(参考資料)原子力(次世代革新炉)

次世代革新炉の種類(各事業者による開発コンセプト)

2024.10.3 第8回GX実現に向け た専門家ワーキンググループ 資料1

革新軽水炉

現行炉のメカニズム・出力規模をベースに安全性を高めた炉

◆ 三菱重工業 (SRZ-1200)

〇特長

- ✓ 技術熟度が高く、規制プロセスを含め高い予見性あり
- ✓ 受動安全システムや外部事象対策(半 地下化)により更なる安全性向上
- ✓ シビアアクシデント対策(コアキャッチャー、 ガス捕集等)による発電所外の影響低減

〇課題

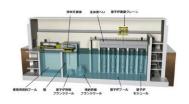
- ✓ 初期投資の負担
- ✓ 建設長期化の場合のファイナンスリスク

SMR(小型モジュール炉)

現行炉と比べて小型の軽水炉



◆ GE日立 (BWRX-300)



◆ NuScale (VOYGR)

O特長

- ✓ 炉心が小さく自然循環冷却
- ✓ 事故も小規模になる可能性
- ✓ 工期短縮・初期投資の抑制

〇課題

- ✓ 小規模なため効率が低い (規模の経済性が小さい)
- ✓ 安全規制等の整備が必要

<u>高速炉</u>

冷却材にナトリウムを使用し、高速中性子を用いる炉



◆ 三菱重工業 (実証炉)

O特長

- ✓ 金属ナトリウムの自然対流による自然冷却・ 閉じ込め
- ✓ 放射性廃棄物の減容・有害度低減
- ✓ 資源の有効利用

〇課題

- ✓ ナトリウムの安定制御等の技術的課題
- ✓ 免震技術・燃料製造技術等の技術的課題

<u>高温ガス炉</u>

冷却材にヘリウムガスを使用し、高温の熱を得る炉



◆ 三菱重丁業(実証炉)

O特長

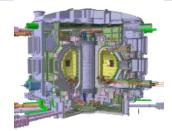
- ✓ 高温で安定なヘリウム冷却材(水素爆発なし)
- ✓ 高温耐性で炉心溶融なし
- ✓ 950℃の熱利用が可能(水素製造等に活用)

〇課題

- ✓ エネルギー密度・経済性の向上
- ✓ 安定な被覆燃料の再処理等の技術的課題

核融合

核分裂反応ではなく、核融合反応から熱を得る炉



◆ ITER (実験炉)

O特長

- ✓ 連鎖反応が起こらず、万一の場合は反応がストップ
- ✓ 放射性廃棄物が非常に少ない

〇課題

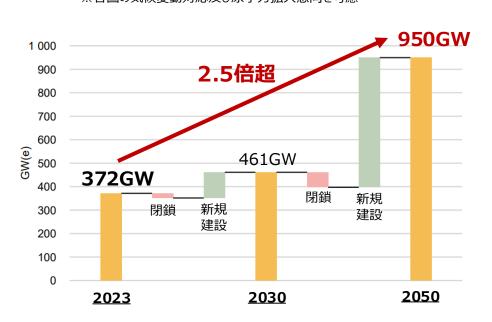
- ✓ プラズマの維持の困難性、主要機器の開発・設計 (実用化には相応の時間が必要)
- ✓ エネルギー密度・経済性の向上

世界の原子力発電設備容量の見通し

- 2024年9月、IAEA(国際原子力機関)は、世界の原子力発電設備容量の見通しを公表。 高予測シナリオでは、<mark>2050年の世界の原子力発電設備容量が、2023年末比で2.5倍超</mark>に達 すると予測。特に、中央・東アジアにおける伸びが顕著となっている。
- また、<mark>SMR</mark>(小型モジュール炉)について、高予測シナリオでは、<mark>2050年までの原子力発電設</mark> 備容量増加分の24%を占めると推定。

世界の原子力発電設備容量の見通し(高予測シナリオ※)

※各国の気候変動対応及び原子力拡大意向を考慮



地域別の原子力発電設備容量の見通し

• 高予測シナリオでは、世界の全地域に原子力発電所が建設される想定

	2022	2030		2050		
	2023	低予測	高予測	低予測	高予測	
世界	371.6	414	461	514	950	
北米	109.5	108-	110	89	→ 228	+100GW超
中南米・カリブ	5.1	5	5	8	20	_
欧州(東欧除く)	93.8	86	88	69	135	_
東欧	54.5	5 4-	60-	66	112	+50GW超
アフリカ	1.9	4	6	10	24	_
西アジア	4.4	9	10	17	32	
南アジア	10.5	18-	23	45	▶ 88	+50GW超
中央・東アジア	91.9	1-3-0-	160	207-	-> 297	+200GW超
東南アジア		-	-	3	11	_
オセアニア	_	_	-	_	2	_

