

令和 4 年 6 月 21 日現在

機関番号：12401

研究種目：基盤研究(C) (一般)

研究期間：2018～2021

課題番号：18K06276

研究課題名(和文) 光合成の強光耐性におけるタンパク質合成系の順化機構の役割

研究課題名(英文) Role of protein synthesis in the acclimation of photosynthesis to strong light

研究代表者

西山 佳孝 (Nishiyama, Yoshitaka)

埼玉大学・理工学研究科・教授

研究者番号：30281588

交付決定額(研究期間全体)：(直接経費) 3,500,000円

研究成果の概要(和文)：光合成微生物シアノバクテリアが強光環境に順化する時、タンパク質合成系の構成成分である翻訳因子EF-Tuの存在量が増えることを見出した。EF-Tu量の増大によって、強光下でタンパク質合成が酸化傷害から保護され、その結果として光化学系IIの修復能力が高まり、光化学系IIの強光耐性が增大することが示唆された。また、植物シロイヌナズナでも強光順化によって葉緑体EF-Gが発現誘導されることを見出した。

研究成果の学術的意義や社会的意義

光合成微生物シアノバクテリアの強光適応に翻訳因子EF-Tuの量的増大が重要な働きを担っていることを見出した。この現象は、光合成生物の強光順化機構でこれまでに報告されていない新たな発見である。また、EF-Tuは酸化損傷を受けやすいタンパク質であることが研究代表者らによって明らかにされており、強光下では酸化標的タンパク質の存在量を増やしてストレス障害を回避するという光合成生物の生存戦略が初めて示唆された。

研究成果の概要(英文)：When the cyanobacterium *Synechocystis* sp. PCC 6803 had acclimated to strong light, the intracellular level of translation factor EF-Tu rose. The increased amounts of EF-Tu protected protein synthesis from oxidative injury and enhanced the repair of photosystem II under strong light, with the resultant mitigation of photoinhibition of photosystem II. Similarly, the level of EF-Tu in the chloroplast of *Arabidopsis thaliana* rose in the plants that had acclimated to strong light, suggesting that a similar protective mechanism might be developed in *Arabidopsis*.

研究分野：植物分子生理学

キーワード：光合成 強光 ストレス タンパク質合成 順化

1. 研究開始当初の背景

光化学系 II (PSII) は、光エネルギー変換を担う色素・タンパク質複合体である。しかしその性質とは逆に、光に対する感受性が高く、強光下では容易に失活する。この現象は光阻害と呼ばれ、光合成生物の強光阻害の要因となっている。これに対し光合成生物は、損傷を受けた PSII を速やかに修復する能力をもっている。損傷を受けた反応中心の D1 タンパク質を分解して取り除き、新たに合成した D1 タンパク質を複合体に挿入して修復する。この修復機構が働かなければ、PSII は機能を維持することができない。近年、この修復機構が環境ストレスの影響を受けやすく、環境ストレスに対する PSII の耐性を決定していることが明らかになってきた¹⁾。

近年、研究代表者らの研究によって、PSII の修復を阻害する要因が明らかになってきた。強光などの環境ストレス下で発生する活性酸素による阻害である¹⁾。シアノバクテリア *Synechocystis* sp. PCC 6803 (以下、*Synechocystis*) を用いた研究から、活性酸素が D1 タンパク質など修復に必要なタンパク質の新規合成を翻訳レベルで阻害し、タンパク質合成系を構成する翻訳因子 EF-G や EF-Tu を特異的に失活させることが明らかになっている²⁾。EF-G や EF-Tu の酸化標的となる Cys 残基が同定され、これらの Cys 残基を改変した *Synechocystis* では PSII の強光耐性が増大することが観察されている²⁾。しかし、標的 Cys 残基の人為的改変は、Cys 残基の酸化還元調節を失うため、より多くの活性酸素が発生するという負の影響を及ぼすことも明らかになってきた²⁾。

一方、光合成生物は、強光環境に順化することによって、光合成の強光耐性を増大させる。*Synechocystis* においても強光に順化した細胞では、PSII が光阻害に対して耐性を示すようになる。この現象のメカニズムはほとんど未解明であるが、酸化損傷を受けやすいタンパク質合成系に何らかの保護機能が働き、PSII の光阻害を緩和している可能性が考えられる。

