

PLANTSCREEN™

寒天根表現型解析システム



寒天プレートを用いた根と芽の  
完全自動スクリーニングシステム

## 寒天根表現型解析システム (Hades)

ユトレヒト大学、ユトレヒト、オランダ

説明: PlantScreen™ ロボット ルート システム

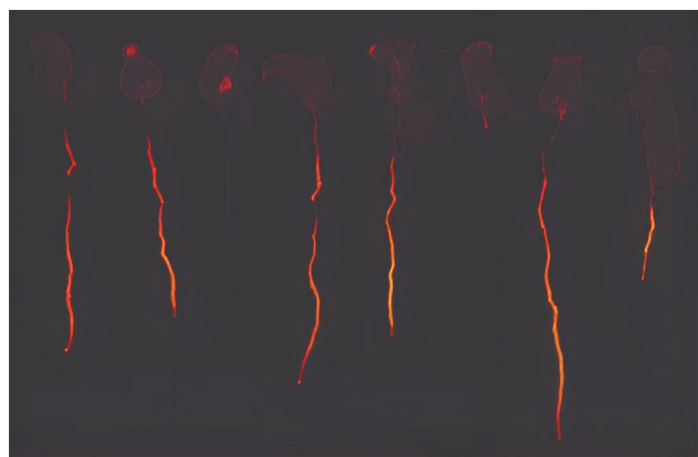
場所: ユトレヒト大学、ユトレヒト、オランダ

設置: 2023

寒天根表現型解析システムは、根研究へのアプローチを再定義する画期的なソリューションです。最先端のロボット技術を活用したこのシステムは、寒天の注入とロボットによる種子播種から、根と茎の界面での細菌の適用、さまざまなイメージングステーションでの表現型評価に至るまで、表現型解析プロセス全体を通じて、PSIが開発したペトリプレートで24時間年中無休でシームレスに処理します。

## システム概要

システムの種類	自動ロボットプラットフォーム
システムの容量	ペトリ皿2,160枚
トレイの種類	PSI製ペトリ皿(正方形、129x129x16.5mm)
培養エリアの種類	培養ユニット:4段/ユニット、9カセット/棚、20プレート/カセット
培養レイアウト	培養ユニット3台(合計2,160枚収容可能)
培養用照明	独立制御可能なカラーチャンネルを備えたLED照明、各棚で独立制御
光質と光強度	クールホワイト:30cmの距離で最大 $400\mu\text{mol}\cdot\text{m}^{-2}\cdot\text{s}^{-1}$ の光強度 ディープレッド&FAR:最適なR:F比0.50~0.82
サンプル調製ステーション	プレート調製テーブル:寒天培地の自動分注と種菌播種ロボットを統合
菌液添加ステーション	液体ハンドリング:細菌の自動ピペット分注
計測ステーション	形態計測イメージング、クロロフィルおよびマルチスペクトル蛍光イメージング(2種類)、透過および蛍光VNIRハイパースペクトルイメージング

