

令和 7 年 6 月 21 日現在

機関番号：34406

研究種目：基盤研究(C)（一般）

研究期間：2020～2024

課題番号：20K05816

研究課題名（和文）ゲノム情報と構造・機能解析に基づくアミノ酸代謝酵素の新規機能創製

研究課題名（英文）Creation of novel amino acid metabolizing enzymes by genome information and protein engineering

研究代表者

大島 敏久（Ohshima, Toshihisa）

大阪工業大学・工学部・教授

研究者番号：10093345

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）：本研究では、アミノ酸代謝に関係する新規酵素遺伝子をゲノム情報をもとに見出し、それら酵素遺伝子の大腸菌での発現、発現酵素の機能解析、立体構造解析、機能改良などを進め、その成果の産業応用への展開を図ることを主な目的とした。その結果、細菌L-アルギニン脱水素酵素を発見し、その酵素の機能と構造解析、L-アルギニンの新規酵素分析法への応用に成功した。また好熱性孢子形成菌に2種類の異なるアラニン脱水素酵素遺伝子を見つけ、1つが栄養増殖細胞に、他が孢子に機能していることを発見した。その他、新規耐熱性ロイシン脱水素酵素、meso-ジアミノピメリン酸脱水素酵素など数種の新規酵素を見出し、機能、構造解析を進めた。

研究成果の学術的意義や社会的意義

近年、微生物の膨大なゲノム情報から新規な目的酵素遺伝子を見出すことが容易になっている。本研究では、ゲノム情報をもとに、産業応用面で有用性期待できるアミノ酸代謝系の種々の酵素遺伝子を見出し、遺伝子の大腸菌での発現と生産、精製、機能と構造解析とそれらに基づく機能改変を行い、新しい機能をもつ、酵素の創製とその応用面の開発を進めることを主な目的とする。その成果は、食品分析、医療分析、環境分析、医薬品の製造など、新しい応用開発への展開が期待でき、学術的、社会的意義は大きい。

研究成果の概要（英文）：The main objective of this study was to find out novel enzyme genes functioning in amino acid metabolisms based on genomic information, and to promote the industrial application of those enzymes after the production and the structural and functional analyses, improvement of functions. As the results, L-arginine dehydrogenase was discovered, and the function and structure of the enzyme were analyzed. it was successfully applied to a novel enzyme analysis for L-arginine. In addition, two distinct alanine dehydrogenase genes were identified in thermophilic spore-forming bacterium, the one functioning in nutrient-growing cells and the other in spores. Furthermore, several new enzymes, including a novel thermostable leucine dehydrogenase and a meso-diaminopyrimidine dehydrogenase, were identified, and their functions and structures were analyzed.

研究分野：応用生物化学

キーワード：ゲノム情報 酵素 酵素の機能と構造 アミノ酸代謝酵素 酵素の新規機能創製 酵素応用

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。

1. 研究開始当初の背景

微生物由来の酵素は、食品や医薬品原料などの生産、加工、分析などにおける素子として有効利用されている。しかし酵素は本来生物が生命維持のために生産するもので、人工的な産業利用には必ずしも良好な性質を持つものではない。一方、近年、酵素のゲノム解析による遺伝子情報と構造、機能情報の蓄積により、有用性の高い新規酵素の遺伝子のゲノム情報からの発見と機能解析が容易になってきたことと、さらに天然の酵素を遺伝子レベルで合目的にデザインし、酵素遺伝子の人工合成による新規機能をもつ人工酵素を創製することが容易になってきた。

2. 研究の目的

- (1) 本研究では、アミノ酸代謝関連の新規酵素と予想できる酵素遺伝子をゲノム情報などから検索し、酵素の新規性、高活性、高安定性、基質特異性などにおいて、新規性や利用面の有用性が期待できる酵素の遺伝子を見出すことを第1の目的とする。
- (2) 目的の酵素遺伝子を大腸菌で発現、生産し、酵素を精製した後、立体構造を解明し、酵素の活性中心の構造と機能の解析を進める。得られた情報をもとに、遺伝子に変異導入して機能改良を加え、産業利用に有用な性質をもつ改良型の人工酵素を創製する。その改良酵素の産業への有効利用を図ることを第2の目的とする。

