

平成 30 年 6 月 12 日現在

機関番号：14501

研究種目：基盤研究(C) (一般)

研究期間：2015～2017

課題番号：15K09996

研究課題名(和文) プロフィラクティック食品の消化管有害反応低減によるメタボロミック放射線療法

研究課題名(英文) Efficacy of prophylactic functional foods for amelioration of radiation enteropathy and its metabolism

研究代表者

岡本 欣晃 (Okamoto, Yoshiaki)

神戸大学・医学研究科・非常勤講師

研究者番号：20362791

交付決定額(研究期間全体)：(直接経費) 3,700,000円

研究成果の概要(和文)：放射線療法による消化管有害反応の標的細胞の評価方法を確立し、腹部悪性腫瘍に対する放射線療法にて消化管症状のためのプロフィラクティック食品化合物の絞り、還元型Coenzyme Q10が非常に有効であるとの結果を得た。還元型Coenzyme Q10が放射線照射による消化管障害を防護する事を実証し、投与方法の重要性(持続投与)を証明した。還元型Coenzyme Q10の消化管防護作用は体重減少や生存率に寄与していた。数種類のヒト癌細胞を用いたIn vitro試験とヒト膵臓癌細胞を用いたIn vivo試験の結果から、還元型Coenzyme Q10は放射線照射の抗腫瘍効果を減弱しないことを確認できた。

研究成果の概要(英文)：Effective methods to ameliorate radiation enteropathy have not been developed. To address this issue, reduced CoQ10 was investigated as a potential radioprotective, functional dietary supplement. Reduced CoQ10 was accumulated in all sections of the intestine in supplemented mice. Supplementation with CoQ10 was contributed to suppressing production of reactive oxygen species and inhibiting apoptosis in the crypts, leading to preservation of villi structures after the irradiation. Metabomic analyses were performed. Reduced CoQ10 seemed to be a candidate for amelioration of radiation enteropathy

研究分野：放射線腫瘍学

キーワード：プロフィラクティック食品 放射線治療 消化管

1. 研究開始当初の背景

我々はこれまで物理的手法として照射期間のみスペースを作り治療後には自然吸収される体内吸収性スペースの世界に先駆けて開発し、腫瘍と消化管との体内空間/体内距離を照射期間のみ作り、消化管を外側から防護する体内空間可変放射線療法に着手してきた。本申請では、プロフィラクティック食品を用いて消化管の内側から治療時のみ消化管防護を行う新規治療法を開発する。マウスの腹部照射では13Gyの照射で7-9日間体重減少が起こり死亡するが、コーン油に溶解させたプロフィラクティック食品を投与したマウスでは体重減少が軽度抑えられ、更に生存率は大幅に改善する新知見を得ている。さらに放射線照射で活性酸素(ROS)が発生し、アポトーシスに至る消化管の標的細胞を見出し、それらの標的細胞が各臓器で確認している。その標的細胞の放射線ダメージが絨毛の脱落し個体の死亡に繋がることを確認しており、治療方法の開発に繋げる。

2. 研究の目的

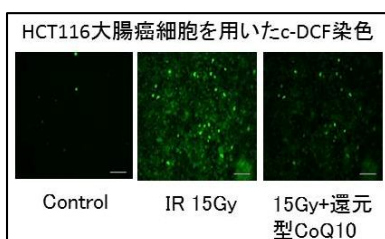
マウスを使ったX線照射実験において、腸死を起こすような高い線量で防護効果を示す放射線防護剤は、これまでにほとんど見出されていない。本申請の目的は、これまで解明されていなかった食欲低下や下痢等の抗がん治療に伴う有害反応の分子機序を標的細胞のレドックス制御に着目し、既に有効な化合物である還元型CoQ10を見出し、その評価に臨床サンプルと動物実験モデルのサンプルの双方から迅速に生化学的・免疫組織学的解析に加えてメタボロミクス解析で検証し、それを応用することである。

