

## 運営 5-1 国内外動向調査報告（第 3 報） 原子力学会秋の大会

### 会議概要

日本原子力学会 2024 年秋の大会は、9 月 11-13 日にかけて東北大学河内北キャンパスで開催された。調査は予稿集を入手して行い、高温ガス炉に関連する発表を調査対象として、計 18 件を選定した。

研究機関の内訳としては、原子力機構、東京大学、福井大、東京工業大学、東京都市大、山梨大、九州大学、近畿大学、東北大学、QST、三菱重工業、日揮グローバル、そして日本エヌユーエス（JANUS）であった。分野内訳は再エネ調和、水素熱利用、総合講演、スリープレス燃料、トリチウム製造と閉じ込め、核計算、核計算コード開発、核熱ロケット利用、熱伝達特性評価、使用済燃料炉心であった。

主なポイントを下記に示す。

- MHI・JAEA 等による再エネ調和型新型炉の 4 件のシリーズ発表では、安全評価にかかるコード開発、IoT 利用、実験施設の建設に関する報告がなされた。特に水素製造や蓄熱を狙いとした新型発電事業に関する異常時の安全性評価ツールの開発が喫緊の課題である。すでに試験装置の設計は完了しており、過渡解析の結果の妥当性が議論された。
- 東大によるスリープレス燃料コンパクトの発表では、これまでの開発動向と、今後の燃料スペーサ設計の必要性、熱過渡解析の取り組み等が報告された。通常運転時および過渡変化時の燃料健全性に関して多様なアプローチで評価していく必要性が強調された。
- JAEA による高温ガス炉を利用した水素製造施設の安全評価手法として、可燃性ガス漏えいおよび爆発の影響評価手法の開発状況が報告された。高温ガス炉の安定した水素製造を実現するには原子炉の安全を確保しつつ、合理的な離隔距離の設定が求められる。原子力機構は流体解析コード FLACS を用いて、事故シナリオに基づく水素製造施設からの可燃性ガス漏えい・火災爆発が原子炉施設に及ぼす影響を評価する手法の開発を進めている。
- 海外情報連絡会セッションでは、日本の原子力政策において 2030 年までの小型モジュール炉（SMR）の技術実証計画に関して報告がなされた。OECD/NEA の原子力施設安全委員会（CSNI）は、2021 年に SMR の安全評価を支援するために専門家グループ EGSMR を設立し、2023 年 10 月にその成果として CSNI Technical Opinion Paper No. 21（TOP-21）を発行した。
- 総合講演における 2 件のシリーズ発表では「原子力の将来シナリオの諸量評価技術」研究専門委員会の目的、将来の核燃料サイクルに関する標準ライブラリモデルの構築が紹介され、核燃料シミュレータの信頼性向上と、原子力利用の未来シナリオが強調された。選定した原子炉タイプには、軽水炉、酸化物燃料高速炉、金属燃料高速炉、高温ガス炉、熔融塩炉、小型モジュール炉（SMR）が含まれる。高温ガス炉と

としては GTHT300 が選ばれ、発電用途に加え水素製造への適用が想定されている。

- MHI による三菱 3 次元詳細輸送計算コード GALAXY-Z は、PWR 炉心計算に用いられていたものを高温ガス炉用に拡張しており、今回新たに燃焼計算機能を導入して 3 次元非均質全炉心計算を実施した。GALAXY-Z の高温ガス炉適用のため被覆燃料粒子に対応する共鳴計算機能を組み込み、燃焼計算では 150 核種からなる燃焼チェーンを採用。数値解法には krylov 部分空間法を使用、核データライブラリとして JENDL-5 を使用した報告がなされた。

表 エラー! 指定したスタイルは使われていません。-1 日本原子力学会秋の年会の調査結果のまとめ

番号	機関	炉型	分野	特記
1G01	JAEA, MHI, 日揮	B 型・HTGR	安全性解析	再エネ調和
1G02	MHI	B 型・HTGR	安全性解析	再エネ調和
1G03	MHI, JAEA	B 型・HTGR	安全性解析	再エネ調和
1G04	日揮, JANUS, JAEA	B 型・HTGR	安全性解析	再エネ調和
1G05	東大	B 型・HTGR	新型炉	スリープレス燃料コンパクト
1G06	JAEA	B 型・HTGR	熱利用	可燃性ガス
1G07	JAEA	B 型・HTGR	熱利用	モックアップ
1GPL01	JAEA	B 型・HTGR	総合講演	SMR
1GPL02	東北大	B 型・HTGR	総合講演	SMR
1D08	MHI	B 型・HTGR	炉物理	核計算コード
2H06	山梨大	B 型・HTGR	熱流動	対流熱伝達測定
2D08	東京都市大	B 型・HTGR	炉物理	核計算コード
2GPL01	JAEA	B 型・HTGR	新型炉	GX
2GPL02	東大	B 型・HTGR	新型炉	エネルギーミックス
2B18	九大	B 型・HTGR	新型炉	トリチウム製造
3D01	東工大	B 型・HTGR	炉物理	使用済燃料炉心
3E15	JAEA, 山梨大	B 型・HTGR	熱流動	受動安全性

## 内容詳細

### 1G01 再エネ調和型新型炉システムの安全性評価技術の開発

#### (1) 全体概要

#### Development of a test plant for integrated nuclear and renewable energy systems

#### (1) Project overview

**\*相澤 康介<sup>1</sup>, 今井 良行<sup>1</sup>, 上地 優<sup>1</sup>, 赤坂 尚昭<sup>1</sup>, ヤン ジングロン<sup>1</sup>, 佐久間 渉<sup>2</sup>, 谷平 正典<sup>2</sup>,  
岡本 圭太<sup>3</sup>, 森本 泰臣<sup>3</sup>  
1JAEA, 2MHI, 3 日揮グローバル**

#### **要旨**

再エネ調和型新型炉システムの安全評価技術の開発計画と現状について報告する。開発の背景には、水素製造や蓄熱を行う新型発電システムの事業化があり、異常状態を模擬し安全性を評価する試験装置や解析ツール、需給バランス最適化のためのIoT開発が必要である。高温ガス炉やナトリウム冷却炉を対象に、事故模擬試験装置は各設備の安全運転技術を確認し、解析コードのデータ取得を行う。解析ツールは発電・蓄熱・水素製造設備の異常挙動を模擬し、IoT装置は複数システムの発電量等を最適化し安全性を評価する。開発状況として、試験装置の設計を完了し、解析ツールで適切な過渡解析が可能であることを確認。IoT装置は最適化計算を実施し、出力指示が出せることが確認された。今後は試験装置の詳細設計と試験計画を進める。

