

第13回原子力委員会定例会議議事録

1. 日 時 令和5年4月11日（火）14:00 ～ 15:05

2. 場 所 中央合同庁舎第8号館6階623会議室

3. 出席者 内閣府原子力委員会

上坂委員長、佐野委員、岡田委員、青砥参与

内閣府原子力政策担当室

進藤参事官、梅北参事官

文部科学省 研究開発局

嶋崎研究開発戦略官

4. 議 題

(1) 次世代革新炉の開発に必要な研究開発基盤の整備に関する提言について（文部科学省）

(2) その他

5. 審議事項

（上坂委員長）時間になりましたので、第13回原子力委員会定例会議を開催いたします。

本日の議題ですが、一つ目が、次世代革新炉の開発に必要な研究開発基盤の整備に関する提言について（文部科学省）。二つ目がその他であります。

それでは、事務局から説明をお願いいたします。

（進藤参事官）一つ目の議題は、次世代革新炉の開発に必要な研究開発基盤の整備に関する提言についてでございます。

本日は、文部科学省研究開発局の研究開発戦略官の嶋崎政一様に御説明いただき、その後に質疑を行う予定です。

それでは、御説明をよろしくをお願いいたします。

（嶋崎研究開発戦略官）御紹介、ありがとうございます。文部科学省の研究開発戦略官の嶋崎でございます。

本日は、次世代革新炉の開発に必要な研究開発基盤の整備に関する提言として、昨年10

月から本年3月まで8回にわたりまして、研究開発局長の下に設置された当検討会において御議論いただき提言をまとめてございますので、この内容について、御説明をさせていただきます。

2ページ目を御覧ください。

まず、検討事項でございますけれども、本年閣議決定されましたGX基本方針の中でも、この新たな安全メカニズムを組み込んだ次世代革新炉の開発、建設を進めるということになってございますが、昨年7月にこういった内容について検討せよという総理の指示を受けて、文部科学省におきましても、実証炉と様々な次世代革新炉の議論がなされている中で、開発実績がこれまでであるナトリウム冷却高速炉及び高温ガス炉を中心に、今後こういった革新炉の開発に向けて整備する必要がある基盤インフラ、あるいは研究開発の内容について今後の課題について議論を行い、提言として取りまとめていただきました。

右下の検討のポイントにありますように、整備すべき基盤インフラといたしましては、原子炉システム、燃料製造施設、バックエンド対策、こういうことを中心に御議論していただいたほか、次世代革新炉に係る人材育成の課題、あるいは原子力機構がこういった大学の知を集約拠点として果たすべき役割、開発支援に係る世界の動向等についても議論していただきました。なお、具体的な取組については今後10年以内に着手すべき事項を中心に御検討いただいたものであります。

次のスライドをお願いいたします。

実際に革新炉といっても様々なものがある中で、本検討会の中では次世代革新炉については固有の安全性を含めて新たな安全メカニズムが組み込まれ、安全性の向上が見込まれることが大きな特徴であるという認識の下、従前の安全性及び経済性の向上を中心とした炉型ごとの開発目標を確認した上で、今後の社会実装に向けた取組について検討していただきました。

本検討会では革新軽水炉、高速炉ナトリウム冷却型及び高温ガス炉の3つの炉型について共通認識を得た上で、高速炉ナトリウム冷却型及び高温ガス炉について議論、検討していただきました。革新軽水炉については、民間を中心とした取組により既に実装の見込みが得られているということで、特段新たな研究基盤の整備が必要ではないという認識で具体的な詳細な検討というのはこの検討会では行われておりません。

高速炉につきましては、環境負荷低減、マイナーアクチノイド等の燃焼の可能性を含めて、あと医療用RI製造、あるいは再生可能エネルギーとの共存など多様化したニーズに応え

る技術を社会実装するための取組、これに遅滞なく着手することが重要という認識の下、高速炉サイクル技術全般の技術開発基盤整備について御議論いただきました。

高温ガス炉につきましては、熱利用や水素製造などの発電以外の新たな原子力の可能性を広げる取組を進めることが重要であり、当面はHTTRを中心として熱利用システムの実証等行うことが喫緊の課題としつつ、今後ユーザーの掘り起こしを進めながら、技術開発の工程の具体化と検討が必要という認識の下、検討を行っていただきました。

次のスライド、お願いいたします。

まずは具体的な研究開発項目と基盤インフラということで、既存の取組、これまでの取組についてレビューを頂きました。

高速炉につきましては、既存インフラといたしましては、令和6年度末の運転再開を目指して整備中の高速実験炉「常陽」及び大型ナトリウム機器試験施設である「Athena」、この2施設を早期に整備し、遅滞なく基盤技術開発を進めることが重要、こういったことを確認していただきました。

駆け足ですが、次のスライドをお願いいたします。

また、高速炉の炉システム開発につきましては、先ほども申し上げましたが、放射性廃棄物の減容化・有害度低減、医療用RI製造、再生可能エネルギーとの共存など多様な役割に期待が高まっている。こういった様々な目的に資する実装をしていく上で、当面は「常陽」を最大限活用して技術開発を行っていくということが期待されるという上で、今後は一定の集合体レベルでのマイナーアクチノイドを含有した燃料の照射試験であるとか、更なる安全性向上技術の実証、こういった「常陽」のみで対応することが困難なニーズが存在しているということを踏まえて、今後、「常陽」に加えて新たな中性子照射場が長期にわたって必要という意見が出されておりました。

この中でもがん対策の観点から、医療用RI製造・安定供給のためには、「常陽」1基だけではなく、もう1基、高速中性子の照射によってRIが製造できる施設が必要という声も寄せられていると、こういったことについても検討会の中で議論がございました。

こういったニーズに対応するために、今後新しい小型の高速炉の高速中性子の照射場というものを遅滞なく整備し、高速炉に期待されるこれらの様々な機能の実証に活用し、国内の人材の基盤強化に貢献していくことが有効であろうと、こういう議論を頂きました。

