

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10回会合
議事要旨

日時：令和7年12月11日（木） 10:00～12:04

場所：経済産業省本館17階国際会議室及びオンライン

議題：次世代革新炉（高速炉及び高温ガス炉）の動向について

出席者 ※敬称略

座長	齊藤 拓巳	東京大学大学院工学系研究科原子力専攻 教授
委員	浅沼 徳子	東海大学工学部応用化学科 准教授
委員	小野 透	(一社)日本経済団体連合会資源・エネルギー対策委員会 企画部会長代行
委員	黒崎 健	京都大学複合原子力科学研究所 所長・教授
委員	小伊藤 優子	日本原子力研究開発機構大洗原子力工学研究所
委員	澤 和弘	北海道大学大学院工学研究院 特任教授
委員	高木 直行	東京都市大学大学院共同原子力専攻/理工学部原子力安全工学科 教授
委員	高木 利恵子	エネルギー広報企画室 代表
委員	田村 多恵	株式会社みずほ銀行産業調査部 次長
委員	永井 雄宇	一般財団法人電力中央研究所社会経済研究所 主任研究員
委員	松久保 肇	特定非営利活動法人原子力資料情報室 事務局長
専門委員	大島 宏之	日本原子力研究開発機構 理事
専門委員	大野 薫	一般社団法人日本原子力産業協会情報・コミュニケーション部 課長
専門委員	岡田 融	電気事業連合会 原子力部長
専門委員	小西 哲之	一般社団法人フュージョンエネルギー産業協議会 会長

欠席者 ※敬称略

委員	遠藤 典子	早稲田大学 研究院教授
----	-------	-------------

プレゼンター ※敬称略

安藤 将人	日本原子力研究開発機構 高速炉サイクルプロジェクト推進室長
坂場 成昭	日本原子力研究開発機構 高温ガス炉プロジェクト推進室長

(事務局)

経済産業省	多田 克行	資源エネルギー庁電力・ガス事業部 原子力政策課長
経済産業省	宮下 誠一	資源エネルギー庁電力・ガス事業部原子力政策課 原子力技術室長
経済産業省	瀧桐 基皓	資源エネルギー庁電力・ガス事業部原子力政策課 課長補佐

(オブザーバー)

文部科学省	有林 浩二	研究開発局 原子力課長
	水野 俊晃	研究開発局 研究開発戦略官(核燃料サイクル・廃止措置担当)
内閣府	中島 義人	科学技術・イノベーション推進事務局 参事官(原子力担当)
外務省	田中 健一郎	軍縮不拡散・科学部 国際原子力協力室長

議事概要

<事務局より資料1「高速炉/高温ガス炉の国内外動向」説明>

<日本原子力研究開発機構より資料2「高速炉実証炉の開発状況」説明>

<日本原子力研究開発機構より資料3「高温ガス炉実証炉の開発状況」説明>

(委員)

- 茨城県による高温ガス炉誘致の提案はありがたいが、具体化されなければ基準地震動や気象条件も決まらない。また、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。
- 高温ガス炉実証炉の実施主体は必ずしも電力会社とはならない。米国ではXエナジーとダウ社の連携など良い事例がある。日本もいつまでに体制の仕組みを作るのか、マイルストーンをスケジュールに加えるとともに、体制の方法も考えるべき。
- 燃料供給を英国に頼るのは危険だと考える。燃料供給のベースは国内にすべき。
- これらすべての課題がスケジュールに直結する。マイルストーンの明確化が必要である。

(委員)

- 本ワーキンググループの目的について。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であり、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。
- 高速炉・高温ガス炉とも、実証炉開発事業の支出が増えている。GX基金は2025年までの研究開発とその後の実証炉開発を合わせて10年間で1兆円投資するもので、官の資金により民間投資を促すスキームである。民間投資はいつどのようなタイミングで検討するのか重要。もんじゅは損切せず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。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。
- 経済性を含めて実用化の見通しを得るために実証炉開発事業を行うこととなっているが、実証化段階に移る前にその後に進めるか判断するクライテリアを設けるべき。技術的成熟性だけでなく、サイクル全体を俯瞰した客観的な経済性評価が重要になる。
- 米国の原子力規制には、推進側が規制側に相当のプレッシャーをかけていることで、制度の改正や迅速化につながっていると理解している。日本では規制当局の独立性を毀損するようなことはあってはならない。
- 高速炉開発の意義としてはこれまで、有害度低減が強調されてきた。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。

