

令和 6 年 6 月 14 日現在

機関番号：13901

研究種目：基盤研究(B) (一般)

研究期間：2020～2023

課題番号：20H03220

研究課題名(和文)細菌べん毛モーター回転力発生機構の構造機能に関する研究

研究課題名(英文) Study on Structure and Function for Force Generating Mechanism of Bacterial Flagellar Motor

研究代表者

本間 道夫 (Homma, Michio)

名古屋大学・理学研究科・研究員

研究者番号：50209342

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)：細菌べん毛は、生物界において唯一の回転運動器官である。細胞膜に組み込まれたモーターが、イオン流入と共役して高速で回転する。膜超分子複合体であるこの超小型高速ナノマシンは、電気モーターなどと同じく、回転子と固定子から構成されており、それらの間で回転力を発生する。研究代表者のこれまでの研究蓄積をもとに、固定子と回転子のクライオ電子顕微鏡による構造解析と生化学的機能解析などから、回転子と固定子がタンパク質ギアのような働きによって回転力が作られるというモデルを提案することができた。また、固定子のプラグ領域がスパナのような機能によってイオン輸送の制御を行っているという新しいモデルを提案できた。

研究成果の学術的意義や社会的意義

膜超分子複合体であるこの超小型高速ナノマシンは、電気モーターなどと同じく、回転子と固定子から構成されており、それらの間で回転力を発生する。イオン流がどのようにべん毛複合体の中を流れ、固定子分子と回転子分子間の相互作用が、回転エネルギーに変換されるメカニズムの解明に大きく貢献した。そして、固定子と回転子の構造と機能解析から、それらタンパク質の構造変換がどのように起こり、どのような相互作用によって回転力に変換されるのかを明らかにし、普遍的なモータータンパク質が内包するエネルギー変換に必要な構造と生命科学における普遍的な物理化学的法則の解明に大きく貢献した。

研究成果の概要(英文)：Bacterial flagella are the only rotary locomotive organelles in the living world. A motor built in the cell membrane rotates at high speed in conjunction with ion influx. This ultra-small, high-speed nanomachine, a membrane supramolecular complex, is composed of a rotor and a stator, just like an electric motor made by us, and the torque is generated by the interaction between rotor and stator. Based on the accumulated researches done by this investigator, the structural analysis of the stator and rotor using a cryo-electron microscope and the biochemical analysis have been done and a model in which the rotor and stator generate torque by acting like protein gears was presented. In addition, a new model has been proposed in which the plug region of the stator controls ion transport by functioning like a spanner.

研究分野：生物物理

キーワード：生体エネルギー変換 モータータンパク質 ベん毛

## 1. 研究開始当初の背景

研究代表者は、大腸菌の欠損株に大腸菌とビブリオ菌のべん毛のキメラモーターを発現させ、通常 H<sup>+</sup>駆動型べん毛モーターで回転する大腸菌のべん毛を、Na<sup>+</sup>駆動力で動かすことに成功した。これは、大腸菌で Na<sup>+</sup>駆動型モーターを研究できるという画期的な成果であり、H<sup>+</sup>駆動型と Na<sup>+</sup>駆動型モーターが本質的に同じ機構で動くことを示した結果でもある。回転計測技術を持っているグループと共同研究することで、この大腸菌キメラモーターを用い、モーター回転が 26 ステップであるという計測に成功した。一方、ビブリオ菌固定子の構成因子である PomA もしくは PomB に緑色蛍光タンパク質(GFP)を融合し発現することに成功していた。これらの融合タンパク質が菌体内のべん毛のある極に局在すること、そして、その固定子の極局在が回転子の存在に依存していることを示した。PomB については、膜貫通領域の直後に存在するプラグ領域欠失体を用いることで、イオン透過能を増大させることに成功し、PomAPomB 複合体のナトリウムイオンの取り込みを、原子吸光法により測定を可能にしていた。これは、プロトン駆動型でもなし得なかった固定子複合体のイオン透過を直接測定した画期的な成果として報告していた。このように、運動に必要なタンパク質の同定と生化学的解析、それらの構造解析から物理化学解析分野に突入している細菌べん毛の研究は、タンパク質の構造と機能研究においてもっとも進んでいる研究分野でとして認識されていた。べん毛モーターの回転力は、まさに、ヒトが作った電気モーターのように固定子と回転子間の相互作用によって作られる。固定子タンパク質である PomA の細胞質領域と回転子タンパク質である FliG の C-末端領域との相互作用によって力発生することは分かっているが、どのような相互作用が力を発生させているのかは、ほとんど解明されていなかった。2010年に超好熱性細菌 *A. aeolicus* の回転子タンパク質 FliG の全長結晶構造解析がネイチャー誌に報告され、回転方向制御についてモデルが提案された。べん毛回転方向を変化させる際に、ダイナミックな構造変化が起こることが予想されている(参考文献1)。回転方向が変わるということは、固定子と回転子との相互作用が変わるということを意味している。研究代表者の用いている

Na<sup>+</sup>駆動型の *V. alginolytius* の FliG についても大量精製には成功しているが、結晶化せず、構造解析に成功していなかった。また、FliG の機能をサポートしていると考えられている C リングの構成因子である FliM と FliN タンパク質の構造解析もビブリオ菌では行われていなかった。一方で、Cryo-EM については、エール大学の Jun Liu の協力を得て、クライオ電子顕微鏡トモグラフィーによる構造解析が行われ、世界最高レベルのトモグラフィーによるべん毛モーター構造解析が発表されていた(図1)(参考文献2)。

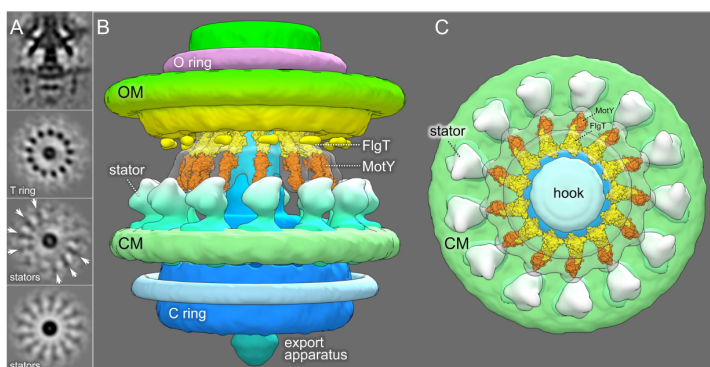


図1: *Vibrio* 鞭毛モーター部分の全体構造。(A)野生型モーターの平均像。上のパネルから、中央部での切片像、Tリング部位の切片像、細胞質膜(CM)の上部の切片像である。最下部のパネルは、13回対称を適用した後の対応する断面を示した。ビブリオ鞭毛モーターの全体構造の側面像(B)および上面像(C)が示されている