COP28

● COP28の決定文書では、世界の進捗と1.5℃目標には隔たりがあり緊急的な行動が必要であること、世界全体で再エネ3倍・省エネ改善率を2倍へ拡大、化石燃料からの移行などに合意。

COP28/GSTの概要

- 1.5℃目標の達成に向けて緊急的な行動が必要。
- 2030年までに再工ネ発電容量を世界全体で3倍、省エネ 改善率を世界平均で2倍へ拡大。
- 排出削減が講じられていない石炭火力フェーズダウン加速
- 2050年ネットゼロに向けた化石燃料からの移行
- 再エネ、原子力、CCUSなどのCO2除去技術、低炭素水
 素などを含むゼロ・低排出技術の加速



原子力3倍宣言※の概要



気候変動に関する政府間パネル(IPCC)の分析によれば、 **平均1.5℃シナリオでは、2020年から2050年にかけて、 世界の原子力発電設備容量が約3倍に増加することを認 識**し、(中略)

各参加国の異なる国内事情を認識しつつ、2050年までに 2020年比で世界全体の原子力発電容量を3倍にするという野心的目標に向けた協働にコミットする。

※ 日本を含む25カ国(2024年1月時点)の有志国による共同宣言

【参考】世界の原子力利用国の状況

2024.6.25 第39回原 子力小委員会 資料1

2024年6月時点

将来的に利用

16力国

28力国

·米国 [94/0] ·スウェーデン [6/0] ·メキシコ [2/0]

・フランス [56/1] ・チェコ [6/0] ・ルーマニア [2/0]

・中国 [56/25]・パキスタン [6/0] ・オランダ [1/0]

・ロシア [36/4] ・スロバキア [5/1] ・アルメニア [1/0]

・韓国 [26/2] ・フィンランド [5/0] ・イラン [1/1]

・インド [20/7] ・ハンガリー [4/0] ・UAE [4/0]

・カナダ [19/0] ・アルゼンチン[3/1] ・ベラルーシ[2/0]

・ウクライナ [15/2] ・南アフリカ [2/0] ・スロベニア [1/0]

·英国 [9/2] ·ブラジル [2/1] ·日本

·ブルガリア [2/<mark>0</mark>]

凡例: [運転中の基数 / 建設中の基数]

「運転中の基数」 = IAEAにより "In Operation"と紹介されている基数

「建設中の基数」 = IAEAにより "Under Construction"と紹介されている基数

・インドネシア ・トルコ[4]

・ウズベキスタン・ナイジェリア

・エジプト[4] ・バングラディシュ[2]

・カザフスタン・フィリピン

・ガーナ・ポーランド

・サウジアラビア・イタリア

・シリア・モロッコ

・リトアニア・ヨルダン

凡例: [**建設中の基数**]

「建設中の基数 | = IAEAにより

" Under Construction"と紹介されている基数

現在、原子力を利用

4力国·地域

・スペイン [7] (2020年政府発表/2035年閉鎖)

・ベルギー [5] (<u>2003年法制化</u>/2035年閉鎖)

・スイス [4] (2017年法制化/-)

·**台湾** [2] (2016年政府発表/2025年閉鎖)

凡例: [運転中の基数]

(脱原発決定年/脱原発予定年)

「運転中の基数」 = IAEAにより "In Operation"と紹介されている基数

4力国

現在、原子力を利用せず

・ドイツ (2002年法制化/2023年閉鎖)

・オーストリア (<u>1978年法制化</u>)

・オーストラリア(1998年法制化)

・マレーシア (2018年首相発言)

出所:IAEA Power Reactor Information System ホームページ等を基に、資源エネルギー庁作成

(注)主な国・地域を記載

5

将来的に非利用

先進国での支援例

● 米·英は、相次いで原子力への大規模な支援策を発表。①安全性を高めた大型軽水炉の支援等、②革新炉の 研究開発支援の二本立てであり、後者は具体的な実証・実装プロジェクトに紐付けられている。仏・韓も具体的 な原子力支援を表明。国営企業が、新規建設で産業基盤を維持しつつ、将来に向けた革新炉開発も推進。

