

令和 3 年 6 月 15 日現在

機関番号：24601

研究種目：基盤研究(C) (一般)

研究期間：2018～2020

課題番号：18K06836

研究課題名(和文) GABA神経伝達に特化した新しいアストロサイト集団の同定とその機能解析

研究課題名(英文) A new subpopulation of astrocytes that subserve GABAergic neural transmission in the brain.

研究代表者

和中 明生 (Wanaka, Akio)

奈良県立医科大学・医学部・教授

研究者番号：90210989

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)：単一の種類だと考えられてきた脳内グリア細胞の一種であるアストロサイトにGFAP発現型とOlig2発現型の2種類が存在することを見出した。Olig2アストロサイトはGABA作動性神経終末の近傍に存在し、その神経伝達を修飾する可能性が考えられた。Olig2アストロサイトでGABAを再取り込みするトランスポーターGAT-3の遺伝子を人為抑制することを試みたが、ウイルスベクターの発現効率が低く抑制ができなかった。そこでOlig2アストロサイトに特異的に発現するトランスポーターを検索し、ASC-1と呼ばれるグリシントランスポーターが高発現していることを見出した。現在このASC-1の機能を解析している。

研究成果の学術的意義や社会的意義

アストロサイトは脳内で神経細胞の機能を補助する役割をするグリア細胞の一種である。これまでGFAPという蛋白がアストロサイトを特徴付けるという定説があったが、今回我々はGFAPが少なく、代わりにOlig2という転写因子を発現する新しいアストロサイト集団を見出した。この新しい集団は脳内に広く存在したが、特にGABAを伝達物質とする抑制性神経回路の近傍に存在する特徴があった。このような抑制性神経を補助するようなアストロサイトはこれまで報告されておらず、現在我々はこのアストロサイトの機能的意義を追求している。

研究成果の概要(英文)：We found Olig2-expressing astrocytes, which are distinct from GFAP-expressing astrocytes. Olig2-astrocytes are distributed widely in the adult brain. They are localized to the brain nuclei known to contain inhibitory neuronal terminals, suggesting that Olig2-astrocytes may be involved in the inhibitory GABAergic transmission as a component of "tripartite synapse". The globus pallidus (GPe) is one of the representative nucleus that contains a number of Olig2-astrocytes. Interestingly, Olig2-astrocytes and GFAP-astrocytes occupied mutually-exclusive territories in the GPe. We found that the processes of Olig2-astrocytes were associated with GABAergic neuronal terminals. We tried to knock-down GAT-3, a glial GABA transporter, with adeno-associated virus vector harboring shRNA of GAT-3. The knock-down efficiency was unfortunately low and we did not see any effects on behaviors of virus vector-transduced mice.

研究分野：分子神経生物学

キーワード：アストロサイト GABA 抑制性神経伝達物質 淡蒼球 大脳基底核 Olig2 転写因子 GFAP

## 様式 C - 19、F - 19 - 1、Z - 19 (共通)

### 1. 研究開始当初の背景

中枢神経系のグリア細胞は主にオリゴデンドロサイトとアストロサイトに大別される。アストロサイトの機能として神経細胞への栄養補給、血液脳関門の作成等に加えて、突起がシナプス部を包み込んで余分な神経伝達物質の再取り込み或いは神経伝達修飾物質の放出を通じて神経伝達を調節する働きが近年注目を浴びている。このようなアストロサイト突起は神経細胞で構成されるシナプス前終末とシナプス後細胞を合わせて「三つ組みシナプス」と呼ばれる構造を形成している。三つ組みシナプスは当然ながら神経伝達物質の種類に応じて機能分担がある可能性があるが、これまでのところアストロサイトの多様性については神経伝達物質の種類に応じたものは論じられていない。多種類にわたる神経伝達の中でも中枢神経系ではグルタミン酸が担う興奮性神経伝達、GABA が担う抑制性神経伝達がメジャーなものとして知られているが、アストロサイトの集団の中にこのような興奮性、抑制性神経伝達に対応したものがあるのかどうかについては殆ど知られていない。

