

平成 30 年 6 月 4 日現在

機関番号：14301

研究種目：基盤研究(A) (一般)

研究期間：2013～2017

課題番号：25253078

研究課題名(和文) 生物画像情報と四次元放射線治療を統合した個別化放射線治療法の開発

研究課題名(英文) Development of individualized radiotherapy with biological-image guidance and four-dimensional irradiation

研究代表者

平岡 眞寛 (HIRAOKA, Masahiro)

京都大学・医学研究科・名誉教授

研究者番号：70173218

交付決定額(研究期間全体)：(直接経費) 34,100,000円

研究成果の概要(和文)：放射線治療の成績向上には、生物学的画像情報の治療計画への統合と腫瘍や正常臓器の動きへの対応が必要と考えられた。我々は、放射線治療計画における生物・機能画像情報の有用性の評価、腫瘍動体評価と生物・機能画像の4次元化法の確立、および動体追尾SIB-IMRT治療の実現に向けた基盤技術開発の3つの要素に分けて研究を行った。それぞれF-MISO-PETによる低酸素イメージングにおける最適な撮像タイミング、呼吸同期FDG-PETの有用性、4次元線量計算モジュールの開発などの研究成果を挙げた。今後これらの研究成果が放射線治療の高度化と成績向上につながるものと期待される。

研究成果の概要(英文)：Treatment planning which integrates biological images, and motion management of normal organ and tumors are supposed to be key components for improvement of the current radiotherapy. So, we set the following three research goals: evaluation of biological and functional imaging in radiotherapy planning; development of measurement methods of four-dimensional tumor movement and biological imaging; and development of fundamental techniques toward real-time tumor tracking SIB-IMRT. We achieved the research milestones including optimal timing in hypoxic imaging using F-MISO-PET, usefulness of respiratory-gated FDG-PET, a calculation module for four-dimensional dose distributions, etc. These research achievements would allow us to improve treatment outcomes in cancer patients using more sophisticated radiotherapy near future.

研究分野：放射線腫瘍学

キーワード：低酸素イメージング 4次元PET 4次元線量計算 動体追尾IMRT

1. 研究開始当初の背景

この20年間で放射線治療は2次元から3次元治療に進化し、治療成績の飛躍的向上に繋がった。その先端的な三次元放射線治療が定位放射線治療とIMRTである。中でもIMRTの開発により、腫瘍の異なる部位に必要な応じた線量を同時に投与する治療(Simultaneous integrated-boost IMRT: SIB-IMRT)が可能となり、患者ごとに最適化された個別化放射線治療の実施可能性が現実味を帯びてきた。しかしながら、実臨床に応用するにあたっては以下の二つの問題が大きなハードルとなっている。

一つは、画像診断技術の進歩により代謝状態などの機能情報の画像化が可能となったものの、それらの情報をいかに放射線治療計画に取り入れればよいかに関する研究が大きく立ち遅れている。腫瘍の性状は患者ごとに大きく異なるため、代謝情報等に基づいたいわゆる生物・機能画像情報を治療計画に取り込み、個々の患者ごとに最適化された治療計画を立案することが望まれている。現状では、糖代謝情報を反映するFDG-PET情報により腫瘍進展範囲や転移の有無を診断し治療計画へ反映する試みが行われているが、放射線抵抗性に大きくかわる腫瘍の低酸素領域の画像化及びその画像情報の治療計画への有用性評価や応用に関する研究は遅れているのが現状である。低酸素イメージングの中で最も放射線治療計画に有用な手法は何か、またどのように治療計画へ組み込むのかに関する研究開発が必要である。

二つ目は、IMRTが腫瘍や正常臓器の動きに対して弱いという問題点に対する対策の遅れが挙げられる。われわれは国内企業と共同で動体追尾照射が可能で革新的な画像誘導放射線治療装置を開発し、現在世界初となる動体追尾IMRT技術を開発中である。この動体追尾IMRTが可能となれば、前述の問題点は解決され、動体下のターゲットに対してSIB-IMRTが適応可能となると見込まれる。すなわち、個々のがんの生物情報と時間軸も加えた形態情報を統合した究極の個別化放射線治療が可能となる。しかしながら、実臨床に向けては適切な適応法に関する基盤研究が必須である。

