

BNCT用リアルタイム中性子計測への取組 Development of Real-Time Neutron Measurement for BNCT Beam

防大応物 ○高田 真志

Nat'l Defense Academy of Japan ○Masashi Takada

E-mail: takada@nda.ac.jp

粒子線加速器を設置した病院併設型のホウ素中性子捕捉療法 (BNCT) 施設は、原子核反応 $\text{Li}(p, n\alpha)$ や $\text{Be}(p, n\alpha)$ など強力な熱外中性子を発生させ、悪性腫瘍の治療に取り組んでいる。この照射中性子量は、主に金放射化法による受動型計測で評価されているが、高精度な評価手法である反面、中性子発生量の変化がすぐに分らないという課題がある。加速器中性子源から発生した中性子フラックスは、ターゲットに照射したビーム強度の変動や中性子発生ターゲットの損耗などにより変動する。これをモニターするために、発生中性子フラックスのリアルタイム計測が要望されている。しかし、BNCT 中性子ビームには、大強度中性子フラックス ($1 \times 10^9 (\text{n cm}^{-2} \text{s}^{-1})$) と大線量率のガンマ線 (500 mGy/h) が混在しているため、リアルタイム計測には両者の識別計測が必要となる。これまで、対電離箱検出器、核分裂計数管、小型シンチレーション検出器 (リチウムガラスや LiCaF シンチレーター) などが利用されてきた。

我々のグループはこの BNCT 中性子ビームをリアルタイムに計測できる中性子センサーを開発し、特性評価を実施してきた。現在、国立がん研究センターの中性子発生量ビームモニター設置に取り組んでいる。中性子センサーの写真を図 1 に示す。本センサーは、厚み約 $0.1 \mu\text{m}$ の極薄膜の天然フッ化リチウムを蒸着した中性子コンバーター (図 1 中の (2)) と、厚み $40 \mu\text{m}$ の薄型 pn シリコンダイオード (図 1 中の (1)) を採用したことで、大強度中性子ビームとガンマ線を識別計測可能にした。BNCT 中性子ビームを計測した応答特性を図 2 に示す。図中の 650ch. 付近のピークは中性子が LiF 中性子コンバーターで反応したトリトンを検出した成分であり、200ch. 以下がガンマ線を検出した成分である。両放射線を完全に分離して計測できていることが分かる。この中性子センサーの検出感度は、京都大学複合科学研究所で計測評価した結果、熱中性子に対して $3 \times 10^{-6} \text{cm}^2$ である。さらに、BNCT 中性子ビームの深度減衰分布を国立がん研究センターで計測した。金放射化法で評価された結果と比較した結果、計測された深度分布は金放射化法と良い一致を示した。表面付近の浅い部分では熱外中性子検出により過大評価した。今後の課題である。現在、速中性子計測などの本中性子センサーが持つ新たな可能性について研究を行っている。

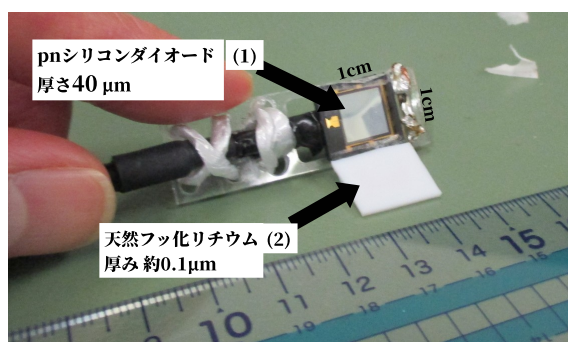


図 1: Picture of BNCT neutron detector.

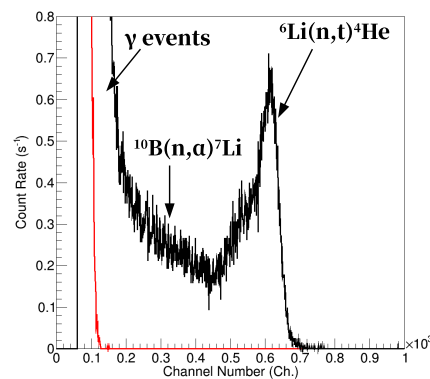


図 2: Neutron response function.