



ようこそ 私の研究室へ41

戦略的創造研究推進事業 さきがけ “生命システムの動作原理と基盤技術”

「重力受容を可能にするオルガネラ動態制御の分子基盤」
研究者

森田美代



植物が重力を感じるメカニズムを解明する 特製顕微鏡で重力感受の現場を観察し、謎を解き明かします。

PROFILE

森田美代 (もりた・みよ)

奈良先端科学技術大学院大学
バイオサイエンス研究科 准教授

1990年愛媛大学理学部生物学科卒業。1995年京都大学大学院理学研究科博士課程修了。(株)HSP研究所を経て1999年より奈良先端科学技術大学院大学に勤務し、現在、バイオサイエンス研究科細胞生物学専攻准教授。専門は分子生物学。酵母、バクテリ

オファージ、大腸菌の研究を経て、現在のテーマはシロイヌナズナの重力屈性の分子機構。2008年度よりJSTさきがけ「生命システムの動作原理と基盤技術」領域の研究課題「重力受容を可能にするオルガネラ動態制御の分子基盤」に取り組む。1児の母。



植物が重力を感じる現場をこの目で見てみたい!

「植物は、たとえば温かくなったら花を咲かせ、実をつけるように、環境の変化を刺激として認識し、成長の段階や速度を変えています。刺激には温度、光などさまざまなものがありますが、私はなかでも植物が“重力”を感じるメカニズムを研究しています」

茎は上に、根は下に向かって伸びる。まっすぐに成長している植物を横にすると、茎も根も重力に合わせて屈折し、茎は上、根は下へと伸びていく。こうした現象は重力屈性とよばれ、植物が重力を感じている証とされる。いったい、どこでどのようにして感受しているのか。このうち“どこで”に関しては、これまでの研究により、内皮とよばれる部分

の細胞にあるアミロプラストという色素体を感じていることがわかってきた。重力屈性に異常をきたしている植物と正常な植物の内皮細胞を比較すると、正常な植物では、細胞内でアミロプラストが下のほうに沈み、しかも液胞にのめり込んでいることも確認された。

「さらにメカニズムを解明するには、アミロプラストと液胞の間に何が起きているのかをこの目で見るしかありません。ところが、従来の顕微鏡では不可能だったのです」

顕微鏡では、水平に置かれたものの上から見下ろして、あるいは下から見上げて観察する。しかし、アミロプラストが重力を感じて沈み、液胞にのめり込む様子を観察するには、顕微鏡を横にして、テレビの画面のように垂直に立った状態のものを観察しなければいけない。そんな顕微鏡は、この世に存在して

いなかった。しかし、森田さんはあきらめなかった。「ないものなら、つくってしまえばいい」——そう考えたのだ。



顕微鏡を横に—— 常識を覆す発想から 見えてきた予想を覆す世界

「顕微鏡メーカーの担当者に『顕微鏡を横にしたいんですけど』と相談したら、『えっ!』と目を丸くされました。そんな注文されるなんて、思ってもいなかったんでしょうね(笑)」

しかし、きちんと狙いを説明したところ、理解して「やってみましょう」と引き受けてくれた。そして数週間後、注文の“横倒し”顕微鏡がやって来た。高鳴る胸を押さえてのぞいてみたところ、たしかに立った状態のものが見える! こうして生まれた“世界に1つだけしかない顕微鏡”を使って、森田さんたちの研究グループは重力受容の現場の様子を観察した。そこでは、予想とはまったく違う事態が発生していたという。

「重力の方向に変化がない状態では、おそらくアミロプラストは静かに液胞にのめり込みながら沈んでいるのだらうと思っていたのですが、実際にはポコポコと跳ね上がるよう

シロイヌナズナの培養室

シロイヌナズナは2000年に植物としては初めて全ゲノム解読が終了し、分子生物学研究の飛躍的な進歩に貢献している。見た目の違いはさまざまな遺伝子変化のため。



な動きをしたり、底のほうでモゾモゾと動いたりしていました。重力の方向を変えたときも、それに合わせてすぐに位置を変えるのではなく、さまざまな動きをしながら次第に位置を変えたのです」

その後、“横倒し”顕微鏡に“共焦点ユニット”を設置し、厚みのある試料でも焦点を鮮明にして断面図のように見えるようにするなど、バージョンアップを重ねた。その他、遠心力を利用して重力に変化を与える“遠心”顕微鏡も用いて研究を進展させている。