次のスライドをお願いいたします。

一方、高速炉用燃料開発について現状確認を頂きました。これまで経済性向上を目的とし

て、太径、この燃料の半径を大きくして、熱を押さえるために中を空洞にしたようなもの、太径中空燃料、こういったものの開発のほか、先ほど申し上げました超寿命の炉心材料の開発、あるいはマイナーアクチノイドを含有した燃料の特性、挙動に関する研究開発がこれまでも進められており、これらを着実に進めることが重要、一方、今後マイナーアクチノイドを含有した燃料を製造していくためには、遠隔で自動化された環境での作業を行うことができる新たな施設が必要ということが指摘され、今後、工学規模での実証が必要という議論もございました。

また、燃料開発につきましては、基盤インフラとして当面重要になってきます「常陽」の運転用燃料の安定供給が喫緊の課題であり、そのためには現存する燃料開発のための施設、プルトニウム燃料第三開発室等の既存インフラの整備・活用を含め、運転再開後の当面の燃料供給体制を確立することが重要、こういった御議論がございました。

また、高速中性子照射場用の新しい炉を造るということになれば、炉用の燃料製造には既存のインフラだけではならず、新たな燃料製造施設の整備が必要であるという指摘の上で、こういった燃料集合体レベルでのマイナーアクチノイド含有燃料の製造実証とか、実証炉の議論の中では、炉型、燃料のタイプとしては今後決めていくということになっておりますが、金属燃料に関する基盤研究を実施する場としての活用を期待するという御議論のほか、実証炉用燃料の製造に向けても求められる役割に今後柔軟に対応できるような施設的设计を行うべき、こういった御議論がございました。

次のスライドをお願いいたします。

一方、高速炉の燃料サイクル技術につきましては、これまでの技術開発の現状といたしましては、高速炉特有のラッパ管を切断し解体するという作業を含む燃料解体・せん断技術の開発、燃料を実際に溶解、溶かして有用物を抽出する技術のほか、核拡散抵抗性の観点からウランとプルトニウムを共回収するという技術ですとか、マイナーアクチノイドを分離するための技術、こういった開発を着実に進めることが重要という御議論を頂きました。

また、高速炉MOX燃料の湿式再処理の技術開発を進めるということは、軽水炉MOX燃料再処理への知見を提供することにも留意するという事。まずは「常陽」燃料の再処理を念頭に工学的規模での再処理実証をしていくということが必要ではないか。そのためには新たな再処理実証フィールドの整備が喫緊の課題であるという御議論を頂きました。

また、乾式再処理につきましては、今後の政策判断いかんということではありますけれども、今後柔軟に対応できるよう一定の基盤研究を国内で実施できるような施設設備につい

でも検討を進めることの意義があるのではないかという議論がございました。

右下で、再処理実証フィールドのイメージということで、中で議論された内容でございますけれども、六ヶ所にあります再処理工場が年間800トンぐらいの処理規模能力であることに對して、東海再処理は廃止措置中でございますけれども、こちらについては140トン／年。これに對して、再処理実証規模について、ざくっとしたつかみのイメージでありますけれども年間数十トンぐらいの処理規模になるのではないかという議論がございました。

次のスライドをお願いいたします。

一方の高温ガス炉でございます。高温ガス炉については、冒頭でも申し上げましたように、当面は大洗にありますHTTR、実験炉でございますけれども、こちらを最大限活用して、固有の安全性の実証、あるいは熱利用の実証試験研究を進めていくことが重要であるとした上で、中長期的な課題といたしましては、固有の安全性が損なわれない範囲での大型化を実現するための技術開発。あるいはカーボンフリーの水素製造技術について、産業界との連携を含めて着実に研究開発を進めていくことが望ましい、また、燃料開発についても、新たな燃料製造施設の整備が必要であるということ踏まえて、これまで実績がある民間企業における製造能力の活用を検討するということと、HTTRの燃料についても照射後試験はまだ行われておりませんので、その安全性について確認をしていくという意味でも照射後試験をしっかり確認して、燃料の健全性について確認していくことが重要であるという御議論がございました。

また、高温ガス炉用燃料の再処理については、これまでコールドで被覆膜をはがすことについてはできているのですが、実際の照射済みの燃料についてはまだ対応ができていないということですので、既存施設を最大限活用してまずは工学規模での再処理技術の実証を着実に進めることが重要であるという議論がございました。

次のスライドをお願いいたします。

少し観点が変わりまして、これまでの技術開発の現状を踏まえて、こういった基盤インフラが必要であろうと。こういった議論は10月に議論を開始したときからのリソース等に制限を設けなくて、本来であれば何が必要かということ御議論を頂いたものであります。

同じように、こういった次世代革新炉にかかる人材育成及び知の集約拠点という観点から今後こういったことが必要かということについての御議論を頂きました。

1点目に書いてありますとおり、今後も産業界のニーズも踏まえた上で、原子力機構が知

の集約拠点として大学と産業界の間の橋渡し機能を果たしていくということが重要だろうと、あと2ポツ目に書いてありますとおり、その際、分野ごとにこれまでどれぐらい技術成熟度が満たされてきているのか、発展してきているのか、こういったことをできるだけ定量的に示すということにおいて、民間に期待される役割なのか、あるいは大学、研究開発機関での原子力機構に期待されている役割なのか、こういったことを明確にしていくことが重要であろうという御議論がございました。

具体的な政策的なアプローチとしては、文部科学省直轄の大学等を対象とした委託事業が幾つかございます。人材育成事業もございますけれども、こういった成果を役所の方に集約するという形から原子力機構に集約するということによって、冒頭に申し上げました原子力機構が大学と産業界をつなぐような役割が果たせるような、こういったシステム改革を進めるということについても重要ではないかという御議論がございました。

また、人材育成という観点では、サプライチェーンの維持・強化に資するニーズの掘り起こし、あるいはリカレント教育・リスキリングへの対応、こういった観点も重要である。また、やはり人材育成のためには、施設が重要であります。試験研究炉と言われるものにつきましては、昔は20基ぐらいあった時期もありましたが、現在では6基になってしまっています。またその中でも京都大学のKURについては2026年に運転停止することが予定されています。その中で、敦賀の「もんじゅ」サイトに新たな試験研究炉を造るということで今議論が進められておりますけれども、この新しい施設についてはやはり我が国の研究開発・人材育成を支える中核的拠点として活用していくということが期待される、こういった御議論がございました。

