

令和 3 年 6 月 13 日現在

機関番号：13101

研究種目：若手研究

研究期間：2018～2020

課題番号：18K15584

研究課題名（和文）画像誘導放射線治療における患者被曝線量低減に向けた線量予測システムの開発

研究課題名（英文）Development of a dose-prediction system for reducing patient's radiation dose in image-guided radiotherapy

研究代表者

棚邊 哲史（TANABE, SATOSHI）

新潟大学・医歯学総合病院・助教

研究者番号：80743898

交付決定額（研究期間全体）：（直接経費） 3,300,000円

研究成果の概要（和文）：本研究は、画像誘導放射線治療において高い位置精度を担保しながら患者被ばく線量を低減するために最適な撮影条件を検討した。本研究によって検討した撮像条件を頭部領域に対して放射線治療を受けた患者に適応した結果、位置合わせ精度は1 mmを担保しながら被ばく線量を0.50 mGy未満に低減できた。また肺癌に対する動体追跡放射線治療における透視中の被ばく線量を評価し、ゲーティングウィンドウを4 mmに設定することで入射皮膚線量を100 mGy未満に低減可能であることを示した。

研究成果の学術的意義や社会的意義

本研究は、画像誘導放射線治療における位置合わせ精度と被ばく線量の相反する2つの因子を考慮して最適なX線撮像条件を検討した初めての研究である。実際に頭部放射線治療を受けた患者の位置合わせにおいて、本研究によって検討した撮像条件を適応した結果、位置合わせ精度が低下することなく、患者被ばく線量を低減できたことから、患者への恩恵は計り知れず、その社会的意義は大きい。本研究によって得られた成果は、画像誘導放射線治療における被ばく線量管理を展開するための基盤の確立に寄与する。

研究成果の概要（英文）：In this study, we investigated the optimal imaging conditions in order to reduce patient exposure dose while ensuring high position accuracy in image-guided radiotherapy (IGRT). As a result of applying this condition for patients who received radiation therapy for the head region, the exposure dose could be reduced to less than 0.50 mGy while ensuring the positional accuracy of 1 mm. We also evaluated the exposure dose during fluoroscopy in real-time tumor-tracking radiotherapy for lung cancer, and showed that the entrance skin dose can be reduced to less than 100 mGy by setting the gating window to 4 mm.

研究分野：医学物理学

キーワード：医学物理 被ばく線量 線量予測 患者位置合わせ Fiducialマーカー 画像誘導放射線治療 動体追跡放射線治療 SyncTraX FX4

科研費による研究は、研究者の自覚と責任において実施するものです。そのため、研究の実施や研究成果の公表等については、国の要請等に基づくものではなく、その研究成果に関する見解や責任は、研究者個人に帰属します。

様式 C - 19、F - 19 - 1、Z - 19 (共通)

1. 研究開始当初の背景

近年の放射線治療において、Computed Tomography (CT) 等の X 線画像情報をもとに治療患者の位置合わせを行い、病変に対して正確な照射が可能な画像誘導放射線治療 (image-guided radiation therapy: IGRT) が普及している。本邦においても、2010 年に保険収載されて以降、様々な種類の IGRT システムが臨床使用されている。

一方、位置合わせに用いる X 線画像は、放射線量が多いほど情報量が増えることから、画像に基づく位置合わせの精度と被ばく線量は二律背反の関係にある。IGRT のうち最も使用されるコンビーム型 CT 装置の被ばく線量は他の IGRT よりも高く、治療中の位置合わせ撮像によって、5%の二次発がんのリスクの増加をもたらすことが懸念されている。しかしながら、IGRT に関する検討は、位置合わせの精度向上のための研究に重点が置かれ、被ばく線量に関する報告は少ない。国際的な放射線防護の枠組みである診断参考レベルでは、X 線診断や核医学診断の被ばく線量のみ提言され (ICRT Pub.103, 2007) 2017 年現在、放射線治療分野において IGRT の至適被ばく線量が明記されたガイドラインは存在しない。

2. 研究の目的

IGRT を受ける患者に対する被ばく線量予測システムを開発し、照射時の正確性を高い精度で保持しつつ、患者の被ばく線量を合理的に低減することを目的とする。また、IGRT を含め放射線治療分野における被ばく線量管理体制の基盤確立を目指す。

3. 研究の方法

本研究は、新潟大学地域医療教育センター・魚沼基幹病院 (新潟県) の放射線治療装置 TrueBeam (Varian Medical Systems) および動体追跡放射線治療システムである SyncTraX FX4 (島津製作所) (図 1) を用いて行った。

(1) 位置合わせ時の被ばく線量評価

線量計には半導体線量計 (Piranha: RTI Electronics) を用いて、X 線ビームに対して直交する角度にて SyncTraX FX4 のアイソセンタ上に配置した (図 2)。照射時は X 線管の片方を鉛で遮蔽して測定した。管電流は 50-500 mA、管電圧は 70-110 kV、露光時間は 50 msec に設定した。計 40 通りの撮像条件にて各 5 回測定し、平均値と標準偏差を算出した。本測定では、4 つのプリセット各々について放射線量が等しいと仮定し、1 回の測定当たりの空気カーマとして平均値の 2 倍を採用した。

