

令和 6 年 6 月 13 日現在

機関番号：32641

研究種目：基盤研究(C) (一般)

研究期間：2018～2023

課題番号：18K05414

研究課題名(和文) リパーゼ超誘導分泌の分子機構解明と有用蛋白質大量生産システムの構築

研究課題名(英文) Elucidation of molecular mechanism of super-induced secretion of lipase and construction of useful protein mass production system

研究代表者

石塚 盛雄 (Ishizuka, Morio)

中央大学・その他部局等・名誉教授

研究者番号：50168241

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)：ステアリルアルコール(StOH)の添加培養で誘導されるアルコール脱水素酵素(AdhA) 相同タンパク質遺伝子の相補性試験や *Ralstonia* sp. NT80 細菌の、より詳細なゲノム解析等により、AdhAによるStOHの酸化を経由したステアリルアルデヒド(StCHO)、ステアリン酸(StCOOH)への酸化、 β -酸化経路によるアセチルCoAの蓄積、生分解性ポリエステル(polyhydroxyalkanoate (PHA))の大量蓄積経路の推定が可能になるとともに、これらの混合添加培養による桁違いの有用リパーゼ生産が可能となった。

研究成果の学術的意義や社会的意義

1つの細胞からなる1個体である真正細菌が、外部環境の劇的な変化に対応できる生命力の源泉を理解することが可能になるとともに、培地環境へのリパーゼ・スーパーインデューサー添加時の工夫によって、油脂加工のみならず医薬品中間体等の製造にも役立つリパーゼ等の酵素を大量に入手・使用可能になったことは意義深いと思われる。

研究成果の概要(英文)：Complementation tests of the alcohol dehydrogenase (AdhA) homologous protein gene induced by stearyl alcohol (StOH)-added culture and more detailed genome analysis of the *Ralstonia* sp. NT80 eubacterium have made it possible to estimate the oxidation of StOH by AdhA to stearyl aldehyde (StCHO) and stearic acid (StCOOH), the accumulation of acetyl-CoA via the β -oxidation pathway, and the mass accumulation pathway of the biodegradable polyester polyhydroxyalkanoate (PHA). It has also become possible to produce an exceptionally large amount of useful lipases by mixed-addition culture of these. culture.

研究分野：生化学、分子生物学、応用微生物学

キーワード：リパーゼ Lipase super-inducer Fatty alcohol 脂質代謝 長鎖エーテル Biosurfactant シグナル伝達 細胞内ポリエステル蓄積

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 (共通)

1. 研究開始当初の背景

我々は1996年に、産業的利用価値の極めて高い酵素の1つである微生物由来リパーゼ(lipase)のスーパーインデューサー(super-inducer)群(ステアリルアルコール等の高級(長鎖)アルコール類や長鎖エーテル等)を発見した(図1及び引用文献参照)。リパーゼ・スーパーインデューサーは、オリーブ油による通常誘導より1桁違いの高い効果がある。また、平成18~20年度には科学研究費「萌芽研究」助成により、リパーゼ・スーパーインデューサー添加によるリパーゼ大量分泌(最大2,500 U/ml, 約1g/L)菌株のスクリーニングの成功に加えて、リパーゼと同程度以上の15kDaタンパク質の分泌現象も発見した。15kDaタンパク質は長鎖炭化水素や脂質の乳化作用を有し、アミノ酸配列の局所的相同性から、久塚らによって発見されたProtein activator(引用文献)との関連性が推定された。この現象は、転写におけるセンサーキナーゼとレスポンスレギュレーターからなる二成分制御システム(引用文献)だけでは十分な説明はできないことが判明した。更に、上記「萌芽研究」助成と平成23~25年度科学研究費「基盤研究C」助成により、15kDaタンパク質遺伝子のクローニングに成功し、そのタンパク質の機能解析によりEliA(effector protein of lipase induction)と命名した(引用文献)。高級アルコールによる細胞内ポリエステル(PHA)大量蓄積にもEliAが必要であることも解った(引用文献)。

