

令和 2 年 5 月 8 日現在

機関番号：17301

研究種目：基盤研究(C) (一般)

研究期間：2017～2019

課題番号：17K10447

研究課題名(和文) 医療経済効果に配慮した、高額医療機器を用いない高精度心臓核医学診断技法の開発

研究課題名(英文) Development of advanced but economical nuclear cardiology diagnostic procedure without using expensive equipment

研究代表者

工藤 崇 (KUDO, Takashi)

長崎大学・原爆後障害医療研究所・教授

研究者番号：20330300

交付決定額(研究期間全体)：(直接経費) 3,500,000円

研究成果の概要(和文)：虚血性心疾患診断目的で行われる心筋血流シンチグラフィの診断精度を、高額な装置を用いずに向上させるための技術として、位相解析、および人工知能の技術を応用した。位相解析では、複数の診断解析ソフトウェアを用いることで、高度な虚血の患者にのみ位相の変動が見られることが明らかとなり、患者重症度の層別化に寄与しうることが明らかとなった。また人工知能の応用では、初心者の読影に人工知能による診断補助を追加することによって、読影精度が熟練者の精度に近づき、医療現場におけるマンパワーの節約に寄与することが明らかとなった。また、安価な薬剤であるシメチジンを前投与することで、診断精度が向上することも明らかとなった。

研究成果の学術的意義や社会的意義

医療費の高騰を招くことなく、ソフトウェア、解析手法、安価な薬剤の追加といった経済的負担の少ない方法を追加するのみで、心臓核医学検査の診断精度を向上させることが出来ることを明らかにした。また、人工知能の臨床への応用は、初心者と熟練者の診断精度の差を埋めることに役立つことが明らかとなり、費用の削減効果のみでなく、人的資源の節約・適正配分にも役立つことが明らかとなった。

研究成果の概要(英文)：To improve the diagnostic accuracy of myocardial perfusion imaging(MPI) without using expensive equipment, phase analysis and artificial intelligence techniques were applied. Using the phase analysis, it became clear that the change of cardiac phase distribution was observed only in the patient of the severe ischemia. This indicates that phase analysis may contribute to the stratification of the severity of ischemic heart disease. Regarding the application of artificial intelligence, adding diagnosis assistance using artificial intelligence during diagnosis process of MPI improve the accuracy of image interpretation make it close to that of expert interpretation. This results indicates that artificial intelligence may contributed saving the human resources in clinical practices. We also performed basic research regarding improvement of image quality using cimetidine before MPI process.

研究分野：核医学、循環器学

キーワード：虚血性心疾患 核医学 心筋血流シンチグラフィ 位相解析 人工知能

様式 C - 19、F - 19 - 1、Z - 19 (共通)

1. 研究開始当初の背景

近年心臓核医学領域では半導体検出器を用いた核医学検査装置(半導体型ガンマカメラ)が開発・導入されつつある。半導体型ガンマカメラは高い時間・エネルギー分解能、感度を持ち、従来とは次元の異なる精度での検査が可能で、PETでのみ可能とされてきた心筋血流定量への展望も開けてきている。しかし、半導体型ガンマカメラは一台数億円とキリ高な装置であり、日本にでも約10施設程度でしか運用されていない。従来型ガンマカメラを用いている施設の方が未だ主流である。しかも半導体型ガンマカメラは現在心臓専用装置であり、心臓核医学検査の数が少ない日本の現状を考えると、心臓専用の高額診断装置を普及させるよりも、汎用性のある従来型装置による診断精度を高めることが医療経済的に望ましいことは明らかである。

心臓核医学領域では、半導体型ガンマカメラの開発以外にも、ソフトウェアを用いた収縮機能・拡張機能・心筋同期性(位相解析)の解析などが進んでおり、従来型ガンマカメラによる診断を、これらの技術で補完することで、医療コストを増大させることなく、診断精度を向上させることも可能でないかと考えられる。

