

令和 4 年 5 月 12 日現在

機関番号：22604

研究種目：基盤研究(C) (一般)

研究期間：2017～2021

課題番号：17K10412

研究課題名(和文)人体模型線量計による放射線診断・治療時の人体内3次元線量分布評価システムの開発

研究課題名(英文) Development of a three-dimensional dose distribution evaluation system in the human body for radiation diagnosis and treatment using a human body phantom dosimeter

研究代表者

眞正 浄光 (Shinsho, Kiyomitsu)

東京都立大学・人間健康科学研究科・教授

研究者番号：20449309

交付決定額(研究期間全体)：(直接経費) 3,600,000円

研究成果の概要(和文)：複雑な線量分布を形成可能な高精度放射線治療や、CT、IVRをはじめとする放射線診断装置による医療被ばく管理には、人体内の線量分布を精度良く評価することが求められている。人体模型内に線量計を挿入する従来法では、測定に多くの時間を有し、また、線量計自身の放射線吸収や散乱の影響により評価が困難であった。そこで、代表者らはセラミックスによる人体模型を作製し、その人体模型が線量計としても機能する放射線診断・治療時の人体内3次元線量分布評価システムの開発を行った。代表者らは、人体の各臓器と等価な線量計と測定システムを開発し、理論の実測の両面で解析を行った結果、開発した人体模型線量計の有用性が示された。

研究成果の学術的意義や社会的意義

複雑な線量分布を形成可能な高精度放射線治療や、CT、IVRをはじめとする放射線診断装置による医療被ばく管理には、人体内の詳細な線量分布を精度良く評価することが求められている。既存技術では、人体ファントムに挿入して測定する必要があり、様々な要因で正しく、かつ、詳細に測定することが困難であった。本研究の成果は、人体の各組織と等価な線量計を用いて、人体ファントムを作成したため、ファントム自体が線量計としても機能する。そのため、正しく、細かく、人体の吸収線量や被ばく量を測定できるシステムとなった。放射線治療・診断のQAの高度化や医療被ばくのリスク評価の信頼度向上に大きく貢献できるものである。

研究成果の概要(英文)：Accurate evaluation of dose distribution in the human body is required for high-precision radiation therapy, in which complex dose distribution can be formed, and for medical exposure control using CT, IVR, and other diagnostic radiology equipment. The conventional method of inserting a dosimeter into a human body phantom requires much time for measurement and is difficult to evaluate due to the effects of radiation absorption and scattering by the dosimeter itself. Therefore, the authors have developed a three-dimensional dose distribution evaluation system using a ceramic human body phantom that also functions as a dosimeter. We have developed equivalent dosimeters for each tissue of the human body and analyzed the results from both theoretical and measurement aspects, which confirmed the usefulness of the developed our measurement system.

研究分野：医学物理

キーワード：医療被ばく 線量計測

1. 研究開始当初の背景

近年、強度変調放射線治療 IMRT や粒子線治療など高度化する外部放射線治療では複雑な線量分布を実現できるようになった。特に陽子線や重粒子線を用いる粒子線治療は線量集中度が高く、周辺重要臓器への付与線量を大幅に低減できることから高精度放射線治療の一つとして広く普及しつつある。しかし複雑な形状かつ急勾配な線量分布を形成させることから、このような高度放射線治療における線量分布検証では高空間分解能な 3 次元的測定が求められ、QA (Quality Assurance) の重要性が増している。一方、医療被ばく研究情報ネットワーク (J-RIME) による実態調査では、成人の頭部 CT 検査で幅 1 センチ当たりの放射線被曝線量「CT 線量指標」を比較すると、最も少ない施設と最も多い施設で約 10 倍の開きが認められ、診断参考レベル (DRL) を指標とした医療放射線防護の最適化の重要性が高まっている。特に高い被ばく線量を受ける X 線 CT (Computed Tomography) 検査の際の臓器被ばく線量の評価が求められている。このように放射線治療・診断どちらの領域でも人体内の詳細な線量分布を精度良く評価することが求められているが、人体内の線量を実際に測定することは非常に困難である。

これまで IMRT などの放射線治療における線量分布検証や X 線 CT などの放射線診断における被ばく線量測定において、小型の TLD やガラス線量計を挿入した人体模型のファントムを用いる方法などが行われているが、非常に多くの線量計を利用することによる手間や点による測定のため体内の詳細な線量分布が得られない等の問題点がある。また、その挿入した線量計自身が及ぼす線量分布擾乱など線量計自身の組織等価性についても必ずしも十分でない。人体模型のファントム自体が線量計として機能することができれば上記のような問題は解消されるが、容易に人体型のファントムと使用できる線量計は開発されていないのが現状である。

