

放射化箔を用いた eV-keV 領域中性子計測に関する基礎検討

Preliminary measurement of eV-keV neutrons using activation foils

*荻野 靖之¹ 小林 真^{2,3} 向井 啓祐⁴ 八木 重郎⁴ 小西 哲之⁴

小川国大^{2,3} 磯部 光孝^{2,3}

¹京都大学エネルギー科学研究科 ²核融合科学研究所 ³総研大

⁴京都大学エネルギー理工学研究所

放射化箔とイメージングプレート(IP)によるエネルギー情報を持つ二次元中性子計測を目的として、特に eV-keV 領域を対象として LHD で計測を行った。LHD 重水素実験によって生じる中性子を気送管によって配置した金属箔試料へ照射、IP と高純度ゲルマニウム半導体検出器による分析結果を中性子輸送計算比較した。

キーワード：ブランケット、中性子計測、放射化箔、放射化分析

1. 緒言

核融合炉の増殖ブランケット開発においては、ブランケット体系内部の中性子のエネルギーと空間分布およびトリチウム増殖性能を評価するためには、中性子輸送計算のベンチマークが必要である。中性子エネルギースペクトルは放射化箔による計測では、熱中性子および高速中性子の計測に関する研究は多いが、中間にあたる eV-keV 領域の中性子を対象とした報告例は少ない。

本研究では、異なる断面積を持つ金属箔を LHD 重水素実験中に気送管にて真空容器近傍に輸送し中性子計測を行った。eV-keV 領域を対象とするために、マンガン (Mn) およびディスプロシウム (Dy) を照射サンプルとして選定した。ディスプロシウムについては、カドミウム (Cd) 箔による被覆を施したサンプルも用意して照射実験を行った。

2. 放射化分析による中性子計測

中性子照射は、LHD 真空容器により近い 8-O ポート、およびポリエチレン遮蔽体を用意し減衰した中性子を計測するための 10-O ポートの計 2 箇所で行った。各サンプルについて、高純度ゲルマニウム半導体検出器 (HPGe) およびイメージングプレート (IP) を用いた放射化後のガンマ・ベータ線計測を行った。

3. 実験結果

HPGe による放射化分析について、Fig.1 に示すように、放射化した Dy (特に ¹⁶⁵Dy) から放出されるガンマ線のピークを Cd 被覆あり、なしの双方で検出した。また、Fig.2 に示すような IP による計測結果を同様に取得した。HPGe での計測結果では、Cd 被覆の有無による放射能の計測値の比が 1.05~1.12 程度であったが、IP ではガンマ線に加えベータ線を蓄積したデータとなっているため、Cd 被覆の有無による計測値の比が 5.1 程度であった。この違いは、放射化後の主要核種である ¹⁶⁵Dy の放出割合がガンマ線は非常に小さく、ベータ線の影響が大きいためであると考えられる。この結果を用いたさらなる比較を行うにあたり、MCNP による中性子束の計算、および PHITS/D-CHAIN による照射後の放射化箔内部における生成核種、放射能について計算を行った。

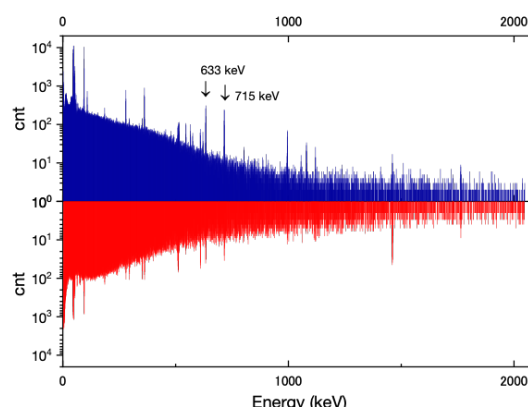


Fig.1 HPGe による放射化箔 (Dy) のガンマ線計測 (上段は Cd 被覆なし 下段は Cd 被覆あり)

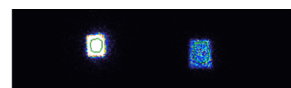


Fig.2 IP による放射線計測結果 (左は Cd 被覆なし 右は Cd 被覆あり)

*Yasuyuki Ogino¹, Makoto Kobayashi^{2,3}, Keisuke Mukai⁴, Juro Yagi⁴, Satoshi Konishi⁴, Kunihiro Ogawa^{2,3} and Mitsutaka Isobe^{2,3}

¹Graduate School of Energy Science, Kyoto Univ., ²NIFS, ³SOKENDAI, ⁴Institute of Advanced Energy, Kyoto Univ.