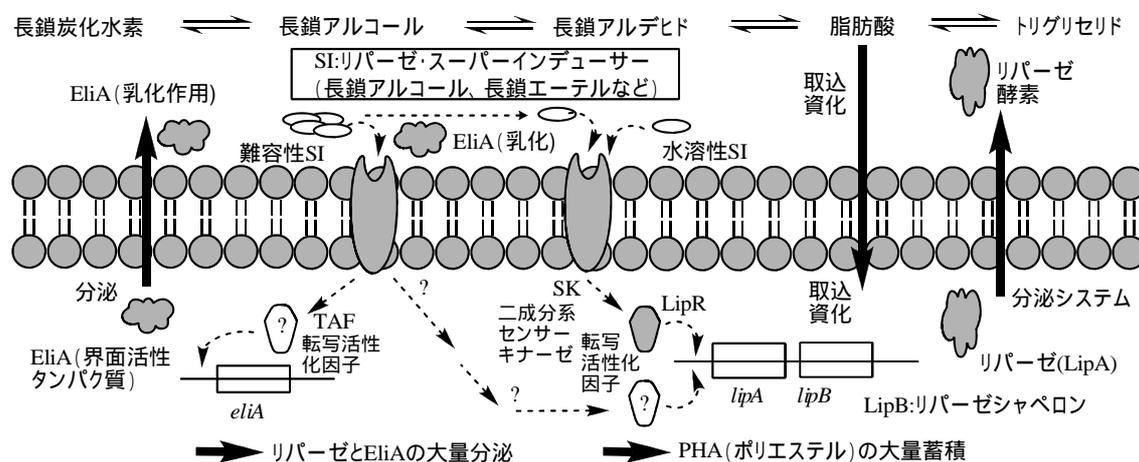


図1. リパーゼ超誘導現象の推定概略図

図1のように「一見関連性が薄いと思われる高級アルコールや長鎖エーテルが、本来のリパーゼ基質であるトリグリセリドや生成物の脂肪酸より極めて高いリパーゼ超誘導・分泌作用を示すのは何故か」という本研究課題の核心をなす学術的「問い」を解決することが焦眉の課題である。n-アルカン等資化システムの中間代謝産物の高級アルコールは、これとは異なったトリグリセリド資化システムにおいて、トリグリセリドや脂肪酸より格段に優れたリパーゼ超誘導剤である。このリパーゼ超誘導および超分泌の分子機構解明は、細菌細胞内外脂質のリピッドメタボロームや転写におけるセンサーキナーゼとレスポンスレギュレーターからなる二成分制御システムも含めて、リパーゼ・スーパーインデューサー作用ネットワーク機構の総合的解明の総合的理解の糸口となるであろうと考えるに至った(図1参照)。

2. 研究の目的

本研究の目的は、申請者らが見出した高級アルコールや長鎖エーテル等のリパーゼ分泌超誘導剤(これらのリパーゼ・スーパーインデューサーによるリパーゼ分泌量は、通常誘導剤として用いられるオリーブ油による場合の約20倍)によるリパーゼ等のタンパク質大量分泌現象や細胞内ポリエステル(PHA)の大量蓄積現象の分子機構解明と、このシステムを活用した高立体選択性リパーゼ等の大量調製法を構築することである。

第1段階: リパーゼ・スーパーインデューサー作用ネットワーク機構の解明。

第2段階: このシステムを利用した、高立体選択性リパーゼや他の有用タンパク質の大量調製法の開発。

3. 研究の方法

リパーゼ超発現・超分泌機構の解明: Stearyl alcohol (StOH, 高級アルコール)等の培養培地への添加による界面活性タンパク質(EliA)とリパーゼ(lipase)超発現・超分泌、

及び生分解性ポリエステル (PHA) の細胞内大量蓄積時に、発現量増加タンパク質の中から、プロテオーム解析によりアルコール脱水素酵素 (AdhA) が同定され、その遺伝子 (*adhA*) 欠損株では lipase 生産量が低下する。この欠損株から *adhA* 遺伝子相補株を作製して、StOH を加えた時の AdhA・lipase 活性が野生株培養時の AdhA・lipase 活性と同程度まで回復するかどうか検定する。また、*Ralstonia* sp. NT-80 由来リパーゼ超発現・分泌への一連のスーパー・インデューサー群の作用機構を分子レベルで明らかにする。

