

令和 3 年 6 月 21 日現在

機関番号：32643
研究種目：基盤研究(C)（一般）
研究期間：2018～2020
課題番号：18K07646
研究課題名（和文）IVR被ばくのリアルタイム線量管理システムの開発

研究課題名（英文）Real-time dose estimation for IR

研究代表者

古徳 純一（Kotoku, Jun'ichi）

帝京大学・医療技術学部・教授

研究者番号：70450195

交付決定額（研究期間全体）：（直接経費） 3,400,000円

研究成果の概要（和文）：本研究の目的は、インターベンショナルラジオロジー（IVR）の分野における被ばくのリアルタイムでの線量管理である。IVRは、広く動脈などの手術に用いられているが、使用する線量が、放射線診断などに比べて圧倒的に高いにもかかわらず、人間には放射線を知覚できないためか、患者のみならず、術者の被ばく線量も高い傾向にあるという問題がある。そこで、リアルタイムモンテカルロシミュレーションの技術を用いて推定した患者のリアルタイム被ばく線量と空間線量を、術者の視野内にヘッドマウントディスプレイを通じて映し出す、IVR用の複合現実線量可視化システムのプロトタイプを完成させた。

研究成果の学術的意義や社会的意義

IVRにおける被ばく線量は、術者の手技によって大きく異なる。しかしながら、放射線は元来人間に知覚できない故に、勘と経験に頼る面が大きく、結果として被ばく量が増大するという結果になっている。リアルタイムに線量を把握しながら、手技を進めることができるような装置を作ることができれば、IVRの被ばくを著しく低減することが可能になるだろう。

研究成果の概要（英文）：The purpose of this study is real-time dose estimation of exposure in interventional radiology (IVR). IVR is widely used for surgery on arteries, but the exposure dose of the surgeon and patients tend to be high, probably because humans cannot perceive radiation even though the dose is overwhelmingly more elevated. Therefore, we developed a prototype of a mixed reality dose visualization system for IVR that projects the patient's real-time exposure dose and air dose estimated using real-time Monte Carlo simulation technology through a head-mounted display in the operator's field of view.

研究分野：医学物理

キーワード：Mixed Reality モンテカルロシミュレーション 線量計算 リアルタイム Virtual Reality

1. 研究開始当初の背景

福島原発事故以来、放射線の被曝量に対する意識が徐々に高まる一方で、CTなどの検査に対する被曝量を低減するという意識も一般の人々の間で聞かれるようになってきた。実は、それらの線量から何百倍から何千倍という線量に日常的にさらされるリスクとともに、行われる医療手技がある。インターベンショナルラジオロジー (IVR) と呼ばれるこの方法は、手術のような開腹が必要でないという強力なメリットを持つ反面、通常の胸部 X 線撮影なら 1 秒もかからずに終わる撮影が、数分から数時間の透視で行うために、被ばく量が高いという潜在的なリスクを持つ。この術式での放射線の利用は、リアルタイムでの X 線患者モニタリングによって初めて術式を可能にするという正の面と、患者の被ばくや術者被ばくも潜在的に大きな問題となるという負の面を併せ持つ。

当然のことながら、IVR における被ばく線量は、術者の手技によって大きく異なる。しかしながら、放射線は元来人間に知覚できない故に、勘と経験に頼る面が大きく、結果として被ばく量が増大するという結果になっている。なんとかして、リアルタイムに線量を把握しながら、手技を進めることができるような装置を作ることができないだろうか。このような装置があれば、IVR の被ばくを著しく低減することが可能になるだろう。

2. 研究の目的

本研究の目的は、インターベンショナルラジオロジー (IVR) の分野における被ばくのリアルタイムでの線量管理である。IVR は、広く動脈などの手術に用いられているが、使用する線量が、放射線診断などに比べて圧倒的に高いにもかかわらず、人間には放射線を知覚できないためか、患者のみならず、術者の被ばく線量も高い傾向にあるという問題がある。

