

# 委託プロジェクト研究課題評価個票(終了時評価)

## 1. 研究課題の概要

課題名: 魚介類養殖における気候変動に左右されない強力な赤潮対応技術の開発(継続)(令和4~8年度)

気候変動適応研究

研究期間: 令和4年度~令和8年度  
令和8年度予算概算決定額: 28 (31) 百万円

## (2) 魚介類養殖における気候変動に左右されない強力な赤潮対応技術の開発

### 背景と目的

- ▶ 「食料・農業・農村基本計画」(2020.3閣議決定)では、**輸出の拡大により農林水産業の成長産業化**を目指すとしている。養殖業については、「養殖業成長産業化総合戦略」(2021.7改訂)の中で、2030年における養殖ブリ等の輸出額目標が設定され、生産量の拡大が必須。
- ▶ 気候変動による水温上昇に伴い、有害プランクトンによる**赤潮の発生海域・時期が拡大**しており、毎年甚大な漁業被害が生じているところ。
- ▶ 従前の研究により、赤潮発生予測と予測に基づく海面生簀の避難等の事前対策が実施されているが、生簀規模の大きいブリやクロマグロ養殖での赤潮対策をさらに強化するため、新たな技術的アプローチとして、**養殖魚そのものの抵抗性を向上させる技術の開発**が求められているところ。

### 研究内容

#### 1. 赤潮によるへい死条件及びへい死メカニズムの解明

- ・ 網羅的統合オミックス解析を用いて赤潮に強い個体と弱い個体の差異をもたらす要因を分子レベルで探索

#### 2. 養殖魚における赤潮抵抗性を向上させる飼育手法の開発

- ・ 赤潮被害を軽減し得る飼育密度や給餌手法等の開発

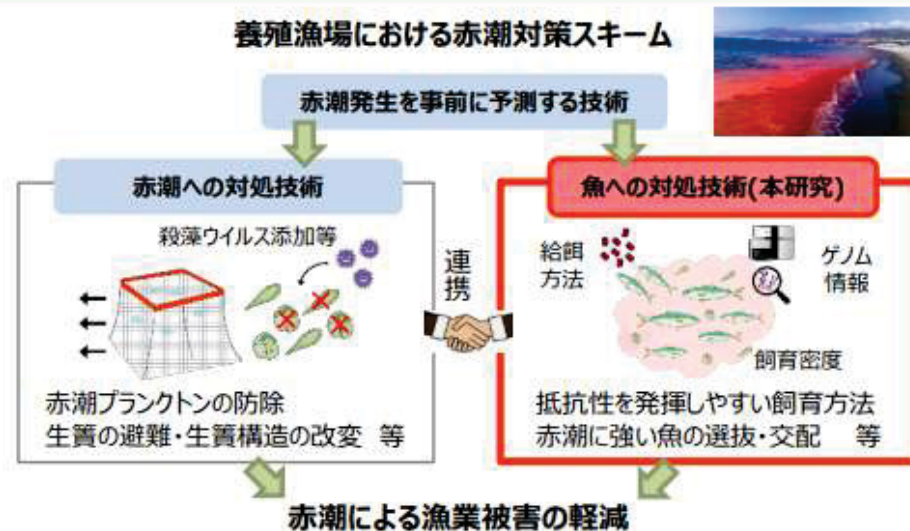
#### 3. 養殖魚における赤潮抵抗性家系の作出技術の開発

- ・ 遺伝子マーカーを活用した赤潮抵抗性の高い個体の選抜・交配技術の確立

### 到達目標

- ・ ブリ・クロマグロの赤潮によるへい死条件及びへい死メカニズムの解明
- ・ 赤潮被害を軽減する新規技術を2つ以上開発(赤潮曝露時の生残率が高い家系の作出等)

### 養殖漁場における赤潮対策スキーム



### 期待される効果

- ・ 養殖生産力の向上により、**成長産業化を促進**
- ・ 赤潮抵抗性家系の作出により、**人工種苗比率100%の養殖体系への転換を促進**

## 2. これまでの成果と今後の方針

### 課題名: 魚介類養殖における気候変動に左右されない強力な赤潮対応技術の開発

#### <研究概要>

温暖化等により、養殖魚類・貝類の大量へい死を引き起こす赤潮の発生海域・時期の拡大が生じている。赤潮対策の強化のため、へい死メカニズムを解明し、赤潮抵抗性を向上させる飼育手法や選抜育種技術といった養殖魚そのものをターゲットとする新たな赤潮対策技術の開発を推進する。

#### 小課題Ⅰ: 赤潮によるへい死及びへい死メカニズムの解明

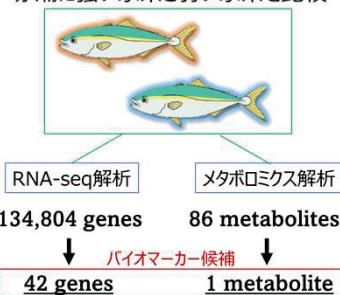
##### <これまでの成果>

赤潮に暴露した赤潮抵抗性の異なるブリについて網羅的統合オミックス解析等を実施し、赤潮の毒性による鰓組織の損傷に加え、グルコース代謝や免疫系の活性化が酸素消費を上昇させ、酸欠や浸透圧異常を進行させることがへい死の主たる要因であることを明らかにした。また、抵抗性の異なる家系間の比較により、免疫系等に関連する遺伝子群と尿素含量が赤潮抵抗性の指標(バイオマーカー)となることを発見した。

##### <アウトプット目標及び達成度>

赤潮によるへい死メカニズムの解明及びバイオマーカーの特定を目標として、85%達成した。バイオマーカーを成魚検体等で検証して目標を達成予定。

赤潮に強い家系と弱い家系を比較



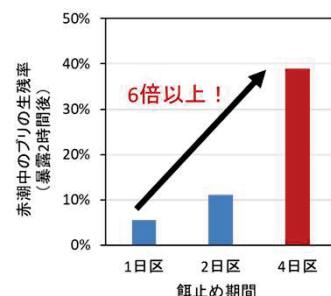
#### 小課題Ⅱ: 赤潮抵抗性を向上させる飼育手法の開発

##### <これまでの成果>

異なる条件で飼育したブリやクロマグロについて赤潮暴露試験を行い、赤潮暴露時の高収容密度がへい死を促すことや、無給餌が鰓損傷や血糖値(グルコース)上昇に起因する酸素消費を低減させ、赤潮抵抗性を向上させることを見出した。

##### <アウトプット目標及び達成度>

ブリ及びクロマグロの赤潮抵抗性を最大化する飼育方法等を記載した赤潮対応マニュアルを作成することを目標として、85%達成した。最終年度に、一般向けのマニュアル作成とそれに必要な小規模な実験を実施して目標を達成する予定。



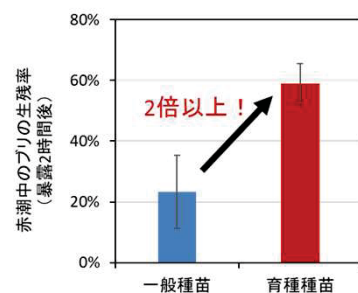
#### 小課題Ⅲ: 赤潮抵抗性家系の作出技術の開発

##### <これまでの成果>

家系の異なるブリ個体の赤潮暴露試験による形質評価やゲノム多型データの収集を行い、赤潮抵抗性と、家系やゲノム多型パターンとの関係性を明らかにした。一般種苗と比べて、赤潮抵抗性を有する家系の赤潮抵抗性は2倍以上高いことを示した。

##### <アウトプット目標及び達成度>

赤潮抵抗性の表現型情報及びゲノム情報等に基づく赤潮抵抗性家系の選抜育種技術を確立することを目標として、85%達成した。最終年度に、ゲノム多型情報の解析を完了して、目標を達成する予定。



#### <アウトカム目標及び達成に向けた取組>

- ブリやクロマグロ養殖における赤潮漁業被害の回避に向け、本研究成果を網羅した新規赤潮対応マニュアルを作成して水産庁ホームページ等で公表する。
- ブリの人工種苗に赤潮抵抗性という価値を付加することにより、人工種苗に対する需要を増加させ、ブリ養殖における人工種苗比率100%の実現を促す。

#### <社会実装に向けた取組方針>

- 勉強会開催などを通じて、生産者等に向けて広く発信する。
- ブリ育種産物については、事業終了後も本プロジェクトで開発した選抜育種技術を活用し、継続的な育種改良や、実用レベルの育種産物を供給・普及させるための実施体制を併せて検討する。

### 3. 研究課題の全体概要

課題名: 魚介類養殖における気候変動に左右されない強力な赤潮対応技術の開発(継続)(令和4~8年度)

研究開発官等名	農林水産技術会議事務局研究開発官(基礎・基盤、環境)
連携する行政部局	大臣官房政策課技術政策室 水産庁増殖推進部研究指導課 水産庁増殖推進部漁場資源課 水産庁増殖推進部栽培養殖課
研究期間	R4~R8年度(5年間)
総事業費	1.7億円(見込)
研究開発の段階 (該当するものに☑)	1. 基礎段階☐    2. 応用段階☐    3. 開発段階☑
研究課題の概要	<p><b>【全体の概要】</b> 現在、気候変動による海水温の上昇に伴い、有毒プランクトンによる赤潮の発生海域・時期が拡大しており、毎年甚大な漁業被害が生じている。これまでは赤潮発生予測と予測に基づく海面生簀の避難等の対策が実施されてきたが、赤潮対策をさらに強化するために本課題では、我が国で魚類養殖生産量が多いブリ類とクロマグロを対象に、養殖魚そのものの赤潮抵抗性を向上させる技術を開発する。具体的には、①赤潮によるへい死条件及びへい死メカニズムの解明、②赤潮抵抗性を向上させる飼育手法の開発及び③赤潮抵抗性家系の作出技術の開発を実施する。</p> <p><b>【課題一覧】</b> <u>小課題I: へい死及び抵抗性に関わる要因の解明(令和4~8年度)</u> 赤潮プランクトンのうちへい死メカニズム(エラへの付着量や損傷度合等)が異なる、ラフィド藻シャットネラと渦鞭毛藻カレニア・ミキモトイを対象として、オミックス解析(*1)や組織解析等を行い、へい死や赤潮抵抗性と強く関連する要因を明らかにする。また、得られた情報に基づき、下記小課題II及びIIIに対して赤潮抵抗性の評価指標を提供する。 <u>小課題II: 赤潮被害を軽減させる飼育手法の開発(令和4~8年度)</u> ブリについて、稚魚を異なる環境で飼育及び赤潮暴露試験を行い、赤潮抵抗性を向上させる飼育条件を見出す。また、小課題Iで見出した抵抗性指標を用いて科学的根拠を付与するとともに、実環境中のデータ解析等により現場適用性を検証する。クロマグロについて、稚魚を用いた室内試験により主要な赤潮プランクトンの致死密度を明らかにするとともに、ブリと同様に赤潮抵抗性を向上させる飼育条件の探索を行う。 <u>小課題III: 選抜育種による赤潮抵抗性家系の作出技術の開発(令和4~8年度)</u> ブリを対象として、表現型やゲノムの情報に基づいた優良親魚の選抜交配を行い、赤潮抵抗性を遺伝的に改良する技術を開発する。選抜した親魚から次世代を作出し、赤潮暴露試験により遺伝的改良の度合いを検証する。また、選抜交配により赤潮抵抗性の異なる種苗を作出し、小課題Iの解析の実験魚として提供する。</p>

## 4-1. 研究課題の詳細

課題名: 魚介類養殖における気候変動に左右されない強力な赤潮対応技術の開発(継続)(令和4~8年度)

<p>(1) 研究成果の意義</p> <p>※評価項目1関連</p>	<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</p> <p>現在、各海域で赤潮モニタリングや既存の対策が講じられているものの、赤潮の発生により養殖魚の大量へい死が毎年200件以上発生し、10億円規模の漁業被害が毎年のように生じている。このことから、養殖生産量の回復・拡大に向けて新たな技術による対策が必要であり、本研究課題は、農林水産業・食品産業、国民の食生活の安定の観点から重要性が高い。</p> <p>② 引き続き国が関与して研究を推進する必要性</p> <p>「気候変動影響評価報告書」(令和2年12月公表)によると気候変動に伴う水温上昇により赤潮の発生海域・時期が拡大すると予想されていることから、今後更なる赤潮被害の拡大が懸念されている。これまでは瀬戸内海や九州沿岸域を中心に赤潮が発生していたが、令和3年9月には、北海道太平洋沿岸において発生し(令和4年2月までの長期間にわたり被害が継続)、被害額は80億円以上に上った。被害を与える生物に主眼をおいた従来の赤潮対策研究とは異なり、本研究課題は被害を受ける養殖魚を対象とした新たな試みである。最新の解析技術を取り入れるとともに、現場実証試験も行う必要があることから、引き続き国が関与して、産学官連携した研究を推進する必要がある。</p>
------------------------------------	--

## 4-2. 研究課題の詳細

課題名: 魚介類養殖における気候変動に左右されない強力な赤潮対応技術の開発(継続)(令和4~8年度)

<p>(2) 研究目標(アウトプット目標)の達成度及び今後の達成可能性</p> <p>※評価項目2関連</p>	<p>課題名: 魚介類養殖における気候変動に左右されない強力な赤潮対応技術の開発</p>
	<p><b>【最終の到達目標】</b></p> <p>①アウトプット目標:</p> <ul style="list-style-type: none"><li>・ブリ・クロマグロの赤潮によるへい死条件及びへい死メカニズムの解明</li><li>・赤潮被害を軽減する新規技術を2つ以上開発</li></ul> <p>②達成度: 85%</p> <p>③達成可能性とその根拠: ブリ及びクロマグロについて赤潮の致死密度を把握し、ブリについてはへい死に関わる遺伝子群や代謝物等を特定した。また、ブリの赤潮抵抗性を向上させる収容密度や餌止め日数といった飼育条件を特定し、表現型およびゲノム多型に基づく選抜育種法を概ね確立した。研究は計画通りに進捗している。</p>
	<p>小課題Ⅰ: 赤潮によるへい死条件及びへい死メカニズムの解明</p>
	<p><b>【最終の到達目標】</b></p> <p>①アウトプット目標: 赤潮によるへい死メカニズムの解明及び赤潮抵抗性の指標となる因子(バイオマーカー(*2))の確立</p> <p>②達成度: 85%</p> <p>③達成可能性とその根拠: へい死や赤潮抵抗性に関わる遺伝子群や代謝物を特定できており、簡易に分析するための手法も確立した。最終年度に、小課題ⅡやⅢで収集した検体を用いてバイオマーカーの妥当性を検証し、目標を達成予定。</p>
	<p>小課題Ⅱ: 赤潮抵抗性を向上させる飼育手法の開発</p>
<p><b>【最終の到達目標】</b></p> <p>①アウトプット目標: ブリ及びクロマグロを対象として赤潮抵抗性を最大化する飼育方法等を記載した赤潮対応マニュアルを作成</p> <p>②達成度: 85%</p> <p>③達成可能性とその根拠: ブリやクロマグロを対象として、給餌制限(餌止め)の効果が最大化する日数などを明らかにした。最終年度に、一般向けのマニュアル作成とそれに必要な小規模な実験を実施して目標を達成する予定。</p>	
<p>小課題Ⅲ: 赤潮抵抗性家系の作出技術の開発</p>	
<p><b>【最終の到達目標】</b></p> <p>①アウトプット目標: 赤潮抵抗性の表現型情報及びゲノム情報等に基づく赤潮抵抗性家系の選抜育種技術を確立</p> <p>②達成度: 85%</p> <p>③達成可能性とその根拠: 表現型やゲノム多型情報を指標とする選抜育種手法の確立に向け、形質評価や関連遺伝子領域を特定した。最終年度に、ゲノム多型情報の解析を完了して、目標を達成する予定。</p>	

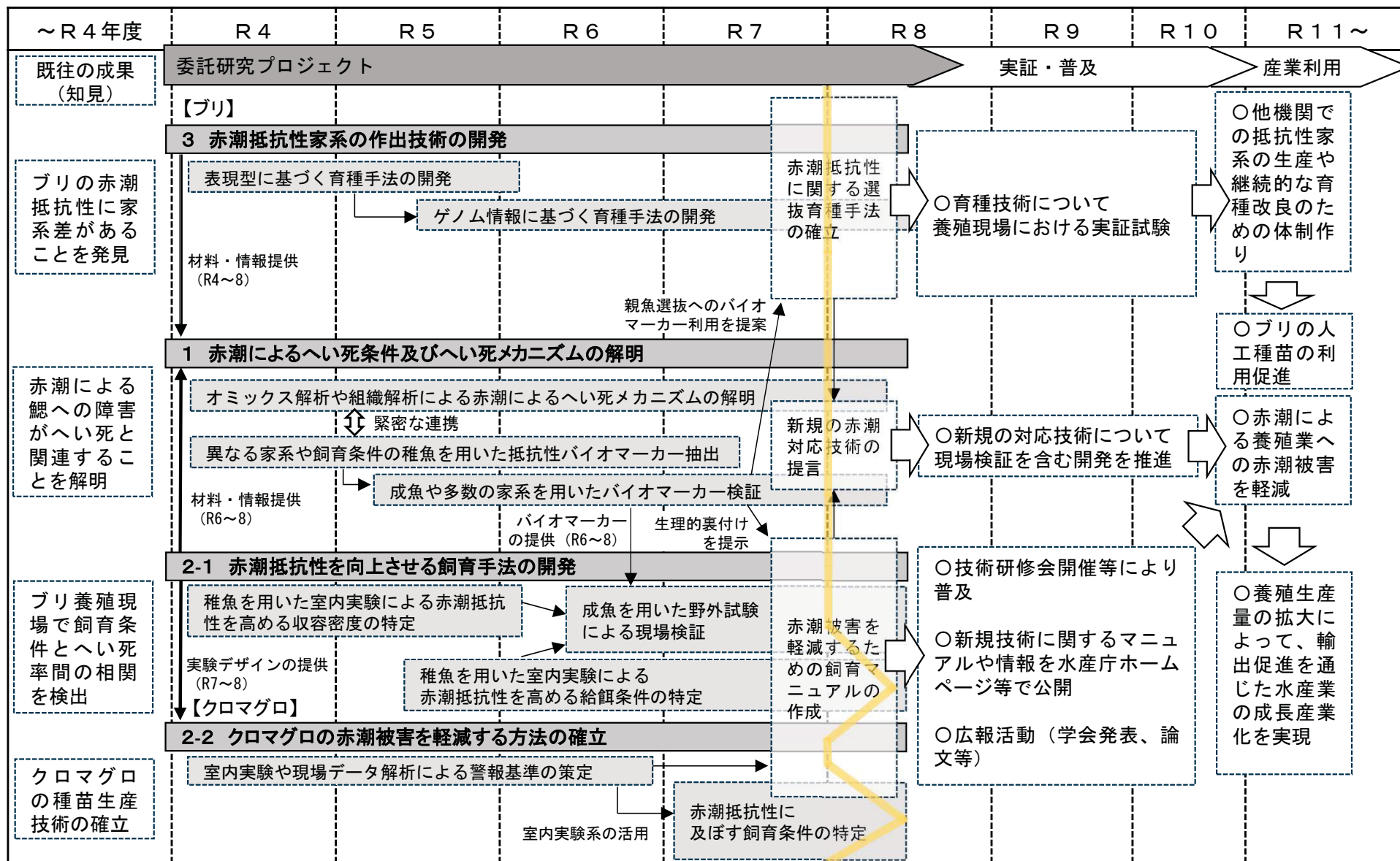
## 4-3. 研究課題の詳細

課題名: 魚介類養殖における気候変動に左右されない強力な赤潮対応技術の開発(継続)(令和4~8年度)

<p>(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</p> <p>※評価項目3関連</p>	<p>①アウトカム目標Ⅰ: 赤潮対応マニュアルや新規の赤潮対応技術を活用し、ブリやクロマグロ養殖における赤潮による漁業被害を回避</p> <p>②達成可能性とその根拠: 本研究終了時までには、赤潮対応マニュアルの作成を行って水産庁ホームページ等で公表後、当該技術の現場検証、体制構築、普及等を推進することで、アウトカム目標を実現する予定である。</p> <p>③アウトカム目標の達成に向けた取組: 目標達成のためには研究成果に対する行政サイドや養殖現場の理解が必要不可欠である。これまでに、赤潮による甚大な漁業被害を被った熊本県の行政担当者や養殖業者を対象とする現地勉強会や全国の自治体の赤潮担当者が一堂に会する赤潮・貝毒部会等において、本研究の成果により得られるへい死メカニズムや給餌手法等を丁寧に説明してきた。引き続きコンソーシアム内外の現場の意見を取り入れながらマニュアルの作成や改訂を進めることで、研究終了後の円滑な技術の改良や普及を目指している。</p> <p>④成果の他分野等への貢献: 赤潮抵抗性の要因解明に関する研究を進める過程で、養殖魚の生理応答のうち特に不明な点が多い糖代謝や免疫システムの短期的な変動等に関する新知見が得られており、水産餌料開発や赤潮と同様にエラの障害が関わる魚病の対策研究に対して基礎的な情報を提供できる可能性がある。</p> <p>①アウトカム目標Ⅱ: 赤潮抵抗性ブリの育種技術により、人工種苗の生産や利用を促進することで、ブリ養殖の人工種苗比率100%の実現に貢献(現在は1~3割)</p> <p>②達成可能性とその根拠: 赤潮抵抗性に関する選抜育種技術の確立後、それらの技術の現場検証、継続的な選抜育種体制の構築等を推進するとともに、養殖業者や県の担当者と勉強会などを開催して当該技術の普及を促すことで、アウトカム目標を実現する予定である。</p> <p>③アウトカム目標の達成に向けた取組: 目標Ⅰと同様に、現地勉強会において本研究の成果により得られる人工種苗利用の利点等についてアピールしてきた。また、八代海の赤潮発生時には、養殖現場と共同で選抜育種した赤潮抵抗性家系のブリ種苗の暴露試験を実施して、養殖環境における知見を得た。引き続き、養殖現場の協力を得ながら、研究終了後の円滑な技術の改良や普及を進める予定である。</p> <p>④成果の他分野等への貢献: 水産養殖分野や水産育種分野における長年の課題である、ブリ人工種苗の普及や養殖用種苗の育種改良及び社会実装に対して、赤潮抵抗性ブリの開発が起爆剤となり得る。</p>
<p>(4) 研究推進方法の妥当性</p> <p>※評価項目4関係</p>	<p>①研究計画: 外部有識者、行政部局、研究機関で構成される運営委員会を設置し、進捗を厳格に管理している。行政ニーズや研究進捗を踏まえた計画の見直し、工程の明確化、アウトカム達成に向けた進行管理を適切に行っており、研究計画は妥当である。</p> <p>②研究推進体制: 運営委員会を年2回開催し、推進状況の検証、知財戦略、体制の見直しを議論している。また、コンソーシアム主催の推進会議を随時開催し、緊密な情報共有と意見交換を行っており、推進体制は適切である。</p> <p>③予算配分: 課題全体の進捗、成果の有効性、緊急性を考慮し、予算配分の重点化を図っている。各課題は当初計画通り進展し、最終目標の達成が確実視されることから、現在の予算配分は妥当である。</p>

