

IHIのNuScale SMRへの取組み

IHI

2025年4月1日

株式会社 IHI
資源・エネルギー・環境事業領域

目次

- 1. IHI 原子力事業の概要**
- 2. NuScale SMRの概要**
- 3. NuScale SMR開発の取組み**
- 4. NuScale SMRプロジェクトの状況**
- 5. まとめ**

会社概要

会社概要 (as of March 2024)

- ◆ 創業：1853年(嘉永6年)12月5日
- ◆ 資本金：1、071億円
- ◆ 連結売上高：1兆3、225億円
- ◆ 従業員数：単体 7、840人/連結 28、237人

代表取締役社長
最高経営責任者



井手 博

資源・エネルギー・環境事業領域

社会基盤事業領域

産業システム・汎用機械事業領域

航空・宇宙・防衛事業領域

原子力SBU

横浜工場

カーボンソリューションSBU

原動機SBU

アジアEPCSBU



- ・原子力の歩みとともに事業を展開。
- ・国内外での豊富な原子力実績（機器設計・製造・据付、品質及び安全文化）をもとに、現在、**原子力発電所の再稼働、再処理施設しゅん工、福島復興**に取り組む。
- ・さらに日米連携での**SMR事業の実現、実プロジェクトを通じた技術・サプライチェーンの維持・強化**に取り組む。

事業年表

1955	原子力事業開始
1967	原子力大型圧力容器工場 竣工（横浜市磯子区）
1971	東京電力(株)殿 福島第1原発1号機完成（ 日本初の原子炉圧力容器(RPV)納入 ）
1973	米国機械学会(ASME)認定 N/NPTスタンプ取得
1981	原子力研究開発機構殿 高レベル放射性物質研究施設完成（原燃サイクル施設建設）
1996	東京電力(株)殿 柏崎刈羽6号機完成（ABWR向け原子炉圧力容器及び主要機器納入）
2006	海外向け原子力機器事業本格化
2007	米国原子力規制委員会による監査完了
2013	日本原燃殿 再処理工場ガラス固化貯蔵施設 アクティブ試験成功
2011-2018	米国PWR向け大型機器（格納容器、鋼製モジュール、原子炉ルーフ等）出荷
2021	米国NuScale Powerへ出資／小型モジュール炉（SMR）事業開始



新型炉/小型炉

NuScale向け機器供給/エンジニアリングサービス

ARC社協業

高温ガス炉
中間熱交換器



Copyright © 2025 NuScale Power LLC, All Rights Reserved.



Copyright © 2025 ARC Clean Technology, Inc. All Rights Reserved.



核燃料サイクル



高レベル廃液ガラス固化・貯蔵施設

引用：テキスト「核燃料サイクル」, 日本原子力学会 再処理・リサイクル部会

青森プラント（国内関係会社）

原子力発電プラント向け機器

ABWR/ BWR向け

PWR向け



原子炉圧力容器(RPV)



格納容器(CV)



原子炉格納容器
(PCV/RCCV)



大型鋼製モジュール

【Photo Source: Southern Nuclear Operating Company Website】
<https://vogtlegallery.georgiapower.com/>

原子力発電所 保守・点検サービス

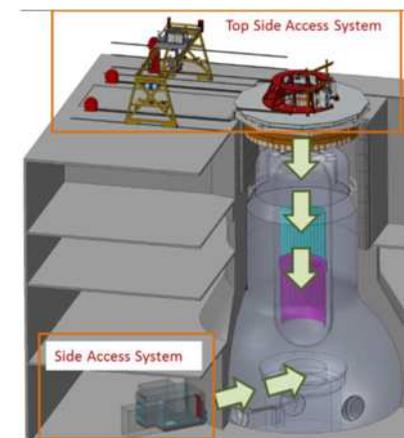
配管取替え



ノズルシェル溶接 検査装置



除染・廃炉



燃料デブリ取り出し検討

東双みらいテクノロジー

2. NuScale SMRの概要

NuScale Power

- 設立 : 2007年
- 事業内容 : NuScale原子力発電所の開発、設計、製作、販売
- 本社所在地 : 米国オレゴン州コーバリス
- 沿革
 - 2007年 : 小型モジュール炉 (SMR) の設計、商用化を目的に設立。
 - 2011年 : 米国エンジニアリング大手Fluor社が出資
 - 2013年 : 米国エネルギー省より資金獲得
 - 2016年 : 米国原子力規制委員会 (NRC) に設計認証を申請
 - 2020年 : 米国設計認証の審査完了
 - 2019~2023年 : 米国、日本、韓国企業等がNuScaleへ出資
 - 2022年 : 米ニューヨーク証券取引所 (NYSE)に上場
 - 2023年 : NRCより設計認証取得, 標準設計完了



NuScale社 本社
米オレゴン州コーバリス

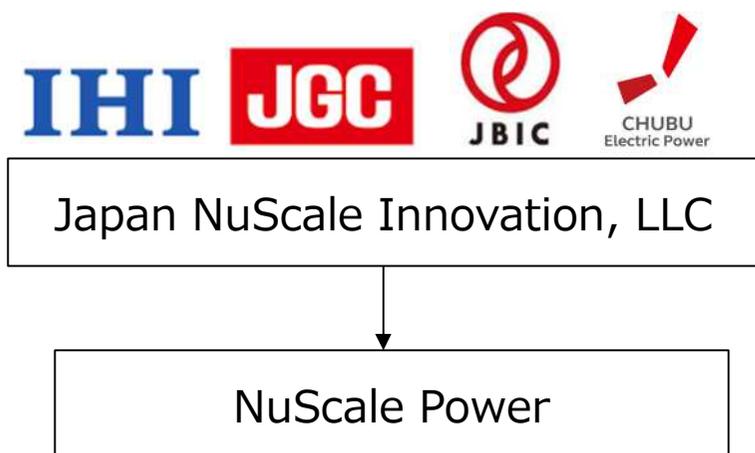


NuScaleにおける開発状況

- 2019年より経産省殿「社会的要請に応える革新的な原子力技術開発支援事業(NEXIP)」のもと、NuScale、日揮、IHIにて、フェージビリティスタディ・技術開発を実施（継続中）
- 2021年4月に日揮、同6月にIHIがNuScaleへ出資し、SMR事業へ参画。
- 2022年4月 国際協力銀行が、2024年11月 中部電力がNuScaleへ出資。

