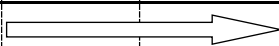
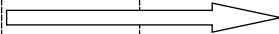


委託プロジェクト研究課題評価個票（終了時評価）

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を活用した病虫害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～R3（5年間）			総事業費（億円）	9.8億円（見込）
研究開発の段階	基礎	応用	開発		
					
研究課題の概要					
<p><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虫害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。</p> <p><課題①：AIを活用した病虫害診断技術の開発（平成29～令和3年度）> 農業生産に大きな損害を与える恐れのある病虫害を、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。</p> <p><課題②：AIを活用した土壌病害診断技術の開発（平成29～令和3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。</p>					
1. 委託プロジェクト研究課題の主な目標					
<p><①：AIを活用した病虫害診断技術の開発> 生物種7,000種以上の画像・遺伝子情報を基にしたAI病虫害診断技術の開発 [70個以上の識別器を搭載した病虫害診断アプリの開発]</p> <p><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。</p>					
2. 事後に測定可能な委託プロジェクト研究課題としてのアウトカム目標（R8年）					
AIを活用した病虫害早期診断技術が社会実装されることにより、対象の病虫害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. 研究成果の意義**

ランク：A

研究成果の科学的・技術的な意義、社会・経済等に及ぼす効果の面での重要性

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. 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 最終の到達目標に対する達成度

<課題①：AIを活用した病害虫診断技術の開発（平成29～令和3年度）>

見直し前の目標については、R2年度時点で7100種以上の画像・遺伝子情報を取得済みであり、終了時までこれを基としたAI病害虫診断技術の開発は達成できる見込みとなった。そのうえで、研究目標を営農者等が自ら利用する病害虫診断アプリに搭載する識別器（識別可能な部位および病害）に変更することで、病害虫早期診断技術の社会実装への貢献をより直接的に評価することとした。

令和2年度までに、トマト、キュウリ、イチゴ、ナスで発生する病害虫について、それぞれ14個、13、16個、12個の合計58個の識別器を開発し、テスト運用中の病害虫診断アプリに搭載済みである。以上より、目標達成に向け順調に進捗している。

<課題②：AIを活用した土壌病害診断技術の開発（平成29～令和3年度）>

対象とした5種類の土壌病害について、現地圃場の土壌の理化学性、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、および土壌DNAに基づく生物性情報等の各種情報を土壌サンプル毎に収集・整理した。これにより、令和2年度までに約5,200土壌サンプル分の情報を取得し、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することで、圃場の発病ポテンシャルを予測するモデル（予測器）および最適な発病ポテンシャルの予測器を選択するモデル（判別器）からなるAIを開発した。さらに、開発されたAIを実装したアプリ（AIアプリ）を開発した。

これらの成果から、終了時時の目標は十分に達成される見込みである。

②最終の到達目標に対する今後の達成可能性とその具体的な根拠

<課題①：AIを活用した病害虫診断技術の開発（平成29～令和3年度）>

最終到達目標として、「70個以上の識別器を搭載した病害虫診断アプリの開発」を目指しており、以下の具体的な成果が得られている。

現在までに病害虫画像50万枚以上を撮影し、うち30万枚以上を深層学習（※5）に用いて58個の識別器を構築した。識別器の開発にあたっては、学習用のデータと評価用データを、異なる府県から得られた画像を用いることや、病害虫識別にあたり2種類の人工知能を組み合わせる等の改良を加えることで、開発段階の評価で平均85%以上の精度を持つ識別器を構築した。これら識別器について、R2年度に実圃場での診断精度を検証したところ、平均で75%程度の正答率を示した。精度検証にあたっては、開発済みの診断アプリを用いるとともに、スマートフォン等で撮影した大量の画像を一括して検証するためのツールを開発して効率化をはかった。また、成果の速やかな社会実装にむけ、診断アプリの対応するOSを増やした。

今後も病害虫の被害画像は継続して蓄積する予定であり、これらを整備して現在対応していない作物の部位や病害虫に対応することで、70個以上の識別器の開発が可能である。さらに、これら画像をAIの学習に活用するとともに、現地検証において正答が得られなかった画像を検証することで、識別率の向上と頑健性の高い識別器の構築が可能である。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、プロトタイプ之作製が完了しており、70個以上の識別器を搭載した病害虫診断アプリの開発という目標の達成は可能である。