申請者のグループは、この問題を解決するために、GPU を用いた並列モンテカルロシミュレーションを線量計算に使用して、リアルタイムで線量表示が可能なシステムを世界に先駆けて開発した。このシステムは、フルモンテカルロコードと比べて線量が 5% 以内の精度で一致し、計算時間はわずか 4 秒の遅延で追うことができる (フルモンテカルロは普通数時間を要する)。このシステムをベースにして、1) IVR 用リアルタイム線量計算エンジンの最適化、2) バーチャルリアリティによる空間線量の可視化、3) 複合現実を利用した医療支援システムの開発を目指した。

3. 研究の方法

リアルタイム線量計算を行うために開発したモンテカルロコードを使用して IVR の臨床現場でも使えるように最適化を行った。患者皮膚線量の計算は、このコードを用いることでリアルタイムで計算可能になった。ガラス線量計やポケット線量計との比較においても概ね 10% 以内であり、放射線防護の目的には十分な精度である。

また、空間線量の計算は、空気の密度が患者の皮膚に比べて格段に小さいことから、格段に計算時間を要する。本研究では、東京大学情報基盤センターのスーパーコンピュータ Reedbush-L を使用してあらかじめエネルギーごとビームの角度ごとの空間線量を事前に計算してテーブルとして持っておき、リアルタイム計算の際にはこれらのテーブルの値を使用して空間線量の値を推定した。

実際の手技中に線量計算をリアルタイムに行うためには、時々刻々と変化する管電圧や管電流、ビームの方向などを線量計算システムに入力する必要がある。そのため、画面キャプチャのシステムや寝台の高さをモニタリングし続ける超音波センサーのユニットを開発した。

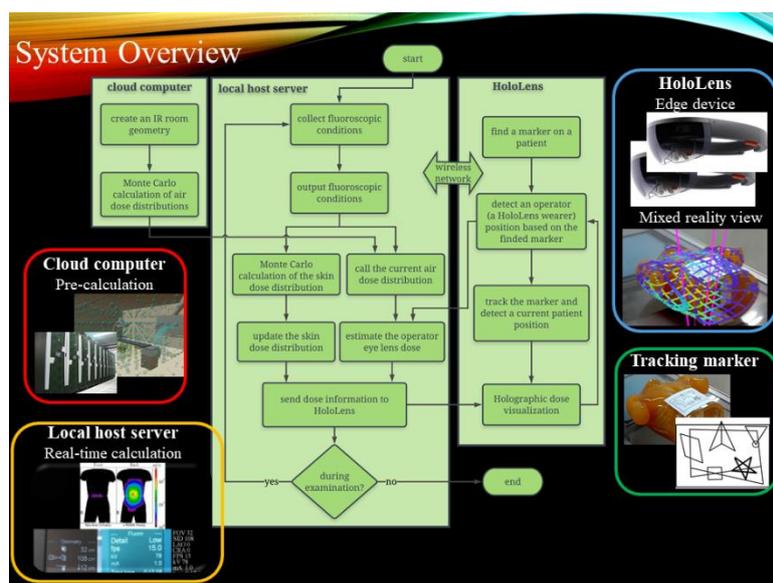


図 1 リアルタイム線量推定システムの概念図

そのため、画面キャプチャのシステムや寝台の高さをモニタリングし続ける超音波センサーのユニットを開発した。

4. 研究成果

1) IVR 用高速モンテカルロ計算エンジンの最適化：

IVR 手技中に、装置から情報を取り込みながら、リアルタイム線量を計算するシステムのファントムを利用したビーム照射実験を行い、ガラス線量計と 5%以内の精度で計算できることが分かった。これは既存のリアルタイム線量推定システムと比較して格段に良い精度である。この内容を第 116 回医学物理学学会で発表した。

2) インターベンショナルラジオロジー用の線量可視化複合現実システムの開発：

リアルタイムモンテカルロシミュレーションの技術を用いて、術中に患者に照射している X 線のリアルタイム線量を術者の視野内にヘッドマウントディスプレイを通じて映し出し、空間中のリアルタイム線量も視野内に線量率に比例する球として映し出す、IVR 用の複合現実線量可視化システムのプロトタイプを完成させた。術中の管電圧や管電流の情報は、機器からリアルタイムに取得し、シミュレーションによる放射線量の計算の入力情報とする。

