

令和 2 年 6 月 22 日現在

機関番号：34450

研究種目：基盤研究(C) (一般)

研究期間：2017～2019

課題番号：17K10380

研究課題名(和文) ガフクロミックフィルムの不均一補正とCTの三次元計測に関する研究

研究課題名(英文) Study on non-uniformity correction of the Gafchromic film and three-dimensional measurement of CT

研究代表者

勝田 稔三 (Katsuda, Toshizo)

大阪物療大学・保健医療学部・教授

研究者番号：40379722

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)：フィルム型線量計を用いたX線CTの三次元線量計測における低線量領域の不確実性と不均一性の補正法を開発した。濃度線量曲線の直線部分の始まりと同等の濃度をベース濃度にし、2から10 mGyの不確実性部分を補正した。また、紫外線を利用した二重曝射と差分法により不均一性を補正した。このフィルム型線量計は白色LEDにおいて濃度が上昇する。白色LEDの原理から黄色と青色に分け、ほぼ紫外線の波長である410 nmの波長の青色光の影響が強いことを明らかにした。また、三次元線量分布図作成に関しては、2次元の平面線量分布を回転させ、仮想的に三次元の線量分布の横断面の画像を作成した。

研究成果の学術的意義や社会的意義

X線CTの線量分布の把握は困難である。3次元かつ連続的に変化するX線量を高分解で把握することは新たな計測方法の開発として学術的な意義がある。特に最近多くの施設で行われている一度に広い範囲を検査できる検査方法についての線量計測法は現状の方法では大変困難が伴う。しかし、本方法では検査領域の広さにとらわれず、どのような場合においても線量計測が簡便にできるという学術的な意義がある。また、現状では実際のX線量が把握できず、撮影方法の工夫や新たな方法の開発によって線量を低減させることも可能となることで社会的意義がある。

研究成果の概要(英文)：The correction method of an uncertainty at low-dose range and non-uniformity error have been developed for three-dimensional X-ray CT dosimetry using a film-type dosimeter. The density equivalent to the beginning of the linear portion of the density-dose curve was used as the base density, and the uncertainty line portion of 2 to 10 mGy was corrected. In addition, double exposure method using ultraviolet rays for correcting non-uniformity error. In this film type dosimeter, the density increases in the white LED. Based on the principle of white LEDs, it was divided into yellow and blue, and it was clarified that the influence of blue light with a wavelength of 410 nm, which is almost the wavelength of ultraviolet light, is strong. In addition, for the creation of the three-dimensional dose distribution map, the two-dimensional plane dose distribution was rotated to create an image of the cross section of the virtual three-dimensional dose distribution.

研究分野：放射線科学

キーワード：エックス線 CT 線量計測 ラジオクロミックフィルム

様式 C-19、F-19-1、Z-19 (共通)

## 1. 研究開始当初の背景

(1) 近年、フィルム型線量計であるラジオクロミックフィルムは X 線診断領域のエネルギーにおいても使用されるようになった。既に特許を取得している Computed tomography (CT) の線量計測用シートロール型ファントム①や平行型ファントム②を用いた三次元線量計測方法においてラジオクロミックフィルムを応用する研究を進めてきた。また、X 線の物理量である実行エネルギーの計測③に関連する研究も行ってきた。しかし、ラジオクロミックフィルムの反応層厚の不均一による X 線照射による濃度変化量不均一が精度の高い線量計測を阻害しているため、高精度な CT の三次元計測による線量分布の作成ができない問題が発生した。

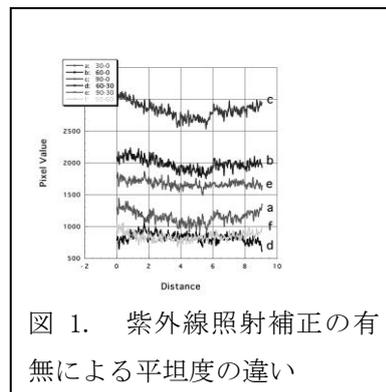


図 1. 紫外線照射補正の有無による平坦度の違い

(2) 図 1 は紫外線を前照射したラジオクロミックフィルムのプロファイルを示す。線 a から c は紫外線照射補正なし、(線 d から f は紫外線照射補正あり平坦度が向上している。これはラジオクロミックフィルムの不均一に起因する雑音と言える。この不均一の問題を解決し、CT の三次元線量計測を行い、分布図を作成することにより、これまで点線量のみ把握していたものが面から体積の線量分布が把握できるようになり、ファントム内のあらゆる部位の線量を把握できる。種々の異なるスキャン方法にも対応でき、線量計では計測できない部位や連続性についても計測できる④。

