

科学研究費助成事業 研究成果報告書

令和 6 年 5 月 6 日現在

機関番号：14501

研究種目：基盤研究(C)（一般）

研究期間：2020～2023

課題番号：20K08108

研究課題名（和文）金属ナノ粒子を応用した新規・免疫放射線増感療法の開発

研究課題名（英文）Novel immun-radiotherapy using inorganic nanoparticles

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） 3,300,000円

研究成果の概要（和文）：過酸化チタンナノ粒子は、X線照射でROSを発生し殺細胞効果を示す。腫瘍局所では腫瘍浸潤リンパ球（TIL）やPDL1発現の増加し免疫チェックポイント阻害剤の併用で更なる局所抗腫瘍効果を得た。過酸化チタンナノ粒子は、マウス悪性黒色腫モデルで優れた腫瘍増殖抑制効果を示し、非照射部位にも増殖抑制効果を示すアブスコパル効果も得た。機序は放射線照射で免疫原性細胞死が起こり、がん抗原放出と樹状細胞からTILへの抗原提示が行われ、大量のTILが腫瘍へと浸潤し免疫サイクルが加速した。小胞体ストレスを誘導しMHC class Iの発現の増強し圧倒的な免疫原性を獲得に成功し、成果は国際特許申請に至った。

研究成果の学術的意義や社会的意義

放射線治療は強い細胞傷害性をもつ有用な局所治療法だが、治療経過に伴って腫瘍細胞がPD-L1等の腫瘍抗原を発現が増強し免疫細胞群による免疫システムが作動し、CD8細胞の膜表面上のPD-1と腫瘍細胞のPD-L1が免疫チェックポイントを形成し、放射線照射自体がPD-L1等の腫瘍抗原の発現によって治療抵抗性の原因となる。そのため、放射線治療の回数が進めば進むほど、宿主のCD8細胞による腫瘍への攻撃性は低下する。本研究成果で示す過酸化チタンナノ粒子、放射線照射、免疫チェックポイント阻害剤の併用ではその抵抗性を克服することができ、更にアブスコパル効果を示し、従来の放射線治療の概念を一変させるものである。

研究成果の概要（英文）：Titanium peroxide nanoparticles generate ROS upon X-ray irradiation and exhibit cell-killing effects. Tumor infiltrating lymphocytes (TILs) and PDL1 expression were increased locally in tumors, and further local anti-tumor effects were obtained with the combination of immune checkpoint inhibitors. Titanium peroxide nanoparticles showed excellent tumor growth inhibition in a mouse model of malignant melanoma, and also showed abscopal effects in non-irradiated areas. The mechanism is that irradiation induces immunogenic cell death, cancer antigen release and antigen presentation from dendritic cells to TILs, and a large amount of TILs infiltrate into the tumor and accelerate the immune cycle. The endoplasmic reticulum stress was induced and the expression of MHC class I was enhanced, resulting in overwhelming immunogenicity, and an international patent application was filed.

研究分野：放射線科学

キーワード：ナノ粒子 免疫放射線療法 放射線増感

様式 C - 19、F - 19 - 1、Z - 19 (共通)

1. 研究開始当初の背景

近年までがん治療における3大治療は手術、放射線治療、化学療法であったが、最近免疫チェックポイント阻害剤 (Immune checkpoint inhibitor; ICI) の重要性が広く認識された。ICIにより長期生存が得られる症例も確実に存在する一方で、単独での効果は10%-30%であり、併用療法の治療開発が期待されている。中でも放射線治療との併用への期待は大きく、臨床でも免疫放射線治療が確立しつつある。実際に、ここ20年近く治療成績の向上がみられなかった切除不能期局所進行非小細胞肺癌 (non-small-cell lung cancer; NSCLC) においては免疫治療を上乗せすることで予後の改善が示された (N Engl J Med. 2017; 377:1919-29)。免疫放射線治療が明確な抗腫瘍効果を示しているものの、現状では免疫治療の上乗せ効果は十分であるとは言えず、更なる治療開発が急務である (図1)。

放射線照射は腫瘍細胞の免疫原性細胞死 (Immunogenic cell death; ICD)、腫瘍関連抗原の放出、MHCクラス1分子発現、I型インターフェロンなどを誘導することが報告されている。

腫瘍関連抗原は樹状細胞によりクロスプライミングされ、腫瘍特異的 tumor infiltrating lymphocytes (TIL) の浸潤を促進する (図2)。このように放射線治療は腫瘍微小環境において免疫表現型を変化させることから、腫瘍免疫活性化のトリガーとして新たな役割が提起されている (図2)。一方で、腫瘍細胞のPDL1発現上昇や制御性T細胞誘導など免疫抑制作用も誘導することが知られている。

ICIの効果という観点からみると、腫瘍微小環境においてCD8陽性 tumor infiltrating lymphocytes (TIL) やPDL1発現が豊富な腫瘍は“hot tumor”と呼ばれ、ICIの効果発現が高いとされている。一方で、制御性T細胞 (Treg) やmyeloid-derived suppressor cells (MDSC)、tumor-associated macrophage (TAM) 等の免疫抑制細胞集団が豊富な腫瘍は“cold tumor”と呼ばれ、ICIの効果が低い。つまり“cold tumor”を一転“hot tumor”に変化させることができれば、ICIの有効性がさらに期待できる (図3)。放射線照射に伴う免疫表現型の変化は、すなわち Hot tumor を導くことであり、免疫治療の効果増強につながる要素の一つと考えられている。

