

2025年10月3日
第9回革新炉ワーキンググループ



資料 6

NuScale SMR 事業への取組について

Enhancing planetary health

NuScale SMRの概要

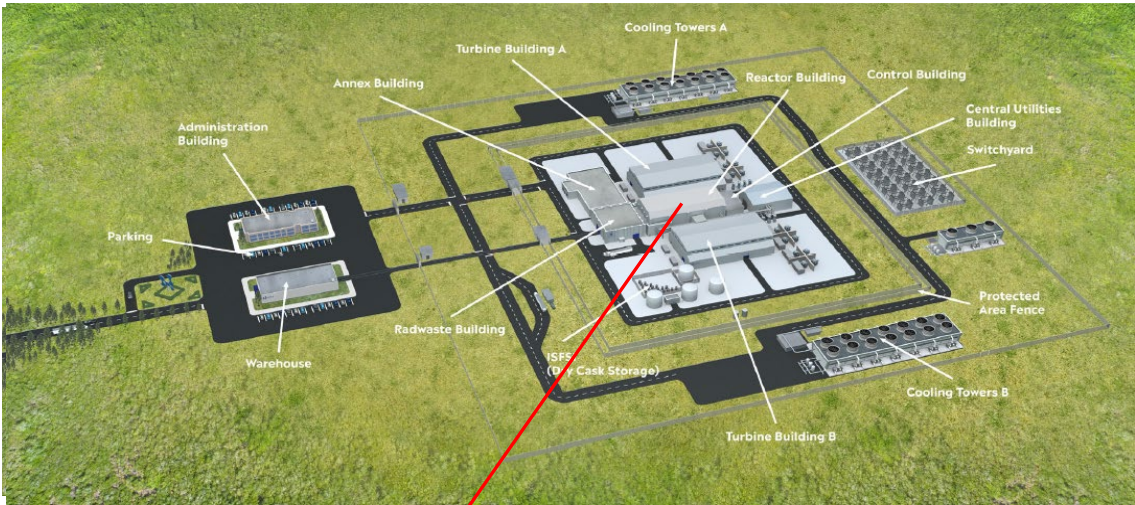


Enhancing **planetary health**

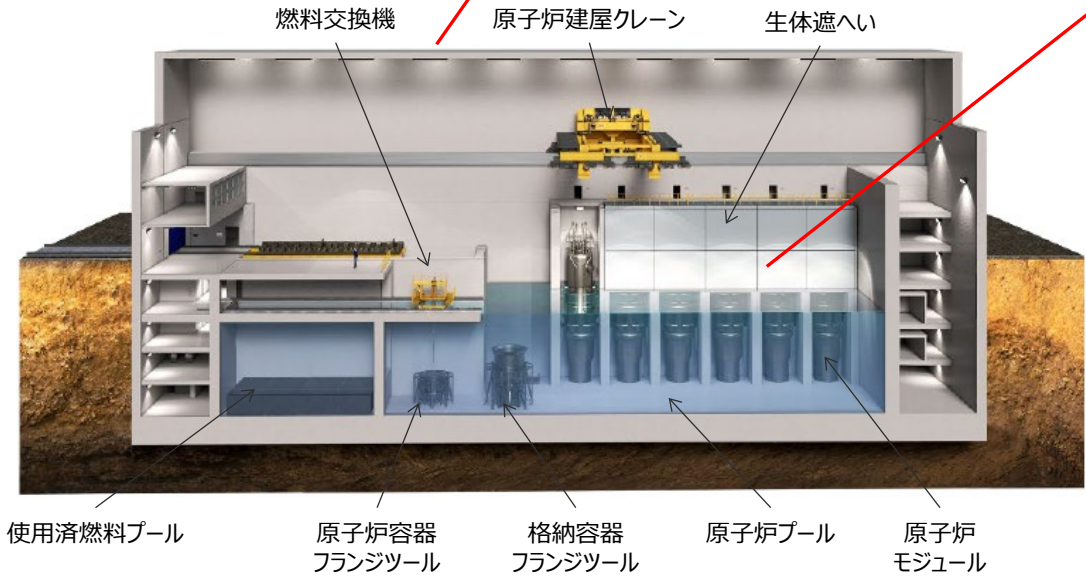
NuScale SMRの概要



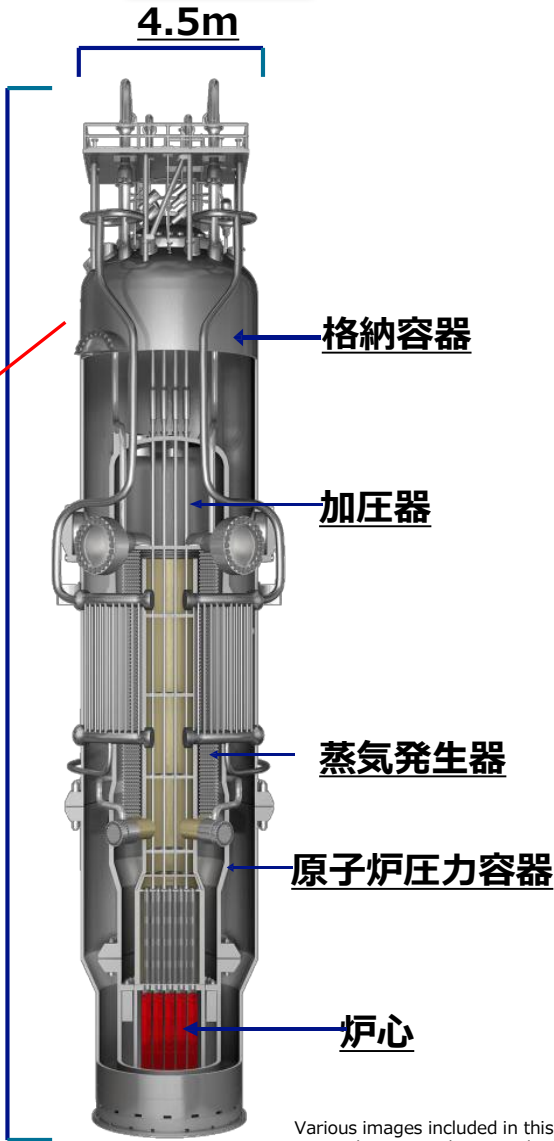
プラントレイアウト(敷地面積 ; <40ha)



原子炉建屋 (断面)



23m



原子炉モジュール

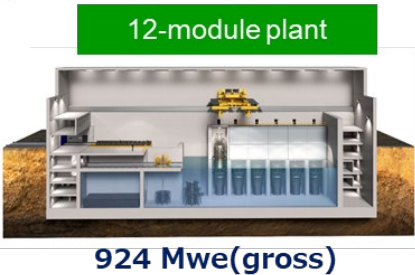
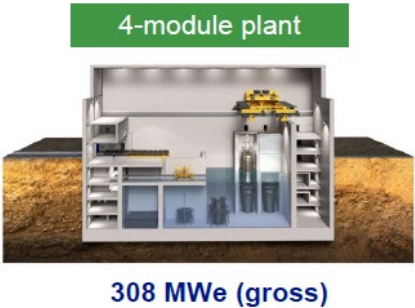
Various images included in this slide are copyright © 2025 by NuScale Power, LLC, All Rights Reserved.

NuScale SMRの主要緒元と特徴



【主要緒元】

炉型	一体型PWR
冷却材	軽水
熱出力/電気出力	250MWth/77MWe × 最大12基
一次系温度/圧力	321℃ / 13.8 MPa
燃料	UO ₂ / 17x17"
運転サイクル	18ヵ月運転
プラント設計寿命	60年



Various images included in this slide are
copyright © 2025 by NuScale Power, LLC, All Rights Reserved.

【特 徴】

特徴	メリット
軽水炉型	既存の技術を流用可能
原子炉系の機器類を一体モジュール化	繰返し工場生産が可能。建設リスクの低減
複数（4, 6, 12基）の原子炉プラント構成を標準化	さまざまな需要に対応（308～924MWe）
複数の原子炉を独立運転可能	調整電源機能。出力・運転・メンテナンスの平準化
事故時に人・動力を要せずに原子炉を冷却	安全性の向上
事故時影響範囲の大幅な縮小	立地選択性の向上

