

令和 4 年 5 月 19 日現在

機関番号：34419

研究種目：基盤研究(C) (一般)

研究期間：2019～2021

課題番号：19K08211

研究課題名(和文)鉛を含まない放射線遮蔽材を用いた新規放射線治療法の開発

研究課題名(英文) Development of a novel radio-protective technique in radiotherapy using lead-free materials

研究代表者

門前 一 (Monzen, Hajime)

近畿大学・大学病院・教授

研究者番号：10611593

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)：鉛を含まない放射線遮蔽材として、タングステンを含んだ紙(TFP)やゴム(TCR)の放射線遮蔽能力を明らかにした。また、加温すると柔らかくなり、体温では形状を維持できる放射線遮蔽材、リアルタイム可変型タングステン含有ゴム(STR)を新たに開発、さらにこの温度特性を利用して、水等価物質であるリアルタイム可変型ソフトラバーボラス(SRB)も開発。これらの医学への適応拡大を目指し、下記の成果をあげた。1. IVRにおける術者被ばくの低減、2. 頭部CT撮影における患者の水晶体被ばく低減、3. 電子線治療におけるコリメータ・正常組織の防護材、4. 放射線治療におけるボラス材。

研究成果の学術的意義や社会的意義

医療における放射線遮蔽材は、主に鉛や低融点鉛合金が用いられているが、人体に有毒で加工が困難、廃棄による環境への悪影響などが懸念されている。今回開発した放射線遮蔽材は、人体に毒性もなく、リサイクルも可能、紙やゴムの特徴を有するTFPやTCRは裁断や折りたたみ、他の材質への貼付が容易、STRは加温することで自由自在に成形でき、常温で形状維持可能、といった特徴を有する。また、新規ボラス(SRB)も加温することで自由自在に成形可能、皮膚に密着させて効果的に皮膚表面線量を増加できる。これらの特徴を活かし、放射線治療や放射線防護といった医療分野において幅広く応用することで、果たす役割は大きい。

研究成果の概要(英文)：Radiation shielding abilities of tungsten functional paper (TFP) and tungsten containing rubber (TCR) were clarified as lead-free materials and we aimed those expansion to the medical field. We have developed a real-time variable shape tungsten rubber (STR) newly. The STR is easy to shape in real time when heating and its shape is maintained at room and body temperatures, and also a real-time variable shape soft rubber bolus (SRB) with water equivalent material by excluding the tungsten from the STR. This study fulfilled the following themes: 1. Reduction of radiation exposure for an operator in Interventional Radiology (IR) with TCR; 2. Reduction of radiation exposure to the eye lens of a patient in head CT examination with TFP; 3. Use as a collimator to shape an irradiation field and shielding material for normal tissue in electron radiotherapy with TCR and STR; and 4. A bolus in radiotherapy with STR and SRB.

研究分野：医学物理、放射線技術学

キーワード：放射線治療 放射線防護 放射線遮蔽材 鉛フリー タングステン ボラス

1. 研究開始当初の背景

我々は先行研究において、タングステンを紙(TFP)やゴム(TCR)に含有した放射線遮蔽材を開発し、医療放射線に対して有効な遮蔽能力を有することを明らかにした。さらに、タングステンゴムよりさらに柔軟性・加工性・可撓性に富む、粘土状のタングステン含有ゴム素材を開発した。今回、これらの鉛を含まない放射線遮蔽材を用いて、新たな放射線治療法を確立すること、診断領域での放射線防護体系への実用性の検討を目的とした。

2. 研究の目的

3年間の研究では下記2点の開発に取り組み、研究を遂行した1. 加温すると粘土状になり自由成形でき、室温や体温では形状を維持できる鉛フリーの放射線遮蔽材であるリアルタイム可変型タングステン含有ゴム(STR)の開発、基礎検討を重ね、実臨床での使用まで進める。2. 水等価のリアルタイム可変型ソフトラバーポーラス(SRB)を1のアイデアの応用として開発、電子線治療の新しいポーラス材として基礎データを取得、論文発表を行い、薬事申請、上市を目指した。先行研究で開発した製品にて、診断領域での実用性の検討も併せて行った。