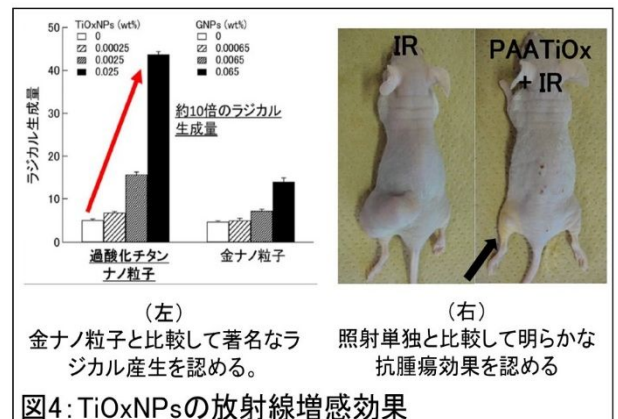
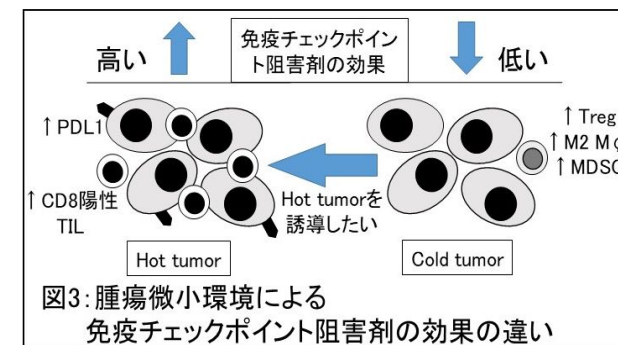
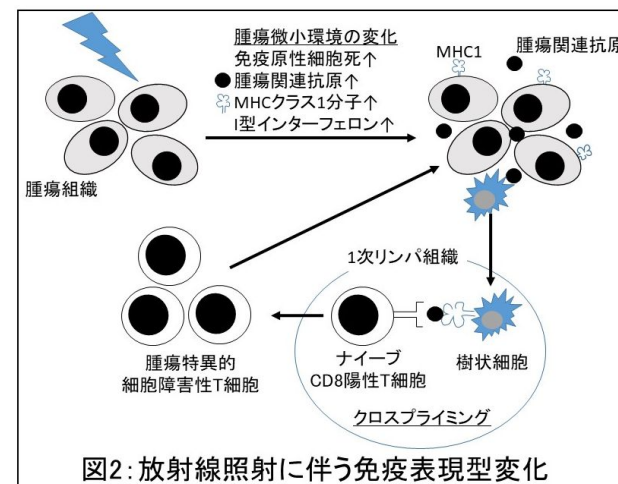
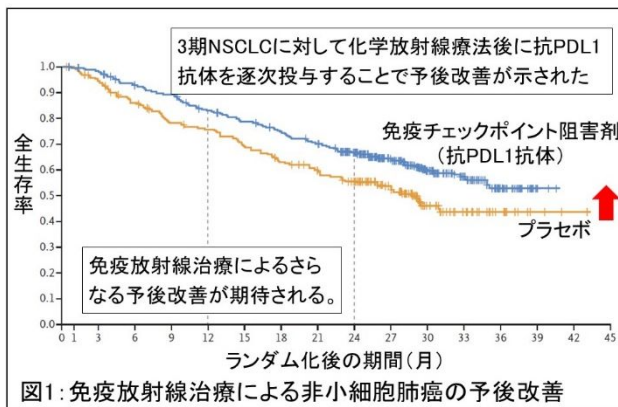
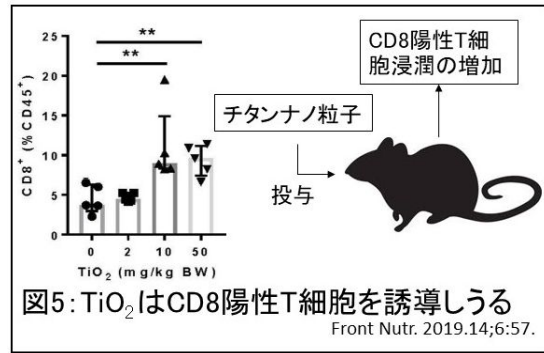


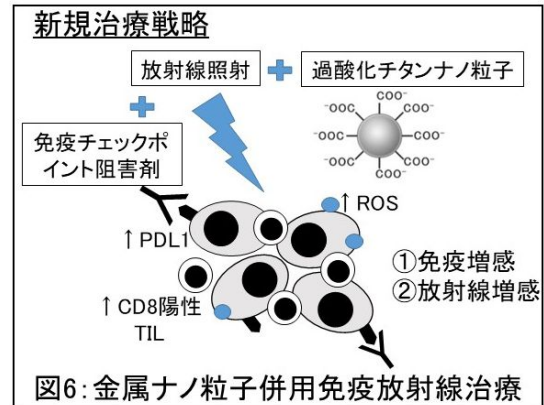
図4: TiO₂NPsの放射線増感効果

我々はさらなる免疫放射線治療の抗腫瘍効果の増強を目指して、過酸化チタンナノ粒子に注目した(図4)。TiO_xNPsは我々の先行研究で開発し、国際特許を取得している放射線増感剤である。In vivo研究においてチタンナノ粒子の投与によりCD8陽性T細胞浸潤や炎症性サイトカインの増加をもたらすことが報告されている。腫瘍局所へTiO_xNPsを投与することで同様にCD8陽性T細胞浸潤を誘導し、さらに放射線治療を組み合わせることでシナジー効果が期待できるのではないかと考えた(図5)。



2. 研究の目的

本研究の目的はTiO_xNPsと放射線治療の併用により、腫瘍局所のTILおよびPDL1発現を増加させ、免疫チェックポイント阻害剤の効果を高めることである。これまで工学部も含めた我々のグループではTiO_xNPsが強力な放射線増感効果を有することを独自に報告してきた。腫瘍局所においてTiO_xNPsがX線照射によりヒドロキシルラジカルを始めとする大量のROSを発生させることにより強い抗腫瘍効果を発現することがすでに確認されている。X線照射にTiO_xNPsを上乗せすることによりTILやPDL1発現の増加が確認できれば、ICIを併用することで、さらなる局所的な抗腫瘍効果が期待できる。つまり本研究ではTiO_xNPsによる放射線増感作用のみならず、免疫増感作用を得る世界初の新規免疫放射線治療戦略を提案する(図6)。



TiO_xNPs併用免疫放射線治療の優れた点は照射された腫瘍局所にとどまらず、免疫活性に伴う全身的な抗腫瘍効果(いわゆるアブスコパル効果)の発現も期待できる。それに伴い、根治治療のみならず、遠隔転移のある症例においても放射線治療の役割がさらに広がる可能性を秘めている。放射線治療によるアブスコパル効果はICIを併用することで増強することが知られており、樹状細胞を介した腫瘍特異的T細胞の活性化が一因と考えられている。さらにTiO_xNPs併用により免疫活性が得られれば、ICIを併用したときのアブスコパル効果も増強することが期待できる。ICIとの様々な併用療法が検討されている中で、放射線治療にナノ粒子を加えて免疫活性を得ることを提案している研究は過去に見当たらず、独創性が高い。

