

令和 4 年 6 月 22 日現在

機関番号：14301

研究種目：基盤研究(B) (海外学術調査)

研究期間：2017～2019

課題番号：17H04598

研究課題名(和文)物質生産と環境保全に資する低温バイオテクノロジーに有用な好冷性微生物の探索と開発

研究課題名(英文) Exploration and development of cold-adapted microorganisms useful in low-temperature biotechnology for chemical production and environmental conservation

研究代表者

栗原 達夫 (KURIHARA, Tatsuo)

京都大学・化学研究所・教授

研究者番号：70243087

交付決定額(研究期間全体)：(直接経費) 13,400,000円

研究成果の概要(和文)：低温環境から分離した低温菌 *Shewanella livingstonensis* Ac10、*Pseudoalteromonas nigrifaciens* Sq02、*Shewanella vesiculosa* HM13 を宿主とした外来タンパク質生産系を開発した。*S. livingstonensis* Ac10 を宿主とした系では、発現制御可能な外来タンパク質生産系を構築した。*P. nigrifaciens* Sq02 を宿主とした系では、外来タンパク質の効率的な分泌生産を実現した。

研究成果の学術的意義や社会的意義

低温菌が生産する好冷性酵素は低温で高い活性を有し、低温で使用される食品加工用酵素や洗剤添加用酵素等として有用と考えられている。しかし、好冷性酵素は一般に熱安定性が低く、常温性酵素などと比べて容易に失活する。本研究で開発した低温菌を宿主としたタンパク質生産系は、タンパク質の熱変性が生じにくい低温での外来タンパク質生産を可能にするものであり、熱安定性の低い好冷性酵素の生産などに有用と考えられる。

研究成果の概要(英文)：We developed foreign protein production systems using the cold-adapted bacteria, *Shewanella livingstonensis* Ac10, *Pseudoalteromonas nigrifaciens* Sq02, and *Shewanella vesiculosa* HM13, isolated from low-temperature environments as the hosts. We succeeded in constructing a regulatable low-temperature protein expression system using *S. livingstonensis* Ac10 and a secretory protein expression system using *P. nigrifaciens* Sq02.

研究分野：分子微生物学

キーワード：好冷性微生物 低温菌 特殊環境 バイオテクノロジー 物質生産 タンパク質生産 タンパク質分泌生産

科研費による研究は、研究者の自覚と責任において実施するものです。そのため、研究の実施や研究成果の公表等については、国の要請等に基づくものではなく、その研究成果に関する見解や責任は、研究者個人に帰属します。

## 様式 C - 19、F - 19 - 1、Z - 19 (共通)

### 1. 研究開始当初の背景

0℃付近の低温で生育する低温菌は低温での物質生産や環境浄化などに有用である。低温菌が生産する好冷性酵素は、低温で高い活性を示す生体触媒として注目される。熱安定性の低い物質などの生産に有用であるほか、食品加工用酵素、洗剤添加用酵素、分子生物学研究用酵素などとして有用な特性を持ち、実用に供されているものもある。しかし、熱安定性の低さに起因する取り扱いにくさが主要因となって好冷性酵素の開発は常温性酵素や耐熱性酵素に比べて著しく遅れている。

本研究代表者らはこれまで低温菌の低温適応機構の解析を進め、低温での生育を促進するタンパク質の同定 (*AMB Express* 5, 11 (2015) など) や、低温での細胞分裂に重要な脂質の同定・機能解析 (*J. Biol. Chem.* 287, 24113-21 (2012) など) を行ってきた。その過程で、研究対象とするタンパク質の安定性が低いために調製が難しく、研究の進行が滞る状況にしばしばおちいった。このような状況を克服する手段として、南極海水から分離した低温菌を宿主とした低温タンパク質生産系を開発した (*Appl. Environ. Microbiol.* 73, 4849-56 (2007) など)。この生産系により、種々の好冷性酵素の高生産が可能になることを見いだした。このような低温生産系を活用すれば、従来、研究開発が進めにくかった好冷性酵素の開発が容易になると考えられた。また、低温域での優れた生育速度と菌体収量、形質転換の容易さ、優れたタンパク質分泌能といった観点で、新たに低温菌の探索を行えば、より優れた生産システムの構築が可能になると考えられた。

