

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
2019 年度採択研究代表者

2020 年度 年次報告書

土屋 雄一郎

名古屋大学 トランスフォーマティブ生命分子研究所
特任准教授

植物ホルモンフローアトラスの構築

§ 1. 研究成果の概要

本研究では最先端の化学、生物学、計算科学および顕微鏡技術の融合より、植物ホルモンが細胞から隣の細胞へ移動する様子を顕微鏡で観測する低分子操作技術を開発し、組織レベルでのホルモンの流れを1細胞の解像度で再現する時空間数理モデルを構築することで、環境変化を察知して機敏に生理成長を変化させる植物の動的な情報制御システムの理解に資する技術と理論の創出を目指す。2020年度は、量子計算を活用した分子設計を進め、培養細胞を用いた実験系で実際にホルモンが細胞間を移動する様子を顕微鏡で捉えることに成功した。

分子設計においては、初期に *in vitro* 試験で良好な物性を示した ver0.1 の設計と合成を行なったが、顕微鏡下での操作と観察を期待通りに行うことができなかった。以後の試行錯誤より、一つの分子に複数の機能を組み込もうとする際に生じる機能的パーツ間の干渉が問題を引き起こすことが明らかとなった。そこで、量子計算および分子ダイナミクスシミュレーションを併用して干渉を予測しながら設計を行う方針へと変更し、ver0.3 の時点で顕微鏡下での分子操作に初めて成功した。顕微鏡による分子操作の検討とプローブの構造改変をさらに進め、最新版の ver1.0 において、タバコ BY-2 培養細胞を用いた実験系で植物ホルモンが細胞から別の細胞へと移動する様子を顕微鏡で捉えることに初めて成功した。また、この分子操作技術を転用し、植物ホルモンの細胞内ダイナミクスの観察にも取り組んだ。

研究対象として、モデル植物であるシロイヌナズナやヒメツリガネゴケを用いて実験系の基本的な原理の証明と細胞レベルでのホルモンフローの定量化を行うが、遺伝学解析の困難な寄生植物への応用も視野に入れて研究を進めている。今年度は、ホルモンフローの解析に適した寄生植物を探索し、その寄生プロセスを本技術により可視化する研究も行なった。

§ 2. 研究実施体制

(1) 土屋グループ

① 研究代表者: 土屋 雄一郎 (名古屋大学 トランスフォーマティブ生命分子研究所 特任准教授)

② 研究項目

- ・ 蛍光ターンオン型ケージ技術の確立と検証
- ・ 様々な植物ホルモンへの応用
- ・ 寄生植物ストライガの寄生能力の解明

(2) 南保グループ

① 主たる共同研究者: 南保 正和 (名古屋大学 トランスフォーマティブ生命分子研究所 特任講師)

② 研究項目

- ・ オーキシンをモデルとした蛍光性ケージの開発

- ・ 多重染色用ケージド植物ホルモンの合成

(3) 佐藤グループ

① 主たる共同研究者: 佐藤 良勝 (名古屋大学 トランスフォーマティブ生命分子研究所 特任准教授)

② 研究項目

- ・ 蛍光ターンオン型ケージの確立と検証 —顕微鏡技術の開発—
- ・ 様々な植物ホルモンへの応用 —生物学的評価と解析—
- ・ 寄生植物ストライガの寄生能力の解明 —ストライガにおける細胞間ホルモン移動の解析—

(4) 土方グループ

① 主たる共同研究者: 土方 優 (北海道大学 化学反応創成研究拠点 特任准教授)

② 研究項目

- ・ 独自開発分子(BLACK)の細胞間移動を記述する数理モデルの構築
- ・ 構築した数理モデルを用いた解析

【代表的な原著論文情報】

Kakishi Uno, Nagisa Sugimoto, Yoshikatsu Sato (2021) N-Aryl pyrido cyanine derivatives are nuclear and organelle DNA markers for two-photon and super-resolution imaging Nat Commun 12: 2650