



PSI リサーチセンター

革新的な栽培技術と最先端の
自動化フェノタイピング



私たちの使命とビジョン

PSIリサーチセンターの使命は、高度なインフラと専門家によるサポートを提供することで、制御環境、温室、圃場などあらゆる環境下における植物栽培と画像ベースの表現型解析を科学コミュニティに支援することです。私たちは、技術への実践的なアクセス、概念実証、そして研究成果を最大化するための統合的な生物学的・技術的ソリューションを提供します。

私たちは、小規模から大規模まで、あらゆる規模の研究用途に合わせてカスタマイズされた、精密植物栽培と完全自動化されたハイスループット表現型解析のための最先端のインフラを提供します。

当社のサービス



植物栽培・管理

温度、湿度、そして個別に調整可能な日長など、植物の最適な生育に不可欠な生育環境を精密に制御します。高度なプログラミング機能により、昼夜サイクル、日の出・日の入り、曇り空といった自然環境をシミュレートすることが可能です。



PlantScreen™システム

最先端の技術と統合型ロボットソリューションにより、時間的・空間的なレベルでのデジタル表現型解析と、植物のライフサイクル全体にわたるモニタリングを実現します。小型から中型の植物(最大50cm)から、最大高さ1.2mの大型作物まで対応可能です。主な特長として、自動植物搬送、高解像度画像処理、精密な灌漑システムなどが挙げられます。



イメージングセンサー

ハイエンドの完全統合型表現型解析技術には、可視光スペクトル(RGB)、不可視光スペクトル、クロロフィル蛍光イメージング、サーマルイメージング、3Dレーザースキャン、VNIR/SWIRハイパースペクトル反射イメージングユニットなどのイメージングセンサーが含まれます。デジタル形質評価は、広範囲の電磁波波長を分析することで、植物の健康状態、発育、生理機能に関する包括的な情報を提供します。



自動植物スコアリング

当社の高度なデータ処理ツールキットは、すべてのイメージングセンサーから得られた画像から重要な特徴を抽出し、包括的で洞察に富んだ全体像を構築します。自動データ処理は、前処理、セグメンテーション、特徴抽出など、取得したすべての画像処理プロセスをサポートします。包括的なソフトウェアパッケージにより、システム全体の制御、データ取得、画像解析、環境条件のモニタリングが可能です。



データ分析

PSIデータ分析サービスは、生物学研究者が時空間表現型データからより深い洞察を得られるよう、カスタマイズされたソリューションを提供します。データ収集から可視化までエンドツーエンドのサポートにより、ワークフローを簡素化し、有意義な科学的成果を促進します。高度な分析サービスの一環として、(i)隠れたパターンや関係性を明らかにするための高品質なデータ可視化、(ii)実験結果の厳密な統計的評価、(iii)注目すべき植物形質を特定するための機械学習モデルの開発を提供します。

PLANTSCREEN™ 表現型解析システム

当社は、小規模から大規模まで、植物栽培と自動化されたハイスループット表現型解析のための最先端のインフラストラクチャを提供します。

PlantScreen™ SCシステム

柔軟性の高い低スループット表現型解析向けに設計された、持ち運び可能な小型表現型解析プラットフォームです。温室や人工気候室への容易な移設が可能で、多様な研究環境への容易な統合を実現します。本システムは、様々な植物種に対応した柔軟な構成をサポートし、上面図および多角度側面図によるデータ収集、遮光された画像撮影室、バーコードによる植物識別機能を備えています。



PlantScreen™ コンパクトシステム

高さ40cmまでの小型～中型植物向けに設計されたこのシステムは、ロボット支援型画像撮影装置と高精度な計量・給水制御システムを組み合わせることで、効率的かつ自動化された表現型解析とハイスループット分析を可能にします。内蔵の順化チャンバーにより、画像撮影前に植物を制御された環境下で順化させることができます。



PlantScreen™ モジュラーシステム

高さ120cmまでの中型から大型植物向けに設計されたこのシステムは、270鉢収容可能な温室内に設置されます。構造、生理、生化学的な表現型解析のための高度な画像センサー群に加え、温度・湿度管理されたチャンバー内に設置された適応トンネルを備えています。このシステムは、主要作物の生育サイクル全体を通して、非侵襲的な表現型解析と精密な水やり管理のための包括的なソリューションを提供します。



