

令和 6 年 4 月 4 日現在

機関番号：13901

研究種目：基盤研究(S)

研究期間：2019～2023

課題番号：19H05643

研究課題名（和文）脊椎動物の季節適応機構の解明とその応用

研究課題名（英文）Understanding the seasonal adaptation mechanism and its application

研究代表者

吉村 崇 (YOSHIMURA, Takashi)

名古屋大学・生命農学研究科(WPI)・教授

研究者番号：40291413

交付決定額（研究期間全体）：（直接経費） 153,500,000円

研究成果の概要（和文）：動物は日照時間や温度の変化を感知し、様々な生理機能や行動を変化させることで環境の季節変動に巧みに適応している。また冬季うつ病など、様々な疾患が冬に重症化する。本研究では明瞭な季節応答を示すメダカをモデルとして、動物が日照時間と温度を感知する鍵因子を同定した。また1年のリズムを駆動する転写プログラムを明らかにした。さらに冬季のうつ様行動を改善する分子を発見するとともに、その作用機序を明らかにした。

研究成果の学術的意義や社会的意義

カレンダーを持たない動物が季節を感知し、適応する仕組みはアリストテレス以来生物学に残された謎だった。本研究では日長と温度の感知を司る鍵因子を同定することに成功した。様々な生理機能が1年の年周リズムを刻む分子基盤は未解明であったが、1年のリズムを刻む転写プログラムを明らかにした。また冬季に重症化する疾患のリスク因子を同定し、改善する化合物を見出すことで、季節性疾患の理解と克服に道筋をつけた。

研究成果の概要（英文）：Animals sense changes in daylength and temperature to adapt to seasonal changes in environment. In addition, various diseases, such as winter depression, become more severe in winter. In this study, using medaka (*Oryzias latipes*), which shows a distinct seasonal response, we succeeded in identifying the key factors that enable animals to sense daylength and temperature. We also identified the transcriptional program that drives the annual rhythm. Furthermore, we identified a molecule that rescue winter depression-like behavior and elucidated its mechanism of action.

研究分野：動物分子生理学

キーワード：光周性 季節適応 メダカ ケミカルゲノミクス

様式 C-19、F-19-1、Z-19 (共通)

1. 研究開始当初の背景

日長、温度、降水量など、生物をとりまく環境は季節に応じて変化する。毎年繰り返される厳しい環境の季節変化に適応するために、生物は外界の変化を感知し、繁殖、渡り、冬眠などの生理機能や行動を制御している。ヒトも例外ではなく、代謝、免疫機能、気分、病気のリスクなどが季節によって変動する。生物の身体には様々な周期のリズムを刻む体内時計が存在するが、季節のリズムの背後には概ね1日のリズムを刻み、日長を測定する「概日時計」と、概ね1年のリズムを刻む「概年時計」が存在する。アリストテレスは著書「動物誌」の中で、様々な動物の行動の季節変化を詳細に記述していたが、カレンダーを持たない動物が日長と温度の季節変化を測定する仕組みは未解明である。さらに身体の様々な生理機能の年周リズムを駆動し、環境の季節変化に巧みに適応する仕組みも明らかにされていない。これらはアリストテレス以来、2,300年以上にわたって生物学に残された謎と言える。

また高緯度地方では10人に一人が冬季にうつ病を発症する冬季うつ病(季節性感情障害)に罹患することから大きな社会問題になっている。冬季うつ病の典型的な症状として気分の落ち込み、社会性の低下(ひきこもり)、疲労感、食欲の変化、性欲の低下、睡眠・概日リズムの異常などがあるが、これらの表現型は季節繁殖や冬眠のそれと類似しているため、古くから冬季うつ病は季節繁殖や冬眠の名残りであると指摘されてきたが、発症機構は不明である。遺伝率が80%の統合失調症や双極性障害では、ゲノムワイド関連解析(GWAS)によって原因遺伝子が同定されているが、うつ病の遺伝率は40%と低く、うつ病の遺伝基盤の解析は行き詰まっている。さらに一般的な大うつ病も冬季に症状が悪化することが知られているが、約4割の患者に抗うつ薬が効かないため、全く新しい視点から環境要因がうつ病を引き起こす仕組みが解明されることと、新たな作用機序に基づく全く新しい抗うつ薬の開発が期待されている。

