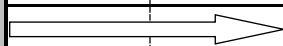


委託プロジェクト研究課題評価個票（中間評価）

研究課題名	現場ニーズ対応型研究のうち品種多様性拡大に向けた種子生産の効率化技術の開発			担当開発官等名	農林水産技術会議事務局研究企画課 農産局穀物課
				連携する行政部局	
研究期間	令和２～６年（５年間）			総事業費（億円）	1.4億円（見込）
研究開発の段階	基礎	応用	開発		
					

研究課題の概要

＜種子生産の効率化技術の開発＞

・種子生産（※1）を担う農家はとりわけ高齢化が著しく、独特の高度な栽培技術が求められ新規参入が難しいため、後継者不足となっている。その一方で、作期分散等のため取り扱う品種の数は増え続けており、種子生産現場は慢性的な人手不足となっている。そこで、本課題では、異品種・被害粒の混入がなく、発芽揃いの良い健全な種子の安定生産に資するため、種子生産現場で使いやすい省力的な高純度・高品質種子生産技術や若手農業者・新規事業者への技術継承を促す支援ツールを開発する研究を実施する。

＜①：隔離栽培等による交雑防止技術の開発（令和2～6年度）＞

・交雑のリスクをなくすため、隔離温室栽培、閉花受粉性の利用による水稻の交雑防止技術の開発を実施

＜②：効果的な種子伝染病害防除法（※2）の開発（令和2～6年度）＞

・種子伝染性病害の防除のため、温湯消毒法、化学農薬、発病抑止型育苗培土等を組み併せた体系防除法の開発を実施。

＜③：異型株（※3）・罹病株（※4）の効率的検出技術の開発（令和2～6年度）＞

・種子生産圃場の見回り（※5）等に係る作業時間の削減のため、ドローン等による画像から異型株・罹病株の自動検出システムの開発を実施

＜④：充実種子生産のための栽培管理支援ツールの開発（令和2～6年度）＞

・充実種子生産のため、スマホで撮影した画像から適切な追肥のタイミング等を提示できる栽培管理支援ツールの開発を実施。

＜⑤：種子生産効率化の実証（令和2～6年度）＞

・地域に適した効率的な種子生産のため、①～④で開発された技術の実証を行い、種子生産効率化マニュアルを作成。

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
①異型株・罹病株自動検出システムのテストモデルの開発：50%	①異品種・被害粒の混入がない種苗を生産することに加え、異型株・罹病株自動検出システムの開発により、種子生産圃場の見回り等に係る作業時間を開発技術導入前と比較して50%削減する。
②栽培管理支援ツールのテストモデルの開発：50%	②種子生産者向けの栽培管理支援ツールを開発し、発芽揃いの良い充実した種子生産を達成する。
③種子生産効率化マニュアルのデータ収集：10%	③地域ごとの種子生産技術体系を整理した種子生産効率化マニュアルを作成する。

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（R11年）

地域ごとの種子生産技術体系を整理した種子生産効率化マニュアルや種子生産者向けの栽培管理支援ツールを開発することで、種子生産圃場の見回り等に係る作業時間を開発技術導入前と比較して50%削減し、健全な種子の安定供給を促進する。

【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**

種子生産には異品種や病気の混入を防ぐ作業に大きな労力が必要となる。異品種の混入を防止するため、残留物が残りにくく掃除しやすい構造の種子専用コンバイン（※6）が開発されているものの、種子生産を担う農家はとりわけ高齢化が著しく、充実種子生産のためには独特の高度な栽培技術が求められることから、新規参入が難しく、後継者不足となっている。その一方で、作期分散（※7）や食の多様化への対応等のため種子生産農家が取扱う品種の数は増え続けており、種子生産現場は慢性的な人手不足となっている。こうした担い手のニーズや政策的課題を解決する課題であることから、引き続き本研究を推進することが重要である。

② 引きつづき国が関与して研究をする必要性

種子生産における省力的栽培技術の開発や純度が高く健全な種子生産技術の開発には多大な研究資源と長期的視点が必要であり、個別機関では担えない課題であることから、国自らが企画・立案して重点的に実施する必要がある。また、研究成果を日本全国で適用可能なものとするためには、我が国の作物の品種・栽培技術開発の中核機関である農研機構に加え、大学や全国の公設試研究機関といった国内の研究勢力を結集して取り組む必要がある。以上のことから、本課題は国が関与して研究を推進することが適切である。

