

令和 6 年 6 月 7 日現在

機関番号：13301

研究種目：基盤研究(C)（一般）

研究期間：2021～2023

課題番号：21K07615

研究課題名（和文）心機能評価の精度管理を目的とした三次元心動態ファントムと標準化ガイドラインの構築

研究課題名（英文）Construction of 3D dynamic myocardial phantom and standardization guideline for the accuracy management of cardiac function evaluation

研究代表者

小野口 昌久（Onoguchi, Masahisa）

金沢大学・保健学系・教授

研究者番号：30283120

交付決定額（研究期間全体）：（直接経費） 2,600,000円

研究成果の概要（和文）：目的は心電図同期心筋SPECTの標準化ガイドラインの策定と心機能指標値のボトムラインを設定することである。使用機器はSPECT/CT装置で、データ解析はQGSを用い、EDV、ESV、LVEFおよびSV/WMを算出した。指定条件による心機能指標値の平均値±標準偏差は、EDV 60.4 ± 1.5 mL、ESV 29.3 ± 0.76 mL、LVEF $51.7 \pm 1.4\%$ およびSV/WM 4.7 ± 0.3 で、ボトムラインはEDV 58mL、ESV 28mL、SV/WM 4.2mL/mmおよびLVEFは49～54%と定義した。各施設の臨床条件とボトムラインを比較することで心機能指標値の標準化の可能性が示された。

研究成果の学術的意義や社会的意義

心電図同期心筋SPECTは心筋血流や心機能評価が不可欠な存在となっているが、機能画像や心機能指標値の精度管理を目的とした心臓動態ファントムはなかった。本研究のコンセプトは心電図同期心筋SPECTの最低限のレベルの確保と問題のある機能画像や指標値であれば、フローチャート形式で指導もしくは改善項目を提示する。そこで、心電図同期心筋SPECTによる機能画像や心機能指標値の精度管理および標準化を目的に、三次元心臓動態ファントムの構築と改良、精度管理の確立および心電図同期心筋SPECT撮像の技術的な標準化ガイドラインを構築した。波及効果として、データを構築する技師や医師の技術水準の向上が期待できる。

研究成果の概要（英文）：This study was to establish a bottom line based on LV function data. The seven types of SPECT or SPECT/CT system were used. The radionuclide was used Tc-99m, and the LV function analysis of the SPECT data were processed using quantitative gated SPECT(QGS). The phantom was set up using the regular model with an EDV of 80.0 mL, ESV of 40.0 mL, LVEF of 50%. The LV function was calculated using EDV, ESV, LVEF, and stroke volume/wall motion (SV/WM). The criteria of bottom line were determined from LV function analyzed by ECG-gated SPECT data with identical conditions in various institutions. The mean and SD of the LV functions was 60.4 ± 1.5 mL for EDV, 29.3 ± 0.8 mL for ESV, $51.7 \pm 1.38\%$ for LVEF, and 4.7 ± 0.28 mL/mm for SV/WM. Each bottom line was 58 mL for EDV, 28 mL for ESV, 49-54 % for LVEF, and 4.2 mL/mm for SV/WM. The criteria of bottom line were determined from LV function analyzed by ECG-gated SPECT data with identical conditions in various institutions.

研究分野：心臓核医学

キーワード：心臓動態ファントム 心電図同期心筋SPECT 心機能 精度管理 標準化

様式 C - 19 , F - 19 - 1 (共通)

1 . 研究開始当初の背景

心筋血流 single photon emission computed tomography (SPECT) 検査は冠動脈疾患の既知または疑いのある患者に対して、安静時検査による心筋血流評価が可能であるほか、負荷検査により冠血流予備能を簡便かつ非侵襲的に評価することができる検査方法である。^{99m}Tc-tetrofosmin などの ^{99m}Tc 標識心筋血流製剤の開発に伴い、大量投与が可能になり、心電図同期 SPECT が日常診療で普及した。Germano らが開発した Quantitative gated SPECT (QGS) は、心電図同期心筋 SPECT において心筋部位の欠損像の検出だけでなく、EDV、ESV および LVEF などの心機能指標値の自動的な算出を可能にした。しかし、撮像方法や心機能指標値の判断基準などを具体的に示した標準化に関するガイドラインは存在せず、各施設では臨床データなどを用いて定めた撮像方法や他のモダリティを基準とした心機能指標値を参考にプロトコルを組んでいる。そのため、機能画像や心機能指標値の精度管理および標準化の必要性について共通認識はあるものの、評価するツールがないのが現状である。

2 . 研究の目的

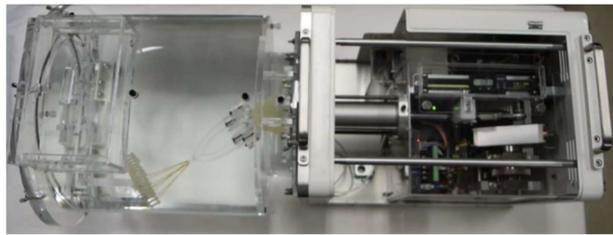
本研究のコンセプトとして、心電図同期心筋 SPECT の最低限のレベルを確保、それぞれの機能画像や指標値で施設の優劣をつけるものではない、問題のある機能画像や指標値であれば、フローチャート形式で指導もしくは改善項目を提示する、の三点を視野に入れている。よって、真値が既知である心臓動態ファントムを使用し、心電図同期心筋 SPECT における心機能指標値の標準化を行う必要がある。すなわち、心機能指標値の標準化は、収集条件や画像処理条件の統一化ではなく、同じ患者を検査したときに同じ評価が可能な最低限の精度が担保されているかどうかであり、ボトムラインの統一化によって達成され则认为。

