

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」

ガバニングボード説明資料

2021年3月

農林水産省・文部科学省

全体戦略1 「農業のスマート化」が目指す姿（プロジェクトの連携方向）

過疎化・高齢化の進展や地球温暖化による異常気象の頻発など、**農業を取り巻く困難な課題の解決を図るため**、これまで農業者の長年の経験や勘に頼ってきた**農業生産活動のデジタル情報化**を進めるとともに、それらビッグデータの解析基盤として農研機構「農業AIプラットフォーム（農業情報研究センター）」を活用することにより、**データ駆動型農業への転換を加速**する。

農地・作物・病害虫等の精密センシング

病害虫の精密識別
→ 「**病害虫診断**」課題
革新的なセンシング技術の開発
→ 「**農畜産センサ**」課題
ドローン・スマート農機のセンサー化
→ 「**データ駆動農業**」課題（新規）



農作業の省力・自動化

スマート農機等の自律制御
→ 「**データ駆動農業**」課題（新規）



精密な病害虫防除

病害虫の超早期発見
→ 「**病害虫診断**」課題
スマート農機等の精密防除
→ 「**データ駆動農業**」課題（新規）



農業AIプラットフォーム （次頁）

営農の最適化（営農計画）

収益性の高い新品種の導入・普及の加速化
→ 「**スマート育種**」課題
農地の肥沃度等に応じた、最適な農作物選定、農地の効率利用（二毛作）
→ 「**データ駆動農業**」課題（新規）

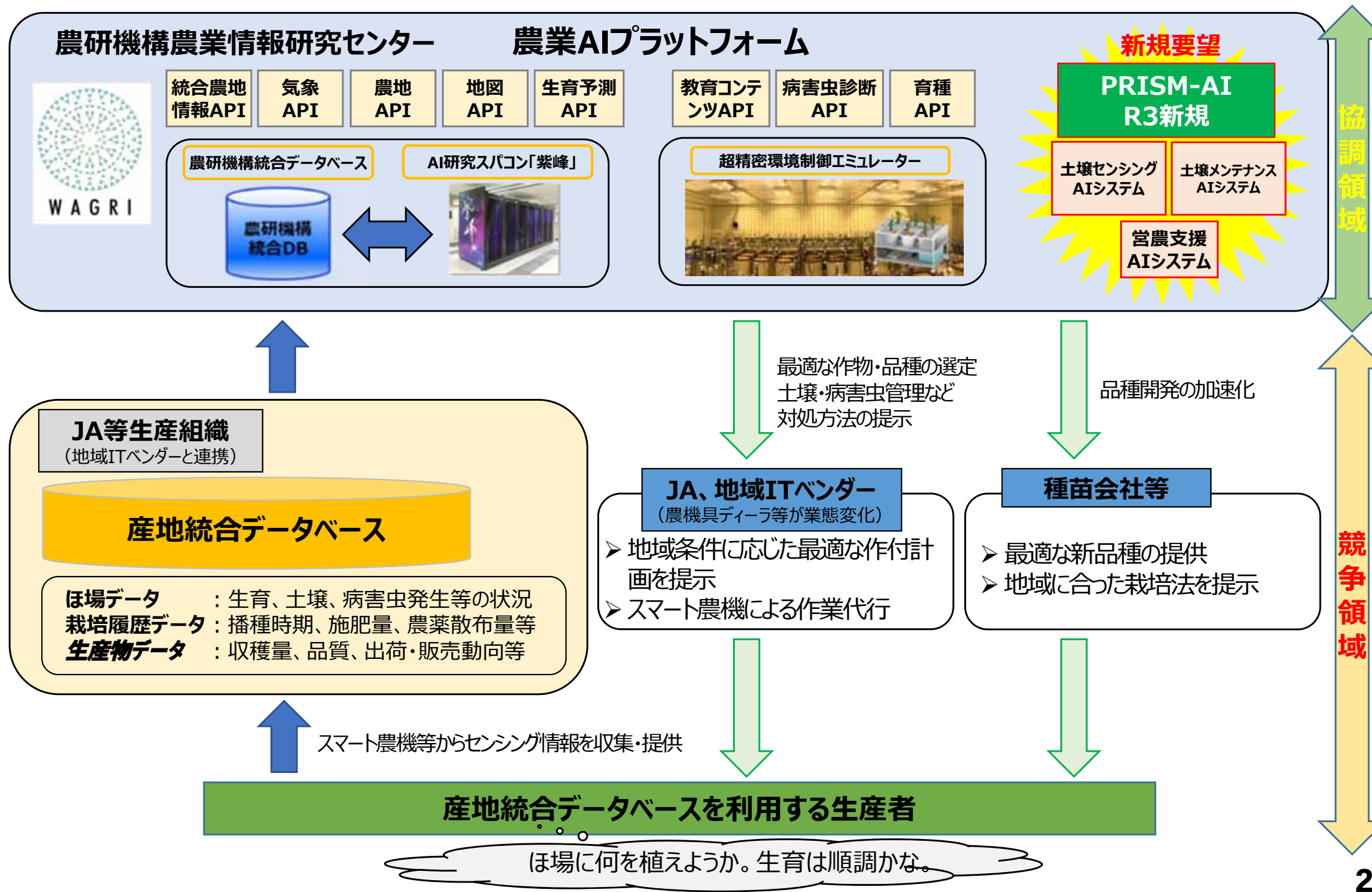
夏	秋	冬	春	夏
稲作	蕎麦	麦類	大豆	稲作
	キャベツ	玉ねぎ		

栽培管理の精密・省力化

熟練農家のコツの習得
→ 「**熟練農家**」課題（R2まで）
追肥等のタイミングや量の制御、収穫適期の判断、ハウス内の温度制御など
→ 「**データ駆動農業**」課題（新規）



全体戦略2 「農業AIプラットフォーム」を中核としたシステム設計のイメージ



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

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」の全体像

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。（R2年度：97,222千円）
- 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

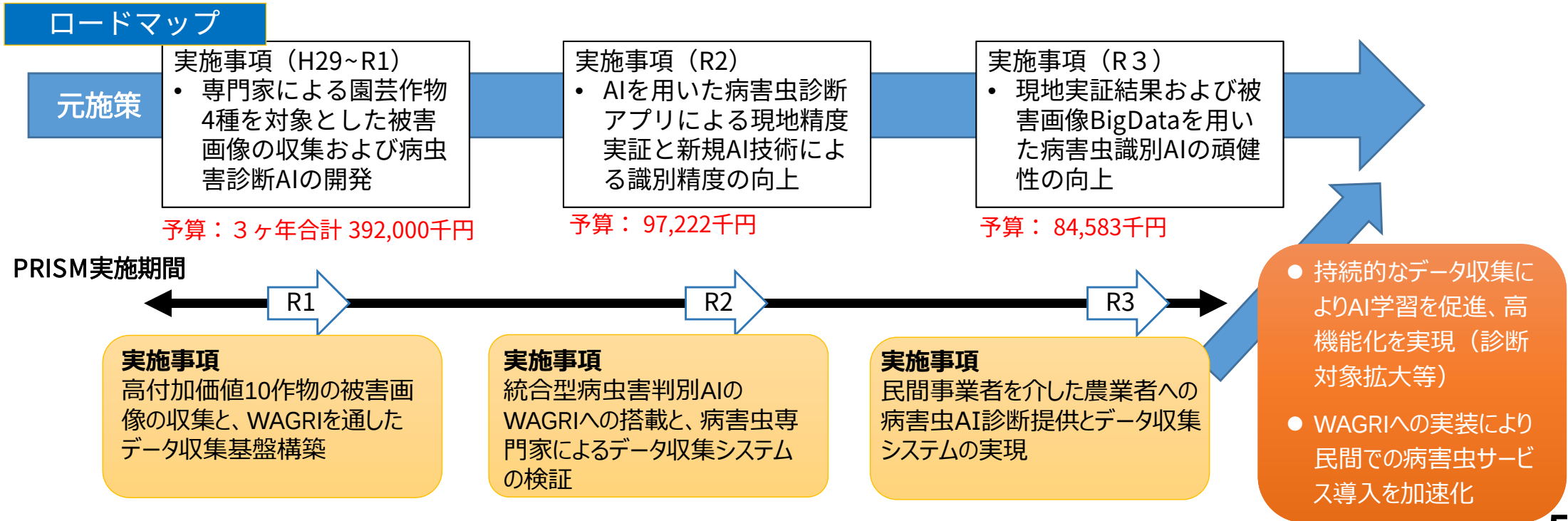
- ・ 病害虫診断技術を**WAGRIに実装**して農業メーカーや農業ICTサービス企業等に提供し、これらの**民間事業者（ミドルB）から農業者（C）**にサービスを届ける「**B (WAGRI) to B to C**」型のビジネスモデルを実現。