3. 研究の方法

- (1) KEEG Organisms による微生物のゲノム情報(KEEGなどの遺伝子などに関するデータベースをもとに、アミノ酸代謝に関与すると予想できる酵素(遺伝子)を検索する。好熱菌などの高い安定性が期待できる細菌やアーキアにおいて、これまでに、報告例が無いか少ない酵素、新規性の高い酵素を対象に遺伝子を選択する。選択した有用酵素の遺伝子の合成を行う、合成遺伝子の宿主とする大腸菌での発現、発現酵素の精製を行う。さらに精製酵素の基質特異性や安定性などの機能解析を行う。
- (2) 精製酵素の結晶化を進め、結晶が得られると、X線結晶構造解析を進め、立体構造を決定する。全体構造や活性中心構造から、酵素反応機構や安定化機構を解析する。また、得られた情報をもとに、遺伝子に変異導入をして応用面により有効な機能を持つ人工酵素を創製し、新しい応用面への展開を図る。

4. 研究の成果

- (1) 新規 L-アルギニン脱水素酵素の機能開発と構造解析

ゲノム情報からそのアミノ酸配列情報から見出した *Pseudomonas veronii* の新規 NADP 依存性 L-アルギニン脱水素酵素 (L-ArgDH) 遺伝子の組換え大腸菌での発現と発現産物の安定化を達成した。その酵素化学的特徴の解明と L-Arg の酵素分析への応用開発に成功し、国際学術誌に論文として発表した。その発表を踏まえ、開発した酵素分析法を利用した肝がんの新たな臨床診断への応用研究を行うため、スイスの研究者から本酵素の提供依頼があり応じた。次に L-ArgDH の結晶化、および X 線結晶構造解析に成功し、本酵素の最初の立体構造を明らかにした (Int. J. Biol. Macromol.誌に発表)。

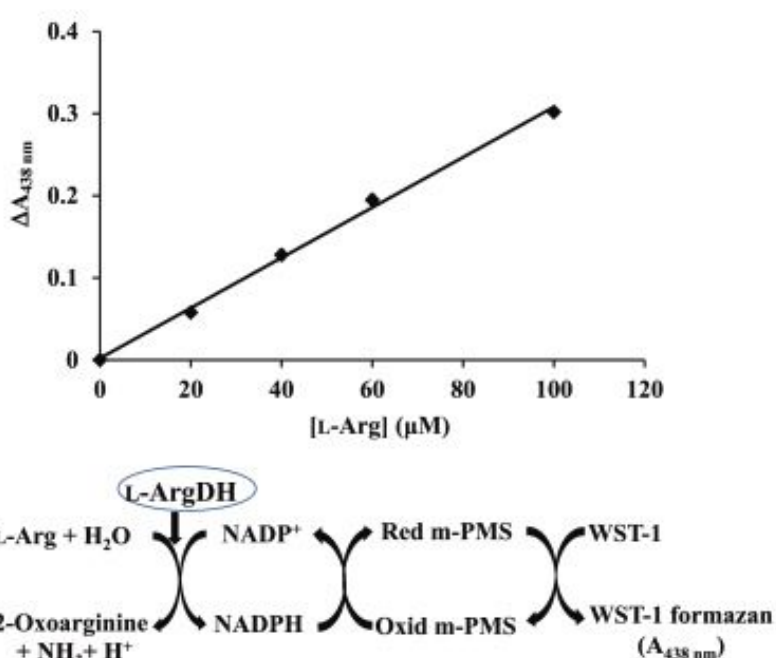


図1. L-ArgDH 反応を利用する L-Arg の分光学的定量法、 上図: 検量線
下図; L-Arg の WST-1(色素)を利用する定量のための共役反応系

