

令和 4 年 6 月 22 日現在

機関番号：32682

研究種目：基盤研究(C) (一般)

研究期間：2019～2021

課題番号：19K06360

研究課題名(和文) 雌性生殖機能を中心とした概日時刻情報出力様式の解明

研究課題名(英文) Study on the neural mechanism of circadian output to female reproductive functions

研究代表者

中村 孝博 (Nakamura, Takahiro)

明治大学・農学部・専任教授

研究者番号：00581985

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)：哺乳類における概日時計中枢は脳・視床下部・視交叉上核(SCN)に存在するが、SCNから出力される時刻情報がどのように各器官系が持つ生理機能に伝えられているか不明な点が多い。本研究では、マウスをモデル動物として用い雌性生殖機構へのSCNからの機能的な神経回路の解明を行った。化学・光遺伝学を用いSCNのAVP神経細胞のみを不活性化させると性周期が乱れることが明らかになった。また、SCNの遠心性神経を切断したマウスにおいても性周期が乱れたことから、SCNのAVP神経細胞の神経出力は雌性生殖機能に重要な役割を果たしていることが示された。

研究成果の学術的意義や社会的意義

本研究で行った正確な日内ダイナミクスを制御するSCN機能的出力経路の解明は、広く科学研究に寄与するとともに、健康分野では概日リズムの変調に起因する各種疾患の発生基盤の理解および対策の開発につながり、食糧生産分野では家畜の繁殖・育種の効率化に貢献する。

研究成果の概要(英文)：Circadian rhythm is a fundamental function that organisms have acquired and developed to survive on the earth. The central circadian clock of mammals exists in the suprachiasmatic nucleus (SCN) of the hypothalamus. However, it remains unclear how the timing signal from the SCN is transmitted to the physiological functions of each organ. In this study, we investigated the functional neural circuits from the SCN to female reproductive functions using mice as model animals. Using chemogenetics and optogenetics, it was revealed that the estrous cycle was disturbed when only the AVP neurons of the SCN were inactivated. In addition, the estrous cycle was disturbed even in mice where the efferent nerve of SCN was cut. These results indicate that the neural output of AVP neurons in the SCN plays an important role in female reproductive function.

研究分野：動物生産科学

キーワード：体内時計 視交叉上核 加齢 隔離術 性周期 神経回路 時計遺伝子 光遺伝学

1. 研究開始当初の背景

哺乳類では、一日（24 時間）を行動の基本単位時間として活動するために、脳におよそ一日を周期とする概日リズムを刻む「概日時計」神経回路を備えている。この脳内概日時計は、時刻情報を体内の各臓器に送り、恒常性の維持を図るとともに生理機能に一日のリズムを与えている。近年、「時計遺伝子」の発見と共に概日時計の分子発振機構の理解が飛躍的に進んだ。末梢の各臓器にも、「末梢時計」と呼ばれる概日時計分子機構が備わっており、脳・視床下部・視交叉上核（suprachiasmatic nucleus, SCN）の時計を主時計として、階層的に末梢時計を制御する階層的多振動体システムがあることが明らかにされた。各臓器における生理機能に正確な“一日”のリズムをもたらす、生命活動維持に不可欠な生体の機能調節のリズムを生み出すのである。

SCN の大きさはマウスではケシ粒程度であり、片側で約 1 万個の神経細胞が非常に緊密にパッケージされた特徴的な構造をしている。SCN には様々な神経ペプチドを要する細胞が存在し、その中でも vasoactive intestinal peptide（VIP）や arginine vasopressin（AVP）を含有する神経細胞が多く分布している。これらの神経細胞のほとんどが γ -アミノ酪酸（GABA）を神経伝達物質として利用していることも特徴といえる。

一方、雌性生殖機能の中枢制御機構には、SCN からの時刻情報入力が必要不可欠であると言われている。SCN を破壊したげっ歯類では、排卵を誘発する排卵性の黄体形成ホルモン（LH）サージ状分泌が起こらなくなることが良く知られている。解剖学的検討から、SCN の VIP・AVP 細胞から LH サージ状分泌の上位中枢である性腺刺激ホルモン放出ホルモン（GnRH）サージ中枢への直接的・間接的神経接続が報告されており、また、各種ノックアウト動物や薬理的検討から、VIP・AVP 細胞が GnRH サージ機構にその時刻情報を伝えているという仮説が存在する。