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2年度は本施策に参画する**民間企業5社から1億円**の自己資金を投入し目標を達成（R3年3月見込み）。
- 令和3年度には民間企業より総額**1.2億円**の自己資金を投入見込み（人件費：4,000万円、設備費：3,000万円、研究開発費：5,000万円）

資料2 元施策「AIを活用した病害虫早期診断技術の開発」の概要

- 元施策概要
- 元施策では、主に以下の3課題について実施し、**AIを利用した画像診断の技術基盤**を開発する
- 病害虫被害画像データベースの構築**
- 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
- 植物病害虫診断AIの開発**
- 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**
- 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**
 - 専門家による現地検証、B to Bによる概念実証
- 研究期間等**
- 研究期間：平成29年～令和3年（5ヵ年）。総予算額(H29～R3)：5.7億円。参画機関数34：農研機構、公設試等26、大学2，民間5）



資料3-1 「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①

(農林水産省 アドオン：84,150千円/元施策：84,583千円)

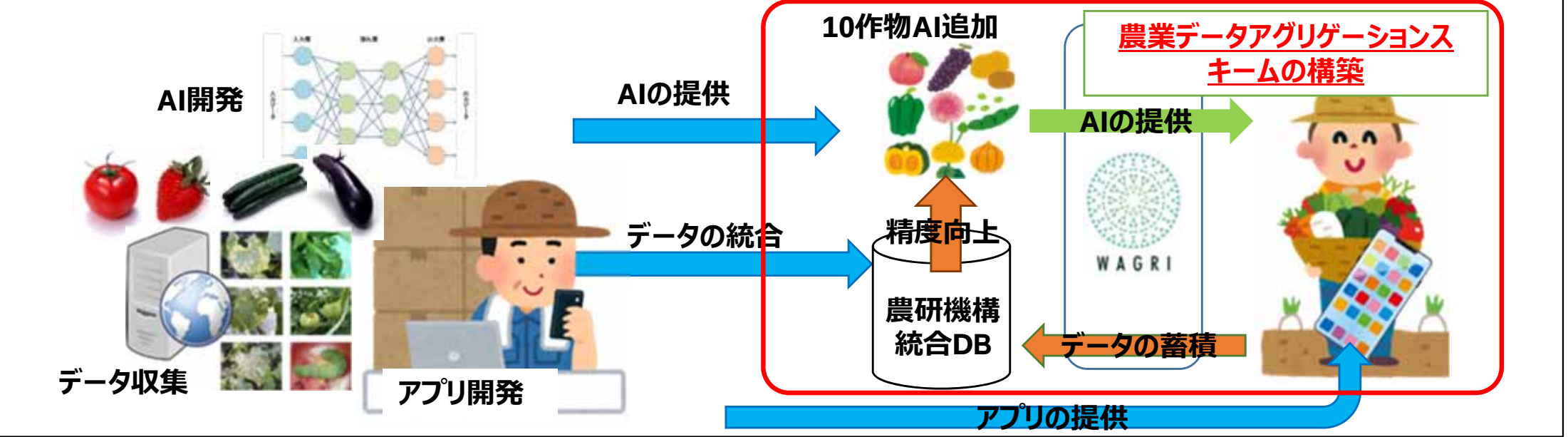
背景・現状

- ◆ FAOによれば農業生産の20～40%は病害虫被害により損失している。それに加えて、地球温暖化の影響で病害虫の発生地域の拡大、新規発生病害虫の増加、病害虫発生量の増加が起こっている。さらに、病害虫に対する薬剤抵抗性の発達で防除が難しくなっており、病害虫の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や民間の専門家は年々減少し、生産者の高齢化も進んでおり、経験と勘に頼る病害虫診断から脱却し、病害虫診断の自動化を行う必要がある。
- ◆ そこで、生産者自らが圃場で発生する病害虫の実態を把握し、適切な対策を講じるための情報を容易に入手できるツールを提供する

病害虫診断の概要 (元施策とPRISM課題との関係)

元施策 農林水産研究推進事業「AIを活用した病害虫早期診断技術の開発」では、4作物を対象に高精度の病害虫識別AIを構築するとともに、スマホアプリ作成。現在までに50万枚の画像を取集、識別率80%以上のAIの構築、Android, iOS版アプリの開発が完了。

PRISM課題 PRISM課題「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」では、元施策4作物を含む14作物についての病害虫AI診断の商用サービスを提供しながら、データを追加収集してサービスを向上する、データアグリゲーションの実証研究を行う。



資料 3 - 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②

(農林水産省 アドオン：84,150千円/元施策：84,583千円)

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、統一的に管理する
- 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14作物、70病害虫に対象を拡張
- 植物病害虫診断AIの高度化
 - 少量の画像（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、病害虫を効率的に診断できるようAI学習手法を高度化
- 病害虫識別機能のWAGRIへの実装
 - 病害虫識別機能外部から利用可能なWeb APIとして実装し、様々な事業者（サービサー）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から提供されるAI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、持続的な被害画像蓄積体制を構築

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。

資料4 令和2年度の成果

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



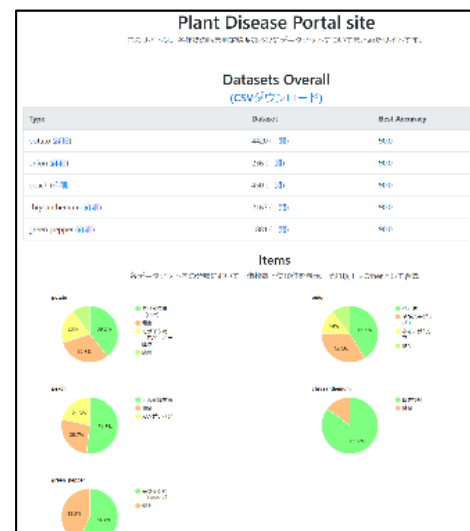
- 病害虫発生予察事業現況報告データなどのヒストリカルデータから、病害虫の発生確率モデルを構築し。元施策4作物の病害画像AI判別器との統合モデルを開発 初期段階での精度を5ポイント向上
- 現在、3作物11病害についてWeb APIとしてWAGRIに実装済。12月に特許出願。公開に向けプレスリリースを準備中
- PRISM施策対象の10作物70病害について、現在まで農研機構が収集した1.7万枚を統合データベースに格納。今後、外部委託6機関分のデータを追加
 - 収集済画像へのメタデータ付与、選別作業を継続中。年度内に7万枚（分類クラス当たり1,000枚）を達成
 - 集まった画像を使って最も基本的な画像判別器を開発

プロトタイプアプリの公開



- 識別機能を用いたプロトタイプアプリの開発を完了
 - 民間事業者はプロトタイプを参考に、独自の病害虫診断アプリを開発可能
 - ソースコードを商用利用可能なライセンスで公開できるよう準備
 - 各事業者の有する営農管理アプリ等に識別機能を追加可能
- 収集した病害虫画像を農研機構統合データベースに格納し、AIの改善に利用可能とするための利用規約を策定

