

令和 3 年 5 月 26 日現在

機関番号：11101

研究種目：基盤研究(C) (一般)

研究期間：2017～2020

課題番号：17K07432

研究課題名(和文)植物の協調的な細胞板形成の分子機構の研究：リン酸化ネットワークを基軸として

研究課題名(英文)Molecular mechanisms of cell plate formation in plants regulated by phosphorylation networks.

研究代表者

笹部 美知子(Sasabe, Michiko)

弘前大学・農学生命科学部・准教授

研究者番号：00454380

交付決定額(研究期間全体)：(直接経費) 3,700,000円

研究成果の概要(和文)：植物の細胞質分裂は、フラグモプラストの動態制御と細胞板の形成が同調的に起こる必要がある。この過程の分子機構を明らかにするために、細胞質分裂の進行に必須のMAPKカスケードの下流で直接基質となっている因子を試み、M期特異的な発現パターンを示す二つのキネシンを同定した。MAPK非リン酸化型タンパク質の過剰発現は、培養細胞においてフラグモプラストの拡大成長の遅延やフラグモプラストの崩壊を引き起こし、最終的に多数の多核化細胞を生じさせた。これらの結果から、二つのキネシンは、MAPKによるリン酸化を介してフラグモプラストの動態を制御し、その拡大成長と細胞板の形成に寄与していることが明らかとなった。

研究成果の学術的意義や社会的意義

本研究では、これまでに明らかにしてきた植物の細胞質分裂を制御するリン酸化カスケードを分子基盤として、植物の細胞質分裂に関与する新規因子を同定し、リン酸化による制御メカニズムを解明した。本成果は、植物の細胞分裂を制御する未知の分子メカニズムの一端を明らかにしたものである。生命の根源的な現象である細胞分裂は、個体発生を支える事象であり、そのしくみを理解することは、それ自体、学術的に重要であると同時に、これらの知見は医学、農学分野における新しい技術創成の基盤となることが期待できることから、社会的にも意義のある研究であると考えている。

研究成果の概要(英文)：In plants, the formation of cell plates occurs synchronously with the expansion of phragmoplasts during cytokinesis. To elucidate the molecular mechanisms of this process, we searched for downstream factors directly phosphorylated by the MAPK cascade, which is essential for the progression of plant cytokinesis, and identified two kinesins with M-phase specific expression patterns. Each of these kinesins was revealed to have a single MAPK phosphorylation site by in vitro kinase assay. Overexpression of MAPK non-phosphorylated proteins induced retarded expansion of phragmoplasts and disruption of phragmoplasts in cultured cells, ultimately resulting in numerous multinucleated cells. These results indicate that two novel kinesins regulate the dynamics of phragmoplast MTs via the phosphorylation by MAPK and are involved in the expansion of phragmoplasts and the formation of cell plates.

研究分野：植物分子細胞生物学

キーワード：細胞質分裂 フラグモプラスト MAPキナーゼ 微小管 微小管結合タンパク質 キネシン リン酸化
細胞分裂

1. 研究開始当初の背景

植物の細胞質分裂は、フラグモプラストと呼ばれる微小管を主成分とする構造体の中で起こる。フラグモプラストが形成されると、その赤道面では細胞壁と細胞膜からなる細胞板が短時間のうち作られ、フラグモプラストの拡大成長に依存して拡張する。細胞質分裂は、フラグモプラストの動態制御、細胞膜の形成、そして細胞壁の合成という複数のイベントが同調的に起こる高度に組織化されたイベントである。各イベントに関わる分子については、多数の報告があるにもかかわらず個々のイベントを協調させるメカニズムについては未解明であり、植物の細胞質分裂を支える分子基盤の全貌は明らかになっていない。これまでに我々は、植物の細胞質分裂が、細胞周期の鍵酵素であるサイクリン依存性キナーゼ (CDK) の制御下で、細胞質分裂時依存的に活性化される特異的な MAPK カスケードにより制御されていることを明らかにしてきた (Sasabe et al. *PNAS*, 2011)。この経路のシロイヌナズナの変異体の最も重篤な表現型は、配偶体致死であることから、この経路は植物の生存にとって必須の経路であり、植物の細胞分裂を支える基盤的な制御系として機能していることが明らかとなっている (Tanaka et al. *Genes to Cells*, 2004)。細胞質分裂の実行において、優れたシグナル増幅作用を持つ MAPK カスケードは、リン酸化を介して下流の複数の基質タンパク質の機能を同期的に制御することにより、同調的に実行される複数のイベントをコントロールしていると考えられる。本研究では、この MAPK カスケードの基質タンパク質の網羅的同定とその機能解析を通して、細胞質分裂の分子メカニズムの解明を目指した。

