

令和 6 年 5 月 29 日現在

機関番号：34504

研究種目：基盤研究(A) (一般)

研究期間：2019～2023

課題番号：19H01153

研究課題名(和文)珪藻ピレノイドの機能から読み解く、海洋二次葉緑体のグローバルインパクト

研究課題名(英文)Global impact of marine secondary chloroplast estimated from the function of diatom pyrenoid.

研究代表者

松田 祐介 (Matsuda, Yusuke)

関西学院大学・生命環境学部・教授

研究者番号：30291975

交付決定額(研究期間全体)：(直接経費) 34,800,000円

研究成果の概要(和文)：海洋性珪藻のピレノイド構成因子を探索し、新奇ピレノイド因子PyShellおよび重炭酸輸送体候補因子Bestrophin (BST)等を発見した。PyShell破壊はピレノイド形成不全とCO₂濃縮機構の完全阻害をもたらし、ピレノイド貫通チラコイド(PPT)内腔炭酸脱水酵素(内腔CA)破壊も同様の形質を与えた。一方、BSTの破壊は比較的マイルドなCCM抑制をもたらした。このことから、内腔CAが存在するPPTを持つピレノイド構造とBSTが、ストロマの重炭酸をPPTへ運び、ピレノイドにCO₂を発生する機構をモデル化した。さらに、このCO₂発生機構を構成する因子が海洋に広く発現することを明らかにした。

研究成果の学術的意義や社会的意義

本研究は、地球上の年間CO₂固定の約20%を担う海洋性珪藻の葉緑体の特異な構造(ピレノイド)とその機能を、分子レベルで初めて解明したものである。本研究の結果、新奇ピレノイド形成因子であるPyShellを世界に先駆けて発見し、その網目状の構造的特色も同時に示した。さらにピレノイドの機能に必須なBSTおよびPPT内腔型-CAの機能も分子レベルで明確にし、珪藻葉緑体構造機能の基本的な骨格を明確にした。これら発見と珪藻葉緑体構造機能のモデル化は、陸上植物や緑藻類と全く異なるCO₂固定機構を学術界に新たに提示するものであると同時に、海洋におけるCO₂固定の特異性を広く社会に示すものである。

研究成果の概要(英文)：We searched for pyrenoid constituent factors in marine diatoms and discovered a novel pyrenoid factor, PyShell, and a bicarbonate transporter candidate, Bestrophin (BST). A genome-editing disruption of PyShell gene resulted in a pyrenoid hypoplasia phenotype and a complete inhibition of the CO₂ concentrating mechanism, and disruption of pyrenoid penetrating thylakoid (PPT) luminal carbonic anhydrase (luminal -CA) conferred a similar phenotype to the PyShell-KO phenotype. On the other hand, disruption of BST resulted in a relatively mild CCM suppression. Based on these results, we modeled the mechanism by which the pyrenoid structure with the PPT with the luminal -CA and the BST transport bicarbonate from the stroma to the PPT, generating CO₂ in the pyrenoid. Furthermore, we revealed that the factors that make up this CO₂-evolving machinery are widely expressed in the world oceans.

研究分野：植物生理学・水圏生命科学

キーワード：海洋性珪藻 二次葉緑体 ピレノイド 一次生産 光合成

様式 C - 19、F - 19 - 1 (共通)

1. 研究開始当初の背景

(1) 海洋性珪藻類は地球全体の一次生産量の~20%を受け持つ重要生物である。全遺伝子(ゲノム)配列が決定され、遺伝子導入技術が確立している珪藻は、羽状目の *Phaeodactylum tricornutum* および中心目の *Thalassiosira pseudonana* である。しかし研究開始当時これらの珪藻ではゲノム編集技術は使い始められたばかりであった。海洋遺伝子ビッグデータを含めた生物情報に基づいたトップダウン型のシミュレーションによるモデル化研究も始められていた。一方で、このようなシステム論的な予測には信憑性の問題もあり、実験データに基づいた実証が必要不可欠であった。

(2) 水中で機能する微細藻類葉緑体は、ピレノイドという葉緑体の中心部に位置するタンパク質ボディーを有する。また、珪藻の二次共生型葉緑体は四枚の包膜を持つなど、基本的な構造に多くの特異性を示し、その詳細な機能は未知であった。珪藻ピレノイドには炭酸固定酵素 Rubisco が集積し、光-化学エネルギー変換の場であるチラコイド膜が中心を貫通していることが明らかにされている。このことから、珪藻の持つ CO₂ 濃縮機構(CCM)の最終段階をピレノイドが担うことが示唆されている。しかし、ピレノイドの構造を維持するメカニズムや機能は全く証明されていないかった。

2. 研究の目的

本研究では、海洋性珪藻の二次葉緑体構造を構成する因子を探索し、その位置関係、機能、および調節の仕組みを明らかにすることで、珪藻二次葉緑体の構造・機能・動態をモデル化する。このモデルを構成する成分を、海洋のメタゲノム・トランスクリプトームデータに照合し、珪藻二次葉緑体機能のグローバルインパクトを推計する。この過程で、多様と考えられている海洋葉緑体のはたらきの中から、一次生産を制御する共通性の高い中心的な仕組み明らかにする。実験にはゲノム情報および遺伝子改変ツールが整っている海洋性珪藻二種、*P. tricornutum* および *T. pseudonana* を主に用いる。以下のサブプロジェクトに分けて研究を遂行する。

(1) ピレノイド構成成分および新しい葉緑体因子の探索: プロテオーム解析により、新奇ピレノイド局在タンパク質を同定する。

(2) 探索した構成成分のピレノイドおよびその周辺での空間配置の決定: 発見因子の細胞内空間配置を蛍光顕微鏡および電子顕微鏡を用いて決定する。

(3) 構成成分の機能と動態の解明: 構成成分の発現をゲノム編集や過剰発現技術を用いてかく乱し、光合成や生育への影響を評価、機能を推定する。

(4) 珪藻葉緑体構造・機能・動態の分子モデル化:(1)~(3)の知見にもとづき、珪藻二次葉緑体の一次生産における構造・機能・動態の3次元モデルを構築する。このモデルの解析から各ピレノイド因子の重み付けを行う。

