

令和 5 年 6 月 14 日現在

機関番号：32658

研究種目：基盤研究(C) (一般)

研究期間：2020～2022

課題番号：20K05793

研究課題名(和文)シアノバクテリアにおける巨大プラスミド維持機構の解明と大規模ベクター系の開発

研究課題名(英文) Study of the DNA replication mechanism of giant plasmids in cyanobacteria and development of vector systems.

研究代表者

渡辺 智 (Watanabe, Satoru)

東京農業大学・生命科学部・准教授

研究者番号：10508237

交付決定額(研究期間全体)：(直接経費) 3,400,000円

研究成果の概要(和文)：シアノバクテリア *Synechocystis* sp. PCC 6803 のもつ巨大プラスミド (pSYSM, pSYSX, pSYSA, pSYSG) に着目し、これらのDNA複製機構について解析するとともに、シアノバクテリアで利用可能なベクター系の開発に取り組んだ。  
*Synechocystis* 6803 のゲノム情報を再整備すると共に pSYSA の Rep (CyRepA1) を同定し、CyRepA1 を欠損が pSYSA と染色体との融合を引き起こすことを報告した。さらに CyRepA1 のホモログ、CyRepA2 を *Synechocystis* プラスミドの中から新たに見出し、これを用いた広宿主域ベクター pYS を新規に構築した。

研究成果の学術的意義や社会的意義

光合成により、光と二酸化炭素によって増殖するシアノバクテリアは環境負荷の少ない物質生産ホストとして注目されている。いくつかのシアノバクテリアは染色体DNAの他に大きなプラスミドを持つことが知られているが、これらプラスミドのDNA複製機構に関する知見は少なく、外来遺伝子の発現などに利用できるベクター系も限られていた。我々はシアノバクテリアのプラスミド複製に関わる遺伝子 CyRepA を新たに同定するとともに、CyRepA を利用したベクターシステム pYS を新たに構築した。これらの発見は、シアノバクテリアの産業利用に貢献できる重要な成果である。

研究成果の概要(英文)：In this study, the DNA replication mechanism of the giant plasmids (pSYSM, pSYSX, pSYSA, and pSYSG) of the cyanobacterium *Synechocystis* sp. PCC 6803 was analyzed, and a vector system that can be used in cyanobacteria was developed.

We reorganized the genomic information of *Synechocystis* 6803, and newly identified the Rep protein of pSYSA (CyRepA1). The loss of CyRepA1 causes integration of pSYSA with the chromosome, suggesting that CyRepA1 plays a role as Rep of pSYSA and pSYSA plasmid is essential for *Synechocystis* 6803. In addition, we have also identified CyRepA2 as a homologue of CyRepA1. Using CyRepA2, we have developed an expression vector pYS that can be overexpressed in a variety of cyanobacteria.

研究分野：応用微生物

キーワード：シアノバクテリア DNA複製 プラスミド

様式 C-19、F-19-1、Z-19 (共通)

### 1. 研究開始当初の背景

植物と同様の酸素発生型光合成を行うシアノバクテリアは、光合成のモデル生物として世界中で研究されてきた。藻類の中でも比較的増殖速度が速く、単位面積辺りの CO<sub>2</sub> 固定能が植物に比べ圧倒的に高いこと、遺伝子組換えが容易であることから、近年ではバイオ燃料を始めとする有用物質生産のホストとしても改めて注目されている (Anemaet, 2010)。淡水性シアノバクテリア *Synechocystis* sp. PCC 6803 (以下 *Synechocystis* 6803) は世界で 4 番目に全ゲノム配列が決定されたモデルシアノバクテリアである (Kaneko et al., 1996)。細胞あたり 10~20 コピーの染色体を有し、主染色体の他に 4 つの巨大プラスミド (pSYSA, 103 kbp; pSYSG, 44 kbp; pSYSM, 119 kbp; pSYSX, 106 kbp) を持つ。*Synechocystis* 6803 において巨大プラスミドはキユアできないことからプラスミド上には必須機能を有する遺伝子の存在が示唆されている (Xiao et al., 2018)。このような巨大プラスミドは *Synechocystis* 以外にも幅広いシアノバクテリア種 (*Cyanothece*, *Lyngbya*, *Mycrocystis*, *Nostoc* 等) で見出されるが、巨大プラスミドの複製や維持機構など、そのメカニズムは不明であった。