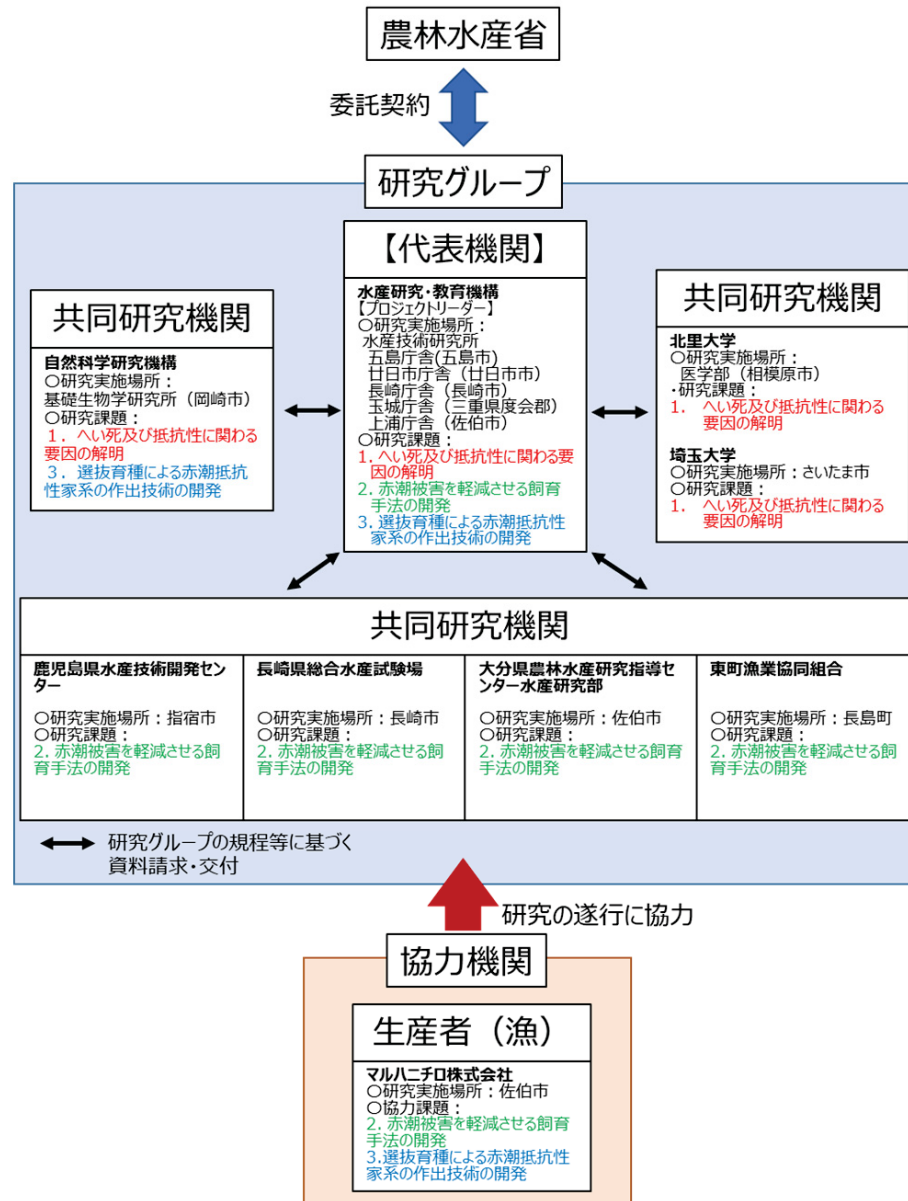
# 5. ロードマップ

課題名: 魚介類養殖における気候変動に左右されない強力な赤潮対応技術の開発(継続) (令和4~8年度)



# 6. 体制図

課題名：魚介類養殖における気候変動に左右されない強力な赤潮対応技術の開発（継続）（令和4～8年度）



# 7. 評価

課題名: 魚介類養殖における気候変動に左右されない強力な赤潮対応技術の開発(継続)(令和4~8年度)

## 【項目別評価】

評価項目名	ランク (S、A、B、C)
1. 社会・経済の諸情勢の変化を踏まえた研究の必要性	A
2. 研究目標(アウトプット目標)の達成度及び今後の達成可能性	A
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道筋(ロードマップ)の妥当性	A
4. 研究推進方法の妥当性	A

## 【総括評価】

	ランク (A~C)
1. 委託プロジェクト研究課題全体の実績に関する所見	A
・赤潮被害に対して、養殖魚そのものの抵抗性を向上させるという、従来の予測回避型の対策を補完する新たな適応戦略を提示したという点で高く評価できる。	
2. 今後検討を要する事項に関する所見	
・飼育マニュアルの完成度向上に期待する。それに向けて、現場ニーズに応えられる内容となるよう、現場からのフィードバックが反映されるような仕組みも検討していただきたい。	

## 8. 用語集

課題名: 魚介類養殖における気候変動に左右されない強力な赤潮対応技術の開発(継続)(令和4~8年度)

用語	用語の意味	頁等 該当箇所
オミックス解析	ある臓器、器官に発現する遺伝子、タンパク質、代謝物を網羅的に解析する手法。それぞれゲノミクス解析、プロテオミクス解析、メタボローム解析と称する。得られたデータをデータベース等と照合することで、生体内で生じている生理的反応を推察することができる。	1, 2, 3, 7
バイオマーカー	ある生物学的反応(例えば赤潮抵抗性等)が個体に生じた際に発現量が変動する生体内物質群のこと。主に、タンパク質、遺伝子や代謝物など測定系が確立可能な物質をマーカーとして用いる。これらの物質の量の変動を測定することで特定の生物反応が生じていることの指標となる。また、個体間の遺伝的形質が異なる(例えば赤潮抵抗性)場合、それぞれの個体間で発現量の異なる物質もバイオマーカーの候補となる。	2, 5, 7

# 9. 参考資料

課題名: 魚介類養殖における気候変動に左右されない強力な赤潮対応技術の開発(継続)(令和4~8年度)

## Ⅲ 研究成果一覧【公表可】

個別課題番号 22678311  
 魚介類養殖における気候変動に左右されない強力な  
 課題名 赤潮対応技術の開発

### 成果等の集計数

課題番号	学術論文		学会等発表(口頭またはポスター)		出版図書	国内特許権等		国際特許権等		PCT	報道件数	普及しうる成果	発表会の主催(シンポジウム・セミナー)	アウトリーチ活動
	和文	欧文	国内	国際		出願	取得	出願	取得					
22678311	0	1	25	1	1	0	0	0	0	0	1	0	1	3

### (1) 学術論文

区分: ①原著論文、②その他論文

整理番号	区分	タイトル	著者	機関名	掲載誌	掲載論文のDOI	発行年	発行月	巻(号)	掲載ページ
1	①	Feeding cessation physiologically enhances red tide resistance in aquacultured fish	○向井幸樹・矢野諒子・北辻さほ・堀田卓朗・山崎英樹(水産機構技術研)・高井優生(九州大学)・羽野健志(水産機構技術研)・西橋俊之(北里大学)・紫加田知幸(水産機構技術研)	水産機構技術研、九州大学、北里大学	Aquaculture Research	DOI: <a href="https://doi.org/10.1155/are/6331079">https://doi.org/10.1155/are/6331079</a>	2026	1	0	0

### (2) 学会等発表(口頭またはポスター)

整理番号	タイトル	発表者名	機関名	学会等名	発行年	発行月
1	選抜育種により有害赤潮藻シャットネラに対するブリの抵抗性は向上する	○秋田 一樹・紫加田知幸・藤浪祐一郎・持田和彦	水産機構水産技術研究所	令和4年度日本水産学会秋季大会	2022	9
2	有害赤潮藻Karenia mikimotoiに暴露されたブリ鰓における組織学的損傷とへい死の関係性	○向井幸樹・中条太郎・秋田一樹・湯浅光貴・羽野健志(水産機構技術研)・西橋俊之(北里大)・紫加田知幸(水産機構技術研)	水産研究・教育機構	令和5年度日本水産学会秋季大会	2023	9/19-21
3	有害赤潮藻ChattonellaとKarenia mikimotoi間の増殖競合	○矢野諒子、北辻さほ(水産機構技術研)、高井優生、島崎洋平(九大院農)、山崎康裕(水産機構水大校)、紫加田知幸(水産機構技術研)	水産研究・教育機構	令和5年度日本水産学会秋季大会	2023	9/19-21

# 9. 参考資料

課題名: 魚介類養殖における気候変動に左右されない強力な赤潮対応技術の開発(継続)(令和4~8年度)

4	赤潮プランクトンに暴露されたブリの応答解析	○紫加田知幸・秋田一樹・持田和彦(水産機構技術研)・西横俊之(北里大)・西出浩世・内山郁夫(基生研)	水産研究・教育機構	令和5年度日本水産学会秋季大会	2023	9/19-21
5	赤潮に曝露されたブリの組織学的解析手法の検討	○西横俊之・小川元之(北里大学)・向井幸樹・矢野諒子・北辻さほ・紫加田知幸(水産機構技術研)	北里大学	令和5年度日本水産学会秋季大会	2023	9/19-21
6	ブリの赤潮抵抗性に及ぼす餌止めの影響の検証	○向井幸樹・北辻さほ・矢野諒子・紫加田知幸	水産研究・教育機構	令和5年度漁場環境保全関係研究開発推進会議赤潮・貝毒	2023	12
7	赤潮プランクトンに暴露されたブリの応答解析	○紫加田知幸・秋田一樹・持田和彦(水産機構技術研)・西横俊之(北里大)・西出浩世・内山郁夫(基生研)	水産研究・教育機構	令和5年度漁場環境保全関係研究開発推進会議赤潮・貝毒部会	2023	12
8	シャットネラがブリ鰓におけるNa <sup>+</sup> 、K <sup>+</sup> -ATPase発現に及ぼす影響の解析	○長谷川祐也(水産機構技術研)・浦和寛(北大院水)・紫加田知幸(水産機構技術研)	水産研究・教育機構	令和6年度日本水産学会秋季大会	2024	9
9	シャットネラおよびカレニアがブリ鰓におけるNa <sup>+</sup> 、K <sup>+</sup> -ATPase発現に及ぼす影響の解析	○長谷川祐也(水産機構技術研)・浦和寛(北大院水)・紫加田知幸(水産機構技術研)	水産研究・教育機構	令和6年度漁場環境保全関係研究開発推進会議赤潮・貝毒部会	2024	12
10	Karenia mikimotoiの細胞密度とクロマグロ稚魚の生残率との関係	○横田高士・石井慶太・高志利宣(水産機構技術研)・鎌田正幸(長崎水試)	水産研究・教育機構	令和6年度漁場環境保全関係研究開発推進会議赤潮・貝毒部会	2024	12
11	Chattonella曝露におけるブリの餌止め効果の検証	○向井幸樹・北辻さほ・矢野諒子・堀田卓郎・羽野健志・紫加田知幸(水産機構技術研)	水産研究・教育機構	令和7年度日本水産学会春季大会	2025	3
12	シャットネラはブリの鰓以外の器官に損傷をもたらすのか	○長谷川祐也・羽野健志・紫加田知幸(水産機構技術研)	水産研究・教育機構	令和7年度日本水産学会春季大会	2025	3
13	異なる赤潮抵抗性を持つブリ家系間の遺伝子発現の比較	○紫加田知幸・秋田一樹・中条太郎・向井幸樹・北辻さほ・羽野健志・矢野諒子・湯浅光貴(水産機構技術研)・島崎洋平・高井優生(九大院農)・西出浩世・内山郁夫(基生研)	水産研究・教育機構、九州大学、基礎生物学研究所	令和7年度日本水産学会春季大会	2025	3
14	カレニア ミキモトイ大量培養試験	○久保満(鹿児島県水産技術開発センター)	鹿児島県水産技術開発センター	九州・山口ブロック水産試験場長会「漁場環境分科会」	2025	7
15	Feeding cessation physiologically enhances red tide resistance in aquacultured fish	○向井幸樹・矢野諒子・北辻さほ・堀田卓郎・山崎英樹(水産機構技術研)・高井優生(九州大学)・羽野健志(水産機構技術研)・西横俊之(北里大学)・紫加田知幸(水産機構技術研)	水産研究・教育機構	PICES-2025(横浜)	2025	11
16	赤潮プランクトンKarenia mikimotoiの細胞密度とクロマグロの生残率との関係	○横田高士(水産機構技術研)	水産研究・教育機構	全国クロマグロ養殖連絡協議会技術部会	2025	11

## 9. 参考資料

課題名：魚介類養殖における気候変動に左右されない強力な赤潮対応技術の開発（継続）（令和4～8年度）

17	水産・研究教育機構としてのブリ人工種苗に関わる取り組み	○堀田卓朗(水産機構技術研)	水産研究・教育機構	令和7年度ブリ人工種苗増産にかかると勉強会(第5回)	2025	12
18	I. 赤潮による海産生物への影響 1.クロマグロの致死細胞密度	○横田高士(水産機構技術研)	水産研究・教育機構	令和8年度日本水産学会春季大会シンポジウム	2026	3
19	III. 赤潮に暴露された魚類の応答 10. 各組織の形態変化	○西横俊之(北里大)	北里大学	令和8年度日本水産学会春季大会シンポジウム	2026	3
20	III. 赤潮に暴露された魚類の応答 11. 糖の量的質的变化	○小竹敬久(埼玉大)	埼玉大学	令和8年度日本水産学会春季大会シンポジウム	2026	3
21	III. 赤潮に暴露された魚類の応答 12. 生理学的応答	○長谷川祐也(水産機構技術研)	水産研究・教育機構	令和8年度日本水産学会春季大会シンポジウム	2026	3
22	III. 赤潮に暴露された魚類の応答 13. 代謝物群の応答	○羽野健志(水産機構技術研)	水産研究・教育機構	令和8年度日本水産学会春季大会シンポジウム	2026	3
23	III. 赤潮に暴露された魚類の応答 14. 遺伝子群の応答	○内山郁夫(基生研)	基礎生物学研究所	令和8年度日本水産学会春季大会シンポジウム	2026	3
24	IV. 魚類の赤潮抵抗性を向上させる技術 15. 収容密度の改変と生質の大型化	○紫加田知幸(水産機構技術研)	水産研究・教育機構	令和8年度日本水産学会春季大会シンポジウム	2026	3
25	IV. 魚類の赤潮抵抗性を向上させる技術 16. 給餌制限による抵抗性向上効果	○向井幸樹(水産機構技術研)	水産研究・教育機構	令和8年度日本水産学会春季大会シンポジウム	2026	3
26	IV. 魚類の赤潮抵抗性を向上させる技術 17. ゲノム選抜による赤潮抵抗性ブリの作出	○菅谷琢磨(水産機構技術研)	水産研究・教育機構	令和8年度日本水産学会春季大会シンポジウム	2026	3

## 9. 参考資料

課題名：魚介類養殖における気候変動に左右されない強力な赤潮対応技術の開発（継続）（令和4～8年度）

### (3) 出版図書

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

整理番号	区分	著書名(タイトル)	著者名	機関名	出版社	発行年	発行月
1	②	「赤潮との闘い」	○紫加田知幸(水産技術研)	水産機構技術研	UP 誌	2025	4
2	④	赤潮に強いブリの開発	○紫加田知幸(水産技術研)	水産機構技術研	FRA NEWS (水産研 究・教育機	2025	10

### (4) 国内特許権等

区分：①育成者権、②特許権、③実用新案権、④意匠権、⑤回路配置利用権

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

### (5) 国際特許権等

区分：①育成者権、②特許権、③実用新案権、④意匠権、⑤回路配置利用権

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

## 9. 参考資料

課題名：魚介類養殖における気候変動に左右されない強力な赤潮対応技術の開発（継続）（令和4～8年度）

### (6) 報道等

区分：①プレスリリース、②新聞記事、③テレビ放映、④その他

整理番号	区分	記事等の名称	機関名	掲載紙・放送社名等	掲載年月日	備考
1	②	赤潮に耐性のあるブリ ゲノミック評価で育種改良	水産研究・教育機構	日刊水産経済新聞	2025/1/1	

### (7) 普及に移しうる成果

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

整理番号	区分	成果の名称	機関名	普及（製品化）年月	主な利用場面	普及状況
		「該当無し」				

## 9. 参考資料

課題名：魚介類養殖における気候変動に左右されない強力な赤潮対応技術の開発（継続）（令和4～8年度）

### (8) 発表会の主催(シンポジウム・セミナー等)の状況

整理番号	発表会の名称	機関名	開催場所	年月日	参加者数	備考
1	赤潮が海産生物に及ぼす影響・作用機構の解明と被害軽減に向けた将来展望(令和8年度春季大会シンポジウム)	水産研究・教育機構	東京海洋大学	2026/3/26	100	<a href="https://www.gakkai-web.net/isfs/kaikoku2026S/symposium.html#x24">https://www.gakkai-web.net/isfs/kaikoku2026S/symposium.html#x24</a>

### (9) アウトリーチ活動の状況

区分：①一般市民向けのシンポジウム・講演会及び公開講座・サイエンスカフェ等、②展示会及びフェアへの出展・大学及び研究所等の一般公開への参画、③その他(子供向け出前授業、民間企業への訪問による)

整理番号	区分	アウトリーチ活動	機関名	開催場所	年月日	参加者数	主な参加者	備考
1	①	ブリ養殖における新たな赤潮対策：赤潮抵抗性ブリの育種について(第9回ブリ勉強会)	水産技術研究所	オンライン開催	2023/8/30		県職員、漁業関係者	(共催)水産研究・教育機構、水産増養殖産業イノベーション創出プラットフォーム
2	①	赤潮防除に関する最新の概要(赤潮対策勉強会)	水産技術研究所	天草市民センター	2023/10/20		県職員、漁業関係者	(主催)熊本県天草広域本部農林水産部
3	①	赤潮に強い人工種苗を作るための育種改良(赤潮対策勉強会)	水産技術研究所	天草市民センター	2023/10/20		県職員、漁業関係者	(主催)熊本県天草広域本部農林水産部

# 委託プロジェクト研究課題評価個票(終了時評価)

## 1. 研究課題の概要

課題名: ホタテガイ等の麻痺性貝毒検査における機器分析導入に向けた標準物質製造技術の開発(継続)  
(令和6~8年度)

競争力強化研究

(2) 輸出力強化プロジェクト

研究期間: 令和6年度~令和8年度  
令和7年度予算概算決定額: 59(65)百万円

### ② ホタテガイ等の麻痺性貝毒検査における機器分析導入に向けた標準物質製造技術の開発【継続】

- 漁業従事者が減少する中、現在生じている貝毒プランクトンの多発により、ホタテガイの出荷停止や指定処理場等での加工処理による更なる作業が生じることで、**養殖産地の維持が困難**になっている。
- 安全なホタテガイ等を国内外に効率的で計画的に出荷できるようにするためには、**省力的で迅速な機器分析法を確立**することが必要。
- また、日本では化学兵器禁止法により、麻痺性貝毒の有毒成分(サキシトキシン; STX)の製造や使用等が厳しく制限されており、**STXを標準物質として用いる機器分析法への移行が困難**であることが、ホタテガイ等の輸出拡大に向けた課題となっている。
- このため、麻痺性貝毒検査における機器分析技術の開発を行い、現場への導入を支援することで、**ホタテガイの養殖産地の維持を図る**。

#### 目標達成に向けた現状と課題

- ・ 貝毒プランクトンの多発で出荷停止になる不安
- ・ EU規則改正(2021.10)により機器分析法へ移行しないと、EU等への輸出が困難となる可能性  
(機器分析法で不可欠な標準物質が化学兵器禁止法により国内での使用が困難)



実需者

- ・ ホタテガイ等の計画的な出荷体制の構築には、貝毒を省力的・迅速に調べられる方法が必要



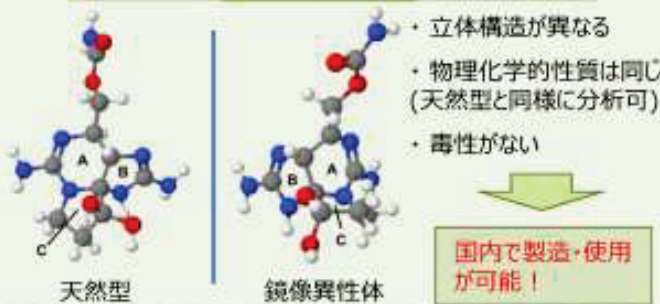
生産者

#### <イメージ>



#### 必要な研究内容

##### <STX鏡像異性体の立体構造と性質>



既往知見を応用

本課題では、

- ① 安全に取扱いできるSTX鏡像異性体等の標準物質製造・安定保存等の利用技術の開発
- ② STX鏡像異性体等を用いた正確な濃度決定手法の開発を行うことで、国内で取扱い可能な認証標準物質を確立

#### 社会実装の進め方と期待される効果

- ・ 鏡像異性体を用いた機器分析法を公定法として運用できるよう関係国と調整
- ・ 都道府県や民間検査機関と連携して、機器分析法による麻痺性貝毒の検査体制を構築

- ・ EU等へホタテガイの販路を維持・拡大することにより、**輸出拡大を実現**

- ・ これにより、2030年までに**ホタテガイの輸出額目標1,150億円\***の達成に貢献(2021年実績: 639億円)

※出典: 養殖業成長産業化総合戦略(2021.7改訂)

- ・ みどりの食料システム戦略の取組で掲げる「健康・環境に配慮した食品産業の競争力強化」にも貢献



## 2. これまでの成果と今後の方針

### 課題名: ホタテガイ等の麻痺性貝毒検査における機器分析導入に向けた標準物質製造技術の開発(継続) (令和6~8年度)

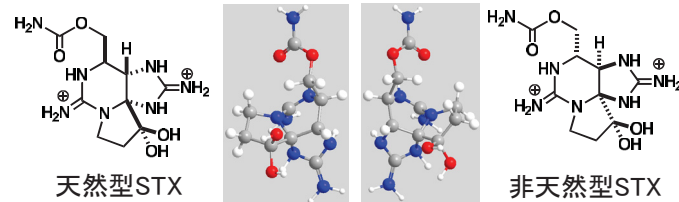
#### <研究概要>

化学兵器禁止法にて規制されているSTXではなく、毒性のないその鏡像異性体(ent-STX等)に着目した、麻痺性貝毒検査のための分析用標準物質の製造技術の開発を行った。ent-STX、ent-dcSTXについては既存の合成法が大量合成に適していることを実証し、ent-neoSTXについては新たに合成法を確立した。また、ent-STX等の精確な濃度決定法を確立した。さらに、ent-STXがガラス吸着することを確認したため、標準物質製造に不可欠となる吸着しない容器を選定し、プロトタイプ標準液を調製した。

#### 小課題 I : STX鏡像異性体等の標準物質製造及び利用技術の開発

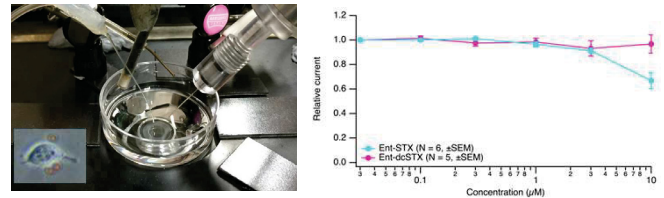
##### <これまでの成果>

- ent-STX、ent-dcSTXの大量合成技術を実証し、それらに毒性がないことを細胞アッセイ法にて確認した。
- ent-neoSTXの合成技術を世界で初めて達成した。
- 麻痺性貝毒の機器分析法について標準化を行った。



##### <アウトプット目標及び達成度>

- ent-STXならびにent-dcSTXについては、30mgの大量合成を目標として実施し、初年度にどちらも100%達成した。
- ent-neoSTXについては、合成技術の確立を目標として実施し、2年目に100%達成した。



STX鏡像異性体の毒性評価 (パッチクランプ法)

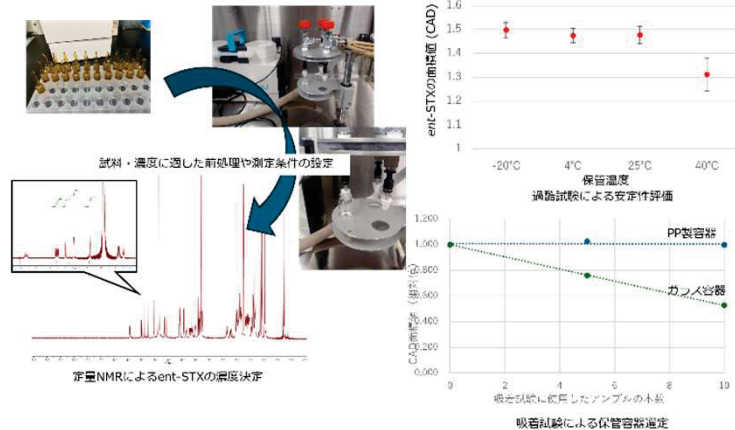
#### 小課題 II : STX鏡像異性体等の正確な濃度決定法の技術開発及びプロトタイプ標準液の開発

