

革新炉開発に関する検討の深掘りについて

令和 4 年 1 1 月 2 日

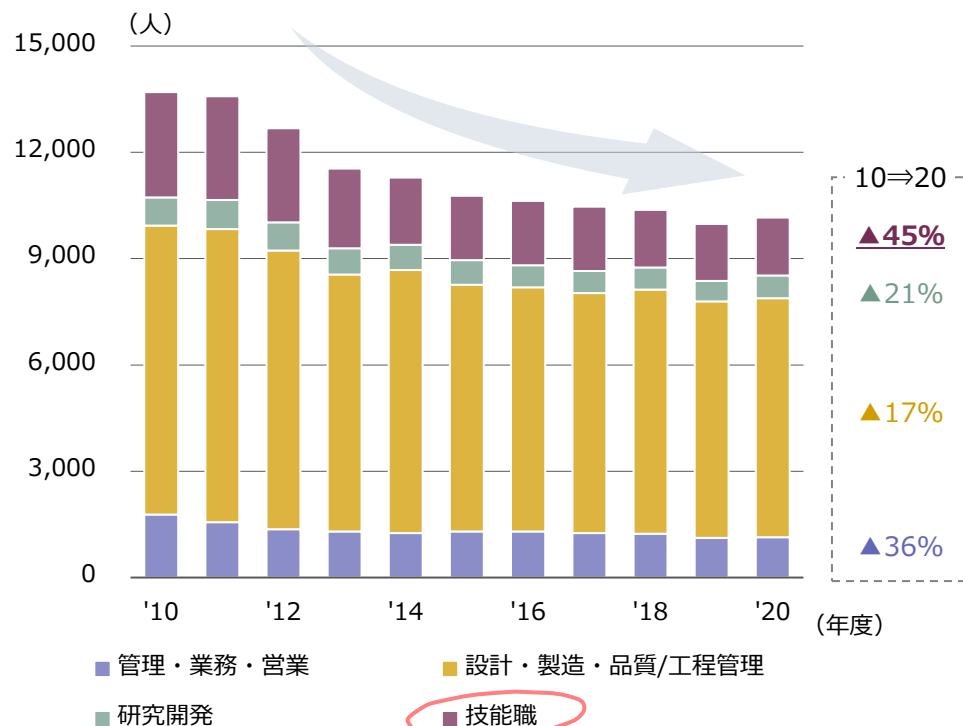
資 源 エ ネ ル ギ ー 庁

- 1. 原子力サプライチェーンの強化に向けて**
2. 国民理解の促進
3. 高速炉戦略ワーキンググループでの議論

国内サプライチェーンの現状①（人材）

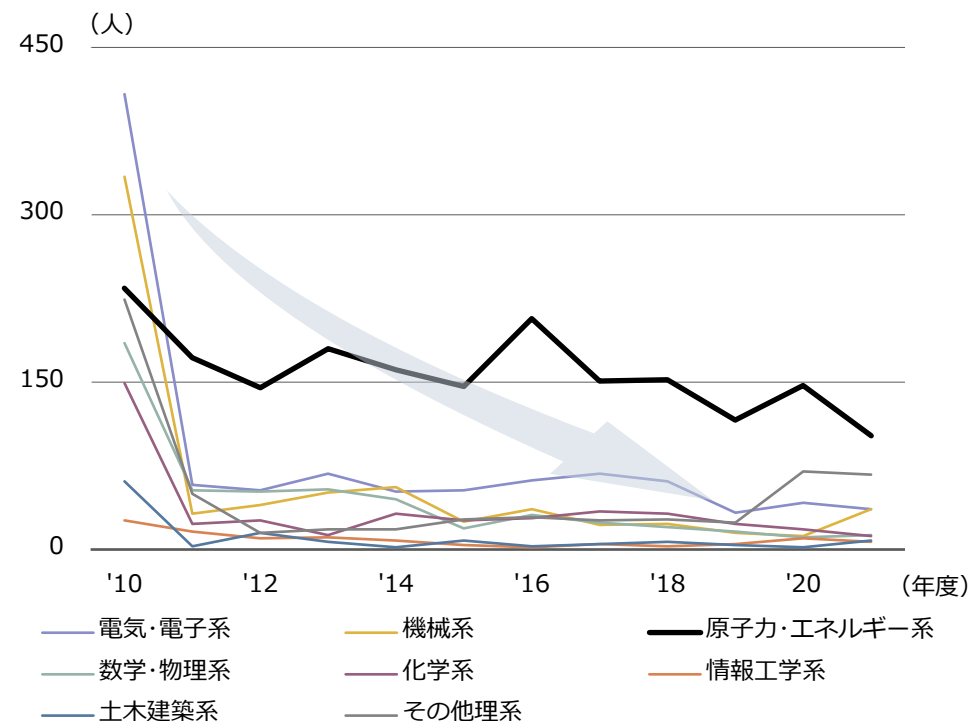
- メーカーにおいては、原子力関連業務に従事する従業員数は震災以降減少傾向。特に、大型設備の製造時に必要な溶接工・組立工・機械工などの高い技術を持つ技能職が大きく減少。
- 原子力関連企業の就職説明会に参加する原子力系の学生はほぼ横ばいであるが、将来の原子力産業の見通しが見えない中で、非原子力系の学生の参加は大きく減少。

メーカー14社の原子力従事者



（出所）日本電機工業会資料

原子力関連企業/合同就職説明会の学生参加者

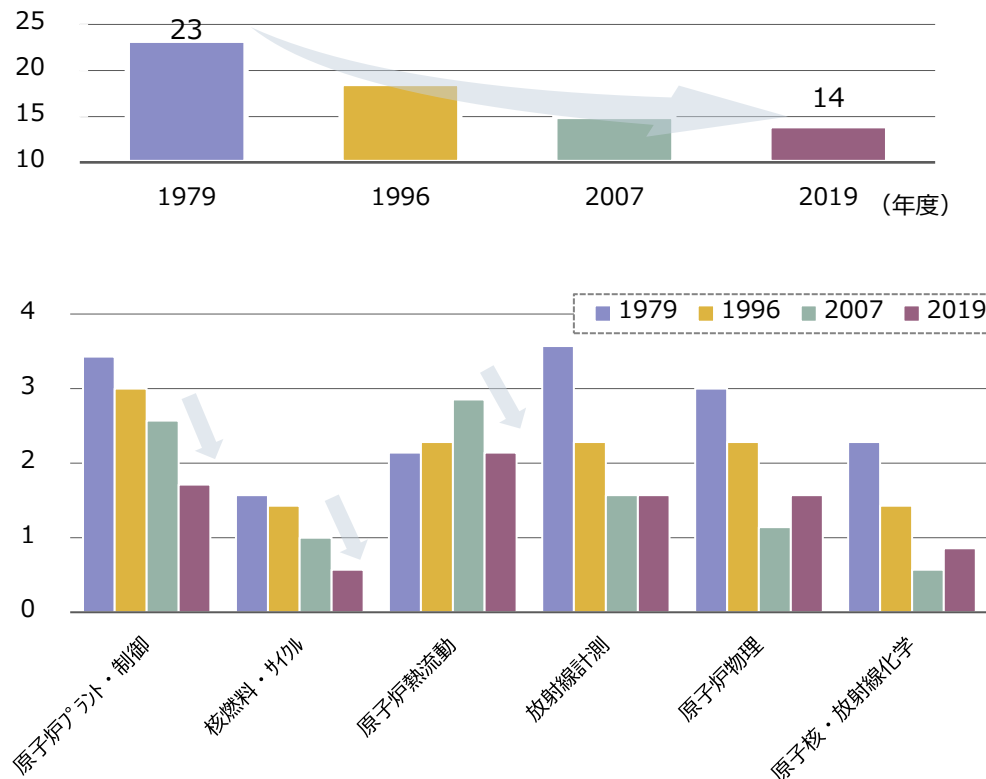


（出所）日本原子力産業協会資料

国内サプライチェーンの現状②（人材）

- 大学における原子力関係科目総数は80年代以降半分に。震災後は、「プラント・制御」「核燃料・サイクル」「原子炉熱流動」等の原子炉工学分野の減少が顕著に。
- 国立研究開発法人として、我が国の原子力分野の研究開発を担うJAEA（日本原子力研究開発機構）の人員・予算も共に減少傾向。