### 2. 研究の目的

上述のような低温バイオテクノロジーにおける高いポテンシャルを秘めながらその活用が十分に進んでいない低温菌・好冷性酵素について、その利用を飛躍的に促進するため、有用好冷性酵素の生産株のほか、熱安定性の低い好冷性酵素の低温生産系宿主として有用な株を重点的に探索し、それらを利用した低温タンパク質生産システムを開発する。

### 3. 研究の方法

#### (1) 使用菌株と培養条件

南極海水から分離した低温菌 *Shewanella livingstonensis* Ac10、低温環境に生息する魚類腸管内容物から分離した低温菌 *Pseudoalteromonas nigrifaciens* Sq02 と *Shewanella vesiculosa* HM13 を主な研究対象とした。遺伝子破壊実験には、これらの菌のリファンピシン耐性変異株を親株として用いた。親株と遺伝子破壊株は LB 培地またはカザミノ酸添加 DSMZ 79 培地 (*Biosci. Biotechnol. Biochem.* 83, 2153-2162 (2019)) にて好氣的に培養した。必要に応じて抗生物質を添加した。バイオフィーム形成能の解析では静置培養を行った。遺伝子破壊用プラスミドを接合伝達によって親株に導入するためのドナーとしては、*Escherichia coli* S17-1/ *pir* (*Bio/Technol.* 1, 784-791 (1983)) を用いた。

#### (2) 遺伝子破壊

遺伝子破壊用プラスミドとしては、上記菌株での自律複製能を持たない pKNOCK-Km<sup>r</sup> (*BioTechniques* 26, 824-826 (1999)) または pK18mobsacB (*Microb. Cell Fact.* 14, 1-11 (2015)) の薬剤耐性遺伝子をエリスロマイシン耐性遺伝子に置換した pK18mobsacB-Em<sup>r</sup> を用いた。破壊対象とする遺伝子の内部配列を PCR で増幅して本プラスミドに挿入し、*E. coli* S17-1/ *pir* に導入した。接合伝達によって上記菌株のリファンピシン耐性変異株に導入し、相同組み換えによるプラスミドのゲノムへの挿入によって対象遺伝子を破壊した。

#### (3) 外来タンパク質生産系の構築

広宿主域ベクター pJRD215 (*Gene* 51, 275-280 (1987)) の薬剤耐性遺伝子をクロラムフェニコール耐性遺伝子に置換した pJRD-Cm<sup>r</sup> (*Biochem. Biophys. Res. Commun.* 500, 704-709 (2018)) を外来タンパク質生産用のベクターとして用いた。*S. vesiculosa* HM13 を宿主とした生産系については、本菌が細胞外膜小胞の積荷タンパク質として分泌生産する P49 との融合タンパク質として外来タンパク質を生産することを試みた。pKNOCK-Km<sup>r</sup> を用いた相同組み換えによって、本菌のゲノムの P49 遺伝子の 3' 末端に外来タンパク質遺伝子を挿入することで P49 の C 末端に外来タンパク質が融合したタンパク質を発現させた。

### 4. 研究成果

#### (1) 南極海水由来低温菌 *S. livingstonensis* Ac10 を宿主とした外来タンパク質生産系の開発

低温菌を宿主とした外来タンパク質低温生産系は、熱安定性の低いタンパク質の生産に有用である。また、このような生産系を用いると、生体成分分解活性や生体反応攪乱活性を有する酵素について、低温で活性を抑制した状態で生産することも可能になると期待される。実際に、低温菌を宿主とすることで、好冷菌由来のタンパク質などを効率的に生産できることが示されている。

本研究では、宿主に有害な活性を低温下でも十分抑制できないタンパク質の生産などに有用な、発現制御可能なタンパク質低温生産系の開発を行った。発現制御には、トリプトファン生合成に関与し、*trp* リプレッサーの制御を受けると考えられる *trp* オペロンのプロモーターを利用した。*trp* オペロン内の最も上流に位置する *trpE* の 5' 非翻訳領域 (3,443 bp) から、 $\beta$ -ラクタマーゼ (BLA) をレポーターとしてプロモーター領域を探索した。得られたプロモーターの制御下で生産される BLA の比活性は L-トリプトファン (L-Trp) 存在下で減少し、L-Trp 非存在下の場合と比較して 18 °C では 16.8%、4 °C では 20.3% に低下した。一方、大腸菌の *trp* リプレッサーに対して L-Trp の競合阻害剤として作用することが知られる 3-インドールアクリル酸 (3-IAA) を添加することで BLA の比活性が向上し、18 °C と 4 °C で、それぞれ 3-IAA 非添加時の 2.6 倍、3.4 倍に増加した。以上のように、L-Trp 添加による発現抑制、3-IAA 添加による発現誘導が可能な低温での異種タンパク質生産システムを構築することができた。

