

令和 4 年 5 月 30 日現在

機関番号：14401

研究種目：基盤研究(B) (一般)

研究期間：2018～2021

課題番号：18H02965

研究課題名(和文) レム睡眠中枢による咀嚼運動リズム生成の神経機構の解明

研究課題名(英文) Physiological substrates for masticatory rhythm generation during REM sleep

研究代表者

加藤 隆史 (Kato, Takafumi)

大阪大学・歯学研究科・教授

研究者番号：50367520

交付決定額(研究期間全体)：(直接経費) 13,300,000円

研究成果の概要(和文)：睡眠時ブラキシズムの歯ぎしりのように睡眠中に咀嚼筋が繰り返し活動するメカニズムは明らかではない。本研究では、レム睡眠では抑制を凌駕する強い運動指令が入ると咀嚼筋が活動する可能性、レム睡眠中枢が顎運動リズムを調節する機構を抑制する可能性、歯ぎしりの発生動態がレム睡眠の発生状態に影響を受ける可能性、を明らかにした。したがって、レム睡眠の制御中枢と咀嚼運動リズム発生に関わる神経機構とに機能的関連がある可能性が明らかとなった。

研究成果の学術的意義や社会的意義

睡眠中の歯ぎしりのように、眠っているときに咀嚼筋が繰り返し強く活動すると、歯の咬耗や顎関節症などの原因となる。しかし、睡眠中に歯ぎしりが発生するメカニズムは明らかではない。本研究では、睡眠を調節する機構と、咀嚼などの顎運動を制御する機構の関連を、実験動物とヒトのデータを用いて、レム睡眠を調節するしくみが咀嚼運動の変調に関係する可能性を明らかにした。この成果は、歯ぎしりの発生に関与する脳のしくみを解明する上で重要である。

研究成果の概要(英文)：Rhythmic jaw movements (RJMs) frequently occurred during sleep in sleep bruxism. However, the physiological mechanisms remains to be clarified. This study investigated the role of REM sleep processes in the genesis of RJMs in animals and humans. Cortically generated RJMs can be induced during REM sleep with the intense stimulus intensity. REM generator systems can inhibit the genesis of RJMs by the electrical stimulation to the midbrain. The sufficient amount of REM sleep genesis can be related to the RJMs while the arousal or transient stage shift can be important to generate RJMs during REM sleep. The results suggest that there might be a functional correlation between REM sleep genesis and masticatory motor activation.

研究分野：口腔生理学

キーワード：睡眠 ブラキシズム 咀嚼 レム睡眠

1. 研究開始当初の背景

睡眠時ブラキシズムの患者では、睡眠中に発生する咀嚼筋活動が、歯の咬耗・破折・喪失、補綴・インプラント治療の失敗、顎関節症や歯周病の増悪の原因と考えられている。しかし、睡眠中に、歯ぎしりの様な反復性のリズムカルな顎運動 (Rhythmic jaw movements; RJMs) が睡眠中に発生するメカニズムは未だ不明である。しかし、睡眠時ブラキシズムに関する生理学的データが不足しており、基礎研究においてもそのメカニズムを明らかにするための実験基盤が十分に確立されていない。したがって、睡眠時ブラキシズムの診断・治療に必要な神経生理学的・基礎生物学的なエビデンスの蓄積する研究の枠組みが必要である。

睡眠時ブラキシズム患者では、歯ぎしりを伴う RJMs はノンレム睡眠・レム睡眠の両方で発生する。ノンレム睡眠とレム睡眠とでは、骨格筋運動ニューロンに対する抑制のメカニズムが異なっている。RJMs の大部分が、睡眠の 80% を占めるノンレム睡眠で発生し、約 10 ~ 20% の RJMs がレム睡眠で発生する。また、実験動物として用いられるげっ歯類では、レム睡眠中にリズムカルな咀嚼筋活動が発生することが報告されている。したがって、レム睡眠中には、顎運動パターンを制御する運動プログラムが駆動されていると考えられるが、レム睡眠中に RJMs が発生する生理機序には不明な点が多い。

