

陽子入射核反応蒸発過程の陽子二重微分断面積の研究

Double-differential cross sections for evaporated protons from proton-induced reactions

*山口 雄司¹, 魚住 裕介¹, 佐波 俊哉²

¹九州大学, ²高エネルギー加速器研究機構

陽子入射反応における蒸発陽子の角度分布とエネルギー分布を得るために、二重微分断面積測定実験を行った。その結果を報告する。また、一般化蒸発模型(GEM)を用いた蒸発陽子のエネルギー・スペクトル計算の改良を行った。逆反応断面積の適用範囲を GEM で定義する閾エネルギー以下まで拡張することで、実験値再現性を向上させることができた。

キーワード: 蒸発過程, 陽子

1. 緒言

(p,p'x)反応は核内カスケード模型と一般化蒸発模型(GEM)で記述される。GEM は中重核、重い核からの蒸発陽子の角度分布とエネルギー・スペクトルの実験値を再現しない。⁸⁹Y 標的の例では、5 MeV 付近で 2 倍程度の過大評価、3 MeV 以下の陽子を放出しないなどの問題がある (右図)。本研究では GEM の実験値再現性向上を目的として、蒸発領域を含む二重微分断面積(DDX)の測定を行う。また、すでに低エネルギーの実験値が報告されている ⁸⁹Y 標的について、GEM によるエネルギー・スペクトル計算の実験値再現性向上を試みる。

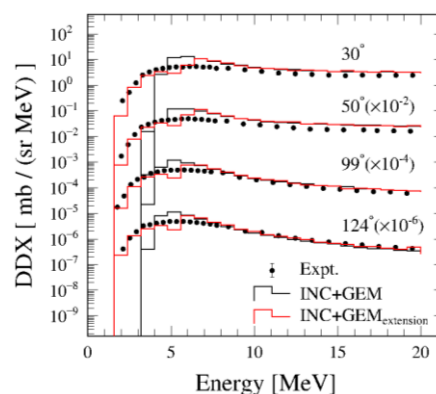


図 入射エネルギー $E_p = 61.5$ MeV
における $^{89}\text{Y}(p,p'x)$ 反応の DDX^[1]

2. 実験・手法

2-1. DDX の測定

放射線医学総合研究所の AVF サイクロトロン施設で実験を行った。散乱チェンバー内に C, Al, Cu, Au 標的を設置し、40 MeV および 70 MeV 陽子を照射した。標的からの放出陽子を散乱チェンバーの 15°, 60°, 120°, 150° のポートに接続した二次粒子検出器であるブラックカーブカウンター(BCC)で検出した。

2-2. GEM の改良

蒸発陽子のエネルギー ε の決定に用いる逆反応断面積 $\sigma_{\text{inv}} = \sigma_g \alpha (1 - V/\varepsilon)^{[2]}$ を、 $\varepsilon < V$ で gamow の透過因子型 $\exp\{-a\varepsilon^{1/2}/E^2[\cos^{-1}E - E(1 - E^2)^{1/2}]\}$ ^[3] で表して拡張した。これによりトンネル効果で放出する陽子を考慮した。

3. 結果・考察

図に $^{89}\text{Y}(p,p'x)$ 反応 ($E_p = 61.5$ MeV) の DDX を示す。低エネルギー部分の議論のため、20 MeV まで示してある。従来の GEM (黒線) が閾エネルギーを 3 MeV 程度とし、6 MeV 以下で実験値と大きな差を生ずるのに対し、拡張した GEM (赤線) は 2 MeV 程度まで実験値をよく再現しており、再現性を向上できたと言える。5 MeV 付近の過大評価改善は、この範囲の陽子放出がエネルギー範囲の拡張による透過粒子放出分だけ減少したことによると考えられる。

DDX 測定実験の結果については、当日報告する。

参考文献

- [1] F. E. Bertrand and R. W. Peelle, Phys. Rev. C 8 (1973) 1045.
- [2] S. Furihata, Nucl. Instr. and Meth. B 171 (2000) 251.
- [3] Richard W. Robinett, "Quantum mechanics", (Oxford University Press, New York, 1997).

*Yuji Yamaguchi¹, Uozumi Yusuke¹ and Toshiya Sanami²

¹Kyushu Univ., ²High Energy Accelerator Research Org.