

令和 6 年 4 月 22 日現在

機関番号：14301

研究種目：学術変革領域研究(B)

研究期間：2020～2022

課題番号：20H05780

研究課題名(和文)コケ植物モデルに基づく花粉の配偶子形成システムの解明とリモデリング

研究課題名(英文)Remodeling Pollen Gametogenesis System based on the Study of Model Bryophyte

研究代表者

山岡 尚平(Yamaoka, Shohei)

京都大学・生命科学研究科・准教授

研究者番号：00378770

交付決定額(研究期間全体)：(直接経費) 25,700,000円

研究成果の概要(和文)：陸上植物は、減数分裂で生じる単相の多細胞体「配偶体」の中に生殖細胞を分化させる。本研究では、BNB-LRL/DROPヘテロ二量体が配偶体における生殖細胞分化を制御する鍵因子であることを示した。ゼニゴケとシロイヌナズナにおいてBNB-LRL/DROPの標的遺伝子を見出し、それらが進化的に保存されているという示唆を得た。標的のひとつは細胞壁代謝関連酵素遺伝子であり、雄原細胞の取り込みに関わっていた。ベンサムアナタバコのBNBオルソログも雄原細胞分化に関わっていた。これらのことから、陸上植物の生殖細胞分化には、BNB-LRL/DROPにより制御される複数の制御モジュールが関わることを示唆された。

研究成果の学術的意義や社会的意義

陸上植物は、単相(n)と複相(2n)の両方において多細胞体を形成する「世代交代」を行う。配偶子形成において、植物は単相の多細胞体の中で生殖細胞を分化させるが、分子機構はほぼ不明であった。本研究では、生殖細胞分化の鍵因子としてBNB-LRL/DROPヘテロ二量体を同定し、標的分子機構を見出し、それらが陸上植物の系統間において広く保存されているという示唆を得た。また、これまで不明であった被子植物の花粉第1分裂における細胞運命決定の分子機構解明の端緒を開いた。本研究は、植物の有性生殖に関する基礎的な知見をもたらすものであり、今後の研究の進展により、農業・育種・バイオテクノロジーへの応用も期待できる。

研究成果の概要(英文)：Land plants form haploid multicellular bodies termed gametophytes after meiosis to produce germ cells. In this study, we showed that evolutionarily conserved BNB-LRL/DROP heterodimers are the key regulators for germ cell differentiation in the gametophytes of land plants. We also searched for the target genes of BNB-LRL/DROP in the Marchantia and Arabidopsis genomes. Phylogenetic studies suggest that the target gene candidates are also evolutionarily conserved among land plants. Several target gene candidates were cell wall-related enzyme genes that were likely involved in the formation of the unique structure of pollen. We further showed that the *Nicotiana benthamiana* BNB orthologs also regulate germ cell specification. Taken together, our findings suggest that the evolutionarily conserved genetic modules regulated by the BNB-LRL/DROP heterodimers play important roles in germ cell differentiation in the gametophytes of land plants.

研究分野：植物分子細胞生物学、植物生殖生物学

キーワード：生殖細胞分化 配偶子形成 転写因子 花粉 ゼニゴケ 陸上植物 進化

## 1. 研究開始当初の背景

植物は、複相( $2n$ )と単相( $n$ )の組織を1つの個体の中にもち、単相の多細胞組織である「配偶体」から配偶子を形成する。これは、胚発生直後に生殖系列を明確に分化させ、減数分裂で生じた単相の細胞はすべて配偶子へと分化するというヒトをはじめとする動物の配偶子形成とは大きく異なるプロセスである。被子植物は、花器官(雌蕊・雄蕊)の中での減数分裂により配偶体(胚嚢と花粉)を発生させ、配偶子を形成する。花粉の発生では、減数分裂により小孢子( $n$ )が形成され、その非対称分裂により雄原細胞と栄養細胞が分化し(花粉第1分裂)、雄原細胞は栄養細胞の中に取り込まれ、さらに等分裂して精細胞ができる(花粉第2分裂)。一方コケ植物では、減数分裂で生じた孢子( $n$ )は、茎葉体・葉状体という形態をもつ成熟植物体としての配偶体へと成長し、光などの環境刺激に応じて造卵器・造精子により配偶子形成する。すなわち、コケ植物では減数分裂と配偶子形成は時空間的に大きく隔たっている。しかしながら、陸上植物は共通祖先である藻類から進化した単系統群であることから、被子植物の胚嚢と花粉は、数細胞に縮退しているが、生殖機能ではコケ植物の成熟植物体と等価であると考えられる。そして、植物の配偶子形成は、必ずしも減数分裂をはじめとする他の生殖プロセスを必要とせず、独立に機能しうるシステムと考えられる。このとき、このシステム全体を惹起し、一元的に統御できる制御因子の存在が予想される。