## 2. 研究の目的

細菌べん毛は、生物界において唯一の回転運動器官である。細胞膜に組み込まれたモーターが、イオン流入と共役して高速で回転する。膜超分子複合体であるこの超小型高速ナノマシンは、電気モーターなどと同じく、回転子と固定子から構成されており、それらの中で回転力を発生する。イオン流がどのようにべん毛複合体の中を流れ、固定子分子と回転子分子間の相互作用が、回転エネルギーに変換されるメカニズムの解明を目指す。本研究では、代表者らのこれまで研究蓄積をもとに、固定子と回転子の構造と機能解析から、それらタンパク質の構造変換がどのように起こり、どのような相互作用によって回転力に変換されるのかを明らかにすることを目的とした。最先端のべん毛運動機構の研究を発展させ、普遍的なモータータンパク質が内包するエネルギー変換に必要な構造と生命科学における普遍的な物理化学的法則の解明を目指す。

## 3. 研究の方法

**エネルギー変換ユニットの構造基盤:**ビブリオ菌由来のナトリウム駆動型エネルギー変換ユニットである PomA<sub>4</sub>PomB<sub>2</sub> 複合体のクライオ電子顕微鏡での構造解析を行う。最近になって、新しいタイプの界面活性剤を使うこと、ヒスチジンタグの場所を変えることで、複合体として安定に精製した。特に膜タンパク質の場合は、ナノディスクに再構成することで、高分解能で構造解析が行われている。ナノディスクへの PomA<sub>4</sub>PomB<sub>2</sub> 複合体再構成の条件検討、クライオ電子顕微鏡観察用サンプルの凍結条件検討行い、

原子レベルの単粒子解析を行った。

**膜モーター回転子タンパク質の構造解析:**回転子タンパク質である FliG は、全長をコールドショックベクター pCold に組み込み、*E. coli* BL21 株を用いて発現させ、非常に良好な結果が得られている。機能解析を行っている大腸菌、サルモネラ菌、ビブリオ菌由来の FliG については、多くの結晶化の努力にもかかわらず、構造情報は得られていない。そこで、代表者が用いている機能解析の可能な *Vibrio alginolyticus* の FliG の構造や FliG と相互作用する FliF や FliM/FliN との複合体として精製して構造解析を行った。

**システイン置換による相互作用の検出と架橋による機能解析:**PomA と FliG の推定相互作用面のアミノ酸残基をシステイン残基に置換した変異株を作製し、これらの変異タンパク質を組み合わせ、両者のシステイン残基部分のジスルフィド架橋 (S-S 結合) の検出を行った。架橋されたタンパク質は SDS-PAGE 後、イムノブロットによって同定した。

**部位特異的光架橋技術による相互作用部位の検出:**LB 培地で終夜培養した pBAD24 系のプラスミドにストップコドンを導入した遺伝子をクローン化し、アンバーコドンに光架橋アミノ酸 *p*-benzoyl-L-phenylalanine(pBPA)を導入できる pEVOL-pBpF を大腸菌で発現させ、菌体を UV 照射して光架橋アミノ酸と近傍のタンパク質とを架橋した。その後、菌体の架橋タンパク質をイムノブロット法で検出した。

**回転子の精製:**サルモネラ菌の FliF を大腸菌において大量発現させると、膜中に MS リング構造を形成することが知られている。FliF は約 60kDa 二回膜貫通タンパク質で、約 30 分子がリングに重合する。MS リングは複雑な構造をしているのに単一タンパク質 FliF から構成されている。ビブリオ菌の FliF を大腸菌で発現させ、サルモネラ菌の FliF 精製の類似の方法で (参考文献 3)、回転子を精製した。

## 4. 研究成果

### べん毛モーター回転機構の解析

べん毛モーターは、電気モーターと同様に、固定子部と回転子部に機能的に分けられる。べん毛回転は、細胞膜上の固定子中をイオンが透過し、固定子一回転子間の相互作用が変化し、回転力が生じる。これまでの研究から、遺伝学的には、固定子と回転子の相互作用が示されているが、生化学的には解明できていない。そこで本研究では、残基特異的な光架橋法とジスルフィド架橋法によって、固定子一回転子間で架橋を形成する残基の特定を行った。その結果、これまでに遺伝学的に示されていた荷電性残基に加え、その周辺に複数の推定相互作用残基が実際に相互作用していることを直接的に示すことができた。光架橋された残基の中で、特に架橋効率の良かった Pom-K89、FliG-R281、FliG-D288 を中心に、PomA と FliG にそれぞれシステイン残基を導入し、ジスルフィド架橋を形成させた。その結果、PomA と FliG の架橋産物が形成され、固定子一回転子間相互作用を行う残基ペアを同定した。これらの結果を構造解析された固定子複合体の構造解析結果(参考文献 4, 5) と合わせ、固定子と回転子がギアのように噛むような相互作用によって回転力をつくるモデルを提案した (図 2)。これは、べん毛の回転力発生に必須な固定子一回転子間相互作用の本質に迫れる道を開いたものである。実際に固定子が回転しているかを検証する為に、GFPタンパク質を PomB に融合し、精製を行い、AFMによる観察を行った。しかしながら、固定子の構造を明確に観察することはできなかった。

**べん毛モーターのイオン流入制御機構**

べん毛モーターの活性化を制御することが報告されているビブリオ菌 PomB のプラグ領域に着目し、部位特異的変異導入を用いて、プラグ領域と相互作用する PomA の領域を探索した。PomB の F47~A57 の各残基に対応する遺伝子にアンバーコドンを導入して、*pomApomB* 遺伝子で大腸菌 DH5 $\alpha$  で発現させた。その際、アンバーサプレッサー tRNA にフェニルアラニン誘導体である pBPA をチャージして、タンパク合成を行わせた。UV により光架橋することで、F47、I50、A51、M54 において、PomA との架橋産物が同定された。これらの残基と相互作用する PomA の残基を特定するために、構造の対応する残基で近傍と思われる残基をシステインに置換して、ジスルフィド結合するかを調べた。その結果、PomA-M169C と PomB-I50C で、還元剤非存在下で PomA 抗体と PomB 抗体に反応する分子量の大きくなったバンドを検出できた。PomA-M169C と PomB-I50C を単独で発現させた場合には遊泳能は阻害されなかったが、二重変

