

## 100MeV/u $^{12}\text{C}$ ビーム入射荷電粒子生成反応の研究

charged particles emission at incident reaction of 100MeV/u  $^{12}\text{C}$ -beam

\*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>, 岩元洋介<sup>4</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>量子線科学技術研究開発機構, <sup>4</sup>日本原子力研究開発機構

抄録

未測定領域であった大放角での 100MeV/u  $^{12}\text{C}$  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, $^3\text{He}$ , $\alpha$ 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:**  $^{12}\text{C}$  ビーム入射, 荷電粒子, 二重微分断面積,  $\Delta E$ - $E$  法

### 1. 緒言

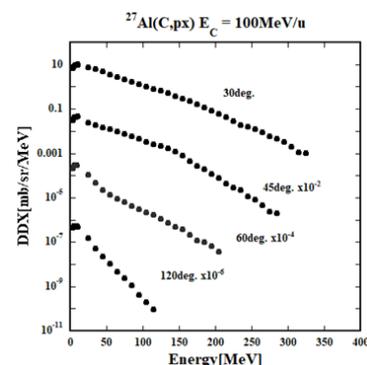
炭素イオンがん治療は効果的な治療法であるが、炭素イオンフラグメンテーション反応で生じる 2 次粒子による、治療ビームの軌道から離れた健全組織への低線量被ばくが問題視されている。これが晩発影響として発がんを引き起こすと考えられるため、治療の際は線量の正確な見積りが必要となる。これまでフラグメンテーション反応断面積は数多く測定されているが、ほとんどが測定角度 10 度以下に限られたエネルギー積分断面積となっている。角度 40 度までの二重微分断面積をエネルギー100MeV/u で測定したデータが唯一存在するのみである。本研究では報告例のない<sup>[2]</sup>40 度以上の角度を含む 100MeV/u $^{12}\text{C}$  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 試料を設置し、入射エネルギー  $E=100\text{MeV/u}$  の  $^{12}\text{C}$  イオンを照射した。散乱槽の 30°,45°,60°,120°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,  $^3\text{He}$ , $\alpha$ 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。

### 3. 結果と考察

右図に 100MeV/u $^{12}\text{C}$  入射 Al( $^{12}\text{C},\text{px}$ )反応 DDX の結果を示す。30° から 120° の幅広い角度で、最大 320MeV 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。重陽子は最大 395MeV、三重陽子は最大 405MeV、 $^3\text{He}$ ・ $\alpha$ 粒子は最大 475MeV 程度のエネルギー範囲の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).

[2] J. Dudouet et al., Phys. Rev. C,88 024606 (2013).

\*Kazuhito Yoshida<sup>1</sup>, Motoharu Fuji<sup>1</sup>, Yuji Yamaguchi<sup>1</sup>, Toshiya Sanami<sup>2</sup>, Naruhiro Matsufuji<sup>3</sup>, Yusuke Koba<sup>3</sup>, Yosuke Iwamoto<sup>4</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, <sup>4</sup>Japan Atomic Energy Agency