

令和 2 年 6 月 18 日現在

機関番号：32643

研究種目：基盤研究(C) (一般)

研究期間：2017～2019

課題番号：17K07945

研究課題名(和文) 微細藻類の強光ストレス耐性向上のための分子機構の解明

研究課題名(英文) Molecular mechanisms of high light tolerance in microalgae

研究代表者

篠村 知子 (SHINOMURA, Tomoko)

帝京大学・理工学部・教授

研究者番号：80579235

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)：微細藻類ユーグレナは、屋外で培養すると太陽光の強光ストレスによりバイオマス生産性が下がるという問題がある。本研究では、ユーグレナのカロテノイド合成系のフィトエン不飽和化酵素遺伝子および -カロテン不飽和化酵素遺伝子等の単離や遺伝子ノックダウン系統の生理応答を調べ、強光下での増殖阻害やカロテノイド分子種の組成変化を明らかにした。その結果、ユーグレナは強光に対して「非常に速い運動応答」と「カロテノイド代謝の変化を伴うゆっくりとした生理応答」の、少なくとも2種類のカロテノイドを介する応答を組み合わせ、強光ストレス耐性を向上させてい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

本研究により、ユーグレナという系統進化上特異な分類群に属するユニークな生物は、強光ストレス環境下でカロテノイドの全体量を変化させるのみならず、特定のカロテノイド分子種の蓄積量や分布を変化させる分子機構を持つことがはじめて明らかになった。さらに、本研究により、比較的弱い強度の青色光や赤色光をユーグレナ細胞にあらかじめ一定時間照射することにより、 -カロテンの蓄積を通じてその後の強光ストレスによる光合成活性の低下を緩和する可能性が示唆された。このことは、将来、屋外でのユーグレナ細胞の大量培養における太陽の直射光によるストレス緩和への実用上の応用の可能性があると考えられる。

研究成果の概要(英文)：Euglena gracilis, a unicellular phytoflagellate, is a potential feedstock for renewable energy. In outdoor open-pond cultivation, the direct solar radiation decreases the productivity of this alga. Here we cloned carotenoid biosynthetic genes such as phytoene desaturase genes and -carotene desaturase gene from *E. gracilis*, and analyzed their expression level and their physiological functions under the strong light condition using RNAi knocked down lines. This study showed that excess light-stress decreased their cell growth, and changed an accumulation of specific carotenoid species in the cells of *E. gracilis* as well as their change of phototaxis. We concluded that *E. gracilis* enhanced tolerance to the light stress by both “a rapid response for cell movement” and “a slower response for change of carotenoid metabolism” mediated by carotenoids.

研究分野：植物生理学

キーワード：ユーグレナ 強光ストレス 微細藻類 カロテノイド 光走性 走光性 鞭毛藻 単細胞

## 様式 C - 19、F - 19 - 1、Z - 19 (共通)

### 1. 研究開始当初の背景

微細藻類は細胞応答解析のモデル系として優れているばかりでなく、バイオ燃料の次世代原料としての重要性も再認識されている。我々が注目しているユーグレナ(*Euglena gracilis*)をバイオジェット燃料の原料として利用するには、採算性からもライフサイクルアセスメントの観点からも屋外オープンポンドでの光独立栄養による藻体バイオマスの効率的培養生産が実用化への鍵となるが、実験室での理想的な人工環境下での最大増殖速度が屋外での培養で再現されることはまれである。本研究開始当初、我々は、解決すべき課題の一つは、屋外太陽光による強光ストレスにあると考えた。これまでユーグレナを様々な光強度で培養してその増殖や遺伝子発現を確認する実験を行った結果、光強度  $460 \mu\text{mol photons}/\text{m}^2\text{s}$  以上の条件(以降、「強光条件」と呼ぶ)で培養すると、最適温度条件下でも細胞増殖速度が抑制されること、強光条件によりユーグレナのカロテノイド合成系の初発酵素であるフィトエン合成酵素(CrtB、図1)遺伝子の発現が促進されることがわかっていった。さらに、RNAi法により *CrtB* 遺伝子の発現抑制処理を施した細胞を作出して解析する予備実験の結果から、カロテノイドの合成が著しく抑制された細胞では、通常の野生株なら好適に増殖できる光強度下でもクロロフィル含有量が著しく低下して白化し、細胞増殖が抑制されることを確認していた。これらの結果から、カロテノイドはユーグレナの強光ストレス耐性に深く関わっていることが示唆された。