研究代表者らは最近、ゼニゴケ変異株の分子遺伝学解析から、新奇な bHLH 転写因子 MpBONOBO (MpBNB) を同定し、造卵器・造精子の始原細胞の分化と生殖器托の形成を統御するマスター転写因子であることを示した(Yamaoka et al., 2018)。BNB ファミリーは陸上植物全体で保存されており、シロイヌナズナの BNB1 と BNB2 は花粉の雄原細胞の分化に必要であった。シロイヌナズナの BNB の機能はゼニゴケの MpBNB で代替でき、進化的に保存されていることが示唆された(Yamaoka et al., 2018)。また BNB は、別の bHLH 転写因子 LRL/DROP とヘテロ二量体を形成する示唆を得た。LRL/DROP も陸上植物の間で保存されており、根系の発生に関わることが知られている(Breuninger et al., 2016)。シロイヌナズナの LRL/DROP は精細胞形成に必要であることが最近示されていたが、その作用機序は不明であった。さらに、MpBNB の過剰発現はゼニゴケの生殖成長全般を誘起することに加え、シロイヌナズナの BNB も LRL/DROP を発現する体細胞において生殖細胞特異的遺伝子の発現を誘導することができるという示唆を得た。したがって、BNB-LRL/DROP ヘテロ二量体は、ほぼ全ての陸上植物において配偶子形成のプロセス全体を一元的に統御する機能をもつと予想され、その利用により、植物の生殖細胞を人為的に分化誘導できる可能性がある。

## 2. 研究の目的

本研究では、1)ゼニゴケにおいて BNB-LRL/DROP が制御する下流メカニズムを解明し、被子植物と比較することで、陸上植物で進化的に保存された生殖細胞分化のメカニズムを明らかにする。2)シロイヌナズナとベンサミアナタバコの利点を活かし、花粉における精細胞形成のメカニズムの全容解明を目指す。3)BNB-LRL/DROP の共発現誘導により、体細胞から生殖細胞を分化誘導できる *in vitro* 系を構築・解析する。

## 3. 研究の方法

シロイヌナズナ転写因子の酵母ツーハイブリッド(Y2H)ライブラリー(Mitsuda et al., 2010)のスクリーニングを行い、BNB と相互作用する転写因子を探索した。BNB と LRL/DROP の相互作用を、Y2H、BiFC、プルダウンアッセイにより検証した。また、シロイヌナズナとゼニゴケの両方で、両者を同時に可視化したラインを作出し、共同在性を調べた。シロイヌナズナ LRL/DROP 遺伝子およびゼニゴケ MpLRL 遺伝子のゲノム編集を行い、野生型・各種のマーカーライン・過剰発現の遺伝的背景においてノックアウト変異株を単離し、機能解析を行った。

シロイヌナズナとゼニゴケにおいて、BNB 単独の異所発現および BNB と LRL/DROP を共過剰発現させる植物を作出した。シロイヌナズナ BNB 異所発現株について RNA-seq 解析を行った。BNB-LRL/DROP タンパク質を用いて標的シス配列を網羅的に調べる実験系の構築を試みた。BNB-LRL/DROP の標的候補遺伝子について、BNB と LRL/DROP をタバコ葉細胞で一過的に共過剰発現させて検証を行った。基礎生物学研究所の海老根一博士の協力を得て、雄原細胞の取り込みに関する解析を行った。水多班との共同研究により、ベンサミアナタバコの BNB オルソログのゲノム編集を行い、花粉の発生について調べた。

