

農林水産研究推進事業委託プロジェクト研究  
 人工知能未来農業創造研究  
 AIを活用した土壌病害診断技術の開発  
 令和3年度 最終年度報告書

課題番号	17935468
研究実施期間	平成29年度～令和3年度（5年間）
代表機関	国立研究開発法人 農業・食品産業技術総合研究機構 植物防疫研究部門
研究開発責任者	吉田 重信
研究開発責任者 連絡先	TEL : 029-838-8829
	FAX : 029-838-8829
	E-mail : yoshige@affrc.go.jp
共同研究機関	北海道立総合研究機構 農業研究本部中央農業試験場
	宮城県農業・園芸総合研究所
	群馬県農業技術センター
	千葉県農林総合研究センター
	神奈川県農業技術センター
	長野県野菜花き試験場
	静岡県農林技術研究所
	富山県農林水産総合技術センター
	岐阜県農業技術センター
	三重県農業研究所
	香川県農業試験場
	高知県農業技術センター
	熊本県農業研究センター
	国立研究開発法人 農業・食品産業技術総合研究機構 西日本農業研究センター
東京農業大学	
普及・実用化 支援組織	アグロ カネショウ（株）
	（株）システム計画研究所
	（株）CTIフロンティア

<別紙様式3>最終年度報告書

I-1. 年次計画

研究課題	研究年度					担当研究機関・研究室		研究担当者 (注1)
	29	30	1	2	3	機関	研究室	
研究開発責任者	/	/	/	/	/	農研機構植物防疫研究部門	病害虫防除支援技術グループ	◎吉田重信
1 各地域における圃場の発病ポテンシャルの診断・評価法および対策技術の実証	○	○	○	○	○	農研機構植物防疫研究部門	病害虫防除支援技術グループ	○吉田重信
1-1 アブラナ科野菜根こぶ病に対する診断・対策技術の実証	○	○	○	○	○	北海道立総合研究機構 農業研究本部中央農業試験場	病虫部 病害虫グループ	野津あゆみ (~2020.3) △角野晶大 (2020.4~) 相馬 潤 (~2020.3) 岩崎暁生 (~2021.3) 西脇由恵 (2021.4~)
	○	○	○	○	○	宮城県農業・園芸総合研究所	園芸環境部 病害チーム	△大場淳司 近藤 誠 (~2020.3) 大河原香織 (2020.4~) 木村智志 (~2021.3) 格井晶吾 (2021.4~)
	○	○	○	○	○	園芸環境部 遺伝子工学チーム		板橋 建 大坂正明 (~2020.3) 進藤友恵 (2020.4~)
	○	○	○	○	○	千葉県農林総合研究センター暖地園芸研究所	生産環境研究室	△久保周子 河名利幸 (~2018.3) (2021.4~) 大谷 徹 (2018.4~ 2021.3)
	○	○	○	○	○	神奈川県農業技術センター	生産環境部 病害虫研究課	△岡本昌広 (~2019.6、 2021.4~) 折原紀子 (2019.6~ 2021.3)

							島田涼子 (2019.12～)
						生産環境部 土壌環境研究課	上山紀代美 井上 弦 (～2018.3) 山崎 聡 (～2021.3) 田中 暢 (2021.4～)
						三浦半島地区事務所 研究課	原 康明 (～2021.3) 竹本 稔 (2021.4～) 西野 翔 (2020.4～)
						三浦半島地区事務所 普及指導課	福田啓介 (～2021.3) 井山佳代子 (～2018.3) 石森裕康 (～2021.3) 上井憲治 (2020.4～ 2021.3) 原 康明 (2021.4～) 簗島綾華 (2021.4～)
○	○	○	○	○	長野県野菜花き試験場	環境部	山岸菜穂 (～2018.3) △藤永真史 (2018.4～ 出澤文武 (～2018.3) 古田 岳 (～2018.3) 藤 結宇 (2019.4～) 鮎澤純子 (2017.4～)
○	○	○	○	○	富山県農林水産総合技術センター	園芸研究所	杉山洋行 (～2018.3) 川部眞登 (～2019.3) 西村麻実 (～2020.3) △有馬秀和 (2019.4～) 八重樫 元 (2019.12～ 2021.5) 奥野善久 (2020.4～)
						農業研究所	関原順子 (～2018.3) 三室元気 (2018.4～) 守川俊幸

								岩田忠康 (2018.4～) 吉島利則 (～2019.3) 小池 潤 (～2020.3) 青木由美 (2020.4～)
	○	○	○	○	○	三重県農業研究所	農産物安全安心研究課	△中嶋香織 川上 拓 黒田克利 (～2018.3) 磯崎真英 (～2019.3) 西野 実 (2019.4～)
	○	○	○	○	○	香川県農業試験場	生産環境部門	森 充隆 (～2019.3) 中西 充 △山下陽子 (2021.4～) 西村文宏 佐野有季子 (2019.4～) 藤澤 遥 (～2021.3)
	○	○	○	○	○	熊本農業研究センター生産環境研究所	病害虫研究室	江口武志 (～2020.3) △坂本美沙 (2020.4～) 坂本幸栄子 (～2020.3) 舛本将明 (2020.4～) 古家 忠 (～2020.3) 戸田世嗣 (2020.4～) 本田裕貴 (～2020.3) 樋口聡志 (2020.4～) 吉永英樹 (2020.4～)
	○	○	○	○	○	農研機構西日本農業研究センター	生産環境研究領域	福永亜矢子 (～2021.3) △北林奨也 (2020.10～)
1-2 ネギ黒腐菌核病に対する診断・対策技術の実証	○	○	○	○	○	群馬県農業技術センター	病害虫係	酒井 宏 (～2020.3) △池田健太郎 (2020.4～) 三木静恵 (～2020.3) 菊池優以 (2020.4～)

								2021. 3) 古澤安紀子 (~2019. 3) 星野啓佑 (2019. 4~) 新井美優 (2021. 4~)
							土壌保全係	鹿沼信行 染矢和子 (~2019. 3) 関口景子 (2019. 4~ 2021. 3)
	○					神奈川県農業技術セ ンター	生産環境部 病害虫 研究課	△岡本昌広
							生産環境部 土壌環 境研究課	上山紀代美 山崎 聡 井上 弦
	○	○	○	○	○	静岡県農林技術研 究所	植物保護・環境保 全科	△伊代住浩幸 斉藤千温 福島 務 (~2018. 3) 高橋冬実 (2018. 4~) 若澤秀幸 (~2018. 3) 寺田彩華 (~2021. 3) 金原菜見 (2021. 4~)
1-3 パーティシリ ウム病害にに対する診 断・対策技術の実証	○	○	○	○	○	宮城県農業・園芸総 合研究所	園芸環境部 病害チ ーム	近藤 誠 (~2020. 3) △大河原香織 (2020. 4~) 大場淳司 木村智志 (~2021. 3) 格井晶吾 (2021. 4~)
							園芸環境部 遺伝子 工学チーム	板橋 建 大坂正明 (~2020. 3)
	○	○	○	○	○	群馬県農業技術セ ンター	病害虫係	酒井 宏 (~2020. 3) △池田健太郎 (2020. 4~) 三木静恵 (~2020. 3) 菊池優以 (2020. 4~ 2021. 3) 古澤安紀子 (~2019. 3)

							星野啓佑 (2019.4～) 谷口高大 (～2020.3) 横山 薫 (2020.4～)
						土壤保全係	鹿沼信行 染矢和子 (～2019.3) 関口景子 (2019.4～)
						高冷地野菜研究センター	大河原一晶 (～2019.3) 小暮恵太 (2019.4～)
	○	○	○	○	○	アグロカネショウ (株)	技術普及部 △美野光哉
1-4 卵菌類病害に 対する診断・対策技術 の実証	○	○	○	○	○	富山県農林水産総合 技術センター	農業研究所 関原順子 (～2018.3) △三室元気 (2018.4～) 守川俊幸 岩田忠康 (2018.4～) 吉島利則 (～2019.4) 小池 潤 (～2020.3) 青木由美
							園芸研究所 杉山洋行 (～2018.3) 川部眞登 (～2019.4) 西村麻実 (2018.4～ 2020.3) 八重樫 元 (2019.12～ 2021.5) 有馬秀和 (2019.4～) 奥野善久 (2020.4～)
	○	○	○	○	○	香川県農業試験場	生産環境部門 森 充隆 (～2019.3) 中西 充 △山下陽子 (2021.4～) 西村文宏 佐野有季子 (2019.4～) 藤澤 遥 (～2021.3)

	○	○	○	○	○	高知県農業技術センター	生産環境課病理担当	矢野和孝 (~2021.3) △下元祥史 (2021.4~) 沖 友香 山崎淳紀 林 一沙 (2019.4~) 白石 航 (2020.4~ 2021.3)
1-5 青枯病に対する診断・対策技術の実証	○	○	○	○	○	岐阜県農業技術センター	病理昆虫部	村元靖典 (~2021.3) 渡辺秀樹 (~2021.3) 宮崎暁喜 (2020.4~) △小島一輝 (2019.4~)
	○	○	○	○	○	三重県農業研究所	農産物安全安心研究課	△川上 拓 中嶋香織 黒田克利 (~2018.3) 磯崎真英 (~2019.3) 西野 実 (2019.4~)
	○	○	○	○	○	高知県農業技術センター	生産環境課病理担当	矢野和孝 (~2021.3) △下元祥史 (2021.4~) 沖 友香 山崎淳紀 林 一沙 (2019.4~) 白石 航 (2020.4~ 2021.3)
1-6 現地栽培圃場の土壌の生物性情報等の収集	○	○	○	○	○	農研機構植物防疫研究部門	病虫害防除支援技術グループ	△吉田重信 山内智史 三室元気 (~2018.3) 田澤純子 (2018.4~) 野口雅子 (2019.4~) 佐藤恵利華 (2019.10~) 関口博之 (2021.4~) 野見山孝司 (2021.4~)
2 土壌病害診断・対策支援のためのAI開発	○	○	○	○	○	東京農業大学	生命科学部分子微生物学科	○對馬誠也

および普及に向けたビジネスモデルの確立								
2-1 病害診断・対策支援のためのAIおよびユーザーインターフェースの開発	○	○	○	○	○	(株) システム計画研究所	事業本部第2セグメント	△上島 仁 早川聡一 先田裕美子 北島哲郎 (~2018.3) 関 正媛 (~2018.3) 奥村義和 (~2019.3) 宮下弥大 (2019.4~) 沈 匡祧 (~2020.3) 平木俊行 (~2020.3) 小林啓二 (2019.4 ~2020.3) 高崎 基 (2021.10~)
2-2 病害診断・対策支援サービス普及のためのビジネスモデルの検証および確立	○	○	○	○	○	東京農業大学	生命科学部分子微生物学科	△對馬誠也 齋藤宏昌 (2018.4~) 山本紘輔 (2018.4~)
	○	○	○	○	○	アグロカネショウ(株)	技術普及部	美野光哉
				○	○	(株) CTI フロンティア		野村奏史 (2020.4~)

