

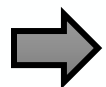
第 7 次エネルギー基本計画を踏まえた 原子力政策の具体化に向けて

2025年 6 月24日

資源エネルギー庁

本小委員会で今回議論を深めるべき課題

- 不断の安全性追求
- 立地地域との共生・国民各層とのコミュニケーション
- バックエンドプロセスの加速化
 - － 核燃料サイクル
 - － 円滑かつ着実な廃炉
 - － 高レベル放射性廃棄物の最終処分（→特定放射性廃棄物小委）
- 既設炉の最大限活用
- 次世代革新炉の開発・設置
- 事業環境整備、サプライチェーン・人材の維持・強化
 - － 投資環境・ファイナンス（→次世代電力・ガス事業基盤構築小委）
 - － サプライチェーン
 - － 人材
- 国際的な共通課題



具体化に向けた検討を進め、その結果を踏まえて「今後の原子力政策の方向性と行動指針」（23年4月28日原子力関係閣僚会議決定）の改定と施策の実行に繋げる。

立地地域との共生・ 国民各層とのコミュニケーション

原子力立地地域の主要要望（5/12 全国原子力発電所所在市町村協議会総会）

1. 被災地の復興

- 福島第一原子力発電所事故の被災地が復興・再生を果たすまで、国が責任を持って被災地に寄り添った取組を継続し、被災地が望む復興像を実現すること。
- また、復興の大前提である福島第一原子力発電所の廃炉が着実に進むよう、国が前面に立って、燃料デブリの取出し、汚染水及び多核種除去設備等処理水対策等に取り組むこと。

2. 安全規制・防災対策

- 福島第一原子力発電所事故の教訓や国内外における最新の知見を踏まえ、原子力施設の安全性及び原子力防災対策の実効性の向上に不断に取り組むこと。
- 特に、令和6年能登半島地震の被害状況に鑑みれば、インフラの整備・強靱化は立地自治体における喫緊の課題であり、複合災害時や積雪時においても迅速に住民避難が行えるよう、原子力災害対策特別措置法の法整備等により国の責務として必要な財源を確保し、関係省庁が一体となって早急に進めること。
- また、国際情勢の緊迫化を鑑み、原子力施設の安全確保へ向けた体制強化について、自衛隊との連携を含め、国を挙げて取り組むこと。

3. 原子力政策

- エネルギーの安定供給と2050年カーボンニュートラル、脱炭素社会の実現に向け、第7次エネルギー基本計画等で示した原子力利用に係る取組を確実に実行するとともに、核燃料サイクルの展望を早期に具体化し、バックエンド対策を強力に推進すること。
- また、原子力政策に対する国民理解の取組を積極的に進めること。

4. 立地地域対策

- エネルギー政策上の原子力発電の意義を理解し協力してきた立地地域の持続的かつ自立的な発展が図られるよう、立地地域の振興に資する諸制度について、地域の意向や実情を踏まえ、改善・拡充を図ること。

国民各層とのコミュニケーションの充実（原子力・最終処分関連）

- 国民各層とのコミュニケーションの充実に向けて、各種メディアを通じた広報活動を展開。
- 原子力関連では、住民説明会を中心に実施。新潟県内は、県内の28市町村(立地以外の全市町村)での説明会、地元紙の紙面広告、TVCM、交通広告を活用した集中広報を実施。
- 最終処分関連では、文献調査の結果について、北海道寿都町・神恵内村や道内での説明会開催に加え、全国的にもマスメディア広報やイベントへの出展、シンポジウム開催等の各種対話・広報活動を強化。

	説明会・意見交換会	出版・配布・展示	インターネット・SNS	新聞・テレビ等
原子力立地・周辺地域	✓ 住民説明会 ✓ 対話の場 ✓ 議会/地域団体説明会 ✓ NPO等団体説明支援 ✓ 自治体企画広報 ✓ 教室/科学館等職員向け研修	✓ 広報誌 ✓ パンフレット ✓ DVD ✓ パネル展示 ✓ 自治体企画広報	✓ 自治体企画広報 (主に電子媒体:HP,SNS,アプリ等)	✓ 地元紙 ✓ TV (ローカル局)
全国	✓ 経済団体説明会 ✓ 対話型全国説明会	✓ パンフレット	✓ 資エネルギー庁HP(エネこれ) ✓ NUMOのSNS・YouTube	✓ メディアミックス ✓ 全国紙 等

新潟県での集中広報（柏崎・刈羽原発関連）

①住民説明会

新潟県内28市町村(立地以外の全市町村)で実施。

②メディア広報

地元紙紙面広告10回連載、TVCM、交通広告を実施。

北海道における法定の理解活動（文献調査関連）

①道内での説明会

寿都町・神恵内村及び道内14振興局所在自治体、希望いただいた自治体での説明会（全25回）

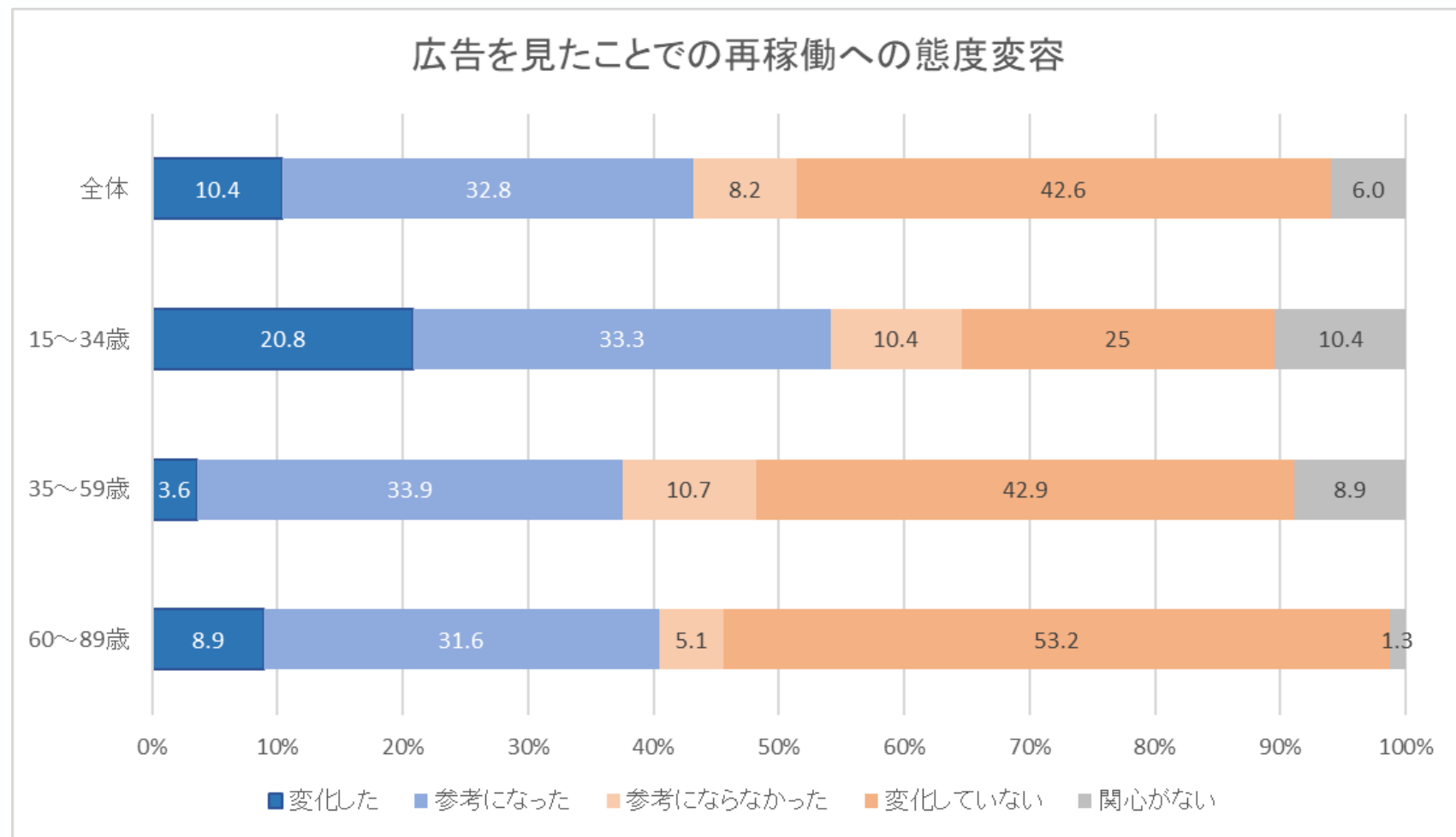
②全国大での広報

新聞広告、交通広告、イベント出展、シンポジウム、政府広報等

広報事業の効果例（新潟県内における広報事業（R6.11～R7.2）の結果）

質問：広告を見たことで、原子力発電や柏崎刈羽原子力発電所の再稼働に対する、あなたの考え方は変化しましたか。

- 広告を見て、原子力発電などについて、考え方が「変化した」が10.4%、「参考になった」が32.8%。
- 若年層では、他の年代と比較して、「変化した」「参考になった」の割合が54.1%と高かった。



核燃料サイクル

核燃料サイクルの実効性向上に向けた枠組みの検討

- 原子力小委員会では、核燃料サイクルの推進に向けて、六ヶ所再処理工場及びMOX燃料工場の竣工に向けた取組方針について事業者を確認するとともに、同工場の安全・安定的な長期利用に向けて取り組むべき事項について御議論いただいた。
- また、同工場の竣工・稼働を見据えた場合、プルトニウムの着実な利用と、適切な管理を図っていく必要があるところ、プルトニウムの利用や六ヶ所再処理工場への使用済燃料の搬入などに係る事業者間の連携・調整に国が関与し、その機能強化を図る枠組みの在り方を検討する必要がある旨の御議論もいただいた。
- こうした議論を踏まえ、核燃料サイクルの実効性向上に向けた枠組み等を検討する旨が、第7次エネルギー基本計画で明記された。これを受け、原子力小委員会の下にWG（※）を設置し、集中的に御議論いただき、その結果を本小委員会に御報告することとしたい。

