

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

令和8年1月29日

資源エネルギー庁原子力政策課

本日ご議論いただきたい内容

第10回革新炉ワーキンググループでは、高速炉／高温ガス炉の国内外動向や実証炉の開発動向を踏まえ、今後のスケジュールやマイルストーン、意義・コスト・ニーズ、規制対応、バックエンド、燃料サイクル、サプライチェーン・人材、立地、実施主体・体制、官民投資の在り方 等についてご議論いただいた。

本日は、第10回革新炉ワーキンググループでのご質問への回答を通じて、高速炉／高温ガス炉のロードマップの具体化に向けて、以下の点についてさらにご議論を深めていただきたい。

- ✓ 実証炉の実現に向けて、今後解決が必要な課題は何か。
(例：マイルストーンに向けた研究開発・検討、コスト・ニーズの見通し確保、規制基準の整備、燃料サイクル技術の研究開発、サプライチェーン強化・人材育成、立地、実施主体の検討、広報活動)
- ✓ 上記の課題について、今後の対応の方向性、時間軸、官民の役割分担はどうあるべきか。
- ✓ 実証炉の開発・設置に向けて、開発・検討状況の進展を踏まえ、想定スケジュールやマイルストーン設定の更新は必要ないか。特に、高速炉については、2026年度頃の燃料技術の具体的な検討、2028年度頃の基本設計・許認可手続きへの移行判断というマイルストーンを設けているが、高温ガス炉についてもマイルストーンを設定するべきか、設定するとしたらどのようなものが適切か。

第10回革新炉WGでの御意見（1／11）

高速炉実証炉開発事業①

- 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るべき。
- 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うべき。
- 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があるのか示してほしい。
- 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。

第10回革新炉WGでの御意見（2／11）

高速炉実証炉開発事業②

- 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。
- 高速炉ロードマップについては、実証炉の運営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。
- 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。
- 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。

第10回革新炉WGでの御意見（3／11）

高温ガス炉実証炉開発事業①

- 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。
- 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。
- 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。
- 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ていないと思うが、どのようなニーズがあるかを考える必要はある。
- 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。

第10回革新炉WGでの御意見（4／11）

高温ガス炉実証炉開発事業②

- 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。
- 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。
- 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・建て替え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。

第10回革新炉WGでの御意見（5／11）

高速炉・高温ガス炉実証炉開発事業共通①

- 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が重要。
- 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。
- 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。
- 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り組みが加速している。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・取り組みを参考に効率的に議論を進めるべき。7

第10回革新炉WGでの御意見（6／11）

高速炉・高温ガス炉実証炉開発事業共通②

- 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はいるのではないか。
- 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。

第10回革新炉WGでの御意見（7／11）

高速炉・高温ガス炉実証炉開発事業共通③

- 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ナリィという、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ナリィでは、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っ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っ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。
- 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。

第10回革新炉WGでの御意見（8／11）

高速炉・高温ガス炉実証炉開発事業共通④

- 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つたり共通理解が伴っていなかつ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。
- 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つ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。
- 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。

第10回革新炉WGでの御意見（9／11）

高速炉・高温ガス炉実証炉開発事業共通⑤

- 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な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。
- 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ない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だと関係者が共通認識を持って備えることが可能。

第10回革新炉WGでの御意見（10／11）

高速炉・高温ガス炉実証炉開発事業共通⑥

- 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。
- 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。
- 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。
- 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。

第10回革新炉WGでの御意見（11／11）

その他

- 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。
- 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。

前回革新炉WGでのご質問への回答項目

1. 高速炉実証炉開発事業

- (1-1) 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るべき。
- (1-2) 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。
- (1-3) 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。
- (1-4) 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うべき。
- (1-5) 燃料サプライチェーン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。
- (1-6) 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も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法を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。

前回革新炉WGでのご質問への回答項目

2. 高温ガス炉実証炉開発事業

(2-1) 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。

(2-2) 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ていないと思うが、どのようなニーズがあるかを考える必要はある。

(2-3) 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。

(2-4) 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も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。

(2-5) 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つたのであれば教えてほしい。

前回革新炉WGでのご質問への回答項目

3. その他

- (3-1) もんじゅは損切りせず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。
- (3-2) 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。

1. 高速炉実証炉開発事業

(1-1) 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るべき。

高速炉は、高レベル放射性廃棄物の減容化・有害度低減や、資源の有効利用等につながる特徴を有しています。実証炉開発はこれらの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であり、国際的に広く使用されている「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、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ます。

（参考）高速炉実証炉については、柔軟な燃料の増殖性能を実証できるよう、基本的な増殖比は1.03としつつ、1.1～1.2となる炉心構成も運用し得るポテンシャルが確保できる炉心設計を実現できるよう開発を進めています。

(1-2) 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。

技術的な観点として、高速炉燃料として酸化物燃料を使用する場合は湿式再処理を、金属燃料を使用する場合には乾式再処理を採用することとなります。

高速炉実証炉開発では、戦略ロードマップ（令和4年12月23日 原子力関係閣僚会議）において、「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、これらを踏まえて燃料技術の具体的な検討を行う」とされており、これまで、その燃料技術の具体的な検討に資するよう酸化物燃料、金属燃料それぞれの研究開発を進めているところです。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こととなります。

(1 - 3) 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。

現在、高速炉の将来の社会実装に繋がるよう、実証炉開発当初の段階（概念設計段階）から原子力研究開発機構に設置の研究開発統合組織（高速炉サイクルプロジェクト推進室）に電気事業者やメーカーからのメンバーの協力を得て、開発を進めているところです。

今後、開発段階に応じた民間投資の呼び込みに向けて、各種論点の検討が必要であると考えております。戦略ロードマップでは、2028年度頃の現状の概念設計段階から基本設計・許認可手続き段階へ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、立地や規制対応に関する具体的な対応の検討、開発資金調達できる仕組みの構築が重要とされています。