米国

英国

仏国 仏国



韓国

◆既設支援

- •経済的困難な状況に ある既設炉への財政支援 (2022年4月): \$60億(約6,000億円)
- ・既設炉の販売電力量に応じ 税控除

◆新設支援

- 国内新規建設を支援する 資金調達モデル(RABモデ ル)関連法が成立 (2022年3月)
- 大型原子力発電所の 新規建設推進:
- ▶ サイズウェルC建設への直接投資 £6.79億(約1,018億円)等

◆新設支援

- 2020年9月「France Relance」にて原子力産業 の支援策を発表。
 - ▶ 人材支援 €約1.1億(約143億円)
 - ▶ 中小企業支援 (ファンド創設) 総額€2億(約260億円)
- ◆マクロン大統領は、2022 年2月に「6基のEPR2 の新設に着手し、更に8 基の新設に向けた検討を 開始しと宣言。

◆**海外新設**支援

- 輸出推進のため「原子力輸」 出諮問委員会 を2021年 に設置。
- 中小企業の資機材輸出の ためのポータルサイトを立ち トげ。
- **◆国内建設**(3基建設中)
- 政府および政府系金融機 関が電力公社に50パーセ ント超の株式を保有し、下 支え。

◆研究開発

- 革新炉実証プログラム (ARDP)(2020年5月): \$32億(約3,200億円)/6年 実証炉2基に対する資金支援
- ➤ TerraPower社(高速炉): 約2000億円
- X-energy社(高温が次原): 約1200億円
- SMRの技術開発支援・財政 支援
- ➤ NuScale社: R&D \$5.3億(約530億円) 運営主体支援 \$13.55億 (約1355億円)/10年間

◆研究開発

- 「革新原子カファンド」 設立 (2020年12月):
- £3.85億(約577億円)
- ➤ SMR開発: £2.15億(約322億円)
- ➤ AMR実証炉開発 (高温ガス炉) £1.70億(約255億円)
- 「未来の原子力実現基金」 設立 (2022年5月): £1.2億(約180億円)

◆研究開発

- SMRを含むプロジェクトに €10億(約1,300億円) (2021年10月)
- ◆マクロン大統領は、「2030 年までに、革新的な小型 原子炉をフランスに導入す る比発言。

◆研究開発

- SMRを含むプロジェクトに 2兆7000億W(約2700 億円)/(2022年から5 年間)
- ※詳細な内訳は不明。

非従来型炉 研究開発 支援

大型軽水炉

支援

幅広い産業における原子力利用の拡大

● 近年、データセンター等の電力需要増を見込んだ海外IT企業による原子力活用や、炭素集約度の高い産業における積極的な原子力活用に向けた動きが報じられている。

IT産業における原子力活用の動き

米: Microsoft社

● 2023年6月、**米コンステレーション・エナジー社**(原子力 発電事業者)と、**データセンター向けに原子力由来の電力 を供給する契約**を締結。

米: OpenAI社

- 2023年7月、ChatGPTを開発したOpenAI社のアルトマン CEOは、**米オクロ社** (2015年から同氏が会長を務める革 新炉開発ベンチャー) がニューヨーク証券取引所への上場を 行う方針を発表。
- 上場で得られた資金は、<u>液体金属を用いた</u> マイクロ高速炉「Aurora」の開発に充てられ、データセンターや産業施設等を将来顧客として見込んでいる。また、同社は、

NETFLIX社、Apple社、Google社等との提携を発表している。



オクロ社が開発する マイクロ高速炉「Aurora」

スウェーデン: Bahnhof (バーンホフ) 社

- Bahnhof社は、ストックホルムにあるデータセンターにSMRを 設置する考えを表明。
- スウェーデンメディアのSVT Nyheterは、スウェーデンのデータセンターは現在、年間3TWhの電力を消費しているが、2、3年内にはこの需要が倍増すると推計している。

製造業における原子力活用の動き

加: Cenovus Energy社(石油·天然ガス総合企業)

● 多量の温室効果ガスを排出するオイルサンド回収事業への SMRの適用可能性について複数年にわたる調査を実施。 アルバータ州政府は2023年9月、同事業に対し700万加 ドル(約7億7,000万円)を助成すると発表した。



