

25-B-4 放射線治療多施設共同試験における包括的医学物理検証体制の構築と投与線量の品質保証に関する研究
橘 英伸 国立がん研究センター 先端医療開発センター 粒子線医学開発分野

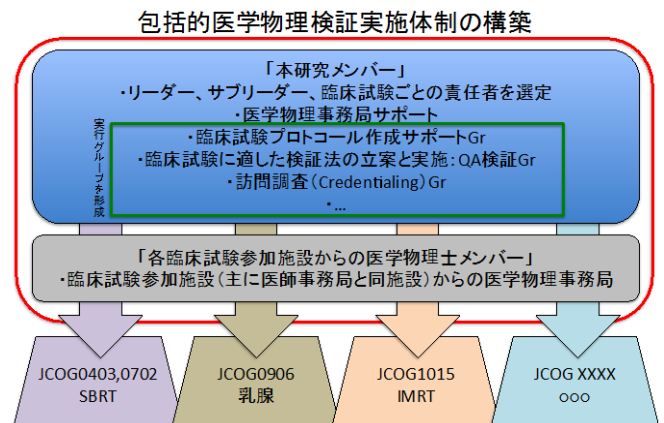
研究の分類・属性

後期開発

研究の概要

がんの三大治療法の一つである放射線治療は、近年の急速な技術進歩による高精度化が急速に進んでいる。定位放射線治療、強度変調放射線治療、画像誘導放射線治療、4次元放射線治療、粒子線治療といった高精度放射線治療は、腫瘍への線量集中を高めた照射と正常組織への線量低減が可能であり、治癒率の向上と有害事象の減少を可能にする治療法として期待されている。JCOG 放射線治療グループにおいては、これらの高精度放射線治療を用いた幾つかの多施設臨床試験が実施され、今後も新しい多くの臨床試験が計画されている。多施設臨床試験を実施する上で、腫瘍やリスク臓器に対する投与線量、放射線照射の精度など、施設間における様々な物理量の統一は、臨床試験必要症例数の減少や最終的な臨床試験結果の信頼性の向上に直結するため、医学物理検証を行うことが重要である。その一方、放射線治療の高精度化に伴い、この検証内容は多岐に渡って複雑化を増す傾向にあり、より一層の充実した体制での医学物理検証が要求される。しかし、諸外国と比較し、本邦における放射線治療対施設臨床試験において、放射線治療に関する物理量の統一性を担保する包括的医学物理検証体制が十分に整備されていなかった。

そこで、本研究では、JCOG 放射線治療グループの様々な多施設臨床試験の施設間物理量の統一性と投与線量の品質保証のために、国内初となる医学物理検証体制を構築する。国内を代表する医学物理学の有識者をコアメンバーとしたオールジャパン体制を構築することで、臨床試験の品質向上に貢献する医学物理検証の手法を考案し、包括的な検証を実施することで、放射線治療における医学物理検証体制の国内標準化の構築を目指す。臨床試験の Protokol 作成に投与線量の精度に対する物理的観点から参画し、臨床試験毎に適した医学物理検証方法を立案した後に臨床試験参加施設の訪問及び郵送調査等による credentialing の役割を担う。また、国立がん研究センターの責務の一つである地域拠点病院を含めた国内の放射線治療施設の品質向上を目指した医学物理検証体制の構築を行う。



平成 27 年度研究経費

6,706 千円

研究班の組織
(第 3 年次)

研究者名	所属研究機関名・職名	分担する研究課題名・項目

橋 英伸 平成27年4月1 日より開始	国立がん研究センター先端医療開発センター・医学物理士	研究総括
西尾禎治	広島大学大学院医歯保健学研究院・特任教授	研究総括、体幹部定位放射線治療における投与線量の品質保証法
岡本裕之	国立がん研究センター中央病院・医学物理士	郵送調査による放射線発生装置の投与線量の品質保証法
峯村俊行	国立がん研究センターがん対策情報センター・研究員	強度変調放射線治療における投与線量の品質保証法
小澤修一	広島大学大学院医歯保健学研究院・特任教授	体幹部定位放射線治療における位置精度の品質保証法（サブテームリーダー）
新保宗史	埼玉医科大学総合医療センター・准教授	郵送調査による放射線発生装置の投与線量の品質保証法（サブテームリーダー）
熊崎 祐	埼玉医科大学国際医療センター・講師	体幹部定位放射線治療における投与線量の品質保証法
中村光宏	京都大学医学部附属病院・特定講師	強度変調放射線治療における投与線量の品質保証法
石川正純	北海道大学大学院保健科学研究院・教授	強度変調放射線治療における投与線量の品質保証法（サブテームリーダー）
黒岡将彦	神奈川県立がんセンター・主査	強度変調放射線治療における投与線量の品質保証法
木藤哲史	東京都立駒込病院(臨床研究室)・医学物理士	体幹部定位放射線治療における投与線量の品質保証法

清水秀年	愛知県がんセンター中央病院・放射線治療部主任	強度変調放射線治療における投与線量の品質保証法
------	------------------------	-------------------------

研究の目的と到達目標及び実績要点

全期間

(目的と到達目標)

(目的)

JCOG 放射線治療グループの多施設臨床試験の施設間物理量の統一性と投与線量の品質保証を担う国内初の医学物理検証体制を構築することを目的とする。また、将来的には、JCOG 放射線治療グループの多施設臨床試験に限定せず、国内標準となる放射線治療の医学物理検証体制の構築と均てん化を目指す。

(到達目標)

医療現場で活躍する医学物理学の有識者である医学物理士を国内の多くの施設から招集し、国内初の医学物理検証体制の構築を目指し、既存臨床試験や今後臨床試験として計画されている体幹部定位放射線治療、強度変調放射線治療に関する投与線量の品質保証法を訪問調査、郵送調査について検討・構築する。

