

CsI(Tl)結晶を用いた高エネルギー中性子のエネルギー付与評価

Evaluation of Energy Deposition by High-Energy Neutrons in a CsI(Tl) Crystal

*Lee Eunji^{1,3}, Tran Kim Tuyet^{2,3}, 佐波俊哉^{2,3}, 山崎寛仁^{1,3}

¹J-PARC/KEK, ²KEK, ³SOKENDAI

高エネルギー・大強度陽子加速器施設の安全な運用を支える放射線管理に役立てるために、CsI(Tl)シンチレータを用いた 100 MeV 以上の高エネルギー中性子を測定する新たな手法を考案した。本報告では、PHITS コードを用いた CsI(Tl)シンチレータの高エネルギー中性子に対するエネルギー付与の計算を行った。また、Am-Be 中性子線源を用いて、粒子弁別能力の確認を行った。

キーワード : CsI(Tl) 結晶、高エネルギー中性子、PHITS

1. 緒言

J-PARC などの高エネルギー・大強度陽子加速器施設では、運転中に発生する中性子の測定は、放射線防護や施設運用において重要である。しかし、従来の中性子検出器では、100 MeV 以上の高エネルギー中性子の測定をする際に限界がある。例えば、5”の NE213 液体シンチレータの場合、高エネルギー中性子に対する応答関数の変化が小さくなり、エネルギー分解能が低くなる。本研究では、CsI(Tl)シンチレータを用いた新たな高エネルギー中性子測定手法を考案し、PHITS コードを用いたシミュレーション及び中性子線源を用いた実験を行った。

2. シミュレーション及び実験

高エネルギー中性子に対する CsI(Tl)シンチレータ (5x5x30cm) の応答を評価するために、PHITS コードを用いて中性子入射エネルギーに対するシンチレータ内のエネルギー付与を計算した (タリーの領域に均一に入射するように線源を設定)。また、9 本の CsI(Tl)シンチレータを組み合わせた場合 (15x15x30cm) のエネルギー付与の変化についても評価した。(図) さらに、Am-Be 中性子線源を用いた実験を行い、CsI(Tl)シンチレータの中性子およびガンマ線に対する信号応答を解析した。得られた信号波形を用いて、シンチレータの粒子弁別能力を評価した。

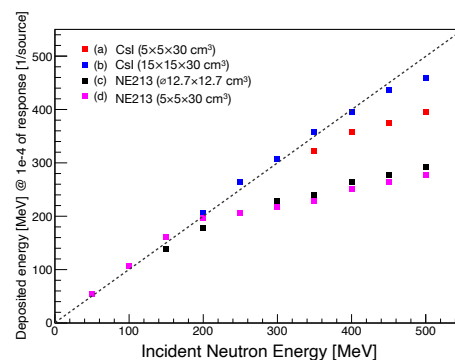


図. 中性子の入射エネルギーに対するシンチレータ内のエネルギー付与

3. 結果

PHITS シミュレーションの結果、CsI(Tl)シンチレータは 5”の NE213 液体シンチレータに比べて、100 MeV 以上の高エネルギー中性子に対するエネルギー付与が大きいことがわかった。また、9 本の CsI(Tl)シンチレータを組み合わせることで、エネルギー付与が向上させることがわかった。さらに、Am-Be 中性子線源を用いた実験から、CsI(Tl)シンチレータを用いた中性子とガンマ線を弁別することができた。これらの結果は、高エネルギー中性子の測定への応用可能性を示唆し、今後の高エネルギー放射線混合場における測定計画に活用する。本手法によって高エネルギー中性子の測定を実現すれば、高エネルギー・大強度陽子加速器施設における漏洩中性子の評価ができる。

*Eunji Lee^{1,3}, Tuyet Tran^{2,3}, Toshiya Sanami^{2,3}, Hirohito Yamazaki^{1,3}

¹J-PARC/KEK, ²KEK, ³SOKENDAI