

令和5～令和7年度厚生労働科学研究費補助金
(医薬品・医療機器等レギュラトリーサイエンス政策研究事業)
精神活性物質の化学構造に基づく乱用危険性予測に関する研究(23KC1002)

分担研究報告書 [3年間のまとめ]

細胞を利用した薬理作用及び物質検出法に関する研究

研究分担者 船田正彦 (湘南医療大学 薬学部)

【研究概要】

[研究テーマ：細胞を利用した薬理作用及び物質検出法に関する研究]

[緒言] 近年、世界各国で新しい合成物質が登場し、新規精神活性物質(New Psychoactive Substances)として流通が拡大しており、乱用に基づく死亡事例などの健康被害は大きな社会問題となっている。わが国では、危険ドラッグが代表的な精神活性物質であり、合成カンナビノイドの乱用に基づく健康被害が多発した。海外では、合成カンナビノイドに加えセロトニン化合物やLSD誘導体を中心とした催幻覚薬の流通拡大が問題となっている。これらの化合物では多くの類縁化合物が登場していることから、化学構造に依存する従来型の薬物検出法に加え、迅速かつ包括的な薬物検出法および有害作用の評価法の導入が必須となっている。本研究では、セロトニン受容体発現細胞を利用して、セロトニン受容体作用薬やLSD誘導体の検出とその中枢作用を予測する手法の開発を試みた。更に、検出の機動性を高める目的で、持ち運び可能な細胞利用による薬物検出器の有用性を検証した。

[結果] セロトニン受容体の活性強度に関する評価細胞の構築に関しては、CHO-5HT_{2A}受容体発現細胞にカルシウムセンサータンパク質 GCaMP を導入して、自立蛍光検出細胞となる CHO-5HT_{2A}-GCaMP 細胞を構築した。本細胞を利用して、セロトニン化合物およびLSD誘導体の5HT_{2A}受容体活性について解析した。据え置き型の大型蛍光検出器と持ち運び可能な小型蛍光検出器での検出を比較検討したところ、同一の結果となった。小型蛍光検出器による危険ドラッグ検出に利用可能なセロトニン受容体発現細胞の構築およびその培養法と検出のためのプロトコールを作成することができた。行動薬理学解析では、セロトニン受容体作用薬やLSD誘導体により Head-twitch response (HTR)が誘発され、HTR 発現強度は5-HT_{2A}受容体活性強度と相関性が認められた。

[考察] 本研究では、CHO-5HT_{2A}受容体発現細胞による危険ドラッグの検出について検討した。その結果、CHO-5HT_{2A}受容体発現細胞はセロトニン受容体作用薬やLSD誘導体の検出に利用できることが明らかになった。本細胞での受容体活性強度と動物実験における中枢作用発現強度は相関性が認められ、細胞評価データが中枢作用の予測へ応用できることが示唆された。また、本細胞では作製した小型蛍光検出器による薬物検出も可能であった。小型蛍光検出器の実用化へ向けて、細胞の培養法、検出のためのプロトコールを作成することができた。持ち運び可能な小型蛍光検出器は、CHO-5HT_{2A}受容体発現細胞を利用した薬物検出の実効性と利便性を高めるために有用である。

[結論] 本研究より危険ドラッグのターゲットとなる薬物受容体の発現細胞は、定量・定性的な危険ドラッグの受容体活性強度の予測に利用可能である。また、行動薬理学的実験との相関性を解析することで、迅速な中枢神経系の有害作用の予測に役立つと考えられる。同様に、受容体の発

現細胞を利用した薬物の検出法は、薬物の化学構造特性に依存しない包括的検出法として有用である。さらに、小型検出器の利用により省スペースでの利用も可能となり、危険ドラッグの発見や救急現場での原因薬物の検出などに応用が期待される。

緒言

精神活性物質 (Psychoactive Substances) は、中枢神経系に作用し、感情や認知などの精神活動を調整する物質の総称である。規制薬物の麻薬や覚醒剤、医薬品として利用される向精神薬に加え、嗜好品として使用されるタバコやアルコールなどが含まれる。近年、世界各国で新しい合成物質が登場し、新規精神活性物質(New Psychoactive Substances) として流通が拡大しており、乱用に基づく死亡事例などの健康被害は大きな社会問題となっている。

