



2 December 2025

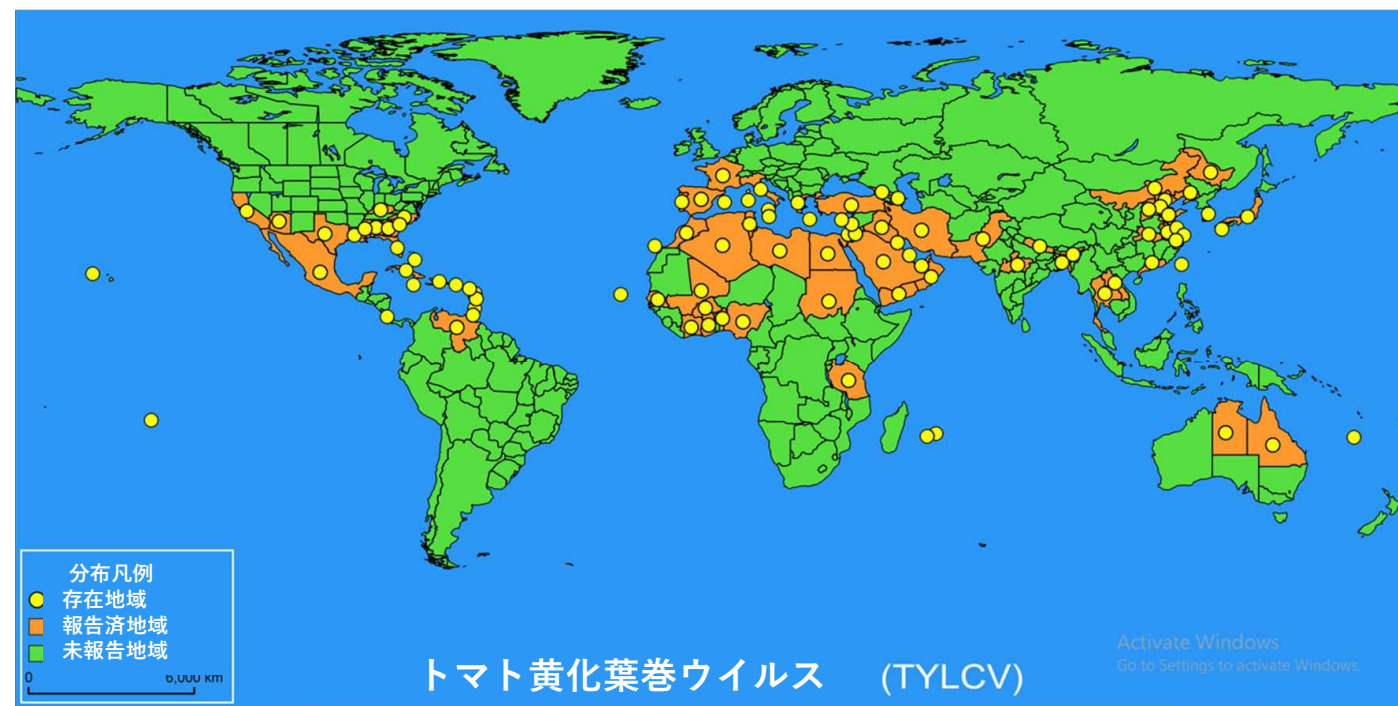
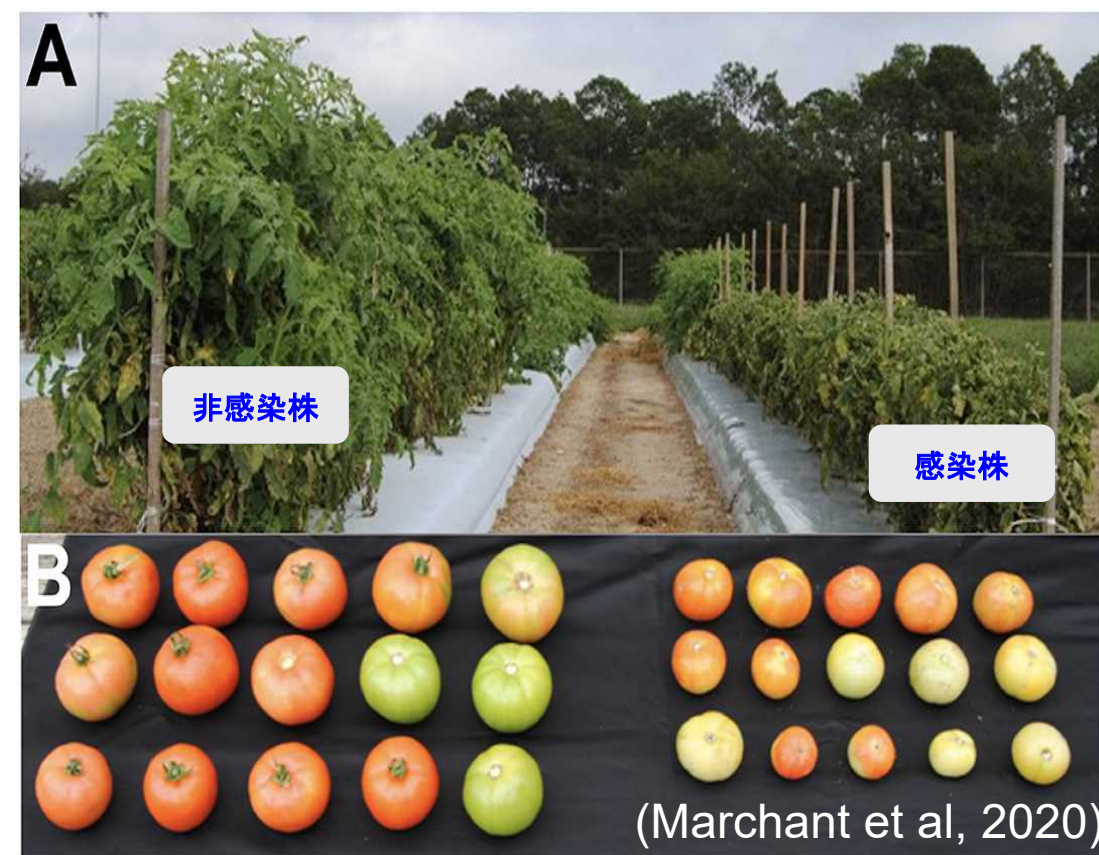
揮発性有機化合物（**VOC**）センサーを用いた
ジェミニウイルスの早期検出

