

# 農業生産のスマート化

AIを活用した大規模施設生産・育種等のスマート化  
(農業データアグリゲーションスキームの構築及びそれを活用した病害虫診断AI技術開発の加速化／  
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)  
農畜産向けにおいセンサの開発

官民研究開発投資拡大プログラム (PRISM)

「 AI技術領域」

令和3年度成果

令和4年3月

農林水産省・文部科学省

農業生産のスマート化

農業データアグリゲーションスキームの構築及び  
それを活用した病害虫診断AI技術開発の加速化

令和3年度成果

# 資料1 「農業データアグリゲーションスキームの構築及びそれを活用した病害虫診断AI技術開発の加速化」の概要

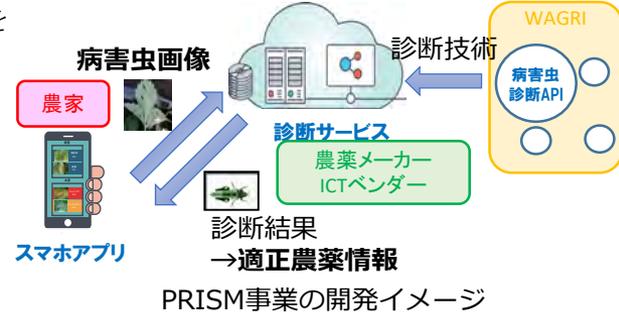
アドオン額:84,150千円(農林水産省)  
元施策・有/PRISM事業・継続

## 課題と目標

- (課題) 地球温暖化等の影響で病害虫の新規発生や発生量増加が起きており、**病害虫種や発生量を早期に診断する必要**がある。一方で病害虫の発生予察や防除に携わる公的機関等の**専門家の減少**や**生産者の高齢化**も進んでおり、経験と勘に頼らず被害を軽減するための**AIによる病害虫診断の自動化**の実現、社会実装が求められている。
- (目標) 生産者自らが**病害虫を識別するツール**を、主要果菜類(4作物)に加えて果樹・花き等の高付加価値作物等(10作物\*)、**計14作物について主要病害虫約115種を対象に開発**。さらに、当該AI診断技術を**WAGRIを介して提供**し、ICTベンダー等による**営農管理アプリ等の開発をうながし**農薬使用量の削減や防除の効率化を実現し、**施策全体で病害虫管理コスト1割以上削減**を目標とする。

## 「農業データアグリゲーションスキームの構築及びそれを活用した病害虫診断AI技術開発の加速化」の概要

- **元施策：4作物45病害虫**を対象に50万枚の被害画像を収集、**AIを利用した画像診断技術**の概念実証を実施。農業普及員等の専門家により有効性を検証し、正解率80%を実現。これにより**農薬使用量の低減や害虫防除の低コスト化**に貢献する。(R3年度：84,583千円)
- **PRISMで実施する理由：**
  - ① 病害虫診断AIへの高付加価値作物へのニーズに対応し、果樹・花き等の**10作物70病害虫**を追加対象とする。
  - ② 病害虫診断AIをWAGRIを介して提供、民間事業者、農業者を含めた**B to B to Cモデル**を構築、**病害虫診断AI技術の社会実装**を加速する。
- **PRISM課題の概要：**  
元施策の病害虫診断AIを活用し、**10作物70病害虫**を対象にAIを開発。WAGRIよりWeb APIとして提供し、これを利用した**病害虫診断サービスを民間事業者により開発**。識別に用いた画像を農研機構統合DBに格納・活用。収集した被害画像を学習用画像として利用する技術を開発することで、**被害画像の蓄積とAIの精度向上を両立**する体系を構築する。



## 出口戦略

- 病害虫診断技術を**WAGRIに実装**して農薬メーカーや農業ICTサービス企業等に提供し、これらの**民間事業者（ミドルB）から農業者（C）**にサービスを届ける「**B (WAGRI) to B to C**」型のビジネスモデルを実現する。

## 民間研究開発投資誘発効果等

- 殺虫・殺菌剤の年間出荷額は**約2,200億円**、栽培支援・経営支援ソリューションで合わせて**66億円の市場規模**と評価。病害虫識別機能をWeb APIとして提供することで、これらの分野からの民間投資の誘発が期待される。
- 民間からの貢献額：令和3年度は、成果の社会実装にむけ、**民間企業3社から1億9,500万円**の自己資金を投入。（民間参画機関への配分額1千7百万円）。また、**令和3年度はこれまでに6社がWAGRI APIを用いたサービス提供開始。新規民間事業者2社の利用準備中。**
  - **R3年度実績：人件費6,000万円、設備費3,200万円（高速演算機、画像解析装置等）、研究開発費9,500万円（病害・虫害識別AI開発、AIカスタマイズ、委託研究費（3,200万））、普及活動 800万円**

## 資料2 「農業データアグリゲーションスキームの構築及びそれを活用した病害虫診断AI技術開発の加速化」の概要

- 元施策名：農林水産研究推進事業（H29～R3）  
「AIを活用した病害虫診断技術の開発」：84,583千円
- アドオン（内閣府→農林水産省）：84,150千円