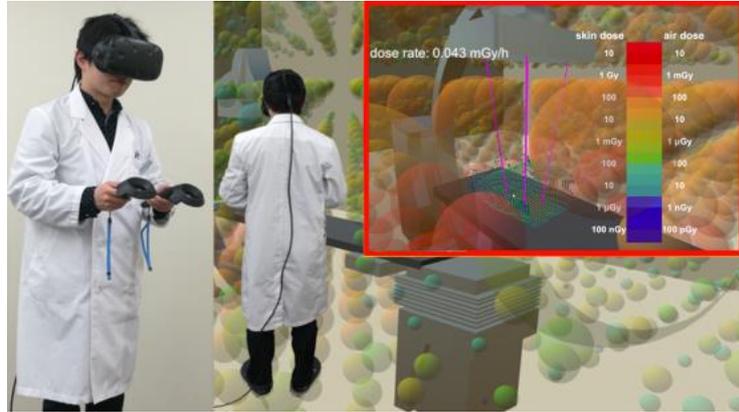


図 2 IVR 用バーチャルリアリティ線量可視化システム

我々の開発したバーチャルリアリティ (VR) を利用した治療中の放射線被ばく線量の可視化技術は、第 115 回医学物理学学会大会長賞を受賞した。また IVR の医師たちにも非常に高い評価を受け、国際シンポジウムでの発表にも採択され、国際的に著名な学会でも発表を行った。また、この内容についての論文が日本 IVR 学会の *Interventional Radiology* 優秀論文賞を受賞した。

3) 臨床現場使用のプロトタイプとしてのリアルタイム複合現実線量可視化システムの開発：

複合現実を利用した被ばく線量の実世界の重ね合わせのために、Microsoft 社のホロレンズをヘッドマウントディスプレイとして採用し、ファントム実験を行った。実機上でも我々のシステムは問題なく動作し、このシステムを多数の医師や放射線技師に使用してもらったアンケートで、心理的な作業量の負荷が軽減できることもわかった。

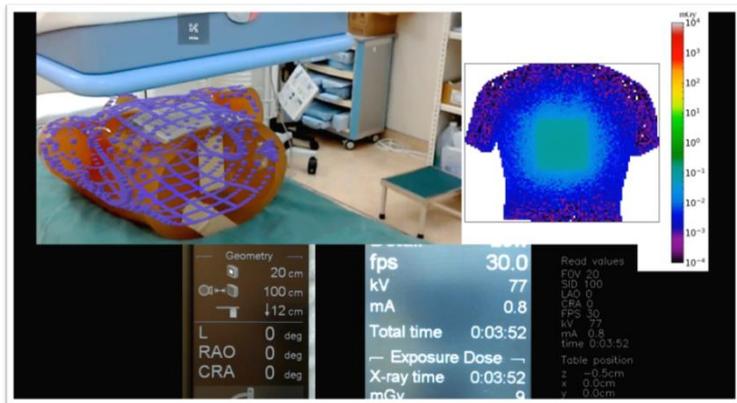


図 3 リアルタイム線量計算システム

この内容について 2019 年度の秋の医学物理学学会で発表をおこない大会長賞を受賞した。ヨーロッパ IVR 学会でも Cum

Laude を受賞した。複合現実を利用したインターベンショナルラジオロジー用線量可視化システムの論文は *Journal of Medical Systems* 誌に掲載された。この論文について、イギリスの専門誌 *Interventional News* 誌で紹介された。

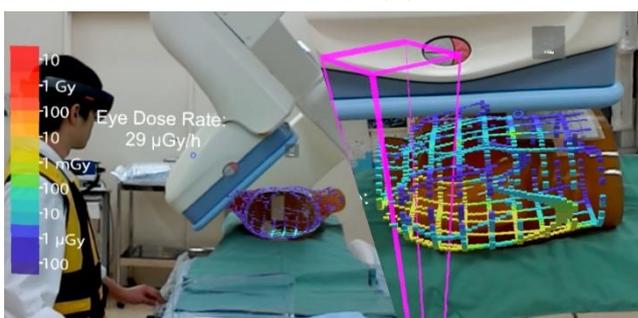
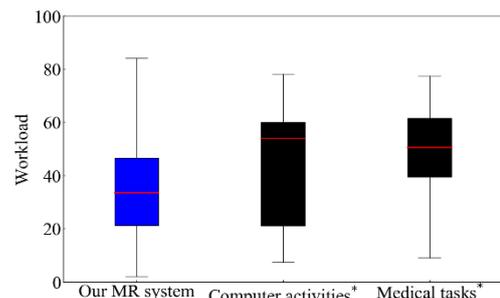