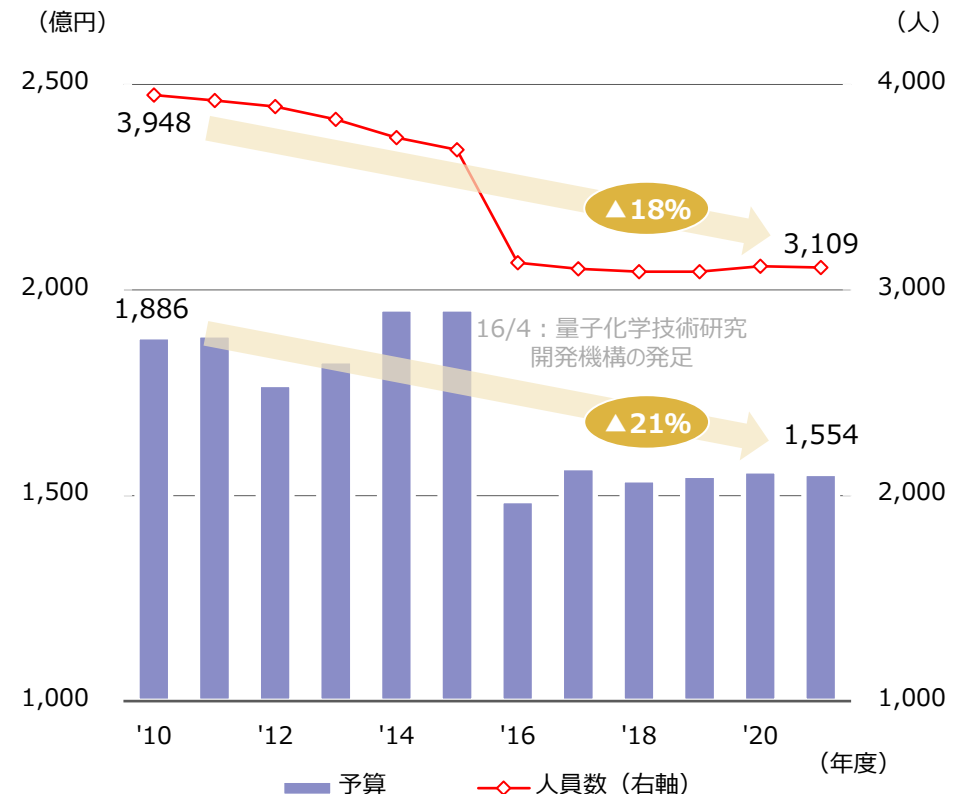
原子力関係学科の科目数¹（上段:総数/下段:分野別）



（出所）日本原子力学会「原子力コアカリキュラム開発調査報告書」（平成20年3月）、
文部科学省アンケート（2019年）

（注）1. 7大学からのアンケート結果の平均値。分野別は学科数を抜粋して掲載

JAEAの人員・予算



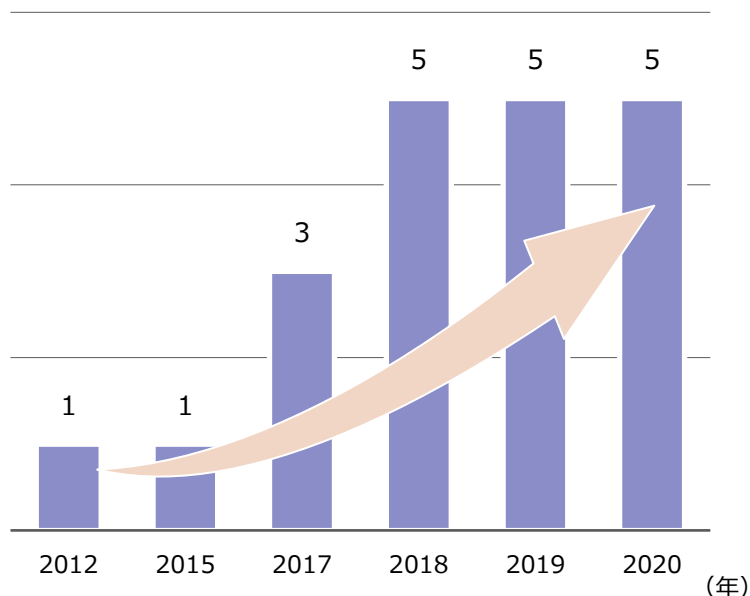
（出所）JAEA HP

国内サプライチェーンの現状③（事業撤退）

- サプライヤは、現在は安全対策工事で事業を維持しているが、**将来の事業見通しが立たない状況**。
- **要素技術を持つ中核サプライヤ等の撤退**が相次いでおり、**サプライチェーンの劣化が懸念**される。
- 国内で建設や製造の現場の空白期間が続くことによる**技術・人材の維持は喫緊の課題**。

原子力サプライヤの撤退社数の推移

- 2017年以降、撤退社数が増加・高止まり
⇒ **震災後に計20社もの企業が既に撤退している**



（出所）日本電機工業会資料

原子力事業からの撤退

大手企業

- 川崎重工業（廃止措置、発電所の保守管理等）
- 住友電気工業・古河電気工業（燃料製造加工）
- 甲府明電舎（DCモータ）

要素技術を持つ中核サプライヤ

- ジルコプロダクツ（燃料部材）【2017年廃業】
⇒ **BWR用燃料被覆管部材は国内で調達できない状況に**
- 日本鋳鍛鋼（圧力容器・タービン等部材）【2020年廃業】
⇒ **原子炉圧力容器部材の供給企業は国内残り1社に**

（出所）各種資料より資源エネルギー庁作成

【参考】建設の空白による原子力サプライチェーンの喪失例（米英の事例）

- 米国では、スリーマイル原子力発電所の事故以降新設が途絶え、主要資機材の製造能力を喪失するなど 技術・人材は弱体化。その後、35年ぶりに新規着工した発電所は、大幅な遅延・コスト増に直面。
- 英国は、90年代以降、天然ガス火力の依存度を高める一方、原子力発電所の新設を停止。国内の原子力産業のサプライチェーンを喪失。



米国

- 建設中：2基（AP1000）※35年ぶり
- 当初は建設計画4基 ⇒ **2基計画中止**
- 運転開始予定 **2016年** ⇒ **2022年以降**
 - ✓ 建設作業に係るノウハウ・人材を喪失していたこと等もあり運転開始は5年以上遅延・コスト増に直面
 - ✓ 米国エネルギー省は、米国企業には大型軽水炉の**主要資機材（原子炉容器・蒸気発生器等）を製造する能力はないと評価**



英国

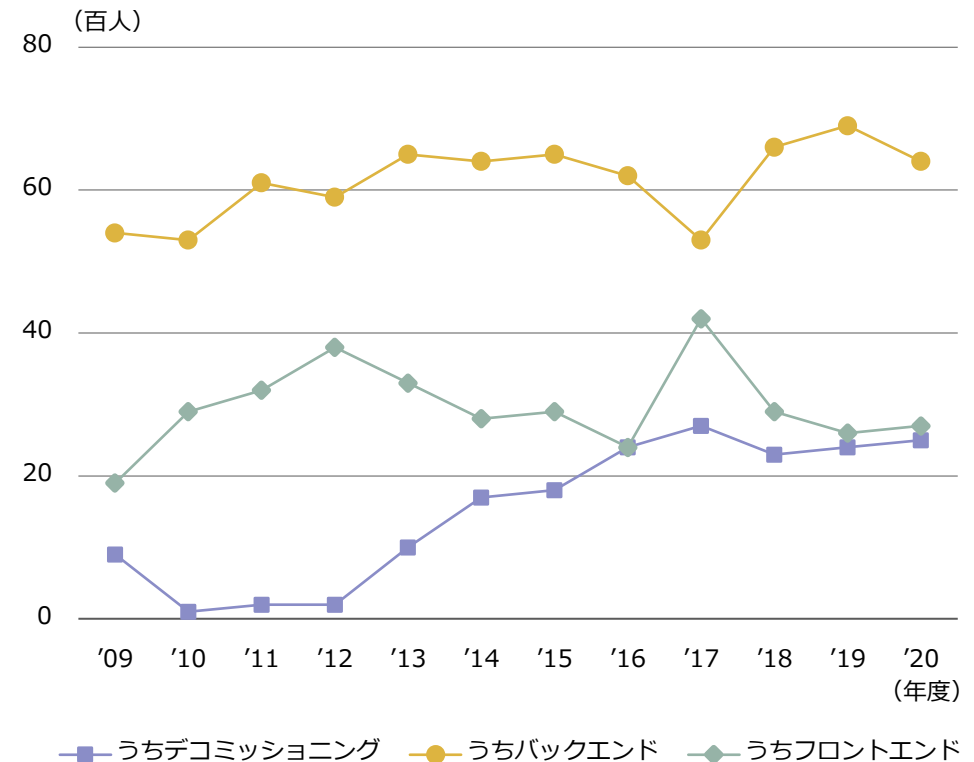
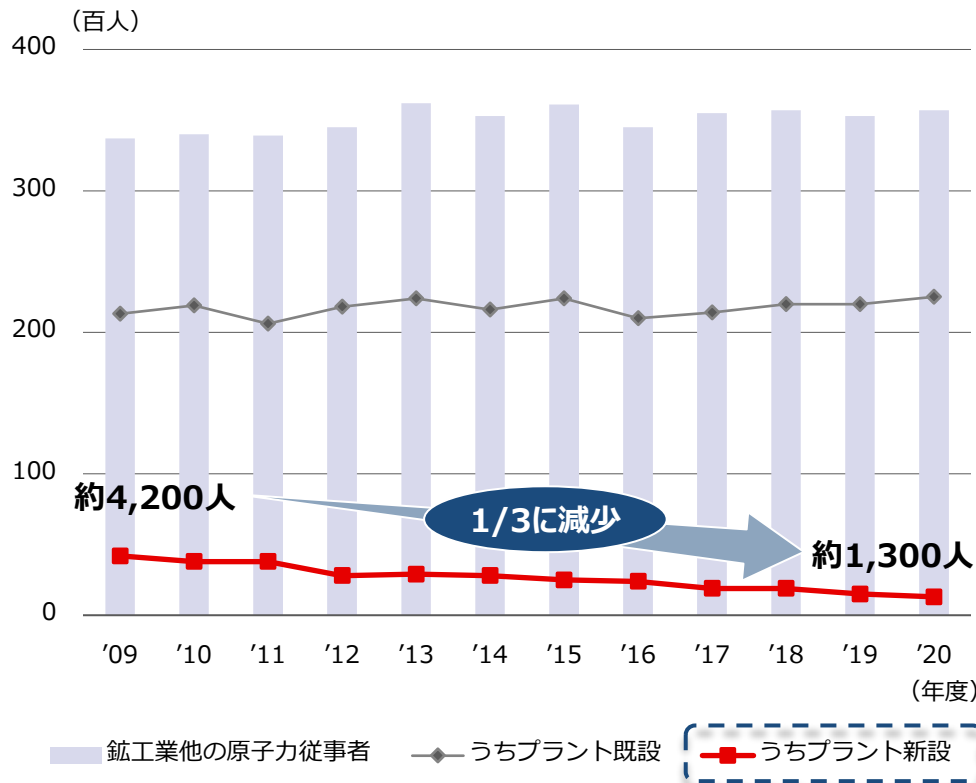
- 建設中：2基（EPR）
- 運転開始予定 **2026年以降**
 - ✓ 国内のサプライチェーンを喪失（**仏のサプライチェーンから調達**）
 - ✓ 計画中の別案件では**中国炉型の導入を予定**。**資金調達も中国からの出資が大半を占める**

※別プロジェクトで、日立（ホライズン社）がABWR建設を計画するも、**2020年に撤退を表明**

次世代革新炉の建設に向けた課題①

- 新規制基準への対応等を通じて、既設プラントやバックエンド等の原子力従事者数は横ばい傾向。
- 一方、プラント新設プロジェクトの停滞に伴い、事業者内の配置転換が進んだ結果、**プラント新設に関連する人材は、震災前の1/3にまで減少。**

鈷工業他における産業構造区分別の原子力関係従事者（棒グラフ:総数/折れ線:内訳）



次世代革新炉の建設に向けた課題②

- 国内原子力産業は、震災以降も、新規制基準対応、研究開発、海外機器輸出等を組み合わせ、プラント建設に必要な工程（設計、機器製作、現場工事等）を経験し、技術継承が図られてきた。
- 他方、国内建設を通じてのみ、設計・製作の機会が得られる機器等も存在するため、プロジェクト不在の状況が継続することで、技術継承が困難となる懸念も。
- また、仮に、新設計画が開始しても、サプライヤが製品の調達・ものづくり等の事業機会に至るまでには相当程度の期間を要するため、空白期間における支援が必要。

