

令和元年 6 月 24 日

報道機関 各位

東北大学大学院生命科学研究科  
国立大学法人 筑波大学

## 海洋微生物と共生するシアノバクテリアは 広く海洋に分布する「見逃された」系統だった

### 単細胞ゲノム解析により判明

#### 【発表のポイント】

- 光合成を行う微生物シアノバクテリア(藍色細菌)は生態系において重要な生物であり、その多様性はこれまで網羅的に調べられてきた。
- 本研究において、別の微生物の細胞に共生する海洋シアノバクテリアのゲノム配列を解読したところ、このシアノバクテリアは世界の海洋に広く分布するが、共生関係にあるがゆえにこれまで「見逃されて」いた系統であることが示された。
- このシアノバクテリアは長い期間、他の生物と密接に共生することで独自の進化を遂げたと考えられる。
- この成果は、未だに見逃されているシアノバクテリア系統がさらに存在する可能性も示唆している。

#### 【概要】

シアノバクテリアは水中に生育する重要な光合成性細菌のグループであり、地球上にどのような種類のシアノバクテリアが存在するのか、これまで活発に調べられてきました。シアノバクテリアは単独で生育する以外に、他の生物と共生する事も知られていますが、このようなシアノバクテリアについては調査があまり進んでいません。東北大学大学院生命科学研究科の中山卓郎助教・河田雅圭教授らの研究グループは、筑波大学計算科学研究センター稲垣祐司教授・筑波大学生命環境系(下田臨海実験センター)稲葉一男教授・柴小菊助教・野村真未博士研究員らと共同で、渦鞭毛藻と呼ばれる微生物の一種に共生するシアノバクテリアを数細胞採取し、ゲノム解析を行いました。その結果、このシアノバクテリアは海洋に広く分布するが、共生関係にあるがゆえにこれまで「見逃されて」いた系統であることが示されました。

この結果は、未だに見逃されているシアノバクテリア系統がさらに存在する可能性を示唆する重要な報告です。本研究成果は、米国科学アカデミー紀要(米国東部時間 6 月 24~28 日付の電子版)に掲載されます。

## 【詳細な説明】

シアノバクテリアは水中に生育する光合成性細菌で、生態系において非常に重要な役割を果たしています。そのため、地球上にどのような種類のシアノバクテリアが存在するのか、これまで網羅的に調べられてきました。これらの研究は主に、水中で単独で生育する種を対象に行われてきましたが、シアノバクテリアの中には他の微生物の細胞に共生するものも多く知られています。このような共生性の種についてはあまり研究が進んでおらず、不明な点が多く残されています。

本研究では、渦鞭毛藻類と呼ばれる海洋微生物の一種 *Ornithocercus magnificus* (オルニトケルクス・マグニフィクス, 注1) に共生するシアノバクテリアのゲノム解読を行い、その系統や分布について調査を行いました(図1)。海洋から採取したオルニトケルクスから共生シアノバクテリアを数細胞分離し、そこからゲノム解析を行ったところ、このシアノバクテリアはこれまで認識されていなかった新しい系統であることが明らかとなりました。

次に、公開されているメタゲノムデータを利用して、この系統のシアノバクテリアがどこで・どのように生育しているのかを解析しました。その結果、このシアノバクテリアは世界中の海に分布することとともに、常にパートナーであるオルニトケルクス・マグニフィクスと密接に共生していることが示唆されました。海洋シアノバクテリアの多様性調査では、環境中からシアノバクテリアのような小さな生物だけを集めて解析することが一般的でしたが、その中でシアノバクテリアの数十倍大きい細胞を持つオルニトケルクスは解析から排除され、そこに共生するシアノバクテリアが「見逃されて」きたと予想できます(図2)。さらに、この共生シアノバクテリアは、単独で生育する他のシアノバクテリアと比べて持っている遺伝子の数が少ないことが明らかとなりました。これは、もともと単独で生育していたシアノバクテリアが、オルニトケルクスと密接な共生関係を長期間続ける中で、独自の進化を遂げたためと予想されます。

過去の研究において、宿主であるオルニトケルクスはシアノバクテリアを餌として摂食している可能性が挙げられていました。今回の研究でオルニトケルクスが常にこのシアノバクテリアを共生させていることが示唆されましたが、これを踏まえるとシアノバクテリアはオルニトケルクスによって餌として「栽培」されている可能性も考えられます。

本研究の成果は、今回解析したシアノバクテリア以外にも、未だに見逃されているシアノバクテリア系統がさらに存在する可能性を示唆する重要な報告です。

本研究は、文部科学省科学研究費補助金および先端バイオイメージング支援プラットフォームの支援を受けて行われました。

## 【用語説明】

注1: *Ornithocercus magnificus* (オルニトケルクス・マグニフィクス) は渦鞭毛藻と呼ばれる単細胞性の真核生物の一種で、体長 0.1 mm 程度のプランクトンです。この種の細胞はセルロース性の骨格を持っており、その骨格の一部が王冠のような構造を形成しています。この構造の中には空間があり、その中に多くのシアノバクテリアが共生しています。オルニトケルクスに見られるこの構造は 100 年以上も前から知られていましたが、その中のシアノバクテリアの詳細については本研究まで不明のままでした。