### 2. 研究の目的

申請者は *Synechocystis* 6803 の巨大プラスミドの複製メカニズムを明らかにできれば、シアノバクテリアが特異なゲノム構造をもつ理由を明らかにできるだけでなく、有用物質生産のための発現ベクターの開発に役立てられると考えた。一般的にプラスミド DNA の複製開始はプラスミド上にコードされる Rep タンパク質を含む自律複製領域により制御される。そこで本申請研究ではシアノバクテリア *Synechocystis* 6803 の Rep タンパク質および自律複製領域の探索と、これを利用した大規模ベクターシステムの構築を目指して研究を実施した。

### 3. 研究の方法

#### (1) *Synechocystis* 6803 のリシーケンス

長年、モデルシアノバクテリアとして用いられてきた *Synechocystis* 6803 は複数の実験室株が存在する。これまで NGS を用いた実験室株のリシーケンス解析が実施され、株ごとの固有の変異が存在することが示されているが (Tajima et al., 2011, Kanesaki, et al. 2012, Trautmann et al., 2012, Morris et al., 2014, Ding et al., 2015)、これらの解析はショートリード型のシーケンサーを用いた解析であり、トランスポゾン等の繰り返し配列を多く含む *Synechocystis* 6803 のゲノム構造解析には不向きである。そこで本研究では 10 kbp 以上の長鎖 DNA 配列情報を大量に取得できるナノポアシーケンサーを用いて *Synechocystis* 6803 GT-I 株のゲノムをリシーケンスし、ゲノム配列情報を整備した。

#### (2) 巨大プラスミド pSYSA にコードされる Rep 遺伝子の探索

大腸菌 ColEi プラスミドの複製機構では、RNAI と RNAII と呼ばれる 2 つの non-coding RNA がプライマーRNA として働き、プラスミド複製開始に寄与する。ドイツ・フライブルク大学との共同研究から、pSYSA において高発現する small RNA (*ssr7036*) が見出された。*ssr7036* 遺伝子の下流にはプライマーゼ様ドメインを持つ機能タンパク質をコードする遺伝子 *slr7037* が位置していたことから、Slr7037 が pSYSA の Rep であると予想した。遺伝子破壊株を取得し、pSYSA の自律性に解析を行った。

#### (3) シアノバクテリア Rep 領域のスクリーニング

大腸菌や酵母ではゲノムライブラリーを利用して複製開始点の探索が行われてきた。*Synechocystis* 6803 の染色体およびプラスミドに含まれる自律複製領域を遺伝学的に探索することを目的として、*Synechocystis* 6803 の DNA ライブラリーを作成しスクリーニングを実施した。制限酵素によって消化した *Synechocystis* 6803 のゲノムを大腸菌 *ColE* オリジンと *cat* 遺伝子と共に大腸菌に形質転換して約 20000 クローンから成るランダム DNA ライブラリーを得た。さらにこれをシアノバクテリアへと形質転換し、シアノバクテリア細胞内において自律複製活性を有する領域を探索した。