図 4 術者の視点 (左) と作業量の負荷 (右)



5. 主な発表論文等

〔雑誌論文〕 計20件（うち査読付論文 16件／うち国際共著 0件／うちオープンアクセス 8件）

1. 著者名 Takata Takeshi, Nakabayashi Susumu, Kondo Hiroshi, Yamamoto Masayoshi, Furui Shigeru, Shiraishi Kenshiro, Kobayashi Takenori, Oba Hiroshi, Okamoto Takahide, Kotoku Jun'ichi	4. 巻 45
2. 論文標題 Mixed Reality Visualization of Radiation Dose for Health Professionals and Patients in Interventional Radiology	5. 発行年 2021年
3. 雑誌名 Journal of Medical Systems	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） 10.1007/s10916-020-01700-9	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 Hirata Yukina, Kusunose Kenya, Tsuji Takumasa, Fujimori Kohei, Kotoku Jun'ichi, Sata Masataka	4. 巻 -
2. 論文標題 Deep Learning for Detection of Elevated Pulmonary Artery Wedge Pressure Using Standard Chest X-Ray	5. 発行年 2021年
3. 雑誌名 Canadian Journal of Cardiology	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.cjca.2021.02.007	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 Kotoku Jun'ichi, Oyama Asuka, Kitazumi Kanako, Toki Hiroshi, Haga Akihiro, Yamamoto Ryohei, Shinzawa Maki, Yamakawa Miyae, Fukui Sakiko, Yamamoto Keiichi, Moriyama Toshiki	4. 巻 15
2. 論文標題 Causal relations of health indices inferred statistically using the DirectLiNGAM algorithm from big data of Osaka prefecture health checkups	5. 発行年 2020年
3. 雑誌名 PLOS ONE	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） 10.1371/journal.pone.0243229	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 Kusunose Kenya, Hirata Yukina, Tsuji Takumasa, Kotoku Jun'ichi, Sata Masataka	4. 巻 10
2. 論文標題 Deep learning to predict elevated pulmonary artery pressure in patients with suspected pulmonary hypertension using standard chest X ray	5. 発行年 2020年
3. 雑誌名 Scientific Reports	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） 10.1038/s41598-020-76359-w	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 Hirota Masakazu, Mizota Atsushi, Mimura Tatsuya, Hayashi Takao, Kotoku Junichi, Sawa Tomohiro, Inoue Kenji	4. 巻 40
2. 論文標題 Effect of color information on the diagnostic performance of glaucoma in deep learning using few fundus images	5. 発行年 2020年
3. 雑誌名 International Ophthalmology	6. 最初と最後の頁 3013 ~ 3022
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.1007/s10792-020-01485-3	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 Takata Takeshi, Shiraishi Kenshiro, Kumagai Shinobu, Arai Norikazu, Kobayashi Takenori, Oba Hiroshi, Okamoto Takahide, Kotoku Jun'ichi	4. 巻 21
2. 論文標題 Calculating and estimating second cancer risk from breast radiotherapy using Monte Carlo code with internal body scatter for each out of field organ	5. 発行年 2020年
3. 雑誌名 Journal of Applied Clinical Medical Physics	6. 最初と最後の頁 62 ~ 73
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.1002/acm2.13060	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 S., Kataoka J., Kotoku J., Taki M., Oyama A., Tagawa L., Fujieda K., Nishi F., Toyoda T.	4. 巻 15
2. 論文標題 High-statistics image generation from sparse radiation images by four types of machine-learning models	5. 発行年 2020年
3. 雑誌名 Journal of Instrumentation	6. 最初と最後の頁 P10026 ~ P10026
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.1088/1748-0221/15/10/p10026	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 Sato S., Kataoka J., Kotoku J., Taki M., Oyama A., Tagawa L., Fujieda K., Nishi F., Toyoda T.	4. 巻 969
2. 論文標題 First application of the super-resolution imaging technique using a Compton camera	5. 発行年 2020年
3. 雑誌名 Nuclear Instruments and Methods in Physics Research Section A: Accelerators, Spectrometers, Detectors and Associated Equipment	6. 最初と最後の頁 164034 ~ 164034
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.1016/j.nima.2020.164034	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 古徳 純一	4. 巻 40
2. 論文標題 機械学習のための情報数学	5. 発行年 2020年
3. 雑誌名 医学物理	6. 最初と最後の頁 55～60
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.11323/jjmp.40.2_55	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 Takeshi Takata, Hiroshi Kondo, Masayoshi Yamamoto, Kenshiro Shiraishi, Takenori Kobayashi, Shigeru Furui, Takahide Okamoto, Hiroshi Oba, Jun'ichi Kotoku	4. 巻 -
