


# 委託プロジェクト研究課題評価個票（中間評価）

<b>研究課題名</b>	現場ニーズ対応型プロジェクトのうちAI画像解析等による次世代穀粒判別器の開発	<b>担当開発官等名</b>	農林水産技術会議事務局研究企画課 農産局穀物課
		<b>連携する行政部局</b>	
<b>研究期間</b>	R 3年～R 7年（5年間）	<b>総事業費（億円）</b>	1.0億円（見込）
<b>研究開発の段階</b>	<b>基礎</b>	<b>応用</b>	<b>開発</b>
			

## 研究課題の概要

食料・農業・農村基本計画では、農産物流通や消費者ニーズの変化を踏まえ、農産物規格・検査について、規格項目の見直し、検査の高度化を行うこととしている。現在の農産物検査（※1）は、精米原料となる玄米の被害の有無等を検査員の目視により確認されているが、検査員の減少や地域や検査員間でのバラツキ、定性的で具体的な測定データを示せない等の課題がある。また、消費者・実需者のニーズが多様化する中、実需者・消費者毎に異なるニーズへの対応や生産現場への正確な情報伝達を行うことが課題となっており、これらの課題解決や、生産・流通・消費の各段階のニーズを相互に共有するバリューチェーンの構築のための技術が求められている。この中で令和2年秋から一部検査項目への穀粒判別器の活用が開始、さらに令和4年から農産物検査への穀粒判別器の利用が本格的に開始されたことから、生産・流通・消費の各段階のニーズを相互に共有するバリューチェーン（スマートオコメチェーン（※2））の構築のために、連携が期待される穀粒判別器（※3）の高精度化とさらなる活用技術が求められている。そこで本研究では、その画像データと測定数値、各用途での利用適性をビッグデータ（※4）としてデータベース化し、検査員による鑑定の相当部分を代替でき、等級（※5）のみではない実需者ニーズに応じた米取引の実現に資する次世代穀粒判別器の開発につなげるため、穀粒判別器データから搗精歩留（※6）、炊飯米品質を解析するシステム開発研究を行う。

<①：穀粒判別器の分析データを管理するプラットフォームの開発（令和3～7年度）>

- ・搗精歩留との相関のある穀粒判別器データを特定する。
- ・穀粒判別器データから精米歩留、炊飯米品質を推定する解析機能の構築。
- ・デバイスデータ(全農パールライス(株)の搗精歩留データ、穀粒判別器等検査データ等)間とのシステム連携し、ビッグデータとして解析可能なシステム環境の構築。

<②：玄精米品質と炊飯米品質を結び付けるための相関性研究（令和3～7年度）>

- ・穀粒判別器データと米の理化学的特性、澱粉特性、炊飯・調理米の物理的特性等の観点から調理加工適性との関係性を評価。

<③：AI等を活用した解析機能を搭載した次世代穀粒判別器の開発（令和3～7年度）>

- ・玄米外観品質の分析項目の測定精度の向上を行う。
- ・解析機能を穀粒判別器に搭載するためのソフトウェア開発研究を行う。

### 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
①-1 搗精歩留と相関のある穀粒判別器データ項目の特定 ①-2 穀粒判別器データから搗精歩留を推定するAI解析機能の検討	①穀粒判別器等の複数のデバイスデータをビッグデータ化し、穀粒判別器データ項目と搗精歩留との相関性を明らかにし、玄米品質から搗精歩留を推定する解析機能の構築（目標精度±0.5%以内）。また、穀粒判別器データをビッグデータとして管理・分析するプラットフォームを開発。
② 炊飯米品質と関連のある穀粒判別器データ項目を特定するためのデータ蓄積	②穀粒判別器データ項目と米飯物性（硬さや粘りなど）との相関性を明らかにし、玄精米品質から炊飯米特性を推定する解析機能の構築。
③ 搗精歩留推定に必要な穀粒判別器の品位項目の検査精度向上	③玄米外観品質の測定精度を向上し、搗精歩留推定、炊飯米品質推定等の解析機能を搭載するためのソフトウェアの開発研究。

### 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（R10年）

- ・歩留推論に基づき、実需者の製品化率を前提とした品質評価/取引根拠を構築する事で、実需者/消費者のニーズに応じた米取引及び、米生産を実現する。参考までに、実需者の搗精歩留まりに基づい

た取引により、製品化率が0.1%改善できると実需者経済効果250万円/万tの期待できると想定している。

## 【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

現在の農産物検査は、精米原料となる玄米の被害の有無等を検査員の目視により確認されているが、検査員の減少や地域や検査員間でのバラツキ、定性的で具体的な測定データを示せない等の課題がある。また、消費者・実需者のニーズが多様化する中、実需者・消費者毎に異なるニーズへの対応や生産現場への正確な情報伝達を行うことが課題となっており、これらの課題解決が求められている。この中で令和2年秋から一部検査項目への穀粒判別器の活用が開始、さらに令和4年から農産物検査への穀粒判別器の利用が本格的に開始されたことから、生産・流通・消費の各段階のニーズを相互に共有するバリューチェーン（スマートオコメチェーン）の構築のために、連携が期待される穀粒判別器の高精度化とさらなる活用技術が求められている。本研究課題は、こうした農産物検査や米流通現場のニーズ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

次世代穀粒判別器の開発や検査データを解析する分析プラットフォーム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り、農産物検査や米流通のあり方にも関わることから、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、開発段階から複数の検査実需機関と機器メーカー、システム開発者等が連携して研究することが不可欠で、開発された穀粒判別器や検査データが全国的に農産物検査機関や流通・消費の現場で利用されるものであることから、国が研究を推進していくことが必要である。

### 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

搗精歩留と関連のある穀粒判別器データ項目の特定については、令和3年産試料米48銘柄237検体の搗精試験と穀粒判別器品位項目データの解析により、搗精歩留と「健全粒」、「砕粒」との間に強い相関性、「発芽/芽腐」、「白未熟外」、「乳白」との間に相関性が認められ、これらが搗精歩留に影響を及ぼす可能性がある品位項目であることを明らかにした。また、機械学習を用いた重要度の分析においても相関分析と同様に「健全粒」「砕粒」「発芽/芽腐」に強い影響度が確認されたほか、「胴割粒」の影響度も確認された。なお、これまで玄米等級と搗精歩留との関係性を示した研究、解析結果は存在しなかったが、必ずしも低等級米の搗精歩留が低いとは限らず、穀粒判別器の品位項目を詳細に分析することが搗精歩留を推定するうえで重要であることを確認した。

穀粒判別器データから搗精歩留を推定するAI解析機能の検討については、穀粒判別器の品位項目データと全農パールライス搗精工場の工場搗精データを教師データとして約42,000点蓄積し、搗精歩留を推定するAIモデルの精度確認を行ったが、低歩留まりデータの不足が要因と考えられ、MAE（平均絶対誤差）は目標とする精度（±0.5%以内）は現時点では得られていない。一方、工場搗精での低歩留まりデータの不足を補完し、精度向上を図るため、簡易搗精で篩がけなどの条件確認を行った。

炊飯米品質と関連のある穀粒判別器品位項目データの特定するためのデータ蓄積については、国内48銘柄の穀粒判別器品位項目データと米飯物性やテクスチャー特性、米飯中の遊離糖およびアミノ酸含有量のデータを得た。これらを解析した結果、「死米」および「白未熟粒」が米飯粒の厚みと負の相関があること、「整粒」の内、「健全粒」は米飯粒の厚みと正の相関があるが、「青未（透）」は負の相関があり、整粒でも「健全粒」「青未（透）」を区別し分析する必要があること等の知見を得た。また、「粒感」に寄与が期待できる品位項目についても知見を得た。

穀粒判別器の検査精度の向上については、全国瑞穂食糧協会が目視分析値と相互に検証し、玄米サンプル130点について3メーカー（株式会社ケツト科学研究所、株式会社サタケ、静岡製機株式会社）の穀粒判別器で測定を行い、各社間の誤差（重量%）が「着色米」、「死米」、「胴割粒」、「砕粒」、「白未熟粒」で一定の範囲内に収まることを確認した。同様に精米サンプルについても確認し、穀粒判別器の各社間の誤差は一定範囲内に収まることを確認し、精度向上について計画通りに進捗している。以上のように、中間時の目標は概ね計画通りに達成した。

#### 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

到達目標のである「搗精歩留を推定するAI解析モデルの構築」については、穀粒判別器の精度向上が図られたことに加えて、これまでに「健全粒」、「砕粒」等の搗精歩留に影響を及ぼす可能性がある品位項目を特定により適切な教師データの収集が可能になった。また、工場搗精データのデータ不足を補完する簡易搗精方法の条件確認も進んだ。今後これらのデータを大量に収集し、搗精歩留を出力できる仕組みを構築することで「搗精歩留推定を行うAI解析モデル構築」の可能性が見込める。また、「穀粒判別器データからの炊飯米品質の推定する解析機能の構築」に関しては、炊飯米品質と相関がある品位項目を見出し、解析に着手できることを確認できた。引き続き、得られた関係性の有意性や品位項目と米飯物性やテクスチャー特性データとの関係性の検証・考察を進め、適切なデータの蓄積を進めることで、「穀粒判別器データから米飯物性を推定する解析機能の構築」は可能であると考えられる。

「分析プラットフォームの開発」については、これらのモデル開発を進めるとともに、農水省別事業（農機OpenAPI）で穀粒判別器のAPI仕様開発が進み、この事業との連携やWAGRI（※7）の活用を踏まえることでプラットフォーム環境構築の実現性は高い。

**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他的な根拠**

本課題の研究により、穀粒判別器の測定精度の向上が図られるだけでなく、穀粒判別器の検査データからこれまでで不可能であった搗精歩留や炊飯米の推定が可能となり、解析プログラムが搭載された穀粒判別器の開発につながる。このことによりこれまで目視による鑑定に加えて、機械鑑定による客観的データを指標とした米取引が推進されるだけでなく、搗精歩留や米飯物性などの新たな指標による米取引が可能となり、業務用米等の各種米用途に適した米流通が促進、米需要が拡大するものと考えられる。以上のことから、アウトカム目標である「実需者・消費者のニーズに応じた米取引を実現」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**

穀粒判別器の検査データを管理するプラットフォームの開発や次世代穀粒判別器の開発は、コンソーシアムメンバーであるシステム開発者や機器メーカーの他と、農産物検査を実際に執り行う全農や全農パルライスと連携して行われている。また、研究期間内に試験稼働を実施し、プラットフォームデータおよび解析機能の有用性を確認し、実稼働状況を踏まえた機能改善・追加に取り組むこととしており、開発後速やかに検査、流通現場への普及・社会実装が可能とな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）**

4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、穀粒判別器の検査データを管理するプラットフォームの開発や次世代穀粒判別器の開発研究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回開催の他、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、推進会議を年4回程度の開催を行っており、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他、内2回は外部専門家を招いて助言指導を行っている。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）**

予算については、本課題の中核をなす分析プラットフォーム開発に重点的に配分するとともに、穀粒判別器の判定精度向上が終了し、プラットフォーム開発に必要な穀粒判別器データ、米飯物性データ、簡易搗精データの取得を分担して取り組んでおり、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ほか、課題間で試料や取得データの連携や共有を図り、システム開発に努め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の継続の適否に関する所見**

- ・農産物検査や米流通現場でのニーズを解決する課題であり、研究の必要性は高い。また、課題解決が実需者ひいては消費者ニーズに資するものであり、米の取引形態に係ることであることから国が関わる必要性が十分にある。
- ・研究の進捗については、検査を行う事業者とも連携して順調に進捗しており、アウトプット、アウトカム目標達成への明確な道筋が確認できる。
- ・生産・流通・消費の各段階のニーズを相互に共有するバリューチェーンの構築に寄与することから、今後も継続して実施することが妥当である。

**2. 今後検討を要する事項に関する所見**

本研究の中間・最終目標ともに定性的な目標となっており、より定量的に評価できる数値目標を設定すべきである。また、現在設定されている目標（目標精度±0.5%以内）についても、当該目標で妥当なのか研究参画者間等で再確認する必要がある。

[研究課題名] 現場ニーズ対応型プロジェクトのうち AI 画像解析等による次世代穀粒判別器の開発

用語	用語の意味	※番号
農産物検査	全国統一的な規格に基づく等級格付けにより、現物を確認することなく、大量・広域に農産物を流通させることを可能とする仕組み。	1
スマートオコメチェーン	生産から消費に至るまでの情報を連携し、生産の高度化や販売における付加価値向上、流通最適化等による農業者の所得向上を可能とする基盤（スマートフードチェーン）のお米の分野版。これを活用した民間主導での規格制定に向け、スマートオコメチェーンコンソーシアムが設立されている。	2
穀粒判別器	水稻うるち玄米の整粒、着色粒、死米、胴割粒、砕米などの含有率を測定する機器であり、我が国が世界をリードしている。整粒等・白未熟粒・着色粒・死米・胴割粒・砕粒・奇茶発・異物等の粒数や割合の測定や米粒画像データを出力できる。	3
ビッグデータ	一般的なデータ管理・処理ソフトウェアで扱うことが困難なほど巨大で複雑なデータの集合を表す用語。	4
等級	玄米の等級は被害粒、死米等の混入率等により1等級、2等級、3等級、規格外の4種類で格付けされる。等級が優れるほど、高価格で取引される傾向にある。	5
搗精歩留	玄米を搗精した際に、原料玄米に対する精白米の重量割合。	6
農業データ連携基盤（WAGRI）	農業ICTの抱える課題を可決し、農業の担い手がデータを使って生産性向上や経営改善に挑戦できる環境を生み出すため、データ連携・共有・提供機能を有するデータプラットフォーム。	7

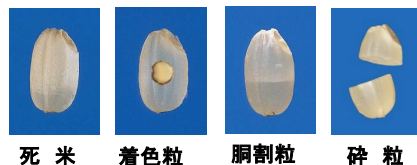


## ① AI 画像解析等による次世代穀粒判別器の開発

- 食料・農業・農村基本計画では、農産物流通や消費者ニーズの変化を踏まえ、**農産物規格・検査**について、**規格項目の見直し、検査の高度化**を行うこととしている。現在の農産物検査は、精米原料となる玄米の被害の有無等を検査員の目視により確認されているが、①地域や検査員のバラツキが発生することや ②具体的な測定データを示せないこと等の課題がある。
- このような中、令和2年秋から一部検査項目への穀粒判別器の活用が開始されたことから、その画像データと測定数値、各用途での利用適性をビッグデータとしてデータベース化し、検査員による鑑定の相当部分を代替できる**次世代穀粒判別器を開発する**。
- これにより、**AI画像解析により規格項目を数値で精緻に示すことが可能**となり、着色粒・胴割粒の含有量等を考慮した、等級のみではない**実需者ニーズに応じた米取引**が可能となる。

### 生産現場の課題

- ・ 目視による検査では、地域や検査員によるバラツキがある。
- ・ 1等、2等という等級のみでは、コメの特徴を把握しきれないなあ。



死米 着色粒 胴割粒 碎粒

検査員の目視で  
4等級に総合判定



### 生産現場の課題解決に資する研究内容

- 次世代穀粒判別器の開発メーカーと連携して、
- ①穀粒判別器から取得される米の画像・検査データの農業データ連携基盤(WAGRI)等への蓄積、
  - ②ビッグデータと連動する次世代穀粒判別器の開発、
  - ③AI画像診断によるデータに基づく取引を提案するプログラムの実装
- などを行う。



### 社会実装の進め方と期待される効果

- ・ 次世代穀粒判別器を用いた新たな検査項目体系を構築。
- ・ 玄米外観品質の等級に加え、新たな指標による用途別のコメ取引が実現。
- ・ 民間機関が実施する農産物検査への活用を積極的に進めるとともに先進農業法人や都道府県普及組織等と連携した普及活動を全国展開。

検査等級のみによらない、用途別のコメの取引が実現。海外日本食レストラン向け米輸出が1万トン増加。



## 【ロードマップ（中間評価段階）】

中課題ごとの毎年度（特に中間評価年度）の成果目標、研究成果の普及・実用化の道筋と目標を具体的に示す

### AI 画像解析等による次世代穀粒判別器の開発

～3年度	R3年度	R4年度	R5年度	R6年度	R7年度	R8年度	R9年度	R10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	
1. ベンダーフリーで様々なデバイスが接続でき、ユーザー毎に権限管理するプラットフォーム基礎基板を構築済み	1. 分析データプラットフォームの開発			<ul style="list-style-type: none"> <li>研究期間内に普及・実用化支援組織での試験稼働を実施し、プラットフォームデータおよび解析機能の有用性確認する。</li> <li>研究期間終了後速やかな社会実装が可能となるよう、実稼働状況を踏まえた機能改善・追加に取り組む。</li> </ul>					
	精米歩留と穀粒判別器品質データの相関性調査 穀粒判別器検査データから精米歩留を推定するAI解析機能の試作								
2-1. 玄米成分、炊飯米物性、糊化特性に関する知見	2. 玄精米品質と炊飯米品質を結び付けるための相関性研究			<ul style="list-style-type: none"> <li>解析モデル運用システムの試運転</li> <li>次世代穀粒判別器試作機の開発および検査現場での検証</li> </ul>					
	試料米の炊飯米品質（玄米成分、物性、糊化、老化特性）データの取得。 炊飯米品質と穀粒判別器データとの相関調査。								
3-1. 農産物検査で一部の品位項目での穀粒判別器の使用が可能	3. 次世代穀粒判別器の開発			<ul style="list-style-type: none"> <li>次世代穀粒判別器の開発・販売</li> <li>生産・検査・流通現場での利用</li> <li>スマートオコメチェーン構築に寄与</li> </ul>					
	搗精歩留に係る品質項目の検討 玄米試料の収集、穀粒判別器の玄精米の測定精度向上								
3-2. 玄米外観品質を測定する穀粒判別器を各社で開発	搗精歩留に係る品質項目の検討 玄米試料の収集、穀粒判別器の玄精米の測定精度向上			<ul style="list-style-type: none"> <li>データに基づき実需者・消費者ニーズに合致した米取引が拡大。</li> </ul>					
	穀粒判別器データと簡易搗精による精米歩留のデータ取得								

**研究目的：**穀粒判別器等によって定量的に得られた解析データを活用することで、生産・流通・消費の各段階のニーズを相互に共有するバリューチェーンを構築する。

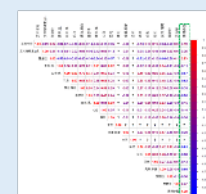
**研究背景：**現在の農産物検査では、農産物検査員の減少や、地域や検査員間でのバラツキ、定性的で具体的な測定データを示せない等の課題がある。また、実需者・消費者毎に異なるニーズへの対応や生産現場への正確な情報伝達が課題となっている。これらの課題解決や、生産・流通・消費の各段階のニーズを相互に共有するバリューチェーンの構築のための技術が求められている。

## 研究内容

- ①分析データプラットフォームの開発  
(穀粒判別器データから搗精歩留、炊飯米品質を推定する解析機能の構築)
- ②玄精米品質と炊飯米品質を結び付けるための相関性研究
- ③次世代穀粒判別器の開発研究

## 主な成果

①「健全粒」、「砕粒」等の搗精歩留に影響を及ぼす可能性がある品位項目を特定



搗精歩留と「健全粒」、「砕粒」との間に強い相関性、「発芽/芽腐」、「白未熟外」、「乳白」との間に相関性が認められ、これらが搗精歩留に影響を及ぼす可能性がある品位項目であることを明らかにした。

目視の品位判定 農産物検査員が減少している等級のみでは特徴を把握しきれない



次世代穀粒判別機および様々なニーズへ対応

### 1. 分析データプラットフォームの開発

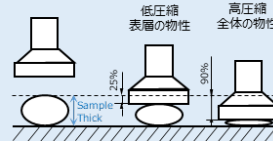


②炊飯米品質（炊飯米の厚み）と相関がある品位項目を検出

### 1) 米飯物性（テンシプレスー）

- ◆ 米飯を調製（加水倍率1.4倍）
- ◆ 1粒を試料台に載せ、2段階圧縮で、表面および全体の物性データを取得
- ◆ 25粒データの平均値が銘柄データ

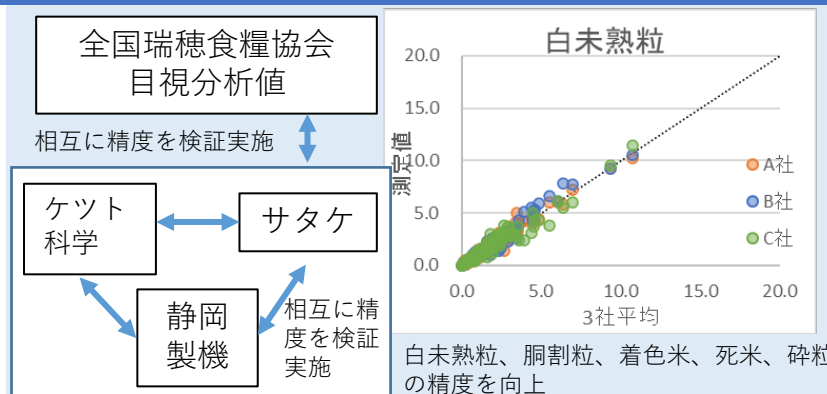
<<測定動作概略図>>



炊飯米厚み  
(相関係数)  
品位項目

- 整粒<健全粒>
- 整粒<青未(透)>
- 死米
- 白未熟粒

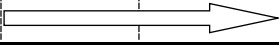
③穀粒判別器の測定精度を向上を実現



精度の高い穀粒判別器品位項目データ、適切な教師データの蓄積により穀粒判別器データからの搗精歩留、炊飯米品質の推定する解析機能の構築やプラットフォームの構築を実現

次世代穀粒判別器の開発研究

## 委託プロジェクト研究課題評価個票（中間評価）

<b>研究課題名</b>	現場ニーズ対応型プロジェクトのうちさとうきびの多回株出機械化一貫体系及び省力製糖技術の確立	<b>担当開発官等名</b>	研究統括官
		<b>連携する行政部局</b>	農産局地域作物課（地域第1班、加工第1班）
<b>研究期間</b>	R3年～R7年（5年間）	<b>総事業費（億円）</b>	0.6億円（見込）
<b>研究開発の段階</b>	<b>基礎</b>	<b>応用</b>	<b>開発</b>
			

### 研究課題の概要

さとうきびの生産現場においては、新たな雑草の侵入が被害を及ぼしている。鹿児島県で発生が認められているギニアグラス（※1）、沖縄県のカワリバトウダイ（※2）はともに種子量が多く、残った株や切断された節からも萌芽し防除が難しいことから、生産現場で拡大する株出し（※3）栽培の生産安定化に向けて、これらの雑草の防除方法の確立が求められている。

また、さとうきび製糖工場では離島における人材確保の困難さや原料及び工程汁の劣化が早いことから、収穫期に24時間連続操作を行っているため時間外労働が常態化している。そこで結晶化工程を分割することによって一定の人員の下での時間外労働縮減を行うために必要な糖汁（※4）の保管技術を開発する。

<①：多回株出（※5）機械化一貫体系に必要な雑草防除技術の開発（令和3～7年度）>

- ・さとうきび畑で地域毎に被害が報告されている雑草防除のため、有効な耕種的防除法（※6）や化学的防除法を選定する。併せて、初期生育に優れるさとうきび品種を用いた雑草抑制効果の評価、また、初期成育に優れる品種の系統選抜に向けたさとうきび植被率（※7）測定法の提案を行う。

<②：糖汁の保管技術の開発に関する研究開発（令和3～5年度）>

- ・シラップ（※8）の長期保管技術および清浄汁（※9）の短期保管技術を開発し、製糖工場における時間外労働を縮減させるための結晶化工程分離型製糖技術を開発する。

### 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
<ul style="list-style-type: none"> <li>・除草剤の種類が雑草の発生とさとうきびの生育等に及ぼす影響を評価する。また、カワリバトウダイの生態特性を把握するため、茎葉処理剤の散布によるカワリバトウダイの結実数と節からの萌芽率への影響を評価する。</li> <li>・耕種的防除の有効性を判断するため、種子からだけでなく、節からの発生程度を評価する。</li> <li>・既存品種「NiF8」と初期成育に優れる品種「はるのおうぎ」の雑草抑制効果を評価する。</li> <li>・ドローンの初期生育画像によるさとうきび植被率測定法を開発し、初期生育の評価を行う。</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>・雑草防除に有効な除草剤の選定、耕種的防除方法の検討、さとうきび被植による抑草効果を考慮した雑草防除方法を検討し、防除マニュアルを作成することにより、株出し栽培の収量確保（地域標準5t/10a）を目標とする。</li> </ul>
<ul style="list-style-type: none"> <li>・シラップ及び清浄汁のラボスケールでの保管方法を検討し、現場実証が可能な試験について現場での保管試験を実施する。 （各離島のシラップをサンプリングし、現状のシラップ濃度での微生物の存在を明らかにするとともに保存試験を実施し、工場のシラップを使ったBrix（＝糖濃度）の下限値を検討する。）</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>シラップの長期保管技術と清浄汁の短期保管技術を確立し、さとうきび搾汁液の濃縮工程（シラップ製造工程）と結晶・分離工程の分離による人員の再配置により、時間外労働が複数月平均80時間以内に縮減可能と糖汁の保管技術を確立する。</li> </ul>

### 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9年以降）

- ① 防除マニュアルが活用されることにより、雑草発生圃場のさとうきび単収が改善（地域平均単収の向上）される（5t/10a以上）。
- ② 糖汁の保管技術により、結晶工程分離型の製糖工場が整備され、時間外労働が複数月平均80時間以内に縮減される。



**【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**

さとうきびの生産は、製糖業をはじめとする関連産業への波及効果が大きく、雇用機会や所得の創出など地域経済に重要な役割を果たしている。農業生産では、労働力不足が進む中、植え替えが必要ない株出し栽培が求められる中、新たな雑草の侵入が被害を及ぼしており、そのためには株出し栽培の下での雑草対策の確立が不可欠である。また製糖工場では、24時間操業のため時間外労働が常態化しており、時間外労働縮減による作業の平準化が求められている。

**② 引き続き国が関与して研究を推進する必要性**

さとうきびの生産規模から判断すると、民間による新規雑草に特化した除草剤の開発は望めない。したがって、既存の除草剤に耕種的防除法を組み合わせた複合的な栽培技術の開発が必要となる。また製糖工場には、糖汁貯蔵試験を実施できる担当者が存在せず、高度な分析機器も限られている。これらの技術を開発するには、公的な研究実施が必要である。

**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（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）**

ギニアグラス、カワリバトウダイともに栄養繁殖を伴うが、耕耘しても発生の拡散は少なく、カワリバトウダイでは耕耘前に非選択剤の除草剤を散布することでほとんどの個体を死滅させることができた。一方、新植時の雑草種子からの発生に対しては土壌処理剤（メトリブジン（※10）水和剤とアラクロール乳剤）の効果が高いことが示され、メトリブジン水和剤は他剤に比べ散布コストが高いが、効果が高いことが明らかとなった。

品種「はるのおうぎ」は「NiF8」に比べ初期生育が優れ、早期に地表を覆い、雑草抑制効果が高いことが明らかになった。

さとうきびによる植被率を、ドローン画像を用いた解析により評価する方法を開発し、さとうきび120系統を対象に植被率の計測を行った。この評価方法からも「はるのおうぎ」は「NiF8」より植被率が高いことが明らかになった。このように、目標に対する到達度は計画通り達成された。

糖汁保管に関しては、シラップ中で繁殖する微生物によるショ糖の減少が確認された。そこで微生物によるショ糖のロスをも最小限とする糖汁の保管方法として、減圧環境下での保管を提案した。この方法は微生物の増殖を抑制出来たNaCl添加法と同等の成果を出しながら、NaClのような製糖に不必要な物質を添加すること無く糖汁を保管出来る方法であり、工場の設備、コスト面での課題はあるものの実現可能な技術である。また、清浄汁の保管に関しては、紫外線殺菌と高温処理を用いた保管方法を検討しており、この方法が実現できれば工場の突然の停止、低速運転の際にも一定の品質の清浄汁を後段の工程に供給することができ、安定した品質の製糖が実施可能となる。

**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**

除草剤の有効性が示されるとともに、土壌処理剤によって雑草種子からの発生を大きく低減でき、さらに耕耘を合わせることで、効果が大きくなることが明らかとなった。また、「はるのおうぎ」を栽培することで、従来よりも雑草の発生を抑制できる可能性が示唆された。これらの組み合わせを最適化することで、最終目標が達成される可能性は高いと考えられる。

糖汁保管に関しては、ショ糖濃度の保持および微生物数の変化から、減圧環境での保管の可能性が示された。課題として、低コスト化および工場の設備の問題があるが、シラップの再加熱などの前処理を行うことで、減圧度の低下や設備コストの低減を狙うことが出来、減圧環境での保管が実現できる可能性が高くなる。そのため、最終目標が達成される可能性は高いと考えられる。

**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**

新植栽培（春植え栽培）のみであるが、除草剤・土壌処理剤、耕耘の防除体系の組み合わせにより、さとうきび単収5t/10a以上の結果が得られている。引き続き、株出し試験での除草剤・土壌処理剤の効果の検証、耕種的防除等による株と株の間に残った雑草の対応法を検討することで、株出し栽培で収量5t/10a以上を達成することが可能となる。また、市町、製糖会社、県（公設農試含む）で構成される生産対策組織を通じて成果の伝達は速やかに行われる。

糖汁の保管については減圧環境での保管の可能性が見込まれ、保管を行うことで濃縮工程と結晶・分

離工程の分離が可能となり、結晶・分離工程以降の人員を他工程に再配置できる。これにより、多くの製糖工場で実施されている24時間の2交代制を3交代制にすることができ、時間外労働を複数月平均80時間以内に縮減することが可能となる。また、この成果は、製糖工場で構成される工務委員会などを通じて普及を速やかに行うことが出来る。

したがって、アウトカム目標の達成は可能と考える。

#### 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

生産者が集まる場において、研究内容の紹介と成果の公表を実施した。事業実施期間からこのような活動を行うことで、技術指導員のマニュアルへの理解が深まると考える。

糖汁の保管については工場の技術者が集う工務委員会で構成される研究会の中で、研究内容の紹介を行った。また、実際に技術を普及するにあたり現場で実装可能なものであるかの確認を行っている。

したがって、この取り組みの内容は妥当と判断する。

#### 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。）

なし

### 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

研究課題責任者、外部運営委員、行政部局で構成される運営委員会に加えて、研究コンソーシアム、や小課題内担当者で進捗状況の確認や試験計画を議論する場を設定した。このような場で、適宜見直しを図り、研究計画に反映している。

#### ② 研究推進体制の妥当性

さとうきび畑における新規雑草防除対策については、さとうきび栽培・育種を専門とする機関が参画・実施している。また、実証試験は、雑草被害が発生している現地で実施が計画されている。製糖工場の糖汁保管については一連の試験研究を行っている機関・大学が参画・実施している。またコスト計算や実用化可能性については、製糖工場を研究コンソーシアムのメンバーに加え、協議しながら実施している。