上述の背景により、様々な行動生理の概日リズムは SCN からのどのような神経回路で時刻情報が出力されているのか、また、GnRH ニューロンにはいつ、どのような時刻情報入力が必要であるか、という問いに達した。

2. 研究の目的

本研究では、新旧の方法により SCN からの機能的出力経路の抑制を行い、研究計画終了時には、**どの SCN 出力がどの行動生理機能に時刻情報を送っているのか明らかにする**ことをも目的とした。具体的には、実験 1：SCN 隔離術を行い行動リズム、雌性生殖機能、ホルモンリズム、末梢リズム、脳内神経発火活動リズムを検討し、外科的隔離すなわち SCN からの神経性出力が強く関わる行動生理機能を明らかにする。続いて、実験 2：小胞 GABA トランスポーター（Vgat）ノックアウト動物を用い SCN 出力系細胞とされる AVP 細胞と VIP 細胞を特異的に機能不全にした動物における実験 1 と同様の行動生理機能リズムを検討する。この実験によって、AVP・VIP 細胞が関わる行動生理機能を明らかにする。最後に、実験 3：光遺伝学的手法を用い SCN 内の AVP・VIP 細胞の時刻依存的な抑制による雌性生殖機能への影響をとらえる。この実験によって、生殖機能特に排卵への時刻情報が SCN の AVP 細胞または VIP 細胞に起因するものであるかを明らかにすることができる。

3. 研究の方法

実験 1：SCN 隔離マウスの行動生理機能リズム

マイクロナイフを用い SCN 隔離マウスを作成し、その輪回し活動リズム、輪回し活動リズムに表出する性周期、コルチゾールリズム、末梢組織における時計遺伝子 PER2 レポーターの発光リズム、無拘束下マウスの in vivo マルチユニット神経発火活動リズム記録を行う。

実験 : SCN 内 AVP・VIP 細胞機能不全マウスの行動生理機能リズム

Cre/loxP システムを用い、SCN 内 AVP・VIP 細胞特異的に Vgat を欠損させるマウスを作成する。また、この動物に Vgat タンパク質をウイルスにて導入することにより、レスキュー実験が可能である。実験 と同様の行動生理機能リズムを測定する。

実験 : SCN 内 AVP・VIP 細胞 OFF による雌性生殖機能

AVP-cre および VIP-cre マウスの SCN に光によりクロライドチャネルの開口が可能なタンパク質 (Jaws: red-shifted cruxhalorhodopsin) をウイルス (pAAV-CAG-FLEX-rc [Jaws-KGC-GFP-ER2] (Addgene: #84445)) にて導入することによって、細胞特異的また時刻依存的に SCN 細胞を抑制することができる動物の作成が可能である。この動物を用い、LH サージの critical time window (臨界時間枠) である時間帯のみ光照射による当該細胞の活動抑制を行う。雌性生殖機能の評価には性周期の延長、LH サージ状分泌の有無を用いる。

4 . 研究成果

実験 : SCN 隔離マウスの行動生理機能リズム

これまでに、SCN を隔離した (iSCN) マウスでは、概日活動リズム、脳内神経活動リズムや末梢組織における時計遺伝子発現リズムなどの振幅は低下していたが、概日リズム自体が消失することはなかった。これらのことから、SCN からの神経性出力は概日リズムそのものを制御していないが、振幅などのリズムの正確性に関わっている可能性が示唆された。

実験 : SCN 内 AVP・VIP 細胞機能不全マウスの行動生理機能リズム

SCN 特異的に脳内の AVP 神経細胞の機能を停止させると性周期に表出する雌性生殖機能の低下が認められた。この動物にアデノ随伴ウイルスによる機能復元実験を行ったところ、野生型の動物同様の正常な性周期が認められた。