分野毎の技術継承の機会（例）

○：継承可 △：一部の技術のみ継承可

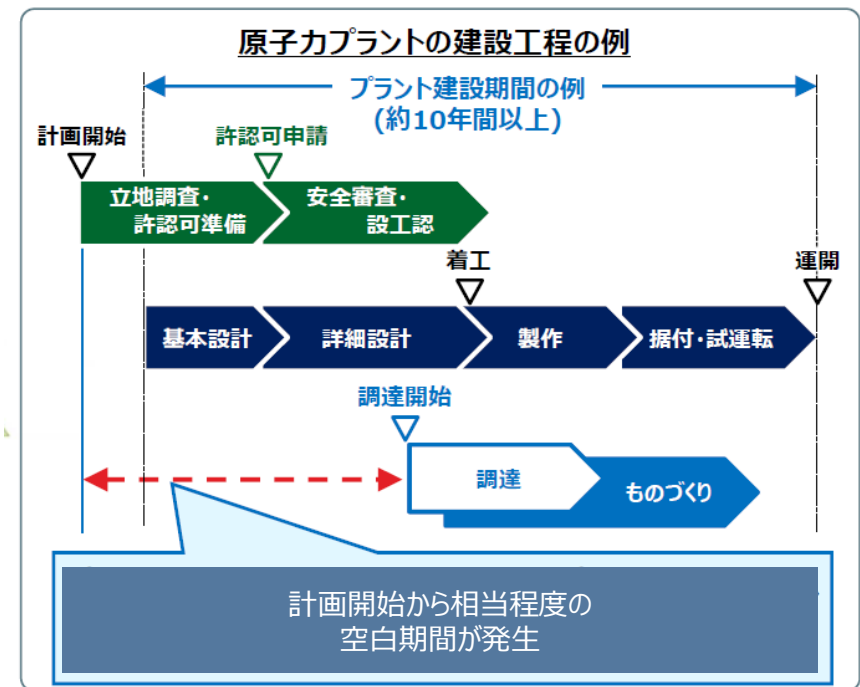
← プラント建設に必要な工程 →

	設計		製作		現場工事	
	基本設計	機器設計	主機	補機	据付	管理
国内建設	○	○	○	○	○	○
新規制基準対応	○	△	-	△	○	○
修理取替	○	△	△	△	△	△
R&D	○	△	△	△	-	-
機器輸出	△	△	△	△	△	△

↑ 技術継承の機会 ↓

継承に有効

新設計画の工程例



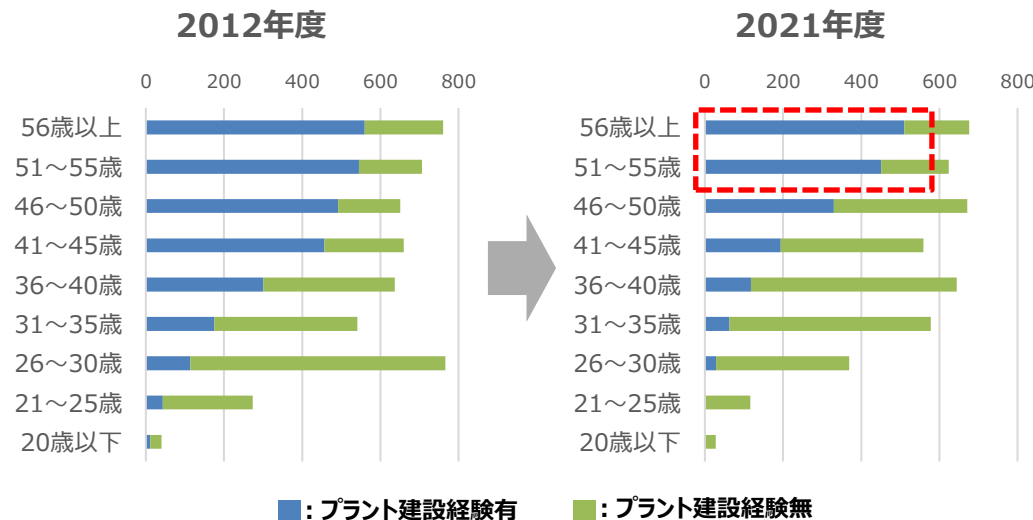
- 原子力産業の関連事業者からは、建設の空白期間の長期化による、技術・人材・サプライチェーンの脆弱化を懸念する声も。
- 今後、原子力発電所の建設経験のある技術者は大幅に減少する見通し。

サプライヤ・ゼネコンからの意見

- わが国の国産化率90%を支える技術には新設業務でしか継承できない技術がある。【ゼネコン】
- 日本でも、経験豊富な人材が時間とともに失われることから、新設を認める政策決定までの空白期間が長くなるほど、技術力の回復には時間を要するだろう。【メーカー】
- 人材育成、技術開発、生産施設への適切な投資を継続するためには、長期的な予見性のある政策やそれに基づく電気事業者による原子力発電所の建設や運用計画が必要。【メーカー】
- わが国の原子力の知見と技術優位性を維持・強化するには、学生、若手技術者、研究者を育成し、彼らが能力を発揮するためのプロジェクトが必要。【メーカー】

プラントメーカーにおけるプラント建設経験者数の推移

- プラントメーカーにおける建設経験者は、2021年度までの9年間で約4割減少。
- 2021年度時点で建設経験者の年齢層（約1700人）は、51歳以上の比率が約半分を占める。



- 次世代革新炉の建設を念頭に、製品の調達・ものづくりの空白期間を乗り越え、必要な技術・人材・サプライチェーンを維持するため、原子力サプライや支援策のいっそうの拡充を図るべきではないか。
(支援例) ①必要な人材・スキルを特定した上での、戦略的な原子力人材育成・確保策、
②サプライチェーンの細部に踏み込んだ、供給途絶対策や事業承継支援、
③より多くの事業機会を確保するための、海外PJへの参画支援。

プラントメーカー・サプライヤからの意見

①人材の育成・確保

- 国内建設のPJに関わった人材は確実に減ってきているので、社内での人材のスキル転換が必要になってくる。
- 大学・高専に講座があることは認識しているが、人材育成は社内のOJTが中心。産業界として教育機関にニーズ発信できておらず、連携が上手くいっていないという課題も。
- 人材維持が特に難しいのは、溶接やPJ管理。建設の経験が欠かせない上、1人前になるのに約10年掛かる。
- 若手の確保が困難となっており、危機感がある。原子力に関心を持っている若者が少ない。

②供給途絶対策・事業承継

- 今やらないと今後1年以内にはもう対応できなくなる、とプラントメーカーに言っている。既に一部の部品は製造不可能になっている。
- 最後の建設から20年近く原子力の新設業務を経験していないので、モックアップ製造等で経験積ませる必要がある。
- 廃業する外注先が増えている。溶接・加工も外注しているので、そこが抜けられると困る。
- 原子力産業基盤強化事業といった官による各種支援策を把握できていなかったので、上手く情報を着信できるような仕組みがあると良い。

③海外PJへの参画支援

- 仮に新設計画が開始しても、事業機会に至るまでには相当程度の期間を要するため、海外PJへの参画を活用した技術継承等の機会確保も重要。
- 部品の場合、各国にもサプライヤがいると考えられ、こちらからPRしないと案件獲得の芽が無いことは理解しているが、どう自社を海外にPRすればいいかわからない。
- 価格競争力が劣る理由は過剰品質。日本の基準に合わせていると、欧米に価格競争力で勝てない。
- 仕様が把握できないと、開発を社内で通せないため、炉型の設計情報を持つプラントメーカーとの連携が重要。

- プラント運転・建設やものづくりの現場がなく、職人の技能継承や人材育成の機会を喪失。
- 先行再稼働プラントへの運転員の派遣等の電力大での取組が進展。また、デジタル技術の活用等を通じ、ものづくり企業の技能継承を支援。
- さらに、原子力関連企業による公的なスキル習得支援制度の活用を促進していく。

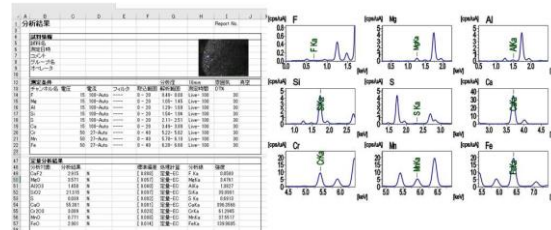
電力事業者での取組

デジタル化による省人化

スキル習得への支援制度



～運転シミュレータ～



～品質管理システム～

電気設備施工関係

太陽光発電システムの配線と省エネ機器の設備工事に必要な知識と技能の習得。



電気・制御技術関係

産業用ロボット制御技術やIoT活用・開発技術、環境問題で注目される再生可能エネルギー技術や電気設備の管理・保全技術を習得。



- 再稼働が遅れている電力の運転要員を再稼働済の原子力プラントに派遣し、プラント運転を実習。
- 電力会社・メーカーで運転訓練センターを設立し、運転シミュレータ¹等を活用した運転員の教育・訓練を実施。
- 大型鋳鍛造品のプロセス管理は作業者の経験・技能に基づいた職人のノウハウに依存。
- 計測機器等の導入により、管理状況をデータ化し、オンタイムで分析する品質管理システムを導入。
- 従業員への企業研修や離職者のスキル転換に対する公的資金支援制度は、エネルギー関連での適用事例あり。
- 原子炉安全や溶接等に関する現場人材の技能・技術習得研修へ適用できる可能性。

(出所) 各種資料より資源エネルギー庁作成

(注) 1. PWR：(株)原子力発電訓練センター（所在地：福井県 設立：関電・九電・三菱重工 等）

BWR：(株)BWR訓練センター（所在地：新潟県 設立：東電、中部、東芝、日立 等）

①戦略的な原子力人材育成・確保

- 原子力人材育成ネットワーク等の枠組みを通じ、産業界から必要な「人材スキル・ニーズ」を特定、積極的に発信し、若手技術者等の人材確保につなげていく。
- また、産業界の人材ニーズを踏まえ、経済産業省と文部科学省が連携し、教育機関・研究機関のカリキュラム・講座開発を実施するなど、ANEC（未来社会に向けた先進的原子力協力コンソーシアム）等の産学官の原子力人材育成体制を拡充していく。