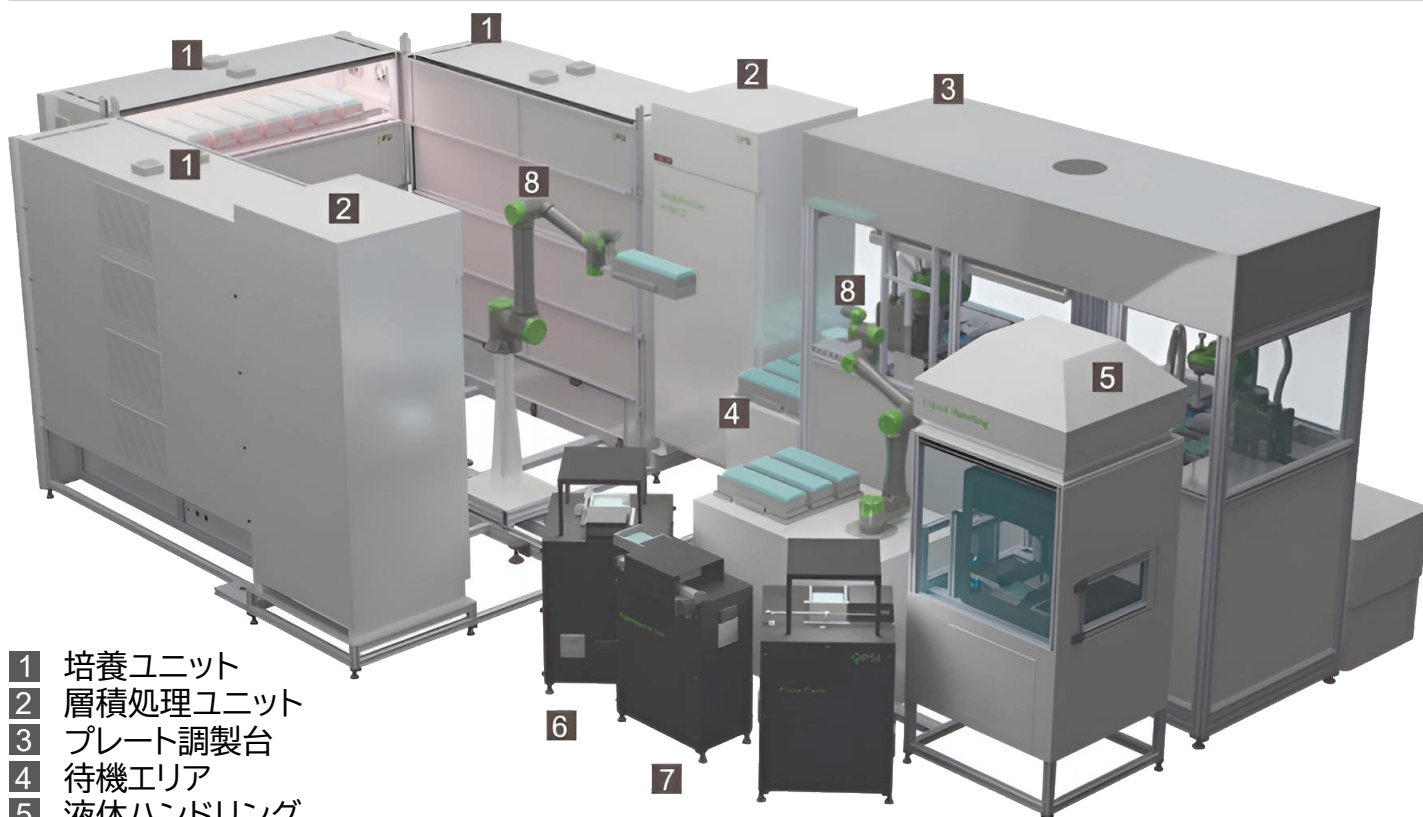


寒天根表現型解析システムは、試験管内で生育した植物のハイスループットかつ自動化されたソフトウェア制御による表現型解析のために設計されています。Hadesシステムは、PSIが開発した角型ペトリ皿との効率的な運用に合わせてカスタマイズされており、最大2,160枚のペトリ皿を収容できます。

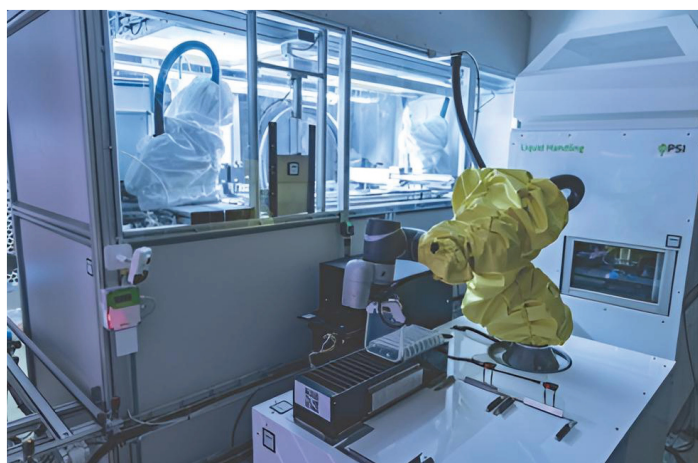
寒天根表現型解析システムは、人手を介さずに包括的なエンドツーエンドのワークフローソリューションを提供するように設計されています。プロセスは、培地の注水や自動ロボット播種などの作業を含むサンプル調製と培養から始まり、5℃での層積処理を経て、「培養ユニット」での長期培養へと進みます。ロボット操作による完全自動化により、複数のイメージングステーションの統合が可能になります。これにより、根の形態の非侵襲的な連続モニタリング、植物根における様々な蛍光タンパク質の発現検出、および植物シュートにおけるクロロフィル蛍光動態の測定が可能になります。このシステムは、クマリン生成の蛍光ハイパースペクトルイメージングも独自に備えています。

さらに、特定の根部位に細菌を無菌的に適用できるアプリケーションステーションも搭載しています。システム全体は、無菌性、および遺伝子組み換え植物や細菌を用いた操作を重視して設計されています。

## レイアウト図



- 1 培養ユニット
- 2 層積処理ユニット
- 3 プレート調製台
- 4 待機エリア
- 5 液体ハンドリング
- 6 クロロフィルおよびマルチスペクトルイメージング
- 7 VNIRハイパースペクトルイメージング
- 8 ロボットアーム



