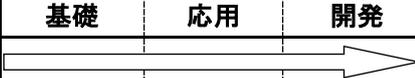
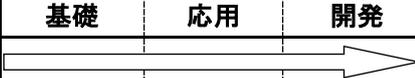
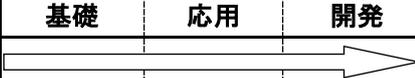


委託プロジェクト研究課題評価個票（終了時評価）

研究課題名	現場ニーズ対応型研究プロジェクトのうち直播栽培拡大のための雑草イネ等難防除雑草の省力的防除技術の開発	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	R元年～R5年（5年間）	総事業費（億円）	0.8億円（見込）						
	<table border="1" style="width: 100%; border-collapse: collapse;"> <tr> <td style="width: 33%; text-align: center;">基礎</td> <td style="width: 33%; text-align: center;">応用</td> <td style="width: 33%; text-align: center;">開発</td> </tr> <tr> <td colspan="3" style="text-align: center;">  </td> </tr> </table>	基礎	応用	開発					
基礎	応用	開発							
									

研究課題の概要

全国の直播栽培（※1）面積の拡大により水稻栽培の労働時間および生産コストの削減を実現するため、雑草イネ（※2）等難防除雑草の省力的防除技術を開発する。

雑草イネでは、気象・土壌条件の異なる5地域において除草剤や耕種的防除の有効性を解明するとともに、各地域で明らかにした出芽（※3）動態にもとづき防除適期を策定し、省力的防除を可能にする総合的防除技術を提示・実証する。多年生雑草（※4）や除草剤抵抗性雑草（※5）などの難防除雑草では、直播栽培における発生生態や除草剤の散布時期を解明するとともに難防除雑草に有効な防除技術を開発し、難防除雑草まん延圃場における直播導入を実現する総合的防除技術を提示・実証する。

1. 委託プロジェクト研究課題の主な目標

① プロジェクト終了時の令和5年度までに次の3点を達成する。

- 1) 発生量に応じた省力的防除技術を実施し、発生量小の圃場の残草量を10aあたり10株以下にするなどの防除目標値を達成する。
- 2) 目標値を達成した圃場において手取り除草により雑草イネの残草個体を防除し、直播移行後に雑草イネがまん延しないことを実証する。
- 3) 個別技術・体系化技術の防除効果や出芽動態など雑草イネの生物学的情報、気温等の環境データを統合し、農業者がWebブラウザを用いて防除方法や防除適期を知ることができる防除支援アプリを開発する。

以上の個別技術、実証情報を取りまとめ、寒冷地北部、寒冷地南部、温暖地東部、温暖地西部、暖地で利用可能な防除マニュアルを作成、公表する。

② プロジェクト終了時の令和5年度までに、直播栽培における難防除雑草について、同一圃場において防除体系を複数年繰り返し実施し、残草量を対無処理区比10%以下にする。

以上の個別技術、実証情報を取りまとめ、コウキヤガラ、オモダカ、クログワイ、グリホサート抵抗性ネズミムギに利用可能な防除マニュアルを作成、公表する。

2. 事後に測定可能な委託プロジェクト研究課題としてのアウトカム目標（R10年）

- ・移植栽培から直播栽培に移行することで、労働時間の25%減少、10aあたりの生産コストの11%削減等が実現し、農林水産業・食品産業の競争力強化に資する。
- ・雑草イネ等難防除雑草の省力的防除技術の普及により、全国の直播栽培面積が5割拡大する。

【項目別評価】

1. 研究成果の意義

ランク：A

① 研究成果の科学的・技術的な意義、社会・経済等に及ぼす効果の面での重要性

需要が逼迫する中食・外食向け業務用米への対応や輸出用途への対応のため、水田作の大規模化や生産コスト削減の実現に水稻の直播栽培導入が必須であるが、雑草イネや多年生雑草等の難防除雑草の全国的なまん延が直播栽培拡大の大きな阻害要因となっている。また、雑草イネは移植栽培においても全国的に発生地域が拡大しており、その防除体系の確立が喫緊の課題となっているが、既存の雑草イネの防除体系はコストや効果の安定性で課題がある。多年生雑草については、これまでの直播栽培における

防除体系は一般雑草が主であったため、開発対象とされておらず、多年生雑草まん延圃場では直播栽培の導入が難しかった。本研究成果はこうした担い手のニーズや政策的課題の解決を的確に反映している。

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

① 最終の到達目標に対する達成度（原則としてロードマップに位置付けた数値目標に対する実績の割合）

（1）雑草イネについては、植代時・植代後に散布可能な除草剤（※6）の有効性や省力散布（※7）可能な初期剤（※8）および一発剤（※9）の有効性、残効期間の長い一発処理剤など、雑草イネに有効な除草剤を気象・土壌条件の異なる5地域において明らかにするとともに、代かきの効果など耕種的防除技術の有効性を明らかにし、地域ごとの総合的防除体系の提示に必要な個別技術を確立した。

出芽動態・葉齢進展モデルでは、出芽動態と気温の関係を明らかにし、地域によらず初期剤ならびに初中期剤の適期散布が重要であることを示す出芽動態モデルを開発するとともに、初期剤の晩限を提示する葉齢進展モデルを開発し、防除支援アプリに実装可能な出芽動態・葉齢進展を明らかにした（全データの90%程度取得）。

地域ごとに提示した総合的防除体系の現地実証を開始し、前年の発生量：小（100株/10a程度）の圃場を10株/10a以下にするなど、目標値を複数地域で達成した。

各課題の成果は予定通り達成されており、以上の成果をとりまとめることで、農業者がWebブラウザを用いて防除方法や防除適期を知ることができる防除支援アプリ（ポータルサイト）を開発すること、ならびに、寒冷期北部、寒冷地南部、温暖地東部、温暖地西部、暖地で利用可能な防除マニュアルを作成し、公表することは達成可能である。

また、新潟県、石川県、茨城県では雑草イネ対策実施圃場における直播栽培の実証試験を実施する予定であり、雑草イネ発生圃場における直播導入を実現する総合的防除技術の実証・提示を達成できると考えられる。

（2）難防除雑草のオモダカ、クログワイについては、温暖地の湛水直播での発生生態を解析し、早期栽培でのクログワイ以外は移植栽培と同様の発生生態を示すことを明らかにするとともに、オモダカ、クログワイに加えノビエなど一般雑草に対しても卓効を示す除草剤体系を明らかにした。

コウキヤガラについては、寒冷地の湛水直播栽培で産地の異なる個体に対しても高い防除効果を示す除草剤の選定、暖地の乾田直播栽培で有効積算温度により発生および生育を予測するモデルの開発と各種除草剤の防除効果の評価を行った。

グリホサート抵抗性（※10）ネズミムギについては、整地時期を慣行の2月から3月にすることと、整地前後に有効除草剤を散布することで、対無処理区比10%以下を達成した。

各課題の成果は予定通り達成されており、以上の成果をとりまとめることで、多年生雑草等の難防除雑草の防除マニュアルを作成し、公表することは達成可能である。

② 最終の到達目標に対する今後の達成可能性とその具体的な根拠

本課題では、（1）雑草イネの発生量に応じた省力的防除技術により雑草イネの残草量を10株/10a以下に低減できることの実証と、雑草イネに対する各種防除技術の効果や出芽動態等の生物学的情報などを統合した防除支援アプリの開発、（2）難防除雑草を対無処理区比10%以下にする総合的防除技術の実証、（3）全国で利用可能な防除マニュアルの作成を最終の到達目標としている。

（1）については、現地で実証する総合的防除体系を地域ごとに提示し、現地実証において期待される防除効果が確認されており、複数地域で雑草イネの発生量に応じた防除目標が達成されている。農業者がWebブラウザを用いて防除方法や防除適期を知ることができる防除支援アプリについては、ポータルサイトの作成に必要な防除方法を提案する個別防除技術ならびに体系化技術のデータ、防除適期を提案する出芽動態および葉齢進展モデルのデータを計画通り蓄積され、出芽動態・葉齢進展モデルはおおむね完成している。

（2）については、水稻収穫後の防除と乾田期の防除を組み合わせた乾田直播栽培におけるコウキヤガラの総合的防除体系、整地時期と整地前後の有効除草剤を組み合わせた不耕起V溝直播栽培における除草剤抵抗性ネズミムギの総合防除体系等を提示し、現地試験により防除体系の有効性を実証している。（ネズミムギでは現地実証試験でも効果確認）今後現地実証試験により防除体系の有効性を実証することで到達目標を達成できると考えられる。

3. 研究が社会・経済等に及ぼす効果（アウトカム）の目標の今後の達成可能性とその実現に向けた研究成果の普及・実用化の道筋（ロードマップ）の妥当性	ランク：A
<p>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</p> <p>本課題の研究成果により、雑草イネ防除技術の省力化や雑草イネ根絶後の直播導入、多年生雑草や除草剤抵抗性ネズミムギ発生圃場における直播栽培の実施など、直播栽培面積の拡大に貢献する総合的防除体系が開発される。また、開発した技術の普及に活用できる防除マニュアルならびに防除支援ポータルサイトも作成されることから、雑草イネ等難防除雑草の省力的防除技術の普及により全国の直播栽培面積の5割拡大、ならびに、直播栽培の移行により労働時間の25%減少・生産コスト11%削減などの令和10年度のアウトカム目標は達成可能と考えられる。</p> <p>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</p> <p>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、生産者や普及機関等が参加する講習会を開催し本プロジェクトの取り組みや対策技術を広く周知しており、これまでに46件の講習会を開催した。また、開発技術の実証に取り組む生産法人との協議の中で、本プロジェクトの開発技術の実用性について評価を受けている。このようにアウトカム目標達成に向けた取り組みは妥当である。</p> <p>③ 他の研究や他分野の技術の確立への具体的貢献度（研究内容により該当しない場合は、除外して評価を行う。）</p> <p>該当なし</p>	
4. 研究推進方法の妥当性	ランク：A
<p>① 研究計画（的確な見直しが行われているか等）の妥当性</p> <p>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、雑草イネ低減圃場における直播導入の実証試験や防除支援アプリの開発など、防除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。</p> <p>② 研究推進体制の妥当性</p> <p>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、現地中間検討会や推進会議を開催し、コンソーシアム内の情報共有や意見交換、推進体制の検討を行っている。令和2～4年度は新型コロナウイルスの影響のため現地中間検討会は中止となったが、オンライン中間検討会により進捗状況を確認するとともに、各実行課題と小課題責任者でオンライン打合せを随時開催し、コンソーシアム内の情報共有や意見交換を行った。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。</p> <p>③ 研究の進捗状況を踏まえた重点配分等、予算配分の妥当性（選択と集中の取組など）</p> <p>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。</p>	

【総括評価】	ランク：A
1. 委託プロジェクト研究課題全体の実績に関する所見	
<ul style="list-style-type: none"> ・直播栽培の導入・拡大に向けた必須技術の開発に関する課題であり、その成果は研究開始時と同様の意義を有する。 ・アウトカム目標の達成可能性の根拠が明確で、具体的な取組の妥当性も確認できる。また、37回のアウトリーチ活動も評価できる。 	
2. 今後検討を要する事項に関する所見	
<ul style="list-style-type: none"> ・確立された技術が早期に普及し、また「防除支援アプリ」が機能することで、直播面積5割増という目標が早期に達成されるよう期待したい。 	

[研究課題名] 現場ニーズ対応型研究のうち直播栽培拡大のための雑草イネ等難防除雑草の省力的防除技術の開発

用語	用語の意味	※番号
移植栽培／直播栽培	移植栽培とは、収穫まで置くべき場所に移植することを定植、定植までの間に苗床などで行う移植を仮植えといい、このように育苗して本田本畑に定植する方法を移植栽培という。 直播栽培とは、移植栽培とは異なり、作物を栽培する際、はじめから本圃に播種する栽培法。	1
雑草イネ	雑草として認識されるイネの総称であり、水田内での自生に適した特性を持つ栽培イネが雑草化したケースや、栽培イネの祖先種である野生イネが水田周辺や水田内で生育して雑草として認識されるケース、そして、野生イネと栽培イネの交雑後代が雑草化したケースがある。	2
出芽	土の中で発芽した種子の芽が伸び、地表に出てくること。	3
多年生雑草	種子が発芽してから開花し、新たな種子を作ったのち枯れるまでのサイクルが1年以内に終わる一年生雑草に対し、地上の茎や葉が枯れてからも地下に塊茎などの栄養繁殖器官を作り複数年にわたりサイクルが続く雑草を多年生雑草という。本プロジェクトで開発対象とするコウキヤガラ、オモダカ、クログワイはいずれも塊茎を作り、冬の間は地上の茎や葉は枯れているが、春になると塊茎から芽を出し、生育を再開する。	4
除草剤抵抗性雑草	特定の除草剤に対して抵抗力を持つため、その除草剤では枯れない雑草のことをいう。同一種類の除草剤を複数年にわたって散布することで、その除草剤に対して抵抗力を持つ個体の頻度が増えたために気づく。	5
植代時・植代後に散布可能な除草剤	移植直前の代かき（植代）の際に使用することができる除草剤。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。植代作業時に除草剤を滴下処理可能な除草剤と植代後に処理する除草剤がある。	6
省力散布	代かきや田植えなどの際に作業機械につけた滴下装置により除草剤を散布する方法（植代時処理、田植え同時処理）や、薬剤が梱包された袋を10aあたり10個程度投げ入れるジャンボ剤、水口に散布し入水時の水の流れを利用して圃場全体に拡散可能なフロアブル剤などがある。	7
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、一発剤（※9）を用いた省力化が主流になっている。	8
一発剤	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。	9
グリホサート抵抗性	除草剤のグリホサートに抵抗力を持ち、枯れなくなった雑草をいう。グリホサートは生育個体に効果を持ち、多くの雑草を枯らすことができるため、日本では水田畦畔の雑草防除や不耕起栽培における播種前の雑草防除に使用される。グリホサート中心の畦畔管理を続けた結果、ネズミムギやオヒシバなどのグリホサート抵抗性が確認されている。	10

⑨ 直播栽培拡大のための雑草イネ等難防除雑草の省力的防除技術の開発【継続】

- 近年、雑草イネ等難防除雑草が全国的に頻発し、収量低下、異種粒混入の原因となっている。雑草イネには選択性の高い除草剤がなく、多年生の難防除雑草に対しては直播栽培における防除時期が不明なため、一度混入すると根絶が困難であり、特に目が行き届かない大区画ほ場での被害拡大が懸念される。このため、ほ場の大区画化や直播栽培への移行が阻害されている。
- そこで、**直播栽培拡大に向けた雑草イネ等難防除雑草の省力的な防除技術体系を構築するとともに、地域ごとに適用可能なマニュアルを作成する。**
- 開発した省力的な防除技術体系により直播栽培や規模拡大等が可能となり、国内外の実需に応える低コスト生産の稲作体系を実現する。

生産現場の課題

- ・ 雑草イネや多年生雑草が発生して直播栽培ができない。
- ・ ほ場を大きくしたら、見落とす雑草が増えた。

<イメージ>

雑草イネ
種子が入り
混入した玄米雑草イネが発生したほ場
脱粒しやすいため、一度
発生すると根絶が困難オモダカが発生したほ場
土中に塊茎が残存し、
根絶が困難

生産現場の課題解決に資する研究内容

- ・ ①初期生育に優れた適性品種、②効果的な作付け時期や除草体系などの実効性のある防除管理技術、③作付けのない冬季も含めた適切な時期の除草剤投与の最適な組み合わせを検証し、
 - 雑草イネの省力的防除技術開発
 - 多年生雑草の防除法開発
 を行う。
- ・ 併せて、全国5カ所以上で実証を行い、地域ごとに適用可能なマニュアルを作成。

<イメージ>

【省力的な防除技術体系の構築】

- ③稲刈り後に発生させて冬季の寒さと除草剤等で一掃

作付
期間③適切な
時期の
除草剤
施用作付
期

- ①初期生育に優れた品種を使って除草回数を削減

- ②効果的な作付け時期、除草体系など実効性のある防除管理技術

社会実装の進め方と期待される効果

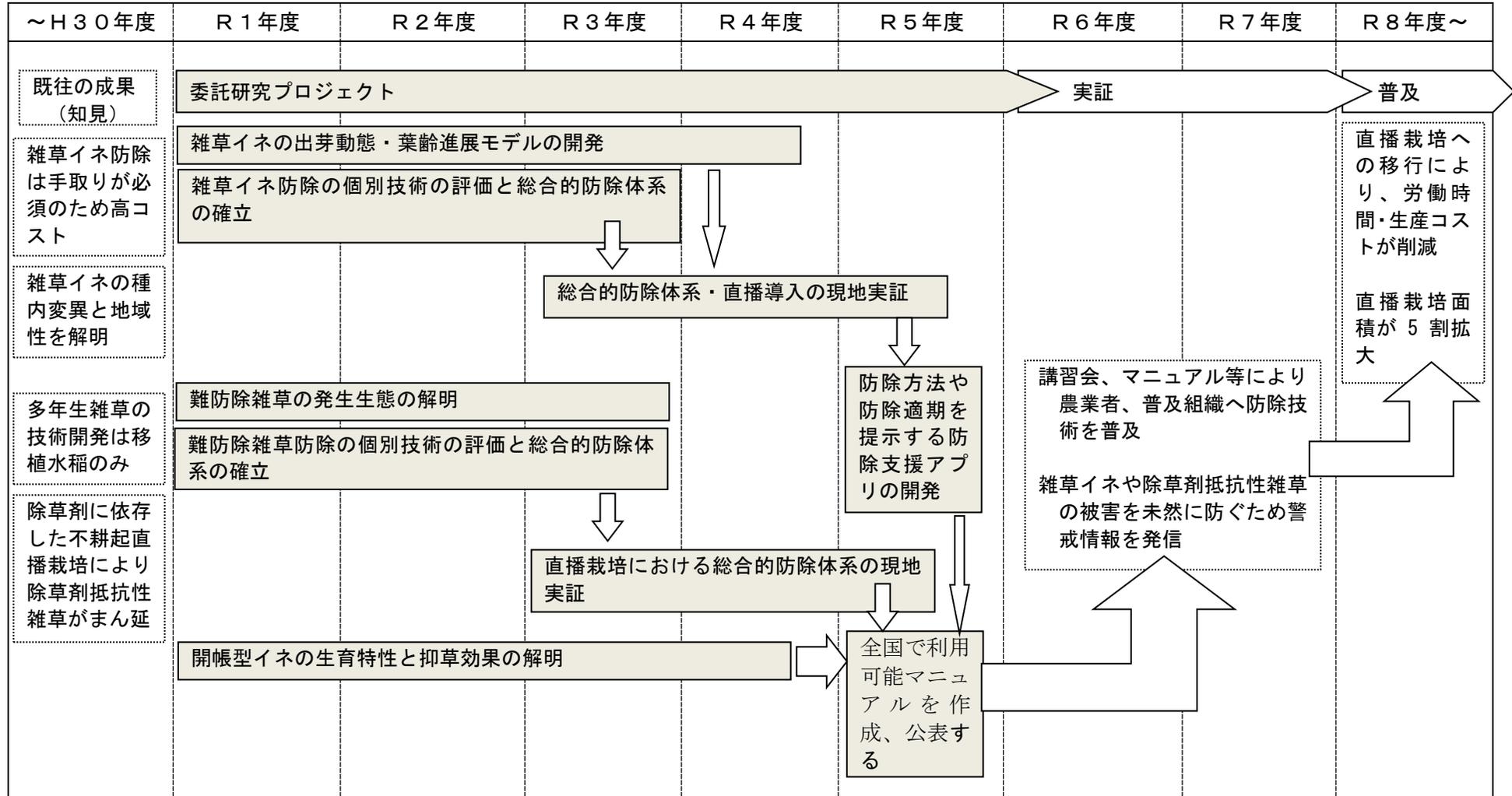
- ・ 普及指導員等と連携し、雑草イネ等難防除雑草の省力的な防除技術を取りまとめたマニュアルを全国に普及。
- ・ 従来困難であったほ場でも直播栽培や大区画化が可能となり、実需に応える低コスト生産の稲作体系を実現。

