

令和 5 年 6 月 10 日現在

機関番号：32658

研究種目：基盤研究(C) (一般)

研究期間：2018～2022

課題番号：18K05417

研究課題名(和文)キメラゲノム細菌を用いた外来遺伝子サイレンシングの多段階機構の詳細解析

研究課題名(英文)Analysis of silencing of exogenous genes in bacteria harboring chimera-genome.

研究代表者

朝井 計(Asai, Kei)

東京農業大学・生命科学部・教授

研究者番号：70283934

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)：枯草菌内にシアノバクテリアのRNAポリメラーゼホロ酵素を形成させ、シアノバクテリア由来の遺伝子を転写誘導できた。枯草菌内でDNAメチル化酵素や核様体タンパク質を発現させることで、遺伝子の発現が変化し、表現型に変化を起こすことが示唆された。枯草菌+シアノバクテリアであるシアノバチルスのように形質転換能が低下した枯草菌について、接合伝達による遺伝子改変系を構築した。枯草菌に難培養性腸内細菌の約100kbの連続したゲノム領域の組込みを完了した。本株で、枯草菌の核様体タンパク質Rokを破壊すると、最少培地での増殖及び孢子形成に影響がみられ、孢子形成に関しては、H-NSの発現により回復傾向がみられた。

研究成果の学術的意義や社会的意義

外来遺伝子の発現は、細菌間のRNAポリメラーゼの性質の違いに起因した転写レベルで制御されうること、また、外来遺伝子の発現が、内在のものに加え、外来のDNAメチル化酵素や核様体タンパク質によりエピジェネティックに制御可能であること、等が初めて示されたことが学術的な意義である。外来遺伝子をメガベース単位で大規模に導入した、微生物による有用物質の生物生産や代謝変換は、今後社会にとって重要な技術である。その際に、大規模導入した遺伝子を並列に制御することが必要である。本研究により、導入した外来遺伝子を一度に発現させること、一方で、発現を抑制させることが可能であることが示唆されたことは社会的に意義がある。

研究成果の概要(英文)：By forming Cyanobacterial RNA polymerase holoenzyme in *Bacillus subtilis*, transcription of cyanobacterial genes was induced. It was suggested that expression of DNA methyltransferases and nucleoid proteins in *B. subtilis* alters gene expression and causes phenotypic changes. A genetic modification system by conjugative transfer was constructed for *B. subtilis*, which shows reduced transformability, such as *Cyanobacillus*, which is *B. subtilis* plus cyanobacteria. We completed the integration of about 100 kb continuous genomic region of the unculturable enterobacterium into *B. subtilis* genome DNA. In this strain, disruption of the nucleoid protein in *B. subtilis*, Rok, affected growth on minimal medium and sporulation, and sporulation tended to recover by expression of *E. coli* H-NS.

研究分野：微生物遺伝学

キーワード：枯草菌 シアノバクテリア 水平伝搬

様式 C - 19、F - 19 - 1、Z - 19 (共通)

1. 研究開始当初の背景

(1) 生物の進化はゲノム・遺伝子の進化の過程である。ゲノムの進化では DNA 塩基配列の変化(変異)が子孫に伝わる同一種内の垂直方向の伝播に加え、異なる生物種由来の外来 DNA を細胞内に取り込み利用する、水平方向の伝播もゲノムの多様性を生み出す重要な機構であると考えられている。実際、現存する生物のゲノムを比較すると、進化の過程で DNA の水平伝播が、生物界を超えて頻繁に起こったことが容易に推測される。

(2) 外来 DNA は異物として認識されるため、細胞内に侵入し宿主ゲノムに定着することさえも容易ではない。仮に、定着したとしても、外来 DNA を活用するまでには、生物進化レベルの歳月を要し、保持が必要だが、外来 DNA のうち発現が宿主に有害な部分は、その間発現を抑制しておく必要がある。

