

即発ガンマ線を用いた ^{12}C -p 核反応測定法の提案と実証

Demonstrative measurement of ^{12}C -p reaction by using prompt gamma-rays

早大理工¹, 放医研² ○西 郁也¹, 片岡 淳¹, 田中 稜¹, 細淵 真那¹, 細越 裕希¹, 稲庭 拓²

Waseda Univ.¹ NIRS² ○Fumiya Nishi¹, Jun Kataoka¹, Ryo Tanaka¹, Mana Hosobuchi¹,

Hiroki Hosokoshi¹ and Taku Inaniwa²

E-mail: kttc.238@ruri.waseda.jp

陽子と原子核における核反応断面積の測定は、核物理学や量子力学といった基礎物理学の研究において重要である。さらに、近年では陽子線がん治療の照射野のモニタリングに利用する研究が行われており、それらの核反応断面積の精密なデータの需要が一層高まっている。しかし、過去の測定結果には実験毎に大きなばらつきがあり、モデルから得られる計算結果が実験値と大きく異なる。特定の原子核から放たれる即発ガンマ線は多岐に渡るゆえにノイズが大きく、各輝線の正確な発生分布を得ることは困難であった。そこで本研究では、応答行列法を用いる核反応断面積を簡単かつ精密に測定する手法を確立した。

まず、放射性医学総合研究所の AVF-930 サイクロトロンを用いて 70MeV 陽子線のポリエチレン板への照射実験を行った。PE 板の厚みは 11 パターン存在し、各スペクトルの差分を抽出することで特定のエネルギーの陽子におけるガンマ線を取得が可能である。図 1 の青で示すグラフが PE 板の厚さ 42mm における HP-Ge で取得したスペクトルである。ここで各ガンマ線に対する HP-Ge 検出器の応答行列を Geant4 シミュレーションにより作成した。図 1 の赤で示すグラフが応答行列により unfold して得られた発生分布の推定である。ここで確認できる輝線は理論的に ^{12}C -p 核反応で発生しうるガンマ線をよく反映している。これより算出された 4.4MeV ガンマ線の一次元プロファイルはブラッグピークをよく再現しており、本研究で新しく導入した測定手法を裏付けるものとなった(図 2)。本研究で紹介する手法は、他の輝線によるコンタミネーションの影響が大きい低エネルギーの即発ガンマ線にも適用することができ、図 1 に見られる様々な輝線の核反応断面積も同時に求めることができる。

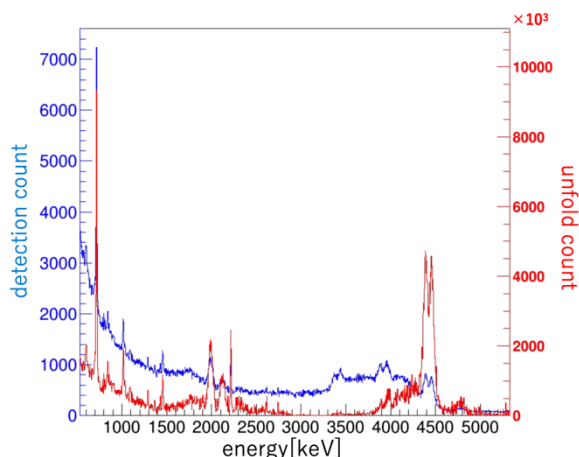


図 1 HP-Ge で取得した PE 板からの即発 γ 線スペクトルと応答行列法による unfold 結果

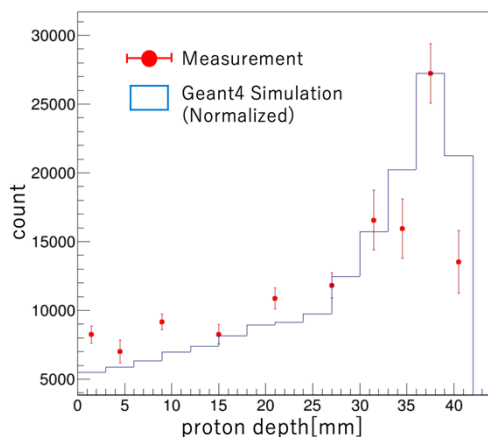


図 2 4.4MeV γ 線の深度分布における実測値とシミュレーションとの比較