### 【元施策】AIによる病害虫識別基盤の開発

- 主要果菜類**4作物**（トマト、イチゴ、キュウリ、ナス）を対象に、**50万枚以上**の被害画像を24府県から収集
  - 対象は約150分類、1分類あたり3,300枚
- 病害虫被害に特有の**微少な害虫・痕跡等も識別可能な、病害虫識別AI**の構築手法を開発
  - 識別根拠の可視化等により、**現地精度80%以上**
- AIによる病害虫識別機能を**農業現場で簡便に利用可能**とするアプリケーションの開発
  - 専門家による現地検証、B to Bによる概念実証

### 【PRISM】病害虫AI診断の社会実装の促進

- 元施策のAI構築手法を改良し、識別対象を拡張
    - 経済価値が高く、生産費に占める農薬費用の割合が高い根菜、葉菜、果樹花き10作物\*へ適用
    - 農薬費用：年間1農家あたり約30～60万円
  - WAGRIを通じて病害虫診断機能を提供し、**農業者を含むB to B to Cモデルを構築**
    - ファーストB:WAGRI、ミドルB:農業ICTベンダー等、C:農業法人、一般農家等
  - 診断した画像データをAIの精度向上に活用し、自律的にデータが集積されるアグリゲーションスキームを構築
- **継続的なデータ収集と人工知能の正答率向上を実現した病害虫診断AIの社会実装により、民間投資を拡大**

### 【PRISM課題開発のイメージ】

- 元施策で開発したAIを改良し、**少量画像から識別を可能とする学習手法**を開発
- 病害虫診断AIの識別機能をWAGRIに実装し、広く利用を可能とすることで、**多様な主体による病害虫診断アプリの開発**を実現
- **識別に用いた画像**を収集・蓄積し、その画像を**教師画像として活用**する手法を開発
- 以上により、ユーザの利用により、データが増加し、AIの精度が向上する**正のフィードバック体制**を確立



**データ収集と病害虫診断AIの高精度化を両立する農業データアグリゲーションを実現**

WAGRIを通じたデータアグリゲーションスキームの概略



\*対象10作物：ブドウ、モモ、キク、ランタンキュラス、トルコギキョウ、ジャガイモ、タマネギ、カボチャ、ピーマン、エダマメ

# 資料2 「農業データアグリゲーションスキームの構築及びそれを活用した病害虫診断AI技術開発の加速化」の概要

## 元施策（POC）の目標

- 病害虫被害画像データベースの構築
  - 産出額の多い**果菜類4作物**、**45病害虫**を対象に、**被害画像50万枚**をDB化。24府県から高品質データを収集し、統一的に管理



- 植物病害虫診断AIの開発
  - 高品質かつ大量の被害画像を活用し、過学習\*を抑制し、**現地での正解率が80%以上**の病害虫識別AIを開発



- 病害虫診断アプリの開発と検証
  - 病害虫診断機能を実装した**サーバおよびスマホアプリを試作**、研究者、農業普及員等の**専門家による正解率の検証（10,000件以上）**



## PRISM（実用化）の目標

- 重要品目への診断対象の拡張
  - 高付加価値で農薬費用負担の大きい**10作物**、**70病害虫**を対象を拡張



- 植物病害虫診断AIの高度化
  - **少量の画像（目標・70病害×1000枚、合計7万枚）**から、元施策AIを再利用した学習、病害虫発生履歴情報を用い、**AI学習手法を高度化**



- 病害虫識別機能のWAGRIへの実装
  - 病害虫識別機能を、外部から利用できるWeb APIとして実装し、様々な**事業者（サービス）による識別アプリの開発**を可能とする



- 農業データアグリゲーションスキームの構築
  - WAGRIを介した病害虫識別機能を用いた病害虫識別アプリを開発し、一般農業者を含めた、**B to B to Cモデルの有効性を実証**
  - WAGRIと農研機構統合DBを連結し、識別に用いた画像を統合DBへ格納する機能を実装
  - 蓄積画像に対し、**半教師付学習等を適応し、AIの正解率向上、対象品目拡張を実現**
  - 以上により農業データアグリゲーションを実現、持続的被害画像蓄積体制を構築



\*過学習の例：  
正解率90%以上のAIで診断したナスの葉の画像（上）と「うどんこ病」と判断した根拠（下）の可視化。病気とは無関係の背景（下図の赤い部分）に注目し識別している。  
この様なAIでは、現場の正解率悪化が著しく、実用に耐えない。

■ 生産者自らによる適切な病害虫防除を実現するため、圃場において発生している病害虫に関する情報を提供するツールを開発する。さらに、この機能をWAGRIを通じて提供することにより、多様な主体による識別情報の提供を実現するための技術基盤を確立し、施策全体で病害虫管理コストの1割以上削減を目指す