(5) 海洋遺伝子動態ビッグデータの解析:(4)で推定されるコア因子を用いて、これまでに蓄積されている海洋遺伝子ビッグデータを一次生産の観点から意味づけする。

3. 研究の方法

(1) ピレノイド構成成分および新しい葉緑体因子の探索:主に以下の3種類の方法によって、ピレノイドおよび葉緑体を構成する重要タンパク質因子を取得した。側鎖に化学修飾がなされた光アミノ酸を珪藻細胞に取り込ませ、タンパク質を光アミノ酸標識後、紫外線照射によって、特異的な架橋形成を行う。Rubisco と共存する因子を密度勾配遠心などで単離する; 近接ピオチン標識により、既知因子に相互作用する可能性のある因子を生体内でピオチン化し、アビジンとの相互作用で単離する; 既知因子の抗体を用いて、相互作用すると考えられる因子を細胞破碎液の中から免疫沈降し単離する。それぞれのタンパク質混合物を、液体クロマトグラフイタンデム質量分析装置(LC-MS/MS)を用いたプロテオーム解析により同定する。

(2) 探索した構成成分のピレノイドおよびその周辺での空間配置の決定:(1)で発見された因子の細胞内空間配置を基本的に GFP タギング法で行った。因子をコードする遺伝子を cDNA も形で取得し、これに *gfp* 遺伝子をつないでキメラ化する。この *gfp* 融合遺伝子を珪藻細胞に導入して発現させ、蛍光顕微鏡によって観察した。また、より詳細な局在の決定には、免疫標識した試料を用いて、電子顕微鏡によって決定した。

(3) 構成成分の機能と動態の解明:(1)で発見した因子の遺伝子を CRISPR/Cas9 系のゲノム編集によって破壊、あるいは過剰発現技術を用いてかく乱した株を樹立した。これら形質転換株の葉緑体構造を、蛍光顕微鏡、電子顕微鏡、およびクライオ電子トモグラム(CET)を用いて観察した。形質転換体の光合成はパルス変調クロロフィル蛍光測定(PAM)、酸素電極、GC-FIDなどを用いて測定した。また、形質転換体の生育は波長 730 nm における濁度を測定し、ラグタイム、対数増殖速度、到達濃度などを評価した。

(4) 珪藻葉緑体構造・機能・動態の分子モデル化:(1)~(3)の知見に基づき、珪藻二次葉緑体の一次生産における構造・機能・動態の3次元モデルの構築を試みた。このモデルの解析から各ピレノイド因子の重み付けを行った。

(5) 海洋遺伝子動態ビッグデータの解析:(4)で推定されるコア因子について、これまでに蓄積されている海洋遺伝子ビッグデータ(MMESTPやTARA Ocean Gene Atlasなど)を用いて、これら重要因子が、世界の海洋にどの程度分布し、どれくらい発現しているのかを解析した。

4. 研究成果

(1) ピレノイド構成成分および新しい葉緑体因子の探索:*P. tricornutum* に対し、光アミノ酸による標識方法で、RubisCOと相互作用するであろうタンパク質を、SDS電気泳動およびシヨ糖密度勾配遠心法を組み合わせ選抜した。その結果、RubisCO抗体に反応し、光アミノ酸による紫外線架橋サンプルでタンパク質のサイズが有意に大きくなるタンパク質検体を調整することが出来た(図1)。このフラクションをLS-MS/MSによるプロテオミクス解析に供した結果、既知因子を含む多くのタンパク質を発見した。この中には、珪藻やハプト藻に特異的な配列で、機能の全く分かっていない因子(PtPyShell)、脂肪酸合成の初発酵素であるPtACCaseが含まれていた。また、PtPyShellのホモログタンパク質が*T. pseudonana*にもあることが分かった(TpPyShell)[1]。一方、*P. tricornutum*のピレノイド型炭酸脱水酵素(PtCA1/2)の抗体でも同様の光アミノ酸プロテオミクスを行ったところ、PtBST1とそのホモログのPtBST2が発見された。これらのPtBSTはピレノイド貫通チラコイド(PPT)内腔に局在するPtθCA1とも相互作用していることが示唆された。BSTのホモログは*P. tricornutum*で4つ、*T. pseudonana*で2つ存在した。この他に、PtθCA1による免疫沈降およびプロテオミクス解析で取得されたタンパク質に機能未知な3種のタンパク質が発見された。また、PtPyShellに対する近接ピオチン標識によるプロテオミクス解析では、2種の天然変性タンパク質が*P. tricornutum*から単離され、現在機能解析中である。

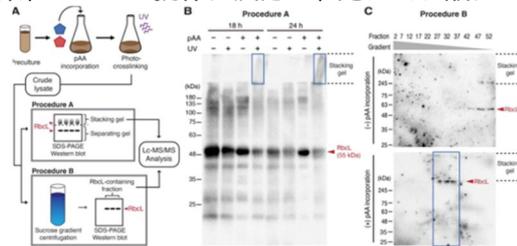


図1、光アミノ酸標識によるRubisCO相互作用因子の探索:光アミノ酸取り込みと紫外線照射によって(A)、SDS電気泳動(B)およびシヨ糖密度勾配遠心とSDS電気泳動;RubisCO大サブユニットサイズが大きくなった。

(2) 探索した構成成分のピレノイドおよびその周辺での空間配置の決定:(1)で発見されたPyShellについて、両珪藻でGFPタグgingによる局在決定を行った。その結果、PyShellタンパク質は全て葉緑体中心部のクロロフィル蛍光が少ない部分(つまりピレノイド)を取り囲むように局在した(図2)。このことから、この因子をPyrenoid Shell(PyShell)と命名した。同様の方法でACCaseはピレノイドに局在することが分かった。両珪藻で6種のBSTはストロマチラコイド(ST)およびPPTに局在が二分されることが分かった。PtθCA1相互作用因子候補の3種のタンパク質PtPyShell相互作用因子候補の2種の天然変性タンパク質の局在は未決定である。この他に、*T. pseudonana*の3種のθ型CAをGFPタグgingおよび免疫電顕法で局在決定したところ、TpθCA1およびTpθCA3はピレノイドに局在した。一方でTpθCA2はPPT内腔に局在することが分かった[2]。

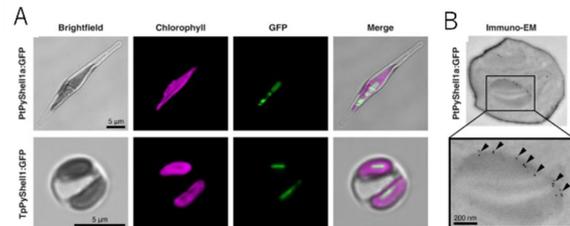


図2、PyShellの*P. tricornutum*(A上)および*T. pseudonana*(A下)における、GFPタグgingによる局在;免疫電子顕微鏡によるTpPyShell1のピレノイド周辺への局在

