

## 科学研究費助成事業 研究成果報告書

令和 4 年 6 月 6 日現在

機関番号：34504

研究種目：新学術領域研究（研究領域提案型）

研究期間：2016～2020

課題番号：16H06557

研究課題名（和文）C4光合成を可能にしたプロトン駆動力制御の進化

研究課題名（英文）Evolution of Proton Driving Force Control Enabling C4 Photosynthesis

研究代表者

宗景 ゆり（Munekage, Yuri）

関西学院大学・生命環境学部・准教授

研究者番号：30423247

交付決定額（研究期間全体）：（直接経費） 69,500,000円

研究成果の概要（和文）：本研究ではキク科フラベリア属植物を用いた解析により、二つのサイクリック電子伝達のうちNDH経路が主にC4化に伴って発現量の増加と共に活性が増大してATP合成に必要なプロトン駆動力を生み出すことが明らかとなった。また、C4種*Flaveria bidentis*においてCP12-3はGAPDHと結合し葉肉細胞葉緑体で部分的に機能するカルビンベンソン回路の高光量時の活性化に関与することが示唆された。海洋珪藻においては、Bestrophin様膜タンパク質のパラログを発見し、そのいくつかはピレノイドを貫通するチラコイド膜領域に局在し、無機炭素濃縮機構と連動したプロトン駆動力制御に働く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

本領域では、植物の持つ光合成の潜在能力を引き出すための戦略を示すことが目標の一つである。本研究ではCO<sub>2</sub>濃縮を可能にした特殊なプロトン駆動力制御システムの一部が明らかになった。このような植物の進化過程で実際に起こり得たプロトン駆動力制御システムの改変過程を模倣することで、過酷な環境下で高い光合成活性を維持するための光合成改良につなげることができる。

研究成果の概要（英文）：In this study, we have shown that, of the two cyclic electron transfer pathways, the NDH pathway primarily contributes to the generation of the proton driving force required for ATP synthesis through its increased expression and activity along with C4 evolution in genus *Flaveria*. In the C4 *Flaveria bidentis*, CP12-3 binds to GAPDH and is suggested to be involved in the regulation of the Calvin-Benson cycle, which partially functions in the chloroplast of the mesophyll cell under high light condition. In marine diatoms, Bestrophin-like membrane proteins, including newly found paralogs, were identified and some of them were localized at the thylakoid membrane penetrating the pyrenoid, indicative of their role to be a part of a proton-driven force regulator linked with the biophysical CO<sub>2</sub> concentrating mechanism.

研究分野：植物生理

キーワード：光合成 進化 プロトン駆動力

### 1. 研究開始当初の背景

低 CO<sub>2</sub> 環境下におかれた植物は、生存戦略としてその進化過程で CO<sub>2</sub> 濃縮能力を獲得した。陸上植物においては乾燥・高温・強光環境下で有利な C<sub>4</sub> 光合成として、水棲藻類においては無機炭素濃縮機構として、CO<sub>2</sub> 濃縮機構は様々な属で独立に獲得されている(図 1)。CO<sub>2</sub> 濃縮機能の獲得に伴い、葉緑体の光合成制御システムは大きく変化する必要がある。C<sub>4</sub> 光合成では C<sub>4</sub> 代謝産物の輸送に使われる ATP を生産するための細胞特異的なプロトン駆動力制御が必要である。水棲藻類においても無機炭素の能動輸送に必要な ATP の生産と共に葉緑体内で CO<sub>2</sub> を効果的に発生させるためのプロトン駆動力が必要であると考えられている。

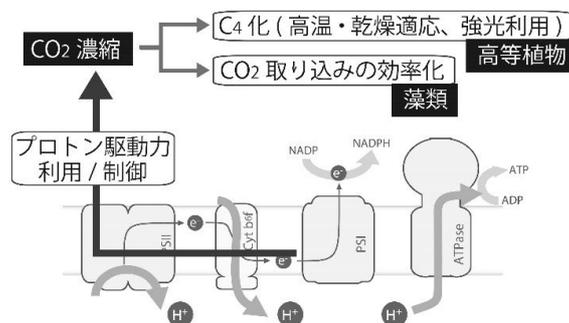


図 1. CO<sub>2</sub> 濃縮機能を獲得した植物におけるプロトン駆動力制御システム

CO<sub>2</sub> 濃縮機能の付与は、作物の生産性の拡大に直結するため、国際イネ研究所 (IRRI) を中心に国際コンソーシアムが形成され、イネを C<sub>4</sub> 化させる「C<sub>4</sub> rice project」が進められている。藻類においても効率的な無機炭素濃縮を模倣した光合成機能改良が重要視されている。

我々はこれまでの解析で、サイクリック電子伝達がプロトン駆動力制御システムに必要であり、C<sub>4</sub> 植物では、ATP 合成の促進を可能とするサイクリック電子伝達活性が亢進されていることを明らかにしている(代表: 宗景)。また、キク科フラベリア属植物の C<sub>3</sub> 種と C<sub>4</sub> 種の比較トランスクリプトーム解析から、代謝を支えるトランスポーターや代謝調節に関わる制御タンパク質 CP12-3 を同定し、これらがプロトン駆動力と連動して代謝反応を制御している可能性を見出した(分担: 古本)。さらに、海洋性珪藻において、海水から無機炭素を取り込む形質膜および葉緑体包膜の SLC 型輸送体を同定し、濃縮された無機炭素を葉緑体内で効果的に CO<sub>2</sub> に変換するための炭酸脱水酵素の局在および葉緑体内炭酸脱水酵素活性および転写制御の光化学系のエネルギー状態に依存した酸化還元制御機構を明らかにした(分担: 松田)。これらの事象は、CO<sub>2</sub> 濃縮機能を支えるためにプロトン駆動力制御メカニズムが働き、代謝バランスを制御することを示している。

### 2. 研究の目的

本研究ではキク科フラベリア属植物を用いて C<sub>4</sub> 化に伴って獲得された (1) 細胞特異的なプロトン駆動力制御に関わるサイクリック電子伝達、(2) CP12-3 によるプロトン駆動力と連動した C<sub>4</sub> 代謝制御システム、および海洋珪藻のチラコイド膜で働くことが予想される (3) 無機炭素濃縮機構と連動したプロトン駆動力制御機能について解析する。これら 3 つの解析から、CO<sub>2</sub> 濃縮を可能にした特殊なプロトン駆動力制御システムを明らかにする。本領域では、植物の持つ光合成の潜在能力を引き出すための戦略を示すことを目標の一つとする。本研究では植物の進化過程で実際に起こり得たプロトン駆動力制御システムの改変過程を解明することで、植物をローカルミニマムな環境適応進化から解放し、過酷な環境下で高い光合成活性を維持するための光合成改良戦略を提示する。

