

令和 5 年 6 月 19 日現在

機関番号：27301

研究種目：基盤研究(C) (一般)

研究期間：2019～2022

課題番号：19K06891

研究課題名(和文) 単一細胞解析による覚醒制御機構の解明

研究課題名(英文) Single cell analysis to elucidate the regulatory mechanisms of arousal

研究代表者

田中 進 (TANAKA, SUSUMU)

長崎県立大学・看護栄養学部・教授

研究者番号：30399472

交付決定額(研究期間全体)：(直接経費) 3,400,000円

研究成果の概要(和文)：本研究は遺伝子改変マウスを用いた解析を主軸としていたが、COVID19の影響を受け、その飼育環境の制限により遂行が困難であった。

そのため、解析手法であるナノポアシーケンスの解析プラットフォームの開発に主眼を置き、マッピング用のminimap2をlong read用に調整、マッピング、FeatureCountsでリードカウント、補正後、edgeRで発現変動遺伝子(FDR<0.01)を抽出した。これにより予備検討として用いた培養細胞での各遺伝子座での処理群で変動するmRNAコピー数の変化ならびにExon-Intron構造の変化したスプライシングバリエーション遺伝子を複数同定した。

研究成果の学術的意義や社会的意義

ナノポアシーケンスはRNAをRNAのまま配列決定することが可能なバイアスを抑えたシステムでありより生理的な状態の遺伝子発現変化を見るための優れた方法であるが、現在ナノポアシーケンス技術を用いたヒト組織を対象とする網羅的遺伝子発現解析は国内外を通じて29報しか報告されていない。これは解析パイプラインが整っていないこととコスト的な要因が大きいと考えられ、そのため我々は新規解析法を開発した。

研究成果の概要(英文)：The main focus of this study was the analysis using transgenic mice, however due to the effects of COVID19 and the restrictions of their breeding environment, it was difficult to carry out the analysis.

Therefore, I focused on the development of an analysis platform for nanopore sequencing, which is an analysis method, and adjusted minimap2 for mapping for long reads, mapped, counted reads with FeatureCounts, corrected, and extracted variable expression genes (FDR<0.01) with edgeR. This identified several splicing variant genes with altered mRNA copy number and Exon-Intron structure at each locus in the treatment groups in cultured cells used as a preliminary study.

研究分野：分子生物学

キーワード：網羅的遺伝子発現解析 ナノポアシーケンス

様式 C - 19、F - 19 - 1、Z - 19 (共通)

1. 研究開始当初の背景

脳視床下部外側野に存在するオレキシンニューロンは覚醒を制御し、慢性過眠症ナルコレプシーの原因となる。近年われわれはオレキシンニューロンがヒト感冒時の食欲の低下・体重の減少・疲労感・うつ・気分の落ち込み等の複合症状 (Sickness behavior) へも関与することを見出した。しかしながら視床下部での末梢免疫賦活への反応に際し、オレキシンニューロンがグリアの上位か下位であるかは不明であった。その解明には刺激後のオレキシンニューロンの単離解析をおこなう必要があるが、分散培養、スライス培養、幹細胞からの分化ニューロン、ならびに遺伝子改変動物を用いた解析では、オレキシンニューロンの脆弱性もあり、思わしい結果が得られていない。本研究ではこの課題を解決するためにバキューム方式を用いて、末梢免疫賦活化後の未固定マウス脳スライスからオレキシンニューロンのみを単離し、バイアスのかからないナノポアシーケンスによる網羅的解析を組み合わせ、オレキシンニューロンで起こる変化を解析し、覚醒機構の解明ならびにナルコレプシー発症機序の解明につなげることを当初の目的としていた。

