

令和 3 年 6 月 24 日現在

機関番号：34306

研究種目：若手研究

研究期間：2018～2020

課題番号：18K15608

研究課題名（和文）膵 細胞のインスリン分泌障害を早期に検出する分子イメージングプローブの開発

研究課題名（英文）Development of molecular imaging probe for early diagnosis of impaired insulin secretion from pancreatic beta cells

研究代表者

有光 健治（Arimitsu, Kenji）

京都薬科大学・薬学部・助教

研究者番号：50707693

交付決定額（研究期間全体）：（直接経費） 3,200,000 円

研究成果の概要（和文）：膵 細胞のGLUT2発現量の変化は、2型糖尿病における膵臓の機能レベルの指標になると考えられる。本研究ではインビボ核医学診断法を用いて生体試料中の膵 細胞のGLUT2によるグルコース取り込み量を可視化することを目的として、GLUT2選択的に取り込まれる放射性標識PET用分子イメージングプローブの開発を計画した。その結果、GLUT2を介して膵 細胞に取り込まれることが知られているストレプトゾトシン（STZ）の構造を基に、新規の放射性標識誘導体を合成し、それらがGLUT2 の発現が報告されている臓器・組織へ集積することを確認できた。新たな糖代謝イメージングプローブであることが示唆された。

研究成果の学術的意義や社会的意義

本研究の放射性フッ素標識誘導体は、2型糖尿病の発症メカニズムに関連するGLUT2の発現組織である膵臓や肝臓、腸、腎臓に集積することが明らかにされた。また、本誘導体は糖骨格を有する構造であるが、既存の糖代謝分子プローブでGLUT1発現組織を描出する<sup>18</sup>F-FDGとは全く異なる体内分布を示した。したがって、本誘導体はGLUT2が関連する生命現象を非侵襲的に可視化する初めての分子イメージングプローブとして利用できる可能性が示唆された。そのため、本研究は2型糖尿病における膵臓や肝臓の糖取り込み能の臨床的变化を捉えられる放射性診断薬の開発へと発展できることが期待される。

研究成果の概要（英文）：Pancreatic GLUT2 also plays an important role in the mechanism of glucose-stimulated insulin secretion. In this study, novel Fluorine-18-labeled streptozotocin (STZ) derivatives were synthesized to serve as glycoside analogs for in-vivo GLUT2 imaging. Fluorine was introduced to hexyl groups at the 3'-positions of the compounds. The synthesized compounds were more stable than STZ, and exhibited relatively good stability during purification in radiosynthesis. The compounds were then evaluated in PET imaging and ex-vivo biodistribution studies. As the results, high levels of radioactivity in the liver and kidney was observed within 5 minutes of administration. In contrast, the denitroso derivatives accumulated only in the kidney and bladder shortly after administration. Compounds with nitroso groups are thus expected to accumulate in GLUT2-expressing organs, and the presence of a nitroso group is essential for in-vivo GLUT2 imaging.

研究分野：放射性医薬品学

キーワード：糖尿病 膵 細胞 GLUT2 ストレプトゾトシン

## 1. 研究開始当初の背景

平成 26 年の調査において日本の糖尿病患者とその予備軍は約 2000 万人いるとされており、今後もその予防、診断、治療における発展が望まれる。現在、糖尿病の診断は慢性高血糖のみによって診断されているが、その高血糖の原因の一つとされている「膵β細胞のインスリン分泌障害」の発症を検出する診断技術が開発できれば、これまで糖尿病と診断されるに至るより早期に改善措置に移行できる新たな判定基準が確立でき、糖尿病患者の増加を減らすことが可能になると期待できる。一方、近年、膵β細胞のグルコース刺激によるインスリン分泌機構におけるグルコースの取り込みに寄与する糖輸送担体 GLUT2 の細胞膜上での発現が 2 型糖尿病発症の環境因子とされる高脂肪食負荷によって減少するとの報告<sup>1</sup>が知られており、細胞膜上の GLUT2 の発現量の減少は膵β細胞のインスリン分泌障害の進行度の指標になると期待できる。

そこで、本研究では膵β細胞の機能異常を血糖値の変化よりも早期発見することができれば、これまでよりも早期に糖尿病に至る生活習慣の改善措置や治療に移行できる新たな診断基準が提案でき、延いては糖尿病患者の増加を抑えることに繋がるのではないかと考えた。