1. 体幹部定位放射線治療 (JCOG0403・0702、その他) における投与線量の品質保証法の立案とその手順を検討し、臨床試験参加施設の調査を実施する。調査結果を解析することで、各施設の投与線量の品質を把握し、その上で施設間の投与線量の統一性を判断する。また、体幹部定位放射線治療では、多くの投与線量を短時間で照射するため、画像誘導放射線治療 (IGRT) による照射位置精度の確認がより重要となる。そこで、IGRT の精度管理についても、臨床試験参加施設の調査を実施・解析し、統一性の判断を行う。
2. 強度変調放射線治療 (JCOG1015・1208、その他) における臨床試験参加施設の投与線量の品質を把握し、施設間の整合性を図ることで、臨床試験の品質を担保する。また、本研究を基に臨床試験参加施設以外にも適応する投与線量の品質保証方法を開発、実施することにより均てん化を目指した第三者的評価システムを構築する。
3. 郵送調査による放射線発生装置の投与線量の品質保証法を立案し実施する。放射線治療実施施設の放射線治療の品質確保について、外部評価による質の担保がより多くの施設について実施できるよう現状を把握し、臨床試験参加施設のみならず、がん診療拠点病院を含めた全ての施設で実施できる方法を考案する。また、全ての高精度放射線治療における郵送による出力線量の第三者評価方法を確立する。

第3年次

(到達目標)

体幹部定位放射線治療、強度変調放射線治療の投与線量の訪問及び郵送調査による品質保証法の確立とその包括的な実施体制の基で、JCOG 放射線治療グループの多施設臨床試験の施設間物理量の統一性と投与線量の品質保証を担う国内初の医学物理検証体制の主幹形成により、JCOG 放射線治療グループの多施設臨床試験に限定しない、国内標準となる放射線治療の医学物理検証体制の構築を目指す。

国内初となる医学物理検証体制の構築後、その体制を維持・継続するための方策を十分検討し、今後も増加すると予想される放射線治療の JCOG 臨床試験との連携の強化を目指す。

(年次評価時点の実績要点)

1. 臨床医と協力し、I 期肺定位放射線治療 Phase III 試験のプロトコルコンセプト作成 (JCOG1408) を行い、これが 2015 年 12 月に JCOG 運営委員会でプロトコル承認を受けた。また、本プロトコルにおける多施設試験における放射線治療の品質を物理的側面から担保するため Credentialing を実施した。①SBRT の実施方法に関する物理・技術アンケート調査の実施、②小照射野の線量計算精度に関するアンケート調査の実施、③郵送ファントムによる画像誘導機能の精度確認を行った。これらの中には世界的に見ても新しい取り組みがあり、論文化も進めている。

- 強度変調放射線治療は前立腺がんや頭頸部がんではなく、様々な部位への根治治療として期待されるようになり、それに伴い様々な部位での臨床試験が求められるようになった。その中で、JCOG1402は子宮頸癌術後のIMRTのプロトコルであり、治療計画が困難な部位である。この試験に関しても同様にCredentialingの施行が求められるが、骨盤部位の治療に対する品質保証ツールとして前立腺用ファントムしかなく、子宮やその周りのリンパ節に対応したファントムはない。そこで、我々は子宮を含む骨盤内の様々な臓器を想定したファントムの作成を行った。このファントムを利用した実測の検証を行い、Preliminaryな結果が得られており、施設毎に異なる精度結果であることがわかった。今後その他多くの施設での実測を行い、多施設での精度の差を検証し、施設差の検討を行う予定である。
- 郵送調査による放射線装置の投与線量の品質保証法の確立にあたり、①体制の検討(物理的、人的、財的)、②JCOG1408、JCOG1402などの個別臨床試験プロトコルの検討、協力とCredentialingの方法の策定、実施、③郵送調査体制の検討、④電子線の郵送調査の検討を実施した。計画に則って実施したが、高精度治療の登場や利用によってさらに対応すべき項目が課題として挙げられ、来年度以降の課題とした。

研究成果と考察

第3年次評価時点

1. JCOG1408 肺の体幹部定位放射線治療における Credentialing の実施

これまでのわが国における放射線治療に関連する臨床試験において、承認前のプロトコルコンセプト作成時から医学物理グループが関わるものは残念ながらなかったが、昨年度にJCOGから承認を受けたJCOG1408

(J-SBRT trial)「臨床病期IA期非小細胞肺癌もしくは臨床的に原発性肺癌と診断された3cm以下の孤立性肺腫瘍に対する体幹部定位放射線治療線量増加ランダム化比較試験」では、プロトコルコンセプト作成時から医学物理グループが関わり、本プロトコル作成に関しても医学物理が関係する箇所については当該グループが担当した。また、昨年度策定したJCOG1408肺の体幹部定位放射線治療におけるCredentialingとして下記を実施した。

①SBRTの実施方法に関する物理・技術アンケート調査

登録症例の放射線治療に関する品質のばらつきを最小化するために、各参加施設でのSBRTの実施方法に関して、下の表に示す項目について、アンケート調査を行った。アンケートの実施、データ回収、解析の手間を考え、ウェブベースでのアンケートを実施し、全参加予定施設からの回答をチェックし、プロトコルが遵守できていない施設については、スムーズに臨床試験に参加できるように別途施設へフィードバックを行った。

表：JCOG1408のCredentialingとして実施した物理・技術アンケート調査項目

総線量・分割回数・線量正規化法	線量計算アルゴリズム
肺定位照射方法	不均質補正の有無
呼吸性移動管理法	モンテカルロのVariance
IGRTの方法	線量計算グリッドサイズ
線量計算用画像	臨床使用可能な最小照射野サイズ
治療計画CTスライス厚	金マーカ等について
内部マージンの設定方法	肺定位照射方法として実施可能な方法
セットアップマージン	動体ファントムの所有
MLCマージン	動体ファントムの名称
治療装置	治療装置の出力線量の第三者による確認最終実施年月
MLC厚	電離箱線量計校正の最終実施年月
治療計画装置	治療装置の水ファントムを用いた出力校正頻度
照射エネルギー	治療装置の水ファントムを用いた出力校正時のDMU許容値
使用線量率	年間予定登録数

②小照射野の線量計算精度に関するアンケート調査

SBRTでは、通常の放射線治療に比べ小さな照射野で治療を実施するため、治療計画装置における小照射野の計算精度を事前に確認する必要がある。現状のJCOG1408のプロトコルでは、3DCRTによる照射のみを許容しているため、訪問や郵送による実測に基づくCredentialingは実施せず、小照射野の線量決定に大きな役割を果たす照射野係数を検証すべく、治療計画装置で算出したMU値および投与線量(Gy)の調査を行うための調査票を作成した。主要施設にてテストを行い、2cm x 2cmまでの照射野サイズにおける照射野係