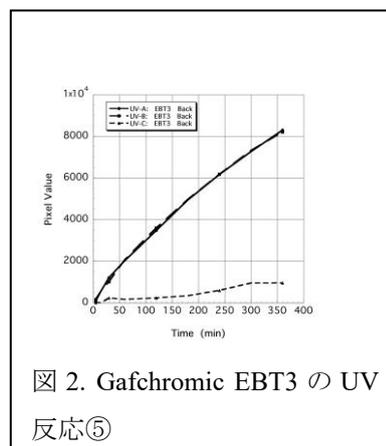


図 2. Gafchromic EBT3 の UV 反応⑤

(3) 本研究では、385 nm の紫外線波長の LED を用いて作成した紫外線照射器具で照射した R フィルムを CT の三次元計測に用いる。図 2 に示す様に R フィルム (Gafchromic film EBT3) に対して紫外線 A が最も効率よく反応しており、365 nm の紫外線を前処理として照射し、CT スキャン時のデータから差分する事により反応むらのないデータが得られる⑤。

<参考文献>

- ① Rumi Gotanda, Toshizo Katsuda, et al: Computed tomography phantom for radiochromic film dosimetry: Australas. Phys. Eng. Sci. Med., 30, 3, 194-199 (2007).
- ② 勝田稔三 五反田留見: 線量計測方法及びこの線量計測方法に用いるファントム並びに X 線撮影装置: 公開日: 2010/05/06, 公開番号: WO2008-087952 号.
- ③ Gotanda T, Katsuda T, et al: Evaluation of effective energy using radiochromic film and a step-shaped aluminum filter: Australas Phys Eng Sci Med. 34, 2, 213-222 (2011).
- ④ T Katsuda, R Gotanda, et al: Reducing Non-uniformity Error of Radiochromic Film in The Diagnostic Range by Ultraviolet Exposure: Preliminary Study. IFMBE Proceedings, 25, 227-230 (2009).
- ⑤ Toshizo Katsuda, Rumi Gotanda, Tatsuhiro Gotanda, et al. Comparing three UV wavelengths for pre-exposing Gafchromic EBT2 and EBT3 films. JOURNAL OF APPLIED CLINICAL MEDICAL PHYSICS, VOL 16, NUM 6, 449-457 (2016).

## 2. 研究の目的

(1) 紫外線照射器具による紫外線照射に関する研究

R フィルムの濃度上昇が紫外線の吸収に影響を与えないかを紫外線透過量の変化から明確にする。次に、ラジオクロミックフィルムに対する最適な紫外線 A の前照射の強度（時間）を決定する。

## (2) CT の三次元線量分布作成プログラムと線量分布図の作成

準備したラジオクロミックフィルムに CT 装置にてスキャンを行い、そのデータから二次元データのスキャン部と散乱線部の線量分布を評価する。また、これらのデータを用い、三次元の線量分布図を作成する。

## 3. 研究の方法

### (1) 紫外線照射器具による紫外線照射に関する研究

紫外線による濃度変化の影響を紫外線 Light emitted diode (LED) (図 3: 波長 353, 360, 365, 370, 375, 380, 390, 400 [nm]) と Gafchromic EBT3 (図 4) を用いて検討した。LED ランプの点灯回路、固定箱等は自作した。Gafchromic EBT3 を透過した紫外線を計測した。