(注1) 研究開発責任者には◎、小課題責任者には○、実行課題責任者には△を付してください。



## I-2. 研究目的

土壌病害は、栽培途中での防除が難しく経済的に大きな被害を与えるため、多くの生産現場ではクロルピクリン等の土壌消毒剤を防除暦に基づき栽培前に圃場全面あるいは産地で一斉に使用して、その発生を回避している。しかし、こうした防除法では、本来消毒剤処理を行う必要がない圃場にも使用することとなり、結果的に過剰な作業労力やコスト（農薬代等）を招く事態も起きている。これを回避するためには、土壌の発病リスクを指導者等が予め診断・評価し、評価結果に応じて適切な対策を講じる病害管理法（ヘソディム）が有効であり、その全国的な普及が必要である。しかし、これまでに開発されたヘソディムは、特定の産地を対象に開発されたものであるため、精度の高い診断が行える地域は限られていること、また、その診断を行う指導者も不足していることが、全国的な普及を図る上で支障となっている。その解決のためには、AIによって広範な地域で精度の高い病害診断・対策支援が行えるシステムを構築する技術開発が必要である。

このため、本研究では、

1. 各地域における圃場の発病ポテンシャルの診断・評価法および対策技術の実証
2. 土壌病害診断・対策支援のためのAI開発および普及に向けたビジネスモデルの確立

により、土壌や栽培条件等が異なっても対応でき、より広域な地域での普及に役立つAIを用いた土壌病害診断・対策支援技術を開発することを目標とする。

その結果、

1. 土壌消毒剤の使用量の低減等に伴う生産コストの削減および生産者の収益性の向上
2. 持続的な土壌病害管理による安定的農作物生産の実現

が期待される。

### I-3. 研究方法

#### (1) 各地域における圃場の発病ポテンシャルの診断・評価法および対策技術の実証

広範な地域で利用可能なAIによる精度の高い病害診断・対策支援システムを構築するためには、地域や栽培体系が多様な条件下で多くの実証データを収集する必要がある。そこで、本中課題では、現地で問題となっているアブラナ科野菜根こぶ病、ネギ黒腐菌核病、バーティシリウム病害、卵菌類病害、青枯病を対象に、ヘソディムの既存のマニュアルを基本に、全国各地の対象地域に対応した発病ポテンシャルの診断・評価方法および評価結果に基づく対策技術を設定し、それらを実証することでその有効性を明らかにする。以上の実証をPDCAサイクルで繰り返し行い、その過程で得られる調査区毎の実証試験データを各種栽培条件情報、土壌の生物性および理化学性情報等とともにデータ記録用フォーマット（データフォーマット）に「レコード」として収集し、AIの学習用データとして活用する。

#### (2) 土壌病害診断・対策支援のためのAI開発および普及に向けたビジネスモデルの確立

広範な地域で利用可能な精度の高い土壌病害診断・対策支援を一般化するためには、数多くの関連情報に基づくデータマイニング手法を導入し、総合的かつ高精度な診断を支援するAIを開発・活用する必要がある。そこで、本中課題では、中課題1の各実証試験で得られる実証データ等を取りまとめたデータフォーマットの情報に基づく機械学習により、圃場環境・栽培条件に応じて最適な診断項目、発病ポテンシャル評価結果、対策方法を自動で導き出し、発病ポテンシャルに応じた病害対策を支援する。

AIおよびAIにより導出される対象圃場の環境条件に適合した診断項目、発病ポテンシャル評価結果、対策方法を分かりやすく提示できるインターフェース（土壌病害診断・対策支援アプリ：AIアプリ）を開発する。また、AIの活用のためには、民間企業等による診断・対策支援サービスシステムを構築し、その普及を図る必要がある。そこで、本中課題では、本システム普及のためのビジネスモデルを設定し、その有効性を生産現場で検証するとともに、モデルを有効に機能させるための最適な診断・対策支援サービス形態（サービス価格等）を現場からのニーズ収集を踏まえて明らかにする。

### I-4. 研究結果

#### (1) 各地域における圃場の発病ポテンシャルの診断・評価法および対策技術の実証

北海道・長野県および香川県内のブロッコリー圃場、宮城県・神奈川県・富山県・三重県および熊本県内のキャベツ圃場、千葉県内のナバナ圃場、静岡県・神奈川県および群馬県内のネギ圃場、宮城県内のキク圃場、群馬県および茨城県内のハクサイ圃場、富山県および香川県内のタマネギ圃場、高知県内のショウガ圃場、岐阜県および三重県内のトマト圃場において、各地の代表的な作型等に対応した土壌病害（根こぶ病、ネギ黒腐菌核病、バーティシリウム病害、卵菌類病害または青枯病）に対する圃場の発病ポテンシャルの診断・評価法および対策技術案を設定し、その実証試験を毎年度実施した。その過程で得られた実証圃場試験区の発病度データに加えて、発病ポテンシャルの診断項目に関する測定データ、実証試験において実施した対策データ、圃場試験区土壌の理化学性、実証圃場および周辺圃場の耕種履歴や圃場環境情報等を収集し、AI開発用データとしてデータフォーマットにレコードとして整理し、5年間で累計7,328レコードを収集した。

既存の土壌DNAデータベース（eDDASs）に収録されている土壌サンプル毎のデータセット（レコード）のうち、AI開発に資する対象病害に関するレコードを945件抽出し、細菌および糸状

菌群集構造に関するデータおよび次世代シーケンサー（NGS）による解析データを担当課題機関に提供した。また、各対象病害の現地実証試験圃場の土壌サンプル（計 6,921 点）について、PCR-DGGE 法および NGS 法に基づく土壌微生物群集構造情報を AI 開発用フォーマットにとりまとめ、AI 開発課題担当機関に提供し、各病害の発病度予測モデルにおける重要度の高い説明変数の選定に活用された。

## （２）土壌病害診断・対策支援のための AI 開発および普及に向けたビジネスモデルの確立

AIの開発では、実圃場のデータから発病ポテンシャルを診断して、線形の回帰問題を活用した予測器としてPLS（部分的最小二乗回帰）アルゴリズムで発病の度合いを導き出すAIモデルを構築した。また、発病に関するデータのバリエーションが少ない一部の病害については、ランダムフォレストアルゴリズムによる分類問題のAIモデルを構築した。また、土壌の理化学性に関する診断項目をデータセットとした教師なし学習の結果を踏まえ、予測器を選択する判別器も開発した。予測器の性能は、（１）で評価した野菜、花き 9 品目とも実圃場において診断した発病ポテンシャルが、既存のヘソディムマニュアルと同等以上の精度である結果が得られ、実用可能なレベルに達していることが確認された。

AIアプリについては、データベースやAIモデルを搭載したサーバをバックエンドに置き、スマートフォンまたはPCのブラウザ上で動作するWebシステムとして開発した。また、クラウドサービスを利用したサーバを整備するとともに、アプリケーションはGoogle Map採用の地図データを用いたシステムとして構築した。さらに、AIアプリのユーザーの登録や変更、圃場情報などを管理する機能を持つ設定管理ツールを作成した。以上により、圃場の土壌病害の発病ポテンシャルの診断および診断結果に対応した対策を支援できる有用性の高いAIアプリ（製品名「HeSo+（ヘソプラス）」）を完成した。

AIアプリ開発の支援のために、対面及びリモート会議により、全国の生産者、指導者、関連企業の合計42件からAIアプリに関する意見を収集し、AIアプリの操作は簡単にする必要があること、生産者のニーズは多様であること、ヘソディム・AIアプリを使いこなす人材の育成が必要であること等を明らかにした。収集した意見はAIアプリの開発に反映させた。また、本AIアプリのユーザーとなる指導者育成のために勉強会を開催するとともに、web上でのヘソディムおよびAIアプリ開発についての宣伝活動を行った。また、AIアプリを活用した病害診断・対策支援サービスの事業化への円滑な移行のために、2022年4月から販売代理店を介して民間および公設の指導者および生産者にAIアプリを販売できる体制を整備した。

## I-5. 今後の課題

本課題で開発したAIについて、今後もその性能を進化させるためには、多くのユーザーにAIアプリを利用してもらい、その過程で得られる関連データを収集・活用していく必要がある。そのためにも、AIアプリを使いこなせるユーザー（指導員、生産者）の育成が重要である。また、AIアプリの普及のためには対象病害と作物を増やすことも必要である。AIアプリに関しては、既製のサービスや技術との連携に取り組み、さらに利便性を向上させる必要もある。さらに、より多くの販売代理店を作るなど、構築したビジネスモデルの更なる充実も必要である。

小課題番号	1—1	小課題 研究期間	平成29～令和3年 度
小課題名	アブラナ科野菜根こぶ病に対する診断・対策技術の実証		
小課題 代表研究機関・研究室・研究者 名	農研機構植物防疫研究部門・病害虫防除支援技術グループ・吉田重信		

## II. 小課題ごとの研究目的等

### 1) 研究目的

アブラナ科野菜根こぶ病を対象に、ヘソディムの既存のマニュアルを基本に、全国各地の対象地域に対応した発病ポテンシャルの診断・評価方法および評価結果に基づく対策技術を設定し、それらを実証することでその有効性を明らかにする。以上の実証試験をPDCAサイクルで繰り返し行い、その過程で得られる調査区毎の実証試験データを各種栽培条件情報、土壌の生物性および理化学性情報等とともにデータ記録用フォーマット（データフォーマット）に「レコード」として収集し、AIの学習用データとして活用する。

### 2) 研究方法

全国各地で生産が行われ生産量も多いキャベツ・ブロッコリー圃場を主対象に、既存のヘソディムマニュアルを基本に、各地域の栽培条件に対応した圃場の根こぶ病の発病ポテンシャルを3段階レベルで診断・評価する方法および3段階レベルごとの対策技術案を設定し、その検証を現地での実証試験で評価するとともに、PDCAサイクルで診断・評価方法および対策技術案を改良し、その実証試験を毎年度行う。その過程で得られた検証結果・各種圃場情報等をAI開発用の情報として整理して、担当機関に提供する。また、土壌生物性解析のために理化学性解析と同じ現地土壌サンプルを採取し、担当機関に提供する。

### 3) 研究結果

北海道内のブロッコリー圃場、宮城県内のキャベツ圃場、神奈川県内のキャベツ圃場、千葉県内のナバナ圃場、長野県内のブロッコリー圃場、富山県内のキャベツ圃場、三重県内のキャベツ圃場、香川県内のブロッコリー圃場、熊本県内のキャベツ圃場において、各地の代表的な作型等に対応した根こぶ病に対する圃場の発病ポテンシャルの診断・評価法および対策技術案を設定し、その実証試験を毎年度実施した。その過程で得られる実証圃場試験区の発病度データに加えて、発病ポテンシャルの診断項目に関する測定データ、実証試験において実施した対策データ、圃場試験区土壌の理化学性、実証圃場および周辺圃場の耕種履歴や圃場環境情報等を収集し、AI開発用データとしてデータフォーマットにレコードとして整理し、5年間で累計3,380レコードを収集した。以上のレコードを用いて開発された各作物病害を対象とした発病ポテンシャル診断用AIが実用可能なレベルであることを現地圃場で実証した。

