

令和 5 年 5 月 19 日現在

機関番号：15301

研究種目：基盤研究(B) (一般)

研究期間：2019～2022

課題番号：19H03265

研究課題名(和文)概日時計細胞間の接続様式とその役割

研究課題名(英文) Intercellular connection between circadian clock neurons

研究代表者

吉井 大志 (Yoshii, Taishi)

岡山大学・自然科学学域・教授

研究者番号：50611357

交付決定額(研究期間全体)：(直接経費) 13,500,000円

研究成果の概要(和文)：睡眠覚醒などの行動リズムを制御する概日時計の細胞「時計細胞」は、脳の特定の神経細胞である。モデル生物であるキイロショウジョウバエでは、約150個の脳神経細胞が時計細胞であることが分かっている。本研究では、その時計細胞を操作し、それらの役割を明らかにするための基盤技術の作出を行った。本研究では、70系統を超える新しいトランスジェニックバエを同定、もしくは作出し、特定の時計細胞の機能解析を国際共同研究で進めた。この研究成果によって、概日時計を形成する神経ネットワークの解明に貢献することができた。

研究成果の学術的意義や社会的意義

概日時計は、人間において時差ぼけ、睡眠、免疫、代謝、精神疾患など多くの問題に関わっている。概日時計のメカニズムの解明には、より扱いやすいモデル生物を用いることが重要である。本研究では、概日時計がどのようにして脳の中で生み出されているのかを明らかにするために、少数の神経細胞集団のみを解析するためのトランスジェニックショウジョウバエの探索と、それを用いた神経細胞の機能を明らかにする研究を行った。概日時計の神経メカニズムが解明されれば、それをコントロールすることも可能になるかもしれない。

研究成果の概要(英文)：Clock neurons, the cells of the circadian clock that control behavioral rhythms such as sleep-wake cycles, are specific neurons located in the brain. In *Drosophila melanogaster*, the model organism of chronobiology, approximately 150 brain neurons have been identified as clock neurons. In this study, we have screened and identified clock neuron specific GAL4 lines that enable to manipulate those neurons for their functional analysis. Here, more than 70 new transgenic fly lines were identified or generated, and functional analysis of specific clock neurons was conducted through several international collaborations. Our study has contributed to the elucidation of the neural network of the circadian clock.

研究分野：時間生物学

キーワード：概日時計 体内時計 キイロショウジョウバエ

1. 研究開始当初の背景

多くの生物種が概日時計を持つことで、約 24 時間周期で劇的に変化する環境に適応している。ヒトにおける概日時計は、睡眠覚醒、免疫、代謝、精神疾患などさまざまな形質に影響を与えていることから、概日時計のメカニズムの理解は基礎から応用まで幅広い研究領域で重要な知見となる。

動物は、さまざまな行動に概日リズムを示す。それを制御する概日中枢時計は、脳内(もしくは眼)に存在することが、過去の研究により明らかになっている。モデル生物であるマウスやラット、キイロショウジョウバエでは脳内概日時計の中枢細胞「時計細胞」がすでに同定されている。例えば、キイロショウジョウバエは約 150 個の脳内神経細胞が時計遺伝子を発現し、分子レベルの概日リズム(遺伝子発現やタンパク質量の振動)を示す。この 150 個のすべてが行動リズムに重要な働きを担っているのかは不明な点もあるが、それぞれの時計細胞群は性質が異なることが分かっている。これまで、150 個の中でも、16 個の s-LNv と l-LNv とよばれる時計細胞群が大きな注目を集めてきた。これらの時計細胞群は、Pigment-dispersing factor (PDF) とよばれる神経ペプチドを発現しており、この PDF は、PDF 陽性時計細胞と、PDF 陰性時計細胞をつなぐカップリングファクターであるといわれている。これまでの説では、s-LNv と l-LNv 時計細胞は、150 の時計細胞群の中枢であり、他の時計細胞群は PDF を介して支配を受けていると考えられている。この説の大きな根拠は、*Pdf* 突然変異体では行動リズムに大きな影響が現れるからである。