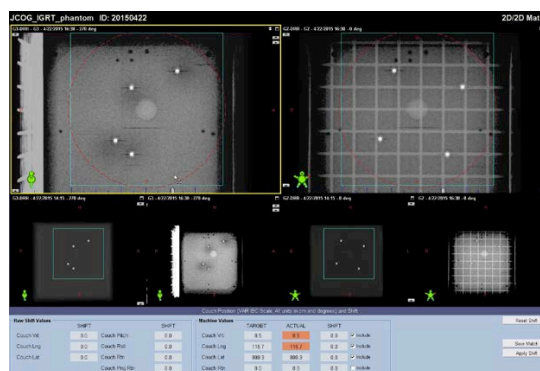
数の平均値をベースラインとして、ここから±3%を許容値とすることを決定した。また、JCOG1408 では、汎用リニアックの他、サイバーナイフでの治療を許容しているため、汎用リニアックだけでなく、サイバーナイフに対応した調査票を作成し、主要施設でテストを行い、ベースラインと許容値(±3%)を決定し、1408参加施設に対して調査を開始した。

③ 郵送ファントムによる画像誘導機能の精度確認

昨年から継続して開発してきた郵送型の IGRT credentialing を行うためのファントムと照射位置検証方法を完成させた。ファントムはABS樹脂を使用して15×15×15 cm³程度の立方体型とした。ファントム内には照射中心を決定するための球状の模擬標的と位置決め基準となる X 線不透過マーカを留置した(IGRT モダリティでの撮影)。模擬標的の材質は、撮像時にアーチファクトが生じないように水等価材質とした。また、模擬標的の位置は、IGRT を行わなければ判断できないように、ファントム中心からシフトさせた。検証方法としては、CT 撮影から照射までの一連の流れでファントム内模擬標的の中心に照射をする End to End 試験方式を採用した。ファントムの AP、RL の側面4面にフィルムを挿入して、フィルムに照射される照射野中心から照射位置誤差を求めることとした。これにより、並進と回転軸の位置決め誤差が検出できるようにした。このファントムを用いて主要施設でテストを行い、照射位置誤差の許容値を決定した。その結果、並進誤差を±1mm、各軸の回転を±1度以内を許容値とし、JCOG1408 参加施設に対して郵送調査を開始した。



開発した IGRT ファントムの照射風景

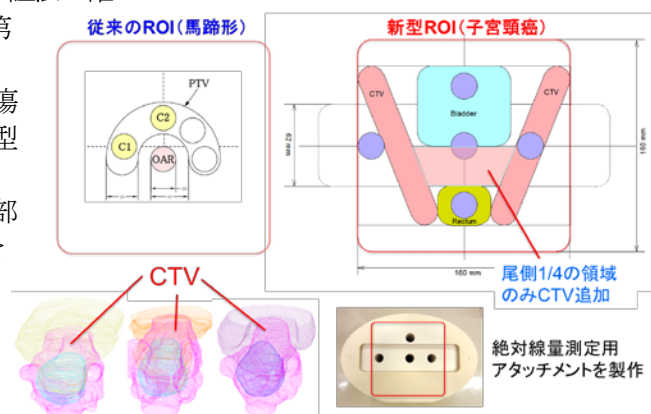


開発したファントムの IGRT モダリティでの撮影結果

2. 強度変調放射線治療における投与線量の品質保証法の確立

近年、IMRT による JCOG 臨床試験参加施設には第三者機関の訪問調査による認定が要求されるようになってきている。従来の訪問調査では、比較的小さな腫瘍を対象としたファントム設計となっていたため、大型 CTV を対象とする臨床試験などへの適用限界が懸念されていた。本研究では、子宮頸癌などの広範囲な部位を IMRT で照射する臨床試験 (JCOG1402) などを対象として、広範囲な ROI を想定した場合と、従来の馬蹄形 ROI を用いた評価法の正当性について検討を行った。

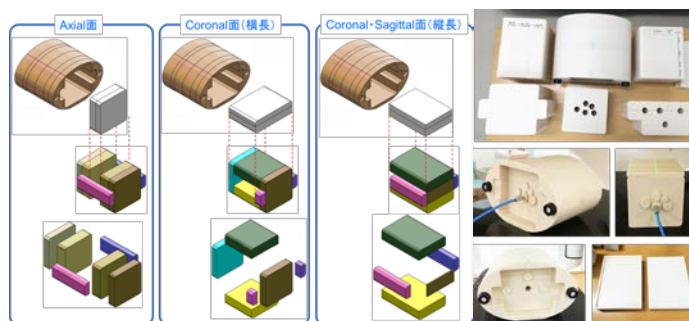
大型 CTV として、JCOG1402 の子宮頸癌術後 IMRT を想定したターゲット領域 (CTV) および膀胱 ROI をファントム内に設定した。右図は従来の ROI との比較をしたものであるが、前後左右方向に対してそれぞれ2倍以上に拡張されている。また、従来のファントムには無い測定箇所 Farmer 形電離箱による絶対線量測定を行うために、専用のアタッチメントを製作した。実際の治療に近い制約条件での治療計画を作成し、ファントムに対して治療を模擬した照射を行った。その際、ファントム内に、Gafchromic EBT3 フィルムを配置し Axial 面、Sagittal 面、Coronal 面の線量分布を評価した。なお、各面のフィルムはファントム中心が各面の中心となるように配置している。



従来の馬蹄形 ROI および新型 ROI における CTV および OAR 内の所定位置における絶対線量、および各面での線量分布について、治療計画と実測の整合性について検証した。比較測定は、琉球大学医学部附属病院および国立がん研究センター中央病院の2ヶ所において実施した。現時点では琉球大学・国立がんセンター中

中央病院の2施設での測定を行っているが、両施設で傾向が異なる結果となっているため、さらに施設数を増やした解析が必要である。

一方、訪問調査ファントムのスケジュールが過密であり、長期間借用することが困難な状態である。そこで、従来どおりの馬蹄形 ROI に対する Credentialing 測定と、大型 ROI に対応した測定が可能なファントムを製作した(右図)。基本的な設計は従来ファントムの思想を継承しつつ、頭尾方向の測定可能範囲を拡張することで、小腸や直腸などを想定した部位での検証を行う予定である。