2. 研究の目的

複雑な線量分布を形成可能な高精度放射線治療や、CT、IVR をはじめとする放射線診断装置による医療被ばく管理には、人体内の詳細な線量分布を精度良く評価することが求められている。人体模型内に線量計を挿入して局所的な線量測定を行う従来法では、測定に多くの時間を有し、また、線量計自身の放射線吸収や散乱の影響により高空間分解能での評価が困難である。そこで、申請者らはセラミックスが密度や形状を可変でき、かつ放射線計測に用いられる熱蛍光特性を有していることに着目して、セラミックスによる人体模型を作製し人体模型のファントム自体が線量計として機能する放射線診断・治療時の人体内 3 次元線量分布評価システムを開発する。

3. 研究の方法

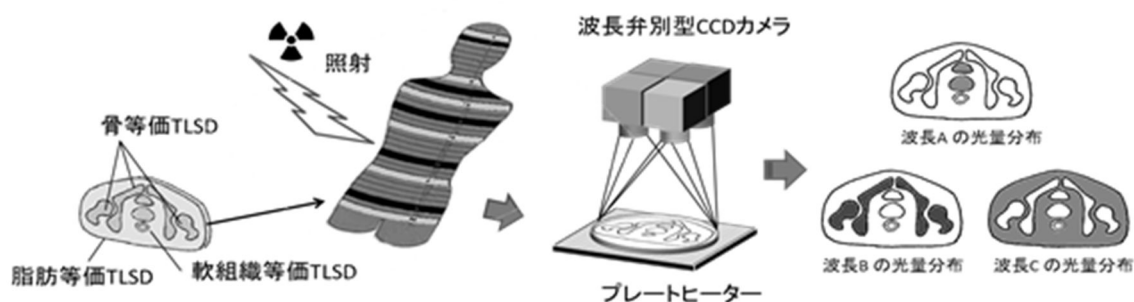


図 1. 熱蛍光スラブ材料を用いた人体模型線量計の利用と読取方法の構想

本研究では革新的な人体模型線量計の開発へ向けた基礎研究として、図 1 に示した構想に基づいて、組織等価な実効原子番号・密度を示す熱蛍光スラブ材料の開発と、その基礎発光特性調査を行うこと、試験的な人体模型線量計の開発及びその線量読出し技術を確立することを目的とする。

実施項目は、以下の 3 項目とした。

- 骨、筋肉、軟組織、脂肪の 4 つの組成に対して組織等価な熱蛍光スラブ材料の作成とその基礎特性を明らかにする
- 骨盤部の試験的な人体模型線量計を製作する
- 人体模型線量計の線量読取方法の確立と測定システムを開発する

4. 研究成果

実施項目 a)

骨、筋肉、軟組織、脂肪の4つの組成に対して組織等価な熱蛍光スラブ材料を作成するには、“目的とする組織”と“使用する熱蛍光スラブ材料”の電子密度を等価にする必要がある。理論式に基づいて算出した人体組織の電子密度と、Cr添加Al₂O₃熱蛍光スラブ材料のかさ密度と電子密度の関係（密度制御Cr添加Al₂O₃熱蛍光板の人体組織等価性）を明らかにした。（図2）

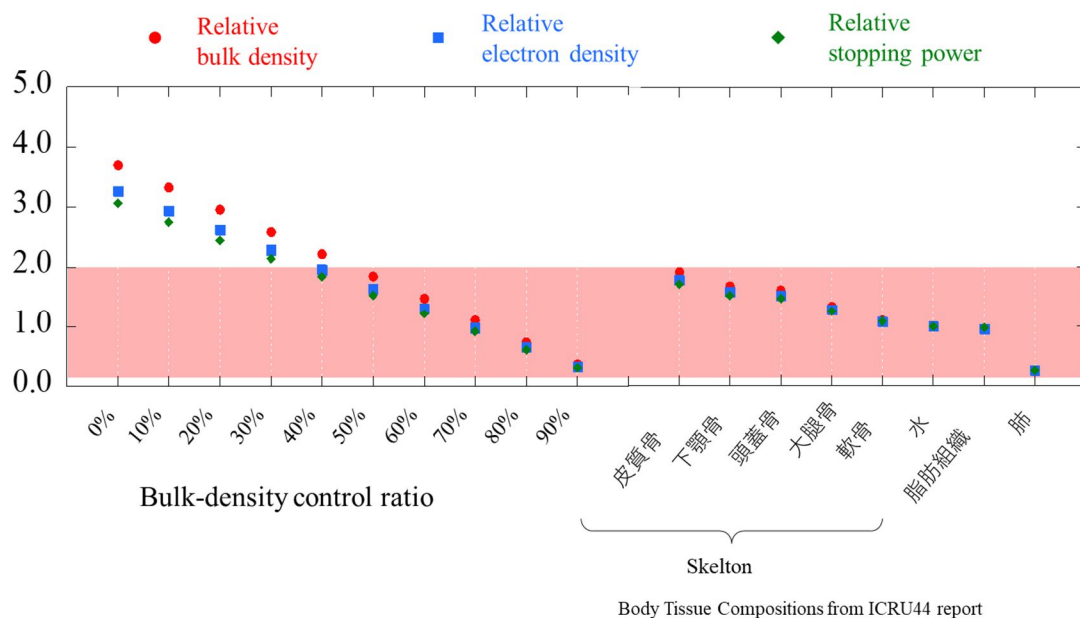


図2．密度制御Cr添加Al₂O₃熱蛍光板の人体組織等価性

図2の結果を基に、密度制御したCr添加Al₂O₃熱蛍光板を製作した。（図3）かさ密度を65%減少させた熱蛍光スラブを作製できた。これは、皮質骨から軟骨までの組織等価な材料として使用できるだけでなく、熱蛍光特性も有しているため、人体模型線量計として使用できることが明らかになった。水等価な熱蛍光スラブ材料としては、BeOが最も優れていることが分かった。