次のスライドをお願いいたします。

ここまでの年末まで議論をしていただいた内容でございまして、年が明けて、こういった新たな基盤インフラ、果たすべき役割等を今後実装していく中で、具体的にどういうアプローチ、戦略性をもって基盤整備をしていくべきか、こういうところについて、少し深掘りの議論をしていただきました。

その中でも先ほど申し上げましたように、高温ガス炉につきましては新たなインフラの整備が余り提言されていないということで、ここからは主に高速炉に関する基盤インフラの整備戦略ということを中心に御議論していただいた内容についてまとめられてございます。

10ページの1ポツ、2ポツはこれまで言った内容でございましてけれども、なんとんでも「常陽」においては燃料ピン体系での照射試験、あるいはA t h e N aにおけるナトリ

ウム取扱技術に関する試験というのが、今後実証炉を開発するという観点から必須であるということの確認した上で、やはり今後の高速炉の実用化に向けた開発においては従前の安全性、あるいは経済性の高度化のためには、照射試験をしていかないといけないのですけれども、マイナーアクチノイドを処理していく技術を確立していくというために、マイナーアクチノイド含有燃料の照射試験、こういったものも今後必ず必要になってくる。

こういった観点からは「常陽」では実施が困難な一定程度の集合体体系での照射試験が可能な高速中性子照射場の整備が必要であるということは改めて御議論いただきました。

また、この燃料製造施設についても、実証炉開発に必要となる「常陽」の燃料が一番大事であることに加えて、こういった新たな高速中性子照射場を整備する場合においては、これらの燃料製造についても遅滞なく検討を進めていく必要があると。こういった高速燃料を対象とした再処理施設についても高速炉の実用化を目指す上では必要不可欠な施設であり、廃液のガラス固化を含めたシステムの実証性をまず示していくことが必要であるということについて再度確認の議論がございました。

次のスライドをお願いいたします。

一方で、世界に目を向けますと、米国及びロシアについても高速炉の実用化・高度化に向けた技術開発の観点から実は様々な目的に対応可能な高速中性子照射試験を行う照射場の整備が進められております。そういう意味ではこの高速炉の実用化に資するという目的のみならず、様々な多様な原子炉システムの燃料、材料について開発を進めるという観点からも原子炉内で独立した照射試験が可能な設備、インパルループ等の実装ですとか、あるいは高速中性子を使った中性子科学を進めるという意味では、高速中性子を含む様々なエネルギー領域の中性子ビームを取り出して中性子科学研究に活用するためのビームポート等の機能を付加、あるいは冒頭から申し上げております医療用R Iの製造にも高速炉を使っていくという観点からは運転中に試料の出し入れが可能となるオンライン照射機能、こういった従前の実証炉、実用化に向けた開発に加えて多様な照射ニーズに応えるための機能の実装というのが望ましいという点。高速中性子照射場が整備される場合においては、国内外の大学、あるいは官民の研究機関の研究者による共同研究プラットフォームとして活用されていくということが望ましい。こういった御議論がまずございました。

次のスライドをお願いいたします。

その中で、政府方針の中ではGX基本方針の参考資料に出ておりますけれども、次世代革新炉の開発の中で高速炉については、実証炉開発の検討が進められておりますところ、こ

の実証炉開発と新たな高速中性子照射場の開発については、そのリソースの競合を含め、開発時期にオーバーラップがあるのではないかと、そういう議論があり、これらの関係性についても少し深掘りの議論がございました。

検討会の認識といたしましては、それぞれは相互に補完し合う意義と使命があるということ踏まえて、まずは以下の留意点を示してございます。

新たな高速中性子照射場につきましては、今後の高速炉の実用化・高度化に向けた技術実証を継続的に実施するための基盤インフラであって、同時に実証炉の成立性、技術・知識の蓄積、あるいは規制適合性などを見通すためにもいずれにしても必要不可欠な施設である。その上で、新たな高速中性子照射場については実証炉とは役割が違うという一方で、相互に補完する関係にあるということに留意して、その相乗効果を最大化するべく実証炉との連携を図っていくということが重要である。ただ、開発時期が一定程度重複する場合は、財政的、人的なリソースの競合が発生する可能性もございます。その場合は政策的観点から現実的な整備戦略を検討し、スケジュールに齟齬をきたさないような配慮が必要だという議論がございました。

実装時期についてでございますけれども、2点指摘してございます。

一つ目でございますが、実証炉開発においては許認可に必要な実際に燃やす燃料の照射データを先行して取得・提供するということが必要でございますけれども、これを新たな高速中性子照射場でやることによって、実証炉開発を加速するということが望ましいという観点からは実証炉に先行して建設するということが望ましいのではないかと。先行してこういった新たな高速中性子照射場が整備される場合には、高速炉に関するサプライチェーンの再構築、あるいは技術・人材の維持・強化にも大きく寄与するということが期待される。その場合、多様な照射ニーズに応えるという側面ではすぐにとということであると、どうしても機能が限られてしまうということをついて、将来の照射機能の高度化、アップデート、アップグレードを見越した設計とするという配慮が必要である。

二つ目のケースといたしましては、実証炉開発とリソースの競合が発生する場合にはこういった新たな高速中性子照射炉については実証炉の建設以降に整備をするという状況も想定し得る。この場合は当然ではありますけれども、実証炉開発への直接的な貢献は限定的となる一方で、これはリソースがあればということでもありますけれども、多様な照射ニーズに応えるべく当初から高度な照射性能を有した照射場を整備する戦略も選択として考えられるであろう。こういった御議論がありました。

これらをまとめてこういった基盤インフラの整備戦略について、次のスライドでまとめてございます。

実証炉開発に資する照射データの先行取得、こういった観点から実証炉開発を加速することが可能となるということ。あるいは現在のリソースを最大限効果的に活用することが求められるということ。また、立地の観点を踏まえる必要があることを踏まえて、サプライチェーンの再構築とか、人材・技術の維持・継承といった喫緊の課題への対応の観点から、実際の炉を可能な限り早期に建設・運用するべきという要請にも適合しておることから、この新たな中性子照射場については、可能な限り既存技術を活用して、試験研究レベルの仕様とすることが早期実現の要請に適合するものである。