(2)ゲノム情報から好熱性孢子形成菌 *Geobacillus kaustophilus* に2種類の異なるアミノ酸配列を有するアラニン脱水素酵素 (AlaDH) の遺伝子ホモログ (GK2752 と GK3448 遺伝子; アミノ酸配列の相同性 71%) が存在することを見出した(図2)。2種類の遺伝子の機能と構造を解明すべく、両遺伝子の大腸菌での個別の発現させ、両発現産物の酵素活性の解析を行った。その結果、両遺伝子産物が高い AlaDH 活性を有することと、補酵素特異性、基質特異性、高い耐熱性をもつなど類似した酵素化学的性質を有することを明らかにした。また両酵素の立体構造も非常に類似することを見出した。しかし、両酵素は栄養増殖細胞と孢子細胞と異なる細胞増殖ステージで生産されている

```

GK2752 MKIGIPKEIKNNENRVAITPAGVMTLVKAGHDVYVETEAG 40
GK3448 MIIGVPKKEIKNNENRVAITPAGVLSFVQAGHTVLIKEEAG 40
* * * * *
GK2752 AGSGFSDSEYEKAGAVIVTKAEDAWA-AEMVLKVKEPLAE 79
GK3448 VSGGFNDSDYARAGAQIIERAEDVWAQADMVMKVKEPLPS 80
* * * * *
GK2752 EFRYFRPGLILFTYLHLAAAEALTKALVEQKVVGIAIYETV 119
GK3448 EYRFRPGLVLFYTLHLAADPELTRVLKESGVIAIYETV 120
* * * * *
GK2752 QLANGSLPLLLTPMSEVAGRMSVQVGAQFLEKPHGGKGI LL 159
GK3448 QVG-RTLPLLLTPMSEVAGRMAAQIGAQFLEKPYGGKGI LL 159
* * * * *
GK2752 GGVPGVRRGKVTIIGGGTAGTNAAKI AVGLGADV TIL D IN 199
GK3448 GGVPGVARGKVVIIGGGVAGTNAAKVAVGLGADV TIL D LN 199
* * * * *
GK2752 AERLRELDLDFGDQVTTLMNS SYHIAECVRES DLVVGAVL 239
GK3448 ADRLRELDLDFGNQITTLMSN PMNIAEAVAEADLVIGAVL 239
* * * * *
GK2752 IPGAKAPKLVTEEMVRSMTPGSVLVVDVAIDQGGIFETTDR 279
GK3448 IPGARAPKLVTEEDMVKAMKPGSVIVDVAIDQGGIVETS DH 279
* * * * *
GK2752 VTTTHDDPTVYKHGVVHYAVANMPGAVPRTSTFALINVTIP 319
GK3448 VTTTHDNPTVYKHGVVHYAVANMPGAVPRTSTFALINVTIP 319
* * * * *
GK2752 YALQIANKGYRAACLNDNPALLKGIN TLDGHI VYEAVAAAH 359
GK3448 YALQIANKGVMAITDNPAL ELGVNVANGEITYEAVARDL 359
* * * * *
GK2752 NMPYTDVHSL LQG - - - - 372
GK3448 GYRYVPAREALGKTLAAN 377
* * * * *

```

図2. 好熱菌 *G. kaustophilus* のゲノム情報からえられた2つの推定 AlaDH 遺伝子からのアミノ酸配列。下線:GxGxxG モチーフ。

ことを発見した。これらの成果は学術誌 Biochim. Biophys. Acta.に発表した。今後の関連研究の展開が期待されている。さらに、ゲノム情報に基づいたアミノ酸脱水素酵素の検索を行い、超好熱アーキアにロイシン脱水素酵素 (LeuDH)、超好熱性細菌に *meso*-ジアミノピメリン酸脱水素酵素の遺伝子ホモログを発見した。両酵素は、これまでにない高い耐熱性を持つ酵素であることが予想され、新たな有効利用が期待できる。遺伝子の大腸菌での発現と精製、酵素機能の解明と機能改良を進めた結果、LeuDH の大腸菌での発現と生産に成功し、アーキアにも LeuDH が存在することを初めて見出した。また、この酵素が 80 -30 分間の熱処理でも、失活変性しない、最も熱安定性の優れた LeuDH であることを見出している。

さらに、ゲノム情報により見出した超好熱菌で最初の *meso*-ジアミノピメリン酸脱水素酵素(*meso*-DAPDH) 遺伝子の組換え大腸菌での発現と精製を行い、これまでで最も耐熱性安定性に優れた本酵素を見出している。この高度耐熱性 *meso*-DAPDH の基質結合部位のL-アミノ酸結合サイトのアミノ酸認識部位をタンパク質工学的手法により変異導入して、*meso*-DAPDH から人工耐熱性 D-アミノ酸脱水素酵素の創製を検討している。

