

令和 5 年 5 月 9 日現在

機関番号：32663

研究種目：基盤研究(C)（一般）

研究期間：2020～2022

課題番号：20K05813

研究課題名（和文）凝縮核様体依存的末端結合によるDNA修復機構の解明

研究課題名（英文）DNA repair mechanism by condensed nucleoid-dependent end joining

研究代表者

鳴海 一成（Narumi, Issay）

東洋大学・生命科学部・教授

研究者番号：90343920

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）：Deinococcus属細菌では、DNA損傷誘導性タンパク質DdrAと構造が類似しているDdrAPタンパク質が高度に保存されている。また、ddrAP遺伝子はその直下にあるdr0042遺伝子とオペロンを形成している。DR0042はDdrAPと複合体を形成することで、凝縮核様体依存的末端結合（CNDEJ）に関与するPprAなどのDNA修復関連タンパク質とDdrAPの相互作用を制御しており、さらにDNA修復完了後にDdrAPがDR0042から解離してDdrAと複合体を形成することで、複製の妨げとなるDdrAのすみやかな不活性化を促している可能性が示唆された。

研究成果の学術的意義や社会的意義

放射線抵抗性細菌に特有のDNA修復機構である凝縮核様体依存性末端結合（CNDEJ）の構成要素としてこれまでに、PprAタンパク質、DNAジャイレース、DNAリガーゼが明らかになっている。本研究によって、DR0042タンパク質がDdrAタンパク質及びDdrAPタンパク質と相互作用することが示唆され、CNDEJの構成要素として放射線抵抗性細菌が持つDNA損傷誘導性のDNA修復機構の一端を担うことが明らかになった。機構の解明は、新たな遺伝子工学試薬の開発にも繋がり、生命科学の新たな展開に貢献すると考えられる。

研究成果の概要（英文）：The DdrAP protein, which is structurally similar to the DNA damage-inducing protein DdrA, is highly conserved in *Deinococcus* sp. The gene encoding DdrAP forms an operon with the dr0042 gene encoding the DR0042 protein located immediately below it. DR0042 protein forms a complex with DdrAP protein and regulates the interaction of DdrAP protein with DNA repair-related proteins such as PprA protein involved in condensed nucleoid dependent end joining (CNDEJ). Furthermore, it is suggested that DdrAP protein dissociates from DR0042 protein and forms a complex with DdrA protein after DNA repair is completed, thereby promoting the rapid inactivation of DdrA protein, which is an impediment to replication.

研究分野：応用微生物学

キーワード：DNA修復 放射線抵抗性細菌 DNA損傷誘導性 ゲノム2本鎖切断修復

## 1. 研究開始当初の背景

*Deinococcus radiodurans* は、好気性、無芽胞性のバクテリアであり、放射線抵抗性細菌として知られている。*D. radiodurans* に放射線を照射すると、放射線に弱い他の生物と同様に DNA 損傷の中で最も修復の困難な DNA 二本鎖切断が生じるが、この菌は DNA 二本鎖切断を修復する能力に優れている。*D. radiodurans* の優れた DNA 二本鎖切断修復にはこの菌がもつ独特な DNA 修復タンパク質が重要な役割を果たしていると考えられているが、この修復能がどのような分子機構によって実現しているのかについては、現在でも完全には解明されていない。したがって、研究課題の核心をなす学術的な問いは「*D. radiodurans* がなぜ放射線に高い耐性を示すのか」であり、研究の全体構想は、放射線抵抗性細菌が持つ極めて効率的な DNA 修復機構の全容を解明し、当該細菌の DNA 修復に重要な役割を果たす遺伝子を生命科学・バイオ技術分野での応用研究に結びつけることである。

*D. radiodurans* では、DNA 損傷応答タンパク質 PprI によって、放射線照射後に一群の遺伝子の発現が誘導される。これらの放射線誘導性遺伝子産物には、CNDEJ に関与する PprA や DNA トポイソメラーゼ、相同組換え修復に関与する RecA タンパク質などが含まれるが、放射線誘導性タンパク質群の中で最も誘導率の高いタンパク質が DdrA (DNA damage response A) である。DdrA の N 末端から 157 番目までのアミノ酸配列は真核生物の Rad52 タンパク質の N 末端側ドメインと相同性があり、3' 突出末端をもつ二本鎖 DNA 及び一本鎖 DNA に対する結合能をもつ。申請者らは以前の研究で、X 線回折データから、Rad52 相同領域のみを持つ短縮型 DdrA タンパク質結晶がホモ 7 量体リング構造を形成することを明らかにした。また、DdrA タンパク質のパラログ DdrAP が *Deinococcus* 科細菌のみに高度に保存されており、DdrAP が放射線抵抗性細菌の DNA 修復に何らかの関与をしている可能性が高いと考えられた。そこで、2017 年度から 2019 年度に基盤研究 (C)「放射線誘導性タンパク質 DdrA 及びそのパラログ DdrA の構造機能解析」で、*ddrA* および *ddrAP* の遺伝子欠失変異株を作製し、薬剤感受性を調査した結果、野生株に比べ、*ddrA* 欠失株は DNA トポイソメラーゼ II 型に属する DNA ジャイレース A サブユニットに結合する阻害剤ナリジクス酸に感受性を示し、一方、*ddrAP* 欠失株は DNA ジャイレース B サブユニットに結合する阻害剤ノボジオシンに僅かに耐性を示した。これらのことから、DdrA は DNA ジャイレースのサブユニット A、DdrAP は DNA ジャイレースのサブユニット B とそれぞれ相互作用し、DNA ジャイレースの構造を歪ませることが示唆された。