### 2. 研究の目的

本研究では、細藻類ユーグレナを屋外で効率よく培養生産することを阻む大きな環境要因である「強光ストレス」に耐性のあるユーグレナ細胞の作出を目指し、ユーグレナにおけるカロテノイド合成系の酵素遺伝子群の単離と機能解析、およびそれらの遺伝子のノックダウン株を作出して強光ストレス耐性との関連を明らかにし、微細藻類バイオマスの高効率生産に役立てることを目指した。さらに、ユーグレナでは未知の、光環境情報シグナルとカロテノイド合成系との相互作用を解析し、強光ストレス耐性細胞を分子育種するための基盤的情報を得ることを目指した。

### 3. 研究の方法

強光ストレス耐性におけるカロテノイドの機能を明らかにすることを目指し、ユーグレナのカロテノイド合成系においてまだ単離されていない酵素遺伝子群をクローニングし、さらにRNAi法により発現抑制する細胞を作出し、それらの細胞におけるカロテノイドの組成や量、クロロフィル含有量や光合成活性、活性酸素種の測定、および強光ストレス下での細胞増殖などの表現型を解析した。

カロテノイド合成系酵素遺伝子群の全長クローニングは、学外共同研究者(特に島根大・石川孝博教授)との連携のもとに、研究着手当初は未公開であったユーグレナのESTデータを活用し、効率よく遺伝子探索への手順を進めることができた。さらに、大腸菌を用いて単離した遺伝子の酵素活性を迅速に検証できたのは、学外共同研究者(特に石川県立大・竹村美保准教授等)からトウガラシ等のカロテノイド合成系遺伝子群を連結したプラスミドを提供していただいたことが大きな要因である。

ユーグレナが蓄積しているカロテノイドの分子種の特定は、主としてHPLCを用いた。

光合成活性の測定は、早稲田大・園池公毅教授等との共同研究により、Junior-PAMによる蛍光計測法を用いた。ユーグレナにおけるPAM計測はこれまでほとんど前例がなかったため、様々な計測方法を検討し、最終的に確立した方法によりJunior-PAMによる計測を行った。

ユーグレナの光走性の解析は、理研・尾笹一成博士等との共同研究により、ユーグレナの運動の軌跡を自動的にトレースできる装置である微細藻類運動解析システムを用いて実施した。ユーグレナやカロテノイド合成を抑制した系統などの眼点構造の解析については、電子顕微鏡観察は理研・豊岡公德博士等の、ラマン顕微鏡観察は理研・沼田圭司博士および樋口美恵子博士等の協力を得て実施した。

### 4. 研究成果

#### (1) ユーグレナのカロテノイド合成系遺伝子の単離と酵素機能解析

研究開始当初には単離されていなかった複数のカロテノイド合成系遺伝子群を、本研究および共同研究により単離し、それらがカロテノイド合成系遺伝子として機能していることを、酵素活性を示すことにより明らかにした。すなわち、図1に示すように、フィトエンからリコペンまでを合成する経路に関与するフィトエン不飽和化酵素遺伝子(*crtP1*, *crtP2*)(研究業績 論文 Kato et al. 2018)、 $\zeta$ -カロテン不飽和化酵素遺伝子(*crtQ*)(研究業績 論文 Kato et al. 2018)、 $\zeta$ -カロテンイソメラーゼ遺伝子(*Z-ISO*)(研究業績 論文 Sugiyama et al. 2019)、および $\beta$ -カロテンから $\beta$ -クリプトキサンチンを合成する $\beta$ -カロテンモノ水酸化酵素遺伝子(*CYP97H1*)(研究業績 論文 Tamaki et al. 2019)を単離した。さらに、それぞれの遺伝子の産物であるタンパク質が、カロテノイド合成系の各ステップを触媒する酵素活性があることを実証し、それぞれ論文に発表した。