#### 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）

計画に沿って現地実証を行う。同時に、「はるのおうぎ」の雑草抑制効果の評価を進め、雑草防除技術の効果の向上を図っている。また糖汁の保管に関しても、製糖工場で活用できるよう、保管コストの低減化を進めている。

#### 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（選択と集中の取組など）

問題の解決と成果の公表を図るため、現地実証を伴う部署に対して重点配分している。

### 【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

- ・鹿児島県、沖縄県の離島における精糖業の重要性及び雑草防除の困難度に鑑み研究の必要性は高く、国主導で進めるべき研究である。また、関連産業への波及効果が大きく、地域経済へ重要な役割を果たす課題であり、研究の必要性は高い。
- ・効果がある除草剤の選定や品種の選定、保管方法の評価も進んでおり、研究目標は達成できると判断できる。
- ・全体として順調に進捗しており、地域経済に重要な役割を果たす課題であることから継続して実施することが妥当である。

#### 2. 今後検討を要する事項に関する所見

- ・コスト面・設備面の課題があり、現場への導入が促進されるような取組を期待したい。

[研究課題名] 現場ニーズ対応型プロジェクトのうちさとうきびの多回株出機械化一貫体系及び省力製糖技術の確立

用語	用語の意味	※番号
ギニアグラス	イネ科の暖地型牧草。南西諸島において再生性および永続性に優れるため、普及が進む。結実した種子による雑草化が問題となっている。	1
カワリバトウダイ	トウダイグサ科に属する外来植物。近年、沖縄県宮古島市全域のさとうきび圃場で発生を確認。現在では沖縄本島及び周辺離島を含めた県内全域で発見されている。	2
かぶだ株出し	さとうきび収穫後に萌芽する芽を肥培管理し、1年後の収穫時期に再度収穫する作型のこと。	3
とうじゅう糖汁	さとうきび製糖工場の工程で得られる糖液全般を指す。今回の研究においてはシラップと清浄汁が対象となる。	4
たかいかぶだし多回株出	「株出し」を複数年にわたって繰り返すこと。	5
こうしゆてきぼうじよほう耕種的防除法	作物の栽培体系や管理作業などによって、雑草の発生生育に不利になるような状況を作り出す防除方法。	6
しよくひりつ植被率	単位面積当たりにおいて植生が地表面を占める面積の割合。	7
シラップ	さとうきび製糖工場で、清浄汁を減圧濃縮してBrix (=糖濃度) を60程度まで高めた糖液。さらに煮詰めることでショ糖の結晶が生成する。	8
せいじょうじゅう清浄汁	さとうきび製糖工場で、さとうきびの搾り汁中の不純物を凝集沈殿によって除去した糖液、これを煮詰めることでシラップとなる。	9
メトリブジン	除草剤の有効成分の一つ。さとうきびに登録がある主な商品に「センコル®水和剤」がある。	10

## ② さとうきびの多回株出機械化一貫体系及び省力製糖技術の確立

- ▶ さとうきびは沖縄県、鹿児島県の基幹作物で、地場産業の製糖工場とともに地域経済・雇用を支える重要な存在であるが、人手不足が深刻化する中、砂糖製造業における長時間労働の確実な是正のための省力化等や食料・農業・農村基本計画に克服すべき課題として掲げられている機械化一貫体系の確立等を実現するためには、労働負担を軽減しつつ生産性を向上させる取り組みが必要。
- ▶ さとうきびの生産現場においては、機械収穫による省力的な多回株出栽培が急速に増加する一方、薬剤防除が難しいイネ科強害雑草の被害が見られるなど課題が見られることから、耕種的防除法など多回株出に応じた栽培手法等を開発し、**多回株出機械化一貫体系を確立**。
- ▶ 製糖工場においては、働き方改革の対応が求められる中、人材確保が難しい離島で甘しゃ糖の安定生産を担保するため、より少人数で製糖できるよう製糖期間の延長が可能となる糖汁濃縮・保管技術を開発し、工場における**労働生産性を向上**。

### 生産現場の課題

機械化と株出栽培で作業は楽になったけど、イネ科雑草が繁茂しやすくなったり、今までの栽培方法だと対応できない新しい課題が。



さとうきび生産と工場、両方が続かないと島が維持できなくなってしまう……



働き方改革を進めたいが、離島では工場の人材確保が難しい。労働負担の小さい製糖技術はないか。

### 生産現場の課題解決に資する研究内容

- ・多回株出機械化一貫栽培を普及するため、さとうきびに類似の生態をもつイネ科強害雑草（ギニアグラス）の耕種的防除法等多回株出に応じた栽培手法を開発し、技術マニュアルを作成。
- ・さとうきび糖汁の品質劣化を招かない濃縮・保管技術を開発し、製糖期間を延長してより少人数で製糖を可能にして工場の持続性を確保。

#### <イメージ>

(多回株出栽培管理技術の構築)



- ・イネ科強害雑草に防除効果の高い耕種的防除技術の確立
- ・多回株出管理手法の確立（株揃え、根切り排土、施肥等）



技術  
マニュアル作成

(濃縮・保管技術の構築)



一貫作業の濃縮・結晶工程を濃縮後の保管を可能とすることで、少人数での製糖を実現

### 社会実装の進め方と期待される効果

- ・イネ科強害雑草防除マニュアル等多回株出に応じた技術マニュアルを作成し、現地農家、県等行政機関、JA、製糖工場等関係者と連携し普及。
- ・島ごとの環境条件に応じた糖汁の濃縮・保管技術マニュアルを作成し製糖会社や関連団体等と連携し普及。

- ・多回株出機械化一貫体系を確立し、株出栽培の単収を維持・向上（4.9t/10a）。
- ・製糖工場における時間外労働を働き方改革に対応する複数月80時間以内に縮減。

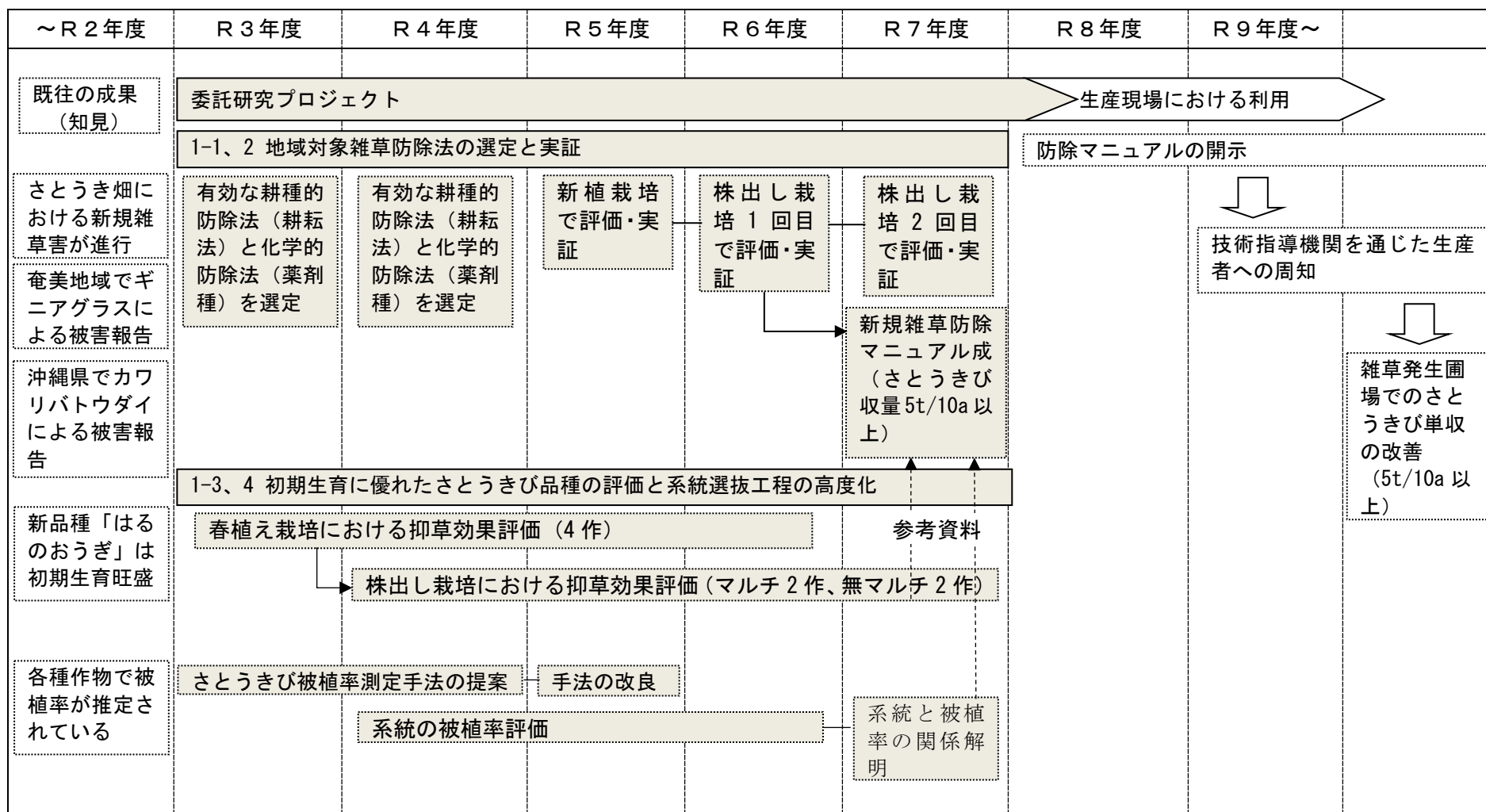


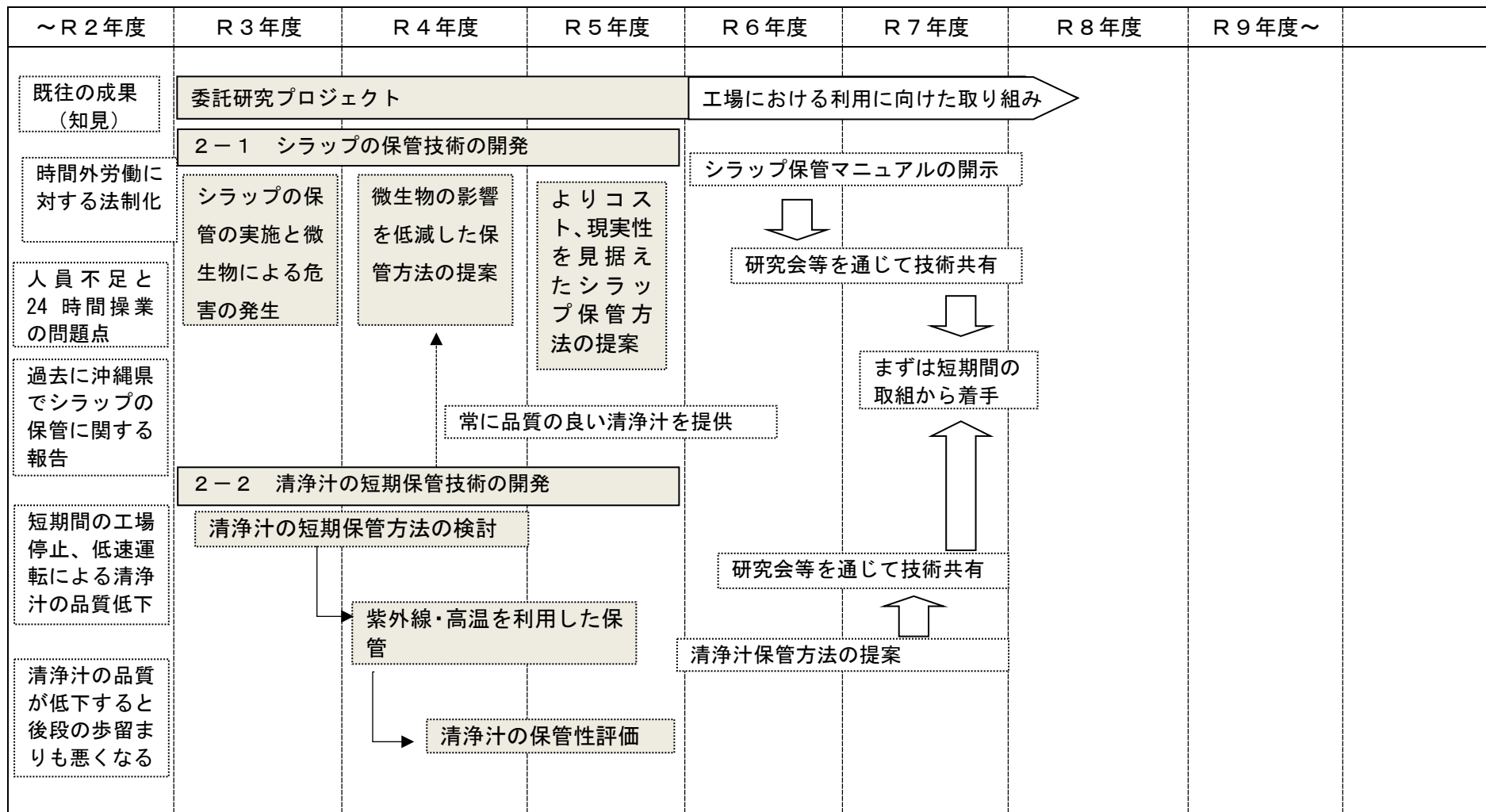


## 【ロードマップ（中間評価段階）】

中課題ごとの毎年度（特に中間評価年度）の成果目標、研究成果の普及・実用化の道筋と目標を具体的に示す。

### 多回株出機械化一貫体系に必要な新規雑草抑制技術の開発

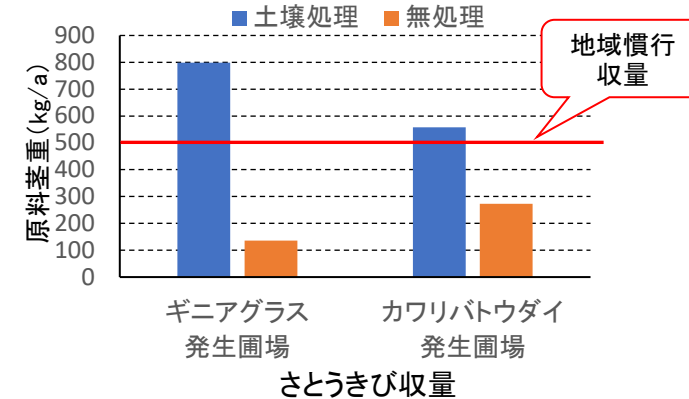
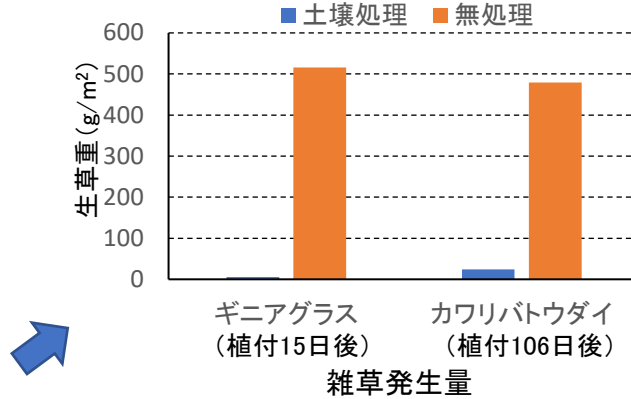
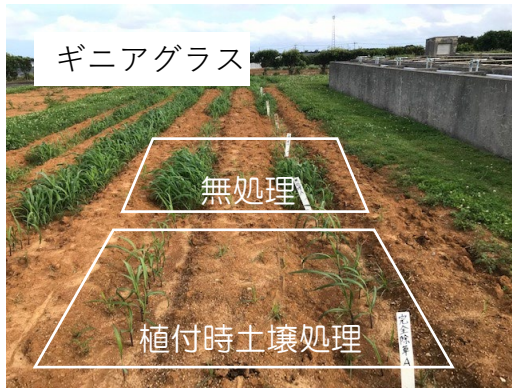




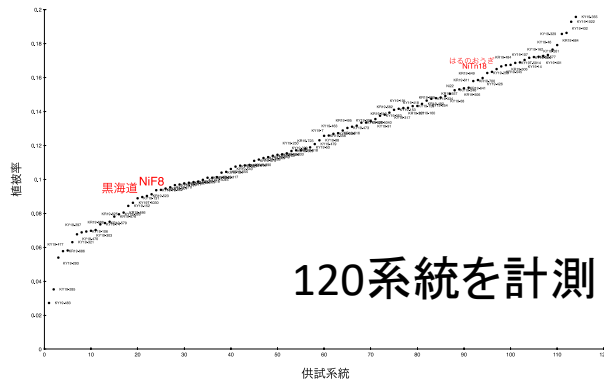
# さとうきびの多回株出機械化一貫体系及び省力製糖技術の確立

## 1 株出し収量の確保を目的とした雑草防除方法の構築

### 春植え栽培における土壌処理剤（メトリブジン）の効果

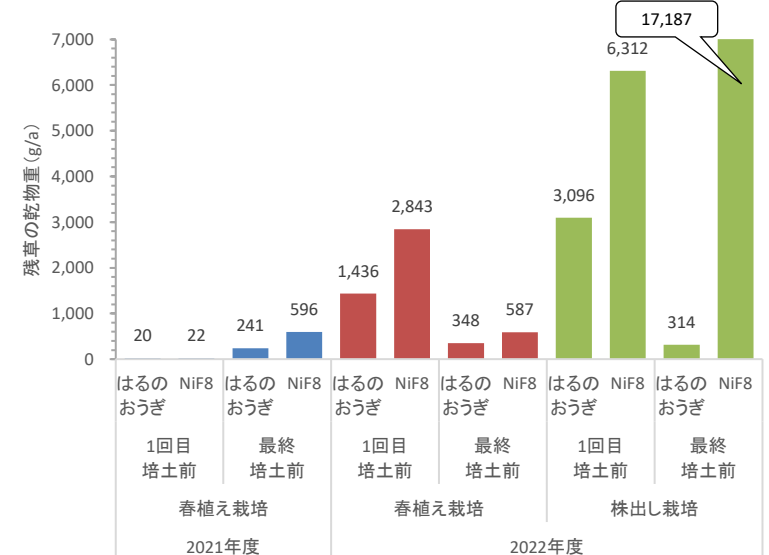


### ドローン画像による植被率計測手法



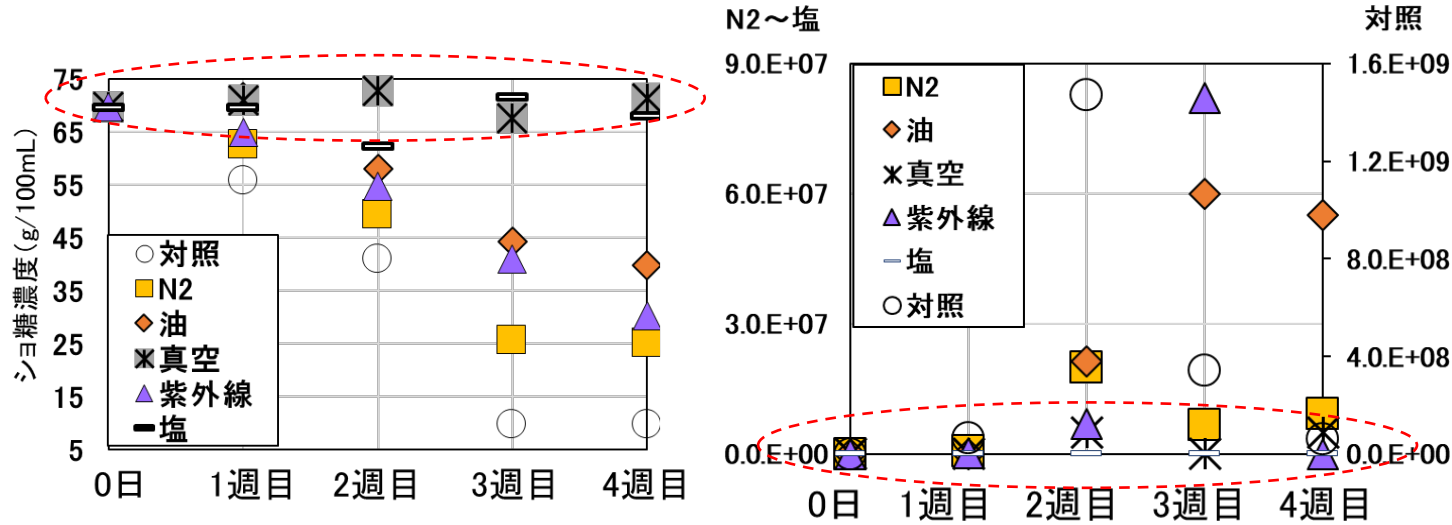
### はるのおうぎの抑草効果

注) 「除草剤処理」区 (農家慣行を想定) における残草量



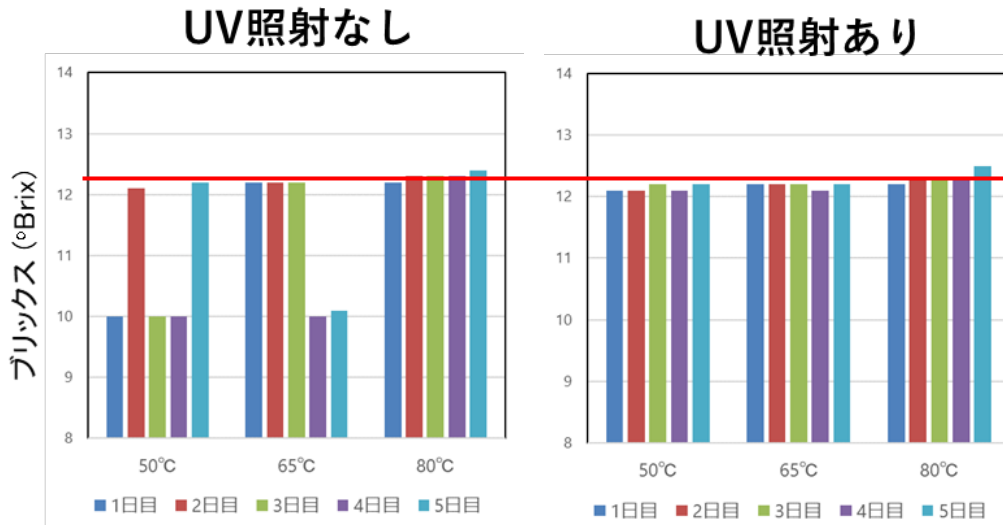
## 2.糖汁の保管技術の開発に関する研究開発

### 保管方法によるシラップの保管効果





真空(減圧)保管がシヨ糖濃度の低減も、微生物の増殖も認められない。

### UV照射による清浄汁の保管効果



UV照射によって、ある程度の温度でもBrix(糖度)の減少がなくなった。

## 委託プロジェクト研究課題評価個票（中間評価）

<b>研究課題名</b>	現場ニーズ対応型プロジェクトのうち畜産生産の現場に濃厚飼料を安定・低コストに供給できるシステムの開発			<b>担当開発官等名</b>	畜産局飼料課 農林水産技術会議事務局研究企画課
				<b>連携する行政部局</b>	畜産局飼料課（需給対策第1班）
<b>研究期間</b>	R3年～R7年（5年間）			<b>総事業費（億円）</b>	0.9億円（見込）
<b>研究開発の段階</b>	<b>基礎</b>	<b>応用</b>	<b>開発</b>		
					

### 研究課題の概要

日本の畜産農家はインフラが脆弱な地域に点在していることが多く、気象災害時には飼料供給に支障が生じ、タンク内飼料の在庫切れが生じるリスクがある。また、飼料タンク（※1）内残量の確認には、飼料運送会社の運転手がタンク上部に登る危険な作業を伴うことに加え、その運転手についても、コロナ禍の影響で不足する事態となっている。

さらに、濃厚飼料自給率が低い中、新たな国産濃厚飼料として生産が拡大している子実用とうもろこしにおいては、貯蔵・流通時の品質の低下が課題となっており、品質を維持しつつ長期貯蔵できる技術の開発が求められている。

そこで本研究では、

- タンク内残量計測技術の開発と地上・衛星通信を併用した流通濃厚飼料安定供給システム
- 国産とうもろこし子実の安定供給システム

の開発に取り組む。これらの技術開発により、配送に関わる労働負担が30%軽減されることで労働力の安定的な確保が可能になるとともに、自然災害による輸送障害等発生時においても、タンク内残量データから適時適量の発注がなされることで、飼料の安定供給が確保され、畜産生産性が向上する。また、品質が安定した国産とうもろこし子実の地域内供給とその利用が加速され、自給濃厚飼料の生産拡大に寄与することが期待できる。

### 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
<ul style="list-style-type: none"> <li>・ 飼料タンク内残量計測の精度向上のための条件の明確化および生産・配送計画システム構築のために必要な要件の抽出。</li> <li>・ 国産とうもろこし子実の貯蔵環境温度と梱包資材の違いが中・長期的貯蔵時の飼料品質に及ぼすリスクと乳酸菌添加の効果を明らかにする。</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>・ 飼養管理に応用でき、かつ労働負担を30%軽減できる飼料タンク内残量高精度計測システムおよび生産・配送計画システムの開発。</li> <li>・ 国産とうもろこし子実の調製貯蔵コスト10円/kg以下で1年間貯蔵できる簡易調製貯蔵技術の開発。</li> </ul>

### 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（R12年）

本課題で開発される高精度残量計測システムおよび生産・配送計画システムが全国のプロイラー（※2）農場に普及し、高精度な飼料消費量予測に基づいた飼養管理が効率的に行われることにより、1羽あたりの生産量が増加し、約14億円/年の経済的効果が見込める。また、配送に係る労働時間を30%削減することにより、労働費・労働負担が軽減され、労働生産性が向上する。

また、子実用とうもろこしの簡易かつ低コストな調製貯蔵技術が普及することにより、とうもろこし用の乾燥調製施設が十分に確保できない農業者においても生産に取り組みやすくなり、作付面積の拡大に貢献することで、約142億円の経済的効果が期待される。

### 【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

トラック運転手の有効求人倍率（※3）（令和3年5月時点）は全職種平均のおよそ2倍という人手不足の状況にあり、高齢化も進展していることから、今後ドライバーの確保自体がさらに困難になることが予想されている。特に飼料輸送については特殊車両（バルク車（※4））の運転が求められるとともに、ドライバーが飼料タンクへ上り残量を確認する高所作業が発生するため、ドライバーの負担を軽

減させることにより、担い手の確保が必要である。加えて、飼料はその形状から残量把握が難しいが、高精度な残量把握により適時適量の飼料発注を行うことが可能であり、かつ、通信インフラが脆弱な地域にある畜産農家であっても導入可能なシステムがより一層求められている。そのため、我が国の畜産の維持・発展のためには、タンク内残量の高精度計測や地上・衛星通信を活用した流通濃厚飼料の安定供給システムの構築が必要である。

また、濃厚飼料自給率向上のために、国産濃厚飼料として子実用とうもろこしの生産がより一層求められる。しかし、作業主体として想定される水田農家にとって、子実の破碎やラップサイレージの調製は新たな機械・技術導入が必要となるため、取組のハードルとなっていることから、水田農家が所有しているインフラや資材を極力活用した、簡易で低コストな調製貯蔵技術の開発が必要である。

## ② 引き続き国が関与して研究を推進する必要性

「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、濃厚飼料自給率を令和12年度までに15%まで向上させる目標を達成するためには、水田農家による子実用とうもろこしの生産拡大は不可欠であり、国が関与して研究を推進する必要性は極めて高い。

配合飼料の安定供給に従事するトラックドライバーにおいては、高所作業等の危険作業があり、労働負担を軽減することが求められている。これに対応するためには、飼料メーカー、運送会社、畜産農家等の流通サプライチェーンの関係者で連携した技術開発が必要であるが、それぞれが利害関係にあり技術開発が進まない状況にあるため、国費を投入した研究開発事業として実施する必要がある。

## 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

### ① 中間時の目標に対する達成度

飼料タンク内残量の高精度計測システムについては、飼料の種類や超音波センサーの配置等を変えた複数の条件下での飼料搬出測定結果を検証し、センサー測定値から重量への換算アルゴリズムの開発に取り組んでいるが、目標とする精度（97%）にはまだ達していないため、次年度以降、アプローチ手法を改良してアルゴリズム開発を進めることとしている。生産・配送計画システムについては、地上通信と衛星通信の切り替え機能を設計及び動作確認するとともに、ヒアリングやアンケート調査に基づき、タンク内残量予測や配送計画に必要な基本情報（タンク容量・材質、飼料嵩比重、残量通知が求められる時間帯、飼料銘柄、配送重量等）を整理した。さらに、ユーザーが濃厚飼料安定供給システムに求める要件（飼養管理に活用する上で生産者が求める残量予測精度等）を明確化し、それに基づくロジックの作成を行った。

子実用とうもろこしの低コスト調製貯蔵技術については、とうもろこし子実の貯蔵環境温度、梱包素材の違いおよび乳酸菌添加が微生物叢と発酵品質に及ぼす影響が明らかになり、子実の詰め込み作業に適した梱包用プラスチックシート内袋が選定されるとともに、人力による簡易な内袋密封手法が提示された（特許申請予定）。

以上のように、一部に今後改良が必要な課題が生じたものの、概ね計画通りに進捗している。

### 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

アプローチ手法の改良が必要と判断された飼料タンク内残量の高精度計測システムについては、次年度よりタンク内飼料残量を予測するアルゴリズム等の技術的知見を有する企業を新たにコンソーシアムに加え、システムの開発を加速化することとしている。また、生産・配送計画システムについては生産農場・輸送会社・飼料工場が連携しやすいシステム構築を進めるとともにコスト按分等を勘案したビジネスモデルを考案することとしていることから、最終年度までには目標とする精度や成果が得られる見込みである。

子実用とうもろこしの低コスト調製貯蔵技術については、次年度までに品質劣化を回避するために必



要な貯蔵条件や梱包資材を明らかにするとともに、次年度以降、現地実証地において10円/kg以下で貯蔵・調製できることを検証することとしており、最終年度までに目標が達成される見込みである。

<b>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</b>	<b>ランク：A</b>
---	--------------

**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。また、コンソーシアムには、産学官を率いたプロジェクトマネージメント経験を有する大学を代表に、飼料流通に関わる企業が複数参画しており、開発技術の速やかな普及・社会実装が期待できることから、アウトカム目標は達成可能であると考えられる。また、アウトカム目標達成の根拠は以下の通りである。