原子力人材育成ネットワークの取組

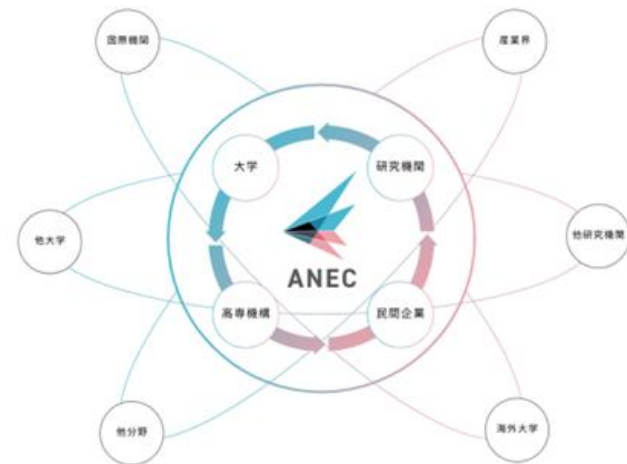
- 産学官の原子力人材育成機関の相互協力の強化及び我が国一体となった原子力人材育成体制の構築を目指し、国の呼びかけにより、平成22年に「原子力人材育成ネットワーク」を設立。
- 企業や国際社会が求める人材像をよりの確に把握し、効果的・効率的・戦略的に人材育成活動を推進。
- 人材の育成と確保を戦略的に行う方策を検討し、2014年に戦略ロードマップを策定、現在この**ロードマップの改訂版を検討中**。

項目	担当	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	...	(年)
魅力の発信	エネルギー基本計画策定	官	▼	▼	▼	▼	▼	▼	▼	▼	▼	▼	▼	▼
魅力、挑戦する姿の発信	人材供給動向調査	産	学	学	学	学	学	学	学	学	学	学	学	学
一般教育	科学的リテラシー養成	学	学	学	学	学	学	学	学	学	学	学	学	学
教職教育（公正・公平な理解）	○エネルギー関連教育	学	学	学	学	学	学	学	学	学	学	学	学	学
○教職教育	技術面以外の社会的、政治的側面等も含む原子力・放射線教育	学	学	学	学	学	学	学	学	学	学	学	学	学
原子力教育	○技術者養成	学	学	学	学	学	学	学	学	学	学	学	学	学
○教授人材の確保	技術者養成（安全文化）	学	学	学	学	学	学	学	学	学	学	学	学	学
○カリキュラムの国際標準化（充実した基礎・基礎教育内容）	モデルカリキュラム作成	学	学	学	学	学	学	学	学	学	学	学	学	学
○大学間連携／国際連携による効果的、効率的な教育	基礎・基礎教育、実験・実習教育のための大学間連携	学	学	学	学	学	学	学	学	学	学	学	学	学
○教育・研究施設の維持・施設の国際共同利用	教育・研究用実験・実習施設の維持・更新・新設	学	学	学	学	学	学	学	学	学	学	学	学	学
産業界からの貢献	○施設見学、インターンシップ	産	産	産	産	産	産	産	産	産	産	産	産	産

（出所）原子力人材育成ネットワーク資料

ANECの概要

- 全国の大学、高等専門学校、研究機関、民間企業等が連携して、大学等や一般の方々のための最適なカリキュラムを構築。
- 大型実験施設の共同利用を通じた実習機会の充実や国際機関や海外の大学、他分野との連携を促進する。



（出所）ANEC HP

①戦略的な原子力人材育成・確保

- 原子力分野の講座開発に当たっては、次世代原子炉の建設の見通しや原子力産業における協調・競争領域の検討を踏まえ、**ものづくり現場のスキル習得に注力してはどうか。**
- **原子力サプライヤによる講座活用を支援**するとともに、若手人材や即戦力となる技術者の確保を念頭に、**ANEC等の枠組みを活用し、高専・大学等にも広く展開してはどうか。**

業界協調領域の講座開発

業界協調
可能な領域

原子力基礎知識の習得

規格の取得

製造品の検査

...

業界共通の
講座開発

製造・加工技術

研究開発

部素材調達の安定化

...

個社毎に
予算・税制支援

個社の取組

(出所) 各社・業界団体ヒアリング等

高専・大学向けの原子力講座開発

経済産業省と文科省が連携し、サプライヤに対して、
新入社員に求めるスキルについてヒアリングを実施

ANECを活用し、産業界のニーズを踏まえて、
学生・社会人のリカレント教育・リスキリングに
向けた原子力講座を開発していく

講座例（案）

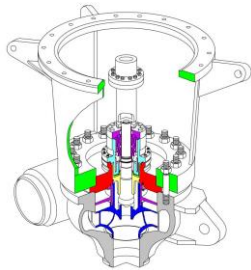
- プラントメーカーによる、時勢に応じた内容の寄付講座
- 原子力発電所等の構成要素といった、実務上必須な基礎知識
- 発電所の見学ツアーの実施

(出所) 業界団体ヒアリング等

②部品・素材の供給途絶対策

- 震災後の環境変化に伴い、**機器製造やメンテナンスに必要な部品・素材の供給途絶が発生。**
- **個社の垣根を越え、プラントメーカーによるサプライヤの実態を把握する体制を構築し、供給途絶可能性を事前に把握するとともに、仮に、部品・素材の供給途絶が発生する場合にも、一般産業品や3Dプリンタによる製造品の活用が可能となるよう、業界大での供給途絶対策を推進。**

BWRサプライヤの体制構築



～事業危機にある部品例（PLRポンプ）～

- BWRの原子力発電所は、未だ再稼働に至っておらず、サプライヤにとっては厳しい事業環境。
- そのような環境を踏まえ、プラントメーカーが主体となり、サプライヤの実態を把握、**事業継続の危機にあるサプライヤの特定を可能とする体制を構築。**
- 特定後は、どのように製品の供給を継続できるかの検討を行う。

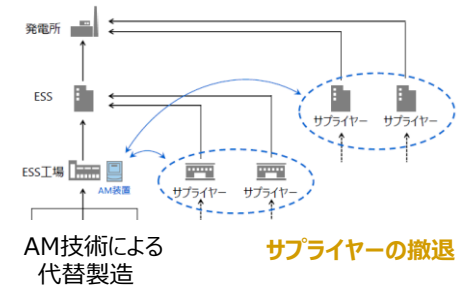
一般産業品の活用に向けた取組¹



～デモンストレーション例：リードスイッチ～

- **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。**
- 一方で、厳しいサプライヤの事業環境を考慮すると、**原子力専用品だけでサプライチェーンを構築することは困難。**
- 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、得られたデータよりガイドラインを整備。**

3Dプリンタの活用に向けた取組²



～3Dプリンティングによるサプライヤ補完のイメージ～

- 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。**
- そのためには、実際に**3Dプリンタで製造した製品が実プラントに適用できるか**の検証が必要。
- 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。**

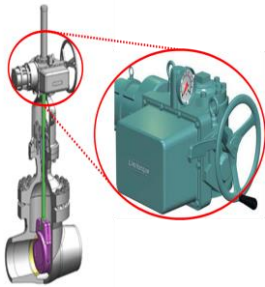
(出所) 各種資料より資源エネルギー庁作成

(注) 1. 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

2. 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

- 事業環境の変化により、上流の機器等への発注が激減した結果、事業を維持することが困難となった**中小・小規模事業者は、事業承継先が見つからないまま事業撤退し、技能・人材を喪失する例も。**
- 承継先企業の紹介や政府系金融機関による支援等を通じ、**ニーズのある企業による事業継承・再編を支援する仕組みを作っていく。**

技術・サービスの承継



～アクチュエータ～

- 電動弁の駆動装置(アクチュエータ) 内の直流モータの製造企業（甲府明電舎）が**2022年の撤退を表明。**
- 製造中止を踏まえ、日本ギアが**設計を引き継ぎ、代替サプライヤーによる製造・性能検査**を推進。

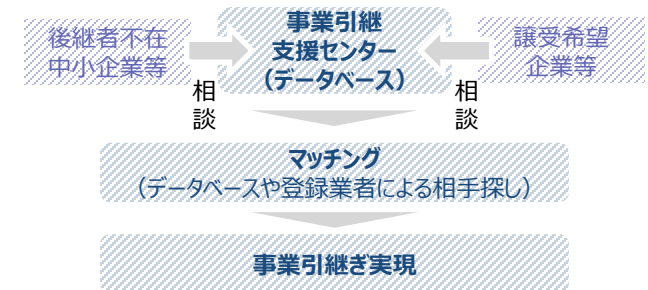
中小・小規模事業者の再編



～ベローズ弁～

- もんじゅのバルブを製造するにあたり、バルブメーカー3社が開発・製造を実施。
- その後の**厳しい事業環境の中で**開発・製造に関与していた会社の内**2社が原子力事業より撤退。**
- 平田バルブは自社のバルブ事業の強化のために、**撤退する2社の原子力事業を吸収し、もんじゅのバルブ製造の技術を維持。**

事業承継支援の例



～事業承継支援 スキーム図～

- **円滑な事業承継をサポートする事業承継・引継ぎ支援センター**を設置。
- 後継者不在の企業と事業を譲り受けたい**企業とのマッチング等を支援。**
- その他、**M&A時の専門家活用を支援し、経営資源の引継ぎを後押し。**

②原子力サプライヤの実態把握

- 原子力を支えるサプライヤは機械・電機・建設等の多岐に亘る事業分野に存在（約400社）しており、原子力事業以外を柱としている企業が大宗を占めている。
- 中核技術をもつ一方で、政府支援が行き届かないまま、原子力事業から撤退する例がみられた過去の反省を踏まえ、重要企業を把握し、必要な支援策を講じる体制構築が必要ではないか。

RPV・タービン・炉内構造物等	冷却材・安全系等	電気・計装等	建設・保守、安全管理
タービン MHI、東芝 タービン部素材 日本製鋼所M&E 大平洋製鋼	ポンプ MHI、荏原製作所、日立電業社 関水社、日機装 帝国機械製作所 助川電気（電磁ポンプ）	電気系 東芝、三菱電機、グリバント ケーブル 日立金属、古河電工 フジクラダイヤケーブル	燃料 NFI MNF、GNFJ
2次系機器 MHI、東芝、IHI ツバキ・ナカシマ(送風機) 日立造船（タンク） 日阪製作所(熱交換器)	バルブ TVE 岡野バルブ製造 平田バルブ工業 イーグル工業 フジキン 大野ペロー ウツエバルブ	送配電関係 島津製作所、TMEIC 住友電気工業 計測器 横河電機、岡崎製作所 助川電気	空調関係 新菱冷熱工業 新日本空調 日立プラント
蒸気発生器 MHI 伝熱管 日本製鉄	バルブ部素材 日本ギア（actuator） 宮地鉄工所（ボディ）	変圧器 東芝、日立 三菱電機、明電舎	解析・検査関係 千代田化工建設 非破壊検査 原子力エンジニアリング NESI、グレイコンサルタント IHI検査計画
格納容器 MHI、日立 IHI 炉内構造物 MHI、日立、東芝	給水・排水・復水系 オルガノ、荏原製作所 栗田工業 ベンカン機工	配管・配管サポート・保温材 日本製鉄、JFEスチール 三和テッキ、日本発条 ニチアス、阪和	その他 三菱マテリアル 太平電業、神戸製鋼、 原燃輸送、上組、 宇徳、山九 ゼネコン各社
炉心構成要素 東洋炭素（高純度炭素） 富士電機（高温ガス炉・炉心） 炉内構造物部素材 大同特殊鋼、日立金属 多摩川精機	放射線関係 ニチアス スギノマシン 燃料関係設備 富士電機 木村化工機		

