

令和 2 年 4 月 20 日現在

機関番号：32650

研究種目：研究活動スタート支援

研究期間：2018～2019

課題番号：18H06284・19K21373

研究課題名(和文) 歯髄炎症による痛みの発生メカニズム解明：歯髄炎症特異的Cニューロンの機械感受性

研究課題名(英文) Elucidation of the mechanism of pain caused by dental pulp inflammation: mechanical sensitivity of dental pulp inflammation-specific C neurons

研究代表者

東川 明日香 (HIGASHIKAWA, ASUKA)

東京歯科大学・歯学部・助教

研究者番号：20822472

交付決定額(研究期間全体)：(直接経費) 2,200,000円

研究成果の概要(和文)：三叉神経節ニューロンに直接機械刺激を与えると一過性の速い内向き電流と続く緩徐な内向き電流を示す二相性電流が記録された。この電流は連続刺激に対し脱感作現象を示さなかった。三叉神経節ニューロンの電位依存性内向き電流は、電流持続時間が長く、内向き電流にバンプを有するものと、電流持続時間が短くバンプを有さないものに分類された。機械感受性イオンチャネルのブロッカーであるGd<sup>3+</sup>存在下でそれぞれのニューロンに直接機械刺激を行ったところ、Gd<sup>3+</sup>感受性、非感受性の内向き電流が記録された。歯髄分布三叉神経節ニューロンの機械感受性イオンチャネルに多様性が示された。

研究成果の学術的意義や社会的意義

三叉神経節ニューロンの機械感受性イオンチャネルを電気生理学的・分子生物学的に解析した報告はない。本研究は、機械受容の点から歯髄痛覚発生メカニズムを解明するという点で学術的独自性がある。直接機械刺激を加え機械感受性イオンチャネル特性を解析する報告も極めて限られ技術的難易度も高い。歯髄の痛みの発生メカニズムを解明することで、将来的な疼痛制御薬剤の開発につながると考えられその学術的意義は非常に高い。

研究成果の概要(英文)：TG neurons were classified based on the shape and current duration of the voltage-dependent ionic currents; neurons showing long current duration with bump (bump(+)-TG neuron) or short current duration without it (bump(-)-TG neuron). The mechanical stimulation evoked-currents in these neurons were composed by two phases; a transient current (first component) with fast activation and inactivation kinetics and lasting currents (second component) with slow activation and inactivation. Repetitive stimuli showed no desensitizing effects on the mechanical stimulation-induced currents. Gd<sup>3+</sup> (1 μM) significantly inhibited the mechanical stimulation induced-current amplitudes in a part of the bump(-)-TG neurons, and a part of bump(+)-TG neurons. This inhibition was not seen in some neurons, however.

研究分野：口腔科学およびその関連分野/口腔生理

キーワード：歯髄炎 歯髄内圧上昇 機械刺激受容器

## 様式 C - 19、F - 19 - 1、Z - 19 (共通)

### 1. 研究開始当初の背景

歯髄の炎症性反応は、血流の増加、血管透過性の亢進により組織圧を増加させる。炎症発生時における歯髄内圧の上昇は歯髄に分布するCニューロンを圧迫し、機械受容器を活性化することで、歯髄炎による二次痛を誘発する。しかし歯髄内圧増加を受容する分子機構、受容体分布や活性化機構の詳細はいまだ解明されていない。

### 2. 研究の目的

本研究では歯髄に分布する小型三叉神経節ニューロン(Cニューロン)を逆行性トレーサーで同定し、Isolectin B4 (IB4) 結合の有無によって非ペプチド性・ペプチド性Cニューロンを特定、これらに直接機械刺激を加えた時の細胞膜電流を計測することで、ニューロンの機械受容特性について検討し、歯髄炎の疼痛発生メカニズムの解明と、その疼痛制御方策の検討を行う。

### 3. 研究の方法

#### (1) 三叉神経節ニューロンの初代培養:

ペントバルビタール麻酔下の新生仔Wistarラット(6-8日齢)より三叉神経節を左右両側脳底部より摘出し、パパイン(20 U/ml)で酵素処理後トライチュレーションを行うことで三叉神経節ニューロンを化学的、機械的に急性単離する。Poly-L-lysineでコートされた直径35 mmのculture dishesを使用し10% fetal bovine serum, 1% penicillin-streptomycin, 1% fungizone, 24 mM NaHCO<sub>3</sub>, 30 mM glucose (pH 7.4) 含有 Leibovitz's L-15 培地でインキュベーター内(37 ± 0.5 °C, 95% Air, 5% CO<sub>2</sub>) 48時間培養を行った。

