

令和 5 年 6 月 7 日現在

機関番号：12601

研究種目：国際共同研究加速基金（国際共同研究強化(B)）

研究期間：2019～2022

課題番号：19KK0187

研究課題名（和文）イトヨの季節性繁殖の緯度適応とその遺伝基盤

研究課題名（英文）Genetic basis underlying latitudinal adaptation of seasonal reproduction in sticklebacks

研究代表者

石川 麻乃（Ishikawa, Asano）

東京大学・大学院新領域創成科学研究科・准教授

研究者番号：20722101

交付決定額（研究期間全体）：（直接経費） 14,100,000円

研究成果の概要（和文）：緯度勾配への適応は生物に見られる普遍的な現象である。特に繁殖期の長さや時期は緯度勾配によって大きく異なる。しかしどのような遺伝子がこの緯度勾配による繁殖期の適応進化を実現してきたのかはほとんど分かっていない。本課題では、広域な緯度に生息するヨーロッパのイトヨを解析し、緯度適応による繁殖期の進化が、淡水進出に伴う繁殖期の進化とは別の機構で生じていることを示した。

研究成果の学術的意義や社会的意義

生物の形質は、しばしば緯度と相関する。これは緯度の違いが、日長や温度などの非生物的環境、あるいはそれによって生まれる生物的環境の勾配を作り、異なる選択圧をもたらすからである。特に繁殖期の変化は、種分化の引き金となり、集団の更なる多様化を引き起こす。このため、繁殖期の緯度勾配は、種分化速度を介して、地球上の種多様性の緯度勾配を作り出す重要な要素になりうる。本研究の今後の解析により、繁殖期の長さや時期を決定する新たな遺伝子を見出すことで、種多様性を生む機構を理解することができる。また、これら他種に応用することで、水産・畜産利用価値の高い生物の効率的な育種システムを確立できる。

研究成果の概要（英文）：The length and timing of the breeding season vary widely across latitudinal gradients. However, little is known about the genetic basis underlying the latitudinal adaptation of seasonal reproduction. In this project, we analyzed the three-spined stickleback in European in Continental Europe, which inhabits a wide range of latitudes. We revealed that the evolution of the breeding season due to latitudinal adaptation occurs by a different mechanism than the evolution of the breeding season associated with freshwater colonization.

研究分野：進化生物学

キーワード：緯度適応 季節性繁殖

1. 研究開始当初の背景

生物は季節変動に対応するため、日長に応じて様々な形質を変化させる。特に、適応度に大きな影響を与える繁殖期の季節性の進化機構は進化生物学の命題の一つである。この一端を解明するため、私たちはこれまでトゲウオ科イトヨ *Gasterosteus aculeatus* の季節性繁殖に着目し、その進化に甲状腺刺激ホルモン *TSHB2* の発現量の変化が中心的な役割を果たすことを明らかにしてきた(図1)(Ishikawa et al. in prep)。イトヨには異なる繁殖期を示す2つのエコタイプが存在する。祖先型である海型は回遊性で、春に川を遡上し、初夏の短い時期のみ繁殖する。一方、氷河期以降に淡水域に進出・適応した淡水型は、一生を淡水域で過ごし、早春から初冬までの長い繁殖期を示す。これまでの私たちの研究から、繁殖期の短い海型では *TSHB2* が日長条件に依存して繁殖のオンオフを切り替えるスイッチとして機能することが分かってきた。一方、繁殖期の長い淡水型では、この *TSHB2* の日長応答性が失われていた。つまり、*TSHB2* の日長応答性の喪失が、淡水型の繁殖戦略の進化に貢献したと考えられる。