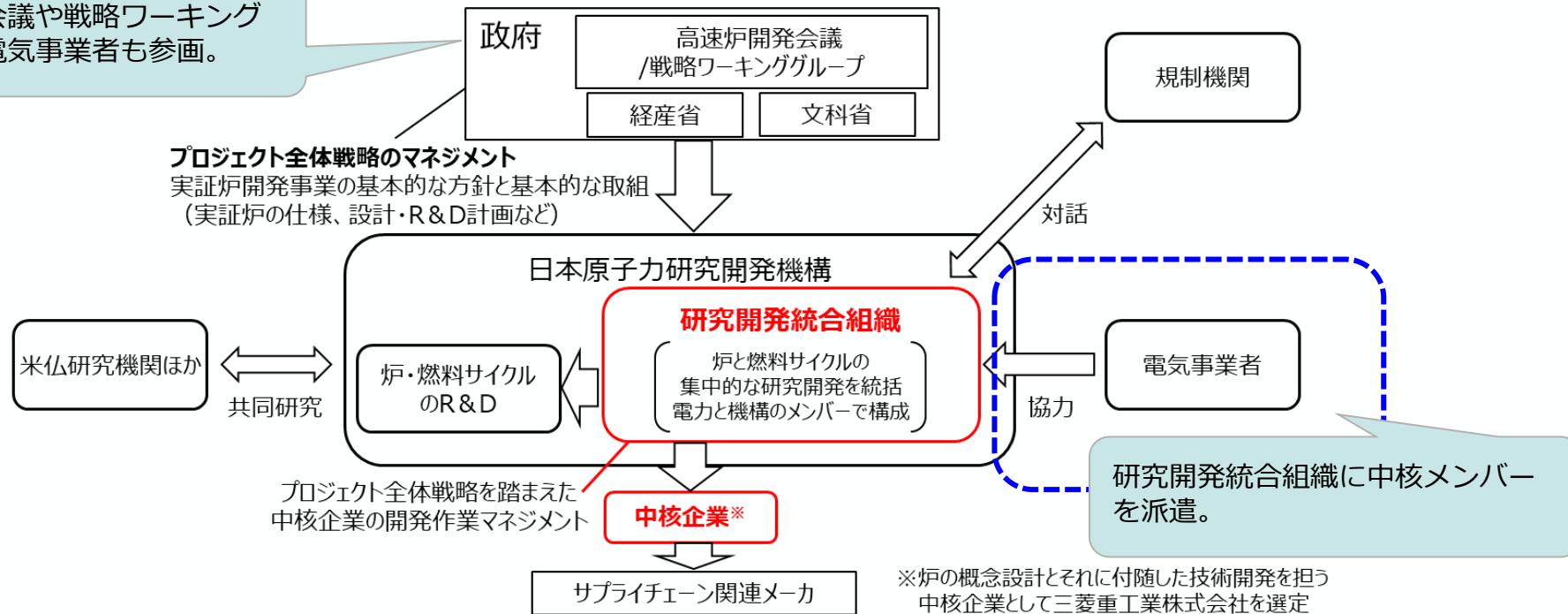
また、ご指摘のプルトニウム取扱いについては、研究開発のために大量のプルトニウムを扱い、ホット試験が必要となる等、民間が主体的に開発を進めるにはハードルが高いことから、当面は、軽水炉サイクルとの共通技術を含めて、JAEAがステークホルダーとの連携を図りつつ開発の中心的役割を果たす必要があると記載されております。

基本設計・許認可手続きの段階に応じた民間の参画・連携が得られるよう、国、電気事業者、メーカーと連携して各種論点の検討を進めています。

高速炉の社会実装の観点から、軽水炉の経験を有する電気事業者から高速炉開発の方向やその仕様について意見をいただくとともに、手を携えて実証炉開発を進めていくことが重要と考えています。

そのため、電気事業者はプロジェクト全体戦略のマネジメント機能を有する高速炉開発会議や戦略ワーキンググループに主体的に参画するとともに、研究開発統合組織に人材の協力をすることで、電気事業者が持つノウハウ等の提供も積極的に進められています。

高速炉開発会議や戦略ワーキンググループに電気事業者も参画。



(1 - 4) 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うべき。

酸化物燃料サイクルについてはJAEAにおいて高速炉の燃料製造、再処理の開発を従来行っており、中核となるべき人材、試験を行うための設備を有しています。

ただし、開発体制としては過去の実用化プロジェクトの凍結等により、機構人員・予算が減少しております。現状の2026年度頃の燃料技術の具体的な検討を進める上での体制は確保できているものの、今後の高速炉実証炉のプロジェクトを進める上では、開発経験者の再雇用、若手育成、ステークホルダーと連携した上で開発体制の強化を図る必要があります。

研究開発のための試験施設・設備については現状の研究開発に対応できているものの、老朽化が進んでいるものが多く、施設の統廃合も含め、開発を進めるための環境整備を進めています。

一方、金属燃料サイクルについては、国内では開発経験が限られているため日米協力を活用した検討を進めています。今後は、JAEA内で開発の核となる人材の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います。