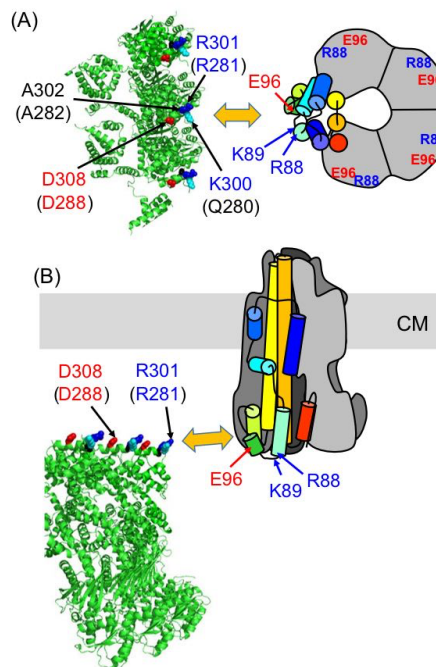


図2: FliG と PomA の相互作用のモデル (上面図 (A) と側面図 (B))。クライオ電子顕微鏡 (cryo-EM) 構造に基づき、モデルを組み立てた。FliG と相互作用する PomA は色をつけ、他の 4 つの PomA は灰色で示した。R88、K89、E96 の位置は矢印で示されている。FliG 残基 K300、R301、A302 は、*E. coli* の残基 Q280、R281、A282 (括弧内) に対応し、それぞれシアン、青、赤の球で示されている。CM、細胞膜。

異により運動能が阻害された。この阻害効果は、還元剤であるDTTを培地に加えることで解消された。次にプラグ領域のF47、I50、M54の残基をアラニン(A)とグルタミン酸(E)に置換した変異体を作成した。Aにした変異体は運動能、生育ともに野生型と同様な表現型を示したが、Eにした変異体は生育阻害がおり、軟寒天培地でのスワーム（遊泳）能が低下した。以前にPomA-D170CとPomB-S38Cでジスルフィド架橋することが示されていた。この残基はPomAとPomBのTM領域の端に位置している。これらシステイン二重変異にさらにPomB-F47EとPomB-M55E変異を導入した菌での運動能を調べた。PomA-M169CとPomB-I50Cを導入して、PomB-F47Eを導入するとDTT非存在下でも運動能が回復した。これらの実験で、確かにPomAの細胞外ループ領域とプラグ領域が相互作用して、イオン流入を止めていることが明らかになった。プラグ領域がスパナとしてローターの回転をブロックすることでイオン流入を止めるというモデルを提案した（図3）。

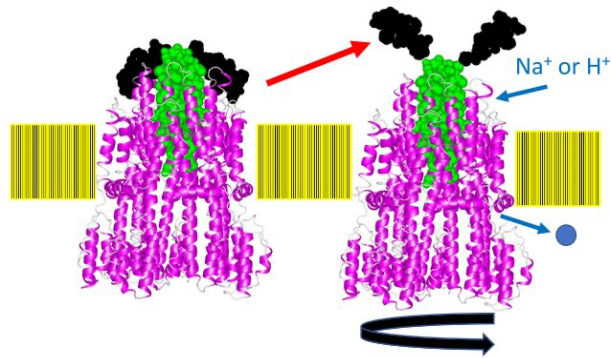


図3:ステーター活性化のモデル。PomA の細胞質領域が FlgE と相互作用すると、おそらくスパナとして機能する PomB のプラグ領域（黒）が PomA の Loop1-2 から解放される。PomA の五量体が回転し、PomA と PomB の回転によってイオンが移動する。

### べん毛固定子の構造解析

*Aquifex* 属は真性細菌の進化系統樹上、非常に初期の段階で分岐したと考えられている好熱性のバクテリアである。この超好熱細菌 *Aquifex aeolicus* の固定子は安定に精製できることが予想されたことから、この菌の DNA をドイツの研究グループから得てクローン化し、大腸菌で発現させた。構造を決める前に、その機能を調べた。*A. aeolicus* の MotA/B を単独に発現させただけでは大腸菌のモーターを機能させるに至らなかったのに対し、MotB のペプチドグリカン結合ドメインを大腸菌のものに置き換えたキメラ型 MotA/B は、大腸菌のべん毛をわずかに動かす機能があることが分かった。さらに MotA の C 末端領域に点変異を導入することでモーター機能が向上することが分かった。これは、常温では構造的に安定すぎる好熱菌由来の MotA タンパク質が、点変異の導入によって構造的に柔軟となり、室温でも機能を発揮するようになったためと推測された。本来、大腸菌べん毛モーターは H<sup>+</sup>駆動型であるが、*A. aeolicus* の MotA/B を発現させることで Na<sup>+</sup>駆動型モーターへと変換された。よって *A. aeolicus* のべん毛は Na<sup>+</sup>駆動型であり、*A. aeolicus* の MotA/B は自身を介した Na<sup>+</sup>流を回転力へと変換する能力があると考えられた。しかし、MotAB を大量発現用のベクターにクローン化して、固定子複合体の精製を試みたが、成功しなかった。一方、MotA だけを単独で精製することは可能であり、MotA が MotB なしに固定子複合体構造をとっていることがわかった。界面活性剤 LMNG を用いて菌体を破碎して、膜分画を超遠心分離で得たのちに、可溶化し、MotA につけたヒスチジンタグを使い、Ni アフィニティークロマトグラフィーで精製し、さらにサイズ排除クロマトグラフィーによって精製した。精製した Aa-MotA の構造をクライオ電子顕微鏡を用いた単粒子解析法によって 3.42 Å の解像度で決定した（図4）。Aa-MotA プロトマーは9つの αヘリックス（α1~9）で構成されており、α7 と α8 は長い反平行2ヘリックス束構造を構成し、分子のバックボーンを形成していた。α1、α2、α3、および α1 と α2 を接続するループ（1-2 ループ）は、バックボーンの中央に台形に配置されていた。α1、α2、およびバックボーンの中央部分は LMNG ミセルに埋め込まれており、α3 と 1-2 ループはそれぞれミセルの上部境界と下部境界に位置していた。したがって、α1、α2、α7、および α8 は膜貫通ヘリックスであると結論することができた。α4、α5、α6、α9、α7 の C 末端領域、および α8 の N 末端領域は球状ドメインを形成し、細胞質に位置していた。α7 と α8 を繋ぐループ（7-8 ループ）、α7 の N

