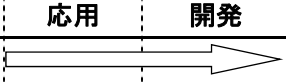


委託プロジェクト研究課題評価個票（中間評価）

研究課題名	人工知能未来農業創造プロジェクトのうち、AIを活用した病害虫早期診断技術の開発			担当開発官等名	研究統括官（生産技術） 研究開発官（基礎・基盤・環境）
				連携する行政部局	大臣官房政策課技術政策室 消費・安全局植物防疫課 生産局技術普及課
研究期間	H29～H33（5年間）			総事業費（億円）	11.2億円（見込）
研究開発の段階	基礎	応用	開発	関連する研究基本計画の重点目標	重点目標 1、28
					

研究課題の概要

<委託プロジェクト研究課題全体>

我が国の農業現場における農業従事者の高齢化や減少の進行に伴う人手不足や、生産性の伸び悩み等の課題を解決し、農業の競争力強化、農業の成長産業化を推進するため、人工知能（AI（※1））やICT（※2）等の先導的で高度な最新技術を農業分野に導入し、農産物の生産性の飛躍的な向上および高付加価値化を図るために、「スマート農業（※3）の実現に向けた研究会」において示された「AI、IoT（※4）によるスマート農業の加速化」に即した研究開発を実施する。

ここでは、以下の2つの課題を実施し、農業生産における病害虫管理や土壌消毒に関するコストを削減し、農産物の安定生産に貢献することを目指す。

<課題①：AIを活用した病害虫診断技術の開発（平成29～33年度）>

農業生産に大きな損害を与える恐れのある病害虫を、AIを活用して早期に診断し、対策を支援する技術を開発する。

<課題②：AIを活用した土壌病害診断技術の開発（平成29～33年度）>

土壌微生物による発病リスクを栽培前に診断する技術を開発し、輪作の導入、抵抗性品種の利用や土壌消毒剤の使用等の適切な対策を講じることにより、土壌病害の発生を未然に防ぎ被害を最小化する技術を開発する。

1. 委託プロジェクト研究課題の主な目標

中間時（2年度目末）の目標	最終の到達目標
<課題①：AIを活用した病害虫診断技術の開発> 生物種5,000種以上の画像・遺伝子情報の収集及びデータベース基盤の整備	<課題②：AIを活用した病害虫診断技術の開発> 生物種7,000種以上の画像・遺伝子情報を基にしたAI病害虫診断技術の開発
<課題②：AIを活用した土壌病害診断技術の開発> 5種類以上の主要な土壌病害を対象に、土壌微生物のDNA増幅パターンや遺伝子情報の収集及び情報のビッグデータ化	<課題②：AIを活用した土壌病害診断技術の開発> 5種類以上の主要な土壌病害を対象に、AIを活用した土壌病害診断技術の開発、及び、診断結果・対策情報等を提供するシステムの構築

2. 事後に測定可能な委託プロジェクト研究課題全体としてのアウトカム目標（H38年）

AIを活用した病害虫早期診断技術が社会実装されることにより、対象の病害虫管理や土壌消毒に係るコストが1割以上削減されるとともに、農産物の生産性の維持・向上が図られる。

【項目別評価】

1. 社会・経済の諸情勢の変化を踏まえた研究の必要性

ランク：A

① 農林水産業・食品産業、国民生活の具体的なニーズ等から見た研究の重要性

農業従事者の減少・高齢化の進行とともに、経営規模の拡大による圃場数の増加、分散・広域化によって十分な生産管理を行うことが難しくなっている。生産現場での病害虫の発生は、農業生産に大きな損害を与えるおそれがあることから、農産物の安定的な生産のためには、適期的に的確な防除をおこな

い、まん延を防止する必要がある。

また、地球規模での気候変動や物流増加等を背景として、新興の病害虫による農業被害リスクが世界中で増大しており、国連でも、病害虫管理の意識啓発等を目的に、2020年を国際植物防疫年とすることが表明されている。そのため、病害虫管理のための技術開発を目的とした本課題の重要性は研究開始以降も年々高まっていると言える。

このような現状をふまえ、本課題は、AIを活用した病害虫の迅速かつ的確な診断や最適な管理を支援する技術を開発するものであり、農業者等のニーズを的確に反映し、かつ、革新性、先導性、実用性の高い課題である。

② 引き続き国が関与して研究を推進する必要性

統合イノベーション戦略（平成30年6月15日閣議決定）では、Society5.0（※5）の実現に向けて、AIの農業分野への展開を推進することによって、2025年までにほぼすべての担い手がデータを活用し、スマート農業技術関連の産業が1,000億円以上の市場に発展することを主要目標に掲げている。

本課題は、AIを活用した病害虫管理技術を農業者に提供するものであり、まさにこの戦略に即した研究開発事業である。また、病害虫管理に携わる行政担当者や普及指導員は減少傾向にあるが、その業務の効率化・体系化に資する成果が期待できるため、植物防疫行政ニーズにも応える課題である。総じて、国内の農業現場に共通の課題解決に貢献する公益性の高い研究開発であり、その成果は幅広く普及・利用できると見込めるため、国自ら取り組む必要がある。