### **1G02 再エネ調和型新型炉システムの安全性評価技術の開発**

#### **(2) 再エネ調和型新型炉事故模擬試験装置の設計**

#### **Development of a test plant for integrated nuclear and renewable energy systems**

#### **(2) Design of the test plant for accident simulation**

**\*上地 優<sup>1</sup>, 相澤 康介<sup>1</sup>, ヤン ジングロン<sup>1</sup>, 蔵本 亮一<sup>2</sup>, 溝上 頼賢<sup>2</sup>, 谷平 正典<sup>3</sup>  
1JAEA, 2MHI パワーエンジニアリング, 3MHI**

#### **要旨**

再生可能エネルギー調和型新型炉システムの安全評価技術の中で、特に事故模擬試験装置の設計に関する報告である。これらのシステムは、水素製造や蓄熱が可能な発電技術を含み、その事業化には異常状態を模擬し安全性を評価する試験装置と解析ツールの開発が不可欠である。加えて、再エネ電源の変動に対応した発電量や蓄熱量の最適化を行い、需給バランスと経済性を確保するための高速通信装置（IoT）の開発も求められている。試験装置は高温ガス炉とナトリウム冷却炉を想定し、ヘリウムガスループによる1次系および2次系、熔融塩を使用する蓄熱設備を含む。1次系には、加熱器、ガスタービン、発電機、中間熱交換器が含まれ、2次系には水素製造や蓄熱用の熱交換器が設置されている。さらに、ナトリウム系の熱交換器を持つ3次系も装備され、異常模擬が可能な発電モードとコジェネモードを運転モードとして設定している。

設計結果として、各プラント構成要素について熱物質収支計算を行い、加熱器出力は5MW規模、出口温度は発電モードで約750℃、コジェネモードで約850℃と設定された。蓄熱設備には硝酸塩系熔融塩を用いた顕熱蓄熱方式を採用し、伝熱面積増大による大型化が懸念されたが、スタティックミキサー内蔵型の熱交換器設計によりコンパクト化が図られた。これに基づいてプラント全体の配置設計も完了した。

結論として、試験装置設計の成果を報告し、今後は試験計画の詳細検討や安全性評価のための装置のコンパクト化、コスト削減のための更なる検討を進めていく予定である。

## 1G03 再エネ調和型新型炉システムの安全性評価技術の開発

### (3) 再エネ調和型新型炉用安全解析ツールの開発事故模擬試験装置の設計

Development of a test plant for integrated nuclear and renewable energy systems

#### (3) Development of a safety analysis tool based on the test plant

\*佐久間 渉<sup>1</sup>, 谷平 正典<sup>1</sup>, 相澤 康介<sup>2</sup>, 今井 良行<sup>2</sup>, 幕内 悦予<sup>2</sup>, ヤン ジングロン<sup>2</sup>

<sup>1</sup>MHI, <sup>2</sup>JAEA

#### 要旨

再エネ調和型新型炉システムの安全評価技術の一環として、安全解析ツールの開発状況を報告する。本システムは水素製造や蓄熱など多様な発電用システムを備えており、異常時の挙動を模擬し安全性を評価する試験装置や解析ツールの開発が重要である。さらに、再生可能エネルギー供給に応じて発電量や蓄熱量を最適化するため、高速通信装置（IoT）との連携も必要とされる。今回報告する安全解析ツールは、RELAP5コードを基盤として構築され、事故模擬試験装置に対応するモデルを備える。

安全解析ツールは、ヘリウムガスを冷却材とする1次系と、発電や熱利用を模擬する2次系を含むシステム全体の過渡挙動を評価することが可能である。1次系には、原子炉模擬ヒータ、発電機、中間熱交換器があり、2次系は水素製造や蓄熱設備を想定している。この解析ツールは異常発生時の挙動を評価するだけでなく、再エネ電源からの電力供給状況に合わせて運転最適化を行う高速通信装置と連携し、発電と熱利用を同時に行うコジェネモードと発電モードの間で運転条件を過渡的に変更することもできる。

模擬試験装置の過渡解析では、発電機負荷喪失や中間熱交換器除熱喪失などのシナリオに対してツールを用いて解析を行った。発電機負荷喪失時、タービンが過回転するもバイパス流量制御系により適切に制御され、また、ヒータ出力制御系の作動により原子炉模擬ヒータの出口温度が維持された。これにより、開発した安全解析ツールが異常発生時のプラント挙動を正確に評価できることが確認された。

結論として、再エネ調和型新型炉用の安全解析ツールの開発が進展し、試験装置における異常時の評価が可能であることを報告した。今後、試験装置の詳細設計を反映したさらに精密な解析モデルを作成し、安全性評価の精度を高めていく予定である。

## 1G04 再エネ調和型新型炉システムの安全性評価技術の開発

### (4) 高速通信装置の開発

Development of a test plant for integrated nuclear and renewable energy systems

#### (4) Development of a high-speed communication device

\*岡本 圭太<sup>1</sup>, 角谷 亮介<sup>2</sup>, 森本 泰臣<sup>1</sup>, 赤坂 尚昭<sup>3</sup>, 幕内 悦予<sup>3</sup>, ヤン ジングロン<sup>3</sup>

<sup>1</sup> 日揮グローバル, <sup>2</sup> 日本エヌ・ユー・エス, <sup>3</sup> JAEA

#### 要旨

再エネ調和型新型炉システムの開発において、高速通信装置（IoT）のシステム概要、電力

需給調整の最適化評価結果、及び技術課題について報告する。再エネ調和型新型炉システムは、再生可能エネルギーの発電量や電力需要の変動に応じて、発電量と蓄熱量を安全かつ経済的に最適化し、適切なプラント操作を行う必要がある。このため、新型炉と再エネプラント間で高速通信を行い、電力需給調整を行うIoT装置を開発中である。

このIoT装置は、RELAP5コードに基づいて構築された新型炉システムの安全解析ツールと連携する形で開発され、Pythonを使用して最適化計算プログラムを構築した。最適化には、経済性の追求に加え、負荷追従運転や事故時の系統安定性を優先するケースも含めた複数の運転モードを考慮している。代表的なシナリオとして、1週間分の電力需要予測データを用いて最適化解析を実施し、機能評価を行った。

その結果、構築したプログラムが想定した最適化と出力配分指示を適切に実行できることが確認された。例えば、負荷追従運転時には需要電力量や再エネ発電量の変動に合わせて原子力発電と蓄熱設備を組み合わせ、安定した運転計画が提示された。これにより、システムが経済的かつ安全に対応可能なことが実証された。

