

高速炉開発会議戦略ワーキンググループ（第18回）

日時 令和4年9月13日（火） 16:00～16:35

場所 オンライン

○遠藤原子力政策課長

定刻となりましたので、ただ今より第18回戦略ワーキンググループを開催いたします。

御多忙の中、皆さま御出席を賜りまして、どうもありがとうございます。今回のワーキングの開催方法につきましても、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YouTubeの経産省チャンネルで生放送をさせていただきます。

オンライン開催ということで、皆さまには事前にメールで資料をお送りしてございますが、Webexの画面上でも適宜、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。

それでは早速、議事に移りたいと思います。本日は、高速炉技術評価委員会の山口委員長に御出席を賜ってございます。委員会の評価とそれを踏まえた提言について御報告を賜ります。その後、事務局より戦略ロードマップ改定の方向性について御説明申し上げたあとに、自由討議とさせていただきます。

○遠藤原子力政策課長

それでは早速でございますが、まず山口高速炉技術委員長より、資料1、高速炉の多様な技術間競争を踏まえた2024年以降の高速炉開発の在り方について御説明を頂きます。それでは山口委員長、どうぞよろしくお願い申し上げます。

○山口委員長

ただ今、御紹介いただきました山口でございます。高速炉技術評価委員会の委員長を務めております。本日は、高速炉技術評価委員会において事業者から提案のございました高速炉概念について評価・議論を行ってまいりました結果、それからそれを踏まえた委員会からの提言、こちらを資料の1番に基づいて御報告させていただきます。どうぞよろしくお願いいたします。

こちらの資料の1ページ目を御覧ください。高速炉の多様な技術間競争を踏まえた2024年以降の高速炉開発の在り方というふうに題しまして、委員会の議論をまとめさせていただきました。本委員会では、戦略ロードマップに基づきまして、ステップ1、多様な技術

間競争、これを踏まえた技術のメリット、それから課題、これを評価いたしました。そして、国の、2024年以降の高速炉開発の在り方について検討をいたしました。

まず第1章、1. を御覧ください。本委員会の評価結果をまとめてございます。戦略ロードマップ策定以降、資源エネルギー庁におきまして、研究開発事業に参画していただきました事業者に対し、本委員会の技術評価に向けて高速炉概念の提案を求めたところでございます。

別添2で一覧を付けてございますが、ナトリウム冷却は、このとおりで、ナトリウム冷却高速炉が3概念、軽水冷却高速炉が1概念、熔融塩高速炉が1概念、合計5概念の御提案がございました。

委員会といたしましては、四つの評価軸を定めてございます。まず技術の成熟度、それと必要な研究開発。それから実用化された際の市場性。3点目に、具体的な開発体制構築と国際的な連携体制。4番目に、実用化を行うに当たりましての規制対応の状況。この四つの評価軸でございます。これに基づきまして、各事業者から頂きました提案を評価し、議論させていただきました。これからその結果について、御報告させていただきます。

まず、ナトリウム冷却高速炉でございます。ナトリウム冷却高速炉につきましては、まず一つ目のボツ、プラントの重要要素技術については技術成熟度が高く、これまで「常陽」、それから「もんじゅ」の設計・建設・運転・保守等で蓄積されてきた国内技術・知財の有効活用が可能であると評価をいたしまして、2024年から概念設計開始、これが可能な見通しであるというふうにまとめてございます。

それから一方で、燃料サイクル技術につきましてはプラント技術と比較して、実用化に向けてまだ課題があると。研究開発計画につきましては、JAEAによる実証のための施設整備、それから国際協力の活用の可能性、そういった検討が今後必要である、そういったまとめでございます。

3点目ですが、また東京電力福島第一原子力発電所事故の教訓を踏まえた受動的安全性等の新たな安全メカニズム、それから市場ニーズに応じた経済性を備えた、こういった観点から高速炉開発の目的である放射性廃棄物の減容・有害度低減やウラン資源の有効活用、有効利用が可能で見通しであり、更にエネルギーシステムとしての柔軟性確保の可能性もあるというふうに評価してございます。