<課題②：AIを活用した土壌病害診断技術の開発（平成29～令和3年度）>

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、以下の具体的な成果が得られている。

現在までに、対象としている5種類の土壌病害それぞれについて、圃場の発病ポテンシャルを予測する予測器が圃場条件ごとに複数ずつ開発されるとともに、それらのアルゴリズムの調整等により、各予測器の精度の向上が図られた。さらに、診断対象圃場の条件に応じて、開発された複数の予測器の中から最適な発病ポテンシャルの予測器を選択するモデル（判別器）が開発された。土壌病害ごとに判別器と複数の予測器からなるAIが構築されたことにより、任意の圃場における土壌病害の発病ポテンシャル評価が可能となった。また、AIを生産者に利用してもらうために、現地生産者や指導者などからのヒアリングに基づき、対象病害ごとに発病ポテンシャル診断に要する情報を簡便な操作で伝えられる視認性を備えたAIアプリが開発された。今後は、現地圃場でのAIアプリを用いた土壌病害管理の有効性の検証や、モニターによる操作性、視認性の評価を踏まえたAIアプリの改良、さらにはAIアプリを用いた土壌病害診断・対策支援システムに最適なビジネスモデルを構築する計画である。

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：AIを活用した病害虫診断技術の開発（平成29～令和3年度）>

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：AIを活用した土壌病害診断技術の開発（平成29～令和3年度）>

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、これまでにヘソディム（※6）と呼ばれる病害管理法の実践によって土壌消毒に係るコストが削減できることが明らかになっている。しかし既存のヘソディムマニュアルは指導者向けに作成されており、対象地域も限定されている。

そこで本研究では、対象地域を広げるとともに生産者自身がヘソディムを実践できるようにAIアプリ

を開発しているが、現在までに既存のマニュアルによる管理法と同程度の有効性を示すAIアプリが予定通り開発されている。AIアプリを活用することで、これまでマニュアルが整備されていない地域においても生産者自身によりヘソディムの実践ができるようになることから、従来よりも広域における土壌消毒に係るコストの削減および生産性の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（ライセンサー）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、啓蒙活動によってライセンサーとなる候補企業等を増やすとともに、ライセンサー候補企業等からの意見聴取を行い、開発されるAIアプリを使った事業化に望ましいビジネスモデルの選定を進めることにより、現在3社がAIアプリを将来のビジネスとして取り組むことを検討しているなど、研究課題終了後の社会実装に向けた取組みが進んでいる。

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：AIを活用した病害虫診断技術の開発（平成29～令和3年度）>

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、展示会や一般市民、農業者向けの講演会、行政機関での講義等で広く情報提供を行っている。

<課題②：AIを活用した土壌病害診断技術の開発（平成29～令和3年度）>

1) AI開発担当機関がデータ収集担当者らと各収集データの内容についての検討を綿密に積み重ねることでデータのクレンジング（※7）を行い、AIの性能向上を図るとともに、生産者ニーズを踏まえたAIアプリを開発した。

2) AIアプリを用いた土壌病害管理の実証を行ってもらい生産者や企業等をこれまでに4件選定し、うち1件については令和2年度から現地圃場での実証を行うことで、従来のマニュアルによる管理法と同程度の有効性があることを確認した。

3) 計44回の現地の営農指導者、生産者や企業関係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い、事業終了後のAIアプリ販売のための3つのビジネスモデルを選定した。

4) 生産者、指導者、企業等を対象に、AIを活用した土壌病害管理の意義や生産者ニーズ等について理解を深めるための勉強会や講演、宣伝活動を計13回行い、受託する関連企業の参加を促進した。

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きたか等）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するとともに、AIアプリによる病害管理の有効性の現地実証の加速化のために民間企業に新たに課題参画してもらい、成果の社会実装に向けた取組みの強化も図った。

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。

【総括評価】

ランク：A

1. 委託プロジェクト研究課題全体の実績に関する所見

- ・人工知能を活用した病害虫や土壌病害の診断技術の開発は、農業現場の課題を解決する上で重要性が非常に高まっている。加えて、こうした技術開発は農業就労人口の減少に対する対策としても重要であり、研究の意義は非常に大きい。
- ・研究は順調に進んでおり、目標の達成は十分可能と判断する。
- ・実用化に向けて極めて具体的な道筋がしっかりと検討されており、実現可能性が非常に高い出口となっている点は高く評価できる。

2. 今後検討を要する事項に関する所見

- ・技術の公開、非公開の整理が、十分にされていないのではとの懸念がある。慎重にしっかりと検討する必要があるのではないかと。
- ・データの流通やアプリケーションのオープン・クローズポリシー、関連するガイドラインを最終年度にしっかりと設定して、普及に向けた基盤を作っていただきたい。