#### (2) 強光下におけるユーグレナのカロテノイド合成系遺伝子の転写活性および蓄積するカロテノイド分子種の解析

フィトエン不飽和化酵素遺伝子 (*crtP1*, *crtP2*) および ζ-カロテン不飽和化酵素遺伝子 (*crtQ*) の発現が、強光照射や温度の影響をどのように受けるかを確認する実験を行った。ユーグレナは 20°C を低温と感知し、この温度では増殖を停止することが予めわかっていた。20°C 強光 (240 μmol photons / m<sup>2</sup> s) 下で培養した場合には、フィトエン合成酵素遺伝子 (*crtB*) および *crtP1* と *crtP2* の転写レベルは統計学的に有意に上昇した。しかし、20°C 強光下で培養した場合には、20°C 中程度の光強度 (55 μmol photons / m<sup>2</sup> s) 下の場合に比べて、細胞増殖や細胞内のクロロフィル含量や全カロテノイド含量は著しく減少した。そこで、温度や光強度を変化させた場合、カロテノイドの主要な分子種群のモル比が細胞内でどのように変化するかを比較した。その結果、強光下でも、中程度の光強度下でも、20°C で培養した場合には β-カロテン、ネオキササンチンおよびジアジノキササンチンの細胞内含比率は、25°C の場合に比べて半分以下に減少した。しかし、ジアトキササンチンの含有比率は、20°C 強光下の場合も 20°C 中程度の光強度下の場合も、25°C 中程度の光強度下に比べてさほどの低下を示さなかった。これらの結果から、ユーグレナの主要カロテノイド分子種のうち、ジアトキササンチンが低温や強光のストレス耐性に最も重要であることが示唆された (研究業績 論文 Kato et al. 2019)。

神戸大・今石浩正教授および玉木峻博士等が、シトクロム P450 酵素ファミリーをユーグレナから探索して CYP97 の相同遺伝子配列を見出し、これらの機能解析を我々との共同研究により実施した。その結果、ユーグレナからクローニングされた *EgCYP97H1* および *EgCYP97F2* のうち、少なくとも *EgCYP97H1* に由来する酵素は β-カロテンモノ水酸化酵素であることが分かった。ユーグレナのカロテノイド合成系遺伝子の転写調節を調べた結果、25°C 強光照射下では 25°C 中程度の光強度下に比べてカロテノイドが有意に蓄積するにもかかわらず、*EgCYP97H1* および *EgCYP97F2* の転写レベルはほとんど変化しなかった。これらの結果およびその他のデータから、ユーグレナのカロテノイド合成は、転写調節ではなく転写後調節によって制御されることが強く示唆された (研究業績 論文 Tamaki et al. 2019)。

### (3) カロテノイド欠損のおよぼす眼点と光走性運動への影響解析

ユーグレナが強光への非常に速い応答として、強光下における傷害忌避応答としての光走性運動を示すことはわかっていた。本研究では、ユーグレナから単離したフィトエン合成酵素遺伝子 *EgcrtB* ノックダウンシステムを RNAi により作出し、強光下における傷害忌避応答としての光走性運動に果たすカロテノイドの機能を調べた。このノックダウンシステムは正常な眼点構造を失うことを蛍光顕微鏡やラマン顕微鏡や電子顕微鏡を用いて確認した (図 2)。その結果、通常の眼点は袋状の小胞の中にカロテノイドが電子密度の高い物質として検出されるのに対し、*EgcrtB* ノックダウンシステムでは、眼点構造に対応する袋状の小胞は観察されたものの、小胞内に電子密度の高い物質の蓄積は見られなかった (図 2)。

それらの細胞における強光忌避応答としての光走性の運動解析を行った結果、「眼点を持たないユーグレナ細胞は、光の方向が変わった時に方向転換のための回転運動を始めることができない」ことを見出した (研究業績 論文 Kato et al. 2020)。従来、「眼点のカロテノイドは、光の方向が変わった時の回転中に光受容部位に影をつくることで正しい光走性の方向を示す作用をもつ」と考えられてきたが、本研究により、「ユーグレナの眼点カロテノイドは、より直接的に強光を受容し、回転運動を誘導して迅速に強光を忌避する機能をもつ」ことがわかった。