3. 研究の方法

A) TiO_xNPsがマウス悪性黒色腫B16F10細胞に対する50%増殖抑制濃度(IC₅₀)測定細胞実験にて、TiO_xNPsのB16F10細胞に対する増殖抑制の最適な濃度を検討する。

B) TiO_xNPs併用免疫放射線治療による抗腫瘍効果の確認: 担癌マウスにおいて、腫瘍にTiO_xNPsを局所注射後、X線を照射する。さらにICI(抗PD-1抗体)を投与する。腫瘍のサイズを評価し、抗腫瘍効果を確認する。

C) 腫瘍局所における免疫活性化の評価で作成したマウスより腫瘍を採取し、フローサイトメトリーの手法を用いて、TIL の数や活性化、腫瘍の PD-L1 発現を評価する。また、同様の手法を用いて Treg や MDSC、TAM 等の免疫抑制系因子の発現状況を確認する。

D) 脾臓での抗原提示増強確認 A) で作成したマウスより脾臓を摘出する。脾臓内で樹状細胞から CD8 陽性 T 細胞への抗原提示が増強していることを確認する。

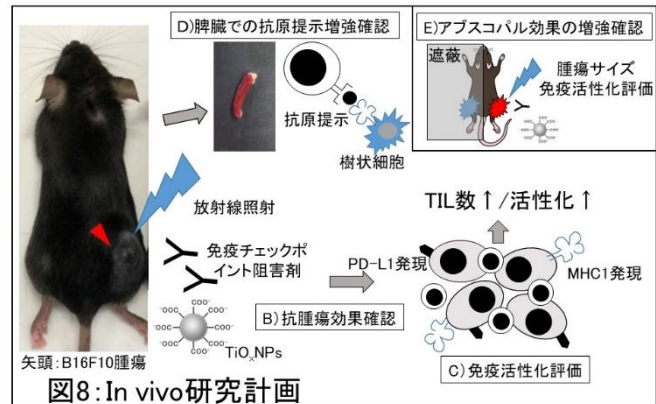


図8: In vivo研究計画

E) アブスコパル効果の増強確認：マウスの両側下肢に腫瘍を移植し、片側の腫瘍に TiO_xNPs を局所注射後、X 線を照射する。さらに ICI を投与し、対側の腫瘍の縮小程度を確認する。未照射腫瘍を摘出し、B) の手法を踏襲して免疫状態の確認を行う。

4. 研究成果

腫瘍局所において過酸化チタンナノ粒子が X 線照射により大量の ROS を発生し強い抗腫瘍効果を発現することがすでに確認されているが、腫瘍浸潤リンパ球 (TIL) や PDL1 発現の増加し、免疫チェックポイント阻害剤 (ICI) を併用することで、さらなる局所的な抗腫瘍効果が高まる結果を得た。この過酸化チタンナノ粒子に関しては、マウス悪性黒色腫などの腫瘍モデルを用いた検討では、免疫療法との併用により、極めて優れた腫瘍増殖抑制効果を発見するなど複数の研究結果を得ている。この免疫サイクルの増強はアブスコパル効果をも増強し、放射線照射をしていない部位の腫瘍にも著明な細胞増殖抑制効果を確認している。この機序は、放射線照射で免疫原性細胞死が起こり、多彩ながん抗原の放出 (Eat me signal) と樹状細胞から TIL への抗原提示の伝達が行われ、大量の TIL が腫瘍へと浸潤し免疫サイクルが加速した。過酸化チタンナノ粒子を併用し小胞体ストレスを誘導し MHC class I の発現の増強を実現でき、免疫チェックポイント阻害剤の併用により、圧倒的な免疫原性の獲得に成功し、世界的にも類を見ない併用効果をマウス悪性黒色腫モデルで実現し、その成果は更なる国際特許申請に至った。

