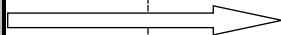


委託プロジェクト研究課題評価個票（中間評価）

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



隔離温室

他の花粉の侵入を防止



防風網

② 種子伝染病害
防除法の組合せ



籾枯れ
細菌病
ばか苗病

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
効率の検出



社会実装の進め方と 期待される効果

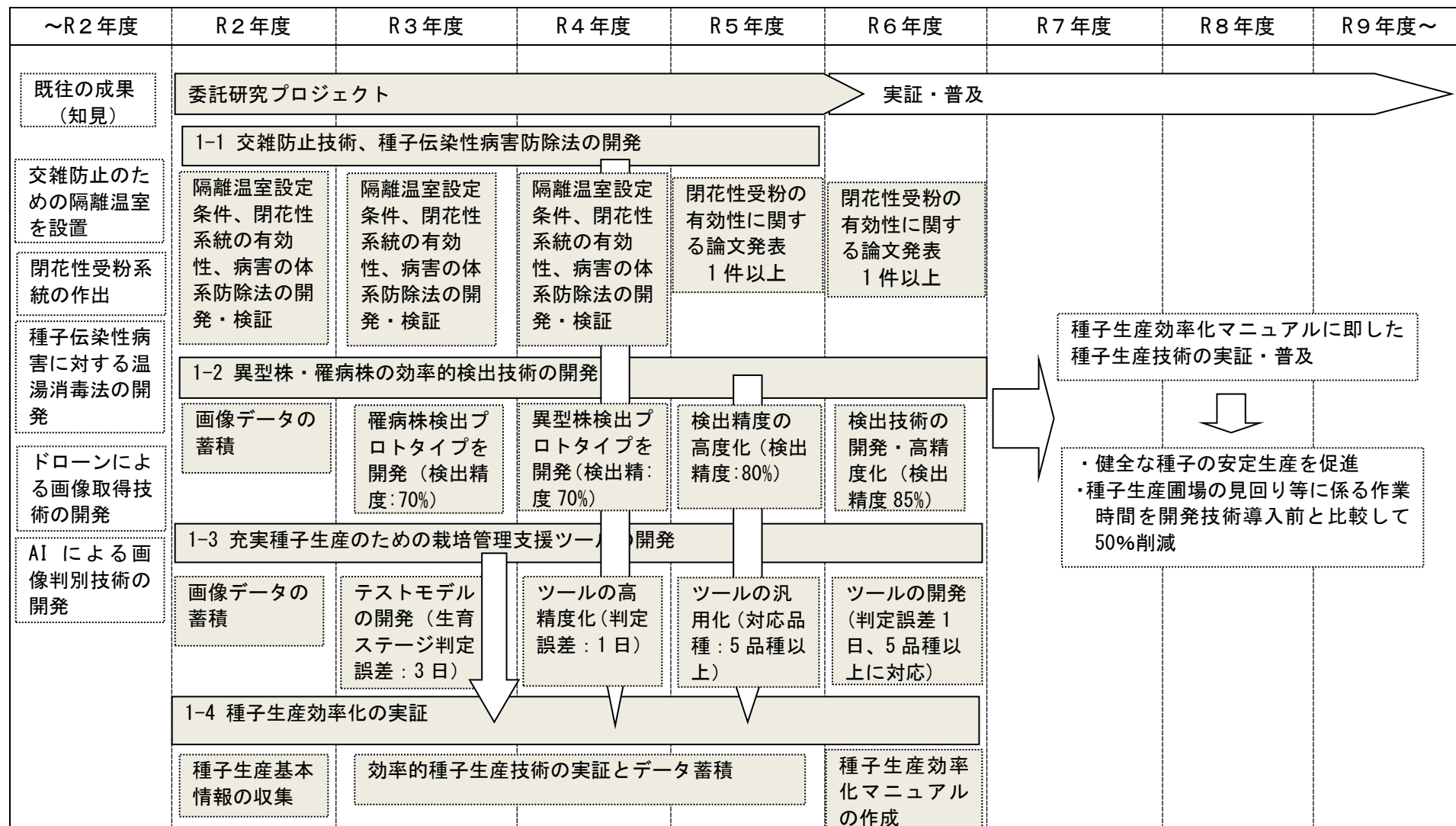
- ・ 地域の状況に合わせた技術体系で省力化を実証。
- ・ 地域ごとに種子生産効率化マニュアルを作成。

- ・ 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

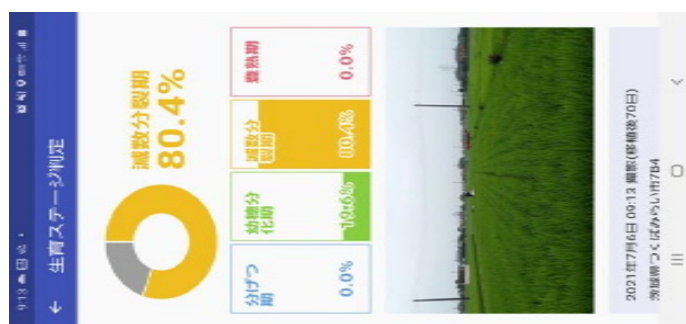


AIによる画像処理により、罹病株の自動検出と充実種子生産を支援する技術を開発



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。

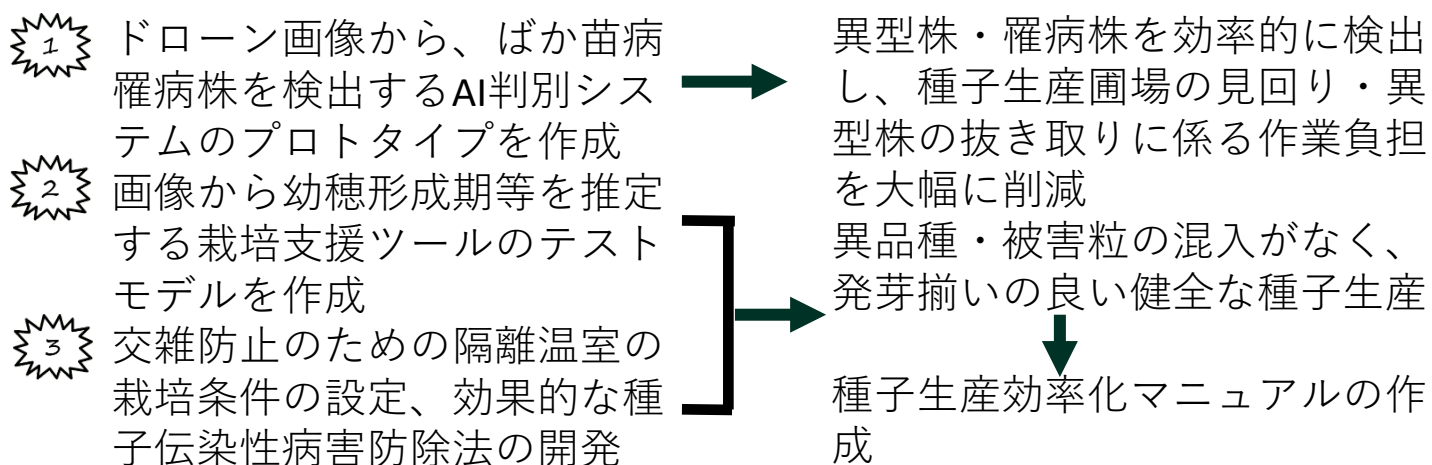


異型株調査の様子



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



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センシング技術を駆使した畑作物品種の早期普及と効率的生産システムの確立			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年～令和6年（5年間）			総事業費（億円）	1.3億円（見込）
研究開発の段階	基礎	応用	開発		
研究課題の概要					
＜委託プロジェクト研究課題全体＞ 麦大豆の生産現場では、農業従事者の減少に伴う規模拡大に適応できない品種・栽培技術が導入されていることや近年の不安定な気象条件等による深刻な低収が問題になっており、安定的で収量性の高い生産技術の開発、導入が求められている。 このため、気温や土壌水分・温度、作物の生育等のセンシングデータを最大限活用することで、地域に応じた品種の選定、品種・播種時期に応じた適切な栽植密度や肥培管理条件の設定、水分変動に強い圃場改善技術の開発等を効率的に進め、短期間で品種と栽培法を最適化した生産システムを確立し、麦大豆の生産性向上に貢献する。 ＜課題①：地域に適した早播適性大豆品種の開発・選定＞ 東海・近畿・九州地域を対象として早播適性の高い系統を開発し、各地域における生育特性・収量・品質試験の結果をもとに系統・品種の選定を行う。 ＜課題②：大豆・麦類の安定生産技術の開発・実証＞ 大豆・麦類の安定多収技術を各栽培地域において、センシングデータを活用しつつ、最適な肥培管理技術、圃場改善技術を開発する。					
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		
① 多くの品種・系統から、播種期や栽培地域に対応して1割以上収量性が高い大豆系統を選定。			① ② 品種と栽培技術とをパッケージ化した生産システムを現場で実証し、大豆で3割、麦で1割収量性を向上させる生産マニュアルを作成。		
② 排水対策技術、施肥技術等で収量性を1割以上向上させる栽培法を開発。					
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（令和11年）					
大豆では3割、麦類では1割以上収量を増加することで収益2割を向上する技術を開発し、作成される生産マニュアルを活用して、全国の2年3作体系の作付面積の2割に普及した場合、年あたり5億円の改善。					

【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

大豆、麦類は国民が消費する主要な穀類であるが、その大部分は輸入に頼っており、近年の気候変動による世界的に生産が不安定な状況下、安定的な食糧を確保するためには自給率を高める必要がある。一方、国内生産は農業従事者の減少に伴う急速な規模拡大に適応できない品種・栽培技術が導入されていることや近年の不安定な気象条件等により、単収の低迷が続いている状況にある。また、実需者からは十分な量の安定的な原料供給を求める声は強く、各方面から単収の向上、安定化に資する技術開発が強く望まれている。

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
大豆の品種選定については、早播で収量が高く、倒伏しにくい特徴を持つ品種の選定を進めている。これまでに、「関東141号」「四国31号」等、複数の県で対照品種「フクユタカ」より2割以上収量性の高い大豆系統を数系統選抜・選定し、三重、岐阜、滋賀では現地試験が進められている。また、普及を見据え「関東141号」「九州182号」「九州185号」では豆腐加工適性評価を実施し、使用可能な評価を得ている。小麦では新品種「はるみずき」（大分）、「びわほなみ」（滋賀）を選定した。 栽培技術の開発では、開発した深い落水口施工装置（※1）と弾丸暗渠（※2）等と組合わせた排水対策技術により小麦・大豆で2割以上収量向上（三重）、カットブレイカー（※3）導入により小麦・大豆で2割程度の収量向上（大分）、開発した一工程浅耕播種機（※4）により作業スピード3割向上かつ3割以上収量向上（九農研）、生育後期重点施肥法（※5）の検討により小麦の1割以上収量向上（滋賀、佐賀、九農研）を示す試験結果が得られ、栽培地域に適した技術の開発が進んでいる。従来行われてきた主な排水対策は重機を用いた大がかりな施工技術が多かったが、落水口や本暗渠を施工可能な開発機は、作業性やコストに優れ、これまでより簡易に排水対策を進めることができる。 また、これまで排水対策技術の選択や導入のための土壌診断については、主に土壌水分の多少について判断してきたが、土壌の気相に注目した診断法の開発を進めている。衛星画像から土壌養水分の推定にも取り組んでおり、これらの評価技術を活用し、排水施工技術の選択や播種の優先度の決定を助ける技術開発を目指している。 1割以上収量の高い大豆品種の選定、および1割以上収量を高める栽培法の開発という中間時の目標は達成した。今後、新たな切り口の土壌診断技術、簡易に施工できる排水対策技術、梅雨を回避できる早播適性品種等を組み合わせることでアウトプット目標の達成は十分可能である。	
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
大豆単収120kg/10a(都府県平均)が3割、小麦単収400kg/10aが1割増加した場合、落札価格がそれぞれ約10,000円/60kg、50,000円/tであることから、収益は8,000円/10a(大豆6,000円/10a、小麦2,000円/10a)増加し、収量増加前の収益40,000円/10a(大豆20,000円/10a、小麦20,000円/10a)と比べて2割改善する。全国の2年3作体系の作付面積の2割（約6,000ha）に普及した場合、5億円規模の収益向上が生じるとした。 本研究グループには、稲麦大豆2年3作生産体系の割合が多い東海、近畿、九州の主要な麦大豆生産県が参画しており、技術の開発段階から各県公設試と普及組織とが連携して試験を実施している。また、JAや実需者が協力機関として参画し、検討中の品種・系統の加工評価を実施するなど、普及開始前から流通に向けた取り組みを進めている。また、普及を促進するため開発される生産システムのマニュアルを作成することとしている。試験実施地域の稲麦大豆2年3作生産体系の栽培面積は全国の約6割を占めていることから、同作付体系地域への速やかな普及は十分可能であり、アウトカム目標の達成は可能である。	
4. 研究推進方法の妥当性	ランク：A
研究課題責任者、外部運営委員、行政部局で構成される年2回の運営委員会に加えて、研究コンソーシアム側が実施する設計会議、中間検討会、成績検討会に外部運営委員も参加し、適宜、試験の進捗状況を把握し、研究計画の見直しを速やかにできる推進体制としている。課題構成は、国内大豆育種の主導的役割を果たしてきた農研機構の育種研究グループが品種開発課題を担当し、また、地域ごとに農研機構の栽培研究グループをとりまとめ役に配置し、実際の普及地域にある公設試で開発系統の評価、選定、栽培技術の実証試験を担当する構成で、各機関の強みを活かす体制としており、研究推進体制は妥当である。 予算については、各地域の技術開発の中核を担う佐賀県、三重県に重点的に配分するとともに、プロジェクト全体で取り組んでいるセンシングデータの活用にあたり、当初より取り組みを広げて生育期画像の解析を担うグループに配分率を高めるなど、内容、状況に応じて柔軟な配分としていることから妥当性は高い。	

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

- ・世界的に見て食料不足が当面解消しないと予想される状況において、特に麦大豆などの穀類を安定的に確保する観点で、収量増加に資する本研究課題の必要性は非常に高い。
- ・順調に品種の選定や栽培技術の開発が進んでおり、研究目標の達成可能性は非常に高く、研究の継続は妥当である。
- ・積極的にアウトリーチ活動を実施している点も高く評価できる。

2. 今後検討を要する事項に関する所見

- ・様々な技術の組み合わせによりツールやシステムを開発する研究であるため、作業効率とコストのバランスに留意して進めていただきたい。
- ・売上向上の効果だけでなく、間接的な波及効果（アウトカム）についても強く意識して、研究開発を推進することを期待する。

〔研究課題名〕 現場ニーズ対応型研究のうちセンシング技術を駆使した畑作物品種の早期普及と効率的生産システムの確立

用 語	用 語 の 意 味	※ 番号
落水口施工装置	圃場内に溜った水を圃場外に出すための水路を作る装置。本研究で開発している施工機は、額縁明渠（圃場に額縁状に掘った溝）から余剰水を圃場外に出すために、通常より深い位置に排水用のパイプを設置できる特徴を持っている。	1
弾丸暗渠	トラクタ等で弾丸型の金属器具を引き、田畑の土中に下水管の様な穴を作り、土中の余剰水を排出し、土を乾きやすくする技法。	2
カットブレーカー	水はけをよくするために、硬く締まった土の層に亀裂を入れる装置。トラクタや農耕用ブルドーザに装着して使用し、従来技術より深く、表面から70cmまでV字状に幅広く土壌を破碎できる。	3
一工程浅耕播種機	播種作業を耕起と播種の2工程ではなく、耕起と播種を同時に行う播種機。本研究で開発を進めている播種機は、碎土性はよいが速度が遅くなってしまう逆転ロータリを浅くかけることにより速度を維持する仕組みと、装置のサイドに表面排水を促す溝を切るディスクを装備し、耕起・播種・溝切を一工程で行うことのできる播種機である。	4
生育後期重点施肥法	小麦の栽培では、基肥、穂肥、実肥など数段階に分けて施肥する栽培が行われるが、従来の施肥体系に比べて、生育の後半の穂肥や実肥の施肥割合を増やす施肥体系。各地で収量や蛋白含量が向上する報告がなされている。	5

② センシング技術を駆使した畑作物品種の早期普及と効率的生産システムの確立

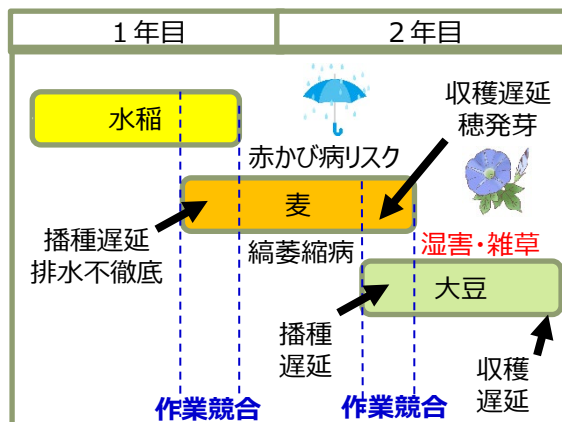
- 大豆や麦類では、一部の地域において深刻な低収が問題になっており、品種転換への要望が強い。しかし、新品種への置換え、普及には、多大な労力と年数をかけた試験の実施が不可欠であり、営農条件の急速な大規模化に対応した品種転換が進んでいない。
- 複数の有望品種を様々な生産ほ場において生産力を評価し、同時に多数のセンサーを設置して網羅的にデータを取得。低収事例および多収事例を徹底的に比較解析し、地域の環境条件に最適な品種と高位安定生産できる栽培技術を短期間に最適化。
- 品種と栽培技術をパッケージ化したマニュアルを作成。効果を現場で実証し生産システムを確立。麦類で1割、大豆で3割単収向上。

生産現場の課題

- 忙しくて、播種や収穫を適期にできない…。天候不順もあり、大豆や麦類の収量があがらない。
- 地域に適した品種に転換して、作付け体系も開発してほしい。

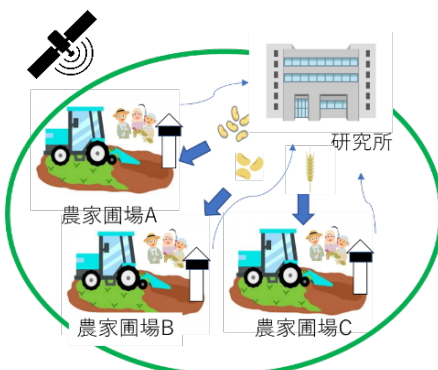


2年3作体系での低収要因

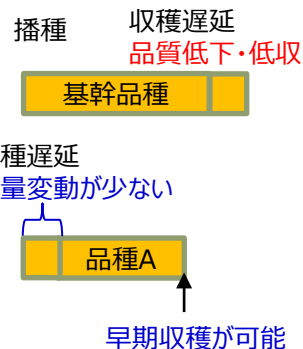


生産現場の課題解決に資する研究内容

- センシング技術（土壌水分、地温、空撮画像など）を駆使して、地域の環境条件に最適な品種を選抜すると同時に多収要因を徹底的に解明して高位安定栽培技術を短期間で最適化。
- 品種と栽培技術をパッケージ化し、マニュアルを作成。その効果を現場で実証し、生産システムを確立。



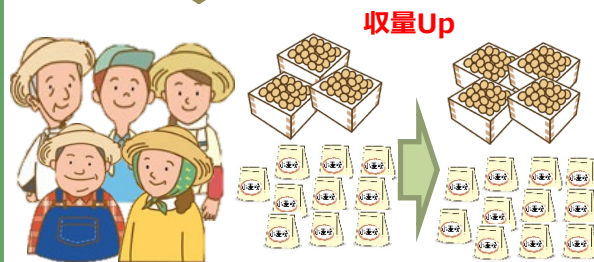
センシング技術を駆使して、
品種と栽培法のセットを短期間に最適化



社会実装の進め方と期待される効果

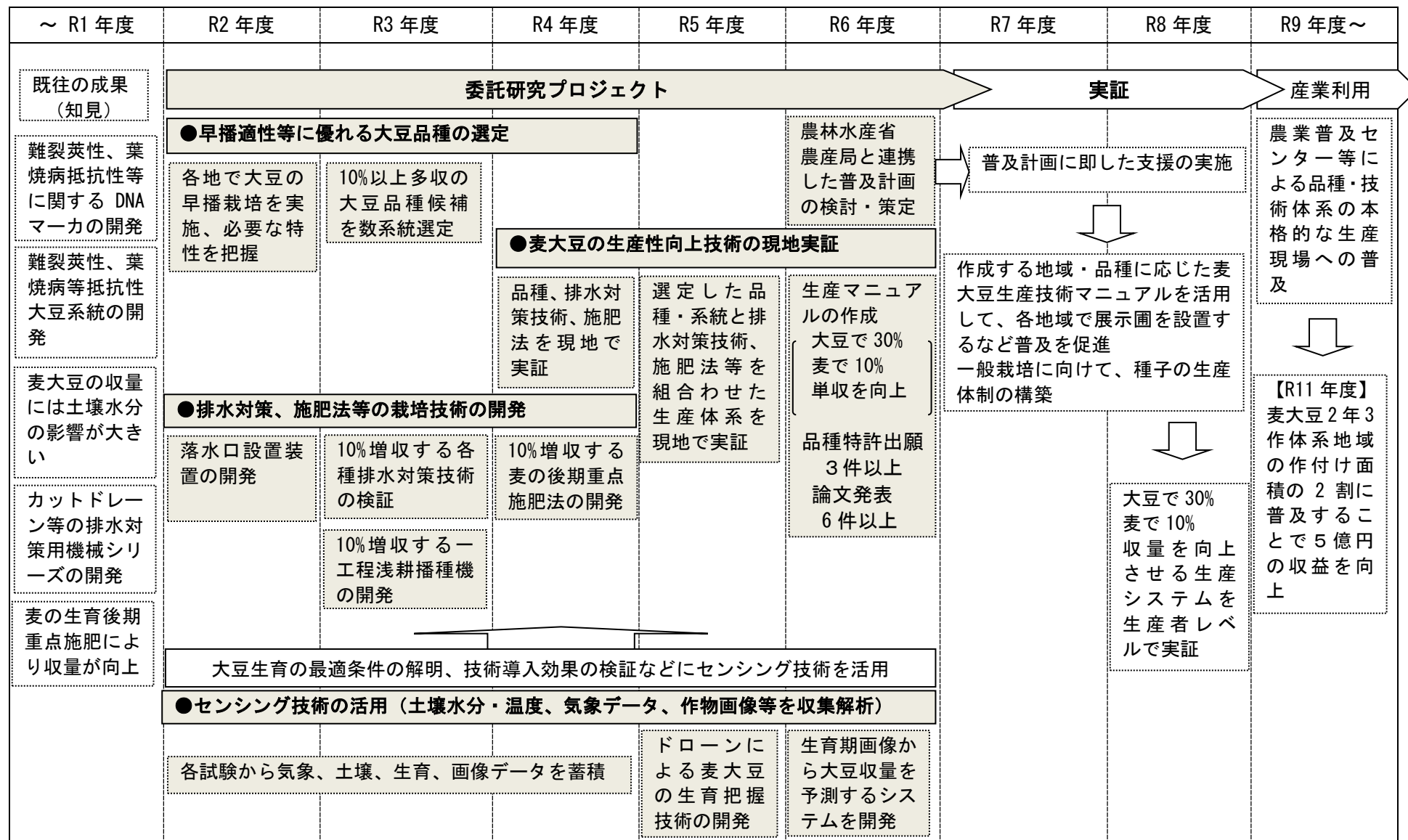
選定品種が高位安定生産できる栽培技術マニュアルを作成し、普及指導員等と連携して開発技術を普及。

- 新品種の導入とその性能を最大限発揮する生産システムを短期間に普及。麦類で1割、大豆で3割単収向上。
- センシング技術を駆使した革新的技術と生産システムが他地域にも波及。



【ロードマップ（中間評価段階）】

センシング技術を駆使した畑作物品種の早期普及と効率的生産システムの確立



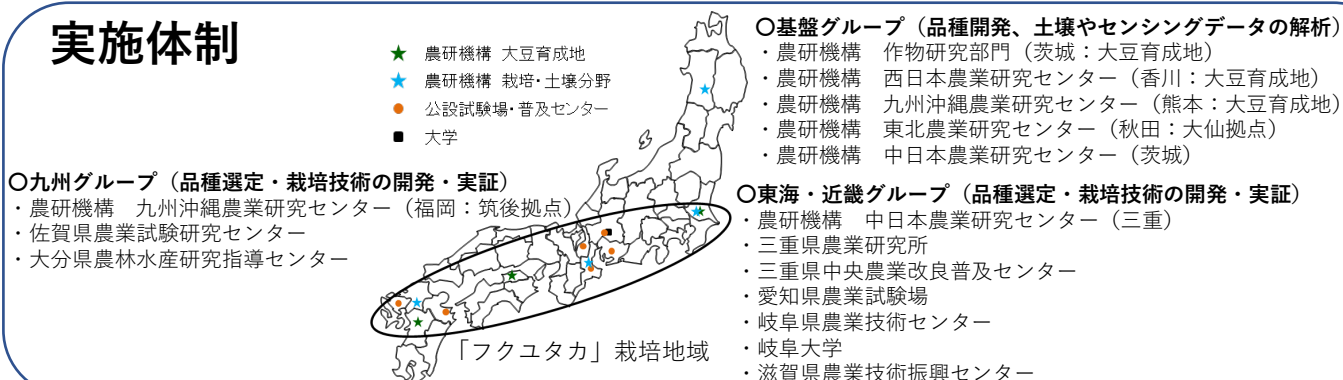
IV. 研究成果概要

背景・目的

生産者や実需者から大豆や麦類の単収低迷や生産の不安定性の改善が強く望まれています！

大豆や麦類の低収要因は水分環境（播種時の降雨による発芽不良、生育期の湿害、干ばつなど）、土壌の化学性や物理性などが示唆されています。本研究では、**麦－大豆体系**が行われ、国内で一番作付けされている**大豆品種「フクユタカ」**の栽培地域を対象として、**品種、播種時期、排水対策技術、施肥技術などをセットにした高位安定生産体系を確立**します。