2. 研究の目的

本研究では、レム睡眠の調節機構と顎運動発生との生理学的相関を調べ、レム睡眠における RJMs 発生の生理学的機序を明らかにすることを目的とした。

3. 研究の方法

[実験 1] 咀嚼リズム発生機構に実験的に興奮性入力を与える錐体路電気刺激の効果を調べた。外科手術により実験動物に脳電図・眼電図・頸筋筋電図、心電図、咬筋・顎二腹筋筋電図、顎運動軌跡を記録する電極及びセンサーを設置した。動物が手術から十分に回復した後、全身麻酔下において、動物の頭部を脳定位固定装置に固定し、錐体路の探索を行った。錐体路の探索では、連続微小電気刺激を用いて咀嚼様の RJMs を誘発できる中脳腹側部位を探索し、最も低い刺激強度で RJMs を誘発できる部位に刺激電極を留置した。その後数日間、防音箱内で馴化トレーニングを行った。そして、ケーブル接続し自由行動ができる状態で、自然睡眠中に微小連続電気刺激を錐体路に与える 2 つの実験を実施した。まず、記録時間のうち占有率の高いノンレム睡眠における応答特性を調べる実験を実施しデータの解析を行った。さらに、その後、占有率の低いレム睡眠に刺激を与えるため、生体信号を観察しながらレム睡眠を同定して刺激を与える実験を行った。微小電気刺激に対する RJM の発生頻度や、RJM 誘発に関連する脳波、心拍数の変化、発生した RJM の筋電図学的特性を解析し、さらにこれらの変化について、ノンレム睡眠や覚醒安静時とで比較した。また同様の実験手技を用いて、錐体路に異なる強度の短時間連続電気刺激を与えて、開口筋に短時間応答を誘発する実験を実施して、ノンレム睡眠、レム睡眠、安静覚醒時とで応答を比較した。さらに三叉神経中脳路核を電気刺激して咬筋単シナプス反射を誘発した。三叉神経中脳路核を同定するため、刺激電極を用いて開口に応答するニューロンが存在する部位を探索し、その部位を刺激して咬筋単シナプス反射を誘発できることを確認し、刺激電極を固定した。その後は、他の実験と同様に、異なる強度の刺激を与えて応答特性をノンレム睡眠、レム睡眠、安静覚醒時とで比較した。

[実験 2] 外科手術により実験動物に脳電図・眼電図・頸筋筋電図，心電図，咬筋・顎二腹筋筋電図，顎運動軌跡を記録する電極及びセンサーを設置した。動物が手術から十分に回復した後，上記と同様に RJMs を誘発できる大脳皮質部位に刺激電極を固定した。続いて，大脳皮質に連続微小電気刺激を与えて RJMs を誘発させた状態で，さらに別の刺激電極を用いて，連続電気刺激を中脳網様体の腹側領域に対して網羅的に与えて，皮質誘発性の咀嚼様 RJMs に変化を生じさせる領域を電気生理学的に探索した。さらに，一部の動物では，慢性実験を実施するため，咀嚼様 RJMs に変化を生じさせる中脳部位に刺激電極を留置した。これらの措置から十分に回復させてから，自然咀嚼中に中脳の刺激電極を介して電気刺激を与えて，自然咀嚼に対する刺激効果を調べた。さらに，咀嚼筋活動を伴う RJMs を誘発できる中枢領域として，扁桃体に着目し，麻酔下において扁桃体に連続電気刺激を与えて網羅的マッピングを実施した。実験では，短時間および長時間連続微小電極を用いて，扁桃体を網羅的に電気刺激し，誘発された開閉口筋活動と下顎運動を記録した。これらそれぞれの実験終了後，刺激部位を確認するため，動物を過剰麻酔の投与下で灌流固定し，組織切片を作製して，顕微鏡下において事前にマーキングした刺激部位を組織学的に確認した。また，RJMs を誘発させた部位や誘発した RJMs に変化を生じさせる領域を組織切片上で同定するため，マーキング部位を基準に組織切片上で各刺激点を同定した。

[実験 3]