2. 研究の目的

本研究では、シアノバクテリアおよびシロイヌナズナを用いて、タンパク質合成系に起こる強光順化機構、タンパク質合成系を保護する抗酸化機構の変化、およびこれらの変化が PSII の強光耐性に及ぼす影響を解明することを目的とした。これまで光合成の強光順化に関与する因子として、非光化学消光 (NPQ) の誘導や電子伝達系の変化、ステート遷移、集光アンテナサイズの減少、抗酸化物質の蓄積などが示唆されてきたが、本研究では「タンパク質合成系の順化」という新たな切り口で強光順化機構を解明することを目的とした。

3. 研究の方法

- (1) シアノバクテリアの強光順化における EF-Tu の役割： *Synechocystis* を異なる光強度の下で生育させた後、PSII の強光耐性を解析した。その際、翻訳因子 EF-Tu や EF-G の発現量や、タンパク質の新規合成能も解析した。
- (2) シアノバクテリアの強光順化におけるカロテノイドの役割： *Synechocystis* を異なる光強度の下で生育させた後、細胞に含まれるカロテノイドを分析した。
- (3) 植物の強光順化における EF-Tu の役割： シロイヌナズナ *Arabidopsis thaliana* を異なる光強度の下で生育させた後、PSII の強光耐性を解析した。その際、葉緑体翻訳因子 cpEF-Tu の発現量も解析した。

4. 研究成果

- (1) シアノバクテリアの強光順化における EF-Tu の役割： 強光順化した細胞では、光強度に応じて PSII の強光耐性が増大した。その際、タンパク質の新規合成および PSII の修復能力が促進していた。さらに、興味深いことに、強光順化に伴って翻訳因子 EF-Tu の存在量が

増大しており、EF-Tu 量と PSII の強光耐性との間に高い相関関係があった。EF-Tu を *Synechocystis* で過剰に発現させると、強光下で D1 タンパク質の新規合成および PSII の修復が促進した。また、EF-Tu の発現が強光下では転写レベルで誘導されることもわかった。以上の結果から、強光順化によって EF-Tu の発現が誘導され、PSII の修復が促進することが示唆された(図 1)。この現象は、光阻害の要因となり、酸化されやすい重要タンパク質 EF-Tu をあえて保持し、強光環境下ではその量を増やすことによって身を守るという生物の生存戦略を示していると考えられる。

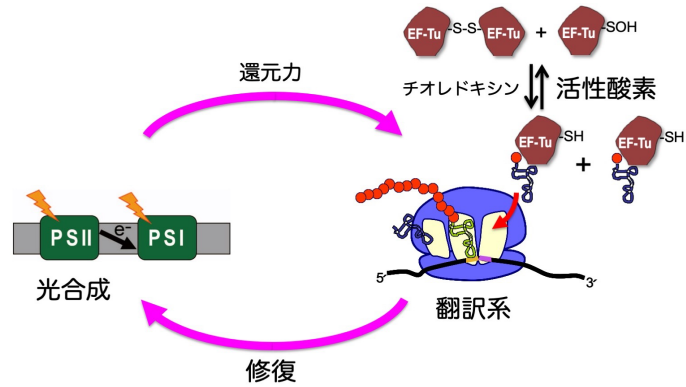


図 1. 光合成の強光順化における EF-Tu の役割。光合成電子伝達で生成する還元力によって EF-Tu が活性型になると、タンパク質合成が活性化し PSII の修復が促進する。強光下では、光合成から大量に発生する活性酸素によって EF-Tu が酸化されると、タンパク質合成が抑制され PSII の修復は阻害される。強光に順化した細胞では EF-Tu 量が増大し、タンパク質合成の低下を防いでいると考えられる。