2. 研究目標（アウトプット目標）の達成度及び今後の達成可能性

ランク：A

① 中間時の目標に対する達成度

<課題①>

平成30年度までに、トマト、キュウリ、イチゴ、ナスに被害をもたらす病害虫を24府県で調査し、主要な病害虫種についてそれぞれ約10万枚、8万枚、8万枚、7万5千枚の画像を収集した。また、これらのデータを、被害の程度や発生部位等の付帯情報と合わせてデータベース化し、AIによる機械学習を実施できる基盤を整えた。さらに、主要病害虫を含む合計5,047種の生物の標本コードや画像、遺伝子配列等の情報を収集し、カタログデータベース基盤の整備を完了した。

<課題②>

対象とした5種類の土壌病害を対象に、平成30年度までに計1,500点以上の各土壌サンプルに関する土壌微生物のDNA増幅パターンや遺伝子情報に加え、土壌理化学性、当該年の栽培作物の発病程度、耕種履歴概要、肥料・農薬使用履歴、生産者の圃場管理等の各種情報を収集・整理し、AI開発における機械学習のための教師データおよび学習用データとして活用した。

また、これらのデータに基づき、AI開発に最適なデータの前処理方法を確立し、機械学習アルゴリズムとしてランダムフォレスト（※6）を利用して根こぶ病の圃場の発病程度の予測器を開発し、予測に重要な変数を絞り込んだ。さらに、根こぶ病を対象としてスマートフォン上で利用できるアプリケーション（初版）を開発するとともに、生産者らのニーズ等を踏まえたアプリデザインを設計した。

これらの成果から、中間時の目標は十分に達成された。

② 最終の到達目標の今後の達成可能性とその具体的な根拠

<課題①>

最終到達目標として、「生物種7,000種以上の画像・遺伝子情報を基にしたAI病害虫診断技術の開発」を目指しており、以下の具体的成果が得られている。

現在までにAI診断の基盤となる生物種情報について5,000種以上の情報を収集するとともに、AI学習用の病害虫画像30万枚以上を撮影し、うち7万枚以上をデータベースに登録した。また、これらの画像を用いてAIによる深層学習（※7）を行い、病害および虫害にそれぞれ対応した識別器を構築した。これまでに収集済みの画像を用いて学習を行ったところ、対象作物、種数は限られているものの、病害・虫害ともに80%以上の精度で評価用データを診断することができた。さらに、学習・評価用データとは全く異なる条件で撮影した画像に対する識別率も着実に向上していることを確認した。病害虫の被害画像は今後も継続して蓄積する予定であり、これらを整備してAIの学習に活用することで、識別率をさらに向上させることができる。また、これらの技術を用いた行政用、民生用アプリケーションについても、プロトタイプの前製が完了しており、社会実装を見据えた研究開発を進めている。

<課題②>

最終到達目標として、「5種類以上の主要な土壌病害を対象に、AIを活用した土壌病害診断技術の開発、及び、診断結果・対策情報等を提供するシステムの構築」を目指しており、以下の具体的成果が得られている。

現在までに、根こぶ病を対象にデータの前処理方法を確立するとともにランダムフォレストによる予測器を開発した。これらは、今後他の4病害に対するAI開発の水平展開を図るためのキーテクノロジーであり、その開発が予定どおり行われたことから、今後3年間で、引き続き取得される現地圃場での実証データを用いることで、根こぶ病の予測器の精度向上と、他の4種類の病害の発病予測器の開発が可能となる。これらを通じ、AIによる各圃場に適した発病ポテンシャル（病害の発生しやすさ）の予測器および対策技術の提案機能を開発していく予定である。また、ユーザーインターフェース開発において、現地生産者および指導者らからの多数のヒアリング情報を踏まえ、バックエンドとなるサーバと連動したアプリケーションの基本骨格を開発した。今後は、引き続き現地生産者および指導者らへのヒアリングを行い、アプリが備えるべき機能を選定するとともに、ユーザーフレンドリーな土壌病害診断・対策支援システムの開発を行う計画である。

こうした現状から、引き続き研究開発を推進すれば、十分に最終到達目標を達成できると考えられる。

3. 研究が社会・経済等に及ぼす効果（アウトカム）の目標の今後の達成可能性とその実現に向けた研究成果の普及・実用化の道筋（ロードマップ）の妥当性

ランク：A

① アウトカム目標の今後の達成の可能性とその具体的な根拠

<課題①>

新規就農者や病害虫診断の非習熟者を対象として、スマートフォン等で簡便に活用できるAIを用いた病害虫診断アプリや、地域の植物防疫担当者が病害虫発生状況等を把握できる行政用システムを開発し、実用化する予定である。これらの技術の基盤機能は無償で使えるツールとして提供される。開発したAIは他の作物の病害虫診断への応用も可能である。さらに、診断に基づいた病害虫対策メニュー（登録農薬等）をアプリ上に表示し、その利用を促すビジネスモデルを検討している。結果として、AIを活用した病害虫管理技術の普及が進み、農薬散布等にかかるコストの削減につながると考えられる。