高速炉燃料開発に必要な主要施設

燃料製造技術実証フィールド

- ・常陽、もんじゅ燃料製造（実績）
- ・各要素技術の工学規模試験
- ・照射試験用燃料製造

Pu-3



1988年運転開始

機能集約

Pu-1*



1966年運転開始

燃料製造技術開発フィールド

- ・焼結・O/M比調整技術開発
- ・ペレット検査技術開発
- ・乾式リサイクル技術開発
- ・物性研究
- ・照射試験用燃料製造

CPF



1982年運転開始
ホット試験

高速中性子照射フィールド

- ・次期炉用燃料・材料の照射試験（太径中空燃料、長寿命炉心材料等）
- ・MA含有燃料の照射試験

常陽、IRAF



U, Pu

MA

応用試験棟



ウラン試験

コールド試験

照射後試験フィールド

- ・照射後試験、照射挙動評価
- ・照射試験用燃料製造（MA含有燃料のセル内遠隔製造）

AGF*



1971年運転開始

FMF



1978年運転開始

機能集約 MMF*



1973年運転開始

実規模開発試験室

再処理技術開発フィールド

- ・溶解・清澄
- ・抽出プロセス
- ・MA分離技術開発

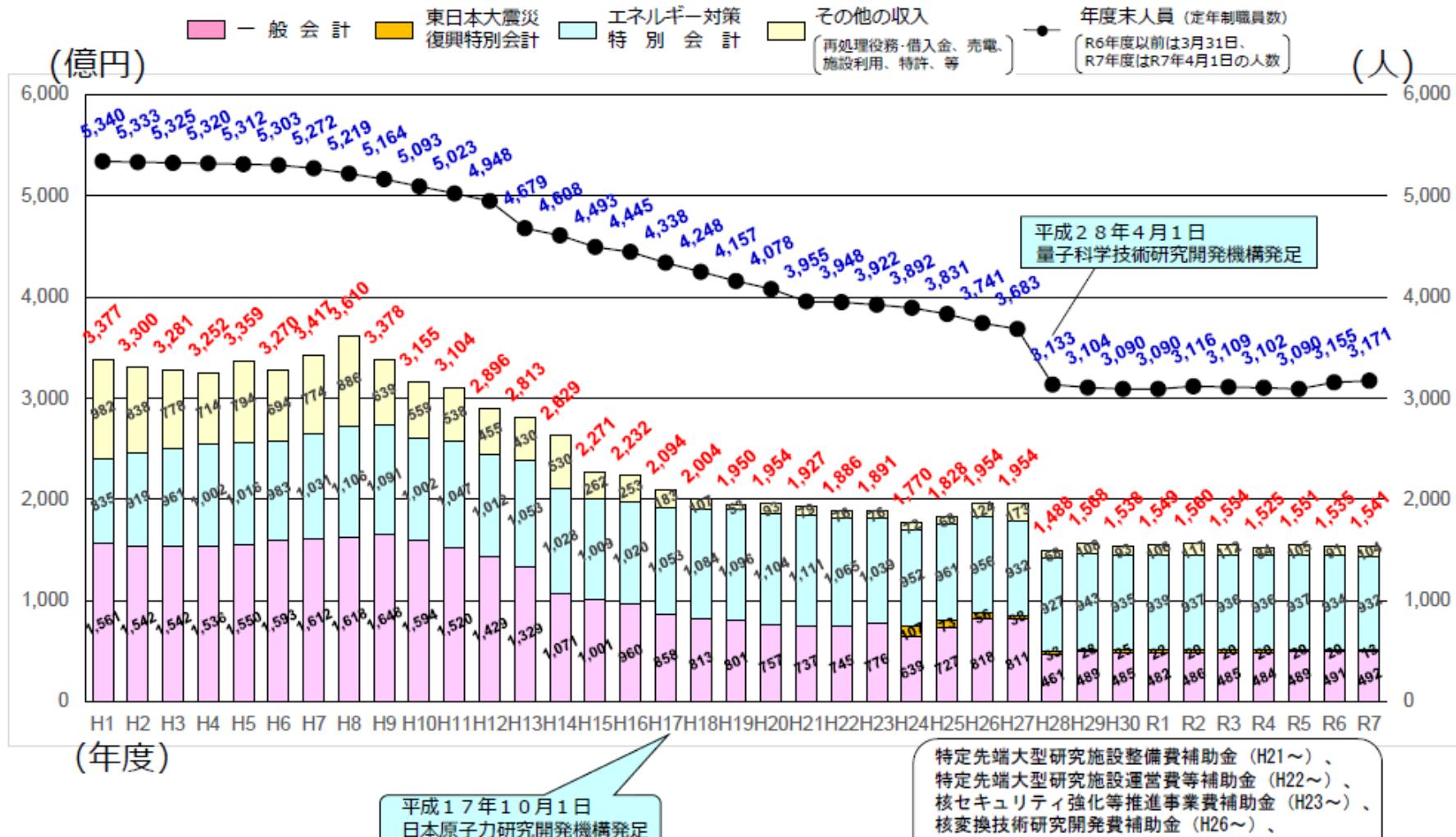


第2応用試験棟



* 廃止措置予定施設

JAEAの人員・予算推移



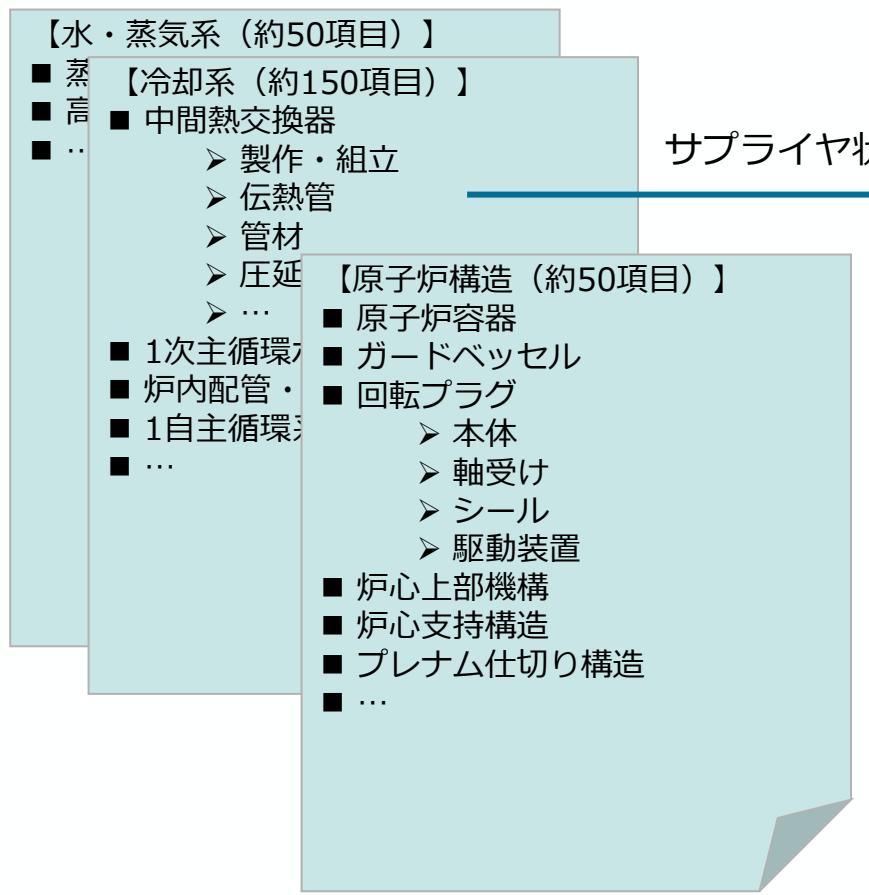
(1-5) 燃料サプライチェーン構築は実証炉だけの課題ではなく、HTTRや常陽などの研究炉を動かすために必要な燃料サプライチェーンも切羽詰まっている。炉システムだけでなく燃料と燃料サイクルの検討もきちんと行うべき。

(1-6) 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。（略）人材も同様で、必ずしも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く、継承がなされているか不安である。

サプライチェーンについてはJAEA、中核企業が協力して構築のため活動を行っています。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ます。状況については参考資料でまとめています。

運転／保全については「もんじゅ」の経験が重要と考えており、「もんじゅ」との連携を強化した検討の計画について議論を行っています。

- 実証炉向けサプライチェーン維持・再構築を目指し、24年度までに調達品/サプライヤリスト整備を完了
- 今後、実証炉向け製作/調達時期を見据え、計画的にサプライヤの確保、製作技術の維持を図る



サプライヤ状況調査

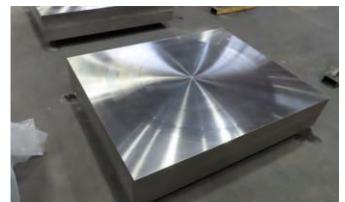
サプライヤ確保、製作技術維持対策の具体化

支援等が必要な場合

サプライヤが消失しているもの、一般産業では供給が困難なもの等、優先度が高いものに対し、新しいサプライヤの技術評価、製作技術の状況確認のための品質確認／向上試験を実施

燃料関連部材
(ラッパ管)ナトリウム特殊機器
(ナトリウム弁)

高速炉用材料（伝熱管）



高速炉用材料（鍛工品）25

サプライヤリスト整備

- 燃料サイクル施設の実装、燃料の製造には、一般産業では適用されない特有の要件、例えば耐食性、耐放性、遠隔性、公差要求、製造履歴管理などに対応するため、特殊素材の供給、特殊機器の設計・製造に向けたサプライチェーンの確保が極めて重要。
- MOX燃料サイクルについては、原子力機構のリサイクル機器試験施設（RETF）、プルトニウム燃料第三開発室（Pu-3）の建設／操業および日本原燃の六ヶ所再処理工場、MOX燃料工場の建設を通じサプライチェーンが構築されている。ただし、時間経過により一部サプライヤの撤退が発生しているため、今後サプライヤのリストを整備し、対策を検討する。
- 金属燃料サイクルについては、国内で施設の建設に向けた経験がないため、サプライチェーンを新たに構築する必要がある。過去の国内で実施された研究開発において、加熱装置、るつぼ等の主要機器の調達に課題は見られなかったが、今後は施設全体としてサプライヤリストを整備し、対策を検討する。

2. 高温ガス炉実証炉開発事業

(2－1) 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ほしい。

高温ガス炉実証炉は未だ基本設計が確定しておらず、設置条件等が整っていません。したがって、技術や発電、水素製造に係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段階です。

将来的に基本設計が進展しその技術や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います。

そのうえで、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ページ以降にまとめています。

- OECD/NEAの報告書によれば、電力コストが水素製造コストに最も影響を与える要因と分析されている。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顕著であるとされている。
- 図2.1の電源ごとの水素コスト比較などを踏まえ、本報告書では、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評価している。
- また、図2.2の軽水炉-PEMと高温ガス炉-SOECの比較では、高温ガス炉の方が優位な可能性が示唆されている。これは、高温ガス炉の高温熱の活用によって、軽水炉のケースと比べて、水素製造での電力消費を削減し得るためとされている。

