

陽子線治療におけるポリマーゲル線量計を用いた 3 次元線量分布評価

Three-dimensional dose evaluation in proton therapy using a polymer-gel dosimeter

東北大サイクロ¹, 東北大工² ○寺川 貴樹¹, 若山 雄大¹, 梶山 愛¹, 牛島 寛章¹,

服部 祥亮¹, 田中 香津生¹, 人見 啓太郎², 野上 光博²

Cyclotron & RI Center Tohoku Univ.¹, Graduate School of Engineering Tohoku Univ.²,

○Atsuki Terakawa¹, Yuta Wakayama¹, Ai Kajiyama¹, Hiroyuki Ushijima¹, Yoshitaka Hattori¹,

Kaduo S. Tanaka¹, Keitaro Hitomi², Mitsuhiro Nogami²,

E-mail: atsuki.terakawa@tohoku.ac.jp

粒子線治療では、ビームスキニングによる多門照射、強度変調照射など照射技術の高度化、高精度化が進んでいる。それに伴い体内に形成される線量分布も複雑になる。3 次元線量分布を連続的に確認する要望は臨床現場ではあるものの、治療前にファントム等を用いて線量評価する方法では、1 次元または 2 次元の測定値を組み合わせてサンプリング的に部分評価する手法が主であり、基本的には治療計画（シミュレーション）および照射技術の精度や信頼性に基づいて治療が行われている。近年、3 次元線量分布を連続的に実測する手段としてゲル線量計が注目されている。本研究は、ポリマーゲル線量計を用いて陽子線多門照射で形成される線量分布を、3 次元で連続的に評価することを目的とした。使用するゲルとして、メタアクリル酸、ゼラチン及び脱酸素剤を成分とする MAGAT (Methacrylic Acid Gelatin And THPC) ゲルを用いた。作成したゲルを PET 製容器に封入し照射サンプルとした（これをゲル線量計と呼ぶ）。陽子線照射実験は、東北大学サイクロトロン・ラジオアイソトープセンターで行った。サイクロトロンからの 80 MeV 陽子線とエネルギー変調フィルターを用いて、20 mm 幅の拡大ブラックピークの治療用陽子線を形成し、ゲル線量計に対して直交 4 門照射（各門 1.35 Gy）を行った。照射したゲル線量計サンプルに対して、仙台医療センターの MRI スキャナーを用い、3D-FSE (Fast Spin Echo) 法による R2 値（横緩和速度）の読出しを行った。Fig. 1 に 4 門照射したゲル線量計の写真および MRI 撮像により得られた R2 値断層画像の例を示す。なお、ゲル線量計の応答には線量率、LET 等の依存性があるため、事前の照射テストデータを基にこれらの影響を補正し、R2-陽子線吸収線量変換を経て最終的に 4 門照射の 3 次元線量分布を連続的に取得した。リファレンス線量計の指頭型電離箱線量計の線量値と比較して 5 %程度の誤差はあるが、高精度陽子線照射に対する 3 次元線量分布の評価に応用可能であることが示された。

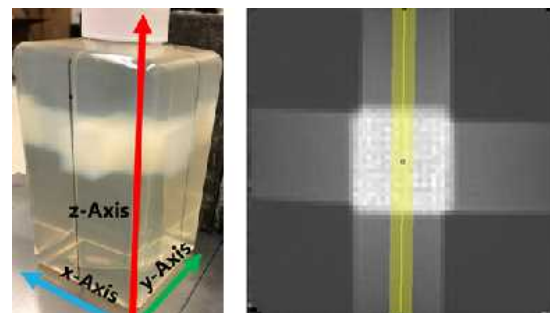


Fig. 1. MAGAT gel dosimeter after the four-field proton irradiation (left) and its R2 magnetic-resonance tomographic image (right).