

## 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6月13日現在

機関番号：15401  
 研究種目：基盤研究（B）  
 研究期間：2010～2012  
 課題番号：22390235  
 研究課題名（和文） 画像誘導放射線治療システムを用いた最新体幹部定位照射法と強度変調照射法との開発  
 研究課題名（英文） Development of a new Stereotactic Body Radiation Therapy (SBRT) and Intensity Modulated Radiation therapy (IMRT) technique using an integrated Image Guide Radiation Therapy (IGRT) system  
 研究代表者  
 永田 靖 (NAGATA YASUSHI)  
 広島大学・大学院医歯薬保健学研究院・教授  
 研究者番号：10228033

### 研究成果の概要（和文）：

本研究では、多列CTシミュレータと最新画像誘導放射線治療システムとを用いて、四次元CT画像と呼吸同期CT画像との品質保証(QA)の確立と臨床応用、臓器移動や腫瘍・体輪郭変化に伴う個別化放射線治療システムの臨床応用、VMAT (Volumetric modulated arc therapy)の臨床応用と適応拡大、臓器移動に同期した個別化放射線治療システムと画像誘導放射線治療システムの臨床的評価を行った。

### 研究成果の概要（英文）：

New stereotactic body radiation therapy (SBRT) and intensity modulated radiation therapy (IMRT) techniques using an integrated image guide radiation therapy (IGRT) system were developed. A four dimensional CT treatment planning, a personalized treatment planning using an image distortion software and IGRT technique and clinical applications of volumetric modulated arc therapy (VMAT) were developed.

### 交付決定額

(金額単位：円)

	直接経費	間接経費	合計
2010年度	3,700,000	1,110,000	4,810,000
2011年度	2,400,000	720,000	3,120,000
2012年度	1,600,000	480,000	2,080,000
年度			
年度			
総計	7,700,000	2,310,000	10,010,000

研究分野：放射線腫瘍学

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、強度変調放射線治療、定位照射、画像誘導放射線治療、高精度放射線治療、呼吸同期照射、個別化、四次元治療

#### 1. 研究開始当初の背景

体幹部腫瘍に対する定位放射線照射法は、1980年代にスウェーデンのカロリンスカ病院のBlomgrenらによって最初に開始され、その後1990年代末にわが国においては防衛医大や北見日赤で開始された。我々は1998年より

体幹部定位照射用ボディーフレームを導入し、その十分な精度検証に基づき臨床応用を開始した。2001年には、我々が世界で最初にこのボディーフレームの臨床的精度評価を発表した(Negoro 他)。体幹部定位照射用ボディーフレームを用いた放射線治療計画の詳細につ

いては 2005 年に Takayama らが発表した。また約 150 例に及ぶ臨床経験の中で、とくに I 期肺癌の臨床成績について主任研究者の Nagata が 2005 年に発表し、転移性肺腫瘍に対する臨床成績は Norihisa らが 2008 年に発表し、これらは世界的に注目されている。一方では、世界で最初の体幹部定位照射関連の臨床試験が JCOG 0403 「T1N0M0 非小細胞肺癌に対する体幹部定位放射線治療第 II 相試験」として 2004 年より開始され、症例集積が終了し現在経過観察中である。2004 年よりは、体幹部定位照射は健康保険に収載され、現在では国内約 130 施設で行われるまでに普及してきている。しかし体幹部定位放射線照射は、呼吸器機能患者に行った場合等で、Grade 5 の致命的合併症が全国的にも 0.6%は存在しこれらの解決が重要な課題となっている。一方で、この治療法は米国ではテキサス大学やインディアナ大学を中心として良好な初期成績が報告され、2004 年より RTOG0236 として手術不能肺癌を対象とした第 II 相臨床試験を実施して、その結果 96%と高い局所制御率を報告した。他方ヨーロッパにおいてもドイツがんセンターが中心となって、良好な初期臨床成績を報告し、現在通常照射や手術との比較臨床試験が進行中である。ただ体幹部定位照射は、CT 撮像法、固定具、照射線量、画像照合法が施設間で異なっており、未だに確立された治療方法とは言えない。とくに、現在までに開発されている画像誘導放射線治療装置は、いずれも体幹部定位放射線照射には十分に検証されていない。我々が現在までに開発してきた技術をさらに発展的に用いて、体幹部腫瘍に対して四次元治療計画を応用して最新の定位放射線照射を行う適応放射線治療システムが開発されれば、世界に先駆けた重要な研究となる。