PlantScreen™ ルートシステム

ライゾボックスをベースとしたこのプラットフォームは、根と茎の両方の表現型解析を可能にし、最大50cmまでの植物に対して独自の二視点解析を提供します。RGB、NIR、マルチスペクトルイメージングを含む複数のイメージングセンサー、調整可能なライゾボックス角度調整機能、位置制御式灌漑機能を備えています。各ライゾボックスのサイズは360×295×30mm(高さ×幅×奥行き)で、小型から中型の植物に十分な発根スペースを提供します。



PlantScreen™ フィールドシステム

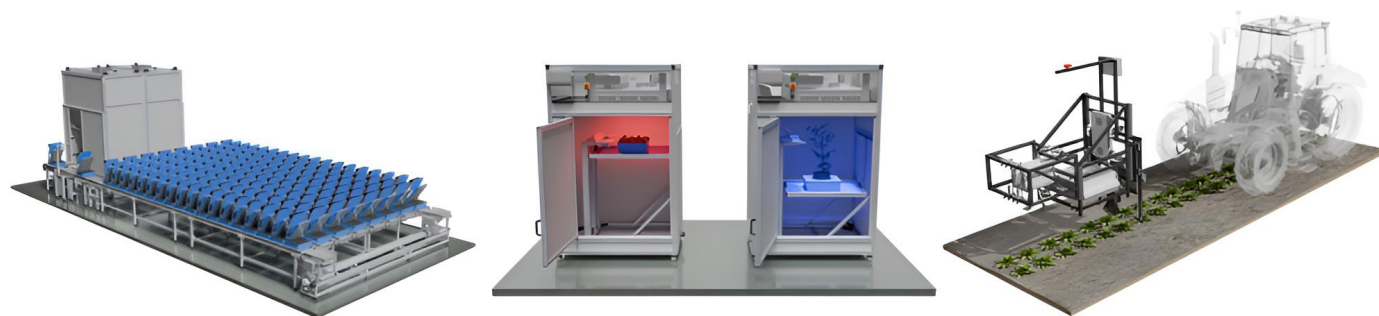
このシステムは、調整可能なアームを備えた高車高車両(トラクターなど)に複数のセンサーモジュールを搭載し、圃場内を高速で自動移動しながら高スループット分析を可能にします。幅広い植物特性をモニタリングするためのアクティブセンサーを搭載し、時間と位置情報に基づいた高精度なデータを提供します。





PlantScreen™ 表現型解析システム	SCシステム	コンパクトシステム	モジュール式システム	根系システム	フィールドシステム
植物の高さ	70cm未満	高さ40cm未満	高さ120cm未満	50cm未満	< 150 cm
スループット	1~20株	320株	270株	140株	-
環境	半制御型	制御機能付き	温室	温室	フィールド
イメージングセンサー	上面・側面RGBセンサー、 動的クロロフィル蛍光センサー、 3Dレーザースキャナー	上面・側面RGBセンサー、 動的クロロフィル蛍光センサー、 熱赤外線センサー、 可視近赤外線センサー	上部および側面RGB、 動的クロロフィル蛍光、 熱赤外線、近赤外線、 短波赤外線	上面・側面RGB画像、 根部RGB画像 根部MSC画像 根部NIR画像	トップステレオRGB、 動的クロロフィル蛍光、 熱赤外線、LIDAR、 3Dレーザースキャナー、 VNIR、SWIR
その他のセンサー	明暗順応チャンバー、 環境センサー	給水・計量ユニット、 明暗順応チャンバー、 環境センサー	給水・計量ユニット、 光強度制御付き 暗順応トンネル <1500 $\mu\text{mol}\cdot\text{m}^{-2}\cdot\text{s}^{-1}$ 、 環境センサー	給水・計量ユニット、 環境センサー	複数の環境センサー、 自動校正プレート、GPS
温度範囲	18~30℃	18~30℃	15~35℃	18~30℃	-
湿度範囲	40~80%	湿度40~80%	35~65%	40~80%	-
光強度	1500 $\mu\text{mol}\cdot\text{m}^{-2}\cdot\text{s}^{-1}$ 未満	光合成速度500 $\mu\text{mol}\cdot\text{m}^{-2}\cdot\text{s}^{-1}$ 未満	(補助照明) <350 $\mu\text{mol}\cdot\text{m}^{-2}\cdot\text{s}^{-1}$	500 $\mu\text{mol}\cdot\text{m}^{-2}\cdot\text{s}^{-1}$ 未満	-
動き	植物-センサー間通信	植物センサー連携	植物センサーシステム	植物-センサー間通信	センサーから植物へ

