

筑波大学発、微生物専門ウェブマガジンがついに紙面になりました！

m i c s

m a g a z i n e

The Paper

2024  
1st  
Issue



筑波大学に微生物専門の研究所がある！？

MiCS

ってどんなところ？



2018年10月に誕生した、筑波大学 微生物サステナビリティ研究センター (MiCS)。微生物の専門家が集うこの場所で一体どんな研究を行っているのか？センターの特徴とともに、若手研究者による最先端の研究をご紹介します！

カビたちも社会をつくります！



カビ研究が専門の竹下典男准教授。ダークマター微生物開拓グループに所属。

こんな研究をしています

カビの社会は地方分権型!?

カビやキノコなど糸状菌と呼ばれる微生物たちは、その名の通り菌糸という管状の細胞を伸ばして成長し、ネットワークをつくらせます。菌糸は水分や栄養を行き渡らせるためにとても重要なもの。しかし、微生物のコミュニケーションツールでもある「シグナル」がどのように動いているかを可視化した研究はこれまでありませんでした。

そこで次世代微生物利用部門の竹下典男准教授たちは、カビの一部分に刺激を与えて、菌糸ネットワーク内でカルシウムシグナルができる様子を顕微鏡で観察。刺激を与えた部分だけでシグナルが行き来していることから、カビは地域ごとに働きを変える「地方分権型」の社会をつくるのが明らかになりました。



FEATURE 3

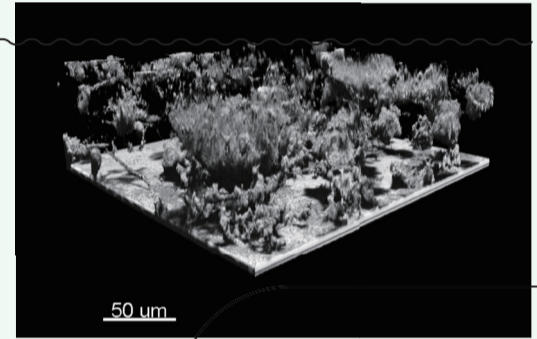
30名以上の微生物学のエキスパートが所属！

ひとえに微生物研究といえど、その内容はさまざま。未知の微生物を発見する研究者や、微生物が持つ機能を実社会に応用する研究者など、MiCSでは総勢30名以上の微生物学のエキスパートが日々研究を行っています。筑波大学に限らず、他大学や国立研究所に在籍する研究者もメンバーとして参加。各専門分野に長けた研究者たちが集結する、日本有数の微生物研究所なのです。

FEATURE 4

最新技術を駆使してミクロの世界を解き明かす！

目に見えない小さな世界を調べるために、テクノロジーは必要不可欠。最新のイメージング技術や、AIを駆使することによって、これまで知ることのできなかったミクロな生態系が徐々に明らかになってきています。MiCSでは企業と連携して、新しい技術そのものも開発。医療の現場や動植物の研究など、微生物以外の研究にも応用できるテクノロジーを考案しています。



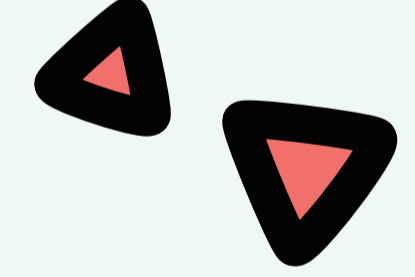
イメージング技術「COCRM」で可視化した微生物が集まるバイオフィームの様子。

こんな研究をしています

微生物の世界がリアルタイムで見えるように！

MiCSセンター長を務める野村暢彦教授や先端バイオ工学グループの八幡穰准教授たちが行っているのは、微生物のイメージング技術開発。多種多様な微生物たちが集団になった「バイオフィーム」を3次元で観察できる技術「COCRM」を編み出しました。この技術の斬新な点は、細胞に一切手を加えることなく、時間を追って微生物を

観察できること。従来は微生物を調べるために細胞の染色など前処理をする必要があったのに対し、「COCRM」を使うことでありのままの微生物の営みを目で見るのが可能になりました。さらに最近では1つずつの微生物細胞の性質が判別できる技術「CRIF」も開発。医療や環境などさまざまな分野で応用が期待されています。



こんな研究をしています

AIを利用して「超」新しいウイルスを発見！

微生物よりもはるかに小さなウイルス。微生物のなかにも多くのウイルスが存在していますが、その生態系はまだ謎に包まれています。次世代微生物利用部門に所属し、微生物のなかのウイルスを研究している浦山俊一助教が最近発見したのは、超高温で生息する「極限環境ウイルス」。70度を超える温泉に暮らす微生物のなかに、新



