

# オランダにおける施設園芸の先進技術

Esteban Baeza博士、2021年1月11日

[esteban.baezaromero@wur.nl](mailto:esteban.baezaromero@wur.nl)

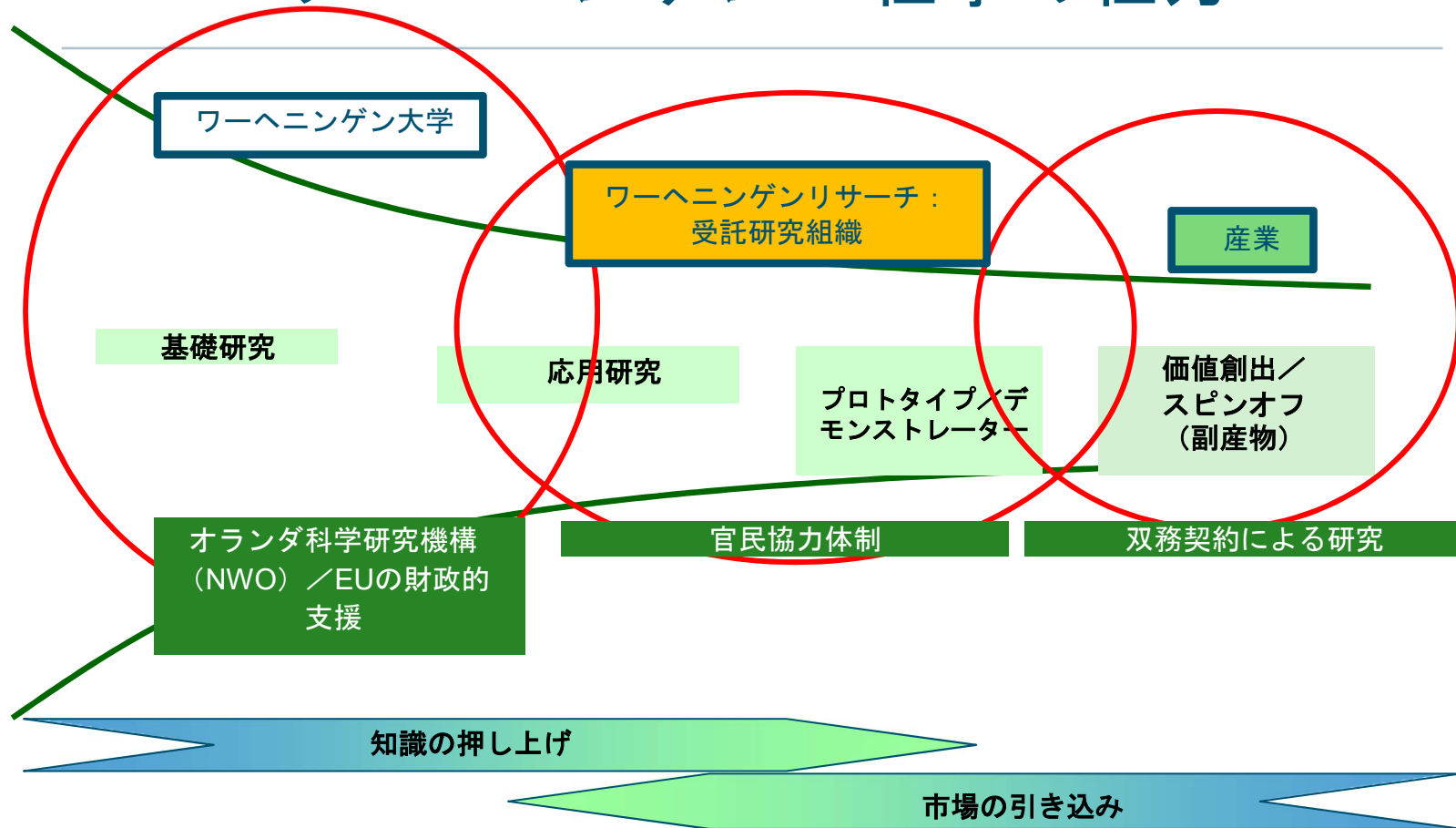


# ワーヘニンゲン大学 & リサーチ (WUR)

- 2つの組織：
  - ワーヘニンゲン大学
  - ワーヘニンゲンリサーチ
- 売上高 約6億ユーロ
- スタッフ 約6,000名、学生 約12,000名
- オランダ国内に30か所
- オランダの大学ランキング1位 (14年間)
- 専門分野で世界1位
- 120の国から集まった人々

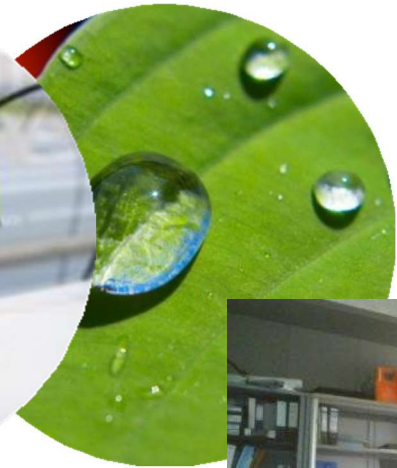


# ワーヘニンゲン – 仕事の仕方



# WUR施設園芸ビジネスユニット

- 持続可能な施設園芸セクターのために技術革新を起こして促進
- 戦略的な応用研究
- スタッフ：約110名の常勤研究者
- 売上高：約1500万ユーロ



# 戦略：私たちはなぜ存在するのか（2007年以来）

ミッション：

「国際的で持続可能な施設園芸の研究」

より多くを（生産物、品質、付加価値）、より少なく  
（エネルギー、水、化学物質、労力）



# ビジネスユニットの対象



# 所在地：ブレイスウェイク

- ✓ 85の温室コンパートメント
- ✓ 作物保護の研究所（DNA研究所を含む）
- ✓ 生產品の食味の試験施設
- ✓ 技術革新展示実証センター（Innovation and Demo Centre、IDC）：
  - ✓ IDCエネルギー
  - ✓ IDC水
  - ✓ IDC LED
  - ✓ IDC食味
  - ✓ 自律温室





冷房



光拡散被覆



除湿

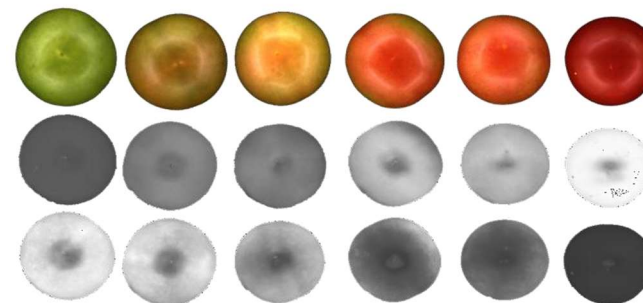


人工照明

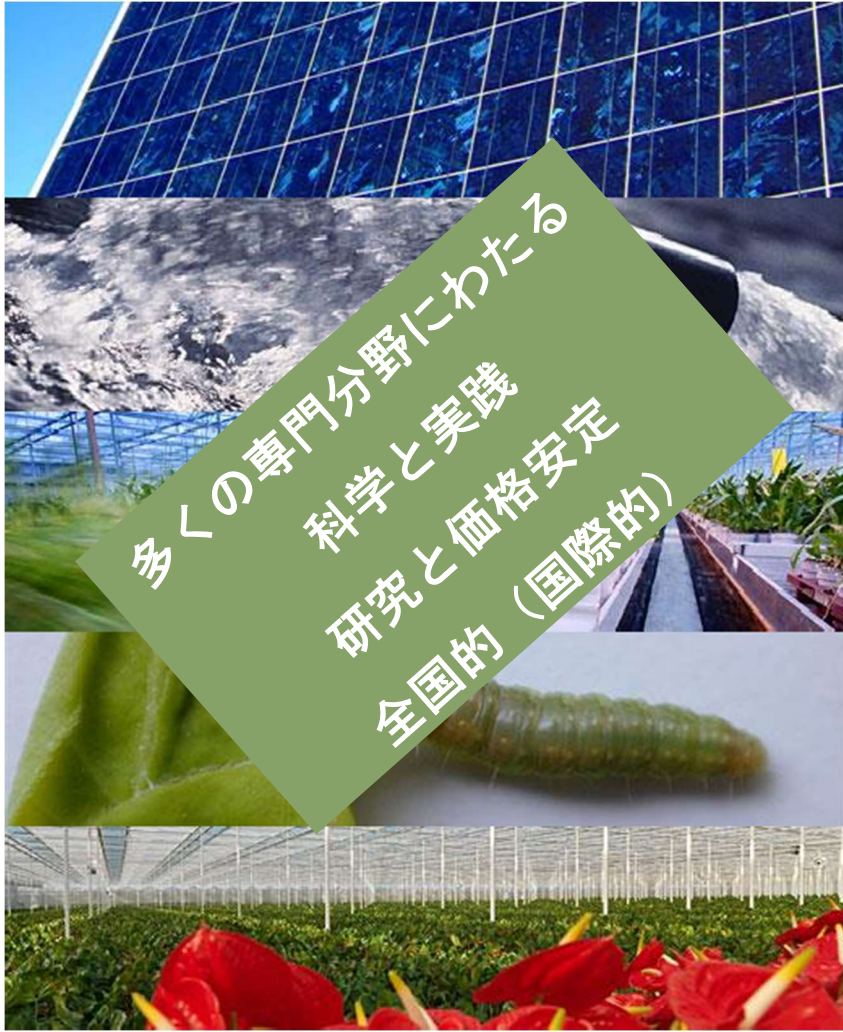


# 所在地：ワーヘニンゲン

- ✓ アグロフードロボティクス研究所  
(ロボティクス、コンピュータビジョンと画像処理、フェノタイピングなど)
- ✓ WUR照明研究所 (温室の被覆、スクリーン、ネットの特性)



# 研究テーマと専門分野



温室の環境とエネルギー

水と肥料の効果

高度な作付けシステム、センサー、ロボティクス

持続可能な作物の健康管理

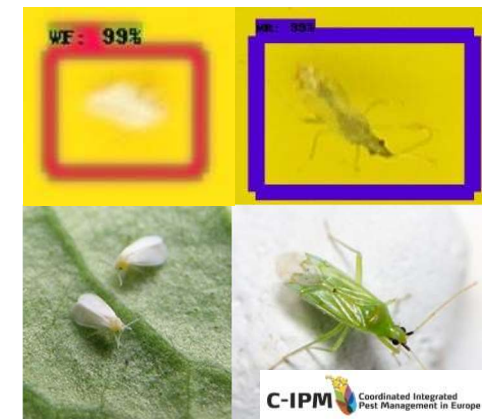
品質と生産量



# 2019年の研究

## センサーとロボティクス

- EU AgRoboFood
- EUトリムロボット
- EU IoF
- EU PeMaTo-EuroPEP
- EU OPTIMA
- EU INVITE
- EU EMPHASIS
- EU AqualImpact
- Plant Production Systems (PPS) ガーベラ偵察 (cv100)
- PPSフェノタイピング (cv100)
- PPS Rob2Pheno
- PPS拡張現実
- PPSフレッシュオンデマンド
- PPS球根4.0



