

令和 4 年 6 月 21 日現在

機関番号：13904

研究種目：基盤研究(C) (一般)

研究期間：2019～2021

課題番号：19K06707

研究課題名(和文) 補色順化におけるフィコビリソームの構造変化の多様性の解明

研究課題名(英文) Analysis of diverse structural changes in the phycobilisome during chromatic acclimation

研究代表者

広瀬 侑 (Hirose, Yuu)

豊橋技術科学大学・工学(系)研究科(研究院)・准教授

研究者番号：30616230

交付決定額(研究期間全体)：(直接経費) 3,300,000円

研究成果の概要(和文)：シアノバクテリアは光合成のアンテナタンパク質複合体としてフィコビリソームを持つ。本研究では、シアノバクテリア門における緑・赤色光に応答したフィコビリソームの構造制御(補色順化)の多様性の全体像の解析に取り組んだ。ゲノム情報に基づいてフィコビリソーム遺伝子組成を分類する解析パイプラインを確立し、RefSeqデータベースの約500株の補色順化を分類した。それぞれの代表株を順化させてフィコビリソームを精製し、RNA-Seq、電子顕微鏡およびLC-MS/MS解析を行った。また、補色順化を制御するフィトクロム様光受容体(シアノバクテリオクロム)のX線結晶構造解析およびラマン分光解析にも取り組んだ。

研究成果の学術的意義や社会的意義

光色順化によって制御されるフィコビリソームの構造変化には、どれほどの多様性があるのだろうか?という問いに答えるため、多数の生物種の横断的な解析を得意とするゲノム科学と、少数の生物種の集中的な解析を得意とする生化学・生理学を統合したアプローチによって解析に取り組んだ。緑・赤色光に応答したフィコビリソームの構造変化は、シアノバクテリア門において8種類の多型が存在することを明らかにした。一部の光色順化についてはフィコビリソームの構造変化を実験的に示すことに成功した。補色順化を制御する光受容体の構造解析にも成功し、フィコビリソーム構造変化の引き金となる光色感知の分子機構について新たな知見を得た。

研究成果の概要(英文)：Cyanobacteria are phototrophic bacteria that perform oxygen-evolving photosynthesis. They use photosynthetic antenna complex called phycobilisome to harvest and transfer the light energy to the photosynthetic reaction centers. Here, we investigated the diversity of the regulation of the phycobilisomes in response to green and red light, which is the process called complementary chromatic acclimation (CA) and widespread among the Cyanobacteria phylum. We established a bioinformatic pipeline to classify the CA types based on the composition of the phycobilisome genes. We classified CA types of about 500 cyanobacteria strains. We cultivated some of representative CA strains under green and red light, purified their phycobilisomes, and subjected them to RNA-Seq, electron microscopy, and LC-MS/MS analyses. We also performed X-ray crystallography, NMR, and Raman spectroscopy of the phytochrome-like photoreceptor (cyanobacteriochrome) regulating CA variants responding to green and red light.

研究分野：光生物学

キーワード：シアノバクテリア 光合成 フィトクロム シアノバクテリオクロム フィコビリソーム ビリン

様式 C - 19、F - 19 - 1、Z - 19 (共通)

