



2022年12月1日

細胞運動能の起源と進化に迫る！

大阪公立大学
産業技術総合研究所
科学技術振興機構（JST）

自ら動く『最小の』生命体を作り出すことに成功

<ポイント>

- ◇最少の遺伝情報のみで生きる合成細菌に、運動装置となるタンパク質を導入。
- ◇球状であった合成細菌が、らせん形状になり泳ぐことを確認。
- ◇未だ明らかでない細胞運動能の起源解明に大きく貢献。

<概要>

大阪公立大学 大学院理学研究科 宮田 真人教授、木山 花大学院生（大阪市立大学 大学院理学研究科 後期博士課程2年）、産業技術総合研究所 柿澤 茂行 主任研究員らの研究グループは、節足動物や植物などに寄生し、宿主の体内を自身のらせん方向を反転して泳ぐ細菌の遊泳運動に直接関係していると考えられるタンパク質を、最少の遺伝情報のみで生きる合成細菌内に遺伝子操作により発現させました。その結果、球状であった合成細菌が、らせん形状になり泳ぐことが確認できました。本研究で得られた「泳ぐ最小の合成細菌」は、運動装置を持つ最小の生命と言えます。

この研究で得られた知見により、細胞運動能の起源と進化の解明が期待できます。

本研究成果は、2022年12月1日（日本時間）、「Science Advances」にオンライン掲載される予定です。

本研究グループが立ちあげた、細胞運動能の起源と進化を最小の合成細菌を用いて明らかにする研究は、発見と興奮の連続です。今後数年で、新たな研究分野としての定着を目指します。



宮田 真人教授

<掲載誌情報>

【発表雑誌】 Science Advances

【論文名】 Reconstitution of a minimal motility system based on *Spiroplasma* swimming by two bacterial actins in a synthetic minimal bacterium

【著者】 Hana Kiyama, Shigeyuki Kakizawa, Yuya Sasajima, Yuhei O Tahara, Makoto Miyata

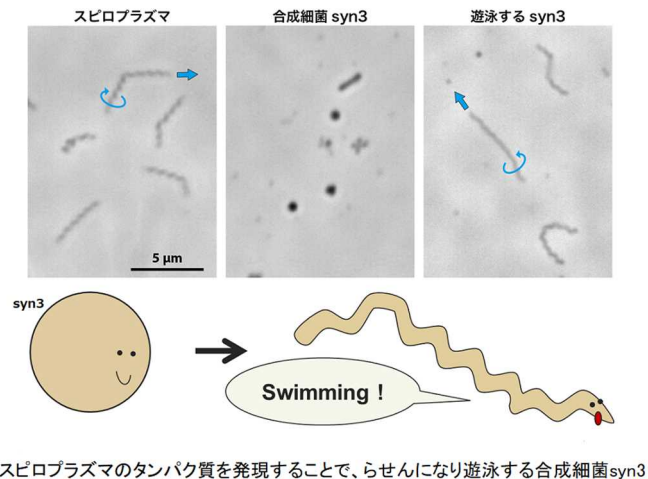
【掲載 URL】 <https://science.org/doi/10.1126/sciadv.abo7490>

<研究の背景>

歩く、泳ぐ、飛ぶなど、「運動」の起源は、細胞の運動にまで遡ることができます。しかし、進化の中で細胞の運動がどのように生じたのかは、ほとんど分かっていません。本研究グループは 2020 年に、細胞の運動を起こす装置とメカニズムを精査することで以下の提案を行いました。すなわち、代謝や増殖など細胞の基本となる活動の中に動きを持った部分が存在し、その動きが突然変異により増幅されることで細胞の運動が進化したとする提案です。今回の実験はこの考えを実証するものです。

<研究の内容>

本研究では、節足動物や植物に寄生する細菌 **スピロプラズマ**^{※1} の遊泳運動のための装置を構成する 7 つのタンパク質を、遺伝子操作により合成細菌 **syn3**^{※2} 内で発現させました。その結果、球状だった **syn3** がらせん形状になり、スピロプラズマと同様にらせん方向を反転して泳ぐことが確認できました (右図)。さらに 7 つのタンパク質をひとつずつ除いたり、逆に 1 つあるいは 2 つのみを発現させた条件で細胞の動きを調べたところ 7 つ



スピロプラズマのタンパク質を発現することで、らせんになり遊泳する合成細菌syn3

のうち 2 つのタンパク質を発現するだけでも泳げるようになりました。この 2 つのタンパク質は、動物の筋肉を構成することでよく知られるアクチンの仲間である **MreB** と呼ばれるものです。**MreB** タンパク質は、細菌に広く存在しており、スピロプラズマ以外の細菌では、細胞壁を合成する酵素を正しい位置に誘導するレールの役割を果たす短い繊維を形成します。

本研究の結果は、進化の過程で突然変異によって **MreB** 繊維にらせん構造とその方向を反転させる能力が形成されたことを示唆します。さらに、細胞運動能が、生命を維持する装置が突然変異により動きを持つことにより生じた、という本研究グループの提案を実証するものです。また、本研究で得られた“遊泳する **syn3**”は最小の運動装置を持つ最小の生命とすることができます。

<期待される効果・今後の展開>

本研究成果により、細胞運動能の起源と進化の解明が進むことが期待されます。また、応用面では、最小の細菌に形成された最小の運動装置を、細胞を模したマイクロロボットを動かすモーターとして利用したり、人工の分子モーターを設計する際のヒントとしたりすることが期待されます。

<資金情報>

- ・ 科研費・基盤研究(A)「病原細菌、Mollicutes 綱における 3 種の運動メカニズム」
- ・ CREST 研究「合成細菌 JCVI syn3.0B とゲノム操作を用いた細胞進化モデルの構築」
(研究代表：宮田真人)

https://www.jst.go.jp/kisoken/crest/project/1111100/1111100_2019.html

- ・ 科学技術振興機構 (JST)「ERATO 深津共生進化機構プロジェクト」(研究代表：深津武馬) <https://www.jst.go.jp/erato/fukatsu/>

<用語解説>

- ※1 スピロプラズマ：らせん形状の細胞の右巻き左巻きを交互に入れ替えることで宿主の体内を泳ぐ細菌
- ※2 syn3（シンスリー）：2016年にアメリカのジョン・クレイグ・ベンター研究所が発表した、最小細菌マイコプラズマの遺伝情報から増殖に必須なもののみを精査し、最小のゲノムDNAをコンピューターでデザイン・化学合成し、最小の遺伝情報のみで生きる合成細菌。

【研究内容に関する問い合わせ先】

大阪公立大学大学院 理学研究科
教授：宮田 真人（みやた まこと）
TEL：06-6605-3157
E-mail：miyata[at]omu.ac.jp

【報道に関する問い合わせ先】

大阪公立大学 広報課
担当：國田（くにだ）
TEL：06-6605-3411
E-mail：koho-list@ml.omu.ac.jp

科学技術振興機構 広報課

TEL：03-5214-8404
E-mail：jstkoho[at]jst.go.jp

【JST 事業に関すること】

科学技術振興機構 戦略研究推進部 ライフイノベーショングループ
保田 睦子（やすだ むつこ）
TEL：03-3512-3524
E-mail：crest[at]jst.go.jp