ウイルス研究にもAIが役立っています！

先端微生物機能開発グループ所属の浦山俊一助教。mics magazine 副編集長。

種のRNAウイルス「HsRV」がいることが明らかになりました。高温環境ではじめて見つかったこのRNAウイルス、なんと最新のAI技術によって、これまで発見されたとのRNAウイルスとも遺伝子配列が異なる「超」新種なウイルスである可能性も判明。テクノロジーの発達とともに新しい発見が次々と生まれようとしています。



微生物は会話上手なんです！



ダークマター微生物開拓グループに所属する豊福雅典准教授。mics magazine 編集長も担当。

こんな研究をしています

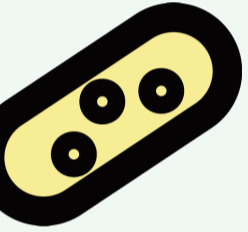
微生物もコミュニケーションをしている!?

口も手も持たない微生物。しかし、人間や動物がさまざまな手段でコミュニケーションをとるように、微生物も化合物をやりとりして「会話」を行っていることが最近わかりはじめています。次世代微生物利用部門に所属する豊福雅典准教授が研究しているのは、微生物間コミュニケーション。どのような手段で微生物同士が情報を

伝えているのかを解明しています。研究を進めるなかでわかってきたのは、「微生物はコミュニケーション上手」だということ。「シグナル」という情報となる物質を細胞の膜「ベシクル」に詰めて、離れた場所にいる微生物に届ける。まるで手紙と封筒のような仕組みを使って会話していることが明らかになってきています。

FEATURE 1

最先端の微生物研究が筑波大学にある！



地球上にいる動物の約50倍以上の総量がある微生物。私たち人間の腸内にも約100兆個の微生物が暮らしています。これまでに見つかった微生物は1万種類以上。しかし、その10~100倍が未発見ともいわれています。未だ謎の多い微生物の営みを解明するのがMiCSの役割。新たな微生物を見つけ、さまざまな分野に活用し、正しく制御する基礎・応用研究を行っています。

麺のうまみたっぷり！



FEATURE 2

食、環境、健康、暮らしにつながる微生物研究

微生物は私たちの生活になくしてはならない存在。食品に使用するアミノ酸やクエン酸をつくり、下水処理を行ったり、あらゆるフィールドで微生物の力が活用されています。MiCSではより健やかな社会づくりを目指すべく、さまざまな企業や団体とも連携。ラボのなかにとどまらず、実際に人々の暮らしに役立つ微生物の研究や開発を発信しています。

麹菌は人にも地球にも“おいしい”存在です



先端微生物機能開発グループ所属の萩原大祐准教授。

こんな研究をしています

「菌肉」が未来の食卓を支える!?

古くから日本の食卓を支えている麹菌。醤油や味噌、日本酒など和食文化には欠かせない微生物として、日本の菌「国菌」にも選ばれています。次世代微生物利用部門のメンバーの一人、萩原大祐准教授が行っているのは、麹菌を使った「菌肉」の開発。麹菌を培養して成形した新しい代替肉です。麹菌を増やすための栄養源は、酒づく

りの副産物となる酒粕などを有効利用。食品廃棄物や温室効果ガスの削減にもつながる食品として注目されはじめています。ほぼ純度100%の麹菌でできた「菌肉」は、麹菌由来のアミノ酸が豊富で、噛むたびにうまみが口にとろり。身体にも地球にも優しい、次世代の食品づくりが現在進行形で進んでいます。

MiCS にゆかりのある卒業生を訪ねて。

# 筑波大学、微生物 Lovers。



上村 曜介

2010年、筑波大学第二学群（現、生命環境学群）生物資源学類を卒業。大学院を修了後、味の素（株）の研究所に就職。現在は、若潮酒造（株）研究室兼経営戦略室長。

焼酎大国、鹿児島県。筑波大学から遠く離れたこの地にも、微生物を愛し続ける卒業生がいます。鹿児島県志布志市にある焼酎蔵、若潮酒造に務める上村曜介さん。2010年に第二学群生物資源学類を卒業後、修士課程に進学。修了後は味の素の研究員として勤務し、2018年に実家の家業である焼酎づくりに携わるべく、鹿児島へ戻ってきました。現MiCS副センター長の高谷直樹教授の研究室に所属していた上村さんは、当時からこう振り返ります。「大学では、麹菌の間でもあるカビ『アスペルギルス・ニデウランス』を使った遺伝子研究をしていました。アミラーゼを生成するamyR（アミール）という遺伝子を破壊すると、なぜかカビが毒を出す。カビの遺伝子を操作しながら、焼酎づくりにも関わる遺伝子とカビ毒にどんな関係があるのかを調べていました」