(3) 真核細胞では遺伝子サイレンシングと呼ばれる普遍的な遺伝子発現抑制機構が詳細に研究されており、実際、植物では自身のゲノムをトランスポゾンやウイルス等の外来 DNA から保護する際に、この機構が使われていることが知られている。細菌においても、核様体タンパク質と呼ばれる結合認識配列の広い DNA 結合タンパク質が優先的に外来性の DNA 領域に結合し、そこにコードされた遺伝子の転写を抑制することが示唆されている (Navarre et al., (2006) Science, 313:236)。また、バイオテクノロジーにおいて組換えタンパク質の発現、すなわち外来遺伝子の発現は常法だが、遺伝子発現の各段階(転写(後)・翻訳(後))で、外来 DNA と宿主との不適合が生じることはよく知られている。従って、水平伝播過程での外来遺伝子の発現も様々な段階で抑制されると考えられるが、既存の例は、外来 DNA といってもウイルスやファージといった限られた因子の排除であったり、既にゲノムに存在する外来性 DNA の動態からの推測であったり、少数の外来遺伝子発現に生じた問題点であり、それらの現象から、その機構を推定しているにすぎない。このように DNA の水平伝播は生物進化上重要な現象であるにもかかわらず、実験室内での再現が困難であり、外来 DNA がどのような機構で保持され、利用されていくのか、その全体像、分子機構は未解明である。

(4) 細菌だけでなく全ての生物において、一生物の全ゲノムを他の生物のゲノムに組み込んだ例は、米国のベンターらによる酵母細胞での *Mycoplasma* 菌ゲノムの再構築 (Karas et al., (2013) J Biol Eng. 7:30) と、板谷光泰博士(慶應義塾大学、連携研究者)らによる枯草菌(納豆菌の類縁菌で高い自然形質転換能をもつ、モデル細菌)ゲノムへのシアノバクテリア(ここでは *Synechocystis* PCC6803 光合成細菌の代表株)ゲノムの挿入(キメラゲノム細菌(2種の細菌ゲノムを有する細菌)、シアノバチルス)の創成 (Itaya et al., (2005) Proc Natl Acad Sci U S A. 102:15971) の2例だけである。シアノバチルスの全転写産物を RNA-Seq 解析により調べると、興味深いことにシアノバクテリアゲノムが分断して組み込まれた3領域に特徴的に転写産物が検出されなかった。この現象は、水平伝播における外来遺伝子の発現を阻む機構を再現したもので、実験室で解析することができる具体例である。

2. 研究の目的

(1) キメラゲノム細菌、シアノバチルスを、水平伝播という進化の過程を実験室内で大規模に再現させたことにより観察可能とした、実験可能な“種の壁”機構ととらえ、宿主の枯草菌にとっては外来である、シアノバクテリア遺伝子の発現抑制機構の分子レベルでの全容解明は未だ例のないものであり、本課題の研究目的とした。

(2) 生物の全ゲノム配列が容易に決定され扱える今日では、外来遺伝子発現に供する遺伝子の数も種類も増やすことが可能であり、有用物質の生物生産や代謝変換も大規模化している。そこで、外来遺伝子発現を抑制する機構の解明とともに、解明された原理に基づき、それを排した、外来遺伝子の由来によらない遺伝子発現宿主の構築を発展的な目的とした。

3. 研究の方法

(1) 転写装置(RNAP)の改変: シアノバチルスにおいて、シアノバクテリア由来の遺伝子の発現がおきない一つの原因として枯草菌由来の遺伝子発現システム、転写装置(RNAポリメラーゼホロ酵素[RNAP])がシアノバクテリア遺伝子に適合していないことが考えられる。枯草菌内でシアノバクテリア由来のRNAPの各サブユニットについて改変を加え、弱いながらもタンパク質レベルでの発現が既に観察されている。各サブユニットがRNAP複合体を形成しているのか、タンパク質複合体精製により解析する。シアノバクテリア由来遺伝子の転写が誘発される様になったか、各種転写解析により確認する。

(2) エピジェネティック段階の解析 核様体タンパク質の影響
大腸菌の核様体タンパク質である H-NS、AtpA タンパク質は、外来遺伝子の発現を抑制している

ことが知られている。それらのタンパク質を枯草菌細胞内等で発現させ、表現型の変化を観察する。枯草菌と同様に、外来遺伝子の発現を抑制していると考えられている Rok タンパク質と合わせて解析する。

