

科学研究費助成事業 研究成果報告書

令和 2 年 6 月 9 日現在

機関番号：11101

研究種目：基盤研究(C) (一般)

研究期間：2017～2019

課題番号：17K10466

研究課題名(和文) 糖代謝と腫瘍血流量を組み合わせた肺癌定位照射後の予後予測と早期再発診断法の確立

研究課題名(英文) Impact of pretreatment whole-tumor perfusion parameter and glucose metabolism on local control for non-small cell lung cancer treated with stereotactic body radiotherapy

研究代表者

青木 昌彦 (Aoki, Masahiko)

弘前大学・医学研究科・教授

研究者番号：70292141

交付決定額(研究期間全体)：(直接経費) 2,000,000円

研究成果の概要(和文)：体幹部定位放射線治療の治療前評価としてdual energy CTおよびFDG-PETの両方を行った肺癌症例について、腫瘍血流量・低酸素の指標であるヨード密度と悪性度の指標であるSUVmaxに着目し、予後指標としての有用性、両者の関係を明らかにすることを目的に研究を行った。肺癌205例の解析の結果、ヨード密度とSUVmaxに弱い負の相関を認めた。SUVmax高値とヨード密度低値は有意な予後不良因子であり、両者を併せ持つ患者群は体幹部定位照射後の全生存率と局所制御率が明らかに不良であった。今回の研究の結果、SUVmax高値かつヨード密度低値の群は、肺癌定位照射の再発高リスク群と同定された。

研究成果の学術的意義や社会的意義

悪性腫瘍のおよそ8割は好気性環境下においても嫌気性解糖を行っていることが知られており、その様な腫瘍は腫瘍内の酸素分圧に関係なくブドウ糖代謝が亢進している。ブドウ糖代謝は血流低下や栄養不足等の劣悪な環境にあるがんにとってエネルギーを得るための重要な反応であり、がんの増殖にも重要な役割を果たしている。その中でも低酸素下で嫌気性解糖を行っている腫瘍はとりわけ放射線抵抗性かつ悪性度が高いと考えられる。今回の研究の結果、dual energy CTとFDG-PETを行うことにより、その様な腫瘍を事前に絞り込むことができ、それらに対する線量増加や分割法の工夫により治療成績の更なる向上が期待できる。

研究成果の概要(英文)：This study aimed to investigate the correlation between the average iodine density detected by dual-energy CT and the maximum standardized uptake value (SUVmax) yielded by FDG-PET scan, and clarify the usefulness as a prognostic indicator for non-small cell lung cancer treated with stereotactic body radiotherapy. As a result of analysis of 205 lung cancer cases, a weak negative correlation was observed between iodine density and SUVmax. High SUVmax and low iodine density were significant poor prognostic factors. The overall survival rate and local control rate after stereotactic body radiotherapy were clearly poor in the patient group having both factors. This study indicated that the group with high SUVmax and low iodine density was identified as the high risk of recurrence of stereotactic body radiotherapy for non-small cell lung cancer.

研究分野：放射線腫瘍学

キーワード：放射線感受性 低酸素 ブドウ糖代謝 嫌気性解糖 Dual energy CT PET/CT 非小細胞肺癌 体幹部定位放射線治療

科研費による研究は、研究者の自覚と責任において実施するものです。そのため、研究の実施や研究成果の公表等については、国の要請等に基づくものではなく、その研究成果に関する見解や責任は、研究者個人に帰属されます。

様式 C-19、F-19-1、Z-19 (共通)

1. 研究開始当初の背景

肺癌は、我が国におけるがん死亡の第1位にランクされる悪性腫瘍であり、様々な研究が行われているのにも関わらず、5年生存率は全がんの平均よりも下回っている。一方、CT検診等の成果により、早期のうちに発見される患者も増えており、そのような症例には手術を中心とする根治的治療が行われてきた。しかし、高齢や合併症等の理由で手術ができない症例も少なからず存在し、そのような症例に対して、体幹部定位放射線治療は手術に代わる治療法として注目されている。体幹部定位放射線治療は、日本が世界をリードしてきた高精度放射線治療の一つであり、期の肺癌では90%の局所制御率が期待できる。しかし、定位放射線治療は、大線量を腫瘍に集中的に照射しているのにも関わらず、局所再発をきたす症例が10%程度存在する。そこで、予後不良因子を明らかにする研究が日本を中心に世界で行われてきた。これまでに、生物学的な線量(BED $10 < 100$ Gy)、腫瘍の大きさ(>3cm)、組織型(扁平上皮癌)、SUVmax(高値)などが予後不良因子として分かっており、そのような症例に対する線量増加や分割法の工夫を加える意義は大きいと考えられる。