5. 主な発表論文等

〔雑誌論文〕 計42件（うち査読付論文 39件 / うち国際共著 2件 / うちオープンアクセス 32件）

1. 著者名 Sato Takumi, Kakei Yasumasa, Hasegawa Takumi, Kashin Masahiko, Teraoka Shun, Yamaguchi Akinobu, Sasaki Ryohei, Akashi Masaya	4. 巻 15
2. 論文標題 Gold Nanoparticles Enhance the Tumor Growth-Suppressing Effects of Cetuximab and Radiotherapy in Head and Neck Cancer In Vitro and In Vivo	5. 発行年 2023年
3. 雑誌名 Cancers	6. 最初と最後の頁 5697 ~ 5697
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.3390/cancers15235697	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 Komatsu Shohei, Wang Tianyuan, Terashima Kazuki, Demizu Yusuke, Anzai Makoto, Suga Masaki, Yamashita Tomohiro, Suzuki Osamu, Okimoto Tomoaki, Sasaki Ryohei, Fukumoto Takumi	4. 巻 238
2. 論文標題 Innovative Combination Treatment to Expand the Indications of Particle Therapy: Spacer Placement Surgery Using Bio-Absorbable Polyglycolic Acid Spacer	5. 発行年 2023年
3. 雑誌名 Journal of the American College of Surgeons	6. 最初と最後の頁 119 ~ 128
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.1097/XCS.0000000000000873	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 Wang Tianyuan, Sofue Keitaro, Shimada Ryuji, Ishihara Takeaki, Yada Ryuichi, Miyamoto Masanori, Sasaki Ryohei, Murakami Takamichi	4. 巻 13
2. 論文標題 Comparative study of sub-second temporal resolution 4D-MRI and 4D-CT for target motion assessment in a phantom model	5. 発行年 2023年
3. 雑誌名 Scientific Reports	6. 最初と最後の頁 15685-15685
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.1038/s41598-023-42773-z	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 Kawahara Daisuke, Murakami Yuji, Awane Shota, Emoto Yuki, Iwashita Kazuma, Kubota Hikaru, Sasaki Ryohei, Nagata Yasushi	4. 巻 34
2. 論文標題 Radiomics and dosimics for predicting complete response to definitive chemoradiotherapy patients with oesophageal squamous cell cancer using the hybrid institution model	5. 発行年 2023年
3. 雑誌名 European Radiology	6. 最初と最後の頁 1200 ~ 1209
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.1007/s00330-023-10020-8	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 Yamada Akihiro, Shinomiya Hirotaka, Uehara Natsumi, Iritani Keisuke, Tatehara Shun, Furukawa Tatsuya, Teshima Masanori, Miyawaki Daisuke, Fujita Takeshi, Kakigi Akinobu, Kiyota Naomi, Sasaki Ryohei, Nibu Ken ichi	4. 巻 45
2. 論文標題 Oncological outcomes of concurrent chemoradiotherapy with docetaxel, cisplatin, and 5 fluorouracil for locally advanced squamous cell carcinoma of the external auditory canal: A single center study	5. 発行年 2023年
3. 雑誌名 Head & Neck	6. 最初と最後の頁 2498 ~ 2504
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.1002/hed.27461	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 Kitajima Kazuhiro, Kuyama Junpei, Kawahara Takashi, Suga Tsuyoshi, Otani Tomoaki, Sugawara Shigeyasu, Kono Yumiko, Tamaki Yukihisa, Seko-Nitta Ayumi, Ishiwata Yoshinobu, Ito Kimiteru, Toriihara Akira, Watanabe Shiro, Hosono Makoto, Miyake Hideaki, Yamamoto Shingo, Sasaki Ryohei, Narita Mitsuhiro, Yamakado Koichiro	4. 巻 15
2. 論文標題 Assessing Therapeutic Response to Radium-223 with an Automated Bone Scan Index among Metastatic Castration-Resistant Prostate Cancer Patients: Data from Patients in the J-RAP-BSI Trial	5. 発行年 2023年
3. 雑誌名 Cancers	6. 最初と最後の頁 2784 ~ 2784
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.3390/cancers15102784	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 Doi Yoshiko, Nagata Yasushi, Matsumoto Yasuo, Numata Kazushi, Sasaki Ryu, Yamada Takashi, Igaki Hiroshi, Imagumbai Toshiyuki, Katoh Norio, Yoshitake Tadamasa, Shimizuguchi Takuya, Fujioka Den, Inoue Minoru, Koide Yutaro, Kimura Tomoki, Ito Yoshinori	4. 巻 53
2. 論文標題 Multicenter retrospective study of stereotactic body radiotherapy for patients with previously untreated initial small hepatocellular carcinoma	5. 発行年 2023年
3. 雑誌名 Hepatology Research	6. 最初と最後の頁 749 ~ 760
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.1111/hepr.13908	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 IWASHITA KAZUMA, KUBOTA HIKARU, NISHIOKA RIKU, EMOTO YUKI, KAWAHARA DAISUKE, ISHIHARA TAKEAKI, MIYAWAKI DAISUKE, NISHIBUCHI IKUNO, NAGATA YASUSHI, SASAKI RYOHEI	4. 巻 43
2. 論文標題 Prognostic Value of Radiomics Analysis of Skeletal Muscle After Radical Irradiation of Esophageal Cancer	5. 発行年 2023年
3. 雑誌名 Anticancer Research	6. 最初と最後の頁 1749 ~ 1760
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.21873/anticanres.16328	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 Tamagawa Kotaro, Shinomiya Hiroataka, Okada Takuya, Tatehara Shun, Teshima Masanori, Sasaki Ryohei, Nibu Ken ichi	4. 巻 45
2. 論文標題 Ligation of the ethmoid arteries in superselective intra arterial infusion of cisplatin for advanced maxillary sinus cancer fed by the ophthalmic artery	5. 発行年 2023年
3. 雑誌名 Head & Neck	6. 最初と最後の頁 E16-E24
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.1002/hed.27341	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 Iwahashi Hirofumi, Nagashima Hiroaki, Tanaka Kazuhiro, Uno Takiko, Hashiguchi Mitsuru, Maeyama Masahiro, Somiya Yuichiro, Komatsu Masato, Hirose Takanori, Itoh Tomoo, Sasaki Ryohei, Sasayama Takashi	4. 巻 139
2. 論文標題 2-Hydroxyglutarate magnetic resonance spectroscopy in adult brainstem glioma	5. 発行年 2023年
3. 雑誌名 Journal of Neurosurgery	6. 最初と最後の頁 355-362
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.3171/2022.12.JNS221954	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 Salah Mohammed, Akasaka Hiroaki, Shimizu Yasuyuki, Morita Kenta, Nishimura Yuya, Kubota Hikaru, Kawaguchi Hiroki, Sogawa Tomomi, Mukumoto Naritoshi, Ogino Chiaki, Sasaki Ryohei	4. 巻 41