【参考】原子力サプライヤの現状と課題

- 原子力サプライヤは、一律に同じ事業環境に置かれているわけではなく、製造機器・事業規模により現状や課題は異なる。

メーカー別の現状分析と産業課題

プラントメーカー

(エンジニアリング・大型機器・炉内構造物等)

現状分析

安全対策工事等で一定の収益は確保
プラントエンジニア、機器製造機会が少ない

産業課題

- プラントエンジニア・機器製造能力の維持が困難
- 研究開発や生産設備等へ投資不足
- 社内の円滑なスキル転換

機器メーカー

(ポンプ・バルブ等)

安全対策工事、メンテ等で事業を維持
再稼働需要一服後の事業維持に課題

- 外注先の撤退により機器製造が困難
- 職人の技能・ノウハウの次世代への継承機会を喪失

部品・素材メーカー

(鋳鍛造品・特殊素材等)

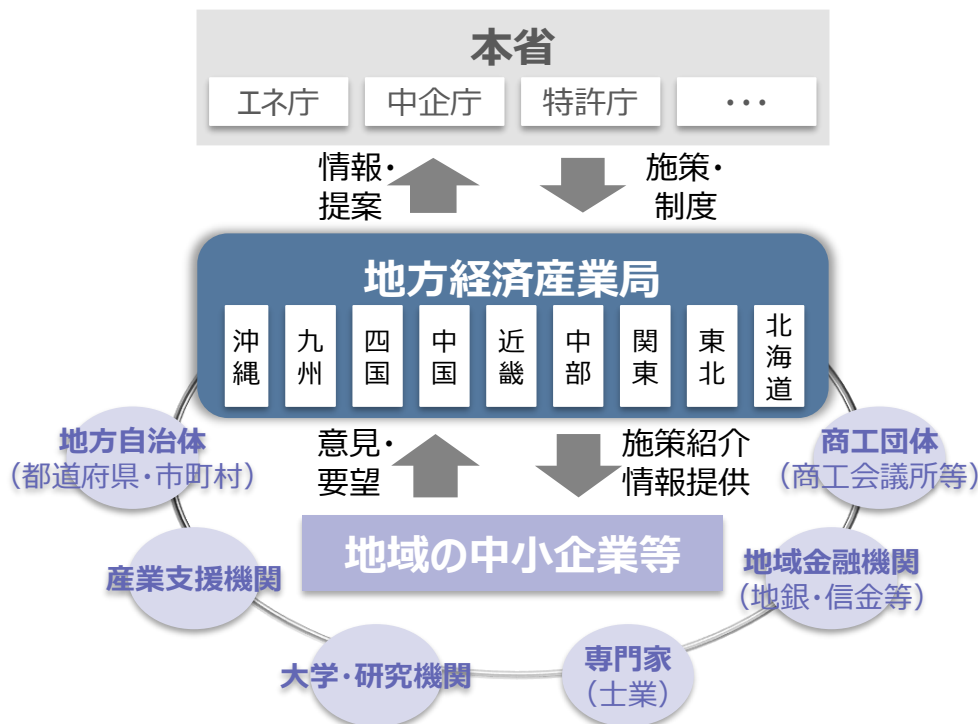
炉心・機器部素材等は再稼働需要が発生せず、一部は厳しい事業環境

- 事業承継がままならず、技能・人材喪失、部品・素材の供給途絶
- 若手人材の確保が困難
- 検査等の原子力固有に必要な工程に関する体制の維持

②供給途絶対策・事業承継（実態把握体制の強化）

- 地方経済産業局では、地域の関係機関と連携し、日頃より中小企業等への支援を実施。
- 今後、こうしたネットワークを活用し、全国に点在する原子力サプライヤ約400社に対して事業の課題をヒアリングし、実態把握を強化するとともに、原子力サプライチェーンの状況を継続的に定点観測する体制を構築する。

地方経済産業局の役割イメージ



(出所) 各種資料より資源エネルギー庁作成

実態把握の強化に向けて



(出所) 各種資料より資源エネルギー庁作成

②供給途絶対策・事業承継（支援ツール例）

- 地方経済産業局は、コストの削減や受注機会の確保など、足下の経営課題に関するアドバイスを行う相談窓口の役割を担うとともに、政府が提供する補助金・税制・金融等の経営支援ツールをプッシュ型で紹介していく。

サプライヤへの原子力事業支援ツールの例

1. 革新サプライヤチャレンジ

- プラントメーカーとの連携を通じた研究開発の支援や、海外セミナーへの参画の支援等の、海外市場獲得の支援を通じ、原子力事業者の製造機会を創出。

2. 原子力産業基盤強化事業

- 補助金を通じ、個社の事業承継やデジタル技術導入、設備改修等を支援。

3. 原子力事業者の課題解決に資するツールの紹介

- 受注機会の少ない原子力事業者に対して、デジタル技術の導入、コスト削減等の経営課題についてアドバイスを行う相談窓口の紹介や、中企庁の補助金・税制の紹介を実施。

補助金・税制の例

事業承継・引継ぎ補助金

中小企業経営強化税制

IT導入補助金

輸出大国コンソーシアム

地域未来投資促進税制

ものづくり・商業・サービス補助金

...

- 海外では政府の大規模支援の下、革新炉の実機プロジェクトが進展する中、国内では、エンジニアリング・機器製造能力の維持や研究開発・生産設備等の将来投資の不足が課題に。
- 革新炉向けの機器や部素材の設計・開発・実用化に挑戦する国内サプライヤでチームを組成し、海外の実機プロジェクトへの参画を官民で支援する仕組みを構築していく。

革新サプライヤチャレンジ事務局（仮称）

～METI・JAEA・JAIF等～

（支援メニュー例）

①コンソーシアム認定

炉型毎にJAEA・メーカー等の主幹事を定め、海外参入サプライヤを見極め、官民で情報提供

②対外発信・国際戦略

JAIF・JETROと連携し、想定サプライヤの実績や技術的強みの発信や、輸出支援を実施

③ファイナンス

JBIC・NEXIと連携し、ファイナンスによる輸出支援

④規格・設備・R&D

METIから海外規格への対応や設備改修に加え、機器・部素材のR&Dや性能検証支援

（リーダー企業例）

炉型毎のチームを「革新サプライヤコンソーシアム」として認定

EPR
チーム

三菱重工業

AP1000
チーム

東芝ESS

高温ガス炉
チーム

JAEA

Sodium
チーム

JAEA・三菱重工業

VOYGR
チーム

IHI

BWRX300
チーム

日立GE

③海外PJへの参画支援（対外発信・国際戦略）

- 更なる海外での事業機会確保に向け、価値を共有する有志国政府や産業団体との間で、**信頼性の高い原子力サプライチェーンの共同構築に向けた戦略的なパートナーシップづくりを進めていく。**
- 建設計画を持つ**海外原子力企業にサプライヤの実績や技術的強みを発信する機会を積極的に企画し、日本企業による海外展開を側面支援していく。**

日仏間の共同ステートメント



日仏原子力専門家会合「N20」
(2022.10.7)

抜粋

- 日仏の原子力産業界のリーダーが集う第27回N20会議が、2022年10月7日にフランス・パリで開催された
- 両国は、既存の原子炉の継続的な運転と**原子力の将来のために、人材を維持・育成し、サプライチェーンを強化するための課題と行動を重要視した**
- その上で、**両国において新たな原子力プロジェクトが開始される必要性を主張した**。また、安全性や品質管理等を遵守する強靱な原子力サプライチェーンを構築することの重要性を確認した。また、会合の中で**安全保障の側面の重要性についても認識**された



（出所）日本原子力産業協会資料

日米間の共同ステートメント



IAEA21世紀閣僚会議の関連セッション

日米原子力産業対話
(2022.10.26)

～NEI/コースニック会長 × JAIF/新井理事長・METI/太田副大臣～

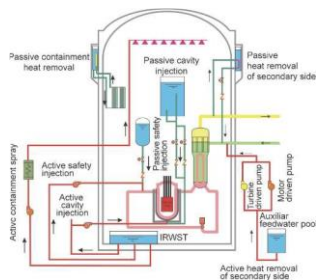
抜粋

- 我々は、日米をはじめとする価値観を共有する国の事業者間での連携を深め、世界の原子力利用を促進する。
- 具体的には、**国際的秩序の擾乱に対応するため、相互信頼と共有する価値観のもとで結束する産業の協力により、原子力サプライチェーンを強靱化していく**
- 小型モジュール炉（SMR）を含む先進的原子炉の世界展開で、両国政府が価値観を共有する他の国々と協力して必要な政策支援を行い、**世界市場での産業競争力を実現するよう日米協力を促進する**



- 海外プロジェクトへの参画には、**海外規格取得や海外独自の仕様への対応に、一定の投資が必要**。他方で、サプライヤは、今後継続的な受注が見通せない中では投資を逡巡。
- そのため、**サプライヤによる海外案件獲得に向けた投資を支援するとともに、調達元へのファイナンス支援を組み合わせ、サプライヤの海外プロジェクトへの参画を促していく**。

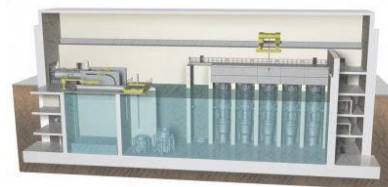
海外輸出のための規格取得支援



～輸出部品の一例～

- バルブアクチュエータは、近年では国内市場が低迷しており、製造・検査等の技能承継が課題。
- 日本ギアのバルブアクチュエータは、国外革新軽水炉市場にポテンシャル。
- 現地競合企業に対して、品質・技術面では勝機がある一方で、入札参加に向け、現地規格取得がネックに。