### 2. 研究の目的

アストロサイトの多様性については近年多くの研究者が注目しており、様々な手法で多様性の本態に迫る研究が展開されている。我々はオリゴデンドロサイト前駆細胞に特異的に発現すると考えられてきた転写調節因子 *Olig2* の成熟脳内での発現パターンの詳細な解析を行う過程で、特定のアストロサイトの集団に *Olig2* が発現することを見出した。興味深いことにこのアストロサイトの集団は脳内に均一に存在するのではなく、特定の神経核に集中して局在することが明らかとなった。代表的な神経核としては視床前腹側核や外側腹側核、小脳深部核、淡蒼球外節などが挙げられる。これら神経核の多くは抑制性神経の投射を受ける、即ち抑制性神経伝達を行うシナプスが豊富に存在する特徴を有する。そこで抑制性神経伝達物質である GABA の再取り込みを行うトランスポーターの一種である GAT-3 の発現とこの *Olig2* 発現細胞の局在を比較検討したところ両者が非常に似通っていることが明らかとなった(図1)。

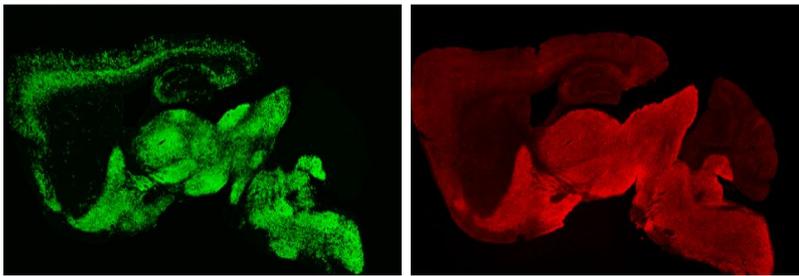


図1：緑-Olig2 発現アストロサイト  
赤-GAT-3 陽性  
両者の局在パターンが酷似している。

本研究では、この *Olig2* アストロサイトに焦点を絞って、アストロサイトの機能特に神経伝達の中でも抑制性神経伝達に特異的に関わる集団が存在するか否かについて検討することを目的とした。

### 3. 研究の方法

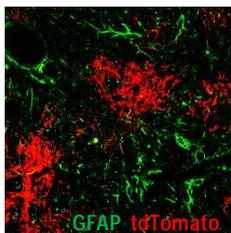
- (1) *Olig2* プロモーターを用いた遺伝子マーキング法  
*Olig2* プロモーター下流にエストロゲン受容体リガンド結合領域と Cre リコンビナーゼの融合遺伝子をつないだカセット遺伝子を導入したトランスジェニックマウスと ROSA 遺伝子座にストップドンを LoxP サイトではさんだものとチャネルドプシン-EGFP 融合遺伝子をつないだカセット遺伝子を導入したトランスジェニックマウスを交配させたダブルトランスジェニックマウスを作成。このマウスにタモキシフェンを経口投与(1週間)すると *Olig2* プロモーター陽性の細胞が EGFP でラベリングされる。
- (2) アデノ随伴ウイルスベクターを用いた外来遺伝子導入法
  - (1) で用いた *Olig2* プロモーターに CreER カセットをつないだトランスジェニックマウスにアデノ随伴ウイルスベクター(GAT-3 遺伝子のショートヘアピン RNA を発現するもの)を導入すると、*Olig2* プロモーター陽性の細胞において GAT-3 が特異的に発現抑制される。
- (3) 免疫電子顕微鏡法、免疫組織化学法  
上記の *Olig2* 遺伝子マーキング法で *Olig2* 発現アストロサイトを EGFP でラベリングした後、GABA 作動性神経のマーカである VGAT (小胞性 GABA トランスポーター) の抗体を二重標識した切片を作成、これを電子顕微鏡試料作成用の樹脂に包埋し、超薄切片を作成、試料を電子顕微鏡で観察することで、*Olig2* 発現アストロサイトの突起が VGAT 陽性の GABA 作動性神経シナプスに近接して存在するか否かを検討した。また別の切片では VGluT (小胞性グルタミン酸トランスポーター) の抗体との 2 重標識し、同様に免疫電子顕微鏡観察を行い、グルタミン酸作動性シナプスとの関係も解析を行った。また *Olig2* の遺伝子マーキング法と並行して GFAP (アストロサイトの代表的細胞マーカー) の遺伝子マーキング法を行い、*Olig2* 発現アストロサイトと GFAP 発現アストロサイトの局在を比較検討した。
- (4) FACS を用いた中枢グリア細胞の単離精製法  
成熟脳から *Olig2* 陽性のアストロサイト、GFAP 陽性のアストロサイトを分離精製する目的

