

令和 6 年 5 月 15 日現在

機関番号：17102

研究種目：基盤研究(C)（一般）

研究期間：2020～2023

課題番号：20K08113

研究課題名（和文）深層学習を応用した肺癌放射線治療後の肺臓炎重症度予測と治療法最適化システムの開発

研究課題名（英文）Prediction system for severity of pneumonitis after radiotherapy for lung cancer and optimization of treatment methods using deep learning

研究代表者

塩山 善之（Shioyama, Yoshiyuki）

九州大学・医学研究院・共同研究員

研究者番号：10323304

交付決定額（研究期間全体）：（直接経費） 3,300,000円

研究成果の概要（和文）：早期肺癌の定位放射線療法を対象にCT画像特徴量を用いたRP予測モデルを構築するとともに、間質性肺炎のマーカー血清KL-6を組合せることの有用性を示した。また、CT画像特徴量により定位照射後の再発リスクを予測可能であることを示した。更に、radiomics scoreと様々な臨床因子（年齢、性別、PS、組織型、腫瘍径など）を複合して用いて局所再発や遠隔転移のリスクをより正確に予測可能か検討した結果、組織型、腫瘍径に加えてradiomic scoreを用いることで、肺癌定位照射後の再発リスクとその形式（局所再発、遠隔転移）を予測することが可能であることが示唆された。

研究成果の学術的意義や社会的意義

肺癌放射線治療において最も重要な有害事象の一つと考えられている放射線肺臓炎に関連する臨床因子および線量・体積パラメータ等は報告されているが、患者毎にそのリスクを正確に予測し治療方法に反映することは困難である。また、治療後の予後予測因子に関する研究も多く行われているが、再発形式を含めたリスク予測に関する研究は少ない。治療法の最適化には、安全性と有効性のバランスが重要で、両者をどちらも予測することが重要である。CT画像特徴量、臨床因子等を組合せることで、症例毎に放射線肺臓炎や再発形式を含めたリスク予測が可能となることが示唆され、本領域の精密医療の進歩に貢献するものと考えられる。

研究成果の概要（英文）：We performed to developed a prediction model of RP using CT imaging features for stereotactic radiotherapy of early-stage lung cancer and showed the usefulness of combining serum KL-6, a marker of interstitial pneumonia, with CT imaging features.

We also showed that CT imaging features can predict the risk of recurrence after stereotactic radiotherapy. Furthermore, we examined whether the combined use of radiomics score and various clinical factors (age, gender, PS, histological type, tumor size, etc.) can predict the risk of local recurrence and distant metastasis more accurately. The results suggest that the risk of recurrence and its pattern (local recurrence, distant metastasis) after stereotactic irradiation of lung cancer can be predicted by using the radiomic score in addition to the histological type and tumor size.

研究分野：Radiation Oncology

キーワード：肺癌 放射線肺臓炎 深層学習 ラディオミクス 重症度予測 再発リスク予測 治療法の最適化

様式 C-19、F-19-1 (共通)

1. 研究開始当初の背景

肺癌は予後不良のがんの1つで、治療法の進歩や診断技術の向上に伴い治療成績は改善傾向ではあるものの、未だ十分ではない。放射線治療は手術が適さない肺癌の治療戦略で重要な役割を担い、早期～局所進行期では根治的治療の柱として選択されている。また、進行期でも緩和治療として広く用いられているが、近年では少数個転移（オリゴ転移）症例では放射線治療を追加することで予後延長も得られることが判ってきており、その役割は益々大きくなってきている。肺癌に対する放射線治療において最も注意が必要な有害事象の1つが放射線肺臓炎であり、時に致死的となることもあり、そのリスク評価ならびに如何にそのリスクを低減するかが重要なテーマとなっている。従来から放射線肺臓炎のリスクを予測する放射線治療計画パラメータとして、肺 V20Gy や肺平均線量 (Mean Lung Dose: MLD) などの指標が用いられてきたが、その発症や重症度には、基礎疾患や既存肺の状態、併用薬剤の有無など様々な因子が影響していることもあり、正確なリスク予測は困難であった。また、上記の指標 (肺 V20Gy, MLD など) が提唱されて以降、強度変調放射線治療 (IMRT) などの高精度照射技術が導入され、線量集中度が高くなる一方で低線量照射体積が拡大する等、これまで用いてきた指標やその基準値のみで治療計画の評価や最適化を行うことに限界も生じている。現在導入が進んでいる IMRT などの高精度放射線治療をより安全かつ有効に普及させる上で、臨床上有用で包括的なリスク予測モデルの構築が必要である。

2. 研究の目的

多層ニューラルネットワークによる機械学習 (いわゆる深層学習) の手法を用いて肺癌放射線治療後の肺臓炎の発症・重症度リスクや治療後の再発リスクおよびパターンを予測するモデルを構築し、放射線治療の最適化および方針決定に応用するシステムの開発に向けた検討を行う。