2. 論文標題 Reactive oxygen species-inducing titanium peroxide nanoparticles as promising radiosensitizers for eliminating pancreatic cancer stem cells	5. 発行年 2022年
3. 雑誌名 Journal of Experimental & Clinical Cancer Research	6. 最初と最後の頁 146
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.1186/s13046-022-02358-6	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 Kitayama Yukiya, Yamada Takuya, Kiguchi Kentaro, Yoshida Aoi, Hayashi Shuhei, Akasaka Hiroaki, Igarashi Kazunori, Nishimura Yuya, Matsumoto Yu, Sasaki Ryohei, Takano Eri, Sunayama Hirobumi, Takeuchi Toshifumi	4. 巻 10
2. 論文標題 <i>In vivo</i> stealthified molecularly imprinted polymer nanogels incorporated with gold nanoparticles for radiation therapy	5. 発行年 2022年
3. 雑誌名 Journal of Materials Chemistry B	6. 最初と最後の頁 6784 ~ 6791
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.1039/d2tb00481j	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 Takemori Toshiyuki, Kawamoto Teruya, Hara Hitomi, et al.	4. 巻 14
2. 論文標題 Clinical Outcome of Patients with Pelvic and Retroperitoneal Bone and Soft Tissue Sarcoma: A Retrospective Multicenter Study in Japan	5. 発行年 2022年
3. 雑誌名 Cancers	6. 最初と最後の頁 3023 ~ 3023
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.3390/cancers14123023	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 Dai Yuntao, Kawaguchi Tetsuya, Nishio Miki, Otani Junji, Tashiro Hironori, Terai Yoshito, Sasaki Ryohei, Maehama Tomohiko, Suzuki Akira	4. 巻 27
2. 論文標題 The <i>TIGD5</i> gene located in 8q24 and frequently amplified in ovarian cancers is a tumor suppressor	5. 発行年 2022年
3. 雑誌名 Genes to Cells	6. 最初と最後の頁 633 ~ 642
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.1111/gtc.12980	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 Iwahashi Hirofumi, Nagashima Hiroaki, Tanaka Kazuhiro, Uno Takiko, Hashiguchi Mitsuru, Maeyama Masahiro, Somya Yuichiro, Komatsu Masato, Hirose Takanori, Itoh Tomoo, Sasaki Ryohei, Sasayama Takashi	4. 巻 -
2. 論文標題 2-Hydroxyglutarate magnetic resonance spectroscopy in adult brainstem glioma	5. 発行年 2023年
3. 雑誌名 Journal of Neurosurgery	6. 最初と最後の頁 1 ~ 8
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.3171/2022.12.JNS221954	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 Tamagawa Kotaro, Shinomiya Hirotaka, Okada Takuya, Tatehara Shun, Teshima Masanori, Sasaki Ryohei, Nibu Ken ichi	4. 巻 45
2. 論文標題 Ligation of the ethmoid arteries in superselective intra arterial infusion of cisplatin for advanced maxillary sinus cancer fed by the ophthalmic artery	5. 発行年 2023年
3. 雑誌名 Head & Neck	6. 最初と最後の頁 E16-E24
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.1002/hed.27341	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 IWASHITA KAZUMA, KUBOTA HIKARU, NISHIOKA RIKU, EMOTO YUKI, KAWAHARA DAISUKE, ISHIHARA TAKEAKI, MIYAWAKI DAISUKE, NISHIBUCHI IKUNO, NAGATA YASUSHI, SASAKI RYOHEI	4. 巻 43
2. 論文標題 Prognostic Value of Radiomics Analysis of Skeletal Muscle After Radical Irradiation of Esophageal Cancer	5. 発行年 2023年
3. 雑誌名 Anticancer Research	6. 最初と最後の頁 1749 ~ 1760
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.21873/anticancer.16328	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 Akasaka Hiroaki, Mizonobe Kazufusa, Oki Yuya, Uehara Kazuyuki, Nakayama Masao, Tamura Shuhei, Munetomo Yoshiki, Kawaguchi Haruna, Ishida Jun, Harada Aya, Ishihara Takeaki, Kubota Hikaru, Kawaguchi Hiroki, Sasaki Ryohei, Mayahara Hiroshi	4. 巻 23
2. 論文標題 Fiducial marker position affects target volume in stereotactic lung irradiation	5. 発行年 2022年
3. 雑誌名 Journal of Applied Clinical Medical Physics	6. 最初と最後の頁 e13596
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.1002/acm2.13596	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 Salah Mohammed, Akasaka Hiroaki, Shimizu Yasuyuki, Morita Kenta, Nishimura Yuya, Kubota Hikaru, Kawaguchi Hiroki, Sogawa Tomomi, Mukumoto Naritoshi, Ogino Chiaki, Sasaki Ryohei	4. 巻 41
2. 論文標題 Reactive oxygen species-inducing titanium peroxide nanoparticles as promising radiosensitizers for eliminating pancreatic cancer stem cells	5. 発行年 2022年
3. 雑誌名 Journal of Experimental & Clinical Cancer Research	6. 最初と最後の頁 146
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.1186/s13046-022-02358-6	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 Akasaka Hiroaki, Mizonobe Kazufusa, Oki Yuya, Uehara Kazuyuki, Nakayama Masao, Tamura Shuhei, Munetomo Yoshiki, Kawaguchi Haruna, Ishida Jun, Harada Aya, Ishihara Takeaki, Kubota Hikaru, Kawaguchi Hiroki, Sasaki Ryohei, Mayahara Hiroshi	4. 巻 -
2. 論文標題 Fiducial marker position affects target volume in stereotactic lung irradiation	5. 発行年 2022年
3. 雑誌名 Journal of Applied Clinical Medical Physics	6. 最初と最後の頁 -
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.1002/acm2.13596	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 Teshima Masanori, Shinomiya Hirotaka, Kimura Hidehito, Hashikawa Kazunobu, Kiyota Naomi, Miyawaki Daisuke, Sasaki Ryohei, Kohmura Eiji, Nibu Ken ichi	4. 巻 6
2. 論文標題 Roles of skull base surgery and particle radiotherapy for orbital malignant tumors involving the skull base	5. 発行年 2021年
3. 雑誌名 Laryngoscope Investigative Otolaryngology	6. 最初と最後の頁 1347 ~ 1352
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.1002/lio2.687	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 Nakayama Masao, Akasaka Hiroaki, Miyazaki Eiichi, Goto Yoshihiro, Oki Yuya, Kawate Yosuke, Morita Kenta, Sasaki Ryohei	4. 巻 20