##### <これまでの成果>

- ent-STX原料内に含まれる類似不純物分析、そして定量NMRの測定結果への影響評価を行い、標準物質製造の原料として問題ないことを確認した。

##### <アウトプット目標及び達成度>

- NMRを用いた正確な濃度決定法の開発を目標に実施して、その定量法を開発するとともに、技術提供できる体制を構築した。達成率は80%であり、計画以上に進捗している。
- ent-STXについては、ガラス吸着を明らかにし、吸着の評価法を確立して保管に最適な容器を選定するとともに、過酷試験で保管条件を決定した。達成率は65%であり、計画通りに進捗している。



##### <アウトカム目標及び達成に向けた取組>

STX鏡像異性体等の合成および値付け(濃度決定)技術の開発により、試薬メーカーによるSTX鏡像異性体等の頒布体制の構築を目指す。技術コンサルティング制度をもつ産総研と試薬メーカーである富士フイルム和光純薬と関東化学とも連携し、標準物質の頒布に向けて、プロトタイプ標準液を調製・評価中である。研究期間内に達成可能である。

##### <社会実装に向けた取組方針>

国内における二枚貝の麻痺性貝毒検査法(動物試験法)を、STX鏡像異性体等の市販化により、機器分析法へ移行可能な環境を醸成・整備し、その後、厚生労働省に機器分析法の採用を提案する。

### 3. 研究課題の全体概要

課題名: ホタテガイ等の麻痺性貝毒検査における機器分析導入に向けた標準物質製造技術の開発(継続)  
(令和6~8年度)

研究開発官等名	農林水産技術会議事務局研究開発官(基礎・基盤、環境)
連携する行政部局	農林水産省 農林水産技術会議事務局、消費安全局、厚生労働省、消費者庁
研究期間	R6~R8年度(3年間)
総事業費	1.8億円(見込)
研究開発の段階 (該当するものに☑)	1. 基礎段階☑    2. 応用段階☑    3. 開発段階☑
研究課題の概要	<p><b>【全体の概要】</b> ホタテガイをはじめとする二枚貝の麻痺性貝毒検査は、マウスを用いた動物試験が公定法として採用されているが、EUへの輸出に関わる検査法の規制改正や動物愛護の観点から、機器分析法が求められている。本分析法では、サキシトキシン(STX)が標準物質として使用されるが、化学兵器禁止法に抵触する。そのため、経済産業省からの通知により化学兵器禁止法の対象外となり、一般試薬として利用可能となったサキシトキシン鏡像異性体(ent-STX)等のうち、ent-STXとent-dcSTXについて、市販できる量のプロトタイプ標準液を製造する。また、(ent-)neoSTXについては、藻類培養と化学合成の両面から調製する。さらに、これらの合成品に関して細胞毒性を評価する。 合成したent-STXとent-dcSTXについて、不純物分析を行い、検出された不純物が定量NMRにおける濃度決定に影響するか否かの評価を実施する。また、定量NMRによる母液の濃度評価を実施後に、プロトタイプ標準液を調製し、均質性及び安定性の評価を実施する。</p> <p><b>【課題一覧】</b> <u>小課題I: STX鏡像異性体等の標準物質製造及び利用技術の開発(R6~8年度)</u> ent-STX及びent-dcSTXを30mg程度製造する。また、(ent-)neoSTXについては、藻類培養と化学合成の両面からアプローチして、どちらか一方を調製する手法を確立する。合成したent-STXとent-dcSTXについては、毒の作用機序に基づく細胞アッセイ法(Neuro2A法とパッチクランプ法)により毒性がないことを調べる。また、ent-STX等がSTX等の代替標準物質として使用できることを確認するため、LC/MS/MSを用いた試験室間妥当性確認試験を実施する。</p> <p><u>小課題II: STX鏡像異性体等の正確な濃度決定法の技術開発及びプロトタイプ標準液の開発(R6~8年度)</u> ent-STX等合成品に含まれる不純物等の品質評価技術を開発する。核磁気共鳴装置(NMR)を用いて、標準原液の濃度決定技術(均質性や安定性も含める)を開発する。合成されたent-STX等のプロトタイプ標準液を開発し、小課題Iにおける利用技術開発に提供するとともに、ent-STX等の濃度の不確かさ評価を実施する。</p>

# 4-1. 研究課題の詳細

課題名: ホタテガイ等の麻痺性貝毒検査における機器分析導入に向けた標準物質製造技術の開発(継続)

(令和6~8年度)

## (1) 研究成果の意義

### ※評価項目1関連

麻痺性貝毒はヒトに対して致死性を示す神経毒である。この毒は、ある海洋性プランクトンが生産し、それらプランクトンを餌とする二枚貝に蓄積する。この毒化二枚貝をヒトが食すると、致死性の食中毒を引き起こす。毒化した二枚貝が市場に出荷されないように、出荷前にマウス(動物)を用いた貝毒検査を実施している。動物愛護の観点や検査者の心理的負担の軽減のため、動物試験法ではなく、分析装置を用いた機器分析法への移行が国際的な潮流となっている。わが国に機器分析法を導入するには、化学兵器禁止法(化兵法)で規制されているサキシトキシンの利用と普及が鍵となる。そこで、物理化学的性質が同じでも薬理活性が異なる(毒性のない)サキシトキシンの鏡像異性体(ent-STX)に着目したところ、所轄官庁からent-STXについては化兵法の対象外となり、一般試薬として扱うことができる通知が発出されたことから、国立研究開発法人、国立大学法人、公設衛生試験所、受託検査機関が協力し、本事業に取り組んだ。

毒性のない鏡像異性体に着目した分析用標準物質の開発は例がない。本事業では、ent-STXとent-dcSTXに既存の合成法を適用して、プロトタイプ標準液の調製に必要な各30mgを合成した。また、ent-neoSTXについては世界初の全合成を達成した。それら合成品(ent-STXとent-dcSTX)の安全性(低毒性)を示す必要があるため、毒の作用機序に基づく細胞アッセイ法(Neuro2A, パッチクランプ法)を駆使し、STXと同様の作用機序を持ち毒性もほぼ等しいテトロドトキシン(TTX)と比べたところ、約1/7500の極めて弱い毒性しか認められず、安全に使用できることを明らかにした。これらから、天然型STXの混入等により国内で入手できないSTXとdcSTX、neoSTXの鏡像異性体の合成法を確立するとともに、供給可能なスケールでの合成法であることを実証した。ent-STX等の標準物質があれば、公定法を機器分析へ切り替え可能であることを示すため、4機関での共同試験を実施して分析法を標準化した。

ent-STX等の合成による供給では、微量の類似不純物が含まれている場合、その後の核磁気共鳴装置(NMR)による定量に影響を及ぼすことがある。そこで、合成品に含まれる不純物の品質評価技術を開発した。ent-STX及びent-dcSTXの不純物分析ではSTXと類似した構造を持つ不純物を推定した。ent-STXについては、推定不純物の影響が小さいシグナル選択を通して、母液の濃度を決定する技術を開発した。一方、ent-dcSTXについては、類似不純物以外の成分がNMRスペクトルで検出され、濃度決定に影響を及ぼすことが明らかとなったため、不純物を分離しつつ濃度評価が可能である分取精製を伴う、クロマトグラフィーと定量NMRを組合せた応用技術を用いることで濃度決定を可能とした。また、標準液の均質性及び安定性評価技術を確立した。この際に、ent-STXはガラスへの吸着が強いことが明らかとなり、標準液製造のために、材質の検討によって吸着のない材質を選定した。現在、プロトタイプ標準液の調製を進めている。

本事業での鏡像異性体の合成技術と濃度決定技術により生み出されるent-STX認証標準物質は、我が国における麻痺性貝毒検査法への機器分析導入における障壁を解消する。また、国内における海洋生物毒試薬の市場開拓を後押しするだけでなく、環境分野における淡水性ラン藻による飲料水の汚染や、受託検査機関や地方衛生研究所、科学捜査における薬毒物による中毒への対応などの広範囲において利活用が想定されるため、社会的インパクトは大きいと考える。

## 4-2. 研究課題の詳細

課題名: ホタテガイ等の麻痺性貝毒検査における機器分析導入に向けた標準物質製造技術の開発(継続)  
(令和6~8年度)

課題名: ホタテガイ等の麻痺性貝毒検査における機器分析導入に向けた標準物質製造技術の開発

### 【最終の到達目標】

- ①アウトプット目標: ent-STX及びent-dcSTXの立体化学を維持するように化学合成し、それぞれ30 mg調製する。(ent-)neoSTXについては、化学合成による鏡像異性体(ent-neoSTX)あるいは、藻類培養による化学誘導を用いたneoSTXを製造する技術を開発する。化学合成及び藻類培養によって得たSTX鏡像異性体等を使い、NMRを用いた正確な濃度決定法を開発し、試薬メーカーに技術提供できる体制を構築するとともに、その技術を使って値付けされたCRMのプロトタイプを開発し、頒布できる体制を構築する。化学合成したent-STX, ent-dcSTXについて、先行販売されているカナダのNRC製CRMと比較し、天然型と分析感度が同等であることを共同試験によって確認する。
- ②達成度: ent-STXとent-dcSTXの30mg合成を達成するとともに、化学合成によるent-neoSTXの合成技術を確立した。また、ent-STXを使ってNMRを用いた正確な濃度決定法を開発した。ただし、アンプル封入の際に、ent-STXがガラスに吸着することが判明した。試薬メーカーには試料を一部提供し、プロトタイプを開発するとともに頒布できる体制を構築した。ent-STX等のガラス吸着の問題を解決しており、今後、NRC製CRM-STXと分析感度が同等であることを確認する予定である。
- ③達成可能性とその根拠: いずれの成分についても合成技術を確立できたため、残るent-neoSTXの合成量を達成すればよい。また、NMRを用いた正確な濃度決定法の技術開発では、ガラス吸着への対処法のめどが立っており、それをent-dcSTXにも応用できるため、十分達成可能である。

(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

※評価項目2関連

小課題 I : STX鏡像異性体等の標準物質製造及び利用技術の開発

### 【最終の到達目標】

- ①アウトプット目標: STX鏡像異性体等の開発と毒性評価
- ②達成度: STX鏡像異性体(ent-STX, ent-dcSTX)の合成は、初年度に達成済みである。それらに毒性がないことも明らかにした。また、ent-neoSTXの合成法を新規に確立した。
- ③達成可能性とその根拠: 当初目標は達成済みである。

小課題 II : STX鏡像異性体等の正確な濃度決定法の技術開発及びプロトタイプ標準液の開発

### 【最終の到達目標】

- ①アウトプット目標: NMRを用いた正確な濃度決定法の開発とプロトタイプの天然型との同等性評価
- ②達成度: 濃度決定技術は開発されており、プロトタイプにおける天然型STX等との同等性評価は一度試験済みである。ガラス吸着の問題を解決できたため、プロトタイプ標準液を再調製した。ent-dcSTXの濃度評価技術は、他の物質で確立できているため、対象成分に適した分析条件へと最適化を予定している。
- ③達成可能性とその根拠: ガラス吸着課題は解決し、ent-dcSTXの濃度評価技術も既存技術の応用のため、期限内に対応できる予定である。

## 4-3. 研究課題の詳細

課題名: ホタテガイ等の麻痺性貝毒検査における機器分析導入に向けた標準物質製造技術の開発(継続)

(令和6~8年度)

<p>(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</p> <p>※評価項目3関連</p>	<p>①アウトカム目標: STX鏡像異性体等の合成及び値付け技術の開発により、試薬メーカーによるSTX鏡像異性体等の頒布体制の構築とそれによる麻痺性貝毒検査法の機器分析法移行への環境醸成。</p> <p>②達成可能性とその根拠: 現在、試薬メーカーによるent-STX等の頒布に向けた検討を開始しており、ロードマップ上の令和9年度と10年度頃には市中供給が可能。</p> <p>③アウトカム目標の達成に向けた取組: 和光純薬や関東化学等の試薬メーカーと試薬の市中供給に向けた取組を進めている。</p>
<p>(4) 研究推進方法の妥当性</p> <p>※評価項目4関係</p>	<p>①アウトカム目標: 麻痺性貝毒検査法へ機器分析法を採用する提案と2030年までにホタテガイの輸出目標1150億円の達成に貢献する。</p> <p>②達成可能性とその根拠: 試薬の市中供給が可能となれば、公設衛生研究所等で妥当性確認が実施されるため、ロードマップ上では、令和12年度に麻痺性貝毒検査法への機器分析法の採用を提案することとなっている。</p> <p>③アウトカム目標の達成に向けた取組: 現在、麻痺性貝毒機器分析法の国際規格化が検討されており、本研究の成果から本規格中にent-STXの使用も認める文言を入れることができた。</p> <p>①研究計画: 外部有識者、行政部局、研究機関で構成される運営委員会を設置し、進捗を厳格に管理している。行政ニーズや研究進捗を踏まえた計画の見直し、工程の明確化、アウトカム達成に向けた進行管理を適切に行っており、研究計画は妥当である。</p> <p>②研究推進体制: 運営委員会を年1~2回開催し、推進状況の検証、知財戦略、体制の見直しを議論している。また、コンソーシアム主催の推進会議を随時開催し、緊密な情報共有と意見交換を行っており、推進体制は適切である。</p> <p>③予算配分: 課題全体の進捗、成果の有効性、緊急性を考慮し、予算配分の重点化を図っている。各課題は当初計画通り進展し、最終目標の達成が確実視されることから、現在の予算配分は妥当である。</p>

# 5. ロードマップ

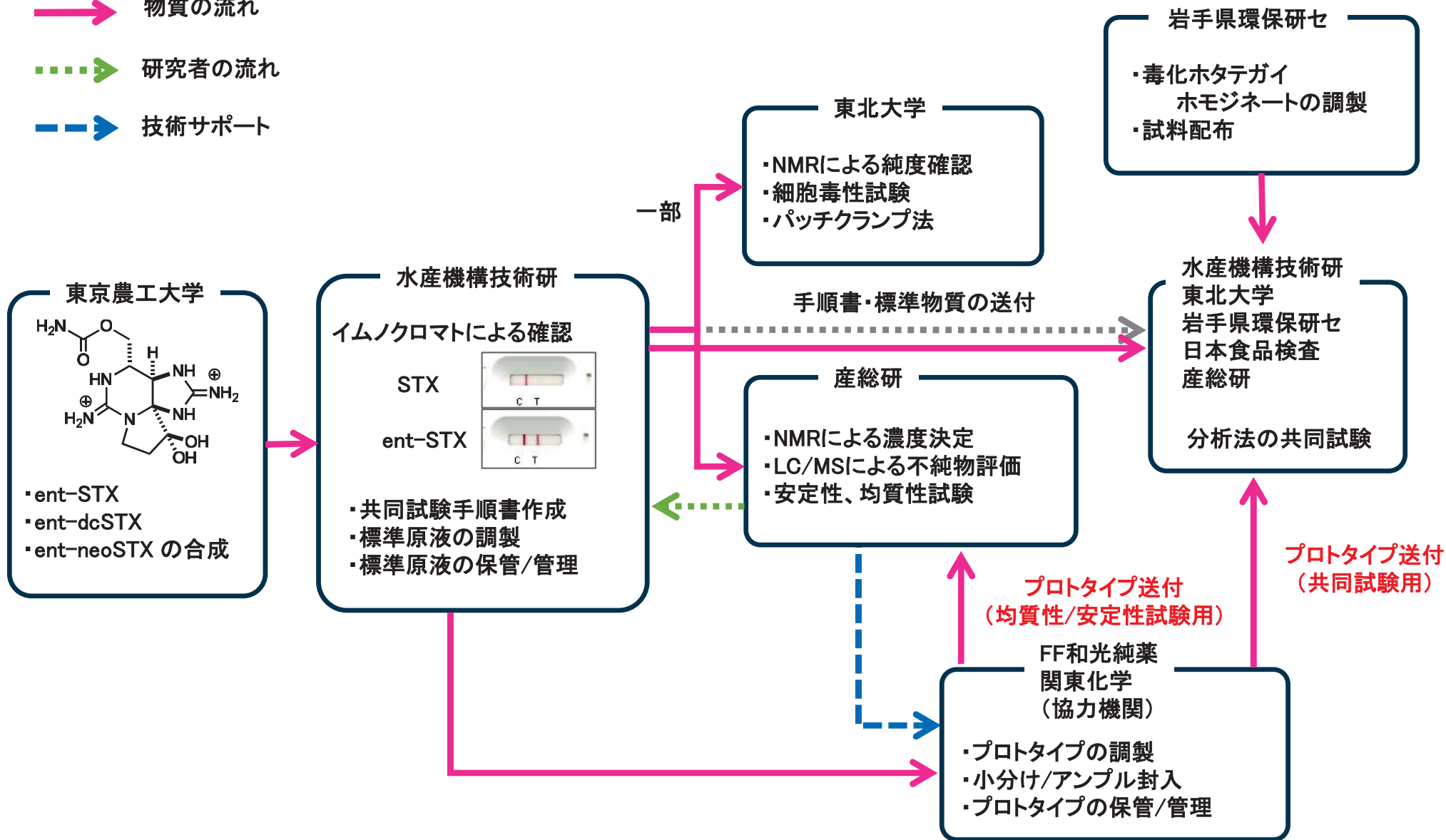
課題名: ホタテガイ等の麻痺性貝毒検査における機器分析導入に向けた標準物質製造技術の開発(継続)  
(令和6~8年度)

既往成果 (知見)	委託プロジェクト(令和6~8年度)			実証 (9年度~)			産業利用 (12年度~)	
	令和6年度	7年度	8年度	9年度	10年度	11年度	12年度 アウトカム	
<p><b>小課題 I</b></p> <p>実験スケールでの合成報告有り</p> <p>ent-dcSTXが無毒の可能性が示唆</p> <p>ent-STXを用いた分析事例はない</p> <p>ent-neoSTXに関する合成報告はない。</p>	<p><b>STX鏡像異性体等の標準物質製造及び利用技術の開発</b></p> <p>化学合成によるSTX鏡像異性体等の大量合成(市中供給可能な合成法を実現)</p> <p>ent-STX, ent-dcSTXの毒性評価(極めて低毒性であることを細胞を使い証明)</p> <p>共同機関内における分析法の標準化(口頭発表:3件)</p> <p>化学合成によるent-neoSTX合成技術の開発(世界初となる合成技術の開発を達成)(口頭発表:1件)</p>			<p><b>小課題 I</b></p> <p>鍵中間体を介した大量合成技術によるSTX鏡像異性体の各種合成と毒性評価</p> <p>試薬メーカーとの連携によるent-STX等の市中供給の開始と市場開拓</p>			<p>麻痺性貝毒検査機関(約10機関)による各種標準物質を使用した試験室間共同試験を実施。</p> <p>地方自治体及び登録検査機関における分析法の妥当性確認</p>	<ul style="list-style-type: none"> <li>・安価で安全な国産試薬の頒布による機器分析法の普及</li> <li>・麻痺性貝毒標準物質の供給体制の確立による市場醸成</li> <li>・麻痺性貝毒公定法の提案(厚労省・消費者庁)</li> </ul>
<p><b>小課題 II</b></p> <p>脂溶性を有する下痢性貝毒の認証標準物質について開発経験がある。</p> <p>水溶性の高い麻痺性貝毒の濃度決定技術については、tert-butanolを内標とする方法やカフェインを外扶標準とする定量法が開発されている。</p>	<p><b>STX鏡像異性体等の正確な濃度決定法の技術開発及びプロトタイプ標準液の開発</b></p> <p>STX鏡像異性体等の品質評価技術の開発(口頭発表:1件)</p> <p>ent-STX類の不純物評価法の確立</p> <p>qNMRによる標準原液の濃度決定技術の開発</p> <p>プロトタイプ標準液の開発と不確かさ評価</p>			<p><b>小課題 II</b></p> <p>プロトタイプにおける濃度決定と不確かさ評価(認証標準物質)の実施</p> <p>試薬メーカーにおける産総研の技術コンサルティング(濃度値の評価ならびに不確かさ評価)</p> <p>各試験機関で分析法の確からしさを評価できる組成認証標準物質の評価技術開発</p>				
	<p>ent-neoSTXの大量合成</p> <p>ent-neoSTXの毒性評価</p> <p>ent-dcSTXを標準物質に利用可能</p>	<p>ent-STXを標準物質に利用可能を証明(論文:2報)</p>	<p>ent-STX類の不純物評価</p> <p>ent-STX原料の濃度決定</p> <p>ent-dcSTX原料の濃度決定</p> <p>製造メーカーへの技術移管と市販</p>					

# 6. 体制図

課題名: ホタテガイ等の麻痺性貝毒検査における機器分析導入に向けた標準物質製造技術の開発(継続)  
(令和6~8年度)

- 物質の流れ
- 研究者の流れ
- 技術サポート



## 7. 評価

課題名：ホタテガイ等の麻痺性貝毒検査における機器分析導入に向けた標準物質製造技術の開発（継続）  
（令和6～8年度）

### 【項目別評価】

評価項目名	ランク (S、A、B、C)
1. 社会・経済の諸情勢の変化を踏まえた研究の必要性	A
2. 研究目標(アウトプット目標)の達成度及び今後の達成可能性	A
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道筋(ロードマップ)の妥当性	A
4. 研究推進方法の妥当性	A

### 【総括評価】

1. 委託プロジェクト研究課題全体の実績に関する所見	ランク (A～C)
・機器分析導入という政策的な課題に対し、基盤となる標準物質製造技術を着実に確立した上で、技術の利用を見据えた成果が得られており、高く評価できる。	A
2. 今後検討を要する事項に関する所見	
特に無し。	

## 8. 用語集

課題名: ホタテガイ等の麻痺性貝毒検査における機器分析導入に向けた標準物質製造技術の開発(継続)  
(令和6~8年度)

用語	用語の意味	頁等 該当箇所
サキシトキシン	Saxitoxin (STX) ともいう。本事業の対象化合物であり、化学兵器禁止法にて規制されている。毒の作用機序は、電位依存性ナトリウムチャンネルのサイト1に結合し、細胞内へのナトリウムイオンの流入を遮断することで神経毒性を発現する。	1~8
鏡像異性体	本事業では、サキシトキシン(STX)、デカルバモイルサキシトキシン(dcSTX)、ネオサキシトキシン(neoSTX)の鏡像異性体を指す。鏡像異性体であることを指すために化合物名の前に ent-をつける。鏡像異性体とは、鏡に映したような構造であり、旋光度を除き物理化学的性質は同等で、薬理学的活性のみが異なる化合物を指す。本事業で扱う ent-STX等は、本来の毒性作用を持たない。	1~8
Neuro2Aアッセイ	マウス神経芽細胞腫の一種。細胞表面に電位依存性ナトリウムチャンネルを発現しており、この培養細胞にウアバインとベラトリジンで負荷をかける。ここに、STXがあるとチャンネルに結合し、細胞が生存、STXがないとそのまま細胞死となる。この時の細胞生残率からその毒の強さを判定する方法。評価試料に含まれる別の成分によって細胞死を引き起こす場合があるため、間接的な手法である。	3, 4
パッチクランプ法	電位依存性ナトリウムチャンネルを発現させた細胞に電極を差し込み、チャンネルを通過する際に流れる微弱な電流を検出する方法。電流が少ないほど、対象物質がチャンネルに作用していることを示す。	2, 3, 4, 6
CRM	Certified Reference Material (和名: 認証標準物質)の略。濃度に加え、不確かさを備えた認証書が発行された標準物質を指す。	5
NMR	Nuclear Magnetic Resonance spectroscopy (和名: 核磁気共鳴装置)の略。主に物質の化学構造を決めるために使用されてきたが、近年、濃度既知の標準物質を添加した試料で、定量条件にて測定することで精確に濃度を決定できることが明らかになっており、標準物質の調製において多用されている。	2, 3, 4, 5, 8
NRC	National Research Council Canadaの略。海洋生物毒分野における標準物質を世界的に供給している機関。	5
LC/MS/MS	液体クロマトグラフィー・タンデム質量分析法の略。検液に含まれる化合物(ここでは毒成分)をカラムで分離し、それらを質量分析計で分子量を指標として検出する方法。	3, 8