2. 研究の目的

しかしながら、初年度、研究機関での感染事故が発生し、全ての遺伝子改変マウスを殺処分としたため、目的となる ORX-GFP マウスからのオレキシンニューロンの単離は行えてなかった。そのため、代わりに細胞ピッキング装置にて野生型の視床下部外側野から未染色の細胞を単離し、細胞数と抽出される RNA 量を検討した。さらに次年度には COVID19 の影響を受け、その飼育環境の制限により昨年度感染事故にて凍結した本研究にて必要となる ORX-GFP マウスを起すことが出来なくなった。そのため、本研究では、将来的な単一細胞解析のための、細胞単離方法の条件検討、得られた細胞での遺伝子発現解析のためのナノポアシーケンス解析のプラットフォームの開発、を目的とした。得られた遺伝子群に関して、機能解析も行った。

3. 研究の方法

オレキシンニューロンの単離

バキューム方式の単一細胞ピッキング装置にて 8 週齢のオス ORX-GFP マウスから脳を取り出し、ピプラトームにて 100 μ m 厚みの脳スライス切片を作成後、EGFP の蛍光を発するオレキシンニューロンのみを単離した。オレキシンニューロンが散在する視床下部外側野から 100 個程度のオレキシンニューロンを単離し、セパゾールにて total RNA を抽出した。ナノドロップにて RNA 濃度を測定した結果、検出感度以下 (1ng 以下の判定) だったため、短時間での細胞数の取得技術と解析感度を上げる必要があった。しかし、前述のように感染事故ならびに COVID により、これ以上の ORX-GFP マウスの取得が不可能となってしまったためこれ以上の解析は不可能となった。そこで解析手法であるナノポアシーケンス解析方法の解析に着手した。ナノポアシーケンスの解析にあたり十分量の RNA が必要となり、以下に示す培養細胞を用いて検討を行った。

ヒト子宮内膜間質細胞 (Endometrial Stromal cells: ESC) の分離培養

患者への説明は口頭と文書で行い、各患者から文書でインフォームドコンセントを得た。本研究は、関西医科大学の審査委員会の承認を得て実施された (プロトコル番号 2006101)。また、本研究はヘルシンキ宣言の原則を遵守している。42~50 歳の月経周期が規則的な 11 名の患者からヒト子宮内膜組織を入手した。すべての子宮内膜標本は、組織学的に正常であることが確認された。子宮内膜組織からヒト ESC を精製し 37、5%CO₂ で培養した。さらに内因性ステロイドホルモンの影響を除去するため、フェノールレッドを含まない DMEM/F12 培地とデキストランコートしたチャコールストリップのウシ胎児血清を使用した。ESC の脱落膜化を誘導するために、エストロゲン (10⁻⁸ mol/L) および酢酸メドロキシプロゲステロン (MPA) (10⁻⁷ mol/L) で 12 日間処理した。未処理の細胞はコントロールとして使用した。

Nanopore Sequencing

RNeasy Mini kit を用いて、12 日間 E2+MPA 処理を行った/行わなかった培養 ESC から Total RNA を抽出した。各 3 例程度の RNA をそれぞれ 50 μ g となるようプールし、そこから Poly(A)⁺ を精製した。説明書に従い mRNA にモータータンパクを付加したのち、各サンプルをナノポアシーケンスに供した。48 時間~72 時間のシーケンスを行い、得られた配列を long read 用に modify した Minimap2



を用いてヒトゲノム DNA 配列にマッピングした。図 1 にマッピング結果の一例を示す。次いで FeatureCounts にてリードカウントを行った。群間での読まれた mRNA に差があるため、Reads per Gene per 10k reads で補正を行った。このようにして得られた結果を edgeR で処理し、発現変動遺伝子を抽出 (FDR<0.01 のものを有意とした) した。

siRNA による転写因子 H のサイレンシング

ESCは刺激0日目にLipofectamine RNAiMAX 試薬を用いて、ヒト転写因子H遺伝子または非サイレンシングRNAを標的とした2種類のsiRNAを10nmol/Lでトランスフェクトし、その後5日間培養された。転写因子Hのノックダウンは、RT-qPCRおよびウェスタンブロットングにより確認された。実験は、異なる4名の患者から採取したサンプルを用いて検討した。