## 4. 研究成果

### (1) BNB-LRL/DROP ヘテロ二量体の解析

シロイヌナズナ BNB2 を bait とした転写因子 Y2H ライブラリーのスクリーニングを行ったところ、LRL/DROP のみが BNB2 に対する有意な相互作用因子であるとの示唆を得た。そこで、シロイヌナズナの BNB と LRL/DROP、またゼニゴケの MpBNB と MpLRL の全ての組み合わせについて Y2H アッセイを行ったところ、いずれの植物でも、主に BNB は LRL/DROP と相互作用することが示され、両者は進化的に保存されたヘテロ二量体を形成することが分かった。このヘテロ二量体形成は、タバコ葉細胞での一過性発現による BiFC アッセイと、部分配列を用いたプルダウンアッセイでも示された。シロイヌナズナの花粉において BNB2 と LRL1/DROP1 を蛍光タンパク質で可視化したところ、雄原細胞において共局在することが分かった。また生殖成長中のゼニゴケ葉状体において MpBNB と MpLRL を同様に可視化したところ、造卵器・造精器の始原細胞で共局在していた。シロイヌナズナの *LRL/DROP* は、*BNB* と同様、小胞子の非対称分裂後の雄原細胞への分化を制御していた。ゼニゴケの MpLRL は、MpBNB の機能に必要であり、造卵器・造精器の始原細胞の分化と生殖器托の形成を制御していた。以上のことから、BNB-LRL/DROP ヘテロ二量体は、陸上植物が配偶体から配偶子を形成するためにその始原細胞を分化させる制御因子であることが分かった。BNB は陸上植物に特異的に存在する遺伝子だが、LRL/DROP は藻類も持っていることから、BNB-LRL/DROP ヘテロ二量体は約 5 億年前の陸上植物の誕生の頃に獲得されたと考えられる。

### (2) BNB-LRL/DROP の標的・下流分子機構の解析と生殖細胞分化誘導の検討

次に、生殖細胞分化において、BNB-LRL/DROP が制御する分子機構について調べた。まず、シロイヌナズナの芽生えにおいて BNB の過剰発現を誘導し、そのトランスクリプトームの変化を RNA-seq により解析した。LRL/DROP は内在性遺伝子が主に根毛細胞で発現していることから (Li et al., 2015)、BNB の過剰発現により、異所的な BNB-LRL/DROP ヘテロ二量体形成が期待される。この解析の結果、根において複数の生殖細胞特異的遺伝子が異所発現することが分かった。さらに、BNB-LRL/DROP ヘテロ二量体のシス結合配列を網羅的に調べたところ、これらの遺伝子の多くの上流域に BNB-LRL/DROP が結合しており、これらが BNB-LRL/DROP の標的遺伝子であることが示唆された。

ゼニゴケにおいて、MpBNB の過剰発現は生殖成長への移行を誘起する (Yamaoka et al., 2018)。また、MpBNB と MpLRL の共過剰発現は、得られた形質転換体の一部において、葉状体先端部に多数の造精器様構造をつくるという表現型を示した。さらに、MpBNB-MpLRL ヘテロ二量体のシス結合配列を網羅的に調べ、シロイヌナズナでの解析と同様に、標的遺伝子の候補を多数得た。シロイヌナズナの標的遺伝子候補との分子系統関係を調べたところ、その多くが被子植物のオルソログであった。

これらのことから、BNB-LRL/DROP の標的遺伝子の多くは陸上植物において進化的に保存されており、複数の制御モジュールとして生殖細胞の分化に関わる可能性が示唆された。また、BNB の活性を誘導することにより、被子植物の体細胞では、少なくとも雄性生殖細胞の分化経路の一部を惹起することができると考えられる。一方、タイ類植物では、BNB の活性化は生殖細胞の分化経路全体を惹起することはできるが、同時に周囲の配偶体組織の発生様式の変化も引き起こすと考えられ、今後この両経路の関係を明らかにしたい。