- ・ 直播栽培に移行することで、労働時間を25%削減。
- ・ 全国の直播栽培面積を5割増加。



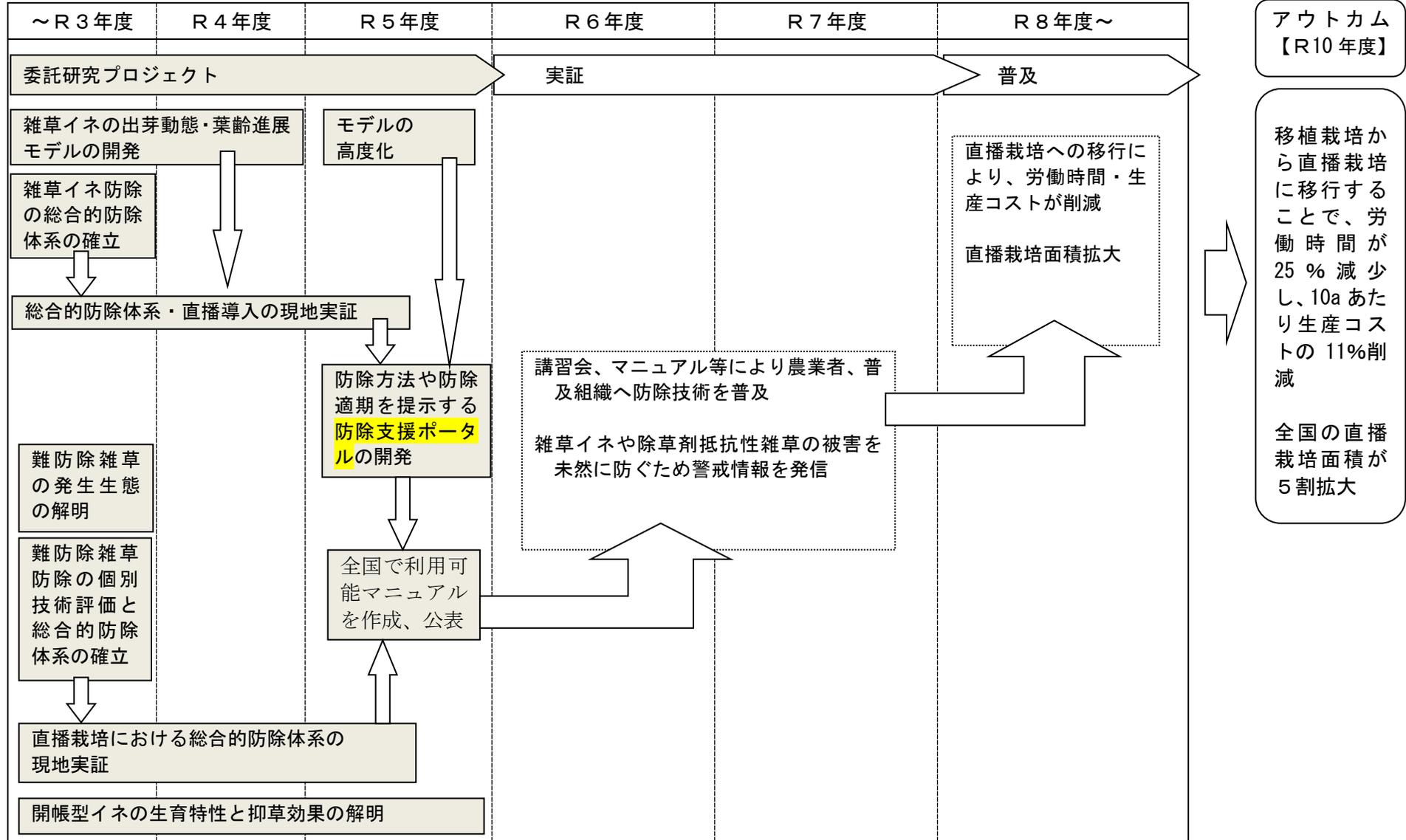
【ロードマップ（中間評価段階）】

直播栽培拡大のための雑草イネ等難防除雑草の省力的防除技術の開発



【ロードマップ（終了時評価段階）】

直播栽培拡大のための雑草イネ等難防除雑草の省力的防除技術の開発



直播栽培拡大のための 雑草イネ等難防除雑草の省力的防除技術の開発

研究概要

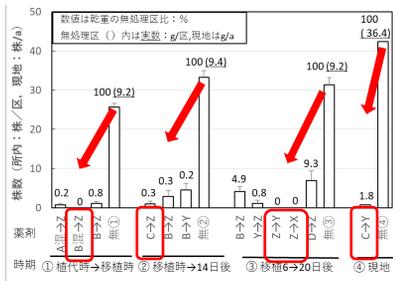
全国の直播栽培面積の拡大により
水稲栽培の労働時間や生産コストの削減を実現するため、
雑草イネ等難防除雑草の省力的防除技術を開発

- ・高い効果を示す防除手段を確立
- ・発生生態にもとづき防除適期を決定

達成目標

- 雑草イネ：10株/10a以下
- 多年生等：無処理区比10%以下
- 全国で利用可能なマニュアル
- 防除支援アプリの開発

1. 雑草イネの省力的防除体系の確立と防除支援アプリの開発

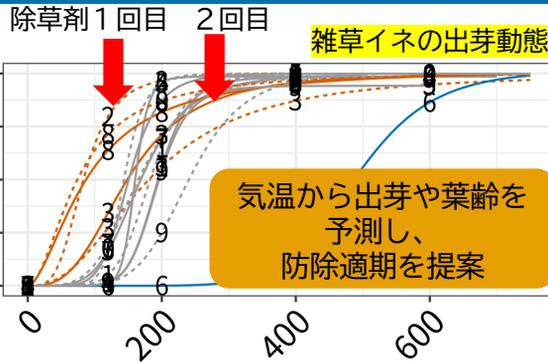


高い防除効果を示す
除草剤を選定

- ・植代時、植代後の剤
- ・省力散布可能な剤
- ・効果持続期間が長い剤



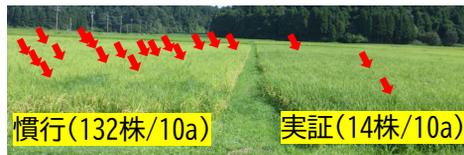
作業機械による
分布拡大を防ぐ



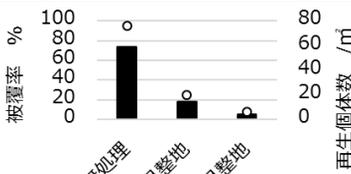
防除効果をもつ
代かき方法の解明

除草剤による防除		耕種的防除	
処理体系	省力・低コスト	代かき	秋耕
1回目：移植当日 2回目：7～10日後 3回目：14～21日後	田植同時やジャンボ剤等で省力化 少発生圃場は3回目を省略可能	植代3日後に移植	秋耕省略で越冬種子を減らす

地域ごとに
総合的防除体系を提示
(寒冷地南部の例)
現地実証試験で
防除1年目の目標値達成



2. 直播栽培における難防除雑草の防除法の開発



整地前防除×3月下旬整地×整地後防除

除草剤抵抗性ネズミギの
総合的防除体系を提示
(整地時期と除草剤の最適化)



開帳型イネの
雑草生育抑制力の解明

- ・抑制効果の高い時期
- ・根圏の競争

【令和5年の計画】

- ・防除体系の現地実証
- ・雑草イネ発生圃場における直播導入の実証
- ・出芽動態モデルの高度化
- ・農業者がWebブラウザを用いて防除方法や防除適期を知ることができる防除支援ポータルサイトを開発
- ・防除マニュアル作成・公表

稲刈取り後	出芽後～入水前	入水後
塊茎に高い防除効果を示すグリホサートカリウム塩液剤	乾田期に高い防除効果を示すハロスルフロン水和剤	慣行の防除体系

乾田直播種における
コウキヤガラ

多年生に効果の高い防除体系を提示
コウキヤガラ、オモダカ、クログワイ

アウトカム目標 (令和10年)

- 直播栽培面積が5割拡大
- 直播へ移行し、労働時間25%減少、生産コスト11%削減

委託プロジェクト研究課題評価個票（終了時評価）

研究課題名	現場ニーズ対応型研究プロジェクトのうち南西諸島の気候風土に適した高収益品目の検討及び栽培技術体系の確立	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	農産局地域作物課 農林水産技術会議事務局研究企画課						
研究期間	R元年～R5年（5年間）	総事業費（億円）	0.8億円（見込）						
	<table border="1" style="display: inline-table; border-collapse: collapse;"> <tr> <td style="width: 33%; text-align: center;">基礎</td> <td style="width: 33%; text-align: center;">応用</td> <td style="width: 33%; text-align: center;">開発</td> </tr> <tr> <td colspan="3" style="text-align: center;">  </td> </tr> </table>	基礎	応用	開発					
基礎	応用	開発							
									

研究課題の概要
<p>台風常襲等の特殊な気候条件下にある南西諸島では栽培品目が固定化し、営農の多様化が進んでいないことから、南西諸島における多様な農業のあり方を実現するための選択肢を早急に示すことが喫緊の課題。</p> <p>そのため本事業において、南西諸島の気候風土に適した高収益品目の検討を行い、安定生産に向け必要となる栽培技術や防除体系を開発し、省力安定生産体系を確立。</p> <p>開発した省力安定生産体系により、既存の栽培品目と高収益品目との輪作や既存の栽培品目から高収益作物への転換による経営の安定化が可能となり、慣行のサトウキビ単一栽培と比較して個別農家・地域農業の収益を2割向上し、南西諸島における地域経済・雇用の維持・発展を実現。</p>
1. 委託プロジェクト研究課題の主な目標
<p>①サトウキビ等既存品目と選定された高収益作物（3品目以上）との新規輪作体系の開発、及びサトウキビから高収益作物への転換による栽培技術体系を確立し、マニュアル化する。</p> <p>②慣行のサトウキビ栽培と比較して個別農家・地域農業の収益の20%以上向上を可能とする高収益営農モデルを策定する。</p>
2. 事後に測定可能な委託プロジェクト研究課題としてのアウトカム目標（R8年）
<p>地元関連JA、普及組織、生産法人などと連携し、策定された高収益営農モデルを実証することで慣行のサトウキビ単一栽培と比較して個別農家・地域農業の収益を2割向上させ、南西諸島における地域経済・雇用の維持・発展を実現する。</p>

【項目別評価】	
1. 研究成果の意義	ランク：A
<p>研究成果の科学的・技術的な意義、社会・経済等に及ぼす効果の面での重要性</p> <p>南西諸島では、温暖な気象条件を利用した様々な品目の年間を通じた栽培が可能である一方、台風の常襲地帯でもあり、また夏期にはしばしば早魃が発生するなど、農業経営上不利となる気象条件も併せ持つ。そのような環境への適応性の高い品目としてサトウキビが選定され、産業連関指数が高いこと等もあって基幹的作物として地域を支えてきた。</p> <p>しかし、後継者の不足や高齢化による担い手の不足、農家経営の収益性低下・不安定化等の理由によりサトウキビ栽培が減少する傾向が続き、地域農業総体が不安定化している。また、人口減少や低甘味嗜好等により砂糖の消費量は年々減少傾向にある中、サトウキビに頼りすぎない南西諸島農業のあり方の検討が喫緊の課題となっている。</p> <p>このため、かねてから南西諸島の現場において、多様な農業のあり方を実現するための選択肢として、サトウキビ以外の高収益品目の導入による高収益栽培体系の確立化が切望されており、重要性は高い。</p>	

2. 研究目標（アウトプット目標）の達成度及び今後の達成可能性**ランク：A****①最終の到達目標に対する達成度**

南西諸島の気候風土等に適した高収益品目の探索の結果、エダマメ、オオムギ、ハトムギ、ラッカセイ、バレイショ、かんしょ、トルコギキョウを選定し、栽培技術の検討を進めた。エダマメ、ラッカセイは目標収量の達成が見込まれる栽培適性データが得られ、サトウキビ栽培後のほ場における収量向上に向けた施肥管理技術について、最終年にかけて詰めの試験を実施する予定である。トルコギキョウについても現地試験を中心として取り組み、高収益な二度切り栽培の優位性を実証しつつあり達成度は高い。さらに、エダマメ、ラッカセイ、トルコギキョウについては本事業での成果に基づくマニュアル作成に着手済みである。加えて、R3年度から開始した沖縄におけるバレイショについては、製糖期の前進化とサトウキビ夏植栽培との輪作も踏まえて試験を進めている。ハトムギについては目標収量の到達が困難であったこと、オオムギについては目標収量には到達したものの実需価格面において収益性の目標到達が困難であったことから本事業における取り組みを縮小した。サトウキビ等既存品目との輪作体系については、エダマメ、ラッカセイ、かんしょで可能であることが示された。

これらのことから、3品目以上の高収益作物との新規輪作体系の開発ならびに慣行のサトウキビ栽培と比較した個別農家・地域農業の収益の20%以上向上の最終目標に対して概ね当初の見込みどおりに研究は進捗しており、達成度は高い。

②最終の到達目標に対する今後の達成可能性とその具体的な根拠

高収益品目の選定、栽培特性や高収益栽培技術に向けたデータの蓄積、既存品目の栽培技術改善及び高収益品目との輪作体系の確立による高収益栽培体系化に向けたデータの蓄積について、概ね順調に進捗している。最終年に向けて、現地実証試験を中心としたデータの収集を進め、南西諸島の各導入地域の現場普及段階における高収益栽培体系化に向けたマニュアル策定、高収益営農モデル策定により、最終目標の達成が十分に可能と考える。

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**

高収益栽培体系、高収益営農モデルを確立し、地元関連JA、普及組織、生産法人などと連携した普及、営農現場での評価を受けてのマニュアルの改良等を通じて、サトウキビ栽培の閑散期における高収益品目との輪作体系の構築、サトウキビ栽培圃場から高収益品目への転換を進めることで、南西諸島の各導入地域における慣行のサトウキビ単一栽培と比べて個別農家・地域農業の収益を2割向上し、南西諸島における地域経済・雇用の維持・発展を実現することが可能である。

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

普及・実用化に向けて、コンソーシアムには、南西諸島の公設試験研究機関、加工食品業者、生産者等が参画しているほか、複数の普及組織とも連携して南西諸島地域一帯となって研究開発を進めている。また、これまでに、学会、刊行物等で9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。今後も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た普及、営農現場での情報提供、連携を強化し、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

現時点では、他の研究や他分野の技術確立への波及については、該当しないと考えているところ。

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。研究が進んでいる技術については、現地実証試験を前倒して行い、進捗の芳しくない内容についてはコンパクト化して、進捗状況に応じて適切な計画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（毎年度2回程度実施）に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、複数の公設試験研究機関、生産法人等で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研究の進捗状況を踏まえた重点配分等、予算配分の妥当性

中間評価時において小課題内の実行課題構成を機動的に改変するとともに進捗状況を踏まえた品目の入れ替えなどを実施した。また、営農現場での普及を想定した、高収益品目の現地実証や現地の流通・販売体系の模索等への迅速な対応についての重点的に進められるよう、課題ごとに適切な予算配分を行っている。

【総括評価】

ランク：A

1. 委託プロジェクト研究課題全体の実績に関する所見

- ・農業経営上不利な条件の多い南西諸島における収益向上に向けた課題であり、気候変動の影響が懸念されている中、その成果は研究開始時と同様の意義を有する。
- ・課題については、JAや普及組織、生産法人と連携のもと順調に進捗しており、収益化に向け具体的に検討しており、目標は達成可能と考えられる。

2. 今後検討を要する事項に関する所見

- コンソーシアムもうまく機能しているが、今後、成果の普及に向けた一層の取組を期待したい。また成果が学術論文としても多く発信されることを期待したい。
- ・収益20%増は重要な目標であるが、20%が実現できることが示せるマニュアル作成に向けて努力して欲しい。マニュアル化は成果の汎用性、速やかかつ円滑な普及に向けたツールとしても重要であり、しっかり取り組んでいただきたい。
 - ・特に確実な社会実装が求められている課題であり、営農現場での普及を想定し、生産者の導入意欲向上に繋がるよう迅速な対応を期待したい。

⑩ 南西諸島の気候風土に適した高収益品目の検討及び栽培技術体系の確立【継続】

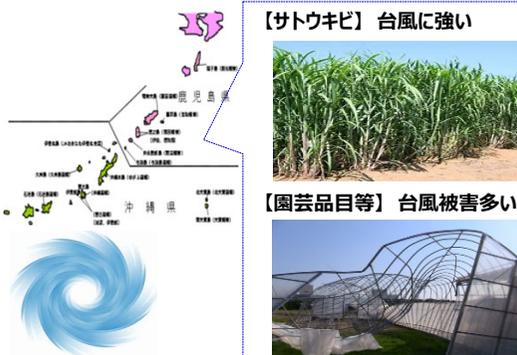
- 台風常襲等の特殊な気候条件下にある南西諸島では栽培品目が固定化し、営農の多様化が進んでいないことから、南西諸島における多様な農業のあり方を実現するための選択枝を早く示すことが喫緊の課題となっている。
- 南西諸島の気候風土に適した高収益品目の検討を行い、安定生産に向け必要となる栽培技術や防除体系を開発し、省力安定生産体系を確立する。
- 開発した省力安定生産体系により、既存の栽培品目からの転換や高収益品目との輪作による経営の安定化が可能となり、南西諸島における地域経済・雇用の維持・発展を実現する。

生産現場の課題

- ・ 南西諸島においては栽培品目が制限されがちで、経営の更なる高収益化を図るのが困難。
- ・ 南西諸島の気候風土に適した高収益品目や栽培技術はないか。



<イメージ>



生産現場の課題解決に資する研究内容

- ・ 台風常襲等の南西諸島特有の気候風土に適した高収益品目の検討を進める。
- ・ 検討を進めた候補品目について栽培実証試験を実施し、更なる候補品目の絞り込みを行う。
- ・ 必要となる栽培技術や防除技術を開発し、省力安定生産体系を確立。

<イメージ>



社会実装の進め方と期待される効果

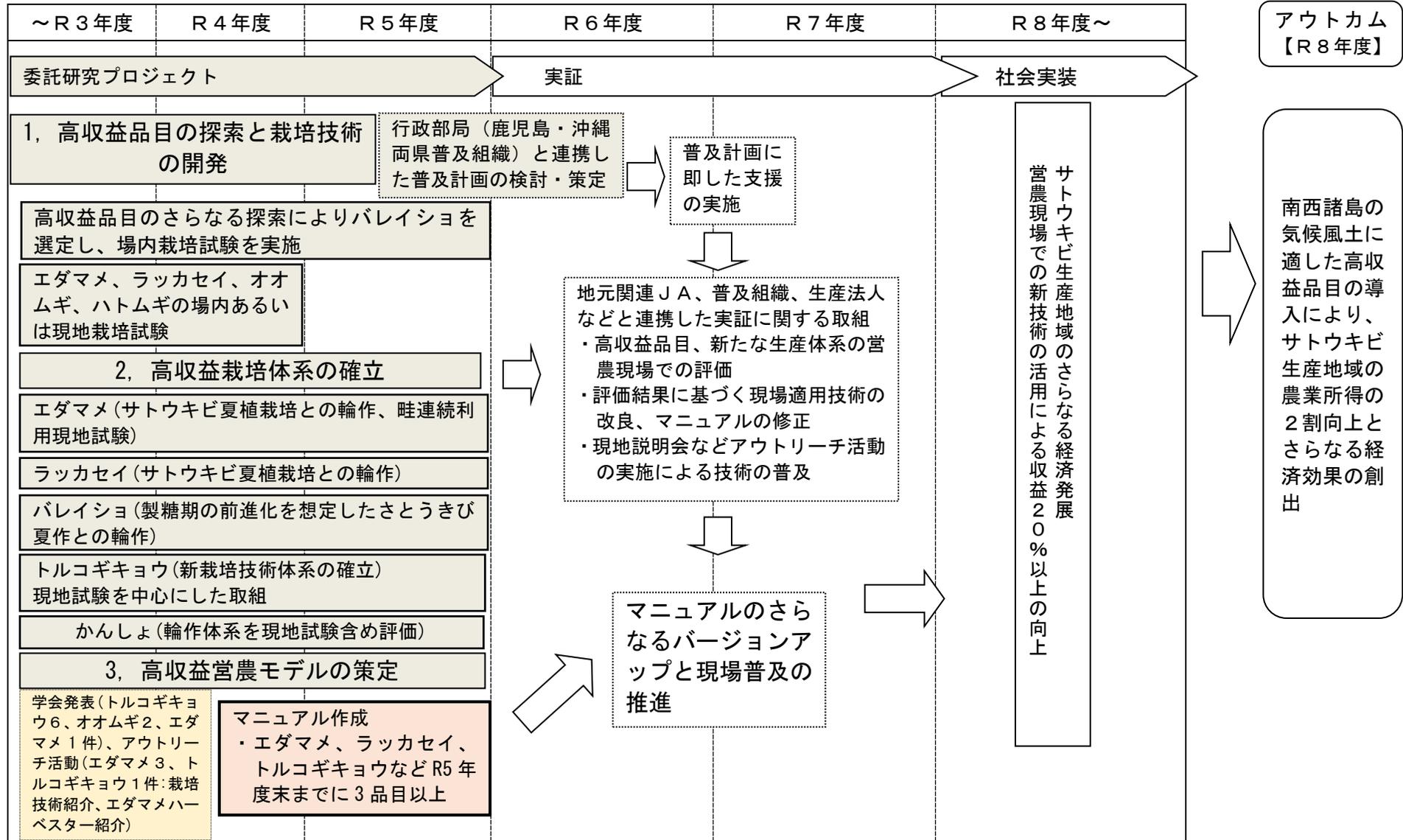
普及指導員等と連携し、品目転換を図る意欲ある生産者に対して、開発した省力安定生産体系の普及を行う。

- ・ 労働時間は一定で生産者当たりの収益を2割向上。
- ・ 既存の栽培品目からの転換や高収益品目との輪作による経営の安定化が可能となり、南西諸島における地域経済・雇用の維持・発展を実現。



【ロードマップ（終了時評価段階）】

南西諸島の気候風土に適した高収益品目の検討及び栽培技術体系の確立



みどりの食料システム戦略実現技術開発・実証事業のうち農林水産研究の推進（委託プロジェクト研究）
南西諸島の気候風土に適した高収益品目の検討及び栽培技術体系の確立

研究概要

台風常襲等の特殊な気候条件下にある南西諸島の気候風土に適した高収益品目の検討を行い、安定生産に向け必要となる栽培技術や防除体系を開発し、高収益省力安定生産体系を確立する。

①高収益品目の探索と栽培技術の開発

エダマメ

サトウキビの一部転換を想定した2作畝連続栽培技術の確立

サトウキビとの輪作体系の確立



播種作業の省力化
収穫作業の省力化

エダマメの導入により、農業所得20%増見込み

ラッカセイ

地域特産加工品として高単価が期待される徳之島在来種を活用予定。夏植えさとうきびとの輪作。

さとうきび夏植え体系との輪作で農業所得20%増見込み



バレイショ

品種・植え付け時期の絞り込み、病害抑制など所内・現地試験を実施中。



②高収益栽培体系の確立

かんしょ

周年栽培の収量データを取得済み。

きび夏植え体系との輪作も現地試験で、1.7t/10aの収量。



トルコギキョウ

二度切り栽培技術やアザミウマ類の防除技術についてほぼ確立。

サトウキビとの複合経営において、二度切り栽培とアザミウマ防除で、農業所得20%増見込み



③高収益営農モデルの策定

・エダマメ、ラッカセイ、かんしょ（周年栽培）、トルコギキョウ・バレイショ等について経営技術指標を作成し、収益性を検討。

・かんしょ（周年栽培）やトルコギキョウ等とサトウキビの複合経営モデルについて試算。

試算例) サトウキビ単作5ha 所得185万円

→ サトウキビ3.8ha・かんしょ1.2ha周年栽培 所得390万円

今後の方針

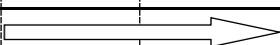
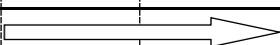
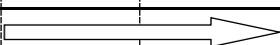
・各品目の栽培技術改善及び高収益品目との輪作体系化に向け、現地実証試験のデータ収集を進め、南西諸島の各導入地域の現場普及段階における高収益栽培体系化に向けたマニュアル策定、高収益営農モデル策定を行う。