一方、申請者らは、放射線抵抗性に関連する低酸素に着目し、dual-energy CTによる物質分析、特に、腫瘍の血流量や酸素分圧に関わるヨード密度と、放射線治療後の予後との関連性を検討してきた。申請者らは、大きな腫瘍ほどヨード密度が低下していること(JRR 2014)、腫瘍の大きさに関係なくヨード密度が中央値以下の腫瘍では局所再発率が高いこと(JRR 2016)を明らかにした。しかしながら、例外も少なからず存在するため、dual-energy CTを用いた腫瘍の物質分析には限界がある。そこで、今回、腫瘍の悪性度に関わるSUVmaxに着目し、今まで申請者らが行ってきた基盤研究と組み合わせることで再評価すれば、予後予測の精度が増すのではないかとこの着想に至った。

SUVとはPET検査において病変に集積した放射能濃度を薬剤投与量と体重で補正した値であり、関心領域における最も高い値がSUVmaxと表現される。申請者らの肺癌に関する予備的な研究では、SUVmaxが高い症例は扁平上皮癌が多いこと、SUVmaxが高値を示す症例(SUVmax>4)は、放射線治療後の局所再発が多く、全生存率が低いことが明らかとなり、これまで国内外で行われてきた研究に矛盾のないものであった。更に、SUVmaxとヨード密度を組み合わせると、最も局所再発が多い群は、SUVmax高値かつヨード密度低値(中央値以下)であった。逆に、SUVmaxが高値であってもヨード密度が高い腫瘍では局所再発はむしろ少なく、SUVmax高値のみでは予後予測因子としての限界があることも明らかとなった。よって、FDG-PET検査とdual-energy CTによる物質分析を組み合わせると、予後不良群を更に絞り込むことができる可能性がある。

2. 研究の目的

本研究の目的は「SUVmaxにおける腫瘍血流量・低酸素の指標であるヨード密度の意義と役割、および両者を組み合わせた時の予後指標としての有用性について、我が国のがん死亡原因のトップにランクされる肺癌で明らかにすることであり、SUVmaxにヨード密度がどのように関連しているのか、両者を組み合わせたパターンと放射線治療後の予後、再発時のSUVmaxとヨード密度の組み合わせパターンについて明らかにする。具体的には、以下のことについて解明する。

(1) SUVmaxとヨード密度の背景因子と両者の相関関係の解明

まだ充分に分かっていないSUVmaxとヨード密度との相関関係を、両者の背景因子・交絡因子を明確にした上で明らかにする。

(2) SUVmaxとヨード密度を高低で組み合わせた4群の放射線感受性と予後の解明

悪性度の指標であるSUVmaxが高値、かつ放射線抵抗性の指標であるヨード密度が低値の群が、その他の3群と比較して、局所制御率・全生存率とも最も悪いと予想されるが、症例数を増やすとともに、長期の経過観察を行うことによって明らかにする。

(3) 照射後再発腫瘍のSUVmaxとヨード密度の組み合わせパターンの解明

肺癌に対する放射線治療後、放射線肺臓炎が生じるため、現状では照射後の局所再発と肺臓炎との鑑別が困難である。放射線肺臓炎も局所再発もSUVmaxが高値を示すため、FDG-PET検査のみでは鑑別診断の決め手にならない。そこで、FDG-PET検査で局所再発が疑われる症例について、dual-energy CTによる物質分析を加え、血流量等の追加情報が局所再発と放射線肺臓炎の鑑別診断に役立つかどうかを明らかにする。