また、燃料製造、再処理技術開発を含む原子炉開発については、今後の開発シナリオの多様な選択肢に対応できるということが大事でありまして、当面は柔軟な設計が可能となるような検討が必要である。

特に、マイナーアクチノイドの分離及び燃焼につきましては、社会的ニーズも高く、軽水炉サイクル、高速炉サイクルのいかににかかわらず、将来的に必須な技術課題であるということを踏まえ、困難な課題ではあるが、基盤研究のための基盤インフラの整備を含めて、優先的課題として遅滞なく研究開発の取組を着実に進めていくことが必要だと。

こういった新たな施設を整備していく場合には、設計の段階から保障措置面での対策をあらかじめ考慮していくことが必要でありまして、国、規制当局等が原子力機構等と連携してIAEAと協議を深めていくということが重要という御議論がございました。

次のスライドでございますが、高温ガス炉については冒頭中盤で申し上げた内容と変わりません。当面はHTTRの技術を活用し、固有の安全性、水素製造と熱利用の研究をしっかりと進めていくということが大事である。ただ、実際にユーザーをしっかりと同定していくことが大事ですので、国内外の適切な機会を捉えてユーザーの掘り起こしやニーズの把握により具体的な開発計画の実現をしていくということが重要。

また、中長期的には高温ガス炉の安全上のメリットを最大限生かした実証炉の建設に向けて、必要な技術開発を計画的に進めていくべき。ということでまとめてございます。

最後に、これは提言そのものではありませんけれども、今後の実証炉開発の進め方と整合するという観点からは特に高速炉につきましては、実用化・高度化に必要な基盤インフラについての具体的な整備計画については、政府の戦略ロードマップがございまして、この中で政府一体とした議論の中で明確に位置付けていくということが必要であるという

こと。

また、上から4ポツ目でございますけれども、実用化・高度化に向けた開発については、国内における人的、技術的、財政的リソースは現実的には限られるということを踏まえて政府に対してはこれまでにない大胆な財政的支援を講じる必要があるとする一方で、国際協力等により国外の研究施設、あるいは研究機会を効果的に活用していく方策についても併せて検討していくべき。

廃棄物処理技術に関する研究開発にも留意するほか、次世代革新炉に関する新たな規制、あるいは損害賠償の在り方についても適切な時期に具体的な対応について、あるいは各国の動向もしっかり踏まえながら議論を始めるということが重要であるという御議論がありました。

今日も原子力委員会の場で報告させていただいておりますけれども、本提言については各省の関連する審議会に報告して、政府一体となつての取組の議論に資していくということを期待するという事で締めくくらせていただきます。

次のスライド以降は、17ページは本検討会の委員の名簿ということで、原安協理事の山口先生に主査をしていただいております。

それ以降はこれまでの検討の経緯のほか、19ページと20ページでは、ナトリウム冷却型高速炉、あるいは高温ガス炉の固有の安全性というのとは何か。運転中に電源等が喪失した場合でも冷却ポンプ等の能動的な冷却システムを使わなくてもしっかりと止まる、冷える、閉じ込めるということが担保できるとか、航空機衝突対策ができていくというような新たな安全性が取り込まれているということをもとめた資料を検討会の中でも御議論していただきましたので、参考資料として付けてございます。

最後の方の38ページを御覧ください。

これは検討会としての提言としてではないのですが、ヒアリングの中で1例として出されたこれらの高速炉についてはありますけれども、新たな基盤インフラを整備した場合に具体的にどのように実証炉開発に資していくのかということの1例として議論していただいたものがありますので、これも参考として添付してございます。必ずしもこの年限、この順番をこの検討会で提言しているわけではございませんけれども、一番理想的な場合に、こういった工程が可能であろうということで議論されたものですので添付をさせていただきます。

駆け足でございましたけれども、説明は以上で終わらせていただきます。

(上坂委員長) 嶋崎様、とても明解な説明、ありがとうございました。

それでは、委員会から質疑をさせていただきます。

まず、佐野委員、よろしく願いいたします。

(佐野委員) 御説明、ありがとうございました。

8回にわたる検討会の結果を紹介していただいたのですが、基本的には文部科学省が進めている新しい高速中性子照射場と経済産業省の進めてきたロードマップでの実証炉、この二つの大きな流れをどう集約していくのかが一つの課題だと思いますが、先ほどの説明の中で高速炉ロードマップの方の議論に貢献していくということですが、そうしますと新たな高速炉ロードマップというのは、経済産業省、文部科学省と合同の検討会を立ち上げて、そこで新しいロードマップを作る、そういう方向性を示すものになるのでしょうか。

(嶋崎研究開発戦略官) 御質問、ありがとうございます。先ほど申し上げました戦略ロードマップにつきましては、既に高速炉開発会議、これは原子力関係閣僚会議でも昨年末に紹介がありましたけど、既設の会議体の下に戦略ワーキンググループというのが立ち上がっておりまして、実はこの高速炉に関する戦略ロードマップにつきましては、昨年12月の原子力関係閣僚会議で改訂されてございます。その中で、実証炉についての今後の検討のスケジュールを明らかにして、多分今年も今の新しいロードマップに従って検討が進んでおりますので、更に今後どうしていくのかということはこのロードマップの中に書き込んでいくということになるかと思えます。これは事務局を中心として経済産業省と文部科学省も入って議論しているものでございますので、御質問にお答えいたしますと既に設置されている会議体がございますということになります。

1点だけ、新たな高速中性子照射場でありますけれども、必ずしも文部科学省が進めているということよりも本検討会は所掌を余り気にせず、今後こういった次世代革新炉を本当に実用化していくためにどういったインフラが必要かということを忌憚なく御議論していただいたということでもあります。なので、実証炉開発のために必要な基盤インフラということであれば、エネルギー政策上も必要となってくる基盤インフラということもありますし、多様な原子炉システム開発、あるいは人材育成のために使っていくという意味では文部科学省が所管しております人材育成、あるいは基盤研究のために必要なインフラということもありますので、そういう意味では広く高速炉開発のために必要なインフラということで、この御提言を頂いたというものでありますので、そこを経済産業省、文部科学省というよりは、本当にこの開発を進めていく中で、どういったインフラが必要かというこ

