

令和 3 年 5 月 17 日現在

機関番号：63904

研究種目：基盤研究(B) (一般)

研究期間：2018～2020

課題番号：18H02470

研究課題名(和文)植物細胞の内と外を結ぶ物質輸送システムはいかに獲得されたか

研究課題名(英文)How plants acquired the membrane trafficking system connecting inside and outside cells?

研究代表者

上田 貴志 (Ueda, Takashi)

基礎生物学研究所・細胞動態研究部門・教授

研究者番号：10311333

交付決定額(研究期間全体)：(直接経費) 13,400,000円

研究成果の概要(和文)：陸上植物の進化の過程で著しく多様化したエンドサイトーシス・エキソサイトーシス関連分子の機能解析を通して、細胞膜機能の発現を支える膜交通経路の分子機構の解明と、その多様化の歴史の再構成を試みた。その結果、クラスリンアダプターであるPICALMファミリーの機能が進化の過程で多様化し、異なるタンパク質のエンドサイトーシスに関わることで、有性生殖や栄養生長など植物の様々な発生段階で重要な役割を担っていることが示された。また、RAB11とRAB8が分泌経路でカスケードを構成して機能する可能性が示された。

研究成果の学術的意義や社会的意義

細胞の内側から外側へ、あるいは外側から内側へと物質を輸送する仕組みは、生命を維持するために欠かせないものです。この仕組みは進化の過程でそれぞれの生物ごとに変化し、洗練されてきました。この研究では、この進化の過程を植物を用いて明らかにすることで、現在の植物細胞内の物質輸送の仕組みがどのように出来上がったのかを明らかにしました。

研究成果の概要(英文)：Through functional analyses of endocytosis- and exocytosis-related molecules that have significantly diversified during land plant evolution, we attempted to elucidate the molecular mechanisms of membrane trafficking underpinning the plasma membrane function and reconstruct the evolutionary path of diversification of exocytic and endocytic trafficking. We found that the functions of the PICALM family, which act as clathrin adaptors, have diversified during land plant evolution to play important roles in various developmental stages of plants, such as sexual reproduction and vegetative growth by being involved in endocytosis of distinct sets of proteins. We also found that RAB11 and RAB8, both of which are expected to act in the secretory pathway, may function by forming a cascade in a late step of secretion.

研究分野：植物細胞生物学

キーワード：エンドサイトーシス エキソサイトーシス クラスリン ANTHドメイン シロイヌナズナ ゼニゴケ RAB GTPase

科研費による研究は、研究者の自覚と責任において実施するものです。そのため、研究の実施や研究成果の公表等については、国の要請等に基づくものではなく、その研究成果に関する見解や責任は、研究者個人に帰属します。

1. 研究開始当初の背景

植物細胞を特徴付ける細胞構造に、細胞壁がある。この細胞壁の構築や、細胞壁を介した細胞間コミュニケーションにおいては、細胞膜上の分子が重要な役割を担う。さらに、植物細胞が細胞壁を構築することによって細胞質分裂を実行すること、先端成長が生殖や水の吸収など、生存に必須の役割を担うこと、植物が細胞膜上の受容体を介して外敵の攻撃に対処していることなどから、細胞膜を中心とした物質輸送の仕組みとその生理的意義を理解することは、植物の有り様を理解する上で極めて重要である。このような植物の細胞膜機能の構築と維持の仕組みを明らかにするため、申請者を含む多くの研究グループによりシロイヌナズナをモデルとした研究が行われ、植物の分泌経路が他の生物と比較し独自の多様化を果たしていることが明らかとなりつつあった。一方で、真核生物に普遍的に存在する分泌やエンドサイトーシスの鍵因子群をどのように再編成し、使い分けることによって、植物特有の細胞構造や細胞機能の獲得に至ったのかについては、ほとんど未解明であった。