3. 研究の方法

(1) データベースの構築

平成28年度の夏までに申請者らが体幹部定位放射線治療の直前にdual-energy CTにより物質分析を行った肺癌の症例数は約170例であり、腫瘍のヨード密度(平均値、中央値、標準偏差)のほかに、放射線治療の詳細なデータが匿名化されたデータベースとして保存されている。そのうちFDG-PET検査がほぼ同時期に行われた症例は約160例である。まず、dual-energy CTのデータベースにSUVmaxのデータを連結する。次に、腫瘍の大きさ、組織型、ガス分析(pO₂, pCO₂)、ヘモグロビン、呼吸機能検査、腫瘍-マーカー(SCC、CEA)、身長、体重等、背景因子に関わるデータを電子カルテから収集しデータベースを完成させる。平成29年度中の新規データもデータベースに加え、目標症例数は200例とする。Dual-energy CTの撮影プロトコールについては、

参考文献を踏襲する。肺癌に対する体幹部定位照射の適応となる症例数は弘前大学医学部附属病院では年間 50 例ほどであるため、平成 29 年度中に目標症例数に達すると考えている。

(2) 背景因子と相関関係の解析

申請者らの予備的検討では、ヨード密度に關与する背景因子は腫瘍の大きさのみであった (Aoki M, JRR 2014) が、まだ症例数が少ない段階 (n=57) での検討結果であったため、今回、多数例 (n=200) での再検討を行う。SUVmax についても同様に背景因子を検討する。背景因子の分析により交絡因子を同定した上で、SUVmax とヨード密度の相関関係を解析する。ヨード密度のデータは正規分布ではないことがすでに判明しているため、SUVmax とヨード密度との相関分析には、Spearman の相関分析を用いる。腫瘍の進行によって嫌気性解糖を行っている低酸素細胞の割合が増えると考えられるので、SUVmax とヨード密度の間には負の相関関係があると予想している。しかしながら、相関関係の解析が計画通りに進まないときは、SUVmax の代わりに、MTV (metabolic tumor volume) をあらためて調査し、再解析を行うこととする。MTV は SUV 値を三次元的に合計したものであり、一断面の SUVmax よりも正確に腫瘍のブドウ糖代謝を反映する可能性が最近指摘されているものである。

(3) SUVmax とヨード密度を高低で組み合わせた 4 群の放射線感受性と予後の解析

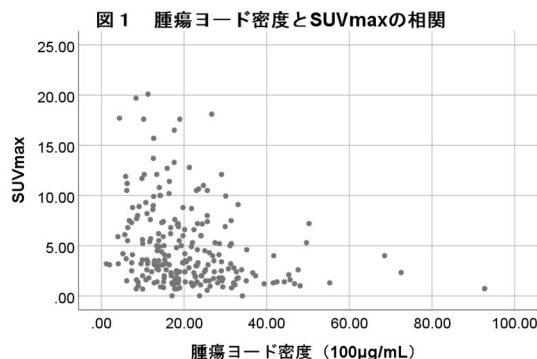
申請者らの予備的検討では、放射線治療後の局所制御率が最も悪かった群は、SUVmax 高値 (>4) かつヨード密度低値 (中央値以下) であった (Aoki M, JRR 2016)。しかし、症例数が少なく、かつ観察期間が短い検討であったため、症例数を 200 例に増やすとともに、観察期間中央値を 3 年として解析を行う。平成 28 年現在の観察期間中央値は 2 年であるため、平成 29 年度のデータを加えても、研究期間内の平成 31 年度末には目標の 3 年を超えると考えている。

4. 研究成果

(1) SUVmax とヨード密度の背景因子と両者の相関関係の解明

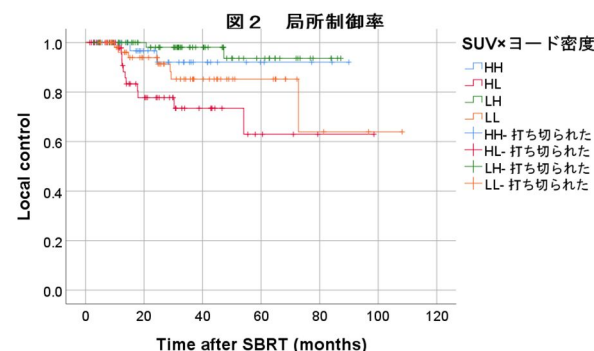
最終年度末までに dual-energy CT を行った症例数は 299 例、FDG-PET を行った症例数は 312 例、両方を行った症例数は 205 例 (228 腫瘍) であり、当初の目標症例数に達した。ヨード密度の背景因子として有意な因子は、腫瘍径と組織型であり、大きな腫瘍と扁平上皮癌のヨード密度は有意に低かった。一方、SUVmax の背景因子として有意な因子は、腫瘍径、性別、組織型、呼吸機能であり、大きい腫瘍、男性、扁平上皮癌、閉塞性肺疾患の SUVmax が有意に高かった。