## 2. 研究の目的

本研究では、膵β細胞の機能異常を血糖値の変化よりも早期かつ非侵襲的に発見できる方法の確立を目指して、GLUT2 選択的に取り込まれる放射性標識 PET 用分子イメージングプローブを用いたインビボ核医学診断法を開発することを考えた。

糖尿病の早期診断を目的としたインビボ核医学診断法に関する研究においては、発症過程の早期の膵β細胞量の減少に着目した“膵β細胞量の変化を検知できる PET や SPECT 用分子イメージングプローブの開発研究”もこれまで盛んに行われている。なかでも、膵β細胞特異的な分子の一つである GLP-1 受容体を標的としたペプチド分子 exendin の放射性標識誘導体は膵β細胞に優れた集積性が見出されており、糖尿病の早期診断用インビボ分子イメージングプローブとして期待されている。<sup>2</sup> 本研究もまた、膵β細胞を標的とする分子イメージングプローブであるが、膵β細胞の機能レベル(グルコース刺激によるインスリン分泌能)の評価を目的としている点で膵β細胞量を評価するそれらの分子プローブと異なる。また、それらの膵β細胞量の評価法と本研究の膵β細胞の機能レベルの評価法を組み合わせれば、インビボで二次元的に糖尿病の発症過程を捉えることができるようになるかと期待した。

## 3. 研究の方法

### (1) 含フッ素ストレプトゾトシン誘導体の設計と合成

GLUT2 を標的とする分子イメージングプローブを開発するために、GLUT2 を介して膵β細胞に取り込まれることが知られているストレプトゾトシン(STZ)の構造を基にした新規誘導体の設計及び合成を行った。目標とする化合物の構造には、陽電子放出(PET)核種である<sup>18</sup>Fを導入することを計画したため、フッ素原子を有するストレプトゾトシン誘導体を合成した。

### (2) 放射性フッ素標識ストレプトゾトシン誘導体の合成

上記で設計した含フッ素ストレプトゾトシン誘導体の放射性標識体を合成した。

### (3) 放射性フッ素標識ストレプトゾトシン誘導体を用いた放射能体内分布評価

合成した放射性フッ素標識ストレプトゾトシン誘導体の健常マウス中における放射能体内分布を PET 撮像実験および *ex vivo* 放射能分布評価実験によって評価した。

## 4. 研究成果

### (1) 含フッ素ストレプトゾトシン誘導体の設計と合成

本研究では、化合物の安定性および短半減期放射性核種である<sup>18</sup>F標識合成の実現性を考慮して、1-O-メチルグリコシド体とし、2位側鎖上にフッ素原子を導入したストレプトゾトシン誘導体 7a,b を設計し、合成した (Figure 1)。すなわち、まず D-グルコサミン塩酸塩から既知の方法<sup>3</sup>を基にαおよびβ-メチルグリコシド体 2a,b をそれぞれ調製した。得られた 2a,b の Cbz 基の脱保護と di(succinimidyl)carbonate (DSC) を用いて対応する活性カルバメートへと誘導した後に、6-amino-1-hexanol と反応させることによってアルコール体 3a,b へと導いた。続いて、それぞれ一般的な条件化でのトシル化によってトシル体 4a,b を合成した。さらに、TBAF を用いて求核的フッ素化と得られた 5a,b の脱アセチル化とニトロソ化によって計画した含フッ素ストレプトゾトシン誘導体 7a,b をそれぞれ比較的良好な収率で得ることができた。

### (2) 放射性フッ素標識ストレプトゾトシン誘導体の合成

上記で合成したトシル体 5a,b から、<sup>18</sup>F]KF をフッ素化剤として<sup>18</sup>F標識を行った (Figure 2)。添加剤として Kryptofix 222 存在下、アセトニトリル溶媒中で<sup>18</sup>F標識反応を行った後に、アセチル基の脱保護を行って<sup>18</sup>F]6a を放射化学的収率 9-22%、<sup>18</sup>F]6b を放射化学的収率 6-

15%で合成することができた。さらに、 $[^{18}\text{F}]6\text{a,b}$  のニトロソ化を行って、目的とした $[^{18}\text{F}]7\text{a,b}$  を良好な収率で得ることができた。