Bulk-density control ratio	0%	10%	20%	30%	40%	50%	60%	65%
Bulk density [g/cm ³]	3.70	3.33	2.96	2.59	2.22	1.85	1.48	1.30
Relative electron density	3.27	2.94	2.61	2.29	1.96	1.63	1.31	1.14

図3．密度制御したCr添加Al₂O₃熱蛍光板

実施項目 b) および c)

実施項目 a) の成果に基づき、骨盤部の試験的な人体模型線量計を製作した。（図4左）また、図1で示した読取装置の構想に基づき、読取装置を改良した。紫外部に発光波長をもつBeO熱蛍光スラブ線量計では、感度不足の問題が生じたため、熱蛍光スラブ線量計または、TLを検出する光センサーの高感度化が必要であるが、人体模型線量計の基盤技術を構築できた。



図4．密度制御熱蛍光板による骨盤部の人体模型線量計（左）と読取装置（中、右）

5. 主な発表論文等

〔雑誌論文〕 計10件（うち査読付論文 10件 / うち国際共著 0件 / うちオープンアクセス 4件）

1. 著者名 Oh Ryoken, Yanagisawa Shin, Tanaka Hiroki, Takata Takushi, Wakabayashi Genichiro, Tanaka Masaya, Sugioka Natsumi, Koba Yusuke, Shinsho Kiyomitsu	4. 巻 33
2. 論文標題 Thermal Neutron Measurements Using Thermoluminescence Phosphor Cr-doped Al ₂ O ₃ and Cd Neutron Converter	5. 発行年 2021年
3. 雑誌名 Sensors and Materials	6. 最初と最後の頁 2129 ~ 2129
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.18494/sam.2021.3328	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 Shimomura Risa, Koba Yusuke, Chang Weishan, Koshimizu Masanori, Fujimoto Yutaka, Kawamoto Hiroki, Maruyama Daiki, Matsumoto Kazuki, Ushiba Hiroaki, Andoh Takayuki, Shinsho Kiyomitsu	4. 巻 134
2. 論文標題 Thermoluminescence efficiency and glow curves of Cr-doped Al ₂ O ₃ ceramic TLD for a wide linear energy transfer range	5. 発行年 2020年
3. 雑誌名 Radiation Measurements	6. 最初と最後の頁 106356 ~ 106356
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.1016/j.radmeas.2020.106356	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 Takagi Hitomi, Yanagisawa Shin, Koba Yusuke, Shinsho Kiyomitsu	4. 巻 133
2. 論文標題 Basic study of an effective energy measurement method using a stacked thermoluminescence dosimeter	5. 発行年 2020年
3. 雑誌名 Radiation Measurements	6. 最初と最後の頁 106283 ~ 106283
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.1016/j.radmeas.2020.106283	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 Daiki Maruyama, Shin Yanagisawa, Yusuke Koba, Takayuki Andou, Kiyomitsu Shinsho	4. 巻 32
2. 論文標題 Usefulness Study of Thermoluminescent Slab Dosimeter for Postal Dosimetry Audit of External Radiotherapy Systems	5. 発行年 2020年
3. 雑誌名 Sensors and Materials	6. 最初と最後の頁 1461 ~ 1477
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.18494/SAM.2020.2697	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 Yanagisawa, Daiki Maruyama, Ryoken Oh, Yusuke Koba, Takayuki Ando, Kiyomitsu Shinsho	4. 巻 32
2. 論文標題 Two-dimensional thermoluminescence dosimetry using Al ₂ O ₃ :Cr ceramics for 4, 6 and 10 MV X-ray beams	5. 発行年 2020年
3. 雑誌名 Sensors and Materials	6. 最初と最後の頁 1479 ~ 1487
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.18494/SAM.2020.2698	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 Shimazu Miyu, Wakabayashi Genichiro, Nohtomi Akihiro, Koba Yusuke, Shinsho Kiyomitsu	4. 巻 0
2. 論文標題 Thermal Neutron Flux Measurement by Counting Conversion Electrons from ¹³⁴ mCs Generated in a CsI Scintillator	5. 発行年 2019年
3. 雑誌名 2018 IEEE Nuclear Science Symposium and Medical Imaging Conference Proceedings	6. 最初と最後の頁 8824515
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.1109/NSSMIC.2018.8824515	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 Shinsho Kiyomitsu, Maruyama Daiki, Yanagisawa Shin, Koba Yusuke, Kakuta Mizuki, Matsumoto Kazuki, Ushiba Hiroaki, Andoh Takayuki	4. 巻 30
2. 論文標題 Thermoluminescence Properties for X-ray of Cr-doped Al ₂ O ₃ Ceramics	5. 発行年 2018年
3. 雑誌名 Sensors and Materials	6. 最初と最後の頁 1591 ~ 1591
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.18494/SAM.2018.1928	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 Koshimizu Masanori, Yanagida Takayuki, Shinsho Kiyomitsu, Yanagisawa Shin, Fujimoto Yutaka, Yagi Hideki, Yanagitani Takagimi, Asai Keisuke	4. 巻 435
2. 論文標題 Similarity of trap state and thermoluminescence processes of Y ₃ Al ₅ O ₁₂ (YAG):Ce for X-ray and UV irradiation	5. 発行年 2018年
3. 雑誌名 Nuclear Instruments and Methods in Physics Research Section B: Beam Interactions with Materials and Atoms	6. 最初と最後の頁 285 ~ 289
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.1016/j.nimb.2018.06.008	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 眞正 浄光, 古場 裕介	4. 巻 103
2. 論文標題 熱蛍光線量計の諸特性と応用研究の紹介	5. 発行年 2017年
3. 雑誌名 放射線化学	6. 最初と最後の頁 13-19
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) なし	査読の有無 有
オープンアクセス オープンアクセスではない、又はオープンアクセスが困難	国際共著 -

