

農業生産のスマート化

次世代栽培システムを用いたスマート育種技術開発の加速

令和 3 年度成果

資料1 「次世代栽培システムを用いたスマート育種技術開発の加速」の概要

アドオン額：126,000千円（農林水産省）

元施策・有/PRISM事業・継続無し

課題と目標

- （課題）世界人口の増加や気候変動、多様化する消費者ニーズへ迅速に対応するには**育種（品種開発）の加速**が必要であるが、**新品種の開発には、多大な労力と10年以上の時間を要する**。これらの問題は、品種開発への新たな民間参入を阻害している。
- （目標）**新品種の選抜プロセス（育種）をデジタル化し、育種ビッグデータの整備を加速**することにより、**育種の効率化と高度化**を実現し、育種ビジネスへの**民間事業者の参入**や多様なニーズに対応した新品種の開発を加速する。

「次世代栽培システムを用いたスマート育種技術開発の加速」の概要

- 元施策：稲、麦類、大豆等の農作物を対象に、**形質評価データやゲノム情報等の育種ビッグデータを整備**し、新たな育種技術の開発・高度化等を行う。また、**民間事業者や地方公設試験場等への情報提供体制を整備**する。（R3年度：199,380千円）
- PRISMで実施する理由：元施策では、不安定な野外環境で年に一度しか育種データを取得できないことから、**データの質と量の両面で民間ニーズに即したスマート育種システムの開発には不十分**である。そこで、一年に何度も、日本の野外では評価できない海外栽培等までも想定した評価データを取得するため、**環境条件を自在に制御できる人工気象器を開発して育種ビッグデータを拡充**する。
- テーマの全体像：PRISMにより、海外を含む広範な栽培環境で年間を通して効率的かつ高精度に評価データを取得するシステムを追加開発することにより、育種ビジネスへの**民間事業者の新規参入を加速するスマート育種システムを構築**する（次頁参照）。

出口戦略

（出口戦略）スマート育種システムの開発により、**民間事業者の育種ビジネスへの新たな参入が容易となるとともに、世界各地のニーズに合わせた新品種開発が可能**となり、**新たな種苗市場が開拓**される。合わせて、新型コロナウイルスを想定した「新しい生活様式」においても、持続的に品種を開発できる仕組みを提供する。

民間研究開発投資誘発効果等

- 種苗会社やLEDメーカーなど育種ビジネスに関心を持つ民間事業者にアンケート調査を行い、「栽培環境エミュレータ」を核とした次世代栽培システムへの関心が高いことを確認。事業終了後は、**高性能LEDや栽培環境エミュレータの品種開発への導入（年間約10億円）や植物工場への実装（年間10億円以上）等の投資誘発効果**を想定。
- 民間からの貢献額：**令和3年度：122百万円相当（令和2年度比132%）**
 - ・栽培環境エミュレータの開発＞装置開発に関する人材、機器等の提供：103百万円相当（R元年度40百万、R2年度74百万）
 - ・開発システムを用いた品種評価＞人材、レタス等種苗、機器の提供等：19百万円相当（R元年度1.5百万、R2年度18百万）

資料2 「次世代栽培システムを用いたスマート育種技術開発の加速」の概要

アドオン（農水省→農研機構）：126,000千円
元施策：農水省戦略的プロジェクト研究推進事業（民間事業者等の種苗開発を支える「スマート育種システム」の開発）199,380千円

元施策



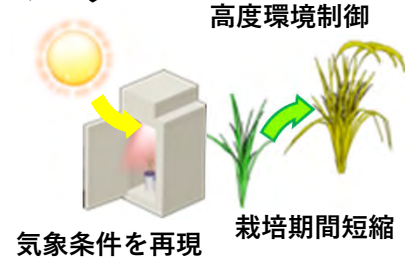
施策名：民間事業者等の種苗開発を支える「スマート育種システム」の開発（H30年度～R4年度）
主要穀類等を対象に、**野外（圃場）から得られた育種ビッグデータを整備**。データに基づいた高度育種システムを開発。