超発現・超分泌・超蓄積ネットワークの統一的理解：スーパー・インデューサーによるリパーゼ、界面活性保有 EliA タンパク質の相互関連性に判明したら、細胞内ポリエステル (PHA) 超大量蓄積の分子機構を加えて同様の検討を行い、超共分泌システムの統一的分子機作を解明する。更に、StOH に加えて、その代謝産物の stearyl aldehyde, stearic acid を混合して添加した場合の発現レベルを調査する。

リパーゼ超誘導・分泌現象の鍵タンパク質、EliA 界面活性タンパク質の結晶化による構造と機能解析：EliA の結晶を得ることが出来たが、高相同性配列を有するタンパク質の X 線結晶解析はされていないので、位相を特定するために重原子置換法、あるいは Se-Met 置換タンパク質の調製を試みる。

lipase とカルボン酸エステル esterase の非分泌タンパク質への超発現・分泌システムの応用：*Ralstonia* sp. NT-80 由来のラクトン特異的エステラーゼについては、既に分子進化工学的手法により 12 の熱安定性向上に成功している (引用文献 報道資料参照) ので、リパーゼ超発現・分泌システムを適用して、大量調製法を試みる。超発現・分泌システムの大腸菌等の他菌種への移植を試みる。

最近のゲノム (genome) 解析技術の飛躍的進歩を受けて、*Ralstonia* sp. NT-80 業者への有料依頼によるゲノム配列解析を実施した

4. 研究成果

Stearyl alcohol (StOH, 高級アルコール) 等の培養培地への添加による界面活性タンパク質 (EliA) とリパーゼ (lipase) 超発現・超分泌、及び生分解性ポリエステルの polyhydroxyalkanoate (PHA) の細胞内大量蓄積時に、発現量増加タンパク質の中から、プロテオーム解析によりアルコール脱水素酵素 (AdhA) が同定されており、その遺伝子 (*adhA*) 欠損株では lipase 生産量が低下し、*adhA* 遺伝子相補により、StOH を加えた時の AdhA・lipase 活性が野生株培養時の AdhA・lipase 活性と同程度まで回復したので、StOH による lipase 超発現・超分泌には AdhA の発現が必須であることが推定される (図 2)。

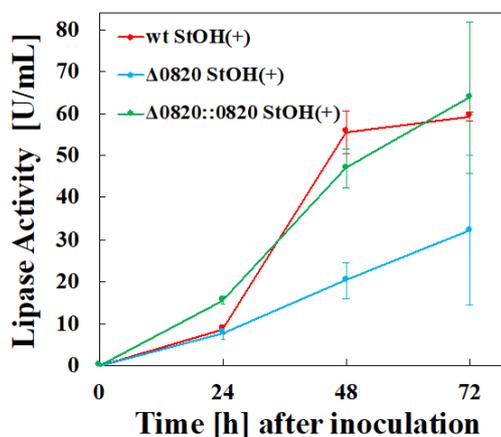


図2. ADH欠損株(Δ0820)と相補株のリパーゼ活性比較

更に、StOH に加えて、その代謝産物の stearyl aldehyde, stearic acid を混合して添加した場合は、リパーゼ遺伝子の転写量の更なる急上昇、約 35 kDa タンパク質の大量分泌現象が見いだされ、本システムの機構解明と実用化の意義は極めて大きいと思われる。AdhA による StOH の酸化を経由した aldehyde、脂肪酸への酸化、 β -酸化経路によるアセチル CoA の大量蓄積、生分解性ポリエステルの polyhydroxyalkanoate (PHA) の大量蓄積経路の推定が可能になった意義は大きい。