今後の課題として、新型炉システム安全解析ツールとの接続により、安全運転への影響をより詳細に評価することが必要である。また、本研究では負荷追従運転、経済性、事故時の模擬に焦点を当てたが、環境負荷を考慮した運転モード（CO<sub>2</sub>排出量削減運転）を新たに導入する可能性も検討中である。これらの改良により、さらに持続可能で効率的な運転を目指す。

本報告は、経済産業省の「令和5年度 社会的要請に応える革新的原子力技術開発支援事業」の一環として実施された成果である。

## **1G05 革新的高温ガス炉システムの開発と展望**

### **Development of innovative design of HTGRs**

**\* 西村 洋亮<sup>1</sup>, 山崎友資<sup>1</sup>, 岡本 孝司<sup>1</sup>**

**<sup>1</sup>東京大学**

#### **要旨**

高温ガス炉の炉心高出力化と安全性向上を目的としたスリーブレス燃料コンパクトの研究開発について報告する。従来、高温ガス炉の炉心は黒鉛で焼き固めたTRISO燃料コンパクトを使用し、HTTRでは空気侵入事故時の燃料酸化を防ぐために黒鉛スリーブに収められている。しかし、このスリーブが炉心冷却性能を制限していた。そこで、SiC（炭化ケイ素）を用いてTRISO燃料粒子を焼き固めたコンパクトを用いることで、スリーブを除去し冷却性能を大幅に向上させ、耐酸化性能を高めるアイデアが提案された。

令和3-5年にかけて、東京大学、東京工業大学、原子力機構の連携によりSiCの酸化挙動評価とマルチフィジクスシミュレーションコードの開発が進められ、その検証および妥当性評価（V&V）のための基盤技術の確立が行われた。反応焼結法によるSiCコンパクトの作成に成功し、理論密度95%を達成、運転時の熱伝導率も十分な水準であった。製造されたSiC母材は1400℃までの高温酸化条件下でも優れた耐酸化性能を示し、重大な腐食は見られなかった。さらに、酸化試験データに基づく有用な燃料酸化モデルも構築された。

核熱計算の結果、ウラン濃縮度を増大させる必要があるものの、通常運転時の燃料温度は

安全基準の1495℃を下回り、減圧事故時にも1300℃以下を維持し受動安全性が確認された。今後は流路閉塞などの過渡事象を含めた安全解析、スリーブレス燃料を固定するスペーサの設計、機械強度や熱応力の評価が課題である。これらの課題はMHIからの委託事業として進められる予定である。

SiCコンパクトのV&Vが達成され、設計の信頼性が向上したことは高温ガス炉の高出力化への道を開き、ポーランドへの高温ガス炉事業を進める東芝などの産業界からも注目を集めている。この技術は日本の技術力を世界に示し、高温ガス炉分野でのリーダーシップを確立する一助となる。

### **1G06 HTTR―熱利用試験施設における可燃性ガスの爆発影響評価**

#### **Evaluation of Combustible Gas Explosion Hazard in HTTR Heat Application Test Facility**

**\*守田 圭介<sup>1</sup>, 青木 健<sup>1</sup>, 清水 厚志<sup>1</sup>, 佐藤 博之<sup>1</sup>, 坂場 成昭<sup>1</sup>**

#### **1 原子力機構**

#### **要旨**

高温ガス炉を利用した水素製造施設の安全評価手法として、可燃性ガス漏えいおよび爆発の影響評価手法の開発状況を報告する。高温ガス炉の安定した水素製造を実現するには、原子炉の安全を確保しつつ、合理的な隔離距離の設定が求められる。原子力機構は、流体解析コードFLACSを用いて、事故シナリオに基づく水素製造施設からの可燃性ガス漏えい・火災爆発が原子炉施設に及ぼす影響を評価する手法の開発を進めている。今回の報告では、HTTR（高温工学試験研究炉）と水素製造施設を接続するHTTR―熱利用試験施設に対する試算結果を示す。

評価では、原子炉建家から55m離れた水蒸気改質器近傍の配管破損により、可燃性ガスが原子炉方向へ一定流速で漏えい・拡散し爆発するシナリオを対象とした。ガスの組成はH<sub>2</sub>:CH<sub>4</sub>=52:47:1（体積%）で、インベントリは720kg、放出時間は50秒間と設定。着火点は可燃性ガスと空気が当量比1となる地点近傍に設定した。

試算結果では、着火点からの距離と最大圧力変化が評価され、原子炉建家の壁面での最大圧力は約0.95 kPaと算定された。これは、従来手法での爆風圧評価10 kPaを大きく下回っており、開発中の手法が爆発影響を抑えられることを示した。

本研究の結果、開発中の手法は従来の評価手法に比べて原子炉建家への圧力を低減できることが確認された。今後は、さらなる事故シナリオの分析や、可燃性ガス漏えいと爆風圧評価に関連する不確実性評価手法の開発を進める予定である。

### **1G07 超高温を利用した水素大量製造技術の開発**

#### **―HTTR と水素製造施設を接続する高温断熱配管の開発―**

#### **Development of Large-Scale Hydrogen Production Technology Utilizing Very High Temperature**

#### **- Development of Hot Gas Duct Coupling HTTR with Hydrogen Production Facility -**

**\*永塚健太郎, 水田直紀, 守田圭介, 吉吉野匡紀, 長谷川武史, 石井克典, 青木健, 小野**

正人,  
高橋豪夫, 倉林薫, 安田貴則, 野口弘喜, 野本恭信, 清水厚志, 飯垣和彦, 佐藤博之, 坂  
場成昭  
原子力機構

**要旨**

高温ガス炉と水素製造施設を接続するための高温断熱配管技術開発に関する計画と一部の成果を報告する。高温ガス炉の高い安全性を確保するため、原子力機構はHTTR（高温工学試験研究炉）と天然ガス水蒸気改質法による水素製造施設の接続を含むHTTR-熱利用試験を計画中である。高温断熱配管は、ヘリウムガス輸送時の熱損失を低減し、不純物放出を最小限にする断熱性能が求められるが、HTTR建設時に使用されたカオウールは現在製造されていないため、新たな断熱材を用いた配管の開発が必要である。

技術開発項目として、ファイバーマックス、マフテック、ファインフレックスBIOの3種類を候補断熱材に選定。これらの断熱材はヘリウム環境下での特性データがなく、高温断熱配管や二重管の適用実績もないため、特性データ取得と適用検証が求められる。これに対応し、高温断熱配管の技術開発項目と計画を策定し、1 MPaGの低圧条件下で熱伝導率と放出ガス量の測定を実施した。