#### (2) Whole-cell patch clamp 法:

細胞内液の入った先端2-3 μmの微小ガラス管電極の先端を細胞に密着させ、電極内に陰圧をかけることで高い抵抗(ギガオームシール)を形成する。さらにそこから陰圧を加え細胞に穴をあけることで細胞内とガラス電極内部を導通させ細胞膜上の電流の総和を記録する。

#### (3) ニューロンの同定:

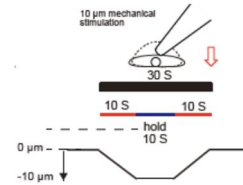
Whole-cell patch-clamp法を用いて、-80 mVから-100 mVまで10 mVごとの電圧刺激を加えたとき、内向き電流が発生した細胞をニューロン、発生しなかった細胞をグリア細胞として同定し、ニューロンにおける電気生理学的特性を計測した。

#### (4) IB4免疫染色

Isolectin B4 (IB4: 1:200 dilution) を負荷し三叉神経節ニューロンを蛍光顕微鏡下にその結合の有無によって非ペプチド性・ペプチド性Cニューロンに分類した。IB4陽性細胞は非ペプチド性Cニューロン、IB4陰性細胞はペプチド性Cニューロンと考えられた。

#### (5) 単一細胞に対する直接機械刺激:

細胞膜イオン電流記録に用いるガラス管微小電極(パッチピペット)を用い電動マニピレーターにて1 μm/sの速さで細胞の直上から垂直方向に圧下することで、標的とする単一細胞に直接機械刺激を加えた。



#### (6) 実験環境温度コントロール

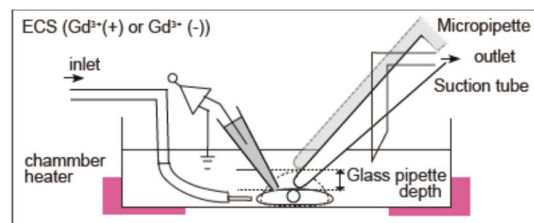
実験時の室温は、常時 30 ± 1 °C に設定している。またチャンバー自体を保温するヒートチャンバー(TC-324B)を用いて常に実験中のチャンバーの温度を一定に(33 °C)保った。

#### (7) パッチクランプ法による単一細胞直接機械刺激の電流計測:

全細胞パッチクランプ記録を、標的とする単一細胞から行う。標的細胞にパッチクランプ法を確立すると全細胞膜電流が記録できる。微小ガラス電極にてパッチクランプを行っている単一細胞に直接機械刺激を加え、刺激を受けた標的細胞から細胞膜電流を計測した。

#### (8) 細胞外液の灌流による薬剤刺激

細胞外灌流装置を用いてホールセルパッチクランプを行っている単一細胞に対して細胞外から、機械感受性イオンチャンネルのブロッカーである1 μM Gd<sup>3+</sup>と通常細胞外液を灌流し、コントロール群とGd<sup>3+</sup>の投与下でそれぞれ直接機械刺激を加えた。

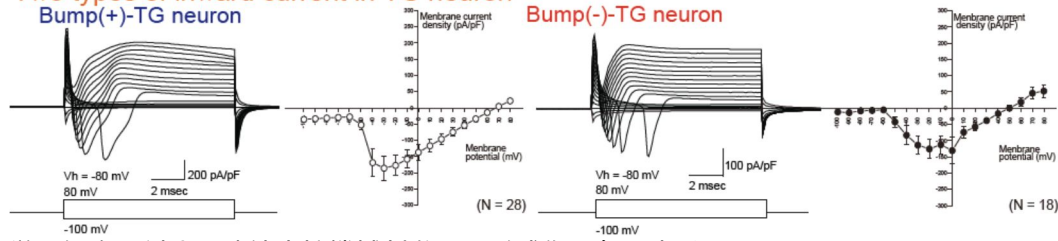


### 4. 研究成果

#### (1) 三叉神経節由来ニューロンにおける機械刺激受容

三叉神経節細胞からホールセルパッチクランプ法で記録を行うと、内向き電流を生じるニューロンと生じないグリア細胞に分類することができた。さらに、ニューロンは内向き電流の波形からバンプを有する電流持続時間の長いものと有さない電流持続時間の短いもの二種類に分類できた。