統合データベースの整備



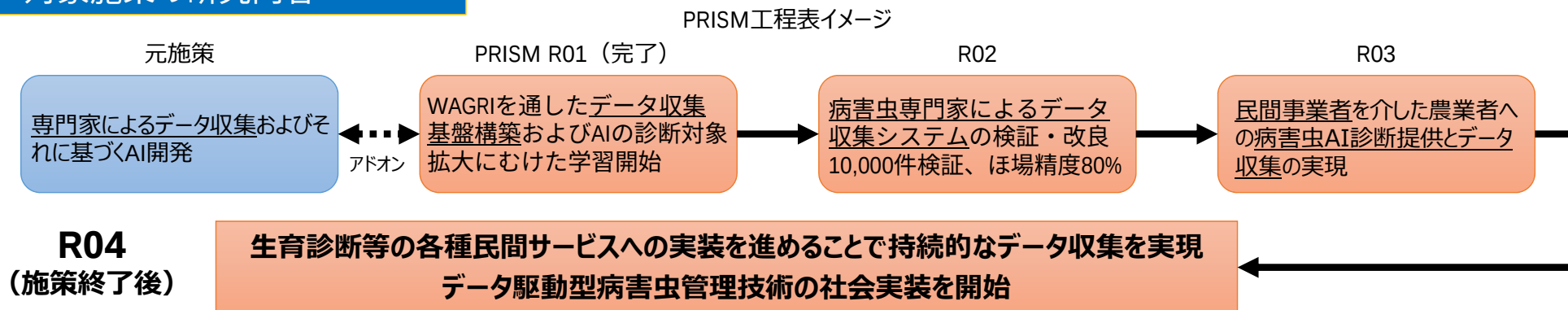
- 農研機構統合データベースに画像を蓄積する機能を構築
 - Web APIによりWAGRIと接続
 - 左記サンプルアプリより送信された画像などの情報を統合DBへ格納
- 10作物画像判別器の開発加速と将来の作物追加にむけ、ビッグデータ構築状況把握のためのポータルサイトを構築

資料5 令和3年度の研究計画

令和3年度目標

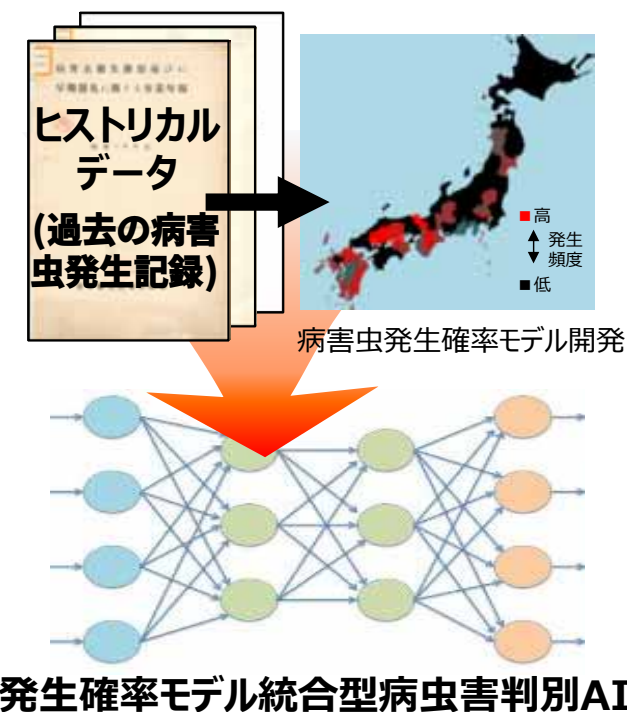
民間事業者による農業者への病害虫AI診断提供とデータ収集の実現

対象施策の研究内容



令和3年度実施内容

- WAGRIより提供する**発生確率モデル統合型病虫害判別AI**の対象作物を4作物から**14作物に拡張**
 - モデルの正解率向上のため被害画像を収集を継続。**60万枚の病害虫被害画像を蓄積**
 - 現地検証により、モデルの正答率、有効性を検証。**十分な学習データ**が得られるもので**90%以上の正解率**を達成
- WAGRIを利用する病害虫診断サービスの、民間事業者による一般公開
 - 一般農業者等による**診断アプリ、AI導入の効果を検証するとともに**、診断に供した被害画像を、農研機構統合DBに格納（1万枚以上）
- 病虫害識別機能の強化・向上**
 - 元施策で構築したAIを活用し、初期病徴等の難識別病害への対応
 - 病害虫診断に用いた画像を教師用データとして活用する人工知能学習手法の開発
- B to B to C モデルにより、**持続的にデータ蓄積と病虫害識別AIの精度向上を実現するデータアグリゲーションスキームを構築**
 - PRISM事業終了後もデータ収集を継続、病害虫被害画像のビックデータ化を推進



民間投資誘発効果、財政支出の効率化

- 病虫害画像診断AIやアプリをWAGRIに実装するためのAPI等を開発することや、農研機構統合DB上で独自AIの開発基盤を提供することで、**情報や農業資材を扱う民間企業のWAGRIを通じたサービスへの投資を誘導**（例えば日本農薬の2019年度研究開発費21億円の2%に相当する4千万円をWAGRIサービスに誘導）。
- 生産者に情報を提供することで**病虫害管理を効率化し、コストを1割以上削減**。生産者に生じた**余剰コストを利用した新規ビジネス**（例えば病虫害診断と営農管理の融合）の機会を民間事業者提供し、さらなる投資を促進。
- 元施策において公的機関の専門家を中心に収集したデータや開発したAI技術を活用し、PRISMで民間サービスも通じた農業データの収集システムを実証。これにより**公的機関が負担していた農業情報のビッグデータ化に係る財政支出を効率化**。

マッチングファンド

- 令和3年度の見込額：120百万円（内訳 人研費 40百万円、設備備品費 30百万円、研究開発費 50百万円）
（令和元年度：40百万円、令和2年度：100百万円）

事業後に期待される民間研究開発投資誘発効果、財政支出の効率化、マッチングファンドの目標

- 殺虫・殺菌剤の年間出荷額は**約2,200億円**、経営体（個人農家）あたりの年間農薬費は**水稻で15万円、果菜類・花きでは30～60万円**。これらのコスト低減へのニーズがある。一方で、農薬生産量および出荷額は、長期的漸減傾向。新規市場開拓が必要とされている。
- スマート農業関連市場では、栽培支援ソリューションが**43億円**、経営支援ソリューションが**23億円**規模と試算あり。さらに、本サービスの直接的な利用が想定される**農薬散布代行サービス等の市場だけでも今後10年で約50億円に成長**すると試算もあり、**今後の投資拡大が見込まれる**。
- 病虫害のまん延を防止するための植物防疫事業における**財政支出（年間約7億円）の一部削減**

出口企業

- **N社（農薬関連）、N社（データ関連）、N社（通信関連）、F社（電気機器関連）、B社（農薬関連）等**

政策転換

- 農業現場での早期診断・防除によるコスト削減や被害軽減に向け、病虫害診断・管理に係る行政サービスのデジタル化を促進

国研・大学における研究への寄与度、国研・大学等と民間企業との共同研究件数・受入金額 等

- サービス利用者からの持続的な画像データ収集が実現し、これを活用した病虫害判別AIの新規開発や改良が促進される。
- 共同研究件数 4件：コンソメンバーの法政大学、（株）ノーザンシステムサービス、日本農薬、NTTデータCCS。受入金額0。