(3) 構成成分の機能と動態の解明:TpPyShellにはさらに6つのホモログがあり、そのうちTpPyShell1およびTpPyShell2の発現が他のもの比べて格段に多いことが分かった[1]。これら2種のTpPyShellは配列相同性が高いことから、TpPyShell1/2の同時破壊をCRSPR/Cas9 nickaseによるゲノム編集によって行ったところ、2つのTpPyShellが同時に破壊された形質転換株を2株取得した。これらはいずれも生育に高CO₂を要求し、大気レベルのCO₂(0.04%)では、数日の生育ラグが見られ(野生型は12時間程度)、対数増殖期における倍加速度も野生型に比較して30~40%まで低下していた(図3)。CETによって珪藻のピレノイドを観察したところ、野生株*T. pseudonana*のピレノ

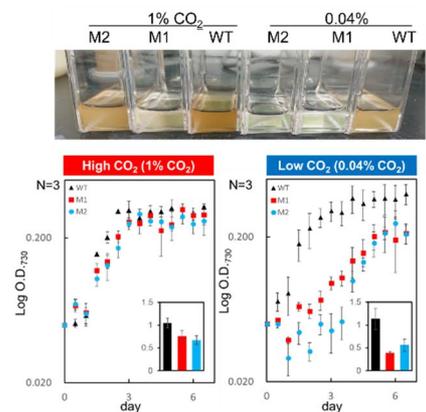


図3、TpPyShell1/2同時破壊株の生育:*T. pseudonana*野生型と生育を比較すると特に低CO₂で顕著に生育ラグと倍加速度の低下が見られた。

イドはその周辺がメッシュのような鞘構造でおおわれていることがわかった。しかし、TpPyShell1/2 二重破壊変異体では、この特異なメッシュ様の鞘構造は全く観察されず、ピレノイドには PPT も観察されなくなった[1]。RubisCO の液液相分離構造は維持されているものの、その形は野生型が扁平な一葉のシート状であるのに対し、破壊株では球形で断片化し、サイズも多様になっていた。これら破壊株の光合成特性を、野生株と比較して観察したところ、光合成の無機炭素親和性をあらわす $K_{1/2}[\text{DIC}]$ 値は、大気レベル CO_2 で生育して強い CCM を発現する野生株では、溶存無機炭素(DIC)の濃度で、0.030~0.040 mM であるのに対し、これら破壊株では、大気レベル CO_2 に順化させた細胞であっても、 $K_{1/2}[\text{DIC}]=2.4\sim3.4$ mM と、野生株の 100 倍を超える値を示し、光合成の無機炭素親和性が壊滅的に低下していることが分かった。興味深いことに、野生株の CCM は 1% 程度の高 CO_2 に順化すると $K_{1/2}[\text{DIC}]=0.7\text{--}0.8$ mM となり、大幅に抑制されることが分かっている。2 株の破壊株を 1% CO_2 で培養したところ、 $K_{1/2}[\text{DIC}]=2.6\text{--}5.8$ mM となり、やはり親和性の壊滅的低下が示された(図4)[1]。これら破壊株に 10 mM 以上の DIC を与えると、最大光合成活性は野生株に匹敵するレベルまで達することから、ピレノイドをベースとする CCM に依存する CO_2 供給がほとんどできなくなっており、超高 CO_2 環境で強制的に CO_2 飽和しなければ、最大の光合成活性が得られないことが分かった。PtBST の一つで、ストロマチラコイド(ST)に局在することが分かった PtBST1 をゲノム編集によって破壊した株を樹立し、その光合成特性を分析したところ、大気レベルに順化した細胞であるにもかかわらず、 $K_{1/2}[\text{DIC}]=0.7\text{--}0.8$ mM を示し、1% CO_2 に順化した野生株と同等の抑制された CCM を示したが、PyShell 破壊株ほどの親和性低下は観察されなかった(図5)[3]。一方で、PPT 内腔に局在することが既に知られている Pt θ CA1 をゲノム編集破壊したところ、破壊株では生育 CO_2 濃度に関わらず $K_{1/2}[\text{DIC}]=1.5\text{--}2.5$ mM となり、PyShell を破壊した株によく似た極低親和性な光合成を示した(図6)[4]。この他にあげた因子についても現在ゲノム編集破壊を行い、その表現型を精査している。

Growth	Cell	補償点 CO_2	$K_{1/2}[\text{DIC}]$	P_{max}
LC	WT	3.33 ± 2.5	41.7 ± 3.2	151.3 ± 12.1
LC	M1	209.8 ± 37.9	2400 ± 346	172.7 ± 35.2
LC	M2	328.8 ± 12.3	3400 ± 624	146.7 ± 6.1
HC	WT	61.7 ± 42.5	783 ± 104	145.7 ± 5.1
HC	M1	711.3 ± 117.4	2600 ± 361	102.0 ± 13.9
HC	M2	727.3 ± 154.4	5800 ± 954	130.7 ± 8.1

図4、TpPyShell1/2同時破壊株の光合成パラメーター比較：最大光合成活性 P_{max} はおおきな影響を受けない一方で、 $K_{1/2}[\text{DIC}]$ 値は顕著に増加し、光合成親和性の壊滅的な低下が示された。

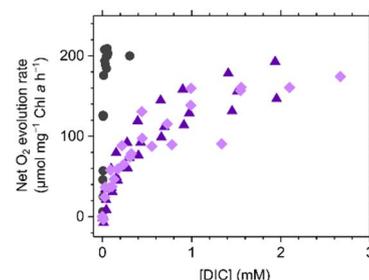


図5、PtBST1破壊株の光合成パラメーター比較：低 CO_2 で生育した野生型 *P. tricornutum* (黒)と比較して、最大光合成活性はおおきな影響を受けない一方で、 $K_{1/2}[\text{DIC}]$ 値は顕著に増加し、高 CO_2 で生育して光合成親和性が抑制された状態と同等の値を示した。

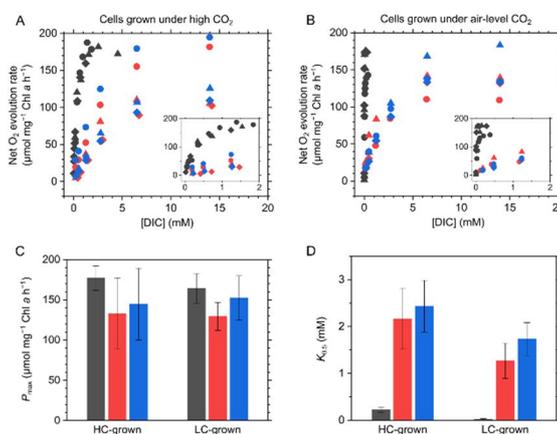


図6、Pt θ CA1破壊株の光合成パラメーター比較：生育 CO_2 濃度に関わらず、野生型(黒)と比較して、破壊株の $K_{1/2}[\text{DIC}]$ 値は顕著に増加し、PyShellを破壊してピレノイドを形成できなくなった株と同程度の超低親和性光合成を示した。