(2) シアノバクテリアの強光順化におけるカロテノイドの役割：強光で培養した細胞では、通常光で生育させた細胞と比較して、ゼアキサンチンやエキネノン、ミキソキサントフィルなどのカロテノイドが高蓄積し、PSII の光阻害が著しく緩和した。リンコマイシン存在下で PSII の光損傷を解析したところ、強光で培養した細胞と通常光で培養した細胞の間に差がなかった。したがって、強光順化の過程で PSII の修復能力が増大したことが示唆された。さらに、強光順化の過程で、PSII 強光耐性は二段階で増大した。細胞を通常光から強光条件に移すと、PSII の強光耐性は最初の 4 時間で急速に増大し、その後緩やかに増大した。この後半の段階に、カロテノイドの高蓄積や、一重項酸素の産生抑制、タンパク質合成能力の増大が見られた。一方、ゼアキサンチン、エキネノンおよびミキソキサントフィルを欠損した *Synechocystis* の変異株 $\Delta crtR\Delta crtO$ では、後半の段階で PSII 強光耐性の増大やカロテノイドの高蓄積、一重項酸素の産生抑制、タンパク質合成能力の増大が著しく損なわれた。これらの結果から、強光順化の過程で高蓄積したカロテノイドは、一重項酸素の産生を抑制してタンパク質合成を保護し、PSII の修復能力を増大させることが示唆された。

(3) 植物の強光順化における EF-Tu の役割：シロイヌナズナ野生型植物を生育光で 4 週間生育させると、若い葉ほど光阻害が緩和し、cpEF-Tu の発現量が多かった。また、植物を生育光で 3 週間生育させたのち、強光で 1 週間生育させると、若い葉の PSII 光阻害がより顕著に緩和した。これらの植物で光損傷に差が見られなかったことから、若い葉ほど光に順化して PSII の修復能力を増大させる能力が高いことが示唆された。

植物を生育光で 5 週間生育させたところ、第 4~7 葉は 4 週目の同葉序よりも PSII 光阻害がかかりやすくなっていたが、第 8~11 葉の若い葉では 4 週目の第 4~7 葉と同程度に PSII 光阻害が緩和されていた。さらに、PSII の強光耐性と cpEF-Tu の発現量には高い相関が見られた。以上の結果から、シロイヌナズナでは若い葉で cpEF-Tu を高発現させることによって、PSII の修復能力を上げ、強光耐性の増大させていることが考えられる。

<引用文献>

1. Nishiyama, Y. and Murata, N., *Appl. Microbiol. Biotechnol.*, 98: 8777-8796 (2014)
2. Murata, N. and Nishiyama, Y., *Plant Cell Environ.*, 41: 285-299 (2018)

