

陽子線透過像撮影における電子密度の精密測定

Precise measurements of electron density in proton imaging

新潟大 R I セ¹, 新潟大院自², 放医研³ ○泉川 卓司¹, 川崎 健夫², 皿谷 有一³,
佐藤 友哉², 須田 英雄², 後藤 淳¹, 福田 茂一³

Niigata Univ. RI center.¹, Niigata Univ. Science Div.², NIRS³, ○Takuji Izumikawa¹,
Takeo Kawasaki², Yuichi Saraya³, Tomoya Sato², Hideo Suda², Jun Goto², Shigekazu Fukuda³
E-mail: izumika@med.niigata-u.ac.jp

粒子線治療を実施するにあたっては治療の際に与える放射線量を決定するために、事前に腫瘍の位置や電子密度を測定する必要があるが、現在、この測定のためにはX線CTが用いられている。しかしながら、粒子線とX線では人体や物質との相互作用が異なるため、X線CT値から推定された線量分布には数パーセントの不定性が残ってしまう。そこで、X線ではなく粒子線を用いて電子密度を直接に測定できれば、この不定性が取り除かれることから、より精度の高い線量分布予測が可能となり、より適切な治療計画を策定することができる。このような観点から我々は、高精細なシリコンストリップ検出器を使用して、小型の陽子線写真撮影装置の開発を行うとともに、作成した装置による撮影実験を実施している。検出システムの概略は以下の通りである。90度の角度で交差させたX方向用とY方向用のストリップ検出器の組を一組として、被写体の前方に2組、後方にも2組を配置し、被写体前後での粒子線の軌跡を正確に測定し、最後部に置かれたNaI検出器により粒子のエネルギーを測定する。これら粒子の軌跡とエネルギーの情報から粒子線透過像を得ることができる。

電子密度分解能を調べるために、電子密度の似通った物質（アクリルとポリエチレン）を用いたビーム実験を放射線医学総合研究所のHIMACで実施した。陽子線ビームエネルギーは160MeV、アクリル、ポリエチレンの厚さはどちらも約10mm程度のものを用いた。測定結果をポリエチレンの電子数で規格化して解析したところ、アクリルの電子数を0.2%の精度で再現することが出来、十分な密度分解能を持つことが分かった。また、アクリルのイオン化ポテンシャルを用いてポリエチレンの電子数を導出しても真値とのずれは0.9%であり、良い精度で電子数を導出できることも分かった。また、被測定物の前後の軌跡情報を利用した陽子線位置の解析を行ったところ、2.5cmのポリエチレンと空気との境界部の位置分解能として0.45mmを達成することができている。本公演では、上記の様にこれまでに開発してきた装置の電子密度分解能、位置分解能について報告する。