# WURアグロフードロボティクス

- ワーヘニンゲン大学&リサーチの研究グループによる共同計画
- 技術者および研究者が業界のパートナーと連携して開発する、農業と食糧のための新しいロボットシステム
- 露地栽培、施設園芸、フレッシュチェーンとフードチェーンのための農業ロボットシステムを設計
- 人工知能とセンサー、特にスペクトル、学習、ビジョンが専門

[www.wur.eu/agrofoodrobotics](http://www.wur.eu/agrofoodrobotics)

# 技術の動向...

...栽培者の目、手、頭脳に代わるもの

## ■ コンピュータビジョン

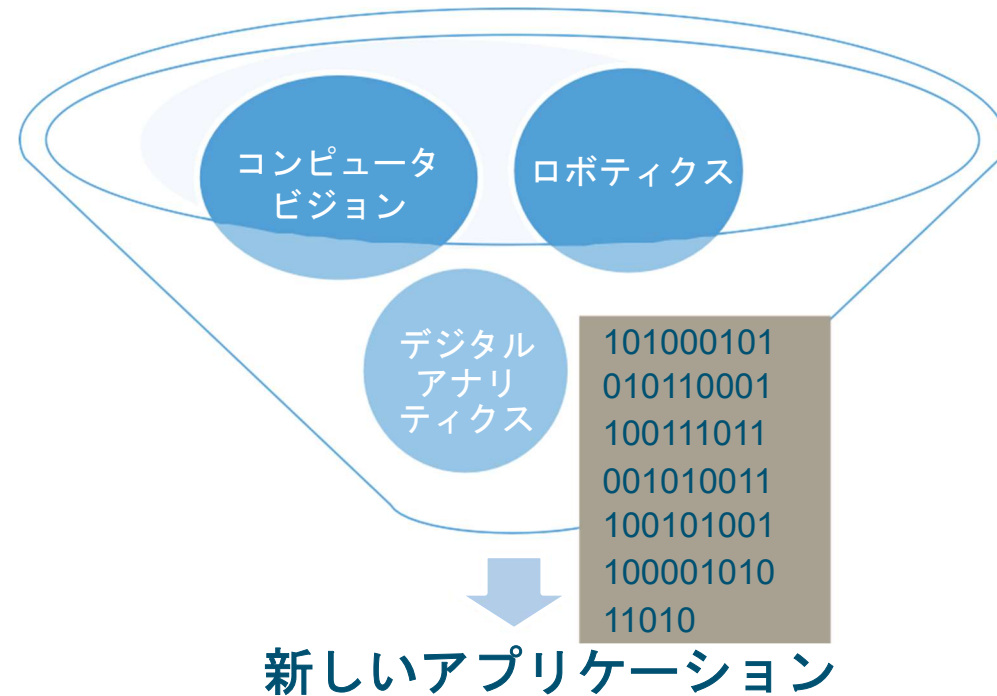
- 3Dカメラ
- ハイパースペクトル

## ■ ロボティクス

- 精密／ソフトメカニクス
- 高度／精密機械

## ■ デジタル化

- ビッグデータ
- ディープラーニング



監視 - 手作業 - 意思決定サポート

# 技術革新の方向



## 精密農業：

より多く、よりよく、より少なく



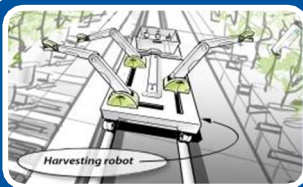
## 精密施設園芸：

意味のある情報



## 植物フェノタイピング：

植物パフォーマンスの理解と最大化



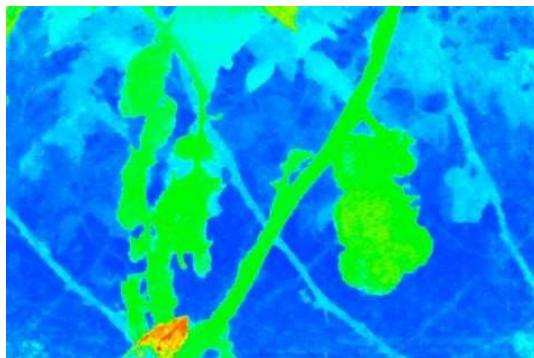
## ハンズフリーの食糧生産：

24時間365日、いつでも、どこでも利用できる熟練した働き手

# PhenoBot – 温室の収穫高データ



- 節間数
- 株あたりの果実数
- 収穫果実数
- 収穫果実の重量
- バイオマス分配
- 葉面積



3Dライトフィールドカメラ  
(Raytrix)  
1台のカメラ、1つのレンズ  
1ショットで3Dと2Dのデータ  
有効画素数700万



Gerrit Polder (ワーヘニンゲンUR)

# ガーベラの監視

対象：

- 空間分解能：1m<sup>2</sup>
- 植物負荷（収量予測）
- うどん粉病
- ストレス
- 意思決定サポート

使用機器：

- 特にハイパースペクトルカメラ





# 黄色の粘着シートで捕ったコナジラミや益虫の自動カウント

- ディープラーニング画像解析ネットワークを使用（F-RCNN、バウンディングボックス）
- スマートフォンで画像を撮影



写真：ワーヘニンゲン大学、  
植物育種研究所

PeMaTo-EuroPep  
(2017–2019)

**C-IPM**  Coordinated Integrated  
Pest Management in Europe

# WURによる収穫ロボットプロジェクト

- キュウリの収穫
- パプリカの収穫（CropsとSweeper）
- ブロッコリの選択的収穫
- ...



連絡先 : Jochen Hemming (WUR)

# 拡張施設園芸 (TU18145)

## ■ 拡張現実による植物の理解

2019年の一般情報

## ■ Jos Balendonck / Rick van de Zedde



syngenta.

Lets **Grow**.com  
YOU'RE IN CONTROL

**Florensis**

**MPRISE**

**itelligence** NTT DATA Business Solutions

**kpn**

**TOPSECTOR**  
TUINBOUW & UITGANGSMATERIALEN

# 温室での拡張現実

プロジェクトの対象範囲、拡張現实用メガネを装着することで  
次のことを実現

- センサーデータ／環境制御情報を拡張して視覚化
- 音声認識による温室内の注釈データ
- 現場でのエキスパートトレーニング
- 手作業による収穫の支援
- 収穫予測のためのデータ収集
- 病害検出の支援





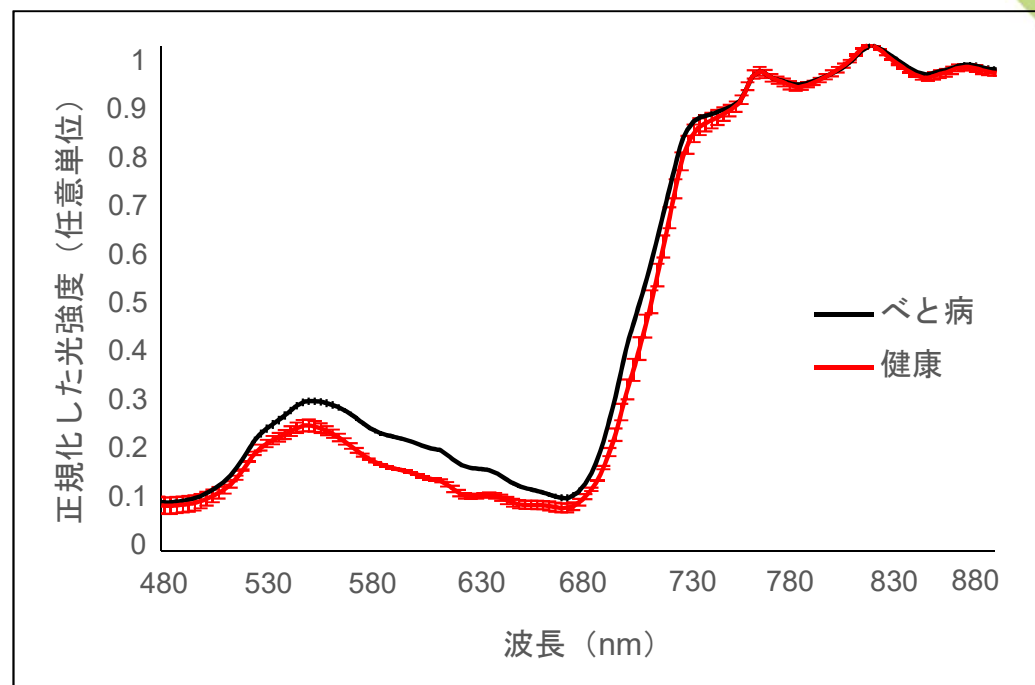
THIS PROJECT HAS RECEIVED FUNDING FROM  
THE EUROPEAN UNION'S HORIZON 2020 RESEARCH  
AND INNOVATION PROGRAMME UNDER GRANT  
AGREEMENT N. 773718



# WP2 - 植物病害の予測と早期 検出のための先進的な方法

- 病害制御スケジューリングのための意思決定支援システム（DSS）の開発
- 使用事例の作物で選択した病害を現地で特定し監視する高度な検出システムの開発
- 人工知能／ディープラーニングによるパターン認識を使用した植物病害の検出、分類、定量化