2. 研究の目的

心臓核医学検査の精度を、従来型ガンマカメラによる撮影に加えて、様々な技術を応用することで高額診断装置を用いることなく、向上させることが目的である。従来型ガンマカメラには技術的な限界があるため、単一の技法のみでは大幅な診断能の向上は期待できない。そのため、心電図同期による位相解析、人工知能による画像解析、などの複数の技術を応用することで、診断精度を総合的に向上させる。また、心筋血流シンチグラフィの定量性を向上させる目的で、心臓外へのアイソトープ集積を抑制させる基礎実験を行った。また、最終年度においては、近年循環器領域における大きなトピックである心アミロイドーシス診断における定量性の検証も行った。

3. 研究の方法

3 - (1): 位相解析による診断精度向上研究

対象

長崎大学病院にて虚血性心疾患診断目的で行われた Tc-99m 標識心筋血流製剤を用いた薬物負荷・安静心筋血流シンチ患者を対象とした。大きな心筋梗塞 (Summed rest score: SRS10 点以下) を伴わない者、心電図同期 SPECT が正しく行い得た者、などの条件を満たす者として最終的に 61 名が選択された。

評価法

負荷時、安静時の SPECT 画像を心周期を 16 分割した心電図同期で撮像。負荷時、安静時の左室収縮位相を、Bandwidth、Phase SD、Entropy の 3 つの指標で解析、さらにこれら 3 つの指標の負荷時と安静時の差 (Delta) を測定した。これらの位相指標をスコア化された心筋血流低下の指標 (負荷時血流スコア、安静時血流スコア、虚血スコア) と対比した。

3 - (2): 人工知能による診断精度向上研究

対象

長崎大学病院にて虚血性心疾患診断目的で行われた Tc-99m 標識心筋血流製剤を用いた負荷・安静心筋血流シンチ患者 138 例を対象とした。

評価法

全患者の安静時、負荷時の画像を、心臓核医学の熟練医、および 1 年程度のトレーニングを受けた初心者と考えられる循環器医で、それぞれ読影を行い、血流低下の程度のスコア化を記録した。その後一定の期間を空けて、同じ画像を機械学習により人工知能診断が可能になったソフトウェア (CardioREPO: 富士フイルム RI ファーマ社) の診断情報を参考にしながら、再読影、血流低下の程度のスコア化を再記録した。これらのスコアを比較することにより、初心者の読影能力が、人工知能の補助によって、熟練者の読影能力に近づくかどうかを検証した。

3 - (3): 放射性医薬品心外集積抑制の基礎研究

対象

6 匹の wistar rat を用いた。

評価法

臨床において心筋血流シンチグラフィで利用される Tc-99m テトロフォスミン (TF) は organic cation transporter 1 (OCT1) の機能で肝細胞に取り込まれることに着目し、OCT1 を抑制する機能を持ち、かつ安価で臨床的に安全に使用できるシメチジンが心外集積の抑制に有用であることを検証した。ラットに対して、Tc-99m TF 投与前にシメチジンを投与する群と、投与しない群の二群に分け、心臓への集積と肝臓への集積の比を求めた。シメチジンは経静脈的投与を行った。

3 - (4): 心アミロイドーシス (ATTR アミロイド) の核医学定量制度の検証

対象

心アミロイドーシス診断目的で Tc-99m ピロリン酸(PYP)シンチグラフィが行われた 28 例

評価法

28 例を心 ATTR アミロイドーシスの診断で推奨されている、Tc-99m PYP 投与 1 時間後の胸部正面像での心・対側肺野比(H/CL) = 1.5 を基準として、1.5 を超えるものを ATTR アミロイドーシス、1.5 以下を非アミロイドーシス症例として分類、米国心臓核医学会で推奨されている投与 1 時間後の撮影および従来の PYP の撮影で推奨されている 3 時間後の撮影の二回の撮影を行い、H/CL 比の変動を求めた。