で、Olig2 遺伝子マーキングを行ったマウス脳、GFAP 遺伝子マーキングしたマウス脳をそれぞれパピリンなどの蛋白分解酵素存在下に物理的に細胞を分散し、遠心分離、密度勾配遠心などを経たサンプルをセルソーターに通して、EGFP の蛍光と S100 の免疫蛍光を指標に細胞集団を分離した。

- (5) cDNA マイクロアレイ法  
上記 FACS 法で分離した細胞から mRNA を抽出し、cDNA に変換後、cDNA マイクロアレイ解析に供した(外注)。
- (6) レーザーマイクロダイセクション法を用いたアストロサイトの単離精製  
上記 Olig2 遺伝子マーキングを行った成熟マウス脳の淡蒼球を含む切片 (30  $\mu\text{m}$ 厚) を作成し、GFAP 抗体を用いた免疫組織化学を施し、Olig2 アストロサイトと GFAP アストロサイトを同一切片上で可視化した。この切片をライカ社 LMD6 上で Olig2 アストロサイト (GFP 陽性細胞)、GFAP アストロサイト (Texas Red 陽性細胞) を別々に分取した。それぞれの分取サンプルから RNA を抽出し、cDNA に変換、以下に述べる定量型 RT-PCR 法に供して、特定の RNA 発現を定量評価した。
- (7) シングルセル RNA 発現解析  
既に発表されたマウス成熟脳のシングルセル RNA 発現データベース (GSM3722100, GSM3722101, GSM3722102, GSM3722103, GSM3722104, GSM3722105, GSM3722106, GSM3722107) を Seurat V3.0.0 R package ソフトを用いて解析を行った。Principal component (PC) 解析や UMAP 解析はソフトウェアの常法に従って行った。

#### 4. 研究成果

- (1) Olig2 発現アストロサイトの局在、性質の解明  
Olig2 遺伝子マーキング法で明らかとなったアストロサイトの亜集団は特定の神経核に集中して局在する特徴を有する。またこれらの神経核には GFAP 陽性のアストロサイトが少ないという所見も得られた。これらの結果を合わせて、Olig2 発現アストロサイト (以下 Olig2-AS) は GFAP 陽性アストロサイト (以下 GFAP-AS) とは相互排他的な局在をしている可能性を示唆していた。そこで Olig2-AS が比較的多く発現している淡蒼球外節 (以下 GPe) において両者の関係を二重標識法を用いて検討した。興味深いことに同一神経核内で両者は相互排他的に局在していることが判明した (下図)。



