

科学研究費助成事業 研究成果報告書

令和 3 年 6 月 22 日現在

機関番号：15401

研究種目：基盤研究(C) (一般)

研究期間：2018～2020

課題番号：18K06365

研究課題名(和文) 温泉ガエルゲノムから探る高温耐性の獲得メカニズム

研究課題名(英文) Evolutionary genomics of hot spring frogs, *Buergeria japonica*

研究代表者

井川 武 (Igawa, Takeshi)

広島大学・両生類研究センター・助教

研究者番号：00507197

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)：本研究は温泉において生育できるほどの高温耐性を獲得したリュウキュウカジカガエルについて、高温耐性の原因遺伝子を単離し、適応進化における遺伝的基盤を解明することを目的として、主に遺伝子発現解析とゲノムシーケンスを行った。遺伝子発現解析の結果、高温下において持続的に生育させた場合、遺伝子発現調節に関わる重要な遺伝子が高発現することが明らかとなった。また、近縁種であるカジカガエルとのゲノム比較解析の結果、温度感受性受容体や熱ショック応答タンパク質などの配列が顕著に異なることが明らかとなり、高温耐性下における遺伝子機能が変化していることが予想された。

研究成果の学術的意義や社会的意義

進化学において、適応進化はよく知られた現象であるが、そのプロセスや遺伝子機能に迫る研究はこれまであまり行われていなかった。本研究では極限環境に生息する生物の遺伝情報を網羅的に決定し、遺伝子機能の変化を明らかにした。本研究の成果は、生物多様性をもたらす適応進化のメカニズムの根本的理解につながると考えられる。

研究成果の概要(英文)：The purpose of study is to elucidate genes responsible for high temperature resistance of Ryukyu Kajika frog, *Buergeria japonica* that has acquired high temperature resistance enough to grow in hot springs, which will contribute to understand genetic basis of adaptive evolution. The result of gene expression analysis clarified that some important genes involved in gene expression regulation are highly expressed in the tadpoles grown continuously at high temperature. The result of comparative genomic analysis with the closely related species Kajika frog clarified that the sequences of temperature-sensitive receptors and heat shock response proteins were significantly different in nucleotide and amino acid sequences, and that was considered that the gene function under high temperature tolerance should be changed.

研究分野：進化遺伝学

キーワード：適応進化 ゲノム解読 極限環境 生物多様性 遺伝子発現調節 両生類 分布拡大 ゲノム進化

1. 研究開始当初の背景

生物の環境適応において温度は避けられない要素であるが、その適応進化の全貌は分かっていない。また、ヒトを含む恒温動物は恒常的に体温を維持することで様々な環境に進出することを可能にしてきたが、そもそも外気温と比べて非常に高い30度を超える温度に対する耐性をどのように獲得したのか、ほとんど分かっていない。

研究代表者はこれまでに、西南諸島に産する両生類、特に絶滅危惧種における集団遺伝学、保全遺伝学研究に精力的に取り組み、両生類の遺伝的分化をもたらす環境要因を景観遺伝学的解析により明らかにしてきた。その結果、絶滅危惧種の多くは限られた生息適地によって、移動分散が制限されており、島嶼内にも階層的な集団構造が形成されていることが明らかになってきた。しかしながら、それとは対照的に複数の島に広く分布する広域分布種が存在しており、そうした種が如何にして様々な環境に適応してきたのか、未解明なままであった。

そこで、研究代表者らは絶滅危惧種との比較として、リュウキュウカジカガエルの集団構造と遺伝的分散経路について研究を進めてきた。リュウキュウカジカガエルは生物地理境界である渡瀬線を越え、海洋島であるトカラ列島に産する唯一の両生類種である。研究代表者らは、これまで本種が渡瀬線を越えてトカラ列島の島々に到達したプロセスを遺伝学的に解析し、奄美大島からそれぞれの島に数珠つなぎに分散してきたこと、また島嶼への到達がごく最近であったことから漂流分散によって到達したことを明らかにした。さらに、本種のみがそれぞれの島に到達できた要因として本種の幼生が顕著な高温耐性を有すること、また分布の最北端である口之島において幼生が40度を超える温泉水に生息していることを発見した。これは一般的な両生類と比較すると驚異的な温度であり、特に本州のカジカガエルが山間部の低水温に適応していることを考慮すると、本邦に産するカジカガエル種群は適応進化と分布拡大の実態を示す好例の一つであり、生物の環境適応についてゲノミクスによるアプローチを行う上でも絶好のモデルケースであると考えられた。

