

# 自律型温室における研究開発の最新動向

日蘭園芸ウェビナー

2020年11月12日 – リック・ファンデゼッデ & アナ・ペトロポル



# はじめに

## ■ リック・ファンゼッデ、ワーヘニンゲン大学研究センター(WUR)で15年

シニアサイエンティスト/ビジネスディベロッパー（フェノミクス・自動化）  
オランダ 植物エコフェノタイピングセンター (NPEC) プロジェクトマネジャー  
2020年3月: 国際植物フェノタイピングネットワーク (IPPN) 副座長

背景分野: 人工知能 (AI)

フォーカス分野: コンピュータービジョン/ ロボット工学

## ■ アナ・ペトロポル

リサーチャー（温室技術）/ WURにて、「自律型温室チャレンジ」のコーディネーション

背景分野: 農業・生物系エンジニアリング

フォーカス分野: 園芸における時系列データ

本講演の目標:

応用研究プロジェクトの紹介とアイデアの共有

# オランダと日本



# ワーヘニンゲン大学研究センター

- 2つの組織 - 大学と研究開発機関

ミッションステートメント:

「自然を探求し、生活の質を向上させる。」

- 職員数 5,600 / 学生数 12,800
- オランダ国内2カ所に研究用温室施設:  
ブレイスウェイクおよびワーヘニンゲン  
キャンパス





# NPEC

オランダ植物  
エコフェノ  
タイピングセンター

4つの温室  
コンパートメント

1 2 3 4

- 最適な環境制御
- 最適な照明条件
- 日よけスクリーン
- 空調ユニット:

- 暖房
- 冷房
- 換気

植物をカメラにコンベヤで  
移動させるシステム

- 自動計量・灌水機能のあるコンベヤベルト

- 分離した画像ステーション
  - RGB/3Dハイパースペクトラル
  - クロロフィル蛍光

- オール電化
- 冷熱貯蔵
- 天然ガス不使用

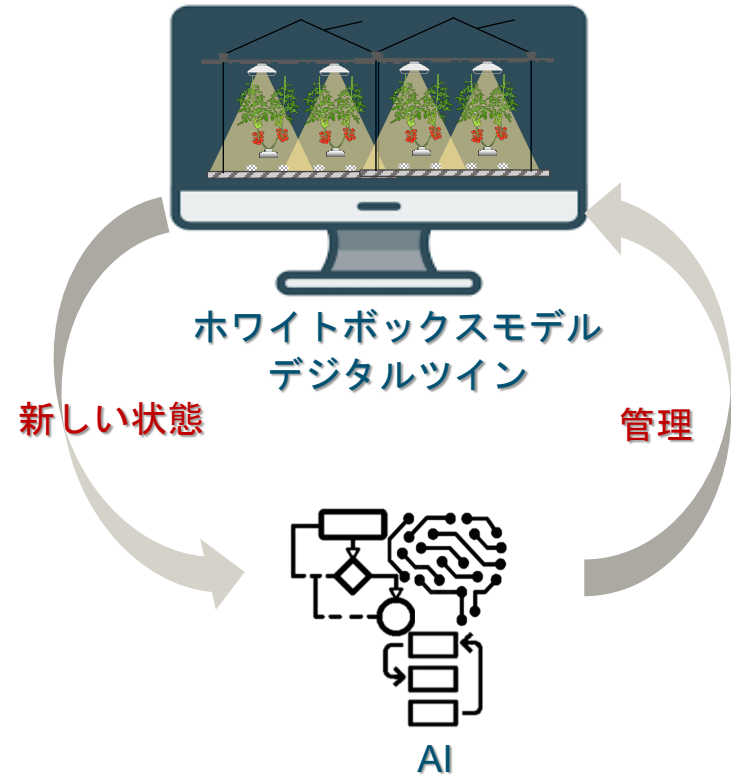
カメラが植物ガントリーを  
撮影するシステム

- 植物ごとの個別灌水・施肥体制を含む175超のスケール
- 以下との結合
  - 3D/マルチスペクトルイメージング
  - サーマルイメージング

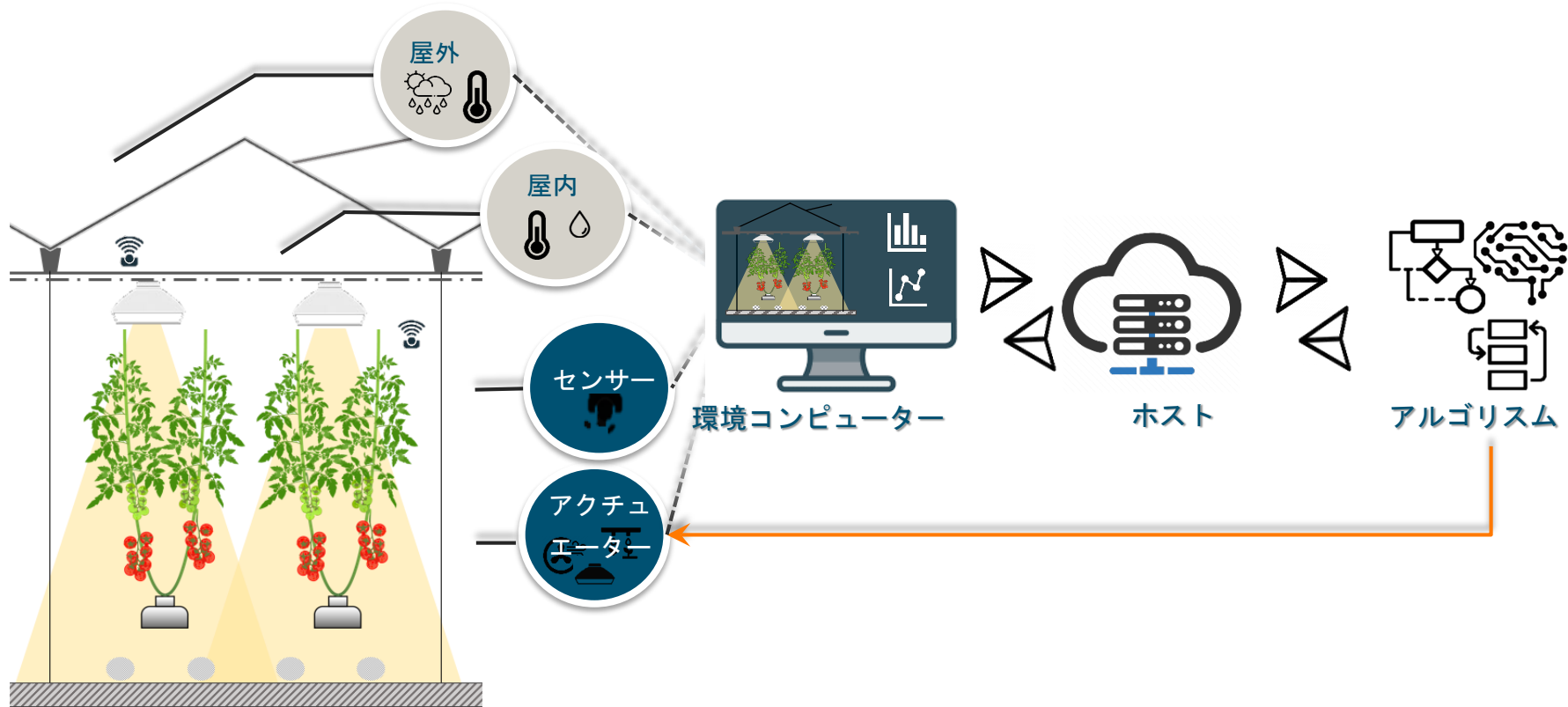


# 自律型温室に向けて

- データを貪欲に集めるアルゴリズム
- 利用可能なデータの不足
- 現実世界における実験の不足
- 報酬の遅れ
- よく検証されたモデル  
(環境およびトマト、キュウリ等の作物)
- 温室環境と作物に関する総合データ