【開発のイメージ】

①栽培環境エミュレータの開発

野外環境を人工気象器内で再現する栽培環境エミュレータ



・品種の評価・選抜のプロセスを短縮

②デジタル選抜技術の開発

作物の環境応答を非破壊的に高品質なデジタルデータとして取得する指標とセンサーの開発

センシングによる非破壊評価

非破壊選抜指標の蓄積

・作物の生理状態をデジタル情報として客観的に評価

③育種バーチャルラボの構築

データ蓄積・利用システムの構築、WAGRIへ実装し遠隔地を連携

・AI開発に利用できる育種ビッグデータを収集

統合DB



食品、照明、植物工場企業
種苗会社
農業法人など

海外市場を想定した新品種開発が可能なスマート育種システムへ

資料3 「次世代栽培システムを用いたスマート育種技術開発の加速」の目標達成状況

○施策全体の目標

- 1 栽培環境を自在に制御し、農作物の環境応答を解析する「**栽培環境エミュレータ**」を開発。野外選抜プロセスを大幅に短縮する世代短縮技術を開発。**育種ビックデータの蓄積を加速**させる。
- 2 育種データの拡充と高精度化のため、作物状態を評価する**非破壊形質値データ取得技術を開発**する。
- 3 農研機構とAOI機構（静岡）で取得する制御環境下の栽培データをAPIを介して、**遠隔地から利用できる仕組み「育種バーチャルラボ」を構築し、提供する。**

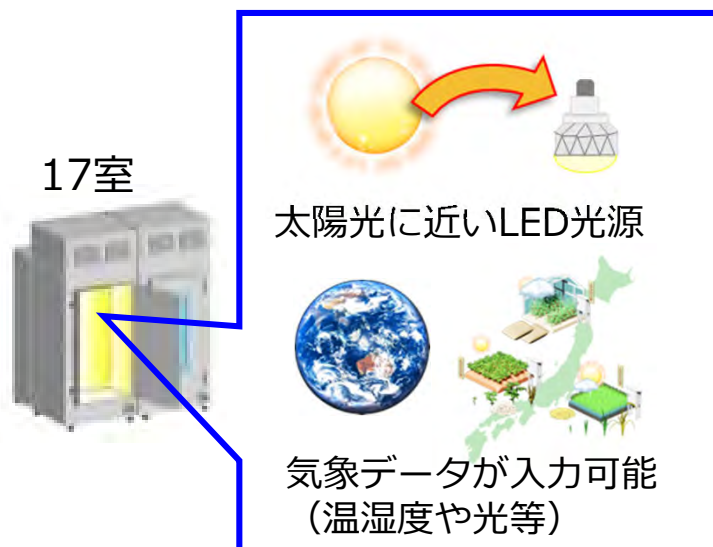
事業名等 (※個別に目標を設定している場合)	当年度目標	目標の達成状況
① 栽培環境エミュレータの開発 A 栽培環境を自在に制御する栽培環境エミュレータの開発 B 世代短縮技術の開発 C 人工気象条件での農産物の品種開発に関するデータ蓄積を加速	A-1 不良環境等の再現と育種データ取得の実証 A-2 開発LEDを用いて葉菜類の光応答を解析し、紫外域（UV）の光環境を最適化 C 環境と応答のデータにより作物の反応を解析し、環境応答を予測	A-1 記録的な冷害年や高温年を含む過去8年の気象データを再現し水稻品種を評価。さらに、 温暖化シナリオに準じた今世紀末を想定した高温・高CO₂の栽培環境で水稻の環境応答データを取得 。麦類の開花の低温要求性データを取得。 A-2 太陽光により近似したLED光源を開発 。UV-LED光源を用いてリーフレタスの光応答データを取得し、 着色に必要な紫外域の波長と強度を選定。栽培環境エミュレータに関する特許出願（特出2022-006991） 。 C 民間ニーズの高いイチゴの栽培データ取得を実現。リーフレタスの機能性成分量を遺伝子発現から予測する手法を開発(精度:R ² =0.896)。水稻については、圃場データを用いた形質予測システムに人工気象データの開花期データを統合した解析を実施。
② デジタル選抜技術の開発 A 非破壊で作物状態を評価する形質値データ取得技術を開発 B 育種に利用できる非破壊選抜指標を5個以上開発	A 非破壊評価技術により環境応答のデジタルデータ取得を実証 B 化合物プロファイルに基づく評価指標の蓄積と制御環境での実証	A 検出下限10ppbのエチレンを非破壊で検出できるセンシング技術（ レーザ分光法 ）を確立。 特許を出願（特出2022-008235） 。 感染菌感染時に 作物から発生する微量なエチレンの検出に成功 。病害応答の評価技術としての有効性を確認。 B 作物の環境応答反応（ 肥料反応性や耐病性等 ）を評価するための 候補化合物を10個以上特定 。
③ 育種バーチャルラボの構築 環境応答データをWAGRIから育種DBに蓄積し、遠隔地から利用できる仕組みを構築	育種データのWAGRIを介した蓄積・利用による育種バーチャルラボを実装	WAGRIを介して農研機構の育種DBにデータが一元的に蓄積・管理されるシステムを運用し、参画機関による遠隔地からの育種DBの随時利用を実証 。 栽培環境エミュレータを 民間企業などが外部から利用するための、アクセスネットワークを構築 。