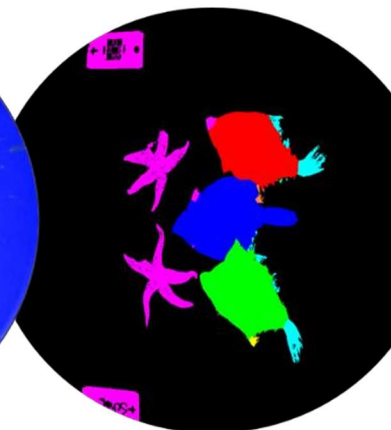
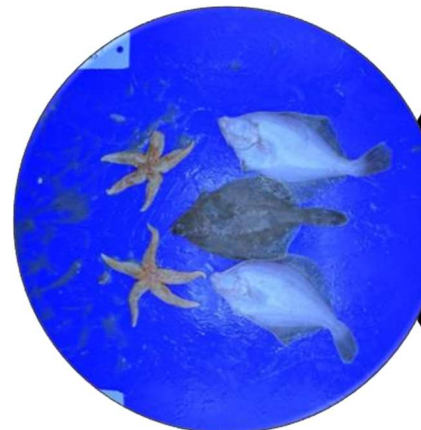
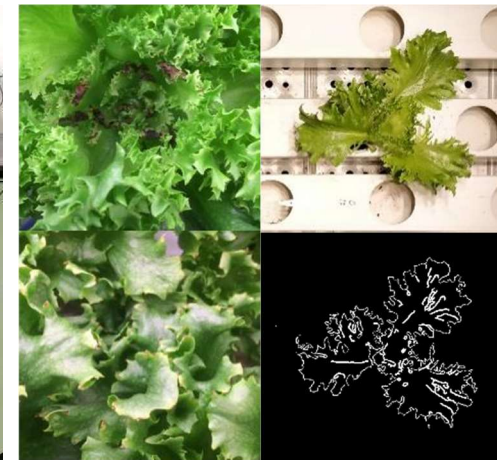
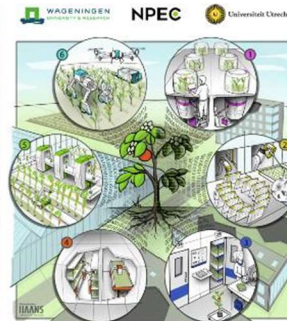
## タスク2.3 - ブドウのべと病のスペクトル



# 2019年の研究

## センサーとロボティクス

- Phytotec、マンゴーやリンゴの害虫など
- レタスの葉先ダメージの管理
- オランダ保健研究開発機構（ZonMW）現場でのトマトの品質検出
- 新しいフェノタイピング施設NPEC
- ナレッジベース（KB）フェノタイピングディープラーニング
- KBハイスループットフェノタイピング
- KB自律協働ロボット
- 漁業の全記録の作成
- 鶏と魚のバラ積みピッキング（B2B）
- ブロッコリ収穫ロボット（B2B）
- ジャガイモ播種の精密技術
- ジャガイモの病害検出
- 戦略的プロジェクト：SympSpec
- 様々なB2Bプロジェクト



# オランダ植物エコフェノタイピングセンター (Netherlands Plant Eco-phenotyping Centre、NPEC)

NPECは大規模な研究基盤に向けたNWOロードマップの一環

予算：2200万ユーロ（10年間）、オランダ科学研究機構（NWO）、ワーヘニンゲン大学、ユトレヒト大学が出資

2020年は大学と企業に自由なアクセスを許可

企業がWURと共同で次の研修を行う機会

- 新しいセンサーを搭載した自動選別機械
- ディープラーニング/AIツールの適用と調査
- NPECデータでのビッグデータアプローチの実現

[www.npec.nl](http://www.npec.nl)



露地栽培  
モジュール

エクトロン  
モジュール

温室  
モジュール

植物・微生物  
相互作用  
モジュール

高生産性  
チャンバ  
モジュール

複合環境  
モジュール

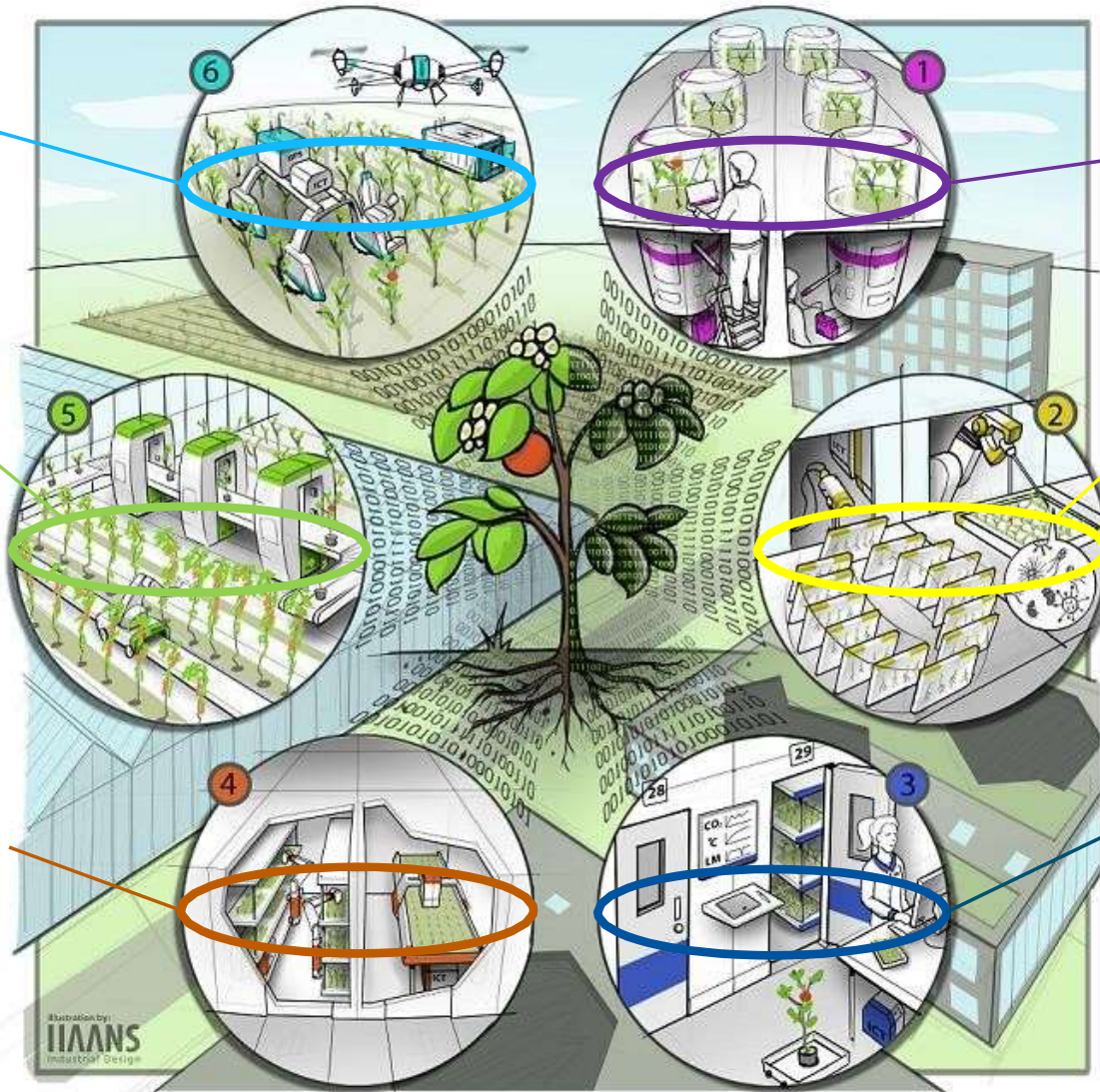


Illustration by  
IIAANS  
Industrial Design

# 2019年の研究

## Kas als Energiebron (エネルギー源としての温室、KaEb) プログラム

- 栽培者のためのエネルギー監視の技術革新
- LEDによる気候中立なキク栽培
- 未来型のアルストロメリア栽培
- 総合コンセプトは「Het Nieuwe Telen (次世代の栽培)」
- 環境に優しいキュウリ
- Groen Label Kas (Green Label Greenhouse)

## IDCエネルギー

- 冬期日照対応の温室 (超軽量の屋根)
- 2 Save Energyの温室 (屋根のガラスとフィルム)
- BEST温室 (気泡シート)

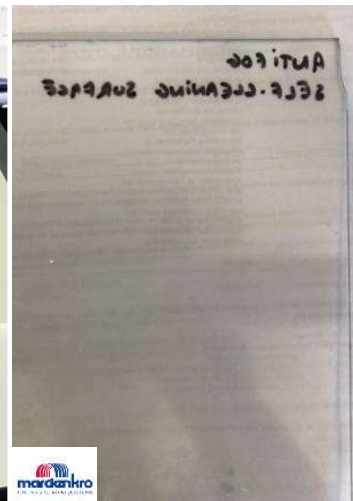
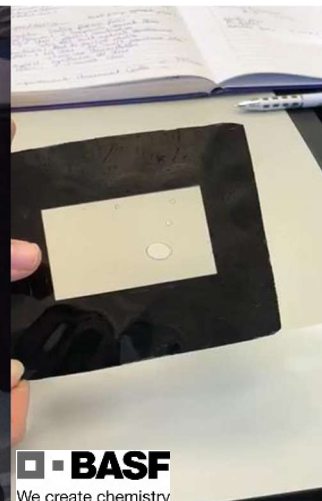
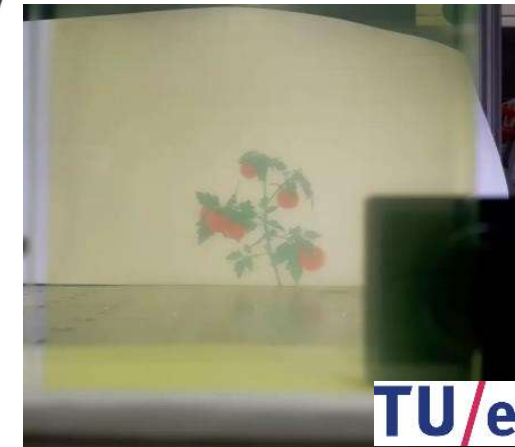
## 化石燃料を使用しない温室の実証Kas2030



