

植物の力学的応答を可視化する マイクロデバイスの開発

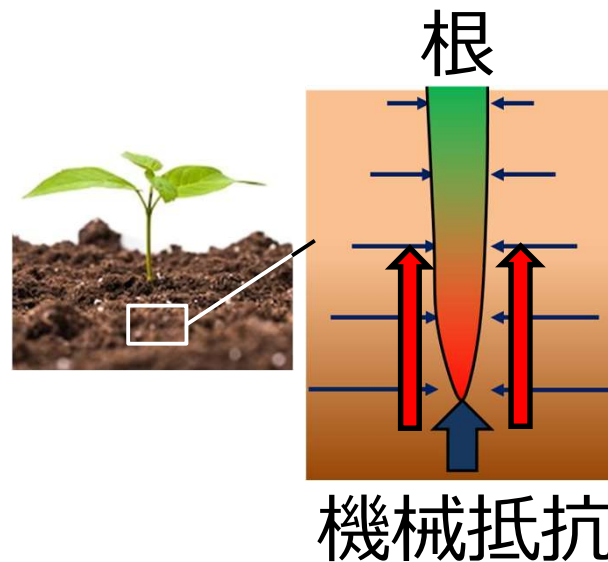
神戸大学大学院工学研究科 機械工学専攻
准教授 肥田 博隆

2025年12月10日

背景

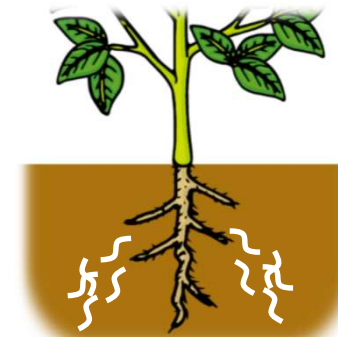
急激な気候変動など，環境変化による農作物への影響

力学的因子



- 温暖化・干ばつ
- 農業機械による土壌圧縮

化学・生物的因子



- 害虫による生育不良
- 水分・養分

など

本研究の目標

環境に対する植物の成長の定性的・定量的な理解を通じて
農作物の開発，生育技術の向上につなげる

従来技術とその問題点

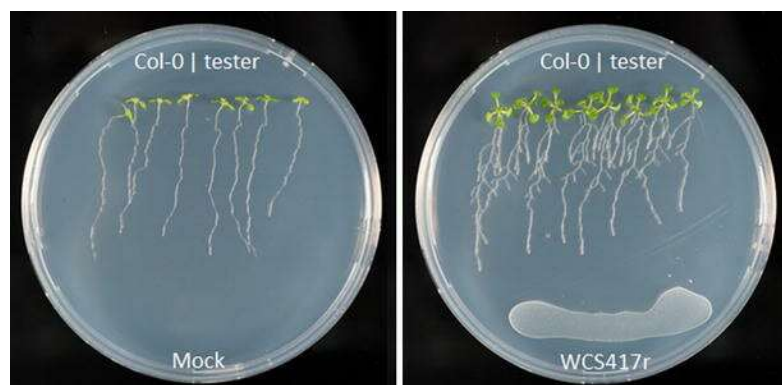
圃場・生育ポットでの試験



課題

- 低効率・高コスト
- 環境制御が困難
- 根の成長挙動は視認できない

実験室（寒天培地）での解析



