

科学研究費助成事業 研究成果報告書

令和 2 年 6 月 9 日現在

機関番号：34519

研究種目：基盤研究(B) (一般)

研究期間：2017～2019

課題番号：17H04114

研究課題名(和文) 特定神経回路の光・薬理遺伝学的操作による疼痛脳機能連関のin vivo解析

研究課題名(英文) In vivo genetic manipulation and analysis of neuronal nociceptive circuits in the brain

研究代表者

古江 秀昌 (FURUE, Hidemasa)

兵庫医科大学・医学部・教授

研究者番号：20304884

交付決定額(研究期間全体)：(直接経費) 13,600,000円

研究成果の概要(和文)：本研究では痛みの情動的側面と密接な関連を持つ辺縁系、古・原皮質の主要な脳領域として前帯状回と、ヒトなど高等動物で特に発達している高次脳機能を司る新皮質、体性感覚野に着目して基礎神経生理学的研究を遂行した。これら異なる領域におけるニューロンの電気生理学的特徴や生理的な感覚刺激に対する応答特性を解析すると、体性感覚野では触刺激など非侵害性の刺激に応答する細胞が多く観察されたが、前帯状回では高閾値の機械的刺激に応答する細胞が観察された。前帯状回は新皮質からの影響は少なく、脳幹部脳賦活化系からの影響を強く受けるなど脳領域との連関を解析した。神経障害性疼痛モデルで異常を捉え、鎮痛機構の詳細を解明した。

研究成果の学術的意義や社会的意義

神経障害性疼痛モデルで見いだしたモデル特有の帯状回における持続する神経応答や、脳領域連関機構から明らかになった前帯状回の賦活化の機構は、疼痛の慢性化の機構のみならず神経生理学など基礎医学の発展にも重要と考えられる。また、in vivo標本やスライス標本を用いた統合的解析から見いだされた疼痛応答を抑制する機構の詳細など得られた基礎的成果は、痛みを主訴とする複雑な病態を理解する上で、また、既存の鎮痛薬にも未だ抵抗性を示す神経障害性疼痛に対する新規鎮痛法の開発や臨床応用研究を行う上で有用と思われる。

研究成果の概要(英文)：In this study, we examined how nociceptive responses were evoked in brain regions, in particular the anterior cingulate cortex and somatosensory cortex, in normal and model animals, and investigated neuronal circuits between the brain regions and activating system in the brainstem. In vivo patch-clamp and extra cellular recording techniques enabled us to analyze physiological sensory responses evoked in the brain regions by cutaneous sensory stimuli. In the anterior cingulate cortex, nociceptive responses evoked in most neurons examined. On the contrary, somatosensory neurons did not respond to noxious stimuli. Most of them responded to innocuous stimuli. In neuropathic pain model, a long-lasting neuronal excitation was evoked in the anterior cingulate cortex by innocuous stimuli, and the response was significantly inhibited by a potassium channel opener. The present findings are useful to develop new drugs for neuropathic pain.

研究分野：神経生理

キーワード：疼痛 鎮痛 慢性化の機構

1. 研究開始当初の背景

痛みは末梢ではC線維など伝導速度が遅く、原始的な無髄の細い線維によって伝えられる為、元来古い感覚として捉えられてきた。脳においても、体性感覚野など系統発生的に新しい大脳新皮質は外科的処置により痛みが惹起されにくいこと、視床痛に代表される脳障害後の疼痛発現機構から痛みの中樞は脊髄から視床、あるいは情動など本能的欲求に関わる大脳辺縁系までを中樞とする古い感覚と考えられてきた。しかし近年、脳画像解析などから、ヒト大脳新皮質が痛みに関与することが示され、体性感覚野が触・圧覚のみならず生体警告系としての痛みの中樞であることが広く認識されている。痛みは意識・精神、認知・想起など高次脳機能と密接な関係を持つことから、これら脳における領域と疼痛発現の関係やその連関機構を解明することは、疼痛の複雑化や慢性化の機構を理解する上で明らかにすべき重要な課題である。しかしながら、その詳細は未だ不明なことが多い。