一方で強度変調放射線治療も国内約 50 施設で普及するようになってきているが、まだまだその臨床応用には多くの人材と精度確認管理が必要であり、国内の十分なニーズに答え切れていないのが現状である。このような状況下で新しく強度変調回転照射法 VMAT (Volumetric modulated arc therapy) の概念が導入され、ガントリーの 1 回転の間にリーフ形状のみならず、線量率も変えることにより短時間の強度変調放射線治療が可能になる。我々は新規に導入した画像誘導放射線治療装置を用いて、その精度確認を行った上で臨床

応用をはかる。

## 2. 研究の目的

本研究では、多列 CT シミュレータと画像誘導放射線治療システムとを用いて、最新の体幹部定位放射線照射技術と強度変調照射技術とを開発するために、以下の研究と開発とを行う。

まず従来の三次元 CT に新たな治療時間軸の要素を加味した四次元 CT 画像撮像法、そして放射線治療期間中の腫瘍形状や体輪郭の変化および呼吸機能を反映して種々の時間相に対応した計画が可能な四次元放射線治療計画システムの開発を目指す。次に新たに導入した画像誘導放射線治療装置 IGRT (Image Guided RT system) を用いて、治療室内画像の画像照合装置を利用することにより、最小リスクの最新体幹部定位放射線照射技術を開発する。また新しく開発された強度変調放射線治療 (IMRT) 技術である強度変調回転治療法 (VMAT) の臨床応用検証もあわせて行う。

これらの四次元放射線治療計画システムと画像誘導放射線治療装置とが有機的に結びつくことにより、新たに個別化放射線治療 (Adaptive radiotherapy) が可能となれば、従来の体幹部定位照射法より合併症発生確率の低減が期待できる。また従来体幹部定位照射の適応外とされた高度呼吸機能不能肺癌症例や進行期肺癌、肺癌以外の疾患 (脊椎腫瘍、肝臓癌や膵臓癌、腎臓癌) への適応拡大が期待される。また VMAT 法を用いた IMRT の膵臓癌や小児がん、骨腫瘍、中皮腫、等への適応拡大が期待される。

## 3. 研究の方法

研究方法としては四次元動画 CT 画像と呼吸同期 CT 画像との比較検討、放射線治療期間中の腫瘍や体輪郭の変化や種々の呼吸位相画像に対応した治療計画システムの開発、新たに呼吸機能を反映した線量分布の作成、また治療室内 X 線画像装置を用いて、放射線治療中の体内画像を用いた画像照合システムの開発を行う。また、新しい画像誘導放射線治療装置を用いた VMAT (強度変調回転照射) 法の精度検証を行う。

次に四次元 CT 画像と呼吸同期 CT 画像との品質保証 (QA) の確立と臨床応用、輪郭形状補正 (deformable registration) を行った四

次元治療計画システムの作成、種々の呼吸位相画像を重ね合わせた線量分布計算法の検証、新規画像誘導放射線治療装置のIMATへの臨床応用、臓器移動に同期した適応放射線治療システムの進行期肺癌や脊椎腫瘍、肝臓腫瘍、腎腫瘍への適応拡大、VMATによる強度変調放射線治療の適応拡大を行う。

#### 4. 研究成果

本研究では、多列CTシミュレータと最新放射線治療計画装置、および画像誘導放射線治療システムとを用いて、以下の最新の体幹部定位放射線照射技術と強度変調照射技術の開発を行った。

**1. 四次元CT画像と呼吸同期CT画像との品質保証(QA)の確立と臨床応用:** 四次元CT画像は動きを伴う疾患における放射線治療計画においては非常に有用である。本研究では四次元CTと呼吸同期CT画像との品質保証法を検討した。体幹部定位照射の対象となる肺癌患者より四次元CT画像を撮像し、その精度を評価した。

**2. 臓器移動や腫瘍・体輪郭変化に伴う個別化放射線治療システムの臨床応用:** 四次元治療計画を、呼吸性移動を伴う進行期肺癌患者への臨床応用を開始した。特に進行期肺癌は元々の腫瘍体積が大きいために、腫瘍縮小による合併症軽減効果が期待できる。また治療経過中に腫瘍や体輪郭形状が大きく変化する頭頸部癌における四次元放射線治療計画の有用性も評価した。