### 4) 成果活用における留意点

本小課題で収集されたレコードは、一定の範囲の作型や抵抗性程度の品種を用いた実証

圃場から収集されたものであり、本研究課題で開発されたAIはこれらのレコードに含まれるデータの範囲内で構築されていることに留意する必要がある。より広範な作型や品種に対して精度よく診断できるAIを開発するためには、更なるAI開発用のデータ収集を継続的に行う必要がある。また、AIによる発病ポテンシャルの診断は、対策の意思決定支援のために活用するものであることに留意する必要がある。

## 5) 今後の課題

発病ポテンシャルの診断項目に含まれている土壌中の病原菌密度測定やセル苗検定、収穫終了時の圃場の発病度調査は労力を要する。圃場の発病度調査をドローン空撮画像に基づく方法に改良するなどの省力化技術の開発が必要である。また、収集されたレコードに基づき開発されたAIによる発病ポテンシャルの診断は、対策の意思決定を支援するためのツールであるということを理解し、そのツールを使いこなせる人材のさらなる育成が必要である。

## <引用文献>

- 藤永真史・川口章（2021）高冷地水田転換畑におけるブロッコリー作付前の圃場健康診断に基づく根こぶ病防除法の有効性評価. 日植病報87、204-205
- 久保周子・清水健・大谷徹・河名利幸・吉田重信・對馬誠也（2020）食用ナバナ根こぶ病の発病度に基づく収量減少予測と防除対策の選択. 日植病報86、208
- 久保周子・清水健・大谷徹・河名利幸・吉田重信・對馬誠也（2021）食用ナバナ根こぶ病の収穫終了時発病度から次作収穫終了時発病度を推定する. 日植病報87、155
- 中嶋香織・川上拓・西野実・鈴木啓史・上島仁・吉田重信（2020）ドローン空撮画像を利用したハクサイ根こぶ病発病株の判別. 日本植物病理学会報86、174
- 中嶋香織・川上拓・吉田重信（2021）三重県におけるアブラナ科野菜根こぶ病菌のグループ分類. 日本植物病理学会報87、29

小課題番号	1—2	小課題 研究期間	平成29～令和3年 度
小課題名	ネギ黒腐菌核病に対する診断・対策技術の実証		
小課題 代表研究機関・研究室・研究者 名	農研機構植物防疫研究部門・病虫害防除支援技術グループ・吉田重信		

## II. 小課題ごとの研究目的等

### 1) 研究目的

ネギ黒腐菌核病を対象に、北関東中山間および東海地方のネギ圃場における発病ポテンシャルの診断・評価方法案および評価結果に基づく対策技術案を、ヘソディムの既存のマニュアルを基に設定し、実証圃場において検証することでその有効性を明らかにする。以上の実証試験をPDCAサイクルで繰り返し行い、その過程で得られる調査区毎の実証試験データを各種栽培条件情報、土壌の理化学性情報等とともにデータ記録用フォーマット（データフォーマット）にレコードとして収集し、AIの学習用データとして活用する。

### 2) 研究方法

北関東中山間および東海地方のネギ圃場を主対象に、既存のヘソディムマニュアルを基本に、各地の栽培条件に対応した圃場のネギ黒腐菌核病の発病ポテンシャルを3段階レベルで診断・評価する方法および3段階レベルごとの対策技術案を設定し、その検証を現地での実証試験で評価するとともに、PDCAサイクルで診断・評価方法および対策技術案を改良し、その実証試験を毎年度行う。その過程で得られた検証結果・各種圃場情報等をAI開発用の情報として整理して、担当機関に提供する。また、土壌生物性解析のために理化学性解析と同じ現地土壌サンプルを採取し、担当機関に提供する。

### 3) 研究結果

群馬県内、神奈川県内および静岡県内のネギ圃場において、各地の代表的な作型等に対応した黒腐菌核病に対する圃場の発病ポテンシャルの診断・評価法および対策技術案を設定し、その実証試験を毎年度実施した。その過程で得られる実証圃場試験区の発病度データに加えて、発病ポテンシャルの診断項目に関する測定データ、実証試験において実施した対策データ、圃場試験区土壌の理化学性、実証圃場および周辺圃場の耕種履歴や圃場環境情報等を収集し、AI開発用データとしてデータフォーマットにレコードとして整理し、5年間で累計987レコードを収集した。また、ピラジフルミド等の薬剤を用いた対策技術の有効性の評価を行い、得られた結果データも併せてAI開発にフィードバックした。以上により開発された本病の発病ポテンシャル診断用AIが、実用可能なレベルであることを現地圃場で実証した。

### 4) 成果活用における留意点

本課題で収集されたレコードに基づき開発されたAIによる圃場の発病ポテンシャルレベルの評価結果は、現時点のバージョンでは実際よりも低く提示する傾向があるため、対策

の最終意思決定の際はその点に留意する必要がある。また、発病ポテンシャルの診断結果に応じた個別の対策技術として薬剤施用を行う場合には、薬剤耐性菌管理の点で特定の薬剤に偏重しないように配慮する必要がある。

## 5) 今後の課題

根深ネギは、在ほ期間が半年以上と長く、低温期の重要土壌病害である黒腐菌核病のほかに、高温期の萎凋病や白絹病、軟腐病などが問題となっている。今後は、本病に加え高温期の重要病害への同時対策が可能となるような診断・対策支援システムへの改良が必要である。また、収集されたレコードに基づき開発されたAIを使いこなせる人材育成が必要である。

## <引用文献>

池田健太郎・酒井宏（2020）土壌温度がネギ黒腐菌核病の発病に及ぼす影響．日本植物病理学会報86、148-150

池田健太郎・新井美優・星野啓佑（2022）群馬県の秋冬ネギにおけるピラジフルミド水和剤セルトレイ灌注による黒腐菌核病の防除効果．第68回関東東山病害虫研究会（発表予定）

伊代住浩幸・斉藤千温・高橋冬実・寺田彩華（2020）腐熟促進剤の添加と被覆による残渣中のネギ黒腐菌核病菌菌核の不活性化．日本植物病理学会報86、42

伊代住浩幸・岡本直哉、高橋冬実・寺田彩華（2021）作物の栽培がネギ類黒腐菌核病菌の菌核生存率を低下させ黒腐菌核病被害も軽減させる．関西病虫研報63、39-45

斉藤千温・伊代住浩幸・鈴木幹彦・高橋冬実・寺田彩華・牧田英一（2019）ネギ黒腐菌核病のネギ作付け前の生存菌核の低減と生育期感染抑制による総合防除．日本植物病理学会報85、325-333

小課題番号	1—3	小課題 研究期間	平成29～令和3年 度
小課題名	バーティシリウム病害に対する診断・対策技術の実証		
小課題 代表研究機関・研究室・研究者 名	農研機構植物防疫研究部門・病害虫防除支援技術グループ・吉田重信		

## II. 小課題ごとの研究目的等

### 1) 研究目的

東北地方のキク半身萎凋病および北関東中山間、関東地方のハクサイ黄化病を対象に、各圃場における発病ポテンシャルの診断・評価方法案および評価結果に基づく対策技術案を、ヘソディムの既存のマニュアルを基に設定し、実証圃場において検証することでその有効性を明らかにする。以上の実証試験をPDCAサイクルで繰り返し行い、その過程で得られる調査区毎の実証試験データを各種栽培条件情報、土壌の理化学性情報等とともにデータ記録用フォーマット（データフォーマット）にレコードとして収集し、AIの学習用データとして活用する。

### 2) 研究方法

東北、北関東中山間、関東地方のキクまたはハクサイ圃場において、既存のヘソディムマニュアルおよび過去の文献情報等を基本に、各地の栽培条件に対応した圃場のキク半身萎凋病またはハクサイ黄化病の発病ポテンシャルを3段階レベルで診断・評価する方法および3段階レベルごとの対策技術案を設定し、その検証を現地での実証試験で評価するとともに、PDCAサイクルで診断・評価方法および対策技術案を改良し、その実証試験を毎年度行う。その過程で得られた検証結果・各種圃場情報等をAI開発用の情報として整理して、担当機関に提供する。また、土壌生物性解析のために理化学性解析と同じ現地土壌サンプルを採取し、担当機関に提供する。

### 3) 研究結果

宮城県内のキク圃場、群馬県内および茨城県内のハクサイ圃場において、各地の代表的な作型等に対応した半身萎凋病または黄化病に対する圃場の発病ポテンシャルの診断・評価法および対策技術案を設定し、その実証試験を毎年度実施した。その過程で得られる実証圃場試験区の発病度データに加えて、発病ポテンシャルの診断項目に関する測定データ、実証試験において実施した対策データ、圃場試験区土壌の理化学性、実証圃場および周辺圃場の耕種履歴や圃場環境情報等を収集し、AI開発用データとしてデータフォーマットにレコードとして整理し、5年間で累計1,105レコードを収集した。収集したレコードを用いて開発された各作物病害を対象とした発病ポテンシャル診断用AIについて、実用可能なレベルであることを現地圃場で実証した。

### 4) 成果活用における留意点

本課題で収集されたレコードに基づき開発されたキク半身萎凋病用途のAIによる診断で



は、作付けする品種の耐病性程度の情報が重要であり、その情報を予め把握する必要がある。ハクサイ黄化病に対するAIについては、夏秋作および秋冬作栽培圃場から収集されたレコードを活用して開発されている。また、圃場の発病ポテンシャルレベルの評価結果が現時点のバージョンでは実際よりも低く提示する傾向があるため、対策の最終意思決定の際はその点に留意する必要がある。

#### 5) 今後の課題

ハクサイ黄化病に対するAIについては、夏秋作および秋冬作栽培圃場から収集されたレコードに基づき開発されており、近年作付けが増えている春作圃場からのデータを新たに収集し追加で学習させることで、様々な作型に対応した精度の高いAIの開発が期待できる。

#### <引用文献>

星野啓佑・小暮恵太・新井美優・池田健太郎（2022）輪作によるハクサイ黄化病の発病抑制．第68回関東東山病害虫研究会

Tsujimoto Noguchi, M., Nagase, H., Yamauchi, N., Mimuro, G., Sakai, H., Furusawa, A., Miki, S., Yoshida, S. (2021) Characterization of soil fungal community associating with suppressive soil to *Verticillium* yellows disease of Chinese cabbage. *J. Phytopathology* 69, 176-185

Yoshida, S., Sugiyama, T., Noguchi T, M., Natsuaki T, K., Sakai, H., Furusawa, A., Hoshino, K., Ikeda, K. (2021) Creation of a dose-response curve (DRC) pattern of soils against *Verticillium* wilt of Chinese cabbage. *土と微生物* 75、38-44

小課題番号	1—4	小課題 研究期間	平成29～令和3年 度
小課題名	卵菌類病害に対する診断・対策技術の実証		
小課題 代表研究機関・研究室・研究者 名	農研機構植物防疫研究部門・病害虫防除支援技術グループ・吉田重信		