3. 研究の方法

図1は、本研究で医学応用に向けて開発・検討した TFP、TCR、STR、SRB である。

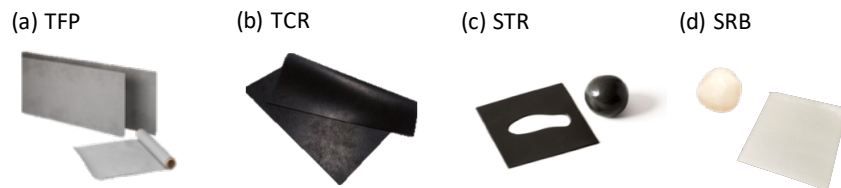


図1. (a) タングステン機能紙 (TFP)、(b) タングステン含有ゴム (TCR)、(c) リアルタイム可変型タングステン含有ゴム (STR)、(d) リアルタイム可変型ソフトラバーポーラス (SRB)。

(1) リアルタイム可変型タングステン含有ゴム(STR)の開発と放射線治療への応用

STRの温度特性について、何度で柔らかくなり自由成形可能か、何度で形状を維持できるか、動的粘弾性試験(Dynamic Mechanical Analysis: DMA)にて測定した。粘弾性の弾性成分を表す貯蔵弾性率(E')と粘性成分を表す損失弾性率(E'')から、損失正接($\tan\delta = E''/E'$)を求め、粘弾性を評価。 $\tan\delta$ が大きければ粘性成分が大きく柔らかい、小さければ弾性成分が大きく硬い。また、放射線治療で用いられる電子線の遮蔽率を求めた。

従来、電子線治療における照射野形成は、低融点鉛(LMA)のコリメータによって成形し、アプリケーションに装着する方法で行われている(患者皮膚面に置かない)(図2(a))。STRを、患者の皮膚上に設置、コリメータとして使用した際の線量分布を測定し、従来のLMAとの線量分布の差等を比較し、実用性を検討した(図2(b))。さらに、全身皮膚電子線療法において、爪の防護やケロイド治療など臨床に向けて研究を実施した。

また、X線治療におけるポーラス材としての応用、従来のゲルポーラス(厚み5mmおよび10mm)の線量分布と比較した。

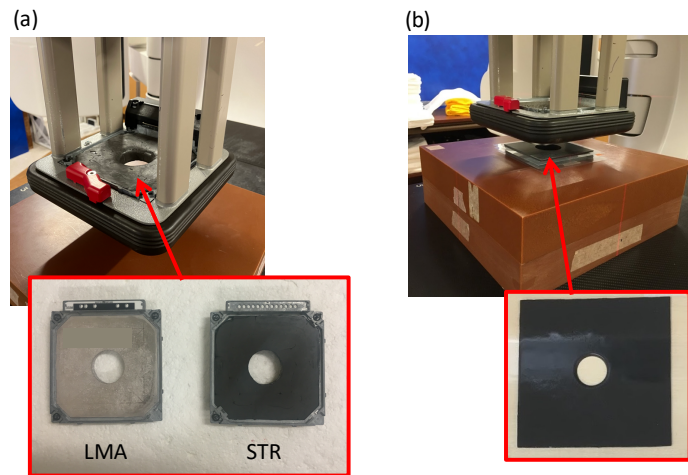


図2. (a) LMAのコリメータを電子線アプリケーションに設置して電子線治療を行う従来の体系 (STRで代替可)。 (b) 患者の上にSTRのコリメータを設置して治療を行う体系。深部線量百分率(PDD)と Lateral dose profile を取得。