3. 研究の方法

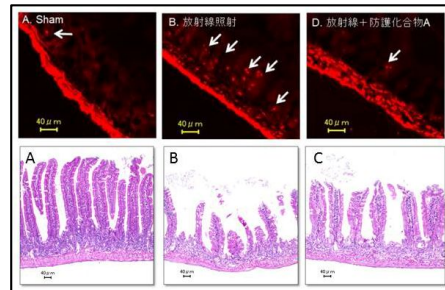
今回の申請では、放射線照射後の正常組織と、腫瘍細胞での細胞死に関与するROSの関与と分子機序の検討。プロフィラクティック食品を投与し、担癌ラットを用いた放射線照射による消化管防護、プロフィラクティック食品の抗腫瘍効果の減弱有無を確認する。

4. 研究成果

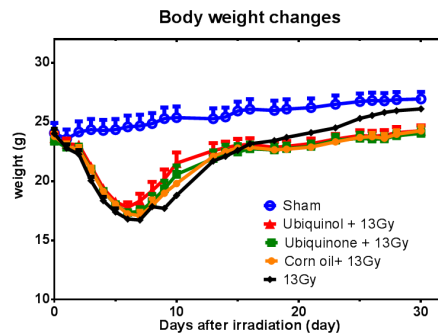
放射線照射(15 Gy)では腫瘍細胞HCT116を用いた検討において、c-DCFで染色されるROSが極めて高頻度に出現することが確認できたが、正常組織では一部であった。それらは還元型CoQ10において著明に減弱された。



マウスの正常腸管を用いた検討では13 Gyの放射線照射によってDHEで染色されるROSがクリプト細胞に多く発現することが確認できた。それに伴い、数日後にはVilliの脱落が認められたが、還元型CoQ10によって著明に改善された。



マウスの腹部照射モデルを確立し、酸化型CoQ10(Ubiquinone)、還元型CoQ10(Ubiquinol)を単回大量投与で服用させたところ、マウスの生存率も開腹し、体重減少とその後の復帰に関してもほぼ変化がないことを見いだした(下図)。その後の検討で還元型CoQ10に関しては持続的投与がより有効であることを見いだしている。



3種類のヒト癌細胞の培養細胞モデルを用いて還元型CoQ10(10,20,50 μg/ml)が放射線照射の効果を減弱するかを確認した。実験にはMTT assayモデルを用い、放射線の線量は0,4,8 Gyを用いて検討した所、細胞生存率に有意な差を認められなかった。またヒト膵がん細胞を用いた担癌マウスモデルでも検討したが、放射線照射の効果を減弱することが確認できなかった。

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35件)

1. Nishikawa R, Yoshida K, Ebina Y, Omoteda M, Miyawaki D, Ishihara T, Ejima Y, Akasaka H, Satoh H, Kyotani K, Takahashi S, Sasaki R. Comparison of dosimetric parameters in the treatment planning of magnetic resonance imaging-based intracavitary image-guided adaptive brachytherapy with and without optimization using the central