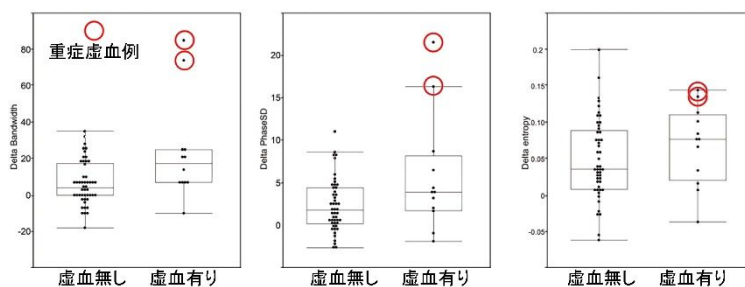
4 . 研究成果

4 - (1): 位相解析による診断精度向上研究

負荷時血流スコア、安静時血流スコア、虚血スコアに対する、負荷時・安静時の Bandwidth、Phase SD、Entropy および各 delta との相関関係を求めた。

負荷時血流スコア、安静時血流スコア、虚血スコアに対する、負荷時・安静時の Bandwidth、Phase SD はすべて有意な相関関係 (p 値 0.01 以下) が示されたが、delta に関しては Bandwidth のみが相関を示した。

また、位相指標が虚血の有無によって変化するかを検証するため、患者群を虚血無しと、有りの二群に分割し、delta が二群間で異なるか (異なれば虚血によって位相が変動することを示す) を検証した。



虚血有りの群において、Bandwidth と PhaseSD の delta が有意に大きいことが示され、特に重症虚血例では、大きな delta の値となることが示された。一方、Entropy の delta は重症虚血例でも変動が少ないことが明らかとなった。

これらの結果より、薬物負荷・安静心筋血流シンチグラフィによる虚血検出能の向上のために位相解析を追加することが有用であることが示された。特に Bandwidth、phaseSD の位相指標の有用性が高く、これらの解析を追加することで、高価な機器更新を伴うことなく診断精度が向上できることが明らかとなった。

4 - (2): 人工知能による診断精度向上研究

熟練者読影の血流スコアと初心者読影の血流スコアの差を「熟練度の影響」と定義し、この絶対値が小さければ初心者の読影が熟練者に近づくと考え、人工知能の支援有りとなしの場合で「熟練度の影響」の比較を行った。

結果：

熟練度の影響	人工知能有り	人工知能無し	p 値
負荷時血流スコア	-0.07 ± 0.07	-0.80 ± 0.14	<0.01
安静時血流スコア	-0.17 ± 0.07	-0.70 ± 0.12	<0.01
虚血スコア	0.10 ± 0.04	-0.10 ± 0.08	0.013

負荷時の血流スコア、安静時の血流スコアとも、人工知能の支援がある場合はない場合に比べて、「熟練度の影響」が大幅に縮小しており、人工知能の支援によって初心者の読影が、熟練者の読影に大きく近づくことが明らかとなった。ただし、虚血スコアに関しては、「熟練度の影響」の絶対値は同じであり、正負が逆転する結果となった。このことは、人工知能無しの初心者読影は、熟練者に比べて虚血を過大に評価しているのに対し、人工知能の支援下では、虚血を過小に評価していたことを指名している。過去の研究から、人工知能の診断は虚血を過小評価する可能性が示唆されており（Nakajima K. et al. Circ J 2015; 79: 1549-1556）、今回の結果は人工知能の支援を受けた初心者は、人工知能の判断にひきずられ過小評価に陥ったものと判断された。人工知能は万能ではないことを示す結果となった。

一方、人工知能の支援を受けた場合と受けなかった場合の血流スコアの差を「人工知能の効果」と定義し、この絶対値が大きければ、人工知能の効果が大きいと考え、熟練者と初心者の中で、「人工知能の効果」を比較した。

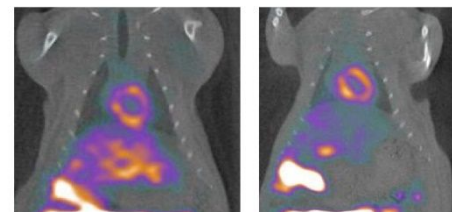
結果：

人工知能の効果	熟練者	初心者	p 値
負荷時血流スコア	-0.49 ± 0.08	-1.23 ± 0.15	<0.01
安静時血流スコア	-0.34 ± 0.07	-0.88 ± 0.13	<0.01
虚血スコア	-0.15 ± 0.06	-0.36 ± 0.08	0.013