1. 著者名 眞正浄光, 柳澤伸, 古場裕介, 井上光広, 松本和樹, 牛場洋明, 安藤隆之	4. 巻 43(1)
2. 論文標題 TLDによる線量分布測定の高精度化~放射線治療の線量検証システムを目指して~	5. 発行年 2017年
3. 雑誌名 放射線	6. 最初と最後の頁 13 17
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) なし	査読の有無 有
オープンアクセス オープンアクセスではない、又はオープンアクセスが困難	国際共著 -

〔学会発表〕 計60件 (うち招待講演 8件 / うち国際学会 10件)

1. 発表者名 眞正浄光
2. 発表標題 水晶体被ばく線量測定に用いられる線量計の基礎から応用まで
3. 学会等名 第77回日本放射線技術学会総会学術大会 (招待講演)
4. 発表年 2021年

1. 発表者名 眞正浄光
2. 発表標題 陽子線に対するBeOセラミックス板のグロー曲線の特性
3. 学会等名 極限的励起状態の形成と量子エネルギー変換研究グループ 第1回研究会 (招待講演)
4. 発表年 2021年

1. 発表者名 眞正浄光
2. 発表標題 TL基礎と応用
3. 学会等名 第69回応用物理学会春季学術講演会（招待講演）
4. 発表年 2022年

1. 発表者名 田中誠也、王良健、杉岡菜津美、菅原理、若林源一郎、田中浩基、高田卓志、眞正浄光
2. 発表標題 BeOセラミックSTLDを用いたBNCT照射場における線量測定の見直し
3. 学会等名 第49回放射線技術学会秋季学術大会
4. 発表年 2021年

1. 発表者名 菅原理、古場裕介、張維珊、田中誠也、近江和希、杉岡菜津美、若林源一郎、眞正浄光
2. 発表標題 Heイオン線に対する熱蛍光板BeOセラミックのLET依存性
3. 学会等名 第49回放射線技術学会秋季学術大会
4. 発表年 2021年

1. 発表者名 杉岡菜津美、田中誠也、王良健、田中浩基、高田卓志、若林源一郎、張維珊、眞正浄光
2. 発表標題 Cr添加Al ₂ O ₃ 熱蛍光板とCdコンパータを用いた熱中性子分布測定の見直し
3. 学会等名 第82回応用物理学会秋季学術講演会
4. 発表年 2021年

1. 発表者名 杉岡菜津美、田中誠也、田中浩基、高田卓志、若林源一郎、古場裕介、張維珊、眞正浄光
2. 発表標題 Cdコンバータを併用したCr添加Al ₂ O ₃ 熱蛍光板による熱中性子フルエンスの分布測定
3. 学会等名 第69回応用物理学会春季学術講演会
4. 発表年 2022年

1. 発表者名 佐々木瑛麻、田中誠也、菅原理、杉岡菜津美、永坂光正、吉橋幸子、瓜谷章、渡辺賢一、眞正浄光
2. 発表標題 精密昇温速度法を用いたBeOセラミックス板のグロー曲線解析
3. 学会等名 第69回応用物理学会春季学術講演会
4. 発表年 2022年

1. 発表者名 近江和希、菅原理、杉岡菜津美、張維珊、古場裕介、眞正浄光
2. 発表標題 BeOセラミックス板のグロー曲線とLET依存性
3. 学会等名 第69回応用物理学会春季学術講演会
4. 発表年 2022年

1. 発表者名 眞正浄光
2. 発表標題 Basics and applications of the ionizing radiation imaging using thermoluminescence
3. 学会等名 第119回日本医学物理学学会学術大会（招待講演）
4. 発表年 2020年