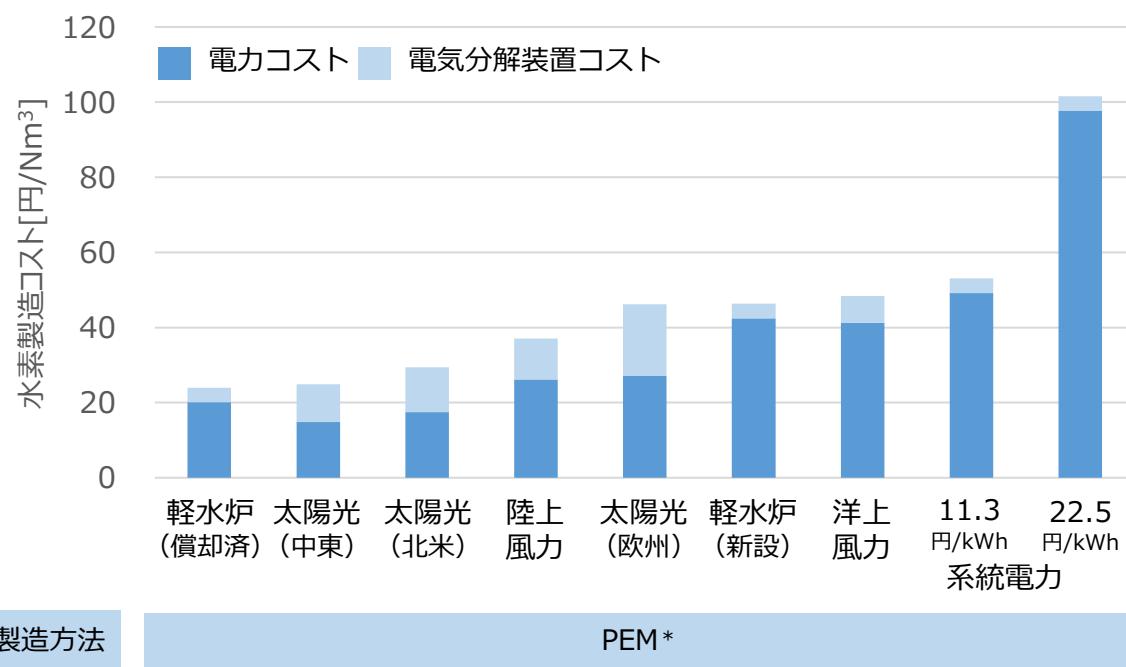


図2.1 異なる電源による水素製造コスト

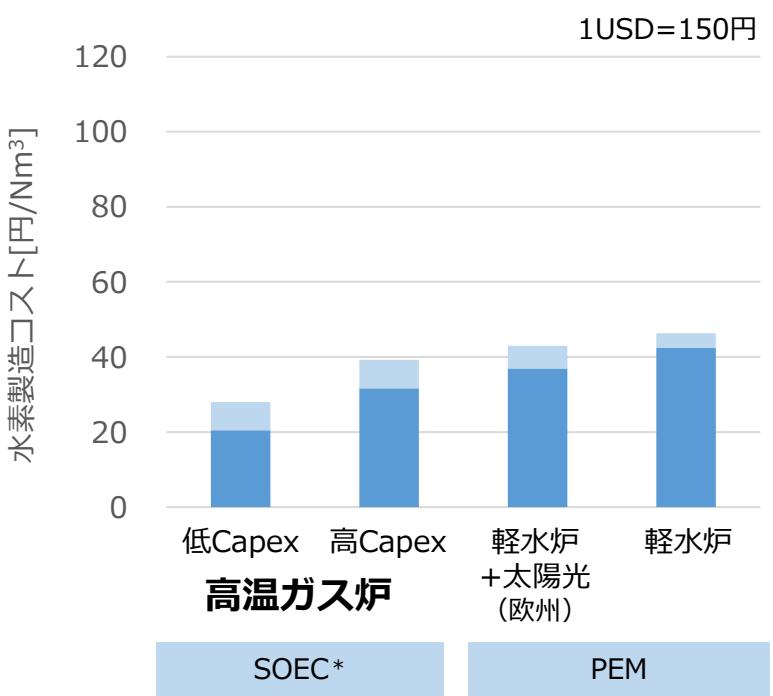


図2.2 高温ガス炉による水素製造コストの比較

*PEM=固体高分子電解質膜、SOEC=固体酸化物型電解セル

1) OECD/NEA, The Role of Nuclear Power in the Hydrogen Economy: Cost and Competitiveness (2022)の図2.1 (高温ガス炉以外) 及び図2.2 (高温ガス炉) から数値を取り、JAEAにて作成

【計算条件】

発電技術	資本費 (万円/kWe)	運転維持費 (円/kWh)	稼働率 (%)	発電コスト (円/kWh)
太陽光（中東）	10.5	0.8	32	3.5
太陽光（北米）	10.5	0.9	27	4.1
太陽光（欧州）	10.5	1.4	17	6.3
陸上風力	22.5	1.5	40	6.0
洋上風力	37.5	2.9	49	9.5
軽水炉（償却済）	8.3	3.5	90	4.8
軽水炉（新設）	72.8	3.6	90	9.8
高温ガス炉 高Capex	72.8	3.6	90	9.8
高温ガス炉 低Capex	30	3.6	90	6.3
系統電力 高	-	-	95	11.3
系統電力 低	-	-	95	22.5

1USD=150円

※低Capex想定の高温ガス炉の資本費は、報告書中では野心的だが将来的に実現可能とされており、実際に建設される場合の資本費の規模と異なる可能性がある。

(参考) 米国エネルギー省が支援する高温ガス炉プロジェクト (X-energy×Dow) の総額は約3,750億円²⁾

1) OECD/NEA, The Role of Nuclear Power in the Hydrogen Economy: Cost and Competitiveness (2022)の表2.4を参考にJAEAにて作成

2) 第10回 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 (2025年12月11日) 資料1、
https://www.meti.go.jp/shingikai/enecho/denryoku_gas/genshiryoku/kakushinro_wg/pdf/010_01_00.pdf (accessed on January 16, 2026)

①社会的費用 (CO₂対策費) の低減効果

- 高温ガス炉からの熱を利用してすることで、加熱メタンに起因するCO₂排出を削減可能

削減可能なCO₂排出量 : 0.2kg-CO₂/Nm³-H₂

- 脱炭素社会は、カーボンプライシングが課される

現在の炭素税¹⁾

289円/t-CO ₂	日本 (2024)
19,240円/t-CO ₂	スウェーデン (2024)



CO₂価格

CO ₂ 価格		水素製造コスト 低減効果
4,300円/t-CO ₂ *1	GX-ETS	0.8円/Nm ³
15,750円/t-CO ₂ *2	IEA STEPS	3.1円/Nm ³
37,500円/t-CO ₂ *3	IEA NZE	7.4円/Nm ³

(1USD=150円)

*1: GX-ETS (日本国内の排出権取引制度) における2026年度の取引上限価格4,300円/t-CO₂を参考に設定³⁾

*2: STEPS (公表政府シナリオ) は現行政策に基づいたシナリオであり、2050年の日本における炭素税105USD/t-CO₂を参考に設定⁴⁾

*3: NZE (ネットゼロシナリオ) は2050年排出量ネットゼロ達成を目指としたシナリオであり、2050年の先進国における炭素税250USD/t-CO₂を参考に設定⁴⁾

