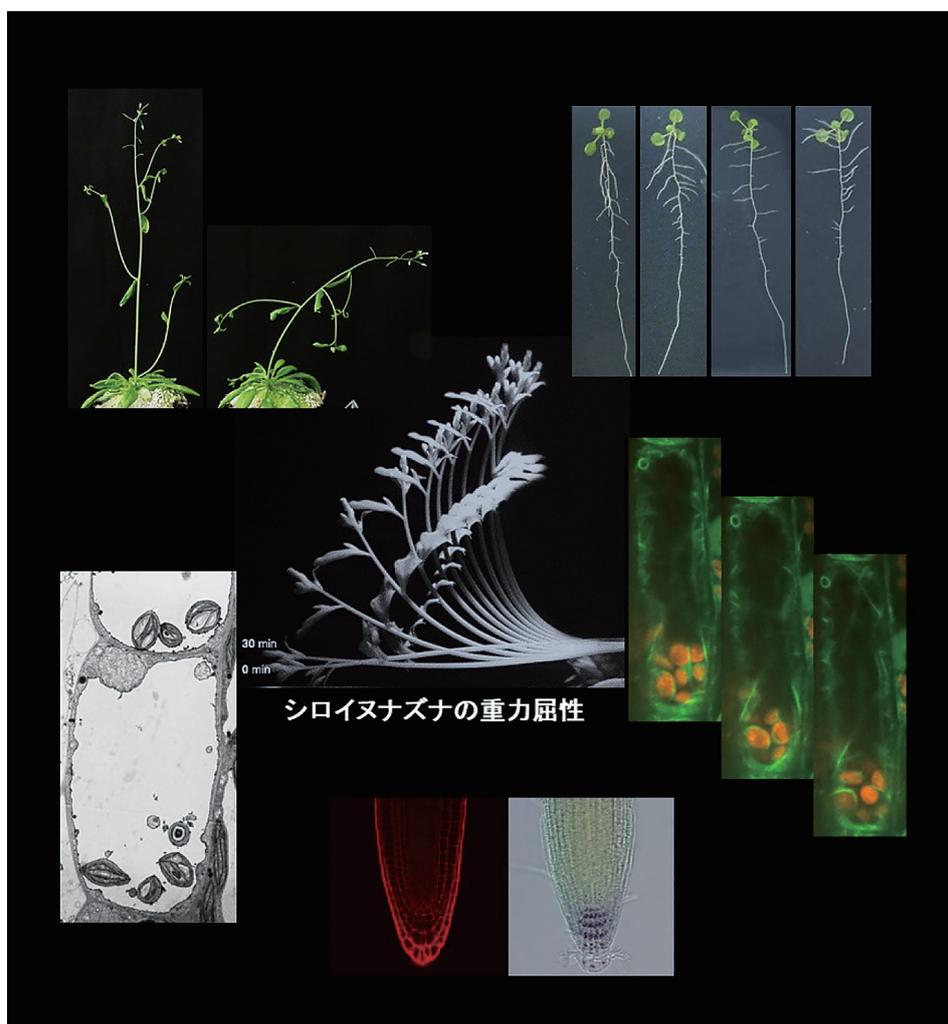


植物が重力に応答する仕組みの解明

芽生えた場所で一生を過ごす植物は、重力、光、水分勾配などの外的環境を認識し、より効率的にリソースを獲得出来るように成長方向を調節している。このような植物の応答は屈性と呼ばれている。本研究部門ではシロイヌナズナの重力屈性について、遺伝学、細胞生物学、分子生物学など様々な角度から研究を行なっている。細胞が重力方向をどのように認識し、生化学的情報に変換するか、またその情報をどの様に細胞から器官全体に伝達するかなど、植物の巧妙な重力方向の認識と成長制御のメカニズムを理解することを目指している。



Member

教授
森田（寺尾）美代

助教
西村 岳志
四方 明格

特任助教
川本 望

技術課技術職員
森 祥伍

技術支援員
高瀬 わかな
濱田 真也子
山田 由佳
相馬 誉里子
本村 寛恵

事務支援員
小島 洋子

シロイヌナズナの重力屈曲と重力屈曲変異体。重力方向の認識に平衡石として働くと考えられているアミロプラスト。

植物の重力屈性とは

植物は重力方向を認識して、茎は上向き（重力方向とは逆向き）に、根は下向き（重力方向の向き）に成長する。重力方向は重力感受細胞内に存在するデンプン粒を蓄積したアミロプラストが重力方向に移動することで感受される。その情報は細胞内シグナル伝達過程（重力シグナリング）を経て、植物ホルモンであるオーキシンの方向性を持った細胞間輸送へと変換されると考えられている。オーキシンは器官内で不均等に分配され、最終的には認識した重力方向をもとに個体としての成長方向を変化させる。現在、私たちは重力感受と重力シグナリングに着目して、分子遺伝学、細胞内イメージング、分子生物学的解析等を組み合わせた多角的なアプローチにより、重力屈性の分子機構の解明を目指している。

アミロプラストの沈降に伴う細胞内動態

重力方向を感受する細胞である花茎の内皮細胞や根端のコルメラ細胞には、アミロプラストが存在している。これらの細胞では、液胞膜や細胞骨格の動態が適切に制御されることが、アミロプラストの重力方向への移動に重要である。私たちは、垂直ステージ共焦点顕微鏡を独自に構築し、重力方向の変化に伴う重力感受細胞のオルガネラやタンパク質動態を詳細に観察することで、重力感受メカニズムに迫ろうとしている。