PSIリサーチセンターにおける表現型解析プラットフォームの概要



イメージングセンサー

複数のイメージングセンサーを用いることで、高空間・高時間分解能での表現型解析が可能となり、植物の成長動態を詳細にモニタリングし、ライフサイクル全体を通して生理的応答を包括的に評価することができます。

可視RGB画像

地上部バイオマス、成長動態、葉の発達、色の変化を追跡することで、植物の生育状況を捉えます。強力な自動解析機能と組み合わせることで、形態、形状、色に関連する幅広い特性を経時的に測定できます。



クロロフィル蛍光イメージング

光合成能力と植物の健康状態を評価するための、強力かつ非侵襲的なツールです。この技術は、光化学系IIの量子収率や非光化学的消光といった重要な生理学的特性を測定し、生物学的および非生物学的ストレスに対する初期応答を明らかにします。高解像度かつ高感度の蛍光センサーを用いることで、植物の光合成能力とストレス感受性を、対照条件下および圃場条件下において高精度にモニタリングできます。



熱画像

キャノピー温度は、長波長赤外線(IR)を検出することで高解像度で測定されます。葉や植物全体の温度データは、気孔調節の指標となり、植物の蒸散速度や水分消費量と相関関係があります。葉の温度を評価することで、研究者は植物が熱や干ばつなどの非生物学的ストレスにどのように反応するかを分析できます。これは、作物の適応メカニズムを理解する上で非常に重要です。



ハイパースペクトルイメージング

可視近赤外線(VNIR)カメラと短波赤外線(SWIR)カメラを用いることで、植物表面の反射パターンを測定でき、クロロフィル含有量、色素組成、生化学物質、水分状態に関する詳細な情報を得ることができます。400~1700 nmのスペクトル範囲にわたる高解像度かつピクセル単位のデータを取得することで、生理学的および生化学的な精密評価が可能になります。



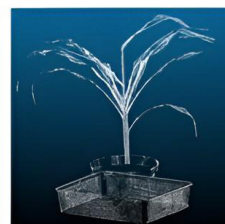
マルチスペクトルイメージング

特定の波長帯における葉の反射率を捉えることで、重要な生理学的特性を評価します。マルチスペクトルイメージングは、特定のスペクトル領域を対象とすることで、高空間分解能での反射率指標の精密な分析を通じて、植物の健康状態、色素レベル、ストレス反応を効率的にモニタリングすることを可能にします。



3Dスキャナー

高精度3Dスキャンで植物の構造を詳細に解析し、高度な形態分析を実現します。上面図と側面図を組み合わせることで、詳細な3Dモデルが生成され、高さ、体積、葉面積などの形質を正確に測定できます。さらに深い洞察を得るために、クロロフィル蛍光カメラやRGBカメラのデータを3Dモデルにマッピングすることで、統合的な表現型解析が可能になります。





イメージングセンサー	上面図	側面図	モード	角度
可視光(RGB)	✓	✓	上面図:スナップショットモード 側面図:ラインスキャンモード	複数
クロロフィル蛍光	✓	—	マルチカラーおよびタンパク質検出プロトコル:スナップショットモード クロロフィル蛍光:ラインスキャンモード	—
熱赤外線	—	✓	スナップショットとラインスキャンモード	—
ハイパースペクトル	✓	—	ラインスキャンモード	複数
ライダー	✓	—	スナップショットとラインスキャンモード	—
3Dレーザースキャナー	✓	✓	スナップショットとラインスキャンモード	複数
マルチスペクトル	✓	—	スナップショットモード	複数

画像センサーの概要(画像ビューと画像取得モードを含む)