②燃料・原料費の低減効果

- 高温ガス炉からの熱を利用して燃料である加熱メタンの削減が可能

削減可能な加熱メタン量 : 0.07kg-CH₄/Nm³-H₂



LNG価格

LNG価格		水素製造コスト 低減効果
39~119円/kg (2010~2024年平均値) ²⁾		2.8~8.6円/Nm ³

1) 諸外国におけるカーボンプライシングの導入状況等、<https://www.env.go.jp/content/000209895.pdf> (accessed on January 13, 2026)

2) 新電力ネット、コモディティ統計情報、<https://pps-net.org/statistics/gas3> (accessed on January 5, 2026)

3) 排出量取引制度における上下限価格の水準(案)、https://www.meti.go.jp/shingikai/sankoshin/sangyo_gijutsu/emissions_trading/007.html (accessed on January 13, 2026)

4) IEA, World Energy Outlook 2025

カーボンプライシング

- 国内では、脱炭素社会の実現に向け、成長志向型カーボンプライシングとして、排出されるCO₂に対する課税（化石燃料賦課金）及びCO₂排出量を企業間で取引する制度（排出量取引制度）が導入される¹⁾

カーボンリーケージ対策

- EUでは、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て、EU排出量取引制度（EU-ETS）と同等の炭素価格の支払いを求める炭素国境調整措置（CBAM）の導入が進む²⁾

1) GX推進法と成長志向型カーボンプライシング、<https://www.mizuho-rt.co.jp/business/consulting/articles/2023-k0069/index.html> (accessed on January 13, 2026)

2) EUの国境炭素税 CBAM(炭素国境調整措置)とは?、<https://rechroma.co.jp/column/policies/cbam> (accessed on January 13, 2026)

(2-2) 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ていないと思うが、どのようなニーズがあるかを考える必要はある。