### (3) 雄原細胞の取り込みに関する分子機構の解析

花粉は、2つの精細胞が栄養細胞の細胞質に取り込まれた「細胞の中の細胞」の状態になるという特徴的な構造をもつことが古くから知られている。その取り込みには細胞壁の動態が関わることが示唆されるが、そのメカニズムは不明の部分が多い (Hafidh & Honys, 2021)。本研究では、BNB-LRL/DROP ヘテロ二量体が雄原細胞の取り込みに必要であることを示した。BNB-LRL/DROP の標的遺伝子候補の中には、カロースをはじめとする細胞壁代謝関連酵素が多く見出された。このうち、カロース代謝に関わる遺伝子について海老根一生博士 (基礎生物学研究所) と共同研究を行い、ロックアウト変異株を作出したところ、変異型花粉は異常なカロース分布を示すとともに、雄原細胞の取り込みに異常が生じることが分かった。これらのことから、雄原細胞の取り込みにはカロース代謝が積極的な役割をしている可能性がある。

### (4) ベンサミアナタバコ BNB オルソログの同定と機能解析

これまでの水多班の研究により、ベンサミアナタバコから小胞子を単離し、その花粉第 1 分裂をライブイメージングできる解析系が開発された。この系を利用することにより、雄原細胞分化をリアルタイムで詳細に解析できると期待される。本研究では、分子系統解析により、ベンサミアナタバコの BNB オルソログを探索し、4つの BNB オルソログを見出した。これらについてゲノム編集などによりロックアウト変異株を作出したところ、三重変異体のうちのひとつで、雄原細胞の分化に異常が見られ、次世代では当該遺伝子のホモ接合変異は単離できなかった。これらのことから、ベンサミアナタバコで見出した BNB オルソログはシロイヌナズナの場合と同じく、雄原細胞の分化運命決定に必要であると考えられる。

以上の研究成果の一部は、論文および国内外の招待講演などで発表した。また、年3回の班会議にて発表と情報交換を行い、領域内で緊密に連携して研究を進めることができた。

#### 引用文献

Yamaoka, S., Nishihama, R., Yoshitake, Y., Ishida, S., Inoue, K., Saito, M., Okahashi, K., Bao, H., Nishida, H., Yamaguchi, K., Shigenobu, S., Ishizaki, K., Yamato, K.T., Kohchi, T. (2018) Generative cell specification requires transcription factors evolutionarily conserved in land plants. *Curr. Biol.* 28: 479-486.e5.

Breuninger, H., Thamm, A., Streubel, S., Sakayama, H., Nishiyama, T., Dolan, L. (2016) Diversification of a transcription factor family led to the evolution of antagonistically acting genetic regulators of root hair growth. *Curr. Biol.* 26: 1622-1628.

Mitsuda, N., Ikeda, M., Takada, S., Takiguchi, Y., Kondou, Y., Yoshizumi, T., Fujita, M., Shinozaki, K., Matsui, M., Ohme-Takagi, M. (2010) Efficient yeast one-/two-hybrid screening using a library composed only of transcription factors in *Arabidopsis thaliana*. *Plant Cell Physiol.* 51: 2145–2151.

Lin, Q., Ohashi, Y., Kato, M., Tsuge, T., Gu, H., Qu, L. J., Aoyama, T. (2015) GLABRA2 directly suppresses basic helix-loop-helix transcription factor genes with diverse functions in root hair development. *Plant Cell* 27: 2894-2906.

Hafidh, S., Honys, D. (2021) Reproduction multitasking: The male gametophyte. *Annu. Rev. Plant Biol.* 72: 581-614.