3. 郵送調査による放射線発生装置の投与線量の品質保証法の確立

放射線治療の品質の確保は施設担当者が実施し、最終的に外部機関により第三者評価されることが重要である。第三者評価は、訪問調査、郵送調査などで実施され、その施設の品質管理状況を客観的に評価することができる。訪問調査は、施設側・実施側ともに多くの労力を要する。郵送調査でより短期間に多施設・多項目を評価することが可能であり、訪問調査より効率的に実施可能である。本研究では、郵送調査について、強度変調放射線治療、体幹部定位放射線治療、高精度放射線治療専用装置、電子線治療について実施手法、精度評価及び評価方法を開発することを目的とした。

1. IMRT の郵送調査体制の検討

国立がん研究センター中央病院において、高精度放射線治療である IMRT の郵送調査のための蛍光ガラス線量計システムの整備を行った。本システムを用いて、校正・照射・読み取り・解析までの一連の流れを実施し、すでにガラス線量計を用いて郵送調査を実施している医用原子力技術振興進行財団と技術的な意見交換を行い、測定プロトコルの改善を図った。また、IMRT での測定を可能とするために、蛍光ガラス線量計が設置可能なファントムを作成した。IMRT でのガラス線量計の測定精度、信頼性を調査するため、開発したファントムを試験的に5施設に郵送し、関心点において電離箱線量と比較した。この調査から、蛍光ガラス線量計は電離箱と遜色なく使用できることがわかった。現在、測定不確かさの見積もり、運用にあたり必要な人員、費用、時間について検討を行っている。早ければ、次年度初頭に蛍光ガラス線量計を用いた郵送調査を開始する予定である。

2. 体幹部定位放射線治療の郵送調査体制の検討

体幹部定位放射線治療のための郵送ファントムを作成し、幾何学的位置精度について評価した。また、郵送調査体制について検討した。

3. 高精度放射線治療専用装置の郵送調査体制の検討

Tomotherapy, CyberKnife, Flattening filter free beam などの高精度放射線治療専用装置に対する郵送体制を構築するために、各装置から出力される線質において、ガラス線量計と電離箱の応答の違いを前年度までに開発した専用ファントムを利用し、評価した。評価した装置・線質は、計 15 施設 22 種類の線質となった。その結果、各装置において、従来の線量計測法に補正係数を導入することで、評価可能なことを明らかにした。また、本研究結果により、来年度より医用原子力技術研究振興財団により、事業化が計画させている。

4. 電子線の郵送調査体制の検討

通常治療で用いられる電子線についての線量評価については、蛍光ガラス線量計を用いた方法について、検討し、水ファントム及び施設電離箱に合わせた治具を用いて照射を行うことを検討し、治具・手法について検討した。基準線質に対する比をとることで、電子線の出力についての補正値を検討した。この結果を JASTRO に発表した。

倫理面への配慮

本研究においては、人権の保護及び法令等の遵守への対応に対する問題は発生しない。尚、DICOM フォーマットの患者の CT 画像を利用する場合があるが、個人情報を含まないファイル変換処理を実施した後、各施設の規定に基づいて利用するので、患者の個人情報は保護される。

第3年次

(雑誌論文)

• 研究支援明記論文

1. Y. Sugama, T. Nishio, H. Onishi, “Experimental determination of effective point of measurement for cylindrical ionization chambers by clinical proton beams,” Med. Phys. 42(7), 3892-3895 (2015).

• 密接的関連論文

1. N. Murakami, H. Okamoto (2 番目), et al., A dosimetric analysis of intensity-modulated radiation therapy with bone marrow sparing for cervical cancer. Anticancer Res. Sep;34(9):5091-8, 2014.
2. Shimizu H, Sasaki K, Iwata M, Kawai M, Nakashima K, Kubota T, Osaki H, Nakayama M, Yoshimoto M, Kodaira T. Rotational output and beam quality evaluations for helical tomotherapy with use of a third-party quality assurance tool Radiol Phys Technol Epub 2015; DOI 10.1007/S12194-015-0333-2

• 間接的関連論文

1. K. Inaba, H. Okamoto (2 番目), et al., Radiotherapy for gastric lymphoma: a planning study of 3D conformal radiotherapy, the half-beam method, and intensity-modulated radiotherapy. 55(6), 1141-5, 2014.
2. K. Kobayashi, N. Murakami, A. Wakita, S. Nakamura, H. Okamoto (4 番目), R. Umezawa, K. Takahashi, K. Inaba, H. Igaki, Y. Ito, N. Shigematsu, J. Itami. Dosimetric variations due to interfraction organ deformation in cervical cancer brachytherapy, Radiother Oncol, 24, 2015
3. Tomoki KIMURA, Yoshiko DOI, Takeo NAKASHIMA, Nobuki IMANO, Tsuyoshi KATSUTA, Shigeo TAKAHASHI, Masahiro KENJO, Shuichi OZAWA, Yuji MURAKAMI and Yasushi NAGATA, Clinical experience of volumetric modulated arc therapy for malignant pleural mesothelioma after extrapleural pneumonectomy, Japanese Journal of Radiology, 2015, 56(2):315-24.
4. Hideharu Miura, Shuichi Ozawa, Shintaro Tsuda, Masahiro Hayata, Kiyoshi Yamada, Yasushi Nagata, Beam Characteristics at Low Dose Monitor Unit Settings for Vero4DRT, International Journal of Medical Physics, Clinical Engineering and Radiation Oncology, 2015, 4, 284-289.
5. Hideharu Miura, Shuichi Ozawa, Shintaro Tsuda, Masahiro Hayata, Kiyoshi Yamada, and Yasushi Nagata, Dataset for Beam Commissioning of the Vero4DRT System, International Journal of Medical Physics, Clinical Engineering and Radiation Oncology, 2015, accepted.
6. Otani Y, Nose T, Dokiya T, Saeki T, Kumazaki Y, Asahi S, Tsukiyama I, Fukuda I, Sekine H, Shikama N, Takahashi T, Yoshida K, Kotsuna T, Masuda N, Yoden E, Nakashima K, Matsumura T, Nakagawa S, Tachiiri S, Moriguchi Y, Itami J and Oguchi M: A Japanese prospective multi-institutional feasibility study on accelerated partial breast irradiation using interstitial brachytherapy: treatment planning and quality assurance. Radiation Oncology, 10:126, 2015
7. Furuya T, Tanaka H, Ruschin M, Pinnaduwege D, St-Hilaire J, Phua J, Kumazaki Y, Nakayama M, Sagal A, Karasawa K: An international multi-institutional treatment planning study evaluating dosimetric variations in spine stereotactic body radiotherapy. Journal of Radiosurgery and SBRT. 3(s): 176, 2015
8. Kumazaki Y, Miyaura K, Ryuta H, Miyazawa K, Makino S, Tamaki T, Shikama N, Kato S: Development of a HDR-BT QA Tool for Verification of Source Position with Oncentra Applicator Modeling. Med. Phys. 42, 3391, 2015
9. Kimiko Hirata, Mitsuhiro Nakamura, Michio Yoshimura. (他 7 名, 2 番目) “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, 52-64, 2015.
10. Mitsuhiro Nakamura, Mami Akimoto, Tomohiro Ono. (他 7 名, 1 番目) “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, 108-116, 2015.
11. Minoru Inoue, Michio Yoshimura, Sayaka Sato, Mitsuhiro Nakamura. (他 6 名, 4 番目) “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, 1904-10, 2015.
12. Mitsuhiro Nakamura, Masanori Takamiya, Mami Akimoto. (他 9 名, 1 番目) “Target localization errors from