# 2019年の研究

## 光研究所と素材

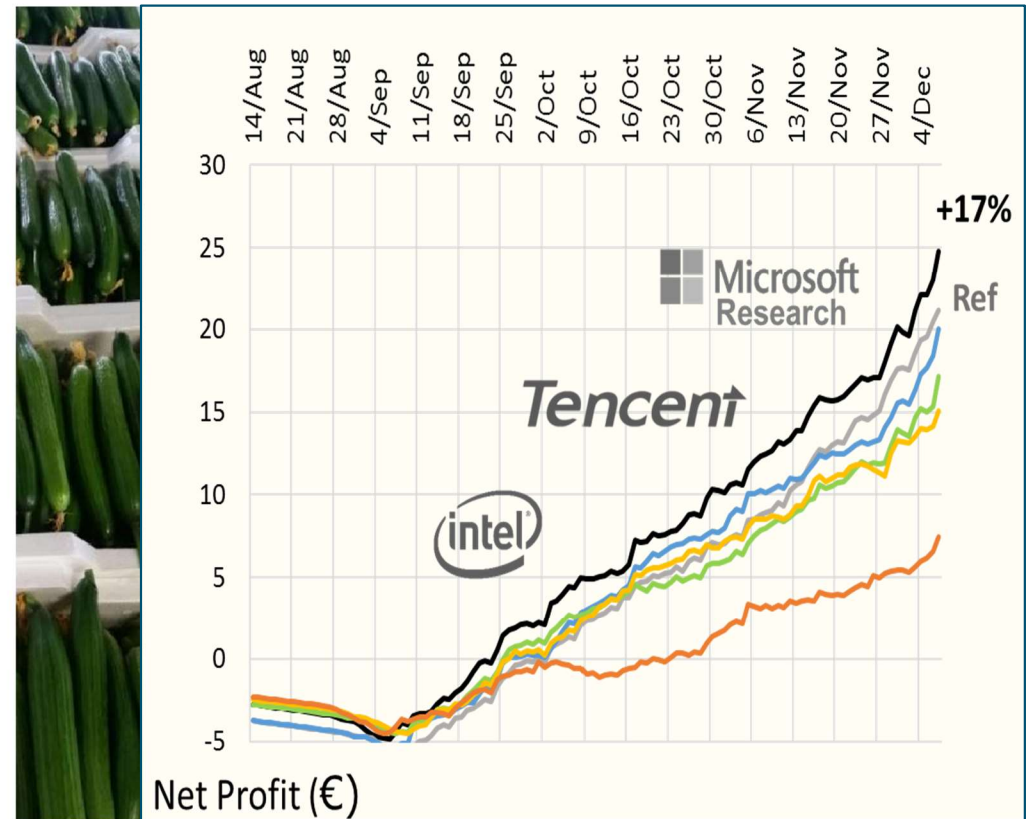
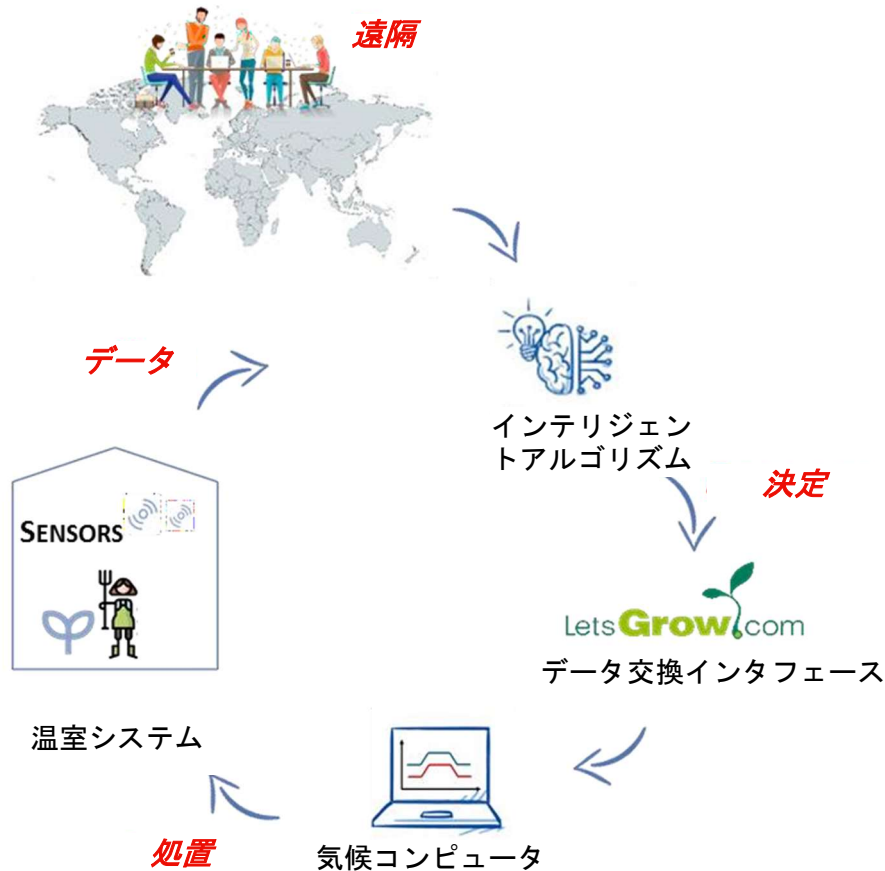
- PPSスマート素材
- PPSガラスの劣化（Hortivation）
- PPS太陽光温室の再設計（スクリーンの太陽電池）
- 光の透過、拡散、結露の測定
- 光拡散ガラスとスクリーンのモデリング（Saint-Gobain、AGC、LS）
- KaEb商業生産の光拡散温室
- KaEb排出なしの高透過率（Low-Eコーティング）
- KaEb半透明太陽電池
- KaEb「Kaskieswijzer」
- KaEb省エネルギー湿式スクリーン
- 素材の毒性試験
- 様々なB2Bプロジェクト





# 温室生産： デジタル情報から自律的管理まで

## 自律温室の挑戦



# 温室生産： デジタル情報から自律的管理まで



歴史  
何が起こったか？  
情報

現在：  
何が起きているのか？  
それは良いことか、悪いことか？  
なぜそれが起こったのか？  
解釈

未来：  
何が起こるだろうか？  
私は何をすべきか？  
予測

自律  
温室  
管理



Business Unit Greenhouse Horticulture

Isabella Righini

[wur.nl/glastuinbouw](http://wur.nl/glastuinbouw)  
Researcher Greenhouse Technology

連絡先: [isabella.righini@wur.nl](mailto:isabella.righini@wur.nl)