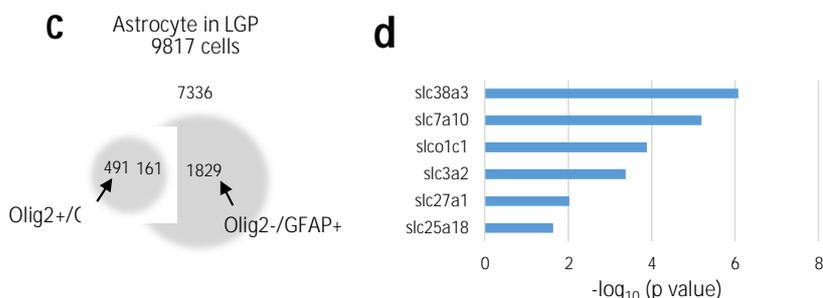
GFAP 免疫染色：緑、Olig2 遺伝子マーキング：赤で示す。  
赤の Olig2-AS と緑の GFAP-AS は近接しているが決して共局在しない。

- (2) Olig2-AS は抑制性シナプスに突起を伸ばす。  
GPe は線条体からの GABA 作動性抑制性神経の投射を受けることが知られている。また同時に視床などから興奮性の入力も受けている。(1)で判明した Olig2-AS と GFAP-AS の相互排他的な局在はもしかするとそれぞれが抑制性、興奮性のシナプスの調節に関わっている可能性を示唆している。そこで 2 重標識免疫電子顕微鏡法を用いて Olig2-AS、GFAP-AS の突起と VGAT 陽性の抑制性神経終末、VGlut 陽性の興奮性神経終末の関係を調べた。定量的に比較検討したところ、Olig2-AS の突起は VGlut 陽性の終末よりも有意に高く VGAT 陽性の終末を包むことが明らかとなった。逆に GFAP-AS の突起は興奮性終末により近接して局在することも明らかとなった。これらの結果は Olig2-AS が抑制性神経伝達を特異的に調節する働きを担っていることを強く示唆するものであった。次にこの仮説を検証する目的で Olig2-AS で特異的に GABA トランスポーターの発現を低下させる実験を計画した。
- (3) アデノ随伴ウイルスベクターを用いた GAT-3 発現抑制実験  
アデノ随伴ウイルスベクターに Cre リコンビナーゼ特異的にグリア型 GABA トランスポーターである GAT-3 のショートヘアピン RNA を発現させるコンストラクトを組み込んだものを作成し、Olig2-CreER トランスジェニックマウスの GPe に注入した。タモキシフェンを投与すると Cre リコンビナーゼが Olig2-AS でのみ活性化し、その細胞で GAT-3 の発現低下を起こす目的で行った。当初の目的では Olig2-AS で広く GAT-3 が発現低下すると Olig2-AS の突起において GABA 再取り込みが低下し、結果として GPe での GABA 神経伝達が強化されるという想定をしていたが、ウイルスベクター注入マウスとコントロールベクターを注入したマウスの行動には大きな違いが認められなかった。この原因を精査する目的でウイルスベクターを注入した GPe を詳細に検討したところ、ショートヘアピン RNA の発現 (実際には付随するリポータ遺伝子の発現で代用) が低いことが明らかとなった。いくつかのパラメーターを変えて実験を行ったが、ウイルスベクターによる GAT-3 の発現低下は達成出来なかった。そこで体外において培養アストロサイトにウイルスベクターを感染させる実験も行ったがウイルスベクター自体の感染効率が非常に低く、外来遺伝子の発現が想定よりもかなり低いことが明らかとなった。