## バイオセーフティ対応ウォークイン型環境チャンバー

寒天根表現型解析システムは、遺伝子組み換え生物(GMO)封じ込めゾーンを備えたFytoScope制御環境内に設置されています。FytoScopeチャンバーは、温度(+10~+40℃)、相対湿度(40~80%)、CO2濃度(周囲濃度-1,500ppm)を制御します。チャンバー内の状態、および温度と相対湿度の目標値は、タッチスクリーンコントローラーに常時表示されます。監視されたすべてのデータはPCにダウンロードして、リモートでアクセスできます。



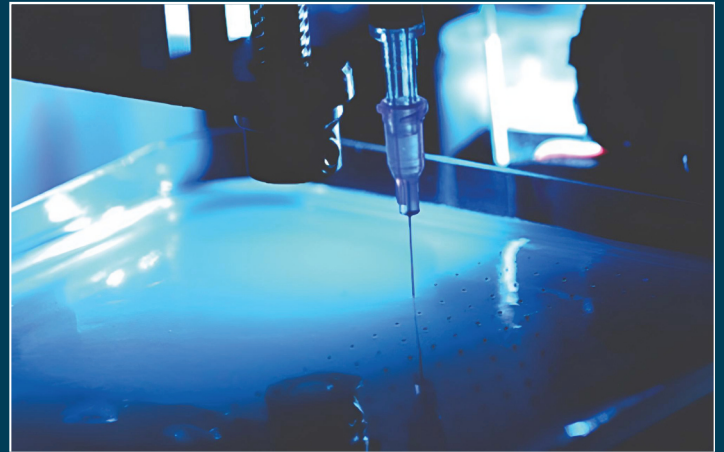
### 独自の細菌接種技術

Hadesシステムは、チャンバー内の極めて高い無菌性を維持し、植物の根に直接細菌をピペットで接種することを可能にします。これにより、植物と微生物の相互作用を自動化して研究できる、新たな可能性が開かれます。

## プレート調製を簡単化

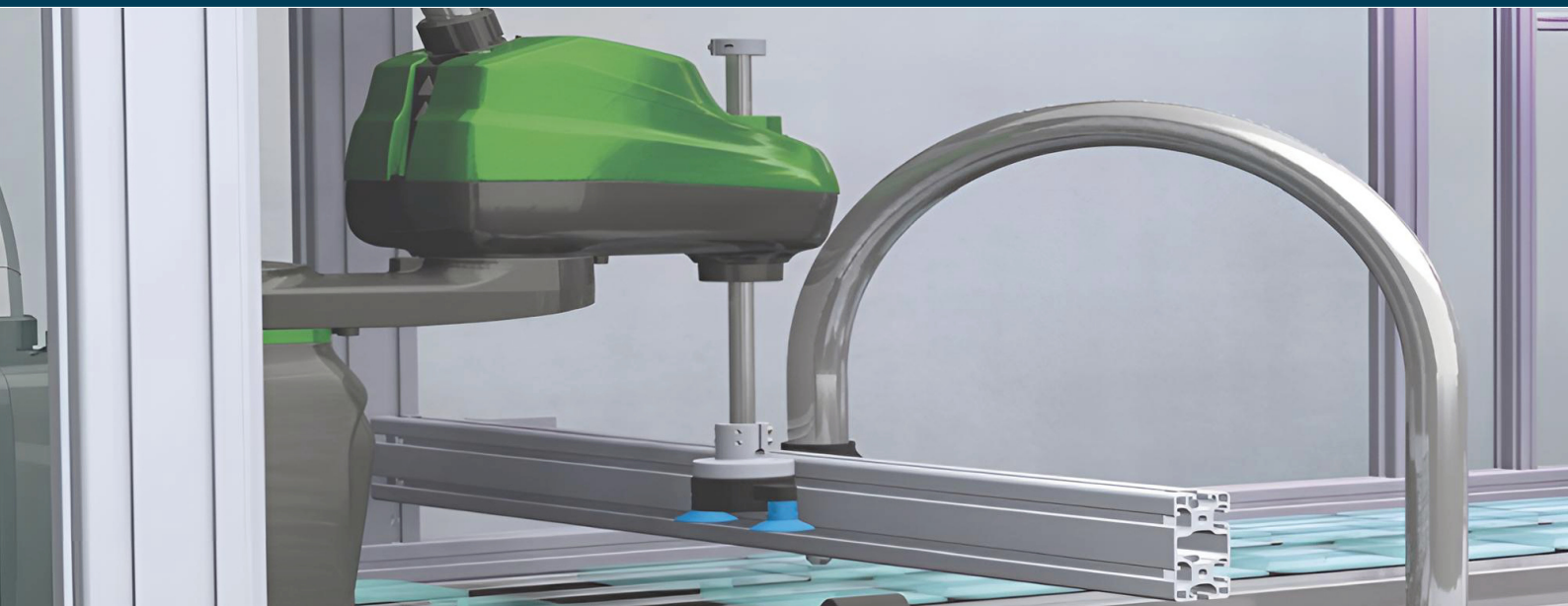
Hadesシステムの重要な構成要素の一つが、プレート調製テーブルです。この卓越したエンジニアリング技術により、HEPAフィルターによる空気ろ過とUV-C殺菌によって実現された無菌環境下で、シームレスかつ完全自動化されたサンプル調製が可能になります。テーブルには最大1,500枚の滅菌済みペトリ皿を設置できます。最先端のプラットフォームには、市販の培地調製装置から培地を正確に充填できる自動寒天培地注入機構が搭載されています。

