

炉内中性子誘導即発ガンマ線による核計装システムの基礎検討

Basic examination of a new nuclear instrumentation system

using incore neutron-induced prompt gamma ray

*岡田 耕一¹, 田所 孝広¹, 伏見 篤¹, 関本 俊², 大槻 勤²

¹日立, ²京大複合研

核分裂物質を用いずに炉内局所出力を監視する方法を考案した。計装管内に設置した金属と中性子の反応によって放出されるガンマ線を計測し、金属位置ごとの中性子束を監視する。中性子照射試験を実施し、6 MeV以上のガンマ線エネルギー分析から局所出力監視に必要な4種金属を同定可能であることを確認した。

キーワード：核計装，中性子，即発ガンマ線

1. 緒言

核計装で用いられる中性子検出器は核分裂電離箱である。核分裂電離箱により原子炉定格運転時の線量率環境で中性子とガンマ線を分けて計測することは難しい。そこで精度向上のために中性子のみを計測可能な手法を考案した。本手法では計装管内に複数種類の金属を配置し、炉外にガンマ線検出器を設置する。中性子との核反応によって金属の種類ごとに固有のエネルギーの即発ガンマ線が放出される。計測されたガンマ線のエネルギーから金属設置位置を同定し、計数率から中性子束を推定することで局所出力を監視する。

2. 成立性確認

2-1. 金属の選定

計装管内に設置する金属として、沸騰水型原子炉の局所出力領域モニタの軸方向監視位置と同数の4種の金属を選定する必要がある。崩壊ガンマ線などのバックグラウンドに埋もれないように6 MeV以上の即発ガンマ線を放出する金属を抽出し、中性子捕獲反応断面積およびガンマ線放出率から Sc, Ti, V, Ni, Cu, Sm の6種を候補金属として選定した。

2-2. 中性子照射試験

選定した金属を用いた中性子照射試験を京大複合研(旧原子炉実験所)のB-4照射孔で実施した。試験体系を図1に示す。試験体金属に中性子 (10^7 /cm²/s) を照射し、発生した即発ガンマ線を中性子ビームの進行方向から90°の方向に設置した高純度ゲルマニウム半導体検出器 (HPGe) で測定した。6 MeV以上のエネルギー範囲では中性子捕獲反応に起因した即発ガンマ線による全吸収ピークおよびエスケープピークが見られたが、その他の核反応に伴う成分は見られなかった。6 MeV以上のエネルギースペクトル (図2) から4種金属由来のガンマ線のピークを同定できることを確認し、HPGeのエネルギー分解能によって本手法が成立する見通しを得た。

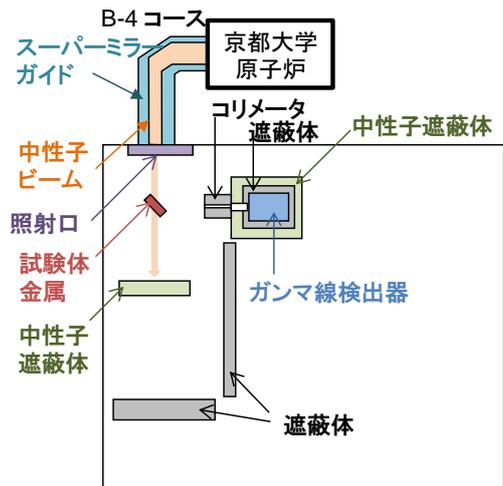


図1 試験体系

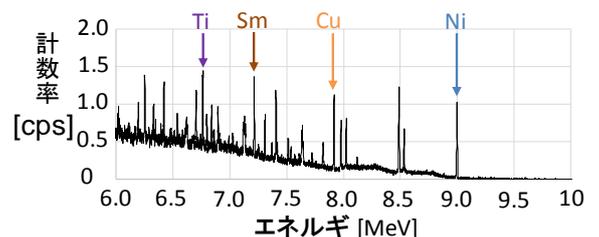


図2 エネルギースペクトル

3. 結論

核計装に用いられる核分裂電離箱に代わる新たな出力監視手法を考案した。中性子照射試験を実施し、本手法により6 MeV以上の即発ガンマ線で4点の中性子束の監視が可能である見通しを得た。

*Koichi Okada¹, Takahiro Tadokoro¹, Atsushi Fushimi¹, Shun Sekimoto² and Tsutomu Otsuki²

¹Hitachi Ltd., ²KURNS