飼料タンク内残量の高精度計測システムおよび生産・配送計画システムにおいては、タンク内飼料残量の予測から求めた飼料消費量を飼養管理にフィードバックし、1羽当たり10gの増体が達成されることにより、7億羽（ブロイラーの年間出荷羽数）に対して7000t/年（10g × 7億羽）生産量が増加し、14億円（200円/kg × 7000t）の経済的効果が見込まれる。作業時間については、昇降作業時間（1.7時間）と輸送会社受注担当の作業時間（5時間）を合わせた計6.7時間の労働時間のうち、本開発技術により、昇降作業時間が30分、輸送会社受注担当の作業時間が1.5時間短縮されることで、労働時間が30%低減される。

また、子実用とうもろこしの簡易かつ低コストな調製貯蔵技術の普及によって、とうもろこし用の乾燥調製施設が十分に確保できない農業者においても生産に取り組みやすくなり、作付面積の拡大（令和2年度733ha→令和12年度3万ha：ここ4年の増加率で今後も面積拡大すると仮定）に貢献することで、約19万TDNトンの供給が図られ、その結果、約142億円の経済的効果が見込まれる（過去2年間の単体飼料用とうもろこし工場渡し価格の平均値（59.2円/kg）に基づき算出）。

**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大学や研究機関の他、飼料メーカー、衛星通信会社、畜産施設・機器製造メーカー、飼料タンク製造メーカーが参画しており、連携して実証・モニタリングを行っている。生産・配送計画システムの開発にあたっては、飼料工場、ブロイラー生産者、と畜場等の幅広い関係者からのヒアリングを行っており、より有用なシステムとなるよう努めるとともに、推進会議や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。また、子実用とうもろこしの調製貯蔵技術については、得られた成果をマニュアルとして取りまとめるとともに、生産者や普及指導機関等への説明を行うこととしている。これらのことから、普及・実用化のに向けた取り組みは妥当であるといえる。

**③ 他の研究や他分野の技術の確立への具体的貢献度**

飼料タンク内残量の高精度計測システムや生産・配送計画システムについては、養鶏農家を対象に開発を進めているが、他の畜種においても応用が期待できる。

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

**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、流通濃厚飼料の安定供給システムの開発により配送に関わる労働負担を30%軽減、タンク内残量データに基づく飼料発注による畜産生産性の向上、国産とうもろこし子実の簡易調製貯蔵技術の開発による子実用とうもろこしの生産拡大であり、その達成に向けて着実に研究を推進している。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、飼料タンク内残量の高精度残量計測システムおよび生産・配送計画システムにおいては各システムが持つべき最適な仕様について、子実用とうもろこしの低コスト調製貯蔵技術においては生産現場における課題解決のために必要な開発要素・調査項目についての議論がなされることでの的確な見直しを行っている。特に、目標とする精度を得るためにはアプローチ手法の改良が必要と判断された飼料タンク内残量の高精度計測システムについては、次年度よりタンク内飼料残量を予測するアルゴリズム等の技術的知見を有する企業を新たにコンソーシアムに加え、開発を加速化することとしている。進捗に応じた見直し等が的確に行われていることから、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（これまで計5回実施）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）

畜産に関する研究実績を多数持ち、産学官を率いたプロジェクトマネジメント経験を有するコンソーシアム代表を中心に、飼料タンク内残量の高精度計測システムおよび生産・配送計画システムにおいては、飼料メーカー、衛星通信会社、畜産施設・機器製造メーカー、飼料タンク製造メーカーが、子実用とうもろこしの低コスト調製貯蔵技術においては、子実用とうもろこし研究を先導的に実施している研究開発機関が参画しており、それぞれの持つ強みを生かしつつ、相互に連携して研究を遂行する体制となっている。また、開発したシステムや技術について、養鶏や子実用とうもろこし生産に取り組む農場での実証を行うこととしており、適切な研究課題構成になっている。

## 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

各課題とも概ね計画通りに研究が進捗している。今後は生産・配送を最適化するためのAIシステムの開発および開発された簡易調製貯蔵技術の現地実証への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

- ・流通濃厚飼料の安定供給を目指した課題であり、研究の必要性は非常に高い。
- ・目標とする精度にはまだ達成していないが、アルゴリズム見直しなどにより解決の道筋はできており、アウトプット目標の達成が見込めると判断できる。
- ・高齢化が問題となる酪農業において負担軽減となる課題であり、他業種にまたがり私企業では解決が難しいことから、プロジェクトとして継続して実施することが妥当である。

#### 2. 今後検討を要する事項に関する所見

- ・傾斜地ではバルク車の操作に高度なテクニックを要し、より困難を伴うものである点に留意し、現場の実態にあうように進めていただきたい。



[研究課題名] 現場ニーズ対応型プロジェクトのうち畜産生産の現場に濃厚飼料を安定・低コストに供給できるシステムの開発

用語	用語の意味	※ 番号
飼料タンク	配合飼料等を貯蔵するためのタンク。逆円錐形の形状をしており、高さは4～8mを超えるものもある。残量の確認や飼料搬入のためにはタンクへの昇降作業が必要であり、高所作業の危険を伴う。	1
ブロイラー	当初から「食用」に供する目的で飼養し、ふ化後3か月未満で肉用として出荷する鶏をいう。採卵鶏の廃鶏は含めない。	2
有効求人倍率	「仕事の数（有効求人数）」を「仕事をしたい人の数（有効求職者数）」で割った数値。求人倍率が1を上回ればいわゆる「売り手市場」であり労働者の側に有利となり、1を下回ればいわゆる「買い手市場」で企業の側にとって有利となる。令和3年5月の全職業の値0.94に対し、貨物自動車運転手の値は1.88となっている。	3
バルク車	特殊車両の一つで粉粒体を運搬する車両のこと。飼料のほか、石灰や炭酸カルシウムを運搬する車両が該当する。タンク上部にマンホール兼投入口があり、タンクの底部は三角の構造をしている。	4

⑥ 畜産生産の現場に濃厚飼料を安定・低コストに供給できるシステムの開発【継続】

- 畜産現場では**運転手不足**や**気象災害の頻発**により、今後、新鮮な流通濃厚飼料供給のためのキメ細かい配送を維持できない恐れがある。また、水田転作では、とうもろこし子実など国産濃厚飼料生産が展開しつつあるが、**品質を維持しつつ長期貯蔵する技術**が確立されていない。
- 流通濃厚飼料の安定供給を維持するとともに気象災害による飼料不足を回避するために、**濃厚飼料の貯蔵タンク内の残量を把握し自動で発注する技術**を開発。また、国産濃厚飼料生産において、**収穫したとうもろこし子実を高品質で長期に貯蔵できる技術**を開発。
- 長期貯蔵・安定供給技術の開発で食料・農業・農村基本計画が定めた**人手不足への対応**や**大規模災害被害の最小化**（事前防災）を達成。

生産現場の課題

- ・濃厚飼料の配送・充填は危険な高所作業や繁雑な衛生管理を伴うため敬遠され気味で、高齢化と併せて運転手が不足しつつある。
- ・水田転作でとうもろこし子実が着目されているが、収穫後の長期貯蔵技術は確立されていない。



<イメージ>



貯蔵タンクへの濃厚飼料の充填時には残量確認のため危険な高所作業が発生している。



国産とうもろこし子実生産では取り組み拡大や台風等気象災害頻発のため、早刈りによる高分子子実の収穫が見込まれる。

生産現場の課題解決に資する研究内容

- ・濃厚飼料貯蔵タンク内の残量を把握し、飼料メーカー等に自動で発注する技術など、人手不足の条件下で効率的な飼料供給や気象災害への備えを可能とする技術を開発。
- ・日本型のとうもろこし生産において、高い水分含量の子実であっても腐敗やカビ発生による品質低下を回避し、長期の貯蔵を可能とする調製・保管技術を開発。

<イメージ>

流通および国産濃厚飼料の安定供給に関する各種技術を開発。



流通飼料の供給合理化により、人手不足や気象災害に対応。

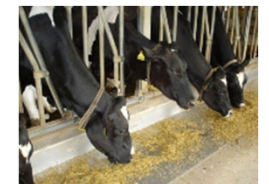


貯蔵技術の向上で高品質な国産濃厚飼料を供給可能に。

社会実装の進め方と期待される効果

開発技術は設備・飼料メーカーや配送会社と連携し全国のTMRセンターや畜産農家に普及。

- ・濃厚飼料の配送に係る労働負担を30%削減するとともに、予測可能な気象災害による輸送障害被害ゼロを達成。
- ・国産濃厚飼料の安定供給で自給率が向上する。
- ・濃厚飼料の安定・低コスト供給により畜産経営が強靱化。

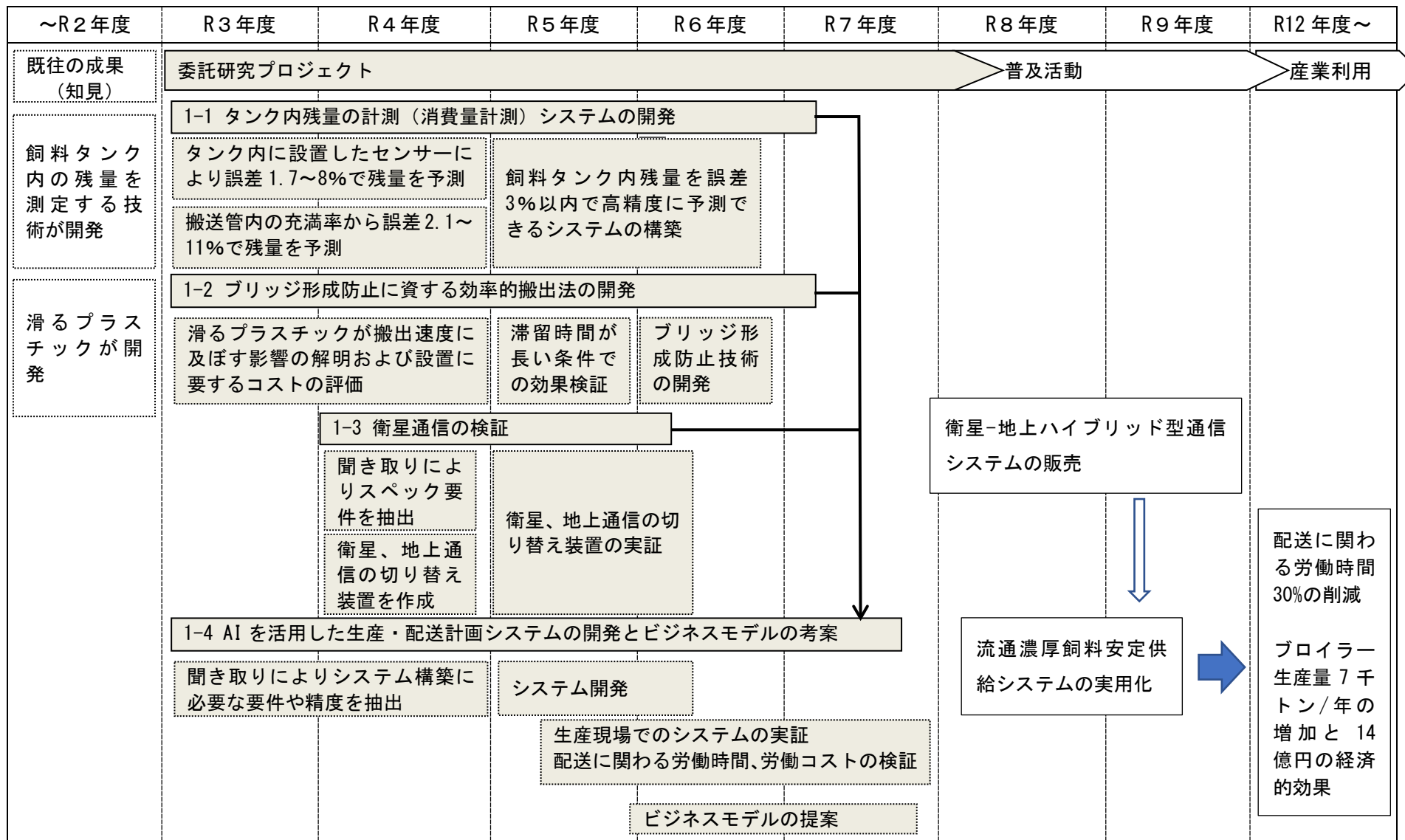


畜産経営の強靱化

【お問い合わせ先】 畜産局飼料課 (03-6744-2399)

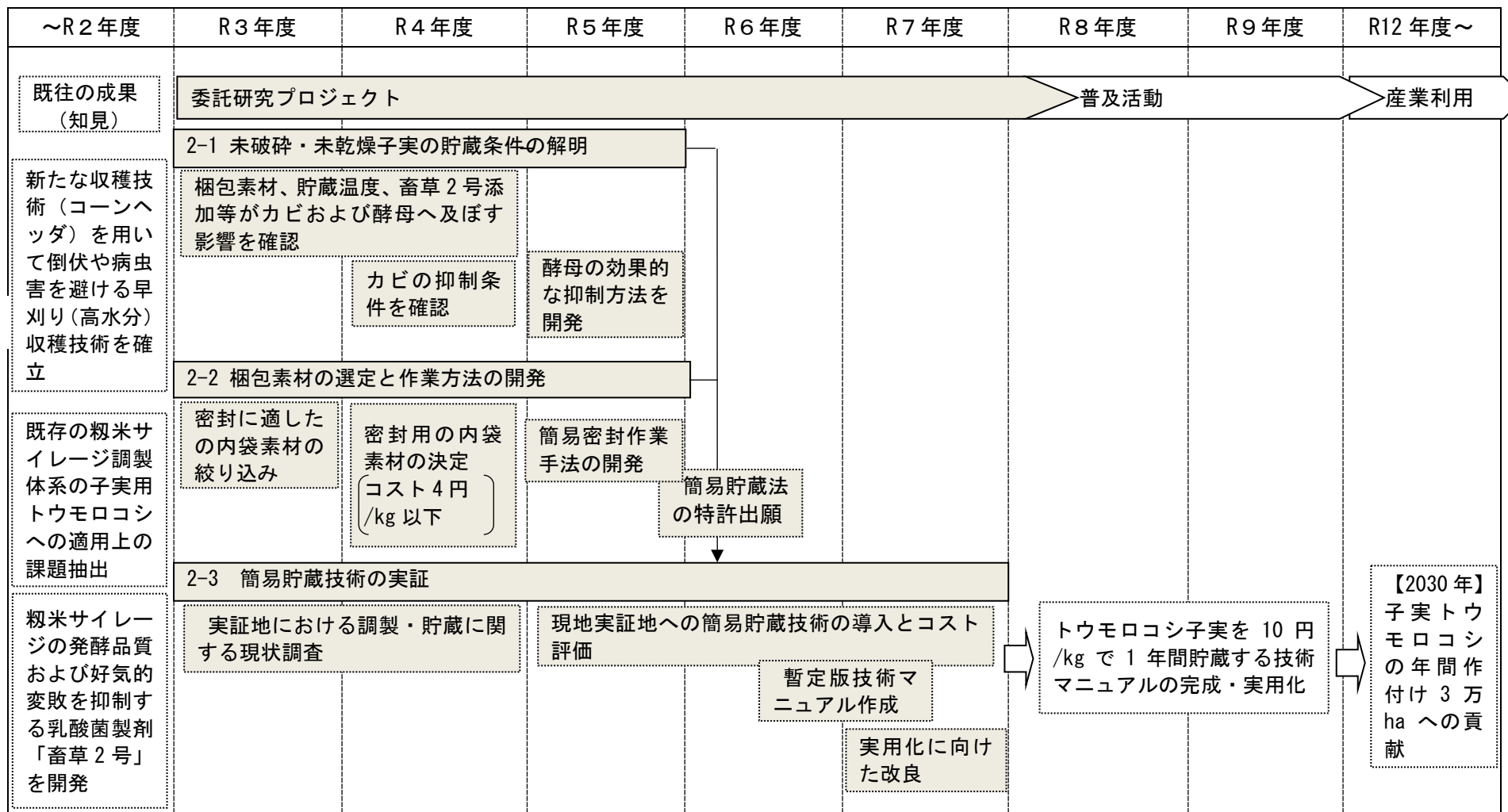
【ロードマップ（中間評価段階）】

畜産生産の現場に濃厚飼料を安定・低コストに供給できるシステムの開発  
 （小課題 1）流通濃厚飼料の安定供給システムの開発

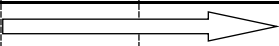
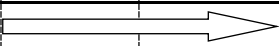


【ロードマップ（中間評価段階）】

畜産生産の現場に濃厚飼料を安定・低コストに供給できるシステムの開発  
 （小課題2）国産トウモロコシ子実の安定供給システムの開発



## 委託プロジェクト研究課題評価個票（中間評価）

<b>研究課題名</b>	現場ニーズ対応型研究プロジェクトのうちため池の適正な維持管理に向けた機能診断及び補修・補強評価技術の開発			<b>担当開発官等名</b>	農林水産技術会議事務局研究統括官 (生産技術) 室
				<b>連携する行政部局</b>	大臣官房政策課技術政策室 農村振興局防災課防災・減災対策室 農村振興局設計課施工企画調整室
<b>研究期間</b>	R 3 年～R 7 年（5 年間）			<b>総事業費（億円）</b>	0.8億円（見込）
<b>研究開発の段階</b>	<b>基礎</b>	<b>応用</b>	<b>開発</b>		
					

### 研究課題の概要

本課題では、ため池特措法（※1）に基づく防災重点農業用ため池（※2）5万5千箇所に係る劣化状況評価と堤体改修工事を集中的かつ計画的に推進させるため、（1）ため池の簡易劣化診断マニュアル、（2）ため池の工法評価・選定マニュアルを整備する。また、流域治水（※3）の促進を目的としたため池の洪水調節機能の強化対策として洪水吐スリットの設置等を推進するため、（3）ため池の洪水調節機能の調査・診断・評価ならびに破堤時の浸水区域算定マニュアルを整備する。

（1）のマニュアルについては、上記の劣化状況評価を行う自治体におけるマニュアルの活用約5割または国の技術指針等への反映を目指す。（2）のマニュアルについては、上記の堤体改修工事の実実施計画の策定に着手する自治体におけるマニュアルの活用約5割または国の技術指針等への反映を目指す。（3）のマニュアルについては、上記の洪水吐スリットの設置を検討する自治体の約5割での活用または国の技術指針等への反映を目指す。

#### 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
<ul style="list-style-type: none"> <li>・ 既往技術によるため池の付帯コンクリート構造物の画像撮影の試行およびデータ収集の結果に基づく既往技術の改良</li> <li>・ 個別の補強工法対策効果を遠心模型実験により検証</li> <li>・ 洪水調節機能について、強化策を含めた評価手法の提案</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>・ 新たな簡易診断技術のマニュアルの作成</li> <li>・ 最適な対策工法を選定するための選定フローとマニュアルの作成</li> <li>・ 洪水調節効果の調査・診断・評価ならびに破堤時の浸水区域算定マニュアルの作成</li> </ul>

#### 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）

- ・ 令和8年度以降に防災重点農業用ため池の劣化状況評価を行う自治体におけるマニュアルの活用約5割または国の技術指針等へのマニュアルの反映を目指す。
- ・ 令和8年度以降に防災重点農業用ため池の堤体改修工事の実実施計画の策定に着手する自治体におけるマニュアルの活用約5割または国の技術指針等へのマニュアルの反映を目指す。
- ・ 令和8年度以降にため池の洪水吐スリットの設置を検討する自治体におけるマニュアルの活用約5割または国の技術指針等へのマニュアルの反映を目指す。

### 【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

豪雨や地震の多発は続いており、ため池の決壊を防いで農村の安全・安心な暮らしを実現するため、ため池特措法に基づく防災重点農業用ため池の劣化状況評価と堤体改修工事を計画的・効率的に進めることが求められている。また、政府が提唱する、流域の全関係者が協議して水害を軽減させる「流域治水」を推進するため、ため池の洪水調節機能の活用することが求められている。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いと考えられる。

②引き続き国が関与して研究を推進する必要性

本課題で整備を目指すマニュアルは、国や都道府県等による土地改良事業によって実施される防災重点農業用ため池の劣化状況評価と堤体改修工事や、流域治水を推進するための各種事業において使用されるものであることから、引き続き国が関与して研究を推進する必要性が高いと考えられる。

**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（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）

中間時の目標としては、最終の到達目標であるマニュアルの作成にあたって必要となる重要な個別技術の開発等を設定している。

(1) 「既往技術によるため池の付帯コンクリート構造物の画像撮影」として、底樋の中のように人が入れない箇所を対象とした調査ロボットのプロトタイプを製作して試行した。また、「データ収集の結果に基づく既往技術の改良」として、防災重点農業用ため池の劣化状況評価等の手引き（農林水産省農村振興局整備部防災課、令和3年3月）に追加すべきチェック項目や補足事項を提案した（一例として「これまでの成果概要」の右上の図）。

(2) 「個別の補強工法」として、ベントナイトシート工法（※4）に着目し、「遠心模型実験」（※5）により、実験条件では無対策堤体に比べて堤体の変形や沈下量等が抑制されて越流破壊が生じないことを検証した（「これまでの成果概要」の左下の図）。

(3) 「強化策を含めた洪水調節機能の評価手法」として、流域面積や満水面積等の諸元に基づいて類型化したため池ごとに洪水調節効果の高い事前放流方式を明らかにすることを目的に、「ピーク洪水流入量の超過確率」と「一連降雨に伴う洪水流入量がピーク時の90%を超えている時間帯における60分間の最大貯水量増加量」の関係を指標とすることを提案した（「これまでの成果概要」の右下の図）。

以上より、マニュアルに記載すべき重要な個別技術が概ね順調に開発されていると考えられ、中間時の目標は全て達成されている。

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

上記のように中間時の目標は全て達成されており、次年度以降の研究実施計画も適切に行われていることから、最終の到達目標についても今後の達成可能性は高いと考えられる。

**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

本プロジェクトで整備を目指す各マニュアルは、本プロジェクト終了後、防災重点農業用ため池の劣化状況評価及び堤体改修工事や、流域治水の推進を目的としたため池の洪水調節機能の強化対策に関する各種事業を所管する農林水産省農村振興局や都道府県等と連携し、事業等における本マニュアルの適用の検討が行われる。以上のことから、アウトカム目標の達成は可能と考えられる。

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

研究成果を農林水産省の技術指針等に反映し、土地改良区計画長期計画等の施策に沿って防災重点農業用ため池の防災対策に適用することを目指し、行政関係者と綿密に情報交換を行っている。また、本事業で開発した各種研究成果については、知財化等を行った後、企業等と連携し技術の事業化・社会実装を図る。以上のことから、アウトカム目標の達成のための取組内容は妥当性であると考えられる。

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。）

本事業の取組によって、得られた研究成果は、ため池に限らず、公共インフラである農業水利施設全般の維持管理に関する今後の研究および行政施策に活用される。また、農村地域の安全・安心な暮らしと持続的な農業生産の実現に大きく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

## ①研究計画（的確な見直しが行われているか等）の妥当性

研究課題責任者、外部有識者、行政部局で構成される年1回の運営委員会に加えて、コンソーシアム内で定例会議も行われており、研究の進捗に合わせて研究計画の進め方や実施体制の見直しを適時実施しているため、妥当であると考えられる。

## ②研究推進体制の妥当性

防災重点農業用ため池の劣化状況評価と堤体改修工事に関する事業を行っている都道府県（兵庫県）が研究機関として、流域治水を推進するための各種取組を行っている都道府県（宮城県）や市町村（宮城県白石市、兵庫県高砂市）が協力機関として参画しており、技術開発やマニュアルの試行に必要な情報収集を速やかに行えるため、妥当であると考えられる。

## 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）

(1)ため池の簡易劣化診断マニュアル、(2)ため池の工法評価・選定マニュアル、(3)ため池の洪水調節機能の調査・診断・評価ならびに破堤時の浸水区域算定マニュアルのいずれも、防災重点農業用ため池の劣化状況評価と堤体改修工事や流域治水を推進するための各種取組に直接的に貢献するものであることから、妥当であると考えられる。

## 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（選択と集中の取組など）

補強工法対策効果を検証するための遠心模型実験を実施する実行課題に重点配分を行う等、研究成果の重要性を踏まえた予算配分や、進捗状況を踏まえた予算の重点化が行われており、妥当であると考えられる。

**【総括評価】** ※総括評価の欄は、評価専門委員会において記載（事務局による評価段階では空欄）

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**



- ・豪雨や地震等に対応したため池の適正な維持管理は重要な課題であり、老朽化したため池の補修の為の診断、工法評価・選定マニュアルの策定は、防災面においても治水面においても重要な研究である。
- ・中間時の研究目標は達成しており順調な進捗が確認でき、行政との連携などアウトカム目標達成への道筋が明確である。
- ・防災重点農業用ため池の維持管理に貢献し重要な課題であることから、継続して実施することが妥当である。

**2. 今後検討を要する事項に関する所見**

- ・公表された研究成果が少ないことが懸念される。また、防災や流域治水に直接関係する課題であり、学術論文としての公表以外に各種アウトリーチ活動による啓蒙普及も必要であり、今後の活発な成果の公表を期待したい。



[研究課題名] 現場ニーズ対応型研究プロジェクトのうちため池の適正な維持管理に向けた機能診断及び補修・補強評価技術の開発

用語	用語の意味	※番号
ため池特措法	平成30年7月豪雨により多くの農業用ため池が決壊し人的被害を含む甚大な被害が発生したことを受けて、決壊により下流の住宅等被害をおよぼすおそれがある農業用ため池（防災重点農業用ため池）に係る防災工事等を集中的かつ計画的に推進することを目的として制定された法律。	1
防災重点農業用ため池	決壊した場合の浸水区域に家屋や公共施設が存在し、人的被害を与えるおそれのあるため池として、「防災重点ため池の再選定について」（平成30年11月13日付け30農振第2294号農村振興局整備部防災課長通知）に基づき選定されたため池。	2
流域治水	気候変動の影響による水災害の激甚化・頻発化等を踏まえ、堤防の整備、ダム建設・再生などの対策をより一層加速するとともに、集水域（雨水が河川に流入する地域）から氾濫域（河川等の氾濫により浸水が想定される地域）にわたる流域に関わるあらゆる関係者が協働して水災害対策を行う考え方。	3
ベントナイトシート工法	<p>ベントナイトとは、粘土鉱物モンモリロナイトを主成分とした粘土岩である。ベントナイトシートとは、ベントナイトをシートにした遮水材をいう。ベントナイトが膨潤性に優れていることから、ベントナイトシートは破損や亀裂等で生じた空隙を埋める自己修復機能を有する。また、ベントナイトが無機粘土鉱物であることから、ベントナイトシートは腐敗の心配がなく経年劣化を起しにくい。ベントナイトシート工法は、ベントナイトシートをため池に敷設する補強工法である。</p> <div style="display: flex; justify-content: space-around; align-items: center;"> <div style="text-align: center;"> <p>ベントナイトシート</p>  <p>ベントナイトシート敷設状況</p> </div> <div style="text-align: center;"> <p>ベントナイトシート</p>  <p>ベントナイトシート工法のイメージ</p> </div> </div>	4
遠心模型実験	<p>実物の1/N倍の寸法で縮小させた模型に対して、N倍の重力加速度（遠心加速度）を与えることで、実物大の地盤、土構造物等の力学的挙動を再現する実験。</p> <div style="display: flex; justify-content: space-around; align-items: center;"> <div style="text-align: center;">  <p>遠心模型実験のための装置</p> </div> <div style="text-align: center;">  <p>装置に設置されたため池の模型</p> </div> </div>	5



④ ため池の適正な維持管理に向けた機能診断及び補修・補強評価技術の開発

- 食料・農業・農村基本計画では、平成30年7月豪雨を踏まえ、新たな基準により再選定された**防災重点ため池※（約6.4万箇所）**について、**避難行動につながる対策を進めるとともに、防災・減災対策の優先度が高いため池から、堤体の改修・廃止等を着実に進めること**としている。  
※ 決壊した場合の浸水区域に家屋や公共施設等が存在し、人的被害を与えるおそれがあるため池
- そこで、ドローン・航空測量等を用いた堤体や周辺地形の**3次元センシング技術等により、ため池の貯水機能や防災機能、リスク評価を迅速に行う診断技術を開発**する。加えて、**適切な補修・補強工法に要求される性能や要件を明確化**する。
- 総合的なセンシング結果やリスク評価に基づき、ため池の整備・管理手法を明確にし、**適切な維持管理が可能**となる。

生産現場の課題

- ・ 防災重点ため池が新たな選定基準により、約5万箇所増加した。
- ・ ため池管理者や市町村の担当者は、決壊時のリスクを認識しているが、多くのため池は堤体の状況が不明で対策の検討に支障がでている。
- ・ ハザードマップ作成には貯水容量、周辺地形等の情報収集が必要だが、管理者等の負担が大きい。

<イメージ>

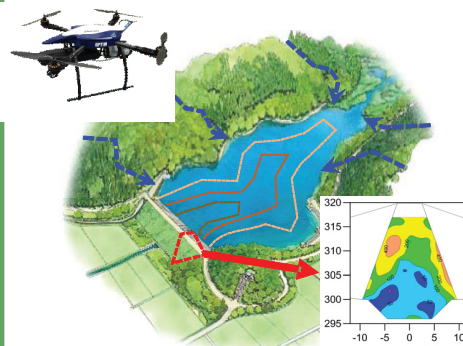


・ 堤体の陥没  
→ 堤体の状況が不明で  
対策に支障

生産現場の課題解決に資する研究内容

- ・ ため池の適正な管理に向けた、貯水・防災機能および被災リスクの評価を迅速かつ適正に行う調査・診断技術の開発。
- ・ 豪雨や地震に対する安定性評価に基づいたため池の補修・補強工法に要求される性能や要件を明確化。
- ・ 総合的なセンシング結果に基づいたため池の強靱化に向けた低コスト補修・補強工法の評価技術の開発。

<イメージ>

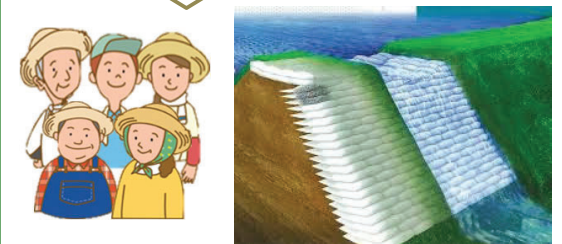


- ・ 周辺地形や流域面積  
→ 浸水区域の設定
- ・ 底泥の堆積状況  
→ 貯水容量の把握
- ・ 堤体の状況  
→ 堤体の安定性評価  
整備・管理手法検討