## 2. 研究の目的

本研究の目的は、DdrA、DdrAP、PprA および DNA ジャイレースの相互作用の様態を分子生物学的・生化学的に調べ、凝縮核様体依存的末端結合(CNDEJ)による DNA 修復の分子機構を明らかにすることである。本研究によって、申請者が提唱した放射線抵抗性細菌に特有の凝縮核様体依存的末端結合(CNDEJ)による DNA 修復機構の特徴を明らかにすることができる。また、DdrA および DdrAP の DNA 修復に関する詳細な機能が明らかになれば、未だに未知の部分が多い真核生物の Rad52 タンパク質の機能解明にも貢献することが期待できる。DdrA、DdrAP、PprA、DNA ジャイレースの相互作用の様態が明らかになれば、学術的意義のみならず、それらの相互作用を利用した新たな遺伝子工学試薬の開発にも繋がり、生命科学の新たな展開に貢献すると考えられる。

## 3. 研究の方法

## (1) 遺伝子欠失株の作製と特性解析

凝縮核様体依存的末端結合による DNA 修復機構の解明の一環として、*D. radiodurans* の *ddrA* 遺伝子及び *pprA* 遺伝子の二重欠失株、*ddrAP* 遺伝子及び *pprA* 遺伝子の二重欠失株を作製した。具体的には、*pprA* プロモーター上流 750 bp、*pprA* 遺伝子下流領域 750 bp を、4 種類の異なる制限酵素切断部位タグ付きプライマーでそれぞれ PCR 増幅後、制限酵素処理とライゲーションで、スペクチノマイシン耐性マーカー供給プラスミド pKatAAD (2,241 bp) に連結した DNA 断片を用いて、*ddrA* 遺伝子欠失株を形質転換し、*ddrA pprA* 遺伝子二重欠失株を作製した。また、*D. radiodurans ddrAP* 遺伝子についても同様にして、*pprA* 遺伝子をスペクチノマイシン耐性マーカーとすげ替えた形の *ddrAP pprA* 遺伝子二重欠失株を作製した。さらに、*ddrAP* の下流に存在する *dr0042* 遺伝子欠失株、*ddrAP dr0042* 遺伝子二重欠失株も同様に作製した。

作製した遺伝子欠失株を、紫外線、ブレオマイシン、マイトマイシン C、ナリジクス酸、ノボジオシンなどの変異原や阻害剤で所定時間処理して、様々な種類の DNA 損傷を誘発させ、野生株に対する増殖速度や処理前後の生存率の変化をコロニー形成法で測定した。

## (2) ゲノム二本鎖切断修復過程の解析

パルスフィールドゲル電気泳動によるゲノム 2 本鎖切断修復過程の解析については、これまでに確立した供試細胞濃度、アガロースゲルプラグの調製方法、プロテインナーゼ K 処理及び制限酵素 *NotI* 処理の条件を用いて、細胞菌体のブレオマイシン処理条件の検討を行った。

## (3) 大腸菌での組換えタンパク質の大量発現と精製

*ddrA* 遺伝子、*ddrAP* 遺伝子、*dr0042* 遺伝子を pET ベクターにクローニングし、大腸菌で発現させたポリヒスチジンタグ付き組換えタンパク質を、TALON コバルトカラムを用いたアフィニティークロマトグラフィーで精製したものを作製した。また、また、pMAL-c5x ベクターに *dr0042* 遺伝子をクローニングし、マルトース結合タンパク質を N 末端に付加した可溶性融合 DR0041

タンパク質の発現系を構築し、マルトースカラムを用いて精製した。

#### 4. 研究成果

##### (1) 各種変異原・阻害剤処理に対する影響解析

作製した欠失株の変異原と複製阻害剤に対する性質を調べた結果、*pprA* 単独欠失株よりも *ddrA pprA* 二重欠失株が感受性を示したという他の研究室で行われた過去の 実験結果とは異なり、*ddrA pprA* 二重欠失株は *pprA* 単独欠失株に比べて、ブレオマイシン、マイトマイシン、ナリジクス酸に対して耐性を示した。また、*ddrAP pprA* 二重欠失株も、ブレオマイシン、マイトマイシン、紫外線、ナリジクス酸、ノボピオシンに対して *pprA* 単独欠失株よりも耐性を示すことを明らかにした (図 1)。さらに、遺伝子相補プラスミドを導入した二重欠失株は、*pprA* 単独欠失株の性質に近い性質を示した。これらのことから、*DdrA*、*DdrAP*、*PprA* は複合体を形成すること、および複合体の構成ユニットの違いによって、変異原と複製阻害剤に対する反応性が異なっていることが示唆された。

