

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

2019 年度採択研究代表者

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 (名古屋大学 未来社会創造機構 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、2022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 BLACK-IAA4を開発し、ヒメツリガネゴケをモデルケースとしとして蛍光オーキシンの細胞間の移動を観察することに成功した。2023年度は、アンケーシングした細胞とその隣接細胞より得られた蛍光輝度の経時変化に数理モデルをフィッティングさせることで移動のパラメーターの獲得に取り組んだ。複数回アンケーシングを行うための条件検討より、個体・細胞間に生じる不均一性に影響されることなく定量データを取得することが可能となり、オーキシン輸送阻害剤処理時に蛍光オーキシンの細胞間輸送の変化を検出することができた。これを受け、オーキシン濃度に依存したオーキシン濃度減少速度(移動速度)の評価から移動を記述するモデルの構築に取りかかった。輸送タンパクの捕捉と放出の濃度依存性を酵素反応の濃度依存性と見立て、オーキシンの濃度と移動速度の関係を蛍光強度と時間の関係として理解することで移動モデルを構築することを試み、濃度依存型の基礎モデルの構築を行った。さらに、シロイヌナズナの根と胚軸でのアンケーシングにも成功し、3次元の組織での蛍光オーキシンの移動も観察されつつある。さらなる改良を施した分子開発について、植物への取り込み改善と蛍光波長の制御が両立できる新規蛍光ユニットの合成も行った。

本技術をオーキシン以外のホルモンへと応用する研究も進め、蛍光アブシジン酸とケージドエチレンの開発も行った。アブシジン酸に関しては、葉の表皮にある気孔が閉鎖する際の蛍光 ABA の流入の観察を行い、変異株を用いた解析よりアブシジン酸のシグナル伝達による ABA フローのフィードバック制御の関係性を見出した。また、種子発芽時のアブシジン酸のフローについても蛍光アブシジン酸を用いて解析する処理条件を検討し、輸送体の変異株を用いた解析を進めた。気体のホルモンであるエチレンをケージ化する試みはこれまで成功例がないが、新たに作成した分子をアンケーシングすることで実際にエチレンが発生することを化学分析で確認でき、寄生植物ストライガを用いたバイオアッセイにて、*in vivo* でアンケーシングできることも確認できた。

寄生植物が宿主に寄生を起こ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揮発性のシグナル分子の構造同定に関する研究も進め、固相マイクロ抽出法と GC-MS を用いた解析より候補化合物の絞り込みを行った。

【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*, 2023. doi: 10.1093/pcp/pcad056.