

高精度陽子線治療に向けた CCD カメラ陽子線 CT システムの開発

Development of proton CT system towards a high precision proton therapy

○高部美帆¹, 片岡淳¹, 有元誠¹, 増田孝充¹, 西尾禎治², 田中創大³,
歳藤利行⁴, 木村充宏⁴, 稲庭拓⁵,

(1. 早大理工、2. 東京女子医大、3. 東大工、4. 名古屋陽子線治療センター、5. 放医研)

Miho Takabe¹, Jun Kataoka¹, Makoto Arimoto¹, Takamitsu Masuda¹, Teiji Nishio², Sodai Tanaka³,
Toshiyuki Toshito⁴, Mitsuhiro Kimura⁴, Taku Inaniwa⁵,

(1. Waseda Univ., 2. TWUM, 3. The Univ. of Tokyo, 4. Nagoya Proton Therapy Center, 5. QST)

E-mail: universal-miho@ruri.waseda.jp

陽子線治療はその高い線量集中性により正常組織への損傷が少ない治療が可能であり、近年急速に普及している。治療計画を立てる際には体内の相対陽子阻止能（水基準）分布が必要である。現状は X 線 CT から得られる CT 値を近似的に変換して用いているが、CT 値は原子番号と密度に依存するため、阻止能への変換は 1 対 1 に対応せず、数%の誤差が乗ることが知られている。そこで、本研究では陽子線そのものを用いて CT 撮影を行うことで、相対陽子阻止能の分布を直接取得し、治療計画の不定性を減らすことを目標とする。測定には、高感度冷却 CCD カメラと医療用増感紙(intensifier)を用い、図 1 に示すセットアップで行った。陽子線がファントム内で落とすエネルギーは、入射陽子線とファントム透過後の陽子線の残余飛程の差に依存するため、残余飛程を増感紙の発光差として撮影する。その際、多重クーロン散乱の影響により画像にぼけが生じる点に関して、補正のために 2 通りの測定方法を検討した。

測定 1 では散乱体法による一様照射ビームを 10 cm × 10 cm のコリメータでカットして用いた。ファントム-増感紙間の距離を変えた複数の投影データを基に、各画素において距離と画素値の関係を簡単な関数で近似した。これより、ファントムと増感紙が密着した状態を仮想的に作ることで、散乱の影響が最も少なくなる補正画像を推定した。結果を図 2 に示す。補正により物質間コントラストが大きい鮮明な画像の取得に成功した。測定 2 ではペンシルビームを用いた。陽子線を 3 mm 幅でコリメートし、増感紙の発光量を積分して陽子線が直進した場合に入射する位置に詰め、補正投影画像を作成した。結果を図 3 に示す。相対陽子阻止能値の誤差は 1%以下に抑えられ、散乱で強調されたファントム周囲の輪郭を抑えることに成功した。

今後は、照射方法、検出方法の最適化を行い、空間分解能の向上に努めるほか、低被ばく、短時間での撮影を目指す。

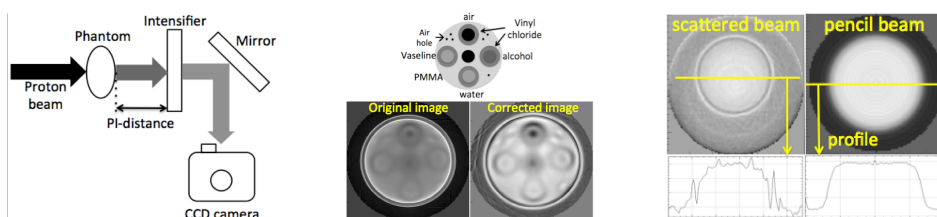


Fig.1(Left):Experimental setup. Fig.2(Center): Reconstruction image acquired by using scattered beam.

Fig.3(Right): Reconstruction image of water acquired by using scattered beam and pencil beam.