

科学研究費助成事業（科学研究費補助金）研究成果報告書

平成 25 年 5 月 31 日現在

機関番号：14301

研究種目：基盤研究(S)

研究期間：2008～2012

課題番号：20229009

研究課題名（和文） 難治がんの治療成績向上を目指した革新的放射線治療技術の開発

研究課題名（英文） Development of an innovative radiotherapy technologies for the improvement of treatment outcomes of intractable cancers.

研究代表者

平岡 眞寛 (HIRAOKA MASAHIRO)

京都大学・医学研究科・教授

研究者番号：70173218

研究成果の概要（和文）：Deformable Registration ソフトウェアと 4 次元線量分布評価システムを開発した。また、新規に一筆書き照射法を考案し、その有用性を膵臓癌および頭蓋底腫瘍において確認した。さらに、膵臓癌において臓器移動や変形が線量分布に及ぼす影響を評価し、呼吸停止下強度変調放射線治療を開発して第一相線量増加試験を開始するとともに、悪性胸膜中皮腫および頸部食道癌に対する強度変調放射線治療を用いた臨床試験プロトコルをそれぞれ立案し実施中である。

研究成果の概要（英文）：Deformable image registration software and a system for evaluating 4-dimensional dose distribution were successfully developed. In addition, three-dimensional unicursal irradiation technique was newly developed, and the usefulness of this technique was confirmed in both pancreatic cancer and skull base tumors. Impacts of movement and deformation in the upper abdominal organs on the dose distribution were estimated for pancreatic cancer. Then, IMRT technique under breath-holding was developed, and phase I dose escalation study for pancreatic cancer was initiated. Clinical studies for both malignant pleural mesothelioma and cervical esophageal cancer were also started.

交付決定額

(金額単位：円)

	直接経費	間接経費	合計
2008 年度	50,700,000	15,210,000	65,910,000
2009 年度	34,800,000	10,440,000	45,240,000
2010 年度	27,800,000	8,340,000	36,140,000
2011 年度	22,600,000	6,780,000	29,380,000
2012 年度	23,200,000	6,960,000	30,160,000
総計	159,100,000	47,730,000	206,830,000

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：放射線治療、難治癌、トランスレーショナルリサーチ、4 次元線量分布、高精度放射線照射

1. 研究開始当初の背景

呼吸性動態を伴う部位に対する放射線治療では、腫瘍や周辺のリスク臓器の動きのために、従来の治療技術では病変を的確かつ精度

良く照射することが困難であった。国際放射線単位委員会(ICRU)の報告では、腫瘍が呼吸性移動等を伴う場合、臨床上の浸潤範囲に腫瘍の移動範囲を加味したマージンを加えて

臨床標的体積とするように定めている。この方法に従うと、腫瘍全体へ処方線量を確実に投与できる反面、照射野が大きくなってしまいうために周辺のリスク臓器が受ける線量も格段に大きくなってしまい、合併症の増加や必要十分な線量投与ができないという制限が臨床上の大きな問題である。また、呼吸性動態を伴う部位に対する放射線治療のもう一つの問題は、治療計画から治療実施に至る現用の放射線治療システムが、臓器の呼吸移動や変形を全く考慮していないことである。このため、立案された治療計画と実投与線量間に大きな乖離が生じ、結果として治療計画の妥当性評価や臨床結果の評価に大きな問題を生じる原因となっている。

肺癌、悪性胸膜中皮腫、膵癌、食道癌などの難治がんの多くは呼吸移動の影響を受けやすい部位に存在し、残念ながらそれらの治療成績は未だ十分ではなく、新たな放射線治療技術の開発が強く望まれている。これらの問題を克服すべく、我々は呼吸性動態を伴う腫瘍を追尾照射可能な能力を有する革新的な新型高精度放射線治療システム（仮称：TM シリーズ）を企業（三菱重工業株式会社）と共同開発した。本治療システムは世界初の動体追尾機能を有するのみならず、高精度にビーム入射方向の制御が可能であり、従来にない新たな照射技術を創出するポテンシャルを有している。