森田さんが植物研究の最先端に従事することになったきっかけは、松山東高校時代の恩師との出会いだ。

内皮細胞の共焦点画像

内皮細胞を断面図としてとらえた画像。赤色がアミロプラストで、緑色の輪のような部分が液胞膜（液胞の表面）。その内側の黒い部分全体が液胞で、アミロプラストが液胞の中に包まれるように存在していることがわかる。



今の仕事をしっかりしていれば 次の道は拓ける

「植物の研究に興味を引かれつつ、大学では酵母、大学院ではバクテリオファージと、どちらも植物以外がテーマでした。大学院を出た後も、植物の研究者としての職は見つからず、大腸菌の研究を行うHSP研究所に勤めたのですが、これでいいのかと焦っていました」

そんなとき、貴重なアドバイスをくれたのが、HSP研究所の所長だった。

「『今の仕事をしっかりしていれば、自ずと次の道は拓けるものです』とおっしゃったのです。その言葉を聞いて開き直り、いい仕事

ピエゾアクチュエーター

回転ステージ



フィルターホイール

EM-CCDカメラ

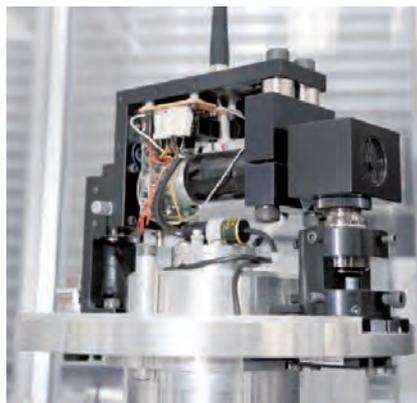
共焦点ユニット

「植物の分類に詳しく、休日にもいろいろなところに連れて行ってきて、植物の名前を教えてくださいました。そんなとき、先生が心の底からうれしそうに顔をします。その笑顔を見ているうちに、『植物の研究者になりたい』と思うようになりました。共同研究者である東京大学の准教授の先生も松山東高校出身で、同じ先生の影響を受けたと聞きました」

恩師に導かれて進んだ愛媛大学では、初めて触れた分子生物学の美しさに魅せられた。「生物のからだで起きていることを、論理的に説明できる。そこに美しさを感じ、分子生物学を研究したいと思いました」

卒業後は京都大学大学院へと進み、研究者としての階段を登りはじめる。しかし、その道は決して順風満帆ではなかった。

“遠心”顕微鏡



試料を置いたステージを高速で回転し、生じる遠心力を重力に見立ててアミロプラストの様子を観察する。回転速度によって重力の調整も可能だ。

をすればチャンスも訪れるかもしれないと思えるようになりました」

そのしばらく後、縁あって奈良先端科学技術大学院大学の田坂昌生教授から、研究室に来るように誘われた。わずか2年間で、助手という立場ではあったが、そこに行けば好きな植物の分子生物学研究に携われる。自らの夢に正直に決断を下したことが、現在につながった。

「回り道はしましたが、バクテリオファージや大腸菌で身につけた分子生物学の知識や思考法が、今の私の研究の柱になっていると心から感じます。だからこそ、研究者を目指す若い人に、私からも、『今の仕事をしっかりしていれば、自ずと次の道は拓けるものです』という言葉を送りたいですね」

研究の概要

JSTの研究課題では、シロイヌナズナの重力屈性異常変異体について、原因となる遺伝子が重力屈性のどのようなプロセスでどんなはたらきをしているかを研究している。その結果、アミロプラストの自由な動きをコントロールする遺伝子のはたらきが、重力屈性のメカニズムで重要な役割を果たしていることがわかってきた。

また、現在はおもに地上部（茎）の内皮細胞に

花茎の重力屈性反応



シロイヌナズナを水平に倒すと、重力を感じて伸びる方向を変え、約90分で再び真上に向かう。

おける重力屈性を研究しているが、根や葉などで重力を感じる細胞についても対象とし、発現している遺伝子を比較研究することで、重力を感じるセンサーそのものを明らかにしようと考えている。

「稲の原種は、葉が横に広がるように生えるものでした。しかし、それでは収量が上がらないため、まっすぐ立つ、すなわち重力屈性が非常に高いものを長い歴史のなかで選抜した結果、今のような稲が広まったのです。重力屈性の研究も、将来的にはそうした育種につながり、世の中に役立つ可能性を秘めていると思います」（森田さん）