

2023 年度年次報告書

多細胞間での時空間的相互作用の理解を目指した定量的解析基盤の創出

2021 年度採択研究代表者

植田 美那子

東北大学 大学院生命科学研究科

教授

生命情報の低次元化を起点とする多階層モデル駆動型研究戦略の創出

主たる共同研究者:

津川 暁 (秋田県立大学 システム科学技術学部 助教)

檜垣 匠 (熊本大学 大学院先端科学研究部 教授)

藤本 仰一 (広島大学 統合生命科学研究科 教授)

研究成果の概要

本研究は、植物の初期発生をモデル系として、高精細ライブイメージング解析、汎用的画像パターン認識解析、定量数理解析、トランスクリプトーム解析を統合することで、生命システムの全体像を理解することを目指す。具体的には、モデル植物の一つであるシロイヌナズナにおいて、受精卵が極性化して上下に非対称分裂することで第一の体軸である上下軸が確定する過程と、その後のパターン形成期において胚が内外に非対称分裂することで、第二の体軸である内外軸が形成される過程とに着目し、細胞内の分子の挙動が細胞全体の極性化、ひいては非対称分裂を介した多細胞体の形成に至るという多階層機構の解明に取り組んでいる。

まず、ライブイメージング法と汎用的画像パターン認識技術を統合した解析として、受精卵内部の細胞骨格やオルガネラの動態を精緻に追跡した高次元画像群をさまざまな観点から標準化し、頂端-基部軸に沿った極性分布の定量評価とクラスタリングを実施した。これにより、頂端部に蓄積する微小管と、基部側に偏在する液胞が、受精卵の伸長開始時から不等分裂まで一貫して細胞極性化と強く連動した動態を示す中核事象群であることを見出した(代表論文 1)。さらに、定量数理解析との連携も進めたことで、受精卵は花粉管や根毛と同様に先端成長の様式で細胞伸長することや、通常の先端成長細胞とは異なり、第一分裂の前に伸長速度と先端半径を一過的に増加させる時期(Rapid Growth Stage (RGS))を有することを特定した(代表論文 2)。また、これらの動態解析によって見出された事象を制御する分子機構を探索するために、受精卵のトランスクリプトームデータや各種変異体を用いた解析も進め、さまざまな候補因子を見出した。

【代表的な原著論文情報】

- 1) Hiromoto Y., Minamino N., Kikuchi S., Kimata Y., Matsumoto H., Nakagawa S., Ueda M., Higaki T. Comprehensive and quantitative analysis of intracellular structure polarization at the apical-basal axis in elongating Arabidopsis zygotes. *Sci Rep.* 13(1):22879. (2023)
- 2) Kang Z., Matsumoto H., Nonoyama T., Nakagawa S., Ishimoto Y., Tsugawa S., Ueda M. Coordinate Normalization of Live-Cell Imaging Data Reveals Growth Dynamics of the Arabidopsis Zygote. *Plant Cell Physiol.* 64(11):1279-1288 (2023)