実験 : SCN 内 AVP・VIP 細胞 OFF による雌性生殖機能

AVP 特異的に化学・光遺伝学を用い LH サージの critical time window (臨界時間枠) である時間帯のみに SCN の AVP 神経細胞のみを不活性化させると性周期が乱れることが明らかになった。iSCN マウスにおいても性周期が乱れることから、SCN の AVP 神経細胞の神経出力は雌性生殖機能に重要な役割を果たしていることが示された。

5. 主な発表論文等

〔雑誌論文〕 計20件（うち査読付論文 10件 / うち国際共著 2件 / うちオープンアクセス 5件）

1. 著者名 Haraguchi Atsushi, Du Yao, Shiraishi Rena, Takahashi Yuki, Nakamura Takahiro J., Shibata Shigenobu	4. 巻 20
2. 論文標題 Oak extracts modulate circadian rhythms of clock gene expression in vitro and wheel-running activity in mice	5. 発行年 2022年
3. 雑誌名 Sleep and Biological Rhythms	6. 最初と最後の頁 255 ~ 266
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.1007/s41105-021-00365-2	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 Oda Yoshiaki, Takasu Nana N., Ohno Sachi N., Shirakawa Yukie, Sugimura Mitsutaka, Nakamura Takahiro J., Nakamura Wataru	4. 巻 772
2. 論文標題 Role of heterozygous and homozygous alleles in cryptochrome-deficient mice	5. 発行年 2022年
3. 雑誌名 Neuroscience Letters	6. 最初と最後の頁 136415 ~ 136415
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.1016/j.neulet.2021.136415	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 Sugiyama Mizuki, Nishijima Ichiko, Nakamura Wataru, Nakamura Takahiro J.	4. 巻 772
2. 論文標題 Secretin receptor-deficient mice exhibit robust food anticipatory activity	5. 発行年 2022年
3. 雑誌名 Neuroscience Letters	6. 最初と最後の頁 136462 ~ 136462
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.1016/j.neulet.2022.136462	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 Miyazaki Shota, Tahara Yu, Colwell Christopher S., Block Gene D., Nakamura Wataru, Nakamura Takahiro J.	4. 巻 11
2. 論文標題 Chronic methamphetamine uncovers a circadian rhythm in multiple-unit neural activity in the dorsal striatum which is independent of the suprachiasmatic nucleus	5. 発行年 2021年
3. 雑誌名 Neurobiology of Sleep and Circadian Rhythms	6. 最初と最後の頁 100070 ~ 100070
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.1016/j.nbscr.2021.100070	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 Vu Chi Hoang Viet, Kawashima Motoko, Nakamura Wataru, Nakamura Takahiro J., Tsubota Kazuo	4. 巻 206
2. 論文標題 Circadian clock regulates tear secretion in the lacrimal gland	5. 発行年 2021年
3. 雑誌名 Experimental Eye Research	6. 最初と最後の頁 108524 ~ 108524
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.1016/j.exer.2021.108524	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 Maejima Takashi, Tsuno Yusuke, Miyazaki Shota, Tsuneoka Yousuke, Hasegawa Emi, Islam Md Tarikul, Enoki Ryosuke, Nakamura Takahiro J., Mieda Michihiro	4. 巻 118
2. 論文標題 GABA from vasopressin neurons regulates the time at which suprachiasmatic nucleus molecular clocks enable circadian behavior	5. 発行年 2021年
3. 雑誌名 Proceedings of the National Academy of Sciences	6. 最初と最後の頁 e2010168118
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.1073/pnas.2010168118	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 Myung Jihwan, Nakamura Takahiro J., Jones Jeff R., Silver Rae, Ono Daisuke	4. 巻 15
2. 論文標題 Editorial: Development of Circadian Clock Functions	5. 発行年 2021年
3. 雑誌名 Frontiers in Neuroscience	6. 最初と最後の頁 735007
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.3389/fnins.2021.735007	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 Niino Ayako, Ohno Sachi N., Yamagata Kanae A., Yamagata Kazuaki, Tomita Kazuo, Kuramoto Eriko, Oda Yoshiaki, Nakamura Takahiro J., Nakamura Wataru, Sugimura Mitsutaka	4. 巻 15
2. 論文標題 Diurnal Variation in Trigeminal Pain Sensitivity in Mice	5. 発行年 2021年
3. 雑誌名 Frontiers in Neuroscience	6. 最初と最後の頁 703440
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.3389/fnins.2021.703440	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 Michel Stephan, Nakamura Takahiro J., Meijer Johanna H., Colwell Christopher S.	4. 巻 2130
2. 論文標題 Electrophysiological Approaches to Studying the Suprachiasmatic Nucleus	5. 発行年 2021年
3. 雑誌名 Methods Mol Biol .	6. 最初と最後の頁 303 ~ 324
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.1007/978-1-0716-0381-9_23	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 Vu Chi Hoang Viet, Kawashima Motoko, Nakamura Wataru, Nakamura Takahiro J., Tsubota Kazuo	4. 巻 206
2. 論文標題 Circadian clock regulates tear secretion in the lacrimal gland	5. 発行年 2021年