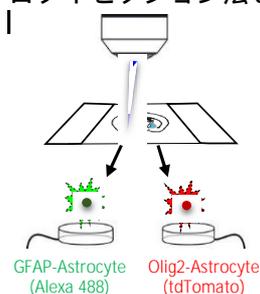
- (4) Olig2-AS に特異的に発現する遺伝子群の探索 FACS と DNA マイクロアレイを用いてウイルスベクター実験と並行して、Olig2-AS に特異的に発現する遺伝子群の探索を行った。これは上記の GAT-3 に加えて Olig2-AS の機能を調節する因子の発見につながる可能性を考えて行ったものである。まず Olig2 遺伝子マーキングを行ったダブルトランスジェニックマウスの脳を摘出し、蛋白分解酵素存在下に細胞を分散し、FACS で Olig2-AS を分取することを試みた。この場合分取した細胞の純度が問題となるが、Olig2 遺伝子マーキングの問題点としてこのマーキングでは Olig2-AS に加えて Olig2 陽性のオリゴデンドロサイト前駆細胞も同時に精製されてくる可能性がある。オリゴデンドロサイト前駆細胞の混入を回避するために、NG2 プロテオグリカン (オリゴデンドロサイト前駆細胞特異的な表面抗原) に対する抗体で標識される集団を排除するステップを加えた。結果としてかなり純度の高い Olig2-AS が分取できることが分かった。GFAP 遺伝子マーキングを行ったマウス脳からの同様の精製も行って、二つのアストロサイト集団の遺伝子発現を網羅的に DNA マイクロアレイ法を用いて比較検討した。結果として GAT-3 の遺伝子発現に加えて GAT-1 (神経型の GABA トランスポーター) の発現も Olig2-AS で高いこと、及び GlyT-1 (グリシントランスポーター) などの伝達物質トランスポーターも高い発現を示すことが明らかとなった。

- (5) Olig2-AS に特異的に発現する遺伝子群の探索 シングルセル RNA 解析とレーザーマイクロダイセクション法を用いて

FACS 実験を行っている過程で精製細胞の純度がやはり問題と考えられた。そこでこの問題を回避する目的で視点を改めて、既報のシングルセル RNA 解析データベースを用いてそのデータベースから GPe のアストロサイト集団の遺伝子発現のデータを抽出することを目的とした。下図 C は GPe のアストロサイトクラスター (9817 個の細胞集団) の中で Olig2 強陽性/GFAP 陰性の集団と Olig2 陰性/GFAP 陽性の集団の関係を示したもので、シングルセル解析から二つのオーバーラップの少ない細胞集団が同定出来ることを示している。さらに Olig2 強陽性/GFAP 陰性の集団で発現が強いトランスポーター集団を抽出したところ、下図 d のように 6 種類のトランスポーターが同定出来た。興味深いことに Slc3a2 は GAT-3 であり、これまで検討してきた遺伝子発現の結果と整合する結果となった。これら 6 種類のうち、Slc7a10 にさらに注目した。Slc7a10 は D-serine の取り込みに働いており、NMDA 受容体の機能調整に関わる可能性がある。



本当にこれら遺伝子群が Olig2-AS に特異的に発現しているか否かの検討をレーザーマイクロダイセクション法を用いて次に行った。



左図のように同一切片の GPe から GFAP-AS と Olig2-AS を可視化してレーザーで切り抜き分取する。この方法で他の細胞の混入無しに特定の細胞を精製することが可能となる。問題点としては分取できる細胞数に限界があり、マイクロアレイなどの方法に供するだけの RNA を抽出することが困難であることが挙げられる。今回は上記のシングルセル RNA 解析から出た結果を確認する目的で GAT-3、Slc-7a10 などの遺伝子発現を定量的 RT-PCR 法で確認したところ、Olig2-AS 特異的に GAT-3、Slc-7a10 が高発現 (GFAP-AS に比較して) していることが確認出来た。現在この結果を Slc-7a10 の遺伝子、蛋白の局在検討も含めて論文投稿中である。