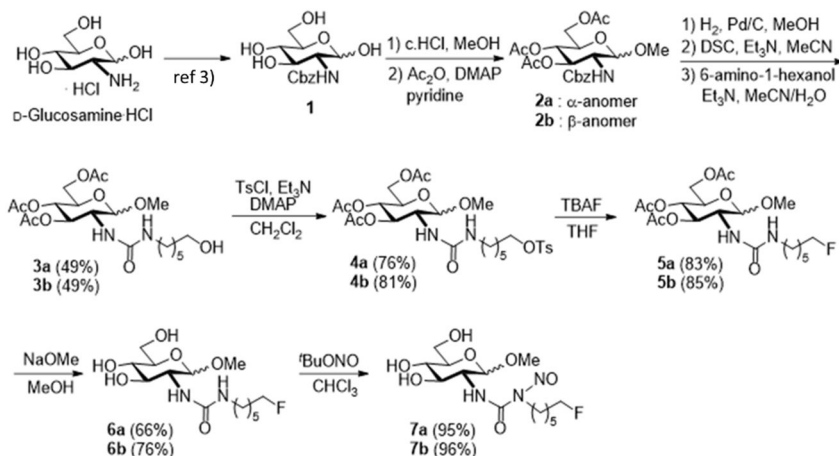


Figure 1. Synthesis of STZ derivatives  $7\text{a,b}$

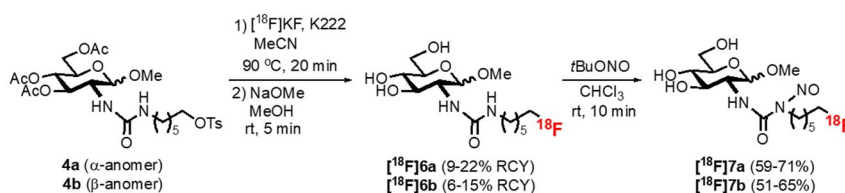


Figure 2. Radiosynthesis of STZ derivatives  $[^{18}\text{F}]7\text{a,b}$

(3) 放射性フッ素標識ストレプトゾチン誘導体を用いた放射能体内分布評価

合成した $[^{18}\text{F}]7\text{a,b}$  を健常マウスに投与して、まず PET 撮像実験を行った (Figure 3)。その結果、GLUT2 の発現が報告されている膵臓や肝臓、腎臓、小腸などが描出された。一方、それらのニトロソ (NO) 基を有しない  $[^{18}\text{F}]6\text{a,b}$  を投与した健常マウスの PET 撮像実験を行ったところ、ほとんど腎臓および膀胱しか描出されないという結果が得られた。すなわち、ストレプトゾチン誘導体である $[^{18}\text{F}]7\text{a,b}$  の NO 基が上記の臓器の描出に重要であることが示された。