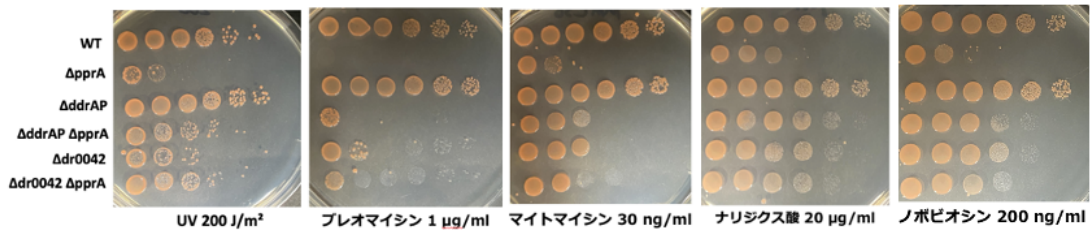


図1.各種変異原・阻害剤処理に対する影響解析

また、*ddrAP* の下流に存在する *dr0042* 遺伝子の単独欠失株を作製し、変異原と複製阻害剤に対する性質を調べた結果、*dr0042* は、紫外線、ブレオマイシン、マイトマイシン、ナリジクス酸、ノボピオシンに感受性を示すことを明らかにした (図 1)。*ddrAP* と *dr0042* の遺伝子構成は、*Deinococcus* 属細菌で高度に保存されており、しかも 2 つの遺伝子間の非翻訳領域のサイズの短さから、*ddrAP* 欠損株で観察された変異原や DNA ジャイレース阻害剤に対する感受性の一部は、*dr0042* 遺伝子発現の欠損に起因していることが示唆された。

これらの結果とこれまでに得られた研究成果をまとめると、(i) *ddrAP* 遺伝子のすぐ下流に *dr0042* 遺伝子が存在し、*ddrAP-dr0042* オペロンが構成的発現をしていること、(ii)ゲノム配列が解読されたほとんどすべての *Deinococcus* 属細菌でこのオペロン構造が保存されていること、(iii) *dr0042* 欠失株がブレオマイシン、紫外線、マイトマイシン C、ナリジクス酸およびノボピオシンに感受性を示すこと、(iv) *ddrAP* および *dr0042* 遺伝子の二重欠失変異株のブレオマイシン、紫外線、マイトマイシン C といった変異原に対する耐性が野生株と同程度であること、(v) *ddrAP*、*dr0042*、*pprA* 遺伝子の三重欠失変異株の変異原に対する感受性が、*pprA* 遺伝子単独欠失変異株よりも軽減されること、(vi) *ddrA* 遺伝子の過剰発現が *D. radiodurans* の正常な複製を阻害することが明らかにできた。これらのことから、*DR0042* タンパク質は *DdrAP* タンパク質と複合体を形成することで、凝縮核様体依存的末端結合に関与する *PprA* タンパク質などの DNA 修復関連タンパク質と *DdrAP* タンパク質の相互作用を制御しており、さらに DNA 修復完了後に *DdrAP* タンパク質が *DR0042* タンパク質から解離して *DdrA* タンパク質と複合体を形成することで、複製の妨げとなる *DdrA* タンパク質のすみやかな不活性化を促している可能性が示唆された。また、*DR0042* タンパク質は、Metallophosphoesterase モチーフを持つことから、非相同組換え修復機構の制御に関わる細菌の *SbcD* タンパク質あるいは真核生物の *Mre11* タンパク質の機能的ホモログであると考えられた。

##### (2) ゲノム二本鎖切断修復過程の解析

パルスフィールドゲル電気泳動によるゲノム 2 本鎖切断修復過程の解析については、細胞菌体のブレオマイシン処理条件の検討を行い、ブレオマイシンによる *D. radiodurans* のゲノムに生じた二本鎖切断を初めて可視化観察することに成功し、さらに、ブレオマイシン処理後の液体培地での菌体培養によってブレオマイシンで誘発された二本鎖切断の修復反応が充進していく過程を初めて可視化することができた (図 2)。

##### (3) 大腸菌での組換えタンパク質の大量発現と精製

*DdrA* タンパク質と *DdrAP* タンパク質に関しては、3'末端にヒスチジンタグを付与した形のタンパク質を可溶性画分に生産させ、TALON カラムを用いて精製できた (図 3 左)。精製タンパク質を用いてウサギを免疫し、抗 *DdrA* ポリクローナル抗体及び抗 *DdrAP* ポリクローナル抗体を作製した。*DR0042* タンパク質に関しては、3'末端にヒスチジンタグを付与した形のタンパク質、5'末端にヒスチジンタグを付与した形のタンパク質 (図 3 右)、N 末端にマルトース結合タンパク質を融合した形のタンパク質を作製したが、いずれも不溶性画分に検出された。

4-(1)の結果から、DdrA、DdrAP、DR0042 タンパク質が複合体を形成している可能性が高いため、今後は、これらのタンパク質をコードする遺伝子を同時に大腸菌で発現させることによって、相互作用するタンパク質同士が可溶性画分に存在するようになるかどうかを検討する予定である。

