

日本医学物理士会 殿

平成 24 年度 医学物理士研究活動助成申請書

代表者	所属	京都大学	職名	医学物理士	氏名	中村光宏
住所 メールアドレス						
研究課題 (40字以内)	前立腺癌 IMRT の高精度化に関する CBCT 画像を利用した後方視的研究					
① 研究組織 (研究代表者及び研究分担者)						
氏名	所属・職名			役割分担 (研究に係る分担事項)		
中村光宏	京都大学・医学物理士			研究統括		
橋田健児	大阪赤十字病院・ 診療放射線技師			解析結果の医学物理学的評価		
廣瀬良範	大阪赤十字病院・ 診療放射線技師			治療計画立案および線量体積データ解析		
富田恒幸	大阪赤十字病院・ 診療放射線技師			正常臓器の輪郭入力および統計解析		
計	4 名			*記入しきれない場合は別紙添付のこと		

(以下 A 4 版 2 枚以内に収めること)

②研究目的・意義 (1) 焦点を絞り具体的に記入すること。(2) 研究の特徴を明確にすること。

本研究は前立腺癌 IMRT の高精度化を目的とし、OBI による骨照合後に初回治療から連続 3 回、それ以降は週 1 回取得した CBCT 画像を利用して前立腺、直腸および膀胱線量を後方視的に解析するものである。

具体的な研究項目は、以下の 2 点である。

(1)位置決め方法の違いによる前立腺、直腸および膀胱線量の変動

以下に示す 6 パターンの仮想位置決め下における前立腺、直腸および膀胱線量の変動を評価する；(a)毎回レーザー基準、(b)毎回骨照合、(c)初回治療時における前立腺位置ずれ量を次回以降の位置決めに反映、(d)初回および 2 回目治療時での前立腺位置ずれ量の平均値を次回以降の位置決めに反映、(e)初回から 3 回目治療時までの前立腺位置ずれ量の平均値を次回以降の位置決めに反映、(f)毎回前立腺照合。各仮想位置決め下において、CBCT 画像上で線量分布を再計算し、前立腺、直腸および膀胱の線量体積データを解析する。

(2)前立腺線量の変動要因の重回帰分析

取得した CBCT 画像からセットアップエラーの回転成分、前立腺変位量、膀胱体積、直腸体積、肛門挙筋開度を抽出する。その後、各因子を重回帰式の説明変数に、前立腺線量を目的変数に設定し、重回帰式分析により前立腺線量の変動要因を統計学的に解明する。

上記 2 項目を実臨床に則した異なる 2 パターンの PTV マージン設定下にて実施する。

③本研究の現状(内外の状況) 研究計画に至った経緯と本研究に関連する他の研究の状況などを記入する。

前立腺癌に関する医学物理研究は、セットアップエラー修正法に関する検討[1-5]、至適セットアップマージンの設定[6]、実投与線量の検証[7,8]、臓器の変形が線量体積指標に及ぼす影響[9]等、数多く存在する。しかし、位置決め方法の違いによる前立腺、直腸および膀胱線量への変動に関する報告や前立腺線量の変動要因を統計解析により明らかにした報告はされていない。本研究では治療時に取得する CBCT 画像を活用し、上記 2 項目の検証を進めていく。

[1] Moseley DJ, et al. Comparison of localization performance with implanted fiducial markers and cone-beam computed tomography for on-line image-guided radiotherapy of the prostate. Int J Radiat Oncol Biol Phys, 67,942-953, 2007.

[2] Rijkhorst EJ, et al. Strategies for online organ motion correction for intensity-modulated radiotherapy of prostate cancer: prostate, rectum, and bladder dose effects. Int J Radiat Oncol Biol Phys, 71, 265-273, 2008.

[3] McNair HA, et al. A comparison of the use of bony anatomy and internal markers for offline verification and an evaluation of the potential benefit of online and offline verification protocols for prostate radiotherapy. Int J Radiat Oncol Biol Phys, 71, 41-50, 2008.

[4] Brandon M, et al. Image-guided radiotherapy (IGRT) for prostate cancer comparing kV imaging of fiducial markers with cone beam computed tomography (CBCT). Int J Radiat Oncol Biol Phys, 80, 301-305, 2011.

[5] Schulze D, et al. Comparison of various online IGRT strategies: The benefits of online treatment plan re-optimization. Radiother Oncol, 90, 367-376, 2011.

[6] Hammoud R, et al. Examining margin reduction and its impact on dose distribution for prostate cancer patients undergoing daily cone-beam computed tomography. Int J Radiat Oncol Biol Phys, 71, 265-273, 2008.

[7] Kupelian PA, et al. Daily variations in delivered doses in patients treated with radiotherapy for localized prostate cancer. Int J Radiat Oncol Biol Phys, 66, 876-882, 2006.

[8] Hatton JA, et al. Does the planning dose-volume histogram represent treatment doses in image-guided prostate radiation therapy? Assessment with cone-beam computerized tomography scans. Radiother Oncol, 98, 162-168, 2011.

