

令和 5 年 6 月 2 日現在

機関番号：32670

研究種目：挑戦的研究（萌芽）

研究期間：2018～2022

課題番号：18K19365

研究課題名（和文）ホシミドロ目藻類から迫る、陸上植物への進化メカニズム

研究課題名（英文）Toward the understanding of land plant evolution, through the analyses of zygnematophycean algae

研究代表者

関本 弘之（SEKIMOTO, Hiroyuki）

日本女子大学・理学部・教授

研究者番号：20281652

交付決定額（研究期間全体）：（直接経費） 4,800,000円

研究成果の概要（和文）：本研究は、アオミドロなどの糸状性の多細胞体制をもつ種と二次的に単細胞に進化したヒメミカツキモなどの種を含むシャジクモ藻綱ホシミドロ目に注目し、多細胞体制の維持と機能分化に関わる転写因子を特定し、複雑な細胞分化を遂げた陸上植物への進化において原動力となった要因を提案することを目的とした。

まずアオミドロおよびヒメミカツキモの全ゲノム解読を終え、さまざまな転写因子遺伝子を同定した。また、アオミドロについては安定形質転換系確立を目指したが、一過的な発現に留まった。ヒメミカツキモでは、いくつかの転写因子遺伝子の遺伝子破壊株を確立し、その表現型解析を行った。

研究成果の学術的意義や社会的意義

本研究では、アオミドロでは逆遺伝学的手法の確立には至らなかったが、ホシミドロ目の糸状性種と単細胞種に注目し、両者のゲノム解読および転写因子遺伝子同定を行ったことは、植物進化研究という学術的意義のみならず、植物がどのように進化してきたかを社会に伝えるための第一歩としても非常に高い意義がある。

研究成果の概要（英文）：In this study, we focused on two streptophyte algae, *Spirogyra parvula* (filamentous) and the *Closterium peracerosum-strigosum-littorale* complex (unicellular) to reveal the factors for the land plant evolution. For this purpose, we tried to obtain whole genome sequences of these organisms and establish techniques for reverse genetics on *Spirogyra parvula*. We also tried to discover genes encoding a transcription factor acting for maintaining the multicellular body and differentiation of specific functions.

研究分野：植物進化学

キーワード：ミカツキモ アオミドロ 転写因子

1. 研究開始当初の背景

古くから、種子・シダ・コケ植物などの陸上植物は、比較的体制の単純な淡水性のシャジクモ藻類綱より進化したと考えられており、その中でも、複雑な多細胞体制をもつシャジクモ目が陸上植物と姉妹群を形成すると信じられていた(Karol et al. 2001, Science 294: 2351)。しかし、近年の大規模遺伝子情報を用いた分子系統解析の結果から、ヒメミカヅキモを含むホシミドロ目が陸上植物に最も近縁であることが、強く支持されるようになった (Wodniok et al. 2011, Wickett et al. 2014)。ホシミドロ目は、ヒメミカヅキモのように単細胞性のものからアオミドロのように糸状による多細胞体制を持つ物までを含む多様な分類群であり、単細胞のものは、多細胞体制を持つ種から二次的に多細胞体制と細胞分化能力を喪失して進化してきたと考えられる(図1)。