本研究の開始に先立ち、シロイヌナズナの本 MAPK カスケードの最下流因子 MPK4 とシロイヌナズナの培養細胞から抽出したタンパク質を用いて、網羅的なリン酸化プロテオーム解析を行ったところ、MPK4 にリン酸化される 60 個のタンパク質を検出し、全てのタンパク質の同定に成功した (奈良先端大学・橋本隆教授, Max-Planck 研究所・中神弘史博士と共同研究; 未発表)。その中には、先行して基質として報告していた MAP65 微小管結合タンパク質をはじめ、細胞質分裂装置に局在する微小管結合タンパク質やキネシン様タンパク質、膜輸送に関与するダイナミン様タンパク質に加えて、機能未知のタンパク質が複数含まれており、この経路が微小管の制御や細胞膜の融合等、細胞板形成の複数の過程の制御に関わっていることが強く示唆された。このことは、フラグモプラストの拡大と、細胞板の拡大成長が、この MAPK カスケードを介して協調的に制御されている可能性を示していた。

2. 研究の目的

本研究では、MAPK の基質候補として同定されたこれら因子の中から、植物の細胞板形成に必須の MAPK カスケードの下流で働く基質を同定し、その機能を解析することにより、MAPK カスケードが細胞板形成を協調的に制御する仕組みを明らかにすることを目的とした。具体的には、1) 同定された MAPK の下流因子候補の中から細胞板形成に関わる真の基質を同定し、生化学的、細胞生物学的特性と、細胞板形成における機能を明らかにすること、2) ライブセルイメージングや分子遺伝学的手法を用いて、それぞれの因子が互いにどのように影響し合っているかを明らかにすることにより、細胞板形成 (細胞膜の融合と細胞壁の合成) 過程の全体像を分子レベルで明らかにすることを目指した。

3. 研究の方法

1) 植物の細胞質分裂を制御する MAPK MPK4 の下流因子の同定と機能解析

シロイヌナズナの培養細胞より単離精製した微小管結合タンパク質と MPK4 MAPK によりリン酸化される分子が複数存在することを明らかにし、質量分析により 60 個の基質候補因子を同定した。同定された MAPK の 60 個全ての基質候補因子について、培養細胞を用いて細胞内局在を明らかにすることにより、細胞板形成に関与している候補因子のスクリーニングを行う。同定した下流因子について生化学的特性 (MAPK によるリン酸化部位の特定、リン酸化による機能制御メカニズム) を解析すると同時に、細胞生物学的手法を用いて細胞分裂時における機能を明らかにする。さらに、遺伝学的手法を用いて個体レベルで細胞板形成及び発生や分化過程における分子機能を解明する。

2) 複合的なイベントである細胞板形成を統御する分子機構の解析

60 個の候補因子の中から、1) のスクリーニングより細胞板形成に関与していることが示された因子が細胞板形成時に、細胞内でどのように影響しあっているかを、生化学的にタンパク質間相互作用解析、多色蛍光ライブセルイメージング、RNAi やゲノム編集等の技術や遺伝学を用いて解析する。同定された因子の性質に応じて、複合体として機能すると考えられる因子の場合は、その相互作用因子を酵母の 2 ハイブリッドシステム、もしくは生化学的手法により同定し、複

合体としての機能解析を進める。また、多重変異体を用いて遺伝学的相互作用を明らかにする。これらを総合的に解析して、複合的なイベントである細胞板形成過程の全体像を分子レベルで明らかにする。

