

令和 4 年 5 月 12 日現在

機関番号：14401

研究種目：国際共同研究加速基金（国際共同研究強化(B)）

研究期間：2018～2021

課題番号：18KK0259

研究課題名（和文）閉口筋紡錘感覚の脳内経路を解明し、トゥレット症候群のスプリント治療の根拠を得る

研究課題名（英文）Brain pathways conveying sensation from jaw-closing muscle spindles and the scientific basis of treatment with a dental splint for Tourette syndrome

研究代表者

吉田 篤 (Atsushi, Yoshida)

大阪大学・歯学研究科・教授

研究者番号：90201855

交付決定額（研究期間全体）：（直接経費） 13,700,000円

研究成果の概要（和文）：視床の後内側腹側核と髄板内核のoval paracentral nucleus (OPC) を介して咬筋紡錘感覚が脳皮質に伝達されることの電子顕微鏡による確証は、コロナウイルス禍のため訪韓できなかった。しかしながら、閉口筋紡錘感覚が、三叉神経上核（Su5）経由でOPCから脳皮質の一次および二次の体性感覚野と顆粒性島皮質に伝達されることが明らかになった。また、研究目的遂行のための追加研究で、閉口筋紡錘感覚がSu5経由で、両側の小脳皮質の第VI小葉の単小葉B、第VII小葉の第二脚、第X小葉の片葉に伝達されることが明らかになった。

研究成果の学術的意義や社会的意義

学術的意義：筋や関節などに生ずる深部感覚は、意識に上らないので高次脳機能は担わないと誤認されてきたが、fMRIなどを用い、無意識感覚も上位脳に伝達され、情動、記憶、学習などの高次脳機能や脳疾患に関わることがわかった。本研究は、筋紡錘感覚の脳内伝導路と機能を初めて解明した。  
社会的意義：我々は、歯科スプリント装着後の咬合でトゥレット症候群（TS）の症状が軽快することを報告した（Murakami et al., 2019 Mov Disord.）。本研究で明らかになった閉口筋紡錘感覚の、視床髄板内核経由の脳皮質投射と小脳投射がTSの治療効果を発現させていることの科学的根拠となった。

研究成果の概要（英文）：In the present study, we have planned to verify that the proprioception arising from the jaw-closing muscle spindles (JCMSs) is conveyed from the oval paracentral nucleus (OPC) of the intralaminar thalamic nuclei to the cerebral cortex by electronmicroscopically observing the synapses made on the cell bodies of the OPC neurons. However, we could not finish this study because the worldwide spread of the corona virus infection unfortunately stopped our visiting Korea.

However, we successfully demonstrated that the JCMS proprioception is conveyed via the supratrigeminal nucleus (Su5) and, then, the OPC to the primary and secondary somatosensory cortices and the granular insular cortex. In the supplemental study, we revealed that the JCMS proprioception via the Su5 is also transported bilaterally to the granular layer of the cerebellar cortex (especially to that of the simple lobule B, the crus II, and the flocculus).

研究分野：神経解剖学

キーワード：シナプス 神経回路 筋感覚 スプリント 小脳

## 1. 研究開始当初の背景

(1) 筋や関節などに生ずる深部感覚は、意識に上らないので重要な高次脳機能は担わないのではないかと考えられていた。この影響もあり、皮膚の触覚などの意識に上る感覚に比べ、脳内伝導路とその機能の研究は遅れていた。ヒトの感覚で高次脳機能に不必要な情報が有るのだろうか？近年の fMRI などを用いた検索で、無意識感覚も上位脳に伝達され、情動、記憶、学習などの高次脳機能や脳疾患に関与することがわかってきた (Wiebking et al., 2014, Neuroimage 86: 10-18)。よって近年、この無意識感覚の脳機能と脳疾患の解明は、脳科学と脳臨床のホットな課題の一つになっている。

(2) トウレット症候群 (TS) は運動チックと音声チックに強迫神経症などの精神症状が随伴する脳機能疾患である (この点で、運動疾患が主であるパーキンソン病とは異なる)。重症 TS には脳外科で、視床髄板内核や大脳基底核への脳深部刺激療法が施されている。このような状況下で 2010 年に、歯科スプリント装着後の咬合で TS の症状が軽快すると報告された (Sims and Stack, Med Hypotheses 75:179-184)。歯科で脳疾患が治療できることに TS 患者と医療関係者を驚愕させた。しかしこの治療の科学的根拠が不明なままのため、この治療法の普及を妨げている。歯科スプリントで咬合高径を上げた状態での咬合では、閉口筋筋紡錘からの感覚情報が顕著に増える (Masri et al., 2005, Brain Res 1050 :138-147) ので、閉口筋筋紡錘感覚が、我々が今動物で調べている経路を通して高次脳に伝達されることが、TS の治療効果を発現させている科学的根拠である可能性が高い。しかし、閉口筋筋紡錘感覚が視床髄板内核を経由し大脳基底核や大脳皮質に至る経路は未だ解明できていない。また、視床髄板内核を挟む 2 経路間を閉口筋筋紡錘感覚が真に伝達されていることの証明はできていない。