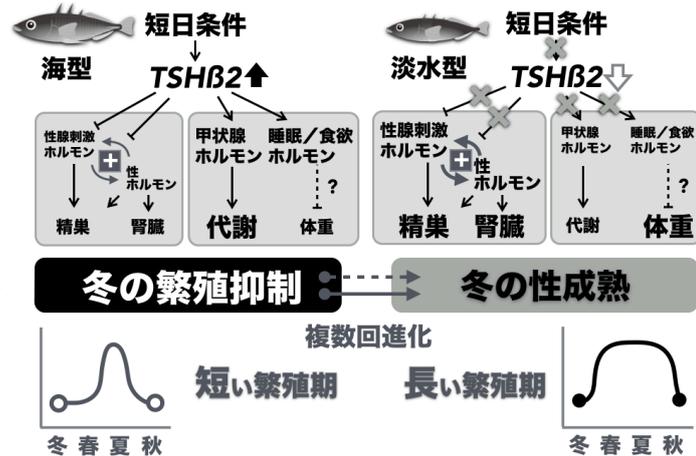


図1.海型では、多機能性の *TSHB2* の発現が日長応答することで、短い繁殖期間や急激な成長を示す回遊性の生活史が実現される一方、淡水型では *TSHB2* の日長応答性が失われ、長い繁殖期と季節によらない緩やかな成長を示す残留性の生活史に改変されている。この進化は、北米と日本において異なる遺伝的変異によって独立に生じている。

これまで、多くの動物で緯度勾配と繁殖期に相関関係があることが報告されてきたが、緯度適応の遺伝基盤はほとんど明らかになっていない。そこで私たちは、これまで行ってきたイトヨを用いた解析を、より広範囲の緯度勾配に生息する集団に適用することで、これを明らかにすることを着想した。前述した私たちの研究では、北米の同緯度の海型と淡水型を各1集団しか利用しなかったため、繁殖期の長さに対する緯度の効果が不明だった。また、日本列島では、淡水型が低緯度に、海型が高緯度に生息している傾向があり、エコタイプと緯度の効果をうまく分離できない。そこで本研究では、他の大陸の集団を対象とすることでより広範囲の緯度勾配に分布するイトヨをカバーする。特に面白い可能性の一つは、私たちが同定した季節性繁殖の主要制御因子 *TSHB2* がこの緯度適応の進化に関与することである。淡水進出に伴う繁殖期の長期化を引き起こした *TSHB2* が、緯度間の繁殖「期間」や「時期」の多様性をも説明するのであれば、異なる選択圧による繁殖戦略の変化が同一のカスケードにどのように収斂進化をもたらすのかを解明でき、繁殖期の進化の予測可能性を高め、その機構の一般性を理解できる。

緯度勾配による繁殖期の多様性を生む遺伝的変異を同定するには、異なる広範囲の緯度に連続的に分布するイトヨ集団を対象にすることが必要である。ヨーロッパでは海型と淡水型のイトヨが、北極圏から南欧まで、日本国内よりも広い範囲の緯度に渡って、連続的に分布している (Makinen et al. 2006 Mol Ecol)。そこで本研究では、これらを用いて繁殖期の多様性をもたらす遺伝的変異を同定し、その変異の起源や進化的動態、各地域で受けた自然選択を検証する。このためには、北極圏から南欧まで広範囲にわたるイトヨ野外集団の採集を行うとともに、野外での繁殖期間と繁殖時期の定量データを得る必要がある。

2. 研究の目的

本研究では、広い緯度勾配に生息し、多様な繁殖期を持つイトヨ集団を用い、繁殖期の違いをもたらす遺伝的変異を塩基配列レベルで同定する。また、その変異の起源や進化的動態、生理的機能や適応度に対する効果を解析することで、異なる緯度間で繁殖時期と繁殖期間の多様化をもたらす至近的、究極的機構の全貌を理解する。

