

科学研究費助成事業 研究成果報告書

令和 4 年 6 月 3 日現在

機関番号：35413

研究種目：基盤研究(C) (一般)

研究期間：2017～2021

課題番号：17K09072

研究課題名(和文)放射線治療のための3次元色素ゲル線量計の開発と応用に関する研究

研究課題名(英文) Study on the development and application of three-dimensional dye gel dosimeters for radiation therapy

研究代表者

林 慎一郎 (Hayashi, Shin-ichiro)

広島国際大学・保健医療学部・教授

研究者番号：20238108

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)：放射線治療における3次元線量分布を直接評価するためのツールとして、放射線によって色調が変化する新規なラジオクロミックゲル(RG)線量計の開発を行った。既存のRG線量計は線量率依存性や空間・時間分解能に実用上不十分な点があったが、本研究で我々が開発したヨウ素とポリビニルアルコールの錯体形成による発色を利用した線量計ではそれらの特性を大幅に改善することができた。特に、我々の系は初期化可能であり、くり返し使用できることが示された。また、記録された線量分布を読み出すためには光学CTを用いるが、既製の光学CTでは十分ではないことが分かった。それに伴い、専用の光学CTの開発も同時に行った。

研究成果の学術的意義や社会的意義

3次元ラジオクロミックゲル(RG)線量計の開発は、これまで欧米の研究が先行していたが、我々の開発したRG線量計は既存のRG線量計とは異なる発色機構を用いており、国産のRG線量計である。また、既存のRG線量計のいくつかの欠点が改善されており、再利用可能である点も画期的である。また、光学CT装置は他の読み取り装置に比べて小型かつ安価で作製も容易なので、光学CTで線量評価可能な新規なRG線量計は、臨床での3次元ゲル線量計の実用化へも大きく前進させることができた。

研究成果の概要(英文)：As a tool for directly evaluating the three-dimensional dose distribution in radiotherapy, we have developed a novel radiochromic gel (RG) dosimeter whose color tone changes with radiation. The RG dosimeter reported so far had practical inadequate points in terms of dose rate dependence and spatial/temporal resolution. The dosimeter that utilizes the color development by complex formation of iodine and polyvinyl alcohol developed by us in this study was able to significantly improve their characteristics. In particular, it has been shown that our system can be initialized, being used repeatedly. In addition, although optical CT is used to read the recorded dose distribution, it was found that ready-made optical CT is not sufficient. Along with that, we also performed to develop a dedicated optical CT at the same time.

研究分野：放射線化学，医学物理学，放射線計測学

キーワード：医学物理学 3次元ゲル線量計 光学CT 放射線治療 ラジオクロミック 線量分布 品質保証 品質管理

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、研究者個人に帰属します。

1. 研究開始当初の背景

近年、放射線治療の分野において、正常な組織へのダメージを低減しつつ、腫瘍の形に合わせて線量を集中させて X 線照射を行う強度変調放射線治療や、陽子線や炭素線を用いた粒子線治療などの高精度放射線治療が普及してきている。これらの放射線治療ではその性能に合わせた高い位置精度や線量精度が求められる。通常、治療に先立って X 線 CT 画像などを元に精密な治療計画が立てられる。この精度を検証するために、これまでは電離箱線量計や半導体検出器、あるいはフィルムといった点状・面状の線量計が用いられてきた。一方で、放射線治療計画の更なる品質管理・品質保証 (QC・QA) の観点からその線量評価を直接 3 次元行的に行うことが求められており、その候補のひとつとして 3 次元ゲル線量計が注目を集めている [1-3]。

3 次元ゲル線量計とは、放射線感受性物質を含む水溶液をゼラチン等のゲル化剤で固化した化学線量計の一群である。放射線照射による溶液中の生成物はゲルマトリクスによって空間的に保持され、その変化を MRI や X 線 CT、光学 CT (Optical CT) を用いて 3 次元画像として読み出すことにより 3 次元吸収線量分布を評価することができる。また、その重量の 90% 前後が水であることから水 (組織) 等価とみなすことができ、生体に対する吸収線量測定に適している。

現在、最もよく研究されているゲル線量計としてはポリマーゲル線量計が知られている [2]。ポリマーゲル線量計は水溶液中でのビニルモノマーのラジカル重合反応 (ポリマーの生成) を利用した線量計で、主として MRI 撮像から得られる T_2 緩和速度 ($R_2=1/T_2$) 分布から 3 次元線量分布を評価することができる。筆者らはこれまでに、ポリマーゲル線量計を X 線 (ガンマ線) や粒子線に適用し、その特性評価と改良、および臨床への応用に取り組んできた [4-6]。ポリマーゲル線量計は放射線治療領域 (1Gy~数 10Gy) に感度をもち、比較的良好な線量応答特性を有している。しかしポリマーゲル線量計の問題点として

1) ラジカル重合反応を利用しているため原理的に酸素 (ラジカル) の影響 (重合障害) を受けやすく、脱酸素処理や酸素バリア性の高い容器が必要であることや、2) 測定に MRI を用いるため、臨床施設など特定の場所や時間帯に使用が制限されることなどが指摘されている。

一方、酸素の影響を受けにくく、比較的低価格で小型化可能な光学 CT を用いて読み取ることができる 3 次元ゲル線量計として、近年、放射線による発色 (吸光度の変化) を利用したラジオクロミックゲル線量計が注目されている。放射線感受性色素としてはトリフェニルメタン系のロイコマラカイトグリーンやロイコクリスタルバイオレット 等が報告されている [7-11]。これらは元の色素は無色であるが、放射線照射により生じたラジカルにより反応し、吸収線量に応じて発色する。またこれらの色素は水に溶けにくいので、これらを水溶液に溶かし、かつ拡散を抑制するために、界面活性剤を用いて色素をその中心に取り込んだミセルを形成させるのが特徴である。(そのためミセルゲル線量計とも呼ばれる。)

ラジオクロミックゲル線量計は、1) 酸素の影響を受けないので脱酸素処理が不要で容器の材質に制約がなく、2) 読み取りには光学的 CT を用いることができるので高速に高分解能の読み取りが可能であることなどのポリマーゲル線量計には無い有利な特性をもっている。しかし線量感度や線量率依存性、色素の拡散 (時間・空間分解能の低下) など、添加剤の種類や量によりその特性が大きく変化することが報告されており [9,10]、新規組成の探索・最適化など臨床応用に対してはまだ多くの改良の余地を残している。

これまでに筆者等も色素を用いたラジオクロミックゲル線量計に対して、金属イオンを用いた感度の改良 [12,13] や添加剤の最適化による線量率依存性の改良 [14] および拡散の抑制を試みてきており、新規組成開発・実用化に向けての指針を得つつあった。