**【研究手法】**

オルニトケルクスおよび共生シアノバクテリアの培養に成功した例がないため、本研究では海洋からオルニトケルクス・マグニフィクス1個体を分離し、そこに共生するシアノバクテリアをさらに数細胞分離してゲノム解読に使用しました。

**【図】**

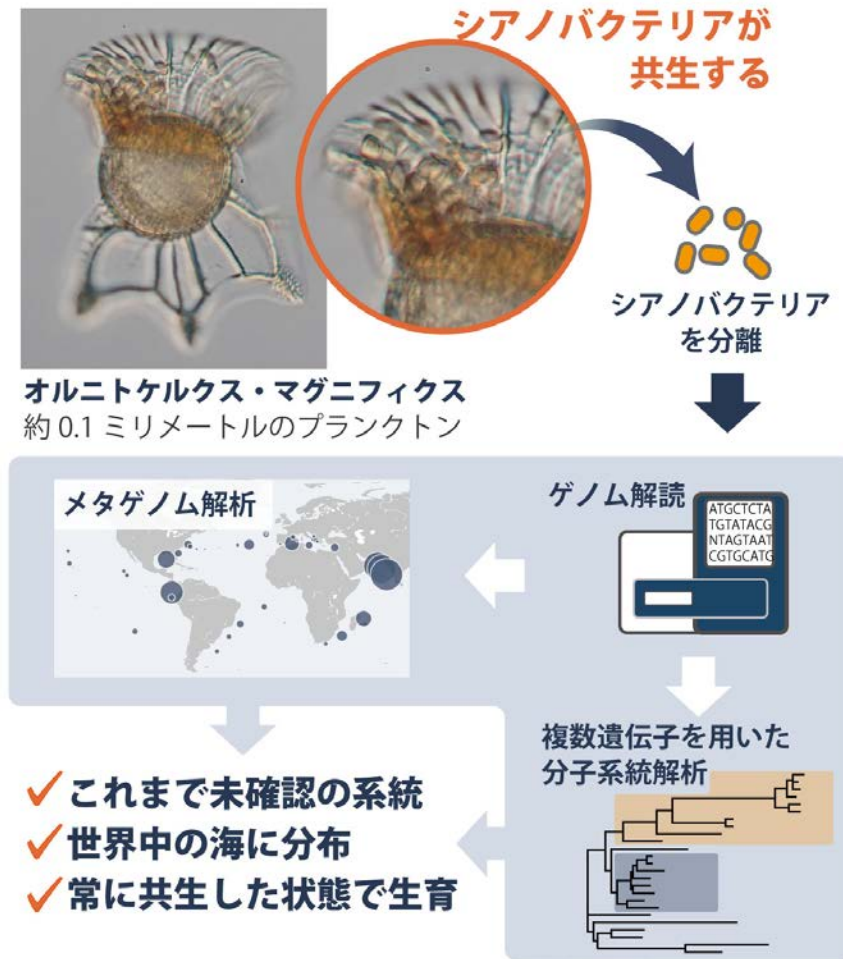
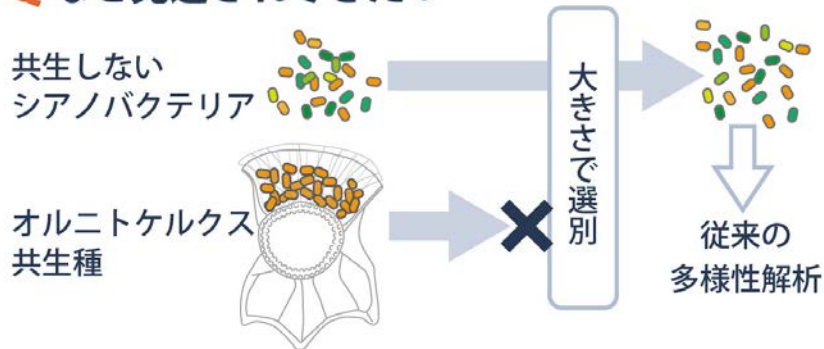


図1. 共生シアノバクテリアゲノム解析の概要

## Q なぜ見逃されてきた？



## 共生パートナーとともに除外されていた可能性

図 2. これまでの研究で共生シアノバクテリアの系統が検出されなかったことに対する考察。オルニトケルクスに共生する種は、大きさによる選別によって多様性調査から排除されてきたと予想できる。

### 【論文題目】

題目：Single-cell genomics unveiled a cryptic cyanobacterial lineage with a worldwide distribution hidden by a dinoflagellate host

著者：Takuro Nakayama, Mami Nomura, Yoshihito Takano, Goro Tanifuji, Kogiku Shiba, Kazuo Inaba, Yuji Inagaki, Masakado Kawata

雑誌：Proceedings of the National Academy of Sciences of the United States of America

DOI：10.1073/pnas.1902538116

### 【問い合わせ先】

(研究に関すること)

東北大学大学院生命科学研究科

担当 中山 卓郎 (なかやま たくろう)

電話番号：022-795-3626

Eメール：nakayama.t@tohoku.ac.jp

(報道に関すること)

東北大学大学院生命科学研究科広報室

担当 高橋 さやか (たかはし さやか)

電話番号：022-217-6193

Eメール：lifsci-pr@grp.tohoku.ac.jp