## 2. 研究の目的

(1) 無意識感覚の代表として、閉口筋筋紡錘感覚が視床髄板内核や大脳基底核に伝達されるかどうか、される時にはその伝達の様態を解明すること。  
(2) (1)の経路を通して、筋紡錘感覚が情動や運動に関与することを、視床ニューロン上のシナプス様態を電子顕微鏡で観察して証明すること。  
(3) (1)と(2)の解明で、医科が扱ってきた TS 治療に、歯科スプリント装着での咬合が有効であることの科学的根拠を得る。科学的根拠を公表し、咬合療法の推進によって歯科の新たな社会貢献をめざすこと。

## 3. 研究の方法

ラットの *in vivo* で深麻酔下で行った。

(1) 視床 VPM ニューロンを介して咬筋筋紡錘感覚が伝達されることの証明：我々のこれまでの研究結果を受け、順行性神経回路トレーサーである BDA を充填したガラス管電極を、咬筋神経の電気刺激に対する応答によって同定した三叉神経上核 (Su5) に刺入し、BDA を Su5 に注入した。続いて、同一動物で逆行性神経回路トレーサーである FG を充填したガラス管電極を、咬筋神経の電気刺激に対する応答から同定した顆粒性島皮質に刺入し、FG を注入した。脳の冠状断切片を作成後、光学顕微鏡下で、FG 標識された視床後内側腹側核 (VPM) ニューロンの細胞体にコンタクトしている BDA 標識された Su5 ニューロンの軸索終末を見つけた。コンタクトを電子顕微鏡観察するためにレジンに包埋した。その後、韓国 Bae 教授の所でコンタクトを含む超薄連続切片を作成後、透過型電子顕微鏡にて観察し、シナプスの微細構造 (シナプス数、興奮性か抑制性か、シナプス前抑制の比率など) を解析する予定であった。しかし、コロナウイルス禍のため、訪韓できなかった。

(2) 閉口筋筋紡錘感覚の視床髄板内核から投射部位を解明：我々のこれまでの研究と同様に、咬筋刺激に対する応答から髄板内核を同定し、その中に BDA を注入した。脳の冠状断切片を作成後、BDA 標識された軸索終末の分布を光学顕微鏡で探索した。

(3) 視床髄板内核ニューロンを介して咬筋筋紡錘感覚が 2 経路間を伝達されることの証明：同様に BDA を Su5 にした。注入後、同一動物で、(2)で明らかになる髄板内核が投射する大脳皮質部位を、咬筋神経の電気刺激に対する応答を記録して同定し、FG を注入した。脳の冠状断切片を作成後、光学顕微鏡下で FG 標識された髄板内核ニューロンの細胞体にコンタクトしている BDA 標識された Su5 ニューロンの軸索終末を見つけた。コンタクトを電子顕微鏡観察するためにレジンに包埋した。その後、韓国 Bae 教授の所でコンタクトを含む超薄連続切片を作成後、透過型電子顕微鏡にて観察し解析する予定であった。しかし、コロナウイルス禍のため、訪韓できなかった。

上記(1)と(3)を完遂させるためには、私と研究分担者が訪韓し Bae 教授の研究室で実験できなければならない。コロナウイルス禍が日韓両国で終息するのを待ったため、2020 年度終了予定であった本研究を 2021 年度まで延長することにした。しかし結果的には、2022 年度末まで訪韓できなかった。

訪韓できるようになるまでの間、訪韓せずに出来る研究を並行して行なうことにした。研究目的

を別角度から再考し、代替え研究 (4) 行うことにした。TS の症状を軽減されるのは閉口筋筋紡錘感覚が上位脳に伝達されるため、との仮説を支持するデータの獲得が本研究の最終目標であり、上記 (1) から (3) は視床をターゲットにしている。しかし、閉口筋筋紡錘感覚が小脳への入力に TS に関与している可能性も否定できない。そこで当初の本研究目的遂行のため、次の代替え研究 (4) を企画した。

(4) 閉口筋筋紡錘感覚が入力する小脳部位の検索：同様に BDA を Su5 にした。(1) と (3) と同様に BDA を Su5 にした。脳の冠状断切片を作成後、BDA 標識された軸索終末の小脳皮質内の分布を光学顕微鏡で探索した。

#### 4. 研究成果

(1) 視床 VPM ニューロンを介して咬筋筋紡錘感覚が伝達されることの証明：光学顕微鏡下で、FG 標識された VPM ニューロンの細胞体にコンタクトしている BDA 標識された Su5 ニューロンの軸索終末を見つけた。しかし、コロナウイルス禍のため訪韓できなかったため、これ以上の研究は行えなかった。