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 中間時の目標に対する達成度**

罹病株検出システムについては、現地圃場等からばか苗病罹病株画像を時期や撮影角度を替えてドローンによる撮影画像を収集しAI処理によりプロトタイプを開発した（目標判別率85%）。異型株検出についても人工的に異型株を植え付けした圃場より収集したドローン撮影画像2年分のデータから機械学習（※8）を始め、穂揃い期以降1週間程度が異型株判別に適することを確認した。また、次年度にはプロトタイプを完成させる（進捗率50%）。

栽培管理支援ツールについては、各地域の現地圃場の生育期間を通じた茎数および圃場画像をスマートフォンにより取得し深層学習を進め、幼穂形成期等の生育ステージを判断できるテストモデルを開発した（進捗率80%）。さらに、種子生産効率化マニュアルの作成に向けて、高純度種子を得るための隔離温室の遮光カーテン等の使用期間・時間を設定し、加えて高純度種子を用いることで異型株の発生が少なく、種子生産圃場での異型株の抜き取り時間を大幅に減らせることを確認した。種子伝染病害防除法の開発では、化学農薬と耕種的防除技術等の体系処理により、ばか苗病ともみ枯細菌病の発病度が低く抑えられることを確認した。また、充実度の高い種子を得るための施肥時期の検討や漏生イネ（※10）防除のための初期剤（※11）と一発除草剤（※12）を用いた体系の検討、種子損傷が少なくなるコンバインのこき胴回転数（※13）の検討を行い、効率的かつ優良な種子生産のためのデータの蓄積も計画通り進んでいる（進捗率30%）。以上のように、中間時の目標は概ね計画通り達成した。

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

異型株・罹病株の検出システムについては、実証試験からの画像データのアノテーション（※14）等を引きつづき進め検出精度の向上を図るとともに、オルソ（合成）化により異型株等の正確な位置情報を含めたシステムの構築を進めていく予定である。栽培管理支援ツールのテストモデルは、さらに複数品種・複数の場所で実証した後、ユーザー向け水稻AI生育診断アプリ（NTTデータCSS開発）に実装することに汎用性を高めた支援ツールが開発される。また、異品種・被害粒の混入がない種子生産に向けて、隔離温室を利用した原原種生産における栽培条件、温室設定条件の検討、種子伝染性病害に対する化学農薬と温湯消毒等を組み合わせた体系防除法の開発も計画通りに進んでおり、開発した技術は実証課題を通して引きつづきデータを蓄積することにより、普及に移すための種子生産効率化マニュアルの作成は達成される。

以上のことから、研究は概ね計画の通りの進捗で進捗しており、アウトカム目標の「種子生産効率化マニュアルの作成」、「栽培管理支援ツールの開発」は達成される可能性は高い。また、「種子生産圃場見回りにかかる作業時間の50%削減」「異品種・被害粒の混入がなく、発芽揃いの良い健全な種子生産」については、高純度種子を用いることで圃場見回り時間を大幅に減らせることや軽量培土等を用い

ることにより種子伝染病害を大幅に抑えられることを確認しており、これらの技術を組み合わせること
で種子生産圃場での異型株・罹病株の発生を少なく抑え、加えてドローンによる異型株等の検出、栽培
管理支援ツールを活用した種子生産に最適な追肥時期等の決定により達成される可能性は高い。

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其他的な根拠

本課題の研究成果により、純度が高い種子を生産するための交雑防止技術や種子伝染病害防除技術、
異型株除去に必要な労力を削減するAIによる異型株・罹病株の効率的検出技術および画像診断による種
子生産のための栽培管理支援ツールアプリが開発される。また、開発した技術を普及に移すための種子
生産効率化マニュアルも作成されることから、「種子生産圃場の見回り等に係る作業時間を開発技術導
入前と比較して50%削減」、「異品種・被害粒の混入がなく、発芽揃いの良い健全な種子生産を達成」
のアウトカム目標は達成可能と考えられる。

②アウトカム目標達成に向けた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

開発中の栽培管理支援ツールや異型株・罹病株の検出システムは、コンソーシアムメンバーの公設試
やJA全農と連携して実証を行い、開発後速やかな種子生産現場への普及や種子生産への新規参入を容易
にするように取り組んでいる。