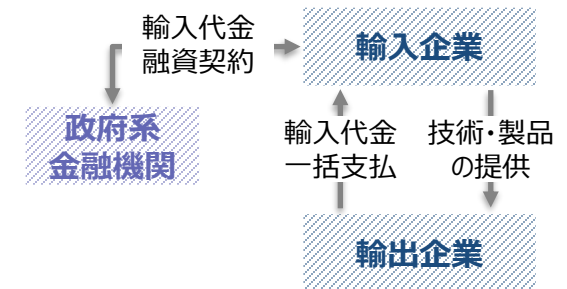
プラントメーカーとの連携



～NuScale VOYGR 外観図～

- BWRX-300は、2028年頃の運転開始を目指し、要素技術実証を推進中。
- 日立GEは、炉型情報とサプライヤの技能を勘案した上で、岡野バルブをパートナーとして、格納容器一体型バルブの開発に取り組み、将来の小型軽水炉市場でのポジション確保を狙う。

ファイナンスによる輸出支援



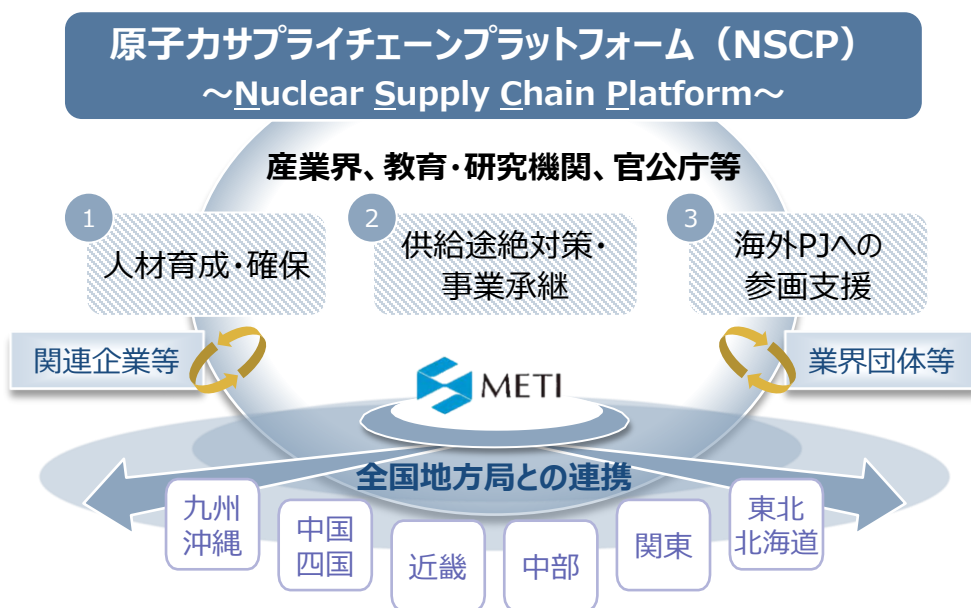
～ファイナンススキーム～

- 複数の建設プロジェクトを進めていくことを表明した海外諸国が抱える**大きな課題の一つは資金調達**。
- 金融機関と連携し、輸出代金分のファイナンスに加え、一部ローカルポジションについても融資を行うことで資金調達に貢献し、日本サプライヤの案件獲得を後押し。

原子力サプライチェーン支援体制（案）

- 政府から国内外の市場や革新炉開発の見通し等の包括的な情報提供を進めるとともに、原子力サプライヤの工程毎の状況や個別企業の実態に応じ、**原子力サプライチェーン支援をきめ細かく実施していくため枠組み**を検討するべきではないか。
- **地方経済産業局のネットワークを活用し、サプライヤとのコミュニケーション、実態把握、原子力サプライチェーンの定点観測の中で、**支援策の検討・拡充を継続していく仕組み**としてはどうか。**

サプライチェーン強化の枠組み（案）



（出所）各種資料より資源エネルギー庁作成

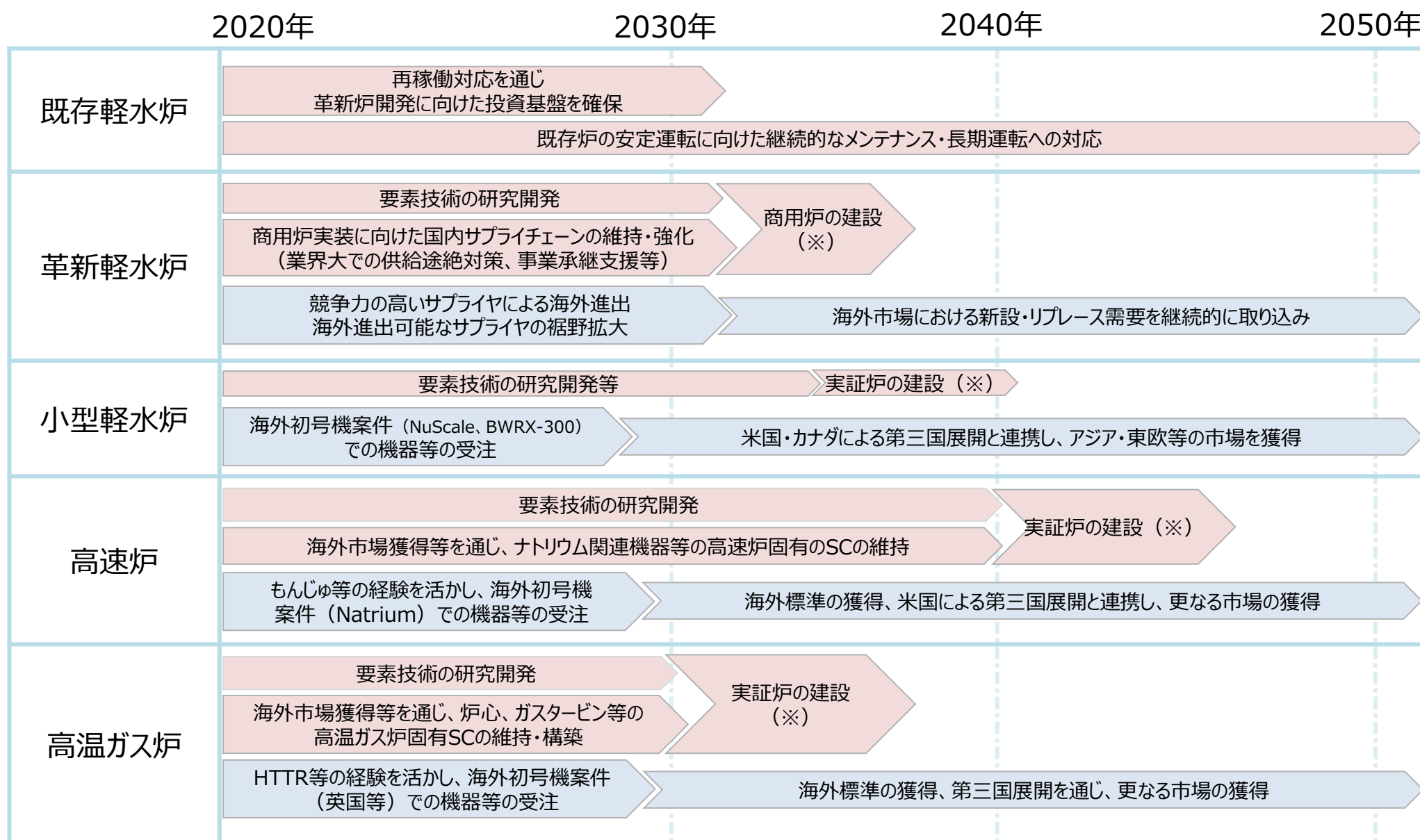
参画先のイメージ例

経産省・JAIF等の連携	PF会員向けの特設サイト・メーリスの作成・運営セミナーの企画・開催、PFパンフ作成等
プラント・電力	三菱重工、東芝、日立、IHI、電力会社等・・
サプライヤ	電機メーカー、ポンプメーカー、バルブメーカー等・・
教育機関	大学（原子力工学、電気電子、機械等・・）、高等専門学校 等・・
研究機関・業界団体・官公庁等	JAIF、JAEA、原子力人材育成ネットワーク JEMA、ANEC、文科省、経産省等・・