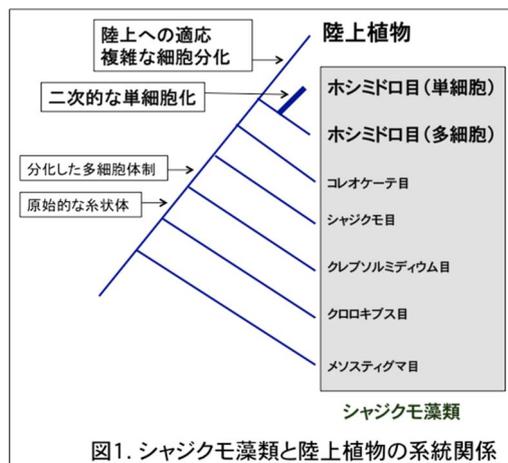


図1. シャジクモ藻類と陸上植物の系統関係

では、どのようにして糸状性のホシミドロ目から複雑に細胞分化した陸上植物へと進化したのだろうか？このような発生プロセスの大きな変化は、マスター遺伝子となる転写因子

の多様化とその下流で働く遺伝子群のネットワークの新たな確立により形成されたと考えられる。Riano-Pachonら(2008)は、陸上植物で共通して見いだされる23種類もの転写因子群が系統の離れたクラミドモナス(緑藻)やオストレオコッカス(ブラシノ藻)には存在しないことを示し、シャジクモ藻類段階での転写因子ファミリーの劇的な進化および多様化が生じ、その後の植物の発生過程に重要な役割を果たしてきたことを示唆した。実際に、申請者らのもつゲノム解読情報を見る限り、転写因子遺伝子群の種類と数が劇的に増加したことは確認されている。しかしながら、どのように転写因子による制御機構が変貌し、陸上進出への足がかりとなったか。そのメカニズムに踏み込んだ研究は、これまで全く行われてこなかった。

本研究では、最も陸上植物との近縁性が支持されている分類群であるホシミドロ目に注目した。糸状性多細胞藻類の中から、分化した細胞機能をもつ陸上植物が進化してきた際、多細胞体制の維持および細胞分化に必要な特定の転写因子が新たな遺伝子群を制御するようになったことが進化の原動力となったと仮定した。一方で、糸状性多細胞藻類の中から、より単純な体制へと二次的に進化してきた結果、ヒメミカヅキモのような単細胞藻類が生じたと考えられ、この場合、多細胞体制維持に必須な転写調節系を喪失する方向に進化したと考えられる。

2. 研究の目的

本研究では、ホシミドロ目における多細胞体制の維持と細胞分化に関わる転写因子群の特定を行うことを通して、陸上植物へと進化する上で重要な役割を示した転写因子に迫ることを目的とした。より具体的には、①原始的な多細胞体制をもつアオミドロと単細胞シャジクモ藻類ヒメミカヅキモのゲノム情報を比較・精査し、②アオミドロおよび陸上植物には存在し、ヒメミカヅキモなどの単細胞藻類ではその機能、構造が部分的または完全に失われている転写因子遺伝子群を抽出する。③アオミドロにおいて、当該遺伝子の破壊が多細胞体制と細胞分化にどのような影響を示すかを検証するとともに、④ヒメミカヅキモにおいて発現を復活させ、単細胞体制および細胞質分裂に対する影響を検証する、ことを目指した。

3. 研究の方法

(1) ヒメミカヅキモおよびアオミドロの全ゲノム解読

両者から、ゲノムDNAを抽出し、PacBio、Nanopore、Illuminaなどの次世代シーケンサーによるゲノム解読を行い、完全長EST配列、Iso-seq、RNA-seq情報などを参考に、augustusによる遺伝子アノテーションを行った。

(2) 転写因子遺伝子の同定と発現

アノテーションされた遺伝子から、iTAK online (http://itak.feilab.net/cgi-bin/itak/online_itak.cgi)にて、転写因子をコードしている遺伝子群を選抜した。また、両

者の生活環の各ステージから RNA を抽出し、transcriptome 解析を行い、それらの中から、栄養生殖期と有性生殖期で発現が大きく変動するものを抽出した。

(3) アオミドロへの遺伝子導入の試み

アオミドロゲノムから、恒常的な遺伝子発現が期待できる *Cab* 遺伝子を検出し、そのプロモーターおよびターミネーター領域をクローニングした。また、アオミドロのコードン使用頻度に合わせた *ble:gfp* 遺伝子を人工合成し、形質転換用のコンストラクトを作成した。このコンストラクトを用いて、パーティクルガンおよびエレクトロポレーションによる形質転換を試みた。

(4) ヒメミカヅキモにおける発生に関わる転写因子遺伝子の逆遺伝学的解析

陸上植物の発生調節に関わるいくつかの転写因子遺伝子について、CRISPR/Cas9 による遺伝子破壊を行い、遺伝子破壊株の表現型を調べた。また、陸上植物の発生に深く関わる *MADS-box* 遺伝子(*CpMADS1*)については、基部陸上植物の一つであるヒメツリガネゴケにおける *MADS-box* 遺伝子破壊株に対して、機能相補しうるかどうかを検証した。また、野生型ヒメツリガネゴケに対して、エストロゲン投与により *CpMADS1* 遺伝子を一過的に過剰に発現させるコンストラクトも導入し、その効果を調べた。