(3) エピジェネティック段階の解析 DNA のメチル化と遺伝子発現の影響

DNA のメチル化が遺伝子発現に影響するかは細菌では未解析である。メチル化様式の変化が遺伝子発現に影響するかを、枯草菌で解析すると同時に、シアノバチルスでも解析する。PacBio シーケンス技術により、増殖の各段階における DNA メチル化状態、ゲノムのメチル化部位を直接検出する。DNA メチル化酵素遺伝子破壊によるトランスクリプトームの変化を、RNA-Seq 法により解析する。加えて、枯草菌内在の DNA メチル化酵素に加えて、異種細菌の 4 つの DNA メチル化酵素を枯草菌内で発現させ、新たな DNA メチル化により枯草菌の遺伝子発現に変化を生じるかを解析する。

(4) 導入したシアノバクテリアゲノムが、巨大なため、発現誘導の影響が大き過ぎることも考えられる。そこで、枯草菌ゲノムに導入する異種細菌のゲノムとして、シアノバクテリアのゲノムとは別に、枯草菌に比較的近縁のゲノムサイズの小さい難培養性の腸内細菌であるセグメント細菌のゲノムを導入し、シアノバチルスと同様の解析を実施する。

4. 研究成果

(1) 枯草菌細胞内でシアノバクテリア由来の RNA ポリメラーゼ (RNAP) 遺伝子を導入し、RNAP コア酵素の構築に成功した。シアノバクテリアの主要シグマ因子 SigA ではなく、枯草菌の SigA がシアノバクテリア由来の RNAP コア酵素に結合した RNAP ホロ酵素を形成していた。枯草菌の SigA の発現レベルを低下させることで、シアノバクテリア由来の RNAP ホロ酵素が形成され、細胞の増殖低下が生じることが示唆された。一方、シアノバクテリア SigA が枯草菌由来 RNAP コア酵素と活性のあるコア酵素を形成することも示唆された。またシアノバクテリアの SigF を枯草菌内で発現させ、枯草菌 RNAP コア酵素とのホロ酵素を形成させ、転写活性を有することを確認した。

(2) 枯草菌内で構築できた、シアノバクテリア由来の RNAP コア酵素遺伝子群をシアノバチルス細胞内のゲノムに組み込み、同時にシアノバクテリア SigF 因子を強制的に発現させた。RNA ポリメラーゼの発現をウエスタン法で確認し、枯草菌 RNA ポリメラーゼとの複合体形成を確認した。導入した SigF シグマ因子の機能発現を確認するために、シアノバチルスゲノム遺伝子の転写プロファイルの変化を RNA-sequencing により解析した結果、SigF 依存の転写が知られているシアノバクテリア由来の遺伝子の転写誘導が確認された。

(3) 枯草菌内在性の DNA メチル化酵素に加えて、異種細菌の 4 つの DNA メチル化酵素を枯草菌内で発現させ、枯草菌ゲノムをメチル化していることを確認した。遺伝子の転写プロファイルの変化を RNA-sequencing により解析した結果枯草菌内在の DNA メチル化酵素の有無により遺伝子の転写上昇及び抑制が起こることが示唆された。ある種の DNA メチル化酵素の発現により、枯草菌の高温培養下での増殖が阻害された。

(4) 枯草菌内に大腸菌の核様体タンパク質 H-NS と stpA を異種発現させたところ、枯草菌に感染する SP フェージの感染に対して、宿主枯草菌の耐性化がみられた。侵入したフェージ遺伝子の発現が抑制されたことに起因すると考えられる。しかし、溶源化フェージを誘発するマイシニン C に対しては抵抗性の変化は見られなかった。

(5) シアノバチルスは形質転換能が低下している上に、薬剤選択マーカーが複数使われていて、遺伝学的な扱いが難しい。そこで、接合伝達によって DNA を細胞内に送り込み、細胞内でゲノム編集可能なプラスミドを構築した。これを用いてシアノバチルスの遺伝子改変(必要な薬剤選択マーカーをゲノム編集によりゲノムから欠失させる等)を可能にした。