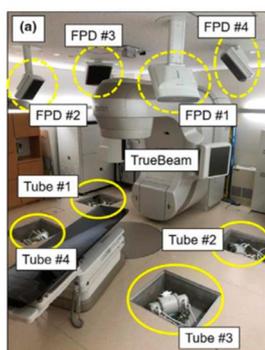


図 1. SyncTraX FX4 システムの外観と 4 通りのプリセットの関係

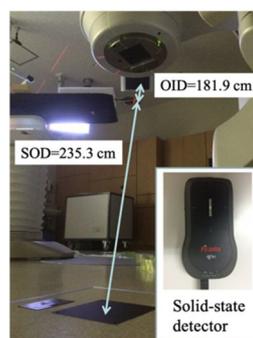


図 2. 半導体検出器を用いた被ばく線量評価の測定体系

(2) 位置合わせ精度と被ばく線量の至適撮像条件の探索

頭部ファントムおよび骨盤部ファントム (京都科学社製) を用いた。臨床条件に近づけるため、頭部ファントムに対しては Q-fix 社製シェルおよびモールドケア、骨盤部ファントムに対しては Vac-Lok (CIVCO 社製) を用いた (図 3)。位置精度検証として、5, 10, 15 mm の既知移動量にて各々カウチを移動後、計 70 通りの条件 (管電圧: 60-120 kV, mAs 値: 1-64 mAs) で 3 回ずつ測定を行い、既知移動量との相違を評価した。次に、被ばく線量評価として、方法 (1) 同様に、アイソセンタに半導体検出器 (Piranha) を設置後、左記の撮像条件毎に空気カーマを測定し、入射皮膚面線量に変換した。全てのカウチ既知移動量において誤差 1 mm 以内の撮像条件における最小入射皮膚面線量を評価し、基準撮像条件 (頭部: 80 kV, 20 mAs、骨盤部: 110 kV, 20 mAs) と比較した。



図 3. X線撮像に使用した頭部ファントム(左)と骨盤部ファントム(右)

(3) 頭部領域の放射線治療の位置合わせにおける最適な撮像条件を決定するための視覚評価方法(2)と同様の頭部ファントムを用いて、探索された至適撮像条件に対する計6名の観察者(医師:1名、診療放射線技師:4名、医学物理士1名)による視覚評価を行った。頭部ファントムの基準撮像条件における入射皮膚線量(0.35 mGy)を下回る計6通りの撮像条件(60 kV/32 mAs, 80 kV/5 mAs, 90 kV/2 mAs, 100 kV/1 mAs, 110 kV/1 mAs, 120 kV/1 mAs)にて各々撮像された画像と治療計画のCT画像から再構成されたDRR画像と照合し、3段階視覚評価(2点:十分認識可能、1点:概ね認識可能、0点:認識不可)を行い、合計点Tsと最頻点Msを求めた。観察者がウィンドウ条件(WW/WL)を調整した場合についても同様に検討し、各条件における感度を求めた。観察者間の一致度は、ケンドールの一致係数Wにより評価した。

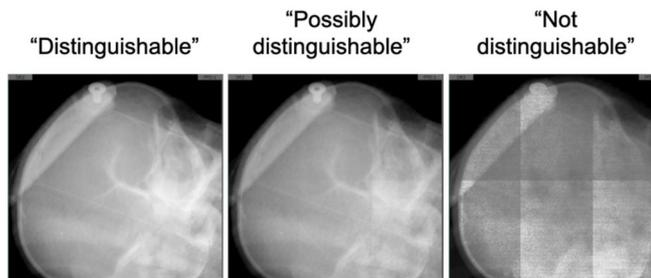


図 4. 視覚評価における画像例

(4) 頭部領域の放射線治療時の位置合わせにおける最適な撮像条件の臨床的妥当性

方法(3)で決定した撮像条件が実臨床において妥当であるか評価した。2017年6月から2019年4月の期間、魚沼基幹病院にて頭部放射線治療が施行された42症例510照合データに対して、至適撮像条件適用前後で2群に分けて検討を行った(適用前:31症例384データ、適用後:11症例126データ)。TruebeamのMV-kV imagerおよびSyncTraX FX4各々の骨照合による体表マーカからの位置検出量(6軸)を取得し、各群におけるTruebeamとSyncTraX FX4の検出量の相関と相違、およびSyncTraX FX4単体の検出量を評価した。

(5) 肺定位放射線治療における高線量率動体追跡強度変調回転照射の照射時間および被ばく線量評価

2017年1月から2018年2月の期間、魚沼基幹病院にて42 Gy/4 fr ($D_{95\%}$ 処方)の肺定位放射線治療が行われたStage 1A期の非小細胞肺癌3症例を対象とし、避及的に10 MV-FFF X線を用いた強度変調回転照射(VMAT)治療計画を作成した。ビームアライメントは対側肺の線量低減、X線-検出器間の死角を考慮し、2-partial arc(0-89°、91-179°)を採用した。呼吸同期照射(動体追跡照射)の条件として、振幅10 mm、周期4秒の正弦波にてQuasarプログラブル呼吸同期ファントムを駆動させた。照射は呼吸相を想定し、ゲーティングウィンドウ(GW)は2, 4 mmに設定した。同期無し照射に対する同期有り(GW:2, 4 mm)の照射時間を評価した。また被ばく線量評価として、アイソセンタ面より10 cm下方にMIDSOF線量計(AcroBio Co.)を配置し、SyncTraX FX4のプリセット#1, #2におけるkV-透視X線の入射皮膚線量率および入射皮膚線量を計測した。撮像条件は110 kV, 64 mA, 4 msec, 15 fpsに設定した。

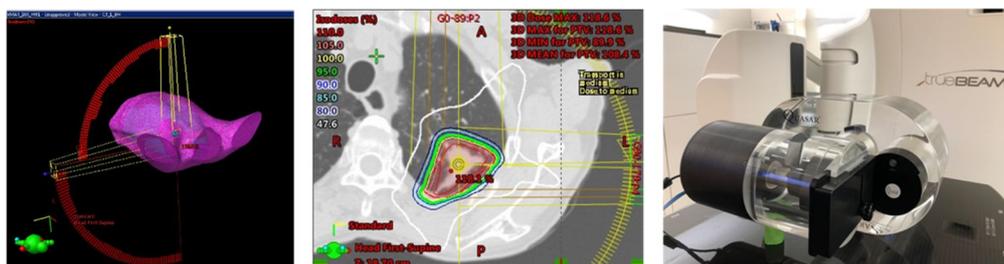


図 5. 治療計画にて採用したビームアライメント(左)と線量分布(中央)、および呼吸同期照射に使用したQuasarファントム(右)