4. 研究成果

(1) ヒメミカヅキモおよびアオミドロの全ゲノム解読

単細胞藻類ヒメミカヅキモについては、全ゲノム解読と遺伝子アノテーションが進展し、プラス型細胞で 25748、マイナス型細胞で 24671 の遺伝子が同定された。

アオミドロ *Spirogyra parvula* からゲノム DNA を抽出し、得られたショートリードデータをアセンブルした結果、ゲノムサイズが約 57 Mb 程度であると推定された。さらに、アセンブルされたゲノムからアノテーションされた 15042 遺伝子が同定された。

(2) 転写因子遺伝子の同定と解析

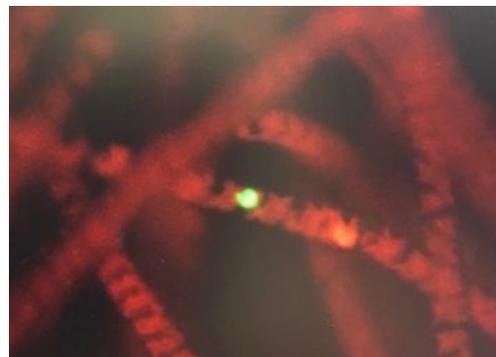
ヒメミカヅキモで同定された遺伝子の中で、54 種類の transcription factor family (TF) と 21 種類の transcription regulators (TR) の存在を確認した。その結果、NAC 転写因子がシャジクモ目に比べて顕著に数を増やしていること、GRAS 転写因子がホシミドロ目において初めて獲得されたことなどが明らかになった。また、C2C2 Zn-finger motif と HMG domain をもつ *YABBY* 遺伝子と思われる遺伝子の存在が見出された。*YABBY* 遺伝子は、これまで種子植物へと進化した植物で獲得された転写調節因子と考えられていたが、遙かに原始的な藻類段階ですでに獲得され、現存する陸上植物の多くの系統でロストしたことが強く示唆された。また陸上植物の有性生殖進行に深く関与している *RWP-RK* 遺伝子を、ヒメミカヅキモから 10 種発見した。

アオミドロについて、60 種類の TF と 23 種類の TR の存在を確認した。有性生殖期および栄養生殖期の細胞から 3 回独立に RNA を抽出し、比較 transcriptome 解析を行ったところ、有性生殖期に 4 倍以上発現上昇した遺伝子を 47 種、1/4 以下に発現量が低下した遺伝子を 20 種見出した。発現上昇した遺伝子の中には、世代交代制御に関わる *KNOX* 遺伝子、*BELL* 遺伝子などが見られた。また、陸上植物、特に被子植物において、非常に多様化し、様々な発生の調節に関わる遺伝子である *MADS-box* 遺伝子も有性生殖期に発現上昇する傾向を示した。

ヒメミカヅキモゲノムになくアオミドロゲノムに存在するものが、TF で 6 種、TR で 1 種見つかった。これらは、多細胞体制維持に関わる可能性がある。また、ヒメミカヅキモゲノムにありアオミドロゲノムに存在しない TR が 1 種見つかった。

(3) アオミドロへの遺伝子導入の試み

ヒメミカヅキモでの形質転換において有効であった *Cab* 遺伝子の相同遺伝子をアオミドロゲノムより探索し、そのプロモーターとターミネーター配列をクローニングした。さらにアオミドロ用にコードン使用頻度を合わせた *ble:gfp* 遺伝子を合成し、プロモーター下流に連結したコンストラクト (pSP100_ble_{gfp}) を構築した。このコンストラクトをパーティクルガンでアオミドロに撃ち込んだところ、一過的に GFP 蛍光を発する細胞が確認された。このコンストラクトの有効性が確認出来たため、さらにエレクトロポレーションによる安定形質転換体作出を試みたが、成功には至らなかった。



(4) ヒメミカヅキモにおける発生に関わる転写因子遺伝子の逆遺伝学的解析

ヒメミカヅキモの有性生殖期に急激に発現が高まる *RWP-RK* 遺伝子を 2 種同定した。*CpRWP1* 遺伝子については、-型細胞で性フェロモン PR-IP の作用を受けて発現する遺伝子であり、遺伝子を破壊された-型細胞では、生殖能力を持った配偶子の形成が行えなくなった。また、*CpRWP7* 遺伝子の破壊を、両接合型細胞で行ったところ、遺伝子破壊株は、顕著に有性生殖能力を失うことが判明した。

