小型モジュール炉（SMR）の日米代表銘柄と展望

世界のエネルギー安全保障と脱炭素化目標達成に向けた重要技術として注目されるSMR市場は2030年までに68億ドルに達し、年平均成長率15.5%が見込まれています。本ウェブページでは、日米のSMR開発状況、主要企業の戦略、将来の展望について詳細に解説します。



SMRの概要と戦略的重要性

SMRとは何か

小型モジュール炉は、従来の大型原子力発電所と比較して小型でシンプルかつ柔軟な設計が特徴の先進的原子炉です。工場で製造され、現場へ輸送して設置できるモジュール設計により、迅速かつ容易な展開が可能となります。

エネルギー安全保障における役割

SMRは、断続的な再生可能エネルギーを補完する調整可能で低炭素なエネルギー源として、各国の脱炭素目標達成とエネルギー転換に大きく貢献できると期待されています。エネルギーポートフォリオの多様化と化石燃料市場への依存度低減を通じて、エネルギー安全保障を強化する役割も担います。

主な利点

- **設置面積の小ささ**：限られたスペースでも設置可能で、既存インフラの近くに建設できます。
- **初期設備投資の低減**：モジュール式の設計により、一度に全設備を投資する必要がなく、段階的な導入が可能です。
- **受動的冷却システムによる安全性向上**：外部電源に依存しない自然循環冷却システムにより、福島のような事故リスクが大幅に低減されます。
- **多様な用途への適用性**：電力生産だけでなく、産業用熱供給、水素製造、海水淡水化など幅広い用途に適用可能です。



米国のSMR情勢：主要企業と市場動向

1

NuScale Power

米国原子力規制委員会（NRC）からSMR設計として初めて設計認証を受けた先駆者です。モジュール式軽水炉技術を開発しています。最初の商業SMRプロジェクト（CFPP）はコスト高騰と顧客確保の失敗により中止されましたが、規制認可の面では依然として業界をリードしています。

2

TerraPower

ビル・ゲイツ氏が支援するTerraPowerは、ナトリウム冷却高速炉である革新的なNatrium炉を開発しています。ワイオミング州で計画されている実証プロジェクトは、米国政府と民間投資家から多額の資金提供を受けており、次世代原子炉技術の最前線を走っています。

3

GE Hitachi Nuclear Energy

300MWeの沸騰水型原子炉（BWR）SMR設計であるBWRX-300を開発しています。カナダのオンタリオ電力（OPG）によってダーリントンサイトでの導入が決定されており、日米協力の象徴として世界のSMR導入において重要なプレーヤーとなっています。

米国政府は、インフレ削減法（IRA）やエネルギー省（DOE）の資金提供プログラムを通じて、SMRを含むクリーンエネルギー技術への強力な支援を示しています。しかし、NuScaleのCFPP中止は、規制当局の承認があったとしても、市場の需要、コスト競争力、およびプロジェクトの実行が商業的成功にとって依然として最重要であることを明確に示しています。



日本のSMR情勢：主要企業と戦略的イニシアチブ



三菱重工業（MHI）

独自のSMR設計であるSRZ-1200の開発を含め、原子力技術に包括的に関与しています。米国のウェスチングハウスとの戦略的提携を重視し、国際市場での競争力強化を図っています。国内外の原子力プロジェクトでの豊富な経験を活かし、SMR市場でのリーダーシップを目指しています。



日立

GEとの長年のパートナーシップであるGE Hitachi Nuclear Energy（GEH）を通じて、原子力分野で強い存在感を示しています。BWRX-300の世界的な導入において重要なプレーヤーであり、特にカナダでの実証プロジェクトを足がかりに、北米市場への展開を加速させています。



東芝

マイクロリアクターやより小型の原子力ソリューションに焦点を当て、遠隔地への電力供給や産業用途といったニッチ市場をターゲットにしています。原子力技術の小型化と効率化に注力し、特殊用途向けの革新的ソリューションを開発しています。

日本は、「グリーン・トランスフォーメーション」（GX）政策と、ウクライナ戦争後のエネルギー安全保障への新たな重点付けにより、原子力発電への政策を大きく転換しました。これには、既存の原子炉の再稼働と、SMRの開発および導入の加速が含まれます。さらに、SMR技術開発、サプライチェーンの強靭化、および潜在的な輸出市場のために、特に米国との国際協力に積極的に取り組んでいます。これらの動きは、SMRを日本の原子力戦略の中核に据えた、明確で決定的な政策転換を示しています。