2. 研究の目的

本研究では洗練された季節応答性を示すだけでなく、生息地域の緯度によって遺伝的に異なる季節適応能を示すメダカをモデルとすることで、動物の季節適応の遺伝基盤を解明するとともに、摂食、代謝、繁殖活動などの生理機能の年周リズムを支える分子基盤を明らかにすることを目的とした。さらに冬季のうつ様行動の発現機構を解明し、それを克服する分子を開発することを目的とした。

3. 研究の方法

研究1：日長による季節適応機構の解明

生物が異なる日長に反応する際に境界となる日長を臨界日長という。高緯度と低緯度に由来するメダカでは日長応答性が異なる。そこで異なる緯度に由来する野生メダカ集団の遺伝解析を通して、臨界日長を規定する遺伝子を同定し、日長測定の仕事の解明に取り組んだ。

臨界日長を規定する原因遺伝子が局所適応に及ぼす影響を検討するには、親集団の相互移植(reciprocal transplant)実験を実施するのが理想的であるが、二つの集団それぞれについて、捕獲した現地2カ所で年間を通して数百匹ずつ飼育しながら解析するのは事実上不可能である。そこで冬の環境が厳しい函館で共通圃場(common garden)実験を実施し、環境適応能を比較した。

研究2：温度による季節適応機構の解明

異なる温度に反応する際に境界となる温度を臨界温度という。臨界日長の制御機構の解明と同様に、異なる緯度に由来する野生メダカ集団の遺伝解析を通して、臨界温度を規定する遺伝子を同定し、日長測定の仕事の解明に取り組んだ。

研究3：様々な生理機能の年周リズムの駆動機構の解明

摂食、代謝、概日リズムや、繁殖活動などの生理機能や行動は、視床下部が司令塔となり制御されているが、それらの年周リズムを駆動する分子基盤は謎に包まれている。屋外の自然条件下で飼育したメダカから視床下部および下垂体を2週間に一度、2年間にわたって採材し、この2年間の時系列試料についてRNA-Seq解析を行い、様々な生理機能の年周リズムを駆動する網羅的遺伝子発現地図(transcriptome landscape)を作成し、季節適応の分子基盤を解明した。

研究4：冬のうつ様行動を引き起こすメカニズムの解明とその制御

冬になるとメダカは社会性が低下するとともに不安様行動を示し、ヒトの冬季うつ病と類似した表現型を示した。欧米では複雑な精神疾患の創薬モデルとして、小型魚類が脚光を浴びており、メガファーマも積極的に取り入れている。本研究ではケミカルゲノミクスアプローチで冬季のうつ様行動の発現機構を明らかにするとともに、季節適応を制御する分子を開発した。

4. 研究成果

研究1：日長による季節適応機構の解明

(1) 日長測定の制御機構の解明

生息していた地域の緯度によってメダカが繁殖を開始するのに、異なる日長を要することを見出した。例えば、遺伝的に北日本集団に分類される青森由来の東通集団と京都由来の舞鶴集団は生殖腺の発達に14時間の日長を要した一方で、南日本集団に分類される岩手由来の花巻集団と沖縄由来の宜野座集団では13時間の日長で十分であった(図1A)。そこで、これらの集団を交配して得られたF2集団を使ってQTL解析を実施した。QTL領域に存在する遺伝子群についてアミノ酸配列と遺伝子発現量の比較を行うとともに、集団遺伝学的世界的権威であるUppsala大学のLeif Andersson教授と共同で集団遺伝学的解析を進めた。その結果、臨界日長を制御する候補遺伝子を三つに絞りこむことに成功した。これら候補遺伝子の発現部位はspatial transcriptome解析によって明らかにした。さらにCRISPR-Cas9法によりそれぞれの遺伝子についてのノックアウト系統を作出し、臨界日長を検討したところ、三つの候補遺伝子のうち、一つの遺伝子においてはノックアウトメダカの臨界日長が野生型よりも長くなっており、この遺伝子が臨界日長を規定している可能性が示唆された。現在論文投稿にむけて準備中である。

(2) 共通圃場実験による季節適応能の比較

上述の通り、実験室環境下では東通集団は14時間の明期を、花巻集団は13時間の明期を必要とした。共通圃場実験の結果、函館の自然条件下においては、花巻集団に比べ、東通集団の方が生殖腺の発達に長い時間を要することが明らかになった(図1B)。この結果から繁殖に適した温暖な期間が短い青森県の東通集団は進化の過程で、遺伝的に長い臨界日長を獲得することで、繁殖開始の時期を遅らせて次世代が確実に生育できるように環境に適応していることが明らかになった(Shinomiya et al., Zool Lett 2023)。

