

# ミニマル細菌における2種の細菌アクチンMreBによるスピロプラズマ遊泳運動の再構築

メタデータ	言語: Japanese 出版者: 公開日: 2024-05-17 キーワード (Ja): キーワード (En): 作成者: 木山, 花 メールアドレス: 所属:
URL	<a href="https://doi.org/10.24544/omu.20240517-007">https://doi.org/10.24544/omu.20240517-007</a>

氏 名 木山 花

学 位 の 種 類 博士 (理学)

学 位 授 与 年 月 日 令和6年3月31日

学 位 論 文 名 Reconstitution of a *Spiroplasma* swimming by two bacterial actin MreBs in a synthetic minimal bacterium  
(ミニマル細菌における2種の細菌アクチンMreBによるスピロプラズマ遊泳運動の再構築)

論文審査委員 主査 教授 宮田 真人

副査 教授 中村 太郎

副査 准教授 山口 良弘

#### 論文内容の要旨

細胞運動は「生き物らしさ」の一端を担う特徴で、重要な生存戦略である。本研究では、細胞運動の起源について実験を元に議論することを目的としてミニマル細菌に運動能を再構築した。ミニマル細菌は生存に必須な遺伝情報のみで構築された化学合成DNAを持つ。一方、植物や節足動物に寄生するらせん細菌スピロプラズマは、らせん状の細胞形態の左巻きと右巻きを交互に反転し泳ぐユニークな運動能を示す。この運動にはアクチンスーパーファミリーに属するMreBと呼ばれるタンパク質とスピロプラズマ特異的なFibrilタンパク質が関わる可能性が示唆されていた。そこで、運動能を持たないミニマル細菌にスピロプラズマが持つMreB1からMreB5の5種類のMreBタンパク質とFibrilタンパク質をコードする遺伝子それぞれを導入しタンパク質を発現させたところ、スピロプラズマに似たらせん状の細胞形態とらせんを反転する運動能が再現された。さらに、さまざまな組み合わせでこれらの遺伝子を導入したところ、異なる2種類のMreBのみを発現したミニマル細菌においてらせん形態とらせん反転運動が見られた。MreBは細菌に広く存在するが、これまで運動のための力を発生するMreBは知られていなかった。次に2種のMreBが運動を駆動するメカニズムを調べるため、代表的なMreB4とMreB5の組み合わせにおいて様々なアミノ酸変異を導入し、それらが発現したミニマル細菌の挙動を解析した。その結果、以下の可能性が示唆された。1) MreB5が細胞の形態変化に主に寄与する。2) そのらせん形状にはMreB5のC末端領域が関わっている。3) MreB5による細胞のらせんは基本的に右巻きであり、ATPase活性を持ったMreB4およびMreB5が協働することで左巻きに反転する。4) 右巻きらせんをとるためにMreB5のドメインIAが重要である。

以上の結果を元に、スピロプラズマ遊泳運動のメカニズムと細胞運動の起源について議論した。

#### 論文審査結果の要旨

本研究は運動能の起源を実験に基づいて議論することを目標としている。らせん状の細胞形態を持ち、左巻きと右巻きを交互に反転しながら遊泳する細菌、スピロプラズマに着目し、その7つのタンパク質を遺伝子操作技術で

用いてミニマル細菌に発現させた。ミニマル細菌は、生存に必須な遺伝情報のみを持ち、化学合成された DNA を有する球状の小さな細菌である。その結果、遊泳能をミニマル細菌に再現することに成功し、さらにその中のタンパク質である二種類の MreB のみで遊泳能が構築できることを明らかにした。MreB タンパク質は動物の筋肉の主要な構成成分であるアクチンタンパク質と近縁であり、他の細菌では運動能には関与していない。そこで、これら 2 種類の MreB タンパク質を構成するアミノ酸の配列を変化させた変異体を作製し、変異によるミニマル細菌の形態や挙動の変化を解析した。その結果から、MreB タンパク質が運動能を与えるタンパク質に変化した過程を明らかにした。これらの成果は、運動能の起源を理解する上で大きく貢献するものである。

よって、本論文は博士（理学）の学位を授与するに値するものと審査した。