2. 研究の目的

上記のようにリュウキュウカジカガエルは台湾から琉球列島全域にわたる広域に分布する唯一の両生類であり、顕著な高温耐性を有することが知られている。特に、台湾や本邦のトカラ列島の口之島においては幼生が天然温泉に生息している。このような顕著な適応はさまざまな生物で見られるが、どのようなゲノム変異によって適応が成し遂げられているのかについては、多くの生物についてゲノム情報そのものが未解明であること、また一部のモデル生物を比較対象としても分岐年代が古すぎるために解析的困難が伴う。この点について、リュウキュウカジカガエルの極限環境への適応は他の島嶼や地域では確認できず、進化的には非常に短期間に起きたと考えられる。さらに、適応と分布域拡大という生物学的現象としても古くから知られている命題に直結するため、本種における適応進化に関わるゲノム解析を進めることで、高温耐性獲得の遺伝的基盤と同時に、生物進化において普遍的な知見を得られると考えられた。

そこで、本研究では、適応進化、特に温度適応におけるゲノムDNA変異の実態を解明するため、40度を超える高温にも耐性を持つリュウキュウカジカガエルと、その近縁種でありながら耐性を持たないカジカガエルを対象として、(1)リュウキュウカジカガエルの高温耐性責任遺伝子群の同定と、(2)リュウキュウカジカガエル及びカジカガエルの温度適応の違いをもたらすゲノムDNA変異の解明を目的として研究を行った。

3. 研究の方法

本研究では、上記目的の(1)および(2)を達成するため、以下の二つの方法によって研究を行った。

高温ショック及び高温定常状態における幼生の遺伝子発現解析

リュウキュウカジカガエルにおける高温耐性責任遺伝子群の同定するために、異なる温度域で生育させたリュウキュウカジカガエルの幼生について、次世代シーケンサーを用いてRNAseqを行い、遺伝子発現解析を行った。

具体的には、25℃から40℃までの温度の水槽を用意し、給餌期のオタマジャクシを飼育した。その後、一定のステージになったところで、幼生をRNAiatorを用いて固定し、RNA抽出を行い、得られたmRNAについて次世代シーケンサーを用いてシーケンス(RNAseq)を行った。比較する群としては、25℃、30℃、35℃の定常状態において飼育した3群と、25℃から35℃まで変化させた群の合計で4群を用いた。シーケンスについては、各群から3個体を抽出し、各個体でそれぞれ約3000万リード(約10Gb)のデータを取得した。

得られたデータについては、まず、配列解析のためのリファレンスデータとして、それぞれの群から各1個体のデータを合わせてアセンブルを行い、トランスクリプトームデータを得た。また、トランスクリプトームの各配列は既知の遺伝子を対象として配列相同性検索(blast検索)を行うことによって、遺伝子を推定した。次に、そのトランスクリプトームデータをリファレンス配列として、各個体のRNAseqデータをマッピングし、遺伝子ごとの発現データを推定した。

群間での発現変動遺伝子の推定については、EdgeR などの統計解析ソフトウェアを用いて有意に発現変動している遺伝子を同定した。

ドラフトゲノム解読と比較ゲノム解析

リュウキュウカジカガエル及びカジカガエルのゲノム配列解読を行い、 の解析によって得られた遺伝子コード領域、およびシス調節領域を含むドラフトゲノムを決定するため、次世代シーケンサーを用いて、ショットガンシーケンスを行った。具体的には、両種のメス 1 個体からゲノム DNA を抽出し、illumina 社製シーケンサーを持ちいてデータ（ショートリードデータ）を取得した。また、同様に Oxford Nanopore 社製シーケンサーでもデータ（ロングリードデータ）を取得した。

得られたデータについては、ショートリード、ロングリードを合わせてアセンブルが可能な Platanus-allee アセンブラ (Kajitani et al., 2019) を用いてアセンブルを行った。また、得られた二種のドラフトゲノムの比較解析については、Mauve、Symap などのシンテニー解析ソフトと基本的な配列解析ソフトを用いて、ゲノム構造及びシス制御領域の変異を検証した。