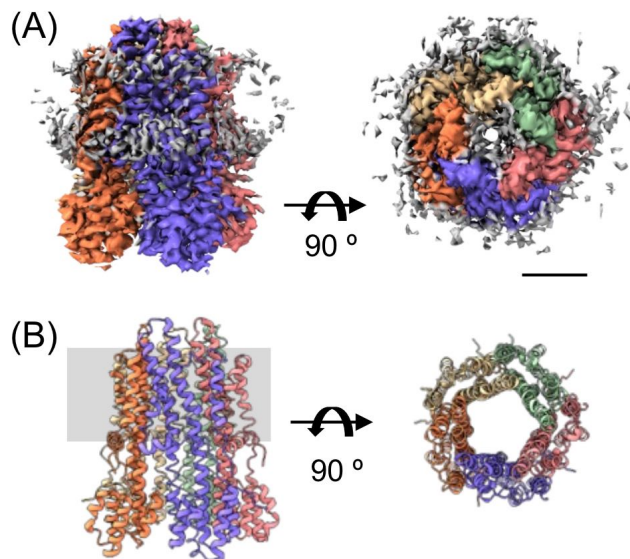


図4:(A) 精製された Aa-MotA5 の Cryo-EM 密度マップ。Aa-MotA プロトマーはさまざまな色で色付けされ、界面活性剤ミセルは灰色で色付けされている。スケールバーは 25 Å を示す。(B) Aa-MotA5 の原子モデル。灰色の四角は細胞膜を示す。

末端領域、および球状ドメインの反対側にある  $\alpha 8$  の C 末端領域は、ペリプラズム内に存在していた。これらの構造的特徴は、他の既に決定された細菌の MotA<sub>5</sub>MotB<sub>2</sub> 複合体の MotA サブユニットと類似していた (参考文献 4、5)。MotB が欠けているにもかかわらず、Aa-MotA<sub>5</sub> の中央の穴のサイズ (1.2nm) は、既知の MotA<sub>5</sub>MotB<sub>2</sub> 複合体の MotA 五量体の穴のサイズに匹敵していた (図 4 B)。次に、我々の研究で主に使っている海洋性ビブリオ菌の PomAPomB に関して、界面活性剤や変異体を用いて、クライオ電子顕微鏡による構造解析を行った。十分な数の固定子構造を選択することができ、原子レベルの構造構築とそのリファインメントを行った。原子レベルの構造構築とそのリファインメントが終わり、ナトリウム結合部位について詳細に解析を行った。しかし、我々の使っている PomAB とほぼ同じタンパク質構造がデンマークのグループによって先に発表されてしまった (参考文献 6)。そこで、新たな付加価値をつけて投稿するためにイオン結合部位の構造についてさらなる詳細に解析を行った。

#### べん毛回転子の構造解析

べん毛基部に存在し、回転子の一部を形成する MS リングは、べん毛形成で最初に作られる部分で、FliF という 2 回膜貫通タンパク質が、34 個集合し形成される。この MS リングの直下に FliG、FliM、FliN が C リングを作る。FliG が固定子と相互作用し、回転力発生に寄与するもっとも重要なタンパク質の 1 つである。ネズミチフス菌 (*S. enterica*) が FliF と FliG を融合しても機能するという知見をもとに、*V. alginolyticus* の *fliF-fliG* 融合遺伝子を pCold ベクターにクローン化し、大腸菌内で過剰発現させ、融合タンパク質の精製を行い、機能と構造を調べた。FliF と FliG の分子量は、各々 ca.64kDa と ca.39kDa である。融合タンパク質は、SDS-PAGE により 130kDa のマーカー付近に分離され、FliF と FliG の抗体に反応した。菌体を破碎し、低速遠心した上清を、超遠心分離したが、FliF 単独を発現精製した時と同様に、多くのタンパク質は、リング形成していなかった。細胞質画分由来の FliFG は、ca.350kDa の位置にゲル濾過により分離されたが、膜画分を界面活性剤で可溶化したものについては、Void 付近の非常に大きな分子量の位置に分離された。膜画分から得られた構造体を負染色による電子顕微鏡、あるいは原子力間顕微鏡により観察すると、FliF 単独の時よりは、FliFG 融合タンパク質の方が多くのリングが形成していることが確認された。*Vibrio* 由来の FliF が FliG を融合することによって、大腸菌で効率的に MS リング形成することが判明した。しかし、C リング構造は、FliM や FliN がいないと安定にリング構造を作ることが出来ないらしく、電子顕微鏡でも AFM での観察でも、サルモネラの基部体を精製したとき観察されたような、明確な C リング構造は観察出来なかった。しかし、クライオ電子顕微鏡で構造解析をおこない、原子レベルの構造について S リングの部分については得ることができた (図 5)。

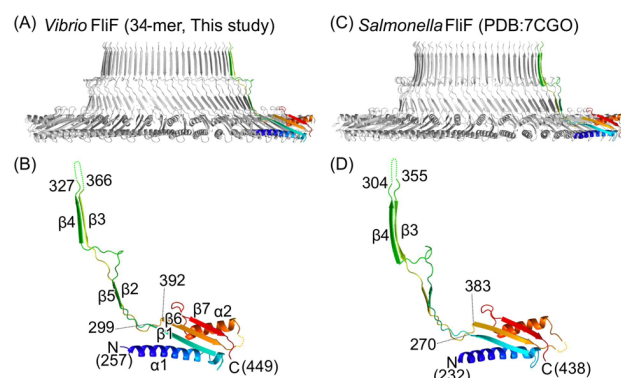


図5:ビブリオ菌とサルモネラ菌の S リングと FliF 構造の比較。(A) C  $\alpha$  リポソームとして示されたビブリオの S リング構造の断面図。プロトマーは、N 末端の青から C 末端の赤まで虹色のグラデーションで着色されています。(B) (A) のプロトマーの拡大図。(C) サルモネラの S リング構造の断面図。(D) (C) のプロトマーの拡大図。

#### 【参考文献】

1. Lee LK, Ginsburg MA, Crovace C, Donohoe M, Stock D. 2010. Structure of the torque ring of the flagellar motor and the molecular basis for rotational switching. *Nature* 466:996-1000.
2. Zhu S, Nishikino T, Takekawa N, Terashima H, Kojima S, Imada K, Homma M, Liu J. 2020. In situ structure of the *Vibrio* polar flagellum reveals distinct outer membrane complex and its specific interaction with the stator. *J Bacteriol* 202:e000592-19.
3. Takekawa N, Kawamoto A, Miyata T, Sakuma M, Kato T, Kojima S, Kinoshita M, Minamino T, Namba K, Homma M, Imada K. 2021. Two distinct conformations in 34 FliF subunits generate three different symmetries within the flagellar MS-ring. *MBio* 12:e03199-20.
4. Santiveri M, Roa-Eguiara A, Kühne C, Wadhwa N, Hu H, Berg HC, Erhardt M, Taylor NMI. 2020. Structure and function of stator units of the bacterial flagellar motor. *Cell* 183:244-257.
5. Deme JC, Johnson S, Vickery O, Aron A, Monkhouse H, Griffiths T, James RH, Berks BC, Coulton JW, Stansfeld PJ, Lea SM. 2020. Structures of the stator complex that drives rotation of the bacterial flagellum. *Nat Microbiol* 5:1553-1564.
6. Hu H, Popp PF, Santiveri M, Roa-Eguiara A, Yan Y, Martin FJO, Liu Z, Wadhwa N, Wang Y, Erhardt M, Taylor NMI. 2023. Ion selectivity and rotor coupling of the *Vibrio* flagellar sodium-driven stator unit. *Nat Commun* 14:4411.