## II. 小課題ごとの研究目的等

### 1) 研究目的

タマネギべと病またはショウガ根茎腐敗病を対象に、北陸、瀬戸内、四国南部地方の各圃場における発病ポテンシャルの診断・評価方法案および評価結果に基づく対策技術案を、ヘソディムの既存のマニュアルを基に設定し、実証圃場において検証することでその有効性を明らかにする。以上の実証試験をPDCAサイクルで繰り返し行い、その過程で得られる調査区毎の実証試験データを各種栽培条件情報、土壌の理化学性情報等とともにデータ記録用フォーマット（データフォーマット）にレコードとして収集し、AIの学習用データとして活用する。

### 2) 研究方法

北陸、瀬戸内、四国南部地方のタマネギまたはショウガ圃場において、既存のヘソディムマニュアルおよび過去の文献情報等を基本に、各地の栽培条件に対応した圃場のタマネギべと病またはショウガ根茎腐敗病の発病ポテンシャルを3段階レベルで診断・評価する方法および3段階レベルごとの対策技術案を設定し、その検証を現地での実証試験で評価するとともに、PDCAサイクルで診断・評価方法および対策技術案を改良しその実証試験を毎年度行う。その過程で得られた検証結果・各種圃場情報等をAI開発用の情報として整理して、担当機関に提供する。また、土壌生物性解析のために理化学性解析と同じ現地土壌サンプルを採取し、担当機関に提供する。

### 3) 研究結果

富山県内、香川県内のタマネギ圃場および高知県内のショウガ圃場において、各地の代表的な作型等に対応したべと病または根茎腐敗病に対する圃場の発病ポテンシャルの診断・評価法および対策技術案を設定し、その実証試験を毎年度実施した。その過程で得られる実証圃場試験区の発病度データに加えて、発病ポテンシャルの診断項目に関する測定データ、実証試験において実施した対策データ、圃場試験区土壌の理化学性、実証圃場および周辺圃場の耕種履歴や圃場環境情報等を収集し、AI開発用データとしてデータフォーマットにレコードとして整理し、5年間で累計930レコードを収集した。以上のレコードを用いて開発された各作物病害を対象とした発病ポテンシャル診断用AIについて、実用可能なレベルであることを現地圃場で実証した。

### 4) 成果活用における留意点

タマネギべと病を対象としたAIについては、秋まき栽培圃場から収集されたレコードを

活用して開発されている。また、発病ポテンシャルの診断結果に応じた対策に薬剤施用を行う場合には、薬剤耐性菌管理の点で特定の薬剤に偏重しないように配慮する必要がある。

#### 5) 今後の課題

タマネギべと病に対するAIについては、春まき栽培圃場からの収集データがないため、より広範な地域で利用できる精度の高いAI開発のためには、今後春まき栽培圃場から新たにデータを収集し、それらを追加した機械学習を行う必要がある。また、ショウガ根茎腐敗病に関しては、本病は種根茎からも伝染するため、AIを用いた圃場の発病ポテンシャル診断に基づく管理の徹底のためには、種根茎の健全化技術開発に取り組む必要がある。

#### <引用文献>

三室元気・関原順子・向井和正・守川俊幸（2020）タマネギべと病の発病リスク評価に基づく防除対策の実証. 日本植物病理学会報87、198-199

三室元気・関原順子・守川俊幸（2020）定植時セルトレイ灌注によるタマネギべと病の防除. 日本植物病理学会報87、50

小課題番号	1—5	小課題 研究期間	平成29～令和3年 度
小課題名	青枯病に対する診断・対策技術の実証		
小課題 代表研究機関・研究室・研究者 名	農研機構植物防疫研究部門・病害虫防除支援技術グループ・吉田重信		

## II. 小課題ごとの研究目的等

### 1) 研究目的

トマトまたはショウガ青枯病を対象に、東山、近畿、四国地方の各圃場における発病ポテンシャルの診断・評価方法案および評価結果に基づく対策技術案を、ヘソディムの既存のマニュアルを基に設定し、実証圃場において検証することでその有効性を明らかにする。以上の実証試験をPDCAサイクルで繰り返し行い、その過程で得られる調査区毎の実証試験データを各種栽培条件情報、土壌の理化学性情報等とともにデータ記録用フォーマット(データフォーマット)にレコードとして収集し、AIの学習用データとして活用する。

### 2) 研究方法

東山、近畿、四国地方のトマトまたはショウガ圃場において、既存のヘソディムマニュアルおよび過去の文献情報等を基本に、各地の栽培条件に対応した圃場のトマトまたはショウガ青枯病の発病ポテンシャルを3段階レベルで診断・評価する方法および3段階レベルごとの対策技術案を設定し、その検証を現地での実証試験で評価するとともに、PDCAサイクルで診断・評価方法および対策技術案を改良し、その実証試験を毎年度行う。その過程で得られた検証結果・各種圃場情報等をAI開発用の情報として整理して、担当機関に提供する。また、土壌生物性解析のために理化学性解析と同じ現地土壌サンプルを採取し、担当機関に提供する。

### 3) 研究結果

岐阜県内、三重県内のトマト圃場および高知県内のショウガ圃場において、各地の代表的な作型等に対応した青枯病に対する圃場の発病ポテンシャルの診断・評価法および対策技術案を設定し、その実証試験を毎年度実施した。その過程で得られる実証圃場試験区の発病度データに加えて、発病ポテンシャルの診断項目に関する測定データ、実証試験において実施した対策データ、圃場試験区土壌の理化学性、実証圃場および周辺圃場の耕種履歴や圃場環境情報等を収集し、AI開発用データとしてデータフォーマットにレコードとして整理し、5年間で累計926レコードを収集した。収集されたレコードを用いて開発された各作物を対象とした発病ポテンシャル診断用AIが、実用可能なレベルであることを現地圃場で実証した。

### 4) 成果活用における留意点

トマト青枯病を対象としたAIについては、夏秋栽培と抑制栽培圃場から収集されたレコードを活用して開発されている。また、ショウガ青枯病に対するAIについては、圃場の発

病ポテンシャルレベルの評価結果が現時点のバージョンでは実際よりも低く提示する傾向があるため、対策の最終意思決定の際はその点に留意する必要がある。

## 5) 今後の課題

トマト青枯病に対するAIについては、夏秋栽培および促成栽培圃場から収集されたレコードに基づき開発されており、その他の作型の栽培圃場からのデータを新たに収集し追加で学習させることで、様々な作型に対応した精度の高いAIの開発が期待できる。また、トマト青枯病を対象としたAIについては、土壌中の青枯病菌の菌密度測定が必要であるが、その労力が大きいため、より省力的な診断方法の開発が必要である。

## <引用文献>

兵庫農技総セ（2013）ハウス栽培（抑制栽培）におけるトマト青枯病の次世代土壌病害診断マニュアル（指導者向け）、次世代土壌病害診断（ヘソディム）マニュアル。国立研究開発法人 農業環境技術研究所、17-28

Inoue, Y., Nakaho, K. (2014) Sensitive quantitative detection of *Ralstonia solanacearum* in soil by the most probable number-polymerase chain reaction (MPN-PCR) method. Appl. Microbiol. Biotech. 98, 4169-4177

川上拓・中嶋香織・吉田重信（2021）抵抗性台木および各種土壌消毒の併用によるトマト青枯病に対する防除効果。関西病虫害研究会報 63、103-107

川上拓・鈴木啓史・中嶋香織・黒田克利・牧文典（2018）LAMP法による土壌中のトマト青枯病菌の高感度検出。日植病報84、195

村元靖典・坂口一智・鳥海航・美野光哉・吉田重信（2020）ダズメット剤の湛水処理による土壌深層のトマト青枯病菌に対する殺菌効果の向上。関西病虫研報62、79-84

小課題番号	1—6	小課題 研究期間	平成29～令和3年 度
小課題名	現地栽培圃場の土壌の生物性情報等の収集		
小課題 代表研究機関・研究室・研究者 名	農研機構植物防疫研究部門・病害虫防除支援技術グループ・吉田重信		

## II. 小課題ごとの研究目的等

### 1) 研究目的

土壌の生物性情報を活用したAIの開発に資することを目的に、既存のデータベースに収集・蓄積されているデータをAI開発用に再整理するとともに、既存の関連土壌DNAサンプルを用いて詳細な生物性データを収集する。また、各対象病害の現地実証圃場の土壌の生物性を新たに解析するとともに、病害発生のポテンシャルの評価に関係する土壌の生物性の特徴等を明らかにする。

### 2) 研究方法

課題担当機関が保有の土壌DNAデータベース（DDASs）に収録されている土壌サンプル毎のレコードのうち、AI開発に資する対象病害に関するレコードを抽出し、抽出されたレコードに含まれる文字情報や画像情報を数値情報等に変換するとともに、抽出されたレコードに対応した土壌DNAサンプルを用いて、NGS（MiSeq/イルミナ社）を利用したペアエンド法によるアンプリコンシーケンス解析を行い、土壌DNA中の細菌（16SrRNAのV3/V4領域）および糸状菌（ITS領域）の網羅的解析を行う。また、各対象病害の現地実証試験圃場の土壌からDNAを既存のマニュアルにより順次抽出し、PCR-DGGE法により細菌、糸状菌および一部サンプルは線虫相を解析する。解析法は既存のPCR-DGGE標準解析マニュアルに準じて行う。得られた解析データを、数値情報に変換したのちに、AI開発用フォーマットにとりまとめる。また、根こぶ病の実証試験圃場由来の土壌についてはNGSによる解析も併せて行う。以上で得られた解析データをAI 開発用フォーマットにとりまとめ、課題担当機関に提供する。

### 3) 研究結果

eDDASsに収録されている土壌サンプル毎のデータセット（レコード）のうち、AI開発に資する対象病害に関するレコードを945件抽出し、細菌および糸状菌群集構造に関するデータとしてPCR-DGGE法に基づくバンドの強度と位置情報に基づきゲル画像編集ソフトウェアで数値に変換したデータおよびNGSによる解析データを担当課題機関に提供した。また、各対象病害の現地実証試験圃場の土壌サンプル（計6,921点）について、土壌のDNAを抽出・精製後、PCR-DGGE法による細菌および糸状菌の群集構造解析を行った。さらに、抽出した土壌DNAサンプルのうちの2,599サンプルについてはNGS解析データも取得した。以上の解析データをAI 開発用フォーマットにとりまとめ、AI開発課題担当機関に提供した。提供したデータを基にAI開発課題担当機関で作成された各病害の発病度予測モデルにおいて、土壌抽出DNA量、糸状菌および細菌多様性指数が一部モデルの重要度の高い説明変数として抽出

されていることが明らかになった。さらに、根こぶ病および黄化病を対象とした発病度予測のAIモデルに関して、重要度の高い説明変数が、生物性情報のプロファイルの解析によっても病害発生との関連性を示すことを見出し、AIモデルの妥当性のエビデンスを提供した。

#### 4) 成果活用における留意点

本課題で収集された微生物群集構造解析データは、アンプリコン解析により得られた結果であり、増幅効率バイアスがあることに留意する必要がある。また、PCR-DGGE法による群集構造の比較解析では、統一した解析手法で行うことが必要であり、本課題では、既報（農業環境技術研究所、2010）の手法を採用して解析を行っている。