Presented by: Dr Gan Eng Seng

6th Shizuoka-Singapore Agrifood Forum (SSAFF6)

ジェミニウイルス感染は世界的な脅威

- ・ トマト黄化葉巻ウイルス（TYLCV）感染は、生産性を大幅に低下させ、甚大な経済的損失をもたらす世界的脅威である。
- ・ トマトの感受性品種が感染した場合、最大で100%の収量減に至る可能性がある（Levy et al., 2008）。

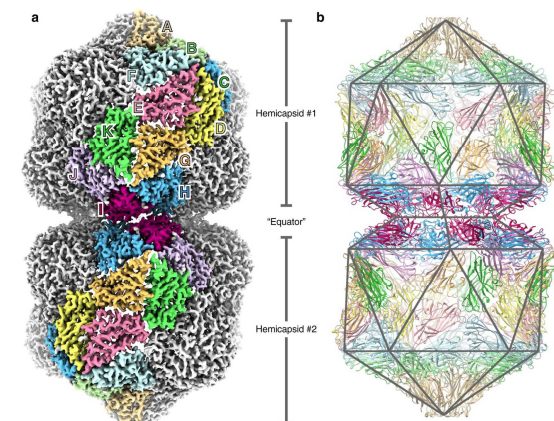


(El-Sappah et al, 2022)