わが国では、危険ドラッグが代表的な精神活性物質であり、合成カンナビノイド、カチノン系化合物およびオピオイド化合物などが引き続き、指定薬物として規制が進んでいる。危険ドラッグ蔓延における最大の問題点は、国内で流通する段階では、その多くが「未規制化合物」である点である。しかしながら、その作用は麻薬や覚醒剤と類似した効果を示すのである。現在の危険ドラッグ流通に関しては、使用規制および厳格な流通規制を敷くことで、表面上は落ち着きを取り戻している。一方、世界に目を向けると依然として合成カンナビノイドやオピオイド化合物などは新規精神活性物質として流通が拡大しており、乱用に基づく死亡事例などの健康被害は大きな社会問題となっている。特に、オピオイド化合物については、欧米を中心に流通が続いており社会問題となっている。オピオイド化合物のなかでもフェンタニル誘導体は、多くの類縁化合物が流通している。米国では、新しい骨格を持つフェンタニル誘導体が流通拡大し、過量摂取による死亡事例が報告されており、「オピオイド・クライシス」として大きな社会問題となっている。

United Nations Office on Drugs and Crime (UNODC, 国連薬物犯罪事務所) が注意を要する監視対象薬物として、150 種類を超える合

成カンナビノイドおよびオピオイド化合物がリストアップされている。

こうした新規合成薬物である危険ドラッグ使用により健康被害が発生した場合、救急医療現場では迅速な薬物検出が必要となっている。危険ドラッグは化学構造の一部が変化している類縁薬物が多数存在するため、一括で検出する手法の開発が必要となっている。

国内の最近の問題としては、半合成カンナビノイドを含む「大麻グミ」による健康被害や LSD 誘導体を含む製品使用による飛び降り事故などが発生しており、深刻な状況である。世界に目を向けると、幻覚薬としてセロトニン受容体作用薬の流通の拡大が問題となっている。欧州を中心として、新しい骨格を持つセロトニン受容体作用薬や LSD 誘導体が流通している。幻覚作用を有する新規のセロトニン関連化合物の検出と有害作用を迅速に推測するための評価方法を確立することは重要な課題となっている。

合成カンナビノイドおよびオピオイド化合物に加えて、幻覚作用を示す LSD 誘導体およびセロトニン受容体作用薬なども登場しており、標準品として危険ドラッグのライブラリーを作製し、有害作用の評価や機器分析による微量分析法について検討することが急務である。

同様に、こうした新規合成薬物である危険ドラッグ使用により健康被害が発生した場合、救急医療現場では迅速な薬物検出が必要となっている。危険ドラッグは化学構造の一部が変化している類縁薬物が多数存在するため、一括で検出する手法の開発が急務である。

本研究では、危険ドラッグが作用する薬物受容体等の機能タンパク質に着目し、危険ドラッグ検出用細胞を作製ならびに持ち運び可能な小型検出機器の開発を目的とした。本年度は、細胞を用いて LSD 誘導体の作用および検出用の細胞を作出するため、樹立安定株である CHO

細胞を利用して、ヒト-セロトニン 5HT_{2A} 受容体およびカルシウムセンサータンパク質 GCaMP を導入して、自立蛍光検出細胞となる CHO-5HT_{2A}-GCaMP 細胞を構築した。近年の流通が問題となっている催幻覚作用を有する LSD 誘導体の評価を行った。

1) フェネチルアミン系化合物

フェネチルアミン系の危険ドラッグで、セロトニン受容体作用薬を示すとされる 2,5-Dimethoxy-4- chloroamphetamine (DOC)について、セロトニン受容体発現細胞を利用した薬理作用解析および行動薬理学的特性の発現に関する検討を行った。セロトニン受容体作用薬の薬理作用評価細胞の構築に関しては、CHO-5HT_{2A} 受容体発現細胞にカルシウムセンサータンパク質 GCaMP を導入して、自立蛍光検出細胞となる CHO-5HT_{2A}-GCaMP 細胞を構築した。本細胞を利用して、DOC と 2,5-dimethoxy-4-iodophenethylamine (2CI) 、 2,5-Dimethoxy-4-iodoamphetamine (DOI) および 3 種類の N-Methoxybenzyl-phenethylamines (NBOMes) : 25I-NBOMe、25B-NBOMe、25P-NBOMe について解析した。その結果、EC₅₀ 値は 2CI : 9.9X10⁻⁸、DOI : 2.0X10⁻⁹、DOC : 8.8X10⁻⁸、25I-NBOMe : 5.42X10⁻¹¹、25B-NBOMe : 3.30X10⁻¹³、25P-NBOMe : 7.1X10⁻¹⁰であった。3種類のNBOMesについては、2CI、DOI、DOC より強力であった。次に、細胞を利用した薬物検出法の実効性と利便性を高める目的で作製した、持ち運び可能な小型蛍光検出器での検出を確認した。量販型の 8 連型 PCR チューブを利用して、CHO-5HT_{2A}-GCaMP 細胞を培養した。チューブ内へ 25I-NBOMe、25B-NBOMe、25P-NBOMe を添加したところ、蛍光発光を検出することが可能であった。小型蛍光検出器の実用化へ向けて、セロトニン系の薬物検出に関して、細胞の培養法、検出のためのプロトコールを作成することができた。行動薬理学解析では、DOI および DOC は Head-twitch response (HTR)を誘発した。この HTR は、5-HT₂ 受容体拮抗薬 ketanserin の前処