(4) 珪藻葉緑体構造・機能・動態の分子モデル化：(1)~(3)の知見にもとづき、珪藻二次葉緑体の一次生産における構造・機能・動態のモデルの構築を行った。まず、ピレノイドを構成する扁平で中心部をPPTが貫通する構造は、珪藻の高親和性光合成に必須のものであり、この構造をPyShellが形成・維持することが分かった。珪藻葉緑体は蓄積した HCO_3^- をPPT内腔にBSTを使って送り込み、PPT内腔に局在する θ CAが光合成を行っている最中のプロトン濃度勾配を活用して、酸性環境のPPT内腔で HCO_3^- を迅速に脱水して CO_2 を生成し、PPTを取り囲むRubiscoの集積体に大量の CO_2 を送り込む“ CO_2 -evolving machinery”が存在することが今回の研究で明確になった(図7)。仕組みがすべて働けば、低 CO_2 誘導レベルの強いCCM(誘導レベルCCM)が発揮される。一方、高 CO_2 に順化するとBSTやピレノイドのCAは抑制され、CCMは大幅に抑制されるが、ピレノイドの基本的構造やPPT内腔の θ CAは維持され、定常レベルの CO_2 -evolving machineryが維持される(定常レベルCCM)。しかしピレノイドの構造が壊れたり、内腔のCAが機能なくなると、 CO_2 -evolving machineryが破壊される為、10 mM程度の超高DIC濃度下でしか光合成が CO_2 飽和しなくなることが分かった。10 mMのDIC濃度は現大気の5倍程度の CO_2 濃度下の海洋

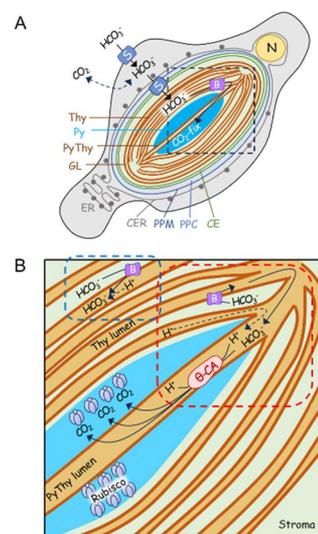


図7、珪藻のピレノイドを中心とした葉緑体構造・機能・動態の分子モデル

に匹敵する高濃度である。これらの考察から、珪藻の CCM には、誘導レベル 定常レベル ピレノイド破壊レベルの多段階が存在し、ピレノイド構造が広範囲の大気 CO₂ 濃度下で必須であること、および定常的な CCM を維持するためのコア因子は PyShell と PPT 内腔 θCA であることが明確になった。PyShell は珪藻に高度に保存されており、この他ハプト藻、や渦鞭毛藻などにも存在する因子であることが分かった。

(5) 海洋遺伝子動態ビッグデータの解析：Ocean Gene Atlas で θCA および PyShell の海洋分布を分析した結果、両遺伝子共にほとんどの海域に存在しており発現量も高いことが分かった。特に中高緯度域の海洋には存在量が多く認められ、珪藻の海洋分布を反映した遺伝子分布であることが分かった (図 8) [1]。

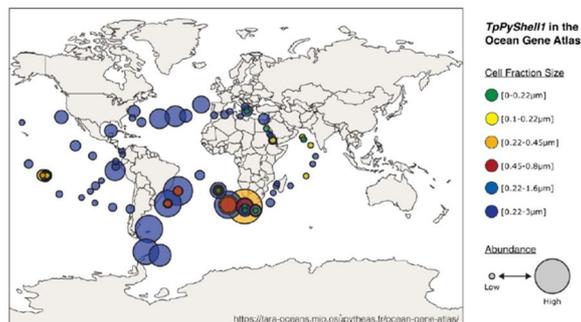


図 8、珪藻のPyShell配列に基づいて海洋メタトランスクリプトミクスデータ内の相同配列をマッピングしたもの。PyShellが特に中高緯度の広い海域に多く発現していることがわかる。

参考文献

- [1] Shimakawa G, Demulder M, Flori S, Kawamoto A, Tsuji Y, Nawaly H, Tanaka A, ...Matsuda Y (2023) Diatom pyrenoids are encased in a protein shell that enables efficient CO₂ fixation. *bioRxiv* <https://doi.org/10.1101/2023.10.25.564039>
- [2] Nawaly H, Tanaka A, Toyoshima Y, Tsuji Y, Matsuda Y (2023) Localization and characterization of carbonic anhydrases in *Thalassiosira pseudonana*. *Photosynth Res* **156**: 217–229, <https://doi.org/10.1007/s11120-023-01007-z>
- [3] Nigishi M, Shimakawa G, Yamagishi K, Amano R, Ito S, Tsuji Y, Nagasato C, Matsuda Y (2024) Low-CO₂-inducible bestrophins outside the pyrenoid sustain high photosynthetic efficacy in diatoms. *Plant Physiol* accepted, <https://doi.org/10.1093/plphys/kiad137>
- [4] Shimakawa G, Okuyama A, Harada H, Nakagaito S, Toyoshima Y, Nagata K, Matsuda Y (2023) Pyrenoid-core CO₂ evolving machinery is essential for diatom photosynthesis in current and elevated CO₂ world. *Plant Physiol*, **193**: 2298-2305, <https://doi.org/10.1093/plphys/kiad475>