NuScaleは、SMRとして初めて米国原子力規制委員会（NRC）の審査を完了。現在、ルーマニア・米国を始め、各国にて商業化に向けた検討が進められている。

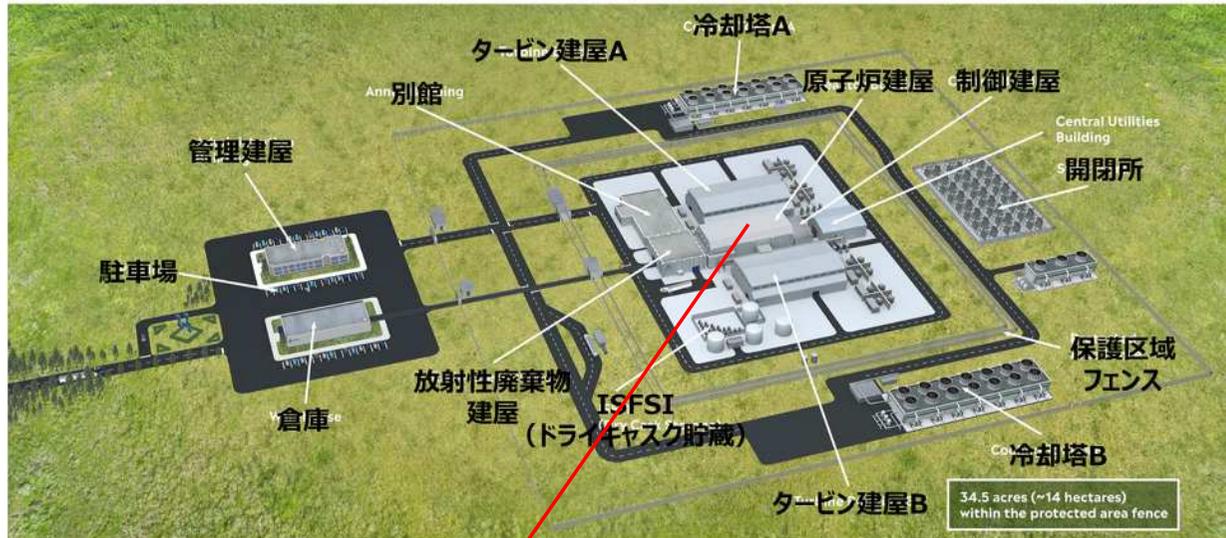
- ✓ 具体化する事業に参画し、サプライチェーンを含め、原子力技術を維持・向上し、原子力の安全性向上に貢献する。
- ✓ 世界における原子力の事業展開を通して、脱炭素、エネルギー安全保障に貢献する。