<課題②>

土壌病害管理における土壌消毒に係る費用や労力の削減および薬剤の使用低減に伴う農地の持続的利用による生産性維持向上、経営の安定化を図るためには、人間における予防医学の概念に基づいた、ヘソディム（※8）と呼ばれる病害管理法の推進が有効である。本研究で開発予定のシステムは、多くの生産者に対しヘソディムの実践を支援するシステムと位置付けられる。本システムを通じたヘソディムの普及を推進することで、土壌消毒に係るコストの削減および生産性維持向上が期待できる。また、本提供システムはB（システムのライセンサー）to B（ライセンシー）to C（生産者等）型のビジネスモデルによって運用することを想定しているが、ライセンシーの企業等を増やすための啓蒙活動を行う等、研究課題終了後の社会実装を見据えた取組みも前広に行っている。

以上の研究開発状況から、アウトカム目標は十分達成できると見込まれる。

② アウトカム目標達成に向け研究成果の活用のために実施した具体的な取組内容の妥当性

<課題①>

- 1) 研究成果の普及・実用化のために、研究コンソーシアムに民間企業を加え、商品化を見据えた技術開発を実施した。このことにより、研究成果をスマートフォンで誰でも利用できるアプリ等として実装可能である。
- 2) 研究コンソーシアムに24府県の地方公設試験場を加え、農業現場で特に問題となっているニーズの高い病害虫種を対象に選定した。これらの公設試験場は研究成果の普及も担っているため、スムーズな社会実装を見込むことができる。
- 3) 本課題で得られたビッグデータの一部はデータマネージメント戦略に則って社会に還元する予定であり、公開を前提としたデータベースの基盤を構築した。
- 4) 開発中の技術に関して、展示会等で広く情報提供を行っている。

<課題②>

- 1) 研究課題終了後に研究成果を迅速に活用してもらうために、ソリューションモデルの観点で、計

20箇所の現地の営農指導者や生産者からのヒアリングや意見交換を通じ、ユーザー目線に立ったアプリのデザイン・構成および診断・対策支援サービスの内容・料金等についての検討を行った。

- 研究成果の生産現場での効果的な活用・普及を図るためには、最初の実践成功事例を作ることが重要であるという視点から、持続的農業生産を志向し、開発中のアプリを用いた土壌病害管理の実証に参加してもらえる生産者を実証試験地区の中から4名選定した。
- 研究課題終了後に土壌病害診断・対策支援サービスを受託する関連企業の新規参入促進のために、AIを活用した土壌病害管理法の理解増進、生産者の現場ニーズに対する理解増進等に関する勉強会や講演を、計10回行った。

これらの取組は、本課題の成果を広く社会に浸透させ、早期実装を可能にする上で必要不可欠であり、いずれも妥当である。

③ 他の研究や他分野の技術の確立への具体的貢献度

得られたデータの一部はデータベース化し、農業データ連携基盤等を通して将来的な農業技術開発に役立てられるように整備している。また、人工知能による病害虫診断のアルゴリズムについても公開するため、他の作物における病害虫診断技術の開発等に活用することができる。

4. 研究推進方法の妥当性

ランク：A

① 研究計画（的確な見直しが行われているか等）の妥当性

課題①・課題②ともに、年2回以上の研究推進会議等を実施して各課題の進捗状況を確認し、次年度の研究計画の点検を行った。課題①ではAI学習用の画像収集を効率的に行うためにデータ登録システムの改良を行う等の研究計画の見直しを実施した。課題②では研究進捗状況をふまえて現地実証試験計画を改廃し、実証試験地の変更やそのための研究資源の重点化を実施した。

このように、研究計画は各研究課題の進捗状況に応じて毎年改正されており、妥当である。

② 研究推進体制の妥当性

課題①・課題②は、行政部局と外部専門家を含む「プロジェクト研究運営委員会（運営委員会）」を合同で設置し、行政ニーズと研究側のシーズの両面から、研究実施計画、投入される研究資源、研究推進体制、課題構成等について検証しつつ、研究の進行管理を行った。また、運営委員会において各実施課題の研究の進捗状況等を精査し、一部の実施課題を前倒しで終了して研究資源の重点化を図る等、研究計画の効率的な達成に努めた。こうした進行管理により、研究計画は当初の予定どおり進捗した。さらに、研究コンソーシアム主催の計画検討会、中間検討会、成績検討会や現地視察、小課題単位の検討会を開催し、課題の進行上で生じる問題を洗い出しながら、柔軟に研究を推進した。研究実施期間を通じて、推進リーダーが各チームリーダーと共にマネジメントを進め、各個別研究課題の遂行に支障が生じた際には、個別的な研究指導、あるいはチーム単位の研修会等を実施して問題解決に努めた。