＜WGにおける検討項目の例＞

- 六ヶ所再処理工場及びMOX燃料工場の長期安定利用に向けた取組
- プルトニウムの着実な利用と適切な管理に向けた取組

（※）WGの委員構成は、エネルギー、再処理技術、経済、金融、会計、国際関係、国民理解などに関する有識者を想定。

【参考】第7次エネルギー基本計画（一部抜粋）

（b）核燃料サイクルの推進

我が国は、（中略）核燃料サイクルの推進を基本的方針としている。（中略）核燃料サイクルの中核となる六ヶ所再処理工場とMOX燃料工場の竣工は、必ず成し遂げるべき重要課題であり、同工場の竣工に向け、審査対応の進捗管理や必要な人材確保などについて、官民一体で責任を持って取り組む。（中略）さらに、同工場の竣工後、安全性を確保した安定的な長期利用を行うため、メンテナンス技術の高度化、サプライチェーン・技術の維持など、中長期での取組が必要な項目について、官民で対応を進める。（中略）また、平和的利用を大前提に、核不拡散へ貢献し、国際的な理解を得ながら取組を着実に進めるため、利用目的のないプルトニウムは持たないとの原則を堅持し、「我が国におけるプルトニウム利用の基本的な考え方」（2018年原子力委員会決定）を踏まえ、プルトニウム保有量を適切に管理し、削減に取り組む。さらに今後、原子力発電所の安定的な運転や、六ヶ所再処理工場とMOX燃料工場の安定的な稼働を確保しつつ、海外にあるプルトニウムに加え、同工場で取り出されるプルトニウムの着実な利用を進め、核燃料サイクルを実効的に回していくため、プルトニウムの利用や六ヶ所再処理工場への使用済燃料の搬入などに係る事業者間の連携・調整に国が関与し、その機能強化を図る枠組みを検討し、必要な対応を進める。（以下略）

安全・安定的な長期利用に向けた検討課題

原子力小委員会（第41回会合）
資料3より抜粋・様式編集

- 六ヶ所再処理工場の竣工後、安全性確保を大前提に、数十年にわたる長期において安定的に運転することは、核燃料サイクルを推進していく上での重要な課題である。
- 日本原燃では、六ヶ所再処理工場の竣工後を見据え、仏国オラノ社のラ・アーグ再処理工場や、訓練用施設を有するJAEAに、運転員や技術者を派遣し、工場の運営に必要な技術力の維持・向上に向けた取組を進めている。
- その上で、六ヶ所再処理工場については、運転期間に関する法令上の上限は無い。また、同工場において、例えば、40年で維持や取替が困難となり、プラント全体の廃止が必要となる設備は想定されていない。
- 一方、着工から約30年が経過し、アクティブ試験から約20年が経過する中、設備メンテナンスを担う事業者や、取替用部品のメーカーで、一部撤退が発生するなど、将来的な長期利用に向けた課題も生じている。
- こうした課題への対応は、中長期での取組が必要と考えられ、早期竣工に向けた取組と並行して、例えば、以下の項目について、今から官民で対応を進めていくべきではないか。その際には、運転経験で先行する仏国との協力も重要ではないか。（※）
 - ✓ メンテナンス技術の高度化（比較的線量が高い区域における、効率的な機器取替技術など）
 - ✓ 中長期を想定した、取替用部品の確保、サプライチェーン・技術の維持（建設が当面想定されない中でのサプライチェーン維持の方策など）
 - ✓ プルサーマルに伴って発生する使用済MOX燃料に関する再処理技術の確立と、それを実際の再処理工場に適用する場合を想定した技術的対応の検討

（※）なお、再処理工場の運転実績で大きく先行する仏国オラノ社のラ・アーグ再処理工場は、現在、UP2-800施設（1994年操業開始）とUP3施設（1990年操業開始）の2つの再処理プラントが稼働中である。また、本年3月には、ラ・アーグ再処理工場の運転期間を2040年以降に延長するための持続可能性及び強靱化プログラムの実施が発表されている。

使用済燃料の搬出先の明確化

- 使用済燃料を再処理し、回収されるプルトニウム等を有効利用する核燃料サイクルの推進は、一貫して、我が国の基本的な方針である。
- 本年7月23日、むつ中間貯蔵施設の事業開始に向けた議論過程において、宮下・青森県知事が齋藤・経済産業大臣（当時）と面談し、同施設は立地協定において建屋ごとに50年の使用期限がある中、「中間貯蔵後の使用済燃料の搬出先の明確化」を図るよう、要請がなされた。
- 同施設の立地決定当時（2005年）、使用済燃料の年間発生量は、六ヶ所再処理工場の年間処理能力（800トンU／年）を上回ることが想定されていた。そうした状況の中、中間貯蔵された使用済燃料の搬出先は、原子力政策大綱（2005年）、第2次エネルギー基本計画（2007年）において、六ヶ所再処理工場に続く再処理工場を想定していた。
- 一方、現在は、2005年当時と比較して、原子力発電所の稼働基数や、政策目標における電源構成に占める原子力発電所の割合は、大きく異なる。この結果として、想定される使用済燃料の年間発生量も大きく減少し、六ヶ所再処理工場の年間処理能力を一定程度下回ると想定される。
- このため、今後、六ヶ所再処理工場の長期かつ安定利用を行うことで、原子力発電所の運転で今後発生する使用済燃料に加え、貯蔵中の使用済燃料についても、順次、再処理することが可能と考えられる。
- 以上を踏まえれば、中間貯蔵された使用済燃料については、六ヶ所再処理工場を搬出先として想定し、安全性確保を大前提に、そのために必要となる六ヶ所再処理工場の長期かつ安定利用に向けて、必要な取組を進めていくことが適切ではないか。（※）

（※） なお、六ヶ所再処理工場に続く再処理施設については、六ヶ所再処理工場の稼働状況、原子力発電所の稼働状況とその見通し、これを踏まえた核燃料の需要量や使用済燃料の発生量等を総合的に勘案しつつ、引き続き検討する。

【参考】2005年当時からの状況変化

- 政策目標における電源構成に占める原子力発電所の割合は、2005年当時と比較して縮小。
- また、原子力発電所の稼働基数も、2005年当時と比較して少ない状況。

2005年当時

現在

政策目標

■ 2005年10月 原子力政策大綱（原子力委員会）

我が国において各種エネルギー源の特性を踏まえたエネルギー供給のベストミックスを追求していくなかで、原子力発電がエネルギー安定供給及び地球温暖化対策に引き続き有意に貢献していくことを期待するためには、**2030年以後も総発電電力量の30～40%程度という現在の水準程度か、それ以上の供給割合を原子力発電が担うことを目指すことが適切**である。

■ 2021年10月 第6次エネルギー基本計画

原子力発電については、CO2の排出削減に貢献する電源として、いかなる事情よりも安全性を全てに優先させ、国民の懸念の解消に全力を挙げる前提の下、原子力発電所の安全性については、原子力規制委員会の専門的な判断に委ね、原子力規制委員会により世界で最も厳しい水準の規制基準に適合すると認められた場合には、その判断を尊重し原子力発電所の再稼働を進め、国も前面に立ち、立地自治体等関係者の理解と協力を得るよう取り組み、電源構成ではこれまでのエネルギーミックスで示した20～22%程度を見込む。

稼働基数

■ 2005年1月～12月の実績（※） 稼働基数：**50基**

■ 2024年1月～8月の実績（※） 稼働基数：**12基**

プルトニウムの着実な利用

- 核燃料サイクルを進める上で、2018年に原子力委員会が策定した「我が国におけるプルトニウム利用の基本的な考え方」に基づいて、「利用目的のないプルトニウムは持たない」との原則を堅持し、保有するプルトニウム量が、47.3トン（2017年末時点の保有量）を超えないように、適切に管理することが必要である。
- 2023年末時点の我が国のプルトニウム保有量は44.5トンである。また、2024年3月に示された原子力委員会の見解（※）において、「将来的にはプルトニウム保有量が減少する見通しが示されることが重要」とされている。
- 現在、英国・仏国にある我が国保有のプルトニウムに加えて、今後、六ヶ所再処理工場が稼働していく中で、同工場で取り出されたプルトニウムについても着実な利用を進め、資源の有効利用や廃棄物量・有害度の低減といった核燃料サイクルの効果を、最大限発揮できるよう、核燃料サイクルを実効的に回していくことが重要となる。
- これまでも、再稼働・プルサーマルの推進や、プルサーマルに関する地元の御理解に向けた取組、国内外のプルトニウム保有量削減に向けた事業者間連携の具体化、などに取り組んできたが、例えば、当面の間、事業者間でプルサーマルが可能な原子力発電所の数に差があると想定されるなどの課題もある。
- そのため、六ヶ所再処理工場の竣工・稼働を見据えて、プルトニウムの着実な利用と、適切な管理を図っていくため、事業者間の連携・調整機能を強化する枠組みの在り方を検討し、必要な対応を進めていくことが必要ではないか。

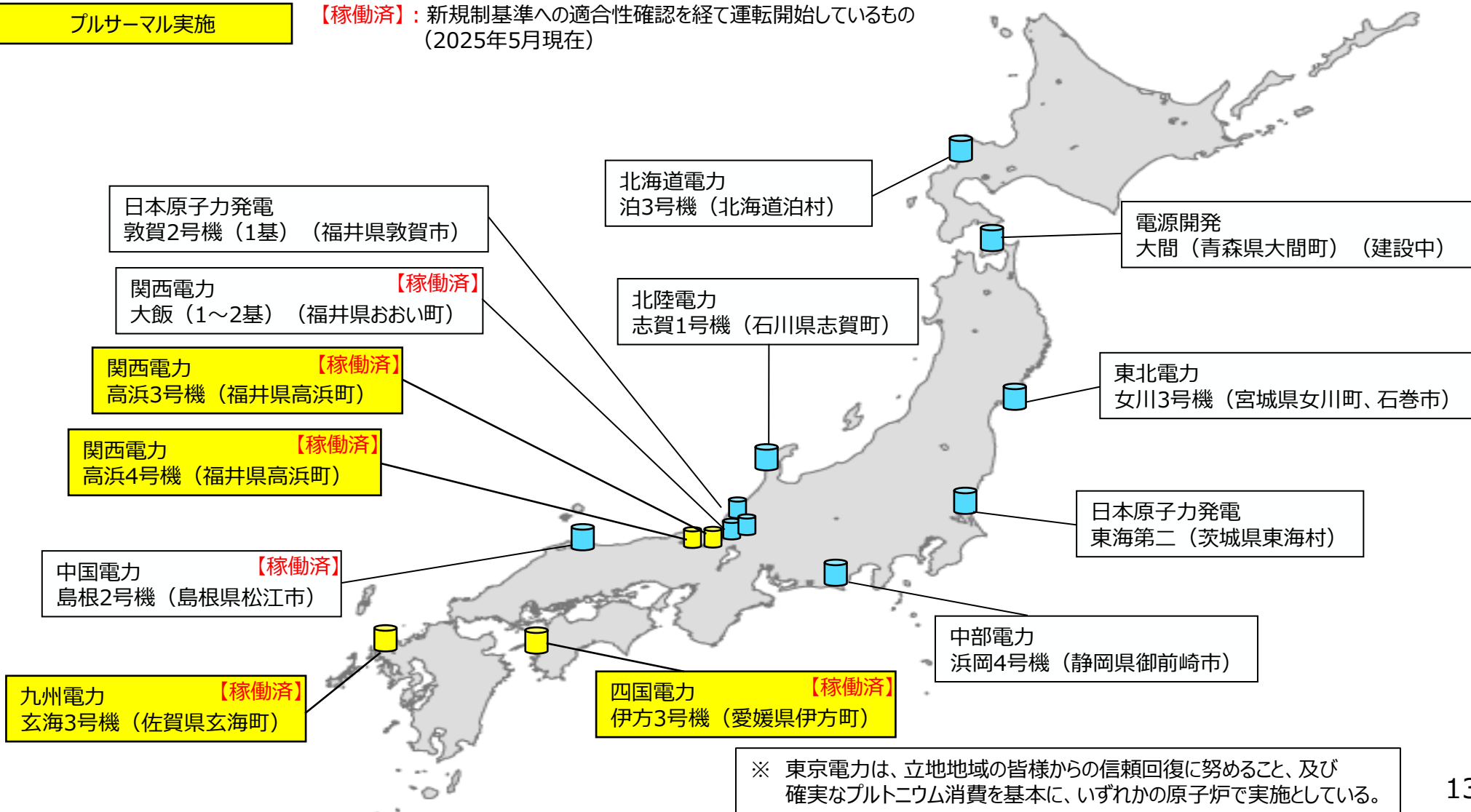
（※）出典：使用済燃料再処理機構の使用済燃料再処理等実施中期計画の変更について（見解）（2024.3.21 原子力委員会）