2. 研究の目的

植物の細胞膜構築の基盤となる膜交通イベントの分子機構を明らかにするとともに、それを獲得するに至った進化の過程を再構築する。分泌の最終段階である分泌小胞と細胞膜の融合、およびエンドサイトーシスの初期段階である細胞膜からのエンドサイトーシス小胞の形成で機能する分子の中で、被子植物で著しい多様化が見られる分子群に注目し、そのシロイヌナズナにおける機能を明らかにする。さらに、ゼニゴケにおける相同分子の機能解析を進め、ゼニゴケとシロイヌナズナで共通する機能を明らかにすることで、祖先的な機能の推定を行う。また、ゲノム情報を利用してそれらの因子の緑色植物の進化における多様化の歴史を再構築するとともに、膜交通関連因子の多様化と植物の形質の進化との関連を推定する。

3. 研究の方法

シロイヌナズナとゼニゴケにおいて、分泌経路及びエンドサイトーシス経路において機能する分子の機能解析を行った。ANTHドメインを含むPICALMファミリータンパク質については、それぞれの遺伝子の発現パターンを調べるとともに、自身のプロモーター制御下で蛍光タンパク質を融合したタンパク質を発現させ、細胞内局在を調べた。並行して、分泌経路で機能する膜融合実行因子であるVAMP72と相互作用する分子を共免疫沈降産物の質量分析により解析し、PICALM1を同定した。そこで、PICALM1についてVAMP72やクラスリンとの相互作用を検証するとともに、機能欠失変異が植物の生長やVAMP72の輸送に及ぼす影響を調べた。

シロイヌナズナのPICALM5についても、さらなる機能解析を進めた。PICALM5がANXURのリサイクリングに関わることを研究開始時に明らかにしていたが、花粉管で機能する他のレセプターとの関連についても、そのリサイクリングに対する関与を細胞生物学的手法を用いて解析した。

ゼニゴケのPICALMメンバーについて、発現パターンと細胞内局在を蛍光タンパク質を融合したタンパク質を観察することにより調べた。また、キナーゼドメインを有する特徴的な構造をもつPICALM-kについては、変異体を作製しその影響を調べた。

RAB11とRAB8が分泌経路で果たす役割を調べるため、共焦点顕微鏡、全反射顕微鏡によるそれぞれのタンパク質が局在する構造の詳細な観察も行った。

4. 研究成果

シロイヌナズナのPICALM1aおよびPICALM1bの機能解析を進めた。これらのタンパク質はシロイヌナズナの全身で発現しており、主に細胞膜への局在が観察された。これらの単独変異体では異常な表現形は見られなかったが、二重変異体を作出したところ半矮性の表現形を示したことから、PICALM1グループがシロイヌナズナの正常な発生に必要であることが示された。また、蛍光タンパク質を連結したPICALM1aがクラスリンと相互作用することを、共免疫沈降法により確認した。さらに、VAMP72がPICALM1と相互作用することも突き止めた。VAMP72は主に分泌小胞に局在するR-SNAREで、細胞膜上のQ-SNAREと複合体を形成することにより分泌小胞と細胞膜の融合を実行する分子である。野生型では、膜融合の実行後VAMP72は速やかに細胞膜から回収され、トランスゴルジネットワーク(TGN)や分泌小胞へと運ばれるが、*picalm1*二重変異体では、VAMP72が細胞膜に蓄積する様子が観察された。これらの結果から、PICALM1がVAMP72を細胞膜から回収する際、クラスリン被覆小胞への積み込みを担うアダプターとして機能することが明らかになった。

PICALM5についてもさらなる解析を進めた。PICALM5がANXURのリサイクリングを介して持続的な花粉管の伸長に関わることを既に突き止めていたが、花粉管ではたらく他の受容体キナーゼのリサイクリングへの寄与は不明であった。そこで、花粉管の誘引物質受容体であるPRK6の局在を*picalm1*二重変異体で調べたところ、PRK6の局在は*picalm1*二重変異により影響を受けなかった。また、誘引物質LUREに対する花粉管の応答性も、*picalm1*二重変異により影