定量PCR

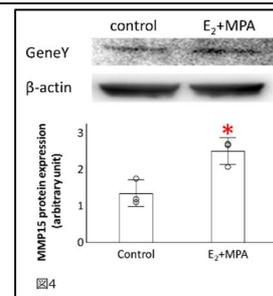
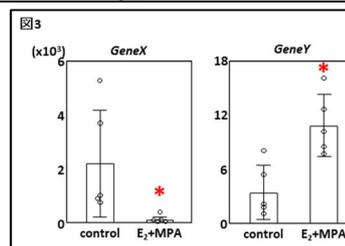
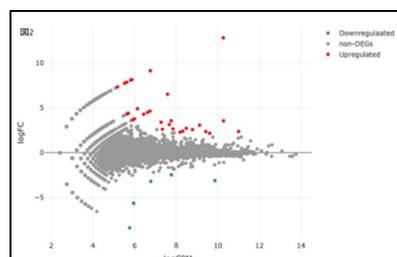
培養ESCからtotal RNAを抽出した。gDNA remover ReverTra Ace™ qPCR RT master mixを用いて逆転写した。その後、Rotor-GeneプラットフォームとThunderbird qPCR Mixを用いて定量PCRを実施した。ハウスキープ遺伝子としてElongation factor-1 (EF1A)を用い、2-Ct法を用いて相対的な標的遺伝子発現量を算出した。

イムノプロット解析

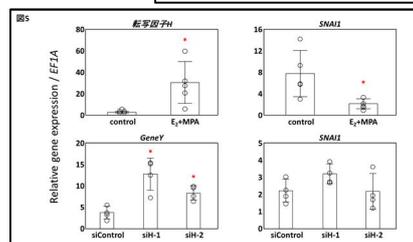
12日間培養したヒトESCから可溶性タンパクを精製した。10%SDS-PAGEゲルにロードし、PVDF膜に転写後、ブロッキングした。この膜をTBS-0.1% Tween-20+5%BlockingOneで希釈したRabbit Anti-Genex抗体または-アクチンマウス抗体に4で一夜インキュベートした。二次抗体には、ヤギ抗ウサギHRP標識IgG(H+L)または羊HRP結合抗マウスIgG抗体が使用された。ECL Prime Western Blotting Detection Reagentを用いて、得られた複合体を可視化した。LAS 4000を用いてバンドを検出し、タンパク質バンド強度をImageJを用いて解析し、Genexタンパク量を-アクチンレベルで補正した。

4. 研究成果

未処理群を48時間、処理群を72時間シークエンスにかけた結果、得られた配列は未処理群で271,432、処理群で585,299であった。そのうち、マッピングされなかった配列は未処理群で23,390、処理群で138,734、何らかの遺伝子名が付いたものが未処理群で281,659、処理群で471,971となった。最終的なマッピング率はそれぞれ91.4%と76.3%である。minimap2の設定上、1つのリードが複数箇所にされうためAssignedリード数はTotalリード数を上回る場合が出た。edgeRを用いて未処理群と処理群とを比較した結果を図2に示す。報告されていないものの中で、処理群により有意に減少がみられたGeneXと有意に上昇がみられたGeneYに関して機能解析を進めた。定量PCRによる確認を行った結果、GeneXとYともにナノポアシークエンスにて得られた結果と同様の結果が得られた(図3)。そこでイムノプロット解析によりGeneYのタンパク量の変化を検討した結果、処理群において遺伝子発現量と同様、有意に増加していることが確認された(図4)。