- shielding technique. *J Radiat Res.* 2018 Mar 6. doi: 10.1093/jrr/rry009. 査読有
2. Nakamura M, Nishimura H, Mayahara H, Uezono H, Harada A, Hashimoto N, Ejima Y, Ishihara T, Nishikawa R, Sasaki R. Investigation of the efficacy and safety of CyberKnife hypofractionated stereotactic radiotherapy for brainstem metastases using a new evaluation criterion: 'symptomatic control'. *J Radiat Res.* 2017 Nov 1;58(6):834-839. doi: 10.1093/jrr/rrx042. 査読有
 3. Komatsu S, Kido M, Asari S, Toyama H, Ajiki T, Demizu Y, Terashima K, Okimoto T, Sasaki R, Fukumoto T. Particle radiotherapy, a novel external radiation therapy, versus liver resection for hepatocellular carcinoma accompanied with inferior vena cava tumor thrombus: A matched-pair analysis. *Surgery.* 2017 Dec;162(6):1241-1249. doi: 10.1016/j.surg.2017.08.006. Epub 2017 Oct 12. 査読有
 4. Nagashima H, Sasayama T, Tanaka K, Kyotani K, Sato N, Maeyama M, Kohta M, Sakata J, Yamamoto Y, Hosoda K, Itoh T, Sasaki R, Kohmura E. Myo-inositol concentration in MR spectroscopy for differentiating high grade glioma from primary central nervous system lymphoma. *J Neurooncol.* 2018 Jan; 136(2):317-326. doi: 10.1007/s11060-017-2655-x. 査読有
 5. Shinomiya H, Shinomiya H, Kubo M, Saito Y, Yoshida M, Ando M, Teshima M, Otsuki N, Kiyota N, Sasaki R, Nibu KI. Prognostic value of ALDH2 polymorphism for patients with oropharyngeal cancer in a Japanese population. *PLoS One.* 2017 Dec 5;12(12):e0187992. doi: 10.1371/journal.pone.0187992. eCollection 2017. 査読有
 6. Avinçsal MO, Shinomiya H, Teshima M, Kubo M, Otsuki N, Kyota N, Sasaki R, Zen Y, Nibu KI. Impact of alcohol dehydrogenase-aldehyde dehydrogenase polymorphism on clinical outcome in patients with hypopharyngeal cancer. *Head Neck.* 2017 Dec 29. doi: 10.1002/hed.25050. 査読有
 7. Nakayama M, Nishimura H, Mayahara H, Nakamura M, Uehara K, Tsudou S, Harada A, Akasaka H, Sasaki R. Clinical log data analysis for assessing the accuracy of the CyberKnife fiducial-free lung tumor tracking system. *Pract Radiat Oncol.* 2017 Nov 4. pii: S1879-8500(17)30325-9. doi: 10.1016/j.prro.2017.10.014. 査読有
 8. Shimizu Y, Akasaka H, Miyawaki D, Mukumoto N, Nakayama M, Wang T, Osuga S, Inubushi S, Yada R, Ejima Y, Yoshida K, Ishihara T, Sasaki R. Evaluation of a Small Animal Irradiation System for Animal Experiments Using EBT3 Model GAFCHROMIC™ Film. *Kobe J Med Sci.* 2018 Jan 17;63(3):E84-E91. 査読有
 9. Masaki Nakamura, Hideki Nishimura, Hiroshi Mayahara, Haruka Uezono, Aya Harada, Naoki Hashimoto, Yasuo Ejima, Takeaki Ishihara, Ryo Nishikawa and Sasaki R, Investigation of the efficacy and safety of CyberKnife hypofractionated stereotactic radiotherapy for brainstem metastases using a new evaluation criterion: 'symptomatic control' *Journal of Radiation Research*, 2017, pp. 1-6, doi: 10.1093/jrr/rrx042, 査読有
 10. Sekii S, Murakami N, Kato T, Harada K, Kitaguchi M, Takahashi K, Inaba K, Igaki H, Ito Y, Sasaki R, Itami J. Outcomes of salvage high-dose-rate brachytherapy with or without external beam radiotherapy for isolated vaginal recurrence of endometrial cancer. *Journal of Contemporary Brachytherapy.* 2017 Jun;9(3):209-215. 査読有
 11. Wang T, Ishihara T, Kono A, Yoshida N, Akasaka H, Mukumoto N, Yada R, Ejima Y, Yoshida K, Miyawaki D, Kakutani K, Nishida K, Negi N, Minami T, Aoyama Y, Takahashi S, Sasaki R. Application of dual-energy CT to suppression of metal artefact caused by pedicle screw fixation in radiotherapy: a feasibility study using original phantom. *Phys Med Biol.* 2017 Jul 17;62(15):6226-6245. doi: 10.1088/1361-6560/aa7d7f. 査読有
 12. Yonezawa N, Minamikawa T, Kitajima K, Takahashi Y, Sasaki R, Nibu KI, Komori T. The maximum standardized uptake value increment calculated by dual-time-point (18)F-fluorodeoxyglucose positron emission tomography predicts survival in patients with oral tongue squamous cell carcinoma. *Nagoya J Med Sci.* 2017Feb;79(2):189-198. 査読有
 13. Fukumoto T, Sasaki R, Yada R, Fujiwara S, Sakaguchi M, Oka M, Nishigori C. Radiotherapy-induced basal cell carcinoma in irradiated and surrounding areas in relation to exposure dose of radiation. *J Dermatol.* 2017 Jun 17. 査読有
 14. Demizu Y, Jin D, Sulaiman NS, Nagano F, Terashima K, Tokumaru S, Akagi T, Fujii O, Daimon T, Sasaki R, Fuwa N, Okimoto T. Particle Therapy Using Protons or Carbon Ions for Unresectable or Incompletely Resected Bone and Soft Tissue Sarcomas of the Pelvis. *Int J Radiat Oncol Biol Phys.* 2017 Jun 1;98(2):367-374. doi: 10.1016/j.ijrobp.2017.02.030. Epub 2017 Feb 22. 査読有

