のほうはある程度燃料についても書かれておりますが、これをどんどん精緻化していく必要があるというのが一つです。

2点目としまして、以降、ガス炉についてなんですが、実証炉としてつくるものと、実用炉としてつくるものがもし違うシステム構成であるならば、つくった実証炉はいつか改造しなくてははいけません。改造計画まで含めた実証炉の開発スケジュールを明確にしなければなりません。これは本当に実証炉と実用炉が違うスタイルになるのであればということだと思います。この辺、テクニカルな点で私が間違っていたら訂正ください。

3点目が水素製造技術の実用化見通しですが、先ほど言ったのと同じように、どのぐらいのコストでいけるのか。これは結局、高温ガス炉の経済性に直結する話です。また、水素製造の方法が、全くCO₂を出さないIS法は難しいので水蒸気改質法になるならば、CO₂の抑制効果はどのぐらいなのか。さっきのカーボンプライシングとの関係もあると思います。

4点目、最後ですが、これは前回WGでも申し上げた核燃料サイクル政策への影響の把握。当然ガス炉は高濃縮でウランを使い、天然ウランを大量に多く消費します。その使用済燃料の発生量とか貯蔵も考えていかななくてははいけない。最終処分場をどうするか、処分面積、さらには処分安全評価、そういったものまで含めた政策への影響把握というのをしなくてははいけない。

4点申し上げました。

○斉藤座長

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。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。コメント2点です。

1点目がサプライチェーン等々ですけれども、長期間にわたる開発の空白により産業界の撤退等もあったんだと思いますし、それに対するサプライチェーン維持の取組が現行行われているということは、前回もしくは今回の話でよく分かりました。それが不足しているかどうかということをお願いということでは全くなくて、すべての人が技術に詳しいと

いうわけではないという中で、クリティカルなところが大丈夫なのだろうか、だいぶ時が経っていますけど大丈夫なんですか、というのは素朴な疑問としてやっぱり出るものなのではないかなと思います。

これは今後こういった開発を進めていく、やっていくんだという話になっていくと、多くの方々に理解をしていただけるかどうかという話になって、多くの人に理解してもらうには、だいぶ時が経っていますけど大丈夫なんですよね、というそこに対する答えというのは要るんだろうと思います。これに対する答えは多分簡単に出来るものではないと思いますし、どこまでいっても難しいことだというふうに分かっています。

片方で、ロードマップにはあるんだけど、本当にいつからスタートするのかというふうになってしまうと、サプライチェーンの側も、頑張り切れないところというのはあるんだろうと思いますし、人のところもやっぱり来ないところはあるんだろう、集められないところもあるのではないかなと思うので、やっぱり、するんですよねということが、ある意味サプライチェーンの維持であったり人の確保というところに対して改善できる部分なんだろうなというふうに思います。それは国として必要であるということであれば、するということになるんだらというお話かと思います。

2点目ですけれども、今日の資料の40ページ目ですか。こちらで産業界の方々との意見交換という話が出ているかと理解しております。足元、少し脱炭素に対しての勢いが落ちている部分というのは世間的にあるかと思いますが、長期的に見ていけば、製造業の世界において、グリーンでかつ安くつくれるみたいな国が出てくるとそれはやっぱり優位に立つ懸念があるのだろうと思っております。

そういう中で、日本の製造業を国内でどう製造を維持していくのかということを見ると、こうした新しい技術を使いながら、グリーンで作っていくというのは大事なのではないかと思いますし、こういう産業界の意見交換が行われるということも一つ大きな一歩なのではないか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、いかがでしょうか。それでは、オンラインの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。私のほうから3点コメントさせていただきます。

まず、1点目ですけれども、高速炉の開発のところでは、開発で、増殖にするか、どうするか、燃料選択もまだまだ柔軟戦略をとられるということだったと理解したんですけれども、そもそも増殖するかしらないかというのは、燃料の選択にかかわってくる話で、金属燃料にするか、酸化物燃料にするかという選択にも、また、これ再処理どうするかという話にも、全部跳ねてくる話だと思います。

高速炉開発はもう60年以上やっている話なんですよ。その中で、このぐらつき具合は一体なんなんだというふうに思います。一体どこまで柔軟であり続けるのかというのはもういい加減に決めていただきたいなというふうに思います。

2点目です。事業者の協力について、高速炉でも高温ガス炉でもそうですけれども、これは絵がもちろん描けるわけですね。でも、経済性が見出せなければ、事業者は「ふげん」と同じように、最終的には投資しない。開発できても投資しないということになるわけです。そもそも原発の経済性というのは高い建設費を安い燃料費で運転するというところに成り立つはずのロジックだと思います。ところが、特に高速炉も高温ガス炉もそうですけれども、燃料コストが高い。特に高速炉に関して再処理が伴うので、必然的に高くつくことは分かっているわけです。経済性がないことは、2012年ぐらいにあった、サイクルコストの検証の時点でも明らかだったところですよ。にもかかわらず、あえて、高速炉を国が推進しているわけですよ。そして国民負担も巨額に上っているという状況です。前回も申し上げましたけれども、こちら、きちんとどういうふうにするのか。どのタイミングで、どういうことになっていけば進めるのか、進めないのかということをごきちんとして設定すべきだというふうに、条件を設定すべきだというふうに思います。

高温ガス炉についてですけれども、JAEAさんからも一定の留保が必要というコメントがあったと思うんですけれども、水素製造コストに関しては、かなりOECD/NEAさんのレポートは甘いなと思っています。一応読んだんですけれども、かなり甘いなと思っています。これは、例えば建設費があまり高騰しない、また、複数基立てた後の建設費だというふうになっていると思いますけれども、過去の原発の建設事例を考えれば、あんまり信用が置けないと思います。また、高温ガス炉で製造した水素をどのように運ぶのかということも、私は疑問に思っています。例えばアメリカのダウ社の場合、工場に隣接して高温ガス炉を立地するといっているんですけれども、本日の資料でも、輸送コストの低減というのが大事だと、熱の利用の観点から、需要地近接立地が可能であれば、なおよいというような記述があったと思います。ただし、日本のように、コンビナート地帯に人口が多いという国で、