4. 研究成果

(1) 位置合わせ時の被ばく線量評価

プリセット#3とプリセット#4の管電圧・管電流に対する空気カーマの関係を図6に示す。いずれのプリセットにおいても空気カーマは管電圧・管電流の増加に比例して増加した。一方、プリセット#3に対して#4の方が空気カーマは全ての条件において高値であった。プリセット#3の撮像基準条件(80 kV, 200 mA, 50 msec)における空気カーマは、 0.11 ± 0.0002 mGyであった。全ての条件における空気カーマの値は、AAPM TG75レポートのkV-X線画像に対する被ばく線量(0.1-2.0 mGy)の範囲内であることを確認した。

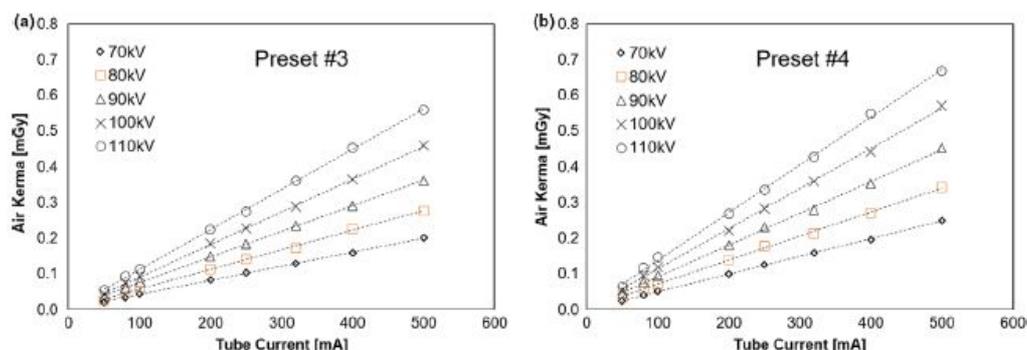


図6. プリセット#3とプリセット#4における管電流と空気カーマの関係

(2) 位置合わせ精度と被ばく線量の最適な撮像条件の探索

全てのカウチ既知移動量において誤差1 mm以内を満たす撮像条件における最小入射皮膚線量は頭部ファントムでは0.033 mGy(100 kV, 1 mAs)、骨盤部ファントムでは0.13 mGy(70 kV, 10 mAs)であった(表1)。誤差1 mm以内での位置照合が可能な条件下にて各々の基準撮像条件と比較すると、頭部領域では約90%(0.35 mGyから0.033 mGy)、骨盤領域では約80%(0.69 mGyから0.13 mGy)被ばく線量を低減可能であることが示された。

表1. 頭部ファントム(上)および骨盤部ファントム(下)において誤差1 mm以内となる撮像条件(灰色部分)と入射皮膚線量(単位は全てmGy)

頭部ファントム							
mAs	管電圧 (kV)						
	60	70	80	90	100	110	120
1	0.015	0.019	0.023	0.031	0.033	0.036	0.041
2	0.021	0.031	0.040	0.052	0.060	0.070	0.081
4	0.028	0.052	0.072	0.94	0.12	0.14	0.16
5	0.042	0.068	0.095	0.12	0.14	0.17	0.20
10	0.068	0.13	0.17	0.23	0.28	0.34	0.39
20	0.12	0.24	0.35	0.45	0.56	0.69	0.79
32	0.19	0.39	0.55	0.71	0.89	1.1	1.3
40	0.24	0.48	0.69	0.88	1.1	1.4	1.6
50	0.30	0.60	0.86	1.1	1.4	1.7	2.0
64	0.38	0.77	1.1	1.4	1.8	2.2	2.5

骨盤部ファントム							
mAs	管電圧 (kV)						
	60	70	80	90	100	110	120
1	0.015	0.019	0.023	0.031	0.033	0.036	0.041
2	0.021	0.031	0.040	0.052	0.060	0.070	0.081
4	0.028	0.052	0.072	0.94	0.12	0.14	0.16
5	0.042	0.068	0.095	0.12	0.14	0.17	0.20
10	0.068	0.13	0.17	0.23	0.28	0.34	0.39
20	0.12	0.24	0.35	0.45	0.56	0.69	0.79
32	0.19	0.39	0.55	0.71	0.89	1.1	1.3
40	0.24	0.48	0.69	0.88	1.1	1.4	1.6
50	0.30	0.60	0.86	1.1	1.4	1.7	2.0
64	0.38	0.77	1.1	1.4	1.8	2.2	2.5

(3) 頭部領域の放射線治療の位置合わせにおける最適な撮像条件を決定するための視覚評価 WW/WL を固定した照合画像に対する Ts および Ms は、条件 60 kV/32 mAs にて (Ts=11, Ms=2)、80 kV/5 mAs にて (9, 1)、90 kV/2 mAs にて (6, 1)、100 kV/1 mAs にて (5, 1)、110 kV/1 mAs にて (6, 1)、120 kV/1 mAs にて (7, 1) であり、条件 60 kV/32 mAs がいずれの指標も最も高かった。WW/WL を調整した場合についても、条件 60 kV/32 mAs が最も高かった (Ts=11, Ms=2)。WW/WL における感度はいずれも 100%であった。一致係数 W は固定、調整の場合で各々 0.46 (p=0.017)、0.37 (p=0.047) であった。本検証により、被ばく線量と位置精度を考慮した頭部領域の最適な撮像条件は 60 kV、32 mAs である可能性が示唆された。