### 3. 研究の方法

#### (1) 細胞特異的なサイクリック電子伝達機能の解明(宗景)

- C<sub>4</sub> 種フラベリアにおける二つのサイクリック電子伝達経路の単独抑制株 (*Ndh0*-RNAi 株、*PGR5*-RNAi 株、*PGRL1*-RNAi 株) およびそれらの二重抑制株の光合成活性解析を行う。細胞特異的に発現する遺伝子のプロモーターを利用して、サイクリック電子伝達に関わる遺伝子の細胞特異的な発現抑制株を作製し、細胞特異的なプロトン駆動力の解析を行う。
- *Flaveria* 属の C<sub>4</sub> 進化の過程において、プロトン駆動力の制御がどのように獲得されたか評価する。

#### (2) CP12-3 による C<sub>4</sub> 代謝制御システムの解明(古本)

- ・ *C<sub>4</sub>* 種フラベリア *CP12-3* 発現抑制株では、強光下での光合成活性が特異的に低下する。同条件下で *CP12-3* と複合体を形成するタンパク質の同定を行い、代謝上の位置を特定する。
- ・ 同定したタンパク質の機能解析および *CP12-3* 複合体形成の細胞内環境条件の確定を行う。

### (3) 無機炭素濃縮と連動したプロトン駆動力制御機能の解明 (松田)

- ・ 架橋剤と質量分析装置を併用したプロテオミクス解析により、珪藻において無機炭素濃縮の場となるピレノイド構造体の構成因子を明らかにする。
- ・ 同定した構成因子の機能解析を行うと共に、隣接する葉緑体チラコイド周辺の代謝およびその制御分子を解析し、無機炭素濃縮機構およびプロトン駆動力制御の連携機能をモデル化する。

## 4. 研究成果

### (1) 細胞特異的なサイクリック電子伝達機能の解明 (宗景)

*C<sub>4</sub>* 種 *Flaveria bidentis* においても二つのサイクリック電子伝達経路が働くことが明らかとなった (図2)。 *PGR5-RNAi* 株、 *PGRL1-RNAi* 株の解析により、 *F. bidentis* において *PGR5* と *PGRL1* は互いのタンパク質の安定性に寄与しており、同一の電子伝達経路で働くことが明らかとなった。

またシロイヌナズナとは異なり

*PGR5* を欠失すると *PGRL1* も不安定化することが見いだされた。 *PGR5/PGRL1* 経路を抑制した変異株では熱散逸能 (NPQ) が低下し、強光下でのプロトン駆動力が低下していた。このプロトン駆動力の低下により  $\text{CO}_2$  固定速度が低下したことから、 *PGR5/PGRL1* 経路は *C<sub>4</sub>* 光合成において光防御機能に働くと同時に光合成に必要な ATP 合成の駆動に関わることが明らかとなった。もう一方のサイクリック電子伝達で働く *NDH* 複合体の活性が抑制された *NDH0-RNAi* 株では、 *PGR5-RNAi* 株や *PGRL1-RNAi* 株と比較して生育速度や  $\text{CO}_2$  固定速度が大きく低下したことから、 *C<sub>4</sub>* 光合成において *NDH* 経路がサイクリック電子伝達の主経路として働くことが明らかとなった。これらの結果は現在国際誌に投稿中である。

細胞特異的な発現プロモーターを用いた RNAi 発現抑制を試みたが RNA 干渉は隣接する細胞でも起こることが明らかとなったため、CRISPR-Cas9 システムによるゲノム編集技術を用いて遺伝子ノックアウト株を作成し、細胞特異的なプロモーターを用いて細胞特異的に発現を相補するシステムの作成に切り替えた。現在までにゲノム編集により *pgr11* および *ndh0* 変異株を取得しており、今後細胞特異的に相補させる予定である。

*Flaveria* 属植物の *C<sub>3</sub>* 種、 *C<sub>3</sub>-C<sub>4</sub>* 中間種、 *C<sub>4</sub>* 様種、 *C<sub>4</sub>* 種を用いてドラフトゲノム解析を行いトランスクリプトームデータよりタンパク質をコードする遺伝子予測解析を行った。また、これらの種を用いた遺伝子発現解析と組織学的解析より *C<sub>4</sub>* 進化の過程において *C<sub>4</sub>* 回路で働く酵素群は段階的に細胞特異的な発現を獲得することが明らかとなった。これらの結果を国際誌で発表した (Taniguchi et al., 2021, The plant genome)。 *C<sub>4</sub>* 進化の過程とサイクリック電子伝達の亢進が起きた時期を比較した結果、細胞特異的な発現の獲得による *C<sub>4</sub>* 回路のフラックスの上昇と、 *NDH* 複合体によるサイクリック活性の上昇時期が一致することから、 *C<sub>4</sub>* 回路の発達に伴う ATP 要求量の増大に応じて、特に *NDH* 経路の亢進によりプロトン駆動力が増大したことが考えられた。この評価結果を国際誌で発表した (Munekage and Taniguchi 2022, Plant Molecular Biology)。

### (2) *CP12-3* による *C<sub>4</sub>* 代謝制御システムの解明 (古本)

*C<sub>4</sub>* 回路は、高度に機能分化した葉肉細胞葉緑体と維管束鞘細胞葉緑体の間で  $\text{CO}_2$  を濃縮する代謝として機能している。維管束鞘細胞葉緑体には、脱炭酸酵素とともにカルビンベンソン回路に関する酵素が局在する。ところが、古くから、カルビンベンソン回路の一部、 *GAPDH* と *3PGK* が葉肉細胞にも局在することが知られていた。これらの酵素は、それぞれ、光化学系からの *NADPH* と *ATP* を消費する代謝ステップとして機能し、カルビンベンソン回路を制御しうる代謝ステップである。その重要性に反して、このようにカルビンベンソン回路がスプリットすることの生理的意義や、その制御について、生化学的な実証を伴う解析例はないのが現状であった。

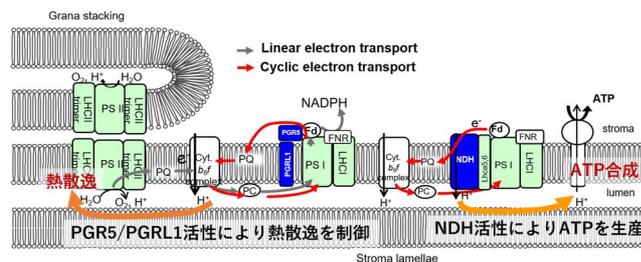


図2. *PGR5/PGRL1* および *NDH* 複合体を介した電子伝達によるプロトン駆動力制御

我々が着目した CP12-3 は、葉肉細胞葉緑体に局在し、そこで GAPDH と結合しうることを見出した。CP12-3 の機能抑制株は低 CO<sub>2</sub> 濃度かつ高光量の条件下で光合成活性を十分に上昇させることのできない表現型を示したことから、葉肉細胞葉緑体に存在する GAPDH の機能が CP12-3 を介して制御され、高光量時の高い光合成活性を発揮するためのものであることが判明した(現在、投稿準備中)。

