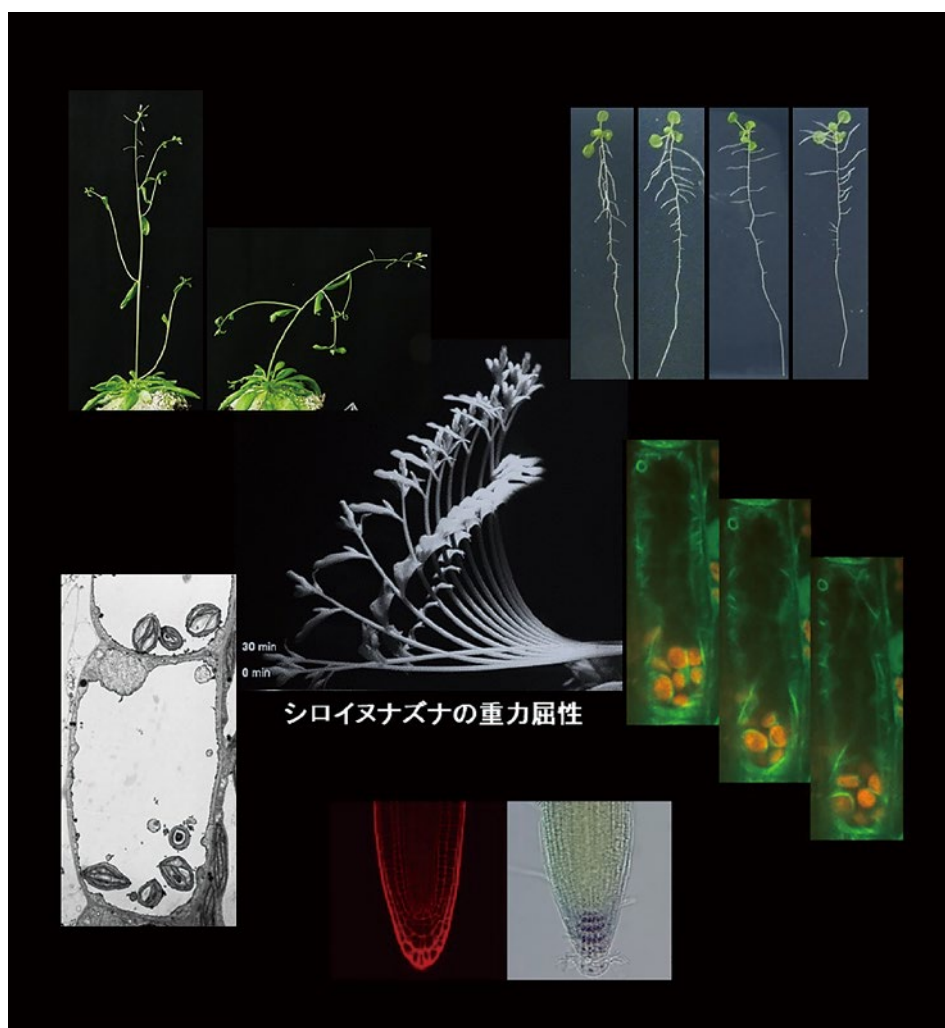


植物が重力に応答する仕組みの解明

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。



Staff

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

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、地上部は上向きに、根は下向きに成長する。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高比重のオルガネラである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の制御へと変換されると考えられている。私たちは特に重力感受と重力シグナリングに注目して、分子生物学的解析を初めとし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おいて、アミロプラストの重力方向への移動には、液胞膜や細胞骨格の動態が適切に制御されることが重要である。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内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、重力感受機構の理解を進めている（図1）。

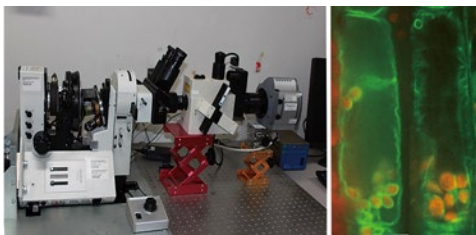


図1. 垂直ステージ共焦点レーザー顕微鏡で観察した内皮細胞顕微鏡全体が90度回転しているため、成長時の重力方向を維持したまま細胞内を観察することができる（左図）。赤色で示したのは重力方向に移動したアミロプラストで、緑色で示したのは液胞膜とアクチン繊維（右図）。

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、根における重力シグナリングに関与するLZY遺伝子ファミリーを私たちは同定し、根や側枝の成長方向の決定はこの遺伝子ファミリーの制御下にあることを明らかにした（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）。RLDはGNOMと共に膜交通を制御す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ぶ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成長方向決定の分子機構の解明を目指している。



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* 二重変異体（中央）と *lzy* 三重変異体（右）では根の成長方向に異常が見られる。下が重力方向。

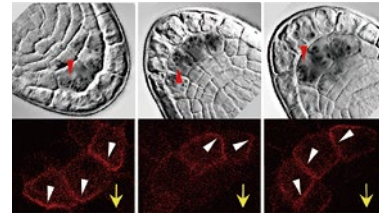


図3. 重力方向の変化に伴うコルメラ細胞におけるLZY蛋白質の細胞内局在の変化

左から重力方向変化前、180度の重力方向変化後5分及び60分の状態。矢印が重力方向。重力方向側の細胞膜に局在したLZY蛋白質（下段、赤色）が、重力方向変化後60分には新たな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た。

重力屈性と抗重力屈性

LZYは、根の下方向への成長、地上部（花茎）の上方向への成長を促進する働きをもつ。興味深いことに、*lzy* 多重変異体では野生型と逆に、根は上方向、地上部は下方向へと成長する傾向にある（図2）。植物の形態は、重力屈性およびそれとは逆方向へ成長させる仕組み（抗重力屈性）のバランスにより維持されていると近年考えられている。私たちは、上述の *lzy* 多重変異体が示す振る舞いは抗重力屈性がより顕著に現れた結果と捉え、その解析を通じて抗重力屈性の機構解明に取り組んでいる。

参考文献：

- Nishimura, T., Makigawa, S., Sun, J., *et al.* (2023). Design and synthesis of strong root gravitropism inhibitors with no concomitant growth inhibition. *Sci. Rep.* 13, 5173.
- Kawamoto, N., and Morita, M.T. (2022). Gravity sensing and responses in the coordination of the shoot gravitropic set point angle. *New Phytol.* 236, 1637-1654.
- Wang, L., Li, D., Yang, K., *et al.* (2022). Connected function of PRAF/RLD and GNOM in membrane trafficking controls intrinsic cell polarity in plants. *Nat. Commun.* 13, 7.
- 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.
- Kawamoto, N., Kanbe, Y., Nakamura, M., *et al.* (2020). Gravity-Sensing Tissues for Gravitropism Are Required for “Anti-Gravitropic” Phenotypes of *lzy* Multiple Mutants in Arabidopsis. *Plants* 9, 615.
- Furutani, M., Hirano, Y., Nishimura, T., *et al.* (2020). Polar recruitment of RLD by LAZY1-like protein during gravity signaling in root branch angle control. *Nat. Commun.* 11, 76.

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