そのほかに、アミノ酸代謝に関係する数種の酵素の機能開発についても同様な手法により研究成果を上げ、報告している。

5. 主な発表論文等

〔雑誌論文〕 計18件（うち査読付論文 12件 / うち国際共著 0件 / うちオープンアクセス 9件）

1. 著者名 M. Maeno, T. Ohmori, D. Nukada, H. Sakuraba, T. Satomura, T. Ohshima	4. 巻 1871
2. 論文標題 Two different alanine dehydrogenases from <i>Geobacillus kaustophilus</i> : their biochemical characteristics and differential expression in vegetative cells and spores	5. 発行年 2023年
3. 雑誌名 Biochim. Biophys. Acta, Proteins and Proteomics section	6. 最初と最後の頁 140904-
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.1016/j.bbapap.2023.140904	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 R. Kawakami, N. Takami, J. Hayashi, K. Yoneda, T. Ohmori, T. Ohshima, H. Satomura	4. 巻 249
2. 論文標題 First crystal structure of an NADP+-dependent L-arginine dehydrogenase belonging to the μ -crystallin family,	5. 発行年 2023年
3. 雑誌名 Int. J. Biol. Macromol.	6. 最初と最後の頁 126070-
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.1016/j.ijbiomac.2023.126070	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 大島敏久	4. 巻 97
2. 論文標題 新規アミノ酸脱水素酵素としてのNADP+依存性アルギニン脱水素酵素:特徴と利用	5. 発行年 2023年
3. 雑誌名 ビタミン (vitamins)	6. 最初と最後の頁 352-353
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 里村武範, 平野達也, 稲垣康平, 堀永耕作, 高村映一郎, 坂元博昭, 大志田達也, 大島敏久, 櫻庭春彦, 末信一朗	4. 巻 2022 #40
2. 論文標題 酵素活性が向上した超好熱菌マルチ銅オキシダーゼ変異体の構造解析	5. 発行年 2023年
3. 雑誌名 Photon Factory Activity Report	6. 最初と最後の頁 1-2
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 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 米田一博、櫻庭春彦、大島敏久	4. 巻 2022 #40
2. 論文標題 好熱菌由来 D-セリン脱水素酵素の構造解析	5. 発行年 2023年
3. 雑誌名 Photon Factory Activity Report	6. 最初と最後の頁 1-2
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 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 M. Maeno, T. Ohmori, D. Nukada, H. Sakuraba, T. Satomura, T. Ohshima	4. 巻 1871
2. 論文標題 Two different alanine dehydrogenases from Geobacillus kaustophilus: their biochemical characteristics and differential expression in vegetative cells and spores	5. 発行年 2023年
3. 雑誌名 Biochim. Biophys. Acta, Proteins and Proteomics section	6. 最初と最後の頁 140994-
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.1016/j.bbapap.2023.140904	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 T. Ohshima, M. Tanaka, T. Ohmori	4. 巻 199
2. 論文標題 NADP+-dependent L-arginine dehydrogenase from Pseudomonas veronii: purification, characterization and application to an L-arginine assay	5. 発行年 2022年
3. 雑誌名 Protein Expression and Purification	6. 最初と最後の頁 106135-
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.21203/rs.3.rs-860736/v1	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 大島敏久、田中真輝、大森勇門	4. 巻 96
2. 論文標題 Pseudomonas veronii 由来NADP+-依存性 L-アルギニン脱水素酵素の機能解析とその応用(研究論文紹介)	5. 発行年 2022年
3. 雑誌名 ビタミン (Vitamins)	6. 最初と最後の頁 467-470
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 T. Kubota, E. Kurihara, K. Watanabe, K. Ogata, R. Kaneko, M. Goto, T. Ohshima, K. Yoshimune	4. 巻 5
2. 論文標題 Conformational changes in the catalytic region are responsible for heat-induced activation of hyperthermophilic homoserine dehydrogenase,	5. 発行年 2022年
3. 雑誌名 International Journal of Biological Macromolecules	6. 最初と最後の頁 704-
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.1038/s42003-022-03656-7	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 4. Y. Sumikama, A. Takashima, T. Mochizuki, H. Sakuraba, T. Ohshima, S. Sugihara, S. I. Suye, T. Satomura	4. 巻 26
2. 論文標題 Self-assembly of Aeropyrum pernix bacilliform virus 1 (APBV1) major Self-capsid protein and its application as building blocks for nanomaterials	5. 発行年 2022年
3. 雑誌名 Extremophiles	6. 最初と最後の頁 34-
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.1007/s00792-022-01284-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 米田 一成, 櫻庭 春彦, 大島 敏久	4. 巻 61
2. 論文標題 ジャパン・ブルーとインジゴ還元酵素	5. 発行年 2023年
3. 雑誌名 化学と生物	6. 最初と最後の頁 9-11
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 里村武範, 平野達也, 稲垣康平, 堀永耕作, 高村映一郎, 坂元博昭, 大志田達也, 大島敏久, 櫻庭春彦, 末信一朗	4. 巻 #40
2. 論文標題 酵素活性が向上した超好熱菌マルチ銅オキシダーゼ変異体の構造解析 Structural analysis of hyperthermophilic multicopper oxidase mutant with enhanced enzyme activity	5. 発行年 2023年
3. 雑誌名 Photon Factory Activity Report 2022	6. 最初と最後の頁 1-2
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 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 米田一成, 櫻庭春彦, 大島敏久	4. 巻 #40
2. 論文標題 好熱菌由来 D-セリン脱水素酵素の構造解析 Structural analysis of D-serine dehydrogenase from thermophile	5. 発行年 2023年
3. 雑誌名 Photon Factory Activity Report 2022	6. 最初と最後の頁 1-2
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 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 米田一成, 櫻庭春彦, 大島敏久	4. 巻 #40
2. 論文標題 Bacillus smithii 由来イサチン加水分解酵素の構造解析 Structural analysis of isatin hydrolase from Bacillus smithii	5. 発行年 2023年
3. 雑誌名 Photon Factory Activity Report 2022	6. 最初と最後の頁 1-2
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 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 T. Satomura, K. Uno, N. Kuosawa, H. Sakuraba, T. Ohshima, S. Suye	4. 巻 17;22(24)
2. 論文標題 Characterization of a Novel Thermostable Dye-Linked L-Lactate Dehydrogenase Complex and Its Application in Electrochemical Detection	5. 発行年 2021年
3. 雑誌名 Int. J. Biol. Microbiol.	6. 最初と最後の頁 13570-
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.3390/ijms222413570	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 K.Yoneda, H. Sakuraba, T. Araki, T. Ohshima	4. 巻 11
2. 論文標題 Stereospecificity of hydride transfer and molecular docking in FMN dependent NADH indigo reductase of <i>Bacillus smithii</i>	5. 発行年 2021年
3. 雑誌名 FEBS Open Bio	6. 最初と最後の頁 1981-1986
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.1002/2211-5463.13200	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 櫻庭春彦、米田一成、大島敏久	4. 巻 2020 # 38
2. 論文標題 NADP-依存性D-アミノ酸脱水素酵素の機能改変	5. 発行年 2021年
3. 雑誌名 Photon Factory Activity Report	6. 最初と最後の頁 1-2
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 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 R. Kawakami, T. Ohshida J. Hayashi, K. Yoneda, T. Ohshima, H. Sakuraba	4. 巻 208
2. 論文標題 Crystal structure of a novel type of ornithine -aminotransferase from the hyperthermophilic archaeon Pyrococcus horikoshii	5. 発行年 2022年
3. 雑誌名 Int. J. Biol. Microbiol.	6. 最初と最後の頁 731-740
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.1016/j.ijbiomac.2022.03.114	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 -