## 5. 主な発表論文等

〔雑誌論文〕 計9件（うち査読付論文 9件/うち国際共著 0件/うちオープンアクセス 4件）

1. 著者名 Ito Taeko, Tatsumi Kouko, Takimoto Yasumitsu, Nishimura Tadashi, Imai Takao, Yamanaka Toshiaki, Takeda Noriaki, Wanaka Akio, Kitahara Tadashi	4. 巻 9
2. 論文標題 Vestibular Compensation after Vestibular Dysfunction Induced by Arsanilic Acid in Mice	5. 発行年 2019年
3. 雑誌名 Brain Sciences	6. 最初と最後の頁 329 ~ 329
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.3390/brainsci9110329	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 Morita-Takemura Shoko, Wanaka Akio	4. 巻 128
2. 論文標題 Blood-to-brain communication in the hypothalamus for energy intake regulation	5. 発行年 2019年
3. 雑誌名 Neurochemistry International	6. 最初と最後の頁 135 ~ 142
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.1016/j.neuint.2019.04.007	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 Shimomura Tadahiro, Kawakami Masayoshi, Tatsumi Kouko, Tanaka Tatsuhide, Morita-Takemura Shoko, Kirita Tadaaki, Wanaka Akio	4. 巻 52
2. 論文標題 The Role of the Wnt Signaling Pathway in Upper Jaw Development of Chick Embryo	5. 発行年 2019年
3. 雑誌名 ACTA HISTOCHEMICA ET CYTOCHEMICA	6. 最初と最後の頁 19 ~ 26
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.1267/ahc.18038	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 Morita-Takemura Shoko, Nakahara Kazuki, Hasegawa-Ishii Sanae, Isonishi Ayami, Tatsumi Kouko, Okuda Hiroaki, Tanaka Tatsuhide, Kitabatake Masahiro, Ito Toshihiro, Wanaka Akio	4. 巻 16
2. 論文標題 Responses of perivascular macrophages to circulating lipopolysaccharides in the subfornical organ with special reference to endotoxin tolerance	5. 発行年 2019年
3. 雑誌名 Journal of Neuroinflammation	6. 最初と最後の頁 39 - 42
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.1186/s12974-019-1431-6	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 Imakita Natsuko, Kitabatake Masahiro, Ouji-Sageshima Noriko, Hara Atsushi, Morita-Takemura Shoko, Kasahara Kei, Matsukawa Akihiro, Wanaka Akio, Mikasa Keiichi, Ito Toshihiro	4. 巻 9
2. 論文標題 Abrogated Caveolin-1 expression via histone modification enzyme Setdb2 regulates brain edema in a mouse model of influenza-associated encephalopathy	5. 発行年 2019年
3. 雑誌名 Scientific Reports	6. 最初と最後の頁 284 - 302
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.1038/s41598-018-36489-8	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 Tatsumi K, Isonishi A, Yamasaki M, Kawabe Y, Morita-Takemura S, Nakahara K, Terada Y, Shinjo T, Okuda H, Tanaka T, Wanaka A	4. 巻 12
2. 論文標題 Olig2-Lineage Astrocytes: A Distinct Subtype of Astrocytes That Differs from GFAP Astrocytes.	5. 発行年 2018年
3. 雑誌名 Frontiers in Neuroanatomy	6. 最初と最後の頁 8
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.3389/fnana.2018.00008	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 Shinjo T, Tanaka T, Okuda H, Kawaguchi AT, Oh-Hashi K, Terada Y, Isonishi A, Morita-Takemura S, Tatsumi K, Kawaguchi M, Wanaka A.	4. 巻 13
2. 論文標題 Propofol induces nuclear localization of Nrf2 under conditions of oxidative stress in cardiac H9c2 cells.	5. 発行年 2018年
3. 雑誌名 PLoS One	6. 最初と最後の頁 e0196191
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.1371/journal.pone.0196191	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 Terada Y, Morita-Takemura S, Isonishi A, Tanaka T, Okuda H, Tatsumi K, Shinjo T, Kawaguchi M, Wanaka A	4. 巻 686
2. 論文標題 NGF and BDNF expression in mouse DRG after spared nerve injury	5. 発行年 2018年
3. 雑誌名 Neurosci Lett.	6. 最初と最後の頁 67-73
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.1016/j.neulet.2018.08.051	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 Nakahara K, Tanaka T, Okuda H, Isonishi A, Morita-Takemura S, Tatsumi K, Wanaka A	4. 巻 592
2. 論文標題 The inner mitochondrial membrane protein ANT1 modulates IL-6 expression via the JNK pathway in macrophages	5. 発行年 2018年
3. 雑誌名 FEBS Lett.	6. 最初と最後の頁 3750-3758
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.1002/1873-3468.13269	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 -