製鉄分野の
カーボンニュートラル実現
に必要な3つの外部条件

- ・カーボンフリー水素
- ・カーボンフリー電力
- ・CCUS



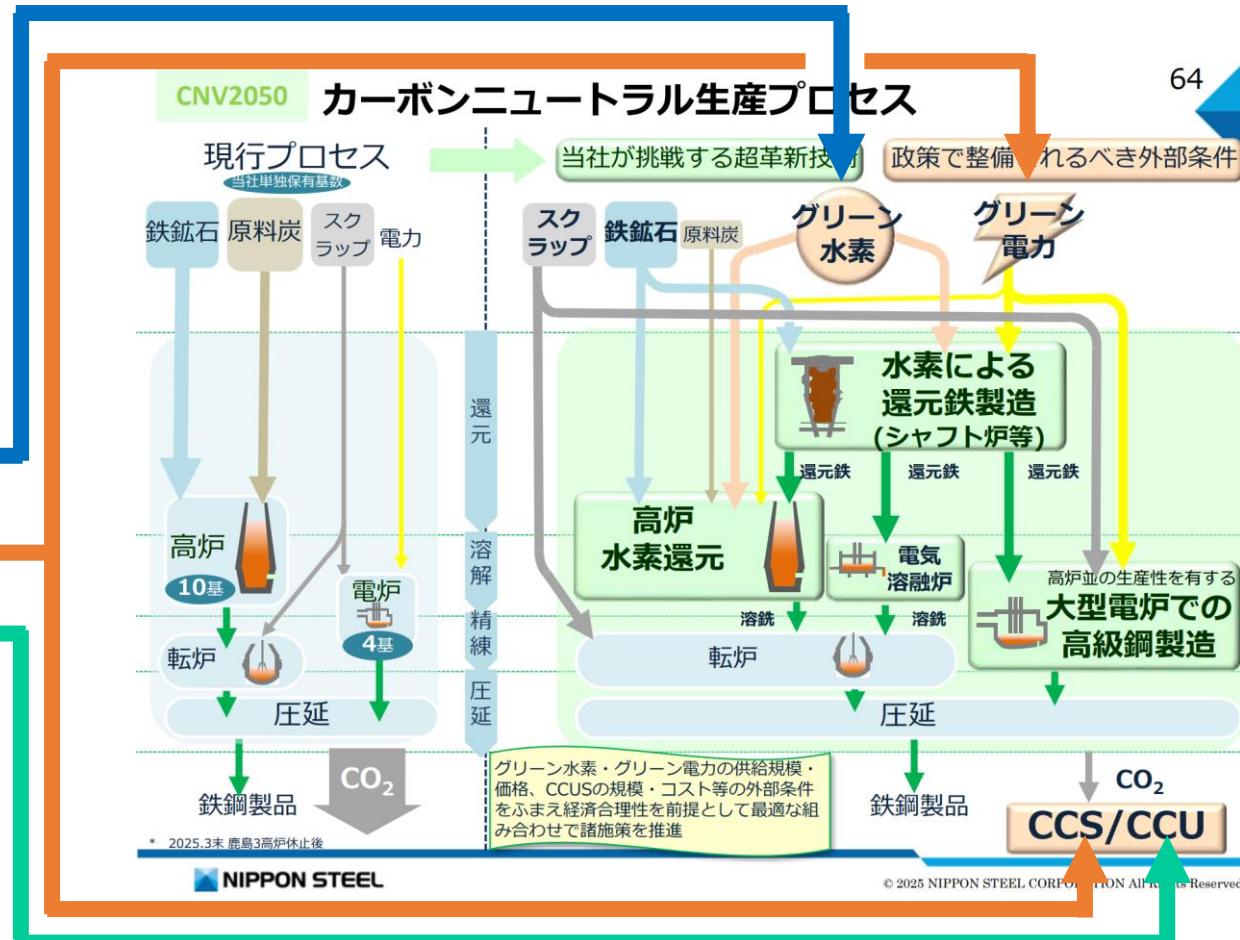
水素

電気

熱・蒸気

高温ガス炉

- ・カーボンフリー水素
- ・カーボンフリー電力
- ・高温熱・蒸気



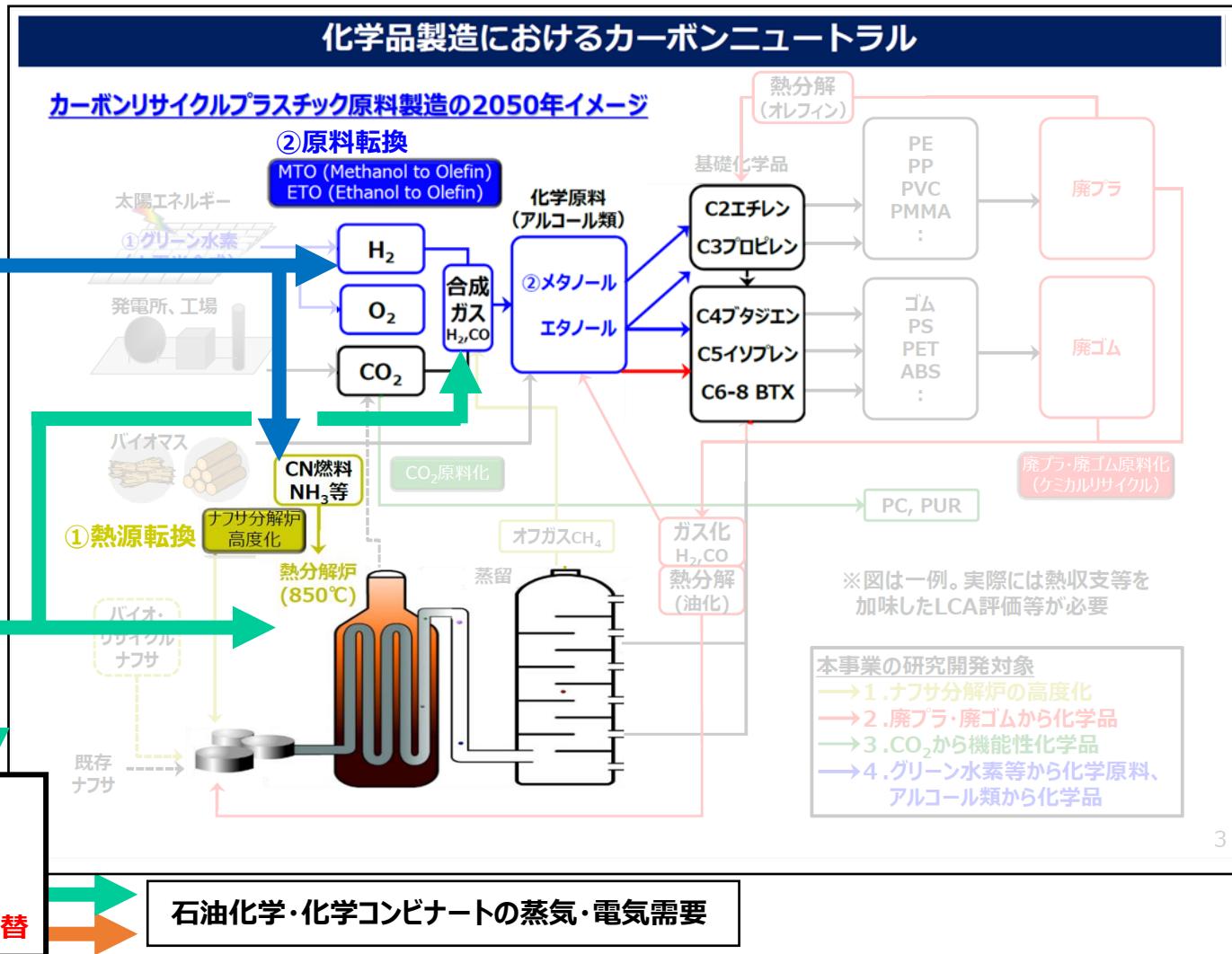
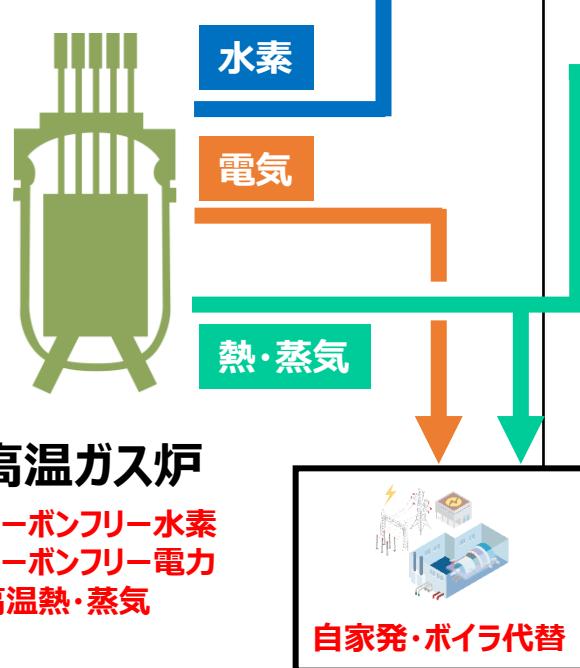
大量・安定した多様なエネルギー供給（水素・電気・熱・蒸気）により
製鉄分野の脱炭素化に貢献

石油化学・化学分野のカーボンニュートラル実現に向けた取組

①熱源転換
→ ナフサ分解炉への高温熱・蒸気供給、水素への変換

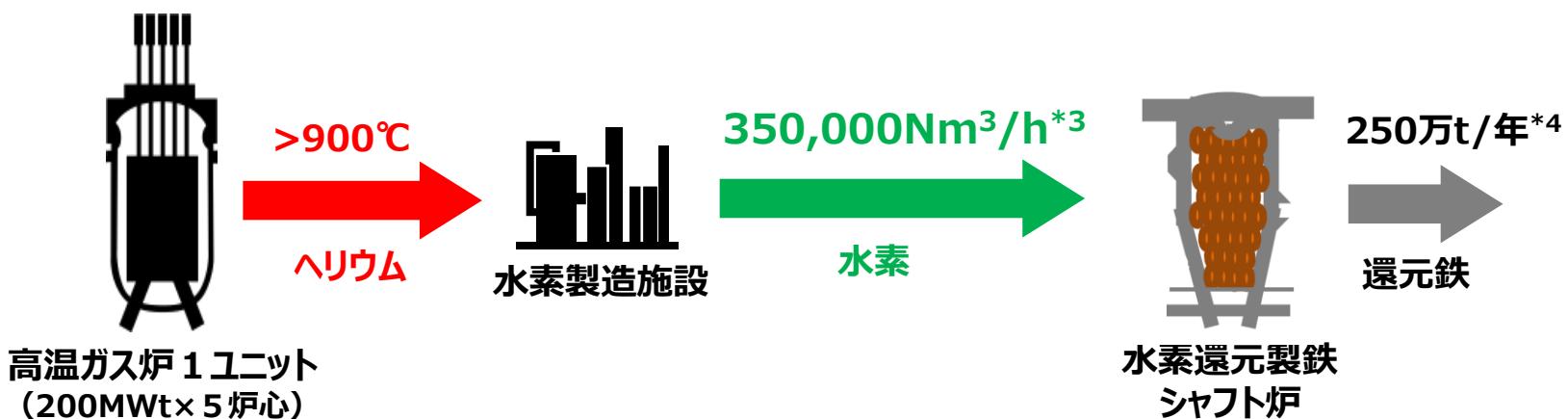
②原料転換
→ MTOへの水素供給

③原料循環



大量・安定した多様なエネルギー供給 (水素・電気・熱・蒸気) により
石油化学・化学分野の脱炭素化に貢献

- 高温ガス炉は、24時間、365日連続運転する製鉄所が必要とする膨大な水素量を安定的に供給可能
- 実証炉と同規模の高温ガス炉 1 ユニット（5 炉心）^{*1}で、商用規模の水素還元製鉄シャフト炉 1 基に必用な水素を供給可能^{*2}
- 同量を太陽光発電で供給するには、広大な敷地面積が必要
(高温ガス炉の約1000倍以上¹⁾)