2. 論文標題 Image contrast assessment of metal-based nanoparticles as applications for image-guided radiation therapy	5. 発行年 2021年
3. 雑誌名 Physics and Imaging in Radiation Oncology	6. 最初と最後の頁 94 ~ 97
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.1016/j.phro.2021.11.003	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 Komatsu Hirokazu, Furukawa Tatsuya, Iritani Keisuke, Tatehara Shun, Takahashi Miki, Iwaki Shinobu, Kakei Yasumasa, Hasegawa Takumi, Teshima Masanori, Shinomiya Hirotaka, Otsuki Naoki, Hashikawa Kazunobu, Kiyota Naomi, Sasaki Ryohei, Akashi Masaya, Nibu Ken-ichi	4. 巻 49
2. 論文標題 Blowing time ratio and high-resolution manometry to evaluate swallowing function of patients with oral and oropharyngeal cancer	5. 発行年 2022年
3. 雑誌名 Auris Nasus Larynx	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) 10.1016/j.anl.2021.10.013	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 Azumi Maho, Matsumoto Masuyo, Suzuki Kaho, Sasaki Ryohei, Ueno Yoshiko, Nogami Munenobu, Terai Yoshito	4. 巻 22
2. 論文標題 PET/MRI is useful for early detection of pelvic insufficiency fractures after radiotherapy for cervical cancer	5. 発行年 2021年
3. 雑誌名 Oncology Letters	6. 最初と最後の頁 776
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.3892/ol.2021.13037	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 Hamada Mostafa, Ueshima Eisuke, Ishihara Takeaki, Koide Yutaka, Okada Takuya, Horinouchi Hiroki, Ishida Jun, Mayahara Hiroshi, Sasaki Koji, Gentsu Tomoyuki, Sofue Keitaro, Yamaguchi Masato, Sasaki Ryohei, Sugimoto Koji, Murakami Takamichi	4. 巻 10
2. 論文標題 The feasibility of transcatheter arterial chemoembolization following radiation therapy for hepatocellular carcinoma	5. 発行年 2021年
3. 雑誌名 Acta Radiologica Open	6. 最初と最後の頁 -
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.1177/20584601211034965	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 Shinomiya Hirota, Uehara Natsumi, Fujita Takeshi, Miyawaki Daisuke, Imamura Yoshinori, Teshima Masanori, Kakigi Akinobu, Kiyota Naomi, Sasaki Ryohei, Nibu Ken-ichi	4. 巻 -
2. 論文標題 Phase I trial of concurrent chemoradiotherapy with docetaxel, cisplatin and 5-fluorouracil (TPF-CRT) for locally advanced squamous cell carcinoma of the external auditory canal	5. 発行年 2021年
3. 雑誌名 European Archives of Oto-Rhino-Laryngology	6. 最初と最後の頁 -
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.1007/s00405-021-06974-4	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 Shinomiya H, Uehara N, Fujita T, Yoshida K, Imamura Y, Teshima M, Kimura H, Miyawaki D, Kakigi A, Kiyota N, Otsuki N, Sasaki R, Kohmura E, Nibu K	4. 巻 135
2. 論文標題 New proposal to revise the classification for squamous cell carcinoma of the external auditory canal and middle ear	5. 発行年 2021年
3. 雑誌名 The Journal of Laryngology & Otology	6. 最初と最後の頁 297 ~ 303
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.1017/S002221512100089X	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 Nakaoka Ai, Nakahana Makiko, Inubushi Sachiko, Akasaka Hiroaki, Salah Mohammed, Fujita Yoshiko, Kubota Hikaru, Hassan Mennaallah, Nishikawa Ryo, Mukumoto Naritoshi, Ishihara Takeaki, Miyawaki Daisuke, Sasayama Takashi, Sasaki Ryohei	4. 巻 45
2. 論文標題 Exosome-mediated radiosensitizing effect on neighboring cancer cells via increase in intracellular levels of reactive oxygen species	5. 発行年 2021年
3. 雑誌名 Oncology Reports	6. 最初と最後の頁 13
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.3892/or.2021.7964	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 KAWAGUCHI HIROKI, DEMIZU YUSUKE, MUKUMOTO NARITOSHI, ISHIHARA TAKEAKI, MIYAWAKI DAISUKE, KOMATSU SHOHEI, AKASAKA HIROAKI, SHINOTO MAKOTO, SHIOYAMA YOSHIYUKI, NAKAMURA KATSUMASA, FUKUMOTO TAKUMI, SASAKI RYOHEI	4. 巻 41
2. 論文標題 Efficacy of Spacers in Radiation Therapy for Locally Advanced Pancreatic Cancer: A Planning Study	5. 発行年 2021年
3. 雑誌名 Anticancer Research	6. 最初と最後の頁 503 ~ 508
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.21873/anticancer.14801	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 Lee Dongha, Komatsu Shohei, Terashima Kazuki, Toyama Hirochika, Matsuo Yoshiro, Takahashi Daiki, Suga Masaki, Nishimura Naoko, Tai Kentaro, Kido Masahiro, Demizu Yusuke, Tokumaru Sunao, Okimoto Tomoaki, Sasaki Ryohei, Fukumoto Takumi	4. 巻 16
2. 論文標題 Surgical spacer placement for proton radiotherapy in locally advanced pancreatic body and tail cancers: initial clinical results	5. 発行年 2021年
3. 雑誌名 Radiation Oncology	6. 最初と最後の頁 3
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.1186/s13014-020-01731-z	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 Kubota Hikaru, Miyawaki Daisuke, Mukumoto Naritoshi, Ishihara Takeaki, Matsumura Megumi, Hasegawa Takumi, Akashi Masaya, Kiyota Naomi, Shinomiya Hirotaka, Teshima Masanori, Nibu Ken-ichi, Sasaki Ryohei	4. 巻 16
2. 論文標題 Risk factors for osteoradionecrosis of the jaw in patients with head and neck squamous cell carcinoma	5. 発行年 2021年
3. 雑誌名 Radiation Oncology	6. 最初と最後の頁 1
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.1186/s13014-020-01701-5	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 Takagi Daisuke, Morikawa Yuri, Kamei Michi, Ogino Hiroyuki, Iwata Hiromitsu, Maeda Naoko, Akita Nobuhiro, Fukumoto Takumi, Sasaki Ryohei, Kondo Satoshi	4. 巻 68
2. 論文標題 The first pediatric case of sacral Ewing sarcoma treated with space making particle therapy	5. 発行年 2021年
