From the Dean's Office

学部長室から

「観る」

漁業や航海の守護神として台湾や中国沿海部を中心に広く信仰されている媽祖(媽祖)は、千里の先を見ぬける千里眼とあらゆる出来事を聞き分けられる順風耳を左右に従えて、海難からの守護に限らず万事に御利益があるとされています。街角に建てられた極彩色の媽祖廟では、千里眼と順風耳が鬼神らしからぬ愛嬌ある表情で善男善女を見守っています。

私たちは、自分を取り巻く周囲の状況を五感で感じ取り、それを基に行動していますが、視覚は聴覚とともに、他の感覚とは違って対象から離れても成り立つので、千里眼や順風耳のような超能力が想起されたのでしょう。肉眼では見ることができない遙か先を見通すことが如何に有利かは容易に想像できます。

「みる」という言葉には多くの漢字があてられます。諸橋『大漢和辞典』によれば、「見る」は物の形が眼に映って、視覚に感じることとあります。そこから様々な意味が派生して、異なる漢字があてられてきました。眼に映ったものを認識し、その認識を確認する、つまり見きわめることが「観る」ことです。ガリレオの望遠鏡やレーウェンフックの顕微鏡は肉眼では直接見ることができない世界を、私たちの五感でも判るようにしました。以来、次々と生み出される多種多様な観察・観測手段によって、千里眼を越える超能力で自然を観ることが可能になってきました。いまや遺伝子や神経のはたらきまで手に取るように観ることができます。

研究は、その対象を緻密に観ることから始まります。現代の超能力によって眼に映ったものから、さらに新たな自然観が生まれてきます。

東京大学大学院農学生命科学研究科長・農学部長
古谷 研

Yayoi Highlight

世界中の農作物に甚大な被害をもたらす昆虫媒介性の謎の微小生命体「ファイトプラズマ」。初めて分子のメスを入れること20年、今春その全容が解明されました。その単純さ故に宿主である植物・昆虫の素顔を克明に暴きだし、生物学の統合的理解に新たな光を当てることができたのです。

生産・環境生物学専攻
植物病理学研究室
難波成任(なんばしげとう) 教授

究極の怠け者微生物

ファイトプラズマ

An ultimate idler microbe "phytoplasma"

ファイトプラズマは世界中で1000種類以上の植物に「黄化・萎縮・枯死」、「天狗巣」、「葉化・緑化症状」を引き起こし、農業生産に壊滅的被害をもたらす重要病原体(図1)で、径約0.1μmの細胞壁を欠き植物の篩部に寄生する多形性の微小細菌です(図2)。体長約2〜3ミリのセミの仲間の昆虫「ヨコバイ」によって媒介されます(図3)。本学部の土居養二名誉教授が世界に先駆け発見してマイコプラズマ様微生物(mycoplasma-like organism, MLO)と命名し、その後四半世紀、培養が困難なため研究は行き詰まっていました。そこで初めて分子のメスを入れ、1000種類以上のMLOを分子系統解析により約40種に整理、ファイトプラズマ属を新設しました。その後、世界に先駆け全ゲノム解読に成功しました。その結果、生物なのにエネルギー(ATP)合成を自分で行わないほか、タンパク質やゲノムの素材も自ら作らず、アミノ酸や塩基を糖やATP、植物の必須養分元素(Zn・Mn・Mg・Co)などと共に宿主から収奪していることが分かりました。さらに、それぞれ異なる昆虫により媒介され異なる植物に感染するのは、昆虫が植物を選り好みしているのではなく、昆虫の腸管内壁の細胞骨格とファイトプラズマ表面タンパク質の結合の可否で決まることが明らかになりました。その後、病原性因子が次々と解明されました。①黄化・萎縮・枯死:ファイトプラズマの解糖系により、植物から糖を強力に収奪し引き起こされる。②天狗巣病:わずか38アミノ酸残基の超微小タンパク質「TENGU」による。③そして今春、葉化・緑化病を引き起こすファイトプラズマタンパク質「ファイロジェン」を発見し、その作用が植物の花形成遺伝子に結合して分解するために花が葉になることを明らかにしました(図4)。これにより、ファイトプラズマの生理・病理・生態のメカニズムがほぼ全て解明されました。現在、DNA抽出操作を必要としない世界最高感度のファイトプラズマ遺伝子診断キットを開発・実用化し、国内のみならず、途上国援助に向けた臨床研究も進めています。

図1. ココヤシ致死性黄化病
ファイトプラズマに感染し「電柱」と呼ばれる惨状が地平線まで拡がるガーナのココヤシ圃場。いったん発生するとヨコバイにより拡大し、年内に全園が枯死する

