

金属箔の放射化法による中性子源からの中性子スペクトル測定法の開発

Development of a method for measuring the neutron spectrum from a neutron source using activation of metal foils

*鶴野 浩行¹, 上本 龍二¹, 日塔 光一², 上松 幹夫², 加美山 隆³, 佐藤 博隆³, 鬼柳 善明⁴

¹住重アテックス, ²東芝テクニカルサービスインターナショナル,

³北海道大学, ⁴北海道大学名誉教授

加速器中性子源から放出される中性子エネルギースペクトルを求める新しい手法を開発している。共鳴吸収反応と閾核反応を利用して各種金属箔を中性子により放射化し、生成核種を Ge 半導体検出器(γ 線測定)で同位体毎に定量した。これら放射能とイメージングプレート(IP)転写法の測定輝度値(PSL)を比較して相対関係を求めた。これにより、IP 転写法で各反応に寄与した中性子束を一挙に求める、つまり中性子エネルギースペクトルを求めることが可能となる。

キーワード：中性子エネルギースペクトル、放射化法、転写法、イメージングプレート、粒子輸送計算

1. 緒言

陽子サイクロトロン加速器中性子源からの中性子を共鳴吸収エネルギーや閾核反応エネルギーの異なる複数金属箔に同時に照射し、それを IP に転写した輝度値(PSL)からスペクトルを求める方法を報告してきた[1]。IP 転写法は、一度に複数の金属箔を同時かつ簡便に計測できる特徴がある一方、蓄積される β 線が、(n, γ)反応や(n,p)反応、(n,2n) 反応等のどの反応に起因するか区別することが難しい。そこで、生成核種を γ 線測定で同位体毎に定量してエネルギー毎の中性子束を求め、IP の PSL の結果との関係を求めた。これにより IP の結果から中性子束への換算を実現し、中性子スペクトルを導出することが目的である。

2. エネルギー毎の中性子束測定実験

実験は住重アテックスのサイクロトロン定常中性子源の水平ポートを用いて行った。熱中性子から高速中性子までを測定するため、金属箔として In, Au, Mn, Zn, Al, Mo を選択した。図 1 に示すように、金属箔と同じ金属のステップウェッジ[d]を用いた測定と Cd フィルター[e]を用いた測定を組合わせて、共鳴吸収エネルギーの中性子束と熱中性子束も評価できるユニット構成とした。照射終了後、各金属箔 No.1~No.10[c]の γ 線計数から共鳴吸収による生成核種放射能(Bq)を評価した。また金属箔及びステップウェッジ透過後の IP 転写用金属箔[b]の PSL 平均値は共鳴吸収反応起因の核種による蓄積 β 線強度であり γ 線計数との相関を求めた。

3. 結果と考察

図 2 のように IP 転写で得られた相対 PSL(\blacktriangle)と γ 線測定で得られた各種放射能(\square)の関係を得た。図 3 に示すように PHITS による粒子輸送計算で得たスペクトルと γ 線測定で得た中性子束の結果は良好な一致を示した。この図 3 で得られた測定結果は、図 2 で示した測定結果(\square)に対応しており、相対 PSL(\blacktriangle)との比例関係が得られ、IP でも中性子エネルギースペクトルを簡便に測定できる事が判った。

参考文献

[1] Hiroyuki Uno et al., 19th International Conference on Solid State Dosimetry, Hiroshima, Japan, Sep. 2019.

*Hiroyuki Uno¹, Ryuji Uemoto¹, Koichi Nittoh², Mikio Uematsu², Takashi Kamiyama³, Hiroataka Sato³ and Yoshiaki Kiyonagi⁴

¹SHI-ATEX Co.,Ltd., ²Toshiba Technical Services International Corp., ³Hokkaido Univ. and ⁴Professor Emeritus of Hokkaido Univ.

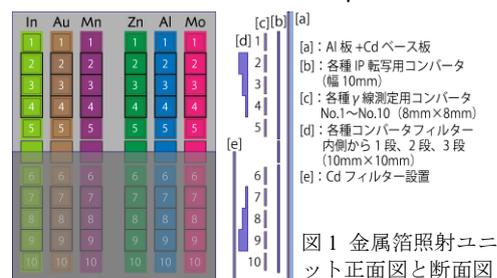


図 1 金属箔照射ユニット正面図と断面図

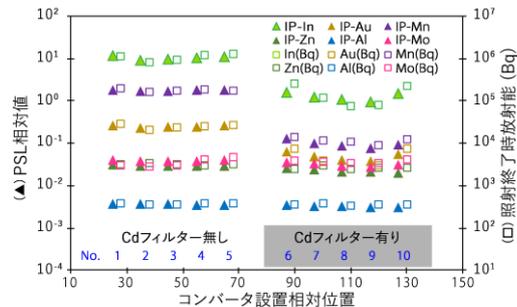


図 2 PSL と放射能の比較

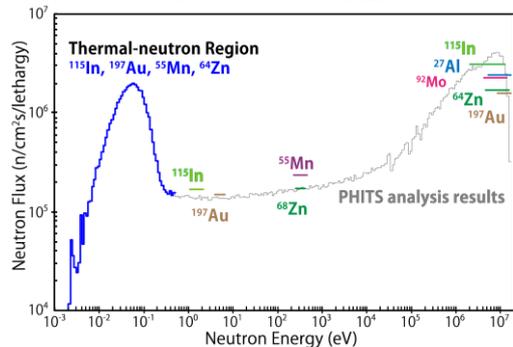


図 3 放射能測定の中性子束結果と PHITS 計算結果