とを戦略ワーキンググループの中で、あるいは経済産業省、文部科学省の審議会にも報告いたしますけれども、それぞれの観点からコメント、議論していただいて、アウトプットとしてはこのロードマップに集約していくのが分かりやすいかなと、こういったことも検討会の中で御議論がございました。

(佐野委員) そうですね。是非、一体となっていきたいと思います。ただ具体的に予算要求となると省庁別になる訳です。その辺りの事前のすり合わせを十分に行って、役割分担もやっていただきたいと思います。

2番目の質問は、38ページのスケジュールですけれども、大体2050年を一つの目途として書かれているわけで、実証炉は例えばコスト計算をある程度しているのですか。つまりどのぐらいのコストがインボルトされるのかは検討会で議論されたのでしょうか。

(嶋崎研究開発戦略官) お答えいたします。検討会の中で実際のコストは幾らくらい掛かるのかということは議論されてございません。ただ、資料として出てくる限りにおいては、大体どれぐらいか、どれぐらい掛かるかということは専門家の中では当たりが付けられるものだと思いますけれども、そのコストをどこからどう持ってくるのかという話をし始めますと、そこだけでも議論が進まなくなってしまうので、本検討会ではそこは一旦置いておいて、整備すべき機能は何か。タイミングとしてはどうかというところまでを検討会の提言とした御議論を頂いたということでもありますので、実際のリソースがどれぐらい、財政的、技術的、人的ということも大事だという議論がありましたけれども、38ページにあるような形ではまるようなことがあるのかどうかということについては疑問視するというか、本当にこんなに簡単にいくとは思わないという議論もありましたので、そこは本当にどうすべきかということ政府の議論の中でコストも含めて、今後議論をしていくということは望ましい、これは検討会の結論だというふうに受け止めてございます。

(佐野委員) ありがとうございます。

そうすると、今後、更なる検討会を組織して議論を深めていくことになるのでしょうか。

(嶋崎研究開発戦略官) 戦略ワーキンググループの中でもここまで、いつまでに何をやるかということを高速炉、実証炉についてもここまではロードマップの中では書き切れていないというのがありまして、これは飽くまでもGXの基本方針の参考資料の中で例示されているだけで、今決まっておりますのは2024年から28年まで、概念設計と必要な研究開発を行うということのみ明示的に、それがメインで決まっていることでもありますので、この45年に運転開始ということまで決まっているわけではありません。

ですので、ここまで一遍に決めるということにはならないと思うのですが、こういうことも念頭に入れながら、次のステップとして何をするかというところに、こういった基盤インフラがどう入っていくのかということをも真摯に議論していきたいと考えてございます。そういう意味で全体をびしっと出すというのはなかなか予見可能性も難しいと思いますけれども、どこまでを見通して書けるのかというところは、こういったものを材料にさせていただきながら議論を進めていきたい、文部科学省としてもそう考えてございます。

(佐野委員) 取りあえず、ありがとうございました。

(上坂委員長) それでは岡田委員、お願いいたします。

(岡田委員) 嶋崎さん、ありがとうございます。

私の方は9ページの3ポツ目、お聞きしたいのは具体的には文部科学省直轄の大学等を対象とした委託事業や人材育成事業の成果を原子力機構に集約するため、原子力機構への移管をするということなのですが、この利点というのは集約するという点なのですが、ほかにも何か利点はないでしょうか。

(嶋崎研究開発戦略官) この資料にも書いてございますけれども、まず集約するということは文部科学省に成果が集まるよりは専門家集団である原子力機構に成果が集まった方がいいという観点はありますけれども、もう一つはこういった委託事業、実際には研究開発課題を企画、模索するに当たって、企業のニーズはこういうものがあるよということや、大学とこういった委託事業も含めてどういった研究開発がなされているのかということを受け手側である企業に、日頃から伝えていくということで、どういったところを狙っていけばよいのか、あるいはどういった研究開発が今は取り組まれているのか、こういった実際に委託費で行う研究開発事業のみならず、その前後の状況についても民間と産業界と大学、アカデミアとの間の意思疎通を図る、そういったハブ機能みたいなものを文部科学省、役所というよりは研究開発の専門家集団である原子力機構が担えるようになっていくということが望ましい。こういった思いもあります。

実際に、福島事故の廃止措置のための研究開発委託事業については英知事業というのが文部科学省にはありますけれども、これは数年前に文部科学省直轄の委託事業だったところを原子力機構から公募して行う形に切り替えております。今はまだ試行錯誤中ではありますが、こういった例も踏まえて今後こういったことも検討していくべしということがこの検討会の提言でございます。

(岡田委員) ありがとうございます。

もう1点は私の方からですが、人材育成についてお伺いしたいと思います。原子力という名前が付く学科や専攻が少なくなっていることは御存じだと思いますけれども、こういった今回のように研究開発基盤の整備を押し進めるときに、人材、特に学生への情報や、先ほど質問した方では、企業や大学のハブ機能として機構があるということなど、学生や中高生に原子力分野がこう動いているのだということを伝える方法というのは、文部科学省はどのようなふうを考えていらっしゃるか、ということをお聞きしたいのですが。

(嶋崎研究開発戦略官) 私も全てを把握しているわけではありませんけれども、既存のこの人材育成事業の中では、大学がコンソーシアムを作って、いろいろな人材育成の方向について情報を共有し、カリキュラムを作り、その先には中高生も少しにらみながら、大学での人材育成が中心ではありますが、リーチアウトをしていくという活動はしてございます。私見になりますけれども、やはり今、脱炭素ということで原子力は非常に重要なエネルギー源ということで議論が盛んにされてございますけれども、今後将来にわたってこういった原子力をより安全に、より経済的に活用していくという見通し、あるいは実際のプロジェクトが企画されているという予見可能性、こういったものがあるとそこに向けて企業も人の投資をし、あるいは大学も少なくなってきた名前も変わってきていますけれども、そこに向けた人材の育成をしていくんだということを明確に打ち出しやすくなるのではないかと。そういう意味では、実際の施設の整備、プロジェクトが動いていくという中で、中高生も含めて、こういった目的のためにこういった取組が今後予定されていて、こういうことが大事だよということがより具体的に伝えやすくなるということもあるのではないかと思いますので、今後どうしていくかということができるだけ明確に示していくことが少しでも進めば、少し遠い話になりますけれども、そういうところへも手が届きやすくなるのではないかなと個人的な意見になりますが、そういうふうを考えます。

