

科学研究費助成事業 研究成果報告書

平成 27 年 5 月 19 日現在

機関番号：13301

研究種目：基盤研究(C)

研究期間：2012～2014

課題番号：24601008

研究課題名(和文)半導体検出器を搭載した最新型小動物用SPECT/CT装置における定量測定法の確立

研究課題名(英文)Quantitative measurement of a new small animal SPECT/CT scanner with a semiconductor detector

研究代表者

小林 正和 (KOBAYASHI, Masato)

金沢大学・健康増進科学センター・助教

研究者番号：30444235

交付決定額(研究期間全体)：(直接経費) 4,200,000円

研究成果の概要(和文)：本研究では、最新型小動物用単光子放出断層撮像法における定量測定法を確立した。2種類の装置の性能評価を行った結果、ピンホールコリメータは、パラレルとスリッドと比較して感度が低下したが、高い空間分解能をもたらした。特に、eXplore speCZT CT120では半導体検出器を搭載しているためエネルギー分解能も優れていた。更に減弱と空間分解能補正法を組み合わせることで定量性もある程度確保できたが、マウス撮像では高分解能なコリメータ、ラット撮像では高感度用コリメータを新たに開発する必要性が生じた。その結果、マウス用では1.7倍の分解能となり、ラット用では2-3倍感度が向上し、定量性も確保されていた。

研究成果の概要(英文)：In this study, we developed a quantitative measurement on a new small animal SPECT/CT scanners with a semiconductor detector. After assessment of performance on the scanners, sensitivity of pinhole collimators was lower than that of parallel and slit collimators, while resolution was higher. Especially, eXplore speCZT CT120 was superior to another scanner on energy resolution. In addition, attenuation and resolution correction have kept quantification of radioactive counts. However, we needed to develop new pinhole collimators for mice to yield higher resolution and for rats to yield higher sensitivity. The collimators provided 1.7 times resolution for mice imaging and 2-3 times sensitivity for rats imaging.

研究分野：分子イメージング

キーワード：SPECT 半導体検出器 分子イメージング 小動物用イメージング装置 定量測定

1. 研究開始当初の背景

生命機能の統合的理解や薬物分子動態解明による創薬開発の実現を目指した分子イメージング法の1つに、小動物用の単光子放出断層撮像法(SPECT)が挙げられる。この小動物用 SPECT は、分子イメージング法の中で最も高い定量性を有する陽電子放出断層撮像法(PET)と比べて、定量性、時間分解能や感度が劣っていることから、脳、心臓や腎臓といった定量性を重視し、速やかな血流動態機能を示すイメージングには不向きとされている。近年、臨床検査用の SPECT 装置で主流となっている NaI(Tl)検出器の代わりに、エネルギー分解能や空間分解能に優れた半導体検出器を搭載することで時間分解能の向上に向けた小動物用 SPECT 装置の開発が全世界的に進められている。本邦では、千葉大学に、テルル化亜鉛カドミウム半導体検出器を4機搭載した世界で第1号機の SPECT と X 線コンピュータ断層撮影法(CT)の複合機である小動物用 SPECT/CT 装置 Triumph SPECT/CT (TriFoil 社製)が導入された。また、本学と同県にある財団法人先端医学薬学研究センター(先端研)にも小動物用 SPECT/CT 装置 eXplore speCZT CT120(TriFoil 社製)が新設された。

2. 研究の目的

本研究では、分子イメージング法を更に普及させるために、申請者がこれまで従事した臨床用陽電子放出断層撮像法(PET)や単光子放出断層撮像法(SPECT)および小動物用 PET により習得した技術を小動物用 SPECT に適用することで、最新鋭の小動物用 SPECT における撮像法と定量測定法を確立することを目的とした。

3. 研究の方法

小動物用 SPECT/CT における撮像法と定量測定法を確立するために、使用する2種類の装置の性能評価を行った。

小動物用 SPECT/CT 装置の性能評価

Triumph SPECT/CT と eXplore speCZT CT120 において、イメージングに適した放射能エネルギーを有する ^{99m}Tc を細長い棒状内に封入し、空間分解能や感度等の基本性能を検討した。本研究で、ラットのみならず、マウスを想定したファントム容器を利用し、Planer と SPECT 撮像を用いて、時間分解能、画質、視野均一性と濃度直線性等を評価し、各装置の性能を確認するとともにイメージングに適切な放射能を把握した。