・地元関連JA、普及組織、生産法人などと連携した普及、営農現場での評価によるマニュアルの改良等を通じて、南西諸島の各導入地域における高収益省力安定生産体系を確立する。

アウトカム目標

・高収益省力安定生産体系を確立により、慣行のサトウキビ単一栽培と比較して個別農家・地域農業の収益を2割向上。

委託プロジェクト研究課題評価個票（終了時評価）

研究課題名	現場ニーズ対応型プロジェクトのうち畑作物生産の安定・省力化に向けた湿害、雑草害対策技術の開発	担当開発官等名	農林水産技術会議事務局研究企画課 農産局地域作物課					
		連携する行政部局	農産局穀物課					
研究期間	R元年～R5年（5年間）	総事業費（億円）	0.6億円（見込）					
	<table border="1"> <tr> <td>基礎</td> <td>応用</td> <td>開発</td> </tr> <tr> <td colspan="3" style="text-align: center;">  </td> </tr> </table>	基礎	応用	開発				
基礎	応用	開発						
								

研究課題の概要

畑作物の安定・省力生産に資するため、湿害リスクに応じた効率的な湿害軽減技術の体系化や難防除雑草等を省力的に防除できる技術開発を実施

開発した技術が普及され、畑作経営の安定化や食料自給率の向上に貢献

<課題①：地域毎のソバの湿害対策技術及びリスク診断アプリケーションの開発（R元～R5年度）>
・湿害軽減技術の体系化のため地域毎のソバの湿害対策技術及びリスク診断アプリケーションの開発を実施

<課題②：ソバの湿害対策技術の科学的検証（R元～R5年度）>

・湿害軽減技術の体系化のためソバの湿害対策技術の科学的検証を実施

<課題③：アズキとゴマの雑草害・湿害対策技術の開発と実証（R元～R5年度）>

・難防除雑草の省力的防除技術のためアズキとゴマの雑草害・湿害対策技術の開発と実証を実施

1. 委託プロジェクト研究課題の主な目標

①湿害実態データと地理情報を組み合わせて、湿害予測を可視化するアプリケーションを開発する。

②湿害強度に応じた湿害軽減技術を体系化し、栽培試験地において収量の2割向上を実証する。

③労働時間が2割削減可能な省力的除草体系技術を確立し、マニュアル化する。

2. 事後に測定可能な委託プロジェクト研究課題としてのアウトカム目標（R8年）

①（湿害対策）水田転作地で安定生産が行われることにより、ソバの食料自給率が2割向上（25%→30%）。

②（雑草害対策）アズキの雑草防除省力化技術がマニュアル化され、全国に普及されることで、労働時間が2割削減される。

【項目別評価】

1. 研究成果の意義

ランク：A

①研究成果の科学的・技術的な意義、社会・経済等に及ぼす効果の面での重要性

近年、高齢化による離農者の増加により、北海道を中心に畑作農家の一経営当たりの面積が拡大傾向にある。畑作経営の規模拡大にともない、生産現場では人手不足が深刻化しており、省力的な安定生産技術の確立が切望されている。また、近年、異常気象の影響により豪雨多発による湿害の頻発や温暖化による難防除雑草等の多発により畑作物の収量や品質が不安定となり、日本各地の生産現場において深刻な問題になっている。

ソバは生育期間が約3ヶ月と短く、代表的な省力作物であり、水田転作地でも輪作体系が組みやすいことから作付が拡大し栽培面積が増加傾向にある。一方で湿害に非常に弱い作物なので、生育が天候に左右されやすく、収量年次差が激しい。国内産は外国産と比べて風味や色合いが優れるが、供給が不安定であることが欠点であり、生産現場では収量の高位安定生産に資する湿害軽減技術が切望されており、重要度が高い。直近の水田の畑地化を推進する政策への対応においてもソバの湿害は重要な課題となっている。

アズキやゴマは登録農薬が少なく、手取り除草による労働時間も多く、省力的な除草が進んでいない。薬剤防除と耕種的防除を組み合わせた省力的な除草技術の確立が生産現場において強く求められている。

これまでの湿害軽減・除草の研究開発はほとんどが大豆・麦を対象としてきたが、ソバやアズキ、ゴマといった資源作物を対象とするのは本事業が初めてである上、大豆・麦における研究開発にも貢献で

きる成果を期待できる。また、特定地域ではなく国内複数地点での試験データを基に達成した成果であり、国内で広く利用できる形で示すことができる。

2. 研究目標（アウトプット目標）の達成度及び今後の達成可能性

ランク：A

①最終の到達目標に対する達成度（原則としてロードマップに位置付けた数値目標に対する実績の割合）ソバの湿害発生要因を把握するため、寒地（北海道）、寒冷地（秋田県）、暖地（大分県）の3カ所において土壌調査及びほ場環境調査（暗きよの有無等）を行い、湿害実態に係る基礎データを充実するとともに、湿害リスク診断のためのアルゴリズム（※1）のプロトタイプを開発した。また、各地で湿害対策技術の実証を行い、2割以上の収量増加を検証した。大豆・麦で開発された技術の有効性を確認することに加え、ソバならではの画期的な技術（亜リン酸液肥葉面散布）の増収効果と効率性、現場実装への見通しを明らかにした。

また、アズキの雑草害対策については、寒地（北海道）と温暖地（島根県）の2カ所で有効な除草剤を選定し、効果的な耕種防除との組み合わせについて実証試験を行い、温暖地（三重県）でのゴマの雑草害対策の実証試験とともに除草作業の2割以上の労働時間削減を達成した。

②最終の到達目標に対する今後の達成可能性とその具体的な根拠

（湿害対策）

湿害実態調査は順調に進捗しており、引き続きアプリケーション開発に必要なデータの収集・蓄積を行い、アルゴリズムの構築により、湿害リスク診断が出来るアプリケーションのベースモデルを作成し、データの充実・更新を繰り返すことで実用可能なアプリケーションを開発する。また、アプリケーションの開発と並行して、各地で湿害対策技術の実証試験を継続して実施し、湿害強度に応じた湿害対策の技術体系を構築する。なお、湿害対策技術については、各地の実証試験において2割以上の収量増加を達成していること、増収効果を明らかにした畝立播種機（秋田現地）、暗渠（秋田現地）や亜リン酸液肥葉面散布（大分現地）の現場実装が進みつつあること等から、最終目標を達成は十分可能である。新規性の指標となる原著論文について、すでに出版1報、投稿済み5報に至っており、（研究総額が桁違いに多かった大豆・麦を主な対象とした「多収阻害プロ」に比べて）大変効率的に成果が創出されると見込まれる。

（雑草害対策）

寒地及び温暖地に適した除草剤の選定は順調に行われ、耕種防除との組み合わせについても実証試験が進められているため、引き続き実証試験を継続し実証データを蓄積することで最適な雑草害防除体系を構築する。なお、実証試験において除草作業の2割以上の労働時間削減を達成していること等から、最終目標の達成は十分に可能である。

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

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

（湿害対策）

湿害対策技術の確立により、ソバの国内生産量が34千tから2割増加し安定的に年間40千t以上生産されることで、国内需要量136千tの3割を供給することが可能となる。このため、食料自給率の2割向上をアウトカム目標として設定した。

（雑草害対策）

省力的な機械除草体系の完成はコンバイン収穫の積極的導入を導き、アズキ栽培の機械化が加速する。特にアズキの生産量の8割を占める北海道において省力的な除草体系技術と機械化が進むことにより、除草作業の労働時間が2割減少（18時間/10a → 14時間/10a）するため、全労働時間の2割減少をアウトカム目標として設定した。

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

研究コンソーシアムには、普及・実用化に向けて国内主要産地（北海道等）の公設試験研究機関（北海道立総合研究機構等）、機械メーカー（井関農機株式会社等）、生産者（株式会社そば研等）が参画しているほか、複数の普及組織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21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おり、今後も研究成果の円滑な普及を見据えた、技術の受け手への情報提供を積極的に取り組む予定である。畝

立て、暗渠、亜リン酸液肥葉面散布については現場実装を進めている。

③他の研究や他分野の技術の確立への具体的貢献度（研究内容により該当しない場合は、除外して評価を行う。）

本事業で開発した湿害リスク診断は、各作物の湿害対策技術と連携させることで、ソバだけでなく幅広い畑作物の栽培において活用できる。具体的に本事業ではゴマについても湿害リスク診断を適用している。さらに本事業の成果を大豆・麦へ還元し発展させるために、戦略的スマート農業技術等の開発・改良「収量低下が著しい大豆等の増収に向けた土壌水分予測・制御システムの開発」（R4～R6年度）を開始している。

湿害発生圃場におけるソバ増収効果を明らかにした亜リン酸液肥葉面散布は、ソバや湿害に限らず、幅広い作目で共通課題となっている、土壌物理性悪化やリン酸供給不安への対応、バイオスティミュラントやスマート農機活用といった幅広い課題の新たな取り組みに繋がる可能性が考えられる。

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

新型コロナウイルス感染症拡大の影響下での様々な困難な中、毎年度開催される運営委員会、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。このような特殊状況へ対応するための契約変更を伴う研究資金の再分配を行い、現地実証試験と導入コスト評価が進んだ実施課題については令和4年度で完了とする等、進捗状況に応じてメリハリの利いた的確な見直しを行っている。新たに生じた食味試験の倫理指針遵守についても建設的に適切に対応している。

②研究推進体制の妥当性

運営委員会及び研究推進会議（計5回実施）に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、複数の公設試験研究機関、機械メーカー、生産法人等で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。さらに、新型コロナウイルス感染症拡大の影響下の特殊状況へ対応するためのDX（Slack）や現地共同調査にも取り組むことにより効果的・効率的に研究推進した。

③研究の進捗状況を踏まえた重点配分等、予算配分の妥当性（選択と集中の取組など）

各課題ともに順調に進捗しており、適正な予算配分となっている。前出の通り、契約変更や課題完了を伴った、新型コロナウイルス感染症拡大の影響下の特殊状況や進捗状況を踏まえた予算配分を行っている。今後は、湿害軽減技術の実証試験を進めるとともに、充実した湿害実態データを分析して、アプリケーションを開発するとともに、雑草防除技術については複数産地での実証試験により効果検証を進め、生産者が使いやすいマニュアル作成を重点的に進める予定である。

【総括評価】

ランク：A

1. 委託プロジェクト研究課題全体の実績に関する所見

- ・ソバの湿害対策、アズキ・ゴマの防除技術ともに、技術的な意義と経済性の意義を有する。
- ・ソバの収量増加、アズキの労働時間削減は複数気候地点で実証され、研究目標の達成可能性は高い。
- ・公設試験場、機械メーカー、生産者が参画していること、そばだけでなく他の畑作物にも転用できることから研究成果の普及・実用性は高い。

2. 今後検討を要する事項に関する所見

- ・概ね研究計画通り進捗しており、十分目的を達成できると思われる。最終年度に向け、実用可能なアプリケーションが開発されること、また成果が学術論文でも多く発信されることを期待したい。

[研究課題名] 現場ニーズ対応型研究のうち畑作物生産の安定・省力化に向けた湿害、
雑草害対策技術の開発

用 語	用 語 の 意 味	※ 番号
アルゴリズム	AI（人工知能）が様々なデータから機械学習をするための計算手順を示したもの	1

⑪ 畑作物生産の安定・省力化に向けた湿害、雑草害対策技術の開発【継続】

- 畑作物では経営面積の大規模化が進むなか、より省力的な安定生産技術の確立が強く望まれている。一方、近年、豪雨頻度の増加に伴い湿害が頻発し、また、難防除雑草等の発生が各地で問題となっており、これらが品質や収量の安定性、生産の省力化の妨げになっている。
- そこで、**畑作物生産において湿害リスクに応じた効率的な湿害軽減技術の体系化や難防除雑草等を省力的に防除できる技術を開発**する。
- 開発した湿害軽減技術や省力的除草技術により畑作物の安定・省力生産が可能となり、畑作物の安定供給と畑作経営の大規模化や経営の安定化を実現する。

生産現場の課題

- ・ 畑作物は湿害に弱く、近年の豪雨の頻発が、減収の大きな要因となっている。
- ・ 難防除雑草の発生等により除草作業の負担が大きくなっている。



<イメージ>



湿害により生育不良となっているほ場
畑作物は、湿害により大きく減収



ほ場を覆うホオズキ類やアサガオ類

生産現場の課題解決に資する研究内容

- ・排水性等のほ場条件を把握し、湿害リスクを診断する技術を開発するとともに、リスクに応じた効果的な湿害軽減技術を体系化。
- ・除草精度向上の可能な草型の品種、雑草の生育を抑える狭畦密植栽培技術、除草機の開発等により、除草作業を軽減する技術を開発。
- ・主要な産地で実証試験を行い、適応可能なマニュアルを作成。

<イメージ>

湿害軽減技術



リスク診断技術
ほ場の排水性、地域の気象条件等から湿害リスクを評価

効果的な技術を体系化

除草技術



社会実装の進め方と期待される効果

普及指導員等と連携し、畑作物の安定・省力生産を可能とする湿害軽減技術や除草技術を取りまとめたマニュアルを全国に普及。

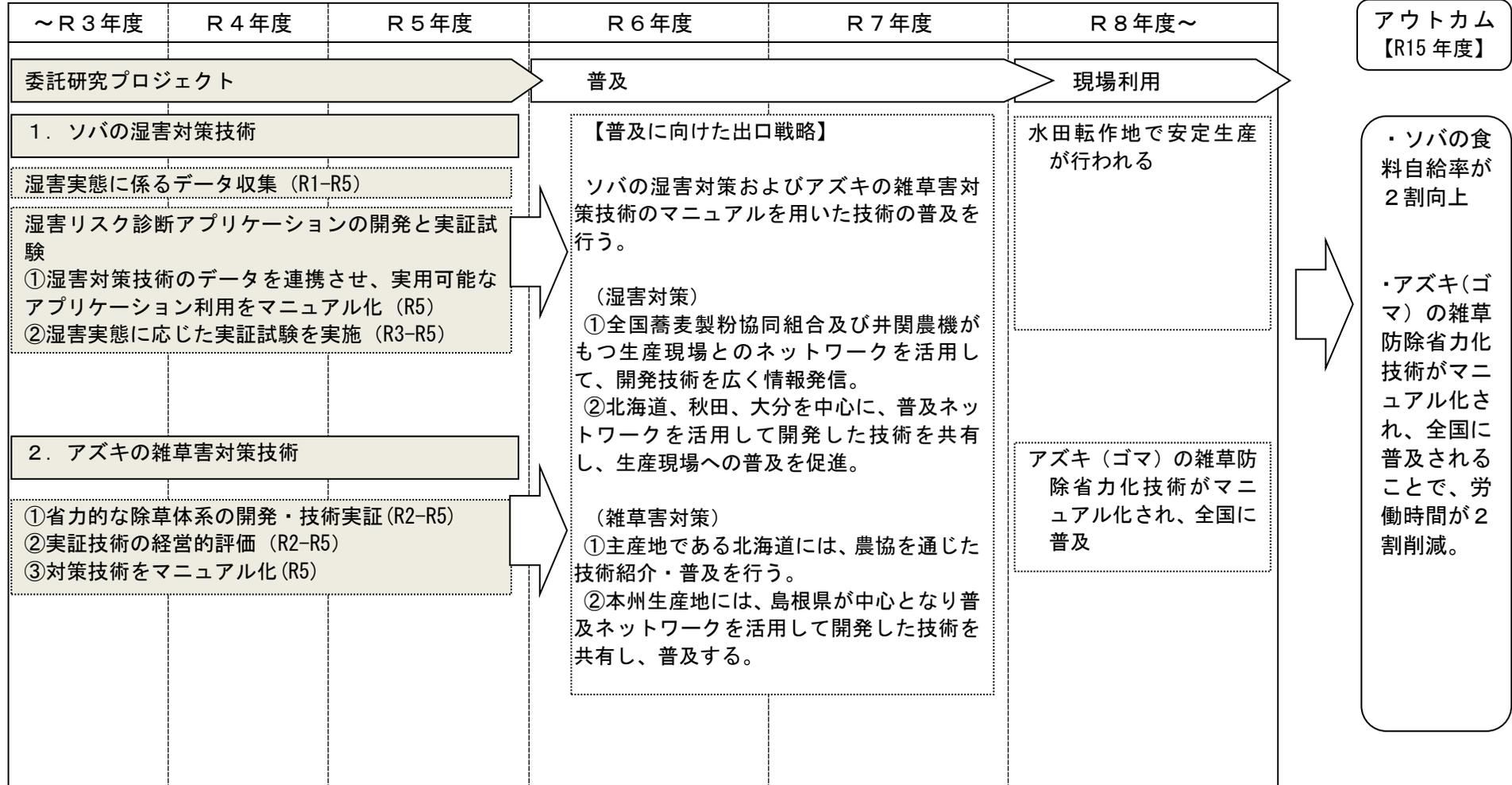
- ・ 湿害軽減により収量を2割向上。
- ・ 除草の省力化等により労働時間を2割削減。
- ・ 畑作物の安定供給と畑作経営の大規模化や経営の安定化を実現。



【お問い合わせ先】 農産局地域作物課 (03-6744-2115)

【ロードマップ（終了時評価段階）】

畑作物生産の安定・省力化に向けた湿害、雑草害対策技術の開発



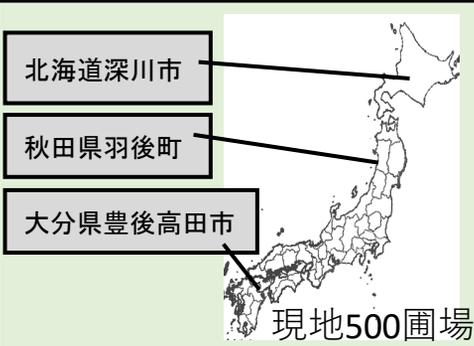
現場ニーズ対応型プロジェクトのうち 畑作物生産の安定・省力化に向けた湿害、雑草害対策技術の開発①

研究概要

畑作物のリスク回避による安定生産と畑作経営の労働時間削減のため、
①湿害リスクに応じた効率的な湿害軽減技術の体系化や②難防除雑草等を省力的に防除できる技術を開発する。

①ソバの湿害対策技術の開発

湿害実態データ収集



土壌物理性を中心に調査し、湿害要因を推定

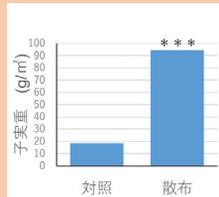
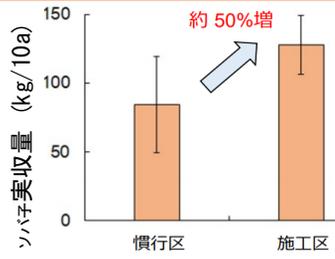


湿害診断指標の特定



根端の呼吸活性と出液速度が湿害診断指標となることが判明

対策技術の開発と実証



亜リン酸液肥
葉面散布

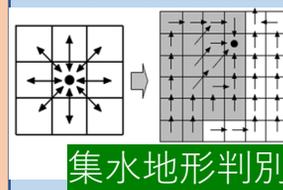
カットブレーカ



耕うん同時
畝立て播種

湿害発生要因に応じた対策技術を現場ニーズに沿って選定
試験地で対策技術による収量2割増加を実証

湿害診断アプリケーション開発



湿害実態と地理情報のデータを蓄積・解析して統合

今後の方針

- 湿害実態と地理情報のデータ収集・蓄積を継続して実施し、これらを組み合わせて、湿害予測を可視化するアプリケーションを開発する。
- 各試験地で湿害対策技術の実証試験を継続して実施し、湿害発生要因に応じた湿害対策の技術体系を構築する。

アウトカム目標

- 水田転作地で安定生産が行われることにより、ソバの食料自給率が2割向上 (25%→30%)

現場ニーズ対応型プロジェクトのうち 畑作物生産の安定・省力化に向けた湿害、雑草害対策技術の開発②

研究概要

畑作物のリスク回避による安定生産と畑作経営の労働時間削減のため、
①湿害リスクに応じた効率的な湿害軽減技術の体系化や②難防除雑草等を省力的に防除できる技術を開発する。

②アズキ（ゴマ）の省力的な雑草害対策技術の開発

実証試験地

寒地アズキ
北海道十勝

暖地アズキ
島根県

他にゴマ(三重県)

耕種的防除技術の構築

寒

導入技術 1
多機能カルチベーター

暖

導入技術 2
一発耕起同時播種
(ソイラ付)

暖

標準畝（高速畦立播種+中耕培土）

有効な除草剤を選定・組み合わせ

2018年に本州に適用拡大されたイミダズリン系除草剤を選定

寒

労働時間削減を実証

導入技術 1 で除草時間は**71%減**

技術	中耕除草	培土	ホー除草	手取り除草	合計 (h/10a)
慣行	1	1	12	0	14
導入技術1	1	1	2	0	4

暖

導入技術 2 や標準畝体系化で 労働時間は**35%以上減**

技術	種子予措	圃場準備施肥播種	病害虫防除	除草剤散布	中耕培土	手取り除草・草刈	収穫・脱穀	合計 (h/10a)
慣行	1	1	1	1	1	1	1	17.4
標準畝	0	1	1	1	0	0	0	10.8
導入技術2	0	1	1	1	0	0	0	11.3

※圃場準備等は、試験機や共用機利用のため員数が多くなったが、機械保有により更に削減可能

今後の方針

- 試験結果と実証データに基づき最適な雑草害防除体系を構築し、マニュアル化する。

アウトカム目標

- アズキ（ゴマ）の雑草防除省力化技術がマニュアル化され、全国に普及されることで、労働時間が2割以上削減。

委託プロジェクト研究課題評価個票（終了時評価）

研究課題名	現場ニーズ対応型研究プロジェクトのうち高品質茶生産拡大のための適期被覆技術体系の確立			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	
研究期間	R元年～R5年（5年間）			総事業費（億円）	0.8億円（見込）
研究開発の段階	基礎	応用	開発		

研究課題の概要

<委託プロジェクト研究課題全体>

国内外の抹茶（※1）需要の拡大から、原料となるてん茶（※2）の生産拡大が求められているが、熟練した生産者数が限られることから、生産量の増加が進んでいない。そこで、てん茶生産に必要な被覆作業の判定指標の解明と簡易測定技術や高度被覆技術、被覆栽培（※3）に適合した肥培・病害虫管理技術等の開発を通じ、熟練者の経験に頼らない被覆管理体系の構築を目指す。さらに、構築したこれらの技術体系化を異なる地域で実証するとともに、システム化・マニュアル化し、てん茶生産量の増大を目指す。