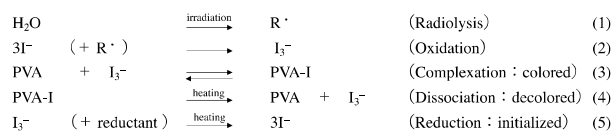
2. 研究の目的

ラジオクロミックゲル線量計の基礎特性 (感度、線量率・エネルギー依存性、積算性、時間・空間安定性等) が添加剤の量や種類により大きく変化する (逆に言えばコントロールできる) ことは、これまで報告されている研究 [9,10] や我々の結果 [12-14] から示唆されていた。そこでまずは各種の発色剤、ゲル化剤、界面活性剤、増感剤等の試薬の種類や、濃度を変化させ、ラジオクロミックゲル線量計の基礎特性に対するそれらの影響を調べ、組成の探索・最適化を行うこととした。その後、頭部等の人体に対応したサイズのラジオクロミックゲル線量計を作製し、深部線量分布や多門照射、不均質系に対して治療計画との比較から光学 CT ベースの 3 次元線量計としての可能性を探る。これらの結果から、3 次元ラジオクロミックゲル線量計の放射線治療における QC・QA ツールとしての利用方法を確立する。

当初、ロイコマラカイトグリーンやロイコクリスタルバイオレットを用いたミセルゲル線量計を検討していたが、その過程でこれまでのミセルゲル線量計に比べてより優れた特性をもつ、ポリビニルアルコールとヨウ素の錯体 (PVA-Iodide, PVA-I) 形成に基づく発色を利用した新規なラジオクロミックゲル線量計 [15,16] を見出したのでこれを中心に開発・研究を行った。

3. 研究の方法

本研究で開発した線量計は次の反応を利用している；



まず、ヨウ化物イオン(I^-)が水の放射線分解によって生じたラジカル($\text{R}\cdot$)によって酸化され、ヨウ素分子(I_2)が生成する[17]。 I_2 は水に難溶だが、近くの I^- と直ちに結合し、水に可溶性な I_3^- が形成される。 I_3^- は、部分けん化型PVAの偏在した残留アセチル基と電荷移動錯体(PVA-I)を形成し、赤く発色する[18]。このPVA-I錯体は加熱すると解離し、消色する。ここで直ちに冷却すると再び錯体が形成されて発色するが、加熱を続けることにより、還元剤(フルクトース)の働きによって、 I_3^- が I^- に完全に還元され、初期化(脱色)することができる。

(1)ゲル線量計の作製

本研究中に大きく分けて2種類のPVAとヨウ素による発色を利用したラジオクロミックゲル線量計を開発した。ひとつは物理架橋を利用してゲル化したPVA-Iラジオクロミックゲル線量計、もうひとつは化学架橋によりゲル化したPVA-GTA-Iラジオクロミックゲル線量計である。

(1.1) PVA-Iラジオクロミックゲル線量計

作製したPVA-Iゲル線量計の標準組成をTable 1に示す。このゲル線量計は、部分けん化型PVA(けん化度: 86~90 mol%, 平均重合度: 1000), KI, フルクトース, ゲランガム(GG), および蒸留水からなる。ゲル化剤として用いたGGは植物組織培養でよく使用されるゲル化剤である。GGゲルは透明度が高く、微量の陽イオン(ここでは K^+)による物理架橋によってゲル化する。また、一度ゲル化すると100以上に加熱しても融解せず熱安定性が高い。作製した試料は照射前に恒温庫内で、45℃で12時間加熱して初期化(消色)できる。

(1.2) PVA-GTA-Iラジオクロミックゲル線量計

PVA-GTA-Iゲル線量計の標準組成をTable 1に示す。PVA-GTA-Iゲル線量計ではPVA-GTA-Frickeゲル[19,20]に習ってPVA濃度を10 wt%とし、GGの代わりに架橋剤としてグルタルアルデヒド(Glutaraldehyde, GTA)を使用している。さらに架橋を促進するための酸触媒としてグルコノデルタラクトン(Glucono- δ -lactone, GDL)を添加している。すべての試薬は室温での調合が可能で、容器に充填後、45℃で12時間加熱することにより固化する。化学架橋ゲルであるため熱安定性が高いのが利点である。

Table 1 Compositions of PVA-I and PVA-GTA-I gels prepared in this study. The concentrations of water, PVA and GG are in weight percent (wt%). The additives were added on a molar basis into a constant amount of water (per 1000 g). For convenience, this is represented by M (mol/1000 g H_2O).

Base solution (100 wt%)	PVA-I	PVA-GTA-I
Water	98.6 wt%	90.0 wt%
Polyvinyl alcohol (PVA)	1.0 wt%	10.0 wt%
Gellan gum (GG)	0.4 wt%	
Additives		
Potassium iodide (KI)	100 mM	100 mM
Fructose	100 mM	100 mM
Glutaraldehyde (GTA)		10 mM
Glucono- δ -lactone (GDL)		100 mM

(2)照射

広島平和クリニック(広島市)の医療用直線加速器からの6 MV X線を用いた。試料はPMMAキュベット(4.5 mL)に充填され、タフウォーターファントム中に設置して照射を行った。

(3)測定

照射された試料の吸光度は紫外可視分光光度計を用いて測定し、線量応答特性評価を行った。

4. 研究成果

4.1 PVA-Iラジオクロミックゲル線量計

Figure 1に照射後の試料(PMMAキュベット: 光路長 1 cm)を示す。照射前は無色透明であるが、照射後は吸収線量に応じて赤く発色する。Figure 2はそれらの吸収スペクトルを示している。この吸収スペクトルは490 nm付近を中心にほぼ単一の吸収ピークを示す。照射により生成する I_3^- (ヨウ素液)は350 nm付近に吸収ピークをもつが、それが見られないことから生成した I_3^- は、ほぼ全てPVAと錯体を形成していると考えられる。発色は照射後の数時間は徐々に増加する。これは生成した I_3^- がPVAの錯体形成サイトへ移動(拡散)するのに少し時間がかかることを示唆している。しかし、その発色は照射後数時間で一定になる。

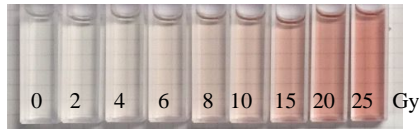


Figure 1 Samples irradiated at 0-25 Gy.

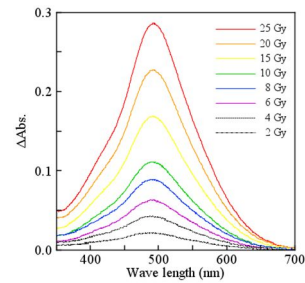


Figure 2 Absorption spectra of the samples irradiated at 0-25 Gy.

Figure 3 は吸収線量 (0–25 Gy) と 490 nm における吸光度変化 (ΔAbs) の線量応答を示しており、良い直線性を示す。さらに Fig.4 は 200 Gy までのより高い線量領域での応答と照射された試料を示している。(ただし、Fig.4 の照射は ^{60}Co 線源からの γ 線を用いている。) これらの結果から、PVA-I ゲル線量計が非常に広い線量領域で直線的な応答を示すことがわかる。200 Gy 以上照射した場合でも、目視ではより濃い発色が確認されたが分光計の測定範囲を超えたので現時点では測定できなかった。より薄い試料を用いれば更に高い線量まで測定可能と思われる。

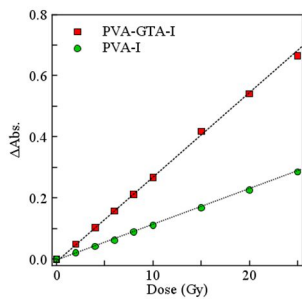


Figure 3 Dose-response of PVA-I and PVA-GTA-I gel dosimeters irradiated at up to 25 Gy.