3. 雑誌名 Pediatric Blood & Cancer	6. 最初と最後の頁 e28842
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.1002/pbc.28842	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 Morita Kenta, Nishimura Yuya, Nakamura Satoko, Arai Yuki, Numako Chiya, Sato Kazuyoshi, Nakayama Masao, Akasaka Hiroaki, Sasaki Ryohei, Ogino Chiaki, Kondo Akihiko	4. 巻 198
2. 論文標題 Titanium oxide nano-radiosensitizers for hydrogen peroxide delivery into cancer cells	5. 発行年 2021年
3. 雑誌名 Colloids and Surfaces B: Biointerfaces	6. 最初と最後の頁 111451 ~ 111451
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.1016/j.colsurfb.2020.111451	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 Hara H, Sakai Y, Kawamoto T, Fukase N, Kawakami Y, Takemori T, Fujiwara S, Kitayama K, Yahiro S, Miyamoto T, Kakutani K, Niikura T, Miyawaki D, Okada T, Sakashita A, Imamura Y, Sasaki R, Kizawa Y, Minami H, Matsumoto T, Matsushita T, Kuroda R, Akisue T	4. 巻 27
2. 論文標題 Surgical outcomes of metastatic bone tumors in the extremities (Surgical outcomes of bone metastases)	5. 発行年 2021年
3. 雑誌名 Journal of Bone Oncology	6. 最初と最後の頁 100352 ~ 100352
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.1016/j.jbo.2021.100352	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 KAWAGUCHI HIROKI, DEMIZU YUSUKE, MUKUMOTO NARITOSHI, ISHIHARA TAKEAKI, MIYAWAKI DAISUKE, KOMATSU SHOHEI, AKASAKA HIROAKI, SHINOTO MAKOTO, SHIOYAMA YOSHIYUKI, NAKAMURA KATSUMASA, FUKUMOTO TAKUMI, SASAKI RYOHEI	4. 巻 41
2. 論文標題 Efficacy of Spacers in Radiation Therapy for Locally Advanced Pancreatic Cancer: A Planning Study	5. 発行年 2021年
3. 雑誌名 Anticancer Research	6. 最初と最後の頁 503 ~ 508
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.21873/anticanres.14801	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 Lee Dongha, Komatsu Shohei, Terashima Kazuki, Toyama Hirochika, Matsuo Yoshiro, Takahashi Daiki, Suga Masaki, Nishimura Naoko, Tai Kentaro, Kido Masahiro, Demizu Yusuke, Tokumaru Sunao, Okimoto Tomoaki, Sasaki Ryohei, Fukumoto Takumi	4. 巻 16
2. 論文標題 Surgical spacer placement for proton radiotherapy in locally advanced pancreatic body and tail cancers: initial clinical results	5. 発行年 2021年
3. 雑誌名 Radiation Oncology	6. 最初と最後の頁 3~3
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.1186/s13014-020-01731-z	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 Kubota Hikaru, Miyawaki Daisuke, Mukumoto Naritoshi, Ishihara Takeaki, Matsumura Megumi, Hasegawa Takumi, Akashi Masaya, Kiyota Naomi, Shinomiya Hiroataka, Teshima Masanori, Nibu Ken-ichi, Sasaki Ryohei	4. 巻 16
2. 論文標題 Risk factors for osteoradionecrosis of the jaw in patients with head and neck squamous cell carcinoma	5. 発行年 2021年
3. 雑誌名 Radiation Oncology	6. 最初と最後の頁 1~1
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.1186/s13014-020-01701-5	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 Kashin Masahiko, Kakei Yasumasa, Teraoka Shun, Hasegawa Takumi, Yamaguchi Akinobu, Fukuoka Takao, Sasaki Ryohei, Akashi Masaya	4. 巻 2020
2. 論文標題 Gold Nanoparticles Enhance EGFR Inhibition and Irradiation Effects in Head and Neck Squamous Carcinoma Cells	5. 発行年 2020年
3. 雑誌名 BioMed Research International	6. 最初と最後の頁 1~10
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.1155/2020/1281645	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 Morita Kenta, Nishimura Yuya, Nakamura Satoko, Arai Yuki, Numako Chiya, Sato Kazuyoshi, Nakayama Masao, Akasaka Hiroaki, Sasaki Ryohei, Ogino Chiaki, Kondo Akihiko	4. 巻 198
2. 論文標題 Titanium oxide nano-radiosensitizers for hydrogen peroxide delivery into cancer cells	5. 発行年 2021年
3. 雑誌名 Colloids and Surfaces B: Biointerfaces	6. 最初と最後の頁 111451~111451
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.1016/j.colsurfb.2020.111451	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 Salah Mohammed, Osuga Saki, Nakahana Makiko, Irino Yasuhiro, Shinohara Masakazu, Shimizu Yasuyuki, Mukumoto Naritoshi, Akasaka Hiroaki, Nakaoka Ai, Miyawaki Daisuke, Ishihara Takeaki, Yoshida Kenji, Okamoto Yoshiaki, Sasaki Ryohei	4. 巻 23
2. 論文標題 Elucidation of gastrointestinal dysfunction in response to irradiation using metabolomics	5. 発行年 2020年
3. 雑誌名 Biochemistry and Biophysics Reports	6. 最初と最後の頁 100789 ~ 100789
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.1016/j.bbrep.2020.100789	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 Hassan Mennaallah, Nakayama Masao, Salah Mohammed, Akasaka Hiroaki, Kubota Hikaru, Nakahana Makiko, Tagawa Tatsuichiro, Morita Kenta, Nakaoka Ai, Ishihara Takeaki, Miyawaki Daisuke, Yoshida Kenji, Nishimura Yuya, Ogino Chiaki, Sasaki Ryohei	4. 巻 10
2. 論文標題 A Comparative Assessment of Mechanisms and Effectiveness of Radiosensitization by Titanium Peroxide and Gold Nanoparticles	5. 発行年 2020年
3. 雑誌名 Nanomaterials	6. 最初と最後の頁 1125 ~ 1125
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.3390/nano10061125	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 del Mundo Daryl Anne A., Morimoto Koichi, Masuda Kuriko, Iwaki Shinobu, Furukawa Tatsuya, Teshima Masanori, Shinomiya Hiroataka, Miyawaki Daisuke, Otsuki Naoki, Sasaki Ryohei, Nibu Ken-ichi	4. 巻 47
2. 論文標題 Oncologic and functional outcomes of transoral CO2 laser cordectomy for early glottic cancer	5. 発行年 2020年
3. 雑誌名 Auris Nasus Larynx	6. 最初と最後の頁 276 ~ 281
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.1016/j.anl.2019.08.005	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 -

