2016年春の年会

# 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<sup>1</sup>, 魚住 裕介<sup>1</sup>, 佐波 俊哉<sup>2</sup>

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 で定義する闌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。<sup>89</sup>Y 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<sup>89</sup>Y 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 入射エネルキー*E*<sub>p</sub> = 61.5 MeV における<sup>89</sup>Y(p,p'x)反応の DDX<sup>[1]</sup>

## 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 $\varepsilon$ の決定に用いる逆反応断面積 $\sigma_{inv} = \sigma_g \alpha (1 - V/\varepsilon)^{[2]} \varepsilon$ ,  $\varepsilon < V$  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 <sup>89</sup>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)が闌エネルギーを 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 Yamaguchi<sup>1</sup>, Uozumi Yusuke<sup>1</sup> and Toshiya Sanami<sup>2</sup>

<sup>1</sup>Kyushu Univ., <sup>2</sup>High Energy Accelerator Research Org.