工場隣接型の原発が建設できるとは到底考えられないというふうに思います。そもそも水素が高温ガス炉でなくてもできるということが、まず前提として考えなければいけない話なんじゃないかというふうに思います。

以上になります。ありがとうございました。

○斉藤座長

松久保委員ありがとうございました。それでは、そのほかの委員、ご意見いかがでしょうか。

まず、最初にオンラインの浅沼委員からお願いしたいと思います。

○浅沼委員

浅沼です。ありがとうございます。

私からは3点、コメントがあります。一つは、高速炉・ガス炉の開発共通なんですけれども、やはりどこに建設するかというのが結構大事だなというのが今日御説明を聞いていて、思いました。地震動の評価が必要になったり、それから先ほどの費用の試算についても、どこに建設するかというのが結構ポイントになってくるというお話だったので、こういった時間軸をきちんと考える上で、どこに建設するかを、いつまでにどういった取組をして決めていくかというのをきちんとロードマップに反映していく必要があるのではないかと思います。実証炉については、やはり官主体で動く必要があるのではないかと思います。

それから2点目ですけれども、高速炉の開発については、マイルストーンがある程度明確に定められていて、それを達成するために必要な技術的な要件を満たすための試験が加速して行われる必要があると思うんですけれども、今日 JAEA さんの説明の資料にもありましたけれども、だいたひ施設が老朽化していると。中には廃止になる施設も明確になっていて、なので、試験研究を継続してきちんといつまでに成果を出す、ということ達成するためには、やはり新しい施設をつくるのか、もしくは既存の施設をきちんと改修して使っていくという、具体的な計画を立てていく必要があるというふうに思います。

最後3点目なんですけれども、これはガス炉も高速炉も共通のポイントになりますが、やはり人材についてだと思います。人材に関してはやはり一夜にして達成できるような取組では難しいので、10年、20年先のことを考えて取り組んでいく必要があります、今から地道に取り組む必要があると思います。

そのときに、原子力を専門とした専攻や学科の人たちに声をかけるということだけじゃなくて、それに関わる分野を幅広く取り込んでいくというような取組が必要で、特に若者に、

学生に、この分野をやってみませんかという声掛けをするということももちろん大切ではあるんですけども、でもこれに関わるこういった事業を、研究開発に関わることができる教員、教官をきちんと継続して確保していくということが重要ななと思っております。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、引き続きまして、小野委員お願いいたします。

○小野委員

経団連の小野です。

まず、共通の課題である規制の予見性について、マイルストーンを決めるにしても民間企業が主導するにしても、規制基準に関する予見性が必要であると考えます。ここが決まらなければ、実証に向けた具体的な設計や立地に支障を来す可能性があります。高速炉も高温ガス炉も、軽水炉とは異なる特性や安全性を持っているため、それらの特徴を考慮・反映した炉型に応じた合理的な規制を定めることがまずは重要ではないかと考えます。

次に、高速炉について述べます。今後、原子力発電を利用していくためには、核燃料サイクルの実現が不可欠です。その観点からも高速炉は、我が国の原子力政策とともに、核燃料サイクル上、重要なピースであると考えています。また、再処理の海外依存度を低減することは、経済安全保障上も重要です。さらに、本日の資料にありましたように、国際的な開発競争においても、日本は優位な位置を占めていると考えられ、産業政策上も極めて重要です。来年度に稼働が予定されている六カ所の再処理プラントを含め、スケジュールに基づく着実な実行が必要です。

次に高温ガス炉に関して、革新炉の中でも技術完成度は極めて高いと評価しています。実証ステージに早期に移行することで、技術やサプライチェーンが離散することを防ぐべきです。そのためには、さきに申し上げた高温ガス炉の特性を反映した規制基準の検討とともに、先ほど松久保委員もおっしゃいましたが、需要地近傍での建設を想定したパブリックアクセプタンスの醸成等が必要であると考えます。これらはぜひ政府主導で推進していただきたいと考えます。

高温ガス炉側の開発に加え、水素や熱を効率的に利用するための利用側の革新技術開発も併せて必要です。現在、鉄鋼業においては、高温ガス炉の実証段階の利用技術開発が遅れをとらないように、G I 基金による支援を受けつつ、鋭意、水素還元製鉄技術等の開発を行

っているところです。

さらにその先の商業化段階を考えれば、環境コストも含めた経済性が重要となります。本日のJAEAの御説明の中で、水素供給における高温ガス炉の経済的優位性は一定理解いたしました。もし、日本で水素還元製鉄を実現するならば、様々な水素の調達ツールがある中では、高温ガス炉による水素供給が、供給の安定性や供給コスト、あるいは実現までの時間軸を考えると最も現実的であろうと考えております。逆に言うと、ここが駄目であると、それ以外のソースを用いた国内での水素還元製鉄の実現は非常に難しくなります。

また、利用側として、商業段階において燃料特性を反映したバックエンドの在り方についての更なる検討が必要ではないかと考えます。

○斉藤座長

ありがとうございました。それでは、続いて小西専門委員お願いいたします。

○小西専門委員

それでは、産業界という意味で私どもフュージョンのほうに主に携わっておりますけれども、原子力と共通の産業基盤を有する企業の団体であるとお考えいただいて、意見を申し上げさせていただきたいと思っております。

まず、サプライチェーンということについて、前回御指摘をさせていただいたんですけれども、正確に私の意図が伝わらなかったのと、舌足らずだったかなと思っております。サプライチェーンが存在するということは、ある原子力技術に対して、製品を供給してそれを生業として仕事ができる、会社として成り立ち得るということをおっしゃっております。ですので、ここで調べていただいたんですけれども、高速炉・高温ガス炉につきましても、この部品は今つくれない、この部品を今つくってくれる会社がないという状況まで調べていただくのは大変大事なんですけど、たとえそれがあつたとしても、その会社がそれを喜んでつくってちゃんとそれを業としてやっていくのか、ということをお考えさせていただきたいと思っております。