課題

- 環境因子の定量化が困難
力学的：障害物，根の頑強性 など
化学・生物的因子の数値化

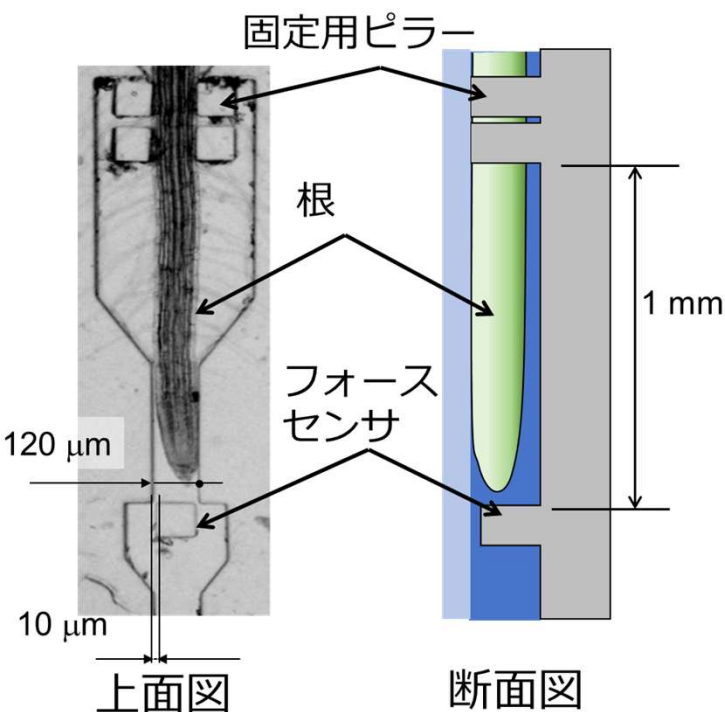
Wintermans, P. C., et al., *Plant molecular biology*, 90(6), pp. 623-634 (2016).

新技術の特徴・従来技術との比較

マイクロデバイスによる植物（根）の成長挙動の可視化

- 高い時間・空間分解能で環境制御を実現
- 環境に対する応答をリアルタイムで解析

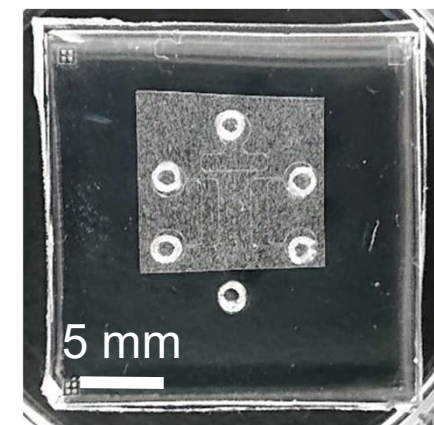
根の力学的解析



イネの栄養屈性
(化学的応答)



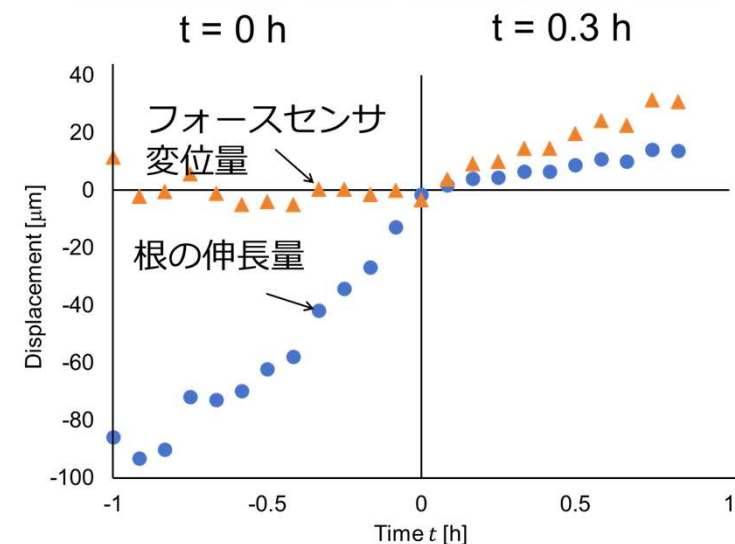
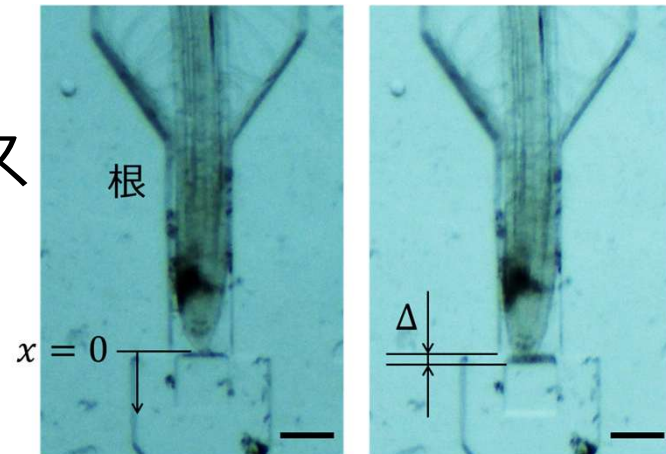
害虫（植物寄生性線虫）の
感染プロセス