図 3. 紫外線 LED ランプ

次に 2 種類のラジオクロミックフィルム紫外線防護アクリルを加工し、1, 2, 3, 4, 5, 10, 15, 20, 25, および 30 分間、375 nm の紫外線を照射し、時間と濃度の関係をもとめた (図 5)。ラジオクロミックフィルムに対する紫外線照射の評価基準は、差分後のデータで 0 の値が最頻値にならないこと、および差分したデータの最大値に対する 1/10 値がヒストグラムの袖と交差することとした。

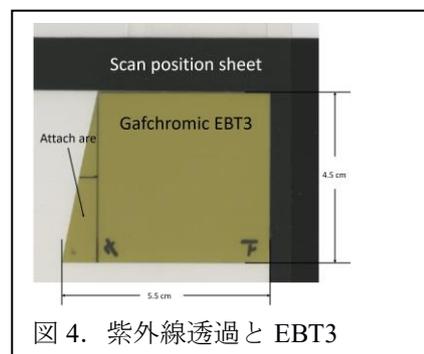


図 4. 紫外線透過と EBT3

CT の線量分布解析に用いる Gafchromic XR-QA2 は、不均一エラーを極力避けるように、385 nm の紫外線 LED を用い紫外線は強度  $12,800 \mu\text{W}/\text{cm}^2$  で 10 分間照射した。

次に、二回目の紫外線照射を行った。二回目の紫外線照射は X 線の代わりとなる本照射となった。画像化した情報は画像処理ソフトである ImageJ を用い、二度目の紫外線照射後画像から一度目の紫外線照射画像を差分することにより、Gafchromic XR-QA2 全体を通して、ムラや雑音低下の評価を行った。

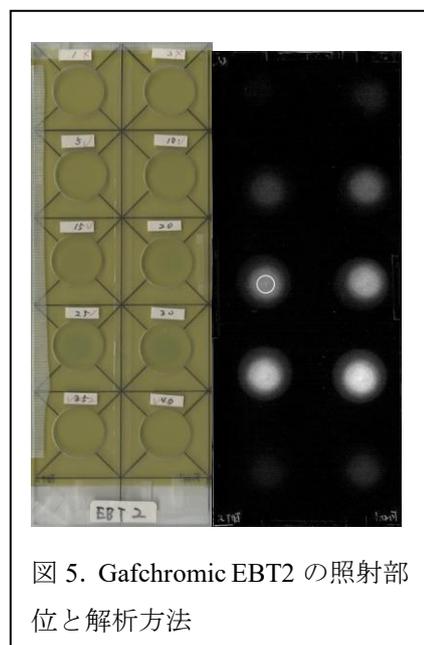


図 5. Gafchromic EBT2 の照射部位と解析方法

## (2) CT の三次元線量分布作成プログラムと線量分布図の作成

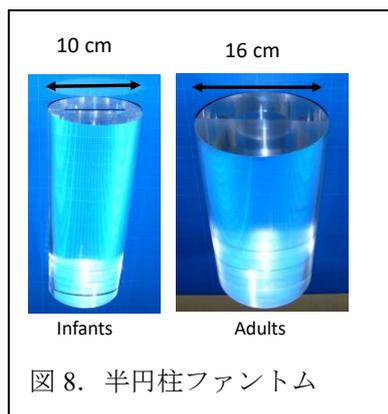
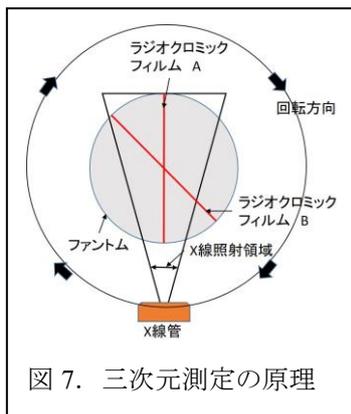
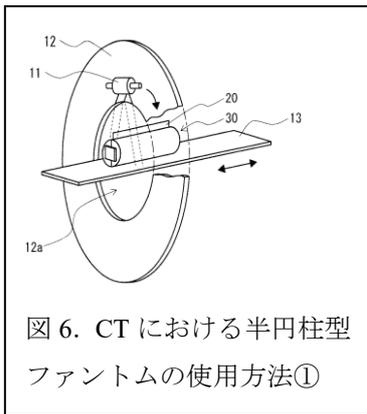
三次元線量分布図作成プログラム作成用の元データとして、LED 紫外線照射器具を用い、Gafchromic XR-QA2 に対し一回目の全面照射を 10 分間行った。紫外線照射を行った Gafchromic XR-QA2 に対し図 6 に示すような半円柱形ファントムと照射方法を用い、CT の三次元線量分布図を作成のためのデータを収集した。実際の照射と二次元データから仮想的な三次元線量計測に変換する理論を次に示す。CT スキャンは 360 度回転することを常とする。種々の直径を持った半円柱型ファントムに Gafchromic XR-