本研究では、医療施設に対して心電図同期心筋 SPECT 検査の収集、画像処理条件のアンケート調査を行い、当研究室で開発した三次元心臓動態ファントムを用いて多施設の各臨床条件で得られた心機能指標値や先行研究をもとに、指定条件で得られた心機能指標値からボトムラインを設定する、さらに、これを満たさなかった施設に対する改善フローチャートの作成を目的とし、心機能評価の標準化を試みた。

3 . 研究の方法

(1) 三次元心臓動態ファントムの構築・改良

本ファントムは心臓部、胴体部および駆動部の 3 つの構成パーツから成る (図 1)。心臓部の構造は半楕円型の特殊なシリコンでできた 2 枚のラバーでできた 2 重構造であり、内膜の内側は左心室を、内膜と外膜間は心筋を模擬している。心筋ラバーには健全な成人男



胴体部 駆動部
図1 心臓動態ファントム外観



Small モデル Regular モデル
図2 心臓ラバー

性を模した Regular モデルと女性や小児の心臓を模した Small モデルがある (図 2)。Regular モデルの左室容積および駆出率の設定範囲は、ESV 40.0mL, EDV 40~140.5mL, LVEF 0~71.5%, Small モデルは、ESV 14.5mL, EDV 14.5~115.0mL, LVEF 0~87.4%である。

心筋ラバーの基部はノズルと 固定用リングにより駆動部に固定され、ノズルはファントム体軸に対して 30 度傾斜している。また、心筋ラバーの 心尖部は輪ゴムを用いて5×5 のフックに固定することで、心筋壁厚の微調整や最大収縮末期 (ES) から最大拡張末期 (ED) の動きの再現性を高めることができる。 胴体部は人体に類似させた楕円状の円柱構造のタンクであり、

胴体部の内部を水で満たすことにより、人体の同様の吸収、散乱を再現することができる。また、胴体部には肝臓と胆嚢を模したファントムを心臓部付近に装着することができ、肝臓からの 影響を評価することも可能である。駆動部はシリンダ内部のピストンがあらかじめ設定 された距離を往復することで、心室容積を再現可能な範囲の任意の値で変化させることができ、これにより心臓の拍動を模擬している。心拍数の設定は側面のコントロールパネルでノーマルパターン (5~164 bpm) もしくは不整脈パターン (期外収縮, 二段脈, 三段脈, 心房細動) に設定が可能である。

(2) 使用機器および画像処理・解析

使用装置は、エネルギー高分解型 (Low Energy High Resolution: LEHR) コリメータを装着した SPECT 装置または SPECT/CT 装置で、C: Symbia Intevo 6 (Siemens 社), E: Discovery NM 630 (GE 社), F: GCA9300R (Canon 社), I: GCA9300R (Canon 社), J: Symbia Intevo 16 (Siemens 社), K: Symbia Intevo Bold (Siemens 社) および L: Discovery NM/CT670 Q.Suite Pro (GE 社) の 5 機種 7 装置を対象とした。心機能解析ソフトウェアには QGS (Cedars Sinai Medical Center) を用いた。使用ファントムは Regular モデル用い、EDV 80.0 mL, ESV 40.0 mL, LVEF 50% および心拍数 60 beats/min. となるよう設定、作成した。使用核種は ^{99m}Tc を用い、心室部および縦隔部には水を封入した。

心電図同期 SPECT の収集条件は、マトリックスサイズ 64×64、ピクセルサイズ 6.4±0.4 mm、回転軌道は円軌道、収集方法は Step and Shoot、エネルギーウィンドウは 140 keV±7.5%、R-R 分割数は 16 分割、収集角度は二検出器装置の場合、360 度収集 (180 度対

向)または180度収集(90度L型配置),三検出器装置の場合は120度収集で行い,投影方向は180度収集の場合30方向,360度収集の場合60方向で行った。

収集時間は臨床で使用されているのと同じの時間(臨床時間)と,あらかじめ指定された収集時間(指定時間)の2通りの収集を行った。この指定時間は,360度収集と180度収集の違いによる1ステップ当たりの収集時間の差をなくすため,一連の収集時間の長さは360度収集の場合は30分,180度収集の場合は15分となるように設定した。

画像再構成法はFiltered back projection(FBP)法を用いた。前処理フィルタとしてButterworthフィルタを用い,order 8,Cutoff周波数0.2~0.7 cycle/cmの間で変化させた。なお,減弱補正,散乱線補正および空間分解能補正は行っていない。

評価方法は,心機能指標はEDV,ESVおよび式1よりLVEFを用いた。

$$LVEF = \frac{EDV - ESV}{EDV} \times 100 \dots \text{式 1}$$

また,壁運動指標はWall motionの値を用い,Polar map表示の17segmentsにおける心筋middle部の値(7~12 segments)とした。さらに,式2よりStroke volume / wall motion(SV / WM)を算出した。

$$SV / WM = \frac{EDV - ESV}{\text{wall motion}} \dots \text{式 2}$$

(3) ボトムラインの検討

指定条件による収集時間および画像再構成法の結果を踏まえ,各心機能指標値の満たすべき最低値であるボトムラインの設定値を定義した。次に,各施設(5機種7装置)の臨床条件にて収集,画像処理した各心機能指標値をボトムラインの設定値と比較し,各施設の指標値の妥当性を評価した。