また、CO<sub>2</sub> 濃縮代謝については、維管束鞘細胞葉緑体に局在するリンゴ酸輸送体が未同定である。*Flaveria* 属植物の C<sub>4</sub> 種と C<sub>3</sub> 種を用いたトランスクリプトーム解析から C<sub>4</sub> 種に高発現する遺伝子として見出された Bass4 が、リンゴ酸輸送機能を持つことをドイツの Heinrich-Hine 大学の Andreas Weber 博士らとの共同研究によって明らかにした(現在投稿中)。

### (3) 無機炭素濃縮と連動したプロトン駆動力制御機能の解明(松田)

海洋性珪藻、*P. tricornutum* および *T. pseudonana* から 2 つずつ単離した Bestrophin 様膜タンパク質遺伝子 (PtBest1,2; TpBest1,2) の局在精査を行った結果、PtBest はいずれも葉緑体全体のチラコイド膜、TpBest はいずれもピレノイド近傍チラコイド膜に局在した。TpBest1,2 はプロトン駆動力形成に正と負の働きを持ち、機能重複が見られなかった。また、研究期間中に新たな Bestrophin 様タンパク質のオーソログを *P. tricornutum* で発見し、PtBest3-5 とした。局在解析の結果、PtBest3 はピレノイド近傍の狭い場所に局在し、TpBest1,2 と同様にピレノイドに貫通するチラコイド膜内腔に重炭酸を送り込む因子である可能性が示された。ピレノイドに関連するチラコイド機能においてプロトン濃度勾配制御を行い CO<sub>2</sub> 濃縮に関わる因子として、TpBest1,2 については CRISPR/Cas9 nickase による特異性の高いゲノム編集法を珪藻で確立し (Nawaly et al., Algal Research 2020)、ゲノム編集破壊株の作製に成功した。この変異株において低 CO<sub>2</sub> での生育と光合成機能が低下していることが分かった。一方ピレノイド構造因子として単離された *T. pseudonana* の PysheII 組換タンパクが in vitro で微細な繊維構造を取ることが分かった。CRISPR/Cas9 nickase による PysheII のゲノム編集破壊株を取得し、これらが高 CO<sub>2</sub> 要求性であることを突き止めた。これらの結果より、ピレノイドにチラコイドが貫通する構造形成と、そのチラコイド膜に重炭酸を送り込んでプロトン濃度勾配制御を行う機能は、微細藻がピレノイドによって CO<sub>2</sub> 濃縮するために必須な因子であることが分かった。

## 5. 主な発表論文等

〔雑誌論文〕 計23件（うち査読付論文 23件 / うち国際共著 7件 / うちオープンアクセス 15件）

1. 著者名 Nawaly Hermanus, Tsuji Yoshinori, Matsuda Yusuke	4. 巻 47
2. 論文標題 Rapid and precise genome editing in a marine diatom, <i>Thalassiosira pseudonana</i> by Cas9 nickase (D10A)	5. 発行年 2020年
3. 雑誌名 Algal Research	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) 10.1016/j.algal.2020.101855	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 Tomomi Nonoyama, Elena Kazamia, Hermanus Nawaly, Xia Gao, Toshinori Tsuji, Yusuke Matsuda, Chris Bowler, Tsuyoshi Tanaka, Richard G. Dorrell	4. 巻 9
2. 論文標題 Metabolic Innovations Underpinning the Origin and Diversification of the Diatom Chloroplast	5. 発行年 2019年
3. 雑誌名 Biomolecules	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) 10.3390/biom9080322	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 Ueno Yoshihisa, Yoshizawa-Kumagaye Kumiko, Emura Junji, Urabe Tomoko, Yoshiya Taku, Furumoto Tsuyoshi, Izui Katsura	4. 巻 2072
2. 論文標題 In Vivo Phosphorylation: Development of Specific Antibodies to Detect the Phosphorylated PEPC Isoform for the C4 Photosynthesis in <i>Zea mays</i>	5. 発行年 2019年
3. 雑誌名 Methods Mol Biol.	6. 最初と最後の頁 217 ~ 240
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.1007/978-1-4939-9865-4_18	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 Shimakawa Ginga, Murakami Akio, Niwa Kyosuke, Matsuda Yusuke, Wada Ayumi, Miyake Chikahiro	4. 巻 139
2. 論文標題 Comparative analysis of strategies to prepare electron sinks in aquatic photoautotrophs	5. 発行年 2018年
3. 雑誌名 Photosynthesis Research	6. 最初と最後の頁 401 ~ 411
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.1007/s11120-018-0522-z	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 Matsui Hiroaki, Hopkinson Brian, Nakajima Kensuke, Matsuda Yusuke	4. 巻 178
2. 論文標題 Plasma-membrane-type aquaporins from marine diatoms function as CO <sub>2</sub> /NH <sub>3</sub> channels and provide photoprotection	5. 発行年 2018年
3. 雑誌名 Plant Physiology	6. 最初と最後の頁 345 ~ 357
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.1104/pp.18.00453	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 Broddrick Jared T., Du Niu, Smith Sarah R., Tsuji Yoshinori, Jallet Denis, Ware Maxwell A., Peers Graham, Matsuda Yusuke, Dupont Chris L., Mitchell B. Greg, Palsson Bernhard O., Allen Andrew E.	4. 巻 222
2. 論文標題 Cross compartment metabolic coupling enables flexible photoprotective mechanisms in the diatom <i>Phaeodactylum tricornutum</i>	5. 発行年 2019年
3. 雑誌名 New Phytologist	6. 最初と最後の頁 1364 ~ 1379
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.1111/nph.15685	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 Tsuji Yoshinori, Matsuda Yusuke	4. 巻 -
2. 論文標題 Uncovering the hidden world of the Molecular Life of Diatoms	5. 発行年 2019年
3. 雑誌名 Perspectives in Phycology	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) 10.1127/pip/2019/0087	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 Shimakawa Ginga, Matsuda Yusuke, Nakajima Kensuke, Tamoi Masahiro, Shigeoka Shigeru, Miyake Chikahiro	4. 巻 7
2. 論文標題 Diverse strategies of O <sub>2</sub> usage for preventing photo-oxidative damage under CO <sub>2</sub> limitation during algal photosynthesis	5. 発行年 2017年
3. 雑誌名 Scientific Reports	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/srep41022	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 Matsuda Yusuke, Hopkinson Brian M., Nakajima Kensuke, Dupont Christopher L., Tsuji Yoshinori	4. 巻 372
2. 論文標題 Mechanisms of carbon dioxide acquisition and CO2 sensing in marine diatoms: a gateway to carbon metabolism	5. 発行年 2017年
3. 雑誌名 Philosophical Transactions of the Royal Society B: Biological Sciences	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) 10.1098/rstb.2016.0403	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 Ewe Daniela, Tachibana Masaaki, Kikutani Sae, Gruber Ansgar, Rio Bartulos Carolina, Konert Grzegorz, Kaplan Aaron, Matsuda Yusuke, Kroth Peter G.	4. 巻 137
2. 論文標題 The intracellular distribution of inorganic carbon fixing enzymes does not support the presence of a C4 pathway in the diatom Phaeodactylum tricornutum	5. 発行年 2018年
3. 雑誌名 Photosynthesis Research	6. 最初と最後の頁 263 ~ 280
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.1007/s11120-018-0500-5	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 Tsuji Yoshinori, Mahardika Anggara, Matsuda Yusuke	4. 巻 68
2. 論文標題 Evolutionarily distinct strategies for the acquisition of inorganic carbon from seawater in marine diatoms	5. 発行年 2017年
3. 雑誌名 Journal of Experimental Botany	6. 最初と最後の頁 3949 ~ 3958
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.1093/jxb/erx102	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 Tsuji Yoshinori, Nakajima Kensuke, Matsuda Yusuke	4. 巻 68
2. 論文標題 Molecular aspects of the biophysical CO2-concentrating mechanism and its regulation in marine diatoms	5. 発行年 2017年
3. 雑誌名 Journal of Experimental Botany	6. 最初と最後の頁 3763 ~ 3772
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.1093/jxb/erx173	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 Wang Caijuan, Yamamoto Hiroshi, Narumiya Fumika, Munekage Yuri Nakajima, Finazzi Giovanni, Szabo Ildiko, Shikanai Toshiharu	4. 巻 89
2. 論文標題 Fine-tuned regulation of the K <sup>+</sup> /H <sup>+</sup> antiporter KEA3 is required to optimize photosynthesis during induction	5. 発行年 2017年
3. 雑誌名 The Plant Journal	6. 最初と最後の頁 540 ~ 553
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.1111/tpj.13405	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 Kikutani S., Nakajima K., Nagasato C., Tsuji Y, Miyatake A., Matsuda Y.	4. 巻 113
2. 論文標題 Thylakoid luminal -carbonic anhydrase critical for growth and photosynthesis in the marine diatom <i>Phaeodactylum tricornutum</i> .	5. 発行年 2016年
3. 雑誌名 Proc. Natl. Acad. Sci. U.S.A.	6. 最初と最後の頁 9828-9833
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.1073/pnas.1603112113	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 Hopkinson BM., Dupont CL., Matsuda Y.	4. 巻 31
2. 論文標題 The physiology and genetics of CO <sub>2</sub> concentrating mechanisms in model diatoms.	5. 発行年 2016年
3. 雑誌名 Curr. Opin. Plant Biol	6. 最初と最後の頁 51-57
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.1016/j.pbi.2016.03.013	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 該当する