1. 委託プロジェクト研究課題の主な目標

- 令和4年度までに、被覆栽培における被覆適期の判定指標等を解明し、令和5年度までに熟練者判断の代替となる簡易測定技術を開発する。また、これらも活用し、高品質なてん茶栽培を可能とする高度被覆技術を令和4年度までに開発する。
- 令和5年度までに、被覆栽培で多発が懸念される病害虫の合理的な管理技術や持続的てん茶栽培を可能とする適正な施肥管理技術を確立し、地域や被覆条件の違いにも対応した被覆栽培管理体系を構築する。
- 令和5年度までに、開発した高度被覆技術や肥培・病害虫管理技術を環境条件や被覆条件等が異なる3地域以上の実証地に合わせてそれぞれ体系化・実証し、システム化・マニュアル化を図る。

2. 事後に測定可能な委託プロジェクト研究課題としてのアウトカム目標（R7年）

- 適期被覆技術体系の確立により、てん茶生産量を10%程度増加させる。
- 開発技術・体系の普及等により、「農林水産物・食品の輸出拡大実行戦略」における茶の輸出目標（312億円）の達成に約14%寄与する。

【項目別評価】

1. 研究成果の意義

ランク：A

近年、国内外で抹茶需要が拡大しており、原料となるてん茶の生産拡大を図る農業者の増加が今後も見込まれている。てん茶の生産拡大のためには、被覆作業の高度化や被覆栽培に適した合理的で適切な栽培・生産管理技術の導入等が不可欠であるが、多くの茶産地ではてん茶栽培に精通した熟練者がほとんどいないか極めて限られている。このため、点在している茶園ごとの被覆適期の判断等が追いつかないこと、被覆下での病害虫管理や肥培管理等に関する知見や対処技術が不足していること等がボトルネックとなり、てん茶等の生産量が増加しないのが実情であり、こうした課題解決のための技術開発が望まれている。

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

・被覆作業の判定指標の解明等については、摘採適期の判断指標を確立し、撮影画像と人工知能を活用して生育ステージを推定し被覆適期判定に活用するシステム及びデジタル端末等で取得した画像を解析するシステムを開発しており、各実証地での精度検証とともに生産現場での実用性評価を進めている。また、葉焼け症状を軽減する被覆資材の利用法や直掛け二段（階）被覆栽培技術等、高品質で

ん茶の栽培に寄与する技術も開発した。さらに、光センシング技術等を用いた茶樹のストレス診断手法や茶樹の生理・生態特性の解明等の基盤的技術開発の開発、これらを下支えする科学的知見の蓄積等も進んでおり、概ね計画通りの進捗である。研究目標の達成可能性は高い。

・被覆栽培に適合した肥培・病害虫管理の高度化等については、被覆栽培下で多発化や顕在化が懸念されるカンザワハダニやチャノホソガを主対象に、AIやIoT技術等を活用した高度発生予察技術やBT生菌剤（※4）の合理的使用方法を含めた防除法等を開発している。更に、令和3年度までに現地実証を見据えた土壌・肥培管理技術の試験や「チャノホソガと炭疽病」、「カンザワハダニともち病」等の各産地で問題となる病害虫の被覆前防除の効果試験等が開始され、それぞれ令和4年度から現地実証試験を行う等している。概ね計画通り進捗しており、研究目標の達成可能性は高い。

・高度被覆栽培管理体系の実証と普及等については、遠隔地に配置した各圃場から試験研究開発に必要な環境情報や生育情報等を自動で取得・収集・蓄積するシステムを導入・稼働させ、これらの活用により被覆栽培下におけるチャの生育や収量を予測するシステム等を開発した。また、これまでに開発した被覆作業の判定手法、被覆栽培における病害虫管理、肥培管理、被覆作業技術等の栽培管理技術の体系化や複数地域での体系実証試験等も進めている。また、これらのマニュアル化等も進めており、研究目標の達成の可能性は非常に高い。

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体的な根拠

茶は「農林水産物・食品の輸出拡大実行戦略」において輸出重点品目に位置づけられており、2025年の輸出目標は312億円である。中でもてん茶から作られる抹茶は、茶の主な輸出先国となっている米国を中心に人気が高く、特に輸出拡大が期待されている茶種である。

2019年の輸出額のうち抹茶を含む粉末状茶が占める割合は61%、2019年の粉末状茶の輸出単価は4,043円/kg、これらのデータが維持されると仮定すると、輸出目標312億円のうち粉末状茶の占める額は190億円、この目標を達成するために必要な輸出量は4,707tと推計される。2019年の粉末状茶の輸出量は2,200tであるため、今後追加的に必要な輸出量は2,507t。なお、2019年と比較し、直近(2021年)ではプロジェクト参画県(静岡県、福岡県、鹿児島県)のてん茶生産量は約9%増加している。本課題で確立される適期被覆技術体系を今後参画県において更なる開発技術と普及促進を進めるとともに他県への横展開を図ること等により、てん茶生産量(2019年：3,464t)は10%程度(346t)の増加が見込まれる。海外で抹茶のニーズが高いことを踏まえ、この生産の増加分を全て輸出に仕向けると仮定すると、輸出目標の達成に約14%寄与することが期待される。

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

研究コンソーシアムには、茶生産上位2県である静岡県、鹿児島県、GI「八女伝統白玉露」産地を有する福岡県と複数の主要茶産地の農業者、普及指導機関、公設試、および民間、大学、研究独法が参画しており、生産現場における研究成果の事業化・普及・実用化や産地施策への波及効果を想定した構成となっている。

また、これまでに「知」の集積と活用場「未来茶業」研究開発プラットフォームシンポジウムや日本茶業学会研究発表会、日本気象学会、土壌肥料学会、日本写真測量学会学術講演会、農業・工業原材料生産と光技術研究会などにおいて、開発する技術の広報や関連研究の成果紹介等を実施している。令和5年度11月には「高度被覆栽培技術と日本茶輸出の拡大」（仮）シンポジウム（茶被覆適期プロジェクト研究成果発表会）を開催予定であり、技術の受け手となる各セクター向けの情報提供にも積極的に取り組んでいる。

③ 他の研究や他分野の技術の確立への具体的貢献度

本プロジェクトで取得した農研機構圃場での茶園画像データやチャ新芽等のデータから、茶の新芽の生育量および収量を予測することを可能とする知見が得られたため、これらについて知財化を進めており、現時点で特許出願済みである。また、本研究課題で開発する「高品質茶生産のための高度被覆栽培管理体系」及びその関連技術の開発研究は、てん茶園だけでなく煎茶園も含めた日本各地の茶園の管理体系の高度化やスマート化への技術的貢献やスマート化を目指した実証系試験研究（農水省のスマート農業実証プロジェクト等）への波及効果等は非常に高いと考える。

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

被覆適期判定システム等開発した試作システムは、試験研究の経過とともに数多くの問題点が洗い出されたが、フィードバックした情報や対応により、最適な被覆適期を見出す改良が速やかに行われた。AI解析開葉数（※5）推定システムにおいては、期間途中でシステムが使用できなくなる可能性や実用を想定した利用システムの欠落等の問題が惹起されたが、当該システムを利用したアプリのプロトタイプ開発を外部委託することとなり、最終目標への影響はない。全体的に柔軟性の高い対応により、研究期間全体を見通した的確な修正が行われており、研究計画の妥当性は高い。

② 研究推進体制の妥当性

外部有識者や農産局・技術会議事務局担当者を参集した運営委員会を実施し、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。

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）

コンソメンバーのうち、研究圃場を持たない機関の研究課題については、研究圃場を持つ近隣機関の課題との連携を深める課題構成となっている（静岡大学：農研機構果茶研（金谷）、山口大学：福岡農林試八女、（株）システムフォレスト：鹿児島農開セ・福岡農林試八女・静岡茶研など）。また、本課題では、小課題1および2で開発された高度被覆技術や肥培・病虫害管理技術等を、令和4年以降に体系化するとともに、静岡県、福岡県、鹿児島県の異なる3地域で現地実証する等、開発技術の迅速な現場実装に向けた課題構成上の工夫がなされており、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。

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

静岡県、福岡県、鹿児島県の被覆栽培試験で採取した試料の一部を静岡大学・農研機構果茶研（金谷）に集積し、同一手法での成分分析・比較が行える体制を整え、担当機関に分析経費を重点配分する等の工夫をした。これは、精度管理が求められる分析成分の相互比較や地域間比較のために有効な手段となっている。また、静岡県、福岡県、鹿児島県の担当課題は、4年目以後は主に現地実証課題に重点化し、3年目までに開発した技術とその体系化技術を小課題3において現地実証するため、これら課題に重点配分する等した。

以上のように、研究の進捗状況等を踏まえた予算配分を行っており、予算配分の妥当性は高い。

【総括評価】

ランク：A

1. 委託プロジェクト研究課題全体の実績に関する所見

- ・国内外での抹茶需要の拡大に対応した栽培・生産管理技術の開発に関する研究課題であり、その成果は研究開始と同様の意義を有する。
- ・概ね研究計画通り進捗しており、十分目的を達成できると評価される。

2. 今後検討を要する事項に関する所見

- ・最終年度に向け、技術の受け手への情報提供の強化を期待したい。
- ・多くのお茶の生産者がしっかりと実装して成果を享受できるような取組を期待したい。
- ・研究のフォーカスではないが、土の中で何が起きているのかという土壌中のメカニズムの解明をしっかりと今後進めた上で、科学的な裏付けされた技術の確立を目指していただきたい。
- ・研究成果は多く得られているが、普及に移しうる成果、繋がるような取組を期待したい。

[研究課題名] 農林水産研究推進事業のうち「高品質茶生産拡大のための適期被覆技術体系の確立」

用語	用語の意味	※ 番号
抹茶	てん茶を臼等で挽き微粉にしたもの。茶の湯に用いるが、最近国内外で、菓子や飲食物の原料としての需要が高まっている。	1
てん茶	被覆したチャの新芽を用い、蒸熱して揉まずに乾燥し、茎や葉脈などを除いた茶。抹茶の原料となる。	2
被覆栽培	高級茶を生産する等の目的で、茶園を寒冷紗等の資材で被覆する栽培方法。直接被覆と棚がけ被覆、トンネル被覆がある。光を遮ることで、露地で栽培される煎茶にはない、鮮緑色と独特の芳香やまろやかな旨味や甘味のある茶になる。	3
BT剤	天敵微生物を利用した生物農薬の一種。 <i>Bacillus thuringiensis</i> 菌の産生する結晶性タンパク質、孢子等を製剤化した殺虫剤。散布されたBT生菌が生残するとの理由から、被覆栽培下での使用を制限する産地もあるが、生産物への生残実態は不明。	4
開葉数	新芽の展開葉の枚数。展開葉は中央脈が全部見えた葉とされる。新芽の無作為抽出または一定面積を調査し、平均で表す。	5

⑫ 高品質茶生産拡大のための適期被覆技術体系の確立【継続】

- てん茶生産拡大のためには被覆作業の効率化や適切な栽培・生産管理技術の導入が必要だが、熟練者が限られており点在している茶園毎の被覆適期の判断が追いつかないこと、被覆下での防除や肥培管理等に関する知見の不足、被覆作業の労働力不足がボトルネックとなっている。
- そこで、**茶園の被覆適期の判定指標を明らかにするとともに、当該判定指標を簡易で迅速に測定できる技術を開発**する。併せて、**地域**の特性に合わせた被覆茶園での防除や肥培管理方法の確立及び被覆作業の効率化を図る。
- これらの技術により、被覆栽培体系の高度化・効率化が図られ、高品質なてん茶等の生産が拡大される。

生産現場の課題

- ・熟練者による茶園毎の被覆適期判断が追いつかない。（被覆作業の非効率化）
- ・異なる地域における被覆茶園での防除・肥培管理への対応が困難。
- ・てん茶生産の拡大には、被覆栽培体系の高度化が必要。

<イメージ>



長期の被覆は
樹体に負担大

熟練者は開葉状態と今後の生育見込みから被覆適期を判定

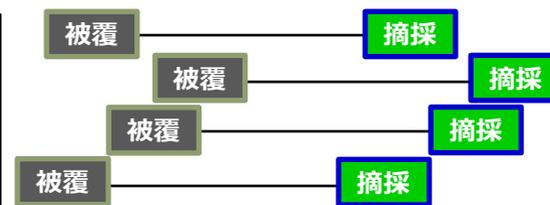
生産現場の課題解決に資する研究内容

- ・被覆適期の判定指標を明らかにし、当該判定指標を簡素かつ迅速に測定できる技術を確立する。
- ・異なる地域での被覆栽培における栽培管理技術や、被覆作業等の技術の高度化を図る。

<イメージ>



茶園A
茶園B
茶園C
茶園D

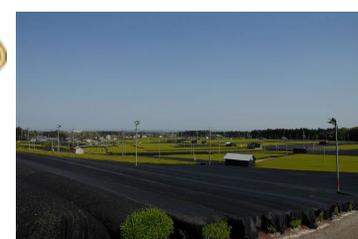


被覆・摘採スケジュールの最適管理

社会実装の進め方と期待される効果

- ・既存のてん茶生産者への試験導入により効果を確認し、産地に波及させる。
- ・地域別の被覆栽培マニュアルの普及により、てん茶の生産拡大が加速化される。
- ・てん茶と同様に被覆栽培を行う玉露の生産にも応用が可能。

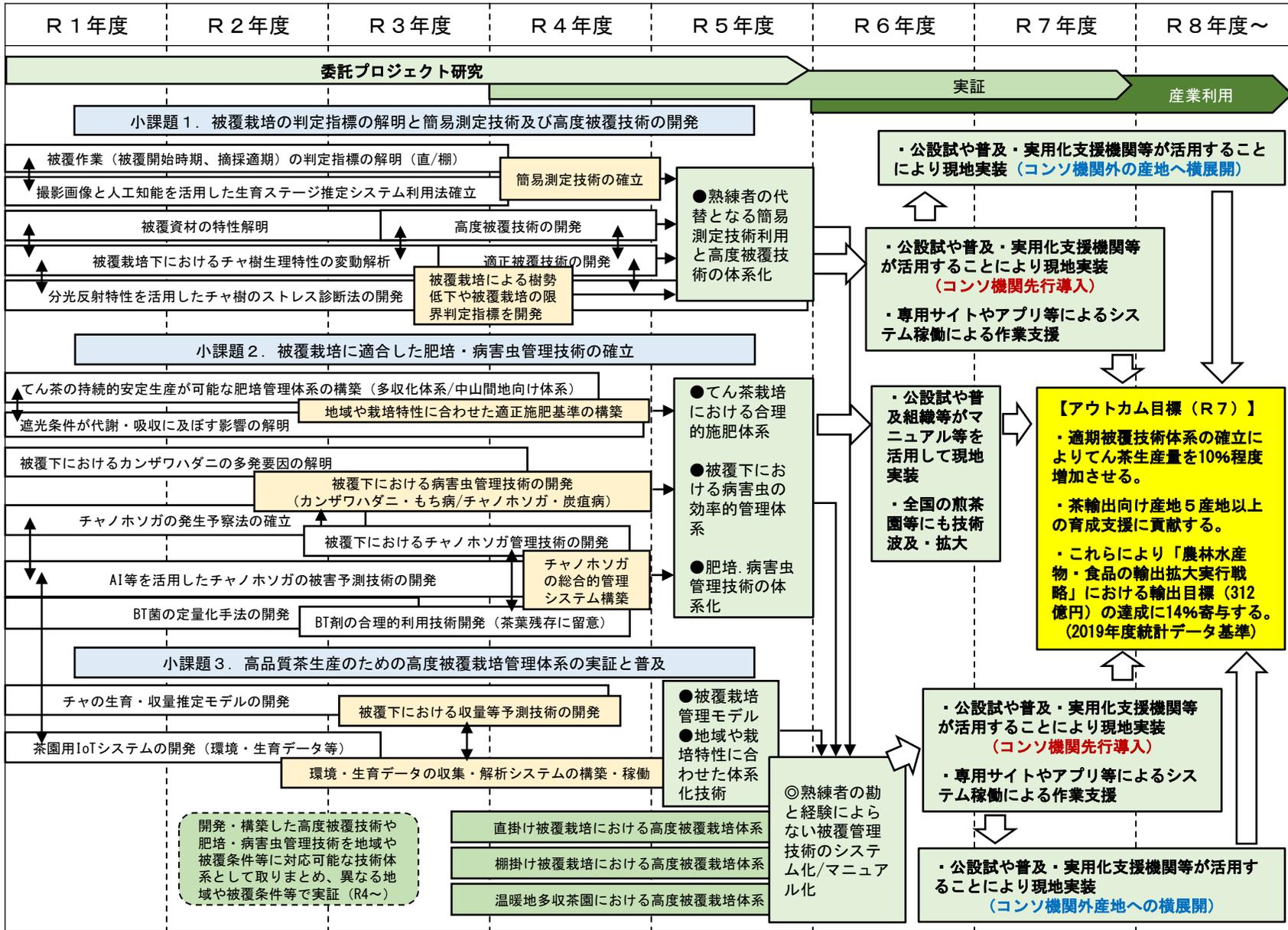
てん茶等の生産量を1割拡大



【お問い合わせ先】
農産局果樹・茶グループ (03-6744-2194)

【ロードマップ（終了時評価段階）】

高品質茶生産拡大のための適期被覆技術体系の確立



アウトカム【R12年度】

- ・拡大する輸出向け抹茶・粉末市場：500億円/1.2万トン生産体制を下支え
- ・全国茶園の20%を輸出向け茶生産園地に転換
- ・日本茶輸出拡大による茶産地振興に貢献

【アウトカム目標（R7）】

- ・適期被覆技術体系の確立によりてん茶生産量を10%程度増加させる。
- ・茶輸出向け産地5産地以上の育成支援に貢献する。
- ・これらにより「農林水産物・食品の輸出拡大実行戦略」における輸出目標（312億円）の達成に14%寄与する。（2019年度統計データ基準）

【参考】「輸出拡大戦略」における日本茶の輸出目標

2025年

- ・輸出額；312億円
- ・輸出量；1万トン（輸出額からの推計値）

2030年（令和12年）※

- ・輸出額；750億円
- ・輸出量；2.5万トン

※全体額からの推計値

* 2021年の抹茶・粉末茶の輸出（ ）は比率

- ・輸出額；133億円（65%）
- ・輸出量；3024トン（49%）

「高品質茶生産拡大のための適期被覆技術体系の確立」

研究概要

国内外で拡大する抹茶需要に応えるため、てん茶生産に必要な被覆作業の判定指標の解明と簡易測定技術、高度被覆技術、被覆栽培に適合した肥培・病害虫管理技術等を開発し、熟練者に頼らない被覆栽培体系を構築する。さらに、構築したこれら管理体系を異なる地域で実証するとともに、システム化・マニュアル化し、てん茶生産量の10%以上の増大を図る。

①被覆作業の判定指標の解明と簡易測定技術及び高度被覆技術の開発

【開発目標】被覆適期の判定指標等を解明し、熟練者判断の代替となる簡易測定技術を開発する。また、これらを活用し高品質なてん茶栽培を可能とする高度被覆技術を開発する。

『2.0葉期を目安に被覆開始』

- 被覆開始適期；2.0葉期を確定
- 品質重視の場合は1.0葉期から被覆
- 品質と収量にはトレードオフあり
- 被覆開始適期のAI診断システム利用

『AIによる適期判定システム開発』

- AIによる新芽開葉数の自動判定
- 摘採面画像の開葉数/葉期推定
- システム利用の専用アプリも開発
- 熟練者判断の代替となる簡易技術

『被覆期間の目安は20日間』

- 摘採適期判断の指標；クロロフィル量、SPAD/葉厚などを特定
- 収量と品質にはトレードオフあり
- 被覆後の積算温度も指標となる

『二段階被覆で品質向上』

- 「低遮光5日後/(重ね掛け)高遮光」で、葉色・品質の向上効果
- 収量や摘芽性状への影響はない
- 外観、から色など官能評価票点も向上

『葉焼けを抑制する被覆資材』

- 「青+シルバー資材」「アルミ蒸着資材」は同等の葉焼け防止効果あり
- 前資材の価格は後資材価格の2/3
- 高価なアルミ蒸着資材の代替資材

『分光反射特性の利用』(将来技術)

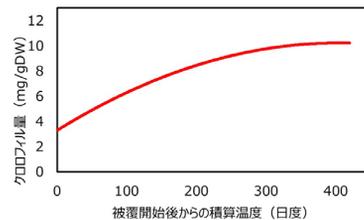
- ドローンによる分光反射特性の測定・解析技術を確認(特許出願中)
- クロロフィル含量のマッピング等に活用
- 茶園生産性・品質情報の非破壊測定

一番茶における被覆条件が収量・品質に及ぼす影響

試験区	摘採取量 (kg/10a)	生葉葉厚 (mm)	てん茶品質				
			全窒素	繊維	L'	C'	h'
1葉期21日	571	195	6.7	18.0	50.1	29.3	96.3
1葉期25日	801	207	6.5	20.9	47.9	29.6	96.9
2葉期20日	872	211	6.5	23.2	45.8	29.2	97.8
2葉期25日	1143	206	5.9	24.7	45.1	29.1	96.7
3葉期20日	1188	226	5.7	24.7	46.2	29.7	96.8
3葉期25日	1697	228	5.4	25.8	45.7	30.3	94.4



AIによる新芽開葉数の自動診断



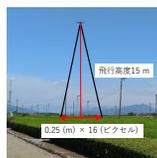
被覆後の積算温度とクロロフィル量の推移



棚掛け被覆茶園

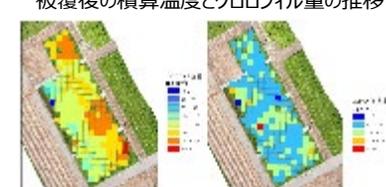


アルミ蒸着資材代替資材の探索



ドローンによる分光反射特性の測定

解析・推定法開発



場内のクロロフィル・カロテノイド含量分布(逆推定)