響を受けなかった。このことから、PICALM5 による受容体キナーゼのリサイクリングに積み荷特異性があることが示された。

ゼニゴケゲノムにコードされる3つの ANTH ドメインタンパク質についても解析もおこなった。そのうち PICALM-A は、葉状体のメリステム付近の細胞では細胞膜と TGN に局在し、さらに細胞板にも強く局在した。さらに油体細胞においては、油体膜に強く局在することから、油体膜が細胞膜と同様にクラスリン介在型エンドサイトーシスの場であることが示された。一方、キナーゼドメインを有する PICALM-k は有性生殖器官で主に発現し、鞭毛の基部に局在することを見いだした。また、*picalm-k* 変異体では鞭毛運動に異常がある可能性も見いだされた。これらのことは、PICALM-k がエンドサイトーシスとは異なる現象に関与することを示していると考えられる。

シロイヌナズナの分泌経路において RAB11-RAB8 カスケードで機能すると考えられる SCD 複合体の解析を進めた。共免疫沈降に続く質量分析解析により、SCD 複合体と協調して機能する分子の候補を単離し、現在機能解析を進めている。

5. 主な発表論文等

〔雑誌論文〕 計24件（うち査読付論文 24件／うち国際共著 7件／うちオープンアクセス 3件）

1. 著者名 Shimizu Yutaro, Takagi Junpei, Ito Emi, Ito Yoko, Ebine Kazuo, Komatsu Yamato, Goto Yumi, Sato Mayuko, Toyooka Kiminori, Ueda Takashi, Kurokawa Kazuo, Uemura Tomohiro, Nakano Akihiko	4. 巻 12
2. 論文標題 Cargo sorting zones in the trans-Golgi network visualized by super-resolution confocal live imaging microscopy in plants	5. 発行年 2021年
3. 雑誌名 Nature Communications	6. 最初と最後の頁 1901
掲載論文のDOI（デジタルオブジェクト識別子） 10.1038/s41467-021-22267-0	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 Suzuki Reira, Ueda Takashi, Wada Takuji, Ito Masaki, Ishida Takashi, Sawa Shinichiro	4. 巻 38
2. 論文標題 Identification of genes involved in <i>Meloidogyne incognita</i> -induced gall formation processes in <i>Arabidopsis thaliana</i>	5. 発行年 2021年
3. 雑誌名 Plant Biotechnology	6. 最初と最後の頁 1~8
掲載論文のDOI（デジタルオブジェクト識別子） 10.5511/plantbiotechnology.20.0716a	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 Otsuka Kurataka, Mamiya Akihito, Konishi Mineko, Nozaki Mamoru, Kinoshita Atsuko, Tamaki Hiroaki, Arita Masaki, Saito Masato, Yamamoto Kayoko, Hachiya Takushi, Noguchi Ko, Ueda Takashi, Yagi Yusuke, Kobayashi Takehito, Nakamura Takahiro, Sato Yasushi, Hirayama Takashi, Sugiyama Munetaka	4. 巻 10
2. 論文標題 Temperature-dependent fasciation mutants provide a link between mitochondrial RNA processing and lateral root morphogenesis	5. 発行年 2021年
3. 雑誌名 eLife	6. 最初と最後の頁 e61611
掲載論文のDOI（デジタルオブジェクト識別子） 10.7554/eLife.61611	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 Ito Emi, Choi Seung-won, Ueda Takashi	4. 巻 2177
2. 論文標題 Purification and Interaction Analysis of a Plant-Specific RAB5 Effector by In Vitro Pull-Down Assay	5. 発行年 2020年
3. 雑誌名 Methods in Molecular Biology	6. 最初と最後の頁 183~197
掲載論文のDOI（デジタルオブジェクト識別子） 10.1007/978-1-0716-0767-1_15	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 Norizuki Takuya, Minamino Naoki, Ueda Takashi	4. 巻 11
2. 論文標題 Role of Autophagy in Male Reproductive Processes in Land Plants	5. 発行年 2020年
3. 雑誌名 Frontiers in Plant Science	6. 最初と最後の頁 756
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.3389/fpls.2020.00756	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 Kanazawa Takehiko, Morinaka Hatsune, Ebine Kazuo, Shimada Takashi L., Ishida Sakiko, Minamino Naoki, Yamaguchi Katsushi, Shigenobu Shuji, Kohchi Takayuki, Nakano Akihiko, Ueda Takashi	4. 巻 11
2. 論文標題 The liverwort oil body is formed by redirection of the secretory pathway	5. 発行年 2020年
3. 雑誌名 Nature Communications	6. 最初と最後の頁 6152