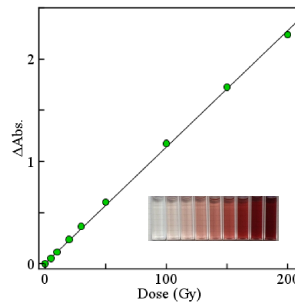


Figure 4 Dose-response of PVA-I gel dosimeter irradiated at up to 200 Gy and the sample pictures.

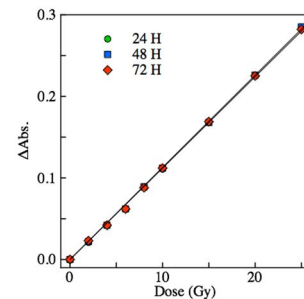


Figure 5 Dose-responses for 3 days after irradiation. The data points almost overlap, respectively.

次に、照射後の試料をインキュベーター内で、15℃で保存し、その後3日間の線量応答の経時変化を調べた結果を Fig.5 に示す。照射3日後の測定まで退色は見られず、安定した読み取りが可能であった。

また、照射と初期化を繰り返し行った(再利用した)場合の線量応答も調べられた。一度、Fig.1のように照射された試料を45℃で12時間、インキュベーター内で加熱して初期化(還元・消色)した後、同じ様に照射と測定を2度繰り返した。結果は線量応答に変化はなく、良い再現性を示した。これまでに10回以上の再利用が可能であることを確認しているが[21,22]、水溶性ゲルのため加熱や保存状態による水分の蒸発や離水の影響は無視できないと考えている。実用のための再利用性に関しては今後さらなる検証と改良が必要であろう。

Figure 6 は線量率を変えて 10 Gy 照射した場合の吸光度の変化を示している。この結果は PVA-I ゲル線量計の応答が線量率に依存しないことを示している。

さらに、Fig.7 は試料の半分だけ照射した場合の境界付近の空間分布の経時変化を示している。縦軸は図中に示された試料写真の軸方向に沿った境界を跨ぐ関心領域(ROI、黄色の網掛け部分)のグレイ値(gray-value, GV)を規格化している。結果は、わずかに勾配が変化するものの2日程度ではその変化はほとんどバラツキの内に入っており、照射後一両日中に読み取れば線量分布の経時変化は無視できると考えられる。

その他、PVA-I ゲル線量計は二次元でも利用可能である[21,22]。ゲル線量計は任意の形状で作製することができ、特に PVA-I ゲル線量計は再利用可能で、酸素の影響も殆どないのでこれまでフィルムで行ってきた表面線量計測への応用も期待される。また、厚みも任意に変えることができるので表面近傍の深さ方向の情報も取得できるかもしれない。

この様に、PVA-I ラジオクロミックゲル線量計は、高い感度、透明性、空間・時間安定性、線量率非依存性、広い線量範囲など、他のラジオクロミックゲル線量計と比較して優れた特性をもっている。さらに初期化して再利用できる点はこれまでのゲル線量計にはないユニークな特性である。

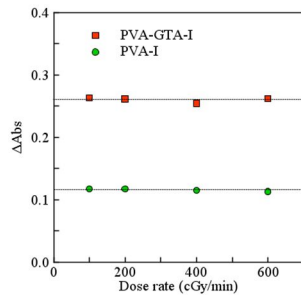


Figure 6 Dose-rate dependence of PVA-I and PVA-GTA-I gel dosimeters for the absorbance at the same dose (10 Gy).

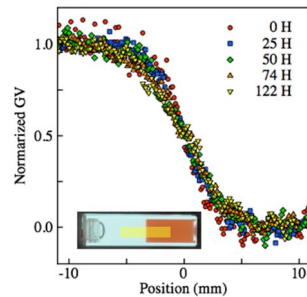


Figure 7 Temporal stability of the dose distribution in the half-irradiated PVA-I gel dosimeter.

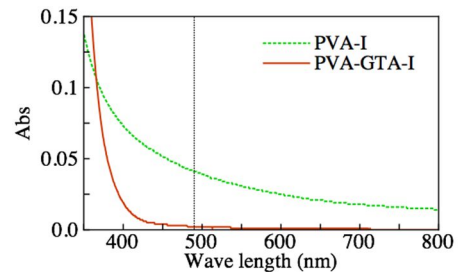


Figure 8 Absorption spectra of non-irradiated PVA-GTA-I and PVA-I gel dosimeters immediately after initialization (annealing).

4.2 PVA-GTA-I ラジオクロミック線量計

PVA-GTA-I ゲル線量計の基礎特性は透明度と線量感度以外は PVA-I とほぼ同じであった。

Figure 8 に照射前 (初期化後・未照射) の試料の吸収スペクトルを、比較のため PVA-I ゲル線量計と併せて示す。これは試料のバックグラウンドに対応する。測定波長 (ピーク波長) の 490 nm (図中点線) における吸光度は、PVA-I では約 0.04 であるが、PVA-GTA-I では約 0.002 であり、大幅に透明度が高く (散乱に起因するバックグラウンドが低く) なっていることがわかる。これはゲル線量計を大型化した場合や低線量を評価する場合に有利である。

また、PVA-GTA-I ゲル線量計の線量応答は Fig. 3 に示すように PVA-I ゲルと比較して 3 倍近い感度の向上が見られる。予備研究[23]において、酸触媒である GDL の濃度を高くすると線量感度も高くなることがわかっており、この増感効果は GDL による pH の効果だと考えている。しかし、GDL の濃度を高くし過ぎると自動酸化 (自然発色) の影響が無視できなくなるので GDL の濃度は今回の組成で最適化されている。また、酸を用いることにより初期化 (還元) し難くなるので今後改良が必要である。

本研究では PVA とヨウ素の錯体形成による発色を利用した新規なラジオクロミックゲル線量計を開発しその特性を調べて最適化を行った。PVA-I (PVA-GTA-I) ゲル線量計ではこれまでのラジオクロミックゲル線量計が示す線量率依存性や拡散の問題が克服されており、このゲル線量計が OCT ベースの線量計として有用であることが期待できる。しかし、自動酸化の抑制や感度の向上、再利用性など改善すべき課題も多く残されている。今後、新規組成の探索や OCT の開発と併せて、臨床応用を進めていく予定である。