15. Miyazaki S, Kakutani K, Sakai Y, Ejima Y, Maeno K, Takada T, Yurube T, Terashima Y, Ito M, Kakiuchi Y, Takeoka Y, Hara H, Kawamoto T, Sakashita A, Okada T, Kiyota N, Kizawa Y, Sasaki R, Akisue T, Minami H, Kuroda R, Nishida K. Quality of life and cost-utility of surgical treatment for patients with spinal metastases: prospective cohort study. *Int Orthop*. 2017 Apr 10. 査読有
16. Takase N, Yamashita K, Sumi Y, Hasegawa H, Yamamoto M, Kanaji S, Matsuda Y, Matsuda T, Oshikiri T, Nakamura T, Suzuki S, Koma YI, Komatsu M, Sasaki R, Kakeji Y. Local advanced rectal cancer perforation in the midst of preoperative chemo-radiotherapy: A case report and literature review. *World J Clin Cases*. 2017 Jan 16;5(1):18-23. 査読有
17. Yoshiaki Watanabe, Hiroaki Kurihara, Jun Itami, Sasaki R, Yasuaki Arai, Kazuro Sugimura, Relationship between the uptake of 18F-borono-L-phenylalanine and L-[methyl-11C] methionine in head and neck tumors and normal organs, *Radiation Oncology* 2017 Jan 14;12(1):17.doi: 10.1186/s13014-017-0763-6. 査読有
18. Takeaki Ishihara, Kazuhiro Kitajima, Yuko Suenaga, Yasuyuki Shimizu, Saki Osuga, Yasuo Ejima, Hirokazu Komatsu, Naoki Otsuki, Kenichi Nibu, Naomi Kiyota, Satoru Takahashi, and Sasaki R, [18F]Fluorodeoxyglucose uptake by positron emission tomography predicts outcomes for oropharyngeal and hypopharyngeal cancer treated with definitive radiotherapy. *Nagoya Journal of Medical Science*. 2017 Feb;79(1):27-36. doi: 10.18999/nagjms.79.1.27. 査読有
19. Naritoshi Mukumoto, Masao Nakayama, Hiroaki Akasaka, Yasuyuki Shimizu, Saki Osuga, Daisuke Miyawaki, Kenji Yoshida, Yasuo Ejima, Yasushi Miura, Keiji Umetani, Takeshi Kondoh, Sasaki R, Sparing of tissue by using micro-slit-beam radiation therapy reduces neurotoxicity compared with broad-beam radiation therapy. *J Radiat Res*. 2017 Jan;58(1):17-23. doi: 10.1093/jrr/rrw065. 査読有
20. Akasaka H, Mizushina Y, Yoshida K, Ejima Y, Mukumoto N, Wang T, Inubushi S, Nakayama M, Wakahara Y, Sasaki R. MGDG extracted from spinach enhances the cytotoxicity of radiation in pancreatic cancer cells. *Radiation Oncology* 2016 Nov 22;11(1):153. 査読有
21. Nakamura M, Nishimura H, Nakayama M, Mayahara H, Uezono H, Harada A, Hashimoto N, Ejima Y, Ishihara T, Sasaki R. Dosimetric factors predicting radiation pneumonitis after CyberKnife stereotactic body radiotherapy for peripheral lung cancer. *Br J Radiol*. 2016 Nov 2;89(1068):20160560. 査読有
22. Morita K, Miyazaki S, Numaki C, Ikeno S, Sasaki R, Nishimura Y, Ogino C, Kondo A, Characterization of titanium dioxide nanoparticles modified with polyacrylic acid and H2O2 for use as a novel Radiosensitizer, *Free Radical Research*, 2016 Dec;50(12):1319-1328. 査読有
23. Sasaki R, Tianyuan Wang, Hiroaki Akasaka, Sachiko Inubushi, Kenji Yoshida, Shohei Komatsu, Yusuke Demizu, Takumi Fukumoto: The current status of space modulated radiotherapy. *Internal Medicine Review* 2016 Volume 2 (Issue 9), 査読有
24. Kakutani K, Sakai Y, Maeno Y, Takada T, Yurube T, Kurakawa T, Miyazaki S, Terashima Y, Ito M, Hara H, Kawamoto T, Ejima Y, Sakashita A, Kizawa Y, Sasaki R, Akisue T, Minami H, Kuroda R, Kurosaka R, Nishida K, Prospective Cohort Study of Performance Status and Activities of Daily Living after Surgery for Spinal Metastasis, *Clinical Spine Surgery*, 2016, Oct 19 査読有
25. Satoshi Wanifuchi, Masaya Akashi, Yasuo Ejima, Hirotaka Shinomiya, Tsutomu Minamikawa, Shungo Furudoi, Naoki Otsuki, Sasaki R, Ken-ichi Nibu, Takahide Komori, Cause and occurrence timing of osteoradionecrosis of the jaw: a retrospective study focusing on prophylactic tooth extraction, *Oral and Maxillofacial Surgery*, 2016 Dec;20(4):337-342 査読有
26. Masao Nakayama, Sasaki R, Chiaki Ogino, Tsutomu Tanaka, Kenta Morita, Mitsuo Umetsu, Satoshi Ohara, Zhenquan Tan, Yuya Nishimura, Hiroaki Akasaka, Kazuyoshi Sato, Chiya Numako, Seiichi Takami, Akihiko Kondo, Titanium peroxide nanoparticles enhanced cytotoxic effects of X-ray irradiation against pancreatic cancer model through reactive oxygen species generation *in vitro* and *in vivo*, *Radiat Oncol*. 2016 Jul 7;11(1):91 査読有
27. Nagashima H, Tanaka K, Sasayama T, Irino Y, Sato N, Takeuchi Y, Kyotani K, Mukasa A, Mizukawa K, Sakata J, Yamamoto Y, Hosoda K, Itoh T, Sasaki R, Kohmura E. Diagnostic value of glutamate with 2-hydroxyglutarate in magnetic resonance spectroscopy for IDH1 mutant glioma. *Neuro Oncol*. 2016 Nov;18(11):1559-1568. 査読有
28. Ishihara T, Yamada K, Harada A, Isogai K, Tonosaki Y, Demizu Y,