社会実装の進め方と期待される効果

地震や豪雨に対するため池の機能診断、補修・補強に係わるマニュアルを策定し、都道府県及び市町村、ため池管理者に普及。

- ・ 約6.4万箇所の防災重点ため池の継続的な機能診断や防災対策等に適用可能。
- ・ ため池の適正なリスク評価が可能になり、住民の安全性が向上。



【ロードマップ（中間評価段階）】

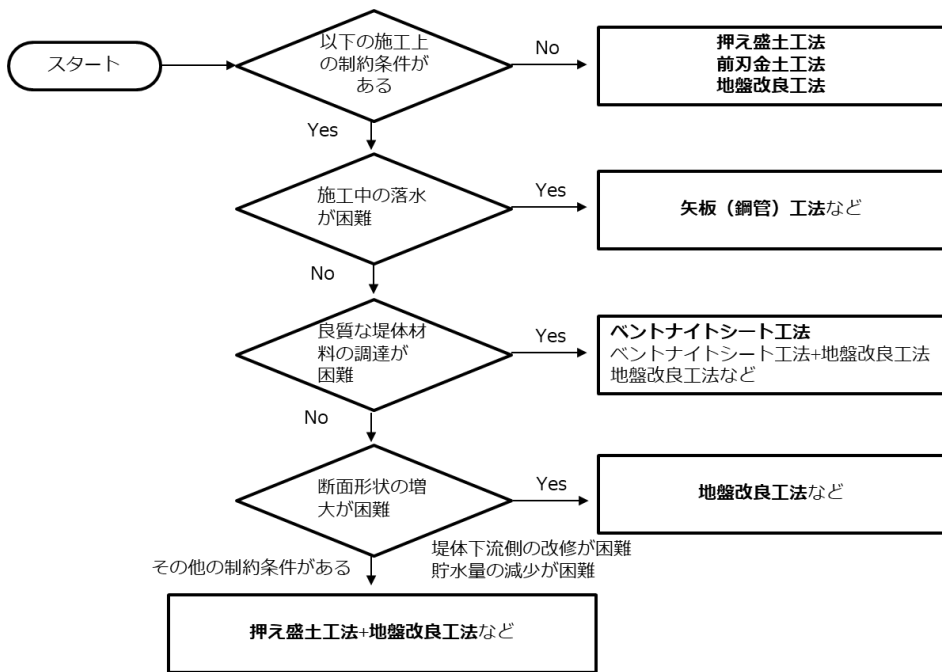
ため池の適正な維持管理に向けた機能診断及び補修・補強評価技術の開発

～R2 年度	R3 年度	R4 年度	R5 年度	R6 年度	R7 年度	R8 年度	R9 年度～	R12 年度	
既往の成果 (知見)	委託研究プロジェクト								
ため池の耐震検討のための遠心模型実験手法と数値シミュレーションの確立	1. ため池の補修・補強工法の性能・要件の定量的評価と最適な工法選定手法の開発				実証				事業利用
	既存の補修・補強工法の課題抽出と補修・補強に必要な性能や要件の整理	個別および複数の補強工法を組み合わせた場合の対策効果を遠心模型実験により検証	シミュレーションによる各種対策工法の対策効果を定量的に比較検討	最適な対策工法を選定するための選定フローとマニュアルの作成	農林水産省農村振興局と連携した事業等による 現地導入の検討				
ため池の洪水調節機能に関するデータの取得	2. 貯水・防災機能及び被災リスクの調査・診断技術の開発								
	洪水調節機能について、強化策を含めた評価手法の検討と提案	氾濫解析における各種条件の設定に関するエビデンスの確立	ため池への土砂流入時の被災リスク評価手法の提案	洪水調節効果の調査・診断・評価ならびに破堤時の浸水区域算定マニュアルの作成					
UAV や LiDAR 等の調査手法の開発	3. ため池および周辺の附帯コンクリート構造物の簡易劣化診断手法の開発				「ため池工事特措法」に基づく決壊時に周辺区域に被害を及ぼすおそれがある「防災重点農業用ため池」の劣化状況評価と堤体改修工事に適用				
	既往技術によるコンクリート構造物の画像撮影の試行およびデータ収集と、その結果に基づく既往技術の改良	簡易診断技術を盛り込んだ既存マニュアルの改良案提示	近接目視と画像診断を組み合わせた簡易診断手法の試行	新たな簡易診断技術のマニュアルの作成	関係省庁が垣根を越えて連携する「流域治水」の促進を目的としたため池の洪水調節機能の強化対策として洪水吐スリットの設置等に適用				
					防災重点農業用ため池の劣化状況評価を行う自治体、堤体改修工事の実施計画の策定に着手する自治体におけるマニュアルの活用約5割または国の技術指針等へのマニュアルの反映				
					ため池の洪水吐スリットの設置を検討する自治体におけるマニュアルの活用約5割または国の技術指針等へのマニュアルの反映				

# 【これまでの成果概要】 ため池の適正な維持管理に向けた機能診断及び補修・補強評価技術の開発

## ため池の補修・補強工法の性能・要件の定量的評価と最適な工法選定手法の開発

### 補修・補強工法を選定するためのフローチャートを作成

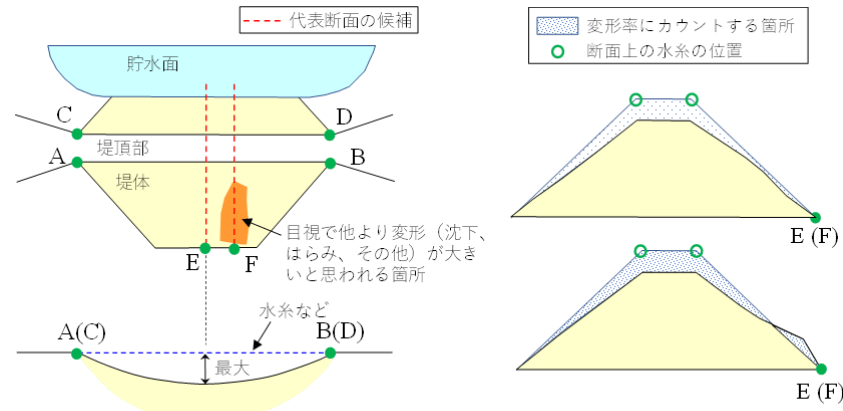


### 補修・補強工法ごとの地震時のため池の沈下量を実験により評価

工法	沈下量(m)	無対策堤体沈下量比
無対策	1.3	1
押さえ盛土 (上下流勾配2.0)	0.66	0.51
前刃金土	1.23	0.95
ベントナイトシート_1.5_手前	1.35	1.04
ベントナイトシート_1.5_中	1.35	1.04
ベントナイトシート_1.5_奥	1.12	0.86
ベントナイトシート_0.5	0.92	0.71

## ため池および周辺の附帯コンクリート構造物の簡易劣化診断手法の開発

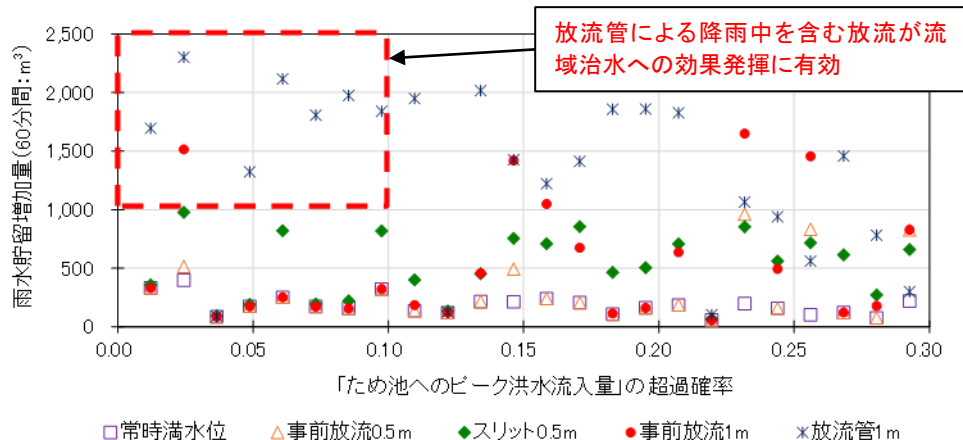
### 劣化状況評価マニュアルに追加すべきチェック項目や補足事項を提案



【変形率の算出例(設計図面が残っておらず、アバットより堤体が沈下している場合)】

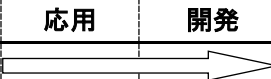
## 貯水・防災機能及び被災リスクの調査・診断技術の開発

### ピーク洪水流入量に対する雨水貯留効果の評価方法を提案



※1 上図は満水面積0.002km<sup>2</sup>、流域面積0.08km<sup>2</sup>、流域比40かつ洪水幅5.39mのモデルため池において、仙台地方気象台で1941~2021年に観測された降水量データにより計算した結果。  
 ※2 評価指標の「雨水貯留増加量(60分間)」は一連降雨に伴う洪水流入量がピーク時の90%を超えている時間帯における60分間の最大貯水量増加量。

## 委託プロジェクト研究課題評価個票（中間評価）

<b>研究課題名</b>	現場ニーズ対応型研究プロジェクトのうちAI等の活用による利水と治水に対応した農業水利施設の遠隔監視・自動制御システムの開発	<b>担当開発官等名</b>	農林水産技術会議事務局研究統括官
		<b>連携する行政部局</b>	大臣官房政策課技術政策室 農村振興局水資源課 農村振興局設計課施工企画調整室
<b>研究期間</b>	R 3年～R 7年（5年間）	<b>総事業費（億円）</b>	0.8億円（見込）
<b>研究開発の段階</b>	<b>基礎</b>	<b>応用</b>	<b>開発</b>
			

### 研究課題の概要

農業水利施設の管理作業中の事故リスク軽減や大雨による浸水リスク低減等のため、本課題では(1)利水・治水の両需要に応じて地区内農業水利施設の最適制御を行うAI（※1）等を活用したシステムの開発、(2)開発したシステムの駆動に必要な地区内農業水利施設の遠隔監視（※2）・制御デバイスの低コストハードウェアの開発、(3)前述の(1)及び(2)より開発したシステムやハードウェアのモデル地区への導入・効果検証及びマニュアルの作成を行い、安価な遠隔監視・自動制御システム（以下、操作支援システム）を開発する。

この操作支援システムを現場へ導入することで、農業水利施設（※3）の遠隔監視・制御化による作業量の2割削減、農業水利施設の操作判断迅速化による管理作業中の事故リスクゼロを目指す。

#### 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
<ul style="list-style-type: none"> <li>・操作支援システムの基本設計を実施</li> <li>・現地デバイスの第二次試作品を製作</li> <li>・浸水リスクや事故リスクを低減する施設操作のシナリオ分析</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>・用排水を遠隔監視し、水利施設の操作を支援するシステムを構築</li> <li>・画像による多項目検知技術とゲート駆動装置の開発</li> <li>・操作支援システムにかかる一連の技術の導入マニュアルの作成</li> </ul>

#### 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）

- ・農業水利施設への遠隔監視・制御の導入により作業量を2割削減。
- ・農業水利施設の操作判断を迅速化することにより管理作業中の事故リスクゼロ。
- ・流域治水（※4）への貢献。

### 【項目別評価】

<b>1. 社会・経済の諸情勢の変化を踏まえた研究の必要性</b>	<b>ランク：A</b>
<p>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 気候変動の影響等によって豪雨が増える傾向は続いており、水災害による日本全国の農業関係の被害額は年間で2千億円を超え、また、高齢化や混住化によって農業水利施設の管理者の減少は続いており、農業水利施設のうち小規模なゲート等は管理者がすぐそばで操作を行うため作業中の転落等の事故リスクが依然として課題となっている。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いと考えられる。</p> <p>②引き続き国が関与して研究を推進する必要性 本課題で開発を目指す操作支援システムは、国や都道府県等による土地改良事業によって整備される農業水利施設の現状の操作システムを更新するものであり、同事業によって導入されるものであることから、引き続き国が関与して研究を推進する必要性が高いと考えられる。</p>	
<b>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</b>	<b>ランク：A</b>
<p>①中間時の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） 操作支援システムの基本設計が実施された。現地デバイスの第二次試作品が製作された。浸水リスクや事故リスクを低減する施設操作のシナリオ分析については、3つの実装地区のうち中山間地と低平地の2つの実装地区では実施されたが、残りのパイプライン地区において、シナリオ分析を実施する中で</p>	

新たに必要になった土地改良区への事故リスクに関する聞き取り調査に長期間を要し、シナリオ分析に必要となる事故リスクの指標の収集（滑り抵抗係数の実験計測、風速や視界等の現地観測）が遅れ、令和5年2月現在で実施できていない状況となっている。

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

上記のように一部の地区のシナリオ分析の実施が遅れているが、事故リスクの指標のうち滑り抵抗係数の実験計測は本年度中に完了見込み、風速や視界等の現地観測は次年度に実施予定であるため、次年度には残りのシナリオ分析も完了する見込みである。また、本来次年度に行う予定としていた操作支援システムのプロトタイプの限定的な現地実装についても並行して実施し、計画通り完了する見込みである。

したがって、中間時の目標は次年度には達成される見込みであることに加え、令和5年度の達成目標の一部も前倒しで着手されている実行課題もあることから、最終の到達目標についても今後の達成可能性は高いと考えられる。

**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

本プロジェクトで構築を目指す操作支援システムは、その導入により、アウトカム目標である「施設管理者の作業量の2割削減」と「管理作業中の事故リスクゼロ」を達成しうる性能を満たすように設計の検討が行われている。なお「作業量の2割削減」とは、本操作支援システムの導入により、土地改良区職員の水管理作業時間の約5割を占める機械の操作に係る時間のうちの約4割を削減する見込みで設定した。本プロジェクトによる操作支援システムの完成後は、農業水利施設の整備を含む農業農村整備事業を所管する農林水産省農村振興局等と連携し、事業等による本システムの現地導入の検討が行われる。最終的には、農林水産省や都道府県等が実施する農業農村整備事業において、農業水利施設への制御システムの設置等の業務を受託した民間事業者が導入することを想定している。以上のことから、アウトカム目標の達成は可能と考えられる。

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

研究成果の活用のため、以下の計画を行っている。(1)開発する操作支援システムは、クラウド上もしくはインターネット環境のあるPCのいずれでも稼働するような仕組みとし、ユーザーの要望に合わせて仕様とコストを選択できるようにする。(2)専門分野の技術者であれば稼働可能となるようマニュアルを準備する。(3)システム設置業務を受託した民間事業者からAI予測等を導入するためのデータ作成業務の依頼があれば参画機関の株式会社クボタが対応する。これらは研究の進捗に応じて適宜、着手する。以上のことから、アウトカム目標の達成のための取組内容は妥当であると考えられる。

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。）

システムの幅広い普及を目指すため、システムを構築するためのデータの整理法を併せて提案する。これは、農村地域の水利用解析にかかるデジタルデータの標準化の基礎となるものであり、今後のデジタルトランスフォーメーション（※5）の推進に資する。

**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

研究課題責任者、外部有識者、行政部局で構成される年1回の運営委員会の他に、その一カ月程度前にコンソーシアムによる年1回の推進会議が開催されている。

昨年度の推進会議と運営委員会、本年度の推進会議では、「個別のパーツをバラバラに開発して最後にまとめるのが難しくなることのないように、最終的な社会実装へのゴールイメージを見失わず、個別のパーツの精度は上げつつも個々のパーツが総合的に組み合わせやすく管理ができるということが外から見た方にも伝わるように、研究を進めていただきたい」との趣旨の指摘を外部有識者全員からいただいた。それに対し、本年度の運営委員会ではコンソーシアムから全体的な構想や個別研究の全体における位置づけについての説明が行われ、引き続き必要に応じて的確な見直しが行われる見込みであることから、研究計画は妥当であると考えられる。



## ②研究推進体制の妥当性

操作支援システムの導入・効果検証を行うモデル地区の土地改良区（寒河江川土地改良区、豊川総合用水土地改良区）が研究機関に参画しており、導入・効果検証に必要な情報収集を速やかに行えるため、妥当であると考えられる。上記の2地区については、我が国の代表的な農業地域である中山間地とパイプライン灌漑地区であり、これらの地区での実証結果は同様の特性の地区にシステムを導入する際に参考にできると考えられるため、マニュアルに取りまとめる計画である。なお、これらの地区では本プロジェクト開始前から研究を行っており、データの蓄積があったため選定した。

## 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）

(1)利水・治水の両需要に応じて地区内農業水利施設の最適制御を行うAI等を活用したシステムの開発を行う実行課題、(2)開発したシステムの駆動に必要な地区内農業水利施設の遠隔監視・制御デバイスの低コストハードウェアの開発を行う実行課題、(3)前述の(1)及び(2)より開発したシステムやハードウェアのモデル地区にて導入・効果検証とマニュアルの作成を行う実行課題が、互いに連携しながら操作支援システムが開発され、モデル地区において導入・効果検証が行われる構成であることから、妥当であると考えられる。

## 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（選択と集中の取組など）

操作支援システムの本体の設計・作成・現地実証を担当する実行課題に重点配分を行う等、研究成果の重要性を踏まえた予算配分や、進捗状況を踏まえた予算の重点化が行われており、妥当であると考えられる。

## 【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

- ・水利管理者の高齢化など社会変化に対応した適切な監視・制御システム開発であり必要性は高い。
- ・中間目標に遅延がみられるが、次年度には達成可能な見込みが確認でき、順調に進捗していると判断できる。
- ・自然災害が多発している現状を考えると、利水・治水の必要性は高まっており、研究を継続して実施することが妥当である。

### 2. 今後検討を要する事項に関する所見

- ・AIを活用した河川の水位監視システムは既に多くの成果が出て、一部が社会実装されているものを含めて多数製品化されている。この研究で新たに開発すべき所をもう一段深堀をすることで明確化し研究参画者で共有した上で、現場レベルに必要な技術、真に開発すべき技術を確認し、既存の技術にどこを加えると非常に有用な技術になるかを改めて確認する必要がある。

[研究課題名] 現場ニーズ対応型研究プロジェクトのうち AI 等の活用による利水と治水に対応した  
農業水利施設の遠隔監視・自動制御システムの開発

用語	用語の意味	※ 番号
AI	人工知能 (Artificial Intelligence、アーティフィシャル・インテリジェンス) の略称。コンピューターの性能が大きく向上したことにより、人間の手を介さずに AI 自身が知識を獲得することが可能となったが、それを機械学習と呼ぶ。	1
遠隔監視	ゲートなどの施設の監視操作室が施設本体の据付位置から離れた場所に設置される場合のこと。	2
農業水利施設	食料生産の基盤である農業用水の安定的供給や、洪水による農業被害を防ぐための排水等のために整備されるダム、頭首工、用水路、排水路、用水機場、排水機場等の施設。	3
流域治水	気候変動の影響による水災害の激甚化・頻発化等を踏まえ、堤防の整備、ダムの建設・再生などの対策をより一層加速するとともに、集水域（雨水が河川に流入する地域）から氾濫域（河川等の氾濫により浸水が想定される地域）にわたる流域に関わるあらゆる関係者が協働して水災害対策を行う考え方。	4
デジタルトランスフォーメーション	デジタルトランスフォーメーション (Digital Transformation、DX) とは、「情報技術の浸透が、人々の生活をあらゆる面でより良い方向に変化させる」という仮説である。経済産業省による定義では、「企業がビジネス環境の激しい変化に対応し、データとデジタル技術を活用して、顧客や社会のニーズを基に、製品やサービス、ビジネスモデルを変革するとともに、業務そのものや、組織、プロセス、企業文化・風土を変革し、競争上の優位性を確立すること。」	5

### ⑤ AI等の活用による利水と治水に対応した農業水利施設の遠隔監視・自動制御システムの開発

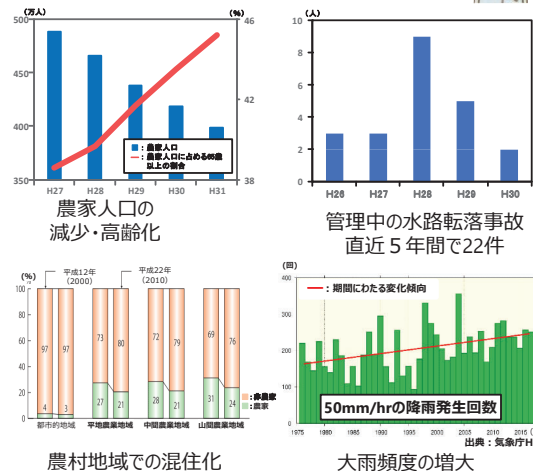
- 高齢化や混住化による農業水利施設の管理者減少・管理水準低下が安定的な施設機能の発揮に影響を与える恐れがあり、管理作業中の**事故等のリスク**や、大雨の頻発化等による農村地域での**洪水氾濫リスクが増大**している。食料・農業・農村基本計画では、農業水利施設の**点検・操作時における安全対策及び施設整備による排水対策**を推進し、骨太方針2020では、防災・減災、国土強靱化への対応として「**流域治水**」が位置付けられ、田んぼダム、排水施設の整備・耐水化等、**農業の多面的機能の発揮・活用**を推進することとしている。
- 農業水利施設の管理において、**AI等を活用し、利水と治水に対応した農業水利施設の遠隔監視・自動制御技術**の開発を行う。
- 農業水利施設の遠隔監視・自動制御技術の開発により、安定的な施設機能の発揮、農業水利施設の**管理作業中の事故発生リスクの低減**、さらには洪水時の**施設の迅速な操作により洪水氾濫リスクの低減**が可能である。これらを通じ、**管理コストの低減**が図られる。

#### 生産現場の課題

- ・ 高齢化や混住化により技能のある管理者が減少し、施設を安全に管理していくのが難しい。
- ・ 大雨が頻繁に起こり、農村地域で氾濫被害が起こらないか心配。



#### <イメージ>



#### 生産現場の課題解決に資する研究内容

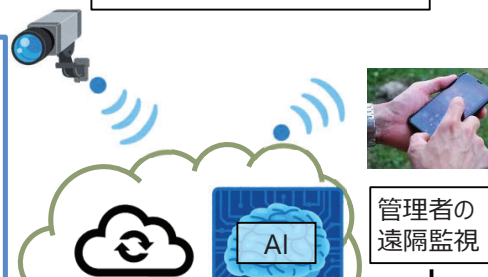
- ・ 利水・治水の両需要に応じ、地区内農業水利施設の最適制御を行うAI等を活用したシステムの開発。
- ・ システム駆動に必要な地区内農業水利施設の遠隔監視デバイス等の低コストハードウェアの開発。

#### <イメージ>

地区内の農業水利施設群



カメラや水位計による遠隔監視



管理者の遠隔監視

- ・ 施設毎に最適化された操作をフィードバック
- ・ 管理者の意見も反映

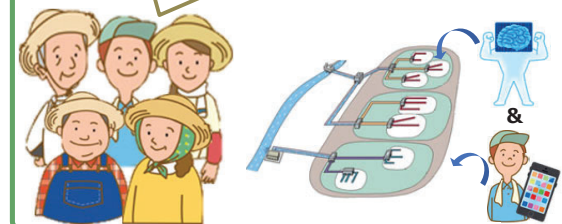
クラウドサーバーを活用、システム維持管理費を削減

状況に応じた最適な施設操作を計算するAI

#### 社会実装の進め方と期待される効果

開発したシステムやハードウェアをモデル地区に導入・効果検証後、都道府県等地方自治体と連携して全国の施設管理者に普及。

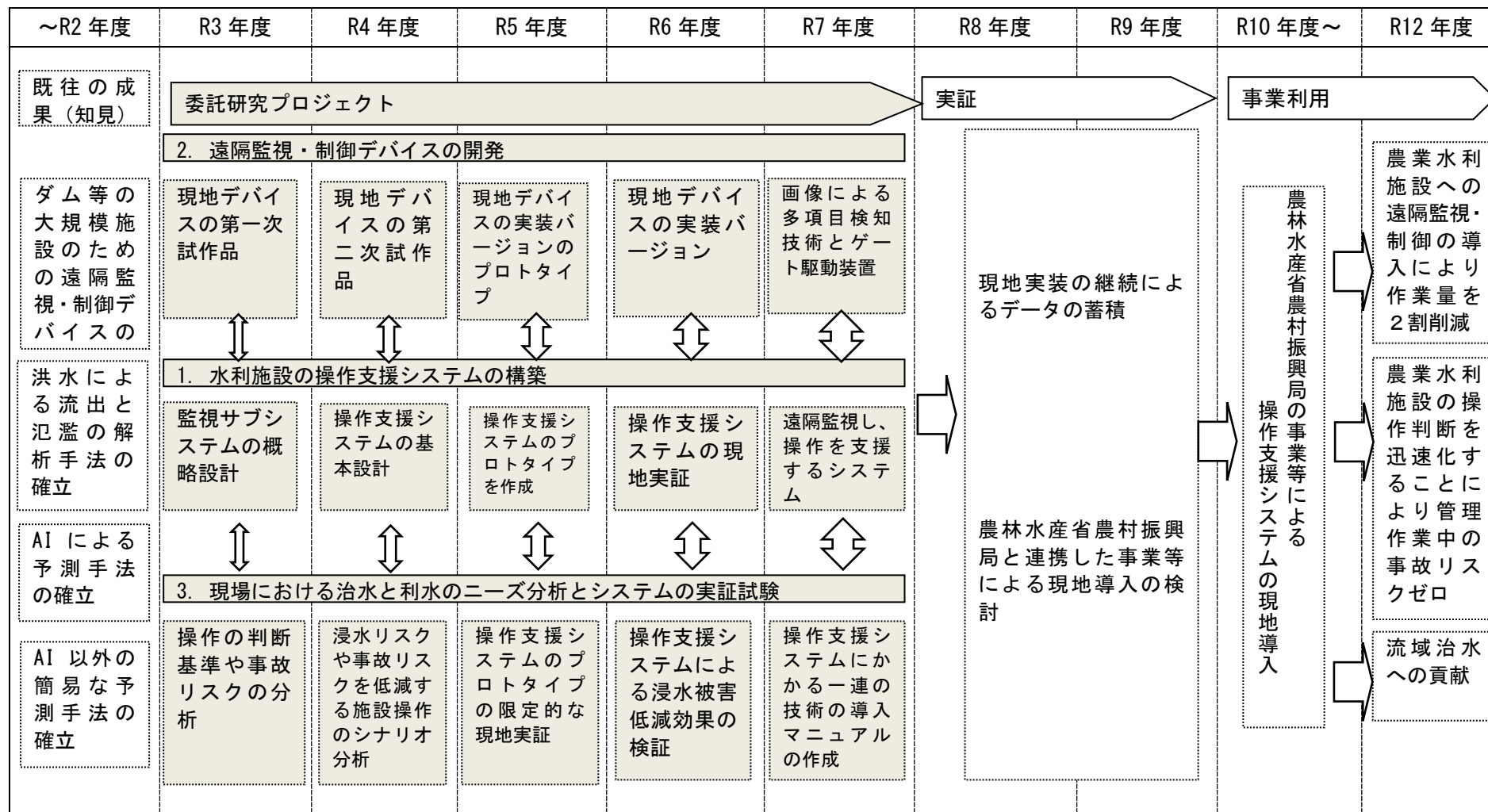
- ・ 管理作業中の事故発生リスクゼロ。
- ・ 農業水利施設の迅速な操作により洪水氾濫リスクの低減。
- ・ 管理にかかるコストの低減。
- ・ 施設管理者における「流域治水」への取組を推進。





【ロードマップ（中間評価段階）】

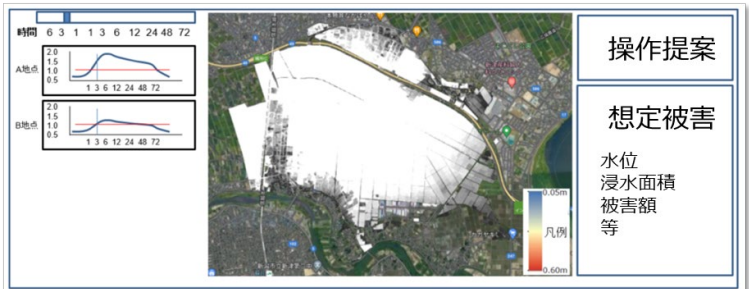
AI等の活用による利水と治水に対応した農業水利施設の遠隔監視・自動制御システムの開発



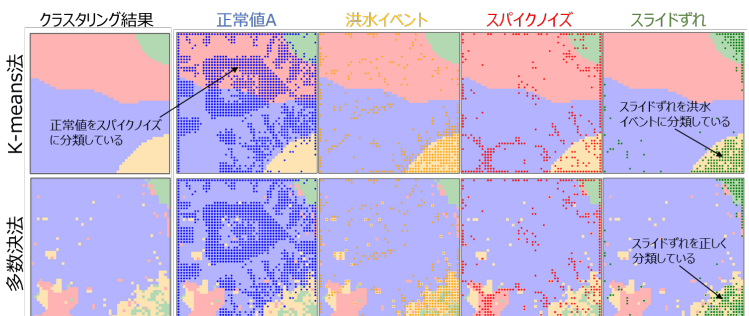
# AI等の活用による利水と治水に対応した農業水利施設の遠隔監視・自動制御システムの開発

## 水利施設の操作支援システムの構築

### プロトタイプの操作支援画面を作成

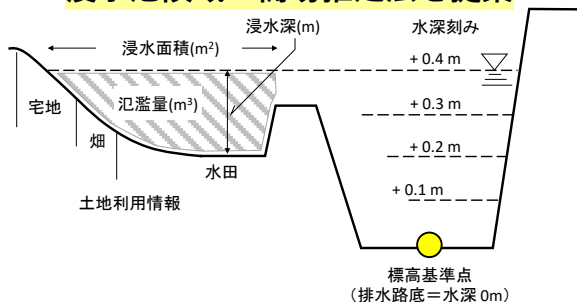


### データに含まれる複数の種類の誤差をAIを使って自動で除去する技術を開発



⇒ これまで手動で行われてきた誤差除去の労力が軽減

### 浸水危険域の簡易推定法を提案



⇒ 高速で浸水危険域の推定が可能に

## 遠隔監視・制御デバイスの開発

### 画像中の水面とゲートから水位やゲート開度を認識するプログラム試行版を作成

#### 河川・水路の監視画像



AI画像処理

AI処理画像

回帰モデル

#### 水位・ゲート開度の推定値

水位 : XXX m  
ゲート1 : YYY m  
ゲート2 : ZZZ m  
...