(2) 新規ポーラス材(SRB)の開発と電子線治療への応用

STRと同様の温度特性を持つポーラス(SRB)を開発。60度程でリアルタイムに変形可能であり、従来のポーラスよりも皮膚への密着性を向上できる製品を目指した。従来の水等価ゲルポーラスと線量分布を比較し、実用性を検討した。

(3) その他：タングステン機能紙(TFP)とタングステン含有ゴム(TCR)の応用

以下の3つの実験を診断領域では実施した。

- ① Interventional radiology (IVR)における術者被ばくの主な原因は、患者からの散乱線である。患者を模擬したファントムの側壁に TCR を貼付、術者の眼・胸・腰・膝の高さにおける被ばく線量の低減率を求めた。
- ② IVR で頭蓋内の防護は不十分であり、術者頭部への被ばくが脳腫瘍や言語機能の低下などを招くといった報告がある。正確な側頭葉への被ばく線量測定を実施。頭部被ばく防護用キャップを作製、頭蓋内の被ばく線量の低減を試みた。
- ③ CT での水晶体被ばく低減についての検討。

4. 研究成果

(1) リアルタイム可変型タングステン含有ゴム(STR)の開発と放射線治療への応用

DMA 試験の結果から、60 度で $\tan\delta$ が 1.016、40 度で $\tan\delta$ が 0.600 となった。徒手官能試験も実施、 $\tan\delta$ が 0.600 以上で自由自在に成形ができた。また、体温(36 度)付近では $\tan\delta$ が 0.520 であり、成形した形状を維持できた。また、電子線治療で用いられる 6 と 12 MeV の電子線に対して、7 mm と 12 mm の厚みで十分に遮蔽できた。

STR は鉛フリーであることから、患者の皮膚の上に直に設置でき、従来法よりもターゲット周辺の線量を低減できた(図 3)。さらに、実際の耳介のケロイドへの電子線治療に使用した。STR コリメータの成形から線量分布の評価、照射までわずか 45 分で完遂した。さらに、全身皮膚電子線療法において、4 mm 厚の STR を爪に貼付することで 100%防護できることも明らかにした。これらの成果は、英文誌および和文誌に掲載された(Monzen et al. Phys Med. 2019., 門前 一. 機能材料. 2020., Matsumoto et al. Nihon Hoshasen Gijutsu Gakkai Zasshi. 2020., Wakabayashi et al. J Appl Clin Med Phys. 2021., Kawai et al. Anticancer Res. 2019 & 2021., Yanagi et al. Nihon Hoshasen Gijutsu Gakkai Zasshi. 2021.)。

X 線治療における薄型ポーラスとしての検討では、1 mm 厚の STR で、4.4 mm 厚の従来の水等価ポーラスと同等の皮膚線量増加があった。従来のポーラスよりも皮膚に密着させることができ、薄型ポーラスとして臨床に応用できることが示唆された。(Okuhata et al. Phys Eng Sci Med. 2021.)。

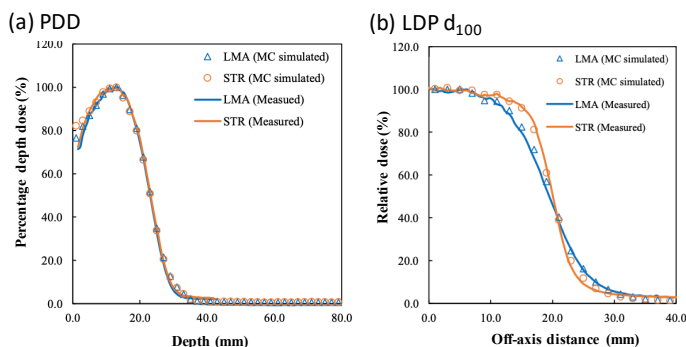


図 3. 従来の電子線治療に LMA を用いた場合と患者の皮膚上に設置したコリメータとして STR を用いた場合の線量分布の比較(左:PDD,右:最大線量深(d_{100})における Lateral dose profile (LDP)). 照射野サイズは、40 mm ϕ 。