一方で、我々は PDF 以外の神経伝達物質が、概日時計に関わっていることを明らかにしてきた。CCHamide1 は、そのような神経伝達物質のひとつで、DN1a とよばれる時計細胞群で発現している。CCHamide1 は、PDF の発現に影響を及ぼすことから、ある意味で PDF の上流にあるとも考えられる。つまり、時計細胞間の神経連絡は、PDF 時計細胞から、PDF 陰性時計細胞へ一方通行で行われるのではなく、時計細胞同士の何らかのネットワークが存在すると考えられる。しかし、そのネットワークの全容を明らかにするための実験手法が乏しく、研究を前進させるための新しいアイデアが必要とされていた。

2. 研究の目的

キイロショウジョウバエの概日時計の中枢は、約 150 個の時計細胞のネットワークによって形成されていると考えられるが、その全容はほとんど分かっていない。問題を解決するひとつの手段になり得るのが、ショウジョウバエで良く用いられている遺伝子発現制御法である GAL4-UAS システムである。現在、世界のショウジョウバエストックセンターには、数千の遺伝子エンハンサーを用いた GAL4 システムが保存されており、恐らくその中には特定の時計細胞特異的な GAL4 システムが存在するはずである。その情報が入手できれば、2 つのエンハンサーを組み合わせることで、さらに細胞集団を限定する split-GAL4 システムの作製も可能になる。split-GAL4 が完成すれば、今度は後シナプス細胞を標識できる Trans-Tango システムを用いることができる。膨大な GAL4 システムの公開、Trans-Tango システムの発表など、時計細胞間ネットワークを研究するには良いタイミングである。そこで、本研究では、GAL4 システムのスクリーニング、Split-GAL4 システムの樹立、Trans-Tango による後シナプス細胞の特定を軸に研究を行った。

3. 研究の方法

(1) キイロショウジョウバエ系統

本研究で用いたキイロショウジョウバエ系統の多くは、アメリカ・インディアナ大学 Bloomington Drosophila stock center、オーストリア Vienna Drosophila Resource Center から入手した。これらのショウジョウバエ系統は、必須栄養素を含む寒天培地を入れた密封したプラスチックバイアルの中で飼育した。バイアルは、スポンジ栓で蓋をして、ハエが逃げ出さないようにしている。それらの系統は、光条件と温度条件を管理可能なインキュベーター内で飼育した。通常は 25℃、明暗 12 時間 : 12 時間の環境下で飼育したが、実験によっては温度と光条件を変えた。

(2) 免疫染色

羽化後 4 日以内の成虫オスを用いて、免疫染色を行った。あらかじめインキュベーター内で、4 日間、明暗 12 時間 : 12 時間で同調を行い、夜中である Zeitgeber time (ZT) 20 でサンプリングを行った。その後、脳を解剖し、ブロッキングを行った後、一次抗体(抗 GFP 抗体、抗 PDP1 抗体、抗 TIM 抗体、抗 PDF 抗体のいずれかの組み合わせ)でインキュベートした。その後、二次抗体を用いて、間接的に標的タンパク質を標識した。免疫染色したサンプルは、岡山大学内の共通機器である共焦点レーザー顕微鏡で写真を撮影し、取得した写真から、解析ソフト ImageJ を用いて解析を行った。

(3) 概日歩行活動リズム計測

Trikinetics社のDrosophila activity monitorを使用して、歩行活動リズムの計測を行った。オスのショウジョウバエが入った活動記録モニターはインキュベーター内に設置し、温度条件と光条件を制御できるようにした。各系統を約1カ月、明暗サイクル下や恒暗条件下などにおいて、活動リズムを計測した。データ解析には当研究グループが開発したソフトウェアActogramJで行った。

4. 研究成果

(1) 時計細胞特異的 GAL4 系統のスクリーニング

本研究開始当初、世界のショウジョウバエストックセンターには、1万近くの GAL4 系統が保存されており、脳内における GAL4 発現のデータベースが公開されていた。そこで我々は、数千枚の脳の写真をデータベースから観察していき、時計細胞で発現がありそうな 300 系統を選出した。その 300 の GAL4 系統について、それぞれを UAS-GFP 系統と交配させた。F1 個体の X-GAL4/UAS-GFP は、GAL4 が発現する細胞で、GFP が発現する系統である。まず時計タンパク質 PDP1 に対する抗体と、GFP に対する抗体を用いて、GAL4 が時計細胞で発現しているかどうかを検討した。そのスクリーニングで、時計細胞で発現と確認されたものは、再度時計タンパク質 TIM の抗体と抗 PDF 抗体で標識することで、2 次スクリーニングを行った。それぞれの GAL4 系統について、どの時計細胞群で発現が見られるのかを、少なくとも脳 3 つからの平均値で算出した。その結果、63 の GAL4 系統で、時計細胞における発現が確認された。時計細胞以外の脳細胞ではあまり発現がない特異的な系統もあったが、多くは脳の他の細胞で発現が見られた。