- 高速炉の使用済燃料の再処理は、MOXは湿式、金属燃料は乾式の二本立てなのか明確に示してほしい。
- 高温ガス炉の水素製造のコストについて感度分析含めて教えてほしい。

(委員)

- 高速炉、高温ガス炉とも、実証炉段階で実施主体をどのように考えているのか。不確実性がまだ大きいため、今後もある程度国との関与が必要である。
- 燃料サプライチェーン構築は実証炉だけの課題でなく、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切羽詰まっている。炉システムだけでなく燃料と燃料サイクルの検討もきちんと行うべき。
- 高速炉のサイクル技術に関して、酸化物燃料か金属燃料か、どちらにせよJAEAの関与が重要で必須だが、人材や環境がどのくらい整っているのか懸念している。対策したうえで手厚く研究開発を行なうべき。

(委員)

- 高速炉プロジェクトマネジメント上の課題に関して、資料2では、民間投資を呼び込む施策は具体的な記載がない。民間企業によるプルトニウム取扱いなどハードルの高さが指摘されており、実証炉開発に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方があるのか示してほしい。
- 高温ガス炉の実施体制の確立について、資料3では、民間企業主導による事業モデルの構築と記載されている。高温ガス炉が経済性を持つには需要家が求める価格での水素製造が重要である。水素・燃料電池戦略会議によると、パリティコストが製鉄部門で8円/m³、化学部門で18.5円/m³。高温ガス炉は、高速炉のように放射性廃棄物の減容や有害度軽減などサイクル政策にとっての役割がない。それを考慮すると、社会実装のためには、需要家の求める水素価格設定など、技術以外の目標値を設定して開発を進めるべき。

(委員)

- 海外では原子力の機運が高まっており、高速炉・高温ガス炉についてもアメリカを中心に民間企業の取組が加速している。日本では、常陽やもんじゅ、HTTRの経験による技術が先行してきた。今後、海外との技術提供・提携は大事だが、日本国内でこの技術をどうしていくのかという観点が必要である。
- 規制がどうなるかはこれから進めて行くうえで論点になる。あらかじめ議論を進めることは必要。日本の地理的な性質を踏まえながらも海外の規制・取組を参考に効率的に議論を進めるべき。
- 米国ダウ社の工場に高温ガス炉を立地するのは良い事例。日本において同様の事例は想定されいないと思うが、どのようなニーズがあるかを考える必要はある。

(委員)

- 高温ガス炉の社会実装への課題で、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たこ

とで、具体化し、前に踏み込んだ印象を受けた。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。

- 茨城県から高温ガス炉の誘致について要望があったことはこの事業への理解の表れであり、今後具体的な立地の選定にあたり、議論の活性化にもつながる。立地の選定のプロセスについてはオープンで公正であるべき。要望のあった茨城県だけでなくその他の地域にも情報開示するなど、各層と、丁寧で最適なコミュニケーションが必要。そのプロセスが国民から原子力事業への信頼を積み上げることとなるため、ひとつひとつの機会を信頼構築の機会ととらえるべき。
- 高温ガス炉開発では JAEA 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、高速炉では推進室が設置され事業が順調に進んでいると説明があった。高温ガス炉の方でも、そのような知見を活かすとともに、さらに発展・拡大させていくことで体制を整えてほしい。

(委員)

- これまでの技術開発の努力は、我が国の技術基盤の強化にとって重要である。しかし、高速炉は国費を投じながらも、実証炉建設のスケジュールが先延ばしになってきた。今後の展開については国民の理解を得ることが重要であり、安全性や事業の経済性だけでなく、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。
- 高速炉・高温ガス炉の議論では、電力供給にとどまらず、次世代社会のエネルギーインフラをどう設計するかという視点が必要である。既存インフラは確実に老朽化が進む。革新炉の運転開始は早くても 10 年以上先になると予想されるが、その頃には、次世代半導体など戦略物資の国内製造拠点化が実現している可能性がある。そのような将来像を踏まえて、分散型エネルギーや地政学的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。
- 判断の先送りは技術成熟度を高めたり、国際動向を見極めたりといったメリットがあるが、人材や技術・産業基盤の維持が困難になるというデメリットがある。このバランスをどうとるのかが課題であるが、国費を投じた成果を国民が享受できるように、政府の政策的支援を期待する。
- 革新炉開発は国家戦略をどう達成するかを問うものである。実証炉建設のための条件を短期間で整備するのは困難。その先の展開を視野に入れ、これまで築いた技術基盤を活かした革新炉が、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する段階にきているのではないか。