置により有意に抑制されたことから、セロトニン 5-HT₂ 受容体、特に、5-HT_{2A} 受容体の関与が示唆された。このように細胞を利用した解析によりターゲットとなる受容体を特定し、行動薬理学的実験へ反映させることで、迅速な中枢神経系の有害作用の予測に役立つと考えられる。以上の結果から、薬物が作用する受容体の発現細胞は、作用強度の予測に利用可能である。同様に、受容体の発現細胞を利用した薬物の検出法は、薬物の化学構造特性に依存しない包括的検出法として有用である。また、小型検出器の利用により、省スペースでの利用も可能となり、危険ドラッグの発見や救急現場での原因薬物の検出などに応用が期待される。

2) LSD 誘導体

国内において危険ドラッグとして LSD (lysergic acid diethylamide)の誘導体が検出されており、乱用による健康被害の発生も確認されている。2年度の研究では、LSD 誘導体(AL-LAD、LSZ、1P-LSD、ALD-52、1cP-LSD)について、セロトニン受容体発現細胞を利用した薬理作用解析および小型蛍光検出器での薬物検出の可否について検討した。さらに、行動解析によるデータとの関連性についても検討した。セロトニン受容体の活性強度に関する評価細胞の構築に関しては、CHO-5HT_{2A} 受容体発現細胞にカルシウムセンサータンパク質 GCaMP を導入して、自立蛍光検出細胞となる CHO-5HT_{2A}-GCaMP 細胞を構築した。本細胞を利用して、AL-LAD、LSZ、1P-LSD、ALD-52、1cP-LSD について解析した。その結果、EC₅₀ 値は AL-LAD : 4.36X10⁻¹⁰、LSZ : 2.70X10⁻⁹、1P-LSD : 1.10X10⁻⁶、ALD-52 : 1.65X10⁻⁶、1cP-LSD : >1X10⁻⁵であった。5HT_{2A} 受容体活性化の強度は、AL-LAD > LSZ > 1P-LSD > ALD-52 であった。次に、細胞を利用した薬物検出法の実効性と利便性を高める目的で作製した、持ち運び可能な小型蛍光検出器での検出を確認した。量販型の 8 連型 PCR チューブを利用して、CHO-5HT_{2A}-GCaMP 細胞を培養した。チューブ内へ LSD 誘導体を添加した

ところ、AL-LAD、LSZ、1P-LSD、ALD-52 について蛍光発光を検出することが可能であり、据え置き型の大型蛍光検出器と同様の結果となった。小型蛍光検出器による LSD 誘導体の薬物検出に関して、細胞の培養法、検出のためのプロトコールを作成することができた。行動薬理学解析では、LSD 誘導体により Head-twitch response (HTR)が誘発され、HTR 発現強度は AL-LAD>LSZ>1P-LSD>ALD-52 であった。LSD 誘導体による HTR の発現において、5-HT_{2A} 受容体の関与が示唆された。このように細胞を利用した解析によりターゲットとなる受容体を特定し、行動薬理学的実験へ反映させることで、迅速な中枢神経系の有害作用の予測に役立つと考えられる。