プロゲステロン受容体(PGR)はGeneYが所属するファミリーの別の遺伝子のゲノム遺伝子座に結合し、処理時の別の遺伝子の発現を制御することが知られているが、処理時のGeneYの転写制御についてはよく分かっていない。そこで、GeneYの転写を制御していると考えられる転写因子をChIP-Atlasデータベースで検索した。その結果、脱落膜化ESCで発現が上昇する転写制御因子Hが、GeneY遺伝子座の上流領域に結合する可能性を見出した。さらに、GeneYは転写リプレッサーであるSNAI1によって制御されており、SNAI1は心臓において転写因子Hによって制御されている。そこで、GeneYの発現制御への関与を理解するために、脱落膜化ESCにおける転写因子HおよびSNAI1の遺伝子発現変化を調べた。E2 + MPA処理したESCでは、転写因子Hの発現がコントロール群に比べ有意に上昇した(図5)。一方、SNAI1の発現は、E2 + MPA処理したESCで有意に抑制された(図5)。そこで、siRNAを用いた転写因子Hサイレンシングサンプルにおいて、SNAI1およびGeneYの発現を検討した。その結果、転写因子HがサイレンシングされるとGeneYの発現が上昇することがわかり(図5)ESCにおけるGeneY発現のベースラインを制御する上で転写因子Hが重要な役割を果たすことが示唆された。しかし、SNAI1発現は転写因子H発現の減少に影響されず(図5)ESCにおけるSNAI1発現は転写因子Hとは無関係であることが示唆された。