負荷時の血流スコア、安静時の血流スコア、虚血スコア、いずれも初心者の方が熟練者より大きな絶対値となっており、初心者において、人工知能を用いることの効果が大きいことが示された。ただし、熟練者においても人工知能の効果は認められており、これは過去の報告(Tägil K. et al. Int J Cardiovasc Imaging 2008; 24: 841-848)と一致していた。人工知能の利用は初心者においてその効果が大きい、熟練者においても利用する意義はあることが示された。

4 - (3): 放射性医薬品心外集積抑制の基礎研究

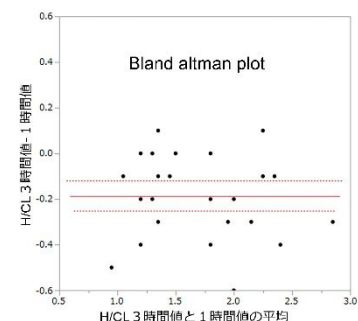
肝臓集積と心臓集積の比（心臓/肝臓）は、シメチジン非投与群で約 0.23 であるのに対し、シメチジン投与群で約 0.39 と明らかにシメチジン投与群で改善を示した。ただし、肝集積抑制のためには、シメチジンを TF の投与 6 分前に行うことが必要であった。



シメチジン非投与 シメチジン投与

4 - (4): 心アミロイドーシス (ATTR アミロイド) の核医学定量制度の検証

心・対側肺野比(H/CL)の1時間後の値と3時間後の値はきわめて良好な相関を示したが、ほぼ全例において3時間後の値が1時間後の値より低値となった。また、ATTR心アミロイドーシス群と、非アミロイドーシス群の比較では、いずれの群でも1時間後の値よりも3時間後の値が小さくなったが、ATTR心アミロイドーシス群では変動幅が平均 0.22 であるのに対し、非アミロイドーシス群では変動幅が平均 0.15 と変動幅がやや小さく、このため、ATTR心アミロイドーシス群と非アミロイドーシス群の間の違いが、わずかながら小さくなる傾向が見られた。ATTR心アミロイドーシス群で3時間後の値が1時間後の値より約 0.22 小さくなったことは、3時間後の値を用いて解析した過去の報告とも一致するが (Castano A. et.al. JAMA Cardiol. 2006; 1: 880-889)、二群間で変動幅が異なり、3時間後では差が小さくなることから、ATTRアミロイドーシス診断目的で行われるPYPの定量精度向上のためには、1時間後の測定が推奨されることが明らかとなった。