- fiducial markers implanted around a lung tumor for dynamic tumor tracking,” *Phys Med*, 査読有, in press 2015.
13. Naoki Miyamoto, Masayori Ishikawa, Kenneth Sutherland, Ryusuke Suzuki, Taeko Matsuura, Chie Toramatsu, Seishin Takao, Hideaki Nihongi, Shinichi Shimizu, Kikuo Umegaki, Hiroki Shirato, “Motion compensated image filter for low dose fluoroscopy in real-time tumor-tracking radiotherapy system,” *Journal of Radiation Research* 56, pp. 186-196 (2015)
 14. Masayori Ishikawa, Naomi Nagase, Taeko Matsuura, Junichi Hiratsuka, Ryusuke Suzuki, Naoki Miyamoto, Kenneth Sutherland, Katsuhisa Fujita, Hiroki Shirato, “Development of a wavelength-separated type scintillator with optical fiber dosimeter to compensate for the Cerenkov radiation effect,” *Journal of Radiation Research* 56, pp. 372-381 (2015)
 15. Masayori Ishikawa, Kenichi Tanaka, Satoru Endo, Masaharu Hoshi, “Application of an ultraminiature thermal neutron monitor for irradiation field study of accelerator-based neutron capture therapy,” *Journal of Radiation Research* 56, pp. 391-396 (2015)
 16. Ryo Ogawara and Masayori Ishikawa, “Feasibility study on signal separation for spontaneous alpha decay in LaBr₃:Ce scintillator by signal peak-to-charge discrimination,” *Review of Scientific Instruments* 86-8, Epub. 085108 (2015)

(学会発表)

・密接的関連学会発表

1. 西尾禎治, 岡本裕之, 峯村俊行, 小澤修一, 新保宗史, 熊崎祐, 中村光宏, 石川正純, 黒岡将彦, 遠山尚紀, 木藤哲史, 清水秀年, 橋英伸, “放射線治療多施設共同試験における包括的医学物理検証体制の構築”, 日本医学物理学会第110回学術大会、2015年9月19-20日
2. 恒田雅人, 西尾禎治, 小澤修一, 齋藤明登, 河原大輔, 越智悠介, 松下慶一郎, 田中創大, 永田靖, “3次元ビーム照射軸計測法“こんぺいとうショット法”用検証システムの高精度化”, 日本医学物理学会第110回学術大会、2015年9月19-20日
3. 奥田武秀, 小澤修一, 齋藤明登, 西尾禎治, 永田靖, “タブレット端末に搭載されたカメラを用いた2次元線量分布検証の検討”, 日本医学物理学会第110回学術大会、2015年9月19-20日
4. 西尾禎治, “治療用及び研究用の双方を兼ね備えた国産放射線治療計画装置 (jPRAPs) の開発”, シンポジウム2「日本での高精度放射線治療機器開発：成果と今後の課題」 第28回日本高精度放射線外部照射研究会、2015年5月30日
5. Y. Sugama, M. Araya, I. Maeshima, H. Hujimoto, Y. Ito, N. Kamiguchi, D. Amano, H. Nonaka, T. Nishio, H. Onishi, “Commissioning of the Eclipse Proton™ Treatment Planning System at Aizawa Hospital Proton Therapy Center,” The 109th Scientific Meeting of JSMP, Yokohama, April 16-19, 2015.
6. M. Hashimoto, T. Nishio, A. Haga, T. Hanada, S. Kabuki, T. Kozuka, M. Oguchi, “Four-dimensional dose distribution measurement using plastic scintillator and cooled CCD camera,” The 109th Scientific Meeting of JSMP, Yokohama, April 16-19, 2015.
7. 木藤哲史, 岡野智行, 橋本俊信, 宇井将人, 橋本慎平, 古谷智久, 二瓶圭二, 唐澤克之, 動体追尾照射法における2方向X線画像解析自作ソフトウェアの基準マーカ検出率の検討, 5, May, 2015, 第28回日本高精度外部照射研究会, 京都.
8. Satoshi Kito, Katsuyuki Karasawa, Keiji Nihei, Kenichi Motoyoshi, Toshinobu Hashimoto, Tomoyuki Okano, Tomohisa Furuya, Shimpei Hashimoto, The Development of New Dynamic Moving Phantom with Four Axes Drives, 57th ASTRO, 18-21, Oct, 2015, San Antonio, USA.
9. Satoshi Kito, Tomoyuki Okano, Kenichi Motoyoshi, Manabu Kanda, Toshinobu Hashimoto, Tomohisa Furuya, Shimpei Hashimoto, Keiji Nihei, Katsuyuki Karasawa, The Characteristics of New Dynamic Moving Phantom for Dynamic Tracking Therapy, 28th JASTRO, 19-21, Nov, 2015, Gumma, Japan.
10. H. Okamoto, et al, Mechanical uncertainty of CyberKnife for metastatic brain tumor patient using Log-file analysis, The 109th Meeting of Japan Society of Medical Physics, Pacifico Yokohama, April 16-19, 2015
11. Shuichi Ozawa, Yuki Kase, Haruo Yamashita, Shigekazu Fukuda, Akifumi Fukumura, Chie Toramatsu, Teiji Nishio, Takeji Sakae, Mutsumi Tashiro, Tatsuki Kanai, Guideline for Physics Quality Assurance of Particle Beam Therapy Equipment, The 15th International Congress of Radiation Research (ICRR 2015), Kyoto, 25- 29, 2015.
12. Tomoki Kimura, Shuichi Ozawa, Teiji Nishio, Yuji Murakami, Yasushi Nagata, Insights on planning target volume prescription in stereotactic body radiotherapy, The 28th Annual Meeting of the Japanese Society for Radiation Oncology, Maebashi, Nov 19-21, 2015.
13. Daisuke Kawahara, Shuichi Ozawa, Tomoki Kimura, Teiji Nishio, Akito Saito, Takeo Nakashima, Yoshimi Oono,