3. 研究の方法

(1) 高・低緯度地域の海型、淡水型の繁殖生理機構の比較解析

まず、世界各地のイトヨ集団の繁殖期間に関する文献データを収集し、海型と淡水型それぞれについて、繁殖期と生息緯度の関係を解析した。解析には、146のトゲウオ集団を用い、これらのデータは Dryad (<https://doi.org/10.5061/dryad.pb7v936>) で公開した (Ishikawa and Kitano, 2019)。エコタイプの影響を調べるため、集団を海型、湖沼型、河川型に分類した。さらに、緯度と日長が産卵期に及ぼす影響を解析するため、各生息地の緯度と経度を用い、オンラインアプリケーション SunCalc (<https://www.suncalc.org>) を用いて日長を算出した。解析には一般化線形モデルを用いた。イトヨは遺伝的に大西洋系統と太平洋系統に分けられるため、これらも共変量として加えた (Fang et al., 2018; Jones et al., 2012)。更に、緯度と繁殖期の

関連を解析するため、ピアソンの相関検定を行った。繁殖期は、繁殖色、営巣行動、産卵行動、成魚の成熟生殖腺、孵化したばかりの幼生のいずれかが産卵場所で観察された期間と定義した (Baskin, 1974)。

次に、海外共同研究者であるノルウェー生命科学大学 (ノルウェー) の Ian Mayer 教授とノルウェー北極圏 (トロムソ近郊) の淡水型を採集した。また、同じく海外共同研究者であるビーゴ大学 (スペイン) の Sin-Yeon Kim 博士とイトヨのヨーロッパ分布域のほぼ最南端であるスペインのガリシア地方 (ビーゴ近郊) の淡水型を採集し、繁殖形質について解析した。また、それぞれの淡水型の純系を確立・維持し、繁殖生理機構の比較解析を行った。純系の比較解析は、国立遺伝学研究所の飼育施設で行った。

## (2) 繁殖時期、繁殖期間の違いを生む候補遺伝子の探索

(1) で確立したノルウェー淡水型とスペイン淡水型について、短日条件と長日条件に移行後 3 日後の TSHb2 の発現解析を行った。各日長条件下の個体を解剖し、下垂体を RNAlater で保存した。下垂体から RNeasy Micro キット (Qiagen 社) を用いて RNA 抽出を行い、Super script IV system (Invitrogen 社) で逆転写を行なった。TaqMan Gene Expression analysis (ABI 社) を用い、StepOnePlus リアルタイム PCR システムを用いて発現解析を行った。

さらに、スペイン淡水型について、脳組織の RNAseq 解析を行い、北米や日本の海型に比べて日長応答を失っている遺伝子を探索した。

## (3) スペインのイトヨ集団の集団遺伝解析

海外共同研究者であるビーゴ大学 (スペイン) の Sin-Yeon Kim 博士から、スペインの海型 5 集団と淡水型 7 集団 246 個体の DNA の提供を受け、これらについて ddRAD 解析を行った。489 遺伝子座を用いて Admixture 解析と PCA 解析を行った。また、687,413bp を用いて RAxML による系統樹探索を行った。

## 4. 研究成果

### (1) 高・低緯度地域の海型、淡水型の繁殖生理機構の比較解析

世界各地のイトヨ集団の繁殖期間の解析の結果、淡水型の繁殖「期間」が生息緯度と相関すること、海型の繁殖開始「時期」も生息緯度と相関することが分かった (Ishikawa et al. 2020 Journal of Experimental Biology)。

また、イトヨのヨーロッパ分布域のほぼ最南端であるスペインのガリシア地方 (ビーゴ近郊) の淡水型を採集し、繁殖形質について解析すると、野外個体は 2 月でも精巣や卵巣が発達しており、高い Gonad somatic index (GSI) を示した (図 2)。また、体重と生殖腺の間には正の相関がみられたこれは、これらの集団が冬にも繁殖を行っており、成長に応じて繁殖を開始していることを示唆している。

### (2) 繁殖時期、繁殖期間の違いを生む候補遺伝子の探索

(1) で確立したノルウェー淡水型とスペイン淡水型について、短日条件と長日条件に移行後 3 日後の TSHb2 の発現解析を行うと、スペインの淡水型 (U11a) では、短日条件で TSHb2 が高く発現し、長日条件に移行するとその発現が一気に低下した (図 3)。一方で、ノルウェーの淡水型では、短日条件でも長日条件でも TSHb2 の発現が低かった。ガリシア地方の淡水型は、野外で冬でも繁殖を行うため、季節性マスター制御因子である TSHb2 の日長応答性が失われていると示唆されたが、解析の結果、予想に反して TSHb2 の日長応答性が維持されていることが分かった。一方、研究室内の短日条件下では、生殖腺や腎臓の発達の日長応答性は失われていた。これは、北米や日本とは異なる遺伝的基盤によって、ガリシ