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

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」の全体像

課題と目標および出口戦略

- （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、膨大な労力と10年以上の時間を要する**。これらの問題は、新たな民間参入を阻害している。
- （目標）**品種の評価・選抜（育種）プロセスのデジタル化や短縮化により、育種ビッグデータの拡充と高精度化を成し遂げ、育種の自動化と高度化を実現する育種AIの開発を進めると同時に、民間企業の参入を促すことにより、多様化するニーズ等に対応した新品種開発を加速する。**
- （出口戦略）スマート育種技術の開発により、民間企業がデータ駆動型育種（スマート育種）に容易に参入する環境を整備し、多様化するニーズ等に対応した新品種開発を加速する。新型コロナウイルス感染拡大の影響下においても持続的に品種を開発できる仕組みを提供。

民間研究開発投資誘発効果等

- 民間投資誘発効果として、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企業から情報収集を行い、スマート育種技術を革新する「栽培環境シミュレーター」に対する利用ニーズが高いことを確認。事業終了後は、**高性能LEDや栽培環境シミュレーター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：関連する民間企業から、人件費、およびLED、人工気象室、種苗等、130百万円相当（令和2年度比141%）を提供。
 - ・栽培環境シミュレーターの開発：人工気象器メーカー、理科学機器メーカー 92百万円相当（人材、機器等の提供）
 - ・人工環境における品種評価：民間種苗会社 38百万円相当（人材、種苗、機器等の提供）

施策全体像

元施策

R2年度予算
229,173千円



元施策の加速へ向け、
具体的には：

- ・栽培環境シミュレーター開発
- ・デジタル形質値のハイスループット取得センサー開発
- ・育種データ蓄積・利用システムの構築

アドオン

SIP2での利用
民間投資の
拡大

PRISMアドオン（農水省）：R2年度予算180,000千円

①栽培環境シミュレーターの開発

野外環境を人工気象器内で再現する栽培環境シミュレーター

高度環境制御

気象条件を再現

超栽培期間短縮

- ・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

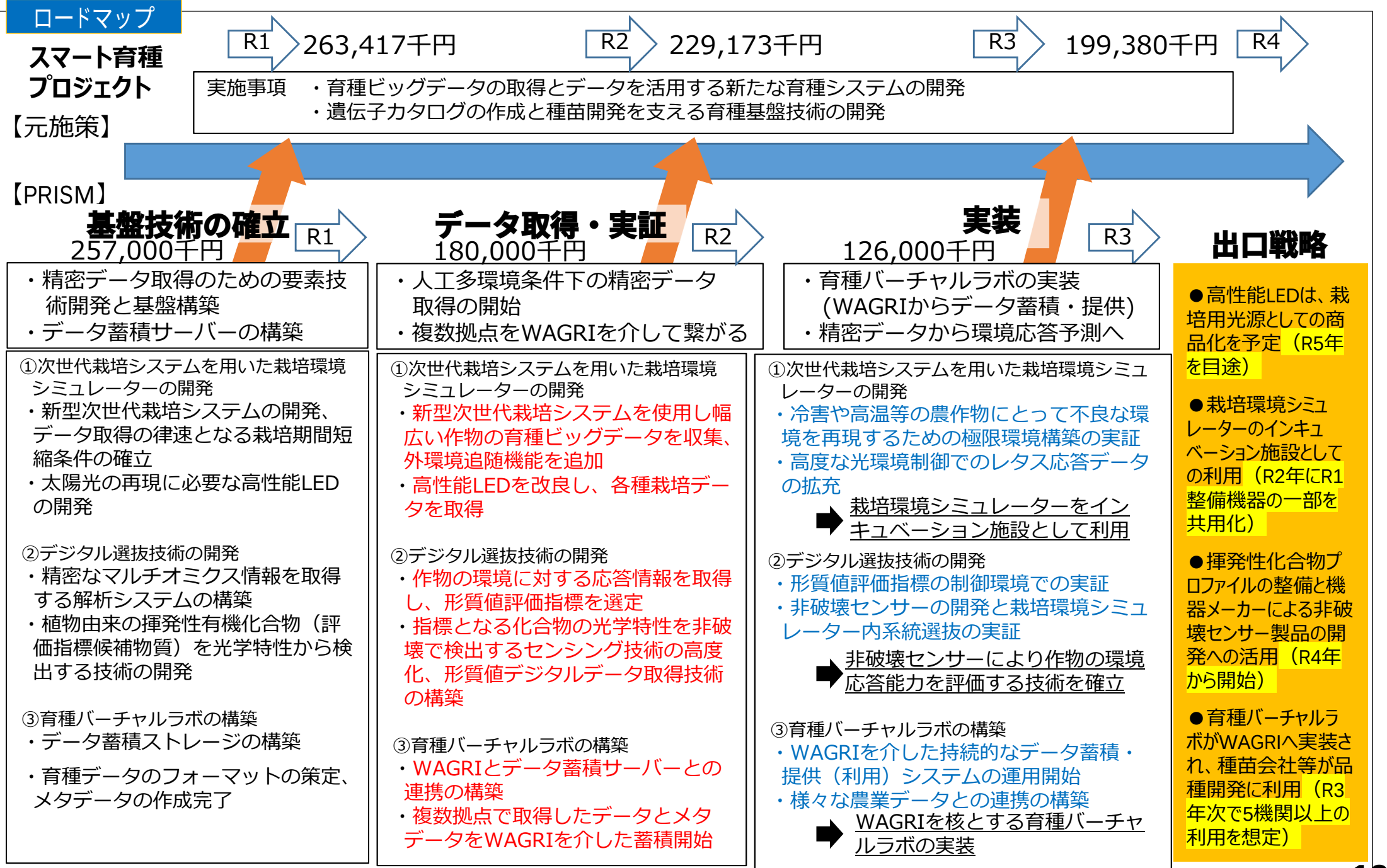
③育種バーチャルラボの構築

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

種苗会社など民間企業

資料2 元施策の概要



資料3-1 「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①

(農林水産省 R3年度 アドオン：金額126,000千円/元施策：金額199,380千円)

研究開発目標

- 気象条件等の栽培環境を自在に制御し、農作物の環境応答を解析する基盤「栽培環境シミュレーター」を開発。野外選抜プロセスを大幅に短縮するための世代短縮技術の開発と人工気象条件での農作物の品種開発に関するデータ蓄積を加速。
- 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。育種に利用できる非破壊選抜指標を5個以上開発。
- 農研機構（つくば）とAOI機構（沼津）で取得する人工気象条件下の栽培データをWAGRIから育種DBに蓄積、開発したAPIにより、複数拠点のデータを遠隔地から蓄積、利用できる仕組み「育種バーチャルラボ」を構築。

PRISMで推進する理由

- 元施策では、不安定な野外環境で年1回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について高度化が困難であり、品種開発への新たな民間参入の障壁となっている。そこで、高度に制御された栽培環境で年に複数回の育種データの取得と継続的で容易なデータ取得により、スマート育種技術の開発を加速させることで上記課題を解決する。さらに、これら蓄積される高精度かつ大量な育種データをAIによる利活用が可能となるシステムを構築することで、新たにデータを蓄積、あるいは利用する民間種苗会社の参入、情報科学、環境工学の技術開発に関わる企業の農業ビジネスへの新たな投資を誘発する。

元施策がどのように加速されるか

- 野外環境の人工的な再構成が可能な高度な人工気象器（栽培環境シミュレーター）および栽培期間短縮技術の開発により育種ビッグデータ取得を加速する。さらに、高品質データを簡便に取得するため、表現型を高品質な形質値デジタルデータに変換するデジタル選抜技術（非破壊センサー）を開発する。これら高精度かつ大量な育種データの蓄積により、育種の自動化と高度化を実現する育種AIの開発を加速し、広大な圃場や長年の経験が不可欠な従来育種に代わる高度なスマート育種技術の実現が確実なものとなる。