〔学会発表〕 計22件 (うち招待講演 2件 / うち国際学会 1件)

1. 発表者名 大島敏久
2. 発表標題 新規アミノ酸脱水素酵素としての NADP+ 依存性アルギニン脱水素酵素：特徴と利用
3. 学会等名 ビタミンB研究協議会 第469回研究発表会
4. 発表年 2023年

1. 発表者名 櫻庭春彦, 高見直樹, 林順司, 米田一成, 大森勇門, 大島敏久
2. 発表標題 Pseudomonas veronii 由来 L-アルギニン脱水素酵素の構造解析
3. 学会等名 ビタミンB研究協議会 第470回研究発表会
4. 発表年 2023年

1. 発表者名 大島敏久
2. 発表標題 好熱菌の耐熱性アミノ酸脱水素酵素の機能開発
3. 学会等名 日本技術士会近畿本部 生物工学部会2023年10月例会（招待講演）
4. 発表年 2023年

1. 発表者名 T. Ohshima, M. Maeno, T. Ohmori, D. Nukada, H. Sakuraba, T. Satomura
2. 発表標題 Two different alanine dehydrogenases from <i>Geobacillus kaustophilus</i> : Their biochemical characteristics and differential expression in vegetative cells and spores
3. 学会等名 The International workshop Neotechnologies for ThermusQ initiative（招待講演）（国際学会）
4. 発表年 2023年

