

粒子線治療オンラインモニタに向けた
コンプトンカメラ画像再構成の最適化と実機検証

Optimization and verification of image reconstruction of a Compton camera
toward on-line monitor for the future particle therapy

○(M2) 多屋 隆紀¹, 片岡 淳¹, 岸本 彩¹, 田川 怜央¹, 望月 早駆¹, 歳藤 利行², 木村 充宏²
河地 有木³, 山口 充孝³, 長尾 悠人³, 栗田 圭輔³
(早大理工¹, 名古屋陽子線治療センター², 量研機構高崎³)

○Takanori Taya¹, Jun Kataoka¹, Aya Kishimoto¹, Leo Tagawa¹, Saku Mochizuki¹,
Toshiyuki Toshito², Mitsuhiro Kimura²,
Naoki Kawachi³, Mitsutaka Yamaguchi³, Yuto Nagao³, Keisuke Kurita³
(Waseda Univ.¹, Nagoya Proton Therapy Center², QST³)

E-mail: taka48138@ruri.waseda.jp

粒子線治療は、粒子線が飛程の終端付近でエネルギーを急激に失う特徴（ブラッグ・ピーク）を利用し、腫瘍に効率的にダメージを与える先進医療である。精度良い治療を行うためには、治療中（オンライン）に粒子線照射領域の正確かつ定量的な画像化を行うことが理想的であるが、現状は陽電子断層撮影（PET）を用いた対消滅ガンマ線のオフラインによる確認が主流である。一方で、治療中は511keVに限らず、様々な即発ガンマ線が発生するため、これをリアルタイムで画像化するコンプトンカメラが注目されている。粒子線治療の中で最も一般的な陽子線治療に使われる治療ビームのエネルギーは約200 MeVであり、水中で約25 cmという飛程をもつ。ガンマ線も陽子線の経路に沿って放出されるため、広がった線源に対する再構成画像の定量性が重要となるが、とくにコンプトンカメラを用いた系統的な研究が大きく不足していた。

本研究では、まず一次元、二次元方向に広がった一様線源に対する再構成画像の一様性評価を行った。Fig.1 に一次元線源の再構成画像を示す。得られた画像の一様性を表す指標を計算した結果、一次元線源では~3%、二次元線源では~5%という結果が得られた。また、評価した定量性をもとに実際の治療現場において人体を模擬したファントムに陽子線を照射した際のガンマ線を画像化できるか実機検証した。200.5 MeVの陽子線をアクリルファントムに照射した際の511 keVガンマ線の画像再構成を行った結果、511 keVガンマ線が陽子線の経路に沿って放射される分布を良く再現していることが確認できた(Fig.2)。

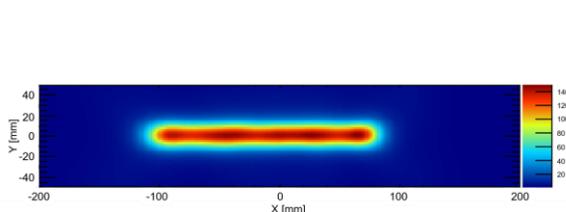


Fig.1 Reconstructed image of a line source

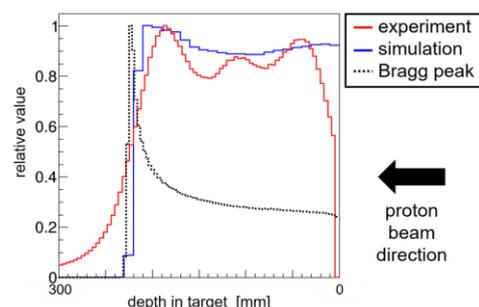


Fig.2 1D profile of the reconstructed image of 511 keV gamma rays during proton irradiation compared with simulation results