

自己出力型検出器を用いた JRR-3 垂直照射キャプセル内のガンマ線計測

Gamma-ray measurement in JRR-3 vertical irradiation capsule using a self-powered detector

*武田 遼真¹, 大森 崇純¹, 光井 研人¹, 武内 伴照¹, 牛島 寛章¹, 松井 義典¹,
仁尾 大資¹, 遠藤 泰一¹, 岡田 祐次¹, 井手 広史¹

¹JAEA

JRR-3 垂直照射キャプセル保護管内のヒータ線アダプタ部ではガンマ線による特性劣化が懸念されるため、自己出力型ガンマ線検出器 (SPGD) を用いたアダプタ下部位置におけるガンマ線量の評価を試みた。その結果、キャプセル保護管内におけるリアルタイムのガンマ線量率に関するデータが取得できた。

キーワード: JRR-3, 照射試験, ガンマ線, 自己出力型検出器, SPGD

1. 緒言

キャプセルの温度制御に用いるヒータ線は、キャプセル保護管内のアダプタ部でシース線からソフトケーブルに変換しており、アダプタ部はエポキシ樹脂により絶縁されている。原子炉運転中、炉心からのガンマ線を受けることで、ヒータの絶縁性の劣化を招く可能性がある。そのため、キャプセル保護管内のガンマ線量について in-situ で測定が可能な SPGD を用いて評価を試みた。

2. 実験

キャプセル下端から軸方向+120cm の位置のキャプセル保護管内にエミッタの材質が鉛、サイズが $\phi 3 \times 150\text{mm}$ である SPGD を装荷し、1 サイクル (R6/5/7~5/31) 間の連続照射試験を行った。図 1 に SPGD の設置位置を示す。

3. 結果・考察

JRR-3 運転時の SPGD 出力電流値と炉出力の関係を図 2 に示す。図 2 (a) の原子炉起動時には、炉出力 100kW から SPGD の出力電流に有意な上昇が見られ、各出力のステップ状の上昇に従い比例していることが確認された。SPGD 出力電流について、⁶⁰Co 照射場における校正定数を用いてガンマ線量率に換算したところ、20MW 定格運転時で約 12kGy/h となった^[1]。図 2 (c) の原子炉停止時には、炉出力及び SPGD の信号が約 2 分で 10 分の 1 以下にまで急減衰したことから、SPGD の出力は主に核分裂に伴う即発ガンマ線及び ²⁷Al の (n, γ) 反応によるものと考えられる。その後、SPGD 出力値は緩やかに減衰しており、放射化した ²⁸Al 等及び短半減期の FP 核種等の崩壊ガンマ線による影響が示唆された。

一方、図 2 (b) の 20MW 定格運転時には、運転開始から約 2 週間にわたり SPGD 出力が上昇し続け、約 3 倍まで増加した。これは、原子炉の運転に伴って生成した Np-239 等の放射性核種の増加とその崩壊ガンマ線や、定格運転中の制御棒 (R-2) の引き抜きにより、ガンマ線分布が炉心軸方向上部へシフトしたことによる影響と考えられる。なお、同キャプセル内に設置した熱電対による照射温度分布測定結果からも、照射サイクル初期~中期においてガンマ発熱率分布が上部方向にシフトしているとの解析結果であったことから、定格運転中にキャプセル温度分布に有意な影響を与えるガンマ線量率分布の変動があったものと考えられる。

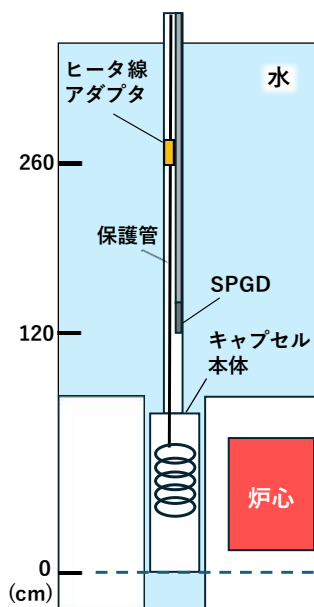


図 1. SPGD の設置位置

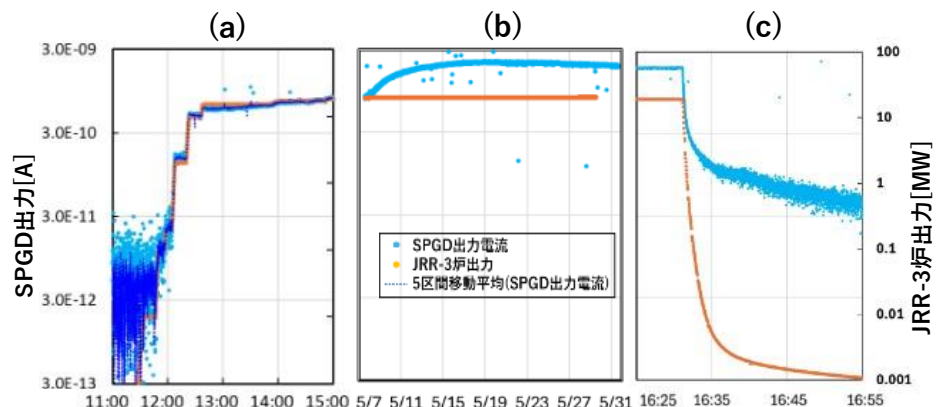


図 2. (a) 炉起動時(5/7)、(b) 定格運転時、(c) 炉停止時(5/31)における SPGD 出力電流と JRR-3 炉出力の関係

参考文献

[1] T. Takeuchi, N. Ohtsuka, A. Shibata, K. Tsuchiya, J. Nucl. Sci. Technol. 51, 939–943 (2014)

*Ryoma Takeda¹, Takazumi Ohmori¹, Kento Mitsui¹, Tomoaki Takeuchi¹, Hiroki Ushijima¹, Yoshinori Matsui¹, Daisuke Nio¹, Yasuichi Endo¹, Yuji Okada¹, Hiroshi Ide¹

¹JAEA