1. 研究開始当初の背景

酸素発生型光合成において、光エネルギー変換を担うタンパク質複合体は、光化学系 I および光化学系 II 反応中心と、それらに光エネルギーを供給するアンテナ複合体である。フィコビリソームとは、シアノバクテリアと紅藻・灰色藻に存在する膜表在性のアンテナ複合体である。フィコビリソームは、集光性の色素タンパク質と、それらを連結するリンカータンパク質から構成される。一般的なフィコビリソームの共通成分は、赤色光を吸収する色素タンパク質であるフィコシアニンやアロフィコシアニンであり、生物種によって、緑色光を吸収するフィコエリスリン、もしくは、黄緑色を吸収するフィコエリスロシアニンが含まれる。フィコビリソームの形状にも多様性があり、ロッドとコアからなる半円型フィコビリソームや、より多くのロッドからなる半球型フィコビリソーム、コアを持たないロッド型フィコビリソームなど、多様な形態のフィコビリソームの存在が報告されている。フィコビリソームの構造は、環境中の要因によって調節を受け、その制御系も種間で多用である。光色順化 (CA) とは、フィコビリソームの構造や機能が光波長依存的に制御される現象である。光色順化は、以前は補色順化とも呼ばれ、フィコシアニンとフィコエリスリンの量比が調節されるタイプのみが知られていた (Tandeau de Marsac N. 1977 J. Bacteriol.)。近年、多様なシアノバクテリアの光色応答の解析が進み、新しいタイプの光色順化の存在が明らかとなりつつある。

2. 研究の目的

我々は、光色順化の光感知機構の解析に取り組み、緑・赤色光を受容するシアノバクテリオクロム型光受容体によるフィコビリソームの転写制御機構を明らかにしてきた (Hirose Y. et al. 2008 Proc. Natl. Acad. Sci.; Hirose Y. et al. 2010 Proc. Natl. Acad. Sci.; Hirose Y. et al. 2013 Proc. Natl. Acad. Sci.)。これらの研究により、光感知を担う光受容体と、そのシグナル伝達経路が種間で高度に保存されていることが明らかとなった。一方、それによって調節されるフィコビリソームの遺伝子セットには大きな多様性が存在することが示唆された (Hirose Y. et al. 2017 DNA Res. など)。これらの結果は、シアノバクテリアが生息する光環境に応じて、フィコビリソームの構造を柔軟に組み替えてきたことを示唆している。光色順化によって制御されるフィコビリソームの構造変化は、シアノバクテリア門全体でどれほど多様なのだろうか？ この疑問に答えるために本研究では、多数の生物の横断的な解析を得意とするゲノム科学と、モデル生物を中心とした少数の集中解析を得意とする生化学・生理学を統合したアプローチによって解析に取り組んだ。

3. 研究の方法

本研究の目的は、フィコビリソームの構造と、光色順化における構造変化の多様性を、シアノバクテリア門全体において明らかにすることである。そのため、以下の4点の解析に取り組んだ。研究計画申請時は項目(2)と(3)を行う予定であったが、ゲノム解析の予算が得られたことや、共同研究が進展したところから項目(1)と(4)についても実施した。

(1)ゲノム解析

光色順化能を持つ約 40 株のシアノバクテリアのゲノム解析を行った。ヘテロシストと呼ばれる異型細胞を形成する能力を持つ株を中心に、国立環境研究所 (NIES) のカルチャーコレクションに寄託されたシアノバクテリアのゲノムシーケンズを行った。DNA 抽出は国立環境研究所 (NIES) の河地正伸室長、解析ソフトウェアは東北大学大坪嘉行准教授、データ登録は国立遺伝学研究所の中村保一教授の協力を得て、シーケンズからアセンブル、データ登録までの解析を研究代表者のグループが行った。

(2)ゲノム情報に基づくフィコビリソーム構造変化の予測

RefSeq データベースに含まれるシアノバクテリア 455 株について、フィコビリソーム構造タンパク質およびそれを制御する光受容体タンパク質の有無を調査し、その組成に基づいて光色順化のタイプを分類した。さらに、それらのタンパク質の系統樹を、ゲノムの保存タンパク質に基づく高精度な系統樹と比較することで、光色順化の進化の系譜を推定した。全ての解析を研究代表者のグループが行った。

(3)光色順化におけるフィコビリソームの構造変化の解析

ゲノム情報によって分類された光色順化株のうち、カルチャーコレクションで維持されている株を取り寄せて光色の下で順化させた。それぞれの株から、フィコビリソームを単離し、吸収スペクトル解析、低温蛍光スペクトル解析、SDS-PAGE、LC-MS/MS 解析、クライオ電子顕微鏡解析を行った。試料調製は研究代表者のグループが行い、クライオ電子顕微鏡解析は生理学研究所の村田和義教授と Chihong Song 助教、さらに理化学研究所の川上恵典研究員との共同研究で実施した。

