

## 核分裂生成ガスを測定して未臨界を監視する方法 (III)

### (2) Kr-88 と Xe-135 の放射能比を測定して keff を推定する

Sub-criticality monitoring method by measuring FP gases (III)

(2) Estimation of keff by measuring the activity ratio of Kr-88 to Xe-135

\*平井 功希<sup>1</sup>, 内藤 倣孝<sup>1</sup> Liem Peng Hong<sup>1</sup>

<sup>1</sup>株式会社ナイス

事故デブリ中の Cm-244 の自発核分裂及び U-235 の誘起核分裂により生成され、収率が大きく異なっている Kr-88 と Xe-135 の放射能比の測定値(R)で推定した中性子源増倍係数(k)とデブリの実効増倍率(keff)の関係を一領域および二領域デブリについてモンテカルロ・シミュレーションで評価した。

キーワード：事故炉心、臨界監視、核分裂生成ガス、固定線源法、モンテカルロ・シミュレーション

#### 1. 緒言

下記の式(1)と(2)に示すように、核分裂生成ガスの放射能比を測定してデブリの未臨界度を監視する方法を検討している<sup>[1][2]</sup>。ただし、これらの式からは、実効増倍率 (keff) ではなく、中性子源増倍率 (k) を得ているので、今回、k と keff の関係について JENDL-4.0 ライブラリを用いた MVP-II コードで検討を行った。

#### 2. 方法

本検討では、デブリ組成は福島第一 1 号機のもので、平均燃焼度は 25.8GWd/t、冷却期間 7 年経過した状態の燃料を用いて、水素対重元素の比(H/HM)を変更することによって臨界性の違いを持つデブリを模擬した。このデブリが円柱状に堆積したと想定し、Cm-244 の自発核分裂を中性子線源 (S<sub>0</sub>) とした固定源問題を解いて S 及び k を求めた。また、同一組成と形状で固有値問題の keff も求めた。

$$\langle S \rangle = \langle S_0 \rangle \{ 1 + k + k^2 + \dots \} = \langle S_0 \rangle \frac{1}{(1 - k)} \quad (1)$$

$$R(k) \equiv \frac{\lambda_{Kr} Kr}{\lambda_{Xe} Xe} = \frac{\eta_{sp,Kr} \times F_{sp} + \eta_{in,Kr} \times F_{in}}{\eta_{sp,Xe} \times F_{sp} + \eta_{in,Xe} \times F_{in}} = \frac{\eta_{sp,Kr} + \eta_{in,Kr} \times \frac{v_{sp}}{v_{in}} \times \frac{k}{1-k}}{\eta_{sp,Xe} + \eta_{in,Xe} \times \frac{v_{sp}}{v_{in}} \times \frac{k}{1-k}} \approx \frac{\eta_{sp,Kr}}{\eta_{sp,Xe}} + \left( \frac{\eta_{in,Kr}}{\eta_{in,Xe}} - \frac{\eta_{sp,Kr}}{\eta_{sp,Xe}} \right) \cdot k \quad (2)$$

#### 3. 結果

デブリが 1 領域の体系、臨界性の同じ(H/HM)デブリを使用した 2 領域の体系では keff と k の値はほぼ一致した。そこで、臨界性と体積が異なる 2 領域のデブリ (結合の弱く、ほぼ独立した炉心) からなる体系 (図 1) を想定して k と keff の関係を検討した結果を図 2 に示す。図中にデブリ半径を変更することによって体系の keff を約 0.65 から臨界と近い値まで模擬した。keff は、臨界性の高いが体積が小さいデブリ 2 のみで求めた 2 領域 k (debr1) と近い値になるが、デブリ 1 とデブリ 2 を合計して求めた 2 領域 k (debr1 + debr2) とはずれた。この組成と体系では、keff > k であったので臨界安全性上望ましくない。同じ 2 領域の体系で上記のデブリ 1 と 2 の組成だけを入れ替えると keff と k の値はほぼ一致した。課題となる keff > k について今後対処方法を検討する。

##### 参考文献

- [1] 内藤 他, 日本原子力学会「2013 年秋の大会」J48, 八戸工業大学, 2013 年 9 月 3-5 日.  
[2] 中村 他, 日本原子力学会「2014 年春の年会」O28, 東京都立大学, 2014 年 3 月 26-28 日.

\*Kouki HIRAI<sup>1</sup>,  
Yoshitaka NAITO<sup>1</sup>,  
Peng Hong LIEM<sup>1</sup>  
<sup>1</sup>NAIS Co., Inc.

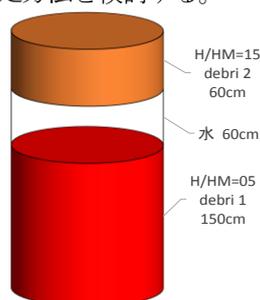


図 1 計算体系

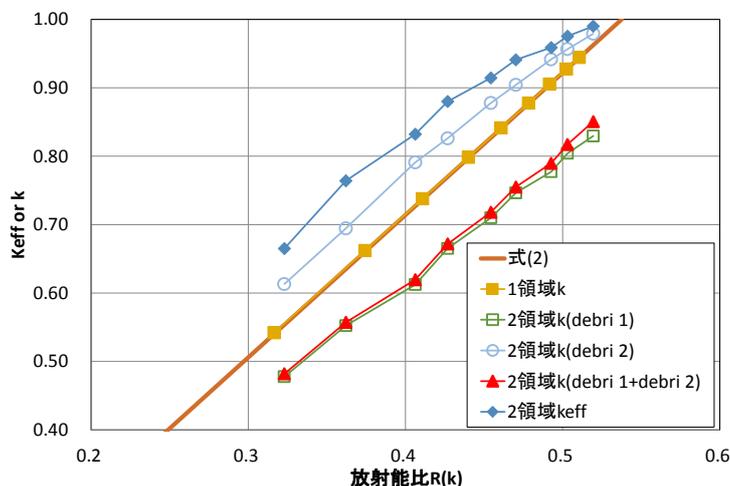


図 2 放射能比 R(k) と keff と k の関係