また、事業の先見性というお話もございましたけども、今後無事に実証炉をつくるころまで行ったとしても、実証炉1基のために事業を維持する会社はおりません。ほかのいろいろな高度な技術を持って、金属材料であり、あるいは燃料であり、いろいろなものを加工するというをやっている会社が、自分たちの仕事の事業の中の一環としてそういうものがつくれて、お金を稼ぐということができればよろしいんです。ですけれども、たった1個だけつくってまた使わないというようなものを、あるいはガラパゴス化することが分かっ

ているような技術のために事業をやるということは会社にはできません。

そういう意味で、サプライチェーンを維持するというのは、実は産業を維持するというお話と直結しているわけでございます。「ふげん」の場合には残念ながら産業としてローンチしなかったけれども、大変優れた炉型であったと私も思っていますけれども、その先は出ませんでした。高速炉につきましても、残念ながらたとえ実証炉をつくったとしてもその先、何十も作るようなものではないかもしれない。最終的に燃料サイクルを成立させる上で重要な、例えば、有害物質の消滅と、端的に言ってTRU、MAあるいはLLFPの消滅あたりに使えるというような意味でそれなりに意味がある。あるいは、プルトニウムサイクルを維持する。あるいは先ほど御指摘あった増殖する、あるいはプルトニウムを燃やして低減する、など様々な使い方が考え得ると思います。

そういったような形で数は限られていても、このプルトニウムを含む燃料サイクルはこの国にとって重要なんだ、ということを決断すれば、その技術を維持し発展させてということは可能ではありますが、それを業としてやっていく業者が、お金をもうけて事業を拡大することができないという状況においては、これはやっぱりある一定、国がお金を投じてその技術を維持するということが必要になってまいります。

しかし、これは産業として、具体的に言えば、GDPを増やして税収を増やして利益を国民に還元するというルートとは少し違います。科学技術を維持して、それをこの国の国力を、経済安全保障・技術安全保障を保つために必要なんだ、あるいはここで産官学の部分が出てきますけれども、原子力科学を維持するために必要なんだと言っただけであれば、これは少ない数のものをつくるとしても高速炉の技術を維持するという立場、これは我が国かなり特有の高度技術がございますので、これはあると思っております。

しかし、これは少なくとも産業としてローンチするということは残念ながら今の現状では厳しいと、高速炉に関しては言わざるを得ないというのは、これは現実だと思えます。別途、改めて科学技術上の、あるいは学術上のあるいはエネルギー技術セキュリティ上の意義を考えてサプライチェーンをもう一度定義していただいて評価していただければと思っております。

高温ガス炉については、ちょっと違っていると考えております。前回も御指摘ございましたけれども、アメリカの例を見れば、少なくとも、民間の企業が事業としてこれをやっている。これもサプライチェーンについては実は結構疑問があるわけです。いくつかの重要な技術のうち既に失われている、これもやはり、例えばグラファイトであったりSiCであったり被

覆燃料粒子であったりというものを、これもちやんと事業としてやって成立できるようなレベルのサプライチェーンが維持できているというのはちょっと難しいところがございませぬけれども、少なくとも事業として高温ガス炉、水素をつくり、熱をつくり、あるいは高温の高効率の発電をするというような形で、あるいはプロセスヒートを使うという意味で、これが事業として意味があると民間が考えれば、民間から投資が参ります。この場合、例えばコスト評価というのは重要な問題でございました。民間が投資を決断するというのは必ずしもそのコストの評価だけではございませぬ。事業として最終的に成立する、投資が回収できるという見込みがあれば投資は来ます。ということで、もし高温ガス炉が今後我が国にとって、あるいは国際的な意味で産業となるものであれば、これは民間投資を呼び込み、民間の産業が特にスタートアップ企業が活躍して進めるということであれば、これはこの国の選択としてあるのではないかと考えております。

前回、アメリカの、ジェネシスミッションというお話をしましたけれども、彼らが考えていることは、技術を維持するとかそういうスケールの小さいお話ではなくて、アメリカの次の世代の産業として革新原子力、特にこれもAI技術等と情報技術と組み合わせての話なので、新たな産業としてできなければ意味がないというそういう言い方です。

たった1個の実証炉あるいは技術を維持するための何らかの研究施設、原子炉を維持するという話ではなくて、たくさんつくってサプライチェーンを維持することで、国を豊かにする、その技術体系を国の中に持つことでセキュリティーが保てる、あるいはそれが増進するというようなことを我が国としても考えるときに、高温ガス炉、高速炉それぞれ違う立ち位置はあるとは思いますが、民間企業の役割というものを考えていただけると事業として成立するものにはお金も入ってくるし、国はその場合には、民間が事業としてやることをサプライチェーンの維持も含めてサポートするという側に回っていただくということをお考えいただければと思っております。

小西から以上でございます。

○斉藤座長

ありがとうございました。

それでは、続きまして、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。

実証炉の開発・建設につきましては、これまで技術、コスト、人材、サプライチェーン、

国民理解といった多面的な観点から検討が積み重ねられてきたと承知しております。しかし、その上で、なお建設という判断が進みにくい背景には、社会環境の変化に伴い、これら各要素に求められる及第点そのものが上がっていつている、時間の経過とともに上がっていくという構造的な問題があるのではないかと思います。

特にサプライチェーンや人材は、時間に弱い資産ですので、現状は、この時間に弱い資産が目減りしている局面にあるという危機感を持っています。そのため、事業環境の整備について、よりスピード感を持って、また、一体的に議論を進めていくことが望ましいと考えています。その一環として、社会的受容の観点から意見を申し上げますと、実証炉は現時点では実施主体がまだ確定していないという特性を持ちながら、科学技術としての情報提供だけでなく、事業価値の説明というのが求められます。

立地を考慮すると、社会の側がどのような価値を期待しているのかを丁寧に汲み上げ、その声を開発の方向性に反映していくプロセスというものが不可欠です。しかし、現状では、将来建設の判断や開発を担う若い世代の意見を、プロセスにどのような段階でどのような形で取り込むのかというのが必ずしも明確ではないように感じております。高校生や大学生に私も講義をさせていただくことがあるんですけども、そうしますと水素製造や医療用R I製造といった付加価値に強い関心を示しています。また、原子力に対して否定的な印象を持つ学生であっても、水素がつくれるのなら、医療に役立つのなら、自分の家の隣にあってもいいという声さえも上がります。これはもちろん、NIMBY問題を解決したということにはなりません、こうした若い世代の価値観というのは、将来の事業性の前提を変え得る重要なシグナルであると思います。