4. 研究成果

上記 の異なる温度における幼生の遺伝子発現解析に取り組んだ結果、高温ショック時、高温下において発現が変動する遺伝子群を同定することに成功した。発現が変動する遺伝子の数については、比較する温度差が大きいほど増加する傾向にあり、温度に応じて生体が遺伝子発現調節により生体内の恒常性を維持していることが考えられた。また、同じ温度に暴露された個体においても、短期的な場合と、長期的な場合とでは発現変動する遺伝子数及び、その遺伝子のレパートリーに違いがあることが分かった。実際の野外環境下においては、温度が 5 度以上も異なるプールが隣接していることもあり、幼生が逃避行動などによって突発的に高温暴露された際の応答と、長期的に高温下で生育する場合とでは生体の応答反応が異なることが明らかとなった。また、高温下で長期間暴露した個体においては、熱ショック因子 (HSF) 及び熱ショックタンパク質 (HSP) などの既知の高温耐性遺伝子に加えて、全体的な遺伝子発現の変化をもたらす発現調節因子が高発現していることが明らかとなった。高温下では発現が上昇している遺伝子よりも低下している遺伝子が多いことから、これらの因子によってゲノム全体の発現を低下させて変性タンパク質の産生を抑えることで、生体の恒常性を維持していると考えられた。

上記 のリュウキュウカジカガエルとカジカガエルのゲノム配列解読については、フローサイトメトリー法によるゲノムサイズ推定によって、両種とも 3 Gb 程度のゲノムサイズであることが推定された。そのため、ショートリードシーケンサーを用いて、両種とも 100 倍被覆深度となる約 300 Gb の塩基配列データと、ロングリードシーケンサーによるデータも取得した。これらのシーケンスデータを、Platanus-allee アセンブラ (Kajitani et al., 2019) を用いて解析したところ、スキヤホールド長の N50 値において 30kbp 程度のドラフトゲノムが決定できた。これらのデータを用いて既知の温度耐性関連遺伝子 (HSF 及び HSP) について塩基配列及びアミノ酸配列の比較を行ったところ、いくつかのアミノ酸部位において顕著な違いが観察された。一方、未だに未決定である部分が多いため、 において同定された高温耐性関連遺伝子のゲノム変異については、完全には比較できなかった。しかしながら、今回用いたロングリードデータについては、取得した総データ量が少量であったにも関わらず、スキヤホールド長の N50 値が、ショートリードデータの場合に比べて二倍以上の数値となることが確認できた。したがって、今後、ロングリードデータを追加して解析を行うことで、より完成度の高いゲノムデータを用いて比較解析を行うことが可能となると考えられる。今後も現在得られている 及び のデータを補う形で解析を進めていくことで、環境適応に関わる遺伝子の機能解析及び、発現調節因子の比較ゲノム解析が可能となり、環境適応に関わる進化遺伝学的プロセスの理解が進むと考えられる。