# 9. 参考資料

## 課題名: ホタテガイ等の麻痺性貝毒検査における機器分析導入に向けた標準物質製造技術の開発(継続) (令和6~8年度)

### Ⅲ 研究成果一覧【公表可】

個別課題番号 24018263

ホタテガイ等の麻痺性貝毒検査における機器分析導入  
課題名 に向けた標準物質製造技術の開発

#### 成果等の集計数

課題番号	学術論文		学会等発表(口頭またはポスター)		出版図書	国内特許権等		国際特許権等		PCT	報道件数	普及しうる成果	発表会の主催(シンポジウム・セミナー)	アウトリーチ活動
	和文	欧文	国内	国際		出願	取得	出願	取得					
24018263	2	0	5	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0

#### (1) 学術論文

区分: ①原著論文、②その他論文

整理番号	区分	タイトル	著者	機関名	掲載誌	掲載論文のDOI	発行年	発行月	巻(号)	掲載ページ
1	②	麻痺性貝毒の機器分析法に関する研究の最新動向	渡邊 龍一	国研)水産研究・教育機構	The Chemical Times	なし	2025	7	277	16-23
2	①	サキシトキシン鏡像異性体を用いた液体クロマトグラフィー/タンデム型質量分析法の妥当性評価	沼野聡ら	国研)水産研究・教育機構・東京農工大学	食品衛生学雑誌	アクセプト	2025			

#### (2) 学会等発表(口頭またはポスター)

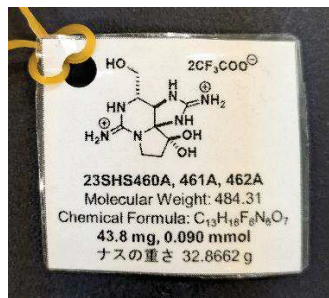
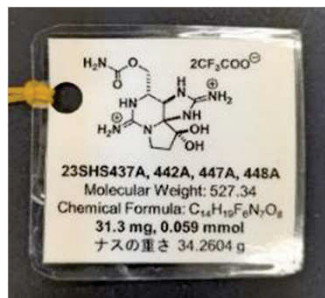
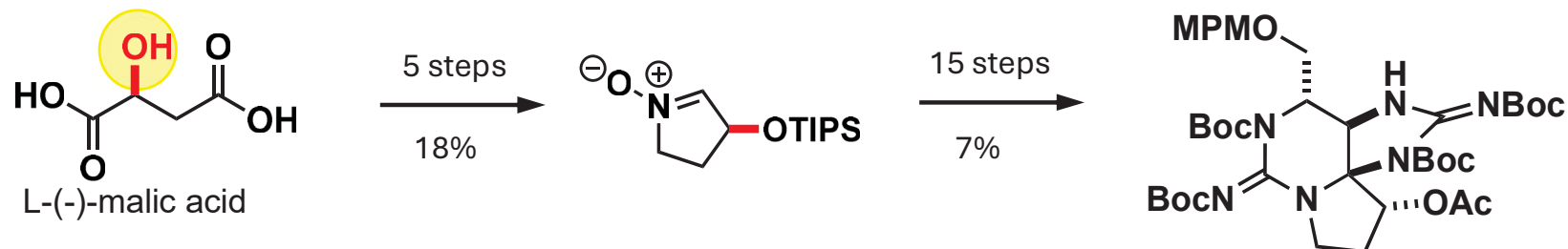
整理番号	タイトル	発表者名	機関名	学会等名	発行年	発行月
1	高分解能質量分析計を用いたサキシトキシン鏡像異性体候補標準物質中に含まれる不純物の定性	川口研ら	国研)産業技術総合研究所・国研)水産研究・教育機構・東北大学・東京農工大学	日本分析化学会	2025	9
2	LC-MS/MSを用いたサキシトキシン鏡像異性体の妥当性確認	沼野ら	国研)水産研究・教育機構・東京農工大学	食品衛生学会	2025	10
3	麻痺性貝毒機器分析法の共同試験における予備検討	渡邊ら	国研)水産研究・教育機構・岩手県環境保健研究センター・東北大学・日本食品検査・国研)産業技術総合研究所	食品衛生学会	2025	10
4	「LC-MS/MSを用いた麻痺性貝毒分析における試験室間共同試験」	宮手公輔ら	岩手県環境保健研究センター・国研)水産研究・教育機構・東北大学・日本食品検査・国研)産業技術総合研究所	第62回全国衛生化学技術協議会年会	2025	11
5	N1-ヒドロキシ環状グアニジン構造を有するサキシトキシン類縁体の合成研究	新川ら	東京農工大学	第89回有機合成化学協会関東支部シンポジウム-新津シンポジウム-	2025	12

その他特許権や図書、報道、アウトリーチ活動などは「該当なし」

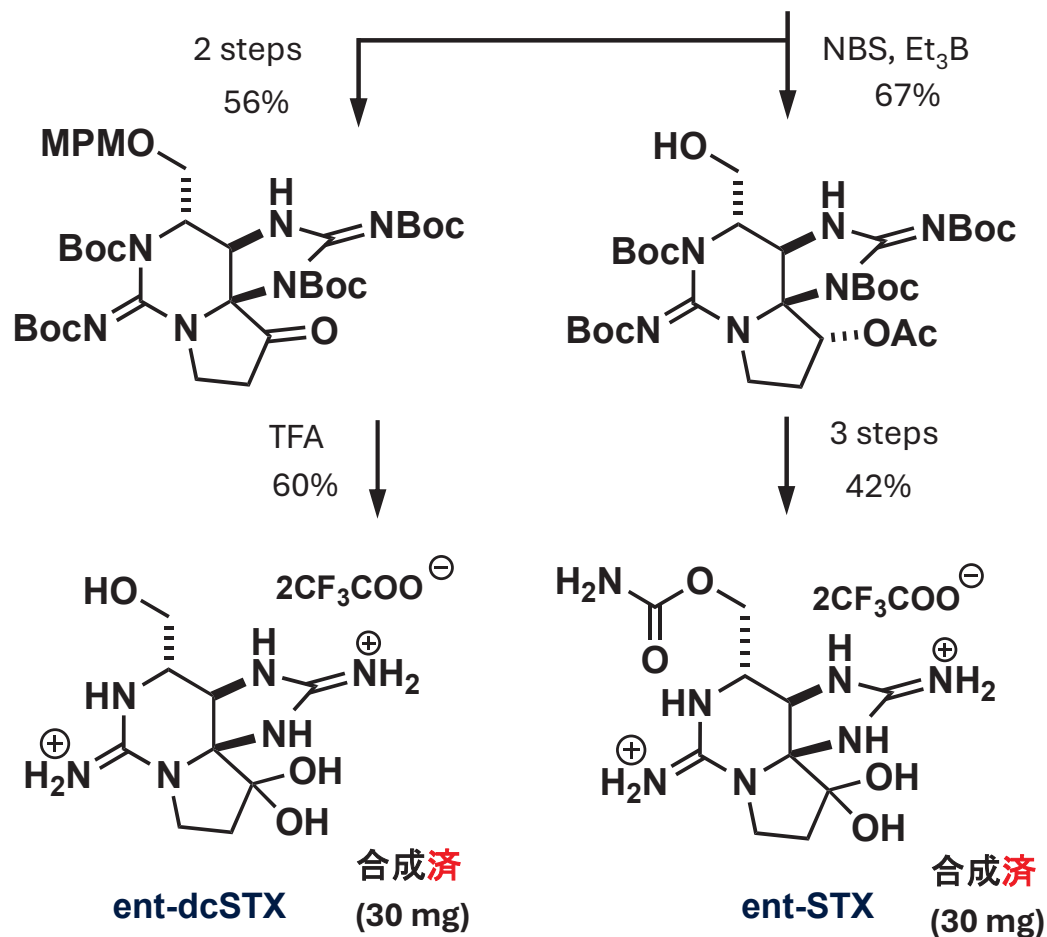
# 9. 参考資料

課題名: ホタテガイ等の麻痺性貝毒検査における機器分析導入に向けた標準物質製造技術の開発(継続)  
(令和6~8年度)

## ent-STXとent-dcSTXの大量合成スキーム



*Angewandte Chem., Int. Ed.*,  
**2007**, 46, 8625.  
*Org. Lett.*, **2010**, 12, 2150.  
*Anal. Chem.*, **2022**, 94, 11144.



# 委託プロジェクト研究課題評価個票(終了時評価)

## 1. 研究課題の概要

課題名: 針葉樹樹皮のエシカルプラスチック等への原料化(継続)(令和4~8年度)

環境負荷低減対策研究

研究期間: 令和8年度

令和8年度予算概算要求額: 22(-)百万円

### (9) 針葉樹樹皮のエシカルプラスチック等への原料化【新規】

#### 背景と目的

- 国産針葉樹の需要拡大に向けて木材加工業から発生する端材・おがくず等の利用が進む中、樹皮の利用は遅れているところ。
- 針葉樹樹皮の4割を占めるフェノール性化合物は、化石資源由来の樹脂原料等の代替品として活用可能。
- 針葉樹樹皮は、香料等の高付加価値物質として利用可能なテルペン等有用物質を多く含有。
- 建材に利用できる木材から取り出したセルロース・リグニンや食料に利用できるデンプン起源のブドウ糖を原料とするものに比べてより地球にやさしい(エシカル)製品素材を提供。

#### 研究内容

- 樹種間、産地間、季節等で変動する国産針葉樹の樹皮含有成分の化学特性を解明
- 工業原料として安定供給するために必要な樹皮含有成分の高効率分離・回収法を開発
- 樹皮成分を原料とする新規素材を開発

#### 期待される効果

- 2050ネットゼロ・エミッション達成に寄与
- 国産材の総合的な成分利用による林業・林産業の成長産業化と地域の活性化
- あらたなエシカル製品素材の普及を通じた低環境負荷社会への消費者の行動変容の喚起

#### 到達目標

- 樹皮を利用したあらたなエシカル製品素材を2つ以上創出
- 樹皮の利用拡大による国産針葉樹の総合利用の推進
- 樹種間、産地間で異なる樹皮利用法の開発による地域資源に対応した産業の育成



未利用樹皮資源の高度利用によりCO<sub>2</sub>排出削減効果の最大化を図る

## 2. これまでの成果と今後の方針

課題名：針葉樹樹皮のエシカルプラスチック等への原料化(継続) (令和4~8年度)

### <研究概要>

木材の製材工程で大量に発生するにもかかわらず積極的な利用が行われていない針葉樹樹皮は、樹脂原料や香料等の高付加価値物質として利用可能なテルペン等の有用物質を多く含有する。また樹皮に含まれるフェノール成分は化石資源由来の樹脂原料等の代替品として活用可能であるという特徴を有することから、地球にやさしい(エシカルな)素材原料として樹皮の新たな用途開発を行い、新たなエシカル製品素材を2つ以上開発することを目標とする。

### 小課題1：利用可能な樹皮の資源量調査と有用物質原料としての特性解明

#### <これまでの成果>

- ・北海道内のトドマツ、カラマツ樹皮、九州・四国のスギ樹皮の資源量算出を行った。
- ・上記樹皮の含有成分を分析し、成分含有量のばらつき等を明らかにするとともに、有用成分の利用可能性を算出した。

#### <アウトプット目標及び達成度>

- ・北海道のトドマツとカラマツ、九州・四国のスギの樹皮資源量とその成分特性を明らかにすることを目標に実施し、90%を達成した。R8年度に残された中部地区のスギ樹皮の調査を実施し、目標は100%達成される予定である。



樹皮が発生する製材工場

### 小課題2：樹皮テルペンの効率的抽出技術と分離精製・利用技術の開発

#### <これまでの成果>

- ・トドマツ樹皮から揮発性及び難揮発性テルペンを効率的に抽出する技術、抽出した樹皮テルペンを高純度に精製する技術、高分子量の樹脂化技術を開発した。また、樹皮テルペンの用途として、粘着付与剤等の原料として利用可能であることを明らかにした。

#### <アウトプット目標及び達成度>

- ・樹皮テルペンの分離精製、高分子化の技術開発による新規素材の開発を目標として実施し、80%が達成された。R8年度には大量生産のための条件検討を経て100%達成される予定である。



トドマツテルペン樹脂

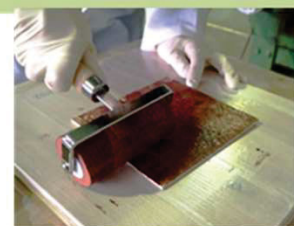
### 小課題3：樹皮のフェノール樹脂原料としての用途開発

#### <これまでの成果>

- ・フェノール樹脂接着剤の基材をカラマツ樹皮成分で30%以上代替する合板用接着剤を開発するとともに、生分解性のトドマツ、スギ樹皮成形素材の開発を行った。

#### <アウトプット目標及び達成度>

- ・スギ樹皮成分を30%配合した合板用接着剤、生分解性の被覆肥料成型体の開発を目標として実施し、当初計画の80%を達成している。R8年度には実用化を見据えた製造プロセスに関する検証を実施し、目標は100%達成される予定である。



樹皮を用いた接着剤の塗布作業

### <アウトカム目標及び達成に向けた取組>

- ・国産の樹皮含有テルペンを利用した機能性樹脂、ならびに樹皮フェノール成分由来の樹脂製品など、化石資源を代替するエシカルな機能性素材の開発促進を目標とする。顧客等の現場のニーズや問題点の把握に努めるとともに、大規模な工業レベルでの製造に向けた作業性の向上など、製品の有用性を拡大することで今後の技術普及や実用化の促進につながる取り組みを進めており、目標達成の可能性は十分に高いと考えられる。

### <社会実装に向けた取組方針>

- ・参画企業のもつ製品開発のノウハウや、原料樹皮の共有元である各地の製材所などからの生の情報を合わせて、これまで利用が不十分であった樹皮を原料とした新たな産業が立ち上がることで、樹皮の製造・加工の拠点を中山間地域に設けることにより地域活性化を計ることができ、さらには地域間での樹皮原料の調達や利用技術のさらなる向上を目指すための連携を促進することを目指す。

### 3. 研究課題の全体概要

課題名: 針葉樹樹皮のエシカルプラスチック等への原料化(継続)(令和4~8年度)

研究開発官等名	研究開発官(基礎・基盤、環境)室
連携する行政部局	大臣官房政策課技術政策室 林野庁森林整備部木材利用課 林野庁森林整備部研究指導課
研究期間	令和4~令和8年度(5年間)
総事業費	1.4億円(見込)
研究開発の段階 (該当するものに☑)	1. 基礎段階☐    2. 応用段階☑    3. 開発段階☐
研究課題の概要	<p><b>【全体の概要】</b> 本研究課題では、大量に発生するにもかかわらず積極的な利用が行われていない木材の樹皮について、その含有成分を原料とする新たなエシカル製品素材を2つ以上開発することを目標とする。 そのため、本研究では、</p> <ul style="list-style-type: none"><li>・工業的に利用できる針葉樹樹皮の国内の資源量はいかほどか、またその中には有用物質がどれくらい含まれるのか</li><li>・樹皮に含まれるテルペンを効率的に取り出し、さらに利用するためにはどのような手法を採ればよいか</li><li>・樹皮に含まれるフェノール成分の特性を活かした利用法は何か</li></ul> <p>という3つの問題についてそれぞれ以下の小課題を設定し、樹皮の新たな用途の開発を行う。</p> <p><b>【課題一覧】</b> 小課題1. 利用可能な樹皮の資源量調査と有用物質原料としての特性解明(R4~8年度) ・樹皮の工業的利用に向けて供給可能な樹皮量を明らかにする。また含有成分の有用物質原料としての特性を解明する。 小課題2. 樹皮テルペンの効率的抽出技術と分離精製・利用技術の開発(R4~8年度) ・樹皮からのテルペン類の効率的な抽出手法、ならびにその分離精製法と、精製した成分の利用技術を開発する。 小課題3. 樹皮のフェノール樹脂原料としての用途開発(R4~8年度) ・樹皮フェノール成分を利用した接着剤、生分解性樹脂原料の各種樹皮からの開発を行う。</p>

## 4-1. 研究課題の詳細

課題名: 針葉樹樹皮のエシカルプラスチック等への原料化(継続)(令和4~8年度)

(1) 研究成果の意義

※評価項目1関連

二酸化炭素排出量削減目標の達成に向けては、地球温暖化などの問題から国民からの高い関心が寄せられている他、経済界からも持続可能な社会の実現や新たな産業構造の構築に対し強い要請がある。木質資源はその賦存量の大きさから化石資源を代替する再生可能資源として期待されているが、樹皮については、テルペン類やフェノール成分の含量が木部に比べて多いにもかかわらずその活用が充分には行われていない。その原因としては、製材所等から出る樹皮の資源量が把握されていない点や、学術的に研究されてきた樹皮成分と実際に製材所等で発生する樹皮の成分の量的、質的な違いなどが調査されてこなかった点があげられる。このため、樹皮の資源量の調査及び含有成分の特性解明が不可欠である。

テルペン類は、インキ・溶剤・香料・接着剤・ポリマーなど幅広い産業に渡って活用されており、樹皮からの抽出・利用技術の開発およびその利用の上での機能性の向上を図ることにより、多くの産業での利用が期待できる。樹皮に含まれるフェノール成分は、接着剤や生分解性樹脂の原料としての利用の可能性が示されており、その反応性を活かした高性能な新規素材としての産業利用が期待される。本研究の成果は、樹皮を原料とした新たな製品素材の上市により、経済価値のある資源として樹皮の再評価につながる。また、素材開発のみならず、丸太以外の副産物の高次利用につながることから、地域における持続可能な森林経営やゼロエMISSIONの推進に資する研究である。

## 4-2. 研究課題の詳細

課題名: 針葉樹樹皮のエシカルプラスチック等への原料化(継続)(令和4~8年度)

課題名: 針葉樹樹皮のエシカルプラスチック等への原料化

(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

※評価項目2関連

### 【最終の到達目標】

- ①アウトプット目標: 針葉樹樹皮の含有成分を原料とする新たなエシカル製品素材を2つ以上開発する
- ②達成度: 本課題のロードマップの4年目までの目標は全て達成し、一部課題では目標以上に研究が進展している。利用可能な樹皮の資源量把握に関しては、トドマツ、カラマツ樹皮、四国九州地区のスギ樹皮の、資源量を算出するとともに、テルペンおよびフェノール成分の評価を終えている。樹皮テルペンの効率的抽出技術と分離精製・利用技術の開発に関しては、トドマツ樹皮から揮発性モノテルペン及び難揮発性テルペン類の効率的抽出技術を確立し、揮発性テルペンについては大型の減圧マイクロ波水蒸気蒸留装置を用いた大量抽出による実証的データの取得を完了している。また精密蒸留により有用テルペン類の高純度での単離を達成し、樹皮テルペンの用途として粘着付与剤等の原料として利用可能なことを明らかにした。樹皮フェノール成分の樹脂原料としての用途開発に関しては、市販フェノール樹脂の30%を樹皮で代替する合板用接着剤を開発した。また、樹皮微粉碎物からの肥料被覆材の開発を行い、浸水条件下でも崩壊しない樹皮ペレットの調製条件の確立を達成している。
- ③達成可能性とその根拠: トドマツ樹皮のテルペン類を利用したテルペン樹脂粘着剤については試作品の性能評価を行う段階まで到達しており、参画企業の持つ現行のプロセスを改良することで技術的には実作業規模でも対応可能であり、具体的な利用が可能と考える。フェノール樹脂の開発においては、フェノールの30%を樹皮で代替した試作接着剤についてJASの基準を満たす接着性能が確認されており、実験室レベルにおいては性能面での問題はなく、実用化を見据えた検討に着手可能な段階にある。樹皮からの肥料被覆素材等の開発を目標とする生分解性成形素材の開発に関しても、順調な進展がみられており、最終年度における2つ以上の新規素材開発の目標達成は可能と考えている。

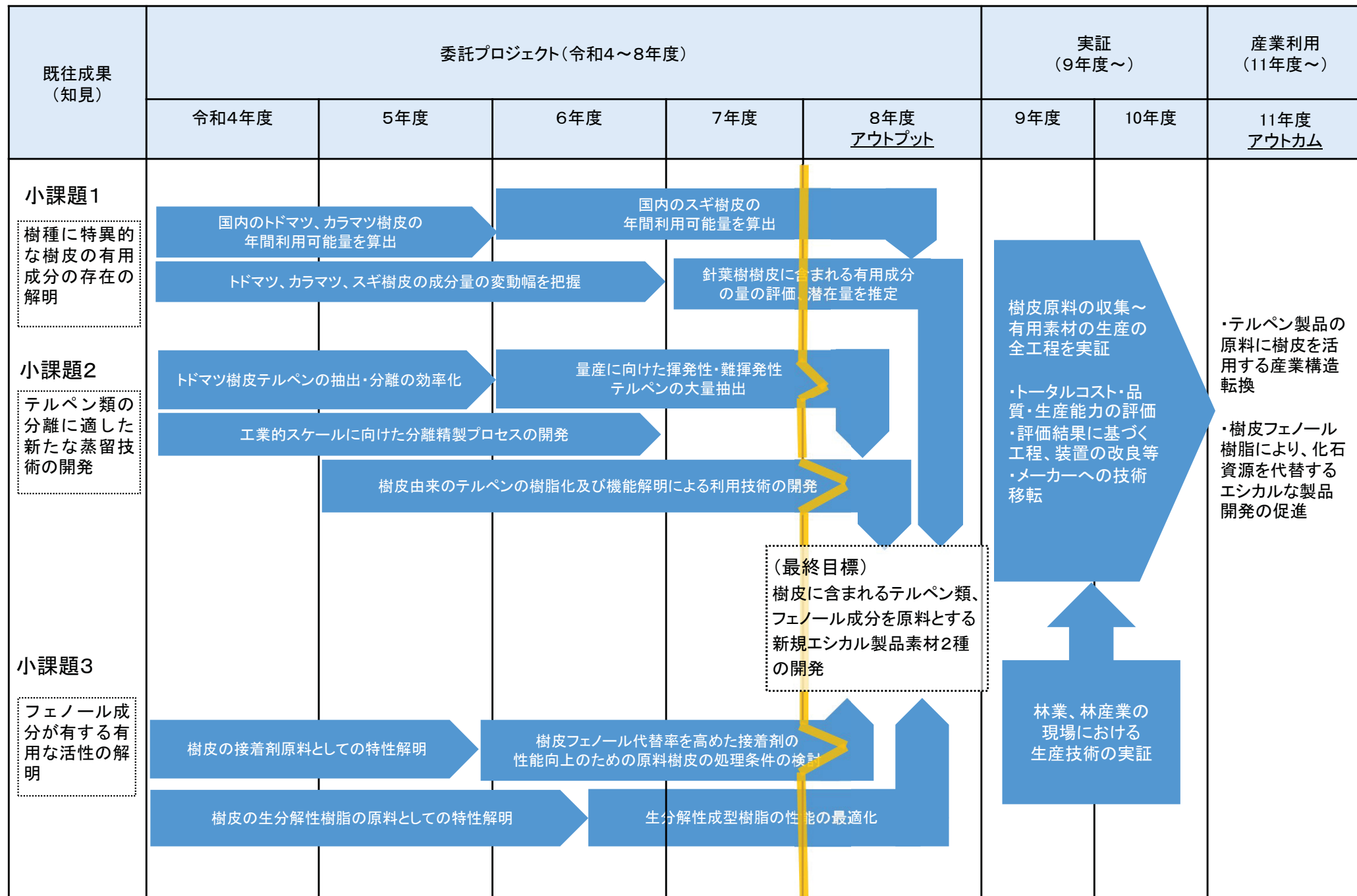
## 4-3. 研究課題の詳細

課題名: 針葉樹樹皮のエシカルプラスチック等への原料化(継続)(令和4~8年度)