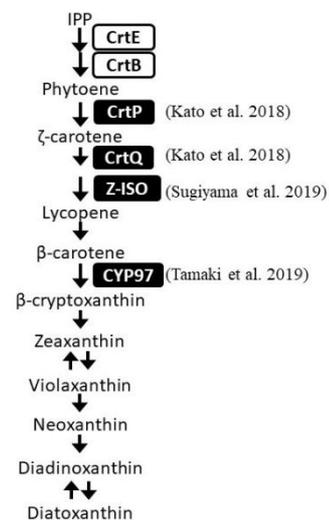


図 1. ユーグレナのカロテノイド合成経路と本研究において遺伝子を単離した酵素

黒塗りの酵素は、本研究業績論文に対応。白塗りの酵素は、本研究の開始以前に本研究室により単離されていた酵素。

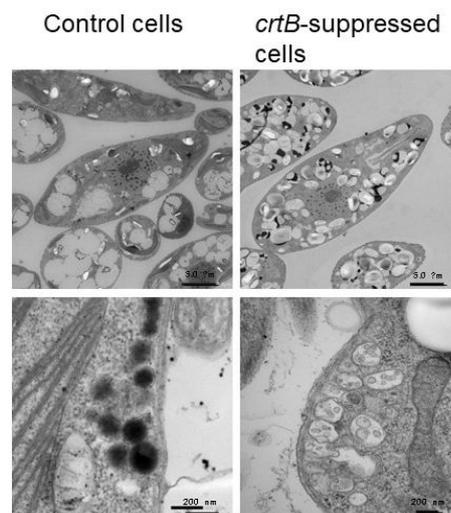


図 2. ユーグレナのフィトエン合成酵素遺伝子ノックダウンシステムの眼点構造の電子顕微鏡観察像

Control cells: 通常のユーグレナ細胞の全体像 (上段) と眼点の拡大像 (下段)。crtB-suppressed cells: フィトエン合成酵素遺伝子を RNAi によりノックダウンした細胞の全体像 (上段) と眼点の拡大像 (下段)。

(4) 比較的弱い青色光および赤色光照射の及ぼす強光ストレス耐性向上の可能性の検討

強光照射に先立つ青色光や赤色光の照射によるカロテノイド蓄積や光合成活性への影響を調べる実験を行った。その結果、比較的弱い強度 ( $3 \mu\text{mol photons/m}^2 \text{s}$ ) の青色光や赤色光を予め一定時間照射することにより、カロテノイド分子種のなかでも  $\beta$ -カロテンの蓄積量が対象区 (暗所) の約 1.3 倍に増加することがわかった。このときの光化学系 II の最大量子収率 ( $F_v/F_m$ ) は、対象区の約 7% 向上すること、電子伝達速度 (rETR) が約 70% 上昇することなどの結果を得た (図 3)。これにより、あらかじめ弱い青色光や赤色光を一定時間受容することで、ユーグレナ細胞は  $\beta$ -カロテンをより多く蓄積し、光合成の光化学系 II 下流の電子伝達を促進する生理応答により、強光ストレスを緩和する機構をもつことが強く示唆された (Tanno et al. submitted)。