**3. VMAT (Volumetric modulated arc therapy)の臨床応用と適応拡大:** VMAT (Volumetric modulated arc therapy)の臨床応用を行った。具体的には上咽頭癌、中咽頭癌を中心とした頭頸部癌の臨床症例を多数例蓄積したのみならず、新規の拡大適応として、頸部食道癌、脳腫瘍、胸膜中皮腫への臨床応用を行った。

**4. 臓器移動に同期した個別化放射線治療システムの臨床的評価と画像誘導放射線治療システムの臨床的評価:** 以上の四次元治療計画を用いて、体幹部定位照射の肝癌、腎癌への適応を拡大した。特に、肝臓癌では、X線画像で腫瘍位置の確認が困難なため四次元放射線治療計画の意義は高い。現在までの肝臓癌に対する定位照射の局所制御率は非常に高い。

#### 5. 主な発表論文等

(研究代表者、研究分担者及び連携研究者には下線)

[雑誌論文] (計15件)

1. Honda Y, Kimura T, Aikata H, Kobayashi T, Fukuhara T, Masaki K, Nakahara T, Naeshiro N, Ono A, Miyaki D, Nagaoki Y, Kawaoka T, Takaki S, Hiramatsu A, Ishikawa M, Kakizawa H, Kenjo M, Takahashi S, Awai K, Nagata Y, Chayama K. Stereotactic body radiation therapy combined with transcatheter arterial chemoembolization for small hepatocellular carcinoma. *J Gastroenterol Hepatol.* 査読有, 28巻, 2012年, pp530-536.
2. Fujioka C, Funama Y, Kiguchi M, Ishifuro M, Kihara Y, Nagata Y, Awai K. Coronary artery calcium scoring on different 64-detector scanners using a low-tube voltage (80 kVp). *Acad Radiol*, 査読有, 19巻, 2012年, pp1402-1407.
3. Norihisa Y, Mizowaki T, Takayama K, Miyabe Y, Matsugi K, Matsuo Y, Narabayashi M, Sakanaka K, Nakamura A, Nagata Y, Hiraoka M. Detailed dosimetric evaluation of intensity-modulated radiation therapy plans created for stage C prostate cancer based on a planning protocol. *Int J Clin Oncol*, 査読有, 17巻, 2012年, pp55-511.
4. Kaneyasu Y, Kita M, Okawa T, Maebayashi K, Kohno M, Sonoda T, Hirabayashi H, Nagata Y, Mitsuhashi N. Treatment outcome of medium-dose-rate intracavitary brachytherapy for carcinoma of the uterine cervix: comparison with low-dose-rate intracavitary brachytherapy. *Int J Radiat Oncol Biol Phys.* 査読有, 84巻, 2012年, pp137-145.
5. Emi M, Hihara J, Hamai Y, Aoki Y, Okada M, Kenjo M, Murakami Y. Neoadjuvant chemoradiotherapy with docetaxel, cisplatin, and 5-fluorouracil for esophageal cancer. *Cancer Chemother Pharmacol*, 査読有, 69巻, 2012年, pp1499-1505.
6. 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 radia