2. 研究の目的

高精度放射線治療を広く体幹部の悪性腫瘍に応用する上で最大の課題とされる腫瘍および周辺リスク臓器の呼吸性動態等の動きを組み込んだ四次元放射線治療法の確立を目指すとともに、われわれが新規に共同開発した高精度放射線治療装置 (TM シリーズ) の能力を最大限まで高める新照射法を考案する。更に、現在の治療法では低い治癒率しか期待できない難治がんにかつ呼吸移動を伴う部位に存在する、膵癌、悪性胸膜中皮腫、食道癌、肺癌などを対象にして動きに対応した新治療技術の開発と臨床応用を行う。また、難治性固形癌の代表とされる膵臓癌において、難治性の原因の一つとされる低酸素領域の画像による描出・評価の可能性を検討する。

3. 研究の方法

- (1)呼吸性動態に伴う臓器移動を推定若しくは直接計測する方法を確立する目的で Deformable Image Registration を可能とするソフトウェア開発を行い、その精度を評価する。
- (2)呼吸性動態情報を治療計画に反映することを目指して異なる位相の線量分布を一つの位相に合算する方法を開発する。
- (3)TM シリーズの特徴を活かした革新的外

照射技術を開発する。

- (4)臨床例における各臓器動態の把握および静的照射と動的運動照射の比較評価を行うとともに、動きを伴う部位に対する新治療法を開発してパイロット臨床試験をデザイン・実施する。
- (5) [18F]FMISO ([18F]fluoromisonidazole) で膵癌における低酸素領域の評価とその治療計画への応用に関するフィージビリティスタディを行う

4. 研究成果

- (1)呼吸性動態に伴う臓器移動を推定若しくは直接計測する方法の確立

直接計測する方法の比較対象となる 4DCT に対して、物理特性を評価した。模擬腫瘍を含む動体ファントムを周期と移動量をパラメータとして駆動した状態で撮影した 4DCT に対して、各時間位相画像から模擬腫瘍体積と腫瘍位置を計測し、理論値と比較した。移動速度が 25 mm/s 以上では、理論値と最大 4.2 mm の位置誤差と 87.4% の体積誤差が生じたが、通常の臨床使用の条件において 4DCT が動態計測に十分な精度を有し、呼吸性動態に伴う臓器移動量の推定或いは直接計測する方法との比較に利用可能であることを示した。また、呼吸性移動以外の位置ずれを補正すべく骨構造を基準とした剛体位置合せ法を考案した。これにより、4DCT 撮影時のセットアップ誤差を抑制し、高精度に臓器移動の解析を可能にした。

呼吸性動態に伴う臓器移動を計測すべく 2 種類の方法を提案し、試作ソフトウェアを通して原理実証を行った。

- ①4DCT 画像から臓器移動、変形をスプライン関数ベースで計算する Deformable Registration 法であり、試作ソフトウェアにより肺癌の定位放射線治療を施行した患者の 4DCT を用いて精度評価を行った。肺野内の血管、気管枝の分岐部などの位置から求めた移動量と、試作ソフトウェアで算出した移動量とを比較し、誤差は 2.9 ± 2.6 mm であった。また、形状変形の細かさを示す制御点の数と位置や、類似度評価関数により計算精度と計算時間のトレードオフが生じることを確認した。
- ②動き情報を含まない従来の 3 次元 CT 画像を、X 線透視画像から取得した腫瘍、横隔膜等の呼吸動態を示す領域の動きデータと人体の解剖構造から変形モデルを生成する手法である。X 線透視画像から 3 次元の臓器動態を定量化する点で、Deformable Registration 法とは大きく異なる。肺データに対して試作ソフトウェアから求めた臓器移動量を、4DCT から測定した肺野内の特徴点の動き量と比較し、誤差が 2.8 ± 1.8 mm であることを示した。また、計