20 ~ 30 歳代の健康な男女を被験者としてポリソムノグラフィー検査を実施した。睡眠中に RJMs を多数発生した睡眠時ブラキシズム(SB)群と，そうでない正常(CTL)群のデータを比較することで，レム睡眠の RJMs の発生に關与する生理学的機序を明らかにすることとした。得られたデータは，通法に従って，睡眠段階をはじめとする睡眠変数を分析し，睡眠段階の遷移率や各睡眠段階の連続性を評価した。さらに RJMs を同定して覚醒応答との関連を解析した。さらに，睡眠中のパワースペクトラル解析を用いて脳波を，Complex demodulation 法を用いて自律神経活動を定量解析した。レム睡眠中の咀嚼筋トーンスを解析するため，臨床的な方法である Phasic/tonic な筋活動の評価を実施した。さらに，記録全体を 1 秒間のエポックに区切り，各エポックの筋活動量を求め，クラスター解析を用いて，睡眠中の咀嚼筋トーンスを解析した。

4 . 研究成果

[実験 1]

ノンレム睡眠では，開口筋のみにリズムが生じるものと開口筋に遅れて閉口筋にリズムが生じる二つの運動パターンがあった。これらのリズムを生じる開閉口筋のバースト間隔は，開口筋が閉口筋の 2 倍の時間であった。したがって，ノンレム睡眠では，錐体路電気刺激によって賦活する咀嚼リズム発生機構の神経モジュールは覚醒時のそれと同質である可能性が示唆された。また，閉口筋は開口筋と比べると，リズムが発生する頻度が低く発生潜時が長かった。しかし，開閉口筋活動の発生に伴って，一過性に脳波の速波化や心拍数の増加を認め，運動終

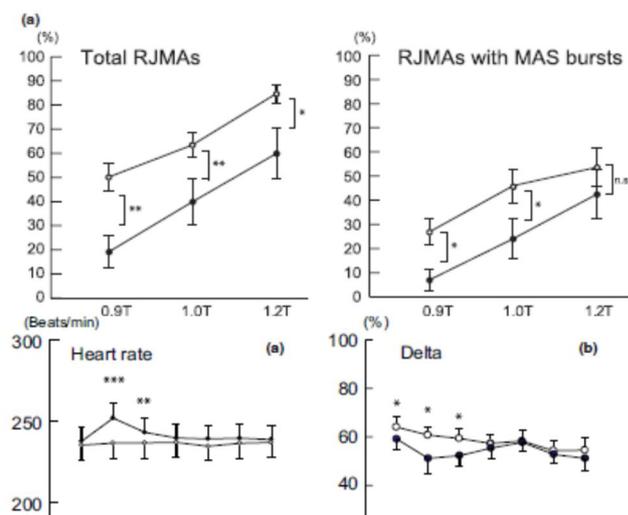


図 1 上段左：RJM 誘発率；上端右：咬筋の RJM 誘発率。○：覚醒時，●：ノンレム睡眠。
下段左：刺激前後の心拍数；右：脳波 Δ 波帯域の活動。
○：RJM 非誘発時，●：RJMs 誘発時。

了後には完全覚醒せずに睡眠に戻った(図1: Yamada et al., J Sleep Res 2019).

一方, レム睡眠では, レム睡眠期間がノンレム睡眠よりも非常に短いため, 刺激を与えるタイミングを工夫して一定数の刺激を与えた. その結果, RJM を誘発させることができた. しかし, ノンレム睡眠と比べて, RJM の誘発率は有意に低く, 閉口筋活動を誘発できなかった. 閉口筋活動では, 刺激パルスに反応する Sub-burst のクラスターがリズムカルに発生したが, 刺激後持続しなかった. 誘発潜時はノンレム睡眠よりもレム睡眠の方が短く, 覚醒と同等だった. また, RJMs のリズムは睡眠・覚醒において差を認めなかった. さらに, レム睡眠では, ノンレム睡眠と異なり, 誘発した RJM は脳波の速波化と心拍数の増加を認めなかった. また, 刺激強度を上げると, リズムカルな顎二腹筋活動の発生頻度やバーストの振幅は増加したが, 顎運動リズムに変化を認めなかった. 皮質刺激短時間応答や咬筋単シナプス反射応答は, レム睡眠ではノンレム睡眠より低かったが, 刺激強度を増大させるにしたがって, 刺激応答が大きくなる点については, ノンレム睡眠とレム睡眠で同様であった.

