

# 水素化物減速ヒートパイプ冷却超小型炉 MoveluX™ の開発

## (2) : 炉心温度反応度の予備評価

Hydride moderated heat-pipe cooled very small modular reactor MoveluX

(2): Preliminary evaluation of core temperature reactivity

\*木村 礼<sup>1</sup>, 浅野 和仁<sup>1</sup>, 宮寺 晴夫<sup>1</sup>

<sup>1</sup>東芝エネルギーシステムズ株式会社

熱利用や水素製造など、電力供給以外の用途への活用が期待できる超小型原子炉システム MoveluX™ には、ヒートパイプ減速・水素化カルシウム減速炉心が適用されている。本報では、温度反応度など炉心特性の評価結果と、これに基づく輸送時臨界安全確保の手法および原子炉起動シーケンスの概要を述べる。

**キーワード** : SMR、超小型炉、ヒートパイプ、受動的安全性、金属水素化物

### 1. 緒言

2015 年より、ヒートパイプ減速・水素化カルシウム減速炉心を構成要素とする多目的超小型炉 MoveluX™ (Mobile VErY small reactor for Local Uility in X-mark) の開発を進めている (図 1)。MoveluX™ は、システム簡素化により高い可搬性を実現でき、また、可動部がないため受動的除熱・受動的炉停止が可能である。さらに、燃料を装荷した状態で原子炉をサイトへ輸送できるため、小型炉の課題である保障措置・核セキュリティの観点からも有利である[1]。

これまでに中性子の上方散乱によるスペクトル変化により、水素化物減速炉心が低温域で正の反応度を持つ場合があることが明らかにした[2]。この為本研究では MVP を用い、運転時の反応度制御機器を組み込まない簡易な炉心モデルで温度依存反応度を評価した。また、評価結果に基づいて輸送時臨界安全確保の手法および原子炉起動シーケンスを検討した。

### 2. 炉心温度反応度評価

炉心の実効増倍率の温度依存性を図 2 に示す。温度 800K 以下の低温領域では、安全棒が挿入されていない場合でも未臨界が維持されること、また、炉心温度の上昇に伴い臨界に達することがわかる。

### 3. 輸送時の臨界安全性確保および原子炉起動への応用

本炉心では、強制加熱を行わない限り、安全棒が引き抜かれても未臨界を維持できる。このため、燃料が装荷された状態で輸送しても、臨界安全を確保することが可能である。また起動時には、炉心の強制加熱により反応度を印加し、安全棒を徐々に引き抜くことで炉心を臨界状態にできると考えられる(起動シーケンス)。

### 4. 結論

開発中の MoveluX™ では、輸送時に想定される低温領域での臨界安全が確保できる可能性が極めて高いことが示された。

### 参考文献

[1]木村ほか “水素化物減速ヒートパイプ冷却超小型炉 MoveluX の開発(1) : 原子炉システム及び炉心コンセプト概要” 2019 年春の年会 1J04

[2] R. Kimura and S. Wada, “Temperature Reactivity Control of Calcium-Hydride-Moderated Small Reactor Core with Poison Nuclides”, Nucl. Sci. and Eng., 1943-748X (published online) (2019)

\*Rei Kimura<sup>1</sup>, Kazuhito Asano<sup>1</sup> and Haruo Miyadera<sup>1</sup>

<sup>1</sup>Toshiba Energy Systems & Solutions

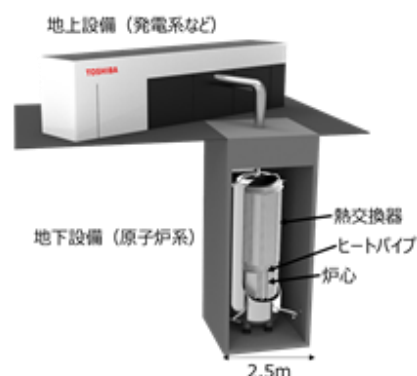


図 1 : システム鳥瞰図

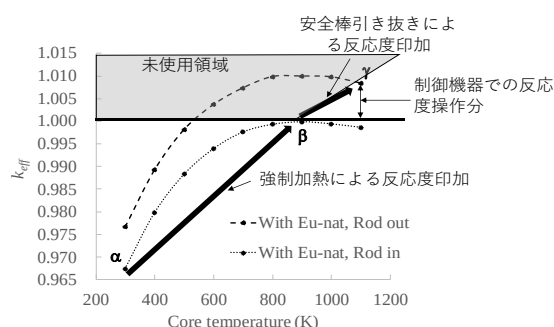


図 2 : 炉心温度変化に伴う実効増倍率の変化