技術開発計画では、断熱材の熱伝導率と復元率の測定、ヘリウム雰囲気でのガス放出量の計測を行う。また、製作性の検証として、部分モックアップを用いて施工性、溶接性、検査性を評価。測定の結果、選定した候補断熱材が高温環境下での特性データ取得を完了し、放出ガス量も確認済みである。

これらの成果により、開発計画の初期段階が達成され、新たな高温断熱材の適用が可能な見通しが立った。今後は高圧条件下でのデータ取得やモックアップ試験を通じたさらなる技術検証を進め、実用化に向けた準備を進める。

**1GPL01 海外情報連絡会セッション**

**EGSMR（小型モジュール炉に関する専門家グループ）の活動**

**Activities of EGSMR (Expert Group on Small Modular Reactors)**

**\*竹田 武司<sup>1</sup>**

**1 日本原子力研究開発機構**

**要旨**

日本の原子力政策では、2030年までの小型モジュール炉（SMR）の技術実証が計画されており、OECD/NEAの原子力施設安全委員会（CSNI）は、2021年にSMRの安全評価を支援するために専門家グループEGSMRを設立し、2023年10月にその成果としてCSNI Technical Opinion Paper No. 21（TOP-21）を発行した。TOP-21では、SMRの安全性に関する4つの主要関心領域と推奨活動が示されている。

EGSMRは、参加国の安全性研究のニーズを把握し、知識のギャップを特定し、CSNIに対する推奨を提供するために複数回のアンケートを実施した。日本はこのアンケートに対し、日立GEニュークリア・エナジー(株)、三菱重工業(株)、日本原子力研究開発機構の協力を得て回答した。

TOP-21で特定されたSMRの安全性の関心領域には、(1) 規制の調和、(2) 横断的な安全課題（受動的な安全機能、緊急計画区域、複数モジュールの影響など）、(3) 実験キャンペーン、(4) 計算コードの検証と妥当性確認が含まれる。CSNIはこれらに基づき、実験データの集約やスケーラビリティの検証を通じて、安全性の向上を図る活動を推奨している。

日本のアンケート回答には、ナトリウム冷却高速炉（SFR）の実用化に必要な技術や、酸化物分散強化型被覆管の量産技術、高温耐性材料のデータ整備、液体金属ナトリウムの熱流動評価技術、耐震性向上技術が挙げられた。また、HTTRと水素製造施設の接続に関して、一般産業法規に基づく設計や外部事象としての影響評価が計画されている。さらに、SMRの安全評価には、広範な実験データを用いた計算コードの妥当性確認が重要で、実験装置による受動的な安全系の評価が求められている。

2024年以降のEGSMRの任務は、CSNIのSMR活動支援、知識ギャップへの優先順位付けと対応策の提供、CSNIとCNRAの調整、実験装置の特定などが含まれている。これらの活動は、SMRの安全設計支援を強化し、日本の技術開発を国際的に促進することを目指している。

#### **1NPL04 総合講演・報告「原子力将来シナリオの諸量評価技術」研究専門委員会**

##### **原子力将来シナリオの諸量評価技術の現状と今後の展開**

#### **Current Status and Next Development of Fuel Cycle Analysis Technique for the Future Scenarios**

##### **(4) 将来原子炉技術の諸量評価ベンチマークに向けた留意点**

##### **(4) Considerations for Benchmark of Future Nuclear Reactor Technologies**

**\*相澤 直人**

**東北大学**

#### **要旨**

「原子力の将来シナリオの諸量評価技術」研究専門委員会の目的は、将来の核燃料サイクルに関する標準ライブラリモデルを構築し、核燃料シミュレータの信頼性を向上させ、原子力利用の未来シナリオに貢献することである。選定した原子炉タイプには、軽水炉、酸化物燃料高速炉、金属燃料高速炉、高温ガス炉、熔融塩炉、小型モジュール炉（SMR）が含まれる。それぞれのタイプについて、専門のワーキンググループ（WG）が仕様データを収集し、標準ライブラリモデルを作成する。

軽水炉は、加圧水型（PWR）と沸騰水型（BWR）を採用し、UO<sub>2</sub>燃料炉心やMOX燃料混在炉心がモデルとして検討される。酸化物燃料高速炉は、ナトリウム冷却炉で、低増殖炉心と高増殖炉心のモデルが選定され、燃料には多重リサイクル組成が用いられる。金属燃料高速炉では、小型と大型ナトリウム冷却炉を取り上げ、特に小型炉では国内軽水炉使用済燃料由来の燃料やMA燃料を検討する。

高温ガス炉としてはGTHTR300が選ばれ、発電用途に加え水素製造への適用が想定されている。熔融塩炉は、フッ化物熔融塩熱中性子炉と塩化物熔融塩高速炉の2つがモデルとして選ばれ、それぞれ異なる燃料塩と設計が特徴である。SMRは米国NuScale社の標準プラントを候補とし、情報収集の制約がある場合は国内提案モデルの採用も検討される。

各原子炉モデルは熱出力や燃料組成、濃縮度、冷却材、減速材などの仕様がまとめられ、



詳細は発表で説明される予定。これらの開発により、日本の原子力技術が未来の核燃料サイクルにおいて高い信頼性を持つものと期待される。

### **1D08 三菱3次元詳細輸送計算コードGALAXY-Zの開発**

#### **(9) 高温ガス炉の燃焼計算と全炉心計算**

#### **Development of Mitsubishi Three-Dimensional Heterogeneous Transport Calculation Code GALAXY-Z**

#### **(9) Burnup Calculation and Whole Core Calculation for High Temperature Gas-cooled Reactor**

**\*山路 和也<sup>1</sup>, 小池 啓基<sup>1</sup>, 浅野 耕司<sup>1</sup>**

**1MHI**

#### **要旨**

三菱3次元詳細輸送計算コードGALAXY-Zは、PWR炉心計算に用いられていたものを高温ガス炉用に拡張しており、今回新たに燃焼計算機能を導入して3次元非均質全炉心計算を実施した。GALAXY-Zの高温ガス炉適用のため、被覆燃料粒子に対応する共鳴計算機能を組み込み、燃焼計算では150核種からなる燃焼チェーンを採用し、数値解法にはkrylov部分空間法を使用、核データライブラリとしてJENDL-5を使用した。

燃焼計算では、被覆燃料粒子の核種数密度、エネルギー群ごとのマイクロ断面積、中性子束が入力となる。計算効率向上のため、燃料コンパクトを均質化して中性子束を計算し、その平均値にDSTG法に基づく不利因子を乗じて燃料カーネル内の中性子束を求める手法を採用。これにより、燃焼計算で燃料カーネル内の核種生成を直接評価可能とした。