脳血流、心筋血流、腎臓および肝機能測定用の Planer と SPECT イメージング撮像法の確立

千葉大学の Triumph SPECT/CT を用いてラットの脳血流と肝機能を測定するため、放射性ヨウ素 ^{123}I 標識 N-isopropyl-p-iodoamphetamine (^{123}I -IMP)、

放射性テクネチウム ^{99m}Tc 標識 mercaptoacetyl triglycine (^{99m}Tc -MAG3) と N-pyridoxyl-methyl tryptophan (^{99m}Tc -PMT) をラットに投与した直後から3分間の Planer 撮像を行う。その際、Planer 撮像は Dynamic で撮像するが、各フレームの撮像時間はファントムを用いた検討結果を参考に決定した。また、SPECT 撮像についても検討した。その際、の結果を参考にして最適な角度サンプリング数と撮像時間等の撮像条件を決定した。

また、Triumph SPECT/CT において確立した撮像法と定量測定法が、先端医学薬学研究センターに設置されている eXplore speCZT CT120 においても使用可能かを評価した。

減弱・散乱線・空間分解能補正の検討

Triumph SPECT/CT において、定量性を向上するための減弱・散乱線・部分容積効果補正が画像再構成に組み込まれていなかったため、これらの補正法が使用可能な eXplore speCZT CT120 を用いることにした。SPECT 撮像において、画像データを再構成用パソコンから抽出し、臨床研究で利用されている日本メジフィジックス社製 Prominence processor を用いて各補正を試みた。また、ファントムを用いて空間分解能補正を評価してこの補正も試みた。

標準用コリメータの評価と最適なコリメータの開発

eXplore speCZT CT120 において、標準用コリメータとして、Triumph SPECT/CT のパラレル型と同様なスリッド型とピンホール型が装備されており、Planer と SPECT 撮像に適したコリメータか否かを評価した。Planer 撮像では一般的に感度を必要とするため、スリッド型が適しており、SPECT 撮像では局所脳血流等を観察するため、分解能も必要であり、ピンホール型が適していると予想された。このコリメータ構造が最適であるかを実測とモンテカルロシミュレーションを用いて検討し、最適化されていなかったため、製造メーカーに依頼して、シミュレーションを行った後に、新たに最適なコリメータを開発した。その後、と の評価を再度行った。

4. 研究成果

小動物用 SPECT/CT 装置の性能評価

Triumph SPECT/CT において、ピンホールコリメータは、パラレルコリメータと比較して、感度は 1/4 倍程度劣るものの、約 10 倍程度の高分解能な画像が得られるため、高放射能を使用可能な既存の放射性薬剤を使用する場合はピンホールコリメータを使用し、新規放射性薬剤などあまり高い放射能を使用できない場合にはパラレルコリメータを使用するなど、実験状況によってコリメータを変更する必要性を確認できた(発表論文等内)。

また、eXplore speCZT CT120 において、ピンホール型とスリッド型コリメータが存在したとともに、マウス用とラット用がそれぞれ存在した。マウス用コリメータの感度はピンホールで 233 cps/MBq、スリッドで 312 cps/MBq となった。一方、ラット用コリメータのうち、ピンホールの感度は 139 cps/MBq となり、スリッドは 152 cps/MBq となった。空間分解能に関しては、空間分解能補正を使用しない場合に、マウス用はピンホールで 1.1 mm、スリッドで 4.6 mm、ラット用ではピンホールで 1.8 mm、スリッドで 5 mm となった。一方、空間分解能補正を使うことにより、マウス用が 0.7-3.1 mm、ラット用は 1.1-3.1 mm に改善した。また、CT による減弱補正により円筒型ファントム中心部の放射能カウントを約 10%向上することに成功した。したがって、小動物イメージングの撮像時には、高分解能な画像をもたらすピンホールコリメータを使用し、再構成には空間分解能補正を必ず用いることに決定した(発表論文等内)。