したがって, レム睡眠中では, 咀嚼リズム発生機構は, 錐体路刺激による興奮性入力によって活動しうるレベルの興奮性を維持しているが, 運動ニューロンに対する抑制によってリズム発生機構からの興奮性出力が筋活動に反映されない可能性があること, さらに覚醒応答が生じないために運動ニューロンに対する抑制が解除されず RJMs の発現が抑えられている可能性が示唆された.

[実験2]

大脳皮質誘発性顎運動中に, 短時間連続微小電気刺激を中法尾側から橋吻側部の網様体に与え, その刺激による皮質誘発性 RJMs の変化を刺激部位ごとに調べた. その結果, 皮質誘発性 RJMs が電気刺激の期間中に一時的に停止する(図2)領域と, 皮質誘発性 RJMs の咀嚼筋活動が増大する領域, さらに RJMs のリズム性が増加する領域が存在した. 特に RJMs を停止させた刺激部位では, 誘発した RJMs 中に電気刺激を加えると, 刺激開始に少し遅れて RJMs が完全停止した. こ

のような応答を示す部位は中脳尾側から橋吻側にかけた網様体に存在し, 中脳尾側レベルでは内外に分布していた. 刺激部位を組織学的に観察したところ, 皮質誘発性の運動が停止した領域は, 吻側橋網様体や脚橋被蓋核を含む領域と考えられた(図2). さらに, この部位に電極を留置した状態で, 麻酔から回復させた後, 自然咀嚼時に電気刺激を与えた時にも, 同部位への電気刺激が咀嚼運動を停止させた.

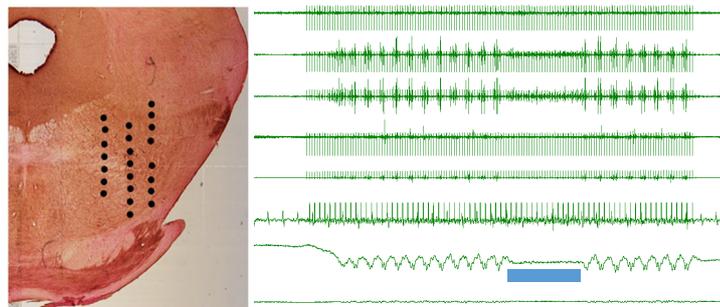


図2. 左: 誘発した RJMs を抑制した部位. 黒丸で示す. 右: 刺激(下線部)によって顎運動が停止した例

また, 扁桃体を短時間連続微小電気刺激すると, 内側核, 基底核, 皮質核などで, 咬筋や顎二腹筋に短潜時応答を誘発した. さらに, 長時間連続電気刺激では, 3つのタイプの顎運動の応答を認め, リズムカルな顎運動は, 咬筋活動と側方運動を伴うタイプと, そうでないタイプの2種類誘発できた. これら2種類の RJMs は運動軌跡は異なっていたが, リズムに差を認めなかった. さらに RJMs を誘発できた領域は, 短時間連続電気刺激を与えて顎筋活動を誘発できた部位に囲まれて, 扁桃体腹側領域に局限していた(図3) (Ueno et al, Arch Oral Biol 2022).

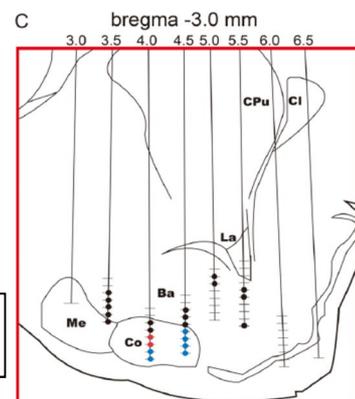


図3. 連続電気刺激によって顎運動が発生した部位を示す.

