

CsI シンチレータの自己放射化法における自己遮蔽因子の評価

Evaluation of Self-Shielding Factors for Self-activation Method using a CsI scintillator

近大¹, 九大² ◯(M1)堀内雅一¹, 若林源一郎¹, 納富昭弘², (M2)長友那豊¹, (M1)松村陸¹

Kindai Univ.¹, Kyusyu Univ.², ◯Masakazu Horiuchi¹, Genichiro Wakabayashi¹,

Akihiro Nohtomi², Nayuta Nagatomo¹, Riku Mastumura¹

E-mail: genichiro@kindai.ac.jp

1. はじめに

CsI シンチレータを用いた自己放射化法は、低強度の中性子束を短時間の照射で精度よく測定することが可能である。しかし、金箔・金線等を用いた従来の放射化法と比べ、標的物質である CsI シンチレータの体積が大きく、自己遮蔽による影響が大きい。したがって、自己遮蔽因子を用いて測定結果を補正する必要がある。本研究では熱中性子炉における熱中性子束測定を想定し、自己遮蔽因子をシミュレーション計算によって求めた。さらに、近畿大学原子炉 (UTR-KINKI) における熱中性子束測定に適用して自己遮蔽効果を評価し、実際に測定された中性子束の補正を行った。

2. シミュレーション計算

自己遮蔽因子を求めるため、粒子重イオン輸送計算コード PHITS[1]を用いてシミュレーション計算を行った。計算体系の中心に CsI シンチレータ (1.0×1.0×0.3 cm³) 配置し、ランダムな方向から中性子を入射させた。その際、熱中性子炉における中性子スペクトルが Maxwell 分布と 1/E 分布の重ね合わせで表されることを利用し、熱中性子スペクトルは Maxwell 分布、熱外中性子スペクトルは 1/E 分布となるようにした。自己遮蔽効果を考慮した場合と考慮しない場合のシンチレータ内部のフルエンス分布を求め、その比から自己遮蔽因子を求めた。

3. 結果

計算結果の例として CsI シンチレータ中の熱中性子フルエンス分布を図 1 に示す。

計算の結果、自己遮蔽因子は熱中性子に対し 95.2%、熱外中性子に対し 96.8%となった。UTR-KINKI における実測値にこの自己遮蔽因子を適用すると、熱中性子束は $(1.49 \pm 0.14) \times 10^7 \text{ cm}^{-2} \text{ s}^{-1}$ となり、過去に別の方法で測定された値[2]と一致した。

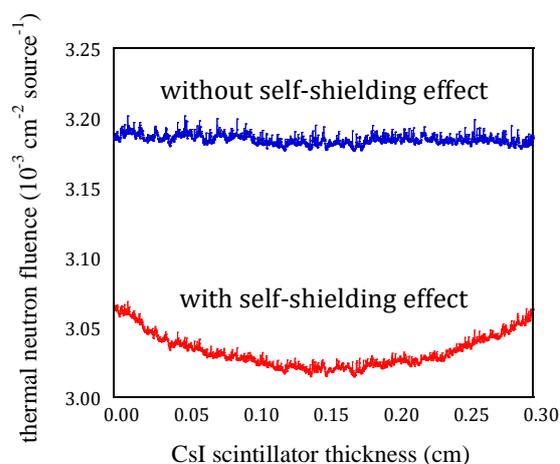


Fig.1. The thermal neutron fluence distribution in the CsI(Tl) scintillator with and without self-shielding effect.

参考文献

- [1] T. Sato, Y. Iwamoto, et al., Features of Particle and Heavy Ion Transport code System (PHITS) version 3.02, J. Nucl. Sci. Technol. 55(5-6), 684-690 (2018).
- [2] K. Kobayashi, et al, Determination of Thermal and Intermediate Neutron Spectrum at UTR-KINKI Using Cd-Ratio Measurements by Activation Method, 近畿大学原子力研究所年報, 35, 15-22 (1998).