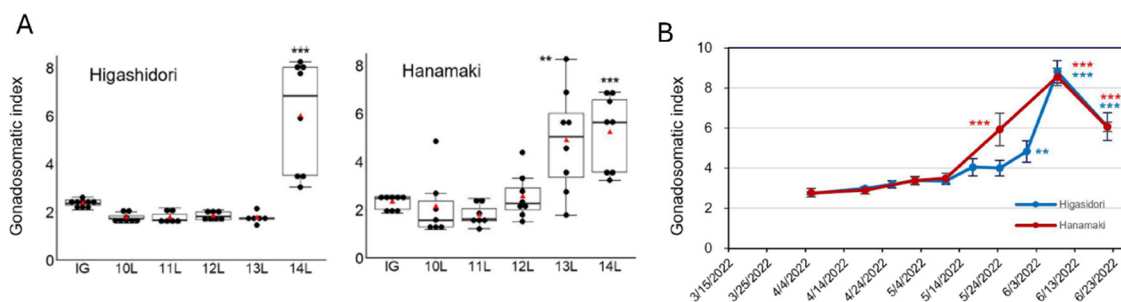


図1. 東通、花巻の生殖腺の日長応答(A)と函館での共通圃場実験(B)の結果。

研究2：温度による季節適応機構の解明

青森由来の東通と岩手由来の花巻のメダカが繁殖を開始する際に、臨界温度が異なることを明らかにし、それらの集団間でQTL解析を実施した。QTL領域について、親系統の全ゲノム配列決定によるアミノ酸配列の比較と、RNA-Seq解析による遺伝子発現量の比較を実施したところ、細胞内のエネルギー代謝を制御する*Akl*遺伝子が有力な候補遺伝子として浮上した。

そこで当初の計画どおり、円偏光二色性(CD)スペクトル測定を用いて両集団の*Akl*の熱安定性を評価するとともに、酵素活性を様々な温度で検討したが、両集団間で温度依存性に違いは認められなかった。また、*Akl*強制発現遺伝子改変個体を作成し、臨界温度に及ぼす影響も検討したが、活動量に違いは認められたものの、臨界温度には違いが認められず、*Akl*は臨界温度の決定に関与していないことが明らかになった(Maruyama et al., PLoS ONE 2022)。

上記の結果から*Akl*が臨界温度を決定している可能性が否定されたため、QTL領域に存在し、両集団間でアミノ酸配列に違いのあった17個の候補遺伝子について、すべてtriple CRISPR法によりF₀ノックアウト個体を作成して表現型解析を実施したところ、そのうちの一つの転写因子が臨界温度を決定する新たな候補遺伝子として浮上した。さらなる解析の結果、東通、花巻では、この転写因子のアミノ酸置換が温度依存的な転写活性化の違いを生み出すことによって臨界温度を規定している可能性が示唆された(投稿準備中)。

研究3：様々な生理機能の年周リズムの駆動機構の解明

摂食、代謝、概日リズム、繁殖活動などの生理機能や行動は視床下部によって制御されているが、それらの年周リズムを駆動する分子基盤は謎に包まれていた。研究代表者らは屋外の自然条件下で飼育したメダカから視床下部および下垂体を毎月、2年間にわたって採材した。この2年間の時系列試料についてRNA-Seq解析を行い、季節性網羅的遺伝子発現地図を作製した(図2A)。その結果、ホルモンをコードする遺伝子などが季節によってダイナミックに発現変動すること

で様々な生理機能の季節変化が制御されることを明らかにした (図 2B)。また、KEGG パスウェイの解析からそれぞれの季節で変化する情報伝達経路を明らかにし (図 2C)、様々な生理機能に 1 年のリズムが生み出される転写プログラムを明らかにした(Nakayama et al., PNAS 2023)。