新技術について

根の力学的解析

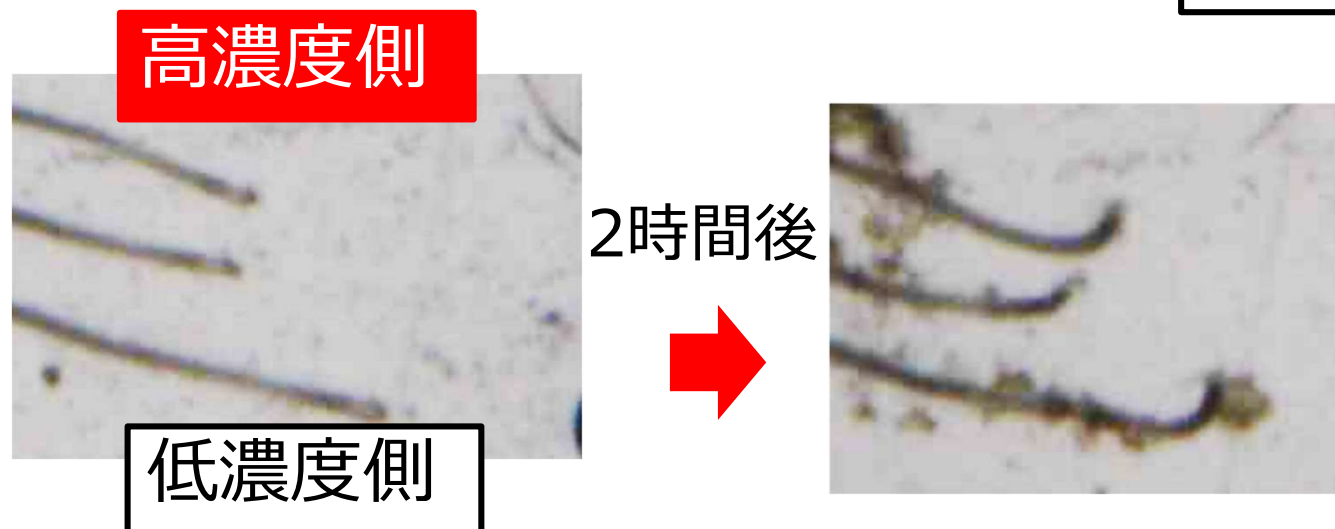
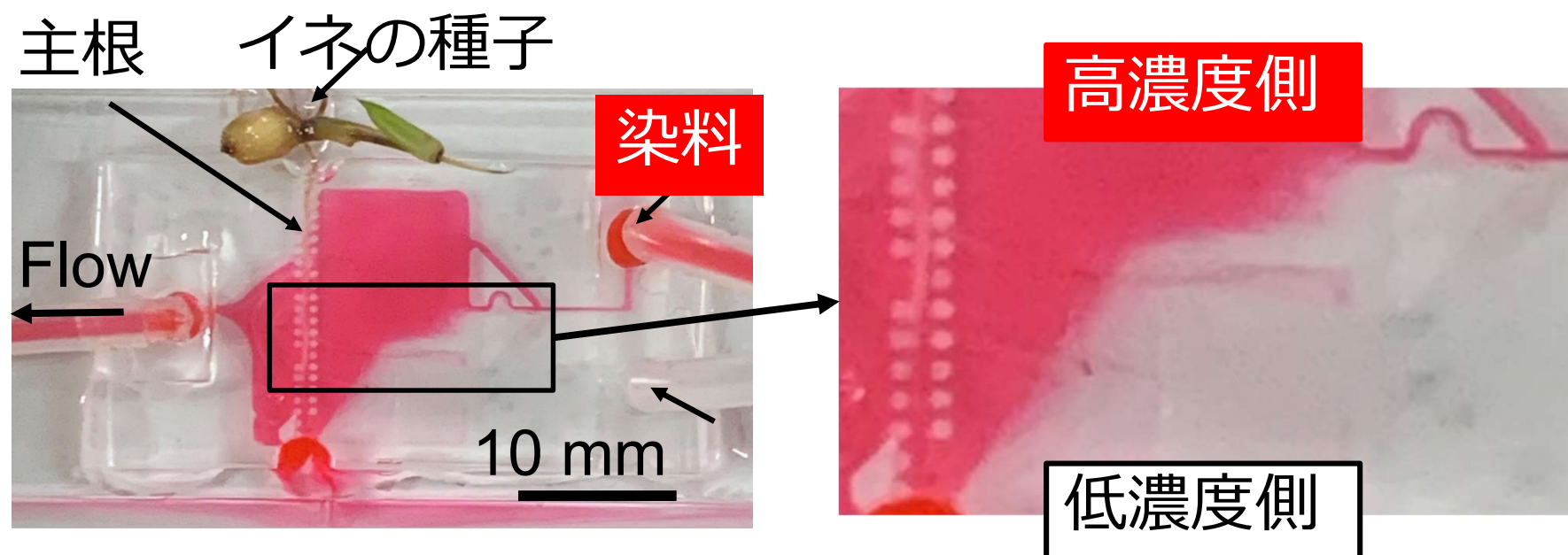
フォースセンサを搭載したマイクロデバイス
固定用ピラー



