

令和 5 年 6 月 13 日現在

機関番号：17301

研究種目：基盤研究(C)（一般）

研究期間：2020～2022

課題番号：20K08053

研究課題名（和文）物理学的手法と生物学的手法の併用による腫瘍核医学の効果最大化とリスク最小化

研究課題名（英文）Optimization of nuclear medicine using physical and biological method in oncology

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） 3,300,000円

研究成果の概要（和文）：PET/CT撮影時の被ばくによるDNA損傷を染色体異常数として捉える研究を行い、PET/CT時にわずかではあるが有意な染色体異常数の増加が見られることが明らかとなった。また、ヨウ素-131による甲状腺癌治療時の生物学的半減期に影響を与える要素として腎機能が同定された。また、PET/CTが表在型食道癌における予後の評価に有用であることが明らかとなり、PET/CTによる被ばくのリスクを超えるベネフィットがあることが明らかとなった。ヨウ素-131治療時の看護者の被ばくについては、ベッドサイドに近づくことを避けることで被ばく低減が得られる可能性が示唆された。

研究成果の学術的意義や社会的意義

本研究により、腫瘍核医学における被ばくのリスクが、生物学的手法により定量的に評価できることが明らかとなった。また、定量的手法により、内部被ばくが高くなる可能性のある患者を事前に予測することが出来る可能性も明らかとなった。その一方で、腫瘍核医学はリスクを大幅に上回るベネフィットを患者に与えることも明らかとなり、患者を看護する看護師等の被ばくも空間的・時間的な線量の分布を捉えることで、被ばくを避けるための対策が可能であり、腫瘍核医学の与える患者のベネフィットはリスクを大幅に上回ることが明らかであった。

研究成果の概要（英文）：A study to measure DNA damage caused by exposure during PET/CT as the number of chromosome aberrations found that there was a small but significant increase in the number of chromosome aberrations during FDG-PET/CT. A study of I-131 clearance in thyroid cancer therapy identified renal function as a factor affecting the biological half-life of I-131. A study of PET/CT in superficial esophageal cancer demonstrated that PET/CT has a great benefit that outweighs the risk of radiation exposure from PET/CT by providing important information for assessing prognosis. A survey of environmental radiation dose in the I-131 therapy room suggests that avoiding proximity to the bedside may be sufficient to reduce nurses' exposure during I-131 treatment.

研究分野：核医学

キーワード：核医学 放射線影響 DNA損傷 被ばく管理

様式 C - 19、F - 19 - 1、Z - 19 (共通)

1. 研究開始当初の背景

腫瘍の診断と治療において、核医学（放射性同位元素を用いた医療）は診断の側面では FDG PET の広い普及があり、治療の領域では古くから存在する放射性ヨウ素による甲状腺癌転移の治療に加え、近年利用可能となったラジウムによる前立腺癌骨転移の治療、さらに近い将来に日本でも実施が期待されるルテチウムを利用した治療など、今後の発展が期待される。一方、被ばくに伴うリスクは世界的な関心事であり、リスクの最小化が急務である。ただし、核医学は診断・治療とも内部被ばくが被ばくを中心であり、線量評価の困難が大きいため、核医学に伴う効果の予測やリスクの推定が十分検討されていないのみでなく、そのために必要な測定手法自体が確定されていない。被ばくを伴う医療行為においては、常に医療行為から得られるベネフィットの評価に加え、被ばくによるリスクの評価を行うことで、ベネフィットがリスクを上回ることが、被ばくを伴う医療の利用条件であるが、ベネフィットもリスクも定量的に評価することが難しい。このことに着目して、腫瘍核医学の有用性の最大化とリスクの最小化を目指すことが必要であると考えた。

2. 研究の目的

本研究の目的は、核医学、特に腫瘍核医学における効果最大化とリスク最小化に寄与できる手法の確立、特に内部被ばくの推定手法を確立することである。そのための3つの問いとして

- (1) 核医学に伴う内部被ばく線量が臨床的に許容できる簡便性で評価できるか
 - (2) 内部被ばく線量評価が、核医学の効果の最大化に有用であるか
 - (3) そもそも核医学による内部被ばくに、臨床的に意味のあるリスクが存在するか
- を設定した。