脳血流、心筋血流、腎臓および肝機能測定用の Planer と SPECT イメージング撮像法の確立

¹²³I-IMP と ^{99m}Tc-PMT を用いたラットの脳血流量と肝機能測定に適した Planer 撮像法を最初に確立した(発表論文等内)。ラットの腎と肝機能測定における Triumph SPECT/CT を用いた Planer の撮像条件は、種々の検討の結果、投与後 1 分間は 2 秒/フレーム、投与後 5 分までは 5 秒/フレーム、投与後 15 分までは 30 秒/フレームとすることに決定した。

また、マウスの脳血流とラットの心筋血流において、eXplore speCZT CT120 を用いた SPECT の撮像条件を検討したところ、20 sec/view、72 views/pinhole、Increment angle 1 degree が適していた(発表論文等内)。

減弱・散乱線・空間分解能補正の検討

本検討を行うため、米国国立衛生研究所において、小動物用 PET における各補正法の定量測定技術法と画像解析法を習得した。この技術を用いて、酸素-15 標識水によるマウスとラットの脳血流量を取得した。

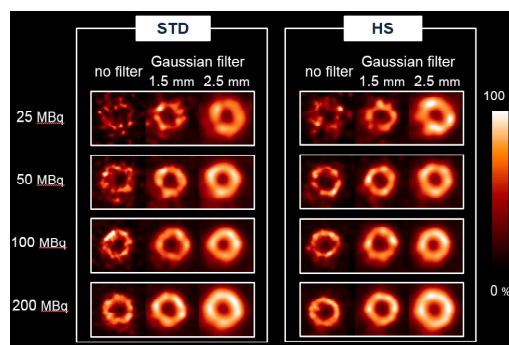
次に、eXplore speCZT CT120 の SPECT において、¹²³I-IMP を用いたマウスとラットの脳血流量を測定し、ゴールドスタンダードである PET による測定値と比較した。その結果、減弱補正と空間分解能補正を使用した ¹²³I-IMP の脳血流量は、酸素-15 標識水による脳血流量よりも約 10%程度低下した。これは装置のハード面かつソフト面の様々な放射能計測の影響によって生じたと考えられた。また、Triple-energy-window 法による散乱線補正も用いたところ、散乱線の影響を減弱し、さらに脳血流量値が低下したため、eXplore

speCZT CT120 におけるイメージングには散乱線補正法を使用しないことに決定した。

標準用コリメータの評価と最適なコリメータの開発

性能評価の結果より、標準用コリメータにおいて、マウス用ピンホールコリメータの分解能が低いのが問題であった。また、ラット用のピンホールコリメータでは、感度が不十分であり、臨床検査と同程度の放射能を有する放射性薬剤を、小動物に投与しなければならなかった。そこで、低放射能で研究に十分な感度や分解能が得られる新しいピンホールコリメータを製造メーカーとともに開発した。

マウス用に関して、従来用では直径 1.0 mm、ピンホール数は 7 ピンであったが、高分解能を期待して新しく直径 1.5 mm、8 ピンのコリメータを開発した。一方、ラット用に関して、従来用では直径 1.0 mm、5 ピンであったが、新しく 1.5 mm、5 ピンとすることで感度の向上を期待した。その結果、標準用コリメータと比べて、マウス用高分解能コリメータは感度が 68%と低下したが、空間分解能が 1.7 倍向上した。また、ラット用高感度コリメータでは、標準用コリメータよりも感度が 2.3 倍向上するとともに、分解能も 1.2 倍程度向上した。さらに、投与放射能も 1/2-1/3 倍減らすことに成功したとともに、定量性も確保されていた(発表論文等内)。また、ラットの心筋血流画像においても、高感度用ピンホールコリメータの使用による画像が標準用ピンホールコリメータよりも画像が明瞭になるとともに、心腔内と心筋の集積のコントラストが向上した(下図参照)。