5. 主な発表論文等

〔雑誌論文〕 計15件（うち査読付論文 14件／うち国際共著 2件／うちオープンアクセス 8件）

1. 著者名 Ono Takashi, Ohara Ken, Ishikawa Akira, Kouguchi Tomomi, Nagano Atsushi J., Takenouchi Atsushi, Igawa Takeshi, Tsudzuki Masaoki	4. 巻 56
2. 論文標題 Mapping of Quantitative Trait Loci for Growth and Carcass-Related Traits in Chickens Using a Restriction-Site Associated DNA Sequencing Method	5. 発行年 2019年
3. 雑誌名 The Journal of Poultry Science	6. 最初と最後の頁 166 ~ 176
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.2141/jpsa.0180066	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 Horb Marko, Wlizla Marcin, Abu-Daya Anita, McNamara Sean, Gajdasik Dominika, Igawa Takeshi, Suzuki Atsushi, Ogino Hajime, Noble Anna, Centre de Ressource Biologique Xenope team in France	4. 巻 10
2. 論文標題 Xenopus Resources: Transgenic, Inbred and Mutant Animals, Training Opportunities, and Web-Based Support	5. 発行年 2019年
3. 雑誌名 Frontiers in Physiology	6. 最初と最後の頁 1-10
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.3389/fphys.2019.00387	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 Igawa Takeshi, Takahara Teruhiko, Lau Quintin, Komaki Shohei	4. 巻 7
2. 論文標題 An application of PCR-RFLP species identification assay for environmental DNA detection	5. 発行年 2019年
3. 雑誌名 PeerJ	6. 最初と最後の頁 e7597 ~ e7597
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.7717/peerj.7597	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 Lau Quintin, Igawa Takeshi, Komaki Shohei, Satta Yoko	4. 巻 10
2. 論文標題 Expression Changes of MHC and Other Immune Genes in Frog Skin during Ontogeny	5. 発行年 2020年
3. 雑誌名 Animals	6. 最初と最後の頁 91 ~ 91
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.3390/ani10010091	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 Igawa Takeshi, Sugawara Hirota, Honda Masanao, Tominaga Atsushi, Oumi Shohei, Katsuren Seiki, Ota Hidetoshi, Matsui Masafumi, Sumida Masayuki	4. 巻 21
2. 論文標題 Detecting inter- and intra-island genetic diversity: population structure of the endangered crocodile newt, <i>Echinotriton andersoni</i> , in the Ryukyus	5. 発行年 2019年
3. 雑誌名 Conservation Genetics	6. 最初と最後の頁 13 ~ 26
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.1007/s10592-019-01219-8	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 Takahara Teruhiko, Iwai Noriko, Yasumiba Kiyomi, Igawa Takeshi	4. 巻 39
2. 論文標題 Comparison of the detection of 3 endangered frog species by eDNA and acoustic surveys across 3 seasons	5. 発行年 2020年
3. 雑誌名 Freshwater Science	6. 最初と最後の頁 18 ~ 27
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.1086/707365	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 Lau Quintin, Igawa Takeshi, Kosch Tiffany A., Satta Yoko	4. 巻 6
2. 論文標題 Selective constraint acting on TLR2 and TLR4 genes of Japanese Rana frogs	5. 発行年 2018年
3. 雑誌名 PeerJ	6. 最初と最後の頁 e4842 ~ e4842
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.7717/peerj.4842	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 Ono Takashi, Kouguchi Tomomi, Ishikawa Akira, Nagano Atsushi J, Takenouchi Atsushi, Igawa Takeshi, Tsudzuki Masaoki	4. 巻 98
2. 論文標題 Quantitative trait loci mapping for the shear force value in breast muscle of F2 chickens	5. 発行年 2018年
3. 雑誌名 Poultry Science	6. 最初と最後の頁 1096 ~ 1101
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.3382/ps/pey493	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 井川武、小巻翔平、荻野肇	4. 巻 36
2. 論文標題 私の実験動物、やっぱり個性派です！ 温泉に生きるド根性ガエル リュウキュウカジカガエル	5. 発行年 2018年
3. 雑誌名 実験医学	6. 最初と最後の頁 2806 ~ 2810
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 Igawa Takeshi, Sugawara Hirota, Honda Masanao, Tominaga Atsushi, Oumi Shohei, Katsuren Seiki, Ota Hidetoshi, Matsui Masafumi, Sumida Masayuki	4. 巻 21
2. 論文標題 Detecting inter- and intra-island genetic diversity: population structure of the endangered crocodile newt, <i>Echinotriton andersoni</i> , in the Ryukyus	5. 発行年 2019年
3. 雑誌名 Conservation Genetics	6. 最初と最後の頁 13 ~ 26
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.1007/s10592-019-01219-8	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 Igawa Takeshi, Okamiya Hisanori, Ogino Hajime, Nagano Masahiro	4. 巻 5
2. 論文標題 Complete mitochondrial genome of <i>Hynobius dunni</i> (Amphibia, Caudata, Hynobiidae) and its phylogenetic position	5. 発行年 2020年
3. 雑誌名 Mitochondrial DNA Part B	6. 最初と最後の頁 2241 ~ 2242
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.1080/23802359.2020.1770140	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 Lau Quintin, Igawa Takeshi, Ogino Hajime, Katsura Yukako, Ikemura Toshimichi, Satta Yoko	4. 巻 15
2. 論文標題 Heterogeneity of synonymous substitution rates in the <i>Xenopus</i> frog genome	5. 発行年 2020年
3. 雑誌名 PLOS ONE	6. 最初と最後の頁 e0236515
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.1371/journal.pone.0236515	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 Suzuki Makoto, Igawa Takeshi, Suzuki Nanoka, Ogino Hajime, Ochi Haruki	4. 巻 -
2. 論文標題 Spontaneous neoplasia in the western clawed frog <i>Xenopus tropicalis</i>	5. 発行年 2020年
3. 雑誌名 microPublication Biology	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) 10.17912/micropub.biology.000294	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 Komaki Shohei, Sutoh Yoichi, Kobayashi Kensuke, Saito Shigeru, Saito Claire T., Igawa Takeshi, Lau Quintin	4. 巻 10
2. 論文標題 Hot spring frogs (<i>Buergeria japonica</i>) prefer cooler water to hot water	5. 発行年 2020年
3. 雑誌名 Ecology and Evolution	6. 最初と最後の頁 9466 ~ 9473
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.1002/ece3.6637	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 Hata Ayano, Takenouchi Atsushi, Kinoshita Keiji, Hirokawa Momomi, Igawa Takeshi, Nunome Mitsuo, Suzuki Takayuki, Tsudzuki Masaoki	4. 巻 10
2. 論文標題 Geographic Origin and Genetic Characteristics of Japanese Indigenous Chickens Inferred from Mitochondrial D-Loop Region and Microsatellite DNA Markers	5. 発行年 2020年
3. 雑誌名 Animals	6. 最初と最後の頁 2074 ~ 2074
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.3390/ani10112074	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 -