②被覆栽培に適合した肥培・病害虫管理の高度化技術の開発

【開発目標】被覆栽培で多発や顕在化が問題となるチャ病害虫の効率的管理技術及び多収型てん茶栽培や中山間地における持続的てん茶栽培を可能とする合理的施肥管理技術を開発する。

『被覆栽培下における茶病害虫の効率的管理体系』

- 被覆前の殺菌剤・殺虫剤混用が有効
- 散布時期は、萌芽～0.5葉期が適当
- 有効薬剤を組合せ、効果確認・実証

『チャノソガの発生予察法を確立』

- チャノソガ各態の発育パラメータ推定
- 第1、第2世代での実用性を検証
- 防除適期や要否、薬剤選択等に活用
- 過去の予察データからも実用性を確認

『有機・被覆栽培下の病害虫防除』

- 被覆栽培では、カンザワハダニが多発
- 中山間地域では、もち病が多発
- JAS有機認証資材の防除効果確認
- 有機・被覆栽培における被害の低減化

『土壌反転処理の有効性確認』

- 土壌反転処理は樹勢回復に効果あり
- 窒素吸収特性、施肥配分の試験中
- 施用量、施肥時期に関する試験継続
- 多収てん茶用施用量、施肥時期提案

『苦土施用に葉色改善効果なし』

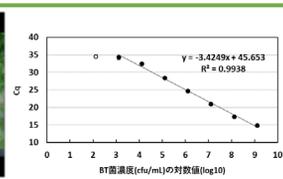
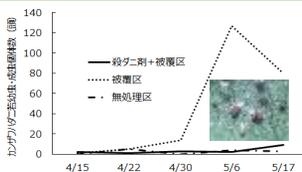
- 圃場でマグネシウムを増施しても、クロロフィル含量増や葉色改善の効果なし
- 水耕栽培もマグネシウム増施効果なし
- 期待されるクロロフィル増等の効果なし

『遅延蛍光スペクトル利用』(将来技術)

- 過剰被覆茶園の遅延蛍光スペクトルデータ取得、パターン解析中
- 生産性に関わる生理学的データと突合
- 被覆履歴診断への有効性を検証

チャノホソガの発育パラメータ

	発育零点 (°C)	有効積算温度 (日度)
卵期	9.5	43.8
幼虫期	6.3	200.0
蛹期	8.6	196.1
産卵～羽化	8.2	485.0



被覆・殺ダニ剤とカンザワハダニの発生

チャノホソガ齢期画像診断モデルの診断

定量PCR法によるBT菌の検量線



乗用型土壌反転機と土壌反転処理

土壌反転処理区が収量・品質に与える影響 (1年目)

試験区	生葉収量(kg/10a)		T-N (%)	
	一番茶	二番茶	一番茶	二番茶
試験区	—	—	—	—
実証区	1,165	859	2,024	5.73 5.10
慣行区	1,188	814	2,002	5.54 5.04

マグネシウム施肥の葉色等改善効果

試験区	収量 (kg/10a)	全窒素含有率(%)	クロロフィル含量 (mg/100g乾物)		
			a	b	a+b
硫マグ区	570	5.2	586	276	861
水マグ区	690	5.0	565	267	832
慣行区	628	5.2	557	247	804

③高品質茶生産のための高度被覆栽培管理体系の実証と普及

【開発目標】開発諸技術を体系化し、異なる地域で実証するとともに、システム化・マニュアル化する。分散・遠隔地茶園対策も実施。

『各茶産地で被覆栽培体系の実証』

- ▶ 小課題 1、2 の開発課題等を各産地のニーズに合わせて体系化
- ▶ 産地ニーズ毎の被覆栽培体系を実証
 - ・静岡県川根地区；中山間地・有機栽培・直掛け被覆
 - ・福岡県八女地区；棚掛け被覆
 - ・鹿児島県南薩地区；温暖地・大規模多収茶園・直掛け被覆
- ▶ 実・検証による課題抽出と対策検討
- ▶ 高度被覆栽培管理体系マニュアル化
 - マニュアル等を使って他産地へ横展開

『茶園用IoTシステムの構築』

- ▶ 遠隔・分散地の茶園環境・生育情報の自動収集・蓄積システムを構築
- ▶ データはダッシュボードで確認、利用可
 - 生産者の意思決定支援システムに活用



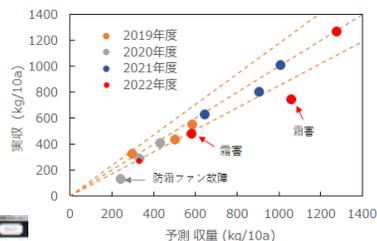
環境・生育情報自動収集装置



新芽生育自動撮影画像

『生育・収量予測モデル』(将来技術)

- ▶ 露地向けの頑健な生育・収量予測モデル式を確立 被覆茶園では要補正
- ▶ 霜害があると予想は外れる
 - 被覆向けの補正でより頑健な予測式に



秋剪枝後の一番茶の収量予測モデル



多様な生産現場のニーズに対応した被覆栽培の体系化



Webブラウザで観測データを確認できるダッシュボード

社会実装に向けた今後の方針

- ・公設試や普及組織等がマニュアル等を活用して現地実装加速 (コンソ産地・先行導入)
- ・専用サイトやアプリ等のシステム稼働による作業支援
- ・成果報告会・研修会等を実施 コンソ外機関・産地での試験導入支援 (横展開)

アウトカム目標 (令和7年)

- ・適期被覆技術体系の確立等により、てん茶生産量を10%程度増加
- ・茶輸出向け産地 5産地以上の育成支援に貢献
 - 「輸出拡大実行戦略」における茶の輸出目標 (312億円) の達成に約14%寄与 (2019年度統計データ基準)

茶の輸出目標

バックキャスト

アウトカム目標 (令和12年)

- ・拡大する輸出向け抹茶・粉末市場 (500億円/1.2万 t) の生産体制を下支え
- ・全国茶園の20%を輸出向け茶生産園地転換に貢献

“「輸出拡大実行戦略」における茶の輸出目標 (750億円/2.5万 t) の達成に貢献”

「輸出拡大戦略」における日本茶の輸出目標

- 2025年 (令和7年)
 - ・輸出額；312億円
 - ・輸出量；1万 t (輸出額からの推計値)
- 2030年 (令和12年) ※
 - ・輸出額；750億円
 - ・輸出量；2.5万 t
 - ※全体額からの推計値

横展開

委託プロジェクト研究課題評価個票（終了時評価）

研究課題名	現場ニーズ対応型プロジェクトのうち繋ぎ牛舎でも利用できる高度な搾乳システムの開発	担当開発官等名	農林水産技術会議事務局研究企画課 畜産局畜産振興課					
		連携する行政部局	畜産局畜産振興課課（乳牛班）					
研究期間	R元年～R5年（5年間）	総事業費（億円）	1.2億円（見込）					
	<table border="1" style="width: 100%; border-collapse: collapse;"> <tr> <td style="width: 33%; text-align: center;">基礎</td> <td style="width: 33%; text-align: center;">応用</td> <td style="width: 33%; text-align: center;">開発</td> </tr> <tr> <td colspan="3" style="text-align: center;">  </td> </tr> </table>	基礎	応用	開発				
基礎	応用	開発						
								

研究課題の概要

高齢化や労働負担の増大に伴って中小規模農家が減少する中、我が国の酪農経営の約8割が利用している繋ぎ牛舎（※1）での生産性向上により、生乳の安定供給を図る必要がある。そのため、繋ぎ牛舎に導入できる国産搾乳ユニットについて、乳房の分房別の搾乳停止機能を実現することで過搾乳を防止する技術など、搾乳に係る生産性向上を図るとともに、総労働時間の約5割を占める搾乳に係る労働コストを削減する技術を開発する。

<課題①：搾乳ユニット自動搬送装置（※2）の機能強化と搾乳システムの高度化（R元～R5年度）>
搾乳時に分房別の乳流量検知により個別に搾乳終了を判断し、分房別に拍動を停止させる機能とともに、搾乳中及び拍動停止して負圧がかからなくなった状態でもティートカップ（※3）が落下しないよう保持し、全分房の搾乳終了時に一斉にティートカップが離脱する機構を付与した搾乳ユニット自動搬送装置を開発する。

<課題②：機能強化された搾乳ユニット自動搬送装置の現地実証とその効果の検証（R元～R5年度）>
課題①で開発された技術の導入前後における乳生産量、乳質および作業時間を比較し、開発された技術の長期運用が乳生産に及ぼす影響や省力化について明らかにする。

1. 委託プロジェクト研究課題の主な目標

牛の乳房の分房別に過搾乳を防止する機能を付与するなど搾乳に係る生産性向上を図るとともに、総労働時間の約5割を占める搾乳に係る労働コストを削減する技術を開発する。

2. 事後に測定可能な委託プロジェクト研究課題としてのアウトカム目標（R12年）

- ①開発した搾乳システムを令和8年度までに製品化する。本技術の導入により、搾乳牛50頭の小規模経営体当たり年間約185万円の収益増となり、全国の飼養頭数40～60頭規模の繋ぎ牛舎の10%に普及することで年間約3.1億円の国内酪農経営の収益向上となる。
- ②普及を促す方策として現行の搾乳ユニット自動搬送装置ユーザーだけでなく、廉価版搬送機ユニットキャリアのユーザーも導入可能なモデルも追加する。

【項目別評価】

1. 研究成果の意義

ランク：A

①研究成果の科学的・技術的な意義、社会・経済等に及ぼす効果の面での重要性

近年、1頭あたりの生乳生産量は増加しているが、農家戸数の減少により、総生産量は減少傾向にある。生乳の安定供給のためには、我が国の酪農経営の約8割が利用している繋ぎ牛舎での生産性向上を図る必要がある。また、繋ぎ飼養形態の酪農家からは、より省力的な搾乳システムの開発が強く求められている。

繋ぎ牛舎での労働時間の縮減が進んでおらず、農家戸数の減少が続いていることから、需要に応じた生乳生産を維持していくためには、繋ぎ牛舎における搾乳作業の省力化を早急実現する必要がある。「食料・農業・農村基本計画」（令和2年3月策定）には、「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・定着を図る。」と明記されており、酪農経営での実現に向け、

本研究課題を国が主導して様々な関係者の参画を得て取り組んでいるところ。

以上のことから、より省力的な搾乳システムが生産現場から求められている状況は研究開始当時と変わっておらず、繋ぎ牛舎に導入できる国産搾乳ユニットの高度化についての技術開発の意義は非常に大きい。

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

① 最終の到達目標に対する達成度

「繋ぎ牛舎でも利用できる高度な搾乳システムの開発」では、酪農家において最も作業時間の長い搾乳作業による労働負担を低減させることを目的としている。本課題での最終到達目標として、繋ぎ牛舎でも利用できる高度な搾乳システムの開発による、1頭当たりの乳量の5%向上と、労働コストを10%削減としており、これまでに以下の具体的成果が得られている。

< I 搾乳ユニット自動搬送装置の機能強化と搾乳システムの高度化 >

搾乳ユニット自動搬送装置の高度化では、分房別に搾乳を停止する機能と搾乳終了後にティートカップが落下せず一斉に離脱する装置の開発、バイタルセンサの設置を行うため、①から④の研究を実施した。

- ①分房別に搾乳を停止する機能の付与のために、分房ごとの乳流を検知するための電気伝導度センサの仕様、乳流量を識別するアルゴリズムを決定し、加えて、乳流量検出センサの取り付け位置と形状を確定した。
- ②ティートカップの装着前後において先端部を落下させずに維持する機構を決定した。
- ③搾乳終了後にユニット保持アームを水平に保持できる新規フレーム、分流器の形状と位置を決定した。
- ④心拍数や呼吸数などのバイタルデータが得られるセンサの設置で搾乳システムをより高度化するために、実証農場でバイタルセンサ等の運用上の問題点の抽出と動作確認等を完了した。

①から③の仕様を確定したことから、搾乳が終了した分房から、順次、ティートカップを離脱させる機能の開発が完了した。さらに、この機能を搭載した試作機を開発し、現地実証試験においてその性能を検証している。また、開発したティートカップを量産化するための金型を決定し、今後、離脱後のティートカップを定位置で保持する機構を付与する予定である。現在、牛舎内で効率的に搾乳作業できるように、新規フレームの左右の横幅を抑える収納方法等の改善を行い、新規フレームの量産化を見据えた仕様を検討するとともに、④で得られるバイタルデータと連動した自動給餌や暑熱対応等のために、統合的な飼養管理システムを構築することを検討している。

< II 機能強化された搾乳ユニット自動搬送装置の現地実証とその効果の検証 >

- 一般的に、乳牛の4つの分房のうち、前2つの分房の容積は後2つの分房よりも容積が小さいため、乳量も前部分房の方が後部よりも少ない。繋ぎ搾乳牛舎での自動離脱は通常4分房一斉停止であるため、前部分房で過搾乳となりやすい。過搾乳は乳房炎の原因の一つとなっている。牛を使った試作機の実験では、分房別搾乳停止機能が働き、分房別に搾乳が停止することを確認し、この機能により過搾乳防止ができ、乳房炎の防止につながる事が期待される。
- 開発する搾乳ユニット自動搬送装置の長期運用が乳生産量および乳質に与える影響を明らかにするため、実証牧場において現行の装置による年間を通じた乳生産成績等に関するデータを継続している。今後、実証牧場において開発された装置が導入された際に、導入前後での乳生産成績等を比較することで、導入装置の性能を明らかにする予定である。
- 開発装置の長期運用が作業時間および労働負担に及ぼす影響を明らかにするため、実証牧場において現行の装置での各搾乳作業工程における所要時間および心拍数等の作業負担についてのデータを取得した。さらに、開発装置の導入時の作業時間低減効果を明らかにするため、収集したデータから各搾乳作業工程をシミュレートしたところ、新規ティートカップ保持機能が実装されることで、蹴り落とし抑制のための措置を行う農家において搾乳作業時間が1割程度短縮できる可能性を見出した。今後、開発装置が実証牧場に導入された際には、作業時間および労働負担を比較し、当該システムの性能について詳細に検証する予定である。

当該装置の仕様に関しては、1件のシンポジウムでの講演と4件の特許出願が行われており、着実な成果が得られている。

② 最終の到達目標に対する今後の達成可能性とその具体的な根拠

繋ぎ牛舎でも利用できる高度な搾乳ユニット自動搬送装置の開発目標を達成するために、搾乳ユニット自動搬送装置の分房別搾乳停止機能の付与などの技術開発等に取り組んでおり、必要な技術要素である乳流量の検出、分房別搾乳停止機能、搾乳停止後のティートカップを保持できるフレーム開発について、いずれの課題も概ね予定通りに進捗している。それらの機能を搭載した試作機を、農研機構に導入し、当該機能が問題なく動作することを確認した。さらに、実証牧場において導入試験を行い、市販化に向けた操作性の改良を行っている。今後、長期実証試験を実施することで、製品化に向けた問題点を明らかにし、量産化に向けた機器の改良を行っていく予定である。

さらに、本装置は、ユニット保持アームにより搾乳時のライナースリップ（※4）が減少し、分房への逆流を防止することができるとともに、分房別に搾乳を停止することにより、過搾乳による乳房炎（※5）罹患リスクの低減が期待できる。開発する搾乳ユニット自動搬送装置の導入と個体情報を活用した飼養管理システムの構築により、繋ぎ牛舎を利用している酪農家の労働コストを年間10%削減と1頭あたり搾乳量5%増という目標達成のための技術開発は十分に達成可能である。

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

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

本プロジェクトでの技術開発は、事前の生産者との意見交換の中で出された現場ニーズに基づいて実施されている。本プロジェクトで開発された技術項目については、参画機関で知的財産権化の可能性と必要性について検討し、必要に応じて特許化を行う。搾乳システム開発メーカーはプロジェクト期間中に製品化の目途をつけ、プロジェクト終了後の速やかな製品化を目指す。現行の搾乳ユニット自動搬送装置のユーザーに対して、本プロジェクトで得られた導入効果のデータを紹介するとともに、搾乳システム開発メーカーの全国の販売網を活用して国内繋ぎ飼養農家への普及を図る。さらに普及を促す方策として、現行の自動搬送装置ユーザーだけでなく、現行の廉価版搬送機であるユニットキャリーへの導入が可能なサポートアームのみを独立させたラインナップのモデル追加の展開を図る。農研機構は研究成果の論文化、商用誌等への技術紹介を科学的データに基づき、積極的に行う。参画する牧場は見学希望者を受け入れ、ユーザーの立場から技術紹介を行う。本プロジェクトで得られた成果の普及により、開発された技術を導入した農家の乳生産成績向上および軽労化が可能となる。

以上の研究開発状況から、アウトカム目標は十分に達成できると見込まれる。ただし、近年の酪農情勢から飼料や資材費高騰の長期化により、酪農家の施設更新への投資意欲が低下することが懸念され注視が必要である。

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

研究コンソーシアムには、普及・実用化をよりスムーズに行うため、搾乳システム開発メーカー、研究機関と生産者が参画している。また、酪農技術者を招き、毎月、研究成果を現場に普及しやすいものとするための勉強会を行い、普及・実用化への問題点を抽出し、研究を推進している。搾乳システム開発メーカーでは、新規搾乳システムの軽量化や小型化などを検討し、導入コストをより削減できるように検討を行う。さらに、全国規模でのシンポジウムで新規搾乳ユニットについての講演を行うとともに、全国の販売網を活用して普及促進のための広報活動を行う予定である。また、販売店と酪農家との意見交換等を行い、ユニット単位での販売により段階的に導入を進める部分更新など、各酪農家の財政状況に合わせた提案を準備する。これらのことより、普及・実用化に向けた取り組みは妥当である。

③ 他の研究や他分野の技術の確立への具体的貢献度

現時点では、他の研究や他分野の技術確立への波及については、該当しないと考えているところ。

4. 研究推進方法の妥当性	ランク：A
<p>①研究計画（的確な見直しが行われているか等）の妥当性</p> <p>本課題の研究目標は、繋ぎ牛舎に導入できる国産搾乳ユニット自動搬送装置の高度化により、搾乳にかかる生産性向上を図るとともに、労働コストを削減する技術の開発を行うことであり、その達成に向けて着実に研究を推進しているところ。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及び、ユニット保持アームの最適な仕様に資する議論や比較対照となる調査農場の追加などの計画変更により、的確な見直しを行っており、研究計画の妥当性は高い。</p> <p>②研究推進体制の妥当性</p> <p>国産搾乳ユニット自動搬送装置の高度化の開発に当たり、搾乳システム開発メーカーが参画しており、実用化に向けた取組が行われている。搾乳システムの実証を行うことができる牧場も参画しており、試作機の効果の検証を進める計画となっている。従って、研究課題構成は妥当である。</p> <p>③研究の進捗状況を踏まえた重点配分等、予算配分の妥当性（選択と集中の取組など）</p> <p>各課題ともに計画通りに研究が進捗している。搾乳ユニットについての試作機が開発され、今後は、現場において試作機の効果検証および改良、市販化に向けた検討を行う課題に予算を重点配分することとしており、予算配分は妥当である。</p>	

【総括評価】	ランク：A
<p>1. 委託プロジェクト研究課題全体の実績に関する所見</p> <p>・高齢化や労働負担の増大が進む中、コロナ禍による需要減少、円安や国際穀物価格、光熱費の上昇などによる飼育コスト急騰は酪農家の経営を危機的状況に追い込んでおり、その成果の意義は研究開始よりも高まっている。</p> <p>2. 今後検討を要する事項に関する所見</p> <p>・最終年度に向けて実証ができる段階に到達しており目標達成が見込めると評価するが、社会実装に向けたアウトカムの道筋には若干の距離がある。</p> <p>・技術が確立したといえコストの評価を含め酪農家に適切に技術として導入されるのかの道筋について若干不透明であり、今後、最終年度のその先をしっかりと検討する必要がある。</p>	

[研究課題名] 農林水産研究推進事業のうち繋ぎ牛舎でも利用できる高度な搾乳システムの開発

用語	用語の意味	※ 番号
繋ぎ（飼い）牛舎	牛舎内に牛を繋ぎ留めて飼養する方法。日本の牛舎の多くは繋ぎ（飼い）牛舎。	1
搾乳ユニット 自動搬送装置	繋ぎ飼い牛舎で搾乳機を、天井に設置したレールを使用して、搾乳する乳牛の位置まで自動搬送する装置のこと。約9kgの搾乳機を運ぶ必要が無くなるため、搾乳作業の労働負担軽減につながる。	2
ティートカップ	乳汁を吸い出すために乳房に装着する器具。	3
ライナースリップ	ティートカップが乳房からずり下がってしまい、乳房とティートカップの間から空気が入ってしまう現象。	4
乳房炎	細菌などの病原微生物が乳房内や乳腺組織内に侵入し、増殖することによって起こる乳房の炎症の総称。乳房の腫脹、疼痛、熱感、発赤などを伴い、乳質の変性や乳量の低下をもたらす。	5

【ロードマップ（終了時評価段階）】

繋ぎ牛舎でも利用できる高度な搾乳システムの開発

R 3 年度	R 4 年度	R 5 年度	R 6 年度	R 7 年度	R 8 年度
委託プロジェクト研究			実証		産業利用
1. 搾乳ユニット自動搬送装置の機能強化と搾乳システムの高		<ul style="list-style-type: none"> 機能強化した搾乳ユニット自動搬送装置と飼養管理ソフトを連携させた新繋ぎ飼い搾乳システムを開発・実証 本システムにより労働コスト10%削減ならびに乳生産量5%増を実証 	新繋ぎ飼い搾乳システムによる飼養管理の全工程を実証 <ul style="list-style-type: none"> ・トータルコスト・品質・生産能力の評価 ・評価結果に基づく装置等の改良、技術情報の発信 		【R8～】プロジェクト参加企業による製造・販売
試作機による所内試験により実証試験に向けた改良点の抽出と装置の改良 (特許出願1件以上)	実証試験を基にさらなる改良点の抽出と装置の改良 (特許出願1件以上)		↓ ・新繋ぎ飼い搾乳システムの導入費用680万円(標準装備数:8ユニット)で実用化 ・酪農家の労働環境改善ならびに収益力向上に貢献		【R8～】全国の飼養頭数40～60頭規模の繋ぎ牛舎の10%に普及
センシング装置と飼養管理ソフトとの連携技術の決定	連携技術の市販プロトタイプが完成				(特許出願1件以上 論文発表2件以上)
2. 機能強化された搾乳ユニット自動搬送装置の現地実証とその効果の検証					
導入効果検証のためのベースラインデータを取得	実証試験による導入効果の検証				

