

## 科学研究費助成事業 研究成果報告書

平成 29 年 6 月 1 日現在

機関番号：17102

研究種目：基盤研究(C) (一般)

研究期間：2014～2016

課題番号：26461894

研究課題名(和文) 近似症例検索エンジンを用いた放射線治療計画支援システムの開発

研究課題名(英文) Development of Computer-aided Radiotherapy Planning System Using Searching Engine of Previous Similar Cases

研究代表者

吉武 忠正 (Yoshitake, Tadamasa)

九州大学・医学研究院・講師

研究者番号：40452750

交付決定額(研究期間全体)：(直接経費) 3,600,000円

研究成果の概要(和文)：体幹部定位照射を施行したI期肺癌患者81名を過去症例の対象とした。まず、治療計画用CT画像から病変の特徴量を算出し治療計画症例データベースを構築した。次に、新規症例の特徴量から、近似する過去症例を自動的に検索して過去の治療計画が提示される放射線治療計画支援システムを開発した。次に4人の放射線治療医が新規8症例に対して本システムを用いた場合と用いない場合の治療計画に要する時間を計測し、作成した計画の線量指標も比較した。結果はシステムを用いない場合が平均878秒であったのに対して、システムを用いた場合は平均563秒と所要時間の短縮が得られ、線量指標はほぼ同等であり、システムの有用性が証明できた。

研究成果の概要(英文)：The computer-aided radiotherapy planning system (CARPS) has been developed to search similar cases among the previously registered 81 cases and to apply the previous beam directions to new cases, semi-automatically. Four planners performed stereotactic body radiation therapy (SBRT) planning of 8 lung cancer cases with and without CARPS. The elapsed time of these procedure are measured as the planning time. We evaluated the planning time, dosimetric parameters, and subjective evaluation of planners. The planning times with CARPS were shorter than those without CARPS in all planners. There was significant difference between two groups. The dosimetric parameters were equivalent in two groups. In conclusion, the SBRT planning with CARPS using previous similar cases can reduce the planning time with the equivalent dosimetric parameters to those without CARPS.

研究分野：放射線治療

キーワード：放射線治療 コンピュータ支援 体幹部定位放射線治療

### 1. 研究開始当初の背景

放射線治療患者数の増加に伴い、放射線治療医の不足、地域や医療施設間での質のばらつき等、重大な問題が多く発生しているが、放射線治療医数の急増は容易ではない。放射線治療業務の中で、医師の経験と時間を必要とし、かつ重要な部分に、放射線治療計画がある。治療計画の設計では、病変部の同定、危険臓器をはずした照射方向の決定、正常組織の被曝を最小限にした照射方法の選択、照射時再現性の確保、標的病巣内の線量均一性の確保、線量分布の評価、危険臓器への線量の確認、照射歴の確認と過線量照射の回避等が重要であり、これらを総合的に判定した上で、総線量、1回線量、分割方法、照射方向、照射方法等が決定される。ここでの問題点は、これらの判断が症例毎に立てられ、放射線治療医の経験と技量のみ委ねられる点である。そのため治療医の経験によるばらつきが生じ、さらには治療計画に膨大な時間を要し、過重労働の原因ともなっている。また、指導医のいる施設で直接的な教育を長期間受けないと独り立ちできないことも、放射線治療医不足の原因ともなっている。これらの問題点を解決する方法として、短時間に高品質の放射線治療計画を立案するためのサポート、若手放射線治療医の効率的な教育が必要と考えられる。われわれは現在まで、治療計画時に過去の類似画像と比較する方法として、「放射線治療計画支援目的での類似画像検索方法に関する研究」[1,2,3]を分担研究者の有村らとの共同研究で進めてきたが、本研究ではこれをさらに発展させ、視点を変えて、過去の近似した症例を自動的に抽出し、新規治療計画に応用するシステムの構築を企画した。

[1] Arimura, Egashira, Shioyama, et al. *Physics in Medicine and Biology*, 54:665-677, 2009

[2] Arimura, Itano, Nakamura, et al. *J Radiat Res*, 2012 Nov 1;53(6):961-72.

[3] Magome, Arimura, Nakamura, Honda, et al. *J Radiat Res*. 2013 May;54(3):569-77.