- tion therapy for lung cancer. *Int J Radiat Oncol Biol Phys.* 査読有, 83 卷, 2012年, ppe545-e549.
7. Murakami Y, Nagata Y, Kimura T, Kenjo M, Kaneyasu Y, et.al. Long-term outcomes of intraluminal brachytherapy in combination with external beam radiotherapy for superficial esophageal cancer. *Int J Clin Oncol*, 査読有, 17卷, 2012年, pp263-271.
  8. 木村智樹, 西淵いくの, 村上祐司, 権丈雅浩, 兼安祐子, 永田 靖. 4次元照射と呼吸同期照射, 肺癌, 査読有, 52卷, 2012年, pp174-181.
  9. Kimura T, Nishibuchi I, Murakami Y, Kenjo M, Kaneyasu Y, Nagata Y. Functional image-guided radiotherapy planning in respiratory-gated intensity-modulated radiotherapy for lung cancer patients with chronic obstructive pulmonary disease. *Int J Radiat Oncol Biol Phys.* 査読有, 82卷, 2012年, ppe663-e670.
  10. Nagata Y. In reply to Drs. Atalar, Caglar, and Ozyar, *Int J Radiat Oncol Biol Phys.* 査読有, 83卷, 2012年, pp521.
  11. Matsuo Y, Shibuya K, Nagata Y, Norihisa Y, Narabayashi M, Sakanaka K, Ueki N, Mizowaki T, Hiraoka M. Preliminary report of late recurrences, at 5 years or more, after stereotactic body radiation therapy for non-small cell lung cancer. *J Thorac Oncol.* 査読有, 7卷, 2012年, pp453-456.
  12. Nagata Y, Wulf J, Lax I, Timmerman R, Zimmermann F, Stojkovski I, Jeremic B. Stereotactic radiotherapy of primary lung cancer and other targets: results of consultant meeting of the International Atomic Energy Agency. *International Journal of Radiation Oncology Biology Physics.* 査読有, 79 卷, 2011年, pp660-669.
  13. Kimura T, Togami T, Takashima H, Nishiyama Y, Ohkawa M, Nagata Y. Radiation pneumonitis in patients with lung and mediastinal tumours: a retrospective study of risk factors focused on pulmonary emphysema. *British Journal of Radiology*, 査読有, 79 卷, 2011年, pp135-141.
  14. Onishi H, Shirato H, Nagata Y, Hiraoka M, Fujino M, Gomi K, Karasawa K, Hayakawa K, Niibe Y, Takai Y, Kimura T, Takeda A, Ouchi A, Hareyama M, Kokubo M, Kozuka T, Arimoto T, Hara R, Itami J, Araki T.: Stereotactic body radiotherapy (SBRT) for operable stage I non-small-cell lung cancer: can SBRT be comparable to surgery?. *Int J Radiat Oncol Biol Phys.* 査読有, 81 卷, 2011年, 1352-1358.
  15. Zimmermann F, Wulf J, Lax I, Nagata Y, Timmerman R.D, Stojkovski I, Jeremic B, Heide J, Schmittl A, Kaiser D, Hinkelbein W. Stereotactic body radiation therapy for early non-small cell lung cancer. *Frontier Radiation of Therapy Oncology.* 査読有, 42 卷, 2010年, pp94-114.
- [学会発表] (計 48 件)
1. 永田 靖. 肺癌の定位放射線治療における標準化と個別化. 第 26 回日本高精度放射線外部照射研究会. 2013 年 02 月 23 日, 京都市.
  2. 木村智樹, 権丈雅浩, 兼安祐子, 村上祐司, 永田 靖, 他. 広島大学病院における HCC に対する定位放射線治療の成績. 第 26 回日本高精度放射線外部照射研究会. 2013 年 02 月 23 日, 京都市.
  3. Kenjo M, Kaneyasu Y, Murakami Y, Kimura T, Nagata Y. et.al. Small CTV might be appropriate in concurrent chemoradiotherapy for low-grade glioma. The radiological society of North America 98th scientific assembly and annual meeting. 2012 年 11 月 25 日~2012 年 11 月 30 日, Chicago, USA.
  4. 木村智樹, 村上祐司, 権丈雅浩, 永田 靖, 他. 悪性胸膜中皮腫による VMAT (volumetric modulated arc therapy) の初期治療経験. 日本放射線腫瘍学会第 25 回学術大会, 2012 年 11 月 23 日~2012 年 11 月 25 日, 東京都.
  5. 兼安祐子, 永田 靖, 他. 子宮頸癌治療後の QOL に関する全国調査-放射線療法群と手術療法群の比較-. 日本放射線腫瘍学会第 25 回学術大会, 2012 年 11 月 23 日~2012 年 11 月 25 日, 東京都.
  6. 土井歆子, 権丈雅浩, 兼安祐子, 木村智樹, 村上祐司, 永田 靖, 他. 放射線治療における有害事象: 過去の被曝歴に注目して. 日本放射線腫瘍学会第 25 回学術大会, 2012 年 11 月 23 日~2012 年 11 月 25 日, 東京都.
  7. 廣川淳一, 木村智樹, 権丈雅浩, 兼安祐子, 村上祐司, 永田 靖, 他. I 期肺癌に対する 48Gy/4 回 (superposition 法) を用いた定位照射治療成績. 日本放射線腫瘍学会第 25 回学術大会, 2012 年