#### 5) 今後の課題

本課題では、圃場の生物性情報としてPCR-DGGE法に基づく解析結果の情報を収集・活用したが、今後は検出感度および解析精度がより高いNGS法に基づく解析情報の活用が望ましいと考えられる。また、今後は土壌病害の発生と関連する普遍的な土壌の生物性の特徴の存在の有無やその内容をAIの活用で明らかにすることが、より精緻な圃場の発病ポテンシャルの診断に役立つが、そのためには、さらなるデータの集積および集積データの解析が必要である。

#### <引用文献>

農業環境技術研究所（2010）PCR-DGGE による土壌細菌・糸状菌相解析法Ver. 3.3. 農業環境技術研究所

佐藤恵利華・長瀬陽香・野口雅子・吉田重信・野津あゆみ・大場淳司・久保周子・中嶋香織・岡本昌広・藤永真史・西村麻実・杉山洋行・藤澤遥・江口武志（2020）アブラナ科野菜栽培圃場における根こぶ病菌密度と土壌微生物群集との関連. 土と微生物74、84

Tsujimoto Noguchi, M., Nagase, H., Yamauchi, N., Mimuro, G., Sakai, H., Furusawa, A., Miki, S., Yoshida, S. (2021) Characterization of soil fungal community associating with suppressive soil to *Verticillium* yellows disease of Chinese cabbage. *J. Phytopathology* 69, 176-185

Yoshida, S., Sugiyama, T., Noguchi T, M., Natsuaki T, K., Sakai, H., Furusawa, A., Hoshino, K., Ikeda, K. (2021) Creation of a dose-response curve (DRC) pattern of soils against *Verticillium* wilt of Chinese cabbage. 土と微生物 75、38-44

小課題番号	2-1	小課題 研究期間	平成29～令和3年 度
小課題名	病害診断・対策支援のためのAIおよびユーザーインターフェースの開発		
小課題 代表研究機関・研究室・研究者 名	(株) システム計画研究所・事業本部第2セグメント・上 島 仁		

## II. 小課題ごとの研究目的等

### 1) 研究目的

中課題1の各実証試験で得られる実証データ等を取りまとめたデータフォーマットの情報に基づく機械学習により、圃場環境・栽培条件に応じて最適な診断項目、発病ポテンシャル評価結果、対策方法を自動で導き出し、発病ポテンシャルに応じた病害対策を支援するAI、およびAIにより導出される対象圃場の環境条件に適合した診断項目、発病ポテンシャル評価結果、対策方法を分かりやすく提示できるインターフェース（土壌病害診断・対策支援アプリケーション：AIアプリ）を開発する。

### 2) 研究方法

①AIの開発：eDDASsデータベースの分析を行い、発病リスクと相関のある目的変数と説明変数を抽出するとともにAIのアルゴリズムを検討し、生データの前処理や特徴量の抽出によってAIモデルを作成した。次に、各対象病害の現地実証試験で収集されたデータフォーマットと土壌生物性データをデータベース化し、AIアルゴリズムの検証を行い、データドリブン型のAIエンジン（DDE）を作成した。AIの性能向上には、学習するデータの量とバリエーションが必要であるが、農業の多様な情報を取り入れることも重要であるため、農業や土壌病害に関する知見やノウハウ、地域の特性などを表すヒューマンデファインド型のAIエンジン（HDE）の検討を行い、DDEとHDEを合わせたハイブリッド型のAIモデルを作成した。また、AIの診断項目は、学習に利用するデータの選別（キュレーション）と取捨選択（データクレンジング）を行い、地域の状況に見合った実効性と妥当性のあるデータセット（必要かつ少数の変数のセット）を選定した。以上の方法によって、AIで発病ポテンシャルの診断を行う予測器を開発した。さらに、診断する圃場に適した予測器を選択する判別器も開発した。なお、AIの評価は、実圃場における発病ポテンシャルの診断精度を既存のHeSoDiMマニュアルと比較することで行った。

②AIアプリの開発：各対象病害の現地実証試験を実施している生産現場を視察し、小課題2-2と共同で指導員および生産者に土壌病害に対する考え方、取り組み方、スマートフォンやパソコンの使用状況などのヒアリングを行い、ユースケースを作成した。また、既製の農業系アプリケーションが、操作が複雑で入力面倒なためあまり利用されていなかったことから、土壌病害管理に特化したシンプルな構成をコンセプトにユーザーエクスペリエンス（使用者が使いやすいデザイン）に基づくアプリケーションのプロトタイプを作成した。このプロトタイプを用いて、機能、操作感、見やすさ等についてのニーズ調査を行い、アプリケーションを作成した。アプリケーションは、各課題担当機関に係る指導



員や生産者にモニターとして試用してもらい、モニターの意見・要望を反映して改良を重ねるとともに、判別器と予測器のインターフェースを実装し、AIによる発病ポテンシャルの診断システムを構築した。さらに、生産現場の圃場での実証を行い、製品としての実用性を検証した。

### 3) 研究結果

①AIの開発：実圃場のデータから発病ポテンシャルを診断するには、線形の回帰問題とするのが適していることがわかり、予測器はPLS（部分的最小二乗回帰）アルゴリズムで発病の度合いを導き出すAIモデルとした。なお、発病に関するデータのバリエーションが少ない一部の病害については、回帰問題としての取り扱いが困難であり、ランダムフォレストアルゴリズムによる発病あり／なしの分類問題のAIモデルが適当と判断した。また、判別器開発では、土壌に関係する診断項目をデータセットとして教師なし学習を実施した結果、データが地域ごとに固有の特徴を持つことを見出した。見出された特徴の二次元図上の分布に基づく最近傍探索により、対象圃場に適した予測器を判定するAIモデルを開発・実装した。実圃場における検証では、上記のAIモデルにより診断された発病ポテンシャルの精度がHeSoDiMマニュアルと同等以上となり、予測器の性能は実用可能なレベルに達していることが確認された。

②AIアプリの開発：本アプリケーションは、データベースやAIモデルを搭載したサーバをバックエンドに置き、スマートフォンまたはPCのブラウザ上で動作するWebシステムとして開発した。バックエンドのサーバは、信頼性、セキュリティ、メンテナンスの観点から、クラウドサービスを利用することにした。地図データには、日本全土の航空写真の高解像度、データの最新度、使いやすさ等からGoogle Mapを採用し、機能性、操作性、視認性を重視して開発を進めた。モニター利用者による実証後のアンケート調査において、開発した本アプリケーションは、生産現場で指導する際に使用するアプリケーションとして有用であり、指導員と生産者とのコミュニケーションツールとして有益であると評価された。また、AIアプリのユーザーの登録や変更、圃場情報などを管理する機能を持つ設定管理ツールも作成・実装した。以上により、実用に必要な機能を有する製品「HeSo+（ヘソプラス）」を完成した。

### 4) 成果活用における留意点

開発したAIの活用にあたっては、現在の技術で作られるAIは万能ではなく一定の限界があることを前提に活用する必要がある。本課題で開発した予測器のAIモデルの性能として7～8割以上の正解率を目標としたが、データの量とバリエーションの不足から目標に達していない予測器も含まれるため、AIアプリのユーザーは、現状のAIの特性を正しく理解した上で、AIリテラシーをもって活用する必要がある。

### 5) 今後の課題

本課題で開発した予測器と判別器は、今後もその性能を進化させていく必要がある。本アプリケーションに入力される予測器や判別器の診断項目、実施した対策・防除技術、実際の発病程度のデータをAIの学習に利用することで、データの量とバリエーションが増加し、AIの性能向上につながることを期待できる。そのためには、ユーザーを増やしていくことと同時に、AIリテラシーを持つユーザー（指導員、生産者）の育成が課題となる。ま

た、普及のためには対象病害と作物を増やすことも必要である。AIアプリに関しては、既製のサービスや技術との連携に取り組み、さらに利便性を向上させる必要もある。

<引用文献>

なし

小課題番号	2-2	小課題 研究期間	平成29～令和3年 度
小課題名	病害診断・対策支援サービス普及のためのビジネスモデル の検証および確立		
小課題 代表研究機関・研究室・研究者 名	東京農業大学・生命科学部分子微生物学科・對馬誠也		

## II. 小課題ごとの研究目的等

### 1) 研究目的

本課題では、AIにより導出される対象圃場の環境条件に適合した診断項目、発病ポテンシャル評価結果、対策方法を分かりやすく提示できるインターフェース（土壌病害診断・対策支援アプリケーション：AIアプリ）開発の支援を行うために、生産者へのアンケート調査等による現場ニーズの収集・分析を行うとともに、AIアプリの使用感の調査を行い、最終製品開発にフィードバックする。また、成果の社会実装実現のために、AIアプリを活用した土壌病害診断・対策の支援体制の構築を目指す。

### 2) 研究方法

AIアプリの開発および民間指導機関を活用した土壌病害診断・対策の支援体制の構築のため、生産者や指導者らを対象としたアンケート調査および回答の分析によりAIアプリ開発に資する現場ニーズを収集するとともに、AIアプリのプロトタイプの使用感や改善点等の聞き取り調査を行い、最終製品開発に役立てる。また、土壌病害診断・対策の支援体制構築に関するビジネスモデルを設定し、モデル地区において現場アンケートを踏まえたサービス提供に係る内容や想定されるコスト、実需者の意見も踏まえながら、AIアプリを活用した病害診断・対策支援サービスの事業化への円滑な移行のためのフレームを確立する。

### 3) 研究結果

AIアプリ開発の支援のために、対面およびリモート会議により、全国の生産者、指導者、関連企業の合計42件からAIアプリに関する情報を収集した。その結果、AIアプリの操作は簡単であること、生産者のニーズは多様であること、ヘソディム・AIアプリを使いこなす人材の育成が必要であること等が明らかになった。それらの結果をAIアプリの開発に反映させるとともに、最終年度には4月～12月にかけて「AIアプリ普及のための勉強会」を計15回（1講義90分）開催した。参加者は99名であり、その中から出席率・最終試験結果を基に、成績優秀者24名に将来指導員となるAIアプリマイスターを授与した。さらに、web上でヘソディムおよびAIアプリ開発についての紹介記事を掲載し、AIアプリの宣伝活動を行った（對馬、2021）。以上により、AIアプリに関する多くの関係者のリテラシー向上と生産現場での指導員の育成に成功したと考える。また、AIアプリを活用した病害診断・対策支援サービスに関しては、事業化への円滑な移行のためのフレームとして、B-B-Cモデルに基づき販売代理店を介して民間および公設の指導者や生産者にAIアプリを販売・利用する体制を確立した。

#### 4) 成果活用における留意点

AIアプリは2022年4月に販売されるが、その活用のためにはヘソディムやAIアプリの使用法について一定の知識が必要である。そのため、指導者（AIアプリマイスター含む）との連携体制の充実や、利用者に対する勉強会の継続的開催が必要である。

#### 5) 今後の課題

AIアプリの診断、対策の精度は用いるデータの量と質に依存しているため、今後さらにデータの蓄積が必要である。また、今回のAIアプリの対象となっていない土壌病害種に対する新たなAIおよびアプリの開発も必要である。さらに、より多くの販売代理店を作るなど、ビジネスモデルの更なる充実が必要である。