4. 研究成果

(1) ボトムラインの検討

ボトムラインの設定は,各施設の収集・処理条件が異なるため,指定条件を基準として算出した。指定条件の全装置のmean ± SDは,EDVが60.4±1.5 mL,ESVが29.3±0.8 mL,LVEFが51.7±1.38%およびSV/WMが4.7±0.28 mL/mmであった。また,ボトムラインはEDVが58 mL(mean - 1.6 SD),ESVが28 mL(mean - 1.6 SD),LVEFが49~54%(mean ± 2.0 SD),SV/WMが4.2 mL/mm(mean - 1.8 SD)と定義した。

全機種における指定条件の平均値と臨床条件のEDVおよびESVの関係を図3および図4に示す。各装置(C),(E),(F),(J)および(K)のEDVは,53,61,56,61および62 mL,ESVは27,31,27,31および30 mLで,(C)と(F)の2機種がEDV,ESVともにボトムラインを下回った。

駆出率および SV/WM の指定条件の平均値と臨床条件の関係を図 5 および図 6 に示す。各装置の LVEF は、49、50、52、49 および 52 %、SV/WM は 4.3、4.9、4.4、5.0 および 4.7 mL/mm で、すべての機種でボトムラインを満たした。

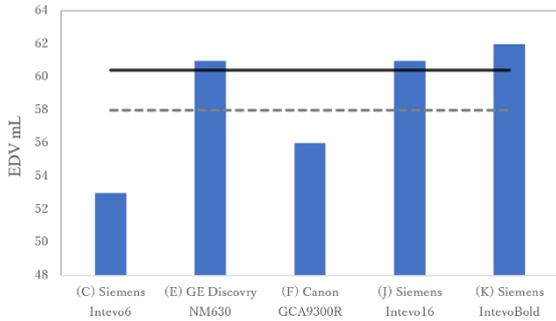


図 3 指定条件の平均値と EDV の関係

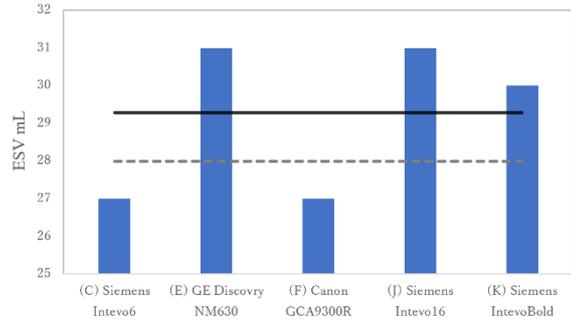


図 4 指定条件の平均値と ESV の関係

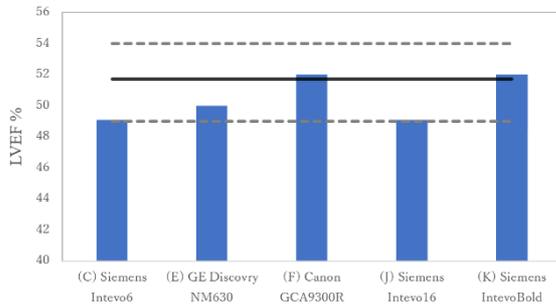


図 5 指定条件の平均値と LVEF の関係

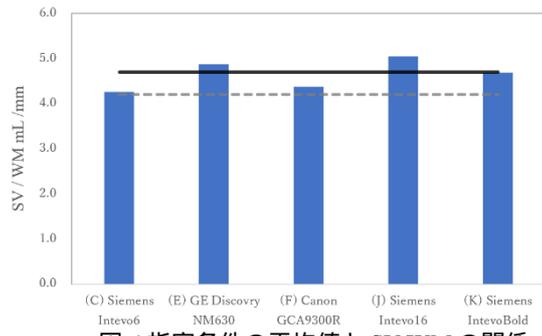


図 6 指定条件の平均値と SV/WM の関係

(2) 改善方法の提案

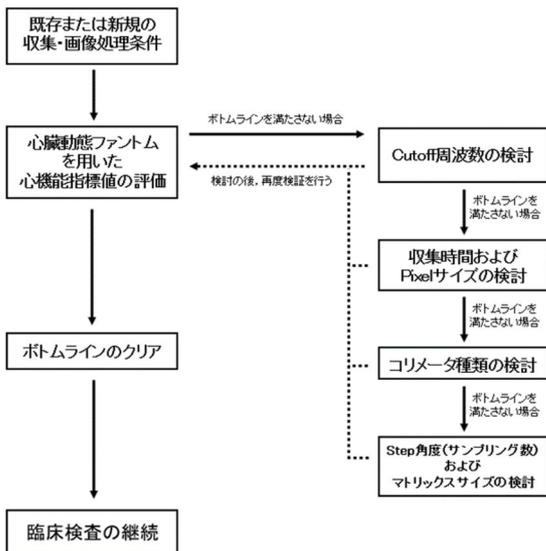


図 7 改善フローチャート

改善方法の提案の一つとして、フローチャートを構築した(図 7)。まず、各心機能指標値がボトムラインを満たさなかった場合、最初に画像再構成条件見直す必要が推奨される。今回の検討は FBP 法が対象であるため、前処理フィルタの Cutoff 周波数が大きな因子となる。Cutoff 周波数が高いほど空間分解能は良いがノイズが多く含まれる。一方、Cutoff 周波数が低いほど空間分解能は劣化するが滑らかな画像となる。そのため、容積が過小評価されていた場合、Cutoff 周波数を高く設定する。再構成条件の検討のみ