- ・ 収量減を防ぐためには早期検出が必要。

トマト黄化葉巻ウイルス (TYLCV)

- ジェミニウイルス科ベゴモウイルス属に分類されるDNAウイルス
- ゲノム：一本鎖の環状DNA（約2787 nt）
- 宿主：トマト、ナス、ジャガイモ、タバコ、ピーマン
- コナジラミが媒介
- 症状：葉巻、黄化、発育阻害、果実の収量減
- 経済的影響：年間数百万ドル規模の損失



ジェミニウイルスの構造
(Hesketh et al, 2018)



非感染



黄化



葉巻



発育阻害

(El-Sappah et al, 2022)

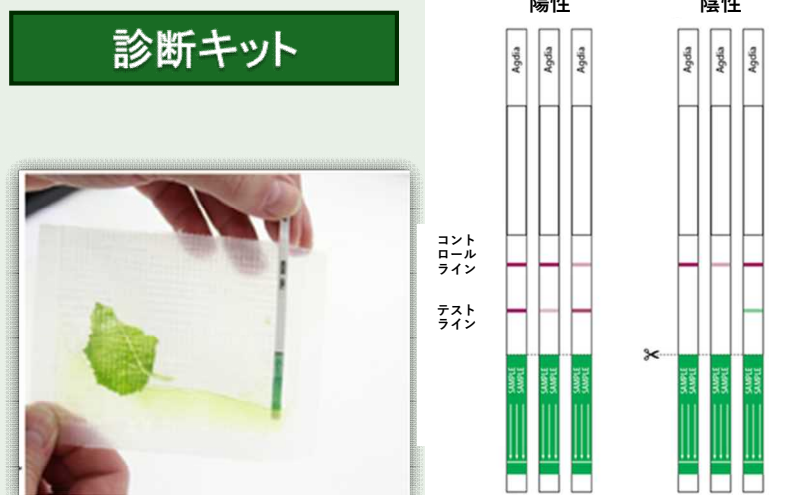
現在のTYLCV検出法

目視



- ✓ その場で直に観察可能
- ✓ 特別な設備は不要
- ✓ ほぼコストゼロ
- ✗ 経験が必要
- ✗ 感染初期は感度・精度が低い
- ✗ 労働集約的
- ✗ 主観的判断に依存