# 遠隔・自律型温室制御





# 自律型温室チャレンジ

- ベンチマークに関する実験
- AIとキュウリ栽培<sup>1</sup>
- AIとチェリートマト栽培



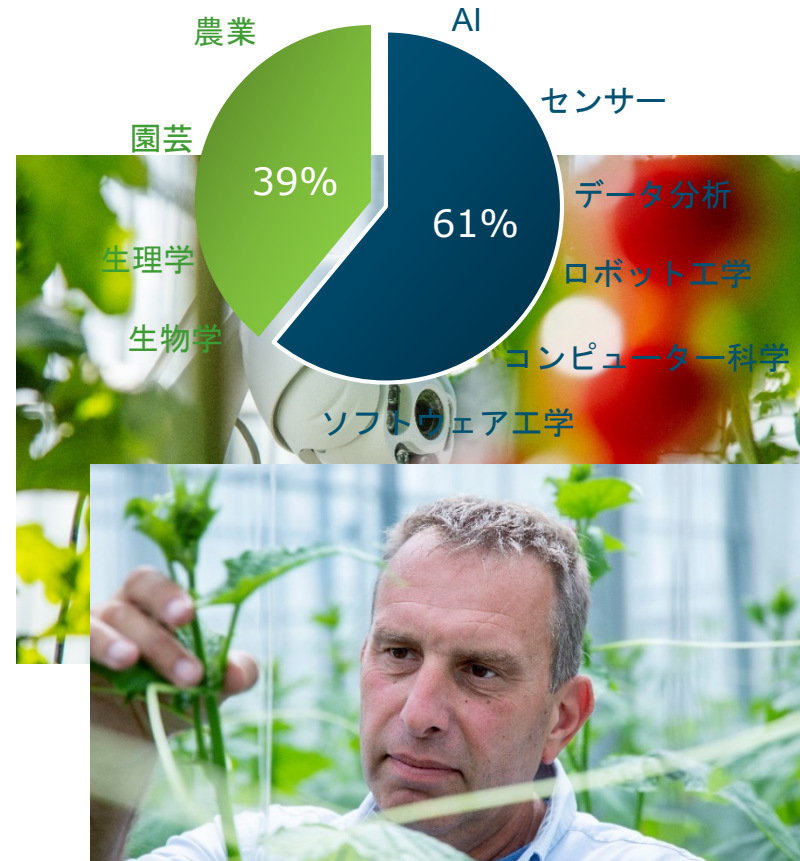
<sup>1</sup>シルケ・ヘミング他「人口知能を利用した温室野菜栽培の遠隔制御-温室環境、灌水、および作物生産」2019年

# タイムライン: 自律型温室チャレンジ



# チャレンジ

- 5つの学際的チーム
  - 参加者数60名超
  - 国籍数 10
- オランダの生産者-対照
- 実験の目標は、各種センサーおよびAIアルゴリズムを使用して、温室作物であるチェリートマトを遠隔で管理しつつ、純利益を最大化すること。



# チャレンジの設定

- スポンサー
- 6つの同じコンパートメント  
(設備、アクチュエーター、センサー)
- チェリートマト 品種: Axiany
- LED ヘリオスペクトラ Elixia
- 読み取りおよび制御インターフェース  
LetsGrow
- インターネット接続 KPN