以上のように、本課題の研究推進体制は効率的かつ効果的に成果を得られるように調整されており、最終研究目標の達成を目指す今後の研究を展開する上で妥当性が高い構成である。

③ 研究課題の妥当性（以後実施する研究課題構成が適切か等）

課題①・課題②ともに、運営委員会での指摘事項を反映した上で計画通りに研究を進め、病害虫被害画像情報や土壌微生物情報等を収集するとともに、病害虫診断AIの開発を推進している。今後は、収集した情報を基にAIの学習を進め、その結果をフィードバックしつつ情報を追加収集する予定である。

このような研究課題の構成は最終到達目標の達成を目指す上で妥当である。

④ 研究の進捗状況を踏まえた重点配分等、予算配分の妥当性

課題①・課題②ともに、毎年漸減する予算を有効活用するため、課題間の分担の見直しや資源の共有等を行った。課題①では画像情報のデータベース化とAIの開発でリソースを共有し、サーバを集約した。課題②では土壌サンプル分析を外部委託してコストを削減し、その分の予算をAIおよびアプリ開発に充当した。

このように重点化すべき研究課題を精査し、各実施課題に必要な予算を再計算して分配しており、予算配分は妥当である。

1. 委託プロジェクト研究課題の継続の適否に関する所見

- ・中間時の目標は達成しており順調に進捗していることから、本研究を継続することは妥当である。

2. 今後検討を要する事項に関する所見

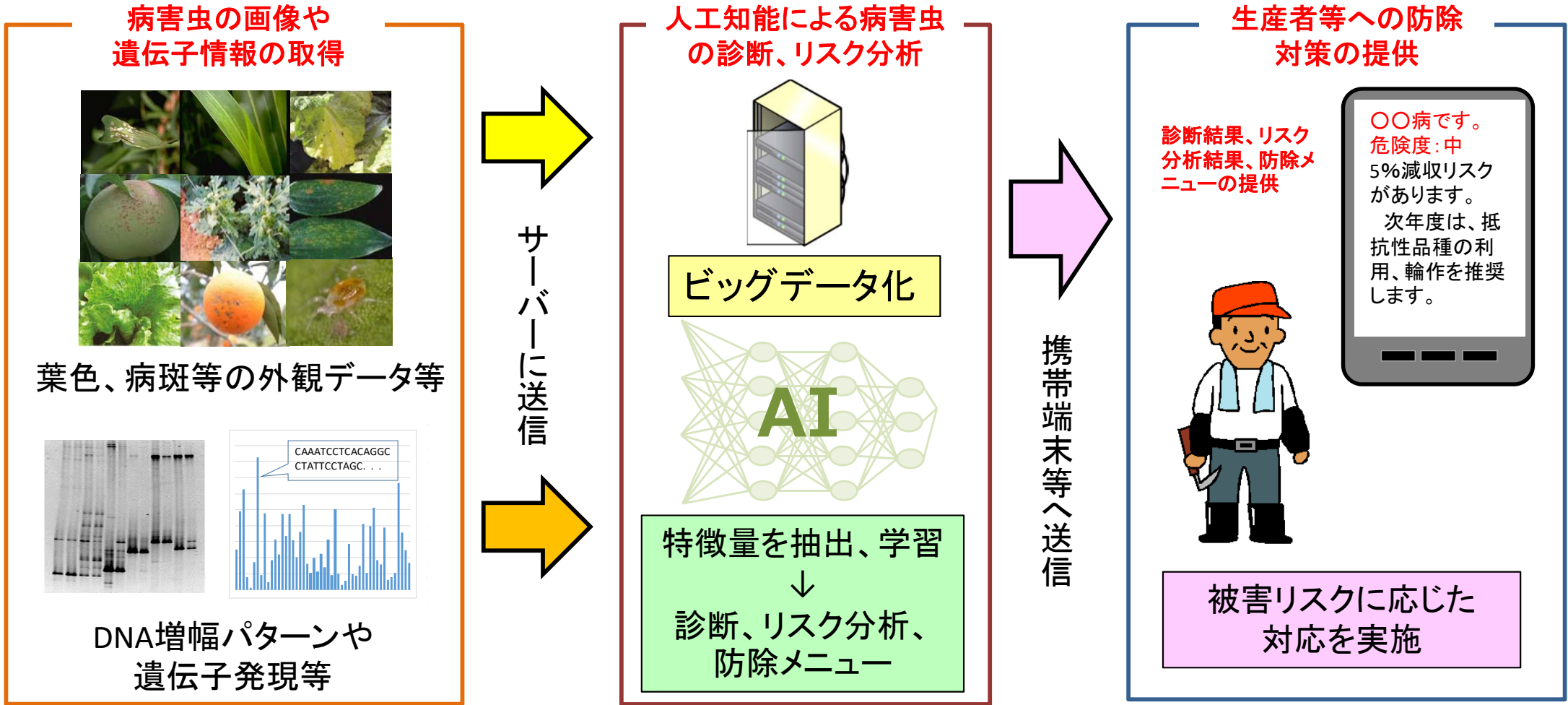
- ・病害虫が出たのかという診断だけではなく、その広がりを把握できるような方策を検討されたい。
- ・現場への導入を進めるに当たっては、まずは地域の指導的な立場の方に利用していただくなど、普及しやすいような方策を検討されたい。また、農家が導入した場合の経済的なメリットを示すことを検討されたい。
- ・アウトカム目標について、もう少し挑戦的な目標とすることを期待する。
- ・今後、AIを活用し病害虫の発生前に予測する病害虫発生予察の技術開発など、次のステップについて検討することを期待する。