STD: 標準用ピンホールコリメータ

HS: 高感度用ピンホールコリメータ

これらの小動物イメージング研究から得た知見を基に、臨床イメージングの画質向上にも取り組んだ結果、放射性ヨウ素-131 イメージングの画質向上に成功した(発表論文等内)。

したがって、本研究成果により、本邦に新しく導入された 2 種類の小動物用 SPECT/CT 装置における撮像法および定量測定法を確立できたとともに、その成果を臨床検査にも適応することができた。

5. 主な発表論文等

(研究代表者、研究分担者及び連携研究者には下線)

[雑誌論文](計 16 件)

Mizutani A, Matsunari I, Kobayashi M, Nishi K, Fujita W, Miyazaki Y, Nekolla SG, Kawai K. Impact of injection dose, post-reconstruction filtering, and collimator choice on image quality of myocardial perfusion SPECT using cadmium-zinc telluride detectors in the rat, *EJNMMI Physics*, 査読有, 2 巻, 2015, 1-17

DOI: 10.1186/s40658-015-0111-6

Nishi K, Mizutani A, Shikano N, Fujita K, Kobayashi M, Ono M, Nishii R, Sasaki Y, Kinuya S, Kawai K, In vivo

radioactive metabolite analysis for individualized medicine: a basic study of a new method of CYP activity assay using ^{123}I -IMP. *Nuclear Medicine and Biology*, 査読有, 42 巻, 2015, 171-176

DOI:10.1016/j.nucmedbio.2014.08.015

Yamaguchi A, Hanaoka H, Pirmettis I, Uehara T, Tsushima Y, Papadopoulos M, Arano Y. Injection site radioactivity of $^{99\text{m}}\text{Tc}$ -labeled mannosylated dextran for sentinel lymph node mapping. *Molecular Pharmaceutics*, 査読有, 12 巻, 2015, 514-519.

DOI:10.1021/mp500592e

Okudaira H, Oka S, Ono M, Nakanishi T, Shuster DM, Kobayashi M, Goodman MM, Tamai I, Kawai K, Shirakami Y,

Accumulation of trans-1-amino-3-[(18F)]fluorocyclobutanecarboxylic acid in prostate cancer due to androgen-induced expression of amino acid transporters. *Molecular Imaging and Biology*, 査読有, 16 巻, 2014, 756-64.

DOI:10.1007/s11307-014-0756-x

Kobayashi M, Wakabayashi H, Kayano D, Konishi T, Kojima H, Okuda K, Yoneyama H, Tsushima H, Onoguchi M, Kawai K,

Kinuya S, Application of a medium-energy collimator for I-131 imaging after ablation treatment of differentiated thyroid cancer. *Annals of Nuclear Medicine*, 査読有, 28 巻, 2014, 551-558

DOI:10.1017/s12149-014-0845-6

Miyazaki Y, Kobayashi M, Komatsu R, Hayashi A, Yonezawa S, Kawai K,

Matsudaira M, Shiozaki J, Matsunari I, Effect of surrounding materials on iterative reconstruction based spatial resolution, and annihilations outside the source assessed by a small

animal PET scanner. *Annals of Nuclear Medicine*, 査読有, 28 巻, 2014, 512-522
DOI:10.1017/s12149-014-0841-x

Matsunari I, Miyazaki Y, Kobayashi M, Nishi K, Mizutani A, Kawai K, Hayashi A, Komatsu R, Yonezawa R, Kinuya S, Performance evaluation of the eXplore speCZT preclinical imaging system. *Annals of Nuclear Medicine*, 査読有, 28 巻, 2014, 484-497