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.1038/s41467-020-19978-1	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 Lupanga Upendo, Rohrich Rachel, Askani Jana, Hilmer Stefan, Kiefer Christiane, Krebs Melanie, Kanazawa Takehiko, Ueda Takashi, Schumacher Karin	4. 巻 9
2. 論文標題 The Arabidopsis V-ATPase is localized to the TGN/EE via a seed plant-specific motif	5. 発行年 2020年
3. 雑誌名 eLife	6. 最初と最後の頁 e60568
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.7554/eLife.60568	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 Fujimoto Masaru, Ebine Kazuo, Nishimura Kohji, Tsutsumi Nobuhiro, Ueda Takashi	4. 巻 117
2. 論文標題 Longin R-SNARE is retrieved from the plasma membrane by ANTH domain-containing proteins in Arabidopsis	5. 発行年 2020年
3. 雑誌名 Proceedings of the National Academy of Sciences	6. 最初と最後の頁 25150 ~ 25158
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.1073/pnas.2011152117	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 Duan Zhongrui, Tanaka Misato, Kanazawa Takehiko, Haraguchi Takeshi, Takyu Akiko, Era Atsuko, Ueda Takashi, Ito Kohji, Tominaga Motoki	4. 巻 104
2. 論文標題 Characterization of ancestral myosin XI from <i>Marchantia polymorpha</i> by heterologous expression in <i>Arabidopsis thaliana</i>	5. 発行年 2020年
3. 雑誌名 The Plant Journal	6. 最初と最後の頁 460 ~ 473
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.1111/tpj.14937	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 Romani Facundo, Banic Elizabeta, Florent Stevie N., Kanazawa Takehiko, Goodger Jason Q.D., Mentink Remco A., Dierschke Tom, Zachgo Sabine, Ueda Takashi, Bowman John L., Tsiantis Milto, Moreno Javier E.	4. 巻 30
2. 論文標題 Oil Body Formation in <i>Marchantia polymorpha</i> Is Controlled by MpC1HDZ and Serves as a Defense against Arthropod Herbivores	5. 発行年 2020年
3. 雑誌名 Current Biology	6. 最初と最後の頁 2815 ~ 2828.e8
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.1016/j.cub.2020.05.081	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 Cui, Y., Cao, W., He, Y., Zhao, Q., Wakazaki, M., Zhuang, X., Gao, J., Zeng, Y., Gao, C., Ding, Y., Wong, H.Y., Wong, W.S., Lam, H.K., Wang, P., Ueda, T., Rojas-Pierce, M., Toyooka, K., Kang BH. and Jiang L.	4. 巻 59
2. 論文標題 A whole-cell electron tomography model of vacuole biogenesis in <i>Arabidopsis</i> root cells	5. 発行年 2019年
3. 雑誌名 Nature Plants	6. 最初と最後の頁 95-105
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.1038/s41477-018-0328-1	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 Uemura, T., Nakano, T.R., Takagi, J., Wang, Y., Kramere, K., Finkemeier, I., Nakagami, H., Tsuda, K., Ueda, T., Schulze-Lefert, P. and Nakano, A.	4. 巻 179
2. 論文標題 A Golgi-released subpopulation of the trans-Golgi network mediates constitutive and pathogen-inducible protein secretion in <i>Arabidopsis</i>	5. 発行年 2019年
3. 雑誌名 Plant Phys.	6. 最初と最後の頁 519-532
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.1104/pp.18.01228	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 Shimada, T.L., Betsuyaku, S., Inada, N., Ebine, K., Fujimoto, M., Takano, Y., Fukuda, H., Nakano, A. and Ueda, T.	4. 巻 60