< 引用文献 >

- [1] L. J. Schreiner, J. Phys.: Conf. Ser., **3** (2004) 9.
- [2] C. Baldock, et al, Phys. Med. Biol., **55** (2010) R1.
- [3] 笛吹修治, 医学物理, **37** (2017) 95.
- [4] S. Hayashi, et al, Radiat. Phys. Chem. **79** (2010) 803.
- [5] S. Hayashi, et al, 2012, Radiat. Phys. Chem. **81** (2012) 884.
- [6] S. Hayashi, et al, Radiol. Phys. Technol. **11** (2018) 375.
- [7] S. Babic, et al, J. Phys.: Conf. Ser., **164** (2009) 012044.
- [8] K. Jordan, N. Avvakumov, Phys. Med. Biol., **54** (2009) 6773.
- [9] S. Babic, et al, Phys. Med. Biol., **54** (2009) 6791.
- [10] A. T. Nasr, et al, Phys. Med. Biol., **60** (2015) 4665.
- [11] P. Sun, et al, Radiat. Meas., **85** (2016) 116.
- [12] Usui S, et al, 2015, J. Phys.: Conf. Ser. **573** (2015) 012035.
- [13] 笛吹, 他, 第 56 回放射線化学討論会講演要旨集 (2013) 151.
- [14] 林, 他, 第 59 回放射線化学討論会講演要旨集 (2016) 123.
- [15] S. Hayashi, et al, Radiat. Meas. **131** (2020) 106226.
- [16] S. Hayashi, et al, J. Phys.: Conf. Ser. **2167** (2022) 012014.
- [17] F. D. Snell, C. T. Snell, Colorimetric Method of Analysis, **3** (1953) 54.
- [18] S. Hayashi, et al, Kobunshi Kagaku, **20** (1963) 303.
- [19] S. Gallo, et al, Radiat. Phys. Chem., **160** (2019) 35.
- [20] A. Marini, et al, Radiat. Meas., **106** (2017) 618.
- [21] K. Ono, et al, Phys. Med. Biol., **66** (2021) 205001.
- [22] K. Ono, et al, Radiat. Meas., **135**, (2020) 106340.
- [23] J. E. Taño, et al, Radiat. Meas., **134** (2020) 106311.

5. 主な発表論文等

〔雑誌論文〕 計32件（うち査読付論文 29件 / うち国際共著 1件 / うちオープンアクセス 22件）

1. 著者名 林慎一郎	4. 巻 113
2. 論文標題 ポリビニルアルコール - ヨウ素錯体の発色を利用したラジオクロミックゲル線量計の開発	5. 発行年 2022年
3. 雑誌名 放射線化学	6. 最初と最後の頁 5~11
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 小野 薫, 池田 幸恵, 藤野 圭介, 栗原 凌佑, 赤木 由紀夫, 廣川 裕	4. 巻 113
2. 論文標題 ラジオクロミックゲル線量計の臨床応用 - 反復利用型PVA-Iゲル線量計を用いた3次元Winston-Lutz テスト -	5. 発行年 2022年
3. 雑誌名 放射線化学	6. 最初と最後の頁 13~24
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 林慎一郎	4. 巻 113
2. 論文標題 はじめに: 三次元ゲル線量計特集にあたって	5. 発行年 2022年
3. 雑誌名 放射線化学	6. 最初と最後の頁 3~4
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 林慎一郎	4. 巻 84
2. 論文標題 3次元ゲル線量計	5. 発行年 2021年
3. 雑誌名 日本写真学会誌	6. 最初と最後の頁 279~283
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 Hayashi Shin-ichiro, Ono Kaoru, Fujino Keisuke, Kurihara Ryosuke	4. 巻 2167
2. 論文標題 Effects of PVA-GTA-I radiochromic gel dosimeter components on optical dose-response	5. 発行年 2022年
3. 雑誌名 Journal of Physics: Conference Series	6. 最初と最後の頁 012014 ~ 012014
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.1088/1742-6596/2167/1/012014	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 Ono Kaoru, Fujino Keisuke, Kurihara Ryosuke, Hayashi Shin-ichiro, Akagi Yukio, Hirokawa Yutaka	4. 巻 66
2. 論文標題 Three-dimensional Winston?Lutz test using reusable polyvinyl alcohol-iodide (PVA-I) radiochromic gel dosimeter	5. 発行年 2021年
3. 雑誌名 Physics in Medicine & Biology	6. 最初と最後の頁 205001 ~ 205001
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.1088/1361-6560/ac279d	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 Fujino Keisuke, Ono Kaoru, Hayashi Shin-ichiro, Yasuda Hiroshi, Akagi Yukio, Hirokawa Yutaka	4. 巻 135
2. 論文標題 Influence of the components of a radiochromic PVA-Iodide gel dosimeter on the thermal and spatial stability	5. 発行年 2020年
3. 雑誌名 Radiation Measurements	6. 最初と最後の頁 106338 ~ 106338
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.1016/j.radmeas.2020.106338	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 Ono Kaoru, Fujino Keisuke, Hayashi Shin-ichiro, Akagi Yukio, Hirokawa Yutaka	4. 巻 135
2. 論文標題 Dosimetric impact of iodine content in a polyvinyl alcohol-iodide radiochromic gel dosimeter	5. 発行年 2020年
3. 雑誌名 Radiation Measurements	6. 最初と最後の頁 106340 ~ 106340
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.1016/j.radmeas.2020.106340	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 Watanabe Yusuke, Maeyama Takuya, Mochizuki Anri, Mizukami Shinya, Hayashi Shin-ichiro, Terazaki Tsuyoshi, Muraishi Hiroshi, Takei Hideyuki, Gomi Tsutomu, Shimono Tetsunori	4. 巻 65
2. 論文標題 Verification of dose distribution in high-dose-rate brachytherapy using a nanoclay-based radio-fluorogenic gel dosimeter	5. 発行年 2020年
3. 雑誌名 Physics in Medicine & Biology	6. 最初と最後の頁 175008 ~ 175008
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.1088/1361-6560/ab98d2	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 Hayashi Shin-ichiro, Ono Kaoru, Fujino Keisuke, Ikeda Sachie, Tanaka Kenichi	4. 巻 131
2. 論文標題 Novel radiochromic gel dosimeter based on a polyvinyl alcohol ? Iodide complex	5. 発行年 2020年
3. 雑誌名 Radiation Measurements	6. 最初と最後の頁 106226 ~ 106226
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.1016/j.radmeas.2019.106226	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 Tano Jolan E., Hayashi Shin-ichiro, Hirota Seiko, Gonzales Chryzel Angelica B., Yasuda Hiroshi	4. 巻 134
2. 論文標題 Effect of the glucono- -lactone concentration on the sensitivity and stability of PVA-GTA-I radiochromic gel dosimeter	5. 発行年 2020年
3. 雑誌名 Radiation Measurements	6. 最初と最後の頁 106311 ~ 106311
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.1016/j.radmeas.2020.106311	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 Fujino K, Ono K, Hayashi S, Sasaki K, Hioki K, Miyazawa M, Akagi Y, Hirokawa Y	4. 巻 1305
2. 論文標題 MRI-based iPAGAT polymer gel dosimetry using fast recovery spin echo sequences	5. 発行年 2019年
3. 雑誌名 Journal of Physics: Conference Series	6. 最初と最後の頁 012013 ~ 012013
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.1088/1742-6596/1305/1/012013	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 Hayashi Shin-Ichiro, Ono Kaoru, Fujino Keisuke, Fujimoto Sachie	4. 巻 1305
2. 論文標題 Influence of the components of a radiochromic PVA-Iodide gel dosimeter on the optical dose response	5. 発行年 2019年
3. 雑誌名 Journal of Physics: Conference Series	6. 最初と最後の頁 012031 ~ 012031
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.1088/1742-6596/1305/1/012031	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 Tano J, Hayashi S, Hirota S, Gonzales CA, Yasuda H	4. 巻 1305
2. 論文標題 Development of a reusable PVA-GTA-I gel dosimeter for 3D radiation dose assessments	5. 発行年 2019年
3. 雑誌名 Journal of Physics: Conference Series	6. 最初と最後の頁 012034 ~ 012034
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.1088/1742-6596/1305/1/012034	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 Takanashi Takaoki, Hayashi Kazuya, Nemoto Mikio, Kawamura Hiraku, Hayashi Shin-Ichiro, Gotoh Hiroaki	4. 巻 1305
2. 論文標題 Cause of cupping artifacts from radiochromic micelle gel dosimeters used in optical CT scanner measurement	5. 発行年 2019年
3. 雑誌名 Journal of Physics: Conference Series	6. 最初と最後の頁 012020 ~ 012020
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.1088/1742-6596/1305/1/012020	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 Hayashi K, Nemoto M, Takanashi T, Kang Y, Togo H, Kotoku J, Kobayashi T, Mihashi M, Hayashi S, Gotoh H	4. 巻 1305
2. 論文標題 Clear micelle gel dosimeter with nanoclay	5. 発行年 2019年
3. 雑誌名 Journal of Physics: Conference Series	6. 最初と最後の頁 012040 ~ 012040
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.1088/1742-6596/1305/1/012040	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 Takanashi Takaoki, Hayashi Kazuya, Nemoto Mikio, Kawamura Hiraku, Hayashi Shin-Ichiro, Gotoh Hiroaki	4. 巻 1305
2. 論文標題 Cause of cupping artifacts from radiochromic micelle gel dosimeters used in optical CT scanner measurement	5. 発行年 2019年
3. 雑誌名 Journal of Physics: Conference Series	6. 最初と最後の頁 012020 ~ 012020
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.1088/1742-6596/1305/1/012020	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 Hayashi Shin-Ichiro, Ono Kaoru, Fujino Keisuke, Fujimoto Sachie	4. 巻 1305
2. 論文標題 Influence of the components of a radiochromic PVA ? Iodide gel dosimeter on the optical dose response	5. 発行年 2019年
3. 雑誌名 Journal of Physics: Conference Series	6. 最初と最後の頁 012031 ~ 012031
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.1088/1742-6596/1305/1/012031	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 Tano J, Hayashi S, Hirota S, Gonzales CA, Yasuda H	4. 巻 1305
2. 論文標題 Development of a reusable PVA-GTA-I gel dosimeter for 3D radiation dose assessments	5. 発行年 2019年
3. 雑誌名 Journal of Physics: Conference Series	6. 最初と最後の頁 012034 ~ 012034
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.1088/1742-6596/1305/1/012034	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 Hayashi K, Nemoto M, Takanashi T, Kang Y, Togo H, Kotoku J, Kobayashi T, Mihashi M, Hayashi S, Gotoh H	4. 巻 1305
2. 論文標題 Clear micelle gel dosimeter with nanoclay	5. 発行年 2019年
3. 雑誌名 Journal of Physics: Conference Series	6. 最初と最後の頁 012040 ~ 012040
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.1088/1742-6596/1305/1/012040	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 Fujino K, Ono K, Hayashi S, Sasaki K, Hioki K, Miyazawa M, Akagi Y, Hirokawa Y	4. 巻 1305
2. 論文標題 MRI-based iPAGAT polymer gel dosimetry using fast recovery spin echo sequences	5. 発行年 2019年
3. 雑誌名 Journal of Physics: Conference Series	6. 最初と最後の頁 012013 ~ 012013
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.1088/1742-6596/1305/1/012013	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 Shin-ichiro Hayashi, Hiraku Kawamura, Shuji Usui, Takahiro Tominaga	4. 巻 11
2. 論文標題 Influence of magnesium chloride on the dose-response of polyacrylamide-type gel dosimeters	5. 発行年 2018年
3. 雑誌名 Radiological Physics and Technology	6. 最初と最後の頁 375-381
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.1007/s12194-018-0473-2	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 Yusuke Watanabe, Shinya Mizukami, Kou Eguchi, Takuya Maeyama, Shin-ichiro Hayashi, Hiroshi Muraishi, Tsuyoshi Terazaki, Tsutomu Gomi	4. 巻 57
2. 論文標題 Dose distribution verification in high-dose-rate brachytherapy using a highly sensitive normoxic N-vinylpyrrolidone polymer gel dosimeter	5. 発行年 2019年
3. 雑誌名 Physica Medica	6. 最初と最後の頁 72-79
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.1016/j.ejmp.2018.12.007	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 Takanashi Takaoki, Kawamura Hiraku	4. 巻 68/1
2. 論文標題 Evaluation of Spatial Resolution of MRI, Optical CT and X-Ray CT Using MTF for Gel Dosimeter	5. 発行年 2018年
3. 雑誌名 IFMBE Proceedings book series: World Congress on Medical Physics and Biomedical Engineering 2018	6. 最初と最後の頁 35-38
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.1007/978-981-10-9035-6_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 -