(6) 枯草菌に比較的近縁のゲノムサイズの小さい難培養性の腸内細菌であるセグメント細菌のゲノム導入を開始し、べん毛形成遺伝子群を含む約 100kb の連続したゲノム領域の組み込みを完了した。一方、腸内細菌の胞子形成開始遺伝群により、枯草菌の胞子形成を一部相補できることが判明した。腸内細菌ゲノムを導入した株において、枯草菌の核様体タンパク質 Rok を破壊すると、最少培地での増殖及び胞子形成に影響がみられた。このうち胞子形成に関しては、H-NS の発現により回復傾向がみられた。

5. 主な発表論文等

〔雑誌論文〕 計5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 2件）

1. 著者名 Matsuoka S, Shimizu Y, Nobe K, Matsumoto K, Asai K, Hara H.	4. 巻 27(2)
2. 論文標題 Glucolipids and lipoteichoic acids affect the activity of SigI, an alternative sigma factor, and WalKR, an essential two-component system, in <i>Bacillus subtilis</i> .	5. 発行年 2022年
3. 雑誌名 Genes Cells	6. 最初と最後の頁 -
掲載論文のDOI（デジタルオブジェクト識別子） 10.1111/gtc.12912.	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 Shinjo Y, Midorikawa N, Matsumoto T, Sugaya Y, Ozawa Y, Oana A, Horie C, Yoshikawa H, Takahashi Y, Hasegawa T, Asai K.	4. 巻 -
2. 論文標題 Analysis of cell death in <i>Bacillus subtilis</i> caused by sesquiterpenes from <i>Chrysopogon zizanioides</i> (L.) Roberty.	5. 発行年 2022年
3. 雑誌名 J Gen Appl Microbiol.	6. 最初と最後の頁 -
掲載論文のDOI（デジタルオブジェクト識別子） 10.2323/jgam.2021.09.005.	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 Akanuma Genki, Kawamura Fujio, Watanabe Satoru, Watanabe Masaki, Okawa Fumiya, Natori Yousuke, Nanamiya Hideaki, Asai Kei, Chibazakura Taku, Yoshikawa Hirofumi, Soma Akiko, Hishida Takashi, Kato-Yamada Yasuyuki	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 Journal of Bacteriology	6. 最初と最後の頁 0
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 オープンアクセスとしている（また、その予定である）	国際共著 -
1. 著者名 Osaka Natsuki, kanesaki Yu, Watanabe Megumi, Watanabe Satoru, Chibazakura Taku, Takada Hiraku, Yoshikawa Hirofumi, Asai Kei	4. 巻 0
2. 論文標題 Novel (p)ppGpp ⁰ suppressor mutations reveal an unexpected link between methionine catabolism and GTP synthesis in <i>Bacillus subtilis</i>	5. 発行年 2020年
3. 雑誌名 Molecular Microbiology	6. 最初と最後の頁 1-15
掲載論文のDOI（デジタルオブジェクト識別子） 10.1111/mmi.14484	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 MORISAKU Toshinori、KIDO Yuriko、ASAI Kei、YUI Hiroharu	4. 巻 35
2. 論文標題 Mechanical Properties of the Coat Protein Layer and Cortex in Single <i>Bacillus subtilis</i> Spores Studied with an Atomic Force Microscope and Laser-induced Surface Deformation Microscope	5. 発行年 2019年
3. 雑誌名 Analytical Sciences	6. 最初と最後の頁 45 ~ 48
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.2116/analsci.18SDP02	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58件 (うち招待講演 2件 / うち国際学会 1件)

1. 発表者名 矢羽野 柊介, 朝井 計
2. 発表標題 枯草菌を用いた様々な細菌種の主要シグマ因子の機能比較解析
3. 学会等名 第96回日本細菌学会総会 (於アクリエひめじ)
4. 発表年 2023年

1. 発表者名 須田 和奏, 板谷 光泰, 朝井 計
2. 発表標題 枯草菌を供与体とした接合伝達によるDNA 導入系の構築と利用
3. 学会等名 第96回日本細菌学会総会 (於アクリエひめじ)
4. 発表年 2023年