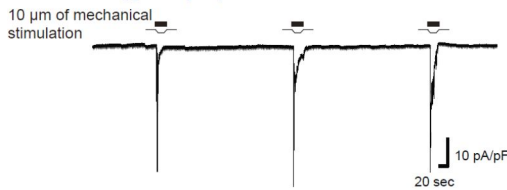
Two types of inward current in TG neuron



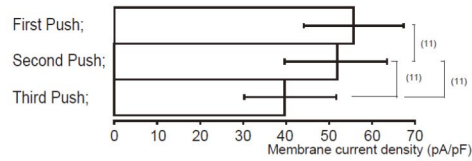
- (2) 単一細胞に対する連続直接機械刺激は、脱感作現象を生じなかった。

Repetitive stimulation showed no desensitizing effects on the mechanical stimulation-induced currents.

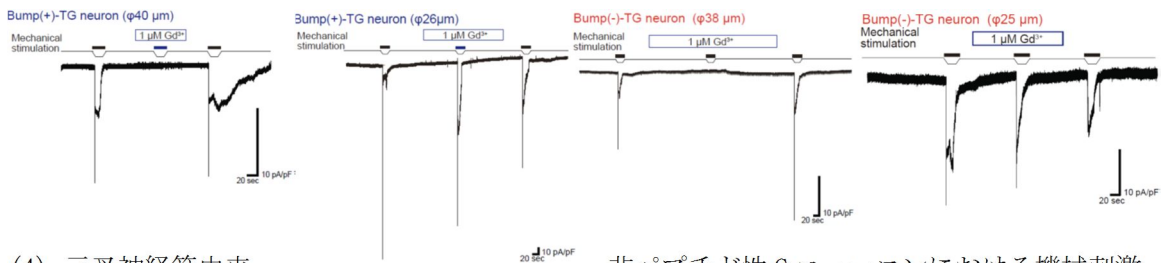
TG neuron ( $\phi 34.5 \mu\text{m}$ )



Peak values of evoked inward currents



- (3) 内向き電流波形と誘発される機械刺激誘発性内向き電流の関連  
バンプを有する内向き電流を示す三叉神経節ニューロンの一部、バンプを有さない電流を示す三叉神経節ニューロンの一部から記録された機械刺激感受性チャネル電流は機械刺激感受性イオンチャネルブロッカーである  $\text{Gd}^{3+}$  で有意に抑制されたが、他は  $\text{Gd}^{3+}$  による抑制が生じなかった。

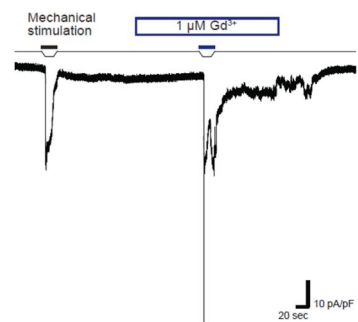
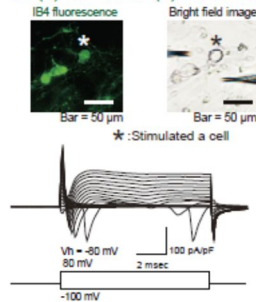


- (4) 三叉神経節由来受容

IB4 染色陽性の三叉神経節由来非ペプチド性Cニューロンは、機械感受性イオンチャネルブロッカーである  $\text{Gd}^{3+}$  で直接機械刺激誘発性電流の抑制が見られなかった。しかし、検討数が少ないため、今後のさらなる検討が必要である。

非ペプチド性Cニューロンにおける機械刺激

IB4(+)  $\text{Na}^+$  current(+)TG neuron ( $\phi 24 \mu\text{m}$ )