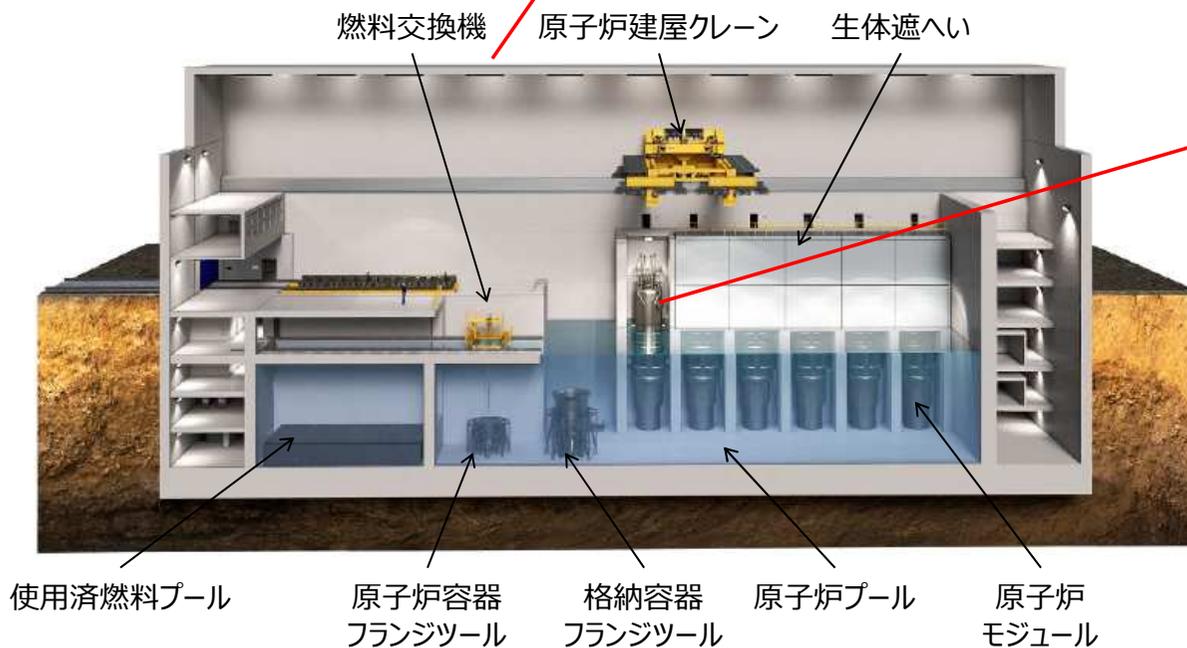
【Courtesy of NuScale Power, LLC】

NuScale SMRの概要

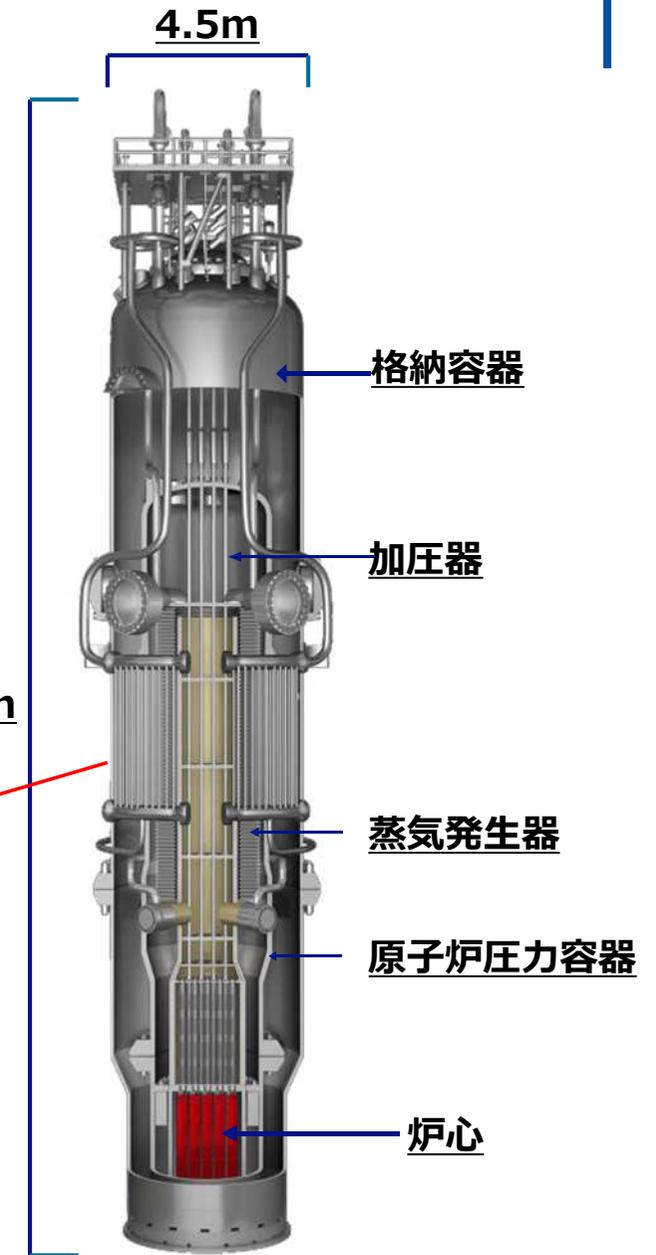
プラントレイアウト(敷地面積約14ha)



原子炉建屋 (断面)



23m

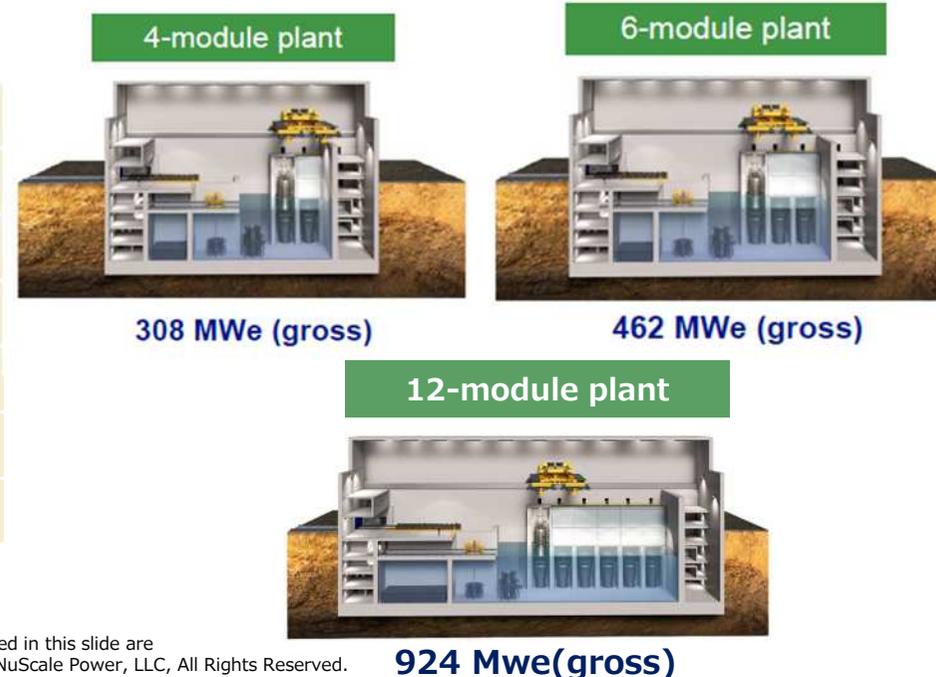


原子炉モジュール

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

【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°C / 13.8 MPa
燃料	UO ₂ / 17x17"
運転サイクル	18カ月運転
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（4～12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