### 2. 研究の目的

体幹部定位照射を施行したI期肺癌患者を対象として「治療計画症例データベース」を構築する。次に新規症例と近似する過去症例を複数表示し、その中から最適なものを選択すると、その症例に対する過去の治療計画が提示される「近似症例検索エンジン」を開発する。これらによって構成された「放射線治療計画支援システム」を開発し、その有用性を検証する。

### 3. 研究の方法

九州大学病院にて体幹部定位照射を施行したI期肺癌患者のうち、過去に照射歴・肺の手術歴のない81名を対象とした。まず、治療計画用CT画像から、病変の特徴量とし

て「病変部の位置情報」、「病変部から危険臓器への距離情報」を以下の画像処理エンジンを開発して算出し、その病変の特徴量をメタ情報として付加した過去の「治療計画症例データベース」を構築した。

#### 1) 肺野領域の検出 (肺野領域検出処理)

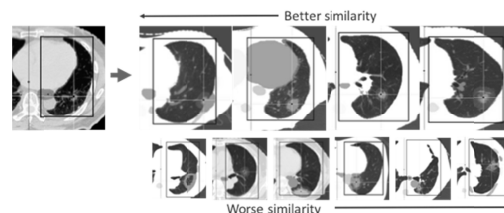
CT値を解析し、肺野候補領域を検出し、気管支などのテクスチャ構造の特徴を解析する。大量の肺野領域のテクスチャ構造を解析した学習データを作成しておき、対象となるテクスチャ構造と学習データとの比較により、肺野領域を判別させた。

#### 3) 肺野における病変位置の算出 (病変位置算出処理)

上記1)で算出された肺野領域と放射線治療医が設定した病変位置から、相対的位置座標として、肺野外接矩形法を用い、病変の相対的位置を算出した。

次に、新規症例の特徴量から、症例データベースに登録された近似する複数の過去症例を自動的に検索して、近似度上位から順に近似症例のサムネイルを表示させ(図1)。その中から最適なものを選択すると、その症例に対する過去の治療計画が提示されるシステムを構築した(「近似症例検索エンジン」)。これらによって構成された「放射線治療計画支援システム」を開発した。

図1. 近似症例検索エンジン



開発した「放射線治療計画支援システム」の有用性を検証するため、両肺上下葉に位置するI期肺癌の新規8症例において、4人の放射線治療医(放射線治療レジデント2人、放射線治療認定2人)による治療計画実験を施行した。8症例に対して、「放射線治療計画支援システム」を用いた場合、用いないで一般的なテンプレートを用了した場合の2回ずつ、治療計画を施行し、計画の所要時間と得られた治療計画の線量パラメータ(Homogeneity index, Conformity index, Lung V20, V10, V5, mean lung dose, Esophagus maximum dose, Spinal cord maximum dose, Heart mean dose, Liver mean dose)を比較した(paired t-test)。

### 4. 研究成果

いずれの放射線治療医においても「放射線治療計画支援システム」を用いた場合、用いない場合と比較して平均治療計画時間が短い傾向であり、統計学的にも両群間に有意差が見られた(図2)。

図 2 . 治療計画時間 (CARPS:放射線治療計画)

	CARPS (+) (sec)	CARPS (-) (sec)
Resident 1	541 ± 193	1012 ± 342
Resident 2	490 ± 188	596 ± 118
Radiation oncologist 1	404 ± 308	1063 ± 461
Radiation oncologist 2	816 ± 381	841 ± 262
Average ± SD	563 ± 308	878 ± 356

P=0.001

支援システム)

一方、線量パラメータの解析では両群間はほぼ同等の結果であった(図3)。以上より、「放射線治療計画支援システム」を用いた体幹部定位放射線治療計画は実行可能であり、有用であると考えられた。

図 3 . 線量パラメータの比較 (CARPS:放射線)

	CARPS (+) (mean ± SD)	CARPS (-) (mean ± SD)	p value
Homogeneity index	1.32 ± 0.04	1.31 ± 0.04	0.14
Conformity index	0.70 ± 0.04	0.71 ± 0.04	0.03
Lung V20 (%)	5.80 ± 3.75	5.74 ± 3.99	0.36
V10 (%)	11.60 ± 6.04	11.12 ± 6.17	0.09
V5 (%)	16.27 ± 7.57	16.58 ± 7.50	0.20
Mean (Gy)	3.80 ± 1.98	3.76 ± 1.97	0.36
Esophagus Max (Gy)	10.74 ± 6.34	10.24 ± 5.93	0.35
Spinal cord Max (Gy)	7.20 ± 3.28	8.86 ± 3.72	<0.01
Liver Mean (Gy)	3.79 ± 2.10	4.54 ± 1.71	0.04
Heart Mean (Gy)	2.74 ± 1.18	2.89 ± 1.56	0.63

治療計画支援システム)

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5件)

1. Ohga S, Nakamura K, Shioyama Y, Sasaki T, Yamaguchi T, Yoshitake T, Terashima K, Asai K, Matsumoto K, Honda H. Treatment Outcome of Radiotherapy for Localized Primary Ocular Adnexal MALT Lymphoma--Prognostic Effect of the AJCC Tumor-Node-Metastasis Clinical Staging System. Anticancer Res. 2015;35(6):3591-7. 査読あり
2. Matsumoto K, Nakamura K, Shioyama Y, Sasaki T, Ohga S, Yamaguchi T, Yoshitake T, Asai K, Kakiuchi G, Honda H. Treatment Planning Comparison for Carbon Ion Radiotherapy, Proton Therapy and Intensity-modulated Radiotherapy for Spinal Sarcoma. Anticancer Res. 2015;35(7):4083-9. 査読あり
3. Asai K, Nakamura K, Shioyama Y, Sasaki