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

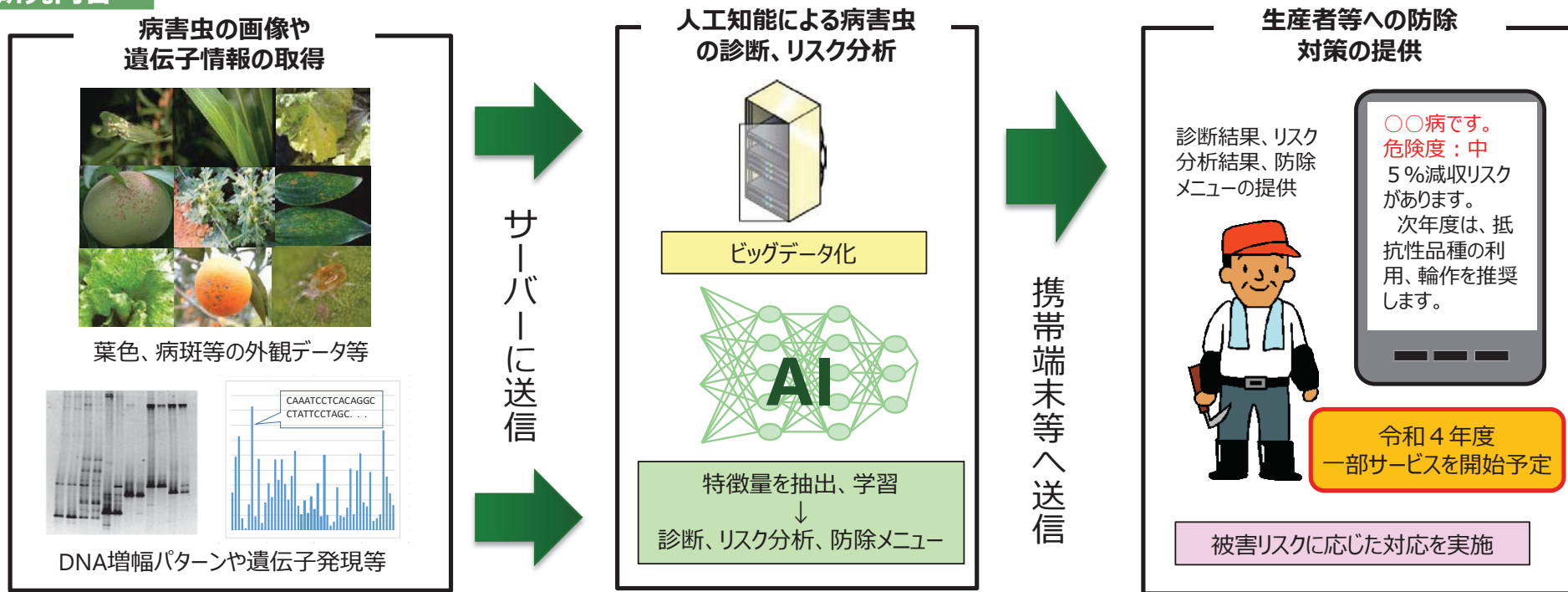
用語	用語の意味	※ 番号
AI	人工知能。Artificial Intelligence の略。	1
ICT	情報通信技術。Information and Communication Technology の略。	2
スマート農業	ロボット技術やICT(Information and Communication Technology:情報や通信に関連する科学技術)を活用して、農作業の超省力(手間や労働力を省く)化や高品質の農産物生産を実現する新たな農業。	3
IoT	モノのインターネット。Internet of Things の略。コンピュータなどの通信機器だけでなく、様々なモノに通信機能を持たせ、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
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。	5
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)。	6
クレンジング	機械学習の性能を下げってしまうような異常値や外れ値などのデータを取り除くこと。	7