【参考】プルサーマルの実施状況

- 電気事業者が2020年12月に策定した「プルサーマル計画」では、2030年度までに、少なくとも12基でプルサーマルを実施することを計画。現在、4基でプルサーマルを実施。

プルサーマル実施

【稼働済】：新規規制基準への適合性確認を経て運転開始しているもの
(2025年5月現在)



既設炉の最大限活用

設備利用率の向上に向けた取組

- 更なる設備利用率の向上に向けて、原子力産業界は、トラブル低減の取組に加えて、運転サイクルの長期化や運転中保全の適用範囲の拡大に向けた検討、定期検査の効率的な実施に取り組んでいる。
- これらの事例に留まらず、今後、全社の共通課題として、様々な領域、機器・設備等について対象を拡大し、検討を深めるべきではないか。

<原子力産業界の取組>

運転サイクルの長期化

- PWRプラントの15ヵ月運転サイクルの導入（現在、最長13ヵ月）に向けて、ATENAでは、2022年7月にWGを立ち上げて、長期サイクルの炉心特性・崩壊熱・燃料設計等の変化に関する影響や、定期検査毎に分解点検している機器の健全性評価等の運転サイクルの長期化に係る技術的な評価を実施。
- こうした評価結果を踏まえて、ATENAは原子力規制庁と意見交換を行っていく方針。

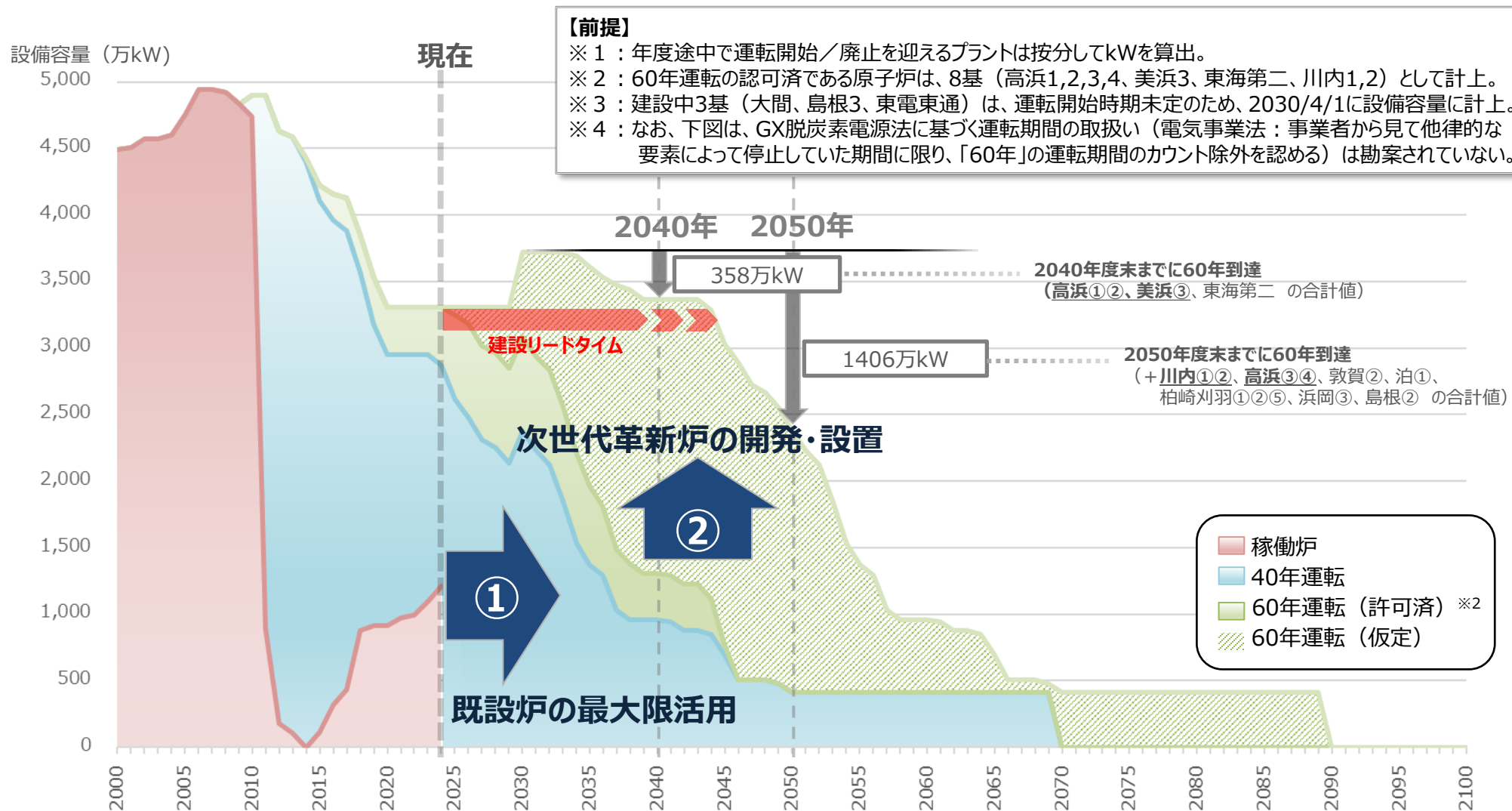
運転中保全（オンラインメンテナンス）の適用範囲の拡大

- 現在、プラントの停止期間中に分解点検等を行っている設備について、リスク情報を活用して運転中保全の適用範囲を拡大することで、保全方式・頻度の更なる最適化を行い、更なる安全性と設備利用率の向上に繋げていく方針。
- このため、ATENAは2022年12月に運転中保全WGを立ち上げ、NRRCと連携して、運転中保全に関するガイドラインの策定や、リスク情報に基づく適用プラント・機器の選定等に向けた検討を進めているところ。
- また、2024年12月のCNO意見交換会において議論がなされ、2025年1月の規制委員会において、四国電力・伊方発電所にて現場実証を行うことを了承。2025年5月、伊方発電所3号機にて、オンラインメンテナンスの実証を実施。

次世代革新炉の開発・設置

【参考】既設炉の最大限活用と次世代革新炉の開発・設置

- 2040年エネルギーミックスにおける原子力の比率である2割程度の実現に向けては、**安全性を大前提に原子力発電所の再稼働を進めつつ、設備利用率の向上や、次世代革新炉の開発・設置**など、様々な取組を進めていく必要がある。



原子力発電の見通し・将来像

- 脱炭素電源としての原子力を、建て替えを含め今後も必要な規模を持続的に活用していく上で、一定の定量的な原子力の見通し・将来像を共有することは、脱炭素電源の確保の見通しや発電投資やサプライチェーンにおける事業の予見性を向上させ、人材確保に向けた指標ともなり、立地地域との共生の観点からも意義を有すると考えられる。
- 他方で、次世代革新炉の開発・設置に係るリードタイム、既設炉の状況、総需要や他電源の状況など、現時点では見積りが困難な様々な不確定性があり、また、立地地域の理解等が前提となる中で、年限を定めた確定的な目標値という方法は、適切な方法と言えるか。
- 一定の定量的な原子力の見通し・将来像を、こうした点に留意しつつ示すには、どういった観点、仮定の下で設定することが考えられるか。

観点・仮定（イメージ例）

- **将来の需給見通し**において、一定の水準を維持する上で必要な原子力発電の設備容量や発電量を確保する場合、目下、どの程度の規模の建て替えの着手が必要か。
- **脱炭素電源を早期に市場に投入**するため、リードタイム（納期）短縮に資するという観点で、有意な差を生ずる規模（設備容量や基数）があるか。
- **FOAK（First of a kind）以後の建設コストの低減**に資するという観点で、有意な差を生ずる規模（設備容量や基数）があるか。
- **サプライチェーンの事業の持続性、人員確保**に効果的な指標のあり方（海外プロジェクト参画の視点も含め）

原子力国際戦略

- SMRは、例えば**日米企業が共同参画するSMR**（例：BWRX-300）の初号機建設後、米国と連携しながら、**東南アジアを含む海外展開の支援を強化**する。
- 大型炉は、将来の海外展開も視野に、**革新軽水炉**（例：SRZ-1200）**の国内建設を通じて、産業基盤を強化**する。**並行して、米仏等のパートナー企業とも連携**していく。

海外事業

【（例）BWRX-300（GEベルノバ日立）】



カナダ、米国、欧州等



アジア市場も視野に
(日米連携で建設支援)

国内事業

【（例）SRZ-1200（三菱重工）】



PWR電力の国内建設



(将来的に海外展開も視野)