2. 研究の目的

【A 放射線治療計画における生物・機能画像情報の有用性の評価】

肺癌、膵癌などについて、PET等による低酸素イメージングを実施し、低酸素領域の局在の可能性を各種プローブについて明らかにする。また、低酸素領域の経時的なダイナミズムを明らかにする。これらの研究を通して低酸素イメージングが放射線治療計画に利用できるかどうかの評価を行う。

【B 腫瘍動体評価と生物・機能画像の4次元化法の確立】

呼吸同期PETの撮像法の開発と放射線治療計画への応用技術の開発を行う。また、最

新の3T Cine MRIやArea Detector CTを用いて4次元の連続volume dataを取得解析し、対象臓器・部位の詳細な動きの評価を行い、動体追尾SIB-IMRTの臨床応用に向けた基礎データを収集する。

【C 動体追尾SIB-IMRT治療の実現に向けた基盤技術の開発】

4次元動態を加味した生物・機能画像情報を基に、動体追尾SIB-IMRT治療計画法を確立し、その線量計算モジュールを開発する。また、立案された治療計画法の妥当性を評価するために4軸動体ファントムを用いた動体追尾SIB-IMRT線量検証法を開発する。

3. 研究の方法

【A 放射線治療計画における生物・機能画像情報の有用性の評価】

(a) 低酸素イメージング

FMISO-PETを用いた低酸素イメージングのプロトコルを作成し、撮像を行い、その有用性、撮像の至適タイミング等の検討を行う。

(b) 肺癌体幹部定位放射線治療前CTによる肺臓炎リスクの検討

肺癌体幹部定位放射線治療前CTと治療後肺臓炎発症頻度の関係性を評価する。

(c) 肺癌体幹部定位放射線治療前FDG-PETならびにMRI所見による予後予測

肺癌体幹部定位放射線治療において、治療前FDG-PETや拡散強調MRIと治療予後について検討する。

(d) 頭頸部癌IMRT前FDG-PETパラメータによる予後予測因子の検討

局所進行頭頸部癌に対するIMRTにおいて、治療前のFDG-PETパラメータと治療予後について検討する。

【B 腫瘍動体評価と生物・機能画像の4次元化法の確立】

(a) 呼吸同期FDG-PET/CT

撮像手法の確立および臨床的有用性の検討をおこなう

(b) Area Detector CTを用いた呼吸性移動の評価

位相ずれによるアーチファクトがない状態で撮像可能なArea detector CTを使い、腫瘍の呼吸性移動量、変形の評価を行う

(c) 呼吸性移動の主成分分析

複数のマーカーが留置された症例において、マーカー個々の呼吸性移動の主成分分析を行い、マーカー間の相関について検討する

【C 動体追尾SIB-IMRT治療の実現に向けた基盤技術の開発】

(a) 動体追尾SIB-IMRT治療計画用の高精度・高速4次元線量計算モジュールの開発

我々はこれまでの研究でMonte Carlo線量計算アルゴリズムとDeformable image registration技術を用いた4次元線量計算システムを開発している(Ishihara Y et al.

Med Phys 2011)。本項目では、このシステムを発展させ IMRT 照射野の線量計算に対応したモジュールを開発する。同時に、計算処理時間の増大に対応するためプログラムコードの最適化や並列処理の導入による高速化を図る。

(b) 動体追尾 SIB-IMRT 品質管理/品質保証(QA/QC)手法の開発

動体追尾 SIB-IMRT 治療の品質保証のため、動体ファントムを用いて患者個々の腫瘍動体を再現して線量測定を行い、治療計画における線量計算精度を検証するためのシステムを開発する。

(c) 動体追尾 SIB-IMRT 治療計画法の開発

動体追尾 SIB-IMRT 治療計画法確立に関する基礎的検討を行う。

4. 研究成果

【A 放射線治療計画における生物・機能画像情報の有用性の評価】

(a) 低酸素イメージング

FMISO-PET による低酸素イメージングを検証するプロトコルを作成した。当院倫理委員会の審査を経て、症例の集積を開始し現在も集積中である。撮像タイミングについて、FMISO 投与後 2 時間と 4 時間を比較し、2 時間後でも評価可能なコントラストの画像が得られることが分かった。