でボトムラインを満たすことができなかった場合、

収集条件を見直す。収集条件では、コリメータ、ピクセルサイズ、マトリックスサイズ、拡大率、Step 角度(サンプリング数)および収集時間などがあるが、このうち、ピクセルサイズおよび収集時間に基づくカウントが最も調整が容易である。

5. 主な発表論文等

〔雑誌論文〕 計38件（うち査読付論文 33件 / うち国際共著 1件 / うちオープンアクセス 1件）

1. 著者名 Shibutani Takayuki、Onoguchi Masahisa、Kanno Takayuki、Kinuya Seigo	4. 巻 47
2. 論文標題 Influence of spill-over for 99mTc images and the effect of scatter correction for dual-isotope simultaneous acquisition with 99mTc and 18F using small-animal SPECT-PET/CT system	5. 発行年 2023年
3. 雑誌名 Physical and Engineering Sciences in Medicine	6. 最初と最後の頁 135 ~ 142
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.1007/s13246-023-01348-y	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 Nakajima Kenichi、Shibutani Takayuki、Massanes Francesc、Shimizu Takeshi、Yoshida Shohei、Onoguchi Masahisa、Kinuya Seigo、Vija A. Hans	4. 巻 30
2. 論文標題 Myocardial perfusion imaging with retrospective gating and integrated correction of attenuation, scatter, respiration, motion, and arrhythmia	5. 発行年 2023年
3. 雑誌名 Journal of Nuclear Cardiology	6. 最初と最後の頁 2773 ~ 2789
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.1007/s12350-023-03374-5	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 Ichikawa Hajime、Shibutani Takayuki、Shimada Hideki、Okuda Koichi、Kato Toyohiro、Nosaka Hiroki、Nagaki Akio、Onoguchi Masahisa	4. 巻 16
2. 論文標題 Feasibility of using counts-per-volume approach with a new SPECT phantom to optimize the relationship between administered dose and acquisition time	5. 発行年 2023年
3. 雑誌名 Radiological Physics and Technology	6. 最初と最後の頁 244 ~ 253
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.1007/s12194-023-00713-6	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 小野口昌久、澁谷孝行、多々見鈴果、米山寛人、中嶋憲一	4. 巻 47
2. 論文標題 99mTc心電図同期心筋血流SPECTにおける位相解析法の影響因子	5. 発行年 2023年
3. 雑誌名 Journal of Wellness and Health Care	6. 最初と最後の頁 1 ~ 10
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 中嶋憲一、澁谷孝行、齊藤晋太郎、米山寛人、小野口昌久	4. 巻 55
2. 論文標題 新しい画像再構成方法による定量的心筋SPECT : 心臓用xSPECTの可能性	5. 発行年 2023年
3. 雑誌名 映像情報Medical	6. 最初と最後の頁 35 ~ 40
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 -

1. 著者名 澁谷孝行、中嶋憲一、米山寛人、小西貴広、小野口昌久	4. 巻 43
2. 論文標題 SwiftScan技術がもたらす低投与量・短時間収集	5. 発行年 2023年
3. 雑誌名 核医学技術	6. 最初と最後の頁 133 ~ 138
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 -

1. 著者名 田中凜太郎、小野口昌久、澁谷孝行	4. 巻 25
2. 論文標題 三次元心臓動態ファントムによる心機能指標値の標準化ガイドライン構築に向けた試み	5. 発行年 2023年
3. 雑誌名 卒業研究論文集	6. 最初と最後の頁 65 ~ 69
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 -

1. 著者名 Shibutani Takayuki, Onoguchi Masahisa, Kanno Takayuki, Kinuya Seigo	4. 巻 47
2. 論文標題 Influence of spill-over for 99mTc images and the effect of scatter correction for dual-isotope simultaneous acquisition with 99mTc and 18F using small-animal SPECT-PET/CT system	5. 発行年 2023年
3. 雑誌名 Physical and Engineering Sciences in Medicine	6. 最初と最後の頁 135 ~ 142
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.1007/s13246-023-01348-y	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 Nakajima Kenichi, Shibutani Takayuki, Massanes Francesc, Shimizu Takeshi, Yoshida Shohei, Onoguchi Masahisa, Kinuya Seigo, Vija A. Hans	4. 巻 30
2. 論文標題 Myocardial perfusion imaging with retrospective gating and integrated correction of attenuation, scatter, respiration, motion, and arrhythmia	5. 発行年 2023年
3. 雑誌名 Journal of Nuclear Cardiology	6. 最初と最後の頁 2773 ~ 2789
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.1007/s12350-023-03374-5	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 該当する

1. 著者名 Ichikawa Hajime, Shibutani Takayuki, Shimada Hideki, Okuda Koichi, Kato Toyohiro, Nosaka Hiroki, Nagaki Akio, Onoguchi Masahisa	4. 巻 16
2. 論文標題 Feasibility of using counts-per-volume approach with a new SPECT phantom to optimize the relationship between administered dose and acquisition time	5. 発行年 2023年
3. 雑誌名 Radiological Physics and Technology	6. 最初と最後の頁 244 ~ 253
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.1007/s12194-023-00713-6	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 小野口昌久、澁谷孝行、多々見鈴果、米山寛人、中嶋憲一	4. 巻 47
2. 論文標題 99mTc心電図同期心筋血流SPECTにおける位相解析法の影響因子	5. 発行年 2023年
3. 雑誌名 Journal of Wellness and Health Care	6. 最初と最後の頁 1 ~ 10
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 中嶋憲一、澁谷孝行、齊藤晋太郎、米山寛人、小野口昌久	4. 巻 55
2. 論文標題 新しい画像再構成方法による定量的心筋SPECT : 心臓用xSPECTの可能性	5. 発行年 2023年
3. 雑誌名 映像情報Medical	6. 最初と最後の頁 35 ~ 40
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 -