1. 著者名 Shimakawa G., Matsuda Y., Nakajima K., Tamoi M., Shigeoka S., Miyake C.	4. 巻 7
2. 論文標題 Diverse strategies of O <sub>2</sub> usage for preventing photo-oxidative damage under CO <sub>2</sub> limitation during algal photosynthesis.	5. 発行年 2017年
3. 雑誌名 Scientific Report	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/srep41022	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 Tsuji Y., Mahardika A., Matsuda Y.	4. 巻 -
2. 論文標題 Evolutionarily distinct strategies for acquisition of inorganic carbon from seawater in marine diatoms.	5. 発行年 2017年
3. 雑誌名 J. Exp. Bot	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/jxb/erx102	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 Tsuji Y, Nakajima K, Matsuda Y	4. 巻 -
2. 論文標題 Molecular aspects of biophysical CO2 concentrating mechanism and its regulation in marine diatoms.	5. 発行年 2017年
3. 雑誌名 J. Exp. Bot	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) なし	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 Munekage Yuri N., Taniguchi Yukimi Y.	4. 巻 -
2. 論文標題 A scheme for C4 evolution derived from a comparative analysis of the closely related C3, C3?C4 intermediate, C4-like, and C4 species in the genus Flaveria	5. 発行年 2022年
3. 雑誌名 Plant Molecular 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) 10.1007/s11103-022-01246-z	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 Nishimura Kenji, Nakagawa Reiko, Hachisuga Chisato, Nakajima Munekage Yuri	4. 巻 10
2. 論文標題 Deciphering the Proteotoxic Stress Responses Triggered by the Perturbed Thylakoid Proteostasis in Arabidopsis	5. 発行年 2021年
3. 雑誌名 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) 10.3390/plants10030519	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 Tanaka Masami, Ishikawa Yuuma, Suzuki Sayaka, Ogawa Takako, Taniguchi Yukimi Y., Miyagi Atsuko, Ishikawa Toshiki, Yamaguchi Masatoshi, Munekage Yuri N., Kawai-Yamada Maki	4. 巻 265
2. 論文標題 Change in expression levels of NAD kinase-encoding genes in <i>Flaveria</i> species	5. 発行年 2021年
3. 雑誌名 Journal of Plant 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) 10.1016/j.jplph.2021.153495	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 Taniguchi Yukimi Y., Gowik Udo, Kinoshita Yuto, Kishizaki Risa, Ono Naoaki, Yokota Akiho, Westhoff Peter, Munekage Yuri N.	4. 巻 14
2. 論文標題 Dynamic changes of genome sizes and gradual gain of cell specific distribution of C4 enzymes during C4 evolution in genus <i>Flaveria</i>	5. 発行年 2021年
3. 雑誌名 The Plant Genome	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) 10.1002/tpg2.20095	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 Zhang Xiaojuan, Nomoto Mika, Garcia-Len Marta, Takahashi Naoki, Kato Mariko, Yura Kei, Umeda Masaaki, Rubio Vicente, Tada Yasuomi, Furumoto Tsuyoshi, Aoyama Takashi, Tsuge Tomohiko	4. 巻 63
2. 論文標題 CFI 25 Subunit of Cleavage Factor I is Important for Maintaining the Diversity of 3'UTR Lengths in <i>Arabidopsis thaliana</i> (L.) Heynh.	5. 発行年 2022年
3. 雑誌名 Plant and Cell Physiology	6. 最初と最後の頁 369 ~ 383
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.1093/pcp/pcac002	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94件 (うち招待講演 15件 / うち国際学会 42件)

1. 発表者名 小川 敬子, 小林 加奈, 宗景 ゆり
2. 発表標題 C4種 <i>Flaveria bidentis</i> における光化学系 サイクリック電子伝達の二経路の異なる生理的役割
3. 学会等名 第61回日本植物生理学会年会
4. 発表年 2020年

1. 発表者名 大澤 芽依, 谷口 幸美, Tammy Sage, 宗景 ゆり
2. 発表標題 C4 <i>Flaveria bidentis</i> におけるオーキシン極性輸送阻害剤存在下での葉脈パターン形成
3. 学会等名 第61回日本植物生理学会年会
4. 発表年 2020年

1. 発表者名 Yuri N. Munekage and Takako Ogawa
2. 発表標題 Photosynthetic electron transport system in <i>Flaveria bidentis</i> carrying NADP-ME type C4 photosynthesis
3. 学会等名 新光合成主催「日米二国間セミナー」(国際学会)
4. 発表年 2019年