3. 研究の方法

(1): 前項(1)及び(3)に答える研究として、FDG PET/CT 検査前後における DNA 損傷の程度を以上染色体数で評価する研究を行った。

対象

腫瘍診断目的で長崎大学病院において FDG PET/CT を行った患者 71 名。

評価法

FDG (約 250MBq) 投与前、投与後約 40 分 (PET/CT 撮影前)、投与後約 70 分 (PET/CT) の時点で静脈血を採取し、血中のリンパ球における異常染色体数を測定した。

(2): 前項(2)に答える研究として、I-131 による甲状腺癌治療患者の生体内放射能半減期を左右する因子の検討を行った。

対象

74 名の I-131 による甲状腺癌転移核医学治療を受けた患者。

評価法

I-131 投与直後から経時的に測定された体幹部から 1 メートルの距離における患者からの線量 ($\mu\text{Sv/hr}$) をもとに、体内からの半減期(生物学的半減期)を計算し、治療前の血液データ及び患者基本情報(年齢、性別、身長、体重)との関連を求め、血中半減期を予測するのに有用な因子の同定を行った。

(3): 前項(3)に関連して核医学がリスクを超える患者へのベネフィットを与えることを示す研究として表在型食道癌患者における FDG PET/CT の有用性の研究を行った。

対象

内視鏡にて「表在型食道癌」と診断され長崎大学病院において腫瘍診断目的で FDG PET/CT

の撮影が行われた患者 74 例。

評価法

FDG 投与後約 50 分後に撮影された FDG PET の画像を、二名の読影者によって病変に有意な集積があるか・ないかを評価し、FDG-陽性/陰性の二群に分類した（視覚的評価）。また、腫瘍の FDG 集積度(SUVmax)を測定し、その値が 3.0 を超えるか超えないかを測定し、FDG-陽性/陰性の二群に分類した（定量的評価）。これらの二群において、最大 3000 日時点での生存率を比較した。

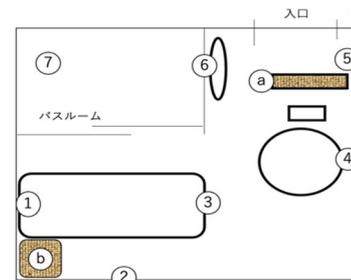
(4): 前項(3)に関連して、核医学による医療関係者の外部被ばくリスクの検討として、I-131 治療病室における環境線量の経時的・空間的变化の研究を行った。

対象

長崎大学病院において I-131 を用いた甲状腺癌入院治療が行われた 10 例の患者。

評価法

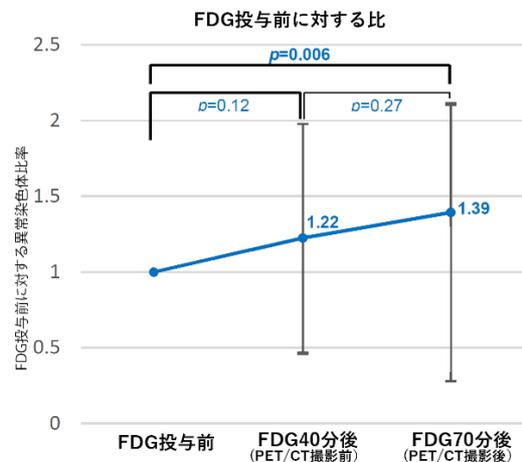
病室内 7 カ所（ ベッドサイド頭側、 同側方、 同足側、 病室内サイドテーブル脇、 入口近くの洗面台背側、 洗面台直上、 バスルーム）に経時的に線量が測定できる装置（D-シャトル）を設置し、患者毎の空間線量の空間的・経時的变化を測定した。（右図）



4 . 研究成果

3 - (1):

FDG 投与によってわずかであるが染色体異常の数が増加することが明らかとなった。ただし、個体間の差が極めて大きく、特に FDG 投与前でのベースラインでの異常染色体数自体に大きな個体差があるため、40 分の時点においては FDG 投与前に比べて 1.22 倍の異常染色体増加が見られたが、統計的には有意ではなかった ($p=0.12$)、70 分時点では異常染色体数は投与前に比べて有意な増加として検出された (1.39 倍、 $p<0.01$) (右図)。



70 分時点においては、FDG の投与に加えて、PET/CT 撮影時に行われる CT の被ばくが追加されているため、これに伴う要素も加わっていると思われる。また、FDG 投与前のベースラインでの染色体異常数が少ない症例ほど、FDG PET/CT による異常数の増加が大きいという傾向が認められた。