現在は若潮酒造で研究室兼経営戦略室長を務める上村さん。焼酎はもろみ、ジンやスピリッツなど、幅広い商品の開発を手がけています。最近では、鹿児島大学と共同で芋焼酎の新製法の開発にも着手。大学を離れた今も微生物に携わる、根っからの研究好きです。

「微生物の研究は地道な実験の積み重ね。もちろん時間はかかるけれど、そこが微生物を扱う面白さでもあります。焼酎づくりにしても同じこと。何度も試行錯誤して、ようやく結果につながります。今は微生物自体の研究はできていませんが、ゆくゆくは、とんでもないおいしさの焼酎をつくる最強の酵母を開発してみたいですね（笑）」

やりたい研究ができるのが筑波大学のいいところ、と話す上村さん。素直な好奇心が微生物の扉を開ける鍵になる。MiCSゆかりの卒業生は、今日も微生物とともに世界に「おいしい」を届けています。



上原 礼佳

2021年、筑波大学生命環境学群生物資源学類を卒業。現在は筑波大学理工情報生命学術院の博士後期課程に在籍中。専門は微生物間コミュニケーション。

「本 当のことを言うと、微生物よりも植物に興味があった。筑波大学に入ったんです」

筑波大学生命環境学群を卒業し、現在は筑波大学理工情報生命学術院に特別研究員として在籍する上原礼佳さん。今は最先端の微生物研究を行う微生物Loversの一人ですが、じつはもともと大の植物好き。入学当初は微生物に対してネガティブなイメージすらあったと振り返ります。「入学した頃は、微生物はとにかく厄介者、植物の病気を防ぐために全て排除してほしい！と思っていました（笑）。でも、講義を受けるにつれ、微生物は想像以上に利口で戦略的に生きていることを知って、これは面白いぞと。MiCSに所属している先生たちの微生物への熱意にも感化されて微生物の研究することに決めました」

学群卒業後はさらに微生物学を深めるために大学院に進学した上原さん。野村教授の研究室に所属し、微生物間コミュニケーションの研究を続けています。

「今取り組んでいるのは、微生物のコミュニケーションとウイルスの関係性。微生物同士がコミュニケーションをとると、その微生物を殺してしまうウイルスがいるんです。まるでスパイのように会話を盗み聞きして、おしゃべりな微生物を殺してしまおう。なぜそんな現象が起きているのかは今まさに研究を行っている最中です」

研究の醍醐味は、実験データを見て作戦を練ることだと話す上原さん。大学院修了後も微生物を通じてさまざまな分野の架け橋になりたいと意気込みます。

「目指しているのは大学教員。企業や異分野との共同研究を通して微生物研究をもっと広げていくのが目標です。自分の研究だけでなく、いろんな研究者の役に立てる存在になれたらいいな」

医学から芸術までさまざまな分野の学問が集まる筑波大学。そのひとつ、生命環境学群では多くのMiCSの研究者が講義や研究を通じて微生物の面白さを伝えています。そんな目に見えない小さな生き物の魅力に惹かれ、大学卒業後も微生物に携わる2人の卒業生に話を聞きました。

今、微生物研究に求められているのは「発信力」。  
MiCS センター長、野村暢彦教授が考える、微生物研究発展の鍵。

# DIRECTOR'S VOICE



微生物界に必要なのは、コペルニクスだ！

2018年10月に発足した筑波大学微生物サステイナビリティ研究センター(MiCS)。  
2022年より野村暢彦教授をセンター長に、新しいスタートを迎えました。  
医療、食品、環境とさまざまな分野の先端研究が行われていくなか、  
微生物学の第一人者として MiCS はどう進んでいくべきなのか。  
新センター長・野村教授にこれからの展望を聞きました。

——高谷直樹教授からセンター長を引き継いでから MiCS 全体に変化はありましたか？

センター全体として大きな変化はありませんが、個々の研究はどんどん進んでいます。萩原大祐准教授が開発している麹菌を使った代替肉や、八幡准教授の細胞イメージング技術など、微生物に親しみの少ない方も「おっ」と声をあげる研究が増えてきました。ただ、社会への浸透度としてはまだまだこれから。MiCS 全体としても、対外的な働きかけを積極的に行うことが課題だと感じています。

——学外へのアプローチが難しかったのは、コロナ禍も影響していたのでしょうか。

少なからず影響はありました。2021年には、欧州分子生物学機構(EMBO)という由緒ある組織の国際会議がくばで開催されたのですが、ウェブとオンサイトのハイブリッド開催にせざるを得なかった。せっかく開催するのであれば、面と向かって交流したい。みんなで酌み交わして話したいこともありま