(2) split-GAL4 系統の樹立

GAL4 系統は、任意の遺伝子エンハンサーによって細胞特異的な発現を可能にしている。しかし、通常多くの遺伝子はさまざまな細胞で発現しており、本当の意味で時計細胞特異的な GAL4 はほとんど存在しない。その問題を解決するため、2 つのエンハンサーを用いて、両方のエンハンサーが活性化する細胞のみで遺伝子発現制御を行える split-GAL4 システムというものがある。そこで本研究では、(1)で同定したエンハンサー領域を 2 つ組合わせて、より時計細胞特異的な split-GAL4 系統の作出に取り組んだ。その結果、時計細胞に非常に特異的な 12 系統の作出に成功した。作出できた split-GAL4 系統の中には、2 つのエンハンサーを使っているにも関わらず、あまり特異的でないものもあったが、s-LNV、DN1a、LPN とよばれる時計細胞群においては非常に特異的な系統を作ることができた。(1)を含む、以上の研究成果は、Sekiguchi et al., 2020, J Biol Rhythms にて報告した。

その後、更なる split-GAL4 の作出にも取り組み、さらに 4 系統を作ることができた。これらを用いて現在、新しい研究を行っている所である。

(3) Trans-Tango システムを用いた後シナプス細胞の同定

Trans-Tango システムは、GAL4-UAS システムを利用して、GAL4 発現神経細胞の下流に位置する神経細胞を同定する方法である。シナプス結合している場合に有効であり、電気的接続や、傍分泌的な接続の場合には検出できない。しかしながら、少なくともシナプス結合に関しては非常に有効な方法である。(1)と(2)で整備した、時計細胞特異的 GAL4 系統、split-GAL4 系統は、Trans-Tango において非常に有用である。特に、DN1a と LPN とよばれる時計細胞群では、非常に特異的な split-GAL4 系統が作出できた。そこで、本研究では、ドイツ・ヴェルツブルク大学との共同研究で、DN1a と LPN 時計細胞の下流に位置する後シナプス細胞の同定を行った。どちらの細胞群も非常に広範囲の細胞集団とシナプス結合していた。DN1a は、s-LNV と LNd とよばれる時計細胞群とシナプス結合しており、LPN は LNd 時計細胞群とシナプス結合していることが明らかになった。つまり、各時計細胞群は、それぞれパートナーとなる細胞群が異なることを示している。これらの共同研究は、Reinhard et al., 2022, J Comp Neurol と Reinhard et al., 2022, Front Physiol でその成果を報告している。

(4) 時計細胞特異的 GAL4 系統を用いた時計細胞の機能解析

本研究の、(1)と(2)で同定・開発した GAL4 もしくは、split-GAL4 系統は、時計細胞の機能解析を解析する上で重要な役割を果たす。例えば、GAL4 系統に、神経活動を抑制する UAS-Kir を交配させることで、特定の時計細胞の神経活性を抑制することが可能になる。時計細胞の機能解析はさまざまな研究室で行われており、本研究では、3 つの研究室と共同研究を行った。ドイツ・ヴェルツブルク大学とは、LPN と DN1a の機能解析を共同で行い、LPN 時計細胞は、概日時計の温度サイクル同調性と、睡眠に関与することを示すことができた。これは、上述のとおり split-GAL4 系統の開発の成果である。この成果は、Reinhard et al., 2022, J Comp Neurol と Reinhard et al., 2022, Front Physiol の中で、報告することができた。

アルゼンチン・ルノワール研究所とは、LNV 時計細胞群における機能解析を行った。LNV 時計細胞群は、PDF 神経ペプチドを発現しており、これまでの研究で最も重要な時計細胞群と考えら