(4) 頭部領域の放射線治療時の位置合わせにおける最適な撮像条件の臨床的妥当性

TrueBeam と SyncTraX FX4 の検出量におけるピアソン積率相関係数 r の中央値は、適用前群で 0.96 (0.92-0.97)、適用後群で 0.96 (0.90-0.97) であり、全ての軸において強い正の相関 (r>0.90) が認められた。また、各軸の TrueBeam と SyncTraX FX4 の検出量の相違に関しては、1 mm/1° 未満となる割合の中央値が適用前群で 53% (35%-70%)、適用後群で 51% (33%-76%) であり、2mm/2° 未満となる割合の中央値は両群とも 95%以上であった。SyncTraX FX4 の検出量はピッチを除いて (p<0.01, d=0.45) いずれの軸においても有意差は認められなかった (p>0.05) (図 7)。本検証により、SyncTraX FX4 を用いた頭部領域の位置照合において、最適な撮像条件 (60 kV、32 mAs) の臨床的妥当性が示された。

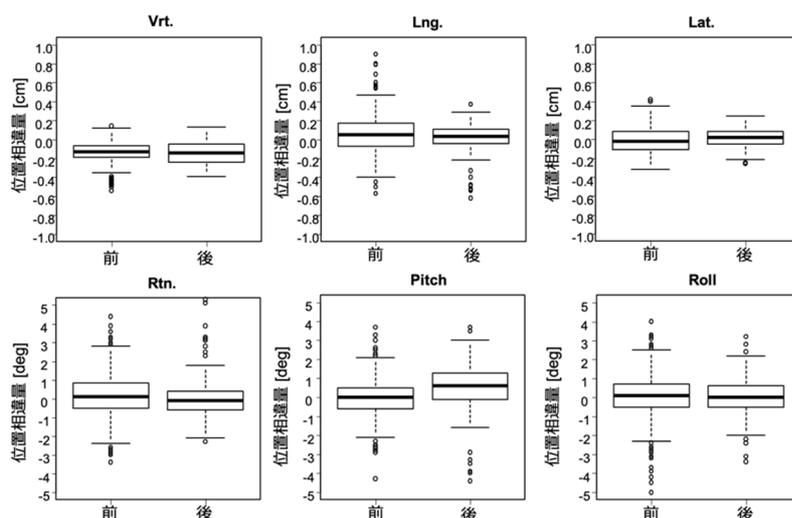


図 7. 適用前後群における SyncTraX FX4 の位置検出量の比較

(5) 肺定位放射線治療における高線量率動体追跡強度変調回転照射の照射時間および被ばく線量評価

同期無し照射に対する同期有り (GW:2, 4 mm) の照射時間の増加率の中央値 (範囲) は各々 530% (494, 545%)、382% (345, 382%) であり、GW=2 mm の場合に比べて 4 mm の場合では、照射時間は中央値 (範囲) で 30% (28, 0, 30.1%) 低減した。SyncTraX FX4 システムにおける kV-透視 X 線成分による入射皮膚線量率はプリセット #1, #2 で各々 5.4 mGy/min, 5.2 mGy/min であり、医療法施行規則にて定められている 50 mGy/min を下回っていた。入射皮膚線量の中央値 (範囲) は GW=2 mm, 4 mm にて各々 78.6 mGy (51.4, 118.9 mGy)、55.1 mGy (37.0, 83.2 mGy) であり、4 mm の方で中央値で 30%低減した。透視時間が 20 分超の場合、放射線皮膚障害のしきい線量 1 Gy の 1/10 に相当する 100 mGy を超えた。本検証より、ゲーティングウィンドウを 4 mm に設定することで、被ばく線量を低減できることが示唆された。

5. 主な発表論文等

〔雑誌論文〕 計14件（うち査読付論文 12件 / うち国際共著 0件 / うちオープンアクセス 9件）

1. 著者名 Satoru Utsunomiya, Jun Yamamoto, Satoshi Tanabe, Mayu Oishi, Aruha Satsuma, Motoki Kaidu, Eisuke Abe, Atsushi Ohta, Naotaka Kushima, Hidefumi Aoyama	4. 巻 9(3)
2. 論文標題 Complementary Relation Between the Improvement of Dose Delivery Technique and PTV Margin Reduction in Dose-Escalated Radiation Therapy for Prostate Cancer	5. 発行年 2019年
3. 雑誌名 Practical Radiation Oncology	6. 最初と最後の頁 172-178
掲載論文のDOI（デジタルオブジェクト識別子） 10.1016/j.prro.2019.02.001	査読の有無 有
オープンアクセス オープンアクセスではない、又はオープンアクセスが困難	国際共著 -
1. 著者名 Satoshi Tanabe, Satoru Utsunomiya, Eisuke Abe, Hiraku Sato, Atsushi Ohta, Hironori Sakai, Takumi Yamada, Motoki Kaidu, Hidefumi Aoyama	4. 巻 20(6)
2. 論文標題 The impact of the three degrees of freedom fiducial marker based setup compared to soft tissue based setup in hypofractionated intensity modulated radiotherapy for prostate cancer	5. 発行年 2019年
3. 雑誌名 Journal of Applied Clinical Medical Physics	6. 最初と最後の頁 53-59
掲載論文のDOI（デジタルオブジェクト識別子） 10.1002/acm2.12603	査読の有無 有
オープンアクセス オープンアクセスとしている（また、その予定である）	国際共著 -
1. 著者名 Hirotake Saito, Ryusuke Shodo, Keisuke Yamazaki, Kouji Katsura, Yushi Uek, Toshimichi Nakano, Tomoya Oshikane, Nobuko Yamana, Satoshi Tanabe, Satoru Utsunomiya, Atsushi Ohta, Eisuke Abe, Motoki Kaidu, Ryuta Sasamoto, Hidefumi Aoyama	4. 巻 20
2. 論文標題 The association between oral candidiasis and severity of chemoradiotherapy-induced dysphagia in head and neck cancer patients: A retrospective cohort study	5. 発行年 2020年
3. 雑誌名 Clinical and Translational Radiation Oncology	6. 最初と最後の頁 13-18
掲載論文のDOI（デジタルオブジェクト識別子） 10.1016/j.ctro.2019.10.006	査読の有無 有
オープンアクセス オープンアクセスとしている（また、その予定である）	国際共著 -