算時間は1分以内であった。Deformable Registration 法と比して、計算精度に限界があるが、被曝量低減や計算時間の短縮、4DCT 装置を有しない等の利点がある。

(2)呼吸性動態情報を治療計画に反映する方法(4次元線量計算・治療計画)の確立

特定呼吸位相に対する各呼吸位相の臓器移動量を算出し、各呼吸位相 CT 画像に対する線量分布を変形して特定位相 CT 画像に合算するソフトウェアを試作した。これにより、呼吸位相毎の3次元線量分布から、呼吸性動態を加味した合算線量分布が生成可能であることの原理実証を行った。

(3)TM シリーズによる革新的外照射技術の開発

TM シリーズの機械構成上の特徴であるオーリング構造を有効活用した新照射法(一筆書き照射法: Three-dimensional Unicursal Irradiation)を考案し、治療計画装置上でのシミュレーション研究を膵臓癌に対する定位的な照射において行った結果、従来の三次元原体照射法と比較してより良い線量集中度が得られ、強度変調放射線治療(IMRT)と比較して治療時間並びに X 線出力時間の大幅な短縮の可能性を明らかにした。さらに、頭蓋底腫瘍に対する定位放射線治療において、従来法と比較した本照射法の線量分布上の有用性を明らかにした。また、胚腫および脳転移に対する IMRT、小分割定位放射線治療の有用性を明らかにした。

(4)臨床例における各臓器動態の把握および静的照射と動的運動照射の比較評価と新治療法の開発

①肺癌: 経気管支鏡的に金マーカーが肺内に挿入された14例において、腫瘍と金マーカーの動態および相対位置関係の変動を観察した。日内の相対位置変動は腫瘍・マーカー間距離および呼吸移動の大きさに影響されることがわかった。日間変動は2.5mmの範囲に収まっていた。

また、肺癌に対する動体追尾照射法と従来の静的照射それぞれの線量分布をシミュレーションし比較した。追尾照射法は従来法と同等の腫瘍線量を維持しながら、正常肺線量を約20%低減できることが判明した。

②悪性胸膜中皮腫: 手術、化学療法に IMRT を組み合わせた3者併用療法の効果と安全性を評価するための臨床試験を立案し、14例に実施した。

③食道癌: 当施設で行った頸部食道癌に対する IMRT 9 症例の検討から多施設臨床試験のプロトコールを作成した。2013年1月に日本放射線腫瘍学研究機構 JROSG

の承認を得て症例登録が開始され既に3例が登録されている。

④膵癌: 4DCT 画像から膵癌患者15例において動態解析をおこなった結果、膵臓位置は最大呼気時に最も安定性が良いことが確認され、視覚コーチングによる呼気息止めと IMRT を組み合わせた照射法を考案し、第1相線量増加臨床試験を施行中である。

⑤乳癌: 部分乳房照射(PBI)を実施するにあたり、4DCT を用いて切除断端留置クリップの呼吸性移動量を評価した結果、最大で3.6mmと推定され、検討しているマージン設定(CTVに10mmマージンを付加)に対し、呼吸移動量は十分に小さいことを確認した。次いでTMシリーズを用いたPBIの第I相試験を立案・実施し、15例について急性期有害事象は問題ないことを確認した。現在、症例数を増やした第II相試験を実施中である。

(5)低酸素状態を低侵襲に評価する方法として、フルオロミソニダゾール([¹⁸F]-Fluoromisonidazole, FMISO)によるpositron emission tomography (PET)検査の有用性を検討した。FMISOは放射線増感剤であるミソニダゾールの誘導体であり、低酸素環境下で細胞内に取り込まれると還元を受けて留まるので、腫瘍の低酸素領域を画像化できると期待された。しかし、実際の膵癌の症例では、PET画像上、FMISOの明瞭な集積はみられなかった。ひとつの原因として、膵臓が呼吸性に移動することが考えられたが、現在のPET装置の呼吸同期撮像技術では1コマの撮像時間が短くなるため、ほとんど画像は改善しなかった。さらに、手術標本にてhypoxia inducible factor-1 (HIF-1)染色を試みたが、標本の状態がよくないため詳細がわからず、とくにPET画像との部位の対比ができなかった。PETによる膵癌の低酸素イメージングの臨床への本格利用のためには、さらなる検討が必要と考えられた。