Immunostrip® (イムノストリップ) 利用



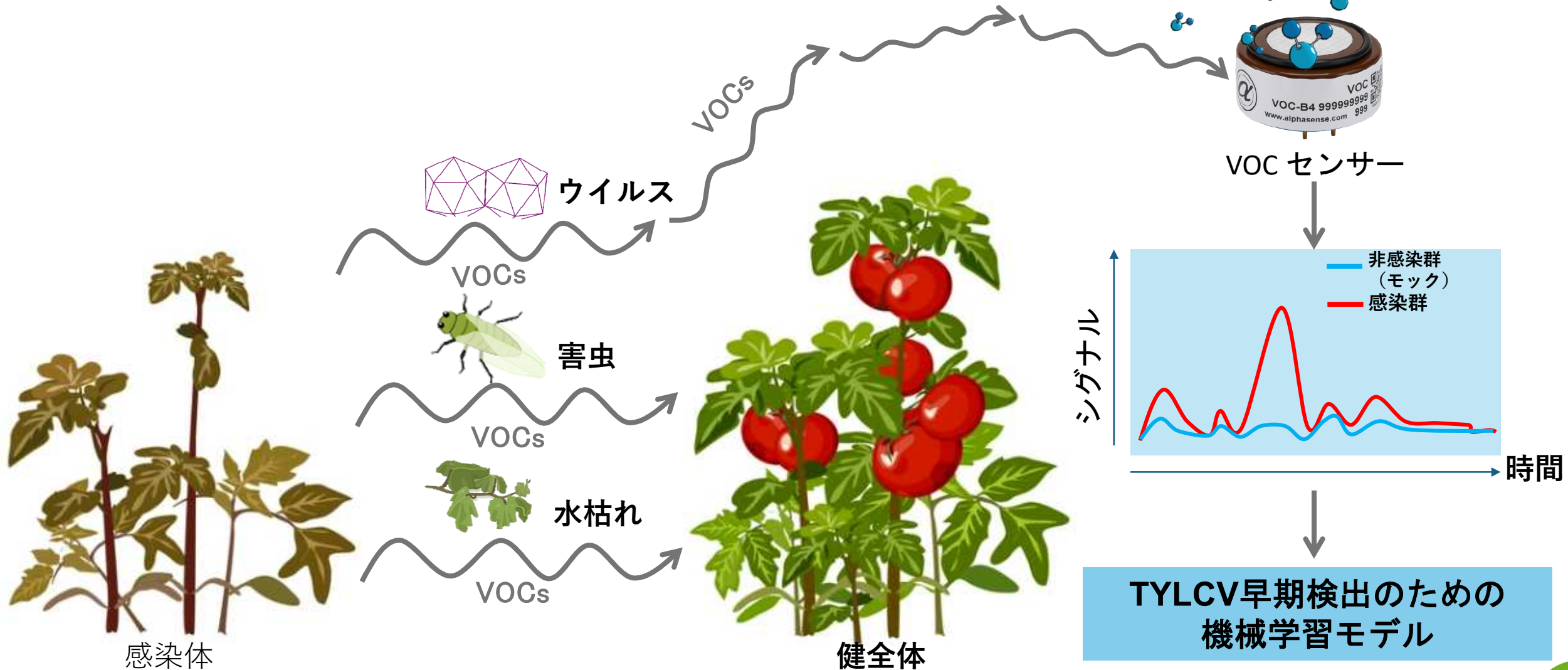
- ✓ 早期に感染を発見可能
- ✓ 感度と特異性が高い
- ✓ 結果の視覚的解釈が必要
- ✗ 侵襲的な検出手法
- ✗ 検出にはサンプリングが必要
- ✗ 検査一回あたりのコストが高い
- ✗ 拡張性が低いモニタリング手段
- ✗ リアルタイムの結果ではない

電子鼻を利用したVOCセンサー



- ✓ 早期に感染を発見可能
- ✓ 非侵襲的なモニタリング
- ✓ 非接触でのモニタリングが可能
- ✓ 小型で携帯性に優れた端末 (98×98×62 mm、280 g)
- ✓ 拡張性の高いモニタリング手段
- ✓ リアルタイムかつ迅速な反応
- ✓ カスタマイズ可能なアラートをモバイル端末に送信
- ✗ モデル構築には専門知識が必要