(4)光受容体の構造解析

光色順化を制御するシアノバクテリオクロム型光受容体 RcaE の X 線結晶構造解析、ピリン発色団同位体標識法の開発と、それを応用したラマン分光解析と NMR 解析を行った。試料調製や発色団の同位体標識は研究代表者のグループが行い、X 線結晶構造解析と NMR 解析は東京薬科大学の三島正規教授、永江峰幸助教との共同研究で実施した。ラマン分光解析は佐賀大学の海野雅司教授、藤澤知績准教授との共同研究で実施した。時間分解吸収スペクトル解析は北海道大学の菊川峰志准教授との共同研究で実施した。

4. 研究成果

(1)シアノバクテリアのゲノム解析

次世代シーケンサー MiSeq および in silico finishing ソフトウェアを用いて、光色順化能を持つ株や、ヘテロシストと呼ばれる異型細胞を形成する能力を持つ株を中心に、約 40 株のシアノバクテリアの高精度なゲノム情報の整備に成功した。シーケンスおよびアセンブルは AMED のナショナルバイオリソースプロジェクトで行ったが、本予算は論文執筆を目的としていないため、本科研費予算にて、ゲノム情報の詳細な解析を行った。シアノバクテリアのゲノムデータは急速に蓄積しているが、多くがメタゲノムに由来するものであり、単離株のゲノム情報の整備は爆発的には進んでおらず、その重要性が明らかとなった。特定のシアノバクテリアの系統において、命名法が大きく混乱していることや、単離株の整備が進んでいないことが明らかとなった。これらの成果は、我が国におけるこれまでのシアノバクテリアのゲノムプロジェクトとしては最大規模である。これらの成果を論文にまとめて発表した (Hirose Y. et al. 2021 DNA Res.; Hirose Y. et al. 2021a Microbiol. Resour. Announc.; Hirose Y. et al. 2021b Microbiol. Resour. Announc.)。

(2)ゲノム情報に基づくフィコビリソーム構造変化の予測

RefSeq データベースに含まれる 455 株のシアノバクテリアのゲノム情報を解析し、光色順化の多様性を明らかにした。光色順化を制御する緑・赤色光受容体 (CcaS、RcaE)、フィコエリスリン (CpeA および CpeB)、フィコエリスロシアニン (PecA および PecB)、ロッド型フィコビリソームのリンカータンパク質 (CpcL) の組み合わせで、少なくとも 8 種類の光色順化の多型が生じていることを明らかにした。これらのタンパク質の系統関係は、シアノバクテリアのゲノムの系統関係と完全には一致しないことから、遺伝子水平伝播によって光色順化の遺伝子セットがシアノバクテリア属内に広まったことが示された (Hirose Y. et al. 2019 Mol. Plant)。申請時点では、本パイプラインを完成版としてオンラインで公開する予定であったが、(3)の項目において、フィコビリソームの構造多様性に想定を超える多様性が見つかり、フィコビリソームの構造変化を情報学的手法のみでは精度良く予測することが困難であることが判明した。そのため、現時点での解析方法と結果を発表した (Hirose Y. et al. 2019 Mol. Plant)。

