

令和 6 年 6 月 16 日現在

機関番号：13901

研究種目：基盤研究(C)（一般）

研究期間：2020～2023

課題番号：20K08076

研究課題名（和文）ホウ素中性子捕捉療法における中性子ビーム強度変調システムの開発

研究課題名（英文）Development of Neutron Beam Intensity Modulation System for Boron Neutron Capture Therapy

研究代表者

加茂前 健（KAMOMAE, Takeshi）

名古屋大学・アイソトープ総合センター・准教授

研究者番号：60706282

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）：本研究は、X線治療分野で確立されたマルチリーフコリメータ（MLC）技術をホウ素中性子補足療法（BNCT）へ応用し、次世代型BNCT「強度変調BNCT（Intensity Modulated BNCT）」を提案し、その有用性を検討することを目的とした。本研究では、シミュレーションを軸として研究を進め、至適なMLCの探索を行った。MLCの形状や材質、配置に応じ、中性子ビームの振る舞いが大きく変化することが確認され、複数のパターンを組み合わせることによって、中性子束分布に強弱がつけられることを示した。

研究成果の学術的意義や社会的意義

これまでBNCTは、一様な中性子ビームを患部に照射する方法が主であった。本研究で提案した強度変調BNCTは、患者の解剖学的条件（腫瘍の形状、大きさ、深さ、部位、周囲正常組織との関係など）や、ホウ素製剤の集積に応じ、MLCの開口形状を変化させビームを積算することで、患者個別に線量分布を向上できる可能性がある新しい技術である。本技術の確立に向けて解決すべき課題はあるが、本技術は最終的にBNCTの治療効果向上と有害事象低減、さらにBNCTの適応拡大に貢献できるものと考えている。

研究成果の概要（英文）：The purpose of this study was to apply the multi-leaf collimator (MLC) technology established in the field of X-ray radiation therapy to boron neutron capture therapy (BNCT), to propose a next-generation BNCT, "Intensity Modulated BNCT," and to investigate its usefulness. In this study, we have conducted simulations to examine for an optimal MLC, and have confirmed that the neutron beam characteristics change significantly depending on the shape, material, and position of the MLC and that the neutron flux distribution can be modulated by combining multiple MLC patterns.

研究分野：医学物理学

キーワード：BNCT マルチリーフコリメータ モンテカルロシミュレーション 中性子計測 医学物理学

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

ホウ素中性子補足療法 (Boron Neutron Capture Therapy: BNCT) は、体外から照射する中性子ビームと、腫瘍に集積させたホウ素製剤の核反応 [ $^{10}\text{B} + n \rightarrow ^7\text{Li} + \alpha + \gamma$ ] を利用し、超選択的に腫瘍細胞を死滅させる革新的がん治療法である。さらに BNCT は、一般的な X 線治療や粒子線治療と併用が可能であることから、再発症例に対する治療選択の拡大という観点からも、臨床的期待は極めて高い。脳腫瘍以外への適応拡大 (悪性黒色腫、頭頸部腫瘍、肝腫瘍、悪性胸膜中皮腫) や、原子炉に替わり得る加速器ベースの中性子源開発など、BNCT 分野においては日本が世界の研究を牽引している状況である。

BNCT の確立と普及に向けて、2 つの重要課題がある。1 つ目は、腫瘍に向けて均一な中性子ビームを照射するため、周囲正常組織の耐用線量が超過し、十分な治療が行えない問題である [1]。更に、2019 年に Zhang らは、BNCT 実施による二次発がんリスクの増加について報告しており、可能な限り正常組織の被ばく線量を低減する努力が求められる [2]。2 つ目は、腫瘍細胞内にホウ素製剤が十分に集積しない又は斑が出る場合があり (選択的集積性の不足)、治療が実施できない場合や、十分な治療効果が得られない問題がある [3]。これらのホウ素製剤に関する問題は、BNCT における最重要課題として、現在も盛んに研究が行われている。

本研究は、前述の BNCT における 2 つの重要課題 (周囲正常組織の耐用線量超過、ホウ素製剤の選択的集積性不足) に対し、本申請者の専門分野である物理工学的アプローチにより解決・改善を目指すものである。次節より我々が提案するアプローチを詳述する。