2. 論文標題 Enrichment of phosphatidylinositol 4,5-bisphosphate in the extra-invasive hyphal membrane promotes Colletotrichum infection of Arabidopsis thaliana	5. 発行年 2019年
3. 雑誌名 Plant Cell Phys.	6. 最初と最後の頁 1514-1524
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.1093/pcp/pcz058	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 Norizuki, T., Kanazawa, T., Minamino, N., Tsukaya, H. and Ueda, T.	4. 巻 10
2. 論文標題 Marchantia polymorpha, a New Model Plant for Autophagy Studies	5. 発行年 2019年
3. 雑誌名 Front. Plant Sci.	6. 最初と最後の頁 935
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.3389/fpls.2019.00935	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 Hiwatashi, T., Goh, H.Z., Yasui, Y., Koh, L.Q., Takami, H., Kajikawa, M., Kirita, H., Kanazawa, T., Minamino, N., Togawa, D., Sato, M., Wakazaki, M., Yamaguchi, K., Shigenobu, S., Fukaki, H., Mimura, T., Toyooka, T., Sawa, S., Yamato, K.T., Ueda, T., Urano, D., Kohchi, T. and Ishizaki, K.	4. 巻 29
2. 論文標題 The RopGEF KARAPPO is Essential for the Initiation of Vegetative Reproduction in Marchantia polymorpha	5. 発行年 2019年
3. 雑誌名 Curr. Biol.	6. 最初と最後の頁 3525-3531.e7
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.1016/j.cub.2019.08.071	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 D'Ippolito, RA., Minamino, N, Rivera-Casas, C., Cheema, MS, Bai, DL., Kasinsky, HE., Shabanowitz, J., Eirin-Lopez, JM., Ueda, T., Hunt, DF., and Ausio, J.	4. 巻 294
2. 論文標題 Protamines from liverwort are produced by posttranslational cleavage and C-terminal di-aminopropanelation of several male germ-specific H1 histones	5. 発行年 2019年
3. 雑誌名 J. Biol. Chem.	6. 最初と最後の頁 16364-16373
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.1074/jbc.RA119.010316	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 Nurani, AM., Ozawa, Y., Furuya, T., Sakamoto, Y., Ebine, K., Matsunaga, S., Ueda, T., Fukuda, H. and Kondo, Y.	4. 巻 61
2. 論文標題 Deep Imaging Analysis in VISUAL Reveals the Role of YABBY Genes in Vascular Stem Cell Fate Determination	5. 発行年 2020年
3. 雑誌名 Plant Cell Phys.	6. 最初と最後の頁 255-264
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.1093/pcp/pcaa002	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 Minamino, N. and Ueda, T.	4. 巻 52
2. 論文標題 RAB GTPases and their effectors in plant endosomal transport	5. 発行年 2019年
3. 雑誌名 Curr. Opin. Plant Biol.	6. 最初と最後の頁 61-68
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.1016/j.pbi.2019.07.007	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 Minamino, N., Kanazawa, T., Era, A., Ebine, K., Nakano, A. and Ueda, T.	4. 巻 59
2. 論文標題 RAB GTPases in the basal land plant Marchantia polymorpha	5. 発行年 2018年
3. 雑誌名 Plant Cell Phys	6. 最初と最後の頁 850-861
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.1093/pcp/pcy027	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 Takemoto, K., Ebine, K., Askani, JC., Krueger, F., Ito, E., Goh, T., Schumacher, K., Nakano, A. and Ueda, T.	4. 巻 115
2. 論文標題 Distinct sets of tethering complexes, SNARE complexes, and Rab GTPases mediate membrane fusion at the vacuole in Arabidopsis	5. 発行年 2018年