資料4 「次世代栽培システムを用いたスマート育種技術開発の加速」の成果

「栽培環境エミュレータの開発」

複数の栽培環境を同時に再現することにより、短期間に大量の環境応答データを取得
温暖化シナリオに基づいた21世紀末の栽培環境を作り出し、環境応答データを取得

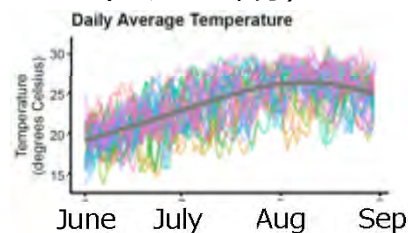
栽培環境エミュレータ



年間を通して
国内外の多様な栽培環境を提供
栽培環境エミュレータに関する
特許を出願 (特出2022-006991)

過去の気象データの再現と未来の環境の実現

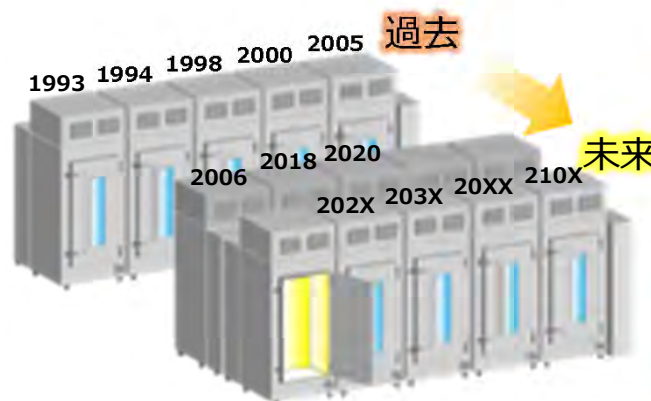
過去の気象データ
(つくば30年分)



平年、涼夏、猛暑年を選定
栽培環境エミュレータで再現
(8年分、のべ10環境)

未来の環境

国連の政府間パネルが示す温
暖化シナリオに準じた世紀末の
高温・高CO2環境



様々な環境を
一気に構築

移植から収穫
までの水稻の
環境応答デー
タを短期間で
収集に成功

成果と波及効果 圃場に代わる選抜・評価環境を提供 ➡ 持続的生産を可能にする品種開発

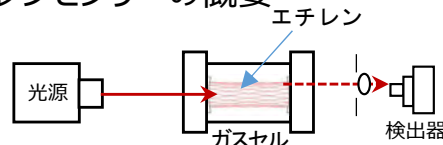
「デジタル選抜技術の開発」

1. 非破壊で作物状態を評価する形質値データ取得技術の開発

高感度エチレンセンサーを活用した病害応答の評価

※エチレン：病害や傷害に反応して発生する植物ホルモン

エチレンセンサーの概要



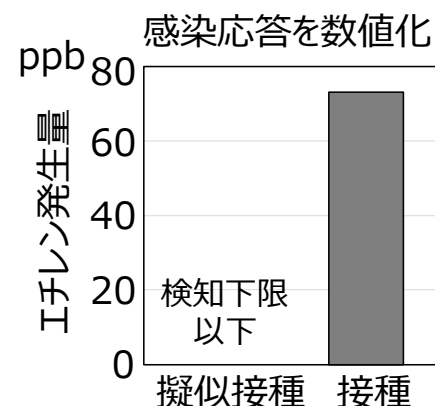
非破壊センシング技術に関する特許を出願
(特出2022-008235)