日米SMRエコシステムの比較分析

米国の強みと弱み

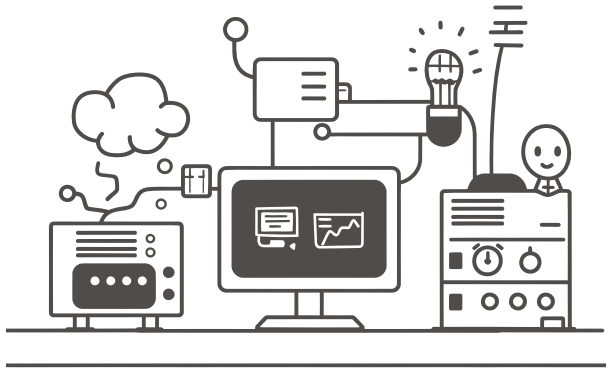
強み

- 規制面でのリーダーシップ（NRC認証）
- 多様な技術革新の環境
- 強力な政府資金とインセンティブ制度
- 先進的な研究開発インフラ

弱み

- 高コストと資金調達の課題
- 電力購入契約確保の複雑性
- 複雑な規制プロセスによる遅延リスク
- 原子力技術者の人材不足

日本の強みと弱み



強み

- 強力な政府のコミットメント
- 深い原子力専門知識と技術基盤
- 積極的な国際協力戦略
- 高品質な製造能力

弱み

- 福島事故後の国民の懐疑心
- 国内導入の潜在的な遅れ
- 特定技術での国際依存
- 規制の複雑性と認可の遅延

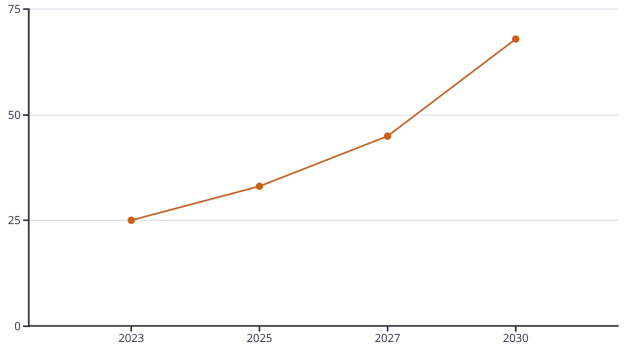
日米間のSMR協力は、単なる技術交流を超えて、エネルギー安全保障とサプライチェーンのための「戦略的優先事項」とされています。この協力関係は、ロシアや中国のような国家主導の原子力プログラムによる潜在的な世界市場支配に対抗するための意図的な地政学的戦略として位置づけられています。両国の強みを組み合わせることで、技術開発の加速、コスト削減、国際標準の確立を目指しています。

SMRの市場展望と成長予測

世界市場の成長予測

世界のSMR市場は、2023年から2030年にかけて年平均成長率（CAGR）15.5%で著しく成長し、**2030年までに68億ドル**に達すると予測されています。北米とアジアは、強力な政策支援とエネルギー需要の増加を背景に、導入を牽引する地域となる可能性が高いでしょう。

NuScaleのCFPP中止は、技術的な成熟度や規制当局の承認だけでなく、大規模な長期資金調達の確保、複雑なサプライチェーンの管理、そして国民や政治の慣性を克服する能力が商業的成功にとって重要であることを示しています。



主要な牽引要因

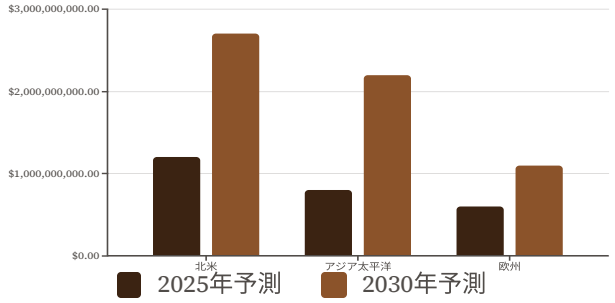
エネルギー転換と脱炭素化目標：各国が2050年カーボンニュートラル目標達成のためにクリーンエネルギー源を求める中、SMRは安定的かつ低炭素な電力供給源として重要な役割を果たします。

エネルギー安全保障の強化：ウクライナ紛争以降、エネルギー自給率向上の重要性が再認識され、SMRは国内エネルギー生産能力の強化に貢献します。

送電網の近代化と分散化：電力需要の増加と送電網の脆弱性に対応するため、SMRは分散型エネルギー源として効果的なソリューションを提供します。

産業用熱供給と水素製造への応用：SMRは電力生産以外にも、産業用熱源や水素製造など多様な用途に適用可能で、市場拡大が期待されます。

長期的なコスト競争力の可能性：量産効果と技術改良により、長期的には再生可能エネルギーや従来の発電方式と競争できるコスト水準に達する可能性があります。



SMR導入の課題とリスク

資金調達と初期費用

単位あたりのコストは低いものの、First-of-a-Kind（FOAK）プロジェクトの初期設備投資は依然として多額であり、資金調達の課題を提起しています。NuScaleのCFPP中止はその典型的な例であり、長期的な資金確保の難しさを示しています。