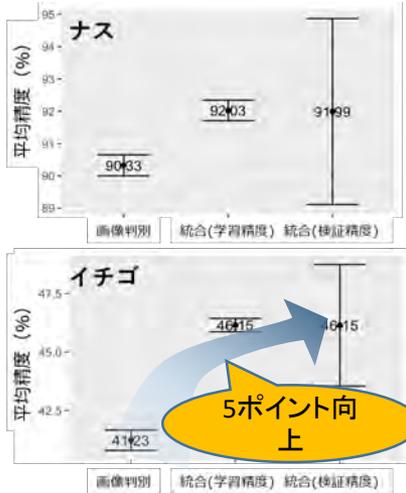
当年度目標	目標の達成状況
発生確率モデル統合型病虫害判別AIの対象作物の拡張	<ul style="list-style-type: none"> <li>画像識別器に、公設試で収集された病害虫発生記録を用いて構築した<b>発生確率モデルを組み込んだ統合モデルを開発、特許出願</b>。現場にて収集された画像を元に検証を行い、<b>識別精度で5ポイントの向上を実現</b>。</li> <li>病虫害AI診断サービスのWAGRIへの実装を完了。<b>R3年3月15日プレスリリースおよび外部への公開</b>。R3年7月時点で、<b>4作物43病虫害</b>の識別が可能。<b>2021年農業技術10大ニュースに選定</b></li> <li>PRISM施策10作物について、<b>約10万枚の画像を収集</b>。識別器の作成に着手し<b>8作物42病虫害判別器サービスについてR4年3月28日プレスリリースを実施、R4年4月28日からAPI公開</b>。元施策と合わせ60万枚の<b>画像収集目標をほぼ達成</b>。</li> </ul>
病虫害識別機能の強化・向上	<ul style="list-style-type: none"> <li>人工知能を用いて<b>健全画像、被害画像を生成</b>することで、識別器の精度向上を<b>9ポイント向上</b>。</li> <li>元施策参画の農研機構各部門、24の県公設試で、病虫害識別の検証作業を実施。<b>現場での正解率80%以上</b>を達成。</li> <li>APIを用いて病害・虫害識別器を連携させることで、<b>作物、部位、病虫害を横断する一括診断技術</b>のためのサーバを構築中。</li> </ul>
データアグリゲーションスキームの実証	<ul style="list-style-type: none"> <li>外部公開、利用の促進に向け、アグリビジネス創出フェア、<b>主催シンポジウム等</b>にて成果を広報。<b>民間事業者6社が利用中、2社と利用に向けた協議</b>を実施。</li> <li>利用中および利用検討中の民間事業者は、情報通信や農薬製造に関連する企業など。今後、WAGRI協議会等を通じた働きかけを行う。</li> <li>民間事業者（F社）と協力して<b>全国8地域農協、全農いばらきとデータアグリゲーションの現地実証を継続中（109名により11,655枚）</b>。</li> <li>現地実証時に、病虫害診断のコストや農薬使用量に関わるヒアリングを実施。農薬に関する情報の拡充への要望が多い。</li> <li>R3より農水省として、競争力強化プロで農薬に関する情報の提供に向けた取り組みを実施。診断結果と詳細な農薬情報をセットで情報提供できるように取り組んでいる。</li> </ul>

# 資料4 「農業データアグリゲーションスキームの構築及びそれを活用した病害虫診断AI技術開発の加速化」の成果

## 病害虫発生確率モデルの開発と追加10作物画像収集の実施

発生確率モデルと病害画像判別AIの統合

追加10作物目のモデル構築状況



モデル	判定カテゴリ数	学習画像枚数	精度
ジャガイモ -病害虫-葉表	5 病害虫	1.0万枚	96.5%
ピーマン -病害虫-葉表+裏	6 病害虫	1.3万枚	94.7%
カボチャ -病害虫-葉表	6 病害虫	1.2万枚	88.9%
ブドウ -病害虫-汎用	3 病害虫	0.3万枚	97.9%
モモ -病害虫-汎用	4 病害虫	1.3万枚	95.7%
タマネギ -病害虫-葉表	4 病害虫	0.8万枚	98.3%
キク -病害虫-葉表+裏	3 病害虫	1.0万枚	98.6%
ダイズ -病害虫-葉表	11 病害虫	2.2万枚	95.1%

※ 学習用画像を使った10分割交差検証法によって検証した精度評価

- 病害虫発生予察事業現況報告データなどのヒストリカルデータから、病害虫の**発生確率モデルを構築**。元施策4作物の**病害画像判別AIとの統合モデルを開発**
- 学習用画像の少ない場合、5ポイントの精度の向上。データアグリゲーションの有効性を確認
- 開発した統合モデルは、12月に特許を出願(特願2020-207867)
- 統合モデルによる識別機能をWAGRIへ搭載し、Web APIとして提供。R3年3月15日にプレスリリースを実施。**
- R3年7月時点で4作物43病害について識別可能**
- PRISM追加10作物についても識別器の構築に着手し、**8作物(ブドウ・モモ・ピーマン・カボチャ・ジャガイモ・ダイズ・キク・タマネギ)を公開準備中(4月28日)**

## WAGRI APIの公開と民間事業者による利用

2021.06.24 更新  
PRISM病害虫診断API (法政大学: v4) : /API/Individual  
/Naro/PRISM/plant\_disease/hosei/v8/CucumIler/haomote  
農研機構: PRISM

病害虫判定メソッド [POST]  
病害虫判定メソッド 概要  
画像をPOSTすると、病害判定情報が返ってきます。  
本判定エンジンのAPIのurlは以下の通りです。  
[https://api.wagri.net/API/Individual/naro/PRISM/plant\\_disease/engine](https://api.wagri.net/API/Individual/naro/PRISM/plant_disease/engine)