QA2 を挟み込み、CT で照射した 2 次元データを使用する。

Gafchromic XR-QA2 およびファントムの方向は CT の照射方向に直角であれば、データを 360 度分のデータを作成し、合成することにより三次元のデータを得た (図 7)。

シングルスキャンでは CT のスキャン幅より広く設定した範囲で Gafchromic XR-QA2 フィルムの許す長軸範囲のデータとスキャン部位および散乱線部位の短軸および長軸方向の画像を用い、線量分布図を評価した。

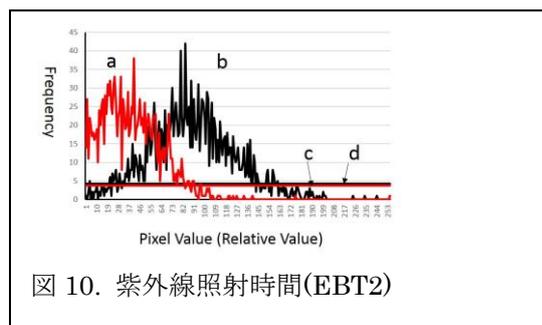
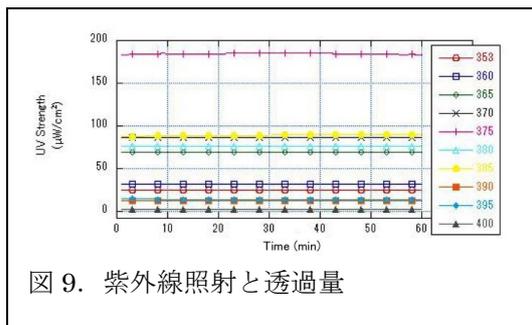
スキャンに用いたファントムを図 8 に示した。左側が直径 10 cm の小児頭部用で右側が直径 16 cm で、成人頭部用である。これらのデータから仮想三次元データを作成し、ファントムの横断面における線量分布画像を仮想的に疑似カラー画像として作成した。データ処理は MatLab を用いてソフトウェアを作成して行った。CT の X 線照射条件はスキャン厚が 2 cm、管電圧 140 kV、管電流 300 mA であり、およびスキャン時間は 10 cm ファントムで 1 回転 1 秒、16 cm ファントムで 1 回転 2 秒であった。



#### 4. 研究成果

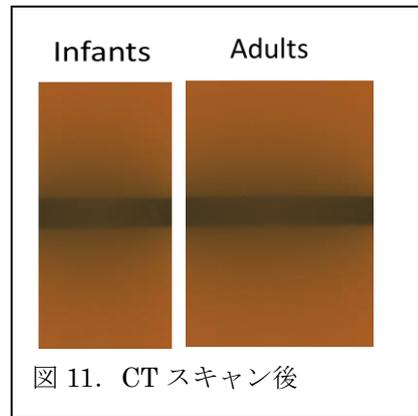
##### (1) 紫外線照射器具による紫外線照射に関する研究

紫外線による Gafchromic EBT3 濃度変化の影響を検討した結果、すべての異なる周波数の紫外線を照射してもその影響は無視できる範囲であった① (図 9)。図 10 の b は紫外線を 4 分照射したときのグラフでその時の 1/10 値を d に示した。また、採用基準である 2 条件から、4 分以上の照射で問題ないことが判明した。一方、Gafchromic XR-SP2 に対する紫外線の全照射時間は 10 分であった② (図 10)。