<p>(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</p> <p>※評価項目3関連</p>	<p>①アウトカム目標: テルペン製品の原料調達に関し、多くを海外に依存している現状から、安定供給の担保が可能な国産樹皮資源の活用へと産業構造の転換を促進。</p> <p>②達成可能性とその根拠: 実際に輸入粗テルペン等から各モノテルペン類を分離し、樹脂等に変換する事業を展開している企業の参画を得ており、夾雑物が現工業用粗テルペンとは異なる樹皮からのモノテルペンの高純度分離を達成するなど当初計画に沿った成果を得ている。さらにテルペン樹脂の高分子量化を目指すなど、実用化を目指した取り組みとして妥当性が高い。</p> <p>③アウトカム目標の達成に向けた取組: 樹脂原料の顧客等から得られる現場のニーズや問題点の把握に努めており、今後の技術普及や実用化の促進につながる取り組みを進めている。</p> <p>①アウトカム目標: 樹皮を利用したフェノール樹脂の用途開発により、社会的ニーズが高く、かつ環境負荷の少ない化石資源代替製品であると共に、国産の天然由来でもあるエシカルな製品開発を促進。</p> <p>②達成可能性とその根拠: 樹皮を配合して試作した接着剤はJAS規格に準じた合板用接着剤としての基準を満たすなど、当初計画に沿った成果が得られている。樹皮を活かして市場を拡大するための取り組みとして妥当性がある。</p> <p>③アウトカム目標の達成に向けた取組: 新たに開発するエシカル素材について、その大規模な工業レベルでの製造に向けて樹皮配合接着剤の低粘度化による作業性の向上など、製品の有用性を拡大する取り組みを行っている。</p> <p>④成果の他分野等への貢献: これまで積極的な利用が行なわれてこなかった樹皮という素材に対して新たな利用法を示し、新たな産業が創出されて山元への利益の還元により森林整備が進むなどのメリットも考えられ、循環型社会の実現に貢献する。</p>
<p>(4) 研究推進方法の妥当性</p> <p>※評価項目4関係</p>	<p>①研究計画: 各小課題において順調に目標達成できていることから、これまでの研究計画は妥当である。また、小課題横断的な計画となっており、密に情報交換を行いながら、今後の方向性やサンプルの相互提供、またそれらの分析・評価結果に基づいた、こまめな研究計画の見直しが行われている。</p> <p>②研究推進体制: 国立研究開発法人の強力なリーダーシップのもと、地域産業との密接な関係をもつ北海道林産試験場ならびにテルペン系素材の実用化のための優れた技術力を有するヤスハラケミカル株式会社との連携体制を軸として、約2か月に一度の頻度で中間報告・現地視察・実地調査等を実施しながら研究を推進しており、適切に進捗管理できる体制となっている。</p> <p>③予算配分: 研究期間の2年目までに高額機器の購入を集中して行い、研究推進に不足の無い体制を整えた。それぞれの参画機関に均一に予算配分を行うのではなく、研究推進に特に重要と思われる物品に対する重点的な配分を行っている。</p>

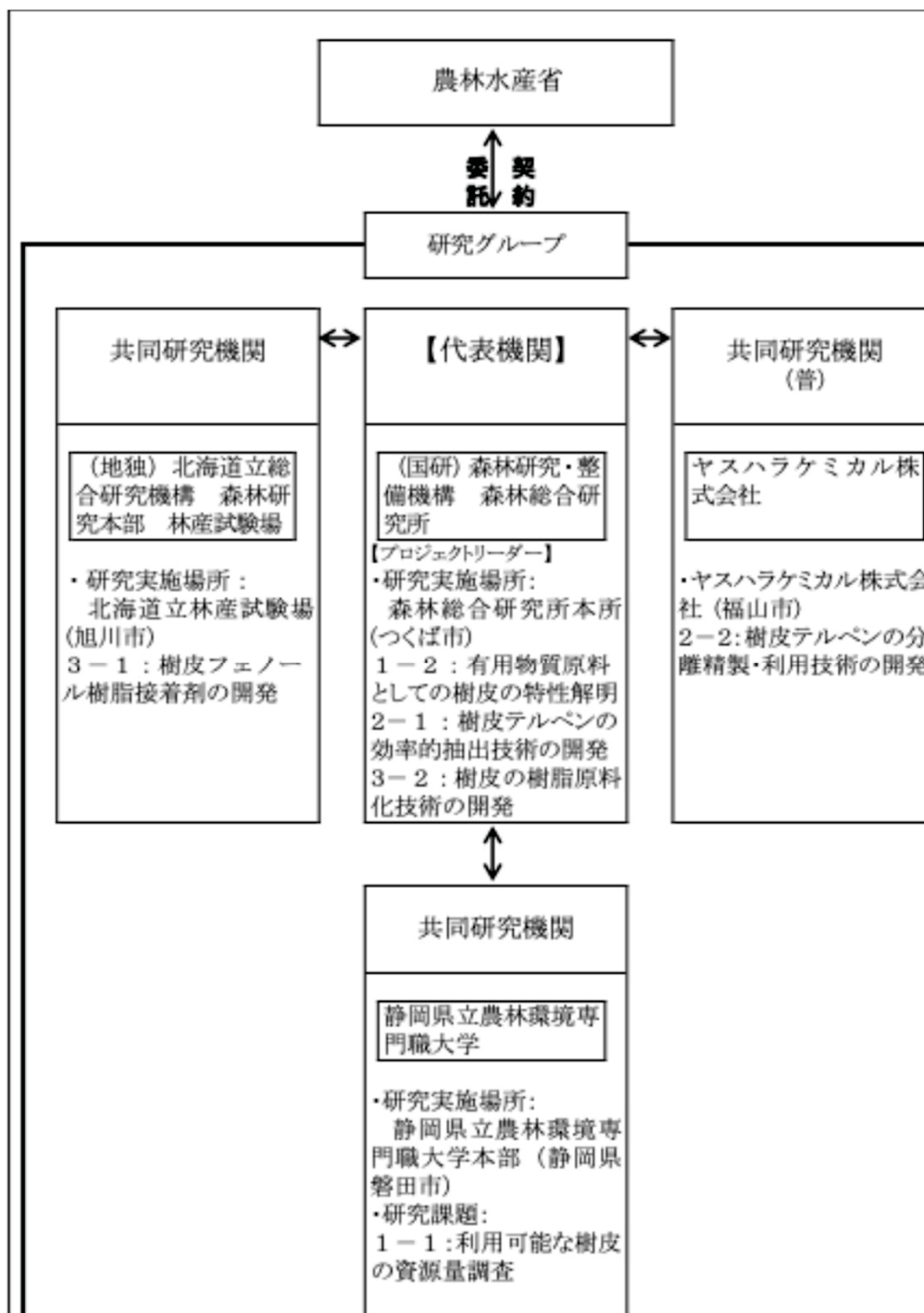
# 5. ロードマップ

課題名: 針葉樹樹皮のエシカルプラスチック等への原料化(継続)(令和4~8年度)



# 6. 体制図

課題名: 針葉樹樹皮のエシカルプラスチック等への原料化(継続)(令和4~8年度)



# 7. 評価

課題名: 針葉樹樹皮のエシカルプラスチック等への原料化(継続)(令和4~8年度)

## 【項目別評価】

評価項目名	ランク (S、A、B、C)
1. 社会・経済の諸情勢の変化を踏まえた研究の必要性	A
2. 研究目標(アウトプット目標)の達成度及び今後の達成可能性	A
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道筋(ロードマップ)の妥当性	A
4. 研究推進方法の妥当性	A

## 【総括評価】

	ランク (A~C)
1. 委託プロジェクト研究課題全体の実績に関する所見	A
・これまで十分に活用されてこなかった樹皮資源に対し、科学的な根拠に基づく新たな用途と産業的価値を加えた点は高く評価できる。	
2. 今後検討を要する事項に関する所見	A
・バイオ由来の製品は、社会的に重要であり、今後需要が高まると予想されることから、製品の価値について、コスト、スペック等のアピールに限らず、製品のストーリー化を通じたブランド化を進めていくといった戦略も検討の上、進めていただきたい。 ・未利用資源の開発と実装を実際に考える場合には、作るだけではなく、材料の収集・集積という視点も踏まえ、コスト面も含めた技術開発の検討を進めていただきたい。	

## 8. 用語集

課題名: 針葉樹樹皮のエシカルプラスチック等への原料化(継続)(令和4~8年度)

用語	用語の意味	頁等 該当箇所
テルペン	植物が生産する二次代謝産物のうち、炭素数5個のイソプレンを構成単位とする炭化水素の総称。さまざまな生理機能を有する。	3、4-1、4-2
フェノール成分	ベンゼン環に水酸基(-OH)が直接結合した化合物の総称。スギやカラマツなどの針葉樹樹皮にはフェノール成分(タンニン、フラボノイドなど)が多く含まれる。	3、4-1、4-2
モノテルペン	炭素数10個のテルペンの総称。揮発性が高く、植物のもつ様々な香りの主な要因となる。工業用の溶剤としても用いられる。	4-2
難揮発性テルペン	炭素数20個以上の揮発性の低い分子量の大きなテルペン類の総称。樹木から単離されたジテルペン(炭素数20)には抗菌性や抗酸化性など有用な活性を示す物質が多くあることが知られている。	4-2
肥料被覆材	肥料を長期間にわたって効かせる(緩効化)ために肥料の表面を覆う被覆材。肥料成分の溶出速度を制御することにより、施肥の労働力の軽減や土壌への環境負荷の軽減が期待される。	4-2
減圧マイクロ波水蒸気蒸留法	植物から効率的に精油を取り出すため、従来法である水蒸気蒸留法に改良を加えた手法。系全体を減圧にして沸点を下げ、加熱にマイクロ波を用いることで、消費エネルギー量を削減して短時間での抽出を可能にする。	4-2
合板用接着剤	建築部材、コンクリート型枠などに用いられる合板を製造する際に用いられる接着剤で、フェノール類の原料とホルムアルデヒドを原料とするフェノール樹脂を用いた接着剤はメラミン樹脂接着剤と比較して耐熱性、難燃性に優れるという特徴を有する。	4-2

# 9. 参考資料(研究成果 1/4)

課題名: 針葉樹樹皮のエシカルプラスチック等への原料化(継続)(令和4~8年度)

## Ⅲ 研究成果一覧【公表可】

個別課題番号 22680494

課題名 針葉樹樹皮のエシカルプラスチック等への原料化

### 成果等の集計数

課題番号	学術論文		学会等発表(口頭またはポスター)		出版図書	国内特許権等		国際特許権等		PCT	報道件数	普及しうる成果	元来主催の主催(シンポジウム・セミナー等)	アウトリーチ活動
	和文	欧文	国内	国際		出願	取得	出願	取得					
22680494	0	0	13	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	2

### (1) 学術論文

区分: ①原著論文、②その他論文

整理番号	区分	タイトル	著者	機関名	掲載誌	掲載論文のDOI	発行年	発行月	巻(号)	掲載ページ
		該当無し								

### (2) 学会等発表(口頭またはポスター)

整理番号	タイトル	発表者名	機関名	学会等名	発行年	発行月
1	「トドマツ樹皮を原料とした揮発性テルペン類の効率的抽出ー水蒸気蒸留及び減圧式マイクロ波水蒸気蒸留による条件検討ー」	橋田光 他	国立研究開発法人森林研究・整備機構森林総合研究所 他	日本木材学会大会	2023	3
2	針葉樹樹皮の有用物質原料としての特性解明(1)ートドマツ樹皮成分の個体間の差異と剥皮後の変化についてー	松井直之 他	国立研究開発法人森林研究・整備機構森林総合研究所 他	樹木抽出成分研究交流会	2023	9
3	分級カラマツ樹皮タンニンの化学特性	牧野礼 他	国立研究開発法人森林研究・整備機構森林総合研究所 他	日本木材学会大会	2024	3
4	針葉樹樹皮の有用物質原料としての特性解明(2)ーカラマツ樹皮成分の剥皮後の変化についてー	河村文郎 他	国立研究開発法人森林研究・整備機構森林総合研究所	日本木材学会大会	2024	3
5	樹皮粉末のフェノール樹脂原料化 ー樹皮の組成と反応性ー	澁谷源 他	国立研究開発法人森林研究・整備機構森林総合研究所	日本木材学会大会	2024	3
6	トドマツおよびスギ樹皮を原料とした難揮発性テルペン類の効率的抽出 ー溶媒抽出による条件検討ー	橋田光 他	国立研究開発法人森林研究・整備機構森林総合研究所	日本木材学会大会	2024	3
7	カラマツ樹皮の粉碎物を用いた合板用接着剤の開発ー樹皮粉末の製造とフェノール樹脂との配合条件の検討ー	宮崎淳子 他	北海道立総合研究機構 森林研究本部 林産試験場 他	日本接着学会第62回年次大会	2024	6

## 9. 参考資料(研究成果 2/4)

課題名: 針葉樹樹皮のエシカルプラスチック等への原料化(継続)(令和4~8年度)

8	プロジェクト研究「針葉樹樹皮のエシカルプラスチック等への原料化」の概要	松井直之 他	国立研究開発法人森林研究・整備機構森林総合研究所	第2回天然香気研究会大会	2024	10
9	北海道産トドマツ樹皮の樹脂原料化に向けた資源量予測	酒井明香 他	北海道立総合研究機構 森林研究本部 林産試験場 他	第75回日本木材学会大会	2025	3
10	Changes of phenolic constituents in the bark of Larix kaempferi after peeling(カラマツ樹皮フェノール成分の剥皮後の変化)	河村文郎 他	国立研究開発法人森林研究・整備機構森林総合研究所	International Symposium on Wood Science and Technology 2025	2025	3
11	トドマツ樹皮を原料とした揮発性テルペン類の効率的抽出2-減圧式マイクロ波水蒸気蒸留における条件検討-	橋田光 他	国立研究開発法人森林研究・整備機構森林総合研究所他	第75回日本木材学会大会	2025	3
12	針葉樹樹皮の有用物質原料としての特性解明(3)-スギ樹皮抽出成分の産地別・個体別の比較-	河村文郎 他	国立研究開発法人森林研究・整備機構森林総合研究所	日本木材学会大会	2026	3
13	トドマツ樹皮を原料とした揮発性テルペン類の効率的抽出3-大型減圧式マイクロ波水蒸気蒸留装置を用いた大量抽出	橋田光 他	森林総合研究所 他	日本木材学会大会	2026	3
14	カラマツ樹皮の粉碎物を用いた合板用接着剤の開発(2)-湿式粉碎およびヒドロキシルメチル化による接着特性の改良-	宮崎淳子 他	北海道立総合研究機構林産試験場 他	日本接着学会第63回年次大会	2025	6

## 9. 参考資料(研究成果 3/4)

課題名: 針葉樹樹皮のエシカルプラスチック等への原料化(継続)(令和4~8年度)

### (3) 出版図書

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

整理番号	区分	著書名(タイトル)	著者名	機関名	出版社	発行年	発行月
1	①	該当無し					

### (4) 国内特許権等

区分: ①育成者権、②特許権、③実用新案権、④意匠権、⑤回路配置利用権

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

### (5) 国際特許権等

区分: ①育成者権、②特許権、③実用新案権、④意匠権、⑤回路配置利用権

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

### (6) 報道等

区分: ①プレスリリース、②新聞記事、③テレビ放映、④その他

整理番号	区分	記事等の名称	機関名	掲載紙・放送社名等	掲載年月日	備考
		該当無し				

### (7) 普及に移しうる成果

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

整理番号	区分	成果の名称	機関名	普及(製品化)年月	主な利用場面	普及状況
		該当無し				

## 9. 参考資料(研究成果 4/4)

課題名: 針葉樹樹皮のエシカルプラスチック等への原料化(継続)(令和4~8年度)

### (8) 発表会の主催(シンポジウム・セミナー等)の状況

整理番号	発表会の名称	機関名	開催場所	年月日	参加者数	備考
	該当無し					

### (9) アウトリーチ活動の状況

区分: ①一般市民向けのシンポジウム・講演会及び公開講座・サイエンスカフェ等、②展示会及びフェアへの出展・大学及び研究所等の一般公開への参画、③その他(子供向け出前授業、民間企業への訪問による情報提供等)

整理番号	区分	アウトリーチ活動	機関名	開催場所	年月日	参加者数	主な参加者	備考
1	①	森林総合研究所森林講座(web)「未利用の森林資源は見方によっては宝の山！」	国立研究開発法人森林研究・整備機構森林総合研究所	web(YouTube森林総研チャンネル)	2023/2/28より公開	視聴数2100以上	一般、学生、児童生徒	<a href="https://www.youtube.com/@FFPRIchannel">https://www.youtube.com/@FFPRIchannel</a>
1	②	アグリビジネス創出フェアにて「樹皮利用に向けた樹皮資源量の把握と素材利用」として出展	国立研究開発法人森林研究・整備機構森林総合研究所	東京ビッグサイト	2024/11/26-28		林業関係者、会社員、学生、行政等	<a href="https://agribiz.maff.go.jp">https://agribiz.maff.go.jp</a>

# 9. 参考資料(研究概要)

課題名: 針葉樹樹皮のエシカルプラスチック等への原料化(継続)(令和4~8年度)

## 針葉樹樹皮のエシカルプラスチック等への原料化

- 針葉樹樹皮は、香料等の高付加価値物質として利用可能なテルペン等有用物質を多く含有。
  - 針葉樹樹皮に含まれるフェノール成分は化石資源由来の樹脂原料等の代替品として活用可能。
- ⇒地球にやさしい(エシカルな)素材原料として、有効活用ができていない樹皮の新たな用途開発を行う



### 1. 利用可能な樹皮の資源量調査と有用物質原料としての特性解明

樹皮の工業的な利用に向けて製材所等から発生する資源量の把握が必要

- ・北海道内のトドマツ、カラマツ、九州・四国地区のスギの樹皮資源量を調査、算出



実際に利用できる樹皮量が明らかとなり、含有成分の潜在量算出も可能に

北海道内のトドマツ樹皮資源量  
= 2万6千絶乾トン/年

北海道内のカラマツ樹皮資源量  
= 2万4千絶乾トン/年

九州、四国地区のスギ樹皮資源量  
= 6万絶乾トン/年

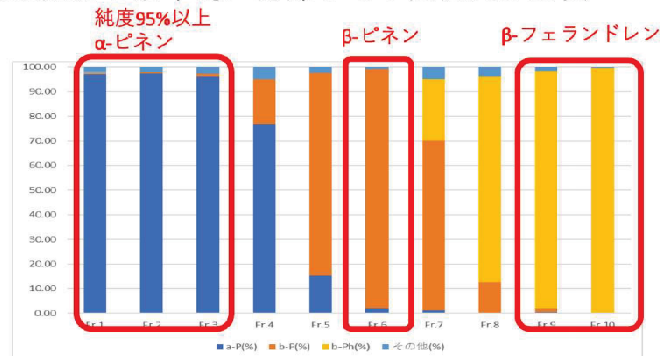
### 2. 樹皮テルペンの効率的抽出技術と分離精製・利用技術の開発

樹皮に含まれるテルペン成分の利用には、構成成分を効率的に分離する手法開発が必要

- ・トドマツ樹皮からの精油の大量抽出ならびに精油成分の95%純度での単離技術の確立
- ・高分子量テルペン樹脂の製造技術の開発



工業的規模でのテルペンポリマー製造技術を開発



トドマツ樹皮精油の精留による成分分離

### 3. 樹皮のフェノール樹脂原料としての用途開発

樹皮に含まれるフェノール成分の接着剤としての利用には、性能を向上させる技術開発が必要

- ・微粉化した樹皮を30%混合したフェノール樹脂接着剤を製造



合板JASの基準をクリアする接着性能が得られた。

樹皮を30%混合したフェノール樹脂接着剤の接着性能

接着剤	せん断強さ (N/mm <sup>2</sup> )	木部破砕率 (%)	JAS基準適合率
フェノール樹脂 (PF)のみ	1.13	70	100%
スギ樹皮+PF	1.01	51	100%
カラマツ樹皮+PF	1.13	69	100%

# 委託プロジェクト研究課題評価個票(終了時評価)

## 1. 研究課題の概要

課題名: 畜産からのGHG排出削減のための技術開発(終了) (令和4~8年度)

農林水産研究の推進

革新的環境研究

脱炭素・環境対応プロジェクト

事業期間: 令和4年度~令和8年度  
令和4年度予算概算決定額: 125 (-) 百万円

### ① 畜産からのGHG排出削減のための技術開発

#### 背景と目的

- 2050年のカーボンニュートラルの実現を目指すためには、農林水産分野においても積極的に貢献していく必要。特に畜産は家畜の消化管内発酵や家畜排せつ物管理等による温室効果ガス(GHG)の排出が、我が国の農林水産分野におけるGHG排出量の3割程度を占め、排出削減が求められているところ。
- 一方、これまでの研究では、低メタン産生牛の育種の可能性や、アミノ酸バランス飼料など飼養管理改善によるGHG削減の方法が示されたところ。
- 畜産分野におけるGHGの更なる削減のため、低メタン産生牛の育種方法を確立するとともに、堆肥化工程等におけるGHG削減技術などの研究開発を実施。

#### 研究内容

##### 1. 低メタン産生牛作出のための育種方法の確立と応用

- ・農場レベルで多頭数のメタン産生量測定を可能とする、より簡易・安価な測定手法を開発。また、乳中の脂肪酸組成(乳牛)や飼養成績(肉牛)から間接的にメタン産生量を推定する方法の有効性を実証。
- ・簡易型メタン測定システムの農場レベルでのメタン削減資材評価方法開発への応用



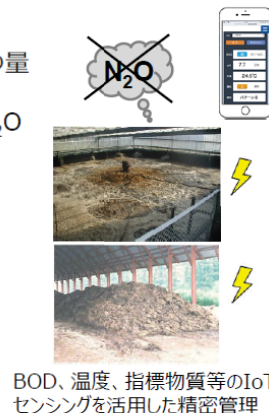
生産者の負担無くメタンを  
1800万トン削減(CO<sub>2</sub>換算、  
2050年までの累計)  
2050年単年では145万トン削減

搾乳ロボット等で測定して育種

##### 2. 排せつ物処理におけるGHG削減技術の開発

- ・バランス飼料による窒素排せつ量の低減技術を開発
- ・排せつ物の精密管理によるN<sub>2</sub>O削減技術を開発

バランス飼料により乳牛の  
泌乳最盛期等も低減



BOD、温度、指標物質等のIoT  
センシングを活用した精密管理

排せつ物管理からのN<sub>2</sub>Oを30%削減

##### 3. GHG削減と同時に炭素貯留・再生可能エネルギー生産を行う技術の開発

- ・バイオ炭添加による堆肥化からのCH<sub>4</sub>・N<sub>2</sub>O削減効果や草地施用時の炭素貯留増強効果の検証
- ・消化液の少ない新たなメタン発酵技術の開発