れている。本研究で同定した、LNv に特異的な GAL4 系統を共同利用することで、PDF 発現が活動リズムに及ぼす影響や、LNv 細胞の神経軸索の形態的变化に関する分子機構の研究を進めることができた。この研究成果は、Herrero et al., 2020, Curr Biol、Polcownuk et al., 2021, J Neurosci で報告した。

アメリカ・カルフォルニア大学との共同研究では、DN1a、DN1p、DN2 という時計細胞群の機能解析を行った。共同研究先では、ショウジョウバエの温度嗜好性リズムを研究しており、それらの時計細胞群が温度嗜好に関与するかどうかを、GAL4 系統と split-GAL4 系統を用いて研究した。その結果、DN2 は DN1p に情報連絡をすることで温度嗜好性リズムに関与すること、そして DN1a はそれらとは異なる経路で関与することが分かった。それぞれの時計細胞を遺伝的に修飾することで、ショウジョウバエの好む温度が変わることから、特定の時計細胞群が温度情報を入力して、それを行動制御に結びつける神経回路があることが明らかになった。これは、Chen et al., 2022, Cell rep で報告した。

(1)と(2)の研究成果を、世界の複数の研究機関と共同利用することで、ひとつの研究室では行えない量の研究成果を挙げることができた。

5. 主な発表論文等

〔雑誌論文〕 計14件（うち査読付論文 12件 / うち国際共著 10件 / うちオープンアクセス 6件）

1. 著者名 Polcownik Sofia, Yoshii Taishi, Ceriani M. Fernanda	4. 巻 41
2. 論文標題 Decapentaplegic Acutely Defines the Connectivity of Central Pacemaker Neurons in <i>Drosophila</i>	5. 発行年 2021年
3. 雑誌名 The Journal of Neuroscience	6. 最初と最後の頁 8338 ~ 8350
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.1523/JNEUROSCI.0397-21.2021	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 Colizzi Francesca Sara, Beer Katharina, Cuti Paolo, Deppisch Peter, Martinez Torres David, Yoshii Taishi, Helfrich-Foerster Charlotte	4. 巻 12
2. 論文標題 Antibodies Against the Clock Proteins Period and Cryptochrome Reveal the Neuronal Organization of the Circadian Clock in the Pea Aphid	5. 発行年 2021年
3. 雑誌名 Frontiers in Physiology	6. 最初と最後の頁 705048
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.3389/fphys.2021.705048	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 Abe Masato S., Matsumura Kentarou, Yoshii Taishi, Miyatake Takahisa	4. 巻 16
2. 論文標題 Amplitude of circadian rhythms becomes weaken in the north, but there is no cline in the period of rhythm in a beetle	5. 発行年 2021年
3. 雑誌名 PLOS ONE	6. 最初と最後の頁 e0245115
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.1371/journal.pone.0245115	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 Fernandez-Chiappe Florencia, Hermann-Luibl Christiane, Peteranderl Alina, Reinhard Nils, Senthilan Pingkalai R., Hieke Marie, Selcho Mareike, Yoshii Taishi, Shafer Orié T., Muraro Nara I., Helfrich-Foerster Charlotte	4. 巻 40
2. 論文標題 Dopamine Signaling in Wake-Promoting Clock Neurons Is Not Required for the Normal Regulation of Sleep in <i>Drosophila</i>	5. 発行年 2020年
3. 雑誌名 The Journal of Neuroscience	6. 最初と最後の頁 9617 ~ 9633
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.1523/JNEUROSCI.1488-20.2020	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 Herrero Anastasia, Yoshii Taishi, Ispizua Juan Ignacio, Colque Carina, Veenstra Jan A., Muraro Nara I., Ceriani Maria Fernanda	4. 巻 30
2. 論文標題 Coupling Neuropeptide Levels to Structural Plasticity in Drosophila Clock Neurons	5. 発行年 2020年
3. 雑誌名 Current Biology	6. 最初と最後の頁 3154 ~ 3166
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.1016/j.cub.2020.06.009	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 Matsumura Kentarou, Abe Masato S, Sharma Manmohan D, Hosken David J, Yoshii Taishi, Miyatake Takahisa	4. 巻 130
2. 論文標題 Genetic variation and phenotypic plasticity in circadian rhythms in an armed beetle, <i>Gnatocerus cornutus</i> (Tenebrionidae)	5. 発行年 2020年
3. 雑誌名 Biological Journal of the Linnean Society	6. 最初と最後の頁 34 ~ 40