原子炉モジュール一体設計

大口径原子炉冷却材配管
ループを不要に。大破断冷却
材喪失事故シナリオを排除

受動的安全システム

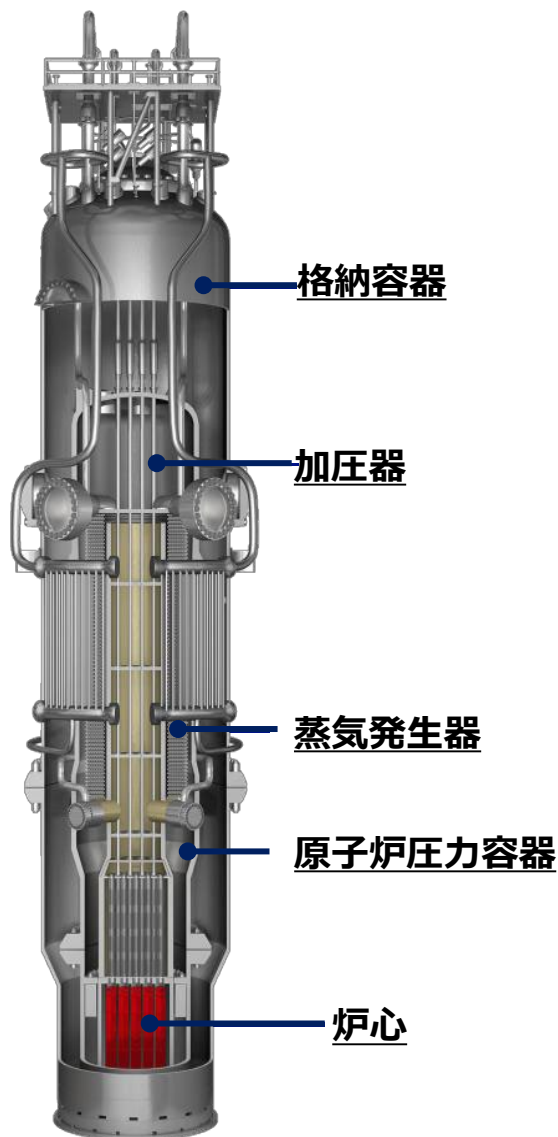
事故状態での外部電源の
必要性を排除

自然循環冷却炉心

1次冷却材ポンプなし

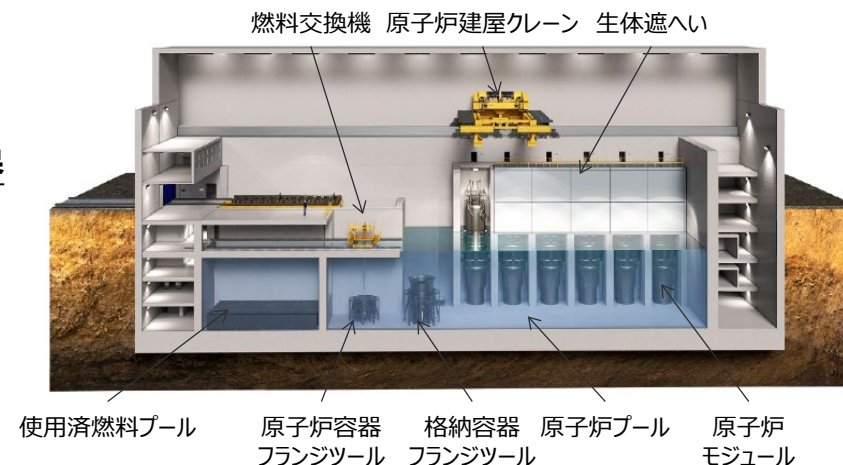
小さな炉心

熔融炉心の保持強化、事故
時の低い影響範囲



高設計圧力の格納容器；格納容器の健全性
維持、放射性物質の放出可能性を最小化
真空格納容器；非凝縮性ガスの発生、運転
中の酸素量を最小化

原子炉プール；原子炉プール内に原子炉モ
ジュールを設置。長期間・受動的な冷却を継続



Various images included in this slide are copyright © 2025 by NuScale Power, LLC, All Rights Reserved.

NuScale SMRを取り巻く環境



Enhancing **planetary health**

FIRST (Foundational Infrastructure for Responsible Use of SMR Technology)

小型モジュール炉(SMR)技術の責任ある活用に向けた基本インフラ

出典: https://www.mofa.go.jp/mofaj/press/release/press3_000907.html

- パートナー国における確実安全な原子力基盤の整備を目的に、SMRをはじめとする原子力導入の国際的技術協力も含めた戦略的提携、エネルギー関係の技術革新を推進する米国国務省主導のプログラム。
- FIRSTパートナー国：日・英・ガーナ・アルメニア・ウクライナ・エストニア・ASEAN諸国など

アジア・ゼロエミッション共同体 (2023年12月)

出典: https://www.mofa.go.jp/mofaj/p_pd/ipr/pageit_000001_00123.html

- 原子力の利用を志向する国々のための小型モジュール炉及び革新炉を含む原子力エネルギーの使用を含む、各国の異なる状況に合わせた脱炭素化の手法をとる必要性を認識する。

【日本】第7次エネルギー基本計画 (2025年2月)

出典: <https://www.meti.go.jp/press/2024/02/20250218001/20250218001.html>

出典: <https://www.meti.go.jp/press/2024/02/20250218004/20250218004.html>

【日本】GX2040ビジョン 脱炭素成長型経済構造移行推進戦略 (2025年2月)