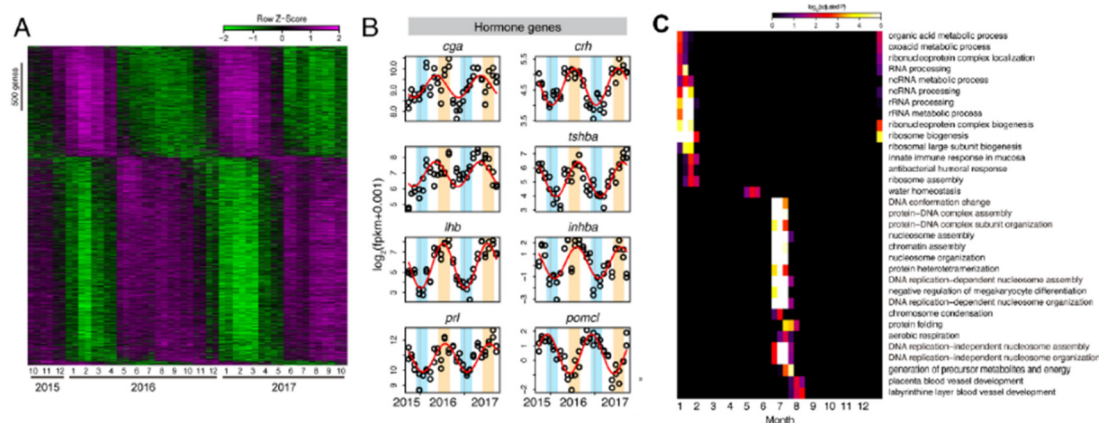


図 2. (A)屋外の自然条件下で年周リズムを刻む季節変動遺伝子を同定した。(B)季節変動遺伝子には様々なホルモンをコードする遺伝子が含まれていた。(C)季節変動遺伝子のパスウェイ解析からそれぞれの季節で活性化される情報伝達経路が明らかになった。

研究 4: 冬のうつ様行動を引き起こすメカニズムの解明とその制御

冬の環境で飼育したメダカと夏の環境で飼育したメダカについて、三部屋水槽試験を用いて社会性を検討したところ、冬の環境下では夏に比べ、社会性が低下していることが明らかになった (図 3A)。そこで冬条件下のメダカを冬季うつ病のモデルとしてトランスクリプトーム解析、メタボローム解析を行ったところ、ヒトのうつ病と共通する遺伝子や代謝物の季節変化を見出した。うつ病には多数の因子が関与するため、単一遺伝子の効果を検討する順遺伝学、逆遺伝学のアプローチは有効ではない。そこで冬季のうつ様行動を改善する化合物のスクリーニングを実施し、ケミカルゲノミクスのアプローチを適用した。その結果、メダカの冬季のうつ様行動を改善するセラストールを発見するとともに(図 3B)、NRF2 抗酸化経路が冬季のうつ様行動の発現に関与すること、さらにはそれを司る神経回路を明らかにした(図 3C) (Nakayama et al., PNAS 2020)。また、セラストールは標的タンパク質を複数持つことが知られていたため、セラストールの標的タンパク質を探索したところ、Nr4a1 をターゲットとしていることを明らかにし、新たな創薬ターゲットを同定することに成功した(Nakayama et al., Neurosci Lett 2023)。また、冬季うつ病患者ではうつ病を発症する冬季にのみ、目の光感受性が低下し、これが冬季うつ病のリスクを高めることが指摘されていたが、その仕組みは不明であった。マウスをモデルとして、冬季の目の光感受性の低下をもたらす原因遺伝子 tyrosine hydroxylase (*Th*) を明らかにするとともに、ドーパミン受容体のアゴニストによって目の光感受性を改善できることを示し、介入への道筋をたてた(Okimura et al., Sci Rep 2021)。

高緯度地方では 10 人に一人が冬季うつ病に罹患し大きな社会問題となっているが、一般的な抗うつ薬が効かないことから、新たな作用機序に基づく新しい抗うつ薬の開発が期待されていた。本研究では新たな創薬ターゲットやリード化合物を同定することに成功した。

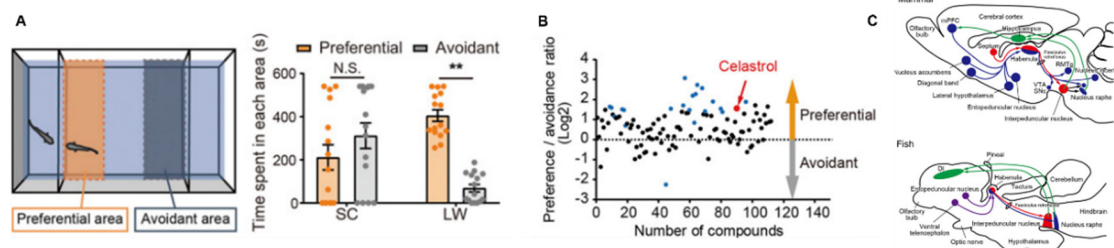


図 3. (A)三部屋水槽試験において冬のメダカは社会性が低下している。(B)化合物スクリーニングの結果、中国伝統医薬の成分のセラストールが冬季のメダカ社会性を改善した。(C)セラストールによって活性化される神経回路は哺乳類と魚類で高度に保存されていた。