3 - (2):

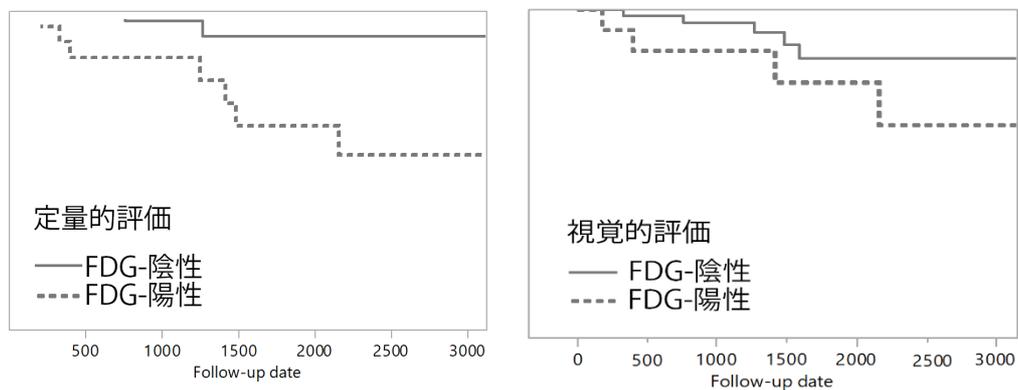
I-131 投与後の患者の生物学的半減期と相関する因子を求めたところ、単変量解析では、身長、体重、推定糸球体濾過率 (eGFR)、I-131 の投与量、治療前の T4 値、治療後の T4 値に生物学的半減期との間の相関が認められた (右図)。このことから、腎機能の低下した患者では生物学

因子	p-値 (有意の場合は R ² 値)
年齢	P value - 0.8388
身長	P value - 0.0019 (R ² - 0.1100)
体重	P value - 0.0183 (R ² - 0.0652)
BUN	P value - 0.9465
血中クレアチニン	P value - 0.1004
eGFR	P value - 0.0001 (R ² - 0.1646)
腫瘍サイズ	P value - 0.4605
I-131投与量	P value - 0.0145 (R ² - 0.0958)
I-131治療前T4	P value - 0.0388 (R ² - 0.0492)
I-131治療後T4	P value - 0.0027 (R ² - 0.1007)

的半減期が低下し、内部被ばくが相対的に増加することが予測可能と思われた。ただし、上記の有意に関連する因子を多変量解析で再解析したところ、予測可能因子を抽出することが出来なかった。また、生物学的半減期と関連する因子として、治療「後」の T4 値が認められた。治療後の値であるため、直接生物学的半減期に与える影響はないと考えられ、治療後に T4 値が高くなるような要素を持つ患者ほど生物学的半減期が長くなるという関連性が推定されたが、そのような要素の同定には至らなかった。

3 - (3):

定量的評価では、FDG-陽性群 42 例、陰性群 32 例に分類され、陽性群と陰性群の間には全生存率において有意な違いがあり、陰性群が陽性群より予後良好であった ($p=0.0264$) (下図左)。一方、視覚的評価では、FDG-陽性群 18 例、陰性群 56 例に分類され、陰性群が陽性群より予後良好な傾向は見られたものの、有意差には至らなかった ($p=0.3222$) (下図右)。



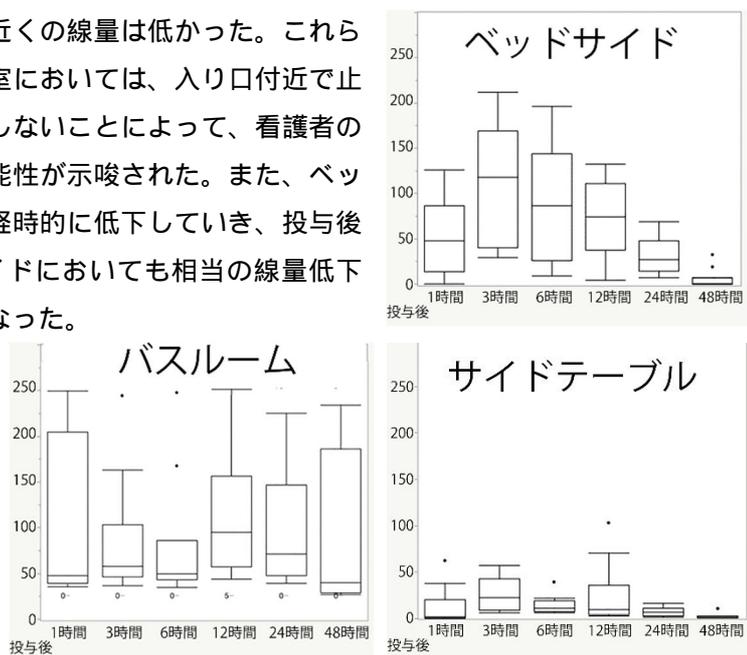
これらの結果から、FDG PET/CT は患者予後予測の側面から患者へのベネフィットは大きいと考えられたが、そのためには定量的な測定が望ましいことが明らかとなった。