検証として、JENDL-5を用いた連続エネルギー燃焼モンテカルロコードMVP-BURNと比較した結果、燃焼計算結果は無限増倍率で0.08%dk/k以内の一致を示し、高い精度を確認した。また、3次元非均質輸送計算の並列化により、全炉心の1サイクル分の燃焼計算を約3日で完了できることがわかった。計算結果から、全炉心の径方向出力分布の詳細な評価も可能であることが確認された。

この研究により、高温ガス炉の3次元非均質全炉心計算の燃焼評価が迅速かつ正確に行えるようになり、今後の設計・評価に貢献できることが示された。

### **1G14 核熱ロケット炉心の制御ドラム回転による出力分布の変化及び**

#### **Xe による毒作用の影響と対策**

#### **Effects and countermeasures of power distribution change by control drum rotation and**

#### **Xenon override in nuclear thermal rocket core.**

**\*森田 大<sup>1</sup>, 浪園 真一<sup>1</sup>,**

**1 福井大学**

#### **要旨**

核熱ロケットは、原子炉を用いて推進剤を高温に加熱し噴射することで推進力を得るロケ

ットであり、化学ロケットを超える高い比推力を実現可能である。1970年代には米国や旧ソ連で研究され、現在は火星探査用として再び注目されている。核熱ロケットの制御は、炉心外周に配置された制御ドラムを回転させることで中性子の反射量を調整し出力を制御するが、その際の炉心内の出力分布変化や $^{135}\text{Xe}$ による毒作用の影響が十分に理解されておらず、燃料の安全性の確保が課題である。

本研究では、モンテカルロ計算コードSCALEを用いて制御ドラムの回転による出力分布変化と原子炉停止時の $^{135}\text{Xe}$ 毒作用を解析した。まず、制御ドラム回転時の解析では、核分裂密度が平均値の0.6~1.8倍の範囲で変化することが確認され、燃料の温度超過を防ぐための追加検討が必要であることが示された。また、火星探査ミッションを想定し、1.5時間の定格出力運転後に原子炉を停止する条件で燃焼計算を実施したところ、 $^{135}\text{Xe}$ の蓄積により約 $-0.25(\Delta k/k)$ の負の反応度が生じ、停止後約50時間にわたり原子炉の再起動が不可能となることが判明した。原子炉の余剰反応度が $0.083(\Delta k/k)$ であるため、この毒作用の影響は特に再起動計画において重要な課題となる。

## 2H06 片面加熱鉛直矩形流路の自然対流熱伝達特性

Natural convection heat transfer characteristics in a one side heated vertical rectangular channel.

\*藤城 和峻<sup>1</sup>, 武田 哲明<sup>2</sup>

1 山梨大 (院), 2 山梨大学

### 要旨

高温ガス炉の炉容器冷却システム (VCS) の安全性と冷却性能を評価するため、鉛直矩形流路内に金属細線を多孔性材料として挿入した場合の空気による自然対流の除熱性能への影響を調査した。使用した実験装置は、長辺175mm、短辺19mm、高さ1000mmの片面加熱鉛直矩形流路で、作動流体は空気、金属細線は直径1mmの銅細線を使用した。空隙率は0.999~0.996のたわし状形状と空隙率1.000で試験し、ヒーター出力は100W、166W、242Wの条件下で実験を実施した。

結果として、空隙率が0.996の場合の除熱量がすべてのヒーター出力条件で最大であることが確認された。特に、ヒーター出力が242Wの場合、空隙率0.999と0.998では平滑流路の除熱量よりも減少する現象が見られた。これについては実験の再現性や計測精度に依存するため、詳細な原因解明は難しいが、今後は壁面温度が高くなった際に熱放射による細線への伝熱増加が除熱量の向上に寄与するかを調査する予定である。この研究により、高温ガス炉の冷却性能向上のための設計に貢献する知見が得られると期待される。

## 2D08 PHOEBE 法による大型高温ガス炉の出力分布推定

Power distribution estimation of Large-scale high-temperature gas-cooled reactor based on the PHOEBE method

\*木村 礼<sup>1</sup>, 西山 潤<sup>2</sup>

## 1 東芝エネルギーシステムズ株式会社

### 2 東京都市大学

#### 要旨

PHOEBE法は、燃料間の出力相関を考慮して中性子検出器の応答を基に出力分布を推定する手法で、これまで小型炉心での適用性が確認されてきた。本研究では、高温ガス炉GTHTR300を対象に、この手法を大型炉心に適用し、その有効性と課題を評価した。

GTHTR300は直径約8mの円環状炉心で、燃料・減速材カラムの幅は約40cmである。出力相関係数および検出器応答係数の計算には、計算コスト削減のためSRAC-CITATIONを用いた。燃料濃縮度は同一とし、出力異常を模擬するために濃縮度を20%に高めたケースを評価し、その出力分布を参照解とした。

出力分布推定の結果、PHOEBE法による分布は全体的な傾向を再現し、特に下部に出力ピークが見られる参照解に対し、上半分の出力が低下し、下半分が増加する傾向が確認された。ただし、出力ピークの位置には2カラム程度の誤差が生じた。これを改善するため、中性子エネルギーの選定や検出器構造の詳細な検討が必要である。

結論として、大型高温ガス炉においてもPHOEBE法による炉外計装で出力分布推定が一定程度可能であることが示された。しかし、中性子エネルギーの選定や検出器設計の最適化が今後の課題であり、さらなる研究が必要とされる。

## 2GPL01 新型炉部会セッション

### 再生可能エネルギー導入拡大を見据えた新型炉に期待される新たな技術開発

New technology development expected for advanced reactors toward massive expansion of

renewable energy capacity

#### (1) 再エネ協調技術開発の国内外動向

(1) Development trends of nuclear-renewable hybrid energy technologies in Japan and foreign countries

\*山野 秀将<sup>1</sup>, 豊岡 淳一<sup>1</sup>

1 日本原子力研究開発機構

#### 要旨

2022年12月に「GX実行会議」で「GX実現に向けた基本方針 ～今後10年を見据えたロードマップ～」が取りまとめられ、2023年2月に閣議決定された。この方針は、エネルギー安定供給を確保するために、省エネの徹底、再生可能エネルギー（再エネ）や原子力の活用などの脱炭素電源への転換を進め、成長志向型カーボンプライシング構想を実現・実行するものである。2023年には「GX推進戦略」や「GX分野別投資戦略」が策定され、GX経済移行債を用いた投資促進が進んでいる。2024年5月には「GX2040ビジョン」を策定する方針が示され、次期エネルギー基本計画の改定議論が進められている。