(2) 閉口筋筋紡錘感覚の視床髄板内核から投射部位を解明：Su5 を経由する閉口筋筋紡錘感覚が視床の髄板内核群の中心傍核の尾側レベルの腹外側部に存在する oval paracentral nucleus (OPC) に投射することが見つかった。他の髄板内核群には投射しなかった。しかし、OPC への投射は、VPM の尾腹内側縁 (VPMcvm) への投射よりも弱かった。加えて、頸部と上肢の筋の筋紡錘感覚が延髄の外側楔状束核から視床の後腹側外側核の腹内側部 (VPLvm) には投射するが、髄板内核群には投射しないことが明らかになり、OPC への投射は、頭部筋の筋紡錘感覚の特異性を示すことが明らかになった。続いて、閉口筋筋紡錘感覚が入力する OPC が、大脳皮質の一次および二次の体性感覚領野と顆粒性島皮質に投射することが解明できた。運動皮質には投射しなかった。これらの結果で、OPC を経由する皮質投射も TS の症状が歯科スプリント装着後の咬合で軽減することに関与している高い可能性を示すことができた。

(3) 視床髄板内核ニューロンを介して咬筋筋紡錘感覚が 2 経路間を伝達されることの証明：光学顕微鏡下で FG 標識された OPC ニューロンの細胞体にコンタクトしている BDA 標識された三叉神経上核ニューロンの軸索終末を見つけた。しかし、コロナウイルス禍のため訪韓できなかったため、これ以上の研究は行えなかった。

(4) [当初の本研究目的遂行のために (1) と (3) の代替えとして行なった、訪韓を必要としない研究]：閉口筋筋紡錘感覚が入力する小脳部位の検索：閉口筋筋紡錘感覚の小脳への伝達も、TS の症状の軽減に関与している可能性に着目した。その結果、閉口筋筋紡錘感覚が Su5 経由で、両側の小脳皮質半球部、特に小脳皮質第 VI 小葉の単小葉 B (Sim B)、第 VII 小葉の第二脚 (Crus II)、第 X 小葉の片葉 (Flocculus) の 3 部位に伝達されることが明らかになった。加えて、頸部と上肢の筋の筋紡錘感覚が延髄の外側楔状束核から小脳皮質への投射部位を明らかにしたが、上記の Su5 からの 3 部位よりもより内側に投射し、オーバーラップはほとんど認められなかった。小脳皮質のこの 3 部位は、頭部筋の筋紡錘感覚の特異性を示すことが明らかになった。以上の結果から、これらの 3 部位が TS の症状の軽減に関与する高い可能性が示唆された。

## 5. 主な発表論文等

〔雑誌論文〕 計16件（うち査読付論文 16件 / うち国際共著 9件 / うちオープンアクセス 8件）

|  |                               |
|--|-------------------------------|
| 1. 著者名<br>Ueno Yoshio, Higashiyama Makoto, Haque Tahsinul, Masuda Yuji, Katagiri Ayano, Toyoda Hiroki, Uzawa Narikazu, Yoshida Atsushi, Kato Takafumi  | 4. 巻<br>135                   |
| 2. 論文標題<br>Motor representation of rhythmic jaw movements in the amygdala of guinea pigs   | 5. 発行年<br>2022年               |
| 3. 雑誌名<br>Archives of Oral Biology   | 6. 最初と最後の頁<br>105362 ~ 105362 |
| 掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子)<br>10.1016/j.archoralbio.2022.105362  | 査読の有無<br>有                    |
| オープンアクセス<br>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<br>該当する                  |
| 1. 著者名<br>Furuta Takahiro, Yamauchi Kenta, Okamoto Shinichiro, Takahashi Megumu, Kakuta Soichiro, Ishida Yoko, Takenaka Aya, Yoshida Atsushi, Uchiyama Yasuo, Koike Masato, Isa Kaoru, Isa Tadashi, Hioki Hiroyuki           | 4. 巻<br>25                    |
| 2. 論文標題<br>Multi-scale light microscopy/electron microscopy neuronal imaging from brain to synapse with a tissue clearing method, ScaleSF  | 5. 発行年<br>2022年               |
| 3. 雑誌名<br>iScience   | 6. 最初と最後の頁<br>103601 ~ 103601 |
| 掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子)<br>10.1016/j.isci.2021.103601   | 査読の有無<br>有                    |
| オープンアクセス<br>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<br>-                     |
| 1. 著者名<br>Kajiwara Risa, Nakamura Shiro, Ikeda Keiko, Onimaru Hiroshi, Yoshida Atsushi, Tsutsumi Yumi, Nakayama Kiyomi, Mochizuki Ayako, Dantsuji Masanori, Nishimura Akiko, Tachikawa Satoshi, Iijima Takehiko, Inoue Tomio | 4. 巻<br>178                   |
| 2. 論文標題<br>Intrinsic properties and synaptic connectivity of Phox2b-expressing neurons in rat rostral parvocellular reticular formation  | 5. 発行年<br>2022年               |
| 3. 雑誌名<br>Neuroscience Research  | 6. 最初と最後の頁<br>41 ~ 51         |
| 掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子)<br>10.1016/j.neures.2021.12.009   | 査読の有無<br>有                    |
| オープンアクセス<br>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<br>該当する                  |
| 1. 著者名<br>Yano Hiroyuki, Ueno Yoshio, Higashiyama Makoto, Akhter Fatema, Katagiri Ayano, Toyoda Hiroki, Uzawa Narikazu, Yoshida Atsushi, Kato Takafumi   | 4. 巻<br>-                     |
| 2. 論文標題<br>After-effects of acute footshock stress on sleep states and rhythmic masticatory muscle activity during sleep in guinea pigs  | 5. 発行年<br>2022年               |
| 3. 雑誌名<br>Odontology   | 6. 最初と最後の頁<br>-               |
| 掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子)<br>10.1007/s10266-021-00679-0   | 査読の有無<br>有                    |
| オープンアクセス<br>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<br>該当する                  |