#### (2) 低温菌 *P. nigrifaciens* Sq02 の主要分泌タンパク質 P320 の機能解析

低温菌 *P. nigrifaciens* Sq02 はほぼ単一の主要分泌タンパク質として分子質量約 70 kDa のタンパク質 P320 を生産する。P320 は、*Pseudoalteromonas tunica* D2 の S 層タンパク質 Slr4 と 42.5% のアミノ酸配列相同性を有する。P320 の生理機能を明らかにするため、P320 遺伝子の破壊株 ( $\Delta sq320$ ) を作製した。 $\Delta sq320$  と親株の液体培地中での生育速度や菌体収量を比較したところ、両者に顕著な差異は認められなかった。一方、 $\Delta sq320$  では、ポリエチレンおよびガラス表面上に形成されるバイオフィルム量が、親株に比べて顕著に低下することが見いだされた。また、 $\Delta sq320$  に親株の培養上清を添加すると、バイオフィルム形成能が向上することが示された。以上の結果から、P320 がバイオフィルム形成を促進する細胞外タンパク質であり、P320 生産細胞のみならず、P320 非生産細胞のバイオフィルム形成能も向上させることが示唆された。

#### (3) 低温菌 *P. nigrifaciens* Sq02 における P320 の分泌機構解析

*P. nigrifaciens* Sq02 の全ゲノム解析の結果、P320 の遺伝子は、II 型タンパク質分泌装置 (T2SS) サブユニットのホモログをコードする遺伝子クラスター内に存在することが明らかとなった。これらの T2SS サブユニットホモログ遺伝子を破壊した株では培養上清中の P320 が消失した。一方、本菌のゲノムには、グラム陰性細菌に高度に保存される典型的な T2SS の構成タンパク質群をコードする遺伝子クラスターも存在したが、本クラスターに含まれる遺伝子の破壊は P320 の分泌に影響を及ぼさなかった。以上の結果から、P320 の分泌は P320 遺伝子近傍遺伝子群がコードする T2SS 様分泌装置が担うと考えられた。

#### (4) 低温菌 *P. nigrifaciens* Sq02 を宿主とした外来タンパク質生産系の開発

*P. nigrifaciens* Sq02 を宿主とした外来タンパク質低温生産系の構築を試みた。P320 遺伝子のプロモーターを広宿主域プラスミド pJRD-Cm<sup>r</sup> に組み込み、その下流に低温菌 *Desulfotalea psychrophila* DSM12343 由来のタンパク質 PepF、LAP、PepQ、BglA や  $\beta$ -ラクタマーゼの遺伝子を挿入した。得られたプラスミドを接合伝達によって *P. nigrifaciens* Sq02 に導入し、これらのタンパク質の低温での生産を試みた。その結果、低温菌 *S. livingstonensis* Ac10 を宿主とする既存のタンパク質低温生産系よりも高い生産性が認められた。一方、P320 の C 末端に PepF、LAP、PepQ、BglA を融合したタンパク質の遺伝子を組み込んだプラスミドを *P. nigrifaciens* Sq02 に導入すると、培養液上清に融合タンパク質が分泌された。PepF、LAP、PepQ、BglA の分泌生産量は、18 °C においてそれぞれ 55 mg/L、79 mg/L、31 mg/L、77 mg/L、4 °C においてそれぞれ 22 mg/L、37 mg/L、15 mg/L、37 mg/L となり、P320 を利用することで、異種タンパク質の低温分泌生産が可能であることが示された。

#### (5) 低温菌 *S. vesiculosa* HM13 を宿主とした外来タンパク質生産系の開発

低温菌 *S. vesiculosa* HM13 を宿主とした外来タンパク質分泌生産系の開発を進めた。本菌は、主要な分泌タンパク質である P49 を細胞外膜小胞の積荷として生産するため、P49 をキャリアとすることで、外来タンパク質を膜小胞の積荷として生産することが可能になると期待された。低温菌 *D. psychrophila* DSM12343 由来の BglA、低温菌 *P. nigrifaciens* Sq02 由来の FkpA と PlsY、常温菌 *Pseudomonas putida* KT2440 由来の EstA、常温菌 *Shewanella oneidensis* MR-1 由来の OmcA と MtrC の遺伝子をそれぞれ P49 遺伝子の 3' 末端に融合し、*S. vesiculosa* HM13 を宿主とした発現を試みた。その結果、EstA、OmcA、MtrC、PlsY については、融合タンパク質の発現は確認できなかった。BglA 融合型 P49 については、細胞画分に検出されたものの、膜小胞画分からは検出されなかった。一方、FkpA 融合型 P49 は、細胞画分、膜小胞を除去した培養上清画分に加えて、膜小胞画分からも検出された。