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 2件／うちオープンアクセス 9件）

1. 著者名 Kobayashi M, Tsujiuchi T, Okui Y, Mizutani A, Nishi K, Nakanishi T, Nishii R, Fukuchi K, Tamai I, Kawai K	4. 巻 36
2. 論文標題 Different Efflux Transporter Affinity and Metabolism of 99mTc-2-Methoxyisobutylisonitrile and 99mTc-Tetrofosmin for Multidrug Resistance Monitoring in Cancer	5. 発行年 2018年
3. 雑誌名 Pharm Res	6. 最初と最後の頁 18
掲載論文のDOI（デジタルオブジェクト識別子） 10.1007/s11095-018-2548-5	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 Ihara M, Shichijo K, Kudo T, Ohtsuka K.	4. 巻 36
2. 論文標題 Reactivation of heat-inactivated Ku proteins by heat shock cognate protein HSC73.	5. 発行年 2019年
3. 雑誌名 Int J Hyperthermia.	6. 最初と最後の頁 438-443
掲載論文のDOI（デジタルオブジェクト識別子） 10.1080/02656736.2019.1587009	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 Karo C, Ideguchi R, Nishi K, Fukuda N, Miura M, Matuda N, Kudo T.	4. 巻 116
2. 論文標題 Radiation Monitoring of an Isolation Room for 131I Therapy After the Patients Were Released.	5. 発行年 2019年
3. 雑誌名 Health Phys.	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） 10.1097/HP.0000000000001063	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 Hori H, Orita M, Taira Y, Kudo T, Takamura N.	4. 巻 14
2. 論文標題 Risk perceptions regarding radiation exposure among Japanese schoolteachers living around the Sendai Nuclear Power Plant after the Fukushima accident.	5. 発行年 2019年
3. 雑誌名 PLoS One.	6. 最初と最後の頁 e0212917
掲載論文のDOI（デジタルオブジェクト識別子） 10.1371/journal.pone.0212917	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 Myssayev A, Myssayev A, Ideguchi R, Eguchi S, Adachi T, Sumida Y, Tobinaga S, Uetani M, Kudo T.	4. 巻 14
2. 論文標題 Usefulness of FDG PET/CT derived parameters in prediction of histopathological finding during the surgery in patients with pancreatic adenocarcinoma.	5. 発行年 2019年
3. 雑誌名 PLoS One.	6. 最初と最後の頁 e0210178
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.1371/journal.pone.0210178	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 Ihara M, Ashizawa K, Shichijo K, Kudo T.	4. 巻 60
2. 論文標題 Expression of the DNA-dependent protein kinase catalytic subunit is associated with the radiosensitivity of human thyroid cancer cell lines.	5. 発行年 2019年
3. 雑誌名 J Radiat Res.	6. 最初と最後の頁 171-177
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.1093/jrr/rry097	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 Matsunaga H, Orita M, Iyama K, Sato N, Aso S, Tateishi F, Taira Y, Kudo T, Yamashita S, Takamura N.	4. 巻 60
2. 論文標題 Intention to return to the town of Tomioka in residents 7 years after the accident at Fukushima Daiichi Nuclear Power Station: a cross-sectional study.	5. 発行年 2019年
3. 雑誌名 J Radiat Res.	6. 最初と最後の頁 51-58
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.1093/jrr/rry094	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 Ideguchi R, Yoshida K, Ohtsuru A, Takamura N, Tsuchida T, Kimura H, Uetani M, Kudo T.	4. 巻 59
2. 論文標題 The present state of radiation exposure from pediatric CT examinations in Japan-what do we have to do?	5. 発行年 2018年
3. 雑誌名 J Radiat Res.	6. 最初と最後の頁 130-136.
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.1093/jrr/rrx095	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 Myssayev A, Ideguchi R, Chiba A, Koide Y, Uetani M, Maemura K, Kudo T	4. 巻 4
2. 論文標題 Can Stress-induced Phase Change be Observed on 99mTc Pharmacological Stress Myocardial Perfusion Imaging?	5. 発行年 2018年
3. 雑誌名 Annals of Nuclear Cardiology	6. 最初と最後の頁 34-41
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.17996/anc.18-00072	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 Ideguchi Reiko, Yoshida Koji, Ohtsuru Akira, Takamura Noboru, Tsuchida Tatsuro, Kimura Hirohiko, Uetani Masataka, Kudo Takashi	4. 巻 59
2. 論文標題 The present state of radiation exposure from pediatric CT examinations in Japan?what do we have to do?	5. 発行年 2018年
3. 雑誌名 Journal of Radiation Research	6. 最初と最後の頁 ii130-ii136
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.1093/jrr/rrx095	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 Orita Makiko, Kimura Yuko, Taira Yasuyuki, Fukuda Toshiki, Takahashi Jumpei, Gutevych Oleksandr, Chornyi Serghii, Kudo Takashi, Yamashita Shunichi, Takamura Noboru	4. 巻 6
2. 論文標題 Activities concentration of radiocesium in wild mushroom collected in Ukraine 30 years after the Chernobyl power plant accident	5. 発行年 2018年
3. 雑誌名 PeerJ	6. 最初と最後の頁 e4222 ~ e4222
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) doi: 10.7717/peerj.4222	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 該当する