3. 研究の方法

1) 放射線肺臓炎 (RP) リスク予測に関する研究

定位照射を行った非小細胞肺癌 245 名のトレーニング群 (RP \geq Grade 2: 22 名) と 30 名のテストケース群 (RP \geq Grade 2: 8 名) からなる 275 人の非小細胞肺癌患者を選択。治療計画 CT を肺のテクスチャパターンを定量化するために、合計 486 の Radiomic 特徴量を計算。245 例のトレーニング症例の不均衡データセットから 22 の全 RP 症例と 22-23 の無作為に選択された non-RP 症例からなる 10 のサブセットに分割し、サブセットごとに有意な特徴量の選択、LASSO ロジスティック回帰を用いた予測モデルの構築を行った。さらに、アンサンブル平均モデルを、10 個のモデルの RP 確率を平均化することによって構築した。また、AlexNet-based deep convolutional neural network (DCNN) モデルの予測精度向上における有用性についても検討した。更に、トポロジーベース Betti number (BN) 画像特徴量と間質性肺炎マーカーの1つである血清 KL-6 を組合せて学習させた support vector machine (SVM) モデルを使って RP 発生予測精度をトポロジーBN ベースの画像特徴量やウェーブレットベースの従来法など画像特徴量のみを用いた場合と比較する等した。(図 1, 図 2)

Hirose et al. Scientific Reports 2020, Ninomiya et al. PLOS ONE 2022

2) 肺癌放射線治療後の予後および再発リスク・形式に関する研究

定位照射を根治的治療として行った組織学的に確定された非小細胞肺癌患者 125 名を対象として選択した。Cox 比例ハザードモデルを用いて、CT 原画像および 3 次元ウェーブレット分解画像における肉眼的腫瘍体積 (GTV) から抽出された画像特徴量のうち選択された 5 つラジオミクス特徴 (ヒストグラムおよびテクスチャ特徴量) からラジオミクススコアを算出した。局所制御割合および無転移生存割合と様々な臨床因子 (性別、年齢、Performance status、手術可能性、腫瘍径、組織型) およびラジオミクススコアとの関連を単変量解析および多変量解析により解析した。

また、従来のウェーブレットベースの特徴量、トポロジーベースの特徴量、これら組み合わせた特徴量の再発予測能を比較した。

Shirakawa et al. Anticancer Research 2023, Kodama et al. Thoracic Cancer 2022

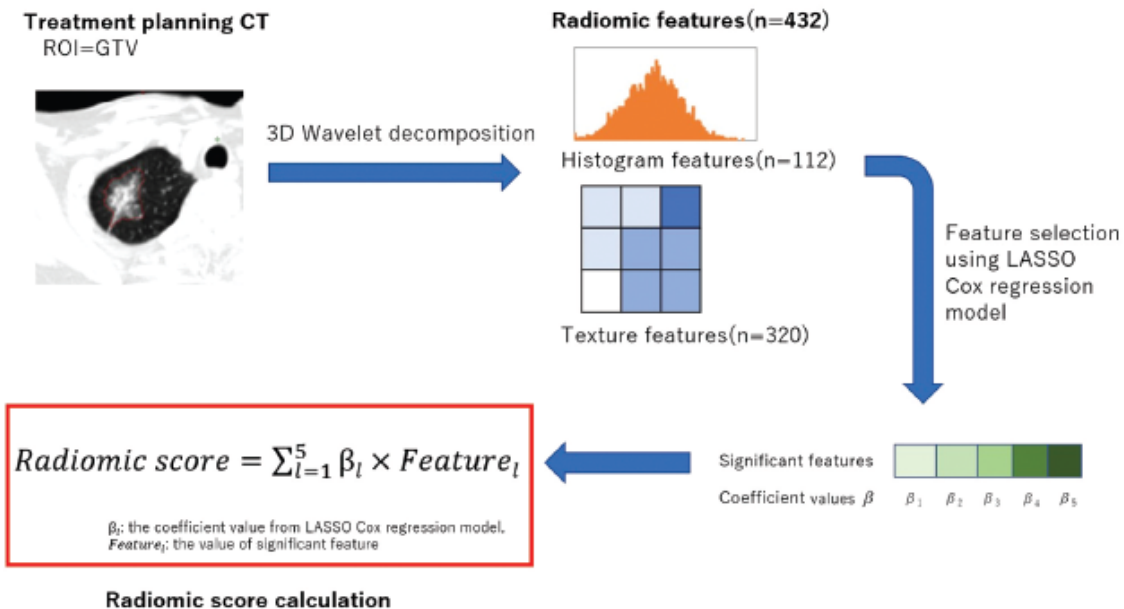


図1. Radiomics score 算出の全体スキーム (Hirose et al. Scientific Reports 2020)

4. 研究成果

1) 放射線肺臓炎リスク予測に関する研究

治療前計画 CT 画像を用いて定位照射後の RP 発症に関する Radiomics ベースの予測モデルを構築した。トレーニング群とテスト群における AUC は、それぞれ 0.871 と 0.756 であった。治療前の計画 CT 画像で計算された Radiomic 特徴量は、肺癌定位照射後の RP を予測するイメージングバイオマーカーとして有用と考えられた。また、DCNN モデルは SBRT 前の RP 予測に利用でき、高線量域の画像パッチを用いることで精度が有意に向上することが示唆された。さらに、トポロジーBN ベース画像特徴量と血清 KL-6 を組合せた SVM モデルは、従来法やトポロジーBN 画像特徴量のみを用いたモデルと比較して優れており (AUC 0.825、Accuracy 0.724)、RP 発症予測の精度向上において有用と考えられた。