3. 雑誌名 Experimental Eye Research	6. 最初と最後の頁 108524 ~ 108524
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.1016/j.exer.2021.108524	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 Maejima Takashi, Tsuno Yusuke, Miyazaki Shota, Tsuneoka Yousuke, Hasegawa Emi, Islam Md Tarikul, Enoki Ryosuke, Nakamura Takahiro J., Mieda Michihiro	4. 巻 118
2. 論文標題 GABA from vasopressin neurons regulates the time at which suprachiasmatic nucleus molecular clocks enable circadian behavior	5. 発行年 2021年
3. 雑誌名 Proceedings of the National Academy of Sciences	6. 最初と最後の頁 e2010168118
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.1073/pnas.2010168118	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 Ohara Takayuki, Nakamura Takahiro J., Nakamura Wataru, Tokuda Isao T.	4. 巻 10
2. 論文標題 Modeling circadian regulation of ovulation timing: age-related disruption of estrous cyclicity	5. 発行年 2020年
3. 雑誌名 Scientific Reports	6. 最初と最後の頁 16767
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.1038/s41598-020-73669-x	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 Goto Yoshikuni, Nakamura Takahiro J., Ogawa Kenji, Hattori Akira, Tsujimoto Masafumi	4. 巻 7
2. 論文標題 Reciprocal Expression Patterns of Placental Leucine Aminopeptidase/Insulin-Regulated Aminopeptidase and Vasopressin in the Murine Brain	5. 発行年 2020年
3. 雑誌名 Frontiers in Molecular Biosciences	6. 最初と最後の頁 168
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.3389/fmolb.2020.00168	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 Yokoyama Yoko, Nakamura Takahiro J., Yoshimoto Karen, Ijyuin Honoka, Tachikawa Naoyuki, Oda Haruka, Shiraishi Rena, Shinohara Kaori, Kumadaki Kayo, Honda Shiori, Nakamura Anna, Kitamura Naho, Tsubota Kazuo, Watanabe Mitsuhiro	4. 巻 15
2. 論文標題 A high-salt/high fat diet alters circadian locomotor activity and glucocorticoid synthesis in mice	5. 発行年 2020年
3. 雑誌名 PLOS ONE	6. 最初と最後の頁 e0233386
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.1371/journal.pone.0233386	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 Sugiyama Mizuki, Nishijima Ichiko, Miyazaki Shota, Nakamura Takahiro J.	4. 巻 722
2. 論文標題 Secretin receptor-deficient mice exhibit altered circadian rhythm in wheel-running activity	5. 発行年 2020年
3. 雑誌名 Neuroscience Letters	6. 最初と最後の頁 134814 ~ 134814
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.1016/j.neulet.2020.134814	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 Michel Stephan, Nakamura Takahiro J., Meijer Johanna H., Colwell Christopher S.	4. 巻 2130
2. 論文標題 Electrophysiological Approaches to Studying the Suprachiasmatic Nucleus	5. 発行年 2020年
3. 雑誌名 Methods Mol Biol.	6. 最初と最後の頁 303 ~ 324
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.1007/978-1-0716-0381-9_23	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 Sugiyama Mizuki、Nishijima Ichiko、Miyazaki Shota、Nakamura Takahiro J.	4. 巻 722
2. 論文標題 Secretin receptor-deficient mice exhibit altered circadian rhythm in wheel-running activity	5. 発行年 2020年
3. 雑誌名 Neuroscience Letters	6. 最初と最後の頁 134814 ~ 134814
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.1016/j.neulet.2020.134814	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 Nagai Norihiro、Ayaki Masahiko、Yanagawa Tatsuo、Hattori Atsuhiko、Negishi Kazuno、Mori Takuro、Nakamura Takahiro J.、Tsubota Kazuo	4. 巻 60
2. 論文標題 Suppression of Blue Light at Night Ameliorates Metabolic Abnormalities by Controlling Circadian Rhythms	5. 発行年 2019年
3. 雑誌名 Investigative Ophthalmology & Visual Science	6. 最初と最後の頁 3786 ~ 3786
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.1167/iovs.19-27195	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 Atsuyoshi Hashimoto、Shingo Fujiki、Wataru Nakamura & Takahiro J. Nakamura	4. 巻 69
2. 論文標題 Effects of testosterone on circadian rhythmicity in old mice	5. 発行年 2019年
3. 雑誌名 The Journal of Physiological Sciences	6. 最初と最後の頁 791 ~ 798
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.1007/s12576-019-00695-4	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 中村 渉、中村 孝博	4. 巻 37
2. 論文標題 環境時刻と概日リズムとの調和による不妊解消戦略	5. 発行年 2019年
3. 雑誌名 実験医学	6. 最初と最後の頁 386 ~ 391
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32件（うち招待講演 3件 / うち国際学会 12件）