1. 著者名 Nakajima Kenichi, Kudo Takashi, Nakata Tomoaki, Kiso Keisuke, Kasai Tokuo, Taniguchi Yasuyo, Matsuo Shinro, Momose Mitsuru, Nakagawa Masayasu, Sarai Masayoshi, Hida Satoshi, Tanaka Hirokazu, Yokoyama Kunihiro, Okuda Koichi, Edenbrandt Lars	4. 巻 44
2. 論文標題 Diagnostic accuracy of an artificial neural network compared with statistical quantitation of myocardial perfusion images: a Japanese multicenter study	5. 発行年 2017年
3. 雑誌名 European Journal of Nuclear Medicine and Molecular Imaging	6. 最初と最後の頁 2280 ~ 2289
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.1007/s00259-017-3834-x	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 該当する

1. 著者名 Luo Lan, Tang Junnan, Nishi Kodai, Yan Chen, Dinh Phuong-Uyen, Cores Jhon, Kudo Takashi, Zhang Jinying, Li Tao-Sheng, Cheng Ke	4. 巻 120
2. 論文標題 Fabrication of Synthetic Mesenchymal Stem Cells for the Treatment of Acute Myocardial Infarction in Mice Novelty and Significance	5. 発行年 2017年
3. 雑誌名 Circulation Research	6. 最初と最後の頁 1768 ~ 1775
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.1161/CIRCRESAHA.116.310374	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 Luo Lan, Nishi Kodai, Urata Yoshishige, Yan Chen, Hasan Al Shaimaa, Goto Shinji, Kudo Takashi, Li Zhao-Lan, Li Tao-Sheng	4. 巻 187
2. 論文標題 Ionizing Radiation Impairs Endogenous Regeneration of Infarcted Heart: An In Vivo ¹⁸ F-FDG PET/CT and ^{99m} Tc-Tetrofosmin SPECT/CT Study in Mice	5. 発行年 2017年
3. 雑誌名 Radiation Research	6. 最初と最後の頁 89 ~ 97
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.1667/RR14543.1	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 Ihara Makoto, Shichijo Kazuko, Takeshita Satoshi, Kudo Takashi	4. 巻 61
2. 論文標題 Wortmannin, a specific inhibitor of phosphatidylinositol-3-kinase, induces accumulation of DNA double-strand breaks	5. 発行年 2020年
3. 雑誌名 Journal of Radiation Research	6. 最初と最後の頁 171 ~ 176
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.1093/jrr/rrz102	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 Kudo Takashi, Inano Akihiro, Midorikawa Sanae, Kubo Hitoshi, Hayashi Kino, Nakashima Sawako, Fukushima Chizu, Maeda Kazuya, Oriuchi Noboru, Irie Shin, Yamashita Shunichi, Kusuhara Hiroyuki	4. 巻 118
2. 論文標題 Determination of the Kinetic Parameters for ¹²³ I Uptake by the Thyroid, Thyroid Weights, and Thyroid Volumes in Present-day Healthy Japanese Volunteers	5. 発行年 2020年
3. 雑誌名 Health Physics	6. 最初と最後の頁 417 ~ 426
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.1097/HP.0000000000001144	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 Kamasaki Toshihiko, Mori Keisuke, Taira Yasuyuki, Orita Makiko, Miyamoto Izumi, Usui Toshiya, Chiba Kenya, Kudo Takashi, Takamura Noboru	4. 巻 41
2. 論文標題 PET/computed tomography shows association between subjective pain in knee joints and fluorine-18-fluorodeoxyglucose uptake	5. 発行年 2020年
3. 雑誌名 Nuclear Medicine Communications	6. 最初と最後の頁 241 ~ 245
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.1097/MNM.0000000000001143	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13件(うち招待講演 9件/うち国際学会 7件)

1. 発表者名 工藤崇
2. 発表標題 Recognition of radiation exposure from nuclear medicine and other imaging: What 's the strategy?
3. 学会等名 2018 Annal Congress of East Asia Nuclear Medicine (招待講演)(国際学会)
4. 発表年 2018年

1. 発表者名 西弘大
2. 発表標題 日本における心臓核医学検査とその被ばくの特徴
3. 学会等名 第82回日本循環器学会学術集会(招待講演)
4. 発表年 2018年

1. 発表者名 工藤崇
2. 発表標題 PET核医学エキスパートセミナー 臨床2循環器
3. 学会等名 第18回日本核医学会春季大会(招待講演)
4. 発表年 2018年