戦略的位置付け

- 統合イノベーション戦略2020における、（4）戦略的に進めていくべき主要分野①戦略的に取り組むべき基盤技術（ア）AI技術領域および、②戦略的に取り組むべき応用分野（オ）食料・農林水産業のうち、「持続的な農林水産業による気候変動への対応や、先端的なバイオ技術を活用した食と健康、スマート育種、新素材等の技術開発等に取り組む。」に対応。
- バイオ戦略2020における、5.3.2取組、①データ関連のうち、「2023年目途に試験運用を目指し、育種ビッグデータ基盤やAIを活用したスマート育種プラットフォームを整備」に対応。

資料3-2 「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②

(農林水産省 R3年度 アドオン：金額126,000千円/元施策：金額199,380千円)

背景と現状

- 元施策では、これまで育種家の長年の経験と勘に頼ってきた、育種（品種開発）のプロセスで得られる交配履歴、表現型(形質)等の育種データをデジタル化し、それらをゲノム情報や栽培環境データと結びつけ育種の効率化や高度化を実現するデータ駆動型のスマート育種の開発を進めているところ。
- 育種データの取得を含め、育種プロセスは基本的に年1回の不安定な野外環境に依存していることから、質と量、そして蓄積速度において高度化が困難であり、民間企業の育種ビジネスへの新規参入の障壁となっている。
- このため、この育種プロセスを人工的な栽培環境で置き換えることができれば、育種データの質と量が大幅に改善され、ニーズに適った新品種を次々と創出できる可能性がある。

実施内容

任意の気象条件を再現し、育種データの量と質を加速させる栽培環境シミュレーターとその利用技術の開発。質の高いデジタルデータを簡便に取得するデジタル選抜（センサー）技術を開発。これら精度が高く大量なデータを共通のプラットフォーム（WAGRI）から蓄積し、遠隔地からも利用可能な仕組み「育種バーチャルラボ」を構築。



出口戦略：高品質なデータの拡充・システムの高度化によるスマート育種の加速

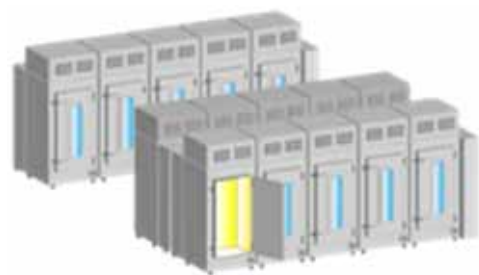
①栽培環境シミュレーターの開発

開発目標：環境を自在に制御し、評価データの質と量の高度化と選抜プロセスの効率化を実現

- 世界各地の栽培環境の再現に向けて、**R2型の栽培環境シミュレーターでは温湿度や風速の性能を拡張、低温や高温、乾燥等の環境制御能力を拡充。**

➡ **栽培環境シミュレーターを通年で育種（品種開発）の評価データ取得や選抜に利用**

栽培環境シミュレーター (R1型)



仕様
温度範囲：0 ~ +40℃
(デフロスト運転あり)
湿度範囲：50 ~ 90%RH
炭酸ガス範囲：大気~3000ppm
風速：吹出し口にて0.1~0.5 m/s
光源：LEDは試験により任意に交換
制御：専用プログラムコントローラー

完全人工環境での
世代短縮技術



基本品種で
年5回栽培可能



光と温湿度の制御
で栽培環境応答
データ取得

栽培環境シミュレーター (R2型)



遠隔のPCから気象
データを送り、人工
気象器内で再現

仕様
温度範囲：-10 ~ +60℃
(デフロスト運転なし)
湿度範囲：20 ~ 90%RH
炭酸ガス範囲：大気~3000ppm
風速：吹出し口にて~5.0m/s
光源：LEDは試験により任意に交換
制御：**外環境再現システム**

日本や世界各地の気
温と日照時間を再現
可能
→**耐暑性、耐乾性等
のデータ蓄積を加速**

R2型の栽培環境シミュ
レーターでの栽培検証は
年度内に完了見込み。

② デジタル選抜技術の開発

開発目標：作物状態の客観的な評価と非破壊でのデータ取得を実現

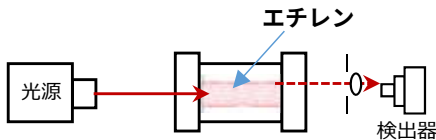
- ・ 生育過程で作物から放出される揮発性有機化合物（BVOCs）の取得に成功した。
- ・ 一部の揮発性物質では、高感度（ppbレベル）なセンシングが可能になる見込み。

➡ 育種AIの開発を加速する育種ビッグデータの品質が向上

レーザー分光法による揮発性有機化合物のセンシング技術の開発

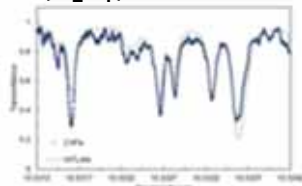
エチレン（障害ストレス応答の植物ホルモン）の非破壊センシング技術を構築

エチレン(C₂H₄)の光吸収スペクトル



検出システムの概要

エチレンの非破壊センシングが計画通りに構築、年度内に確立の見込み



作物のストレス状態のデジタルデータ

エチレン：障害ストレス応答の植物ホルモン

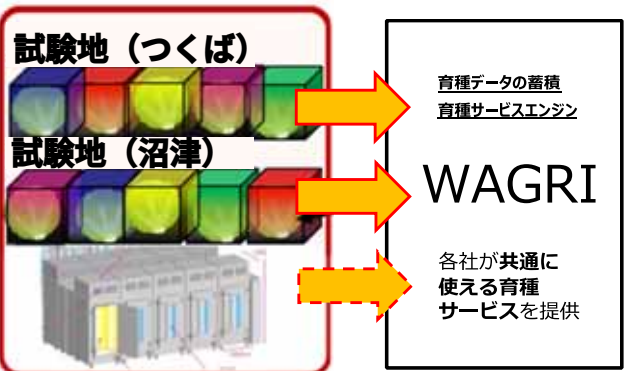


病害虫抵抗性品種の選抜
品種の薬剤抵抗性評価

③ 育種バーチャルラボの構築

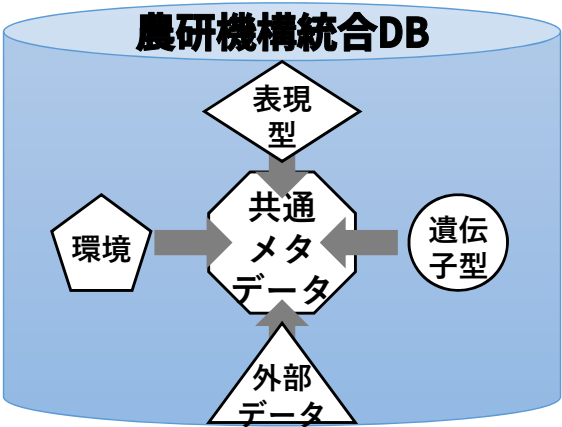
開発目標：遠隔地が連携してAI開発に利用できる育種ビッグデータの収集・利用システム（育種バーチャルラボ）を構築

- ・ 遠隔地からのデータ蓄積に向けて、農研機構統合DBとの連携に必要なAPI群(データ登録、検索、参照機能など)を開発。令和 2 年度内に複数拠点からデータ蓄積を開始。



次世代栽培システム

メタデータ登録API
データ登録API
指定データ取得API
データ検索API
メタデータ検索API
セッション対応API (検索結果からのデータ一括収集への連携など)



共通フォーマット等によるデータ統合

➡ 育種バーチャルラボの提供に向けて、データ蓄積システムの試験的運用を開始

資料5 令和3年度の研究計画

令和3年度目標

- ◆ 作物の環境応答予測に向けた、**栽培環境シミュレーターとデジタル選抜技術の利用**
- ◆ 複数の拠点からの高品質データがWAGRIを介して蓄積・提供される**育種バーチャルラボの実装**