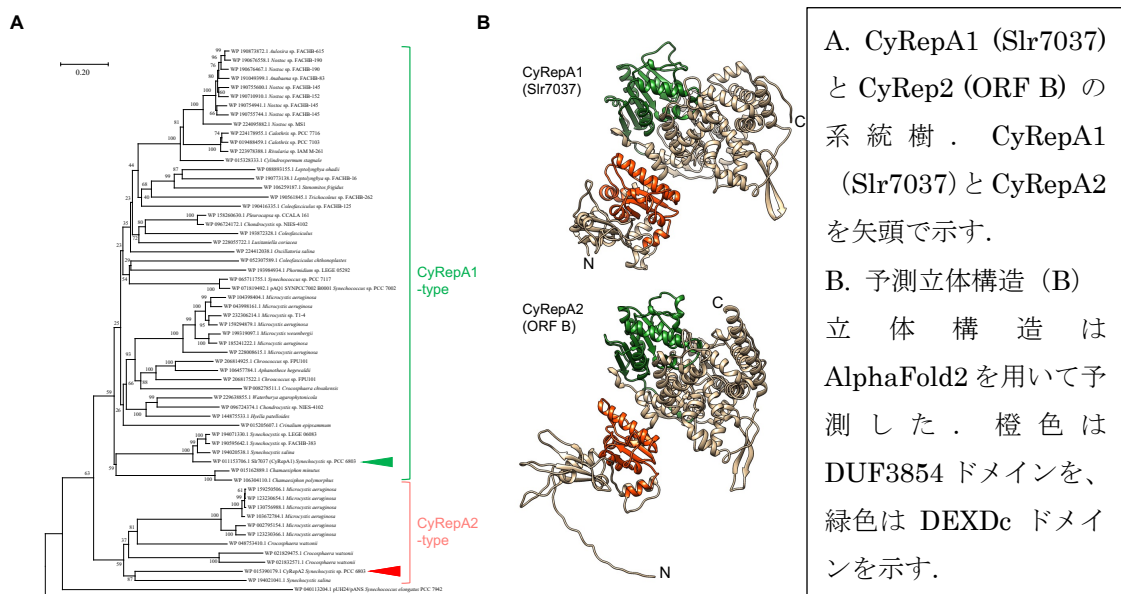
#### 4. 研究成果

##### (1) *Synechocystis* 6803 のリシーケンス

*Synechocystis* 6803 GT-I 株のゲノムをリシーケンスし、高精度のゲノム情報を取得した。ゲノムデータベースと比較すると、50 箇所以上のリファレンスの GT-I 株とは異なる固有変異を同定した。このことから、当研究室で保持している GT-I 株はオリジナルの実験室株からさらに変異が蓄積された株であることがわかった。オリジナルの GT-I 株はフリーズストックとして保持していたため、新たに GT-In (GT-I nodai) 株と名前をつけて研究に利用することとした。

##### (2) 巨大プラスミド pSYSA にコードされる Rep 遺伝子の探索

*slr7037* の破壊株を複数株取得し、pSYSA の自律性を解析した。ゲノムの構造を高感度かつ定量的に検出できる Mate-pair sequence (MP-seq) を用いて、*slr7037* 破壊株のゲノムを調べた結果、破壊株では pSYSA がトランスポゾン等の相同領域を介して染色体、あるいは別の巨大プラスミド pSYSX と融合しており自律性が失われることが示された。さらにフライブルク大学のグループの成果から、*slr7037* と *ssr7036* をクローニングしたプラスミドが *Synechocystis* 6803 や別種のシアノバクテリアである *Synechococcus elongatus* PCC 7942 に維持されることが示された。これらの結果から、*slr7037* は pSYSA の複製開始を担う Rep であることが明らかとなった。分子系統解析を実施した結果、Slr7037 は幅広いシアノバクテリアに保存されていたことから (図)、当該タンパク質を CyRepA1 (Cyanobacterial Rep protein A1) と命名した(1)。