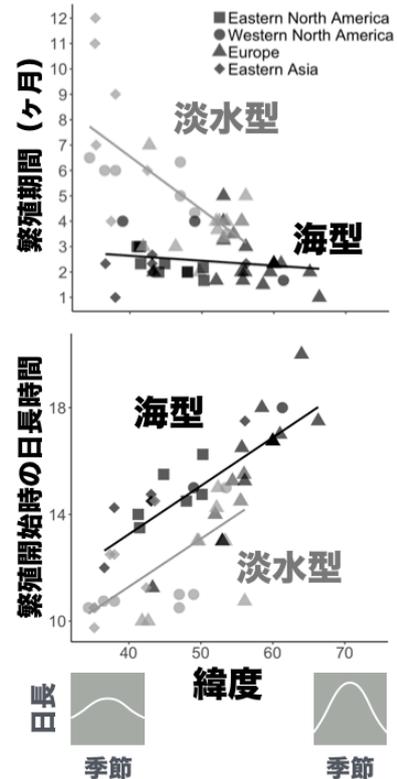


図 1. 世界中のイトヨ集団の分布緯度と繁殖期間、繁殖開始時の日長時間

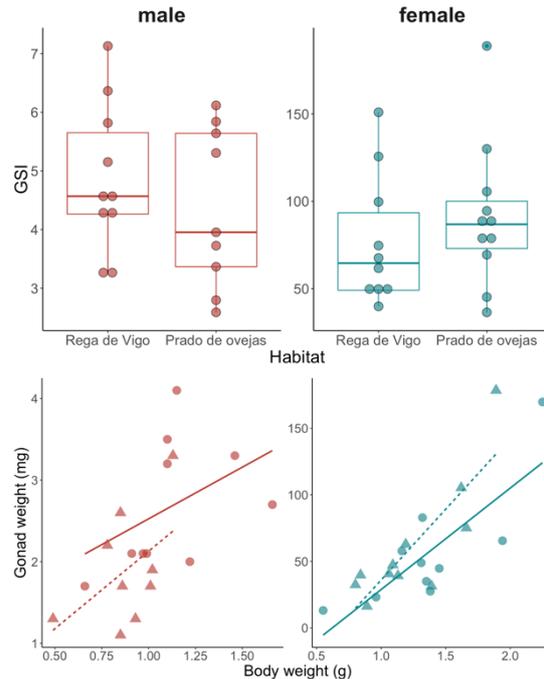


図 2. スペイン淡水型の野生集団の冬の生殖腺発達。Ulla 川の生息地 2 箇所から得た野生個体の両方で高い GSI 値が観察された。また、生殖腺サイズは体重と正の相関を示しており、成長に伴って繁殖を開始することが示唆された。

ア地方の淡水型で繁殖期の長期化が進化したことを示しており、緯度適応による繁殖期の進化が、淡水進出に伴う繁殖期の進化とは別の機構で生じていることを強く示唆している。そこで、繁殖形質が日長応答性を示す日本の海型と北米の海型、日長応答性を示さないガリシア地方の淡水型と日本の淡水型の脳の RNAseq を行い、淡水進出に伴う繁殖期の進化を担う新たな遺伝機構を解析している。

### (3) スペインのイトヨ集団の集団遺伝解析

スペインの海型 5 集団と淡水型 7 集団 246 個体を解析した結果、スペインのイトヨ集団は大きく 2 つの系統に分かれた。純系を確立した U11a 川の集団を含む系統は、海型と淡水型が系統樹上で隣接しており、海型と淡水型の間には遺伝的交流が高いことが示唆された。今後、(2) で得られた候補遺伝子やその違いをもたらす遺伝子座について、これらの集団を使ってハプロタイプ解析を行い、変異の生じた時期と選択の強度を推定する。