5. 主な発表論文等

〔雑誌論文〕 計3件（うち査読付論文 3件/うち国際共著 0件/うちオープンアクセス 3件）

1. 著者名 Higashikawa Asuka, Kimura Maki, Shimada Miyuki, Ohyama Sadao, Ofusa Wataru, Tazaki Masakazu, Shibukawa Yoshiyuki	4. 巻 13
2. 論文標題 Merkel Cells Release Glutamate Following Mechanical Stimulation: Implication of Glutamate in the Merkel Cell-Neurite Complex	5. 発行年 2019年
3. 雑誌名 Frontiers in Cellular Neuroscience	6. 最初と最後の頁 Article 255
掲載論文のDOI（デジタルオブジェクト識別子） 10.3389/fncel.2019.00255	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 Kimura Maki, Nishi Koichi, Higashikawa Asuka, Ohyama Sadao, Sakurai Kaoru, Tazaki Masakazu, Shibukawa Yoshiyuki	4. 巻 9
2. 論文標題 High pH-Sensitive Store-Operated Ca <sup>2+</sup> Entry Mediated by Ca <sup>2+</sup> Release-Activated Ca <sup>2+</sup> Channels in Rat Odontoblasts	5. 発行年 2018年
3. 雑誌名 Frontiers in Physiology	6. 最初と最後の頁 Article 443
掲載論文のDOI（デジタルオブジェクト識別子） 10.3389/fphys.2018.00443	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 Terashima R, Kimura M, Higashikawa A, Kojima Y, Ichinohe T, Tazaki M, Shibukawa Y.	4. 巻 69
2. 論文標題 Intracellular Ca <sup>2+</sup> mobilization pathway via bradykinin B1 receptor activation in rat trigeminal ganglion neurons.	5. 発行年 2019年
3. 雑誌名 Journal of Physiological Sciences	6. 最初と最後の頁 199-209
掲載論文のDOI（デジタルオブジェクト識別子） 10.1007/s12576-018-0635-3	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49件（うち招待講演 1件/うち国際学会 28件）

1. 発表者名 鎌田聡仁, 東川明日香, 木村麻記, 大山定男, 大房航, 戸田はるな, 澁川義幸, 山下秀一郎
2. 発表標題 Expression of Ca <sup>2+</sup> activated K <sup>+</sup> Channels in Human Cementoblast
3. 学会等名 第97回日本生理学会大会
4. 発表年 2020年

1. 発表者名 大山定男, 人見涼露, 東川明日香, 大房航, 戸田はる菜, ウバイダスソプハン, 木村麻記, 溝口利英, 小野堅太郎, 澁川義幸
2. 発表標題 Neural communication between odontoblasts and pulpal neurons in dentinal pain
3. 学会等名 第97回日本生理学会大会
4. 発表年 2020年

1. 発表者名 永井佐代子, 戸田はる菜, 大山定男, 大房航, 東川明日香, 木村麻記, 澁川義幸, 片倉朗
2. 発表標題 Expression of mechanosensitive ion channel in osteoblast
3. 学会等名 第97回日本生理学会大会
4. 発表年 2020年

1. 発表者名 松永真由美, 木村麻記, 戸田はる菜, 大山定男, 大房航, 東川明日香, 澁川義幸, 一戸達也
2. 発表標題 Mechanical stimulation-induced intracellular cAMP-and Ca <sup>2+</sup> -signaling in human odontoblast
3. 学会等名 第97回日本生理学会大会
4. 発表年 2020年

1. 発表者名 矢崎龍彦, 大山定男, 大房航, 戸田はる菜, 黒田英孝, 東川明日香, 木村麻記, 澁川義幸, 一戸達也
2. 発表標題 Mechanical stimulation-induced intercellular communication among trigeminal ganglion neurons
3. 学会等名 第97回日本生理学会大会
4. 発表年 2020年

1. 発表者名 Ohyama S, Hitomi S, Higashikawa A, Ofusa W, Mochiduki H, Ando M, Kono K, Kuroda H, Kimura M, Ono K, Shibukawa Y.
2. 発表標題 Neurotransmission between odontoblasts and pulpal neurons generates dentinal sensitivity: in Vivo study.
3. 学会等名 The 4th Asia Pacific Regional Congress of the International Association for Dental Research, 2019, Brisbane, Australia (国際学会)
4. 発表年 2019年

1. 発表者名 Kimura M, Higashikawa A, Toda H, Ohyama S, Ofusa W, Kuroda H, Mochizuki H, Kono K, Shibukawa Y.
2. 発表標題 Plasma membrane Ca <sup>2+</sup> ATPase participates in dentinogenesis.
3. 学会等名 The 4th Asia Pacific Regional Congress of the International Association for Dental Research, 2019, Brisbane, Australia (国際学会)
4. 発表年 2019年