こうしたことから、実証炉には社会的受容性を検証するエコシステムとしての役割があると考えております。エコシステムとして実証炉開発を設計することで、人材の確保や育成にもつながりますし、電気事業者以外の需要やパートナーとの連携を広げる可能性も生まれます。結果として、建設、運転、維持に係るコストの分担や産業の裾野の拡大にも寄与し得るのではないかと考えております。

私からは以上になります。

○斉藤座長

小伊藤委員、ありがとうございました。

そのほかはいかがでしょうか。それでは、オンラインから高木利恵子委員お願いいたします。

○高木（利）委員

座長ありがとうございます。私のほうからは、人材確保のための広報の観点からコメントさせていただきます。

今の小伊藤委員の御意見にも割と近いところではありますが、私もここ最近、中高生に日本のエネルギーについて話をする機会がいくつかありまして、将来の原子力発電の役割や、次世代革新炉に関する質問というのもありました。現在、日本でも研究開発のプロジェクトが進んでいることは伝えられるのですが、関心を持ってきている彼らにもっと適した具体的な情報を届けられたらな、と、それができないことをもったいなく感じています。

例えば、ちょっと具体的な話にはなりますけれども、いつ頃、彼らは何歳ぐらいのときにどんなイベントやステップが期待されているのか、予定されているのか。それに向けて何が課題となっていて、どんな研究や技術開発が必要なのか。そこに、自分たちが貢献するなら、関与するなら、どんな専門性を身につけていけばいいのか、そのためには何をしっかり勉強しておくべきか、というようなことを伝えられると、一気に実感を伴って、彼らの興味やモチベーションを高められるように思います。

こういった具体的な情報というのは、本日の資料、質問リストの2-3での体制強化にも関連してくるかと思いますが、他分野の専門性を持つ人材を巻き込むときにも有効なはずだと思います。

本気で人材が欲しいなら、そういった情報発信をしていくことも必要ではないかと思えます。具体的な想定スケジュールやマイルストーン設定というのは、ほかの委員からもありますように、技術開発においてもとても重要だと思いますが、国民理解や幅広い人材の獲得においても必要なことだと思います。

定期的に見直しをするということを前提に、まずは作成、発信していただいて、広く関係者や国民と共有していただきたいと思えます。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、オンラインの永井委員お願いいたします。

○永井委員

こんにちは。電中研の永井です。

私から4点コメントさせていただきたいと思えます。既にほかの委員からも意見が出てかぶる面もありますが、御了承ください。

まず、1点目はサプライチェーンについてです。ロードマップでは高速炉や高温ガス炉は実証炉の建設というのが2030年代を目標とされていますが、それまでの間、国内のサプライチェーン、技術者をどう維持していくかというのが喫緊の課題になっています。

既に、本日もいくつかの取組の紹介などがありました。実証炉の建設までの空白期間を埋めるためには、ロードマップのマイルストーンとして、海外プロジェクトへの参画支援に加えて、国内における具体的なものづくりプロジェクトを細かく設定して、国内メーカーへの発注を確保するような施策を早急に具体化していくことが大切だと思います。

次、2点目が、規制と技術的裏付けについてです。規制の予見性を高めるためには、規制当局との対話だけでなく、技術的な裏付けが重要になります。マイルストーンの設定の際に、単なる設定の進捗度だけではなく、高速炉や高温ガス炉の固有事象について、どの解析コードを使用し、どの実験・運転データを用いて妥当性確認を行うかなどの解析手法の確立や、安定基準と出口条件をリストとして具体化するのが望ましいと思います。また、これらの条件が未達だった場合の代替パス、設計の見直しや追加試験についても、現段階から検討を進めていくことが大切だと思います。

3点目がリソース配分の優先順位と官民の役割分担についてです。資源を有効に活用して放射性廃棄物を減らすという国の政策への寄与と不透明感が増しているウラン燃料の調達を安定化するという観点から、高速炉の開発は、国の関与は一定の合理性があると思われます。一方で、高温ガス炉は水素製造の産業利用が主目的であり、燃料は直接処分となるため核燃料サイクルには適していません。カーボンフリー水素製造には競合技術も存在し、I S法はまだ技術成熟度も開発段階にとどまっています。そのため、水素製造のコスト目標未達や技術的見通しが立たない場合には、撤退・縮小の判断基準を設定していくことが必要だと思います。限られた国の人的・試験的リソースは政策的意義がより強い高速炉に集中させ、高温ガス炉については、具体的な水素、熱需要や事業性が見込んだ民間企業などが主導し、国はそれを側面支援するというめりはりのある役割分担を検討していただきたいなと思います。

最後に4点目は実証炉開発の実施主体についてです。電気事業者が持っているノウハウを生かすことは重要である一方、自由化された中で将来の収益性が不透明なプロジェクトに主体的に協力するのは、株主への説明責任などから極めて困難です。社会実証に向けて自由化された電気事業者に協力を求めるのであれば、それに伴う費用負担の在り方やリスクの所在も一緒に検討を進めることが必要だと考えます。高速炉開発を国家プロジェクトと

位置付けるのであれば、開発建設段階においては、米国のテネシー川流域開発公社のように国自体が事業者となって責任を持つ体制なども参考にしながら、国が前面に立ってプロジェクトを取り込むような発想も検討するのがいい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

永井委員ありがとうございました。

それでは、オンラインの遠藤委員お願いいたします。

○遠藤委員

ありがとうございます。先ほど小西委員が御整理くださいましたコンテキストというのは非常に大事だと思っています。高速炉においての、いわゆる商業的な発電の価値というのは、なかなか今もって確定的なことが言えないという状況にあるとは思いますが、高速炉の価値というのは、やはり日本が核燃料のサイクルをフルセットで持つ数少ない国であるということ維持する、この既存のアセットを無価値にしてしまわない唯一の出口というのが高速炉だと思っています。