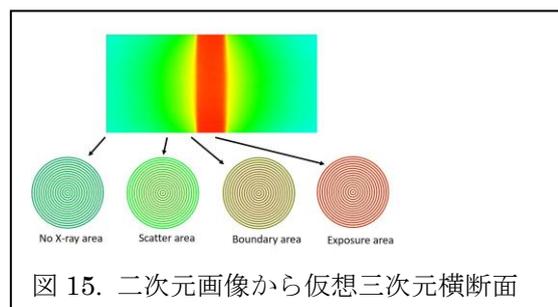
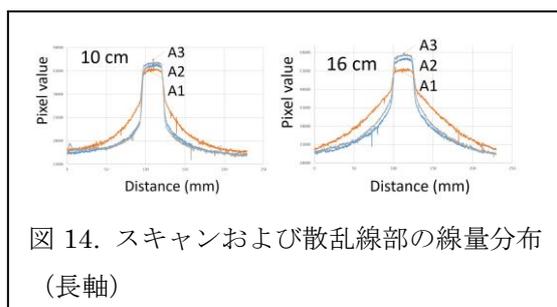
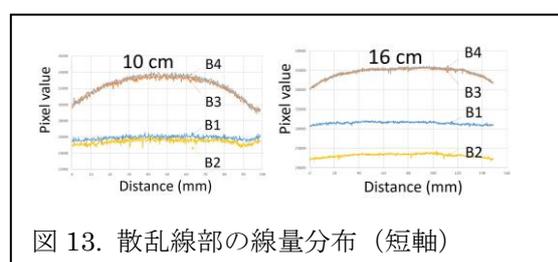
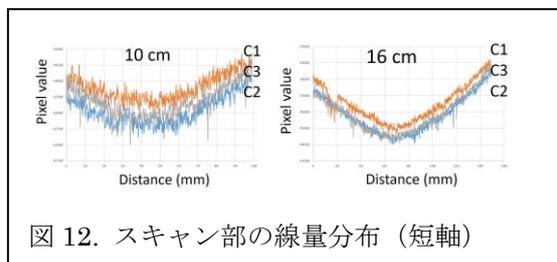
(2) CT の三次元線量分布作成プログラムと線量分布図の作成

CTにてスキャンし、本研究にて解析した Gafchromic XR-QA2 を図 11 に示した。左側が直径 10 cm の小児頭部用で右側が直径 16 cm で、成人頭部用である。これらのデータから仮想三次元データを作成した。スキャン部位および散乱線部位の短軸方向の線量分布は直径 10 cm, 16 cm においても中心部の線量が少なく、表面に行くほど高くなった③ (図 12)。また、散乱線の評価ではスキャン位置近傍の線量分布はスキャン部位と異なり、中心部が高くなり、スキャン位置から離れるほど線量が一定となった (図 13)。長軸の評価では、スキャン部分から散乱線部まで全体が評価



できた。スキャン部ではファントムの中心部の線量が低い、散乱線領域では逆にファントムの中心は線量が高くなった (図 14)。

これらの連続的なデータを用い仮想三次元の横断面の線量分布を示した。疑似カラー画像であるが、その特徴は明確に表現できた④ (図 15)。



<参考文献>

- ① Toshizo Katsuda, Rumi Gotanda, Tatsuhiro Gotanda, Takuya Akagawa, Nobuyoshi Tanki, Tadao Kuwano, Atsushi Noguchi, Kouichi Yabunaka. Intensities of Incident and Transmitted Ultraviolet-A Rays through Gafchromic Films. JMP. 42(2) pp. 86–89, 2017.
- ② Toshizo Katsuda, Rumi Gotanda, Tatsuhiro Gotanda, Takuya Akagawa, Nobuyoshi Tanki, Tadao Kuwano, Atsushi Noguchi, Kouichi Yabunaka. Ultraviolet ray irradiation duration for the pre-exposure of Gafchromic EBT2. PJMPE. 24(4) pp. 189-193, 2018.
- ③ Noguchi, A; Katsuda, T; Tanki, N; et al. CT dose distribution of 10 cm (infants) and 16 cm (adult) by a head CT phantom. Physica Medica. 52 (Supplement 1), p. 131, 2018.
- ④ Toshizo Katsuda, Rumi Gotanda, Tatsuhiro Gotanda, Takuya Akagawa, Nobuyoshi Tanki, Atsushi Noguchi; et al. Three-dimensional dose measurement methods for computed tomography. 50th Annual Meeting of the German Society of Medical Physics (DGMP), September 18 - 21, 2019, Stuttgart.