また、陸上植物において、様々な発生の調節に関わる遺伝子である *MADS-box* 遺伝子ホモログ(*CpMADS1*)に注目し、その遺伝子破壊株を、プラス型およびマイナス型からそれぞれ取得した。いずれの遺伝子破壊株においても、細胞分裂がやや異常を示すという表現型が見られたが、有性生殖進行に対しては特に影響は見られなかった。*CpMADS1* 遺伝子を基部陸上植物であるヒメツリガネゴケの *MADS-box* 遺伝子破壊株に導入し、機能相補出来るかどうかを検証したが、節間が伸び、さらに正常な精子が形成されないという表現型は相補されなかった。一方、エストロゲンにより *CpMADS1* 遺伝子発現を誘導した 2 株のうち 1 株において、節間が伸びる表現型が相補され、野生型と同様に節間が短くなった。一方、正常な運動能力を示す精子は得られなかった。まだ検証が必要であるものの、*CpMADS1* 遺伝子は、ヒメツリガネゴケ *MADS-box* 遺伝子と同様に、細胞分裂制御という機能を持っていることが示された。

KNOX、*BELL*、*YABBY* 遺伝子については、遺伝子破壊がまだ完全に確認出来ておらず、表現型解析に至らなかった。

5. 主な発表論文等

〔雑誌論文〕 計9件（うち査読付論文 9件/うち国際共著 3件/うちオープンアクセス 3件）

1. 著者名 Sekimoto, H., Komiya, A., Tsuyuki, N., Kawai, J., Kanda, N., Ootsuki, R., Suzuki, Y., Toyoda, A., Fujiyama, A., Kasahara, M., Abe, J., Tsuchikane, Y., Nishiyama, T.	4. 巻 237
2. 論文標題 A divergent RWP-RK transcription factor determines mating type in heterothallic <i>Closterium</i>	5. 発行年 2023年
3. 雑誌名 New Phytologist	6. 最初と最後の頁 1636-1651
掲載論文のDOI（デジタルオブジェクト識別子） 10.1111/nph.18662	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 Ohtaka, K., Sekimoto, H.	4. 巻 134
2. 論文標題 Zygnematophycean algae: possible models for cellular and evolutionary biology	5. 発行年 2023年
3. 雑誌名 Seminars in Cell & Developmental Biology	6. 最初と最後の頁 59-68
掲載論文のDOI（デジタルオブジェクト識別子） 10.1016/j.semcd.2022.03.042	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 Takahashi Kohei, Kawai Toyooka Hiroko, Ootsuki Ryo, Hamaji Takashi, Tsuchikane Yuki, Sekimoto Hiroyuki, Higashiyama Tetsuya, Nozaki Hisayoshi	4. 巻 75
2. 論文標題 Three sex phenotypes in a haploid algal species give insights into the evolutionary transition to a self-compatible mating system*	5. 発行年 2021年
3. 雑誌名 Evolution	6. 最初と最後の頁 2984 ~ 2993
掲載論文のDOI（デジタルオブジェクト識別子） 10.1111/evo.14306	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 Kawai Junko, Kanazawa Manaki, Suzuki Rie, Kikuchi Nanako, Hayakawa Yasuhiko, Sekimoto Hiroyuki	4. 巻 233
2. 論文標題 Highly efficient transformation of the model zygnematophycean alga <i>Closterium peracerosum strigosum littorale</i> complex by square pulse electroporation	5. 発行年 2021年
3. 雑誌名 New Phytologist	6. 最初と最後の頁 569 ~ 578
掲載論文のDOI（デジタルオブジェクト識別子） 10.1111/nph.17763	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 Li FW, Nishiyama T, et al.	4. 巻 6
2. 論文標題 Anthoceros genomes illuminate the origin of land plants and the unique biology of hornworts	5. 発行年 2020年
3. 雑誌名 Nat. Plants	6. 最初と最後の頁 259-272
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.1038/s41477-020-0618-2	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 Tsuchikane, Y., Kobayashi, H., Kato, M., Watanabe, J., Wu, J.-T., Sekimoto, H.	4. 巻 131
2. 論文標題 Identification of a new mating group and reproductive isolation in the Closterium peracerosum-strigosum-littorale complex	5. 発行年 2018年
3. 雑誌名 J. Plant Res.	6. 最初と最後の頁 735-746
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.1007/s10265-018-1043-8	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 該当する