菌や微生物と聞くと、「病気が怖い」「汚い」というネガティブイメージを持つ方が依然として多い。たしかに怖い部分ももちろんあります。ですが、微生物は地球の生態系の基盤になっていて、微生物なくして私たちは生きることができないという事実を飽くことなく説明する必要があります。そのお手本にしているのは、コペルニクスです。コペルニクスといえば、天動説が主流だった時代に地動説を唱えた人物。「太陽を中心に地球は回っている」ことを科学的に証明し、熱心に訴え続けたことで、ガリレオ・ガリレイやニュートンの時代を経て一般常識として広まりました。何よりすごいのは、コペルニクスの研究が科学だけではなく、当時の生活観や宗教観すらもがらりと変えたこと。ひとつの分野ではなく、あらゆる人の営みに変革をもたらすことは容易ではありません。でも微生物研究は今の社会や人々の生き方、考え方に革命を起こすポテンシャルを持っている。食・環境・医療など、微生物は人間の暮らしと密接に関わっています。研究が発展すれば、自然環境や日々の生活が爆発的に向上する可能性がある

——野村教授は以前より、微生物の魅力を意欲的にアピールしています。一般の方へ向けて発信する時に意識していることはありますか？

——そのためには、わかりやすく伝えることが大事になってきますね。どれだけ面白い研究だったとしても、専門用語や難しい説明が多いと専門外の方にはわかってもらえない

——野村教授は以前より、微生物の魅力

い。個人的には今でもかなりわかりやすく説明していると思うのですが(笑)、もっと究極的な明快さが求められていると思います。さらに次の時代を担う若い世代にも知ってもらうには、楽しく、そして何より魅力的な研究であることを伝えたいといけません。

——今回は、mics magazine 初となる紙面発刊となりました。これからの微生物界の発展を担う若い世代へメッセージをください。

大事にしてほしいのは、さまざまな視点を持つこと。そして、気になるものにはどんどんチャレンジすることですね。自分自身、元々は工学専攻でしたが、色々な研究に興味があった結果、こうして微生物学に携わっています。ひとつのことを探究するのはもちろん素晴らしいことですが、でも、自分の分野だけではなく、社会学、文学、芸術などあらゆるジャンルに興味を持って、少しだけ足を踏み入れると、全く違う考え方が生まれることもある。大きな探究心の「胃袋」を持つことができれば、そのぶん自分だけの視野として消化できるはず。「これは専門外だ」なんて食わず嫌いせずに、まずは一度試してみる。自分の口に合えば儲けもの、合わないなと思ったら、また次のチャンスを待てばいいんです。この世には「美味しい」研究や学問はたくさんある。ぜひ、色々なものをつまみ食いして、幅広い視野を持つてほしいと思います。



## 第1回 顕微鏡のはじまり

# 見えたっ！ 顕微鏡

……眼では見ることができない微生物の世界。小さな営みを覗いたものが「顕微鏡」。誰もが一度は触れたことのある顕微鏡は、いつどうやって生まれたのか？ その誕生のきっかけは700年以上前に遡ります。

顕微鏡のはじまりを知るうえで踏まえておきたいのは、顕微鏡の要となる「レンズ」。物を拡大して見ることが出来るレンズの存在は2世紀頃には知られていたといわれています。その後、ギリシア科学、アラビア科学などさまざまな方面で、レンズを含めた光学の研究が行われてきました。レンズを使うことで小さいものが大きく見えたり、遠くのものが見えるようになるといった、顕微鏡や望遠鏡の基礎的な仕組みができあがったのは13世紀のこと。イギリスのロジャー・ベーコンが自身の著書『大著作』で光学の基本原則について書き記したのが顕微鏡誕生のきっかけになりました。

カトリック司祭で、哲学者でもあるロジャー・ベーコン。数学や科学にも精通し、顕微鏡や望遠鏡だけではなく、飛行機や蒸気船の誕生まで予想していたといわれています。彼の遺した光学の知見は、その後老眼鏡や近視用眼鏡に応用され、ヨーロッパ各地で眼鏡が普及します。顕微鏡は、その過程なくして誕生しませんでした。

顕微鏡が生まれた時期はさまざまな説がありますが、文献や実物が残っているものはほんのわずか。そのうちのひとつが、1590年頃にオランダでつくられた複式顕微鏡です。手がけたのは、眼鏡職人のハンス・ヤンセンとツアハリアス・ヤンセン。この親子がつくった顕微鏡は筒の両端にレンズがついたもので、倍率は3〜9倍程度だったとか。今の虫眼鏡が2〜5倍程度なのと比較すると、それほど小さいものはない簡易的なものだったのでしょう。現