（出所）各種資料より資源エネルギー庁作成

【参考】原子力サプライチェーンによる市場獲得戦略

第4回革新炉WG
(令和4年7月29日) 資料3 一部加工



※実際に建設を行う場合の運転開始時期等は、立地地域の理解確保を前提に、事業者の策定する計画に基づいて決定されることとなる。

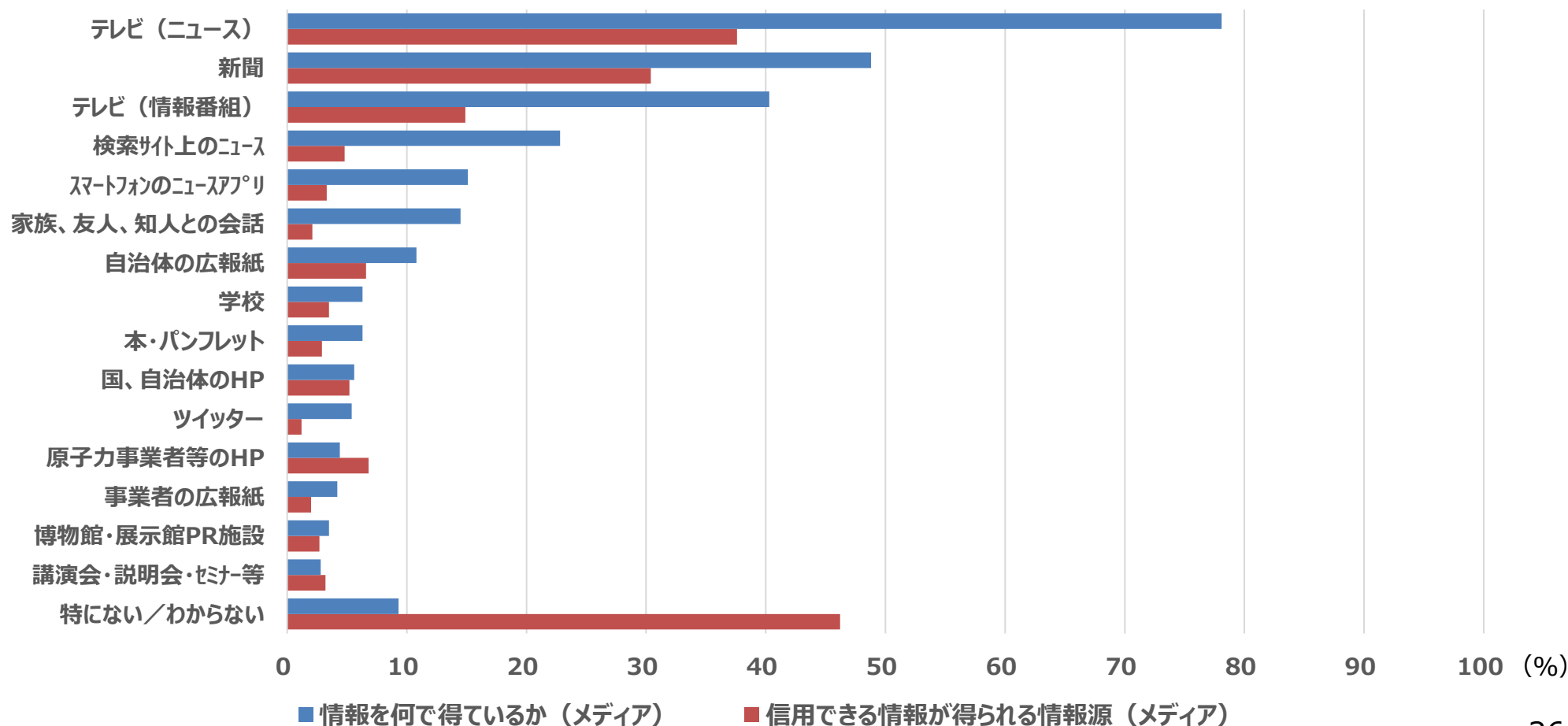
国内市場 海外市場

1. 原子力サプライチェーンの強化に向けて
2. **国民理解の促進**
3. 高速炉戦略ワーキンググループでの議論

原子力関係の情報源（原子力文化財団世論調査）

- 原子力やエネルギーに関する情報は、テレビ、新聞、インターネットから得ている者が多い。
- 加えて、若年層は学校・SNS、青年層はSNS、壮年層・高齢層は国・自治体・事業者のHP、自治体・事業者の広報誌を、他の年齢層より閲覧している傾向。
- 信用できる情報源は、特にない／わからない、が一番多く、ついで、テレビ、新聞が多い。

- 原子力やエネルギー、放射線に関する情報を何によって得ていて、信用できる情報はどれか。（複数回答可）



原子力・エネルギー広報に係る取組の全体イメージ

- 原子力立地・周辺地域では、主に説明会、意見交換会、出版・配布を実施
- 電力消費地等全国では、主にインターネットコンテンツを作成。昨年度は紙面活用を試行。

対象数

情報量

原子力立地・周辺地域

全国

説明会・意見交換会

- ✓ 住民説明会
- ✓ 対話の場
- ✓ 議会説明会
- ✓ 地域団体説明会
- ✓ 地域団体間意見交換会
- ✓ 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
- ✓ 経済団体説明会

出版・配布・展示

- ✓ 広報誌
- ✓ パンフレット
- ✓ DVD
- ✓ パネル展示
- ✓ 自治体企画広報

- ✓ パンフレット

インターネット・SNS

- ✓ 自治体企画広報
(主に電子媒体：HP、SNS、アプリ等)

- ✓ 資エネルギー庁HP
(スペシャルコンテンツ)
- ✓ NUMOのFB・You Tube

新聞・テレビ等

- ✓ 地元紙
- ✓ TV (ローカル局)

- ✓ メディアミックス
(試行)
- ✓ 全国紙

原子力・エネルギー広報に関する取組①（説明会・意見交換会）

- 立地地域・周辺地域を中心に全国各地で説明会を開催。壮年層・高齢層の参加が多い。
- 立地地域を中心に地域団体等の意見交換会を開催。青年層・壮年層の参加が多い。
- 若年層は教育機関と連携してイベントやワークショップを開催。

全国各地での説明会・講演等

- ニーズを踏まえて、エネルギーを巡る情勢や、エネルギー基本計画、原子力政策、再生可能エネルギー政策など、住民や議会等での説明会等を全都道府県で開催。
- 2016年1月から、累計で約790回、約4.2万人が参加。



地域団体等意見交換会

- 経済団体に所属する若手経営者やNPO等を対象として、エネルギー・原子力政策・地域づくりに関する意見交換会を実施。
- 地域間での意見交換会も実施。
- 自治体等がエネルギー・原子力等をテーマとした講演会等を開催する際に講師（専門家）を派遣。



教育機関と連携したイベント

- 小・中学生を対象に、科学実験ショーなどのイベントを開催（約10回／年）。
- 大学生等を対象に、説明会やワークショップを開催。
- 全国の科学館職員を対象に、エネルギーに関する実験・講演の実施に関する研修等を開催。



原子力・エネルギー広報に関する取組②（出版・配布・展示）

● 立地地域や全国にパンフレットを作成・配布・展示。

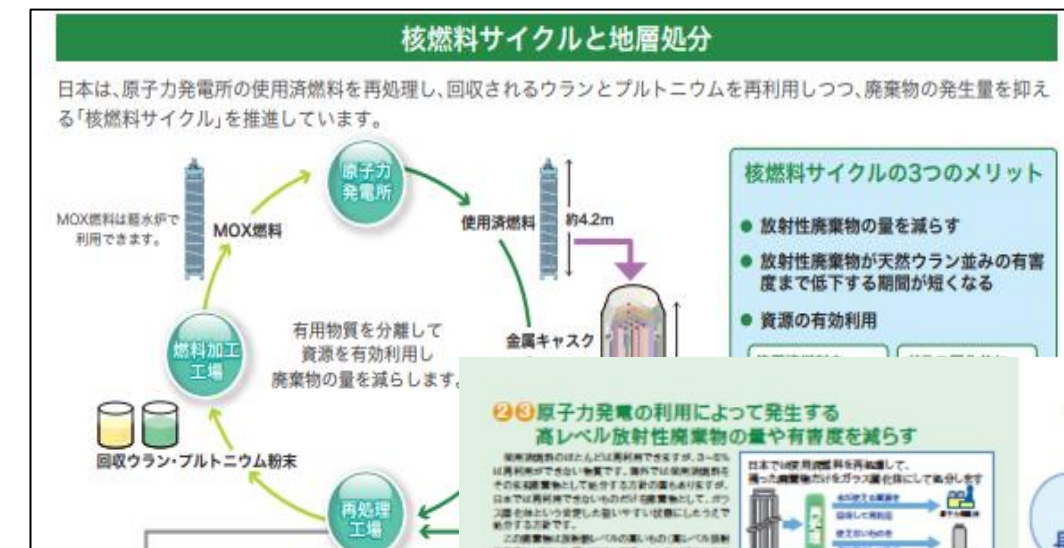
日本のエネルギー
エネルギーの今を知る 10の質問

1 安定供給 どのくらいエネルギーを供給できていますか	2 経済性 電気料金はどうなっていますか	3 環境 カーボンフットプリントはどのくらい減っていますか	4 安全性 どのくらいエネルギーを安全に供給していますか
5 S+3E エネルギー政策の基本方針はどんなものになっていますか	6 イノベーション 脱炭素化のためのイノベーションはどのくらい進んでいますか	7 再エネ 再生エネルギーの導入は進んでいますか	
8 福島復興 福島の復興は進んでいますか	9 原子力 原子力発電は必要ですか		
10 省エネ 省エネの取組は進んでいますか			

2022年2月発行

経済産業省 資源エネルギー庁

パンフレット
「日本のエネルギー
～エネルギー2021～」



②③ 原子力発電の利用によって発生する高レベル放射性廃棄物の量や有害度を減らす

使用済燃料を再処理せずに高レベル放射性廃棄物として直接処分する場合に比べ、廃棄物の量や有害度が大きく減少します。

海外では再処理をしない国もあるようですが、再処理にはこんな大きなメリットがあるの知

再処理工場などの核燃料サイクル施設では、安全性の向上に取り組んでいます。

原子力発電所と同じように、放射性物質を扱う厳格なサイクルを厳格な安全体制で確保が重要です。日本では廃棄物・放射性物質の安全管理が厳格で、世界で最も厳しい水準の安全管理が確保されています。

新燃料サイクルでは、廃棄物を減らし、資源の有効利用を図ります。また、放射性物質の安全管理が厳格で、世界で最も厳しい水準の安全管理が確保されています。

2022年度以降は、新燃料サイクルの安全性を高めるための取り組みを進めています。

再処理工場の最終的な安全対策は、本誌（本号）でご紹介いたします。

再処理のメリット

- 放射性廃棄物の量を減らす
- 放射性廃棄物の有害度を減らす
- 資源の有効利用

再処理のデメリット

- 放射性廃棄物の量を減らす
- 放射性廃棄物の有害度を減らす
- 資源の有効利用

特集2 核燃料サイクル

核燃料サイクルの「3つのメリット」を見てみよう

- 1 資源を長く使える
- 2 廃棄物の量を減らせる
- 3 有害度を減らせる

核燃料サイクルには、エネルギー資源の安定確保と廃棄物の管理、両方の面でメリットがあるんだね

① エネルギー資源を将来にわたって有効に利用する

原子力発電で使った燃料（使用済燃料）には、ウランとプルトニウムといった再処理可能な物質が95～97%含まれています。これらの物質を再処理して使うことが可能な資源です。核燃料サイクルでは、この資源を再処理という工程によって回収し、再び原子力発電の燃料に加工します。

日本はエネルギー資源に乏しく、ほとんどを海外から輸入しています。エネルギーの自給率は約12%（2019年度）しかありません。海外からの安定供給が確保されることは、エネルギーの安定供給に大きく貢献します。そのため、核燃料サイクルの推進は、エネルギーの安定供給に大きく貢献します。

② 放射性廃棄物の量を減らす

再処理によって、放射性廃棄物の量を大幅に減らすことができます。再処理によって、放射性廃棄物の量を大幅に減らすことができます。

③ 有害度を減らす

再処理によって、放射性廃棄物の有害度を大幅に減らすことができます。再処理によって、放射性廃棄物の有害度を大幅に減らすことができます。

再処理のメリット

- 放射性廃棄物の量を減らす
- 放射性廃棄物の有害度を減らす
- 資源の有効利用

再処理のデメリット

- 放射性廃棄物の量を減らす
- 放射性廃棄物の有害度を減らす
- 資源の有効利用

原子力・エネルギー広報に関する取組③（立地自治体等の取組支援）

- 原子力発電施設等に関する立地自治体等の広報活動を支援（広報・調査等交付金）。
- 住民・自治体・事業者・科学者等による意見交換会、広報誌、展示物等の取組に加え、スマートフォン（アプリ）を活用した取組も増加。