### 2. 研究の目的

我々のアプローチは、本申請者の現在までの研究成果を基盤に、新たな着想を加え解決を試みるものである。本研究は、X 線治療分野の強度変調放射線治療 (Intensity Modulated Radiation Therapy: IMRT) で確立されたマルチリーフコリメータ (Multi Leaf Collimator: MLC) 技術を、中性子ビームの強度変調に応用するものである。つまり、中性子線量が不足する領域や、ホウ素製剤の集積が低い領域に対し、MLC で形成した小照射野の中性子ビームを集中的に重ね合わせることで、理想的な線量分布を得るアイデアである。本技術により、腫瘍には至適な線量を投与し、正常組織の被ばく線量は低減することが可能となる。我々はこれを、次世代型 BNCT 「強度変調ホウ素中性子補足療法 (Intensity Modulated BNCT: IM-BNCT) 」として、世界で初めて提案する。本研究の目的は、IM-BNCT の理論および基礎技術を確立すること、そしてその有用性と問題点を明らかにすることである。

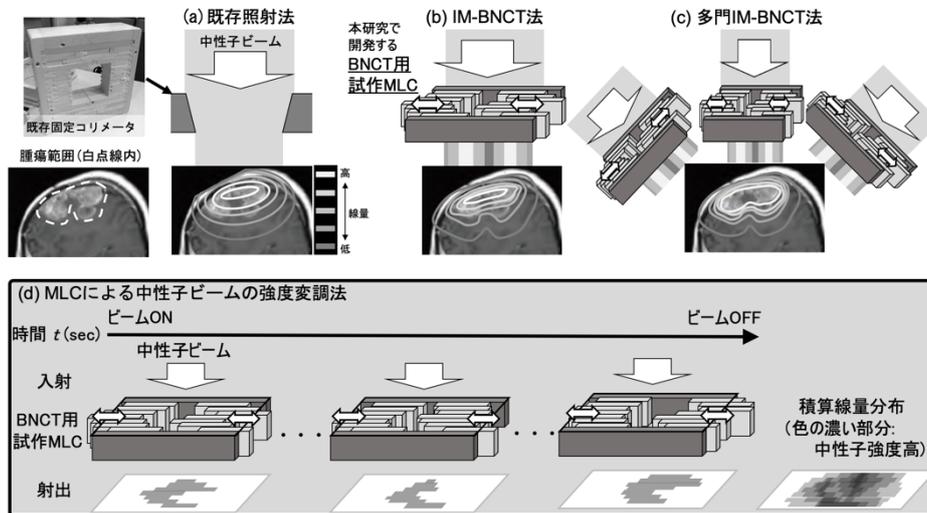


図 1. IM-BNCT の概念図. (a) 固定コリメータを用いた既存の BNCT 照射法. (b) 本研究で提案する BNCT 用 MLC による IM-BNCT. ビーム照射中に各リーフが独立して連続的に動き至適な線量分布を得る. (c) IM-BNCT を多門化することで、線量分布最適化の自由度が更に高まる. (d) MLC による中性子強度 (フルエンス) の変調方法詳細.

### 3. 研究の方法

本研究では、モンテカルロシミュレーションを用いた至適 MLC 形状及び材料の探索を中心に実施した。シミュレーションコードは PHITS (日本原子力研究開発機) を用い、実測データと計算データの基本的な一致を事前に確認した。至適 MLC 形状および材料の検討として、次の評価を行った。

#### (1) MLC 形状の評価

MLC 形状の違いにより、中性子ビームの特性がどのように変化するのか評価を行った。MLC の材質は LiF 含有ポリエチレンとし、MLC 形状は図 2 に示す A1. 矩形モデル、A2. 台形モデル、A3. 逆台形モデル、A4. ラウンドモデルを比較した。それぞれの MLC モデルの最小開口形状が

10 cm×10 cm となるように設定した。ファントムは水とし、20 cm×20 cm×25 cm の立方体とした。

(2) 台形 MLC モデルにおける開口角度の評価

上記で評価した A2. 台形モデルについて、開口角度によって中性子ビームの特性がどのように変化するのか評価を行った。開口角度は 76 度を基準として、84 度及び 68 度を比較した。