5. 主な発表論文等

〔雑誌論文〕 計20件（うち査読付論文 17件 / うち国際共著 2件 / うちオープンアクセス 15件）

1. 著者名 Nakayama Tomoya, Tanikawa Miki, Okushi Yuki, Itoh Thoma, Shimmura Tsuyoshi, Maruyama Michiyo, Yamaguchi Taiki, Matsumiya Akiko, Shinomiya Ai, Guh Ying-Jey, Chen Junfeng, Naruse Kiyoshi, Kudoh Hiroshi, Kondo Yohei, Naoki Honda, Aoki Kazuhiro, Nagano Atsushi J., Yoshimura Takashi	4. 巻 120
2. 論文標題 A transcriptional program underlying the circannual rhythms of gonadal development in medaka	5. 発行年 2023年
3. 雑誌名 Proceedings of the National Academy of Sciences USA	6. 最初と最後の頁 e2313514120
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.1073/pnas.2313514120	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 Nakayama Tomoya, Hirano Fuka, Okushi Yuki, Matsuura Kosuke, Ohashi Miki, Matsumiya Akiko, Yoshimura Takashi	4. 巻 814
2. 論文標題 Orphan nuclear receptor nr4a1 regulates winter depression-like behavior in medaka	5. 発行年 2023年
3. 雑誌名 Neuroscience Letters	6. 最初と最後の頁 137469 ~ 137469
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.1016/j.neulet.2023.137469	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 Shinomiya Ai, Adachi Daisuke, Shimmura Tsuyoshi, Tanikawa Miki, Hiramatsu Naoshi, Ijiri Shigeo, Naruse Kiyoshi, Sakaizumi Mitsuru, Yoshimura Takashi	4. 巻 9
2. 論文標題 Variation in responses to photoperiods and temperatures in Japanese medaka from different latitudes	5. 発行年 2023年
3. 雑誌名 Zoological Letters	6. 最初と最後の頁 16
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.1186/s40851-023-00215-8	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 中山友哉, 吉村崇	4. 巻 81
2. 論文標題 メダカに学ぶ脊椎動物の冬季適応戦略	5. 発行年 2023年
3. 雑誌名 低温科学	6. 最初と最後の頁 61-70
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.14943/lowtemsci. 81. 61	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 Matsumoto Shoko, Ren Liang, Iigo Masayuki, Murai Atsushi, Yoshimura Takashi	4. 巻 18
2. 論文標題 Mimicking seasonal changes in light-dark cycle and ambient temperature modulates gut microbiome in mice under the same dietary regimen	5. 発行年 2023年
3. 雑誌名 PLOS ONE	6. 最初と最後の頁 e0278013
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.1371/journal.pone.0278013	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 Zhang M, Kobayashi K, Atsumi H, Katada Y, Nakane Y, Chen J, Nagano R, Kadofusa N, Nishiwaki-Ohkawa T, Kon N, Hirota T, Sato A, Makino T, Yoshimura T	4. 巻 11
2. 論文標題 Modulation of circadian clock by crude drug extracts used in Japanese Kampo medicine	5. 発行年 2021年
3. 雑誌名 Scientific Reports	6. 最初と最後の頁 21038
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.1038/s41598-021-00499-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 Maruyama M, Furukawa Y, Kinoshita M, Mukaiyama A, Akiyama S, Yoshimura T	4. 巻 17
2. 論文標題 Adenylate kinase 1 overexpression increases locomotor activity in medaka fish	5. 発行年 2022年
3. 雑誌名 PLoS ONE	6. 最初と最後の頁 e0257967
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.1371/journal.pone.0257967	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 沖村光祐, 中山友哉, 吉村崇	4. 巻 59
2. 論文標題 ケミカルゲノミクスで明らかにするメダカの冬季うつ様行動の分子基盤: 冬季うつ病の理解と克服にむけて	5. 発行年 2021年
3. 雑誌名 化学と生物	6. 最初と最後の頁 369-376
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 Nakayama T, Okimura K, Shen J, Guh YJ, Tamai TK, Shimada A, Minou S, Okushi Y, Shimmura T, Furukawa Y, Kadofusa N, Sato A, Nishimura T, Tanaka M, Nakayama K, Shiina N, Yamamoto N, Loudon AS, Nishiwaki-Ohkawa T, Shinomiya A, Nabeshima T, Nakane Y, Yoshimura T	4. 巻 117
2. 論文標題 Seasonal changes in NRF2 antioxidant pathway regulates winter depression-like behavior	5. 発行年 2020年
3. 雑誌名 Proceedings of the National Academy of Sciences USA	6. 最初と最後の頁 9594 ~ 9603
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.1073/pnas.2000278117	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 Chen Junfeng, Okimura Kousuke, Yoshimura Takashi	4. 巻 161
2. 論文標題 Light and Hormones in Seasonal Regulation of Reproduction and Mood	5. 発行年 2020年
3. 雑誌名 Endocrinology	6. 最初と最後の頁 1 ~ 8
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.1210/endocr/bqaa130	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 Okimura Kousuke, Nakane Yusuke, Nishiwaki-Ohkawa Taeko, Yoshimura Takashi	4. 巻 11
2. 論文標題 Photoperiodic regulation of dopamine signaling regulates seasonal changes in retinal photosensitivity in mice	5. 発行年 2021年
3. 雑誌名 Scientific Reports	6. 最初と最後の頁 1843
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.1038/s41598-021-81540-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 Nakane Yusuke, Shinomiya Ai, Ota Wataru, Ikegami Keisuke, Shimmura Tsuyoshi, Higashi Sho-Ichi, Kamei Yasuhiro, Yoshimura Takashi	4. 巻 14
2. 論文標題 Action spectrum for photoperiodic control of thyroid-stimulating hormone in Japanese quail (Coturnix japonica)	5. 発行年 2019年
3. 雑誌名 PLOS ONE	6. 最初と最後の頁 e0222106
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.1371/journal.pone.0222106	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 GUH Ying-Jey, TAMAI Takako K, YOSHIMURA Takashi	4. 巻 95
2. 論文標題 The underlying mechanisms of vertebrate seasonal reproduction	5. 発行年 2019年
3. 雑誌名 Proceedings of the Japan Academy, Series B	6. 最初と最後の頁 343 ~ 357
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.2183/pjab.95.025	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 Ikegami Keisuke, Refetoff Samuel, Van Cauter Eve, Yoshimura Takashi	4. 巻 15
2. 論文標題 Interconnection between circadian clocks and thyroid function	5. 発行年 2019年
3. 雑誌名 Nature Reviews Endocrinology	6. 最初と最後の頁 590 ~ 600
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.1038/s41574-019-0237-z	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 吉村崇	4. 巻 61
2. 論文標題 光と動物の季節性行動	5. 発行年 2019年
3. 雑誌名 精神医学	6. 最初と最後の頁 945-953
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37件 (うち招待講演 37件 / うち国際学会 18件)