(2) 新規ポーラス材(SRB)の開発と電子線治療への応用

新たに開発した SRB は、水等価にすることで従来のゲルポーラスと同等の皮膚線量を増加させる(図 4)。従来のポーラスよりも皮膚への密着性が高く、治療計画装置上でバーチャルポーラスと差異の無い線量分布であった。(Wakabayashi et al. Phys Med Biol. 2021.)。

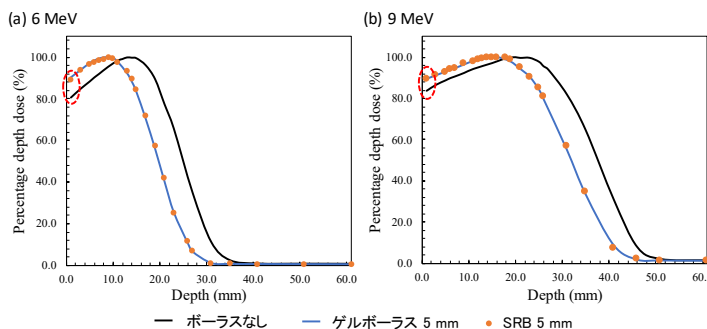


図 4. (a) 6 MeV、(b) 12 MeV 電子線に対するポーラスなし、5 mm 厚のゲルポーラスと SRB の PDD。赤破線枠はポーラスによる皮膚線量増加。

(3) タングステン機能紙(TFP)とタングステン含有ゴム(TCR)の応用

- ① 術者の膝以外の部位では約 80%の被ばくを低減できた (Kijima et al. Health Phys. 2019.)。
- ② 頭蓋内の被ばく低減の実験では、管球が LAO60CAU40 のときの空気カーマ率は、左側の頭部表面で 11.5 $\mu\text{Gy}/\text{min}$ 、左側頭葉で 6.3 $\mu\text{Gy}/\text{min}$ であった。従来の頭部のみを覆う防護具では、0.5 mm 厚の TCR を用いた場合の被ばく線量低減率は、頭部表面では 91.6%と高かったものの、左側頭葉では 4.1%とほとんど低減できなかった。しかし、左側の頬まで TCR で覆うことで、頭部表面の被ばく線量を 90.7%、左側頭葉では 85.4%低減できた (Hattori et al. J Appl Clin Med Phys. 2022.)。
- ③ 0.3 mm 厚の TFP を眼窩に設置することで、水晶体の放射線被ばくを約 18%低減できた。また、Tube Current Modulation (TCM)の技術を併用することで、約 27.5%低減できた。水晶体と TFP に数センチの距離を取ることで、頭蓋内の画質を劣化させることなく、水晶体の被ばく線量を低減できた (Kosaka et al. Eur J Radiol. 2020.)。