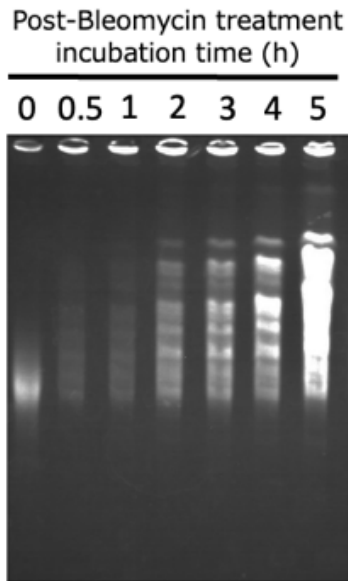


図2. プレオマイシン処理によるゲノム2本鎖切断とその修復過程

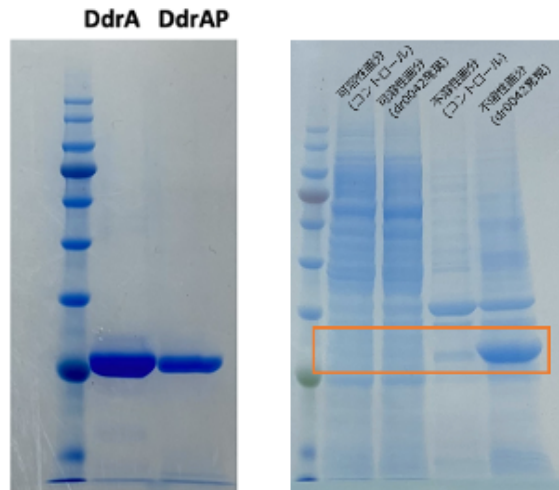


図3. DdrAとDdrAPの生産（左）、DR0042の不溶性画分での検出（右）

## 5. 主な発表論文等

〔雑誌論文〕 計11件（うち査読付論文 5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<br>Sato Katsuya, Hagiwara Kakeru, Katsumata Kosuke, Kubo Aya, Yokobori Shin-ichi, Yamagishi Akihiko, Oono Yutaka, Narumi Issay   | 4. 巻<br>11              |
| 2. 論文標題<br>Complete Genome Sequence of the Radioresistant Bacterium <i>Deinococcus aetherius</i> ST0316, Isolated from Air Dust Collected in the Lower Stratosphere above Japan | 5. 発行年<br>2022年         |
| 3. 雑誌名<br>Microbiology Resource Announcements   | 6. 最初と最後の頁<br>e00836-22 |
| 掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子)<br>10.1128/mra.00836-22  | 査読の有無<br>有              |
| オープンアクセス<br>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<br>-               |

|  |                  |
|--|------------------|
| 1. 著者名<br>Kosuke Katsumata, Katsuya Satoh, Yutaka Oono, Kentaro Miyazaki, Issay Narumi | 4. 巻<br>QST-M-39 |
| 2. 論文標題<br>Gamma-ray resistance of the thermophilic <i>Rubrobacter</i> species         | 5. 発行年<br>2023年  |
| 3. 雑誌名<br>QST Takasaki Annual Report 2021  | 6. 最初と最後の頁<br>85 |
| 掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子)<br>なし   | 査読の有無<br>無       |
| オープンアクセス<br>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<br>-        |

|   |                         |
|---|-------------------------|
| 1. 著者名<br>Daisuke Fujiwara, Yuko Kawaguchi, Iori Kinoshita, Jun Yatabe, Issay Narumi, Hirofumi Hashimoto, Shin-ichi Yokobori, Akihiko Yamagishi   | 4. 巻<br>21              |
| 2. 論文標題<br>Mutation analysis of the <i>rpoB</i> gene in the radiation-resistant bacterium <i>Deinococcus radiodurans</i> R1 exposed to space during the Tanpopo experiment at the International Space Station | 5. 発行年<br>2021年         |
| 3. 雑誌名<br>Astrobiology  | 6. 最初と最後の頁<br>1494-1504 |
| 掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子)<br>10.1089/ast.2020.2424   | 査読の有無<br>有              |
| オープンアクセス<br>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<br>-               |

|   |                  |
|---|------------------|
| 1. 著者名<br>Kouki Izumi, Katsuya Satoh, Yutaka Oono, Kentaro Miyazaki, Issay Narumi     | 4. 巻<br>QST-M-33 |
| 2. 論文標題<br>Resistance to gamma- and ultraviolet-rays of <i>Rubrobacter</i> sp. AA3-22 | 5. 発行年<br>2021年  |
| 3. 雑誌名<br>QST Takasaki Annual Report 2020   | 6. 最初と最後の頁<br>86 |
| 掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子)<br>なし  | 査読の有無<br>無       |
| オープンアクセス<br>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<br>-        |

|  |                  |
|--|------------------|
| 1. 著者名<br>Katsuya Satoh, Toshihiko Sanzen, Yutaka Oono, Issay Narumi   | 4. 巻<br>QST-M-33 |
| 2. 論文標題<br>Mutation analysis of the DNA damage response regulator protein PprI in the radioresistant bacterium Deinococcus radiodurans | 5. 発行年<br>2021年  |
| 3. 雑誌名<br>QST Takasaki Annual Report 2020  | 6. 最初と最後の頁<br>85 |
| 掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子)<br>なし   | 査読の有無<br>無       |
| オープンアクセス<br>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<br>-        |

|  |                    |
|--|--------------------|
| 1. 著者名<br>鳴海一成                         | 4. 巻<br>34         |
| 2. 論文標題<br>放射線抵抗性細菌 - 耐性機構とその応用 -      | 5. 発行年<br>2021年    |
| 3. 雑誌名<br>Applied Cell Biology Japan   | 6. 最初と最後の頁<br>1-16 |
| 掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子)<br>なし         | 査読の有無<br>無         |
| オープンアクセス<br>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<br>-          |