- Miyawaki D, Yoshida K, Ejima Y, Sasaki R. Hypofractionated stereotactic radiotherapy for brain metastases from lung cancer : Evaluation of indications and predictors of local control. *Strahlenther Onkol*. 2016 Jun;192(6):386-93 査読有
29. Yoshiro Matsuo, Kenji Yoshida, Hideki, Nishimura, Yasuo Ejima, Daisuke Miyawaki, Haruka Uezono, Takeaki Ishihara, Hiroshi Mayahara, Takumi Fukumoto, Yonson Ku, Masato Yamaguchi, Koji Sugimoto, and Sasaki R. Efficacy of Stereotactic Body Radiotherapy for Hepatocellular Carcinoma with Portal Vein Tumor Thrombosis / Inferior Vena Cava Tumor Thrombosis: Evaluation by Comparison with Conventional Three-Dimensional Conformal Radiotherapy, *J Radiat Res*, 2016 Sep;57(5):512-523 査読有
30. Yoshida K, Sulaiman NS, Miyawaki D, Ejima Y, Nishimura H, Ishihara T, Matsuo Y, Nishikawa R, Sasayama T, Hayakawa A, Kohmura E, Sasaki R. Radiotherapy for brainstem gliomas in children and adults: A single-institution experience and literature review. *Asia Pac J Clin Oncol*. 2017 Apr;13(2):e153-e160. 査読有
31. Tomoko Kataoka, Naomi Kiyota, Takanobu Shimada, Yohei Funakoshi, Naoko Chayahara, Masanori Toyoda, Yutaka Fujiwara, Kenichi Nibu, Takahide Komori, Sasaki R, Toru Mukohara, and Hironobu Minami, Randomized Trial of Standard Pain Control with or without Gabapentin for Pain Related to Radiation-induced Mucositis in Head and Neck Cancer. *Auris Nasus Larynx*, 2016 Dec;43(6):677-84 査読有
32. Toshiyuki Ogata, Hideki Nishimura, Hiroshi Mayahara, Aya Harada, Yoshiro Matsuo, Masao Nakayama, Kazuyuki Uehara, Shinji Tsudou, Yasuo Ejima, Sasaki R, Takanobu Okayama, A Dosimetric Comparison of Volumetric Modulated Arc Therapy (VMAT) with Unflattened Beams to VMAT with Flattened Beams and Tomotherapy for Head and Neck Cancer. *J Nucl Med Radiat Ther* 2016, 7:274 査読有
33. Suenaga Y, Kitajima K, Ishihara T, Sasaki R, Otsuki N, Nibu KI, Minamikawa T, Kiyota N, Sugimura K. FDG-PET/contrast-enhanced CT as a post-treatment tool in head and neck squamous cell carcinoma: comparison with FDG-PET/non-contrast-enhanced CT and contrast-enhanced CT. *Eur Radiol*. 2016 Apr;26(4):1018-30. doi: 10.1007/s00330-015-3902-1. Epub 2015 Jul 19. 査読有