セノバス社の幹部およびアルバータ州政府の 関係閣僚ら ©Government of Alberta

米: Nucor社(鉄鋼メーカー)

● 2023年5月、**米NuScale社製のSMR「VOYGER」を** <u>ベースロード電源</u>として、**製鋼所にクリーンな電力を供給**する計画を進めるため、同社との協力深化に向けた覚書を締結。

米: Dow社 (化学メーカー)

 ◆ 熱電併給可能な米X-energy社製 SMR「Xe-100」 4 基を備えた発電 所の建築を目指すDow社は、2023 年 5 月、テキサス州シードリフト市を 建設予定地に選定。



「Xe-100」発電所の完成予想図

©Dow

革新炉型毎のグローバル市場獲得ポテンシャル

■ 革新軽水炉では、大型鍛造品や蒸気発生器・タービンなど海外市場で一定の競争力を有するサプライヤが国内に存在。その他炉型についても、相手国のサプライチェーンの弱みを補完する形で、初号機プロジェクトに参画し実績を積むことで、将来市場を獲得できる可能性。

	対象国	市場規模1	機器·部材例	備考
EPR	英、仏、東欧等 (18基~)	250億円~/基	大型鍛造品、ポンプ 蒸気発生器、バルブ 等	■ 仏英において、大型の革新軽水炉(EPR、EPR2)の建設の動き。 日本勢による受注確度が高い機器・部材も あり、仏国内の生産能力次第では 更なる市場拡大が見込める 可能性
AP1000	欧州等 (数基~)	250億円~/基	タービン、格納容器 大型鍛造品、ポンプ、バルブ 等	■ WECはポーランド等の欧州で受注活動展開中。 <u>米ボーグルで</u> 日本企業の供給実績あり、欧州でも市場獲得 の可能性
高温ガス炉	英、ポーランド (各1基)	400億円~/基	制御棒駆動装置、バルブ、 大型鍛造品、燃料交換機、 炉内構造物・黒鉛材 等	■ 英国実証炉やボーランド研究炉について、HTTRで実績をもつJAEAと連携中。 自国調達目標が低く(英国は自国調達 率50%を目標) 、 主要な構成機器・部材で受注 の可能性
高速炉 Natrium	米 (1基)	200億円~/基	燃料交換機、制御棒計装 原子炉容器、バルブ等	■ JAEA/もんじゅの経験を活かし、米テラパワー社と開発協力。 原子炉容器・炉内構造物・ナトリウム冷却系統機器等につい て、受注の可能性
VOYGR (NuScale)	米、ル−マニア等 (2基~)	100億円~/基	格納容器、伝熱管 バルブ、溶接材 等	■ 先行する北米・東欧案件への機器供給を通じ、グローバル市場獲得を目指す。現地企業と連携した原子力機器供給モデルの構築を通じた市場獲得の可能性
BWRX-300	カナダ、米、欧州等 (9基〜)	100億円~/基	原子炉容器部材 制御棒駆動機構 バルブ、炉内構造物 等	■ 日立GEは実プロジェクトへの主要機器・部材供給を目標に 対応中。 北米に加え、欧州で候補炉型に選定され、機器・部 材供給市場拡大の可能性
SMR-300	米、欧州等 (数基~)	60億円~/基	鍛造材、バルブ 計装制御システム 等	閉鎖済みパリセイド原発を再稼働させ、その敷地内にSMRを 建設する計画三菱電機は計装制御システムを2016年から共同開発中

(出所) 関係者ヒアリング、各種資料等をもとに作成

2024.11.1 第9回GX実現に向けた専門家ワーキンググループ 資料1

- 震災以降、新規建設プロジェクトが途絶する中で原子力の売上構成比の低さ等から、原子力規格・製造設備・人材の維持が難しく撤退を意識するサプライヤも存在。一方、高い国産率により国内経済や雇用に対する貢献度が高く、脱炭素電源の需要増による世界的な市場ニーズも拡大。
- 日本企業は、大型鍛造品や蒸気発生器・タービンなどサプライチェーンに関する高度な技術及び国際競争力を有しており、今後海外を含む新規建設・市場拡大が想定される中で、原子力サプライチェーンの維持・強化に取り組む必要がある。
- 次世代革新炉の建設に向けて、海外市場機会の獲得も見据え、供給途絶・人材不足等の課題を解決しながら、技術開発・人材育成・供給能力向上など企業の競争力を一層強化していくため、 GX推進戦略等に則った更なる支援が重要。