実施体制

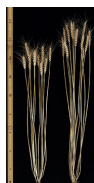


研究内容

地域の条件に適した品種の選定

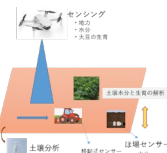


早播適性大豆品種



収量性に優れる麦品種

土壌の簡易診断技術



ドローンによる土壌診断



土性の簡易診断技術

排水性・物理性の向上技術



カットドレーン



カットブレーカー



チゼル深耕



落水口施工装置

播種時期や施肥等の栽培技術



水に浸かる大豆圃場
→梅雨盛期を避けた早播



高速浅耕播種機

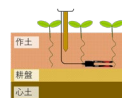


摘芯技術

- ・密植など栽植様式
- ・麦の後期重点施肥など

各地域で品種・技術
の検討・実証

大豆の好適栽培環境条件を探る



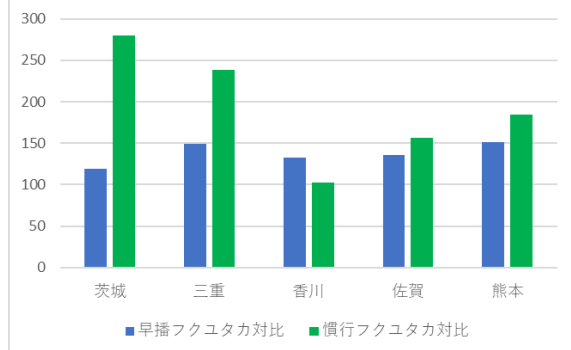
土壌水分等の栽培環境をセンシング

品種・栽培技術をパッケージ化したマニュアルを作成
大豆で3割、麦類で1割単収の向上

足腰の強い地域農業の構築と地域社会の活性化
関連食品産業の活性化と国民への国産原料製品の安定供給

主要な研究成果

関東141号の各地のフクユタカ収量対比



発芽の安定化を図るため、梅雨盛期前の**早播に適した大豆品種・系統**を開発・選定。各地で早播と品種・系統を組み合わせることで**大豆収量の2割以上向上**を確認



圃場外排水を促す**深い落水口を新設できるトラクタ作業機**を開発。本暗渠等との組み合わせにより、**播種可能日数の大幅な増加と小麦・大豆1割以上収量の向上**を確認



アップカッターロータリによる浅耕とサイドディスクによる溝切を播種と同時に行う**一工程浅耕播種機**を開発。**作業速度、大豆収量の3割向上**を確認

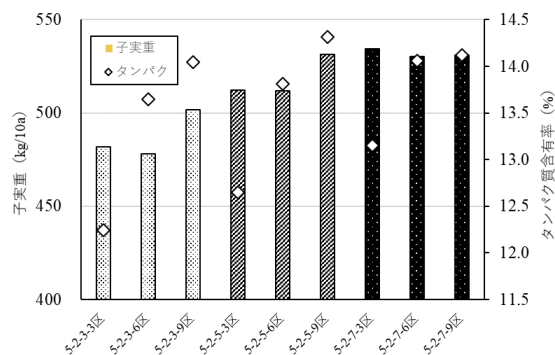


図 子実重とタンパク質含有率

小麦の生育後期の追肥に重点を置いた施肥法（**生育後期重点施肥**）を検討。「びわほなみ」「はるみずき」等の**小麦品種で収量の1割以上向上**を確認

研究代表機関

プロジェクト名

研究期間

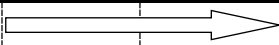
農業・食品産業技術
総合研究機構

センシング技術を駆使した畑作物品種の早期普及と
効率的生産システムの確立

令和2年度～
令和6年度

〔 共同研究機関：三重県農業研究所、愛知県農業試験場、岐阜県農業技術センター、岐阜大学、
滋賀県農業技術振興センター、佐賀県農業試験研究センター、大分県農林水産研究指導センター 〕

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果樹等の幼木期における安定生産技術の開発			担当開発官等名	農産局果樹・茶グループ
				連携する行政部局	消費・安全局植物防疫課
研究期間	R 2～R 6（5年間）			総事業費（億円）	1.8億円（見込）
研究開発の段階	基礎	応用	開発		
					

研究課題の概要

果樹の生産現場では果実需要に対して生産農家及び面積が減少傾向にあり、新植や改植時に省力樹形への更新を進めることで労働生産性を高め、もって経営面積の拡大を促すことで果実の供給量を維持する必要がある。しかし、新植や改植時の幼木期に凍害（※1）や急性枯死（※2）症状が発生し、また、多量の苗木が必要な高密度栽培が基本である省力樹形の普及に当たり苗木の供給不足となるといった問題が発生している。

よって、これらの課題解決に資するため以下の課題を実施する。

- ・果樹の急性枯死症状の発生要因の解明および被害軽減技術の開発。
- ・凍害の発生要因の解明および対策技術の開発。
- ・カンキツ、リンゴ、ブドウ苗木の安定生産技術の開発。

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 急性枯死症状対策として、病原細菌への感受性に関する品種間差異、および樹体または土壌サンプルからの病原細菌検出手法を明らかにし、有望な被害軽減対策の要素技術を1つ以上選抜する。	① 急性枯死症状対策として、病原細菌の生態解明と迅速診断法を含めて、急性枯死症状の多発園地において、枯死発生率を3割削減する対策技術を開発し、対策マニュアルを作成する。
② 凍害対策として、土壌物理性改良目標を設定し、令和3年度までに現地試験での土壌物理性改良効果を確認する。また、土壌の物理性改良が当年の樹体に与える影響、窒素肥料の施用が幼木の耐凍性に与える影響について明らかにする。	② 凍害対策として、発生要因の解明とともに多発園地において幼木期の枯死発生率を3割削減する対策技術を開発し、対策マニュアルを作成する。
③ 苗木の安定生産技術に関しては、カンキツ苗木生産における大苗確保割合8割が可能な技術を確認する。リンゴではM.9台木（※3）の発根・幹径が基準未満の苗木を更に一年養成する手法（再養成法）において得られる台木のうち、利用可能な台木割合8割が可能な技術を確認する。ブドウでは、接ぎ挿し法（※4）の成苗（良質苗木）率を既存の手法より2割向上させる。	③ 苗木の安定生産技術に関しては、カンキツでは、接ぎ木1年目に主枝候補枝を確保できる簡易な大苗育成技術を開発する。リンゴでは、M.9台木の効率的な生産技術の確立及び省力樹形用苗木の効率的な生産技術の開発により、成苗率を既存の手法より2割高める。ブドウでは、従来の接ぎ挿し方法の改善と新たな緑枝接ぎ法（※5）による生産安定化に取り組み、成苗率を既存の手法より2割高める。

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（R30年）

幼木期の枯死発生率を3割削減可能な対策技術が開発され、新植・改植の際に新技術が適用されることにより、果樹経営支援対策事業で想定する未収益期間である5年間の想定した逸失粗収益の回避分として、急性枯死に関しては全国のモモ産地で約3億円、モモの凍害に関しては秋田県北部のみでも約1億円の経済効果が期待される。成苗（良質苗木）の生産効率を2割向上する安定生産技術の開発により、ブドウの苗木生産に与える経済効果として年間1.2億円以上が期待される。本課題で扱っている他の樹種においても、急性枯死、凍害、苗木の安定生産のいずれに関しても、同様に逸失粗収益の回避が可能となり、更なる経済効果が期待できる。

【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**

（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、引き続き国が関与して研究を推進する必要性について記載）

果樹生産においては、新植や改植時の幼木期の枯死や苗木の供給不足が、新品種や労働生産性の高い省力樹形への更新のボトルネックとなっており、省力樹形の生産面積を拡大することで生産性・収益性の向上を達成するためには障害となる課題解消が喫緊の課題となっている。急性枯死症状について、これまで不明であった病原細菌が近年ようやく特定された段階であるため、対策技術はまだ検討されていない。凍害の対策技術としては、幼木の主幹部に稲ワラ等の資材を被覆するか、クリでは「株ゆるめ」という冬季に根を切ることで凍害発生を抑制する技術が開発されているが、効果が限られており、十分な対策技術とはなっていない。苗木生産では、省力樹形・栽培であるカンキツの双幹形（※6）とリンゴの高密度わい化栽培（※7）に求められる多量の苗木の安定生産に向けて、カンキツ大苗とリンゴフェザー苗木（※8）の効率的な生産技術の確立が必要である。また、ブドウの苗木の成苗率は低く、醸造用ブドウをはじめ急増する苗木の需要を満たせておらず、安定生産技術の開発が求められている。このような中で本研究は、幼木期の枯死や苗木の供給不足に対応した技術開発により、果樹における生産性向上を図ることが期待され、現場の強いニーズに応える研究として重要性が高い。

このような幼木期の枯死や苗木の供給不足は全国的な課題であり、また技術の開発・評価には広い圃場と年単位の時間を要することから、対策技術の開発は個別機関が担うのではなく、国自らが企画・立案し、複数産地の異なる環境下において長期的な視点で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汎用性の高い技術とするためには、農研機構に加え、大学や全国の公設試験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**

（中間時の目標に対する達成度、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について記載）

急性枯死症状対策としては、病原細菌の幼木の接種試験により萎凋症状を再現できた。また、樹体および土壌サンプルから病原細菌を検出する手法を開発し、特許出願を行った。さらに、想定された被害軽減対策の中でも特に有望としていた土壌改良を枯死多発圃場で実施したことにより、土壌の排水性が向上し、当該試験区で現在まで枯死樹が発生していないことを確認した。この様に本研究では最終目標達成に向けての要素技術を明らかにしたところであり、中間時の目標に対して概ね計画のと通りの進捗で進捗している。

今後、開発した要素技術をさらに改良するとともに、引き続き岩手県、福島県、岡山県、佐賀県での対策技術の開発・実証を行い、台木を含む品種間差異や環境条件の解明に取り組むとともに枯死発生率を含めた対策技術の経年効果を確認する。また、病原細菌検出技術の生産現場での適応性向上とともに土壌改良を主体とした技術等を開発することで、最終目標の達成は可能であると考えている。

凍害対策としては、気相率（※9）と透水性（※10）の土壌改良目標を設定し、各凍害多発圃場で複数の対策技術の効果を確認しており、特に透水性の改善と土壌水分状態が好適に保たれることの重要性を確認した。また、現地調査から凍害発生圃場の多くで土壌物理性（気相率、透水性）の不良を確認し、土壌物理性に問題がないと考えられた圃地においても凍害発生時期と思われる春先に融雪水による土壌の過湿が確認され、凍害発生要因の解明が進んでいる。なお、土壌改良による生育への悪影響はなかった。さらに、クリ凍害多発圃場の枯死樹根域では気相率および透水係数が低く、また土壌硬度が高い傾向であること及び11月施肥区の方が無処理区よりも耐凍性が劣る傾向であることを確認した。水田転換圃場において、特にモモで幼木期の凍害枯死が多いことを確認した。以上により、中間時の目標に対して概ね計画のと通りの進捗で進捗している。

今後、秋田県、岐阜県、石川県において対策技術の開発・現地実証を引き続き行い、枯死発生率を含

めた対策技術の経年効果を確認する。さらに窒素施肥など土壌物理性以外の要因解明を進めることで栽培管理での対策技術が開発できるものと考えており、最終目標の達成は可能であると考えている。

苗木の安定生産に関しては、カンキツの1年生大苗育成において、発芽促進剤の活用等により成苗率を概ね80%とすることができた。また、異常気象を回避可能な苗木育成技術として、ポット苗の実用化の可能性を見出した。リンゴのM.9台木の再養成法において、けい酸加里施用により台木合格率（良質な台木の確保割合）が8割を超えることを示した。ブドウでは、育苗圃場における乾燥対策によって成苗率の20%向上を概ね達成した。また、ブドウ苗木の生産量増加において重要である台木用母樹の省力栽培技術を開発した。以上より、中間時の目標に対して概ね計画のとりの進捗で進捗している。

今後、カンキツではポット苗の育苗技術の開発、リンゴでは1年生フェザー苗木育成技術の向上、ブドウでは機械を用いた接ぎ挿し法について挿し床の温度条件の解明に取り組むことで、最終目標の達成は可能であると考えている。

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

（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、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、他の研究や他分野の技術の確立への具体的貢献度について記載）

普及・実用化に向けて、コンソーシアムに公設試験研究機関、大学が参画しているほか、参画県の普及組織等とも連携して研究開発を進めている。また、これまでに、学会、刊行物、シンポジウム等で20件の発表を行うなど、本プロジェクトで開発する技術の広報を実施している。さらに、生産者及び苗木業者への講習会や研修会において、これまでに得られた成果を情報提供した（21件）。急性枯死ならびに凍害対策では、コンソーシアムに参画している普及組織によって得られた研究成果が速やかに現場で活用できる体制をとっている。また苗木生産においては、毎年の県内苗木業者への成果報告会により成果の普及が期待でき、ブドウの苗木生産技術である緑枝接ぎ法については成果の活用が行われる予定である。これら研究成果の円滑な普及を見据え、技術の受け手、地元関連JA、普及組織、生産法人などと連携しているところであり、アウトカム目標の達成は可能である。

アウトカム目標の設定の具体的な根拠は以下の通りである。

急性枯死に関しては、岡山県のモモ栽培面積665haに対して、被害発生圃場面積が約8ha、被害発生圃場の植栽樹における被害樹率が9.5%とされており、推定被害面積は0.76haと推定される。このモモ栽培全面積が順次改植されると仮定し、10a当たり生産量が2.5t（岡山県果樹振興基本計画「白鳳」）、平均卸売価格が692円/kg（令和2年青果物卸売市場調査結果）とすると、推定被害面積の粗収益は年間1,315万円と推定される。果樹経営支援対策事業で想定する未収益期間である5年間の逸失粗収益は6,574万円となり、これが対策技術で3割低減されると、1,972万円の経済効果となる。同様の被害が全国のモモ産地（10,400ha：平成30年）で起こると推定すると、経済効果は約3億円と推定される。新植・改植には長期間かかることから、目標達成年度は想定面積がほぼすべて改植される時期を想定している。

凍害に関しては、秋田県北部（鹿角市を中心）で、163戸中118戸でモモの生育障害が確認され、全栽培本数（11,401本）における枯死率は7%（約800本）とされている。推定被害面積は10a当たり20本植えとして、4haと推定される。急性枯死と同様に推定すると、推定被害面積の粗収益は年間6,903万円となる。未収益期間を5年間とすると逸失粗収益は約3.5億円となり、これが対策技術で3割低減されると、秋田県北部のみで約1億円の経済効果となる。

苗木の安定生産に関しては、「令和元年度果樹種苗生産の動向に関する調査報告書」（中央果実協会）を基に、以下のように推計した。調査した全184社のうち回答のあった51社におけるブドウ苗木の販売平均値は6,029本であったことから、回答事業者の年間販売総本数は約30万本である。苗木の販売価格を平均約2,000円/本と仮定すると、年間の販売金額は約6億円となる。需要に対して供給が不足している苗木生産効率が2割向上することで生産本数も2割増加すると仮定し、回答事業者以外の生産分も考慮すると、本技術によるブドウの苗木生産に与える経済効果は少なくとも年間1.2億円と推定され

る。

4. 研究推進方法の妥当性

ランク：A

（研究計画（的確な見直しが行われているか等）、研究推進体制、研究課題（以後実施する研究課題構成が適切か等）、予算配分（研究の進捗状況を踏まえた重点配分等）の妥当性について記載）

5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、研究計画が改善され、目標の達成可能性を高めている。

外部有識者（5名）や農林水産省農産局及び技術会議事務局担当者を参集した運営委員会を3回実施し（※2022年2月時点）、推進会議では研究プロジェクトの進捗状況を管理しつつ、研究実施計画の見直し等を行っている。また、関連課題や分野ごとにWeb会議等を適宜開催し、研究推進方向の確認や情報共有、情報交換に努めるなど、適切な推進体制としている。

急性枯死症状および凍害に関する課題は、果樹幼木期の生育安定に寄与する土壌要因の解明を含むため、コンソーシアム内の緊密な連携のもとに課題を遂行した。また、苗木安定生産技術の開発においては、技術の確立・定着のために現場と連携のもとに実証及び経営評価に取り組むこととしており、研究目標を確実に達成するための課題構成は妥当である。

各実行課題の進捗状況、研究成果に応じ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

- ・本研究課題は、農業者数や面積が減少傾向にある果樹農業の様々な問題解決に対応し、安定生産を目指したニーズの高い研究であるため、国主導による研究が引き続き必要である。
- ・目標設定についても、病害の品種間差や検出法、凍害の土壌改良目標などが適切に設定されており、今後の進展が期待できることから、研究の継続は妥当である。
- ・講習会、研修会などを通じて、現場との情報共有・連携も積極的に行われている点も高く評価できる。

2. 今後検討を要する事項に関する所見

- ・講習会、研修会などを通じて研究成果を発信する際は、ノウハウの保護を十分留意したうえで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果樹等の幼木期における安定生産技術の開発

用 語	用 語 の 意 味	※ 番号
凍害	作物が低温に遭遇し、凍結、枯死する障害。落葉果樹では、樹体は晩秋から徐々に寒さに強くなり、厳冬期には低温耐性が最大となり、春に徐々に低温に対して弱くなってくる。樹体をもつ低温耐性よりも低温に遭遇する場合、凍害が発生すると考えられている。	1
急性枯死	リンゴ、モモ、ニホンナシ等の落葉果樹で、赤褐色の樹液の漏出を伴って樹勢が衰弱し枯死する症状。	2
M. 9台木	リンゴのわい性台木の一つ。マルバカイドウを台木としたリンゴを普通樹と呼び、樹勢が強く樹が大きくなるが、樹をコンパクトに作るわい化栽培ではわい性台木が利用され、国内で流通している台木の中でM. 9台木は最もわい化度が高いとされている。長野県のフェザー苗木の生産ではこの台木が利用されている。	3
接ぎ挿し法	採取した台木の枝に穂木を接ぎ木し、接ぎ木部の活着と台木の発根を同時進行で行う方法。	4
緑枝接ぎ法	発根させた台木から発生した新梢（緑枝）に、穂木（緑枝、もしくは休眠枝）を接ぎ木する方法。	5
双幹形	主幹部30～50 cm程度の高さから分岐させた2本の主枝を、V字型やY字型に仕立てる樹形。	6
高密植わい化栽培	リンゴでは、普通樹（マルバ台）の10aあたりの植栽本数は30本程度、通常のわい化栽培では100本程度に対し、高密植わい化栽培では300本程度の高密度で植栽する。本栽培では、側枝を下に下げて管理し、壁状の樹列を作ることで、作業性が向上し、収量も増加する。本栽培にはフェザー苗木が用いられる。	7
フェザー苗木	通常の1本棒状の苗木ではなく、そこから側枝（フェザー）を数本出させた苗木。	8
気相率	土壌中に占める空気の割合。土壌には土粒子の固相、液体部分の液相があり、気相を含めた三相の割合を三相分布という。	9
透水性	土壌の中の水の流れやすさ。気相が水で満たされて、液相と気相を含めた孔隙（すきま）が飽和状態になった時の水の流れやすさを指すことが多い。	10

②1 果樹等の幼木期における安定生産技術の開発

- 果樹の生産現場では、労働力の確保が困難となる中、新植・改植による労働生産性の高い省力樹形への更新が必要となっているが、幼木期の枯死や苗木の供給不足がボトルネックとなり樹形更新が進んでいない。
- そこで、**幼木期の枯死への対策技術と、苗木の安定生産技術を開発**する。
- これらの技術により、幼木期の生育安定と、苗木の安定供給を実現し、生産性の高い樹形への更新を促進させる。

生産現場の課題

- ・ 新植・改植により生産性の高い省力樹形を導入したいが、病害や凍害による幼木期の枯死が心配。
- ・ 密植による早期成園化のためには、大量の苗木が必要だが、挿し木による台木の増殖や、接ぎ木の活着率が苗木の生産効率の阻害要因となっており、突発的な苗木需要への対応が困難。



<イメージ>

急性枯死症による枯死
(もも)凍害による幼木の枯死
(くり)

生産現場の課題解決に資する研究内容

- ・ モモ急性枯死症、ナシさび色胴枯病等の果樹の幼木期に発生する急性枯死症状について、発生要因の解明と診断法の開発等を行い、被害軽減を可能とする対策技術を開発。
- ・ 幼木期の成育阻害要因の一つとなる、凍害の発生について、その発生要因や多発する環境条件を解明するとともに、対策技術を開発。
- ・ 挿し木の発根率や接ぎ木の活着率の向上技術、良質苗の安定生産技術等、苗木の安定生産技術を開発。

<イメージ>



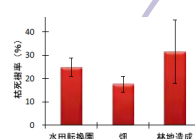
発生要因解明



対策技術



苗木の安定生産技術



多発条件解明



対策技術

凍害対策

幼木・苗木の
安定生産技術社会実装の進め方と
期待される効果

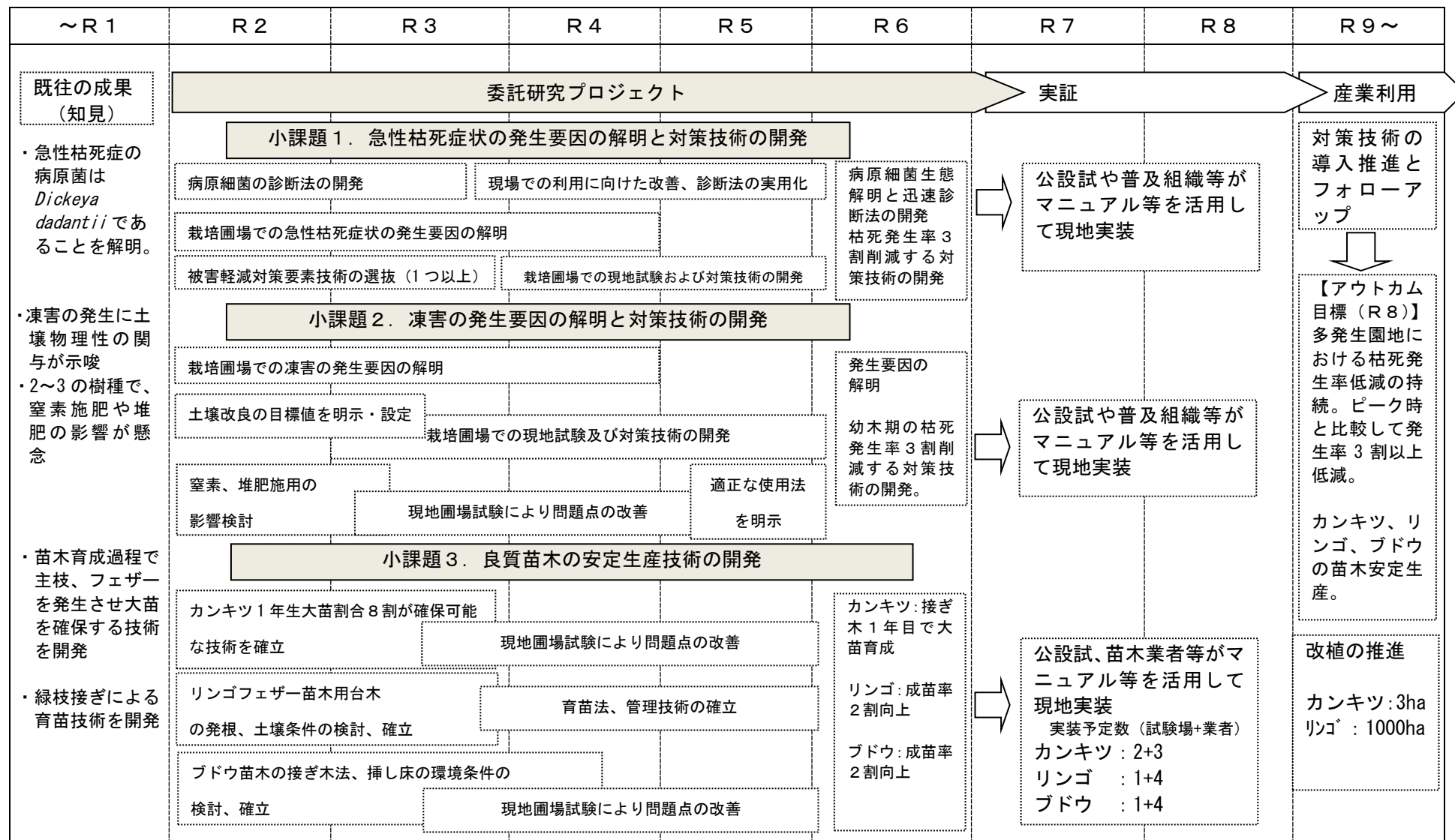
- ・ 果樹類の急性枯死症状や凍害による幼木期の枯死について、対策マニュアルを作成・公表し、産地への迅速な普及を図る。
- ・ 苗木の安定生産を可能にする技術体系を、マニュアル化して公表。



- ・ 幼木期の枯死発生率を3割削減し、労働生産性の高い省力樹形への更新を促進。
- ・ 良質な苗木の生産効率を2割向上し、安定した苗木供給を可能に。

【ロードマップ（中間評価段階）】

果樹等の幼木期における安定生産技術の開発



「果樹等の幼木期における安定生産技術の開発」

研究概要

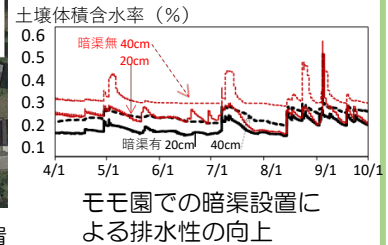
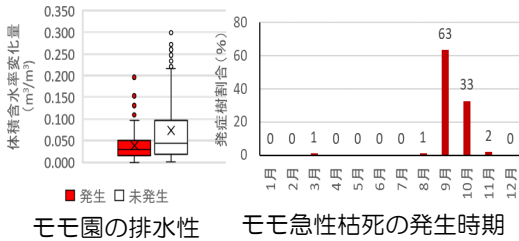
果樹の生産現場では、新植や改植時に凍害や急性枯死による幼木期の枯死が多く、苗木の供給不足が問題となっている。そこで、①果樹の急性枯死症状の発生要因の解明および被害軽減技術の開発、②凍害の発生要因の解明およびの対策技術の開発、③カンキツ、リンゴ、ブドウ苗木の安定生産技術の開発の3つの課題を実施する。

①急性枯死症状の発生要因の解明と対策技術の開発

発生要因としては**土壌の過湿、高温、病原細菌の増殖**で発生

病原細菌の検出法の開発

土壌改良等で排水性を高め、**細菌の増殖や発症を抑制**



②凍害の発生要因の解明と対策技術の開発

土壌の過湿、透水不良で凍害発生が増加
施肥、堆肥の影響も検討

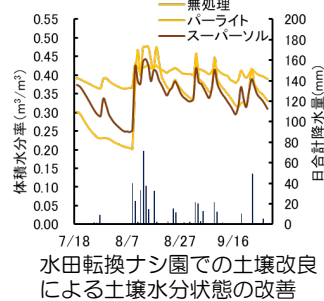
土壌改良等で通気性、排水性を高め、**凍害発生を軽減**



クリへの晩秋窒素施肥による主幹における処理温度 (°C) ごとの褐変程度

部位	試験区	-8	-11	-14	-17
穂木	無処理区	0.3 ²	0.7	2.3	2.7
	11月N区	1.3	2.0	2.7	3.0
台木	無処理区	0.7	0.3	1.3	1.7
	11月N区	0.7	1.0	2.0	2.7

² 褐変指数の3樹平均値を示す (12月調査)

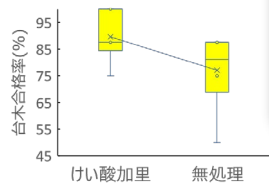


③良質苗木の安定生産技術の開発

カンキツ双幹形の**大苗獲得率80%以上**
ポット苗の合格率向上

リンゴ台木の**合格率が**
けい酸加里施用で向上
1年生フェザー苗木の
生産効率の向上

ブドウ苗圃の乾燥対策による**成苗率の20%向上**
接ぎ挿し法による成苗率の向上



ブドウ苗圃の乾燥対策による成苗率の向上

巨峰	特等苗率 ²⁾	一等苗率 ³⁾	成苗率 ⁴⁾
試験区	(%)	(%)	(%)
マルチ	68.8	31.3	100
保水材	0.0	66.6	66.6
マルチ+保水材	69.2	30.8	100
対照	0.0	53.3	53.3
マルチ	*	*	*
保水材	n. s.	n. s.	n. s.