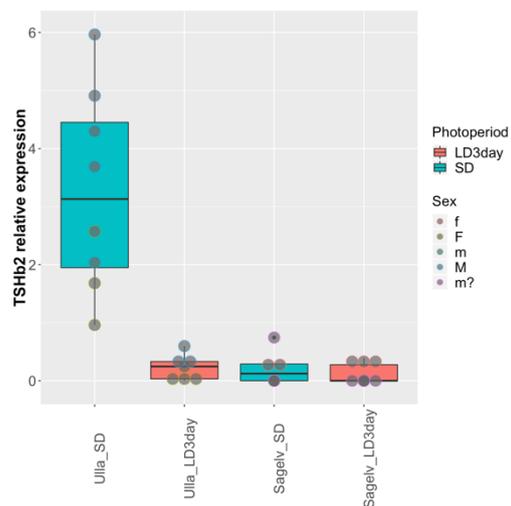


図3.ノルウェー淡水型とスペイン淡水型の純系のTSHb2の日長応答解析。予想に反して、冬にも繁殖するスペイン淡水型でTSHb2が日長応答しており、冬に繁殖を行わないと予想されるノルウェー淡水型ではTSHb2が日長応答していなかった。

5. 主な発表論文等

〔雑誌論文〕 計13件（うち査読付論文 12件 / うち国際共著 3件 / うちオープンアクセス 0件）

1. 著者名 Ishikawa Asano, Yamanouchi Shun, Iwasaki Wataru, Kitano Jun	4. 巻 377
2. 論文標題 Convergent copy number increase of genes associated with freshwater colonization in fishes	5. 発行年 2022年
3. 雑誌名 Philosophical Transactions of the Royal Society B: Biological Sciences	6. 最初と最後の頁 1855
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.1098/rstb.2020.0509	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 Yoshitake Kazutoshi, Ishikawa Asano, Yonezawa Ryo, Kinoshita Shigeharu, Kitano Jun, Asakawa Shuichi	4. 巻 4
2. 論文標題 Construction of a chromosome-level Japanese stickleback species genome using ultra-dense linkage analysis with single-cell sperm sequencing	5. 発行年 2022年
3. 雑誌名 NAR Genomics and Bioinformatics	6. 最初と最後の頁 lqac026
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.1093/nargab/lqac026	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 Kakioka Ryo, Kume Manabu, Ishikawa Asano, Ansai Satoshi, Hosoki Takuya K, Yamasaki Yo Y, Nagano Atsushi J, Toyoda Atsushi, Kitano Jun	4. 巻 133
2. 論文標題 Genetic basis for variation in the number of cephalic pores in a hybrid zone between closely related species of goby, <i>Gymnogobius breunigii</i> and <i>Gymnogobius castaneus</i>	5. 発行年 2021年
3. 雑誌名 Biological Journal of the Linnean Society	6. 最初と最後の頁 143 ~ 154
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.1093/biolinnean/blab033	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 Twining Cornelia W., Bernhardt Joey R., Derry Alison M., Hudson Cameron M., Ishikawa Asano, Kabeya Naoki, Kainz Martin J., Kitano Jun, Kowarik Carmen, Ladd Sarah Nemiah, Leal Miguel C., Scharnweber Kristin, Shipley Jeremy R., Matthews Blake	4. 巻 24
2. 論文標題 The evolutionary ecology of fatty acid variation: Implications for consumer adaptation and diversification	5. 発行年 2021年
3. 雑誌名 Ecology Letters	6. 最初と最後の頁 1709 ~ 1731
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.1111/ele.13771	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 Ishikawa Asano, Stuart Yoel E., Bolnick Daniel I., Kitano Jun	4. 巻 17
2. 論文標題 Copy number variation of a fatty acid desaturase gene Fads2 associated with ecological divergence in freshwater stickleback populations	5. 発行年 2021年
3. 雑誌名 Biology Letters	6. 最初と最後の頁 20210204
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.1098/rsbl.2021.0204	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 Yoshitake K, Ishikawa A, Yonezawa R, Kinoshita S, Kitano J, and Asakawa S.	4. 巻 -
2. 論文標題 Construction of a chromosome-level Japanese stickleback species genome using ultra-dense linkage analysis with single-cell sperm sequencing.	5. 発行年 2022年
3. 雑誌名 NAR Genomics and Bioinformatics	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) なし	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 Ishikawa A, Yamanouchi S, Iwasaki W, and Kitano J.	4. 巻 -