1. 著者名 Tanaka Kenichi, Sakurai Yoshinori, Hayashi Shin-ichiro, Kajimoto Tsuyoshi, Uchida Ryohei, Tanaka Hiroki, Takata Takushi, Bengua Gerard, Endo Satoru	4. 巻 127
2. 論文標題 Computational investigation of suitable polymer gel composition for the QA of the beam components of a BNCT irradiation field	5. 発行年 2017年
3. 雑誌名 Applied Radiation and Isotope	6. 最初と最後の頁 253 ~ 259
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.1016/j.apradiso.2017.06.014	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 小野 薫、藤本 幸恵、林 慎一郎、日置 一成、宮沢 正則、赤木 由紀夫、廣川 裕	4. 巻 37
2. 論文標題 ポリマーゲル線量計を用いた3次元線量評価と臨床応用	5. 発行年 2017年
3. 雑誌名 医学物理	6. 最初と最後の頁 165 ~ 172
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.11323/jjmp.37.3_165	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 渡邊 祐介、水上 慎也、江口 昂、前山 拓哉、林 慎一郎、寺崎 剛史、山本 和正、首藤 宣昭、五味 勉	4. 巻 37
2. 論文標題 ポリマーゲル線量計を用いた高線量率 ^{>192} Ir線源の線量分布測定	5. 発行年 2017年
3. 雑誌名 医学物理	6. 最初と最後の頁 173 ~ 176
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.11323/jjmp.37.3_173	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 林 慎一郎	4. 巻 37
2. 論文標題 ポリマーゲル線量計	5. 発行年 2017年
3. 雑誌名 医学物理	6. 最初と最後の頁 89 ~ 94
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.11323/jjmp.37.2_89	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 Hayashi Shin-ichiro	4. 巻 66
2. 論文標題 25 放射線治療のための3次元ゲル線量計の開発と臨床応用	5. 発行年 2017年
3. 雑誌名 RADIOISOTOPES	6. 最初と最後の頁 595 ~ 600
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.3769/radioisotopes.66.595	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 林 慎一郎	4. 巻 43
2. 論文標題 ポリマーゲル線量計による3次元吸収線量分布評価に向けて	5. 発行年 2017年
3. 雑誌名 放射線 (応用物理学会放射線分科会誌)	6. 最初と最後の頁 9 ~ 11
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 川村 拓、高梨 宇宙、嶋田 芳和、佐藤 裕一、阿部 慎司、原 敏	4. 巻 37
2. 論文標題 ポリマーゲル線量計のための光学CTを用いた線量評価 0次元から2次元読取	5. 発行年 2017年
3. 雑誌名 医学物理	6. 最初と最後の頁 111 ~ 116
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.11323/jjmp.37.2_111	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 Takanashi Takaoki, Kawamura Hiraku, Fukasaku Kazuaki, Antonio Sahade Daniel, Hamada Toshimasa	4. 巻 847
2. 論文標題 A comparison of the dose?response behavior of AQUAJOINT-based polymer gel and PAGAT gel dosimeters measured using Optical CT and MRI	5. 発行年 2017年
3. 雑誌名 Journal of Medical Physics: Conference Series	6. 最初と最後の頁 012013 ~ 012013
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.1088/1742-6596/847/1/012013	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 -