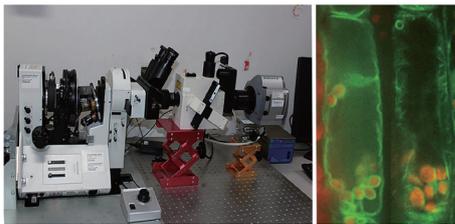


図1. 垂直ステージ共焦点レーザー顕微鏡で観察した内皮細胞顕微鏡が横倒しになっているので重力方向を維持したまま細胞内を観察することができる（左図）。赤色で示したのは重力方向に移動したアミロプラストで、緑色で示したのは液胞膜とアクチン繊維（右図）。

重力シグナリングの分子機構

重力方向へ移動したアミロプラストの位置情報が、どのようにオーキシン細胞間輸送制御へとつながるのかについては、未だに不明な点が多い。近年、私たちは重力感受細胞に着目したトランスクリプトーム解析から、花茎、胚軸、根全ての重力応答器官において重力シグナリングに関与するLZY遺伝子ファミリーを見出した。根や側枝の伸長方向は、この遺伝子ファミリーの発現量に依存して決定されるらしい（図2）。根端のコルメラ細胞では、アミロプラストの重力方向への移動に続いて、LZY蛋白質の一つがその相互作用因子RLDと共に、重力方向側の細胞膜に見出される（図3）。

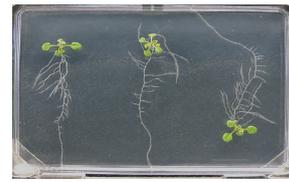


図2. シロイヌナズナの根の伸長方向の決定
野生型（左の植物）に比べ、*lzy* 多重変異体（中央・右の植物）では根の伸長方向に異常が見られる。下が重力方向。

RLDは膜交通に関わることが示唆されており、オーキシン輸送タンパク質を細胞膜へ運び役割を果たす可能性が高い。現在、これらの機能解析をさらに進め、重力シグナリングと根や側枝の伸長方向決定の分子機構の解明を目指している。

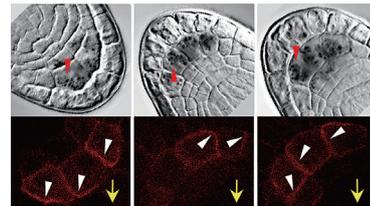


図3 重力方向の変化に伴うLZY蛋白質の細胞内局在の変化
左から重力方向変化前、変化後5分及び60分の状態。下が重力方向。シロイヌナズナ側根のコルメラ細胞内において、重力方向側の細胞膜に見出されていたLZY3蛋白質（下段、赤色）が、重力方向変化後も重力方向側の細胞膜に見出される（白の矢尻で示した）。赤の矢尻はコルメラ細胞内のアミロプラストを示している。

重力屈性と抗重力屈性

LZYは、根では下方向、地上部（花茎）では上方向への成長を制御している。私たちは、*lzy* 多重変異体では野生型と逆に、根は上方向、地上部は下方向へ成長する傾向にあることを見出した（図2）。植物には重力屈性とは逆方向へ成長させる仕組み（抗重力屈性）が存在し、これらのバランスによって傾斜した成長角度が保たれるという考え方がある。私たちは、*lzy* 多重変異体では抗重力屈性がより顕著に現れたと捉え、抗重力屈性の性質を明らかにすることを試みている。

参考文献

1. Wang, L., Li, D., Yang, K., Guo, X., Bian, C., Nishimura, T., Le, J., Morita, M.T., Bergmann, D.C., Dong, J. (2022). Connected function of PRAF/RLD and GNOM in membrane trafficking controls intrinsic cell polarity in plants. *Nat. Commun.* 13, 7.
2. Furutani, M., and Morita, M.T. (2021). LAZY1-LIKE-mediated gravity signaling pathway in root gravitropic set-point angle control. *Plant Physiol.* 187, 1087-1095.
3. Kawamoto, N., Kanbe, Y., Nakamura, M., Mori, A., Morita, M.T. (2020). Gravity-Sensing Tissues for Gravitropism Are Required for "Anti-Gravitropic" Phenotypes of *lzy* Multiple Mutants in Arabidopsis. *Plants* 9, 615.
4. Furutani, M., Hirano, Y., Nishimura, T., Nakamura, M., Taniguchi, M., Suzuki, K., Oshida, R., Kondo, C., Sun, S., Kato, K., Fukao, Y., Hakoshima, T., Morita, M.T. (2020). Polar recruitment of RLD by LAZY1-like protein during gravity signaling in root branch angle control. *Nat. Commun.* 11, 76.
5. Taniguchi, M., Furutani, M., Nishimura, T., Nakamura, M., Fushita, T., Iijima, K., Baba, K., Tanaka, H., Toyota, M., Tasaka, M., Morita, M.T. (2017). The arabidopsis LAZY1 family plays a key role in gravity signaling within statocytes and in branch angle control of roots and shoots. *Plant Cell* 29, 1984-1999.

教授

森田（寺尾）美代

助教

西村 岳志

助教

四方 明格

特任助教

川本 望

