

230 MeV/u 炭素入射炭素標的陽子・重陽子・三重陽子生成二重微分断面積の測定 Measure of proton, deuteron and triton production double-differential cross-sections on carbon bombarded with 230 MeV/nucleon carbon ions

*由井 友樹¹, 梶本 剛¹, 田中 憲一¹, 遠藤 暁¹, 執行 信寛²

¹広島大学, ²九州大学

放射線医学総合研究所の HIMAC で、230 MeV/u の炭素を炭素標的へ入射させ、生成される陽子・重陽子・三重陽子の二重微分断面積を測定し、PHITS の計算値と比較した。

キーワード：二重微分断面積、陽子、重陽子、三重陽子、炭素

1. 緒言

重粒子線治療はがん病巣に重粒子線を照射する治療方法であり、 γ 線や X 線治療と比較して線量の集中性が高いため細胞の致死効果が高い。しかし、治療照射時に発生する 2 次粒子により、周囲の正常細胞にも線量が付与されるため、より高精度な照射を目指すためには、2 次粒子の線量を評価することが必要である。2 次粒子の線量評価には 3 次元粒子輸送モンテカルロシミュレーションが有効であるが、軽フラグメント（陽子・重陽子・三重陽子・ ^3He ・ ^4He ）生成二重微分断面積（DDX）は報告例が無く、実験データが求められる。本研究では、重粒子入射重粒子標的陽子・重陽子・三重陽子生成 DDX の測定を行い、PHITS の計算値と比較した。

2. 実験・解析

実験は放射線医学総合研究所 HIMAC にて行った。厚さ 8.2 mm の炭素標的へ 230 MeV/u の炭素を照射し、生成される軽フラグメントを測定した。測定体系を図 1 に示す。標的上流側に入射粒子を計数するために 0.5 mm 厚のプラスチックシンチレータ（PS）検出器を設置し、標的中心からビーム軸に対して 15 度の位置に標的に近い方から active collimator (AC)、veto1 検出器、プラスチックシンチレータ（EJ299）検出器、BGO 検出器、veto2 検出器の順に配置した。また、バックグラウンドを測定するため、標的を置かずに測定した。

実験データから、荷電粒子事象、フルストップ事象、AC の穴を通った事象を抽出し、粒子の飛行時間と付与エネルギーの相関図から粒子識別を行った。軽フラグメントのエネルギーは相対論を考慮した飛行時間法を用いて求めた。陽子、重陽子及び三重陽子の測定エネルギースペクトルより、検出効率等を補正し、DDX を決定した。

3. 結果

解析を通して得られた DDX と PHITS の計算で得られた DDX を比較した結果、陽子では実験値に対して 0.9~1.4 倍、重陽子では 2.2~3.8 倍と異なることが分かった。

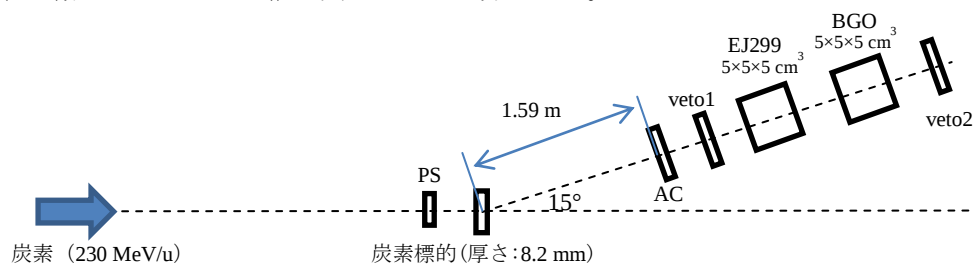


図 1 測定体系

*Tomoki Yui¹, Tsuyoshi Kajimoto¹, Kenichi Tanaka¹, Satoru Endo¹, Nobuhiro Shigyo²

¹Hiroshima Univ., ²Kyushu Univ.