WAGRI API

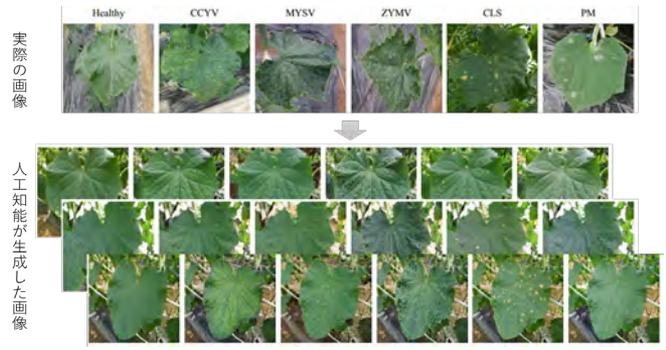


チャットツールへの実装

- WAGRIのWeb APIによる病虫害識別機能の提供(R3年3月)
  - 民間事業者によるチャットBotへの病虫害識別機能の実装(R3年5月)
- WAGRIでのAPI提供により診断機能の実装が短期間で可能に
  - さらなる民間事業者参入とデータアグリゲーションの加速化を期待

## 深層学習を用いた教師画像の生成

- 人工知能を用いて、**実際には存在しない被害画像を生成**する手法を開発
  - 収集した画像から、AIにより健全な画像を生成。それをもとに、被害被害画像を生成
- この画像を学習に用いることで、頑健な識別機を構築



きゅうりの葉の「生成」の例。最上段の画像のみ本物。それ以外はAIが生成した画像。これらの画像を学習に用いることで、識別精度を9ポイント向上

# 資料5 「農業データアグリゲーションスキームの構築及びそれを活用した病害虫診断AI技術開発の加速化」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3年度は本施策に参画する**民間企業5社から1億円相当の資金を投入**

- ・ 人件費： 4,000万円
- ・ 設備費： 3,000万円（高速演算機、画像解析装置等）
- ・ 研究開発費： 3,000万円（病害・虫害識別AI開発、アノテーションツール開発、AIカスタマイズ）

令和3年度当初見込み	令和3年度実績
<p>① 課題に参画している民間事業者から、本施策の推進のため計20名の人材を投入する。</p>	<ul style="list-style-type: none"> <li>・ R2年度には計20名の人材、4,000万円を投入し、<b>病虫害識別用教師データを作成するためのツール開発およびデータの整備を実施</b>。R3年度はWAGRI APIを介した外部機関による識別AIの活用を通じ、資金投資を加速。</li> <li>・ プロジェクト終了後の速やかな民間サービス開始に向け、<b>自己資金による識別機のカスタマイズ</b>の継続。<b>R4年3月にプレスリリースを実施、4月28日に新しいWAGRI-APIを公開予定</b>。</li> <li>・ さらなる資金の導入に向け民間事業者6社と協議を継続。</li> </ul>
<p>② 課題を推進するため、民間事業者において高速演算器や画像解析装置等の運用を継続。</p>	<ul style="list-style-type: none"> <li>・ 昨年度導入した高速演算器、画像解析装置を運用するとともに、識別アプリケーションの運用のためのサーバの運用についても、民間からの自己投資で実施。</li> <li>・ <b>診断作物や部位を識別するためのAIを自己資金で開発</b>。R3年度には作物、病虫害、部位を横断した識別機能として実装。</li> </ul>

○ 出口戦略：病害虫診断技術をWAGRIに実装して農薬メーカーや農業ICTサービス企業等に提供し、民間各社（サービサー）から農業者（エンドユーザー）にサービスを届ける「**B (WAGRI) to B to C**」型のビジネスモデルを構築

令和3年度当初見込み	令和3年度実績
<ul style="list-style-type: none"> <li>・ WAGRIを核とした農業データアグリゲーションスキームを病害虫データを例として構築し、一般ユーザー・民間事業者・学術専門機関が一体となってデータを収集すると同時に、データ判別エンジンの精度を向上させる農業エコシステムを実現する。具体的には、R2年度に開発したサンプルアプリの民間事業者への提供、試用を通じて、各事業者によるサービス提供を可能とする。また、地域農協等を通じてアプリケーションの利用を推進し、エンドユーザのニーズを反映することで、B to B to Cのモデル構築に貢献し、新規事業者の参集を促進する。</li> <li>・ 上記サービスの社会実装によって削減された病害虫防除に要するコストについて、これを利用した新規ビジネス(病害虫診断サービス等)の機会を民間事業者に提供することで、さらなる投資を誘導する。</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>・ 画像識別と病害虫発生予測を組み合わせた統合診断モデルを開発し、特許を申請。<b>上記モデルをWAGRIに実装し、APIとして提供開始</b>。R3年3月15日にプレスリリース、<b>R3年7月には4作物43病害</b>について識別が可能。</li> <li>・ WAGRI APIを用いることで、既存アプリケーションへ病虫害識別機能を短期間で実装、公開された(R3年5月)。</li> <li>・ APIを用いてスマートフォンで病害画像識別アプリの開発を行うための、<b>プロトタイプアプリを開発</b>。開発希望者へ<b>商用利用可能なライセンスで公開</b>。サンプルアプリを用いることで、ミドルBによる病虫害識別アプリの構築が短期間で可能となり、参入が促進される。</li> <li>・ 外部展示会、WAGRI協議会内部への周知等行うとともに、<b>民間事業者6社がサービスを利用</b>。<b>2社とR4年度からのサービス利用に向けて協議を継続</b>。さらに、民間事業者(F社)を通じて<b>地域農協でのデータアグリゲーション実証を開始</b>。</li> </ul>

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)