加えまして、これまでの国内における開発体制をベースといたしました実用化に向けた開発体制が提案されてございます。また、国外でも実用化に向けた実証プロジェクトが進

展してございます。従いまして、米仏等との国際連携を構築できる可能性を有しているというふうに判断してございます。

一方で国内におきましては、長期間、プロジェクトが不在であったということから、一部の部材のサプライチェーンに脆弱性が見られるのではないかと。更に燃料サイクル技術を始め、将来につながる技術・人材基盤、こういったものの整備が必要であると指摘してございます。

それでは続きまして、軽水冷却高速炉についての評価でございます。まず1点目としまして炉心設計、燃料に関しては技術の成熟度が低いものの、既設軽水炉システムの技術を参考にできると、そういったメリットを有してございます。従来軽水炉と異なる安全確保対策等の課題解決の見通しが、もし得られるとするならば、2024年からの概念設計開始は可能な見通しというふうに評価してございます。

一方、放射性廃棄物の減容、それから有害度低減やウラン資源の有効利用についてでございますが、ナトリウム冷却高速炉並みの性能は期待できないであろう。プルサーマルの代わりに国内の既設軽水炉に導入することによって、再処理工場の処理量、それから使用済燃料の蓄積量、こういったものを一定程度、低減できる可能性があるというふうに評価してございますが、海外における市場ニーズは低いのではないかと。そのように考えられると評価してございます。

それから3点目ですが、本格的な高速炉利用に先立つ軽水炉で本技術を実装することに関するコストベネフィット分析に加え、燃料に一部のマイナーアクチノイドを含有し、燃焼させる技術、こういった点につきましてはまだその技術的な課題も多く、その開発の必要性について検討が必要ではないかという指摘でございます。

そして4点目。従来軽水炉と異なる点として、プルトニウム高富化度燃料を使用することによりまして炉心損傷時の再臨界性、そしてその対策といった安全性に関する検討が必要ではないかということでございます。

さて、三つ目の概念、これは熔融塩高速炉でございます。こちらにつきましては、第一に国内建設経験がないこと、そして国内事業者を主とした開発体制に基づく技術成熟度の評価ではなく、実際に提案者が評価しておりますのは海外事業者の見通し等に基づいて技術成熟度の評価が下されてございます。資源エネルギー庁の研究開発事業におきましては、基盤技術開発の位置付けで進められております。概念設計に至るためには基盤技術開発を継続し、将来につながる人材、これを育成することも必要ではないかというふうに評価して

ございます。

そして2点目ですが、安全性に加えて経済性、放射性廃棄物の減容・有害度低減やウラン資源の有効利用を含めた、実用化された場合の市場性につきまして現時点で定量的な評価、これを行うことは困難ではございますが、原理的には高い性能を発揮できる可能性があるのではないかとといった評価をしてございます。

以上の評価を踏まえまして、2. を御覧ください。2024年以降の高速炉開発の在り方について、提言をさせていただきました。まず、開発を優先すべき冷却材ということでございます。この二つ目の黒丸に書いてございますように、ナトリウム冷却高速炉は、技術の成熟度、それと必要な研究開発、それに実用化された際の市場性、具体的な開発体制構築と国際的な連携体制、実用化する際の規制対応といった四つの評価軸、これらが優れており今後開発を進める概念として最も有効であるというふうに評価してございます。

一方で、既に述べましたように、ナトリウム冷却高速炉は、長期プロジェクトの空白がございました。従いまして、サプライチェーンに脆弱性が出ている、そういった状況を踏まえ、高速炉技術の2050年カーボンニュートラルに向けた貢献を見通し、市場の予見性を担保するためには、2024年より実証炉の概念設計を開始すべきであり、燃料技術の研究開発計画については戦略的柔軟性を持たせつつ、JAEAによります実証のための施設整備、国際協力の活用の可能性、こういった検討をすべきであると考えてございます。

ナトリウム冷却炉については、そのような状況でございますが、その他の二つの概念につきましては、まず軽水冷却高速炉でございますが、本格的な高速炉利用までの繋(つな)ぎの技術としてその効果を発揮できる可能性を有しているというふうに考えてございます。2024年以降の技術実証の見通しを得るためには、しかしながらその燃料技術の実現性、許認可性、開発ニーズについて、引き続き検討が必要であると評価してございます。