1. 発表者名 工藤 崇
2. 発表標題 心臓核医学検査に伴う医療被ばくの最適化に関するワーキンググループ報告
3. 学会等名 第28回日本心臓核医学会総会・学術集会（招待講演）
4. 発表年 2018年

1. 発表者名 工藤 崇
2. 発表標題 読影時に問題となるアーチファクトについて
3. 学会等名 第58回日本核医学会学術総会（招待講演）
4. 発表年 2018年

1. 発表者名 西弘大
2. 発表標題 前臨床分子イメージングエリアの室内放射線環境モニタリングの試み
3. 学会等名 日本放射線安全管理学会 第17回学術大会
4. 発表年 2018年

1. 発表者名 Takashi Kudo, Reiko Ideguchi, Karo Choeung, Koji Maemura, Masataka Uetani
2. 発表標題 Is phase analysis still have incremental value on Tc-99m MPI even with pharmacological stress?
3. 学会等名 International Conference on Nuclear Cardiology and Cardiac CT 2017（国際学会）
4. 発表年 2017年

1. 発表者名 Takashi Kudo
2. 発表標題 The Present Status of Medical Radiation and Nuclear Medicine Usage in Japan
3. 学会等名 22nd Annual Scientific Session of American Society of Nuclear Cardiology (ASNC2017) (招待講演) (国際学会)
4. 発表年 2017年

1. 発表者名 Akiyo Chiba, Takashi Kudo, Reiko Ideguchi, Mysseyev Altay, Koga Seiji, Yonekura Tsuyoshi, Ikeda Satoshi, Kawano Hiroaki, Koide Yuji, Uetani Masataka, Maemura Koji. et al.
2. 発表標題 Comparison of whether a beginner can be close to an expert with an artificial neural network in myocardial perfusion imaging
3. 学会等名 International Conference on Nuclear Cardiology and Cardiac CT 2019 (国際学会)
4. 発表年 2019年

1. 発表者名 Takashi Kudo
2. 発表標題 Nuclear Medicine
3. 学会等名 HICARE/IAEA workshop on biological and internal dosimetry: Recent advance and clinical application (招待講演) (国際学会)
4. 発表年 2020年

1. 発表者名 工藤 崇
2. 発表標題 PET核医学エキスパートセミナー 臨床2循環器
3. 学会等名 第19回日本核医学会春季大会 (招待講演)
4. 発表年 2019年

1. 発表者名 Kamila Zhumagaliyeva, Takashi Kudo, Reiko Ideguchi
2. 発表標題 Clinical Value of 18F-FDG PET/CT imaging for atherosclerosis lesion evaluation on aorta among the IgG4-RD and neoplastic disease of young patients
3. 学会等名 The 4th International Symposium of the Network-type Joint Usage/Research Center for Radiation Disaster Medical Science (国際学会)
4. 発表年 2020年

1. 発表者名 Takashi Kudo
2. 発表標題 Radioisotope therapy: present condition in Japan and hurdle to be solved
3. 学会等名 The 3rd Joint symposium between Nagasaki University and Wurzburg University - Advances in Comprehensive Cancer Therapy- (招待講演) (国際学会)
4. 発表年 2019年

〔図書〕 計1件

1. 著者名 Shinro Matsuo	4. 発行年 2018年
2. 出版社 Bentham science	5. 総ページ数 261
3. 書名 Clinical Nuclear Cardiology: Practical Applications and Future Directions	

〔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	井手口 怜子 (IDEGUCHI Reiko) (10457567)	長崎大学・原爆後障害医療研究所・助教 (17301)	

6. 研究組織（つづき）

	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	西 弘大 (NISHI Kodai) (10719496)	長崎大学・原爆後障害医療研究所・助教 (17301)	
研究分担者	上谷 雅孝 (UETANI Masataka) (40176582)	長崎大学・医歯薬学総合研究科（医学系）・教授 (17301)	
研究分担者	前村 浩二 (MAEMURA Koji) (90282649)	長崎大学・医歯薬学総合研究科（医学系）・教授 (17301)	