達成目標

幼木期の急性枯死や凍害による枯死発生率を3割削減するとともに、苗木の生産効率を2割向上することで果実の安定生産に寄与する。

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大規模飼料生産体系における収穫作業の人手不足に対応する技術開発			担当開発官等名	畜産局飼料課 農林水産技術会議事務局研究企画課
				連携する行政部局	畜産局飼料課（飼料生産振興班）
研究期間	R 2～R 6（5年間）			総事業費（億円）	3億円（見込）
研究開発の段階	基礎	応用	開発		

研究課題の概要

〈委託プロジェクト研究課題全体〉

牧草・飼料作物の生産現場では、熟練オペレーターの人手不足が著しく、高度な運転操作技術を要する組み作業（※1）（収穫作業時におけるハーベスターと運搬用トラックの併走）の実施が困難になりつつある。また、北海道のような広大な農地においては、目的のほ場位置や自車位置を把握することが難しく、土地勘のないオペレーターの参入を難しくしている。

そこで本研究では、

- 高度な運転操作技術が要求される組み作業の運搬用トラックにおいて、自車位置のズレをオペレーターに知らせることによりハーベスターとの併走を容易にするための併走サポートシステム
- 広大な農地内におけるほ場の位置や、一般的な地図システムには捕捉されない農道等も含めた作業ほ場までの最適ルートを表示するナビゲーションシステム

を開発し、練度が低いオペレーターや土地勘のないオペレーターの収穫作業への参入障壁を下げ、柔軟な人手確保を可能にし、粗飼料生産性の向上及び人手不足の解消を図る。これらの開発システムについては、ユーザビリティ（※2）の高いアプリケーションとして商品化し、低コストでの生産現場への導入を目指す。

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
・運搬用トラックの併走サポートシステム及びナビゲーションシステムのプロトタイプ（※3）の開発。	・プロトタイプの実証試験から得られたフィードバックデータを用いた改良により、令和6年度までに市販化製品を完成。

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（13年）

併走サポートシステム及びナビゲーションシステムの導入により、練度が低いオペレーターや土地勘がないオペレーターでも容易に収穫作業へ参入することが可能となり、雇用創出効果が発生することで、年間約5億円の経済波及効果が期待される。また、規模拡大が可能になることによって粗飼料生産量が増加し、約90億円の経済的効果が期待できる。

これらの開発技術は、粗飼料生産現場における円滑な人手確保に資するとともに、良質な粗飼料生産を通じた収益性の向上にもつながり、地域の基幹産業の活性化が期待される。

【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

畜産物の生産基盤強化が推し進められる中、酪農業においては農家1戸あたりの乳牛飼養頭数が増加しており、飼養管理以外に割ける時間や労力が減っていることから、飼料生産をコントラクター（※4）等の外部組織に委託するケースが増加している。一方、コントラクターにおいても、受託面積の増加に対応するだけの人手確保が難しくなっており、特に熟練オペレーターの不足により組み作業の実施が難しくなりつつある。粗飼料の安定供給のためには、練度の低いオペレーターでも作業への従事が可能となるような技術の開発を図る必要がある。

② 引き続き国が関与して研究を推進する必要性

「酪農及び肉用牛生産の近代化を図るための基本方針」においては、国産飼料基盤を強化するために、「輸入飼料に過度に依存した畜産から国産飼料に立脚した畜産への転換を推進する」とされており、これを実現するためには自給飼料の生産を強力に推し進めていく必要がある。また、「食料・農業・農村基本計画」では、「労働力負担軽減・省力化に資するロボット、AI、IoT等の先端技術の普及・定着」、さらに、「みどりの食料システム戦略」では、「省力化・省人化による労働生産性の向上や生産者のすそ野の拡大」と明記されており、酪農経営におけるこれらの実現に向け、本研究課題を国が主導して様々な関係者の参画を得なが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

非熟練オペレーターの作業参加を可能とするための運搬トラック伴走サポートシステムに必要な技術的要件が明確になり、プロトタイプが開発された。具体的には、ハーベスターに搭載された中央制御PCと空間把握のための3D-LiDAR（※5）、ダンプトラック搭載の受信用端末など、各機材をリアルタイムで接続する通信システム及びトラックの現在位置や目標位置とのズレを表示するガイダンスシステムにより構成される。

また、土地勘がないオペレーターであっても容易に収穫作業へ参画できるよう、20km x 20kmの特定地域における農道ネットワーク（※6）が整備されるとともに、ナビゲーションシステムのプロトタイプが開発された。具体的には、一般的なナビゲーションアプリではカバーされていない農道情報の整備手法が確立されるとともに、自車位置から目的地（ほ場及びバンカーサイロ（※7））までの最適ルート検索機能及び稼働中のダンプトラック・作業機全車の現在地が表示される機能により構成されたシステムである。

今後の市販化に向け、その土台となるプロトタイプが開発されていることから、中間時の目標は達成している。

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

現在までにプロトタイプまでが開発された「運搬トラック伴走サポートシステム」及び「ナビゲーションシステム」については、生産現場における実証試験及びアンケート調査を通して改良を進め、ユーザビリティに優れた製品となるよう、市販化に向けて完成度を向上させていく予定である。また、汎用性のある機器を利用することによりコストの低下に努めることとしている。

「農道ネットワークの構築」については、どの地域でも容易に農道データを整備できるようなシステムを用いることで、導入・維持コスト低減のための検討を更に進める。

システムの市販化に向けては、「運搬トラック伴走システム」については、アプリケーションの開発や商品化の実績に富む会社を次年度よりコンソーシアムに加えることとしており、市販に向けた動きが加速化されるほか、「ナビゲーションシステム」については、地理空間情報技術において多数の実績を持つ国際航業において、市販化に向けたUIの改良等、本格的な開発に着手する予定である。

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

本技術開発は、事前の生産者との意見交換や情報収集の中で出された、農業生産現場からのニーズに基づいて行われている。本事業により開発される技術は、粗飼料生産現場における実証試験データからのフィードバックを繰り返すことで、より機能が充実し、ユーザーにとって使いやすいものとなる。そのため、本技術は労働力不足に直面している酪農経営において幅広く導入可能であり、アウトカム目標は達成可能である。

具体的には、本プロジェクトで開発された運搬用トラックの伴走サポートシステムを導入することで、非熟練オペレーターが収穫作業へ従事した場合でも、熟練者と同程度の作業を行うことが可能となり、新人オペレーターの雇用創出効果が発生する。牧草及び飼料用とうもろこしの収穫時期を6か月、給与額を30万円/月と想定し、北海道の各コントラクター及びTMRセンター（※8）（約300組織）が1

人ずつ増員すると仮定した場合、約5億円/年の経済波及効果がある。また、柔軟な人手確保が可能になることで規模拡大が可能となり、北海道における粗飼料自給率が現状の96%から100%に向上することで粗飼料生産面積が約2.5万ha増加し、その結果、約90億円の経済的効果が期待できる（収量34t/ha、乾物率25%、価格43円/乾物kgで試算）。

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

普及・実用化をよりスムーズにするため、研究コンソーシアムには研究機関の他、JA及びTMRセンター（生産者）が参画しており、連携して実証・モニタリングを行っている。また、現地検討会などにより関係者間で十分な意見交換を実施し、操作性などにおいてより使いやすいものを目指し開発を進めていることから、普及・実用化のに向けた取り組みは妥当であるといえる。市販化に向けては、ユーザビリティに優れる伴走サポートシステムのアプリケーション開発を担当する会社を新たにコンソーシアムに加える。また、普及にあたっては、ハーベスター販売会社（2社）の販売網を活用して広報活動を行うとともに、北海道の普及組織等を招集した現地検討会を開催し、開発技術の認知度を高めることとしている。

③ 他の研究や他分野の技術の確立への具体的貢献度

伴走サポートシステムは、運搬トラックの自動運転や伴走を伴う他作物（テンサイ等）の収穫作業への応用が期待される。また、ナビゲーションシステムは、牧草の収穫作業計画支援システム（※9）への応用が期待される。

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

本課題の研究目標は、非熟練オペレーターをサポートするシステムを開発し、低コストでの導入を可能とすることにより粗飼料生産現場における労働力不足を回避することであり、その達成に向けて着実に研究を推進しているところ。外部専門家や関係行政部局等で構成される運営委員会や研究推進会議による進捗状況の確認を行うとともに、各システムが持つべき最適な仕様の決定に資する議論がなされることでの的確な見直しを行っており、研究計画の妥当性は高い。

② 研究推進体制の妥当性

これまでに3回実施した運営委員会においては、進捗状況について指導・助言・検討等を行うとともに、研究推進会議でも研究プロジェクトの進捗状況に応じて研究実施計画や課題構成を逐次見直すなど、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）

運搬トラック伴走サポートシステムの開発にあたり、実証試験を行うことができるTMRセンター（生産者）及びJAが参画しており、プロトタイプの効果検証を通じてさらなる改良を進める計画となっている。さらに、伴走サポートシステムのアプリケーション開発を担当する会社をコンソーシアムに組み込み、アプリケーションのユーザビリティを高めるとともに、市販化へ向けた動きを加速化する。また、ナビゲーションシステムの開発にあたっては、地理空間情報技術の開発メーカーが参画しており、実用化に向けた取り組みが行われていることから、研究課題構成は適切である。

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

新型コロナウイルス流行の影響を多少受けたものの、各課題とも概ね計画通りに研究が進捗している。今後は開発されたプロトタイプの実証等を通じた改良や、システムの商品化・普及に向けた課題に予算を重点配分することとしており、予算措置は妥当である。

【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

・収穫作業の人手不足に対応するニーズの高い研究であり、トラックの伴走システム開発や、ナビゲーションシステムの開発など中間目標を達成している。順調な進捗が認められ、今後の研究目標の達

成可能性も高く、研究の継続は妥当である。

- ・我が国の粗飼料の100%自給化に向けた重要な研究であり、一層の取り組みを期待したい。

2. 今後検討を要する事項に関する所見

- ・成果の普及に向けて、導入コストやランニングコストの低減がキーポイントになるため、常にコストパフォーマンスを点検しながら進めていただきたい。
- ・開発された技術は、大規模農場が主なターゲットになると考えられるが、基盤整備などの事業との連携も意識して取り組んでいただきたい。
- ・成果の公表については、前倒しを含めて戦略的に進める必要があるとともに、本研究開発に国が関与するメリットについても発信いただきたい。
- ・北海道を対象とした研究であるが、他地域への展開を念頭に置いたマニュアル作成や技術開発を期待する。

〔研究課題名〕 現場ニーズ対応型研究のうち大規模飼料生産体系における収穫作業の人手不足に対応する技

術開発

用 語	用 語 の 意 味	※ 番号
組み作業	牧草や飼料用とうもろこしの収穫において、収穫を行う作業機（ハーベスター）と収穫物を積み込むトラックが併走して作業を行うこと。ハーベスタにより集められた収穫物が、シュートからトラックの荷台に向けて吹き出される。それぞれにオペレーターが必要で有り、適度な距離を常に保ちながら作業を行う必要があることから、高度な技術が要求される。	1
ユーザビリティ	開発するアプリケーションの使い勝手のこと。画面表示の方法や音声入出力等をよりユーザーにとって使い勝手のよい形に改良すること。	2
プロトタイプ	市販化モデルの前の試作モデルのこと。	3
コントラクター	飼料の収穫等を請け負う外部受託組織。1 農家あたりの飼養頭数の増加に伴い、飼料生産部門を外部に委託する畜産農家が増えている。	4
3D-LiDAR	3次元状に光を照射し、センサー周辺の距離からその場所の形状やセンサー位置の把握に活用されるセンサー。	5
農道ネットワーク	一般のナビゲーションシステムでは網羅できていないような細い農道等も含めた道路情報のこと。	6
バンカーサイロ	傾斜面や平地に設けた大型の箱形のサイロ（サイレージを調整するための設備）で、コンクリート製のものが多い。収穫物を積み込んだトラックがサイロ内に収穫物を搬出した後、重機により踏圧することで密度を高め、ビニルシート等で空気を遮断することで発酵させる。	7
TMRセンター	TMR（完全混合飼料：サイレージ、乾草、濃厚飼料、ミネラル等をバランス良く混合した飼料）を製造し、畜産農家に供給する施設。	8
収穫作業計画支援システム	管理する多くの圃場に対し、様々な要因（作物の特性、土壌の性質、天候、使用機器等）を総合的に調整・意思決定しながら、必要な収穫作業を実施することをサポートするためのシステム。	9

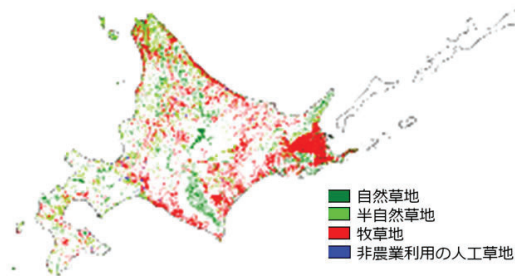
② 大規模飼料生産体系における収穫作業の人手不足に対応する技術開発

- 近年、牧草・飼料作物の収穫現場では熟練オペレーターの人手不足が著しく、収穫機と運搬用トラックが併走し、運転技術を要する組み作業の実施が困難になりつつある。
- そこで、新オペレーターでも収穫組み作業への参加を可能とするため、**牧草及び飼料作物の収穫作業において、収穫機と併走する運搬用トラックの運転支援システムを開発**する。
- 開発した支援システムにより、酪農およびコントラクターの人手不足を解消し、適期収穫による牧草品質・収量の向上で経営の安定化を実現する。

生産現場の課題

- ・ 酪農分野は高齢化が進み、熟練したオペレーターが不足。
- ・ 収穫作業が集中するため、運転ドライバーが不足し、適期収穫が困難。

<イメージ>



大規模かつ分散している草地・飼料畑。
熟練オペレーター不足から、適期収穫が困難。

生産現場の課題解決に資する研究内容

作業機間の相対位置を表示するデバイスを高度化し、起伏のある草地においても、収穫機と正確に併走を可能とする運搬用トラックの運転支援システムを開発。

<イメージ>

牧草収穫の組み作業の様子



運転支援システムを搭載した運搬用トラック

※組み作業で熟練オペレーターを要する理由

1. 飼料収穫におけるトラック併走は併走～斜め後方の位置で正確な相対距離を保つ必要。
2. 草地は凹凸が多いが、そのような場合でも適切な位置関係を保つための技術が必要。

社会実装の進め方と期待される効果

開発した技術について、自動車・農機メーカー等と連携して、全国の畜産農家に普及。

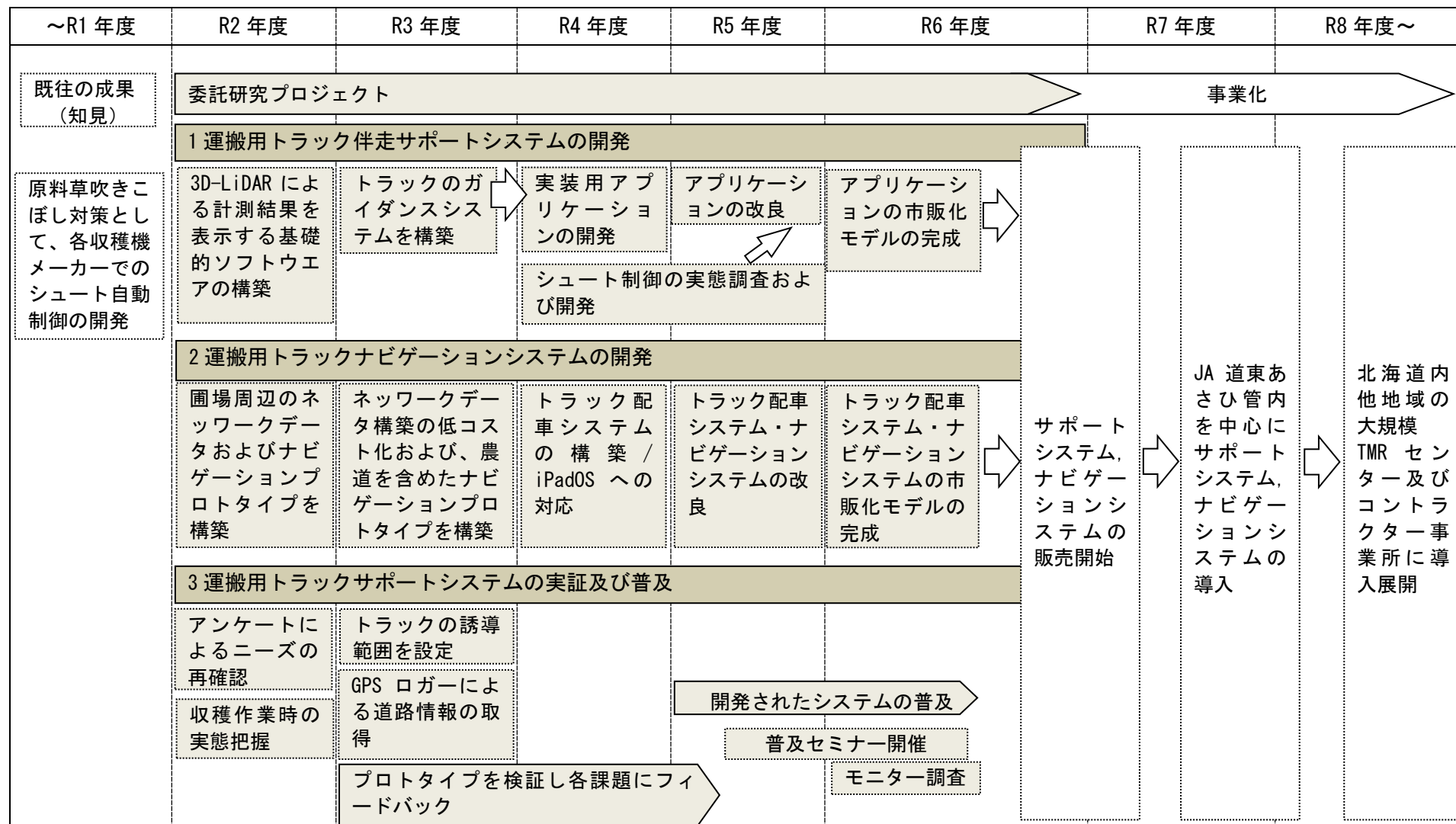
- ・ 新オペレーターでも収穫作業に参加可能となり、人手不足が解消される。
- ・ 適期収穫が可能となることで、牧草収量が10%増加し、畜産農家の経営強化に貢献。



【お問い合わせ先】 畜産局飼料課（03-6744-2399）

【ロードマップ（中間評価段階）】

大規模飼料生産体系における収穫作業の人手不足に対応する技術開発



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省力的かつ経済的効果の高い野生鳥獣侵入防止技術の開発			担当開発官等名	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 農村振興局農村政策部鳥獣対策・農村環境課 林野庁森林整備部研究指導課
研究期間	R 2～R 6（5年間）			総事業費（億円）	0.9億円（見込）
研究開発の段階	基礎	応用	開発		
研究課題の概要					
近年、農山村地域における高齢化等を背景とする鳥獣害対策の担い手の減少や防護柵の老朽化に伴い、柵の設置や定期的な見回り、補修等の維持管理が作業・コストの両面で大きな負担となっている。また、近年普及しつつある果樹の低樹高栽培（※1）等、省力型の生産技術体系に対応した鳥獣の侵入防止技術の開発が喫緊の課題である。 そこで、鳥獣侵入防止対策の省力化・低コスト化を進めるため、以下の技術開発を行う。 <①：将来の農業生産を獣害から守る、新たな防護柵の技術体系の開発（令和2～6年度）> ・防護柵の老朽化等の問題に対応するため、広域で設置された柵の維持管理や補修を判断する調査手法とシステム、金属や樹脂等を用いた高齢者でも扱える簡易な補修技術や新たな柵、侵入防止効果の向上や管理の省力性等を図る新たな柵等、主にシカ、イノシシを対象とした技術を開発する。 <②：果樹の省力型生産体系に対応した中型哺乳類の侵入防止技術の開発（令和2～6年度）> ・中型哺乳類による低樹高栽培された果樹の被害防止のため、アライグマ等の運動能力の解明、リンゴ等の省力型樹形に対応する被害・侵入防止技術の開発、鳥獣害対策実施後の機械作業性の検証や経営効果の評価を行う。					
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 将来の農業生産を獣害から守る、新たな防護柵の技術体系の開発 ・防護柵の広域管理を適切に進めるための防護柵の広域管理を行政が適切に進めるための調査手法を2点開発 ・安価かつ軽量・耐久性の高い柵の補修資材や補修技術を1点以上開発 ・捕獲や通知機能を有する新たな防護柵を1点以上開発			① 将来の農業生産を獣害から守る、新たな防護柵の技術体系の開発 ・地域の防護柵管理を適切に進めるための防護柵管理の将来像を可視化するマップとフォーマットの開発 ・高齢者でも容易に取り扱える簡易補修資材・補修技術の開発 ・防御と捕獲の機能を併せ持つ防護柵や管理コストを抑える新たな防護柵システムの開発		
② 果樹の省力型生産体系に対応した中型哺乳類の侵入防止技術の開発 ・被害対策技術の設計基盤となるアライグマの運動能力について、1項目以上の試験に着手 ・省力型樹形に対応する中型哺乳類の被害防止装置（プロトタイプ）の提示試験の開始 ・鳥獣害対策を実施することによる、機械を使った栽培管理作業上の影響評価に着手 ・栽培管理および鳥獣害対策に係る作業時間や資材費等の経営的評価に必要な項目の整備			② 果樹の省力型生産体系に対応した中型哺乳類の侵入防止技術の開発 ・省力型樹形に対応する中型哺乳類の侵入防止技術の開発と経営的評価も踏まえた技術導入マニュアルの作成		
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）					
① 将来の農業生産を獣害から守る、新たな防護柵の技術体系の開発 開発した技術の導入により、鳥獣防護柵の設置や維持管理に係る作業時間及び費用を、それぞれ従					

来技術と比較して2割削減する。また、開発技術の普及により、全国の鳥獣防護柵の維持管理に係る作業時間を計16万時間/年、費用を1.6億円削減する（防護柵の整備距離40万km、作業人数1名、作業時間2時間/km、労働費1,000円/時とし、作業時間及び費用が2割削減されるとして試算）。

② 果樹の省力型生産体系に対応した中型哺乳類の侵入防止技術の開発

開発した技術の導入により、アライグマ等の中型哺乳類を対象とした果樹省力型生産体系に対応した鳥獣害対策の実施に係る作業時間及び費用を従来技術と比較して2割削減するとともに、適切に対策を実施した場合の果樹経営における収益を2割以上向上する。また、開発技術の普及により、果樹（リンゴ）の被害額を約2千万円/年（アライグマによるもの）、約3億円/年（他の獣類を含んだもの）軽減する（果樹被害金額（R元年度）アライグマ：10,415万円、獣類217,125万円、被害金額のうちリンゴの割合3割、技術の普及見込みを5割として試算）。

【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

農山村地域における高齢化等を背景に、鳥獣害対策の担い手が減少しており、また、野生鳥獣による全国の農作物への被害金額が昨年度は増加するなど、鳥獣害対策技術の開発は喫緊の課題である。こうした中、防護柵の設置が全国的に進展しており、被害軽減効果も表れている。その反面、設置からの経年劣化、設計や強度の問題等により、多くの地域で侵入防止効果の維持が困難となりつつある。防護柵の老朽化の程度に関する全国的なデータはないものの、本課題で実施した調査では3割程度に防護柵の破損や老朽化が見られており、今後、その割合はさらに増加すると考えられ、全国的にも同様な状況にあると考えられる。また、防護柵は、老朽化が進んでいなくても野生鳥獣により破損している可能性や、防護柵周辺の除草など定期的な維持管理作業が必要である。この維持管理に要する作業時間やコストも大きな負担であることから、防護柵の効果を維持するための省力的かつ低コストな技術の開発が求められている。

また、果樹生産においては、低樹高化、機械作業化等の果樹のスマート農業が推進されているが、従来のスマート農業の技術開発においては、スマート化の阻害要因である獣害対策の視点が欠けている。特に、特定外来生物のアライグマは全国的に分布が拡大中であり、低樹高化されたリンゴ等の果樹生産に大きな影響を与えるおそれがあるものの、これまでその運動能力や行動様態の解明は不足しており、科学的知見に基づく新しい栽培体系での被害防止技術の開発が必要である。

このようなことから、引き続き本研究を推進することが重要である。

② 引き続き国が関与して研究を推進する必要性

鳥獣害対策は全国的な課題であるが、被害を与える野生鳥獣の種類や生息状況、栽培されている農作物、被害対策の状況等は地域によって異なっていることから、地域の野生鳥獣の生態・行動特性等を把握した上で、地域の状況に応じた適切な被害対策を確立することが重要である。このためには、国が主導して、大学や農研機構、地域の公設試験場、さらには鳥獣害対策の資材メーカー等も含め鳥獣害対策に取り組む国内の研究勢力を結集し、それぞれの共通基盤となる知見等を共有しながら効率的に研究を進めることが必要である。