1. 発表者名 Higashikawa A, Kimura M, Toda H, Shimada M, Ofusa W, Ohyama S, Kono K, Ando M, Mochizuki H, Shibukawa Y.
2. 発表標題 Stretch-activated Ionic Channels in Rat Trigeminal Ganglion Neurons.
3. 学会等名 第61回歯科基礎医学会学術大会
4. 発表年 2019年

1. 発表者名 Yazaki T, Ohyama S, Ofusa W, Toda H, Hidetaka K, Higashikawa A, Kimura M, Shibukawa Y, Ichinohe T.
2. 発表標題 Mechanical stimulation-induced intercellular communication of trigeminal ganglion neurons
3. 学会等名 第61回歯科基礎医学会学術大会
4. 発表年 2019年

1. 発表者名 Ishizaki M, Ohyama S, Ofusa W, Higashikawa A, Kimura M, Shibukawa Y, Ichinohe T.
2. 発表標題 Mechanosensitive characteristics of rat squamous cell carcinoma cells.
3. 学会等名 第61回歯科基礎医学会学術大会（国際学会）
4. 発表年 2019年

1. 発表者名 Kimura M, Higashikawa A, Toda H, Ohyama S, Ofusa W, Kuroda H, Shibukawa Y.
2. 発表標題 High pH sensitive intracellular Ca <sup>2+</sup> signaling pathway in odontoblasts
3. 学会等名 第61回歯科基礎医学会学術大会（国際学会）
4. 発表年 2019年

1. 発表者名 Kamata S, Higashikawa A, Kimura M, Shibukawa Y, Yamashita S.
2. 発表標題 Expression of Ca <sup>2+</sup> activated K channels in human cementoblast.
3. 学会等名 第61回歯科基礎医学会学術大会（国際学会）
4. 発表年 2019年

1. 発表者名 Inoue H, Kuroda H, Ishikawa N, Ohyama S, Higashikawa A, Kimura M, Shibukawa Y, Ichinohe T.
2. 発表標題 P2X7 receptor Pannexin 1 P2X4 receptor interaction in rat trigeminal ganglion neurons: electrophysiological study
3. 学会等名 第61回歯科基礎医学会学術大会（国際学会）
4. 発表年 2019年

1. 発表者名 Ohyama S, Hitomi S, Higashikawa A, Ofusa W, Toda H, Kuroda H, Kimura M, Ono K, Sibukawa Y.
2. 発表標題 In vivo study underlying the generation mechanism of dentinal pain
3. 学会等名 第61回歯科基礎医学会学術大会（国際学会）
4. 発表年 2019年

1. 発表者名 Matsunaga M, Kimura M, Toda H, Ohyama S, Ofusa W, Higashikawa A, Shibukawa Y, Ichinohe T.
2. 発表標題 Mechanical stimulation induced intracellular free Ca <sup>2+</sup> concentration increase in human odontoblast.
3. 学会等名 第61回歯科基礎医学会学術大会（国際学会）
4. 発表年 2019年

1. 発表者名 Nagai S, Toda H, Ohyama S, Ofusa W, Higashikawa A, Kimura M, Shibukawa Y, Katakura A.
2. 発表標題 Expression of mechanosensitive ion channel in osteoblasts.
3. 学会等名 第61回歯科基礎医学会学術大会（国際学会）
4. 発表年 2019年

1. 発表者名 黒田英孝, 井上博之, 東川明日香, 木村麻記, 石川昂, 城戸幹太, 半田俊之, 今泉うの, 澁川義幸, 一戸達也
2. 発表標題 三叉神経節ニューロンにおけるPanexin-1チャンネルを介したP2X7-P2X4受容体の機能連関
3. 学会等名 第24回日本口腔顔面痛学会学術大会
4. 発表年 2019年



1. 発表者名 矢崎龍彦, 大山定男, 大房航, 戸田はる菜, 石崎元樹, 松永真由美, 井上博之, 東川明日香, 木村麻記, 澁川義幸, 一戸達也
2. 発表標題 三叉神経節ニューロンの機械刺激誘発性細胞間コミュニケーション
3. 学会等名 第18回釧路ニューロサイエンスワークショップ
4. 発表年 2019年

1. 発表者名 松永真由美, 木村麻記, 戸田はる菜, 石崎元樹, 矢崎龍彦, 大山定男, 大房航, 井上博之, 東川明日香, 澁川義幸, 一戸達也
2. 発表標題 ヒト象牙芽細胞の機械刺激は細胞内遊離Ca <sup>2+</sup> 濃度を増加する
3. 学会等名 第18回釧路ニューロサイエンスワークショップ
4. 発表年 2019年