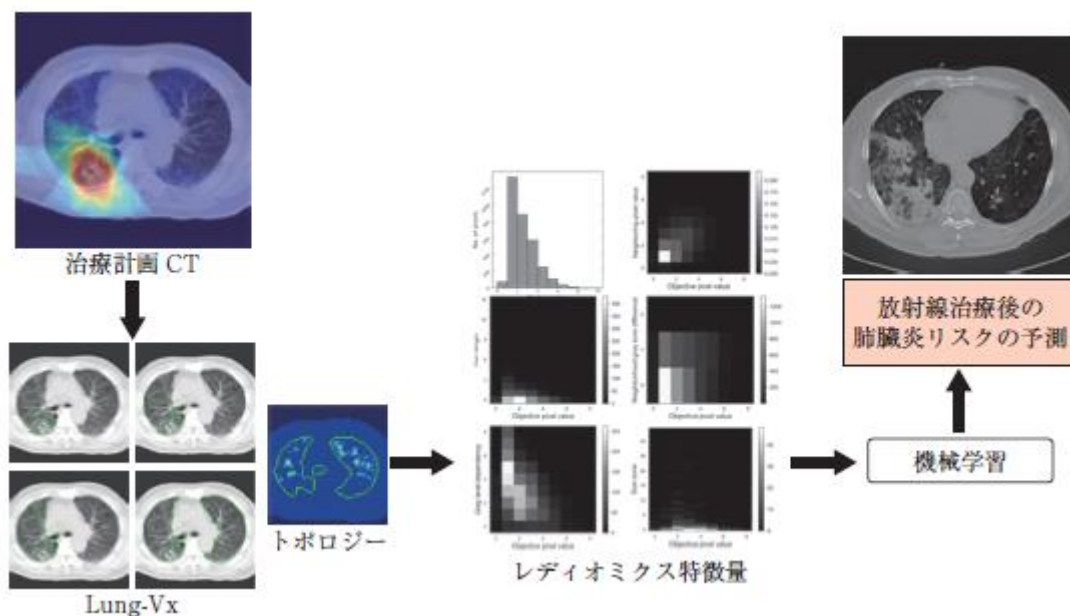


図2. 早期肺癌に対する定位照射後の放射線肺臓炎予測におけるレディオミクスの有用性 (塩山善之他 日本臨牀 最新臨床肺癌学 2022)

2) 肺がん放射線治療後の予後および再発リスク・形式に関する研究

対象症例全体の治療成績は、観察期間中央値 37 ヶ月で、3 年全生存割合 80.9%、無増悪生存割合 61.7%、局所制御割合 75.1%、MFS74.5%であった。多変量解析において、組織型（扁平上皮癌 vs 非扁平上皮癌、 $p=0.0045$ ）、腫瘍径（3cm 超 vs 3cm 以下、 $p=0.039$ ）、およびラジオミクススコア（0.043 超 vs 0.043 以下、 $p=0.042$ ）は局所制御割合と有意に関連し、ラジオミクススコア（0.304 超 vs 0.304 以下、 $p<0.001$ ）と腫瘍径（3cm 超 vs 3cm 以下、 $p=0.0084$ ）は無転移生存割合と有意に関連した。組織型、腫瘍径、ラジオミクススコアは、SBRT 後の NSCLC の再発パターンを予測する重要な因子となることが示唆された。（図 3, 図 4）

従来法、トポロジー法、これら組み合わせた方法の再発予測能を比較した結果、トポロジー法を用いる or 組み合わせることにより再発リスクの予測精度が向上する可能性が示唆された。

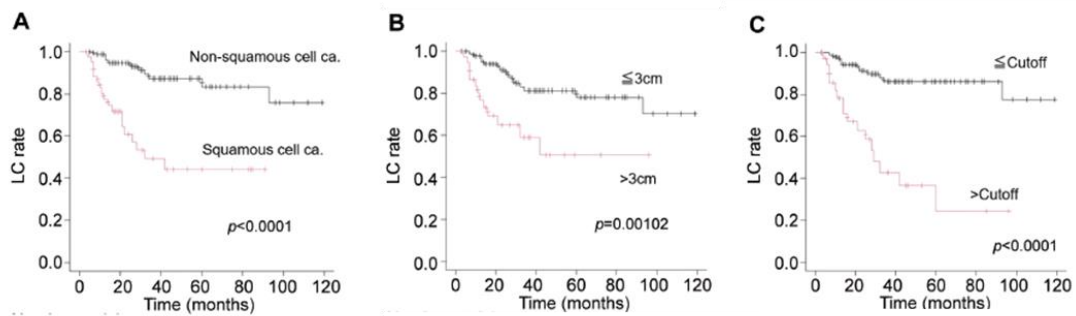


図 3. 局所制御割合：(A)組織型別，(B)腫瘍径別，(C)Radiomic score 別
(Shirakawa et al. Anticancer Research 2023)

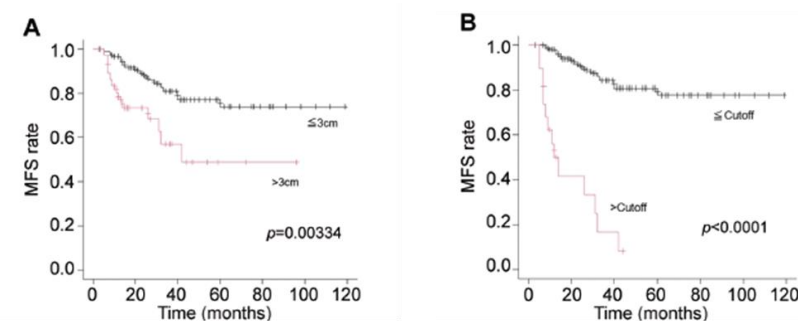


図 4. 無転移生存割合：(A)腫瘍径別，(B) radiomic score 別
(Shirakawa et al. Anticancer Research 2023)