3 年度の研究では、LSD 誘導体(1V-LSD、1T-LSD、1cP-LSD、LSD-A、LSD-B、LSD-C)について、セロトニン受容体発現細胞を利用した薬理作用解析および小型蛍光検出器での薬物検出の可否について検討した。また、行動解析では LSD 誘導体による Head-twitch response (HTR)の発現について検討し、細胞による検出と行動薬理学データとの関連性について解析を行った。セロトニン受容体の活性強度に関する評価細胞の構築に関しては、CHO-5HT_{2A} 受容体発現細胞にカルシウムセンサータンパク質 GCaMP を導入して、自立蛍光検出細胞となる CHO-5HT_{2A}-GCaMP 細胞を構築した。本細胞を利用して、LSD 誘導体の活性強度について解析した。その結果、EC₅₀ 値は LSD-A : 5.04X10⁻⁹、LSD-C : 5.29 X10⁻⁹、LSD-B : 3.58X10⁻⁸、1V-LSD : 2.18X10⁻⁶、1T-LSD:2.46X10⁻⁶、1cP-LSD:3.48X10⁻⁶ であった。5HT_{2A} 受容体活性化の強度は、LSD-A > LSD-C > LSD-B > 1V-LSD > 1T-LSD > 1cP-LSD であった。次に、細胞を利用した薬物検出法の実効性と利便性を高める目的で作製した、持ち運び可能な小型蛍光検出器での検出を確認した。量販型の 8 連型 PCR チューブを利用して、CHO-5HT_{2A}-GCaMP 細胞を培養した。チューブ内へ LSD 誘導体を添加したところ、すべての薬物において蛍光発光を検出することが可能であり、据え置き型の大型蛍光検出器と同

様の結果となった。小型蛍光検出器による LSD 誘導体の薬物検出に関して、細胞の培養法、検出のためのプロトコールを作成することができた。行動薬理学解析では、LSD 誘導体により Head-twitch response (HTR)が誘発され、HTR 発現強度は LSD-A > LSD-B > LSD-C > 1cP-LSD > 1T-LSD > 1V-LSD であった。LSD 誘導体による HTR の発現において、5-HT_{2A} 受容体活性強度との相関性が確認された。このように細胞を利用した解析によりターゲットとなる受容体を特定し、行動薬理学的実験へ反映させることで、迅速な中枢神経系の有害作用の予測に役立つと考えられる。

以上の結果から、薬物が作用する受容体の発現細胞は、作用強度の予測に利用可能である。同様に、受容体の発現細胞を利用した薬物の検出法は、薬物の化学構造特性に依存しない包括的検出法として有用である。また、小型検出器の利用により、省スペースでの利用も可能となり、危険ドラッグの発見や救急現場での原因薬物の検出などに応用が期待される。

【総括】

(1) 本研究では、CHO-5HT_{2A}-GCaMP 細胞を作成し、本細胞におけるセロトニン受容体作用薬および LSD 誘導体の蛍光値増加は、薬物検出の指標になることが判明した。CHO-5HT_{2A}-GCaMP 細胞は、セロトニン受容体作用薬および LSD 誘導体の活性予測に使用可能であると考えられる。危険ドラッグのターゲットとなる薬物受容体の発現細胞は、定量・定性的な危険ドラッグの受容体活性強度の予測に利用可能である。また、行動薬理学的実験との相関性を解析することで、迅速な中枢神経系の有害作用の予測に役立つと考えられる。

(2) セロトニン受容体作用薬および LSD 誘導体の検出用細胞として CHO-5HT_{2A}-GCaMP 細胞の樹立ならびに小型蛍光検出器の作製に成功した。本細胞はセロトニン受容体作用薬および LSD 誘導体に関して、化学構造特性に依存し

ない包括的検出用に応用可能である。また、本研究で作製した小型検出器の利用により、機動性の向上と省スペースでの利用も可能となり、危険ドラッグの発見や救急現場での原因薬物の検出などに応用が期待される。

本研究成果は、新規化学構造を有する危険ドラッグが次々に登場する状況に対応するための、総合的な薬物有害作用評価システムおよび検出システムとして、重要な役割を果たすと考えられる。

【研究業績】

1. 論文発表

- 1) 船田正彦：海外の大麻規制変遷から考える国内の大麻規制再構築の意義。医薬品医療機器レギュラトリーサイエンス, 54: 36-42, 2023.
- 2) Sogawa K, Funada M., Effects of cannabidiol on the viability and neuronal differentiation of human iPS cells. *Toxicol Lett.* 2026 Feb;416:111812. doi: 10.1016/j.toxlet.2025.111812. Epub 2025 Dec 31.
- 3) Tomiyama KI, Funada M. The synthetic opioid isotonitazene induces locomotor activity and reward effects through modulation of the central dopaminergic system in mice. *Toxicol Appl Pharmacol.* 2025 Jul;500:117361
- 4) Hosoya R, Kitajima K, Sogawa K, Ikegami D, Terajima T, Kato H, Funada M, Kagaya H, Uesawa Y., Principal component analysis of antiseizure medication-induced hostility/aggression and factor analysis of levetiracetam using the food and drug administration adverse event reporting system. *Epilepsy Res.* 2025 Dec;218:107626. doi: 10.1016/j.epilepsyres.2025.107626. Epub 2025 Jul 21.
- 5) Arita, Hironobu; Tomizawa, Tsukasa; Kikukawa, Shuntaro; Sakata, Haruka; Nishimoto, Mizuha; Tabata, Hidetsugu; Nakamura, Kayo; Oshitari, Tetsuta; Natsugari, Hideaki; Kusumi, Takenori; Takahashi, Hideyo.

