

粒子線の多重散乱角を用いた体内撮像による In Beam 位置補正法

In Beam position alignment using tomography with multiple scattering angle



北里大学¹, 新潟大学², 都立産業技術高専²

○(DC)片浦 隆介¹, 川崎 健夫¹, 今野 智之¹, 泉川卓司², 岩田 修一³

Kitasato Univ.¹, Niigata Univ.², Tokyo Metropolitan College of Industrial Technology³

○(DC)Ryusuke Kataura¹, Takeo Kawasaki¹, Tomoyuki Konno¹, Takuji Izumikawa², Shuuchi Iwata³

E-mail: ds18901@st.kitasato-u.ac.jp

本研究は粒子線治療の質を向上させることを目的とし、粒子線の多重散乱角を用いた体内撮像手法により、照射ビームと身体の相対的な位置を補正する。モンテカルロ・シミュレーションにより撮像原理を検証した結果、撮像画像から物質の密度差を識別でき、撮像が原理的に可能であることを示した。またビーム強度 100kHz 程度の 160MeV 陽子のビームプロファイル測定し、原理検証を行った。以上の結果について報告する。

がんの粒子線治療では、ビームの照射位置と照射線量を正確に制御する必要がある。現在は X 線 CT や PET などにより体内画像を取得し、治療計画を立てる。しかし、撮像から照射までは時間的・空間的に離れており、粒子線の照射位置の精度を下げる要因となる。そこで、治療直前に治療用の粒子線を用いて体内撮像を行い、照射位置を補正することで粒子線照射の高精度化を図る。

粒子線を用いた体内撮像として、被写体内での多重クーロン散乱を利用する方法がある。先行研究ではガスチェンバーを用いて粒子の飛跡を測定し、散乱角による撮像が行われたが、得られた画像は X 線 CT に対して 2 倍以上の解像度の低い画像であった*1。また撮像に必要なデータを得るのに要した時間は検出器の処理速度の限界により数日かかった。そのため、高速かつ精密位置分解能を持つ飛跡検出器の開発が必要である。

本研究では数 MHz 以上で動作し、高い位置分解能をもつ飛跡検出器の開発を進めている。両面型シリコン半導体検出器 (Double-sided Silicon Strip Detector、以下 DSSD 回路) は少ない物質質量で 2 次元座標が測定でき、信号検出原理より 10 MHz 以上の高速動作が可能である。本研究では DSSD の信号処理システムを開発している。2019 年 3 月に放射線医学総合研究所において、陽子線ビームテストを実施し、DSSD の信号処理システムの動作テストを行った。

散乱角による撮像を検証するため、モンテカルロ法により粒子の挙動と検出器の応答をシミュレートした。水と骨の複合物質に対して撮像を行った結果、骨の有無で 1 mrad 以上の角度差が見られ、散乱角より物質の密度差を識別できた。よって散乱角を用いた撮像は原理的に可能である。

*1 : Journal of Computer Assisted Tomography 4(6):803-818,1980.