5. 主な発表論文等

[雑誌論文] (計28件)

①Ogura K, Mizowaki T, Arakawa Y, Ogura M, Sakanaka K, Miyamoto S, and Hiraoka M. :Initial and cumulative recurrence patterns of glioblastoma after temozolomide-based chemoradiotherapy and salvage treatment: a retrospective cohort study in a single institution. Radiat Oncol. (査読有) in press

②Mukumoto N, Nakamura M, Sawada A, Suzuki Y, Takahashi K, Miyabe Y, Kaneko S, Mizowaki T, Kokubo M, Hiraoka M. : Accuracy verification of infrared marker-based dynamic tumor-tracking

irradiation using the gimbaled x-ray head of the Vero4DRT (MHI-TM2000), Med. Phys. (査読有)40(4):041706, 2013. DOI: 10.1118/1.4794506.

- ③Sakanaka K, Mizowaki T, Sato S, Ogura K, Hiraoka M. :Volumetric-modulated arc therapy vs conventional fixed-field intensity-modulated radiotherapy in a whole-ventricular irradiation: A planning comparison study. Med Dosim. (査読有) 38(2):204-8, 2013. DOI: 10.1016/j.
- ④Mizowaki T, Takayama K, Nagano K, Miyabe Y, Matsuo Y, Kaneko S, Kokubo M, Hiraoka M. :Feasibility evaluation of a new irradiation technique: three-dimensional unicursal irradiation with the Vero4DRT (MHI-TM2000). J Radiat Res. (査読有) 1;54(2):330-6, 2013. DOI: 10.1093/jrr/rrs076.
- ⑤Narabayashi M, Mizowaki T, Matsuo Y, Nakamura M, Takayama K, Norihisa Y, Sakanaka K, Hiraoka M. :Dosimetric evaluation of the impacts of different heterogeneity correction algorithms on target doses in stereotactic body radiation therapy for lung tumors. J Radiat Res. (査読有)53(5):777-84, 2012. DOI: 10.1093/jrr/rrs026.
- ⑥Ogura K, Mizowaki T, Ogura M, Sakanaka K, Arakawa Y, Miyamoto S, Hiraoka M. :Outcomes of hypofractionated stereotactic radiotherapy for metastatic brain tumors with high risk factors. J Neurooncol. (査読有)109(2):425-32, 2012. DOI: 10.1007/s11060-012-0912-6.
- ⑦ Nakamura A, Shibuya K, Matsuo Y, Nakamura M, Shiinoki T, Mizowaki T, Hiraoka M. :Analysis of dosimetric parameters associated with acute gastrointestinal toxicity and upper gastrointestinal bleeding in locally advanced pancreatic cancer patients treated with gemcitabine-based concurrent chemoradiotherapy. Int J Radiat Oncol Biol Phys. (査読有)84(2):369-75, 2012. DOI: 10.1016/j.ijrobp. 2011. 12. 026
- ⑧ Nakamura M, Shibuya K, Nakamura A, Shiinoki T, Matsuo Y, Nakata M, Sawada A, Mizowaki T, Hiraoka M. :Interfractional dose variations in intensity-modulated radiotherapy with Breath-hold for pancreatic cancer. Int J Radiat Oncol Biol Phys. (査読有)82(5):1619-26, 2012. DOI: 10.1016/j.ijrobp. 2011. 01. 050

⑨山根登茂彦、千田道雄:「腫瘍イメージング剤 :低酸素領域イメージング剤 : FMISO」 PET Journal(査読無) 19:29-31, 2012.