<p>クロロフィル蛍光画像</p> <p>生画像 解析済み画像</p>	<p>RGB画像</p> <p>側面図</p> <p>生画像 解析済み画像</p>	<p>ハイパースペクトル画像</p> <p>短波赤外線(SWIR)</p> <p>生画像 解析済み画像</p>
<p>熱赤外線画像</p> <p>生画像 解析済み画像</p>	<p>クロロフィル蛍光画像</p> <p>上面図</p> <p>生画像 解析済み画像</p>	<p>クロロフィル蛍光画像</p> <p>可視近赤外線(VNIR)</p> <p>生画像 解析済み画像</p>

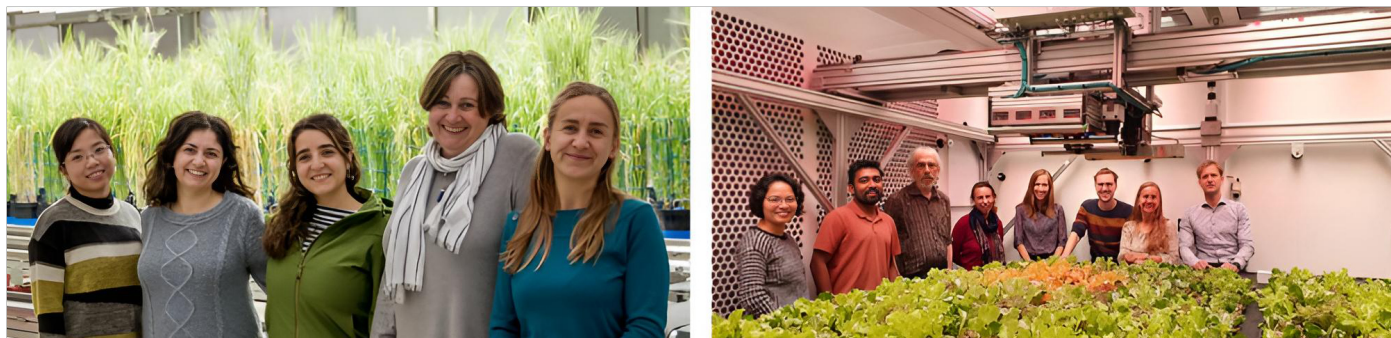
PlantScreen™ Analyzerソフトウェア(PSI社、チェコ共和国ドラショフ)を用いた、ジャガイモ植物の生画像の自動抽出と、各画像センサーからの画像処理パイプラインのセグメンテーション。

Abdelhakim et al., (2024) JoVE

<https://www.jove.com/t/66255/high-throughput-image-based-phenotyping-for-determining-morphological>

当社のHTPプラットフォームを用いた事例研究

当社の自動化されたハイスループット表現型解析技術を用いることで、多くの研究課題に取り組み、表現型解析と他のオミクス解析を統合することのメリットを最大限に活用することができました。