## 5. 主な発表論文等

〔雑誌論文〕 計25件（うち査読付論文 25件／うち国際共著 2件／うちオープンアクセス 12件）

1. 著者名 Nishikino T, Hijikata A, Kojima S, Shirai T, Kainosho M, Homma M, Miyanoiri Y.	4. 巻 26(8)
2. 論文標題 Changes in the hydrophobic network of the FliGMC domain induce rotational switching of the flagellar motor.	5. 発行年 2023年
3. 雑誌名 iScience.	6. 最初と最後の頁 107320
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.1016/j.isci.2023.107320	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 Takahashi K, Nishikino T, Kajino H, Kojima S, Uchihashi T, Homma M.	4. 巻 20(2)
2. 論文標題 Ring formation by Vibrio fusion protein composed of FliF and FliG, MS-ring and C-ring component of bacterial flagellar motor in membrane.	5. 発行年 2023年
3. 雑誌名 Biophysics and Physicobiology.	6. 最初と最後の頁 e200028
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.2142/biophysico.bppb-v20.0028.	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 Fukushima Y, Homma M, Kojima S.	4. 巻 174(2)
2. 論文標題 Interaction of FliH, SRP-like GTPase with FliF, MS ring component assembling the initial structure of flagella in marine Vibrio.	5. 発行年 2023年
3. 雑誌名 J. Biochem.	6. 最初と最後の頁 125-130
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.1093/jb/mvad029.	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 Terashima H, Homma M, Kojima S.	4. 巻 646
2. 論文標題 Site-Directed Cross-Linking Between Bacterial Flagellar Motor Proteins In Vivo.	5. 発行年 2023年
3. 雑誌名 Methods Mol Biol.	6. 最初と最後の頁 71-82
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.1007/978-1-0716-3060-0_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 Kojima S, omma M, Kandori H.	4. 巻 646
2. 論文標題 Purification of the Na <sup>+</sup> -Driven PomAB Stator Complex and Its Analysis Using ATR-FTIR Spectroscopy.	5. 発行年 2023年
3. 雑誌名 Methods Mol Biol.	6. 最初と最後の頁 95-107
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.1007/978-1-0716-3060-0_9.	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 Homma M, Mizuno A, Hao Y, Kojima S.	4. 巻 172(2)
2. 論文標題 Functional analysis of the N-terminal region of Vibrio FlhG, a MinD-type ATPase in flagellar number control	5. 発行年 2022年
3. 雑誌名 J. Biochem.	6. 最初と最後の頁 99-107
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.1093/jb/mvac047.	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 Homma M, Kojima S.	4. 巻 13
2. 論文標題 The periplasmic domain of the ion-conducting stator of bacterial flagella regulates force generation.	5. 発行年 2022年
3. 雑誌名 Front. Microbiol.	6. 最初と最後の頁 869187
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.3389/fmicb.2022.869187	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 Homma M, Takekawa N, Fujiwara K, Hao Y, Onoue Y, Kojima, S.	4. 巻 27(9)
2. 論文標題 Formation of multiple flagella caused by a mutation of the flagellar rotor protein FlhM in <i>Vibrio alginolyticus</i> .	5. 発行年 2022年
3. 雑誌名 Genes Cells	6. 最初と最後の頁 568-578
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.1111/gtc.12975	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 Michio Homma, Tomoya Kobayakawa, Yuxi Hao, Tatsuro Nishikino, Seiji Kojima.	4. 巻 204(11)
2. 論文標題 Function and Structure of FlaK, a Master Regulator of the Polar Flagellar Genes in Marine Vibrio.	5. 発行年 2022年
3. 雑誌名 J Bacteriol.	6. 最初と最後の頁 e0032022
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.1128/jb.00320-22.	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 Tatsuro Nishikino, Norihiro Takekawa, Duy Phuoc Tran, Jun-Ichi Kishikawa, Mika Hirose, Sakura Onoe, Seiji Kojima, Michio Homma, Akio Kitao, Takayuki Kato, Katsumi Imada.	4. 巻 631
2. 論文標題 Structure of MotA, a flagellar stator protein, from hyperthermophile.	5. 発行年 2022年
3. 雑誌名 Biochem Biophys Res Commun.	6. 最初と最後の頁 78-85
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.1016/j.bbrc.2022.09.072	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 Kojima S, Kajino H, Hirano K, Inoue Y, Terashima H, Homma M.	4. 巻 203(9)
2. 論文標題 Role of the N- and C-terminal regions of FliF, the MS ring component in Vibrio flagellar basal body.	5. 発行年 2021年
3. 雑誌名 J Bacteriol.	6. 最初と最後の頁 e00009-21
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.1128/JB.00009-21	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 Terashima H, Kojima S, Homma M.	4. 巻 203(9)
2. 論文標題 Site-directed crosslinking identifies the stator-rotor interaction surfaces in a hybrid bacterial flagellar motor.	5. 発行年 2021年
3. 雑誌名 J Bacteriol.	6. 最初と最後の頁 e00016-21
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.1128/JB.00016-21	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 Takekawa N, Kawamoto A, Sakuma M, Kato T, Kojima S, Kinoshita M, Minamino T, Namba K, Homma M, Imada K.	4. 巻 12(2)
2. 論文標題 Two Distinct Conformations in 34 FlIF Subunits Generate Three Different Symmetries within the Flagellar MS-Ring.	5. 発行年 2021年
3. 雑誌名 mBio.	6. 最初と最後の頁 e03199-20
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.1128/mBio.03199-20.	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 Homma M, Terashima H, Koiwa H, Kojima S.	4. 巻 203(16)
2. 論文標題 Putative Spanner Function of the Vibrio PomB Plug Region in the Stator Rotation Model for Flagellar Motor	5. 発行年 2021年
3. 雑誌名 J Bacteriol.	6. 最初と最後の頁 e00159-21
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.1128/JB.00159-21.	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 Takekawa N, Nishikino T, Yamashita T, Hori K, Onoue Y, Ihara K, Kojima S, Homma M, Imada K.	4. 巻 170(4)
2. 論文標題 A slight bending of an $\alpha$ -helix in FlIM creates a counterclockwise-locked structure of the flagellar motor in Vibrio	5. 発行年 2021年
3. 雑誌名 J Biochem. .	6. 最初と最後の頁 531-538
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.1093/jb/mvab074	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 Takekawa N, Nishikino T, Hori K, Kojima S, Imada K, Homma M.	4. 巻 26(11)
2. 論文標題 ZomB is essential for chemotaxis of Vibrio alginolyticus by the rotational direction control of the polar flagellar motor	5. 発行年 2021年
3. 雑誌名 Genes Cells.	6. 最初と最後の頁 927-937
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.1111/gtc.12895	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 Michio Homma, Tatsuro Nishikino, Seiji Kojima.	4. 巻 66(2)
2. 論文標題 Achievements in bacterial flagellar research with focus on Vibrio species	5. 発行年 2021年
3. 雑誌名 Microbiol Immunol.	6. 最初と最後の頁 75-95
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.1111/1348-0421.12954	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 Lin TS, Kojima S, Fukuoka H, Ishijima A, Homma M, Lo CJ.	4. 巻 12
2. 論文標題 Stator Dynamics Depending on Sodium Concentration in Sodium-Driven Bacterial Flagellar Motors	5. 発行年 2021年
3. 雑誌名 Front Microbiol.	6. 最初と最後の頁 765739
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.3389/fmicb.2021.765739	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 Nishikino T, Sagara Y, Terashima H, Homma M, Kojima S.	4. 巻 171(4)
2. 論文標題 Hoop-like role of the cytosolic interface helix in Vibrio PomA, an ion-conducting membrane protein, in the bacterial flagellar motor	5. 発行年 2022年
3. 雑誌名 J Biochem.	6. 最初と最後の頁 443-450
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.1093/jb/mvac001	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 Homma M, Kojima S.	4. 巻 27(3)
2. 論文標題 Roles of the second messenger c-di-GMP in bacteria: Focusing on the topics of flagellar regulation and Vibrio spp	5. 発行年 2022年
3. 雑誌名 Genes Cells.	6. 最初と最後の頁 157-172
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.1111/gtc.12921	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 Terashima Hiroyuki、Hori Kiyoshiro、Ihara Kunio、Homma Michio、Kojima Seiji	4. 巻 12
2. 論文標題 Mutations in the stator protein PomA affect switching of rotational direction in bacterial flagellar motor	5. 発行年 2022年
3. 雑誌名 Scientific Reports	6. 最初と最後の頁 2979
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.1038/s41598-022-06947-5	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 Takekawa Norihiro、Imada Katsumi、Homma Michio	4. 巻 28
2. 論文標題 Structure and Energy-Conversion Mechanism of the Bacterial Na+-Driven Flagellar Motor	5. 発行年 2020年
3. 雑誌名 Trends in Microbiology	6. 最初と最後の頁 719 ~ 731
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.1016/j.tim.2020.03.010	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 Carroll Brittany L、Nishikino Tatsuro、Guo Wangbiao、Zhu Shiwei、Kojima Seiji、Homma Michio、Liu Jun	4. 巻 9
2. 論文標題 The flagellar motor of <i>Vibrio alginolyticus</i> undergoes major structural remodeling during rotational switching	5. 発行年 2020年
3. 雑誌名 eLife	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) 10.7554/eLife.61446	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 Zhuang XY、Guo S、Li Z、Zhao Z、Kojima S、Homma M、Wang P、Lo CJ、Bai F.	4. 巻 114(2)
2. 論文標題 Live-cell fluorescence imaging reveals dynamic production and loss of bacterial flagella.	5. 発行年 2020年
3. 雑誌名 Mol Microbiol.	6. 最初と最後の頁 279-291
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.1111/mmi.14511	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 Kojima S, Terashima H, Homma M.	4. 巻 10(4)
2. 論文標題 Regulation of the Single Polar Flagellar Biogenesis.	5. 発行年 2020年
3. 雑誌名 Biomolecules.	6. 最初と最後の頁 533
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.3390/biom10040533.	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45件 (うち招待講演 2件 / うち国際学会 0件)