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

新たな防護柵の技術体系の開発については、既設の防護柵の更新や補修の判断に必要な評価、将来予測に必要な要素を選定し、県域、市町村域、集落域それぞれの調査を実施した。これらを踏まえ、自治体で使用可能な調査フォーマットとして県版と市町村版を各1点開発した。県版で防護柵の広域的な状況や課題を把握し、市町村版は県版を補完しさらに詳細な状況や課題を把握できるようにするため、県版に比べ防護柵の管理状況や具体的な侵入要因等について調査項目数を増やしている。開発したフォーマットによる調査は2県と4市町で導入済である。補修技術では高齢者でも容易に取り扱える防護柵の補修資材を1点開発し商品化を達成した（これまでの成果の概要1を参照）。これまで野生鳥獣による防護柵下部の破損は、金網をステンレス線等で支柱に結束して穴をふさいでおり、作業性や強度に問題

があったところ、開発した補修資材ではネジで容易に金網を取り付けられ強度も安定した。さらに、電気柵の漏電の要因となる柵下部に繁茂する雑草に対応するため、低コストな鉄鋼スラグ舗装を活用し、通電性、抑草効果および電圧低下の通知機能を有する新たな電気柵システムや、侵入検知機能を有するフェンスシステムを各1点開発し、現在、農地基盤整備事業と連動して実証中である。

中型哺乳類の侵入防止技術の開発については、アライグマの運動能力に関する試験に着手しており、被害防止装置の開発と提示試験に基づく装置の改良、経営的評価を踏まえた技術導入マニュアルに必要な項目の調査も計画通り行っている。

以上により、中間時の目標は達成している。

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

新たな防護柵の技術体系の開発については、既に開発した補修技術は商品化を達成し、現在3万点が普及している。今後も簡易補修技術を2点以上開発し、商品化やマニュアル化を達成できる見込みである。管理コストを抑える新たな防護柵については、抑草効果と通電性を併せ持つ電気柵を大規模な農地基盤整備事業と併せて導入することにより、獣害に強い未来型農村整備として実証と普及を合わせた取り組みを進めている。捕獲機能を有する防護柵技術や通知機能付きのフェンスシステムについても開発は順調であり、商品化も期待できる。これら技術により見回りの労力が削減できた集落では、防護柵維持に係る労働費は約5割減と大幅に削減されている。また、技術を実証する集落の被害はほぼ解消し、被害金額はゼロを達成しており、これらから最終到達目標は達成可能と考えられる。

中型哺乳類の侵入防止技術の開発については、その設計基盤のためのアライグマの運動能力の解明は、当初の計画より順調に2項目の試験に着手できている。省力型樹形に対応した被害防止装置について現地実証を複数のリング主産県の公設試験場等の協力を得て開始できていることに加え、対策の作業時間を短縮できる装置について1年目に特許出願を行った。技術導入マニュアルでは2割以上収益の向上が見込まれる条件の提示（例：1,240万円の粗収益が見込まれるものの240万円の被害が発生しており実際の粗収益が1,000万円の農家の場合、本課題で提案する対策資材費が30万円、対策実行に伴い必要な圃場設計の変更による収穫減が10万円以内の場合には、対策を実行することで200万円の収益増が見込まれる。）を行う計画であり、こうした試算に必要な経営的評価に必要な調査も順調に進めている。これらのことから、計画は順調に進捗しており、最終到達目標は達成可能と考えられる。

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

アウトカム目標「開発した技術の導入により、鳥獣防護柵の設置や維持管理に係る作業時間及び費用を、それぞれ従来技術と比較して2割削減する。」に対し、本課題では、高齢者でも扱える柵の簡易補修技術や安価、軽量、高耐久性の資材を用いた新たな防護柵の開発を進めている。また、電気柵について、防草性と通電性を併せ持ち、かつ低コストな鉄鋼スラグ舗装の活用等の検証も進めている。これらの技術開発により、柵の設置や維持管理に係る作業時間及び費用の削減が期待されるところであり、今後、開発した技術を複数の地域で実証し、作業時間や費用を明らかにする予定である。

また、アウトカム目標「開発した技術の導入により、アライグマ等の中型哺乳類を対象とした果樹省力型生産体系に対応した鳥獣害対策の実施に係る作業時間及び費用を従来技術と比較して2割削減するとともに、適切に対策を実施した場合の果樹経営における収益を2割以上向上する。」に対し、前述のように、リング等の省力型生産体系に対応したアライグマの被害防止装置のプロトタイプの提示試験を開始するとともに、作業時間を短縮する装置について特許出願を行い、野外での実証試験の準備も順調に進んでいる。これにより機械作業への支障が少なく、鳥獣害対策を組み込んでも収益を2割以上向上できる果樹の省力型樹形における栽培体系を提案できる見込みである。

さらに、本研究は、地域の公設試験場や資材メーカー等と連携した技術の体系化と実証を進めており、技術の迅速かつ確実な現場への導入が見込まれる。

以上のことから、アウトカム目標は十分に達成されることが期待される。

②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

アウトカム目標達成のためには、本プロジェクトの研究成果が農業現場に速やかに普及する体制作りが必要となる。このため、地域の公設試験場や鳥獣害対策の資材メーカーが参画しているほか、リング

産地の農協、公設試験場の協力を得て省力型樹形の果樹に対応した実証を進めている。また、学会における発表を6件行ったほか、鳥獣害対策の担い手を対象とした研修会等5件で成果を普及した。今後も研究成果の円滑な普及を見据えた、生産現場への情報提供を積極的に取り組む予定である。

③他の研究や他分野の技術の確立への具体的貢献度

本事業で開発した中型哺乳類の侵入防止技術の開発については、低樹高栽培されたリンゴを対象に進めているが、他の樹種や作物においても活用できると考えられる。

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

毎年度開催され、3名の外部専門家と関係する行政部局で構成される運営委員会、研究推進会議等において、進捗状況の確認や研究計画の確認を行っている。協力機関である企業や実証対象の集落、自治体とも実証を通じた密接な情報共有を図れており、課題の抽出や改善も進んでいる。運営委員会における意見を踏まえ、より効果的に実証を行えるよう、リンゴの産地である公設試験場を研究機関に追加する研究計画の見直しを行っている。

②研究推進体制の妥当性

運営委員会及び研究推進会議において進捗状況の確認や行政ニーズを把握するほか、着実に研究成果が得られるよう進捗管理を行っている。また、迅速かつ確実な社会実装に向け、農研機構、大学以外に複数の地域の公設試と資材メーカーによるコンソーシアムが構成されており、研究推進体制は妥当である。

③研究課題（以後実施する研究課題構成が適切か等）の妥当性

シカ、イノシシを対象とした新たな防護柵の技術体系と、アライグマ等を対象とした低樹高栽培の果樹における侵入防止技術について、それぞれ対象に合わせた効果的な鳥獣害防止対策の開発を進めているところである。各課題で参画する研究機関の専門性を活かしながら、研究目標達成に向けて計画どおり研究開発が行われているため研究課題構成は妥当である。

④予算配分（研究の進捗状況を踏まえた重点配分等）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

- ・高齢化が進行する生産現場において、省力かつ低コストで持続可能な鳥獣害対策の実施は、喫緊の課題であり、研究の必要性は十分に認められる。
- ・防護柵の技術体系の確立や侵入防止技術の開発などにおいて、中間時の目標を十分に達成しており、研究の最終的な目標達成の可能性も非常に高く、研究の継続は妥当である。
- ・特許出願を実践しているほか、研究成果の普及についての取組もしっかりと認められる点も高く評価できる。

2. 今後検討を要する事項に関する所見

- ・安価で簡便性を重視する一方、安全性への配慮も怠ることなく、開発・普及を進めていただきたい。
- ・他省庁が進めている鳥獣害対策と連携するなど、総合的な対策の展開を期待する。

[研究課題名] 省力的かつ経済的効果の高い野生鳥獣侵入防止技術の開発

用 語	用 語 の 意 味	※ 番号
低樹高栽培	果樹における管理作業の省力化等を図るため、わい性台木等の利用により樹高を低くする栽培技術であり、負担の大きい脚立の上り下り等の作業の必要が無くなる。	1

②③ 省力的かつ経済的効果の高い野生鳥獣侵入防止技術の開発

- 近年、農山村地域における高齢化等を背景とする鳥獣害対策の担い手の減少や侵入防止柵の老朽化に伴い、柵の設置や定期的な見回り、補修等の維持管理が作業・コストの両面で大きな負担となっている。また、近年普及しつつある果樹の低樹高栽培等、省力型の生産技術体系に対応した鳥獣の侵入防止技術の開発が喫緊の課題である。
- そこで、鳥獣侵入防止対策の省力化・低コスト化を進めるため、**安価で軽量かつ耐久性の高い資材を用いた柵、高齢者でも容易に取り扱える簡易補修技術、低樹高栽培された果樹園における中型獣類の侵入防止技術等を開発**する。
- 開発した技術により、地域における侵入防止対策の維持・向上が可能となり、持続的な鳥獣被害の低減化を実現する。

生産現場の課題

- ・ 柵の設置コストや高齢者による柵の維持管理が大変。
- ・ 柵の老朽化や、低樹高栽培の果樹へのアライグマによる食害も問題になっている。



<イメージ>



イノシシによるイネ被害



大人数での柵の設置作業

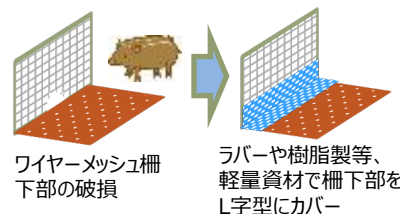
補修が必要な
柵下部の破損

生産現場の課題解決に資する研究内容

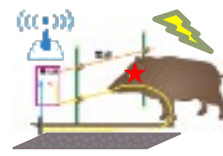
- ・ 補修・更新の判断に必要な既設の柵等の強度や耐久性等の評価手法及び高齢者でも容易に取り扱える簡易補修技術の開発。
- ・ 安価で軽量・耐久性の高い資材を用いた柵の開発及び効果的な設置・管理手法の開発。
- ・ リング等果樹の省力型の生産技術体系に対応したアライグマ等中型獣類の侵入防止技術の開発。
- ・ 鳥獣の侵入防止や柵の管理作業軽減の効果を高めた柵システムの開発。

<イメージ>

【簡易補修技術の開発】

ワイヤーメッシュ柵
下部の破損ラバーや樹脂製等、
軽量資材で柵下部を
L字型にカバー

【通電性を向上させた電気柵システムの開発】

電気柵の基礎部分に通電性
が高い鉄鋼スラグ等を利用社会実装の進め方と
期待される効果

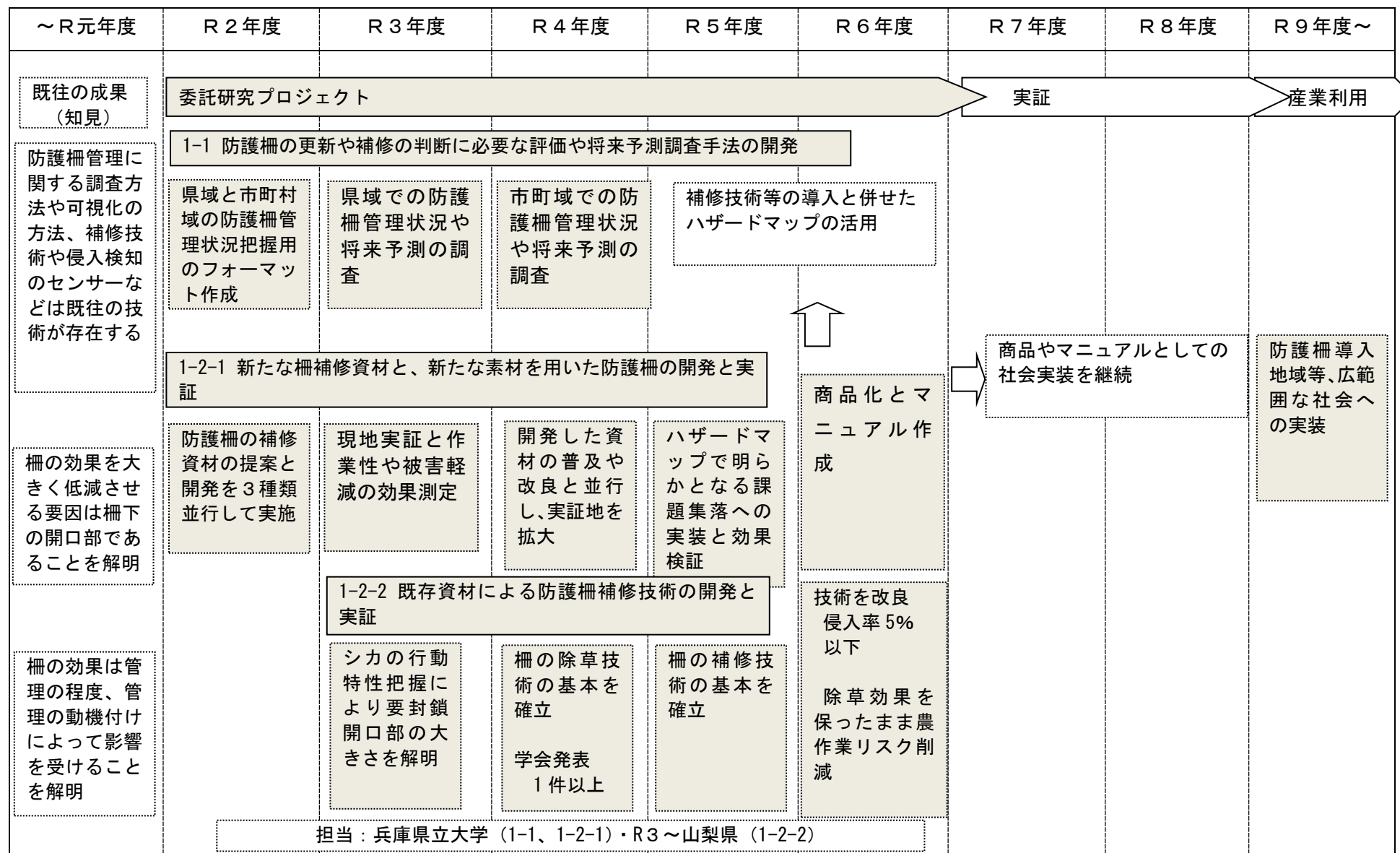
普及指導員や市町村等と連携し、省力化・低コスト化を可能とする鳥獣侵入防止技術を取りまとめたマニュアルを全国に普及。

- ・ 柵の設置や維持管理に係る作業時間及びコストを各2割削減。
- ・ 持続的な鳥獣被害の低減化。
- ・ 農林業の発展、農山村地域の振興。



【ロードマップ（中間評価段階）】

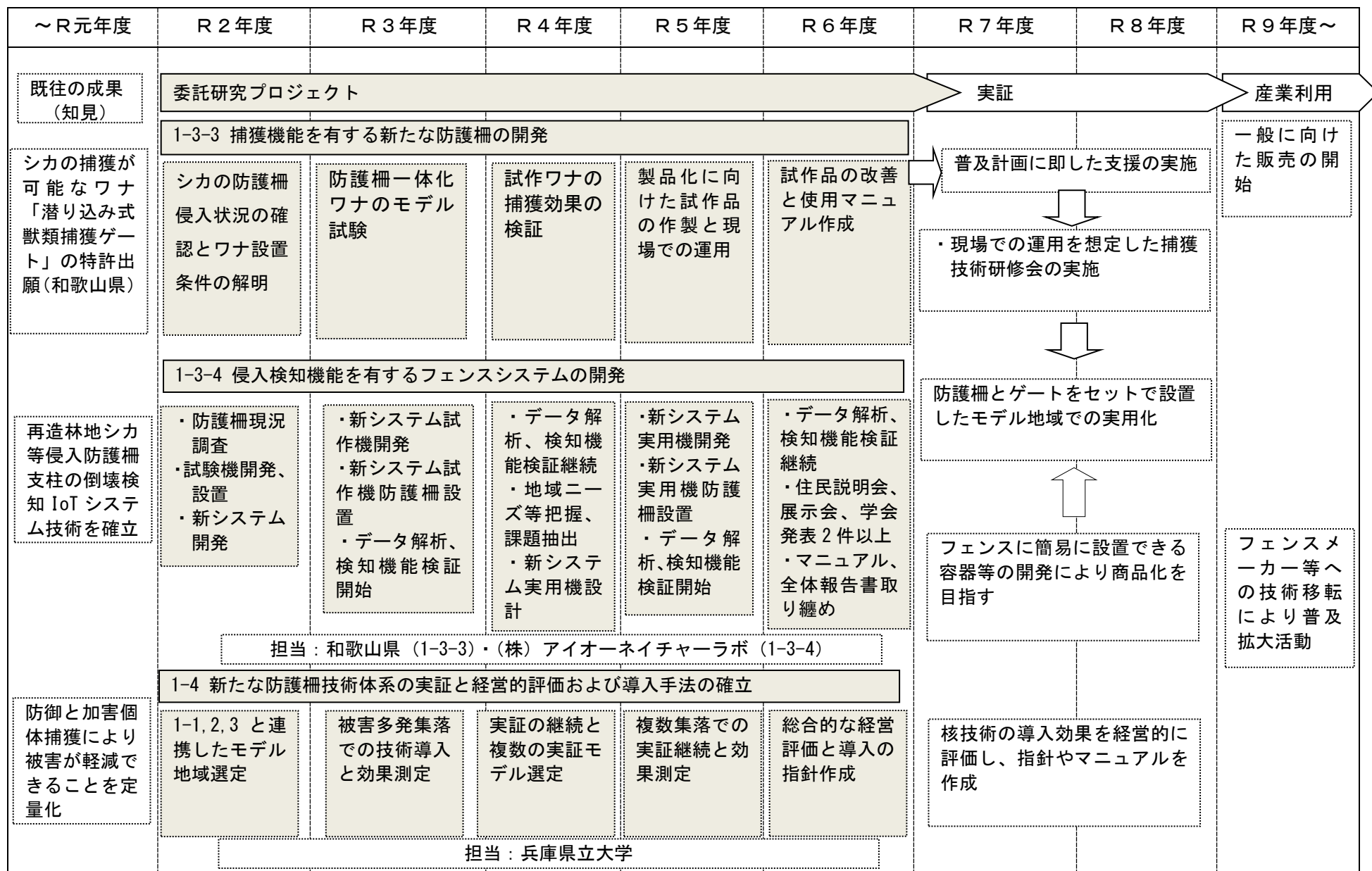
小課題1 将来の農業生産を獣害から守る、新たな防護柵の技術体系の開発



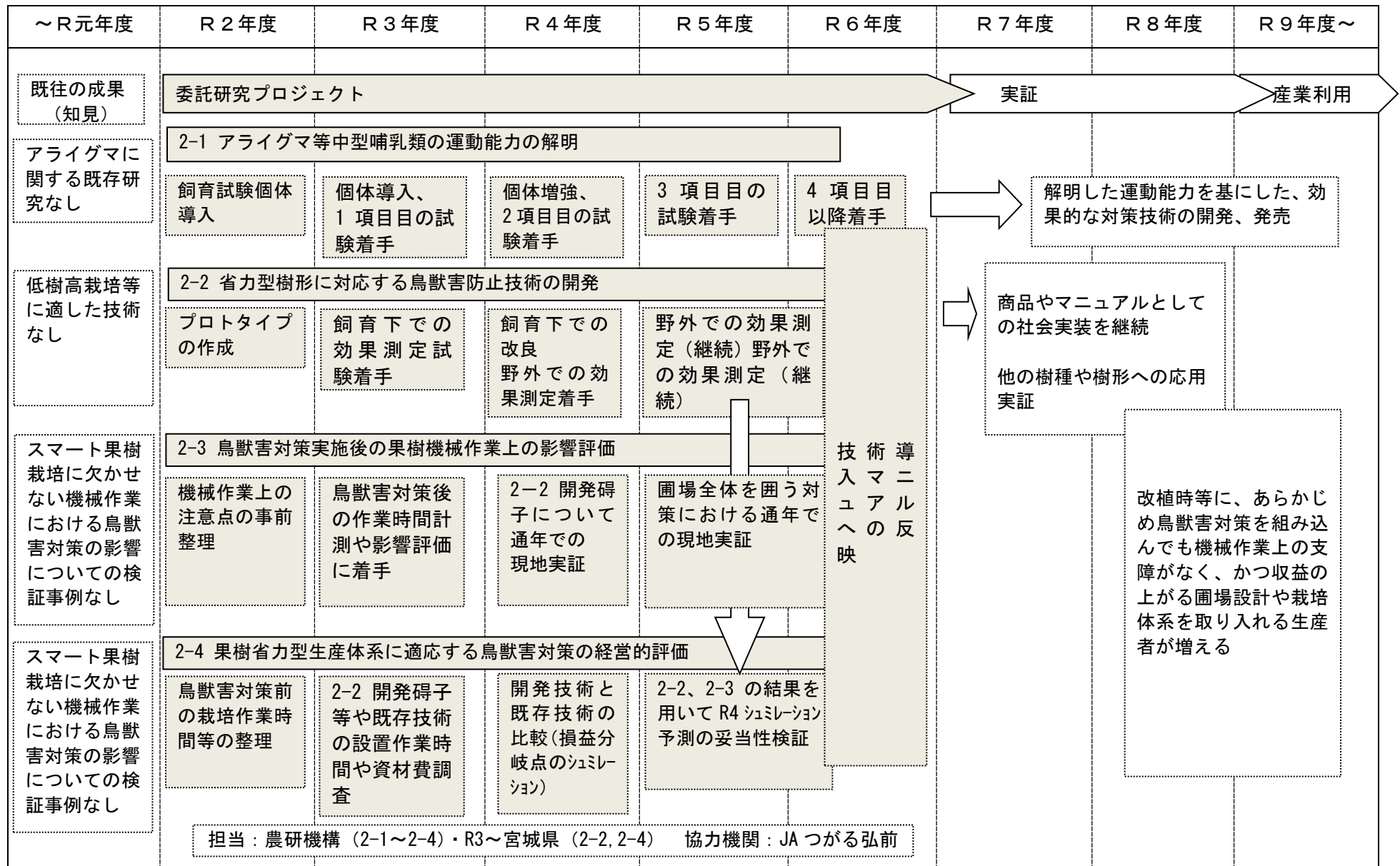
小課題 1 つづき

～R元年度	R 2 年度	R 3 年度	R 4 年度	R 5 年度	R 6 年度	R 7 年度	R 8 年度	R 9 年度～
既往の成果 (知見)	委託研究プロジェクト					実証		産業利用
スラグ舗装には高い防草性と土壌に近い通電性があり、電気柵と組み合わせると、メンテナンスの大幅省力化となる	1-3-1 通電性を向上する新たな電気柵と通信機能を有する電気柵の融合技術					普及・導入に向けた研修会等における技術の周知		
	電気柵下の土壌の違いによる電圧値の調査	スラグ舗装とその他の土壌の違いによる電圧値の調査	遠隔監視機能(スマート電気柵)の導入とその効果の調査	スマート電気柵とスラグ舗装電気柵システム改良と効果検証	融合技術システムの注意事項、製品化準備、マニュアル作成			
	1-3-2 通電性向上電気柵の耐久性の検証							
	傾斜園地の敷設 8 年後の防草性と電気柵通電圧を計測	平坦地における防草性と電気柵通電圧を計測	傾斜園地の敷設 10 年後の防草性と電気柵通電圧を計測	既設スラグ舗装の耐久性調査 ↓ 経年変化の評価	とりまとめてマニュアルへ反映 学会等発表 1 件以上			
担当：末松電子（1-3-1）・和歌山県（1-3-2）								
通信機能電気柵の市販化								

小課題 1 つづき



小課題2 果樹の省力型生産体系に対応した中型哺乳類の侵入防止技術の開発



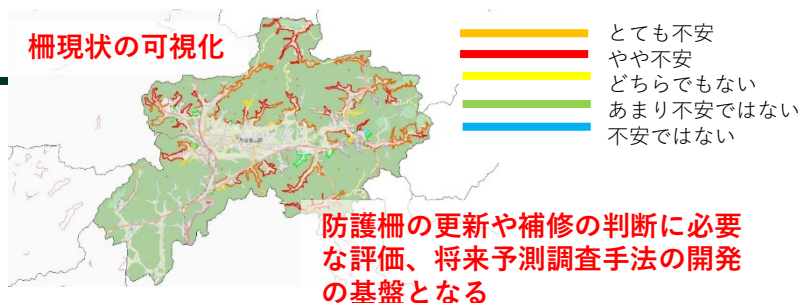
省力的かつ経済的効果の高い野生鳥獣侵入防止技術の開発

1. 将来の農業生産を獣害から守る、新たな防護柵の技術体系の開発

兵庫県立大学、山梨県、和歌山県、(株)末松電子製作所、(株)アイオーネイチャラボ

主要な成果

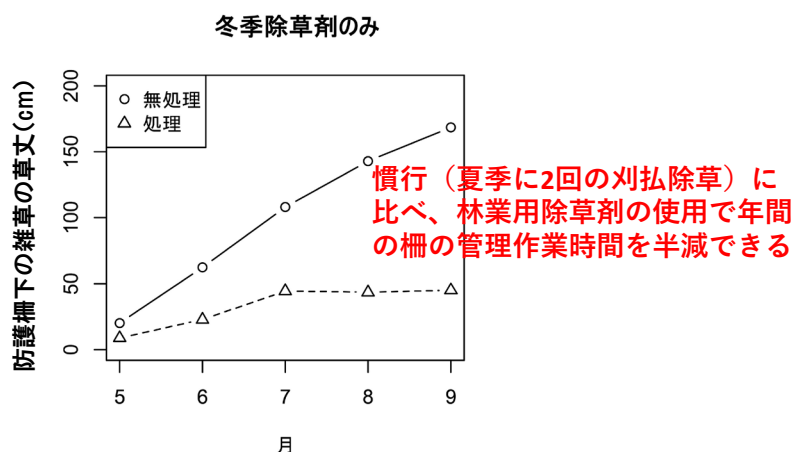
- 1 防護柵管理の現状や将来を把握するフォーマットを作成(1-1)



- 2 防護柵下部の簡易補強金具や除草剤を併用した維持管理技術を開発(1-2)