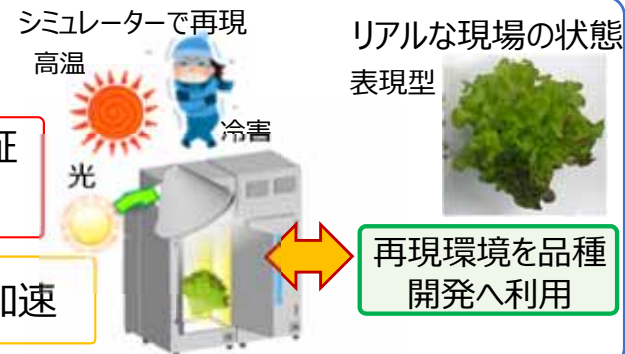
対象施策の研究内容

①栽培環境シミュレーターの開発

自然気象の再現や人工環境により、通年で様々な品種の評価を加速

R3年度：作物の環境応答予測に向け、不良環境等の再現と高品質データ取得の実証
高度化した環境制御により作物の反応を制御し、環境と応答のデータを連携

R4年度以降：生育プロセスのデジタルデータを拡充、未来を予測した品種育成を加速



②デジタル選抜技術の開発

非破壊センシング技術を高度化、育種AI開発を加速する形質評価データの品質が向上

R3年度：非破壊センシング技術により環境応答のデジタルデータ取得を実証
化合物プロファイルに基づく評価指標の選定と制御環境での実証

R4年度以降：非破壊評価技術を活用し作物環境応答データのデジタル変換を加速

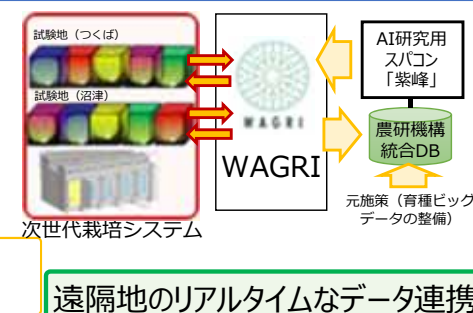


③育種バーチャルラボの構築

WAGRIを核とした持続的なデータ蓄積・利用システム（育種バーチャルラボ）を提供

R3年度：WAGRIを核とした持続的なデータ蓄積・利用システム（バーチャルラボ）の実装

R4年度以降：遠隔での高品質データの利用、スパコンを連携させたバーチャルラボの拡充



資料6 PRISM実施に伴う事業効果等

民間研究開発投資誘発効果、財政支出の効率化

- 民間企業（LEDメーカー、種苗会社、バイオ、農業資材等）に栽培環境シミュレーターの技術利用のニーズを聞き取り、施設導入や世代促進技術など栽培環境シミュレーターの利用ニーズを確認。
- 民間投資誘発効果として、高性能LEDや栽培環境シミュレーターの品種開発への投資（年間約10億円）、植物工場への実装等の投資誘発効果（年間10億円以上）等を想定。

マッチングファンド

- 令和3年度の見込み額：130百万円（令和元年度41.5百万円、令和2年度92百万円）。
- ・栽培環境シミュレーターの開発：人工気象器メーカー、理科学機器メーカー 92百万円相当（人材、機器等の提供）
- ・人工環境における品種評価：民間種苗会社 38百万円相当（人材、種苗、機器等の提供）

事業後に期待される民間研究開発投資誘発効果、財政支出の効率化、マッチングファンドの目標

- 種苗産業の国内市場規模は2,300億円以上と推定され、急激な気候変動に加えて、中食・外食産業向け品種育成など開発ターゲットの多様化により、ニーズが増加。栽培環境シミュレーターを用いた品種開発の効率化により、投資拡大が見込まれる。
- 完全閉鎖型植物工場の野菜市場は今後も拡大が見込まれる（2024年予測約360億円）。事業終了後は、新型LEDや栽培環境シミュレーターを利用した植物工場用品種の開発等に対する投資誘発効果を想定。
- 現時点では本事業の競合は存在しない。WAGRIを介した情報提供の仕組みを整備することによって、蓄積されたあるいは新たに蓄積する育種データの民間企業による品種開発への利用が期待される。

出口企業

- T社（種苗関連）、E社（環境制御関連）、Y社（種苗関連）、A社（製造業）、E社（製造業）、T社（製造業）、A社（製造業）、M社（種苗関連）、T社（製造業）、他

政策転換

- 世代促進とデータを用いた品種開発の加速により育種事業が効率化し、地方自治体等の財政支出の効率化に貢献。

国研・大学における研究への寄与度、国研・大学等と民間企業との共同研究件数・受入金額 等

- 日本唯一の世代促進・育種支援施設となるため、民間企業や地方自治体等の育種利用に広く活用されることを想定。
- 6件：コンソメンバーの理化学研究所、AOI機構、エスパックミック社、エバ・ジャパン、中原採種場、横浜植木。受入金額0。

農業生産のスマート化

農畜産向けにおいセンサの開発

資料1 「農畜産向けにおいセンサの開発」の全体像

課題と目標

- 世界最先端のセンサ・アクチュエータの国際研究拠点としての新組織を設置するとともに、国際的な連携を活用して、革新的なセンサ・アクチュエータにかかる基礎・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。

「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

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、小型簡易センサデバイスを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。

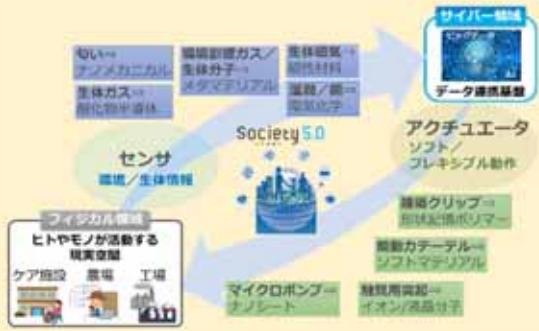
民間研究開発投資誘発効果等

- ・ 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。

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
※金額は令和3年度のもの

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

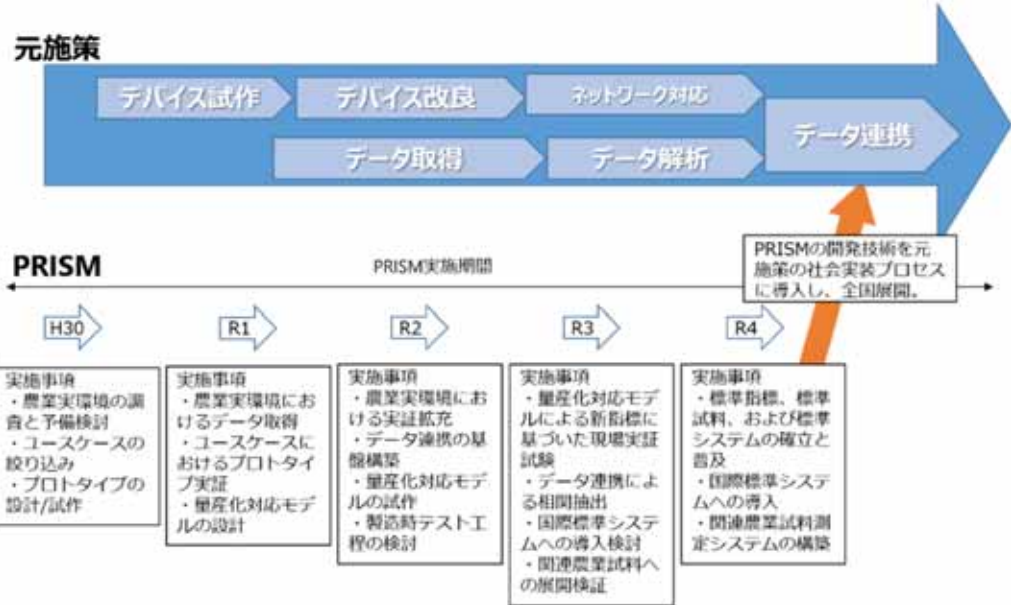
農畜産向けにおいセンサの開発

おいセンサ
プロトタイプ



【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簡易センサデバイスを10台程度実環境に設置し、二オイ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。