5. 主な発表論文等

〔雑誌論文〕 計21件（うち査読付論文 20件 / うち国際共著 5件 / うちオープンアクセス 7件）

1. 著者名 Shimakawa Ginga, Matsuda Yusuke, Burlacot Adrien	4. 巻 49
2. 論文標題 Crosstalk between photosynthesis and respiration in microbes	5. 発行年 2024年
3. 雑誌名 Journal of Biosciences	6. 最初と最後の頁 5-5
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.1007/s12038-023-00417-4	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 Nigishi Minori, Shimakawa Ginga, Yamagishi Kansei, Amano Ryosuke, Ito Shun, Tsuji Yoshinori, Nagasato Chikako, Matsuda Yusuke	4. 巻 -
2. 論文標題 Low-CO2-inducible bestrophins outside the pyrenoid sustain high photosynthetic efficacy in diatoms	5. 発行年 2024年
3. 雑誌名 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) 10.1093/plphys/kiae137	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, Demulder Manon, Flori Serena, Kawamoto Akihiro, Tsuji Yoshinori, Nawaly Hermanus, Tanaka Atsuko...Engel Benjamin D., Matsuda Yusuke	4. 巻 -
2. 論文標題 Diatom pyrenoids are encased in a protein shell that enables efficient CO2fixation	5. 発行年 2023年
3. 雑誌名 bioRxiv	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) 10.1101/2023.10.25.564039	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 該当する
1. 著者名 Shimakawa Ginga, Matsuda Yusuke	4. 巻 159
2. 論文標題 Extra O2 evolution reveals an O2-independent alternative electron sink in photosynthesis of marine diatoms	5. 発行年 2024年
3. 雑誌名 Photosynthesis Research	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) 10.1007/s11120-023-01073-3	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 Matsui Hiroaki, Harada Hisashi, Maeda Kanako, Sugiyama Toshiki, Fukuchi Yohei, Kimura Nanae, Nawaly Hermanus, Tsuji Yoshinori, Matsuda Yusuke	4. 巻 241
2. 論文標題 Coordinated phosphate uptake by extracellular alkaline phosphatase and solute carrier transporters in marine diatoms	5. 発行年 2023年
3. 雑誌名 New Phytologist	6. 最初と最後の頁 1210 ~ 1221
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.1111/nph.19410	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 Matsuda Yusuke	4. 巻 60
2. 論文標題 A new combined measurement of single cell periplasmic oxygen and carbonate chemistry revealed the rule enforcing diatom adaptation of seawater bicarbonate utilization	5. 発行年 2024年
3. 雑誌名 Journal of Phycology	6. 最初と最後の頁 26 ~ 28
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.1111/jpy.13429	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 Long Benedict Michael, Matsuda Yusuke, Moroney James V.	4. 巻 121
2. 論文標題 Algal chloroplast pyrenoids: Evidence for convergent evolution	5. 発行年 2024年
3. 雑誌名 Proceedings of the National Academy of 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) 10.1073/pnas.2402546121	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 Matsui Hiroaki, Matsuda Yusuke	4. 巻 35
2. 論文標題 海洋性珪藻のピレノイド構造とその機能	5. 発行年 2023年
3. 雑誌名 PLANT MORPHOLOGY	6. 最初と最後の頁 29 ~ 33
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.5685/plmorphol.35.29	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 Yoneda Kohei, Oishi Reika, Yoshida Masaki, Matsuda Yusuke, Suzuki Iwane	4. 巻 64
2. 論文標題 Stramenopile-Type Lipid Droplet Protein Functions as a Lipid Droplet Scaffold Protein in the Marine Diatom <i>Phaeodactylum tricornutum</i>	5. 発行年 2023年
3. 雑誌名 Plant And Cell Physiology	6. 最初と最後の頁 803 ~ 813
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.1093/pcp/pcad040	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, Okuyama Akane, Harada Hisashi, Nakagaito Shuko, Toyoshima Yui, Nagata Kazuya, Matsuda Yusuke	4. 巻 193
2. 論文標題 Pyrenoid-core CO ₂ -evolving machinery is essential for diatom photosynthesis in elevated CO ₂	5. 発行年 2023年
3. 雑誌名 Plant Physiology	6. 最初と最後の頁 2298 ~ 2305
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.1093/plphys/kiad475	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, Yashiro Emi, Matsuda Yusuke	4. 巻 175
2. 論文標題 Mapping of subcellular local pH in the marine diatom <i>Phaeodactylum tricornutum</i>	5. 発行年 2023年
3. 雑誌名 Physiologia Plantarum	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) 10.1111/pp1.14086	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 Nawaly Hermanus, Matsui Hiroaki, Tsuji Yoshinori, Iwayama Kazufumi, Ohashi Hiroki, Nakajima Kensuke, Matsuda Yusuke	4. 巻 74
2. 論文標題 Multiple plasma membrane SLC4s contribute to external HCO ₃ ⁻ acquisition during CO ₂ starvation in the marine diatom <i>Phaeodactylum tricornutum</i>	5. 発行年 2022年
3. 雑誌名 Journal of Experimental Botany	6. 最初と最後の頁 296 ~ 307
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.1093/jxb/erac380	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 Yu Guilan, Nakajima Kensuke, Gruber Ansgar, Rio Bartulos Carolina, Schober Alexander F., Lepetit Bernard, Yohannes Elizabeth, Matsuda Yusuke, Kroth Peter G.	4. 巻 235
2. 論文標題 Mitochondrial phosphoenolpyruvate carboxylase contributes to carbon fixation in the diatom <i>Phaeodactylum tricornutum</i> at low inorganic carbon concentrations	5. 発行年 2022年
3. 雑誌名 New Phytologist	6. 最初と最後の頁 1379 ~ 1393
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.1111/nph.18268	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 Shimakawa Ginga, Katayama Shota, Tsuji Yoshinori, Yoneda Kohei, Fukuda Wakao, Fujiwara Shinsuke, Matsuda Yusuke	4. 巻 88
2. 論文標題 Immobilization of a Broad Range of Polypeptides on the Frustule of the Diatom <i>Thalassiosira pseudonana</i>	5. 発行年 2022年
3. 雑誌名 Applied and Environmental Microbiology	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) 10.1128/aem.01153-22	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 Nawaly Hermanus, Tanaka Atsuko, Toyoshima Yui, Tsuji Yoshinori, Matsuda Yusuke	4. 巻 -
2. 論文標題 Localization and characterization carbonic anhydrases in <i>Thalassiosira pseudonana</i>	5. 発行年 2023年
3. 雑誌名 Photosynthesis 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) 10.1007/s11120-023-01007-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 Nakayasu Mana, Amano Momoka, Tanaka Tsuyoshi, Shimakawa Ginga, Matsuda Yusuke	4. 巻 -
2. 論文標題 Different Responses of Photosynthesis to Nitrogen Starvation Between Highly Oil-Accumulative Diatoms, <i>Fistulifera solaris</i> and <i>Mayamaea</i> sp. JPCC CTDA0820	5. 発行年 2023年
3. 雑誌名 Marine Biotechnology	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/s10126-023-10203-w	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 Ginga Shimakawa, Hitomi Hanawa, Shinya Wada, Guy T. Hanke, Yusuke Matsuda, Chikahiro Miyake	4. 巻 3389
2. 論文標題 Physiological Roles of Flavodiiron Proteins and Photorespiration in the Liverwort <i>Marchantia polymorpha</i> .	5. 発行年 2021年
3. 雑誌名 Frontiers of Plant Science	6. 最初と最後の頁 668805-668805
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.3389/fpls.2021.668805	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 Hisashi Harada, Daiki Senda, Takanori Shima, Chika Nakane	4. 巻 105
2. 論文標題 Carboxylesterases for the hydrolysis of acetoacetate esters and their applications in terpenoid production using <i>Escherichia coli</i>	5. 発行年 2021年
3. 雑誌名 Applied Microbiology and Biotechnology	6. 最初と最後の頁 5821-5832
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.1007/s00253-021-11447-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 Tsuji Yoshinori, Matsuda Yusuke	4. 巻 6
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 51 ~ 58
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 Nonoyama Tomomi, Kazamia Elena, Nawaly Hermanus, Gao Xia, Tsuji Yoshinori, Matsuda Yusuke, Bowler Chris, Tanaka Tsuyoshi, Dorrell Richard G.	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 322 ~ 322
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 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 101855 ~ 101855
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 -