5. 主な発表論文等

〔雑誌論文〕 計11件（うち査読付論文 8件 / うち国際共著 1件 / うちオープンアクセス 0件）

1. 著者名 Furuya Tomoyuki, Saegusa Natsumi, Yamaoka Shohei, Tomoita Yuki, Minamino Naoki, Niwa Masaki, Inoue Keisuke, Yamamoto Chiaki, Motomura Kazuki, Shimadzu Shunji, Nishihama Ryuichi, Ishizaki Kimitsune, Ueda Takashi, Fukaki Hidehiro, Kohchi Takayuki, Fukuda Hiroo, Kasahara Masahiro, Araki Takashi, Kondo Yuki	4. 巻 -
2. 論文標題 A non-canonical BZR/BES transcription factor regulates the development of haploid reproductive organs in <i>Marchantia polymorpha</i>	5. 発行年 2024年
3. 雑誌名 Nature Plants	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) 10.1038/s41477-024-01669-0	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 Kajiwara Tomoaki, Miyazaki Motoki, Yamaoka Shohei, Yoshitake Yoshihiro, Yasui Yukiko, Nishihama Ryuichi, Kohchi Takayuki	4. 巻 -
2. 論文標題 Transcription of the Antisense Long Non-Coding RNA, SUPPRESSOR OF FEMINIZATION, Represses Expression of the Female-Promoting Gene FEMALE GAMETOPHYTE MYB in the Liverwort <i>Marchantia polymorpha</i>	5. 発行年 2024年
3. 雑誌名 Plant and Cell Physiology	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) 10.1093/pcp/pcad170	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 Bao Haonan, Sun Rui, Iwano Megumi, Yoshitake Yoshihiro, Aki Shiori S., Umeda Masaaki, Nishihama Ryuichi, Yamaoka Shohei, Kohchi Takayuki	4. 巻 34
2. 論文標題 Conserved CK11-mediated signaling is required for female germline specification in <i>Marchantia polymorpha</i>	5. 発行年 2024年
3. 雑誌名 Current Biology	6. 最初と最後の頁 1324 - 1332.e.6
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.1016/j.cub.2024.01.013	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 Saito Misaki, Momiki Ryosuke, Ebine Kazuo, Yoshitake Yoshihiro, Nishihama Ryuichi, Miyakawa Takuya, Nakano Takeshi, Mitsuda Nobutaka, Araki Takashi, Kohchi Takayuki, Yamaoka Shohei	4. 巻 33
2. 論文標題 A bHLH heterodimer regulates germ cell differentiation in land plant gametophytes	5. 発行年 2023年
3. 雑誌名 Current Biology	6. 最初と最後の頁 4980-4987.e6
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.1016/j.cub.2023.09.020	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 丸山 大輔、水多 陽子、山岡 尚平	4. 巻 14
2. 論文標題 植物細胞の分化運命の制御と可塑性	5. 発行年 2023年
3. 雑誌名 植物科学の最前線	6. 最初と最後の頁 1~2
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.24480/bsj-review.14a1.00236	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 山岡 尚平	4. 巻 14
2. 論文標題 花粉とコケ植物配偶体の発生における配偶子前駆細胞の分化	5. 発行年 2023年
3. 雑誌名 植物科学の最前線	6. 最初と最後の頁 10~20
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.24480/bsj-review.14a3.00238	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 Motomura Kazuki, Sugi Naoya, Takeda Atsushi, Yamaoka Shohei, Maruyama Daisuke	4. 巻 13
2. 論文標題 Possible molecular mechanisms of persistent pollen tube growth without de novo transcription	5. 発行年 2022年
3. 雑誌名 Frontiers in Plant Science	6. 最初と最後の頁 1020306
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.3389/fpls.2022.1020306	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 山岡 尚平	4. 巻 54
2. 論文標題 植物の配偶子形成のしなやかな仕組み	5. 発行年 2022年
3. 雑誌名 月刊「細胞」	6. 最初と最後の頁 44-48
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 S Yamaoka, K Inoue, T Araki	4. 巻 34
2. 論文標題 Regulation of gametangia and gametangiophore initiation in the liverwort <i>Marchantia polymorpha</i>	5. 発行年 2021年
3. 雑誌名 Plant Reproduction	6. 最初と最後の頁 297-306
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.1007/s00497-021-00419-y	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 Iwasaki M, Kajiwara T, Yasui Y, Yoshitake Y, Miyazaki M, Kawamura S, Suetsugu N, Nishihama R, Yamaoka S, Wanke D, Hashimoto K, Kuchitsu K, Montgomery SA, Singh S, Tanizawa Y, Yagura M, Mochizuki T, Sakamoto M, Nakamura Y, Liu C, Berger F, Yamato KT, Bowman JL, Kohchi T.	4. 巻 31
2. 論文標題 Identification of the sex-determining factor in the liverwort <i>Marchantia polymorpha</i> reveals unique evolution of sex chromosomes in a haploid system	5. 発行年 2021年
3. 雑誌名 Current Biology	6. 最初と最後の頁 5522-5532.e7.
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.1016/j.cub.2021.10.023	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 Takayuki Kohchi, Katsuyuki T Yamato, Kimitsune Ishizaki, Shohei Yamaoka, Ryuichi Nishihama	4. 巻 72
2. 論文標題 Development and Molecular Genetics of <i>Marchantia polymorpha</i>	5. 発行年 2021年
3. 雑誌名 Annu Rev Plant Biol	6. 最初と最後の頁 in press
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.1146/annurev-arplant-082520-094256	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25件（うち招待講演 4件 / うち国際学会 3件）