1. 著者名 澁谷孝行、中嶋憲一、米山寛人、小西貴広、小野口昌久	4. 巻 43
2. 論文標題 SwiftScan技術がもたらす低投与量・短時間収集	5. 発行年 2023年
3. 雑誌名 核医学技術	6. 最初と最後の頁 133 ~ 138
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 -

1. 著者名 田中凜太郎、小野口昌久、澁谷孝行	4. 巻 25
2. 論文標題 三次元心臓動態ファントムによる心機能指標値の標準化ガイドライン構築に向けた試み	5. 発行年 2023年
3. 雑誌名 卒業研究論文集	6. 最初と最後の頁 65 ~ 69
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 Ichikawa Hajime, Miyaji Noriaki, Onoguchi Masahisa, Shibutani Takayuki, Nagaki Akio, Kato Toyohiro, Shimada Hideki	4. 巻 36
2. 論文標題 Feasibility of ultra-high-speed acquisition in xSPECT bone algorithm: a phantom study with advanced bone SPECT-specific phantom	5. 発行年 2022年
3. 雑誌名 Annals of Nuclear Medicine	6. 最初と最後の頁 183 ~ 190
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.1007/s12149-021-01689-2	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 Nosaka Hiroki, Onoguchi Masahisa, Tsushima Hiroyuki, Suda Masaya, Kurata Satoshi, Onoma Ayano, Murakawa Ryosuke	4. 巻 12
2. 論文標題 Influence of brain atrophy using semiquantitative analysis in [123I]FP-CIT single-photon emission computed tomography by a Monte Carlo simulation study	5. 発行年 2022年
3. 雑誌名 Scientific Reports	6. 最初と最後の頁 168
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.1038/s41598-021-04078-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 -