1. 発表者名 杉山瑞樹、陳佳旭、三枝理博、中村孝博
2. 発表標題 雌性生殖機能におけるAVPニューロン特異的GABAシグナリングの役割
3. 学会等名 第28回日本時間生物学会学術大会
4. 発表年 2021年

1. 発表者名 宮崎翔太、中村渉、中村孝博
2. 発表標題 概日リズムに駆動する液性出力候補因子BDNFの評価
3. 学会等名 第28回日本時間生物学会学術大会
4. 発表年 2021年

1. 発表者名 陳佳旭、杉山瑞樹、三枝理博、中村孝博
2. 発表標題 雌性生殖におけるAVPニューロンの役割
3. 学会等名 第28回日本時間生物学会学術大会
4. 発表年 2021年

1. 発表者名 白石麗奈、橋本惇能、武井美濤、下村和宏、中村孝博
2. 発表標題 CBA 系統マウスにおける概日リズムの垂系統差
3. 学会等名 第28回日本時間生物学会学術大会
4. 発表年 2021年

1. 発表者名 小高つぐみ、高須奈々、中村渉、中村孝博
2. 発表標題 女子大学生における月経周期と概日リズムの相関
3. 学会等名 第28回日本時間生物学会学術大会
4. 発表年 2021年

1. 発表者名 佐古典久、市瀬誠一、直井実穂、中村孝博、加藤克彦
2. 発表標題 IVCシステム使用時の微生物モニタリングの一例
3. 学会等名 第55回日本実験動物技術者協会総会
4. 発表年 2021年

1. 発表者名 佐古典久、市瀬誠一、直井実穂、中村孝博、加藤克彦
2. 発表標題 IVCシステム使用時の微生物モニタリング法の構築
3. 学会等名 静岡実験動物研究会 令和2-3年度大会（第50回総会及び第48回研究発表会）
4. 発表年 2021年

1. 発表者名 宮崎翔太、前嶋大智、水田習斗、中村孝博
2. 発表標題 視交叉上核隔離が概日リズムに与える影響
3. 学会等名 第15回環境生理学プレコンgres
4. 発表年 2020年

1. 発表者名 陳佳旭、杉山瑞樹、三枝理博、中村孝博
2. 発表標題 雌性生殖におけるAVPニューロンのGABAの役割
3. 学会等名 第27回日本時間生物学会学術大会
4. 発表年 2020年

1. 発表者名 杉山瑞樹、西島維知子、中村渉、中村孝博
2. 発表標題 セクレチン受容体欠損マウスにおける給餌予知活動
3. 学会等名 第27回日本時間生物学会学術大会
4. 発表年 2020年