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

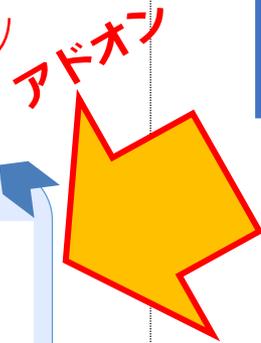


ゲノム情報 遺伝子型データ  
自然栽培環境データ  
野外栽培データ



育種ビッグデータ

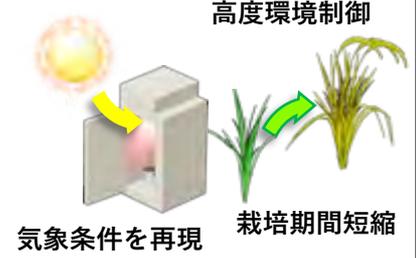
施策名：民間事業者等の種苗開発を支える「スマート育種システム」の開発（H30年度～R4年度）  
主要穀類等を対象に、野外（圃場）から得られた育種ビッグデータを整備。データに基づいた高度育種システムを開発。



【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



・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

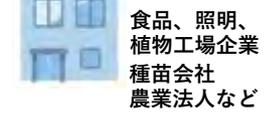
データ蓄積・利用システムの構築、WAGRIへ実装し遠隔地を連携

・AI開発に利用できる育種ビッグデータを収集

統合DB



OFFICE



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

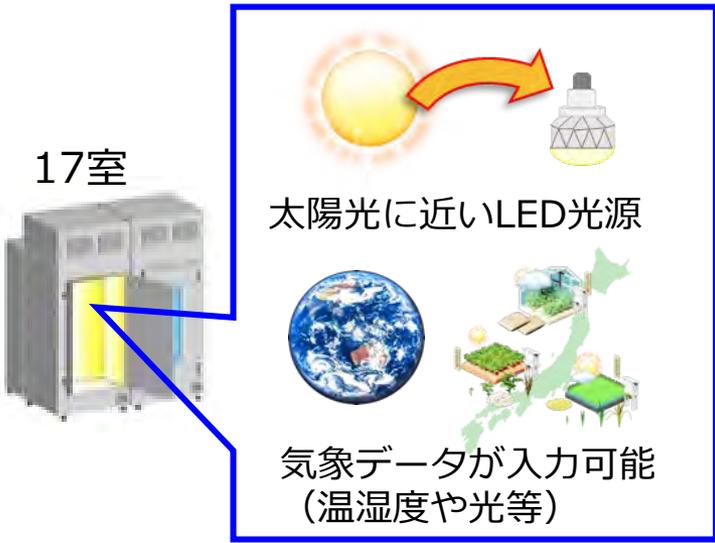
- 1 栽培環境を自在に制御し、農作物の環境応答を解析する「**栽培環境エミュレータ**」を開発。野外選抜プロセスを大幅に短縮する世代短縮技術を開発。**育種ビックデータの蓄積を加速**させる。
- 2 育種データの拡充と高精度化のため、作物状態を評価する**非破壊形質値データ取得技術を開発**する。
- 3 農研機構とAOI機構（静岡）で取得する制御環境下の栽培データをAPIを介して、**遠隔地から利用できる仕組み「育種バーチャルラボ」を構築し、提供する。**

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
<p><b>① 栽培環境エミュレータの開発</b></p> <p>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</p> <p>B 世代短縮技術の開発</p> <p>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</p>	<p>A-1 不良環境等の再現と育種データ取得の実証</p> <p>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</p> <p>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</p>	<p>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、<b>温暖化シナリオに準じた今世紀末を想定した高温・高CO<sub>2</sub>の栽培環境で水稻の環境応答データを取得</b>。麦類の開花の低温要求性データを取得。</p> <p>A-2 <b>太陽光により近似したLED光源を開発</b>。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、<b>着色に必要な紫外域の波長と強度を選定</b>。<b>栽培環境エミュレータに関する特許出願（特出2022-006991）</b>。</p> <p>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<sup>2</sup>=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。</p>
<p><b>② デジタル選抜技術の開発</b></p> <p>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</p> <p>B 育種に利用できる非破壊選抜指標を5個以上開発</p>	<p>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</p> <p>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</p>	<p>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（<b>レーザー分光法</b>）を確立。<b>特許を出願（特出2022-008235）</b>。 感染菌感染時に<b>作物から発生する微量なエチレンの検出に成功</b>。病害応答の評価技術としての有効性を確認。</p> <p>B 作物の環境応答反応（<b>肥料反応性や耐病性等</b>）を評価するための<b>候補化合物を10個以上特定</b>。</p>
<p><b>③ 育種バーチャルラボの構築</b></p> <p>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</p>	<p>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</p>	<p><b>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</b>。</p> <p>栽培環境エミュレータを<b>民間企業などが外部から利用</b>するための、<b>アクセスネットワークを構築</b>。</p>

「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

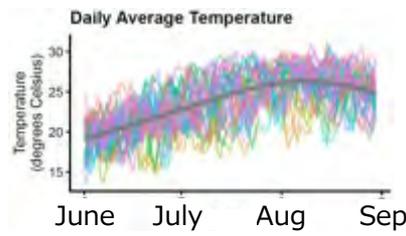


年間を通して  
国内外の多様な栽培環境を提供  
栽培環境エミュレータに関する  
特許を出願 (特出2022-006991)