2. 研究の目的

そこで本研究は、痛みの情動的側面と密接な関連を持つ辺縁系、古・原皮質の主要な脳領域として前帯状回と体性感覚野、新皮質に着目し、以下に焦点を当てた基礎神経生理学的な基盤研究を遂行した。

- 1) ヒトなど高等動物で特に発達している高次脳機能を司る大脳新皮質の痛みと、情動など本能的欲求に関わる辺縁系など古い皮質の痛みに着目し、これら異なる領域におけるニューロンの電気生理学的特徴や生理的な感覚刺激に対する応答特性を解析した。
- 2) 新皮質や脳幹部脳賦活化系と前帯状回との連関機構を解析するため、賦活化した場合の前帯状回における神経活動興奮の機構を解析した。
- 3) 神経障害性疼痛モデル動物を用い、上記脳領域における感覚刺激に対する神経応答の変化や異常を捉え、鎮痛機構の詳細を解析した。

3. 研究の方法

全身深麻酔下に動物を人工呼吸下に置き、頭部を定位固定装置にセットする。頭部を正中に皮切し、歯科用ドリルを用いて記録電極刺入用の穴を開け、前帯状回へパッチクランプ用記録電極を刺入してニューロンをホールセルクランプした。電位固定下に興奮性や抑制性シナプス応答を定量記録した。また、細胞外記録を行う場合には、タングステン電極を刺入してニューロン活動をマルチユニット記録した。光遺伝学等により目的の神経核を賦活化する場合には、光ファイバーを留置し、光刺激に伴うニューロンの活動を記録・解析した。また、シナプス後電流の発生頻度や振幅、電流固定下に膜電位変化や活動電位の発生頻度を記録・解析した。

感覚応答を記録する場合には von Frey hair filaments などを用い、皮膚への生理的感覚刺激を加え、誘起される応答を解析した。また、麻酔の影響を調べる場合には、予め固定用チャンバーを頭部に固定した動物を全身吸入麻酔下に置き、固定用チャンバーを頭部定位固定装置にセットした。記録電極を前帯状回等に留置して神経活動を記録し、麻酔深度を調節してニューロン活動と麻酔深度との関係を調べた。倫理規定を十分に考慮した上で、実験を行った。スライス標本を用いた電気生理学的記録・解析や、免疫組織化学的解析も併せて行い、且つ、光遺伝学等の目的神経賦活化の確認や条件検討も行った。

4. 研究成果

- 1) 脳領域における感覚応答と連関機構

まず前帯状回と体性感覚野からin vivo記録を行った。ニューロンの膜特性や記録電極より電流を注入して得られた発火パターンを解析し、各領域のニューロンを数種類に分類した。自発性の活動を記録し、発火頻度に加えupstate、down-stateの頻度など活動電位閾値下の入力を記録・解析した。皮膚へ感覚刺激を加えてその応答を解析した結果、体性感覚野の多くの神経は触刺激に応答するなど低閾値型のニューロンが多く存在した。一方、前帯状回では高閾値型ニューロンが比較的多く観察された。次いで、in vivoで得られた結果と比較検討するために、スライス標本を用いてシナプス入力の解析を行った。電流注入による発火パターンや記録細胞の形態解析を行い、錐体ニューロンが感覚刺激に応答することを確認した。高閾値型ニューロンが多く観察された前帯状回に着目し、脳領域との連絡機構を調べると、前帯状回は体性感覚野の賦活化ではその影響を見いだせず、脳幹賦活化系からの影響が大きかった。検討の結果、特に青斑核などの遺伝学的賦活化法により、前帯状回ニューロンの活動は増大した。