アウトカム
【R12年度】

本技術の導入により、搾乳牛50頭の小規模経営体当たり年間250万円の収益増となり、全国の飼養頭数40～60頭規模の繋ぎ牛舎の10%に普及することで年間約4.1億円の国内酪農経営の収益向上

委託プロジェクト研究課題評価個票（終了時評価）

研究課題名	革新的環境研究プロジェクトのうち森林・林業分野における気候変動適応技術の開発のうち流木災害防止・被害軽減技術の開発	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	林野庁森林整備部 治山課（施設計画班） 計画課（設計基準班） 研究指導課（研究班）					
研究期間	R元年～R5年（5年間）	総事業費（億円）	1.0億円（見込）					
	<table border="1"> <tr> <td>基礎</td> <td>応用</td> <td>開発</td> </tr> <tr> <td colspan="3" style="text-align: center;"> </td> </tr> </table>	基礎	応用	開発				
基礎	応用	開発						

研究課題の概要

過去30年程度で50mm/時間以上の短時間強雨の発生頻度が増加し、森林の土砂崩壊・流出被害が発生している。こうした中、平成29年の九州北部豪雨被害等に見られるように、山腹崩壊等に伴い流木（※1）が多く発生し、河道（※2）を閉塞するなどして被害を拡大する要因となっている。流木による被害を軽減するためには、これまで実施されてきた森林の土砂崩壊・流出に関する事前の発生源対策だけでなく、発生後の流木による被害拡大を防止する技術開発が必要である。これを踏まえて、以下の課題1を実施する。

<課題1：流木災害防止・被害軽減技術の開発（令和元～令和5年度）>

山腹崩壊等に伴い発生する流木の下流域への流出量を減少させて被害を防止・軽減するための効果的な流木捕捉手法の開発や捕捉施設の計画・配置手法の開発を行う。

具体的には、(1)流木の発生及び捕捉に影響を及ぼす条件の解明、(2)流木の流下・捕捉の力学的要因の解明、(3)流木災害軽減手法の開発について研究を進める。(1)と(2)により流木の発生や治山施設（※3）による流木捕捉等の支配的な指標を明らかにし、(3)により流木の捕捉過程を再現する数値シミュレーション手法を開発するとともに効果的な流木捕捉のための治山施設による流木捕捉の予測ツールを開発することにより、効率的に流木を捕捉するための施設設計計画技術を開発する。

1. 委託プロジェクト研究課題の主な目標

令和5年度末までに、流木対策施設による流木捕捉量のシミュレーションプログラムと、その活用方法や効率的、効果的な流木対策施設の配置計画の考え方のマニュアルがセットになった流木捕捉予測ツール一式を開発する。

2. 事後に測定可能な委託プロジェクト研究課題としてのアウトカム目標（R11年）

国や都道府県が施策する土石流・流木関係の対策技術指針等に反映し、その後に建設される治山施設の機能を強化すると共に、より効果的な配置・施行規模の選択を可能とすることで、全国森林計画（※4）で示されている治山事業（※5）計画量（令和11年度における治山事業施工地区数（34,150地区）の達成に貢献し、流木災害の防止・被害軽減に貢献する。

【項目別評価】

1. 研究成果の意義

ランク：A

① 研究成果の科学的・技術的な意義、社会・経済等に及ぼす効果の面での重要性

過去30年程度の間で50mm/時間以上の短時間強雨の発生頻度が増加し、森林の土砂崩壊・流出被害が発生している。将来には年最大時間雨量が現在よりも数十%増加して集中的な崩壊・崖崩れ・土石流等が頻発すると予測されている（「気候変動適応計画」※6より抜粋）。こうした中、平成29年の九州北部豪雨災害等に見られるように、山地災害発生に伴い流木が多く発生し、河道を閉塞するなどして被害が拡大する要因となっている。流木による被害を軽減するためには、これまで実施された森林の土砂崩壊・流失防止機能に関する研究等の事前の発生源対策だけでなく、発生後に被害拡大を防止する対策として、流木を効果的に捕捉して下流への被害を低減させる技術等を開発する必要がある。

流木を伴う土砂流出に関する研究例は少なく、その実態やメカニズムに関する知見・技術は未解明・未発達な点が非常に多い。本研究において現地調査や水路実験（※7）により解明した流木の集積・捕

捉（※8）メカニズムはこれまでにない知見であり、今後の流木動態研究の発展に寄与するもので、科学的な意義が大きい。また、本研究で開発した流木を含む土砂流出の数値シミュレーション技術は、治山施設周辺のみを詳細に分析するための高精度手法と、流域全体の施設配置計画を分析するための汎用的手法の両者から成り、成果を一般に活用できるツールに落とし込んだ点で技術的な意義が大きく、今後の普及・実証を通じた問題点の改良により更なる技術の発展が見込める。さらに、本研究で開発した効率的に流木を捕捉するための施設設計計画技術は、国や都道府県等による既設の治山施設の改良や新たな治山施設の設置の際の配置と規模をより効率的にすることで、施設設置のコスト削減と効率化による防災機能の向上を実現するため、費用対効果という観点から経済的な意義が大きい。また、この施設設置のコスト削減と効率化は、全国森林計画に示されている治山事業計画量の達成に貢献するものであり、気候変動による山地災害増加への対策として必須となる技術であると言え、社会的な意義が大きい。以上のように、本課題における研究成果は、独創性や革新性等科学的意義は高く、また、社会・経済等に及ぼす効果の面でも重要性は高い。

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

本課題では、(1)流木の発生及び捕捉に影響を及ぼす条件の解明、(2)流木の流下・捕捉の力学的要因の解明、(3)流木災害軽減手法の開発により、効率的に流木を捕捉するための施設設計計画技術を開発することを最終の到達目標としている。

- (1) では、これまで明らかにされていなかった溪流沿いの立木の影響について、溪流が立木で密に覆われている場合に土石流の流下距離が減少し、土砂と流木の流出量が低下することを明らかにした。また、流域内で複数の土石流が合流して流下する場合、支流から合流する土砂量が多いほど、主流の土砂・流木の移動距離が増加する危険性が高くなることを定量的に明らかにした。
- (2) では水路実験等から、土石流中の流木が流れの先端部に集積しやすい条件として、枝が流木の摩擦力が小さく、土砂濃度が大きいほど流木が先端部に集積しやすいことを明らかにした。また、塊状に集積した状態の流木の方が分散した状態の流木よりも治山堰堤による捕捉率が高いことを明らかにした。
- (3) では、汎用性の高い計算手法を用いた、流木対策施設による流木捕捉量のシミュレーションプログラムを開発し、東広島市の事例検証により再現性が高いことを確認した。また、開発したプログラムによって、不透過型治山えん堤と透過型えん堤（※9）のいずれでも流木捕捉量を定量的に評価できることを明らかにした。

以上のように、各課題とも当初計画通りの研究成果がこれまでに得られており、最終到達目標に対する達成度は高い。

① 最終の到達目標に対する今後の達成可能性とその具体的な根拠

- (1) について、最終年はこれまでに明らかにした土砂・流木の流下危険度の高い溪流の特徴に関して、今後、立木や合流の現地条件を定量化した指標に基づく判定手順を取りまとめ、流木捕捉量予測ツールを使用する際に現地で事前に取得すべき情報に関する手引きを作成する。
- (2) について、最終年はこれまでに実施した水路実験結果、数値実験結果をもとに、流木の流下・捕捉の力学的要因に関する重要指標を取りまとめ、流木捕捉量予測ツールを使用する際の流木材料のパラメータ設定や施設の設定に関する手引きを作成する。
- (3) について、最終年は流木の集積・分散過程の再現手法に関して細部の検討を実施することにより、流木対策施設による流木捕捉量のシミュレーションプログラムにおける流木挙動の再現性を高める。また、事例検証によるツールの適用性の検討を進めることにより、流木捕捉量予測ツールを用いた施設設計計画に関する手引きを完成させる。

以上によって、効率的に流木を捕捉する施設設計計画技術の開発は達成されると考えられることから、最終到達目標の達成可能性は高い。

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体的な根拠

本課題では、山地溪流での土石流に伴う流木の発生、流下・堆積の実態解明に基づく流木捕捉予測ツールの開発とツールを活用した効果的な流木捕捉技術の開発を行う。開発後3年を目途に、開発した流木捕捉技術をまず甚大な災害が発生した地域の復旧対策に適用し、当該地域の治山設計計画を担当する行政担当者による効果的な流木捕捉施設の配置計画や施工計画の策定に貢献する。その後2年を目途に、その結果の評価を基に流木捕捉技術を改良し、国や都道府県が施策する土石流・流木関係の対策技術指針等に反映する。反映にあたっては、林野庁の治山関係部署と連携して行う。以上の取組により、全国の治山事業計画量の達成に貢献するというアウトカム目標の達成は可能であると考えられる。

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

治山事業実施主体にとって実効性のあるツールの開発のため、支援機関でもあり流木捕捉施設の研究開発に先駆的に取組んでいる兵庫県農林水産局治山課による流木補足効果実証実験研修において本研究成果を発表し、兵庫県で独自に実施してきた研究開発の成果と本研究成果の相互進化に向けた情報交換を実施した。また、山腹崩壊・流木の被害地を流木調査試験地に設定し、山腹崩壊・土石流、流木被害の復旧事業を担当する森林管理局に研究成果の一部を受け渡して流木対策技術に関して情報交換を行うなど、行政の現場との連携を進めた。

また、林野庁業務課や全国の森林管理局の治山技術者が参集した流木対策の推進に係る現地検討会に参加し、本研究の成果を発表するとともに流木対策に関する各地域の個別課題について情報収集・情報交換を行った。加えて、2021年度森林計画学会春季シンポジウム「森林・林業におけるUAV（※10）利用の現状とその展望」や2022年度分野横断型研究集会「地球表層における重力流のダイナミクス」で招待講演を行い、治山のみならず森林や河川の管理に関わる研究者や技術者に開発した技術の発信・普及を行った。さらに、行政や民間企業、大学等研究機関から計122名が参集した、シンポジウム「豪雨災害軽減に向けた流木動態研究の最前線」を主催し、開発した技術を発信・普及するとともに、流木災害軽減を見据えた溪流周辺の森林管理に関して意見交換を行った。これらの具体的な研究成果活用のための取組は、アウトカム目標達成に向けて妥当である。

③ 他の研究や他分野の技術の確立への具体的貢献度（研究内容により該当しない場合は、除外して評価を行う。）

本課題で開発する、UAV等を用いた立木・流木の判別や崩壊土量の推定等の画像を用いた山地災害把握技術は、詳細な現地調査データの乏しい地域で有効な技術であるため、林野庁が実施する森林技術国際展開支援事業など、詳細な現地調査データが未整備な海外地域に治山技術を支援する事業等において大いに貢献できる技術であると考えられる。

以上の様に、①から③の全てを十分に有しており、達成可能性及びその道筋の妥当性は高い。

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

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。

② 研究推進体制の妥当性

上記の運営委員会を年1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、中間検討会や推進会議を定期的に開催し、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。

③ 研究の進捗状況を踏まえた重点配分等、予算配分の妥当性（選択と集中の取組など）

山腹崩壊や土石流に伴う流木の発生・捕捉の特性を把握する小課題1、流木の流下・捕捉の力学的要

因を解明する小課題2、小課題1、2の成果を取り入れた流木災害軽減手法を開発する小課題3の課題構成となっており、最終成果に対する各課題の重要性に関する運営委員会からの指摘等を踏まえた予算配分の重点化を行いながら各小課題とも予定した成果を創出してい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全体の実績に関する所見

- ・流木による被害拡大防止のための技術開発に関する課題であり、短時間強雨の発生頻度が高まる中、その成果は研究開始時と同様の意義を有する。
- ・主たる研究成果が出そろっており、順調に進捗していること、アウトカム目標の達成可能性の根拠が明確で、具体的な取組の妥当性も確認できる。精力的なアウトリーチ活動、学会発表も評価できる。

2. 今後検討を要する事項に関する所見

- ・これまで実施された事前の発生源対策と合わせた総合的な被害低減技術として整備していただきたい。

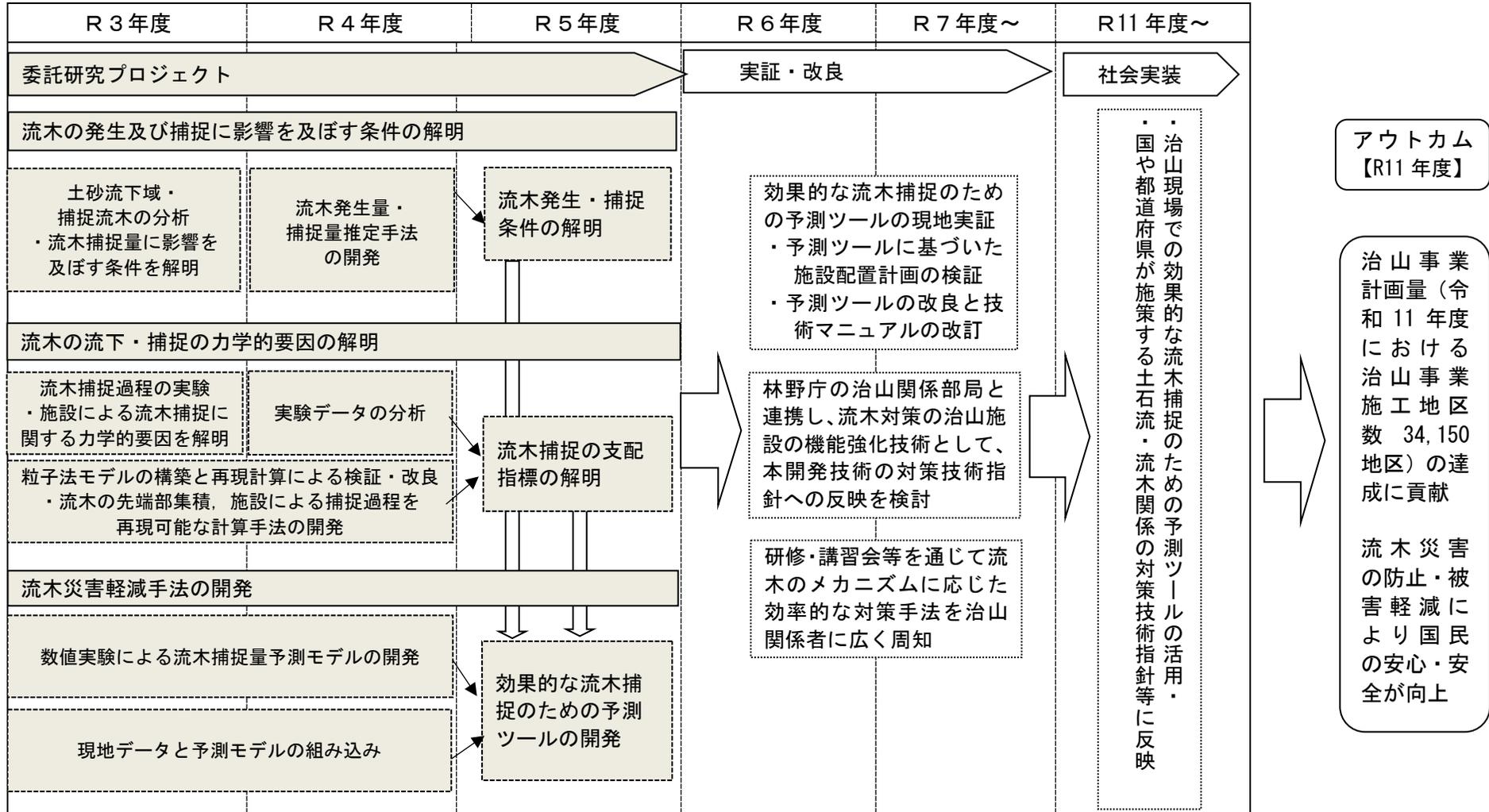
[研究課題名]革新的環境研究プロジェクトのうち森林・林業分野における気候変動適応技術の開発のうち流木災害防止・被害軽減技術の開発

用語	用語の意味	※番号
流木	本課題では山地斜面の立木が、山腹崩壊などに伴って倒木したものが、土砂や水流に運搬されて流れ下っている状態の樹木を流木と呼ぶ。下流の河川では流木は大量の河川水に浮遊して流れている場合が多いが、上流の山地の川では一般に急勾配で河川水の量も多くないため、土石流等のように土砂と水が混合したものと伴に流木が流下する場合が多い。このため山地地域で流木への対策を行うためには土石流等の土砂流下も合わせて検討することが必要である。	1
河道	河川の流水が流れ下る部分で、河川の川底と岸とで囲まれた範囲。平時は河川水が通過するが、大規模な災害発生時に大量の土砂や流木が流れ込み、これらが何らかのきっかけで例えば橋脚など河道内の特定の場所に一度に大量に堆積すると河道を塞ぎ、その結果河川水が河道外へ氾濫するきっかけとなる場合もある。	2
治山施設	一般に治山事業推進のため国土保全を目的として設置する人工構造物を指す。本課題では主に河川や溪流（山地の上流の小さい川）の中に設置するダムのような形状を持つ治山えん堤（治山ダムと同義）を対象とする。治山えん堤は満砂するまでは上流から流下する土砂を受け止めることもできるが、土砂が貯まった後にも溪流の地形の中に階段の踊り場のような勾配の緩やかな場所を作ることによって、溪流内の不安定な土砂の再移動の抑制や上流から流れ下ってきた土砂や流木の流下する速度を減らす等の機能を持つ。	3
全国森林計画	森林法第4条の規定に基づき、農林水産大臣が、15年を1期の計画期間として5年ごとに定める計画。森林の整備及び保全の目標、伐採立木材積や造林面積等の計画量、施業の基準等を示すものであり、都道府県知事がたてる地域森林計画等の指針となる。	4
治山事業	森林の維持造成を通じて、山地災害から国民の生命・財産を保全するとともに、水源の涵養（森林の土壌が、降水を貯留し、河川へ流れ込む水の量を平準化して洪水を緩和し、雨水が森林土壌を通過することにより水質を浄化する機能）、生活環境の保全・形成等を図る国土保全政策。	5
気候変動適応計画	気候変動適応法（平成30年法律第50号）に基づき策定する。気候変動の影響に対する適応の総合的推進のため、政府に農業や防災等の各分野の適応を推進する気候変動適応計画の策定を義務付けた。また、地域での適応の強化のため、都道府県及び市町村に当該計画を勧奨した地域気候変動適応計画の策定を努力義務化した。	6
水路実験	本課題では土石流に混じった流木の流下中の運動様式を調べる必要があるが、これを自然界で具体的に調べることは困難である。本課題ではその代替措置として人工的な大型の雨どいのような構造を持つ水路を作り、その中に土砂や流木の小型モデルを設置して、水路を斜めに傾けて水を流すことで、人工的に土砂や流木の流下の状況を再現して調べる。これを本課題での水路実験と呼ぶ。水路実験は特定の条件のみを変えて繰り返し流木の動きを調べることができるため、その条件の影響を詳細に検討することが可能になる。	7
流木の集積・捕捉	土砂災害発生時に渓流水が土砂混じりの洪水や土石流となって流下する際に運搬される流木は、周囲の水や土砂との比重の違い等の理由で流下中に徐々に洪水の先頭部分に集まる傾向がある。この様な洪水流の中で周囲に比べて特に流木の数が多く集まって集合状態で流れている状態を本研究では流木の集積と呼ぶ。流木を捕捉するために渓流内に柵状の構造物を設置した時に、流木が集積した状態で柵状構造物に衝突すると、流木が単体で流下する場合に比べ、流木がお互いに絡み合っただけで大量に流木が捕捉される可能性が高くなる。	8

不透過型治山 えん堤と透過 型えん堤	<p>一般にえん堤はダムと同じ河川のせき上げを目的とする施設でありダムよりも規模の小さいものをえん堤と呼ぶ。しかし治山ダムは基本的には規模が小さいため治山えん堤とほぼ同じ意味で用いる。治山えん堤は土砂を貯留して河川に段差を作り、緩勾配面を作ることで、土石流の流下速度軽減や河川内の不安定土砂の再移動抑制、周辺の山腹斜面の不安定化抑制など機能を果たす。このためえん堤上流に土砂が堆積する様にえん堤を不透過の構造とすることが一般的である。その一方で近年、えん堤に切り欠きや柵状の構造を有し、平常時には水や土砂を通過させ、災害発生時には流下する巨大な岩石や流木を捕捉する透過型のえん堤も作られる様になった。本課題では、透過型のえん堤と対比するため、従来様式の平常時の土砂を通過させない治山えん堤を不透過型治山えん堤と呼ぶ。</p>	9
UAV	無人航空機「Unmanned Aerial Vehicles」の略称。	10

【ロードマップ（終了時評価段階）】

流木災害防止・被害軽減技術の開発



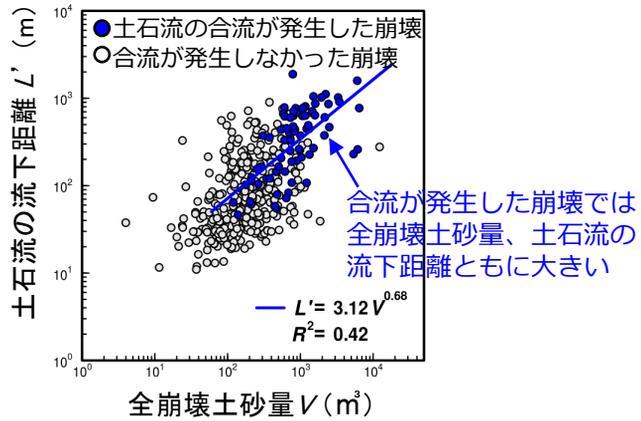
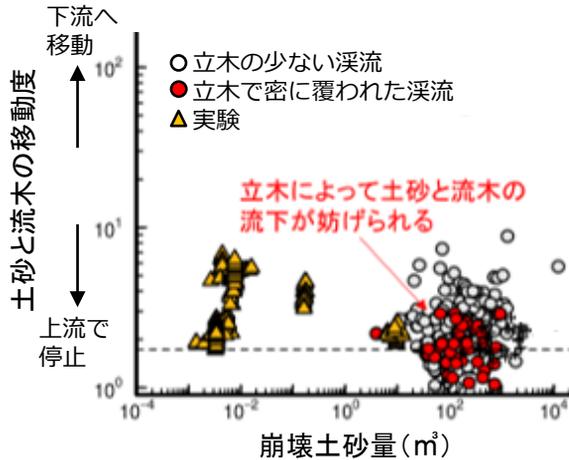
流木災害防止・被害軽減技術の開発