【参考】サプライチェーン支援を通じた産業競争力強化・排出削減への貢献

- 日本の高い技術力と広範なサプライチェーンを背景に、海外市場機会の獲得や人的・物質的投資の更なる拡大による産業競争力強化・経済成長に寄与。
- 原子力発電は運転時にCO2を排出せず、ライフサイクルCO2排出量においても低い水準であり、 原子力サプライチェーン全体でGXに大きく貢献。

産業競争力強化

- 世界の原子力の市場規模は、2050年には最大で年間40 兆円まで拡大し、その中で非従来型炉は市場の最大25%に なるとの予測もある。また、COP28では有志国22カ国(現 31カ国)による「2050年までに原子力発電量を3倍にする」旨の共同宣言(原子力3倍宣言)を発表。
- 日本は主要国の中でも、大型鍛造品や蒸気発生器・タービンなど世界トップレベルの技術力と強固なサプライチェーンを温存しており、海外各国に対する機器・部素材供給など海外市場を獲得できるポテンシャル。建設計画を持つ外国政府・企業等に対する官民サプライヤミッション団派遣等も実施。
- **9割超の高い国産率**を誇り、年間約2兆円の市場と8万人規模の産業の人的・物質的投資の更なる拡大、電力の安定供給等による経済成長と国際競争力の強化に寄与。
- 運転を担う電力会社、定検工事・保守の工事会社のほか、 プラントメーカーや原子力固有の技術をもつサプライヤ(約 400社)、土木建築工事会社等、**多岐に亘る領域で良質** な雇用を創出し、発電所立地により地域経済にも貢献。

排出削減

- 原子力は、発電時にCO2を排出しないことに加え、電源毎のライフサイクルCO2排出量でも、水力・地熱に次いで低い水準。
- 燃料投入量に対するエネルギー出力が大きいほか、化石燃料比で必要な燃料量が少なく地政学リスクも小さいことから、 継続的かつ安定的なGXへの貢献が可能。
- 新規炉の建設により、<u>原子カサプライチェーン全体でCO2</u> <u>排出削減に貢献</u>できることに加え、プラントメーカーをはじめと して、GXリーグへの参画や電炉への移行など個社単位でも 排出削減の取組が進行。
- 欧米諸国やアジア各国等においては、データセンターや鉄鋼、石油・ガス、化学等の炭素集約度の高い産業において、<u>脱</u>炭素電源として原子力発電の積極的な活用が見込まれている。

2024.11.1 第9回GX実現に向けた専門家 ワーキンググループ 資料1 ※一部時点修正

【参考】原子力関連分野における民間事業者の支出額(一部)

● 原子力事業者により、新規制基準に対応するための安全対策費用を含め、年間2兆円程度の支出が行われ、 うち百億円程度が研究開発費として支出されている。

	電気事業者 [※] の原子力関係支出高(億円)				
(年度)	(合計)	うち、研究開発費(推計値)			
2010	21,420	137			
2011	18,101	75.5			
2012	14,986	82.4			
2013	15,083	75.7			
2014	17,021	107			
2015	18,901	117			
2016	18,695	108			
2017	18,891	99.0			
2018	21,188	81.7			
2019	20,155	83.3			
2020	21,034	106			
2021	17,646	135			
2022	18,392	121			
2023	20,510	163			

[※] 原子力発電所を有する発電事業者

国際連携プロジェクトにおける貢献

国内の高い製造・研究開発基盤を生かして米英仏等の革新炉プロジェクトに参画し、欧米諸国の原子力産 業基盤維持と世界の脱炭素に貢献。

小型軽水炉(SMR)

- •小型、受動安全(約300℃)
- •モジュール生産、工期短縮
- ⇒固有の安全性、低資本費



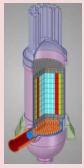
高速炉

- 高速中性子を利用した、 ナトリウム冷却炉 (約550℃)
- ⇒固有の安全性、資源の有効 利用、放射性廃棄物の減容 化・有害度低減



高温ガス炉

- •化学的に安定したヘリウム 冷却材・多重被覆燃料を使 用した高温の原子炉 (約950℃)
- ⇒熱利用・水素製造、 固有の安全性











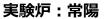
高速炉R&D協力



イギリス 高温ガス炉











試験設備:AtheNa 試験炉:HTTR



中露における革新炉開発の動き

● 中国・ロシアは、革新炉においても、米英仏に先駆けて、開発・実証を推進中。

中国

<高速炉>

- ➤ ロシア技術の輸入により実験炉(CEFR)を運転中。
- 2017年、実証炉(CFR600)建設を開始。2023年稼働予定。
- ▶ 2030年代に商用炉(CFR1000/1200)導入 予定。