1. 発表者名 Shohei Yamaoka, Masaki Saito, Ryosuke Momiki, Kazuo Ebine, Yoshihiro Yoshitake, Ryuichi Nishihama, Takuya Miyakawa, Takeshi Nakano, Nobutaka Mitsuda, Takashi Araki, Takayuki Kohchi
2. 発表標題 An evolutionarily conserved bHLH heterodimer for germ cell differentiation in the gametophyte of land plants
3. 学会等名 Taiwan-Japan Plant Biology 2023 (招待講演) (国際学会)
4. 発表年 2023年

1. 発表者名 Shohei Yamaoka
2. 発表標題 A bHLH heterodimer for germ cell differentiation from Arabidopsis and Marchantia haploid gametophytes
3. 学会等名 Plant Biology Graduate Group Seminar, University of California, Davis (招待講演) (国際学会)
4. 発表年 2023年

1. 発表者名 Haonan Bao, Rui Sun, Megumi Iwano, Yoshihiro Yoshitake, Shiori Aki, Masaaki Umeda, Ryuichi Nishihama, Shohei Yamaoka, Takayuki Kohchi
2. 発表標題 Evolutionarily Conserved CK1-mediated Two-component Signaling Regulates Female Germline Specification in Marchantia polymorpha
3. 学会等名 第65回日本植物生理学会
4. 発表年 2024年

1. 発表者名 永原史織, 丸山大輔, 山岡尚平, 水多陽子
2. 発表標題 花粉発生過程のライブイメージングと分裂誘導による雄原細胞の分化機構の解明
3. 学会等名 第65回日本植物生理学会年会
4. 発表年 2024年

1. 発表者名 中西辰慶, 白川一, 小黑友輝, 菅野茂夫, 山岡尚平, 相良真由, 谷田舞, 須沼京子, 石見拓也, 堀内恵大, 熊石妃恵, 吉田颯馬, 渡邊むつみ, 峠隆之, 鈴木考征, 市橋泰範, 武宮淳史, 山口暢俊, 河内孝之, 伊藤寿朗
2. 発表標題 孔辺細胞とミロシン細胞の分化におけるFAMA-WASABI MAKER 転写ネットワーク
3. 学会等名 第65回日本植物生理学会年会
4. 発表年 2024年

1. 発表者名 白川一, 小黑友輝, 菅野茂夫, 山岡尚平, 相良真由, 谷田舞, 松本紘弥, 熊石妃恵, 吉田颯馬, 渡邊むつみ, 峠隆之, 鈴木孝征, 市橋泰範, 武宮淳史, 山口暢俊, 河内孝之, 伊藤寿朗
2. 発表標題 保存されたFAMA-WSB モジュールの転用によるアブラナ目生体防御系の進化
3. 学会等名 第64回日本植物生理学会年会
4. 発表年 2023年