## 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 2件/うちオープンアクセス 3件）

1. 著者名 Yokoyama Fumiaki, Imai Tomoya, Aoki Wataru, Ueda Mitsuyoshi, Kawamoto Jun, Kurihara Tatsuo	4. 巻 12
2. 論文標題 Identification of a Putative Sensor Protein Involved in Regulation of Vesicle Production by a Hypervesiculating Bacterium, <i>Shewanella vesiculosa</i> HM13	5. 発行年 2021年
3. 雑誌名 Frontiers in Microbiology	6. 最初と最後の頁 629023
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.3389/fmicb.2021.629023	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 Di Guida Rossella, Casillo Angela, Stellavato Antonietta, Di Meo Celeste, Kawai Soichiro, Kawamoto Jun, Ogawa Takuya, Kurihara Tatsuo, Schiraldi Chiara, Corsaro Maria Michela	4. 巻 19
2. 論文標題 Complete Lipooligosaccharide Structure from <i>Pseudoalteromonas nigrifaciens</i> Sq02-Rifr and Study of Its Immunomodulatory Activity	5. 発行年 2021年
3. 雑誌名 Marine Drugs	6. 最初と最後の頁 646 ~ 646
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.3390/MD19110646	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 Kawamoto Jun, Kurihara Tatsuo	4. 巻 2414
2. 論文標題 Membrane Vesicles Produced by <i>Shewanella vesiculosa</i> HM13 as a Prospective Platform for Secretory Production of Heterologous Proteins at Low Temperatures	5. 発行年 2021年
3. 雑誌名 Methods in Molecular Biology	6. 最初と最後の頁 191 ~ 205
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.1007/978-1-0716-1900-1_12	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 Di Guida Rossella, Casillo Angela, Stellavato Antonietta, Kawai Soichiro, Ogawa Takuya, Di Meo Celeste, Kawamoto Jun, Kurihara Tatsuo, Schiraldi Chiara, Corsaro Maria Michela	4. 巻 278
2. 論文標題 Capsular polysaccharide from a fish-gut bacterium induces/promotes apoptosis of colon cancer cells in vitro through Caspases' pathway activation	5. 発行年 2022年
3. 雑誌名 Carbohydrate Polymers	6. 最初と最後の頁 118908 ~ 118908
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.1016/j.carbpol.2021.118908	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 Kawai Soichiro, Kawamoto Jun, Ogawa Takuya, Kurihara Tatsuo	4. 巻 83
2. 論文標題 Development of a regulatable low-temperature protein expression system using the psychrotrophic bacterium, <i>Shewanella livingstonensis</i> Ac10, as the host	5. 発行年 2019年
3. 雑誌名 Bioscience, Biotechnology, and Biochemistry	6. 最初と最後の頁 2153 ~ 2162
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.1080/09168451.2019.1638754	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 Chen Chen, Kawamoto Jun, Kawai Soichiro, Tame Akihiro, Kato Chiaki, Imai Tomoya, Kurihara Tatsuo	4. 巻 10
2. 論文標題 Isolation of a Novel Bacterial Strain Capable of Producing Abundant Extracellular Membrane Vesicles Carrying a Single Major Cargo Protein and Analysis of Its Transport Mechanism	5. 発行年 2020年
3. 雑誌名 Frontiers in Microbiology	6. 最初と最後の頁 3001
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.3389/fmicb.2019.03001	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 Kamasaka Kouhei, Kawamoto Jun, Chen Chen, Yokoyama Fumiaki, Imai Tomoya, Ogawa Takuya, Kurihara Tatsuo	4. 巻 526
2. 論文標題 Genetic characterization and functional implications of the gene cluster for selective protein transport to extracellular membrane vesicles of <i>Shewanella vesiculosa</i> HM13	5. 発行年 2020年
3. 雑誌名 Biochemical and Biophysical Research Communications	6. 最初と最後の頁 525 ~ 531
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.1016/j.bbrc.2020.03.125	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 Ogawa Takuya, Tanaka Asako, Kawamoto Jun, Kurihara Tatsuo	4. 巻 164
2. 論文標題 Purification and characterization of 1-acyl-sn-glycerol-3-phosphate acyltransferase with a substrate preference for polyunsaturated fatty acyl donors from the eicosapentaenoic acid-producing bacterium <i>Shewanella livingstonensis</i> Ac10	5. 発行年 2018年
3. 雑誌名 The Journal of Biochemistry	6. 最初と最後の頁 33 ~ 39
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.1093/jb/mvy025	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 Toyotake Yosuke, Cho Hyun-Nam, Kawamoto Jun, Kurihara Tatsuo	4. 巻 500
2. 論文標題 A novel 1-acyl-sn-glycerol-3-phosphate O-acyltransferase homolog for the synthesis of membrane phospholipids with a branched-chain fatty acyl group in <i>Shewanella livingstonensis</i> Ac10	5. 発行年 2018年
3. 雑誌名 Biochemical and Biophysical Research Communications	6. 最初と最後の頁 704 ~ 709
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.1016/j.bbrc.2018.04.140	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23件 (うち招待講演 4件 / うち国際学会 3件)