1. 発表者名 眞正浄光
2. 発表標題 熱蛍光板による人体模型型線量計の開発
3. 学会等名 次世代放射線シンポジウム2020（招待講演）
4. 発表年 2020年

1. 発表者名 眞正浄光
2. 発表標題 Cr添加Al2O3のレーザー加熱式熱蛍光測定法による熱蛍光特性
3. 学会等名 第16回 次世代先端光科学研究会（招待講演）
4. 発表年 2020年

1. 発表者名 Ryoken Oh, Shin Yanagisawa, Yusuke Koba, Hiroki Tanaka, Takushi Takata, Genichiro Wakabayashi, Masaya Tanaka and Kiyomitsu Shinsho
2. 発表標題 Thermal and Epithermal Neutron Measurements Using Thermoluminescence Phosphor Cr Doped Al2O3 and Cd Converter
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 王良健、柳澤伸、田中浩基、高田卓志、古場裕介、田中誠也、眞正浄光
2. 発表標題 Cdコンバータを設置したクロム添加アルミナ熱蛍光線量計の中性子に対する線量応答性
3. 学会等名 次世代放射線シンポジウム2020
4. 発表年 2020年

1. 発表者名 田中誠也、中村柚月、菅原理、古場裕介、張維珊、眞正浄光
2. 発表標題 陽子線、Heイオン線に対するMgF2の熱蛍光特性
3. 学会等名 次世代放射線シンポジウム2020
4. 発表年 2020年

1. 発表者名 菅原理、古場裕介、張維珊、眞正浄光
2. 発表標題 異なる粒子線に対するBeOセラミックス板の熱蛍光の線量応答特性
3. 学会等名 次世代放射線シンポジウム2020
4. 発表年 2020年

1. 発表者名 石塚彩奈、稲田龍司、川路康之、眞正浄光、渡邊祐介、下野哲範
2. 発表標題 Cr添加Al2O3セラミックス板の高エネルギー放射線における線量応答特性
3. 学会等名 日本放射線腫瘍学会第33回学術大会
4. 発表年 2020年

1. 発表者名 田中 誠也、王 良健、杉岡 奈津美、菅原 理、若林 源一郎、田中 浩基、眞正 浄光
2. 発表標題 BeOセラミックス板を用いた中性子線・線混在場での線量測定の検討
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 2020年

1. 発表者名 菅原 理, 眞正 浄光, 古場 裕介, 張 維珊, 田中 誠也
2. 発表標題 陽子線に対するBeOセラミックス板のTL効率のLET依存性
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 2020年

1. 発表者名 Ryoken Oh, Shin Yanagisawa, Yusuke Koba, Takayuki Andoh, Kiyomitsu Shinsho,
2. 発表標題 Thermoluminescence Properties of Cr-doped Alumina Ceramics for Electrons
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 Kiyomitsu Shinsho, Hirokazu Masai, Risa Shimomura, Shin Yanagisawa, Daiki Maruyama, Hitomi Takagi, Morimi Kudo, Yusuke Koba
2. 発表標題 Effect of Al ₂ O ₃ on thermally stimulated luminescence of Cu-doped Li ₂ O-B ₂ O ₃ glass
3. 学会等名 19th International Conference on Solid State Dosimetry (国際学会)
4. 発表年 2019年

1. 発表者名 Shin Yanagisawa, Yusuke Koba, Shigekazu Fukuda, Kiyomitsu Shinsho
2. 発表標題 Bulk-density Controlled Thermoluminescence Dosimeters Based on Al ₂ O ₃ :Cr Ceramics Aimed at Developing an Anthropomorphic Phantom Dosimeter for Photon Radiation Therapy
3. 学会等名 19th International Conference on Solid State Dosimetry (国際学会)
4. 発表年 2019年

1. 発表者名	Risa Shimomura, Yusuke Koba, Weishan Chang, Masanori Koshimizu, Yutaka Fujimoto, Hiroki Kawamoto, Daiki Maruyama, Kazuki Matsumoto, Hiroaki Ushiba, Takayuki Andoh, Kiyomitsu Shinsho
2. 発表標題	The Thermoluminescence Efficiency and the Glow Curves of Cr-doped Al ₂ O ₃ Ceramic TLD in Wide range Linear Energy Transfer
3. 学会等名	19th International Conference on Solid State Dosimetry (国際学会)
4. 発表年	2019年

1. 発表者名	Hitomi Takagi, Shin Yanagisawa, Yusuke Koba, Kiyomitsu Shinsho
2. 発表標題	Basic Study of Effective Energy Measurements Method using Stacked Thermoluminescence Dosimeters
3. 学会等名	19th International Conference on Solid State Dosimetry (国際学会)
4. 発表年	2019年

1. 発表者名	柳澤伸, 丸山大樹, 王良健, 古場裕介, 安藤隆之, 眞正浄光
2. 発表標題	4, 6, 10MV X線に対するAl ₂ O ₃ :Crセラミックスを用いた2次元TL計測
3. 学会等名	第15回次世代先端光科学研究会
4. 発表年	2019年