Determination of the absolute configuration of 1-(2-amino-3-methylphenyl) ethanol based on the modified Mosher and microcrystal electron diffraction methods. *Chemical & Pharmaceutical Bulletin.* 2025, 73, 520-525.

- 6) Ichimaru Y, Kato K, Sogawa K, Egawa D, Kato H, Katakawa K, Jin W, Kurihara M, Kurosaki H: Synthesis and anticancer activity of bis(2-picolyl)amine derivatives with a biaryl moiety as a photosensitizer. *Chemistry.* 2025; 7(2): 41.
- 7) Ichimaru Y, Kato K, Jin W, Kurihara M, Kurosaki H: Bis[5-(anthracen-9-ylmeth-yl)-1,5,9-tri-aza-cyclododecan-1-ium] tetra-chlorido-zincate. *IUCrData.* 2025; 10(5): x250356.
- 8) Sogawa K, Kato K, Sano M, Nakayoshi T, Yoshioka H, Kato H, Oda A, Funada M, Suzuki T, Kurihara M, Ichimaru Y: Indirubin derivatives bearing an oxirane moiety are promising chemosensitizers for combination treatment in pancreatic cancer. *Med Chem Res.* 2025; 35: 105-117.
- 9) Kato H, Ichimaru Y, Kurihara M, Sogawa K, Funada M, Suzuki T: Possible involvement of hallucinogenic effects in the aversive effects induced by kappa-opioid and 5-HT_{2A/2C} receptor agonists in mice. *Neuropsychopharmacol Rep.* 2025; 45(4): e70075.
- 10) 荒井裕美子, 湯山円晴, 市丸嘉, 船田正彦, 佐藤忠章, 栗原正明. 定量的構造活性相関 (QSAR)による THC 類縁体および HHC 類縁体のカンナビノイド受容体 1(CB1)親和性インシリコ予測. *医薬品医療機器レギュラトリーサイエンス.* 2025; 56(5): 408.

2. 学会発表

- 1) 船田正彦. 危険ドラッグの有害作用の評価と包括規制に関する研究. 第 53 回日本神経精神薬理学会年会 シンポジウム (東京, 2023 年 7 月 21 日)
- 2) 船田正彦. 米国におけるオピオイド乱用・