1. 著者名 Toshimichi Nakano, Hidefumi Aoyama, Hirotake Saito, Satoshi Tanabe, Kensuke Tanaka, Katsuya Maruyama, Tomoya Oshikane, Atsushi Ohta, Eisuke Abe, Motoki Kaidu	4. 巻 20(1)
2. 論文標題 The neurocognitive function change criteria after whole-brain radiation therapy for brain metastasis, in reference to healthrelated quality of life changes: a prospective observation study	5. 発行年 2020年
3. 雑誌名 BMC Cancer	6. 最初と最後の頁 66-76
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.1186/s12885-020-6559-3	査読の有無 有
オープンアクセス オープンアクセスとしている (また、その予定である)	国際共著 -

1. 著者名 中野 永, 棚邊 哲史, 宇都宮 悟, 中野 智成, 斎藤 紘丈, 滝澤 健司, 山田 巧, 坂井 裕則, 太田 篤, 阿部 英輔, 海津 元樹, 青山 英史	4. 巻 24
2. 論文標題 多発脳転移に対する単一アイソセンタ照射法における患者セットアップの 並進誤差が線量不確かさに及ぼす影響	5. 発行年 2020年
3. 雑誌名 定位的放射線治療	6. 最初と最後の頁 1-9
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) なし	査読の有無 無
オープンアクセス オープンアクセスではない、又はオープンアクセスが困難	国際共著 -

1. 著者名 Satoshi Tanabe, Osamu Umetsu, Toshikazu Sasage, Satoru Utsunomiya, Ryota Kuwabara, Toshiki Kuribayashi, Hiromasa Takatou, Gen Kawaguchi, Hidefumi Aoyama	4. 巻 19(6)
2. 論文標題 Clinical commissioning of a new patient positioning system, SyncTraX FX4, for intracranial stereotactic radiotherapy	5. 発行年 2018年
3. 雑誌名 Journal of Applied Clinical Medical Physics	6. 最初と最後の頁 149-158
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.1002/acm2.12467	査読の有無 有
オープンアクセス オープンアクセスとしている (また、その予定である)	国際共著 -

1. 著者名 Satoshi Tanabe, Haruna Takahashi, Hirotake Saito, Atsushi Ohta, Toshimichi Nakano, Ryuta Sasamoto, Miki Shioi, Satoru Utsunomiya, Eisuke Abe, Motoki Kaidu, Hidefumi Aoyama	4. 巻 60(2)
2. 論文標題 Selection criteria for 3D conformal radiotherapy versus volumetric-modulated arc therapy in highgrade glioma based on normal tissue complication probability of brain	5. 発行年 2019年
3. 雑誌名 Journal of Radiation Research	6. 最初と最後の頁 249-256
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.1093/jrr/rry106	査読の有無 有
オープンアクセス オープンアクセスとしている (また、その予定である)	国際共著 -

1. 著者名 Takizawa T, Tanabe S, Utsunomiya S, Nakano H, Yamada T, Sakai H, Ohta A, Saito H, Nakano T, Abe E, Kaidu M, Aoyama H	4. 巻 73
2. 論文標題 Dosimetric comparison of analytic anisotropic algorithm and Acuros XB algorithm in VMAT plans for high-grade glioma	5. 発行年 2020年
3. 雑誌名 Physica Medica	6. 最初と最後の頁 73-82
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.1016/j.ejmp.2020.04.007	査読の有無 有
オープンアクセス オープンアクセスではない、又はオープンアクセスが困難	国際共著 -

1. 著者名 Nakano H, Tanabe S, Utsunomiya S, Yamada T, Sasamoto R, Nakano T, Saito H, Takizawa T, Sakai H, Ohta A, Abe E, Kaidu M, Aoyama H	4. 巻 21:12
2. 論文標題 Effect of Setup Error in the Single-Isocenter Technique on Stereotactic Radiosurgery for Multiple Brain Metastases	5. 発行年 2020年
3. 雑誌名 Journal of Applied Clinical Medical Physics	6. 最初と最後の頁 155-164
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.1002/acm2.13081	査読の有無 有
オープンアクセス オープンアクセスとしている (また、その予定である)	国際共著 -

1. 著者名 Nakano H, Kawahara D, Tanabe S, Utsunomiya S, Takizawa T, Sakai M, Saito H, Ohta A, Kaidu M, Ishikawa H	4. 巻 21:12
2. 論文標題 Radiobiological effects of the interruption time with Monte Carlo Simulation on multiple fields in photon beams	5. 発行年 2020年
3. 雑誌名 Journal of Applied Clinical Medical Physics	6. 最初と最後の頁 288-294
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.1002/acm2.13110	査読の有無 有
オープンアクセス オープンアクセスとしている (また、その予定である)	国際共著 -

1. 著者名 Sakai M, Nakano H, Kawahara D, Tanabe S, Takizawa T, Narita A, Yamada T, Sakai H, Ueda M, Sasamoto R, Kaidu M, Aoyama H, Ishikawa H, Utsunomiya S	4. 巻 48(3)
2. 論文標題 Detecting MLC modeling errors using radiomics-based machine learning in patient-specific QA with an EPID for intensity-modulated radiation therapy	5. 発行年 2021年
3. 雑誌名 Medical Physics	6. 最初と最後の頁 991-1002
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.1002/mp.14699	査読の有無 有
オープンアクセス オープンアクセスではない、又はオープンアクセスが困難	国際共著 -

1. 著者名 Nakano H, Tanabe S, Yamada T, Utsunomiya S, Takizawa T, Sakai M, Sasamoto R, Sakai H, Nakano T, Saito H, Ohta A, Kaidu M, Ishikawa H	4. 巻 14
2. 論文標題 Maximum distance in single-isocenter technique of stereotactic radiosurgery with rotational error using margin-based analysis	5. 発行年 2021年
3. 雑誌名 Radiological Physics and Technology	6. 最初と最後の頁 57-63
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.1007/s12194-020-00602-2	査読の有無 有
オープンアクセス オープンアクセスとしている (また、その予定である)	国際共著 -