〔学会発表〕 計54件（うち招待講演 0件 / うち国際学会 32件）

1. 発表者名 林慎一郎, 栗原凌佑, 藤野圭介, 小野薫
2. 発表標題 アミロース - ヨウ素錯体を利用した3Dラジオクロミックゲル線量計の開発
3. 学会等名 第24回 ヨウ素学会シンポジウム
4. 発表年 2021年

1. 発表者名 Yoshinori Sakurai, Shin-ichiro Hayashi
2. 発表標題 A study on 2D component-discrimination estimation for BNCT irradiation field using a PVA-GTA-I radiochromic gel dosimeter
3. 学会等名 19th International Congress on Neutron Capture Therapy (国際学会)
4. 発表年 2021年

1. 発表者名 Yoshinori Sakurai, Yuki Kakimoto, Shin-ichiro Hayashi, Takushi Takata, Hiroki Tanaka
2. 発表標題 A Study on 2D Component-Discrimination Estimation for BNCT Irradiation Field using Radiochromic Gel Dosimeter
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 林慎一郎
2. 発表標題 放射線治療のための3次元ゲル線量計の開発
3. 学会等名 日本写真学会2021年度年次大会
4. 発表年 2021年

1. 発表者名 櫻井良憲, 柿本有貴, 林慎一郎, 高田卓志, 田中浩基
2. 発表標題 PVA-GTA-Iラジオクロミックゲル線量計を用いたBNCT照射場の2次元線質弁別評価に関する検討
3. 学会等名 第17回日本中性子捕捉療法学会学術大会
4. 発表年 2021年

1. 発表者名 Shin-ichiro Hayashi, Kaoru Ono, Keisuke Fujino, Ryosuke Kurihara
2. 発表標題 Influence of the components of a PVA-GTA-I radiochromic gel dosimeter on the optical dose response
3. 学会等名 11th International Conference on 3D and Advanced Dosimetry (IC3DDose2021) (国際学会)
4. 発表年 2021年

1. 発表者名 柿本 有貴、林 慎一郎、高田 卓志、田中 浩基、櫻井 良憲
2. 発表標題 BNCTにおけるPVA-GTA-Iゲル線量計を用いた2次元線質弁別評価に関する研究
3. 学会等名 第68回応用物理学会春季学術講演会
4. 発表年 2021年

1. 発表者名 林慎一郎
2. 発表標題 ヨウ素錯体を利用したラジオクロミックゲル線量計の可能性
3. 学会等名 第63回 放射線化学討論会
4. 発表年 2020年

1. 発表者名 K Ono, T Sera, T Shiinoki, S Hayashi, K Fujino, Y Akagi, Y Hirokawa
2. 発表標題 Three-Dimensional Isocenter Verification for Real-Time Tumor-Tracking Radiotherapy System Using a Reusable PVA-I Radiochromic Gel Dosimeter
3. 学会等名 American Association of Physicists in Medicine Annual Meeting (AAPM2020) (国際学会)
4. 発表年 2020年

1. 発表者名 林慎一郎、小野薫、藤野圭介、木下佳祐、栗原凌佑
2. 発表標題 How to make a PVA-I radiochromic gel dosimeter
3. 学会等名 第119回日本医学物理学学会学術大会
4. 発表年 2020年

1. 発表者名 栗原凌佑、小野薫、藤野圭介、林慎一郎、赤木由紀夫、廣川裕
2. 発表標題 PDD measurements of electron beams with a reusable radiochromic gel dosimeter
3. 学会等名 第119回日本医学物理学学会学術大会
4. 発表年 2020年

1. 発表者名 K Ono, T Sera, T Shiinoki, S Hayashi, K Fujino, Y Akagi, Y Hirokawa
2. 発表標題 Three-Dimensional Isocenter Verification for Real-Time Tumor-Tracking Radiotherapy System Using a Reusable PVA-I Radiochromic Gel Dosimeter
3. 学会等名 AAPM 2020 62th Annual Meeting & Exhibition (国際学会)
4. 発表年 2020年

1. 発表者名 渡邊祐介, 水上慎也, 前山拓哉, 橘英伸, 林慎一郎, 寺崎剛史, 板野正信, 上原隆三, 村石浩, 五味勉, 下野哲範
2. 発表標題 ポリマーゲル線量計の高感度化による線量不確かさと線量分解能の改善
3. 学会等名 日本放射線腫瘍学会第32回学術大会
4. 発表年 2019年

1. 発表者名 井上幹太, 渡邊祐介, 水上慎也, 前山拓哉, 橘英伸, 林慎一郎, 寺崎剛史, 板野正信, 上原隆三, 村石浩, 五味勉, 下野哲範
2. 発表標題 ポリマーゲル線量計の輸送による線量応答特性への影響
3. 学会等名 日本放射線腫瘍学会第32回学術大会
4. 発表年 2019年

1. 発表者名 寺崎剛史, 渡邊祐介, 水上慎也, 前山拓哉, 橘英伸, 林慎一郎, 板野正信, 上原隆三, 村石浩, 五味勉, 下野哲範
2. 発表標題 高線量率小線源治療におけるポリマーゲル線量計を用いた線源停留位置の検証
3. 学会等名 日本放射線腫瘍学会第32回学術大会
4. 発表年 2019年

1. 発表者名 Yusuke Watanabe, Shinya Mizukami, Takuya Maeyama, Hidenobu Tachibana, Shin-ichiro Hayashi, Hideyuki Takei, Hiroshi Muraishi, Tsutomu Gomi, Tetsunori Shimono
2. 発表標題 Verification of source position for high-dose-rate brachytherapy using polymer gel dosimeter
3. 学会等名 Engineering & Physical Scientists in Medical Conference / 19th Asia Oceania Congress of Medical Physics (国際学会)
4. 発表年 2019年

1. 発表者名 S. Hayashi, K. Ono, K. Fujino, K. Kinoshita, K. Kurihara
2. 発表標題 Development of novel radiochromic gel dosimeter based on polyvinyl alcohol-iodide complex for clinical three-dimensional dosimetry
3. 学会等名 The 9th International Meeting on Halogen Chemistry (HALCHEM IX) (国際学会)
4. 発表年 2019年

1. 発表者名 矢原拓弥, 加藤玲和, 森岡諒治, 藤野圭介, 木下佳祐, 栗原凌佑, 小野薫, 林慎一郎
2. 発表標題 増感剤を添加したPVA-Iラジオクロミックゲル線量計の再利用性の検証
3. 学会等名 第15回 中四国放射線医療技術フォーラム CSFRT2019
4. 発表年 2019年