③他の研究や他分野の技術の確立への具其他的な貢献度

該当なし。

4. 研究推進方法の妥当性	ランク：A
----------------------	--------------

①研究計画の妥当性（的確な見直しが行われているか等）

3名の外部専門家と、関係する行政部局で構成する運営委員会を設置し、行政ニーズや各課題の進捗
状況を踏まえて実施計画の見直し等の適切な進行管理を行っている。こうした進行管理により、AIによ
る異型株・罹病株の検出技術や生育診断ツール開発の効率化やマニュアル作成に向けた現地実証試験の
重点化など、開発技術の普及を加速化する研究内容となるよう研究計画が改善され、アウトカム目標の
達成可能性を高めている。

②研究推進体制の妥当性

上記の運営委員会を年1～2回開催し、進捗状況の確認、研究計画・推進体制の見直し、研究成果の
共有と公表等について、助言指導等を行っている。また、研究コンソーシアムの自主的な推進体制とし
て、メーリングリストの構築や推進会議の開催を行い、コンソーシアム内の情報共有や意見交換、推進
体制の検討を行っている。新型コロナウイルスの影響のため現地中間検討会はこれまで行っていないが
、感染状況に改善がみられれば行う予定としている。以上の進行管理、情報共有等が達成されているこ
とから、研究推進体制は妥当である。

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）

開発が進んでいる交雑防止技術、種子感染病害防除技術、異型株・罹病株の検出技術および栽培管理
支援ツールの実証試験を次年度から実施できる体制に組み換えており、研究課題の構成は妥当である。

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

各実行課題の進捗状況や研究成果の有用性を踏まえた予算配分の重点化を行っている。それぞれの実
行課題は計画通り進捗しており、最終目標の達成も見込まれることから、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の継続の適否に関する所見

・高齢化が著しく、慢性的な人手不足になっている生産現場としては、効率的な種子生産技術開発
や、後継者の技術支援に繋がる本研究課題は非常に重要である。また、高度な技術や効率的な手法の
開発に国が関与しつつ、民間での種子供給体制を構築する一連の流れは、生産現場への種子の安定供
給に資するものであり、本研究課題の必要性は非常に高く研究の継続は妥当である。

2. 今後検討を要する事項に関する所見

- ・成果の公表発信については、今後より積極的に行っていただきたい。
- ・既存の生産者だけではなく、新たな生産者の発掘や参入を促すような取組を進めていただきたい。