### (3) シアノバクテリア Rep 領域のスクリーニング

*Synechocystis* 6803 ゲノムライブラリーを用いて、シアノバクテリア細胞内において自律複製活性を有する領域のスクリーニングを実施した。ライブラリーを *Synechococcus* 7942 へと形質転換し、得られたコロニーから DNA を抽出した。これを NGS で網羅的に解析することにより複数の自律複製候補領域を同定した。その結果、複製因子 Rep としての機能を有するタンパク質および自律複製領域を新たに同定した。このタンパク質 ORF B は *Synechocystis* 6803 のプラスミド pCC5.2 にコードされており、興味深いことに、上述の CyRepA1 と非常によく似た配列を有していた。そこで、ORF B を CyRepA2 と命名し、さらに Rep としての機能を詳細に解析した。シアノバクテリア細胞内における CyRepA2 の自律複製活性を評価した結果、CyRepA2 を保持するベクター pYS は *Synechococcus* 7942 や *Synechocystis* 6803 だけでなく、海洋性モデル藍藻である *Synechococcus* sp. PCC 7002 や糸状性藍藻である *Anabaena* sp. PCC 7120 においても安定的に保持されることが示された。特に *Synechococcus* 7942 では GFP を指標とした場合、染色体での発現系に比べ 10 倍以上の高い発現量が観察された。このように、pYS ベクターは幅広い藍藻種で維持できるだけでなく、外来遺伝子を高発現にも極めて有用であることが示された (2)。

上記の成果について、二報の論文として成果を発表した (1, 2)。現在、CyRepA1 についてもベクター利用に向けた研究を進めており、これらシアノバクテリアの Rep についてさらに詳しく研究を進めることで、プラスミド複製の基本原理が明らかにできるだけでなく、シアノバクテリアの遺伝子工学を促進するための新たなツールの開発が期待できる。

1. A. Kaltenbrunner, (他 6 名), S. Watanabe, C. Steglich, A. Wilde, WR. Hess, Regulation of pSYSA defense plasmid copy number in *Synechocystis* through RNase E and a highly transcribed asRNA. *front Microbiol.* 14, 1112307 (2023).
2. Y. Sakamaki, (他 4 名), S. Watanabe, Characterization of a cyanobacterial rep protein with broad- host range and its utilization for expression vectors. *front Microbiol.* 14, 1111979 (2023)