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

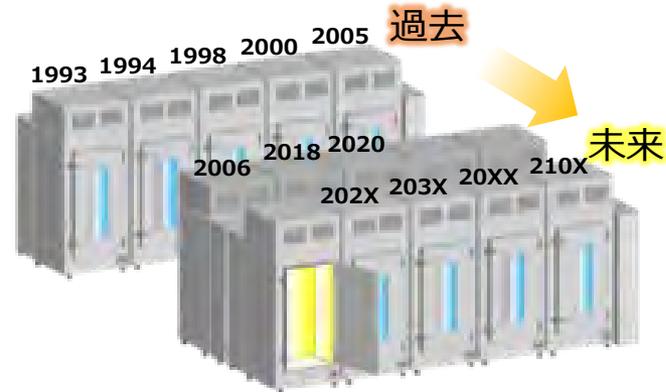
(つくば30年分)



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

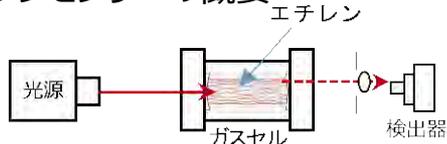
資料4 「次世代栽培システムを用いたスマート育種技術開発の加速」の成果

「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

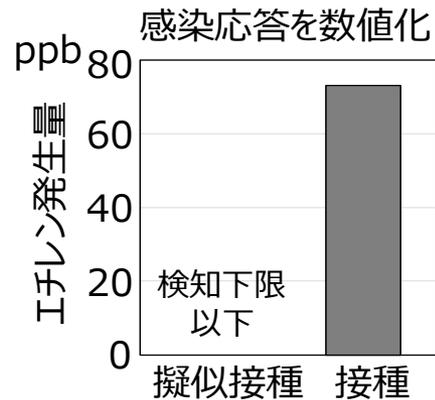
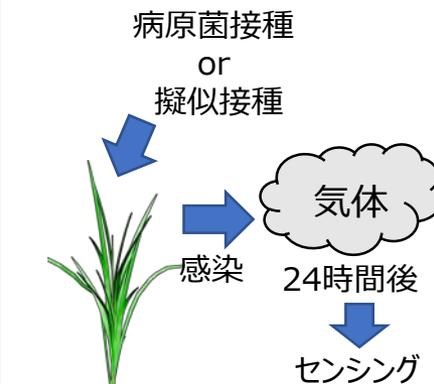
高感度エチレンセンサーを活用した病害応答の評価  
 ※エチレン：病害や傷害に応答して発生する植物ホルモン

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)

病害応答の評価



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

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

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」

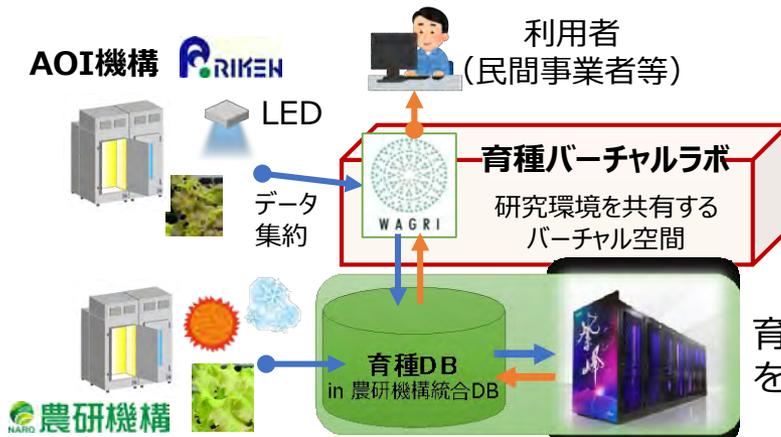
作物の環境応答データをWAGRIから育種DBに蓄積し、利用できる仕組みを構築

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



環境応答データを統合的に取得し利用  
 ・品種データ  
 ・環境データ  
 ・生育データ  
 ・機能性成分データ、など

育種DBに集約したデータを自在に分析可能

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
<p>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。</p>	<p>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）。</p>
<p>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。</p>	<p>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）。</p>

○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
<ul style="list-style-type: none"> <li>・育種バーチャルラボに参画民間企業等がアクセスし、<b>遠隔利用が可能であることを実証。</b></li> <li>・エミュレータで取得した<b>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。</b></li> <li>・<b>高性能LED等の実用化に向け、販売企業の選定を開始。</b></li> <li>・<b>アグリビジネス創出フェアに出席（11月開催）。</b></li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>・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、<b>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。</b></li> <li>・<b>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。</b>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。</li> <li>・開発した<b>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。</b></li> <li>・<b>アグリビジネスフェア創出フェア等へ出席。</b></li> </ul>

農業生産のスマート化  
農畜産向けにおいセンサの開発

令和3年度成果

## 資料1 「農畜産向けにおいセンサの開発」の概要

## 課題と目標

- (課題) Society5.0に資するフィジカル空間とサイバー空間のインターフェースとなるセンサ・アクチュエータに関して、世界最先端の国際研究拠点としての新組織を設置し、基礎・基盤研究に留まらず、応用・出口研究、挑戦的研究を推進する。
- (目標) 革新的なセンサ・アクチュエータの基盤技術体系を構築し、有効な社会実装を実現する。