34. Suenaga Y, Kitajima K, Kanda T, Otsuki N, Nibu KI, Sasaki R, Itoh T, Sugimura K. [18F]-FDG PET/CT imaging for detection of nodal metastases in patients with squamous cell carcinoma of the pharynx and larynx: comparison with CT. *Jpn J Radiol*. 2016 Mar;34(3):203-10. 査読有
35. Shinomiya H, Hasegawa S, Yamashita D, Ejima Y, Kenji Y, Otsuki N, Kiyota N, Sakakibara S, Nomura T, Hashikawa K, Kohmura E, Sasaki R, Nibu KI. Concomitant chemoradiotherapy for advanced squamous cell carcinoma of the temporal bone. *Head Neck*. 2016 Apr;38 Suppl 1:E949-53. 査読有
- [学会発表](計 8 件)
1. A Novel method of Radioprotection for the Gastrointestinal System: Efficacy of the reduced form of Coenzyme Q10, Saki Osuga, Naritoshi Mukumoto, Nelly Binti Idrus, Ray Uchida, Hiroaki Akasaka, Daisuke Miyawaki, Yoshiro Matsuo, Yasuo Ejima, Mitsuaki Kitano, Hiroshi Kubo, Hideyuki Kishida, Takahiro Yasuda, Ryohei Sasaki, 4th Congress of Asian Society of Head and Neck Oncology, 39th Annual Meeting of Japan Society for Head and Neck Cancer, 2015.6.13, Kobe
 2. Ryo Nishikawa, Kenji Yoshida, Daisuke Miyawaki, Mayumi Omoteda, Katsusuke Kyotani, Kaori Sasaki, Utaru Tanaka, Yasuhiko Ebina, Hideto Yamada, Satoru Takahashi, Ryohei Sasaki, Change in the ADC value during the period of whole pelvic radiotherapy for cervical cancer, 日本放射線腫瘍学会第 29 回学術大会, 京都, 2016.11.25-27
 3. Saki Osuga, Sachiko Inubushi, Yasuo Ejima, Hiroaki Akasaka, Yasuyuki Shimizu, Tianyuan Wang, Naritoshi Mukumoto, Daisuke Miyawaki, Kenji Yoshida, Ryohei Sasaki, Elucidation of the radiation gastrointestinal dysfunction index using metabolomics, 日本放射線腫瘍学会第 29 回学術大会, 京都, 2016.11.25-27
 4. Kenji Yoshida, Ryo Nishikawa, Daisuke Miyawaki, Mayumi Omoteda, Katsusuke Kyotani, Hiroaki Akasaka, Kaori Sasaki, Yoshiro Matsuo, Yasuhiko Ebina, Hideto Yamada, Ryohei Sasaki, Experience of IGABT using interstitial needles for locally advanced gynecologic malignancies, 日本放射線腫瘍学会第 29 回学術大会, 京都, 2016.11.25-27
 5. 清水 康之、椋本 成俊、赤坂 浩亮、矢田 隆一、王 天縁、大須賀 彩希、宮脇 大輔、佐々木 良平、還元型コエンザイム Q10 による腸管の有害事象軽減の検討, 日本放射線腫瘍学会第 30 回学術大会, 大阪, 2017.11.17-19
 6. 大須賀 彩希、犬伏 祥子、赤坂 浩亮、椋本 成俊、清水 康之、王 天縁、宮脇 大