(3)光色順化におけるフィコビリソームの構造変化の解析

上記の(2)において見いだされた光色順化の多型において、フィコビリソームの構造変化を実験的に検証した。 *Leptolyngbya* sp. PCC 6406 において、フィコエリスロシアニンの調節 (CA7) と、ロッド状フィコビリソームの調節 (CA1) を組み合わせた新しいタイプの光色順化を発見した (Hirose Y. et al. 2019 Mol. Plant)。 *Pleurocapsa* sp. PCC 7319 において、フィコエリスリンと誘導性フィコシアニンの調節 (CA3) とロッド状フィコビリソームの調節 (CA1) を組み合わせた光色順化を発見した (Otsu T. et al. 2022 Plant Physiol.)。 *Thermosynechococcus vulcanus* NIES-2134 のフィコビリソームについて、ロッドとコアの構造を明らかにした (Kawakami K. et al. 2022 Nat. Commun.)。 *Nostoc* 属シアノバクテリアにおいて、フィコエリスリンの調節 (CA2) とロッド状フィコビリソームの調節 (CA1) を組み合わせた光色順化を見出した (論文執筆中)。また、これまでに報告例のない全く新しいタイプの光色順化を行う株を見出した (論文執筆中)。これらの解析により、ロッド状フィコビリソームについては、ロッドメンブレンリンカータンパク質の有無と、フィコビリソームの形状がよく対応することが示された。一方で、ロッドリンカータンパク質については、局在が未だに明らかでないため、クライオ電子顕微鏡による高分解能構造解析が必要である。クライオ電子顕微鏡解析についても条件検討を重ね、リン酸カリウム緩衝液や架橋剤を使わないフィコビリソームの新規精製法の開発に成功した (未発表)。

(4)光色順化を制御する光受容体の構造解析

光色順化を制御する緑・赤色光受容体 (CcaS、RcaE) は、シアノバクテリオクロムと呼ばれる光受容体ファミリーに属する。RcaE のピリン発色団結合ドメインの赤色光吸収型の X 線結晶構造解析に成功し、光変換におけるプロトンの移動経路として機能すると考えられる「穴あき構造」を発見した (Nagae T. et al. 2021 Proc. Natl. Acad. Sci.)。分光学的手法を用いてピリン発色団の構造を解析するためには、得られたシグナルを同位体原子によって帰属する必要がある。安定同位体 ¹⁵N および ¹³C を含む培地で培養したシアノバクテリア細胞から、ピリン発色団を短時間かつ高効率に抽出する手法を確立した (Kamo T. et al. 2021 Plant Cell Physiol.)。この手法を用いて、RcaE タンパク質のピリン発色団を標識し、ラマン分光解析と、NMR 解析のシグナルの帰属へと

応用した (Osoegawa T. et al. 2019 J Phys Chem B; Nagae T. et al. 2021 Proc. Natl. Acad. Sci.; Okuda Y. et al. 2022 J. Phys. Chem. B)。青・橙色光受容型のシアノバクテリオクロムについても、pH 滴定とラマン分光解析および時間分解吸収スペクトル解析を行い、ビリジン発色団のプロトン化制御の重要性を明らかにした (Sato T. et al. 2019 J. Biol. Chem.)