1. 発表者名 朝井 計, 田中 滉起, 荻野 竜司, 小椋 義俊, 桑原 知巳
2. 発表標題 枯草菌を用いたセグメント細菌ゲノムの機能解析
3. 学会等名 第96回日本細菌学会総会 (於アクリエひめじ)
4. 発表年 2023年

1. 発表者名 小倉光雄, 松谷峰ノ介, 朝井計, 鈴木道生
2. 発表標題 枯草菌でグルコースはArg代謝系制御因子AhrC依存 的に細胞内Mn 濃度を上昇させる
3. 学会等名 日本農芸化学会2023年度大会 (於広島大学)
4. 発表年 2023年

1. 発表者名 天野 克海、浅井 智広、高橋 裕貴、板谷 光泰、朝井 計、渡辺 智
2. 発表標題 枯草菌におけるヘリオバクテリア光合成遺伝子クラスターの導入と異 種発現
3. 学会等名 第17回日本ゲノム微生物学会年会 (於かずさDNA研究所)
4. 発表年 2023年

1. 発表者名 大坂 夏木、磯崎 龍之介、河村 富士夫、河野 暢明、朝井 計、佐々木 敦朗
2. 発表標題 枯草菌におけるS-アデノシルメチオニン代謝とリボソーム生合成との 関連性の解析
3. 学会等名 第17回日本ゲノム微生物学会年会 (於かずさDNA研究所)
4. 発表年 2023年

1. 発表者名 高梨穂乃花、大坂夏木、朝井計
2. 発表標題 (p)ppGpp 合成酵素欠損を抑圧するRNA ポリメラーゼ構造遺伝子外変異の解析
3. 学会等名 日本遺伝学会大94回大会 (於北海道大学)
4. 発表年 2022年

1. 発表者名 大坂夏木、磯崎龍之介、朝井計
2. 発表標題 枯草菌におけるS-アデノシルメチオニン代謝とリボソーム生合成との関連性の解析
3. 学会等名 日本遺伝学会大94回大会（於北海道大学）
4. 発表年 2022年

1. 発表者名 須田和奏、朝井計
2. 発表標題 枯草菌を宿主とした接合伝達を活用した遺伝子組換え系の構築
3. 学会等名 日本遺伝学会大94回大会（於北海道大学）
4. 発表年 2022年

1. 発表者名 湯木就久、大坂夏木、朝井計
2. 発表標題 枯草菌IMP デヒドロゲナーゼ (GuaB) の新規機能の探索
3. 学会等名 日本遺伝学会大94回大会（於北海道大学）
4. 発表年 2022年

1. 発表者名 濱本さくら、朝井計
2. 発表標題 枯草菌の対数増殖期から定常期移行における細胞維持機構の解析
3. 学会等名 日本遺伝学会大94回大会（於北海道大学）
4. 発表年 2022年

1. 発表者名 矢羽野柊介、朝井計
2. 発表標題 枯草菌を用いた様々な細菌種の主要シグマ因子の機能比較解析
3. 学会等名 日本遺伝学会大94回大会（於北海道大学）
4. 発表年 2022年

1. 発表者名 濱本さくら、朝井計
2. 発表標題 枯草菌におけるTCA 回路の欠損が細胞壁合成に及ぼす影響の解析
3. 学会等名 日本遺伝学会大93回大会（於学習院大学）
4. 発表年 2021年

1. 発表者名 湯木就久、大坂夏木、朝井計
2. 発表標題 枯草菌 IMPDH (GuaB) の新規制御機構・機能の探索
3. 学会等名 日本遺伝学会大93回大会（於学習院大学）
4. 発表年 2021年

1. 発表者名 高梨穂乃花、大坂夏木、朝井計
2. 発表標題 (p)ppGpp 合成酵素欠損を抑圧するRNA ポリメラーゼ構造遺伝子外の変異の解析
3. 学会等名 日本遺伝学会大93回大会（於学習院大学）
4. 発表年 2021年

1. 発表者名 矢羽野柊介、朝井計
2. 発表標題 枯草菌を用いた様々な細菌種の主要シグマ因子の機能比較解析
3. 学会等名 日本遺伝学会大93回大会（於学習院大学）
4. 発表年 2021年