〔学会発表〕 計21件 (うち招待講演 7件 / うち国際学会 1件)

1. 発表者名 田内幹大, 井川 武, 鈴木 誠, 鈴木菜花, 荻野 肇
2. 発表標題 異なる進化系譜における倍加遺伝子の収斂進化
3. 学会等名 第42回日本分子生物学会年会
4. 発表年 2019年

1. 発表者名 井川 武、松波雅俊、今村美菜子、鈴木 誠、鈴木菜花、柏木昭彦、柏木啓子、越智陽城、前田士郎、*荻野 肇
2. 発表標題 ネッタイツメガエル近交系4系統のゲノム解読と系統間の遺伝的変異
3. 学会等名 第42回日本分子生物学会年会特別シンポジウム「NBRPが支える生命科学研究最前線（招待講演）」
4. 発表年 2019年

1. 発表者名 井川 武、鈴木 誠、柏木昭彦、柏木啓子、古野伸明、鈴木菜花、田澤 一朗、高瀬 稔、三浦 郁夫、鈴木 厚、花田秀樹、中島圭介、彦坂 暁、越智陽城、加藤尚志、森 司、*荻野 肇
2. 発表標題 ネッタイツメガエルを用いた遺伝学・ゲノム科学的 リソース基盤の形成とその活用
3. 学会等名 第42回日本分子生物学会年会
4. 発表年 2019年

1. 発表者名 Igawa, T., Suzuki, M., Suzuki, N., Kashiwagi, A., Kashiwagi, K., Ochi, H. and Ogino, H.
2. 発表標題 Generation of <i>Xenopus tropicalis</i> inbred strains and their genome polymorphism data by NBRP in Japan
3. 学会等名 Xenopus Resources and Emerging Technology Meeting（招待講演）（国際学会）
4. 発表年 2019年

1. 発表者名 荻野 肇、井川 武、柏木昭彦、柏木啓子、田内幹大、岩田 唯、越智陽城、鈴木菜花、田澤一朗、鈴木 誠
2. 発表標題 ネッタイツメガエルを用いた発生遺伝学およびゲノム進化学研究
3. 学会等名 日本動物学会第90回大会シンポジウム「第38回胚誘導と形態形成・第28回イモリ・ネットワーク共催 新しい両生類研究への誘い」
4. 発表年 2019年

1. 発表者名 鈴木菜花, 鈴木 誠, 井川 武, 柏木啓子, 柏木昭彦, 荻野 肇
2. 発表標題 「ツメガエル」ってどんなカエル?
3. 学会等名 日本動物学会第90回大会「動物学ひろば」
4. 発表年 2019年

1. 発表者名 井川 武, 松波雅俊, 今村美菜子, 鈴木 誠, 鈴木 菜花, 柏木 昭彦, 柏木 啓子, 越智陽城, 前田士郎, 荻野 肇
2. 発表標題 ネッタイツメガエル近交系4系統のゲノム解読と系統間の遺伝的変異
3. 学会等名 第13回日本ツメガエル研究集会
4. 発表年 2019年

1. 発表者名 田内 幹大, 井川 武, 鈴木 誠, 鈴木 菜花, 荻野 肇
2. 発表標題 異なる進化系譜における倍加遺伝子の収斂進化
3. 学会等名 第13回日本ツメガエル研究集会
4. 発表年 2019年

1. 発表者名 鈴木 誠, 井川 武, 鈴木 菜花, 越智陽城, 荻野 肇
2. 発表標題 両生類研究センターにおけるトランスジェニックツメガエルの開発と収集
3. 学会等名 第13回日本ツメガエル研究集会
4. 発表年 2019年

1. 発表者名 Igawa, T., Kashiwagi, A., Kashiwagi, K., Suzuki, N., Suzuki, M., Tazawa, I., Furuno, N., Ochi, H., Kato, T., Mori, T. and Ogino, H
2. 発表標題 The 4th National BioResource Project of <i>Xenopus tropicalis</i>
3. 学会等名 第52回日本発生生物学会大会
4. 発表年 2019年