5. 主な発表論文等

〔雑誌論文〕 計15件（うち査読付論文 15件 / うち国際共著 2件 / うちオープンアクセス 3件）

1. 著者名 Izuhara Taichi, Kaihatsu Ikumi, Jimbo Haruhiko, Takaichi Shinichi, Nishiyama Yoshitaka	4. 巻 11
2. 論文標題 Elevated Levels of Specific Carotenoids During Acclimation to Strong Light Protect the Repair of Photosystem II in <i>Synechocystis</i> sp. PCC 6803	5. 発行年 2020年
3. 雑誌名 Frontiers in Plant Science	6. 最初と最後の頁 1030
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.3389/fpls.2020.01030	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 Shikata Tomoyuki, Kitatsuji Saho, Abe Kazuo, Onitsuka Goh, Matsubara Tadashi, Nakayama Natsuko, Yuasa Koki, Nishiyama Yoshitaka, Mizuno Ken-Ichiro, Masuda Takeshi, Nagai Kiyohito	4. 巻 165
2. 論文標題 Vertical distribution of a harmful red-tide dinoflagellate, <i>Karenia mikimotoi</i> , at the decline stage of blooms	5. 発行年 2020年
3. 雑誌名 Journal of Sea Research	6. 最初と最後の頁 101960 ~ 101960
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.1016/j.seares.2020.101960	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 Jimbo Haruhiko, Takagi Kensuke, Hirashima Takashi, Nishiyama Yoshitaka, Wada Hajime	4. 巻 21
2. 論文標題 Long-Chain Saturated Fatty Acids, Palmitic and Stearic Acids, Enhance the Repair of Photosystem II	5. 発行年 2020年
3. 雑誌名 International Journal of Molecular Sciences	6. 最初と最後の頁 7509 ~ 7509
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.3390/ijms21207509	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 Yuasa Koki, Shikata Tomoyuki, Ichikawa Takayoshi, Tamura Yu, Nishiyama Yoshitaka	4. 巻 99
2. 論文標題 Nutrient deficiency stimulates the production of superoxide in the noxious red-tide-forming raphidophyte <i>Chattonella antiqua</i>	5. 発行年 2020年
3. 雑誌名 Harmful Algae	6. 最初と最後の頁 101938 ~ 101938
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.1016/j.hal.2020.101938	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 Ishikawa Yuuma, Cassan Cedric, Kadeer Aikeranmu, Yuasa Koki, Sato Nozomu, Sonoike Kintake, Kaneko Yasuko, Miyagi Atsuko, Takahashi Hiroko, Ishikawa Toshiki, Yamaguchi Masatoshi, Nishiyama Yoshitaka, Hihara Yukako, Gibon Yves, Kawai-Yamada Maki	4. 巻 62
2. 論文標題 The NAD Kinase Slr0400 Functions as a Growth Repressor in <i>Synechocystis</i> sp. PCC 6803	5. 発行年 2021年
3. 雑誌名 Plant and Cell Physiology	6. 最初と最後の頁 668 ~ 677
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.1093/pcp/pcab023	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 Sakamoto Takayuki, Takatani Nobuyuki, Sonoike Kintake, Jimbo Haruhiko, Nishiyama Yoshitaka, Omata Tatsuo	4. 巻 62
2. 論文標題 Dissection of the Mechanisms of Growth Inhibition Resulting from Loss of the PII Protein in the Cyanobacterium <i>Synechococcus elongatus</i> PCC 7942	5. 発行年 2021年
3. 雑誌名 Plant and Cell Physiology	6. 最初と最後の頁 721 ~ 731
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.1093/pcp/pcab030	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 湯浅 光貴、紫加多 知幸、西山 佳孝	4. 巻 30
2. 論文標題 有害赤潮形成藻シャットネラ属における細胞外スーパーオキシド産生と光合成の関係	5. 発行年 2020年
3. 雑誌名 光合成研究	6. 最初と最後の頁 149-156
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 Shikata Tomoyuki, Takahashi Fumio, Nishide Hiroyo, Shigenobu Shuji, Kamei Yasuhiro, Sakamoto Setsuko, Yuasa Kouki, Nishiyama Yoshitaka, Yamasaki Yasuhiro, Uchiyama Ikuo	4. 巻 10
2. 論文標題 RNA-Seq Analysis Reveals Genes Related to Photoreception, Nutrient Uptake, and Toxicity in a Noxious Red-Tide Raphidophyte <i>Chattonella antiqua</i>	5. 発行年 2019年
3. 雑誌名 Frontiers in Microbiology	6. 最初と最後の頁 1764
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.3389/fmicb.2019.01764	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 Jimbo Haruhiko, Izuhara Taichi, Hihara Yukako, Hisabori Toru, Nishiyama Yoshitaka	4. 巻 116
2. 論文標題 Light-inducible expression of translation factor EF-Tu during acclimation to strong light enhances the repair of photosystem II	5. 発行年 2019年
3. 雑誌名 Proceedings of the National Academy of Sciences of the United States of America	6. 最初と最後の頁 21268 ~ 21273
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.1073/pnas.1909520116	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 Yuasa Koki, Shikata Tomoyuki, Kitatsuji Saho, Yamasaki Yasuhiro, Nishiyama Yoshitaka	4. 巻 205
2. 論文標題 Extracellular secretion of superoxide is regulated by photosynthetic electron transport in the noxious red-tide-forming raphidophyte <i>Chattonella antiqua</i>	5. 発行年 2020年
3. 雑誌名 Journal of Photochemistry and Photobiology B: Biology	6. 最初と最後の頁 111839 ~ 111839
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.1016/j.jphotobiol.2020.111839	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 Nishiyama Yoshitaka	4. 巻 6
2. 論文標題 Resilience under climate change	5. 発行年 2020年
3. 雑誌名 Nature Plants	6. 最初と最後の頁 442 ~ 443
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.1038/s41477-020-0639-x	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 Takahashi Hiroko, Kusama Yuri, Li Xinxiang, Takaichi Shinichi, Nishiyama Yoshitaka	4. 巻 60
2. 論文標題 Overexpression of Orange Carotenoid Protein Protects the Repair of PSII under Strong Light in <i>Synechocystis</i> sp. PCC 6803	5. 発行年 2018年
3. 雑誌名 Plant and Cell Physiology	6. 最初と最後の頁 367 ~ 375
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.1093/pcp/pcy218	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 Yuasa Koki, Shikata Tomoyuki, Kuwahara Yusuke, Nishiyama Yoshitaka	4. 巻 57
2. 論文標題 Adverse effects of strong light and nitrogen deficiency on cell viability, photosynthesis, and motility of the red-tide dinoflagellate <i>Karenia mikimotoi</i>	5. 発行年 2018年
3. 雑誌名 Phycologia	6. 最初と最後の頁 525 ~ 533
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.2216/17-61.1	査読の有無 有
オープンアクセス オープンアクセスではない、又はオープンアクセスが困難	国際共著 -