1. 発表者名	丸山大樹, 柳澤伸, 古場裕介, 安藤隆之, 眞正浄光
2. 発表標題	熱蛍光スラブ線量計を用いた放射線治療装置の出力線量測定における不確かさの検討
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 丸山大樹, 柳澤伸, 古場裕介, 安藤隆之, 真正浄光
2. 発表標題 熱蛍光スラブ線量計を用いた放射線治療装置の郵送出力線量測定法に関する研究
3. 学会等名 第14回次世代先端光科学研究会
4. 発表年 2019年

1. 発表者名 田中誠也, 王良健, 柳澤伸, 若林源一郎, 島津美宙, 田中浩基, 安藤隆之, 真正浄光
2. 発表標題 Cr添加Al ₂ O ₃ 熱蛍光線量計を用いた熱中性子測定に対するCd中性子コンバータの有用性
3. 学会等名 第80回応用物理学会秋季学術講演会
4. 発表年 2019年

1. 発表者名 菅原理, 下村理紗, 柳澤伸, 丸山大樹, 古場裕介, 張維珊, 安藤隆之, 真正浄光
2. 発表標題 H線、He線に対するAl ₂ O ₃ :Cr TLDとラジオクロミックフィルムの軸外線量比の比較
3. 学会等名 第80回応用物理学会秋季学術講演会
4. 発表年 2019年

1. 発表者名 古塩夏芽, 高木瞳, 丸山大樹, 柳澤伸, 岡田豪, 真正浄光
2. 発表標題 BeOセラミックスのX線に対する熱蛍光特性
3. 学会等名 第80回応用物理学会秋季学術講演会
4. 発表年 2019年

1. 発表者名 提箸瑚乃香, 柳澤伸, 工藤森海, 古場裕介, 真正浄光
2. 発表標題 X線に対する市販MgF ₂ の熱蛍光特性
3. 学会等名 第80回応用物理学会秋季学術講演会
4. 発表年 2019年

1. 発表者名 田中誠也, 王良健, 柳澤伸, 若林源一郎, 島津美宙, 田中浩基, 安藤隆之, 真正浄光
2. 発表標題 Cd中性子コンバータを用いた熱中性子測定に対する熱蛍光量とラジオクロミックフィルム濃度の比較
3. 学会等名 次世代放射線シンポジウム2019
4. 発表年 2019年

1. 発表者名 高木瞳, 柳澤伸, 古場裕介, 真正浄光
2. 発表標題 積層TLDの厚さによる吸収線量比の変化の調査
3. 学会等名 次世代放射線シンポジウム2019
4. 発表年 2019年

1. 発表者名 菅原理, 下村理紗, 柳澤伸, 丸山大樹, 古場裕介, 張維珊, 安藤隆之, 真正浄光
2. 発表標題 H線に対するAl ₂ O ₃ :Cr TLDとラジオクロミックフィルムの軸外線量比と線量応答性の比較
3. 学会等名 次世代放射線シンポジウム2019
4. 発表年 2019年

1. 発表者名 下村理紗, 古場裕介, 張維珊, 安藤隆之, 真正浄光
2. 発表標題 Al2O3:Crセラミック板による炭素線深部量百分率測定のLET依存性補正
3. 学会等名 次世代放射線シンポジウム2019
4. 発表年 2019年

1. 発表者名 Daiki Maruyama, Shin Yanagisawa, Yusuke Koba, Takayuk Andou, Kazuki Matsumoto, Hiroaki Ushiba, Kiyomitsu Shinsho
2. 発表標題 Study on the influence of storage condition on Postal Dosimetry using TLSD
3. 学会等名 The 75th Annual Meeting of the JSRT Japanese Society of Radiological Technology
4. 発表年 2019年

1. 発表者名 真正 浄光
2. 発表標題 熱蛍光ドシメーター
3. 学会等名 応用物理学会次世代放射線シンポジウム (招待講演)
4. 発表年 2018年

1. 発表者名 Shin Yanagisawa, Mitsuhiro Inoue, Yusuke Koba, Yoshifumi Hirota, Kazuki Matsumoto, Takayuki Andoh, Kiyomitsu Shinsho
2. 発表標題 Dose Distribution Verification using Two-Dimensional Al2O3 Thermoluminescence Dosimeter in Robotic Radiosurgery
3. 学会等名 The 18th Asia-Oceania Congress of Medical Physics (国際学会)
4. 発表年 2018年

1. 発表者名 Risa Shimomura, Yusuke Koba, Weishan Chang, Kazuki Matsumoto, Hiroaki Ushiba, Takayuki Andoh, Kiyomitsu Shinsho
2. 発表標題 Thermoluminescence efficiency of thermoluminescence detector based on chromium-doped alumina ceramic to linear energy transfer
3. 学会等名 The 18th Asia-Oceania Congress of Medical Physics (国際学会)
4. 発表年 2018年