<http://mol.medicalonline.jp/library/journal/download?GoodsID=an5ptjoc/2012/00019/012&name=0029-0031j&UserID=130.54.130.249>

- ⑩ Matsuo Y, Shibuya K, Nakamura M, Narabayashi M, Sakanaka K, Ueki N, Miyagi K, Norihisa Y, Mizowaki T, Nagata Y, Hiraoka M. :Dose-volume metrics associated with radiation pneumonitis after stereotactic body radiation therapy for lung cancer. Int J Radiat Oncol Biol Phys. (査読有)83(4):e545-9, 2012. DOI: 10.1016/j.ijrobp. 2012. 01. 018
- ⑪Matsuo Y, Shibuya K, Nagata Y, Takayama K, Norihisa Y, Mizowaki T, Narabayashi M, Sakanaka K, Hiraoka M. :Prognostic factors in stereotactic body radiotherapy for non-small-cell lung cancer. Int J Radiat Oncol Biol Phys. (査読有) 79(4):1104-11, 2011. DOI: 10.1016/j.ijrobp. 2009. 12. 022
- ⑫ Shiinoki T, Shibuya K, Nakamura M, Nakamura A, Matsuo Y, Nakata M, Sawada A, Mizowaki T, Itoh A and Hiraoka M. :Interfractional reproducibility in pancreatic position based on four-dimensional computed tomography. Int J Radiat Oncol Biol Phys. (査読有) 80(5): 1567-1572, 2011. DOI: 10.1016/j.ijrobp. 2010. 10. 020.
- ⑬Yamane T, Kikuchi M, Shinohara S, Senda M. :Reduction of [18F]fluoromisonidazole uptake after neoadjuvant chemotherapy for head and neck squamous cell carcinoma. Mol Imaging Biol. (査読有) 13(2):227-31, 2011. DOI:10.1007/s11307-010-0365-2.
- ⑭ Kikuchi M, Yamane T, Shinohara S, Fujiwara K, Hori SY, Tona Y, Yamazaki H, Naito Y, Senda M. :18F-fluoromisonidazole positron emission tomography before treatment is a predictor of radiotherapy outcome and survival prognosis in patients with head and neck squamous cell carcinoma. Ann Nucl Med. (査読有) 25(9):625-33, 2011. DOI: 10.1007/s12149-011-0508-9.
- ⑮Miyabe Y, Sawada A, Takayama K, Kaneko S, Mizowaki T, Kokubo M, Hiraoka M. :Positioning accuracy of a new image-guided radiotherapy system, Med. Phys. (査読有) 38:2535-2541, 2011.

http://online.medphys.org/resource/1/phy6/v38/i5/p2535_s1

DOI: 10.1016/j.ijrobp.2010.05.046.

- ⑬ Matsuo Y, Nakamoto Y, Nagata Y, Shibuya K, Takayama K, Norihisa Y, Narabayashi M, Mizowaki T, Saga T, Higashi T, Togashi K, Hiraoka M. :Characterization of FDG-PET images after stereotactic body radiation therapy for lung cancer. *Radiother Oncol.* (査読有) 97(2):200-4, 2010.

DOI: 10.1016/j.radonc.2010.04.011

- ⑭ Hiraoka M, Matsuo Y, Takayama K. :Stereotactic body radiation therapy for lung cancer: achievements and perspectives. *Jpn J Clin Oncol.* (査読有) 40(9):846-54, 2010.

DOI: 10.1093/jjco/hyq134

- ⑮ Nakamura M, Sawada A, Ishihara Y, Takayama K, Mizowaki T, Kaneko S, Yamashita M, Tanabe H, Kokubo M, Hiraoka M. :Dosimetric characterization of a multi-leaf collimator for a new four-dimensional image-guided radiotherapy system with a gimbaled x-ray head. *Med Phys.* (査読有) 37:4684-4691, 2010.

http://online.medphys.org/resource/1/phy6/v37/i9/p4684_s1

- ⑯ Nakamura M, Shibuya K, Shiinoki T, Matsuo Y, Nakamura A, Nakata M, Sawada A, Mizowaki T, Hiraoka M. :Positional Reproducibility of Pancreatic Tumors Under End-Exhalation Breath-Hold Conditions Using a Visual Feedback Technique, *Int J Radiat Oncol Biol Phys.* (査読有) 79:1565-1571, 2010. DOI: 10.1016/j.ijrobp.2010.05.046.