1. 発表者名 須田和奏、朝井計
2. 発表標題 枯草菌を供与体とする接合伝達を活用した難形質転換細菌の遺伝子組換え系の構築
3. 学会等名 日本遺伝学会大93回大会（於学習院大学）
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 日本遺伝学会大93回大会（於学習院大学）
4. 発表年 2021年

1. 発表者名 小倉 光雄、松谷 峯之介、朝井 計、鈴木 道生
2. 発表標題 枯草菌でグルコースは Arg 生合成系制御因子 AhrC 依存的に細胞内 Mn ²⁺ 濃度を上昇させる
3. 学会等名 第16回日本ゲノム微生物学会年会（於立教大学）
4. 発表年 2021年

1. 発表者名 朝井 計, 須田 和奏, 千田 桃子, 板谷 光泰
2. 発表標題 枯草菌の接合伝達を介したバチルス属細菌のゲノム改変系の構築
3. 学会等名 日本農芸化学会2022年度大会 (於京都大学)
4. 発表年 2021年

1. 発表者名 朝井 計, 小澤良基
2. 発表標題 エッセンシャルオイルが引き起こす枯草菌の細胞死の解析
3. 学会等名 第95回日本細菌学会総会 (於東京女子医科大学)
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 日本農芸化学会2021年度大会
4. 発表年 2021年

1. 発表者名 松岡 聡, 朝井 計
2. 発表標題 ECFシグマ因子SigXの活性化に関するプロテアーゼの探索
3. 学会等名 日本遺伝学会大92回大会 (於熊本大学)
4. 発表年 2020年

1. 発表者名 原田 一将、朝井 計
2. 発表標題 大腸菌核様体タンパク質を用いた遺伝子発現制御の解析
3. 学会等名 日本遺伝学会大92回大会（於熊本大学）
4. 発表年 2020年

1. 発表者名 磯崎 龍之介、朝井 計
2. 発表標題 枯草菌におけるS-Adenosyl Methionineの細胞増殖に関わる機能解析
3. 学会等名 日本遺伝学会大92回大会（於熊本大学）
4. 発表年 2020年

1. 発表者名 矢部 みちる、朝井 計
2. 発表標題 細胞内レドックス測定系を用いた枯草菌孢子形成開始機構の解析
3. 学会等名 日本遺伝学会大92回大会（於熊本大学）
4. 発表年 2020年

1. 発表者名 田中 峻平、朝井 計
2. 発表標題 孢子形成期一過的DSB誘発系を用いたNHEJの枯草菌における分子遺伝学的解析
3. 学会等名 日本遺伝学会大92回大会（於熊本大学）
4. 発表年 2020年

1. 発表者名 荻野 竜司、朝井 計
2. 発表標題 枯草菌内における有用腸内細菌SFBの孢子形成関連遺伝子の比較解析
3. 学会等名 日本遺伝学会大92回大会（於熊本大学）
4. 発表年 2020年

1. 発表者名 佐藤龍一、美田知也、渡辺智、兼崎友、板谷光泰、吉川博文、朝井計
2. 発表標題 枯草菌細胞内におけるシアノバクテリア RNA ポリメラーゼの構築
3. 学会等名 第14回日本ゲノム微生物学会年会
4. 発表年 2020年

1. 発表者名 矢部みちる、山口将司、朝井計
2. 発表標題 バクテリアルシフェラーゼを用いた細胞内レドックス測定による枯草菌孢子形成開始機構の解析
3. 学会等名 第14回日本ゲノム微生物学会年会
4. 発表年 2020年

1. 発表者名 石垣媛菜、吉川博文、朝井計
2. 発表標題 枯草菌を用いた遺伝子重複と変異による転写装置の機能分化の解析
3. 学会等名 第14回日本ゲノム微生物学会年会
4. 発表年 2020年

1. 発表者名 高島睦輝、朝井計、吉川博文
2. 発表標題 外来メチル化酵素を用いた枯草菌ゲノムDNAのメチル化
3. 学会等名 日本遺伝学会第91回大会
4. 発表年 2019年