2. 論文標題 Immersive radiation experience for interventional radiology with virtual reality radiation dose visualization and fast Monte Carlo dose estimation for the visualization	5. 発行年 2020年
3. 雑誌名 Interventional Radiology	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) 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 Tsuji Takumasa, Hirose Yuta, Fujimori Kohei, Hirose Takuya, Oyama Asuka, Saikawa Yusuke, Mimura Tatsuya, Shiraishi Kenshiro, Kobayashi Takenori, Mizota Atsushi, Kotoku Jun'ichi	4. 巻 20
2. 論文標題 Classification of optical coherence tomography images using a capsule network	5. 発行年 2020年
3. 雑誌名 BMC Ophthalmology	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) 10.1186/s12886-020-01382-4	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 Kumagai Shinobu, Arai Norikazu, Takata Takeshi, Kon Daisuke, Saitoh Toshiya, Oba Hiroshi, Furui Shigeru, Kotoku Jun'ichi, Shiraishi Kenshiro	4. 巻 12
2. 論文標題 First experience of 192Ir source stuck event during high-dose-rate brachytherapy in Japan	5. 発行年 2020年
3. 雑誌名 Journal of Contemporary Brachytherapy	6. 最初と最後の頁 53-60
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.5114/jcb.2020.92401	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 Oyama Asuka, Hiraoka Yasuaki, Obayashi Ippei, Saikawa Yusuke, Furui Shigeru, Shiraiishi Kenshiro, Kumagai Shinobu, Hayashi Tatsuya, Kotoku Jun'ichi	4. 巻 9
2. 論文標題 Hepatic tumor classification using texture and topology analysis of non-contrast-enhanced three-dimensional T1-weighted MR images with a radiomics approach	5. 発行年 2019年
3. 雑誌名 Scientific Reports	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) 10.1038/s41598-019-45283-z	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 S., Kataoka J., Kotoku J., Taki M., Oyama A., Tagawa L., Fujieda K., Nishi F., Toyoda T.	4. 巻 969
2. 論文標題 First application of the super-resolution imaging technique using a Compton camera	5. 発行年 2020年
3. 雑誌名 Nuclear Instruments and Methods in Physics Research Section A: Accelerators, Spectrometers, Detectors and Associated Equipment	6. 最初と最後の頁 164034 ~ 164034
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.1016/j.nima.2020.164034	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 古徳 純一	4. 巻 38
2. 論文標題 トポロジカルデータ解析の基礎と医療応用	5. 発行年 2020年
3. 雑誌名 Medical Imaging Technology	6. 最初と最後の頁 27 ~ 32
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.11409/mit.38.27	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 古徳 純一、大山 飛鳥、才川 優輔、辻 拓将、三村 達哉、小林 毅範、白石 憲史郎、古井 滋、大場 洋	4. 巻 64
2. 論文標題 特集 診断・放射線治療におけるAIの展開 画像診断でのAIの利用-カプセルネットワークとトポロジカルデータ解析	5. 発行年 2019年
3. 雑誌名 臨床放射線	6. 最初と最後の頁 1021 ~ 1027
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.18888/rp.0000000945	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 Nakabayashi Susumu, Chikamatsu Takashi, Okamoto Takao, Kaminaga Tatsuro, Arai Norikazu, Kumagai Shinobu, Shiraiishi Kenshiro, Okamoto Takahide, Kobayashi Takenori, Kotoku Jun ' ichi	4. 巻 7
2. 論文標題 Denoising Projection Data with a Robust Adaptive Bilateral Filter in Low-Count SPECT	5. 発行年 2018年
3. 雑誌名 International Journal of Medical Physics, Clinical Engineering and Radiation Oncology	6. 最初と最後の頁 363 ~ 375
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.4236/ijmpcero.2018.73030	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 Tatsuya, Fukuzawa Kei, Kondo Hiroshi, Onodera Hiroshi, Tojo Rie, Yano Shimpei, Miyati Tosiaki, Kotoku Jun ' ichi, Okamoto Takahide, Toyoda Keiko, Oba Hiroshi	4. 巻 11
2. 論文標題 Influence of Gd-E0B-DTPA on T1 dependence of the proton density fat fraction using magnetic resonance spectroscopy	5. 発行年 2018年
3. 雑誌名 Radiological Physics and Technology	6. 最初と最後の頁 338 ~ 344
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.1007/s12194-018-0466-1	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 古徳 純一	4. 巻 64
2. 論文標題 特集 胸部の最新画像情報2019 情報 トポロジカルデータ解析の医療応用	5. 発行年 2019年
3. 雑誌名 臨床放射線	6. 最初と最後の頁 79 ~ 80
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.18888/rp.0000000733	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28件（うち招待講演 9件 / うち国際学会 6件）