3 - (4)

10 名の患者毎の個人差が極めて大きいですが、ベッドサイド周囲の線量とサイドテーブル脇の線量が他の空間より高く、入口近くの線量は低かった。これらのことから、患者看護時の入室においては、入り口付近で止まり、ベッドサイドには近接しないことによって、看護者の被ばくが十分に抑えられる可能性が示唆された。また、ベッドサイドにおいては、線量が経時的に低下していき、投与後 24 時間の時点ではベッドサイドにおいても相当の線量低下が生じていることが明らかとなった。

一方、バスルームにおいては、経時的な線量低下傾向が明らかでなかった。バスルームの環境放射線は、生物学的半減期によって低下する患者自身からの線量よりも、物理学的半減期によってしか低下しない

汚染物その他からの被ばくの要素が大きいのではないかと推定された。



5. 主な発表論文等

〔雑誌論文〕 計24件（うち査読付論文 21件／うち国際共著 4件／うちオープンアクセス 19件）

1. 著者名 Kawano Hiroaki, Sakai Kenji, Kudo Takashi, Arakawa Shuji, Doi Yoshiyuki, Takei Asumi, Fukae Satoki, Maemura Koji	4. 巻 24
2. 論文標題 Sympathetic nerve abnormality in an adolescent patient with cardioinhibitory vasovagal syncope	5. 発行年 2021年
3. 雑誌名 Journal of Cardiology Cases	6. 最初と最後の頁 230 ~ 233
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.1016/j.jccase.2021.04.007	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 Nishi Kodai, Kobayashi Masato, Kikuchi Minori, Mizutani Asuka, Muranaka Yuka, Tamai Ikumi, Kawai Keiichi, Kudo Takashi	4. 巻 13
2. 論文標題 Inhibition of the Hepatic Uptake of 99mTc-Tetrofosmin Using an Organic Cation Transporter Blocker	5. 発行年 2021年
3. 雑誌名 Pharmaceutics	6. 最初と最後の頁 1073 ~ 1073
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.3390/pharmaceutics13071073	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 Kawano Hiroaki, Kudo Takashi, Maemura Koji	4. 巻 85
2. 論文標題 Myocardial Metabolic Abnormality in a Patient With Uremic Cardiomyopathy	5. 発行年 2021年
3. 雑誌名 Circulation Journal	6. 最初と最後の頁 1895 ~ 1895
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.1253/circj.CJ-21-0401	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 Hirschfeld Cole B., Shaw Leslee J., Williams Michelle C., Kudo T., Einstein Andrew J., et al.	4. 巻 14
2. 論文標題 Impact of COVID-19 on Cardiovascular Testing in the United States Versus the Rest of the World	5. 発行年 2021年
3. 雑誌名 JACC: Cardiovascular Imaging	6. 最初と最後の頁 1787 ~ 1799
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.1016/j.jcmg.2021.03.007	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 Kudo Takashi, Nessipkhan Arman Erzhanovich	4. 巻 28
2. 論文標題 Modalities for predicting events in patients with ICDs: Expanding the versatility of FDG PET.	5. 発行年 2021年
3. 雑誌名 Journal of Nuclear Cardiology	6. 最初と最後の頁 478 ~ 480
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.1007/s12350-021-02569-y	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 Chiba A., Kudo T., Ideguchi R., Altay M., Koga S., Yonekura T., Tsuneto A., Morikawa M., Ikeda S., Kawano H., Koide Y., Uetani M., Maemura K.	4. 巻 37
2. 論文標題 Usefulness of an artificial neural network for a beginner to achieve similar interpretations to an expert when examining myocardial perfusion images	5. 発行年 2021年
3. 雑誌名 The International Journal of Cardiovascular Imaging	6. 最初と最後の頁 2337 ~ 2343
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.1007/s10554-021-02209-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 Tsuji S, Iwamoto N, Horai Y, Fujikawa K, Fujita Y, Fukui S, Ideguchi R, Michitsuji T, Nishihata S, Okamoto M, Tsuji Y, Endo Y, Shimizu T, Sumiyoshi R, Koga T, Kawashiri SY, Igawa T, Ichinose K, Tamai M, Nakamura H, Origuchi T, Kudo T, Kawakami A.	4. 巻 39
2. 論文標題 Comparison of the quantitative measurement of 18F-FDG PET/CT and histopathological findings in IgG4-related disease	5. 発行年 2021年
3. 雑誌名 Clin Exp Rheumatol	6. 最初と最後の頁 1338-1344
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 Kudo Takashi, Lahey Ryan, Hirschfeld Cole B., Williams Michelle C., Lu Bin, Alasnag Mirvat, Einstein Andrew J., et al.	4. 巻 1
2. 論文標題 Impact of COVID-19 Pandemic on Cardiovascular Testing in Asia	5. 発行年 2021年
3. 雑誌名 JACC: Asia	6. 最初と最後の頁 187 ~ 199
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.1016/j.jacasi.2021.06.002	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 該当する