#### <引用文献>

對馬誠也. ヘソディムの紹介 (25回連載). スマート農業共同体 (SAC) スマートーク欄  
(<https://hsac.jp/smartalk/>)

成果等の集計数

課題番号	学術論文		学会等発表(口頭またはポスター)		出版図書	国内特許権等		国際特許権等		PCT 出願	報道件数	普及しうる成果	発表会の主催(シンポジウム・セミナー等)	アウトリーチ活動
	和文	欧文	国内	国際		出願	取得	出願	取得					
17935468	8	3	52	2	11	2	0	0	0	0	9	6	7	46

(1)学術論文

区分:①原著論文、②その他論文

整理番号	区分	タイトル	著者	機関名	掲載誌	掲載論文のDOI	発行年	発行月	巻(号)	掲載ページ
1	①	「土壌中からのショウガ根茎腐敗病菌を検出するための捕捉培養法の改良」	矢野和孝ら	高知県農業技術センター	高知県農業技術センター研究報告	なし	2018	3	27	1-7
2	①	FDA(フルオレセイン・ジアセテート)加水分解活性を用いた蛍光活性染色によるネギ黒腐菌核病菌( <i>Sclerotium cepivorum</i> Berkeley)菌核の迅速な生死判別	伊代住浩幸ら	静岡県農林技術研究所	関西病虫学会報告	<a href="https://doi.org/10.4165/kapps.60.89">https://doi.org/10.4165/kapps.60.89</a>	2018	5	60	89-91
3	②	Development of a novel soil-borne disease management strategy, health checkup based soil-borne disease management (HeSoDIM)	吉田重信ら	農研機構中央農業研究センター、東京農業大学	International workshop on enabling capacity in production and application of bio-pesticide and bio-fertilizer for soil-borne disease control and organic farming proceedings	なし	2019	5	-	63-70
4	①	ネギ黒腐菌核病菌のネギ作付け前の生存菌核の低減と生育期感染抑制による総合防除	斉藤千温ら	静岡県農林技術研究所	日本植物病理学会報	<a href="https://doi.org/10.3186/jphytopath.85.325">https://doi.org/10.3186/jphytopath.85.325</a>	2019	11	85(4)	325-333
5	①	ダゾメット剤の湛水処理による土壌深層のトマト青枯病菌に対する殺菌効果の向上	村元靖典ら	岐阜県農業技術センター、アグロカネショウ(株)、農研機構中央農業研究センター	関西病虫学会誌	<a href="https://doi.org/10.4165/kapps.62.79">https://doi.org/10.4165/kapps.62.79</a>	2020	5	62	79-84
6	①	土壌温度がネギ黒腐菌核病の発病に及ぼす影響	池田健太郎ら	群馬県農業技術センター	日本植物病理学会報	<a href="https://doi.org/10.3186/jphytopath.86.148">10.3186/jphytopath.86.148</a>	2020	8	86(3)	148-150
7	①	Characterization of soil fungal community associating with suppressive soil to Verticillium yellows disease of Chinese cabbage	野口雅子ら	農研機構植物防疫研究部門、群馬県農業技術センター	Journal of Phytopathology	<a href="https://doi.org/10.1111/jph.12972">https://doi.org/10.1111/jph.12972</a>	2021	3	169(3)	176-185
8	①	Creation of a dose-response curve (DRC) pattern of soils against Verticillium wilt of Chinese cabbage	吉田重信ら	農研機構植物防疫研究部門、群馬県農業技術センター	土と微生物	<a href="https://doi.org/10.18946/jssm.75.1_32">https://doi.org/10.18946/jssm.75.1_32</a>	2021	4	75	32-37
9	①	ブロックリー根こぶ病における DRC 作成法の省力化および圃場の発病ポテンシャル評価への応用	斉藤宏二郎ら	(株)CTIフロンティア、農研機構植物防疫研究部門	土と微生物	<a href="https://doi.org/10.18946/jssm.75.1_38">https://doi.org/10.18946/jssm.75.1_38</a>	2021	4	75	38-44
10	①	作物の栽培がネギ類黒腐菌核病菌の菌核生存率を低下させ黒腐菌核病被害も軽減させる	伊代住浩幸ら	静岡県農林技術研究所	関西病虫学会報告	<a href="https://doi.org/10.4165/kapps.63.39">https://doi.org/10.4165/kapps.63.39</a>	2021	5	63	39-45
11	①	抵抗性台木および各種土壌消毒の併用によるトマト青枯病に対する防除効果	川上拓・中嶋香織・吉田重信	三重県農業研究所・農研機構中央農業研究センター	関西病虫学会報告	<a href="https://doi.org/10.4165/kapps.63.103">https://doi.org/10.4165/kapps.63.103</a>	2021	5	63	103-107

(2)学会等発表(口頭またはポスター)

整理番号	タイトル	発表者名	機関名	学会等名	発行年	発行月
1	プロジェクト研究「AIを活用した土壌病害診断技術の開発」の概要	吉田重信	農研機構中央農業研究センター	第7回根こぶ病研究会	2017	11
2	AIを活用した北陸型タマネギべと病管理技術の確立に向けて	関原順子ら	富山県農林水産総合技術センター農業研究所	生態と防除研究会	2017	12
3	静岡県におけるネギ黒腐菌核病の土壌診断に基づく防除	斉藤千温	静岡県農林技術研究所	生態と防除研究会	2017	12
4	秋冬どり作型におけるネギ黒腐菌核病への効果的な薬剤処理	三木静恵	群馬県農業技術センター	生態と防除研究会	2017	12
5	富山県版アブラナ科野菜根こぶ病ヘソディムの目指すところ	杉山洋行	富山県農林水産総合技術センター園芸研究所	生態と防除研究会	2017	12
6	ヘソディム技術について	吉田重信	農研機構中央農業研究センター	土作りセミナー	2017	12
7	LAMP法による土壌中のトマト青枯菌の高感度検出	川上拓ら	三重県農業研究所	平成30年度日本植物病理学会大会	2018	3
8	土壌生物性の診断等に基づく土壌病害管理	吉田重信	農研機構中央農業研究センター	第35回土水研究会	2018	3

9	FDA(フルオレセイン・ジアセテート)加水分解活性を用いた蛍光活性染色によるネギ黒腐菌核病菌の迅速な生死判別	伊代住浩幸ら	静岡県農林技術研究所	平成30年度関西病害虫研究会	2018	5
10	香川県におけるネギ類べと病の発生と土壌理化学性との関係	藤澤遥ら	香川県農業試験場	日本土壌肥料学会2018年度神奈川大会	2018	8
11	ハクサイ黄化病におけるDRC 診断法のための試験系の開発	杉山智美ら	群馬県農業技術センター、農研機構中央農業研究センター	日本植物病理学会報	2018	8
12	Soil assessment for clubroot disease of cruciferous vegetables using a dose response curve-dependent method and plug trays	A.Fukunaga,ら	農研機構西日本農業研究センター、農研機構中央農業研究センター、東京農業大学	2018 International Clubroot Workshop	2018	8
13	次世代シーケンサーによる土壌細菌相解析のための試料調製方法の評価	西村文宏ら	香川県農業試験場	平成30年度日本植物病理学会関西西部会	2018	9
14	ヘソディムに基づくタカナ根こぶ病防除対策の検討	中嶋香織ら	三重県農業研究所	平成30年度日本植物病理学会関西西部会	2018	9
15	健康診断に基づく土壌病害管理(ヘソディム)の普及の現状と課題	對馬誠也	東京農業大学	日本植物病理学会北海道部会第225回談話会	2018	10
16	アブラナ科野菜栽培土壌の根こぶ病発病抑制性評価のためのDRC診断	福永亜矢子	西日本農研	第8回根こぶ病研究会	2018	12
17	香川県におけるブロッコリー根こぶ病のヘソディムマニュアルの検証	藤澤遥ら	香川県農業試験場	第8回根こぶ病研究会	2018	12
18	畑の健康診断「ヘソディム」によるアブラナ科野菜根こぶ病の防除対策	中嶋香織	三重県農業研究所	平成30年度東海植物病理学会研究会	2018	12
19	青枯病ヘソディムの確立に向けて	川上拓	三重県農業研究所	第6回生態と防除研究会	2018	12
20	高知県内の現地圃場におけるショウガ根茎腐敗病の捕捉培養法とリアルタイムPCR法による定量性の比較	沖友香ら	高知県農業技術センター、農研機構中央農業研究センター	平成31年度日本植物病理学会大会	2019	3
21	ヘソディム(土壌病害管理)AIの進捗状況と今後の取り組み	吉田重信	農研機構中央農業研究センター	令和2年度西日本地区ビジネスモデル研究会	2019	5
22	ヘソディムのAI(人工知能)活用の現状と課題	對馬誠也	東京農業大学	日本植物病理学会感染生理談話会	2019	8
23	土壌微生物などの診断で農作物の病害を予測する	吉田重信	農研機構中央農業研究センター	第23回フードビジネス研究会	2019	9
24	簡易土壌pHおよびEC測定法の検討	中西充ら	香川県農業試験場	日本土壌肥料学会2019年度静岡大会	2019	9
25	ブロッコリー根こぶ病ヘソディムマニュアルの検証	藤澤遥ら	香川県農業試験場	日本土壌肥料学会2019年度静岡大会	2019	9
26	土壌の健康診断に基づくブロッコリー根こぶ病管理	中西充	香川県農業試験場	2019年度日本線虫学会第27回大会シンポジウム	2019	9
27	リアルタイムPCR法による土壌中のタマネギべと病菌の定量	西村文宏ら	香川県農業試験場	令和元年度日本植物病理学会関西西部会	2019	9
28	LAMP法を用いたエゴマにおける青枯病発病ポテンシャルの推定	川上拓ら	三重県農業研究所、農研機構中央農業研究センター	令和元年度日本植物病理学会関西西部会	2019	9
29	Analysis of microbial community in soils suppressive to Chinese cabbage yellow	野口雅子ら	農研機構中央農業研究センター、群馬県農業技術センター	XIX International Plant Protection Congress	2019	11
30	群馬県の秋冬ネギ栽培におけるネギ黒腐菌核病に対する効果的防除体系の検討	三木静恵ら	群馬県農業技術センター	関東東山病害虫研究会 第67回研究発表会	2020	2
31	富山県におけるタマネギべと病の発病リスク	三室元氣ら	富山県農林水産総合技術センター農業研究所、同園芸研究所	令和2年度日本植物病理学会大会	2020	3
32	ダゾメット粉剤剤の湛水処理によるトマト青枯病に対する土壌深層への防除効果	村元靖典ら	岐阜県農業技術センター、アグロカネショウ(株)、農研機構中央農業研究センター	令和2年度日本植物病理学会大会	2020	3
33	セルトレイを用いた病原菌密度-発病度曲線(DRC)パターンによるアブラナ科根こぶ病ポテンシャル評価法の開発	福永亜矢子ら	農研機構西日本農業研究センター、農研機構中央農業研究センター、東京農業大学	令和2年度日本植物病理学会大会	2020	3
34	ドローン空撮画像を利用したハクサイ根こぶ病発病株の判別	中嶋香織ら	三重県農業研究所、システム計画研究所、農研機構中央農業研究センター	令和2年度日本植物病理学会大会	2020	3
35	ハクサイ黄化病の発病程度が異なる土壌における微生物群集構造の比較	野口雅子ら	農研機構中央農業研究センター、群馬県農業技術センター	令和2年度日本植物病理学会大会	2020	3
36	食用ナバナ根こぶ病の発病度に基づく収量減少予測と防除対策の選択	久保周子ら	千葉県農林総合研究センター暖地園芸研究所、農研機構中央農業研究センター、東京農業大学	令和2年度日本植物病理学会大会	2020	3
37	高冷地におけるブロッコリー根こぶ病の簡易な発病危険度予測法開発の試み	藤永真史ら	長野県野菜花き試験場	令和2年度日本植物病理学会大会	2020	3