1. 発表者名 古徳純一
2. 発表標題 ディープラーニングに必要な数学
3. 学会等名 第121回日本医学物理学学会学術大会（招待講演）
4. 発表年 2021年

1. 発表者名 Takumasa Tsuji, Yukina Hirata, Kenya Kusunose, Masataka Sata, Jun'ichi Kotoku
2. 発表標題 Detecting pulmonary hypertension using chest x-ray image by convolutional neural network
3. 学会等名 第121回日本医学物理学学会学術大会
4. 発表年 2021年

1. 発表者名 古徳純一, 白石憲史郎
2. 発表標題 放射線治療の因果探索
3. 学会等名 日本放射線腫瘍学会第33回学術大会（招待講演）
4. 発表年 2020年

1. 発表者名 J Kotoku*, T Tsuji, Y Hirose, K Fujimori, T Hirose, A Oyama, Y Saikawa, T Mimura, K Shiraishi, T Kobayashi, A Mizota
2. 発表標題 Classification of Optical Coherence Tomography Images Using Deep Neural Networks
3. 学会等名 AAPM2020（国際学会）
4. 発表年 2020年

1. 発表者名 Takeshi Takata, Kenshiro Shiraishi, Shinobu Kumagai, Norikazu Arai, Takenori Kobayashi, Hiroshi Oba, Jun'ichi Kotoku
2. 発表標題 Monte Carlo Dose Calculation and Estimation of Second Cancer Risk by Internal Body Scatter for Out-of-field Organs from Breast Radiotherapy
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 藤森康平、辻拓将、古徳純一、広田雅和、上野真治、伊藤逸毅、竹山英夫、澤智博、三村達哉、溝田淳
2. 発表標題 健康診断OCT画像のカスケーディングモデルを用いた自動スクリーニング
3. 学会等名 第124回日本眼科学総会
4. 発表年 2020年

1. 発表者名 高田剛志、中林奨、近藤浩史、山本真由、古井滋、白石憲史郎、小林毅範、大場洋、古徳純一
2. 発表標題 Real-time 3D dose visualization in interventional radiology using Mixed Reality technology
3. 学会等名 第118回日本医学物理学学会学術大会
4. 発表年 2019年

1. 発表者名 高田剛志、近藤浩史、山本真由、古井滋、小林毅範、白石憲史郎、大場洋、古徳純一
2. 発表標題 Mixed reality for interventional radiology: an intuitive real-time radiation visualization system
3. 学会等名 Cardiovascular and Interventional Radiological Society of Europe 2019 (国際学会)
4. 発表年 2019年