簡易で強固な補修技術により
防護柵の的確な補修が進む

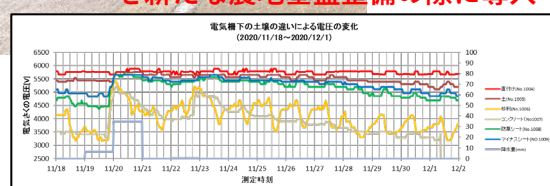
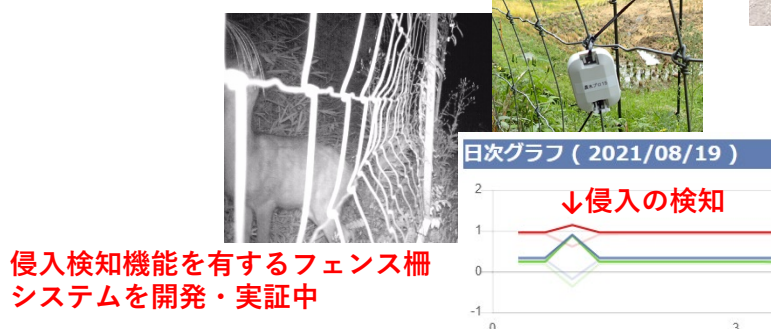


- 3 柵破損部に取り付ける捕獲ゲートを実証(1-3)



防御と連携した加害個体捕獲が進む

さらに、



省力的かつ経済的効果の高い野生鳥獣侵入防止技術の開発

2. 果樹の省力型生産体系に対応した中型哺乳類の侵入防止技術の開発

農研機構、宮城県

主要な成果

- 1 運動能力の解明を効率的に実施するための実験装置開発
(特願2020-187027) (2-1)



運動能力試験
1 項目目に着手

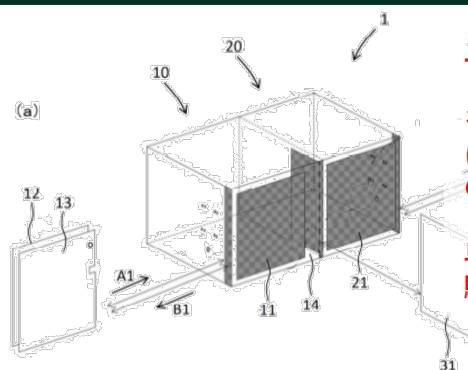


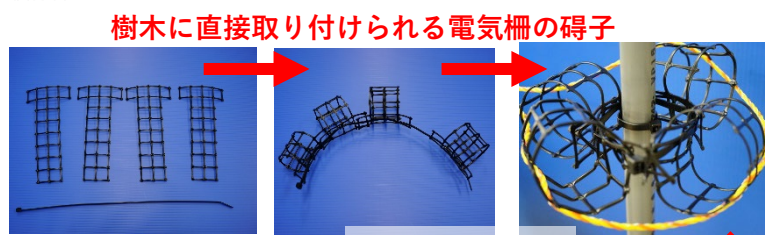
表1 アライグマが直立して手が届く高さ(cm)

	30	40	50	60	70	80	90
R002F	○	○	○	○	○	○	×

*R002Fは個体番号

二重扉や左右二部屋に分けられる構造で、アライグマを逸出させることなく容易にケージ間や行動実験区との間で移動できる。
この装置により、計画より早く2項目目の運動能力試験に着手が可能となった。

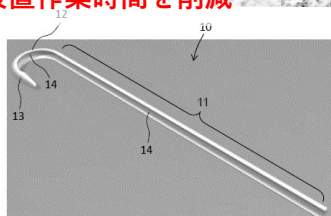
- 2 省力型樹形に対応する中型哺乳類の被害防止装置プロトタイプの完成 (2-2)



樹木に直接取り付けられる電気柵の碍子

- 3 簡易柵の設置作業時間を削減する装置開発 (特願2020-187077) (2-2)

結束バンドを用いる柵
設置作業時間を削減



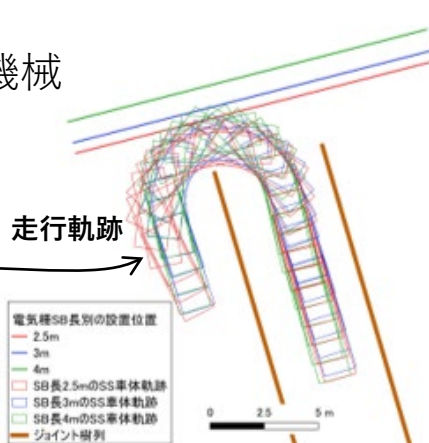
小課題2で
3件目の特許
出願準備中

省力栽培の現地圃場 (※1) において実証中
※1 リンゴ主産県の青森県、岩手県で実施中。次年度、宮城県でも実施。

- 4 鳥獣害対策の実施による機械作業上の影響解明(2-3)



スピードスプレーヤー



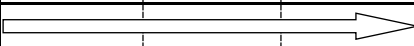
走行軌跡

電気柵SB長別の設置位置
2.5m
3m
4m
SB長2.5mのSS車体軌跡
SB長3mのSS車体軌跡
SB長4mのSS車体軌跡
ジョイント樹列

圃場外周の電気柵線の位置を変化させながら走行試験
→3~3.5mは樹列と柵の間隔を取って設置する必要がある。

✓さらに、鳥獣害対策を含めた経営評価に必要な費用や作業時間の基盤データ (3事例以上) を調査済み

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	革新的環境研究のうち農林水産分野における炭素吸収源対策技術の開発			担当開発官等名	研究開発官（基礎・基盤、環境）
				連携する行政部局	大臣官房環境バイオマス政策課（技術班） 大臣官房政策課技術政策室 林野庁森林整備部研究指導課（技術指導班） 水産庁増殖推進部研究指導課 水産庁漁港漁場整備部整備課
研究期間	R 2～R 6（5年間）			総事業費（億円）	8.9億円（見込）
研究開発の段階	基礎	応用	開発		
					
研究課題の概要					
＜委託プロジェクト研究全体＞ パリ協定（※１）に基づく成長戦略としての長期戦略（※２）（令和元年６月閣議決定。以下「長期戦略」という。）では、今世紀後半のできるだけ早期に「脱炭素社会」を実現するとともに、2050年までにカーボンニュートラル実現に向けて施策に取り組むこととされている。長期戦略では、吸収源対策（※３）について、温室効果ガス（GHG）（※４）の排出量と吸収源による除去量との均衡を実現するため十分な吸収源を確保することとし、森林、農地、ブルーカーボン（※５）を含む自然環境、バイオマス製品による貯留等、持続的で新たな価値を創出する農林水産業を通じた取組を進めることが明記されている。炭素吸収源対策を推進するため、以下の研究開発を行う。					
＜①農地土壌の炭素貯留能力を向上させるバイオ炭資材等の開発＞ 炭素吸収源として新たに温室効果ガスインベントリ（※６）への登録が認められることとなったバイオ炭（※７）の農地等での利用を促進するため、施用しやすく、炭素貯留効果と土壌改良効果が高い資材を開発する。また、各種バイオマスを原料としたバイオ炭の特性を明らかにし、各種土壌に施用したときのGHG 削減効果の評価等を行う。					
＜②ブルーカーボンの評価手法及び効率的藻場形成・拡大技術の開発＞ 炭素吸収源としてのポテンシャルの高いブルーカーボンの温室効果ガスインベントリ登録に向け、藻場（※８）タイプ別のブルーカーボン評価手法の開発及びブルーカーボンの全国評価を行う。また、ブルーカーボンの阻害要因の解明とその対策技術の開発を行い、二酸化炭素吸収と生態系保全機能を併せ持つ藻場の形成・拡大を効率的に行う技術を開発する。					
＜③木質リグニン（※９）由来次世代マテリアルの製造・利用技術の開発＞ 炭素吸収源対策である木質バイオマス由来のマテリアル利用、特に、自動車部材等への用途の拡大を図るため、従来のバイオ素材で実現されていない高性能リグニンプラスチック（熱可塑性を持ち、耐熱性や強度の高いスーパーエンジニアリングプラスチック（スーパーエンプラ※10）相当の機能、かつリサイクル性・生分解性を有する資材）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		
①農地土壌の炭素貯留能力を向上させるバイオ炭資材等の開発 ・ 主要な各種バイオマス原料由来のバイオ炭の組成分析を終了 ・ バイオ炭資材の施用による農地からのGHG排出量の実測方法の決定、データ収集を開始			①農地土壌の炭素貯留能力を向上させるバイオ炭資材等の開発 ・ 施用しやすく炭素貯留効果と土壌改善効果が高いバイオ炭資材及び施用技術を２種以上開発 ・ 各種バイオ炭施用におけるGHG収支および土壌炭素貯留効果を算定		

②ブルーカーボンの評価手法及び効率的藻場形成・拡大技術の開発 - 藻場タイプ別のブルーカーボン評価モデルの作成 - ブルーカーボン貯留の阻害要因とその対策技術の考案	②ブルーカーボンの評価手法及び効率的藻場形成・拡大技術の開発 - ブルーカーボンの全国評価による二酸化炭素吸収量を算定 - 二酸化炭素吸収と生態系保全機能を併せ持つ藻場の効率的な形成・拡大技術を2種以上開発
③木質リグニン由来次世代マテリアルの製造・利用技術の開発 - 熱可塑性を持つスーパーエンブラの基材となる高品質リグニン素材を開発 - プラスチック材料の配合比、製造プロセスの基礎試験を終了	③木質リグニン由来次世代マテリアルの製造・利用技術の開発 リグニンスーパーエンブラの製品適用の可能性及び環境対応性能を実証し、リグニンスーパーエンブラの製造プロセスを確立
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（令和12年度）	
①農地土壌の炭素貯留能力を向上させるバイオ炭資材等の開発 バイオ炭資材の普及により、バイオ炭の利用量(※11)を現在の3倍に増加させる。	
②ブルーカーボンの評価手法及び効率的藻場形成・拡大技術の開発 - 海藻類を含む藻場タイプ別のブルーカーボン評価手法を開発し、IPCC（※12）の湿地ガイドラインに海藻類を追補するための炭素吸収量の測定データを整備する。 - 全国で二酸化炭素吸収と生態系保全機能を併せ持つ藻場の形成・拡大を進め、吸収源としての機能を2割増加させる。	
③木質リグニン由来次世代マテリアルの製造・利用技術の開発 リグニンスーパーエンブラを用いた5種類の製品が実用化する。	

【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 本課題は、GHGの排出削減目標という国際的な約束を達成するための公共性が高い研究開発であり、中長期的、全国的視点に立って取り組む必要がある。さらに、本課題で取り組む研究内容は、基盤技術の開発から、基盤技術を応用に結び付ける研究開発であるとともに、他の研究分野と比較し、民間や公設試の研究開発インセンティブが働きにくいことから、国が主導し、国立研究開発法人、大学、民間など幅広い研究勢力を結集して取り組むことが求められる。あわせて、COP26などにより地球温暖化対策に国際的な関心が高まっており、スピード感をもって総合的に推進することが必要である。 以上のことから、本研究課題は、農林水産業、国民生活の具体的なニーズから見て重要性が高く、引き続き国が関与して研究を推進する必要がある。	ランク：A
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 ①農地土壌の炭素貯留能力を向上させるバイオ炭資材等の開発 ①－1 主要な各種バイオマス原料由来のバイオ炭の組成分析を終了 - 国内の主要バイオ炭として、竹炭、木炭及びもみ殻炭の温度帯ごとの組成分析（JIS M 8812[※13]）を終了。 ①－2 バイオ炭資材の施用による農地からのGHG排出量の実測方法の決定、データ収集を開始 - 露地圃場（コムギ、イネ、野菜等）でのバイオ炭施用試験を実施し、クローズドチャンバー法とガスクロマトグラフィーによるGHG計測の実施を決定した。 - 一部地域では収量と栽培期間中のGHG排出量のデータについてとりまとめを開始し、バイオ炭施用に伴うGHG収支のウェブ算定ツール（土壌CO₂見える化サイト）の改良に着手した。	ランク：A

以上のことから、中間時の目標はすでに達成できている。

②ブルーカーボンの評価手法及び効率的藻場形成・拡大技術の開発

②-1 藻場タイプ別のブルーカーボン評価モデルの作成

ブルーカーボンを国の温室効果ガスインベントリに登録することを前提にしているプロジェクト研究のため、ブルーカーボン評価モデルはIPCC湿地ガイドラインに準じた形式とし、かつ海域別の精緻な二酸化炭素吸収量を算定する必要がある。そのモデル構築と吸収量算定には、海域別、藻場タイプ別の吸収係数（各藻場タイプが単位面積当たり吸収する年間二酸化炭素量）を構成するパラメータ、および藻場タイプ別の面積の全国集計値が必須となる。吸収係数については、現時点で藻場タイプ別のCO₂隔離量パラメータ、隔離後に分解されずに貯留プロセスへ移行する有機炭素量を算出するための4つの残存率パラメータ（堆積、深海輸送、溶存・粒状難分解）を含むすべてのパラメータの算定が終了している。また、藻場タイプ別の面積については、環境省が公表している2018年時点での全国藻場分布マップを、藻場タイプ別分布面積に分割する解析を実施しており、この解析による面積集計も2022年3月にすべての海域で終了する。

②-2 ブルーカーボン貯留の阻害要因の抽出とその対策技術の考案

植食魚類の出現頻度が低い場所・季節に出現する藻場を補強対象とすることや、藻場そのものが藻場形成に及ぼす正の影響を人工的に作り出すことを主軸に、4つの新規藻場増強方法を考案した。藻場衰退が起こっている海域および健全な藻場が残っている海域の双方を対象に、2021年時点で北海道から南西諸島まで全国で11の対象海域において藻場によるブルーカーボン貯留の阻害要因を抽出し、上記4つの新規方法の中から各海域で実施すべき対策技術を選定した。次年度からの対策技術の本試験に向けて、いくつかの試行試験を各海域で実施しているところである。

以上のことから、中間時の目標はすでに達成できている。

③木質リグニン由来次世代マテリアルの製造・利用技術の開発

③-1 熱可塑性を持つスーパーエンブラの基材となる高品質リグニン素材を開発

スーパーエンブラ相当の高付加価値バイオベース材料に適する素材開発においては、加熱処理と樹脂化を検討し、成形品の機械的強度・弾性率・電気絶縁性の向上に適した加熱処理技術を開発した。

③-2 プラスチック材料の配合比、製造プロセスの基礎試験を終了

・改質リグニン（※14）の導入により樹脂の性能を向上する技術を開発し、粘度の低減下、成形品の耐熱性・柔軟性・機械的強度・電気絶縁性・誘電率・耐水性が向上する配合技術を見いだした。
・改質リグニンへの官能基導入によるスーパーエンブラとのハイブリッド材の合成技術を開発し、改質リグニンとエンブラとを複合化する相溶化技術の開発に成功した。加えて、フィラー（※15）とコンパウンド（※16）の設計を行い、コンパウンド化に適した配合組成を見出した。また改質リグニンを添加することによりフィラーとの接着性が向上するなどの従来材料に対する優位性を見出したなどの良好な結果をもって、製造プロセスの基礎試験を終了した。

以上のように、中間時の目標を達成した。

II. 最終到達目標の達成可能性

①農地土壌の炭素貯留能力を向上させるバイオ炭資材等の開発

①-1 施用しやすく炭素貯留効果と土壌改善効果が高いバイオ炭資材及び施用技術を2種以上開発

・農地土壌の炭素貯留・肥効・N₂O排出削減に資するバイオ炭混合肥料の開発に取り組み、令和3年度末までにN₂O低減化が図られる豚ふん、牛ふんと硫安、尿素の混合比の割り出し作業、鶏ふんベースのバイオ炭の肥料成分の含有量や可溶性の測定が完了見込み。試作肥料の有効性（肥効・N₂O・GHG収支等）や混合比の検証、造粒方法について検討を進めている。

・さまざまなバイオマス資源を用いて作成したバイオ炭の固定炭素量を計測し品目ごとの標準品を定め、水田・畑での施用試験によって施用モデルを構築した後、日本各地での適用性評価を行う予定。なお、針葉樹（マツ）・広葉樹（ナラ）・竹・もみ殻については令和3年度末までに標準品を作成し、理化学性のとりまとめを完了させる見込み。

①ー2 各種バイオ炭施用におけるGHG収支および土壌炭素貯留効果を算定

バイオマス資源ごとの利用可能量を整理したバイオ炭生産資源データセットの構築は、令和3年度末までに完了見込み。なおバイオ炭生産資源評価（各地の未利用バイオマス量のポテンシャル評価）は9割、農地炭素貯留データベースの構築は8割、農地施用ガイドラインの作成は5割が、令和3年度末までに終了見込み。これらについては令和5～6年度の完成に向けて着実に作業を進めている。炭施用にともなうGHGの収支算定は、ウェブ算定ツール（土壌CO₂見える化サイト）の改良に着手。適正な炭化とバイオ炭施用栽培体系が選択された段階で、チャンバー式のGHG実測算定やLCAによる精緻化を進める。

以上のように、研究は順調に進んでおり、最終到達目標は十分に達成可能と考えられる。

②ブルーカーボンの評価手法及び効率的藻場形成・拡大技術の開発

②ー1 ブルーカーボンの全国評価による二酸化炭素吸収量を算定

現在の藻場分布マップを用いた解析で、2022年度は利用可能な環境省の分布マップの修正作業を行い、その作業が2022年末にすべて終了する予定である。そのため、2023年3月にはブルーカーボンの全国評価による二酸化炭素吸収量の確定値が公表できる見込みである。以上のことから、最終の到達目標については、2年早めて3年目終了時に達成可能と考えている。

②ー2 二酸化炭素吸収と生態系保全機能を併せ持つ藻場の効率的な形成・拡大技術を2種以上開発

各海域の磯焼け等の藻場衰退に対して実施されてきた藻場再生技術を整理し、これまでの藻場再生でまだ実施されていない藻場生態系のヒステリシス変化（※17）を考慮した藻場再生技術を2021年度の時点で4種程度考案できた。2021年度の時点で、各技術は各海域ですでに試行が始まっている。次年度より、全国の対象海域でそれぞれの海域の阻害要因に対応させて技術をアレンジし、本試験を開始する予定である。対象海域によっては藻場を構成する種が多年生の生活史である場合もあり、さらに藻場は冬期から翌年春期に成長・形成されるため、試験の成果は2023年度冬から2024年度春に得られる予定である。したがってこれらの技術検証を着実に推進し、海域別に効果の高い技術を選定することができる。

以上のように、研究は順調に進んでおり、最終到達目標は十分に達成可能と考えられる。

③木質リグニン由来次世代マテリアルの製造・利用技術の開発

本課題の最終到達目標は、「リグニンスーパーエンブラの製品適用の可能性及び環境対応性能を実証し、リグニンスーパーエンブラの製造プロセスを確立」することである。これについて、現段階で下記の成果を得た。

・スーパーエンブラ相当の高付加価値バイオベース材料に適した改質リグニン系素材の開発において、成形品の性能向上に適した最適な加熱処理条件を見出して材料開発へ供給している。また、ワーカビリティの高い樹脂化技術を見出して、耐熱性、柔軟性、機械的強度、電気絶縁性、誘電率、耐水性の向上を当初計画よりも早く達成している。

・改質リグニンから優れた耐熱性や強度を有するバイオベース材料の開発においては、改質リグニンとエンブラを複合化するための相溶化技術の開発を達成している。加えて、改質リグニンを含有した、高耐熱、高強度、不燃等の特性を有する製品を試作し、付加価値材料を開発に早々に成功した。加えて抗酸化材料への展開など当初の想定以上の成果が得られている。

・改質リグニンの環境適合性評価システムの開発においては、改質リグニンを分解する白色腐朽菌（※18）を見出して評価法開発へ繋げている。また、副産物の有効利用法を開発するとともに、改質リグニン製造プロセスにおけるライフサイクルアセスメント（LCA）（※19）分析を開始し、GHG 排出原単位の算出手法を確立した。

以上のように、研究は順調に進んでおり、今後、さらに高機能用途に適する改質リグニン素材と樹脂化品、誘導体化の検討を実施すると共に、それらの供給を受けた材料開発を行うことで、世界初のスーパーエンブラ相当のリグニン系バイオ材料の開発を達成できると共に、その評価技術も確立する。最終到達目標は十分に達成可能と考えられる。

**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農地土壌の炭素貯留能力を向上させるバイオ炭資材等の開発

【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】

・J-クレジット（※20）申請、取得を促進するため、主要原料由来のバイオ炭の組成をJIS M8812に基づいて分析し、営農体系別の温室効果ガスの削減量や実炭素貯留量を整理して、一般の農家や企業および一般消費者が使いやすい、我が国独自の炭素貯留データベースを構築する。なお、これらのデータは、J-クレジット申請で出された各種バイオ炭のデータとも相互に参照し、日本国インベントリ報告書のバイオ炭の算定係数ならびにJ-クレジット方法論に反映させる。

・バイオ炭を活用した営農モデル地域において、代表的な農作物ごとの作業目安作りとその目安に沿った施用マニュアルを作成する。この施用マニュアルをもとに、J-クレジットの社会的周知を進めて認証団体を増やし、バイオ炭による二酸化炭素削減モデル地域づくりを促進することで、炭素貯留実績を積み上げる。

・2025年の大阪・関西万博に向けて上記モデル地域での活動を紹介するウェブサイトを立ち上げ、J-クレジットの社会実装のためのアウトリーチ活動及び広報活動を行う。また、出口戦略として、バイオ炭を活用したカーボンマイナス（※21）のプラットフォーム（※22）やビジネス・エコシステム（※23）を設計・実装する。

これらの取組により、2030年までに全国200ヶ所程度でJ-クレジット申請を進め、これにより、20千トンCO₂近い炭素貯留が可能となる。さらに、活動量（バイオ炭の農地施用量）の精緻化を確実に進めるため、「バイオ炭資材の普及により、バイオ炭の利用量を現在の3倍に増加させる」というアウトカム目標の達成は可能である。

【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】

2020年9月末にJ-クレジット方法論AG-004「バイオ炭の農地施用」が登録された。これにより、日本の農地へのバイオ炭の施用によって農業者が利益を得る道筋ができたことから、バイオ炭の社会実装に様々な参加者を呼び込むことが可能になった。なお、バイオ炭による農地炭素貯留の社会実装を早期に進めるため、制度設計や実情調査等の諸活動が進んでおり、これらの活動報告やバイオ炭生産者の集積と組織化、J-クレジット申請の手順、今後の社会実装に向けた方向性等の説明会やシンポジウムを開催している。

【他の研究や他分野の技術の確立への具体的貢献度】

全国でバイオ炭による年間16.68千トンCO₂（2019年時点のバイオ炭による吸収量5.56千トンCO₂（日本国インベントリ報告書）の3倍）の炭素を貯留する本プロジェクトの目標は炭素の貯留量としては限定的であるが、成果が全国展開された場合には、J-クレジット認証に加えて、「クルベジ」のような環境保全ブランドのスキーム展開を見込むこともできる。こうしたブランディングの定着によって、長期的にわたり、農家の利益を見込むことができるため、地域企業や地域住民が協力した新たなブランディング・地域農業のモデルとなることが期待される。

また、鶏糞を原料とするバイオ炭の開発においては、鶏糞には肥料として有用な要素が多く含まれるほか、炭化により臭気成分の分解、減容化、肥料成分の濃縮等が生じ、肥料代替資材として好ましく、家畜排せつ物由来のバイオ炭資材の利用が広まることで、畜産由来のGHG排出量削減につながることも期待できる。

②ブルーカーボンの評価手法及び効率的藻場形成・拡大技術の開発

【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】

本課題で開発したブルーカーボン評価手法は、すべてIPCC湿地ガイドラインに準拠している。ガイドラインに含まれる海草類については、海草タイプ別、海域別の精緻なパラメータとその値を準備しているため、ガイドラインのTier1からTier3まで、すべての手法で算定が可能な状態にある。また、海藻類についても海草類と同等の算定が可能な状態にある。今後のIPCCでの検討時には、すでにガイドラインに含まれる海草類と同等の基準を満たす先行研究として令和4年の早い段階で国際的な学術雑誌上で発表し、精度の高いデータを提供することが可能である。

また、藻場タイプ別の吸収係数を既に算定しており、藻場形成と同時にその吸収源機能を具体的数値で定量することが可能であるため、本技術を漁業関係者や地方自治体、企業、NPO等の活動への迅速な普及が期待できると同時に、将来的なクレジット化等を通じて二酸化炭素吸収源機能の向上に対する民間投資を誘導することが可能となる。また、こうしたさまざまな活動による二酸化炭素吸収源機能の向上は海岸線の藻場形成を促進し、水産業の現場でのバイオマス機能（漁場、生態系保全、海藻養殖など）の強化というコベネフィットも見込むため、藻場の形成・拡大による吸収源機能の増加をさらに加速させることも期待される。藻場の二酸化炭素吸収量は令和3年度末に算定されるが、その吸収量は藻場生産量をおおよそその指標とみなせる。このため、上記により藻場の形成・拡大が活性化し、天然藻場の生産量が約1割回復するとともに、天然藻場の約1割を占める海藻養殖の生産量についても少なくとも現行の約2倍に増加すると見込まれている。

これらの取組により、「IPCC湿地ガイドラインに海藻類を追補するための炭素吸収量の測定データを整備する」及び「藻場の形成・拡大により吸収源としての機能を2割増加させる」というアウトカム目標の達成は可能である。

【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】

研究成果の普及・実用先となる漁業関係者や地方自治体、企業、NPO等に情報をいち早く伝えるため、業界の技術普及雑誌への寄稿、セミナー、講演会、協議会の委員就任などに対応している。また、成果は広く現場普及させ、我が国の吸収源拡大を第一の成果と認識しているため、特許等の申請は行わず、成果の殆どは公開を前提としている。藻場タイプ別の吸収係数算定ガイドラインの作成・公開も検討中であるため、本課題の研究成果を迅速に現場へ普及させることが可能である。

本課題の藻場形成・拡大技術の開発においては、その技術活用の所轄となる各都道府県の水産関係部署および漁業協同組合に参画してもらい、技術の試行から実証まで担当している。普及・実用化する際の問題点や改善点を同時に共有し、迅速に現場へ反映させていくことが可能である。これらがプロジェクト終了後に社会実装へつながるため、研究成果の活用の道筋としても妥当であると考えられる。

【他の研究や他分野の技術の確立への具体的貢献度】

本課題で開発したブルーカーボン評価手法はこれまで考慮されていなかった海藻養殖も吸収源評価の対象として算定することが可能である。漁業者や地方自治体が地先の藻場形成・拡大を実施するだけでなく、企業やNPOなどが海藻養殖を実施し、排出源対策としてカーボンクレジット創出などを行うことが予想される。養殖されたバイオマスは貯留源ではないため、さまざまなバイオマス活用へと利用できる。令和2年に閣議決定された「革新的環境イノベーション戦略V. 農林水産業・吸収源③ブルーカーボンの追求」にある、海藻類を新素材・資材（バイオプラスチック）として活用するための技術開発が開始されており、化学工学の分野の技術進展にも貢献し始めている。海洋プラスチックの問題の解決や新バイオマス産業の確立、他の産業界の温室効果ガス排出削減などに貢献することが期待できる。