1 気候変動への適応における植物のメカニズムに関する新たな知見を得るには？

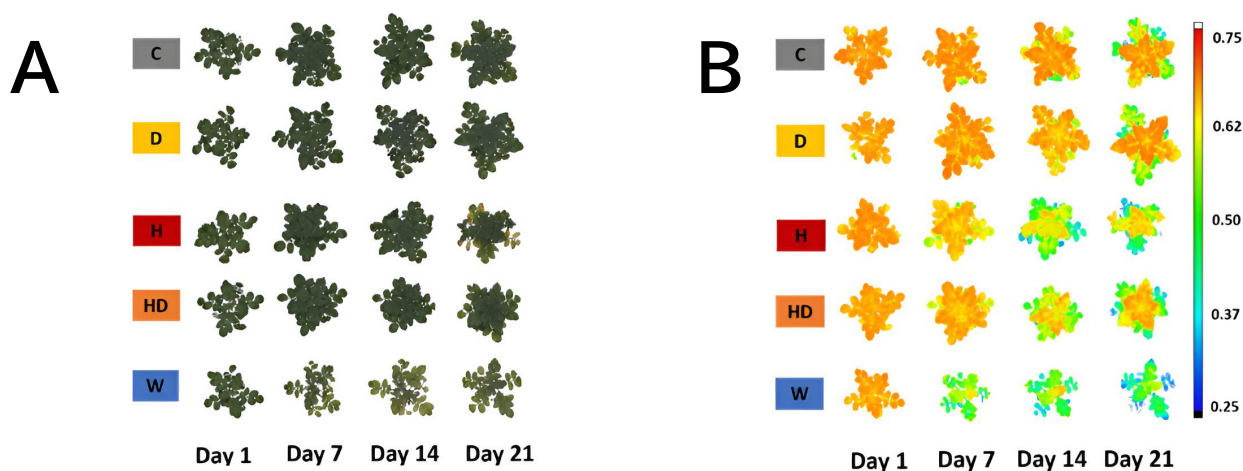
プラットフォーム: PlantScreen™ モジュラーシステム

<https://academic.oup.com/plphys/article/197/4/kiaf126/8104150>

実験デザイン: 2品種、6処理、110株、3週間

参考文献: Zagorcak M. et al. (2025). Plant Physiol. 197(4)

ジャガイモ (*Solanum tuberosum*, 品種: Désirée および Lady Rosetta) を対象に、高温、干ばつ、湛水といった単独のストレス条件下、および将来の気候シナリオを模倣するように設計されたこれらのストレス条件の組み合わせ下で、包括的な分子生物学的および生理学的ハイスループットプロファイリングを実施しました。形態学的および生理学的応答をモニタリングするために、複数のイメージングセンサーを用いた日々の表現型解析を行いました。目的は、フェノミクス解析(例: 成長速度、光合成速度、キャノピー温度)と収穫した葉サンプルのマルチオミクス解析を組み合わせることで、植物のストレス応答に関するより深い知見を得て、気候適応型ジャガイモ品種に向けた育種戦略の改善に役立てることで。



A) 選択した時点における上面RGB画像、およびB) 光定常状態における光化学系IIの動作効率(QY_{Lss}、任意単位)を動的クロロフィル蛍光測定によって捉えたピクセルごとの擬似カラー画像

2

シロイヌナズナにおける地上部および地下部の熱ストレス応答の特性解析

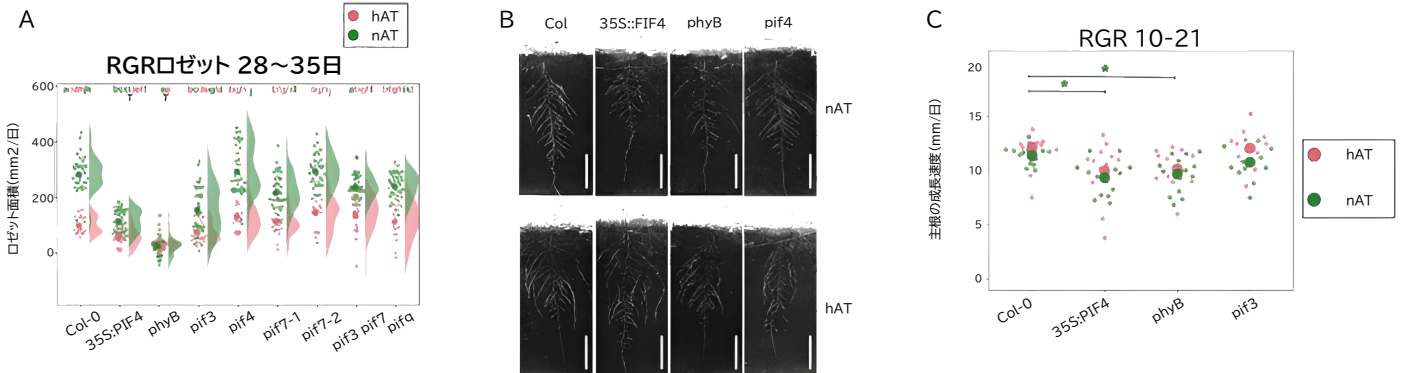
プラットフォーム: PlantScreen™ Compactシステム

<https://bmcplantbiol.biomedcentral.com/articles/10.1186/s12870-024-05394-w>

実験デザイン: 14系統、2処理、165個体

参考文献: Ebrahimi et al. (2024). BMCPlant Biol 24, 721

根と茎の表現型解析をトランスクリプトーム解析と統合することで、様々なシロイヌナズナ系統におけるあらゆる発生段階における温度応答を制御するメカニズムを解明することを目的としました。その結果、高温環境は開花などの発生イベントのタイミングを変化させ、茎や根系の構造を含む成長パターンに影響を与えることが明らかになりました。このアプローチにより、高温条件下における野生型植物の受精率低下に関連する重要な制御経路が特定されました。



