

KUCA-C 架台での臨界条件における γ 線スペクトル測定

Spectrum measurement of gamma ray from KUCA-C critical core

*名内 泰志¹, 佐野 忠史², 宇根崎 博信³, 高橋 佳之³, 楠見 紘司¹, 堀 順一³

¹電中研, ²近大, ³京大複合研

KUCA-C 架台を臨界条件とし、出力 4.5mW 程度の運転を行った。軽水タンク外に HP-Ge 検出器を設置し、適切な計数率で高分解能の γ 線スペクトルを測定した。

キーワード：KUCA、臨界条件、 γ 線スペクトル測定、HP-Ge 検出器

1. 緒言 中性子核反応の多くはエネルギー数 MeV の γ 線の発生をとまなう。 γ 線スペクトルから核反応を特定・定量する技術は炉心設計コードの妥当性確認に有望であるため、同技術の臨界条件への適用を試みた。

2. 実験 臨界条件での HP-Ge 検出器による γ 線スペクトル測定では、i) 検出器への中性子の直接入射と、ii) γ 線計数過多(数 10kcps が上限)が課題となる。軽水で中性子を遮蔽して透過 γ 線を測定することで i) を解決することを考え、軽水減速の C 架台を使用した。図 1 のように相対効率 35% の HP-Ge 検出器を炉心タンクの側面のフランジの外に配置した。炉心燃料(濃縮度 93wt% C35 フレーム)からフランジまでの軽水層の厚さは 60cm とした。また、ii) のため、低出力での運転が必要となる。このため線源領域計装を従前より 7cm 程度燃料部に近づけることとし、低出力で臨界調整可能とした。In 箔放射化測定及び、MCNP-5 コードと ACELIB-J4 ライブラリを用いた計算で評価した炉心出力は最大 4.5mW、中性子発生数で 3.4×10^8 n/s 程度である。

3. 測定スペクトル 図 2 に測定スペクトルを示す。不感時間割合は最大で 13%、計数率は 11kcps 程度となった。スペクトルでは①水中からの $H(n, \gamma)$ 2.223MeV と、②炉心の主要物質である Al からの $^{27}Al(n, \gamma)$ 7.724MeV のピーク γ 線及び、③2.5~6MeV で連続スペクトルをなす核分裂即発 γ 線が顕著である。HP-Ge 検出器への中性子直接入射に特有なスペクトルは見られず、計数過多によるスペクトルの乱れもほとんどない。本測定ではさらに④ ^{56}Fe 、 ^{58}Ni 、 ^{53}Cr 等の捕獲 γ 線成分が 7.6MeV 以上で、また⑤2.9~4.6MeV で ^{235}U 核分裂により生じる短寿命(半減期 3 秒~10 分)FP である ^{88}Br 、 $^{90,90m}Rb$ 、 $^{95,97}Y$ 、 ^{95}Sr 、 ^{136}Te からの γ 線が識別[1]された。また⑥ $^{16}O(n, n^*)$ もしくは $^{16}O(n, p)$ 反応で生じる ^{16m}O 脱励起 6.129MeV γ 線が測定されるとともに、⑦S/N はよくないが 6.396MeV 付近に $^{235}U(n, \gamma)$ γ 線の可能性のあるピーク構造が検出された。以上、適切な中性子遮蔽と核計装の設定により、高分解能 γ 線スペクトル測定による臨界炉心での複数の反応の特定が可能となった。

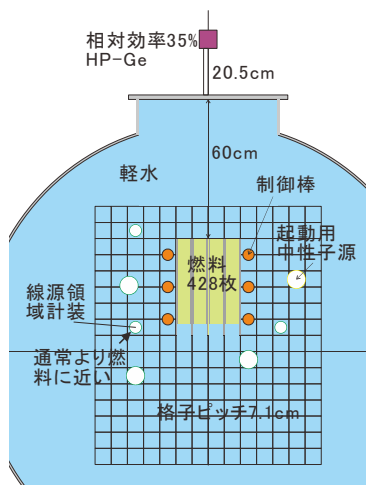


図1 測定体系

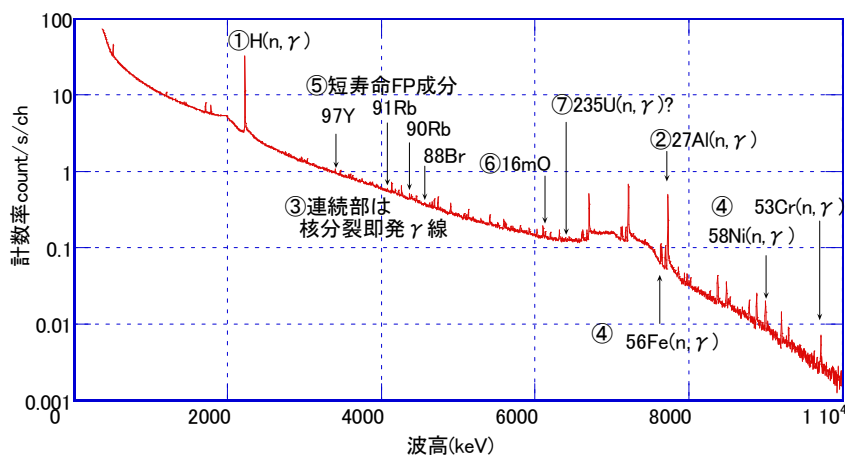


図2 臨界炉心で測定した γ 線スペクトル

参考文献 [1]Y. Nauchi, Y. Takahashi, T. Sano et al., KURNS prog. Repo 2019.

*Yasushi Nauchi¹, Tadafumi Sano², Hironobu Unesaki³, Yoshihiro Takahashi³, Koji Kusumi¹, Jun-ichi Hori³

¹CRIEPI, ²Kindai Univ., ³KURNS