5. 主な発表論文等

〔雑誌論文〕 計23件（うち査読付論文 20件 / うち国際共著 8件 / うちオープンアクセス 18件）

1. 著者名 Kubo Nobuteru, Suefuji Hiroaki, Nakajima Mio, Tokumaru Sunao, Okano Naoko, Yoshida Daisaku, Suzuki Osamu, Ishikawa Hitoshi, Satouchi Miyako, Nakayama Haruhiko, Shioyama Yoshiyuki	4. 巻 183
2. 論文標題 Clinical results of carbon ion radiotherapy for inoperable stage I non-small cell lung cancer: A Japanese national registry study (J-CROS-LUNG)	5. 発行年 2023年
3. 雑誌名 Radiotherapy and Oncology	6. 最初と最後の頁 109640 ~ 109640
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.1016/j.radonc.2023.109640	査読の有無 有
オープンアクセス オープンアクセスとしている (また、その予定である)	国際共著 -
1. 著者名 Okano Naoko, Suefuji Hiroaki, Nakajima Mio, Tokumaru Sunao, Kubo Nobuteru, Yoshida Daisaku, Suzuki Osamu, Ishikawa Hitoshi, Satouchi Miyako, Nakayama Haruhiko, Shioyama Yoshiyuki	4. 巻 64
2. 論文標題 Clinical results of carbon-ion radiotherapy for stage I non-small cell lung cancer with concomitant interstitial lung disease: a Japanese national registry study (J-CROS-LUNG)	5. 発行年 2023年
3. 雑誌名 Journal of Radiation Research	6. 最初と最後の頁 i2 ~ i7
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.1093/jrr/rrad008	査読の有無 有
オープンアクセス オープンアクセスとしている (また、その予定である)	国際共著 -
1. 著者名 Inoue Keiki, Matsukawa Hideaki, Kasai Yuki, Edamitsu Kana, Matsumoto Kazuki, Suetsugu Yoshiki, Hirose Taka-aki, Fukunaga Jun-ichi, Shioyama Yoshiyuki, Sasaki Tomonari	4. 巻 19
2. 論文標題 Difference in target dose distributions between Acuros XB and collapsed cone convolution/superposition and the impact of the tumor locations in clinical cases of stereotactic ablative body radiotherapy for lung cancer	5. 発行年 2023年
3. 雑誌名 Journal of Cancer Research and Therapeutics	6. 最初と最後の頁 1261 ~ 1266
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.4103/jcrt.jcrt_1740_21	査読の有無 有
オープンアクセス オープンアクセスとしている (また、その予定である)	国際共著 -
1. 著者名 Aoki Shuri, Onishi Hiroshi, Karube Masataka, Yamamoto Naoyoshi, Yamashita Hideomi, Shioyama Yoshiyuki, Matsumoto Yasuo, Matsuo Yukinori, Miyakawa Akifumi, Matsushita Haruo, Ishikawa Hitoshi	4. 巻 15
2. 論文標題 Comparative Analysis of Photon Stereotactic Radiotherapy and Carbon-Ion Radiotherapy for Elderly Patients with Stage I Non-Small-Cell Lung Cancer: A Multicenter Retrospective Study	5. 発行年 2023年
3. 雑誌名 Cancers	6. 最初と最後の頁 3633 ~ 3633
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.3390/cancers15143633	査読の有無 有
オープンアクセス オープンアクセスとしている (また、その予定である)	国際共著 -

1. 著者名 Cui Yunhao, Arimura Hidetaka, Yoshitake Tadamasa, Shioyama Yoshiyuki, Yabuuchi Hidetake	4. 巻 46
2. 論文標題 Deep learning model fusion improves lung tumor segmentation accuracy across variable training-to-test dataset ratios	5. 発行年 2023年
3. 雑誌名 Physical and Engineering Sciences in Medicine	6. 最初と最後の頁 1271 ~ 1285
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.1007/s13246-023-01295-8	査読の有無 有
オープンアクセス オープンアクセスとしている (また、その予定である)	国際共著 -

1. 著者名 Hiroshi Onishi, Yoshiyuki Shioyama, Yasuo Matsumoto, Yukinori Matsuo, Akifumi Miyakawa, Hideomi Yamashita, et al.	4. 巻 15
2. 論文標題 Real-World Results of Stereotactic Body Radiotherapy for 399 Medically Operable Patients with Stage I Histology-Proven Non-Small Cell Lung Cancer	5. 発行年 2023年
3. 雑誌名 Cancers	6. 最初と最後の頁 4382 ~ 4382
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.3390/cancers15174382	査読の有無 有
オープンアクセス オープンアクセスとしている (また、その予定である)	国際共著 -

1. 著者名 Tamari Keisuke, Kishigami Maiko, Nagata Yasushi, Mizowaki Takashi, Kodaira Takeshi, Onishi Hiroshi, Ogawa Kazuhiko, Shioyama Yoshiyuki, Shigematsu Naoyuki, Uno Takashi	4. 巻 12
2. 論文標題 The impact of the <scp>COVID</scp> 19 pandemic on radiotherapy delivery in Japan: An observational study based on the national database	5. 発行年 2023年
3. 雑誌名 Cancer Medicine	6. 最初と最後の頁 21032 ~ 21040
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.1002/cam4.6661	査読の有無 有
オープンアクセス オープンアクセスとしている (また、その予定である)	国際共著 -