1. 著者名 Kotatsu Tsuboi, Masahisa Onoguchi, Takayuki Shibutani, Akio Nagaki, Kei Tsukamoto	4. 巻 42
2. 論文標題 Effect of Different Lung Material in One-Design Cardiac Phantom on Myocardial SPECT Images	5. 発行年 2022年
3. 雑誌名 Japanese Journal of Nuclear Medicine Technology	6. 最初と最後の頁 163 ~ 170
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 Sugiura Akie, Onoguchi Masahisa, Shibutani Takayuki, Kouno Yasuhisa	4. 巻 50
2. 論文標題 Influence of Minimum Count in Brain Perfusion SPECT: Phantom and Clinical Studies	5. 発行年 2022年
3. 雑誌名 Journal of Nuclear Medicine Technology	6. 最初と最後の頁 342 ~ 347
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.2967/jnmt.122.264058	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 Hiraki Hitoshi, Ito Toshimune, Onoguchi Masahisa, Tsuchikame Hirotsu, Shishido Masaaki, Maeno Takafumi, Sanada Hiroki, Tago Masao	4. 巻 8
2. 論文標題 Effect of the Head Reference Angle on the Mean Cerebral Blood Flow during Radionuclide-Angiography with the Patlak Plot Method with Technetium-99m Ethyl Cysteinate Dimer	5. 発行年 2022年
3. 雑誌名 Journal of Psychiatry and Psychiatric Disorders	6. 最初と最後の頁 231 ~ 238
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.26502/jppd.2572-519X0166	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 Tatsuno Kosuke, Okuda Koichi, Nakajima Kenichi, Saito Hisahiro, Shibutani Takayuki, Onoguchi Masahisa, Takahashi Tomoko, Mochizuki Takafumi, Watanabe Naoto, Matoba Munetaka	4. 巻 8
2. 論文標題 Normal and Range Value Evaluations Using Heart Risk View-Function Based on the Japanese Society of Nuclear Medicine Working Group Database	5. 発行年 2022年
3. 雑誌名 Annals of Nuclear Cardiology	6. 最初と最後の頁 51 ~ 56
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.17996/anc.22-00156	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 Ichikawa Hajime, Shibutani Takayuki, Onoguchi Masahisa, Taniguchi Yuki	4. 巻 36
2. 論文標題 New index to assess the extent of bone disease in patients with prostate cancer using SPECT/CT	5. 発行年 2022年
3. 雑誌名 Annals of Nuclear Medicine	6. 最初と最後の頁 941 ~ 950
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.1007/s12149-022-01783-z	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 Aoki Taku, Tsuboi Kotatsu, Miki Kazutaka, Takenaka Kenichi, Tsushima Hiroyuki, Nagaki Akio, Matsumoto Keiichi, Miwa Kenta, Mori Kazuaki, Yamanaga Takashi, Onoguchi Masahisa	4. 巻 8
2. 論文標題 Guidelines for Standardization of Myocardial Perfusion SPECT Imaging 1.0	5. 発行年 2022年
3. 雑誌名 Annals of Nuclear Cardiology	6. 最初と最後の頁 91 ~ 102
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.17996/anc.22-004	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 Shibutani Takayuki, Onoguchi Masahisa, Kanno Takayuki, Wakabayashi Hiroshi, Hiromasa Tomo, Kinuya Seigo	4. 巻 36
2. 論文標題 Development of a novel small-animal myocardial phantom can evaluate the image quality of dual-isotope simultaneous acquisition (DISA)	5. 発行年 2022年
3. 雑誌名 Annals of Nuclear Medicine	6. 最初と最後の頁 1031 ~ 1038
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.1007/s12149-022-01791-z	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 坂田 恵 (指導教員: 小野口昌久)	4. 巻 -
2. 論文標題 三次元心臓動態ファントムを用いた心臓専用半導体検出器D-SPECTにおける心機能評価	5. 発行年 2022年
3. 雑誌名 金沢大学大学院医薬保健学総合研究科博士前期課程学位論文	6. 最初と最後の頁 1 ~ 24
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 今村美月 (指導教員: 小野口昌久)	4. 巻 -
2. 論文標題 心臓専用半導体検出器 D-SPECT における 99mTc/123I 二核種 同時収集の画像評価 - 画像再構成およびフィルタ条件による検討 -	5. 発行年 2022年
3. 雑誌名 2022年度金沢大学医薬保健学域保健学類診療放射線技術学専攻卒業論文	6. 最初と最後の頁 21 ~ 28
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 松田夏海 (指導教員: 小野口昌久)	4. 巻 -
2. 論文標題 xSPECT アルゴリズムによる新たな画像再構成法を用いた心筋血流 SPECT の至適条件と画像評価 - LEHR コリメータによる 99mTc 心検討 -	5. 発行年 2022年
3. 雑誌名 2022年度金沢大学医薬保健学域保健学類診療放射線技術学専攻卒業論文	6. 最初と最後の頁 29 ~ 34
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 福嶋千穂 (指導教員: 小野口昌久)	4. 巻 -
2. 論文標題 xSPECT アルゴリズムによる新たな画像再構成法を用いた 99mTc 心電図同期心筋 SPECT の 至適条件および心機能指標値の妥当性 -LEHR コリメータによる検討-	5. 発行年 2022年
3. 雑誌名 2022年度金沢大学医薬保健学域保健学類診療放射線技術学専攻卒業論文	6. 最初と最後の頁 35 ~ 39
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 林崎哲明 (指導教員: 小野口昌久)	4. 巻 -
2. 論文標題 新しい多焦点コリメータ SZHRX を用いた 99mTc 心電図同期 心筋 SPECT の至適条件および心機能指標値の妥当性	5. 発行年 2022年
3. 雑誌名 2022年度金沢大学医薬保健学域保健学類診療放射線技術学専攻卒業論文	6. 最初と最後の頁 40 ~ 44
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 森 陸翔 (指導教員: 小野口昌久)	4. 巻 -
2. 論文標題 99mTc 心筋血流 SPECT の xSPECT アルゴリズムによる 新たな画像再構成を用いた呼吸性移動の補正効果	5. 発行年 2022年
3. 雑誌名 2022年度金沢大学医薬保健学域保健学類診療放射線技術学専攻卒業論文	6. 最初と最後の頁 45 ~ 51
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 間賀田泰寛, 佐治英郎, 小野口昌久 (日本アイソトープ協会医学・薬学部会放射性医薬品専門委員会)	4. 巻 2 (No. 779)
2. 論文標題 国内未承認放射性医薬品の現状について (8)	5. 発行年 2022年
3. 雑誌名 Isotope News	6. 最初と最後の頁 62 ~ 70
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 間賀田泰寛, 佐治英郎, 小野口昌久 (日本アイソトープ協会医学・薬学部会放射性医薬品専門委員会)	4. 巻 10 (No. 783)
2. 論文標題 国内未承認放射性医薬品の現状について (9)	5. 発行年 2022年
3. 雑誌名 Isotope News	6. 最初と最後の頁 48 ~ 53
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 Yoneyama Hiroto, Nakajima Kenichi, Taki Junichi, Wakabayashi Hiroshi, Konishi Takahiro, Shibutani Takayuki, Okuda Koichi, Onoguchi Masahisa	4. 巻 7
2. 論文標題 Comparison of Myocardial Ischemia Detection Between Semiconductor and Conventional Anger-type Three-detector SPECT	5. 発行年 2021年
3. 雑誌名 Annals of Nuclear Cardiology	6. 最初と最後の頁 49 ~ 56
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.17996/anc.21-00141	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 Ishihara Masaru, Kato Yasuaki, Onoguchi Masahisa, Shibutani Takayuki	4. 巻 104
2. 論文標題 An alternative method for radioactivity measurement in quantitative bone SPECT/CT imaging	5. 発行年 2021年
3. 雑誌名 Science Progress	6. 最初と最後の頁 1~13
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.1177/00368504211028363	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 Shibutani Takayuki, Onoguchi Masahisa, Yoneyama Hiroto, Konishi Takahiro, Nakajima Kenichi	4. 巻 42
2. 論文標題 Performance of SwiftScan planar and SPECT technology using low-energy high-resolution and sensitivity collimator compared with Siemens SPECT system	5. 発行年 2021年
3. 雑誌名 Nuclear Medicine Communications	6. 最初と最後の頁 732~737
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.1097/MNM.0000000000001400	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 Tsuboi Kunihito, Nagaki Akio, Shibutani Takayuki, Kawakami Yuji, Onoguchi Masahisa	4. 巻 42
2. 論文標題 The setting of heartbeat acceptance windows on gated myocardial perfusion single-photon emission computed tomography using CZT camera: effect of left ventricular functional parameters in patients with arrhythmia	5. 発行年 2021年
3. 雑誌名 Nuclear Medicine Communications	6. 最初と最後の頁 1005~1010
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.1097/MNM.0000000000001417	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 Konishi Takahiro, Shibutani Takayuki, Okuda Koichi, Yoneyama Hiroto, Moribe Riku, Onoguchi Masahisa, Nakajima Kenichi, Kinuya Seigo	4. 巻 35
2. 論文標題 Metal artifact reduction for improving quantitative SPECT/CT imaging	5. 発行年 2021年
3. 雑誌名 Annals of Nuclear Medicine	6. 最初と最後の頁 291~298
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.1007/s12149-020-01560-w	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 Ito Toshimune, Matsusaka Yohji, Onoguchi Masahisa, Ichikawa Hajime, Okuda Koichi, Shibutani Takayuki, Shishido Masaaki, Sato Kozo	4. 巻 22
2. 論文標題 Experimental evaluation of the GE NM/CT 870 CZT clinical SPECT system equipped with WEHR and MEHRS collimator	5. 発行年 2021年
3. 雑誌名 Journal of Applied Clinical Medical Physics	6. 最初と最後の頁 165 ~ 177
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.1002/acm2.13158	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 田中 直	4. 巻 23
2. 論文標題 心電図同期心筋SPECTにおける心機能評価用 シングルポンプ式心臓動態ファントムの開発	5. 発行年 2022年
3. 雑誌名 令和3年度金沢大学大学院医薬保健学総合研究科保健学専攻博士前期課程学位論文	6. 最初と最後の頁 1 ~ 47
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 -