- 依存問題の現状. 2023 年度アルコール・薬物依存関連学会合同学術総会. (岡山、2023 年 10 月 14 日)
- 3) 船田正彦. 米国におけるオピオイド乱用・依存問題の現状. 2024 年度アルコール・薬物依存関連学会合同学術総会. (東京、2024 年 9 月 22 日)
 - 4) 船田正彦. 米国におけるオピオイド乱用・依存問題の現状. 2024 年度アルコール・薬物依存関連学会合同学術総会. (東京、2024 年 9 月 22 日)
 - 5) 船田正彦、池上大吾、富山健一「米国におけるオピオイド乱用・依存問題の現状」日本薬学会 第 145 年会(福岡、2025 年 3 月)
 - 6) 船田正彦. 改正大麻取締法の現状:大麻の医療応用と濫用問題の狭間で. 特別講演 2. 第 18 回日本緩和医療薬学会年会(千葉、2025.6.21.)
 - 7) 船田正彦. 米国における大麻規制の変化と社会的影響. 教育講演. 日本法中毒学会 第 44 年会(山口、2025.6.28.)
 - 8) 船田正彦. 大麻取締法改正の背景と現状. シンポジウム:改正大麻取締法の現状と今後の課題. 日本薬学会 第 146 年会(大阪、2026.3.27)
 - 9) 富山健一、船田正彦. 海外の大麻規制と医療応用の展開-米国を中心とした現状と課題. シンポジウム:改正大麻取締法の現状と今後の課題. 日本薬学会 第 146 年会(大阪、2026.3.27)
 - 10) 曾川 甲子郎、細谷 龍一郎、池上 大悟、加藤 英明、船田 正彦. カンナビジオールの医療応用と細胞毒性評価. シンポジウム:改正大麻取締法の現状と今後の課題. 日本薬学会 第 146 年会(大阪、2026.3.27)
 - 11) 富山健一、船田正彦:新規合成オピオイド nitazene 系化合物の薬理学的特性の解析. 2025 年度アルコール・薬物依存関連学会合同学術総会(東京、2025.10.24).
 - 12) H. Arita, S. Kikukawa, T. Tomizawa, M. Funada, K. Tomiyama, H. Tabata, K. Nakamura, T. Oshitari, H. Natsugari, H. Takahashi, Fentanyl-Type Antagonist of the μ -Opioid Receptor: Important Role of Axial Chirality in the Active Conformation, International Narcotics Research Conference 2025, A41, Italy, July 2025
 - 13) 有田浩暢, 菊川俊太郎, 富澤幸, 坂田遥佳, 西本瑞葉, 船田正彦, 富山健一, 橋本勝, 田坂友彦, 田畑英嗣, 中村佳代, 忍足鉄太, 夏苺英昭, 高橋秀依, フェンタニル骨格を有する μ オピオイド受容体アンタゴニストの構造解析, 第 23 回次世代を担う有機化学シンポジウム, 2025 年 5 月
 - 14) 有田浩暢, 菊川俊太郎, 富澤幸, 坂田遥佳, 西本瑞葉, 船田正彦, 富山健一, 橋本勝, 田坂友彦, 田畑英嗣, 中村佳代, 忍足鉄太, 夏苺英昭, 高橋秀依, フェンタニル骨格を有する μ オピオイド受容体アンタゴニストの構造解析, 日本薬学会第 145 年会, 2025 年 3 月,
 - 15) 有田浩暢, 菊川俊太郎, 富澤幸, 坂田遥佳, 中村佳代, 田畑英嗣, 富山健一, 忍足鉄太, 夏苺英昭, 船田正彦, 高橋秀依, フェンタニル由来の新規オピオイド μ 受容体拮抗薬の創製, 第 41 回メディシナルケミストリーシンポジウム, 2024 年 11 月
 - 16) 有田浩暢, 田中諒子, 菊川俊太郎, 富澤幸, 坂田遥佳, 船田正彦, 富山健一, 橋本勝, 田坂友彦, 田畑英嗣, 中村佳代, 牧野宏章, 忍足鉄太, 夏苺英昭, 高橋秀依, フェンタニル由来の新規オピオイド μ 受容体拮抗薬の創製, 日本法中毒学会第 43 年会, 2024 年 6 月
 - 17) 有田浩暢, 田中諒子, 菊川俊太郎, 富澤幸, 船田正彦, 富山健一, 橋本勝, 田坂友彦, 田畑英嗣, 中村佳代, 牧野宏章, 忍足鉄太, 夏苺英昭, 高橋秀依, 新規 μ オピオイド受容体拮抗薬の創製, 第 40 回メディシナルケミストリーシンポジウム, 2023 年 11 月
 - 18) 有田浩暢, 菊川俊太郎, 富澤幸, 中村佳代, 牧野宏章, 田畑英嗣, 忍足鉄太, 夏苺英昭, 船田正彦, 高橋秀依, 新規 μ オピオイド受容体拮抗薬の創製, 第 42 回鎮痛薬・オピ

- オイドペプチドシンポジウム, 2023 年 9 月
- 19) 菊川俊太郎、有田浩暢、富澤宰、中村佳代、
牧野宏章、田畑英嗣、忍足鉄太、夏苺英昭、
船田正彦、富山健一、高橋秀依 フェンタニ
ル骨格に由来する新規オピオイド μ 受容
体アンタゴニストの創製 第 84 回有機合
成化学協会関東支部シンポジウム 2023 年
5 月
 - 20) 富澤宰、菊川俊太郎、有田浩暢、中村佳代、
牧野宏章、田畑英嗣、忍足鉄太、夏苺英昭、
船田正彦、高橋秀依 フェンタニル誘導体
の構造活性相関」日本薬学会 第 143 年会
2023 年 3 月

3. 知的財産権の出願・登録状況

高橋秀依、牧野宏章、有田浩暢、菊川俊太郎、
富澤宰、船田正彦、富山健一. オピオイド受
容体拮抗剤及び医薬組成物. 特願 RKF-
072PCT

実用新案登録：特になし

その他：特になし