

# 135 MeV 陽子入射ガンマ線生成二重微分断面積の測定

Measurement of 135 MeV proton incidence gamma-ray production

double differential cross section

\*梶本 剛<sup>1</sup>, 田中 憲一<sup>1</sup>, 遠藤 暁<sup>1</sup>, 田中 浩基<sup>2</sup>, 鎌田 創<sup>3</sup>, 高田 真志<sup>4</sup>, 濱野 毅<sup>5</sup>

<sup>1</sup>広島大学, <sup>2</sup>京大原子炉, <sup>3</sup>海技研, <sup>4</sup>防衛大学校, <sup>5</sup>放医研

粒子輸送モンテカルロコードの妥当性確認のための実験データ取得として, 組織等価プラスチックにおける 135 MeV 陽子入射ガンマ線生成二重微分断面積を有機液体シンチレータを用いて測定した。

**キーワード** : 135 MeV 陽子, ガンマ線生成, 二重微分断面積, 組織等価プラスチック

## 1. 緒言

陽子線治療において, 入射陽子だけでなく陽子との核反応によって生成される 2 次粒子による被ばくを考慮した 3 次元線量分布の評価方法が求められている。線量分布評価には粒子輸送モンテカルロシミュレーションコードによる計算が有効であるが, 適用するにはその精度評価が不可欠である。本研究では, 精度評価のためのデータの一つとして, A150 組織等価プラスチックにおける 135 MeV 陽子入射ガンマ線生成二重微分断面積 (DDX)を測定した。実験値を FLUKA, GEANT4, PHITS の計算値と比較した。

## 2. 実験および解析

実験は放射線医学総合研究所の HIMAC で実施した。スポットサイズ  $\phi 1$  cm の 135 MeV 陽子を厚さ 1 cm の A150 組織等価プラスチックに照射した。標的の上流側にプラスチックシンチレーションカウンタを設置することでビームを計数した。 $\phi 12.7 \times 12.7$  cm<sup>3</sup> の有機液体シンチレーションカウンタをビーム軸から 10 度方向に設置した。有機液体シンチレーションカウンタの前にベトカウンタを設置した。

非荷電粒子選択, 波形弁別及び飛行時間による弁別を通してガンマ線事象を抽出した。ガンマ線源を測定することで得られた校正曲線を用いてガンマ線事象の光出力分布を得た。EGS5 コードにより応答関数を計算し, バイズ推定を用いたアンフォールディング[1]によって DDX を求めた。

## 3. 結果

図 1 に 135 MeV 陽子入射ガンマ線生成 DDX を示す。比較のため, FLUKA, GEANT4, PHITS の計算値も併せて示す。実験値には, 炭素の脱励起による 4.4 MeV ガンマ線によるピークが現れている。また, 計算値においても同様のピークが現れているが, エネルギービン幅を考慮すると FLUKA 及び PHITS が比較的良くピークを再現している。

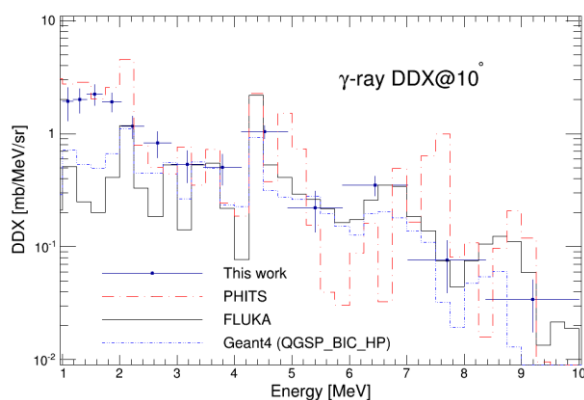


図 1 135 MeV 陽子入射ガンマ線生成 DDX

## 参考文献

[1] G. D'Agostini, Nucl. Instrum. Methods A, 362 (1995) 487—498.

\*Tsuyoshi Kajimoto<sup>1</sup>, Kenichi Tanaka<sup>1</sup>, Satoru Endo<sup>1</sup>, Hiroki Tanaka<sup>2</sup>, So Kamada<sup>3</sup>, Masashi Takada<sup>4</sup>, Tsuyoshi Hamano<sup>5</sup>

<sup>1</sup>Hiroshima Univ., <sup>2</sup>Kyoto Univ. Res. React., <sup>3</sup>Natl. Marit. Res. Inst., <sup>4</sup>Natl. Def. Academy, <sup>5</sup>Natl. Inst. Radiol. Sci.