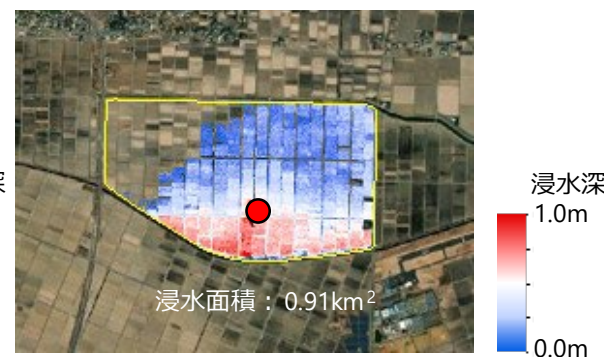
深層ニューラルネットワークを活用し、画像内から「水面」「ゲート」等の要素を抽出

⇒ 多項目の監視が可能に

## 現場における治水と利水のニーズ分析とシステムの実証試験


### シナリオ分析を行って管理者による洪水時ゲート操作の効果を検証

- 管理者による洪水時ゲート操作が行われた場合の推定浸水域
- 管理者による洪水時ゲート操作が行われなかった場合の推定浸水域



⇒ 経験豊富な管理者による操作を若手の管理者でも実施できる支援システムの必要性を確認

## 委託プロジェクト研究課題評価個票（中間評価）

<b>研究課題名</b>	現場ニーズ対応型プロジェクトのうち管理優先度の高い森林の抽出と管理技術の開発	<b>担当開発官等名</b>	研究開発官（基礎・基盤・環境）
		<b>連携する行政部局</b>	林野庁森林整備部計画課 林野庁森林整備部森林利用課
<b>研究期間</b>	R 3年～R 7年（5年間）	<b>総事業費（億円）</b>	1.4億円（見込）
<b>研究開発の段階</b>	<b>基礎</b>	<b>応用</b>	<b>開発</b>
			

### 研究課題の概要

適切に経営管理されていない民有人工林は全国森林面積の1/6を占め、山地災害(※1)の未然防止・軽減化のためにも、森林管理に緊急に取り組む必要がある。本課題は、市町村による航空機レーザー測量データ（以下、ALSデータ(※2)）を用いた民有林の森林資源把握・管理優先度判定業務で管理優先度を評価するツールと、それらの森林を市町村が適切に管理するための施業技術マニュアルを開発し、森林経営管理制度(※3)に基づく民有林の市町村管理の推進に貢献する。そのために、災害リスク評価技術の研究開発、管理優先度を判断するための空間情報解析・表示技術の開発、および管理優先度が高い森林の管理技術の開発に取り組む。

#### 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 令和4年度末までに、ALSデータによる林分(※4)構造推定技術を開発する。	① 令和7年度末までに、森林経営管理制度の担い手である市町村等を支援するための森林の管理優先度評価ツールを開発する。
② 令和4年度末までに、路網の判定技術の高度化を図る。	② 令和7年度末までに、市町村が管理手法を選択するために参照・参考とすることを目的とする施業技術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（R12年）

成果公開後3年以内に24以上の都道府県が管轄下の市町村に対し管理優先度評価ツール・施業技術マニュアルの利用を推奨し、3年以内に30以上、5年以内に100以上の市町村がALSデータを用いた民有林の森林資源把握業務または管理優先度判定業務に活用して、森林経営管理制度に基づく民有林管理を推進する。

### 【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

自然的・社会的条件が悪く林業に適さない場所に位置するなどの民有林については、公益的機能の発揮に向け、市町村による森林経営管理制度と森林環境譲与税(※5)を活用した森林整備を促進する必要がある。中でも、山地災害リスクの高い森林では適切な森林管理により災害の未然防止・軽減化を図ることが求められる。しかし、市町村が管理する森林の規模に対して担当人員は不足している。管理主体である市町村を支援するためにも、また森林環境税(※6)への国民の理解を得るためにも、山地災害リスクにかかる科学的エビデンスに基づいて森林の管理優先度を評価する技術の開発が強く求められている。以上のように、研究の重要性は高い。

##### ① 引き続き国が関与して研究を推進する必要性

本課題が対象とする森林は、民有林のうち林業経営に適さず森林経営管理制度等により市町村が管理する森林で、かつ山地災害リスクが高くその未然防止・軽減化に緊急に取り組むべき森林である。公的資金を投入して森林を効率的に管理、整備する技術を開発するために、引き続き国が関与して研究を推進する必要性がある。

<b>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</b>	<b>ランク：A</b>
--	--------------

<b>①中間時の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）</b>
---

(1) ALSデータによる林分構造推定技術の開発については、令和4年度末までにALSデータを用いて林分構造、特に間伐(※7)効果に関連がある平均樹高と平均枝下高(※8)を高精度かつ高効率で推定する手法を開発した。一方、(2) 路網(※9)の判定技術の高度化については、ALSデータからの路網判読簡易マニュアルを作成した。以上の通り、当初計画の通り研究は進捗している。

<b>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</b>
------------------------------------

本課題では、以上の他にこれまで、(3) 風倒被害(※10)の林分条件の解明、(4) 表層崩壊(※11)／流木被害(※12)発生の林分条件の解明、(5) 土層厚(※13)・土層生成速度推定技術の開発、(6) 間伐からの年数経過に伴う林分構造の変化の解明に取り組んでいる。このうち、(3)については、これまでに、風洞内での風倒実験のための立木模型の開発・作成と風洞内での風況の再現を行っており、今後、様々な林相(※14)を再現した風洞実験で風倒被害を助長する林分条件を解明する。(4)については、これまでに、根系(※15)の斜面崩壊防止機能について根系の影響を3次元で表現可能な解析モデルを構築しており、今後、土石流／流木災害における流路近傍の立木の影響および根系が斜面表層を立体的に補強する機能を解明する。(5)については、これまでに、土層厚を多点測定することによって機械学習による調査エリア内の土層厚推定精度を向上させることに成功しており、今後、土層厚と土層生成速度の推定精度をさらに向上させる。(6)については、これまでに、間伐効果に関して既存の文献情報等を収集したうち約100件についてデータを整理し形状比(※16)が間伐効果の評価指標として有効であることを確認するとともに、間伐試験地等の実測データより樹冠長(※17)の変化について間伐効果の評価指標としての有効性を検討しており、今後、間伐に伴う樹冠長・樹冠長率(※18)の変化、およびそれに影響する林分の特徴を明らかにする。

さらに、これら(1)～(6)の成果をもとに、今後(7)素因分析による災害リスク評価技術の開発、(8) ALSデータ解析による経営管理状況の評価、(9) 経営管理実態をマップ化する技術の開発、(10) 管理優先度が高い森林における施業法の検討にそれぞれ取り組み、それらの中間評価をモデル市町村(3②参照)において実施し研究成果に反映させることで、最終の到達目標を達成する。

以上の通り、これまで全ての研究テーマにおいて計画通り着実に進捗しており、最終の到達目標の達成可能性は高い。

<b>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</b>	<b>ランク：A</b>
---	--------------

<b>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</b>
------------------------------------

都道府県に対してアンケート(3②参照)を行ったところ、市町村が管理優先度の判定を行い都道府県はその支援を行うという役割分担と、本課題の最終成果への期待が多く都道府県から示された。そのため、課題終了後、速やかに「評価ツール」と「施業技術マニュアル」の講習会等を通じて直接的に市町村への周知・普及を図るとともに、都道府県へも積極的に広報・普及を行い、都道府県を通じた市町村への間接的な普及も促進することで、アウトカム目標の達成は可能である。

<b>③ 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</b>
--

都道府県に対しアンケートを実施し、本課題で開発する技術の周知を行うとともに、その適用方法などについて意向を調査した。その結果、土砂災害や風倒を主な災害リスクとして認識していること、最終成果であるツールやマニュアルへのニーズが高いこと等が確認され、当課題の推進の方向性にフィードバックした。なお、アンケート実施に当たっては、林野庁森林利用課からの助言を得ている。各研究課題の技術開発の現場として、かつ研究成果の行政への適用の現場として、茨城県常陸太田市と福岡県久留米市にモデル市町村として協力を依頼し、密接に連携して本課題を推進している。さらに、学会発表等を通じて本課題の実施内容と途中成果を関係者に対し積極的に発信している。以上の通り、本課題では当初より最終成果の活用のための取組を行っており、その内容は妥当である。

<b>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。）</b>
--

本課題により開発される各技術は、市町村による民有林管理にのみ適用されるものではなく、広

く日本の森林管理に適用し得るものである。災害リスク評価技術および管理優先度を判断するための空間情報解析・表示技術を通じて、ALSデータの多角的かつ効率的な利用法を提示し、取得された貴重なデータの反復活用と森林管理業務の省力化に貢献する。また、管理優先度が高い森林の管理技術は、間伐効果の予測を通じて、一般的な間伐遅れ林の管理手法も提示しうる。

#### 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

3名の外部専門家（うち、2名は学識経験者、1名は県庁行政職員）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随時開催し、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、検討会や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。

##### 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）

2②の通り、今後(7) 素因分析による災害リスク評価技術の開発、(8) ALSデータ解析による経営管理状況の評価、(9) 経営管理実態をマップ化する技術の開発、(10) 管理優先度が高い森林における施業法の検討にそれぞれ取り組む。これらの研究課題により、災害リスク評価技術、管理優先度を判断するための空間情報解析・表示技術、および管理優先度が高い森林の管理技術が統合されて、最終の到達目標である管理優先度評価ツールと施業管理マニュアルに結実する計画となっており、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（選択と集中の取組など）

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。それぞれの小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

- ・森林の公益的機能の発揮のための効率的管理に関する重要な課題であり研究の必要性は高い。
- ・中間時の研究目標も達成し、順調に進捗しており、アウトカム目標までの道筋が明確になっている。
- ・自然災害が多発している現状において、森林における災害リスクの評価や森林管理手法の開発についての研究であり、継続して実施することが妥当である。

##### 2. 今後検討を要する事項に関する所見

- ・アウトカム目標の達成は可能と思われるが、将来的には、市町村が民有林管理に導入したことにより、どのような効果があったのかを評価することが望ましい。また、本研究が経済効果をもたらし、林業活性化につながる検討も期待したい。

[研究課題名]現場ニーズ対応型研究プロジェクトのうち管理優先度の高い森林の抽出と管理技術の開発

用語	用語の意味	※番号
山地災害	山地で生じる自然災害。本課題では風倒被害(※10)、表層崩壊(※11)、および流木被害(※12)を取り扱う。	1
ALSデータ	Airborne Laser Scanningデータ(航空機レーザ測量データ)の略。	2
森林経営管理制度	手入れの行き届いていない森林について、市町村が森林所有者から経営管理の委託を受け、林業経営に適した森林は地域の林業経営者に再委託するとともに、林業経営に適さない森林は市町村が公的に管理をする制度。	3
林分	林相(※14)がほぼ一様で隣接の森林と区別でき、森林の取り扱いの単位となる森林の区画。	4
森林環境譲与税	森林整備等に必要な財源として国から地方自治体に譲与されるもの。令和元年度から譲与が開始された。	5
森林環境税	森林整備等に必要な地方財源を安定的に確保するため、国税として1人年額1,000円を市町村が賦課徴収するもの。令和6年度から徴収が開始される。	6
間伐	森林の保育、保護を目的とした間引きの伐採。	7
枝下高	立木の根元から力枝(樹冠で最も長大な枝)までの長さ。	8
路網	森林内にある公道、林道、林業専用道、森林作業道の総称。	9
風倒被害	強風によって、樹木が押し倒され、曲げられ、折れたりして元に戻らない状態を風倒と呼び、林地で樹木が風倒することにより生じる被害。	10
表層崩壊	急斜面を薄く覆う表層物質(土層や風化層)内で破壊が生じて滑落する現象。	11
流木被害	林地斜面の崩壊等により、立木や倒木が流出することにより生じる被害。	12
土層厚	土壌層位の区分に基づくA層及びB層の総厚。基盤岩までの深度をとる場合等、異なる定義もある。	13
林相	森林を構成している樹種の構成、林冠(木竹の樹冠が集まってできた森林全体の枝葉部の層)、林齢、本数密度、生育状況などで大まかに表現された森林の姿。	14
根系	地中における根の分布。	15
形状比	樹高(m)を胸高直径(m)で割った値。値が大きいほど幹が細長い。	16
樹冠長	樹冠の長さ。樹冠長=樹高-枝下高(※8)	17
樹冠長率	樹冠の樹高に占める割合。樹冠長率=樹冠長(※17)÷樹高	18



# 農林水産研究推進事業 現場ニーズ対応型研究 管理優先度の高い森林の抽出と管理技術の開発

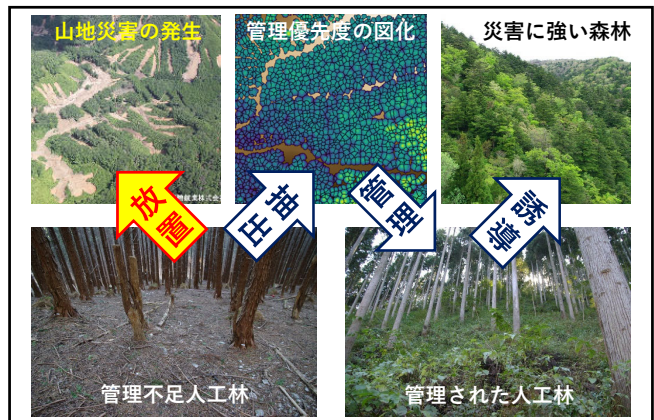
## 【研究概要図】

### 1. 研究目的

民有林人工林のうち、手入れが行き届いておらずかつ放置すれば災害発生の危険がある林分を、航空機レーザ計測データを用いて抽出し、その施業方針を示すことにより、森林経営管理制度の下で市町村が所有者から経営管理を委託された森林の管理優先度と管理方法の決定を支援することを目的とする。

### 2. 研究背景

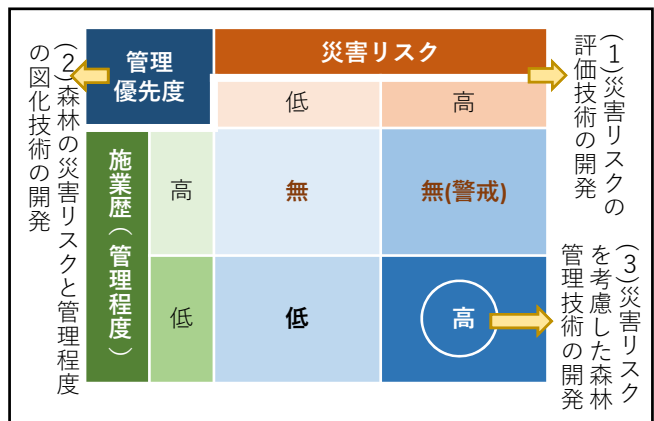
全国森林面積の1/6を占める管理不足の私有林人工林では山地災害激甚化の恐れがあり、森林管理による災害防止・軽減が必要。これらを所有者に代わり管理する市町村にとり、その所在の把握と管理の選択は容易ではない。航空機レーザ計測データなど普及する空間情報を活用し、管理を委託された森林の管理優先度と管理方法を示す必要がある。



管理不足森林の抽出と管理による災害軽減

### 3. 研究内容

- ①森林現況から山地災害リスクを評価するため、地形・土層・林況によるリスク素因分析、災害模擬実験等によりリスク評価技術開発を実施
- ②森林の管理優先度を判定するため、航空機レーザ計測や空間情報を用い、森林の災害リスクと管理程度の図化技術開発を実施
- ③高管理優先度森林の管理方法を示すため、目標林型の設定誘導技術開発を実施



高管理優先度森林の抽出と管理方法提示

### 4. 達成目標・期待される効果

#### 達成目標

- ・管理優先度評価ツールの開発
- ・施業技術マニュアルの作成



#### 期待される効果

- ・市町村が管理不足森林を解消
- ・公的資金による民有林管理に科学的根拠を提示
- ・航空機レーザ計測の高次利用と民間サービスの高度化

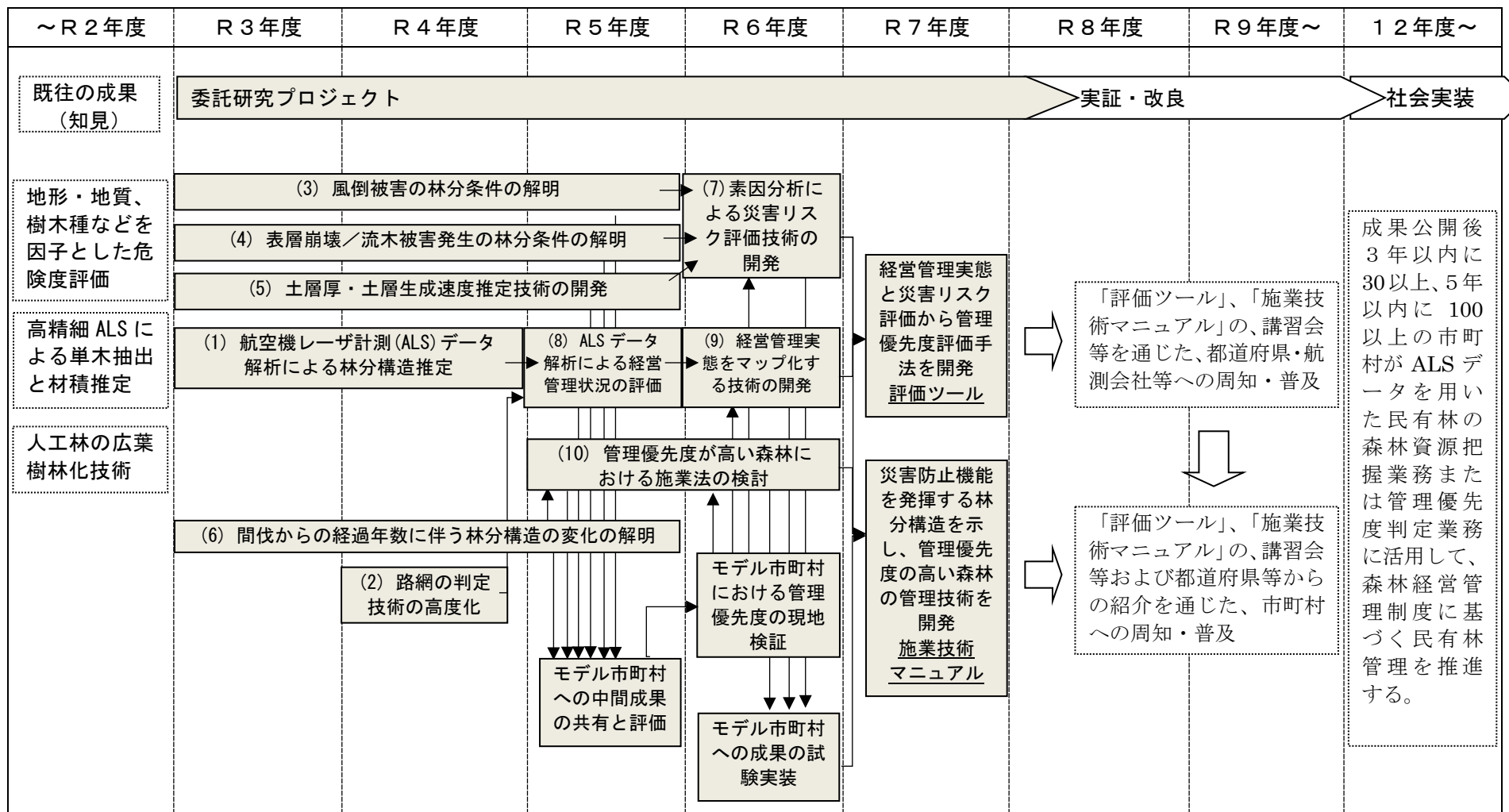
研究代表機関：森林総合研究所

共同研究機関：茨城県林業技術センター、福岡県農林業総合試験場、株式会社 建設技術研究所



【ロードマップ（中間評価段階）】

管理優先度の高い森林の抽出と管理技術の開発



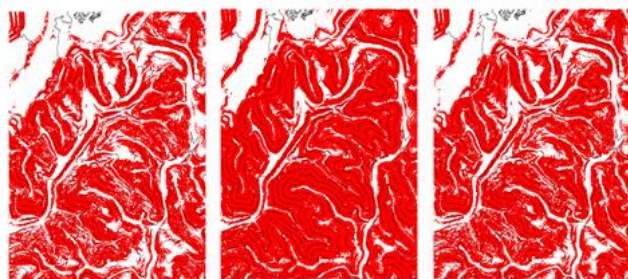
# 管理優先度の高い森林の抽出と管理技術の開発

## 研究概要

航空機レーザ測量（ALS）データを用いた民有林の管理優先度を評価するツールと、それらの森林を適切に管理するための施業技術マニュアルを開発し、市町村の民有林管理の推進に貢献する。

## 主要成果

### 災害リスク評価技術の研究開発



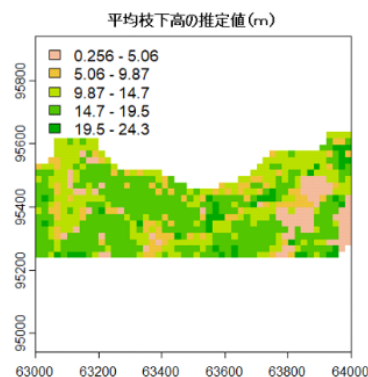
0年後

10年後

20年後

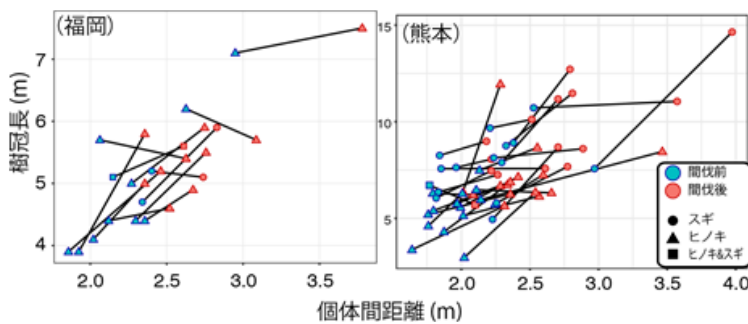
危険度評価モデルの改良により、皆伐10年後に斜面崩壊の危険度が最大となる事が明らかになった

### 管理優先度を判断するための空間情報解析・表示技術の開発



ALSデータから平均枝下高などの林分構造因子を高精度・高効率で推定する手法を開発した

### 管理優先度が高い森林の管理技術の開発



間伐後に平均樹冠長が増加しない林分が認められ、そのような林分では間伐効果が得られなかったことが示唆された

### 路網の判定技術の高度化

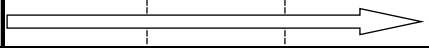


ALSデータからの路網判読簡易マニュアルを作成した

## 今後の方針

- これらの技術を統合し、管理優先度評価ツールと施業技術マニュアルを開発する
- モデル市町村で管理優先度の現地検証を行う
- 都道府県・市町村へツール・マニュアルの普及を図る

## 委託プロジェクト研究課題評価個票（中間評価）

<b>研究課題名</b>	革新的環境研究プロジェクトのうち脱炭素型農業実現のためのパイロット研究プロジェクト			<b>担当開発官等名</b>	研究開発官(基礎・基盤、環境)
				<b>連携する行政部局</b>	大臣官房みどりの食料システム戦略グループ 大臣官房政策課技術政策室 畜産局畜産振興課
<b>研究期間</b>	R 3年～R 7年（5年間）			<b>総事業費（億円）</b>	4.6億円（見込）
<b>研究開発の段階</b>	<b>基礎</b>	<b>応用</b>	<b>開発</b>		
					

### 研究課題の概要

我が国は2050年までに温室効果ガス（GHG）（※1）の排出を全体としてゼロにする「2050年カーボンニュートラル（※2）」を宣言し、その達成に向けた中間目標として、2030年度にGHG排出量46%削減（2013年度比）を表明した。農林水産分野における気候変動緩和（※3）技術の導入は、我が国のGHG排出削減に寄与するとともに、持続可能な食料システムの構築を目指す「みどりの食料システム戦略（令和3年5月策定）（※4）」の実現に貢献するものである。本課題では、農林水産業の生産工程における脱炭素化のため、農林水産分野の気候変動緩和技術を開発するとともに開発した技術の社会実装を促進するため、以下の研究を行う。

＜課題：脱炭素型農業実現のためのパイロット研究プロジェクト（令和3～7年度）＞

我が国の温室効果ガス（GHG）削減目標を着実に達成し、カーボンニュートラルに向けた脱炭素化の取組を推進するため、研究者、農業者、自治体等が連携し、気候変動緩和技術を実装スケールで最適化することにより、GHG排出削減と生産性向上の両立を実現する技術を開発する。

#### 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
パイロット地区（※5）において、実装スケールでの気候変動緩和技術の展開を完了させるとともに、技術導入によるGHG排出削減や生産性向上などの効果検証を開始。	生産現場への導入が最適化された気候変動緩和技術を5種以上開発し、これらの技術を実装した新たな農業生産モデル展開の核となる拠点地域を構築。

#### 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）

最適化された気候変動緩和技術の普及により、水田での中干し延長技術の普及率30%、施設園芸でのGHG排出削減技術の導入割合50%、家畜ふん尿由来の消化液（※6）利用による畑作での化学肥料代替2千Ntおよび開発したスラリーインジェクター（※7）の普及台数300台（市場規模20億円）の達成。さらに、GHG排出削減と生産性向上を両立する新たな農業生産モデルの技術指標となる脱炭素型経営技術指標が半数の都道府県で策定。

### 【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

気候変動は地球環境に深刻な影響を及ぼしていることから、脱炭素社会に向けて農業においてもGHG排出削減が求められている。しかし、農林水産業からのGHG排出を削減する気候変動緩和技術は、生産性向上など農業者への直接的なメリットが得られにくいことから、技術導入が十分に進んでいない。本課題は、我が国の農林水産業でGHG排出量の約6割を占める水田、畑地、畜産、施設園芸を対象に、GHG排出削減に加えて、生産性向上やコスト削減、生物多様性保全などを両立する最適化された気候変動緩和技術を開発するものである。これらの技術は、農業者や消費者に技術導入のメリットを付与するものであり、気候変動緩和技術の普及拡大に貢献することから、農林水産業や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

世界の平均気温上昇を産業革命前と比較して、1.5℃に抑える努力目標を掲げたパリ協定（※8）を受けて、我が国は2050年カーボンニュートラルに向けた基本的考え方等を示す「パリ協定に基づく成長戦略としての長期戦略（令和3年10月改定）（※9）」を策定した。また、本戦略に基づき策定された「革新的環境イノベーション戦略（令和2年1月決定）（※10）」において、農林水産分野は5つの重点技術領域の1つに設定され、スマートな生態系利用により、農林水産業のゼロエミッション化やCO2吸収源の拡大を実現する革新的技術の確立を目指すこととされている。

農林水産業のGHG削減については「みどりの食料システム戦略」において、「2050年までに農林水産業のCO2ゼロエミッション化の実現」等の意欲的な目標の実現を目指し、調達、生産、加工・流通、消費の各段階の取組と環境負荷軽減のイノベーションを推進することとしている。また「農林水産省地球温暖化対策計画（令和3年10月改定）（※11）」では、政府の「地球温暖化対策計画（令和3年10月閣議決定）（※12）」および「みどりの食料システム戦略」を踏まえて、2030年度のGHG排出削減目標を改定したところであり、農林水産分野における地球温暖化対策の推進が求められている。本課題は農業分野における気候変動緩和技術の普及とGHG排出削減に貢献する技術開発を行うことから、国内外の社会要請に応えるものであり、引き続き国が関与して研究を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

### ①中間時の目標に対する達成度

中間時目標は「パイロット地区において、実装スケールでの気候変動緩和技術の展開を完了させるとともに、技術導入によるGHG排出削減や生産性向上などの効果の検証を開始」であり、これまでに以下の成果を得ている。

- ・水田では、GHG排出削減と省力化による生産コスト低減を両立する水管理手法として、ICT水管理システムを活用した中干し延長処理技術の現地パイロット圃場への導入を完了した。また、水管理条件の違いがGHG排出量や水稲収量、水田の生物群に及ぼす影響を評価し、ICT水管理による中干し延長区のGHG排出量が常時湛水区と比べて20%低減することを確認した。
- ・施設園芸では、採熱効率の高い水熱源ヒートポンプや高機能性被覆素材を導入した実証施設を栃木県他に設置し、省エネ効率の向上によるGHG排出削減効果と制御温度の安定性による生産性向上効果を検証した。また、太陽光発電などの再エネを活用した環境制御装置を開発し、発電と蓄電による電力で安定して稼働することを確認した。
- ・畑地および畜産では、家畜ふん尿由来のメタン発酵消化液の活用による化学肥料代替を進めるため、アンモニア揮散（※13）を抑制するスラリーインジェクターを開発し、現地圃場での運用試験を行った。また、栽培面積が広い水田輪作体系での消化液利用を進めるため、コムギおよびダイズを対象に化学肥料の代替効果を検証した。
- ・気候変動緩和技術の導入効果を評価するため、2地点のパイロット地区において、技術導入によるGHG削減効果と営農に及ぼす影響に関するライフサイクルアセスメント（LCA）（※14）および農業経営分析を実施した。また、GHG排出量と技術導入による地域経済への波及効果を算定可能なWebツールの開発を前倒しで完了した。

以上のように、研究は順調に進んでおり、中間時の目標を達成した。

### 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

最終達成目標は「生産現場への導入が最適化された気候変動緩和技術を5種以上開発し、これらの技術を実装した新たな農業生産モデル展開の核となる拠点地域を構築」であり、これについて現在の開発状況は以下である。

- ・水田では、ICT水管理システムにより、遠隔操作で安定的に中干し延長を実施する手法を構築する。また、中干し延長処理による水稲収量や水田生物相への影響調査を進めており、メタン排出削減と水稲生産性や生物多様性保全を両立する水管理手法を確立する。これにより、栽培中のメタンガス排出量を30%削減する中干し延長と水稲生産性や生物多様性保全の両立、中干し延長による水管理労働コスト15%の削減を実現する水管理技術を開発する見込みである。
- ・施設園芸では、3か所以上の現地営農施設に開発技術を導入し、省エネルギー効果や生産性への影響

調査を進めており、栽培条件に応じた省エネ設備の導入指針や環境制御技術を確立する。これにより、燃焼式暖房機の燃油使用量50%削減と系統電力使用量20%削減を実現する栽培システムを開発する見込みである。

- ・畑地および畜産では、民間企業と共同して、アンモニア揮散を3割削減可能な消化液散布用スラリーインジェクターを開発するとともに、本州に適用するための小型化を進めており、研究期間内に実用化予定である。さらに、栽培面積の大きい水田輪作体系で消化液散布による化学肥料代替を進めるため、オンサイトでの土壌分析手法の開発や収量への影響を解明し、マニュアル化による普及を進めることで、消化液の利用拡大によるGHG排出削減技術を開発する見込みである。
- ・気候変動緩和技術の導入支援については、パイロット地区において、気候変動緩和技術に対するLCAの精緻化、技術の導入要因や導入効果の評価手法の開発を行う。これにより、生産現場に最適化された気候変動緩和技術を実装する新たな農業生産モデルを構築する見込みである。

以上のように、研究は順調に進んでおり、最終到達目標は達成可能と考えられる。

<b>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</b>	<b>ランク：A</b>
--	--------------

