

ダイヤモンド検出器によるホウ素中性子捕捉反応の直接定量手法の開発

A Direct Quantitative Measurement of Boron Neutron Capture Reaction by Diamond Detector

*吉橋 幸子¹, 小林 真^{2,3}, 山本 優弥¹, 小川 国大^{2,3}, 磯部 光孝^{2,3}

長壁 正樹^{2,3}, 渡辺 賢一¹, 瓜谷 章¹

¹名大, ²核融合研, ³総研大

ホウ素中性子捕捉反応の評価のため、単結晶 CVD ダイヤモンド検出器とホウ素化合物とを組み合わせた高エネルギー荷電粒子の直接測定手法の評価を行っている。

キーワード：中性子、荷電粒子、BNCT、ダイヤモンド検出器

1. 緒言

ホウ素中性子捕捉療法において中性子照射場におけるホウ素化合物効果 CBE を評価することが求められている。ダイヤモンド検出器は、その表面にホウ素化合物を付することでホウ素と中性子との $^{10}\text{B}(n,\alpha)^7\text{Li}$ 反応により生成するアルファ線を直接測定することが可能となる。一方、ダイヤモンド検出器はガンマ線にも感度を有するため、アルファ線とガンマ線の弁別測定が必須である。本研究では、京都大学複合原子力科学研究所における熱中性子場を用いて、アルファ線検出のための波形弁別手法について検討した。

2. パルス波形弁別

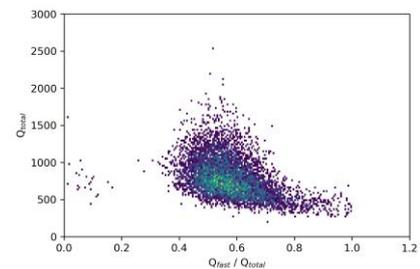
これまでのパルス波形弁別法は、パルスの半値幅または $2/3$ 値を参照し、その閾値によってアルファ線とガンマ線の弁別を行っていた。しかしながら、ホウ素から放出されるアルファ線は残留エネルギーが低く、ノイズの影響を受けやすく弁別が困難であった。そこで本研究では、検出器から得られる電荷量から判定する手法を用いる。計測で得られたパルス全体を積分した全電荷量 (Q_{total}) と、 Q_{total} に対する設定時間範囲の電荷量 (Q_{short}) との比 ($Q_{\text{short}}/Q_{\text{total}}$) とをプロットし、その分布からアルファ線とガンマ線を弁別する。

3. 中性子照射実験

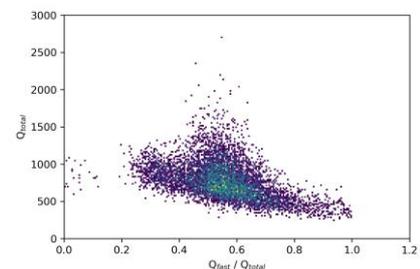
中性子照射実験は、京都大学複合原子力科学研究所の E-3 中性子導管を用いて行った。E-3 導管は、ガンマ線や高速中性子の成分をほとんど無視できる。ダイヤモンド検出器は、片面に厚さ 2 mm の B_4C 箔を付したものをを用い、熱中性子束 $2.7 \times 10^5 \text{ cm}^{-2} \text{ s}^{-1}$ で 10 分間照射した。

4. 結果と考察

図 1 は、 B_4C 箔がある場合とない場合の Q_{total} と $Q_{\text{short}}/Q_{\text{total}}$ 比の分布図を示す。 B_4C 箔がある場合において、 $0.15 < Q_{\text{fast}}/Q_{\text{total}} < 0.38$ のパルス出現頻度が上昇している事がわかる。これは、アルファ線によるパルスに起因すると考えられる。また、本実験におけるダイヤモンド検出器の検出効率は 1.8×10^{-5} 程度と推測された。



(a) B_4C 箔ない場合



(b) B_4C 箔ある場合

図 Q_{total} と $Q_{\text{short}}/Q_{\text{total}}$ 比の分布図

*Sachiko Yoshihashi, Makoto Kobayashi^{2,3}, Yuya Yamamoto¹, Kunihiro Ogawa^{2,3}, Mitsutaka isobe^{2,3}, Masaki Osakabe^{2,3} and Akira Uritani¹

¹Nagoya Univ., ²NIFS, ³SOKENDAI