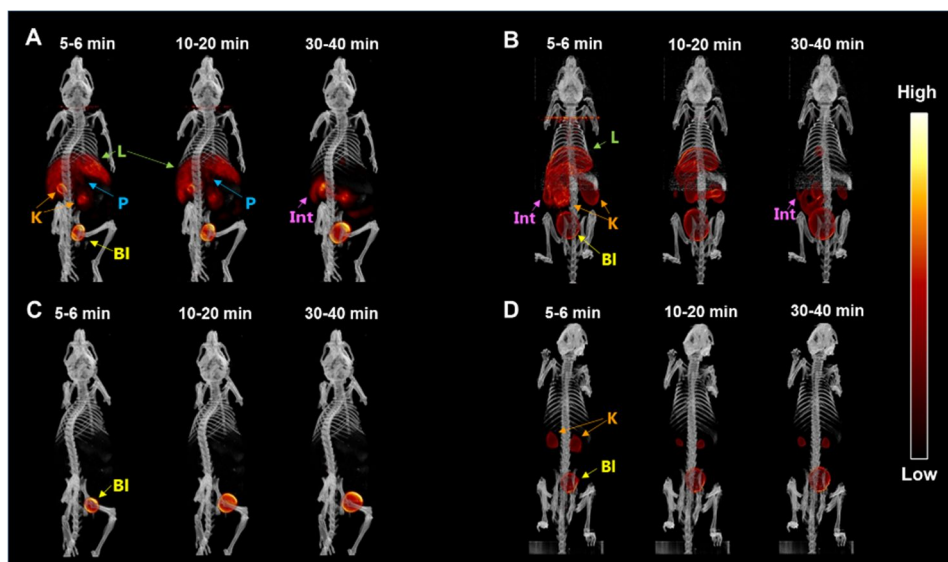
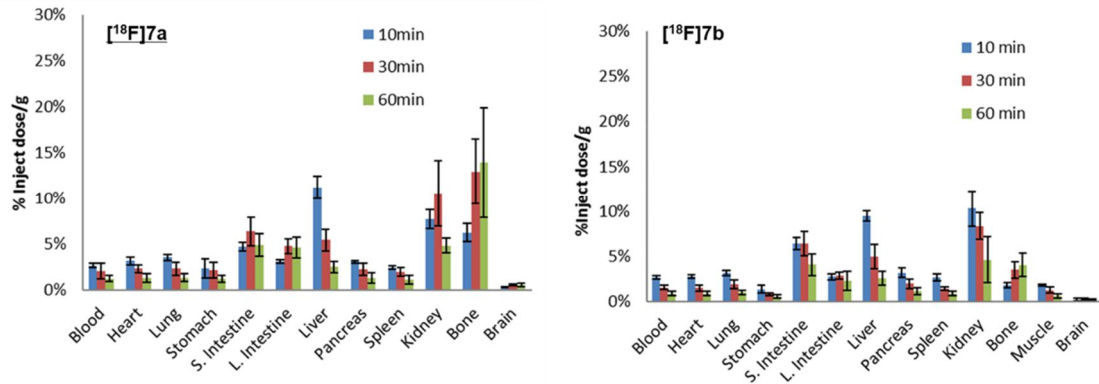
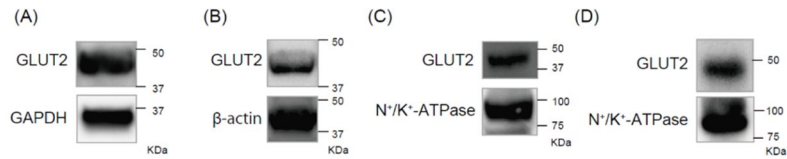


Figure 3. PET images of mice after administration of the  $^{18}\text{F}$ -labeled STZ derivatives. (A)  $[^{18}\text{F}]7\text{a}$  (17.2 MBq), (B)  $[^{18}\text{F}]7\text{b}$  (13.4 MBq), (C)  $[^{18}\text{F}]6\text{a}$  (28.0 MBq), (D)  $[^{18}\text{F}]6\text{b}$  (33.7 MBq).

また、 $[^{18}\text{F}]7\text{a,b}$  を投与した健常マウスの臓器・組織を各時間毎に摘出し、それぞれの放射能を測定することによる放射能体内分布評価実験においても GLUT2 を発現している臓器へ集積することが確認できた (Figure 4)。また、 $[^{18}\text{F}]7\text{a,b}$  の投与による放射能の集積が見られた肝臓や膵臓、腎臓、小腸における GLUT2 の発現は Western blot 法によって確かに発現していることが確認できた (Figure 5)。



**Figure 4.** Biodistributions of  $[^{18}\text{F}]\mathbf{7a}$  and  $[^{18}\text{F}]\mathbf{7b}$  in normal mice ( $n = 4$ )



**Figure 5.** The expression of GLUT2 in liver, pancreas, kidney, and small intestine. (A and B) GLUT2 expression in total protein of liver (A) and pancreas (B). GAPDH and  $\beta$ -actin were used as the loading control. (C and D) GLUT2 expression in membrane protein of kidney (C) and small intestine (D).  $\text{Na}^+/\text{K}^+$ -ATPase was used as the loading control.

したがって、本研究においてストレプトゾトシンを基に合成した $[^{18}\text{F}]\mathbf{7a,b}$ が GLUT2 を標的とする放射性分子イメージングプローブとなる可能性が示唆された。また、本誘導体は糖骨格を基にした構造を有するが、糖代謝型分子イメージングプローブとして広く知られる  $^{18}\text{F}$ -フルオロデオキシグルコースとは全く異なる体内分布を示したことから、新たな糖代謝型分子イメージングプローブとなることが期待される。

< 引用文献 >

1. K. Ohtsubo, M. Z. Chen, J. M. Olefsky, J. D. Marth, *Nat. Med.*, **2014**, *17*, 1067–1075.
2. H. Kimura, N. Fujita, K. Kanbe, H. Matsuda, H. Watanabe, K. Arimitsu, H. Fujimoto, K. Hamamatsu, Y. Yagi, M. Ono, N. Inagaki, H. Saji, *Bioorg. Med. Chem.*, **2017**, *25(20)*, 5772-5778.
3. E. Chargaff, M. Bovarnich, *J. Biol. Chem.*, **1937**, *118*, 421-426.