〔学会発表〕 計13件 (うち招待講演 1件 / うち国際学会 3件)

1. 発表者名 Ryohei Sasaki, Hiroaki Akasaka, Masao Nakayama, Yoshiko Fujita, Hikaru Kubota, Kenta Morita, Mennaallah Hassan, Mohammed Salah, Yuya Nishimura, Naritoshi Mukumoto, Takeaki Ishihara, Daisuke Miyawaki, Chiaki Ogino.
2. 発表標題 A novel radiosensitizer of titanium peroxide nanoparticles (TiOxNPs) through continuous ROS generation
3. 学会等名 American Association of Cancer Research Annual Meeting 2023 (国際学会)
4. 発表年 2023年

1. 発表者名 Yoshiko Fujita, Hikaru Kubota, Chiaki Ogino, Ryohei Sasaki
2. 発表標題 Anti-tumor immunity evolved by novel titanium peroxide nanoparticles (TiOxNPs) as a radiosensitizer and PD-1 blockade
3. 学会等名 American Association of Cancer Research Annual Meeting 2023 (国際学会)
4. 発表年 2023年

1. 発表者名 Mohammed Salah, Hiroki Kawaguchi, Hiroaki Akasaka, Yasuyuki Shimizu, Kenta Morita, Yuya Nishimura, Hikaru Kubota, Tomomi Sogawa, NaritoshiMukumoto, Chiaki Ogino, Ryohei Sasaki.
2. 発表標題 Titanium peroxides nanoparticles are promising radiosensitizers to eliminate pancreatic cancer stem cells
3. 学会等名 American Association of Cancer Research Annual Meeting 2023 (国際学会)
4. 発表年 2023年

1. 発表者名 Ryohei SASAKI, Naritoshi MUKUMOTO, Masao NAKAYAMA, Hiroaki AKASAKA, Yasuyuki SHIMIZU, Takeaki ISHIHARA, Daisuke MIYAWAKI
2. 発表標題 Biological reactions to extremely high dose rate X-ray irradiation to mouse brain and tumor models.
3. 学会等名 日本放射線影響学会 第65回大会 (招待講演)
4. 発表年 2022年

1. 発表者名 中岡藍、仲波名真希子、清水康之、金城裕士、椋本成俊、小林加奈、石原武明、宮脇大輔、佐々木良平
2. 発表標題 エクソソームによる膵がん細胞の肝転移制御効果に関する基礎的検討
3. 学会等名 日本放射線腫瘍学会第35回学術大会
4. 発表年 2022年

1. 発表者名 中岡藍、仲波名真希子、清水康之、金城裕士、棕本成俊、小林加奈、石原武明、宮脇大輔、佐々木良平
2. 発表標題 膵がん細胞由来のエクソソームを介した肝転移制御効果に関する基礎的検討
3. 学会等名 第9回日本細胞外小胞学会学術集会
4. 発表年 2022年

1. 発表者名 中岡 藍、仲波名 真希子、棕本 成俊、赤坂 浩亮、清水 康之、Mohammed Salah、西川 遼、平野 駿太、石原 武明、宮脇 大輔、佐々木 良平
2. 発表標題 同一腫瘍細胞間の放射線応答を制御するエクソソーム内マイクロRNAの網羅的解析
3. 学会等名 第58回日本放射線腫瘍学会生物部会学術大会
4. 発表年 2021年

1. 発表者名 中岡 藍、仲波名 真希子、棕本 成俊、赤坂 浩亮、清水 康之、Mohammed Salah、西川 遼、平野 駿太、石原 武明、宮脇 大輔、佐々木 良平
2. 発表標題 エクソソーム内マイクロRNAを介した放射線応答制御に関する基礎的検討
3. 学会等名 第34回 日本放射線腫瘍学会学術大会
4. 発表年 2021年

1. 発表者名 佐々木 良平、窪田 光、川口 弘毅、宮脇 大輔
2. 発表標題 3D-CRT から IMRT へと変遷する中での放射線療法の課題
3. 学会等名 第44回日本頭頸部癌学会
4. 発表年 2020年

1. 発表者名 窪田光、藤田佳子、清水康之、Mohammed Salah、岩下和真、妹尾悟史、川口弘毅、小林加奈、石原武明、宮脇大輔、吉田賢史、西村勇哉、荻野千秋、佐々木良平
2. 発表標題 過酸化チタンナノ粒子による免疫放射線治療増感効果の検討
3. 学会等名 第33回日本放射線腫瘍学会
4. 発表年 2020年

1. 発表者名 中岡藍、仲波名真希子、棕本成俊、赤坂浩亮、清水康之、Mohammed Salah、石原武明、宮脇大輔、佐々木良平
2. 発表標題 がん細胞から放出されたエクソソームによる放射線増感効果
3. 学会等名 第33回日本放射線腫瘍学会
4. 発表年 2020年

1. 発表者名 岩下和真、石原武明、妹尾悟史、窪田光、川口弘毅、小林加奈、宮脇大輔、吉田賢史、佐々木良平、丹生健一、手島直則、清田尚臣、今村善宣
2. 発表標題 cT3N0M0喉頭癌に対する根治的放射線治療の長期成績
3. 学会等名 第33回日本放射線腫瘍学会
4. 発表年 2020年

1. 発表者名 宮脇大輔、妹尾悟史、窪田光、川口弘毅、石原武明、植村優、山本暢之、今村善宣、清田尚臣、丹生健一、岩下和真、小林加奈、佐々木良平
2. 発表標題 小児・若年の上咽頭癌3例の治療経験
3. 学会等名 第33回日本放射線腫瘍学会
4. 発表年 2020年

〔図書〕 計0件

〔出願〕 計1件

産業財産権の名称 医薬	発明者 佐々木 良平、荻野 千秋、藤田 佳子	権利者 国立大学法人神 戸大学
産業財産権の種類、番号 特許、特願2023-55654	出願年 2023年	国内・外国の別 国内

〔取得〕 計0件

〔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 良平 (Ryohei Sasaki) (30346267)	神戸大学・医学部附属病院・教授 (14501)	
研究 分担者	赤坂 浩亮 (Akasaka Hiroaki) (20707161)	神戸大学・医学部附属病院・特命助教 (14501)	
研究 分担者	宮脇 大輔 (Daisuke Miyawaki) (30546502)	神戸大学・医学部附属病院・特命准教授 (14501)	
研究 分担者	妹尾 悟史 (Satoshi Seno) (40801105)	神戸大学・医学部附属病院・特定助教 (14501)	
研究 分担者	川口 弘毅 (Hiroki Kawaguchi) (60781820)	神戸大学・医学部附属病院・医員 (14501)	
研究 分担者	窪田 光 (Hikaru Kubota) (60824208)	神戸大学・医学部附属病院・医員 (14501)	

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
---------	---------