<高温ガス炉>

CEFR外観

- ▶ 2000年、実験炉(HTR-10)が運転開始。
- ▶ 2021年、実証炉(HTR-PM)が初臨界。 2023年12月6日、 168時間の連続運転試験を クリアし、正式に商業運転を 開始。



HTR-PM外観

<SMR>

➤ 2021年、国産PWR型SMR「玲龍1号」の実証 炉を着工。2026年運転開始予定。

ロシア

<高速炉>

- ▶ 旧ソ連時代から豊富な運転経験を有する。
- ➤ 1980年、原型炉(BN-600)運転開始。
- ➤ 2015年、実証炉(BN-800)運転開始。
- ▶ 2035年頃に商用炉(BN-1200)導入予定。

<SMR>

- ▶ 2020年、世界で初めて浮体式洋上SMRである アカデミック・ロモノソフの商業運転を開始。
- ➤ 2021年、極東サハ自治共和国内に商用陸上 SMRの建設許可を発給。2028年までの完工を 目指す。



BN-800外観



アカデミック・ロモノソフ外観

【参考】革新軽水炉に関する民間事業者の取組

2024.11.1 第9回GX実現に向けた専門家ワーキンググループ 資料1

- 電力・メーカー等から成る原子力エネルギー協議会(ATENA)は、<mark>革新軽水炉の導入</mark>に向けて同会内に<mark>革新</mark> 軽水炉WGを設置し、規制基準との関係性を含め課題検討・整理を進めている。
- 規制委員会との意見交換において、ATENAから、2024年3月には<mark>革新軽水炉の規制基準に関する今後の意見交換の進め方イメージ</mark>を、9月には<mark>規制の予見性が十分でないと考える事項</mark>を提示。規制委員会は、10月、実務レベルの技術的意見交換会を設置し議論を進めていく方針を了承。

原子力規制委員会-ATENA·CNO意見交換会※(2024年9月12日)

※第19回 主要原子力施設設置者(被規制者)の原子力部門の責任者との意見交換会

ATENA: 規制の予見性が十分でないと考える事項 (ATENA提示資料より抜粋)

【論点①】 常設設備を基本とした重大事故等対応

【論点②】 <u>特重施設の在り方</u> ·<u>重大事故等対処設備(4b;格納容器破損防止)と特重施設の機能統合</u>

【論点③】溶融炉心冷却対策への新技術導入(<u>ドライ型コアキャッチャ</u>の導入)

【その他(現時点で直ちに開発に大きい影響を及ぼすものではないが、今後確認したい事項)】

・新技術等の適用促進に向けて技術等を事前確認する制度の活用・拡大

原子力規制委員会(2024年10月9日)

原子力規制庁:建替原子炉の設計に関する事業者との実務レベルの技術的意見交換会の設置(資料1抜料)

3. 意見交換会の設置(案) (委員会了承事項)

建替原子炉の設計について事業者と実務的に意見交換する場として、別添のとおり、「建替原子炉の設計に関する事業者との<u>実務</u>レベルの技術的意見交換会」(以下「意見交換会」という。)を設置することについて了承いただきたい。(後略)

4. 今後の進め方

SRZ-1200 の設計及び設計の思想、事業者側が規制の予見性が十分でないと考える事項に係る具体的内容、セキュリティ上の考慮等について、事業者と意見交換を行う。年内に意見交換会を開始し、原子力規制庁において規制上の論点等を整理し、事業者がら聴取した内容とあわせて、1年程度を目処に原子力規制委員会に報告し、規制上の取扱いに係る原子力規制委員会の議論に供することとする。なお、意見交換の過程においても、必要があれば原子力規制委員会に進捗状況等を報告する。