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.1093/biolinnean/blaa016	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 Sekiguchi Manabu, Inoue Kotaro, Yang Tian, Luo Dong-Gen, Yoshii Taishi	4. 巻 35
2. 論文標題 A Catalog of GAL4 Drivers for Labeling and Manipulating Circadian Clock Neurons in <i>Drosophila melanogaster</i>	5. 発行年 2020年
3. 雑誌名 Journal of Biological Rhythms	6. 最初と最後の頁 207 ~ 213
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.1177/0748730419895154	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 関口学・吉井大志	4. 巻 52
2. 論文標題 ショウジョウバエ概日時計の神経ネットワーク	5. 発行年 2020年
3. 雑誌名 細胞	6. 最初と最後の頁 38 ~ 41
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 吉井大志	4. 巻 55
2. 論文標題 ショウジョウバエの概日リズムは生存に重要か？	5. 発行年 2020年
3. 雑誌名 昆虫と自然	6. 最初と最後の頁 31～32
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 Horn Melanie, Mitesser Oliver, Hovestadt Thomas, Yoshii Taishi, Rieger Dirk, Helfrich-Forster Charlotte	4. 巻 10
2. 論文標題 The Circadian Clock Improves Fitness in the Fruit Fly, <i>Drosophila melanogaster</i>	5. 発行年 2019年
3. 雑誌名 Frontiers in Physiology	6. 最初と最後の頁 1374
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.3389/fphys.2019.01374	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 Kuwano Riko, Katsura Maki, Iwata Mai, Yokosako Tatsuya, Yoshii Taishi	4. 巻 40
2. 論文標題 Pigment-dispersing factor and CChamide1 in the <i>Drosophila</i> circadian clock network	5. 発行年 2023年
3. 雑誌名 Chronobiology International	6. 最初と最後の頁 1～16
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.1080/07420528.2023.2166416	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 Reinhard Nils, Bertolini Enrico, Saito Aika, Sekiguchi Manabu, Yoshii Taishi, Rieger Dirk, Helfrich Forster Charlotte	4. 巻 530
2. 論文標題 The lateral posterior clock neurons of <i>Drosophila melanogaster</i> express three neuropeptides and have multiple connections within the circadian clock network and beyond	5. 発行年 2022年
3. 雑誌名 Journal of Comparative Neurology	6. 最初と最後の頁 1507～1529
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.1002/cne.25294	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 Chen Shyh-Chi, Tang Xin, Goda Tadahiro, Umezaki Yujiro, Riley Abigail C., Sekiguchi Manabu, Yoshii Taishi, Hamada Fumika N.	4. 巻 39
2. 論文標題 Dorsal clock networks drive temperature preference rhythms in <i>Drosophila</i>	5. 発行年 2022年
3. 雑誌名 Cell Reports	6. 最初と最後の頁 110668 ~ 110668
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.1016/j.celrep.2022.110668	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 Reinhard Nils, Schubert Frank, K.Bertolini Enrico, Hagedorn Nicolas, Manoli Giulia, Sekiguchi Manabu, Yoshii Taishi, Rieger Dirk, Helfrich-Forster Charlotte	4. 巻 13
2. 論文標題 The Neuronal Circuit of the Dorsal Circadian Clock Neurons in <i>Drosophila melanogaster</i>	5. 発行年 2022年
3. 雑誌名 Frontiers in Physiology	6. 最初と最後の頁 886432
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.3389/fphys.2022.886432	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

[学会発表] 計19件 (うち招待講演 3件 / うち国際学会 2件)

1. 発表者名 M. Sekiguchi, T. Yoshii
2. 発表標題 Trissin/TrissinR signaling pathway mediates activity promoting signal in <i>Drosophila melanogaster</i>
3. 学会等名 第15回 日本ショウジョウバエ研究会
4. 発表年 2022年