|  |                           |
|--|---------------------------|
| 1. 著者名<br>Tsutsumi Yumi, Mizuno Yuka, Haque Tahsinul, Sato Fumihiko, Furuta Takahiro, Oka Ayaka, Moritani Masayuki, Bae Yong Chul, Yamashiro Takashi, Tachibana Yoshihisa, Yoshida Atsushi | 4. 巻<br>226               |
| 2. 論文標題<br>Widespread corticopetal projections from the oval paracentral nucleus of the intralaminar thalamic nuclei conveying orofacial proprioception in rats                            | 5. 発行年<br>2021年           |
| 3. 雑誌名<br>Brain Structure and Function   | 6. 最初と最後の頁<br>1115 ~ 1133 |
| 掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子)<br>10.1007/s00429-021-02228-5   | 査読の有無<br>有                |
| オープンアクセス<br>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<br>該当する              |

|  |                         |
|--|-------------------------|
| 1. 著者名<br>Paik Sang Kyoo, Yoshida Atsushi, Bae Yong Chul   | 4. 巻<br>226             |
| 2. 論文標題<br>Development of $\gamma$ -aminobutyric acid-, glycine-, and glutamate-immunopositive boutons on the rat genioglossal motoneurons | 5. 発行年<br>2021年         |
| 3. 雑誌名<br>Brain Structure and Function   | 6. 最初と最後の頁<br>889 ~ 900 |
| 掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子)<br>10.1007/s00429-021-02216-9   | 査読の有無<br>有              |
| オープンアクセス<br>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<br>該当する            |

|  |                         |
|--|-------------------------|
| 1. 著者名<br>Yoshida Atsushi, Inoue Misaki, Sato Fumihiko, Morita Yayoi, Tsutsumi Yumi, Furuta Takahiro, Uchino Katsuro, Akhter Fatema, Bae Yong Chul, Tachibana Yoshihisa, Inoue Tomio | 4. 巻<br>227             |
| 2. 論文標題<br>Efferent and afferent connections of supratrigeminal neurons conveying orofacial muscle proprioception in rats  | 5. 発行年<br>2021年         |
| 3. 雑誌名<br>Brain Structure and Function   | 6. 最初と最後の頁<br>111 ~ 129 |
| 掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子)<br>10.1007/s00429-021-02391-9   | 査読の有無<br>有              |
| オープンアクセス<br>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<br>該当する            |

|  |                               |
|--|-------------------------------|
| 1. 著者名<br>Akisaka Toshitaka, Yoshida Atsushi   | 4. 巻<br>399                   |
| 2. 論文標題<br>Surface distribution of heterogenous clathrin assemblies in resorbing osteoclasts | 5. 発行年<br>2021年               |
| 3. 雑誌名<br>Experimental Cell Research   | 6. 最初と最後の頁<br>112433 ~ 112433 |
| 掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子)<br>10.1016/j.yexcr.2020.112433                                      | 査読の有無<br>有                    |
| オープンアクセス<br>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<br>-                     |

|  |                 |
|--|-----------------|
| 1. 著者名<br>Yano Hiroshi, Matsuura Yutaka, Katagiri Ayano, Higashiyama Makoto, Toyoda Hiroki, Sato Hajime, Ueno Yoshio, Uzawa Narikazu, Yoshida Atsushi, Kato Takafumi | 4. 巻<br>129     |
| 2. 論文標題<br>Changes in cortical, cardiac, and respiratory activities in relation to spontaneous rhythmic jaw movements in ketamine anesthetized guinea pigs           | 5. 発行年<br>2021年 |
| 3. 雑誌名<br>European Journal of Oral Sciences  | 6. 最初と最後の頁<br>- |
| 掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子)<br>10.1111/eos.12817  | 査読の有無<br>有      |
| オープンアクセス<br>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<br>-       |

|  |                               |
|--|-------------------------------|
| 1. 著者名<br>Sato Fumihiko, Kado Seiya, Tsutsumi Yumi, Tachibana Yoshihisa, Ikenoue Etsuko, Furuta Takahiro, Uchino Katsuro, Bae Yong Chul, Uzawa Narikazu, Yoshida Atsushi | 4. 巻<br>1739                  |
| 2. 論文標題<br>Ascending projection of jaw-closing muscle-proprioception to the intralaminar thalamic nuclei in rats   | 5. 発行年<br>2020年               |
| 3. 雑誌名<br>Brain Research   | 6. 最初と最後の頁<br>146830 ~ 146830 |
| 掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子)<br>10.1016/j.brainres.2020.146830   | 査読の有無<br>有                    |
| オープンアクセス<br>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<br>該当する                  |