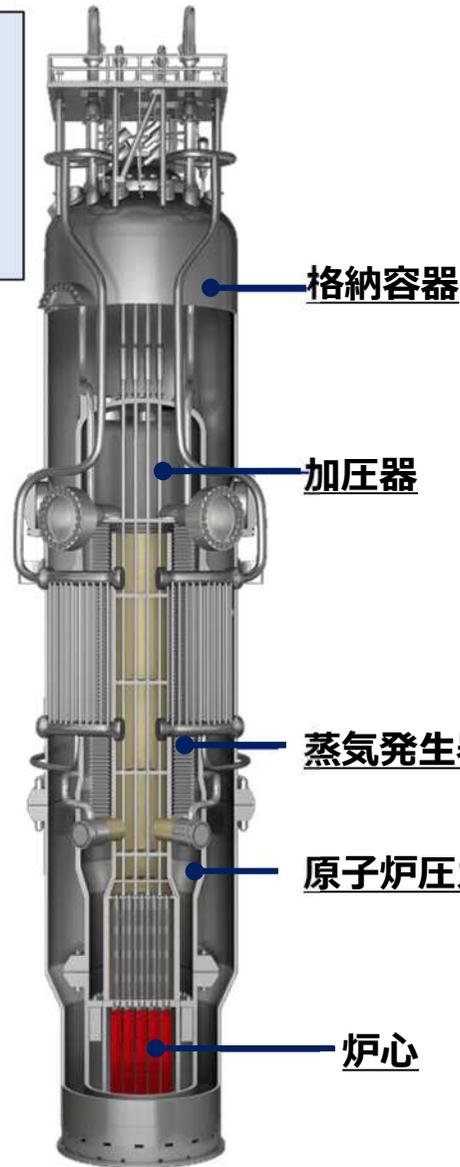
事故状態での外部電源の
必要性を排除

自然循環冷却炉心

1次冷却材ポンプなし

小さな炉心

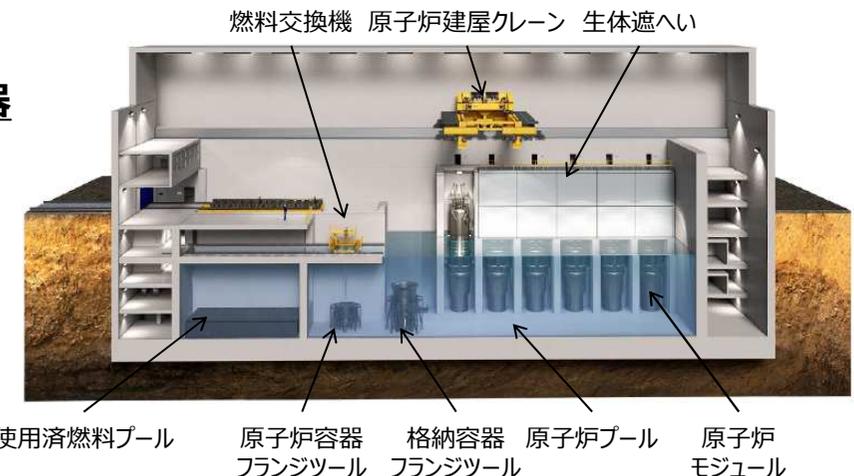
熔融炉心の保持強化、事故
時の低い影響範囲



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



米国許認可において、確率論的リスク評価（PRA）を実施し、高い安全性を評価

NuScale SMRは、米国原子力規制委員会（NRC）の設計認証を取得済。

現在、出力向上版（77MWe）の標準設計認証の審査を進行中。（2025年7月完了予定）

<安全目標>

- ・機器・システム構成の簡素化による，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の採用による，事故状態での外部電源の必要性を排除等

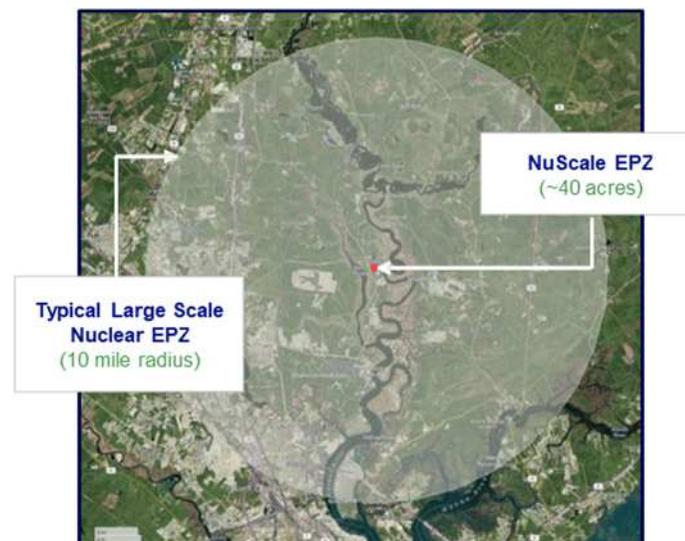
⇒ **非常に低い炉心損傷確率（CDF）を実現。**

米国の安全目標 10^{-4} ／炉年に対して、NuScale SMRは、 6.0×10^{-9} ／炉年

<緊急時計画区域（EPZ）>

原子炉は，核分裂生成物が少なく，事故進展が遅いこと、高い閉じ込め性能から事故時の影響を大幅に低減。

⇒ **緊急時計画区域（EPZ）を発電所敷地境界程度とする方法論が、2022年10月に米NRCの原子力安全諮問委員会により承認。**

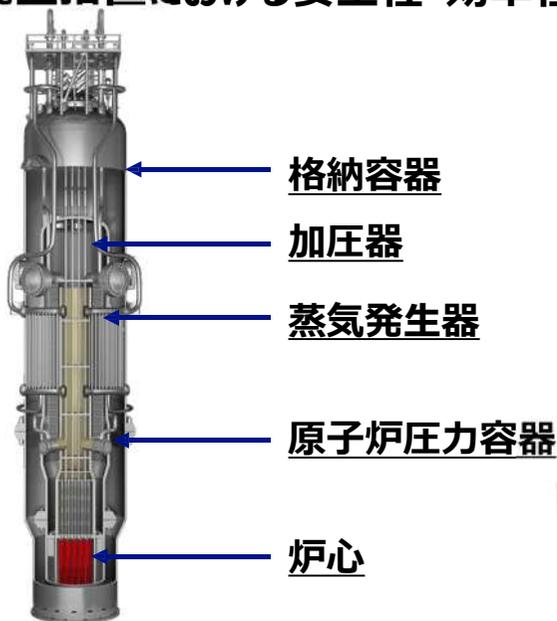


Copyright © 2025 by NuScale Power, LLC, All Rights Reserved.