## 5. 主な発表論文等

〔雑誌論文〕 計11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 3件）

1. 著者名 Toshizo Katsuda, Rumi Gotanda, Tatsuhiro Gotanda, Takuya Akagawa, Nobuyoshi Tanki, Tadao Kuwano, Atsushi Noguchi, Kouichi Yabunaka	4. 巻 24
2. 論文標題 Determining optimum wavelength of ultraviolet rays to pre-exposure of non-uniformity error correction in Gafchromic EBT2 films.	5. 発行年 2018年
3. 雑誌名 Polish Journal of Medical Physics and Engineering	6. 最初と最後の頁 11-14
掲載論文のDOI（デジタルオブジェクト識別子） 10.2478/pjmpe-2018-0002	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 Toshizo Katsuda, Rumi Gotanda, Tatsuhiro Gotanda, Takuya Akagawa, Nobuyoshi Tanki, Tadao Kuwano, Atsushi Noguchi, Kouichi Yabunaka	4. 巻 24
2. 論文標題 Ultraviolet ray irradiation duration for the pre-exposure of Gafchromic EBT2.	5. 発行年 2018年
3. 雑誌名 Polish Journal of Medical Physics and Engineering	6. 最初と最後の頁 189-193
掲載論文のDOI（デジタルオブジェクト識別子） 10.2478/pjmpe-2018-0026	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 Hidetoshi Yatake, Yuka Sawai, Takahiro Kozuka, Yoshihiro Takeda, Mariko Kajihara, Toshizo Katsuda, Rumi Gotanda, Tatsuhiro Gotanda, Shuji Abe, Makoto Shimada, Nobuyoshi Tanki, Toshio Nishi, Hideo Inaji	4. 巻 68
2. 論文標題 Size and Shape of Spherical Objects on Full-Field Digital Mammography and Digital Breast Tomosynthesis Images.	5. 発行年 2018年
3. 雑誌名 IFMBE Proc.	6. 最初と最後の頁 45-48
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 Yasuyuki Kawaji, Tatsuhiro Gotanda, Tetsunori Shimono, Nobuyoshi Tanki, Toshizo Katsuda, Rumi Gotanda, Tadao Kuwano, Takuya Akagawa	4. 巻 68
2. 論文標題 Influence of Image Resolution Property on Aliasing Error of Digital Wiener Spectrum.	5. 発行年 2018年
3. 雑誌名 IFMBE Proc.	6. 最初と最後の頁 147-150
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 Akihiko Tabuchi, Shinichi Arai, Toshizo Katsuda, Atsushi Ono, Tatsuhiro Gotanda, Rumi Gotanda	4. 巻 68
2. 論文標題 Optimal Variable Refocus Flip Angle Control Method and Echo Train Length for Suppressing Exposure to Radio Frequency	5. 発行年 2018年
3. 雑誌名 IFMBE Proc.	6. 最初と最後の頁 21-25
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 Rumi Gotanda, Toshizo Katsuda, Tatsuhiro Gotanda, Nobuyoshi Tanki, Hidetoshi Yatake, Yasuyuki Kawaji, Tadao Kuwano, Takuya Akagawa, Akihiko Tabuchi, Atsushi Ono, Shinichi Arai	4. 巻 68
2. 論文標題 Temporal characterization of the flat-bed scanner influencing dosimetry using radiochromic film.	5. 発行年 2018年
3. 雑誌名 IFMBE Proc.	6. 最初と最後の頁 537-539
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 Tatsuhiro Gotanda, Toshizo Katsuda, Rumi Gotanda, Takuya Akagawa, Tadao Kuwano, Nobuyoshi Tanki, Hidetoshi Yatake, Yasuyuki Kawaji, Takashi Amano, Shinichi Arai, Atsushi Ono, Akihiko Tabuchi	4. 巻 68
2. 論文標題 Evaluation of effective energy distribution of 320-multidetector CT using GAFCHROMIC EBT3.	5. 発行年 2018年
3. 雑誌名 IFMBE Proc.	6. 最初と最後の頁 525-528
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 Toshizo Katsuda, Rumi Gotanda, Tatsuhiro Gotanda, Takuya Akagawa, Nobuyoshi Tanki, Tadao Kuwano, Atsushi Noguchi, Kouichi Yabunaka	4. 巻 42
2. 論文標題 Intensities of Incident and Transmitted Ultraviolet-A Rays through Gafchromic Films	5. 発行年 2017年
3. 雑誌名 Journal of Medical Physics	6. 最初と最後の頁 86-89
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.4103/jmp.JMP_136_16	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 T Katsuda, R Gotanda, T Gotanda, T Akagawa, N Tanki, A Noguchi, T Kuwano, K Yabunaka	4. 巻 65
2. 論文標題 Ultraviolet Ray Strength for Pre-irradiation in Gafchromic EBT2	5. 発行年 2017年
3. 雑誌名 IFMBE Proceedings	6. 最初と最後の頁 386-389
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.1007/978-981-10-5122-7_97	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 Nobuyoshi Tanki, Toshizo Katsuda, Atsushi Noguchi Shinya Imai, Tatsuhiro Gotanda, Rumi Gotanda, Yasuyuki Kawaji, Hidetoshi Yatake, Hideki Fujita, Tadao Kuwano, Takuya Akagawa, Yoshihiro Takeda.	4. 巻 52
2. 論文標題 The influence of phantom diameter on X-ray CT dose evaluation using radiochromic film	5. 発行年 2018年
3. 雑誌名 Physica Medica	6. 最初と最後の頁 104-104
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 Noguchi A, Katsuda T, Tanki N, Imai S	4. 巻 52
2. 論文標題 CT dose distribution of 10 cm (infants) and 16 cm (adult) by a head CT phantom	5. 発行年 2018年
3. 雑誌名 Physica Medica.	6. 最初と最後の頁 131-131
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 -