〔学会発表〕 計23件 (うち招待講演 1件 / うち国際学会 10件)

1. 発表者名 Nakajima K, Shibutani T, Massanes F, Vija AH, Shimizu T, Yoshida S, Saito S, Yoneyama H, Onoguchi M, Kinuya S
2. 発表標題 Application of list-mode based retrospective gating in patients with and without arrhythmia for myocardial perfusion SPECT
3. 学会等名 SNMMI 2022 Annual Meeting (国際学会)
4. 発表年 2022年

1. 発表者名 Shibutani T, Onoguchi M, Nishiyama T, Vija AH, Massanes F, Shimizu T, Yoneyama H, Konishi T, Saito S, Nakajima K
2. 発表標題 Image characteristics of brain perfusion SPECT/CT using a new multi-focal collimator: Comparison with conventional SPECT with LEHR collimator
3. 学会等名 SNMMI 2022 Annual Meeting (国際学会)
4. 発表年 2022年

1. 発表者名 Yoneyama H, Nakajima K, Wakabayashi H, Okuda K, Konishi T, Shibutani T, Onoguchi M
2. 発表標題 Ability of artificial intelligence to diagnose coronary artery stenosis using hybrid images of coronary computed tomography angiography and myocardial perfusion SPECT
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 Sunaga T, Kurita S, Onoguchi M, Shibutani T, Saito S
2. 発表標題 Radiopharmaceutical dose ratios in a one-day Tc-99m stress/rest myocardial perfusion SPECT(MPI) on CZT SPECT camera
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 Yoneyama H, Nakajima K, Wakabayashi H, Okuda K, Konishi T, Shibutani T, Onoguchi M
2. 発表標題 Comparison of myocardial ischemia detection between semiconductor and conventional Anger-type three-detector SPECT
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 Ichikawa H, Taniguchi Y, Shimada H, Shibutani T, Onoguchi M
2. 発表標題 Feasibility of SPECT based-bone metabolism volumetric index for a prognostic imaging biomarker in prostate cancer patients
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 Shibutani T, Konshi T, Yoneyama H, Hayashi K, Matsubara H, Shimokawa K, Takenaka K, Kayano D, Onoguchi M, Kinuya S
2. 発表標題 Normal values of SUV and BUW for knee and ankle joints using bone whole-body and SPECT images
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 Yoneyama H, Nakajima K, Wakabayashi H, Okuda K, Konishi T, Shibutani T, Onoguchi M
2. 発表標題 Shielding ability of tungsten apron during Lu-177 DOTATATE therapy
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 Hirotto Yoneyama, Kenichi Nakajima, Takahiro Konishi, Koichi Okuda, Takayuki Shibutani, Masahisa Onoguchi, Hiroshi Wakabayashi
2. 発表標題 Shielding Ability of Tungsten Apron during Lu-177 DOTATATE Therapy
3. 学会等名 第78回日本放射線技術学会総会学術大会
4. 発表年 2022年

1. 発表者名 須永貴俊, 小野口昌久, 栗田 将, 鈴木哲平, 斎藤将太, 澁谷孝行
2. 発表標題 半導体SPECT装置におけるTc-99m心筋血流製剤を使用したプロトコールの工夫
3. 学会等名 第32回日本心臓核医学会総会学術総会
4. 発表年 2022年

1. 発表者名 米山寛人, 中嶋憲一, 小西貴広, 奥田光一, 澁谷孝行, 小野口昌久
2. 発表標題 心臓専用半導体検出器ガンマカメラと3検出器型ガンマカメラの虚血診断能の比較～心筋ファントムによる検証～
3. 学会等名 第32回日本心臓核医学会総会学術総会
4. 発表年 2022年

1. 発表者名 米山寛人, 中嶋憲一, 小西貴広, 奥田光一, 澁谷孝行, 小野口昌久
2. 発表標題 心臓専用半導体検出器ガンマカメラと3検出器型ガンマカメラの虚血診断能の比較～冠動脈造影の結果との比較～
3. 学会等名 第32回日本心臓核医学会総会学術総会
4. 発表年 2022年