1. 発表者名 吉村崇
2. 発表標題 自然条件下の魚類と哺乳類からみえてきた脊椎動物の季節適応機構
3. 学会等名 日本比較生理生化学会第45回大阪大会 (招待講演)
4. 発表年 2023年

1. 発表者名 吉村崇
2. 発表標題 ユニークな動物から明らかになった驚きの季節適応戦略
3. 学会等名 第47回鳥類内分泌研究会（招待講演）
4. 発表年 2023年

1. 発表者名 Yoshimura T
2. 発表標題 Understanding the mystery of biological clocks: Learning from unique animals to contribute for food production and human health
3. 学会等名 JAACT2023（招待講演）（国際学会）
4. 発表年 2023年

1. 発表者名 Yoshimura T
2. 発表標題 Molecular basis of the circannual clock
3. 学会等名 The 61st Annual Meetings of the Biophysical Society of Japan（招待講演）
4. 発表年 2023年

1. 発表者名 吉村崇
2. 発表標題 脊椎動物の概年時計の分子機構
3. 学会等名 2023年度生理学研究所研究会「極限環境適応」（招待講演）
4. 発表年 2023年

1. 発表者名 吉村崇
2. 発表標題 脊椎動物の概年リズムの分子基盤
3. 学会等名 日本睡眠学会第45回定期学術集会第30回日本時間生物学会学術大会合同大会（招待講演）
4. 発表年 2023年