1. 発表者名 横佐古達哉, 関口学, 吉井大志
2. 発表標題 Split-GAL4システムによるキロショウジョウバエ時計細胞群の機能解析
3. 学会等名 第93回日本動物学会
4. 発表年 2022年

1. 発表者名 齋藤愛加, 横佐古達哉, 吉井大志
2. 発表標題 キイロショウジョウバエにおけるPDF時計細胞群の歩行活動リズムへの影響
3. 学会等名 第93回日本動物学会
4. 発表年 2022年

1. 発表者名 関口学, 吉井大志
2. 発表標題 ショウジョウバエ時計細胞シグナル伝達経路Trissin/TrissinRの解析
3. 学会等名 第93回日本動物学会
4. 発表年 2022年

1. 発表者名 A. Fukuda, T. Yoshii
2. 発表標題 Regulation of morning activity through the neuropeptide CNMamide expressed in a subset of clock neurons in the <i>Drosophila melanogaster</i>
3. 学会等名 Sapporo Symposium on Biological Rhythm (国際学会)
4. 発表年 2022年

1. 発表者名 M. Sekiguchi, T. Yoshii
2. 発表標題 Roles of morning DN1ps and evening cells in bimodal activity rhythms in <i>Drosophila melanogaster</i>
3. 学会等名 Sapporo Symposium on Biological Rhythm (国際学会)
4. 発表年 2022年

1. 発表者名 栗野理子, 桂万喜, 吉井大志
2. 発表標題 キイロショウジョウバエ概日時計におけるPDF/CCh1神経ペプチドの相互作用
3. 学会等名 第92回日本動物学会
4. 発表年 2021年

1. 発表者名 片岡知樹, 吉井大志
2. 発表標題 キイロショウジョウバエの概日リズムと高温ストレス耐性
3. 学会等名 第92回日本動物学会
4. 発表年 2021年

1. 発表者名 齋藤愛加, 中西日向子, 吉井大志
2. 発表標題 キイロショウジョウバエにおけるPDF時計細胞の夕方活動への影響
3. 学会等名 第92回日本動物学会
4. 発表年 2021年

1. 発表者名 関口学, 井上浩太郎, 吉井大志
2. 発表標題 キイロショウジョウバエ概日時計ネットワークの解析
3. 学会等名 第92回日本動物学会
4. 発表年 2021年

1. 発表者名 関口学, 吉井大志
2. 発表標題 キイロショウジョウバエ概日時計ネットワーク内における時計細胞の役割
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 吉井大志
2. 発表標題 キイロショウジョウバエ概日行動リズムを制御する神経回路
3. 学会等名 第63回日本応用動物昆虫学会大会 (招待講演)
4. 発表年 2019年

1. 発表者名 岩田真依, 桂万喜, 吉井大志
2. 発表標題 キイロショウジョウバエ概日時計に関するCCHamide1受容体の機能解析
3. 学会等名 第90回日本動物学会
4. 発表年 2019年

1. 発表者名 関口学, 井上浩太郎, 吉井大志
2. 発表標題 キイロショウジョウバエの活動リズムにはDN1時計細胞が必要である
3. 学会等名 第90回日本動物学会
4. 発表年 2019年

1. 発表者名 吉井大志
2. 発表標題 ショウジョウバエ概日時計を構成する脳内神経ネットワーク
3. 学会等名 第90回日本動物学会（招待講演）
4. 発表年 2019年

1. 発表者名 関口学，井上浩太郎，吉井大志
2. 発表標題 キイロショウジョウバエにおけるDN1, LNd時計細胞はLD条件下の活動リズムに重要である
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 岩田真依，桂万喜，吉井大志
2. 発表標題 キイロショウジョウバエ概日時計におけるCCHamide1神経ペプチドの役割
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 吉井大志
2. 発表標題 ショウジョウバエ時計細胞たちのコミュニケーション
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 T. Yoshii, T. Nakayama, S. Tamura, K. Tomioka
2. 発表標題 The BRWD3 gene is required for normal circadian activity rhythms in Drosophila melanogaster
3. 学会等名 日本比較生理生化学会 第41回東京大会
4. 発表年 2019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			
米国	University of California			
ドイツ	University of Wuerzburg			
中国	北京大学			
アルゼンチン	Fundacion Instituto Leloir			