ロシアのウクライナ侵攻や中東情勢の緊張などにより、エネルギー安全保障の重要性が増し、カーボンニュートラルに向けたエネルギー構造転換が求められている。原子力は安定供給と脱炭素効果が期待される電源として注目され、次世代革新炉の開発・建設が進めら

れている。特に高速炉と高温ガス炉への投資や原子力サプライチェーンの強化が進行中である。2030年度には再エネが36～38%、原子力が20～22%とされ、火力発電は調整力として一時的に活用されるが、2050年のカーボンニュートラルに向けて削減が求められる。

IAEAは2018年の会議で原子力と再エネの協調システムにおける課題を議論し、2023年に報告書を発行した。報告書では、原子力が熱エネルギーを発電や産業熱、地域暖房などに活用し、再エネの変動性を補完する重要な役割を持つことを強調。また、水素製造では高温ガス炉を用いた高温水蒸気電解の技術が期待されており、JAEAのGTHTR300Cは高効率発電と負荷追従運転が可能で再エネ協調技術に適している。

GIFでは第四世代原子炉の非電力利用（NEANH）を推進し、2022年にカナダで第1回ワークショップを開催、2024年には韓国で第2回を開催した。これらの会議では、産業用途での高温利用や水素製造などへの原子力の利用が議論され、規制の不確実性や燃料転換の困難さが指摘されつつも、商業的に利用可能になれば産業界は原子力を導入する意向が示された。国内外では、統合エネルギーシステム（IES）や蓄熱技術の開発も進んでおり、これにより再エネの変動性を補完できる。米国のNatrium<sup>TM</sup>やX-energyによる実証プロジェクト、中国のHTR-PMによる地域暖房、日本の次世代革新炉の研究基盤提案などがその例である。水素製造では、米国やロシア、韓国、英国が原子力を用いた実証プロジェクトを進めており、日本でもHTTRを用いた水素製造試験が行われている。

再エネ協調技術開発は原子力の新たな価値を生み出し、特に高温ガス炉や高速炉がその役割を果たすと考えられる。日本は再エネ協調技術開発で遅れを取っているが、国が民間の革新炉開発を支援し、人材や技術基盤の強化に取り組むことが重要である。

## **2GPL02 新型炉部会セッション**

### **再生可能エネルギー導入拡大を見据えた新型炉に期待される新たな技術開発**

**New technology development expected for advanced reactors toward massive expansion of**

**renewable energy capacity**

#### **(2) 新型炉とエネルギーミックス**

#### **(2) Advanced reactors and energy mix**

**\*小宮山 涼一**

**1 東京大学**

#### **要旨**

エネルギー政策の基本方針として、安定供給、経済効率性、環境性、安全性（3E+S）が掲げられ、2050年のカーボンニュートラル達成が目標とされている。自然災害の激甚化に対応したレジリエンス強化や再生可能エネルギーの主力電源化、非効率な石炭火力の廃止などを踏まえ、これらの方針に適合した電力エネルギーシステムの構築が求められている。特に新型炉、例えば小型モジュラー炉（SMR）は、安全性や機動性、水素製造能力、分散配置可能性を考慮し、エネルギー問題の解決に貢献することが期待される。将来のエネルギーシステム像を具体的に示すことで、新型炉の技術要件を明確にできると考えられる。再生可能エネルギーの拡大に伴い、電力安定供給のための調整力、電力システムの柔軟性向上、

送配電容量の増強、周波数や電圧の安定化などの課題に取り組む必要がある。筆者らは、カーボンニュートラル、再エネ主力電源化、電力レジリエンス強化を見据えた電力システムの数値シミュレーション手法を開発し、既存の大型原子炉や小型軽水炉、高温ガス炉、小型高速炉を組み込んだ最適導入シナリオを検討している。この手法により、原子力の最大活用と再エネ導入によるエネルギー安定供給と脱炭素化を定量的に分析できる。

開発したシミュレーション手法は、コスト最小化や脱炭素化を目指し、時間・空間解像度の高いボトムアップ型技術選択モデルを基にしている。再エネの出力変動、送電制約、蓄電池などの需給調整技術の詳細な性能を取り入れ、日本全体の電力基幹系統を地域別に約400地点の母線、約500本の送電線でモデル化した。これにより、SMRの地域導入ポテンシャルや負荷追従性能を評価し、電力システムの安定性や供給力、調整力を考慮した電力構成の分析が可能となった。

具体的には、軽水炉SMR、高温ガス炉SMR、高速炉SMRを考慮し、年間8,760時間での送電制約や経済的競合を分析した結果、再エネ大量導入時に負荷追従性能の低い大型原子炉の稼働率が低下する一方、SMRは一定の建設費を前提に調整力を発揮し、再エネとの親和性が高い技術オプションとして選択される可能性が示された。

今後の課題として、配電系統に接続する分散エネルギーリソース (DER) や需要家に近いGrid Edge Technologyの進展がSMR導入に影響する可能性がある。これまでのアプローチでは、基幹系統を主に分析対象としていたが、自然変動電源の拡大が見込まれるローカル系統や配電系統を考慮に入れたモデルを開発し、需要側の技術が電力需給安定化に与える影響を含めてSMR導入を評価することが求められる。

## **2B18 高温ガス炉を用いた核融合炉用T 製造法の検討**

### **～ 80-8000 Pa 圧力下におけるZr 球の水素吸収性能 ～**

**Study on T production method using high-temperature gas-cooled reactor for fusion reactors**

**～ Hydrogen absorption performance of Zr spheres in 80-8000 Pa hydrogen atmosphere ～**

**\*川井大海<sup>1</sup>, 松浦秀明<sup>1</sup>, 古屋碧海<sup>1</sup>, 片山一成<sup>2</sup>, 大塚哲平<sup>3</sup>,  
石塚悦男<sup>4</sup>, 中川繁昭<sup>4</sup>, 飛田健次<sup>5</sup>, 染谷洋二<sup>6</sup>, 坂本宜照<sup>6</sup>  
九大院工<sup>1</sup>, 九大院総理工<sup>2</sup>, 近大<sup>3</sup>, JAEA<sup>4</sup>, 東北大工<sup>5</sup>, QST<sup>6</sup>**

#### **要旨**

高温ガス炉を用いたトリチウム(T)製造方法として、Liロッドを炉内に装荷し、 $6\text{Li}(n, \alpha)\text{T}$ 反応によりTを生成する方法が提案されている。Liロッドは、円柱型のAl203容器にLiAlO<sub>2</sub>ペブルとTの内圧上昇を抑えるためのZr球を装荷した構造をとっており、生成されたTをLiロッド内に閉じ込め、発電機能や水素製造機能への影響を抑えることを目指している。これまで、Tの拡散モデルを作成し、Tの製造率や物性値に応じてLiロッド内のT内圧を評価する研究が進められてきた。Zr球の水素吸収性能については、800 Pa圧力下でのデータ取得が行われていたが、異なるT圧力下での性能変化については不明な点が多かったため、本研究では80-8000 Pa圧力下での水素吸収性能を調べた。