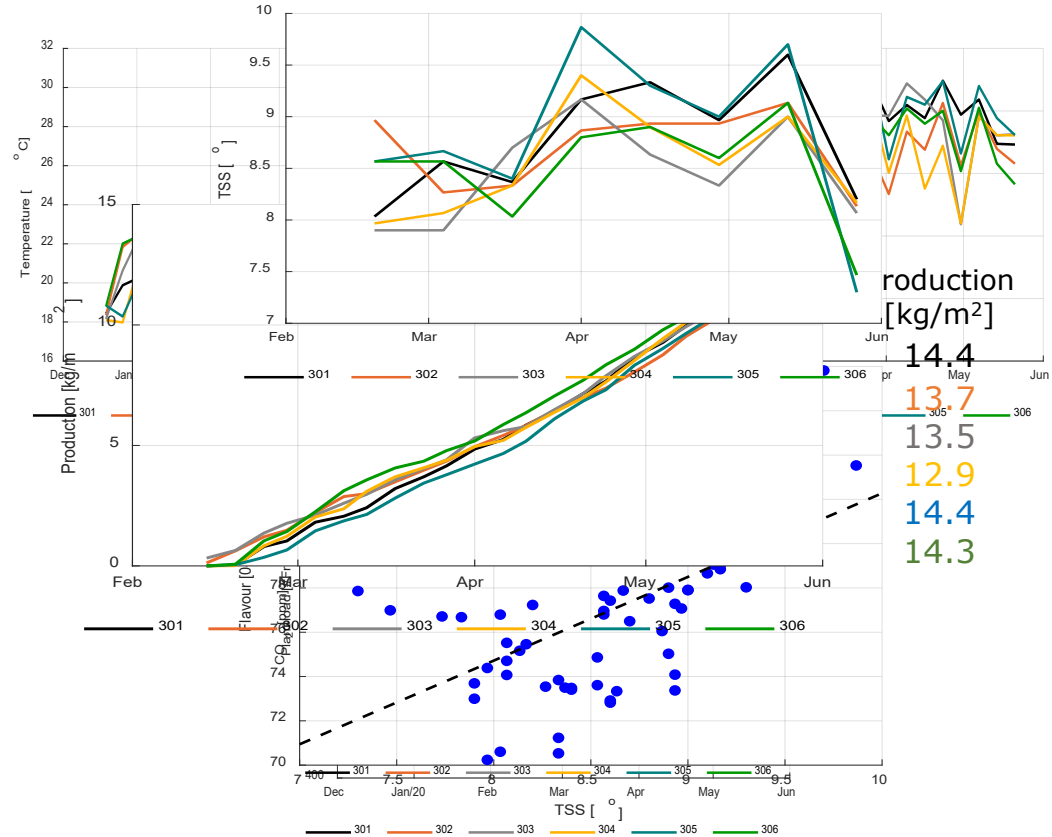


# 自律型温室チャレンジ

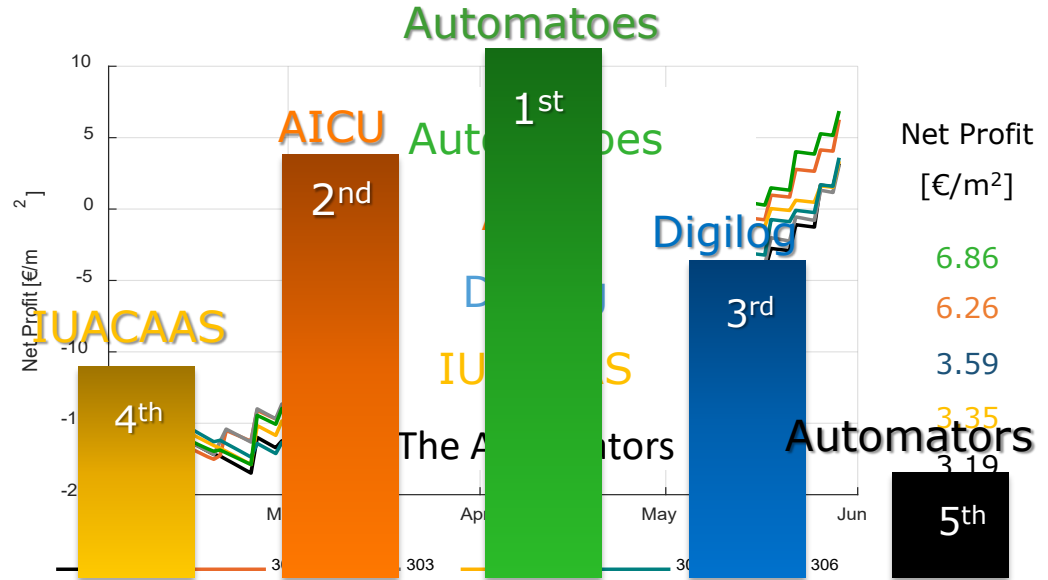