## 5. 主な発表論文等

〔雑誌論文〕 計10件（うち査読付論文 1件/うち国際共著 1件/うちオープンアクセス 0件）

1. 著者名 Werner Rudolf A., Koshino Kazuhiro, Arimitsu Kenji, Lapa Constantin, Javadi Mehrbod S., Rowe Steven P., Nose Naoko, Kimura Hiroyuki, Fukushima Kenji, Higuchi Takahiro	4. 巻 12
2. 論文標題 Stability of Distribution of F18 Flurpiridaz After Transient Coronary Occlusion in Pigs	5. 発行年 2019年
3. 雑誌名 JACC: Cardiovascular Imaging	6. 最初と最後の頁 2269 ~ 2271
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.1016/j.jcmg.2019.05.018	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 Kimura Hiroyuki, Yagi Yusuke, Mikamo Mutsumi, Maeda Kazuya, Kagawa Shinya, Arimitsu Kenji, Higashi Tatsuya, Nishii Ryuichi, Ono Masahiro, Nakamoto Yuji, Togashi Kaori, Kusuhara Hiroyuki, Saji Hideo	4. 巻 34
2. 論文標題 Evaluation of transporter-mediated hepatobiliary transport of newly developed 18F-labeled pitavastatin derivative, PTV-F1, in rats by PET imaging	5. 発行年 2019年
3. 雑誌名 Drug Metabolism and Pharmacokinetics	6. 最初と最後の頁 317 ~ 324
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.1016/j.dmpk.2019.05.006	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 Arimitsu Kenji, Yagi Yusuke, Koshino Kazuhiro, Nishito Yukina, Higuchi Takahiro, Yasui Hiroyuki, Kimura Hiroyuki	4. 巻 30
2. 論文標題 Synthesis of 18F-labeled streptozotocin derivatives and an in-vivo kinetics study using positron emission tomography	5. 発行年 2020年
3. 雑誌名 Bioorganic & Medicinal Chemistry Letters	6. 最初と最後の頁 127400 ~ 127400
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.1016/j.bmcl.2020.127400	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 Mori Daisuke, Kimura Hiroyuki, Kawashima Hidekazu, Yagi Yusuke, Arimitsu Kenji, Ono Masahiro, Saji Hideo	4. 巻 27
2. 論文標題 Development of 99mTc radiolabeled A85380 derivatives targeting cerebral nicotinic acetylcholine receptor: Novel radiopharmaceutical ligand 99mTc-A-YN-IDA-C4	5. 発行年 2019年
3. 雑誌名 Bioorganic & Medicinal Chemistry	6. 最初と最後の頁 4200 ~ 4210
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.1016/j.bmc.2019.07.053	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 Kimura Hiroyuki, Ueda Masashi, Kawashima Hidekazu, Arimitsu Kenji, Yagi Yusuke, Saji Hideo	4. 巻 27
2. 論文標題 Synthesis and biological evaluation of Tc-99m-cyclopentadienyltricarbonyl-technetium-labeled A-85380: An imaging probe for single-photon emission computed tomography investigation of nicotinic acetylcholine receptors in the brain	5. 発行年 2019年
3. 雑誌名 Bioorganic & Medicinal Chemistry	6. 最初と最後の頁 2245 ~ 2252
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.1016/j.bmc.2019.04.030	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 Yagi Yusuke, Shimizu Yoichi, Arimitsu Kenji, Nakamoto Yuji, Higuchi Takahiro, Togashi Kaori, Kimura Hiroyuki	4. 巻 62
2. 論文標題 Efficient gallium-68 radiolabeling reaction of DOTA derivatives using a resonant-type microwave reactor	5. 発行年 2019年
3. 雑誌名 Journal of Labelled Compounds and Radiopharmaceuticals	6. 最初と最後の頁 132 ~ 138
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.1002/jlcr.3704	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 Ozeki Minoru, Hachino Ayumi, Shigeta Takashi, Niki Aya, Kobayashi Natsuko, Mizutani Hideki, Nakamura Akihiro, Horie Ayano, Arimitsu Kenji, Kajimoto Tetsuya, Hosoi Shinzo, Iwasaki Hiroki, Kojima Naoto, Yamashita Masayuki, Kawasaki Ikuo	4. 巻 67
2. 論文標題 A Facile and Convenient Synthesis of Trisubstituted (<i>E</i>)-, -Unsaturated Esters by Tandem Acetylation-E1cB Reaction	5. 発行年 2019年
3. 雑誌名 Chemical and Pharmaceutical Bulletin	6. 最初と最後の頁 71 ~ 74
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.1248/cpb.c18-00666	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 Kimura Hiroyuki, Yamauchi Saki, Kawashima Hidekazu, Arimitsu Kenji, Yagi Yusuke, Nakamoto Yuji, Togashi Kaori, Ono Masahiro, Saji Hideo	4. 巻 28
2. 論文標題 Synthesis and evaluation of a [ <sup>18</sup> F]formyl?Met?Leu?Phe derivative: A positron emission tomography imaging probe for bacterial infections	5. 発行年 2018年
3. 雑誌名 Bioorganic & Medicinal Chemistry Letters	6. 最初と最後の頁 2949 ~ 2952
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.1016/j.bmcl.2018.07.009	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 Makino Akira, Miyazaki Anna, Tomoike Ayaka, Kimura Hiroyuki, Arimitsu Kenji, Hirata Masahiko, Ohmomo Yoshiro, Nishii Ryuichi, Okazawa Hidehiko, Kiyono Yasushi, Ono Masahiro, Saji Hideo	4. 巻 26
2. 論文標題 PET probe detecting non-small cell lung cancer susceptible to epidermal growth factor receptor tyrosine kinase inhibitor therapy	5. 発行年 2018年
3. 雑誌名 Bioorganic & Medicinal Chemistry	6. 最初と最後の頁 1609 ~ 1613
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.1016/j.bmc.2018.02.007	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 Hoffmann Matthias, Chen Xinyu, Hirano Mitsuru, Arimitsu Kenji, Kimura Hiroyuki, Higuchi Takahiro, Decker Michael	4. 巻 13
2. 論文標題 18F Labeled Derivatives of Irbesartan for Angiotensin?II Receptor PET Imaging	5. 発行年 2018年
3. 雑誌名 ChemMedChem	6. 最初と最後の頁 2546 ~ 2557
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.1002/cmdc.201800638	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16件 (うち招待講演 0件 / うち国際学会 3件)