5. 主な発表論文等

〔雑誌論文〕 計14件（うち査読付論文 9件/うち国際共著 0件/うちオープンアクセス 10件）

1. 著者名 Takayuki Nagae, Masashi Unno, Taiki Koizumi, Yohei Miyanoiri, Tomotsumi Fujisawa, Kento Masui, Takanari Kamo, Kei Wada, Toshihiko Eki, Yutaka Ito, Yuu Hirose, Masaki Mishima	4. 巻 118(20)
2. 論文標題 Structural basis of the protochromic green/red photocycle of the chromatic acclimation sensor RcaE	5. 発行年 2021年
3. 雑誌名 Proceedings of the National Academy of Sciences	6. 最初と最後の頁 e2024583118
掲載論文のDOI（デジタルオブジェクト識別子） 10.1073/pnas.2024583118	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 Takanari Kamo, Toshihiko Eki, Yuu Hirose	4. 巻 62(2)
2. 論文標題 Pressurized liquid extraction of a phycocyanobilin chromophore and its reconstitution with a cyanobacteriochrome photosensor for efficient isotopic labeling	5. 発行年 2021年
3. 雑誌名 Plant and Cell Physiology	6. 最初と最後の頁 334-347
掲載論文のDOI（デジタルオブジェクト識別子） 10.1093/pcp/pcaa164	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 Masashi Unno, Yuu Hirose, Masaki Mishima, Takashi Kikukawa, Tomotsumi Fujisawa, Tatsuya Iwata, Jun Tamogami	4. 巻 18
2. 論文標題 Spectroscopic approach for exploring structure and function of photoreceptor proteins	5. 発行年 2021年
3. 雑誌名 Biophysics and Physicobiology	6. 最初と最後の頁 in press.
掲載論文のDOI（デジタルオブジェクト識別子） 10.2142/biophysico.bppb-v18.014	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 広瀬 侑	4. 巻 29(2)
2. 論文標題 シアノバクテリアの光色順化と多様性と進化	5. 発行年 2019年
3. 雑誌名 光合成研究	6. 最初と最後の頁 156-170
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 Yuu Hirose, Song Chihong, Mai Watanabe, Chinatsu Yonekawa, Kazuyoshi Murata, Masahiko Ikeuchi, Toshihiko Eki	4. 巻 12(5)
2. 論文標題 Diverse Chromatic Acclimation Processes Regulating Phycoerythrocyanin and Rod-Shaped Phycobilisome in Cyanobacteria	5. 発行年 2019年
3. 雑誌名 Molecular Plant	6. 最初と最後の頁 715-725
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.1016/j.molp.2019.02.010	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 Takuto Otsu, Toshihiko Eki, Yuu Hirose	4. 巻 in press
2. 論文標題 A hybrid type of chromatic acclimation regulated by the dual green/red photosensory systems in cyanobacteria	5. 発行年 2022年
3. 雑誌名 Plant Physiology	6. 最初と最後の頁 in press
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 Keisuke Kawakami, Tasuku Hamaguchi, Yuu Hirose, Daisuke Kosumi, Makoto Miyata, Nobuo Kamiya, Koji Yonekura	4. 巻 13
2. 論文標題 Core and rod structures of a thermophilic cyanobacterial light-harvesting phycobilisome	5. 発行年 2022年
3. 雑誌名 Nature Communications	6. 最初と最後の頁 3389
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.1038/s41467-022-30962-9	査読の有無 無
オープンアクセス オープンアクセスとしている (また、その予定である)	国際共著 -

1. 著者名 Takumi Murakami, Nozomu Takeuchi, Hiroshi Mori, Yuu Hirose, Arwyn Edwards, Tristram Irvine-Fynn, Zhongqin Li, Satoshi Ishii, Takahiro Segawa	4. 巻 10
2. 論文標題 Metagenomics reveals global-scale contrasts in nitrogen cycling and cyanobacterial light-harvesting mechanisms in glacier cryoconite.	5. 発行年 2022年
3. 雑誌名 Microbiome	6. 最初と最後の頁 50
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.1186/s40168-022-01238-7	査読の有無 無
オープンアクセス オープンアクセスとしている (また、その予定である)	国際共著 -