1. 著者名 Isoyama-Shirakawa Yuko, Yoshitake Tadamasa, Ninomiya Kenta, Asai Kaori, Matsumoto Keiji, Shioyama Yoshiyuki, Kodama Takumi, Ishigami Kousei, Arimura Hidetaka	4. 巻 43
2. 論文標題 Combination of Clinical Factors and Radiomics Can Predict Local Recurrence and Metastasis After Stereotactic Body Radiotherapy for Non-small Cell Lung Cancer	5. 発行年 2023年
3. 雑誌名 Anticancer Research	6. 最初と最後の頁 5003 ~ 5013
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.21873/anticanres.16699	査読の有無 有
オープンアクセス オープンアクセスとしている (また、その予定である)	国際共著 -

1. 著者名 Kubo Nobuteru, Suefuji Hiroaki, Nakajima Mio, Tokumaru Sunao, Okano Naoko, Yoshida Daisaku, Suzuki Osamu, Ishikawa Hitoshi, Satouchi Miyako, Nakayama Haruhiko, Shimizu Kimihiro, Shioyama Yoshiyuki	4. 巻 19
2. 論文標題 Five-Year Survival Outcomes After Carbon-Ion Radiotherapy for Operable Stage I NSCLC: A Japanese National Registry Study (J-CROS-LUNG)	5. 発行年 2024年
3. 雑誌名 Journal of Thoracic Oncology	6. 最初と最後の頁 491 ~ 499
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.1016/j.jtho.2023.10.016	査読の有無 有
オープンアクセス オープンアクセスとしている (また、その予定である)	国際共著 -

1. 著者名 塩山善之、末藤大明、松延 亮、寺嶋広太郎、戸山真吾、福西かおり、太田稚奈、今福 輝奈、今福輝	4. 巻 100 (8)
2. 論文標題 肺癌治療の新時代—粒子線治療	5. 発行年 2023年
3. 雑誌名 臨床と研究	6. 最初と最後の頁 973-979
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) なし	査読の有無 無
オープンアクセス オープンアクセスではない、又はオープンアクセスが困難	国際共著 -

1. 著者名 Mizuno Norifumi, Okamoto Hiroyuki, Minemura Toshiyuki, Kawamura Shinji, Tohyama Naoki, Kurooka Masahiko, Kawamorita Ryu, Nakamura Masaru, Ito Yoshinori, Shioyama Yoshiyuki, Aoyama Hidefumi, Igaki Hiroshi	4. 巻 179
2. 論文標題 Establishing quality indicators to comprehensively assess quality assurance and patient safety in radiotherapy and their relationship with an institution's background	5. 発行年 2023年
3. 雑誌名 Radiotherapy and Oncology	6. 最初と最後の頁 e109452
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.1016/j.radonc.2022.109452	査読の有無 有
オープンアクセス オープンアクセスではない、又はオープンアクセスが困難	国際共著 -

1. 著者名 Kodama Takumi, Arimura Hidetaka, Shirakawa Yuko, Ninomiya Kenta, Yoshitake Tadamasu, Shioyama Yoshiyuki	4. 巻 13
2. 論文標題 Relapse predictability of topological signature on pretreatment planning CT images of stage I non small cell lung cancer patients before treatment with stereotactic ablative radiotherapy	5. 発行年 2022年
3. 雑誌名 Thoracic Cancer	6. 最初と最後の頁 2117 ~ 2126
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.1111/1759-7714.14483	査読の有無 有
オープンアクセス オープンアクセスとしている (また、その予定である)	国際共著 -

1. 著者名 Ninomiya Kenta, Arimura Hidetaka, Yoshitake Tadamasa, Hirose Taka-aki, Shioyama Yoshiyuki	4. 巻 17
2. 論文標題 Synergistic combination of a topologically invariant imaging signature and a biomarker for the accurate prediction of symptomatic radiation pneumonitis before stereotactic ablative radiotherapy for lung cancer: A retrospective analysis	5. 発行年 2022年
3. 雑誌名 PLOS ONE	6. 最初と最後の頁 e0263292
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.1371/journal.pone.0263292	査読の有無 有
オープンアクセス オープンアクセスとしている (また、その予定である)	国際共著 -

1. 著者名 塩山善之, 二宮健太, 廣瀬貴章, 兒玉拓巳, 吉武忠正, 有村秀孝	4. 巻 80 (増刊号8)
2. 論文標題 放射線治療における深層学習の応用	5. 発行年 2022年
3. 雑誌名 日本臨牀 最新臨床肺癌学 診断・治療の最新動向 V. 治療	6. 最初と最後の頁 477 ~ 483
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) なし	査読の有無 無
オープンアクセス オープンアクセスではない、又はオープンアクセスが困難	国際共著 -

1. 著者名 Cui Yunhao, Arimura Hidetaka, Nakano Risa, Yoshitake Tadamasa, Shioyama Yoshiyuki, Yabuuchi Hidetake	4. 巻 62
2. 論文標題 Automated approach for segmenting gross tumor volumes for lung cancer stereotactic body radiation therapy using CT-based dense V-networks	5. 発行年 2021年
3. 雑誌名 Journal of Radiation Research	6. 最初と最後の頁 346 ~ 355
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.1093/jrr/rraa132	査読の有無 有
オープンアクセス オープンアクセスとしている (また、その予定である)	国際共著 該当する