- 軽水炉以外の小型炉を含め、我が国の産業基盤の維持・強化にも資するよう、日本の技術を活かした日本企業の海外プロジェクトへの参画や研究開発を支援する。
- 革新軽水炉、小型軽水炉、高速炉、高温ガス炉、フュージョンエネルギーといった次世代革新炉の研究開発等を進めるとともに、サプライチェーン・人材の維持・強化に取り組む。

1. 米国

- NuScale社はSMRとして初の設計認証（2023/1）を取得し、出力増強版も標準設計が承認（2025/6）。
- TVA社とENTRA1社は最大6 GWeのSMR展開の協力を合意（2025/9）。

2. 欧州

- ルーマニアでNuScale社のSMR事業に関して、FEED(Front-End Engineering Design：基本設計)のPhase1を、US-TDA（貿易開発庁）、US-DOS（国務省）の支援で実施し完了（2023/12）。
- FEED Phase1に続き、FEED Phase2を米国政府支援を受けて実施（2024/8）。

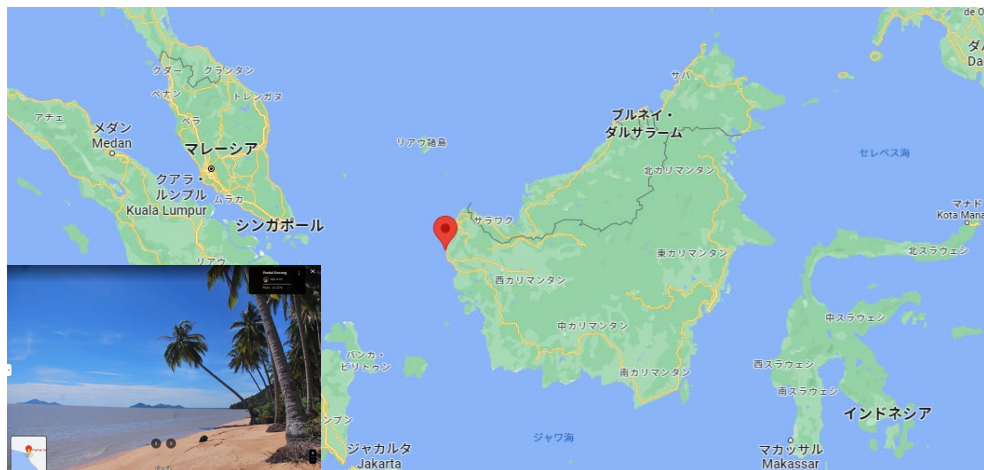
3. 東南アジア／アフリカ

- US-TDA, US-DOSがSMRの海外輸出に関する財政支援。
- インドネシアにおける6-module plantの事業可能性調査が完了（US-TDA）。
- ガーナ共和国向けにSMRを用いた電力インフラ整備の事業可能性調査を実施（METI支援）。
- 米デベロッパー Regnum Technologyがガーナ共和国でNuScale SMRを計画中（ガーナ共和国はUS-DOS主導のFIRST Program支援対象国）。

米支援によるインドネシアでのFeasibility Study



- ◆ JGCのスコープ
 - ・ サイト選定評価 (Site Selection)
 - ・ プロジェクト計画 (Project Planning)
 - ・ コスト評価 (Investment Cost)
 - ・ リスク分析 (Risk Analysis and Risk Mitigation)
- ◆ Client: Indonesia Power
- ◆ Site: Pantai Gosong, West Kalimantan, Indonesia
- ◆ Facilities: NuScale VOYGR-6* Plant
 - *: VOYGR-6: Consists of 6 Nuclear Power Modules (NPM, 77MWe/module)



Indonesia Power向けNuScale SMR建設予定地

NuScale SMRの実証に向けた技術開発

Enhancing **planetary health**

経産省支援を受け、IHI/NuScaleと連携しNuScale SMRのフィージビリティスタディ/技術実証と、国内原子力サプライチェーンと連携し原子力発電所の合理的建設技術の開発を実施

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

再生可能エネルギー導入拡大/電力自由化の進展といった社会的な環境変化に対応できる原子力技術の開発と、SMR EPCプロジェクトの遂行に向け、**NuScale SMRのフィージビリティスタディ/技術実証**を日揮/IHI/NuScale及び参加日系企業と連携して実施。