2. 育種に利用できる非破壊選抜指標の開発

育種形質を簡易に評価するための候補化合物情報を蓄積

病害応答の評価

病原菌接種
or
擬似接種



病害の状態をエチレンセンサーによりデータ取得に成功

成果と波及効果

育種選抜を拡充・高精度化する評価指標を提供



選抜基準の標準化

「育種バーチャルラボの構築」

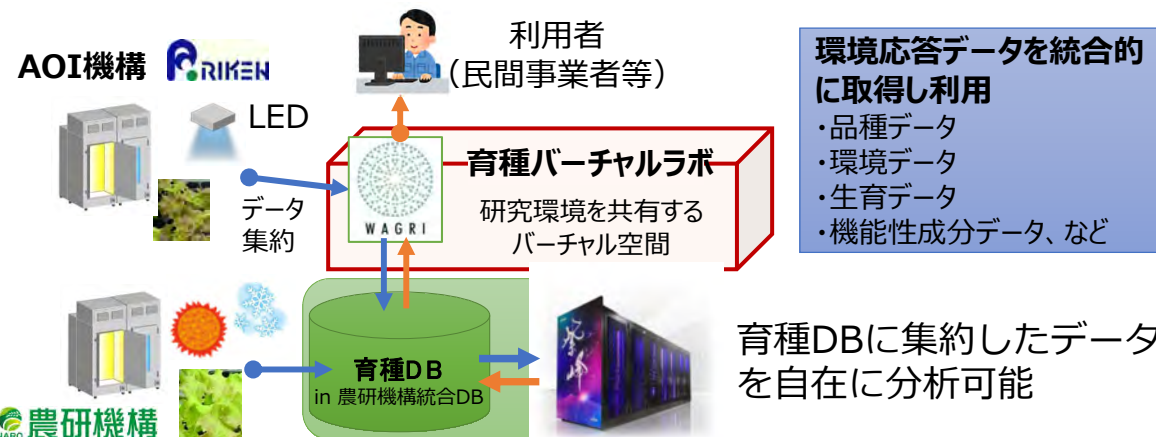
作物の環境応答データをWAGRIから育種DBに蓄積し、利用できる仕組みを構築

遠隔地からの育種データを蓄積・利用するシステム（育種バーチャルラボ）を開発

ユーザーは発行されたIDでログイン、データの蓄積と提供が可能

参画機関によりシステムの運用を開始

集約データの活用例として、品種や栽培環境の選定や開発を支援する分析ツールを提供し、参画企業への説明会を実施



成果と波及効果

研究環境と育種ビッグデータの提供



民間事業者の新規参入と育種のAI化を促進

資料5 「次世代栽培システムを用いたスマート育種技術開発の加速」の民間からの貢献 及び出口の実績

○民間からの貢献額：令和元年度で41.5百万円相当、令和2年度で92百万円相当を提供。令和3年度は、関連する民間企業から、人材、および、研究開発費、LED、人工気象器、機器、種苗等（122百万円相当、前年度比132%）を提供。

① 栽培環境エミュレータの開発：装置開発に関する人材、機器等の提供：103百万円（R元年度40百万円、R2年度74百万円）

② 開発システムでの品種評価：人材、レタス種苗等、機器等の提供：19百万円（R元年度1.5百万円、R2年度18百万円）

当年度当初見込み	当年度実績
①栽培環境エミュレータの開発 本施策で実施する栽培環境エミュレータの環境再現や評価技術の高度化など、LEDや人工気象器の開発およびモニタリングの研究開発に関わる人材および、制御やモニタリングデータ収集等のシステムの研究開発、機器等の提供を想定。	①栽培環境エミュレータの開発 栽培環境エミュレータの研究開発において、人工気象器メーカーや理学機器メーカーから、環境再現や光環境等の高度化に必要な、人材（46百万円相当）および制御システムの研究開発、機器等（機器の試作、高性能光源、など）の提供（57百万円相当）。
②開発システムでの品種評価 本施策で行う育種ビッグデータ取得の拡大に向けて、植物工場向けのリーフレタス品種等の提供、品種特性解析等を想定。	②開発システムでの品種評価 民間種苗会社等から、栽培環境エミュレータを活用した農作物の評価のために、人材（13百万円相当）、植物工場向けのリーフレタス品種等の種苗および、計測機器等の提供（6百万円相当）。

○出口戦略 スマート育種システムの開発により、民間種苗メーカー等が**世界各地のニーズに合わせた新品種開発が可能**となり、**新たな種苗市場が開拓**される。合わせて、新型コロナウイルスを想定した「新しい生活様式」においても、栽培環境エミュレータの遠隔利用条件を整備することにより、持続的に品種を開発できる仕組みを提供する。

当年度当初見込み	当年度実績
・育種バーチャルラボに参画民間企業等がアクセスし、遠隔利用が可能であることを実証。 ・エミュレータで取得した表現形質データ（レタス等）は統合DBに一元化し、当該データの外部利用を開始。 ・高性能LED等の実用化に向け、販売企業の選定を開始。 ・アグリビジネス創出フェアに出展（11月開催）。	・植物工場や特定環境を想定した栽培環境（気象データ等）の再現実験を開始し、企業を含む参画機関（静岡県AOI機構等）と連携して作物応答データの取得と提供を実証。 ・外部利用者に対し、育種バーチャルラボへのアクセス用IDを発行して利用するシステムを構築。育種バーチャルラボのWAGRI APIは年度内に公開手続きを完了。また、栽培環境エミュレータ内の栽培状況をカメラで随時観察するアクセスネットワークを整備。 ・開発した栽培環境エミュレータに関する特許を出願。高性能LED・人工気象器等は、事業化に向け、民間企業との連携を開始。 ・アグリビジネスフェア創出フェア等へ出展。