

報道解禁日時

6月11日午前3時(日本時間)

令和3年 6月10日

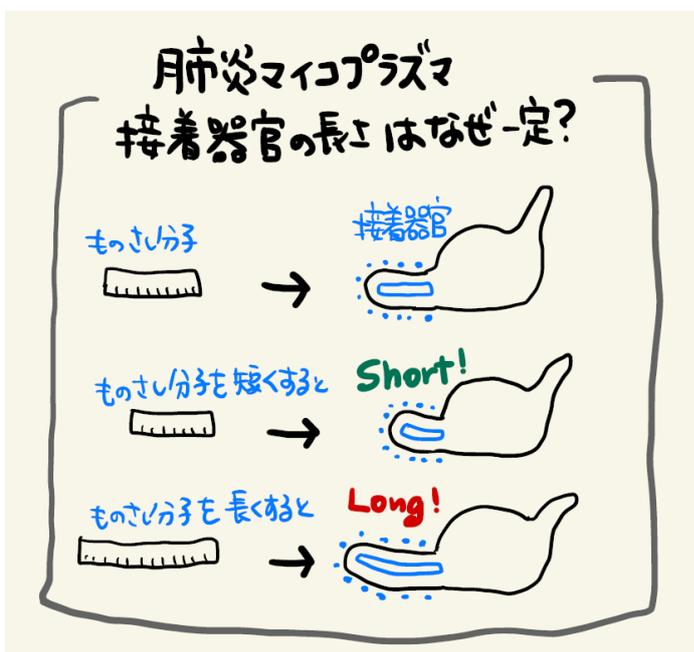
報道機関 各位

国立大学法人 電気通信大学  
学習院大学

## 小さな細菌がもつ分子ものさし

### 【ポイント】

- ヒト肺炎の病原細菌に「ものさし」として機能するタンパク質があることを発見した。
- ものさし分子を人為的に 短く/長く 変更すると、接着器官という 300 nm の超分子構造が 短く/長く 変化した。
- このシンプルな「かたち」のデザインは、この病原細菌によって引き起こされる感染症を理解・対策するための重要な情報となると期待される。



電気通信大学 基盤理工学専攻 化学生命工学プログラム 中根大介 助教、国立感染症研究所 細菌第二部 見理 剛 室長、学習院大学 理学部 物理学科 西坂崇之 教授らの研究グループは、ヒト肺炎の病原細菌に「分子ものさし」があることを発見しました。この成果は米国科学誌 PLOS Pathogens に掲載されました。

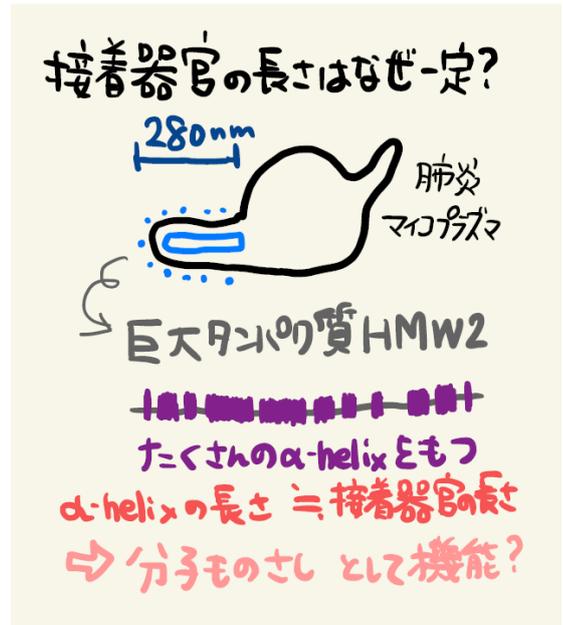
### 【概要】

マイコプラズマという細菌はもっとも小さくシンプルな生物の1つとして知られています。この小さな細菌は「接着器官」という超分子構造を形成して、我々の組織に付着して動くことで病気を引き起こします。この接着器官の長さは必ず 300 nm であることは知られていましたが、なぜ同じ長さを持つのかはわかっていませんでした。論文の筆頭著者である中根助教らは、長さを一定に制御するための「分子ものさし」があるはずだと考え実験に取り組みました。接着器官を

構成する巨大タンパク質に注目して、その分子の長さを 短く/長く 人為的に改変した変異株を作製しました。すると驚いたことに、それら変異株の接着器官が 短く/長く 変化していました。たった1つのタンパク質を遺伝子操作するだけで、超分子構造体の長さを自在に制御できることを示しています。このシンプルな「かたち」のデザインは、この病原細菌によって引き起こされる感染症を理解するための重要な情報となると期待されます。

### 【背景】

日本で毎年数万～数十万人が発症しており、ヒト市中肺炎の 10-30% を占める“マイコプラズマ肺炎”は、*Mycoplasma pneumoniae* (マイコプラズマ・ニューモニエ) という小さな細菌によって起こります。この肺炎マイコプラズマは接着器官とよばれる小さな突起物を形成して、我々の組織に貼りついて動くことが知られています。接着器官がなくなると病原性が発揮できないため、肺炎マイコプラズマの接着器官はヒトに感染するプロセスに重要な役割があります。これまでの研究から、接着器官の長さはいつも 280 nm (1 ミリの 1/3000 程度) であることが知られていましたが、なぜ一定の長さで制御されているのかは不明でした。