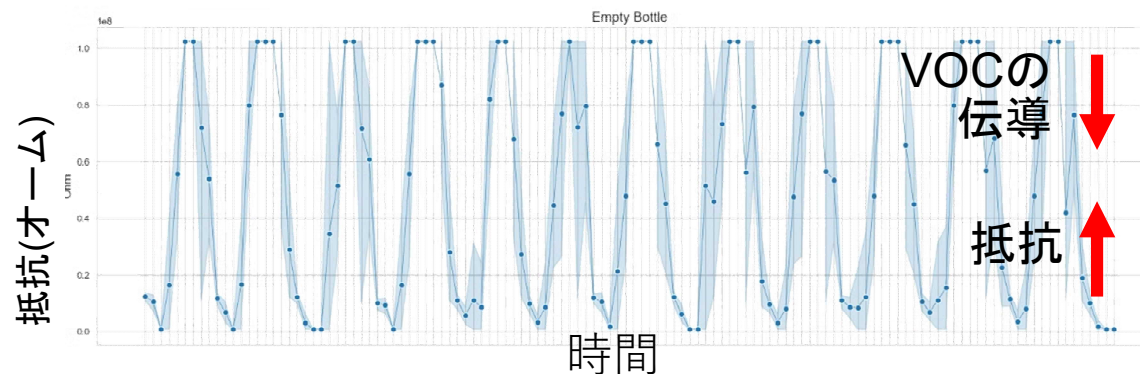
植物は揮発性有機化合物（VOC）によって感染を広げる



VOCセンサーの匂い識別能力を検証



VOCs

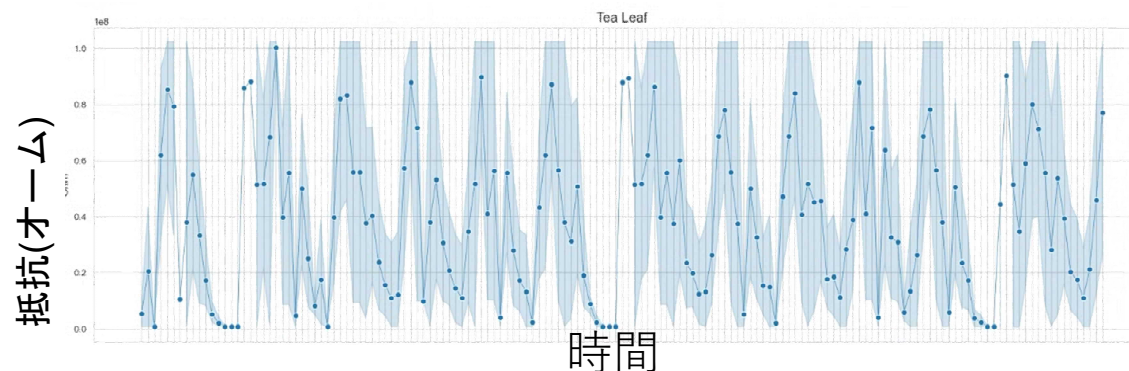


空気

抵抗値は0から1の間でほぼ自由に変動

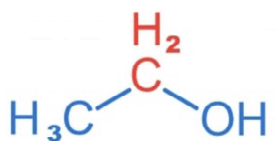


VOCs

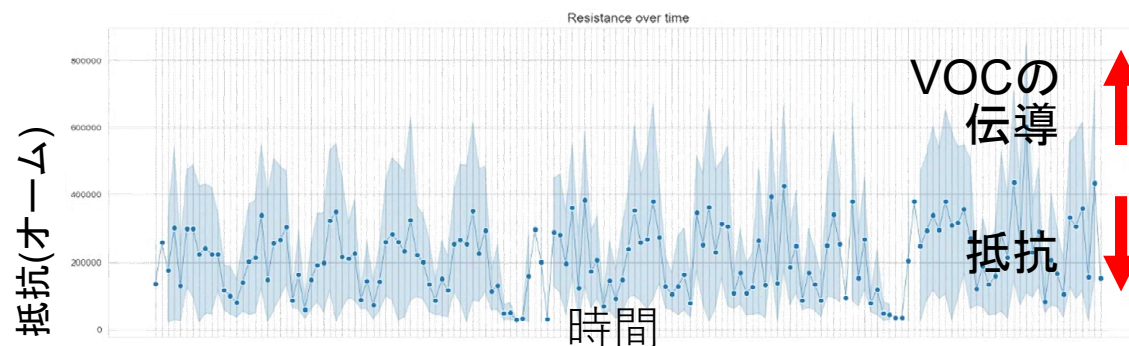


茶葉

軽い紅茶の香りにより、抵抗値がわずかに低下



VOCs



エタノール

エタノールの強い揮発性により、抵抗値が大きく低下

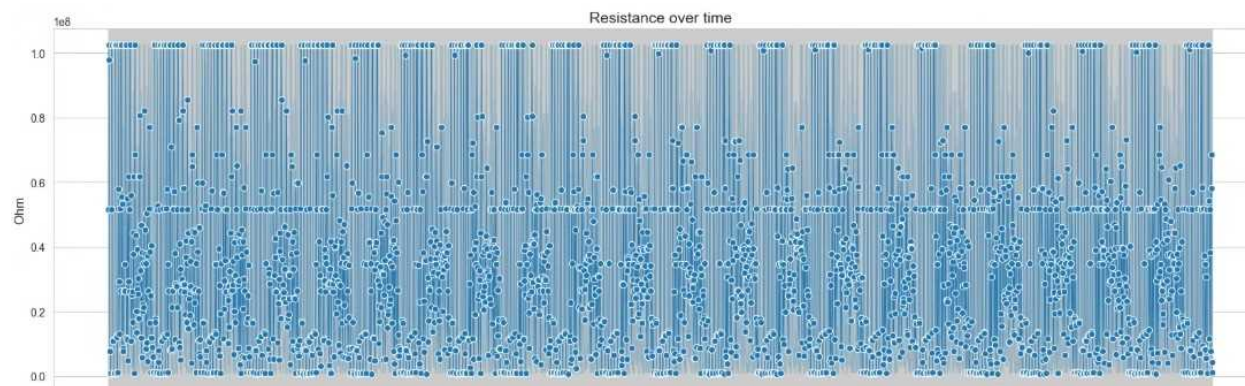
VOCセンサーによるTYLCV感染由来VOCの検出試験

MCOK

14 dpi

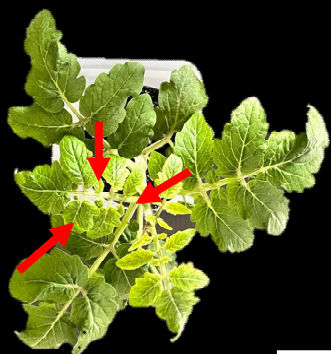