5. 主な発表論文等

〔雑誌論文〕 計13件（うち査読付論文 12件 / うち国際共著 1件 / うちオープンアクセス 2件）

1. 著者名 Wakabayashi Kazuki, Monzen Hajime, Tamura Mikoto, Matsumoto Kenji, Takei Yoshiki, Nishimura Yasumasa	4. 巻 22
2. 論文標題 Dosimetric evaluation of skin collimation with tungsten rubber for electron radiotherapy: A Monte Carlo study	5. 発行年 2021年
3. 雑誌名 Journal of Applied Clinical Medical Physics	6. 最初と最後の頁 63 ~ 70
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.1002/acm2.13210	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 Yanagi Yuya, Tamura Mikoto, Monzen Hajime, Matsumoto Kenji, Takei Yoshiki, Noma Kazuo, Kida Tetsuo	4. 巻 77
2. 論文標題 Application of real-time variable shape tungsten rubber for nail radiation protection in the total skin electron beam (TSEB) therapy	5. 発行年 2021年
3. 雑誌名 Nihon Hoshasen Gijutsu Gakkai Zasshi	6. 最初と最後の頁 145 ~ 152
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.6009/jjrt.2021_JSRT_77.2.145	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 Kawai Yoshihiro, Tamura Mikoto, Amano Morikazu, Kosugi Takashi, Monzen Hajime	4. 巻 41
2. 論文標題 First clinical experience of tungsten rubber electron adaptive therapy with real-time variable-shape tungsten rubber	5. 発行年 2021年
3. 雑誌名 Anticancer Research	6. 最初と最後の頁 919 ~ 925
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.21873/anticancer.14845	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 Matsumoto Kenji, Tamura Mikoto, Otsuka Masakazu, Wakabayashi Kazuki, Kijima Kenta, Monzen Hajime	4. 巻 76
2. 論文標題 Dosimetric characteristics of a real time shapeable tungsten containing rubber with electron beams	5. 発行年 2020年
3. 雑誌名 Nihon Hoshasen Gijutsu Gakkai Zasshi	6. 最初と最後の頁 1248 ~ 1255
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.6009/jjrt.2020_JSRT_76.12.1248	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 Takei Yoshiki, Kamomae Takeshi, Monzen Hajime, Nakaya Takayoshi, Sugita Kazuma, Suzuki Kentaro, Oguchi Hiroshi, Tamura Mikoto, Nishimura Yasumasa	4. 巻 43
2. 論文標題 Feasibility of using tungsten functional paper as a thin bolus for electron beam radiotherapy	5. 発行年 2020年
3. 雑誌名 Physical and Engineering Sciences in Medicine	6. 最初と最後の頁 1101 ~ 1111
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.1007/s13246-020-00910-2	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 Kawai Y, Tamura M, Amano M, Kamomae T, Monzen H.	4. 巻 39
2. 論文標題 Dosimetric Characterization of a novel surface collimator with tungsten functional paper for electron therapy.	5. 発行年 2019年
3. 雑誌名 Anticancer Res.	6. 最初と最後の頁 2839 ~ 2843
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.21873/anticancerres.13412	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 Monzen Hajime, Tamura Mikoto, Kijima Kenta, Otsuka Masakazu, Matsumoto Kenji, Wakabayashi Kazuki, Choi Min-Geon, Yoon Do-Kun, Doi Hiroshi, Akiyama Hironori, Nishimura Yasumasa	4. 巻 66
2. 論文標題 Estimation of radiation shielding ability in electron therapy and brachytherapy with real time variable shape tungsten rubber	5. 発行年 2019年
3. 雑誌名 Physica Medica	6. 最初と最後の頁 29 ~ 35
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.1016/j.ejmp.2019.09.233	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 Kijima K, Krisanachinda A, Tamura M, Monzen H, Nishimura Y.	4. 巻 118
2. 論文標題 Reduction of Occupational Exposure Using a Novel Tungsten-Containing Rubber Shield in Interventional Radiology.	5. 発行年 2020年
3. 雑誌名 Health Phys.	6. 最初と最後の頁 609 ~ 614
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.1097/HP.0000000000001177.	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 Kosaka Hiroyuki, Monzen Hajime, Amano Morikazu, Tamura Mikoto, Hattori Shota, Kono Yuki, Nishimura Yasumasa.	4. 巻 124
2. 論文標題 Radiation dose reduction to the eye lens in head CT using tungsten functional paper and organ-based tube current modulation.	5. 発行年 2020年
3. 雑誌名 Eur J Radiol.	6. 最初と最後の頁 108814
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.1016/j.ejrad.2020.108814.	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 門前 一	4. 巻 40
2. 論文標題 リアルタイム可変型放射線遮蔽材の開発	5. 発行年 2020年
3. 雑誌名 機能材料	6. 最初と最後の頁 66 ~ 72
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 Hattori Shota, Monzen Hajime, Tamura Mikoto, Kosaka Hiroyuki, Nakamura Yasunori, Nishimura Yasumasa	4. 巻 23
2. 論文標題 Estimating radiation exposure of the brain of a physician with a protective flap in interventional radiology: A phantom study	5. 発行年 2022年
3. 雑誌名 Journal of Applied Clinical Medical Physics	6. 最初と最後の頁 e13532
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.1002/acm2.13532	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 Okuhata Katsuya, Tamura Mikoto, Monzen Hajime, Nishimura Yasumasa	4. 巻 44
2. 論文標題 Dosimetric characteristics of a thin bolus made of variable shape tungsten rubber for photon radiotherapy	5. 発行年 2021年
3. 雑誌名 Physical and Engineering Sciences in Medicine	6. 最初と最後の頁 1249 ~ 1255
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.1007/s13246-021-01059-2	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 Wakabayashi Kazuki, Monzen Hajime, Tamura Mikoto, Takei Yoshiki, Okuhata Katsuya, Anami Shimpei, Doi Hiroshi, Nishimura Yasumasa	4. 巻 66
2. 論文標題 A novel real-time shapeable soft rubber bolus for clinical use in electron radiotherapy	5. 発行年 2021年
3. 雑誌名 Physics in Medicine & Biology	6. 最初と最後の頁 185013
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.1088/1361-6560/ac215b	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12件 (うち招待講演 2件 / うち国際学会 12件)