〔研究課題名〕 現場ニーズ対応型研究のうち品種多様性拡大に向けた種子生産の効率化技術の開発

用 語	用 語 の 意 味	※ 番号
種子生産	育種事業で開発された新品種種子を農業者に供給するために増殖すること。育種家が育成した種子を一代増殖した種子を原原種、それを増殖した種子を原種、さらにそれを増殖した種子を一般種子といい、一般種子が農業者へ供給される。原原種および原種は農業試験場等の品種育成機関で生産されることが多く、一般種子は主に契約農家で生産される。いずれの段階においても、他の花粉の受粉による交雑や、ばか苗病、もみ枯細菌病等の種子伝染性病害の混入の防止に細心の注意をはらい、発芽揃いのよい充実した種子を生産する高い栽培技術が要求される。	1
種子伝染病害 防除法	種籾への薬剤塗布や薬液浸漬など、薬剤による防除が一般的である。水稻においては、ばか苗病やもみ枯細菌病が主要な種子伝染性病害であるが、薬剤耐性菌の出現が確認されており、温湯殺菌や生物農薬等、薬剤に依存しない防除法の開発が求められている。	2
異型株	種子生産対象とは品種が異なる個体。混入するとクレームの対象となるため、細心の注意を払って何度も水田圃場を見回る。草丈、葉色、出穂日、穂の形態等が異なる個体を発見したら、異型株として除去し、均一な特性を示す個体からのみ種子を取得する。	3
罹病株	病原菌に感染した個体。種子生産では病原菌の混入は許されないため、苗代と水田圃場を見回り、発見したらそのロットは廃棄となる。	4
種子生産圃場の 見回り	均一で健全な種子を生産するために、草丈、葉色、出穂日等の草型・生育特性の異なる異型株や種子伝染病害に感染した罹病株を発見し、抜き取る必要がある。異型株・罹病株の発生状況や抜き取り作業のために田植え後から出穂後まで、何度も採種水田圃場を見回る必要がある。10アールの圃場あたり見回りと抜き取りに9時間程度かかり、特に出穂期には猛暑の中の作業となるため、高齢化する種子生産現場において大きな負担となっている。	5
種子専用コン バイン	種子を損傷させないようこき胴の回転数の低回転に調整が可能であり、異品種が混入しないよう清掃がしやすい構造になっているなどした種子生産に適したコンバインを指す。	6
作期分散	植え付け時期や収穫時期の分散化、作業ピークを崩すことで作業機械の効率的な利用や経営面積を増やすことが可能となる。	7
機械学習	機械学習とは、データを分析する方法の1つで、データから、「機械」（コンピューター）が自動で「学習」し、データの背景にあるルールやパターンを発見する方法。近年では、学習した成果に基づいて「予測・判断」することが重視されるようになった。	8
軽量培土	ピートモス等が混合され通常の培土よりも有機物成分が多く含まれた軽量の培土のこと。	9
漏生イネ	収穫時等には場に落ちた籾が翌年以降に生育しているものを指し、特に前年と作付け品種を替えた場合に異品種混入の要因となる。	10
初期剤	田植え前から田植え5日後ころまでに散布する除草剤。雑草が出芽する前に水田内に除草剤を拡散させ、雑草出芽時に枯れることを狙う。初期剤の一部が植代時あるいは植代後に散布可能な除草剤として登録されている。従来は、初期剤の効果がなくなったころに散布する中期剤（田植え20日～25日後頃）、中期剤以降にも残った雑草を防除するために使用する後期剤を用いた体系処理が主流だったが、1990年代以降は、一発除草剤（※12）を用いた省力化が主流になっている。	11
一発除草剤	1回の処理で初期剤と中期剤の両方の効果をカバーできる除草剤。田植え3日～7日後ころに使用することが多い。初中期剤あるいは初中期一発剤ということもある。	12
コンバインの こき胴回転数	こき胴とは籾を脱穀するコンバインのパーツのことであり、種子生産においては種籾の損傷を抑えるために低回転に設定することが求められる。	13
アノテーション	アノテーションとは、あるデータに対して関連する情報（メタデータ）を注釈として付与することであり、本課題においては取得画像に異茎株、罹病株、正常株等の情報を付加して機械学習の教師データを作成することを意味する。	14

⑬ 品種多様性拡大に向けた種子生産の効率化技術の開発

- 種子生産を担う農家はとりわけ高齢化が著しく、独特の高度な栽培技術が求められ新規参入が難しいため、後継者不足となっている。その一方で、作期分散等のため取り扱う品種の数は増え続けており、種子生産現場は慢性的な人手不足となっている。
- そこで、本課題では、**高純度・高品質な種子の省力的な生産技術を開発**する。
- 交雑防止、病害防除、異型株・罹病株検出等の省力的な技術が容易になれば、種子生産農家の負担が軽減し、若手農業者や新規事業者が種子生産に参入しやすくなり、多様な需要に応える品種種子の安定生産が可能となる。

生産現場の課題

- ・ 真夏の異型株抜き取りなど、異品種や病気の混入を防ぐ作業が大変！
- ・ 種子生産技術の後継者がいない。



<イメージ>



真夏の異型株/罹病株の抜き取りに
10アールあたり9時間必要。

生産現場の課題解決に資する研究内容

- ・ 隔離栽培等による交雑防止、種子伝染病害防除法の組合せ、ドローン等を活用した異型株・罹病株検出支援等により、稲・麦・大豆で省力的な高品質種子生産技術を開発。
- ・ 発芽率の高い充実種子を生産するための施肥・水管理を提案する支援ツールを開発。熟練者の技術が新規事業者にも継承可能。
- ・ 種子生産効率化を実証。