1. 発表者名 Yusuke Matsuda
2. 発表標題 The pyrenoid based CO <sub>2</sub> -concentrating mechanism in marine diatoms
3. 学会等名 EMBO work shop, The molecular life of diatoms (招待講演) (国際学会)
4. 発表年 2019年

1. 発表者名 Hermanus Nawaly, Yoshinori Tsuji, Yusuke Matsuda
2. 発表標題 Genome-editing targeting <i>psbA</i> -type carbonic anhydrase by CRISPR/Cas9 nickase (D10A) in the marine diatom <i>Thalassiosira pseudonana</i> .
3. 学会等名 EMBO work shop, The molecular life of diatoms (国際学会)
4. 発表年 2019年

1. 発表者名 Kohei Yoneda, Masaki Yoshida, Makoto M. Watanabe, Yusuke Matsuda, Iwane Suzuki
2. 発表標題 Knock out of a major lipid droplet protein in diatom by 2A peptide-combined Cas9 expression system.
3. 学会等名 EMBO work shop, The molecular life of diatoms (国際学会)
4. 発表年 2019年

1. 発表者名 Kanao Maeda., Nanae Kimura, Yohei Fukuchi, Toshiki Sugiyama, Kensuke Nakajima, Yoshinori Tsuji, Yusuke Matsuda
2. 発表標題 Phosphate uptake by SLC-type transporters in marine diatoms.
3. 学会等名 EMBO work shop, The molecular life of diatoms (国際学会)
4. 発表年 2019年

1. 発表者名 Ryosuke Amano, Kansei Yamagishi, Yoshinori Tsuji, Yusuke Matsuda
2. 発表標題 Function of thylakoid anion transporters in marine diatoms
3. 学会等名 EMBO work shop, The molecular life of diatoms (国際学会)
4. 発表年 2019年

1. 発表者名 清水 由紀、松田 祐介
2. 発表標題 海洋性珪藻CO2センシング機構におけるアデニル酸シクラーゼの役割
3. 学会等名 第83回日本植物学会
4. 発表年 2019年

1. 発表者名 脇野 大介、松田 祐介
2. 発表標題 海洋性珪藻における四重包膜葉緑体分裂機構
3. 学会等名 第83回日本植物学会
4. 発表年 2019年

1. 発表者名 林 日佳里、松田 祐介
2. 発表標題 珪藻殻分泌シグナルを利用したタンパク質提示発現の条件検討
3. 学会等名 第83回日本植物学会
4. 発表年 2019年

1. 発表者名 Natsuki Onishi, Kensuke Nakajima, Yoshinori Tsuji, Yusuke Matsuda
2. 発表標題 珪藻殻への有用タンパク質提示発現による機能性材料開発
3. 学会等名 第57回日本生物物理学会
4. 発表年 2019年

1. 発表者名 Mone Kogure, Kensuke Nakajima, Yoshinori Tsuji, Yusuke Matsuda
2. 発表標題 麹菌菌体外放出系の高機能化
3. 学会等名 第57回日本生物物理学会
4. 発表年 2019年

1. 発表者名 乗上 勇翔、岡 航平、古本 強
2. 発表標題 CP12-3の結合タンパク質はGAPDHである
3. 学会等名 日本光合成学会
4. 発表年 2019年

1. 発表者名 Takako Ogawa, Kana Kobayashi, Yukimi Taniguchi and Yuri Munekage
2. 発表標題 Contribution of cyclic electron flow around photosystem I to C4 photosynthesis in <i>Flaveria bidentis</i>
3. 学会等名 Japan-Finland Seminar 2018 (国際学会)
4. 発表年 2018年

1. 発表者名 Yuri N. Munekage
2. 発表標題 Role of cyclic electron transport around photosystem I in C4 <i>Flaveria bidentis</i>
3. 学会等名 Japan-Finland Seminar 2018 (招待講演) (国際学会)
4. 発表年 2018年

1. 発表者名 Yukimi Y. Taniguchi, Yuri N. Munekage
2. 発表標題 C4-photosynthetic characters in F2 hybrids between <i>Flaveria floridana</i> (C3-C4) and <i>Flaveria brownii</i> (C4-like)
3. 学会等名 Japan-Finland Seminar 2018 (国際学会)
4. 発表年 2018年

1. 発表者名 Takako Ogawa, Kana Kobayashi, Yukimi Taniguchi and Yuri Munekage
2. 発表標題 NDH-dependent cyclic electron flow around photosystem I has a greater role in C4 photosynthesis than PGR5/PGRL1-dependent one in <i>Flaveria bidentis</i> .
3. 学会等名 International Symposium on Photosynthesis and Chloroplast Biogenesis 2018 (国際学会)
4. 発表年 2018年

1. 発表者名 小川 敬子、小林 加奈、谷口 幸美、宗景 ゆり
2. 発表標題 C4光合成における循環的電子伝達の役割
3. 学会等名 第60回日本植物生理学会年会シンポジウム (招待講演)
4. 発表年 2018年

1. 発表者名 Yuri N. Munekage, Takako Ogawa, Yukimi Y. Taniguchi
2. 発表標題 Electron transport and energy production in chloroplasts of NADP-ME type C4 plants
3. 学会等名 第60回日本植物生理学会年会国際シンポジウム (国際学会)
4. 発表年 2018年

1. 発表者名 天野 凌輔、山岸 寛征、菊谷 早絵、辻 敬典、松田 祐介
2. 発表標題 海洋性珪藻ピレノイドにおけるCCMと光化学系機能連携の解明
3. 学会等名 第9回光合成学会年会
4. 発表年 2018年

1. 発表者名 Yusuke Matsuda
2. 発表標題 Structure and function of new pyrenoidal components in marine diatoms
3. 学会等名 SEB Florence (国際学会)
4. 発表年 2018年

1. 発表者名 天野 凌輔、山岸 寛征、菊谷 早絵、辻 敬典、松田 祐介
2. 発表標題 海洋性珪藻ピレノイドにおけるCCMと光化学系機能連携解明
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 屋代 愛美、辻 敬典、松田 祐介
2. 発表標題 海洋性珪藻における葉緑体四重包膜のイオン濃度勾配解析技術の開発
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 清水 由紀、中川 真佑、斎藤 健人、中島 健介、辻 敬典、松田 祐介
2. 発表標題 海洋性珪藻 <i>Thalassiosira pseudonana</i> におけるcAMP依存的なCO <sub>2</sub> センシング機構の解明
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 Yusuke Matsuda
2. 発表標題 Molecular aspects of CO <sub>2</sub> concentrating mechanism in marine diatoms.
3. 学会等名 Japan-Finland Seminar 2018 (招待講演) (国際学会)
4. 発表年 2018年

1. 発表者名 Ryousuke Amano, Yusuke Matsuda
2. 発表標題 Function of Tylakoidal anion transporters in the marine diatom <i>Thalassiosira pseudonana</i>
3. 学会等名 Japan-Finland Seminar 2018 (国際学会)
4. 発表年 2018年