今、世界的には、米国のHALEUの不足であったりとか、ロシアのTENEXへの依存の問題があったりとか、濃縮の能力というのが地政学のカードになっています。高速炉というのは日本が濃縮燃料技術国として残るための重要な技術であるということになりますし、これを失うと、米国、フランス、ロシアの設計をそのまま導入するだけの国になってしまう、そうならないようにしなければならないということは、しっかりと政策として打ち出す必要があるのだと思っています。そういう点でもやはり政府の役割というものは、この高速炉においては重要なパーツであるということは言わざるを得ないと思っております。

一方、ガス炉についてですけれども、先ほど小西委員もおっしゃっておられましたが、これは、例えばX-energyであるとか、米国ではスタートアップがこういう産業化の一翼を担う状況になってきていますし、需要サイドと非常に連携をしながら、キャッシュフローの生み出しも描ける状況にあると思います。

一応、日本のベンチャーでも、ZettaJouleというところがあって、HTGRを模索して、JAEAの技術を使いながら、米国で展開するビジネスモデルを描いているところがあります。当然まだ、このプロジェクトの現実性というのは不透明ですし、今はまだコンセプトの状況ではあると思うのですが、こういうスタートアップが日本にも誕生しているのは、非常に高温ガス炉が産業化の道が見えてきつつあるということを示しているのだ

はないかと思っています。

実際、商用炉が国内のどこに建つかという問題があり、委員の方で御指摘されておられる方も多かったと思いますが、やはり水素還元製鉄の利用を含め、そういった実用化、産業界を巻き込んだ流れをつくっていくことが、高温ガス炉については必要なだろうと思っております。

私のほうから以上です。

○斉藤座長

遠藤委員ありがとうございました。

それでは、いかがでしょう。専門委員の方もぜひお願いできればと思いますが、それでは、大島専門委員をお願いします。

○大島専門委員

原子力機構の大島でございます。

実証炉のロードマップの具体化に向けまして、以前から申し上げておりますけれども、本日の皆様の御意見を受けまして、改めて専門委員として2点ほど述べさせていただきたいと思っております。

1点目は、やはり原子力利用の全体像、これをイメージした上で、実証炉の開発ロードマップの具体化を検討すべきということでございます。先ほどから出ておりますように、エネルギーセキュリティや経済安全保障の確保・レベルの向上に向けて、また、CO₂削減という、従来から言われていることでございますけれども、貢献の観点から、原子力利用、それから実用化、先ほど小西先生から産業化とありましたけれども、こういった全体シナリオを描く中で、革新炉の意義、それから役割を時間軸ともあわせて明確にして、それに基づいて、実証炉開発ロードマップを具体化していくことが合理性・説明性を有するということになり、望ましいと考えます。

高速炉であれば、ベース電源や廃棄物減容、こういったものの観点から、軽水炉サイクルとの展開、そのセットで考えなければいけませんし、また、高温ガス炉であれば、例えば水素や熱需要の見通しから、バックキャストでマイルストーンを決めていくというようなことが、先ほどから議論ありますけれども、出てくるかと思っております。

今回の回答にもありましたが、サプライチェーンも大きな問題でありまして、サプライチェーンにつきましても、再構築に向けて関係メーカーに試作をお願いするようなことを行ってきているわけでございますけれども、やはり実証炉以降の展開を国の方針、計画とし

て示していく、そして実際にもものづくりも機会をつくっていく、こういうふうに動き出していかないと、先ほどから御指摘あるように、事業成立性が見えないということで、なかなかサプライヤーがついてきてくれないというのが私の感触で実際に感じるところでございます。その意味でも、先ほど申し上げました、原子力利用の全体像を描くということが、また、そのリアリティーを示していくということが非常に大事なかなというふうに考えるわけであります。

それから2点目は、これは革新炉ワーキンググループ本来の、我々の役割というのは技術論だと思っていたんですけども、そういう意味ではここで議論すべきことではないかもしれませんが、ロードマップの具体化に際しましては、技術的成熟度以外の時間軸の不確かさ、こういった要因をしっかりと考えていかなければいけないということが、委員の方々からも、様々指摘をいただいているところかと思えます。

革新炉ワーキンググループにて、以前示しました実証炉開発のロードマップイメージ、これは技術的成熟度、この視点から構築したものでありますけれども、これらのロードマップの具体化に際しましては、先ほど事務局から御説明いただいたような資料にありますように、技術的成熟度の観点はもとより、特に時間軸での不確かさ要因となります規制予見性の確保、それから実施主体の確保、こういった比較的早めに解決しなくてはならない課題をどうするのか、この辺りをやはり明確にしていく必要あるかと思えます。

規制の予見性につきましては、今回特にあまり触れていないかなと思うんですけども、国際機関とか、それから国内の学会におきましても、革新炉の特性に応じた安全設計クライテリアとかガイドラインとか、こういったものを議論・整備してきておりますし、また、これをもとに、規制との対話というものにつきましても、始めようという状況に来ているかと思えます。対話だけじゃ駄目だと先ほども御意見ありましたけれども、こういうところをしっかりとやっていく必要があると思えますし、許認可を申請すれば審査を開始できるように、しっかりと固めていく必要があるかと思えます。

また、事業主体の話も先ほどから出ておりますけれども、高温ガス炉・高速炉とともに現時点では決まっておりますけれども、やはり民間企業の皆様に名乗りを上げていただくためには、やはり事業成立性、これが確保できる政策、それから環境整備というのが不可欠であるかと思えます。

少々古い話になりますけれども、思い出していただくと1970年のオイルショック、このときは、国の存立に関わるようなくらい、オイルの供給急減と価格高騰があったために、国は原

子力発電所建設を後押しするための補助金制度というのをしっかりつくって、法制化しています。これによりまして、結果的に日本は世界的に見ても非常に大規模なインフラ構築を進めまして、国内電源の約30%、これを原子力で安定に賄うという体制を築き上げましたし、また、これには単なる電力確保にとどまらず、日本の巨大企業が国際競争に勝ち抜くための安定したコスト基盤となりましたし、また、日本は世界の原子力サプライチェーンにおいて、欠かせない中核を担う存在までなったという実績はあるわけであります。