2. 論文標題 Convergent copy number increase of genes associated with freshwater colonisation in fishes	5. 発行年 2022年
3. 雑誌名 Philosophical Transactions of the Royal Society B: Biological Sciences	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) なし	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 Kakioka Ryo, Kume Manabu, Ishikawa Asano, Ansai Satoshi, Hosoki Takuya K, Yamasaki Yo Y, Nagano Atsushi J, Toyoda Atsushi, Kitano Jun	4. 巻 133
2. 論文標題 Genetic basis for variation in the number of cephalic pores in a hybrid zone between closely related species of goby, <i>Gymnogobius breunigii</i> and <i>Gymnogobius castaneus</i>	5. 発行年 2021年
3. 雑誌名 Biological Journal of the Linnean Society	6. 最初と最後の頁 143 ~ 154
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.1093/biolinnean/blab033	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 Ravinet Mark, Kume Manabu, Ishikawa Asano, Kitano Jun	4. 巻 34
2. 論文標題 Patterns of genomic divergence and introgression between Japanese stickleback species with overlapping breeding habitats	5. 発行年 2020年
3. 雑誌名 Journal of Evolutionary Biology	6. 最初と最後の頁 114 ~ 127
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.1111/jeb.13664	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 Kakioka Ryo, Mori Seiichi, Kokita Tomoyuki, Hosoki Takuya K., Nagano Atsushi J., Ishikawa Asano, Kume Manabu, Toyoda Atsushi, Kitano Jun	4. 巻 20
2. 論文標題 Multiple waves of freshwater colonization of the three-spined stickleback in the Japanese Archipelago	5. 発行年 2020年
3. 雑誌名 BMC Evolutionary Biology	6. 最初と最後の頁 143
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.1186/s12862-020-01713-5	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 Kitano Jun, Kakioka Ryo, Ishikawa Asano, Toyoda Atsushi, Kusakabe Makoto	4. 巻 33
2. 論文標題 Differences in the contributions of sex linkage and androgen regulation to sex biased gene expression in juvenile and adult sticklebacks	5. 発行年 2020年
3. 雑誌名 Journal of Evolutionary Biology	6. 最初と最後の頁 1129 ~ 1138
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.1111/jeb.13662	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 Ishikawa Asano, Kitano Jun	4. 巻 223
2. 論文標題 Diversity in reproductive seasonality in the three-spined stickleback, <i>Gasterosteus aculeatus</i>	5. 発行年 2020年
3. 雑誌名 Journal of Experimental Biology	6. 最初と最後の頁 jeb208975
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.1242/jeb.208975	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 Ishikawa Asano, Kitano Jun	4. 巻 223
2. 論文標題 Diversity in reproductive seasonality in the three-spined stickleback, <i>Gasterosteus aculeatus</i>	5. 発行年 2020年
3. 雑誌名 The Journal of Experimental Biology	6. 最初と最後の頁 jeb208975
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.1242/jeb.208975	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 10件 / うち国際学会 3件)

1. 発表者名 石川 麻乃
2. 発表標題 網羅的発現解析とゲノム編集から見えた季節性繁殖の収斂進化を担う鍵遺伝子とその進化
3. 学会等名 2022年度日本魚類学会 (招待講演)
4. 発表年 2022年