3. 雑誌名 Proc Natl Acad Sci USA	6. 最初と最後の頁 E2457-E2466
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.1073/pnas.1717839115	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 Ito, E., Ebine, K., Choi, S., Uemura, T., Nakano, A. and Ueda, T.	4. 巻 7
2. 論文標題 Integration of two RAB5 groups during endosomal transport in plants	5. 発行年 2018年
3. 雑誌名 eLife	6. 最初と最後の頁 e34064
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.7554/eLife.3406	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 Kurusu, T., Mitsuka, D., Yagi, C., Kitahata, N., Tsutsui, T., Ueda, T., Yamamoto, Y., Negi, J., Iba, K., Betsuyaku, S., Kuchitsu, K.	4. 巻 11
2. 論文標題 Involvement of S-type anion channels in disease resistance against an oomycete pathogen in Arabidopsis seedling	5. 発行年 2018年
3. 雑誌名 Commun. Integr. Biol.	6. 最初と最後の頁 1-6
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.1080/19420889.2018.149500	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 Fujimoto, M., Sazuka, T., Oda, Y., Kawahigashi, H., Wu, J., Takanashi, H., Ohnishi, T., Yoneda, J., Ishimori, M., Kajiya-Kanegae, H., Hibara, K., Ishizuna, F., Ebine, K., Ueda, T., Tokunaga, T., Iwata, H., Matsumoto, T., Kasuga, S., Yonemaru, J., and Tsutsumi, N	4. 巻 115
2. 論文標題 Transcriptional switch for programmed cell death in pith parenchyma of sorghum stems	5. 発行年 2018年
3. 雑誌名 Proc Natl Acad Sci USA	6. 最初と最後の頁 E8783-E8792
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.1073/pnas.1807501115	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 Muro, K., Matsuura-Tokita, K., Tsukamoto, R., Kanaoka, MM., Ebine, K., Higashiyama, T., Nakano, A. and Ueda, T.	4. 巻 1
2. 論文標題 ANTH domain-containing proteins are required for the pollen tube plasma membrane integrity via recycling ANXUR kinases	5. 発行年 2018年
3. 雑誌名 Commun. Biol.	6. 最初と最後の頁 152
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.1038/s42003-018-0158-8	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4件（うち招待講演 4件 / うち国際学会 4件）

1. 発表者名 Takashi Ueda
2. 発表標題 How Plants acquired new organelles - Lessons from Marchantia
3. 学会等名 International Webinar Series: From Cellular dynamics to Morphology (招待講演) (国際学会)
4. 発表年 2020年

1. 発表者名 Takashi Ueda
2. 発表標題 Organelle functions and membrane trafficking in plant cells
3. 学会等名 EMBO practical course (招待講演) (国際学会)
4. 発表年 2019年

1. 発表者名 Takashi Ueda
2. 発表標題 Adaptor proteins involved in clathrin-mediated endocytosis in plant cells
3. 学会等名 CoB workshop “Cellular gateways: expanding the role of endocytosis in plant development” (招待講演) (国際学会)
4. 発表年 2018年

1. 発表者名 Takashi Ueda
2. 発表標題 Roles and regulation of membrane traffic in spermatogenesis of Marchantia polymorpha
3. 学会等名 EMBO workshop “New shores in land plant evolution” (招待講演) (国際学会)
4. 発表年 2018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
--	---------------------------	-----------------------	----

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			
ドイツ	Heidelberg University	Max Planck Institute	Osnabruck University	
アルゼンチン	Universidad Nacional del Litoral			
オーストラリア	Monash University	The University of Melbourne		