規制上のハードル

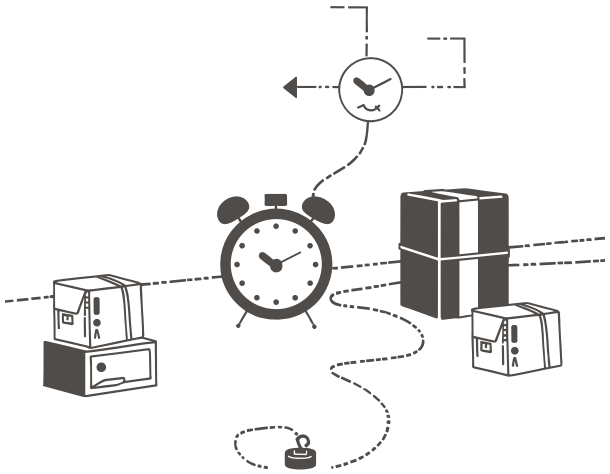
許認可の複雑さ、国際的な標準化された枠組みの欠如、および長い承認プロセスは、SMR導入の大きな障壁となっています。特に新型炉設計の場合、規制当局の経験不足により審査に時間がかかる傾向があります。

国民の受容性

原子力安全、廃棄物管理、核拡散に関する根強い懸念は、特に福島事故後の日本のような国々で依然として大きな障壁となっています。SMRの安全性向上について、より効果的な公衆とのコミュニケーションが必要です。

サプライチェーンと労働力の課題

SMR部品と燃料のための堅牢で専門化されたサプライチェーンの開発は、長年の原子力産業の衰退により困難に直面しています。また、経験豊富な原子力技術者の確保も大きな課題となっています。世代交代が進む中、知識の継承と新たな人材育成が急務です。



「死の谷」の現実

SMRの「死の谷」、つまり研究開発から商業展開までの期間は、当初の楽観的な予測よりも深く、長期にわたることが証明されつつあります。2030年までの予測される市場成長は、継続的で実質的な政府の介入と、いくつかの主要な実証プロジェクトの成功的なリスク軽減に大きく依存する可能性があります。

警告：技術的な成熟度と規制認可だけでは商業的成功は保証されません。NuScaleの事例が示すように、市場の現実と経済性が最終的な導入を左右します。

戦略的提言と投資考察

投資家向け

電力購入契約のデューデリジェンスを徹底する：プロジェクトの経済的実行可能性を評価する際には、確約された収入源の堅牢性に特に注意を払うべきです。

政府支援の評価と持続性を確認する：政策変更リスクを考慮し、長期的な政府支援の持続可能性を評価することが重要です。

確立されたプレーヤーと革新的企業を含む投資の多様化：リスク分散のため、大手企業とスタートアップの両方を含むポートフォリオ構築を検討すべきです。

日米間の戦略的パートナーシップに注目する：両国間の協力によって生まれる相乗効果を活かした企業や技術に投資機会があります。

業界関係者向け

コスト削減と拡張性への注力：量産効果を最大化し、学習曲線を活かした生産コスト削減に取り組むことが競争力強化に不可欠です。

戦略的国際パートナーシップの構築：技術、規制知識、市場アクセスを共有するグローバルな協力関係を構築することで競争優位性を確立できます。

電力発電以外の用途の探求：産業用熱供給、水素製造、海水淡水化など多様な収益源を開発することでビジネスモデルを強化できます。

積極的なステークホルダーエンゲージメント：地域社会、環境団体、政策立案者との早期かつ継続的な対話を通じて社会的受容性を高めることが重要です。

政策立案者向け

規制プロセスの合理化と国際的調和：各国の規制当局間の協力を促進し、認証プロセスの効率化と標準化を図ることで導入を加速できます。

財政インセンティブの維持・拡大：初期段階のプロジェクトに対する税制優遇、低金利融資、研究開発助成金などの支援を拡充することが重要です。

労働力開発への投資：原子力工学教育の強化と技術訓練プログラムを通じて、次世代の原子力専門家を育成する取り組みが必要です。

二国間・多国間の国際協力の促進：技術開発コストの分担、知識共有、グローバルサプライチェーンの構築を促進する国際的な枠組みを強化すべきです。

SMR産業の将来の成功は、初期の研究開発助成金を超えて、商業化の課題の全範囲に対処する、持続的で包括的かつ戦略的に調整された政府の介入に大きく依存しています。技術革新だけでなく、ビジネスモデルの革新、規制の合理化、および国民との対話を優先することが重要です。日米両国がこの分野でリーダーシップを発揮し、協力を深めることで、世界のエネルギー安全保障と気候変動対策に大きく貢献できるでしょう。