2) 前帯状回における神経活動の覚醒や麻酔による影響

予め頭部固定用チャンバーを固定し、覚醒下にin vivoパッチクランプ法やin vivo細胞外記録法を用いて前帯状回の神経活動を解析した。ホールセルパッチクランプ記録法による電位固定下に興奮性シナプス後電流を記録し、その振幅や発生頻度などシナプス伝達機構の解析を行った。また、単一ニューロンにおける自発性の発火頻度を記録・解析すると、覚醒下では錐体細胞において自発性の発火がみられた。また、細胞外記録によるマルチユニットを記録し、吸入麻酔薬の深度を変えて神経活動の変化を解析した。麻酔深度を深くすると、同期した自発性のバースト状の発火がみられた。ホールセルパッチクランプ記録法による膜電位変化の解析(図1)ではup-stateやdown-stateの頻度も麻酔深度に応じて変化した。

3) モデル動物における感覚応答の異常とそれを抑制する機構の解析

In vivo前帯状回から記録を行って皮膚への生理的な感覚刺激に対する応答を観察すると、後肢機械的刺激に伴って発火頻度が一過性に増加するなど感覚刺激に伴う特有の応答が観察された。その発生頻度は刺激強度に依存して増大した。一方、アロディニアを呈する末梢神経傷害モデル動物から記録を行うと、機械的刺激の閾値が低下し、非侵害性の触刺激によって活動電位の発火が増加した。この応答は刺激期間中持続し、刺激終了後にも数秒にわたる持続性の応

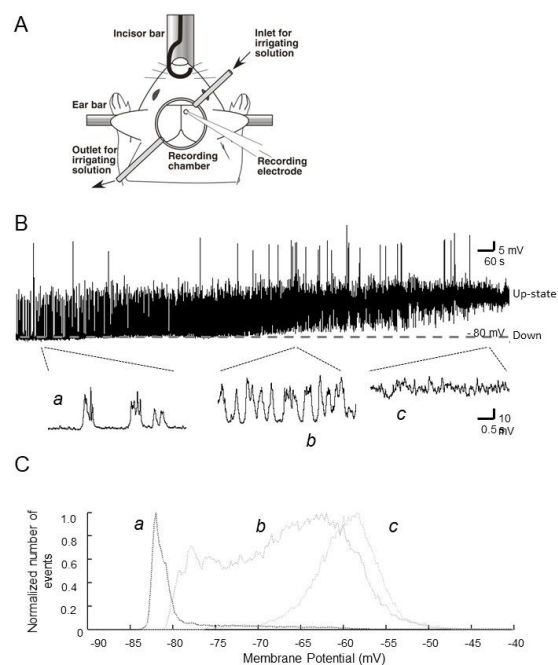


図1, In vivo 神経活動の記録。A&B, In vivo パッチクランプ記録法とホールセルクランプ記録した膜電位変化。Up-stateとdown-stateが観察された。C, Up-& down-statesの分布。

答が観察された。これらの閾値の低下や持続性の応答は正常では観察されなかった。次いで、神経障害性モデル動物特有の神経応答を如何に抑制するか検討を行った。検討の結果、電位依存性Kチャンネルを活性化させる化合物を投与すると、モデル特有の神経応答は投与量依存性に抑制された(図2)。また、化合物を前帯状回に局所に投与しても同様の抑制作用が得られた。脳切片を用いた詳細な解析を行うと、この化合物はKチャンネルを活性化して外向き電流を発生させずに、GABA受容体に作用して抑制性シナプス後電流を増大した。

以上より、疼痛の慢性化の機構としてモデル特有の帯状回神経応答や、それを抑制する機構の詳細を明らかにした。得られた基礎的研究成果は痛みを主訴とする複雑な病態を理解する為のさらなる基礎研究を展開する上で、また、新規鎮痛法の開発や臨床応用研究を行う上で有用と思われる。