自治体作成の原子力広報誌



広報施設で活用事例（展示物とアプリ）

原子力広報施設館内の展示物について、スマートフォンやタブレットなどの情報端末向けのアプリケーションを整備。アプリ内のクイズやゲームの活用により効果的に発信。



出典：原子力の科学館「あっとほうむ」HPより

原子力情報アプリ（愛媛県）

①放射線量のモニタリング結果表示

県内や周辺6県の放射線測定結果がリアルタイムでわかります！



③原子力に関する基礎知識習得

クイズ形式もあり楽しく学べます！



福井県原子力センター（原子力の科学館「あっとほうむ」）の公式アプリ：**あっとほうむランド**

あっとモード

（「あっとほうむ」に来館時のみ利用可）

遊び方は簡単！
「あっとほうむ」で3択クイズや簡単なゲームにチャレンジするだけ。
10問正解して「えねもん」の卵をゲットしよう！卵からキュートなモンスターが生まれてくるよ！



おうちモード

（「あっとほうむ」内外で利用可）

帰宅後は「えねもん」にエサをあげて、レベルアップさせよう！
「おうちモード」のクイズに 答えるとエサをゲットできるぞ！
みんなの知識と一緒に「えねもん」もどんどん進化するよ！
進化&合体して、目指せ！最強モンスター！



原子力・エネルギー広報に関する取組④（インターネット・SNS等）

- 資源エネルギー庁HPに、「スペシャルコンテンツ」コーナーを設け、定期的に発信。
- NUMOとも連携し、若年層向けにYouTubeやSNSを活用して地層処分関連情報を発信。

資源エネルギー庁HP「スペシャルコンテンツ」の発信

- 資源エネルギー庁HPで、カーボンニュートラルや福島復興、エネルギー政策、原子力政策、核燃料サイクル、最終処分等に関して、有識者へのインタビューも交えて、定期的に配信。
- 2017年6月の開始から、これまで約320本の記事を配信。うち、原子力関連の記事は約60本。



NUMOでのYouTube、SNSを活用した発信

- NUMOのYouTubeチャンネルで、クリエイターを志す学生が地層処分をテーマに制作した動画等を公開。公開中の動画は約80本。再生回数は最も多い動画で140万回以上。
- 地層処分に気軽に接していただけるよう、facebookも活用して情報発信。2021年度の投稿数は52本。

【画像】NUMO YouTubeチャンネル、facebookから転載



原子力・エネルギー広報に関する取組⑤（新聞等）

- 今年、新聞広告とインターネット・SNS・動画を組み合わせたメディアミックス事業を試行。
- 新聞非購読層の若年層向けにはツイッターで配信。

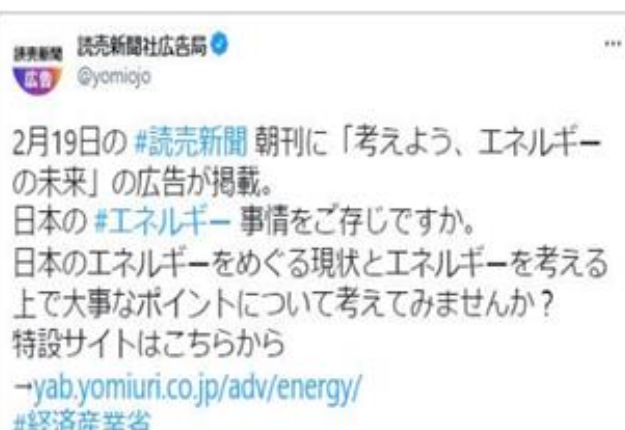
新聞広告

●全5段広告(2月19日掲載)



SNS

2022年2月19日(土)配信



動画①

① 安定供給
Energy Security



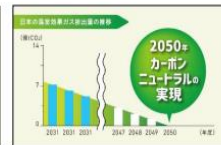
動画②

② 経済効率性
Economic Efficiency



動画③

③ 環境適合
Environment



関連HP



動画
(QRコードから
誘導)

国民各層とのコミュニケーションの深化

（第28回原子力小委員会）

- 国民理解に関して、そもそも**コミュニケーションや情報を発信の目的**が国民理解なのか、信頼獲得なのか、関心を得ることなのか、不安を払拭することなのか、**国からの発信においては精査した上で行うべき。**
- 決まった方針について理解を促すスタンスで無く、民意を反映した**意思決定のためオープンな議論を活性化していくスタンス**が大切。
- **社会的な問題、電力不足や安定供給、貿易赤字などのエネルギーを取り巻く社会的問題に踏み込み説明**するとともに、エネルギー社会の現状、将来に何が起こるかということを定量的にわかりやすく説明をする必要。
- エネルギー政策の全体像を見せ、どうあるべきかを議論していくことが必要。新聞広告、ユーチューバーを通じて**電源のメリット・デメリットを示し、あなたはどのように考えるかというアプローチ**はわかりやすい。
- **初等教育・中等教育により国民の世論が大きく変わる可能性**があるため、そこに関する働きかけを積極的に行っていくべき。
- 技術的なことだけではなく、**地域の方との信頼関係が醸成されるような状況を作るための発信**が必要。発電所勤務者の人となりや日常の発信、そうした方の地元愛を紹介する等、この人の言うことは信じられる、という環境づくりも重要。
- エネルギー情勢に対する関心の高まりを踏まえて、国による原子力に対するコミットメントをさらに示し、**原子力に対する理解促進のため継続的な対話**が行われることが重要。

● 国民各層とのコミュニケーションの深化

- 昨今、原子力に対する意見にも変化が見受けられる中で、コミュニケーションの質・量の強化を図っていく必要があるのではないか。
 - エネルギー政策の全体像及び原子力の位置づけや価値についての関心の喚起、丁寧で分かりやすい情報発信
 - ニーズや情報入手傾向に応じた情報発信の工夫や多様化

1. 原子力サプライチェーンの強化に向けて
2. 国民理解の促進
3. **高速炉戦略ワーキンググループでの議論**

高速炉「戦略ロードマップ」

- **高レベル放射性廃棄物の減容化、有害度低減、資源の有効利用**といった核燃料サイクルの効果を高める高速炉開発を推進。
- 2016年12月、「『もんじゅ』の取り扱いに関する政府方針」とともに、高速炉開発の目標や原則を定めた「**高速炉開発の方針**」を決定。本方針に基づき、2018年12月、研究開発政策の在り方やプレーヤーの役割を定めた「**戦略ロードマップ**」を策定し、ロードマップに基づく高速炉開発を推進中。

「戦略ロードマップ」（2018年12月21日 原子力関係閣僚会議決定）

＜スケジュール＞

- “**高速炉の本格的利用**が期待されるタイミングは**21世紀後半のいずれかのタイミング**”
- “**例えば21世紀半ば**の適切なタイミングにおいて、技術成熟度、ファイナンス、運転経験等の観点から**現実的なスケールの高速炉が運転開始されることが期待**”

＜開発の進め方＞

【ステップ1：競争の促進】

“当面5年間程度は、これまで培った技術・人材を最大限活用し、民間によるイノベーションの活用による多様な技術間競争を促進する。”

【ステップ2：2024年以降に採用する可能性のある技術の絞り込み・重点化】

【ステップ3：今後の開発課題及び工程についての検討】

イノベーションによる技術間競争と基盤整備の取組

- 高速炉委託事業において、多様な高速炉概念に幅広く適用できる評価ツール、基準の整備や、**枢要技術の確立、試験研究施設の整備等を実施**
- 2019年度より、補助事業において民間企業による多様なイノベーションを推進
- JAEAにおいて、イノベーションの基盤を整備
- ✓ **高速炉を含む10のフーズビリティスタディを支援中**

✓ 革新炉の規格基準策定

国際原子力機関（IAEA）
第4世代原子力システムに関する国際フォーラム（GIF）
経済協力開発機構/原子力機関（OECD/NEA）
規格基準の提案 ↑ ↓ フィードバック

JAEA

✓ 常陽（実験炉）



多様な材料への照射が可能

※地域での取組例（福井県・共創会議）

地域企業等の関係者の協力を得て原子力関連研究開発・人材育成拠点の形成に向けた検討を推進

- ✓ CN実現に向けた原子力の持続的な活用
- ✓ **もんじゅ廃炉データを活用した高速炉開発**
- ✓ 試験研究炉を活用した原子力の用途拡大
- ✓ 原子力・エネルギー教育の推進

高速炉戦略ワーキンググループでの議論①

- 高速炉戦略WGにて、戦略ロードマップに基づき、2024年以降の高速炉開発の在り方を検討。
- 外部有識者の技術評価を踏まえた、戦略ロードマップの改訂案を議論。

戦略ロードマップ改訂案の主なポイント

(開発を優先すべき冷却材)

- 技術の成熟度と必要な研究開発、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等の観点から、ナトリウム冷却高速炉が今後開発を進める概念として最有望と評価。
- 軽水冷却高速炉や熔融塩高速炉は、それぞれ燃料技術の実現性や基礎・基盤的な研究の継続が引き続き必要と評価。

(今後の開発の作業計画)

2023 年夏：2024 年以降の概念設計の対象となる炉概念の仕様を選定

2024 年度～2028 年度：実証炉の概念設計・必要な研究開発

2026 年頃：採用する燃料技術の具体化

2028 年頃：炉の概念設計の結果と制度整備の状況等に基づき、実証炉の基本設計・許認可の開始への移行判断

- 高速炉戦略WGにて、戦略ロードマップに基づき、2024年以降の高速炉開発の在り方を検討。
- 外部有識者の技術評価を踏まえた、戦略ロードマップの改訂案を議論。

戦略ロードマップ改訂案の主なポイント

(各プレイヤーの役割・開発体制)

- 実証炉の開発工程の具体化を進めるにあたっては、関係者間での体制構築に向けた認識の共通化に加え、社会から当該技術が受容されるための説明責任を果たし、立地対策や規制対応についても具体的な対応の検討が必要。
- また、適切な事業運営体制が構築されることが必須であり、国やJAEA等各プレイヤーの役割・開発体制について、改めて明確化する必要。

【参考】これまでの経緯および今後の進め方

● 2018年12月「戦略ロードマップ」策定

＜開発の進め方＞

- ステップ1：当面5年間程度は民間のイノベーションの活用による多様な技術間競争を促進。
- ステップ2：2024年以降に採用する可能性のある技術の絞り込み・重点化
- ステップ3：今後の開発課題及び工程についての検討

● 2022年7月29日 戦略WG①

- 戦略WG再開、実用化に向けた開発目標、技術評価委員会の設置 等

● 夏 技術評価委員会

- 民間企業の提案に対する技術評価

● 9月13日 戦略WG②

- 技術評価を踏まえた高速炉開発の在り方、「戦略ロードマップ」改訂の方向性 等

● 9月26日 戦略WG③

- 「戦略ロードマップ」改訂案

※今後、「戦略ロードマップ」改訂に向けて、必要な手続きを進めていく。