1. 発表者名 石崎元樹, 松永真由美, 矢崎龍彦, 井上博之, 戸田はる菜, 東川明日香, 木村麻記, 黒田英孝, 澁川義幸, 一戸達也
2. 発表標題 ラット扁平上皮癌の機械感受性イオンチャネル
3. 学会等名 第18回釧路ニューロサイエンスワークショップ
4. 発表年 2019年

1. 発表者名 大山定男, 木村麻記, 東川明日香, 澁川義幸
2. 発表標題 モデルラットを用いた象牙痛発生メカニズムの解析
3. 学会等名 第18回釧路ニューロサイエンスワークショップ
4. 発表年 2019年

1. 発表者名 井上博之, 黒田英孝, 大山定男, 石崎元樹, 松永真由美, 矢崎龍彦, 東川明日香, 木村麻記, 澁川義幸, 一戸達也
2. 発表標題 三叉神経節ニューロンにおける炎症と疼痛に関するP2X受容体の生理学的特性
3. 学会等名 第18回釧路ニューロサイエンスワークショップ
4. 発表年 2019年

1. 発表者名 Ofusa W, Yamada Y, Ishida R, Higashikawa A, Kimura M, Shibukawa Y.
2. 発表標題 Relationship between tongue muscle activity and oral pressure change during swallowing
3. 学会等名 The Society of Oral Physiology 31st Store Kro Club Conference (国際学会)
4. 発表年 2019年

1. 発表者名 Higashikawa A, Kimura M, Shimada M, Ofusa W, Ohyama S, Ando M, Kono K, Mochizuki H, Shibukawa Y.
2. 発表標題 Stretch-activated Ionic Channels in Rat Trigeminal Ganglion Neurons
3. 学会等名 97th General session & exhibition of the IADR (国際学会)
4. 発表年 2019年

1. 発表者名 Kamata S, Higashikawa A, Kimura M, Shibukawa Y, Yamashita S.
2. 発表標題 Voltage-dependent Ionic Channels in Human Cementoblast
3. 学会等名 97th General session & exhibition of the IADR (国際学会)
4. 発表年 2019年

1. 発表者名 Kimura M, Higashikawa A, Ohyama S, Ofusa W, Kuroda H, Mochizuki H, Ando M, Kono K, Shibukawa Y.
2. 発表標題 Intracellular cAMP increase evokes Ca <sup>2+</sup> influx in odontoblasts
3. 学会等名 97th General session & exhibition of the IADR (国際学会)
4. 発表年 2019年

1. 発表者名 Inoue H, Kuroda H, Ishikawa N, Ofusa W, Ohyama S, Nagai S, Kamata S, Higashikawa A, Kimura M, Shibukawa Y, Ichinohe T.
2. 発表標題 Impact of pannexin-1 channel to Bz-ATP induced inward current
3. 学会等名 97th General session & exhibition of the IADR (国際学会)
4. 発表年 2019年

1. 発表者名 木村麻記, 東川明日香, 大山定男, 大房航, 嶋田みゆき, 黒田英孝, 望月浩幸, 安藤正之, 河野恭佑, 澁川義幸
2. 発表標題 1象牙芽細胞において細胞内cyclic AMPはCa <sup>2+</sup> 流入を誘発する
3. 学会等名 第307回東京歯科大学学会
4. 発表年 2019年

1. 発表者名 鎌田聡仁, 東川明日香, 木村麻記, 澁川義幸, 山下秀一郎
2. 発表標題 セメント芽細胞におけるCa <sup>2+</sup> 活性化Kチャネル発現
3. 学会等名 第307回東京歯科大学学会
4. 発表年 2019年

1. 発表者名 井上博之, 黒田英孝, 石川昂, 東川明日香, 木村麻記, 澁川義幸, 一戸達也
2. 発表標題 骨破壊・歯周疾患を制御するP2X7受容体の生物学的特性の検討
3. 学会等名 第307回東京歯科大学学会
4. 発表年 2019年