〔学会発表〕 計64件 (うち招待講演 13件 / うち国際学会 22件)

1. 発表者名 Ginga Shimakawa, Emi Yashiro, Yusuke Matsuda
2. 発表標題 Mapping of subcellular local pHs in marine diatoms
3. 学会等名 第13回日本光合成学会年会およびシンポジウム
4. 発表年 2023年

1. 発表者名 豊島正和、嶋川銀河、松田祐介
2. 発表標題 異なる波長の光照射下における珪藻 <i>Phaeodactylum tricornutum</i> の光質応答
3. 学会等名 第13回日本光合成学会年会およびシンポジウム
4. 発表年 2023年

1. 発表者名 仁岸みのり、松田祐介
2. 発表標題 海洋性珪藻の光合成において Bestrophin が CO ₂ 濃縮および光防御に担う生理的役割
3. 学会等名 第13回日本光合成学会年会およびシンポジウム
4. 発表年 2023年

1. 発表者名 中安真菜、松田祐介
2. 発表標題 海洋性珪藻 <i>Thalassiosira pseudonana</i> においてLhcXタンパク質が光防御に担う役割
3. 学会等名 第13回日本光合成学会年会およびシンポジウム
4. 発表年 2023年

1. 発表者名 Yusuke Matsuda
2. 発表標題 Structure and function of diatom pyrenoid.
3. 学会等名 The Molecular Life of Diatoms, San Diego, USA (国際学会)
4. 発表年 2023年

1. 発表者名 Ginga Shimakawa, Yusuke Matsuda
2. 発表標題 Pyrenoid-core CO ₂ evolving machinery is essential for diatom photosynthesis in current and elevated CO ₂ world.
3. 学会等名 The Molecular Life of Diatoms, San Diego, USA (国際学会)
4. 発表年 2023年

1. 発表者名 Yusuke Matsuda
2. 発表標題 CO ₂ -concentrating mechanism in marine diatoms.
3. 学会等名 8th European Phycological Congress (EPC8), Brest, France (招待講演) (国際学会)
4. 発表年 2023年

1. 発表者名 Ginga Shimakawa, Yusuke Matsuda
2. 発表標題 Mapping of subcellular local pHs in marine diatoms.
3. 学会等名 8th European Phycological Congress (EPC8), Brest, France (国際学会)
4. 発表年 2023年

1. 発表者名 Mana Nakayasu, Yusuke Matsuda
2. 発表標題 The role of Lhcx isoforms in photoprotection mechanism in the diatom, <i>Thalassiosira pseudonana</i> .
3. 学会等名 8th European Phycological Congress (EPC8), Brest, France (国際学会)
4. 発表年 2023年

1. 発表者名 Minoru Nigishi, Yusuke Matsuda
2. 発表標題 Betrophin-knock out gave an impaired CCM phenotype in marine diatom, <i>Phaeodactylum tricornutum</i> .
3. 学会等名 8th European Phycological Congress (EPC8), Brest, France (国際学会)
4. 発表年 2023年

1. 発表者名 Yusuke Matsuda
2. 発表標題 Photosynthesis of diatoms in seawater - Mechanisms based on the unique chloroplast structure.
3. 学会等名 CMBC Life Science Seminar, TU Dresden, Germany (招待講演) (国際学会)
4. 発表年 2024年

1. 発表者名 Atsuko Tanaka
2. 発表標題 Detailed observation of secondary chloroplast division in <i>Phaeodactylum tricornutum</i> .
3. 学会等名 8th European Phycological Congress (EPC8), Brest, France (国際学会)
4. 発表年 2023年

1. 発表者名 松田祐介
2. 発表標題 ゲノム編集技術を活用した微細藻類の強化と脱炭素
3. 学会等名 第46回日本分子生物学会年会、Bio-GXフォーラム バイオグリーントランスフォーメーション、神戸国際会議場 (招待講演)
4. 発表年 2023年

1. 発表者名 米原朋希、Nawaly Hermsnus、嶋川銀河、松田祐介
2. 発表標題 海洋性珪藻 <i>Phaeodactylum tricornutum</i> のピレノイド局在 炭酸脱水素酵素の機能解析
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 大澤敦喜、永田和也、嶋川銀河、松田祐介
2. 発表標題 珪藻細胞質局在 型炭酸脱水素酵素の機能解析
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 山下温大、仁岸みのり、天野凌輔、嶋川銀河、松田祐介
2. 発表標題 海洋性珪藻 <i>Thalassiosira pseudonana</i> のチラコイド型重炭酸輸送体候補TpBSTの機能解析
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 嶋川銀河、屋代愛美、松田祐介
2. 発表標題 海洋性珪藻における細胞内ローカルpHのマッピング
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 豊島正和、嶋川銀河、松田祐介
2. 発表標題 異なる波長の光照射下における珪藻 <i>Phaeodactylum tricornutum</i> の光合成特性とred-shift FCPの機能
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 松井啓晃、松田祐介
2. 発表標題 海洋性珪藻におけるRh因子の探索および機能解析
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 天野桃花、嶋川銀河、松田祐介
2. 発表標題 窒素飢餓下における海洋性珪藻のCCM発現応答
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 内山琴音、小山菜々子、Hermanus Nawaly、嶋川銀河、松田祐介、原田尚志
2. 発表標題 海洋性珪藻におけるepisome 導入型RNA 編集
3. 学会等名 日本植物学会第87回大会
4. 発表年 2023年

1. 発表者名 内山琴音、小山菜々子、松田祐介、原田尚志
2. 発表標題 海洋性珪藻におけるCas13dを利用したepisome導入型RNA編集
3. 学会等名 日本農芸化学会中四国支部第67回講演会
4. 発表年 2024年