## 5. 主な発表論文等

〔雑誌論文〕 計11件（うち査読付論文 11件／うち国際共著 3件／うちオープンアクセス 4件）

1. 著者名 Genki Akanuma, Fujio Kawamura, Satoru Watanabe, Masaki Watanabe, Fumiya Okawa, Yousuke Natori, Hideaki Nanamiya, Kei Asai, Taku Chibazakura, Hirofumi Yoshikawa, Akiko Soma, Takashi Hishida, Yasuyuki Kato-Yamada	4. 巻 203
2. 論文標題 Evolution of Ribosomal Protein S14 Demonstrated by the Reconstruction of Chimeric Ribosomes in <i>Bacillus subtilis</i> .	5. 発行年 2021年
3. 雑誌名 J Bacteriol	6. 最初と最後の頁 e00599-20
掲載論文のDOI（デジタルオブジェクト識別子） 10.1128/JB.00599-20	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 Kaisei Maeda, Yukiko Okuda, Gen Enomoto, Satoru Watanabe, Masahiko Ikeuchi	4. 巻 10
2. 論文標題 Biosynthesis system of Synechan, a sulfated exopolysaccharide, in the model cyanobacterium <i>Synechocystis</i> sp. PCC 6803	5. 発行年 2021年
3. 雑誌名 eLife	6. 最初と最後の頁 e66538
掲載論文のDOI（デジタルオブジェクト識別子） 10.7554/eLife.66538.	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 Moontaha Mahbub, Luisa Hemm, Yuxiao Yang, Ramanpreet Kaur, Helder Carmen, Christoph Engl, Tuomas Huokko, Matthias Riediger, Satoru Watanabe, Lu-Ning Liu, Annegret Wilde, Wolfgang R Hess, Conrad W Mullineaux	4. 巻 6
2. 論文標題 mRNA localization, reaction centre biogenesis and thylakoid membrane targeting in cyanobacteria	5. 発行年 2020年
3. 雑誌名 Nat Plants.	6. 最初と最後の頁 1179-1191
掲載論文のDOI（デジタルオブジェクト識別子） 10.1038/s41477-020-00764-2.	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 Yohei Kurio, Yosuke Koike, Yu Kanesaki, Satoru Watanabe, Shigeki Ehira	4. 巻 114
2. 論文標題 The CRP-family transcriptional regulator DevH regulates expression of heterocyst-specific genes at the later stage of differentiation in the	5. 発行年 2020年
3. 雑誌名 Mol Microbiol.	6. 最初と最後の頁 553-562
掲載論文のDOI（デジタルオブジェクト識別子） 10.1111/mmi.14558.	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 Tomonori Kashimoto, Keita Miyake, Mayuko Sato, Kaisei Maeda, Chikahiro Matsumoto, Masahiko Ikeuchi, Kiminori Toyooka, Satoru Watanabe, Yu Kanesaki, Rei Narikawa	4. 巻 66
2. 論文標題 Acclimation process of the chlorophyll d-bearing cyanobacterium <i>Acaryochloris marina</i> to an orange light environment revealed by transcriptomic analysis and electron microscopic observation	5. 発行年 2020年
3. 雑誌名 J Gen Appl Microbiol.	6. 最初と最後の頁 106-115
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.2323/jgam.2019.11.008.	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 Masakazu Saito, Satoru Watanabe, Kaori Nimura-Matsune, Hirofumi Yoshikawa, Hitoshi Nakamoto	4. 巻 66
2. 論文標題 Regulation of the groESL1 transcription by the HrcA repressor and a novel transcription factor Orf7.5 in the cyanobacterium <i>Synechococcus elongatus</i> PCC7942	5. 発行年 2020年
3. 雑誌名 J Gen Appl Microbiol.	6. 最初と最後の頁 85-92
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.2323/jgam.2020.02.001.	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 Satoru Watanabe, Shunsuke Saito, Yasuhiro Suezaki, Takeshi Seguchi, Ryudo Ohbayashi	4. 巻 66
2. 論文標題 Specific binding of DnaA to the DnaA box motif in the cyanobacterium <i>Synechococcus elongatus</i> PCC 7942.	5. 発行年 2020年
3. 雑誌名 J Gen Appl Microbiol.	6. 最初と最後の頁 80-84
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.2323/jgam.2019.11.005	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 Satoru Watanabe, Damir Stazic, Jens Georg, Shota Ohtake, Yutaka Sakamaki, Megumi Numakura, Munehiko Asayama, Taku Chibazakura, Annegret Wilde, Claudia Steglich, and Wolfgang R. Hess	4. 巻 2
2. 論文標題 Regulation of RNase E during the UV-stress response in the cyanobacterium <i>Synechocystis</i> sp. PCC 6803.	5. 発行年 2023年
3. 雑誌名 mLife	6. 最初と最後の頁 43-57
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.1002/mlf2.12056	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 Yutaka Sakamaki, Mitsuki Ono, Nozomi Shigenari, Taku Chibazakura Kenji Shimomura, Satoru Watanabe	4. 巻 87
2. 論文標題 Photosynthetic 1,8-cineole production using cyanobacteria.	5. 発行年 2023年
3. 雑誌名 Biosci Biotechnol Biochem.	6. 最初と最後の頁 563-568
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.1093/bbb/zbad012.	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 Yutaka Sakamaki, Kaisei Maeda, Kaori Nimura-Matsune, Taku Chibazakura and Satoru Watanabe	4. 巻 14
2. 論文標題 Characterization of a cyanobacterial rep protein with broad-host range and its utilization for expression vectors	5. 発行年 2023年
3. 雑誌名 Front Microbiol.	6. 最初と最後の頁 1111979
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.3389/fmicb.2023.1111979.	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 Alena Kaltenbrunner, Viktoria Reimann, Ute A. Hoffmann, Tomohiro Aoyagi, Minori Sakata, Kaori Nimura-Matsune, Satoru Watanabe, Claudia Steglich, Annegret Wilde and Wolfgang R. Hess	4. 巻 14
2. 論文標題 Regulation of pSYSA defense plasmid copy number in Synechocystis through RNase E and a highly transcribed asRNA	5. 発行年 2023年
3. 雑誌名 Front Microbiol.	6. 最初と最後の頁 1112307
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.3389/fmicb.2023.1112307	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