1. 著者名 Matsuo Yukinori, Nagata Yasushi, Wakabayashi Masashi, Ishikura Satoshi, Onishi Hiroshi, Kokubo Masaki, Karasawa Katsuyuki, Shioyama Yoshiyuki, Onimaru Rikiya, Hiraoka Masahiro	4. 巻 62
2. 論文標題 Impact of pre-treatment C-reactive protein level and skeletal muscle mass on outcomes after stereotactic body radiotherapy for T1N0M0 non-small cell lung cancer: a supplementary analysis of the Japan Clinical Oncology Group study JCOG0403	5. 発行年 2021年
3. 雑誌名 Journal of Radiation Research	6. 最初と最後の頁 901 ~ 909
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.1093/jrr/rrab065	査読の有無 有
オープンアクセス オープンアクセスとしている (また、その予定である)	国際共著 該当する

1. 著者名 Ninomiya Kenta, Arimura Hidetaka, Yoshitake Tadamasa, Hirose Taka-aki, Shioyama Yoshiyuki	4. 巻 17
2. 論文標題 Synergistic combination of a topologically invariant imaging signature and a biomarker for the accurate prediction of symptomatic radiation pneumonitis before stereotactic ablative radiotherapy for lung cancer: A retrospective analysis	5. 発行年 2022年
3. 雑誌名 PLOS ONE	6. 最初と最後の頁 e0263292
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.1371/journal.pone.0263292	査読の有無 有
オープンアクセス オープンアクセスとしている (また、その予定である)	国際共著 該当する
1. 著者名 廣瀬 貴章、有村 秀孝、二宮 健太、吉武 忠正、福永 淳一、塩山 善之	4. 巻 38
2. 論文標題 肺癌定位放射線治療における治療計画 CT 画像を用いた レディオミクス解析による放射線肺臓炎予測	5. 発行年 2021年
3. 雑誌名 医用画像情報学会雑誌	6. 最初と最後の頁 41 ~ 45
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) なし	査読の有無 無
オープンアクセス オープンアクセスではない、又はオープンアクセスが困難	国際共著 -
1. 著者名 Hotta K., Saeki S., Yamaguchi M., Harada D., Bessho A., Tanaka K., Inoue K., Gemba K., Shiojiri M., Kato Y., Ninomiya T., Kubo T., Kishimoto J., Shioyama Y., Katsui K., Sasaki J., Kiura K., Sugio K.	4. 巻 6
2. 論文標題 Gefitinib induction followed by chemoradiotherapy in EGFR-mutant, locally advanced non-small-cell lung cancer: LOGIK0902/OLCSG0905 phase II study	5. 発行年 2021年
3. 雑誌名 ESMO Open	6. 最初と最後の頁 100191 ~ 100191
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.1016/j.esmoop.2021.100191	査読の有無 有
オープンアクセス オープンアクセスとしている (また、その予定である)	国際共著 該当する
1. 著者名 Hirose Taka-aki, Arimura Hidetaka, Ninomiya Kenta, Yoshitake Tadamasa, Fukunaga Jun-ichi, Shioyama Yoshiyuki	4. 巻 10
2. 論文標題 Radiomic prediction of radiation pneumonitis on pretreatment planning computed tomography images prior to lung cancer stereotactic body radiation therapy	5. 発行年 2020年
3. 雑誌名 Scientific Reports	6. 最初と最後の頁 20424
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.1038/s41598-020-77552-7	査読の有無 有
オープンアクセス オープンアクセスとしている (また、その予定である)	国際共著 該当する

1. 著者名 Cui Yunhao, Arimura Hidetaka, Nakano Risa, Yoshitake Tadamasa, Shioyama Yoshiyuki, Yabuuchi Hidetake	4. 巻 62
2. 論文標題 Automated approach for segmenting gross tumor volumes for lung cancer stereotactic body radiation therapy using CT-based dense V-networks	5. 発行年 2021年
3. 雑誌名 Journal of Radiation Research	6. 最初と最後の頁 346 ~ 355
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.1093/jrr/rraa132	査読の有無 有
オープンアクセス オープンアクセスとしている (また、その予定である)	国際共著 該当する

1. 著者名 Haseai Shu, Arimura Hidetaka, Asai Kaori, Yoshitake Tadamasa, Shioyama Yoshiyuki	4. 巻 13
2. 論文標題 Similar-cases-based planning approaches with beam angle optimizations using water equivalent path length for lung stereotactic body radiation therapy	5. 発行年 2020年
3. 雑誌名 Radiological Physics and Technology	6. 最初と最後の頁 119 ~ 127
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.1007/s12194-020-00558-3	査読の有無 有
オープンアクセス オープンアクセスではない、又はオープンアクセスが困難	国際共著 該当する

1. 著者名 Onishi Hiroshi, Shioyama Yoshiyuki, Matsumoto Yasuo, Shibamoto Yuta, Miyakawa Akifumi, Suzuki Gen, et al	4. 巻 61
2. 論文標題 Stereotactic body radiotherapy in patients with lung tumors composed of mainly ground-glass opacity	5. 発行年 2020年
3. 雑誌名 Journal of Radiation Research	6. 最初と最後の頁 426 ~ 430
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.1093/jrr/rraa015	査読の有無 有
オープンアクセス オープンアクセスとしている (また、その予定である)	国際共著 該当する

〔学会発表〕 計24件 (うち招待講演 12件 / うち国際学会 3件)

1. 発表者名 塩山善之
2. 発表標題 肺癌に対する高精度放射線治療の現状と展望
3. 学会等名 第64回日本肺癌学会学術集会 (招待講演)
4. 発表年 2023年