5. 主な発表論文等

〔雑誌論文〕 計22件（うち査読付論文 20件 / うち国際共著 1件 / うちオープンアクセス 16件）

| | |
|--|-----------------------|
| 1. 著者名 Tanaka S*, Honda Y, Sawachika M, Futani K, Yoshida N, Kodama T. | 4. 巻 1 |
| 2. 論文標題 Degradation of STK16 via KCTD17 with ubiquitin-proteasome system in relation to sleep-wake cycle. | 5. 発行年 2023年 |
| 3. 雑誌名 Kinases Phosphatases | 6. 最初と最後の頁 14-22 |
| 掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.3390/kinasesphosphatases1010003 | 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 Hayashi S, Oe S, Koike T, Seki-Omura R, Nakano Y, Hirahara Y, Tanaka S, Ito T, Yasukochi Y, Higasa K, Kitada M. | 4. 巻 - |
| 2. 論文標題 OLIG2 is an in vivo bookmarking transcription factor in the developing neural tube in mouse. | 5. 発行年 2022年 |
| 3. 雑誌名 J Neurochem | 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/jnc.15746. | 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 Seki-Omura R, Hayashi S, Oe S, Koike T, Nakano Y, Hirahara Y, Tanaka S, Kitada M. | 4. 巻 64 |
| 2. 論文標題 Establishment of neural stem cell culture from the central nervous system of the Iberian ribbed newt <i>Pleurodeles waltl</i> . | 5. 発行年 2022年 |
| 3. 雑誌名 Dev Growth Differ | 6. 最初と最後の頁 494-500 |
| 掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.1111/dgd.12820. | 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 村田 紘未, 田中 進, 岡田 英孝 | 4. 巻 78 |
| 2. 論文標題 胎盤形成とnatural killer細胞 | 5. 発行年 2022年 |
| 3. 雑誌名 臨床免疫・アレルギー科 | 6. 最初と最後の頁 632-637 |
| 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 無 |
| 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 Murata H, Tanaka S*, Okada H* | 4. 巻 12 |
| 2. 論文標題 The regulators of human endometrial stromal cell decidualization. | 5. 発行年 2022年 |
| 3. 雑誌名 Biomolecules | 6. 最初と最後の頁 1275 |
| 掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.3390/biom12091275 | 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 Nakashima K, Hirahara Y, Koike T, Tanaka S, Gamou K, Oe S, Hayashi S, Seki R, Nakano Y, Ohe C, Yoshida T, Kataoka Y, Tsuda M, Yamashita T, Honke K, Kitada M. | 4. 巻 63 |
| 2. 論文標題 Sulfatide molecular species with ceramide composed of phytosphingosine (t18:0) and 2-hydroxy fatty acids in intercalated cells of the collecting duct in mouse kidneys. | 5. 発行年 2022年 |
| 3. 雑誌名 Lipid Res | 6. 最初と最後の頁 100210 |
| 掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.1016/j.jlir.2022.100210 | 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 Oe S, Hayashi S, Tanaka S, Koike T, Hirahara Y, Seki-Omura R, Kakizaki R, Sakamoto S, Nakano Y, Noda Y, Yamada H, Kitada M. | 4. 巻 16 |
| 2. 論文標題 CPEB1 post-transcriptionally regulates Fmr1 expression through 3' UTR. | 5. 発行年 2022年 |
| 3. 雑誌名 Front Cell Neurosci | 6. 最初と最後の頁 869398 |
| 掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.3389/fncel.2022.869398 | 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 Miyagawa T, Tanaka S, et al. | 4. 巻 7 |
| 2. 論文標題 A rare genetic variant in the cleavage site of the prepro-orexin gene is associated with idiopathic hypersomnia. | 5. 発行年 2022年 |
| 3. 雑誌名 NPJ Genom Med | 6. 最初と最後の頁 29 |
| 掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.1038/s41525-022-00298-w. | 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 Takizawa N†, Tanaka S†, Nishimoto K*†, Sugiura Y, Suematsu M, Ohe C, Ohsugi H, Mizuno Y, Mukai K, Seki T, Oki K, Gomez-Sanchez CE, Matsuda T | 4. 巻 44 |
| 2. 論文標題 Familial Hyperaldosteronism Type 3 with a Rapidly Growing Adrenal Tumor: An In Situ Aldosterone Imaging Study | 5. 発行年 2022年 |
| 3. 雑誌名 Curr Issues Mol Biol | 6. 最初と最後の頁 128-138 |
| 掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.3390/cimb44010010. | 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 Oe S, Hayashi S, Tanaka S, Koike T, Hirahara Y, Kakizaki R, Sakamoto S, Noda Y, Yamada H, Kitada M. | 4. 巻 12 |
| 2. 論文標題 Cpeb1 expression is post-transcriptionally regulated by AUF1, CPEB1, and microRNAs. | 5. 発行年 2022年 |
| 3. 雑誌名 FEBS Open Bio | 6. 最初と最後の頁 82-94 |
| 掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.1002/2211-5463.13286 | 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 Koike T, Ebara S, Tanaka S, Kase M, Hirahara Y, Hayashi S, Oe S, Nakano Y, Kitada M, Kumamoto K. | 4. 巻 386 |
| 2. 論文標題 Distribution, fine structure, and three-dimensional innervation of lamellar corpuscles in rat plantar skin | 5. 発行年 2021年 |
| 3. 雑誌名 Cell Tissue Res | 6. 最初と最後の頁 477-490 |