建設段階では、機器構成の簡素化、モジュール工法による建設リスク低減、保守・運転段階では、その平準化等により、スケールメリットを補う経済性。

【機器・設備構成の簡素化】

- ・格納容器内の機器類を一体モジュール化
- ・受動的システムによる簡素化
- ・廃止措置における安全性・効率性の向上



原子炉モジュール

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

【原子炉モジュール毎の運転・停止】

- ・運転・保守点検業務の平準化
- ・稼働率の向上

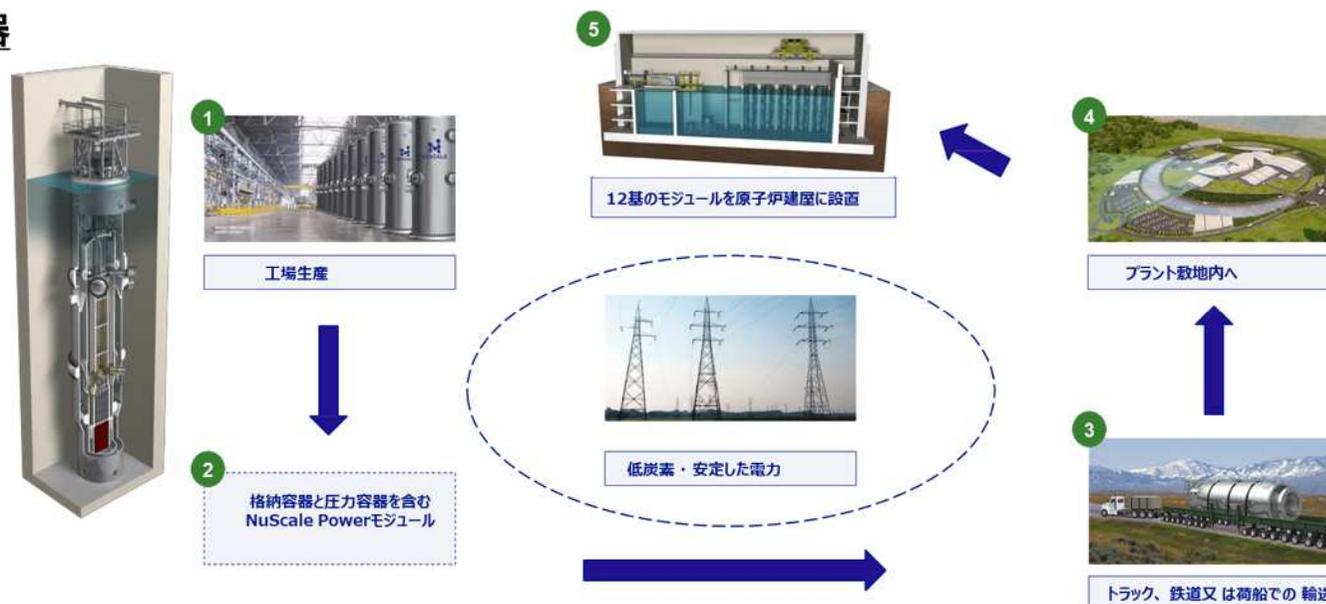
12-Module Plant



924 Mwe(gross)

【モジュール工法】

- ・工場での連続生産による高い品質管理とコストの低減
- ・建設工期短縮と建設リスクの低減



機動性

【需要に応じたプラント構成を標準化】 (4、6、12モジュールプラント)