(岡田委員) ありがとうございます。

原子力分野は科学技術の総合分野であると皆さんよく言っていて、私は理工系のどの分野からも魅力を感じる発信が必要だと思っています。原子力という名前が付いている学科や専攻じゃなくても必要だと思っています。ここで私は女性についてお話ししますが、女性に魅力を感じさせることができれば、社会科学の分野も男性も女性もこの分野に入ってきてくれるのではないかと考えておりますので、是非教育現場に理工系のための楽しさを膨らませるような文部科学省であってほしいと思っています。よろしくお願いします。

(嶋崎研究開発戦略官) ありがとうございます。省内でもしっかり認識して、取り組んでいき

たいと思います。

(上坂委員長) それでは、専門家のお立場で、青砥参与、よろしくお願いします。

(青砥参与) 御説明、ありがとうございました。

非常にきめ細かな整理をされているという印象でした。きめ細かな整理だけに確認しておきたいことが2点ほどあります。

一つは、先ほど佐野委員との意見交換の中でもあったのですが、今後10年の期間を対象に基盤を整備していくという議論が進められたという話でした。そうしますと、御存じのように並行して議論されている戦略ロードマップの実証炉に関する計画を見ても、2028年頃に次の段階に進むことを決める、とされています。

いってみればこの10年間というのはかなり固いようであり、その先はまだ流動的であるという状況です。その理解からは、御説明があった内容はこの10年間の中でどう的確にフォロー、あるいは見直しをされようとしているのか。それがこの提言を進めるに当たって非常に重要だと思います。提案内容は申し上げており、きめ細やかで中身のあるものですが、実働させるためにはこの10年間の動きをどう捉えて議論の中に入れていくかという点、その考え方をお聞きしたい。

もう1点が、中心となるのは文部科学省、経済産業省ということになりますが、この文章の中にありますが、例えば原子炉で生産されるのは医療用RIであったりもします。そうしますとそこは厚生労働省だったりするわけです。また、様々な形で環境省も関係する。そういうレベルで言いますと、いろいろなインフラの整備に必要なリソースについてももう少し広い議論があってもいいのではないかと思います。

そうした議論を今後文部科学省、経済産業省の枠を離れてというか、拡大した枠を考えて、議論を起こすようなことをお考えなのかどうか、そこについてお考えをお聞きしたいと思います。

(嶋崎研究開発戦略官) まず、1点目でございますけれども、まずこの議論を始めるのに当たりまして各委員の方々には、これは閣議決定された「GX実現に向けた基本方針」の中で書き込まれておりますけれども、新たな安全メカニズムを組み込んだ次世代革新炉の開発、建設について取り組むべし、という前提の中で議論をしてくださいと。つまり実証炉を開発すべきかどうか。その後の開発をどうすべきかどうかを文部科学省の研究開発局長の有識者検討会議で改めて検討するわけではなくて、それが進むとした場合に、どういったR&D、どういった基盤インフラが必要になるか。こういった前提で実は御議論していただ

きました。

青砥参与から頂きました、今後実証炉開発、実用化に向けた開発そのものをまだ確定しているわけではない中で、どのように具体的に取り組んでいくのかというのは文部科学省も含めて政府全体で検討していかないといけない内容だと思いますので、本検討会ではそこをちょっと離れて、もうやるという前提のときに、どういうものが必要かというふうに御議論していただきましたので、ここの検討会を踏まえてというよりは、全体の流れの中で政府の中でもしっかり取り組まないといけないんだと、こういうふうに認識しております。

ちょっと真正面からお答えできるだけの検討がないということですが、この検討会との関係についてはそういう整理としてございます。

もう1点はおっしゃるとおりでございます、実際にインプリメンテーションを考えるとときには、文部科学省、経済産業省だけではなく、R I 製造ですと厚生労働省、いろいろなところで環境省も関係してくる部分がございます。これもこの検討会の中では特にインフラ、R & D、いろいろな観点の提言を頂いたことも踏まえて、それぞれの審議会とかいろいろな場で一つにまとめて一遍に議論するような場というのは私が承知しているところでもなかなかないことでもありますので、それぞれの場面でR I ですと、昨年この原子力委員会の中でもアクションプランを取りまとめていただきまして、集中的にこういった取組が必要だという議論がありましたけれども、その議論の中に本検討会のエッセンスも考慮して議論していきたいと考えてございます。

そういう意味では、オールインワンで全部を取り組めるような政府全体を取り込んでやるような会議体というのはなかなかありませんので、それぞれでしっかり反映できるところを反映していきたいと、実態としてはこんな状況でございます。

(青砥参与) 前半の話について、これは全くの願望ですが、いろいろなポイントでフォローするような、同じメンバーである必要があるかは分かりませんが、是非フォローできるような対応を取っていただければと思います。

ありがとうございました。

(上坂委員長) それでは、上坂の方から数点質問させていただきます。

まず、高温ガス炉につきまして、25ページ。ここに国内の事例がありますが、燃料のサプライチェーンが国内だけではなく、海外も含めて大丈夫なのかと。それからアメリカとの連携はあるのかと。

8ページの右下に写真があったかと思いますが、燃料の再処理について技術的には不可能

ではないと思いますけれども、核物質の閉じ込めや経済性といった観点含め、総合的に検討すべきことではないかと思います。これらの点についていかがでございましょうか。

(嶋崎研究開発戦略官) まず、25ページにありますのは今年に入って1回目、第6回の検討会の中では、HTTRの燃料を製造していただいた民間企業から現状のヒアリングというものを行いまして、その内容についてまとめたものでございます。