1. 著者名 Einstein AJ, Shaw LJ, Hirschfeld C, Williams MC, Villines TC, Better N, Vitola JV, Cerci R, Dorbala S, Raggi P, Choi AD, Lu B, Sinitsyn V, Sergienko V, Kudo T et al.	4. 巻 77
2. 論文標題 International Impact of COVID-19 on the Diagnosis of Heart Disease	5. 発行年 2021年
3. 雑誌名 Journal of the American College of Cardiology	6. 最初と最後の頁 173 ~ 185
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.1016/j.jacc.2020.10.054	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 Kawano Hiroaki, Kudo Takashi, Umeda Masataka, Futakuchi Mitsuru, Sueyoshi Eijun, Maemura Koji	4. 巻 85
2. 論文標題 Myocardial Damage and Microvasculopathy in a Patient With Systemic Sclerosis	5. 発行年 2021年
3. 雑誌名 Circulation Journal	6. 最初と最後の頁 224 ~ 224
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.1253/circj.CJ-20-1133	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 Matsunaga Hitomi, Orita Makiko, Taira Yasuyuki, Kudo Takashi, Kondo Hisayoshi, Yamashita Shunichi, Takamura Noboru	4. 巻 -
2. 論文標題 Intention to Return and Perception of the Health Risk Due to Radiation Exposure Among Residents in Tomioka Town, Fukushima Prefecture, Stratified by Gender and Generation	5. 発行年 2020年
3. 雑誌名 Disaster Medicine and Public Health Preparedness	6. 最初と最後の頁 1 ~ 8
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.1017/dmp.2020.319	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 Kubota K, Tanaka N, Miyata Y, Ohtsu H, Nakahara T, Sakamoto S, Kudo T, et al.	4. 巻 35
2. 論文標題 Comparison of 18F-FDG PET/CT and 67Ga-SPECT for the diagnosis of fever of unknown origin: a multicenter prospective study in Japan	5. 発行年 2020年
3. 雑誌名 Annals of Nuclear Medicine	6. 最初と最後の頁 31 ~ 46
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.1007/s12149-020-01533-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 Kudo Takashi、Imakhanova Aiganym	4. 巻 -
2. 論文標題 Quantification of amyloid deposition using bone scan agents	5. 発行年 2020年
3. 雑誌名 Journal of Nuclear 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) 10.1007/s12350-020-02340-9	査読の有無 無
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 Kawano Hiroaki、Kudo Takashi、Maemura Koji	4. 巻 84
2. 論文標題 123I- -Methyl Iodophenyl Pentadecanoic Acid and ²⁰¹Thallium Dual Myocardial Single-Photon Emission Computed Tomography (BMIPP/TI SPECT) Detection of Myocardial Damage of Systemic Sclerosis	5. 発行年 2020年
3. 雑誌名 Circulation Journal	6. 最初と最後の頁 1886 ~ 1886
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.1253/circj.CJ-20-0516	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 Hori Hiroko、Orita Makiko、Taira Yasuyuki、Matsunaga Hitomi、Kudo Takashi、Takamura Noboru	4. 巻 15
2. 論文標題 Factors affecting anxiety among administrative officers working within the urgent protective action planning zone of a nuclear power station	5. 発行年 2020年
3. 雑誌名 PLOS ONE	6. 最初と最後の頁 e0236997
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.1371/journal.pone.0236997	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、Ashizawa Kiyoto、Matsuda Katsuya、Otsubo Ryota、Horie Ichiro、Nakashima Masahiro、Kudo Takashi	4. 巻 61
2. 論文標題 Relationship between thyroid tumor radiosensitivity and nuclear localization of DNA-dependent protein kinase catalytic subunit	5. 発行年 2020年
3. 雑誌名 Journal of Radiation Research	6. 最初と最後の頁 511 ~ 516
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.1093/jrr/rraa032	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 Chen Xinyu, Kudo Takashi, Lapa Constantin, Buck Andreas, Higuchi Takahiro	4. 巻 127
2. 論文標題 Recent advances in radiotracers targeting norepinephrine transporter: structural development and radiolabeling improvements	5. 発行年 2020年
3. 雑誌名 Journal of Neural Transmission	6. 最初と最後の頁 851 ~ 873
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.1007/s00702-020-02180-4	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 該当する