〔学会発表〕 計16件 (うち招待講演 0件/うち国際学会 1件)

1. 発表者名 渡辺智
2. 発表標題 シアノバクテリアの非典型的なゲノム構造と複製開始機構
3. 学会等名 日本遺伝学会第93回年会
4. 発表年 2021年

1. 発表者名 山本圭一、荷村（松根）かおり、板谷光泰、朝井計、渡辺智
2. 発表標題 枯草菌細胞における広宿主域接合伝達ベクターの発現解析
3. 学会等名 日本遺伝学会第93回年会
4. 発表年 2021年

1. 発表者名 神戸博江、吉川佳奈子、堀米心香、田中寛、渡辺智
2. 発表標題 真核紅藻Cyanidioschyzon merolaeにおける自律複製配列の探索
3. 学会等名 日本遺伝学会第93回年会
4. 発表年 2021年

1. 発表者名 渡辺智、前田海成、河野暢明、石崎楓佳、志波優、荒川和晴、荷村（松根）かおり
2. 発表標題 リシーケンスにより示された藍藻Synechocystis sp. PCC 6803実験室株のゲノム構造多様性
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 坂巻裕、高市真一、梅野太輔、千葉櫻拓、伊藤晋作、渡辺智
2. 発表標題 シアノバクテリアー酵母を用いたストリゴラクトンの効率的生産プラットフォームの構築
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 佐藤瑞穂、川口毅、前田海成、渡辺麻衣、成川礼、池内昌彦、渡辺智
2. 発表標題 シアノバクテリアの集光アンテナ色素改変による利用光波長の拡張
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 坂巻 裕、高市 真一、木村 友紀、梅野 大輔、伊藤 晋作、渡辺 智
2. 発表標題 シアノバクテリア高発現ベクターの開発とそれを利用したストリゴラクトン生産系の構築
3. 学会等名 2020年農芸化学会関東支部会
4. 発表年 2020年

1. 発表者名 坂巻 裕、高市 真一、木村 友紀、梅野 大輔、伊藤 晋作、渡辺 智
2. 発表標題 シアノバクテリア高発現ベクターの開発とそれを利用した物質生産系構築
3. 学会等名 第15回日本ゲノム微生物学会年会
4. 発表年 2021年

1. 発表者名 末崎 裕寛、荷村（松根） かおり、大林 龍胆、渡辺 智
2. 発表標題 シアノバクテリア間のDnaA-oriCシステムの比較解析
3. 学会等名 第15回日本ゲノム微生物学会年会
4. 発表年 2021年

1. 発表者名 坂巻 裕、前田 海成、兼崎 友、大森 正之、朝井 計、渡辺 智
2. 発表標題 食用藍藻スピルリナが生産する細胞外高分子物質に関する研究
3. 学会等名 2021年日本農芸化学会年会
4. 発表年 2021年

1. 発表者名 末崎 裕寛、荷村(松根) かわり、大林 龍胆、渡辺 智
2. 発表標題 シアノバクテリア <i>Synechocystis</i> sp. PCC 6803におけるDnaA-oriCシステムの機能化
3. 学会等名 2021年日本農芸化学会年会
4. 発表年 2021年

1. 発表者名 中村 裕太、板谷 光泰、渡辺 智
2. 発表標題 接合伝達を利用した単細胞真核紅藻 <i>G. sulphuraria</i> への外来遺伝子導入系の確立
3. 学会等名 2021年日本農芸化学会年会
4. 発表年 2021年