1. 発表者名 Kansei Yamagishi, Yusuke Matsuda
2. 発表標題 Function of Tylakoidal anion transporters in the marine diatom <i>Phaeodactylum tricornutum</i> .
3. 学会等名 Japan-Finland Seminar 2018 (国際学会)
4. 発表年 2018年

1. 発表者名 Yusuke Matsuda, Yoshinori Tsuji, Sae Kikutani, Ryosuke Ohkubo, Natsumi Morishima
2. 発表標題 Revealing new structures and functions of the aquatic chloroplast bundling the photosystem and the CO <sub>2</sub> -concentrating mechanism.
3. 学会等名 International Symposium on Photosynthesis and chloroplast biogenesis. (招待講演) (国際学会)
4. 発表年 2018年

1. 発表者名 Hiroaki Matsui, Brian M Hopkinson, Kensuke Nakajima, Yusuke Matsuda
2. 発表標題 Plasma membrane type aquaporins function as CO <sub>2</sub> or NH <sub>3</sub> channels for photoprotection in marine diatom
3. 学会等名 International Symposium on Photosynthesis and chloroplast biogenesis. (国際学会)
4. 発表年 2018年

1. 発表者名 Yoshinori Tsuji, Natsumi Morishima, Ryosuke Okubo, Sae Kikutani, Yusuke Matsuda
2. 発表標題 Identification of new molecular components supporting active carbon fixation by marine diatoms
3. 学会等名 International Symposium on Photosynthesis and chloroplast biogenesis. (国際学会)
4. 発表年 2018年

1. 発表者名 Hermanus Nawaly, Yoshinori Tsuji, Atsuko Tanaka, Yusuke Matsuda
2. 発表標題 The role of stromal localized -carbonic anhydrase on photosynthesis in marine diatom
3. 学会等名 International Symposium on Photosynthesis and chloroplast biogenesis. (国際学会)
4. 発表年 2018年

1. 発表者名 Mayu Nakagawa, Kento Saito, Kensuke Nakajima, Yusuke Matsuda
2. 発表標題 Study on cAMP-dependent CO <sub>2</sub> response mechanism in the marine diatom <i>Phaeodactylum tricornutum</i>
3. 学会等名 International Symposium on Photosynthesis and chloroplast biogenesis (国際学会)
4. 発表年 2018年

1. 発表者名 大西 菜月、中島 健介、辻 敬典、松田 祐介
2. 発表標題 珪藻殻への有用タンパク質提示発現による機能性材料開発
3. 学会等名 日本農芸化学会2019年度大会
4. 発表年 2018年

1. 発表者名 天野 凌輔, 辻 敬典, 松田 祐介
2. 発表標題 海洋性珪藻プレノイドにおけるCCMと光化学系機能連携の解明
3. 学会等名 第60回日本植物生理学会年会
4. 発表年 2018年

1. 発表者名 Kanao Maeda, Nanae Kimura, Yohei Fukuchi, Toshiki Sugiyama, Kensuke Nakajima, Yoshinori Tsuji, Yusuke Matsuda
2. 発表標題 Characterization of phosphate uptake mechanism in marine diatoms
3. 学会等名 第60回日本植物生理学会年会
4. 発表年 2018年

1. 発表者名 Tsuyoshi Furumoto
2. 発表標題 Optimum integration of C4 cycle into Calvin-Benson cycle
3. 学会等名 第60回日本植物生理学会年会シンポジウム（招待講演）（国際学会）
4. 発表年 2018年

1. 発表者名 木下 優人, 井上 史生, 谷口 幸美, 宗景 ゆり
2. 発表標題 遺伝学的手法を用いたクランツ構造とC4型代謝酵素の発現領域を限定化する形質の相関解析
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 岡 美慧, 谷口 幸美, 宗景 ゆり
2. 発表標題 キク科Flaveria属における遺伝子発現制御系の確立
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 小川 敬子, 小林 加奈, 谷口 幸美, 宗景 ゆり
2. 発表標題 単離葉緑体におけるC4種およびC3種Flaveriaの光化学系Iサイクリック電子伝達の解析
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 松田祐介
2. 発表標題 緑藻から海洋性珪藻のCO2分子生理研究へ
3. 学会等名 第19回マリンバイオテクノロジー学会大会シンポジウム(招待講演)
4. 発表年 2018年

1. 発表者名 Ryosuke Okubo, Natsumi Morishima, Sae Kikutani, Yoshinori Tsuji, Yusuke Matsuda
2. 発表標題 Novel pyrenoidal components critical for photosynthesis in the marine diatoms
3. 学会等名 The 73rd Fujihara Seminar, International Conference “Molecular Life of Diatoms” (国際学会)
4. 発表年 2017年

1. 発表者名 Mayu Nakagawa, Kento Saito, Kensuke Nakajima, Yoshinori Tsuji, Yusuke Matsuda
2. 発表標題 Potential role of adenylyl cyclases as CO <sub>2</sub> sensor in the marine diatom <i>Phaeodactylum tricornutum</i> .
3. 学会等名 The 73rd Fujihara Seminar, International Conference “Molecular Life of Diatoms” (国際学会)
4. 発表年 2017年

1. 発表者名 Kansei Yamagishi, Sae Kikutani, Yoshinori Tsuji, Ai Miyatake, Yusuke Matsuda
2. 発表標題 Characterization of candidates for putative thylakoidal anion channels in the marine diatom, <i>Phaeodactylum tricornutum</i> .
3. 学会等名 The 73rd Fujihara Seminar, International Conference “Molecular Life of Diatoms” (国際学会)
4. 発表年 2017年

1. 発表者名 Nanae Kimura, Toshiki Sugiyama, Kensuke Nakajima, Yusuke Matsuda
2. 発表標題 Characterization of phosphate uptake mechanism in the marine diatom, <i>Phaeodactylum tricornutum</i>
3. 学会等名 The 73rd Fujihara Seminar, International Conference “Molecular Life of Diatoms” (国際学会)
4. 発表年 2017年

1. 発表者名 Kensuke Nakajima, Kazufumi Iwayama, Hiroki Ohashi, Chris Dupont, Yusuke Matsuda
2. 発表標題 An efficient HCO <sub>3</sub> <sup>-</sup> transport system through plasma and plastidic membranes in the marine diatom, <i>Phaeodactylum tricornutum</i> .
3. 学会等名 The 73rd Fujihara Seminar, International Conference “Molecular Life of Diatoms” (国際学会)
4. 発表年 2017年

1. 発表者名 Hermanus Nawaly, Sae Kikutani, Yusuke Matsuda
2. 発表標題 Localization of carbonic anhydrases in marine diatoms and their environmental responses
3. 学会等名 The 73rd Fujihara Seminar, International Conference “Molecular Life of Diatoms” (国際学会)
4. 発表年 2017年

1. 発表者名 Hiroaki Matsui, Brian Hopkinson, Kensuke Nakajima, Yusuke Matsuda
2. 発表標題 Aquaporins in two marine diatoms, <i>Phaeodactylum tricornutum</i> and <i>Thalassiosira pseudonana</i> - the function of plasma membrane type component.
3. 学会等名 The 73rd Fujihara Seminar, International Conference “Molecular Life of Diatoms” (国際学会)
4. 発表年 2017年