バイオ炭添加による  
堆肥化



CO<sub>2</sub> 炭素貯留

排せつ物管理からの  
GHGを35%削減

##### 4. GHG削減システムの評価と提案

GHG削減技術を導入した場合の評価と技術の組み合わせにより削減目標を達成する生産システムを提案

#### 到達目標

1 経営体からのGHGの排出量を30%削減することが可能な技術を開発

#### 期待される効果

- ・ 農業分野で多くを占める畜産分野からのGHGの排出削減に貢献
- ・ 2050年までに農林水産業のCO<sub>2</sub>ゼロミッション化の実現に貢献

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

# 3. 研究課題の全体概要

課題名: 畜産からのGHG排出削減のための技術開発(終了) (令和4~8年度)

研究開発官等名	研究開発官室
連携する行政部局	畜産局
研究期間	R4~R8年度(5年間)
総事業費	5.1億円(見込)
研究開発の段階 (該当するものに☑)	1. 基礎段階☐    2. 応用段階☑    3. 開発段階☐
研究課題の概要	<p><b>【全体の概要】</b> 畜産は、家畜の消化管内発酵や家畜排せつ物管理等による温室効果ガス (GHG)の排出などにより我が国の農林水産分野におけるGHG排出量の3割程度を占め、排出削減が求められている。畜産からのGHG削減技術を開発するため、以下の研究を行う。1. 低メタン産生牛作出のための育種方法の確立と応用、2. 排せつ物管理におけるGHG削減技術の開発、3. GHG削減と同時に炭素貯留・再生可能エネルギー生産を行う技術の開発</p> <p><b>【課題一覧】</b> <u>小課題I: 低メタン産生牛作出のための育種方法の確立と応用(R4~8年度)</u> 畜産からの主要なGHGの1つであるウシ消化管内発酵メタンに関して、育種改良によるメタン削減にも注目が集まっている。そのため、低メタン産生牛の選抜に向け、スニファー法による簡単で安価なメタン測定法の開発、呼吸を使わない間接的指標による推定手法の開発を行うとともに、簡易測定法を用いたメタン削減資材の評価法を開発し、メタン排出削減に資する。</p> <p><u>小課題II: 排せつ物管理におけるGHG削減技術の開発(R4~8年度)</u> 家畜排せつ物管理からの一酸化二窒素 (N<sub>2</sub>O)は畜産の主要なGHGの1つである。このN<sub>2</sub>Oの排出源である排せつ物中の窒素低減に向け、まだ対応が進んでいない泌乳前期の乳牛や育雛期採卵鶏について、窒素排せつ低減技術を開発する。また、亜硝酸蓄積の特定による堆肥化からのN<sub>2</sub>O削減技術およびBODに応じた曝気制御を用いた污水浄化からのN<sub>2</sub>O削減技術を開発する。</p> <p><u>小課題III: GHG削減と同時に炭素貯留・再生可能エネルギー生産を行う技術の開発(R4~8年度)</u> 炭素貯留促進を目的として1回の施用で有機質堆肥とバイオ炭を土壌へ貯留するためのバイオ炭混合堆肥の製造方法を開発する。また、消化液が発生せずかつエネルギー回収が可能な乾式メタン発酵法について、家畜排せつ物の処理に適したシステムを開発する。さらに、開発した技術を実装した場合の環境影響評価を行い畜産経営体からのGHGを30%削減するという目標を達成可能なGHG削減型畜産システムを提案する。</p>

# 4-1. 研究課題の詳細

課題名: 畜産からのGHG排出削減のための技術開発(終了) (令和4~8年度)

低メタン産生牛作出に向け、複数飼槽やフィードステーションでの牛呼気中メタン・二酸化炭素濃度の同時測定技術を開発し、測定可能施設や頭数を飛躍的に増加させた。さらに乳牛では牛群検定記録を用いたメタン排出量推定手法を開発し、大規模なメタン排出量データの取得が可能となった。

乳牛(泌乳前期)では排せつ窒素量を4割以上削減、採卵鶏(育成期)では排せつ物の堆肥化からの $N_2O$ を半減するアミノ酸バランス改善飼料を開発した。また、汚水浄化処理からの $N_2O$ 排出量を半減する曝気方法を明らかにした。

バイオ炭添加堆肥によるGHG削減・吸収効果を明らかにした。また、繋ぎ飼いに対応したセミ乾式メタン発酵法について前処理方法と運転方法を確立した。さらに、緩和技術を組み合わせることで酪農経営体からのGHG排出量を30%以上削減できることを示した。

これらの成果は、GHG削減に関する政府目標および農水省温対計画の目標達成に資するとともに、J-クレジット制度の活用による畜産農家の経営メリットや炭素市場形成等の経済的効果も期待される。

小課題Ⅰ: 複数飼槽やフィードステーションでの牛呼気中メタン、二酸化炭素濃度の同時測定技術を開発するとともに、呼気濃度データを自動解析するアプリケーションを開発し、測定可能施設や頭数を飛躍的に増加させた。また、呼気ガス測定値と体重等を用いたメタン排出量推定式の改良により、評価可能な牛種別を拡大した。さらに乳牛では牛群検定記録を用いてメタン排出量を推定する手法を開発し、これを用いることにより大規模なメタン排出量データの取得が可能となった。開発された測定手法を用いて得られた乳牛および肉用牛のメタン関連形質の遺伝的パラメータ解析結果は低メタン育種の事業化に不可欠である。さらに、開発された評価手法を用いてメタン削減資材の効果を評価する手法を明らかにしており、これらの成果は家畜育種および飼料によるメタン排出削減技術開発に貢献する。

小課題Ⅱ: 乳牛(泌乳前期)における排せつ窒素量を4割以上削減するアミノ酸バランス改善飼料を開発すると共に、採卵鶏(育成期)において排せつ物の堆肥化からの $N_2O$ を半減する飼料を開発し、それぞれ農家実証においても窒素排せつ量の削減を確認した。豚ふんの堆肥化では $N_2O$ の代替物質を指標とした資材添加による $N_2O$ の削減可能性を明らかにした。曝気制御による汚水浄化処理からの $N_2O$ 削減では、 $N_2O$ を半減する曝気方法を明らかにし、実規模排水処理施設で $N_2O$ を測定する手法を確立した。

小課題Ⅲ: バイオ炭を添加して堆肥化することにより、乳牛ふんの堆肥化過程からのGHG排出量削減と完成堆肥の施用時に炭素貯留によるGHG吸収効果を明らかにした。バイオ炭の取組で得られるカーボンクレジットは高額で取引されているため、経済効果も高い。また、繋ぎ飼いに対応したセミ乾式メタン発酵法について前処理方法と運転方法を確立すると共に、発酵残さである消化液からGHG排出量が低く衛生的な敷料を生産できることを示し、GHG削減効果の高いメタン発酵の適用範囲を拡大した。さらに、本プロジェクトで開発された緩和技術を組み合わせることで導入した畜産システムのGHG削減効果を評価し、まず酪農について30%以上経営体からのGHG排出量を削減できることを示した。

(1) 研究成果の意義

※評価項目1関連

## 4-2. 研究課題の詳細

課題名: 畜産からのGHG排出削減のための技術開発(終了) (令和4~8年度)

### 小課題Ⅰ:

#### 【最終の到達目標】

- ①アウトプット目標: メタン測定マニュアルの公表
- ②達成度: 100%
- ③達成可能性とその根拠: ロードマップの計画どおり最終年度に公表する。

- ①アウトプット目標: 1世代あたりMCF改良量3.7%の提示
- ②達成度: 100%
- ③達成可能性とその根拠: ロードマップの計画どおり最終年度に提示する。

- ①アウトプット目標: 搾乳牛における推定メタン排出量の乳検成績表への記載
- ②達成度: 100%
- ③達成可能性とその根拠: 牛群検定システム改修は終了した。今後プロジェクトで得られたすべてのデータを用いてメタン排出量推定式の改良を行うとともに、公表方法を検討することにより公表を目指す。

### 小課題Ⅱ:

#### 【最終の到達目標】

- ①アウトプット目標: 排せつ物管理からの $N_2O$ を30%削減する技術の開発
- ②達成度: 100%
- ③達成可能性とその根拠: 汚水浄化処理に関して、小型曝気槽において $N_2O$ を半減する曝気方法を明らかにした。

### 小課題Ⅲ:

#### 【最終の到達目標】

- ①アウトプット目標: 炭素貯留効果も含めて排せつ物管理・利用からのGHGを35%削減する技術の開発
- ②達成度(終了時の見込み): 100%
- ③達成可能性とその根拠: 現時点までのバイオ炭添加堆肥化試験および草地・飼料畑への施用試験において、排せつ物管理・利用由来GHG排出量の40%以上にあたる削減量・炭素貯留量が得られている。

- ①アウトプット目標: 1経営体からのGHG排出量を30%削減することが可能な畜産システムの提示
- ②達成度: 100%
- ③達成可能性とその根拠: 現時点でのLCAによる評価で、酪農に緩和技術を導入した場合のGHG排出量は慣行比で31.4%低いという暫定結果が得られており、目標の達成は十分に可能である。

(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

※評価項目2関連

※上記の削減目標は、生産量が同一であることを前提としている

## 4-3. 研究課題の詳細

課題名: 畜産からのGHG排出削減のための技術開発(終了) (令和4~8年度)

<p>(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</p>	<p>①アウトカム目標: 乳用牛群検定情報をメタン予測に活用するとともに、検定結果に加えメタン排出量の情報も酪農家にフィードバックして低メタン産生牛の増加を目指す。</p> <p>②達成可能性とその根拠: 乳用牛群検定システムの改修は実施しており、ロードマップ上、実証を経て公表することになっている。</p> <p>③アウトカム目標の達成に向けた取組: 乳用牛群検定実施主体である家畜改良事業団と実装に向けた取組を進めている。</p> <p>①アウトカム目標: 肉牛において都道府県における直接検定にあわせてメタン関連形質評価の実証を行い、メタン排出育種価を公表し、評価法を全国へ普及させるよう努める。</p> <p>②達成可能性とその根拠: 直接検定を想定したメタン関連形質の測定手法は確立されており、直接検定牛の測定を経て公表することとなる。</p> <p>③アウトカム目標の達成に向けた取組: 直接検定の実施主体である育種事業者と実装に向けた取組を進めている。</p> <p>①アウトカム目標: N<sub>2</sub>O削減のためのIoTセンシングシステムを企業と共同で開発し、製品化を目指す。</p> <p>②達成可能性とその根拠: N<sub>2</sub>O削減のためのIoTセンシングシステム(BOD監視システム)を企業と共同で開発中であり、R10年度を目処に上市する予定である。</p> <p>③アウトカム目標の達成に向けた取組: BOD監視システムはプロジェクト終了後も現場での実証試験を継続しながら改良を進め、製品化を目指す。得られた成果を広く公表し有効なGHG削減手法として周知するとともに、普及機関と連携して社会実装を進める。</p>
<p>※評価項目3関連</p>	<p>①アウトカム目標: バイオ炭混合堆肥、乾式メタン発酵は、J-クレジット制度を活用して普及を目指す。開発した技術の利用により、J-クレジットにおいて739千t-CO<sub>2</sub>換算/年、11.8億円/年の市場が形成。</p> <p>②達成可能性とその根拠: それぞれの導入対象である酪農および北海道の繋ぎ飼い酪農に対して、10%の農家に導入することで目標を上回る67.7億円/年の市場が形成されると見込まれ、達成は十分可能である。</p> <p>③アウトカム目標の達成に向けた取組: 特にバイオ炭のJ-クレジットが高価格で取引されており、経営メリットへの寄与を中心に周知して普及を図る。</p> <p>④成果の他分野等への貢献: GI基金事業ではバイオ炭の製造コスト低減の取組が行われており、本成果によるバイオ炭の利用拡大を通じてスケールメリットによるさらなるコスト低減と利用拡大の好循環が期待される。</p>
<p>(4) 研究推進方法の妥当性</p>	<p>①研究計画: 測定データの充実を目的とした共同研究機関の追加、また得られた成果に対応する普及・実用化支援組織の追加など、研究の進展に応じて見直しを図っており、適切な計画となっている。</p> <p>②研究推進体制: 体制図に記載のとおり、農研機構を中心に、特にウシからのメタンについて多くの測定が必要となる小課題1において多くの公設試等機関が共同研究機関として参画し、協力して実施している。また成果の速やかな普及に向けて民間企業等の普及・実用化支援組織も参画しており、適切な体制となっている。</p> <p>③予算配分: プロジェクト前半ではGHGの測定に必要な分析装置の購入等に予算を多く配分し、一方、後半では実証試験への予算配分を多くするなど、進捗状況に応じて重点化しており、適切な予算配分となっている。</p>
<p>※評価項目4関係</p>	

# 5. ロードマップ

課題名: 畜産からのGHG排出削減のための技術開発(終了) (令和4~8年度)

既往成果 (知見)	委託プロジェクト(令和4~8年度)					実証 (9年度~)		産業利用 (11年度~)
	令和4年度	5年度	6年度	7年度	8年度 アウトプット	9年度	10年度	15年度 アウトカム
<b>小課題Ⅰ</b> スニファー法による搾乳牛用メタン推定式を開発	家畜呼気の効率的測定・解析技術 飼養成績を用いたメタン排出算出式の精度向上(肉牛) 脂肪酸組成を用いたメタン排出量算出式の開発(乳牛)	メタン簡易測定手法の開発	メタン簡易測定手法の評価 メタン関連指標の遺伝的パラメータの推定	メタン簡易測定手法の実証 低メタン排出牛の評価	育種による抑制効果の評価(肉牛) 推定メタン排出量の乳検成績表への記載実証と総合指標の提案(乳牛)	・呼気ガス測定システム製品化のための企業探索 ・搾乳牛における推定メタン排出量の乳検成績表への記載実証 ・メタン削減資材評価方法を用いた資材探索		・呼気ガス測定システムの製品化 ・推定メタン排出量の乳検成績表での公表 ・乳牛において1世代あたりメタン転換係数改良量3.7%を達成 ・育種改良・メタン削減資材の利用によるGHG削減への貢献 ・J-クレジット制度を活用したGHG削減技術の普及により、73億円/年の市場が形成 ・上記技術の普及により、GHG削減に関する政府目標および農水省温対計画の目標達成に貢献
<b>小課題Ⅱ</b> アミノ酸バランス飼料を乳用種肉用牛等で開発	泌乳前期乳牛・育成期採卵鶏において生産性に影響せず窒素排せつ量低減可能なCP水準の検討 堆肥化におけるN <sub>2</sub> O発生のセンシング・可視化方法の開発 汚水浄化処理におけるN <sub>2</sub> O排出量の少ない条件の検討		乳牛での繁殖性への影響の検討 産卵成績への影響およびGHG削減効果の検証 堆肥化からのN <sub>2</sub> O発生を低減する亜硝酸酸化細菌法の開発と検証	開発したアミノ酸バランス改善飼料の農家実証試験での効果の検証 N <sub>2</sub> O排出量の少ない曝気制御のIoTセンシングシステムへの実装	・J-クレジット方法論の改定 ・浄化処理N <sub>2</sub> Oを削減するIoTセンシングシステムの上市			
<b>小課題Ⅲ</b> 有機物施用によるGHG排出量の定量化 畜産経営体からのGHGを評価するモデル	堆肥化におけるバイオ炭添加によるGHG削減ポテンシャルの検討 セミ乾式メタン発酵における前処理の検討および消化液由来敷料生産の環境面・衛生面の評価 最新データを用いた畜産環境モデルの構築		バイオ炭添加堆肥による土壌への炭素貯留効果を含めたGHG削減効果の検証 乾式メタン発酵の試験プラントを用いた運転条件の確立および消化液由来敷料生産の環境負荷低減効果の検証 本課題で開発された緩和技術のGHG削減効果の評価	バイオ炭添加堆肥によるGHG削減効果の提示 緩和技術を組み込んだ畜産システムの評価によるGHGを30%削減する畜産システムの提示		【普及・実用化に向けた推進策】 ・メタン測定マニュアルを用いた講演、普及誌寄稿等による育種事業者・生産者の理解醸成 ・開発技術の利用希望者への支援 ・J-クレジット制度を活用した普及		

# 6. 体制図

課題名：畜産からのGHG排出削減のための技術開発（終了）（令和4～8年度）



# 7. 評価

課題名: 畜産からのGHG排出削減のための技術開発(継続) (令和4~8年度)

## 【項目別評価】

評価項目名	ランク (S、A、B、C)
1. 社会・経済の諸情勢の変化を踏まえた研究の必要性	A
2. 研究目標(アウトプット目標)の達成度及び今後の達成可能性	A
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道筋(ロードマップ)の妥当性	A
4. 研究推進方法の妥当性	A

## 【総括評価】

1. 委託プロジェクト研究課題全体の実績に関する所見	ランク (A~C)
・畜産由来GHG排出削減という国家的課題に対し、複数技術を統合した研究基盤を構築するとともに、実装を見据えた知見を着実に蓄積しており、高く評価できる。	A
2. 今後検討を要する事項に関する所見	
・現場導入に当たっては、複数技術を組み合わせた場合の効果的な技術構成、普及組織等との連携方法あるいは導入技術の優先順位や技術導入の進め方等についても引き続き検討していただきたい。 ・国内に広く裨益するにもかかわらず、畜産現場での技術であるということをもって一方的に生産者に負担させない仕組みとして、例えば、J-クレジットなどの短期的な活用に加え、長期的な価格調整の仕組み等も併せて検討していただきたい。	

# 8. 用語集

課題名：畜産からのGHG排出削減のための技術開発(終了)（令和4～8年度）

用語	用語の意味	頁等 該当箇所
カーボンニュートラル	二酸化炭素をはじめとする温室効果ガスの排出量から、森林などによる吸収量を差し引いて、合計を実質ゼロとすること。	1
温室効果ガス（GHG）	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。人間活動によって増加した主な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
アミノ酸バランス改善飼料	飼料全体のタンパク質含量を減らし、不足するアミノ酸（リジンなど）を飼料添加物として補充した飼料のこと。この飼料を給与することにより、家畜の生産性に影響を与えることなく、家畜排せつ物中に含まれる窒素に加え、排せつ物処理で発生する一酸化二窒素を削減することが可能。	1
バイオ炭	バイオマス（生物由来の有機物）を燃焼しない水準に管理された酸素濃度の下、350℃超の温度で加熱して作られた固形物（2019年IPCC改良ガイドラインに基づく）。バイオ炭の原料になるバイオマスとしては木材、家畜ふん尿、草本、もみ殻、木の実、下水汚泥由来のものなどがある。土壌中でも分解されにくいいため、効率の良い炭素貯留（吸収源対策）の技術であり、また、農地に施用することで、土壌の通気性や透水性・保水性、pH矯正等土壌改良効果も見込まれる。	1
（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一方、還元する圃場の確保等が課題。	1
牛群検定	農家の飼養する乳用牛（搾乳牛）の全頭について、個体ごとに泌乳量、乳成分率等を測定・記録し、その結果を低能力牛の淘汰や飼養管理の改善などに活用することにより、酪農経営における生産性の向上を図ることを目的とした検定方法。	2
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、吸収に取組む者）はクレジット売却益を受け取るほか、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。 この制度を活用したプロジェクトを実施するため、技術ごとにプロジェクトの適用範囲、排出削減・吸収量の算定方法及びモニタリング方法などを規定する方法論が必要。現在、畜産・草地関係の方法論としては、「牛・豚・ブロイラーへのアミノ酸バランス改善飼料の給餌」「家畜排せつ物管理方法の変更」「バイオ炭の農地施用」「肉用牛へのバイパスアミノ酸の給餌」等がある。	2
BOD	生物化学的酸素要求量。水中の有機物が微生物の働きによって分解されるときに消費される酸素の量のこと。河川の有機汚濁を測る代表的な指標。BODは、Biochemical Oxygen Demandの略。	2

## 1. 研究課題の概要

課題名: 和牛肉の持続的な生産を実現するための飼料利用性の改良(継続)(令和6~8年度)

食料安全保障強化研究

研究期間: 令和6年度~8年度  
令和8年度予算概算決定額: 36(40)百万円

### (4) 和牛肉の持続的な生産を実現するための飼料利用性の改良【新規】

- ▶ 我が国の畜産は海外の濃厚飼料に大きく依存しており、今後、国内で持続的に和牛肉の生産を行うためには、飼料費削減にむけた技術の開発が求められている。
- ▶ そこで、飼料利用能力の高い和牛個体を育種し、国産飼料を基盤とした和牛肉生産体系の構築を進め、みどりの食料システム戦略で目指す「地球にやさしいスーパー品種等の開発・普及」に貢献する。

#### 目標達成に向けた現状と課題

- 和牛の肉量・肉質の育種は進んだものの、配合飼料価格が高騰している中、飼養コストを削減するために、飼料利用性を向上させる育種をしてほしい



飼料価格の高騰

生産コストの増大



採食の様子

#### 必要な研究内容

- 飼料利用性が高く肥育期間短縮を可能とする育種改良に必要な選抜指標と、農家での出荷時期を適性に判断するための評価指標を開発。

個体ごとの飼料摂取量の測定  
による選抜に適した指標の開発



飼料摂取量の計測

#### 社会実装の進め方と期待される効果

- 開発した指標を活用して、飼料利用性向上や肥育期間短縮を行っても十分な格付けでの出荷が可能

- 令和15年までに飼料費の1割削減を実現し、国産飼料を基盤とした和牛肉生産体系を構築



# 2. これまでの成果と今後の方針

課題名：和牛肉の持続的な生産を実現するための飼料利用性の改良（継続）（令和6～8年度）

## <研究概要>

近年の飼料価格高騰により、和牛生産においては生産性を維持した上での飼料費の削減が求められている。そこで、飼料利用性が高く、短期肥育を可能とする育種改良に必要な選抜指標の開発と、生産現場で短期肥育での出荷に適した和牛を選定するための評価指標の開発を行うため、本研究を実施した。

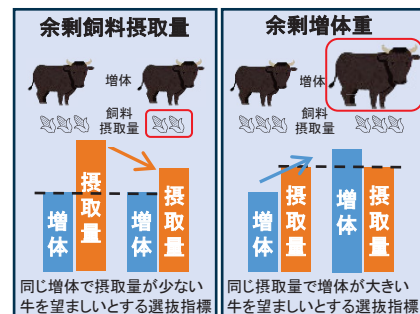
## 小課題Ⅰ：飼料利用性改良のための直接選抜指標の確立と応用

### <これまでの成果>

- ・肥育期間中の和牛の飼料摂取量記録を利用した選抜指標（直接選抜指標）のうち、余剰飼料摂取量および余剰増体重に基づいて種雄牛を選抜することで、少ない飼料で大きく育つ（飼料利用性の高い）牛が増え、飼料摂取量を削減できることを明らかにした。
- ・肥育前期（10～18か月齢時）の体重や体尺形質を用いて余剰増体重を改良できることを明らかにした。

### <アウトプット目標及び達成度>

- ・飼料利用性の直接選抜指標を1件開発することを目標とし、80%達成済み。



## 小課題Ⅱ：枝肉データベースを活用した飼料利用性の選抜指標及び短期肥育選抜指標の開発

### <これまでの成果>

- ・全国の和牛枝肉記録を用いて、飼料利用性および短期肥育適性を改良できる間接選抜指標を開発し、これらの指標を種雄牛造成に活用した場合の飼料費削減効果を明らかにした。

### <アウトプット目標及び達成度>

- ・飼料利用性および短期肥育適性の間接選抜指標をそれぞれ1件開発することを目標とし、90%達成済み。



測定困難な飼料摂取量等の飼養成績データの代わりに、全国で収集できる枝肉形質を活用し、全国の公設試等で種雄牛造成に利用できる選抜指標を開発

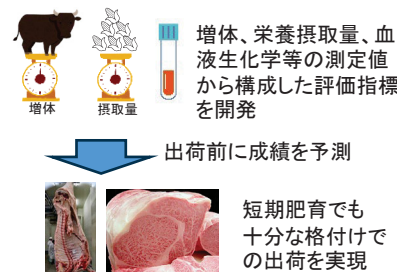
## 小課題Ⅲ：短期肥育への適性として利用できる評価指標の開発

### <これまでの成果>

- ・出荷直前の体重、体尺、グルコースやガンマGTPなどの血液生化学の測定値が短期肥育で出荷した場合の枝肉成績と関連があることを明らかにした。

### <アウトプット目標及び達成度>

- ・種々の短期肥育試験を実施して、短期肥育での出荷に適した牛を選定するための評価指標を1件提示することを目標とし、70%達成済み。



### <アウトカム目標及び達成に向けた取組>

本プロジェクトで開発された選抜指標を活用した育種改良および評価指標を活用した出荷時期管理に取り組むことにより、令和15年までに和牛生産における飼料費の1割削減を実現する。