資料3-1 「農畜産向けにおいセンサの開発」の概要①

(文部科学省 アドオン：114,475千円/元施策：R3年度2,368,262千円)

背景・現状

- 農畜産分野のうち特に酪農の分野では、牛に与える飼糧（サイレージ）の品質が、搾乳量に直接影響を与えるだけでなく、牛の代謝病や牛乳の異臭などに関連することが確認されており、生産効率の鍵を握っている。現在、国内の搾乳牛（経産牛）は約85万頭であり、ケトosisなどの代謝病に起因した乳牛の機能障害による損失は年間で約20万円／頭と試算されている。そのため搾乳牛全体では、年間で約1,700億円（＝85万頭×20万円）の損失となっている。
- 「サイレージの品質」については、1980年代以前に提案された指標（V-scoreやフリーク評点）に基づいているが、これまでに行った全国各地の牧場や飼糧分析会社など現場での聞き取り調査から、これらの従来指標は、現場での生産性や感覚とズレている部分があることが明らかになっている。そのため生産性を向上させる新たなシステムの実装が現場で切望されている。



実施内容

- 「原料（飼糧）」に関するサイレージ品質と、「生産物（牛乳）」に関する搾乳量や牛乳の品質を直接相関付ける新たな指標を確立する。まず高精度ガス分析装置を用いて、どの揮発性成分がそれぞれの品質と相関を持っているかについて、その濃度や経時変化なども含めた科学的な裏付けを与える。
- 確立される新たな指標の提示を軸として、現場でサイレージ品質を評価可能なセンサデバイスを構築する。これまでのPRISMでの研究開発の中で、サイレージの品質を測定できるニオイセンサの開発に成功（特許出願済み）しており、またサイレージの品質を決める揮発性成分の同定にも成功し、その機械学習モデルも確立されつつある。また、生産物である牛乳に関しても、ケトosis乳の判別にも成功（特許出願済み）している。そのため、原料（飼糧）と生産物（牛乳）の両端を評価可能なニオイセンサを確立している。これらを踏まえ、現場で原料と生産物を簡易的に測定可能なセンサシステムを構築する。これにはセンサチップの作製、感応膜の選定と作製、サンプル導入システムの作製、解析モデルの開発、ユーザーインターフェースを含むソフトウェアの開発が含まれる。
- WAGRIを通じたデータ連携システムを構築し、サイレージ原料収穫時の天候や代謝病罹患率など、関連するメタデータも取り込むことにより、新たな指標の高精度化を目指す。これを総合して、生産性を向上させる最善策を提示するシステムを構築する。
- 世界市場への展開を目指し、国際標準となっている各種デバイス・インフラへの統合を推進する。特に農畜産業界でデファクトスタンダードとなっている設備を開発している欧州企業との連携を強化し、統合システムの検討を進める。

研究開発目標

- 本施策では、科学的・統計的根拠が必ずしも十分では無い従来指標に代わって、サイレージの品質と、搾乳量や代謝病罹患率など生産性に直結する指標とを関連付ける新たな指標を策定することを最初の目標とする。
- さらに、新たに策定される指標を軸に、WAGRIを通じたデータ連携によって、予測精度を継続的に向上させる仕組みを設計し、農畜産現場に常に最新・最適なフィードバックを提供できるシステムを構築し、全国に普及させることを最終目標とする。

資料3-2 「農畜産向けにおいセンサの開発」の概要②

(文部科学省 アドオン：114,475千円/元施策：R3年度2,368,262千円)

出口戦略

- 本事業では、科学的かつ統計的に裏付けられた新たな飼糧品質評価指標を策定し、それを正確に測定可能なセンサデバイスの開発を次年度の第一の目標とする。またこれと同時に、生産物である牛乳の乳質も測定できるデバイスとすることで、ケトosisなどの代謝病の罹患率を下げ、全体的な生産効率の向上を目指す。さらに、新たに策定される指標を軸に、WAGRIを通じたデータ連携によって、牧場毎に判別モデルを最適化し、予測精度を継続的に向上させる仕組みを設計する。これにより、農畜産現場に常に最新・最適なフィードバックを提供できるシステムを構築し、全国に普及させることを最終目標とする。また、この一連の研究開発をモデルケースとし、医療・環境・安全分野への展開も推進する。

PRISMで推進する理由

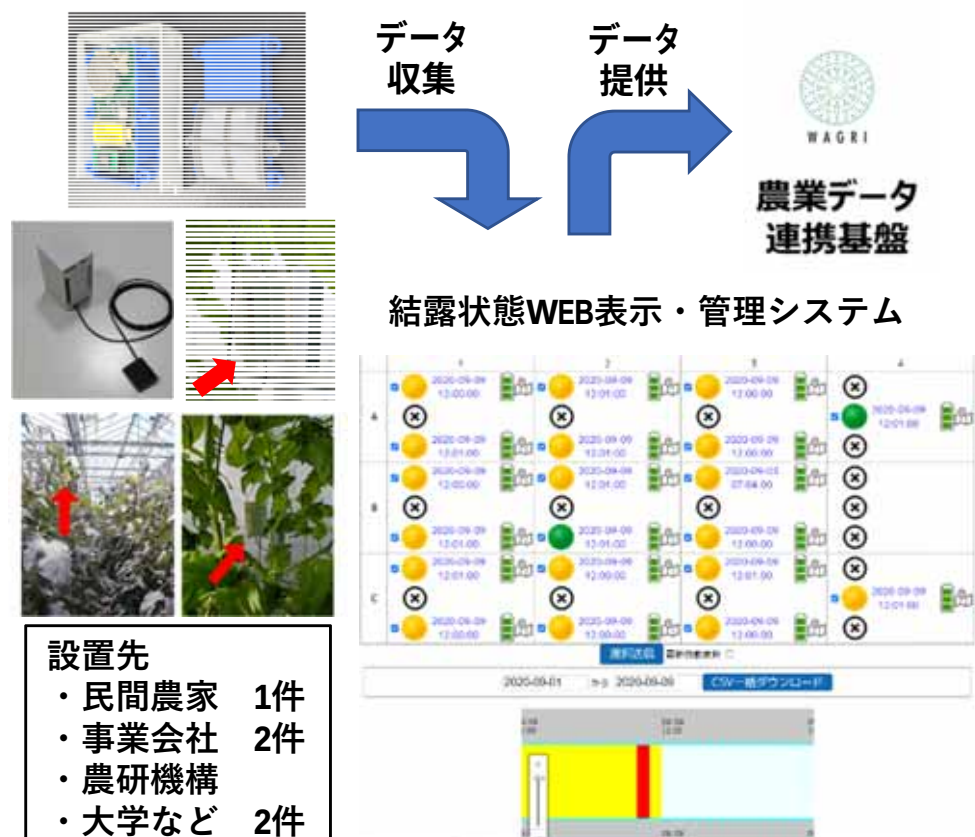
- 本施策は、農畜産現場での実証実験が必須であり、また大規模な統計データを取得することが必要となるため、PRISMで推進している府省庁を超えた包括的な取り組みが必要となる。特に元施策で開発されるシーズ技術の現場への実装を進めるためには、元施策にアドオンするPRISM型施策が最適なアプローチであると言える。
- 本施策で実現を目指している、農畜産業の生産性を向上させる統合型センサシステムの構築・運用に関しては、飼料会社、委託分析会社、センサデバイス製造メーカー、クラウドシステム開発企業など、複数業種の多くの民間企業の参入が期待されるため、特定企業による単発的な投資ではなく、一連の民間企業群による継続的な投資誘発効果が期待される。
- 民間企業からの大規模な投資を誘発するためには、本施策で、サイレージ品質から搾乳量などの生産性を予測する新たな指標を策定し、かつその有効性を実証・運用するモデルシステムを目に見える形で提示していく必要がある。これらの一連の研究開発を実施するためには、複数の研究者とエンジニアが専任として従事する必要があり、さらに統計的な裏付けを与えるためには、大規模な検査を複数拠点で実施する必要がある。そのため、PRISMによるアドオンがなければ、一連の研究開発はほとんど不可能となる。