熔融塩高速炉でございますけれども、もしこちらが、この概念が実現すれば、放射性廃棄物の減容、それから有害度低減、ウラン資源の有効利用といった点につきまして、高い性能を発揮する可能性がございます。従いまして、大学等の学術機関における研究を含めた基礎・基盤的な研究の継続が望まれるところ、その中で将来につながる人材育成も併せて必要であると考えてございます。

さて、最後でございますが、このような評価を踏まえまして、(2) 2023年に更に検討すべき事項を御紹介させていただきます。まず、ナトリウム冷却高速炉につきましては、2024年より実証炉の概念設計を開始すべく、2023年に代表概念選定に向け、それぞれの

提案炉型の評価を行う。そのため、特に次の検討の実施を期待いたします。概念設計に向けた技術仕様の具体化。そして、代表的な条件、事象に関しまして、具体的なプラントの成立性評価、安全評価の実施。そしてボトルネックとなる要素技術の成立性見通しについて整理すること。また、開発計画の具体化、必要予算の推計。そして、プロジェクトマネジメント、国内サプライチェーンの維持、発展に向けた実施体制の構築。そして最後でございますが、規制対応に関する戦略の検討、こういったところを更に深めていくというところを期待してございます。

さて、軽水冷却高速炉に関する検討すべき事項でございます。2024年以降の技術実証の見通しを得るため、2023年に向けて、その燃料技術の実現性、許認可性、開発ニーズ、こちらについて検討を実施すること。また、熔融塩高速炉に関してでございますが、2023年に向けて、大学等の学術機関における研究を含めた、基礎基盤的な研究を継続し、将来につながる基盤技術、人材育成に関する戦略の検討を実施していただくことを期待してございます。この以上、委員会の検討結果、提言につきまして、御報告させていただきました。以上でございます。

○遠藤原子力政策課長

山口委員長、どうもありがとうございました。続きまして、資料の2、戦略ロードマップの改訂の方向性につきまして、事務局より御説明を申し上げます。

資料の2を御覧いただきますと、1. 改訂の目的が書いてございます。現行の戦略ロードマップは、2023年末までに多様な技術間競争を促進し、2024年以降に採用する可能性のある技術の絞り込みを行うこととしてございます。

これに基づきまして、多様な技術間競争といたしまして、高速炉開発に関わる研究開発や実現可能性調査、これを複数の事業において実施してまいりました。その成果を戦略ワーキンググループのもとに設置された、高速炉技術評価委員会において評価を頂いたところでございます。

この結果、先ほど委員長から御説明賜りました内容に基づきまして、高速炉の開発目標、それから開発を優先すべき冷却材、炉型の在り方等、より具体化しつつ、2024年以降の開発の在り方について、具体的な開発マイルストーンを設定すること。その中で関係者の役割をより明確化をするという目的で、戦略ロードマップを改訂することとしたいと考えてございます。

2. に改訂の方向性を書いてございます。2. の1、高速炉技術評価委員会における評

価というもの、先ほど御説明を賜ったところでございますので、内容割愛させていただきます。山口委員長から御説明賜りました資料1の(2)、2023年更に検討すべき事項ということで、それぞれにおいて、期待が述べられたところでございます。

これを踏まえまして、2の2でございます。今後の開発の作業計画ということで、国内外における軽水炉や原型炉、もんじゅの建設経験に基づけば、基本設計・許認可フェーズには10年程度、更に詳細設計・建設フェーズには10年程度要してございます。そして燃料供給に向けましては、炉に先行して、燃料製造施設が運転を開始している必要があると。

こうした要素を踏まえまして、高速炉技術の2050年カーボンニュートラルに向けた貢献を見通し、研究開発を効率的に実施していくためには、2030年頃までを目途に、概念を固める必要があると考えてございます。こうした工程の見通しに基づきまして、今後の高速炉の研究開発におきましては、研究開発のリソースを有効に活用するために、技術の絞り込みを段階的に行いながら、実証炉の基本設計、許認可の開始につなげることができるよう、以下のマイルストーンを設定する必要があるのではないかと考えてございます。

