100-400 MeV 中性子に対するボナー検出器の応答測定実験

Response measurements of Bonner spheres for neutrons between 100 MeV and 400 MeV

*増田 明彦[1]，松本 哲郎[1]，原野 英樹[1]，岩元 洋介[2]，岩瀬 広[3]，中村 尚司[4]，佐藤 大樹[2]，
萩原 雅之[3]，佐藤 達彦[2]，八島 浩[5]，中根 佳弘[2]，嶋 達志[6]，民井 淳[6]，畑中 吉治[6]
[1]産業技術総合研究所，[2]日本原子力研究開発機構，[3]高エネルギー加速器研究機構，
[4]東北大学，[5]京都大学，[6]大阪大学

大阪大学 RCNP の 100-400 MeV の ^{7}Li(p,n)反応準単色高エネルギー中性子場において，ボナー検出器の応答を測定し，ターゲットスウィンガーシステムを用いた仮想単色中性子による検出器校正のベンチマークとした。本手法の有効性を検証するとともに，検出器の応答特性と精度の関係について考察した。

キーワード：高エネルギー中性子，ボナー球，応答測定，
中性子飛行時間法，アンフォールディング法

1. 実験

^{7}Li(p,n)反応で正面（0°）方向に生成される中性子場は高エネルギーピーク中性子と低エネルギー連続中性子が混在する準単色スペクトルであり，後者の存在が検出器応答測定の妨げとなる。そこで，生成中性子の斜め前（25° または 30°）方向に生成される中性子がほぼ後者のみからなることを利用し，2 つの角度成分の測定の差を取ることにより，仮想的な高エネルギー単色中性子に対する応答測定を行った（図 1）。スペクトル情報は TOF 法により 3 MeV 以上について得られたものである。

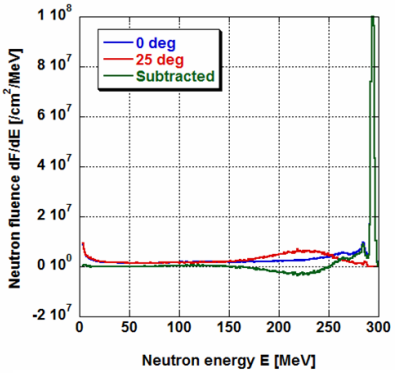

図 1：300 MeV 実験で生成される中性子スペクトルの角度依存性（青，赤）と，2 角度成分の差し引きによって得られる仮想単色中性子スペクトル（緑）。

応答を評価した検出器は裸の球形 ^{3}He 比例計数管 SP9（Centronic 製）と，これに高密度ポリエチレン減速材（直径 3-9.5”）を被せたボナー検出器 5 種類，さらに直径 7”の高密度ポリエチレン減速材中に金属（鉛または銅）の層を設けた高エネルギー中性子用ボナー検出器 2 種類の計 8 種類である。

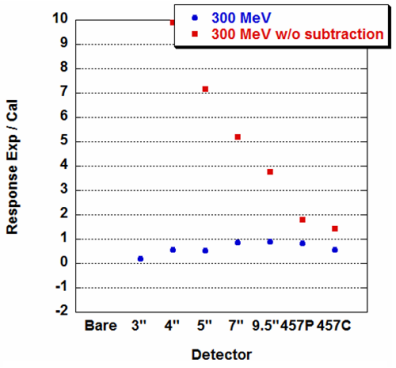

図 2：293 MeV 単色中性子に対する各ボナー検出器の応答の測定値/計算値（Bare 検出器はグラフ範囲外）。青は本手法を用いた場合，赤は本手法を用いなかった場合。

2. 結果と考察

例として，300 MeV 実験（測定陽子エネルギー296 MeV，ピーク中性子エネルギー293 MeV）で得られた応答測定結果の対計算応答比を図 2 に示す。MeV 領域以上に応答の中心をもつ大径もしくは鉛入りボナー検出器（457P）は計算と良く一致する結果が得られ，本手法による検出器校正の有効性を確認することができた。一方，低エネルギー領域に応答の中心をもつ小径のボナー検出器では本手法で相殺しきれていない低エネルギー中性子の影響が顕著であった。

さらに，準単色中性子場の低エネルギー連続中性子を含む全領域のスペクトル特性とその測定への影響について，一連のボナー検出器測定結果のアンフォールディングと計算により評価と考察を行った。

本研究成果は JSPS 科研費 25871197 の助成を受けたものである。

*Akihiko Masuda[1], Tetsuro Matsumoto[1], Hideki Harano[1], Yosuke Iwamoto[2], Hiroshi Iwase[3], Takashi Nakamura[4], Daiki Satoh[2], Masayuki Hagiwara[3], Tatsuhiko Sato[2], Hiroshi Yashima[5], Yoshihiro Nakane[2], Tatsushi Shima[6], Atsushi Tamii[6] and Kichiji Hatanaka[6]
[1]AIST, [2]JAEA, [3]KEK, [4]Tohoku Univ., [5]Kyoto Univ., [6]Osaka Univ.