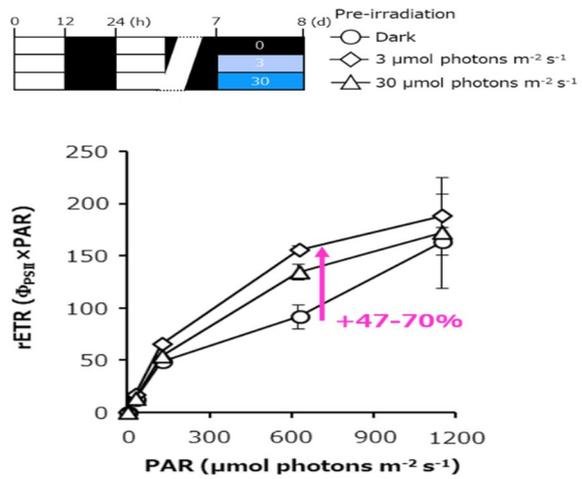


図 3. ユーグレナに青色光を前照射した場合の光化学系の電子伝達速度 rETR 値

5. 主な発表論文等

〔雑誌論文〕 計9件（うち査読付論文 9件/うち国際共著 1件/うちオープンアクセス 7件）

1. 著者名 Kato Shota, Ozasa Kazunari, Maeda Mizuo, Tanno Yuri, Tamaki Shun, Higuchi Takeuchi Mieko, Numata Keiji, Kodama Yutaka, Sato Mayuko, Toyooka Kiminori, Shinomura Tomoko	4. 巻 101
2. 論文標題 Carotenoids in the eyespot apparatus are required for triggering phototaxis in <i>Euglena gracilis</i>	5. 発行年 2020年
3. 雑誌名 The Plant Journal	6. 最初と最後の頁 1091 ~ 1102
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) <a href="https://doi.org/10.1111/tpj.14576">https://doi.org/10.1111/tpj.14576</a>	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 Ozasa Kazunari, Won June, Song Simon, Shinomura Tomoko, Maeda Mizuo	4. 巻 41
2. 論文標題 Phototaxis and photo-shock responses of <i>Euglena gracilis</i> under gravitaxis	5. 発行年 2019年
3. 雑誌名 Algal Research	6. 最初と最後の頁 101563 ~ 101563
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) <a href="https://doi.org/10.1016/j.algal.2019.101563">https://doi.org/10.1016/j.algal.2019.101563</a>	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 Sugiyama Kenjiro, Takahashi Koh, Nakazawa Keisuke, Yamada Masaharu, Kato Shota, Shinomura Tomoko, Nagashima Yoshiki, Suzuki Hideyuki, Ara Takeshi, Harada Jiro, Takaichi Shinichi	4. 巻 61
2. 論文標題 Oxygenic Phototrophs Need $\beta$ -Carotene Isomerase (Z-ISO) for Carotene Synthesis: Functional Analysis in <i>Arthrospira</i> and <i>Euglena</i>	5. 発行年 2019年
3. 雑誌名 Plant and Cell Physiology	6. 最初と最後の頁 276 ~ 282
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) doi: 10.1093/pcp/pcz192	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 加藤翔太、篠村知子	4. 巻 31
2. 論文標題 微細藻類の眼点の構造と光運動反応における機能	5. 発行年 2019年
3. 雑誌名 Plant Morphology (日本植物形態学会誌)	6. 最初と最後の頁 3-9
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 Kato Shota, Tanno Yuri, Takaichi Shinichi, Shinomura Tomoko	4. 巻 60
2. 論文標題 Low Temperature Stress Alters the Expression of Phytoene Desaturase Genes (crtP1 and crtP2) and the -Carotene Desaturase Gene (crtQ) Together with the Cellular Carotenoid Content of <i>Euglena gracilis</i>	5. 発行年 2018年
3. 雑誌名 Plant and Cell Physiology	6. 最初と最後の頁 274 ~ 284
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.1093/pcp/pcy208	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 Tamaki Shun, Kato Shota, Shinomura Tomoko, Ishikawa Takahiro, Imaishi Hiromasa	4. 巻 278
2. 論文標題 Physiological role of -carotene monohydroxylase (CYP97H1) in carotenoid biosynthesis in <i>Euglena gracilis</i>	5. 発行年 2019年
3. 雑誌名 Plant Science	6. 最初と最後の頁 80 ~ 87
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.1016/j.plantsci.2018.10.017	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 篠村知子	4. 巻 9B
2. 論文標題 カロテノイド：その多様性と普遍性が切り拓く新展開	5. 発行年 2018年
3. 雑誌名 BSJ	6. 最初と最後の頁 46-49
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) DOI: 10.24480/bsj-review.9b1.00133	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 加藤翔太、篠村知子	4. 巻 9B
2. 論文標題 <i>Euglena gracilis</i> のカロテノイドを介する光応答とその生理生態上の機能	5. 発行年 2018年
3. 雑誌名 BSJ	6. 最初と最後の頁 72-79
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) DOI: 10.24480/bsj-review.9b4.00136	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 Kato Shota, Soshino Mika, Takaichi Shinichi, Ishikawa Takahiro, Nagata Noriko, Asahina Masashi, Shinomura Tomoko	4. 巻 17
2. 論文標題 Suppression of the phytoene synthase gene (Egcr1B) alters carotenoid content and intracellular structure of <i>Euglena gracilis</i>	5. 発行年 2017年
3. 雑誌名 BMC Plant Biology	6. 最初と最後の頁 1-10
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) <a href="https://doi.org/10.1186/s12870-017-1066-7">https://doi.org/10.1186/s12870-017-1066-7</a>	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23件(うち招待講演 2件/うち国際学会 7件)

1. 発表者名 Shun Tamaki, Yuri Tanno, Shota Kato, Kazunari Ozasa, Mayumi Wakazaki, Mayuko Sato, Kiminori Toyooka, Tomoko Shinomura
2. 発表標題 Functional analysis of carotenoids in <i>Euglena gracilis</i> for the cell structure and photomovement using carotenoid deficient mutants
3. 学会等名 61回日本植物生理学会年会
4. 発表年 2020年