第2版 自律の挑戦

<http://www.autonomousgreenhouses.com/>

# 温室園芸と循環型経済

未来の研究に関する私たちのビジョンと目標

アレクサンダー・ブーディン

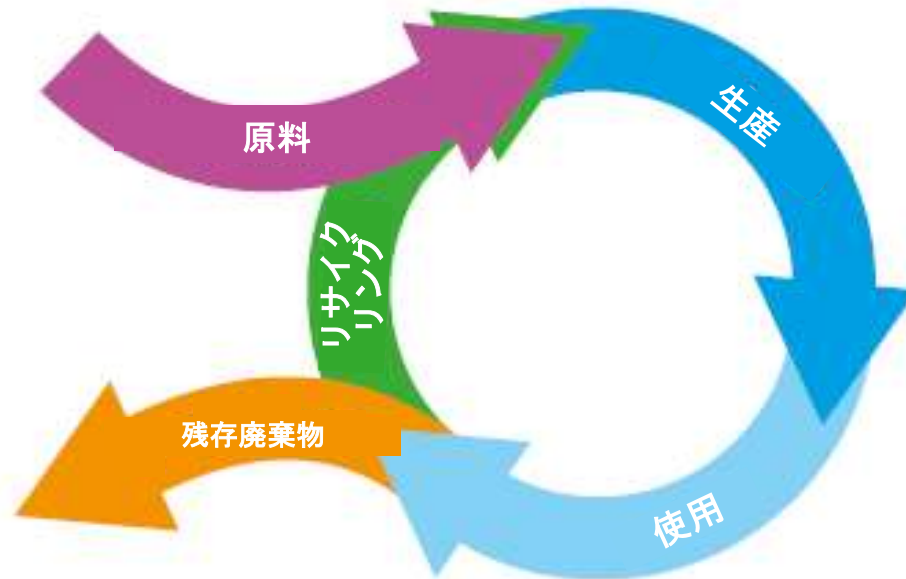


# 循環型経済への移行

直線型経済



フィードバックループを持つ経済



循環型経済



出典：Rii 2015





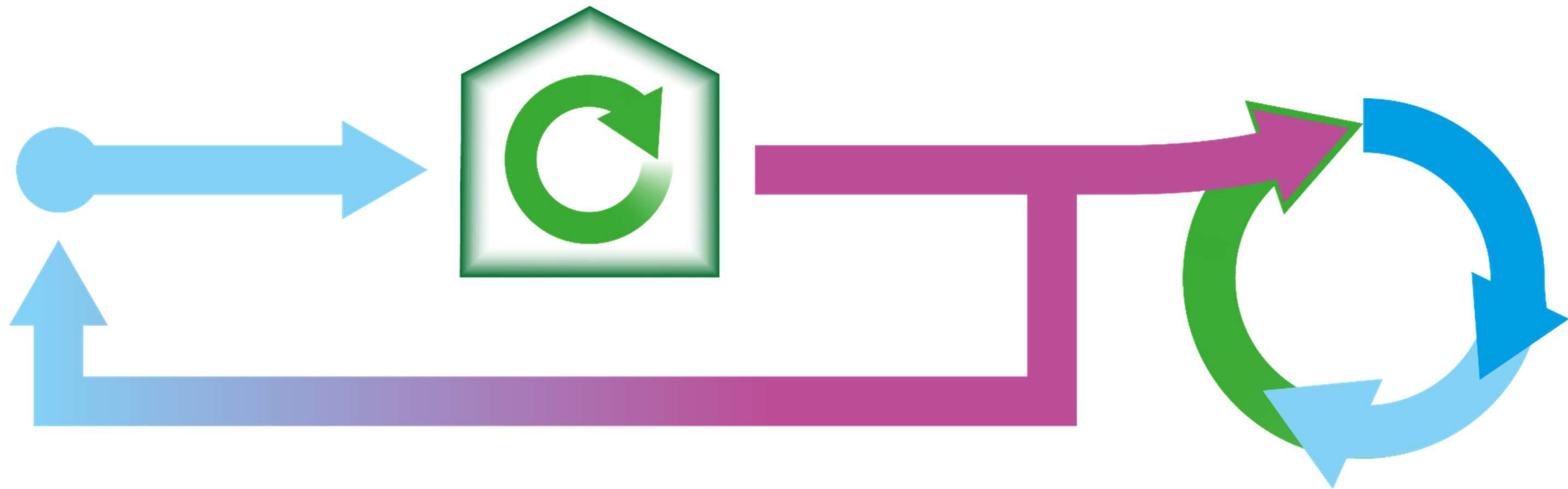
# 効率的、クリーンで一貫

## 流入源：

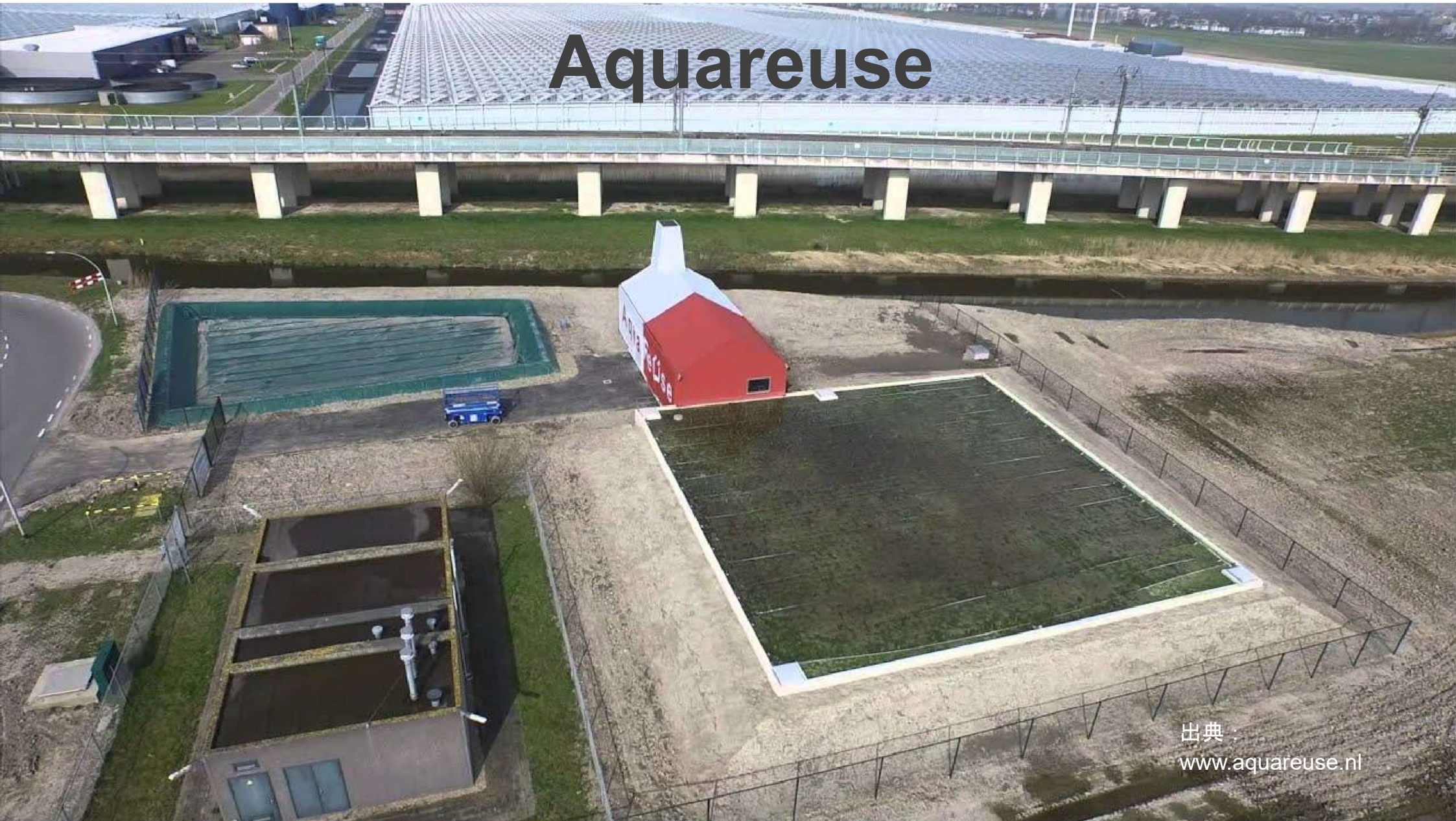
- 他の生産または処理システム
- 自然のサイクル

## 流出先：

- 製品の部品
- 他のプロセスのための資源
- 自然のサイクルの一部

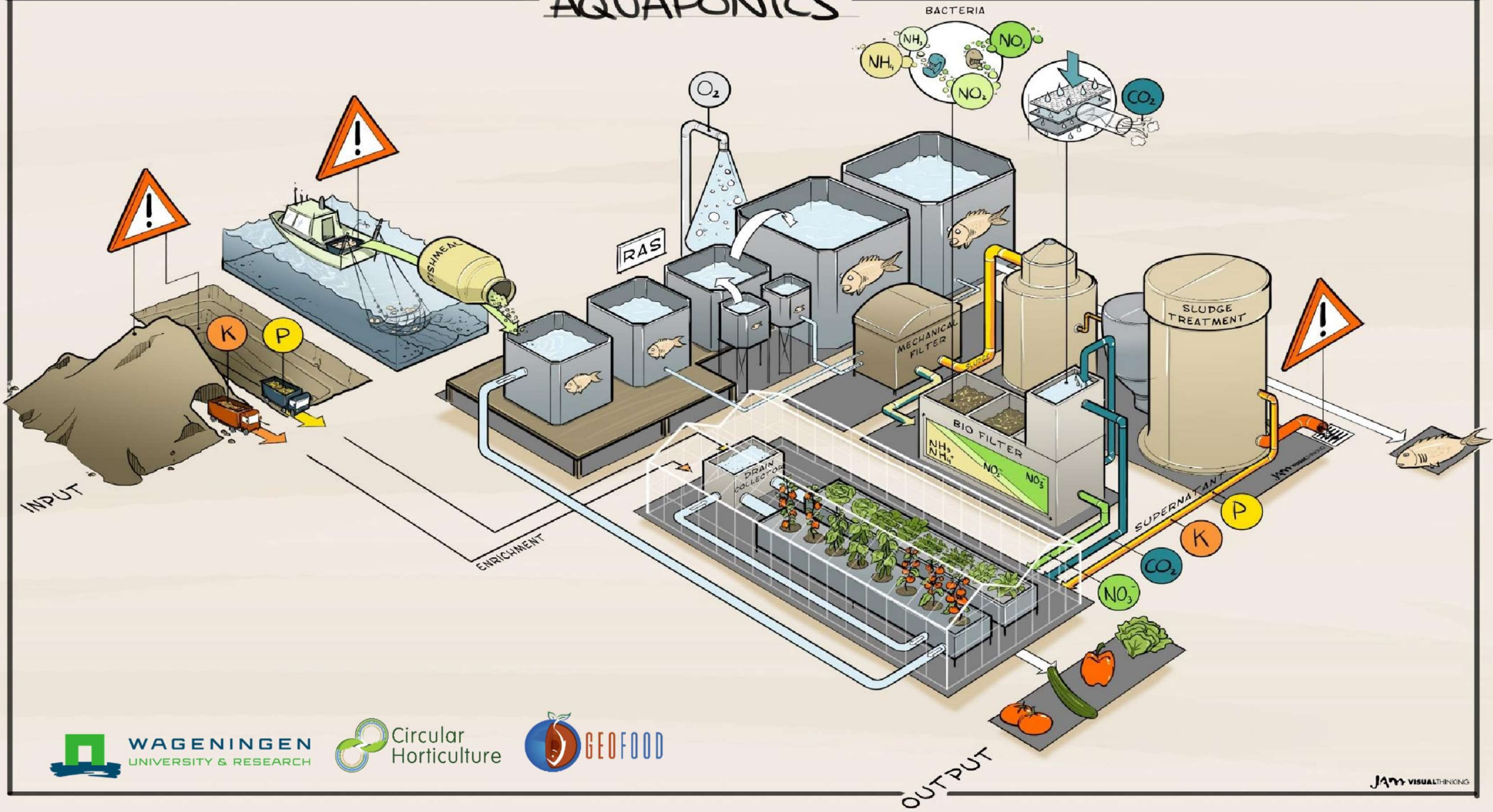


# Aquareuse



出典：  
[www.aquareuse.nl](http://www.aquareuse.nl)

