

## 数百 MeV/u $\alpha$ 粒子入射における分解反応の研究 (2)

$\alpha$ -particle breakup at incident energy of several hundreds of MeV/u (2)

\*吉田和人<sup>1</sup>, 藤井基晴<sup>1</sup>, 山口雄司<sup>1</sup>, 佐波俊哉<sup>2</sup>, 松藤 成弘<sup>3</sup>, 古場 裕介<sup>3</sup>, 魚住裕介<sup>1</sup>

<sup>1</sup>九州大学, <sup>2</sup>高エネルギー加速器研究機構, <sup>3</sup>放射線医学総合研究所

未測定領域であった 230MeV/u  $\alpha$  粒子入射生成二重微分断面積の測定をおこなった。測定には、半導体検出器,GSO シンチレータ,PWO シンチレータを用いた。陽子,重陽子,三重陽子,<sup>3</sup>He, $\alpha$  粒子を  $\Delta E$ -E 法によって識別して結果を得た。

**キーワード:**  $\alpha$ 粒子入射, 荷電粒子, 二重微分断面積,  $\Delta E$ -E 法

### 1. 緒言

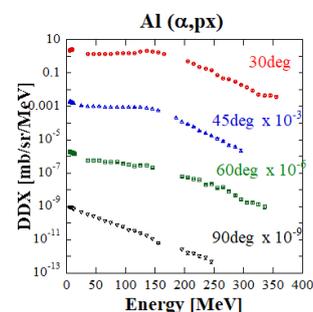
重粒子線がん治療は効果的な治療法であるが、重粒子誘起反応で生じる 2 次粒子による低線量被ばくが問題視されている。2 次粒子は、炭素イオンが形成するブラッグピークより深い領域だけでなく、治療ビームの軌道から離れた健常組織へ線量付与し得る。これが晩発影響として発がんを引き起こすと考えられているため、特に子どもに対する線量の正確な見積りが必要となる。しかし、炭素イオン入射反応のデータは 0° 近傍にのみ存在する。見積りには粒子輸送計算が用いられ、一般に核内カスケード(INC)または量子分子動力学モデルと一般化蒸発模型(GEM)からなる 2 段階モデルが適用されるが、既存のモデルによる複合粒子生成の記述精度は低い[1]。正確な線量の見積もりには、核反応モデルの改良が必要であるが、そのためには数百 MeV/u での二重微分断面積(DDX)の実験データが必要である。前回 100MeV/u の結果を報告した。本研究では 230MeV/u  $\alpha$ 入射反応 DDX の実験データの取得を目指した。

### 2. 実験

放射線医学総合研究所のHIMAC棟で実験をおこなった。散乱槽内にC, Al, Co試料を設置し、入射エネルギー  $E_{\alpha} = 230\text{MeV/u}$  のHeイオンを照射した。散乱槽の30°, 45°, 60°, 90°のポートに、Si半導体検出器, GSO, PWO シンチレータからなる検出器を設置し、標的試料から放出する陽子, 重陽子, 三重陽子, <sup>3</sup>He,  $\alpha$ 粒子のエネルギーを測定した。粒子識別には $\Delta E$ -E法を用いた。検出器で測定できる陽子の最大エネルギーは約490MeVである。

### 3. 結果と考察

右図に230MeV/u $\alpha$ 粒子入射Al( $\alpha$ ,px)反応DDXの結果を示す。30°から90°の幅広い角度で、最大350 MeV程度の高エネルギー分まで実験データを得ることができた。得られたDDXは全角度で同様の傾向を示している。その他の検出粒子について、重陽子は最大400MeV程度,三重陽子は最大410MeV程度,<sup>3</sup>Heは最大400MeV, $\alpha$ 粒子は最大300MeV程度の範囲の実験データを得ることができた。



#### 参考文献

[1] J. Dudouet et al., Phys. Rev. C, 89, 054616 (2014).

\*Kazuhiro Yoshida<sup>1</sup>, Yuji Yamaguchi<sup>1</sup>, Motoharu Fuji<sup>1</sup>, Toshiya Sanami<sup>2</sup>, Naruhiko Matsufuji<sup>3</sup>, Yusuke Koba<sup>3</sup>, Yusuke Uozumi<sup>1</sup>

<sup>1</sup>Kyushu Univ., <sup>2</sup>High Energy Accelerator Research Organization, <sup>3</sup>National Institute of Radiological Sciences