4. 研究成果

1) 植物の細胞質分裂を制御する MAPK MPK4 の下流因子の同定と機能解析

質量分析により同定した 60 の MPK4 の基質候補タンパク質の中から細胞周期特異的な発現パターンを示す 6 因子について細胞内局在解析、リン酸化解析を行ったところ、細胞質分裂時に MPK4 と共局在を示す因子が 3 つ同定され、それらのうち 2 つは MPK4 によって *in vitro* でリン酸化されることが分かった。これら二つの因子は、同じキネシンファミリーに属しており、82% のアミノ酸相同性を有していた。また、いずれもシロイヌナズナの培養細胞において M 期特異的な発現パターンを示した。さらに GFP 融合タンパク質を用いて細胞内局在を解析したところ、本タンパク質は分裂時にフラグモプラストを含む M 期微小管構造体に局在することが明らかとなった。両タンパク質は推定 MAPK リン酸化サイトを複数有していたが、*in vitro* リン酸化解析の結果、N 末端側の保存された 1 カ所が細胞質分裂を制御する MAPK により特異的にリン酸化されることが分かった。これら因子の細胞分裂における機能と MAPK によるリン酸化の効果を調べるために、アミノ酸置換した MAPK 非リン酸化型タンパク質を培養細胞において過剰発現させて細胞内局在と表現型を解析したところ、MAPK 非リン酸化型タンパク質は野生型タンパク質と同様に微小管に局在するものの、微小管に様に局在する野生型タンパク質とは異なり、プラス端側に優先的に局在する様子が観察された。また、MAPK 非リン酸化型タンパク質の過剰発現は、両因子ともに培養細胞において、フラグモプラストの拡大成長の遅延や、フラグモプラストの崩壊を引き起こし、最終的に多数の多核化細胞を生じさせた。このような異常は、野生型タンパク質の過剰発現では観察されなかったことから、MAPK 非リン酸化型キネシンが細胞内でドミナントネガティブに機能した結果誘導されたと考えられた。これらの結果から、本タンパク質は MAPK によるリン酸化を介してフラグモプラストの動態を制御し、その拡大成長と細胞板の形成に寄与していることが示唆された。同定したキネシンは、これまでに細胞質分裂への関与は報告されておらず、今回、細胞質分裂を制御する MAPK の新規下流因子を同定することができたと考えている。

これら因子の個体における機能を明らかにするために、シロイヌナズナにおいて両遺伝子をオリジナルプロモーター制御下で発現させ、個体における発現パターンと細胞内局在を調べたところ、両因子は様々な組織において分裂期特異的に発現し、M 期微小管構造体と共局在することが分かった。この発現パターンと細胞内局在は、培養細胞において観察されたパターンと一致していた。さらに、MAPK によるリン酸化の意義を個体レベルで理解するために、シロイヌナズナの変異体を用いて解析を行った。同定した二つのキネシンのうちの一つの変異体は、花粉形成過程の減数分裂において分裂異常が生じ、稔性のある花粉が形成されない。この変異体にオリジナルプロモーターを連結した野生型遺伝子及び MAPK 非リン酸化型遺伝子を導入したところ、野生型遺伝子は花粉形成の異常を相補することができたが、MAPK 非リン酸化型遺伝子はこの表現型を相補することができなかった。この結果から、本キネシンの MAPK によるリン酸化は、花粉形成における減数分裂の正常な進行にも必要な制御機構であることが明らかになった。

また、予想外の成果として、MAPK 非リン酸化型タンパク質を過剰発現した培養細胞の解析から、MAPK 非リン酸化型タンパク質細胞質分裂の異常のみならず分裂方向にも異常を生じさせることが明らかになった。この原因を探るため、細胞周期を通して微小管構造体の観察を行ったところ、中期紡錘体の位置が定まらないという異常が生じていることが分かった。この結果は、これらのキネシンが細胞分裂を制御する様々な M 期微小管構造体の構造及び機能を維持するために重要な役割を担っていること、その機能がリン酸化により制御されていることを示している。細胞質分裂時のフラグモプラストの制御と中期の紡錘体の制御が同じメカニズムによるものなのかどうかについては今後の課題である。

2) 複合的なイベントである細胞板形成を統御する分子機構の解析

同定した二つのキネシンの相互関係を明らかにするために、両遺伝子の二重変異体の作出を試みたが、いずれかの段階で致死となり二重変異体を得ることができなかった。このことは、これらの遺伝子が少なくとも発生のいずれかの段階において重複して機能していることを示唆している。実際にこれらがどの段階でどのような機能を有しているのかを明らかにするために、本研究では、熱誘導性プロモーターと RNAi システムを組み合わせて後天的に特定の遺伝子を局所的にノックダウンすることのできるシステムを構築することができた。今回、細胞板形成を統御する分子機構の全体像の解明には至らなかったが、今後、本システムを活用することにより致死性の遺伝子の相互関係について機能解析を進めることが可能になると考えている。また、本研究の過程で、同定したキネシンは分裂期の段階に応じて特異的な翻訳後修飾または相互作用因子を介して機能を変化させながら、それぞれの微小管構造体の構造と機能を制御している可能性が示唆される結果が得られた。今後、これら因子の翻訳後修飾を担う上流因子や相互作用因子を同定することにより、細胞板形成を統御する分子機構の解明をさらに進めていく予定である。

