

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

2022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
特任教授

植物ホルモンフローアトラスの構築

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)

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 特任准教授)

土方 優 (北海道大学 創成研究機構化学反応創成研究拠点 特任准教授)

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、環境変化を感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。光アンケーシングにより蛍光ホルモンを放出する分子プローブ (BLACK) の開発をオーキシンをモデルケースとして進め、2021年度までに蛍光顕微鏡での観察を実際に行うことができるプローブの開発完了に至った。2022年度は、フィラメント状に1次元成長を行うヒメツリガネゴケをモデルケースとし、共焦点顕微鏡のFRAP機能を用いることで1細胞で蛍光オーキシンのアンケーシングを行い、その後の蛍光輝度の変化を観察する顕微鏡操作条件の設定を進めた。その中で、ヒメツリガネゴケは想定以上にヘテロな細胞群を形成することが明らかとなったため、同一細胞で複数回アンケージを安定して行うことで再現性を確認するための条件設定に取り組んだ。さらに、それぞれの細胞から得られた蛍光輝度の変化を指標に数理モデルにフィッティングさせることで移動速度のパラメーターの取得にも取り組んだ。特定の細胞における複数回のレーザー照射によって発生する蛍光オーキシンの輸送挙動データに関する数式化では、複数回光照射することで蛍光オーキシンの流出速度に変化が見られたことから、オーキシンの輸送は、輸送体活性へのフィードバック制御を伴うダイナミックなプロセスである可能性が示唆された。また、重力に対して感受性の高い植物の本来の生長を維持した状態での植物ホルモンフローを観察できる水平光軸顕微鏡を構築した。今後は動体追尾プログラムを搭載した後、オーキシンフローを解析する予定である。プローブ開発に関してもさらに進め、蛍光波長の制御が両立できる新規蛍光ユニットの合成を行った。しかし、合成効率が非常に悪いあるいはオーキシンとの連結が効率的に進行しない結果となった。今後は合成に成功している蛍光オーキシンの骨格をもとに、脂溶性を抑えた誘導体の合成を進める予定である。さらに、本技術を挙動のよくわかっていない植物ホルモンであるアブシジン酸(ABA)へと応用する研究も進めた。蛍光ABAの開発にあたり、蛍光分子やリンカーを検討した結果、新規蛍光ABAを見出すことに成功した。植物体への取り込みも確認でき、ABAの生理活性を反映する蓄積パターンを観察することに成功した。現在ABAシグナル伝達と輸送パターンの関係性についても解析を進めている。今後はBLACKの連結による輸送の可視化技術の開発や他の蛍光植物ホルモンの合成を進める予定である。これらのプローブを用いて、寄生植物が宿主に寄生を起す際のホルモン蓄積パターンの変化を検出するとともに、いまだ同定されていない宿主が発するシグナル分子の構造同定に向けた研究を行った。研究成果については、CRESTにサポートを受けて行った寄生植物ストライガの種子発芽に関する研究は *Plant and Cell Physiology* にアクセプトされた。

【代表的な原著論文情報】

1) Gibberellins promote seed conditioning by up-regulating strigolactone receptors in *Striga hermonthica*. Yap Jia Xin and Yuichiro Tsuchiya *Plant Cell Physiol.* (in press)