A) ロゼット面積の相対成長率(RGR)。温度上昇に伴うロゼット面積の減少が認められます

B) nAT(対照)およびhAT(高外気温、昼夜28/24℃)条件下における21日齢植物の根の形態学的表現型

C) 10日目から21日目までの主根の相対成長率(RGR)

3

HTPと高度なモデリング手法を用いたオオムギCMPP集団における干ばつストレス耐性ランキングと収穫特性予測

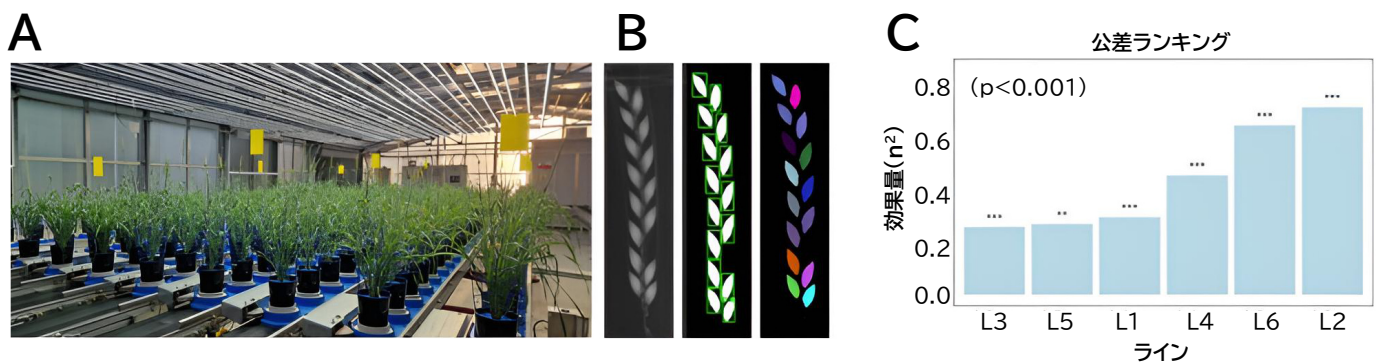
プラットフォーム: PlantScreen™ モジュラーシステム

<https://www.biorxiv.org/content/10.1101/2025.05.29.656856v1>

実験デザイン: 9系統の遺伝子、2つの処理、268個体

参考文献: Tietze et al. (2025). bioRxiv 2025.05.29.656856

私たちは、高度なデータ分析と機械学習を用いてデータ統合を強化し、作物の回復力に関連する重要な特性を特定しています。対照条件と干ばつ条件下で栽培された異なるオオムギ系統を、生育期間を通して毎日表現型解析したケーススタディでは、私たちの時間的表現型モデルは処理を正確に区別し($R^2 \geq 0.97$)、総バイオマス乾燥重量などの収穫特性を高精度で予測し($R^2 = 0.97$)、RGB特性が重要な指標であることを示しました。干ばつストレスを与えた後の初期生殖段階では、キャノピー温度の急速な低下が、対照植物と干ばつ処理植物を区別するための重要な特性であることが明らかになりました。この統合的なアプローチは、ハイスループット表現型解析と時間的モデリングが、ストレス条件下での回復力のある遺伝子型の特定を加速させる可能性を示しています。



A) 温室内の大麦の個体数

B) X線画像に基づく単一穂の解析。

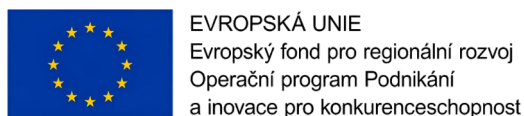
C) 干ばつ耐性ランキング



パートナー



共同プロジェクト



リンク



<https://kyokko.com/products/chemistry/botany/psi-research-center/>





PSIリサーチセンターと提携して、植物科学における 発見を加速させましょう。

- ✓ 植物表現型解析
- ✓ 画像処理
- ✓ 様々な応用例
- ✓ データ分析



<https://kyokko.com/products/chemistry/botany/plantscreen-system/>

 旭光通商株式会社
www.kyokko.com

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