308 MWe (gross)

4-Module Plant :
30.8万kWe



462 MWe (gross)

6-Module Plant :
46.2万kWe

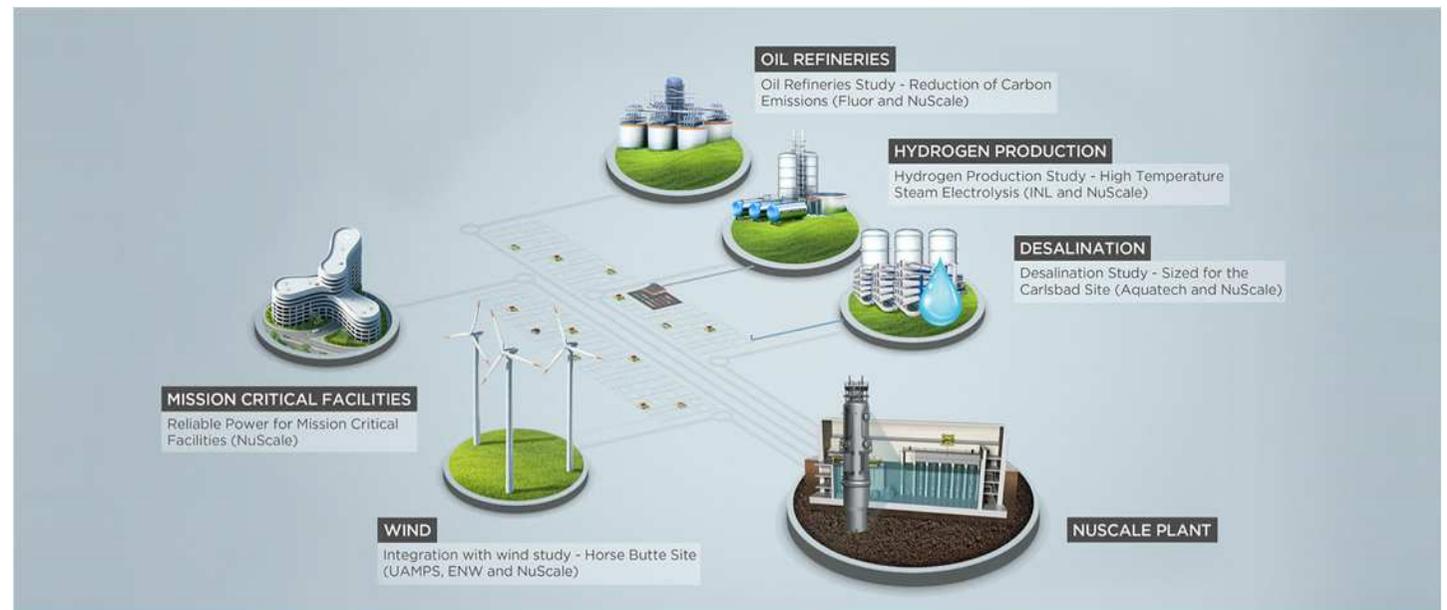


924 Mwe(gross)

12-Module Plant :
92.4万kWe

【多目的利用の検討】

出力制御、モジュール毎の起動・停止などで負荷変動へ対応
需要に応じた電力・熱エネルギー供給、等

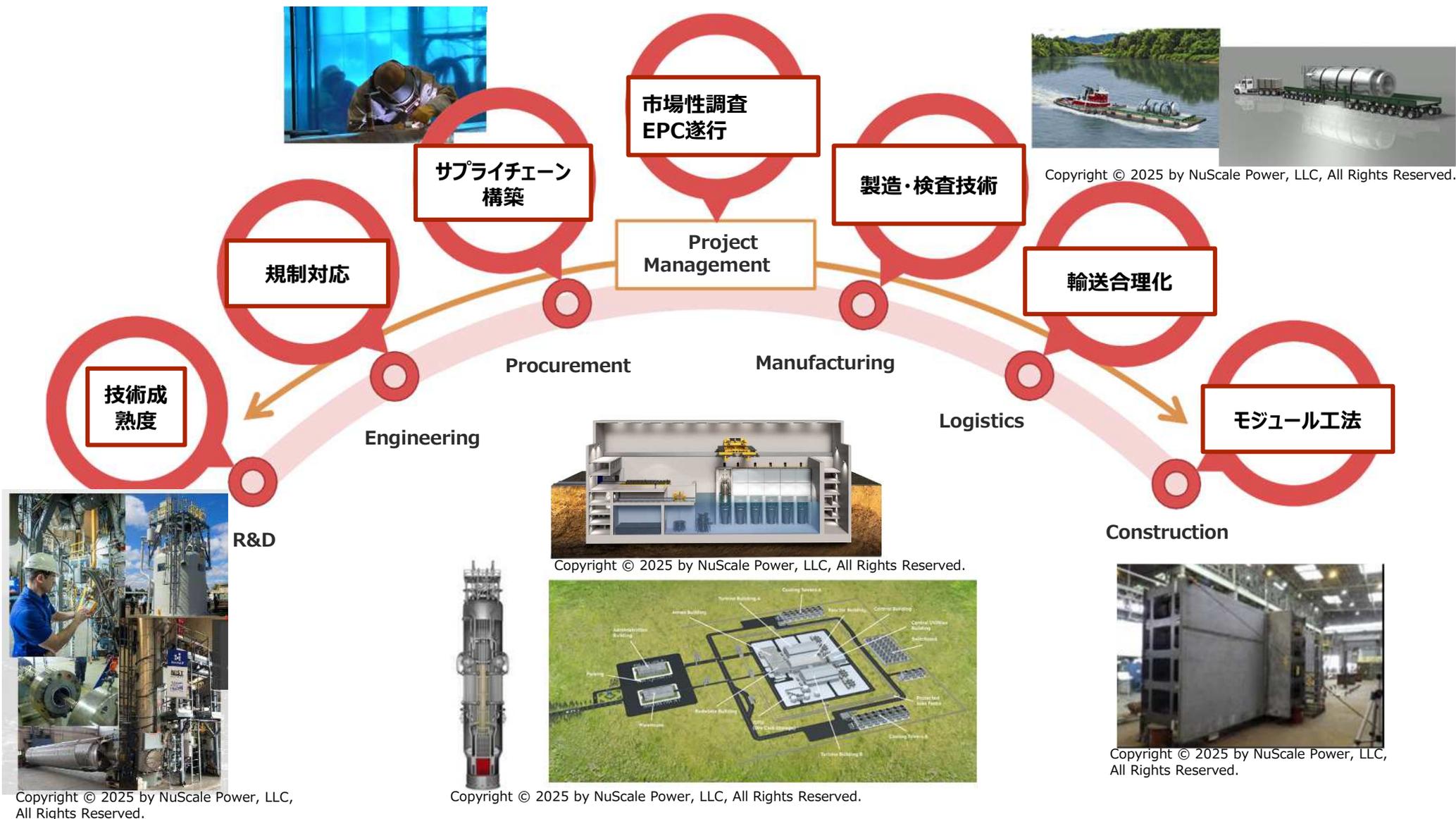


3. NuScale SMR開発の取組み

経産省殿補助事業を通じた取組み

経産省殿「社会的要請に応える革新的な原子力技術開発支援事業」、「原子力産業基盤強化事業」を通じ、NuScale炉開発に日本企業（JGC, IHIおよび国内協力企業）が連携参画。

国内サプライチェーンと合わせ、SMRの新たな特徴により原子力の可能性、世界のエネルギー課題に貢献する。



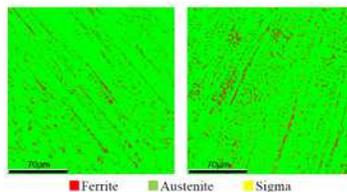
高強度ステンレス鋼が使用される原子炉モジュール・格納容器に適用する溶接技術
を確立。実機製作への最終検証として、実規模サイズモックアップ試験を実施中。

溶接基礎試験

- 異材継手 (マルテンサイト系+オーステナイト系ステンレス鋼)
溶接試験 (米国電力研究所 (EPRI) との共同研究)



異材継手 溶接試験体



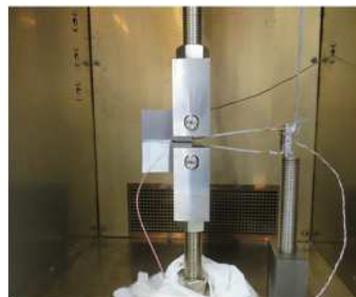
σ相評価

マルテンサイト系
ステンレス鋼
(F6NM)

溶接部機械試験

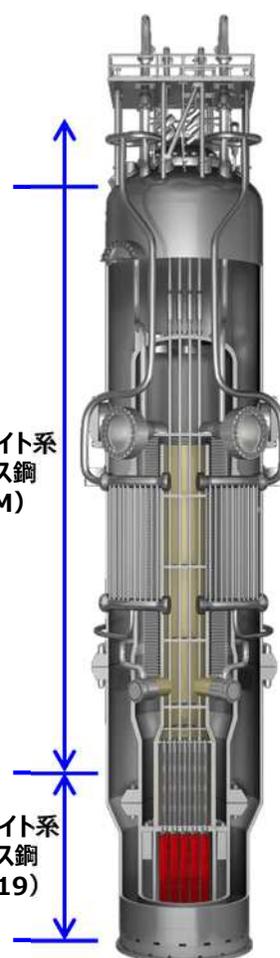


溶接試験体



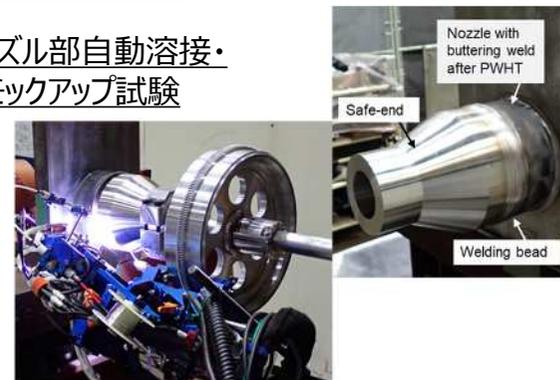
破壊靱性試験

実規模サイズモックアップ試験



オーステナイト系
ステンレス鋼
(FXM-19)

- ノズル部自動溶接・
モックアップ試験



Butt Welding

- 溶接パッド
モックアップ試験



- 周継手 モックアップ試験



原子炉建屋モジュール工法に関わる取り組み

原子炉建屋を構成する鋼板コンクリート構造物（SC Wall）

- モジュール工法による建設工期短縮、標準設計による連続生産を狙う
- 工場製作する鋼製モジュール（SC Wall）は、建設工事効率化・成功のキーコンポーネント
⇒モックアップ製作を通じ、設計検証・製作性・据付性の技術確立、工法検証を実施。



Copyright © 2025 by NuScale Power, LLC, All Rights Reserved.

原子炉建屋断面



Copyright © 2025 by NuScale Power, LLC, All Rights Reserved.