① AIを活用した病害虫早期診断技術の開発 【継続】

背景と目的

- 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。

研究内容



到達目標

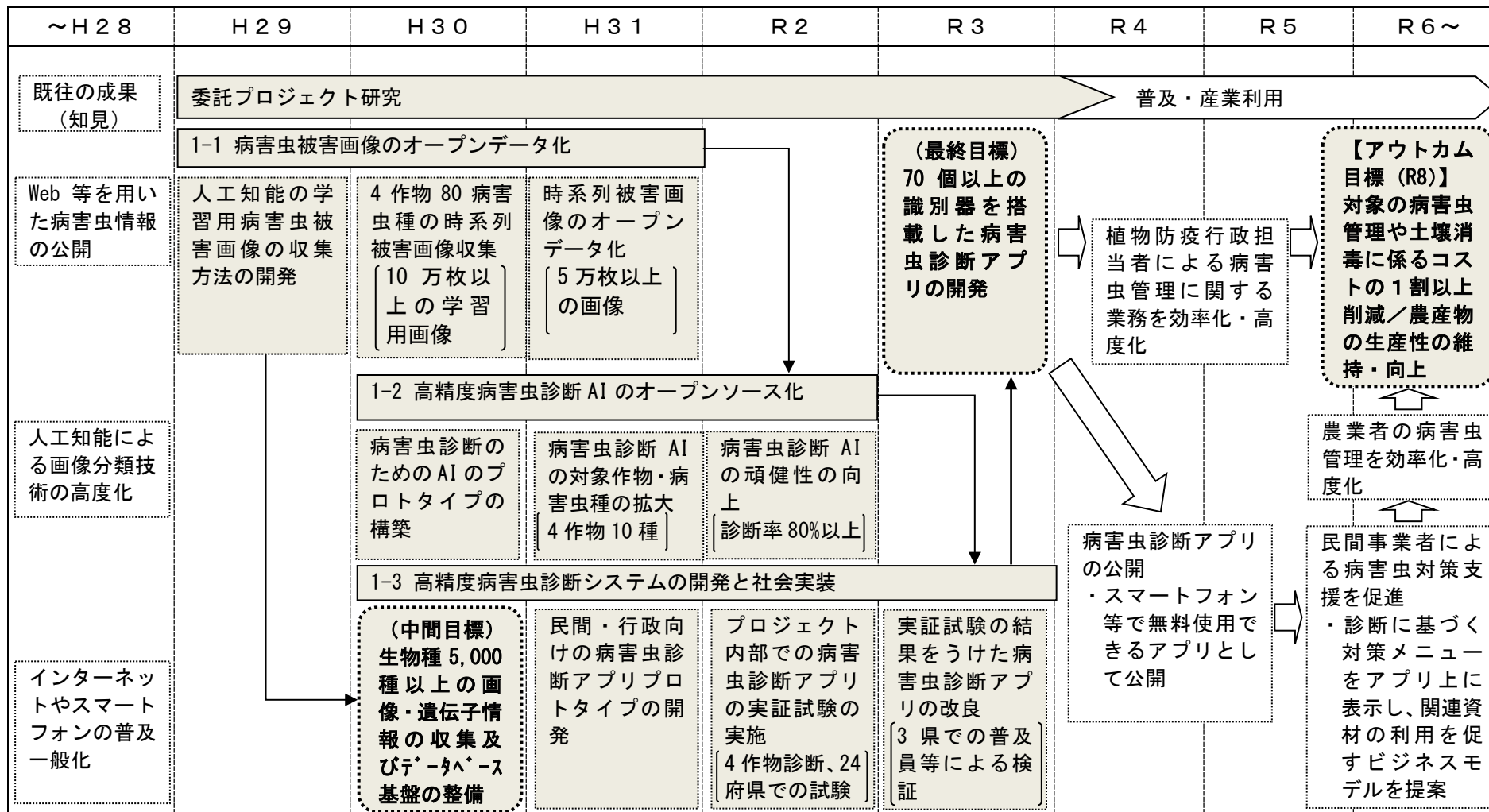
病害虫の管理コストの1割削減に資するシステムの構築

期待される効果

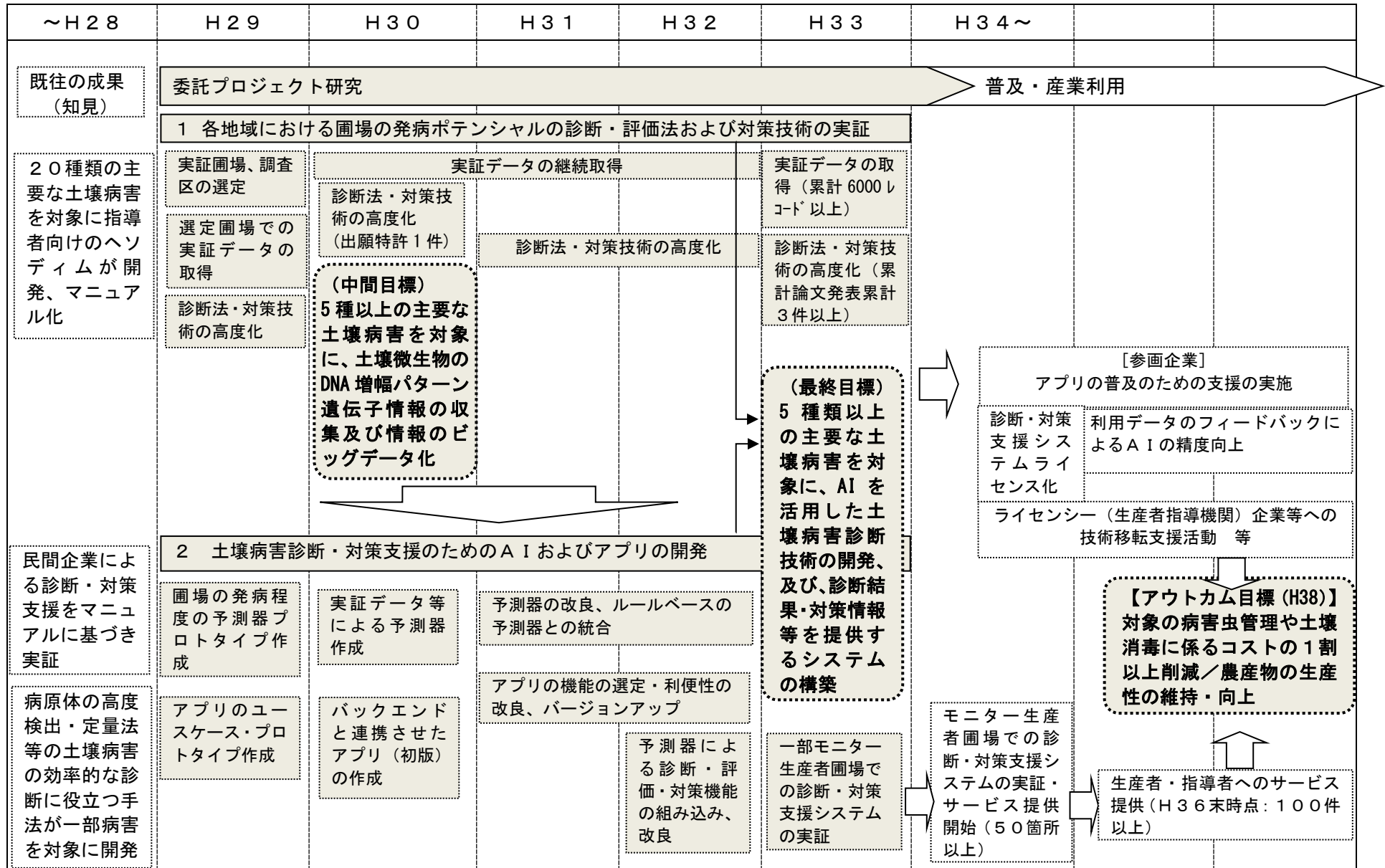
被害リスクをAI診断し、発生状況に応じた適時防除に転換

【ロードマップ（終了時評価段階）】

＜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>

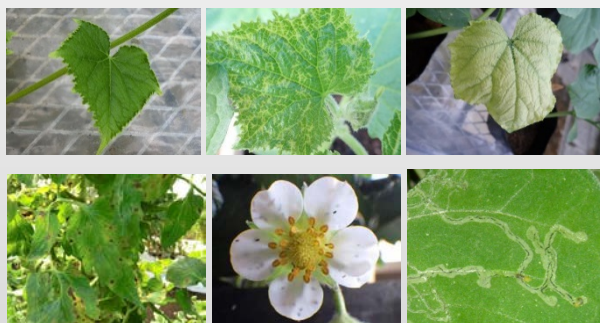


【人工知能未来農業創造プロジェクト】AIを活用した病害虫早期診断技術の開発

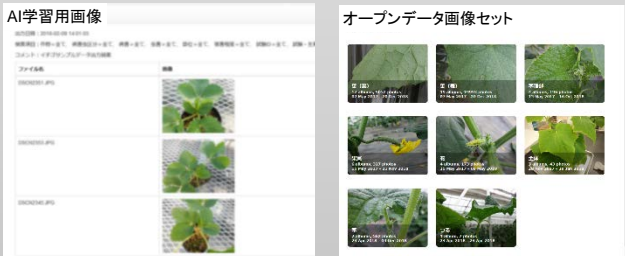
<課題①: AIを活用した病害虫診断技術の開発> これまでの主な成果

(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



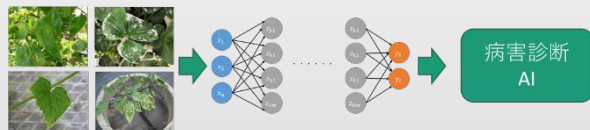
トマト、イチゴ、キュウリ、ナスを対象に約80種の病虫画像を50万枚以上収集



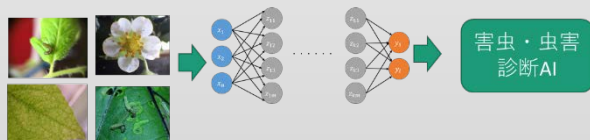