DOI:10.1017/s12149-014-0828-7

Kobayashi M, Nakanishi T, Nishii K, Higaki Y, Okudaira H, Ono M, Tsujikawa T, Mizutani A, Nishii R, Tamai I, Arano Y, Kawai K, Transport mechanism of

hepatic uptake and bile excretion in clinical hepatobiliary scintigraphy with $^{99\text{m}}\text{Tc}$ -N-pyridoxyl-5-

methyltryptophan. *Nuclear Medicine and Biology*, 査読有, 41 巻, 2014,

338-342

DOI:10.1016/j.nucmedbio.2014.01.004

Yoneyama H, Tsushima H, Kobayashi M, Onoguchi M, Nakajima K, Kinuya S,

Improved detection of sentinel lymph nodes in SPECT/CT images acquired using a low-medium-energy-general-

purpose (LMEGP) collimator. *Clinical Nuclear Medicine*, 査読有, 39 巻, 2014,

e1-e6

DOI:10.1097/RLU.0b013e31828da362

Yanagi M, Uehara T, Uchida Y, Kiyota S, Kinoshita M, Higaki Y, Akizawa H,

Hanaoka H, Arano Y, Chemical design of $^{99\text{m}}\text{Tc}$ -labeled probes for targeting

osteogenic bone region. *Bioconjugate Chemistry*, 査読有, 24 巻, 2013,

1248-1255

DOI:10.1021/bc400197f

Akizawa H, Imajima M, Hanaoka H, Uehara T, Satake S, Arano Y, Renal brush

border enzyme-cleavable linkages for low renal radioactivity levels of

radiolabeled antibody fragments. *Bioconjugate Chemistry*, 査読有, 24 巻,

2013, 291-299

DOI:10.1021/bc300428b

Kobayashi M, Wakabayashi H, Kojima H, Konishi T, Okuda K, Yoneyama H, Kayano D, Tobisaka H, Tsushima H, Onoguchi M,

Kawai K, Kinuya S, Prototype imaging protocols for monitoring the efficacy of iodine-131 ablation in

differentiated thyroid cancer. *Hellenic of Nuclear Medicine*, 査読有, 16 巻, 2013, 175-180

DOI:10.1967/s002449910094

Nishii R, Higashi T, Kagawa S, Kishibe Y, Takahashi M, Yamauchi H, Motoyama H,

Kawakami K, Nakaoku T, Nohara J,

Okamura M, Watanabe T, Nakatani K, Nagamachi S, Tamura S, Kawai K, Kobayashi M, Clinical evaluation of an amino acid tracer, a-[N-methyl-¹¹C]-methylaminoisobutyric acid ([¹¹C]MeAIB), in the oncologic PET diagnosis of chest malignancies. *Annals of Nuclear Medicine*, 査読有, 27 巻, 2013, 808-821
DOI:10.1007/s12149-013-0750-4
Okudaira H, Nakanishi T, Oka S, Kobayashi M, Tamagami H, Schuster DM, Goodman MM, Shirakami Y, Tamai I, Kawai K, Kinetic analyses of trans-1-amino-3-¹⁸F-fluorocyclobutanecarboxylic acid transport in *Xenopus laevis* oocytes expressing human ASCT2 and SNAT2. *Nuclear Medicine and Biology*, 査読有, 40 巻, 2013, 670-675
DOI:10.1016/j.nucmedbio.2013.03.009
Nishi K, Kobayashi M, Nishii R, Shikano N, Takamura N, Kuga N, Yamasaki K, Nagamachi S, Tamura S, Otagiri M, Kawai K, Pharmacokinetic alteration of ^{99m}Tc-MAG3 using serum protein binding displacement method. *Nuclear Medicine and Biology*, 査読有, 40 巻, 2013, 366-370
DOI:10.1016/j.nucmedbio.2012.12.002
Higaki Y, Kobayashi M, Uehara T, Hanaoka H, Arano Y, Kawai K, Appropriate collimators in a small animal SPECT scanner with CZT detector. *Annals of Nuclear Medicine*, 査読有, 27 巻, 2013, 271-278
DOI:10.1007/s12149-012-0681-5

[学会発表](計 20 件)