これまでの国の投資コストが少なくないという御意見もちろんございますけれども、そのコストだけではなくて、そこから生み出すバリュー・価値というものを勘案することで、事業環境整備を進めるべきだと考えます。民間であればその事業成立性を、また、国がもし投資するのであれば、それにはバリューを見いだしていき、そしてそれを皆様に御理解いただいていくという働きかけが大事かと思えます。

私から以上になります。

○斉藤座長

大島専門委員ありがとうございました。それでは、続きまして、岡田専門委員お願いいたします。

○岡田専門委員

ありがとうございます。電気事業連合会の岡田です。

事業者のほうは、特に高速炉側について意見を述べさせていただきたいと思えます。もう既に大分議論がでているところで、重複するところもあると思えますが、御容赦ください。

高速炉開発と原子燃料サイクルを実現していく上では、国として長期的視点に立って一貫性を持って進めていただくということが重要だと思っています。研究開発段階にある高速炉は、国による高速炉開発会議のもと、関係者が連携して適切な役割分担を行った上で進められるものと認識しています。

また、高速炉の実証炉開発を推進していくためにも、先ほどから出ていますとおり、人材を確保・維持していくことが、とりわけ非常に重要な観点になってくるかなと考えてございます。人材確保の観点で言えば、高速炉の燃料製造ですとか、再処理の技術開発を行っているところで、「もんじゅ」での豊富な経験を持っていらっしゃる原子力機構さんの人的リソースといったところが大変貴重なもので、そういったところでの経験者をちゃんと高速炉の実証炉プロジェクトに集結させていくことで、2026年度の燃料選択の検討ですとか、2028年度の高速炉実証炉の基本設計・許認可手続への移行判断をする際に向けた技術的な

見通しを得るための検討につながっていくのかなと思います。

資料の23スライドにもございましたけれども、原子力機構さんの人員・予算の推移を見ますと、人員数は平成初期に比べて大きく減ってしまっている状況になります。これはやはり人材維持の観点で申しますと、高速炉実証炉が運転開始というのは今2040年代といったところで想定されますけれども、今後の設計・建設を担う人材、特に研究人材みたいなところも含めて維持していくためにも、足元では経験者からの技術伝承を速やかに実施するとともに、今から約20年後に運転開始を予定しておりますので、その段階で活躍が期待される人材の採用拡大だとか技術継承を進めていくことが大切かなと考えています。

また、高速炉実証炉の開発・設置に際しましては、研究開発だけでは不十分で、設計・製作・建設を担うサプライチェーンの確立が重要というのも先ほどから話に出ているとおろかだと思います。高速炉特有で必要となるサプライチェーンもございますので、そういった技術が喪失しないよう、それを長く維持していくことがポイントだと思いますので、今、資源エネルギー庁さんのほうでも実施している原子力サプライチェーンプラットフォームの中で中小企業さんへの支援ですとか、そういったところもやっていたいただいているところかと思っておりますので、こういったところの活用も含めて、今の段階から先行して管理を進めていく必要があるかなと思っています。

いずれにしても、事業者としては、研究開発統合組織である高速炉サイクルプロジェクト推進室への人的な支援をやっていくといったところと、軽水炉の運用によって培ってきた経験やノウハウを生かして、引き続き高速炉をやっていくために、しっかり協力を進めていければと考えているところです。

以上です。

○齊藤座長

ありがとうございました。

それではオンライン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2点ほど申し上げたいと思います。

まず、サプライチェーン強化についてでございます。高速炉及び高温ガス炉は、国際優位性のある次世代を担う日本の優れた技術だと思っております。将来のエネルギーの安定確保のため、しっかりと目標設定をした上で、マイルストーンを設け、着実に前進させることが重要かと思っております。

また、軽水炉のサプライチェーンの直面している課題と、高速炉、高温ガス炉の今後の展開を見据えますと、研究開発の段階から調達の安定確保などの観点からの標準化などの視点も必要だと思っております。

一方、実プロジェクトが存在するという事は、サプライチェーンにとって非常に大切だと思っております。本日の資料によりますと、調達品/サプライヤーリストの整備を2024年度までに完了されたとのことでございます。そのリストに基づきまして、サプライヤーの声を集め、実発注につながるアクションにつなげていただきまして、原子力技術や人材の維持強化に寄与する活動となることを期待しております。

2点目は国民理解でございます。高速炉と高温ガス炉は今後研究開発におきまして、学生や若手人材の活躍が最も期待される先端技術でございます。技術の担い手となる次世代層の関心喚起のため、産官学が連携いたしまして、技術の特徴や開発の意義、事業の進捗などを継続的に分かりやすく発信していくことが何よりも重要と考えております。

また、将来世代の豊かな生活を支えるエネルギー源として国民理解をさらに深めていく上でも、積極的な情報発信が必要だと考えております。

以上になります。

○斉藤座長

ありがとうございました。

それでは、委員の皆様から一通り御意見いただきましたので、ここからはいただいた意見、コメントなどへの回答として、プレゼンターのほうから、いただきたいと思えます。

まず、全体的なところ事務局からお願いできればと思えますが。

○宮下原子力技術室長

ありがとうございます。多種多様なコメントをいただきまして、ありがとうございました。

分けてみると、実施主体の在り方とか、サイクルの話、あとはサプライチェーンの話、あと人材、サプライチェーンとも関係するんですが人材の話。あとはマイルストーンの話もいただきましたし、立地の話もいただいたと思っております。

御質問でいただいたというより、コメントでいただいたものが多かったかなというふうに思っておりますけれども、高木直行委員から、水素製造コストの話とかは質問があったかなと思うので、後でJAEAに答えていただければと思っております。

その他、もろもろ多数のコメントをいただいているので、次はもうちょっと時間があるので、特にここの部分は質問でということで、もし漏れがあれば整理できないと困るので、こ