下に2023年夏、それから2028年頃に向けまして、4段階で書いてございます。概念設計の対象となる炉概念の仕様の選定から入りまして、実証炉の概念設計、必要な研究開発、その上で採用する燃料技術の具体化、更に最終的に2028年頃に、炉の概念設計の結果と制度整備の状況等に基づきまして、実証炉の基本設計、許認可の開始への移行を判断すると、この4段階で進めてはいかがかと考えてございます。

それから1枚おめくりを賜りまして、2の3、各プレイヤーの役割、開発体制を整理してございます。こうした工程を具体化していくに当たりまして、関係者間で体制構築に向けた認識の共有化、それから社会からこうした技術が受容されるための説明責任を果たすこと。更には、立地地域との皆さまのコミュニケーション、それから規制対応につきましても、具体的な対応の検討が必要となってまいります。こうした取り組みに向けて、国や日本原子力研究開発機構等の各関係者の役割、開発体制について、以下のような観点で改めて明確化をする必要があるのではないかと考えてございます。

まず一つ目に国でございます。将来的な開発の方向性を明確にし、研究開発を先導するということ。それから、予算の確保。それから建設を可能としていくための制度設計。それから経産省と文部科学省で、当然連携をして取り組んでいくわけですが、どのような役割をそれぞれ果たしていくかということ。

それから二つ目に開発の司令塔組織といたしまして、研究開発の全体プロセスを統括す

る機能を構築する必要があるのではないかということ。例えば、今のJAEAの研究開発能力、それから電力事業者の皆さんで持っておられるプロマネ能力、こうしたものを結集した司令塔機能が必要ではないかということ。それから私ども資源エネルギー庁総合資源エネルギー調査会で議論を行ってございます原子力小委員会、この中に革新炉ワーキングというものを設置いたしまして、有識者の方々に御議論賜ってございますが、こうした議論も踏まえまして、司令塔機能の組織の機能、規模、組織形態等を今後具体化していく必要があるのではないかということ。

それから三つ目はJAEAでございます。高速炉特有の開発基盤の維持、それから整備、提供、こうしたものを通じた人材の育成、これまで担ってきた研究開発の推進、特に炉心燃料、安全解析技術でございますが、それを民間にどのような形でトランスファーをしていくかということ。それから、燃料サイクル技術の開発の中心的役割を果たしていただくということ。四つ目といたしまして、シーズ型の研究、それからRI製造といった社会の様々なニーズ、エネルギー以外のニーズにも対応した研究が必要ではないかということ。

四つ目に電気事業者に期待する役割といたしまして、ユーザーとしての御意見の聴取、それから軽水炉の建設、運転、保守。地元との共生等に係る経験の提供。更に国が主導する開発プロジェクトへの主体的な参画を賜るということ。プロジェクトマネジメントの経験を生かして、人材、ノウハウ等を提供いただくということ。

最後にメーカーでございます。選定される高速炉の設計と、必要な技術開発の中核を担うメーカーを選定するという。中核企業は以下の役割も担うということで、国内サプライヤーの結集、サプライチェーンの維持、発展、高速炉開発を通じたイノベーションの実現、こうしたことをそれぞれ各関係者が果たしていくべきではないかと考えてございます。

その後ろに戦略ロードマップの目次案と付けてございますが、これはこうした議論をしていく上での、飽くまでも参考としてのイメージでございます。

私からの御説明は以上でございます。

それでは最初に山口委員長から御報告を賜りました内容、それから今、私から御説明を申し上げました内容につきまして、自由討論、及び質疑応答の時間とさせていただきます。御発言、もしくは御質問を希望される場合、オンライン会議システムの手を挙げる機能にて、発言表明していただくよう、お願い申し上げます。順次私から指名をさせていただきます。どうぞよろしく願いいたします。いかがでございましょうか。

