

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

2021 年度 年次報告書
------------------

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

## § 1. 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、定量数理解析、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、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ふ多階層機構の解明に取り組んでいる。

本年度はまず、シロイヌナズナの受精卵や初期胚の内部を高精細にライブイメージングし、受精から体軸形成に至る過程の細胞の形状変化や分裂面の形成といった時空間動態を捉えた。これらの高次元画像群を定量評価することで、細胞伸長の速度や分裂面の角度といったさまざまな特徴量を実測した。これらの定量データを元に数理モデルを構築し、細胞内で生じる力学的な変化や、分裂面が決まる際の法則性を探った。並行して、細胞骨格やオルガネラなど、さまざまな細胞内事象についても網羅的なライブイメージングを行った結果、非対称分裂に先んじて細胞内で極性移動するオルガネラや、細胞の形状変化と連動して濃度変化する物質などを見出した。これらの多様な高次元画像群を元に、事象間の関連性を探るべく、画像パターン認識解析法の適用を検討した。さらに、単離受精卵を用いたトランスクリプトーム解析も実施し、この過程で働く遺伝子群を網羅的に探索した。数理モデルやイメージング解析から得られた知見を元に候補遺伝子を絞り込んで解析した結果、受精卵の非対称分裂に必須の遺伝子を複数見出すことに成功した。

## § 2. 研究実施体制

### (1) 植田グループ

- ① 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)
- ② 研究項目
  - ・シロイヌナズナ胚の高精細ライブイメージング
  - ・シロイヌナズナ胚のトランスクリプトーム

### (2) 藤本グループ

- ① 主たる共同研究者: 藤本 仰一 (大阪大学 大学院理学研究科 准教授)
- ② 研究項目
  - ・胚のパターン形成過程の細胞配置モデルの導出

### (3) 津川グループ

- ① 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)
- ② 研究項目
  - ・受精卵の極性化過程の微小管モデルの導出

### (4) 檜垣グループ

- ① 主たる共同研究者: 檜垣 匠 (熊本大学 大学院先端科学研究部 准教授)
- ② 研究項目
  - ・植物受精卵の細胞分裂周期進行に伴う表層微小管構造変化の定量評価
  - ・上下軸方向における細胞内構造の局在を指標とした画像評価
  - ・顕微鏡画像における細胞領域の自動セグメンテーションと細胞形状の幾何学的解析

### 【代表的な原著論文情報】

- 1) Sudo M, Fujimoto K. “Traveling wave of inflammatory response to regulate the expansion or shrinkage of skin erythema” PLOS ONE 17(2): e0263049, 2022.