(専門委員)

- 高速炉・高温ガス炉はともに、世界トップレベルの技術を我が国で開発してきており、貴重な財産であるため、何とか活かしたい。
- 心配となるのは、まず燃料サイクルである。燃料サイクルの国内外の状況は日々変化している。高速炉で増殖されたプルトニウムあるいは MOX をどうするのか、物質サイクルの戦略にとって懸念である。高速炉・高温ガス炉に共通する課題としては燃料サイクルのサステナビリティである。国内で燃料製造・再処理をできるようにするべき。
- サプライチェーンの問題として、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。開発を始めて時間が経ちすぎているため、技術が絶えていたり国内外含めて入手が困難になっ

ていたりする。高温ガス炉では、高温で使用する部品のなかで、IS法で用いるシリコンカーバイド、高温ガスタービンなどが産業技術として継承されているのか不安である。人材も同様で、必ずしも軽水炉システムと共に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く、継承がなされているか不安である。

- 産業化の視点も考えなければならない。現在、米国エネルギー省の政策で革新炉をどうするかの議論に参加している。ジェネシスマッショングという、エネルギー政策を民間企業がリードして社会実装していくという政策である。民間主体で事業成立性が見通せなければ、国が持っている技術は民間に伝わっていかない。また、投資をしても産業として育たないと実証炉の先につながらない。見通しが得られて初めてその先のステップに進める。
- ジェネシスマッショングでは、AIや量子コンピューティングとセットで新しい産業として育てていくというミッションのもとに作られたエネルギー政策の中で、革新炉も扱われている。我が国でも、イノベーションを中心とした産業を興すために、高速炉や高温ガス炉を、コアの1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。原子力技術はある意味で成熟しているが、先が閉ざされた技術であってはならない。周りの産業構造や、何と組ませるかの検討が必要であり、具体的には、電力需要であれば情報産業との連携が必須である。

(委員)

- 高速炉開発の具体的な開発スケジュールや課題がよくわかった。核燃料サイクルに不可欠であり、技術ロードマップに沿って確実に進めてほしい。燃料サイクルの確立も重要なテーマである。常陽の稼働は我が国が多くを輸入に頼る医療用RI供給にも貢献する。実証段階から医療利用も視野に入れた包括的な検討を期待する。一般社会の理解促進にもつながると考える。
- 高温ガス炉は開発が確実に進んでいると実感した。発電以外に熱や水素などの幅広い用途への活用が期待される。鉄鋼のバックグラウンドを持つ立場からすると、水素還元製鉄の実現に有望な水素供給源として期待している。ただし、先ほど言及されたコストは検討当時の為替レートであったり、還元剤や原料炭は当時の国際市況であったり、またカーボンプライスが含まれていないので、今では異なるパリティプライスが出てくるだろう。
- 2050年カーボンニュートラル目標からバックキャストするなら、2040年くらいまでには高温ガス炉実証炉による大量かつ安定した水素供給開始が必要であるため、実証炉の立地や事業体制を決定する必要がある。熱や水素の供給源としての可能性を踏まえると、消費する需要地との近接性が重要。固有の安全性を反映した安全基準、規制の設計が必要である。バックエンドプロセスとともに、実装時の課題に対応する研究開発を進めることも重要である。
- 高速炉・高温ガス炉に共通する課題として、国内の原子力人材の不足、サプライチェーンの問題がある。実用化のためには、技術開発と並行して人材基盤の維持強化、企業横断的な体制構築が必要である。次代につなぐ国策として進めてほしい。

(委員)

- 海外では規制のスピードが早い印象がある。日本国内でも、設計がもう少し進んだ段階で規制が間に合わなかったり共通理解が伴っていなかったりすることは問題。現在、革新軽水炉で進めている