14

【参考】小型軽水炉の直近の動向

2024.11.1 第9回GX実現に向け た専門家ワーキンググループ 資料1

- 小型軽水炉について、海外で既存プロジェクトの進展や新たな導入計画が見られる。今年に入ってからの動きは以下の通り。
- 米NuScale社の「VOYGR」について、<mark>ルーマニア</mark>にて、これまでの事業計画段階から、建設を見据えた<mark>基本設計段階の契約</mark> 締結やプロジェクトへの融資額の決定など進捗があった。また、<mark>ガーナにおいて新たな建設計画が立ち上がった</mark>。
- 米GE Hitachi社の「BWRX-300」について、<mark>ポーランド</mark>では建設に向けた<mark>環境・立地調査を開始。カナダサスカチュワン州のサ</mark> スクパワー社は、建設候補地として2箇所を選定する進捗があった。また、英国のSMR支援対象の1候補として選定。

VOYGR(米·NuScale社)

(ルーマニア)

- 2021年11月の米国・ルーマニア両政府間で発表された計画に基づき、 ルーマニアのRoPower 社(SMR建設プロジェクト会社)による VOYGR建設プロジェクトが進行中。
 - 直近での進捗は以下の通り。
 - 4月、IAEAのSEED(立地及び外部事象設計レビュー)のフォロー アップ評価が実施され、当該サイトがIAEAの安全基準に適合してい るとの結果が示された。
 - ▶ 7月、ルーマニアの国営原子力発電会社SNNとRoPower社は米 EPC大手のFluorと基本設計の第2段階の契約を締結。
 - 10月、米国輸出入銀行の取締役会が本プロジェクトの準備段階に要 する資金として9800万ドルの融資の最終コミットメントを承認。

(ガーナ)

■ 8月、ガーナの原子力発電 公社(NPG)は米国のレ グナム・テクノロジー・グループ と当該炉型(12モジュー ル)を建設することで合意。 NPGはレグナム社とともに、 NuScaleを所有/運転す る子会社を設立する計画。



BWRX-300(米·GE Hitachi社)

(ポーランド)

- 2023年12月、ポーランド環境省はOSGE社の国内6地点における合計 24基のBWRX-300建設計画に対しDIPを発給。 直近の進捗は以下の通り。
 - 2月、ポーランド環境保護総局は同社に対し、環境影響評価(EIA) の報告書作成に向けて記載すべき事項を提示。 同社は建設に向けて環境・立地調査を開始。
 - 7月、同社はEU加盟10か国とノルウェーにある17企業の協力を得て、 BWRX-300の展開に向けた作業部会の設置を欧州SMR産業アライ アンスに申請。

(カナダ)

■ 5月、カナダ中西部サスカチュワン州の州営電力サスクパワー社は、建設候 補地として、エステバン地域の2箇所を選定。2025年初めに最終的なサイ ト選定を行う予定。

(イギリス)

■ 9月、英国政府機関(GBN) は、SMR支援対象選定コンペ でGE日立を含む4社を選定。 今後、最終選考に入る。英政 府は2029年にSMRへの最終 投資決定を行い、2030年代 半ばには運転を開始したい考え。



高速炉による廃棄物・資源問題解決への貢献

- 核燃料サイクルは、①**高レベル放射性廃棄物の減容化**、②**有害度低減**、③**資源の有効利用**等の観点から、引き続き推進することが重要。
- **高速炉**では、高レベル放射性廃棄物の潜在的有害度が自然界並に低減する期間が**10万年から300年に**することや、資源の有効利用も可能であり、**核燃料サイクルの効果をより高める可能性**。

高レベル放射性廃棄物の 減容化・有害度低減

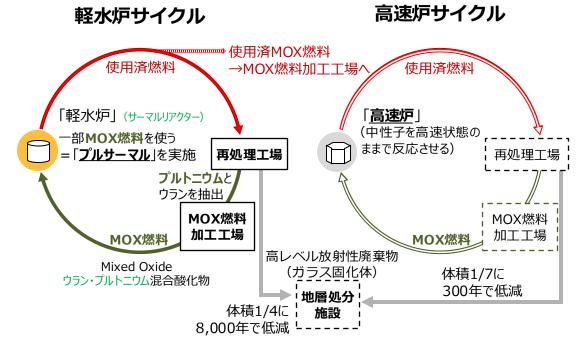
高速炉サイクル

マイナーアクチノイド(MA)燃焼等でナトリウム冷却高速炉が米加で脚光を浴びる。

高速炉 プルサーマル 直接処分 サイクル 高レベル 放射性廃棄物 体積 体積比 体積比 直接処分の 直接処分の 約1/4に 約1/7に 潜在的有害度(Sv)が 自然界並に 10万年 8千年 300年 低減する期間