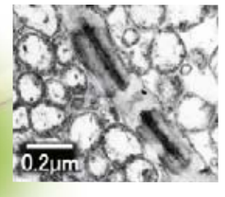
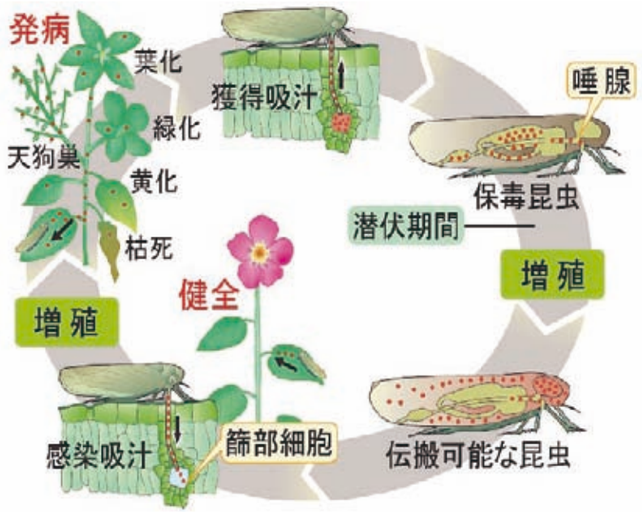


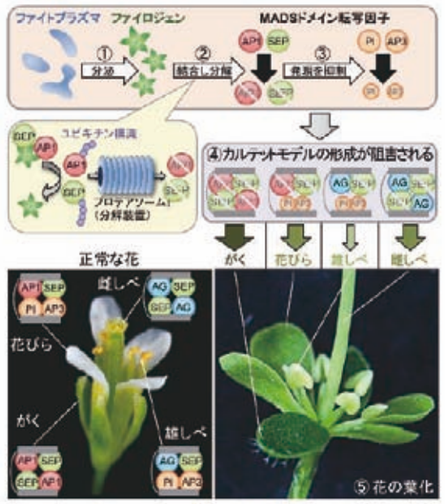
図2. ファイトプラズマ
植物の篩管細胞内に充満するファイトプラズマ粒子。中央にある篩管細胞間を仕切る篩板の孔を通り全身に広がる

図3. ファイトプラズマの生活環



ファイトプラズマは昆虫と植物を往復し感染が拡大する。昆虫が発病植物を吸汁するとファイトプラズマは昆虫体内で増殖し、再び健全な植物を吸汁するときに感染・増殖・寄生し病気を起こす

図4. 花が葉化・緑化するしくみ

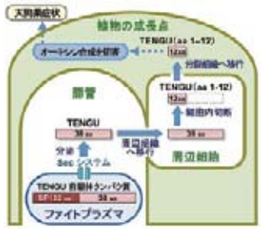


ファイロジェンは葉化誘導タンパク質(**phyllody**(葉に変化)—**inducing**(誘導する)**gene**(遺伝子)で、花形成遺伝子を活性化するMADSドメイン転写因子に結合し、ユビキチン—プロテアソームによって分解させ、花形成を阻害し葉化・緑化を起こす
①ファイトプラズマからファイロジェンが分泌される
②MADSドメイン転写因子のうちAP1、SEPがファイロジェンと結合し、プロテアソームで分解される
③AP1とSEPの下流で制御されるPI・AP3の発現が抑制される
④カルテットモデルの形成が阻害される
⑤阻害の程度に応じてがく・花びら・雄しべ・雌しべが葉に変化する

教えて! Q&A

天狗巣病とTENGU

「天狗巣病」は伝説上の生物「天狗」の巣(右図左、天狗を捕えようとしている金太郎を描いた浮世絵)に似ていることから名づけられた(右図右、桐天狗巣病)。TENGUは天狗巣病の病原性因子で、わずか38個のアミノ酸からなる低分子タンパク質である(下図)。植物体内に放出されるとさらに12アミノ酸残基にまで分解され、それが植物のオーキシン合成を阻害し、植物の背丈を低くし、側芽をたくさん出させる。



健全植物　TENGU発現植物

ユビキチン—プロテアソーム

真核生物の細胞に共通して存在する機構、不要なタンパク質がユビキチンにより標識され、酵素複合体(プロテアソーム)に取り込まれ分解される。

花形成遺伝子を活性化させるタンパク質

花形成遺伝子を活性化する「MADSドメイン転写因子」はタンパク質が4つ結合した複合体で、カルテットモデルと呼ばれるこの組合せによって、がく・花びら・雄しべ・雌しべのどれになるかが決まる。転写因子の遺伝子はA・B・C・Eに分類されるが、A・A・E・Eの組合せで「がく」、A・B・B・Eで「花びら」、B・B・C・Eで「雄しべ」、C・C・E・Eで「雌しべ」になる(図4)。