国内産業の
維持・強化

【米仏等パートナー企業とも連携】



framatome



小委での主なご意見（15） （原子力発電の長期の見通し）

- ・ 大前提として、**今後の電力需要と2050年CNを見据え、今後の必要な容量や基数等をしっかりと示すことが非常に大事。**
- ・ 政府においては、**原子力発電所の新增設を明確に示し、具体的な支援策についても明示していただきたい。**その際、**単一の電源種だけに絞ることは最も避けるべき姿勢。**エネルギーバランスや、将来の資源の枯渇等を視野に入れながら、**他の電源と合わせたパッケージとして、原子力発電についても、その必要性や存在意義と、今後も継続的に利用することを明確に示す必要。**
- ・ **電源開発の目的の明確化と、それを踏まえたエネルギーミックスの中での原子力の位置付け、短中期での計画的な目標が重要。**
- ・ エネ基が**長期の設備投資の指針となるのであれば、2040年を超えて、2050年時点の差分も埋めるような見通しを立てる必要。**その上で、その**設備容量を満たすために必要な制度や政策の具体化も必要。**
- ・ **再エネの負荷調整には火力が使われる。**欧州における現実路線への変更や I E A 等の各種長期見通しを見ても、火力発電は必要であり、**原子力の必要性を、脱炭素の観点だけでなく、エネルギー安全保障の観点からも、しっかりもう一度確認いただきたい。**
- ・ 原子力と再エネは二択ではないと投げかけているが、差し迫った気候危機の現実の中で、同じ軸で議論すること自体が、そもそも間違っている。コストをかければ安全性を向上できるかもしれない一方で、**限られた資源と時間の中で、原子力に時間や経済的・社会的コストをかけるかどうかというのは、別の問題。**
- ・ 再エネか原子力かという二者択一ではないとの主張は、ある程度は理解できるが、両方が必要かどうかは自明ではないのではないかと。**限られた資源をどこに投入するかという意味では優先順位というものが考えられるべき。**
- ・ 原子力は、建設から廃炉に至るまで、**超長期の事業期間のかかるプロジェクト。**必要なリードタイムを考えると、安全性の確保が当然大前提だが、**事業者目線での予見性を早期に上げていくことは重要。**
- ・ 2050年以降の超長期にわたり、原子力の設備容量を、**例えば2000万～3000万 kW規模の維持を目指すといった記載が必要。**リードタイムを踏まえれば、2040年に脱落する358万 kWを新たに革新軽水炉の開発建設で補っていく必要性を記載するべき。
- ・ 既設炉の60年運転を行なったとしても2050年以降急速に廃炉が進み、設備容量を維持するのは難しいとなれば、革新軽水炉の**新增設は不可避。**原子力発電所の建設はリードタイムが長いことから、**今すぐ手がけないといけない問題。**将来必要な設備容量を、**国の責任で具体的に示す必要。**予見性が明らかになれば、投資の問題やサプライチェーンの維持・構築等も、解決していくと思われる。
- ・ 前回と今回のエネルギー基本計画検討時における最大の違いは、G X 参入産業等により電力需要が急増する可能性がある中で、**既設火力と既設原子力の多くが2050年にかけて休廃止を迎えることに対する対応を考えなければならない点ではないか。**
- ・ **原子力をはじめとする脱炭素電源の導入拡大の見通しがなければ、将来の電力供給不安が払拭できず、今後本格的にG Xに取り組みようとしている製造業やG Xを牽引するはずの I T 産業が、国内設備投資を躊躇することにもなりかねない。**

【参考】次世代革新炉の種類と現状

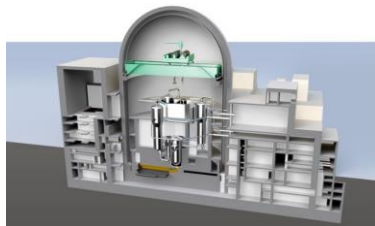
革新軽水炉

【特徴】

- 設計段階から新たな安全メカニズムを組み込むことにより、事故の発生リスクを抑制し、万が一の事故があった場合にも放射性物質の放出を回避・抑制する機能を強化。

【現状】

- 標準設計は概ね終了。規制基準を明確にするため、現在、原子力エネルギー協議会（ATENA）と規制委員会とで意見交換中。
- 経産省予算にて、新たな要素技術の成熟度を高める研究開発や実証試験を支援。



◆ 三菱重工業
(SRZ-1200)

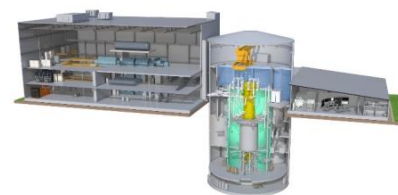
SMR（小型モジュール炉）

【特徴】

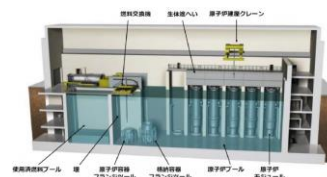
- 出力が30万kW以下の小型軽水炉。自然循環により、冷却ポンプや外部電源なしで炉心冷却が可能。

【現状】

- 米国やカナダにおいて、データセンターへの電力供給などの目的で、2030年手前での運用を目指し、開発が進められている。
- 海外プロジェクトへの日本企業の参画や研究開発を支援。



◆ GEベルノバ日立
(BWRX-300)



◆ NuScale（NuScale SMR）

高速炉



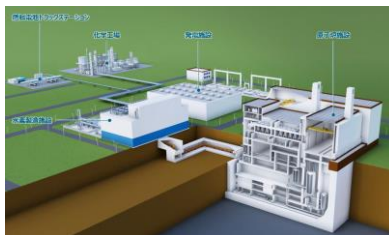
【特徴】 ◆ 三菱重工業（実証炉）

- 冷却材にナトリウムを利用することでプルトニウム燃焼を効率的に行う。
- 廃棄物量・有害度低減、資源の有効利用など核燃料サイクルの効果を向上。

【現状】

- GX経済移行債を活用した実証炉開発事業を2023年に開始。米国や仏国とも連携。
- 2024年7月、炉と燃料サイクルの研究開発全体を統合してマネジメントする組織をJAEAに設置。電力やメーカー、JAEAのメンバーで構成。

高温ガス炉



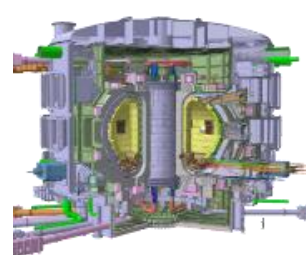
【特徴】 ◆ 三菱重工業（実証炉）

- 発電だけでなく高温熱を利用して水素製造を行う。
- 冷却材に化学的に安定なヘリウムを利用。減速材に耐熱性や蓄熱性に優れた黒鉛を利用することで冷却機能を喪失しても自然に冷温停止が可能。

【現状】

- GX経済移行債を活用した実証炉開発事業を2023年に開始。英国とも連携。並行して試験炉「HTTR」による水素製造試験を目指す。
- HTTRへの水素製造施設の接続に向けて、2025年3月、原子炉設置変更許可を申請。

フュージョンエネルギー



【特徴】 ◆ ITER（実験炉）

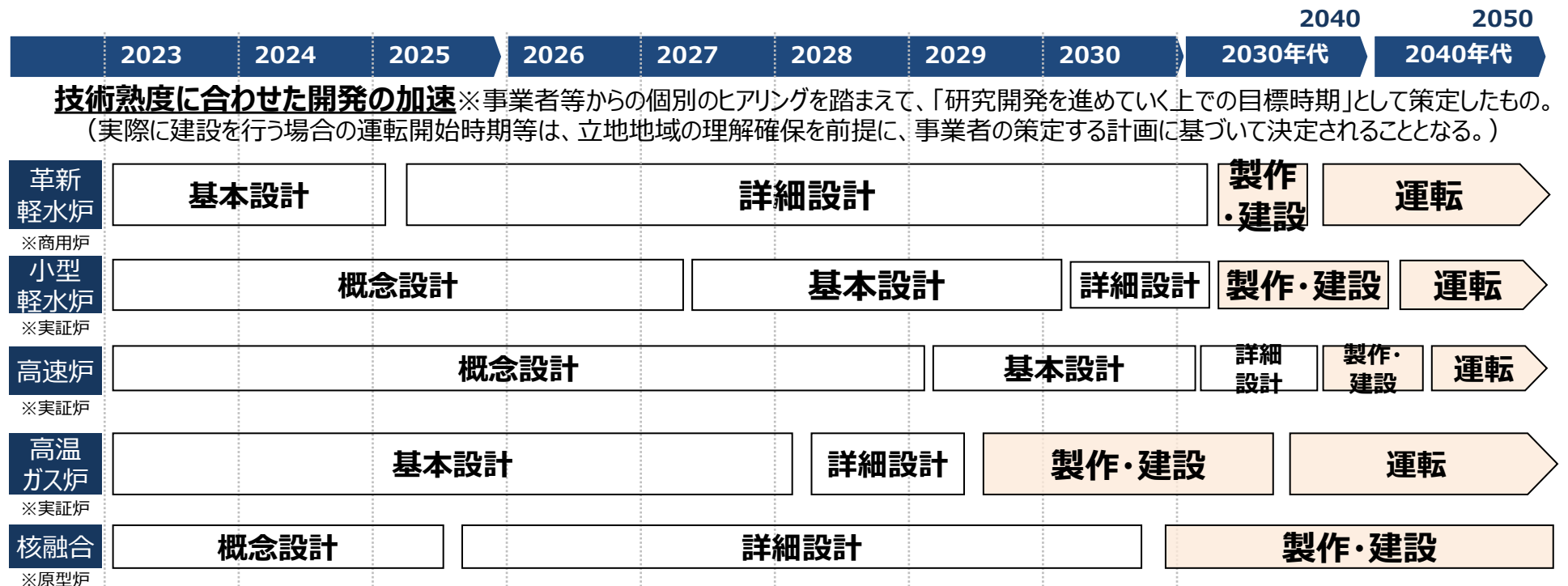
- 核融合反応から得られる熱エネルギーを利用して発電。

【現状】

- 米国のスタートアップ企業を中心に2030年前後でのフュージョンエネルギー実用化を掲げ、多様な炉型の開発への挑戦が発表されている。
- 日本においても、スタートアップ企業がトカマク型、ヘリカル型、レーザー型などそれぞれの炉型での実現を目指す。

次世代革新炉の開発の道筋の具体化に向けた検討

- 次世代革新炉については、我が国の炉型開発に係る技術的な道筋を示すため、事業者等からの個別のヒアリングを踏まえて、研究開発を進めていく上での目標時期として、技術ロードマップが策定されている。
- 他方、高速炉・高温ガス炉実証炉開発事業の開始、海外での小型軽水炉の開発の進展、第7次エネルギー基本計画の策定など、様々な進展があったことを踏まえた形で、次世代革新炉の開発の道筋を具体化していくことが求められる。今後、革新炉ワーキンググループにおいて、技術や開発の進展、実装に向けた課題なども考慮し、次世代革新炉の開発の道筋の具体化に向けた検討を行うこととしてはどうか。