在につながる本格的な顕微鏡ができたのは、それから数十年後。仕組みの異なる2つの顕微鏡がヨーロッパで誕生しました。

17世紀後半、オランダでは単式顕微鏡、イギリスでは複式顕微鏡が誕生しました。単式顕微鏡をつくったのは、呉服商を営んでいたアントニー・レーウエンフック。レンズ1枚で針の上に試料を乗せるシンプルなつくりでしたが、その精度は非常に高く、レンズの直径はわずか1mm、倍率は200倍以上にも達していました。レーウエンフックはこの顕微鏡を通して、世界ではじめて微生物を発見。生涯で手がけた顕微鏡は500個にも及び、呉服商でありながら「微生物の父」と称されるほどの功績を遺しました。同じ時期、イギリスでは自然科学者のロバート・フックが対物レンズと接眼レンズの2枚のレンズを用いた複式顕微鏡を考案。水の入ったガラス球の後ろにオイルランプを置き、光を集めて観察する仕組みを考え、機械技師のクリストファー・コックが制作を行ったといわれています。倍率は40〜50倍程度。フックはこの顕微鏡で植物が小部屋が集まりでできていることを観察し、それを「cell（細胞）」と名づけました。

ヨーロッパで誕生した顕微鏡が日本にやってきたのはそれから約100年後。1750年頃にオランダの貿易商によって伝えられたとされています。それから間もない1781年、ついに日本ではじめて顕微鏡がつけられました。制作したのは、当時望遠鏡の製作を行っていた小林規右衛門。2本脚の形が特徴で、本体は木製、鏡筒は紙製。対物レンズを3種類備えた単眼顕微鏡でした。その後、明治時代に入ると、国産顕微鏡の生産は一気に加速していきます。数百年の年月をかけて、少しずつ進歩してきた顕微鏡。その背景には、科学者の「見たい！」という純粹な好奇心と、技術者たちの確かな腕があったのです。

mics magazine  
The Paper  
2024 1st Issue

発行日 | 2024年4月

編集長 | 豊福雅典

副編集長 | 浦山俊一

編集 / 文 / デザイン / イラスト  
株式会社アラレグミ

発行人  
筑波大学  
微生物サステイナビリティ研究センター

お問い合わせ  
admin.mics@un.tsukuba.ac.jp

mics magazine

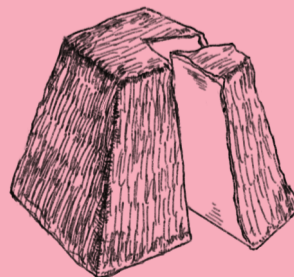
ウェブ版も  
不定期更新中！

https://micsmagazine.com



## チーズの 味な話

### 第1回 ナポレオンとヴァランセ



チーズには「味」がある。もちろん、味覚の話ではない。どんなチーズにも、おいしさを裏付ける味わい深い話がある。なかでもフランスのチーズ「ヴァランセ」には、とびきり「味」のある逸話が詰まっている。フランスの中央部、ロワール川の支流に位置し、豊かな田園風景と荘厳な古城を有するヴァランセ村。ヤギ乳を使ったシェーブルチーズの代表格「ヴァランセ」は、こ

にまつわるこんな逸話が残っている。

時はフランス革命が起きて間もない、1799年。エジプトへ遠征したナポレオンは、激戦の末イギリスに大敗。軍を残し、祖国に戻ることに。失意に陥るナポレオンは、ある日ピラミッド型のシェーブルチーズを見て大激怒。チーズの頭を切り落とさせたことが「ヴァランセ」のはじまりといわれている。また一説には、ヴァランセの城主で外務大臣だったタレーランが、ナポレオンに気遣い、ピラミッド型のチーズの頭を切り落としたという話もある。ナポレオンは失脚後、敗戦国フランスの賠償責任を「美食外交」によってうやむやにした。そんなことが許されるほどにフランスの美食の影響力は大きかったのだ。「ヴァランセ」も例に漏れず、味は一級品。鼻を近づけると、熟成感のあるヤギ乳と白かびの香り。舌にのせれば、とろりとなめらかな食感とともに、たっぷりした酸味と塩味が口に広がる。その品質の高さはお墨付きで、EU共通の食品品質認証制度「AOP」を取得する数少ないフランスチーズでもある。今や世界中の美食家に愛される「ヴァランセ」は、フランスの歴史の酸いも甘いも噛み分けた、「味」なチーズなのだ。