1. 著者名 Matsukawa Kyoko, Arimura Takeshi, Orita Makiko, Kondo Hisayoshi, Chuman Ikuko, Ogino Takashi, Taira Yasuyuki, Kudo Takashi, Takamura Noboru	4. 巻 50
2. 論文標題 Health-related quality of life in Japanese patients with prostate cancer following proton beam therapy: an institutional cohort study	5. 発行年 2020年
3. 雑誌名 Japanese Journal of Clinical Oncology	6. 最初と最後の頁 519 ~ 527
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.1093/jjco/hyaa027	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 Yoshida Masataka, Tashiro Masato, Nishi Kodai, Mishima Maki, Kawano Kei, Takazono Takahiro, Saijo Tomomi, Yamamoto Kazuko, Imamura Yoshifumi, Miyazaki Taiga, Kudo Takashi, Yanagihara Katsunori, Mukae Hiroshi, Izumikawa Koichi	4. 巻 58
2. 論文標題 Detection of invasive pulmonary aspergillosis in mice using lung perfusion single-photon emission computed tomography with [99mTc]MAA	5. 発行年 2020年
3. 雑誌名 Medical Mycology	6. 最初と最後の頁 965 ~ 972
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.1093/mmy/myz131	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 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 Kudo Takashi	4. 巻 8
2. 論文標題 The Continuing Relationship Between ASNC and JSNC	5. 発行年 2022年
3. 雑誌名 Annals of Nuclear Cardiology	6. 最初と最後の頁 77 ~ 79
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.17996/anc.22-00170	査読の有無 無
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 Kunita Yuji, Nakajima Kenichi, Nakata Tomoaki, Kudo Takashi, Kinuya Seigo	4. 巻 36
2. 論文標題 Prediction of multivessel coronary artery disease and candidates for stress-only imaging using multivariable models with myocardial perfusion imaging	5. 発行年 2022年
3. 雑誌名 Annals of Nuclear Medicine	6. 最初と最後の頁 674 ~ 683
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.1007/s12149-022-01751-7	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 Einstein Andrew J., Hirschfeld Cole, Williams Michelle C., Vitola Joao V., Better Nathan, Villines Todd C., Cerci Rodrigo, Shaw Leslee J., Choi Andrew D., Dorbala Sharmila, Karthikeyan Ganesan, Lu Bin, SLars Thorbjoern, Jensen Magnus T., Kragholm Kristian HayMoreno Manlio Gerardo, Quinto Virginia Garcia, Kudo T, et al.	4. 巻 79
2. 論文標題 Worldwide Disparities in Recovery of Cardiac Testing 1 Year Into COVID-19	5. 発行年 2022年
3. 雑誌名 Journal of the American College of Cardiology	6. 最初と最後の頁 2001 ~ 2017
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.1016/j.jacc.2022.03.348	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 Kawano Hiroaki, Umeda Masataka, Okano Shinji, Kudo Takashi	4. 巻 7
2. 論文標題 Chest pain and Raynaud's phenomenon after COVID-19 vaccination in a patient previously diagnosed with systemic lupus erythematosus: a case report	5. 発行年 2023年
3. 雑誌名 European Heart Journal - Case 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) 10.1093/ehjcr/ytad102	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15件（うち招待講演 10件 / うち国際学会 3件）

