

鉄、鉛及びビスマスに対する 107 MeV 陽子入射中性子収量の測定と解析

Measurement and analysis of 107-MeV proton-induced neutron yields for iron, lead and bismuth

*岩元 大樹¹, 明午 伸一郎¹, 佐藤 大樹¹, 岩元 洋介¹, 中野 敬太¹, 杉原 健太¹,
西尾 勝久¹, 石 禎浩², 上杉 智教², 栗山 靖敏², 八島 浩², 岡部 晃大¹, 牧井 宏之¹,
廣瀬 健太郎¹, Orlandi Riccardo¹, 洲崎 ふみ¹, 大泉 昭人¹, 塚田 和明¹, 前川 藤夫¹, 森 義治²

¹原子力機構, ²京大複合研

京都大学の FFAG 加速器を用いて、鉄、鉛及びビスマス標的に対する 107 MeV 陽子入射中性子収量を測定し、得られた結果を放射線挙動解析コード PHITS のモデル計算の結果と比較した。

キーワード：加速器駆動システム, 核破碎中性子, 中性子収量, 飛行時間法, PHITS, 核反応モデル

1. 緒言

加速器駆動システム (ADS) の研究開発及び京都大学臨界実験装置 (KUCA) における ADS 未臨界炉物理の基礎研究に資する核データを取得することを目的として、京都大学の固定磁場強収束 (FFAG) 加速器を用いて鉄、鉛及びビスマス標的に対する二重微分中性子収量 (TTNY) 及び中性子生成二重微分断面積 (DDX) を飛行時間法により測定した。測定で得られた TTNY 及び DDX を、放射線挙動解析コード (PHITS) に組み込まれた核反応モデル (INCL4.6/GEM、Bertini/GEM、JQMD/GEM 及び JQMD/SMM/GEM) と評価済み核データライブラリ JENDL-4.0/HE による計算結果と比較した。

2. 測定

実験では、FFAG 加速器から加速されたエネルギー107 MeV、繰り返し 30 Hz のパルス陽子ビームを、陽子に対する飛程以上の厚さ 30 mm の標的及び厚さ 2 mm または 5 mm の標的に照射した。陽子照射によって標的から放出される中性子の収量のエネルギー分布を 5–120°の角度で測定し、それぞれの標的に対して TTNY 及び DDX を求めた。測定では、小型の液体有機シンチレータ (直径 8 mm×長さ 20 mm) と光電子増倍管で構成される複数の中性子検出器と FPGA を搭載した多チャンネルデジタイザを組み合わせた中性子検出・データ収集システムを用いた。

3. 結果

図 1 に、鉛標的に対する 107 MeV 陽子入射 TTNY の測定結果とモデル計算との比較を示す。20 MeV 以下では、PHITS の標準仕様モデルの INCL4.6/GEM が中性子収量の測定値に最も良く一致した。一方、Bertini INC モデルは後方を過小評価し、JQMD は 10–30 MeV で収量を過大評価するなど、使用するモデルによって特徴的な不一致が見られた。さらに、本研究の比較対象とするモデル及び JENDL-4.0/HE は、前方の高エネルギーピークを再現しないことがわかった。

4. 結言

本測定により、鉄、鉛及びビスマスに対する 107 MeV 陽子入射 TTNY 及び DDX を取得した。100 MeV 領域では、米国ロスアラモス国立研究所の Meier ら[1]による TTNY 及び DDX の測定データがあるが、ADS の研究開発で重要な鉛およびビスマスに対する TTNY の取得は本測定が初となる。

参考文献

[1] Meier et al. Nucl. Sci. Eng. **102**, 310–321 (1989).

謝辞 本研究は文部科学省原子力システム研究開発事業の助成 JPMXD0219214562 を受けたものです。

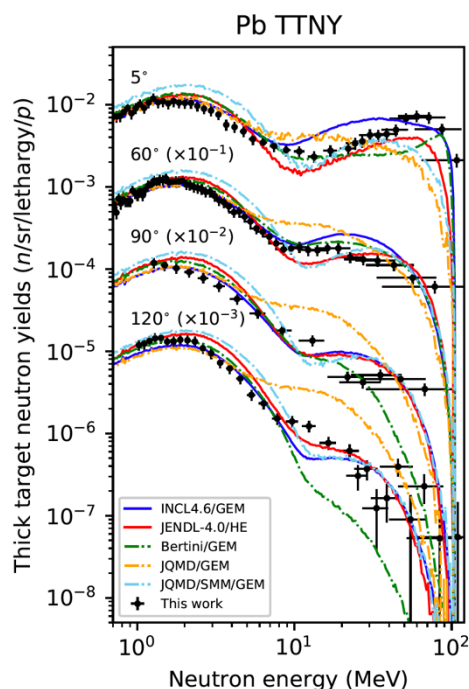


図 1 鉛標的に対する 107 MeV 陽子入射 TTNY の測定結果とモデル計算との比較

*Hiroki Iwamoto¹, Shin-ichiro Meigo¹, Daiki Satoh¹, Yosuke Iwamoto¹, Keita Nakano¹, Kenta Sugihara¹, Katsuhisa Nishio¹, Yoshihiro Ishi², Tomonori Uesugi², Yasutoshi Kuriyama², Hiroshi Yashima², Kota Okabe¹, Hiroyuki Makii¹, Kentaro Hirose¹, Riccardo Orlandi¹, Fumi Suzuki¹, Akito Oizumi¹, Kazuaki Tsukada¹, Fujio Maekawa¹, Yoshiharu Mori²

¹JAEA, ²Kyoto Univ.