1. 発表者名 松田祐介
2. 発表標題 Biophysical CCM in diatoms based on their chloroplast and pyrenoid structures.
3. 学会等名 The 10th International Symposium on Inorganic Carbon Utilization by Aquatic Photosynthetic Organisms (招待講演) (国際学会)
4. 発表年 2022年

1. 発表者名 松田祐介
2. 発表標題 珪藻ピレノイドの構成因子とその機能
3. 学会等名 日本植物学会第86回大会 シンポジウム「ピレノイド：植物の相分離オルガネラのカッティング・エッジ」（招待講演）
4. 発表年 2022年

1. 発表者名 大田 惟善, 辻 敬典, 大久保 亮佑, 森島 菜摘, Hermanus Nawary, 嶋川 銀河, 松井 啓晃, 松田 祐介
2. 発表標題 海洋性珪藻 <i>Thalassiosira pseudonana</i> におけるピレノイド構成因子PysheIIの機能解明
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 嶋川銀河、松田祐介
2. 発表標題 Pyrenoid-based CO ₂ -concentrating mechanism in diatoms.
3. 学会等名 International Symposium on Photosynthesis and Chloroplast Regulation (招待講演) (国際学会)
4. 発表年 2022年

1. 発表者名 嶋川銀河、田中凜、田中厚子、松田祐介
2. 発表標題 Photosynthesis in the diatom impaired in chloroplast division.
3. 学会等名 International Symposium on Photosynthesis and Chloroplast Regulation (国際学会)
4. 発表年 2022年

1. 発表者名 仁岸みのり、山岸寛征、天野凌輔、伊藤駿、嶋川銀河、松田祐介
2. 発表標題 海洋性珪藻チラコイド膜の重炭酸輸送体候補因子PtBestsおよびTpBestsの環境応答解析
3. 学会等名 近畿植物学会第11回講演会
4. 発表年 2022年

1. 発表者名 中安真菜、天野桃花、嶋川銀河、田中剛、松田祐介
2. 発表標題 Oil高蓄積珪藻 <i>Fistulifera solaris</i> 及び <i>Mayamaea</i> sp. JPCCTDA0820の窒素飢餓応答
3. 学会等名 近畿植物学会第11回講演会
4. 発表年 2022年

1. 発表者名 豊島由衣、嶋川銀河、松田祐介
2. 発表標題 海洋性珪藻 <i>Phaeodactylum tricornutum</i> には細胞質炭酸脱水酵素は存在するか？
3. 学会等名 近畿植物学会第11回講演会
4. 発表年 2022年

1. 発表者名 中安真菜、米田広平、嶋川銀河、松田祐介
2. 発表標題 海洋性珪藻 <i>Thalassiosira pseudonana</i> において Lhcxタンパク質が光防御に担う役割
3. 学会等名 第64回日本植物生理学会
4. 発表年 2023年

1. 発表者名 天野桃花, 中安真菜, 嶋川銀河, 田中剛, 松田祐介
2. 発表標題 Oil高蓄積珪藻Fistulifera solaris及びMayamaea sp. JPCC CTDA0820の窒素飢餓応答
3. 学会等名 第64回日本植物生理学会
4. 発表年 2023年

1. 発表者名 上田浩平, 嶋川銀河, 松田祐介
2. 発表標題 海洋性珪藻Phaeodactylum tricornutumのピレノイド因子PyShellの機能解析
3. 学会等名 第64回日本植物生理学会
4. 発表年 2023年

1. 発表者名 嶋川銀河
2. 発表標題 Evolution and diversity of photosynthetic organisms based on the strategy for P700 oxidation.
3. 学会等名 第64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 2023年

1. 発表者名 田中厚子
2. 発表標題 二次共生を経た葉緑体ピレノイドと付属構造の形態
3. 学会等名 日本植物学会第86回大会 シンポジウム「ピレノイド:植物の相分離オルガネラのカットニング・エッジ」(招待講演)
4. 発表年 2022年

1. 発表者名 田中厚子
2. 発表標題 観ることから始まる藻類研究
3. 学会等名 植物電顕若手ワークショップ (招待講演)
4. 発表年 2022年

1. 発表者名 Hiroaki Matsui, Toshiki Sugiyama, Yohei Fukuchi, Nanae Kimura, Kanako Maeda, Hermanus Nawaly, Yoshinori Tsuji, Hisashi Harada, Yusuke Matsuda
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 The Molecular Life of Diatoms, UC San Diego (国際学会)
4. 発表年 2021年

1. 発表者名 Hermanus Nawaly, Yoshinori Tsuji, Kazufumi Iwayama, Hiroki Ohashi, Hiroaki Matsui, Kensuke Nakajima, Yusuke Matsuda
2. 発表標題 The acquisition strategies of external bicarbonate by three plasma membrane SLC4 transporters under changing levels of CO ₂ limitation in the diatom, <i>Phaeodactylum tricornutum</i>
3. 学会等名 The Molecular Life of Diatoms, UC San Diego (国際学会)
4. 発表年 2021年

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

1. 発表者名 Yusuke Matsuda
2. 発表標題 Molecular aspects of diatom photosynthesis based on transporters, carbonic anhydrases, and the pyrenoid
3. 学会等名 Scientific annual meeting of the algology group of the Italian botanical society 2021 (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 <i>Phaeodactylum tricornutum</i> 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

1. 発表者名 田中厚子, Malgorzata Hall, 松田祐介, Bruno Humbel
2. 発表標題 珪藻 <i>Phaeodactylum tricornutum</i> の二酸化炭素濃縮機構を担う葉緑体ピレノイドの微細構造
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 上河 ほのか、北川 諒治、米井 龍、坂田 大季、岡本 賢治、原田 尚志
2. 発表標題 海洋性珪藻 <i>Phaeodactylum tricornutum</i> におけるCas9 nickase (Cas9n) を利用したエピソーム型ゲノム編集
3. 学会等名 日本農芸化学会2022年度大会
4. 発表年 2022年

1. 発表者名 前兼久 郁、辻 敬典、米田 広平、松田 祐介、田中 厚子
2. 発表標題 珪藻 <i>Phaeodactylum tricornutum</i> のセレン添加による高温耐性の獲得
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 米田広平
2. 発表標題 ストラメノパイル生物が持つ油滴タンパク質の一般性と独自性
3. 学会等名 第23回 原生生物・寄生虫・進化セミナー（招待講演）
4. 発表年 2020年