1. 発表者名 増永渡来, 中塚勇樹, 井上泰河, 藤野圭介, 木下佳祐, 栗原凌佑, 小野薫, 林慎一郎
2. 発表標題 PVA-Iラジオクロミックゲル線量計におけるゲル化剤濃度の影響
3. 学会等名 第15回 中四国放射線医療技術フォーラム CSFRT2019
4. 発表年 2019年

1. 発表者名 Shin-ichiro Hayashi, Kaoru Ono, Keisuke Fujino, Keisuke Kinoshita
2. 発表標題 Improvement of the transparency in a PVA-iodide radiochromic gel dosimeter
3. 学会等名 The 19th International Conference on Solid State Dosimetry (SSD19) (国際学会)
4. 発表年 2019年

1. 発表者名 Kaoru Ono, Keisuke Fujino, Shin-ichiro Hayashi, Yukio Akagi, Yutaka Hirokawa
2. 発表標題 Dosimetric Impact of the Iodine Content in a Polyvinyl Alcohol-iodide Radiochromic Gel Dosimeter
3. 学会等名 The 19th International Conference on Solid State Dosimetry (SSD19) (国際学会)
4. 発表年 2019年

1. 発表者名 Keisuke Fujino, Kaoru Ono, Shin-ichiro Hayashi, Yukio Akagi, Yutaka Hirokawa
2. 発表標題 Influence of the Components on the Thermal and Spatial Stabilities of a Radiochromic PVA-Iodide Gel Dosimeter
3. 学会等名 The 19th International Conference on Solid State Dosimetry (SSD19) (国際学会)
4. 発表年 2019年

1. 発表者名 Takaaki Takanashi, Shin-ichiro Hayashi
2. 発表標題 Three-dimensional measurement of dose distribution of PVA-I radiochromic gel dosimeter using optical CT
3. 学会等名 The 19th International Conference on Solid State Dosimetry (SSD19) (国際学会)
4. 発表年 2019年

1. 発表者名 Jolan E. Tano, Shin-ichiro Hayashi, Seiko Hirota, Chryzel Angelica B. Gonzales, Hiroshi Yasuda
2. 発表標題 Effect of proton generator concentration and annealing temperature on the dose response of a novel radiochromic gel dosimeter
3. 学会等名 The 19th International Conference on Solid State Dosimetry (SSD19) (国際学会)
4. 発表年 2019年

1. 発表者名 Shin-ichiro Hayashi, Kaoru Ono, Keisuke Fujino, Keisuke Kinoshita
2. 発表標題 Improvement of the transparency and the temporal stability using sucrose in a polyvinyl alcohol-iodide radiochromic gel dosimeter
3. 学会等名 16th International Congress of Radiation Research (ICRR2019) (国際学会)
4. 発表年 2019年

1. 発表者名 K Ono, K Fujino, K Kinoshita, S Hayashi, Y Akagi, Y Hirokawa
2. 発表標題 Three-Dimensional Winston-Lutz Test Using a Reusable Radiochromic Gel Dosimeter
3. 学会等名 AAPM 61th Annual Meeting & Exhibition (国際学会)
4. 発表年 2019年

1. 発表者名 Shin-ichiro HAYASHI, Kaoru Ono, Sachie Fujimoto, Keisuke Fujino
2. 発表標題 Improvement of the sensitivity of the radiochromic gel dosimeter based on polyvinyl alcohol-iodide complex
3. 学会等名 World Congress on Medical Physics and Biomedical Engineering (IUPESM) 2018 (国際学会)
4. 発表年 2018年

1. 発表者名 Takaoki Takanashi, Hiraku Kawamura
2. 発表標題 Evaluation of Spatial Resolution of MRI, Optical CT and X-Ray CT Using MTF for Gel Dosimeter
3. 学会等名 World Congress on Medical Physics and Biomedical Engineering (IUPESM) 2018 (国際学会)
4. 発表年 2018年

1. 発表者名 江口昂, 渡邊祐介, 水上慎也, 前山拓哉, 林慎一郎, 寺崎剛史, 首藤宣昭, 五味勉
2. 発表標題 ポリマーゲル線量計を用いた高線量率 ¹⁹² Ir線源周囲の線量分布測定
3. 学会等名 日本放射線腫瘍学会・小線源治療部会 第20回学術大会
4. 発表年 2018年

1. 発表者名 K Ono, K Fujino, S Hayashi, K Hioki, M Miyazawa, Y Akagi, Y Hirokawa
2. 発表標題 Investigation of the Thermal Characteristics of a Reusable Radiochromic Gel Dosimeter
3. 学会等名 AAPM 60TH Annual Meeting & Exhibition (国際学会)
4. 発表年 2018年

1. 発表者名 K Eguchi, Y Watanabe, S Mizukami, T Maeyama, S Hayashi, T Gomi
2. 発表標題 A Verification of High-Dose-Rate Brachytherapy Dose Distributions for Prostate Cancer with a VIPET Polymer Gel Dosimeter
3. 学会等名 AAPM 60TH Annual Meeting & Exhibition (国際学会)
4. 発表年 2018年

1. 発表者名 林慎一郎, Jolan Tano, 小野薫, 藤野圭介, 保田浩志
2. 発表標題 ポリビニルアルコール - ヨウ素錯体を用いた可逆的3次元ラジオクロミックゲル線量計(II)
3. 学会等名 第21回ヨウ素学会シンポジウム
4. 発表年 2018年

1. 発表者名 K Hayashi, M Nemoto, T Takanashi, Y Kang, H Togo, J Kotoku, T Kobayashi, M Mihashi, S Hayashi and H Gotoh
2. 発表標題 Clear micelle gel dosimeter with nanoclay
3. 学会等名 10th International Conference on 3D and Advanced Dosimetry (IC3DDose2018) (国際学会)
4. 発表年 2018年

1. 発表者名 K Fujino, K Ono, S Hayashi, K Sasaki, K Hioki, M Miyazawa, Y Akagi and Y Hirokawa
2. 発表標題 MRI-based iPAGAT polymer gel dosimetry using fast recovery spin echo sequences
3. 学会等名 10th International Conference on 3D and Advanced Dosimetry (IC3DDose2018) (国際学会)
4. 発表年 2018年

1. 発表者名 Shin-ichiro Hayashi, Kaoru Ono, Keisuke Fujino, Sachie Fujimoto
2. 発表標題 Influence of the components of a radiochromic PVA-Iodide gel dosimeter on the optical dose response
3. 学会等名 10th International Conference on 3D and Advanced Dosimetry (IC3DDose2018) (国際学会)
4. 発表年 2018年

1. 発表者名 J Tano, S Hayashi, S Hirota, CA Gonzales, H Yasuda
2. 発表標題 Development of a reusable PVA-GTA-I gel dosimeter for 3D radiation dose assessments
3. 学会等名 10th International Conference on 3D and Advanced Dosimetry (IC3DDose2018) (国際学会)
4. 発表年 2018年

1. 発表者名 K Fujino, K Ono, S Hayashi, K Sasaki, K Hioki, M Miyazawa, Y Akagi and Y Hirokawa
2. 発表標題 MRI-based iPAGAT polymer gel dosimetry using fast recovery spin echo sequences
3. 学会等名 10th International Conference on 3D and Advanced Dosimetry (IC3DDose2018) (国際学会)
4. 発表年 2018年