③木質リグニン由来次世代マテリアルの製造・利用技術の開発

【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】

本課題では「リグニンスーパーエンブラを用いた5種類の製品が実用化する」ことをアウトカム目標としている。実用化する5種類としては、改質リグニン/エンブラ複合樹脂、およびそれらと種々の強化繊維（炭素繊維、ガラス繊維、セルロース系繊維等）との複合製品を想定している。樹脂化による工業素材化の成果が芳しく高いレベルにあることや、ブレンドの技術の進捗も早いいため、早々に様々な製

品化に取り込むことを計画している。また、可能なものは協力のメーカーに受け渡すことを計画しており、アウトカム目標の達成は可能である。

製造から使用および廃棄まで多様な波及効果があり単純ではないが、参入可能な性能レベルのスーパーエンブラ代替が行われたとして、GHG削減効果は約44万トンと試算されている。これに、改質リグニンの樹脂業界全体への進出による代替効果を含めると、約680万トンの削減が期待される。

【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】

代表機関が主催している改質リグニンの普及のためのコンソーシアム「リグニンネットワーク」では、毎年度数回の会員向けセミナーと、1回程度の公開セミナーを開催している。また、これまでにアグリビジネス創出フェア等の展示会出展、および研究所の一般公開動画等への参画をたびたび行い、業界団体・一般への普及活動に努めている。これらの取組によって、「リグニンネットワーク」の会員数は増加を続けており（法人会員数170社）、エンブラにかかわらず、改質リグニンをを用いた様々な製品への展開が見込まれる。

【他の研究や他分野の技術の確立への具体的貢献度】

当初想定した用途以外についても、これまでに以下のような成果を得た。

- ・製造プロセスで生じる廃液中の成分組成の解明を達成すると共に、それらを樹脂と混合することで寸法安定性に優れる高機能性木材製造に利用可能であることを明らかにした。
- ・改質リグニンの抗酸化性能を見出し、改質リグニンから製造する材料への高付加価値化を実現する材料を見出した。

これらのことから、改質リグニンの製造技術は、エンブラとしての利用にとどまらず、木材の耐久性の向上や、抗酸化性能を活かした製品開発等に貢献すると考えられる。

4. 研究推進方法の妥当性

ランク：A

①農地土壌の炭素貯留能力を向上させるバイオ炭資材等の開発

【研究計画の妥当性】

各分担研究の進捗に合わせて年3回以上の研究者全体報告会を開催するとともに、外部専門家、関係行政部局が参加する運営委員会での検討を通じて、研究計画の進め方や役割分担の見直しを適時実施している。

【研究推進体制の妥当性】

新型コロナウイルス感染防止対策の影響もあり、研究指導や協議のほとんどが直接ではなくオンラインでの実施を余儀なくされた。そのため、研究分担者の増加や研究内容の再配分等の調整を行うなど、研究指導体制の強化策を講じる必要があったが、その結果、計画に沿った成果が得られたことから、研究推進体制は妥当である。なお、令和4年度以降は、より社会実装に近い研究が求められるが、研究実績を全国へ展開していくための現地指導・波及体制が課題である。そのため、地域モデルを作るための全国の地方自治体関係者や地元の事情に精通した研究者が参画する体制を、令和4年度から構築する。

【研究課題、予算配分の妥当性】

研究者全体報告会や運営委員会を通じて、各研究の進捗や重点事項に応じて次年度研究計画と予算分配を検討している。今後3年間は主に各地域における課題発掘とJークレジット開発および消費者の買場開発が急がれるため、広報および地域行政へのアプローチ・各種地域農業者や民間研究機関等への接触を多く試みる予定であり、成果が確実に得られるよう予算を有効活用する。

②ブルーカーボンの評価手法及び効率的藻場形成・拡大技術の開発

研究者全体報告会を通じて、次年度研究計画と分配を検討している。今後3年間は主に各地域における課題発掘とJークレジット開発および消費者の買場開発が急がれるため、広報および地域行政へのアプローチ・各種地域農業者や民間研究機関等への接触を多く試みることにしている。

【研究計画の妥当性】

新型コロナウイルス感染症による非常事態宣言等の出張制限が続き、現地調査・試験の代替手法の構

策等、多くの見直しが必要となっているが、各実行課題の進捗管理を随時行うとともに、年2回の全体推進会議、年2回の課題別推進会議を実施し、目標達成に向けて的確に計画を進行させるなど予算配分は妥当である。

【研究推進体制の妥当性】

令和2年、3年共に外部専門家、技術会議事務局、政府の関係部局が参集する運営委員会を実施しており、研究内容とその推進について随時検討している。これに加えて、各年に2回、担当者を中心とした推進会議（全体と課題別）を開催し、各課題の進捗状況の共有と成果の確認、国土交通省が主催するブルーカーボン検討会でのインベントリ化推進の状況や本課題への要望等を共有するとともに、各実行課題が足並みをそろえつつ研究計画を前倒しし、アウトカム目標の達成と行政対応の双方に依拠している。

【研究課題、予算配分の妥当性】

二酸化炭素吸収量の算定を小課題1とし、藻場の効率的な形成・拡大技術の2種以上開発を小課題2として構成している。3年目で小課題1の目標が達成される見込みのため、4年目以降は小課題2における技術開発の現地試験サポートへ回り、特に現場での詳細な吸収源評価を担当することになっている。そこで3年目（2022年度）までは小課題1に重点配分し、3年目以降は普及や社会実装にもかかわる小課題2へ重点配分先を変更する。

このように予算を有効に活用することで、小課題2の各実施課題で行う現場海域での技術検証の成果が確実に得られるようにするなど、目標達成に向けて的確に計画を進行させており、予算配分は妥当である。

③木質リグニン由来次世代マテリアルの製造・利用技術の開発

【研究計画の妥当性】

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。

【研究推進体制の妥当性】

上記の運営委員会を年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、全体あるいは小課題ごとの推進会議を随時開催し、コンソーシアム内の情報共有や意見交換、推進体制の検討等を行っていることから、研究推進体制は妥当である。

【研究課題、予算配分の妥当性】

令和2年度は内閣府の官民研究開発投資拡大プログラム(PRISM)アドオンを受けて改質リグニン素材の高バイオマス化にも取り組んでいる。運営委員会からの指摘を踏まえて各小課題とも予定した成果を創出しており、研究課題は妥当である。

各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。それぞれの中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

- ・カーボンニュートラル実現に向けた重要な課題である。パリ協定やCOP26において森林、農地、ブルーカーボンといった自然環境に由来する温室効果ガスの管理が新たに課題となっている中で、国際的な約束を達成するために、国が研究に関わる重要性は高い。
- ・バイオ炭資材やブルーカーボンの評価手法、木質リグニンの利用技術について、適切な中間目標の設定とその達成、一部早期達成も見込まれており、研究が順調に進捗していることが確認できることから、研究の継続は妥当である。
- ・講演会などのアウトリーチ活動も積極的に実施している点も評価できる。

2. 今後検討を要する事項に関する所見

- ・アウトリーチ活動を積極的に実施している点は評価できるが、国民の理解が不可欠な分野であるため、今後も更なる普及啓発活動を進めていただきたい。
- ・国際的な情報発信、国際特許の出願について、今後積極的に進めていただきたい。
- ・本研究の成果として開発された新規資材の品質評価に加え、リサイクルまで考慮に入れたLCAの手法についても留意いただきたい。
- ・技術の普及に向けて、生産現場での積極的な活用に繋がるよう、環境保全型農業直接支払交付金や見える化の取組等と結び付るとともに、水産業・林業も含めて普及を促していただきたい。

〔事業名〕 革新的環境研究のうち農林水産分野における炭素吸収源対策技術の開発

用 語	用 語 の 意 味	※ 番号
パリ協定	京都議定書に代わる新しい地球温暖化対策の国際ルール。2015年12月にパリで開催されたCOP21で採択、16年11月に発効。産業革命前からの気温上昇を2℃より十分低く抑えることが目標。すべての国が削減目標を作り、達成に向けた国内対策を取る必要がある。	1
「パリ協定に基づく成長戦略としての長期戦略」	「パリ協定」に基づき、全ての締約国は、長期的な温室効果ガスの低排出型の発展のための戦略を策定、通報するよう求められている。我が国では、「パリ協定に基づく成長戦略としての長期戦略」（令和元年6月11日閣議決定）において、脱炭素社会の今世紀後半の早期実現を最終到達点とし、2050年までに80%の温室効果ガスの排出削減を実現するよう大胆な施策に取り組むことが示されている。	2
吸収源対策	二酸化炭素をはじめとする温室効果ガスを大気中から取り除く働きを維持・拡大する取組。吸収源の代表的なものとしては、森林の光合成による炭素固定、緑肥や堆肥など有機物の農地への施用による炭素貯留、エネルギーを大量消費して製造される物質を木材やバイオマス由来の物質に代替することによる炭素貯留も吸収源である。また、海洋生物の光合成などの作用によって取り込まれ、海洋生態系内に蓄積される炭素（ブルーカーボン）が注目されている。	3
温室効果ガス	大気圏にあって、地表から放射された赤外線の一部を吸収し、地表に向かって放出することにより、温室効果をもたらす気体の総称である。人間活動によって主なGHGには、二酸化炭素、メタン、一酸化二窒素などがある。GHGは、 <u>Green House Gas</u> の略。	4
ブルーカーボン	海洋生物の光合成などの作用によって取り込まれ、海洋生態系内に蓄積された炭素。	5
温室効果ガスインベントリ	一国が一年間に排出・吸収する温室効果ガスの量を取りまとめたデータ。	6
バイオ炭	バイオマス（生物由来の有機物）を燃焼しない水準に管理された酸素濃度の下、350℃以上の温度で加熱して作られた固形物（2019年IPCC改良ガイドラインに基づく）。土壌中でも分解されにくいいため、効率の良い炭素貯留（吸収源対策）の技術であり、バイオ炭の施用はわが国の地球温暖化対策計画にも位置づけられている。また、農地に施用することで、土壌の通気性や透水性・保水性およびpH矯正等土壌改良効果も見込まれる。	7
藻場	単一もしくは複数種の大型海藻や海草が群落を形成している場所の呼び名。	8
リグニン	リグニンはセルロース等とともに植物の細胞壁を構成する主要成分のうちベンゼン環が多数結合した構造を持つ成分の総称で、植物の強度を担う役割を持つと考えられている。紙パルプ産業ではセルロースを取り出して利用しているが、リグニンは取り出す時に変質しやすく植物の種類によりバラツキも大きいため工業材料としての活用はわずかである。しかしながら、その構造の有用性から新たな利用法の探索が続いている。	9
スーパーエンプラ	機械的強度や耐熱性を向上させた一般的工業用途の「エンジニアリングプラスチック（エンプラ）」に対し、特に強度に優れ、耐熱性（連続使用温度150℃以上）、耐候性、耐溶剤性等の特定の機能が強化されたプラスチック。	10
バイオ炭の利用量	バイオ炭の農地施用における炭素貯留量により算出。2019年時点のバイオ炭の炭素貯留効果による排出削減量は5.56千トンCO ₂ （日本国インベントリ報告書）。2030年までに全国200ヶ所程度でJ-クレジット申請を進めるほか、活動量（バイオ炭の農地施用量）の精緻化により、20千トンCO ₂ 近い炭素貯留が可能と想定されるため、アウトカム目標は「バイオ炭資材の普及により、バイオ炭の利用量を現在の3倍に増加させる」に設定している。	11
IPCC	Intergovernmental Panel on Climate Change（気候変動に関する政府間パネル）。気候変動に関する最新の科学的知見についてとりまとめた報告書を作成し、各国政府の気候変動に関する政策に科学的な基礎を与えることを目的として設立された組織。	12

JIS M 8812	JIS とは Japanese Industrial Standards (日本工業規格) の略称、わが国の工業標準化の促進を目的とする工業標準化法 (昭和 24 年法律第 185 号) に基づき制定される任意の国家規格であり、令和元年 7 月 1 日の法改正によって工業標準化法から産業標準化法へと名称が変更になった。 JIS M 8812 はバイオ炭の炭質を評価する公定法の一つであり、(一社) 全国燃料協会では「木炭の規格」を定め、JIS M 8812 に従って評価した固定炭素 (%) を用いて、白炭、黒炭、オガ炭等の品質を定めている。なお、固定炭素は、100 - 灰分 (%) - 揮発分 (%) で算出する (無水基準の場合)。	13
改質リグニン	リグニンのばらつきとリグニン由来物の加工性の低さを植物種の絞り込みと、グリコール系の薬液を用いることで解決した日本で生まれた新素材。正しくはポリエチレングリコール (PEG) 改質リグニンであるが、略称の改質リグニンとして知られる。リグニンの構造が安定な日本固有樹種であるスギを原料にした開発が先行しており地域に素材産業を創出する技術として期待されている。リグニン系素材としては世界最高レベルの加工性能を持ち、電子材料や繊維強化材用の樹脂など高機能材料としての活用が期待されている。	14
フィラー	充填剤。強度を増したり、かさを増やしたり等の用途でプラスチックに混合される。炭素繊維、ガラス繊維、その他低分子などを含む。	15
コンパウンド	機能やコスト要求を満たすために何種類かの材料 (プラスチックポリマーだけでなく、上記のフィラーや、色素などの低分子なども含む) を混ぜ合わせたプラスチック・樹脂材料のこと。	16
ヒステリシス変化	ある系の状態が、過去に受けた影響に依存して変化すること。	17
白色腐朽菌	自然界に生息するきのこの仲間で、リグニンを分解し木材を白く変色させるためにこの名前と呼ばれる一群のこと。	18
ライフサイクルアセスメント (LCA)	製品・システムの原料調達から製品製造、使用、廃棄／リサイクルに至るまでの環境影響を評価する技法で、国際規格 ISO14040:2006 にて手順等が示されている。	19
J-クレジット	省エネルギー機器の導入や森林経営などの取り組みによる、CO2などの温室効果ガスの排出削減量や吸収量を国が認証し、発行される「クレジット」のこと。カーボンオフセットを推進したい事業者に売却して、取組側が利益を得ることができる。この制度を活用したプロジェクトを実施するため、技術ごとにプロジェクトの適用範囲、排出削減・吸収量の算定方法及びモニタリング方法などを規定する方法論が必要である。2020年9月末にJ-クレジット方法論AG-004「バイオ炭の農地施用」が登録された。	20
カーボンマイナス	二酸化炭素の大気中への排出 (カーボンプラスまたはポジティブ・エミッション) に対して、二酸化炭素の貯留 (吸収) により、大気中にある CO2 を削減するマイナスの排出のこと。ネガティブ・エミッションとも言う。なお、二酸化炭素を大気から回収・貯蔵する技術はネガティブ・エミッション技術 (Negative Emission Technologies、NETs) と定義されている。	21
カーボンマイナスのプラットフォーム	プラットフォームは、一般に、多様な主体を結合させて価値を生む産業活動基盤をいう。 本事業において、農地炭素貯留を社会実装し、発展させていくためには、バイオ炭生産者と貯留者 (農業者等) の供給サイドと、J-クレジットの活用 (購入) 者や農作物を環境保全ブランドとして活用し消費者に供給する飲食業・小売業者等の活用サイドとの連絡・連結が不可欠である。「カーボンマイナスのプラットフォーム」は、これらの供給サイドと活用サイドのステークホルダーを一つに集結してバイオ炭品質保証や J-クレジット管理、環境保全ブランド管理等、炭素貯留データベース管理等を共通認識の下で行い、各ステークホルダー間の共創および競争、その情報交換等により新しい価値を創造する場として設定している。	22
ビジネス・エコシステム	自然科学のエコシステム (生態系) のコンセプトが経営学で導入されたもので、組織は生態系における一員と捉えられ、協力的挑戦を行い他者と共生、価値を創造するパートナーとする俯瞰的な経営戦略観を示す概念である。 本事業においては、カーボンマイナスの実現に向けて、バイオ炭の社会実装に関わる様々な参加者が、相互協力的に発展するシステムを指す。	23

⑥ 農林水産分野における炭素吸収源対策技術の開発

背景と目的

- 農林水産業は炭素吸収源として重要な役割を担う。農地への炭素貯留や、海草・海藻による炭素貯留（ブルーカーボン）は、「長期戦略」（注）に明記されている吸収源であり、科学的根拠の下でこれらを温室効果ガスインベントリに追加することが課題となっている。また、重要な炭素吸収源である森林の整備を促進するため、付加価値が高い木質成分利用素材の創出と利用拡大が求められている。
- 脱炭素社会の実現に向けて、農地、森林、海洋が持つ炭素吸収量を最大にするための社会実装を見据えた技術を開発する。

研究内容

農業

- ・ バイオ炭を活用した農地土壌への炭素貯留能力を向上させる資材等の開発

林業

- ・ 脱炭素社会の基幹バイオ素材となる木質リグニン由来スーパーエンジニアリングプラスチックの製造・利用技術の開発

水産業

- ・ ブルーカーボン評価手法の高度化とブルーカーボンの全国評価
- ・ ブルーカーボン阻害要因の解明と対策及び効率的な藻場形成・拡大技術の開発、新たな海草・海藻養殖技術の開発

到達目標

- ・ 施用しやすく炭素蓄積効果と土壌改善効果が高いバイオ炭資材及び施用技術を2種以上開発
- ・ リグニンスーパーエンプラの製造プロセスを確立
- ・ ブルーカーボンの全国評価による炭素貯留量を算定するとともに、効率的な藻場形成・拡大技術を2種以上開発

（注）「長期戦略」：パリ協定に基づく成長戦略としての長期戦略（令和元年6月11日閣議決定）

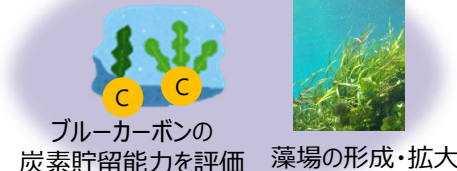
農業分野



林業分野



水産業分野



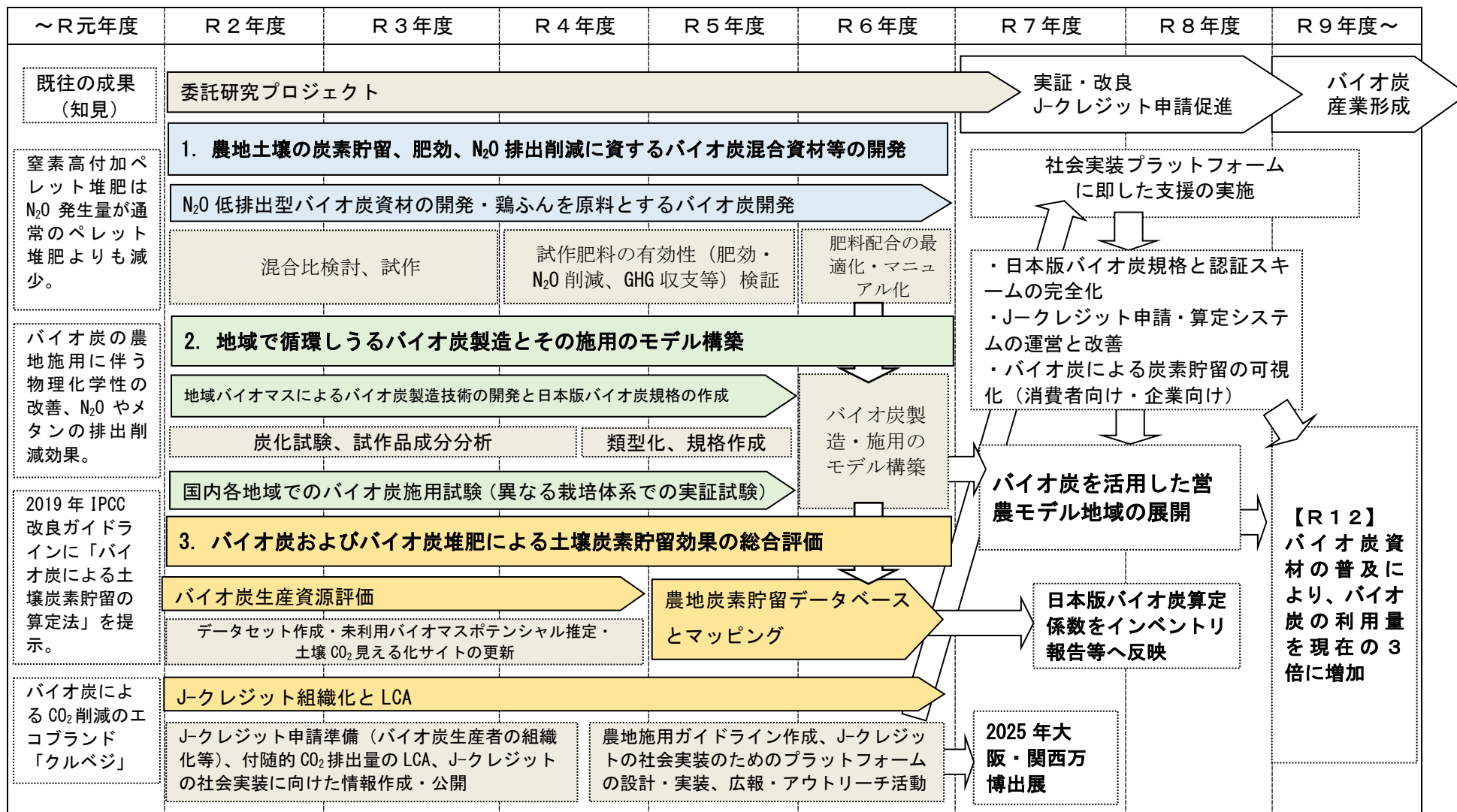
期待される効果

- ・ 炭素吸収源対策を強化し、カーボン・オフセットによって温室効果ガス排出削減の目標達成に貢献
- ・ 木質バイオマスのマテリアル利用を本格的に実用化、森林の整備・更新を促進

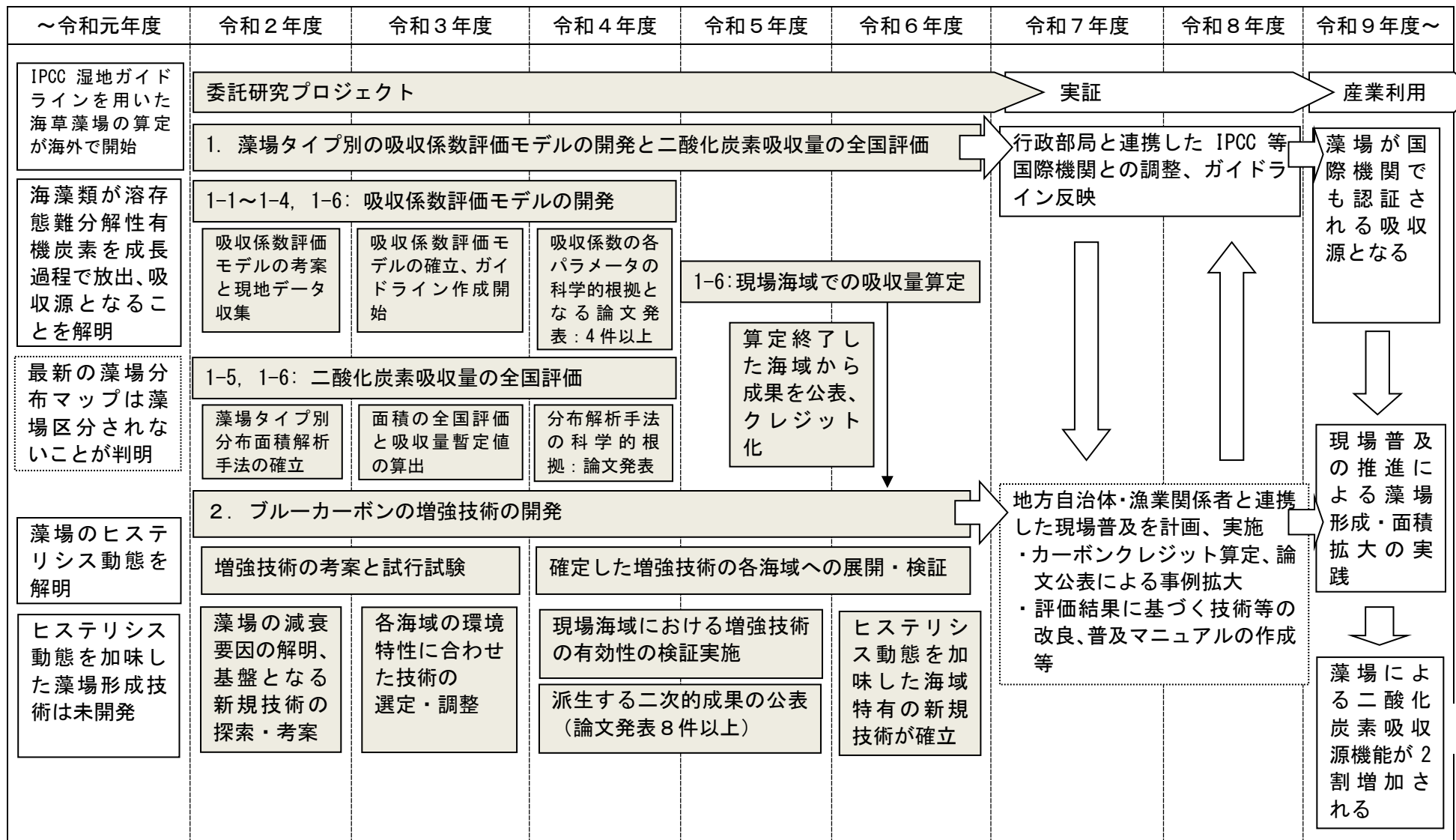
【ロードマップのイメージ（中間評価段階）】

脱炭素・環境対応プロジェクトのうち、農林水産分野における炭素吸収源対策技術の開発

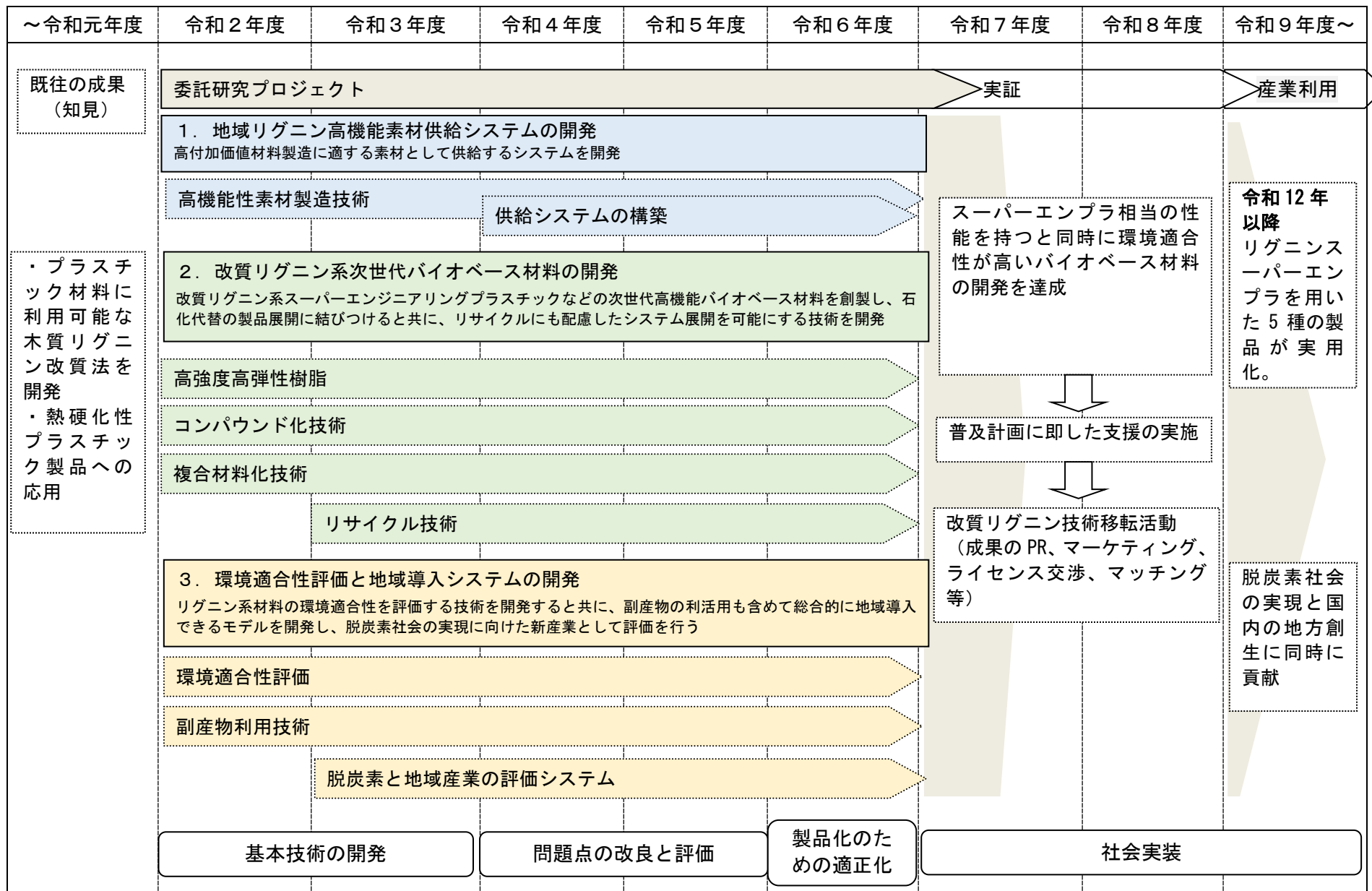
＜①農地土壌の炭素貯留能力を向上させるバイオ炭資材等の開発＞



<②ブルーカーボンの評価手法及び効率的藻場形成・拡大技術の開発>



<③木質リグニン由来次世代マテリアルの製造・利用技術の開発>



農地土壌の炭素貯留能力を向上させるバイオ炭資材等の開発

2050年ゼロエミッション農業の実現のためには、排出量削減対策のみならず、吸収源開発が必要不可欠。バイオマスから変換した**バイオ炭は、低コストかつ十分な規模で行うことのできる吸収源技術**の一つ。