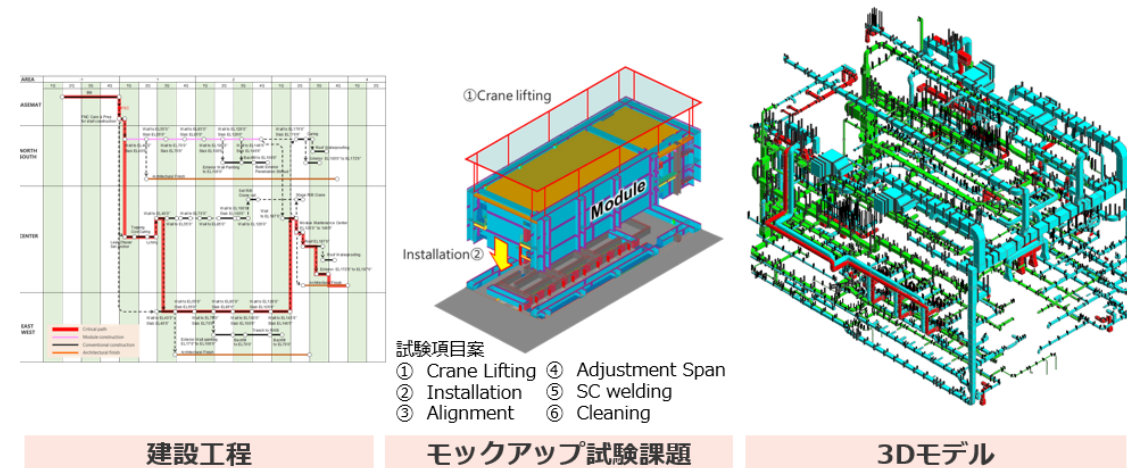
[実施内容]

- 原子炉建屋のモジュール工法の実現可能性検討/技術実証
- NuScale SMRを用いた水素製造の検討
- 米国原子力品質保証要求に遵守した品質保証システムの構築
- SMRプラントEPCプロジェクトマネジメントシステムの構築 など

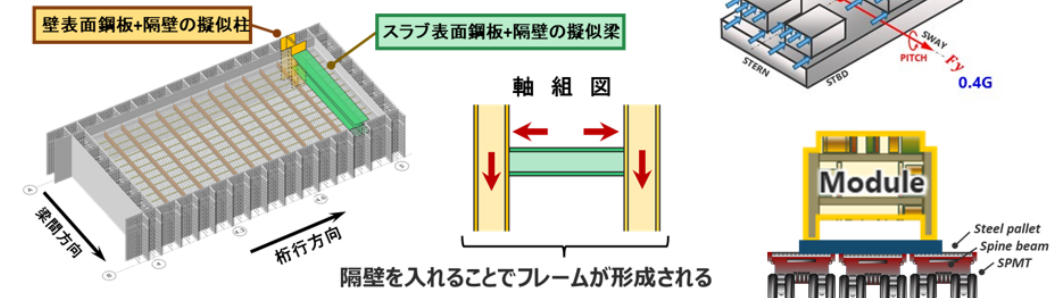
国内原子力サプライチェーンと連携しつつ、NuScale SMR原子炉建屋に適用する **Steel-plate Composite (SC) モジュール工法**を対象とした以下の実証検討を通じ、合理的な建設の実現と建設技術の維持発展を目指す。

[実施内容]

- 日本式SCモジュール工法を国内外の原子炉建屋をはじめとした発電所内構造物へ適用するための実証検討
- SCモジュール工法の自動溶接技術の開発



モジュールに適した構造: 隔壁フレーム構造 (SC造)



モジュール構造検討

原子炉建屋モジュール工法の開発

原子力に関する規制の違いに起因する設計の差異を分析

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

◆ 日米の安全重要度分類の違いに起因する設計の差異の特定

米国の重要度分類（決定論＋リスク重要度を考慮した安全重要度）

日本の重要度分類（その系統が持つ機能に着目した安全重要度）

	Safety Related	Non-Safety Related		異常発生防止系	異常影響緩和系
Risk Significant	A1	B1	クラス1	PS-1	MS-1
Not Risk Significant	A2	B2	クラス2	PS-2	MS-2
			クラス3	PS-3	MS-3

- 安全重要度の考え方の違いにより、系統の多重性・多様性・独立性の適用や準拠すべき規格・基準などが大きく異なる。
- 日米の安全重要度の考え方の差異を分析し、日本の重要度分類を適用した際に想定される設計変更を特定。

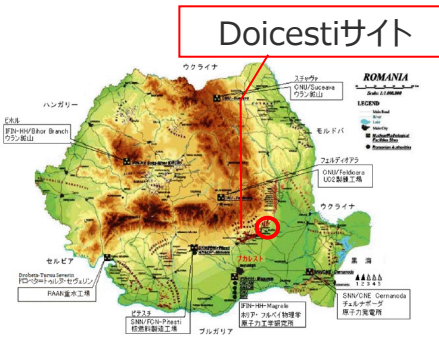
◆ 適用される規格・基準の違いに起因する設計の差異の特定

- 米国設計であるNuScale SMRを日本に適用する際に適用される規格・基準を検討。
- まず、米国の重要度分類（安全、耐震、他）に応じて機器タイプごとに適用される規格・基準のマトリクスを作成（一例）。