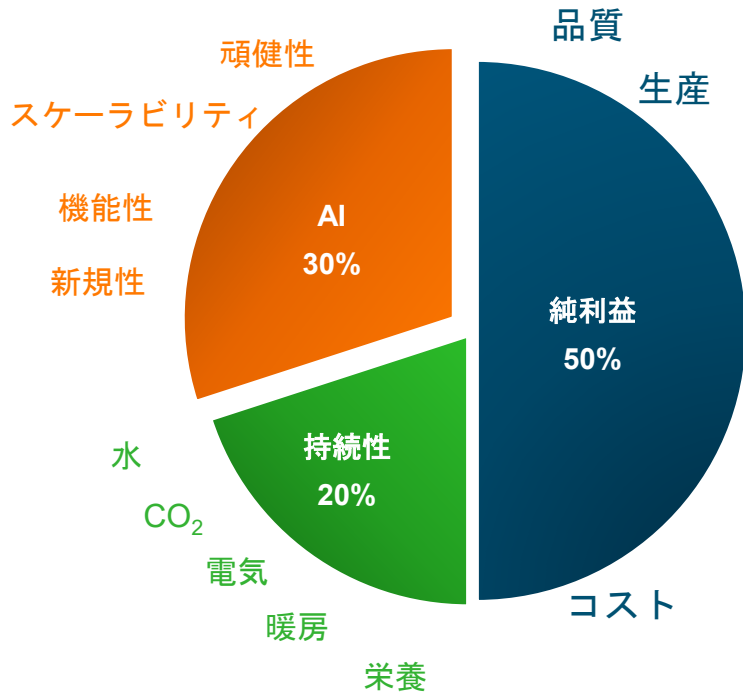


# 温室環境制御

- 温室内の環境
- 温室の作物
- 果実の質 (TSS)