(b) 肺癌体幹部定位放射線治療前 CT による肺臓炎リスクの検討

原発性肺癌に対して体幹部定位放射線治療を施行した 157 人において、治療前の間質性肺疾患 (ILD) の CT 所見が治療後の肺臓炎発症頻度に関与するという結果を示した。

(c) 肺癌体幹部定位放射線治療前 FDG-PET ならびに MRI 所見による予後予測

肺癌に対して体幹部定位放射線治療を施行した 15 症例で、治療前に取得した FDG-PET や拡散強調 MRI と治療予後について検討したところ、FDG 集積が強く、MRI の拡散係数が低い症例は有意に予後が悪いことが示された。

(d) 頭頸部癌 IMRT 前 FDG-PET パラメータによる予後予測因子の検討

局所進行頭頸部癌に対して IMRT を施行した 63 症例で、治療前の FDG-PET について検討したところ、最大標準化集積値 (SUVmax)、代謝腫瘍体積 (MTV)、総腫瘍代謝量 (TLG) 高値の症例は再発率が高いことが分かった。

【B 腫瘍動体評価と生物・機能画像の 4 次元化法の確立】

(a) 呼吸同期 FDG-PET/CT

23 例 (延べ 31 例) の肺臓癌症例で検討した。放射線治療計画に呼吸同期 FDG-PET/CT を用いることで腫瘍の呼吸性移動がより正確に把握でき、正常組織への線量低減につながる可能性が示唆された。

(b) Area Detector CT を用いた呼吸性移動の評価

肺癌に対する動体追尾放射線治療を実施した症例で腫瘍とその周囲に留置した複数の金属マーカの呼吸性移動を解析した。金属マーカの位置から照射ターゲット位置を推定する際に、腫瘍に最も近い 1 個もしくは 2 個のマーカを選んだ時にターゲット位置推定誤差が最小になることを示した。

(c) 呼吸性移動の主成分分析

肺癌 9 例に留置された金マーカに対して主成分分析の手法を応用した動態解析を行った。従来 of 3 次元座標系のみを用いた解析では、多くは頭尾方向同士で概ね高い相関関係を有していたが、一部で相関の低い症例を認めた。主成分方向に着目した解析法を組み合わせることで相関関係の改善を見込める可能性が示された。

【C 動体追尾 SIB-IMRT 治療の実現に向けた基盤技術の開発】

(a) 動体追尾 SIB-IMRT 治療計画用の高精度・高速 4 次元線量計算モジュールの開発

上記システムを構築した。線量計算の高速化を図るべく、プログラムコードの最適化や並列処理を導入した。本システムを用いて臨床症例に対して線量計算を行い、動体を考慮に入れた線量結果を算出し、これらの成果を論文にて報告した。

(b) 動体追尾 SIB-IMRT 品質管理/品質保証(QA/QC)手法の開発

動体追尾 SIB-IMRT 治療の品質保証のため、4 軸動体ファントムを開発した。臨床症例に対し線量精度検証を行い、実際に線量計算した結果が高精度で投与可能であることを評価した。

(c) 動体追尾 SIB-IMRT 治療計画法の開発

動体追尾 SIB-IMRT 治療計画において線量計算高速化を図るべく、線量合算時の最適位相数を検討した。従来 of 10 位相を合算した線量分布と比べ、呼気・吸気及び中間位相を含む 4 位相を合算した線量分布が同等であった。また、動体ファントムを用いた品質管理法の効率化を図るため、静止状態での線量精度(3D-QA)と動体状態での線量精度(4D-QA)を評価し、4D-QA が 3D-QA で代替可能であることを示した。これらの検討により、効率的な動体追尾 SIB-IMRT 治療計画法を確立した。

5. 主な発表論文等

〔雑誌論文〕(計 32 件)

1. Sasaki M, Nakamura M, Mukumoto N, Nakata M, Hiraoka M. Dosimetric impact of translational and rotational setup errors for spine stereotactic body radiotherapy: A phantom study. 査読有, 2018, in press. DOI: 10.1016/j.meddos.2017.10.009