- 原子力小委員会ほか関係審議会にて、エネルギー基本計画の改定に向けた議論が進められているところ、次世代革新炉5炉型の国内外の動向や課題について、事務局、JAEA(大島専門委員)、J-Fusion(小西専門委員)それぞれから説明。各炉型の開発に係る道筋に関して、現状や課題を踏まえ、ご議論いただいた。委員からの主なご意見は以下のとおり。
 - ✓ 炉型ごとに用途や開発段階が大きく異なることを踏まえ、技術ロードマップの具体化を行うべきではないか。その際には、社会のニーズや受容性、規制との対話、バックエンド含めたトータルシステムとしての評価など技術以外の要素も考慮して具体化を図るべきではないか。
 - ✓ 革新軽水炉は、技術成熟度が高く、国内での社会実装のタイミングが最も早い見通しで、建設案件の具体化を進める必要。政府による技術開発と導入促進に向けた積極的な経済的支援の検討が重要。また、将来の建設に対する政府の具体的な意思表示により、民間企業の不安や懸念が緩和され、サプライチェーンや人材の維持強化に繋がるのではないか。
 - ✓ 小型軽水炉は、国内外で研究開発が進められており、革新軽水炉に加え、将来の選択肢のひとつになり得るのではないか。また、海外案件の進捗が認められ、国内メーカーの技術力を活かした海外案件への参画に向け、引き続き支援が重要。
 - ✓ 高速炉は、新たにJAEAに設立された研究開発統合機能を果たす高速炉サイクルプロジェクト推進室を中心に開発を着実に進めていくとともに、基本設計から建設、運転の将来を見据えた体制構築も並行して検討していく必要。また、燃料や材料の照射データの取得、照射場をどう確保していくかを考慮すべき。
 - ✓ 高温ガス炉は、今後開発を進めていくなかで水素や熱を必要とするユーザーの意見の取り入れが必要。また、燃料や材料の照射データの取得、照射場をどう確保していくかを考慮すべき。
 - ✓ 核融合は、エネルギーシステムとしての成熟度という観点では、連続運転も含めたエネルギー取り出しまでに多くの課題があり、引き続き研究開発を進める段階にある。一方で、他産業への波及が期待されるイノベーションをシームレスに産業に繋げていく観点で、官民の役割分担を考慮した産業育成が重要。

小委での主なご意見（10）

（次世代革新炉の開発・建設①）

- ・ 我が国では、1F事故の経験という他国にはない重要な経験があり、次世代革新炉の開発・建設は、**社会と共存していく必要があると思う**。そういう意味で、**次世代革新炉が備えるべき技術的要件は、社会に信頼されるものでなければならない**。
- ・ **各炉型の研究開発や実証、さらには設置や運営に向けた動きが進んでいることは歓迎すべき事態であり、長期的には核融合炉等を含め、原子力発電の持続的な研究開発体制が構築されていることも評価**。
- ・ **炉型ごとに用途や開発段階が大きく異なるので、技術ロードマップの具体化を行うべきであるという意見には賛成**。また、**社会のニーズを取り込むことも重要**。
- ・ **国民の理解を得られるような形で2040年以降の道筋を示していくことが重要**。特に安全性がどのように向上されるかを明確に説明する必要があるが、他方で、今後の電力需要や各炉型の経済性といった点には不確実な要素が多々あると考えられる。**不確実性を考慮した柔軟な政策が求められる点にも十分に理解を得ていく必要**。
- ・ 炉型ごとに開発の主体やリードタイムが大きく異なる。**官民の役割を考えながら、メリハリを取れた対策・支援をしていくことが重要**。サプライチェーンの維持と人材育成、そして事業環境整備は共通的な課題であるに加え、相当程度の時間を要するものであるため、改めて踏み込んだ対応が必要ではないか。
- ・ 将来の原子力発電の設備容量や建設のリードタイム等を踏まえ、炉型ごとの特性を踏まえつつ、**次世代革新炉の開発・建設を早急に具体化することが必要**。まずは2040年・2050年の容量目標を示すとともに、リプレイス・新增設に向けた明確なロードマップを示し、開発から商用に至るまでの一元的な推進体制の整備や事業環境整備を進め、これまで以上の大胆な予算措置を講じることが不可欠。
- ・ 革新軽水炉は、**既設の軽水炉と比較して安全性や信頼性が向上されるということ**を、国と事業者は、立地地域を含め国民に**分かりやすく説明するべき**。
- ・ 日本原子力文化財団のある世論調査の結果では、原子力発電の今後について「原子力発電を増やしていくべきだ」「東日本大震災以前の原子力発電の状況を維持していくべきだ」と考えている回答者は2割しかおらず、その倍以上の回答者が「原子力発電をしばらく利用するが、徐々に廃止していくべきだ」「原子力発電は即時、廃止すべきだ」を選んでいるという結果が出ている。**原子力への依存をできる限り低減していくという現在の方針を支持している国民が多くいることを正面から受け止め、原子力の新增設に関しては、国民的議論を行っていただきたい**。基本政策分科会での若者団体ヒアリングでも短期的な利用には賛成、もしくは容認しつつも、長期的利用には反対との意見を示している。

小委での主なご意見（11）

（次世代革新炉の開発・建設②）

- ・ **規制側と実務レベルの意見交換会が設置され開始されたことは大変重要な出来事。**原子炉の設計段階で、規制側の考え方を共有して開発を進めることができれば、規制の効率性を高めることができるという意味で大変意義深い。米国NRCの例も参考に、**我が国においても効率的な規制として折り合いをつけて、次世代革新炉の開発を進めていくということが重要。**
- ・ 原子力規制庁と技術的な意見交換が始まっていることは、**実装の出口を見据えながら開発に取り組める観点で大きな一歩。**審査における論点も明らかにしていく等、既存軽水炉の審査における課題点を振り返り、実装をスムーズに進められるよう**規制の効率化に向けた下地を作っていただきたい。**
- ・ **より安全な原子炉の導入が円滑に進むよう、規制面の合理的な対応が早期に行われ、早期の建設に繋がることを期待。**
- ・ GX推進戦略においては「次世代革新炉の具体化を進めていく」とされているが、**法令上の手続きを含めてどのように具体化するのか、国は責任を持って示す必要がある。**
- ・ 革新軽水炉への建て替えが理解も得られやすく現実的と思われるが、**再生可能エネルギーを含めた電力システムの在り方やレジリエンスの確保の観点から、小型分散化も視野に入れることは重要。**また、**海外で動きがあるように、企業が自社の電源を確保するという目的で原子力発電所を持つ等も想定できるところ、国際競争力の維持の観点でも研究開発を模索していく必要があるのではない**か。
- ・ MA核変換によって最終処分の負担が大幅に低減できるような**高速炉サイクル技術の実用化を目指し、実証炉開発を引き続き推進**していただきたい。
- ・ 高速炉に関して、国内の研究基盤を充実させるためにも、研究開発拠点化構想を早期に策定し、**技術開発や人材育成などの拠点形成に向けた具体的な内容や、その実現の時期などを示すべき。**
- ・ 核融合装置の技術開発分野においては、国内外の民間事業者の動きが加速。米国ではADVANCE法が議会で可決されるなど環境整備の動きもあり、**諸外国での政策検討や技術開発の進展を注視する必要。**

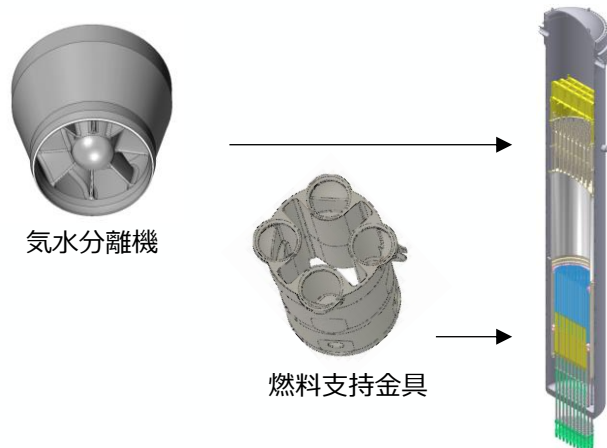
サプライチェーン・人材

原子力サプライチェーン支援の取組～部品・素材の供給途絶対策、事業承継①

- 原子力産業基盤強化事業により、足元の事業機会の乏しい原子力サプライヤの設備投資や人材育成、技能継承などを支援し、サプライチェーンの途絶を回避する取組を後押し。
- 今年度からは、次世代革新炉の開発・建設に向けた技術開発・サプライチェーン構築支援事業も開始し、サプライヤ支援を一層強化。

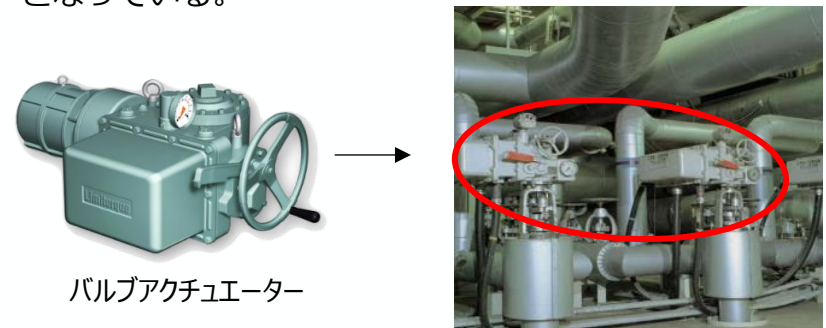
株式会社大同キャスティングス

- 予算支援により、製造技術開発及びASMEに準拠した品質管理体制を構築でき、海外プロジェクトでの炉内構造物鑄造品の受注に繋がったほか、国内での量産受注体制も構築することができた。
- 震災以後、一度原子力部素材製造から撤退した中、予算支援が原子力事業に関しての投資判断の後押しとなり、再度原子力部素材の製造を担うメーカーとしての活動を再開できた。



日本ギア工業株式会社

- 当社製品の電動アクチュエーターに必要なDCモーターの製造メーカーが2022年に製造を中止。予算補助事業にてDCモーターの開発・サプライチェーン再構築を進め、原子力発電所へ実機納入。再稼働にかかるサプライチェーンの断絶リスクを回避。
- 原子力事業は限定的な市場として投資拡大の対象から外れていたが、予算支援により原子力事業の生産性改善や機能向上の改良を実施することで、原子力は投資価値のある分野であるとの経営判断に至り、足元の原子力発電への再注目の潮流とも相俟って、原子力事業拡大が経営目標の1つとなっている。



原子力サプライチェーン支援の取組～部品・素材の供給途絶対策、事業承継②

- 事業維持が困難となり、承継先が見つからないまま事業撤退してしまうケースが増加すると、トラブル対応の迅速性の低下、コストの押し上げや工期の遅延につながる。
- 代替サプライヤへの承継支援のほか、一般産業品や3Dプリンタによる製造品の活用等が可能となるよう、業界大での対策を推進していく必要がある。加えて、AI活用の基盤整備など、業務生産性向上や高度化に向けた取組も重要。