|   |                 |
|---|-----------------|
| 1. 著者名<br>Fujinami Shun, Satoh Katsuya, Narumi Issay, Ito Masahiro  | 4. 巻<br>9       |
| 2. 論文標題<br>Draft Genome Sequence of Calcium-Dependent Novosphingobium sp. Strain TCA1, Isolated from a Hot Spring Containing a High Concentration of Calcium Ions | 5. 発行年<br>2020年 |
| 3. 雑誌名<br>Microbiology Resource Announcements   | 6. 最初と最後の頁<br>- |
| 掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子)<br>10.1128/MRA.00145-20  | 査読の有無<br>有      |
| オープンアクセス<br>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<br>-       |

|  |                 |
|--|-----------------|
| 1. 著者名<br>Kawaguchi Yuko, Shibuya Mio, Kinoshita Iori, Yatabe Jun, Narumi Issay, Shibata Hiromi, Hayashi Risako, Fujiwara Daisuke, Murano Yuka, Hashimoto Hirofumi, Imai Eiichi, Kodaira Satoshi, Uchihori Yukio, Nakagawa Kazumichi, Mita Hajime, Yokobori Shin-ichi, Yamagishi Akihiko | 4. 巻<br>11      |
| 2. 論文標題<br>DNA Damage and Survival Time Course of Deinococcal Cell Pellets During 3 Years of Exposure to Outer Space   | 5. 発行年<br>2020年 |
| 3. 雑誌名<br>Frontiers in Microbiology  | 6. 最初と最後の頁<br>- |
| 掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子)<br>10.3389/fmicb.2020.02050   | 査読の有無<br>有      |
| オープンアクセス<br>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<br>-       |

|   |                 |
|---|-----------------|
| 1. 著者名<br>Sato Katsuya, Ozawa Shogo, Hayashi Hidenori, Tomioka Noriko, Narumi Issay, Oono Yutaka  | 4. 巻<br>9       |
| 2. 論文標題<br>Complete Genome Sequence of the Cesium-Accumulating Bacterium <i>Rhodococcus qingshengii</i> CS98, Isolated from Soil in Japan | 5. 発行年<br>2020年 |
| 3. 雑誌名<br>Microbiology Resource Announcements   | 6. 最初と最後の頁<br>- |
| 掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子)<br>10.1128/MRA.01188-20  | 査読の有無<br>有      |
| オープンアクセス<br>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<br>-       |

|  |                  |
|--|------------------|
| 1. 著者名<br>Sato Katsuya, Sanzen Toshihiko, Oono Yutaka, Narumi Issay  | 4. 巻<br>QST-M-29 |
| 2. 論文標題<br>Construction of luciferase reporter strains for functional analysis of DNA damage response regulator Ppr1 in <i>Deinococcus radiodurans</i> | 5. 発行年<br>2021年  |
| 3. 雑誌名<br>QST Takasaki Annual Report 2019  | 6. 最初と最後の頁<br>96 |
| 掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子)<br>なし   | 査読の有無<br>無       |
| オープンアクセス<br>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<br>-        |

|  |                  |
|--|------------------|
| 1. 著者名<br>Futami Yusuke, Sato Katsuya, Tomita Naoki, Sanzen Toshihiko, Shimosaka Taichi, Oono Yutaka, Narumi Issay         | 4. 巻<br>QST-M-29 |
| 2. 論文標題<br>Functional analysis of radiation-inducible protein DdrA and its paralog DdrAP in <i>Deinococcus radiodurans</i> | 5. 発行年<br>2021年  |
| 3. 雑誌名<br>QST Takasaki Annual Report 2019  | 6. 最初と最後の頁<br>97 |
| 掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子)<br>なし   | 査読の有無<br>無       |
| オープンアクセス<br>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<br>-        |

〔学会発表〕 計35件 (うち招待講演 2件 / うち国際学会 9件)

|  |
|--|
| 1. 発表者名<br>勝又康介、鳴海一成                           |
| 2. 発表標題<br>新規疎水性プロリンリッチオリゴペプチドによる大腸菌のストレス耐性の向上 |
| 3. 学会等名<br>第2回バイオレジリエンスプロジェクトシンポジウム            |
| 4. 発表年<br>2022年                                |

|                                       |
|---------------------------------------|
| 1. 発表者名<br>坂井雅、養王田正文、鳴海一成             |
| 2. 発表標題<br>レポーターアッセイによるPprIタンパク質の機能解析 |
| 3. 学会等名<br>第2回バイオレジリエンスプロジェクトシンポジウム   |
| 4. 発表年<br>2022年                       |

|                                     |
|-------------------------------------|
| 1. 発表者名<br>久保彩、鳴海一成                 |
| 2. 発表標題<br>DNA修復タンパク質PprAの耐熱化       |
| 3. 学会等名<br>第2回バイオレジリエンスプロジェクトシンポジウム |
| 4. 発表年<br>2022年                     |

|  |
|--|
| 1. 発表者名<br>Shin-ichi Yokobori, Daisuke Fujiwara, Yuko Kawaguchi, Yuka Togashi, Iori Kinoshita, Jun Yatabe, Hirofumi Hashimoto, Issay Narumi, Akihiko Yamagishi                                   |
| 2. 発表標題<br>Analysis of mutations in the rpoB gene of the radioresistant bacterium Deinococcus radiodurans R1 exposed to space during the "Tanpopo" experiment on the International Space Station |
| 3. 学会等名<br>COSPAR 2022 44th Scientific Assembly (国際学会)   |
| 4. 発表年<br>2022年  |