#### 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、GHG排出削減に加えて、生産性向上やコスト削減、生物多様性保全などを両立する最適化された気候変動緩和技術の開発を進めており、農業者や消費者にとって技術導入のメリットを付与する技術の開発が見込まれる。水田ではICT水管理システムの活用やJ-クレジット（※15）方法論への登録、施設園芸では既存の空気熱源ヒートポンプの導入が困難な寒冷地にも対応可能な水熱源ヒートポンプの開発、畑地および畜産では本州地域に適用可能な小型散布機の開発と水田輪作体系での消化液利用など、既存技術のボトルネックを解決する技術の開発を進めている。

農林水産省地球温暖化対策計画における2030年度（令和12年度）の農地土壌および施設園芸からのGHG排出削減目標283万t-CO<sub>2</sub>の達成に向けて、気候変動緩和技術の普及推進が求められる。また、都道府県と市町村が共同して策定を進めている「みどりの食料システム基本計画（※16）」においても、環境負荷低減の取組として、気候変動緩和技術の導入を推進することとされている。本課題では、栃木県那須野が原地区と北海道鹿追地区をパイロット地区に設定し、導入指針となる経営技術指標（脱炭素型農業技術指標）や普及計画等を行政部局や民間企業と連携して策定することで、開発した気候変動緩和技術を実装した新たな農業生産モデルの拠点地域を構築する。これらの拠点地域での技術導入の取組をマニュアルや講習会、Web等を通じて普及を図る。また、両自治体は環境省の脱炭素先行地域にも選定されていることから、その取組とも連携することで、農林水産分野における脱炭素ドミノを実現する。

以上より、「最適化された気候変動緩和技術の普及により、水田での中干し延長技術の普及率30%、施設園芸でのGHG排出削減技術の導入割合50%、家畜ふん尿由来の消化液利用による畑作での化学肥料代替2千Ntおよび開発したスラリーインジェクターの普及台数300台（市場規模20億円）の達成。さらに、GHG排出削減と生産性向上を両立する新たな農業生産モデルの技術指標となる脱炭素型経営技術指標が半数の都道府県で策定。」というアウトカム目標の達成は可能である。

#### 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

研究成果については、研究論文や業界誌での公表、自治体による国民体育大会でのパネル展示など、農業者や消費者に積極的に成果を普及させている。また、営農活動のGHG排出量や地域経済への波及効果の評価ツールは特許出願を進めており、有用な成果が創出されている。さらに、GHG排出量を削減する水田の水管理技術については民間企業を新たな協力機関に加えてJ-クレジットの方法論の策定、新技術のスラリーインジェクターについては市販化の準備がそれぞれ進められている。以上のように、気候変動緩和技術の開発とともに技術の普及に向けて自治体や民間企業等と連携した取組が推進されており、取組内容は妥当である。

#### ③他の研究や他分野の技術の確立への具体的貢献度

メタン発酵消化液の営農利用技術の開発は、家畜ふん尿によるバイオガス発電（※17）から生じる残渣の有効活用に繋がり、バイオガス発電の収益性向上に貢献する。また、施設園芸に導入されるヒートポンプや環境制御装置は、農山漁村における電力や熱の利用を最適化するエネルギーマネジメントシステム（※18）を構成する要素となることから、これらの技術開発は我が国の再生可能エネルギーの利用拡大に貢献するものである。

<b>4. 研究推進方法の妥当性</b>	<b>ランク：A</b>
<p><b>①研究計画の妥当性</b></p> <p>外部専門家と関係行政部局で構成する運営委員会を設置し、運営委員会や推進会議を年2回以上開催することにより、研究計画の見直しや進捗状況の確認を適時実施している。また、新型コロナウイルス感染症の対策を適切に取りつつ現地検討会の開催を実現し、拠点地域における研究開発の妥当性を確認している。</p>	
<p><b>②研究推進体制の妥当性</b></p> <p>研究機関、大学、民間企業等が連携して研究に取り組むとともに、拠点地域の構築を進める自治体が支援組織として加わっており、研究開発および開発技術の普及に向けた研究推進体制は妥当である。また、研究の進捗に合わせて民間企業を協力機関に追加するなど、適切な研究推進体制を構築している。</p>	
<p><b>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）</b></p> <p>各課題とも技術の開発は4年目までに完了し、5年目は開発した技術の普及に向けて、行政部局や民間企業と連携した活動を実施する予定であり、気候変動緩和技術の開発だけでなく普及を見据えた課題構成となっている。また、小課題1～3で取得するデータを小課題4に集約することで、技術の最適化手法の開発とそれに基づく新たな農業生産モデルを提示する計画となっており、研究課題構成は妥当である。</p>	
<p><b>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</b></p> <p>推進会議や運営委員会を通じて各課題の進捗状況等に応じた次年度予算を配分しており、特に試作機作成など大きな予算が必要な課題には予算を重点配分することで適切な研究推進が実現していることから、予算配分は妥当である。</p>	

<b>【総括評価】</b>	<b>ランク：A</b>
<p><b>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</b></p>	
<ul style="list-style-type: none"> <li>・脱炭素型農業はもとより、生物多様性保全や生産性向上、コストの削減との両立を目指すものであり、非常に野心的で、必要性及び重要性が高いプロジェクトである。</li> <li>・パイロット地区でのLCAが完了するなど中間時の目標も順調に達成している。また最終目標までの達成の道筋も明確である。</li> <li>・アウトリーチ活動も広く実施されており非常に評価でき、継続して実施することが妥当である。</li> </ul>	
<p><b>2. 今後検討を要する事項に関する所見</b></p>	
<ul style="list-style-type: none"> <li>・本課題は脱炭素を目指す上で様々な観点でトレードオフがあると考えられ、これらをしっかり評価した上で、両立する技術開発にしていきたい（例えば、中干し技術開発において、生物多様性保全とのトレードオフ、メタン削減と重金属の増加といったトレードオフ等）。</li> <li>・食品の安全のリスクの観点から、本研究を進めることによる疎外要因などについても併せて研究し、エビデンスなど情報を得ていくことが必要である。</li> <li>・温室効果ガスの25%が農林水産分野からの発生であり、この技術がその削減に貢献できる大きな社会的インパクトを持ちうるプロジェクト、技術であるということを社会にアピールするような努力があってもよく、その点を強調するアウトリーチを含めた取組をしていただきたい。</li> </ul>	



[研究課題名] 革新的環境研究のうち脱炭素型農業実現のためのパイロット研究プロジェクト

用語	用語の意味	※番号
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、Green House Gasの略。	1
カーボンニュートラル	生産や生活等一連の人為的活動を行った際に、排出される二酸化炭素と吸収される二酸化炭素が同じ量（プラスマイナスゼロ）である状態。例えば、植物の焼却により二酸化炭素を放出しても、植物の成長過程で光合成により二酸化炭素を吸収しているため、大気中の二酸化炭素は増加させないとされている。	2
気候変動緩和	温室効果ガスの排出を削減する排出源対策と、大気中から温室効果ガスを取り除く働きを維持・拡大する吸収源対策の総称である。農林水産業では、燃料燃焼による二酸化炭素、稲作及び家畜消化管内発酵に伴うメタン、農地土壌（施肥由来等）からの一酸化二窒素などが主な排出源となっており、排出源対策では、省エネ、再生可能エネルギーの使用、メタン等の発生抑制のための対策を講じる等の各段階での取組が必要となっている。	3
みどりの食料システム戦略	持続可能な食料システムの構築に向け、中長期的な観点から、調達、生産、加工・流通、消費の各段階の取組とカーボンニュートラル等の環境負荷軽減のイノベーションを推進するため、農林水産省が策定した戦略。	4
パイロット地区	試験的もしくは先行する取組を実施するモデル地区を意味し、ここでは、実験圃場レベルの技術を農業生産現場の普及技術として確立するために、試験地として設定した実証地区を示す。	5
(メタン発酵)消化液	家畜ふん尿等を原料にしたバイオガス発電において、発酵槽にてメタン発酵を行った後の液体状の残渣。投入原料とほぼ同量が消化液となり、消化液には窒素・リン酸・加里などの肥料成分を含むため、有効活用が期待されている。	6
スラリーインジェクター	カッター等で地表面に切り込みを入れて、その中にホースで導いた家畜ふん尿スラリーやその発酵残渣である消化液を流し込む機械。地表面にこれらの液体が露出しないことから、アンモニアが揮散せず、悪臭や肥料成分の揮散を防止する効果が期待できる。	7
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。	8
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。	9
革新的環境イノベーション戦略	「パリ協定に基づく成長戦略としての長期戦略」に基づき、脱炭素化に関する5分野、39の技術開発テーマについて、革新的技術の2050年までの確立を目指す具体的な行動計画及びこれらを実現するための研究体制や投資促進策を示すとともに、革新的技術の早期実現と社会実装のための取組が示されている。	10



農林水産省地球温暖化対策計画	政府の「地球温暖化対策計画」を踏まえ、農林水産分野の地球温暖化対策を総合的かつ計画的に推進するため、農林水産省が自主的に策定する計画。新たな2030年温室効果ガス削減目標や2050年カーボンニュートラルの実現に向け、「みどりの食料システム戦略」等を踏まえ、農林水産分野における地球温暖化対策を最大限推進していく観点から、令和3年10月に改定。	11
地球温暖化対策計画	地球温暖化対策推進法に基づく政府の総合計画で、温室効果ガスの排出抑制及び吸収の量に関する目標、事業者・国民が講ずべき措置に関する基本的事項、目標達成のために国・地方公共団体が講ずべき施策等について記載されている。令和3年10月に閣議決定された同計画は、COP21でパリ協定が採択されたことを受け、新たな削減目標として、2030年度において温室効果ガスを2013年度から46%削減、さらに50%の高みに向けて挑戦することが掲げられている。	12
アンモニア揮散	液相中のアンモニア態窒素の一部がアンモニアに解離し、空气中に揮散する現象。メタン発酵消化液に含まれる窒素の約半分はアンモニア態窒素であるため、アンモニア揮散が生じると、植物に利用される窒素成分が失われるとともに、悪臭や環境汚染の原因となる。	13
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。	14
J-クレジット	温室効果ガスの排出削減や吸収の取組を国がクレジットとして認証する制度。本制度により創出されたクレジットは、クレジット創出者（排出削減、吸収に取り組む者）はクレジット売却益を受け取れるほか、クレジット購入者はカーボン・オフセットに活用できる等のメリットがある。	15
みどりの食料システム基本計画	「環境と調和のとれた食料システムの確立のための環境負荷低減事業活動の促進等に関する法律（みどりの食料システム法）」に基づき、農林漁業者が環境負荷低減を図るために行う事業活動を促進していくため、地方公共団体が作成する基本的な計画。	16
バイオガス発電	食品廃棄物や汚泥、家畜ふん尿等を嫌気性条件下でメタン発酵させ、そこで得られたメタンを主成分とするバイオガスを燃料に用いる発電のこと。	17
エネルギーマネジメントシステム	電気、ガスなどのエネルギー使用状況を把握し、消費するエネルギーの流れを効率的に制御・管理するためのシステムのこと。農山漁村を対象としたものはVEMS (Village Energy Management System) と呼ばれている。	18

## (4) 脱炭素型農業実現のためのパイロット研究プロジェクト【継続】

## &lt;対策のポイント&gt;

我が国の温室効果ガス（GHG）削減目標を着実に達成し、カーボンニュートラルに向けた脱炭素化の取組を推進するため、**研究者、農業者、自治体等が連携し、GHG排出削減と生産性向上を両立する気候変動緩和技術等を実装スケールで最適化**するための研究を行います。

## &lt;政策目標&gt;

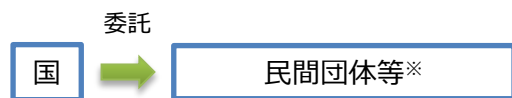
- 生産現場への導入が最適化された気候変動緩和等の技術を5種以上開発 [令和7年度まで]
- 脱炭素型の農業生産モデル展開の核となる拠点地域を1か所以上構築 [令和7年度まで]

## &lt;事業の内容&gt;

## 脱炭素型農業実現のためのパイロット研究プロジェクト

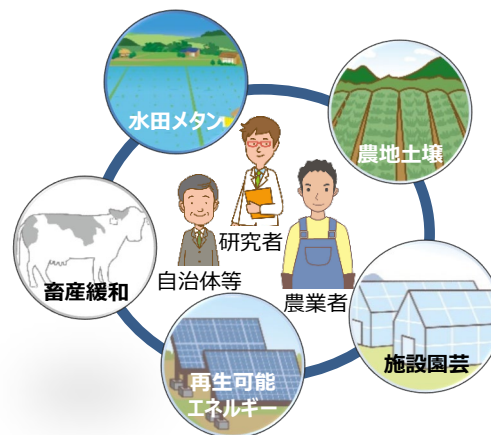
- ・ 試験ほ場では困難な課題の解決と地域の特性に応じた生産システムの構築を一体的に実施するため、**パイロット地区を設定し、実装スケールで気候変動緩和技術等を開発**。
- ・ GHG排出削減量・炭素貯留量、投入コスト、収量等への影響を評価し、**GHG排出削減と生産性の向上を両立**するよう気候変動緩和技術等を最適化。

## &lt;事業の流れ&gt;

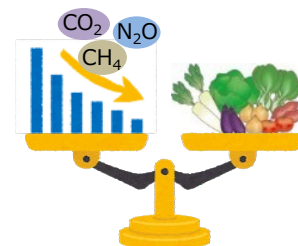


※ 公設試・大学を含む。

## &lt;事業イメージ&gt;

気候変動緩和等の技術の  
On Farm開発

- ◆ 農業（水田、畑地、畜産、施設園芸等）
- ◆ 農村地域（再生可能エネルギー活用）  
におけるGHG削減・炭素貯留技術

GHG削減と作物生産等が  
両立する緩和技術等を開発

気候変動緩和等の基礎・基盤的技術を

- ・ GHG削減効果
- ・ 生物多様性、水環境
- ・ 生産性の向上

と両立した、地域の状況に適應する技術へと確立



脱炭素型の農業生産モデルを展開

【ロードマップ（中間評価段階）】

脱炭素型農業実現のためのパイロット研究プロジェクト

～R2 年度	R3 年度	R4 年度	R5 年度	R6 年度	R7 年度	R8 年度	R9 年度	R10 年度～	
既往の成果 (知見)	委託研究プロジェクト					産官学民の連携による普及推進		全国普及	
新たな水管理技術によるメタン削減	小課題1 水田発生 GHG 排出削減技術と生物多様性保全の最適化							【R12 年度】 ・中干し延長普及率 30% ・施設園芸での GHG 排出削減技術の導入割合 50% ・消化液利用による化学肥料代替 2 千 t ・半数の都道府県で脱炭素型農業経営技術指標を策定	
生物多様性を考慮した水田管理マニュアル	ICT 水管理の現地導入と中干し延長によるメタン削減効果の検証	メタン削減と生産性を両立する水管理手法の確立		行政部局と連携した普及計画の策定		・普及計画に即した支援の実施			
施設園芸の環境制御技術	J-クレジット制度方法論化作業 論文1報						・燃焼式暖房機からヒートポンプへの代替推進と技術普及 ・地域資源を活用する施設園芸の体系化とフォローアップ		
施設園芸用ヒートポンプ (HP) の開発	水田水管理による生物相への影響評価と中干し延長に脆弱な生物相の特定		メタン削減と生物相保全を両立する水管理手法の確立 論文1報				・北海道や本州の地域別の国産機種種の充実による技術普及 ・地域有機性資源を活用した栽培体系化マニュアルの作成		
消化液の表面散布による肥料利用	小課題2 地域資源を活用した園芸施設における GHG 排出削減と生産性向上技術の開発							GHG 排出削減目標 283 万 t-CO2 達成に貢献	
透過光や色彩判別による土壌分析手法	再エネ利用型環境制御技術の開発と現地検証を開始	省エネ効果と生産性を両立する栽培システムの確立 営農施設での現地実証 3 か所以上		上市・実用化に向けた活動と GHG 削減事業等への提言		・緩和技術の導入評価・支援ツール ・GHG 排出削減と生産性等を両立する営農モデル提示			
温室効果ガス削減効果の LCA	小課題3 有機性資源エネルギー利用促進を支える資源循環営農技術の開発								
農業経営の経営収支分析	大型インジェクターの開発	小型インジェクターの開発	開発機の現地実証と高速化・散布能力向上に向けた改良		上市・実用化と展示実証 特許 2 件、論文 4 件以上				
	現場用土壌炭素等分析器・ソフトの開発		分析手法の現地実証と公開に向けたソフトウェア改良						
	小課題4 緩和技術導入による営農評価および地域経済・環境影響評価手法の開発								
	ライフサイクル GHG 排出削減量に係る現地データ収集と LCA 実施		データ拡充による LCA の精緻化と評価手法の高度化		評価ツールの公表、論文 4 件以上				
	経営評価データ収集と営農の地域経済・環境への影響評価手法開発		開発される緩和技術の現地実証と評価手法の高度化						

# 脱炭素型農業実現のためのパイロット研究プロジェクト

## 研究概要

1. 水田発生GHG排出削減技術と生物多様性保全の最適化
2. 地域資源を活用した園芸施設におけるGHG排出削減と生産性向上技術の開発
3. 有機性資源エネルギー利用促進を支える畜産・農地の資源循環営農技術の開発
4. 緩和技術導入による営農評価および地域経済・環境影響評価手法の開発

## 主な成果

パイロット実証地区を設置し、技術開発を推進（栃木県那須野が原地区、北海道鹿追地区）

### 1. 水田発生GHG排出削減技術と生物多様性保全の最適化

ICT水管理装置の活用による中干し延長処理の実証

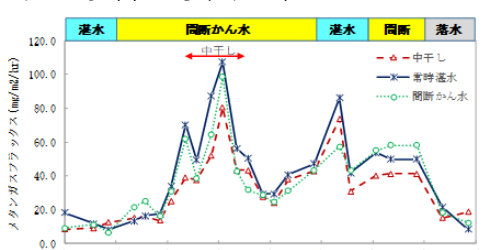
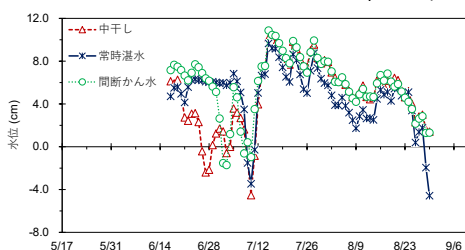
→ 精密水管理によりメタン排出削減と生産性向上・生物多様性保全の両立

遠隔操作での中干し延長処理により、メタン排出量2割削減（常時湛水区比）と労力削減を実現、生物相調査を継続中

→ メタン排出3割削減と生産性・生物多様性を両立する水管理手法の確立へ



現地水田におけるICT水管理装置の設置状況



水稻栽培期間中の田面水位(左図)とメタンガスフラックス(右図)

### 2. 地域資源を活用した園芸施設におけるGHG排出削減と生産性向上技術の開発

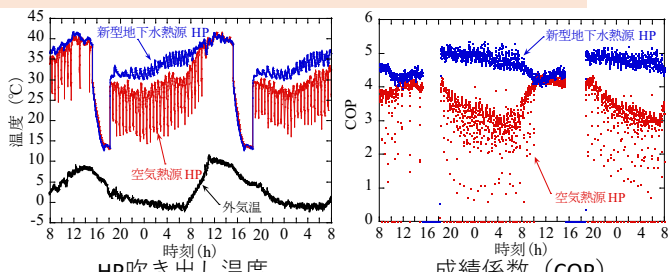


太陽光発電



風力発電

【実施場所】栃木県農業試験場いちご研究所 実証ハウス



トマト栽培でのヒートポンプ稼働試験の計測データ (栃木県下都賀郡の実証ハウス、2022年12月24日～26日)

再エネ利用型環境制御装置の設計と現地実証

地下水熱源HPは熱供給が安定し、省エネ性能(COP)が高いことを確認  
→ 実証施設数を拡大した検証へ

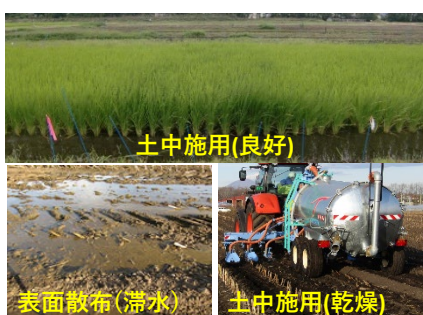
### 3. 有機性資源エネルギー利用促進を支える畜産・農地の資源循環営農技術の開発

2機種の中インジェクター機で低揮散・高肥効化のふん尿資源循環技術を開発

大～小規模の畜産・耕種の糞尿循環による資源利用促進と環境負荷低減を実現

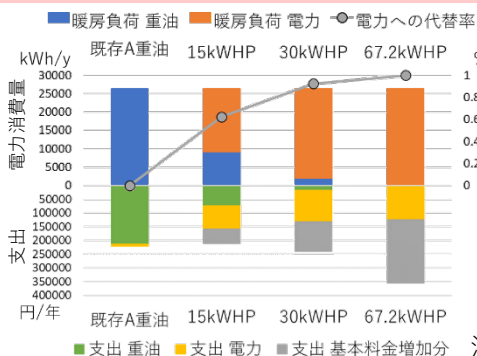


2機種の開発インジェクター機の外観と使用状況



表面散布後とインジェクション後の表面の状況と作物生育差の事例

### 4. 緩和技術導入による営農評価および地域経済・環境影響評価手法の開発



実証経営（施設本圃11a、品種：とちおとめ、カーテン2層）に水熱源ヒートポンプ（HP）を導入する場合の暖房負荷・支出を能力別に試算

年間基本料金が経営コストを増大させる  
→ 農業利用向けの低価格電力メニューの創設や再生可能エネルギーの活用が示唆

注) 実証経営への聞き取りをもとに作成



## 委託プロジェクト研究課題評価個票（中間評価）

<b>研究課題名</b>	革新的環境研究プロジェクトのうち炭素貯留能力に優れた造林樹種の効率的育種プロジェクト			<b>担当開発官等名</b>	研究開発官（基礎・基盤・環境）
				<b>連携する行政部局</b>	林野庁森林整備部整備課 林野庁森林整備部研究指導課
<b>研究期間</b>	R 3年～R 7年（5年間）			<b>総事業費（億円）</b>	2.3億円（見込）
<b>研究開発の段階</b>	<b>基礎</b>	<b>応用</b>	<b>開発</b>		

### 研究課題の概要

- ① 気候変動問題は国際的にも大きな課題となっており、日本においても2050年カーボンニュートラル、脱炭素社会の実現を目指すことが宣言され、具体的な施策が進められている。農林水産省においては、「みどりの食料システム戦略」が策定され、森林・林業分野では、森林によるCO<sub>2</sub>吸収の最大化と資源の循環利用の実現が大きな柱となっている。また、革新的環境イノベーション戦略（2020年1月閣議決定）では、CO<sub>2</sub>の吸収・固定能力や木材としての性能に優れ、さらに地域に適した特性を併せ持ったエリートツリー（※1）や成長に優れた樹種である早生樹（※2）に転換し、森林によるCO<sub>2</sub>の貯留を促進することの必要性が位置づけられている。これらの計画による取組を推進し、森林によるCO<sub>2</sub>吸収・固定能力の最大化を進めるため、ゲノム情報等を活用し、炭素貯留能力に優れたスギ等の系統を短期間で作出するための育種技術を開発するとともに、スギを対象に炭素貯留能力に優れた系統を作出する。
- ② 本研究課題では以下の研究を行う。
- ・スギ、カラマツ等の造林用樹種やコウヨウザン等の早生樹における、遺伝子情報の収集・基盤整備
  - ・炭素貯留能力に関連する形質の評価手法の高度化と組織構造等のデータの取得・解析
  - ・炭素貯留能力に関連する形質を予測するためのモデル構築・DNAマーカー（※3）開発
  - ・ゲノム編集技術（※4）を活用したスギの炭素貯留能力を増減可能にするための基盤技術の創出

### 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 令和4年度末までにカラマツ、ヒノキ、コウヨウザンについてリファレンスゲノム（※5）を決定するとともに、得られたデータは、ゲノムデータベースへ格納する。スギ交配家系集団における炭素貯留能力を予測するモデルを構築する。	① 令和7年度末までにスギを対象に炭素貯留能力に優れた系統を3系統以上作出する。
② スギ第一世代精英樹（※6）約100系統の年輪構造データの取得を完了するとともに、成長能力の早期選抜に重要度の高い形質の絞込みに着手する。	② 令和7年度末までにスギ以外の樹種1種以上について、ゲノム情報の活用による選抜手法を開発する。
③ 炭素貯留能力を改変するためのゲノム編集ベクター（※7）を導入したスギについて、無菌植物体を作製する。また新たな標的遺伝子のベクターを構築し、スギへの導入に着手する。	③ 令和7年度末までにスギにおいてゲノム編集技術を活用し、炭素貯留能力の増減を可能に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全体としてのアウトカム目標（R17年）

- ① 本研究で開発した炭素貯留能力に優れた品種については研究開発終了後5年を目途に、開発した選抜手法によって作出される品種・系統については10年を目途に原種の生産・配布を開始し、都道府県と連携しつつ採種園・採穂園（※8）に導入する。このように造林現場で求められるエリートツリー等の苗木生産を加速させることで、2050年の林業用苗木に占めるエリートツリー等の活用割合9割以上の達成に貢献する。

### 【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**

地球温暖化の抑制のために森林は炭素吸収源として大きな役割を果たしている。我が国の森林は、国土の約7割を占めており、その4割は人工林であるため、今後の森林によるCO<sub>2</sub>吸収・固定能力の最大化を進める上で適切な人工林管理は重要である。現在、人工林は高齢級化が進んでおり、このまま高齢級化が進行した場合、CO<sub>2</sub>吸収・固定能力が低下すると予測されている。このため、革新的環境イノベーション戦略では、CO<sub>2</sub>の吸収・固定能力や、木材としての性能に優れ、さらに地域に適した特性を併せ持ったエリートツリーや成長に優れた樹種である早生樹に転換し、森林による炭素の貯留を促進することの必要性が位置づけられている。また、2021年に農林水産省が策定した「みどりの食料システム戦略」でも、森林によるCO<sub>2</sub>吸収の最大化と資源の循環利用の実現を大きな柱としており、森林に対するCO<sub>2</sub>吸収源としての期待は高まっている。これらに対応するためには、炭素貯留能力に優れる系統を早期に選抜できる育種技術を開発することにより、これまで数十年間を要してきた林木の品種改良を大幅に短縮し、炭素貯留能力に優れた系統の作出を促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**

「みどりの食料システム戦略」に掲げる、森林によるCO<sub>2</sub>吸収の最大化と資源の循環利用を実現するには、林木の炭素貯留能力を向上させるための育種を進め、速やかに苗木生産現場に提供することが求められており、育種事業を担う国が引き続き関与して研究を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**

**① 中間時の目標に対する達成度**

小課題1「スギ等の遺伝子情報の収集・基盤整備と形質を予測するためのDNAマーカーの開発」については、中間時の目標としていたカラマツ、ヒノキ、コウヨウザンのリファレンスゲノムを決定したことに加えて、前倒しでスギのリファレンスゲノムも決定し、これらの情報をデータベース化して予定より早めて公開した。また、様々な系統のスギの炭素貯留能力を予測する、ゲノミック予測モデル（※9）を目標通り構築した。

小課題2「炭素貯留能力に関連する形質評価の高度化」については、スギ第一世代精英樹について中間時の数値目標（100系統）の3倍以上の335系統の年輪構造の樹幹内分布等の詳細な表現型を解析するとともに、第二世代精英樹（エリートツリー）系統についても表現型の解析を開始した。また、スギは空間利用効率（樹冠面積あたりの成長速度）の系統間差が大きく、成長能力の高いスギの評価基準として樹冠面積の大きさが活用できることを明らかにした。

小課題3「ゲノム編集技術を活用したスギの炭素貯留能力を増減可能にするための基盤技術の創出」については、炭素貯留能力への関連が推定される2遺伝子についてゲノム編集し、目標通りスギ植物体を作製した。また、その他炭素貯留能力への関連が推定される6つの標的遺伝子については、ゲノム編集ベクターを導入したスギの培養細胞の獲得に成功した。

以上のように、研究は中間時の目標に対し100%以上の達成率で順調に進捗している。

**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**

炭素貯留能力に関連する形質の予測精度を高めるため、ゲノミック予測モデルの改良とスギ以外の樹種への拡張を行う。すでに作製しているゲノム編集植物体の評価を着実に実施することで、最終目標の達成は可能である。

具体的には、新たに炭素貯留能力に関連する木材密度等の形質を解析しデータ量を拡大することで、スギのゲノミック予測モデルの改良を図り、この改良モデルを用いて炭素貯留能力に優れたスギ候補の選抜・育種を加速化する。また、スギ以外の樹種についても、大量のジェノタイピング基盤（※10）構築を進めてゲノミック予測モデルを用いた選抜手法を開発する。さらに、すでに作製している炭素貯留能力の改変が推定されるゲノム編集植物の育成と細胞壁等の解析・評価を進めることで、炭素貯留能力を改変可能な遺伝子の同定とそれをゲノム編集するための技術の確立が可能である。

以上のように、スギを対象に炭素貯留能力に優れた系統の作出、スギ以外の樹種におけるゲノム情報の活用による選抜手法の開発、並びにゲノム編集技術によるスギの炭素貯留能力の増減を可能にする技術開発が可能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**

本課題により開発する炭素貯留能力に優れた系統について、林野庁補助事業「エリートツリー等の原種増産技術の開発事業」で開発した原種増産に関する技術を活用して効率的に増産することで、研究開発終了後、5年目以降に開発品種・系統の原種配布を開始する見込みである。これらの原種は、本課題への参画機関である静岡県をはじめ都道府県と連携し、採種園・採穂園に導入し早期の種苗生産を目指す。ゲノム編集スギにおいては、研究終了後3年を目標に外来遺伝子を除去することを目標としており、野外栽培に向け、野外植栽可能な炭素貯留能力に優れたゲノム編集スギについて開発期間中から主務省との事前相談を開始し、開発後すみやかに情報提供を開始する。以上の取組により、2050年の林業用



苗木に占めるエリートツリー等の活用割合9割以上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**

本プロジェクト研究について、令和3年度林業研究・技術開発推進ブロック会議育種分科会（北海道、東北、関東・中部、近畿・中国、九州）において、開発される品種の利用者にあたる都道府県の林木育種事業・研究担当者に情報提供している。また、林木育種成果発表会（令和5年2月8日）においても得られた研究成果について発表する予定としており、研究成果の活用のための取組は妥当である。

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

本課題の成果として公開した針葉樹4樹種のリファレンスゲノム情報や、ゲノム編集技術を活用した植物細胞の二次壁形成にかかる遺伝子機能に関する情報は、被子植物を含めた植物の進化に関連する生物分野の幅広い科学技術研究や、草本も含めた他の植物の炭素貯留能力の効果的な改変技術などの技術開発研究への活用への貢献が期待される。

**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**

本課題の各小課題は計画通りまたは計画以上に進捗しており、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**