1. 発表者名 玉木俊、加藤翔太、石川孝博、篠村知子、今石浩正
2. 発表標題 ユーグレナにおける -カロテンモノ水酸化酵素 (CYP97H1) の機能解析
3. 学会等名 第26回藻類合同セミナー
4. 発表年 2019年

1. 発表者名 玉木峻、丹野夕麗、加藤翔太、宮本皓司、尾笹一成、篠村知子
2. 発表標題 カロテノイド合成抑制ユーグレナにおける眼点と走光性の解析
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 篠村知子
2. 発表標題 ユーグレナのカロテノイドを介する光環境応答への分子生物学的アプローチ
3. 学会等名 ユーグレナ研究会第35回研究集会（招待講演）
4. 発表年 2019年

1. 発表者名 玉木俊、石川孝博、篠村知子
2. 発表標題 ユーグレナのカロテノイド合成に関与するリコペン環化酵素の機能解析
3. 学会等名 ユーグレナ研究会第35回研究集会
4. 発表年 2019年

1. 発表者名 玉木峻、丹野夕麗、加藤翔太、宮本皓司、尾笹一成、篠村知子
2. 発表標題 微細藻類ユーグレナの光運動における眼点カロテノイドの機能解明
3. 学会等名 第42回日本分子生物学会年会
4. 発表年 2019年

1. 発表者名 Kato Shota, Ozasa Kazunari, Maeda Mizuo, Tanno Yuri, Higuchi Mieko, Numata Keiji, Kodama Yutaka, Sato Mayuko, Toyooka Kiminori, Nam Hong Gil, Shinomura Tomoko
2. 発表標題 Blocking of carotenoid biosynthesis caused a defect in the normal eyespot formation and resulted in a loss of phototaxis of <i>Euglena gracilis</i>
3. 学会等名 Japan-Taiwan Plant Biology (JTPB2019) (国際学会)
4. 発表年 2019年

1. 発表者名 Tanno Yuri, Kato Shota, Takahashi Senji, Sonoike Kintake, Kodama Yutaka, Takaichi Shinichi, Shinomura Tomoko
2. 発表標題 Photo-control of carotenoid synthesis in <i>Euglena gracilis</i>
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 Kato Shota, Tanno Yuri, Takaichi Shinichi, Shinomura Tomoko
2. 発表標題 Cold stress enhanced light-induced stress and increased the expression of phytoene desaturase gene ( <i>crtP1</i> and <i>crtP2</i> ) as well as phytoene synthase gene ( <i>crtB</i> ) in <i>Euglena gracilis</i>
3. 学会等名 Plant Biology 2018 (ASPB2018) (国際学会)
4. 発表年 2018年

1. 発表者名 丹野夕麗、加藤翔太、高市真一、石川孝博、児玉豊、田中裕之、朝比奈雅志、高橋宣治、篠村知子
2. 発表標題 光環境が微細藻類 <i>Euglena gracilis</i> のカロテノイド合成に及ぼす影響
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 丹野夕麗、加藤翔太、高橋宣治、高市真一、園池 公毅、児玉豊、篠村知子
2. 発表標題 青色光照射の及ぼす <i>Euglena gracilis</i> のカロテノイド組成や光合成活性への影響
3. 学会等名 ユーグレナ研究会第34回研究集会
4. 発表年 2018年

1. 発表者名 Tomoko Shinomura
2. 発表標題 Light in the world of microalgae: A key research to solve the molecular riddles of evolution and the economic importance
3. 学会等名 Invited seminar at Center for Plant Aging Research, Institute for Basic Science (IBS), DGIST, Daegu, Korea (招待講演) (国際学会)
4. 発表年 2018年

1. 発表者名 Shota Kato, Yuri Tanno, Masashi Asahina, Senji Takahashi, Hiroyuki Tanaka, Yutaka Kodama, Shinichi Takaichi, Takahiro Ishikawa, Tomoko Shinomura
2. 発表標題 Carotenoid synthesis of <i>Euglena gracilis</i> grown under light/dark cycle and monochromatic illumination
3. 学会等名 International Symposium on Plant Photobiology 2018 (国際学会)
4. 発表年 2018年