## 「農畜産向けにおいセンサの開発」の概要

- 元施策：革新的センサ・アクチュエータ国際研究拠点の構築 (R3年度：2,368,262千円)
- PRISMで実施する理由： 農畜産実環境で利用可能な農畜産センサの研究開発を実施し社会実装を目指すためPRISMで実施する。
- テーマの全体像：

超小型・超高感度でガス分子を検出できるMSSデバイスの農畜産業への応用にむけたセンサの研究開発

【課題】 工業製品に匹敵する均一性 (定時・定量出荷、定品質、定価格等) を担保した農畜産物の実現に向け、栽培・管理技術の高度化による「精密農畜産業の実現」が求められている。



密閉空間を含む生産現場での簡易・迅速測定など、従来の手法では困難な条件下で、NIMS嗅覚センサによる検査・品質管理を可能にする農産物の高効率生産・高付加価値化に貢献

## 出口戦略

- ・ 給餌時のサイレージや自動搾乳ロボットなど、密閉空間を含む農畜産の生産現場において、高精度センサデバイスを用いたリアルタイムな品質評価に活用できることから、農畜産物の生産性向上への貢献が期待される。
- ・ 最終的には、農畜産物の生育効率の飛躍的向上によって、スマート農業がより早く・高度に体系化され、我が国における農業の持続的発展と食料の安定供給に寄与することが期待される。さらに海外に技術移転を進めることで、100倍以上の規模を有する世界市場への展開と、世界規模での食糧問題への貢献が期待される。

## 民間研究開発投資誘発効果等

- ・ 農畜産センサの開発と社会への実装が進めば、約60億円の民間投資誘発効果が期待される。
- ・ 農畜産物の出荷前後の密閉空間品質モニタリングが実現。乳牛代謝病等による乳量損失(約1,700億円/年)のうちサイレージ品質起因の20%程度(340億円/年)損失削減効果や、潜在性ケトosisによる損失(60億円/年)の削減、および生産性向上による財政支出の効率化も見込まれる。さらに国際基準の設備への搭載が進めば、国内市場の200倍程度の市場創出も期待できる。

# 資料2 「農畜産向けにおいセンサの開発」の概要

アドオン（文部科学省）：114,475千円

元施策名：

革新的センサ・アクチュエータ国際研究拠点の構築

（革新的材料開発力強化プログラム）：2,368,262千円

物質・材料研究機構では、我が国が伝統的に強みを有する物質・材料分野でイノベーションの創出を強力に推進するため、「革新的材料開発力強化プログラム」の一環として、世界トップレベルの人材プールを構築し、それを呼び水とした、国内外連携機関からの「人・モノ・資金」が集まるマテリアルズ・グローバル・センターを構築している。

その中で、日本発の概念である「Society5.0」を世界に先駆けて実現するために、サイバー空間（仮想空間）とフィジカル空間（現実社会）の融合を図る「革新的センサ・アクチュエータ」の研究を推進する国際研究拠点を構築するとともに、基礎・基盤研究に留まらず、センサの応用を見据えた応用・出口研究、将来を見据えた革新・挑戦的研究を推進する。



センサ技術の成果を農畜産業へ展開・社会実装

拠点における基盤研究へフィードバック

【PRISM】

## 農畜産向けにおいセンサの開発

密閉空間を含む生産現場など、従来の手法では測定困難な条件下での品質検査や管理を、簡易・迅速に実現する高性能においセンサを開発する。PRISMでは特に農畜産分野で、AIを活用して牛の飼料や牛乳などの品質を評価する高精度におい識別システムを構築し、農畜産物の生産性・収益性向上に貢献する。

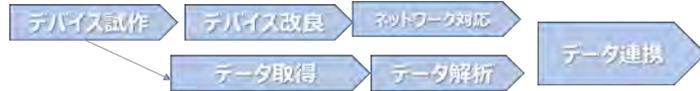


農畜産業の生産現場で、においによって農畜産物の品質をリアルタイムに検査可能にする。

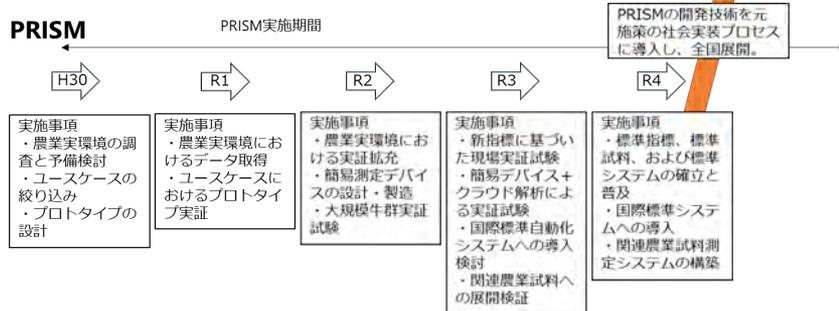
## 【開発のイメージ】

サイレージの嫌気性発酵品質や、搾乳ロボットでのインライン乳質検査など、他のセンシング技術では対応困難な現場や密閉空間における常時・簡易品質評価に対する強いニーズに応えるため、農業事業者の協力のもと大規模実証実験による統計的検証を行いつつ、においシグナルの複数拠点での実証試験を行い、現場での量産化システムに要求される仕様の定量的検証を行う。