1. 著者名 Nakano H, Kawahara D, Tanabe S, Utsunomiya S, Takizawa T, Sakai M, Nakano T, Ohta A, Kaidu M, Ishikawa H	4. 巻 3(1)
2. 論文標題 Calculated relative biological effectiveness (RBE) for initial DNA double-strand breaks (DSB) from flattening filter and flattening filter-free 6 MV X-ray fields	5. 発行年 2021年
3. 雑誌名 British Journal of Radiology Open	6. 最初と最後の頁 1-8
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.1259/bjro.20200072	査読の有無 有
オープンアクセス オープンアクセスとしている (また、その予定である)	国際共著 -

1. 著者名 棚邊哲史、桑原亮太、栗林俊輝、高頭浩正、川口弦	4. 巻 18(4)
2. 論文標題 放射線治療機器の最新技術 SyncTraX FX4	5. 発行年 2020年
3. 雑誌名 RadFan 2020年12月臨時増刊号	6. 最初と最後の頁 14-17
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) なし	査読の有無 無
オープンアクセス オープンアクセスではない、又はオープンアクセスが困難	国際共著 -

〔学会発表〕 計42件 (うち招待講演 8件 / うち国際学会 9件)

1. 発表者名 棚邊哲史
2. 発表標題 教育講演「物理部門 画像誘導放射線治療」
3. 学会等名 日本放射線腫瘍学会第32回学術大会 (招待講演)
4. 発表年 2019年

1. 発表者名 棚邊哲史
2. 発表標題 進化する動体追跡の最新動向「6軸対応、VMAT対応による動体追跡治療の高精度化」
3. 学会等名 日本放射線腫瘍学会第32回学術大会（招待講演）
4. 発表年 2019年

1. 発表者名 棚邊哲史、中野永、梅津修、河原大輔、滝澤健司、宇都宮悟、川口弦、青山英史
2. 発表標題 動体追跡放射線治療における呼吸同期幅が非小細胞肺癌細胞に及ぼす生物学的影響
3. 学会等名 日本放射線腫瘍学会第32回学術大会
4. 発表年 2019年

1. 発表者名 滝澤健司、棚邊哲史、中野永、宇都宮悟、田村哲和、坂井裕則、山田巧、丸山克也、青山英史、恩田清
2. 発表標題 多発脳転移に対するMLC搭載型サイバーナイフM6を用いた定位手術的照射の有用性
3. 学会等名 日本放射線腫瘍学会第32回学術大会
4. 発表年 2019年

1. 発表者名 坂井まどか、小荒井陽花、上田真敬、笹本龍太、棚邊哲史、中野永、山田巧、坂井裕則、青山英史、宇都宮悟
2. 発表標題 ラジオミクスと機械学習を用いたIMRT の線量分布検証におけるエラーの自動判別
3. 学会等名 日本放射線腫瘍学会第32回学術大会
4. 発表年 2019年

1. 発表者名 中野智成、斎藤紘丈、棚邊哲史、押金智哉、太田篤、阿部英輔、海津元樹、青山英史
2. 発表標題 HR-QOLを基にした認知機能変化基準の提唱
3. 学会等名 日本放射線腫瘍学会第32回学術大会
4. 発表年 2019年

1. 発表者名 桑原亮太、棚邊哲史、栗林俊輝、捧俊和、梅津修、宇都宮悟、上村直史、佐藤豊、高頭浩正、川口弦、青山英史
2. 発表標題 SyncTraX FX4を用いた頭部領域の位置照合における撮像条件の臨床的妥当性
3. 学会等名 日本放射線腫瘍学会第32回学術大会
4. 発表年 2019年

1. 発表者名 梅津修、棚邊哲史、栗林俊輝、桑原亮太、佐藤豊、捧俊和、高頭浩正、川口弦、青山英史
2. 発表標題 自作ファントムプラットフォームによる動体追跡放射線治療QAに関する基礎的検討
3. 学会等名 日本放射線腫瘍学会第32回学術大会
4. 発表年 2019年

1. 発表者名 佐藤豊、梅津修、栗林俊輝、桑原亮太、捧俊和、高頭浩正、宇都宮悟、棚邊哲史
2. 発表標題 FFF-X線に対する円筒型半導体検出器の線量率特性の評価
3. 学会等名 第47回日本放射線技術学会秋季学術大会
4. 発表年 2019年

1. 発表者名 中野永、棚邊哲史、宇都宮悟、滝澤健司、山田巧、坂井裕則、青山英史
2. 発表標題 多発脳転移に対する単一アイソセンタ照射法における患者セットアップの並進誤差が線量不確かさに及ぼす影響
3. 学会等名 第28回日本定位放射線治療学会
4. 発表年 2019年

1. 発表者名 桑原亮太、栗林俊輝、梅津修、捧俊和、高頭浩正、川口弦、棚邊哲史
2. 発表標題 4X線管型動体追跡システムを用いた頭部領域の位置照合における至適撮像条件決定のための視覚評価
3. 学会等名 第75回日本放射線技術学会総会学術大会
4. 発表年 2019年

1. 発表者名 中野永、棚邊哲史、宇都宮悟、滝澤健司、山田巧、坂井裕則、青山英史
2. 発表標題 多発脳転移に対する Single-isocenter 照射法の線量分布にセットアップの回転誤差が及ぼす影響
3. 学会等名 第75回日本放射線技術学会総会学術大会
4. 発表年 2019年

1. 発表者名 Kawaguchi G, Tanabe S, Utsunomiya S, Umetsu O, Sasage T, Kuwabara R, Kuribayashi T, Kamimura T, Satou Y, Takatou H, Aoyama H
2. 発表標題 Safe Distance Limit between the Target and Intestinal Tract in Real-Time Tracking Radiotherapy for Liver Tumors
3. 学会等名 ASTRO 61st Annual Meeting (国際学会)
4. 発表年 2019年