SSCs Type	Safety Category (10CFR 50.2) (A1, A2, B1, B2, NSR, +Rw)	NSAR (for B1/B2)	Quality Group (RG1.26 or RG1.143) (A, B, C, D, RW-IIa/IIb, RW-IIc)	Seismic (RG1.29) (I, II, III, RW-IIa)	Applicable QA (ANS) (Q, AQ, N)	Applicable Code and Standards (NuScale)			
						Design and Construction	Materials	Welding	Inspection and Testing
Valves	A1	N/A	A	I	Q	Class 1 components in Section III, Division 1 of the ASME BPVC and applicable conditions promulgated in 10 CFR 50.55a(b) Supports for Quality Group A SSC: Class 1 supports in Section III, Division 1, Subsection NB and NF of the ASME BPVC	ASME Boiler and Pressure Vessel Code (BPVC) Section II Part A: 鋼材およびその他の鉄系材料（例：炭素鋼、低合金鋼、ステンレス鋼） Part B: 溶接材料（例：溶接棒、ワイヤ、フラックス） Part C: 非鉄金属（例：ニッケル合金、銅合金） Part D: 許容応力値、物理的性質、設計用データ	ASME Boiler and Pressure Vessel Code (BPVC) Section III ASME BPVC Section IX – Welding and Brazing Qualifications 溶接手順および溶接作業者の資格認定に関する詳細な規定を提供。 Class 2部品に対しても、Section IXに準拠した資格認定が必要。	ASME BPVC Section V – Non-Destructive Examination
		N/A	B	I	Q	Class 2 components in Section III, Division 1 of the ASME BPVC and applicable conditions promulgated in 10 CFR 50.55a(b) Supports for Quality Group B SSC: Class 2 supports in Section III, Division 1, Subsection NC and NF of the ASME BPVC	ASME Boiler and Pressure Vessel Code (BPVC) Section II Quality Class Bは、通常ASME BPVC Section III Class 2に該当し、以下の材料規格が適用されます： Part A: 鉄系材料（例：SA-106、SA-516、SA-336など） Part B: 溶接材料（例：E70S-2、E7018など） Part C: 非鉄金属（例：ニッケル合金、銅合金） Part D: 設計用の許容応力値、物理的性質、温度依存性などのデータ	ASME Boiler and Pressure Vessel Code (BPVC) Section III ASME BPVC Section IX – Welding and Brazing Qualifications 溶接手順および溶接作業者の資格認定に関する詳細な規定を提供。 Class 2部品に対しても、Section IXに準拠した資格認定が必要。	ASME BPVC Section V -Non-Destructive Examination
		N/A	C	I	Q	Class 3 components in Section III, Division 1 of the ASME BPVC and applicable conditions promulgated in 10 CFR 50.55a(b) Supports for Quality Group C SSC: Class 3 supports in Section III, Division 1, Subsection ND and NF of the ASME BPVC			
	Rw-IIa (High Hazard)	N/A	Rw-IIa	OBE or 1/2SSE	チェック中	ANSI/ASME B31.3	ASME-Sec. II	ASME, Sec. IX	ANSI/ASME B31.3
	Rw-IIb (Hazardous)	N/A	Rw-IIb	ASCE7-95, CategoryIII or UBC97, Category 2	チェック中	ANSI/ASME B31.3	ASME-Sec. II	ASME, Sec. IX	ANSI/ASME B31.3
	Rw-IIc (Non-Safety)	N/A	Rw-IIc	ASCE7-95, CategoryII or UBC97, Category 4	N	ANSI/ASME B31.3	ASME-Sec. II	ASME, Sec. IX	ANSI/ASME B31.3

ルーマニアDoicestiプロジェクト

- 運 営：ルーマニア国営原子力発電会社（SNN）
- 事業会社：RoPower Nuclear (SNNと同国E-Infra社が50:50出資)
- 建設地：ドイチェスティ(Doicesti)サイト（石炭火力跡地）



プロジェクトスケジュール

- 2024/9～FEED（基本設計業務） Phase2実施中（2025年12月まで）
- 2030年：最初の原子炉モジュール運開

現在、IHI横浜工場にて、格納容器および原子炉建屋鋼製モジュールの実規模モックアップ製作を実施中。
現地企業と連携した供給モデル検討とあわせ、実施中のFEED、プロジェクト計画へ反映する。