そこにもありますとおり、これは当然なのですけれども今は発注がないので、現時点で施設は稼働して新しく燃料供給を行うような体制にはないということ。

今後、更に作っていかうとするに当たっては、やはり定期的に発注があるような環境が出てこない、施設を抱えて燃料製造体制を整備するということにはかなりの困難があるということがあります。

ただ、一方で、全く能力がなくてできないということでもないので、これも今後のシステム自体の開発方針の解像度が上がっていく中で、燃料開発のニーズが明確になっていく中でこういった体制も再度立ち上がるということにつながるのではないかなという、こういう印象を受けました。

もう1点、8ページ、再処理についてもこれは議論があったのですけれども、本検討会では高温ガス炉の使用済み燃料を再処理するかどうかみたいな話、各国の状況も議論したのですけれども、現状については実験炉であるHTTRの実例しかないということもあります。

工学規模、商用規模で再処理をするほど、炉自体の実績がないということ踏まえまして、そこにも書いてありますが、当面は工学実証、実際は使用済み燃料についてしっかり被覆膜をはがして、ほかの使用済み軽水炉等と同じように再処理のシステムの中に投入できるというところまでをしっかりと技術実証するというところはやるべきだと。

それ以降はどれぐらいの規模でこの炉を使っていくのか。どれぐらいの規模で再処理が必要になるのか。こういったことと、再処理工学施設を造る造らないの議論も含めて関連しておりますので、それ以降の話は今後のシステム開発、実際の実用に向けた取組の検討と合わせてやっていくべき内容であろうということで、検討会の中では触れないという形でまとめさせていただいているという認識でございます。

(上坂委員長) 同じ8ページの左側ですけれども、熱利用、水素製造など発電以外の利用につきまして、HTTRを運用しているJAEAがもう早いうちに企業とビジネス展開して、熱、水素を売った利益を研究開発に当てるというような、自ら研究開発費を稼ぐ戦略もあ

るかと思えます。

実際、最近の大型放射光施設でも産業界が参画して建設費、運転費も分担しているケースがあります。もう JAEA の研究開発の段階からそのような活動をするべきではないかと思うのです。いかがでしょうか。

(嶋崎研究開発戦略官) 全くそういう方向に動くことが望ましいと思っております。その意味では経済産業省の委託事業でありますけれども、HTTR を活用した水素製造、熱利用の委託事業が進められておりまして、こういった事業の実証試験をしっかりと見て、個別の企業の食指が動くような展開につながっていくことが期待されると、このように考えてございます。

(上坂委員長) 先日、青砥参与からこの定例会議でも御説明していただいた際に、高温ガス炉の熱を使った様々な水素製造技術、IS プロセスとか高温水蒸気電解法等の比較検討はこれからの状況との説明がありました。

水素製造に限りませんけれども、様々な開発技術において技術進展に不確実性はあり、難しい面があるかと思えますが、透明性確保の観点から中立的な立場での技術間の比較検証を適時進めていくべきかと思えます。この点はいかがでございましょうか。

(嶋崎研究開発戦略官) 経済産業省とも連携をして、いろいろなモダリティといいますか、水素も含めた熱利用技術実証、こういったものをしっかりと実用化につなげられるような取組が進んでいくことを我々としても期待しているということでございます。

(上坂委員長) では、次に高速炉であります。今日は高速炉の話が御説明の半分以上でした。高速炉の課題はそれ単独でなく、核燃料サイクル、プルトニウム管理、それから高レベル放射性廃棄物の処理処分等を一緒に総合的に議論するべきものと考えます。

例えば、MOX 燃料中のプルトニウムの同位体比、燃料としての燃焼性、つまり何回まで再処理して MOX 燃料を使用することが科学技術的に意味があるか。プルトニウムの同位体比を 238 が 80% 以上にすれば IAEA の保障措置免除によって、今日にも説明がありましたが、核不拡散抵抗性を高めることができます。

また、高速炉内の照射によってマイナーアクチノイドがどこまで減らせるのかと。これらは科学技術的に定量評価するのはやはり文部科学省、それから JAEA が最適と思えます。いかがでございましょうか。

(嶋崎研究開発戦略官) マイナーアクチノイドをいかにこのシステムから取り除いていくのかということ。あるいは来るべく高速炉サイクルに向けて、こういったシステム設定が最適

であるか。こういったことは今からでも手を動かして検討が進められることでありますので、原子力機構中心として取組をしっかりと進めていきたいと思えます。ただ、その大前提としてはこういった方向に着実にインプリメンテーション、実装が進んでいくという予見可能性をみんなで共有していくことではないかというふうに思えます。いろいろなシミュレーションをまずしておくということも大事だと思えますけれども、一歩ずつ来るべきそういうところに備えて進んでいく、人材育成をしていくということを実際のものとして見せていくような取組、こういったものに我々としても一歩でも二歩でも貢献できないかというふうに考えてございます。

(上坂委員長) それから、高速炉常陽にて、医療用R Iの製造、ラジウム226からアクチニウム225製造の計画があります。この件は原子力委員会の医療用R Iのアクションプランにも書いてあることであります。

これも先ほども高温ガス炉のところで申し上げたように、是非、厚生労働省と連携して、ビジネスができて、そして稼げるという方向にいてもらいたいと思えます。一方、JRR-3では中性子照射によるモリブデン99とテクネチウム99mの製造と、それから薬剤の開発。これらが最近非常に進んでいると伺っております。

したがって、同じJAEA内で、研究炉は違いますが、医療用R I開発研究がJRR-3では先行しているということです。是非それを情報交換して、早いうちから実用化といいますか、ビジネス化まで持って行っていただきたい。そういうことがアクションプランでも期待しているところであります。そこはいかがでございましょうか。

(嶋崎研究開発戦略官) 委員長、御指摘のとおり、原子力機構の中ではJRR-3、中性子を用いたR I製造、あるいは高速中性子を用いたR I製造を期待して進めているところでございますけれども、R Iだけができて、診断剤、あるいは治療薬として薬剤開発はそれだけでは完結いたしませんので、そういった研究開発ですとか、薬剤開発のパートナーシップ等、昨年アクションプランを踏まえて、いろいろなステークホルダーとの連携を原子力機構としても進められるよう、文部科学省としてもしっかりと支援していきたいというふうに考えてございます。