38	静岡県におけるネギ黒腐菌核病の総合防除対策の確立	伊代住浩幸ら	静岡県農林技術研究所	静岡県病害虫関係試験成績発表会	2020	3
39	タマネギべと病防除システムに関するAIアプリの活用	三室元気	富山県農林水産総合技術センター農業研究所	富山県試験研究機関長会研究交流会	2020	10
40	アブラナ科野菜栽培圃場における根こぶ病菌密度と土壤微生物群との関連	佐藤恵利華ら	農研機構中央農業研究センター、北海道立総合研究機構中央農業試験場、宮城県農業・園芸総合研究所、千葉県農林総合研究センター暖地園芸研究所、三重県農業研究所、神奈川県農業技術センター、長野県野菜花き試験場、富山県農林水産総合技術センター園芸研究所、香川県農業試験場、熊本県農業研究センター	令和2年度日本土壤微生物学会大会	2020	10
41	定植時セルトレイ灌注によるタマネギべと病の防除	三室元気ら	富山県農林水産総合技術センター農業研究所	令和2年度日本植物病理学会関西西部会	2020	11
42	三重県におけるアブラナ科野菜根こぶ病菌のグループ分類	中嶋香織ら	三重県農業研究所、農研機構中央農業研究センター	令和2年度日本植物病理学会関西西部会	2020	11
43	食用ナバナ根こぶ病の収穫終了時発病度から次作収穫終了時発病度を推定する	久保周子ら	千葉県農林総合研究センター暖地園芸研究所、農研機構中央農業研究センター	令和3年度日本植物病理学会大会	2021	3
44	作物の栽培がネギ類黒腐菌核病菌の菌核生存率を低下させ黒腐菌核病被害も軽減させる	伊代住浩幸ら	静岡県農林技術研究所	令和3年度関西病害虫害研究会	2021	6
45	高冷地水田転換畑におけるブロックリー作付前の圃場健康診断に基づく根こぶ病防除法の有効性評価	藤永真史ら	長野県野菜花き試験場	日本植物病理学会報	2021	8
46	根こぶ病抵抗性品種の利用による キャベツ結球重への影響と土壤菌密度抑制効果	大場淳司ら	宮城県農業・園芸総合研究所	令和3年度日本植物病理学会東北北部会	2021	10
47	AIを活用した病害虫早期診断技術の開発	三室元気ら	富山県農林水産総合技術センター農業研究所	富山県農林水産総合技術センター 農業研究所 農研ニュース Vol.33	2022	1
48	熊本県の冬春キャベツ産地における根こぶ病発病実態と圃場毎の発病リスクに基づく防除対策	坂本美沙ら	熊本県農業研究センター	第101回九州病害虫研究会研究発表会	2022	2
49	ナバナ根こぶ病グループ2及び4の発病に影響を及ぼす諸要因	久保周子ら	千葉県農林総合研究センター暖地園芸研究所	関東東山病害虫研究会 第68回研究発表会	2022	3
50	ドローンを活用したマルチスペクトルカメラの空撮画像によるナバナ根こぶ病診断の可能性	久保周子ら	千葉県農林総合研究センター暖地園芸研究所	令和4年度日本植物病理学会大会	2022	3
51	キャベツ根こぶ病に対する神奈川県版HeSoDiMマニュアルの作成(予定)	島田涼子ら	神奈川県農業技術センター	関東東山病害虫研究会 第68回研究発表会	2022	3
52	リアルタイムPCRによる土壌からのタマネギべと病菌卵胞子のモニタリング	西村文宏ら	香川県農業試験場、富山県農林水産総合技術センター 農業研究所	令和4年度日本植物病理学会大会	2022	3
53	群馬県の秋冬ネギにおけるピラジフルミド水和剤セルトレイ灌注による黒腐菌核病の防除効果	池田健太郎ら	群馬県農業技術センター	関東東山病害虫研究会 第68回研究発表会	2022	3
54	輪作によるハクサイ黄化病の発病抑制	星野啓佑ら	群馬県農業技術センター	関東東山病害虫研究会 第68回研究発表会	2022	3

(3) 出版図書

区分:①出版著書、②雑誌(学術論文に記載したものを除く、重複記載をしない。)、③年報、④広報誌、⑤その他

整理番号	区分	著書名(タイトル)	著者名	機関名	出版社	発行年	発行月
1	②	技術と普及 「土壌病害対策の最新動向～健康診断に基づく土壌病害管理」(ヘソディム)」	對馬誠也	東京農業大学	全国農業改良普及支援協会	2017	9
2	②	JATAFFジャーナル 「健康診断の発想に基づく土壌病害管理」(ヘソディム)」	吉田重信	農研機構	農林水産・食品産業技術振興協会	2018	4
3	②	土づくりとエコ農業 「香川県における土壌の健康診断に基づくブロックリー根こぶ病の取り組み」	中西充・森充隆	香川県農業試験場	日本土壌協会	2018	7
4	②	土づくりとエコ農業 「病原菌の生態を考慮したネギ黒腐菌核病の総合防除」	伊代住浩幸	静岡県農林技術研究所	日本土壌協会	2018	7
5	②	技術と普及 「ネギの上手な黒腐菌核病対策」	伊代住浩幸	静岡県農林技術研究所	全国農業改良普及支援協会	2018	7
6	②	植物防疫 「ネギ黒腐菌核病の発生実態と防除対策上の課題」	伊代住浩幸・斉藤千温	静岡県農林技術研究所	日本植物防疫協会	2019	1

7	⑤	担い手ねっと通信 「畑の健康診断「ヘソディム」によるアブラナ科野菜根こぶ病の防除対策」	中嶋香織	三重県農業研究所	(公財)三重県農林水産支援センター	2019	1
8	②	技術と普及 「アブラナ科野菜の上手な根こぶ病対策」	中嶋香織	三重県農業研究所	全国農業改良普及支援協会	2019	6
9	⑤	植防みやぎ 「AIを活用した土壌病害管理技術の開発について」	大場淳司	宮城県農業・園芸総合研究所	宮城県植物防疫協会	2020	9
10	②	植物防疫 「ダゾメット粉粒剤と灌水処理を合わせたトマト青枯病に対する防除技術の効果」	村元靖典・坂口一智・鳥海航・美野光哉・吉田重信	岐阜県農業技術センター、アグロカネショウ(株)、中央農研	日本植物防疫協会	2020	10
11	⑤	令和4年普及奨励ならびに指導参考事項 「ブロッコリー根こぶ病の圃場診断・対策支援マニュアルを活用した防除対策」	北海道農政生産振興局技術普及課	北海道立総合研究機構 中央農業試験場	北海道庁農政部	2022	3

(4)国内特許権等

区分:①育成者権、②特許権、③実用新案権、④意匠権、⑤回路配置利用権

整理番号	区分	特許権等の名称	発明者	権利者 (出願人等)	機関名	出願番号	出願年月日	取得年月日
1	②	植物病害防除用の農薬組成物及びそれを用いる植物病害防除方法	吉田重信、野口雅子、山内智史、三宅元氣、池田健太郎、酒井宏、三木静恵、古澤安紀子	農研機構、群馬県	農研機構、群馬県	特願2018-245524	2018/12/27	
2	②	タマネギべと病発病リスクの判定方法	西村文宏、中島千晴	香川県、三重大学	香川県、三重大学	特願2021-024410	2021/2/18	

(5)国際特許権等

区分:①育成者権、②特許権、③実用新案権、④意匠権、⑤回路配置利用権

整理番号	区分	特許権等の名称	発明者	権利者 (出願人等)	機関名	出願番号	出願年月日	取得年月日	出願国
		該当無し							

(6)報道等

区分:①プレスリリース、②新聞記事、③テレビ放映、④その他

整理番号	区分	記事等の名称	機関名	掲載紙・放送社名等	掲載年月日	備考
1	②	ヘソディムで防ごう根こぶ病:上	香川農業試験場	日本農業新聞	2017/8/23	
2	②	ヘソディムで防ごう根こぶ病:下	三重県農業研究所	日本農業新聞	2017/8/24	
3	②	土壌診断技術の普及拡大を目指す/農水省などセミナー	農研機構中央農業研究センター	日本農業新聞	2017/12/12	
4	②	土壌診断のセミナー/微生物による効果新技術で数値化/農水省、日本土壌協会	農研機構中央農業研究センター	農業共済新聞	2018/1/17	朝刊第13面
5	②	研究+1 「ネギ黒腐菌核病 体系防除で抑制」	静岡県農林技術研究所	日本農業新聞	2018/8/30	
6	④	農業のライフ&ワーク アブラナ科根こぶ病	農研機構西日本農業研究センター	FMLいかる	2019/1/29	
7	④	「AIを利用した根こぶ病の病害診断・対策支援システム」	農研機構西農研	FMLいかる	2020/1/28	
8	②	転炉スラグと殺菌剤の併用によるネギ黒腐菌核病の防除	静岡県農林技術研究所	中日新聞9面県内総合	2021/8/24	
9	④	AIを活用した病害虫早期診断技術の開発を進めています。(病理昆虫部)～農林水産省委託プロジェクト研究「人工知能未来農業創造プロジェクト」～	農研機構・岐阜県農業技術センター	岐阜県農業技術センターニュース No.49	2021/12/1	<a href="https://www.g-agri.rd.pref.gifu.lg.jp/">https://www.g-agri.rd.pref.gifu.lg.jp/</a>

(7)普及に移しうる成果

区分:①普及に移されたもの・製品化して普及できるもの、②普及のめどがたったもの、製品化して普及のめどがたったもの、③主要成果として外部評価を受けたもの(複数選択可)。

整理番号	区分	成果の名称	機関名	普及(製品化)年月		主な利用場面	普及状況
1	②	ネギ黒腐菌核病の総合防除対策	静岡農林技研	2018	4	廃棄株率50%以上の甚発生圃場	県内主産地に導入開始
2	②、③	ブロッコリー根こぶ病の発生要因と菌密度に与える土壌消毒及びおとり作物の影響	長野県野菜花き試験場	2021	3	長野県内のブロッコリー生産地域約1000ha	上伊那地区等の約300ha
3	②、③	ブロッコリー根こぶ病菌密度とテンゲンサイを用いたポット試験での根こぶ着生程度との関係	長野県野菜花き試験場	2021	3	長野県内のブロッコリー生産地域約1000ha	県内のブロッコリー生産地区約20ha
4	①	ピラジフルミド水和剤の定時処理を基本とする黒腐菌核病の省力的防除	静岡県農林技術研究所	2021	4	大規模栽培、秋冬ネギ。春、初夏ネギでは土寄せ時防除追加	静岡県JA遠州中央白葱部会栽培層採用