鋼製モジュール・製作モックアップ

【ルーマニアプロジェクト向け実機適用検証】

<鋼製モジュールの納入モデル検討>

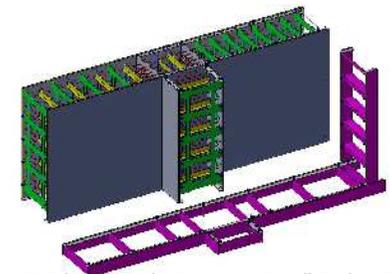
鋼製モジュールの、ルーマニア製作企業・物流・納入モデルを検討。
(2023年度 経産省 事業可能性調査事業の活用)



弊社橋梁建設における現地企業連携例

<原子炉建屋の据付検証>

同プロジェクトで建設工事を担う韓国Samsung C&T社とともに、
実規模サイズ鋼製モジュールのモックアップ製作と現地据付検討により、
設計・製作・現地建設工事を考慮した最適化を実施中。

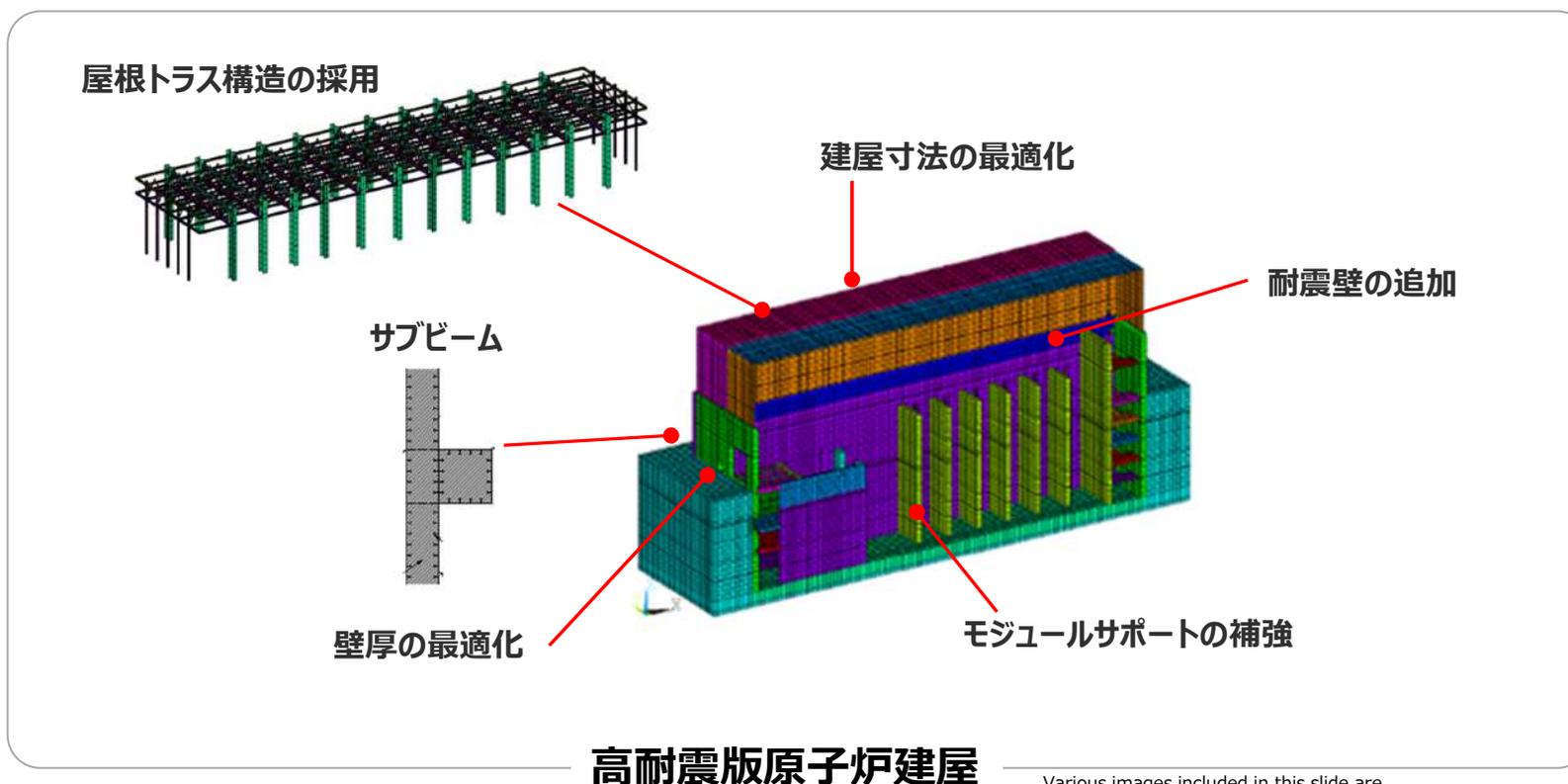


Copyright © 2025 by NuScale Power, LLC, All Rights Reserved.

鋼製モジュール・据付モックアップ 18

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。

構造的に最も厳しい原子炉モジュール12基プラント（12-Module Plant）で、原子炉モジュール（機器）、原子炉建屋、関連機器の評価と対応設計を実施。国内立地を概ね包絡する模擬地震動（水平1000ガル、鉛直667ガル）にて、構造的成立性を確認。



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

NuScale SMRの実機プロジェクトの、機器・サービス供給へ参画し、国内原子力産業の人材、技術基盤の維持・強化を狙う。

- ✓ 国内サプライヤと共同で技術開発・試作を実施。
- ✓ 国内サプライヤの実機への参画機会創出、技術・人材基盤の維持・強化へ貢献。

部素材

- ・ 国内材料メーカーとともに主要部材の技術開発を実施。
- ・ ラボベースでの試験鋼塊から、実規模サイズの鍛造リングを製作。
- ・ 高強度ステンレス鋼用溶接材料の新規開発を実施。