*1: 中国、米国等で、複数の炉心で 1 ユニットを構成する高温ガス炉プラントを開発中。中国は詳細設計完了済²⁾

*2: 還元鉄 1 トン当たり必要な水素量を 1,000 Nm³/h と仮定³⁾

*3: 高温ガス炉実証炉（天然水蒸気改質法）の水素製造量（70,000 Nm³/h・1 炉心）を参考に設定

*4: スウェーデンStegra社が製作中の商用規模シャフト炉の還元鉄製造量⁴⁾と同じと仮定

1) 大西ら、三菱重工業の高温ガス炉開発の取り組み、日本保全学会 第19回学術講演会C-1-1-4

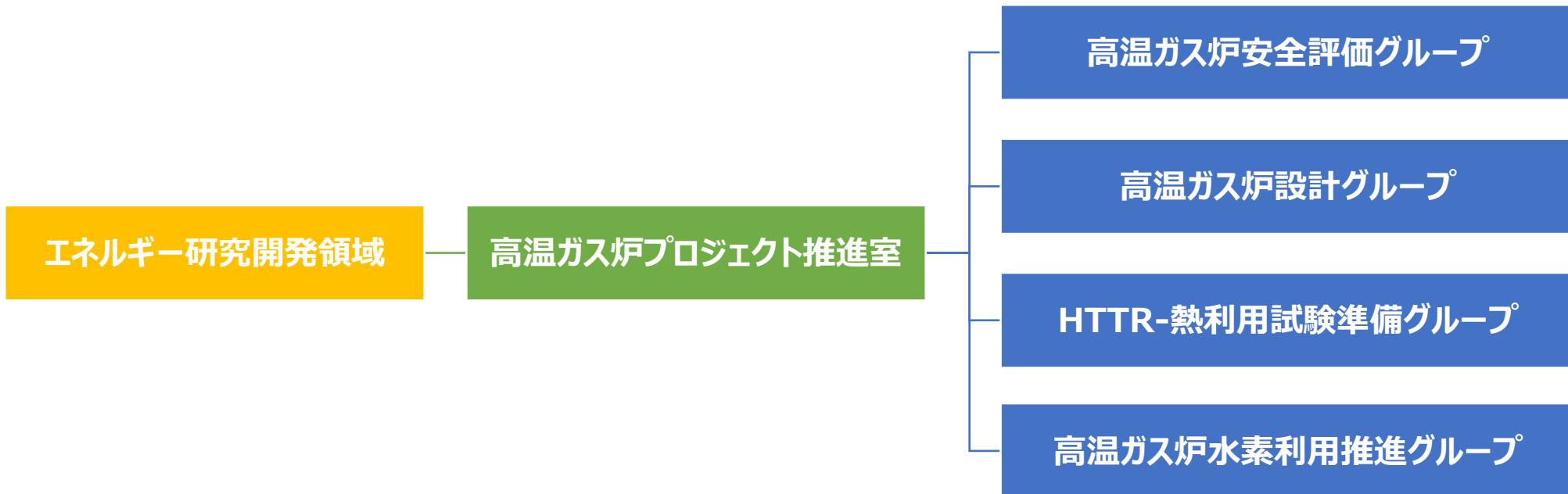
2) D. Yujie, Progress of HTR-PM Demonstration Power Plant Project, 17th INPRO Dialogue Forum, 2-5/7/2019, Ulsan, Republic of Korea, <https://nucleus.iaea.org/sites/INPRO/df17/IV.7-YujieDONG.pdf> (Accessed on January 13, 2026)

3) 日本鉄鋼連盟, https://www.jisf.or.jp/news/topics/documents/zerocarbon_steel_JISF.pdf (Accessed on January 13, 2026)

4) IEEJ, https://ieej.or.jp/2025/06/ono_20250627/?doing_wp_cron=1768311547.5844690799713134765625 (Accessed on January 13, 2026)

(2-3) 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。

- 高温ガス炉及びこれを用いた水素製造・熱利用技術の新たなプロジェクトを推進するため、新たな本部組織として「高温ガス炉プロジェクト推進室」を設置（2022.11.1）
- 国内外機関との企画・調整業務、関係機関との渉外業務、国際対応業務、広報業務を担当する本部組織に、プロジェクト業務を遂行する4つのグループを加えた組織へ発展（発足時 9名 ⇒ 現在 51名）



※コーポレート組織と連携

HTTR（高温工学試験研究炉）は大洗原子力工学研究所高温工学試験研究炉部が維持管理

(2-4) 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も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法を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。

基本方針

- 国内で蓄積した燃料製造技術を民間からJAEAに移管し、知財取扱い等の整備を経て関連技術を保護
- 今後はJAEAを技術供与元とし、将来の燃料製造機関に製造技術を供与することで国内実証炉燃料を確保