| 掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.1007/s00441-021-03525-5 | 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 Murata H, Tanaka S, Hisamatsu Y, Tsubokura H, Hashimoto Y, Kitada M, Okada H. | 4. 巻 27 |
| 2. 論文標題 Transcriptional regulation of LGALS9 by HAND2 and FOXO1 in human endometrial stromal cells in women with regular cycles. | 5. 発行年 2021年 |
| 3. 雑誌名 Mol Hum Reprod | 6. 最初と最後の頁 gaa063 |
| 掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.1093/molehr/gaab063 | 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 Hisamatsu Y, Murata H, Tsubokura H, Hashimoto Y, Kitada M, Tanaka S, Okada H. | 4. 巻 43 |
| 2. 論文標題 Matrix Metalloproteinases in Human Decidualized Endometrial Stromal Cells | 5. 発行年 2021年 |
| 3. 雑誌名 Curr Issues Mol Biol | 6. 最初と最後の頁 2111-2123 |
| 掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.3390/cimb43030146 | 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 Takizawa, N.; Tanaka, S.; Nishimoto, K.; Sugiura, Y.; Suematsu, M.; Ohe, C.; Ohsugi, H.; Mizuno, Y.; Mukai, K.; Seki, T.; Oki, K.; Gomez-Sanchez, C.E.; Matsuda, T | 4. 巻 44 |
| 2. 論文標題 Familial Hyperaldosteronism Type 3 with a Rapidly Growing Adrenal Tumor: An In Situ Aldosterone Imaging Study | 5. 発行年 2022年 |
| 3. 雑誌名 Curr Issues Mol Biol | 6. 最初と最後の頁 128-138 |
| 掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.3390/cimb44010010 | 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 Mutara H, Tanaka S, Okada H | 4. 巻 10 |
| 2. 論文標題 Immune Tolerance of the Human Decidua | 5. 発行年 2021年 |
| 3. 雑誌名 Journal of clinical medicine | 6. 最初と最後の頁 351 |
| 掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.3390/jcm10020351 | 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 Oe S, Koike T, Hirahara Y, Tanaka S, Hayashi S, Nakano Y, Kase M, Noda Y, Yamada H, Kitada M | 4. 巻 534 |
| 2. 論文標題 AUF1, an mRNA decay factor, has a discordant role in Cpeb1 expression. | 5. 発行年 2021年 |
| 3. 雑誌名 Biochemical and biophysical research communications | 6. 最初と最後の頁 491-497 |
| 掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.1016/j.bbrc.2020.11.054 | 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 Murata H, Tanaka S, Tsuzuki-Nakao T, Kido T, Kakita-Kobayashi M, Kida N, Hisamatsu Y, Tsubokura H, Hashimoto Y, Kitada M, Okada H | 4. 巻 295 |
| 2. 論文標題 The transcription factor HAND2 up-regulates transcription of the IL15 gene in human endometrial stromal cells | 5. 発行年 2021年 |
| 3. 雑誌名 The Journal of biological chemistry | 6. 最初と最後の頁 9596-9605 |
| 掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.1074/jbc.RA120.012753 | 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 滝澤 奈恵, 田中 進, 松田 公志, 山田 久夫 | 4. 巻 71 |
| 2. 論文標題 副腎皮質におけるヘッジホッグシグナル経路 Desert Hedgehogの発見 | 5. 発行年 2020年 |
| 3. 雑誌名 関西医科大学雑誌 | 6. 最初と最後の頁 1-6 |
| 掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.5361/jkmu.71.1 | 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 Yoshida T, Takizawa N, Matsuda T, Yamada H, Kitada M, Tanaka S | 4. 巻 10 |
| 2. 論文標題 GATA4/6 regulate DHH transcription in rat adrenocortical autografts | 5. 発行年 2020年 |
| 3. 雑誌名 Sci Rep | 6. 最初と最後の頁 446 |
| 掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.1038/s41598-019-57351-5 | 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 Tanaka S, Honda Y, Takaku S, Koike T, Oe S, Hirahara Y, Yoshida T, Takizawa N, Takamori Y, Kurokawa K, Kodama T, Yamada H | 4. 巻 43 |
| 2. 論文標題 Involvement of PLAGL1/ZAC1 in hypocretin/orexin transcription | 5. 発行年 2019年 |
| 3. 雑誌名 Int J Mol Med | 6. 最初と最後の頁 2164-2176 |
| 掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.3892/ijmm.2019.4143 | 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 Koike T, Tanaka S, Hirahara Y, Oe S, Kurokawa K, Maeda M, Suga M, Kataoka Y, Yamada H | 4. 巻 527 |
| 2. 論文標題 Morphological characteristics of p75 neurotrophin receptor-positive cells define a new type of glial cell in the rat dorsal root ganglia. | 5. 発行年 2019年 |
| 3. 雑誌名 J Comp Neurol | 6. 最初と最後の頁 2047-2060 |
| 掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.1002/cne.24667 | 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 田中進 | 4. 巻 28 |
| 2. 論文標題 特集「睡眠時無呼吸症候群：基礎から臨床」 全身疾患としての睡眠障害：機序と臨床 6.免疫異常 | 5. 発行年 2020年 |
| 3. 雑誌名 THE LUNG perspectives | 6. 最初と最後の頁 49-52 |
| 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 無 |
| 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 - |