1. 発表者名 古川武典、木村寛之、鳥本英恵、屋木祐亮、河嶋秀和、有光健治、安井裕之
2. 発表標題 EphA2受容体を標的としたSPECTイメージングプローブの開発
3. 学会等名 日本薬学会第140年会 (京都)
4. 発表年 2020年

1. 発表者名 古川武典、木村寛之、鳥本英恵、屋木祐亮、河嶋秀和、有光健治、安井裕之
2. 発表標題 Erythropoietin-producing hepatocellular (Eph) A2受容体を標的としたSPECTイメージングプローブの探索
3. 学会等名 第3回日本核医学会分科会 放射性薬品科学研究会 / 第19回放射性医薬品・画像診断薬研究会
4. 発表年 2019年

1. 発表者名 古川武典、木村寛之、屋木祐亮、有光健治、戸田力也、河嶋秀和、安井裕之、佐治英郎、瀧 真清
2. 発表標題 同位体標識アミノ酸を用いた新規ペプチド標識法の開発とイメージングプローブへの応用
3. 学会等名 第17回次世代を担う若手のためのフィジカル・ファーマフォーラム
4. 発表年 2019年

1. 発表者名 Marina Omokawa, Kenji Arimitsu, Yusuke Yagi, Yuki Naito, Hiroyuki Yasui, Hiroyuki Kimura
2. 発表標題 Synthesis of cancer theranostic probe by sugar-linked platinum complex
3. 学会等名 第29回金属の関与する生体関連反応シンポジウム
4. 発表年 2019年