|   |                           |
|---|---------------------------|
| 1. 著者名<br>Uemura Yume, Haque Tahsinul, Sato Fumihiko, Tsutsumi Yumi, Ohara Haruka, Oka Ayaka, Furuta Takahiro, Bae Yong Chul, Yamashiro Takashi, Tachibana Yoshihisa, Yoshida Atsushi | 4. 巻<br>225               |
| 2. 論文標題<br>Proprioceptive thalamus receiving forelimb and neck muscle spindle inputs via the external cuneate nucleus in the rat  | 5. 発行年<br>2020年           |
| 3. 雑誌名<br>Brain Structure and Function  | 6. 最初と最後の頁<br>2177 ~ 2192 |
| 掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子)<br>10.1007/s00429-020-02118-2  | 査読の有無<br>有                |
| オープンアクセス<br>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<br>該当する              |

|  |                         |
|--|-------------------------|
| 1. 著者名<br>Akisaka Toshitaka, Yoshida Atsushi   | 4. 巻<br>76              |
| 2. 論文標題<br>Scattered podosomes and podosomes associated with the sealing zone architecture in cultured osteoclasts revealed by cell shearing, quick freezing, and platinum replica electron microscopy | 5. 発行年<br>2019年         |
| 3. 雑誌名<br>Cytoskeleton   | 6. 最初と最後の頁<br>303 ~ 321 |
| 掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子)<br>10.1002/cm.21543   | 査読の有無<br>有              |
| オープンアクセス<br>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<br>-               |

|   |                           |
|---|---------------------------|
| 1. 著者名<br>Murakami Jumpei, Tachibana Yoshihisa, Akiyama Shigehisa, Kato Takafumi, Taniguchi Aya, Nakajima Yoshiaki, Shimoda Mao, Wake Hiroaki, Kano Yukiko, Takada Masahiko, Nambu Atsushi, Yoshida Atsushi | 4. 巻<br>34                |
| 2. 論文標題<br>Oral splint ameliorates tic symptoms in patients with tourette syndrome  | 5. 発行年<br>2019年           |
| 3. 雑誌名<br>Movement Disorders  | 6. 最初と最後の頁<br>1577 ~ 1578 |
| 掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子)<br>10.1002/mds.27819   | 査読の有無<br>有                |
| オープンアクセス<br>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<br>-                 |

|   |                         |
|---|-------------------------|
| 1. 著者名<br>Tsujiisaka Akiko, Haraki Shingo, Nonoue Shigeru, Mikami Akira, Adachi Hiroyoshi, Mizumori Takahiro, Yatani Hirofumi, Yoshida Atsushi, Kato Takafumi | 4. 巻<br>62              |
| 2. 論文標題<br>The occurrence of respiratory events in young subjects with a frequent rhythmic masticatory muscle activity: a pilot study                         | 5. 発行年<br>2018年         |
| 3. 雑誌名<br>Journal of Prosthodontic Research   | 6. 最初と最後の頁<br>317 ~ 323 |
| 掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子)<br>10.1016/j.jpjor.2017.12.004   | 査読の有無<br>有              |
| オープンアクセス<br>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<br>-               |

|  |                       |
|--|-----------------------|
| 1. 著者名<br>Ikenoue Etsuko, Akhter Fatema, Tsutsumi Yumi, Sato Fumihiko, Ohara Haruka, Uchino Katsuro, Furuta Takahiro, Tachibana Yoshihisa, Yoshida Atsushi | 4. 巻<br>1687          |
| 2. 論文標題<br>Transcortical descending pathways through granular insular cortex conveying orofacial proprioception  | 5. 発行年<br>2018年       |
| 3. 雑誌名<br>Brain Research   | 6. 最初と最後の頁<br>11 ~ 19 |
| 掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子)<br>10.1016/j.brainres.2018.02.033   | 査読の有無<br>有            |
| オープンアクセス<br>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<br>該当する          |

|  |                         |
|--|-------------------------|
| 1. 著者名<br>Tsutsumi Yumi, Tachibana Yoshihisa, Sato Fumihiko, Furuta Takahiro, Ohara Haruka, Tomita Akiko, Fujita Masatoshi, Moritani Masayuki, Yoshida Atsushi | 4. 巻<br>388             |
| 2. 論文標題<br>Cortical and Subcortical Projections from Granular Insular Cortex Receiving Orofacial Proprioception  | 5. 発行年<br>2018年         |
| 3. 雑誌名<br>Neuroscience   | 6. 最初と最後の頁<br>317 ~ 329 |
| 掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子)<br>10.1016/j.neuroscience.2018.07.047   | 査読の有無<br>有              |
| オープンアクセス<br>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<br>-               |