〔学会発表〕 計16件(うち招待講演 0件/うち国際学会 0件)

| |
|--|
| 1. 発表者名 田中進、村田紘未、北田容章、岡田英孝 |
| 2. 発表標題 ヒト子宮内膜間質細胞におけるHAND2とFOXO1によるLGALS9の転写制御機構 |
| 3. 学会等名 第44回日本分子生物学会年会 |
| 4. 発表年 2021年 |

| |
|--|
| 1. 発表者名 林真一、関亮平、大江総一、小池太郎、平原幸恵、田中進、伊藤健、安河内彦輝、日笠幸一郎、北田容章 |
| 2. 発表標題 イモリ脊髄再生におけるトランスクリプトーム解析 -イモリから学ぶ再生原理- |
| 3. 学会等名 第21回日本再生医療学会総会 |
| 4. 発表年 2022年 |

| |
|--|
| 1. 発表者名 小池太郎, 榎原智美, 田中進, 平原幸恵, 林真一, 大江総一, 関亮平, 中野洋輔, 北田容章, 熊本賢三 |
| 2. 発表標題 ラット足底皮膚の層板小体の分布と接地部位の相関 |
| 3. 学会等名 第127回日本解剖学会総会・全国学術集会 |
| 4. 発表年 2022年 |

| |
|---|
| 1. 発表者名 林真一, 関亮平, 大江総一, 小池太郎, 中野洋輔, 平原幸恵, 田中進, 伊藤健, 安河内彦輝, 日笠幸一郎, 北田容章 |
| 2. 発表標題 イモリ脊髄再生におけるトランスクリプトーム解析 -イモリから学ぶ再生原理- |
| 3. 学会等名 第127回日本解剖学会総会・全国学術集会 |
| 4. 発表年 2022年 |

| |
|--|
| 1. 発表者名 蒲生恵三, 平原幸恵, 小池太郎, 大江聡一, 田中進, 林真一, 関亮平, 中野洋輔, 小野勝彦, 北田容章 |
| 2. 発表標題 末梢神経におけるスルファチド分子種の挙動と作用機序の検討 |
| 3. 学会等名 第127回日本解剖学会総会・全国学術集会 |
| 4. 発表年 2022年 |

| |
|---|
| 1. 発表者名 中野洋輔, 田中進, 平原幸恵, 林真一, 大江総一, 小池太郎, 関亮平, 北田容章 |
| 2. 発表標題 グリオーマ進展過程において、腫瘍微小環境を形成するミクログリアのサブタイプは経日的に変化する |
| 3. 学会等名 第127回日本解剖学会総会・全国学術集会 |
| 4. 発表年 2022年 |

| |
|---|
| 1. 発表者名 平原幸恵, 中島啓子, 小池太郎, 蒲生恵三, 田中進, 大江総一, 林真一, 関亮平, 中野洋輔, 大江知里, 吉田崇, 片岡洋祐, 津田雅之, 本家孝一, 北田容章 |
| 2. 発表標題 腎集合管に局在する2つのヒドロキシル基を持つ特殊なスルファチド分子種の同定 |
| 3. 学会等名 第127回日本解剖学会総会・全国学術集会 |
| 4. 発表年 2022年 |

| |
|--|
| 1. 発表者名 大江総一, 柿崎梨緒, 阪本純加, 田中進, 平原幸恵, 林真一, 小池太郎, 関亮平, 中野洋輔, 北田容章 |
| 2. 発表標題 Silencing of miR-505 suppresses the malignant phenotype in glioma stem cells by targeting AUF |
| 3. 学会等名 第127回日本解剖学会総会・全国学術集会 |
| 4. 発表年 2022年 |