格納容器
（実規模ステンレス鍛造材）



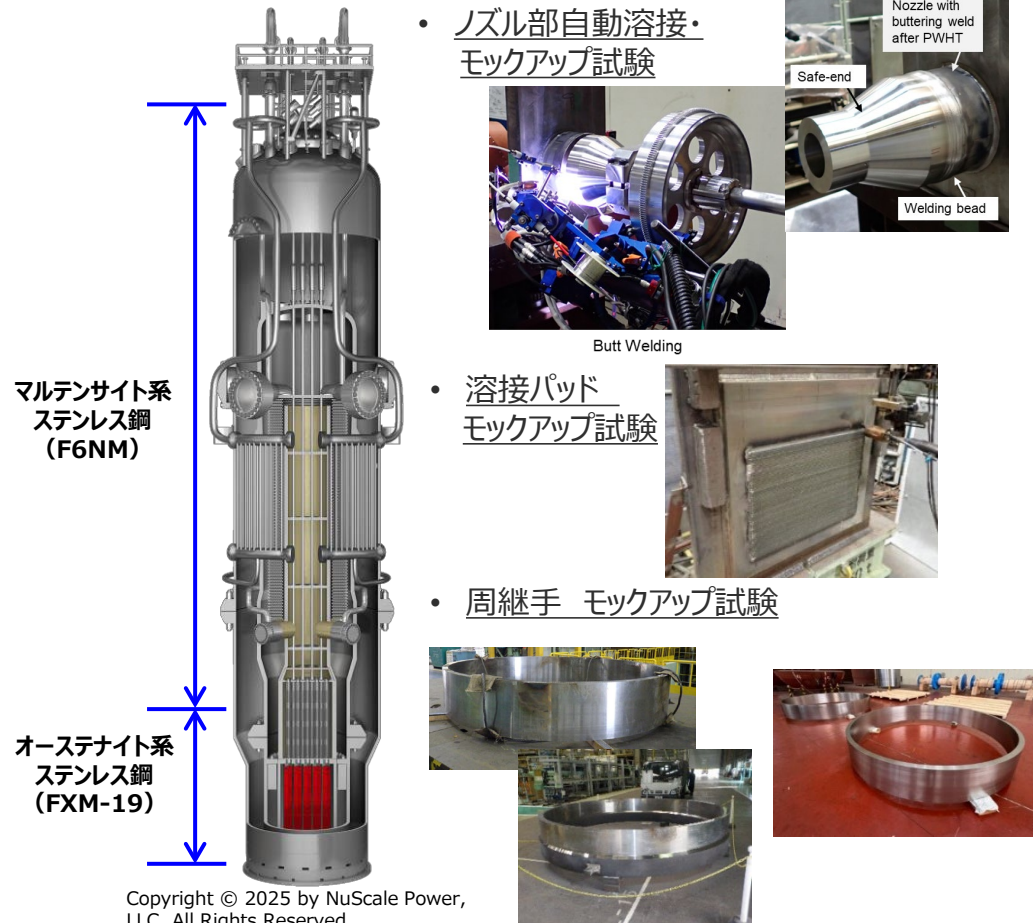
鋼製モジュール
（2022年度 製作）



鋼製モジュール
（2025年度 製作）

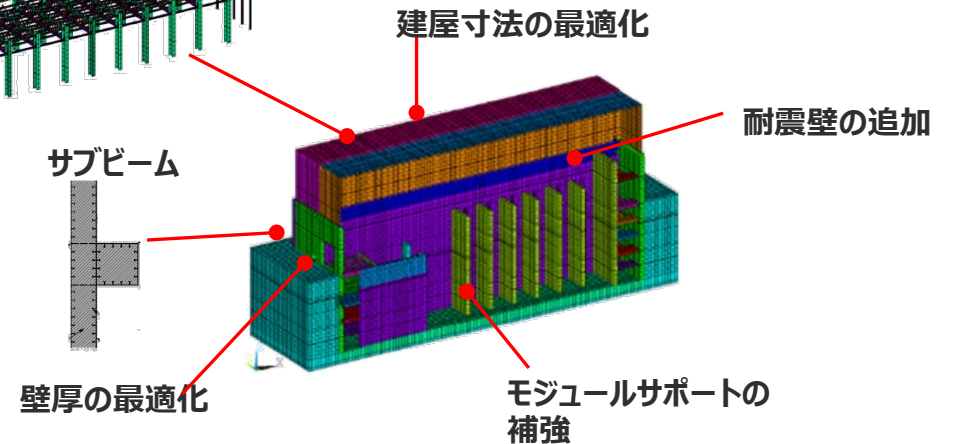
高強度ステンレス鋼が使用される原子炉モジュール・格納容器に適用する溶接技術を確認。実機製作への最終検証として、実規模サイズモックアップ試験を実施中。