(3) 照射野の重ね合せ評価

複数の MLC 形状パターンを重ね合わせることで、中性子ビームの特性がどのように変化するのか評価を行った。評価は図 2 に示す B1. 小照射の重ね合せパターン、B2. 中心を遮蔽する重ね合せパターンについて実施した。

(4) MLC 材料による影響の評価

A1 及び A2 MLC パターンにおいて、MLC 材質を LiF 含有ポリエチレンからナノコンポジットハイドロゲルへ変更し、中性子ビームの特性を評価した。ナノコンポジットハイドロゲルは、本研究課題の研究代表者らが、これまでの研究において BNCT 用の減速材への応用研究を進めている 3D プリント可能な材料で、大部分が水で構成されており、少量のポリマーおよびクレイが含まれているものである。

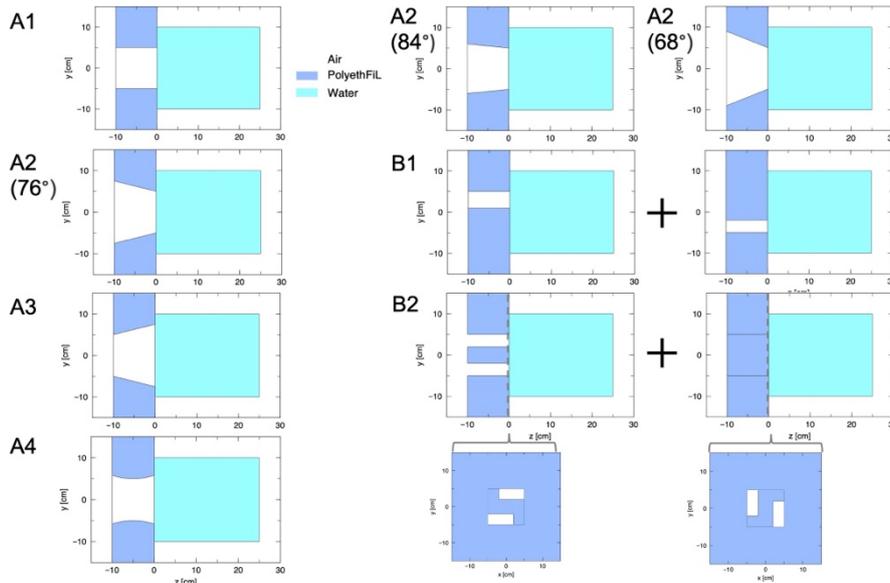


図 2. MLC 形状パターン

4. 研究成果

MLC 形状の評価の結果、A1 矩形、A3 逆台形、A4 ラウンド MLC モデルに比べ、A2 台形 MLC モデルで、高い熱中性子フルエンスが得られることが確認された。水ファントム 2 cm 深の熱中性子フルエンス分布は、中心軸で正規化した場合、A3, A2, A4, A1 の順に、僅かに照射野外側方への広がりが大きくなる傾向が確認された。

台形 MLC モデルにおける開口角度の評価の結果、A2 (68°), A2 (76°), A2 (84°) の順に、高い熱中性子フルエンスが得られることが確認された。水ファントム 2 cm 深の熱中性子フルエンス分布は、中心軸で正規化した場合、A2 (68°), A2 (76°), A2 (84°) の順に、僅かに照射野外側方への広がりが大きくなる傾向が確認された。

照射野の重ね合せの評価では、B1 ケースのように 4 cm×4 cm と 3 cm×3 cm の MLC 形状パターンを足し合わせた場合、熱中性子フルエンスの分布に強弱をつけることが可能であること (図 3 上段)、また B2 ケースのように照射野中心部の寄与を減らすような MLC 形状パターンを足し合わせた場合、高フルエンス領域を側方へ拡大できること (図 3 下段) を示した。

MLC 材料に関する影響評価では、LiF 含有ポリエチレンに比べナノコンポジットハイドロゲルで高い熱中性子フルエンスが得られる傾向があった。他方、水ファントム 2 cm 深の熱中性子フルエンス分布は、中心で正規化した場合、LiF 含有ポリエチレンに比べナノコンポジットハイドロゲルで照射野外側方への広がりが僅かに大きくなる傾向が確認された。また、ファントム外の熱中性子フルエンス分布も LiF 含有ポリエチレンに比べナノコンポジットハイドロゲルで増加する傾向があることが確認された。

