

補助事業番号 2025MC1202-003

補助事業名 2025年度 海外で開催される国際会議等で研究発表を行う大学院生の研究交流活動
補助事業

補助事業者名 慶應義塾大学 理工学部 機械工学科 高橋研究室 高橋 英俊

1 海外渡航者

慶應義塾大学 大学院理工学研究科 総合デザイン工学専攻 香川 学斗

2 会議内容

(1) 会議名

The 29th International Conference on Miniaturized Systems for Chemistry and Life Sciences - Micro-Total Analysis Systems (μ TAS 2025)

(2) 開催地

オーストラリア連邦／アデレード

(3) 開催時期

2025年11月2日 ～ 2025年11月6日

(4) 概要

MicroTAS (International Conference on Miniaturized Systems for Chemistry and Life Sciences) は、化学および生命科学分野におけるマイクロ・ナノスケール技術を対象とした、世界的に評価の高い国際会議である。1990年代より毎年開催されており、マイクロ流体デバイス、バイオセンサー、オルガンオンチップ、シングルセル解析、生体計測など、バイオ医療分野に関わる最先端技術が数多く報告されている。発表内容は Lab on a Chip や Analytical Chemistry といった主要ジャーナルへ発展する事例も多く、採択率はおよそ 60% と国際会議として高い競争性を有する。欧米やアジアを中心に世界各地から研究者が集まり、国際的な学術交流および共同研究の創出においても重要な役割を担っている。

(5) 発表形式

口頭

(6) 研究テーマと発表内容

本研究では、植物根の成長に伴って寒天培地内に生じる力分布を非侵襲的に捉えるため、寒天培地に形

成した格子模様の変形をサンプリングモアレ（SM）法で解析する新しい計測手法を構築した。蓄光性粉末を混合した寒天を用い、格子パターンを培地の中心平面に一体的に形成することで、高コントラストかつ光学的に安定した計測領域を実現し、微小変位の追跡精度を向上させた。格子は直径 1 mm・ピッチ 2 mm の円形要素で構成し、21 mm × 21 mm の範囲に配置した。パターンは Formlabs Form 4 で造形した微細な凹部に蓄光ゲルを充填し、その上から透明寒天を流し込むことで、格子を寒天内部の中心平面に安定的に固定した。培地は両面をガラスで挟んだ専用容器にセットし、外光の影響を避けるため遮光環境下で実験を行った。

カイワレ大根の種子を格子中央に播種し、23 °C・湿潤条件で 3 日間成長させた。蓄光パターンは 15 分間隔で長時間露光により撮影し、得られた画像に対して SM 法を適用し、400 × 400 ピクセル領域の x・y 方向変位分布を算出した。得られた変位場から力ベクトルを推定して根画像上に重ねて可視化したところ、0.125 N 以下の微小成分を除去することで、根の伸長方向と整合する力の向きと大きさが明瞭に確認できた。最大推定力は 0.46 N であった。

質疑応答では複数の指摘・質問が挙げられた。まず、格子パターンが存在する平面から外れた変形の測定については、平面から離れるほど感度が低下する可能性が指摘されたが、本研究では根の変位は主として格子付近の平面内で発生し、今回の範囲では有効に測定できていることから問題ないと考えられる。また、寒天内部の硬度差や屈折率ムラによる光学的歪みについても懸念が示されたが、寒天は全体を同一濃度で作製し、一体成形しているため空間的に均一であり、局所的な光学特性のばらつきは生じていないことから測定への影響は小さいと判断した。さらに、格子の微細化により分解能をどこまで下げられるかについても質問があり、マーク形状やピッチを適切に縮小することでミクロンオーダーまで分解能を向上でき、理論的にはマイクロ～ナノメートル領域まで拡張可能であることを回答した。また、寒天内部での毛細管現象の影響を問う指摘もあったが、今回の構造では毛細管流動が生じる空隙がなく、影響はないことも説明した。加えて、外力が根へ与える影響に関する議論もあり、たとえば人が地面を踏んだ場合に根が受ける応力や、根を引っ張ったときの応答を計測できるかといった質問が挙がった。これに対し、本手法は外力条件を制御した実験にも応用でき、根の力学応答を定量化する上で有用であると回答した。今後は、深さ方向の変位も取得可能な三次元格子構造への発展を通じて、より包括的な力学解析を目指す予定である。

（7）参加した成果

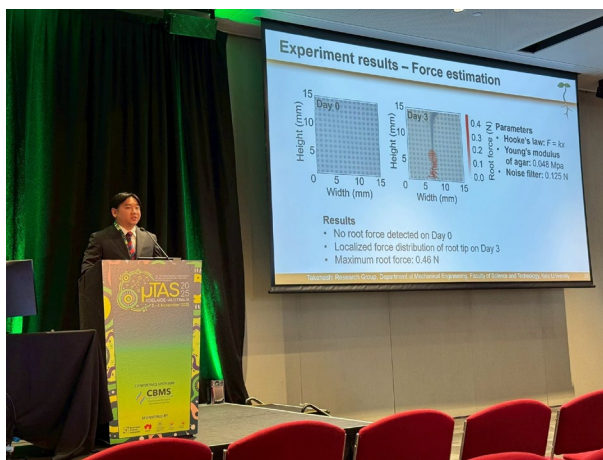
異分野の国際会議であるmicroTASに初めて参加したものの、手法は異なっても共通するテーマや課題が多数存在することを実感した。会場ではマイクロ流路を用いた研究が多く発表されていた一方で、植物を対象とした正式なセッションも設けられており、その中で Dr. Grossmann（Heinrich-Heine-Universität）らは植物根とマイクロ流路を統合した RootChip の研究を紹介していた。この装置では、根の化学物質応答を自動かつ並列的に計測できる点に特徴があり、さらに顕微鏡システムと組み合わせて無重力環境下での根の挙動まで検出する試みが進められていた。講演では、将来的に宇宙空間での植物計測にも挑戦したい旨が述べられており、植物研究の新たな応用可能性に強い刺激を受けた。

自身の発表においても Dr. Grossmann から質問を受け、植物学の専門家としての貴重な視点を得ることができた。特に、変位計測の感度や力推定の定量性に関する指摘は今後の改良に直結するものであり、根の応

力計測研究が国際的にもまだ少ない分野であることから、今後の発展を期待している旨のコメントもいただいた。根は重力による影響を強く受けるため、私自身も将来的には無重力環境下での計測へ発展させたいと感じる契機となった。

また、会場では土壌の pH をマイクロ流路で計測する研究など、農業工学とマイクロデバイスを融合した研究も散見された。これらの議論を通じて、農業分野では高価で複雑な装置は敬遠されやすく、いかに安価で扱いやすく、かつ高精度な計測機構を実現するかが重要であるという実践的な知見を得た。本会議への参加は、自身の研究を俯瞰するとともに、異分野連携の方向性を明確にする大きな収穫となった。

(8) 現地での様子



3 事業内容についての問い合わせ先

所属機関名： 慶應義塾大学 理工学部 機械工学科 高橋研究室

住所： 〒223-8522 (半角)

神奈川県横浜市港北区日吉3-14-1慶應義塾大学 理工学部 機械工学科 (矢上キャンパス) 25棟302室 (教員・学生居室)

担当者： 高橋 英俊 役職名 准教授

E - m a i l : htakahashi@mech.keio.ac.jp

U R L :

所属機関（研究室等）ＨＰのトップページのURL:

<http://www.takahashi.mech.keio.ac.jp/index.html>

成果を公表している研究室ホームページ上のURL:

<http://www.takahashi.mech.keio.ac.jp/conference.html>