2. Hirashima H, Nakamura M, Ishihara Y, Mukumoto N, Akimoto M, Tomita T, Hirose Y, Kitsuda K, Ishigaki T, Mizowaki T. Comparison of gamma pass rate between the dose-to-water and dose-to-medium reporting modes for patient-specific QA using a helical diode array dosimeter with a fixed phantom density. *Int J Med Phys Clin Eng Radiat Oncol*. 査読有, 7, 2018, 74-86.
DOI: なし
3. Akimoto M, Nakamura M, Nakamura A, Mukumoto N, Kishi T, Goto Y, Mizowaki T, Hiraoka M. Inter- and Intrafractional Variation in the 3-Dimensional Positions of Pancreatic Tumors Due to Respiration Under Real-Time Monitoring. *Int J Radiat Oncol Biol Phys*. 査読有, 98, 2017, 1207-1211.
DOI: 10.1016/j.ijrobp.2017.03.042
4. Hirata K, Yoshimura M, Mukumoto N, Nakamura M, Inoue M, Sasaki M, Fujimoto T, Yano S, Nakata M, Mizowaki T. Three-dimensional intrafractional internal target motions in accelerated partial breast irradiation using three-dimensional conformal external beam radiotherapy. *Radioth Oncol*. 査読有, 124, 2017, 118-123.
DOI: 10.1016/j.radonc.2017.04.023
5. Ono T, Nakamura M, Hirose Y, Kitsuda K, Ono Y, Ishigaki T, Hiraoka M. Estimation of lung tumor position from multiple anatomical features on 4D-CT using multiple regression analysis. *J Appl Clin Med Phys*. 査読有, 18, 2017, 36-42.
DOI: 10.1002/acm2.12121
6. Tsuruta Y, Nakamura M, Miyabe Y, Nakata M, Ishihara Y, Mukumoto N, Akimoto M, Ono T, Yano S, Higashimura K, Matsuo Y, Mizowaki T, Hiraoka M. Use of a second-dose calculation algorithm to check dosimetric parameters for the dose distribution of a first-dose calculation algorithm for lung SBRT plans. *Phys Med*. 査読有, 18, 2017, 36-42.
DOI: 10.1016/j.ejmp.2017.07.020
7. Iizuka Y, Matsuo Y, Nakamura M, Kozawa S, Ueki N, Mitsuyoshi T, Mizowaki T, Hiraoka M. Optimization of a newly defined target volume in fiducial marker-based dynamic tumor-tracking radiotherapy. *Imag. in Radiat. Oncol*. 査読有, 4, 2017, 1-5.
DOI: 10.1016/j.phro.2017.10.001
8. Shintani T, Matsuo Y, Iizuka Y, Mitsuyoshi T, Umeoka S, Nakamoto Y, Mizowaki T, Togashi K, Hiraoka M. Assessment of treatment response after lung stereotactic body radiotherapy using diffusion weighted magnetic resonance imaging and positron emission tomography: A pilot study. *Eur J Radiol*. 査読有, 92, 2017, 58-63.
DOI: 10.1016/j.ejrad.2017.04.022
9. Matsuo Y, Shibuya K, Okubo K, Ueki N, Aoyama A, Sonobe M, Nakamura M, Mizowaki T, Date T, Hiraoka M. Long-term outcomes of intensity-modulated radiotherapy following extra-pleural pneumonectomy for malignant pleural mesothelioma. *Acta Oncologica*. 査読有, 56, 2017, 957-962.
DOI: 10.1080/0284186X.2017.1279749
10. Saji H. In Vivo Molecular Imaging. *Biological & pharmaceutical bulletin*. 査読有, 40, 2017, 1605-1615.
DOI: なし
11. Ishihara Y, Nakamura M, Miyabe Y, Mukumoto N, Matsuo Y, Sawada A, Kokubo M, Mizowaki T, Hiraoka M. Development of a four-dimensional Monte Carlo dose calculation system for real-time tumor-tracking irradiation with a gimbaled X-ray head. *Phys Med*. 査読有, 35, 2017, 59-65.
DOI: 10.1016/j.ejmp.2017.02.004
12. Mampuya WA, Nakamura M, Hirose Y, Ishigaki T, Mizowaki T, Hiraoka M. Difference in dose volumetric data between the analytical anisotropic algorithm, the dose to medium, and the dose to water reporting modes of the Acuros XB for lung stereotactic body radiation therapy. *J Appl Clin Med Phys*. 査読有, 17, 2016, 1-7.
DOI: 10.1120/jacmp.v17i5.6338.
13. Mitsuyoshi T, Nakamura M, Matsuo Y, Ueki N, Nakamura A, Iizuka Y, Mampuya WA, Mizowaki T, Hiraoka M. Dosimetric comparison of lung stereotactic body radiotherapy treatment plans using averaged computed tomography and end-exhalation computed tomography images: Evaluation of the effect of different dose-calculation algorithms and prescription methods. *Med Dosim*. 査読有, 41, 2016, 305-309.
DOI: 10.1016/j.meddos.2016.07.003
14. Mukumoto N, Nakamura M, Yamada M, Takahashi K, Akimoto M, Miyabe Y, Yokota K, Kaneko S, Nakamura A, Itasaka S3, Matsuo Y1, Mizowaki T, Kokubo M, Hiraoka M. Development of a four-axis moving phantom for patient-specific QA of surrogate signal-based tracking IMRT. *Med Phys*. 査読有, 43, 2016, 6364-6374.
DOI: 10.1118/1.4966130
15. Kishi T, Matsuo Y, Nakamura A, Nakamoto Y, Itasaka S, Mizowaki T, Togashi K, Hiraoka M. Comparative evaluation of respiratory-gated and ungated FDG-PET for target volume definition in radiotherapy treatment planning for pancreatic cancer. *Radiother Oncol*. 査読有, 120, 2016, 217-221.