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：循環器
3. 学会等名 日本核医学会第21回春期大会（招待講演）
4. 発表年 2021年

1. 発表者名 工藤 崇
2. 発表標題 Radiation protection of cardiac SPECT and PET imaging
3. 学会等名 IAEA Workshop on Cardiac SPECT, SPECT/CT and PET/CT in Clinical Practice including image processing and interpretation. (招待講演) (国際学会)
4. 発表年 2021年

1. 発表者名 工藤 崇
2. 発表標題 Tips and Pitfalls in Nuclear Imaging for Cardiac Amyloidosis
3. 学会等名 Cardiac Amyloidosis Read with the Experts in JAPAN (招待講演) (国際学会)
4. 発表年 2021年

1. 発表者名 アルマン ネシブハン、工藤 崇
2. 発表標題 Validation of quantitative parameters derived from 99mTc-GSA liver scintigraphy to evaluate liver function
3. 学会等名 第61回日本核医学会学術総会
4. 発表年 2021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：循環器
3. 学会等名 日本核医学会第20回春期大会（招待講演）
4. 発表年 2020年

1. 発表者名 工藤 崇
2. 発表標題 医療に伴う被ばくの問題：基本的な考え方と論争点
3. 学会等名 第20回循環器CT・MR研究会（招待講演）
4. 発表年 2020年

1. 発表者名 工藤 崇
2. 発表標題 最近の核医学の動向について
3. 学会等名 第23回心世代核医学研究会（招待講演）
4. 発表年 2020年

1. 発表者名 工藤 崇
2. 発表標題 心筋シンチグラフィの底力：シンチの被ばくを知って極める
3. 学会等名 Tokyo Physiology 2021 by FRIENDS Live（招待講演）
4. 発表年 2021年

1. 発表者名 工藤 崇
2. 発表標題 Post ISCHEMIA/COVID-19時代の虚血性心疾患診断と心臓核医学
3. 学会等名 第25回日本循環器学会学術集会（招待講演）
4. 発表年 2021年

1. 発表者名 工藤 崇
2. 発表標題 COVID-19が循環器診療に与えるインパクト
3. 学会等名 第30回日本心臓核医学会総会・学術大会（招待講演）
4. 発表年 2020年

1. 発表者名 工藤 崇
2. 発表標題 医療被ばくとその管理：～近年のトピックと今後の展望～
3. 学会等名 第30回日本心臓核医学会総会・学術大会（招待講演）
4. 発表年 2020年

1. 発表者名 Imahanova Aiganym, 工藤 崇
2. 発表標題 Standardization of cardiac amyloid measurement using Tc-99m PYP.
3. 学会等名 第25回日本循環器学会学術集会
4. 発表年 2021年

1. 発表者名 アルマン ネシプハン、工藤 崇
2. 発表標題 FDG uptake as independent determinant of patient prognosis on superficial esophageal cancer; comparison with histology and multifocality.
3. 学会等名 13th Congress of the World Federation of Nuclear Medicine and Biology (国際学会)
4. 発表年 2022年

1. 発表者名 工藤 崇、高村 昇、松田 尚樹、アイガニム イマハーノワ、アルマン ネシプハン、粟井 和夫、伊藤 浩、織内 昇
2. 発表標題 easurement of occupational radiation dose in medical worker in university hospital: Effect of revision of ordinance on prevention of ionizing radiation hazards
3. 学会等名 日本放射線影響学会第65回大会
4. 発表年 2022年

1. 発表者名 アイガニム イマハーノワ、工藤 崇
2. 発表標題 Visual interpretation of PYP: Transaxial? or Coronal?
3. 学会等名 第32回日本心臓核医学会総会・学術大会
4. 発表年 2022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	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 (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	西 弘大 (Nishi Koudai) (10719496)	長崎大学・原爆後障害医療研究所・助教 (17301)	
研究分担者	福田 直子 (森田直子) (Fukuda Naoko) (90380972)	長崎大学・原爆後障害医療研究所・技術職員 (17301)	
研究分担者	鈴木 啓司 (Suzuki Keiji) (00196809)	長崎大学・原爆後障害医療研究所・准教授 (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)	

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