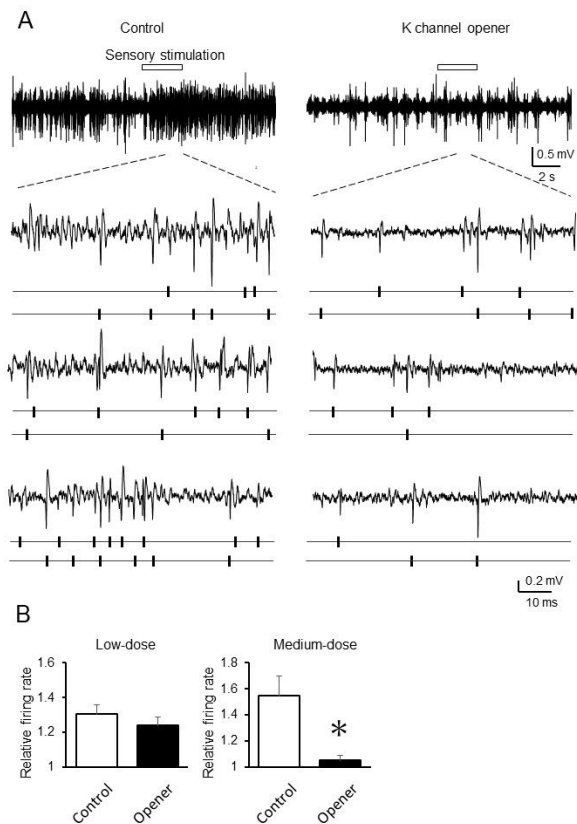


図2, 前帯状回で観察された感覚応答。A, 皮膚への生理的感覚刺激により発火頻度が上昇している。この応答はモデルでも特有の応答として記録され、全帯状回に局所投与あるいは全身投与した薬物で有効に抑制された。B, 全身投与による抑制効果。