1. 発表者名 宮村 優輔、錦野 達郎、小岩 大晃、多治見 祐希、本間 道夫、内橋 貴之、小嶋 誠司
2. 発表標題 べん毛モーター固定子タンパク質PomBのリンカー領域欠失変異体の解析
3. 学会等名 日本生物物理学会中部支部会
4. 発表年 2023年

1. 発表者名 竹川宜宏、錦野達郎、岸川淳一、広瀬美香、木下美紀、小嶋誠司、南野徹、内橋貴之、加藤貴之、今田勝巳、本間道夫
2. 発表標題 クライオ電子顕微鏡によるFl iFG融合タンパク質が作るVibrio菌極べん毛モーターMSリングの構造解析
3. 学会等名 日本生物物理学会中部支部会
4. 発表年 2023年

1. 発表者名 竹川宜宏、錦野達郎、岸川淳一、広瀬美香、木下美紀、小嶋誠司、南野徹、内橋貴之、加藤貴之、今田勝巳、本間道夫
2. 発表標題 海洋ビブリオ菌の極べん毛モーターFl iFG融合タンパク質からなるMSリングの構造と性状
3. 学会等名 べん毛研究交流会
4. 発表年 2023年

1. 発表者名 T Nishikino, N Takekawa, Ray Burton-Smith, M Ikeda, Y Tajimi, K Murata, K Imada, S Kojima, T Uchihashi, M Homma
2. 発表標題 Structure and function of stomatin-like protein FlIL to assist flagellar motor stator PomAB in marine Vibrio
3. 学会等名 生理研研究会
4. 発表年 2023年

1. 発表者名 竹川宜宏, 錦野達郎, Ray Burton-Smith <sup>3</sup> , 池田充, 多治見祐希, 村田和義, 小嶋誠司, 内橋貴之, 今田勝巳, 本間道夫
2. 発表標題 海洋性ビブリオ菌べん毛モーター機能を助けるストマチン様タンパク質 FlIL の構造と生化学性状
3. 学会等名 日本生体エネルギー研究会
4. 発表年 2023年