1. 発表者名 坂田 憲, 小野口昌久, 澁谷孝行, 田中直, 米山寛人, 小西貴広, 原 成広
2. 発表標題 心電図同期心筋SPECTにおける精度管理用三次元心臓動態ファントムの改良および評価
3. 学会等名 第32回日本心臓核医学会総会学術総会
4. 発表年 2022年

1. 発表者名 米山寛人, 中嶋憲一, 小西貴広, 奥田光一, 澁谷孝行, 小野口昌久
2. 発表標題 心筋血流SPECTにおける心外集積の影響を抑制する新たな補正法の効果
3. 学会等名 第42回日本核医学技術学会学術大会
4. 発表年 2022年

1. 発表者名 平木仁史, 伊東利宗, 土亀弘達, 宍戸正明, 前野貴史, 西 可菜, 真田大幹, 澁谷孝行, 小野口昌久
2. 発表標題 123I-FP-CIT SPECTにおける全身用CZT半導体検出器搭載SPECT-CT装置の適応評価
3. 学会等名 第42回日本核医学技術学会学術大会
4. 発表年 2022年

1. 発表者名 小野口昌久
2. 発表標題 心臓核医学の変遷とこれから - 基礎研究から実臨床へ -
3. 学会等名 第77回日本放射線技術学会総会学術大会(宿題報告受賞講演)(招待講演)
4. 発表年 2021年

1. 発表者名 Kenichi Nakajima, Takayuki Shibutani, Francesc Massanes, A. Hans Vija, Takeshi Shimizu, Shohei Yoshida, Hiroto Yoneyama, Masahisa Onoguchi, Seigo Kinuya
2. 発表標題 Improvement of myocardial perfusion images with data-driven corrections of motion and respiration: Comparison between retrospective and prospective gating methods
3. 学会等名 The 34th Annual Congress of the European Association of Nuclear Medicine(EANM)(国際学会)
4. 発表年 2021年

1. 発表者名 Takayuki Shibutani, Masahisa Onoguchi, Takayuki Kanno, Takafumi Mochizuki, Kazuhiro Shiba
2. 発表標題 Development of a novel phantom to evaluate the characteristics of dual-isotope simultaneous acquisition in a small-animal SPECT-PET/CT system
3. 学会等名 The 68th Annual Meeting of Society of Nuclear Medicine & Molecular Imaging (SNMMI)(国際学会)
4. 発表年 2021年

1. 発表者名 田中 直, 小野口昌久, 澁谷孝行, 原 成広
2. 発表標題 心電図同期心筋SPECT心機能評価用三次元心臓動態ファントム - 駆動部および小心臓の改良 -
3. 学会等名 第31回日本心臓核医学総会学術大会
4. 発表年 2021年

1. 発表者名 坂田 恵, 小野口昌久, 澁谷孝行, 川喜田ゆう, 米山寛人, 小西貴広, 中嶋憲一
2. 発表標題 123I心臓専用半導体検出器における画像再構成間の画質評価
3. 学会等名 第41回日本核医学技術学会総会学術大会
4. 発表年 2021年

1. 発表者名 西山智稀, 小野口昌久, 澁谷孝行, 菅野貴之, 望月孝史, 柴 和弘
2. 発表標題 99mTc/18F 二核種同時収集における部分容積効果の影響および画質の評価 - 陽性像の検討 -
3. 学会等名 第41回日本核医学技術学会総会学術大会
4. 発表年 2021年

1. 発表者名 坊下紗里奈, 小野口昌久, 澁谷孝行, 川喜田ゆう, 米山寛人, 小西貴広, 中嶋憲一
2. 発表標題 心臓専用半導体検出器における123Iおよび99mTcの画質評価
3. 学会等名 第41回日本核医学技術学会総会学術大会
4. 発表年 2021年

1. 発表者名 藤原克俊, 小野口昌久, 澁谷孝行, 川喜田ゆう, 米山寛人, 小西貴広, 中嶋憲一
2. 発表標題 心臓専用半導体検出器における123Iの画質評価 - Anger型カメラとの比較 -
3. 学会等名 第41回日本核医学技術学会総会学術大会
4. 発表年 2021年

〔図書〕 計3件

1. 著者名 絹谷 清剛、若林 大志、小野口昌久	4. 発行年 2023年
2. 出版社 中外医学社	5. 総ページ数 420
3. 書名 新 核医学テキスト	

1. 著者名 小野口昌久、川井恵一、絹谷清剛	4. 発行年 2023年
2. 出版社 医歯薬出版株式会社	5. 総ページ数 118
3. 書名 最新臨床検査学講座 放射性同位元素検査技術学	

1. 著者名 日本放射線技術学会、大西英雄、本村信篤、松友紀和、小野口昌久	4. 発行年 2022年
2. 出版社 オーム社	5. 総ページ数 524
3. 書名 核医学検査技術学（改訂4版）	

〔産業財産権〕

〔その他〕

心電図同期心筋SPECTの心機能評価用三次元心臓動態ファントムの開発
<https://onoguchi-lab.w3.kanazawa-u.ac.jp/theme.html>
研究テーマ「心電図同期心筋SPECTにおける心機能評価用 シングルポンプ式心臓動態ファントムの開発」
<https://onoguchi-lab.w3.kanazawa-u.ac.jp/theme.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	澁谷 孝行 (Shibutani Takayuki) (80762509)	金沢大学・保健学系・助教 (13301)	

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