5. 主な発表論文等

〔雑誌論文〕 計6件（うち査読付論文 5件/うち国際共著 0件/うちオープンアクセス 5件）

1. 著者名 Maeda Keisho, Sasabe Michiko, Hanamata Shigeru, Machida Yasunori, Hasezawa Seiichiro, Higaki Takumi	4. 巻 61
2. 論文標題 Actin Filament Disruption Alters Phragmoplast Microtubule Dynamics during the Initial Phase of Plant Cytokinesis	5. 発行年 2020年
3. 雑誌名 Plant and Cell Physiology	6. 最初と最後の頁 445 ~ 456
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.1093/pcp/pcaa003	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 Luo Lilan, Ando Sayuri, Sakamoto Yuki, Suzuki Takanori, Takahashi Hiro, Ishibashi Nanako, Kojima Shoko, Kurihara Daisuke, Higashiyama Tetsuya, Yamamoto Kotaro T., Matsunaga Sachihito, Machida Chiyoko, Sasabe Michiko, Machida Yasunori	4. 巻 101
2. 論文標題 The formation of perinucleolar bodies is important for normal leaf development and requires the zinc finger DNA binding motif in Arabidopsis ASYMMETRIC LEAVES2	5. 発行年 2020年
3. 雑誌名 The Plant Journal	6. 最初と最後の頁 1118 ~ 1134
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.1111/tpj.14579	査読の有無 無
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 笹部 美知子	4. 巻 11
2. 論文標題 分裂期キナーゼによる植物の細胞質分裂の制御	5. 発行年 2020年
3. 雑誌名 植物科学の最前線	6. 最初と最後の頁 131 ~ 142
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.24480/bsj-review.11b3.00185	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 Yamada, K., Sasabe, M., Fujikawa, Y., Wada, T, Tominaga-Wada R.	4. 巻 13
2. 論文標題 Amino acid substitutions in CPC-LIKE MYB reveal residues important for protein stability in Arabidopsis roots.	5. 発行年 2018年
3. 雑誌名 PLoS One	6. 最初と最後の頁 e0205522
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.1371/journal.pone.0205522	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 Vial-Pradel Simon, Keta Sumie, Nomoto Mika, Luo Lilan, Takahashi Hiro, Suzuki Masataka, Yokoyama Yuri, Sasabe Michiko, Kojima Shoko, Tada Yasuomi, Machida Yasunori, Machida Chiyoko	4. 巻 59
2. 論文標題 Arabidopsis Zinc-Finger-Like Protein ASYMMETRIC LEAVES2 (AS2) and Two Nucleolar Proteins Maintain Gene Body DNA Methylation in the Leaf Polarity Gene ETTIN (ARF3)	5. 発行年 2018年
3. 雑誌名 Plant and Cell Physiology	6. 最初と最後の頁 1385-1397
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.1093/pcp/pcy031	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 Matsuura Yuki, Fukasawa Narumi, Ogita Kosuke, Sasabe Michiko, Kakimoto Tatsuo, Tanaka Hirokazu	4. 巻 11
2. 論文標題 Early Endosomal Trafficking Component BEN2/VPS45 Plays a Crucial Role in Internal Tissues in Regulating Root Growth and Meristem Size in Arabidopsis	5. 発行年 2020年
3. 雑誌名 Frontiers in Plant Science	6. 最初と最後の頁 1027
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.3389/fpls.2020.01027	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26件 (うち招待講演 0件 / うち国際学会 0件)

1. 発表者名 笹部美知子, 三上裕大, 富田昌伸, 濱田隆宏, 中神弘史, 橋本隆, 町田泰則
2. 発表標題 細胞質分裂を制御するしくみから植物の形づくりを考える
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 細井俊良, 田安智明, 飯田智子, 橋場真子, 鈴木伶奈, 笹部美知子
2. 発表標題 植物細胞の分裂方向の決定とイノシトールリン脂質
3. 学会等名 東北植物学会第9回大会
4. 発表年 2019年