1. 発表者名 T Nishikino, N Takekawa, Ray Burton-Smith, M Ikeda, Y Tajimi, K Murata, K Imada, S Kojima, T Uchihashi, M Homma
2. 発表標題 Structure and function of stomatin-like protein FlIL to assist flagellar motor stator PomAB in marine Vibrio
3. 学会等名 生理研研究会
4. 発表年 2023年

1. 発表者名 Yuria Fukushima, Seiji Kojima, Michio Homma
2. 発表標題 Biochemical analysis for interactions between the flagellar number regulator FlhF and the MS ring protein FlIF in marine Vibrio
3. 学会等名 日本生物物理学会年会
4. 発表年 2023年

1. 発表者名 小岩大晃, 本間道夫, 小嶋誠司
2. 発表標題 海洋性ビブリオ菌べん毛モーター固定子PomBのプラグ領域への化学修飾による固定子活性化の検討
3. 学会等名 日本生物物理学会年会
4. 発表年 2023年

1. 発表者名 Yusuke Miyamura, Tatsuro Nishikino, Hiroaki Koiwa, Kanji Takahashi, Yuki Tajimi, Michio Homma, Uchihashi Takayuki, Seiji Kojima
2. 発表標題 Roles of linker region of PomB, flageller stator protein in <i>Vibrio alginolyticus</i>
3. 学会等名 日本生物物理学会年会
4. 発表年 2023年

1. 発表者名 本間道夫, 錦野達郎, 竹川宜宏, 池田充, 多治見祐希, 村田和義, 今田勝巳, 小嶋誠司, 内橋貴之
2. 発表標題 Investigation of interaction between flagellar motor stator PomB and stomatin-like protein FliL in marine <i>Vibrio</i> .
3. 学会等名 日本生物物理学会年会
4. 発表年 2023年

1. 発表者名 宮村優輔, 錦野達郎, 小岩大晃, 高橋 幹士, 多治見祐希, 本間道夫, 内橋貴之, 小嶋誠司
2. 発表標題 ビブリオ菌べん毛モーター固定子タンパク質PomBの膜貫通領域とペプチドグリカン結合領域を繋ぐリンカー領域の役割
3. 学会等名 日本生化学会大会
4. 発表年 2023年

1. 発表者名 本間道夫, 錦野達郎, 竹川宜宏, 池田充, 多治見祐希, 村田和義, 今田勝巳, 小嶋誠司, 内橋貴之
2. 発表標題 海洋性ビブリオ菌べん毛モーター機能を助けるストマチン様タンパク質FliLの構造と生化学性状
3. 学会等名 ビブリオシンポジウム
4. 発表年 2023年

1. 発表者名 Hiroyuki Terashima, Michio Homma, Seiji Kojima
2. 発表標題 Interaction between the stator and rotor proteins, PomA and FliG, to generate rotational force by ion-motive force in the bacterial flagellar motor
3. 学会等名 Naito Conference
4. 発表年 2023年

1. 発表者名 小岩大晃, 寺島浩行, 本間道夫, 小嶋誠司
2. 発表標題 海洋性ビブリオ菌べん毛モーター固定子タンパク質PomBのCys変異導入によるプラグ領域の機能解析
3. 学会等名 日本生化学会中部支部会
4. 発表年 2022年

1. 発表者名 本間道夫
2. 発表標題 細菌べん毛の何がそんなに面白いの？べん毛研究との出会いと発展
3. 学会等名 生物物理若手の会「夏の学校」(招待講演)
4. 発表年 2022年

1. 発表者名 福嶋優理亜、小嶋誠司、本間道夫
2. 発表標題 海洋性ビブリオ菌におけるべん毛本数制御因子FlhFとMSリング構成因子FlhFの相互作用解析
3. 学会等名 日本生物物理学会年会
4. 発表年 2022年

1. 発表者名 本間道夫、錦野達郎、高橋幹士、福嶋優理亜、八才雨希、梶野洸樹、内橋貴之、小嶋誠司
2. 発表標題 細菌べん毛モーター基体の多量体でリングを構築するFlhFとFlhG融合タンパク質の機能と構造
3. 学会等名 日本細菌学会中部支部総会
4. 発表年 2022年

1. 発表者名 小早川友哉、本間道夫、八才雨希、錦野達郎、小嶋誠司
2. 発表標題 海洋性ビブリオ菌極べん毛形成遺伝子群を制御するマスターレギュレーターFlaKの機能と構造の解析
3. 学会等名 日本細菌学会中部支部総会
4. 発表年 2022年

1. 発表者名 本間道夫、錦野達郎、高橋幹士、福嶋優理亜、八才雨希、梶野洸樹、内橋貴之、小嶋誠司
2. 発表標題 Vibrioべん毛モーターのMSリングとCリングの構成タンパク質FlhFとFlhGとの融合タンパク質を大腸菌で作らせる
3. 学会等名 ビブリオシンポジウム
4. 発表年 2022年



1. 発表者名 本間 道夫、錦野 達郎、高橋 幹士、福島 優理亜、八才雨希、梶野 洸樹、内橋 貴之、小嶋 誠司
2. 発表標題 細菌べん毛モーター基部体の多量体でリング構造を構築する FliF と FliG融合タンパク質の機能と構造
3. 学会等名 日本細菌学会中部支部会
4. 発表年 2022年

1. 発表者名 小早川 友哉、本間 道夫、八才雨希、錦野 達郎、小嶋 誠司
2. 発表標題 海洋性ビブリオ菌極べん毛形成遺伝子群を制御するマスターレギュレーターFlaK の機能と構造の解析
3. 学会等名 日本細菌学会中部支部会
4. 発表年 2022年

1. 発表者名 福島 優理亜、梶野 浩樹、本間 道夫、小嶋 誠司
2. 発表標題 海洋性ビブリオ菌のべん毛MSリングタンパク質FliFの膜挿入に必要なSRP様GTPaseであるFliHとの相互作用
3. 学会等名 日本生化学会大会
4. 発表年 2022年

1. 発表者名 宮村優輔、錦野達郎、本間道夫、小嶋誠司
2. 発表標題 細菌べん毛モーターエネルギー変換複合体の膜貫通領域とペプチドグリカン結合領域をつなぐリンカー領域の機能解析
3. 学会等名 日本生体エネルギー研究会
4. 発表年 2022年

1. 発表者名 小岩大晃、本間道夫、小嶋誠司
2. 発表標題 部位特異的システイン修飾によるNa <sup>+</sup> 駆動型べん毛モーター固定子タンパク質PomBのプラグ領域の機能制御
3. 学会等名 日本生体エネルギー研究会
4. 発表年 2022年