1. 発表者名 永田 和也、米田 広平、菊谷 早絵、辻 敬典、松田 祐介
2. 発表標題 海洋性珪藻 <i>Phaeodactylum tricornutum</i> における 型カルボニックアンヒドラーゼの機能同定
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 伊藤 駿、山岸 寛征、宮武 愛、米田 広平、辻 敬典、松田 祐介
2. 発表標題 海洋性珪藻 <i>Phaeodactylum tricornutum</i> のチラコイド膜陰イオンチャネルの機能について
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 Yusuke Matsuda
2. 発表標題 The pyrenoid based CO ₂ -concentrating mechanism in marine diatoms.
3. 学会等名 EMBO work shop, The molecular life of diatoms, University of East Anglia, Norwich, UK (招待講演) (国際学会)
4. 発表年 2019年

1. 発表者名 Hermanus Nawal, 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, University of East Anglia, Norwich, UK (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, University of East Anglia, Norwich, UK (国際学会)
4. 発表年 2019年

1. 発表者名 Kanako 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, University of East Anglia, Norwich, UK (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, University of East Anglia, Norwich, UK (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 東北大学川内北キャンパス
4. 発表年 2019年

1. 発表者名 脇野大介、松田祐介
2. 発表標題 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 東北大学川内北キャンパス
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 東北大学川内北キャンパス
4. 発表年 2019年

1. 発表者名 伊藤駿、山岸寛征、宮武愛、米田広平、辻敬典、松田祐介
2. 発表標題 Characterization of putative thylakoidal anion channels in the marine diatom, <i>Phaeodactylum tricornutum</i>
3. 学会等名 第61回日本植物生理学会年会 大阪大学吹田キャンパス
4. 発表年 2020年

1. 発表者名 永田和也、有水楓花、米田広平、菊谷早絵、辻敬典、松田祐介
2. 発表標題 海洋性珪藻 <i>Phaeodactylum tricornutum</i> における 型カルボニックアンヒドラーゼの機能同定
3. 学会等名 第61回日本植物生理学会年会 大阪大学吹田キャンパス
4. 発表年 2020年

1. 発表者名 上田浩平、青井麻唯子、森島菜摘、米田広平、菊谷早絵、辻敬典、松田祐介
2. 発表標題 海洋性珪藻 <i>Phaeodactylum tricornutum</i> のピレノイド構成因子の構造と機能の同定
3. 学会等名 第61回日本植物生理学会年会 大阪大学吹田キャンパス
4. 発表年 2020年

1. 発表者名 前兼久郁、辻 敬典、米田 広平、松田 祐介、田中 厚子
2. 発表標題 珪藻 <i>Phaeodactylum tricornutum</i> のセレン添加による高温耐性の獲得
3. 学会等名 日本藻類学会第44回大会 鹿児島大学
4. 発表年 2020年

1. 発表者名 田中 厚子、前兼久郁
2. 発表標題 珪藻Phaeodactylum triconutum の葉緑体ピレノイドの構造
3. 学会等名 日本藻類学会第44回大会 鹿児島大学
4. 発表年 2020年

1. 発表者名 天野凌輔、山岸寛征、米田広平、松田祐介
2. 発表標題 海洋性珪藻の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10回 日本光合成学会、京都産業大学
4. 発表年 2019年

1. 発表者名 脇野 大介、米田 広平、田中 厚子、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61回日本植物生理学会年会 大阪大学吹田キャンパス
4. 発表年 2020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 日米二国間セミナー 京都（国際学会）
4. 発表年 2019年

1. 発表者名 Vandana Deopa, Kohei Yoneda, Sandhya Mehrotra, Yusuke Matsuda
2. 発表標題 Inorganic carbon transporters in lower photosynthetic organisms
3. 学会等名 日米二国間セミナー 京都(国際学会)
4. 発表年 2019年

〔図書〕 計6件

1. 著者名 原田尚志、竹村美保、三沢典彦	4. 発行年 2023年
2. 出版社 CMC出版	5. 総ページ数 290
3. 書名 微生物を活用した有用物質の製造技術・大腸菌によるカロテノイド生産	

1. 著者名 Yusuke Matsuda, Hermanus Nawaly, Kohei Yoneda	4. 発行年 2022年
2. 出版社 ISTE Wiley	5. 総ページ数 317
3. 書名 Carbonic anhydrase. In Gontero B, Maberly S Ed. Blue planet, red and green photosynthesis: productivity and carbon cycling in aquatic ecosystem	

1. 著者名 松田祐介	4. 発行年 2021年
2. 出版社 朝倉書店	5. 総ページ数 213
3. 書名 II-14 「藻類の葉緑体構造と海洋一次生産」光合成 日本光合成学会編	

1. 著者名 松田祐介	4. 発行年 2021年
2. 出版社 朝倉書店	5. 総ページ数 213
3. 書名 II-15 「藻類のCO2濃縮機構」 光合成 日本光合成学会編	

1. 著者名 Peter Kroth, Yusuke Matsuda	4. 発行年 2021年
2. 出版社 Springer-Nature	5. 総ページ数 808
3. 書名 Chapter 19 "Carbohydrate metabolism" The Molecular Life of Diatoms, Falciatore A, Mock T Ed.	

1. 著者名 Hisashi Harada	4. 発行年 2020年
2. 出版社 Springer	5. 総ページ数 304
3. 書名 Advances in Experimental Medicine and Biology; Carotenoids: Biosynthetic and Biofunctional Approaches Ch.10 Pathway engineering using Escherichia coli to produce commercialized carotenoids.	

〔産業財産権〕

〔その他〕

<p>関西学院大学 生命環境学部 海洋生命理工学研究室 Matsuda Laboratory https://sci-tech.ksc.kwansei.ac.jp/~matsuda/ 研究業績・雑誌論文の、https://doi.org/10.1101/2023.10.25.564039 については、現在Cell誌にてマイナーレバイス原稿を審査中</p>

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	田中 厚子 (Tanaka Atsuko) (40509999)	琉球大学・理学部・助教 (18001)	
研究分担者	原田 尚志 (Harada Hisashi) (50640900)	鳥取大学・工学研究科・准教授 (15101)	
研究分担者	嶋川 銀河 (Shimakawa Ginga) (60853885)	神戸大学・農学部・助教 (34504)	
研究分担者	米田 広平 (Yoneda Kohei) (10829104)	筑波大学・生命環境系・特任助教 (34504)	
研究分担者	辻 敬典 (Tsuji Yoshinori) (40728268)	関西学院大学・生命環境学部・専任講師 (14301)	

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	University of Konstanz			
フランス	CEA			
スイス	University of Basel			