### <社会実装に向けた取組方針>

本プロジェクトで開発された飼料利用性の直接選抜指標を家畜改良センターで、また飼料利用性および短期肥育適性の間接選抜指標を全国の公設試験場や民間事業体で、それぞれ種雄牛造成に活用することで、飼料利用性および短期肥育適正に優れた和牛が増加し、肥育農家での飼料費削減につながる。併せて、農家において、開発した評価指標に基づき出荷時期を適性に判断することで、短期肥育でも十分な格付けでの出荷が実現可能となる。

### 3. 研究課題の全体概要

課題名: 和牛肉の持続的な生産を実現するための飼料利用性の改良(継続)(令和6~8年度)

研究開発官等名	畜産局畜産振興課、農林水産技術会議事務局研究統括官室
連携する行政部局	畜産局畜産振興課(技術第1班)、農林水産技術会議事務局研究統括官室
研究期間	R6~R8年度(3年間)
総事業費	1.2億円(見込)
研究開発の段階 (該当するものに☑)	1. 基礎段階☑    2. 応用段階☑    3. 開発段階☑
研究課題の概要	<p><b>【全体の概要】</b> 近年の飼料費高騰により、和牛生産においては生産性を維持した上での飼料費の削減が求められている。そのため、飼料利用性が高くまた短期肥育を可能とする育種改良に必要な選抜指標の開発と、農家での出荷時期を適性に判断するための評価指標の開発を行っている。これらの開発した指標を活用して育種改良を行うことで、令和15年までに和牛生産における飼料費を1割削減することを目標として実施している。</p> <p><b>【課題一覧】</b></p> <p>小課題I 飼料利用性改良のための直接選抜指標の確立と応用(R6~8年度)</p> <ul style="list-style-type: none"><li>・飼料利用性の直接選抜指標の評価法を確立。</li><li>・体尺・行動形質を用いた間接選抜法を確立。</li></ul> <p>小課題II 枝肉情報データベースを活用した飼料利用性選抜指標および短期肥育選抜指標の開発(R6~8年度)</p> <ul style="list-style-type: none"><li>・枝肉情報データベースを活用した飼料利用性選抜指標を開発。</li><li>・枝肉情報データベースを活用した短期肥育選抜指標を開発。</li></ul> <p>小課題III 短期肥育への適性として利用できる評価指標の開発(R6~8年度)</p> <ul style="list-style-type: none"><li>・短期肥育試験データを用いた候補指標の探索。</li><li>・短期肥育における候補指標を検証。</li></ul>

## 4-1. 研究課題の詳細

課題名: 和牛肉の持続的な生産を実現するための飼料利用性の改良(継続)(令和6~8年度)

和牛肉のさらなる輸出拡大を図るため、和牛の生産基盤強化がすすめられているが、農業労働人口の減少や飼料費高騰などから和牛生産を取り巻く環境は厳しいのが現状である。飼料費については、令和6年度の去勢若齢肥育牛1頭あたりの生産費(約140万円)のうち、素畜費の52.0%(約71万円)に次ぐ34.9%(約48万円)(農林水産省、令和6年度「畜産物生産費統計」)となっており、飼料費の抑制が持続的な牛肉生産の実現には重要である。

これまで、短期的に飼料費を抑制する方法として様々な飼料給与技術の開発が行われ実用化に至っているが、育種改良による飼料利用性の向上や肥育期間の短縮による飼料費の削減については、肥育期間(10か月齢から29か月齢)が長期に渡り、個体ごとに体重や飼料摂取量などのデータを大規模に収集するのが困難であったため、研究が進められてこなかった。しかしながら、育種改良による飼料摂取量低減へのアプローチは国内で飼養している和牛全体に及ぶため、波及効果が大きい。

これらを踏まえ、本研究では肥育期間における飼料利用性を効果的に育種改良するため、体重や飼料摂取量などの測定値を直接利用した直接選抜指標を開発する。次に、体重や飼料摂取量などは一般に測定困難であるため、それらの代わりとして全国で広く収集されている枝肉情報データを用いて飼料利用性および短期肥育の間接選抜指標を開発する。さらに、短期肥育適性のある肥育牛を適切な時期に出荷するため、血液生化学測定値などから出荷前に枝肉成績を予測できる評価指標を開発する。これらの成果により、体重や飼料摂取量などを測定できる機関では直接選抜指標、それ以外の全国の民間事業者や公設試などでは間接選抜指標を活用して種雄牛を選抜することによって、飼料利用性や短期肥育適性の改良を加速できる。加えて、生産現場である肥育農家では、選抜指標による種雄牛の改良によってわが国の肥育牛全体の飼料利用性の能力が底上げされるとともに、短期肥育適性の評価指標を活用することで短期肥育適性のある肥育牛が十分な格付けとなった段階ですぐに出荷できるため、早期出荷を加速できる。

以上により、飼料利用性や短期肥育の育種改良に貢献するとともに肥育農家における飼料費低減に寄与する本プロジェクトの成果の独創性、実用性は研究開始時を上回ると認められ、意義は非常に高い。

(1) 研究成果の意義

※評価項目1関連

## 4-2. 研究課題の詳細

課題名: 和牛肉の持続的な生産を実現するための飼料利用性の改良(継続)(令和6~8年度)

課題名: 和牛肉の持続的な生産を実現するための飼料利用性の改良

### 【最終の到達目標】

- ①アウトプット目標: 令和15年までに和牛生産における飼料費を1割削減する技術を開発
- ②達成度: 飼料利用性改良のための直接選抜指標と間接選抜指標をそれぞれ1件以上開発しており、その指標を活用して改良センターや民間、公設試等で飼料利用性が高い種雄牛の育種改良に取り組むことが可能である。達成度は小課題ⅠからⅢを平均して80%である。
- ③達成可能性とその根拠: 引き続きデータを蓄積することにより、より精度の高い選抜指標の開発が可能となり、飼料利用性の改良によって飼料費1割削減の目標が達成できる。

小課題Ⅰ: 飼料利用性改良のための直接選抜指標の確立と応用

### 【最終の到達目標】

- ①アウトプット目標: 肥育期間中の飼料摂取量および体重記録を用いて、飼料摂取量が少なく増体が多い個体群へと選抜できるよう、両形質間の相関関係を考慮した飼料利用性の直接選抜指標を開発。肥育農家で容易に測定できる体尺・行動形質を用いた飼料摂取量の間接選抜法を提示。
- ②達成度: 達成目標である飼料利用性改良のための直接選抜指標と間接選抜指標をそれぞれ現時点で1件開発済み。行動形質による飼料利用性の選抜指標は開発中であり、現時点で80%の達成度である。
- ③達成可能性とその根拠: 余剰飼料摂取量および余剰増体重という2つの直接選抜指標による改良によって産肉形質に悪影響なく飼料摂取量を削減できること、10~18か月齢の体重や体尺形質が余剰増体重の間接選抜指標になりうることを明らかにしており、目標は予定通り達成できる見込み。

小課題Ⅱ: 枝肉情報データベースを活用した飼料利用性選抜指標および短期肥育選抜指標の開発

### 【最終の到達目標】

- ①アウトプット目標: 枝肉情報データベースを用いた飼料利用性および短期肥育の間接選抜指標を開発
- ②達成度: 達成目標である飼料利用性および短期肥育の間接選抜指標をそれぞれ1件開発済み。現時点で90%の達成度である。今後は更なるデータの蓄積と開発を行う。
- ③達成可能性とその根拠: 飼料利用性と短期肥育の間接選抜指標をそれぞれ1件開発するとともに、これらの間接選抜指標を活用して育種改良した場合の飼料費削減効果を試算しており、目標は予定よりも早く達成できる見込み。

小課題Ⅲ: 短期肥育への適性として利用できる評価指標の開発

### 【最終の到達目標】

- ①アウトプット目標: 短期肥育試験を実施して、短期肥育での出荷に適した肥育牛を選定するための評価指標を開発
- ②達成度: 達成目標である短期肥育に対する適性を評価する指標を検証中。現時点で70%の達成度である。
- ③達成可能性とその根拠: 和牛の枝肉成績と短期肥育で関連のある候補指標を複数検出しており、また種々の短期肥育試験によるデータ収集も順調であるため、目標は予定通り達成できる見込み。

(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

※評価項目2関連

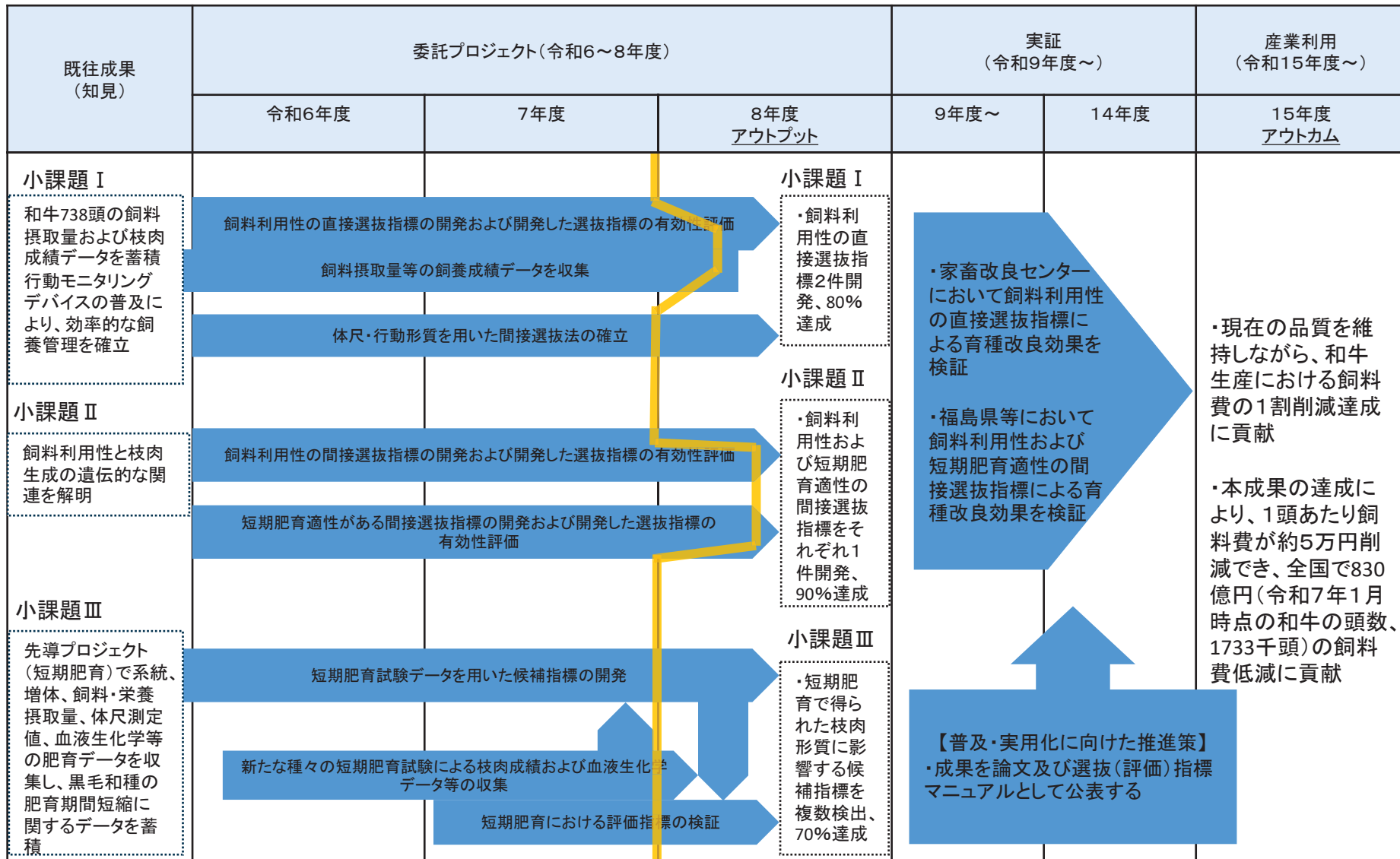
## 4—3. 研究課題の詳細

課題名：和牛肉の持続的な生産を実現するための飼料利用性の改良(継続)(令和6～8年度)

<p>(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</p> <p>※評価項目3関連</p>	<p>①アウトカム目標:開発した選抜指標を活用した育種改良および短期肥育に適した評価指標を活用することにより、令和15年までに和牛生産における飼料費を1割削減。</p> <p>②達成可能性とその根拠:現時点で飼料利用性の直接選抜指標を2件、飼料利用性および短期肥育適性の間接選抜指標をそれぞれ1件ずつ開発しており、間接選抜指標については全国で育種改良に活用することで令和14年度までに肥育農家での飼料費を約1.4%～12.6%低減できる試算となっている。令和8年度はさらにデータを追加してこれまでに開発した選抜指標の精度を高めるとともに、選抜指標を育種改良に活用した場合は、ロードマップ上令和15年までに和牛生産における飼料費をどの程度削減できるかを明らかにする。また、短期肥育適性の評価指標についてはこれまでに検出した有望な指標に加えて血漿中アミノ酸含量測定を実施して測定項目を増やし、精度の高い評価指標を開発し、その有効性を短期肥育試験で実証する予定である。選抜指標による改良で遺伝的な能力を底上げするとともに、短期肥育の評価指標を肥育農家で活用することで個体ごとに適した肥育期間で出荷できるようになり、飼料費の削減を加速できる。以上から、アウトカム目標は予定通り達成できる可能性が高い。</p> <p>③アウトカム目標の達成に向けた取組:研究成果はすべて論文及び選抜(評価)マニュアルとして公表する取組を進めており、家畜改良センターあるいは各都道府県における公設試において飼料利用性や短期肥育の育種改良に貢献することにより、飼料コスト低減と実装にむけた取組を進める予定である。</p> <p>④成果の他分野等への貢献(※該当の取組がある場合にのみ記載):</p>
<p>(4) 研究推進方法の妥当性</p> <p>※評価項目4関係</p>	<p>①研究計画:小課題1および小課題2については、飼料利用性の直接選抜指標と間接選抜指標を開発し、それぞれの選抜指標で改良した場合の飼料費削減効果を明らかにすることを目的としており、当初の予定通り進捗している。一方で、小課題3については短期肥育適性を判定する評価指標の開発については更なる調査が必要であることから、調査項目を増やして指標を探索する予定である。これらは、目標達成のための適切な計画となっている。</p> <p>②研究推進体制:体制図の通り、小課題1と2で実施している飼料利用性の直接選抜指標および間接選抜指標の開発には、代表機関である農研機構畜産研究部門と東北大学、家畜改良センターが連携して実施している。農研機構は、AI研究用パソコン「紫峰」や、各地域に牛舎設備が整っている。東北大学は育種の統計遺伝学に関する豊富な研究実績を有し、飼料利用性に関する選抜指標を検討する機関として最適の研究機関である。また家畜改良センターは、黒毛和種の枝肉形質について全国規模のデータを収集しており、育種改良業務に精通していることに加え、牛舎設備が整っていることから、東北大学と同様、選抜指標の開発に必要な不可欠である。一方で、小課題3では、代表機関である農研機構と福島県総合農業研究センターが連携して行っているが、福島県はこれまで多数の和牛肥育試験を実施しており、短期肥育の試験についても実績があることから、短期肥育適性について検証する本研究を遂行するに不可欠な機関である。以上から、すべての小課題において研究推進において適切な対応となっている。</p> <p>③予算配分:研究は順調に進捗しており、現時点で平均80%の達成度である。肥育牛の飼料利用性の指標化については、家畜改良増殖目標(令和7年4月策定)にも定められており、飼料費低減に向けた育種改良手法としても重要であることから、研究の推進にあたって適切な予算配分となっている。</p>

# 5. ロードマップ

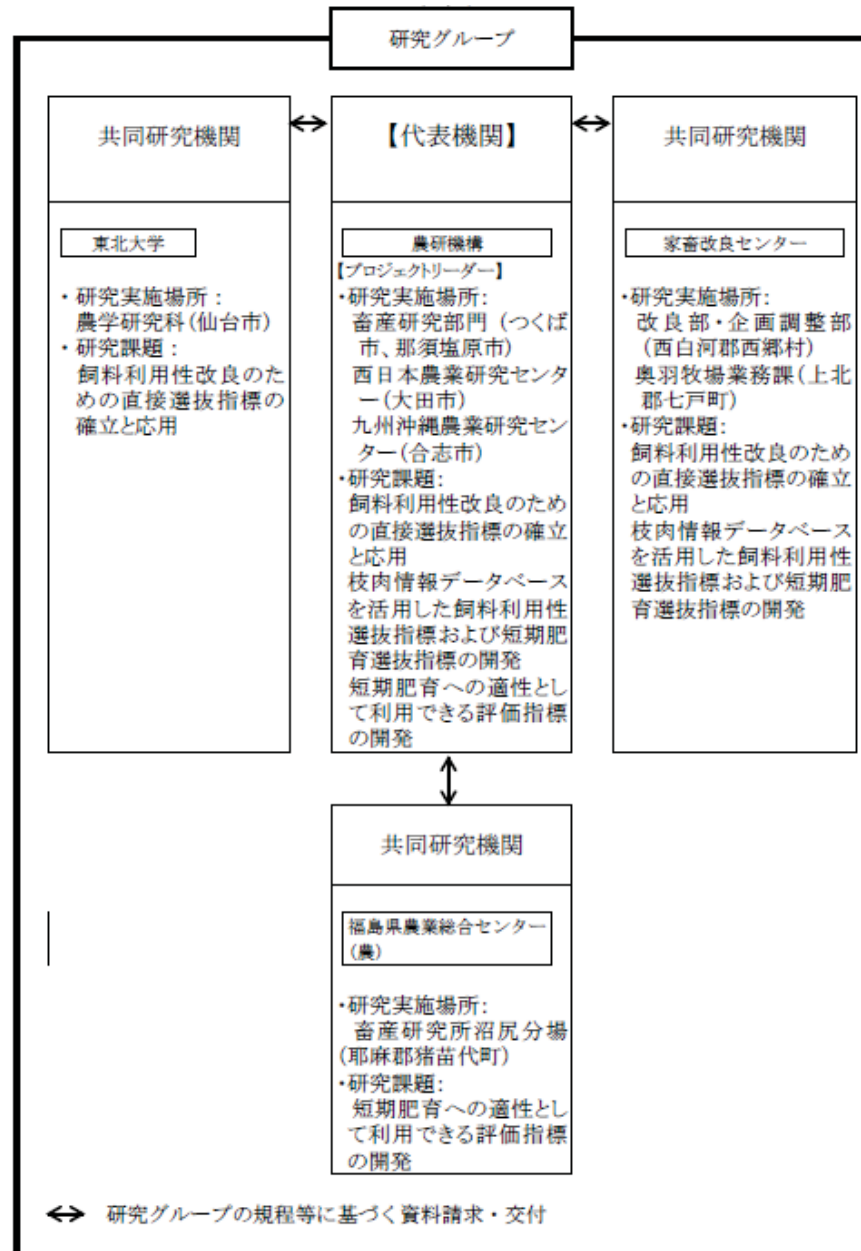
課題名: 和牛肉の持続的な生産を実現するための飼料利用性の改良(継続) (令和6~8年度)



進捗目標値に対する実際の進捗割合(目標値)小課題 I : 70%、小課題 II : 80%、小課題 III : 70%

# 6. 体制図

課題名：和牛肉の持続的な生産を実現するための飼料利用性の改良（継続）（令和6～8年度）



# 7. 評価

課題名: 和牛肉の持続的な生産を実現するための飼料利用性の改良(継続) (令和6~8年度)

## 【項目別評価】

評価項目名	ランク (S、A、B、C)
1. 社会・経済の諸情勢の変化を踏まえた研究の必要性	S
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	A
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道筋(ロードマップ)の妥当性	A
4. 研究推進方法の妥当性	A

## 【総括評価】

1. 委託プロジェクト研究課題全体の実績に関する所見	ランク (A~C)
・飼料費高騰という喫緊の課題に対し、育種改良と生産管理の両面から実効性のある技術基盤を構築しているという点で高く評価できる。	A
2. 今後検討を要する事項に関する所見	
・飼料利用性の改良により他形質の能力が低下することの無いよう、引き続き、包括的・遺伝的特性の評価を進めていただきたい。また、将来的にはゲノム育種などの適用も視野に入れた研究技術の開発の進展を期待している。	

## 8. 用語集

課題名:和牛肉の持続的な生産を実現するための飼料利用性の改良(継続)(令和6~8年度)

用語	用語の意味	頁等 該当箇所
飼料利用性	家畜が摂取した飼料をどれだけ効率的に成長や生産に変換できるかを示す指標。飼料利用性が高い牛は、少ない飼料で大きく育ち、肥育や生産性が向上する。	P1, 2, 3, 4, 5, 6, 7
短期肥育	短期肥育は、肉用牛の肥育期間を短縮して効率的な肉生産を目指す技術であり、その目的は肥育期間を短縮しながらも、肉質や枝肉重量を維持または向上させることである。短期肥育により、飼料費の削減や出荷頭数の増加が期待され、経済的な利益向上につながる。一般的な慣行肥育では出荷月齢を29~30ヶ月齢に設定しているのに対して、短期肥育では出荷月齢を24~26ヶ月齢に設定している。	P2, 3, 4, 5, 6, 7
直接選抜指標	改良対象の形質に関わる項目を測定し、その測定値を直接利用して選抜の指標としたもの。飼料利用性に関わる飼料摂取量に基づいて算出された余剰飼料摂取量や余剰増体重はいずれも直接選抜指標である。	P2, 3, 4, 5, 6, 7
余剰飼料摂取量	牛が摂取した飼料の量と、維持・増体に用いられた理論上の飼料の量との差で表され、増体量を維持しつつ飼料の摂取量を低減させることが可能な指標である。小さい値であるほど余分な飼料摂取量が少ないため、飼料利用性が高いことを意味する。	P2, 5
余剰増体重	実際の増体重から維持と消費に必要と期待される増体重(期待値)を差し引いた増体重であり、同じ量の飼料でどれだけ余分に体重が増えるかを表す指標である。大きい値であるほど余分に体重が増えるため、飼料利用性が高いことを意味する。	P2, 5
間接選抜指標	測定が困難な形質を選抜する場合、その形質と遺伝的に関連のある別の形質を選抜の指標としたもの。これは2つの形質間に遺伝的な関連があるときに一方の形質を選抜すれば他方の形質も間接的に変化することを利用している。飼料利用性を改良するためには飼料摂取量を測定する必要があるが測定が困難な形質であるため、本プロジェクトではその代用として全国で広く収集されている枝肉形質の測定値を利用する。	P2, 3, 4, 5, 6, 7
評価指標	出荷前の肥育牛から採材した血液生化学測定値等から当該牛の出荷時の枝肉成績を事前に予測したもの。肥育農家が飼育する肥育牛を短期肥育で出荷しても十分な枝肉成績を確保できるかどうかを評価するために利用する。	P2, 3, 4, 5, 6, 7

## 9. 参考資料

課題名: 和牛肉の持続的な生産を実現するための飼料利用性の改良(継続)(令和6~8年度)

(2) 学会等発表(口頭またはポスター)