1. 著者名 Yuu Hirose, corresponding author Yoshiyuki Ohtsubo, Naomi Misawa, Chinatsu Yonekawa, Nobuyoshi Nagao, Yohei Shimura, Takatomo Fujisawa, Yu Kanesaki, Hiroshi Katoh, Mitsunori Katayama, Haruyo Yamaguchi, Hirofumi Yoshikawa, Masahiko Ikeuchi, Toshihiko Eki, Yasukazu Nakamura, and Masanobu Kawachi	4. 巻 28
2. 論文標題 Genome sequencing of the NIES Cyanobacteria collection with a focus on the heterocyst-forming clade	5. 発行年 2022年
3. 雑誌名 DNA Research	6. 最初と最後の頁 dsab024
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.1093/dnares/dsab024	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 Yuu Hirose, Mitsunori Katayama	4. 巻 10
2. 論文標題 Draft Genome Sequence of the Phototropic Cyanobacterium Rivularia sp. Strain IAM M-261	5. 発行年 2021年
3. 雑誌名 Microbiology Resource Announcements	6. 最初と最後の頁 e0079021
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.1128/MRA.00790-21	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 Yuu Hirose, Mitsunori Katayama	4. 巻 10
2. 論文標題 Complete Genome Sequence of a Thin-Sheath Mutant of the Phototropic Cyanobacterium Calothrix sp. Strain PCC 7716	5. 発行年 2021年
3. 雑誌名 Microbiology Resource Announcements	6. 最初と最後の頁 e0094721
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.1128/MRA.00947-21	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 Yuji Okuda, Risako Miyoshi, Takanari Kamo, Tomotsumi Fujisawa, Takayuki Nagae, Masaki Mishima, Toshihiko Eki, Yuu Hirose, Masashi Unno	4. 巻 126
2. 論文標題 Raman Spectroscopy of an Atypical C15- E, syn Bilin Chromophore in Cyanobacteriochrome RcaE	5. 発行年 2022年
3. 雑誌名 The Journal of Physical Chemistry B	6. 最初と最後の頁 813-821
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.1021/acs.jpcc.1c09652	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 -

1. 著者名 Sato Teppei, Kikukawa Takashi, Miyoshi Risako, Kajimoto Kousuke, Yonekawa Chinatsu, Fujisawa Tomotsumi, Unno Masashi, Eki Toshihiko, Hirose Yuu	4. 巻 295
2. 論文標題 Correction: Protochroic absorption changes in the two-cysteine photocycle of a blue/orange cyanobacteriochrome.	5. 発行年 2020年
3. 雑誌名 Journal of Biological Chemistry	6. 最初と最後の頁 1767 ~ 1767
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.1074/jbc.AAC120.012567	査読の有無 無
オープンアクセス オープンアクセスとしている(また、その予定である)	国際共著 -

1. 著者名 Ohtsubo Yoshiyuki, Hirose Yuu, Nagata Yuji	4. 巻 86
2. 論文標題 Algorithms used for in silico finishing of bacterial genomes based on short-read assemblage implemented in GenoFinisher, AceFileViewer, and ShortReadManager	5. 発行年 2022年
3. 雑誌名 Bioscience, Biotechnology, and Biochemistry	6. 最初と最後の頁 693 ~ 703
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.1093/bbb/zbac032	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 -

[学会発表] 計14件(うち招待講演 2件/うち国際学会 2件)

1. 発表者名 増井 健人, 浴 俊彦, 広瀬 侑
2. 発表標題 モジュールクローニング法を用いた大腸菌におけるフィコシアノピリン合成系の改良
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 永江 峰幸, 海野 雅司, 小泉 太貴, 宮ノ入 洋平, 藤澤 知績, 増井 健人, 加茂 尊也, 和田 啓, 浴 俊彦, 伊藤 隆, 三島 正規, 広瀬 侑
2. 発表標題 補色順化を制御するシアノバクテリオクロム光受容体RcaEの赤色光吸収型の構造解析
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 加茂 尊也, 浴 俊彦, 広瀬 侑
2. 発表標題 公開 同位体標識フィコシアノピリン発色団の高温高压抽出とシアノバクテリオクロム型光受容体とのin vitro再構成系の構築
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 広瀬 侑
2. 発表標題 ピリン結合光受容体の多様な吸収波長の分子基盤
3. 学会等名 第61回日本生物物理学会年会
4. 発表年 2020年

1. 発表者名 広瀬侑, Chihong Song, 米川千夏, 渡辺麻衣, 村田和義, 池内昌彦, 浴俊彦
2. 発表標題 シアノバクテリアの補色順化の多様性の解明
3. 学会等名 第10回日本光合成学会年会
4. 発表年 2019年