実験では、Zr球30個とLiAlO<sub>2</sub>粉末5 mgをAl<sub>2</sub>O<sub>3</sub>容器に装填し、900℃まで昇温後に石英管内へ水素を導入し、圧力変化を記録した。初期圧力90 Paと8000 Paの条件で実験を行った結果、圧力の減少はZr球による水素吸収を示していた。これに基づき、見かけの拡散係数と溶解度係数を拡散モデルで推定したところ、8000 Paの高圧条件では見かけの拡散係数が低下し、溶解度係数は上昇することが分かった。しかし、どちらの条件でも過去の800 Pa圧力下でのデータ（拡散係数 $10^{-12}$ – $10^{-11}$  m<sup>2</sup>/s、溶解度係数100–250 mol/m<sup>3</sup>/Pa<sup>1/2</sup>）と大きな差はなく、Zr球は80–8000 Paの範囲でLiロッド内のT流出を抑制するために十分な水素吸収性能を持つと結論付けられた。

これにより、Zr球が高温ガス炉でのトリチウム製造において安定した吸収性能を示し、異なる圧力条件下でもTの流出を抑える機能を持つことが確認された。発表では、見かけの拡散係数と溶解度係数に水素圧力によって生じた違いの原因についても議論を行う予定である。

### 3D01 使用済燃料を直接再利用するブロック型高温ガス炉の核特性と安全性評価

#### Neutronics and Safety Evaluation of Spent Fuel Direct Reuse in High-Temperature Gas-Cooled Reactor

\*CHONG Hong Fatt<sup>1</sup>, 相楽 洋<sup>1</sup>

1 東京工業大学

#### 要旨

本研究では、高温ガス炉の低反応度照射済燃料を直接再利用する新しい炉心概念の検討を行い、その核および熱特性を評価した。これまで、ブロック型高温ガス炉の使用済燃料を再利用することで、燃料利用効率の向上、固有安全性、核拡散抵抗性を達成する管理戦略が提案されていた。本研究では、照射済燃料を活用しマスバランスを取った炉心配置の検討と、その核特性および熱安全性への影響を評価することを目的とした。

研究対象としてGTHTR300の炉心を参照とし、14 wt.%濃縮ウラン酸化物を用いた新燃料ブロックを装荷した2バッチ燃焼方式を基に、再利用炉心では、照射済ドライバーファエルブロックを外側反射体領域と内側反射体領域で追加燃焼する4バッチ燃焼方式を検討した。中性子輸送および燃焼計算にはMVP3.0とMVP-BURNを用い、JENDL-5に基づくライブラリを用いて2次元炉心計算を実施。熱出力分布の結果を元にRELAP5-3Dで炉心内の温度分布を解析し、燃料コンパクトと圧力容器の最高温度を評価した。

解析結果において、再利用炉心の4バッチ平衡サイクルでの燃焼可能性が確認され、燃焼度は参照炉心と比較して向上していた。核熱流動解析の結果、再利用炉心における燃料コンパクトと圧力容器の最高温度は、それぞれ1251Kと624Kであり、参照炉心と同程度であることが示された。このことから、定常運転時において熱的影響はほとんど見られず、炉心の成立性が確立されたと結論付けた。

今後は、設計基準事故に対する過渡解析を行い、安全性のさらなる評価を進める予定である。

### 3E15 放射冷却を利用した受動的炉容器冷却システムの研究

#### 実装方法の検討

Research on a passive Vessel Cooling System (VCS) utilizing radiative cooling

Examination of how to integrate the actual VCS with a reactor building

\*高松 邦吉<sup>1</sup>, 船谷 俊平<sup>2</sup>

<sup>1</sup>JAEA, <sup>2</sup>山梨大

#### 要旨

本発表では、高温ガス炉における新たな炉容器冷却システム(VCS)の構造概念を提示し、実験や解析による性能評価結果を報告した。高温ガス炉は炉心溶融を防ぐ固有の安全性を有しているが、事故時に崩壊熱および残留熱を効果的に除去する冷却設備が求められる。既存のHTTRでは冷却水の強制循環による能動的なVCSが使用されていたが、動的機器を必要とせず、受動的に熱を除去できる冷却システムの開発が望まれている。

本研究では、事故時に水や空気の流体駆動に頼らず、放射冷却によって崩壊熱および残留熱を受動的に除去する新たなVCSを開発した。このシステムは原子炉建家を取り囲むドーナツ型断面構造を有し、HTTRの原子炉圧力容器(RPV)を参考に、高さ20 m、直径10.61 mのRPVを仮定し、VCSの幅を24.2 mに設定して評価を行った。過去の研究から、必要な熱流束として原子炉熱出力の0.33%以上を除去できることが求められた。

評価では、外気との熱交換面について自然対流熱伝達率 $18 \text{ W/m}^2/\text{K}$ 、外気温度 $40^\circ\text{C}$ 、輻射率0.8という条件を設定した。結果として、600MWtの熱出力を持つ原子炉の場合、VCSの高さはHTTR原子炉建家の高さ(24.2 m)の約27%に抑えられると示され、十分な除熱能力が確認された。

結論として、事故時における崩壊熱や残留熱を受動的に除去できる放射冷却を利用した新たなVCSの構造概念を提案し、その性能評価により必要な除熱能力を備えていることが示された。

#### 国内外開発動向調査（政治的側面）

海外の民間関連： 国外の開発動向 (B2-3)

Amazon、X-energy への投資を発表、SMR プロジェクト計画を公開 2024 年 10 月 16 日 WNN

<https://www.world-nuclear-news.org/articles/amazon-invests-in-x-energy-unveils-smr-project-plans>

Amazon は、X-energy に出資し、2039 年までにアメリカ国内で最大 5GW の小型モジュール炉 (SMR) を展開することを目指していると発表した。

Amazon の気候変動対策基金「Climate Change Pledge Fund」が、X-energy に対する 5 億ドルの資金調達でメインの投資家として機能した。この資金調達には、シタデルの創業者兼 CEO のケン・グリフィン、Ares Management Corporation、プライベート・エクイテ