対話を着実に継続していただきたい。

- 茨城県が高温ガス炉の要望書を提出したことは前向きと感じる。しかし、ある自治体で核燃料サイクルの講演をした際に、原子力発電や燃料サイクルに強い関心を持っている人ですら、高速炉の実証炉建設に向けた話が進んでいることを知らなかった。立地選定の観点では、地元にとって高速炉の開発が突然の話になってしまふと、なかなか理解が得られないのではないかと懸念。新聞等のメディアにおいても、核融合に関しては非常に多くの情報が載っているところ、これらの実証炉開発については目に触れる機会が少ない。2026年度の燃料選択のタイミングなど、大きな動きがあるタイミングで広く知ってもらえる取り組みが必要。

(専門委員)

- ロードマップは技術開発の視点で作成されているが、国内外の情勢・動向を踏まえ現実感を持って具体化することが必要。経済・エネルギー安全保障・事業環境整備・人材確保の観点でもよく整理して取り組むことが大事。
- 技術開発は着実に進められているとの認識だが、高速炉・高温ガス炉は長期にわたりものづくりの機会が無く、メーカーの撤退やサプライチェーンの弱体化、大学での教育課程の消滅といった点に対しては、少しでも早く手を打つ必要があると認識。国際協力も視野に入れて何らかの議論や提案が今後なされていくと良い。
- ロードマップの具体化・精緻化には、規制の予見性確保や立地がポイント。高速炉・高温ガス炉の特性を最大限引き出すには安全上の特徴を勘案した適切な規制基準が必要。JAEAでは常陽やHTTRなどの審査に実際に対応しているが、軽水炉ベースの議論に苦労する部分がある。IAEAや米国などの国際動向をフォローしつつ各炉型の特性・長所を取り込んだ規制基準を早期に策定し予見性を確保することがロードマップ具体化において重要。
- 高速炉ロードマップについては、実証炉の運転やそれに必要な燃料製造、再処理技術の開発だけでなく、燃料再処理やプルトニウムバランスを勘案した軽水炉サイクルとの共存というより広い視点から導入の在り方等を現実的に検討していくことが大事。

(委員)

- 社会実装の課題の観点から三点述べる。まず「資源とバックエンド」の観点。中国をはじめ原子力の利用が拡大、世界的にも SMR 導入機運が高まりウラン消費は増えていく傾向にある。資源の観点を踏まえた炉型戦略の検討が必要。カーボンニュートラル 2050 年達成目標を掲げているが、これは達成して終わりではなくその維持が必要。それを支えていくウラン資源の持続性も考えねばならない。
- バックエンドについても「整合性」があり世の中が納得できるサイクル政策の提示が必要。高速炉サイクルでは MA を回収し処分場面積の効率化と長寿命廃棄物の短寿命化という完全リサイクルを目指す一方、ガス炉は直接処分でいくのか。被覆粒子燃料ガス炉のサイクル方針は十分な検討がなく、方針が曖昧である。完全リサイクルと直接処分という両極端な炉型開発が同時並行で進むとなると、これを社会に提示したときに、違和感が生じる可能性がある。
- 二点目は「推進主体の本気度」である。軽水炉から高速炉への開発の流れはこれまで電力事業者が

主体で推進してきた。昨年推進室も設置されたが、電力会社は以前より体力を失い、高速炉開発・導入に及び腰。これは 30 年前もあまり変わらないが。ガス炉については、自治体の誘致は前向きなニュースだが、実施主体は見えない。適正価格での水素供給の実現見通しも明確にする必要がある。

- 三点目は「一本筋の通った国の方針」。上記の点に対して、国として筋の通った政策を示すことが必要。

(専門委員)

- 高速炉プロジェクト推進は、関係産業全体の実力涵養に寄与するもので大いに期待。資料では概念設計の全体工程が示されているが、製作・建設までの全体工程も併せて示していただけると産業界としても活気づく。高温ガス炉についても実用化に向けた技術開発の一層の進展を期待。資料中の高温ガス炉開発スケジュールでは、2030 年から製作・建設開始となっているが、例えば環境影響評価の開始時期、設置許可申請時期など、手続きも含めたロードマップとして示していただけると関係者が共通認識を持って備えることが可能。
- 実証炉開発・建設は、我が国の原子力人材基盤を再構築する重要な契機。産業界では若手人材の確保に課題を抱えている企業も多く、将来の担い手育成は共通の関心事項。具体的な実証プロジェクトを進めることは、若い世代に将来のキャリアを描く材料を提供できる点で大きな意味がある。技術の内容・開発意義・事業進捗などを次世代層に分かりやすくアピールしていくことも重要で、それは国民の理解にもつながる。実証炉の開発プロセスは若手人材が実際の現場で学び参加できる貴重な機会。現場に根差した学びの機会が広がることは長期的に原子力技術を支える人材確保にも寄与するものと認識。