外部有識者及び関係する行政部局で構成する「炭素貯留能力に優れた造林樹種の効率的育種プロジェクト」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。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、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推進会議等を随時開催し、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。

**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）**

小課題1でスギ等の遺伝子情報の収集・基盤整備と形質を予測するためのDNAマーカーの開発を行い、炭素貯留能力に関連する表現型値の予測を可能とするゲノム育種技術を開発する。小課題2で炭素貯留能力に関連する形質の評価の高度化を行い、小課題1で開発されるゲノム基盤から得られた遺伝子型情報の活用によるゲノム育種技術と合わせ、炭素貯留能力に優れた系統の作出を行う。小課題3でゲノム編集技術を活用したスギの炭素貯留能力を増減可能にするための基盤技術を創出する課題構成となっており、目標達成に向けた課題構成として妥当である。

**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（選択と集中の取組など）**

委託プロジェクト全体で、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。各課題ともに計画通りまたは計画以上に進捗しており、最終目標の達成も見込まれることから、予算配分額は妥当である。

**【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**

- ・カーボニュートラル、脱酸素社会の実現に資する育種技術開発に関する課題であり、研究の必要性は高く、国の関与は必要である。
- ・研究は概ね予定通り進捗しており、研究目標の達成は可能と思われる。既に多くの成果が公表されている点も高く評価できる。
- ・本研究は、カーボニュートラル実現のための森林吸収源対策に貢献する課題であり、継続して実施することが妥当である。

**2. 今後検討を要する事項に関する所見**

- ・炭素貯留能力に優れたエリートツリーの開発はカーボニュートラル実現に極めて効果的な研究であるが、優れた樹種が開発されたとしても、林業従事者が経済的に潤うエコシステムとセットで実現しない限り、効果を発揮できないことが考えられる。林野庁がエコシステムの道筋に本研究をフィットさせる努力をしていただきたい。

[研究課題名]革新的環境研究プロジェクトのうち炭素貯留能力に優れた造林樹種の効率的育種プロジェクト

用語	用語の意味	※番号
エリートツリー	スギ・ヒノキ等の造林樹種で、成長等の形質が優れた個体を一般林地から選抜したものを「第1世代精英樹」、この精英樹同士を交配してできた子供からさらに選抜したものを「第2世代精英樹」と呼び、第2世代以降の精英樹を総称して「エリートツリー」と呼んでいる。選抜にあたっては、成長量だけでなく、材の剛性や幹の通直性に著しい欠点がないこと、雄花着花量が多くないこと等も基準となっている。	1
早生樹	成長が優れた樹種。針葉樹としてはコウヨウザン、広葉樹としてはセンダン、チャンチン、チャンチンモドキ、ハンノキ、ユリノキ等が代表樹種である。これまで家具材として使用されてきたブナ、ミズナラ等の広葉樹資源が減少し、再造成には長い期間が必要なため、成長の早い早生樹が注目を集めている。	2
DNAマーカー	ゲノム中の任意の遺伝子について、個体間での塩基配列の違いや遺伝子発現量の違いを目印としたもの。DNAマーカーは、個体の識別や特性の予測等に用いられる。	3
ゲノム編集技術	ゲノムDNAを切断するハサミのような酵素（DNA切断酵素）を利用して、狙った遺伝子に突然変異を起こすことができる技術。	4
リファレンスゲノム	その生物種を代表するゲノム配列であり、その生物種の個体間で配列を比較するための参照配列として用いられる配列情報のこと。	5
精英樹	スギ・ヒノキ等の造林樹種で、成長等の形質が優れた個体を一般林地から選抜したものを「第1世代精英樹」と呼び、この精英樹同士を交配してできた子供からさらに選抜したものを「第2世代精英樹」と呼ぶ。選抜にあたっては、成長量だけでなく、材の剛性や幹の通直性に著しい欠点がないこと、雄花着花量が多くないこと等も基準となっている。第2世代以降の精英樹を総称して「エリートツリー」と呼んでいる。	6
ゲノム編集ベクター	ゲノム編集を行うために必要な酵素の遺伝子や標的遺伝子を特定するための塩基配列情報を持った核酸などを細胞内に導入するための運搬用DNA。	7
採種園・採穂園	苗木を生産するための種子を採取するための樹木園を採種園、挿し穂による苗木を生産するための穂（若い枝）を採取する樹木園を採穂園と呼ぶ。	8
ゲノミック予測モデル	任意の個体の遺伝的能力を予測するための予測式。予測モデル構築後は、DNA分析の結果から個体の特性を予測することが可能となる。	9
ジェノタイプング基盤	スギ、ヒノキなど樹種ごとの種内の系統間の遺伝的な違いについて、DNA分析することが可能なDNAマーカーのセット（このプロジェクトでは樹種ごとに大量のDNAマーカーを整備）を用いてDNA分析を行い、得られる遺伝子型情報の総体。	10

# 炭素貯留能力に優れた造林樹種の効率的育種プロジェクト

## 1. 研究目的

人工林の高齢化に伴うCO<sub>2</sub>吸収・固定能力の低下の課題に対応し、炭素貯留能力に優れたスギや早生樹等を早期に選抜し造林することにより、カーボンニュートラル実現のための森林吸収源対策に貢献することを目的とする。

## 2. 研究背景

脱炭素社会の実現に向けて、炭素吸収源として人工林の役割を最大限活用するために、炭素貯留能力や成長等に優れたスギ等の優良種苗に転換し、森林吸収源対策を促進することが必要である。

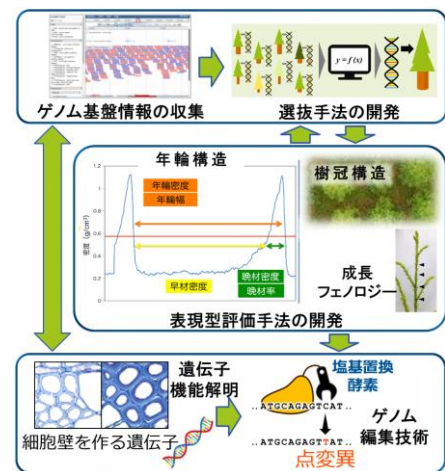
そのため、優良系統を選抜するとともに、それらの効率的な選抜を可能とする技術の開発が求められている。



スギ優良系統

## 3. 研究内容

- ① スギ等のゲノム基盤情報の収集及び整備と炭素貯留に関わる新たな表現型評価手法の開発
- ② ゲノム情報と炭素貯留に関連する表現型を用いた選抜手法の開発
- ③ モデル植物等の炭素貯留能力に関与する遺伝子変異をスギにおいてゲノム編集技術により再現



研究の構成

## 4. 達成目標・期待される効果

### 達成目標

- スギにおいて炭素貯留能力に優れた3系統以上の作出及びゲノム編集技術による貯留能力増減技術の開発
- スギ以外の樹種1種以上で選抜手法を開発

### 期待される効果

- 森林のCO<sub>2</sub>吸収能力向上に貢献
- 育種基盤の整備による森林資源の循環利用推進



研究代表機関：森林研究・整備機構

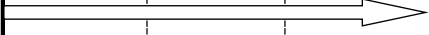
共同研究機関：(公財)かずさDNA研究所、京都大学、静岡県立農林環境専門職大学、静岡県

【ロードマップ（中間評価段階）】

炭素貯留能力に優れた造林樹種の効率的育種プロジェクト

～R2年度	R3年度	R4年度	R5年度	R6年度	R7年度	R8年度	R9年度～	R17年度～
既往の成果 (知見)	委託研究プロジェクト						品種開発	社会実装
	小課題1 スギ等の遺伝子情報の収集・基盤整備と形質を予測するためのDNAマーカーの開発							
スギのEST情報を集積	ヒノキ等の塩基配列の取得	ヒノキ等のリファレンスゲノムの決定	各樹種の連鎖地図情報やEST情報に関する知見の収集	ヒノキ等の大量ジェノタイピング基盤構築	炭素貯留能力に関連する形質の予測モデルの構築及びゲノム選抜技術の開発			
スギで網羅的に多型検出可能なジェノタイピングシステムを整備		スギ交配家系集団における炭素貯留能力を予測するモデルを構築	ゲノム予測のためのスギ等のモデル系統の材質・成長形質の解析	スギ等の次代系統を含む多数系統の材質・成長形質の解析				
	小課題2 炭素貯留能力に関連する形質の評価の高度化							
UAVを活用した樹高等表現型形質の取得手法を確立	スギを対象として年輪構造等の詳細形質評価技術の開発	スギのモデル約100系統で、年輪構造等の詳細な表現型情報取得	炭素貯留能力に優れたスギの候補選定に着手	スギの木材密度及び成長に関する表現型情報の解析を完了 炭素貯留能力に優れたスギ1系統以上を選抜	炭素貯留能力に優れた優良系統3系統以上の選抜を完了			都道府県と連携しつつ、開発品種・系統の普及に向けて、採種園・採穂園に導入するための原種の配布を開始する。
	小課題3 ゲノム編集技術を活用したスギの炭素貯留能力を増減可能にするための基盤技術の創出							
モデル植物で二次壁形成のマスターキー遺伝子を同定	炭素貯留能力に関与が推定されるスギの候補遺伝子の単離	炭素貯留能力を改変するためのゲノム編集の標的遺伝子が決定	炭素貯留能力を改変するゲノム編集ベクターの完成	炭素貯留能力の改変を目的としたゲノム編集スギの取得	変異により炭素貯留能力を増減可能な遺伝子の同定とそれをゲノム編集するための技術の確立			
スギでゲノム編集技術を確立						野外植栽可能な炭素貯留能力に優れたゲノム編集スギについて開発期間中から野外栽培に向けた主務省との事前相談を開始し、開発後すみやかに情報提供を開始する。		
							外来遺伝子を除去するための次世代化を進める。	

# 委託プロジェクト研究課題評価個票（中間評価）

<b>研究課題名</b>	アグリバイオ研究プロジェクトのうち健康寿命延伸に向けた食品・食生活実現プロジェクト			<b>担当開発官等名</b>	農林水産技術会議事務局研究統括官
				<b>連携する行政部局</b>	大臣官房政策課技術政策室 農産局果樹・茶グループ 消費・安全局消費者行政・食育課
<b>研究期間</b>	R 3年～R 7年（5年間）			<b>総事業費（億円）</b>	3.7億円（見込）
<b>研究開発の段階</b>	<b>基礎</b>	<b>応用</b>	<b>開発</b>		
					

## 研究課題の概要

国産農産物・食品の免疫機能等への効果に関する科学的根拠の提示及び食事バランスの適正化を促す技術の開発により、農産物等の高付加価値化と需要拡大、ひいては国民の健康寿命延伸に貢献する。

### a) 農産物等の免疫機能等への効果に関する科学的根拠取得（令和3年度～令和7年度）

日本の農産物等の免疫機能等への効果をヒト介入試験（※1）等により検証し、機能性表示食品（※2）の開発に活用できる科学的根拠を取得する。特に緑茶の免疫機能については、科学的根拠を早期に取得する（令和4年度まで）。

### b) 食生活の適正化に資する技術開発（令和3年度～令和7年度）

食生活の適正化に資する技術（野菜や塩分等の摂取量をバイオマーカー（※3）により把握する技術等）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
a) 緑茶を含む農産物等の免疫調節機能をヒト介入試験で検証、動物試験等で作用機構を解明。	a) 緑茶を含む2種類以上の農産物等について、機能性表示食品開発に必要な科学的根拠を提示。
b) 尿中バイオマーカーと食事バランスに関するアンケート調査を解析。コホート研究（※4）から、ナトリウム、カリウムの摂取源等を推定、野菜・果物やそれらの成分と健康維持や疾病リスク低下の関連性を解析。	b) 野菜や塩分等の3つ以上の項目について、バイオマーカーと食事調査を用いた食事摂取状況推定、適正化技術を開発。1つ以上の項目について、食事バランス検査サービスを事業化。

## 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）

a) 論文発表及び届出書類作成等により事業者を支援して、免疫機能維持に関わる農産物等（2種類以上）の機能性表示食品の届出を実現する。更に、研究レビューの公開、プレスリリースや講演による成果周知、事業者の届出・販売支援等により、機能性表示食品の新分野開拓、機能性表示拡大による国産農産物・食品の高付加価値化や輸出拡大等に貢献する。また、水出し緑茶について、プレスリリースや論文発表、分析・製造法支援、免疫機能維持に関わる機能性表示食品の届出・販売支援等により、新規機能性の研究成果と美味しさ・飲み方の速やかな普及を進め、日本型食に特徴的な緑茶の国内外での需要・消費拡大に貢献する。

b) 食事摂取状況の推定技術を活用した食事バランス検査サービスを社会実装し、一般消費者に食事バランス適正化のための提案をフィードバックする他、栄養バランスの偏りに資する食品を提供する企業のマーケティング、健康経営に取り組む企業の社員食堂メニュー提案、自治体・健保組合における健康プログラムの効果の可視化、ミールキット提供企業やレシピ検索サイトでのミールキットやレシピ選択等への活用を目指す。そして、サービス利用者の野菜摂取量の1割増加とそれに伴う野菜類の消費・市場拡大、及びヘルスケア産業における新分野開拓による市場拡大と活性化に貢献する。

最終的には、「食事バランスの適正化（b）」に「免疫機能等への効果を有する農産物等（a）」をとり入れた食生活を組み合わせることで、国民の免疫機能・健康維持増進に貢献する。

**【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
- a) 超高齢社会の現在、国民の健康維持増進に資する食生活への関心は高い。また新型コロナウイルス感染症拡大に伴い、感染症予防のための免疫機能維持改善に有効で、新しい生活様式の中で健康状態を良好に保つ食への関心が高まっている。現在検証が不十分な農産物等の免疫機能への効果について科学的根拠を明らかにすることで、生産者、生産者団体、企業等が連携して、消費者ニーズの高い、免疫調節機能を有する農産物等の機能性表示が可能となる。
- b) 食事バランスの乱れは自覚しにくく、バランスのよい食事を摂っている人は5割を下回る。健康によい食生活の基本はバランスのとれた食事であり、食事バランスの乱れは生活習慣病、がん、フレイル（※5）等のリスクを高め、要介護に至る原因にもなる。さらに農産物等の機能性は、バランスのよい食生活に組み入れて初めて十分に発揮される。バランスの良い食生活の重要性の科学的根拠を提示し、企業等が食事バランスの適正化を促すための技術を開発し検査業務等として事業化することで、食を介した健康維持を志向する消費者ニーズに応じたヘルスケア分野の新産業創出につながる。
- ② 引き続き国が関与して研究を推進する必要性
- a) 免疫調節機能を表示する機能性表示食品は、乳酸菌に関するもの以外で届出受理されていない（令和5年2月6日時点）。機能性表示食品の科学的根拠となり得る、農産物等の免疫調節機能のヒト介入試験による効果及び作用機構の提示は極めて困難であり、制度及び免疫機能を十分に理解し、免疫全体の調整を説明するための研究成果を効率的に取得する必要がある。また、生鮮農産物やその加工食品を扱う事業者、生産者団体等は、研究開発のための十分な資金を有していない。一方、大手食品メーカーが開発に取り組むのは加工食品であり（令和5年2月6日時点で、農産物等の生鮮食品は僅か2.8%（178件））、国産農産物やその一次加工食品の機能性表示食品市場は未だ確立しているとは言えない。これらのことから、特に現在において消費者ニーズが高く、また表示が困難な新規機能性を表示する機能性表示農産物の開発を目指す本研究は、引き続き国費を投じなければ実施は不可能である。
- b) 独自にバイオマーカーを用いた食事摂取状況推定の技術開発を行う企業はあるが、その技術は開示されておらず未だ信頼性の担保が不十分である。引き続き国費を投じ、食事調査及び成分分析に関して優れた技術と知見を有する研究機関が連携して開発及び論文等での公開を行うことにより、信頼性が高く、広く利用可能な技術として開発・確立することが可能になる。

**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
- a) 緑茶の免疫機能への効果検証においては、緑茶EGC（※6）を優位に含有する水出し緑茶を試験食品としたヒト介入試験を実施し、現在結果の解析を進めている。また、大麦等のβ-グルカン（※7）が受容体のデクチン-1（※8）を介してマウスの樹状細胞（※9）を活性化すること等を明らかにすると共に、大麦を試験食品としたヒト介入試験を実施し、令和4年度内に終了予定である。さらに、しいたけ、ネギ、納豆等の農産物等について、免疫システムの制御に関わる作用機構の解明を進めている。
- b) バイオマーカーを用いた食事摂取状況推定では、野菜、肉等の摂取と関連する尿中バイオマーカー候補を数種類選定した他、食事バランスに関するウェブ調査の設計、実施、解析を進めた。また食事中ナトリウムの摂取源としてみそ汁・魚介類が大きいことや、野菜・果物等の摂取量と死亡、膀胱がん、うつ病等との関連を解明した。
- 以上のことより、研究は計画通り進捗しており、研究目標は達成できる。
- 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
- a) 緑茶のヒト介入試験は、令和4年度内に全ての解析が完了予定である。また大麦のヒト介入試験



については、健常成人男女を対象とした予備試験が予定通り完了し、結果について論文投稿準備中である。現在、予備試験の結果を踏まえて計画を立案し、本試験を実施中であり、令和4年度内に試験を終了予定である。さらに、大麦以外の農産物を用いたヒト介入試験についても、あわせて検討を進めている。

- b) バイオマーカーを用いた食事摂取状況推定では、大規模な食事調査や採取した尿検体について、野菜、肉等の摂取と関連するマーカー候補の分析可能性を確認すると共に、食事アンケート調査の設計、解析項目等を決定して令和4年度内に解析を完了予定である。今後、小規模のヒト試験により、詳細な食事調査とバイオマーカー解析を行い、食事摂取状況を推定できるアルゴリズムを開発する予定である。さらに、コホート研究では、栄養バランス（および野菜・果物とそれら成分）と肺炎や認知症等との関連も明らかにする予定である。

以上のことより、本研究の継続により、緑茶、大麦等の農産物等のヒトでの効果の実証及び作用メカニズムの解明と、機能性表示に必要な科学的根拠の提示が可能になる。また、選定されたマーカーの簡便分析技術に加えて、食事バランスを推定するアルゴリズムのプロトタイプが開発され、それを利用した食事バランス検査サービスの事業化が可能になる。さらに、コホート研究により科学的根拠を蓄積・提示し、食事バランス適正化の重要性を公知化することが可能になる。

<b>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</b>	<b>ランク：A</b>
--	--------------

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

- a) 農産物等の免疫機能等への効果に関しては、ヒト介入試験により有効性が実証された後に速やかに論文化し、研究レビュー（※10）を実施してその結果を公開する。依頼に応じて研究レビューの結果や作用機構に関する情報（論文）等を提供して事業者を介した機能性表示の届出に貢献する。研究代表機関は、これまでに秘密保持契約を締結して事業者を介した機能性表示食品の届出を実現している他、研究レビューを実施し、結果を公開して、依頼に応じて提供することによって180件近い機能性表示食品の届出に貢献しており、機能性表示をサポートする体制は整っていて、研究成果の速やかな社会実装と普及が可能である。

- b) バイオマーカーを用いた食事摂取状況推定技術に関しては、一部の知財化可能な内容を知財化した後、速やかに文献化し、公表して利用可能とする。更に、食事バランス適正化の科学的根拠となるコホート研究の結果を文献化し、公表することによって認知度を高め、新規事業者の参入や、健康診断等への導入、企業の健康経営への活用等を通して、普及を拡大する。共同研究機関（普及・実用化支援組織）は、未病領域に特化した郵送検査事業を行っており、一般消費者に提供、すでに40万人の検査ユーザーを有している。また医療機関、薬局、自治体、健保組合に販路を構築しており、本研究成果を速やかに事業化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

- a) 農産物等の免疫機能維持への効果のうち、緑茶に関しては、ヒト介入試験に使用した茶の購入先と、水出し緑茶と免疫機能について数年に渡り継続的に意見交換を行っている。また大麦に関しては、対象品種を機能性表示食品として販売している企業と意見交換を行い、同企業の製品を試験食に選定している。このように、市場拡大、及び需要・消費拡大に向け、継続して実需者との意見交換を行っており、取組は妥当である。

- b) 食事バランス検査サービスに関しては、共同研究機関（普及・実用化支援組織）が項目毎の検査サービスから速やかに社会実装できるよう、グループ内でディスカッションして計画を立てている。

③ 他の研究や他分野の技術の確立への具体的貢献度

該当しない。

**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**

外部有識者3名及び関係する行政部局で構成する「委託プロジェクト研究運営委員会」を組織し、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。

大麦については、計画通り研究が進捗し、機能性表示食品として有望であることが明らかとなったため、研究計画を追加して、届出に必要な作用メカニズムの解明を進めている。また、大麦等のヒト介入試験については、研究計画の見直しを行い、協力機関を追加して被験者リクルートをさらに円滑に進める予定である。

**②研究推進体制の妥当性**

前述の「委託プロジェクト研究運営委員会」のほか、研究機関の自主的な推進体制として、これまでに参画機関全体の推進会議を4回開催し、研究の進捗状況を確認するとともに、グループ会議やメール等での課題間での情報共有により、課題推進の加速化及び成果の最大化を図っている。

**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）**

各課題とも順調に進捗しており、機能性表示食品の開発では試験食品の設計（水出し緑茶、ゆで麦レトルトパック）やヒト介入試験の実施（緑茶、大麦）など、食事バランス検査サービスでは尿中バイオマーカーの選定、簡易食事調査システムの開発及びその活用、コホート研究結果の論文化など、具体的な出口を見据えた取組になっている。このため、今後引き続き実施する課題はアウトプット目標やアウトカムの達成に十分資するものとなっている。

**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（選択と集中の取組など）**

各課題ともに概ね順調に進捗しており、適正な予算配分となっている。今後はプロジェクト全体のバランスも勘案し、機能性表示食品開発に必要な科学的根拠を取得するため、ヒト介入試験を実施する課題に、より一層の重点配分を実施する予定である。

**【総括評価】**

ランク：A

**1. 委託プロジェクト研究課題の継続の適否に関する所見**

- ・農産物の免疫機能への効果について科学的な根拠を明らかにすることが非常に重要であり、国主導でおこなう意義が十分理解できる。
- ・中間目標も計画どおり進捗し、成果の学術的公表も順調に進んでいる。最終目標の達成は十分可能である。
- ・消費者ニーズの高い課題であり、表示が困難な新規機能性を表示する農産物の開発を目指す研究であり、継続して実施することが妥当である。

**2. 今後検討を要する事項に関する所見**

- ・今まで企業単位で成果を出し、自社製品に対して機能性の評価を行ってきた中で、国が行う必要性などアウトリーチを含め十分に国民に説明をしていく必要がある。また、国民の関心が高く、成果について広く国民に理解を求めるような取組も併せて進めていただきたい。

[研究課題名]アグリバイオ研究のうち健康寿命延伸に向けた食品・食生活実現プロジェクト

用語	用語の意味	※ 番号
ヒト介入試験	臨床研究のうち、介入（研究目的で人の健康に関する事象に影響を与える要因を制御する行為）を伴う試験、研究。このうち、人を対象としてある成分又は食品の摂取が健康状態などに及ぼす影響について評価する試験。	1
機能性表示食品	事業者の責任で科学的根拠をもとに商品パッケージに機能性を表示するものとして消費者庁に届出された食品。	2
バイオマーカー	血液や尿などの体液や組織に含まれる、遺伝子、タンパク質、代謝産物などの生体内の物質で、病気の変化や治療に対する反応に相関し、指標となるもの。	3
コホート研究	観察研究（臨床研究のうち介入研究以外のもの）の一種。特定の地域や集団に属する人々を対象に、長期間にわたってその人々の健康状態と生活習慣や環境の状態など様々な要因との関係を調査する研究。	4
フレイル	「加齢に伴う予備能力低下のため、ストレスに対する回復力が低下した状態」を表す“frailty”の日本語訳として日本老年医学会が提唱した用語。フレイルは、要介護状態に至る前段階として位置づけられるが、身体的脆弱性のみならず精神心理的脆弱性や社会的脆弱性などの多面的な問題を抱えやすく、自立障害や死亡を含む健康障害を招きやすいハイリスク状態を意味する。	5
EGC	エピガロカテキン。カテキンの一種。	6
$\beta$ -グルカン	水溶性食物繊維。穀類の $\beta$ -グルカンは(1-3), (1-4)- $\beta$ -D-グルカンで、グルコース(ぶどう糖)が直鎖上に繋がった構造をしている。	7
デクチン-1	パターン認識受容体の一種。免疫を担う細胞の細胞膜上に発現する、 $\beta$ -グルカンの受容体。	8
樹状細胞	抗原（体内に侵入してきた細菌等）提示細胞として機能する免疫細胞の一種。	9
研究レビュー	システマティックレビュー。機能性表示食品制度において、機能性の科学的根拠を示す手法の一つとして認められている。一定のルールに基づいて文献を検索し、肯定的な結果だけでなく、否定的な結果もすべてあわせて、「機能性がある」と認められるかどうかを総合的に判断する。	10

## （2）健康寿命延伸に向けた食品・食生活実現プロジェクト

### <対策のポイント>

新型コロナウイルス感染症の流行拡大から、免疫機能の維持・向上や健康に良い食への関心が高まっている中で、**免疫機能等への効果が期待される日本の農産物等に関するエビデンス取得及び食生活の適正化に資する技術開発**を目指します。

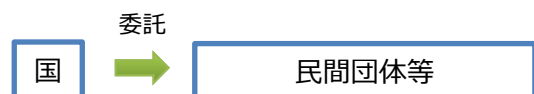
### <政策目標>

農産物等の免疫機能等への効果に関するエビデンス取得及び食生活の適正化に資する技術開発（計3点以上）  
[令和7年度まで]

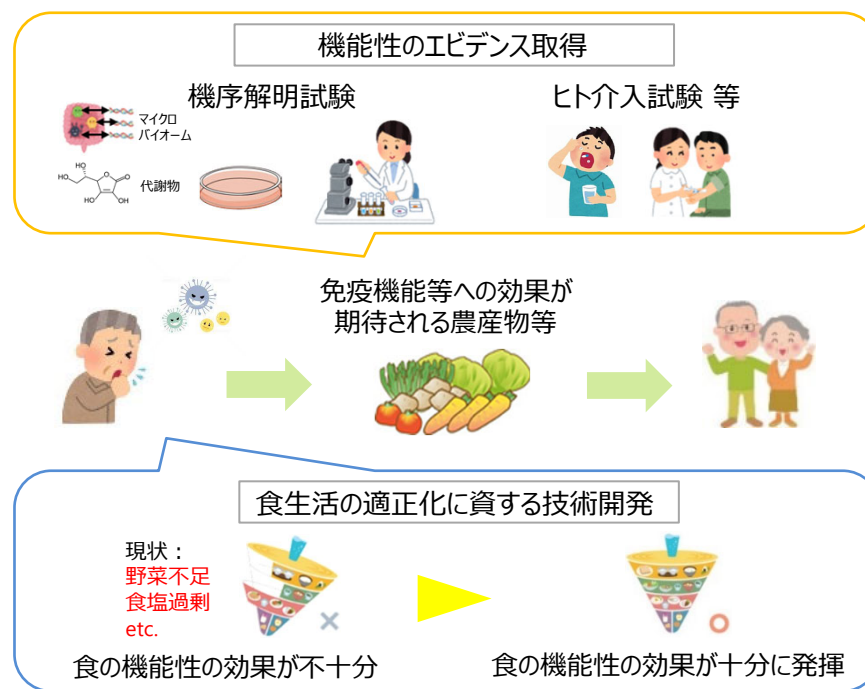
### <事業の内容>

- 日本の農産物等の**免疫機能等への効果**をヒト介入試験等により検証し、エビデンスの取得を目指します。
- 食の機能性が十分に発揮されるためには、バランスの良い食事が基本となることから、**食生活の適正化**に資する技術開発を行います。

### <事業の流れ>

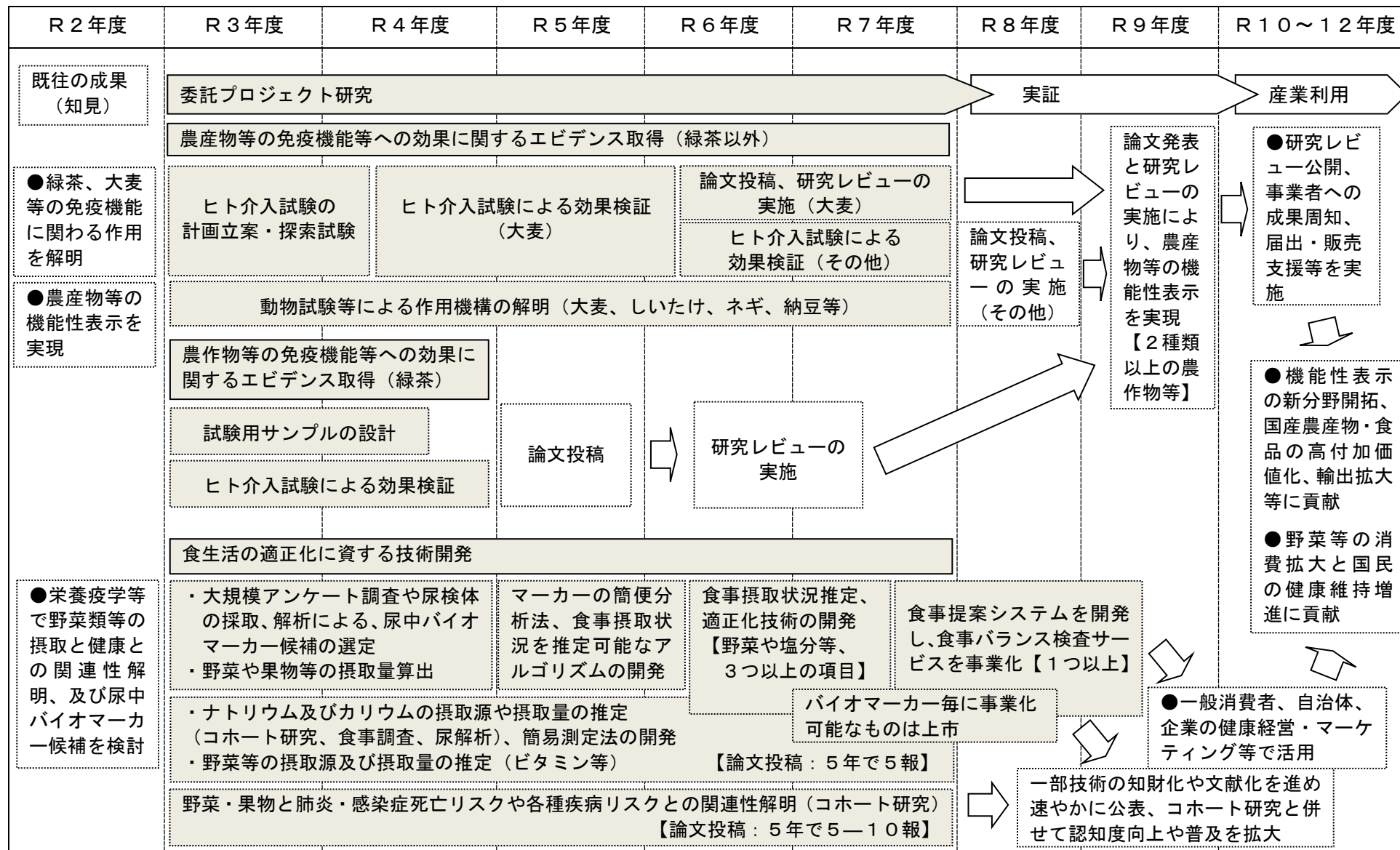


### <事業イメージ>



【ロードマップ（中間評価段階）】

アグリバイオ研究のうち健康寿命延伸に向けた食品・食生活実現プロジェクト



## 背景・目的

- 新型コロナウイルス感染症の流行拡大から、免疫機能の維持や健康に良い食への関心が高まっている
- 健康によい食生活の基本はバランスのとれた食事であり、食事バランスの乱れは生活習慣病等のリスクを高める
- **免疫機能等への効果が期待される日本の農産物等に関するエビデンス取得及び食生活の適正化に資する技術開発**を目指す