5. 主な発表論文等

〔雑誌論文〕 計19件（うち査読付論文 19件／うち国際共著 3件／うちオープンアクセス 5件）

1. 著者名 Yamada A, Koga K, Kume K, Ohsawa M, Furue H.	4. 巻 14
2. 論文標題 Ethanol-induced enhancement of inhibitory synaptic transmission in the rat spinal substantia gelatinosa.	5. 発行年 2018年
3. 雑誌名 Molecular Pain	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） 10.1177/1744806918817969.	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 Koga K, Matsuzaki Y, Migita K, Shimoyama S, Eto F, Nakagawa T, Matsumoto T, Terada K, Mishima K, Furue H, Honda K.	4. 巻 1704
2. 論文標題 Stimulating muscarinic M1 receptors in the anterior cingulate cortex reduces mechanical hypersensitivity via GABAergic transmission in nerve injury rats.	5. 発行年 2019年
3. 雑誌名 Brain Research	6. 最初と最後の頁 187-195
掲載論文のDOI（デジタルオブジェクト識別子） 10.1016/j.brainres.2018.10.013.	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 古江秀昌	4. 巻 43(1)
2. 論文標題 覚醒・意識レベルと疼痛の中枢制御機構	5. 発行年 2018年
3. 雑誌名 兵庫医科大学医学会雑誌	6. 最初と最後の頁 29 33
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 Koga K, Shimoyama S, Yamada A, Furukawa T, Nikaido Y, Furue H, Nakamura K, Ueno S	4. 巻 14
2. 論文標題 Chronic inflammatory pain induced GABAergic synaptic plasticity in the adult mouse anterior cingulate cortex	5. 発行年 2018年
3. 雑誌名 Molecular Pain	6. 最初と最後の頁 1-14
掲載論文のDOI（デジタルオブジェクト識別子） 10.1177/1744806918783478	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 Choi S, Yamada A, Kim W, Kim SK, Furue H	4. 巻 67(3)
2. 論文標題 Noradrenergic inhibition of spinal hyperexcitation elicited by cutaneous cold stimuli in rats with oxaliplatin-induced allodynia: electrophysiological and behavioral assessments.	5. 発行年 2017年
3. 雑誌名 JPhysiol Sci.	6. 最初と最後の頁 431-438
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.1007/s12576-016-0505-9	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 Takayama Y, Furue H, Tominaga M	4. 巻 7
2. 論文標題 4-isopropylcyclohexanol has potential analgesic effects through the inhibition of anoctamin 1, TRPV1 and TRPA1 channel activities.	5. 発行年 2017年
3. 雑誌名 Sci Rep	6. 最初と最後の頁 43132
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.1038/srep43132	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 Yoshimura M, Furue H	4. 巻 158
2. 論文標題 In vivo electrophysiological analysis of mechanisms of monoaminergic pain inhibitory systems	5. 発行年 2017年
3. 雑誌名 Pain	6. 最初と最後の頁 S85-S91
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.1097/j.pain.0000000000000844	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 Jang IJ, Davies AJ, Akimoto N, Back SK, Lee PR, Na HS, Furue H, Jung SJ, Kim YH, Oh SB	4. 巻 5(8)
2. 論文標題 Acute inflammation reveals GABA(A) receptor-mediated nociception in mouse dorsal root ganglion neurons via PGE(2) receptor 4 signaling.	5. 発行年 2017年
3. 雑誌名 Physiol Rep	6. 最初と最後の頁 e13178
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.14814/phy2.13178	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 Erami E., Azhdari-Zarmehri H., Imoto K., Furue H.	4. 巻 8(1)
2. 論文標題 Characterization of Nociceptive Behaviors Induced by Formalin in the Glabrous and Hairy Skin of Rats	5. 発行年 2017年
3. 雑誌名 Basic and Clinical Neuroscience Journal	6. 最初と最後の頁 37-42
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.15412/J.BCN.03080105	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 Kurabe M, Furue H, Kohno T	4. 巻 7
2. 論文標題 Corrigendum: Intravenous administration of lidocaine directly acts on spinal dorsal horn and produces analgesic effect: An in vivo patch-clamp analysis.	5. 発行年 2017年
3. 雑誌名 Sci Rep	6. 最初と最後の頁 46814
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.1038/srep46814	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 Koga K, Kanehisa K, Kohro Y, Shiratori-Hayashi M, Tozaki-Saitoh H, Inoue K, Furue H, Tsuda M	4. 巻 7(1)
2. 論文標題 Chemogenetic silencing of GABAergic dorsal horn interneurons induces morphine-resistant spontaneous nocifensive behaviours.	5. 発行年 2017年
3. 雑誌名 Sci Rep	6. 最初と最後の頁 4739
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.1038/s41598-017-04972-3	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 Pham Vuong M., Tu Nguyen Huu, Katano Tayo, Matsumura Shinji, Saito Akira, Yamada Akihiro, Furue Hidemasa, Ito Seiji	4. 巻 47
2. 論文標題 Impaired peripheral nerve regeneration in type-2 diabetic mouse model	5. 発行年 2018年
3. 雑誌名 European Journal of Neuroscience	6. 最初と最後の頁 126 ~ 139
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.1111/ejn.13771	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 Nakamori H, Naitou K, Horii Y, Shimaoka H, Horii K, Sakai H, Yamada A, Furue H, Shiina T, Shimizu Y	4. 巻 314(3)
2. 論文標題 Medullary raphe nuclei activate the lumbosacral defecation center through the descending serotonergic pathway to regulate colorectal motility in rats.	5. 発行年 2018年
3. 雑誌名 Am J Physiol Gastrointest Liver Physiol	6. 最初と最後の頁 G341-G348
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.1152/ajpgi.00317.2017	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 Kawatani M, Akimoto N, Yamada A, Furue H, Kawatani M	4. 巻 38(6)
2. 論文標題 Noradrenergic effects in rat sacral autonomic nucleus using in vitro slice patch-clamp recordings.	5. 発行年 2017年
3. 雑誌名 Biomed Res	6. 最初と最後の頁 359-369
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.2220/biomedres.38.359	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 Tashima R, Koga K, Sekine M, Kanehisa K, Kohro Y, Tominaga K, Matsushita K, Tozaki-Saitoh H, Fukazawa Y, Inoue K, Yawo H, Furue H, Tsuda M	4. 巻 5(1)
2. 論文標題 Optogenetic Activation of Non-Nociceptive A Fibers Induces Neuropathic Pain-Like Sensory and Emotional Behaviors after Nerve Injury in Rats.	5. 発行年 2018年
3. 雑誌名 eNeuro	6. 最初と最後の頁 0450-17
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.1523/ENEURO.0450-17.2018	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 Nakamori Hiroyuki, Naitou Kiyotada, Horii Yuuki, Shimaoka Hiroki, Horii Kazuhiro, Sakai Hiroki, Yamada Akihiro, Furue Hidemasa, Shiina Takahiko, Shimizu Yasutake	4. 巻 317
2. 論文標題 Roles of the noradrenergic nucleus locus coeruleus and dopaminergic nucleus A11 region as supraspinal defecation centers in rats	5. 発行年 2019年
3. 雑誌名 American Journal of Physiology-Gastrointestinal and Liver Physiology	6. 最初と最後の頁 G545 ~ G555
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.1152/ajpgi.00062.2019	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 Nakagawa Tatsuki, Akimoto Nozomi, Hakozaiki Atsushi, Noma Takahisa, Nakamura Ayumi, Hayashi Yukio, Sasaki Eiji, Ozaki Noriyuki, Furue Hidemasa	4. 巻 39
2. 論文標題 Responsiveness of lumbosacral superficial dorsal horn neurons during the voiding reflex and functional loss of spinal urethral responsive neurons in streptozotocin induced diabetic rats	5. 発行年 2019年
3. 雑誌名 Neurourology and Urodynamics	6. 最初と最後の頁 144 ~ 157
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.1002/nau.24198	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 Yamada Jun, Jinno Shozo	4. 巻 7
2. 論文標題 Promotion of synaptogenesis and neural circuit development by exosomes	5. 発行年 2019年
3. 雑誌名 Annals of Translational Medicine	6. 最初と最後の頁 S323 ~ S323
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.21037/atm.2019.09.154	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 Yamada Jun, Nadanaka Satomi, Kitagawa Hiroshi, Takeuchi Kosei, Jinno Shozo	4. 巻 38
2. 論文標題 Increased Synthesis of Chondroitin Sulfate Proteoglycan Promotes Adult Hippocampal Neurogenesis in Response to Enriched Environment	5. 発行年 2018年
3. 雑誌名 The Journal of Neuroscience	6. 最初と最後の頁 8496 ~ 8513
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.1523/JNEUROSCI.0632-18.2018	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17件 (うち招待講演 3件 / うち国際学会 6件)