- 11月23日～2012年11月25日，東京都。
8. 中島健雄，永田 靖，他. VMATにおけるArcCHECKの測定結果と3DVHによる患者線量予測結果の比較. 日本放射線腫瘍学会第25回学術大会，2012年11月23日～2012年11月25日，東京都。
  9. 木村智樹，村上祐司，権丈雅浩，永田 靖. 悪性胸膜中皮腫によるVMAT (volumetric modulated arc therapy) の初期治療経験. 第3回JMIG研究会. 2012年11月17日，京都市。
  10. Nagata Y., et.al. Stereotactic body radiation therapy for TINOMO non-small cell lung cancer: first report for inoperable population of a phase II trial by Jaran Clinical Oncology Group (JCOG 0403). Proceedings of the American Society for Radiation Oncology 54rd annual meeting, 2012年10月28日～2012年10月31日, Boston, USA.
  11. Murakami Y., Nagata Y., Kenjo M., Kaneyasu Y., Kimura T. et.al. Treatment results of definitive radiation therapy for elderly patients with esophageal squamous cell carcinoma. Proceedings of the American Society for Radiation Oncology 54rd annual meeting, 2012年10月28日～2012年10月31日, Boston, USA.
  12. Kimura T., Kenjo M., Kaneyasu Y., Murakami Y., Nagata Y. et.al. The treatment results and dosimetric analysis of stereotactic body radiation therapy (SBRT) with transarterial chemoembolization (TACE) for hepatocellular carcinoma (HCC). Proceedings of the American Society for Radiation Oncology 54rd annual meeting, 2012年10月28日～2012年10月31日, Boston, USA.
  13. Takahashi S., Kimura T., Kenjo M., Kaneyasu Y., Murakami Y., Nagata Y. et.al. Portal vein and bile duct toxicity following stereotactic body radiation therapy (SBRT) for hepatocellular carcinoma (HCC). Proceedings of the American Society for Radiation Oncology 54rd annual meeting, 2012年10月28日～2012年10月31日, Boston, USA.
  14. Doi Y., Kenjo M., Kaneyasu Y., Murakami Y., Kimura T., Nagata Y. et.al. The frequency of adverse events by radiation therapy for atomic bomb survivors with cancer. Proceedings of the American Society for Radiation Oncology 54rd annual meeting, 2012年10月28日～2012年10月31日, Boston, USA.
  15. Nishibuchi I., Nagata Y. et.al, Reorganization of damaged chromatin by the exchange of histone variant H2A.Z-2. Proceedings of the American Society for Radiation Oncology 54rd annual meeting, 2012年10月28日～2012年10月31日, Boston, USA.
  16. 村上 祐司. 食道がん. 第14回放射線腫瘍学夏季セミナー，2012年8月25-26日，北九州市。
  17. 永田 靖. 放射線療法：IMRT最前線. 第10回日本臨床腫瘍学会，2012年07月26日～2012年07月28日，大阪市。
  18. 永田 靖. 先端技術が切り拓く高精度放射線治療の最前線. 第19回日本癌学会市民公開講座（招待講演），2012年06月09日，広島市。
  19. 兼安祐子，永田 靖，他. 乳房温存療法後の皮膚乾燥についての検討-特に保湿剤使用例について-. 第20回日本乳癌学会，2012年06月28日～2012年06月30日，熊本市。
  20. 村上祐司，権丈雅浩，兼安祐子，木村智樹，永田 靖，他. 食道癌術後リンパ節転移に対する化学放射線治療成績. 第66回日本食道学会，2012年06月21日～2012年06月22日，軽井沢市。
  21. 兼安祐子. EORTC QLQ-CX24 の日本語訳作成と子宮頸癌放射線治療後のQOL. 第60回中国・四国放射線治療懇話会，2012年06月16日，岡山市。
  22. Murakami Y., Nagata Y., Kenjo M., Kaneyasu Y., Kimura T., et.al. Treatment results of chemoradiotherapy for stage I esophageal squamous cell carcinoma. The 10th Asian Clinical Oncology Society, 2012年06月13日～2012年06月15日, Seoul, Korea.
  23. 兼安祐子，木村智樹，村上祐司，権丈雅浩，永田 靖，他. III期子宮頸部扁平上皮癌に対する動注化学放射線療法の治療成績，日本放射線腫瘍学会小線源治療部会第14回研究会，2012年05月26日～2012年05月27日，軽井沢市。
  24. 永田 靖，木村智樹，村上祐司，権丈雅浩，兼安祐子，他. 体幹部定位放射線治療の現状と未来 肺癌，第71回日本医学放射線学会総会，2012年04月12日～2012年04月15日，横浜市。
  25. 村上祐司，権丈雅浩，兼安祐子，木村智樹，永田 靖，他. 食道癌術後リンパ節再発例に対する救済化学放射線治療成績，第71回日本医学放射線学会総会，2012年04月12日～2012年04月15日，横浜市。