## これまでの成果の概要

### 免疫機能等に関するエビデンス取得

- 水出し緑茶を試験食品としたヒト介入試験を実施
- 免疫機能に関連する受容体のデクチン-1反応性β-グルカン含量が高い大麦品種を選定し、ヒト介入試験を実施中
- 大麦等のβ-グルカンが受容体のデクチン-1を介してマウスの樹状細胞を活性化すること等を解明

体調、免疫指標等を評価するヒト介入試験による有効性の検証と、作用機構の解明を実施中



### 食生活の適正化に資する技術開発

- 野菜、肉等の摂取と関連する尿中マーカー候補を複数選定
- 食事アンケート調査を設計、実施、解析中
- 食事中ナトリウムの摂取源としてみそ汁・魚介類が大きいこと、野菜・果物等の摂取量と死亡、膀胱がん、うつ病等との関連を解明

食事調査と尿中マーカー分析から食事摂取状況を推定し、食事バランス適正化を提案するシステムを開発中

## 到達目標

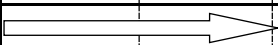
- **2種類以上**の農産物等について、機能性表示食品開発に必要な科学的根拠を提示
- 野菜類や塩分等、**3つ以上の項目**について、バイオマーカーを用いた食事摂取状況推定、適正化技術を開発（**1つ以上の項目**について事業化）

## 期待される効果

- 機能性表示食品の新分野開拓による国産農産物等の市場拡大（高付加価値化、輸出拡大等）
- 野菜等の国産農産物等の消費拡大と国民の健康維持増進への貢献



## 委託プロジェクト研究課題評価個票（中間評価）

<b>研究課題名</b>	アグリバイオ研究プロジェクトのうち植物遺伝資源の収集・保存・提供の促進	<b>担当開発官等名</b>	研究統括官
		<b>連携する行政部局</b>	農林水産技術会議事務局研究企画課
<b>研究期間</b>	R 3年～R 7年（5年間）	<b>総事業費（億円）</b>	4,0億円（見込）
<b>研究開発の段階</b>	<b>基礎</b>	<b>応用</b>	<b>開発</b>
			

### 研究課題の概要

我が国の農業の国際競争力の強化や、気候変動問題への対応、国産農産物の安定供給に資する新品種の開発には、その育種素材（※1）となる有用特性をもつ多様な植物遺伝資源（※2）の確保が不可欠である。本研究では、海外植物遺伝資源を導入し、その特性解明により有望育種素材の提供、全ゲノム（※3）解読・選抜マーカー（※4）開発によるゲノムデータ基盤を構築する。また、国内連携により国内植物遺伝資源ネットワークを構築し、植物遺伝資源の利活用を促進することで、民間事業者による品種開発を拡大、加速させ、高品質野菜品種の早期育成による野菜の国内安定生産と世界シェアを拡大させる。このため、以下の2つの課題を実施する。

#### <① 海外植物遺伝資源へのアクセス強化>

- ・アジア地域の途上国等と二国間共同研究（※5）を推進し、未探索の海外植物遺伝資源を収集、保存し、特性解明を行う。
- ・有用な海外植物遺伝資源を素材とした中間母本（※6）等を育成する。

#### <② 植物遺伝資源情報に効率的にアクセスできる環境の整備>

- ・在来品種を含む国内植物遺伝資源について、情報を共有する統合データベースを整備する。
- ・我が国の在来品種のデータベースを構築、公開する。

### 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	終の到達目標
① 海外植物遺伝資源へのアクセス強化（R4年度末） ①-1 アジア地域の未探索遺伝資源を1,200点以上収集 ①-2 アブラナ属野菜類の分類マーカー（※7）の開発、公開 ①-3 育種素材化に向けた有望系統の交配後代からの候補選抜	① 海外植物遺伝資源へのアクセス強化（最終年度） ①-1 アジア地域の未探索植物遺伝資源を3,000点以上収集・保存 ①-2 有望系統へのゲノム情報の付与、遺伝解析、選抜マーカーの開発、公開 ①-3 ウリ科野菜コアコレクション（※9）の配布開始 ①-4 トマト3点、ナス2点以上の中間母本等を育成
② 植物遺伝資源情報に効率的にアクセスできる環境の整備（R4年度末） ②-1 取得後5年経過の遺伝資源と、特性情報（※8）および統合データベースを順次公開	② 植物遺伝資源情報に効率的にアクセスできる環境の整備（最終年度） ②-1 遺伝資源と特性情報および統合データベース、在来品種データベースを公開 ②-2 統合データベースの整備により、保存点数を3万点以上増加する見通しを立てる

### 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（R10年）

- ・海外遺伝資源の導入・特性解明による有望育種素材の提供、構築した国内植物遺伝資源ネットワークの利用促進を図ることで、遺伝資源の配布数が2割以上増加、データベース利用者が2割増加。
- ・民間の品種開発投資の誘発による育種の加速化により、高品質（高付加価値）野菜品種の早期育成（民間事業者等の年間新品種登録出願数の2割以上の増加（令和元年度比））、ひいては野菜の国内安定生産と世界シェアの拡大。

**【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**

食料安全保障や気候変動等へ対応した国産農作物の安定供給には、革新的な品種の早期開発、品種開発を活性化するための育種効率化の基盤構築を加速化する必要がある。本研究では、アジア地域の未探索遺伝資源を導入、保存し、これら遺伝資源の特性評価により多様化する品種開発ニーズに対応し得る多様な育種素材を確保し、有用な海外植物遺伝資源を素材とした中間母本等を育成する。また、国内外の植物遺伝資源情報の、統合的な管理を可能とするネットワークを構築することで、民間事業者が効率的に遺伝資源へアクセスできる環境を整備する。

以上の取組により、国内の植物遺伝資源の育種素材やデータ基盤を強化し、多様化するニーズ等に迅速に対応できるような品種開発体制を提供できることから、本プロジェクト研究は我が国の農林水産業・食品産業の発展に寄与するものであり研究の重要性は高い。

**②引き続き国が関与して研究を推進する必要性**

国内の品種開発に資する多様な遺伝資源の確保には、海外遺伝資源を含む遺伝資源の確保が不可欠である。一方、諸外国での遺伝資源に対する権利意識の高まりにより、海外遺伝資源を導入することが困難となりつつある。本プロジェクト研究では、海外遺伝資源へのアクセス環境の整備を目的として、アジア地域の国々と二国間共同研究を推進し、有用な遺伝資源の円滑な導入を行っている。以上の取組は、国が関与して引き続き研究を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****課題①海外植物遺伝資源へのアクセス強化****①-1 アジア地域の未探索遺伝資源を1,200点収集**

今年度は、新型コロナウイルスによる海外渡航制限が緩和されたベトナム、ラオス、カンボジアにおいて共同探索を実施することができた。キルギスにおいては、現地研究員のみによる探索を実施し、ミャンマーについては、政情不安により探索を中止した。結果として、ベトナム1隊95点、ラオス2隊296点、カンボジア2隊185点、キルギス1隊198点の計774点を収集できる見込みで、初年度と合わせて1,367点の収集となり、順調に目標を達成している。加えて民間からの要望が高いネギおよびニンジンを導入する。

**①-2 アブラナ属野菜類の分類マーカーの開発、公開**

種間・内の簡易分類・同定法の開発を目的として、RAD-Seq（※10）等によるゲノムワイドな解析を進め、種内・種間の関係を調べ、種間の識別が可能なマーカーを推定し、今年度中に公開する予定であり、当初の予定を達成している。

**①-3 育種素材化に向けた有望系統の交配後代からの候補選抜**

トマトでは、新たに作出したF1世代を含む育種集団の中から、ベトナムで20個体、日本で26個体の病害抵抗性等に優れる有望個体を選抜。ナスでは、ラオスでこれまで選抜を繰り返したF7世代を対象に耐暑性および病害虫抵抗性を有する17の有望系統を選抜しており、順調に目標を達成している。

**課題②植物遺伝資源情報に効率的にアクセスできる環境の整備****②-1 取得後5年経過の遺伝資源と、特性情報および統合データベースを順次公開**

特性評価データは着実に充実し、2年間でのべ31,796点をデータベースに格納した。在来品種データベースについては現地調査とシステム実装を進め、公開開始を1年前倒しし、令和4年度中に部分公開を開始する。都道府県との連携については、遺伝資源を多く保存する公設農試へ統合データベースへの参画を呼びかけるとともに、全国的なアンケート調査により遺伝資源保存状況を把握した。

**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****課題①海外植物遺伝資源へのアクセス強化****①-1 アジア地域の未探索植物遺伝資源を3千点以上収集・保存**

今年度までに各年度の目標を達成し順調に進捗している。来年度以降はミャンマー探索は中止するが、そのほかの国での探索は計画通り実施予定である。また、今年度までに国際情勢に対応した海外ジーンバンク（※11）からの遺伝資源の導入も進めており、目標は達成可能である。

**①-2 有望系統へのゲノム情報の付与、遺伝解析、選抜マーカーの開発、公開**

今年度までに導入遺伝資源の特性評価が進んでおり、有望系統の選抜が行われている。これらの有望

系統への有望系統へのゲノム情報の付与、遺伝解析、選抜マーカーの開発はいずれも計画通りに進捗しており、最終年度までに公開が可能である。

①-3 ウリ科野菜コアコレクションの配布開始

キュウリ・メロン・カボチャ遺伝資源のコアコレクションの構築に向け、候補系統の選定、一般特性の評価、種子増殖を実施している。いずれも計画通りに進捗しており、最終年度までにコアコレクションの構築、配布は可能である。

①-4 トマト3点、ナス2点以上の中間母本等を育成

今年度までに、トマトについては病害抵抗性等、ナスについては耐暑性および病害虫抵抗性を有する有望系統の選抜が順調に進んでおり、最終年度までに目標の育種素材の育成は達成可能である。

課題②植物遺伝資源情報に効率的にアクセスできる環境の整備

②-1 遺伝資源と特性情報および統合データベース、在来品種データベースを公開

本年度までに導入後5年経過の遺伝資源について、遺伝資源と特性情報を順次公開しており、統合データベースでの公開も進めている。また在来品種データベースについても今年度中に公開予定であり、公開目標は達成可能である。最終年度までに、データの拡充を進める。

②-2 統合データベースの整備により、保存点数を3万点以上増加する見通しを立てる

遺伝資源および特性情報の収集、都道府県との連携等、計画通り順調に進捗しており、最終年度までに目標は達成可能である。

**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

アウトカム目標は、課題①と課題②の成果を組み合わせることで達成が可能となる。課題①海外植物遺伝資源へのアクセス強化については、海外遺伝資源の導入についてR7年度までに3,000点以上収集、保存へ向け計画通りに進捗している。また、導入した遺伝資源の栽培特性・有用特性の評価、ゲノム情報の付与、遺伝解析、有望系統選抜マーカーの開発、有望育種素材の開発など、いずれも研究通り順調に進捗している。課題②植物遺伝資源情報に効率的にアクセスできる環境の整備については、課題①で得られた遺伝資源・特性情報をデータベースにおいて順次公開しユーザーへ提供している。また、統合データベースの整備、在来品種データベースについても、都道府県との連携を図り、順調に進捗しており、我が国の遺伝資源へのアクセス整備が加速している。以上の通り、いずれの研究課題も計画通り進捗しており、最終目標の達成も見込まれる。

以上の取り組みにより、我が国の遺伝資源と特性情報を統合データベースで公開することで、民間事業者を含めた育種関係者が植物遺伝資源情報に効率的にアクセスできる環境が整備される。これに加え、プロジェクトウェブサイトや学会等を活用した利用促進を図ることで、民間の品種開発投資が誘発され、データベース利用者や遺伝資源の配布数が増加し、育種の加速化が期待でき、アウトカム目標が達成できる可能性は高い。

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

遺伝資源の主なユーザーである種子・種苗関連の民間事業者との意見交換を定期的に行うとともに、年1回公開シンポジウムを開催して本プロジェクトで得られた有望な遺伝資源の情報提供、アンケート等によるユーザーからの意見聴取等を行い、ユーザーのニーズに直結した有用遺伝資源の収集を実施している。また、これらの遺伝資源及び現地で育成を進めた育種素材の我が国への導入を進めるとともに、特性評価により明らかになった有用形質、ゲノム情報等の情報を統合データベースや本プロジェクトの情報公開用ウェブページに設けたデータベースを通じて順次公開に取り組んでいる。

このように、研究成果の活用のための取組は妥当である。

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

農林水産省ではみどりの食料システム戦略を策定し、その目標に資する品種開発とその迅速化を図るスマート育種基盤（※12）の構築を目指しており、本プロジェクトで取得した有望系統のゲノム情報や選抜マーカーの開発によりスマート育種基盤の構築へ貢献することが期待される。

また、本プロジェクト研究で収集・保存した海外植物遺伝資源については、ナショナルバイオリソースプロジェクト（※13）とも連携しており、本プロジェクトで得られた特性情報等の成果については、育種開発や関連する研究だけでなく、進化学、発生生物学等の基礎生物学や薬学の発展にも貢献することが見込まれる。

**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**

外部有識者3名と関連する行政部局及び参画する研究代表者により構成する「委託プロジェクト研究運営委員会」を設置し、実施計画の検討や見直し等が行える体制を整えている。

探索課題においては、新型コロナウイルスのパンデミックや政情不安により渡航が困難となったことから、現地研究者のみでの探索や、渡航旅費を活用した海外ジーンバンクから遺伝資源の導入など研究計画の変更を的確に行った。また、ミャンマー探索においては政情不安による渡航中止が続いていることから、探索課題を中止し、新規探索候補国の追加へ向けた新規課題を計画するなど、国際情勢に応じた的確、柔軟な計画変更を行うなど研究計画の適切な進行管理に努めている。

本プロジェクトの研究課題はいずれも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**

本プロジェクト研究の実施に当たっては、委託プロジェクト研究運営委員会を年に1、2回開催し、推進状況の確認、研究計画・推進体制の見直し、研究成果の共有と知財戦略等について、助言等を行っている。また、研究コンソーシアムの自主的な推進体制として、年に1～2回、課題担当者が一同に会する推進会議を開催し、課題の進捗状況について議論する場を設定しており、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）**

国際情勢に対応し、的確な計画変更を実施しているほか、運営委員会及び推進会議において、研究課題を大きく改善する必要は認められていないことから、課題は妥当である。今後は、特性情報の拡大、選抜マーカーの開発、データベースの拡充等を引き続き進めるとともに、これらを公開し利用促進へ向けた検討も行う予定であり、これらの研究課題の構成は最終到達目標の達成を目指す上で妥当である。

**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（選択と集中の取組など）**

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。また、国際情勢に伴う海外渡航制限による探索課題の変更に対応して予算配分を行っている。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】 ※総括評価の欄は、評価専門委員会において記載（事務局による評価段階では空欄）**

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**

- ・高品質野菜品種の国内安定生産と世界シェア拡大を目指した重要な課題であり、また、国内の遺伝資源の育種素材、データ基盤強化を目的としており、国の関与が非常に重要である。
- ・研究は概ね予定通り進捗しており、目標の達成は十分可能である。
- ・昨今のコロナ禍や国際的な政情不安の状況などにより疎外要因がある中で、柔軟な研究計画の変更や適切な進行管理を行っており、研究の推進体制も非常に妥当である。
- ・遺伝資源の収集・保存は非常に重要であり、継続して実施することが妥当である。

**2. 今後検討を要する事項に関する所見**

- ・地道な取組についてももう少し積極的に国民の理解を得ることや、重要性をアピールしていく必要がある。
- ・現在、アウトリーチ活動も若干されているものの参加者がそれ程多くない。今後、国民への情報提供、広報活動をもっと工夫し、遺伝資源の収集・保存によって得られた成果について、分かりやすく説明を行う必要がある。

[研究課題名]アグリバイオ研究プロジェクトのうち植物遺伝資源の収集・保存・提供の促進

用語	用語の意味	※ 番号
育種素材	新品種を育成するときに交配親として使われる植物のこと。	1
植物遺伝資源	植物に由来する素材で、遺伝の機能的な単位を有するもの。すべての野生種、栽培品種などが含まれる。	2
ゲノム	生物のもつ遺伝子（遺伝情報）の全体を指すもの	3
選抜マーカー	有用な遺伝子の近くにあるDNA塩基配列の品種間の違いを基にして目的遺伝子の有無を判別できるよう選択された塩基配列。表現型を見なくても目的遺伝子を確認できるため育種の迅速化、労力削減が可能となる。	4
二国間共同研究	日本と諸外国の間で共同研究契約に基づいた二国間で進められる研究。	5
中間母本	特定の形質を持つ種と栽培種との交配を繰り返すことにより育成した実用品種としては劣るが優れた遺伝的特性を有する品種。実用品種の育成に利用される。	6
分類マーカー	異なる生物種の判別に用いられるDNA塩基配列。	7
特性情報	遺伝資源の生物学的な特徴を品種や系統ごとに記述した情報。形態的特性、生態特性や耐病虫性、不良環境適応性、収量や品質などの情報が含まれる。	8
コアコレクション	保存遺伝資源の中から選定した代表的な品種、系統のセットのこと。きわめて少ない系統で遺伝的変異を幅広くカバーする研究用セットで、作物開発研究、対立遺伝子の探索、連鎖不平衡研究などに役立つ。	9
Rad-Seq	RAD-Seq (Restriction Site Associated DNA Sequence) ゲノムを制限酵素で消化し、切断サイトの近傍の配列を決定することで、その中に含まれるSNPを同定・比較する手法。全ゲノム情報より少ない情報量でも、サンプル間での比較といった有用な解析が可能になる。	10
ジーンバンク	生物多様性や農業にとって重要な生物の遺伝資源を保存し提供する施設	11
スマート育種基盤	データ取得および解析に関する種々の技術に加え、遺伝的な変異の拡大と効率的な選抜、さらには品種の迅速な作出を図るための新たな技術を融合した育種の仕組みを利活用できるようにすること。	12
ナショナルバイオリソースプロジェクト	ライフサイエンスの研究に用いられるバイオリソース（生物遺伝資源）の収集・保存・提供体制の整備を目的とした、文部科学省主導の国家プロジェクト。バイオリソースの有効活用及び生命科学研究支援のため、生物遺伝資源に関する知識や遺伝子情報も集約・保存している。	13

## ① 植物遺伝資源の収集・保存・提供の促進【継続】

## &lt;対策のポイント&gt;

- 我が国の農業の国際競争力の強化及び国産農産物の安定供給に資する新品種を開発するためには、育種素材となる多様な遺伝資源の確保が不可欠。
- しかし、諸外国の遺伝資源に対する権利意識が高まり、海外遺伝資源を導入することが困難になりつつある。また、我が国の気候風土に適した貴重な育種素材である国内在来品種については、農業従事者の高齢化や減少とともに失われつつあり、それらの適切な収集・保存が喫緊の課題。
- このため、国内外の遺伝資源の収集・保存等を行うとともに、遺伝資源情報の統合的な管理を可能とするネットワーク（PGR Japan）を構築。

## &lt;政策目標&gt;

- アジア地域等の未探索遺伝資源を3千点以上収集・保存 [令和7年度まで]
- 耐病性や機能性等の有用形質を組み込んだ中間母本等を5点以上育成する [令和7年度まで]
- PGR Japanの構築を通じて遺伝資源の保存点数を3万点以上増加する見通しを立てる [令和7年度まで]

## &lt;事業の内容&gt;

## &lt;事業イメージ&gt;

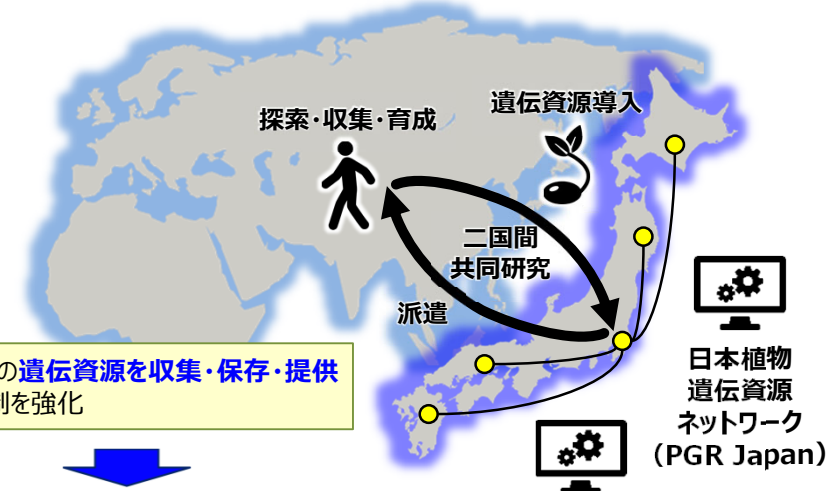
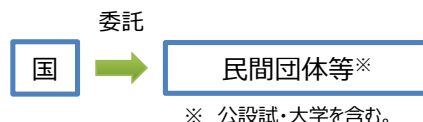
## 1. 海外植物遺伝資源のアクセス強化

- 海外遺伝資源の収集・保存及び有用特性の評価等を実施する二国間共同研究を推進。
- 日本へ導入できない有用な海外遺伝資源を対象に、現地で共同研究により日本品種との交雑を実施し、その有用特性を中間母本等として日本に導入するための環境を整備。

## 2. 日本植物遺伝資源ネットワーク（PGR Japan）の構築

公的研究機関等が管理する国内在来品種を含む我が国の遺伝資源をワンストップで検索できる統合データベースを整備する等、オールジャパンで多様な遺伝資源を収集・保存・提供する体制を強化。

## &lt;事業の流れ&gt;



導入した遺伝資源の全ゲノム配列や育種ビッグデータを活用し、産学官が連携してこれまでにない優れた新品種を開発することで、我が国の農業の国際競争力を強化



【ロードマップ（中間評価段階）】

農林水産研究推進事業 アグリバイオ研究 植物遺伝資源の収集・保存・提供の促進

～R2年度	R3年度	R4年度	R5年度	R6年度	R7年度	R8年度	R9年度	R10年度～	
<p>既往の成果（知見）</p> <p>カンボジア、ミャンマー、ラオス、キルギス、ベトナムとの二国間共同研究の推進</p> <p>NBRP や奈良県との統合データベース研究の推進</p>	委託研究プロジェクト					実証		産業利用	
	探索					行政部局（技術会議事務局）と連携した普及計画の検討・策定	↓ 普及計画に即した支援の実施	↓ 有望系統のゲノム情報に基づく選抜マーカーの公開や民間との共同研究を通じて、有望系統・選抜マーカーの公開5年後までを目途に、民間投資誘発による新品種開発を推進	・育種者向けの広報（プロジェクトウェブサイト、学会等の活用）による遺伝資源とDBの利用促進  【R13年度】 ・遺伝資源の配布数の2割以上増加 ・DB利用者の2割増加
	海外遺伝資源600点以上を収集・保存	海外遺伝資源1200点以上を収集・保存	海外遺伝資源1800点以上を収集・保存	海外遺伝資源2400点以上を収集・保存	海外遺伝資源3000点以上を収集・保存				
	ウリ科野菜・ナス科野菜・葉根菜類の特性解明					ウリ科野菜コアコレクションの配布開始およびゲノム情報の公開／打破系ネコブセンチュウ抵抗性選抜マーカーの開発・公開	↓ 有望系統のゲノム情報に基づく選抜マーカーの公開や民間との共同研究を通じて、有望系統・選抜マーカーの公開5年後までを目途に、民間投資誘発による新品種開発を推進	↓ 有望系統のゲノム情報に基づく選抜マーカーの公開や民間との共同研究を通じて、有望系統・選抜マーカーの公開5年後までを目途に、民間投資誘発による新品種開発を推進	↓ 有望系統のゲノム情報に基づく選抜マーカーの公開や民間との共同研究を通じて、有望系統・選抜マーカーの公開5年後までを目途に、民間投資誘発による新品種開発を推進
	導入遺伝資源の栽培特性・有用特性評価を実施 有望系統へのゲノム情報付与・遺伝解析、選抜マーカー開発	導入遺伝資源の栽培特性・有用特性評価を実施 アブラナ属野菜種分類マーカーの開発・公開	導入遺伝資源の栽培特性・有用特性評価実施 キュウリ炭疽病、トウガラシカプシノイド含量選抜マーカー開発・公開	導入遺伝資源の栽培特性・有用特性評価実施 有望系統へのゲノム情報付与・遺伝解析、選抜マーカー開発	導入遺伝資源の栽培特性・有用特性評価実施 有望系統へのゲノム情報付与・遺伝解析、選抜マーカー開発				
	育種素材化					トマト3点、ナス2点以上の中間母本等を育成	↓ 有望系統のゲノム情報に基づく選抜マーカーの公開や民間との共同研究を通じて、有望系統・選抜マーカーの公開5年後までを目途に、民間投資誘発による新品種開発を推進	↓ 有望系統のゲノム情報に基づく選抜マーカーの公開や民間との共同研究を通じて、有望系統・選抜マーカーの公開5年後までを目途に、民間投資誘発による新品種開発を推進	↓ 有望系統のゲノム情報に基づく選抜マーカーの公開や民間との共同研究を通じて、有望系統・選抜マーカーの公開5年後までを目途に、民間投資誘発による新品種開発を推進
	トマトおよびナスの有望系統の交配後代から候補選抜	トマトおよびナスの有望系統の交配後代から候補選抜	トマトおよびナスの有望系統の交配後代から候補選抜	トマトおよびナスの有望系統の交配後代から候補選抜	トマトおよびナスの有望系統の交配後代から候補選抜				
	データベースの構築					統合DB整備により、保存点数を3万点以上増加の見通し	↓ 有望系統のゲノム情報に基づく選抜マーカーの公開や民間との共同研究を通じて、有望系統・選抜マーカーの公開5年後までを目途に、民間投資誘発による新品種開発を推進	↓ 有望系統のゲノム情報に基づく選抜マーカーの公開や民間との共同研究を通じて、有望系統・選抜マーカーの公開5年後までを目途に、民間投資誘発による新品種開発を推進	↓ 有望系統のゲノム情報に基づく選抜マーカーの公開や民間との共同研究を通じて、有望系統・選抜マーカーの公開5年後までを目途に、民間投資誘発による新品種開発を推進
	取得後5年を経過の遺伝資源と特性情報及び統合データベース(DB)を順次公開	遺伝資源と特性情報及び統合DBを順次公開	在来品種DBを公開／遺伝資源と特性情報及び統合DBを順次公開	遺伝資源と特性情報及び統合DBを順次公開	統合DB整備により、保存点数を3万点以上増加の見通し				

## 【これまでの成果概要】

全体として概ね計画通りに研究が進捗している。

### 【A. 探索】

今年度は、ベトナム（1隊95点）、ラオス（2隊296点）、カンボジア（2隊185点）は共同探索、キルギス（1隊180点）は現地研究員のみによる探索を実施。ミャンマーは政情不安により探索を中止。今年度は計774点を収集できる見込みで、初年度と合わせて1,200点の目標を達成見込み（1,367点）。加えて民間からの要望が高いネギおよびニンジンを導入する。

### 【B. ウリ科野菜遺伝資源の特性解明】

キュウリ100点、メロン80点、カボチャ110点の特性評価、キュウリ61点、メロン39点、カボチャ103点の種子増殖を実施。またキュウリでは炭疽病抵抗性のQTL解析、メロンではうどんこ病レースO抵抗性の遺伝解析、カボチャではNAROジーンバンクおよび世界野菜センター（AVRDC）におけるニホンカボチャ遺伝資源909点について多様性解析を実施し、計画通り進捗。

### 【C. ナス科野菜遺伝資源の特性解明】

ナスでは、国内で111点、ラオスで90点、ベトナムで50点の1次特性を評価。2次検定以上で病虫害抵抗性が認められたものが、センチュウ6点、青枯病5点、半枯病5点あった。トウガラシ類では、国内で114点の1次特性、ベトナムで100点の1次特性、カンボジアで32点の収量性を評価中。病害抵抗性では、2次検定で29点が青枯病、29点が打破系線虫抵抗性であった。またカプシノイド含量を制御するQTLが第2染色体に、打破系線虫抵抗性を制御するQTLが第9染色体上に位置することを明らかにし、計画通り進捗している。

## 【これまでの成果概要】

### 【D.葉根菜遺伝資源の特性解明】

カラシナ・ツケナ遺伝資源54点の増殖と一般特性の評価、および40点の辛み成分と耐暑性、ウイルス(TuMV)抵抗性評価が完了する見込み。また、ダイコン・キャベツ遺伝資源22点の種子増殖が完了し、23点の一般特性と黒班細菌病抵抗性評価が完了する見込みであり、概ね計画通り進捗。

### 【F. 育種素材の育成】

トマトでは、新たに作出したF1世代を含む育種集団の中から、ベトナムで20個体、日本で26個体の病害抵抗性等に優れる有望個体を選抜。ナスでは、ラオスでこれまで選抜を繰り返したF7世代を対象に耐暑性および病害虫抵抗性を有する17の有望系統を選抜。プロジェクト期間内にそれぞれ目標の3系統、2系統の有望な育種素材の育成が達成される見込み。

### 【G. データベース】

特性評価データは着実に充実し、2年間でのべ31,796点をデータベースに格納した。在来品種データベースについては現地調査とシステム実装を進め、令和4年度中に部分公開を開始する。都道府県との連携については、遺伝資源を多く保存する公設農試へ統合DBへの参画を呼びかけるとともに、全国的なアンケート調査による遺伝資源保存状況を把握した。

**第9回アジア植物遺伝資源(PGRAsia)シンポジウムを開催** (11月16日(水) (オンライン))

参加者：民間種苗会社や大学などから112名