10 cm

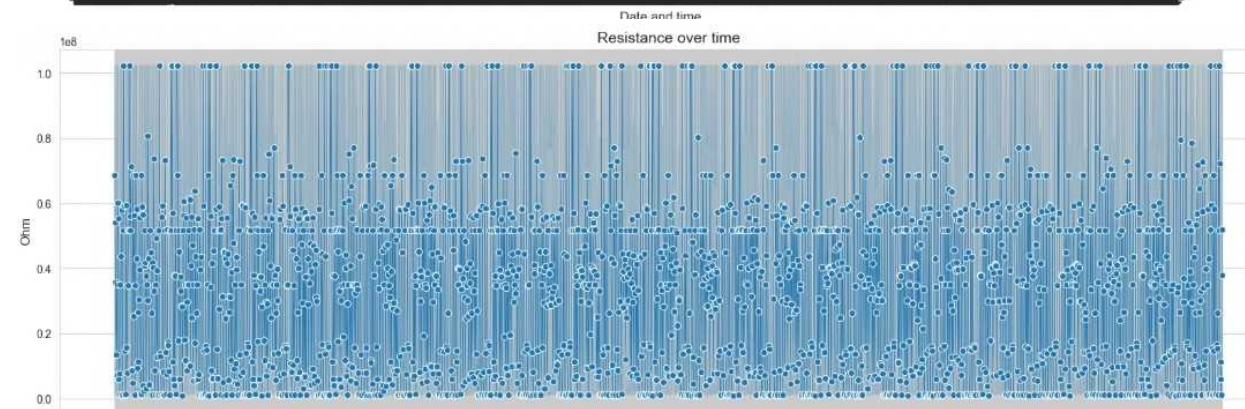


モック: 摂取14日後に複数のタイミングで測定

TYLCV



10 cm



TYLCV: 摂取14日後に複数のタイミングで測定



TYLCVに感染したトマトはVOCセンサーにおいて抵抗値の低下を示した。

TYLCV感染の有無は分子生物学的手法により確認

VOCセンサーによるTYLCV感染由来VOCの検出試験

全体的な分布傾向

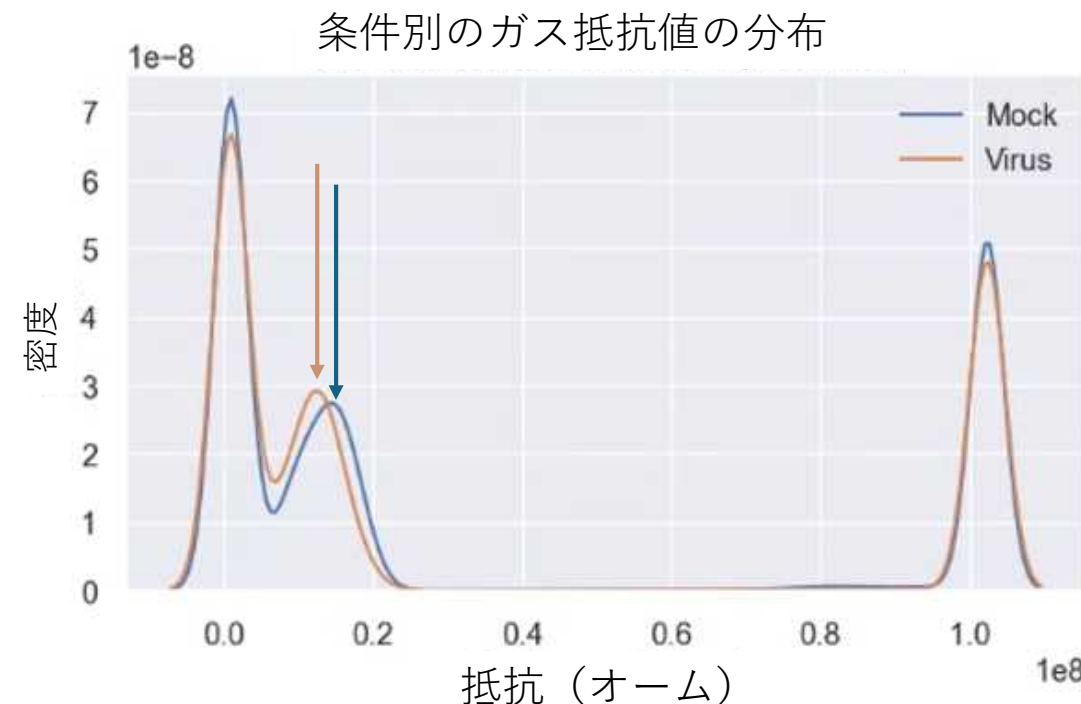
- モック群もウイルス感染群もVOCの分布パターンは類似。
- VOCの大部分は健全株と感染株の間で変化しないことを示唆。

観察された変化

- 特定のVOC領域で、わずかな差異を確認。
- この差異はTYLCV感染に伴う代謝の変化に起因している可能性が高い。

次のステップ

- 機械学習と高度なアルゴリズムを導入して感度を高め、微細なVOCの違いを増幅することで検出精度の向上を目指す。



これまでのイベント



- 📅 2023年11月

 - SSAFF4開催時にHappy Quality（HQ）社との交流セッションを実施。
 - TYLCVが農家にとって重要な課題であるという認識を共有。
 - 関心の高いテーマとして、ウイルスの早期検出に注目。
- 📅 2024年2月

 - シンガポールのRepublic Polytechnic（RP）およびTomato Townを訪問していたHQ社と会合（Tomato TownはHQ社と提携し、技術移転・現場への応用を行っているシンガポールの農場）。
 - VOCセンサーを紹介し、VOCセンサーを利用したウイルス検出の可能性について強く言及。
- 📅 2025年10月

 - RPにて、VOCセンサーによるTYLCVの検出結果についてHQ社と意見交換。
 - 次のステップとして、検証・改良・実用化に向けた展開を検討。

ありがとうございました。