1. 発表者名 高田剛志、近藤浩史、山本真由、古井滋、白石憲史郎、小林毅範、大場洋、岡本孝英、古徳純一
2. 発表標題 Mixed Reality: Real-time 3D dose visualization for interventional radiology
3. 学会等名 第48回日本IVR学会総会
4. 発表年 2019年

1. 発表者名 Takeshi Takata, Kenshiro Shiraishi, Shinobu Kumagai, Norikazu Arai, Takenori Kobayashi, Hiroshi Oba, Jun'ichi Kotoku
2. 発表標題 Monte Carlo dose calculation and estimation of second cancer risk by internal body scatter for out-of-field organs from breast radiotherapy
3. 学会等名 第119回日本医学物理学会学術大会
4. 発表年 2020年

1. 発表者名 藤森康平、辻拓将、古徳純一、広田雅和、上野真治、伊藤逸毅、竹山英夫、澤智博、三村達哉、溝田淳
2. 発表標題 健康診断OCT画像のカスケーディングモデルを用いた自動スクリーニング
3. 学会等名 第124回日本眼科学会総会
4. 発表年 2020年

1. 発表者名 J Kotoku, A Oyama, Y Hiraoka, I Obayashi, Y Saikawa, K Shiraishi, S Kumagai, A Haga, S Furui, H Oba
2. 発表標題 Differentiation of Brain Tumors by Characterization of Non-Contrast-Enhanced MR Images Using Topological Data Analysis
3. 学会等名 AAPM2019 (国際学会)
4. 発表年 2019年

1. 発表者名 古徳純一
2. 発表標題 医療応用のための新しい人工知能技術の開発 カプセルネットワーク, トポロジカルデータ解析, 因果推論
3. 学会等名 第8回JBMP放射線治療品質管理・医学物理講習会 (招待講演)
4. 発表年 2019年

1. 発表者名 古徳純一
2. 発表標題 トポロジカル医用画像解析
3. 学会等名 三鷹ネットワーク大学 「東京女子大学寄付講座 数学はこんなに面白い! 10 特別編」 (招待講演)
4. 発表年 2019年

1. 発表者名 古徳純一
2. 発表標題 機械学習
3. 学会等名 JSMP医学物理サマーセミナー2019 (招待講演)
4. 発表年 2019年

1. 発表者名 古徳純一
2. 発表標題 数学からやってきた新しい特徴量 -トポロジカルデータ解析の基礎の基礎-
3. 学会等名 レディオミクス研究会 (招待講演)
4. 発表年 2019年

1. 発表者名 古徳純一
2. 発表標題 画像診断でのAIの利用 カプセルネットワークとトポロジカルデータ解析
3. 学会等名 第32回高精度放射線外部照射部会学術大会（招待講演）
4. 発表年 2019年

1. 発表者名 古徳純一
2. 発表標題 人工知能と放射線医学
3. 学会等名 放射線科学とその応用第186委員会第30回研究会（招待講演）
4. 発表年 2019年

1. 発表者名 古徳純一
2. 発表標題 腫瘍を診る
3. 学会等名 放射線治療談話会平成30年度談話会第2回目例会（招待講演）
4. 発表年 2018年

1. 発表者名 J Kotoku, A Oyama , Y Hiraoka , I Obayashi , K Shiraishi , A Haga ,H Kondo, Y Saikawa , T Kobayashi , S Furui
2. 発表標題 Classification of hepatic tumor images using persistent homology
3. 学会等名 AAPM2018（国際学会）
4. 発表年 2018年

1. 発表者名 Takeshi Takata, Jun'ichi Kotoku, Hiroshi Kondo, Masayoshi Yamamoto, Kenshiro Shiraishi, Takenori Kobayashi, Takahide Okamoto, Hiroshi Oba, Shigeru Furui
2. 発表標題 Application of Virtual Reality Technology for Radioprotection in Interventional Radiology
3. 学会等名 The 47th Annual Meeting of the Japanese Society of Interventional Radiology & The 13th International Symposium of Interventional Radiology (国際学会)
4. 発表年 2018年