1. 発表者名 Hitomi Takagi, Shin Yanagisawa, Yusuke Koba, Kazuki Matsumoto, Hiroaki Usiba, Takayuki Andoh, Kiyomitsu Shinsho
2. 発表標題 The simulation of the energy dependence for Al ₂ O ₃ :Cr TLD in various volumes
3. 学会等名 The 18th Asia-Oceania Congress of Medical Physics (国際学会)
4. 発表年 2018年

1. 発表者名 Shin Yanagisawa, Kiyomitsu Shinsho, Mitsuhiro Inoue, Yusuke Koba, Kazuki Matsumoto, Hiroaki Ushiba, Takayuki Andoh
2. 発表標題 Energy dependence of two-dimensional Al ₂ O ₃ thermoluminescence dosimeter in robotic radiosurgery
3. 学会等名 The 19th International Workshop on Radiation Imaging Detectors (国際学会)
4. 発表年 2018年

1. 発表者名 眞正浄光, 王良建, 田中浩基, 柳澤伸, 若林源一郎, 古場裕介, 松本和樹, 牛場洋明, 安藤隆之
2. 発表標題 Cr添加Al ₂ O ₃ 熱蛍光板による中性子と線線の弁別分布測定の基礎的検討
3. 学会等名 セラミックス基礎科学討論会
4. 発表年 2019年

1. 発表者名 眞正浄光, 王良建, 田中浩基, 柳澤伸, 若林源一郎, 古場裕介, 松本和樹, 牛場洋明, 安藤隆之
2. 発表標題 熱蛍光板による中性子・線弁別イメージングの基礎的検討
3. 学会等名 京都大学複合原子力科学研究所専門研究会
4. 発表年 2019年

1. 発表者名 柳澤伸, 眞正浄光, 古場裕介, 福田茂一
2. 発表標題 密度制御熱蛍光体から成る人体模型線量計の理論的検討
3. 学会等名 第79回応用物理学会秋季学術講演会
4. 発表年 2018年

1. 発表者名 Daiki Maruyama, Shin Yanagisawa, Yusuke Koba, Takayuk Andou, Kazuki Matsumoto, Hiroaki Ushiba and Kiyomitsu Shinsho
2. 発表標題 Preliminary Study of TLSD Postal Dosimetry of External Radiotherapy System
3. 学会等名 The 74th Annual Meeting of the JSRT Japanese Society of Radiological Technology
4. 発表年 2018年

1. 発表者名 丸山 大樹, 柳澤 伸, 古場 裕介, 安藤 隆之, 松本 和樹, 牛場 洋明, 眞正 浄光
2. 発表標題 外部放射線治療装置の郵送線量計測における熱蛍光スラブ線量計の有用性の検討
3. 学会等名 日本放射線技術学会第46回秋季学術大会
4. 発表年 2018年

1. 発表者名 下村理紗、眞正浄光、古場裕介、張維珊、安藤隆之、松本和樹、牛場洋明
2. 発表標題 異なる粒子線に対するAl ₂ O ₃ :Crセラミックス板の線量応答特性
3. 学会等名 応用物理学会次世代放射線シンポジウム
4. 発表年 2018年

1. 発表者名 高木瞳、柳澤伸、古場裕介、松本和樹、牛場洋明、安藤隆之、眞正浄光
2. 発表標題 Al ₂ O ₃ :Cr TLDの体積の違いによるエネルギー依存性の検討
3. 学会等名 応用物理学会次世代放射線シンポジウム
4. 発表年 2018年

1. 発表者名 懸川明貢、丸山大樹、柳澤伸、古場裕介、安藤隆之、松本和樹、牛場洋明、眞正浄光
2. 発表標題 Cr添加Al ₂ O ₃ 熱蛍光スラブ線量計の面積化に伴う光学補正法の検討
3. 学会等名 応用物理学会次世代放射線シンポジウム
4. 発表年 2018年

1. 発表者名 川口綺羅々、柳澤伸、古場裕介、若林源一郎、工藤森海、眞正浄光
2. 発表標題 超高純度石英ガラスの熱蛍光特性
3. 学会等名 応用物理学会次世代放射線シンポジウム
4. 発表年 2018年

1. 発表者名 王良健, 柳澤伸, 古場裕介, 松本和樹, 牛場洋明, 安藤隆之, 眞正浄光
2. 発表標題 モンテカルロ法によるCr添加Al2O3熱蛍光素子の中性子検出におけるCdコンバータ厚の最適化
3. 学会等名 応用物理学会次世代放射線シンポジウム
4. 発表年 2018年

1. 発表者名 工藤森海, 柳澤伸, 古場裕介, 正井博和, 恒田雅人, 西尾禎治, 眞正浄光
2. 発表標題 精密昇温速度法による活性化エネルギーと頻度因子の算出
3. 学会等名 応用物理学会次世代放射線シンポジウム
4. 発表年 2018年

1. 発表者名 Shin Yanagisawa, Mizuki Kakuta, Kiyomitsu Shinsho, Yusuke Koba, Kazuki Maysumoto, Hiroaki Ushiba, Takayuki Andoh
2. 発表標題 Monte Carlo investigation of absorbed-dose energy dependence of two-dimensional Al2O3 thermoluminescence dosimeter in radiation therapy
3. 学会等名 24th European Congress of Radiology (国際学会)
4. 発表年 2018年

