

科学研究費助成事業 研究成果報告書

平成 26 年 5 月 27 日現在

機関番号：32612

研究種目：若手研究(B)

研究期間：2012～2013

課題番号：24791336

研究課題名(和文)有機蛍光体を用いたIMRT品質保証・管理の精度評価法の確立

研究課題名(英文)Establishment of accuracy management system in IMRT QA/QC using organic phosphor

研究代表者

花田 剛士 (Hanada, Takashi)

慶應義塾大学・医学部・助教

研究者番号：30571054

交付決定額(研究期間全体)：(直接経費) 1,900,000円、(間接経費) 570,000円

研究成果の概要(和文)：本研究では、電荷結合素子カメラ 有機蛍光体システムによる面積型の検出器を用いた強度変調放射線治療の照射野内の線量精度評価および機器精度評価を行った。有機蛍光体の材質に水等価物質のプラスチックシンチレータを使用した面積型検出器と実験系の改善を図るための反射鏡を製作した。加速器からの入射ビームにより形成される吸収線量やマルチリーフコリメータの停止位置、移動距離などの情報取得が、簡便かつ高精度で同時に取得可能になった。このシステムは、実際の臨床に適応できる精度に達成したと考え、放射線治療の品質保証の向上、より安全な治療が期待された。

研究成果の概要(英文)：In this study, the dose and mechanical accuracy in irradiation field for intensity modulated radiation therapy using the charge coupled device camera-organic phosphor with area type detector system was evaluated. The area type detector, which is made from plastic scintillator known as water equivalent material, and reflecting mirror were fabricated. Acquisitions of information such as stopping positions and moving distance related to multileaf collimator, and absorbed dose were able to obtain simultaneously with high precision easily. The system was achieved within the precision at clinical adaptive level, and the improvement of the quality assurance and more safely treatment were expected.

研究分野：医歯薬学

科研費の分科・細目：内科系臨床医学・放射線科学

キーワード：強度変調放射線治療 品質保証 品質管理

1. 研究開始当初の背景

通常、強度変調放射線治療 (Intensity Modulated Radiation Therapy: 以下 IMRT) における品質保証・管理は、主に線量精度評価と機器精度評価の2種類がある。従来の手法による品質保証・管理の評価は、線量精度および機器精度と個別に測定され、使用した検出器による測定法の長所、短所を有する。我々は、従来利用されてきた検出器の長所を持ち合わせた電荷結合素子カメラ 有機蛍光体システムで構成される面積型検出器を使用することで、IMRT 強度マップを正確に、マルチリーフコリメータ (Multileaf Collimator: 以下 MLC) の機器精度を高精度により評価可能と考えた。

2. 研究の目的

本研究では、電荷結合素子カメラ 有機蛍光体システムによる面積型検出器を用いた IMRT の照射野内の線量精度評価および機器精度評価を行い、線量精度評価や機器精度評価の品質保証・管理の高精度な測定法を確立することを目的とした。

3. 研究の方法

放射線治療における線量精度評価と機器精度評価に適した発光特性を持つ面積型検出器の材質、形状を検討し使用する有機蛍光体の選別を図った。そのための基礎実験として、放射線治療で使用されているエネルギー領域に対する有機蛍光体の諸特性を検討するため、有機蛍光体の一種である 150 mm × 150 mm、厚さ 3 mm のプラスチックシンチレータ (BC-408) を水ファントムに挿入し、相補型金属酸化膜半導体センサーを有するカメラにより、水中で発光される蛍光画像を取得し、定量的に解析を行った。加えて、前立腺がんを想定した IMRT による線量精度を評価した。上記の結果を考慮し、面積型検出器の製作に及んだ。最終的に、上咽頭がんを想定した IMRT に対する機器精度に関して、時間系列情報を含んだ定量解析を行い評価した。

4. 研究成果

基礎実験を含んだ線量精度評価に関して、取得した水中で発光される蛍光画像と放射線治療計画装置で計算された線量分布を比較し、定量的な解析を行った結果、ガンマ解析では強度変調を施した照射条件に対して、相補型金属酸化膜半導体センサーを有するカメラにより取得した発光分布を示した蛍光画像と放射線治療計画装置で計算された線量分布は、臨床上許容可能な範囲で一致し、プラスチックシンチレータは線量精度評価に適した発光特性を有していることが確認された (図 1)。

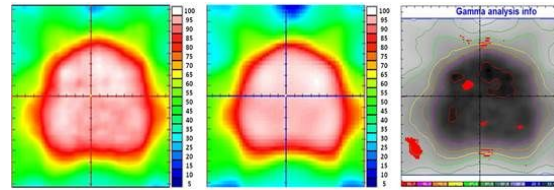


図 1 本研究で取得した前立腺がんを想定した IMRT による発光量分布 (左)、放射線治療計画装置で計算された線量分布 (中)、ガンマ解析の結果 (右)



図 2 製作した面積型検出器と反射鏡

この結果より、有機蛍光体の材質には、線量率と発光量の直線性が良好である水等価物質のプラスチックシンチレータが適当であると考えた。そこで、プラスチックシンチレータ (BC-408) を材質とした 420 mm × 420 mm、厚さ 10 mm の面積型検出器を製作した (図 2)。面積型検出器には、入射した光子からの信号を増幅させるために、厚さ 1 mm の銅板が付着してある。加えて、測定環境の効率化を試みるため、面積型検出器から放出される光を任意の角度で反射させることが可能な反射鏡を製作し、実験系の改善を図った (図 3)。