1. 発表者名 林 慎一郎, 小野 薫, 藤野 圭介, 池田 幸恵
2. 発表標題 PVA-I ラジオクロミックゲル線量計の線量応答に対する増感剤の効果
3. 学会等名 第61回 放射線化学討論会
4. 発表年 2018年

1. 発表者名 渡邊祐介, 江口昂, 水上慎也, 前山拓哉, 林慎一郎, 村石浩, 寺崎剛史, 五味勉
2. 発表標題 高線量率小線源治療における高感度VIPETゲル線量計を用いた線量分布検証
3. 学会等名 第46回 日本放射線技術学会秋季学術大会
4. 発表年 2018年

1. 発表者名 R. Uchida, S. Hayashi, T. Takata, Y. Sakurai
2. 発表標題 Radiation quality dependence of polymer gel dosimeters in therapeutic neutron irradiation field
3. 学会等名 18th International Congress on Neutron Capture Therapy (国際学会)
4. 発表年 2018年

1. 発表者名 木下佳祐, 小野薫, 林慎一郎, 藤野圭介, 赤木由紀夫, 廣川裕
2. 発表標題 反復利用可能ラジオクロミックゲル線量計による3次元アイソセンタ試験
3. 学会等名 第14回 中四国放射線医療技術フォーラム CSFRT2018
4. 発表年 2018年

1. 発表者名 林慎一郎
2. 発表標題 放射線治療のための三次元ラジオクロミックゲル線量計
3. 学会等名 第33回固体飛跡検出器研究会
4. 発表年 2019年

1. 発表者名 Kaoru Ono, Sachie Fujimoto, Shin-ichiro Hayashi, Kazunari Hioki, Masanori Miyazawa, Yukio Akagi, Yutaka Hirokawa
2. 発表標題 Evaluation of Measurement-Guided 4D Dose Reconstruction with Motion as a Perturbation Using IPAGAT Polymer Gel Dosimeter
3. 学会等名 AAPM 59TH Annual Meeting & Exhibition (国際学会)
4. 発表年 2017年

1. 発表者名 林慎一郎, 砂川武義, 小野薫, 藤本幸恵, 若林源一郎
2. 発表標題 ポリビニルアルコール - ヨウ素錯体を用いた可逆的3次元ラジオクロミックゲル線量計
3. 学会等名 第20回 ヨウ素学会シンポジウム
4. 発表年 2017年

1 . 発表者名 Shin-ichiro Hayashi, Takeyoshi Sunagawa, Kaoru Ono, Sachie Fujimoto, Yoshinori Sakura), Ryohei Uchida, Kenichi Tanaka, Genichiro Wakabayashi, Toshiharu Sakura
2 . 発表標題 Reversible radiochromic gel dosimeter based on polyvinyl alcohol-iodide complex
3 . 学会等名 8th Japan-Korea Joint Meeting on Medical Physics (国際学会)
4 . 発表年 2017年

1 . 発表者名 Kaoru Ono, Sachie Fujimoto, Shin-ichiro Hayashi, Kazunari Hioki, Masanori Miyazawa, Yukio Akagi, Yutaka Hirokawa
2 . 発表標題 Estimation of Measurement-guided 4D Dose Verification System Using Customized Polymer Gel Dosimeter
3 . 学会等名 8th Japan-Korea Joint Meeting on Medical Physics (国際学会)
4 . 発表年 2017年

1 . 発表者名 Kenichi Tanaka, Yuto Murakami, Rion Maruta, Shin-ichiro Hayashi, Tsuyoshi Kajimoto, Yuka Shigetake, Yoshinori Sakurai, Hiroki Tanaka, Satoru Endo
2 . 発表標題 Investigation of ^6Li compound suitable for beam component measurement using polymer gel detector for BNCT
3 . 学会等名 8th Japan-Korea Joint Meeting on Medical Physics (国際学会)
4 . 発表年 2017年

1 . 発表者名 Yuto Murakami, Kenichi Tanaka, Tsuyoshi Kajimoto, Yoshinori Sakurai, Shin-ichiro Hayashi, Hiroki Tanaka, Satoru Endo
2 . 発表標題 Survey on nuclide enhancing sensitivity of gel detector to epithermal neutrons for neutron capture therapy
3 . 学会等名 8th Japan-Korea Joint Meeting on Medical Physics (国際学会)
4 . 発表年 2017年

1. 発表者名 Nobuyoshi Tanki, Shin-ichiro Hayashi, Tatsuhiro Gotanda, Rumi Gotanda, Tadao Kuwano, Koutaro Iwasaki, Shinya Imai, Haruyuki Watanabe, Atsushi Noguchi, Toshizo Katsuda, Yoshihiro Takeda
2. 発表標題 Parameter optimization for polymer gel dosimetry using 0.2T magnetic resonance imaging
3. 学会等名 8th Japan-Korea Joint Meeting on Medical Physics (国際学会)
4. 発表年 2017年

1. 発表者名 内田良平, 林慎一郎, 櫻井良憲, 田中憲一, 若林源一郎
2. 発表標題 リチウムを添加したポリマーゲル線量計による中性子線量分布測定に向けた基礎的検討
3. 学会等名 第14回日本中性子捕捉療法学会学術大会
4. 発表年 2017年

1. 発表者名 江口昂, 渡邊祐介, 水上慎也, 前山拓哉, 林慎一郎, 寺崎剛史, 首藤宣昭, 大類優奈, 五味勉
2. 発表標題 ポリマーゲル線量計を用いた前立腺癌高線量率小線源治療の線量分布測定
3. 学会等名 第45回 日本放射線技術学会秋季学術大会
4. 発表年 2017年

1. 発表者名 藤野圭介, 小野 薫, 藤本幸恵, 林 慎一郎, 赤木由紀夫, 廣川 裕
2. 発表標題 フラットベッドスキャナによる色素ゲル簡易線量解析システムの構築
3. 学会等名 第45回 日本放射線技術学会秋季学術大会
4. 発表年 2017年

1. 発表者名 Ryohei Uchida, Shin-ichiro Hayashi, Atsushi Sakon, Genichiro Wakabayashi, Kenichi Tanaka, Yoshinori Sakurai
2. 発表標題 Investigation of applicability of polymer gel dosimeters with Li compounds to dosimetry in boron neutron capture therapy
3. 学会等名 The 9th Young Researchers' BNCT Meeting (国際学会)
4. 発表年 2017年

1. 発表者名 Hiraku Kawamura, Takaoki Takanashi, Yoshikazu Shimada, Yuichi Sato, Shinji Abe
2. 発表標題 INVESTIGATION OF RECONSTRUCTED FILTERS OF OPTICAL COMPUTED TOMOGRAPHY FOR POLYMER GEL DOSIMETER.
3. 学会等名 17th Asia Oceania Congress of Medical Physics & 38th Annual Conference of Association of Medical Physicists of India (国際学会)
4. 発表年 2017年

〔図書〕 計0件

〔産業財産権〕

〔その他〕

広島国際大学 DOSGEL group http://www.hirokoku-u.net/hr/dosgel/index-j.html
--

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	高梨 宇宙 (Takanashi Takaoki) (40646692)	国立研究開発法人理化学研究所・光量子工学研究センター・ 研究員 (82401)	

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	川村 拓 (Kawamura Hiraku) (80424050)	国立研究開発法人理化学研究所・創発物性科学研究セン ター・客員研究員 (82401)	

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