〔学会発表〕 計30件（うち招待講演 0件 / うち国際学会 4件）

|   |
|---|
| 1. 発表者名<br>Tsutsumi Y, Mizuno Y, Sato F, Inoue M, Morita Y, Furuta T, Oka A, Moritani M, Bae Y C, Tachibana Y, Yoshida A  |
| 2. 発表標題<br>Cerebral cortical projections from the oval paracentral nucleus in the intralaminar thalamic nuclei in the rat |
| 3. 学会等名<br>Oral Neuroscience 2021 (国際学会)  |
| 4. 発表年<br>2022年   |

|  |
|--|
| 1. 発表者名<br>Ebara S, Takenaka A, Nishimoto R, Muramoto T, Yoshida A, Furuta T |
| 2. 発表標題<br>Structure and Function of Somatosensory Innervations              |
| 3. 学会等名<br>Oral Neuroscience 2021 (国際学会)                                     |
| 4. 発表年<br>2022年  |

|  |
|--|
| 1. 発表者名<br>榎原智美、竹中綾、西本廉、村本大河、吉富杏菜、新井陽豊、井上超、廣瀬眞里、吉田篤、古田貴寛 |
| 2. 発表標題<br>体性感覚受容器の振動刺激に対する発火特性 単一神経記録標識による解析            |
| 3. 学会等名<br>第127回日本解剖学会総会・全国学術集会                          |
| 4. 発表年<br>2022年  |

|  |
|--|
| 1. 発表者名<br>井上美沙樹、佐藤文彦、堤友美、古田貴寛、吉田篤               |
| 2. 発表標題<br>閉口筋に生ずる自己受容感覚が入力する三叉神経上核の遠心性と求心性の神経連絡 |
| 3. 学会等名<br>第127回日本解剖学会総会・全国学術集会                  |
| 4. 発表年<br>2022年                                  |



|                                 |
|---------------------------------|
| 1. 発表者名<br>堤友美、佐藤文彦、古田貴寛、吉田篤    |
| 2. 発表標題<br>閉口筋筋紡錘感覚の小脳皮質投射様態の解明 |
| 3. 学会等名<br>第127回日本解剖学会総会・全国学術集会 |
| 4. 発表年<br>2022年                 |

|   |
|---|
| 1. 発表者名<br>吉田篤、佐藤文彦、堤友美、古田貴寛、橘吉寿                    |
| 2. 発表標題<br>神経解剖学および電気生理学から明らかとなった咀嚼筋筋紡錘感覚の脳内経路とその機能 |
| 3. 学会等名<br>第63回歯科基礎医学会学術大会                          |
| 4. 発表年<br>2021年                                     |

|   |
|---|
| 1. 発表者名<br>井上美沙樹、佐藤文彦、森田弥生、堤友美、水野友香、中島好明、富田章子、大原春香、上村夢、古田貴寛、吉田篤 |
| 2. 発表標題<br>閉口筋の自己受容感覚を伝達する三叉神経上核ニューロンの遠心性と求心性の神経連絡              |
| 3. 学会等名<br>第63回歯科基礎医学会学術大会                                      |
| 4. 発表年<br>2021年   |

|  |
|--|
| 1. 発表者名<br>井上美沙樹、佐藤文彦、堤友美、古田貴寛、吉田篤                     |
| 2. 発表標題<br>ラット閉口筋に生ずる自己受容感覚が入力する三叉神経上核の、遠心性ならびに求心性神経連絡 |
| 3. 学会等名<br>第97回日本解剖学会近畿支部学術集会                          |
| 4. 発表年<br>2021年  |

|   |
|---|
| 1. 発表者名<br>井上美沙樹、佐藤文彦、森田弥生、堤友美、水野友香、中島好明、富田章子、大原春香、上村夢、古田貴寛、吉田篤 |
| 2. 発表標題<br>閉口筋の自己受容感覚を伝達する三叉神経上核ニューロンの遠心性と求心性の神経連絡              |
| 3. 学会等名<br>第132回大阪大学歯学会例会                                       |
| 4. 発表年<br>2021年   |

|                                       |
|---------------------------------------|
| 1. 発表者名<br>佐藤 文彦、堤 友美、古田 貴寛、吉田 篤      |
| 2. 発表標題<br>ラットにおける閉口筋紡錘感覚の視床髄板内核群への投射 |
| 3. 学会等名<br>第62回歯科基礎医学会学術大会            |
| 4. 発表年<br>2020年                       |

|  |
|--|
| 1. 発表者名<br>水野 友香、堤 友美、佐藤 文彦、井上 美沙樹、森田 弥生、古田 貴寛、吉田 篤                  |
| 2. 発表標題<br>ラットの視床髄板内核群内に存在するoval paracentral nucleusから大脳皮質への投射とその特異性 |
| 3. 学会等名<br>第96回日本解剖学会近畿支部学術集会  |
| 4. 発表年<br>2020年  |

|   |
|---|
| 1. 発表者名<br>榎原 智美、竹中 綾、吉田 篤、古田 貴寛                  |
| 2. 発表標題<br>ラットin vivo 脳幹軸索内標識による三叉神経 一次感覚ニューロンの解析 |
| 3. 学会等名<br>第96回日本解剖学会近畿支部学術集会                     |
| 4. 発表年<br>2020年                                   |