1. 発表者名 Igawa T, Kashiwagi A, Kashiwagi K, Tazawa I, Furuno N, Ochi H, Kato T, Mori T, Ogino H.
2. 発表標題 The 4th National BioResource Project of <i>Xenopus tropicalis</i>
3. 学会等名 第70回日本細胞生物学会・第51回日本発生生物学会合同大会
4. 発表年 2018年

1. 発表者名 Iwata Y, Tanouchi M, Igawa T, Sakagami K, Ochi H, Ogino H.
2. 発表標題 The wild-type <i>Xenopus laevis</i> is an asymptomatic carrier of aniridia-like pax6 mutations
3. 学会等名 第70回日本細胞生物学会・第51回日本発生生物学会合同大会
4. 発表年 2018年

1. 発表者名 Tanouchi M, Ochi H, Kawaguchi A, Igawa T, Iwata Y, Sakagami K, Ogino H
2. 発表標題 The hypomorphic mutations hidden in the allotetraploid genome of <i>Xenopus laevis</i>
3. 学会等名 第70回日本細胞生物学会・第51回日本発生生物学会合同大会
4. 発表年 2018年

1. 発表者名 Igawa T, Ogino H.
2. 発表標題 Revisiting Bergmann's rule: temperature adaptation and its evolutionary significance of the Japanese and Ryukyu bell-ring frogs" (Workshop: Cell and Molecular Mechanisms leading to the morphological diversity of vertebrates)
3. 学会等名 第41回日本分子生物学会年会 (招待講演)
4. 発表年 2018年

1. 発表者名 Tanouchi M, Iwata Y, Igawa T, Sakagami K, Suzuki N, Ogino H.
2. 発表標題 The functional domain-localized mutations hidden in the allotetraploid genome of <i>Xenopus laevis</i>
3. 学会等名 第41回日本分子生物学会年会
4. 発表年 2018年

1. 発表者名 井川 武, 荻野 肇
2. 発表標題 温泉ガエルの発見: リュウキュウカジカガエルの高温耐性メカニズムの解明に向けて
3. 学会等名 第3回バイオサーモロジーワークショップ (招待講演)
4. 発表年 2018年

1. 発表者名 井川 武
2. 発表標題 温泉ガエルから温度適応の不思議に迫る
3. 学会等名 動物学会関東支部 公開シンポジウム「挑戦する両生類: カエル・イモリを使った研究の最前線」 (招待講演)
4. 発表年 2019年

1. 発表者名 鈴木 誠, 井川 武, 鈴木菜花, 古野伸明, 田澤 一郎, 高瀬 稔, 荻野 肇
2. 発表標題 ネットアイツメガエルを用いた遺伝学・ゲノム科学的 リソース基盤の形成とその活用
3. 学会等名 第43回日本分子生物学会年会 (招待講演)
4. 発表年 2020年

1. 発表者名 鈴木 誠, 井川 武, 柏木昭彦, 柏木啓子, 古野伸明, 鈴木菜花, 田澤一郎, 高瀬 稔, 三浦郁夫, 鈴木 厚, 花田秀樹, 中島圭介, 彦坂 暁, 越智陽城, 加藤尚志, 森 司, 荻野 肇
2. 発表標題 ネットアイツメガエルの遺伝学・ゲノム科学的リソース基盤の形成とその活用
3. 学会等名 ナショナルバイオリソースプロジェクト(NBRP) オンラインフォーラム2020 (招待講演)
4. 発表年 2020年

1. 発表者名 阪上起世, 井川 武, 齊川佳織, 鈴木菜花, 鈴木 誠, 荻野 肇
2. 発表標題 ツメガエル胚におけるヒト胎盤型アルカリフォスファターゼをレポーターとして用いた三次元組織解析系の構築
3. 学会等名 日本動物学会第91回大会
4. 発表年 2020年

1. 発表者名 Tanouchi, M., Igawa, T., Suzuki, M., Suzuki, N. and Ogino, H
2. 発表標題 Convergent evolution of duplicated genes in different evolutionary lineages
3. 学会等名 第53回日本発生生物学会大会
4. 発表年 2020年

〔図書〕 計0件

〔産業財産権〕

〔その他〕

Takeshi Igawa, Ph.D.
<https://home.hiroshima-u.ac.jp/~tigawa/>

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	荻野 肇 (Ogino Hajime) (10273856)	広島大学・両生類研究センター・教授 (15401)	

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