リパーゼ超誘導・分泌現象の鍵タンパク質、EliA 界面活性タンパク質の結晶化による構造と機能解析：Lipase と EliA は互いに異なった転写システムであることが解り、共超発現・分泌ネットワークは、より複雑な間接的経路の存在が示唆されたため、EliA 界面活性タンパク質の結晶化による構造解析を優先させた。2013 年からのドイツのフライブルク大学との国際共同研究で、EliA の結晶を得ることが出来たが、高相同性配列を有するタンパク質の X 線結晶解析はされていないので、位相を特定するために重原子置換法を試したが、成功しなかった。一つだけある Met 残基の Se-Met 置換タンパク質の作製を無細胞自走転写翻訳装置作製メーカーに打診したが、COVID-19 の影響もあって、未だに吉報はない。

研究代表者らの今までの研究により、二種類の lipase と一種類のカルボン酸エステル esterase が見出され、その遺伝子配列、発現タンパク質の性質の一部が判明した。二種類の lipase は共に 50 °C でも安定で、超発現誘導・分泌生産可能であり、例えば NT80-lipase は tbutyl-3-acetoxy-butanoate、NT92-lipase は Ethyl-2-heptanoate に良好な立体選択性を有し、部位特異的アミノ酸置換法で熱安定性に寄与するアミノ酸残基についても徐々に解明されてきたので、このままでも実用的応用が可能である。NT80-esterase は lactone 特異的酵素作用があるが、熱に不安定な為、分子進化工学的手法により 12 の熱安定性向上に成功

している。研究代表者らの今までの研究により、良好な立体選択性を有する lipase とカルボン酸エステル esterase が見出され、lactone 特異的 esterase は、分子進化工学的手法により 12 の熱安定性向上に成功している。この系への超誘導・分泌システムの応用には成功していない。

最近のゲノム(genome)解析技術の飛躍的進歩を受けて、業者への有料依頼によるゲノム配列解析を実施した。研究に用いた *Ralstonia* sp. NT80 菌の、より詳細なゲノム解析を実施し (5,933,974bp、99.94%) Taxonomy plot の結果は *Ralstonia insidiosa* に最も近かった。

<引用文献>

Kazutoshi Ushio, Takuya Hirata, Katsutoshi Yoshida, Miho Sakaue, Chizuru Hirose, Toshiki Suzuki, and Morio Ishizuka., Superinducers for Induction of Thermostable Lipase Production by *Pseudomonas* Species NT-163 and Other *Pseudomonas*-like Bacteria., *Biotechnol. Tech.*, 10(4), 267-272, 1996

Hisatsuka, K., Nakahara, T., Minoda, Y., and Yamada, K., Formation of protein-like activator for n-alkane oxidation and its properties., *Agric. Biol. Chem.*, 41(3), 445-450. 1977

Krzeslak, J., Gerritse, G., van Merkerk, R., Cool, RH., and Quax, WJ., Lipase expression in *Pseudomonas alcaligenes* is under the control of a two-component regulatory system., *Appl. Environ. Microbiol.*, 74(5), 1402-1411, 2008

Genki Akanuma, Hayato Ishibashi, Takahiro Miyagawa, Rie Yoshizawa, Satoru Watanabe, Yu Shiwa, Hirofumi Yoshikawa, Kazutoshi Ushio, and Morio Ishizuka., EliA facilitates the induction of lipase expression by stearyl alcohol in *Ralstonia* sp. NT80., *FEMS Microbiol. Lett.*, 339(1), 48-56, 2013

Genki Akanuma, Rie Yoshizawa, Mari Nagakura, Yu Shiwa, Satoru Watanabe, Hirofumi Yoshikawa, Kazutoshi Ushio, and Morio Ishizuka., EliA is required for inducing the stearyl alcohol-mediated expression of secretory proteins and production of polyester in *Ralstonia* sp. NT80., *Microbiology*, 162 (2), 408-419, 2016

【日経産業新聞報道記事、2013年8月5日(月)付、11面(先端技術)中大が酵素開発50度でも壊れず「中央大学の石塚盛雄教授と赤沼元気助教らは・・・」報道資料参照】