Yuji Murakami, Yasushi Nagata, A dosimetrically equivalent marginal prescription to the isocenter prescription in stereotactic body radiotherapy for stage I non-small cell lung cancer, The 28th Annual Meeting of the Japanese Society for Radiation Oncology, Maebashi, Nov 19-21, 2015

14. 清水秀年 シンポジウム「近年の放射線治療装置における標準線量の確保を考える 持続回転ガントリ型リニアック」 第43回日本放射線技術学会秋季学術大会 金沢市文化ホール 2015.10.10 放射線治療部会誌: 29(2) 21-22

・間接的関連学会発表

1. 西尾禎治、岡本俊、株木重人、谷森達、阿蘇司、中村哲志、平岡真寛、松下慶一郎、宮武彩、“粒子線治療における腫瘍線量応答性観測システムの開発”、日本医学物理学会第110回学術大会、2015年9月19-20日
2. 田中創大、西尾禎治、松下慶一郎、恒田雅人、株木重人、杉浦彰則、上坂充、“陽子線CT画像取得システムの向上”、日本医学物理学会第110回学術大会、2015年9月19-20日
3. 松下慶一郎、西尾禎治、田中創大、恒田雅人、杉浦彰則、家城和夫、“陽子線治療のための標的原子核破砕反応における陽電子放出核生成断面積の測定”、日本医学物理学会第110回学術大会、2015年9月19-20日
4. 山下諄、飯島康太郎、平井早紀、株木重人、高田惇史、窪秀利、谷森達、西尾禎治、国枝悦夫、“電子飛跡検出型コンプトンカメラに用いるガス検出器の基礎的性能評価”、日本医学物理学会第110回学術大会、2015年9月19-20日
5. 中村哲志、漆山秋雄、西尾禎治、黒河千恵、脇田明尚、岡本裕之、伊藤昌司、櫻井良憲、栗田和好、伊丹純、“ホウ素中性子補足療法のための断面積測定の初期検討”、日本医学物理学会第110回学術大会、2015年9月19-20日
6. 多屋隆紀、片岡淳、岸本彩、岩本康弘、小出絢子、西尾禎治、黒澤俊介、稲庭拓、“粒子線治療オンラインモニター実現に向けた携帯型コンプトンカメラによるガンマ線イメージング検証”、日本医学物理学会第110回学術大会、2015年9月19-20日
7. 渡辺宝、伊東良和、内田智久、榎本良治、加賀屋美佳、片桐秀明、加納大輔、佐藤一弘、佐藤亘、武田徹、田中真伸、西尾禎治、花房龍治、村石浩、細川正男、吉田龍生、若松諒、和田清人、“コンプトンカメラ法による全天球RIイメージングモニターの開発”、日本医学物理学会第110回学術大会、2015年9月19-20日
8. 平田雄一、宮本直樹、松浦妙子、藤井祐介、梅垣菊男、清水森人、市川芳明、吉田光宏、平本和夫、篠川毅、金子周史、安藤裕、中村光宏、横田憲治、西尾禎治、平岡真寛、白土博樹、“International standardization of complex real-time controlled radiotherapy systems for a moving target”、日本医学物理学会第110回学術大会、2015年9月19-20日
9. 加賀屋美佳、若松諒、榎本良治、片桐秀明、加納大輔、西尾禎治、花房龍治、細川正男、伊東良和、村石浩、佐藤一弘、佐藤亘、武田徹、田中真伸、内田智久、和田清人、渡辺宝、吉田龍生、“ガンマ線の到来方向がわかるコンプトン型サーベイメータの開発”、日本医学物理学会第110回学術大会、2015年9月19-20日
10. 渡辺宝、伊東良和、内田智久、榎本良治、加賀屋美佳、片桐秀明、加納大輔、佐藤一弘、佐藤亘、武田徹、田中真伸、中山浩平、西尾禎治、花房龍治、村石浩、細川正男、吉田龍生、若松諒、和田清人、“コンプトンカメラ法による高感度360°パノラマRIイメージングモニターの開発”、第34回日本医用画像工学会大会、2015年7月30-8月1日
11. 西尾禎治、“核医学画像情報を活用した新たな粒子線治療法の研究”、指名講演 第54回千葉核医学研究会、2015年6月20日
12. S. Hirai, K. Iijima, S. Kabuki, A. Takada, S. Komura, H. Kubo, T. Tanimori, T. Okamoto, T. Nishio, E. Kunieda, “Performance evaluation of GSO pixel scintillator array for an Electron-tracking Compton camera,” The 109th Scientific Meeting of JSMP, Yokohama, April 16-19, 2015.
13. K. Iijima, S. Hirai, S. Kabuki, A. Takada, H. Kubo, T. Tanimori, T. Okamoto, T. Nishio, E. Kunieda, “A basic study of an electron-tracking algorithm for an electron-tracking Compton camera,” The 109th Scientific Meeting of JSMP, Yokohama, April 16-19, 2015.
14. 小川博明、遠山尚紀、小玉卓史他 乳腺患者における皮膚マークを基準としたAlignRTの認識位置 第28回日本高精度放射線外部照射研究会、2015年5月30日
15. 青木 沙起、三本拓也、小山和也、遠山尚紀他 PET-CT検査におけるCTとPET画像の位置ずれによる定量性