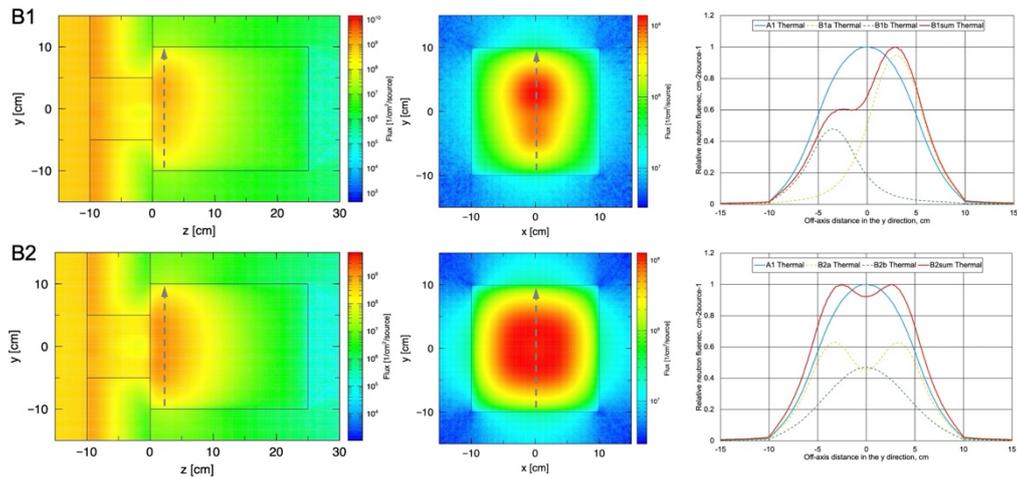


図3. 照射野の重ね合せ評価の結果. B1 ケースは 4 cm×4 cm と 3 cm×3 cm の MLC 形状パターンを 1:1 で足し合わせた熱中性子フルエンス. B2 ケースは照射野中心部の寄与が低い MLC パターンを 1:1 で足し合わせた熱中性子フルエンス.

以上より, MLC の形状や材料に応じ, 中性子ビームの振る舞いが大きく変化し, それを調整し組み合わせることで, 中性子フルエンス分布を制御できることを示した. 本研究で提案した IM-BNCT により, 患者の解剖学的条件 (腫瘍の形状, 大きさ, 深さ, 部位, 周囲正常組織との関係など) や, ホウ素製剤の集積状況に応じて, MLC の開口形状を変化させビームを積算することで, 患者個別に線量分布を向上できる可能性を示した. 今後の展望として, ホウ素製剤の寄与をシミュレーション上加え, 至適な条件の決定を進める予定である.

#### <引用文献>

- [1] Current status of neutron capture therapy, IAEA Publications, 2001.
- [2] Assessment of long-term risks of secondary cancer in paediatric patients with brain tumours after boron neutron capture therapy, X. Zhang, C. Geng, X. Tang et al., J Radiol Prot., 39(3):838-853, 2019.
- [3] Correlation of 18F-BPA and 18F-FDG uptake in head and neck cancers, H. Tani, H. Kurihara, K. Hiroi et al., Radiotherapy and Oncology, 113(2): 193-197, 2014.