したがって, レム睡眠調節に関与する脚橋被蓋核を中心と

する中脳領域が、RJMs や咀嚼運動を停止させることが明らかになった。この運動の停止が、運動ニューロンの抑制によるものか、顎運動リズム発生機構に対する抑制なのかは今後の検証が必要である。また、扁桃体において閉口筋に活動を示すRJMsを誘発する領域がレム睡眠中のRJMsへの関与についても今後検証する必要がある。

[実験3]SB群では、CTL群と比べて全ての睡眠段階において、単位時間当たりのRJMsの発生頻度が高かった。レム睡眠ではRJMs全体の約10%がレム睡眠中に発生し、睡眠に占めるレム睡眠の占有率は約20%程度で差を認めなかった。RJMsの発現のほとんどが覚醒の出現と関連していた。しかし、2夜連続で記録した睡眠データを比較すると、第一夜効果によりレム睡眠量が低下する初日より2日目の方が少なかった(Haraki et al., Sleep Med 2020)。しかしRJMsの発生頻度は、レム睡眠が増加する2日目の方が初日より高かった。さらに、睡眠段階移行の頻度はSB群ではCTL群と比較して有意高く、レム睡眠における睡眠段階移行も同様であった。さらに、SB群では、レム睡眠の持続時間が有意に短く、連続性が低かった(Kishi et al., Sleep 2020)。

SB群では、レム睡眠においてPhasicな筋活動が高い傾向があり、Tonicな筋活動には差を認めなかったが、レム睡眠でAtoniaが占める期間が相対的に短くなった。さらに、Atoniaの状態を定量化するために、1秒ミニエポック当たりの筋活動量を算出し、筋活動が出現しない安静期間をガウス混合モデルクラスター解析を用いて同定し、その期間の筋トーンスを各睡眠段階において算出した。咬筋トーンスは、StageN1が最も高く、次いでStageN2とStageN3が、レム睡眠では最も低かった(図4)(Toyota et al., Sleep 2022)、SB群とCTL群とで差を認めなかった。同様に、脳波各周波数帯域のパワー、心拍変動によるHFなどの自律神経活動についても、睡眠段階の間で差を認めしたが、SB群とCTL群で差を認めなかった。

したがって、睡眠中に一定のレム睡眠を保持することがRJMsの発生に必要となる可能性がある。また、SB群ではレム睡眠の睡眠段階移行が頻繁で、RJMsのが覚醒の出現と関連すること、さらに、SB群では、咀嚼筋トーンス、脳波活動、自律神経活動はCTL群と差を認めないことから、SB群におけるレム睡眠でのRJMsの発生は、咀嚼筋運動ニューロン自体の興奮性ではなく、覚醒応答による脳幹の顎運動リズム発生機構の様な調節系の活動上昇が重要である可能性が示唆された。