〔学会発表〕 計14件 (うち招待講演 0件 / うち国際学会 14件)

1. 発表者名 Katsuda, T; Gotanda, R; Gotanda, T; et al.
2. 発表標題 Comparison of UV-A sensitivity exposed from front side and back side in Gafchromic XR-RV3: preliminary study.
3. 学会等名 World Congress on Medical Physics and biomedical Engineering, (国際学会)
4. 発表年 2018年

1 . 発表者名 Tanki, N; Katsuda, T; Gotanda, R; et al.
2 . 発表標題 Efficiently X-ray CT dosimetry procedure using radiochromic film and film-folding type phantom.Efficiently X-ray CT dosimetry procedure using radiochromic film and film-folding type phantom.
3 . 学会等名 World Congress on Medical Physics and biomedical Engineering ( 国際学会 )
4 . 発表年 2018年

1 . 発表者名 Gotanda, R; Katsuda, T; Gotanda, T; et al.
2 . 発表標題 Temporal characterization of the flat-bed scanner influencing dosimetry using radiochromic film.
3 . 学会等名 World Congress on Medical Physics and biomedical Engineering ( 国際学会 )
4 . 発表年 2018年

1 . 発表者名 Gotanda, T; Katsuda, T; Gotanda, R; et al.
2 . 発表標題 Evaluation of effective energy distribution of 320-multidetector CT using GAFCHROMIC EBT3
3 . 学会等名 World Congress on Medical Physics and biomedical Engineering ( 国際学会 )
4 . 発表年 2018年

1 . 発表者名 Noguchi, A; Katsuda, T; Tanki, N; et al.
2 . 発表標題 CT dose distribution of 10 cm (infants) and 16 cm (adult) by a head CT phantom.
3 . 学会等名 2nd European Congress of Medical Physics, ( 国際学会 )
4 . 発表年 2018年