[学会発表] 計9件(うち招待講演 0件/うち国際学会 1件)

1. 発表者名 辰巳晃子、石西綾美、山崎美和子、河邊良枝、中原一貴、奥田洋明、田中達英、和中明生
2. 発表標題 Olig2アストロサイトの脳内分布と抑制性シナプスとの関与
3. 学会等名 第124回日本解剖学会総会(新潟)
4. 発表年 2019年

1. 発表者名 辰巳晃子、石西綾美、竹村晶子、田中達英、和中明生
2. 発表標題 Comparison of molecular signatures of Olig2-lineage astrocyte and GFAP-astrocytes in the globus pallidus using laser microdissection
3. 学会等名 Neuro2019 (新潟)
4. 発表年 2019年

1. 発表者名 辰巳晃子、石西綾美、竹村晶子、田中達英、和中明生
2. 発表標題 Comparison of molecular signatures of Olig2-lineage astrocyte and GFAP-astrocyte using laser microdissection
3. 学会等名 ISN-ASN 2019 meeting (Montreal, Canada) (国際学会)
4. 発表年 2019年

1. 発表者名 辰巳晃子、石西綾美、竹村晶子、田中達英、和中明生
2. 発表標題 Olig2アストロサイトの抑制性シナプスとの関与
3. 学会等名 第125回日本解剖学会総会（山口）
4. 発表年 2020年

1. 発表者名 森田-竹村晶子1、中原一貴1、長谷川-石井さなえ2、石西綾美1、辰巳晃子1、奥田洋明3、田中達英1、和中明生1
2. 発表標題 感知系脳室周囲器官の血管周囲環境と炎症情報伝達
3. 学会等名 第123回日本解剖学会総会
4. 発表年 2018年

1. 発表者名 辰巳晃子、石西綾美、河邊良枝、森田-竹村晶子、中原一貴、田中達英、和中明生
2. 発表標題 FACS解析による成熟脳に存在するOlig2系譜アストロサイトの分離
3. 学会等名 第123回日本解剖学会総会
4. 発表年 2018年

1. 発表者名 河邊 良枝、田中 達英、森田-竹村 晶子、中原 一貴、辰巳 晃子、和中 明生
2. 発表標題 Multiplex staining法を用いた脳梁内数珠状グリア細胞の免疫組織化学的解析
3. 学会等名 第123回日本解剖学会総会
4. 発表年 2018年

1. 発表者名 森田-竹村晶子、中原一貴、長谷川一石井さなえ、石西綾美、辰巳晃子、奥田洋明、田中達英、和中中生
2. 発表標題 血中のLPSを脳で感知する：脳弓下器官血管周囲腔マクロファージの役割
3. 学会等名 第41回日本神経科学学会大会
4. 発表年 2018年

1. 発表者名 中原 一貴 1、田中 達英 1、奥田 洋明 2、石西 綾美 1、森田-竹村 晶子 1、辰巳 晃子 1、和中 明生 1
2. 発表標題 ANT1 modulates IL-6 expression via the JNK pathway in macrophages
3. 学会等名 第41回日本分子生物学会年会
4. 発表年 2018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
研究分担者	竹村 晶子  (Takemura Shoko)  (70647049)	奈良県立医科大学・医学部・助教   (24601)	
研究分担者	田中 達英  (Tanaka Tatsuhide)  (80567032)	奈良県立医科大学・医学部・講師   (24601)	

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
---------	---------