

BNCT 加速器中性子源に対するホウ素吸収体を用いた エネルギー群別中性子束計測法の開発

Development of energy-discriminated measurement of neutron flux with boron absorber for BNCT
accelerator neutron source

*宮丸 広幸¹, 山本 雄大¹, 村田 勲², 小嶋 崇夫¹, 谷口 良一¹

¹ 阪府大院, ² 阪大院

p-Li 反応を原理とした BNCT 用加速器中性子源からの中性子束をエネルギー群ごとに評価可能な検出法を開発している。モンテカルロシミュレーションの計算結果により、10 cm 厚程度の窒化ホウ素板を中性子吸収体として用い、中性子による計数を吸収体の厚みの関数として得ることで、熱外と高速の中性子束を概ね分離できることが分かった。またエネルギー群ごとの中性子束を推定するための各種手法について検討した。

キーワード: BNCT, 加速器中性子源, 中性子計測, モンテカルロシミュレーション

1. 緒言

中性子による新しいガン治療法であるホウ素中性子捕捉療法 (BNCT) では、熱外中性子束は当然のことながら、同時に含まれる高速成分、熱成分についても正確に測定・評価することが重要である。我々は p-Li 核反応を原理とした BNCT 用加速器中性子源からの中性子束をエネルギー群ごとに計測、評価可能な検出器の開発を行っている。本講演では計測の原理ならびに評価法についてモンテカルロシミュレーションによる計算結果を中心に紹介する。

2. 計測法の原理

2.1. 中性子束の計測

これまでの先行研究にてヘリウム 3 やフッ化ホウ素ガス等を中性子吸収体として $1/v$ 法則に従い中性子束が減少する特徴を利用して、エネルギー成分ごとに中性子束を弁別しその量を評価する手法を提案してきた。本研究では吸収体に新たに窒化ホウ素粉末を用い、銀活性硫化亜鉛シンチレーターと組み合わせ、 $B-10(n, \alpha)Li-7$ 反応によるアルファ線を計測する方式を考案し検出器を製作した。高線量場やガンマ線の影響に対応するため、シンチレーターの発光は集光レンズで集められ、光ファイバーに導入、伝送され、遠方に設置された光電子増倍管で計測する。

2.2. エネルギー群ごとの中性子束の推定

本研究では $1/v$ 法則が適用される範囲の中性子束を対象としておよそ 800keV 程度を計測可能エネルギーの上限としている。実験では吸収体の厚さを変更しながら中性子計数率の変化を測定する。あらかじめモンテカルロシミュレーション計算にて導出された厚さ位置ごとの反応率データ、すなわち応答関数と計数率データから逆問題を解くことでエネルギー群ごとの中性子束を推定する。現在、この解法では勾配降下法やベイズ推定法を試みており、エネルギー群数を 5 つ程度の場合には良好な結果が得られている。

*Hiroyuki Miyamaru¹, Takehiro Yamamoto¹, Isao Murata², Takao Kojima¹ and Ryoichi Taniguchi¹

¹Osaka Pref. Univ., ²Osaka Univ.