1. 発表者名 福西かおり、松延 亮、末藤大明 寺嶋広太郎、戸山真吾、太田稚奈、塩山善之
2. 発表標題 非小細胞肺癌術後の局所再発に対する 重粒子線治療
3. 学会等名 第64回日本肺癌学会学術集会
4. 発表年 2023年

1. 発表者名 塩山善之
2. 発表標題 頭頸部・気管食道領域癌に対する粒子線治療
3. 学会等名 第74回日本気管食道科学会総会・学術講演会（招待講演）
4. 発表年 2023年

1. 発表者名 塩山善之
2. 発表標題 肺がん高精度放射線治療の現況と展望 - 骨転移診療も含めて -
3. 学会等名 第27回 七隈癌治療フォーラム（招待講演）
4. 発表年 2024年

1. 発表者名 福西かおり、松延 亮、末藤大明 寺嶋広太郎、戸山真吾、太田稚奈、塩山善之
2. 発表標題 非小細胞肺癌術後の局所再発に対する 救済重粒子線治療
3. 学会等名 日本放射線腫瘍学会第36回高精度放射線外部照射部会学術大会
4. 発表年 2023年

1. 発表者名 Yoshiyuki Shioyama
2. 発表標題 Current Status of Carbon-ion Radiotherapy for Early-stage Lung cancer
3. 学会等名 第35回日本放射線腫瘍学会学術大会（招待講演）
4. 発表年 2022年

1. 発表者名 Taka-aki Hirose, Hidetaka Arimura, Yunhao Cui, Kenta Ninomiya, Tamamasa Yoshitake, Jun-ichi Fukunaga, Yoshiyuki Shioyama
2. 発表標題 Pretreatment Prediction of Radiation Pneumonitis Based on Radiomics and Deep Learning after Lung Cancer Stereotactic Body Radiation Therapy
3. 学会等名 The American Association of Physicists in Medicine (AAPM) 64th Annual Meeting (招待講演) (国際学会)
4. 発表年 2022年

1. 発表者名 Yuko Isoyama-Shirakawa, Tamamasa Yoshitake, Kenta Ninomiya, Kaori Asai, Yoshiyuki Shioyama, Kousei Ishigami, Hidetaka Arimura
2. 発表標題 Combination of clinical factors and radiomics can predict recurrence patterns after stereotactic body radiotherapy for non-small cell lung cancer
3. 学会等名 第81回日本医学放射線学会総会
4. 発表年 2022年

1. 発表者名 塩山善之、松延 亮、末藤大明、寺嶋広太郎、戸山真吾、福西かおり
2. 発表標題 間質性肺炎合併早期肺癌に対する粒子線治療
3. 学会等名 第63回日本肺癌学会学術集会 ワークショップ：間質性肺炎合併肺癌の急性増悪に挑む（招待講演）
4. 発表年 2022年

1. 発表者名 塩山 善之, 松延 亮, 末藤 大明, 寺嶋 広太郎, 戸山 真吾, 福西 かおり, 太田 稚奈
2. 発表標題 間質性肺炎合併肺癌に対する粒子線治療
3. 学会等名 第89回日本呼吸器学会・日本結核 非結核性抗酸菌症学会・日本サルコイドーシス/肉芽腫性疾患学会 九州支部秋季学術講演会 シンポジウム:間質性肺炎合併肺癌の治療戦略(招待講演)
4. 発表年 2022年

1. 発表者名 塩山 善之、末藤 大明、松延 亮、寺嶋 広太郎、戸山 真吾、福西 かおり
2. 発表標題 重粒子線がん治療の現状と展望
3. 学会等名 第1回 日本量子医科学会 学術大会(招待講演)
4. 発表年 2021年

1. 発表者名 塩山 善之
2. 発表標題 肺癌に対する最新放射線療法
3. 学会等名 第77回日本放射線技術学会総会学術大会(招待講演)
4. 発表年 2021年

1. 発表者名 塩山 善之
2. 発表標題 肺癌の粒子線治療
3. 学会等名 第62回日本肺癌学会九州支部学術集会/第45回日本呼吸器内視鏡学会九州支部総会(招待講演)
4. 発表年 2022年

1. 発表者名 福西かおり、松延 亮、末藤 大明、寺嶋広太郎、戸山 真吾、塩山 善之
2. 発表標題 非小細胞肺癌術後の局所再発に対する救済重粒子線治療
3. 学会等名 第62回日本肺癌学会九州支部学術集会/第45回日本呼吸器内視鏡学会九州支部総会
4. 発表年 2022年

1. 発表者名 Taka-aki Hirose, Hidetaka Arimura, Yunhao Cui, Kenta Ninomiya, Tadamasa Yoshitake, Jun-ichi Fukunaga, Yoshiyuki Shioyama
2. 発表標題 Deep Learning-Based Prediction of Radiation Pneumonitis after Lung Cancer Stereotactic Body Radiation Therapy
3. 学会等名 第77回日本放射線技術学会総会学術大会
4. 発表年 2021年

1. 発表者名 Taka-aki Hirose, Hidetaka Arimura, Yunhao Cui, Kenta Ninomiya, Tadamasa Yoshitake, Jun-ichi Fukunaga, Yoshiyuki Shioyama
2. 発表標題 Pretreatment Prediction of Radiation Pneumonitis Based on Deep Transfer Learning after Lung Cancer Stereotactic Body Radiation Therapy
3. 学会等名 The 9th Korea-Japan Joint Meeting on Medical Physics (国際学会)
4. 発表年 2021年