[学会発表] (計 33 件)

- ① Ishihara Y, et al. Four-dimensional Monte Carlo dose calculation method for dynamic tumor tracking irradiation using Vero4DRT, Third International Conference on Real-time Tumor-tracking Radiation Therapy with 4D Molecular Imaging Technique, February 7-8, 2013, Sapporo
- ② Matsuo Y, et al. Dynamic Tumor Tracking Irradiation with Real-time Monitoring using Vero4DRT (MHI-TM2000). In: The 4th Japan-Korea-China Trilateral Symposium on Radiation Oncology. 2012 年 11 月 23 日, 東京国際フォーラム, 東京.
- ③ Hiraoka M, et al. Realization of Dynamic Tumor Tracking Irradiation with Real-time Monitoring in Lung Tumor Patients using a Gimbaled x-ray head

Radiation Therapy Equipment. 54th ASTRO's Annual meeting, October 28-31, 2012, Boston(米国)

- ④ Ishihara Y, et al. Four-dimensional Monte Carlo Dose Calculation Method for Dynamic Tumor Tracking Irradiation with a Gimbaled X-ray Head, 54th ASTRO's Annual meeting, October 28-31, 2012, Boston(米国)

- ⑤ Sato S, et al. Dosimetric validation of the algorithm based on linear Boltzmann transport equations for photon 4MV dose calculation, 54th AAPM Annual Meeting, July 29 - August 2, 2012, Charlotte(米国)

- ⑥ Matsuo Y. Image-guided Radiotherapy and Dynamic Tumor Tracking with Real-time Monitoring using Vero4DRT (MHI-TM2000). In: The 6th S. Takahashi Memorial Symposium and the 6th Japan-US Cancer Therapy International Joint Symposium. July 19-21, 2012, 広島国際会議場、広島 (招待)

- ⑦ Nakamura M, et al. Dosimetric investigation of breath-hold intensity-modulated radiotherapy for pancreatic cancer. World congress Medical Physics and Biomedical Engineering, May 26-31, 2012, Beijing(中国)

- ⑧ Hiraoka M, et al. Realization of Dynamic Tumor Tracking Irradiation with Real-time Monitoring in Lung Tumor Patients using a Gimbaled x-ray head Radiation Therapy Equipment. In: ESTRO 31. May 9-13, 2012 CCIB, Barcelona(スペイン) (招待)

- ⑨ Matsuo Y, et al. An Initial Experience of Dynamic Tumor Tracking Irradiation with Real-time Monitoring using Vero4DRT (MHI-TM2000). In: ESTRO 31. May 9-13, 2012 CCIB, Barcelona(スペイン)

- ⑩ Matsuo Y, Hiraoka M. Dynamic Tumor Tracking with Real-time Monitoring using a Gimbaled Linac of Vero4DRT (MHI-TM2000). In: EPI2k12. March 12-14, 2012, Four Points by Sheraton, Darling Harbour, Sydney(オーストラリア) (招待)

- ⑪ Nakamura A, et al. Analysis of the prognostic value of 18Fluorodeoxyglucose PET for locally advanced pancreas cancer patients treated with gemcitabine-based chemoradiation therapy. 53rd ASTRO's Annual meeting, October 2-6, 2011, Miami BeachFla(米国)

- ⑫ Nakamura A, et al. Interfractional Dose

Variations for Organs at Risk in Intensity Modulated Radiotherapy with Breath-hold for Pancreatic Cancer: Impacts of Margin Sizes for the Dose-limiting Organs. 52nd ASTRO's Annual meeting, October 31 - November 4 2010, San Diego(米国)