1. 発表者名 元村一基, 杉直也, 竹田篤史, 山岡尚平, 丸山大輔
2. 発表標題 核が除去された花粉管が持つ伸長制御能力とその分子機構の解明に向けて
3. 学会等名 第64回日本植物生理学会年会
4. 発表年 2023年

1. 発表者名 古谷朋之, 三枝菜摘, 山岡尚平, 山本千愛, 島津舜治, 南野尚紀, 西浜竜一, 石崎公庸, 上田貴志, 深城英弘, 河内孝之, 笠原賢洋, 福田裕穂, 荒木崇, 近藤侑貴
2. 発表標題 MpBZR3はゼニゴケの配偶子器発生を制御する
3. 学会等名 第64回日本植物生理学会年会
4. 発表年 2023年

1. 発表者名 山岡 尚平、齋藤 美咲、樫木 亮介、吉竹 良洋、光田 展隆、海老根 一生、西浜 竜一、荒木 崇、河内 孝之
2. 発表標題 陸上植物の生殖細胞分化に必要なbHLH転写因子複合体の解析
3. 学会等名 日本農芸化学会2022年度京都大会
4. 発表年 2022年

1. 発表者名 Shohei Yamaoka, Misaki Saito, Ryosuke Momiki, Yoshihiro Yoshitake, Ryuichi Nishihama, Kazuo Ebine, Takashi Ueda, Nobutaka Mitsuda, Takashi Araki, Takayuki Kohchi
2. 発表標題 A bHLH heterocomplex regulates gamete progenitor differentiation in Arabidopsis and Marchantia
3. 学会等名 EMBO workshop 2022 - An integrated view of early land plant evolution (招待講演) (国際学会)
4. 発表年 2022年

1. 発表者名 山岡 尚平, 海老根 一生, 齊藤 美咲, 樺木 亮介, 吉竹 良洋, 上田 貴志, 光田 展隆, 西浜 竜一, 荒木 崇, 河内 孝之
2. 発表標題 コケ配偶体と花粉における生殖細胞分化の理解と制御に向けて
3. 学会等名 日本植物学会第86回大会 (招待講演)
4. 発表年 2022年

1. 発表者名 樺木 亮介, 齊藤 美咲, 吉竹 良洋, 井上 佳祐, 河内 孝之, 荒木 崇, 山岡 尚平
2. 発表標題 ゼニゴケの生活環において多面的に機能する転写因子MplRLの発現解析
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 三枝 菜摘, 國本 完, 肥後 あすか, 神原 泉, 富田 由妃, 井上 佳祐, 山岡 尚平, 荒木 崇
2. 発表標題 ゼニゴケの生活環におけるMpMS1の機能解析
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 梶原 智明, 宮崎 基, 岩崎 美雪, 山岡 尚平, 吉竹 良洋, 安居 佑季子, 西浜 竜一, 河内 孝之
2. 発表標題 アンチセンス長鎖非翻訳RNA SUFの転写は苔類ゼニゴケ雌性化遺伝子FGMYBの発現抑制に重要である
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 古谷 朋之, 三枝 菜摘, 山岡 尚平, 島津 舜治, 山本 千愛, 石崎 公庸, 西浜 竜一, 河内 孝之, 福田 裕穂, 笠原 賢洋, 荒木 崇, 近藤 侑貴
2. 発表標題 ゼニゴケ配偶子器の発生におけるMpBZR3の役割
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 元村 一基, 杉 直也, 松本 歩, 武内 秀憲, 野田口 理孝, 東山 哲也, 木下 哲, 山岡 尚平, 竹田 篤史, 丸山 大輔
2. 発表標題 シロイヌナズナ花粉管は先端から核を排除した状態でも伸長制御能力を保持している
3. 学会等名 第63回日本植物生理学会年会
4. 発表年 2022年

