

J-PARC MLF 水銀標的から放出される 180 度方向核破砕中性子エネルギースペクトルの測定

Measurement of Energy Spectra for Spallation Neutrons Emitted
from the J-PARC MLF Mercury Target at an Angle of 180°

松田洋樹¹ 明午伸一郎¹ *岩元大樹¹

¹J-PARC/JAEA

大強度陽子加速器施設 J-PARC の加速器から加速された 3 GeV 陽子ビームを物質生命科学実験施設 MLF の水銀標的に照射し、標的から 180 度方向に放出される核破砕中性子のエネルギースペクトルを測定した。

キーワード：中性子エネルギースペクトル、水銀標的、核破砕反応、核破砕中性子、J-PARC

1. 緒言

近年、核破砕中性子を利用した大強度中性子源施設の開発が加速している。これらの施設は標的の周りに重厚な遮蔽体を置くことで周囲の線量を低く抑える構造となっているが、標的上流側の 180° 方向には陽子ビームダクトが設置されるため遮蔽体を置くことができない。そのため、核破砕反応で生じた核破砕中性子がこのダクトを通して外部に大量に漏洩し、大強度中性子源施設の線量及び遮蔽設計に重大なインパクトを与える。本実験では、様々な入射陽子エネルギーに対する 180° 方向核破砕中性子の実験データを取得する研究の一環として、J-PARC 加速器から加速された 3 GeV 陽子ビームを物質生命科学実験施設 MLF の水銀標的に照射し、標的から 180° 方向に放出される核破砕中性子のエネルギースペクトルを測定した。

2. 実験

実験では、中性子エネルギースペクトル測定に飛行時間(TOF)法を用い、核破砕中性子の収量が支配的である 0.5 MeV から 20 MeV 付近のエネルギー領域を測定した。標的から 126 m 上流側に設置された偏向電磁石(BH4)付近に液体有機シンチレータ(NE213)を設置し、様々な陽子ビームチョップ幅条件の下で中性子エネルギースペクトル測定を実施した。オフライン解析により、パイルアップ及び検出効率を考慮した補正を行い、中性子エネルギースペクトルを決定した。ここで検出効率は、検出効率計算コード SCINFUL-R 及び ²⁵²Cf 中性子線源による実測値をもとに求め、補正等による系統誤差は 4% (1 σ)と評価した。さらに統計誤差と合わせた最終的な誤差は 5%と評価した。

3. 結果

図に、実験で得られた中性子エネルギースペクトルと核反応モデル INCL4.6/GEM による計算値の比較を示す。20 MeV 以上の領域で実験値との差異が見られるが、INCL4.6/GEM は 0.8 MeV から 20 MeV の範囲で実験値をよく再現することがわかった。

4. 結言

今後は実験値と計算値との差異の原因を特定するとともに、1 MeV 以下のエネルギー領域のスペクトルを BF₃ 検出器を用いて測定する計画である。

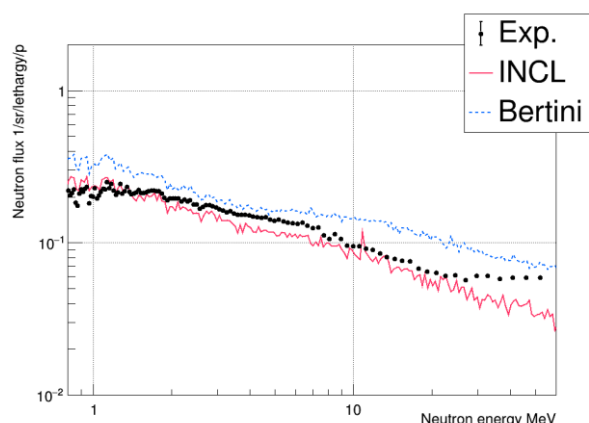


図 中性子エネルギースペクトルの比較

[†]本研究は JSPS 科研費 17K14916 の助成を受けたものです

Hiroki Matsuda¹, Shin-ichiro Meigo¹, *Hiroki Iwamoto¹

¹J-PARC/JAEA