資源の有効利用

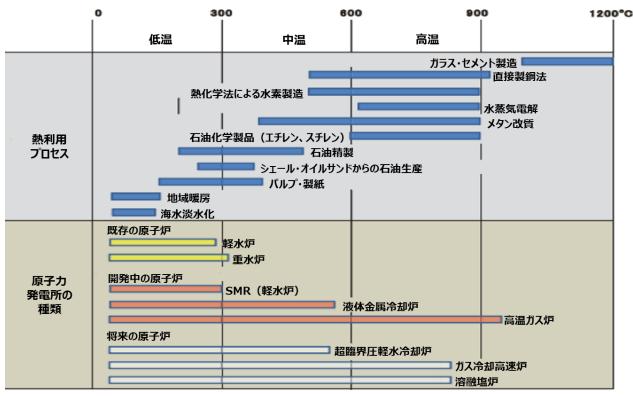
使用済燃料の再処理を経て製造した燃料を、軽水炉(プルサーマル) や高速炉で利用することで、資源を有効利用。



高温ガス炉による水素社会への貢献

- 将来的な水素社会において、鉄鋼・化学等における原料、輸送機器や発電における燃料としては、大規模かつ経済的な水素の安定供給が必要。
- 高温ガス炉では950℃の高温熱が取り出せることから、水素製造や発電など熱のカスケード利用が可能。

熱利用プロセスと各炉型の温度範囲



(出所) IAEA Nuclear Energy Series, Opportunities for Cogeneration with Nuclear Energy



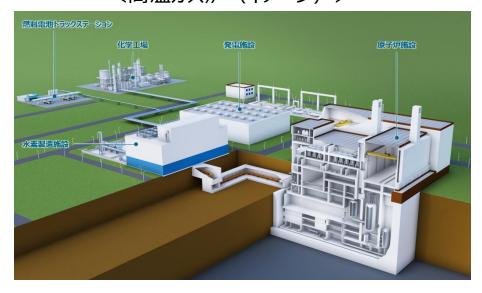
高速炉・高温ガス炉の実証炉開発

- 「GX経済移行債」による投資促進策として、高速炉・高温ガス炉の実証炉開発に関する予算を、23年度から3カ年でそれぞれ460億円、431億円、24年度から3カ年でそれぞれ775億円、866億円措置し、研究開発を加速していく。
- <u>高速炉</u>については、7月12日、<u>炉概念として三菱FBRシステムズ株式会社が提案する『ナトリウム冷却タンク</u>型高速炉』を、中核企業として三菱重工業株式会社を選定した。
- 高温ガス炉については、7月25日、中核企業として三菱重工業株式会社を選定した。

<高速炉(イメージ)>



<高温ガス炉(イメージ)>



<高速炉実証炉 今後の開発の作業計画> 令和5年度 76億円

2023 年7月: 炉概念の仕様を選定 【選定済】

2024 年度~2028 年度:実証炉の概念設計・研究開発

2028 年頃:実証炉の基本設計・許認可手続きへの移行判断

<高温ガス炉実証炉 今後の開発の作業計画> 令和5年度 48億円

事業開始~2030 年度:実証炉の基本設計・詳細設計 2030年度~2030年代後半:許認可の取得、建設、据付

2030年代後半:運転開始

(出所) 三菱重工業株式会社PRESS INFORMATION (2023.07.25および2023.07.12)

原子力産業の今後の絵姿

- サプライチェーンは、革新軽水炉・小型軽水炉のほか、高速炉・高温ガス炉等にも不可欠な原子力産業の基盤。 こうした基盤の劣化による将来的な建設期間の長期化やコスト増加の回避が課題。
- 次世代革新炉のうち革新軽水炉は、原子力規制の予見性を高めるため、電力・メーカー等から成る協議会と規制庁との間で実務レベルでの技術的意見交換会を設置するなど、導入を見据えた動きが進展。小型軽水炉は、既存の海外案件の進展に加え新たな導入計画も立ち上がっており、建設計画を持つ外国政府・企業等に対するサプライヤ団派遣を通じて、事業者において今後の実機プロジェクトへの参画につながる取組を推進。
- こうした次世代革新炉の開発・建設に向けた民間事業者の取組の後押しとなるよう、国際連携も活用の上、 革新軽水炉、小型軽水炉等に係る技術開発、サプライチェーン構築を図っていく。