| |
|--|
| 1. 発表者名 田中 進, 村田 紘未, 岡田 英孝, 北田 容章 |
| 2. 発表標題 ヒト子宮内膜間質細胞でのHAND2によるIL15の転写制御 |
| 3. 学会等名 第126回日本解剖学会総会・全国学術集会/第98回日本生理学会合同大会 |
| 4. 発表年 2021年 |

| |
|---|
| 1. 発表者名 小池 太郎, 田中 進, 加瀬 政彦, 平原 幸恵, 林 真一, 大江 総一, 中野 洋輔, 北田 容章 |
| 2. 発表標題 Array tomographyとCLEMを用いた神経突起周囲サテライトグリア細胞の観察 |
| 3. 学会等名 第126回日本解剖学会総会・全国学術集会/第98回日本生理学会合同大会 |
| 4. 発表年 2021年 |

| |
|---|
| 1. 発表者名 中野 洋輔 ¹ , 中井 悠稀 ¹ , 丸山 正人 ² , 田中 進 ¹ , 林 真一 ¹ , 大江 総一 ¹ , 北田 容章 ¹ |
| 2. 発表標題 グリオーマモデルマウスにおける癌幹細胞マーカー分子SSEA-1 |
| 3. 学会等名 第126回日本解剖学会総会・全国学術集会/第98回日本生理学会合同大会 |
| 4. 発表年 2021年 |

| |
|---|
| 1. 発表者名 中島 啓子 ¹ , 平原 幸恵 ¹ , 小池 太郎 ¹ , 蒲生 恵三 ¹ , 田中 進 ¹ , 大江 総一 ¹ , 大江 知里 ² , 吉田 崇 ³ , 津田 雅之 ⁵ , 本家 孝一 ⁴ , 北田 容章 ¹ |
| 2. 発表標題 質量顕微鏡を使った腎臓における硫酸化糖脂質分子種の同定と可視化 |
| 3. 学会等名 第126回日本解剖学会総会・全国学術集会/第98回日本生理学会合同大会 |
| 4. 発表年 2021年 |

| |
|---|
| 1. 発表者名 中野洋輔, 田中進, 加瀬政彦, 平原幸恵, 大江総一, 小池太郎, 北田容章 |
| 2. 発表標題 グリオーママルチレイヤーモデルに基づいた腫瘍関連マクロファージ/ミクログリアのサブタイプ解析 |
| 3. 学会等名 第125回日本解剖学会総会・全国学術集会 |
| 4. 発表年 2020年 |

| |
|---|
| 1. 発表者名 中島啓子, 平原幸恵, 蒲生恵三, 大江知里, 吉田崇, 小池太郎, 田中進, 本家孝一, 北田容章 |
| 2. 発表標題 質量顕微鏡を使った腎臓における硫酸化糖脂質分子種の同定と可視化 |
| 3. 学会等名 第125回日本解剖学会総会・全国学術集会 |
| 4. 発表年 2020年 |

| |
|---|
| 1. 発表者名 田中進, 吉田崇, 滝澤奈恵, 大江総一, 小池太郎, 松田公志, 山田久夫, 北田容章 |
| 2. 発表標題 副腎皮質におけるSry発現細胞の同定 |
| 3. 学会等名 第125回日本解剖学会総会・全国学術集会 |
| 4. 発表年 2020年 |

| |
|---|
| 1. 発表者名 滝澤奈恵, 田中進, 大江総一, 小池太郎, 吉田崇, 平原幸恵, 松田公志, 山田久夫 |
| 2. 発表標題 ラット副腎自家移植片リモデリングへのDesert Hedgehogの関与 |
| 3. 学会等名 第107回日本泌尿器科学会総会 |
| 4. 発表年 2020年 |

〔図書〕 計0件

〔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 |
|---------------------------|-----------------------|----|
|---------------------------|-----------------------|----|

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 |
|---------|---------|
|---------|---------|