1. 発表者名 広瀬侑
2. 発表標題 シアノバクテリアの補色順化の多様性の解明
3. 学会等名 藍藻の分子生物学2019 (招待講演)
4. 発表年 2019年

1. 発表者名 Yuu Hirose, Song Chihong, Mai Watanabe, Chinatsu Yonekawa, Kazuyoshi Murata, Masahiko Ikeuchi, Toshihiko Eki
2. 発表標題 Diverse chromatic acclimation processes responding to green and red light in cyanobacteria
3. 学会等名 International Conference on Tetrapyrrole Photoreceptors of Photosynthetic Organisms (ICTPP0) 2019 (国際学会)
4. 発表年 2019年

1. 発表者名 Yuu Hirose, Song Chihong, Mai Watanabe, Chinatsu Yonekawa, Kazuyoshi Murata, Masahiko Ikeuchi, Toshihiko Eki
2. 発表標題 Diverse chromatic acclimation processes responding to green and red light in cyanobacteria
3. 学会等名 World Congress on Light and Life: Joint 17th International Congress on Photobiology & 18th Congress of the European Society for Photobiology (招待講演) (国際学会)
4. 発表年 2019年

1. 発表者名 加茂 尊也, 浴 俊彦, 広瀬 侑
2. 発表標題 補色順化を制御する緑/赤色光受容体RcaEの光変換機構の解析
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 広瀬 侑
2. 発表標題 シアノバクテリアのフィトクロム様光受容体の光色感知機構
3. 学会等名 令和3年度日本生物物理学会中部支部講演会
4. 発表年 2022年

1. 発表者名 広瀬 侑
2. 発表標題 シアノバクテリアが光の色を感知する仕組みの研究：どのように？ なぜ？
3. 学会等名 雪氷生物研究会2022
4. 発表年 2022年

1. 発表者名 広瀬侑, 大坪嘉行, 三澤直美, 米川千夏, 長尾信義, 志村遥平, 藤澤貴智, 兼崎友, 加藤浩, 片山光徳, 山口晴代, 吉川博文, 池内昌彦, 浴俊彦, 中村保一, 河地正伸
2. 発表標題 NIESコレクションのシアノバクテリアのゲノム解析
3. 学会等名 第16回日本ゲノム微生物学会年会
4. 発表年 2022年

1. 発表者名 広瀬 侑, 加茂 尊也, 浴 俊彦
2. 発表標題 部位特異的変異導入によるピリン結合光センサーRcaEの光変換機構の解析
3. 学会等名 第59回日本生物物理学会年会
4. 発表年 2021年

1. 発表者名 大津 卓人, 浴 俊彦, 広瀬 侑
2. 発表標題 2つの光受容体によって制御される Pleurocapsa sp. PCC 7319の補色順化の解析
3. 学会等名 第63回日本植物生理学会年会
4. 発表年 2022年

〔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
連携研究者	海野 雅司 (Unno Masashi) (50255428)	佐賀大学・理工学部・教授 (17201)	
連携研究者	藤澤 知績 (Fujisawa Tomotsumi) (60633493)	佐賀大学・理工学部・准教授 (17201)	
連携研究者	三島 正規 (Mishima Masaki) (70346310)	東京薬科大学・薬学部・教授 (32659)	
連携研究者	永江 峰幸 (Nagae Takayuki) (90735771)	東京薬科大学・薬学部・助教 (32659)	
連携研究者	村田 和義 (Murata Kazuyoshi) (20311201)	大学共同利用機関法人自然科学研究機構・新分野創成センター、アストロバイオロジーセンター、生命創成探究、生命創成探究センター・特任教授 (82675)	
連携研究者	ソン チホン (Song Chihong) (20755516)	大学共同利用機関法人自然科学研究機構・新分野創成センター、アストロバイオロジーセンター、生命創成探究、生命創成探究センター・特任助教 (82675)	

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