1. 発表者名 吉村崇
2. 発表標題 月のリズムと季節のリズムの分子基盤
3. 学会等名 下垂体研究会第37回学術集会（招待講演）
4. 発表年 2023年

1. 発表者名 Yoshimura T
2. 発表標題 Photoperiod and seasonal reproduction
3. 学会等名 InSC School in Chronobiology 2023（招待講演）（国際学会）
4. 発表年 2023年

1. 発表者名 Yoshimura T
2. 発表標題 Seasonal transcriptome atlas of 80 neural and peripheral tissues of non-human primate <i>Macaca mulatta</i>
3. 学会等名 14th International Workshop on Resistance to Thyroid Hormones & Thyroid Hormone Actions (14th IWRTH)（招待講演）（国際学会）
4. 発表年 2023年

1. 発表者名 Yoshimura T
2. 発表標題 Towards understanding the mystery of biological clocks: an interdisciplinary approach
3. 学会等名 iCeMS Retreat (招待講演)
4. 発表年 2022年

1. 発表者名 Yoshimura T
2. 発表標題 Towards understanding molecular mechanisms of infradian rhythms
3. 学会等名 19th International Conference on Retinal Proteins (招待講演) (国際学会)
4. 発表年 2022年

1. 発表者名 吉村崇
2. 発表標題 季節繁殖の分子機構～鍵分子同定までの道のりとその後の展開
3. 学会等名 第29回日本時間生物学会学術大会 (招待講演)
4. 発表年 2022年

1. 発表者名 Yoshimura T
2. 発表標題 Understanding underlying mechanisms of infradian rhythms
3. 学会等名 The 10th Congress of Asian Sleep Research Society and Asian Forum of Chronobiology (招待講演) (国際学会)
4. 発表年 2023年

1. 発表者名 Yoshimura T
2. 発表標題 Seasonal regulation of depression-like behavior
3. 学会等名 5th Asian Forum on Chronobiology Kaifeng, China (招待講演) (国際学会)
4. 発表年 2021年

1. 発表者名 Yoshimura T
2. 発表標題 Towards understanding molecular mechanisms of infradian rhythms
3. 学会等名 The 18th Sapporo Symposium on Biological Rhythm (招待講演) (国際学会)
4. 発表年 2021年

1. 発表者名 Yoshimura T
2. 発表標題 Molecular basis of vertebrate seasonal adaptation
3. 学会等名 The 27th Japan Medaka and Zebrafish Meeting (招待講演) (国際学会)
4. 発表年 2021年

1. 発表者名 Yoshimura T
2. 発表標題 Understanding infradian rhythms by multi-omics approach
3. 学会等名 2nd International RMBPD Colloquium (招待講演) (国際学会)
4. 発表年 2022年

1. 発表者名 Yoshimura T
2. 発表標題 Molecular basis of vertebrate infradian rhythms
3. 学会等名 EMBO EMBL Symposium: Biological oscillators: design, mechanism, function (招待講演) (国際学会)
4. 発表年 2022年

1. 発表者名 吉村崇
2. 発表標題 脊椎動物の季節適応機構：鳥類、魚類、霊長類をモデルとした比較生物学的アプローチ
3. 学会等名 第68回日本実験動物学会総会 (招待講演)
4. 発表年 2021年

1. 発表者名 吉村崇
2. 発表標題 冬季のうつ様行動の分子機構理解に向けて
3. 学会等名 第43回日本生物学的精神医学会・日本神経精神薬理学会合同年会 (招待講演)
4. 発表年 2021年

1. 発表者名 吉村崇
2. 発表標題 メダカ、ウズラ、マウス、アカゲザルに学ぶ動物の季節適応の仕組み
3. 学会等名 第35回日本下垂体研究会学術集会 (招待講演)
4. 発表年 2021年

1. 発表者名 吉村崇
2. 発表標題 脊椎動物の季節適応機構の解明
3. 学会等名 木原財団学術賞記念講演 第94回日本生化学会大会（招待講演）
4. 発表年 2021年

1. 発表者名 吉村崇
2. 発表標題 季節や月のリズムと動物の環境適応戦略
3. 学会等名 2021年度生理学研究所研究会「極限環境適応」（招待講演）
4. 発表年 2021年

1. 発表者名 吉村崇
2. 発表標題 脊椎動物の季節適応戦略
3. 学会等名 第28回日本時間生物学会学術大会（招待講演）
4. 発表年 2022年

1. 発表者名 吉村崇
2. 発表標題 アカゲザル全身組織の遺伝子発現地図から明らかにする動物の季節適応戦略
3. 学会等名 第50回ホミニゼーション研究会「人類進化と遺伝子」（招待講演）
4. 発表年 2022年