1. 発表者名 Susumu Nakabayashi, Takeshi Takata, Hiroshi Kondo, Masayoshi Yamamoto, Shigeru Furui, Kenshiro Shiraishi, Hideyuki Maejima, Takenori Kobayashi, and Jun'ichi Kotoku
2. 発表標題 Real-time skin dose estimation for interventional radiology
3. 学会等名 第116回日本医学物理学学会学術大会
4. 発表年 2018年

1. 発表者名 Takeshi Takata, Yuta Ikeda, Hiroshi Kondo, Masayoshi Yamamoto, Shigeru Furui, Kenshiro Shiraishi, Takenori Kobayashi, Jun'ichi Kotoku
2. 発表標題 An Estimation of Operator Exposure Dose in IR using Monte Carlo Simulation
3. 学会等名 第116回日本医学物理学学会学術大会
4. 発表年 2018年

1. 発表者名 Takeshi Takata, Hiroshi Kondo, Masayoshi Yamamoto, Shigeru Furui, Kenshiro Shiraishi, Takenori Kobayashi, Takahide Okamoto, Hiroshi Oba, Jun'ichi Kotoku
2. 発表標題 Possible Risks of Interventional Radiology: An estimation from Monte Carlo Simulation
3. 学会等名 Cardiovascular and Interventional Radiological Society of Europe 2018 (国際学会)
4. 発表年 2018年

1. 発表者名 Asuka Oyama, Yasuaki Hiraoka, Ippei Obayashi, Hiroshi Oba, Kaoru Sumida, Shigeru Furui, Kenshiro Shiraishi, Yusuke Saikawa, Shinobu Kumagai and Jun'ichi Kotoku
2. 発表標題 Differentiation of brain tumors by characterization of non-contrast-enhanced MR images using persistent homology
3. 学会等名 第117回日本医学物理学学会学術大会
4. 発表年 2019年

1. 発表者名 Yusuke Saikawa, Kenshiro Shiraishi, Hiroshi Kondo, Hiroshi Oba, Shigeru Furui, Asuka Oyama, Shinobu Kumagai, Takenori Kobayashi and Jun'ichi Kotoku
2. 発表標題 Differentiation of high-grade glioma and brain metastases by using texture analysis on non-enhanced MR images
3. 学会等名 第117回日本医学物理学学会学術大会
4. 発表年 2019年

1. 発表者名 Takumasa Tsuji, Tatsuya Mimura, Atsushi Mizota, Yuta Hirose, Kohei Fujimori, Takuya Hirose, Kenshiro Shiraishi, Takenori Kobayashi and Jun'ichi Kotoku
2. 発表標題 Classification of Optical Coherence Tomography images by Capsule Network
3. 学会等名 第117回日本医学物理学学会学術大会
4. 発表年 2019年

1. 発表者名 三村 達哉, 辻 拓将, 溝田 淳, 廣瀬 裕大, 藤森 康平, 弘瀬 拓矢, 白石 憲史郎, 小林 毅範, 古徳 純一
2. 発表標題 Capsule Network を用いた OCTの AI 画像診断
3. 学会等名 第123回日本眼科学会総会
4. 発表年 2019年

〔図書〕 計3件

1. 著者名 藤田 広志、有村 秀孝、諸岡 健一、古徳純一、白石憲史郎	4. 発行年 2020年
2. 出版社 オーム社	5. 総ページ数 250
3. 書名 放射線治療AIと外科治療AI	

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 古徳純一ほか	4. 発行年 2018年
2. 出版社 メディカルアイ	5. 総ページ数 80
3. 書名 放射線治療情報BOOK 2018	

〔出願〕 計1件

産業財産権の名称 特許権	発明者 古徳純一、高田剛志	権利者 同左
産業財産権の種類、番号 特許、2020-0065	出願年 2020年	国内・外国の別 国内

〔取得〕 計0件

〔その他〕

帝京大学医学物理グループホームページ
http://square.umin.ac.jp/teikyo-mp/index.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	芳賀 昭弘 (Akihiro Haga) (30448021)	徳島大学・大学院医歯薬学研究部(医学域)・教授 (16101)	

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