1. 発表者名 大島敏久
2. 発表標題 <i>Pseudomonas veronii</i> 由来NADP ⁺ -依存性L-アルギニン脱水素酵素の機能解析とその応用（研究論文紹介）
3. 学会等名 第456回ビタミンB研究協議会(京都市)
4. 発表年 2022年

1. 発表者名 米田一成、吉岡観、櫻庭春彦、荒木朋洋、大島敏久
2. 発表標題 好熱性最近由来FMN-NADH 依存性高度耐熱性インジゴ還元酵素の機能・構造解析
3. 学会等名 日本ビタミン学会第73回大会(福岡市)
4. 発表年 2022年

1. 発表者名 前野美久、大島敏久、大森勇門
2. 発表標題 好熱菌 <i>Geobacillus kaustophilus</i> がもつ二つのアラニン脱水素酵素の機能解析
3. 学会等名 日本農芸化学会2022年度大会 3C06-03
4. 発表年 2022年

1. 発表者名 米田一成、吉岡観紗、櫻庭春彦、荒木朋洋、大島敏久
2. 発表標題 好熱性 <i>Bacillus smishii</i> 由来FMN-NADH依存性インジゴ還元酵素の分子特性
3. 学会等名 日本ビタミン学会第73回大会 1-V-1
4. 発表年 2021年

1. 発表者名 里村 武範、伊藤 佑衣、岩田峻弥、櫻庭 春彦、大島 敏久、末 信一郎
2. 発表標題 色素依存性 L- グルタミン酸脱水素酵素活性をもつ新規タンパク質の機能解析
3. 学会等名 日本ビタミン学会第73回大会 1-V-5
4. 発表年 2021年

1. 発表者名 米田一成、櫻庭春彦、荒木朋洋、大島敏久
2. 発表標題 <i>Bacillus smithii</i> 由来FMN-NADH依存性高度耐熱性インジゴ還元酵素の機能と構造解析
3. 学会等名 日本ビタミン学会 2020年度大会
4. 発表年 2020年

1. 発表者名 里村武範、堀永晃作、高村映一郎、坂元博昭、櫻庭春彦、大島敏久、末信一郎
2. 発表標題 好熱菌由来酸化還元酵素を用いたバイオ電池の開発
3. 学会等名 日本ビタミン学会 2020年度大会
4. 発表年 2020年

1. 発表者名 伊藤佑衣、里村武範、高村映一郎、櫻庭春彦、大島敏久、末信一郎
2. 発表標題 好熱菌由来色素依存性L-グルタミン酸脱水素酵素の酵素化学的性質の解析
3. 学会等名 日本農芸化学会2021年度大会
4. 発表年 2021年

1. 発表者名 里村武範、堀水晃作、高村映一郎、坂元博昭、大島敏久、櫻庭春彦、末信一郎
2. 発表標題 好熱菌酵素を素子としたアミノ酸駆動型高耐久性型バイオ電池の開発
3. 学会等名 日本農芸化学会2021年度大会
4. 発表年 2021年

1. 発表者名 木村美智子、高村映一郎、坂元博昭、里村武範、櫻庭春彦、大島敏久、末信一郎
2. 発表標題 NAD ⁺ -カーボンナノチューブを用いマルチエンザイム型バイオ電池の開発
3. 学会等名 日本農芸化学会2021年度大会
4. 発表年 2021年

〔図書〕 計2件

1. 著者名 櫻庭春彦、大島敏久	4. 発行年 2023年
2. 出版社 エヌ・ティ・エス	5. 総ページ数 504
3. 書名 極限環境微生物の先端科学と社会実装最前線；好熱菌の補酵素NAD(P)の生合成：その機能と特徴	

1. 著者名 櫻庭春彦、大島敏久	4. 発行年 2021年
2. 出版社 朝倉書店	5. 総ページ数 656
3. 書名 ビタミン・バイオフィクター総合事典	

〔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
研究協力者	櫻庭 春彦 (Sakuraba Haruhiko)		
研究協力者	里村 武範 (Satomura Takenori)		
研究協力者	大森 勇門 (Omori Taketo)		

6. 研究組織（つづき）

	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
研究協力者	米田 一成 (Yoneda Kunari)		
研究協力者	川上 竜巳 (Kawakami Rhushi)		
研究協力者	前野 美玖 (Maeno Miku)		
研究協力者	吉宗 一晃 (Yoshimune Kazuaki)		

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