[研究課題名] 人工知能未来農業創造プロジェクトのうち、AI を活用した病害虫早期診断技術の開発

用語	用語の意味	※ 番号
AI	人工知能。Artificial Intelligence の略。	1
ICT	情報通信技術。Information and Communication Technology の略。	2
スマート農業	ロボット技術やICTを活用して、農作業の超省力（手間や労働力を省く）化や高品質の農産物生産を実現する新たな農業。	3
IoT	モノのインターネット。Internet of Things の略。コンピュータなどの通信機器だけでなく、様々なモノに通信機能を持たせ、インターネットに接続したり相互に通信したりすることによって、自動認識や遠隔計測等を行うこと。 例：果樹園に設置した日射、温度、湿度等を通信機能のある計測機器で自動的に集め、分析結果を栽培に活用する等。	4
Society5.0	サイバー空間（仮想空間）とフィジカル空間（現実空間）を高度に融合させたシステムにより、経済発展と社会的課題の解決を両立する、人間中心の社会（Society）。狩猟社会（Society 1.0）、農耕社会（Society 2.0）、工業社会（Society 3.0）、情報社会（Society 4.0）に続く、新たな社会を指すもので、第5期科学技術基本計画において我が国が目指すべき未来社会の姿として初めて提唱された。	5
ランダムフォレスト	機械学習のアルゴリズムのひとつで、分類、回帰、クラスタリング等に用いられる。ランダムサンプリングされたトレーニングデータによって学習した多数の決定木（予測モデル）を使用する。	6
深層学習	人工知能の一種。データを学習し、自動的に識別や、分類を行うようになる。汎用性、識別性能が高いが、大量のデータが必要となる。	7
ヘソディム	栽培前に圃場の発病ポテンシャルを予め診断・評価し、評価結果に応じて対策を講じる土壌病害管理法。健康診断の発想に基づく土壌病害管理（HeSoDiM: Health checkup based Soil-borne Disease Management）。	8
過学習	深層学習を行う際に問題となる現象。学習用データに過剰に適合することにより、その他のデータについての精度が極端に低下する。	9