⑬ Nakamura M, et al. Interfractional Dose Variation during Intensity Modulated Radiotherapy with Breath-hold for Pancreatic Cancer. 52nd ASTRO's Annual meeting, October 31 - November 4 2010, San Diego(米国)

⑭ Matsuo Y, et al. Stereotactic Body Radiotherapy for Non-Small Cell Lung Cancer: Kyoto University Experience. In: 9th International Conference of the Asian Clinical Oncology Society. August 25-27, 2010. Gifu Grand Hotel, Gifu, Japan

⑮ Matsuo Y, et al. Local recurrence in Long-term Survivors after Stereotactic Body Radiation Therapy for Lung Cancer. 51st ASTRO's Annual meeting, November 1-5, 2009, Chicago(米国)

⑯ Nakamura M, et al. Evaluation of Positional Reproducibility for Pancreatic Tumor under Breath-hold Conditions with Visual Coaching. 51st ASTRO's Annual meeting, November 1-5, 2009, Chicago(米国)

⑰ Shibuya K, et al. Analysis of dosimetric factors associated with gastrointestinal and blood toxicity in patients with locally advanced pancreatic cancer treated with concurrent chemoradiation therapy. ECOO/ESMO Multidisciplinary congress, September 20 - 24, 2009, Berlin(ドイツ)

[図書] (計 7 件)

① Matsuo Y, Shibuya K, Narabayashi M, Hiraoka M. Stereotactic Body Radiotherapy for the Lung. In: De Salles AAF, Gorgulho A, Agazaryan N, Slotman B, Selch M, Burwick AJ, Schulz R, eds. Shaped Beam Radiosurgery. Springer Berlin Heidelberg; 2011:267-277.

② 澁谷景子: 小細胞肺癌に対する定位放射線治療、Medical Torch ; 7(1) (金澤右編)、フォレストプリンコム Medical Torch 編集部、東京、24-25、2011

③ 澁谷景子: 臓器別の放射線治療 Q25 膵癌、がん治療レクチャー ; 2(1) (平岡真寛編)、総合医学社、東京、133-138、2011

④ 澁谷景子、平岡真寛、切除不能膵癌に対する集学的治療—切除不能膵癌に対する放射

線治療、消化器外科 (日本消化器外科学会編)、へるす出版、東京、33(12)、1853-1860、2010

[産業財産権]

○出願状況 (計 件)

なし

○取得状況 (計 件)

なし

[その他]

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(系)研究科(研究院)・教授

研究者番号: 70173218

(2) 研究分担者

溝脇 尚志 (MIZOWAKI TAKASHI)

京都大学・医学(系)研究科(研究院)・准教授

研究者番号: 90314210

澁谷 景子 (SHIBUYA KEIKO)

山口大学・医学(系)研究科(研究院)・教授

研究者番号: 50335262

松尾 幸憲 (MATSUO YUKINORI)

京都大学・医学(系)研究科(研究院)・講師

研究者番号: 80456897

板坂 聡 (ITASAKA SATOSHI)

京都大学・医学(系)研究科(研究院)・助教

研究者番号: 90378654

門前 一 (MONZEN HAJIME)

京都大学・医学(系)研究科(研究院)・准教授

研究者番号: 10611593

(H23→H24)

澤田 晃 (SAWADA AKIRA)

京都医療科学大学・公私立大学の部局等・教授

研究者番号: 80543446

(H21→H24)

千田 道雄 (SENDA MICHIO)

公益財団法人先端医療振興財団・その他部局等・その他

研究者番号: 00216558

(H22→H24)

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・その他

研究者番号: 90283605

(H22→H24)

成田 雄一郎 (NARITA YUICHIRO)

京都大学・医学(系)研究科(研究院)・講師

研究者番号: 30311385

(H20)