丹羽隆博、坂下真俊、西弘大、小林正和、鹿野直人、川井恵一、L-histidine 誘導体の癌関連アミノ酸トランスポーターを標的とする脳腫瘍診断薬としての評価、第 54 回日本核医学会学術総会、2014 年 11 月 6-8 日、大阪国際会議場 (大阪府大阪市)
水谷明日香、西弘大、小林正和、松成一朗、宮崎吉春、柴和弘、川井恵一、ラット用超感度コリメータによる心筋 SPECT 均一性改善に関する検討、第 54 回日本核医学会学術総会、2014 年 11 月 6-8 日、大阪国際会議場 (大阪府大阪市)
奥井悠也、辻内孝文、小林正和、加藤俊貴、西弘大、川井恵一、心筋血流シンチグラフィの診断能工場を目指した ^{99m}Tc 心筋血流製剤の肝集積・胆汁排泄機序の解明、第 54 回日本核医学会学術総会、2014 年 11 月 6-8 日、大阪国際会議場 (大阪府大阪市)
奥井悠也、辻内孝文、小林正和、加藤俊貴、西弘大、川井恵一、^{99m}Tc 心筋血流製

剤の肝内動態に関する研究、第 13 回次世代を担う若手ファーマ・バイオフィォーラム 2014、2014 年 9 月 20-21 日、富山国際会議場 (富山県富山市)
丹羽隆博、坂下真俊、西弘大、鈴木修斗、小林正和、鹿野直人、川井恵一、癌関連アミノ酸トランスポーターを標的とする脳腫瘍イメージング薬剤としての評価、第 13 回次世代を担う若手ファーマ・バイオフィォーラム 2014、2014 年 9 月 20-21 日、富山国際会議場 (富山県富山市)
Kobayashi M, Zanotti-Fregonara P, Dickestein LP, Zoghbi SS, Lohith TG, Rallis-Frutos D, Tele S, Pike VW, Fujita M, Innis RB, Influence of polymorphism rs6971 on [¹¹C]DPA713 imaging in human brain, 6/7/-14/2014, The 61th Annual meeting of the Society of nuclear Medicine, St. Louis Convention Center (USA)
Kobayashi M, Zanotti-Fregonara P, Dickestein LP, Zoghbi SS, Lohith TG, Rallis-Frutos D, Tele S, Pike VW, Fujita M, Innis RB, Effect of polymorphism rs6971 in the in vivo binding of [¹¹C]DPA713 to translocator protein in human brain, The 10th International Symposium of Functional Neuroreceptor Mapping of the Living Brain, 5/21-24/2014, Hotel Zuiderduin (The Netherlands)
西弘大、水谷明日香、小林正和、高橋浩太郎、宮崎吉春、松成一朗、柴和弘、川井恵一、小動物 PET-CT 装置を用いた複数同時撮像における X 線 CT 減弱補正法の基礎的検討、第 53 回日本核医学会学術総会、2013 年 11 月 8-10 日、福岡国際会議場 (福岡県福岡市)
水谷明日香、西弘大、小林正和、宮崎吉春、松成一朗、柴和弘、川井恵一、小動物用 SPECT-CT 装置における超感度ピンホールコリメータの開発と評価、第 53 回日本核医学会学術総会、2013 年 11 月 8-10 日、福岡国際会議場 (福岡県福岡市)
松成一朗、宮崎吉春、小松涼子、林明子、米沢祥子、西弘大、小林正和、川井恵一、3 匹マウス同時収集可能な心電図同時 PET 撮像装置の開発、第 9 回小動物インビボイメージング研究会、2013 年 8 月 3 日、AOSSA (福井県福井市)
岡沢秀彦、小林正和、人工赤血球を用いたラット 0-15PET 循環代謝測定法、第 9 回小動物インビボイメージング研究会、2013 年 8 月 3 日、AOSSA (福井県福井市)
Nishi K, Kobayashi M, Matsunari I, Miyazaki Y, Shiba K, Kawai K, Kinuya S, Development of ultra-resolution pinhole collimator for small-animal SPECT with CZT detector, The 60th Annual Meeting of the Society of

Nuclear Medicine, 6/8-12/2013, Vancouver Convention Center (Canada). Okudaira H, Oka S, Nakanishi T, Kobayashi M, Tamagami H, Shuster D, Goodman M, Shirakami Y, Tamai I, Kawai K, Transport mechanism of trans-1-amino-3-18F-fluorocyclobutanecarboxylic acid (18F-FACBC) PET radiotracer in human prostate cancer, The 60th Annual Meeting of the Society of Nuclear Medicine, 6/8-12/2013, Vancouver Convention Center (Canada). Kobayashi M, Wakabayashi H, Kayano D, Nishi K, Onoguchi M, Kawai K, Kinuya S, Comparison between a high- and medium-energy collimator for Na131I imaging of differentiated thyroid cancer, The 60th Annual Meeting of the Society of Nuclear Medicine, 6/8-12/2013, Vancouver Convention Center (Canada).