研究概要

・山地災害に伴い発生する流木の下流域への流出量を減少させて被害を防止・軽減するため、効率的な流木捕捉手法の開発や捕捉施設の計画・配置手法の開発等を実施する

主要成果

土砂および流木の発生量推定手法の開発



土砂と流木の移動度が高い溪流を判定する重要指標を解明

成果の受け渡し

流木の集積・流下・捕捉に関する力学的要因の解明と数値計算技術の開発

流木の摩擦力が大きく土砂濃度が小さい
流木が先端部に集積しにくい

流木の摩擦力が小さく土砂濃度が大きい
流木が先端部に集積しやすい

図中の赤い部分が流木要素

分散状態 流木の捕捉率が低い
流木捕捉率
・実験：約10%
・計算：12.9%

集積状態 流木の捕捉率が高い
流木捕捉率
・実験：約35%
・計算：38.7%

成果の受け渡し

流木のシミュレーション手法を開発

流木捕捉量予測ツール開発

流木量小
流木量大

無施設
堰堤(満砂)
堰堤(空)

流木流出量が18%減少
流木流出量が46%減少

流れの方向

(c)

予測ツールを開発し、施設の流木捕捉効果を実際の事例で検証

今後の方針

流木捕捉量予測ツールを用いた施設配置計画の手引き・留意点の作成

委託プロジェクト研究課題評価個票（終了時評価）

研究課題名	革新的環境研究プロジェクトのうち農業被害をもたらす侵略的外来種の管理技術の開発	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 大臣官房みどりの食料システム戦略グループ 農村振興局農村政策部鳥獣対策・農村環境課
研究期間	R元年～R5年（5年間）	総事業費（億円）	1.2億円（見込）
研究開発の段階	基礎	応用	開発

研究課題の概要

生物多様性の基盤となる農業環境に甚大な影響を及ぼす外来水生生物（カワヒバリガイ等）や外来雑草（ナガエツルノゲイトウ等）の侵入・定着リスクが急増している。これらの侵略的外来種（※1）による農地侵害・農作物損害を防ぐため、的確なモニタリングに基づく情報を活用して侵入初期段階で駆逐し、被害拡大を防ぐ効率的かつ効果的な管理技術体系を確立する。

1. 委託プロジェクト研究課題の主な目標

農業環境保全及び農業生産上のリスクが高い侵略的外来種5種以上について、遺伝子情報等に基づいたモニタリング技術を確立する。また、適正管理技術を開発し、3地域以上でこれらの技術の有用性を実証する。

2. 事後に測定可能な委託プロジェクト研究課題としてのアウトカム目標（R8年）

3種以上の侵略的外来種について、開発した管理技術の導入により、地域の発存量（面積や個体数で評価）を2割以上低減。

【項目別評価】

1. 研究成果の意義

ランク：A

侵略的外来種の侵入・定着リスクが急増し、すでに農地およびその周辺で異常繁殖が進み農業用水路の通水障害や雑草害等をもたらしており、その被害額は数十億円に見積られる。農業環境の保全にはこれらの生物のモニタリング技術及び管理技術の開発が必要不可欠であるため、本課題は持続的な農業生産を実現する上で重要である。

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 最終の到達目標に対する達成度

本研究課題では「農業環境保全及び農業生産上のリスクが高い侵略的外来種5種以上について、遺伝子情報等に基づいたモニタリング技術を確立する。また、適正管理技術を開発し、3地域以上でこれらの技術の有用性を実証する」ことを目指しており、令和4年度までに以下の具体的成果が得られている。

遺伝子情報等に基づいたモニタリング技術の開発については、カワヒバリガイ、タイワンシジミ、ナガエツルノゲイトウ、アレチウリ、スクミリンゴガイ、カダヤシ、ミズヒマワリの計7種を対象に取り組んだ。

水から環境DNA（※2）が検知できる6種（カワヒバリガイ、タイワンシジミ、ナガエツルノゲイトウ、スクミリンゴガイ、カダヤシ、ミズヒマワリ）については、特異的に検知するプライマーを開発し、LAMP法（※3）を用いたオンサイト検知手法（※4）及びメタバーコーディング手法（※5）を確

立した。陸地に生育するアレチウリについては、ドローンの画像解析によるモニタリング技術を確立した。

適正管理技術の開発については、特定外来生物（※6）のうち、カワヒバリガイ、ナガエツルノゲイトウ、アレチウリ、要注意外来生物（※7）のタイワンシジミの計4種を対象に取り組んでいる。

カワヒバリガイは、貯水池の落水による密度の低減技術を開発し、実証実験によって成貝密度や浮遊幼生密度の減少、分布拡大の抑制効果などが示された。現在、薬剤を組み合わせ、より効率的な低減技術の開発を進めている。

タイワンシジミは、環境DNAを用いた分析・調査により管路内での分布や堆積場所を特定することが可能であると明らかにし、その結果をもとに堆積位置を推定する数理モデルを開発した。現在、効率的かつ効果的な駆除の実現に向け、モデル精度を高めるための実証を行っている。

ナガエツルノゲイトウは、効果の高い除草剤の選抜に成功し、本田の地上部および地下部の乾物重を1割以下に低減し、水田内で増殖させないレベルに抑制できる複数の防除体系を確立した。いずれの体系もイネの収量に影響を及ぼさないことを確認している。また、循環灌漑（※8）において拡散の元となる植物の断片を水田の入り口や水利施設で回収する技術等も開発し、流域内での個体群モデルの構築及びそのシミュレーションにより、コストも加味した効率的な除草時期や回数等が検討可能となった。

アレチウリは、効果の高い除草剤を選定し、除草剤との組合せで本草種優占群落からイネ科優占群落に移行させる防除体系等を開発した。また、ドローンを活用した分布の観測により、除草すべき地域の検出とその防除効果を見える化する技術を開発中である。

これらのカワヒバリガイ及びタイワンシジミにおける適正管理技術や、ナガエツルノゲイトウ及びアレチウリにおける防除技術等については、R5年度末までにそれぞれマニュアルにまとめる予定である。

以上のように、研究は順調に進捗しており、十分な成果が得られている。

② 最終の到達目標に対する今後の達成可能性とその具体的な根拠

モニタリング技術について、侵略的外来種7種のオンサイト検知手法、メタバーコーディング手法及びドローン画像解析手法を開発したため、最終到達目標は達成済みである。

適正管理技術について、カワヒバリガイでは、開発した落水による密度の低減技術の効果を上げるため、二枚貝類の斃死に有効な薬剤を用いた試験(6か所)を含め現地実証試験20か所を行っている。ナガエツルノゲイトウやアレチウリでは、効果の高い除草剤の農薬登録拡大を進めるとともに、水田や畦畔など用途に応じて最適な体系を選択できるようにするために、その除草剤や刈払いに関する実証試験(8地域)を行っている。

以上のことから、最終到達目標の達成は可能と考えられる。

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

遺伝子情報等に基づいたモニタリング技術は、公設試及び民間企業を主体に技術開発と実証を進めている。これまでにカワヒバリガイ、タイワンシジミ、ナガエツルノゲイトウ、スクミリンゴガイ、カダヤシ、ミズヒマワリに関するモニタリング技術を開発しており、ナガエツルノゲイトウ、カワヒバリガイに関しては、合計2地域29か所でその効果を検証している。ナガエツルノゲイトウの検出率は90%以上、カワヒバリガイでは目視等よりも検出率が高く、現場で活用できる技術水準となっている。タイワンシジミは、従来の検出法に比べ約15倍の検出感度が得られている。アレチウリに関しては、大学を主体に実証を進めており、ドローン空撮写真判読により、除草地域の検出やその防除効果を見える化できるようになる見込みである。

また、適正管理技術は、公設試や土地改良区等を主体に体系化と実証を進めている。例えば、カワヒバリガイにおいては、実証試験により90%以上の幼生密度の低減効果を確認できている。ナガエツルノゲイトウでは、水稻栽培期間中の除草剤処理と収穫後の管理により、慣行比40%以下に抑制できおり、まん延地区での繁茂を大きく抑制することが期待される。アレチウリについても、除草剤処理と草刈の組合せの管理により管理前の90%以上の削減効果をもたらす体系が得られている。

開発したモニタリング技術は、対象種の既発地域における効率的な管理体制の構築や未発地域への分布拡大の早期発見・対策等に活用される見込みである。適正管理技術は、いずれの開発技術も普及先である県や公設試、土地改良区等との連携の上、マニュアルの作成を進めているところであり、迅速かつ確実に現場へ導入される。技術導入により、アウトカム目標である「3種以上の侵略的外来種について、開発した管理技術の導入により、地域の発生量を2割以上低減する」ことに貢献する。

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

研究成果の普及・実用化のため、R2年11月に千葉県と共催で、R3年2月に茨城県と共催で農業水路系の侵略的外来種に関する「農研機構農業環境技術公開セミナー（後援 農林水産省）」を開催した。これらのセミナーではナガエツルノゲイトウ及びカワヒバリガイ等の外来植物を対象に、農業被害が発生する土地改良区や関連の行政機関の参加を募り、被害実態や検知技術、対策技術などの情報を共有し、今後の管理のあり方について検討した。これらセミナーは本研究成果の広報・普及のみならず、関係者間のネットワークの構築や情報交換につながっている。これらの取組はプロジェクト終了後も地域の行政機関や水利管理機関等によって継続する予定であり、成果の利用拡大と定着化を促進し、社会実装を加速化するうえで極めて重要であり、いずれも妥当である。

③ 他の研究や他分野の技術の確立への具体的貢献度

侵略的外来種の管理技術を確立することは、農業被害を減らし、農産物の生産の安定化・高品質化につながる。また、本研究で確立された検出技術等は侵略的外来種の早期発見及び早期防除体制の構築に貢献し、在来種の生息・生育環境の保全や生物多様性（生態系サービス）を活用した農業生産にも貢献することが期待される。

4. 研究推進方法の妥当性

ランク：A

外部有識者2名及び関連する行政部局、研究代表者により構成する運営委員会を設置し、研究実施計画の検討や見直し等を行う体制を整えた。運営委員会や、研究コンソーシアムが自主的に開催する推進会議において、研究内容や進捗状況を確認し、年次計画や課題の統合等、実施体制の見直しを適切に進めた。予算を有効活用するため、運営委員会や推進会議において研究の進捗を確認し、予算配分の重点化を行っている。研究成果の普及を見据え、現地実証試験に重点的に予算配分を行うなど、予算の必要性を勘案した配分を実施した。

以上のことから、研究推進方法は妥当である。

【総括評価】

ランク：A

1. 委託プロジェクト研究課題全体の実績に関する所見

- ・農業環境に甚大な影響を及ぼす外来種の管理技術開発に関する課題であり、その成果は研究開始時と同様またはそれ以上の意義を有する。
- ・モニタリング技術では最終目標を達成するなど、順調な研究の進捗が確認でき、目標達成可能性が確認できる。今後の取り組みについても明確化されている。

2. 今後検討を要する事項に関する所見

- ・プロジェクトを通じて構築した各種関係機関との関係を継続し、終了後も成果の利用拡大と定着化を促進し、社会実装を加速化することを期待したい。

[研究課題名] 革新的環境研究のうち農業被害をもたらす侵略的外来種の管理技術の開発

用語	用語の意味	※ 番号
侵略的外来種	地域の自然環境や人間活動に大きな影響を与え、生物多様性や産業基盤を脅かすおそれのある外来生物。	1
環境DNA	土壌や水などのさまざまな環境中に放出された生物由来のDNAの総称。環境DNAを解析することで、その環境の生物相を網羅的もしくはある特定種に着目して生息の有無を判定できる。	2
LAMP法	標的遺伝子の6つの配列領域について、4種類のプライマーと鎖置換型のDNA酵素を利用して試験管内で増幅させる方法。特別な分析機器を必要とせず、広く用いられているポリメラーゼ連鎖反応法（PCR法）よりも簡易かつコストが低い。屋外でも利活用可能で、1時間以内に検出が可能である。	3
オンサイト検知手法	実験室内ではなく、現地にて水や土壌等をサンプリングし、その中に存在する特定の生物のDNA等を検知する手法。	4
DNAメタバーコーディング	DNAをバーコードのように使い、DNAの生物種を判別する技術。生物種ごとに若干異なるDNAの領域（配列）をターゲットとしてシーケンス（DNA配列解読）を行う。	5
特定外来生物	外来生物のうち、特に人間の健康や在来種の生態系、農林水産業などに害を及ぼす、または、その可能性があると考えられる生物種で、外来生物法に基づき指定される。特定外来生物は、原則として輸入、飼育栽培、移動などが禁止される。	6
要注意外来生物	外来生物法に基づき、指定していた特定外来生物には選定されていないが、適否について検討中、または調査不足から未選定とされている生物種。	7
循環灌漑	農業用水として取り込んだ水を河川や湖沼へと排水せずに、農業排水の一部もしくは全てを農業用水として循環・再利用する方法。循環灌漑の実施により、用水を安定して供給できるとともに排水量を減らし、流出負荷を抑制できる。	8

⑤ 侵略的外来種による被害への対応技術の開発【継続】

農業被害をもたらす侵略的外来種の管理技術の開発

背景と目的

- ▶ 気候・環境変動の影響により、我が国への侵略的外来種の侵入・定着リスクが急増。2018年にも16種類の侵略的外来種が外来生物法の特定外来生物として追加指定されたところ。
- ▶ 一方で、生物多様性条約第10回締約国会議（CBD/COP10）において、2020年までに侵略的外来種が特定され、その定着を防止するための対策を講じることが「愛知目標」として合意されている。
- ▶ そのため、すでに農地を侵害し被害をもたらしているカワヒバリガイ、アレチウリ、ナガエツルノゲイトウ等の特定外来生物を含む侵略的外来種への対策は喫緊の課題であり、これらの生物の増殖・拡散を抑制する管理技術の開発が必要。

研究内容

- 環境DNA等を利用したモニタリング・分散防止技術の開発
- 在来種との競合等の生物間相互作用を含む生態特性の解明
- 生態特性に応じた選択的防除法等の適正管理技術の開発

到達目標

- 侵略的外来種を迅速に検出するとともに、経時的にモニタリングする手法を確立し、分散を防ぐ体制を整備
- 侵略的外来種の適正管理に有効な資材を開発
- 侵略的外来種の農地への侵入・定着を防止するためのツールをまとめた対策マニュアルを作成し、普及

期待される効果

- CBD/COP10愛知目標の達成に貢献、生物多様性及び生態系サービスに関する政府間科学政策プラットフォーム(IPBES)の提言に対応
- 農地を侵害する侵略的外来種の管理コストを大幅削減

異常増殖した
カワヒバリガイ耕作地に蔓延する
アレチウリ

＜具体的な対象モデル外来種＞

カワヒバリガイ等の外来二枚貝が
農業用水路1%で発生した場合の
駆除費用：**年間約15億円**

アレチウリ等の外来植物が
0.1本/m²の頻度で発生した場合の
作物減収額：**年間約20億円**

(東北農政局平成29年度統計資料より試算)

【ロードマップ（終了時評価段階）】

革新的環境研究のうち農業被害をもたらす侵略的外来種の管理技術の開発

～R3年度	R4年度	R5年度	R6年度	R7年度	R8年度～		
委託研究プロジェクト			実証		産業利用		
1. 農業水利施設網における外来二枚貝の駆除・低密度管理手法の開発							
モニタリングによる分布実態の把握（環境 DNA 調査手法の最適化等）	拡大・被害予測モデルの構築		農業現場での落水処理普及に即した支援の実施		TLOなどによる技術移転活動等		
落水時期・期間の最適化	技術情報の公開と現地実証 特許出願1件 論文発表等7件	マニュアルの作成	カワヒバリガイの低密度管理し、発生量を2割以上低減				
現場・模型配管による駆除技術開発							
二枚貝類の死滅に有効な薬剤・濃度の選定							
2. 循環灌漑地帯における侵略的外来水草の駆除・低密度管理手法の開発							
ナガエツルノゲイトウ生活史特性の解明	技術情報の公開、現地実証 農業登録支援3剤 論文発表等5件		農業現場でのナガエツルノゲイトウ防除体系普及に即した支援の実施		3種以上の侵略的外来種について、発生量を2割以上低減		
農業水利施設への侵入・流出防止技術の開発	優先駆除地区の選定・現地実証 駆除体系の開発		ナガエツルノゲイトウの発生面積を2割以上低減				
拡散モデル構築に必要なパラメータ整理							
3. 農耕地およびその周辺における外来植物の駆除・低密度管理手法の開発							
ドローン等を用いた分布調査とその解析	駆除優先箇所選定と現地実証 論文発表等5件		農業現場でのアレチウリ防除体系普及に即した支援の実施				
侵入・拡散経路の解明			マニュアルの作成			アレチウリの発生面積を2割以上低減	
効率的な駆除時期の設定							
除草剤のスクリーニング			技術の体系化と現地実証				
4. 環境DNA分析による侵略的外来種の検知とモニタリング							
マニュアルの公開とオンサイト検知法の実証			農業現場での侵略的外来種の検知支援の実施				
網羅的解析手法の開発とデータの蓄積	特許出願1件、論文発表等3件						
生物相の解析と評価			侵略的外来種の早期発見⇒早期防除体制の構築				

アウトカム
【R8年度】

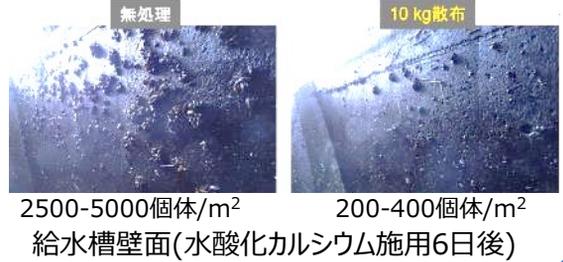
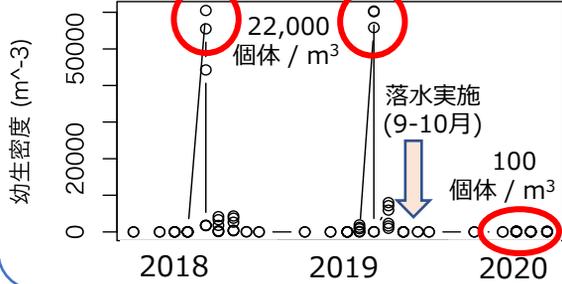
3種以上の侵略的外来種について、発生量を2割以上低減

小課題1: 農業水利施設網における外来二枚貝の駆除・低密度管理手法の開発

貯水池の落水により翌年以降に流出するカワヒバリガイの幼生量を低減

落水管理等を標準手順書として公表

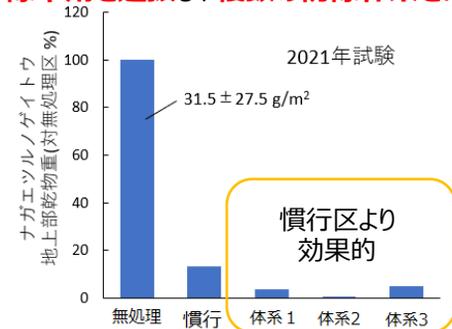
水酸化カルシウム施用によりカワヒバリガイの密度を低減



小課題2: 循環灌漑地帯における外来水草の駆除・低密度管理手法の開発

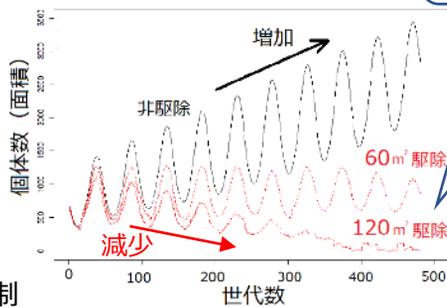
ナガエツルノゲイトウに対する効果の高い除草剤を選抜し、複数の防除体系を確立

個体数の変化を駆除面積別に推定モデルを開発



効率的な低密度管理を実現するための駆除面積の決定に活用可能

桑納川流域では年間120m²以上の駆除で減少し、10年以内に個体数を低密度に抑えられると予測



水利施設等での拡散防止手法を開発



選抜除草剤の体系処理で地上部残草量抑制

小課題3: 農耕地およびその周辺における外来植物の駆除・低密度管理手法の開発

アレチウリに対する効果の高い除草剤を選抜し、草刈を組み合わせた複数の防除体系を確立

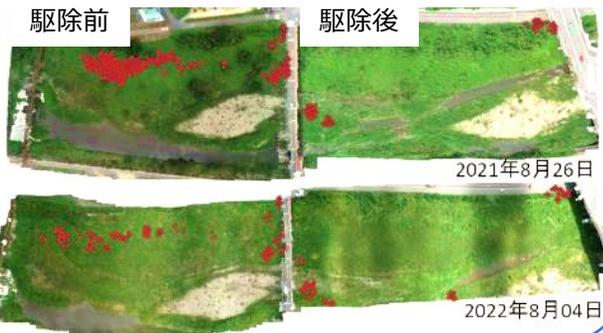
駆除活動の成果～香川県土器川の事例～

非選択性茎葉処理剤を結実前に1回使用



アレチウリを制御・裸地化メシバ(雑草)の草丈も抑制

ドローンで分布把握⇒駆除地点と活動成果が見える化



赤色がアレチウリ

小課題4: 環境DNA分析による侵略的外来種の検知とモニタリング手法の開発

6種(カワヒバリガイ、スクミンゴガイ、ナガエツルノゲイトウ、タイワンシジミ、カダヤシ、ミズヒマワリ)の種特異的LAMPプライマー対を作成

2022.7.12 灌漑期

● 目視と環境DNA分析結果が一致
● 環境DNAによる検出できず



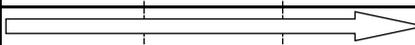
「環境DNAの新しい回収方法」特許出願



* 下流でほぼ検出

目視によらない検出技術を開発(ナガエツルノゲイトウ有無と環境DNA分析結果は、ほぼ一致(16地点中13地点の一致))