1. 発表者名 Sakai M, Koarai H, Ueda M, Shigeta S, Nakano H, Takizawa T, Tanabe S, Sasamoto R, Aoyama H, Utsunomiya S
2. 発表標題 Machine Learning with Radiomic Features to Detect the Types of Errors in IMRT Patient-Specific QA
3. 学会等名 AAPM 61st Annual Meeting and Exhibition (国際学会)
4. 発表年 2019年

1. 発表者名 Nakano H, Tanabe S, Utsunomiya S, Takizawa T, Yamada T, Sakai H, Aoyama H
2. 発表標題 Effect of the Rotational Error on the Dose Distribution with Single-isocenter Technique of Stereotactic Radiotherapy for Multiple Brain Metastases
3. 学会等名 AAPM 61st Annual Meeting and Exhibition (国際学会)
4. 発表年 2019年

1. 発表者名 Tanabe S, Umetsu O, Kuwabara R, Kuribayashi T, Sasage T, Takatou H, Kawaguchi G, Utsunomiya S, Aoyama H
2. 発表標題 Accuracy of Novel Real-Time Tumor-Tracking Radiotherapy with KV-MV Simultaneous Irradiation Using High-Dose Rate FFF Beam
3. 学会等名 AAPM 61st Annual Meeting and Exhibition (国際学会)
4. 発表年 2019年

1. 発表者名 Katsura K, Tanabe S, Soga M, Kobayashi T, Takamura M, Abe E, Hayashi T
2. 発表標題 A study on the effectiveness of intensity modulated radiotherapy for xerostomia during head and neck radiotherapy
3. 学会等名 2019 MASCC/ISOO Annual Meeting (国際学会)
4. 発表年 2019年

1. 発表者名 棚邊哲史
2. 発表標題 SyncTraXの高線量率対応
3. 学会等名 第1回島津ユーザー会（招待講演）
4. 発表年 2019年

1. 発表者名 棚邊哲史
2. 発表標題 放射線治療計画装置における線量計算のイロハ
3. 学会等名 第14回新潟RadiologyUpdate学術講演会（招待講演）
4. 発表年 2019年

1. 発表者名 棚邊哲史
2. 発表標題 画像誘導放射線治療
3. 学会等名 第7回JASTRO放射線治療・物理学セミナー（招待講演）
4. 発表年 2019年

1. 発表者名 棚邊哲史
2. 発表標題 動体追跡システム SyncTraX FX4 を用いた放射線治療の現状と展望
3. 学会等名 第53回臨床医学物理研究会（招待講演）
4. 発表年 2019年

1. 発表者名 Takizawa T, Tanabe S, Utsunomiya S, Kushima N, Ohta A, Saito H, Nakano T, Abe E, Kaidu M, Aoyama H
2. 発表標題 Comparison of Dose Calculation Algorithms Between Acuros XB and Anisotropic Analytical Algorithm in RapidArc Plans for High-Grade Glioma
3. 学会等名 AAPM 60th Annual Meeting (国際学会)
4. 発表年 2018年

1. 発表者名 Sasage T, Tanabe S, Utsunomiya S, Umetsu O, Kuwabara R, Kuribayashi T, Takatou H, Kawaguchi G, Aoyama H
2. 発表標題 Commissioning of a novel real-time tracking radiotherapy system with four X-ray tubes and flat panel detectors
3. 学会等名 AAPM 60th Annual Meeting (国際学会)
4. 発表年 2018年

1. 発表者名 Takizawa T, Tanabe S, Utsunomiya S, Kushima N, Abe E, Tanaka K, Maruyama K, Kaidu M, Aoyama H
2. 発表標題 A prospective study to assess the impact of the three-degrees-of-freedom setup with fiducial markers in hypofractionated intensity modulated radiotherapy for prostate cancer
3. 学会等名 ASTRO 60th Annual Meeting (国際学会)
4. 発表年 2018年

1. 発表者名 Kawaguchi G, Umetsu O, Tanabe S, Utsunomiya S, Sasage T, Kuwabara R, Kuribayashi T, Takatou H, Aoyama H
2. 発表標題 Image verification accuracy of a novel patient positioning system with four X-ray tubes and flat panel detectors in first clinical use of the world
3. 学会等名 ASTRO 60th Annual Meeting (国際学会)
4. 発表年 2018年

1. 発表者名 滝澤健司、棚邊哲史、宇都宮悟、久島尚隆、太田篤、斎藤紘丈、中野智成、阿部英輔、海津元樹、青山英史
2. 発表標題 Dosimetric impact of dose calculation algorithms in RapidArc plans for high-grade glioma
3. 学会等名 第115回日本医学物理学学会学術大会
4. 発表年 2018年

1. 発表者名 滝澤健司、棚邊哲史、宇都宮悟、久島尚隆、太田篤、斎藤紘丈、中野智成、阿部英輔、海津元樹、青山英史
2. 発表標題 悪性神経膠腫のVMAT治療計画における2つの線量計算アルゴリズム：Analytic Anisotropic Algorithm (AAA)とAcuros XB (AXB)の違いが線量分布へ与える影響の検討
3. 学会等名 第27回日本定位放射線治療学会
4. 発表年 2018年

1. 発表者名 栗林俊輝、桑原亮太、梅津修、棚邊哲史、宇都宮悟、捧俊和、高頭浩正
2. 発表標題 4管球4検出器型動体追跡放射線治療システムを用いた位置照合における被ばく線量を考慮した至適撮像条件の検討
3. 学会等名 第46回日本放射線技術学会秋季学術大会
4. 発表年 2018年