1. 発表者名 中川 真佑、斉藤 健人、中島 健介、松田 祐介
2. 発表標題 海洋性珪藻におけるCO <sub>2</sub> 応答性機構の解明
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 中島 健介、岩山 和史、大橋 弘章、松田 祐介
2. 発表標題 海洋性珪藻における細胞膜重炭酸イオン輸送体
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 山岸 寛征、菊谷 早絵、宮武 愛、辻 敬典、松田 祐介
2. 発表標題 海洋性珪藻ピレノイドにおける無機炭素流路制御機構の解明
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 中井 悠太、中島 健介、辻 敬典、松田 祐介
2. 発表標題 海洋性中心目珪藻 <i>Thalassiosira pseudonana</i> における無機炭素輸送体の探索
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 松江 駿、松田 祐介
2. 発表標題 海洋性珪藻と褐虫藻の新規形質転換手法と新規選抜系の確立
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 松田 祐介
2. 発表標題 海洋一次生産の分子機構：珪藻のCO2濃縮機構とその制御
3. 学会等名 第50回高知大学アカデミアセミナー「バイオマス資源の利活用に向けた化学/生命研究の最前線」(招待講演)
4. 発表年 2018年

1. 発表者名 松田 祐介、Hermanus Nawary、辻 敬典、中島 健介
2. 発表標題 海洋性珪藻類の無機炭素濃縮機構と 型炭酸脱水酵素の役割
3. 学会等名 日本藻類学会第42回大会
4. 発表年 2018年

1. 発表者名 前田 香菜子、木村 奈々恵、福地 庸平、杉山 俊樹、中島 健介、辻 敬典、松田 祐介
2. 発表標題 海洋性珪藻のリン酸獲得機構
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 中川 真佑、斎藤 健人、中島 健介、松田 祐介
2. 発表標題 海洋性珪藻におけるcAMP依存的なCO2応答機構の解明
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 古本 強
2. 発表標題 C4植物の光量変動応答のメカニズム
3. 学会等名 植物バイテクシンポジウム
4. 発表年 2017年

1. 発表者名 古本 強
2. 発表標題 C4光合成代謝調節因子CP12-3は「浮動する環境」で機能する
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 Tsuyoshi Furumoto
2. 発表標題 Physiological Impact of Metabolic Regulation for Adapting Light Fluctuation via CP12-3
3. 学会等名 Gordon Conference (招待講演) (国際学会)
4. 発表年 2017年

1. 発表者名 Tsuyoshi Furumoto
2. 発表標題 Physiological Impact of Metabolic Regulation for Adapting Light-Fluctuation via CP12-3
3. 学会等名 Plant Cell Signaling (招待講演) (国際学会)
4. 発表年 2017年

1. 発表者名 Munekage Y.N
2. 発表標題 Munekage Y.N Role of cyclic electron transport around photosystem I in NADP-ME type C4 Flaveria.
3. 学会等名 Satellite workshop on C4 photosynthesis. (招待講演) (国際学会)
4. 発表年 2016年

1. 発表者名 小林 加奈、中村 有哉、森川 かおる、横田 明穂、谷口(山本) 幸美、宗景(中島) ゆり
2. 発表標題 NADP-ME型C4 Flaveria bidentisにおける循環型電子伝達で機能するNDH複合体及びPGR5-PGRL1複合体の光合成への寄与
3. 学会等名 第58回日本植物生理学会年会
4. 発表年 2017年

1. 発表者名 奥殿 健、谷口(山本) 幸美、宗景(中島) ゆり
2. 発表標題 Flaveria属C4種の本葉の発達過程におけるFbD0Fの発現パターン解析
3. 学会等名 第58回日本植物生理学会年会
4. 発表年 2017年

1. 発表者名 花田 裕昭、谷口(山本) 幸美、西村 健司、坂本 亘、古本 強、宗景(中島) ゆり
2. 発表標題 C4種Flaveria bidentisにおけるRETICULATE-RELATED3の局在解析
3. 学会等名 第58回日本植物生理学会年会
4. 発表年 2017年

1. 発表者名 Matsuda Y
2. 発表標題 The biophysical CO <sub>2</sub> -concentrating mechanism in marine diatoms - diversity of components and convergent aspects in function.
3. 学会等名 The 9th International Symposium on Inorganic Carbon Utilization by Aquatic Photosynthetic Organisms (招待講演) (国際学会)
4. 発表年 2016年

1. 発表者名 Tsuji Y, Matsuda Y
2. 発表標題 Distribution of solute carrier (SLC) transporters-dependent bicarbonate uptake in pennate and centric marine diatoms.
3. 学会等名 The 9th International Symposium on Inorganic Carbon Utilization by Aquatic Photosynthetic Organisms (国際学会)
4. 発表年 2016年

1. 発表者名 Matsui H, Matsuda Y
2. 発表標題 Aquaporins in two marine diatoms, <i>Phaeodactylum tricornutum</i> and <i>Thalassiosira pseudonana</i> and the function of plasmamembrane type component
3. 学会等名 The 9th International Symposium on Inorganic Carbon Utilization by Aquatic Photosynthetic Organisms (国際学会)
4. 発表年 2016年

1. 発表者名 Nakajima K, Iwayama K, Ohashi H, Matsuda Y
2. 発表標題 Two CO <sub>2</sub> -responsive proteins, PtSLC4-1 and PtSLC4-4, critical for HCO <sub>3</sub> <sup>-</sup> acquisition from seawater in the marine diatom <i>Phaeodactylum tricornutum</i> .
3. 学会等名 The 9th International Symposium on Inorganic Carbon Utilization by Aquatic Photosynthetic Organisms (国際学会)
4. 発表年 2016年

1. 発表者名 Morishita M, Matsuda Y
2. 発表標題 Development of an intracellular inorganic carbon nanosensor based upon fluorescent-resonance-energy-transfer, FRET.
3. 学会等名 The 9th International Symposium on Inorganic Carbon Utilization by Aquatic Photosynthetic Organisms (国際学会)
4. 発表年 2016年

1. 発表者名 Hermanus Nawaly, Masaaki Tachibana, Yusuke Matsuda
2. 発表標題 Localization and activity of gamma carbonic anhydrase in diatom, <i>Phaeodactylum tricorutum</i>
3. 学会等名 日本植物学会第80回大会
4. 発表年 2016年

1. 発表者名 森島 菜摘、菊谷 早絵、松田祐介
2. 発表標題 海洋性珪藻 <i>Phaeodactylum tricorutum</i> における感光標識技術を用いたピレノイド構成因子の探索
3. 学会等名 日本植物学会第80回大会
4. 発表年 2016年