T, Matsuo Y, Ohga S, Yoshitake T, Terashima K, Shinoto M, Matsumoto K, Hirata H, Honda H. Clinical characteristics and outcome of pneumothorax after stereotactic body radiotherapy for lung tumors. Int J Clin Oncol. 2015;20:1117-21. 査読あり

4. Yoshitake T, Shioyama Y, Asai K, Nakamura K, Sasaki T, Ohga S, Kamitani T, Yamaguchi T, Ohshima K, Matsumoto K, Kawanami S, Honda H. Impact of Interstitial Changes on Radiation Pneumonitis After Stereotactic Body Radiation Therapy for Lung Cancer. Anticancer Res. 2015;35(9):4909-13. 査読あり
5. Yoshitake T, Nakamura K, Shioyama Y, Sasaki T, Ohga S, Shinoto M, Terashima K, Asai K, Matsumoto K, Matsuo Y, Baba S, Honda H. Stereotactic body radiation therapy for primary lung cancers clinically diagnosed without pathological confirmation: a single-institution experience. Int J Clin Oncol 2015;20:53-58. 査読あり

[学会発表](計5件)

1. Tadamasa Yoshitake, Satoshi Nomoto, Saiji Ohga, Toshihiro Yamaguchi, Kaori Asai, Hidenari Hirata, Osamu Hisano, Yushi Motomura, Daisuke Maruoka, Tomonari Sasaki, Hiroshi Honda, A preliminary result of computer-aided radiotherapy planning system using previous similar cases for stereotactic body radiotherapy. 第76回日本医学放射線学会 2017年4月14-16日、横浜市
2. Tadamasa Yoshitake, Saiji Ohga, Satoshi Nomoto, Toshihiro Yamaguchi, Kaori Asai, Hidenari Hirata, Osamu Hisano, Yushi Motomura, Akio Hiwatashi, Koji Yoshimoto, Hiroshi Honda. High Pretreatment Neutrophil-to-Lymphocyte Ratio Predicts Poor Survival in Patients with Glioblastoma Treated with Radiation Therapy and Temozolomide. ASTRO2016. 2016年9月24-29日、ボストン市
3. Tadamasa Yoshitake, Tomonari Sasaki, Saiji Ohga, Toshihiro Yamaguchi, Kaori Asai, Keiji Matsumoto, Hiroaki Wakiyama, Osamu Hiasano, Akio Hiwatashi, Koji Yoshimoto, Hiroshi Honda, Outcome of Patients with Glioblastoma Multiforme Treated with Chemoradiotherapy and Bevacizumab. 第

75 回日本医学放射線学会 2016 年 4 月 14  
-17 日、横浜市

4. Tadamasa Yoshitake, Yoshiyuki Shioyama, Kaori Asai, Katsumasa Nakamura, Tomonari Sasaki, Saiji Ohga, Toshihiro Yamaguchi, Keiji Matsumoto, Hiroaki Wakiyama, Takeshi Kamitani, Satoshi Kawanami, Hiroshi Honda. Pulmonary interstitial change is a predictive factor for radiation pneumonitis after stereotactic body radiation therapy for lung cancer patients. ASTRO2015. 2015 年 10 月 17-22 日, サンアントニオ市
5. Tadamasa Yoshitake, Katsumasa Nakamura, Tomonari Sasaki, Saiji Ohga, Toshihiro Yamaguchi, Kaori Ohshima, Keiji Matsumoto, Masato Inamori, Keiko Hiramane, Satoshi Kawanami, Yoshiyuki Shioyama, Hiroshi Honda. Incidence of radiation pneumonitis after multiple courses of stereotactic body radiation therapy for lung cancer patients. ASTRO2014. 2014 年 9 月 14-17 日, サンフランシスコ市

〔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〕

## 6. 研究組織

### (1) 研究代表者

吉武 忠正 (YOSHITAKE, Tadamasa)

九州大学大学院医学研究院・九州連携臨床腫瘍学講座・講師

研究者番号：40452750

### (2) 研究分担者

佐々木 智成 (SASAKI, Tomonari)

九州大学大学院医学研究院・保健学部門医用量子線科学分野

研究者番号：10380437

有村 秀孝 (ARIMURA, Hidetaka)

九州大学大学院医学研究院・保健学部門医用量子線科学分野

研究者番号：20287353

大賀 才路 (OHGA, Saiji)

九州大学大学院医学研究院・臨床放射線科分野

研究者番号：90380427

浅井 佳央里 (ASAI, Kaori)

九州大学大学院医学研究院・臨床放射線科分野

研究者番号：40635471

本田 浩 (HONDA, Hiroshi)

九州大学大学院医学研究院・臨床放射線科分野

研究者番号：90145433

(3) 連携研究者  
なし

(4) 研究協力者  
なし