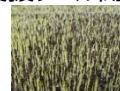
<イメージ>

① 隔離栽培等による
交雑防止

他の花粉の侵入を防止

② 種子伝染病害
防除法の組合せ

籾枯れ ばか苗病
細菌病

③ 充実種子生産の
ための栽培管理
支援ツール開発④ ドローン等による
異型株/罹病株の
効率化検出社会実装の進め方と
期待される効果

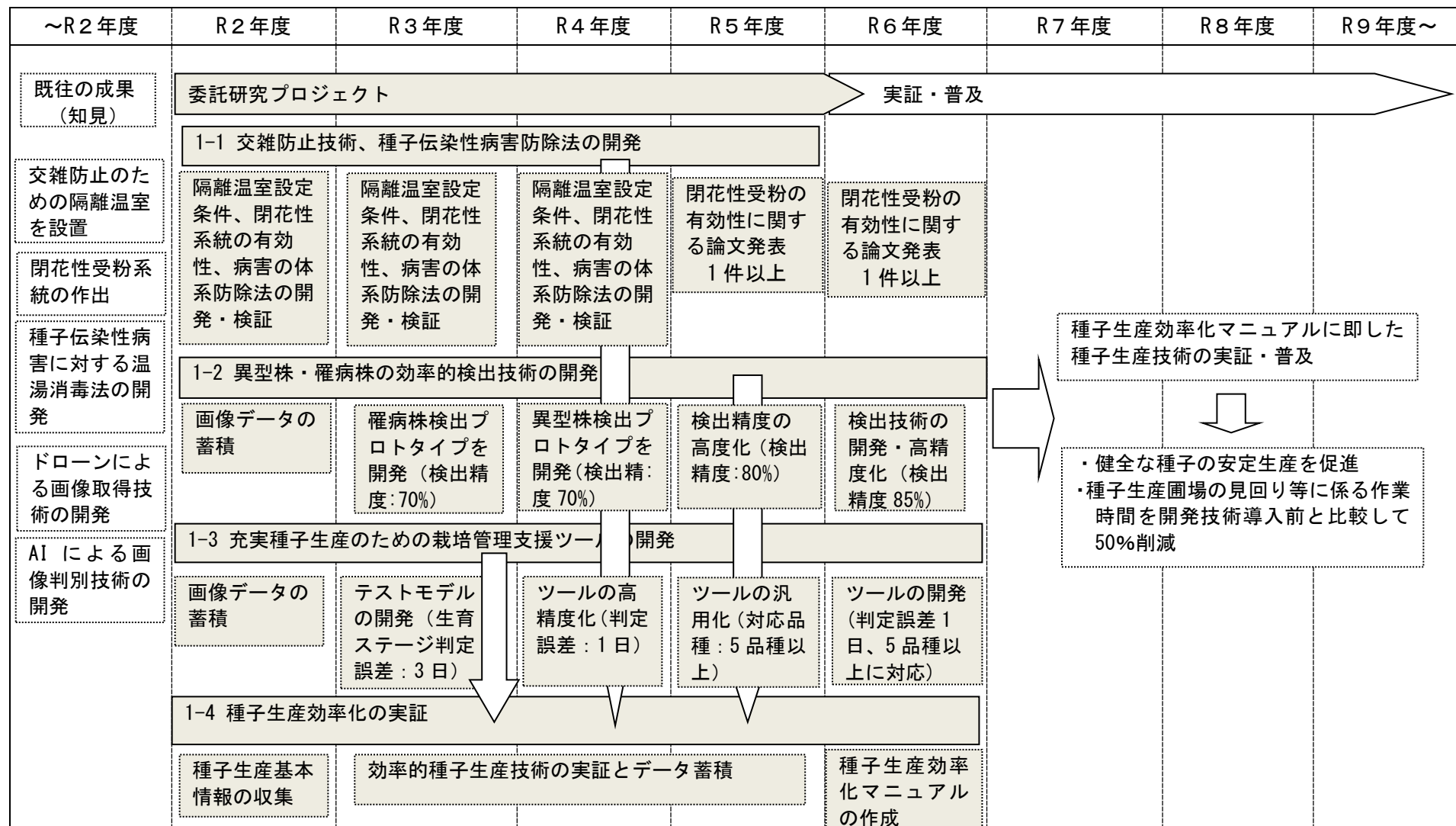
- ・ 地域の状況に合わせた技術体系で省力化を実証。
- ・ 地域ごとに種子生産効率化マニュアルを作成。