一般産業品の活用に向けた取組

- 原子力産業は厳しい安全基準やトレーサビリティが要求されており、一般産業向け製品活用が進まず。
- 一般産業品を原子力発電所に採用した場合のデモンストレーションを行い、得られたデータによるガイドライン整備を目指す。

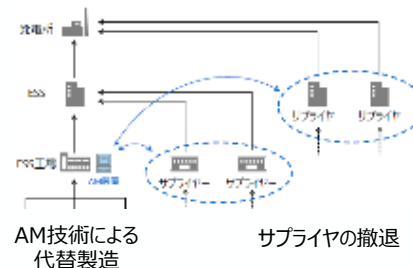


デモンストレーション例：リードスイッチ

(参考) 米国では1980年代より一般産業品の活用を検討、EUでも近年同様の動きがある。

3Dプリンタの活用に向けた取組

- 3Dプリンタによる原子力部品の製造を可能にすることで、代替調達手段の確保が可能。
- 実プラントに適用に向け原子力産業に3Dプリンタを活用するために、試作・データ取得を行い、規格化を推進。

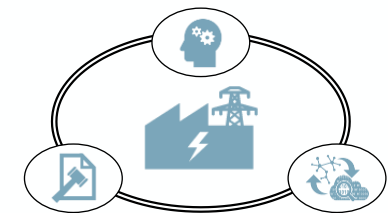


3Dプリンティングによるサプライヤ補完のイメージ

(参考) 米国では2019年に3Dプリンタ導入のためのロードマップを策定。NRCも2021年にガイドライン策定。

AI活用の基盤整備

- AIは原子力産業の安全性や信頼性、生産性を大幅に向上させる可能性を秘めているものの導入が進まず。
- 原子力におけるAI技術の信頼性評価の基本的な考え方(ガイドライン)の草案を策定。
- ガイドライン草案を基にしたAI技術活用可能性の検証とユースケース整備を実施中。



(参考) 米国では2023年に原子力産業界での利用を見据えたAI戦略計画を公開。

原子力サプライチェーン支援の取組～海外プロジェクトへの参画支援

- 日本サプライヤのプレゼンス向上により、海外案件への参画契機拡大を図るため、欧米の電力会社やプラントメーカー、部材・機器製造企業との協議、及び海外での業界イベントへ、経済産業省が主導し日本サプライヤ団を派遣。

第6回（25年2月）アメリカ

米原子力関連企業へのサプライヤ団派遣

- 今後の海外展開が見込まれる炉系を持つ米国企業へ日本サプライヤ団を派遣。(NuScale SMR/Fluor・NuScale、AP1000/Westinghouse、BWRX-300/GE Vernova Hitachi)
- 本邦サプライヤからのプレゼンテーション及び今後のプロジェクト参画に向けた意見交換を実施。米企業側もサプライチェーンの拡大や複線化に向けた関心は高く、今後の具体的なプロジェクトを見据えた関係構築や商談に繋がる契機を創出。



第7回（25年5月）ポーランド

業界イベントへのサプライヤ団派遣

- 世界原子力協会主催の「World Nuclear Supply Chain 2025」に日本サプライヤ団が参加。経済産業省の他、日本の原子力サプライヤ2社も原子力政策やサプライチェーンに関する講演を実施。
- 会場には世界各国の原子力関連企業が集結し、参加企業同士での商談やネットワーキングが実施され、本邦サプライヤの海外プロジェクト参画に向けた足がかりを構築



ポーランド原子力関連企業へのサプライヤ団派遣

- ポーランドは脱炭素に向けて原子力の積極的活用を打ち出しており、今後多数の原子力発電所新設が見込まれている。
- 同国で多くのSMR導入を目指すOrlen Syntos Green Energy (OSGE)社や、複数のEPC・機器製造企業へサプライヤ団を派遣。今後の同国での協業や新設プロジェクトへの参画に向けたプレゼンテーション・意見交換を実施。



原子力サプライチェーンに関する追加的な取組

- 第7次エネルギー基本計画を踏まえた、より一層の原子力サプライチェーンの強靱化に向けては、将来的な次世代革新炉の開発・設置も見据えつつ、原子力産業界が一体となって取り組むことが求められると考えられ、以下のような点について今後議論を進めていくことが必要ではないか。

原子力産業界全体でのサプライチェーン強靱化に向けた取組

- 経済産業省主導にて設立した「原子力サプライチェーンプラットフォーム（NSCP）」の枠組みを活用した原子力サプライヤ支援については、引き続き重要な政策として推進していく。
- 炉型や部材ごとの差異や経済安保の観点等も考慮に入れつつ、引き続き原子力サプライチェーンの更なる実態把握に取り組み、より効果的なサプライヤ支援の在り方を追求。
- 加えて、原子力産業界一体となってサプライチェーンを維持・強化していくべく、電力会社・プラントメーカー・サプライヤにとって、協調領域として取り組むべき課題を抽出し、業界横断的な取組に繋げていくべき領域を特定する。

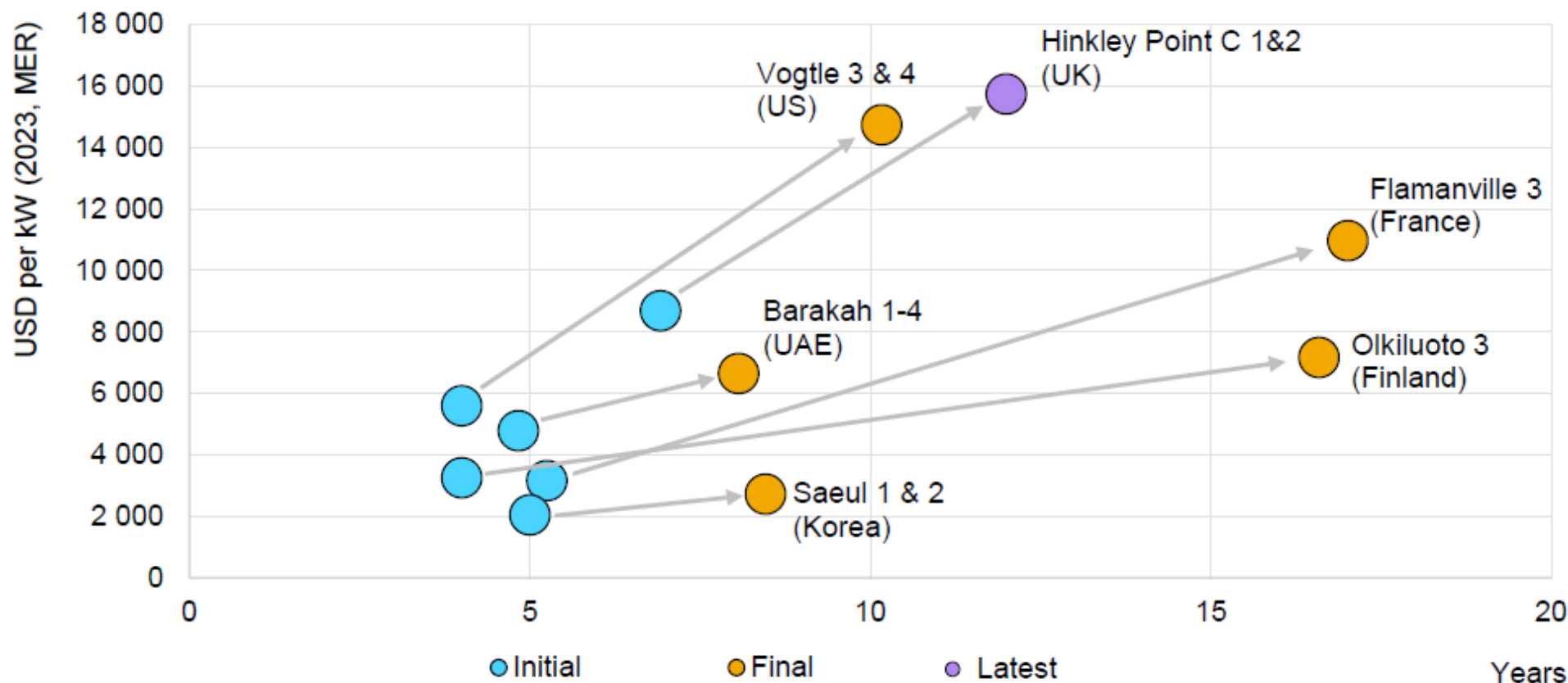
次世代革新炉の開発・設置を見据えたサプライチェーンの維持・強化

- 海外では、サプライチェーンの弱体化を要因とした原子力発電所新設プロジェクトの工期遅延、建設コスト増加が発生。
- 日本で今後次世代革新炉を建設する際のリスク要因を低減させる観点からも、原子力サプライチェーンの維持・強化の取組を推進していく際の重点領域の抽出を進める。
- また、海外にて先行する次世代革新炉の新設案件への参画による事業機会の獲得は、サプライチェーン維持の観点からも効果的であり、引き続き海外へのサプライヤ団派遣や海外規格取得支援等を通じて後押ししていく。

(参考) 海外における建設プロジェクトの状況

- 国際エネルギー機関（IEA）の報告書では、米国（ボーグル3・4号機）及び欧州（フラマンビル3号機、オルキルト3号機）における建設プロジェクトの計画遅延やコスト増加の原因として、サプライチェーンの弱体化は一つの要因として指摘されている。

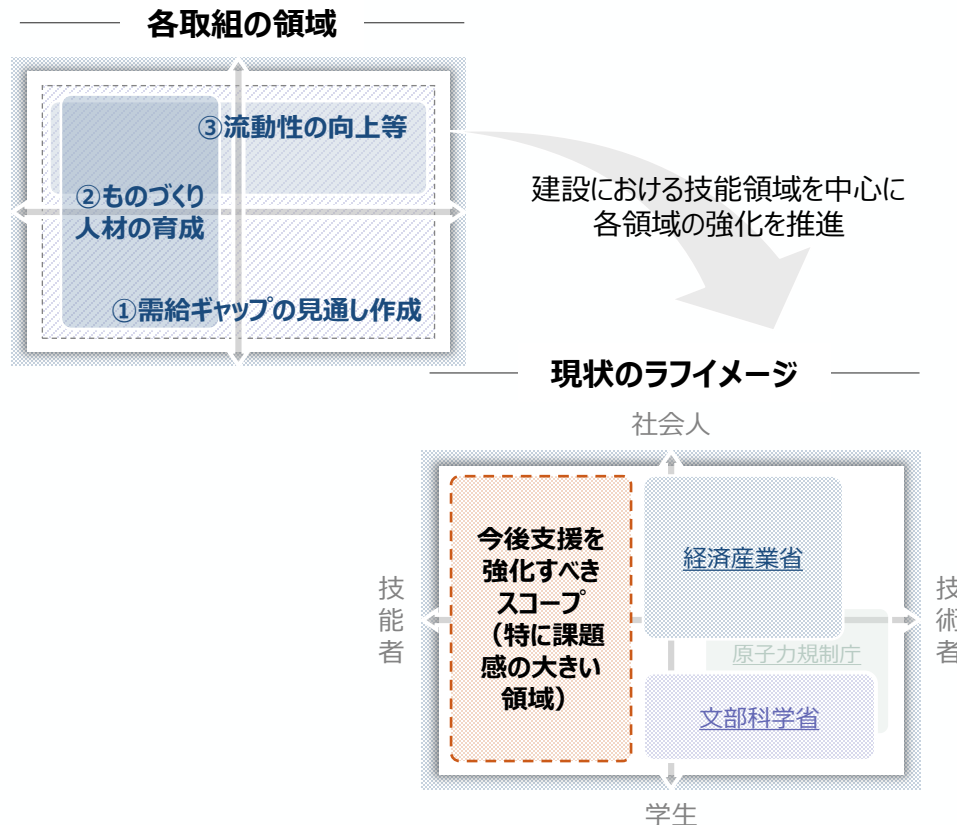
Initial and latest capital cost estimates and construction time for selected recent nuclear projects