1 . 発表者名 Tanki, N; Katsuda, T; Noguchi, A; et al.
2 . 発表標題 The influence of phantom diameter on X-ray CT dose evaluation using radiochromic film.
3 . 学会等名 2nd European Congress of Medical Physics, ( 国際学会 )
4 . 発表年 2018年

1 . 発表者名 Osako, K; Tanki, N; Noguchi, A; Katsuda, T.
2 . 発表標題 The investigation of evaluation method for 3D model quality
3 . 学会等名 European Congress of Radiology 2019 ( 国際学会 )
4 . 発表年 2019年

1 . 発表者名 Tanki, N; Yatake, H; Gotanda, T; Kobayashi, F; Gotanda, R; Kawaji, Y; Noguchi, A; Katsuda, T; Takeda, Y
2 . 発表標題 The verification of X-ray mammography dosimetry using radiochromic film.
3 . 学会等名 European Congress of Radiology 2019 ( 国際学会 )
4 . 発表年 2019年

1 . 発表者名 T Katsuda, R Gotanda, T Gotanda, A Sasaki, T Akagawa, N Tanki, A Noguchi, T Kuwano, K Yabunaka
2 . 発表標題 Development of ultraviolet ray irradiation device for Gafchromic XR-SP2 films
3 . 学会等名 BMTMedPhys2017 ( 国際学会 )
4 . 発表年 2017年

1. 発表者名 T Katsuda, R Gotanda, T Gotanda, T Akagawa, N Tanki, A Noguchi, T Kuwano, K Yabunaka
2. 発表標題 Ultraviolet Ray Strength for Pre-irradiation in Gafchromic EBT2
3. 学会等名 EMBEC+NBC2017 ( 国際学会 )
4. 発表年 2017年

1. 発表者名 Nobuyoshi Tanki, Toshizo Katsuda, Tadao Kuwano, Rumi Gotanda, Tatsuhiro Gotanda, Tomoya Oue, Yuuna Sugihara, Shinya Imai, Takuya Akagawa, Yasuyuki Kawaji,
2. 発表標題 Evaluation of novel film-folding type phantom for X-ray CT dosimetry
3. 学会等名 8th JKMP2017 ( 国際学会 )
4. 発表年 2017年

1. 発表者名 Toshizo Katsuda, Atsushi Noguchi, Nobuyoshi Tanki, Hiroki Higashiyama, Tomohiro Konishi, Kousuke Oheda, Kazuya Kurahashi, Aayumi Hirashima, Shinya Imai
2. 発表標題 Pre-irradiation duration of Gafchromic XR-QA2 for correction of non-uniform error
3. 学会等名 ECR2018 ( 国際学会 )
4. 発表年 2018年

1. 発表者名 Nobuyoshi Tanki, Toshizo Katsuda, Atsushi Noguchi, Shinya Imai, Yuuna Sugihara, Tadao Kuwano, Rumi Gotanda, Tatsuhiro Gotanda, Yoshihiro Takeda
2. 発表標題 X-ray CT dosimetry using radiochromic film and film-folding phantom: preliminary outcome
3. 学会等名 ECR2018 ( 国際学会 )
4. 発表年 2018年

1. 発表者名 Toshizo Katsuda, Rumi Gotanda, Tatsuhiro Gotanda, Takuya Akagawa, Nobuyoshi Tanki, Atsushi Noguchi
2. 発表標題 Three-dimensional dose measurement methods for computed tomography
3. 学会等名 German Society of Medical Physics (国際学会)
4. 発表年 2019年

〔図書〕 計1件

1. 著者名 渡部洋一, 金森勇雄, 青山裕一, 稲村圭司, 上前峰子, 大野晶子, 大野和子, 小野木満照, 勝田稔三, 近藤悟, 小島勝, 田伏勝義, 田中良巳, 中村謙, 宮地敏明	4. 発行年 2018年
2. 出版社 医療科学社	5. 総ページ数 335
3. 書名 放射線治療科学概論	

〔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	野口 敦司 (Noguchi Atsushi)  (10716202)	大阪物療大学・保健医療学部・教授  (34450)	
研究分担者	丹喜 信義 (Tanki Nobuyoshi)  (60441573)	大阪物療大学・保健医療学部・助教  (34450)	