- DOI: 10.1016/j.radonc.2016.07.012
16. Nakamura M, Akimoto M, Ono T, Nakamura A, Yano S, Nakata M, Itasaka S, Mizowaki T, Shibuya K, Hiraoka M. Interfraction Positional Variation in Pancreatic Tumors using Daily Breath-hold Cone-beam Computed Tomography with Visual Feedback. *J Appl Clin Med Phys*. 査読有, 16, 2015, 108-116.
DOI: 10.1120/jacmp.v16i2.5123
 17. Hirata K, Nakamura M, Yoshimura M, Mukumoto N, Nakata M, Ito H, Inokuchi H, Matsuo Y, Mizowaki T, Hiraoka M. Dosimetric evaluation of the Acuros XB algorithm for a 4-MV photon beam in head and neck intensity modulated radiation therapy. *J Appl Clin Med Phys*. 査読有, 16, 2015, 52-64.
DOI: 10.1120/jacmp.v16i4.5222
 18. Akimoto M, Nakamura M, Miyabe Y, Mukumoto N, Yamada M, Tanabe H, Ueki N, Kaneko S, Matsuo Y, Mizowaki T, Kokubo M, Hiraoka M. Baseline correction of a correlation model for improving the prediction accuracy of infrared marker-based dynamic tumor tracking. *J Appl Clin Med Phys*. 査読有, 16, 2015, 14-22.
DOI: 10.1120/jacmp.v16i2.4896
 19. Nakamura M, Akimoto M, Mukumoto N, Yamada M, Tanabe H, Ueki N, Matsuo Y, Mizowaki T, Kokubo M, Hiraoka M. Influence of the correlation modeling period on the prediction accuracy of infrared marker-based dynamic tumor tracking using a gimbaled X-ray head. *Phys Med*. 査読有, 31, 2015, 204-209.
DOI: 10.1016/j.ejmp.2015.01.004
 20. Inoue M, Yoshimura M, Sato S, Nakamura M, Yamada M, Hirata K, Sasaki M, Fujimoto T, Ogura M, Hiraoka M. Improvement of registration accuracy in accelerated partial breast irradiation using the point-based rigid-body registration algorithm for patients with implanted fiducial markers. *Med Phys*. 査読有, 42, 2015, 1904-1910.
DOI: 10.1118/1.4915534
 21. Ueki N, Matsuo Y, Togashi Y, Kubo T, Shibuya K, Iizuka Y, Mizowaki T, Togashi K, Mishima M, Hiraoka M. Impact of pretreatment interstitial lung disease on radiation pneumonitis and survival after stereotactic body radiation therapy for lung cancer. *J Thorac Oncol*. 査読有, 10, 2015, 116-125.
DOI: 10.1097/JTO.0000000000000359
 22. Yamashita H, Onishi H, Murakami N, Matsumoto Y, Matsuo Y, Nomiya T, Nakagawa K. Survival outcomes after stereotactic body radiotherapy for 79 Japanese patients with hepatocellular carcinoma. *J Radiat Res*. 査読有, 56, 2015, 561-567.
DOI: 10.1093/jrr/rru130
 23. Kishi T, Matsuo Y, Ueki N, Iizuka Y, Nakamura A, Sakanaka K, Mizowaki T, Hiraoka M. Pretreatment modified Glasgow Prognostic Score predicts clinical outcomes after stereotactic body radiotherapy for early-stage non-small cell lung cancer. *Int J Radiat Oncol Biol Phys*. 査読有, 92, 2015, 620-627.
DOI: 10.1016/j.ijrobp.2015.02.018
 24. Ueki N, Matsuo Y, Nakamura M, Mukumoto N, Iizuka Y, Miyabe Y, Sawada A, Mizowaki T, Kokubo M, Hiraoka M. Intra- and interfractional variations in geometric arrangement between lung tumours and implanted markers. *Radiother Oncol*. 査読有, 110, 2014, 523-528.
DOI: 10.1016/j.radonc.2014.01.014
 25. Yamashita H, Onishi H, Matsumoto Y, Murakami N, Matsuo Y, Nomiya T, Nakagawa K, Japanese Radiological Society multi-institutional SBRT study group (JRS-SBRTSG). Local effect of stereotactic body radiotherapy for primary and metastatic liver tumours in 130 Japanese patients. *Radiat Oncol*. 査読有, 9, 2014, 1-9.
DOI: 10.1186/1748-717X-9-112
 26. Matsuo Y, Ueki N, Takayama K, Nakamura M, Miyabe Y, Ishihara Y, Mukumoto N, Yano S, Tanabe H, Kaneko S, Mizowaki T, Monzen H, Sawada A, Kokubo M, Hiraoka M. Evaluation of dynamic tumour tracking radiotherapy with real-time monitoring for lung tumours using a gimbal mounted linac. *Radiother Oncol*. 査読有, 112, 2014, 360-364
DOI: 10.1016/j.radonc.2014.08.003
 27. Matsuo Y, Chen F, Hamaji M, Kawaguchi A, Ueki N, Nagata Y, Sonobe M, Morita S, Date H, Hiraoka M. Comparison of long-term survival outcomes between stereotactic body radiotherapy and sublobar resection for stage I non-small-cell lung cancer in patients at high risk for lobectomy: A propensity score matching analysis. *Eur J Cancer*. 査読有, 50, 2014, 2932-2938.
DOI: 10.1016/j.ejca.2014.09.006
 28. Mampuya W A, Matsuo Y, Ueki N, Nakamura M, Mukumoto N, Nakamura A, Iizuka Y, Kishi T, Mizowaki T, Hiraoka M. The impact of abdominal compression on outcome in patients treated with stereotactic body radiotherapy for primary lung cancer. *J Radiat Res*. 査読有, 55, 2014, 934-939.
DOI: 10.1093/jrr/rru028
 29. Iizuka Y, Matsuo Y, Umeoka S, Nakamoto Y, Ueki N, Mizowaki T, Togashi K, Hiraoka M. Prediction of clinical outcome after