実規模サイズモックアップ試験



米国標準設計のNuScale SMRを、将来の東南アジアや国内立地への適用検討として、高耐震版NuScale炉の開発を実施。

屋根トラス構造の採用

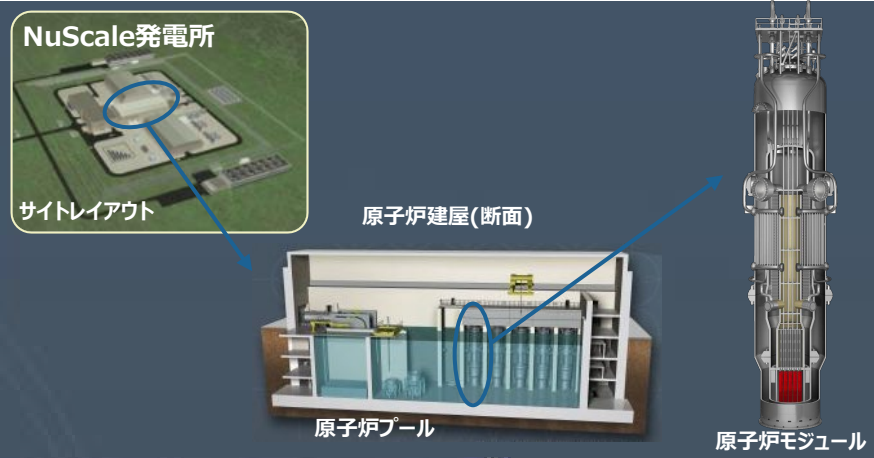


高耐震版原子炉建屋

Various images included in this slide are
copyright © 2025 by NuScale Power, LLC, All Rights Reserved.

1. 開発技術の概要

NuScale発電所は既存PWR技術を活用した**革新的原子炉技術**。米国の標準設計認証を取得。革新的要素技術は試験等を通じ成立性を確認済。本事業では、更なる安全性、信頼性、経済性の向上等に向けて、原子炉技術のフィージビリティスタディを通じて諸課題の解決に取り組む。



NuScale SMRの特徴

- **原子炉モジュール**
 - ・ 格納容器、原子炉容器等を**一体モジュール化**
 - ・ **工場生産**により高い品質管理が可能
- **原子炉モジュールを原子炉プール内に設置**
 - ・ プール水で崩壊熱除去し**メルtdown**を防止
 - ・ 効果的な放射性物質放出バリアとしても機能
- ⇒ **緊急時計画区域を大幅に縮小**
- 複数の**原子炉モジュールで発電所構成**
 - ・ モジュール製作・輸送・据付で建設工期短縮と**コスト低減**
 - ・ 1基ずつの保守点検で**高設備利用率**
 - ・ **廃止措置の安全性・効率性の向上**

短期的技術開発スケジュール

年度	2025	2026	2027	2028	・・・
実施内容	メンテナンス機器、検査機器の検討				
	原子炉建屋モジュールの構造・輸送・据付・建設計画の検討			-	
	その他検討（TRL、規制、耐震他）			-	

2. 具体的な開発体制の構築と国際的な連携体制

発電所EPCプロジェクト遂行に必要な技術開発を実施し、中長期的には実証プロジェクトへ主要プレイヤー、サプライヤーとして参画・貢献を目指す。

3. 実用化された際の市場性

- ・ 国内：潜在的ユーザーである国内電力各社に対してヒアリングを実施。SMRに対する関心等を聴取し、開発の方向性を確認。
- ・ 海外：米国初号機案件が中止となったが新案件が発表済み。また、世界各国でのMOUの締結状況等を把握。

4. 実用化する際の規制対応

- ・ 地震安全性：既存構造に捉われない耐震性向上を中心に据えた原子炉建屋構造の検討として、建屋構造の概念検討、建屋のレイアウト検討、検討後のレイアウトレビューや課題抽出を行う。国内法規に基づく耐震解析手法の開発として、建屋の耐震解析手法の整理、ベンチマーク解析も行う。
- ・ 規制調査：NuScale発電所の設計に対する米国およびIAEA規制要求事項の追加調査を実施する。過年度の調査内容を踏まえて、NuScale発電所のシステムやコンポーネントに適用される安全重要度分類を始めとした、設計する上で理解しておくべき規制要求事項とその内容を特定する。

実用化までの中長期的スケジュール

年度	2025～2028	2028～2030	2030～・・・
実施内容	実証プラント建設計画		
	実証プラントを念頭に入れた開発(O&M機器、モジュール等)		
	日本導入に向けた技術検討、技術開発/検証・設計改良		

2030年代前半
運転開始予定