

## 燃料デブリの臨界管理技術の開発

### (50) 大型の燃料デブリを模擬した二分割炉心の未臨界度測定

Criticality control technique development for Fukushima Daiichi fuel debris

#### (50) Sub-criticality Measurement in KUCA Decoupled Core Simulating Large-Scale Fuel Debris

\*加納 慎也<sup>1,2</sup>, 和田 怜志<sup>1,2</sup>, 三澤 毅<sup>3</sup>, 北村 康則<sup>3</sup>

<sup>1</sup>IRID, <sup>2</sup>東芝エネルギーシステムズ, <sup>3</sup>京都大学

京都大学臨界集合体実験装置(KUCA)にて、大型の燃料デブリを模擬した二分割炉心の未臨界度測定試験を実施した。本稿では、該当の試験の内容と得られた結果について報告する。

**キーワード**：福島第一原子力発電所事故，燃料デブリ，臨界安全，未臨界度測定，ファインマンα法

**1. はじめに** 燃料デブリ取出し時に、臨界に近接する状態を検知し、臨界の発生を未然に防止するためのシステム(臨界近接監視システム)<sup>[1]</sup>の開発を進めている。本システムでは、燃料デブリを取出す前の体系の未臨界度をファインマンα法(FA法)<sup>[2]</sup>により測定する方針としている。格納容器内部調査<sup>[3]</sup>により、2号機については、直径5mを超える範囲に、燃料デブリとみられる堆積物が広がっていることが確認されている。大型の体系においては、FA法の理論式の導出において前提とされている一点炉近似が成り立たず、適切に未臨界度測定が行えない懸念があることから、KUCAを用いた試験によりその適用性を確認した。

**2. 試験内容** 大型の体系においては、局所的に外乱が加えられた場合に、中性子束分布が大きくひずむこと、またそのひずみの度合いが、固有値間隔(E.S.)<sub>1</sub>( $=1/\lambda_1 - 1/\lambda_0$ )に反比例して大きくなることが知られている<sup>[4]</sup>( $\lambda_1$ は一次モードに対応する固有値、 $\lambda_0$ は基本モードに対応する固有値を示す)。測定体系の例を図1に示す。測定体系は、燃料体とポリエチレン反射体からなる、2つの小型の炉心(二分割炉心)とした。大型の燃料デブリを模擬するため、2つの炉心の間隔を調整して、大型の燃料デブリと同程度の固有値間隔(E.S.)<sub>1</sub>( $\sim 0.01$ )となるようにした。二分割炉心の近傍に、B-10比例計数管を設置し、片側(もしくは両側)の炉心に、燃料デブリを取出す際に想定される外乱(例えば、燃料デブリ取出しによる反応度低下や水の浸入による反応度増加を模擬した燃料体の置換)を加えた際の体系の増倍率 $M(=1/(1-k_{eff}))$ を測定した。

**3. 試験結果** 大型の燃料デブリを模擬した二分割炉心の未臨界度測定の結果を図2に示す。測定により得られた増倍率 $M$ の推定値 $M_{meas}$ は、MVPコード<sup>[5]</sup>で得られた検出器近傍の局所的な増倍率 $M$ の計算値 $M_{local}$ (検出器の近傍の炉心のみの増倍率 $M$ )とおおむね一致することを確認した。大型の燃料デブリにおいても、監視する対象を、検出器の近傍の局所的な範囲の燃料デブリに限れば、FA法により得られる測定値を指標として、臨界近接監視が行える見通しが得られた。

**謝辞** 本件は、資源エネルギー庁『平成29年度補正予算「廃炉・汚染水対策事業費補助金(燃料デブリ・炉内構造物の取り出し工法・システムの高度化(臨界管理方法の確立に関する技術開発))』』の成果の一部を取りまとめたものである。

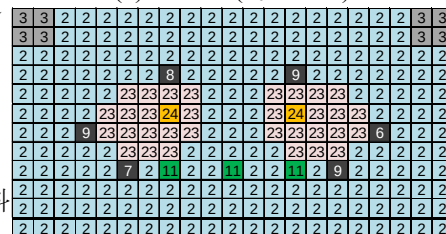
**参考文献** [1] 加納 他, AESJ 2018 年秋の大会 “1M12”. [2] Feynman et al., J. Nucl. Energy 3, 64-69 (1956).

[3] 東京電力ホールディングス HP. [4] 橋本, 博士論文, 名古屋大学 (1995). [5] Y. Nagaya et al., JAERI1348(2005).

\*Shinya Kano<sup>1,2</sup>, Satoshi Wada<sup>1,2</sup>, Tsuyoshi Misawa<sup>3</sup> and Yasunori Kitamura<sup>3</sup> <sup>1</sup>IRID, <sup>2</sup>Toshiba Energy Systems & Solutions Corp., <sup>3</sup>Kyoto Univ.



(a) Core 1 ( $k_{eff} \sim 0.8$ )



(b) Core 2 ( $k_{eff} \sim 0.95$ )

図1. 試験体系の例

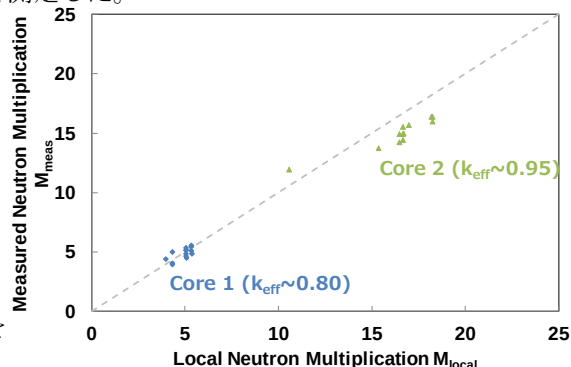


図2. 増倍率 $M$ の測定結果