それでは文部科学省の林様、よろしくお願い申し上げます。

○林審議官

それでは、文部科学省の研究開発局の審議官をしています林でございますけれども、一言発言をさせていただきます。

まず、本日は先月開催された高速炉技術評価委員会の取りまとめについて、山口先生から報告いただきました。まず、短い期間にもかかわらず、御議論を頂いたこと感謝申し上げたいと思います。頂いた報告の評価委員会においては、これまで政府の委託事業の中で、検討を進めてきたナトリウム冷却高速炉、軽水冷却高速炉、熔融塩炉、それぞれの炉型について、国内の技術動向を整理するとともに、今後の開発に向けて、技術的な提言を頂いたものと承知しています。多様な技術の選択肢を残しながら、一定程度コンセプトを絞り込んでいくことには、賛成いたします。また昨今の原子力を取り巻く社会動向を踏まえれば、高速炉を含む革新炉について、今後の開発工程を明確にしていくことが必要だと考えています。

今回の議論を踏まえて、今後の高速炉の開発について、具体的な工程を明らかにして、高速炉の戦略ロードマップを改訂していくことが非常に重要だと考えています。その際、2024年度から開始されるステップ2においては、近年、原子力業界においてもいろんな取り組みというのもされていると思います。新しい技術もいろいろ入ってきていると思います。そうした取り組みの成果を十分に踏まえることができるよう、幅広い提案を求めることも有効ではないかと考えていますので、ステップ2に向けた準備について、このワーキンググループで、また更に議論を深めていくことを期待したいと考えています。

今後の高速炉開発においては、文部科学省としても原子力機構を中心にして、基盤的な研究開発や基盤インフラの整備に取り組むことが重要だと考えています。そのためどういうことをやっていくかのその詳細について、あるいはまた予算確保策についても、我々としても遅滞なく検討していきたいと考えています。

以上です。

○遠藤原子力政策課長

どうもありがとうございました。

続きましてJAEAの板倉様、よろしくお願いいたします。

○板倉副理事長

まず技術評価委員会につきましては、本当に短い時間でお取りまとめいただいたという

ことで、山口先生にまずは感謝申し上げたいと思います。この評価委員会で私どもが長年取り組んできましたナトリウム冷却高速炉に、非常に御期待を頂いた結論を頂いております。これも感謝申し上げたいと思います。

また、このご評価の中では燃料製造技術を始めとして、核燃料サイクル技術につきまして、しっかり JAEA で実証のための施設整備ですとか国際協力の可能性などをしっかり検討すべきという御提案も頂いておりますので、こういった点も私どもしっかりと取り組んでまいりたいというふうに考えているところでございます。

以上でございます。

○遠藤原子力政策課長

どうもありがとうございました。他の方いかがでしょうか。

それでは電気事業連合会の松村様、よろしく願いいたします。

○松村原子力開発対策委員長

電気事業連合会の松村でございます。今回の技術評価委員会においての、高速炉開発の在り方の議論、本当にありがとうございました。ナトリウム冷却高速炉が最も有望な概念として評価されましたけれども、私ども電気事業者といたしましても、現在の技術成熟度や開発の時間軸を始めとした開発目標に照らし合わせますと、評価結果は妥当な内容であると受け止めております。

今後、代表概念の選定が行われまして実証炉の開発が進められていくものと思いますが、関係者が将来見通しを共有して予見性を持って着実に開発を進めるためにも、技術的な開発工程を始め、開発体制や事業環境整備といった開発に必要な条件の整備をマイルストーンとして設定することは重要な点と考えております。

また高速炉の開発においては、開発メーカーさんの技術開発力はもちろんのこと、原子力研究開発機構殿の開発能力や施設の整備は欠かせないものでありますし、私ども電気事業者も軽水炉の運用によって培ってきた経験やノウハウを活（い）かすことが必要と認識しております。

国の主導の下に官民が各々の役割を果たして一体となって開発を進めるためにも役割を明確にするとともに、開発を統率する組織の検討は必要と考えており、今回お示しいただいたロードマップの方向性に同意をいたします。

以上でございます。ありがとうございました。

○遠藤原子力政策課長

どうもありがとうございました。他にどなたか御意見、御質問等ございますでしょうか。

よろしゅうございますでしょうか。山口委員長、今の御意見も3点ほど賜りましたが、もしよろしければ、何か追加でコメント等がございましたらよろしくお願い申し上げます。

○山口委員長

まず技術的な観点でございますが、御指摘いただいたとおり新しい様々な技術、プラントの性能を上げる技術というのはこれからも出てくると考えられますし、イノベーションというのも重要なポイント。一方で我々の評価委員会としましては技術の成熟度とかあるいは実現性、そういったものも非常に大事だというふうに思っております。