1. 著者名 Shikata Tomoyuki, Yuasa Koki, Kitatsuji Saho, Sakamoto Setsuko, Akita Kazuki, Fujinami Yuichiro, Nishiyama Yoshitaka, Kotake Toshihisa, Tanaka Ryusuke, Yamasaki Yasuhiro	4. 巻 10
2. 論文標題 Superoxide Production by the Red Tide-Producing <i>Chattonella marina</i> Complex (Raphidophyceae) Correlates with Toxicity to Aquacultured Fishes	5. 発行年 2021年
3. 雑誌名 Antioxidants	6. 最初と最後の頁 1635 ~ 1635
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.3390/antiox10101635	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 Sakamoto Toshio, Wei Yang, Yuasa Koki, Nishiyama Yoshitaka	4. 巻 -
2. 論文標題 Recovery of photosynthesis after long-term storage in the terrestrial cyanobacterium <i>Nostoc commune</i>	5. 発行年 2022年
3. 雑誌名 The Journal of General and Applied 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) 10.2323/jgam.2022.01.003	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

〔学会発表〕 計35件 (うち招待講演 9件 / うち国際学会 7件)

1. 発表者名 西山佳孝
2. 発表標題 光合成の強光応答とタンパク質合成のレドックス制御
3. 学会等名 第62回日本植物生理学会 (招待講演)
4. 発表年 2021年

1. 発表者名 鳥生 万智, 新庄 梓, 西山 佳孝
2. 発表標題 シロイヌナズナ葉緑体翻訳因子EF-Tuの酸化傷害と光化学系IIの光阻害の関係
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 高橋拓子、高山健太、井須敦子、若林憲一、久堀徹、西山佳孝
2. 発表標題 クラミドモナスPGRL1システイン残基の機能解析
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 湯浅光貴、市川隆祥、田村悠、紫加田知幸、西山佳孝
2. 発表標題 有害赤潮形成藻 <i>Chattonella antiqua</i> の細胞外スーパーオキシド産生を促進する環境要因
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 市川隆祥、湯浅光貴、紫加田知幸、西山佳孝
2. 発表標題 有害赤潮藻 <i>Chattonella</i> 属におけるスーパーオキシド産生機構の生化学解析
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 湯浅光貴、市川隆祥、田村悠、紫加田知幸、西山佳孝
2. 発表標題 有害赤潮藻 <i>Chattonella antiqua</i> の活性酸素産生に及ぼす栄養欠乏の影響
3. 学会等名 2021年春季日本水産学会
4. 発表年 2021年

1. 発表者名 須賀敦紀、湯浅光貴、紫加田知幸、西山佳孝
2. 発表標題 新奇有害赤潮藻 <i>Alexandrium leei</i> の増殖と光合成に対する温度ストレスの影響
3. 学会等名 2021年春季日本水産学会
4. 発表年 2021年

1. 発表者名 湯浅光貴、紫加田知幸、山崎康裕、西山佳孝
2. 発表標題 有害赤潮藻類 <i>Chattonella</i> 属における活性酸素産生と光合成の関係
3. 学会等名 第10回日本光合成学会年会、京都産業大学、京都市
4. 発表年 2019年