1. 発表者名 田尾 尚大、菊谷 早絵、松田 祐介
2. 発表標題 海洋性CAの局在と意義
3. 学会等名 日本植物学会第80回大会
4. 発表年 2016年

1. 発表者名 大久保 亮佑、森島 菜摘、菊谷 早絵、辻 敬典、松田 祐介
2. 発表標題 海洋性珪藻 <i>Thalassiosira pseudonana</i> のピレノイド構成因子の探索
3. 学会等名 日本植物生理学会第58回年会
4. 発表年 2017年

1. 発表者名 中井 悠太、中島 健介、辻 敬典、松田 祐介
2. 発表標題 Exploring inorganic carbon transporters of <i>Thalassiosira pseudonana</i>
3. 学会等名 日本植物生理学会第58回年会
4. 発表年 2017年

1. 発表者名 町野 颯、花田 裕昭、井上 龍星、古本 強、西村 健司、宗景 ゆり
2. 発表標題 C4種 <i>Flaveria</i> におけるRETICULATA-RELATED3およびRETICULATARELATED4タンパク質の発現と局在解析
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 井上 龍星、花田 裕昭、町野 颯、中川 れい子、古本 強、西村 健司、宗景 ゆり
2. 発表標題 C4種 <i>Flaveria bidentis</i> における維管束鞘細胞葉緑体に局在するRETICULATARELATED3の相互作用因子の探索
3. 学会等名 第63回日本植物生理学会年会
4. 発表年 2021年

1. 発表者名 谷吉 生馬, 小川 敬子, 金井 煌聖, 刑部 敬史, 刑部 祐里子, 宗景 ゆり
2. 発表標題 C4種 <i>F. bidentis</i> pgr11及びndhoノックアウト変異株の表現型解析
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 井上 龍星, 花田 裕昭, 中川 れい子, 古本 強, 西村 健司, 宗景 ゆり
2. 発表標題 C4 種 <i>Flaveria bidentis</i> におけるRETICULATA-RELATED3の生化学的解析
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 宗景 ゆり, 大澤 芽依, 谷口 幸美, Tammy Sage
2. 発表標題 C4 <i>Flaveria bidentis</i> の葉の発達段階におけるSCARECROW 遺伝子の発現パターン解析
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 Yuri Munekage
2. 発表標題 Gradual development of C4 cycle though C3-C4 intermediate stage during C4 evolution in genus <i>Flaveria</i> .
3. 学会等名 Finland-Japan seminar 2021 (国際学会)
4. 発表年 2021年

1. 発表者名 井上 龍星、花田 裕昭、中川 れい子、古本 強、西村 健司、宗景 ゆり
2. 発表標題 C4種Flaveria bidentis におけるRETICULATA-RELATED3の生化学的解析
3. 学会等名 日本光合成学会
4. 発表年 2021年

1. 発表者名 孝子 紗也佳、西原 美佳、伊福 健太郎、宗景 ゆり
2. 発表標題 C4種Flaveria bidentis におけるYCF20 familyの機能解析
3. 学会等名 日本光合成学会
4. 発表年 2021年

1. 発表者名 小野 知世、奥殿 健、谷口 幸美、宗景 ゆり
2. 発表標題 C4種Flaveria bidentisの葉脈形成時におけるFbD0F1の発現パターン解析
3. 学会等名 日本光合成学会
4. 発表年 2021年

1. 発表者名 植田 早紀、中村 悠希、藤善 真生、古本 強
2. 発表標題 光量で変化するC4植物の葉の「表裏軸」の検証
3. 学会等名 第63回日本植物生理学会
4. 発表年 2022年

1. 発表者名 松本 崇杜, 中村 有沙, 吉富 勇太, 古本 強
2. 発表標題 ロングコイルドコイル構造を持つ小胞体膜貫通タンパク質PICC PICLの温度感受機構の解明
3. 学会等名 第63回日本植物生理学会
4. 発表年 2022年

1. 発表者名 古本 強
2. 発表標題 Physiological significance of an alternative step of Calvin-Benson cycle in C4 photosynthesis in mesophyll cell chloroplasts.
3. 学会等名 10th Asian Crop Science Association Conference : ACSAC10 in Nagoya on line (招待講演) (国際学会)
4. 発表年 2021年

1. 発表者名 中村 有沙, 古本 強
2. 発表標題 小胞体膜上に存在するロングコイルドコイルタンパク質を介した高温感受機構
3. 学会等名 第62回日本植物生理学会
4. 発表年 2021年

1. 発表者名 植田 早紀, 杉浦 良祐, 藤城 すみれ, 藤善 真生, 中村 悠希 松本 颯, 古本 強
2. 発表標題 C4光合成に関与する葉緑体タンパク質の細胞内局在制御のEx-vivo解析法の開発
3. 学会等名 日本光合成学会
4. 発表年 2021年

1. 発表者名 松井 啓晃, 杉山 俊樹, 福地 庸平, 木村 奈々枝, 前田 佳菜子, Hermanus Nawaly, 辻 敬典, 原田 尚志, 松田 祐介
2. 発表標題 Regulation mechanisms of phosphate uptake in <i>Phaeodactylum tricornutum</i> and <i>Thalassiosira pseudonana</i> .
3. 学会等名 Molecular Life of Diatoms, UC San Diego, USA (国際学会)
4. 発表年 2021年

1. 発表者名 Hermanus Nawaly, 辻 敬典, 岩山 和史, 大橋 弘章, 松井 啓晃, 中島 健介, 松田 祐介
2. 発表標題 The acquisition strategies of external bicarbonate by three plasma membrane SLC4 transporters under changing levels of CO <sub>2</sub> limitation in the diatom, <i>Phaeodactylum tricornutum</i> .
3. 学会等名 Molecular Life of Diatoms, UC San Diego, USA (国際学会)
4. 発表年 2021年

1. 発表者名 松田 祐介
2. 発表標題 Photosynthesis of marine diatoms based on their peculiar pyrenoid structure.
3. 学会等名 Japan-Finland Seminar (招待講演) (国際学会)
4. 発表年 2021年

1. 発表者名 松田 祐介
2. 発表標題 Molecular aspects of diatom photosynthesis based on transporters, carbonic anhydrases, and the pyrenoid.
3. 学会等名 The Italian Society of Algology, Catania, Sicilia, Italy (招待講演) (国際学会)
4. 発表年 2021年

1. 発表者名 奥田 創, 岡田 祐也, 松田 祐介
2. 発表標題 海洋性珪藻Phaeodactylum tricornutumにおける葉緑体ACCase1の機能解析
3. 学会等名 第63回日本植物生理学会
4. 発表年 2022年

〔図書〕 計1件

1. 著者名 Kroth PG, Matsuda Y	4. 発行年 2022年
2. 出版社 Springer-Nature	5. 総ページ数 830
3. 書名 Carbohydrate Metabolism. In Falciatore A, Mock T Ed. The Molecular Life of Diatoms.	

〔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
研究分担者	松田 祐介 (Matsuda Yusuke)  (30291975)	関西学院大学・生命環境学部・教授  (34504)	
研究分担者	古本 強 (Furumoto Tsuyoshi)  (30313208)	龍谷大学・農学部・教授  (34316)	

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