1. 発表者名 石川 麻乃
2. 発表標題 ゲノム編集から多機能性遺伝子が持つ間接効果を検証する
3. 学会等名 第70回日本生態学会
4. 発表年 2023年

1. 発表者名 Liu L, Ishikawa A.
2. 発表標題 Single cell Multiome reveals genetic mechanism of reproductive seasonality in sticklebacks.
3. 学会等名 第70回日本生態学会
4. 発表年 2023年

1. 発表者名 Sutrisno A, Ishikawa A.
2. 発表標題 Genome editing reveals a role of a pleiotropic gene on prey preference and its effect on ecosystems (イトヨの餌生物の嗜好性におけるハブ遺伝子の役割と生態系への影響)
3. 学会等名 第70回日本生態学会
4. 発表年 2023年

1. 発表者名 原田 慧、石川 麻乃
2. 発表標題 イトヨ近縁種における環境ストレス耐性の違いとその分子機構
3. 学会等名 第70回日本生態学会
4. 発表年 2023年

1. 発表者名 Ishikawa A
2. 発表標題 A key metabolic gene important for freshwater colonization and adaptation
3. 学会等名 ICZ Virtual Conference 2021 (国際学会)
4. 発表年 2021年

1. 発表者名 Ishikawa A
2. 発表標題 Genetic molecular mechanisms underlying life-history evolution in sticklebacks
3. 学会等名 NIBB-Academia Sinica International Webinar of Aquatic Model Organisms for Basic Biology to Human Disease Models (招待講演) (国際学会)
4. 発表年 2021年

1. 発表者名 Ishikawa A
2. 発表標題 A key gene important for freshwater colonization and radiation
3. 学会等名 日本生態学会（招待講演）
4. 発表年 2022年

1. 発表者名 石川 麻乃
2. 発表標題 ヒトと魚をつなぐ脂肪酸代謝の進化機構
3. 学会等名 第75回日本人類学会大会（招待講演）
4. 発表年 2021年

1. 発表者名 石川 麻乃
2. 発表標題 トゲウオから探る季節性生活史の収斂進化の分子遺伝基盤
3. 学会等名 日本遺伝学会第93回大会（招待講演）
4. 発表年 2021年

1. 発表者名 石川 麻乃
2. 発表標題 トゲウオから探る生活史の収斂進化の分子遺伝機構
3. 学会等名 第66回日本生態学会（招待講演）
4. 発表年 2021年

1. 発表者名 Ishikawa A
2. 発表標題 Genetic molecular mechanisms underlying life-history evolution in sticklebacks
3. 学会等名 NIBB-Academia Sinica International Webinar of Aquatic Model Organisms for Basic Biology to Human Disease Models (招待講演) (国際学会)
4. 発表年 2021年

1. 発表者名 石川 麻乃
2. 発表標題 トゲウオから探る生活史の収斂進化の分子遺伝機構
3. 学会等名 第66回日本生態学会
4. 発表年 2021年

1. 発表者名 石川 麻乃
2. 発表標題 トゲウオから探る生活史の収斂進化の鍵遺伝子
3. 学会等名 第52回種生物学会シンポジウム (招待講演)
4. 発表年 2020年

1. 発表者名 Ishikawa A
2. 発表標題 Molecular genetic mechanisms underlying convergent evolution of life-history traits in sticklebacks
3. 学会等名 第43回日本分子生物学会 (招待講演)
4. 発表年 2020年

1. 発表者名 石川 麻乃
2. 発表標題 生活史の適応進化を生む分子遺伝機構 –変異ノ遺伝子、生理、適応度を繋ぐ–
3. 学会等名 第67回日本生態学会（招待講演）
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
研究分担者	北野 潤 (Kitano Jun)  (80346105)	国立遺伝学研究所・ゲノム・進化研究系・教授  (63801)	
研究分担者	山崎 曜 (Yamasaki Yo)  (40816021)	国立遺伝学研究所・ゲノム・進化研究系・博士研究員  (63801)	

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