輔、吉田 賢史、石原 武明、佐々木 良平、メタボロミクスにおける放射線消化管機能不全指標の解明、日本放射線腫瘍学会第 30 回学術大会、大阪、2017.11.17-19

7. 佐々木 香織、吉田 賢史、川口 弘毅、西川 遼、石原 武明、宮脇 大輔、江島 泰生、佐々木 良平、蛭名 康彦、子宮頸部腺癌に対する根治的放射線治療成績の検討、日本放射線腫瘍学会第 30 回学術大会、大阪、2017.11.17-19
8. 表田 真弓、吉田 賢史、西川 遼、京谷 勉輔、宮脇 大輔、蛭名 康彦、山田秀人、高橋 哲、青山 裕一、佐々木 良平、子宮頸癌に対する組織内照射併用腔内照射と腔内照射治療計画の比較、日本放射線腫瘍学会第 30 回学術大会、大阪、2017.11.17-19

〔図書〕(計 4 件)

1. "Radiotherapy", ISBN978-953-51-5126-5. Book edited by: Prof. Cem Onal, New paradigm of radiotherapy for bone metastasis. Yasuo Ejima, Takeaki Ishihara, Daisuke Miyawaki, Kenichiro Kakutani, Kotaro Nishida, Junichiro Inoue, Yoshitada Sakai, Tianyuan Wang, Sasaki R, INTECH, 2017, DOI: 10.5772/66939
2. "Radiotherapy", ISBN978-953-51-5126-5. Book edited by: Prof. Cem Onal, Image-Guided Adaptive Brachytherapy for Cervical Cancer Using Magnetic Resonance Imaging: Overview and Experience. Kenji Yoshida, Ryo Nishikawa, Daisuke Miyawaki, Yasuhiko Ebina and Sasaki R, INTECH, 2017, DOI: 10.5772/67382
3. "Non-wovenFabrics", ISBN 978-953-51-2271-5 edited by: Prof. Han-Yong Jeon, Medical Application of Nonwoven Fabrics: Intra-abdominal Spacers for Particle Therapy. Sasaki R, Hiroaki Akasaka, Yusuke Demizu, Sachiko Inubushi, Tianyuan Wang, Takumi Fukumoto. INTECH, 2016, 324 page, 205-214 page DOI: 10.5772/61787
4. 【著書】分担執筆、佐々木良平、耳鼻咽喉科・頭頸部外科研修ノート 改訂第 2 版、永井良三(総監修) 編者: 山祖達也、小川郁、丹生健一他、第 7 章 放射線治療、p475-480、監修: 丹生健一他、発行、発行所 株式会社 診断と治療社、2016 総ページ 1-644

〔産業財産権〕

出願状況(計 0 件)

名称：
発明者：
権利者：
種類：
番号：
出願年月日：

国内外の別：

取得状況(計 0 件)

名称：
発明者：
権利者：
種類：
番号：
取得年月日：
国内外の別：

〔その他〕
ホームページ等
<http://www.med.kobe-u.ac.jp/radonc/>

6. 研究組織

(1)研究代表者

岡本 欣晃 (Okamoto Yoshiaki)
神戸大学・大学院医学研究科・非常勤講師
研究者番号：20232791

(2)研究分担者

赤坂 浩亮 (Akasaka Hiroaki)
神戸大学・医学部附属病院・特命助教
研究者番号：20707161

佐々木 良平 (Sasaki Ryohei)
神戸大学・医学部附属病院・教授
研究者番号：30346267

椋本 成俊 (Mukumoto Naritoshi)
神戸大学・医学部附属病院・特命技術員
研究者番号：70634278

吉田 賢史 (Yoshida Kenji)
神戸大学・医学部附属病院・特命准教授
研究者番号：80351906

(3)連携研究者

()

研究者番号：

(4)研究協力者

()