5. 主な発表論文等

〔雑誌論文〕 計17件（うち査読付論文 17件／うち国際共著 0件／うちオープンアクセス 10件）

1. 著者名 Ohtakara Kazuhiro, Tanahashi Kuniaki, Kamomae Takeshi, Ito Eiji, Suzuki Kojiro	4. 巻 15(5)
2. 論文標題 Local Control Failure After Five-Fraction Stereotactic Radiosurgery Alone for Symptomatic Brain Metastasis From Squamous Cell Lung Carcinoma Despite 43 Gy to Gross Tumor Margin With Internal Steep Dose Increase and Tumor Shrinkage During Irradiation	5. 発行年 2023年
3. 雑誌名 Cureus	6. 最初と最後の頁 e38645
掲載論文のDOI（デジタルオブジェクト識別子） 10.7759/cureus.38645	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 Ohtakara Kazuhiro, Tanahashi Kuniaki, Kamomae Takeshi, Suzuki Kojiro	4. 巻 15(7)
2. 論文標題 5-Fraction Re-radiosurgery for Progression Following 8-Fraction Radiosurgery of Brain Metastases From Lung Adenocarcinoma: Importance of Gross Tumor Coverage With Biologically Effective Dose ?80 Gy and Internal Dose Increase	5. 発行年 2023年
3. 雑誌名 Cureus	6. 最初と最後の頁 e42299
掲載論文のDOI（デジタルオブジェクト識別子） 10.7759/cureus.42299	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 Yutaka Kato, Shintaro Okumiya, Kuniyasu Okudaira, Junji Ito, Motoki Kumagai, Takeshi Kamomae, Yumiko Noguchi, Mariko Kawamura, Shunichi Ishihara, Shinji Naganawa	4. 巻 85(3)
2. 論文標題 Urethral identification using three-dimensional magnetic resonance imaging and interfraction urethral motion evaluation for prostate stereotactic body radiotherapy	5. 発行年 2023年
3. 雑誌名 Nagoya Journal of Medical Science	6. 最初と最後の頁 504-517
掲載論文のDOI（デジタルオブジェクト識別子） 10.18999/nagjms.85.3.504	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 Sato Daisuke, Sasaki Motoharu, Nakaguchi Yuji, Kamomae Takeshi, Kawanaka Takashi, Kubo Akiko, Tonoiso Chisato, Kanazawa Yuki, Oita Masataka, Kajino Akimi, Tsuzuki Akira, Ikushima Hitoshi	4. 巻 28(5)
2. 論文標題 Differences between professionals in treatment planning for patients with stage III lung cancer using treatment-planning QA software	5. 発行年 2023年
3. 雑誌名 Reports of Practical Oncology and Radiotherapy	6. 最初と最後の頁 671-680
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.5603/rpor.97511	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 Masumoto Nagi, Sasaki Motoharu, Nakaguchi Yuji, Kamomae Takeshi, Kanazawa Yuki, Ikushima Hitoshi	4. 巻 17
2. 論文標題 Knowledge-based model building for treatment planning for prostate cancer using commercial treatment planning quality assurance software tools	5. 発行年 2023年
3. 雑誌名 Radiological Physics and Technology	6. 最初と最後の頁 337 ~ 345
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.1007/s12194-023-00759-6	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 Kawamura Mariko, Kamomae Takeshi, Yanagawa Masahiro, Kamagata Koji, Fujita Shohei, Ueda Daiju, Matsui Yusuke, Fushimi Yasutaka, Fujioka Tomoyuki, Nozaki Taiki, Yamada Akira, Hirata Kenji, Ito Rintaro, Fujima Noriyuki, Tatsugami Fuminari, Nakaura Takeshi, Tsuboyama Takahiro, Naganawa Shinji	4. 巻 65
2. 論文標題 Revolutionizing radiation therapy: the role of AI in clinical practice	5. 発行年 2023年
3. 雑誌名 Journal of Radiation Research	6. 最初と最後の頁 1 ~ 9
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.1093/jrr/rrad090	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 Kawamura Mariko, Shimojo Masafumi, Inden Yasuya, Kamomae Takeshi, Okudaira Kuniyasu, Komada Tomohiro, Aoki Sumire, Shindo Yurika, Yasui Ryotaro, Yanagi Yusuke, Okumura Masayuki, Yamada Takehiro, Kozai Yuka, Oie Yumi, Kato Yutaka, Ishihara Shunichi, Murohara Toyoaki, Naganawa Shinji	4. 巻 12
2. 論文標題 Stereotactic radiotherapy for ventricular tachycardia: A study protocol	5. 発行年 2023年
3. 雑誌名 F1000Research	6. 最初と最後の頁 798 ~ 798
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.12688/f1000research.138758.2	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 Sasaki Motoharu, Nakaguchi Yuji, Kamomae Takeshi, Tsuzuki Akira, Sawada Soma, Shibuya Koki, Oita Masataka, Tominaga Masahide, Tominaga Yuki, Ikushima Hitoshi	4. 巻 -
2. 論文標題 Comparative analysis of two dose-volume histogram prediction tools for treatment planning in volumetric-modulated arc therapy: A multi-planner study	5. 発行年 2024年