元施策がどのように加速されるか・戦略の位置づけ

- 元施策である「センサ・アクチュエータ研究開発プロジェクト」では、センサ・アクチュエータ・作動機能といった一連のシステム要素技術の研究開発をボトムアップ的に進めているが、PRISM施策において現場からのフィードバックが得られることで、トップダウン的に課題や目標仕様を定量的に設計することが可能となる。このようにシーズとニーズの両方を包含した施策となっていることが、Society5.0の実現に向けた最適な戦略である所以であり、迅速な社会実装が期待される。

モイスチャーセンサ

- ・モイスチャーセンサを農業用ハウスに設置し、データ取得継続
- ・結露状態を「見える化」するWEBシステムのユーザ利用を開始
- ・量産化対応モデルの試作を完了し、実証を開始

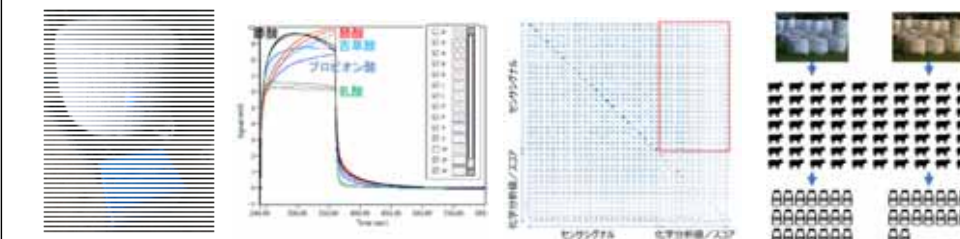
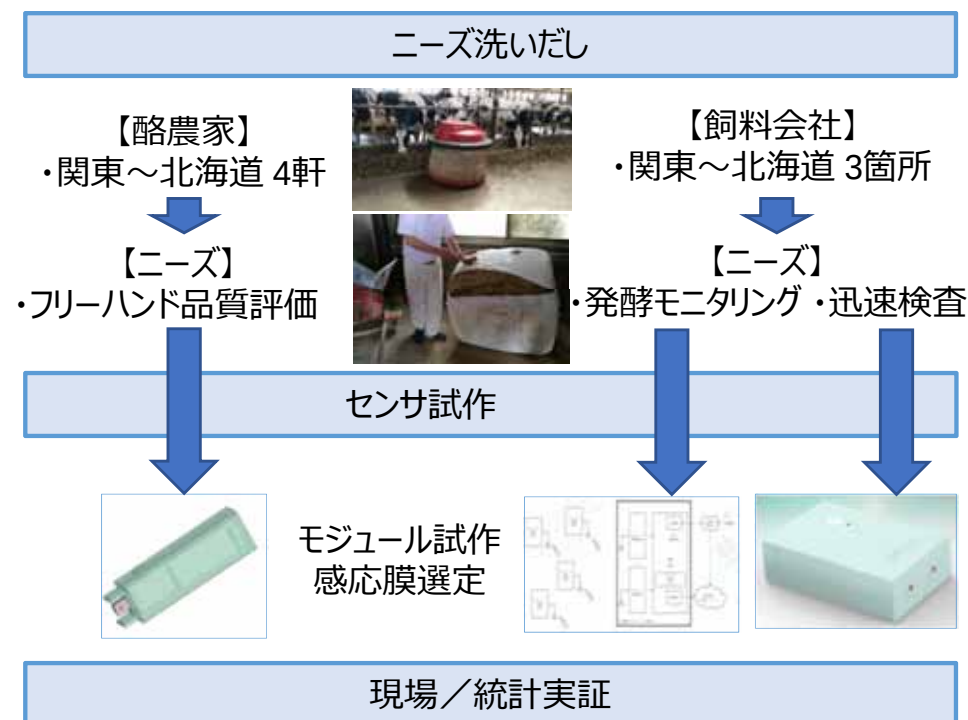


現場実証／データ連携

- ・民間の農家および農業系事業会社などの農業用ハウス（合計6か所）にセンサを設置し、データを取得中（取得データ数 730万点超）
- ・環境と植物体の状態の相関付（データ連携）の取組を継続

においセンサ

- ・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



目標

- 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シ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

各事業の研究内容

■大規模統計検査（サイレージ新指標・ケトーシス乳評価）

令和2年度までに実施した統計的検査の規模を拡大し、複数の連携牧場と複数の飼糧検査会社と共同で実施することにより、新指標の精度を向上させる。また同時に牛乳の乳質検査も実施することで、搾乳量やケトーシス罹患率などを含めた総合的な統計情報の獲得を目指す。ここでは、現場実装に向けたにおいセンサデバイスでの測定に加え、PRISM施策でこれまでに整備した世界最高精度のガス分析装置群を駆使して、科学的な裏付けデータの取得も並行して実施する。

■計測デバイスおよびクラウド解析プラットフォームの設計

令和2年度は、サイレージ品質の違いを検出可能なセンサ素子を確立（特許出願済み）し、これらを搭載した測定システムの試作を進めている。またMSSの感応膜を変えるだけでケトーシス乳も識別可能であることも確認（特許出願済み）している。これを踏まえ令和3年度は、サンプルやセンサ素子の熱制御、ニオイの濃縮やフィルタリングなど、システム要素の影響を検証することで、サイレージ品質とケトーシス乳を高精度測定可能なシステムに必要な要素を定量化し、それらを実装したオールインワンシステムを構築する。また、このシステムで得られるデータをクラウドサーバーに送信可能なシステムを設計し、WAGRIを通じた各種関連データとの連携が可能なプラットフォームを構築する。ただし、あくまで現場では最小限の操作で測定できるようにし、「別種サイレージの混合による品質補完の提案」など、現場でのアクションにつながる情報を提供できるシステムの実現を目指す。

資料6 PRISM実施に伴う事業効果等

事業効果

これまでのPRISM施策実施に伴う事業効果実績および令和3年度の想定は以下の通り。

●令和元年度

- ・人件費：40人年程度（230百万円相当）（化学工業メーカー、IoT関連企業等13社 各3名程度）
- ・機器等の提供：100百万円相当（半導体センサチップ製造ライン、測定デバイス作成プロセスライン、高精度ガス測定、試料測定環境化学工業メーカー等5社）
- ・出口企業：MSSの事業化に向けて約5社での事業部レベルでの投資（約3億円）を誘発

●令和2年度（見込み）

- ・人件費：50人年程度（300百万円相当）（化学工業メーカー、IoT関連企業等15社 各3名程度）
- ・機器等の提供：350百万円相当（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）
- ・出口企業：2020年度より改組したMSSフォーラムに新規入会した約14社による5億円相当（30名/年）の投資を誘発
MSSの事業化に向けて約5社での事業部レベルでの投資（約3億円）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

●令和3年度（想定）

実証実験の規模を拡大し、また測定データ管理のオンライン化をさらに推進していくため、以下のような効果が期待される。

- ・人件費：70人年程度（400百万円相当）（飼糧会社、化学工業メーカー、IoT関連企業等20社 各3名程度）
- ・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 飼糧分析装置等7社）
- ・出口企業：MSSの事業化に向けて約7社での事業部レベルでの投資（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全国規模での投資を誘発

本PRISM施策に関連した共同研究・試料貸与契約は以下の通り。

- ・国研・大学：11件
- ・民間企業：21件