人工知能未来農業創造プロジェクトのうち、AIを活用した病害虫早期診断技術の開発

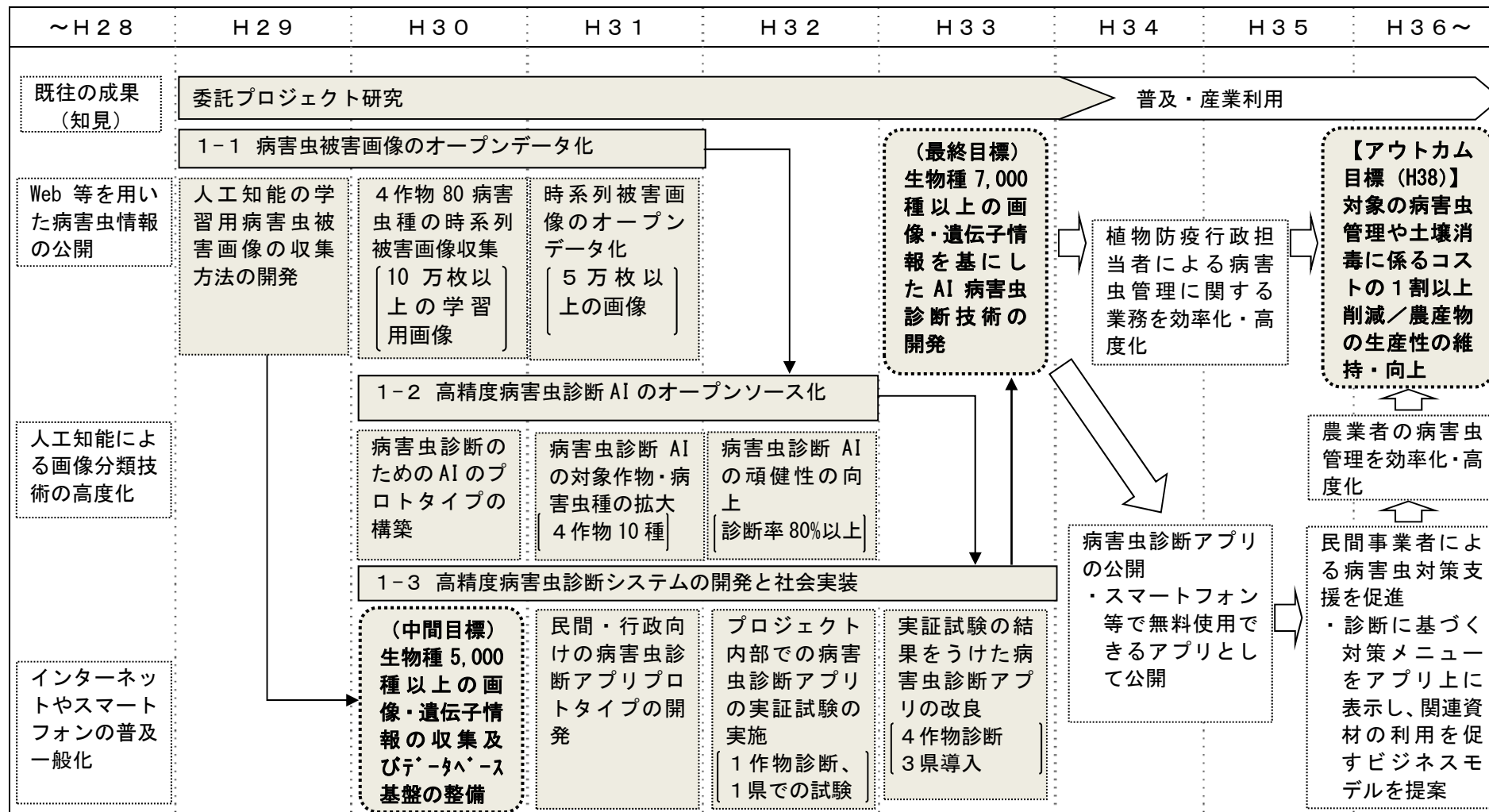
- 病害虫による減収リスクを回避するため、発生予察、農薬散布等により農業生産の安定を確保。
- 病害虫の発生や遺伝子情報等から、AIを活用して**早期診断**、**リスク分析**を行い、生産者に適切な防除対策情報を提供することで**被害を最小化**。さらに、農薬使用量を低減し、低コスト化、軽労化に貢献。