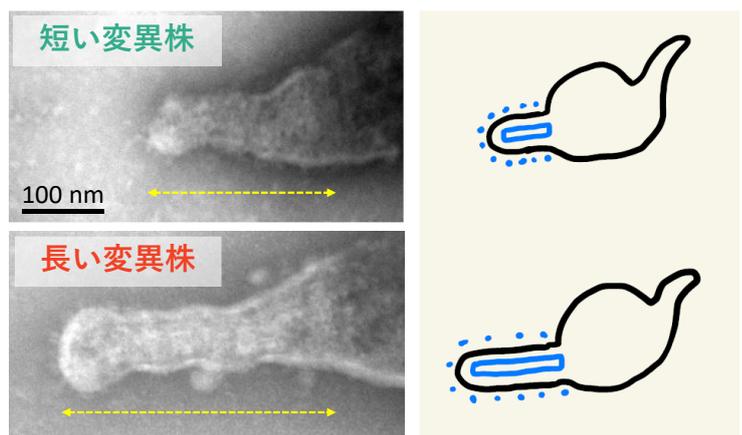
### 【手法】

この研究では、巨大タンパク質 HMW2 に注目しました。HMW2 は接着器官を構成する主要タンパク質であり、その大部分が α-helix (アルファ・ヘリックス) という構造をとると予測されていました。この α-helix の全長を足し合わせると接着器官の長さと同程度になることから、HMW2 が「分子ものさし」として機能しているとの予測を立てました。そこで、HMW2 タンパク質の α-helix を短くまたは長くするよう遺伝子操作をして、変異株を作製しました。それらの変異株の接着器官を光学顕微鏡や電子顕微鏡で詳細に観察して、接着器官の長さを測定しました。

### 【成果】

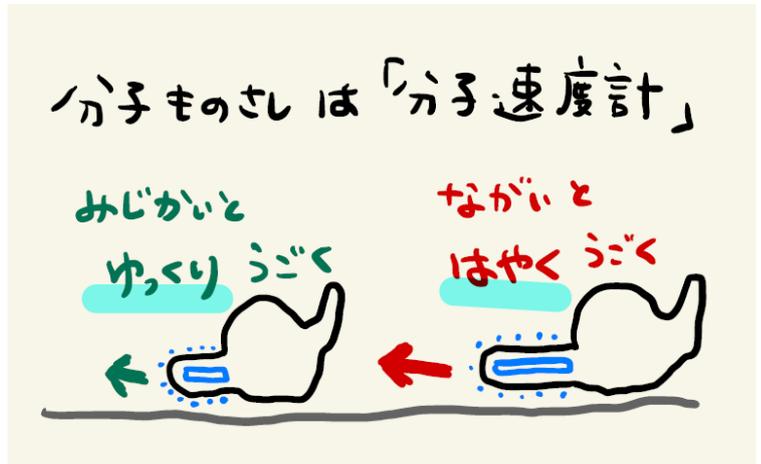
結果は期待したとおりでした。HMW2 の α-helix のアミノ酸配列を 300 残基程度短くすると 40 nm ほど接着器官は短くなりますが、アミノ酸配列を 300 残基程度長くすると 40 nm ほど接着器官は長くなりました。詳細は割愛しますが、論文では 10 種類ほどの変異株を作製し、さまざまな長さの接着器官が人為的に作製可能であることを示しています。つまり、HMW2

電子顕微鏡の画像と模式図



は「分子ものさし」としての役割があり、たった1つのタンパク質を操作するだけで、超分子構造体の長さを自在に制御可能であることを実験的に証明しました。

また、予想外の発見もありました。光学顕微鏡で注意深く観察すると、短い変異株はゆっくり動き、長い変異株は速く動くことも見つけました。接着器官はヒト組織表面での「付着」と「運動」のための超分子構造体として知られています。この結果から、接着器官の長さを改変した変異株は、「運動」の性能まで改変されたことを示しています。つまり、HMW2というタンパク質は、接着器官の長さを制御する「分子ものさし」としてだけでなく、接着器官によって生じる運動の速さを制御する「分子速度計」としての役割もあるのだと考えられます。



### 【今後の期待】

肺炎マイコプラズマの接着器官は、我々ヒトの組織に付着するために必須の超分子構造体です。この形成の仕組みを理解することは、この病原細菌によって引き起こされる感染症を予防・対策するために重要な情報となると期待されます。このシンプルな長さ制御機構が、実際にどれほど感染過程に貢献しているのか、これから十分に調べてゆく必要があります。筆頭著者である中根助教は「短い接着器官だと動きが遅いため感染力が弱くなり、逆に長い接着器官だと動きが速くなるので感染力が強くなる、というようなことが起こりうるかもしれません。十分に対策をしながら、丁寧に検証してゆく必要があります。」と述べています。

### (論文情報)

著者名: Daisuke Nakane, Kohki Murata, Tsuyoshi Kenri, Keigo Shibayama & Takayuki Nishizaka

論文名: Molecular ruler of the attachment organelle in *Mycoplasma pneumoniae*

雑誌名: PLOS Pathogens

DOI: 10.1371/journal.ppat.1009621

URL: <https://journals.plos.org/plospathogens/article?id=10.1371/journal.ppat.1009621>

下記の QR コードからも論文をご覧になれます。



## 【連絡先】

<研究内容に関すること>

電気通信大学 基盤理工学専攻 化学生命工学プログラム

【職名】 助教

【氏名】 中根 大介

Tel : 042-443-5146      E-mail : dice-k@uec.ac.jp

学習院大学 理学部 物理学科

【職名】 教授

【氏名】 西坂 崇之

Tel : 03-5904-9372      E-mail : takayuki.nishizaka@gakushuin.ac.jp

<報道に関すること>

電気通信大学 総務企画課広報係

Tel : 042-443-5019      Fax : 042-443-5887

E-mail : kouhou-k@office.uec.ac.jp

学校法人学習院 総合企画部広報課

Tel : 03-5992-1008      Fax : 03-5992-9246

Email : koho-off@gakushuin.ac.jp