根の弾性・伸長時の発生力
(mNオーダー) の計測を実現

新技術について

根（イネ）の栄養屈性の解析手法



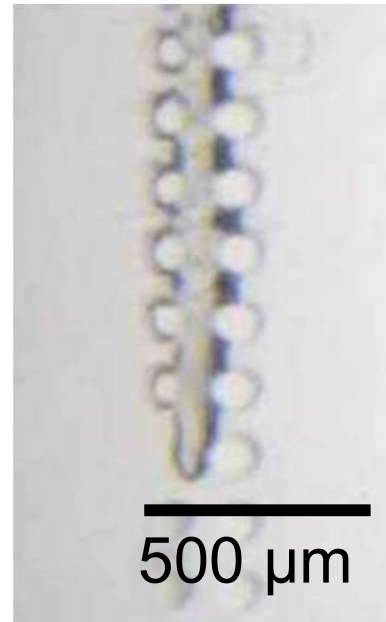
栄養濃度の勾配への
根の応答成長を
可視化

新技術について

害虫（植物寄生性線虫）の感染プロセスの解析

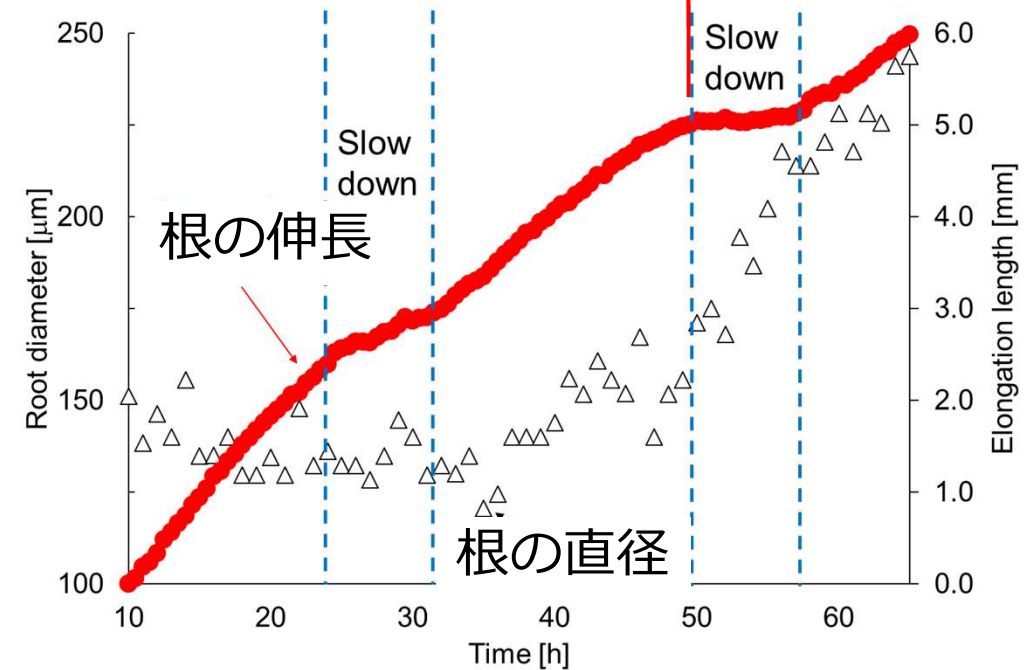


Jones, John T., et al. *Molecular plant pathology*. 14.9 pp. 946-961 (2013)

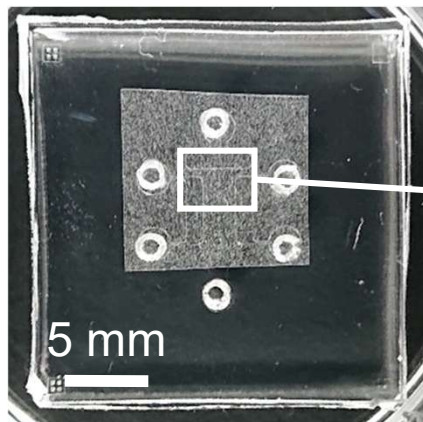


500 μm

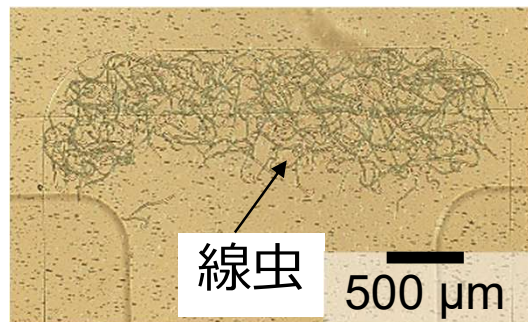
寄生による
根コブの発生