1. 発表者名 Shota Miyazaki, Daichi Maejima, Shuto Mizuta, Wataru Nakamura, Takahiro J. Nakamura
2. 発表標題 Effects of the isolation of suprachiasmatic nucleus on circadian rhythmicity
3. 学会等名 SRBR 2020 Society for Research on Biological Rhythms (国際学会)
4. 発表年 2020年

1. 発表者名 Jiaxu Chen, Mizuki Sugiyama, Michihiro Mieda, Takahiro J. Nakamura
2. 発表標題 Roles of GABA in suprachiasmatic AVP Neurons on Female Reproductive Function
3. 学会等名 SRBR 2020 Society for Research on Biological Rhythms (国際学会)
4. 発表年 2020年

1. 発表者名 Rena Shiraishi, Satomi Morita, Yoshikuni Goto, Hikari Yoshitane, Yoshimasa Asano, Yoshitaka Fukada, Yasushi Mizoguchi, Takahiro J. Nakamura
2. 発表標題 Circadian Rhythms of Triglyceride Accumulation in Adipocytes
3. 学会等名 SRBR 2020 Society for Research on Biological Rhythms (国際学会)
4. 発表年 2020年

1. 発表者名 宮崎翔太、田原優、Colwell Christopher S、Block Gene D、中村渉、中村孝博
2. 発表標題 脳内メトアンフェタミン概日振動体の観察
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 Takahiro J. Nakamura, Nana N. Takasu, Wataru Nakamura
2. 発表標題 The circadian clock in mammals
3. 学会等名 ICMMA2019 International Conference on "Spatio-temporal patterns on various levels of the hierarchy of life" (招待講演) (国際学会)
4. 発表年 2019年

1. 発表者名 Shota Miyazaki, Yu Tahara, Christopher S. Colwell, Gene D. Block, Wataru Nakamura, Takahiro J. Nakamura
2. 発表標題 In vivo monitoring reveals two different oscillators in methamphetamine treated mice
3. 学会等名 ICMMA2019 International Conference on "Spatio-temporal patterns on various levels of the hierarchy of life" (国際学会)
4. 発表年 2019年

1. 発表者名 Mizuki Sugiyama, Michihiro Mieda, Takahiro J. Nakamura, Roles of GABA in Suprachiasmatic AVP Neurons on Female Reproductive Functions
2. 発表標題 Roles of GABA in Suprachiasmatic AVP Neurons on Female Reproductive Functions
3. 学会等名 ICMMA2019 International Conference on "Spatio-temporal patterns on various levels of the hierarchy of life" (国際学会)
4. 発表年 2019年

1. 発表者名 Sayuri Sakazume, Wataru Nakamura, Takahiro J. Nakamura
2. 発表標題 Circadian Strategy for Female Reproduction
3. 学会等名 ICMMA2019 International Conference on "Spatio-temporal patterns on various levels of the hierarchy of life" (国際学会)
4. 発表年 2019年

1. 発表者名 Daichi Maejima, Shota Miyazaki, Shuto Mizuta, Wataru Nakamura, Takahiro J. Nakamura
2. 発表標題 Effects of the isolation of suprachiasmatic nucleus on rhythms of body temperature and peripheral clocks
3. 学会等名 ICMMA2019 International Conference on "Spatio-temporal patterns on various levels of the hierarchy of life" (国際学会)
4. 発表年 2019年

1. 発表者名 中村 渉、中村孝博、織田善晃、高須奈々
2. 発表標題 サーカディアンリズム同調と性周期
3. 学会等名 第26回日本時間生物学会学術大会 (招待講演)
4. 発表年 2019年

1. 発表者名 田原優、Daniel S.Whittaker,Dawn H.Loh,Huei-Bin Wang,Christopher SH.Luk,Dika Kujis,中村孝博、Gene D.Block,Christopher S.Colwell
2. 発表標題 時間給餌によるハンチントンモデル病モデルマウスの疾患予防効果
3. 学会等名 第26回日本時間生物学会学術大会
4. 発表年 2019年