|  |
|--|
| 1. 発表者名<br>Fumihiko Sato, Yumi Tsutsumi, Haruka Ohara, Yume Uemura, Takahiro Furuta, and Atsushi Yoshida             |
| 2. 発表標題<br>Efferent projections of granular insular cortex receiving proprioception from jaw-closing muscle spindles |
| 3. 学会等名<br>IBRO 2019 (国際学会)  |
| 4. 発表年<br>2019年  |

|                              |
|------------------------------|
| 1. 発表者名<br>森谷正之, 吉田篤         |
| 2. 発表標題<br>「噛む・食べる」の神経解剖学    |
| 3. 学会等名<br>第37回日本歯科東洋医学会学術大会 |
| 4. 発表年<br>2019年              |

|   |
|---|
| 1. 発表者名<br>上村夢, 佐藤文彦, 古田貴寛, 大原春香, 堤友美, 池之上悦子, 吉田篤 |
| 2. 発表標題<br>顎部と上肢の筋紡錘に生ずる固有感覚を伝達する外側楔状束核から視床への投射   |
| 3. 学会等名<br>第61回歯科基礎医学会学術大会                        |
| 4. 発表年<br>2019年                                   |

|  |
|--|
| 1. 発表者名<br>加戸聖也, 佐藤文彦, 堤友美, 池之上悦子, 古田貴寛, 吉田篤 |
| 2. 発表標題<br>ラットの閉口筋紡錘感覚の視床髄板内核群への伝達路の解明       |
| 3. 学会等名<br>第95回日本解剖学会近畿支部学術集会                |
| 4. 発表年<br>2019年                              |

|  |
|--|
| 1. 発表者名<br>吉田篤   |
| 2. 発表標題<br>Tourette syndrome (TS) のチックに対する歯科スプリントの治療成績と今後の研究 |
| 3. 学会等名<br>第26回トゥレット研究会                                      |
| 4. 発表年<br>2019年  |

|  |
|--|
| 1. 発表者名<br>加戸聖也, 佐藤文彦, 堤友美, 池之上悦子, 古田貴寛, 吉田篤 |
| 2. 発表標題<br>ラットの閉口筋紡錘感覚の視床髄板内核群への伝達路の解明       |
| 3. 学会等名<br>第125回日本解剖学会総会・全国学術集会              |
| 4. 発表年<br>2020年                              |

|  |
|--|
| 1. 発表者名<br>榎原 智美, 竹中 綾, 吉田 篤, 古田 貴寛                          |
| 2. 発表標題<br>ラット脳幹 in vivo単一軸索内記録・標識法による顔面ヒゲ機械受容器一次感覚ニューロンの可視化 |
| 3. 学会等名<br>第125回日本解剖学会総会・全国学術集会                              |
| 4. 発表年<br>2020年  |

|  |
|--|
| 1. 発表者名<br>堤友美, 佐藤文彦, 古田貴寛, 上村夢, 藤田雅俊, 森谷正之, 吉田篤 |
| 2. 発表標題<br>島皮質に伝達された閉口筋紡錘固有感覚の脳内伝達機構の解明          |
| 3. 学会等名<br>第124回日本解剖学会総会全国学術集会                   |
| 4. 発表年<br>2019年                                  |

|   |
|---|
| 1. 発表者名<br>上村夢、佐藤文彦、古田貴寛、堤友美、吉田篤                |
| 2. 発表標題<br>上肢と頸部の筋紡錘の固有感覚を伝達する外側楔状束核から視床への投射の特徴 |
| 3. 学会等名<br>第124回日本解剖学会総会全国学術集会                  |
| 4. 発表年<br>2019年                                 |

|  |
|--|
| 1. 発表者名<br>古田貴寛、柴田憲一、竹中綾、吉田篤             |
| 2. 発表標題<br>三叉神経系感覚情報処理における一次感覚野への皮質内線維投射 |
| 3. 学会等名<br>第124回日本解剖学会総会全国学術集会           |
| 4. 発表年<br>2019年                          |

|                                   |
|-----------------------------------|
| 1. 発表者名<br>吉田篤、佐藤文彦、古田貴寛          |
| 2. 発表標題<br>咀嚼筋紡錘感覚の機能を脳内伝達経路から考える |
| 3. 学会等名<br>第60回歯科基礎医学会学術大会        |
| 4. 発表年<br>2018年                   |

|   |
|---|
| 1. 発表者名<br>池之上悦子、佐藤文彦、古田貴寛、藤田雅俊、吉田篤         |
| 2. 発表標題<br>閉口筋紡錘の感覚が入力する顆粒性島皮質からの下行路の神経回路構築 |
| 3. 学会等名<br>第60回歯科基礎医学会学術大会                  |
| 4. 発表年<br>2018年                             |

|  |
|--|
| 1. 発表者名<br>古田貴寛、柴田憲一、吉田篤                 |
| 2. 発表標題<br>ラットヒゲ運動に関連する皮質運動野ニューロンの軸索投射様式 |
| 3. 学会等名<br>第60回歯科基礎医学会学術大会               |
| 4. 発表年<br>2018年                          |