- 5日, 横浜市.
26. 兼安祐子, 木村智樹, 村上祐司, 権丈雅浩, 永田 靖, 他. 子宮体癌に対する超音波ガイド下根治的放射線治療, 第71回日本医学放射線学会総会, 2012年04月12日~2012年04月15日, 横浜市.
  27. 権丈雅浩, 村上祐司, 木村智樹, 兼安祐子, 永田 靖, 他. Grade2 神経膠腫症例に対する化学放射線療法の検討, 第71回日本医学放射線学会総会, 2012年04月12日~2012年04月15日, 横浜市.
  28. 永田 靖, 肺がんに対する体幹部定位放射線治療の現状, 第17回北摂肺がん治療フォーラム(招待講演), 2012年3月17日, 高槻市.
  29. Nagata Y. Present status of stereotactic body radiation therapy (SBRT) in japan based on J-CERG survey. 第2回分子追跡放射線治療国際会議(招待講演), 2012年2月16日, 京都市.
  30. 永田 靖, 放射線治療の現状と展望, 第22回那須画像セミナー(招待講演), 2012年1月21日, 大田原市.
  31. 永田 靖, I、II期非小細胞肺癌に対する放射線治療, 第52回日本肺癌学会, 2011年11月4日, 大阪市.
  32. 永田 靖, 他, 高精度放射線治療の現状, 第9回日本臨床腫瘍学会学術集会, 2011年7月21-23日, 横浜市.
  33. 永田 靖, 早期肺癌に対する大幹部定位放射線照射の現状, 第72回岐阜県肺癌研究会・第82回岐阜胸部疾患読影研究会, 2011年6月4日, 岐阜市.
  34. 永田 靖, VMAT の初期経験と物理的検討, 第70回日本医学放射線学会総会(震災の影響によりWeb開催), 2011年5月9-20日, Web上.
  35. 永田 靖, 肺腫瘍に対する体幹部定位放射線照射の現状と展望, 第36回高知県放射線科医学術講演会(招待講演), 2011年4月15日, 高知市.
  36. 永田 靖, Japanese Clinical Oncology Group (JCOG) Prospective Study on Stereotactic Body Radiotherapy (SBRT) for stage I Non-small Cell Lung Cancer (NSCLC), 第1回分子追跡放射線治療国際会議, 2011年2月4日, 京都市.
  37. Nagata Y, et.al., A phase II trial of stereotactic body radiation therapy for operable T1N0M0 non-small cell lung cancer: japan clinical oncology group (JCOG0403). Proceedings of the American Society for Radiation Oncology 52nd annual meeti

ng, 2010年11月1日, サンディエゴ(アメリカ合衆国).

38. 永田 靖, 高精度放射線治療での肺の定位と IMRT/RapidArc, 第46回日本医学放射線学会秋季臨床大会, 2010年9月19日, 横浜市.
39. Nagata Y. Currents status of SBRT in japan. The 15th Workshop of the German-Japanese Radiological Affiliation, 2010年5月22日, 東京都.

[図書] (計7件)

1. 永田 靖, 南江堂, 新臨床腫瘍学 改訂第3版, 2012年, pp193-199.
2. 永田 靖, 南江堂, 臨床放射線腫瘍学, 2012年, pp142-146.
3. 永田 靖, 他, (株)法研, ベスト×ベストシリーズ 名医が語る最新・最良の治療 肺がん, 2012年, pp76-89.
4. 西淵いくの, 永田 靖, 中外医学社, 白血病診療ポケットブック「3.放射線療法」, 2011年, pp112-121.
5. 永田 靖, 木村智樹, 村上祐司, 総合医学社, がん治療レクチャー これだけは知っておきたい!放射線療法Q&A-基本知識と最前線-, 2011年, pp30-35.
6. 永田 靖, 木村智樹, 篠原出版新社, がん・放射線治療法2010別冊 代表的照射野とCTのターゲット, 2010年, pp48-49.
7. 永田 靖, 篠原出版新社, がん・放射線治療法2010, 2010年, pp446-449.

#### 6. 研究組織

##### (1) 研究代表者

永田 靖 (Nagata Yasushi)

広島大学・大学院医歯薬保健学研究院・教授  
研究者番号: 10228033

##### (2) 研究分担者

村上 祐司 (Murakami Yuji)

広島大学・大学院医歯薬保健学研究院・講師  
研究者番号: 10403528

木村 智樹 (Kimura Tomoki)

広島大学・病院・講師

研究者番号: 90379876

兼安 祐子 (Kaneyasu Yuko)

広島大学・大学院医歯薬保健学研究院・助教  
研究者番号: 90204586