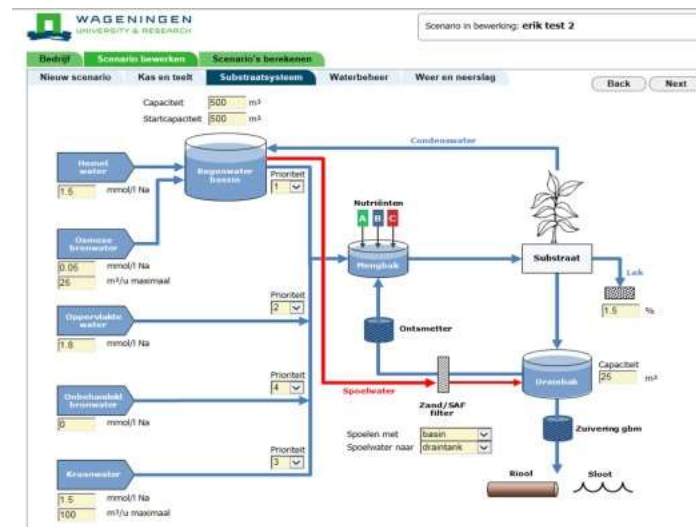
# AQUAPONICS



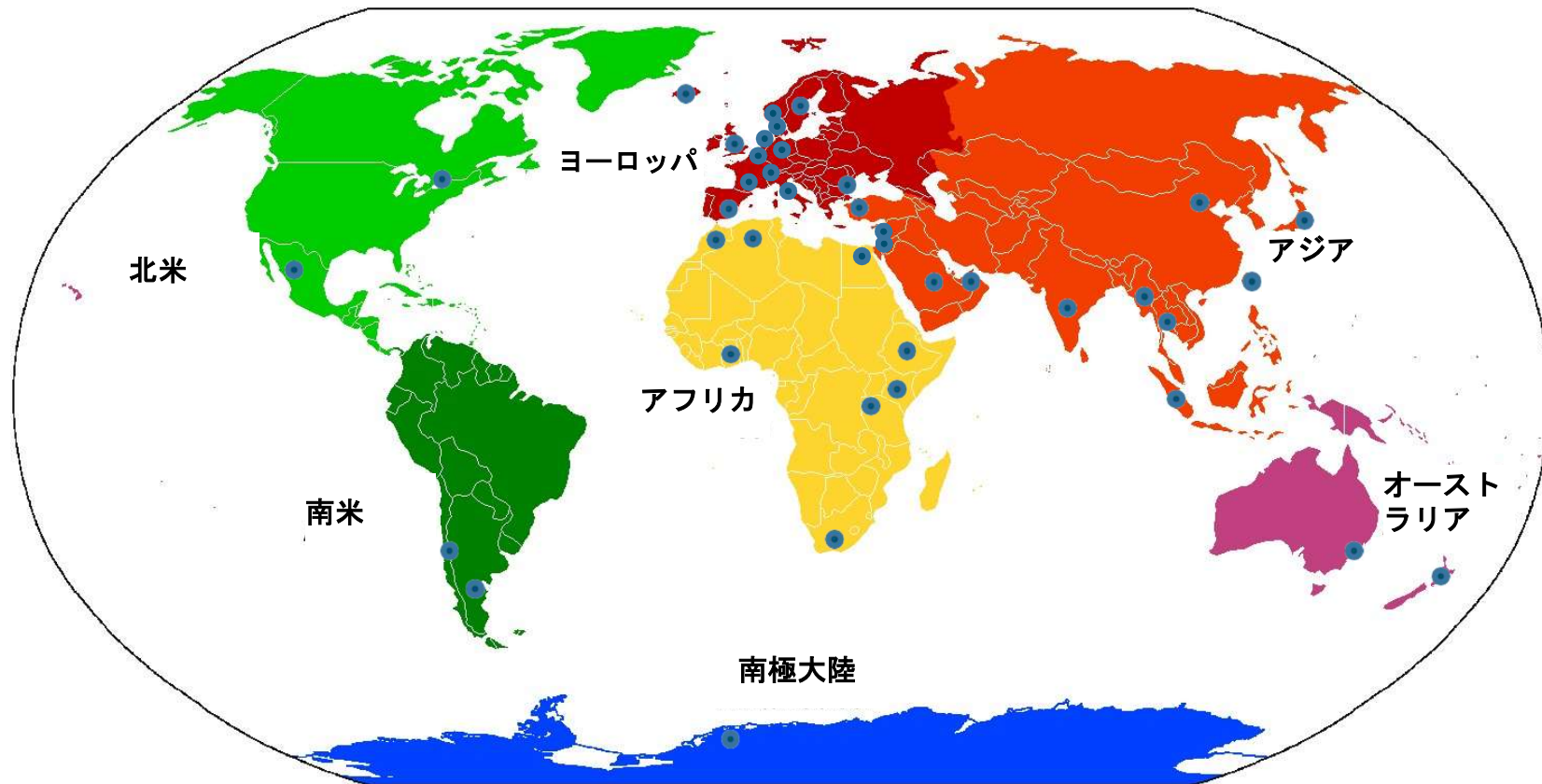
# 2019年の研究

## 水と排出物

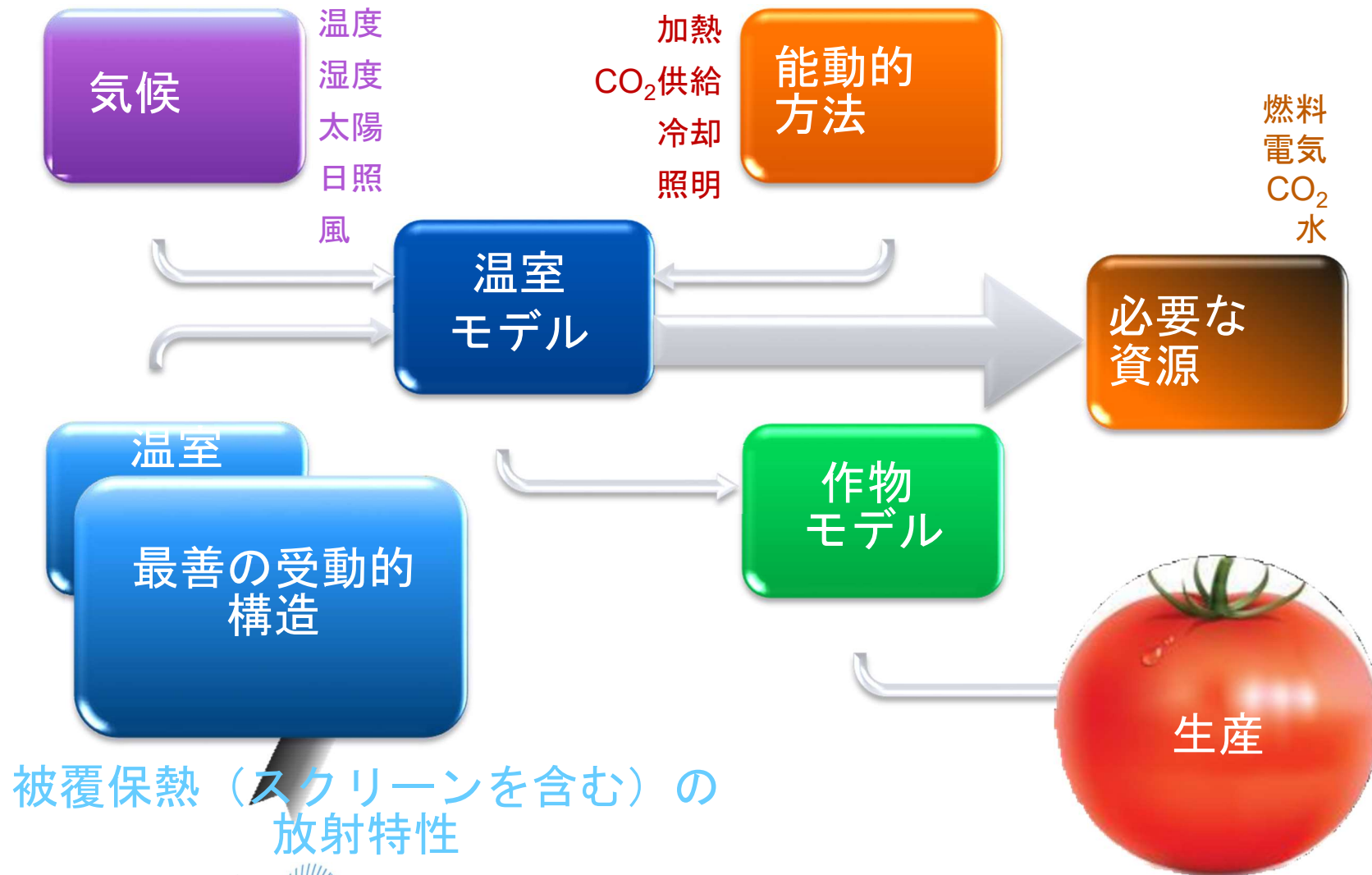
- EU AGRINuPeS
- 下層土栽培システムからの排出物
- 感染の予防と改善
- PPSイオン特定センサー
- PPS根環境 (cv100)
- PPS栄養物供給アドバイス2.0 (cv100)
- 水流モデル
- チップとセンサー
- ...



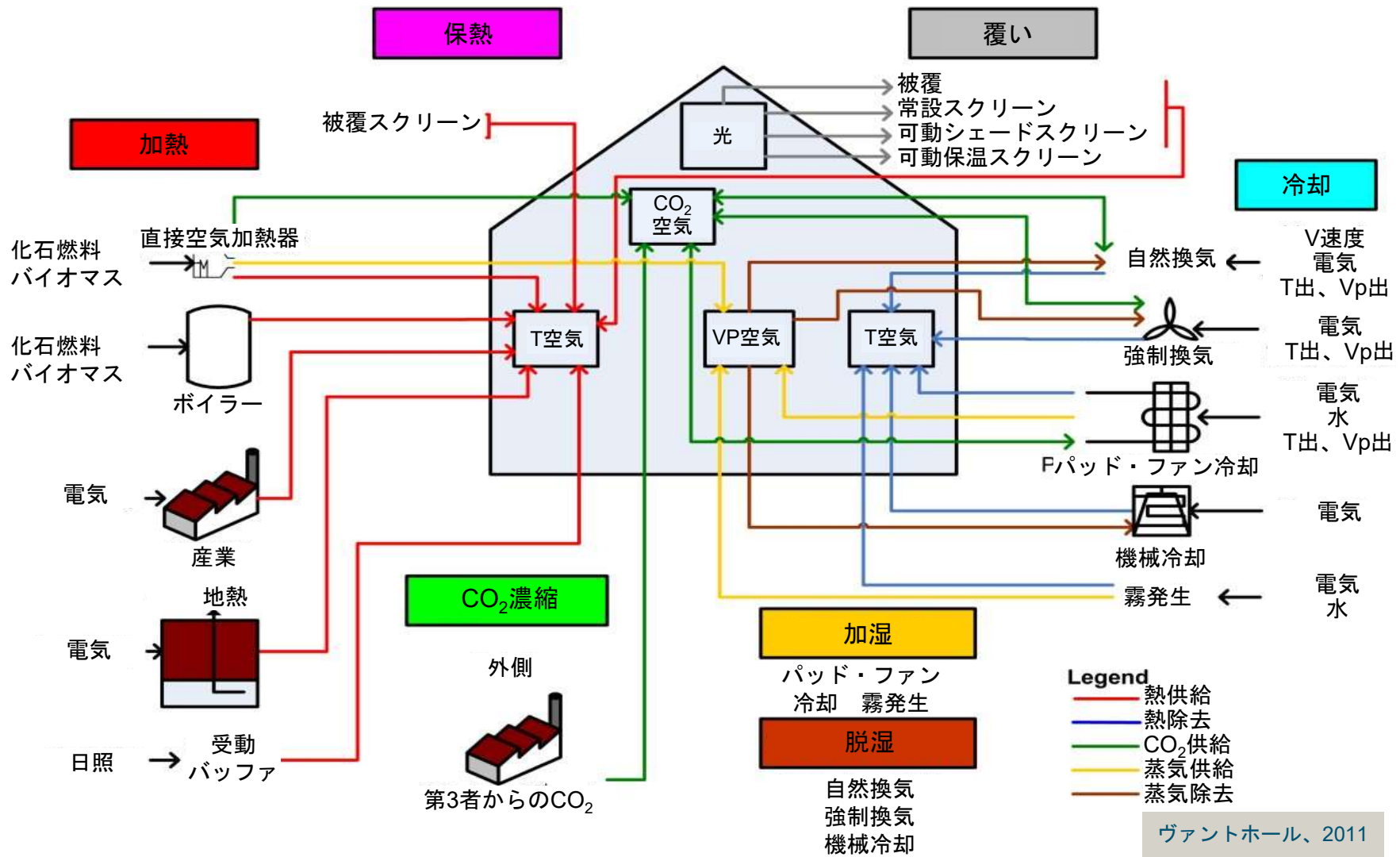
# WUR@室内農業 世界の様々な地域



# 適応性温室法 :



# 適応性温室モデル :



# 2019年の研究

## 国際

- サウジアラビアの研究センター（エスチダマー）
- 実証節水、サウジアラビア（キング・ファイサル大学）
- ヨルダンの水栽培システム
- 適応性温室設計、レバノン
- 適応性温室設計、ウルグアイ
- モロッコの温室実証センター設計
- バイオフレッシュ：適応性温室モデル、照明
- コンサルティング：温室、カタール（ヤラ）
- コンサルティング：温室栽培者、日本（NARO）
- コンサルティング：新鮮トマト生産、キッコーマン
- コンサルティング：Aleia Roses
- コンサルティング：中国の温室（CAAE）
- 協力、カリフォルニア