MLC の機器精度評価に関して、面積型検出器から発光された蛍光画像をプログレッシブ方式で取得することにより、時間軸に沿って秒間約 60 フレームで照射野内の強度マップが記録可能であった。加えて、強度変調を



図 3 MLC の機器精度の評価における実験系、面積型検出器から放出された光を 90° 反射させ相補型金属酸化膜半導体センサーを有するカメラにより蛍光画像を取得

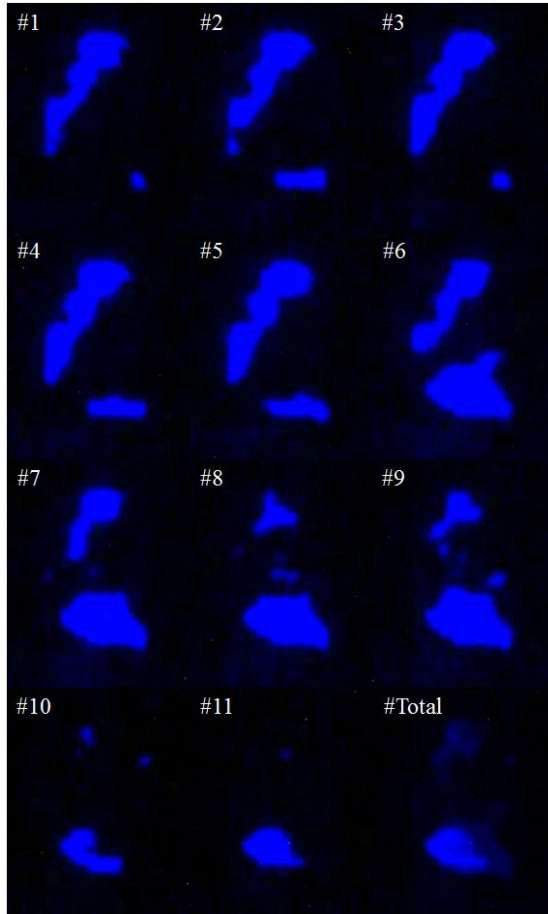


図4 本研究で取得した上咽頭がんを想定したIMRTによる任意の照射野内の各セグメントの強度分布を示した蛍光画像

施している照射野の各セグメント情報を任意の時間軸で取得し、高精度かつ定量的に解析することが可能であった(図4)。

本研究より、加速器からの入射ビームにより形成される吸収線量やMLCの停止位置、移動距離などの情報取得が、従来の手法より簡便かつ高い精度で同時に取得可能になった。これにより、線量精度評価や機器精度評価の品質保証・管理の測定の手間および誤差要因の低減が図られると考えられる。以上より、電荷結合素子カメラ 有機蛍光体システムを基盤とした面積型検出器の強度変調放射線治療の品質保証・管理法は、臨床的に強度変調放射線治療に要求される水準を満たし、従来による評価法の利点を全て兼ね備えた高精度な測定法となり、我々が考案したシステムは、実際の臨床に適用できる精度に達成したと考え、放射線治療の品質保証の向上、より安全な治療が期待される。

5. 主な発表論文等

(研究代表者、研究分担者及び連携研究者には下線)

〔雑誌論文〕(計2件)

1) Hanada T, Yorozu A, Kikumura R, Ohashi T, Shigematsu N. Assessing protection against radiation exposure after prostate ^{125}I brachytherapy. Brachytherapy 査読有. 13; 2014:311-8. 10.1016/j.brachy.2013.12.001.

2) Shiraishi Y, Hanada T, Ohashi T, Yorozu A, Toya K, Saito S, Shigematsu N. Novel parameter predicting grade 2 rectal bleeding after iodine-125 prostate brachytherapy combined with external beam radiation therapy. Int J Radiat Oncol Biol Phys 査読有. 87; 2013:182-7. 10.1016/j.ijrobp.2013.04.047.

〔学会発表〕(計4件)

1) Hanada T, Yorozu A, Kikumura R, Ohashi T, Shigematsu N. Assessment of Release Criteria for Patients Based on Various Dose Rate Measurements Following ^{125}I Prostate Brachytherapy. ASTRO's 55th Annual Meeting. 10/23/2013. Atlanta.

2) 玉木聖一, 畑中星吾, 水野統文, 遠藤春奈, 神崎扇洋, 橋本成世, 花田剛土, 西尾禎治. 発光波長の異なるプラスチックシンチレータを用いた4次元線量分布測定器の試作機の開発. 第67回東京部会春期学術大会. 5/18/2013. 東京.

3) Tamaki S, Iwamoto R, Nakamura S, Hatanaka S, Hashimoto M, Hanada T, Nishio T. Development of 4-D dosimetry tool using plastic scintillator. 第105回日本医学物理学会学術大会. 4/14/2013. 神奈川.

3) Hanada T, Shiraishi Y, Ohashi T, Fukada J, Shigematsu N. Variation of rectal volumes and dosimetry values including NTCP due to inter-fractional variability receiving 2D based IG-IMRT for prostate cancer. ASTRO's 54nd Annual Meeting. 10/29/2012. Boston.

〔図書〕(計0件)

〔産業財産権〕

出願状況(計0件)

名称:
発明者:
権利者:
種類:
番号:
出願年月日:
国内外の別:

取得状況（計0件）

名称：
発明者：
権利者：
種類：
番号：
取得年月日：
国内外の別：

〔その他〕

6. 研究組織

(1) 研究代表者

花田 剛士 (HANADA TAKASHI)
慶應義塾大学・医学部・助教
研究者番号：30571054