1. 発表者名 宮崎翔太、前嶋大智、水田習斗、中村孝博
2. 発表標題 視交叉上核隔離が概日リズムに与える影響
3. 学会等名 第26回日本時間生物学会学術大会
4. 発表年 2019年

1. 発表者名 坂詰小百合、中村涉、中村孝博
2. 発表標題 雌性生殖機能に対する概日リズムストラテジー
3. 学会等名 第26回日本時間生物学会学術大会
4. 発表年 2019年

1. 発表者名 杉山瑞樹、三枝理博、中村孝博
2. 発表標題 雌性生殖機能における視交叉上核AVP細胞特異的GABAの役割
3. 学会等名 第26回日本時間生物学会学術大会
4. 発表年 2019年

1. 発表者名 大原隆之、中村孝博、中村涉、徳田功
2. 発表標題 排卵タイミングの概日制御に関する数理モデル
3. 学会等名 第26回日本時間生物学会学術大会
4. 発表年 2019年

1. 発表者名 田原 優, Daniel S. Whittaker, Dawn H. Loh, Huei-Bin Wang, Christopher SH. Luk, Dika Kuljis, 中村 孝博, 柴田 重信, Gene D. Block, Christopher S. Colwell
2. 発表標題 時間栄養学による神経変性疾患の予防
3. 学会等名 第6回時間栄養科学研究会 / 第14回NutriRhythm (ニュートリズム) 検討会
4. 発表年 2019年

1. 発表者名 Shota Miyazaki, Daichi Maejima, Shuto Mizuta, Wataru Nakamura, Takahiro J. Nakamura
2. 発表標題 Effects of the isolation of suprachiasmatic nucleus on circadian rhythmicity
3. 学会等名 16th Congress of the European Biological Rhythms Society (国際学会)
4. 発表年 2019年

1. 発表者名 Mizuki Sugiyama, Michihiro Mieda, Takahiro J. Nakamura
2. 発表標題 Roles of GABA in Suprachiasmatic AVP Neurons on Female Reproductive Functions
3. 学会等名 6th Congress of the European Biological Rhythms Society (国際学会)
4. 発表年 2019年

1. 発表者名 Yu Tahara, Daniel S. Whittaker, Dawn H. Loh, Huei-Bin Wang, Christopher S.H. Luk, Dika Kuljis, Takahiro J. Nakamura, Shigenobu Shibata, Gene D. Block, Christopher S. Colwell
2. 発表標題 Time-restricted feeding is effective in the BACHD mouse model of Huntington's disease
3. 学会等名 16th Congress of the European Biological Rhythms Society (国際学会)
4. 発表年 2019年

1. 発表者名 Takayuki Ohara, Takahiro J. Nakamura, Wataru Nakamura, Isao T. Tokuda
2. 発表標題 Modeling circadian regulation of ovulation timing: Age-related disruption of estrous cyclicity
3. 学会等名 16th Congress of the European Biological Rhythms Society
4. 発表年 2019年

1. 発表者名 中村 渉、中村孝博、高須奈々
2. 発表標題 体内時計が制御する睡眠覚醒リズムと加齢に伴う機能低下
3. 学会等名 日本睡眠学会第44回定期学術集会 (招待講演)
4. 発表年 2019年

1. 発表者名 Shota Miyazaki, Daichi Maejima, Shuto Mizuta, Wataru Nakamura, Takahiro J. Nakamura
2. 発表標題 Effects of the isolation of suprachiasmatic nucleus on circadian rhythmicity
3. 学会等名 V World Congress of Chronobiology (国際学会)
4. 発表年 2019年

〔図書〕 計0件

〔産業財産権〕

〔その他〕

明治大学農学部動物生理学研究室
<http://www.isc.meiji.ac.jp/~chrono/index.html>
明治大学農学部生命科学科
<https://meiji-lifesci.jp/master/nakamura/>
教員データベース
<https://gyoseki1.mind.meiji.ac.jp/mjuhp/KgApp?kyoinId=y addedgogigg>
Researchmap
<https://researchmap.jp/tjnakamura>
明治大学農学部動物生理学研究室
<http://www.isc.meiji.ac.jp/~chrono/index.html>

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