|  |
|--|
| 1. 発表者名<br>Etsuko Ikenoue, Yumi Tsutsumi, Fumihiko Sato, Haruka Ohara, Katsuro Uchino, Takahiro Furuta, Yume Uemura, Akiko Tomita, Yoshihisa Tachibana, Atsushi Yoshida1 |
| 2. 発表標題<br>Corticofugal pathways from granular insular cortex conveying orofacial proprioception   |
| 3. 学会等名<br>Oral Neuroscience 2018 (国際学会)   |
| 4. 発表年<br>2018年  |

|   |
|---|
| 1. 発表者名<br>谷口あや、村上旬平、中島好明、下田麻央、佐藤文彦、吉田篤、秋山茂久      |
| 2. 発表標題<br>トゥレット症候群 2 2 症例における歯科スプリントのチックに対する治療成績 |
| 3. 学会等名<br>第25回トゥレット研究会                           |
| 4. 発表年<br>2018年                                   |

|  |
|--|
| 1. 発表者名<br>吉田篤、佐藤文彦、村上旬平、谷口あや、中島好明、下田麻央、秋山茂久 |
| 2. 発表標題<br>島皮質に達した咬筋紡錘感覚の脳内伝達                |
| 3. 学会等名<br>第25回トゥレット研究会                      |
| 4. 発表年<br>2018年                              |

|   |
|---|
| 1. 発表者名<br>池之上悦子、佐藤文彦、古田貴寛、吉田篤              |
| 2. 発表標題<br>顆粒性島皮質に伝達される閉口筋筋紡錘固有感覚の脳内伝達機構の解明 |
| 3. 学会等名<br>第94回日本解剖学会近畿支部学術集会               |
| 4. 発表年<br>2018年                             |

|  |
|--|
| 1. 発表者名<br>堤友美、佐藤文彦、古田貴寛、藤田雅俊、吉田篤        |
| 2. 発表標題<br>顆粒性島皮質に伝達された閉口筋筋紡錘固有感覚の脳内伝達機構 |
| 3. 学会等名<br>第12回三叉神経領域の感覚 運動統合機構研究会       |
| 4. 発表年<br>2018年                          |

〔図書〕 計1件

|                                |                 |
|--------------------------------|-----------------|
| 1. 著者名<br>吉田篤                  | 4. 発行年<br>2019年 |
| 2. 出版社<br>中外医学社                | 5. 総ページ数<br>12  |
| 3. 書名<br>Clinical Neuroscience |                 |

〔産業財産権〕

〔その他〕

-

6. 研究組織

|       | 氏名<br>(ローマ字氏名)<br>(研究者番号)                        | 所属研究機関・部局・職<br>(機関番号)                | 備考 |
|-------|--|--------------------------------------|----|
| 研究分担者 | 古田 貴寛<br><br>(Furuta Takahiro)<br><br>(60314184) | 大阪大学・歯学研究科・講師<br><br><br><br>(14401) |    |

## 6. 研究組織（つづき）

|       | 氏名<br>(ローマ字氏名)<br>(研究者番号)                        | 所属研究機関・部局・職<br>(機関番号)                  | 備考 |
|-------|--|--|----|
| 研究分担者 | 佐藤 文彦<br><br>(Sato Fumihiko)<br><br>(60632130)   | 大阪大学・歯学研究科・助教<br><br><br><br>(14401)   |    |
| 研究分担者 | 村上 旬平<br><br>(Murakami Jumpei)<br><br>(70362689) | 大阪大学・歯学部附属病院・講師<br><br><br><br>(14401) |    |
| 研究分担者 | 大原 春香<br><br>(Ohara Haruka)<br><br>(40754726)    | 大阪大学・歯学部附属病院・医員<br><br><br><br>(14401) |    |

|       | 氏名<br>(ローマ字氏名)<br>(研究者番号)    | 所属研究機関・部局・職<br>(機関番号) | 備考 |
|-------|------------------------------|-----------------------|----|
| 研究協力者 | 堤 友美<br><br>(Tsutsumi Yumi)  |                       |    |
| 研究協力者 | 井上 美沙樹<br><br>(Inoue Misaki) |                       |    |
| 研究協力者 | 上村 夢<br><br>(Uemura Yume)    |                       |    |
| 研究協力者 | 加戸 聖也<br><br>(Kado Seiya)    |                       |    |



6. 研究組織（つづき）

|       | 氏名<br>(ローマ字氏名)<br>(研究者番号)    | 所属研究機関・部局・職<br>(機関番号) | 備考 |
|-------|------------------------------|-----------------------|----|
| 研究協力者 | 水野 友香<br><br>(Mizuno Yuka)   |                       |    |
| 研究協力者 | 森田 弥生<br><br>(Morita Yayoi)  |                       |    |
| 研究協力者 | 大宅 奈都子<br><br>(Ohya Natsuko) |                       |    |
| 研究協力者 | 下野 優子<br><br>(Shimono Yuko)  |                       |    |

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                       |  |  |
|---------|-------------------------------|--|--|
| 韓国      | Kyungpook National University |  |  |