1. 発表者名 眞正浄光
2. 発表標題 「セラミックスによる新しいX線イメージングデバイス」～様々な医療ニーズに対応した取り組み～
3. 学会等名 日本放射線技術学会 第45回秋季学術大会 (招待講演)
4. 発表年 2017年

1. 発表者名 柳澤伸, 古場裕介, 真正浄光, 松本和樹, 牛場洋明, 安藤隆之
2. 発表標題 密度制御Al ₂ O ₃ :Crセラミックスの熱蛍光特性
3. 学会等名 第65回応用物理学会春季学術講演会
4. 発表年 2018年

1. 発表者名 真正 浄光, 柳澤 伸, 丸山 大樹, 角田 瑞季, 古場 裕介, 松本 和樹, 牛場 洋明, 安藤隆之
2. 発表標題 Cr添加Al ₂ O ₃ セラミックスのX線に対する熱蛍光特性
3. 学会等名 第 12回 次世代先端光科学研究会
4. 発表年 2017年

1. 発表者名 古場 裕介, 柳澤 伸, 真正 浄光, 福田 茂一
2. 発表標題 人体模型線量計のためのAl ₂ O ₃ 母材熱蛍光セラミックスの密度調整
3. 学会等名 第78回応用物理学会秋季学術講演会
4. 発表年 2017年

1. 発表者名 柳澤伸, 真正浄光, 原田和正, 古場裕介, 福田茂一
2. 発表標題 市販フォルステライトセラミックスの熱蛍光特性
3. 学会等名 第78回応用物理学会秋季学術講演会
4. 発表年 2017年

1. 発表者名 田中優美, 眞正浄光, 古場裕介, 柳澤伸, 原田和正
2. 発表標題 Cu添加Li ₂ B ₄ O ₇ ガラスセラミックスの熱蛍光特性
3. 学会等名 第78回応用物理学会秋季学術講演会
4. 発表年 2017年

1. 発表者名 柳澤伸, 眞正浄光, 古場裕介, 松本和樹, 牛場洋明, 安藤隆之
2. 発表標題 放射線治療における2次元TLDの利用と人体模型TLDの開発に向けた基礎研究
3. 学会等名 平成29年度京都大学原子炉実験所専門研究会
4. 発表年 2017年

〔図書〕 計5件

1. 著者名 Takayuki Yanagida, Masanori Koshimizu, Kiyomitsu Shinsho et.al. 2.	4. 発行年 2022年
2. 出版社 John Wiley & Sons	5. 総ページ数 416
3. 書名 Phosphors for Radiation Detectors	

1. 著者名 齋藤 秀敏、椎山 謙一、岩元 新一郎、古徳 純一、納富 昭弘、鬼塚 昌彦、橘 昌幸、眞正 浄光、千田 浩一	4. 発行年 2020年
2. 出版社 共立出版	5. 総ページ数 264
3. 書名 放射線計測学	

1. 著者名 前原 正義、森川 恵子、阪間 稔、鹿野 直人、伊藤 茂樹、眞正 浄光	4. 発行年 2020年
2. 出版社 共立出版	5. 総ページ数 192
3. 書名 放射化学	

1. 著者名 日本放射線技術学会、小山 修司、加藤 洋	4. 発行年 2020年
2. 出版社 オーム社	5. 総ページ数 270
3. 書名 放射線計測学（改訂3版）	

1. 著者名 齋藤 秀敏、椎山 謙一、岩元 新一郎、古徳 純一、納富 昭弘、鬼塚 昌彦、橘 昌幸、眞正 浄光、千田 浩一	4. 発行年 2020年
2. 出版社 共立出版	5. 総ページ数 264
3. 書名 放射線計測学	

〔出願〕 計4件

産業財産権の名称 熱蛍光測定方法及び熱蛍光測定装置	発明者 眞正浄光	権利者 同左
産業財産権の種類、番号 特許、特願2020-197373	出願年 2020年	国内・外国の別 国内

産業財産権の名称 中性子測定用ユニット、中性子測定装置、および中性子測定方法	発明者 眞正浄光、柳澤伸、古場裕介	権利者 公立大学法人 首都大学東京
産業財産権の種類、番号 特許、2019-159850	出願年 2019年	国内・外国の別 国内

産業財産権の名称 人体模型線量測定用部材、その製造方法及び人体模型線量測定具	発明者 眞正浄光、古場裕介	権利者 首都大学東京； 量子科学技術研 究開発機構
産業財産権の種類、番号 特許、出願番号2017-159220	出願年 2017年	国内・外国の別 国内

産業財産権の名称 熱蛍光測定方法及び熱蛍光測定装置	発明者 眞正浄光	権利者 同左
産業財産権の種類、番号 特許、PCT/JP2021/ 43398	出願年 2021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
連携研究者	古場 裕介 (Koba Yusuke) (10583073)	国立研究開発法人量子科学技術研究開発機構・量子生命・医学部門・主任研究員 (82502)	

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