

細胞の動的・高次構造体  
2022 年度採択研究代表者

2022 年度  
年次報告書

高塚 大知

金沢大学 理工研究域  
テニュアトラック助教

オルガネラ間の動的相互作用が駆動する細胞分化

## 研究成果の概要

植物の根の表面から突出する「根毛」は、水分・養分の吸収に重要な働きを持つ細胞である。根毛が成長を開始するには、細胞内を核が移動し、根毛形成位置まで到達する必要がある。これまで、根毛成長を誘導する遺伝子ネットワークの解析は盛んに行われてきたが、「巨大液胞が大部分を占める細胞内をなぜ核が移動できるのか」、「何が引き金となって核が移動を開始するのか」といった、細胞生物学的視点をもった研究は行われていない。本研究では、遺伝子発現の司令塔である「核」と、巨大圧力を発生させる物理的構造体である「液胞」が互いの動態を制御し合う『動的相互作用』が、核移動を伴う根毛細胞の大規模な構造変換の駆動力であるとの仮説の実証を目指す。2022年度は、以下3つの課題に取り組んだ。

### 1. 細胞構造操作技術

核の位置を操作する光ピンセット、細胞内圧力を操作するプレッシャープローブ装置を導入した。また、細胞内の圧力を計測する圧力計の開発に取り組んだ。現在、これらを用いた細胞構造操作技術の条件検討を進めている。

### 2. 時空間高解像イメージングによる核-液胞動態の解析

撮影機器・条件の最適化を行い、核と液胞の動態を立体的かつ経時的に撮影する「4D イメージング系」を確立した。これを用い、核が移動する直前、現在地と目的地の間に液胞間隙が形成される様子を捉えることに成功した。

### 3. 核-液胞の複雑な動的相互作用を御するアクチンの役割の実証と制御系解明

上述の4Dイメージング技術を駆使し、アクチン形成が異常な変異体の液胞動態を解析した。その結果、この変異体では、現在地と目的地の間の液胞間隙形成がうまく進まず、液胞が大きな断片として残る様子が観察された。この液胞に行く手を阻まれ、核が目的地の途中で押し戻されるような動きも見られた。以上の結果から、アクチンによって誘導される液胞間隙形成が、核移動の実現に必要な細胞構造変換の一要因であることが示された。

### 【代表的な原著論文情報】

- 1) “Cytokinin signaling promotes root hair growth by directly regulating RSL4 expression”, *Journal of Experimental Botany*, vol. 74, No. 12, pp.3579-3594, 2023
- 2) “At the Nexus between Cytoskeleton and Vacuole: How Plant Cytoskeletons Govern the Dynamics of Large Vacuoles”, *International Journal of Molecular Sciences*, vol. 24, pp.4143, 2023
- 3) “MYB3R-SCL28-SMR module with a role in cell size control negatively regulates G2 progression in Arabidopsis”, *Plant Signaling & Behavior*, pp.1-5, 2022