本事業では、J-クレジット認証制度を活用したバイオ炭による炭素貯留の拡大を、実証試験から社会実装プラットフォームの設計・実装までスピード感をもって推進。**バイオ炭の安定供給技術を開発するとともに、現場実証に基づくバイオ炭の炭素隔離と環境改善効果などの総合評価を行い、バイオ炭またはバイオ炭堆肥を活用した営農モデルの普及を目指す。**

① 炭素貯留、肥効、N₂O排出削減に資するバイオ炭資材等の開発

目標: 堆肥とバイオ炭を混和したペレット堆肥をN₂O低排出型資材として開発、可搬性のある有機質肥料で気候変動緩和に対応する栽培体系を提示。

【N₂O低排出型バイオ炭資材の開発】

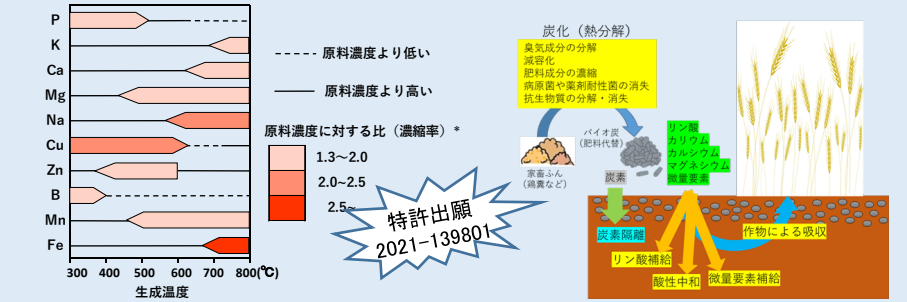
- ・N₂O削減が図れる豚ふん、牛ふんと硫酸、尿素の混合比の割り出し作業終了(～R3)。
- ・栽培試験と配合比最適化(～R6)。



	TN %	TP %	TK %
試作品	6.64	6.87	7.14
試作品	6.56	7.01	8.26
試作品	6.73	4.75	4.79
試作品	6.81	4.94	4.81
試作品	6.47	7.13	6.96

【鶏ふんを原料とするバイオ炭開発】

- ・鶏ふん炭に含まれる肥料要素可溶性の生成温度依存性を解明(～R3)。
- ・鶏ふんベースの混合比の検証と造粒方法の検討、圃場試験(～R6)。



鶏ふん炭に含まれる肥料要素の可溶性における生成温度への依存度

鶏ふんを原料としたバイオ炭の開発・活用スキーム

② 地域で循環するバイオ炭製造と施用モデルの構築

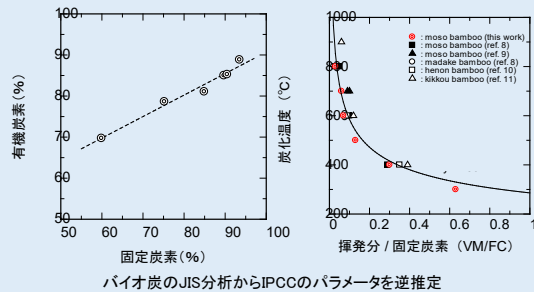
目標: 地域、気候帯、栽培体系ごとに入手可能なバイオ炭資材候補を選定。炭化、栽培試験を通じて土壌への固定炭素量と栽培適性を解明、“無理なく”バイオ炭を活用した営農モデルの指針を提示。

【地域バイオマスによるバイオ炭製造技術開発と日本版バイオ炭規格作成】

- ・竹炭、木炭、もみ殻炭の組成分析(JIS M8812)を終了(～R3)。
- ・針葉樹(マツ)、広葉樹(ナラ)、竹、もみ殻の標準炭の規格作成を完了(R3)。
- ・刈り芝や果樹剪定枝などを原料としたバイオ炭の規格作成(～R6)。

【日本国内の各地域でのバイオ炭施用実験】

- ・北海道、北陸、西日本、九州の、気候帯の異なる農地においてコムギ、イネ、野菜等でのバイオ炭施用試験を開始(R2～)。GHG計測方法を決定し、収量とGHGデータの取りまとめを開始(R3)。
- ・適正な炭化とバイオ炭施用栽培体系が選択された段階で、チャンパー式のGHG実測算定、LCAによる精緻化を進める(R4～R6)。



圃場でのバイオ炭施用(福井県、水田)

③ バイオ炭・バイオ炭堆肥による土壌炭素貯留効果の総合評価

目標: 全国規模のバイオ炭活用ポテンシャルから、農地土壌炭素貯留量を把握。地域・気候帯・栽培体系ごとのガイドラインを作成、炭素貯留を「見える化」し、J-クレジットの推進に寄与。

【バイオ炭生産資源評価】

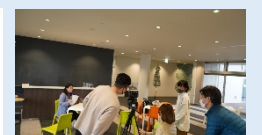
- ・バイオマス資源ごとの利用可能量を整理したバイオ炭生産資源データセットの構築完了(～R3)。
- ・バイオ炭生産資源評価の実施(～R6)。

【農地炭素貯留量データベース】

- ・農地炭素貯留量データベースの構築とマッピング化(～R6)

【J-クレジット組織化(社会実装)とLCA】

- ・農地施用ガイドラインの作成(～R6)
- ・J-クレジット申請(200トンCO₂)開始(R3)
- ・J-クレジット申請効率化スキーム(～R6)
- ・社会実装のプラットフォーム(PF)およびビジネス・エコシステムの設計・実装(～R6)
- ・消費者・企業などへの啓発活動(～R6)



R3年度ウェブサイト開設

※赤字は中間時までには実施が完了(見込み)のもの。下線は中間時目標。

<最終達成目標>

- ・施用しやすく炭素貯留効果と土壌改善効果が高いバイオ炭資材及び施用技術を2種以上開発。
- ・各種バイオ炭施用におけるGHG収支及び土壌炭素貯留効果を算定。

<アウトカム目標>

- ・バイオ炭資材の普及により、バイオ炭の利用量を現在の3倍に増加させる。

ブルーカーボンの評価手法及び効率的藻場形成・拡大技術の開発 令和3年度までの成果概要

小課題1. 藻場タイプ別の吸収係数評価モデルの開発とCO2吸収量の全国評価

IPCC湿地ガイドラインに準じた吸収係数算定手法：全国の高草・海藻藻場を評価するための藻場タイプすべてのパラメータが確定、計算可能に

IPCC湿地ガイドライン(2013)、海藻藻場 Tier3を採用

生態系	炭素プール	(1) 新規増加	(2) 維持	(3) 消失
海藻藻場 + 海藻	バイオマス	堆積物中有機炭素、難分解性粒状有機炭素（浅海底残存）、 難分解性溶存有機炭素、深海輸送有機炭素	Tier 3	考慮しない
	枯死有機物			考慮しない
	土壌			

海藻類：6タイプ	アマモ型、タチアマモ型、スガモ型、亜熱帯小型、亜熱帯中型、亜熱帯大型
冷温帯性コンブ類：2タイプ	マコンブ型、ナガコンブ型
暖温帯性コンブ類：3タイプ	アラメ型、カジメ型、ワカメ型
ガラモ類：2タイプ	温帯性ホンダワラ型、亜熱帯性ホンダワラ型
小型海藻類：4タイプ	緑藻類、紅藻類、褐藻類、サンゴ藻類
海藻養殖：4タイプ	コンブ類養殖、ガラモ類養殖、ノリ養殖、ワカメ養殖

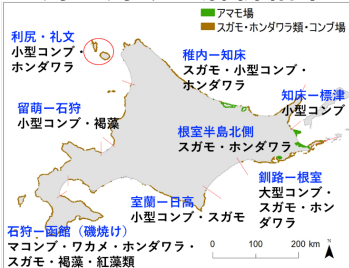
全国藻場分布面積の集計：衛星画像から推定された環境省所管の藻場分布情報マップを各藻場タイプの分布へと解析的に分割、面積を集計



既存の藻場分布マップ
⇒ 藻場の区分なし

精緻な物理環境データ（全国10mメッシュ）を用い、藻場タイプ別にアンサンブルモデリング

北海道海域の解析結果



北海道の藻場のタイプ別面積（仮評価値）

藻場タイプ	面積	備考
アマモ・スゲアマモ	147.9	カムク湖・サロマ湖・能取湖・野付・風連湖・温根沼・トサムボ沼・厚岸湖
コアマモ	2.7	湯沸湖
タチアマモ	0.08	木古内町
スガモ	32.1	オホソク海側で発達
小型コンブ類	163.2	石狩・函館（磯焼け）
大型コンブ類（ナガコンブ）	50.0	釧路-根室海域
ワカメ	12.4	日本海側に生育
温帯性ホンダワラ	14.3	
緑藻	4.1	
褐藻・紅藻	30.2	
サンゴモ	0.6	情報が乏しい
合計	457.6	

単位：(km²) 四捨五入

$$\text{各藻場タイプによるCO}_2\text{吸収量（貯留量）} = \text{吸収係数} \times \text{面積（活動量）}$$

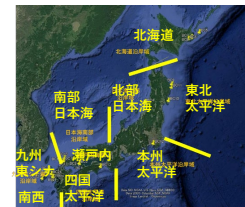
タイプjの吸収係数 = $\text{CO}_2\text{隔離量} \times \text{残存率} \times \text{生態系換算} \times \text{炭素含有量} \times \text{CO}_2\text{換算} \times (1 - \text{含水率})$

$$P_j/B_{jmax} \times B_{ijmax} \times (r1_j + r2_j + r3_j + r4_j) \times E_j$$

純生産量 最大現存量 堆積 深海輸送 難分解 難分解（溶存） 難分解（粒状）

場所iの最大現存量

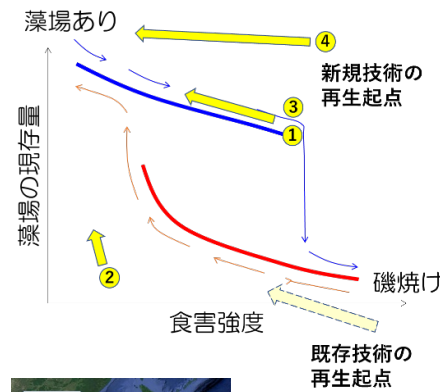
⇒ 現地観測する唯一の値
(観測しない場合は文献値)



- ・藻場構成種、生活史、季節性などから海域別に各パラメータ値を算定
- ・海域別の詳細値を積上げ集計

2. ブルーカーボン生態系の増強技術の開発

藻場のヒステリシスを加味した新規技術の考案



- 1. 人工海藻+加入プレート**
はじめから人工的に群落がある状態(群落による正のフィードバック効果)を作り、新芽を守る
- 2. 深層藻場形成(島状)**
藻場の分布下限である深場(魚にとって生産性低く、水温も低め)に魚に利用しにくい離散的な藻場を作る
- 3. 小型海藻再生**
藻場を形成する種ではなく、雑海藻扱いされてきた、魚に食べられない海藻群落を作り、群落の正のフィードバック効果を形成。
- 4. 養殖による隔離**
食害魚が出現する沿岸岸際の天然藻場ではなく、沖合表層など食害魚が出現しない海域で人工藻場とする

全国11海域で試行試験中

木質リグニン由来次世代マテリアルの製造・利用技術等の開発 脱炭素社会の実現を推進する高機能リグニン材料の開発

国産森林資源由来の新素材「改質リグニン」を用いたパフォーマンスの高い工業材料を製造する技術を開発し、次世代環境適合型バイオ材料としての製品展開を可能とします。

素材開発

(1) 高付加価値素材に適する改質リグニン製造システムの開発



・機械的強度・弾性率・電気絶縁性の向上に適した改質リグニンの加熱処理技術を開発



・改質リグニンの樹脂化处理により、粘度コントロール、成形品の耐熱性・柔軟性・機械的強度・電気絶縁性・誘電率・耐水性の向上を達成



材料開発

(2) 改質リグニン系次世代バイオベース材料の開発



改質リグニンを導入したエンプラ（POM:ポリアセタール）代替の摺動部品の試作に成功

改質リグニンとエンプラの複合化するための相溶化技術の開発を達成

改質リグニンの官能基修飾により高バイオマス度の樹脂化原料開発を達成



高耐熱、高強度、不燃等の特性を有する製品を試作し、付加価値材料を開発



環境適合

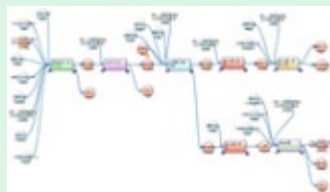
(3) 環境適合性評価と地域導入システムの開発



改質リグニン材料の分解性評価に適する菌株をスクリーニング



改質リグニン製造で副産する廃棄液を用いる木材改質技術を開発



GHG 排出原単位の概算を達成

リグニン系材料の環境適合性評価技術の開発

LCA分析を開始

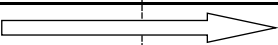


世界初の環境適合型のスーパーエンプラ相当材料の開発で、すべてのプラをバイオベースに！
ゼロエミッションに貢献

改質リグニンからは、世界で唯一の環境適合性を持つエンジニアリングプラスチック材料の開発が可能です。

改質リグニンの**需要の最大化**をめざす技術開発により新しい地域産業の創出を加速します。

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	アグリバイオ研究のうちゲノム編集技術を活用した農作物品種・育種素材の開発（国民理解促進のための科学的知見の集積）			担当開発官等名	研究企画課
				連携する行政部局	消費・安全局農産安全管理課 水産庁増殖推進部研究指導課
研究期間	R 2～R 6（5年間）			総事業費（億円）	2. 5億円（見込）
研究開発の段階	基礎	応用	開発		
研究課題の概要					
＜委託プロジェクト研究課題全体＞ ゲノム編集（※１）作物等についてのオフターゲット（※２）変異の発生や外来遺伝子の有無、生物多様性への影響等に対する国民の疑問に応えるために、必要となる科学的知見を収集する。また、これらの情報をサイエンスコミュニケーション（※３）に活用できる資料として整理する。 ＜課題①：オフターゲット変異を科学的に理解するための知見集積（令和２～６年度）＞ - ゲノム編集技術によるオフターゲット変異の発生実態や、育種における自然または人為的な変異発生の実態についての科学的知見を収集する。 ＜課題②：ゲノム編集作物等における外来遺伝子除去の効率的な解析手法の開発（令和２～６年度）＞ - ゲノム編集作物等の外来遺伝子の有無についての解析を容易にするため、外来遺伝子の解析手法であるk-mer法（※４）についてばれいしょや魚類における有効性を検証し、簡易な手法の一般への公開を進める。また、オフターゲット変異の解析に必要な全ゲノム解読情報を整備する。 ＜課題③：ゲノム編集魚等の生物多様性影響についての基礎的知見の集積（令和２～６年度）＞ - ゲノム編集魚等の生物多様性影響に関する基盤的情報として、文献調査や交雑シミュレーション（※５）、モデルとなるゲノム編集魚の生態学的・生物学的知見を収集する。					
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＞ ３種以上の作物を対象に、既知文献情報等から従来育種法における変異の発生実態に関する知見を収集する。また、１種以上の作物について、得られた知見を整理し、サイエンスコミュニケーション用の素材を作成する。				＜課題①＞ ３種以上の作物を対象に、それぞれ１０系統以上について従来育種法における変異を調査し、その発生様式（頻度、位置の傾向、変異の種類等）を明らかにする。また、得られた知見を整理し、３種以上の作物について、サイエンスコミュニケーション用の資料としてまとめる。	
＜課題②＞ ゲノム編集作物等の外来遺伝子の有無を解析するための手法(k-mer法)を、１生物種以上について適用できるか検証する。また、１生物種以上のドラフトゲノム配列（※６）を作成する。				＜課題②＞ ゲノム編集作物等の外来遺伝子の有無を解析するための手法を開発し、３生物種以上でその有効性を検証した上で、一般が利用できる形で手法を公開する。全ゲノム配列構築法を確立し、３生物種以上について高精度なゲノム配列を作成する。	
＜課題③＞ ２種以上のゲノム編集魚をモデルとしてゲノム編集魚の基礎的な生物学的知見を収集する。１種				＜課題③＞ ２種以上のゲノム編集魚をモデルとしてゲノム編集魚の生態学的及び生物学的知見を収集するととも	

以上の魚について生物多様性影響に関連する特性について定量化のための手法を検証する。2種以上の魚について陸上飼育管理に関する知見を収集する。	に、生物多様性影響に関連する特性について定量化のための基礎手法を開発する。3種以上の魚について、得られた知見を整理し、サイエンスコミュニケーション用の資料としてまとめる。
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）	
25億円規模の市場の形成が可能となるよう、ゲノム編集作物等についての国民理解や社会受容を進める。	

【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
（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、引き続き国が関与して研究を推進する必要性について記載） 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 ゲノム編集技術は特定の遺伝子に高い精度で変異を生じさせることが可能で、地球温暖化への対応や、農業競争力の強化につながる新品種の開発を加速化する新技術として大きく期待されている。一方、先端技術であるゲノム編集の社会実装を円滑に進めていくには、国民理解を丁寧に行うことが必要であり、国民の疑問の多い点であるオフターゲット変異や外来遺伝子の有無等に関する科学的知見を収集するとともに、これらの知見を活用して、国民に情報提供するためのサイエンスコミュニケーションを進めることが急務である。 本事業は、ニーズに応じたスピーディな品種開発・提供を可能とし、重要技術であるゲノム編集により開発される作物等の社会実装に貢献するものであることから、農林水産業・食品産業、国民生活のニーズに応える重要な研究である。 ②引き続き国が関与して研究を推進する必要性 「食料・農業・農村基本計画」（令和2年3月・閣議決定）において、ゲノム編集技術は「飛躍的な生産性の向上等が期待される一方、国民の理解を深めていくことが重要であることから、国民への分かりやすい情報発信、双方向のコミュニケーション等の取組を強化する」とされている。また、「みどりの食料システム戦略」（令和3年5月・農林水産省策定）においても、ゲノム編集等の先端技術に関し、「実用化に際しては、科学的な知見に基づく合意が形成されることが重要であることから、国民への情報発信、双方向のコミュニケーションを丁寧に行う」とされている。これらの国民に対する情報提供は、国が中立的な立場から科学的知見を集積した上で行うことが求められており、ゲノム編集に関し、国民が疑問に思う点についての基礎的な知見を得る本研究は、引き続き国が関与して推進する必要がある。	
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
（中間時の目標に対する達成度、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について記載） <課題①> 中間時までには、イネ、ばれいしょ、リンゴの自然変異及び育種技術による変異の発生実態に関する知見の収集を、文献調査および次世代シーケンス解析により行った。また、イネについてこれらの知見を整理し、サイエンスコミュニケーションに活用できる資料としてまとめた。以上のことから、中間時の目標はすでに達成している。終了時までには、アブラナ科植物や魚類についての文献調査及び変異発生実態についての解析、これらの知見を整理したサイエンスコミュニケーションに活用できる資料の作成を進める予定であり、調査すべき文献や、解析材料の準備の目途が立っていることから、最終の到達目標は達成される見込みである。 <課題②> k-mer法は外来遺伝子の簡易かつ精度の高い解析技術として優れているが、外来遺伝子がなくても偽	

陽性を示す場合があり、低減することが必要である。中間時までには、偽陽性を低減するための手法として多重比較補正を検証した。また、ばれいしょへのk-mer法の適用を行い、事前にPCRで外来性DNAの残存が確認されたサンプル個体について外来性DNAを検出することに成功し、本手法を適用できることを明らかにした。さらに全ゲノム配列構築法を検討し、オフターゲット変異の解析に必要となるイネ、マダイ、ばれいしょのドラフトゲノム配列を作成した。以上より、中間時の目標はすでに達成している。なお、終了時までには、k-mer法における偽陽性の低減方法を一般が利用できる形にして公開するとともに、マダイやトラフグへのk-mer法の適用、リンゴでの全ゲノム配列を作成する予定であり、いずれも解析材料の準備の目途等が立っていることから、最終の到達目標は達成される見込みである。

<課題③>

中間時までには、マダイ、トラフグ、クロマグロの生物学的特性に関する文献調査を行って基礎知見を収集するとともに、クロマグロの交雑シミュレーション解析を行い、養殖魚由来の個体が天然集団に与える影響について検証した。さらに、ゲノム編集マダイの陸上飼育管理についての知見を収集した。これらのことから、中間時の目標についてはすでに達成している。収集した知見については、すでにサイエンスコミュニケーション資料として取りまとめており、今年度で最終の到達目標は達成される見込みである。

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

（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、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、他の研究や他分野の技術の確立への具体的貢献度について記載）

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

測定可能なアウトカム目標として、本課題より1年先行して開始した農林水産研究推進事業委託プロジェクト研究「ゲノム編集技術を活用した農作物品種・育種素材の開発」において設定されたアウトカム目標（令和11年度までにゲノム編集作物で25億円の市場が形成される）の達成が可能となるよう、ゲノム編集作物等についての国民理解や社会受容を進めるとしている。令和3年度の時点で、すでに3種のゲノム編集作物・魚の販売が開始し、委託プロジェクト研究等でニーズの高いゲノム編集作物を開発中であることから、本事業において、ゲノム編集の疑問に応えるための科学的知見を収集し、国民理解のためのサイエンスコミュニケーション活動を継続的に進めていくことで、ゲノム編集作物の社会受容が一層進むことが見込まれ、アウトカム目標は達成できる可能性は高い。

②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

本事業での研究成果を活用してサイエンスコミュニケーション活動を円滑に進めていくため、サイエンスコミュニケーターとワークショップを行い、コミュニケーションの対象、方法、場（WEBサイトも含む）に応じた適切なデータの質、量及びその取扱いについて意見交換を行った。また、令和3年度にゲノム編集マダイ及びトラフグの販売が開始されたことを受け、これらに関するサイエンスコミュニケーション用の資料作成を前倒しで進めた。このように、研究成果の活用を見据えた取組は妥当である。

③他の研究や他分野の技術の確立への具体的貢献度

本事業では、ゲノム編集作物・魚のオフターゲット変異や外来遺伝子の有無、生物多様性に対する影響についての科学的知見が得られる見込みである。これらの知見は、農林水産研究推進事業委託プロジェクト研究「ゲノム編集技術を活用した農作物品種・育種素材の開発」や内閣府のSIP、ムーンショット等で取り込まれるゲノム編集を活用した品種開発の社会実装に資するとともに、本事業で得られた知見を整理したサイエンスコミュニケーション資料は、研究の終了を待たずに、農林水産省が行うアウトリーチ活動に活用することとしており、本事業の研究成果の他の研究への波及効果は大きい。