1. 発表者名 釜阪紘平、川本純、小川拓哉、栗原達夫
2. 発表標題 細胞外膜小胞へのタンパク質輸送における Wzx フリップアーゼホモログの機能
3. 学会等名 第93回日本生化学会大会
4. 発表年 2020年

1. 発表者名 都築大空、釜阪紘平、Liu Yuying、今井友也、川本純、小川拓哉、栗原達夫
2. 発表標題 <i>Shewanella vesiculosa</i> HM13 の表層糖鎖合成酵素による細胞外膜小胞構造と積荷タンパク質輸送の制御
3. 学会等名 第21回極限環境生物学会年会
4. 発表年 2020年

1. 発表者名 栗原達夫
2. 発表標題 細菌の細胞外膜小胞へのタンパク質輸送機構
3. 学会等名 令和2年度日本農芸化学会東北支部シンポジウム (招待講演)
4. 発表年 2020年

1. 発表者名 Tatsuo Kurihara
2. 発表標題 Mechanistic analysis of protein transport to extracellular membrane vesicles of a hypervesiculating bacterial strain, <i>Shewanella vesiculosa</i> HM13
3. 学会等名 ASEMV2020 (Annual meeting of the American Society for Exosomes and Microvesicles) (招待講演) (国際学会)
4. 発表年 2020年

1. 発表者名 都築大空、釜阪紘平、Liu Yuying、今井友也、川本純、小川拓哉、栗原達夫
2. 発表標題 細胞外膜小胞高生産菌の積荷タンパク質輸送における表層糖鎖合成酵素の機能
3. 学会等名 第67回日本生化学会近畿支部例会
4. 発表年 2021年

1. 発表者名 玉田梨恵、樽林俊樹、Liu Yuying、川本純、小川拓哉、栗原達夫
2. 発表標題 細菌細胞外膜小胞へのタンパク質輸送に関与するII型分泌装置用輸送装置の特性解析
3. 学会等名 第94回日本生化学会大会
4. 発表年 2021年

1. 発表者名 Tatsuo Kurihara
2. 発表標題 Mechanism of protein loading onto membrane vesicles of <i>Shewanella vesiculosa</i> HM13
3. 学会等名 EMBO Workshop on Bacterial membrane vesicles: Biogenesis, functions and medical applications (招待講演) (国際学会)
4. 発表年 2021年

1. 発表者名 栗原達夫
2. 発表標題 細菌の細胞外膜小胞へのタンパク質輸送に関する遺伝子クラスター
3. 学会等名 ビタミンB研究委員会 第466回研究協議会
4. 発表年 2022年

1. 発表者名 横山文秋、川本純、今井友也、小川拓哉、栗原達夫
2. 発表標題 バイオフィーム分散に関するセンサータンパク質のホモログを介した細菌ベシクル生産制御
3. 学会等名 第66回日本生化学会近畿支部例会
4. 発表年 2019年

1. 発表者名 釜阪紘平、Chen Chen、Liu Yuying、川本純、小川拓哉、栗原達夫
2. 発表標題 Shewanella sp. HM13 における菌体外膜小胞を介したタンパク質分泌機構における細胞表層構造の働き
3. 学会等名 第66回日本生化学会近畿支部例会
4. 発表年 2019年