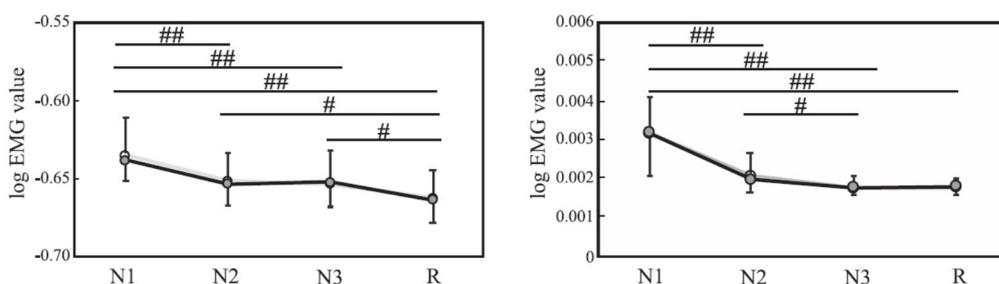


図4 . 左：睡眠段階毎の咀嚼筋トーンスの比較。右：咀嚼筋トーンスの変動量の比較

5. 主な発表論文等

〔雑誌論文〕 計12件（うち査読付論文 12件／うち国際共著 4件／うちオープンアクセス 3件）

1. 著者名 Yano Hiroyuki, Ueno Yoshio, Higashiyama Makoto, Akhter Fatema, Katagiri Ayano, Toyoda Hiroki, Uzawa Narikazu, Yoshida Atsushi, Kato Takafumi	4. 巻 -
2. 論文標題 After-effects of acute footshock stress on sleep states and rhythmic masticatory muscle activity during sleep in guinea pigs	5. 発行年 2022年
3. 雑誌名 Odontology	6. 最初と最後の頁 -
掲載論文のDOI（デジタルオブジェクト識別子） 10.1007/s10266-021-00679-0	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 Toyota Risa, Fukui Ken-ichi, Kamimura Mayo, Katagiri Ayano, Sato Hajime, Toyoda Hiroki, Rompr? Pierre, Ikebe Kazunori, Kato Takafumi	4. 巻 45
2. 論文標題 Sleep stage-dependent changes in tonic masseter and cortical activities in young subjects with primary sleep bruxism	5. 発行年 2022年
3. 雑誌名 Sleep	6. 最初と最後の頁 zsab207
掲載論文のDOI（デジタルオブジェクト識別子） 10.1093/sleep/zsab207	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 Imai Hideto, Haraki Shingo, Tsujisaka Akiko, Okura Mutsumi, Adachi Hiroyoshi, Ohno Yuko, Yatani Hirofumi, Kato Takafumi	4. 巻 65
2. 論文標題 A lack of specific motor patterns between rhythmic/non-rhythmic masticatory muscle activity and bodily movements in sleep bruxism	5. 発行年 2021年
3. 雑誌名 Journal of Prosthodontic Research	6. 最初と最後の頁 415 ~ 420
掲載論文のDOI（デジタルオブジェクト識別子） 10.2186/jpr.JPR_D_20_00012	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 Ueno Yoshio, Higashiyama Makoto, Haque Tahsinul, Masuda Yuji, Katagiri Ayano, Toyoda Hiroki, Uzawa Narikazu, Yoshida Atsushi, Kato Takafumi	4. 巻 135
2. 論文標題 Motor representation of rhythmic jaw movements in the amygdala of guinea pigs	5. 発行年 2022年
3. 雑誌名 Archives of Oral Biology	6. 最初と最後の頁 105362 ~ 105362
掲載論文のDOI（デジタルオブジェクト識別子） 10.1016/j.archoralbio.2022.105362	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 Kishimoto Saki, Katagiri Ayano, Oyamaguchi Aiko, Sato Hajime, Toyoda Hiroki, Niwa Hitoshi, Bereiter David A., Iwata Koichi, Kato Takafumi	4. 巻 483
2. 論文標題 Enhanced Ocular Surface and Intraoral Nociception via a Transient Receptor Potential Vanilloid 1 Mechanism in a Rat Model of Obstructive Sleep Apnea	5. 発行年 2022年
3. 雑誌名 Neuroscience	6. 最初と最後の頁 66 ~ 81
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.1016/j.neuroscience.2021.12.002	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 該当する

1. 著者名 Yano Hiroshi, Matsuura Yutaka, Katagiri Ayano, Higashiyama Makoto, Toyoda Hiroki, Sato Hajime, Ueno Yoshio, Uzawa Narikazu, Yoshida Atsushi, Kato Takafumi	4. 巻 129
2. 論文標題 Changes in cortical, cardiac, and respiratory activities in relation to spontaneous rhythmic jaw movements in ketamine anesthetized guinea pigs	5. 発行年 2021年
3. 雑誌名 European Journal of Oral Sciences	6. 最初と最後の頁 -
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.1111/eos.12817	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 Shirota Ai, Kamimura Mayo, Kishi Akifumi, Adachi Hiroyoshi, Taniike Masako, Kato Takafumi	4. 巻 12
2. 論文標題 Discrepancies in the Time Course of Sleep Stage Dynamics, Electroencephalographic Activity and Heart Rate Variability Over Sleep Cycles in the Adaptation Night in Healthy Young Adults	5. 発行年 2021年
3. 雑誌名 Frontiers in Physiology	6. 最初と最後の頁 623401
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.3389/fphys.2021.623401	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 Haraki Shingo, Tsujisaka Akiko, Toyota Risa, Shiraiishi Yuki, Adachi Hiroyoshi, Ishigaki Shoichi, Yatani Hirofumi, Taniike Masako, Kato Takafumi	4. 巻 75
2. 論文標題 First night effect on polysomnographic sleep bruxism diagnosis varies among young subjects with different degrees of rhythmic masticatory muscle activity	5. 発行年 2020年
3. 雑誌名 Sleep Medicine	6. 最初と最後の頁 395 ~ 400
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.1016/j.sleep.2020.08.012	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 Lavigne Gilles, Kato Takafumi, Herrero Babiloni Alberto, Huynh Nelly, Dal Fabbro Cibele, Svensson Peter, Aarab Ghizlane, Ahlberg Jari, Baba Kazuyoshi, Carra Maria Clotilde, Cunha Thays Crosara A., Gon?alves Daniela A. G., Manfredini Daniele, Stuginski Barbosa Juliana, Wieckiewicz Mieszko, Lobbezoo Frank	4. 巻 -
2. 論文標題 Research routes on improved sleep bruxism metrics: Toward a standardised approach	5. 発行年 2021年
3. 雑誌名 Journal of Sleep Research	6. 最初と最後の頁 e13320
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.1111/jsr.13320	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 該当する