3. 雑誌名 Medical Dosimetry	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) 10.1016/j.meddos.2024.02.002	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 Kawabata Fumitaka, Kamomae Takeshi, Okudaira Kuniyasu, Komori Masataka, Oguchi Hiroshi, Sasaki Motoharu, Mori Masaki, Kawamura Mariko, Abe Shinji, Ishihara Shunichi, Naganawa Shinji	4. 巻 23
2. 論文標題 Development of a high resolution two dimensional detector based dose verification system for tumor tracking irradiation in the CyberKnife system	5. 発行年 2022年
3. 雑誌名 Journal of Applied Clinical Medical Physics	6. 最初と最後の頁 e13645
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.1002/acm2.13645	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 Tomohiro Komada, Takeshi Kamomae, Masaya Matsushima, Ryota Hyodo, Shinji Naganawa	4. 巻 84
2. 論文標題 Embolization using patient-specific vascular models created by a 3D printer for difficult cases: A report of two cases	5. 発行年 2022年
3. 雑誌名 Nagoya Journal of Medical Science	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) 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 Kamomae Takeshi, Matsunaga Takuma, Suzuki Junji, Okudaira Kuniyasu, Kawabata Fumitaka, Kato Yutaka, Oguchi Hiroshi, Shimizu Morihito, Sasaki Motoharu, Takase Yuki, Kawamura Mariko, Ohtakara Kazuhiro, Itoh Yoshiyuki, Naganawa Shinji	4. 巻 86
2. 論文標題 Dosimetric impacts of beam-hardening filter removal for the CyberKnife system	5. 発行年 2021年
3. 雑誌名 Physica Medica	6. 最初と最後の頁 98 ~ 105
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.1016/j.ejmp.2021.05.011	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 Suzuki Kentaro, Kamomae Takeshi, Oguchi Hiroshi, Kawabata Fumitaka, Sugita Kazuma, Okudaira Kuniyasu, Mori Masaki, Abe Shinji, Komori Masataka, Kawamura Mariko, Ohtakara Kazuhiro, Itoh Yoshiyuki, Naganawa Shinji	4. 巻 91
2. 論文標題 Development of an x-ray-opaque-marker system for quantitative phantom positioning in patient-specific quality assurance	5. 発行年 2021年
3. 雑誌名 Physica Medica	6. 最初と最後の頁 121 ~ 130
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.1016/j.ejmp.2021.10.017	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 Yutaka Kato, Kuniyasu Okudaira, Takeshi Kamomae, Motoki Kumagai, Youta Nagai, Toshiaki Taoka, Yoshiyuki Itoh, Shinji Naganawa	4. 巻 84
2. 論文標題 Evaluation of system-related magnetic resonance imaging geometric distortion in radiation therapy treatment planning: two approaches and effectiveness of three-dimensional distortion correction	5. 発行年 2022年
3. 雑誌名 Nagoya Journal of Medical Science	6. 最初と最後の頁 29 ~ 41
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 Kato Yutaka, Kamomae Takeshi, Kumagai Motoki, Oie Yumi, Noguchi Yumiko, Okudaira Kuniyasu, Kawamura Mariko, Taoka Toshiaki, Naganawa Shinji	4. 巻 95
2. 論文標題 Hybrid 3D T1-weighted gradient-echo sequence for fiducial marker detection and tumor delineation via magnetic resonance imaging in liver stereotactic body radiation therapy	5. 発行年 2022年
3. 雑誌名 Physica Medica	6. 最初と最後の頁 9 ~ 15
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.1016/j.ejmp.2022.01.003	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 Sasaki Motoharu, Nakaguuchi Yuji, Kamomae Takeshi, Tsuzuki Akira, Kobuchi Satoshi, Kuwahara Kenmei, Ueda Shoji, Endo Yuto, Ikushima Hitoshi	4. 巻 22
2. 論文標題 Analysis of prostate intensity and volumetric modulated arc radiation therapy planning quality with PlanIQTM	5. 発行年 2021年
3. 雑誌名 Journal of Applied Clinical Medical Physics	6. 最初と最後の頁 132 ~ 142
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.1002/acm2.13233	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 Kawamura Mariko, Itoh Yoshiyuki, Kamomae Takeshi, Sawaki Masataka, Kikumori Toyone, Tsunoda Nobuyuki, Ito Junji, Shimoyama Yoshie, Satake Hiroko, Naganawa Shinji	4. 巻 61
2. 論文標題 A phase I/II trial of intraoperative breast radiotherapy in an Asian population: 10-year results with critical evaluation	5. 発行年 2020年
3. 雑誌名 Journal of Radiation Research	6. 最初と最後の頁 602 ~ 607
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.1093/jrr/rraa029	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19件 (うち招待講演 4件 / うち国際学会 3件)