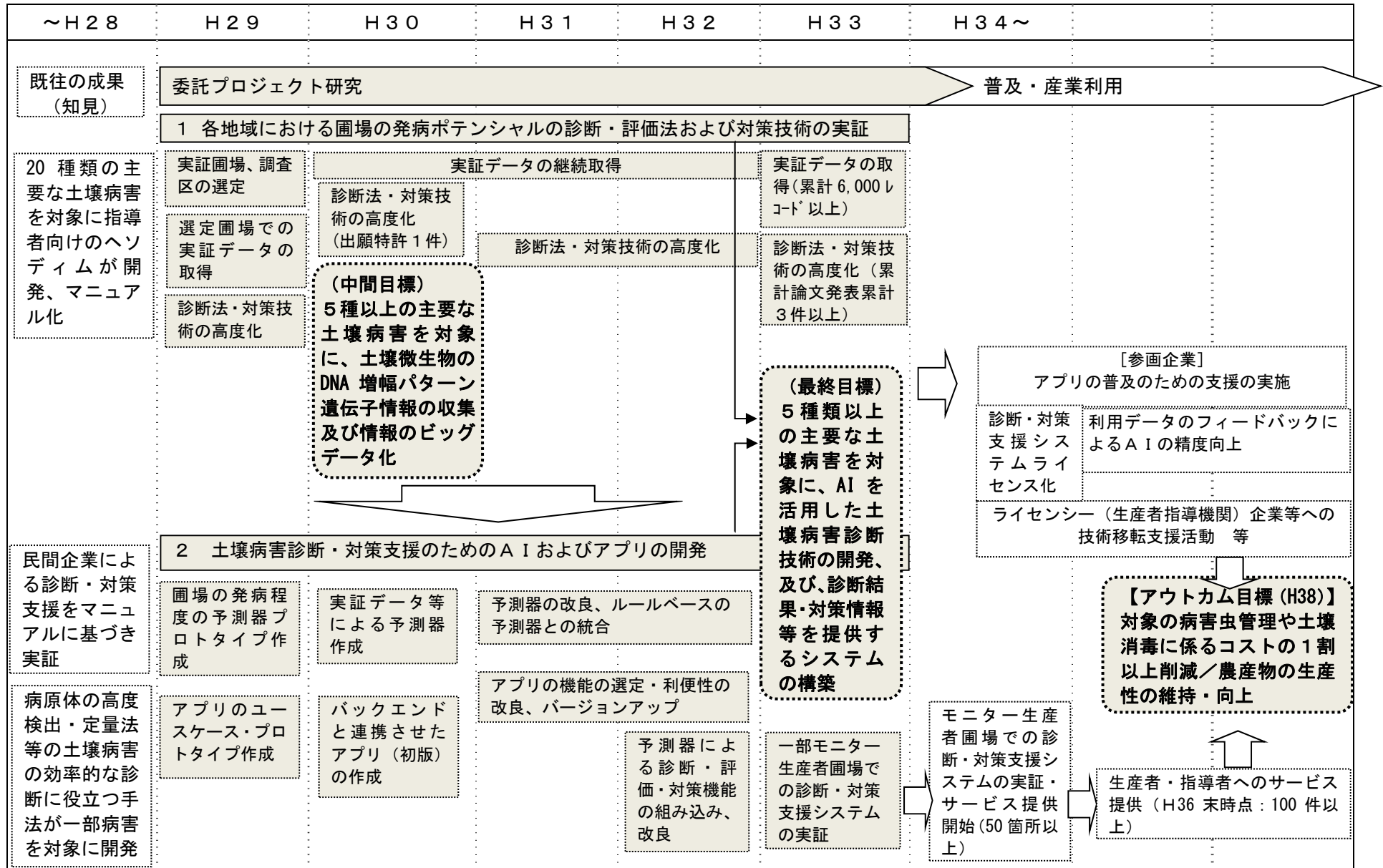
被害リスクをAI診断し、早期の対応を可能として病害虫被害の最小化を達成

【ロードマップ（中間評価段階）】

＜課題①：AI を活用した病害虫診断技術の開発＞



<課題②：AI を活用した土壌病害診断技術の開発>



人工知能未来農業創造プロジェクトのうち、AIを活用した病害虫早期診断技術の開発 <課題①:AIを活用した病害虫診断技術の開発> これまでの主な成果

(研究概要) 新規農業者等の病害虫管理を支援するために、スマホ等で撮影した被害写真から病害虫種を自動診断するアプリを開発した

病害虫被害画像のオープンデータ化



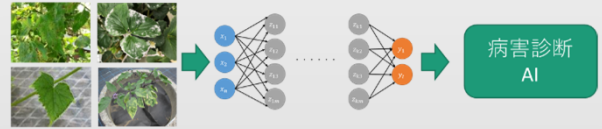
トマト、イチゴ、キュウリ、ナスを対象に約80種の病虫画像を30万枚以上収集



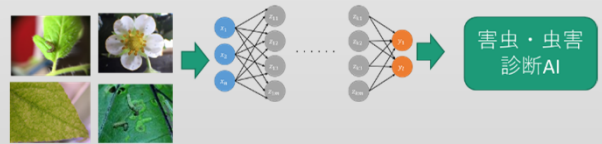
収集した画像のうち、約7万枚をAI学習用画像としてデータベースに登録
 また、主要病害虫を含む5047種の生物の画像や遺伝子情報等を収集し、カタログデータベースの基盤を整備

高精度病害虫診断AIのオープンソース化

病害判別AIの開発



害虫・虫害判別AIの開発



病害と害虫・虫害について、それぞれ80%以上の識別精度をもつ人工知能のプロトタイプを開発

	事業初期の識別率* (単独施設、約8,000枚) (評価用データの識別精度約80%)	現在の識別率 (複数施設、約48,000枚) (評価用データの識別精度約90%)
べと病	38	49
褐斑病	18	50
うどんこ病	9	70
CCVY	62	61
MYSV	14	34
健全	66	66