1. 発表者名 Higashikawa A, Kimura M, Shimada M, Kuroda H, Ofusa W, Ohyama S, Ando M, Kono K, Mochizuki H, Shibukawa Y.
2. 発表標題 Direct Mechanical stimulation evoked Gd <sup>3+</sup> -sensitive inward current in trigeminal ganglion neurons
3. 学会等名 9th Federation of the Asian and Oceanian Physiological Societies congress 第96回日本生理学会大会 (国際学会)
4. 発表年 2019年

1. 発表者名 Nagai S, Higashikawa A, Ohyama S, Kimura M, Shibukawa Y, Katakura A.
2. 発表標題 Expression of Mechanosensitive Ion Channel in Osteoblasts
3. 学会等名 9th Federation of the Asian and Oceanian Physiological Societies congress 第96回日本生理学会大会 (国際学会)
4. 発表年 2019年

1. 発表者名 Kamata S, Higashikawa A, Kimura M, Oyama S, Shibukawa Y, Yamashita S.
2. 発表標題 Voltage-dependent Ionic Channels in Human Cementoblast
3. 学会等名 9th Federation of the Asian and Oceanian Physiological Societies congress 第96回日本生理学会大会 (国際学会)
4. 発表年 2019年

1. 発表者名 Kimura M, Higashikawa A, Ohyama S, Ofusa W, Shimada M, Kuroda H, Mochizuki H, Ando M, Kono K, Shibukawa Y.
2. 発表標題 Intracellular cAMP induces Ca <sup>2+</sup> influx in odontoblasts
3. 学会等名 9th Federation of the Asian and Oceanian Physiological Societies congress 第96回日本生理学会大会 (国際学会)
4. 発表年 2019年

1. 発表者名 Inoue H, Kuroda H, Ishikawa N, Ohyama S, Higashikawa A, Kimura M, Yamamoto H, Shibukawa Y, Ichinohe T.
2. 発表標題 P2X7 receptor-pannexin-1 channel interaction in rat trigeminal ganglion neuron
3. 学会等名 9th Federation of the Asian and Oceanian Physiological Societies congress 第96回日本生理学会大会 (国際学会)
4. 発表年 2019年

1. 発表者名 矢崎龍彦, 黒田英孝, 大山定男, 井上博之, 大房航, 永井佐代子, 鎌田聡仁, 石崎元樹, 松永真由美, 北山えり, 東川明日香, 木村麻紀, 澁川義幸, 一戸達也
2. 発表標題 三叉神経節ニューロンの機械刺激誘発性細胞間コミュニケーション
3. 学会等名 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 2018年

1. 発表者名 井上博之, 黒田英孝, 石川昂, 大山定男, 大房航, 永井佐代子, 鎌田聡仁, 石崎元樹, 松永真由美, 矢崎龍彦, 北山えり, 東川明日香, 木村麻紀, 澁川義幸, 一戸達也
2. 発表標題 ラット三叉神経節細胞におけるBz-ATP誘発性二相性内向き電流の生物物理学的-薬理学的解析
3. 学会等名 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 2018年

1. 発表者名 井上博之, 黒田英孝, 大山定男, 大房航, 東川明日香, 木村麻記, 澁川義幸, 一戸達也
2. 発表標題 P2X7 receptor activation induces ATP release via pannexin channel in rat trigeminal ganglion neurons
3. 学会等名 第66回国際歯科学研究学会日本部会総会・学術大会(国際学会)
4. 発表年 2018年

1. 発表者名 Kimura M, Higashikawa A, Ohyama S, Mochizuki H, Kouno K, Ando M, Tazaki M, Shibukawa Y.
2. 発表標題 Activation of Gs-protein-coupled receptors increases intracellular cAMP level in odontoblasts.
3. 学会等名 96th General Session & Exhibition of the IADR, IADR PAN EUROPEAN REGIONAL CONGRESS, July 25-28, 2018, London, UK, (国際学会)
4. 発表年 2018年

1. 発表者名 Higaashikawa A, Kimura M, Shimada M, Ofusa W, Ohyama S, Ando M, Kono K, Mochizuki H, Shibukawa Y
2. 発表標題 Mechanosensitive ionic channels in neonatal rat trigeminal ganglion neurons
3. 学会等名 第 60 回歯科基礎医学会学術大会(国際学会)
4. 発表年 2018年

1. 発表者名 Nagai N, Higashikawa A, Ooyama S, Oofusa W, Mochiduki H, Ando M, Kawano K, Kimura M, Shibukawa Y, Katakura A
2. 発表標題 Expression of mechanosensitive ion channel in osteoblasts
3. 学会等名 第 60 回歯科基礎医学会学術大会(国際学会)
4. 発表年 2018年

