

多重球殻状検出器を配した一球型ボナーボール検出器の応答評価実験

Response evaluation of a single Bonner Sphere Spectrometer using an onion-like multiple spherical shell detector arrangement

名大工¹, MHI² ○牛田 雅人¹, 渡辺 賢一¹, 山崎 淳¹, 瓜谷 章¹, 村松 貴史², 尾方 智洋²,
河原林 順¹, 富田 英生¹, 井口 哲夫¹

Nagoya Univ.¹, MHI² ○Masato Ushida¹, Kenichi Watanabe¹, Atsushi Yamazaki¹,
Akira Uritani¹, Takashi Muramatsu², Tomohiro Ogata², Jun Kawarabayashi¹,
Hideki Tomita¹, Tetsuo Iguchi¹

E-mail:ushida.masato@f.mbox.nagoya-u.ac.jp

1. 緒言

現在、中性子のエネルギースペクトル測定の一般的な方法として、ボナー球型中性子スペクトロメータが広く用いられている。その方法は、熱中性子検出媒体 (He-3 検出器、Li 系シンチレータなど) を大きさの異なる球状ポリエチレン減速材で覆ったものを複数用意し、それぞれの検出器における計数を測定し、それら複数の検出器のそれぞれの応答関数を考慮し、スペクトルアンフォールディングを行うことにより、測定した場の中性子エネルギースペクトルを逆推定するものである。

しかし、現行方法では、複数のボナー球を用意する必要があり、個々のボナーボールも重量が大きいため設置場所までの運搬の負担が大きいため、設置場所の線量が低い場合には、設置作業に伴う作業員の被曝の問題も懸念されている。そこで、これらの問題を解決するために 1 つの減速材球で、従来の多球型ボナー球の機能を代替する新しい検出器構造として、多重球殻状熱中性子検出器を配した一球型ボナーボールスペクトロメータの開発を進めている。本スペクトロメータにおいて、層状の熱中性子検出器を製作するための第一候補として LiF 熱中性子コンバータと ZnS(Ag)シンチレータの混合粉末をシート状に成形し、ここで発生するシンチレーション光を波長シフトファイバーにより収集する方式を考えている。このような球殻状検出器を多層配置することで、多球型ボナー球と同様な検出器応答関数が取得可能となる。感度の観点からは、各層において全面を検出器有感層で覆う必要はなく、波長シフトファイバーの取り回しの観点から、帯状のシンチレータシートを方位角方向に等間隔に極点で交差させるように巻き付ける配置を採用している。また、方向依存性を無くすため、シンチレータシート幅を高仰角領域 (極点付近) で狭くなるようにしている。

2. 検出器の試作機を用いた基礎実験

考案した検出器概形の実現可能性を確認するため、検出器の試作を行い、その試作機に対し ^{252}Cf の中性子を様々な方向から照射することで、検出器感度の方向依存性の確認実験を行った。検出器有感層は 2 層とし、各層に 2 本の波長シフトファイバーを巻き付け、信号を取得した。感度の方向依存性を図 2 及び図 3 に示す。各層での感度は、方向に依存しないような感度が得られることが確認された。しかし、仰角の -90° (極点、波長シフトファイバー引出し位置) の感度は他の方向と比べて小さくなった。これは、検出器有感層と線源の間に光電子増倍管が配置されているため、光電子増倍管による遮蔽が原因であると考えられる。

今後は、検出器の具体的な構造を決定し、より多層の検出器の作製を進めることを予定している。

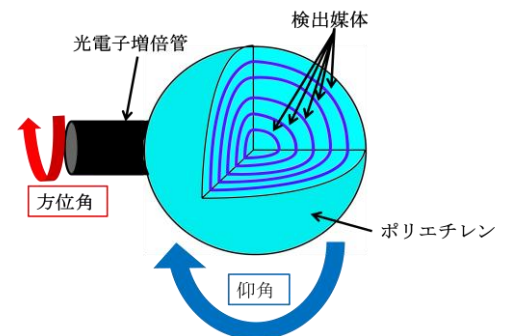


図 1 考案する検出器概形

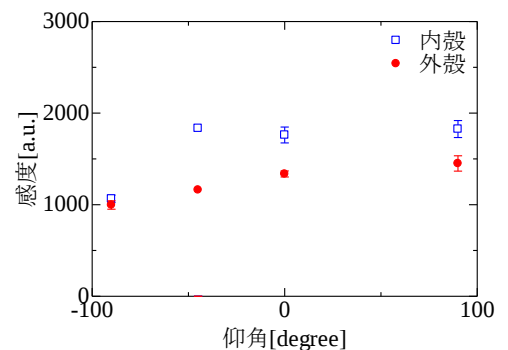


図 2 感度の方向依存性 (仰角方向)

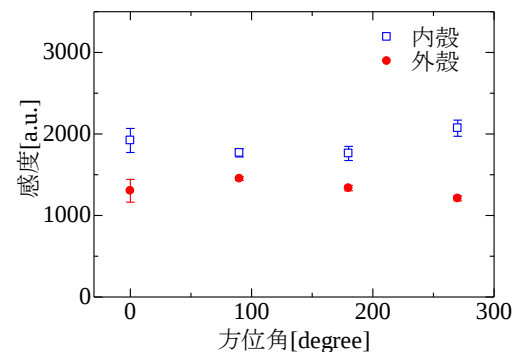


図 3 感度の方向依存性 (方位角方向)