西弘大、小林正和、松成一朗、宮崎吉春、檜垣佑輔、林明子、柴和弘、川井恵一、小動物用 SPECT/CT 装置におけるマウス用超分解能ピンホールコリメータの開発、第 52 回日本核医学会学術総会、2012 年 10 月 11-13 日、さっぽろ芸術文化の館・ロイトン札幌 (北海道札幌市)

檜垣佑輔、小林正和、上原知也、花岡宏史、荒野泰、川井恵一、小動物用 SPECT/CT 装置におけるパラレルとピンホールコリメータの比較、第 52 回日本核医学会学術総会、2012 年 10 月 11-13 日、さっぽろ芸術文化の館・ロイトン札幌 (北海道札幌市)

小林正和、西弘大、松成一朗、宮崎吉春、林明子、檜垣佑輔、川井恵一、半導体検出器を搭載した小動物用 SPECT 装置における Tc-99m/I-123 同時収集法の基礎的検討、第 52 回日本核医学会学術総会、2012 年 10 月 11-13 日、さっぽろ芸術文化の館・ロイトン札幌 (北海道札幌市) 大道拓也、西弘大、小林正和、宮崎吉春、坂下真俊、辻内孝文、林明子、柴和弘、川井恵一、松成一朗、半導体検出器を搭載した小動物用 SPECT/CT 装置の初期性能評価、日本核医学技術学会第 85 回北陸地方会、2012 年 7 月 14 日、石川県地場産業振興センター (石川県金沢市)

西弘大、小林正和、松成一朗、宮崎吉春、林明子、柴和弘、川井恵一、半導体検出器を搭載した小動物用 SPECT 装置における心筋 2 核種同時収集法の基礎的検討、第 22 回日本心臓核医学会総会・学術大会、2012 年 6 月 22-23 日、金沢市文化センター (石川県金沢市)

小林正和、西弘大、松成一朗、宮崎吉春、林明子、柴和弘、川井恵一、小動物用 SPECT 装置における Tc-99m/I-123 同時収集法の基礎的検討、日本分子イメージング学

会第 7 回学会総会・学術集会、2012 年 5 月 24-25 日、アクトシティ浜松コングレスセンター (静岡県浜松市)

〔図書〕(計 0 件)

〔産業財産権〕

出願状況 (計 2 件)

名称: 薬物代謝機能を測定するための検査薬
発明者: 川井恵一、国嶋崇隆、北村正典、小林正和、水谷明日香
権利者: 同上
種類: 特許
番号: 特許第 025935 号
出願年月日: 平成 26 年 9 月 29 日
国内外の別: 国内

名称: 細胞増殖性疾患の治療用または診断用薬剤
発明者: 小林正和、川井恵一、玉井郁巳、中西猛夫、絹谷清剛、柴和弘
権利者: 同上
種類: 特許
番号: 特許第 199082 号
出願年月日: 平成 26 年 2 月 13 日
国内外の別: 国内

取得状況 (計 0 件)

〔その他〕

ホームページ等

<http://www.well-pro.jp/>

6. 研究組織

(1) 研究代表者

小林 正和 (KOBAYASHI, Masato)
金沢大学・健康増進科学センター・助教
研究者番号: 30444235

(2) 研究分担者

川井 恵一 (KAWAI, Keiichi)
金沢大学・保健学系・教授
研究者番号: 30204663

花岡 宏史 (HANAOKA, Hirofumi)
千葉大学・薬学研究科・助教
研究者番号: 50361390