1. 発表者名 加茂前健
2. 発表標題 脳外科領域の放射線治療物理
3. 学会等名 Accuray / Brainlab Symposium Cranial (招待講演)
4. 発表年 2023年

1. 発表者名 宮地貴之, 加茂前健, 川端文隆, 奥平訓康, 川村麻里子, 石原俊一, 長縄慎二
2. 発表標題 難治性不整脈に対する定位放射線治療に向けた心臓動体ファントムの開発と基礎的評価
3. 学会等名 日本放射線腫瘍学会第36回学術大会
4. 発表年 2023年

1. 発表者名 谷口裕輝, 加茂前健, 寺部充昭, 島田秀樹
2. 発表標題 脳定位放射線治療における原体照射とガントリー・リング2軸同時回転IMRTの線量特性の比較
3. 学会等名 第15回中部放射線医療技術学術大会
4. 発表年 2023年

1. 発表者名 加茂前健
2. 発表標題 IMRT物理技術ガイドライン2023における主な変更点の解説
3. 学会等名 第60回放射線治療セミナー（招待講演）
4. 発表年 2023年

1. 発表者名 村松海飛, 加茂前健, 小口宏, 未澤正太郎, 奥平訓康, 矢谷朋子, 森政樹, 阿部真治, 石原俊一, 長縄慎二
2. 発表標題 I-125シード線源バッチ測定に向けた補正係数の導出
3. 学会等名 第124回日本医学物理学会学術大会
4. 発表年 2022年

1. 発表者名 未澤正太郎, 奥平訓康, 加茂前健, 森政樹, 阿部真治
2. 発表標題 前立腺がん永久刺入治療用I-125シードに対するバッチアッセイに向けた基礎検討
3. 学会等名 日本放射線腫瘍学会小線源治療部会第23回学術大会
4. 発表年 2021年

1. 発表者名 加茂前健、奥平訓康、末澤正太郎、伊藤淳二、高瀬裕樹、奥村真之、川村麻里子、伊藤善之、長縄慎二
2. 発表標題 ヨウ素125シード線源の線源強度計測
3. 学会等名 日本放射線腫瘍学会小線源治療部会第23回学術大会（招待講演）
4. 発表年 2021年

1. 発表者名 Masashi Tomida, Takeshi Kamomae, Teiji Nishio, Takeshi Yanagi
2. 発表標題 Dose perturbation effect of titanium implant in post-operative proton therapy of head and neck cancer
3. 学会等名 Particle Therapy Co-Operative Group (PTCOG) 59 (国際学会)
4. 発表年 2021年

1. 発表者名 加茂前健
2. 発表標題 10個程度までの複数脳転移に対する新たなサイバーナイフ治療戦略 -IrisコリメータとV0L0最適化を用いたプランニングのTipsを交えて-
3. 学会等名 第30回日本定位放射線治療学会（招待講演）
4. 発表年 2021年

1. 発表者名 Kazuma Sugita, Takeshi Kamomae, Hajime Monzen, Takayoshi Nakaya, Kuniyasu Okudaira, Mori Masaki, Shinji Abe
2. 発表標題 Use of 3D printer to Create a Electron Shielding Block with Tungsten-containing Thermoplastic Rubber
3. 学会等名 第49回日本放射線技術学会秋季学術大会
4. 発表年 2021年