1. 著者名 Higo, A., Kawashima, T., , , , Sekimoto, H., , , , Araki, T. (計25名)	4. 巻 9
2. 論文標題 Transcription factor DU01 generated by neo-functionalization is associated with evolution of sperm differentiation in plants	5. 発行年 2018年
3. 雑誌名 Nat. Commun.	6. 最初と最後の頁 5283
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.1038/s41467-018-07728-3	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 Rahman, H., Toda, E., Kobayashi, M., Kudo, T., Koshimizu, S., Takahara, M., Iwami, M., Watanabe, Y., Sekimoto, H., Yano, K., Okamoto, T.	4. 巻 60
2. 論文標題 Expression of genes from paternal alleles in rice zygotes and involvement of OsASGR-BBML1 in initiation of zygotic development	5. 発行年 2019年
3. 雑誌名 Plant Cell Physiol.	6. 最初と最後の頁 725-737
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.1093/pcp/pcz030	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 Tsuchikane, Y., Sekimoto, H.	4. 巻 221
2. 論文標題 The genus <i>Closterium</i> , a new model organism to study sexual reproduction in streptophytes	5. 発行年 2019年
3. 雑誌名 New Phytol.	6. 最初と最後の頁 99-104
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.1111/nph.15334	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 -

〔学会発表〕 計32件 (うち招待講演 3件 / うち国際学会 9件)

1. 発表者名 西山智明、池谷 仁里、高野 智之、坂山 英俊、関本 弘之
2. 発表標題 多細胞接合藻アオミドロ属 <i>Spirogyra parvula</i> ゲノムの解読と単細胞性接合藻および陸上植物との比較解析
3. 学会等名 日本植物生理学会第64回年会
4. 発表年 2023年

1. 発表者名 西山智明、池谷 仁里、高野 智之、坂山 英俊、関本 弘之
2. 発表標題 アオミドロ属 <i>Spirogyra parvula</i> のゲノム解析から探る接合藻類単細胞化と遺伝子喪失
3. 学会等名 植物分類学会第22回大会
4. 発表年 2023年

1. 発表者名 Sekimoto, H., Tsuyuki, N., Komiya, A., Nishiyama, T.
2. 発表標題 A divergent RWP-RK transcription factor determines mating type in heterothallic <i>Closterium</i>
3. 学会等名 EMBO Workshop _An integrated view of early land plant evolution (国際学会)
4. 発表年 2022年

1. 発表者名 Yamamoto K., Matsuzaki, R., Mahakham, W., Heman, W., Sekimoto, H., Kawachi, M., Minakuchi, Y., Toyoda, A., Nozaki, H.
2. 発表標題 Male sex-determining region retained after transition from heterothallism to homothallism in a Thai strain of <i>Volvox africanus</i>
3. 学会等名 Volvox 2022 (国際学会)
4. 発表年 2022年

1. 発表者名 専田梨瑛子, 加来 卓也, 川井 絢子, 西山 智明, 関本 弘之, 榊原 恵子
2. 発表標題 ヒメミカツキモBELL1遺伝子の有性生殖過程における機能解析
3. 学会等名 日本植物学会第86回大会
4. 発表年 2022年

1. 発表者名 山本荷葉子, 松崎令, Wuttipong Mahakham, Wirawan Heman, 関本弘之, 河地正伸, 水口洋平, 豊田 敦, 野崎久義
2. 発表標題 異なる性表現タイプのボルボックス間比較ゲノム解析からホモタリック化に伴う性決定領域の進化を探る
3. 学会等名 日本植物学会第86回大会
4. 発表年 2022年

1. 発表者名 西山智明, 池谷仁里, 高野智之, 坂山英俊, 関本弘之
2. 発表標題 多細胞接合藻類アオミドロのゲノム解読
3. 学会等名 日本植物学会第86回大会
4. 発表年 2022年

1. 発表者名 川口也和子、土金勇樹、田中啓介、太治輝昭、豊田敦、西山智明、関本弘之、土松隆志
2. 発表標題 ヒメミカヅキモにおけるコピー数変異がもたらした顕著なゲノムサイズ多型と遺伝子発現への影響
3. 学会等名 日本進化学会第24回大会
4. 発表年 2022年

1. 発表者名 Skokan, R., Schmidt, V., Sekimoto, H., Petrasek, J
2. 発表標題 Does auxin exist in streptophyte algae?
3. 学会等名 Mendel early career symposium (国際学会)
4. 発表年 2022年

1. 発表者名 川口也和子、土金勇樹、田中啓介、太治輝昭、豊田敦、西山智明、関本弘之、土松隆志
2. 発表標題 ヒメミカヅキモ種内にみられる大規模なゲノムサイズ変異の進化的起源
3. 学会等名 日本進化学会第23回大会
4. 発表年 2021年