# 2019年の研究

## 研修と知識の日

- サマースクール、温室園芸
- サマースクール、植物表現型の映像分析
- コース、サウジアラビア、中国、ムルシア等
- 知識の日、下層土
- EnergiekEvent
- WaterEvent
- PlantgezondheidsEvent
- AgriFoodRobotics Parcours





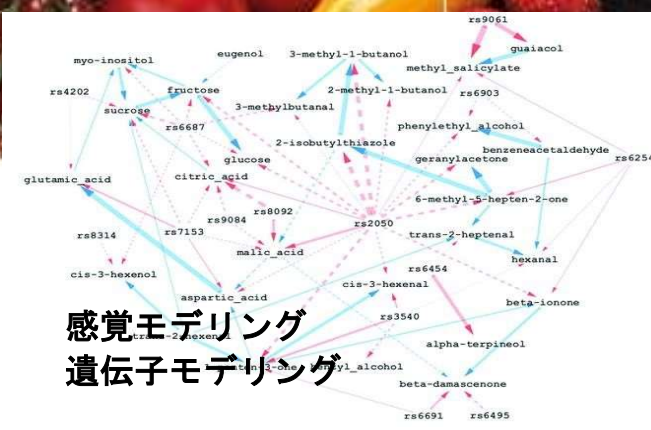
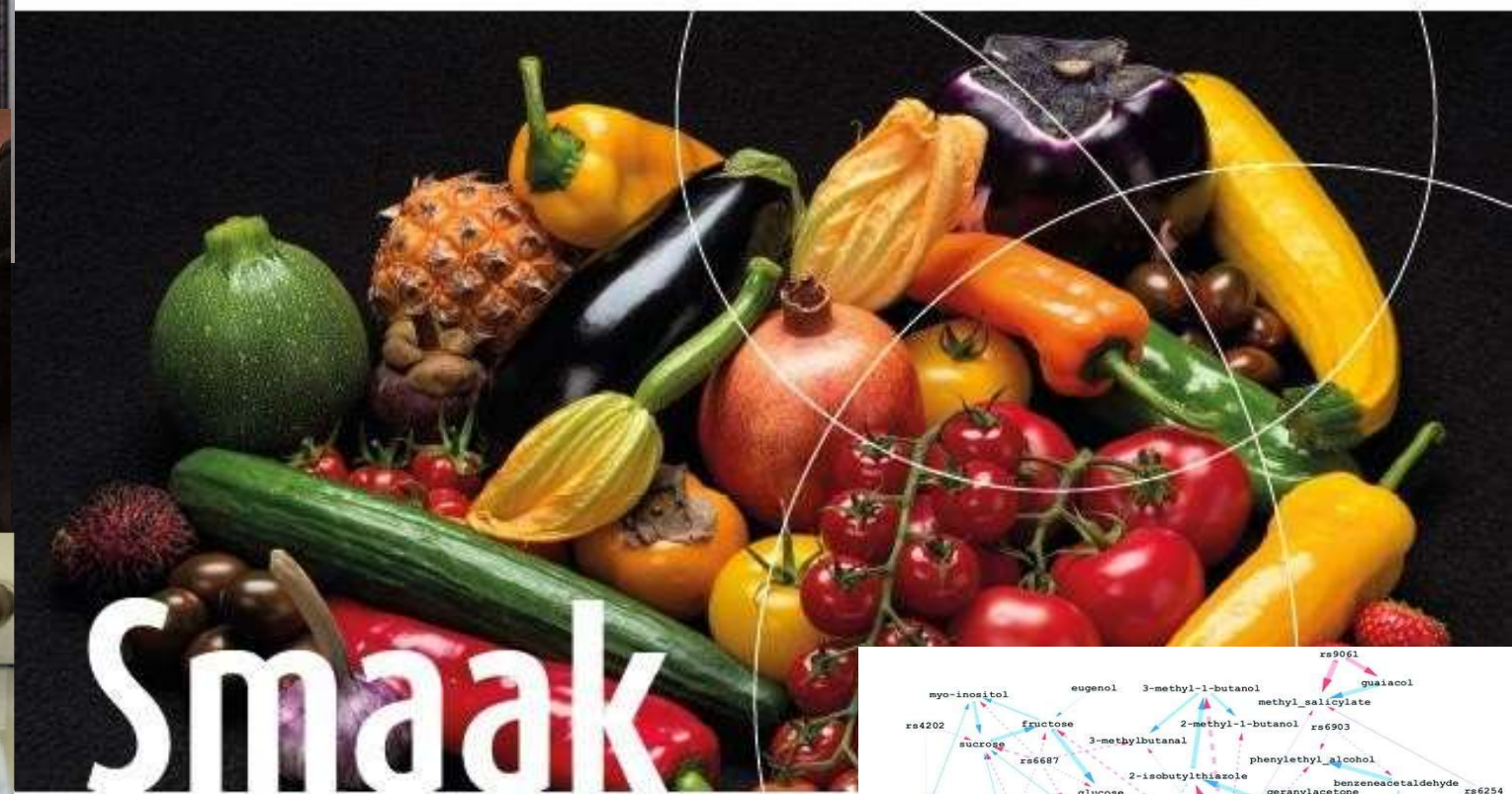
消費者パネル