の場でもし答えてほしいということがあれば、この後いただければ、お答えさせていただければというふうに思っています。

では続きまして、JAEAお願いいたします。

○安藤高速炉サイクルプロジェクト推進室長

高速炉をやっております安藤でございます。本日いろんな御意見、御質問いただいたと思っております。

中身につきましては、実施主体とあと立地をどうするのか。あと規制の予見性、あと体制強化、人材育成、あとサプライチェーン、そもそも高速炉の開発意義みたいなお話もあったというふうに捉えてございます。

サプライチェーンにつきましては、今日の御説明もしましたけども、リストをつくって今サプライチェーン、サプライヤーの皆さんに当たっているというところでございますけども、現在の感触としましては、軽水炉と共通の部分、例えば大型機器の炉容器の製造だとか、そういうところについては、もう既に軽水炉側でサプライチェーンがあるというところは確認できていますので、優先すべきところのサプライチェーンはどこなのかみたいな御意見ありましたけれども、やはり高速炉に特有な機器、ナトリウムを扱うとか、そういうところに優先的にサプライチェーンの整備というのを進めていきたいというふうに考えているところでございます。

あとは燃料部材についても少し優先的にやるべきだというふうに考えてございますので、そこは今、手を打ちつつありまして、その結果としまして、なかなか従来のような大規模な工場で作るといっていきませんけれども、要素技術のところについては、メーカーさんもしっかり対応できているというふうに考えてございますので、それもしっかり進めていきたいというふうに思っております。

意義の点につきましては、高速炉の開発には資源の有効利用、あと環境負荷の低減ということで高レベル廃棄物の減容と潜在的有害度の低減という話をさせていただいてございます。そこについて、何を優先するのかというところは今後議論させていただければいいと思うんですけども、我々の使命としては、高速炉というものは、高速中性子を使うということで、それぞれのいろんな意義について柔軟に対応できるということが特徴だと考えてございますので、そこは皆さん、ステークホルダーの皆さんとの御意見も踏まえながら、今後どういうふうな設計していくのが最適なのかというところは考えていけばいいのかなと考えているところでございます。

あとは社会実装に向けて経済性が重要だというような御指摘もありました。そこにつきましては、これまでの開発の中で、開発目標としては、軽水炉と同等の経済性を目指すんだと。それは建設コストだけじゃなくて燃料リサイクル費も全て含めて、そういう同等の経済性を目指すんだというところを我々の目標としてございますので、そこはしっかりやっていくと。それに合わせて、多目的利用とか、そういうところも少しやったほうがいいんじゃないかというコメントもありましたので、そういうところも考えていくということかなというふうに考えてございます。

いずれにせよ、いろいろなことを考えていく必要があるんですが、我々としては、高速炉の設計と試験研究というのをしっかり進めていく。その上で戦略ロードマップに定められています2026年度の燃料技術の具体的な検討という話と、2028年頃に建設、許認可フェーズの移行判断という大きなマイルストーンがありますので、それに向けて、皆さんとも協議を進めながら進めてまいりたいと考えているところでございます。

以上です。

○齊藤座長

ありがとうございます。

それでは、続きまして、ガス炉のほうでお願いいたします。

○坂場高温ガス炉プロジェクト推進室長

坂場から、全体をまとめるような形で1件1件個別のものも含めながら、回答申し上げます。

まず、高温ガス炉の将来的な立地という観点で申しますと、やはり需要地近接立地というのは非常に重要である。ここが一つ成立するか、し得ないのかという観点で、先ほど来から出ていますコストの話も変わっていきます。

現在、アメリカのX-e-n-e-r-g-yという会社はNRCに既に申請しておりまして、EPZの範囲を400メートルにするといった申請がなされ議論がなされています。そういう意味では、敷地境界が範囲になるということがあれば需要地近接立地が成立するということでありまして、様々なメリットが生じる。そういう意味で、逆に、需要地近接立地ができず、今の避難区域等々が維持された状態で許可が得られないという状況になってしまいますと、やはり高温ガス炉の有意義なところは動きは出てこないだろうということで、現在原子力機構が事務局となりまして、原子力学会の下にそういった議論をする場所を立ち上げておりまして、進めているところでございます。おそらくアメリカのほうで早く結論が出る

んじゃないかと思われませんが、そういったものも活用しながら進めていきたいというふう
に思っています。

さらに、高温ガス炉は軽水炉に対して大きなものはつukれないわけですが、中国などでは、モジュール化をして高温ガス炉の実用化を図ることを考えております。具体的な実証炉としましては、もう既に数年前にグリッド接続していますけれども、発電目的で蒸気タービンを使いながら、2炉心1ユニットという形で使っています。

さらに今月ですが、実用炉の着工に入ったということでありまして、こちらは大型軽水炉で蒸気をつくり、高温ガス炉を6炉心1ユニットで温度を上げると。それで蒸気を出して脱炭素を図るというような目的で使われる予定となっています。

このように中国では一定の経済性、合理性は彼ら自身は評価しているところであろうというふうに捉えているところがございます。

その中で先ほどありましたOECD/NEAのコスト評価という観点で申しますと、これ自体は高温ガス炉の建設コストCAPEXに関しては軽水炉と同等としていると。非常に大きな値を使っているだろうというところの計算値でありまして、その上での計算もろもろの過程に関しましては、必ずしも全てが公開されているわけではございませんが、その上での評価がなされているというところがございます。

ただし、高木先生がおっしゃったとおり、実際のプロセスに関しましては、一次系からの蒸気を使って蒸気タービンで発電しているというところがございますので、現行二次系で使うかどうかという議論はありますので、そういったところでのさらなるコストの有利・不利みたいなところがございます。

いずれにしましても、この先、基本設計を三菱重工さんも含めて進めていく中で、具体的な基本設計において物量評価等々できる場面が出てきますので、そういったものをもとに、さらに将来的な使い方を外挿する部分が出てきてしまうと思っておりますけれども、そういった評価をしながら進めていくということがあるだろうと思っております。