1. 発表者名 棚邊哲史、梅津修、捧俊和、宇都宮悟、桑原亮太、栗林俊輝、川口弦、高頭浩正、青山英史
2. 発表標題 肺定位放射線治療における高線量率動体追跡強度変調回転照射の予備的検討
3. 学会等名 日本放射線腫瘍学会第31回学術大会
4. 発表年 2018年

1. 発表者名 捧俊和、棚邊哲史、梅津修、宇都宮悟、桑原亮太、栗林俊輝、川口弦、高頭浩正、青山英史
2. 発表標題 頭頸部放射線治療における動体追跡システムSyncTraX FX4を用いた位置精度評価
3. 学会等名 日本放射線腫瘍学会第31回学術大会
4. 発表年 2018年

1. 発表者名 棚邊哲史、梅津修、桑原亮太、栗林俊輝、捧俊和、高頭浩正、川口弦、宇都宮悟、青山英史
2. 発表標題 最大線量率2,400 MU/minを用いた動体追跡放射線治療に向けたSyncTraX FX4システムにおけるFPDピニングモードの特性評価
3. 学会等名 第32回高精度放射線外部照射部会学術大会
4. 発表年 2019年

1. 発表者名 梅津修、棚邊哲史、捧俊和、桑原亮太、栗林俊輝、宇都宮悟、高頭浩正、川口 弦、青山英史
2. 発表標題 初期導入に伴う4管球型動体追跡放射線治療用装置の長期安定性評価
3. 学会等名 第32回高精度放射線外部照射部会学術大会
4. 発表年 2019年

1. 発表者名 棚邊哲史
2. 発表標題 脳定位放射線治療におけるPatient QAの意義とピットフォール
3. 学会等名 平成30年度がん拠点病院放射線治療研修会（招待講演）
4. 発表年 2018年

1. 発表者名 棚邊哲史
2. 発表標題 統計学の基礎知識
3. 学会等名 第3回放射線治療あすなる会総合学術セミナー（招待講演）
4. 発表年 2018年

1. 発表者名 宇都宮悟，棚邊哲史，中野永，坂井まどか，高橋春奈，久島尚隆，滝澤健司，成田啓廣，早川岳英，山田巧，坂井裕則，金沢勉，笠原敏文，笹本龍太，海津元樹，和田真一，青山英史
2. 発表標題 新潟大学歯学総合病院医学物理士レジデントコース：5年の成果と課題
3. 学会等名 日本放射線腫瘍学会第33回学術大会
4. 発表年 2020年

1. 発表者名 坂井まどか，中野永，棚邊哲史，河原大輔，山田巧，坂井裕則，笹本龍太，李鎔範，青山英史，宇都宮悟
2. 発表標題 IMRT線量分布検証におけるradiomicsを用いた機械学習モデルのエラー自動判別
3. 学会等名 日本放射線腫瘍学会第33回学術大会
4. 発表年 2020年

1. 発表者名 上田真敬，中野永，河原大輔，成田啓廣，能登義幸，坂井まどか，棚邊哲史，青山英史，斎藤正敏，宇都宮悟
2. 発表標題 Dual-energy CTを用いた金属アーチファクト低減と線量計算への影響
3. 学会等名 日本放射線腫瘍学会第33回学術大会
4. 発表年 2020年

1. 発表者名 桑原亮太, 棚邊哲史, 栗林俊輝, 捧俊和, 梅津修, 宇都宮悟, 皆川有弘, 上村直史, 佐藤豊, 金子隼汰, 池田紀子, 高頭浩正, 川口弦
2. 発表標題 椎体骨転移緩和照射におけるSmart Alignerを用いた位置照合精度評価
3. 学会等名 日本放射線腫瘍学会第33回学術大会
4. 発表年 2020年

1. 発表者名 滝澤健司, 棚邊哲史, 中野永, 宇都宮悟, 田村啓和, 丸山克也, 恩田清
2. 発表標題 Effect of the Target Positioning Error to Dose Distributions and Tumor Control Probability for the Intracranial Stereotactic Radiosurgery
3. 学会等名 第76回日本放射線技術学会総会学術大会
4. 発表年 2020年

1. 発表者名 中野永, 棚邊哲史, 山田巧, 宇都宮悟, 滝澤健司, 坂井裕則, 青山英史
2. 発表標題 Limitation Distance in the Single-Isocenter Technique on Stereotactic Radiosurgery for Multiple Brain Metastases with Rotational Error Using a Margin-Based Analysis
3. 学会等名 第76回日本放射線技術学会総会学術大会
4. 発表年 2020年

1. 発表者名 上田真敬, 中野永, 成田啓廣, 能登義幸, 坂井まどか, 小荒井陽花, 棚邊哲史, 青山英史, 斎藤正敏, 宇都宮悟
2. 発表標題 Evaluation of metal artifact reduction using virtual monochromatic imaging by dual-energy CT and iterative metal artifact reduction algorithm
3. 学会等名 第119回日本医学物理学会
4. 発表年 2020年

1. 発表者名 佐々木捷, 棚邊哲史, 中野永, 宇都宮悟, 太田篤, 海津元樹, 青山英史
2. 発表標題 局所進行性非小細胞肺癌に対する心毒性低減を目的としたVMAT治療計画法の検討
3. 学会等名 第33回高精度放射線外部照射部会学術大会
4. 発表年 2020年

〔図書〕 計0件

〔産業財産権〕

〔その他〕

新潟大学医歯学総合病院 放射線治療科 医学物理グループ http://www.clg.niigata-u.ac.jp/~medphys/index.html 新潟大学医歯学総合研究科 放射線医学分野 (新潟大学医学部放射線医学教室) https://www.med.niigata-u.ac.jp/rad/welcome.html
--

6. 研究組織		
氏名 (ローマ字氏名) (研究者番号)	所属研究機関・部局・職 (機関番号)	備考

7. 科研費を使用して開催した国際研究集会

〔国際研究集会〕 計0件

8. 本研究に関連して実施した国際共同研究の実施状況

共同研究相手国	相手方研究機関
---------	---------