

粒子線治療への応用にむけた電子飛跡型コンプトンカメラの開発VII

Development of an Electron-Tracking Compton Camera Applied to Particle Therapy VII

山形大理¹, 東北大 NiCh², 京大理³, 東北大金研⁴, 山形大医⁵

○沼倉 隼人¹, 黒澤 俊介^{1,2}, 門叶 冬樹¹, 園田 真也³, 水本 哲矢³, 谷森 達³, 高田 淳史³,

吉野 将生⁴, 山路 晃広⁴, 岩井 岳夫⁵, 根本 建二⁵

Yamagata Univ.¹, Tohoku Univ.², Kyoto Univ.³

○Hayato Numakura¹, Shunsuke Kurosawa^{1,2}, Fuyuki Tokanai¹, Shinya Sonoda³, Tetsuya Mizumoto³,

Toru Tanimori³, Atsushi Takada³, Masao Yoshino², Akihiro Yamaji², Takeo Iwai¹, Kenji Nemoto¹

E-mail: numakura@maxwell.kj.yamagata-u.ac.jp

粒子線治療はブラッグピークを腫瘍の位置に合わせて、腫瘍細胞の遺伝子情報を破壊するがん治療法である。しかしながら、照射時の粒子線のブラッグピークと治療時に計画したピーク位置が一致しているかをリアルタイムに確認する方法が、現在確立されていない。そのため実際に照射位置が 1-2 cm ずれる可能性が報告されており [1]、正常な細胞に損傷を与える恐れが示唆される。一般的な粒子線治療では 10^{7-9} cps 程度の粒子線が患者に照射され、粒子線と人体との核反応により対消滅ガンマ線 (0.511 MeV) や即発ガンマ線(おもに数 MeV 程度)が発生する。我々はこれらのガンマ線を電子飛跡型コンプトンカメラ(ETCC)によりイメージングするリアルタイム照射位置モニタの開発を行っている[2]。

治療現場における ETCC の設置台数やその配置がリアルタイムモニタリングの最適化において重要であり、シミュレーションによるモデルの確認と評価が有効である。我々は、粒子・重イオン輸送コード PHITS[3]を用いてシミュレーションによる評価を進めている。これまでに、放射線医学総合研究所にある重粒子線がん治療装置 (HIMAC) にて、290 MeV/u の炭素線を人体に見立てたアクリル容器に照射させた特性試験を行い(図 1)、シミュレーションとの比較を行った。その結果、炭素線とアクリル容器との相互作用で生じる ^{11}C , ^{13}N , ^{15}O からの陽電子放出を考慮する必要があることが分かった。本研究では、上記の核種の崩壊及び対消滅より生成される 511 keV ガンマ線を新しくシミュレーション過程に組み込み、HIMAC 実験のゲルマニウム半導体検出器で得られたガンマ線のエネルギー特性(図 2)と位置依存性との比較を行った。本発表では HIMAC で行った実験の結果及びシミュレーションとの比較について発表する。

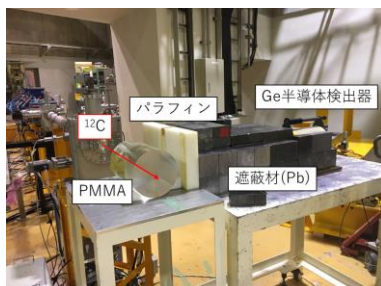


図 1. 実験のセットアップ

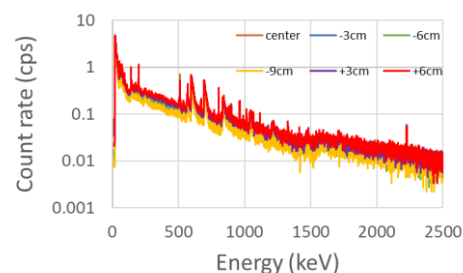


図 2. 取得したエネルギースペクトル

参考文献 [1] C. -H. Min et al. App. Phys. Lett. 89, (2006), 183517. [2] S. Kurosawa et al., Curr. Appl. Phys. 12 (2012) 364 [3] T Sato et al., J. Nucl. Sci. Technol., 2018, <https://doi.org/10.1080/00223131.2017.1419890>