1. 発表者名 渡辺実咲、村田隆、堤元佐、大友康平、根本知己、川口也和子、土松隆志、西山智明、土金勇樹、関本弘之
2. 発表標題 蛍光タンパク質融合CenH3発現によるヒメミカヅキモの染色体解析とゲノム進化
3. 学会等名 日本植物学会第85回大会
4. 発表年 2021年

1. 発表者名 山口里帆子、西山智明、神田奈保、今詩織、関本弘之
2. 発表標題 ヒメミカツキモの有性生殖進行に機能する受容体型キナーゼ遺伝子の解析
3. 学会等名 日本植物学会第85回大会
4. 発表年 2021年

1. 発表者名 川口也和子、土金勇樹、田中啓介、太治輝昭、豊田敦、西山智明、関本弘之、土松隆志
2. 発表標題 ヒメミカツキモにおける顕著なゲノムサイズ多型の進化的起源と遺伝子発現パターンへの影響
3. 学会等名 日本生態学会第69回大会
4. 発表年 2022年

1. 発表者名 川口也和子、土金勇樹、田中啓介、太治輝昭、豊田敦、西山智明、関本弘之、土松隆志
2. 発表標題 全ゲノムデータからみたヒメミカツキモの自殖系統におけるホメオログ間組み換え
3. 学会等名 日本植物学会第84回大会
4. 発表年 2020年

1. 発表者名 山口里帆子、福島早貴、今詩織、神田奈保、関本弘之
2. 発表標題 ヒメミカツキモのPR-IPIは、性フェロモンであるが有性生殖に必須ではない
3. 学会等名 日本植物学会第84回大会
4. 発表年 2020年

1. 発表者名 渡辺実咲, 村田隆, 堤元佐, 大友康平, 根本知己, 西山智明, 土金勇樹, 関本弘之
2. 発表標題 ヒメミカツキモにおける蛍光標識CenH3タンパク質の発現による染色体可視化
3. 学会等名 日本藻類学会第45回大会
4. 発表年 2021年

1. 発表者名 Hiroyuki Sekimoto, Natsumi Tsuyuki, Ayumi Komiya, Tomoaki Nishiyama
2. 発表標題 The mechanism of mating type determination in heterothallic strains of <i>Closterium peracerosum-strigosum-littorale</i> complex, a new model organism to study sexual reproduction in streptophytes
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 川口也和子, 土金勇樹, 田中啓介, 太治輝昭, 豊田敦, 西山智明, 関本弘之, 土松隆志
2. 発表標題 接合藻ヒメミカツキモにおける生殖様式の平行進化: 全ゲノムデータから探る
3. 学会等名 日本進化学会第21回大会
4. 発表年 2019年

1. 発表者名 山下翔大, 数口敦紀, 山本荷葉子, 松崎令, 野口英樹, 水口洋平, 豊田敦, 河地正伸, 廣野雅文, 関本弘之, 野崎久義
2. 発表標題 アストレフォメネの多細胞形質進化の解明に向けた新規ゲノムと形質転換の確立
3. 学会等名 日本植物形態学会第31回大会
4. 発表年 2019年

1. 発表者名 関本弘之、露木奈津美、小宮あゆみ、西山智明
2. 発表標題 ヒメミカツキモの遺伝子アノテーションとCpMinus1形質転換体の比較トランスクリプトーム解析
3. 学会等名 日本植物学会第83回大会
4. 発表年 2019年

1. 発表者名 Yamashita, S., Suguchi, A., Yamamoto, K., Matsuzaki, R., Kawachi, M., Noguchi, H., Minakuchi, Y., Toyoda, A., Hirono, M., Sekimoto, H., Nozaki, H.
2. 発表標題 Unveiling the molecular bases involved in another evolution of multicellular complexity in <i>Astrephomene gubernaculifera</i>
3. 学会等名 The 5th International Volvox Conference (国際学会)
4. 発表年 2019年

1. 発表者名 Takahashi, K., Yamashita, S., Yamamoto, K., Kawai-Toyooka, H., Tsuchikane, Y., Sekimoto, H., Nozaki, H.
2. 発表標題 Three sexes in the anisogamous volvocine alga <i>Pleodorina starrii</i>
3. 学会等名 The 5th International Volvox Conference (国際学会)
4. 発表年 2019年