- stereotactic body radiotherapy for non-small cell lung cancer using diffusion-weighted MRI and (18)F-FDG PET. Eur J Radiol. 査読有, 83, 2014, 2087-2092.
DOI: 10.1016/j.ejrad.2014.07.018
30. Ishihara Y, Sawada A, Nakamura M, Miyabe Y, Tanabe H, Kaneko S, Takayama K, Mizowaki T, Kokubo M, Hiraoka M. Development of a dose-verification system for Vero4DRT using Monte Carlo method. J Appl Clin Med Phys. 査読有, 15, 2014, 160-172.
DOI: 10.1120/jacmp.v15i6.4961
31. Koubuchi S, Takakura T, Nakamura M, Mizowaki T, Nakata M, Hiraoka M. Accuracy of positional correction for the floor-mounted kV X-ray IGRT system in angled couch positions. Radiol Phys Technol. 査読有, 7, 2014, 373-378.
DOI: 10.1007/s12194-014-0275-0
32. Tsuruta Y, Nakata M, Nakamura M, Matsuo Y, Higashimura K, Monzen H, Mizowaki T, Hiraoka M. Dosimetric comparison of Acuros XB with AAA and XVMC in stereotactic body radiotherapy for lung cancer. Med Phys. 査読有, 41, 2014, 081715- 1-9.
DOI: 10.1118/1.4890592
- 〔学会発表〕(計 4 件)
1. Mampuya WA, Nakamura M, Hirose Y, Kitsuda K, Ishigaki T, Mizowaki T, Hiraoka M Difference in dose-volumetric data between the Analytical Anisotropic Algorithm (AAA), the dose-to-medium and the dose-to-water reporting modes of the Acuros XB for Lung SBRT. 35th ESTRO 2016/4/29-5/3 LINGOTTO FIERE TORINO, Turin, Italy
2. Kishi T, Matsuo Y, Nakamura A, Nakamoto Y, Itasaka S, Mizowaki T, Togashi K, Hiraoka M. Comparative evaluation of respiratory-gated and ungated FDG-PET for target volume definition in radiotherapy treatment planning for pancreatic cancer. 第 75 回日本医学放射線学会総会 2016/4/16 パシフィコ横浜・神奈川県横浜市
3. Kawamura M, Yoshimura M, Katagiri T, Mitsuyoshi T, Inokuchi H, Sano K, Shimizu Y, Ishimori T, Nakamoto Y, Hiraoka M, Mizowaki T Hypoxic imaging obtained at 2-h postinjection in FMISO-PET 35th ESTRO 2017/5/5-9 Reed Messe Vienna GmbH Congress Center, Vienna, Austria
4. 河村光栄 吉村通央 溝脇尚志 当院の頭頸部癌 IMRT の治療成績と 18F-FDG-PET/CT パラメーターを含む予後予測因子の検討 第 55 回日本癌治療学会学術総会 2017/10/20-22 パシフィコ横浜・神奈川県横浜市
- 〔図書〕(計 0 件)