1. 発表者名 Kenta Kijima, Anchali Krisanachinda, Petchaleya Suwanpradit, Mikoto Tamura, Yasumasa Nishimura, Hajime Monzen.
2. 発表標題 Radiation shielding efficiency of tungsten rubber in interventional radiology.
3. 学会等名 The 7th Asia Radiation Therapy Symposium. (招待講演) (国際学会)
4. 発表年 2019年

1. 発表者名 Hajime Monzen, Kenta Kijima, Mikoto Tamura, Seiichi Ota, Kenji Matsumoto. The August 24th, 2019
2. 発表標題 Feasibility study of the shielding ability of novel tungsten rubber against the electron beam in radiation therapy.
3. 学会等名 7th Annual Congress of Vietnam Association Radiation Technologist. (招待講演) (国際学会)
4. 発表年 2019年

1. 発表者名 Yoshiki Takei, Takeshi Kamomae, Mikoto Tamura, Hajime Monzen.
2. 発表標題 Feasibility of using tungsten functional paper as a thin bolus for electron beam radiotherapy.
3. 学会等名 The 19th Asia-Oceania Congress of Medical Physics. (国際学会)
4. 発表年 2019年

1 . 発表者名 Kazuki Kubo, Kenta Kijima, Kenji Matsumoto, Mikoto Tamura, Hajime Monzen.
2 . 発表標題 Dosimetric shield evaluation with a novel radiation shielding material, tungsten containing rubber in electron beams.
3 . 学会等名 The 19th Asia-Oceania Congress of Medical Physics. (国際学会)
4 . 発表年 2019年

1 . 発表者名 Kazuki Kubo, Masakazu Otsuka, Min-Geon Choi, Mikoto Tamura, Kenji Matsumoto, Hajime Monzen.
2 . 発表標題 Evaluation of shielding ability of a novel radiation shielding material, free-form tungsten containing rubber
3 . 学会等名 The 19th Asia-Oceania Congress of Medical Physics. (国際学会)
4 . 発表年 2019年

1 . 発表者名 Hiroyuki Kosaka, Shota Hattori, Koji Yamada, Mikoto Tamura, Hajime Monzen.
2 . 発表標題 To compare the radiation shielding ability of tungsten functional paper and Organ-based tube current modulation for the eye lens in head computed tomography: A phantom study.
3 . 学会等名 The 19th Asia-Oceania Congress of Medical Physics. (国際学会)
4 . 発表年 2019年