1. 発表者名 Sekimoto, H.
2. 発表標題 The mating type determination in heterothallic strains of <i>Closterium peracerosum-strigosum-littorale</i> complex, a new model organism to study sexual reproduction in charophycean algae
3. 学会等名 The 5th International Volvox Conference (国際学会)
4. 発表年 2019年

1. 発表者名 Sekimoto, H., Tsuyuki, N., Komiya, A., Nishiyama, T.
2. 発表標題 The mechanism of mating type determination in heterothallic strains of <i>Closterium peracerosum-strigosum-littorale</i> complex, a new model organism to study sexual reproduction in streptophytes
3. 学会等名 The SEB satellite meeting "Algal model systems on the rise: understanding and exploiting the algae to land plant transition" (招待講演) (国際学会)
4. 発表年 2019年

1. 発表者名 Sekimoto, H.
2. 発表標題 CRISPR/Cas9-based knockouts reveal the action mechanism of the sex pheromone PR-IP in unicellular zygnematophycean alga, <i>Closterium peracerosum-strigosum-littorale</i> complex
3. 学会等名 EMBO Workshop _New shores in land plant evolution (国際学会)
4. 発表年 2018年

1. 発表者名 Roman Skokan, Stanislav Vosolsob_, Junko Kawai, Hiroyuki Sekimoto, Henrik Buschmann, Jan Petr__ek
2. 発表標題 Auxin response in conjugating green algae (Zygnematophyceae)
3. 学会等名 EMBO Workshop _New shores in land plant evolution (国際学会)
4. 発表年 2018年

1. 発表者名 平田優香、土金勇樹、西山智明、関本弘之
2. 発表標題 ヒメミカヅキモの有性生殖進行に関わるRWP-RK遺伝子の解析
3. 学会等名 日本植物学会第82回大会
4. 発表年 2018年

1. 発表者名 露木奈津美、小宮あゆみ、大槻涼、西山智明、関本弘之
2. 発表標題 ヒメミカヅキモのCpMinus1形質転換体の比較トランスクリプトーム解析
3. 学会等名 日本植物学会第82回大会
4. 発表年 2018年

1. 発表者名 川口也和子、土金勇樹、西山智明、関本弘之、土松隆志
2. 発表標題 接合藻ヒメミカヅキモ種内系統間に見られるゲノム構造の変異：生殖様式の進化との関連
3. 学会等名 日本植物学会第82回大会
4. 発表年 2018年

1. 発表者名 土金勇樹、小林弘佳、吉田睦未、関本弘之
2. 発表標題 ヒメミカヅキモの性フェロモンPR-IP Inducerによる生殖隔離障壁
3. 学会等名 日本植物学会第82回大会
4. 発表年 2018年

1. 発表者名 関本弘之
2. 発表標題 シャジクモ藻類ヒメミカヅキモのモデル植物化
3. 学会等名 日本植物学会第82回大会（招待講演）
4. 発表年 2018年

1. 発表者名 小林弘佳、川口也和子、Mangal Man Shakya、土松隆志、関本弘之、土金勇樹
2. 発表標題 ネパール産ミカツキモ属の多様性と新規交配群Hの発見
3. 学会等名 日本植物分類学会18回大会
4. 発表年 2019年

〔図書〕 計0件

〔産業財産権〕

〔その他〕

日本女子大学理学部物質生物科学科 関本研究室 http://mcm-www.jwu.ac.jp/~sekimoto/Site/Home.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
研究分担者	池谷 仁里 (IKEGAYA Hisato) (30531579)	神戸大学・理学研究科・理学研究科研究員 (14501)	
研究分担者	西山 智明 (NISHIYAMA Tomoaki) (50390688)	金沢大学・疾患モデル総合研究センター・助教 (13301)	

	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
研究協力者	榊原 恵子 (SAKAKIBARA Keiko) (90590000)	立教大学・理学部・准教授 (32686)	

6. 研究組織（つづき）

	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
研究協力者	川井 絢子 (KAWAI Junko) (30727673)	日本女子大学・理学部・学術研究員 (32670)	
研究協力者	平田 優香 (HIRATA Yuka)		
研究協力者	吉村 美南 (YOSHIMURA Minami)		
研究協力者	星野 美程 (HOSHINO Minori)		
研究協力者	坪 梨花 (TSUBO Rinka)		

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			
チェコ	Charles University			