ヨード密度と SUVmax の相関については、弱い負の相関 ($R=-0.291$, $P=0.000$) を認め、予測通りの結果となった (図 1)。



(2) SUVmax とヨード密度を高低で組み合わせた 4 群の放射線感受性と予後の解明

205 例の最終解析では、観察期間中央値が 30.3 ヶ月で、2 年および 3 年全生存率は、各々 86.9%、78.8%、2 年および 3 年局所制御率は、各々、92.1%、88.1% であった。局所制御に關与する有意な因子は、ヨード密度 ($P=0.000$)、SUVmax ($P=0.025$)、組織型 ($P=0.010$)、全生存に關与する有意な因子は、SUVmax ($P=0.033$)、全身状態 ($P=0.000$) であった。更に、SUVmax を 4.0、ヨード密度を中央値で 4 群に分けて、全生存率と局所制御率を検討した結果、SUVmax 高値かつヨード密度低値の群が、いずれも有意に不良であった。SUVmax 高値かつヨード密度低値群の 3 年全生存率および 3 年局所制御率は、各々、58.9%、73.4% であったのに対し、その他の 3 群は、各々、75.0-91.3%、85.2-98.1% であった。SUVmax 高値かつヨード密度低値の群は、嫌気性解糖を活発に行っている腫瘍を示唆し、肺癌定位照射の再発高リスク群と同定された (図 2)。本研究の成果は、英文誌 (Hirosaki MED J 2019) および学会等で報告した。



(3) 照射後再発腫瘍の SUVmax とヨード密度の組み合わせパターンの解明

観察期間中、22 例に局所再発を認め、その半数が治療前評価で SUVmax 高値かつヨード密度低値の再発高リスク群であった。いずれも経時的に明らかな再増大を来していたため、dual-energy CT による再発と肺臓炎との鑑別を要する症例はいなかった。今後も慎重に経過観察を継続し、照射後再発腫瘍の SUVmax とヨード密度の組み合わせパターンについて検討を加える予定である。