収集した画像のうち、約20万枚をAI学習用画像としてデータベースに登録し、オープンデータとして公開
主要病害虫を含む5047種の生物の画像や遺伝子情報等を収集し、カタログデータベースの基盤を整備

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を開発、現地実証にて精度を検証

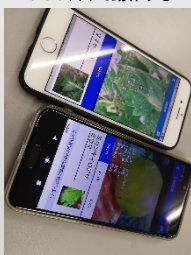


被害画像(左)から葉の領域をAIにより抽出(中央)、診断することで、識別精度の向上をはかる。また、診断時に注目した箇所を可視化(右)、AIの頑健性を評価する

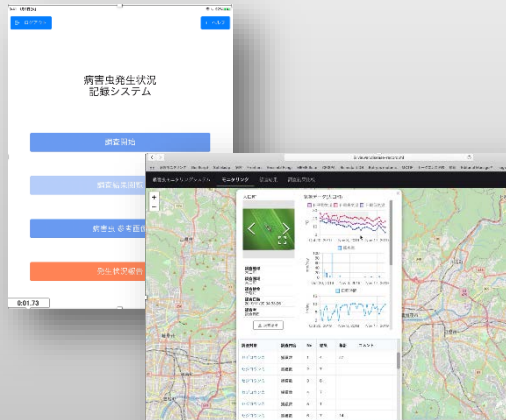
収集した画像データを活用するとともに、新規の識別手法を開発し、より高精度かつ頑健性の高い人工知能へと改良

行政・民間向けアプリの開発

アプリはiOS(上)とAndroid(下)で動作する



ユーザーが簡便に、信頼して利用できるスマホアプリを開発、現地試験による精度検証を実施



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) 収集した画像データを用いて、AIの学習・高度化を進めるとともに、現地実証を進めることで現場での精度80%を実現し、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】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