|   |
|---|
| 1. 発表者名<br>Aya Kubo, Kaito Watanabe, Issay Narumi   |
| 2. 発表標題<br>Enhancing the thermostability of PprA, the DNA repair protein in Deinococcus radiodurans |
| 3. 学会等名<br>The 13th International Conference on Extremophiles (Extremophiles 2022) (国際学会)           |
| 4. 発表年<br>2022年   |



|  |
|--|
| 1. 発表者名<br>Kosuke Katsumata, Issay Narumi  |
| 2. 発表標題<br>Improvement of stress tolerance of Escherichia coli by a novel hydrophobic proline rich oligopeptide from Deinococcus radiodurans |
| 3. 学会等名<br>The 13th International Conference on Extremophiles (Extremophiles 2022) (国際学会)  |
| 4. 発表年<br>2022年  |

|   |
|---|
| 1. 発表者名<br>Miyabi Sakai, Masahumi Yohda, Issay Narumi                                     |
| 2. 発表標題<br>Functional analysis of Deinococcus radiodurans PprI using reporter assay       |
| 3. 学会等名<br>The 13th International Conference on Extremophiles (Extremophiles 2022) (国際学会) |
| 4. 発表年<br>2022年   |

|  |
|--|
| 1. 発表者名<br>勝又康介、鳴海一成                       |
| 2. 発表標題<br>新規疎水性プロリンリッチオリゴペプチドによる大腸菌への影響解析 |
| 3. 学会等名<br>第23回極限環境生物学会年会                  |
| 4. 発表年<br>2022年                            |

|  |
|--|
| 1. 発表者名<br>佐藤勝也、鳴海一成、大野豊   |
| 2. 発表標題<br>放射線抵抗性細菌Deinococcus radioduransのDNA損傷応答機構におけるMn輸送関連遺伝子欠損の影響 |
| 3. 学会等名<br>第23回極限環境生物学会年会  |
| 4. 発表年<br>2022年  |

|                              |
|------------------------------|
| 1. 発表者名<br>久保彩、渡部海斗、鳴海一成     |
| 2. 発表標題<br>DNA修復促進因子PprAの耐熱化 |
| 3. 学会等名<br>第23回極限環境生物学会年会    |
| 4. 発表年<br>2022年              |

|                                  |
|----------------------------------|
| 1. 発表者名<br>久保彩、渡部海斗、鳴海一成         |
| 2. 発表標題<br>DNA修復促進タンパク質PprAの耐熱化  |
| 3. 学会等名<br>2022年度環境バイオテクノロジー学会大会 |
| 4. 発表年<br>2022年                  |

|   |
|---|
| 1. 発表者名<br>藁科友朗、佐藤朝子、比内浩、Nurislam Shaykhutdinov、Elena Shagimardanova、森宙史、齋藤元文、眞田幸尚、佐々木祥人、島田梢、土津田雄馬、北垣徹、丸山茂徳、Oleg Gusev、鳴海一成、森田鉄兵、黒川顕、戎崎俊一、西村昭彦、駒義和、金井昭夫 |
| 2. 発表標題<br>福島第一原発トラス室に由来する微生物群集構造解析   |
| 3. 学会等名<br>第45回日本分子生物学会年会   |
| 4. 発表年<br>2022年   |

|   |
|---|
| 1. 発表者名<br>勝又康介、泉洸輝、佐藤勝也、大野豊、宮崎健太郎、鳴海一成 |
| 2. 発表標題<br>中等度好熱性ルプロバクター属細菌のガンマ線耐性      |
| 3. 学会等名<br>QST高崎サイエンスフェスタ2022           |
| 4. 発表年<br>2022年                         |

|  |
|--|
| 1. 発表者名<br>Aya Kubo、Issay Narumi   |
| 2. 発表標題<br>Enhancing the thermostability of PprA, the DNA repair promoting protein from <i>Deinococcus radiodurans</i> |
| 3. 学会等名<br>The 1st International symposium on Toyo University Bio-resilience Research Project (国際学会)                   |
| 4. 発表年<br>2023年  |

|  |
|--|
| 1. 発表者名<br>Kosuke Katsumata、Issay Narumi   |
| 2. 発表標題<br>Analysis of the effects of a novel hydrophobic proline-rich oligopeptide on <i>Escherichia coli</i> |
| 3. 学会等名<br>The 1st International symposium on Toyo University Bio-resilience Research Project (国際学会)           |
| 4. 発表年<br>2023年  |

|  |
|--|
| 1. 発表者名<br>Miyabi Sakai、Issay Narumi、Masafumi Yohda  |
| 2. 発表標題<br>Interaction of DNA repair related proteins DdrA, DdrAP, and DR0042                        |
| 3. 学会等名<br>The 1st International symposium on Toyo University Bio-resilience Research Project (国際学会) |
| 4. 発表年<br>2023年  |

|   |
|---|
| 1. 発表者名<br>鳴海一成                         |
| 2. 発表標題<br>放射線耐性菌と廃炉                    |
| 3. 学会等名<br>極限微生物と福島廃炉に関するワークショップ (招待講演) |
| 4. 発表年<br>2022年                         |

|   |
|---|
| 1. 発表者名<br>佐藤勝也, 三善英彦, 鳴海一成, 大野豊                  |
| 2. 発表標題<br>デイノコッカス・ラジオデュランスにおけるDNA損傷応答因子PprIの変異解析 |
| 3. 学会等名<br>QST高崎サイエンスフェスタ2021                     |
| 4. 発表年<br>2021年                                   |