イ会社 NGP、およびミシガン大学も参加している。

この資金は、原子炉設計とライセンスの完成、そしてテネシー州オークリッジにおける TRISO-X 燃料製造施設の最初のフェーズの完成を目指している。

最初のプロジェクトはワシントン州で実施される予定で、Amazon は州の公営ユーティリティのコンソーシアムである Energy Northwest と、約 320 メガワット (MWe) を発電する 4 基の先進型小型モジュール炉 (SMR) を設置する契約を締結した。また、発電能力を 960 MWe に増やすオプションもあり、これは約 77 万戸の住宅を賄うのに十分な量である。Amazon は、同プロジェクトの初期の実現可能性調査段階を資金援助し、Energy Northwest のコロンビア発電所近くに計画されたサイトで実施される。この契約の下で、Amazon は第 1 フェーズで発電される電力を購入する権利を有し、Energy Northwest は追加の 8 基を建設するオプションを持ち、その追加の電力は Amazon および周辺のユーティリティに供給される。

Amazon Web Services の CEO、マット・ガーマン氏は、「気候変動に対処する最も速い方法の 1 つは、社会をカーボンフリーのエネルギー源に転換することです。核エネルギーはカーボンフリーでスケールが可能であるため、Amazon にとって重要な投資分野です。これらの契約は、新しい核技術の建設を促進し、将来的にエネルギーを供給することができるであろう」と述べた。

Energy Northwest のエネルギーサービスおよび開発担当副社長、グレッグ・カレン氏は、「私たちは何年も前からこのプロジェクトの開発に取り組んでおり、この大胆な一歩を踏み出すことは特に生産コストで電力を提供するユーティリティにとって難しいものであった。Amazon がその財力と電力需要、そしてノウハウを活かして、この地域に信頼性のあるカーボンフリーな電力未来を築くリーダーシップを発揮してくれたことに感謝している」と述べた。

Xe-100 は第 4 世代の先進型炉設計であり、X-energy によると、高温ガス炉の運転と研究・開発に基づいている。320 MWe の 4 基セット発電所としての標準構成や、80 MWe 単位での拡張が可能である。Xe-100 は 565°C の蒸気で 200 MWt の出力を持ち、鉱業や重工業などの他の電力用途にも適している。

X-energy の CEO、クレイ・セル氏は、「Amazon と X-energy は、商業市場での先進的な原子力エネルギーの未来を築く準備ができている。AI の可能性を最大限に実現するためには、安全で信頼性のあるクリーンな電力を証明された技術で提供し、需要に応じて拡大可能な電力を供給する必要がある。Amazon、ケン・グリフィン、その他の戦略的投資家に深く感謝している。これらの協力によって、エネルギーとテクノロジーの未来に対する変革的なビジョンを実現するユニークな立場にある」と述べた。

初の Xe-100 発電所は、米国で産業施設に初めて導入される原子炉となるテキサス州ガルフコーストにある Dow Inc の UCC シードリフトオペレーションズサイトで開発中である。

Dominion Energy 社との間で、同社の既存のノースアンナ原子力発電所の近くで SMR プロジェクトを開発することを検討する覚書も締結された。Amazon がデータセンター施設をペンシルバニア州の Talen Energy 社の原子力発電所の隣に設置するのは、同社の初めての原子力エネルギー参入ではない。

Dominion Energy 社の会長兼 CEO であるロバート・ブルー氏は、「この協定は、Amazon



や他の大手テクノロジー企業との長期的なパートナーシップを基にしており、バージニア州でのカーボンフリーな発電の開発を加速するものである。この協力により、住宅用顧客への料金への影響を最小限に抑え、開発リスクを大幅に削減して SMR の導入を進める可能性が生まれる」と述べた。

7 月には、Dominion Energy 社が主要な SMR 核技術企業からの提案依頼を発表し、ノースアンナ発電所での SMR 開発の可能性を評価している。

## Ultra Safe Nuclear Corporation、チャプター11の申請を提出 2024 年 10 月 30 日

WNN

<https://www.world-nuclear-news.org/articles/ultra-safe-nuclear-corporation-files-chapter-11-petition>

マイクロモジュール炉（MMR）および TRISO 燃料の開発企業である Ultra Safe Nuclear Corporation（USNC）は、アメリカでチャプター11の破産保護を申請し、売却プロセスの実行を目指していると発表した。

USNC は、債務者保有資金調達（DIP）を取得しており、この資金により「アメリカやカナダでの MMR システムの展開、TRISO ベースおよびフルセラミックマイクロカプセル化燃料の大規模生産、さらに複数の米国政府機関向けの宇宙および防衛プロジェクトを含む、全てのプロジェクトの運用継続が保証される」としている。

同社は Standard Nuclear との間で資産購入契約を締結し、「USNC の燃料関連資産および技術開発契約に対する Stalking Horse Bidder（最初の買い手）として機能」することを予定している。資産の価格は 2800 万ドルで、12 月に取引を完了するための裁判所の承認を求めている。

USNC の取締役会会長であるカーク・エドワーズ氏は、「Ultra Safe Nuclear は、世界の電力および産業市場に安全で商業的に競争力のあるクリーンで信頼性の高い原子力エネルギーを提供することに引き続き尽力している。すべての選択肢を慎重に検討した結果、この裁判所監督の下での売却プロセスが、当社の主要技術イニシアチブの継続を確保しつつ、最も良い道筋であると判断した。これらのイニシアチブには、TRISO ベースの燃料の市場投入、カーボンフリーのエネルギーソリューションとしての MMR の展開、米国国防総省、NASA、英国エネルギー安全保障省およびネットゼロ省向けの重要技術の開発が含まれている。当社の戦略的目標に沿った、経験豊富な企業との合意されたオファーでこのプロセスを開始できることを喜ばしく思う」と述べた。

USNC の MMR は、45MW の熱出力、15MW の電力出力を持つ高温ガス炉で、TRISO 燃料と黒鉛ブロックを使用。黒鉛ブロックには、セラミック FCM 燃料ペレットがスタックされており、ヘリウム冷却で、9%から 19.75%までのウラン濃縮が可能。初回の認可を受けた原子炉の寿命は 40 年である。同社は現在、カナダ・オンタリオ州のカナダ原子力研究所のチョークリバー施設および米国のイリノイ大学アーバナ・シャンペーン校でのプロジェクトに取り組んでいる。

同社のパイロンマイクロリアクターは、1.5～5 MWe を出力するコンテナ輸送可能なシステ

ムであり、MMR 高温ガス炉システムよりも軽量で、地球上および宇宙でのオフグリッドの場所への輸送が可能。地上用途では、システムは核熱供給システムとプラント全体のモジュールに分かれており、標準の 20 フィート（6 メートル）のコンテナに収まる。