AIを活用して、土壌診断や圃場の履歴等の情報に基づき、土壌病害の発病ポテンシャルを栽培前に診断する技術を開発するとともに、発病ポテンシャル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。

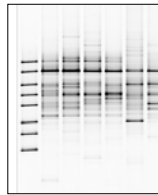
主要成果

土壌病害の発病ポテンシャルを診断するAIおよびAIアプリを開発

全国の約5,200の農耕地土壌サンプルのデータ（理化学性、病害発生程度、耕種概要、肥料・農薬履歴、土壌DNAに基づく生物性情報等）を収集・整理



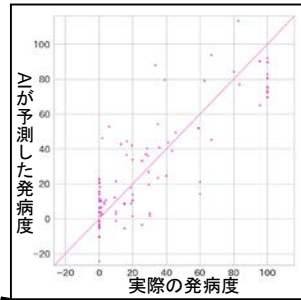
土壌DNAに基づく生物性情報



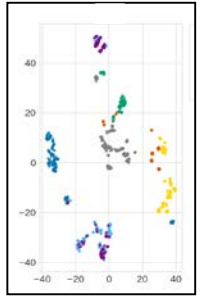
機械学習

病害毎に圃場の発病ポテンシャルを予測する予測器と、圃場に適した予測器を選択できる判別器を開発

作成された予測器の性能の評価例



判別器で分類されるキャベツ圃場の分布



検証

AIによる診断をアプリ化

ニーズ把握



土壌病害診断・対策支援サービス事業化の成功に向け、多くの生産者・指導者からのニーズ等のヒヤリングを実施

試用

圃場登録



発病ポテンシャル診断結果



診断結果に応じた対策技術



生産者等のニーズを踏まえて設計された土壌病害診断・対策支援のためのAI搭載アプリを開発

今後の方針

- ・圃場での実証等によりAIアプリをバージョンアップ。
- ・ユーザーニーズに対応した利用者が使いやすい商用版AIアプリを完成。