モデルの改良
 多様かつ大量のデータ

着実な識別率の向上

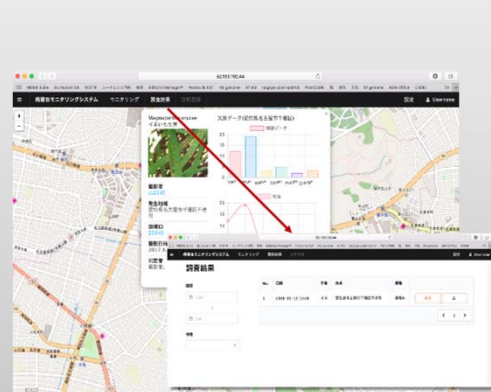
*学習・評価用データとは全く異なる環境で撮影された画像の識別正答率

収集した画像データを活用し、より高精度かつ頑健性の高い人工知能へと改良

行政・民間向けアプリの開発



ユーザーが簡単に、信頼して利用できるスマホアプリのプロトタイプを開発



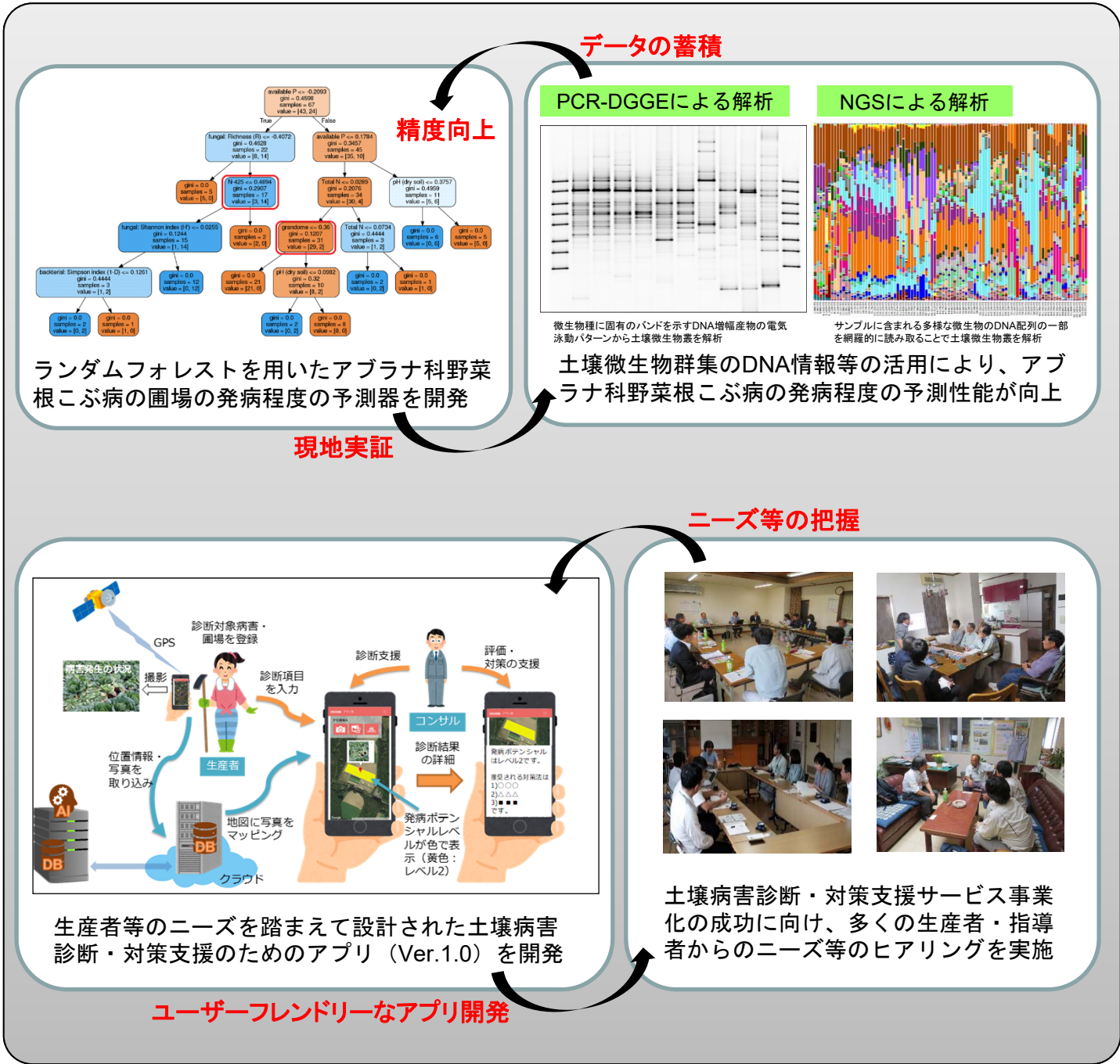
多様な植物防疫に係わる情報を収集・管理するアプリケーションを開発

(今後の方針) さらに画像データを収集し、AIの学習を進め、診断精度を向上させるとともに、ユーザーが使いやすいアプリとして実装する

人工知能未来農業創造プロジェクトのうち、AIを活用した病害虫早期診断技術の開発 <課題②>: AIを活用した土壌病害診断技術の開発 > これまでの主な成果

(研究概要) 土壌病害を未然に防ぎ、土壌消毒等にかかる労力・コストを削減するため、土壌診断や圃場の履歴等の情報に基づき、AIを活用して土壌病害の発病リスクを栽培前に診断する技術を開発するとともに、発病リスクに応じて適切な対策を講じるための支援システムを構築する。

アブラナ科野菜根こぶ病の発病程度の予測器および 土壌病害診断対策支援のためのアプリ (Ver.1) を開発



(今後の方針) さらに土壌データを収集し、他の土壌病害に対応した予測器を開発するとともに、AIによる診断精度を向上させる。最終的に、5種類以上の主要な土壌病害を対象に、土壌病害診断技術を開発し、ユーザーのニーズを踏まえた診断・対策支援システムを構築する。