燃料調達方針

- 国内調達を優先
- これが成立しないケースに備え、海外調達をオプションとして複数の調達候補と交渉
- 国内と海外検討は同時並行で推進

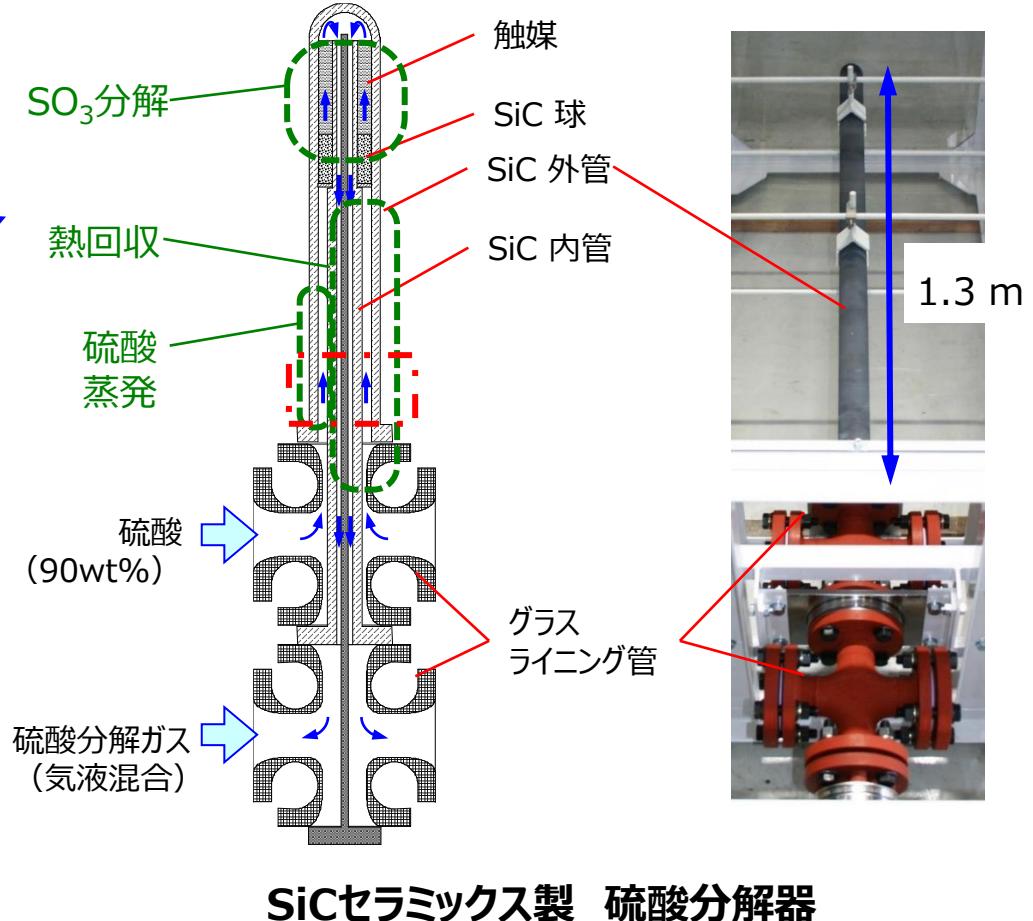
(参考) 海外調達候補

- JAEAとの協力関係を活用し、英國機関を第1候補として交渉
- 並行して米仏機関との協議を進め、対応可否を判断

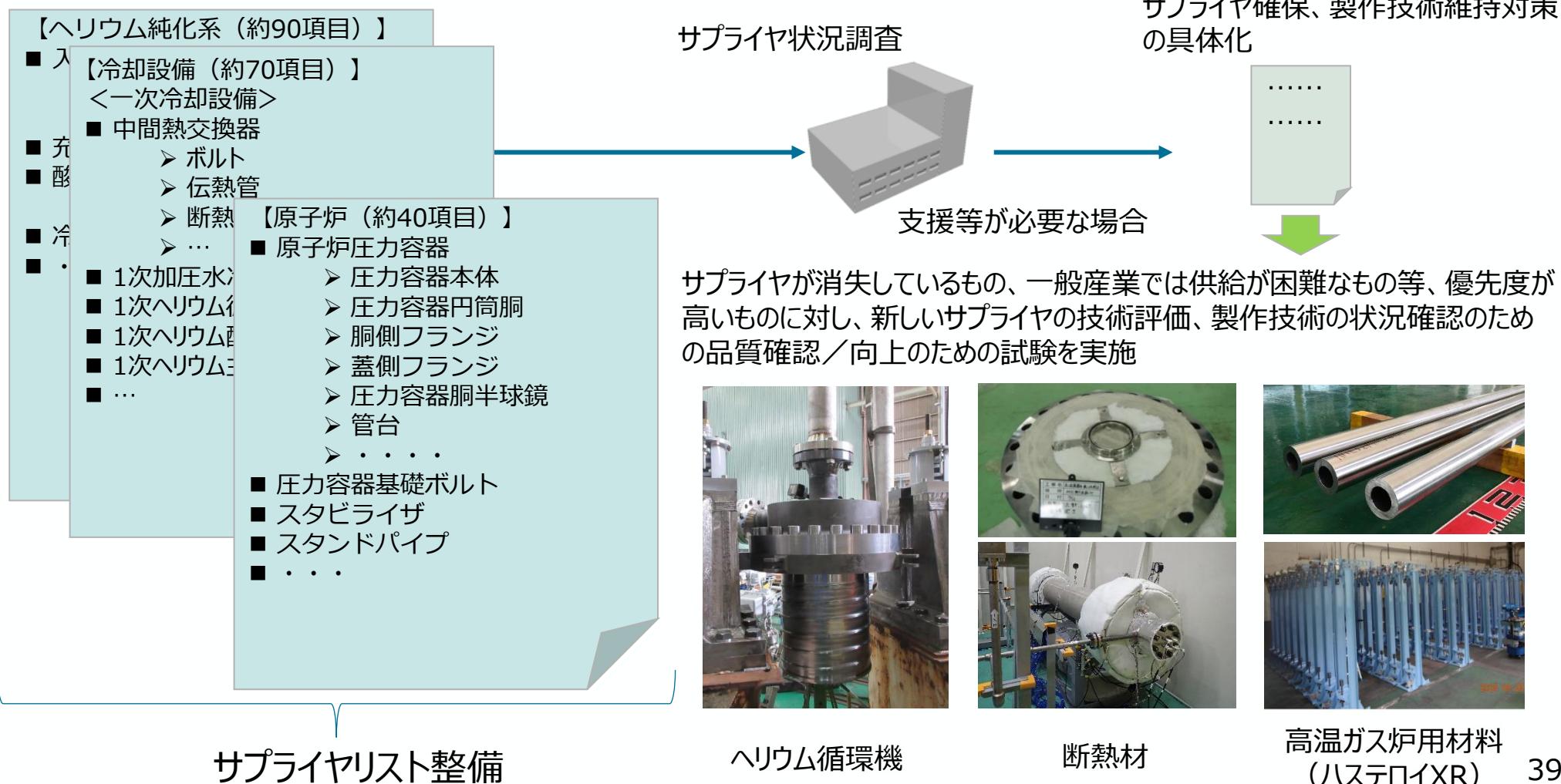
- IS法では、高温硫酸沸騰環境で唯一利用可能なSiCセラミックスを使用することが必要
- JAEAは、SiCセラミックス製の硫酸分解器を開発し、連続水素製造試験装置に組込み、水素製造試験により使用できることを確認
- 実用規模の硫酸分解器は、SiCセラミックス管を長尺化（～約2.3m）、多管化により処理量を増加する予定
- SiCセラミックス製硫酸分解器の主要部品である常圧焼結SiCはクアーズテック合同会社が製作可能



連続水素製造試験装置
(0.1 m³/h)



- 実証炉向けサプライチェーン維持・再構築を目指し、22年度までに調達品/サプライヤリスト整備を完了
 - 今後、実証炉向け製作/調達時期を見据え、計画的にサプライヤの確保、製作技術の維持を図る



(2-5) 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。

高温ガス炉による水素製造について、実際に社会実装を進めるためには水素を製造する／使用するユーザー企業の将来のニーズ等を把握することが重要です。HTTRでの水素製造実証が2028年以降に予定される中で、プロジェクト推進サイド（資源エネルギー庁／JAEA／三菱重工）としても、脱炭素の水素や熱の需要が見込まれる産業との意見交換に取り組んでいます。

意見交換では、プロジェクト推進側から高温ガス炉実証炉開発事業に関する情報提供を行うとともに、産業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製鉄・化学・卸売関係の企業関係者と行いました。産業側からは、例えば以下のような意見が出されました。

- ・高温ガス炉は脱炭素の水素・熱・電気のすべてを供給し得る点が魅力。
- ・海外輸入水素は遠距離の輸送コストが発生するため、国内で脱炭素水素を製造できる意義は大きい。
- ・輸送コスト低減、熱の利用の観点からは、需要地近接立地が可能であればなお良い。
- ・投資判断にあたって、水素製造含むエネルギー供給コストだけではなく、原子力事業特有の規制対応やバックエンドは重要な論点であり、今後見通しの精度を高めるとともに、必要に応じて制度整備などを検討してもらいたい。

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、将来のニーズにあった高温ガス炉システムの構築を目指し、プロジェクトを進めていきます。

3. その他

(3-1) もんじゅは損切りせず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。

高速炉・高温ガス炉ともにそれぞれの特長を生かした我が国の産業競争力強化・経済成長及び排出削減への貢献の意義があり、各炉型の技術成立性・経済性の確認のための実証炉開発を产学研一体となって取り組むことは重要であると考えています。

高速炉・高温ガス炉の実証炉は未だ概念設計や基本設計が確定しておらず、設置条件等が整っていません。したがって、技術や発電、水素製造に係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ことが困難な段階です。

将来的に開発等が進展しその技術や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います。例えば高速炉については2028年度頃に予定されている基本設計・許認可手続きへの移行判断の際は、費用等についてのその時点での試算を行うことを検討しています。

(3-2) 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したい。

原子力は平和利用が大前提です。エネルギー分野での原子力政策を議論する原子力小委員会の下の革新炉ワーキンググループは、我が国の炉型開発に係る道筋などを議論するために設置されたものです。