1. 発表者名 三上裕大, 富田昌伸, 濱田隆宏, 中神弘史, 橋本隆, 町田泰則, 笹部美知子
2. 発表標題 シロイヌナズナの細胞質分裂を制御するMAPKカスケードの制御下で働くキネシン14ファミリータンパク質の解析
3. 学会等名 東北植物学会第9回大会
4. 発表年 2019年

1. 発表者名 山家広大, 笹部美知子
2. 発表標題 シロイヌナズナの花粉形成に関するキネシンAtNACK2の機能解析
3. 学会等名 東北植物学会第9回大会
4. 発表年 2019年

1. 発表者名 雪森桃花, 吉田みのり, 小島晶子, 安藤沙友里, 町田千代子, 町田泰則, 笹部美知子
2. 発表標題 葉の運命決定に関するASYMMETRIC LEAVES2タンパク質の細胞内局在と機能の関係
3. 学会等名 東北植物学会第9回大会
4. 発表年 2019年

1. 発表者名 小黑那智, 山尾僚, 池田紘士, 笹部美知子
2. 発表標題 Hamamelistes miyabei 及びHamamelistes betulinus によりマンサクに誘導される虫こぶの形成メカニズムの解析
3. 学会等名 東北植物学会第9回大会
4. 発表年 2019年

1. 発表者名 小島晶子, 雪森桃花, 吉野有紀, 水野翠, 笹部美知子, 町田泰則, 町田千代子
2. 発表標題 シロイヌナズナの葉形成における ASYMMETRIC LEAVES2 相同遺伝子の機能解析
3. 学会等名 第61回日本植物生理学会
4. 発表年 2020年

1. 発表者名 山家広大, 笹部美知子
2. 発表標題 花粉形成に関与するシロイヌナズナAtNACK2の機能に関する研究
3. 学会等名 東北植物学会第8回大会
4. 発表年 2018年

1. 発表者名 富田昌伸, 三上裕大, 中奥龍太郎, 濱田 隆宏, 中神弘史, 橋本隆, 町田泰則, 笹部美知子
2. 発表標題 シロイヌナズナの細胞板形成を制御するMAPKカスケードの下流因子の候補ATK5の研究 (2)
3. 学会等名 東北植物学会第8回大会
4. 発表年 2018年

1. 発表者名 三上裕大, 富田昌伸, 濱田隆宏, 中神弘史, 橋本隆, 町田泰則, 笹部美知子
2. 発表標題 植物の細胞質分裂を制御するMAPキナーゼの下流因子の探索 (2)
3. 学会等名 東北植物学会第8回大会
4. 発表年 2018年

1. 発表者名 細井俊良, 別役重之, 横山仁, 笹部美知子
2. 発表標題 植物における局所的遺伝子制御システムの改良と応用
3. 学会等名 東北植物学会第8回大会
4. 発表年 2018年

1. 発表者名 飯田智子, 橋場真子, 鈴木伶奈, 高橋雛子, 樋口菜々美, 伊藤千尋, 渡邊悦子, 上村松生, 笹部美知子
2. 発表標題 植物細胞の細胞伸長方向と分裂方向の決定におけるイノシトールリン脂質の関与
3. 学会等名 東北植物学会第8回大会
4. 発表年 2018年

1. 発表者名 鈴木伶奈, 飯田智子, 橋場真子, 高橋雛子, 樋口菜々美, 伊藤千尋, 渡邊悦子, 上村松生, 平野朋子, 佐藤雅彦, 笹部美知子
2. 発表標題 植物細胞の伸長と分裂方向を決める因子の探索: セルロースおよび表層微小管ダイナミクスとイノシトールリン脂質の局在解析
3. 学会等名 東北植物学会第8回大会
4. 発表年 2018年

1. 発表者名 富田昌伸, 三上裕大, 中奥龍太郎, 濱田 隆宏, 中神弘史, 橋本隆, 町田泰則, 笹部美知子
2. 発表標題 植物の細胞質分裂を制御するシロイヌナズナMPK4 MAPKの新規基質の同定と機能解析
3. 学会等名 第60回日本植物生理学会年会
4. 発表年 2019年