5. 主な発表論文等

〔雑誌論文〕 計15件（うち査読付論文 14件／うち国際共著 0件／うちオープンアクセス 13件）

1. 著者名 Aoki M, Hatayama Y, Kawaguchi H, Sato M, Tanaka M, Fujioka I, Ichise K, Hirose K, Takai Y	4. 巻 69
2. 論文標題 Stereotactic body radiotherapy for lung tumors: Basic principles and clinical results	5. 発行年 2019年
3. 雑誌名 Hirosaki Med J	6. 最初と最後の頁 1-9
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 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 Fujita Hiromasa, Hirose Katsumi, Sato Mariko, Fujioka Ichitaro, Fujita Tamaki, Aoki Masahiko, Takai Yoshihiro	4. 巻 17
2. 論文標題 Metformin attenuates hypoxia-induced resistance to cisplatin in the HepG2 cell line	5. 発行年 2018年
3. 雑誌名 Oncology Letters	6. 最初と最後の頁 2431-2440
掲載論文のDOI（デジタルオブジェクト識別子） 10.3892/ol.2018.9869	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 Kudo K, Osanai M, Tsushima M, Hirota J, Otani Y, Naraki S, Suzaki K, Aoki M and Hosokawa Y	4. 巻 8
2. 論文標題 Quantitative and Visual Image Quality Evaluation between CsI and Gd2O2S:Tb Scintillator Types of Irradiation Side Sampling Flat-Panel Detector Systems for Reduction of Radiation Exposure	5. 発行年 2019年
3. 雑誌名 Radiation Environment and Medicine	6. 最初と最後の頁 9-15
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 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 Shioyama Yoshiyuki, Onishi Hiroshi, Takayama Kenji, Matsuo Yukinori, Takeda Atsuya, Yamashita Hideomi, Miyakawa Akifumi, Murakami Naoya, Aoki Masahiko, Matsushita Haruo, Matsumoto Yasuo, Shibamoto Yuta, Japanese Radiological Society Multi-Institutional SBRT Study Group (JRS-SBRTSG)	4. 巻 17
2. 論文標題 Clinical Outcomes of Stereotactic Body Radiotherapy for Patients With Stage I Small-Cell Lung Cancer: Analysis of a Subset of the Japanese Radiological Society Multi-Institutional SBRT Study Group Database	5. 発行年 2018年
3. 雑誌名 Technology in Cancer Research & Treatment	6. 最初と最後の頁 1-6
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.1177/1533033818783904	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 工藤 幸清, 小山内 暢, 對馬 恵, 廣田 淳一, 村上 翔, 榎木 聡, 須崎 勝正, 青木 昌彦, 細川 洋一郎	4. 巻 69
2. 論文標題 医用画像に 寄与する Intelligent-Grid (インテリジェントグッド) 適用 効果 に関する 基礎的検討	5. 発行年 2019年
3. 雑誌名 弘前医学	6. 最初と最後の頁 35-43
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 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 Onishi H, Yamashita H, Shioyama Y, Matsumoto Y, Takayama K, Matsuo Y, Miyakawa A, Matsushita H, Aoki M, Nihei K, Kimura T, Ishiyama H, Murakami N, Nakata Ki, Takeda A, Uno T, Nomiya T, Takanaka T, Seo Y, Komiyama T, Marino K, Aoki S, Saito R, Araya M, Maehata Y, Tominaga L, Kuriyama K	4. 巻 10
2. 論文標題 Stereotactic Body Radiation Therapy for Patients with Pulmonary Interstitial Change: High Incidence of Fatal Radiation Pneumonitis in a Retrospective Multi-Institutional Study	5. 発行年 2018年
3. 雑誌名 Cancers	6. 最初と最後の頁 257 ~ 257
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.3390/cancers10080257	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 Igarashi Go, Mikami Kenichiro, Sawada Naoya, Endo Tetsu, Sueyoshi Norihiko, Sato Ken, Tsushima Fumiyasu, Kakehata Shinya, Ono Shuichi, Aoki Masahiko, Kurose Akira, Iwamura Hideki, Fukuda Shinsaku	4. 巻 57
2. 論文標題 Interventional Treatment for Giant Hepatic Hemangioma Accompanied by Arterio-portal Shunt with Ascites	5. 発行年 2018年
3. 雑誌名 Internal Medicine	6. 最初と最後の頁 2847 ~ 2851
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.2169/internalmedicine.0655-17	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 Hirose Katsumi, Sato Mariko, Hatayama Yoshiomi, Kawaguchi Hideo, Komai Fumio, Sohma Makoto, Obara Hideki, Suzuki Masashi, Tanaka Mitsuki, Fujioka Ichitaro, Ichise Koji, Takai Yoshihiro, Aoki Masahiko	4. 巻 13
2. 論文標題 The potential failure risk of the cone-beam computed tomography-based planning target volume margin definition for prostate image-guided radiotherapy based on a prospective single-institutional hybrid analysis	5. 発行年 2018年
3. 雑誌名 Radiation Oncology	6. 最初と最後の頁 106
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.1186/s13014-018-1043-9	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 Fujita Tamaki, Miura Hiroyuki, Seino Hiroko, Ono Shuichi, Nishi Takashi, Nishimura Akimasa, Hakamada Kenichi, Aoki Masahiko	4. 巻 93
2. 論文標題 Anatomical classification of breast sentinel lymph nodes using computed tomography-lymphography	5. 発行年 2018年
3. 雑誌名 Anatomical Science International	6. 最初と最後の頁 487 ~ 494
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.1007/s12565-018-0441-2	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 小宮睦弘、工藤幸清、工藤真也、小山内暢、對馬恵、廣田淳一、佐藤幸夫、葛西慶彦、須崎勝正、松谷秀哉、青木昌彦、細川洋一郎	4. 巻 9
2. 論文標題 Interventional radiology 室内における水晶体用散乱線分布図の作成	5. 発行年 2019年
3. 雑誌名 保健科学研究	6. 最初と最後の頁 41-47
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 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 工藤真也、工藤幸清、小宮睦弘、小山内暢、對馬恵、廣田淳一、榎木聡、成田将崇、船戸陽平、須崎勝正、松谷秀哉、青木昌彦、細川洋一郎	4. 巻 9
2. 論文標題 ファントムの厚さ及び材質による後方散乱係数への影響	5. 発行年 2019年
3. 雑誌名 保健科学研究	6. 最初と最後の頁 35-41
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 オープンアクセスとしている (また、その予定である)	国際共著 -