走性（化学的嗜好性）の解析



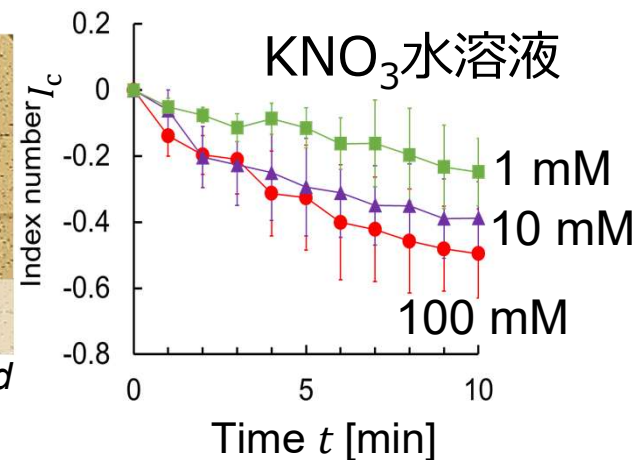
5 mm



線虫

500 μm

Li, Jing, et al. *Microfluidics and Nanofluidics* 29.6 (2025)



- 感染プロセスの
解明
- 薬品による防除
法の開発

想定される用途・まとめ

- マイクロデバイスの特徴を活用することで、
植物の環境応答性を短期間で定量的に解析可能
→農作物の品種改良や生育技術の向上に繋がると期待
- 本手法は植物の解析のみでなく、動物の細胞・組織、微生物などの力学的・化学的解析にも応用が可能。
Ex)微小な力の検出、微量の試薬による試験 など

マイクロデバイスの応用による

新たな分析プラットフォームの開発を目指します

ご清聴ありがとうございました