1. 発表者名 Furue H
2. 発表標題 Activation of spinal parasympathetic neuronal circuit by noxious afferent fibers
3. 学会等名 Spring meeting of Korean Pain Research Society (IASP, Korean Chapter) (招待講演) (国際学会)
4. 発表年 2018年

1 . 発表者名 Furue H
2 . 発表標題 Synaptic responses evoked by optogenetic activation of descending pain modulatory system: Recording from anesthetized animals placed in a stereotaxic apparatus.
3 . 学会等名 9th Federation of the Asian and Oceanian Physiological Societies Congress (招待講演) (国際学会)
4 . 発表年 2019年

1 . 発表者名 Kohei Koga, Shuji Shimoyama, Akihiro Yamada, Hidemasa Furue, Kazuhiko Nakamura, Shinya Ueno
2 . 発表標題 Chronic pain model alters GABAergic synaptic transmission in the mice anterior cingulate cortex .
3 . 学会等名 9th Federation of the Asian and Oceanian Physiological Societies Congress (国際学会)
4 . 発表年 2019年

1 . 発表者名 Tatsuki Nakagawa, Atsushi Hakozaiki, Nozomi Akimoto, Noriyuki Ozaki, Masahito Kawatani, Keiji Imoto, Hidemasa Furue
2 . 発表標題 Alteration of spinal sensory processing from the LUT in rats with streptozotocin-induced diabetes.
3 . 学会等名 9th Federation of the Asian and Oceanian Physiological Societies Congress (国際学会)
4 . 発表年 2019年

1 . 発表者名 Akihiro Yamada, Kohei Koga, Kazuhiko Kume, Masahiro Ohsawa, Keiji Imoto, Hidemasa Furue
2 . 発表標題 Effects of ethanol on nociceptive synaptic transmission in the rat spinal dorsal horn.
3 . 学会等名 9th Federation of the Asian and Oceanian Physiological Societies Congress (国際学会)
4 . 発表年 2019年