# 評価基準 – 結果



# AIを利用した温室制御

温室を遠隔制御したチームの成績が、  
対照とした生産者の成績を上回った。

- データから予測制御、  
コンピュータービジョンが  
可能になった。

長短期のメモリ、強化学習、深決定性の  
方針勾配、模倣学習、ルールを基にした  
制御、機械論的モデル



automatoes



© Team Automatoes



# 得られた教訓

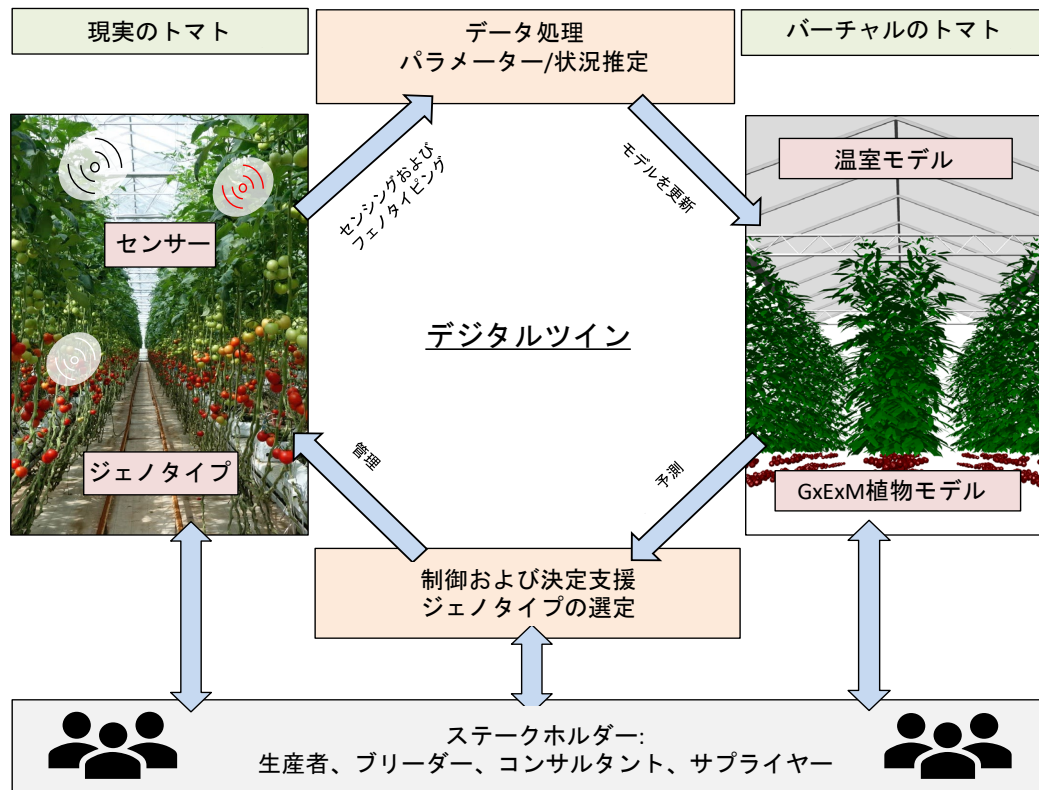
- 高(品質) 生産のための作物管理の重要性
- システムの複雑性、報酬の遅さ
- AI/データによる制御のさらなる発展に向け、成長のあらゆる側面において、データが必要
- 労力を要する作物の登録を、非侵襲性作物感知技術で一置き換える。  
(コンピュータービジョン、ディープラーニング)
- 世話の自動化。完全に自律的な概念を目指すロボット工学

# 今後の展望

- 新たなパートナーを求めているチャレンジは、以下のとおり。
  - 日本でのプラスチック製トンネル温室と自律型温室の可能性を模索
  - 植物のパフォーマンスを理解し計測するため、NPEC内でのツールの探求
  - アグリフード分野向けの新規AIツール
  - ユーザーが温室内で捕捉されたデータとやり取りできる拡張現実
  - ピーマン、ガーベラ切り花等向けの収穫ロボット
  - 温室および垂直農場向けデジタルツインの開発

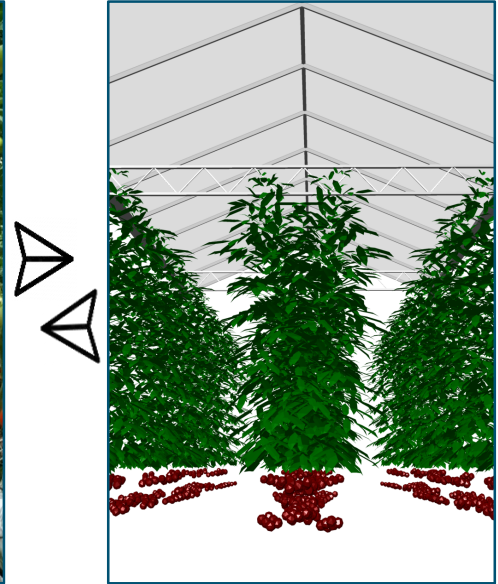


# デジタルツイン - バーチャルトマト



# デジタルツイン - バーチャルトマト

- シミュレートされた温室環境  
および作物の成長
- カメラとセンサーを使用し、  
実物とデジタルツインを同期化
- 複数モデルを検証するために  
様々なシナリオで実験を実施
- 植物の生長と収量を予測し、  
大規模な温室栽培システムへ移行



トマトのデジタルツイン

ご清聴ありがとうございました!

質疑応答

連絡先:

[rick.vandezedde@wur.nl](mailto:rick.vandezedde@wur.nl)

[anna.Petropoulou@wur.nl](mailto:anna.Petropoulou@wur.nl)