- ・ 種子生産圃場での見回り作業時間を50%削減。
- ・ 異品種・被害粒の混入がなく、発芽揃いの良い健全な種子生産を達成。



【ロードマップ（中間評価段階）】

種子生産の効率化技術の開発



種子生産のスマート化

種子生産の効率化技術の開発

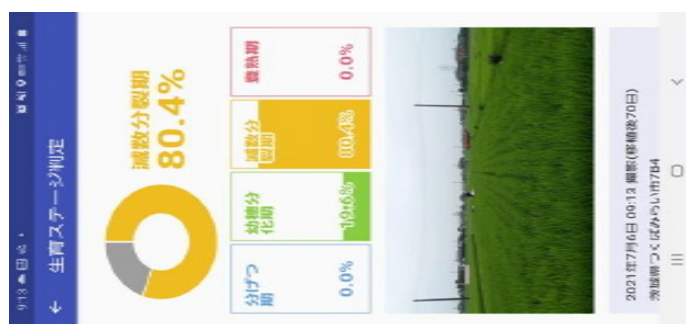


AIによる画像処理により、罹病株の自動検出と充実種子生産を支援する技術を開発



ドローン画像から、罹病株（○印）を検出するプロトタイプを開発

ドローン画像から、AIによる画像識別技術により、罹病株の効率的な検出システムのプロトタイプを開発した。異型株の検出についても開発を進めている。また、スマホの写真から幼穂形成期等の生育ステージを判断するAIシステムを開発した。このシステムは、追肥時期の決定など充実した種子生産に利用できる。さらに、交雑防止のための隔離温室の利用法や種子伝染性病害防止のための体系防除法の開発なども進めている。これらの技術開発により、圃場の見回り時間等が大幅に削減され、発芽揃いの良い健全な種子の生産が可能となる。これらの技術開発と実証試験は種子生産効率化マニュアルとして公開し、全国の種子生産での省力化・効率化に貢献する。



スマホ写真から生育ステージを判別する栽培管理支援ツールのテストモデルを開発

研究代表機関

農研機構

プロジェクト名

品種多様性拡大に向けた種子生産の効率化技術の開発

研究期間

令和2年度～
令和6年度

共同研究機関：東工大、NTTデータCCS、JA全農、秋田県、富山県、埼玉県、長野県、鹿児島県

研究背景

種子生産には異品種や病気の混入を防ぐ作業に大きな労力が必要となる。異品種の混入を防止するため、残留籾が残りやすく掃除しやすい構造の種子専用コンバインは開発されているものの、種子生産を担う農家はとりわけ高齢化が著しく、充実種子生産のためには独特の高度な栽培技術が求められることから、新規参入が難しいため、後継者不足となっている。その一方で、作期分散や食の多様化への対応等のため種子生産農家が取扱う品種の数は増え続けており、種子生産現場は慢性的な人手不足となっている。

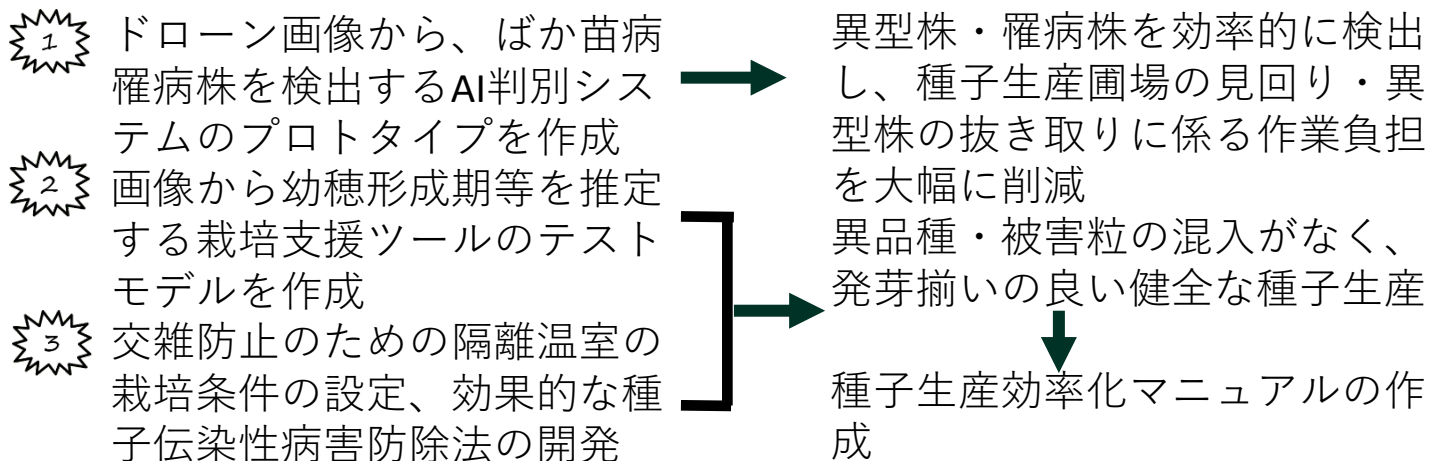


異型株調査の様子



圃場に混ざる罹病株

主要な成果



隔離温室の締め切りや高温抑止のための遮光カーテンの利用効果・利用方法を検討