原子力人材育成の現状～経産省の取組

- 経済産業省としては、建設（ものづくり）における技能人材育成を中心に、需給ギャップの把握・分析や流動性向上といった取組も進めてきている。
- 海外や他業界の事例も参考にしつつ、関係省庁・業界団体等との議論も行いながら、更なる強化・改善策を検討していく。

今後の方向性



取組の概要

① 需給ギャップの見通し作成

- 産業界で求められる雇用数見通しを経済産業省及び原子力人材育成ネットワーク等が担い、文部科学省・ANECはその雇用数を輩出するために教育側で必要な人材数の定量把握・分析について、省庁や業界団体等の垣根を越えて相互に協働しながら進めていく。

② ものづくり人材の育成

- 関係省庁や業界団体等と連携しつつ、先行トライアルの事例・経験も活かしながら、講座開発の領域拡充・幅広い層へのアプローチを通じて、展開エリアや技能分野等を拡大していく。

③ 流動性の向上等

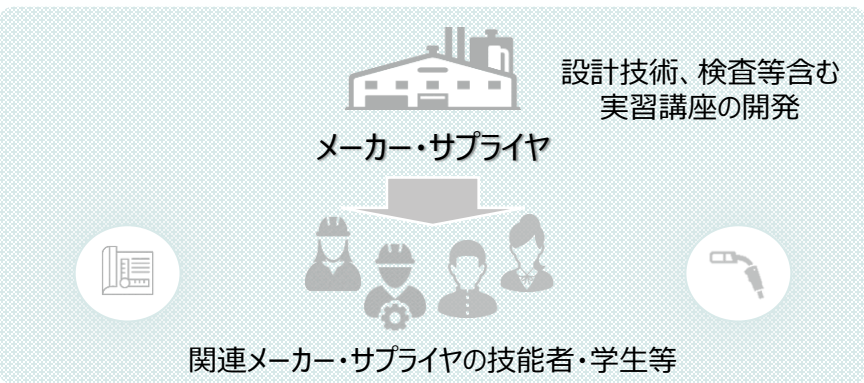
- リスキング講座の拡充や魅力的な産業としての発信強化等の取組を通じて、アカデミアから原子力産業界に輩出される学生の裾野拡大に加え、他産業、他分野からの流動化を図っていく。

原子力人材育成支援の取組～ものづくり人材の育成

- 技能者の減少に加え、国内建設でのみ継承可能な技能・技能が多数あること等を念頭に、原子力分野の製造・検査等に係るものづくり人材の育成を図るべく、産業界のニーズを踏まえた技能の実習も伴う講座を開発・実施。
- 2023年度に試行として開始、2024年度には対象エリア、対象属性、対象技能を拡大。
2025年度も引き続き内容・対象の拡大や高度化を図っていく。

メーカー・サプライヤによる講座

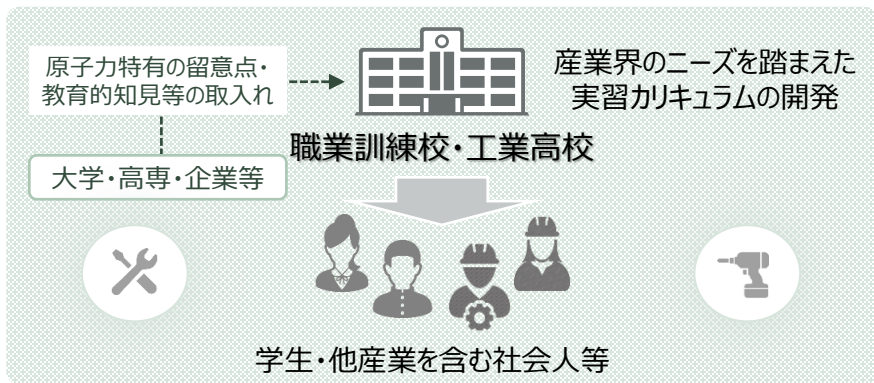
- メーカー・サプライヤが、原子力分野の製造・検査等に係るものづくり人材の育成につながる取組を実施。



✓ 鋳鋼バルブ設計/鋳造/検査技術・技能	2回	18名 社会人	2023 年度
✓ 鋳鋼バルブ設計/鋳造/試験/検査技術・技能	7回	60名 高専生・大学生・社会人	2024 年度
✓ 鍛鋼技術			

職業訓練校・工業高校と連携した講座

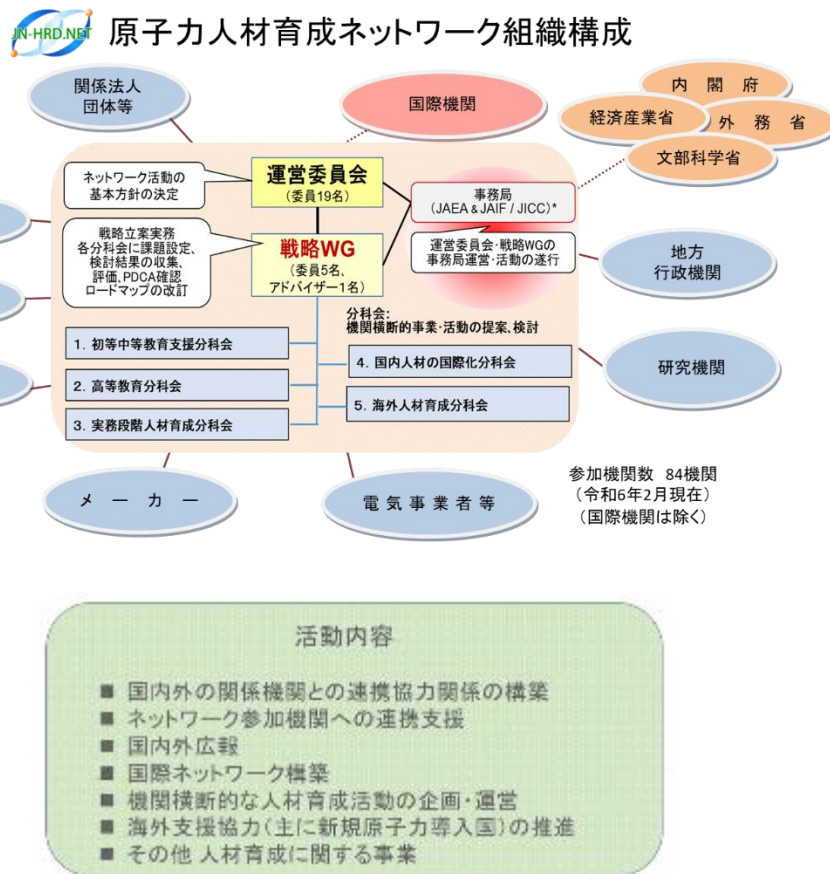
- 基本的なものづくり（溶接・電気工事等）の知見をもつ職業訓練校・工業高校にて、産業界のニーズを踏まえた講座を実施。



✓ 溶接技能	1回	7名 大学生
✓ 溶接技能 ✓ 電気工事技能 ✓ 非破壊検査技能	7回	71名 高校生・高専生・大学生 訓練校生・社会人

- 原子力人材育成ネットワークは、原子力産業協会・JAEA等を事務局とする産官学連携の組織。
- 足元では、産業を取り巻く環境変化等を踏まえ、次の10年を見通す計画として2014年に策定した戦略ロードマップの改訂を通じて、人材の育成・確保に向けた今後の方策を提言している。

組織構成・活動内容



(出所) 原子力人材育成ネットワーク資料

原子力人材育成戦略ロードマップ

- 震災後の原子力人材維持に対する危機感から、人材の育成と確保を戦略的に行う方策を検討し、2014年に戦略ロードマップを策定
- 現時点での原子力をめぐる環境及び社会情勢の変化等を踏まえ、次の10年先を見通す計画として「2023年度改訂版」を策定

～2023年度改訂版での提言～

重要分野	内容
広報	原子力広報に関わる戦略的な取組み 原子力の将来を担う人材を引き付ける為の活動、戦略的な広報、全体的な目標、組織横断的取組み
産業界	人材流動化を想定した総合的な人材育成施策 長期的な人材需給見通し、流動化の促進(業界大の知識管理、リスキリング、リカレント教育、デジタル/AI等)
研究	DE&Iに関わる業界大での取組み 業界大で成果を出し、他産業あるいは国際社会に対して原子力としての取組みを説明できる活動
教育	研究開発の国際競争力向上に向けた取組み 原子力研究開発の国際競争力を高める施策を戦略的に計画し実行する取組み。アジャイル化やベンチャー等プロセスや体制に関わる検討含む
国際	原子力教育・研究基盤の充実にに向けた取組み ANECの活動の中で、教育基盤の充実に関する戦略的な取組みが、資金的な裏付けのもと、持続的に行われるしくみを構築していく必要がある
	国際機関・国際会議における貢献を高める取組み 原子力3倍化等、将来的な国際課題解決における日本の発言力、影響力を戦略的に高めていく活動
	戦略的な原子力新規導入国支援に向けた取組み 原子力3倍化、原子力新規導入国増加が想定される中、日本として新興国支援の戦略・方針を策定する必要性