1. 発表者名 Kamata S , Higashikawa A , Kimura M , Inoue H , Oyama S , Ofusa W , Shibukawa Y , Yamashita S
2. 発表標題 Voltage-dependent ionic channels in human cementoblast
3. 学会等名 第 60 回歯科基礎医学会学術大会 ( 国際学会 )
4. 発表年 2018年

1. 発表者名 Inoue H , Kuroda H , Ohyama S , Ofusa W , Nagai S , Kamata S , Higashikawa A , Kimura M , Shibukawa Y , Ichinohe T
2. 発表標題 P2X7 receptor-pannexin-1 channel coupling in trigeminal ganglion neurons
3. 学会等名 第 60 回歯科基礎医学会学術大会 ( 国際学会 )
4. 発表年 2018年

1. 発表者名 Ohyama S , Hitomi S , Higashikawa A , Ofusa W , Mochiduki H , Kuroda H , Kimura M , Ono K , Shibukawa Y
2. 発表標題 Dentinal pain generated by neurotransmission between odontoblasts and pulpalneurons
3. 学会等名 第 60 回歯科基礎医学会学術大会 ( 国際学会 )
4. 発表年 2018年

1. 発表者名 Kimura M , Higashikawa A , Oyama S , Ofusa W , Shimada M , Kuroda H , Kouno K , Mochizuki H , Ando M , Shibukawa Y
2. 発表標題 Intracellular cAMP signaling activated by Gs-protein-coupled receptors in odonto-blasts
3. 学会等名 第 60 回歯科基礎医学会学術大会 ( 国際学会 )
4. 発表年 2018年

1. 発表者名 澁川義幸, 大山定男, 東川明日香, 木村麻記
2. 発表標題 新学術領域研究共催シンポジウム 「温度生物学が織りなす生理機能」
3. 学会等名 第 60 回歯科基礎医学会学術大会 (招待講演) (国際学会)
4. 発表年 2018年

1. 発表者名 鎌田聡仁, 東川明日香, 木村麻記, 澁川義幸, 山下秀一郎
2. 発表標題 ヒト由来セメント芽細胞の電位依存性イオンチャネル発現
3. 学会等名 第305回東京歯科大学学会
4. 発表年 2018年

1. 発表者名 Kimura M, Higashikawa A, Kojima Y, Terashima R, Inoue H, Nagai S, Kamata S, Shimada M, Kuroda H, Ogura K, Mochizuki H, Kouno K, Ando M, Shibukawa Y, Tazaki M.
2. 発表標題 Odontoblasts express plasma membrane Ca <sup>2+</sup> -ATP ase 1 and 4.
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 西孝一, 望月浩幸, 木村麻記, 東川明日香, 大山定男, 大房航, 陽田みゆき, 安藤正之, 河野恭佑, 櫻井薫, 澁川義幸
2. 発表標題 象牙質形成の神経性制御: 象牙芽細胞におけるstore-operated Ca <sup>2+</sup> entry (SOCE)
3. 学会等名 第17回釧路ニューロサイエンスワークショップ
4. 発表年 2018年



〔図書〕 計5件

<p>1. 著者名 澁川義幸, 木村麻記, 東川明日香, 小倉一宏, 望月浩幸, 河野恭佑, 安藤正之, 西孝一, 櫻井薫</p>	<p>4. 発行年 2018年</p>
<p>2. 出版社 株式会社ヒョーロン・パブリッシャーズ</p>	<p>5. 総ページ数 149-153</p>
<p>3. 書名 日本歯科評論 78巻 7月号「おいしく食べる」をサポートする 味覚の科学 1.味覚の基礎 1.機能解剖学的視点からみた味覚</p>	

<p>1. 著者名 澁川義幸, 木村麻記, 東川明日香, 大山定男, 大房航</p>	<p>4. 発行年 2018年</p>
<p>2. 出版社 株式会社ヒョーロン・パブリッシャーズ</p>	<p>5. 総ページ数 153-157</p>
<p>3. 書名 日本歯科評論 78巻 8月号「おいしく食べる」をサポートする味覚の科学 1.味覚の基礎 2.私たちの体を守り維持する味覚の機能</p>	

〔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
---------------------------	-----------------------	----