4. 研究推進方法の妥当性	ランク：A
（研究計画（的確な見直しが行われているか等）、研究推進体制、研究課題（以後実施する研究課題構成が適切か等）、予算配分（研究の進捗状況を踏まえた重点配分等）の妥当性について記載） ①研究計画（的確な見直しが行われているか等）の妥当性 年2回以上の運営委員会及び推進会議、課題担当者間の打合せ会議等を実施して各実行課題の進捗状況を確認し、次年度の研究計画等を委員や行政の意見を取り入れて毎年変更してきたところである。本事業の研究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、研究計画は妥当である。 ②研究推進体制の妥当性 本事業は外部専門家や関係行政部局等で構成する運営委員会で研究が進行管理されており、運営委員会では研究計画を逐次見直している。また、研究コンソーシアムの自主的な推進体制として、年に2回推進会議を開催してコンソーシアム内の情報共有や意見交換、推進体制の検討などを行っており、さらに研究代表と小課題責任者らが随時Webで研究推進等について議論している。以上から、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） オフターゲット変異を科学的に理解するための知見集積を行う小課題1、ゲノム編集農作物等の科学的理解を促進するための解析基盤の整備を行う小課題2、魚の生物多様性影響に関する基礎的知見集積を行う小課題3の課題構成となっており、いずれもゲノム編集技術に対する国民の疑問に応えるための科学的知見の集積に直接的に貢献するものである。どの課題も計画通りに進捗しており、研究課題は妥当である。 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 委託プロジェクト全体で課題の進捗状況、研究成果の有効性や緊急性等を踏まえ、予算配分の重点化を行っている。本プロジェクト研究の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 ・ゲノム編集技術を実用化し、普及させるために国民的な理解を促進する上で非常に重要なテーマである。 ・国によるサイエンスコミュニケーションの強化に資するという点で喫緊の課題である。 ・研究の進捗については、中間目標を既に達成しており、最終目標についても達成の道筋が確認できることから、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 ・科学的知見の集積を目標にしている以上、成果の公表は必須であることから、今後科学的知見の学術成果について一層の発信を求めるとともに、アウトリーチ活動の取組強化を進めていただきたい。 ・社会的な需要に繋がったアウトリーチの事例を参考にノウハウを共有するなど、コミュニケーションツールとしての知見の集積も進めることで、得られた成果の効果的な使い方について、より一層検討いただきたい。 ・本研究の成果の導入による社会的な波及効果（アウトカム）を強く意識して、研究開発に取り組むことを期待する。	

〔研究課題名〕 アグリバイオ研究のうち
ゲノム編集技術を活用した農作物品種・育種素材の開発（国民理解促進のための科学的知見の集積）

用 語	用 語 の 意 味	※ 番号
ゲノム編集	生物が持つゲノムの中の、特定の塩基配列（DNA配列）を「狙って変化させる」技術。	1
オフターゲット	狙った場所以外のDNA配列が変化し、意図しない変異が生じること。	2
サイエンスコミュニケーション	サイエンス（科学）に関する情報について科学者と一般市民がやりとりし、意識を高めていくことを目指した活動。	3
k-mer法	次世代シーケンサーを使って組換え体やゲノム編集個体の全ゲノムを解読した大量塩基配列データを、外来性DNAの塩基配列と効率よく比較照合し検出する方法。ゲノム編集生物の取扱においては、一度導入された外来遺伝子の残存を確認する手法として利用される。	4
交雑シミュレーション	交雑により生じる集団のゲノム構成の変化を予測すること。本プロジェクトで用いたのはNOAA(米国海洋大気庁)が開発したOffshore Mariculture Escapes Genetics Assessment (OMEGA) model であり、養殖魚と天然魚との交雑と、それによる天然集団への影響を予測する。仮想データのみを用いた解析であるが、戦略的イノベーション創造プログラム(SIP第1期)での成果や米国のヒレナガカンパチなどの研究事例がある。	5
ドラフトゲノム配列	ゲノムの大きさや保有している遺伝子数などが分かった、おおよそのゲノム配列。	6

③ ゲノム編集技術を活用した農作物品種・育種素材の開発

背景と目的

- ゲノム編集作物・食品の社会実装に必要となるカルタヘナ法や食品衛生上の取扱いが明確化されたことを踏まえ、国民理解の下でゲノム編集技術による品種開発力を強化し、国民生活の向上と国際競争力の強化につながる画期的な新品種を効率的に生み出すことが重要。
- このため、**ゲノム編集技術を用いて、加工・業務用品種、高付加価値品種や病害虫抵抗性品種等、農業の競争力強化や生産者の収益向上に資する農作物の育種素材を開発**するとともに、**ゲノム編集技術を利用して開発した作物等におけるオフターゲット（注）等に対する国民の疑問に応えるための科学的知見を集積**する。

研究内容

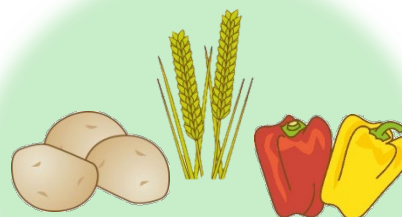
品種開発の促進

効率的なゲノム編集技術のメリットを活かし、従来育種が困難な作物における品種開発のための技術を開発するとともに、ゲノム編集技術を用いた新たな育種素材の開発を推進。

疑問に応える調査研究

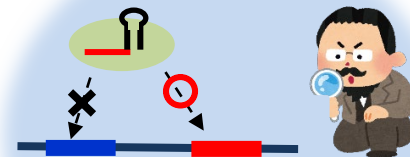
ゲノム編集技術を利用して開発した作物等におけるオフターゲットや生物多様性影響等についての科学的知見を集積。

品種開発の促進



従来育種が困難な作物等における育種素材の開発

国民の疑問に応える調査研究



ゲノム編集技術についての科学的知見を集積

到達目標

- ・ 従来育種が困難な栄養繁殖性等の作物で、ゲノム編集による品種開発のための技術を確立。
- ・ 農業の競争力強化等に資する品種等の開発のための育種素材を5以上開発。
- ・ オフターゲットや生物多様性影響等についての科学的知見を集積。

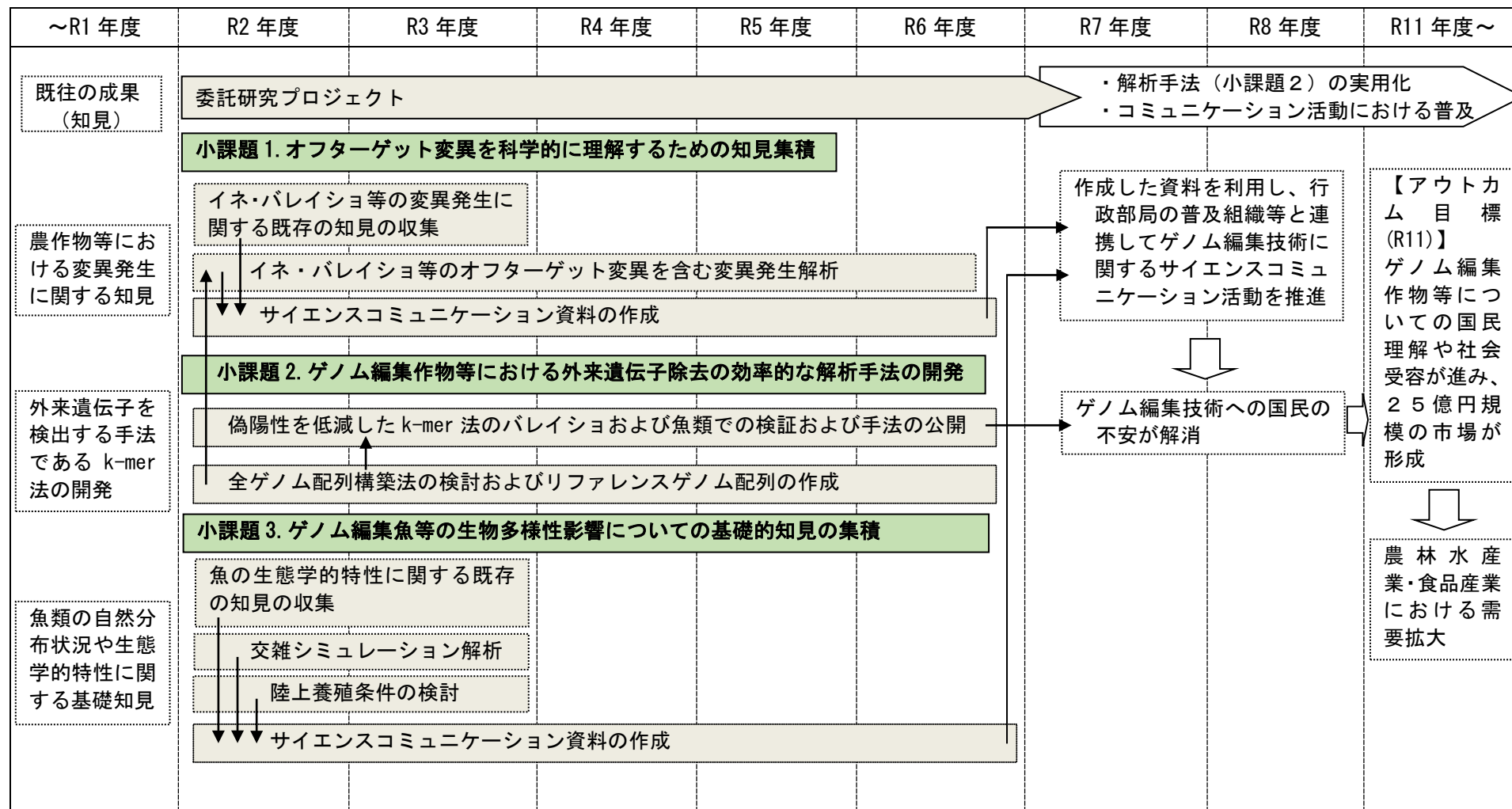
期待される効果

- ・ 農業の競争力強化や生産者の収益向上
- ・ 多様化する消費者・実需者のニーズへの対応
- ・ ゲノム編集技術についての国民理解の促進

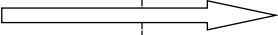
（注）オフターゲット：ゲノム編集酵素が本来の標的DNA配列以外の配列を切断することにより生じる意図しない変異

【ロードマップ（中間評価段階）】

ゲノム編集技術を活用した農作物品種・育種素材の開発（国民理解促進のための科学的知見の集積）



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	アグリバイオ研究のうち品種識別技術の開発			担当開発官等名	研究企画課 研究開発官(基礎・基盤、環境)
				連携する行政部局	輸出・国際局知的財産課種苗室 農産局果樹・茶グループ 農産局園芸作物課花き産業・施設園芸振興室 農産局地域作物課
研究期間	R 2 ～ R 6 （5 年間）			総事業費（億円）	1.68億円（見込）
研究開発の段階	基礎	応用	開発		
研究課題の概要					
現在海外において、無断で栽培されていることが判明している主要な品目について、簡易かつ迅速な品種識別技術を普及することにより、日本で育成された品種の海外における無断栽培を抑止。 挿し木など栄養繁殖により増殖が可能で苗の海外への持ち出しが容易である、カンキツ、ブドウ、リンゴ、キクおよびサツマイモの5品目に対し、海外における栽培事例がある、もしくは今後海外での栽培事例が発生することが予想される我が国の優良品種（21品種）を簡易かつ迅速に識別することができる識別技術の確立を行う。 具体的には、 1 優良品種識別キット開発のための技術・情報の整備 2 簡易迅速な優良品種識別キットの開発 により、優良品種を識別するためのDNA多型^{*1}を検出し、品種を簡易・迅速に識別するキットの開発を行う。					
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 小課題1:優良品種識別キット開発のための技術・情報の整備 令和3年度末までに ・キク39品種・リンゴ20品種の全ゲノム配列(ショートリード)、カンキツ10品種の全ゲノム配列(ロングリード)を取得する。 ・サツマイモ、ブドウでは対象品種を拡大し、品種識別に有効なレトロトランスポゾン^{*2}挿入多型を検出する。 ・カンキツにおいても、品種識別に有効な挿入多型を検出する。 ・LAMP法の開発では、サツマイモ、ブドウで有効なプライマーを設計する。 ・C-PAS法では、令和2年に開発したカンキツ3品種、サツマイモ1品種のキットの確認試験を開始する。また、リンゴのキットを開発する。 ・イチゴを用いて高次倍数性種に有効なC-SANDプライマー設計方法を確立する。				令和6年度末までに、挿し木など栄養繁殖により増殖が可能で苗の海外への持ち出しが容易である、カンキツ、ブドウ、リンゴ、キクおよびサツマイモの5品目に対し、海外における栽培事例がある、もしくは今後海外での栽培事例が発生することが予想される我が国の優良品種（21品種）を簡易かつ迅速に識別することができる識別キットを開発する。	
② 小課題2:簡易迅速な優良品種識別キットの開発 令和3年度末までに ・カンキツでは、農研機構育成4品種のC-PAS法による品種特異的検出技術の果実サンプル					

での適用性を評価し、マニュアル案を作成する。 ・また、愛媛県育成4品種のマルチプレックスPCRの実験条件を明らかにする。 ・ブドウでは、「シャインマスカット」等の品種特異的識別マーカー候補を選定する。 ・リンゴでは、品種特異的識別に適用できる多型候補を選抜する。 ・キクでは、比較品種のDNAサンプルを取得し、SNP分析法の最適条件を明らかにする。 ・サツマイモでは、「べにはるか」の識別マニュアル案を作成する。また、「ふくむらさき」の簡易識別法を開発する。さらに、「からゆたか」「すずほっくり」「むらさきほまれ」の識別用マーカーを選定する。	
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）	
現在海外において無断で栽培されていることが判明している主要な品目について、簡易かつ迅速な品種識別技術を普及し、我が国の優良品種の海外における無断栽培を抑止。（過去には、我が国が育成したイチゴ品種が海外に流出し、5年で推計約200億円の逸失利益が生じたとの報道。今後、新品种が海外流出した場合も同様の利益の逸失が見込まれる。）	

【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
我が国で育成された優良な植物新品种が意図せず海外へ流出し、無断で栽培される事例が発生する中、育成者権を保護するとともに、我が国の生産者をこれらの侵害品から守るためには、侵害品の輸入を水際で阻止することが必要であり、迅速かつ簡易に品種識別ができる技術の開発が重要である。 現在実用化されている主な品種識別技術は、分析に「生葉」が必要であること、識別に1週間程度の時間を要すること、DNA抽出や分析に当たって多くの設備が必要となること等、多くの課題がある。 本課題で開発予定の技術については、水際での輸入阻止を確実に実施するため、果実などの可食部分から迅速（数時間）かつ簡易に品種を識別できる技術であることから、これまでの技術よりも先導性・実用性が高い。	
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
本課題における中間時目標として、カンキツ3品種、サツマイモ1品種の2品目4品種の識別技術の確立・キット化を設定していたが、現在カンキツ2品種、サツマイモ2品種について、達成済みであり、残るカンキツ1品種についても、R3年度中に技術の確立が見込まれている。 また、その他3品目について、ブドウにおいては4品種での識別マーカーセットの開発、リンゴにおいては2品種でのLAMP法およびC-PAS法適用性の確認、キクにおいてはSNP検出が達成され、小課題ごとの進捗についても概ね当初計画通りとなっており、今後の最終目標についても、十分に達成が可能である。	
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
【社会・経済への効果（アウトカム）の今後の達成可能性】 アウトカム目標を「現在海外において無断で栽培されていることが判明している主要な品目について、簡易かつ迅速な品種識別技術を普及し、税関等の水際において輸入を阻止することや海外での育成者権侵害に対する権利行使を容易にすることで、我が国の優良品種の海外における無断栽培を抑止」することとしており、目標及びその測定指標は明確である。 （過去には、我が国が育成したイチゴ品種が海外に流出し、5年で推計約200億円の逸失利益が生じたと	

の報道。今後、新品種が海外流出した場合も同様の利益の逸失が見込まれる。)

本課題では、DNA多型情報及びマニュアルを公開し、対象とする品目のDNA情報並びに識別法を整備していることを明らかにすることで、後発の新品種に対応した識別キット開発が速やかに実施される基盤となることが期待される。また、これにより海外における無断栽培の抑止につながるとともに、開発キットを本研究の参画者である(株)ニッポンジーンならびに(株)ファスマックより販売することで、税関等の検査機関での容易なキット入手と技術の普及が見込まれ、目標は十分に達成可能である。

【実現に向けた研究成果の普及・実用化の道筋の妥当性】

本課題で得られた成果のうち、公的な要素が強く公開することがより社会還元につながると判断された内容については、論文及び学会発表での公知化を行っている。

特にDNA多型情報については、データベースを作成し、識別マーカの増加など識別精度をより高める際の基盤情報として提供することを予定しており、他の研究及び他分野の技術の確立への貢献度は高い。

また、本課題で開発されたキットは、本研究の参画者である(株)ニッポンジーンならびに(株)ファスマックより研究終了後3年以内に販売を実施することとしており、合わせてマニュアルを作成することで、技術の速やかな普及・実用化が可能であり、道筋は妥当であると考ええる。

4. 研究推進方法の妥当性

ランク：A

【研究推進体制について】

本課題における研究推進にあたっては、プログラムディレクター、プログラムオフィサーを設置し、外部専門家や関係行政部局等で構成する運営委員会で進行管理を行っている。

運営委員会では、研究課題の進捗状況を管理しつつ、状況に応じて研究実施計画や課題構成を逐次見直すことが可能であり、適正な推進体制である。

令和3年度では予算の減額の発生から、ゲノム解析を行う品種を精査し数を減らして対応する等を行っているが、当初目標については十分達成が可能な進捗となっていることから、適正な体制において研究計画の見直しが実施されていると考える。

【予算配分について】

5年間の研究費総額はおよそ1.68億円を見込んでいる。

本課題では、品種識別技術の開発に必要な人件費、DNA解析に要する消耗品費等を計上している。

過去には、我が国が育成したイチゴ品種が海外に流出したことにより生じた逸失利益が5年間で約200億円に上るとの一部報道もある中、優良品種の保護を目的とした本課題に投入される予算の配分は、妥当であると考えている。

【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

- ・日本の優良品種を海外において無断栽培することを抑止し、育成者権を保護するために品種識別技術の開発は非常に重要である。
- ・海外での輸入製品の対策を進める観点から、国による研究開発が必要である。
- ・近年ますますその重要性が高まっている技術開発であり、研究の進捗についても順調に推移していることから、今後最終的な目標達成の可能性も非常に高く、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

- ・研究成果の知的財産化は、海外での無断栽培の抑止に繋がる一方で、識別技術のノウハウが流出し、対策技術が生まれてしまう可能性もあるため、秘匿化することも含めて権利化の方針を十分に検討し慎重に進めていただきたい。
- ・本研究の成果の導入による社会的な波及効果（アウトカム）を強く意識して、研究開発に取り組むことを期待する。

〔研究課題名〕 アグリバイオ研究のうち品種識別技術の開発

用 語	用 語 の 意 味	※ 番号
DNA多型	ゲノムの塩基配列の構造の違い。	1
レトロトランス ポゾン	ゲノム上を動くことができるDNA因子の一種。レトロトランスポゾンが動くことにより作られたDNA配列は品種によって異なる場所にあるため、この部位の箇所を調べることで品種の識別が可能となる。 DNA増幅に要する時間が短く、簡易なDNA増幅法であるLAMP法を併せて用いることにより、迅速かつ簡易に品種識別ができる。	2

⑤ 品種識別技術の開発【継続】

背景と目的

- 我が国で育成された品種が海外へ流出し、無断で栽培される事例が発生する中、このような農産物の輸入を水際で防ぐこと等により、育成者権の侵害を防ぐことが必要。
- しかしながら、品種の識別には専門的な設備や多くの時間を要することから、水際や現場での効果的・効率的な品種識別ができない状況。
- このため、**水際等で簡易かつ迅速な品種識別を行うための基盤技術を開発**する。

研究内容

海外への流出が問題となっている品目について、

- ・ レトロトランスポゾン※を用いた手法等を活用し、迅速に品種識別ができる基盤技術を開発するとともに
- ・ 水際等で活用できるよう、簡易キット化する。

※ DNA因子の一種。レトロトランスポゾンが動くことで作られた配列のコピーは品種によって異なる場所にあるため、当該部位の箇所を調べることで、品種の識別が可能。

到達目標

育成者権の侵害を簡易かつ迅速に発見する品種識別のための基盤技術の開発。

期待される効果

我が国で育成された品種の海外への無断持ち出しに対する抑止力。
海外において無断で生産された品種の水際での輸入阻止。



品種識別のための基盤技術開発



品種識別キットを用いた
現場における簡易かつ迅速な品種識別

<研究概要図>

公募課題名	品種識別技術の開発
-------	-----------

品種識別技術の開発

国内で育成された優良品種



国外に流出

無断栽培

日本に輸出

水際検査のために簡易 & 迅速に品種を識別するキット開発

2つの方法でDNA多型を探索

全ゲノム配列

レトロトランスポ
ン挿入多型

多型マーカーの
スクリーニング

DNA抽出法の
検討

簡易 & 迅速に検出できるキット開発

LAMP法

C-PAS法

妥当性試験・マニュアル化

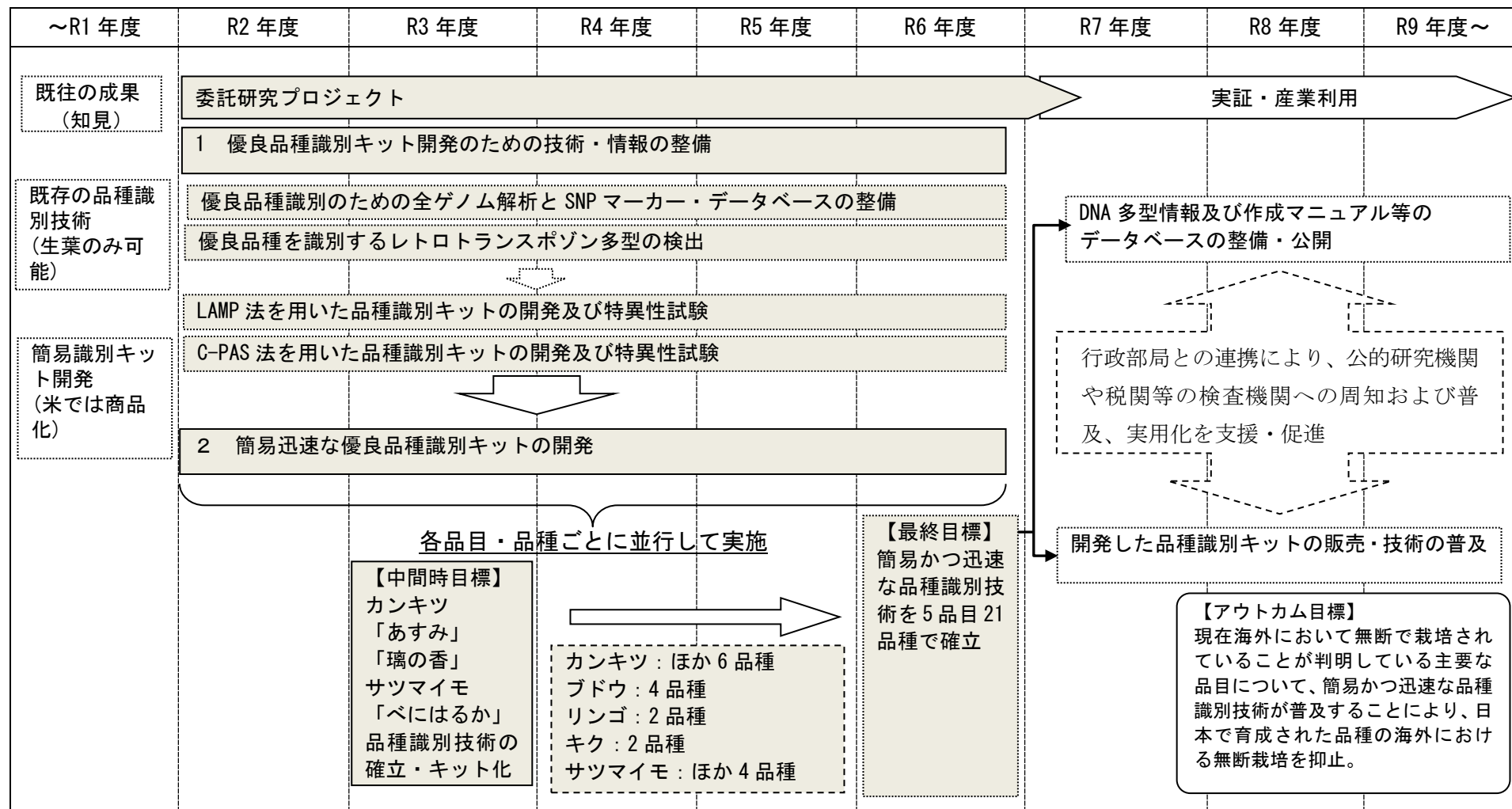


水際検査の実施が可能に

海外で無断で生産された品種の水際での輸入阻止
わが国で育成された品種の海外への無断持ち出しに対する抑制力

【ロードマップ（中間評価段階）】

アグリバイオ研究のうち次世代育種・健康増進プロジェクト
品種識別技術の開発



品種識別技術の開発

これまでの成果の概要

中課題 1 : 優良品種識別キット開発のための技術・情報の整備

全ゲノム解析とSNPマーカー開発

	1年目	2年目
カンキツ	配列取得 (Short) リファレンスの高度化	配列取得 (Long) リファレンスの高度化
ブドウ	配列取得 (Short)	変異の検出
リンゴ		配列取得 (Short)
キク	配列取得 (Short)	配列取得 (Short) 変異の検出

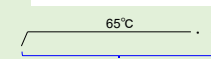
対象品種を含む複数品種の
リシーケンス

LAMP法を用いた品種識別キット開発



従来のPCRに比べて
短時間に検出・高額
機器を必要としない

本実行課題 (LAMP)



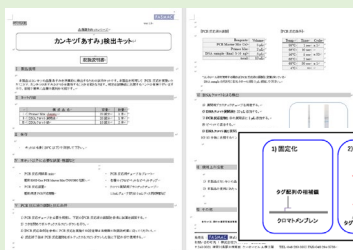
サツマイモ・ブドウ・
リンゴで開発

レトロトランスポゾン多型の検出



カンキツ
サツマイモ
ブドウ
リンゴ
で実施

C-PAS法を用いた品種識別キット開発



カンキツ・サツ
マイモで開発

基盤情報の提供

簡易識別キットの提供

品種識別マーカーの開発

開発キットの精査・
マニュアル化

中課題 2 : 簡易迅速な優良品種識別キットの開発

カンキツ

マニュアル案
作成中



「あすみ」「璃の香」

C-PASキット検証 他6品種

サツマイモ

マニュアル案
作成中



「べにはるか」「ふくむらさき」

マーカー候補選定 他3品種

LAMP法

ブドウ



マーカー候補選定
「シャインマスカット」他4品種
LAMP開発(2品種)
C-PAS開発 (3品種)

リンゴ



マーカー候補選定
「ローズパール」他4品種
果皮・果肉DNAの適用性
LAMP・C-PAS開発

キク



SNPマーカー開発中
老化サンプルからのDNA
抽出条件検討
SNP検出の適用性確認