1. 発表者名 Shota Kato, Masashi Nakamura, Koji Miyamoto, Emi Yumoto, Kenichi Uchida, Takao Yokota, Hisakazu Yamane, Tomoko Shinomura
2. 発表標題 Identification and functional analysis of OPDA reductase (OPR) gene of <i>Euglena gracilis</i>
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 Yuri Tanno, Shota Kato, Mineo Iseki, Hiroyuki Tanaka, Yutaka Kodama, Shinichi Takaichi, Takahiro Ishikawa, Masashi Asahina, Senji Takahashi, Tomoko Shinomura
2. 発表標題 Photo-control of carotenoid synthesis in <i>Euglena gracilis</i>
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 Yuri Tanno, Shota Kato, Masashi Asahina, Senji Takahashi, Shinichi Takaichi, Takahiro Ishikawa, Tomoko Shinomura
2. 発表標題 Photoregulation of carotenoid synthesis in <i>Euglena gracilis</i>
3. 学会等名 8th Asia and Oceania Conference on Photobiology (国際学会)
4. 発表年 2017年

1. 発表者名 Shota Kato, Shinichi Takaichi, Tomoko Shinomura
2. 発表標題 Low temperature stress alters the carotenoid content and composition of a unicellular alga, <i>Euglena gracilis</i>
3. 学会等名 8th Asia and Oceania Conference on Photobiology (国際学会)
4. 発表年 2017年

1. 発表者名 Shota Kato, Mika Soshino, Shinichi Takaichi, Takahiro Ishikawa, Noriko Nagata, Masashi Asahina, Tomoko Shinomura
2. 発表標題 Light stress alters carotenoid content and intracellular structure of <i>Euglena gracilis</i>
3. 学会等名 18th International Symposium on Carotenoids (国際学会)
4. 発表年 2017年

1. 発表者名 加藤翔太, 中村将志, 宮本皓司, 湯本絵美, 横田孝雄, 山根久和, 篠村知子
2. 発表標題 微細藻類 <i>Euglena gracilis</i> の OPDA 還元酵素遺伝子の探索
3. 学会等名 植物化学調節学会第52回大会
4. 発表年 2017年

1. 発表者名 加藤翔太, 中村将志, 齋藤 梓, 齊藤圭祐, 湯本絵美, 横田孝雄, 高市真一, 山根久和, 篠村知子
2. 発表標題 ジャスモン酸類による <i>Euglena gracilis</i> のカロテノイド合成・蓄積の調節
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 丹野夕麗, 加藤翔太, 朝比奈雅志, 高橋宣治, 高市真一, 石川孝博, 篠村知子
2. 発表標題 明暗周期培養下における微細藻類 <i>Euglena gracilis</i> のカロテノイド合成の解析
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 加藤翔太, 中村将志, 齋藤 梓, 齊藤圭祐, 湯本絵美, 横田孝雄, 高市真一, 山根久和, 篠村知子
2. 発表標題 ユーグレナのカロテノイド合成の調節におけるジャスモン酸の生理作用の解析
3. 学会等名 ユーグレナ研究会第33回研究集会
4. 発表年 2017年

1. 発表者名 丹野夕麗, 加藤翔太, 朝比奈雅志, 高橋宣治, 高市真一, 石川孝博, 篠村知子
2. 発表標題 明暗周期培養の及ぼす <i>Euglena gracilis</i> のカロテノイド合成への影響
3. 学会等名 ユーグレナ研究会第33回研究集会
4. 発表年 2017年

〔図書〕 計0件

〔産業財産権〕

〔その他〕

帝京大学理工学部バイオサイエンス学科の研究活動、学会発表、2017-2019年度  
[https://www.teikyo-u.ac.jp/faculties/science\\_tech/bio\\_science/research#head1\\_1](https://www.teikyo-u.ac.jp/faculties/science_tech/bio_science/research#head1_1)

帝京大学研究室紹介：植物分子細胞学研究室（篠村知子研究室）  
[https://www.teikyo-u.ac.jp/faculties/science\\_tech/labo/bio\\_science\\_shinomura](https://www.teikyo-u.ac.jp/faculties/science_tech/labo/bio_science_shinomura)

卒業生の丹野夕麗さんがユークレナ研究会において「若手優秀発表賞」を受賞  
[https://www.teikyo-u.ac.jp/faculties/science\\_tech/bio\\_science](https://www.teikyo-u.ac.jp/faculties/science_tech/bio_science)

#### 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	加藤 翔太  (KATO Shota)		2017年度-2018年度 博士研究員
研究協力者	玉木 峻  (TAMAKI Shun)		2019年度 博士研究員