- への影響 日本保健物理学会第48回研究発表会 2015年7月3日
16. 遠山尚紀、放射線治療に必要な検証-通常治療から高精度治療まで-、第15回鹿児島放射線治療技術研究会、特別講演、2015年12月15日 > 遠山尚紀、がん診療連携拠点病院の現状とアンケート調査結果、放射線治療チーム医療と医療安全に関するシンポジウム、2016年1月11日
 17. 遠山尚紀、治療計画に必要な物理技術的知識、第14回九州放射線治療システム研究会、教育講演、2016年1月30日
 18. 木藤哲史、講演、治療計画装置のQAを改めて見直そう、16, May, 2015, 第69回日本放射線技術学会関東部会、東京。
 19. 木藤哲史、講演、線量計算アルゴリズムの基礎、30, Aug, 2015, 第17回日本放射線腫瘍学会夏季セミナー、金沢。
 20. H. Okamoto, et al, Development of QA tool for evaluation of dwell position of a source in HDR brachytherapy, The 109th Meeting of Japan Society of Medical Physics, Pacifico Yokohama, April 16-19, 2015.
 21. 岡本裕之、他、シンポジウム3：小線源治療における安全性向上の方策(事故の教訓から)、小線源治療部会第17回学術大会プログラム 大宮ソニックシティ市民ホール、平成27年6月27日(土)
 22. Shuichi Ozawa, Shintaro Tsuda, Takeo Nakashima, Akito Saito, Yoshinori Seno, Yoshimi Ohno, Teiji Nishio, Yasushi Nagata, Verification of independent MU calculation with standard beam data and water equivalent depth calculation based on standard CT density table, The 28th Annual Meeting of the Japanese Society for Radiation Oncology, Maebashi, Nov 19-21, 2015.
 23. D Kawahara, S Ozawa, T. Nakashima, M. Aita, S. Tsuda, Y. Ochi, T. Okumura, H. Masuda, Y. Ohno, T. Kimura and Y. Nagata, Availability of Using Diaphragm Matching in Stereotactic Body Radiotherapy (SBRT) at the Time in Breath-Holding SBRT for Liver Cancer, 56th AAPM Annual Meeting, Anaheim, USA, July 12-16, 2015
 24. Nobuki Imano, Ikuno Nishibuchi, Tomoki Kimura, Takeo Nakashima, Takuro Okumura, Hiromi Sakaguchi, Katsumaro Kubo, Hideo Kawabata, Yuki Takeuchi, Yoshiko Doi, Tomoyuki Okabe, Masahiro Kenjo, Shuichi Ozawa, Yuji Murakami, Yasushi Nagata, A Quantitative Index for Phase Selection in Planning of Respiratory Gating Radiation Therapy for Lung Cancer, The 15th International Congress of Radiation Research (ICRR 2015), Kyoto, 25- 29, 2015.
 25. Yen Hwa Lin, Shuichi Ozawa, Uranchimeg Tsegmed, Takeo Nakashima, Shintaro Tsuda, Yusuke Ochi, Daisuke Kawahara, Takuro Okumura, Tomoki Kimura, Yasushi Nagata, Feasibility Study of Stereotactic Liver Radiation Therapy Using High Dose Rate VMAT Multiple Divided Arcs, The 15th International Congress of Radiation Research (ICRR 2015), Kyoto, 25- 29, 2015.
 26. Uranchimeg Tsegmed, Tomoki Kimura, Takeo Nakashima, Yuko Nakamura, Toru Higaki, Nobuki Imano, Yoshiko Doi, Masahiro Kenjo, Shuichi Ozawa, Yuji Murakami, Kazuo Awai, Yasushi Nagata, Functional Image-Guided Stereotactic Body Radiotherapy Planning Using the IMRT Technique for Patients with Hepatocellular Carcinoma, The 15th International Congress of Radiation Research (ICRR 2015), Kyoto, 25- 29, 2015.
 27. 石川 正純、作原 祐介、郡 俊志、斉藤 こず恵、吉田 聖香、「X線透視像に写らない診断X線用超小型線量計の開発」第109回日本医学物理学会学術大会(2015.4.17-19) 横浜
 28. 宮本 直樹、石川 正純、鈴木 隆介、高尾 聖心、松浦 妙子、平田 雄一、加藤 徳雄、清水 伸一、梅垣 菊男、白土 博樹、「体内マーカー運動に基づく呼吸位相評価法の開発と待ち伏せ照射の高精度化への応用」第109回日本医学物理学会学術大会(2015.4.17-19) 横浜
 29. 小林 勇太、明神 美弥子、結城 孝仁、石川 正純、「CBCT to Density Table for CBCT Based Dose Calculation」第110回日本医学物理学会学術大会(2015.9.18-20) 札幌
 30. 石川 正純、長瀬 尚巳、太田 真緒、藤田 勝久、平塚 純一、白土 博樹、「体内線量測定を目的とした高精度分光型SOF線量計の開発」第110回日本医学物理学会学術大会(2015.9.18-20) 札幌
 31. 小島 秀樹、瀧上 誠、浅野 友洋、相澤 一宏、畑中 康裕、石川 正純、「パルス当たりの線量率と電離箱線量計の計測誤差に関する考察」第110回日本医学物理学会学術大会(2015.9.18-20) 札幌
 32. 小川原 亮、右近 直之、白土 博樹、石川 正純、「可視光輸送計算を用いた対向型PET装置におけるTime-Of-Flightシミュレーション」第110回日本医学物理学会学術大会(2015.9.18-20) 札幌
 33. M. Ishikawa, S. Tanabe, S. Yamaguchi, N. Ukon, K. Sutherland, N. Miyamoto, R. Suzuki, N. Katoh, K. Yasuda, H. Shirato, “Feasibility study on real-time tumor tracking using a parallel plane PET,” 2015 IEEE Nuclear Science Symposium and Medical Imaging Conference (2015.10.31-11.7) San Diego
 34. M Ishikawa, K Nakagawa, T Igarashi, Y Furuhashi, “Development of Ultra-miniature Invisible Dosimeter Using