1. 著者名 Yamada K, Higashiyama M, Toyoda H, Masuda Y, Kogo M, Yoshida A, Kato T	4. 巻 28 (5)
2. 論文標題 Experimentally induced rhythmic jaw muscle activities during non-rapid eye movement sleep in freely moving guinea pigs	5. 発行年 2019年
3. 雑誌名 Journal of sleep research	6. 最初と最後の頁 e12823
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.1111/jsr.12823	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 Kishi A, Haraki S, Toyota R, Shiraishi Y, Kamimura M, Taniike M, Yatani H, Kato T	4. 巻 43 (1)
2. 論文標題 Sleep stage dynamics in young patients with sleep bruxism	5. 発行年 2020年
3. 雑誌名 Sleep	6. 最初と最後の頁 1-12
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.1093/sleep/zsz202	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 Suzuki Y, Rompre P, Mayer P, Kato T, Okura K, Lavigne GJ	4. 巻 64 (1)
2. 論文標題 Changes in oxygen and carbon dioxide in the genesis of sleep bruxism: a mechanism study	5. 発行年 2020年
3. 雑誌名 Journal of Prosthodontic Research	6. 最初と最後の頁 43-47
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.1016/j.jpor.2019.04.012	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

〔学会発表〕 計16件（うち招待講演 8件 / うち国際学会 13件）

1. 発表者名 Takafumi Kato
2. 発表標題 Gastroesophageal reflux and obstructive sleep apnea
3. 学会等名 99th general session of the International Association for Dental Research (招待講演) (国際学会)
4. 発表年 2021年

1. 発表者名 Kato T.
2. 発表標題 Physiological research perspectives in the field of sleep bruxism
3. 学会等名 Second Ankara-Osaka University Dental Workshops (招待講演) (国際学会)
4. 発表年 2021年

1. 発表者名 加藤隆史, 片桐綾乃, 豊田博紀
2. 発表標題 歯ぎしりの「なぜ」を科学するために
3. 学会等名 第12回 日本臨床睡眠医学会 学術大会 (招待講演)
4. 発表年 2021年

1. 発表者名 加藤隆史
2. 発表標題 Pathophysiology of SB: lessons from human for future animal studies
3. 学会等名 Society for Neuroscience 2021 6th Satellite Symposium (招待講演) (国際学会)
4. 発表年 2021年

1. 発表者名 Kato T.
2. 発表標題 Pathophysiology of SB: challenges from human and animal studies.
3. 学会等名 The 68th Annual Meeting of Japanese Association for Dental Research (招待講演) (国際学会)
4. 発表年 2020年

1. 発表者名 R.Toyota, M.Okura, S.Haraki, A.Tsujisaka, H.Adachi, K.Ikebe, H.Yatani, T.Kato
2. 発表標題 Masseter Muscle Activity During REM Sleep in Sleep Bruxism
3. 学会等名 97th. IADR General Session (国際学会)
4. 発表年 2019年

1. 発表者名 Takafumi Kato
2. 発表標題 Sleep Bruxism : An Update for dental Clinicians
3. 学会等名 ADA FDI World Dental Congress 2019 (招待講演) (国際学会)
4. 発表年 2019年

1. 発表者名 Takafumi Kato
2. 発表標題 Sleep Related Problems in Dentistry
3. 学会等名 ADA FDI World Dental Congress 2019 (招待講演) (国際学会)
4. 発表年 2019年

1. 発表者名 加藤隆史
2. 発表標題 睡眠時ブラキシズムの謎を解くために
3. 学会等名 第88回松本歯科大学学会（総会）（招待講演）
4. 発表年 2019年