1. 発表者名 古江秀昌
2. 発表標題 ノルアドレナリン神経による上行性および下行性の痛覚調節機
3. 学会等名 第90回日本薬理学会年会
4. 発表年 2017年

1. 発表者名 Akihiro Yamada, Kohei Koga, Kazuhiko Kume, Masahiro Ohsawa and Hidemasa Furue
2. 発表標題 In vivo analysis of sensory neuronal activities in the anterior cingulate cortex
3. 学会等名 第44回日本脳科学会
4. 発表年 2017年

1. 発表者名 Kohei Koga, Akihiro Yamada, Hidemasa Furue and Min Zhuo
2. 発表標題 Cingulate presynaptic long-term potentiation contributes to chronic pain induced anxiety.
3. 学会等名 第44回日本脳科学会
4. 発表年 2017年

1. 発表者名 中川達貴、秋元 望、箱崎敦志、古江秀昌
2. 発表標題 下部尿路からの脊髄への感覚伝達機構の解析
3. 学会等名 第110 回近畿生理学談話会プログラム
4. 発表年 2017年

1. 発表者名 高山靖規、古江秀昌、富永真琴
2. 発表標題 4 - イソプロピルシクロヘキサノールのイオンチャネル阻害作用.
3. 学会等名 第39回日本疼痛学会
4. 発表年 2017年

1. 発表者名 山田彬博、古賀浩平、井本敬二、桑 和彦、大澤匡弘、古江秀昌
2. 発表標題 in vivo 前帯状回皮質感覚応答の解析.
3. 学会等名 第95回日本生理学会大会
4. 発表年 2018年

1. 発表者名 中川達貴、箱崎敦志、秋元 望、尾崎紀之、井本敬二、古江秀昌
2. 発表標題 下部尿路から脊髄への知覚伝達機構
3. 学会等名 第95回日本生理学会大会
4. 発表年 2018年

1. 発表者名 古賀浩平、矢尾育子、瀬藤光利、古江秀昌、Min Zhou
2. 発表標題 ユビキチンプロテアソームシステムを介した前帯状回シナプス前長期増強の調節機構
3. 学会等名 第95回日本生理学会大会
4. 発表年 2018年

1. 発表者名 高山靖規、古江秀昌、富永真琴
2. 発表標題 TRP チャネルと ANO1 を標的とした 4-イソプロピルシクロヘキサノールによる疼痛および搔痒の緩和.
3. 学会等名 第95回日本生理学会大会
4. 発表年 2018年

1. 発表者名 Matsumoto Y, Koga K, Furue H, Fujino Y
2. 発表標題 Flupirtine suppresses spontaneous neuronal activity and sensory response in the adult rat anterior cingulate cortex.
3. 学会等名 2019欧州麻酔学会議（国際学会）
4. 発表年 2019年

1. 発表者名 古江秀昌
2. 発表標題 脳機能と痛みについて
3. 学会等名 第41回日本疼痛学会（招待講演）
4. 発表年 2019年

1. 発表者名 古江秀昌, 箱崎敦志, 河谷正仁
2. 発表標題 C線維の脊髄シナプス入力による内臓自律神経機能の調節.
3. 学会等名 第41回日本疼痛学会
4. 発表年 2019年

〔図書〕 計1件

1. 著者名 古江 秀昌, 野口光一	4. 発行年 2020年
2. 出版社 「疼痛医学」教科書制作研究会	5. 総ページ数 380
3. 書名 疼痛医学「侵害受容性, 神経障害性, nociplasticな疼痛の区分」	

〔産業財産権〕

〔その他〕

兵庫医科大学 生理学 神経生理部門ホームページ https://www.hyo-med.ac.jp/department/neurophysiol/index.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	神野 尚三 (JINNO Shozo) (10325524)	九州大学・医学研究院・教授 (17102)	