1. 発表者名 Yoshitaka Nishiyama
2. 発表標題 Strong-light response of photosynthesis and redox regulation of protein synthesis
3. 学会等名 King 's Mongkut University of Technology Thonburi, Bangkok, Thailand (招待講演) (国際学会)
4. 発表年 2019年

1. 発表者名 Yoshitaka Nishiyama
2. 発表標題 Strong-light response of photosynthesis and redox regulation of protein synthesis
3. 学会等名 Kasetsart University, Bangkok, Thailand (招待講演) (国際学会)
4. 発表年 2019年

1. 発表者名 鳥生万智、新庄梓、西山佳孝
2. 発表標題 シロイヌナズナ葉緑体翻訳因子EF-Tuの酸化傷害の分子機構
3. 学会等名 日本植物学会第83回大会、東北大学、仙台市
4. 発表年 2019年

1. 発表者名 湯浅光貴、市川隆祥、石川優真、山崎康裕、紫加田知幸、西山佳孝
2. 発表標題 有害赤潮藻Chattonella 属における活性酸素種産生の生理学的意義
3. 学会等名 日本プランクトン学会・日本ベントス学会合同大会、静岡市産学交流センター、静岡市
4. 発表年 2019年

1. 発表者名 市川隆祥、湯浅光貴、山崎康裕、紫加田知幸、西山佳孝
2. 発表標題 有害赤潮藻Chattonella antiquaにおける活性酸素種産生の制御機構の解析
3. 学会等名 日本プランクトン学会・日本ベントス学会合同大会、静岡市産学交流センター、静岡市
4. 発表年 2019年

1. 発表者名 西山佳孝
2. 発表標題 光合成の環境応答とストレス耐性
3. 学会等名 埼玉大学グリーンバイオ研究センター設立セミナー、埼玉大学、さいたま市（招待講演）
4. 発表年 2019年

1. 発表者名 西山佳孝
2. 発表標題 光合成の環境応答とタンパク質合成制御
3. 学会等名 理化学研究所-埼玉大学理工学研究科・第4回生命科学系合同シンポジウム、理化学研究所、和光（招待講演）
4. 発表年 2019年

1. 発表者名 神保晴彦、出原太智、日原由香子、久堀徹、西山佳孝
2. 発表標題 光化学系IIの強光順化における翻訳因子EF-Tu の役割
3. 学会等名 藍藻の分子生物学2019、かずさアーク、木更津市
4. 発表年 2019年

1. 発表者名 高木健輔、堀江百香、高谷信之、小俣達男、西山佳孝
2. 発表標題 光化学系IIの修復強化による遊離脂肪酸生産株の強光耐性の向上
3. 学会等名 藍藻の分子生物学2019、かずさアーク、木更津市
4. 発表年 2019年

1. 発表者名 湯浅光貴、市川隆祥、石川優真、紫加田知幸、山崎康裕、西山佳孝
2. 発表標題 有害赤潮形成藻 <i>Chattonella marina</i> のスーパーオキシド産生の生理学的意義
3. 学会等名 第61回日本植物生理学会年会、大阪大学、吹田市
4. 発表年 2020年

1. 発表者名 出原太智、海發育実、神保晴彦、高市真一、西山佳孝
2. 発表標題 <i>Synechocystis</i> sp. PCC 6803の超強光順化とカロテノイドによる光化学系IIの光防御機構
3. 学会等名 第61回日本植物生理学会年会、大阪大学、吹田市
4. 発表年 2020年

1. 発表者名 新庄梓、鳥生万智、西山佳孝
2. 発表標題 シロイヌナズナ光合成の強光耐性における葉緑体翻訳因子cpEF-Tuの役割
3. 学会等名 第61回日本植物生理学会年会、大阪大学、吹田市
4. 発表年 2020年

1. 発表者名 湯浅光貴、市川隆祥、田村悠、紫加田知幸、山崎康裕、西山佳孝
2. 発表標題 有害赤潮藻類 <i>Chattonella antiqua</i> の活性酸素種産生に及ぼす栄養欠乏の影響
3. 学会等名 令和2年度日本水産学会春季大会、東京海洋大学、東京都
4. 発表年 2020年