ステーションは2台のSCARAロボットとコンベアベルトによって滅菌済みプレートの取り扱いを全て管理し、人手を介在させる必要がありません。さらに、プラットフォームには、あらかじめ定義されたパラメータに従って寒天培地上に種子を正確に播種する播種ロボット「Boxeed」も搭載されています。播種プロセスでは、各種子の画像解析によって生存可能な個体を識別・選別します。



植物と微生物の相互作用などの  
研究を可能にする

複数の蛍光タンパク質とクロロフィルの  
高コンテンツイメージング

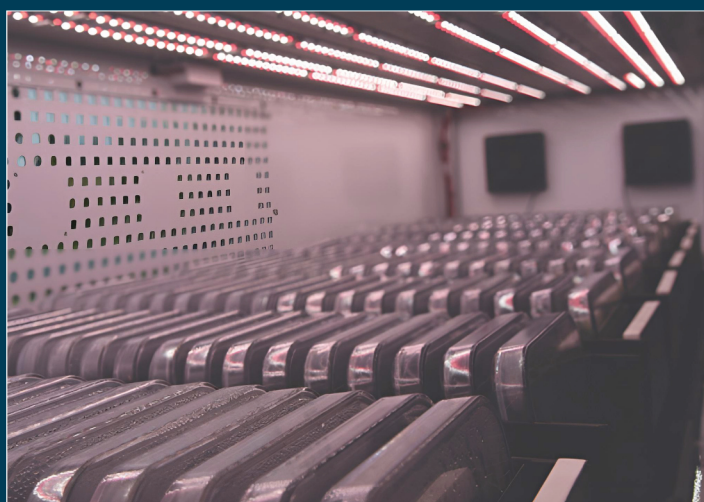


## 最適化された生育環境

専用の棚式培養装置(培養ユニット)は、ペトリ皿上で植物材料を栽培するために設計されました。各培養ユニットには4段の棚があり、各棚には20枚のペトリ皿を収納できる輸送カセットが設置されています。各棚に9個のカセットを収納できるため、培養ユニット1台あたりの総容量は720枚という驚異的な数になります。

培養ユニットにはマルチチャンネルLED照明が搭載されています。照度(最大 $400 \mu\text{mol}\cdot\text{m}^{-2}\cdot\text{s}^{-1}$ )、スペクトル品質、および特定の光照射条件は、使いやすいインターフェースを通して、各棚および各色チャンネルごとに個別に調整可能です。

培養スペース内には、 $5^{\circ}\text{C}$ に厳密に維持された温度で種子の層積処理を制御する専用セクションが設けられています。



## 最先端の画像技術と解析

ロボットアームによってサンプルは培養ユニットから画像撮影ステーションへと移動され、根と茎の発達が研究されます。これらのステーションでは、クロロフィル蛍光データに加え、蛍光タンパク質(GFP、YFP、RFP、mCherry)やクマリンなどの化合物がサンプルを損傷することなく可視化されます。ハイパースペクトルカメラは、さらに高度な画像解析を可能にし、サンプルの生化学的状態を明らかにします。

最先端のAI技術は、取得した画像から特性を解析するために活用されます。このソフトウェアは、最も著名なコンピュータビジョン手法の一つである畳み込みニューラルネットワーク(CNN)を用いて、背景から根のオブジェクトを効果的に分離します。



## スペクトル代謝物イメージングによる分子レベルの知見の解明

## 最先端のニューラルネットワークを用いた画像解析



# 科学と自然の驚異を 探求しましょう



 旭光通商株式会社  
[www.kyokko.com](http://www.kyokko.com)

<https://kyokko.com/contact/>