|  |
|--|
| 1. 発表者名<br>勝又康介, 泉洗輝, 佐藤勝也, 大野豊, 宮崎健太郎, 鳴海一成 |
| 2. 発表標題<br>好熱性Rubrobacter属細菌のガンマ線耐性          |
| 3. 学会等名<br>QST高崎サイエンスフェスタ2021                |
| 4. 発表年<br>2021年                              |

|   |
|---|
| 1. 発表者名<br>勝又康介, 鳴海一成                               |
| 2. 発表標題<br>Deinococcus radiodurans pprI発現大腸菌のストレス耐性 |
| 3. 学会等名<br>第44回日本分子生物学会年会                           |
| 4. 発表年<br>2021年                                     |

|   |
|---|
| 1. 発表者名<br>藁科友朗, 佐藤朝子, 比内浩, Nurislam Shaykhutdinov, Shagimardanova Elena, 森宙史, 齋藤元文, 眞田幸尚, 佐々木祥人, 丸山 茂徳, Oleg Gusev, 鳴海 一成, 島田梢, 黒川顕, 戎崎俊一, 西村昭彦, 駒義和, 金井昭夫 |
| 2. 発表標題<br>高放射線環境および福島第一原発に由来する微生物群集解析  |
| 3. 学会等名<br>第44回日本分子生物学会年会   |
| 4. 発表年<br>2021年   |

|   |
|---|
| 1. 発表者名<br>佐藤勝也, 小澤昌悟, 林秀謙, 鳴海一成, 大野豊             |
| 2. 発表標題<br>イオンビーム突然変異育種により作出した放線菌低セシウム蓄積変異株のゲノム解析 |
| 3. 学会等名<br>第22回極限環境生物学会年会                         |
| 4. 発表年<br>2021年                                   |

|                                     |
|-------------------------------------|
| 1. 発表者名<br>勝又康介, 鳴海一成               |
| 2. 発表標題<br>新規短鎖ペプチドによる大腸菌のストレス耐性の向上 |
| 3. 学会等名<br>第22回極限環境生物学会年会           |
| 4. 発表年<br>2021年                     |

|  |
|--|
| 1. 発表者名<br>佐々木楓馬, 佐藤勝也, 鳴海一成                             |
| 2. 発表標題<br>Deinococcus grandisのグルタミン要求性とそれを用いた自然突然変異率の計測 |
| 3. 学会等名<br>第22回極限環境生物学会年会                                |
| 4. 発表年<br>2021年  |

|  |
|--|
| 1. 発表者名<br>横堀伸一, 藤原大祐, 河口優子, 富樫油香, 木下伊織, 矢田部純, 鳴海一成, 橋本博文, 山岸明彦                        |
| 2. 発表標題<br>国際宇宙ステーションにおけるたんばぼミッションで宇宙曝露された放射線耐性菌Deinococcus radiodurans R1のrpoB遺伝子変異分析 |
| 3. 学会等名<br>日本宇宙生物科学会第35回大会   |
| 4. 発表年<br>2021年  |

|  |
|--|
| 1. 発表者名<br>Narumi Issay  |
| 2. 発表標題<br>Radiation Resistant Microbes  |
| 3. 学会等名<br>Russian-Japanese Bilateral Conference on Microbe in the High Radiation Environments 2020 (国際学会) |
| 4. 発表年<br>2020年  |

|  |
|--|
| 1. 発表者名<br>Yokobori Shin-ichi, Kawaguchi Yuko, Yatabe Jun, Fujiwara Daisuke, Hayashi Risako, Kinoshita Iori, Murano Yuka, Shibuya Mio, Narumi Issay, Hashimoto Hirofumi, Yamagishi Akihiko |
| 2. 発表標題<br>Exposure experiment of deinococcal species in Tanpopo Mission at Exposure Facility of Japanese Experiment Module of International Space Station                                 |
| 3. 学会等名<br>EANA2020 Virtual Meeting (国際学会)   |
| 4. 発表年<br>2020年  |

|  |
|--|
| 1. 発表者名<br>勝又康介, 鳴海一成  |
| 2. 発表標題<br>放射線抵抗性細菌 <i>Deinococcus grandis</i> ppri 発現大腸菌の特性解析 |
| 3. 学会等名<br>第21回極限環境生物学会年会                                      |
| 4. 発表年<br>2020年  |

|   |
|---|
| 1. 発表者名<br>河口優子, 鳴海一成, 柴田裕実, 橋本博文, 今井栄一, 小平聡, 内堀幸夫, 中川和道, 三田肇, 横堀伸一, 山岸明彦 |
| 2. 発表標題<br>宇宙空間で3年間曝露した Deinococcus 細胞塊の生存曲線とDNA損傷                        |
| 3. 学会等名<br>第21回極限環境生物学会年会   |
| 4. 発表年<br>2020年   |

|  |
|--|
| 1. 発表者名<br>横堀伸一, 藤原大祐, 河口優子, 富樫油香, 木下伊織, 矢田部純, 鳴海一成, 橋本博文, 山岸明彦                                |
| 2. 発表標題<br>国際宇宙ステーションにおけるたんばぼミッションで宇宙曝露された放射線耐性菌 <i>Deinococcus radiodurans</i> R1のrpoB遺伝子変異分析 |
| 3. 学会等名<br>第21回極限環境生物学会年会  |
| 4. 発表年<br>2020年  |