[9] Song WY, et al. Dosimetric evaluation of daily rigid and nonrigid geometric correction strategies during on-line image-guided radiation therapy (IGRT) of prostate cancer. Med Phys, 34, 352-365, 2007.

④研究計画

研究の進め方を、研究経費と併せながら具体的に記入すること。

前立腺癌に対してIMRT(PTV マージンサイズ: 背/尾方向: 5 mm, その他: 8 mm)を施行した30例(270セットのCBCT データ)を対象とする。取得した全CBCT画像上で、前立腺、直腸、膀胱、および肛門挙筋の輪郭を入力し、各臓器の体積や肛門挙筋開度を算出する(図1左)。各臓器の輪郭入力、入力者間のばらつきを極力抑えるため、1名の担当者が実施する。次に、CBCT画像上で線量分布を再計算させるが、その際、位置決め方法の違いはアイソセンター位置に反映させる(図1右)。

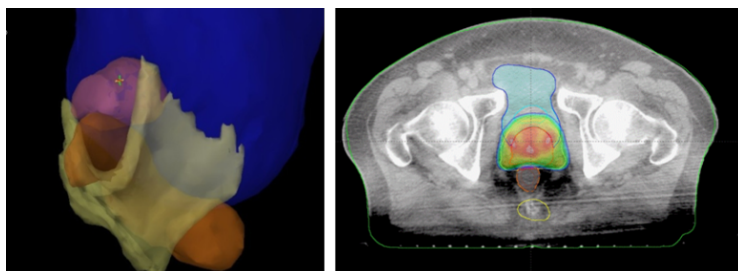


図1. (左)前立腺、直腸、膀胱、肛門挙筋の輪郭。(右)CBCT画像に対して再計算された線量分布

再計算した線量分布から前立腺、直腸および膀胱の線量体積指標を収集すると同時に、JMPによる統計解析を並行して進める。上記作業について、PTV マージンサイズを全方向5mmとしたプランでも繰り返す。総線量計算回数は270(CBCT データセット数) \times 6(異なる6パターンの位置決め方法) \times 2(異なる2パターンのPTV マージン設定)=3240回に達する見込みである。

本研究では、前立腺を含む周辺臓器の日間形状変動が予想されるが、これによる線量体積指標への影響は非常に小さいという報告があることから[上記参考文献9]、deformable image registrationは使用しない。

図2に本研究のタイムフローを示す。

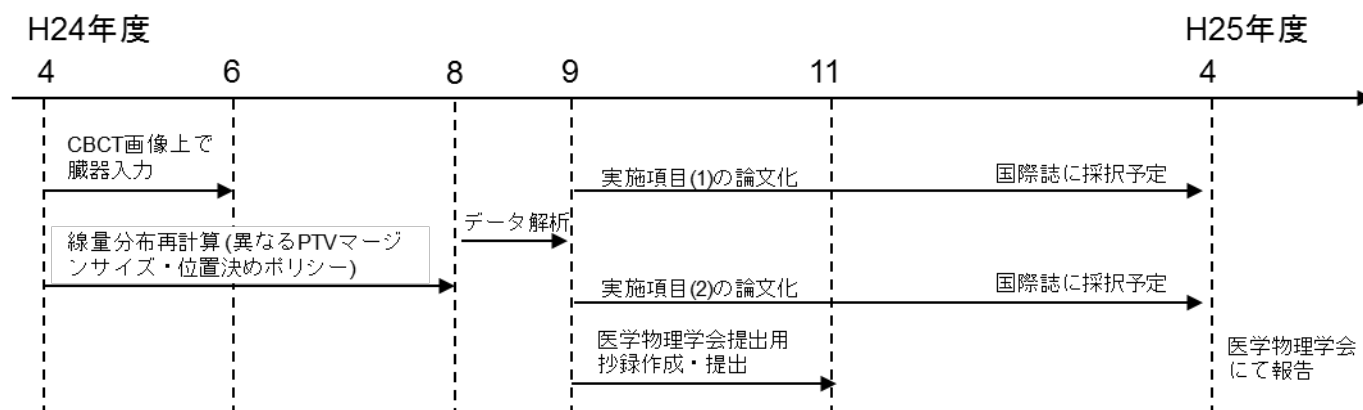


図2. 本研究のタイムフロー

本研究成果を論文にまとめ、国際誌に投稿する。研究経費は英文校正費に充てるものとする。

⑤期待される研究成果

研究成果が医学物理にどのように寄与し得るか、具体的に分かりやすく箇条書きにて記載すること。

本研究成果は、前立腺癌IMRTの医学物理学的側面において、以下の点で学術的かつ臨床的に多大な貢献になるものと期待される。

- 前立腺、直腸および膀胱線量の変動を考慮した至適セットアップエラー修正方法の提案
- 骨照合に基づく治療プロトコルにおける、治療計画用CT撮影時および治療時の体内状態を含めたセットアップに関する注意喚起
- PTV マージンサイズとセットアップエラー修正方法を関連付けた線量体積指標への影響

⑥その他 (人権の保護及び法令等の遵守への対応など)

患者データの使用は大阪赤十字病院内に限り、個人情報が入外に漏洩することはない。