1. 発表者名 吉村崇
2. 発表標題 比較生物学から迫る脊椎動物の季節適応機構
3. 学会等名 第68回日本生態学会（招待講演）
4. 発表年 2021年

1. 発表者名 Yoshimura T
2. 発表標題 Seasonal clock: Towards the understanding of human seasonal clocks
3. 学会等名 The 12th Sleep Respiration Forum online from Barcelona（招待講演）（国際学会）
4. 発表年 2020年

1. 発表者名 吉村崇
2. 発表標題 冬季のうつ様行動の分子基盤の解明に向けて：春告げホルモンTSHの発見のその後
3. 学会等名 第63回日本甲状腺学会学術集会（招待講演）
4. 発表年 2020年

1. 発表者名 吉村崇
2. 発表標題 脊椎動物の季節適応機構
3. 学会等名 第93回日本生化学会大会（招待講演）
4. 発表年 2020年

1. 発表者名 Yoshimura T
2. 発表標題 Molecular and neuroendocrine mechanism of vertebrate seasonal reproduction
3. 学会等名 SAGE Pre V WCC Symposium (招待講演) (国際学会)
4. 発表年 2019年

1. 発表者名 Yoshimura T
2. 発表標題 Molecular basis of seasonal changes in behavior
3. 学会等名 V World Congress of Chronobiology (招待講演) (国際学会)
4. 発表年 2019年

1. 発表者名 Yoshimura T
2. 発表標題 Understanding molecular basis of seasonal changes in behavior
3. 学会等名 European Congress for Endocrinology (招待講演) (国際学会)
4. 発表年 2019年

1. 発表者名 Yoshimura T
2. 発表標題 Molecular basis of seasonal changes in behavior: towards understanding the winter depression
3. 学会等名 Institut de Genomique Fonctionnelle de Lyon Seminar (招待講演) (国際学会)
4. 発表年 2019年

1. 発表者名 Yoshimura T
2. 発表標題 Molecular mechanisms of seasonally regulated reproduction and depression-like behavior
3. 学会等名 KVA-JSPS seminar (招待講演) (国際学会)
4. 発表年 2019年

1. 発表者名 Yoshimura T
2. 発表標題 Molecular basis of seasonal changes in behavior in medaka
3. 学会等名 The 10th International Congress of Comparative Physiology and Biochemistry (ICCPB2019) (招待講演) (国際学会)
4. 発表年 2019年

1. 発表者名 Yoshimura T
2. 発表標題 Molecular basis of seasonal changes in behavior
3. 学会等名 XVI Congress of the European Biological Rhythms Society (招待講演) (国際学会)
4. 発表年 2019年

〔図書〕 計1件

1. 著者名 Nakayama T, Okubo K, Ansai S, Yoshimura T	4. 発行年 2022年
2. 出版社 Humana Press	5. 総ページ数 429
3. 書名 Circadian Clocks, Neuromethods	

〔出願〕 計2件

産業財産権の名称 甲状腺ホルモン受容体 選択的な甲状腺ホルモンアナログとして有用な化合物	発明者 吉村崇、他7名	権利者 同左
産業財産権の種類、番号 特許、2022-208167	出願年 2022年	国内・外国の別 国内

産業財産権の名称 甲状腺ホルモン受容体 選択的な甲状腺ホルモンアナログとして有用な化合物	発明者 吉村崇、他7名	権利者 同左
産業財産権の種類、番号 特許、PCT/JP2023/04629	出願年 2023年	国内・外国の別 外国

〔取得〕 計0件

〔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	大川 妙子 (西脇妙子) (OHKAWA Taeko) (30432230)	名古屋大学・生命農学研究科・准教授 (13901)	
研究分担者	中山 友哉 (NAKAYAMA Tomoya) (30866661)	名古屋大学・高等研究院(農)・特任助教 (13901)	
研究分担者	大竹 愛 (四宮愛) (SHINOMIYA Ai) (60452067)	基礎生物学研究所・バイオリソース研究室・助教 (63904)	
研究分担者	中根 右介 (NAKANE Yusuke) (40792023)	名古屋大学・生命農学研究科(WPI)・特任講師 (13901)	削除：2020年9月10日

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	シカゴ大学			
スウェーデン	ウプサラ大学			
韓国	ソウル大学			