1. 発表者名 蟹谷美有、朝井計、吉川博文、大坂夏木
2. 発表標題 リボソームタンパク質による非翻訳領域を介した枯草菌RNAP サブユニット発現制御への影響の解析
3. 学会等名 日本遺伝学会第91回大会
4. 発表年 2019年

1. 発表者名 片野亘、徳山麻里、吉川博文、朝井計
2. 発表標題 枯草菌168株から挿入配列が排除された原因の解析
3. 学会等名 日本遺伝学会第91回大会
4. 発表年 2019年

1. 発表者名 田中 峻平、朝井 計
2. 発表標題 CRISPR/Cas9二重鎖切断(DSB)活性を用いた枯草菌における非増殖細胞のDSBへの応答の解析
3. 学会等名 日本遺伝学会第91回大会
4. 発表年 2019年

1. 発表者名 佐藤龍一、美田知也、渡辺智、兼崎友、板谷光泰、吉川博文、朝井計
2. 発表標題 枯草菌におけるシアノバクテリアRNAポリメラーゼの再構築
3. 学会等名 日本遺伝学会第91回大会
4. 発表年 2019年

1. 発表者名 Natsuki Osaka, Hiraku Takada, Yu Kanesaki, Ryosuke Kadoya, Seiichi Taguchi, Satoru Watanabe, Taku Chibazakura, Hirofumi Yoshikawa, Kei Asai
2. 発表標題 Characterization of novel suppressor mutations of <i>Bacillus subtilis</i> (p)ppGpp0 strain not involved in GTP biosynthesis.
3. 学会等名 20th International Conference on Bacilli and Gram-Positive Bacteria (国際学会)
4. 発表年 2019年

1. 発表者名 松岡 聡, 篠原嵩人, 朝井 計, 戸澤 譲
2. 発表標題 枯草菌糖脂質合成酵素遺伝子ugtP の発現制御機構の解析
3. 学会等名 日本農芸化学会2019年度大会 (東京)
4. 発表年 2019年

1. 発表者名 片野 亘, 徳山麻里, 吉川博文, 朝井 計
2. 発表標題 CRISPR/dCas9 システムを用いたIS 256Bsu1 trasposaseの枯草菌168 株への影響の解析
3. 学会等名 日本農芸化学会2019年度大会 (東京)
4. 発表年 2019年

1. 発表者名 田中竣平, 朝井 計
2. 発表標題 枯草菌における機能改変したRecA による非相同遺伝子間の相同組換えの解析
3. 学会等名 日本農芸化学会2019年度大会 (東京)
4. 発表年 2019年

1. 発表者名 山口将司, 吉川博文, 朝井 計
2. 発表標題 枯草菌2-オキソグルタル酸脱水素酵素複合体の遷移期における機能解析
3. 学会等名 日本農芸化学会2019年度大会 (東京)
4. 発表年 2019年

1. 発表者名 加納啓吾, 北村夏美, 法花津匠, 大塚まみ, 武井若紗, 小菅是子, 朝井 計, 吉川博文
2. 発表標題 枯草菌を用いた分子シャペロンによる変異緩衝作用についての検証
3. 学会等名 日本農芸化学会2019年度大会 (東京)
4. 発表年 2019年

1. 発表者名 赤沼元気, 河村富士夫, 渡辺 智, 渡辺正樹, 大川典哉, 吉川博文, 千葉櫻拓, 朝井 計, 山田康之
2. 発表標題 リボソームタンパク質S14 置換による枯草菌キメラリボソームの作製と解析
3. 学会等名 日本農芸化学会2019年度大会 (東京)
4. 発表年 2019年

1. 発表者名 大坂夏木, 高田 啓, 兼崎 友, 門屋亨介, 田口精一, 吉川博文, 朝井 計
2. 発表標題 メチオニン代謝が関与するGTP 生合成の新規な制御機構の解析
3. 学会等名 日本農芸化学会2019年度大会 (東京)
4. 発表年 2019年

1. 発表者名 渡辺愛美, 円谷優佑, 大坂夏木, 吉川博文, 朝井計, 兼崎 友
2. 発表標題 枯草菌RNAP のiNTP に対する嗜好性の解析
3. 学会等名 日本農芸化学会2019年度大会 (東京)
4. 発表年 2019年

