

放射化箔の閾値反応を利用した X 線用 IP 転写法による 高エネルギー中性子スペクトルの測定

Measurement of high energy neutron spectrum by a transfer exposure method
using X-ray imaging plates based on the threshold reaction of activation foils

*藤谷 佑樹¹, 加美山 隆¹, 佐藤 博隆¹, 日塔 光一², 上松 幹夫², 園田 幸夫²,
上本 龍二³, 鵜野 浩行³, 鬼柳 善明⁴

¹北海道大学, ²TTSI, ³住重アテックス, ⁴名古屋大学

高エネルギー中性子で閾開始エネルギーの異なる複数の金属箔を同時に照射し、それを転写した IP の輝度値から、主に MeV 領域の中性子スペクトルの測定を試みた。

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, 閾値反応, イメージングプレート

1. 研究の背景と目的

本研究グループは、従来の測定手法に代わる簡便な中性子エネルギースペクトルの測定法の開発を目的とし、放射化箔と IP 転写法を用いて中性子スペクトルを測定する手法の開発を行っている。この手法は、Ge 半導体検出器による放射化測定と比べ、複数の金属箔を同時に照射した後、一度に転写して計測できるため簡便な測定が可能である。また、手に入りやすい材料や機器を使用しているため手法が利用し易い、時間分解能型・定常型問わずどの中性子源でも適用可能であるといった利点がある。これまで、複数元素の中性子共鳴吸収反応を利用することにより、特に keV 領域における特定エネルギー帯の中性子スペクトルの測定が可能であることを示した^[1,2]。一方で、本手法による高エネルギー領域の中性子スペクトルの測定を行うためには、金属箔として用いる核種同位体の閾値反応開始エネルギーの違いを明確にすることや、IP に蓄積される β 線が、(n, γ)反応や(n,p)反応、(n,2n)反応等のどの閾値反応に起因するのか区別することが必要である。そこで、これらの点に留意した放射化箔の材料の選択及びセットアップの作成を行い、高エネルギー中性子スペクトルの測定実験を試みた。

2. 高エネルギー中性子スペクトル測定実験

実験は住重アテックス(株)所有のサイクロトロン定常加速器中性子源を用いて行った。コリメータの壁内に B₄C を充填し、それを照射口から減速材内部まで挿入することで、減速材からの散乱中性子を遮蔽し、高エネルギー領域の中性子のみを取り出すことが可能な実験体系とした。

放射化箔の材料には、生成核種の半減期と崩壊形式及び β 線放出量を考慮し Gd、Au、Cu、Mo、Mg、Zn、Al、S の 8 種の元素を選択した。Cu、Zn、S の 3 種に関しては、半減期の違いによる閾値反応の区別が可能か確認するため、転写開始時間を変化させて転写した。

3. IP 読み取り結果

図 1 に放射化箔のセットアップモデル及び照射時間を 240 分、照射終了から転写を行うまでを 24 分、転写時間を 1188 分としたときの IP 読み取り結果の画像を示す。8 種の金属箔で異なる輝度値が得られ、閾値開始エネルギーの違いから中性子スペクトルの測定が出来ると考えられる。詳細なデータ解析結果は発表にて報告する。

参考文献

- [1] Ryuji Uemoto et al, 8th International Meeting of the Union for Compact Accelerator-Driven Neutron Sources, PARIS, July 2019
[2] Hiroaki Uno et al, 19th International Conference on Solid State Dosimetry, Hiroshima, Japan, Sep 2019

*Yuki Fujiya¹, Takashi Kamiyama¹, Hirotaka Sato¹, Koichi Nittoh², Mikio Uematsu², Yukio Sonoda², Hiroyuki Uno³, Ryuji Uemoto³ and Yoshiaki Kiyonagi⁴

¹Hokkaido Univ., ²TTSI, ³SHI-ATEX, ⁴Nagoya Univ.

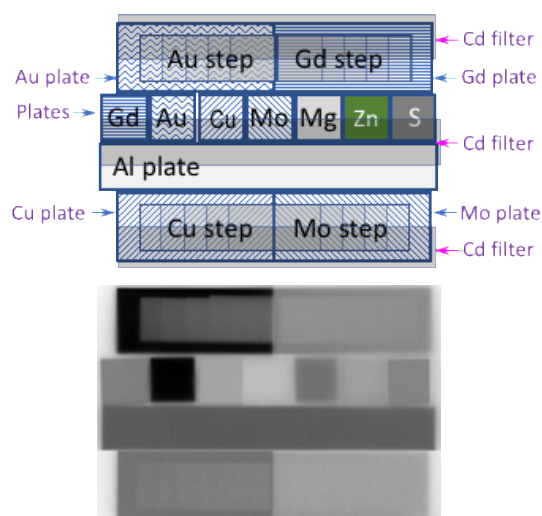


図 1. 放射化箔のセットアップモデル(上図)及び IP 読み取り結果(下図)