1. 発表者名 笹部 美知子, 伊藤 千尋, 樋口 奈々美, 高橋 雛子, 佐野 亮輔, 倉田 哲也, 出村 拓, 町田 泰則
2. 発表標題 細胞の伸長と分裂の方向を決める因子の探索: プロトプラストと化合物の利用
3. 学会等名 日本植物学会第81回大会
4. 発表年 2017年

1. 発表者名 増子雄貴, 笹部美知子
2. 発表標題 M期特異的に発現する新奇レセプター様キナーゼの機能解析(2)
3. 学会等名 東北植物学会第7回大会
4. 発表年 2017年

1. 発表者名 富田昌伸, 濱田 隆宏, 中神弘史, 橋本隆, 町田泰則, 笹部美知子
2. 発表標題 シロイヌナズナの細胞板形成を制御するMAPKカスケードの下流因子の候補ATK5の研究
3. 学会等名 東北植物学会第7回大会
4. 発表年 2017年

1. 発表者名 橋場真子, 鈴木伶奈, 高橋雛子, 樋口菜々美, 伊藤千尋, 佐野亮輔, 倉田哲也, 出村拓, 渡邊悦子, 上村松生, 町田泰則, 笹部美知子
2. 発表標題 タバコBY-2細胞のプロトプラストと生理活性化合物を利用した植物細胞の伸長と分裂方向を決める因子の探索
3. 学会等名 東北植物学会第7回大会
4. 発表年 2017年

1. 発表者名 三上裕大, 富田昌伸, 濱田隆宏, 中神弘史, 橋本隆, 町田泰則, 笹部美知子
2. 発表標題 植物の細胞質分裂を制御するMAPキナーゼの下流因子の探索
3. 学会等名 東北植物学会第7回大会
4. 発表年 2017年

1. 発表者名 Michiko Sasabe, Takumi Higaki, Yuka Nishida, Shimon Morioka, Reina Suzuki, Tomohiro Uemura, Hiroki Yasuhara, Seiichiro Hasezawa, Takashi Ueda, Yasunori Machida
2. 発表標題 Involvement of M phase-specific kinesin NACK1 in intercellular transport during the formation of cell plates.
3. 学会等名 第59回日本植物生理学会年会
4. 発表年 2018年

1. 発表者名 笹部美知子, 雪森桃花, 吉田みのり, 三石萌, 小島晶子, 栗原大輔, 東山哲也, 町田千代子, 町田泰則
2. 発表標題 葉形成に関するAS2タンパク質の動態変化と機能の関係.
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 前田恵祥, 笹部美知子, 町田泰則, 馳澤盛一郎, 花俣繁, 檜垣匠
2. 発表標題 アクチン繊維による初期フラグモプラスト微小管配列の制御.
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 細井 俊良, 田安 智明, 飯田 智子, 橋場 真子, 鈴木 伶奈, 笹部 美知子
2. 発表標題 植物細胞における分裂方向決定メカニズムの解析と分裂方向決定因子の探索
3. 学会等名 東北植物学会第10回大会
4. 発表年 2020年

1. 発表者名 山家 広大, 細井 俊良, 別役 重之, 笹部 美知子
2. 発表標題 シロイヌナズナの二つの NACK キネシンは発生過程で見られる多様な細胞質分裂の制御に関与する
3. 学会等名 東北植物学会第10回大会
4. 発表年 2020年

1. 発表者名 小黑 那智, 久保 稔, 澤 進一郎, 山尾 僚, 池田 紘士, 笹部 美知子
2. 発表標題 マンサクに形成される2種の虫こぶの形成機構の解析
3. 学会等名 東北植物学会第10回大会
4. 発表年 2020年

1. 発表者名 水木まゆ, 金子洋平, 雪江祥貴, 陶山佳久, 廣田峻, 澤進一郎, 久保稔, 山尾僚, 笹部美知子, 池田紘士
2. 発表標題 マンサクの地理分化に伴う近縁な3 種のアブラムシにおける虫こぶ形態の多様化
3. 学会等名 第68回 日本生態学会
4. 発表年 2021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
研究協力者	三上 裕大 (Mikami Yudai)	弘前大学・大学院農学生命科学研究科・大学院生 (11101)	細胞生物学的研究の遂行
研究協力者	富田 昌伸 (Tomita Masanobu)	弘前大学・大学院農学生命科学研究科・大学院生 (11101)	細胞生物学的研究の遂行

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