1. 発表者名 渡辺 智, 朝井 計, 赤沼元気, 千葉櫻拓, 河村富士夫, 板谷光泰, 吉川博文
2. 発表標題 合成生物シアノバチルスにおける合成ゲノム再起動計画
3. 学会等名 日本農芸化学会2019年度大会 (東京) (招待講演)
4. 発表年 2019年

1. 発表者名 田中 竣平, 朝井 計
2. 発表標題 枯草菌における機能改変によるRecAの相同配列認識機構の解析
3. 学会等名 第13回日本ゲノム微生物学会年会 (東京)
4. 発表年 2019年

1. 発表者名 蟹谷 美有、大坂 夏木、朝井 計
2. 発表標題 枯草菌 rpoA の非翻訳領域を介する栄養状態に適応した発現制御機構の解析
3. 学会等名 第13回日本ゲノム微生物学会年会（東京）
4. 発表年 2019年

1. 発表者名 片野 亘、徳山 麻里、朝井 計、吉川 博文
2. 発表標題 IS 256Bsu1 のCRISPR/dCas9 システムによる transposase 発現抑制系の開発
3. 学会等名 第13回日本ゲノム微生物学会年会（東京）
4. 発表年 2019年

1. 発表者名 大坂 夏木、高田 啓、兼崎 友、門屋 亨介、田口 精一、渡辺 智、千葉櫻 拓、吉川 博文、朝井 計
2. 発表標題 メチオニン代謝が関与するGTP生合成の新規な制御機構の解析
3. 学会等名 第13回日本ゲノム微生物学会年会（東京）
4. 発表年 2019年

1. 発表者名 高島 睦輝、朝井 計
2. 発表標題 外来メチル化酵素による枯草菌ゲノムDNAメチル化
3. 学会等名 第13回日本ゲノム微生物学会年会（東京）
4. 発表年 2019年

1. 発表者名 長谷川 優太、大坂 夏木、河村 富士夫、朝井 計
2. 発表標題 リボソームタンパク質を介した枯草菌 (p) ppGpp合成酵素の活性化機構の解析
3. 学会等名 第13回日本ゲノム微生物学会年会 (東京)
4. 発表年 2019年

1. 発表者名 大坂夏木、蟹谷美有、林田莉奈、白河文教、朝井計
2. 発表標題 枯草菌RNAポリメラーゼ サブユニットの栄養状態に応じた発現制御機構の解析
3. 学会等名 日本遺伝学会第90回大会 (奈良)
4. 発表年 2018年

1. 発表者名 渡辺愛美、円谷優佑、大坂夏木、兼崎友、吉川博文、朝井計
2. 発表標題 アミノ酸飢餓への適応に関わる枯草菌RNA ポリメラーゼの変異解析
3. 学会等名 日本遺伝学会第90回大会 (奈良)
4. 発表年 2018年

1. 発表者名 松岡 聡、篠原 嵩人、朝井 計、戸澤 譲
2. 発表標題 枯草菌糖脂質合成酵素遺伝子ugtP の転写制御機構の解析
3. 学会等名 日本遺伝学会第90回大会 (奈良)
4. 発表年 2018年

1. 発表者名 山口 将司、田中 寛、吉川 博文、朝井 計
2. 発表標題 枯草菌2-オキソグルタル酸脱水素酵素複合体の遷移期における機能解析
3. 学会等名 日本遺伝学会第90回大会（奈良）
4. 発表年 2018年

1. 発表者名 加納 啓吾、北村 夏美、法花津 匠、大塚 まみ、武井 若紗、吉川 博文、朝井 計
2. 発表標題 枯草菌における分子シャペロンによる変異緩衝作用についての検証
3. 学会等名 日本遺伝学会第90回大会（奈良）
4. 発表年 2018年

1. 発表者名 朝井 計、美田 知也、佐藤 龍一、渡辺 智、板谷 光泰、吉川 博文
2. 発表標題 全ゲノム混成細菌を用いた種の壁とゲノム改変研究
3. 学会等名 日本遺伝学会第90回大会（奈良）（招待講演）
4. 発表年 2018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
---------	---------