1. 発表者名 高木健輔、高橋拓子、西山佳孝
2. 発表標題 シアノバクテリアの強光応答におけるサイクリック電子伝達の役割
3. 学会等名 第9回日本光合成学会年会
4. 発表年 2018年

1. 発表者名 神保晴彦、西山佳孝、Krishna K. Niyogi
2. 発表標題 緑藻クラミドモナスのMAPキナーゼによる葉緑体遺伝子psbAの発現制御
3. 学会等名 第9回日本光合成学会年会
4. 発表年 2018年

1. 発表者名 湯浅光貴、紫加田知幸、西山佳孝
2. 発表標題 害赤潮渦鞭毛藻Karenia mikimotoiの生育と光合成に対する強光と貧栄養の影響
3. 学会等名 第9回日本光合成学会年会
4. 発表年 2018年

1. 発表者名 新庄梓、西山佳孝
2. 発表標題 シロイヌナズナ葉緑体翻訳因子の酸化傷害と光化学系IIの光阻害
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 湯浅光貴、西山佳孝、紫加田知幸、北辻さほ、山崎康裕
2. 発表標題 有害赤潮藻類 <i>Chattonella antiqua</i> の活性酸素発生に及ぼす光と栄養欠乏の影響
3. 学会等名 本プランクトン学会・日本ベントス学会合同大会
4. 発表年 2018年

1. 発表者名 Yoshitaka Nishiyama
2. 発表標題 Role of translational regulation in the repair of photosystem II in <i>Synechocystis</i> sp. PCC 6803
3. 学会等名 16th International Symposium on Photosynthetic Prokaryotes (ISPP2018) (国際学会)
4. 発表年 2018年

1. 発表者名 Yoshitaka Nishiyama
2. 発表標題 Redox regulation of translation in photosynthetic organisms
3. 学会等名 第91回日本生化学会 (招待講演)
4. 発表年 2018年

1. 発表者名 Yoshitaka Nishiyama
2. 発表標題 Role of translational regulation in the repair of photosystem II
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 Yoshitaka Nishiyama
2. 発表標題 Redox regulation of translation and high-light response of photosynthesis
3. 学会等名 CEA-Grenoble Seminar (招待講演) (国際学会)
4. 発表年 2018年

1. 発表者名 Yoshitaka Nishiyama, Yusuke Kuwahara, Koki Yuasa, Tomoyuki Shikata
2. 発表標題 Effects of strong light and high temperature on photosystem II in red tide-forming algae <i>Karenia mikimotoi</i> and <i>Chattonella antiqua</i>
3. 学会等名 The 18th International Conference on Harmful Algae (国際学会)
4. 発表年 2018年

1. 発表者名 Yoshitaka Nishiyama
2. 発表標題 Redox regulation of translation and high-light response of photosynthesis
3. 学会等名 Institute Seminar, Institute of Tropical Plant Sciences, National Cheng Kung University (招待講演) (国際学会)
4. 発表年 2018年

1. 発表者名 出原太一、中澤小夏、神保晴彦、高市真一、西山佳孝
2. 発表標題 シアノバクテリア <i>Synechocystis</i> sp. PCC 6803 の超強光順化におけるカロテノイドの役割
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 桑野一志、高木健輔、是枝晋、西山佳孝
2. 発表標題 シアノバクテリア <i>Synechococcus elongatus</i> PCC 7942における翻訳因子EF-Gの酸化傷害の分子機構
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 湯浅光貴、鈴木和仁、紫加田知幸、北辻さほ、山崎康裕、西山佳孝
2. 発表標題 有害赤潮藻類 <i>Chattonella antiqua</i> の活性酸素産生と光合成の関係
3. 学会等名 平成31年度日本水産学会春季大会
4. 発表年 2019年

〔図書〕 計0件

〔産業財産権〕

〔その他〕

環境応答研究室 http://park.saitama-u.ac.jp/~kankyo/nishiyama/index.html

6. 研究組織		
氏名 (ローマ字氏名) (研究者番号)	所属研究機関・部局・職 (機関番号)	備考

7. 科研費を使用して開催した国際研究集会

〔国際研究集会〕 計0件

8 . 本研究に関連して実施した国際共同研究の実施状況

共同研究相手国	相手方研究機関
---------	---------