1. 発表者名 Kentaro Suzuki, Takeshi Kamomae, Hiroshi Oguchi, Fumitaka Kawabata, Kazuma Sugita, Kuniyasu Okudaira, Kazuhiro Ohtakara, Yoshiyuki Itoh
2. 発表標題 Development of novel x-ray-opaque-marker system for improvement and quantification of phantom positioning accuracy in patient-specific quality assurance
3. 学会等名 20th Asia-Oceania Congress on Medical Physics (国際学会)
4. 発表年 2020年

1. 発表者名 川端文隆, 加茂前健, 奥平訓康, 森政樹, 阿部真治
2. 発表標題 サイバーナイフにおける小照射野用二次元検出器を基にした動体追尾線量検証法の確立
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 大宝和博, 熊谷始紀, 高瀬裕樹, 伊藤淳二, 棚橋邦明, 大岡史治, 加茂前健, 伊藤善之, 長縄慎二
2. 発表標題 5から10個の脳転移に対するCyberknife治療における単一計画での同時照射方の有用性
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 Yutaka Kato, Kuniyasu Okudaira, Motoki Kumagai, Toshiaki Taoka, Takeshi Kamomae, Yoshiyuki Itoh, Sinji Naganawa
2. 発表標題 Quantitative evaluation of distortion in magnetic resonance imaging for radiation treatment planning: Characterization of system-related geometric distortion and effectiveness of distortion correction
3. 学会等名 European Congress of Radiology (ECR) 2020 (国際学会)
4. 発表年 2020年

1. 発表者名 Youta Nagai, Kuniyasu Okudaira, Yutaka Kato, Motoki Kumagai, Takeshi Kamomae, Yoshikazu Miyake, Shinji Abe
2. 発表標題 Novel Evaluation Method for MRI System-related Geometric Distortions in Radiation Therapy Planning
3. 学会等名 The 76th Annual Meeting of the Japanese Society of Radiological Technology
4. 発表年 2020年

1. 発表者名 Natsuki Furutate, Takeshi Kamomae, Fumitaka Kawabata, Kuniyasu Okudaira, Yoshikazu Miyake, Shinji Abe
2. 発表標題 Usefulness of High Resolution 2D Array Detector for Small Fields in CyberKnife system
3. 学会等名 The 76th Annual Meeting of the Japanese Society of Radiological Technology
4. 発表年 2020年

1. 発表者名 Kazuma Sugita, Takeshi Kamomae, Hajime Monzen, Takayoshi Nakaya, Kuniyasu Okudaira, Yoshikazu Miyake, Mariko Kawamura, Kazuhiro Ootakara, Shinji Abe, Yoshiyuki Itoh
2. 発表標題 Evaluation of Tungsten-containing Thermoplastic Rubber in Electron Beam Therapy
3. 学会等名 The 76th Annual Meeting of the Japanese Society of Radiological Technology
4. 発表年 2020年

1. 発表者名 Rie Muramatsu, Keisuke Yasui, Takeshi Kamomae, Toshiyuki Toshito, Fumitaka Kawabata, Akira Shimomura
2. 発表標題 Evaluation of Electron Density Based-CT Image in Proton Therapy
3. 学会等名 The 76th Annual Meeting of the Japanese Society of Radiological Technology
4. 発表年 2020年

1. 発表者名 Kuniyasu Okudaira, Motoki Kumagai, Yutaka Kato, Takeshi Kamomae, Yoshikazu Miyake, Shinji Abe
2. 発表標題 Analysis of MRI Machine-Dependent Geometric Distortions in Radiotherapy Treatment Planning
3. 学会等名 The 76th Annual Meeting of the Japanese Society of Radiological Technology
4. 発表年 2020年

〔図書〕 計0件

〔産業財産権〕

〔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	櫻井 良憲  (SAKURAI Yoshinori)  (20273534)	京都大学・複合原子力科学研究所・准教授   (14301)	
研究分担者	笈田 将皇  (OITA Masataka)  (10380023)	岡山大学・ヘルスシステム統合科学研究科・准教授   (15301)	

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