5. 主な発表論文等

〔雑誌論文〕 計1件（うち査読付論文 1件／うち国際共著 0件／うちオープンアクセス 1件）

1. 著者名 Genki Akanuma, Kotaro Yamazaki, Yuma Yagishi, Yuka Iizuka, Morio Ishizuka, Fujio Kawamura, Yasuyuki Kato-Yamada	4. 巻 200
2. 論文標題 Magnesium Suppresses Defects in the Formation of 70S Ribosomes as Well as in Sporulation Caused by Lack of Several Individual Ribosomal Proteins	5. 発行年 2018年
3. 雑誌名 Journal of Bacteriology	6. 最初と最後の頁 e00212-18
掲載論文のDOI（デジタルオブジェクト識別子） 10.1128/JB.00212-18	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28件（うち招待講演 0件／うち国際学会 4件）

1. 発表者名 桂木 脩、岡本 莉奈、中田 真菜、工藤 悠紀野、立野 光、伊藤 春陽、大塚 拓、神田 有希、齋藤 彩、堀越 愛、井上 香織、赤沼 元気、牛尾 一利、石塚 盛雄
2. 発表標題 Ralstonia sp. NT-80由来リパーゼ超誘導発現システムの脂質代謝へアルコール脱水素酵素（0820）が及ぼす影響について
3. 学会等名 日本農芸化学会2023年度大会、2023年3月14～16日、Web講演（on-line Zoom）
4. 発表年 2023年

1. 発表者名 中原 悠輔、永井 竜優、保坂 大夢、小藤田 航、仁平 大貴、高橋 莉央、石田 達矢、早川 准平、粟井 貴子、赤沼 元気、石塚 盛雄
2. 発表標題 好熱性真正細菌 Geobacillus sp. Kps3のFlagellinをコードするhag遺伝子mRNAの一塩基置換体を用いたスプライシングの機構解明
3. 学会等名 日本農芸化学会2023年度大会、2023年3月14～16日、Web講演（on-line Zoom）
4. 発表年 2023年

1. 発表者名 竹澤 孝介、三根 穂乃実、秋山 瑠花、太田 奈菜、千葉 翔太、石川 凌也、大山颯、馬野 航、石橋奈々、早川 准平、粟井 貴子、赤沼 元気、石塚 盛雄
2. 発表標題 好熱性真正細菌 Geobacillus sp. Kps3のフラジェリン遺伝子（hag）の3'直下流域に存在するホーミングエンドヌクレアーゼ遺伝子（heg）発現産物の機能解析
3. 学会等名 日本農芸化学会2023年度大会、2023年3月14～16日、Web講演（on-line Zoom）
4. 発表年 2023年

1. 発表者名 桂木 脩、工藤 悠紀野、立野 光、伊藤 春陽、大塚 拓、神田 有希、齋藤 彩、堀越 愛、井上 香織、赤沼 元気、牛尾 一利、石塚 盛雄
2. 発表標題 Ralstonia sp. NT-80由来リパーゼ超誘導発現システムにおけるアルコール脱水素酵素(0820)による脂質代謝への影響について
3. 学会等名 第45回日本分子生物学会年会2022年11月30日(水)～12月2日(金)幕張メッセ 一部オンライン併用開催
4. 発表年 2022年

1. 発表者名 中原 悠輔、高橋 莉央、石田 達矢、早川 准平、粟井 貴子、赤沼 元気、石塚 盛雄
2. 発表標題 好熱性真正細菌 Geobacillus sp. Kps3のFlagellinをコードする遺伝子hagのスプライシングの機構解明
3. 学会等名 第45回日本分子生物学会年会2022年11月30日(水)～12月2日(金)幕張メッセ 一部オンライン併用開催
4. 発表年 2022年

1. 発表者名 桂木 脩、工藤 悠紀野、立野 光、伊藤 春陽、大塚 拓、神田 有希、齋藤 彩、堀越 愛、井上 香織、赤沼 元気、牛尾 一利、石塚 盛雄
2. 発表標題 Ralstonia sp. NT-80におけるアルコール脱水素酵素(ADH)相補株の性質およびADHの精製と機能解明
3. 学会等名 第95回日本生化学会大会、2022年11月9～11日、名古屋国際会場
4. 発表年 2022年

1. 発表者名 中原 悠輔、仁平 大貴、小藤田 航、石田 達矢、早川 准平、赤沼 元気、石塚 盛雄
2. 発表標題 好熱性真正細菌 Geobacillus sp. Kps3の試験管内における選択的スプライシング
3. 学会等名 第95回日本生化学会大会、2022年11月9～11日、名古屋国際会場
4. 発表年 2022年