専門家パネル



測定



# 風味の付加価値



トマトについては付加価値があるが、認知可能でなければ  
ならない

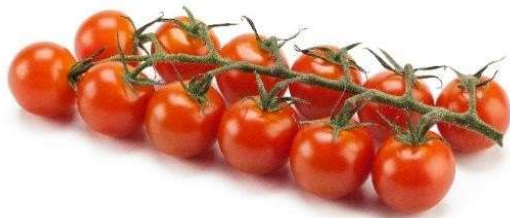
www.ah.nl、2019年1月8日



# 目的

F&Vを消費者にとってより魅力的なものにするための、  
サプライチェーンに関する知識とツールの開発による  
果実・野菜産量の増加

- トマトに関する非侵襲風味モデルの開発 + ウェブサービス
- りんごに関する風味モデルの開発



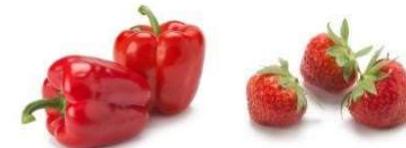
# 風味モデルを用いた嗜好の定量化

入：計器測定データ

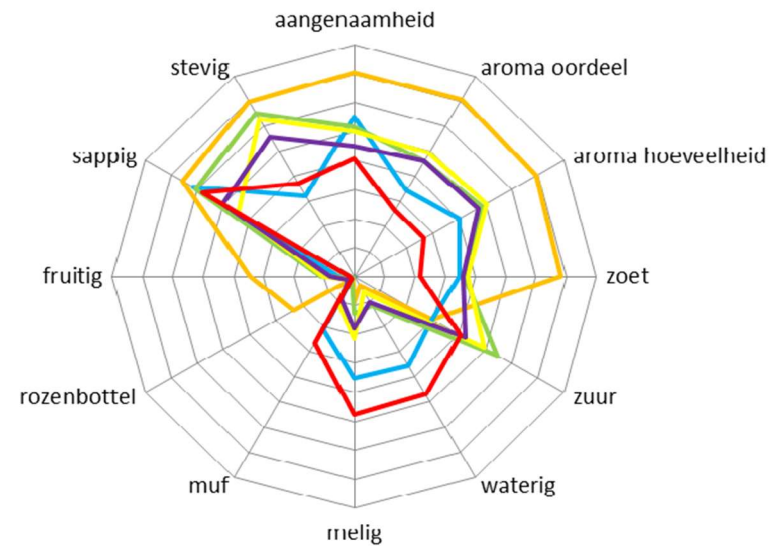
出：0 – 100目盛での風味得点 ∈ 消費者パネルによる嗜好判断

風味モデル：

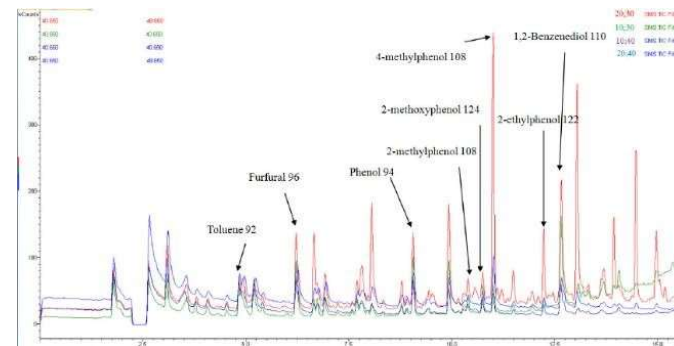
消費者パネルの嗜好結果を予測する定式



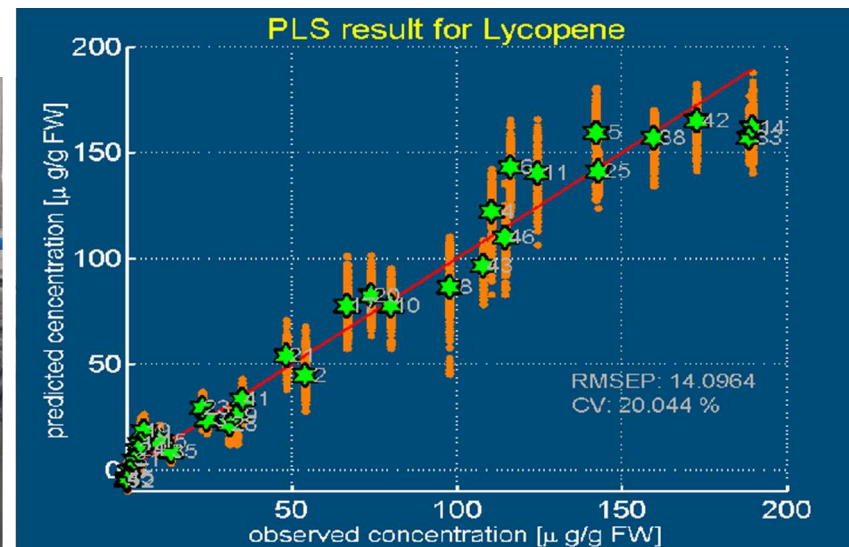
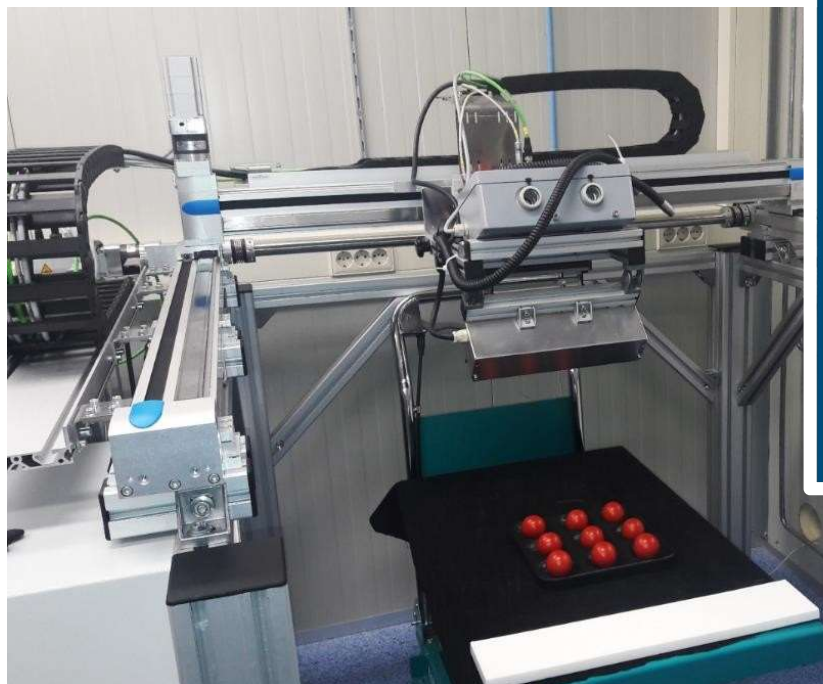
# データ：消費者・感覚パネル



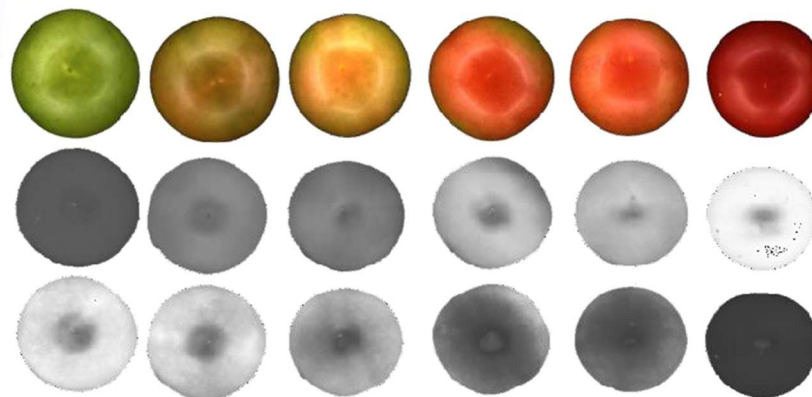
# データ：正規破壊測定



# データ：ハイパースペクトル機構



空間保存法による生化学物質  
または病気の予測





# データ：低コストセンサー



DLPNIRNANOEVN - Award winning compact battery-operated development kit for portable near-Infrared spectroscopy solutions  
Image 1 of 3

CLOSE X

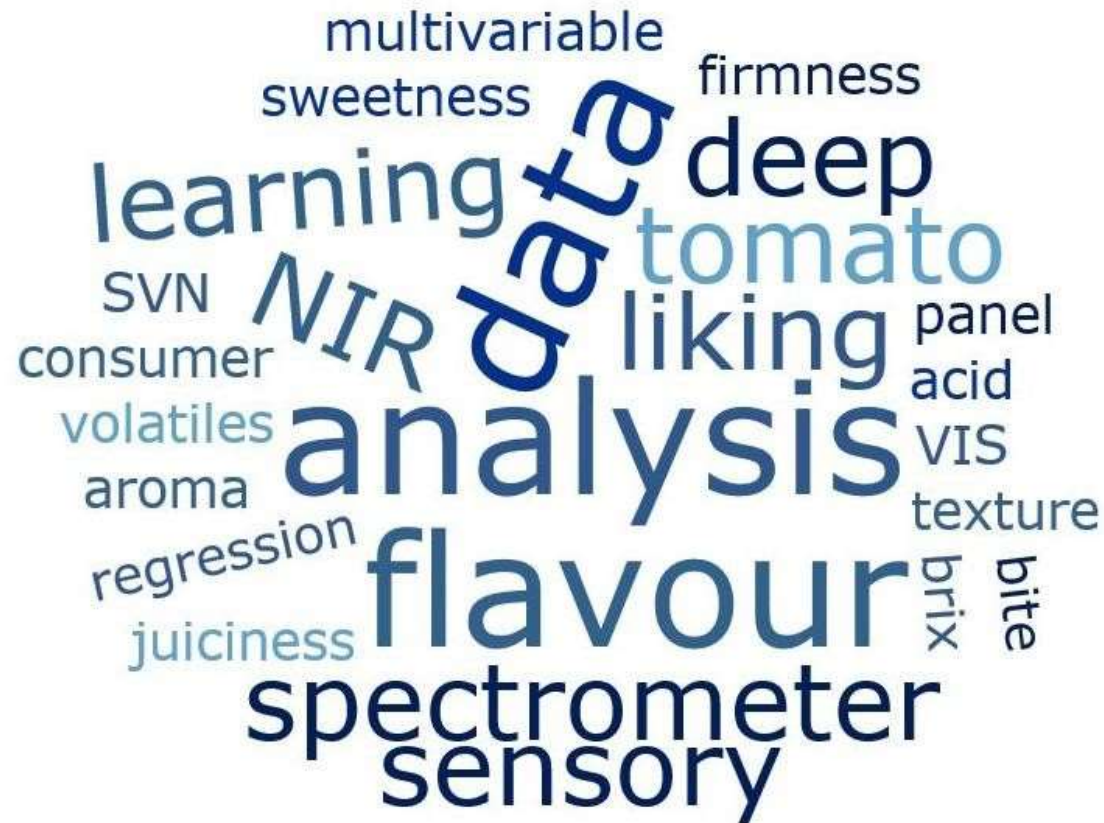


ラズベリーパイボード

ミニUSBケーブル

ミニHDMI

# データ分析：風味モデル導出

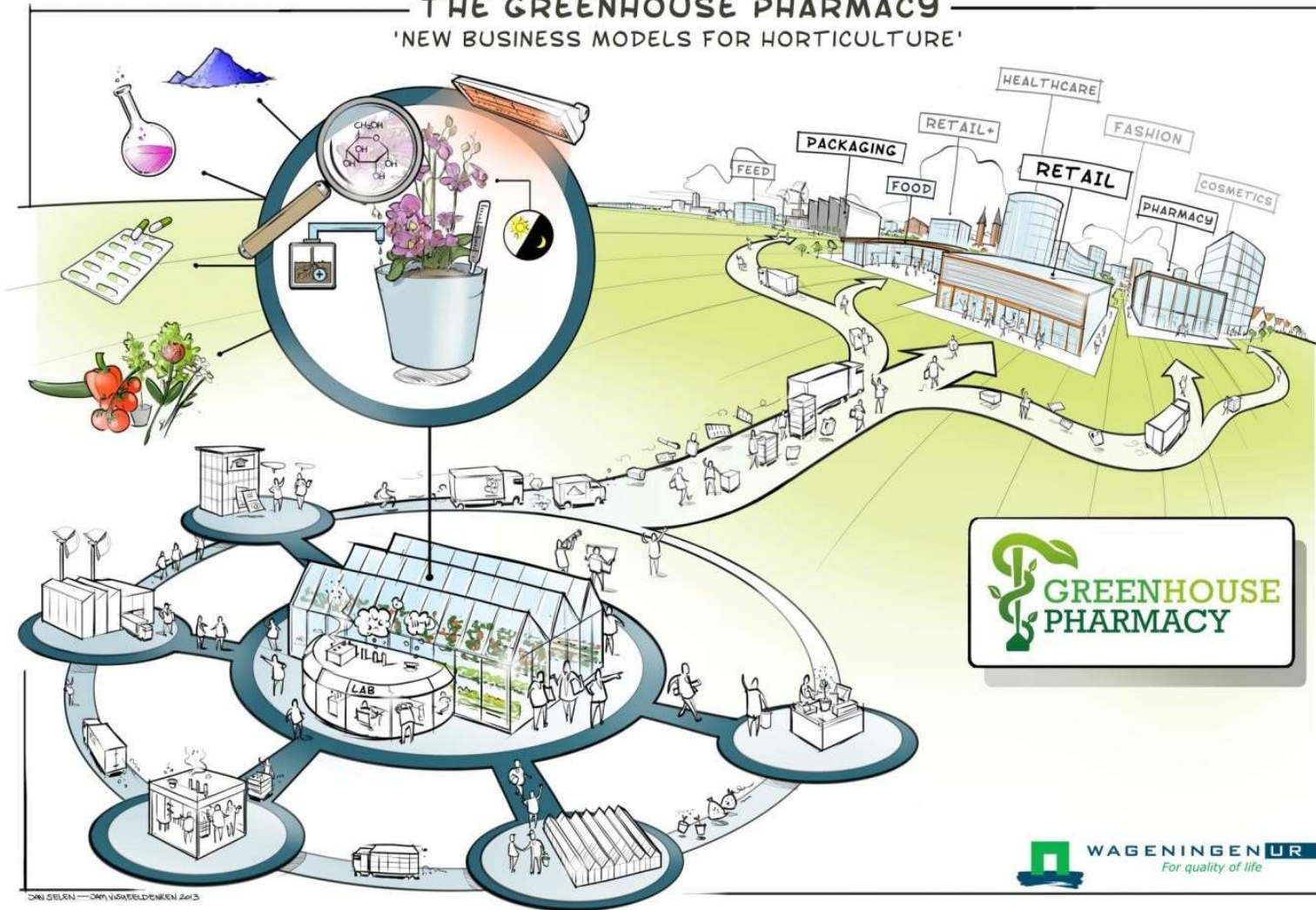


# 視覚



# THE GREENHOUSE PHARMACY

'NEW BUSINESS MODELS FOR HORTICULTURE'



# 温室製薬

- 2つの部門：

- 天然植物由来成分のための園芸
- 技術革新・実証センター、熱帯産作物

- 4タイプのプロジェクト：

- 食品成分
- コスメシューティカル
- 植物由来薬品
- 熱帯産果実







未来

完全自動化、循環  
型温室果実、野菜  
および花生産





# WUR温室園芸

園芸部門の技術革新