元施策



PRISM



○データ連携を見据えたにおいセンサのプロトタイプのユースケースにおける統計的検証と新指標の策定、および農畜産現場での実証と最適化

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においセンサ	令和3年度に、大規模統計検査によるサイレージ品質の新指標の高精度化とケトース乳評価基準の策定、および計測デバイスとクラウド解析プラットフォームの設計	連携酪農家の全面的な協力によって実施された大規模牛群統計検査結果について、得られた大量のにおいデータと、血液検査や化学分析など各種メタデータとの相関を網羅的に検証した。これにより、サイレージや牛乳のにおい（揮発性成分）による簡易品質評価に関する暫定的な基準値を策定した。さらに、ここで策定される揮発性成分の濃度域に対応した感度を有する感応膜材料を開発し、実サンプルを用いた実証実験に成功した。また、においセンサシグナルを自動で測定可能なオートサンプラーを作製し、大量のサイレージのにおいセンサシグナルを取得中である。得られたデータについて、各種メタデータを含めた多角的な解析を進めている。これに加え、自動搾乳ロボットに搭載可能なにおいセンサシステムを作製し、実際の牧場での実証実験を実施中である。これまでに牛乳サンプル温度の安定化を実現し、個別モニタリング実験を実施中である。この他、クラウド解析プラットフォームと連携可能なスマートフォンアプリを作成し、小型簡易デバイスによるAIにおい識別システムを試作した。

# 資料4 「農畜産向けにおいセンサの開発」の成果

## 農畜産向けにおいセンサの開発と最適化

- ・全国の酪農現場を視察し、ニーズ洗い出し
- ・モジュールと感応膜の検討と最適化によるセンサ試作
- ・現場実証、統計実証、量産仕様策定は現在進行中

### ニーズ洗いだし



### センサ試作



モジュール試作  
感応膜選定



## 大規模牛群検査と大量データによる高精度AI解析



搾乳牛全頭試験

技術情報を含むため  
詳細公表不可



自動搾乳ロボットへの  
組み込み試作

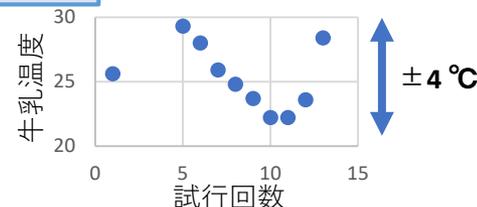
- 化学分析
- 血液検査
- 乳量乳質

個体差が大きい

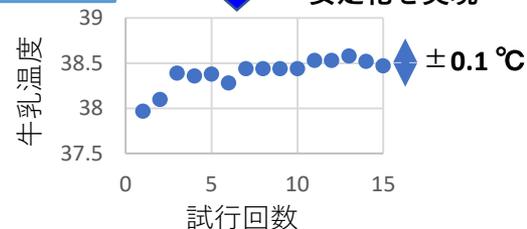
各種メタデータと関連付けた個別モニタリングが重要

## 牧場での実証実験および高精度AI解析モデルの構築

### 第1回現場検証実験 (2021年12月)

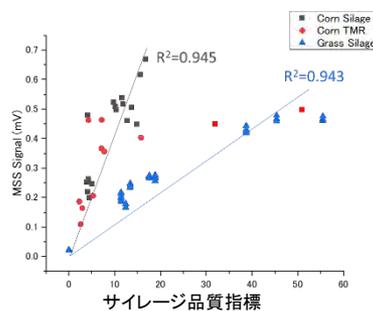


### 第2回現場検証実験 (2022年2月)



### モデルケトーシス牛による実証実験 (2022年3月)

### サイレージ揮発成分とにおいセンサ信号の解析



各サイレージ品種の揮発成分と  
においセンサ信号との相関関係

### メタデータ連携AI解析モデルを構築中

- ・品種に依存しない普遍的指標の確立
- ・外れ値に対応した前処理法の確立

○民間からの貢献額：R3年度には10億円相当

当年度当初見込み	当年度実績
<p>①においセンサ</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>・人件費：70人年程度（400百万円相当）</li> <li>・機器等の提供：450百万円相当（半導体センサチップ製造ライン、測定デバイス作製プロセスライン、高精度ガス測定、試料測定環境）</li> <li>・出口企業：MSS嗅覚センサの事業化に向けた約7社での投資（約4億円）に加え、畜産関連の飼糧会社や商社、および委託分析企業の投資を誘発</li> </ul>	<p>①においセンサ</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>・人件費：100人年程度（500百万円相当）（化学工業メーカー、IoT関連企業等35社 各3名程度）</li> <li>・機器等の提供：500百万円相当（半導体センサチップ製造ライン、測定デバイス作製プロセスライン、高精度ガス測定、試料測定環境、化学工業メーカー等5社）</li> <li>・出口企業：MSS嗅覚センサに関するオープンな情報共有の場であるMSSフォーラムに新たに13社が加入。また畜産関連の飼料会社の新たな投資を誘発</li> </ul>

○出口戦略

アウトカム目標：AIを活用した農業センサデバイス・システムの研究開発及び実証の実施。

当年度当初見込み	当年度実績
<p>大規模実証実験、長期定点測定、および自動測定システムで取得したセンサデータ点数（AIを用いたデータ解析に必要なデータ点数として）2022年3月末時点で30種・計1,000万点以上を目指す。</p>	<p>2022年3月末時点で30種・計1,000万点のデータを取得。</p>