5	②、③	ブロッコリー根こぶ病の圃場診断・対策支援マニュアルを活用した防除対策	北海道立総合研究機構中央農業試験場	2022	4	北海道内のブロッコリー栽培地域	道内栽培面積約2500haで今後普及される予定
6	①	圃場の土壌病害の発病ポテンシャル診断・対策支援のAIアプリ「HeSo+」の販売	(株)システム計画研究所	2022	4	全国のキャベツ、ブロッコリー、ナバナ、ネギ、ハクサイ、キク、タマネギ、ショウガ、トマト圃場	HeSoDIM-AI推進協議会(仮称)より販売される予定

(8)発表会の主催(シンポジウム・セミナー等)の状況

整理番号	発表会の名称	機関名	開催場所	年月日	参加者数	備考
1	平成30年度加工用キャベツ栽培研修会	富山県農林水産総合技術センター芸芸研究所	JA全農とやま生活センター	2018/6/13	60	
2	富山県病害虫研究会定例会セミナー	富山県農林水産総合技術センター園芸研究所・農業研究所	農業研修会館	2019/5/30	58	
3	野菜の土壌伝染性病害に関する研修会	富山県農林水産総合技術センター園芸研究所	高岡市農業センター	2021/2/24	20	
4	令和3年度かがわスマート農業推進大会	香川県農政水産部農業経営課	丸亀市綾歌総合文化会館アイレックス	2021/7/19	160	
5	カネショウファームいばらぎ 報告会	JA常総ひかり茨城県西農林事務所結城地域農業改良普及センターアグロカネショウ(株)	茨城県つくば市	2021/11/11	20	生産者圃場にて結果の報告会を実施
6	令和4年度中央農業新技術発表会	北海道立総合研究機構 中央農業試験場	WEB開催	2022/2	—	ブロッコリー根こぶ病の圃場診断・対策支援マニュアルを活用した防除対策
7	令和4年度南農業新技術発表会	北海道立総合研究機構 中央農業試験場	北斗市農業振興センター	2022/2/22	—	ブロッコリー根こぶ病の圃場診断・対策支援マニュアルを活用した防除対策

(9)アウトリーチ活動の状況

区分:①一般市民向けのシンポジウム・講演会及び公開講座・サイエンスカフェ等、②展示会及びフェアへの出展・大学及び研究所等の一般公開への参

整理番号	区分	アウトリーチ活動	機関名	開催場所	年月日	参加者数	主な参加者	備考
1	①	平成29年度みやぎの野菜セミナー	宮城県農業・園芸総合研究所	宮城県古川農業試験場	2017/11/10	80	農業法人、認定農業者、JA、行政等	
2	①	平成29年度植物防疫に関する研修会	宮城県農業・園芸総合研究所	ハーネル仙台	2017/11/28	85	農業メーカー、JA、NOSAI、行政等	
3	①	平成29年度静岡アグリ実践大学出前講座	静岡県農林技術研究所	静岡総合庁舎	2018/2/7	20	生産者、行政等	
4	①	平成29年度静岡アグリ実践大学出前講座	静岡県農林技術研究所	静岡県立農林大学校	2018/2/14	20	生産者、行政等	
5	①	平成29年度病害虫関係試験成績説明会	静岡県農林技術研究所	クーボール会館	2018/3/7	80	JA、生産者、農業・肥料メーカー、行政等	
6	①	白葱部会土壌分析報告会・栽培講習会	静岡県農林技術研究所	JA遠州中央於保天庵支店	2018/4/17	20	生産者、JA、行政等	
7	①	白葱部会土壌分析報告会・栽培講習会	静岡県農林技術研究所	磐田市立公民館「なぎの木会館」	2018/4/17	20	生産者、JA、行政等	
8	①	白葱部会土壌分析報告会・栽培講習会	静岡県農林技術研究所	JA遠州中央於広瀬支店	2018/4/18	15	生産者、JA、行政等	
9	①	白葱部会土壌分析報告会・栽培講習会	静岡県農林技術研究所	JA遠州中央園芸流通センター	2018/4/18	25	生産者、JA、行政等	
10	①	白葱部会袋井支部総会	静岡県農林技術研究所	JA遠州中央袋井支店	2018/6/14	20	生産者、JA、行政等	
11	③	農業卸商の集会での講演(AIを利用した土壌病害の診断・防除の考え方と実際の利用上の課題)	農研機構中央農業研究センター	ホテルニューオータニ	2018/10/19	50	民間企業等	
12	①	講習会「ネギ黒腐菌核病対策について」	静岡県農林技術研究所	静岡県農林技術研究所	2018/10/22	20	生産者、JA、行政等	
13	②	アグリビジネス創出フェア2018でのポスターPR	農研機構中央農業研究センター	東京ビッグサイト	2018/11/20	38,000	会社員、大学関係者、行政、生産者等	http://agribiz-fair.jp/
14	①	講習会「ネギ黒腐菌核病対策について」	静岡県農林技術研究所	静岡県農林技術研究所	2018/11/26	16	生産者、JA、行政等	
15	①	静岡県植物病理研究会	静岡県農林技術研究所	静岡県男女共同参画センター「あざれあ」	2018/11/30	75	農業・肥料メーカー、大学、JA、生産者、行政等	

16	①	綾歌南部洋菜部会視察研修	香川県農業試験場	香川県農業試験場	2018/12/7	50	JA香川県綾歌南部洋菜部会部会員	
17	①	白葱部会土壌分析報告会・栽培講習会	静岡県農林技術研究所	JA遠州中央於保天電支店	2019/4/17	15	生産者、JA、行政等	
18	①	白葱部会土壌分析報告会・栽培講習会	静岡県農林技術研究所	磐田市立公民館「なぎの木会館」	2019/4/17	25	生産者、JA、行政等	
19	①	白葱部会土壌分析報告会・栽培講習会	静岡県農林技術研究所	JA遠州中央於広瀬支店	2019/4/18	15	生産者、JA、行政等	
20	①	白葱部会土壌分析報告会・栽培講習会	静岡県農林技術研究所	JA遠州中央園芸流通センター	2019/4/18	25	生産者、JA、行政等	
21	①	JAみえきた秋冬ハクサイ・キャベツ栽培合同研修会	三重県農業研究所	JAみえきた鶴川原支店	2019/6/18	30	生産者、JA、資材メーカー、行政等	
22	①	綾歌南部洋菜部会視察研修	香川県農業試験場	綾坂府中集荷場	2019/6/27	50	JA香川県綾歌南部洋菜部会部会員	
23	①	農林水産省技術研修(野菜生産におけるIPM)においてプロジェクト研究の概要を紹介	農研機構中央農業研究センター	農研機構リサーチギャラリー	2019/7/10	50	農業改良普及員	
24	①	神奈川県三浦市でのヘソディムおよびAI講習会	東京農業大学	三浦半島地区事務所	2019/8/23	8	生産者、県事務所職員等	
25	①	土づくり推進シンポジウム	静岡県農林技術研究所	日比谷図書文化会館	2019/12/2	100	土壌医、生産者、資材メーカー、行政等	
26	①	北海道江別市でのヘソディムおよびAI講習会	東京農業大学	JA道央	2019/12/20	10	生産者、JA、道庁・道総研職員	
27	①	上伊那ブロックリー生産振興大会	長野県野菜花き試験場	JA上伊那本所フワホール	2020/1/17	100	一般県民、学生、行政等	
28	①	上伊那ブロックリー生産振興大会	長野県野菜花き試験場	JA上伊那本所フワホール	2020/1/17	約100	一般県民、学生、行政等	
29	①	JA遠州中央白葱部会夏期栽培講習会	静岡県農林技術研究所	JA遠州中央於保天電視点	2020/7/21	20	生産者、JA	
30	①	JA遠州中央白葱部会夏期栽培講習会	静岡県農林技術研究所	JA遠州中央磐田南部どっさり市	2020/7/21	18	生産者、JA	
31	①	JA遠州中央白葱部会夏期栽培講習会	静岡県農林技術研究所	JA遠州中央園芸流通センター	2020/7/21	21	生産者、JA	
32	①	JA遠州中央白葱部会夏期栽培講習会	静岡県農林技術研究所	JA遠州中央広瀬生活センター	2020/7/21	12	生産者、JA	
33	①	IPM技術指導者養成研修第1回研修会	静岡県農林技術研究所	オンライン	2020/8/27	42	JA、流通業者、農業メーカー	
34	①	防除員研修会	静岡県農林技術研究所	静岡県病害虫防除所	2020/11/5	42	JA、県職員	
35	①	JA遠州中央白葱部会栽培講習会(磐田・竜洋支部)	静岡県農林技術研究所	JA遠州中央園芸流通センター	2021/4/23	16	生産者、JA	
36	①	JA遠州中央白葱部会栽培講習会(豊田・豊岡支部)	静岡県農林技術研究所	JA遠州中央園芸流通センター	2021/4/23	19	生産者、JA	
37	①	アブラナ科根こぶ病講習会	香川県東讃農業改良普及センター	JA香川県 菅水支店	2021/6/22	46	生産者、JA営農指導員、県普及指導員	
38	①	アブラナ科根こぶ病講習会	香川県東讃農業改良普及センター	JA香川県 高松西部統括店	2021/7/2	34	生産者、JA営農指導員、県普及指導員	
39	①	土壌病害のIPMIに関する勉強会	農研機構植物防疫研究部門	Web	2021/9/17	30	農林水産航空協会会員	
40	①	土壌病害のIPMIに関する勉強会	農研機構植物防疫研究部門	Web	2021/12/17	50	農業工業会会員	
41	①	品目別指導員会議(生姜)でのAIアプリ紹介	農研機構植物防疫研究部門	JA高知	2021/12/17	20	JA営農指導員、県普及指導員	
42	①	栽培講習会「土壌病害診断AIアプリの紹介」	群馬県農業技術センター	JAあがつま北軽井沢応桑支店	2021/12/22	12	生産者、JA	
43	①	ブロックリー生産振興大会「ブロックリー根こぶ病の効果的な防除法について」	長野県野菜花き試験場	JA上伊那本所	2022/1/26	150	生産者、JA技術員、農業改良普及員、行政等	
44	①	令和3年度群馬県農業技術センター成果発表会「輪作によるハクサイ黄化病の抑制」	群馬県農業技術センター	Web	2022/2/3	—	生産者、行政等	
45	①	「土壌病害診断AIアプリの紹介」	農研機構植物防疫研究部門	Web	2022/2/17	20	公設試験研究機関、大学、公設普及組織	
46	③	「(地独)北海道立総合研究機構HP公開	北海道立総合研究機構 中央農業試験場	HP上	2022/3/31	—	生産者、行政等	<a href="http://www.hro.or.jp/list/agricultural/index.html">http://www.hro.or.jp/list/agricultural/index.html</a>