(上坂委員長) 最後に、人材育成です。先ほど岡田委員からも質問がございました。この二つの研究炉を、是非全国の学生に利用させたい。24ページに論点整理、人材育成がありましたが、是非全国の大学、大学院の学生に、原子炉の運転と利用の実験を含めた実習を行っていただきたい。

3月17日に原子力学会の人材育成の企画セッションがありました。私も文部科学省の方と一緒に、主に核物質やR Iの人材育成に関してパネルディスカッションで登壇しました。そのときにも強調したのですが、やはり学生さんが原子力炉を運転する、利用する、それから核物質や放射性同位元素を使うということは、自身が放射性従事者にならないといけない。それから原子炉等規制法に順じた原子炉の安全管理教育も受けなければいけない。また核セキュリティの法規も遵守しなければいけない。また、放射性安全に関する法規も遵守しなければいけない。

これらが最高の安全教育になると思います。今となってはJAEA等限られた施設でしかできないということです。既に言及されましたけれども、人材育成ネットワーク等と連携して、そういう実際の原子炉を使った実習を是非促進していただきたい。

私も大学教員時代に原子炉サイトにいたのですが、みんなその教育が重要と思っています。しかし、時間と人が限られるということで。今日お話があったように、たくさんある研究開発プラス人材育成を広範にやるとなると、どうしても人が足りないのではないかと思います。そういう人員の補強も含めて、是非文部科学省に人材育成強化を御検討していただきたいと思いますが、いかがでございましょうか。

(嶋崎研究開発戦略官) 大変重要な御指摘だと思います。「もんじゅ」サイトで今計画が進められております試験研究炉、これは唯一新しい整備が決まっている試験研究炉ということでありますので、正にハンズオンの経験を積むという意味では貴重な機会でございますので、これはしっかり人材育成に生かしていくというのを既定路線としていきたいと思いません。

提言の中で、提言されたいろいろな施設についてはまだ提言をされただけということなので、政府として本当に整備できるのかどうか、これはリソースの問題、正におっしゃられたような財政的にもそうですし、人的にもリソースを本当に割けるのかというのはこれからの議論だと思います。そういう意味ではあれもこれもというわけにはいかないというのが現実ではあると思いますけれども、今後原子力が果たすべき役割、またその原子力を担っていく人材をどういうふうに育てていくのかということをそれぞれの立場で考えて、リソースというところとすぐ取り合いになってしまうわけではありますけれども、やるべきことをしっかり一つ一つ議論して積み重ねていくしかないかと。いきなり予算が2倍、3倍になることは中々ないので、こういったなぜやるべきか、何が必要かという議論の積み重ねを受けて、一つ一つ丁寧に取り組んでいきたいと思っております。

(上坂委員長) 私から以上でございますが、ほかの委員の方。

佐野委員、お願いいたします。

(佐野委員) 追加でお願いします。

1点は、この議論の中で国際協力という議論、特にフランスとの協力、西側との協力はどのような形で出たのか。それが38ページのスケジューリングにどのような形で考慮されているのか。

2点目は、この議論は規制委員会はどのような形でインプットされているのでしょうか。彼らはどのような考え方をお持ちなのか。その辺りをお願いいたします。

(嶋崎研究開発戦略官) 繰り返しになりますが、38ページのロードマップはヒアリングを行ったときに、原子力事業者が示したものであることですので、この中に国際協力を、どこで誰から何をしてもらおうかということであるとか、規制庁の役割、規制庁からのインプットというのはございません。

ただ、国際協力について提言の中でもリソースについては、それぞれ各国において、核燃料サイクルを進めているフランスと日本を比べてみても、持っている施設の特徴はかなり違いますし、やはり持っているものを最大限お互いに総合的に活用していくということで、規定の中にもありますけれども、国際協力もしっかり既存の研究機会、あるいは施設、これを最大限活用するように、国際協力をしっかり進めていくのだと。

委員が御指摘のように、フランスには再処理施設がございます。日本は六ヶ所がありますけれども、原子炉については、日本において、今高速炉は「常陽」は再稼働に向けて進んでいるところでもありますけれども、フランスはありません。それぞれしたいこと、相手の国でしたいことというのが出てきて、アメリカにおいてもテラパワー社の高速炉の計画が打ち出されていて、実証炉として計画が進んでいるとか。ただ、ナトリウム取扱技術について彼らは経験が余りないとか、日本はあるとか。いろいろ協力をする項目というのがあるように出されてきているような現状でありますので、こういったことをしっかり逃さず、しっかりやっていきたいと思えます。

規制庁との関係につきましては、この中でも、規制庁の方を呼んでとか、局長の有識者検討会なので、全くありません。ありませんが、中で議論されているのは、IAEAとの保障措置、政府側のデザイン、そういう観点では規制当局との連携も必要であるということのほか、新しい炉の規制を考えるというのは各国とも苦しんでいる中で、どのように原子力事業者とのインプット、情報のインプット、規制の公平性とかこういったものの透明性

を保ちながら、新しいシステムと提案について学んでいくのか、その中で新しい規制基準をどう考えていくのか。

我が国のみならず各国が今試行錯誤して取り組んでいるところですので、次世代革新炉ということに関して言えば、今後大いに検討をすべき事項だということ、提言の中では1行だけですけれども指摘はあって、実際は検討会の中では御議論がありましたので、今、言われた内容をしっかり今後とも政府として検討を進めていかないといけないことかなと思っております。ショートアンサーとしては、この検討会に特にインプットが、ということではございません。

(佐野委員) ありがとうございます。

(上坂委員長) ほかに質問等はよろしいですか。

それでは、嶋崎さん、説明どうもありがとうございました。

これで議題1は以上でございます。

次に、議題2について、事務局から説明をお願いいたします。

(進藤参事官) 今後の会議予定について御案内いたします。

次回の定例会につきましては、4月18日火曜日14時から、場所は本日と同じ6階の623会議室でございます。

議題については調整中であり、原子力委員会ホームページなどによりお知らせいたします。

(上坂委員長) ありがとうございます。

その他、委員から何か御発言はございますか。

御発言ないようですので、これで本日の委員会を終了いたします。

お疲れさまでした。ありがとうございます。