〔産業財産権〕
○出願状況(計 0 件)
○取得状況(計 0 件)
〔その他〕
特になし

6. 研究組織

- (1)研究代表者
平岡 真寛 (HIRAOKA, Masahiro)
京都大学・医学研究科・名誉教授
研究者番号: 7 0 1 7 3 2 1 8
- (2)研究分担者
佐治 英郎 (SAJI, Hideo)
京都大学・薬学研究科・特任教授
研究者番号: 4 0 1 1 5 8 5 3
- (3)研究分担者
富樫 かおり (TOGASHI, Kaori)
京都大学・医学研究科・教授
研究者番号: 9 0 1 3 5 4 8 4
- (4)研究分担者
溝脇 尚志 (MIZOWAKI, Takashi)
京都大学・医学研究科・教授
研究者番号: 9 0 3 1 4 2 1 0
- (5)研究分担者
松尾 幸憲 (MATSUO, Yukinori)
京都大学・医学研究科・准教授
研究者番号: 8 0 4 5 6 8 9 7
- (6)研究分担者
吉村 通央 (YOSHIMURA, Michio)
京都大学・医学研究科・講師
研究者番号: 4 0 5 9 7 9 3 6
- (7)研究分担者
中村 光宏 (NAKAMURA, Mitsuhiro)
京都大学・医学研究科・准教授
研究者番号: 3 0 5 8 4 2 5 5
- (8)研究分担者
小久保 雅樹 (KOKUBO, Masaki)
公益財団法人先端医療振興財団・その他部
局等・研究員(機関長・部門長クラス)
研究者番号: 9 0 2 8 3 6 0 5
- (9)研究分担者
澤田 晃 (SAWADA, Akira)
京都医療科学大学・医療科学部・教授
研究者番号: 8 0 5 4 3 4 4 6
- (10)研究分担者
門前 一 (MONZEN, Hajime)
京都大学・医学研究科・特定准教授
研究者番号: 1 0 6 1 1 5 9 3
- (11)研究分担者
板坂 聡 (ITASAKA, Satoshi)
京都大学・医学研究科・助教
研究者番号: 9 0 3 7 8 6 5 4