|  |
|--|
| 1. 発表者名<br>黨科友朗, 佐藤朝子, Shagimardanova Elena, 丸山茂徳, 森宙史, 鳴海一成, Oleg Gusev, 齋藤元文, 眞田幸尚, 佐々木祥人, Shaykhutdinov Nurislam, 島田梢, 黒川顕, 戎崎俊一, 西村昭彦, 駒義和, 金井昭夫 |
| 2. 発表標題<br>福島第一原発近隣の環境サンプルに由来する微生物のメタ16S解析   |
| 3. 学会等名<br>第43回日本分子生物学会年会  |
| 4. 発表年<br>2020年  |

|  |
|--|
| 1. 発表者名<br>泉洗輝, 佐藤勝也, 大野豊, 宮崎健太郎, 鳴海一成                 |
| 2. 発表標題<br><i>Rubrobacter</i> sp. AA3-22の放射線と紫外線に対する耐性 |
| 3. 学会等名<br>QST高崎サイエンスフェスタ2020                          |
| 4. 発表年<br>2020年  |

|   |
|---|
| 1. 発表者名<br>鳴海一成   |
| 2. 発表標題<br>放射線抵抗性細菌のDNA修復機構の解明と応用展開                       |
| 3. 学会等名<br>未来へのバイオ技術勉強会「南極・深海から宇宙まで～新奇・極限微生物のめぐる戦略」(招待講演) |
| 4. 発表年<br>2021年   |

|  |
|--|
| 1. 発表者名<br>山岸明彦, 橋本博文, 矢野創, 横堀伸一, 河口優子, 小林憲正, 三田肇, 藪田ひかる, 東出真澄, 田端誠, 河合秀幸, 今井栄一, 富田-横谷香織, 木村駿太, 鳴海一成, 矢田部純, 藤原大祐 |
| 2. 発表標題<br>たんばぼ計画：全宇宙曝露試料の帰還と微生物試料解析の現状  |
| 3. 学会等名<br>第35回宇宙環境利用シンポジウム  |
| 4. 発表年<br>2021年  |

|   |
|---|
| 1. 発表者名<br>横堀伸一, 鳴海一成, 時下進一, 志賀靖弘, 杉本学, 今井栄一, 三田肇, 橋本博文 |
| 2. 発表標題<br>地球生物の宇宙生存可能性検証のための短期宇宙曝露実証実験システムの構築          |
| 3. 学会等名<br>第35回宇宙環境利用シンポジウム                             |
| 4. 発表年<br>2021年   |

〔図書〕 計0件

〔産業財産権〕

〔その他〕

|   |
|---|
| <p>東洋大学 生命科学部 放射線微生物学研究室<br/> <a href="http://thelonious.moon.bindcloud.jp">http://thelonious.moon.bindcloud.jp</a><br/>         東洋大学 研究者情報データベース<br/> <a href="http://ris.toyo.ac.jp/profile/ja.a2cc3f430e87b3e77d1b37996e9736fa.html">http://ris.toyo.ac.jp/profile/ja.a2cc3f430e87b3e77d1b37996e9736fa.html</a><br/>         東洋大学入試情報サイト 生命科学科 放射線微生物学研究室<br/> <a href="http://www.toyo.ac.jp/nyushi/undergraduate/lsc/dlsc/laboratory/narumi.html">http://www.toyo.ac.jp/nyushi/undergraduate/lsc/dlsc/laboratory/narumi.html</a><br/>         極限環境微生物の研究から「生命科学の真髄」を学ぶ<br/> <a href="http://www.toyo.ac.jp/nyushi/column/video-lecture/20150603_01.html">http://www.toyo.ac.jp/nyushi/column/video-lecture/20150603_01.html</a><br/>         東洋大学バイオレジリエンス研究プロジェクト<br/> <a href="https://toyobioresilience.jp">https://toyobioresilience.jp</a><br/>         東洋大学 生命科学部 放射線微生物学研究室<br/> <a href="http://www2.toyo.ac.jp/~narumi/">http://www2.toyo.ac.jp/~narumi/</a><br/>         東洋大学 研究者情報データベース<br/> <a href="http://ris.toyo.ac.jp/profile/ja.a2cc3f430e87b3e77d1b37996e9736fa.html">http://ris.toyo.ac.jp/profile/ja.a2cc3f430e87b3e77d1b37996e9736fa.html</a><br/>         東洋大学入試情報サイト 生命科学科 放射線微生物学研究室<br/> <a href="http://www.toyo.ac.jp/nyushi/undergraduate/lsc/dlsc/laboratory/narumi.html">http://www.toyo.ac.jp/nyushi/undergraduate/lsc/dlsc/laboratory/narumi.html</a><br/>         極限環境微生物の研究から「生命科学の真髄」を学ぶ<br/> <a href="http://www.toyo.ac.jp/nyushi/column/video-lecture/20150603_01.html">http://www.toyo.ac.jp/nyushi/column/video-lecture/20150603_01.html</a></p> |
|---|

|                           |                       |    |
|---------------------------|-----------------------|----|
| 6. 研究組織                   |                       |    |
| 氏名<br>(ローマ字氏名)<br>(研究者番号) | 所属研究機関・部局・職<br>(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 |
|---------|---------|
|---------|---------|