委託プロジェクト研究課題評価個票（終了時評価）

研究課題名	アグリバイオ研究プロジェクト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	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	農産局穀物課 農産局園芸作物課 農産局地域作物課 消費・安全局農産安全管理課 大臣官房政策課技術政策室
研究期間	R元年～R5年（5年間）	総事業費（億円）	4.5億円（見込）
研究開発の段階	基礎	応用	開発
			

研究課題の概要

我が国の農業の競争力強化および生産者の収益向上等のため、交配による従来育種やDNAマーカー（※1）育種が困難な作物において、ゲノム編集技術（※2）を用いた、加工・業務用品種、高付加価値品種、病害虫抵抗性品種等の農作物品種・育種素材（※3）を開発する。

1. 委託プロジェクト研究課題の主な目標

- ・栄養繁殖性作物種やゲノムサイズが大きな作物種等においてゲノム編集技術を実用レベルで確立
- ・ゲノム編集技術等により、栄養繁殖性作物種やゲノムサイズが大きな作物種等において、加工業務適性や高付加価値等を有する実用品種・育種素材を5以上開発

2. 事後に測定可能な委託プロジェクト研究課題としてのアウトカム目標（R10年）

ゲノム編集技術等を活用して開発された実用品種を、3種類以上上市すること等を通じ、新たな付加価値による市場を創出し、単年度あたり約25億円を産出する。

【項目別評価】

1. 研究成果の意義

ランク：A

我が国の農業競争力強化や生産者の収益向上のため、加工・業務用等の拡大する市場の獲得や農産物の高付加価値化を可能とする農作物品種、生産現場の課題を解決する病害虫抵抗性品種等の開発が求められている。

ゲノム編集技術は、狙った遺伝子をピンポイントに改変することで目的の形質を付与することが可能である。本プロジェクトでは、ゲノム編集技術を活用して従来育種では作出が困難な特性を改良することで、ニーズに対応した新品種の迅速かつ効率的な開発を目指しており、科学的・技術的意義は大きい。例えば、バレイショでは、保存中に芽が出ず有毒物質を産生しない特性を付与することにより貯蔵コストや原料ロスを大きく削減でき、また、デンプンの特性改良により付加価値が向上する。コムギでは、かび毒の蓄積により健康被害を引き起こす可能性のある赤かび病への抵抗性を付与することにより、防除に要する農薬使用量の低減と安全性の確保が実現できる。さらに、800万人以上の花粉症患者がいると推定されるハンノキやシラカバの花粉と交差反応するアレルゲンタンパク質を欠失させたダイズの開発は、アレルギー発症の不安のない加工品の市場拡大につながる。

本プロジェクトで開発したゲノム編集技術や品種等については、特許出願するとともに、品種登録に向けた準備を進めるなど戦略的な知的財産マネジメントを実施していることから、技術的意義も大きい。

以上のように本研究開発は、農業及び関連産業の競争力強化、消費者への安全・安心な食料提供をもたらす品種開発を通じ、健康で持続可能な社会の実現に貢献するものであり、農林水産業や国民生活のニーズに応える重要な課題である。

2. 研究目標（アウトプット目標）の達成度及び今後の達成可能性**ランク：A****① 最終の到達目標に対する達成度**

本研究課題の最終到達目標として、「栄養繁殖性作物種やゲノムサイズが大きな作物種等においてゲノム編集技術を実用レベルで確立」、「ゲノム編集技術等により、栄養繁殖性作物種やゲノムサイズが大きな作物種等において、加工業務適性や高付加価値等を有する実用品種・育種素材を5以上開発」を目指しており、今年度までに以下の具体的成果が得られている。

交配やDNAマーカー育種等が困難な作物種におけるゲノム編集技術の開発について、栄養繁殖性かつゲノムサイズの大きいユリではりん片培養による球根の再生法、形質転換が困難であるピーマンでは種子からの再分化法、ダイコンでは再分化法および遺伝的スクリーニング、ゲノム編集が困難であるタマネギでは茎頂調整法など、それぞれで障害となっていたところを克服する手法を実用レベルで確立している。これらの方法を活用したゲノム編集酵素導入法の開発、ベクターの改良等により、有用形質を付与したゲノム編集体を作成されており、当初の目標を達成している。

また、ゲノム編集による育種素材の開発については、保存中に芽が出ず、貯蔵中のコストやロスを低減できるバレイショ、赤かび病に耐性を有し、かび毒の混入抑制や減農薬が可能なコムギ、アレルギー成分を低減したダイズ、八重咲き及び花持ち改善リンドウ等の従来育種技術では作出が困難な大きなベネフィットをもたらす形質を付与した農作物の開発に向け、ゲノム編集体を作成した。これらの作物はいずれも正確にゲノム解読されていないため、ゲノム編集酵素遺伝子の残らないヌルセグリガントやオフターゲットの有無の確認が容易ではなかったが、外来遺伝子の残存を効率的に検出できるK-mer法などの新規手法を積極的に活用することでこれらの問題点を克服し、複数の作物について野外試験の開始や実施準備の加速に貢献するなど、計画通りに進行している。

以上のように、研究は順調に進捗しており、最終目標の達成に向けて十分な成果が得られている。

② 最終の到達目標に対する今後の達成可能性とその具体的な根拠

今年度までに、バレイショでは、難培養品種を含む品種において澱粉の特性改良系統(3)、加工業務適性系統(2)、複数の病害への耐性系統(1)が得られ、コムギでは赤かび病抵抗性、短蒨、閉花性などの系統(5)、イネでは登熟・転流を向上し従来と比べて大幅な多収が見込まれる系統(5)、辛味成分減少ハツカダイコン(1)、花粉-食物アレルギー交差性のあるダイズ(1)、花持ちのよいユーストマ、ユリ(3)、単為結果ピーマン(1)、香味成分増加タマネギ(1)など、加工業務適性や高付加価値等を有する育種素材が合計20以上開発されている。さらに、各作物における素材開発を共通基盤技術で支援するサポートラボにおいて開発したゲノム編集酵素等、相互利用可能な知見・技術を活用して技術の改良を行える仕組みを構築したことから、最終目標である実用レベルのゲノム編集技術を確立することは可能である。

以上のことから、最終到達目標の達成は可能と考えられる。

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**

今年度までに、バレイショ、コムギ、イネ、ハツカダイコン、ダイズ、花卉、ピーマン、タマネギにおいて加工業務適性や高付加価値等を有する品種・育種素材が20以上開発されており、アウトカム目標である開発素材を活用した実用品種の上市は、産官学の連携推進等によるゲノム編集を活用した農作物の作出技術の普及・拡大とともに、ゲノム編集技術への国民理解の醸成により達成が可能である。

本プロジェクトは、これまで実用品種の育成・普及を担ってきた国研、公設試、民間企業等と連携のうえ進めている。具体的には、引き続き、開発した技術・育種素材をこれらの機関に積極的に提供するほか、品質や圃場試験による生産性等の評価結果等について継続的に情報共有・情報交換を行っている。また、関連機関との間で社会実装に向けた取組も行っており、バレイショでは大学等の研究機関のほか民間企業や公設試も参画する「ジャガイモ新技術連絡協議会」を農林水産省の「知」の集積と活用場の場産学官連携協議会の研究開発プラットフォームに登録して産官学の連携を進めたところ、開発中のゲノム編集作物に興味を示す企業が出てきており、連携した研究開発のさらなる推進が見込まれる。さらに、農林水産省「みどりの食料システム戦略実現技術開発・実証事業のうち、農林水産研究の推進（アウトリーチ（※5）活動強化）」などを通して国民理解促進の取組や研究成果の発信と研究成果の

迅速な普及を強力に推進しており（アウトリーチ活動21件、報道11件）、「アウトリーチ活動強化」のアンケート等でゲノム編集技術への認知や受容の高まりが計測されていることから、ゲノム編集技術の活用がさらに広がることで、早期の実用品種開発・上市につながるが見込まれる。

先行プロジェクトで開発されたゲノム編集技術により作出されたGABA（※4）高蓄積トマトや可食部増量マダイ、高成長トラフグの実用化が令和3年度から民間企業により本格的に始まっているが、販売チャンネルを拡大する動きが出るなど、新たな市場の拡大が着実に進行している。気候変動や地政学的リスクの増大など農業生産を取り巻く状況が一層厳しさを増すなか、本プロジェクトの成果で見込まれる、アレルギー成分を低減した作物や病虫害抵抗性品種、超多収品種等について、国民生活の改善、農薬削減による環境負荷低減のほか、農業の競争力向上や食料安全保障等に貢献する点を、先行企業の取組とも連携して、積極的に発信するアウトリーチ活動を展開することで、国民理解の醸成をさらに加速する。本プロジェクト終了後の上市に向けては、変異アリの集積、圃場試験による農業形質の調査・確認、ゲノム編集ツールの知的財産の整理、国際動向の把握など、前述したプラットフォーム活動等を通して、プロジェクトをさらに発展させた活動を展開することとしている。

上記の取組により、上市されるバレイショ、コムギなどの作目において、新たな付加価値による市場の創出が見込まれるとともに、関連する食品産業における需要拡大や知的財産の海外展開も見通せることから、アウトカム目標の達成可能性は高いと考えられる。

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

本プロジェクトで得られた研究成果や形質評価結果等については、随時、公設試や民間企業等に共有しており、プロジェクト終了後に技術を円滑かつ確実に普及・拡大できる体制を整えている。

また、課題に参画する研究者が講師を務めるセミナー等における企業や生産者等との意見交換を通じ、目的とする形質及び品種開発の方向性等について確認するとともに、分野別に実需者とクローズドな意見交換を行い、製造・流通現場等におけるニーズへの対応について検討を進めた。意見交換等で得られた意見は、研究計画に適切に反映した。

さらに、プロジェクト期間を通して、学生や一般消費者にとどまらず、さまざまなステイクホルダーを対象にアウトリーチ活動やホームページにおける公表などの情報提供を継続的に実施している。特に、最終年度には、包括課題および個別課題代表者が編集し成果を取りまとめた論文集を刊行するほか、ゲノム編集に新規に取り組む実需者等をターゲットとしたシンポジウム・ワークショップを複数回実施する予定である。

これらの取組は社会実装を加速化するうえで極めて重要であり、いずれも妥当である。

③他の研究や他分野の技術の確立への具体的貢献度

本課題で得られるゲノム編集技術・知見（ゲノム編集ベクターの構築法、形質評価法等）は、本課題で対象とする農作物以外の作目や、目的形質以外の形質を改変する際にも活用可能である。今後、本課題で取り扱われていない社会的課題や今後発生し得るニーズに対応した研究開発を効率的に実施でき、農作物の育種素材開発の推進や、遺伝子機能に関する情報蓄積の加速化に貢献することが期待される。

4. 研究推進方法の妥当性

ランク：A

研究推進にあたって、外部専門家4名や関係行政部局等で構成する運営委員会を設置し、進行管理を行った。運営委員会や、研究コンソーシアムが自主的に開催する推進会議において、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適切に見直した。

また、野外試験を含む形質評価の実施、成果の公表、野外試験に関する事前相談等については、詳細な計画を検討するとともにスケジュールの明確化を進めた。特に野外試験に向けては、参画する大学等において遺伝子組換え実験安全規程の見直しを進めるなど、本プロジェクトで得られるゲノム編集育種素材・品種の形質評価や成果の実用化に向けて適切な体制を整えた。

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。

以上のことから、研究推進方法は妥当である。

1. 委託プロジェクト研究課題全体の実績に関する所見

- ・ゲノム編集技術の活用による農業競争力強化や生産者の収益向上を目指した課題であり、その研究成果は研究開始と同様に意義が高い。特に花粉対策等、新技術が様々社会課題の解決に関連する社会的な関心の高いテーマが含まれており着眼点も非常に優れている。
- ・進捗も達成されている例もあり順調な成果があげられており、目標の達成は可能である。

2. 今後検討を要する事項に関する所見

- ・成果の学術論文は多く公表されているが、特許出願がなく、この分野での成果の実用化のためには特許出願が必須であり、最終年度に向けて期待したい。
- ・ゲノム編集技術というのは国民の理解がセットで不可欠な条件であると思われるので、国民の理解が醸成されるためのアウトリーチ活動もさらなる機会が増えることを検討し、アウトリーチ活動を最終年度に向けて強化していただきたい。

[研究課題名]アグリバイオ研究のうちゲノム編集技術等を活用した農作物品種・育種素材の開発

用語	用語の意味	※ 番号
DNAマーカー	特定の遺伝子を持っているかどうかを判定するための目印。多くの場合、塩基配列の違いがDNAマーカーとして使われる。	1
ゲノム編集技術	人工ヌクレアーゼ（ゲノムを切断する酵素）などを用いて、特定の箇所のゲノム配列を改変する技術。	2
育種素材	品種開発や改良のための材料。農業上有用な形質を備えており、交配等をさらに進めることで高水準の品種育成が期待される系統または個体。	3
GABA	γアミノ酪酸（Gamma Amino Butyric Acid）。食品に含まれる健康機能性成分として、ストレス緩和や血圧降下作用等が注目されている。	4
アウトリーチ	英語で「手を伸ばすこと」を意味する。本事業では、試験研究機関の研究成果を社会に周知するために、研究者や専門家が国民・業界に対し、研究成果の意義や効果等を分かりやすく伝え、それらに対する期待や疑問に応えるコミュニケーション活動を指す。	5

② ゲノム編集技術を活用した農作物品種・育種素材の開発【継続】

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

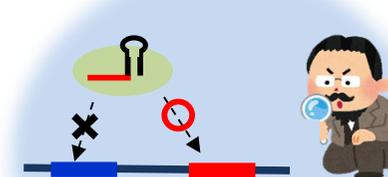
ゲノム編集技術を利用して開発した作物等におけるオフターゲットや生物多様性影響等についての科学的知見を集積。

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

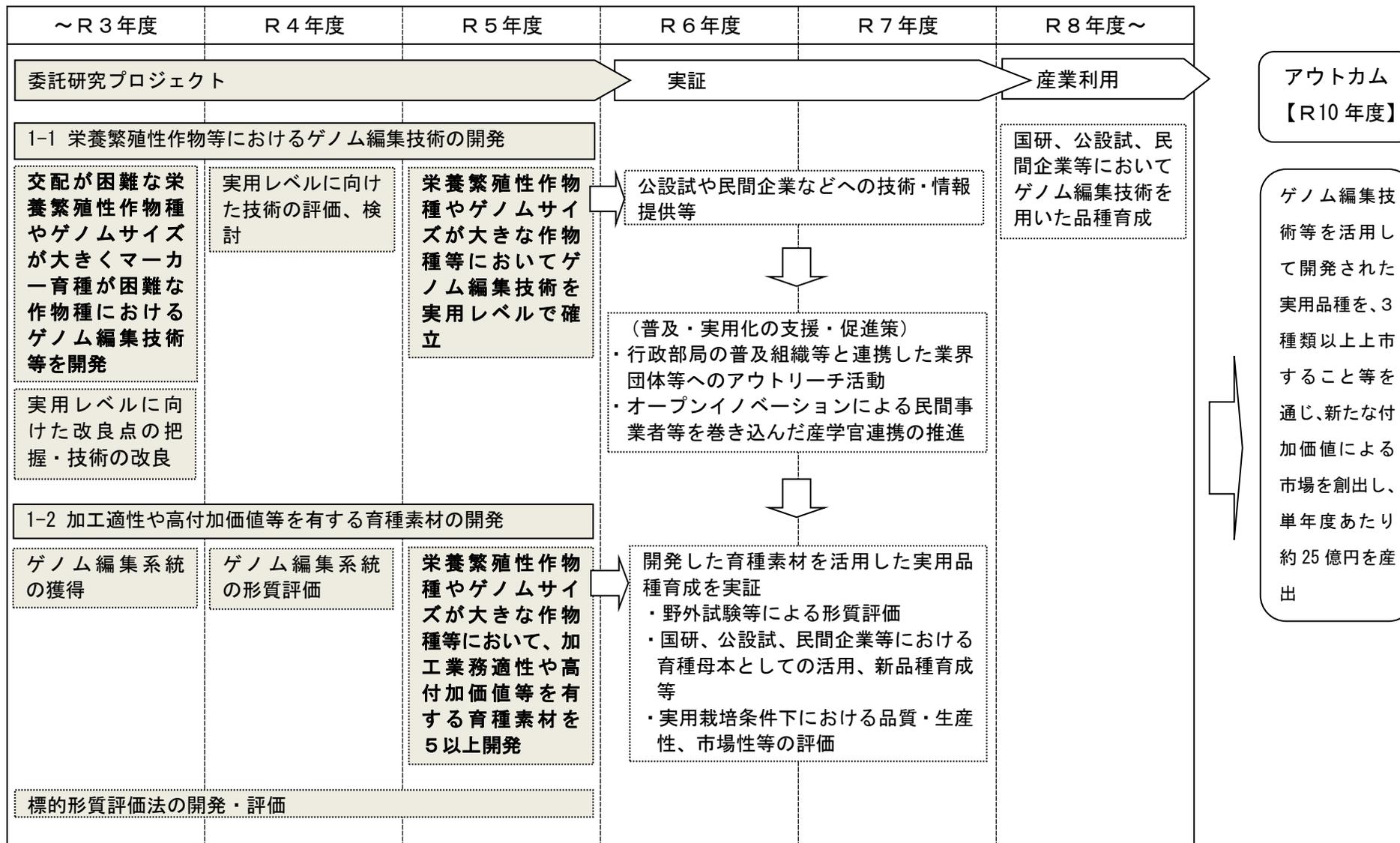
- ・ 農業の競争力強化や生産者の収益向上
- ・ 多様化する消費者・実需者のニーズへの対応
- ・ ゲノム編集技術についての国民理解の促進

(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

[お問い合わせ先] 農林水産技術会議事務局研究開発官（基礎・基盤、環境）室（03-3502-0536）
農林水産技術会議事務局研究企画課（03-3502-7408）

【ロードマップ（終了時評価段階）】

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

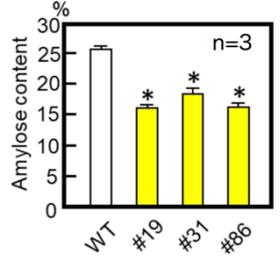


ゲノム編集技術を活用した農作物品種・育種素材の開発

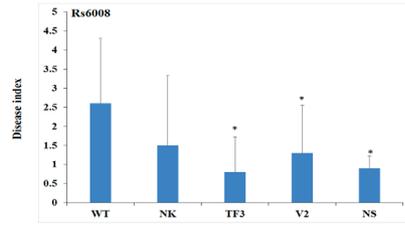
① 保存中に芽が出ず、加工に適したバレイショ(6)



毒の少ない品種の研究目的の野外試験

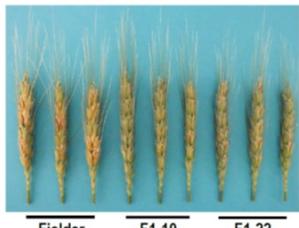


アミロース含量の低下 (#19, #31, #86)

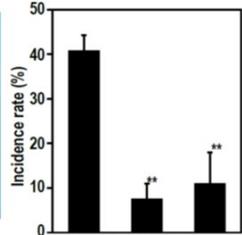


青枯病抵抗性の向上 (TF3, V2, NS)

② 赤かび病耐性のコムギ(4), オオムギ(1)

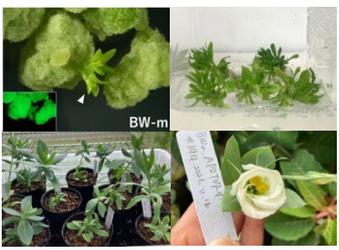


赤かび病抵抗性の向上 (F1-10, F1-220)



短葎系統の取得(右)

③ 花持ちが良く、省力栽培に適したユーストマ(2), ユリ(1)



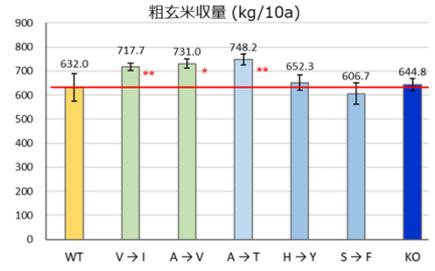
1000系統以上のユーストマ候補の解析

④ タネのないピーマン(1)

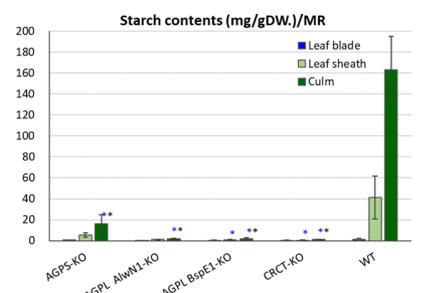


単為結果候補系統の取得

⑤ 登熟/転流を高めた超多収イネ(5)

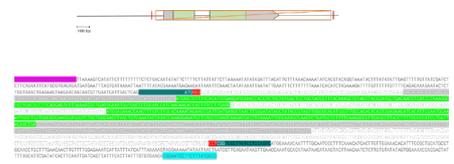


ノックダウンゲノム編集系統の粗玄米収量の増加



葉鞘、節間での貯蔵澱粉の低減

⑥ アレルゲン成分低減ダイズ(1)



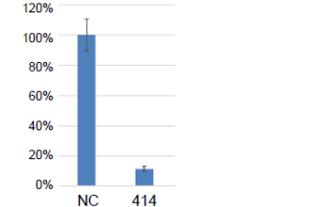
アレルゲン遺伝子全体の破壊

⑦ 辛味成分減少ダイコン(1)



ハツカダイコンのヌルセグリガント候補の取得

⑧ 香味成分が増加したタマネギ(1)



催涙因子合成酵素(LSF)活性の大幅低下(414)



SH-414 自殖後代の種子

⑨ サポートラボ



国産技術(CRISPR/Cas3)によるイネ内在性遺伝子の破壊

加工業務適性や高付加価値等を有する育種素材を20以上開発