1. 発表者名 M. Ishizuka, Y. Nakahara, D. Nihei, W. Kotoda, T. Ishida, T. Awai, G. Akanuma, J. Hayakawa, Y. Sakaguchi, T. Suzuki, T. Suzuki
2. 発表標題 Alternative splicing of hag mRNA coding for Flagellin from a thermophilic eubacterium <i>Geobacillus</i> sp. Kps3 in vivo and in vitro
3. 学会等名 The 25th IUBMB Congress, the 46th FEBS Congress and the 15th PABMB Congress, in one single global event named The Biochemistry Global Summit, Lisbon, Portugal, the 9th to the 14th July 2022. (国際学会)
4. 発表年 2022年

1. 発表者名 桂木 脩、伊藤 春陽、大塚 拓、神田 有希、齋籐 彩、堀越 愛、井上 香織、赤沼 元気、牛尾 一利、石塚 盛雄
2. 発表標題 <i>Ralstonia</i> sp. NT-80におけるアルコール脱水素酵素 (ADH) 相補株の性質およびADHの精製と機能解明
3. 学会等名 第94回日本生化学会大会、Web講演、2021年11月
4. 発表年 2021年

1. 発表者名 中原 悠輔、高橋 莉央、石田 達矢、早川 准平、粟井 貴子、赤沼 元気、石塚 盛雄
2. 発表標題 好熱性真正細菌 <i>Geobacillus</i> sp. Kps3のフラジェリン遺伝子 (hag) mRNAの試験管内における選択的スプライシング
3. 学会等名 第94回日本生化学会大会、Web講演、2021年11月
4. 発表年 2021年

1. 発表者名 桂木 脩、工藤 悠紀野、立野 光、伊藤 春陽、大塚 拓、神田 有希、齋籐 彩、堀越 愛、井上 香織、赤沼 元気、牛尾 一利、石塚 盛雄
2. 発表標題 <i>Ralstonia</i> sp. NT-80におけるリパーゼ超誘導発現システムと、それに関するアルコール脱水素酵素 (ADH) の機能解明
3. 学会等名 第44回分子生物学会年会、Web講演 (ハイブリッド開催)、2021年12月
4. 発表年 2021年

1. 発表者名 中原 悠輔、高橋 莉央、石田 達矢、早川 准平、粟井 貴子、赤沼 元気、石塚 盛雄
2. 発表標題 好熱性真正細菌 <i>Geobacillus</i> sp. Kps3のin vivo及びin vitroでの選択的スプライシング
3. 学会等名 第44回分子生物学会年会、Web講演（ハイブリッド開催）、2021年12月
4. 発表年 2021年

1. 発表者名 大森 遥斗、星崎 裕美、横尾 直哉、上村 渉、久保田 和貴、岩間 祐介、月村 亘、赤沼 元気、石塚 盛雄
2. 発表標題 <i>Ralstonia</i> sp. NT-80 由来ラクトン特異的エステラーゼの熱安定性、温度依存性及び基質特異性
3. 学会等名 日本農芸化学会2022年度京都大会、Web講演、2022年3月
4. 発表年 2022年

1. 発表者名 桂木 脩、工藤 悠紀野、立野 光、伊藤 春陽、大塚 拓、神田 有希、齋藤 彩、堀越 愛、井上 香織、赤沼 元気、牛尾 一利、石塚 盛雄
2. 発表標題 リパーゼ超誘導発現システムの機構解明
3. 学会等名 日本農芸化学会2022年度京都大会、Web講演、2022年3月
4. 発表年 2022年

1. 発表者名 中原 悠輔、高橋 莉央、石田 達矢、早川 准平、粟井 貴子、赤沼 元気、石塚 盛雄
2. 発表標題 好熱性真正細菌 <i>Geobacillus</i> sp. Kps3のin vivo及びin vitroでの選択的スプライシング
3. 学会等名 日本農芸化学会2022年度京都大会、Web講演、2022年3月
4. 発表年 2022年