1. 発表者名 下川 瑛太, 川村 昇吾, Rui Sun, 鈴木 かおり, 吉竹 良洋, 安居 佑季子, 西浜 竜一, 山岡 尚平, 増口 潔, 山口 信次郎, 河内 孝之
2. 発表標題 ゼニゴケにおけるジベレリンに関連したメチル基転移酵素機能に影響する新規変異体選抜
3. 学会等名 第63回日本植物生理学会年会
4. 発表年 2022年

1. 発表者名 古谷 朋之, 山岡 尚平, 石崎 公庸, 西浜 竜一, 荒木 崇, 河内 孝之, 福田 裕穂, 近藤 侑貴
2. 発表標題 ゼニゴケの配偶子器発生制御におけるMpBZR3の機能解析
3. 学会等名 第63回日本植物生理学会年会
4. 発表年 2022年

1. 発表者名 古谷朋之, 山岡尚平, 石崎公庸, 西浜竜一, 荒木崇, 河内孝之, 福田裕穂, 近藤侑貴
2. 発表標題 ゼニゴケ配偶子器の発生を制御する非典型BZR転写因子
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 金坂侑紀, 井上佳祐, 山岡尚平, 荒木崇
2. 発表標題 苔類ゼニゴケの成長相転換制御における日長認識機構の解析
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 山岡 尚平
2. 発表標題 ゼニゴケから花粉の雄性配偶子形成のメカニズムを知る
3. 学会等名 第62回日本植物生理学会年会・関連集会「植物生殖改変ワークショップ」
4. 発表年 2021年

1. 発表者名 海老根 一生, 山岡 尚平, 上田 貴志
2. 発表標題 シロイヌナズナの雄原細胞の取り込みに関わるGH17メンバーの解析
3. 学会等名 第62回日本植物生理学会年会
4. 発表年 2021年

1. 発表者名 川村 昇吾, Rui Sun, 吉竹 良洋, 楠 龍之介, 西浜 竜一, 山岡 尚平, 河内 孝之
2. 発表標題 苔類ゼニゴケにおけるジベレリンを介した生殖器官形成のフィードバック制御
3. 学会等名 第62回日本植物生理学会年会
4. 発表年 2021年

1. 発表者名 小谷 亮太, 西田 瑠理, 肥後 あすか, 山岡 尚平, 井上 佳祐, 荒木 崇
2. 発表標題 ゼニゴケの精子形成における精細胞特異的ヒストンH1バリエーションの役割
3. 学会等名 第62回日本植物生理学会年会
4. 発表年 2021年

1. 発表者名 金坂 侑紀, 井上 佳祐, 山岡 尚平, 荒木 崇
2. 発表標題 苔類ゼニゴケの遠赤色光・日長依存的な成長相転換の分子機構の解析
3. 学会等名 第62回日本植物生理学会年会
4. 発表年 2021年

〔図書〕 計1件

1. 著者名 大澤 志津江、山岡 尚平	4. 発行年 2021年
2. 出版社 化学同人	5. 総ページ数 560
3. 書名 中村 千春・岡田 清孝 監訳 エッセンシャル遺伝学・ゲノム学 第7版 「11章 発生の遺伝的制御」	

〔産業財産権〕

〔その他〕

植物の生殖細胞をつくる2つの遺伝子 5億年前に誕生したヘテロ二量体 <a href="https://www.kyoto-u.ac.jp/ja/research-news/2023-10-19-1">https://www.kyoto-u.ac.jp/ja/research-news/2023-10-19-1</a> 植物の有性生殖システムの進化の痕跡を示す鍵因子の発見 <a href="https://www.kyoto-u.ac.jp/ja/research-news/2024-04-15-2">https://www.kyoto-u.ac.jp/ja/research-news/2024-04-15-2</a> 「植物生殖改変」領域ホームページ <a href="https://www.remod-reprod.com/">https://www.remod-reprod.com/</a>
--

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
研究協力者	海老根 一生  (Ebine Kazuo)  (90590399)	基礎生物学研究所・細胞動態研究部門・助教   (63904)	

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