1. 発表者名 福嶋優理亜、小嶋誠司、本間道夫
2. 発表標題 海洋性ビブリオ菌におけるべん毛形成制御因子FliHfとMSリング構成因子FliIfの相互作用
3. 学会等名 日本細菌学会
4. 発表年 2022年

1. 発表者名 本間道夫、錦野達郎、高橋幹士、福嶋優理亜、八才雨 希、梶野洸樹、内橋貴之、小嶋誠司
2. 発表標題 Vibrio べん毛モーター構成因子 FliF と FliG との融合タンパク質を用いた膜そう入 MS リング形成の解析
3. 学会等名 日本細菌学会
4. 発表年 2022年

1. 発表者名 高橋幹士、錦野達郎、梶野洸樹、小嶋誠司、内橋貴之、本間道夫
2. 発表標題 Vibrioナトリウム駆動型べん毛のMSリングとCリング構成タンパクのFliF-FliG融合体によるモーターリング形成
3. 学会等名 べん毛研究交流会
4. 発表年 2022年

1. 発表者名 小岩大晃、本間道夫、小嶋誠司
2. 発表標題 海洋性ビブリオ菌べん毛モーター固定子PomBのプラグ領域変異体I50Cの機能解析
3. 学会等名 べん毛研究交流会
4. 発表年 2022年

1. 発表者名 宮村優輔、錦野達郎、本間道夫、小嶋誠司
2. 発表標題 海洋性ビブリオ菌べん毛モーター固定子タンパク質PomBのリンカー領域機能解析
3. 学会等名 べん毛研究交流会
4. 発表年 2022年

1. 発表者名 小岩大晃、本間道夫、小嶋誠司
2. 発表標題 海洋性ビブリオ菌べん毛モーター固定子PomB の プラグ領域変異体I50C を用いた固定子活性化の検討
3. 学会等名 日本生物物理学会 中部支部講演会
4. 発表年 2022年

1. 発表者名 梶野洸樹、寺島浩行、本間道夫、小嶋誠司
2. 発表標題 " Investigation of the flagellar MS-ring construction mechanism using liposome reconstitution system"
3. 学会等名 日本生物物理学会年会
4. 発表年 2021年

1. 発表者名 本間道夫、竹川 宜宏、梶野洸樹、藤原和志、尾上靖宏、小嶋誠司
2. 発表標題 細菌の極べん毛本数制御:ピブリオ菌べん毛モーター回転子タンパク質Flimにおける変異の影響
3. 学会等名 日本生体エネルギー研究会
4. 発表年 2021年

1. 発表者名 小嶋誠司、錦野達郎、相良悠伍、寺島浩行、本間道夫
2. 発表標題 細菌べん毛固定子タンパク質PomAの内膜界面に平行な細胞質ヘリックスの役割
3. 学会等名 日本生体エネルギー研究会
4. 発表年 2021年

1. 発表者名 小嶋誠司、錦野達郎、相良悠伍、寺島浩行、本間道夫
2. 発表標題 箍のようにはたらく細菌べん毛固定子タンパク質 PomAの内膜界面に平行な細胞質ヘリックス
3. 学会等名 生体運動研究合同会議
4. 発表年 2022年

1. 発表者名 福嶋優里亜、本間道夫、小嶋誠司
2. 発表標題 べん毛本数制御因子FlhFとべん毛基体MSリング機成因子FlhFの相互作用解析
3. 学会等名 べん毛研究交流会
4. 発表年 2022年

1. 発表者名 本間道夫、竹川 宜宏、梶野洸樹、藤原和志、尾上靖宏、小嶋誠司
2. 発表標題 海洋性Vibrio属菌べん毛モーター回転子タンパク質Flim変異による極べん毛本数の増加
3. 学会等名 日本細菌学会
4. 発表年 2022年

1. 発表者名 本間道夫
2. 発表標題 日本で発見されたナトリウムイオン流で回転するべん毛モータータンパク質
3. 学会等名 日本細菌学会中部支部会（招待講演）
4. 発表年 2020年

1. 発表者名 小嶋誠司、鈴木廣大、米田拓郎、本間道夫
2. 発表標題 c-di-GMP結合タンパク質PilzDによる海洋性ビブリオ菌のべん毛運動への影響
3. 学会等名 日本細菌学会中部支部会
4. 発表年 2020年

1. 発表者名 小嶋誠司、梶野洸樹、平野圭一、井上祐菜、錦野達郎、寺島浩行、本間道夫
2. 発表標題 細菌べん毛形成開始するために34個集まってリングになる2回幕貫通タンパク質FlimLのN末端・C末端細胞質領域欠損体の解析
3. 学会等名 日本生物物理学会年会
4. 発表年 2020年

1. 発表者名 寺島浩行、小嶋誠司、本間道夫
2. 発表標題 網羅的光架橋法による細菌べん毛回転モーターの固定子-回転子間相互作用の解析
3. 学会等名 日本生化学会大会
4. 発表年 2020年

1. 発表者名 小嶋誠司、梶野洸樹、平野圭一、井上祐菜、錦野達郎、寺島浩行、本間道夫
2. 発表標題 細菌べん毛モーターの基部の膜に埋まった巨大Mリングを構成する2回膜貫通タンパク質のN末端・C末端細胞質領域のリング形成における役割
3. 学会等名 日本生化学会大会
4. 発表年 2020年

1. 発表者名 小嶋誠司、小岩大晃、寺島浩行、本間道夫
2. 発表標題 細菌べん毛モーターの固定子タンパク質PomBプラグ領域のイオン透過調節機能の解析
3. 学会等名 日本生体エネルギー研究会
4. 発表年 2020年

1. 発表者名 小嶋誠司、寺島浩行、本間道夫
2. 発表標題 Architecture and function of the bacterial flagellar motility machinery
3. 学会等名 日本分子生物学会
4. 発表年 2020年

1. 発表者名 竹川 宜宏、錦野 達郎、山下 俊貴、堀 清志郎、尾上 靖宏、井原 邦夫、小嶋 誠司、今田 勝巳、本間 道夫
2. 発表標題 ヒブリオ菌べん毛モーターC リング構成タンパク質Flim の小さな構造変化が回転方向の変化を引き起こす
3. 学会等名 日本細菌学会総会
4. 発表年 2021年

1. 発表者名 梶野 洸樹、寺島 浩行、小嶋 誠司、本間 道夫
2. 発表標題 リボソーム再構成系を用いた細菌べん毛モーターのMSリング構築メカニズムの解明
3. 学会等名 生物物理学会中部支部講演会
4. 発表年 2021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
---------	---------