1. 発表者名 横山文秋、川本純、小川拓哉、今井友也、栗原達夫
2. 発表標題 バイオフィーム分散関連タンパク質BdIAホモログの細菌ベシクル中からの同定
3. 学会等名 第33回バイオフィーム学会学術集会
4. 発表年 2019年

1. 発表者名 河合総一郎、Aken Puti Wanguyun、川本純、小川拓哉、栗原達夫
2. 発表標題 低温菌 <i>Pseudoalteromonas nigrifaciens</i> Sq02 を用いた外来タンパク質低温分泌生産システムの構築と分泌機構の解明
3. 学会等名 第71回日本生物工学会大会
4. 発表年 2019年

1. 発表者名 釜阪紘平、Chen Chen、小川拓哉、川本純、栗原達夫
2. 発表標題 細菌の菌体外膜小胞を介した選択的タンパク質分泌における細胞表層構造の役割
3. 学会等名 第92回日本生化学会大会
4. 発表年 2019年

1. 発表者名 河合総一郎、Aken Puti Wanguyun、川本純、小川拓哉、栗原達夫
2. 発表標題 タンパク質分泌生産に秀でた低温菌 <i>Pseudoalteromonas nigrifaciens</i> Sq02 を用いた低温タンパク質生産システムの開発
3. 学会等名 第20回極限環境生物学会年会
4. 発表年 2019年

1. 発表者名 釜阪紘平、陳晨、川本純、小川拓哉、栗原達夫
2. 発表標題 細菌の細胞外膜小胞へのタンパク質積み込みにおける膜表層構造の機能
3. 学会等名 第20回極限環境生物学会年会
4. 発表年 2019年

1. 発表者名 横山文秋、今井友也、川本純、小川拓哉、栗原達夫
2. 発表標題 低温菌 <i>Shewanella vesiculosa</i> HM13 のセンサータンパク質によるベシクル生産およびバイオフィルム分散の制御
3. 学会等名 第20回極限環境生物学会年会
4. 発表年 2019年

1. 発表者名 Fumiaki Yokoyama, Tomoya Imai, Jun Kawamoto, Takuya Ogawa, Tatsuo Kurihara
2. 発表標題 Regulation of vesiculation and biofilm dispersion of <i>Shewanella vesiculosa</i> HM13 in response to extracellular environment
3. 学会等名 3rd Bacterial Cell Biology Conference (国際学会)
4. 発表年 2020年

1. 発表者名 釜阪紘平、陳晨、川本純、小川拓哉、栗原達夫
2. 発表標題 菌体外膜小胞へのタンパク質輸送における細胞表層構造制御タンパク質の機能
3. 学会等名 日本農芸化学会2020年度大会
4. 発表年 2020年

1. 発表者名 横山文秋、今井友也、川本純、小川拓哉、栗原達夫
2. 発表標題 細菌のセンサータンパク質によるベシクル生産とバイオフィルム分散の誘導
3. 学会等名 日本農芸化学会2020年度大会
4. 発表年 2020年

1. 発表者名 栗原達夫
2. 発表標題 膜小胞高生産性細菌におけるタンパク質の膜小胞への輸送機構
3. 学会等名 日本農芸化学会2020年度大会（招待講演）
4. 発表年 2020年

1. 発表者名 河合総一郎、Aken Puti Wanguyun、川本純、小川拓哉、栗原達夫
2. 発表標題 低温菌Pseudoalteromonas sp. Sq02株を用いたタンパク質低温生産システムの開発
3. 学会等名 第65回日本生化学会近畿支部例会
4. 発表年 2018年

1. 発表者名 河合総一郎、Aken Puti Wanguyun、川本純、小川拓哉、栗原達夫
2. 発表標題 低温菌Pseudoalteromonas sp. Sq02株を宿主としたタンパク質低温分泌生産システムの構築
3. 学会等名 第70回日本生物工学会大会
4. 発表年 2018年

1. 発表者名 河合総一郎、Aken Puti Wanguyun、川本純、小川拓哉、栗原達夫
2. 発表標題 低温菌Pseudoalteromonas sp. Sq02株を宿主としたタンパク質低温分泌生産システムの構築と応用
3. 学会等名 日本農芸化学会2019年度大会
4. 発表年 2019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
--	---------------------------	-----------------------	----

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			
イタリア	University of Naples "Federico II"			
米国	University of California, San Diego			
中国	西南大学			