- Scintillator with Optical Fiber for Diagnostic X-ray Dosimetry,” 101st Scientific Assembly and Annual Meeting of Radiological Society of North America (2015.11.29-12.4) Chicago
35. 黒岡将彦, 野中哲生, 青木麻美, 関口舞, 谷口大樹, 楠輝文, 溝口信貴, 萩原靖倫, 川上正悟, 早川豊和, 中山優子. 子宮頸癌 IGBT の dose addition 法と dose accumulation 法による臓器線量の比較. 日本放射線腫瘍学会小線源治療部会第 17 回学術大会, 2015 年 6 月 26 日-27 日, 大宮.
 36. Chiyoko Makita, Hiroyuki Tachibana, Natsuo Tomita, Arisa Shimizu, Keiichi Takehana, Kana Kimura, Maiko Yoshida, Hidetoshi Shimizu, Takeshi Kodaira Volumetric and Dosimetric Changes of Parotid Glands in 2 Step IMRT for Nasopharyngeal Carcinoma, ICRR, May 26 2015, Kyoto International Conference Center, Poster Presentation
 37. 小嶋友, 佐々木浩二, 清水秀年, 井上和康, 今井美智子, “最上段がMLC装置のコリメータ散乱係数の特性” 日本放射線技術学会第 71 回総会学術大会 2015.4.17 パシフィコ横浜 口述 p203
 38. Tomohiro Shimozato, Kuniyasu Okudaira, Hidetoshi Shimizu, Taiki Isomura, Koji Sasaki, “Examination of the depth dose distribution in electron beam irradiation using applicator with a side view mirror” 第 109 回日本医学物理学学会学術大会 2015.4.18 パシフィコ横浜 口述 医学物理 Vol.35(1), 2015, p203
 39. 清水秀年「実習第一部 Prior to IGRT～放射線治療装置の空間座標系管理～」平成 27 年度 第 2 回名古屋大学放射線治療物理セミナー 名古屋大学医学部附属病院 2015.10.25
 40. Tomo Kojima, Koji Sasaki, Hidetoshi Shimizu, Taiki Isomura, Kazuyasu Inoue, Yasuo Shiota, Michiko Imai, “Characteristics of the high energy photon beam output for the Linac equipped with upper level mounted MLC” 日本放射線腫瘍学会第 28 回学術大会 2015.11.20 ベイシア文化ホール・前橋商工会議所会館
 41. Munefumi Shimbo, Hideyuki Mizuno, Toshiyuki Minemura, Naoki Tohyama, Hiroyuki Okamoto, Shinpei Hashimoto, Shogo Hatanaka, Hidenobu Tachibana, Teiji Nishio. postal dosimetry enforcement preparations for output dose of the high energy electron beam. Japanese Society for Radiation Oncology Proceedings of the 28th Annual Meeting of JASTRO. Nov 19-21, 2015. Maebashi, Japan.
 42. Tachibana H, et al. Toward volume-based independent dose verification as secondary check. 2015 AAPM annual meeting Anaheim, CA, USA. July 12-16, 2015.
 43. Moriya S, Tachibana H, et al. Fast Photon Convolution Calculation with a 3D-Ideal Kernel On the GPU. 2015 AAPM annual meeting Anaheim, CA, USA. July 12-16, 2015.
 44. Kalantzis G, Leventouri T, Tachibana H, et al. A GPU-Based Pencil Beam Algorithm for Dose Calculations in Proton Radiation Therapy 2015 AAPM annual meeting Anaheim, CA, USA. July 12-16, 2015.
 45. Yasuharu S, Tachibana H, et al. The Impact of the Tumor Location to Deformable Image Registration 2015 AAPM annual meeting Anaheim, CA, USA. July 12-16, 2015.
 46. Kurosawa T, Tachibana T, et al. Functional Conformal Planning for Stereotactic Body Radiation Therapy with CT-Pulmonary Ventilation Imaging 2015 AAPM annual meeting Anaheim, CA, USA. July 12-16, 2015.
 47. Takahashi R, Tachibana H, et al. A multi-institutional study of independent dose verification for conventional, SRS and SBRT. 2015 AAPM annual meeting Anaheim, CA, USA. July 12-16, 2015.
 48. Itano M, Yamazaki T, Yamashita M, Ishibashi S, Higuchi Y, Kosaka M, Kobayashi N and Tachibana H. Impact of different independent dose verification software programs for secondary check 2015 AAPM annual meeting Anaheim, CA, USA. July 12-16, 2015.
 49. Kawai D, Takahashi R, Kamima T, Baba H, Yamamoto T, Kubo Y, Ishibashi S, Higuchi Y, Takahashi T, Tachibana H. A multi-institutional study of independent dose verification software program for lung SBRT. 2015 AAPM annual meeting Anaheim, CA, USA. July 12-16, 2015.
 50. Baba H, Kamima T, Takahashi R, Kawai D, Sugawara Y, Yamamoto T, Sato A, Yamashita M and Tachibana H. A multi-institutional study of independent dose verification for IMRT 2015 AAPM annual meeting Anaheim, CA, USA.

51. Kamima T, Takahashi R, Baba H, Yamashita M, Yasuharu S, Sato Y and Tachibana H. A feasibility study of independent dose verification for VMAT 2015 AAPM annual meeting Anaheim, CA, USA. July 12-16, 2015.
52. Uehara R, Tachibana H, et al. Accuracy of Absolute Three-Dimensional Dose Distribution Measurement Using the Delta4 2015 AAPM annual meeting Anaheim, CA, USA. July 12-16, 2015.
53. Photon Treatment Planning 3rd seminar of Medical Physic, provided by Japanese Society for Radiation Oncology Tokyo, Japan 2015
54. IMRT quality assurance program in the National Cancer Center Hospital East Chiba radiotherapy meeting, provided by Chiba radiotherapy chapter Chiba, Japan 2015
55. Tachibana H, et al. Toward volume-based independent dose verification as secondary check. Japanese Society for Radiation Oncology Proceedings of the 28th Annual Meeting of JASTRO. Nov 19-21, 2015. Maebashi, Japan.

(書籍)

1. Y. Nagata (Editor), T. Nishio, “Stereotactic Body Radiation - Therapy Principles and Practices – Part II Basic Principles – Physics,” Springer, 2015.
2. 遠山尚紀、放射線治療の現状と放射線治療チームにおける医学物理士の業務、RadFan 2015年11月臨時増刊号 vol.13 No.14 November
3. 木藤哲史(分担執筆), 5.1.4 項 治療計画装置のアルゴリズム, 原子力・量子・核融合事典第IV分冊, 丸善出版, 2015.
4. Shuichi Ozawa, PartIII Clinical Applications, Verification of Target Localization, Stereotactic Body Radiation Therapy: Principles and Practices, Springer, 2015
5. Yasumasa Nishimura and Ritsuko Komaki (Editors), Hidenobu Tachibana and Tetsuo Akimoto, “Intensity Modulated Radiation Therapy – IGRT for IMRT –, Springer, 2015.