一方で、アメリカの場合は、そういった評価、先ほど来、コストだけではないという話もございましたけれども、X-e n e r g yという会社はダウ社に4炉心をつくる。さらにその先、イギリスの中ではセントリカとの協力の中で12基をつくと発表している、アマゾンからの投資も受けている。そういう意味でアメリカが持っております資金、AIを用いた資金をさらにそのAIのチームから原子力に流す、お金を流していくと言ったような状況が現在進められているというふうにも捉えることもできます。

そういう世の中の流れの中でいかに脱炭素を図っていくのかという観点での高温ガス炉の使い方になってくるのかなというところを考えるとございます。

さらにサプライチェーンという観点で申しますと、やはり御指摘のとおり、一部、例えば高温材料などに関しましては、HTTRをつくった当時、三菱マテリアルと旧原研が共同で開発したんですけれども、その技術は残されていない。スペックだけが残されているというような状況だったりします。

そういうものに関しましては、今、調達をどのようにしていくかという話を進めまして、おおむね作れるだろうという見通しが得られたと、さらにその試験を並行して進めているといった状況がございます。

サプライチェーンの維持というのはそういう意味で本当にぎりぎりのところに来ているなという感じでございますので、この先、実証炉、さらにその先実用炉をどのように展開していくかという観点で、民間が参入しできる、し得るという経営判断が行えるような状況をいかにつくっていくのかというのがポイントであろうというふうに考えます。

そういった意味で社会的時間というのもございますので、実用炉をどのタイミングでどのように使っていくか、そのような議論を茨城県の誘致を始めまして、実際に脱炭素に向けてどのように使っていくか。水素還元製鉄シャフト炉に関しましては、一つの有望な出口戦略であるというふうに捉えておりまして、それをいかに、時間軸、スピード感を持って進めていくことができるのかというのが、我が国において高温ガス炉を脱炭素に活かせるかどうかというポイントになっているのではないかと考えているところではございませぬ。

私から以上になります。

○齊藤座長

ありがとうございました。本日中核企業ということで三菱重工の方にも来ていただいておりますが、特に何か御意見ございませぬか、どうでしょうか。

それでは、まず、ここで一旦委員の方からちょっと追加で聞いてみたいとか、答えていただいていないみたいな点があれば受け取りたいと思いますが、いかがでしょうか。オンラインも大丈夫そうでしょうか。

それでは、おおむね時間も少し来ておりますので、私のほうからまとめさせていただきたいと思っております。

今回この一連の革新炉ワーキングですが、少し思い返してみますと、エネ基を受けて、そ

もそも、もともとあったロードマップについて、実際それは炉型ごとに用途ですとか、研究開発の段階が異なるんだらうと。そういったものを反映した形でロードマップを改定していきましようということで、始まっていたと思います。

10月には、革新軽水炉、小型軽水炉の話をして、12月と今回で、高速炉・ガス炉を皆さんに議論していただきました。

本日皆様から多様な意見をいただきまして、私なりに少し考えてみると、やはり役割分担、これは実施主体の在り方も含めて、そういった議論ですとか、あるいはコストの議論、そういったところがいろいろあったかと思います。

一方で、この2点というのは時間軸をきちんと考えた上で、議論をしていく必要があるというふうにも思いますし、あるいは、どういう形でそれを使っている断面を考えていくのか、そういったところも関わってくると思います。

これから事務局は、おそらくロードマップをまとめていくと思いますが、そういった点を気をつけていただいてまとめていただきたいと思いますし、まずは実証炉ということになるんだと思うんですが、実証してそこでおしまいというわけでは当然なくて、その先があつての実証に当然なります。ですので、そういったところで何を考えていくのか、何を実証していくのか。それは単純に技術としての実証だけではなくて、システムとしての実証であり、それをどのように産業化していくのかというそういった実証になってくるのだと思います。そこが分かるように、ぜひまとめていただきたいと思いますし、また、共通的なところとして、これは軽水炉側とも今後共通する部分が多分にありますが、やはり人材とかサプライチェーンの話が出てきたと思います。

また、ガス炉も含めた革新炉、に特有的なところとしては、やはり共通的なところとしてインフラの話が今出てきたと思います。それは材料の照射ですとか、燃料製造、再処理に関わるインフラ、こういったものをきちんと維持していくのがまず、実証炉をつくっていくという点において必要だということが出てきたかと思います。

やはりあと本日少し象徴的だったのが、やはり、こういったプロジェクトを進めていくときに、昔みたいな直線的なプロジェクト展開だけではなくて、おそらく色々なプロジェクトの進め方があり得るんだと思います。ある程度実証が進んでいく中でそういったものが出てくるというものもあれば、ある程度早い段階から、プロジェクトをいろんな形で進めていける資金が入ってくるという断面もおそらくあるのかもしれない。

何にしてもやはり重要なのが、そもそも何のためにプロジェクトをやっているのかと

いうところの説明性と、その一貫性や規制予見性も含めた予見性というのが出てくるといふところがあると思いますので、本日、かなり多様の意見をいただきまして、おそらくこれがうまくロードマップのほうに結実してくるのではないかというふうに私自身は感じているところがあります。

本日、誠にありがとうございました。私からはかなり漠としたまとめになりますが、簡単にまとめさせていただきました。

繰り返しになりますが、本日皆様から貴重な御意見をいただいております。いただいた意見については、今、回答を一部させていただいておりますが、十分じゃない部分もあるかもしれないので、これはこれから事務局とあと J A E A、中核企業の三菱さん含めて、検討させていただきまして、ロードマップのほうに事務局のほうで反映していくというふうになるかと思っております。

それでは、最後に事務局のほうから連絡をお願いします。

3、閉会

○宮下原子力技術室長

本日はどうもありがとうございました。

次回以降のワーキンググループの開催につきましては、開催の日時が決まりましたら改めて御連絡させていただきます。2月下旬で予定をされていて、また、正式に御連絡させていただきたいと思っておりますので、よろしく願いいたします。

今回はロードマップの案がお示しすることができたらお示しさせていただくとともに、フュージョンについても、内閣府のタスクフォースで議論されている部分がありますので、それを御紹介いただくというような予定でありますけれども、確定しましたらまた御連絡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、これをもちまして、第11回の革新炉ワーキンググループを閉会といたします。ありがとうございました。