1 . 発表者名 Kenta Kijima, Anchali Krisanachinda, Panya Pasawang, Kohei Hanaoka, Hajime Monzen, Yasumasa Nishimura.
2 . 発表標題 Shielding Efficiency of Novel Tungsten Rubber Against Radionuclides at Nuclear Medicine Division.
3 . 学会等名 The 19th Asia-Oceania Congress of Medical Physics. (国際学会)
4 . 発表年 2019年

1 . 発表者名 Kenta Kijima, Anchali Krisanachinda, Mikoto Tamura, Yasumasa Nishimura, Hajime Monzen.
2 . 発表標題 Feasibility of a tungsten rubber grid collimator for electron grid therapy.
3 . 学会等名 European Society Radiotherapy & Oncology meets Asia 2019. (国際学会)
4 . 発表年 2019年

1 . 発表者名 Katsuya Okuhata, Mikoto Tamura, Hajime Monzen, Yasumasa Nishimura.
2 . 発表標題 Dosimetric characteristics of a thin bolus with real time variable shape tungsten rubber for photon beam.
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 Shota Hattori, Hiroyuki Kosaka, Hajime Monzen, Mikoto Tamura.
2 . 発表標題 Protection of radiation exposure for physician 's brain using a tungsten rubber flap in interventional radiology.
3 . 学会等名 21st Asia-Oceania Congress of Medical Physics. (国際学会)
4 . 発表年 2021年

1 . 発表者名 Kazuki Wakabayashi, Hajime Monzen, Mikoto Tamura, Yoshiki Takei, Katsuya Okuhata, Shimpei Anami, Hiroshi Doi, Yasumasa Nishimura.
2 . 発表標題 Development of a Novel Real-Time Shapeable Bolus for Electron Radiotherapy.
3 . 学会等名 21st Asia-Oceania Congress of Medical Physics. (国際学会)
4 . 発表年 2021年

1. 発表者名 Yuya Yanagi, Mikoto Tamura, Hajime Monzen.
2. 発表標題 Radiation Protection of Nail with Real-time Shapeable Tungsten Rubber in the Total Skin Electron Beam (TSEB) Therapy.
3. 学会等名 21st Asia-Oceania Congress of Medical Physics (国際学会)
4. 発表年 2021年

〔図書〕 計0件

〔出願〕 計3件

産業財産権の名称 ポーラス形成材およびそれを用いたポーラス	発明者 門前 一	権利者 早川ゴム株式会社 / 学校法人近畿大学
産業財産権の種類、番号 特許、特願2021-017541	出願年 2021年	国内・外国の別 国内

産業財産権の名称 温度変性放射線遮蔽材	発明者 門前 一	権利者 早川ゴム株式会社 / 学校法人近畿大学
産業財産権の種類、番号 特許、特願2019-147919	出願年 2019年	国内・外国の別 国内

産業財産権の名称 ポーラス形成材およびそれを用いたポーラス (PCT国際出願)	発明者 門前 一	権利者 早川ゴム株式会社 / 学校法人近畿大学
産業財産権の種類、番号 特許、PCT/JP2022/4202	出願年 2022年	国内・外国の別 外国

〔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	吉田 謙 (Yoshida Ken) (10463291)	関西医科大学・医学部・准教授 (34417)	
研究分担者	松本 賢治 (Matsumoto Kenji) (30742374)	近畿大学・大学病院・技術職員 (34419)	

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	土井 啓至 (Doi Hiroshi) (50529047)	近畿大学・医学部・講師 (34419)	
研究分担者	田村 命 (Tamura Mikoto) (60810968)	近畿大学・医学部・助教 (34419)	
研究分担者	花岡 宏平 (Hanaoka Kohei) (80772657)	近畿大学・大学病院・技師 (34419)	
研究分担者	秋山 広徳 (Akiyama Hironori) (20448111)	大阪歯科大学・歯学部・准教授 (34408)	

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