1. 発表者名 坂巻 裕、前田 海成、荷村-松根 かわり、千葉櫻 拓、渡辺 智
2. 発表標題 シアノバクテリアにおける自律複製領域の探索とそれを利用した高発現ベクターの構築
3. 学会等名 日本農芸化学会2023年度大会
4. 発表年 2023年

1. 発表者名 佐藤 瑞穂、川口 毅、前田 海成、渡辺 麻衣、成川 礼、池内 昌彦、渡辺 智
2. 発表標題 藍藻の光捕集アンテナ色素の改変による利用光波長の拡張
3. 学会等名 日本農芸化学会2023年度大会
4. 発表年 2023年

1. 発表者名 駒形 遥、坂巻 裕、内田 小百合、浦井 誠、兼崎 友、渡辺 智
2. 発表標題 スピルリナ培養時に確認されたアルカリバチルス出現メカニズム解析
3. 学会等名 日本農芸化学会2023年度大会
4. 発表年 2023年

1. 発表者名 Yutaka Sakamaki, Kaisei Maeda, Kaori Nimura-Matsune, Taku Chibazakura, Satoru Watanabe
2. 発表標題 Development of gene overexpression system based on the broad host range vector in cyanobacteria
3. 学会等名 17th International Symposium on Phototrophic prokaryotes (国際学会)
4. 発表年 2023年

〔図書〕 計1件

1. 著者名 渡辺智	4. 発行年 2020年
2. 出版社 丸善出版	5. 総ページ数 2
3. 書名 砂漠学辞典(日本砂漠学会編)	

〔出願〕 計4件

産業財産権の名称 シアノバクテリアおよび酵母によるストリゴラクトン生産方法	発明者 渡辺智、伊藤晋作、坂巻裕	権利者 同左
産業財産権の種類、番号 特許、2021-164871	出願年 2021年	国内・外国の別 国内

産業財産権の名称 藍藻の培養方法および藍藻の変異株のスクリーニング方法	発明者 廣田隆一、黒田章夫、菓子野康浩、菓子野名津子、渡辺智	権利者 同左
産業財産権の種類、番号 特許、2021-148599	出願年 2021年	国内・外国の別 国内

産業財産権の名称 シアノバクテリアを用いたカーラクトン生産	発明者 渡辺智、伊藤晋作、坂巻裕	権利者 同左
産業財産権の種類、番号 特許、2020-22999	出願年 2020年	国内・外国の別 国内

産業財産権の名称 単細胞性真核紅藻への遺伝子導入方法(ガルデリア)	発明者 渡辺智、板谷光泰	権利者 同左
産業財産権の種類、番号 特許、2020-076701	出願年 2020年	国内・外国の別 国内

〔取得〕 計0件

〔その他〕

<p>化学と生物 2023年4月号 (Vol.61 No.4 Page. 157 - 159)  <a href="https://katosei.jsbba.or.jp/index.php?aid=1685">https://katosei.jsbba.or.jp/index.php?aid=1685</a>          NGRCニュース No. 14 (2023年)  <a href="http://www.nodai-genome.org/download/ngrcgabaseneewsno10.pdf?1686610234">http://www.nodai-genome.org/download/ngrcgabaseneewsno10.pdf?1686610234</a>          NGRCニュース No.13 (2021年)  <a href="http://www.nodai-genome.org/download/ngrcgabaseneewsno9.pdf?1651101175">http://www.nodai-genome.org/download/ngrcgabaseneewsno9.pdf?1651101175</a>          NGRCニュース No.11 (2020年)  <a href="http://www.nodai-genome.org/download/NGRCnewsNo11.pdf?1620436282">http://www.nodai-genome.org/download/NGRCnewsNo11.pdf?1620436282</a></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
---------------------------	-----------------------	----

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