1. 発表者名 伊藤 春陽、大塚 拓、神田 有希、齋藤 彩、堀越 愛、井上 香織、赤沼 元気、牛尾 一利、石塚 盛雄
2. 発表標題 ADHは高級アルコールによるリパーゼとポリエステル生産誘導に必要である
3. 学会等名 第93回日本生化学会大会、会場：Web講演
4. 発表年 2020年

1. 発表者名 Rio Takahashi, Yusuke Nakahara, Tatsuya Ishida, Jumpei Hayakawa, Takako Awai, Genki Akanuma, and Morio Ishizuka
2. 発表標題 Meaning of gene structure of flagellin and alternative splicing of hag mRNA from a thermophilic bacterium Geobacillus sp. Kps3
3. 学会等名 The 43rd Annual Meeting of the Molecular Biology Society of Japan (MBSJ2020)
4. 発表年 2020年

1. 発表者名 Morio Ishizuka, Haruhi Ito, Taku Otsuka, Yuki Kanda, Aya Saito, Mana Horikoshi, Kaori Inoue, Shu Katsuragi, Moeka Sakuta, Ai Nihei, Genki Akanuma, and Kazutoshi Ushio
2. 発表標題 Induction of mass production of lipase and polyester by fatty alcohol stress
3. 学会等名 The 2021 Annual Meeting of the Japan Society for Bioscience, Biotechnology and Agrochemistry (JSBBA2021)
4. 発表年 2021年

1. 発表者名 M. Ishizuka, T. Ishida, W. Umano, N. Ishibashi, K. Chiba, H. Imai, S. Kamimura, Y. Sakaguchi, T. Suzuki, T. Suzuki, T. Awai, G. Akanuma, J. Hayakawa
2. 発表標題 Alternative splicing of hag mRNA coding for Flagellin from a thermophilic eubacterium Geobacillus sp. Kps3
3. 学会等名 44th Congress of the Federation of the European Biochemical Societies (FEBS 2019), Krakow, Poland, July 6-11, 2019 (国際学会)
4. 発表年 2019年

1. 発表者名 石塚 盛雄, 石田 達矢, 馬野 航, 千葉 献人, 今井 洋, 上村 慎治, 坂口 ゆりこ, 鈴木 健夫, 鈴木 勉, 粟井 貴子, 赤沼 元気, 早川 准平
2. 発表標題 好熱性細菌 <i>Geobacillus</i> sp. Kps3 のフラジェリン遺伝子構造と hag mRNAの選択的スプライシング
3. 学会等名 第92回日本生化学会大会(パシフィコ横浜)
4. 発表年 2019年

1. 発表者名 石塚 盛雄、多勢 真大、関谷 麻美、千濱 良太、赤沼 元気、牛尾 一利
2. 発表標題 リパーゼ・スーパーインデューサーにより誘導されるリパーゼと関連物質の機能解析
3. 学会等名 日本農芸化学会2020年度大会(福岡)新型コロナウイルス感染症(COVID-2019)蔓延に伴い2020年3月5日付けで大会講演要旨集(PDF)を発行
4. 発表年 2020年

1. 発表者名 M. Ishizuka, M. Tase, M. Sekiya, H. Ishibashi, G. Akanuma, K. Ushio
2. 発表標題 Functional analysis of lipase transcription factor induced by stearyl alcohol in <i>Ralstonia</i> sp. NT80
3. 学会等名 FEBS 2018, Prague, Czech, July 7-12, 2018 (国際学会)
4. 発表年 2018年

1. 発表者名 Morio Ishizuka, Tatsuya Ishida, Wataru Umano, Nana Ishibashi, Yuriko Sakaguchi, Takeo Suzuki, Tsutomu Suzuki, Takako Awai, Genki Akanuma and Jumpei Hayakawa
2. 発表標題 Functional splicing of hag messenger RNA coding for bacterial flagellin from thermophilic <i>Geobacillus</i> sp. Kps3
3. 学会等名 24th Congress of the International Union of Biochemistry and Molecular Biology (IUBMB 2018), Seoul, Republic of Korea, June 4-8, 2018 (国際学会)
4. 発表年 2018年