1. 著者名 Jingu K, , Matsuo Y, Onishi H, Yamamoto T, Aoki M, Murakami Y, Yamashita H, Kakuhara H, Nemoto K, Sakayauchi T, Okamoto M, Niibe Y, Nagata Y, Ogawa K.	4. 巻 37
2. 論文標題 Dose escalation improves outcome in stereotactic body radiotherapy for pulmonary oligometastases from colorectal cancer	5. 発行年 2017年
3. 雑誌名 Anticancer Res	6. 最初と最後の頁 2709-2713
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.21873/anticancerres.11621	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 Hatayama Y, Aoki M, Kawaguchi H, Hirose K, Sato M, Akimoto H, Tanaka M, Fujioka I, Ichise K, Ono S, Takai Y	4. 巻 24
2. 論文標題 Clinical results of accelerated hypofractionated radiotherapy for central-type small lung tumours	5. 発行年 2017年
3. 雑誌名 Current Oncology	6. 最初と最後の頁 285
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.3747/co.24.3500	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 Hirose K, Aoki M, Sato M, Akimoto H, Hashimoto Y, Imai A, Kamimura N, Kawaguchi H, Hatayama Y, Fujioka I, Tanaka M, Ohyama C, Takai Y	4. 巻 12
2. 論文標題 Analysis of the relationship between prescribed dose and dosimetric advantage of real-time intraoperatively built custom-linked seeds in iodine-125 prostate brachytherapy	5. 発行年 2017年
3. 雑誌名 Radiation Oncology	6. 最初と最後の頁 192
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.1186/s13014-017-0932-7	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 -

1. 著者名 Shioya K, Nomura K, Komai F, Terashima S, Aoki M, Hosokawa Y	4. 巻 6
2. 論文標題 Implementation of filtered back projection (FBP) theory for intensity modulated radiation therapy (IMRT) planning	5. 発行年 2017年
3. 雑誌名 Radiation Environment and Medicine	6. 最初と最後の頁 6-12
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 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 -

〔学会発表〕 計5件（うち招待講演 4件 / うち国際学会 1件）

1. 発表者名 M. Aoki, Y. Hatayama, H. Kawaguchi, M. Sato, M. Tanaka, I. Fujioka, K. Ichise, K. Hirose, Y. Takai
2. 発表標題 Measurements of Substance Densities of Non-small Cell Lung Cancer Using Dual Energy Computed Tomography are Useful for Prediction of Local Control and Overall Survival after Stereotactic Body Radiotherapy
3. 学会等名 The 60th Annual meeting of the ASTRO (国際学会)
4. 発表年 2018年

1. 発表者名 青木昌彦
2. 発表標題 Dual Energy CTの放射線治療分野への応用
3. 学会等名 第13回中部マルチスライスCTシンポジウム (招待講演)
4. 発表年 2018年

1. 発表者名 青木昌彦
2. 発表標題 放射線治療分野におけるDual Energy CTを用いた肺定位照射の予後予測
3. 学会等名 第38回日本画像医学会学術集会 (招待講演)
4. 発表年 2018年

1. 発表者名 青木昌彦
2. 発表標題 寡分割定位照射の基礎と臨床
3. 学会等名 第46回 放射線による制癌シンポジウム (招待講演)
4. 発表年 2017年

1. 発表者名 青木昌彦
2. 発表標題 放射線治療における Dual Energy CTの臨床応用
3. 学会等名 第10回呼吸機能イメージング研究会（招待講演）
4. 発表年 2017年

〔図書〕 計0件

〔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