技術につきましては、また機会がありましたら評価委員会の中でそういったバランスの取れるような形でしっかり評価していきたいと思っております。

それからあとは、御指摘いただいた点は、研究開発あるいは技術開発をどのような体制で、それからどのような工程で行うのかと。そういう意味ではその報告書の中でもプロジェクトマネジメントの機能、それからサプライチェーンの維持や発展に向けた実施体制というものは、これは非常に重要であるというふうに指摘してございまして、頂いた御意見を踏まえて我々も同感でございますので、技術のところと合わせてそういった体制、そういったものを見ていきたいというふうに思っております。

とりわけ、あとは人材とかインフラの話。これはJAEAに期待するところ大変多いということだと思いますけれども、これについても適切に技術、あるいは人材が継承していきますように、体制にも十分留意を払うということは大切だと思っております。

おおむね頂いた御意見は、我々の評価委員会での議論と整合するものだと思っておりますし、また改めて今後特に注意すべき点御指摘いただいたと思っておりますので、そういったものを踏まえて今後も評価委員会、また議論するときには更に技術的な分析評価を深めていきたいと考えてございます。

以上でございます。

○遠藤原子力政策課長

どうもありがとうございました。事務局でございます。他に御意見がもしございませんでしたら、私どもが今、賜りました御指摘3点、それから山口委員長からの追加のコメントも踏まえまして、今後どのような形でこれからのロードマップの改訂に向けた具体化をしていくか、特に今御指摘賜りました技術論以外のそのプロジェクトマネジメント含めた体制のところもそうでございますし、それから御指摘賜りましたインフラ、こうしたもの

も政府全体の課題ということで文部科学省様、JAEA様とも連携をいたしまして、きょう賜りました御指摘踏まえて検討の具体化を進めてまいりたいと思います。

また内容につきましては、本戦略ワーキンググループの下の準備会合ですとか、事務的にちょっと調整、御相談を申し上げながら次回以降の検討に向けて、検討を進めさせていただければと思っております。

また委員長からも今、追加で御指摘賜りました今後、技術評価等の課題に応じまして、どのような形で技術評価委員会から御意見を賜るかということもまた御相談を引き続きさせていただければと思っております。どうもありがとうございました。引き続き御指摘を賜ればと思っております。

それで他に御意見等、もしなければ、ちょっと時間が早いのですが、議事の取りまとめといたしまして、資源エネルギー庁次長の小澤から一言御挨拶をさせていただきます。

○小澤次長

資源エネルギー庁の小澤でございます。本日は皆さん本当にありがとうございます。ちょっとお待ちください。すみません、映りました。本日は皆さん本当にありがとうございます。7月の戦略ワーキンググループ以降、高速炉の技術評価委員会を立ち上げまして、その中で山口先生のリーダーシップで本当に、山口先生、少し御無沙汰をしてしまいましたが、本当にもういち早く短期間でまとめていただいて、本当にありがとうございました。本当に心から感謝を申し上げます。これからその技術評価委員会を出していただいた取りまとめを踏まえて、今後の方向性をしっかりと議論していきたいと思っております。

7月の戦略ワーキンググループ以降、8月の24日のグリーントランスフォーメーション、官邸の実行会議で、新しい原子炉の開発、これは次世代型革新炉の開発建設の検討というものも大きな課題として取り上げまして、それに向けてしっかりとした検討を進めていくということになってございます。その中で高速炉の開発というのは、やはり核燃料をしっかりと使っていく観点、廃棄物をしっかりと減らしていく観点からも非常に重要だということに思っておりますので、実際にこの技術評価で頂いたものも踏まえてこれからの関係者の間でしっかりと議論を尽くしていきたいというように思います。

本当に皆さん、きょうは貴重な時間を頂きましてお集まりいただき、こうした議論ができて本当によかったと思っております。今後ともよろしく願いいたします。

以上でございます。

○遠藤原子力政策課長

ありがとうございました。それでは本日の議論はここまでとさせていただきます。皆さまから賜りました様々な御意見につきましては事務局において整理をさせていただき、次回以降の議論に反映したいと思います。