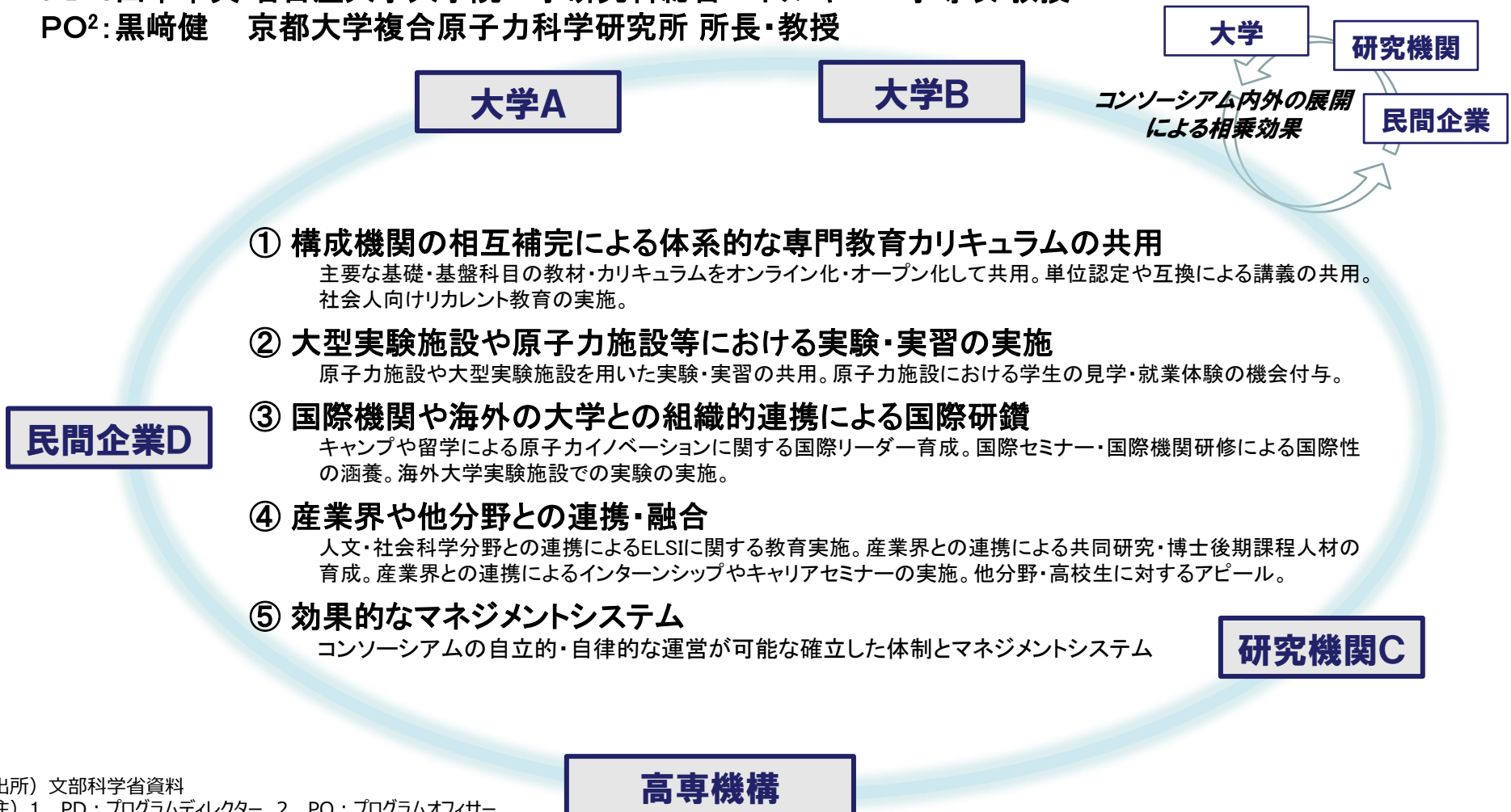
(出所) 原子力人材育成ネットワーク資料

【事業の目的】

令和3年度より複数の機関が連携してコンソーシアム(Advanced Nuclear Education Consortium for the Future Society: ANEC)を形成。既に有する人材、教育基盤、施設・装置、技術等の資源を結集し、共通基盤的な教育機能を補い合うことで、拠点として一体的に人材を育成する体制を構築し、長期的な視点で我が国の原子力分野の人材育成機能の維持・強化を図る。

PD¹: 山本章夫 名古屋大学大学院工学研究科総合エネルギー工学専攻 教授

PO²: 黒崎健 京都大学複合原子力科学研究所 所長・教授



今後の取組の方向性

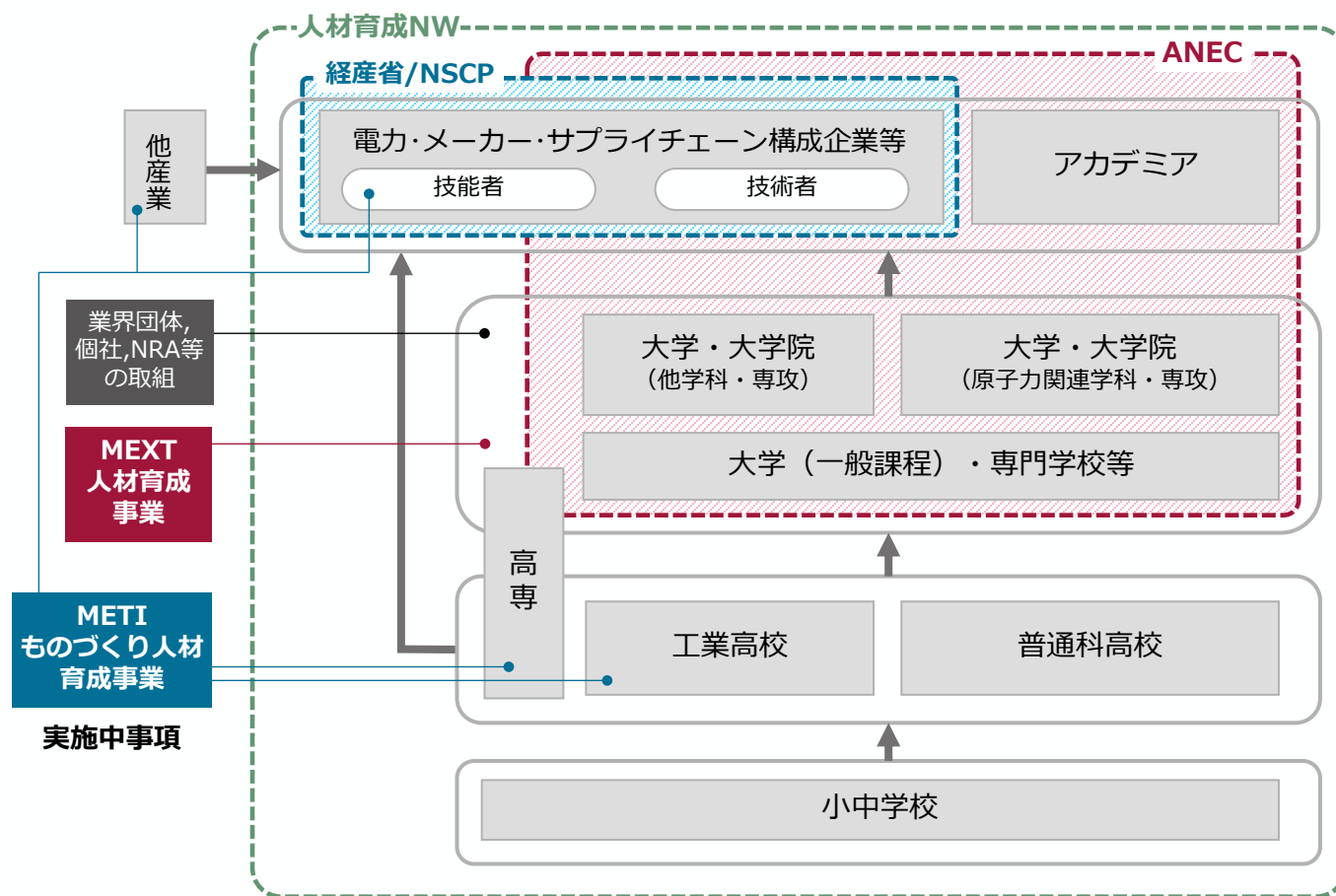


ANECにおける機能	取組の方向性（例）
① 構成機関の相互補完による体系的な専門教育カリキュラムの構築	- 基礎・基盤的なカリキュラムの共同開発・共用や、協定の締結による単位互換、他機関への水平展開 - オープン講義を活用した既存講義の拡張、補完 - 教育コンテンツの体系化、コンテンツ間の連携の可視化と継続的なアップデート - 他学部・他学科の学生に原子力の基礎（・応用）を幅広く学習する機会の提供 - 社会人向け教育の充実 - 人文・社会科学など多様な分野との連携、ELSI/RRI*に関する講義の導入 *ELSI: Ethical, Legal, and Social Issues/ RRI: Responsible Research and Innovation
② 国際機関や海外の大学との組織的連携による国際研鑽機会の提供	- 教員及び学生の相互派遣による国際交流機会の拡大 - 国際機関や海外大学等と連携した国際リーダー育成に資するワークショップの積極的な誘致や国内開催 - 国際性の涵養につながる導入的なプログラムの開発
③ 大型実験施設や原子力施設等における実験・実習の実施	- 参加学生の負担軽減に向けた継続的な改善 - 原子力施設や大型実験施設の共同利用契約の締結や、企業・研究機関とも連携した形への拡張
④ 産業界との連携・融合	- 立地地域における実習機会の増加や社会人向け教育の充実 - 電力事業者との連携強化による現場体験機会の増加 - 東大-専門職大学院を活用した産学連携の可能性の模索
⑤ マネジメントシステムの構築	- 定量的な人材育成成果・目標の設定、 - アカデミア・産業界等における原子力人材の必要数（人材需要）の定量把握・分析 - 他省庁との連携の在り方や、連携基盤としての機能の強化

経済産業省をはじめ、関係省庁での取組との連携・協力を拡張し、政府一体として原子力人材の育成・確保を展開していくことが重要

原子力人材育成に関する追加的な取組

- 原子力人材の育成については、様々なプレイヤーがそれぞれ取組を行っているが、取組の整理や、追加的拡大・重点化の横断的検討は行われていない。
- 産学官が一体となり、年代・階層・対象レベル・分野ごとに、全体観のある効果的なアプローチに向けて、原子力人材育成の司令塔機能を創出し、関係者間の役割分担・連携方法の具体化・リソース配分を統合的に検討するため、関係者間で今後議論を深めていくことが必要ではないか。



追加的取組オプションのイメージ

- ・ リスキリング、スキル標準化
- ・ より横断的な原子力人材育成体制構築
- ・ 原子力職種に関する理解醸成 (スキル、キャリアパス、給与・就労環境情報提供等)
- ・ 奨学金制度の創設
- ・ 原子力に関する理解醸成活動 (出前授業等)のための人材プール構築
- ・ 教材プラットフォームの構築