1. 発表者名 Mashita M, Adachi H, Koyama M, Nonoue S, Mamiya Y, Shigedo Y, Sugita Y, Kyotani K, Kato T, Ikeda M.
2. 発表標題 The feature of sleep stage sequence of nocturnal REM periods reflects the pathophysiology of narcolepsy
3. 学会等名 Worldsleep 2019（国際学会）
4. 発表年 2019年

1. 発表者名 Kishi A, Kato T.
2. 発表標題 Sleep stage dynamics in patients with sleep bruxism
3. 学会等名 The 32nd Annual Meeting of the Associated Professional Sleep Societies, Baltimore, MD, USA, June 3-6（国際学会）
4. 発表年 2018年

1. 発表者名 Risa Toyota, Mutsumi Okura, Shigeru Nonoue, Shingo Haraki, Akiko Tsujisaka, Hiroyoshi Adachi, Kazunori Ikebe, Takafumi Kato.
2. 発表標題 Masseter muscle activity during REM sleep in young adults with sleep bruxism
3. 学会等名 9th Federation of the Asian and Oceanian Physiological Societies Congress（国際学会）
4. 発表年 2018年

1. 発表者名 Yuki Shiraishi, Masaya Tachibana, Sheng-Yun Lu, Ai Shirota, Ikuko Mohri, Shingo Haraki, Atsuko Tsujisaka, Masako Taniike, Takashi Yamashiro, Takafumi Kato.
2. 発表標題 Physiological characteristics of rhythmic masticatory muscle activity during sleep in children
3. 学会等名 9th Federation of the Asian and Oceanian Physiological Societies Congress (国際学会)
4. 発表年 2018年

1. 発表者名 Takafumi Kato, Yutaka Matsuura, Hiroshi Yano, Makoto Higashiyama, Hiroki Toyoda, Ayano Katagiri, Hajime Sato, Narikazu Uzawa, Atsushi Yoshida.
2. 発表標題 Physiologic process before rhythmic jaw movements after ketamine injections in guinea pigs.
3. 学会等名 9th Federation of the Asian and Oceanian Physiological Societies Congress (国際学会)
4. 発表年 2018年

1. 発表者名 松裏豊, 矢野浩司, 豊田博紀, 片桐綾乃, 東山亮, 鶴澤成一, 吉田篤, 加藤隆史.
2. 発表標題 ケタミン麻酔動物におけるリズム性顎運動発現の生理学的機序
3. 学会等名 第60回歯科基礎医学会学術大会
4. 発表年 2018年

1. 発表者名 Yutaka Matsuura, Hiroshi Yano, Hiroki Toyoda, Ayano Katagiri, Makoto Higashiyama, Hajime Sato, Narikazu Uzawa, Atsushi Yoshida, Takafumi Kato.
2. 発表標題 Time-course changes in cortical, cardiac and respiratory changes before spontaneous rhythmic jaw movements after repeated ketamine injections in anesthetized guinea pigs.
3. 学会等名 Oral Neuroscience 2018 (国際学会)
4. 発表年 2018年

〔図書〕 計3件

1. 著者名 加藤隆史、豊田理紗、白石優季、原木真吾	4. 発行年 2020年
2. 出版社 日本臨牀社	5. 総ページ数 765
3. 書名 最新臨床睡眠学(第2版)	

1. 著者名 Kato T, Okura K, Macaluso GM, Lavigne GJ	4. 発行年 2020年
2. 出版社 Quintessence publishing	5. 総ページ数 224
3. 書名 Sleep Medicine For Dentists 2nd eds, Physiologic mechanisms associated with SB genesis	

1. 著者名 加藤隆史	4. 発行年 2020年
2. 出版社 医歯薬出版株式会社	5. 総ページ数 475
3. 書名 基礎歯科生理学第7版 第12章 高次脳機能 IV 睡眠	

〔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
研究分担者	豊田 博紀 (Toyoda Hiroki) (00432451)	大阪大学・歯学研究科・准教授 (14401)	

6. 研究組織（つづき）

	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	片桐 綾乃 (Katagiri Ayano) (40731899)	大阪大学・歯学研究科・講師 (14401)	
研究分担者	佐藤 元 (Sato Hajime) (10432452)	大阪大学・歯学研究科・助教 (14401)	

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			
カナダ	モントリオール大学			