(専門委員)

- 高速炉開発は、原子燃料サイクル全体を見ていく上でも、国として長期的視点に立ち一貫性を持って取り組むべき非常に重要な課題と認識。実証炉の概念設計における各種課題に対する研究開発が、JAEA のもとで着実に進められていることを認識。また高温ガス炉も国内外で研究開発が着実に進められていることを理解。
- 2050 年カーボンニュートラル実現に向けて電力として新增設・建替を行う際に高温ガス炉も選択肢の 1 つになり得るが、熱・水素を必要とするユーザーのさらなる巻き込みが必要。
- 革新軽水炉については、電力事業者が規制基準に関する意見交換を進めているところだが、高速炉実証炉においても規制の予見性は重要な課題。研究開発を進めるうえで原子力規制庁との意見交換の結果を概念設計にフィードバックしながら進めることで、設計の手戻りや工程遅延リスクを低減できる。
- 2028 年度の実証炉の基本設計・許認可手続きへの移行判断においても、規制予見性に目途が立っていることは非常に重要。今後のスケジュールを考えると、規制対応も 2028 年までに完了していることが望ましい。例えばサイクルプロジェクト推進室が規制対応の代表となり、予見性向上に向けて進めることも一案。これは実証炉本体に限ったものではなく、燃料製造や再処理についても同様に対応が必要。

- 高温ガス炉については人的リソースの話もあったが、高速炉も同じく、燃料サイクルの技術やもんじゅでの経験を有している JAEA の人的リソースが重要。有識者を実証炉プロジェクトに集めて推進していくことも大事。高速炉の戦略ロードマップに基づき、軽水炉で培った経験やノウハウを活かし引き続き事業者としても協力を進めていきたい。
- 規制の予見性向上、国による事業環境整備、サプライチェーンの維持強化、経済性も踏まえた原子力発電の見通しや将来像の整合・連動を細かく整備していくことが必要

(事務局)

- 来年 1 月に開催予定の次回の革新炉 WG も、高速炉と高温ガス炉に関する内容のため、その際にしっかり回答させていただきたい。

(プレゼンター)

- 細かいご質問については改めて次回に回答させていただく。
- 高速炉の開発状況が一般の方に響いてない点については、まさに我々としても感じているところ。現在は技術開発に注力をしており、外部に向けた情報発信が不足している点は反省している。本日のコメントを踏まえしっかり対応していきたい。

(プレゼンター)

- 具体的・細かい話は次回に回答させていただく。
- 水素のコストに関しては、2050 年は、今と価値観の全く異なる世の中であると思われる。炭素税などを考慮した場合、現行、日本の場合は 300 円弱だが、ヨーロッパではすでに 1 万円、あるいは 3 万円となってきている。我々の評価の中でも、3 万円台や、個別評価で 10 万円という評価もある。そのように今と全然違う社会となった時のコストとしてどうなるかを考えつつ、さらにパリティコストとしてどうなるか、といった点を、次回以降議論させていただきたい。

(座長)

- 本日は十分な議論ができなかった部分もあったが、また次回に継続して議論させていただきたい。
- 本日は、ロードマップ改定に繋がる様々な意見が出た。主体選定における国や民間企業の関与のバランス、また、より上位のエネルギー・産業政策との関連についてもロードマップに含めるかどうか、論点の 1 つになる。
- 高速炉・高温ガス炉について、サイクルとの整合性や、燃料サイクル自体の成立性・サステナビリティという話も出た。全体としてのサプライチェーンや人材育成は、今後人材の取り合いになってくると思われるところ、どのように考えていくかは大きな点としてある。
- これらの点については次回も継続して議論したい。引き続き活発な議論を期待。

(事務局)

- 次回の革新炉 WG は来年 1 月下旬に開催予定で、本日の続きを議論したい。

以上