1. 発表者名 石塚盛雄、赤沼元気、牛尾一利
2. 発表標題 脂肪アルコールにより誘導されるリパーゼと関連タンパク質の機能解析
3. 学会等名 第91回日本生化学会大会(国立京都国際会館)講演番号 3T11a-08, 2018(平成30)年9月24日(月)~26日(水)
4. 発表年 2018年

1. 発表者名 石田 達矢, 馬野 航, 千葉 献人, 早川 准平, 赤沼 元気, 今井 洋, 坂口 ゆりこ, 鈴木 健夫, 上村 慎治, 鈴木 勉, 粟井 貴子, 石塚 盛雄
2. 発表標題 好熱性真正細菌 <i>Geobacillus Kps3</i> の hag mRNAの選択的スプライシング
3. 学会等名 第41回日本分子生物学会年会(パンフィコ横浜), 発表番号[1P-0018], 2018(平成30)年11月28日(水)~30日(金)
4. 発表年 2018年

1. 発表者名 桂木 脩、岡本 莉奈、中田 真菜、工藤 悠紀野、立野 光、伊藤 春陽、大塚 拓、神田 有希、齋藤 彩、堀越 愛、井上 香織、赤沼 元気、牛尾 一利、石塚 盛雄
2. 発表標題 リパーゼ超誘導システムは高級アルコールとその代謝産物の共存下細胞培養により著しく増強される
3. 学会等名 日本生化学会2023年度(第96回)大会、2023年10月31日~11月2日、福岡国際会議場等
4. 発表年 2023年

1. 発表者名 中原 悠輔、永井 竜優、保坂 大夢、仁平 大貴、小藤田 航、石田 達矢、早川 准平、粟井 貴子、赤沼 元気、石塚 盛雄
2. 発表標題 好熱性真正細菌 <i>Geobacillus</i> sp. <i>Kps3</i> の Flagellin をコードする hag 遺伝子 mRNA の選択的スプライシング機構の解明
3. 学会等名 日本分子生物学会2023年度(第46回)年会、2023年12/6(水)~12/8(金)、神戸国際会議場ほか(神戸ポートアイランド)
4. 発表年 2023年

1. 発表者名 石塚 盛雄、中原 悠輔、石田 達矢、馬野 航、石橋 奈々、早川 准平、粟井 貴子、赤沼 元気
2. 発表標題 好熱性真正細菌Geobacillus sp. Kps3における2つのイントロン含有 Flagellin 遺伝子とホーミングエンドヌクレアーゼ遺伝子の構造と機能
3. 学会等名 日本農芸化学会2024年度大会、2024年3月24日～27日、東京農業大学等
4. 発表年 2024年

〔図書〕 計0件

〔産業財産権〕

〔その他〕

<p>石塚 盛雄 研究者情報 J-GLOBAL 科学技術総合リンクセンター https://jglobal.jst.go.jp/detail?JGLOBAL_ID=200901097160145783 石塚 盛雄 (Morio Ishizuka) - マイポータル - researchmap https://researchmap.jp/read0026249/?lang=japanese KAKEN &#8212; 研究者をさがす 石塚 盛雄 (50168241) (nii.ac.jp) https://nrid.nii.ac.jp/ja/nrid/1000050168241/ KAKEN &#8212; Researchers ISHIZUKA Morio (50168241) (nii.ac.jp) https://nrid.nii.ac.jp/en/nrid/1000050168241/ Welcome to Ishizuka Laboratory http://www.chem.chuo-u.ac.jp/~celltech/index-e.html M. Ishizuka's Profile(J) http://www.chem.chuo-u.ac.jp/~celltech/ishizuka/index.html Welcome to Ishizuka Laboratory http://www.chem.chuo-u.ac.jp/~celltech/index-e.html Professor ISHIZUKA Morio, Chuo University https://researchers.chuo-u.ac.jp/Profiles/6/0000542/profile.html?lang=en</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
研究分担者	赤沼 元気 (Akanuma Genki) (30580063)	学習院大学・理学部・助教 (32606)	

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		
ドイツ	University of Freiburg		