主要弁

- ・ 国内弁メーカーにて、特有の技術仕様に対する主要弁の製作性・構造検討を実施。

建設・エンジニアリング

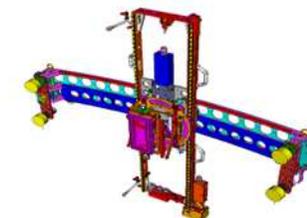
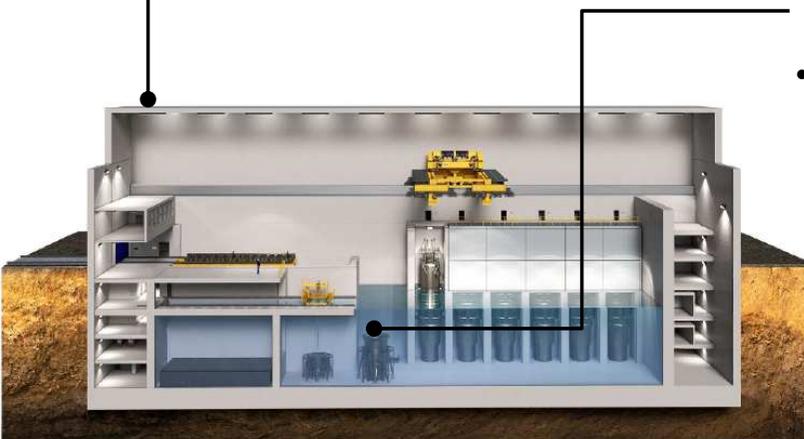
- ・ 国内ゼネコンにて、高耐震建屋や鋼製モジュールの建設性検討を実施。

メンテナンス機器

- ・ 国内メーカーにて、機器設計や部品供給性調査を実施。



実規模サイズ鍛造リング



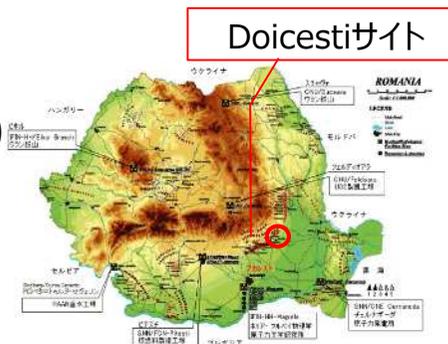
Copyright © 2025 by NuScale Power, LLC, All Rights Reserved.

Copyright © 2025 by NuScale Power, LLC, All Rights Reserved.

4. NuScale SMRプロジェクトの状況

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)

Copyright © 2025 by NuScale Power, LLC, All Rights Reserved.



鋼製モジュール部材
(現在モックアップ製作を実施中)

Copyright © 2025 by NuScale Power, LLC, All Rights Reserved.

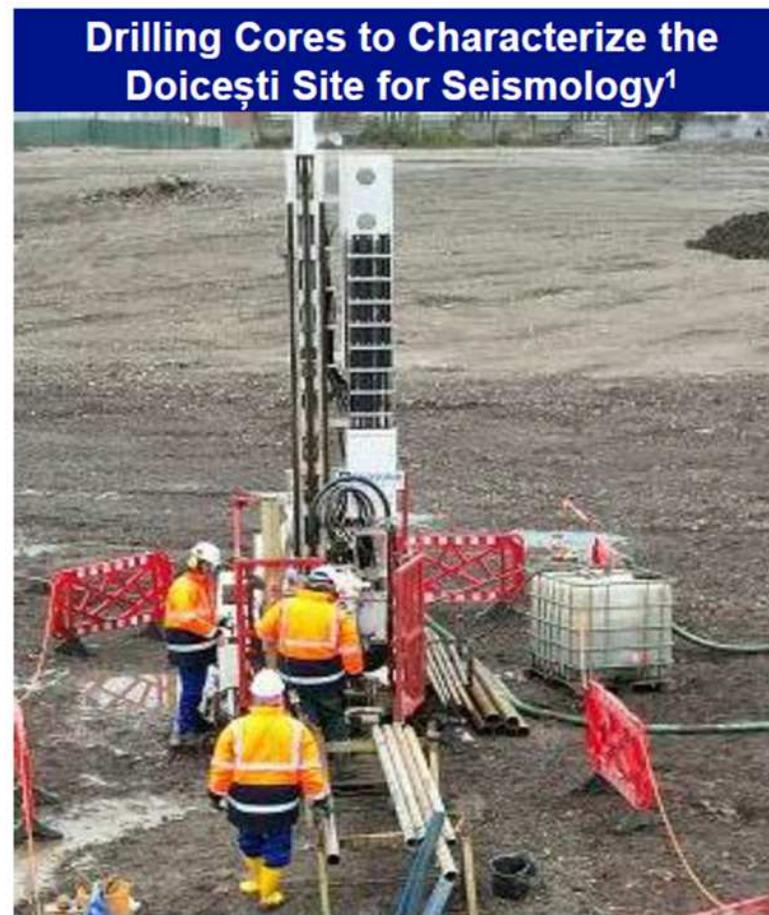
**NuScaleは、その他、米国、アジア等で建設プロジェクトを検討中。
米国では、米大手電力事業者、EPC企業と連携し、2030年の運開を目指す。**

長納期品となる実機用の圧力容器大型鍛造材や蒸気発生器伝熱管等を韓国企業へ発注済み。



長納期品の準備状況

ルーマニア；ドイチェステイ建設サイトの既設石炭火力発電所の解体を完了、ボーリング調査を実施中。



ルーマニア建設サイトボーリング調査の状況

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

- ・IHIは、国内原子力発電所の再稼働、再処理施設しゅん工に向けた新規制対応、福島原子力発電所の除染・廃炉などに取り組むとともに、培ってきた原子力技術をもって、2019年より経産省殿 NEXIP事業を通してNuScale SMRの技術開発・検討を開始、2021年にNuScale社に出資し、国内出資者（JGC殿、JBIC殿、中部電力殿）、米国・韓国等のパートナーとともにSMRの実現に向けて活動、現在は実規模モックアップ製作など、実機プロジェクトの実施準備中。
- ・現在NuScaleは、ルーマニア向けFEED（基本設計業務）を実施中、さらにデータセンターへの電力など、新たなエネルギー需要・条件をふまえ、米国・アジア等でプロジェクト検討を実施中。また、将来の国内や高耐震地域（アジア等）への導入に向けて、耐震性・安全性などについて評価・検討を実施。
- ・弊社は引き続き、国内外の原子力の安全・事業の発展と、SMRについてはその特徴をもとに、原子力の新たな活用実現や、国内サプライチェーンを含む技術の維持・強化に取り組む。

IHI

Realize your dreams