1. 発表者名 石神有梨、有光健治、屋木祐亮、河嶋秀和、安井裕之、木村寛之
2. 発表標題 がんへの集積性向上を指向した新規白金錯体の開発研究
3. 学会等名 日本薬学会第139年会（千葉）
4. 発表年 2019年

1. 発表者名 戸田力也、井上遥加、有光健治、屋木祐亮、河嶋秀和、安井裕之、木村寛之
2. 発表標題 線維芽細胞増殖因子受容体1(FGFR1)標的核医学分子イメージングプローブの開発
3. 学会等名 日本薬学会第139年会（千葉）
4. 発表年 2019年



1. 発表者名 宮本佳美、桶谷 亮、田中未紗、屋木祐亮、有光健治、河嶋秀和、安井裕之、木村寛之
2. 発表標題 分子イメージング手法を用いた移植膵島の生着率と機能性の基礎評価
3. 学会等名 日本薬学会第139年会 (千葉)
4. 発表年 2019年

1. 発表者名 屋木祐亮、有光健治、平野圭市、安井裕之、木村寛之
2. 発表標題 F-18標識ボロン酸誘導体による鈴木カップリング反応を用いた新規F-18標識法の開発
3. 学会等名 第58回日本核医学会学術総会
4. 発表年 2018年

1. 発表者名 屋木祐亮、有光健治、平野圭市、安井裕之、木村寛之
2. 発表標題 F-18標識ボロン酸誘導体を用いた新規F-18標識法の開発
3. 学会等名 第41回フッ素化学討論会
4. 発表年 2018年

1. 発表者名 桶谷 亮、木村寛之、宮本佳美、田中未紗、有光健治、屋木祐亮、河嶋秀和、安井裕之
2. 発表標題 移植膵島量の定量評価を目的とした分子イメージング法の開発とマウス膵島単離法の確立
3. 学会等名 第68回日本薬学会近畿支部総会・大会 (兵庫)
4. 発表年 2018年

1. 発表者名 Yui Okuda, Ryota Katoh, Kenji Arimitsu, Hiroyuki Yasui
2. 発表標題 Pharmacokinetic interaction between metformin and zinc ion in rats: simultaneous occurring of oppositely changed absorption by each other via possible chelation in intestinal fluid
3. 学会等名 2018 International Meeting on 22nd MDO and 33rd JSSX (国際学会)
4. 発表年 2018年

1. 発表者名 Yusuke Yagi, Hiroyuki Kimura, Kenji Arimitsu, Hiroyuki Yasui, Masahiro Ono, Hideo Saji
2. 発表標題 Comparison of [18F]PTV-F1 and [18F]pitavastatin as a PET probe for evaluation of hepatic organic anion transporting polypeptides function
3. 学会等名 (18)The Society of Nuclear Medicine and Molecular Imaging 2018 Annual Meeting (Philadelphia, USA) (国際学会)
4. 発表年 2018年

1. 発表者名 有光健治、屋木祐亮、越野一博、樋口隆弘、安井裕之、木村寛之
2. 発表標題 ストレプトゾトシンの構造を基にしたGLUT2 標的分子イメージングプローブの開発
3. 学会等名 第38回日本糖質学会年会
4. 発表年 2019年

1. 発表者名 Kenji Arimitsu, Hiroyuki Kimura, Yusuke Yagi, Kazuhiro Koshino, Mitsuru Hirano, Takahiro Higuchi, and Hiroyuki Yasui
2. 発表標題 Synthesis and in vivo evaluation of fluorine-18 labeled streptozotocin derivative as a pancreatic beta-cell imaging probe
3. 学会等名 256th American Chemical Society National Meeting & Exposition (Boston, USA) (国際学会)
4. 発表年 2018年

1. 発表者名 有光健治、屋木祐亮、越野一博、平野 満、樋口隆弘、安井裕之、木村寛之
2. 発表標題 放射性フッ素標識ストレプトゾトシン誘導体のGLUT2標的型 細胞イメージングプローブとしての基礎的評価
3. 学会等名 第58回日本核医学会学術総会 (沖縄)
4. 発表年 2018年

1. 発表者名 有光健治、屋木祐亮、越野一博、樋口隆弘、安井裕之、木村寛之
2. 発表標題 放射性フッ素標識ストレプトゾトシン誘導体のGLUT2標的イメージングプローブとしての評価
3. 学会等名 日本薬学会第139年会 (千葉)
4. 発表年 2019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

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