1. 発表者名 浅井佳央里, 吉武忠正, 松本圭司, 白川友子, 稲盛真人, 中島孝彰, 塩山善之
2. 発表標題 大腸癌肺転移に対する体幹部定位放射線治療成績
3. 学会等名 日本放射線腫瘍学会第33回高精度放射線外部照射部会学術大会
4. 発表年 2020年

1. 発表者名 吉武忠正, 浅井佳央里, 松本圭司, 白川友子, 稲盛真人, 中島孝彰, 長谷川 悠, 佐々木智成, 西江昭宏, 塩山善之
2. 発表標題 ディープラーニングを用いた骨盤内リンパ節領域の自動抽出システムの構築と検証
3. 学会等名 日本放射線腫瘍学会第33回高精度放射線外部照射部会学術大会
4. 発表年 2020年

1. 発表者名 塩山善之
2. 発表標題 肺癌に対する放射線療法における最近の進歩 ~Recent developments of radiotherapy for lung cancer ~
3. 学会等名 第79回日本医学放射線学会総会 (招待講演)
4. 発表年 2020年

1. 発表者名 塩山善之
2. 発表標題 肺癌に対する放射線療法
3. 学会等名 第61回日本肺癌学会九州支部学術集会 (招待講演)
4. 発表年 2021年

1. 発表者名 小松和樹, 林 直紀, 岡本 圭, 垣内玄雄, 佐藤弘史, 寺嶋広太郎, 塩山善之
2. 発表標題 炭素イオン線治療における肺尖部腫瘍への呼吸による線量影響の評価
3. 学会等名 日本放射線腫瘍学会第34回高精度放射線外部照射部会学術大会
4. 発表年 2021年

1. 発表者名 廣瀬貴章, 有村秀孝, 二宮健太, 吉武忠正, 福永淳一, 塩山善之
2. 発表標題 CT-Radiomics特徴量を用いた非小細胞肺癌定位照射後の放射線肺臓炎予測
3. 学会等名 日本放射線腫瘍学会第33回学術大会
4. 発表年 2020年

1. 発表者名 Taka-aki Hirose, Hidetaka Arimura, Kenta Ninomiya, Tadamasa Yoshitake, Jun-ichi Fukunaga, Yoshiyuki Shioyama
2. 発表標題 Radiomic prediction of radiation pneumonitis on pretreatment planning CT images of lung cancer patients receiving stereotactic body radiation therapy
3. 学会等名 American Association of Physicists in Medicine (AAPM) Annual Meeting 2020 (国際学会)
4. 発表年 2020年

1. 発表者名 Taka-aki Hirose, Hidetaka Arimura, Kenta Ninomiya, Tadamasa Yoshitake, Jun-ichi Fukunaga, Yoshiyuki Shioyama
2. 発表標題 Radiomic prediction of radiation pneumonitis in patients receiving stereotactic body radiation therapy for lung cancer
3. 学会等名 第119回日本医学物理学会学術大会
4. 発表年 2020年

〔図書〕 計3件

1. 著者名 Tadamasa Yoshitake, Akira Matsunobu, Yoshiyuki Shioyama	4. 発行年 2023年
2. 出版社 Springer	5. 総ページ数 325
3. 書名 Stereotactic Body Radiation Therapy; Principles and Practices, Yasushi Nagata Editor	

1. 著者名 塩山善之, 辻 比呂志	4. 発行年 2023年
2. 出版社 Gakken	5. 総ページ数 1386
3. 書名 がん・放射線療法 改訂第8版 大西 洋、唐澤 久美子、石川 仁、西尾 禎治 編集	

1. 著者名 塩山善之	4. 発行年 2023年
2. 出版社 南山堂	5. 総ページ数 481
3. 書名 放射線治療学 改訂第7版 井上 俊彦、小川 和彦、小泉 雅彦 編集	

〔産業財産権〕

〔その他〕

-

6. 研究組織

	氏名 (ローマ字氏名) (研究者番号)	所属研究機関・部局・職 (機関番号)	備考
研究分担者	佐々木 智成 (Sasaki Tomonari) (10380437)	株式会社麻生 (株式会社麻生飯塚病院医学研究推進本部)・ 放射線科・部長 (97106)	
研究分担者	有村 秀孝 (Arimura Hidetaka) (20287353)	九州大学・医学研究院・教授 (17102)	
研究分担者	吉武 忠正 (Yoshitake Tadamasu) (40452750)	九州大学・大学病院・講師 (17102)	

6. 研究組織（つづき）

	氏名 (ローマ字氏名) (研究者番号)	所属研究機関・部局・職 (機関番号)	備考
研究分担者	松本 圭司 (Matsumoto Keiji) (40467907)	九州大学・医学研究院・助教 (17102)	
研究分担者	白川 友子 (イソヤマ友子) (Isoyama-Shirakawa Yuko) (40529830)	九州大学・医学研究院・共同研究員 (17102)	
研究分担者	浅井 佳央里 (Asai Kaori) (40635471)	九州大学・大学病院・助教 (17102)	
研究分担者	廣瀬 貴章 (Hirose Taka-aki) (50608982)	九州大学・大学病院・診療放射線技師 (17102)	

7. 科研費を使用して開催した国際研究集会

〔国際研究集会〕 計0件

8. 本研究に関連して実施した国際共同研究の実施状況

共同研究相手国	相手方研究機関