整理番号	タイトル	発表者名	機関名	学会等名	発行年	発行月
1	黒毛和種肥育牛における余剰飼料摂取量および余剰増体量の有効利用方法の探索	竹田将悠規、上本吉伸、西尾元秀、一関可純、稲葉泰志、横山百合菜、石井和雄	家畜改良センター、東北大学、農研機構畜産研究部門	日本畜産学会第133回大会	2025	9
2	牛肉の保水力測定のプロセスで損失するのは水分だけか？ —未凍結サンプルでの検証—	櫻井宏樹、赤田花林、石田翔太、渡邊源哉、本山三知代、浅野敦之、中島郁世、佐々木啓介	農研機構畜産研究部門	日本食肉科学会第66回大会	2025	6

# 9. 参考資料

課題名: 和牛肉の持続的な生産を実現するための飼料利用性の改良(継続) (令和6~8年度)

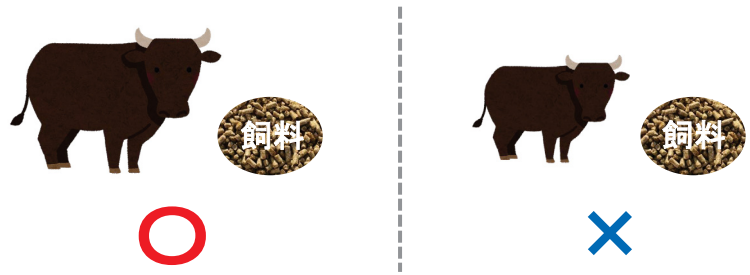
本研究課題の理解促進に資する資料: プロジェクト概要

肥育期の飼料利用性向上や肥育期間の短縮



肥育期の飼料費削減

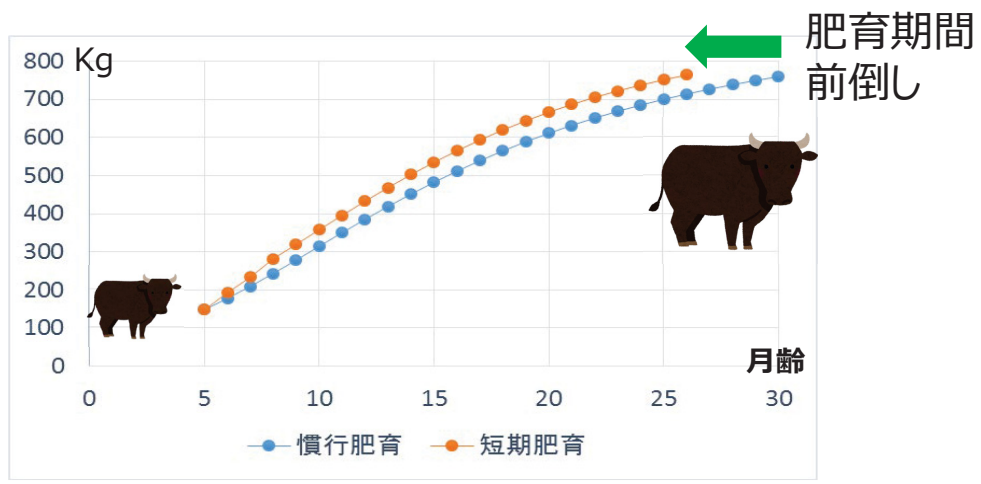
◆ 肥育期の飼料利用性の向上 少ない飼料摂取量で大きく育つ牛



育種のための指標を開発

- 飼料利用性の直接選抜指標の開発 (小課題 1 - 1)
- 飼料利用性の間接選抜指標の開発 (小課題 1 - 2、小課題 2 - 1)

◆ 肥育期間の短縮 同じ飼料摂取量で早く育つ牛



育種のための指標を開発

- 短期肥育適正の間接選抜指標の開発 (小課題 2 - 2)

管理のための指標を開発

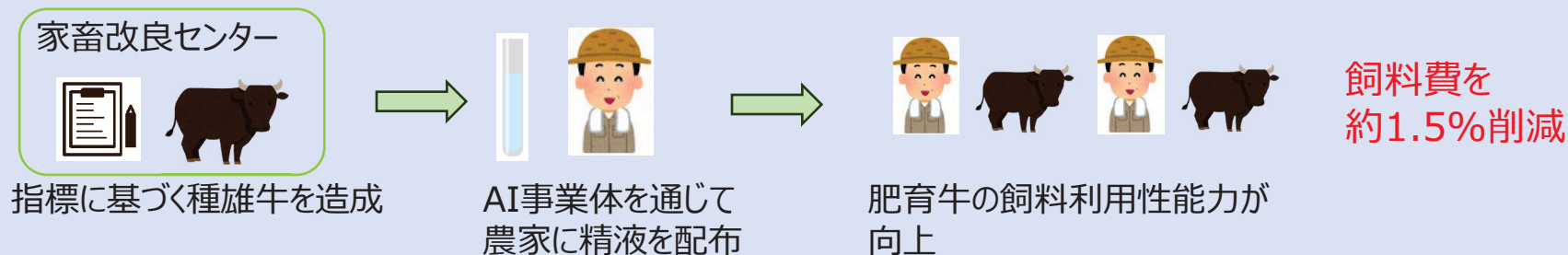
- 短期肥育適正の評価指標の開発 (小課題 3)

# 9. 参考資料

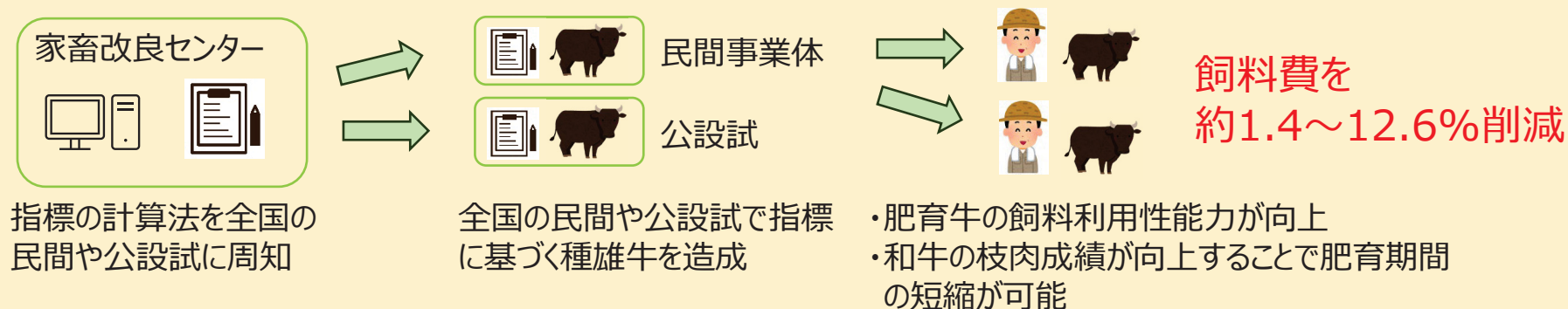
課題名: 和牛肉の持続的な生産を実現するための飼料利用性の改良(継続) (令和6~8年度)

本研究課題の理解促進に資する資料: 社会実装・実用化

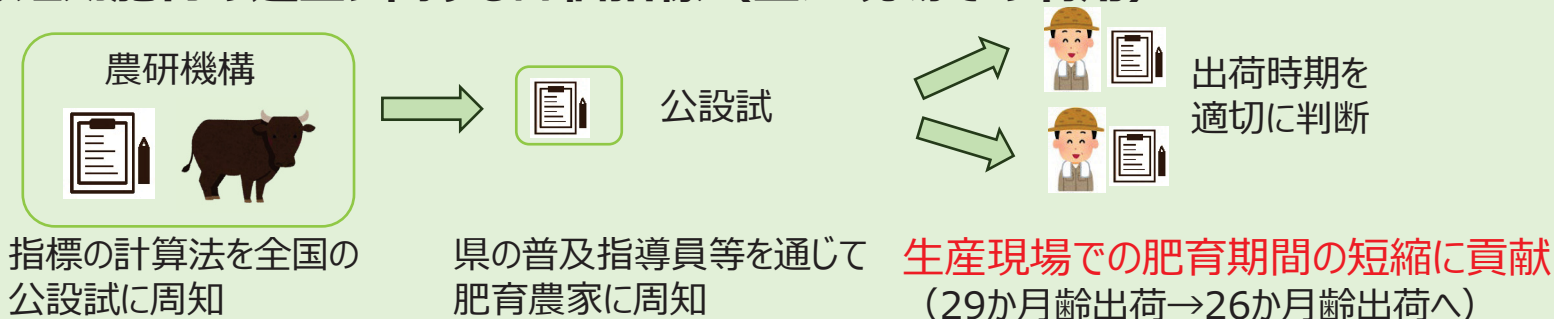
## ① 飼料利用性の直接選抜指標 (家畜改良センターでの種雄牛造成に利用)



## ② 飼料利用性および短期肥育の間接選抜指標 (民間や公設試での種雄牛造成に利用)



## ③ 短期肥育の適正に関する評価指標 (生産現場での利用)



# 委託プロジェクト研究課題評価個票(終了時評価)

## 1. 研究課題の概要

課題名: 昆虫(カイコ)テクノロジーを活用したグリーンバイオ産業の創出プロジェクト(継続)(令和4~8年度)

革新的技術創出研究

研究期間: 令和4年度~令和8年度  
令和8年度予算概算要求額: 58(65)百万円

### (2) 昆虫(カイコ)テクノロジーを活用したグリーンバイオ産業の創出プロジェクト

#### 背景と目的

- 輸入や有限な天然資源への依存を減らした持続可能な製品や原料の生産体制構築が喫緊の課題。
- この課題の解決に向け、国内地域資源である桑や未利用の食品副産物等を様々な有価物に変換する無二の国産バイオリクターとしてカイコの利用技術を高めてきたが、シルク回収後のサナギが大量に廃棄されている等、資源の損失が未だに大きいことが問題。
- そこで、ITを活用した昆虫デザイン技術等を駆使し、サナギの利活用技術の開発と実証、世界的に需要の見込まれる革新的なシルクの開発等を行い、桑や食品副産物等の資源を余すことなく効率的に活用するエコ養蚕システムを構築。
- 未利用資源を活用した新しいエコシステムの確立と普及を推進し、新しい市場の創出を実現。

#### 研究内容

##### ➤ ITを活用した養蚕業を変革するDXカイコの創出



- ☆ 遺伝子ネットワーク情報等を駆使した昆虫デザイン技術確立
- ☆ 環境負荷軽減や低コスト化に資するカイコの創出

##### ➤ 未利用サナギの利活用技術の開発と実証



- ☆ 飼料等への利用技術開発
- ☆ 栄養等コントロール技術の開発



##### ➤ 既存概念を打ち破る革新的なシルクの開発と実用化



- ☆ 革新的な高機能シルクの開発
- ☆ 成形加工等、新用途の開発



#### 到達目標

- 環境負荷軽減や低コスト化に資するカイコの創出(2種類以上)
- 飼料化等、サナギの利活用技術の実証(3地域以上)
- 新しい高機能シルクの開発(2種類以上)

#### 期待される効果

- 未利用資源由来グリーンバイオ製品市場の創出
- 天然資源への負荷を減らした持続可能な飼料等供給体制に貢献
- 成果普及に伴う桑園の拡大によるCO<sub>2</sub>吸収量増加

# 2. これまでの成果と今後の方針

## 課題名：昆虫(カイコ)テクノロジーを活用したグリーンバイオ産業の創出プロジェクト(継続)(令和4~8年度)

### <研究概要>

今後予想されている世界的な繊維不足や石油由来資源からの脱却に対応するため、繊維をはじめとした様々な素材・原料を生み出す国産バイオリクターであるカイコを用いて、桑や食品副産物などの、人の食料と競合しない国内資源を余すことなく活用したグリーンバイオ産業の創出を目指す。また、情報技術(IT)や最新の昆虫改良技術を駆使した革新的なカイコや高機能シルクの開発により競争力を高め、世界の人口増加とともに需要が高まる繊維市場を新たに獲得することで、日本のカイコ産業の生産・供給体制の拡大も目指す。

### 小課題Ⅰ：ITを活用した、養蚕業を変革するカイコの創出

#### <これまでの成果>

- ゲノム編集により、繭形質を向上させた耐暑性カイコと食性を向上させた耐暑性カイコを作出。
- 遺伝子組換えにより、栄養要求性等を改善したカイコを2種類作出。
- 市販飼料の約1/4までコストを抑制可能な2種類の人工飼料と、それに適合するカイコ1種類を開発。

#### <アウトプット目標及び達成度>

養蚕業を変革するカイコ2種類以上の作出を目標とし、既に5種類以上を作出しており、目標を上回る成果を得ている。



耐暑性カイコ「青白」の繭形質をゲノム編集で向上

繭の色付きが課題  
↓  
ゲノム編集  
↓  
白色化  
高品質



高価格の桑葉や造影剤を削減した低コスト人工飼料と、それに適合するカイコ

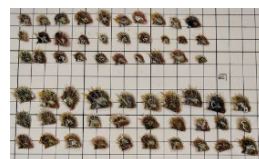
### 小課題Ⅱ：未利用サナギの利活用技術の開発と実証

#### <これまでの成果>

- サナギ含有成分の養殖魚・貝類等への高温耐性付与を解明し、飼料としての有用性を実証。
- サナギ発酵液の有効性等を確認し、化粧品利用への道筋を構築。
- 国内4拠点でのビジネスエコシステム実証を推進。

#### <アウトプット目標及び達成度>

サナギ利活用技術の確立と3拠点以上での実証を目標とし、飼料・化粧品分野で利活用技術をほぼ確立した。国内4拠点でサナギ利活用を含むビジネスモデル構築が着実に進展し、目標達成はほぼ確実である。



上:コントロール  
下:サナギ含有成分投与

アコヤガイ稚貝に対して高温温期(7~8月)における高温耐性を付与(生育促進)



サナギ発酵液を用いた化粧品の試作



鹿児島県の実証地(地域特性に適合したクワ品種を育成・登録)

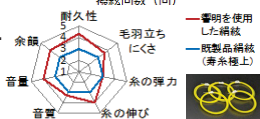
### 小課題Ⅲ：既存概念を打ち破る革新的なシルクの開発と実用化

#### <これまでの成果>

- 高強度シルク品種「響明」を育成し、農家での大規模生産を達成。高強度を活かした三味線用絹絨の販売を開始。
- 粉碎シルクによる環境浄化資材を開発し、企業と実証試験を展開。
- 加工性と保存性に優れた中分子量シルク粉末を開発し、シャンプー等の製品販売を達成。

#### <アウトプット目標及び達成度>

高機能シルク2種類以上の開発と生産実証を目標とし、4種類以上を開発中で、うち3種類は製品化に至り、目標を上回る成果を得ている。



「響明」を使用した生糸で、切れづらい絹絨を製品化



中分子量シルク粉末を配合したシャンプーとコンディショナー

#### <アウトカム目標及び達成に向けた取組>

令和14年度のアウトカム目標は、1)繭生産費を約2割削減(令和4年度比)、2)サナギの需要拡大と高付加価値化により、繭などの生産物の取引額約1.5倍向上(令和4年度比)、3)高機能シルク等による新市場獲得(最終的に年間200億円規模)である。1)については耐暑性等の革新的カイコと超低コスト人工飼料の導入、2)ではサナギの飼料・化粧品等への多角的活用の推進で目標達成を図る。これらにシルクの高付加価値化や用途開発、および生産拠点の拡大を統合することで、最終的な3)の市場獲得を実現する。

#### <社会実装に向けた取組方針>

コンソーシアムには普及機関として企業11社および自治体(群馬県)が参画し、研究成果を速やかに実用化へと繋げる体制を構築している。コンソーシアム外の企業との連携も強化し、サナギの飼料・化粧品利用や高機能シルクの用途開発等において、既に十数社の企業と具体的な連携・協議を推進中である。

### 3. 研究課題の全体概要

課題名: 昆虫(カイコ)テクノロジーを活用したグリーンバイオ産業の創出プロジェクト(継続)(令和4~8年度)

研究開発官等名	農林水産技術会議事務局研究開発官(基礎・基盤、環境)
連携する行政部局	農産局果樹・茶グループ、農林水産技術会議事務局研究企画課
研究期間	R4~R8年度(5年間)
総事業費	3.9億円(見込)
研究開発の段階 (該当するものに☑)	1. 基礎段階☑    2. 応用段階☑    3. 開発段階☑
研究課題の概要	<p><b>【全体の概要】</b> 我が国の課題の一つに天然資源の輸入に頼らない持続可能な物資の生産供給体制の構築がある。今後、予想されている世界的な繊維不足や石油由来資源からの脱却に対応するため、本事業では、繊維をはじめとした様々な素材・原料を生み出す国産バイオリクター(*1)であるカイコ(*2)を用いて、桑や食品副産物などの、人の食料と競合しない国内資源を余すことなく活用したグリーンバイオ産業の創出(エコ養蚕システムの構築)を目指す。また、情報技術(IT)や最新の昆虫改良技術を駆使した革新的なカイコや高機能シルクの開発により競争力を高め、世界の人口増加とともに需要が高まる繊維市場を新たに獲得することで、日本のカイコ産業の生産・供給体制の拡大も目指す。</p> <p><b>【課題一覧】</b> <u>小課題I: ITを活用した、養蚕業を変革するカイコの創出(令和4~8年度)</u> ITを活用したデータ駆動型のアプローチによって有用遺伝子を特定し、ゲノム編集技術(*3)などの遺伝子改変技術を活用して、広食性(*4)・耐暑性などの有用形質が付与された革新的なカイコの創出を目指す。さらに革新的なカイコへの適合性が高い低コスト人工飼料(*5)も同時に開発することで、早期の社会実装を促進する。 <u>小課題II: 未利用サナギの利活用技術の開発と実証(令和4~8年度)</u> カイコサナギの飼料等としての有用性に関わるデータを取得し、その結果を基に、採算性の見込める利活用法の開発を試みる。また、シルク回収後のサナギを資源として循環させる仕組みを構築し、実証試験を通して実用性を評価する。 <u>小課題III: 既存概念を打ち破る革新的なシルクの開発と実用化(令和4~8年度)</u> 従来のシルク繊維の国際的な価格競争から脱却可能な、高い需要の見込まれる革新的な高機能シルク繊維を開発する。また、繊維に限らない形態のシルク(非繊維シルク)の新用途も開発することで、様々なサナギ利用と組み合わせが容易な繭の利用方法も検討する。</p>

# 4-1. 研究課題の詳細

課題名: 昆虫(カイコ)テクノロジーを活用したグリーンバイオ産業の創出プロジェクト(継続)(令和4~8年度)

(科学的・学術的意義)

大規模な遺伝子発現データに基づくデータベース構築とネットワーク解析により、養蚕業を変革するカイコの創出に資する有用遺伝子を特定し、ゲノム編集による機能改変手法を確立した学術的意義は極めて高い。本手法を用い、食性および繭形質を向上させた耐暑性実用品種を2種類創出したことは、養蚕現場の喫緊の課題である夏季の高温対策として実用性も高く評価できる。また、原料コストを従来比1/4に抑えた人工飼料と適合品種の同時開発、輸送コストを低減可能な蛹期間長期化カイコ、および製糸工程のエネルギー消費を抑制するセリシン改変カイコの開発は、いずれも独創性に優れた成果である。

サナギの利活用に関し、含有成分が養殖魚の高温耐性や肉質に及ぼす影響を、遺伝子発現および機能解析の両面から解明した。本成分が魚類のみならず貝類・鶏においても、ヒートショックタンパク質の発現誘導等を介して高温耐性を向上させるエビデンスを蓄積した意義は大きい。また、サナギ発酵液の組成解析と安全性の検証により、科学的根拠に基づく化粧品分野への利活用の道筋をつけた。さらに、LCA解析(\*6)を通じて養蚕工程における肥料や飼育残渣が環境に与える影響を特定し、その解決策として養蚕残渣からバイオ炭を生成する技術を確立したことは、環境負荷低減と採算性を両立する実用的な成果といえる。

革新的シルクの開発においては、品種育成と加工技術の融合により、シルク強度を従来比で40%以上向上させた。また、従来比4~8倍の長鎖クモ糸遺伝子を導入した組換えカイコの作出成功は、将来的な高機能素材開発の基盤となる成果である。非繊維状シルクでは、加工性に優れた中分子量粉末や組織癒着防止フィルムの開発に成功したほか、廃棄シルクによる電子伝達系を介した環境浄化機能の基礎データを取得するなど、シルクの新たな可能性を拓く独創的な知見を得ている。

(社会・経済等に及び効果の面での重要性)

本事業は、繊維をはじめとする多様な素材・原料を産出する国産バイオリクターとしてのカイコの能力を最大限に活用し、桑や食品副産物等の、食料と競合しない国内未利用資源を基盤としたグリーンバイオ産業を創出し、持続可能な物質生産システムの実現を目指すものである。本システムの普及は、原料となる桑の栽培面積拡大を促し、耕作放棄地の活用や二酸化炭素吸収量の増加を通じて、環境保全に大きく貢献する。

現在、国内の蚕糸業は安価な海外産生糸・絹製品の流入により極めて厳しい状況にある。こうした中、生産コストの低減、繭の付加価値向上、および新需要の開拓は生産現場の喫緊の課題であり、本事業で開発される技術はこれら現場のニーズに直接応えるものである。また、絹製品は今なお国民生活に深く根ざした素材であるため、生糸供給の大部分を海外に依存している現状を打破し、予期せぬ国際情勢の変化に伴う供給不安に備える経済安全保障の観点からも、国内生産体制の再構築は不可欠である。さらに、近年では日本産のカイコ・繭・生糸を用いた絹製品のブランド価値が国際的に評価されている。本事業により創出される高機能シルク等による海外市場の獲得は、蚕糸業の維持・強化に資するものである。

以上の通り、社会・経済等の効果において、本事業は、持続可能で安定した環境の保全、経済安全保障、および農山漁村の活力創出等に寄与する、極めて重要な研究成果の創出が期待できる。

(1) 研究成果の意義

※評価項目1関連

## 4-2. 研究課題の詳細

課題名: 昆虫(カイコ)テクノロジーを活用したグリーンバイオ産業の創出プロジェクト(継続)(令和4~8年度)

小課題Ⅰ: ITを活用した、養蚕業を変革するカイコの創出(令和4~8年度)

### 【最終の到達目標】

- ①アウトプット目標: 令和8年度までに、養蚕における環境負荷軽減や低コスト化に資するカイコを2種類以上作出
- ②達成度: 120%
- ③達成可能性とその根拠: 夏季の空調エネルギー削減による養蚕の環境負荷低減および低コスト化を目的として、ゲノム編集により「広食性を付与した耐暑性カイコ」と「繭形質を向上させた耐暑性カイコ」を、実用系統として各1種類(計2種類)を作出した。また、サナギの利活用に適し、輸送コストを低減する「蛹期間を長期化させた遺伝子組換えカイコ」を1種類を作出した。コスト削減の主要な課題である人工飼料については、市販飼料の約1/4までコストを抑制可能な2種類の人工飼料を開発し、それに適合するカイコ1種類を作出した。さらに、高コストな成分を削減しても生育可能な「栄養要求性を改善した遺伝子組換えカイコ」を1種類作出した。以上のとおり、到達目標を上回る成果を前倒して達成しており、今後は、遺伝子組換え等の規制対応を進め、農家等への速やかな導入を図る。

小課題Ⅱ: 未利用サナギの利活用技術の開発と実証(令和4~8年度)

### 【最終の到達目標】

- ①アウトプット目標: 令和8年度までに、サナギ利活用技術の確立とカイコ生産拠点3ヶ所以上で実証
- ②達成度: 90%
- ③達成可能性とその根拠: サナギ利活用技術の確立では、含有成分が養殖魚・貝類・鶏へ高温耐性を付与すること、養殖魚の肉質を改善することを解明し、飼料としての利活用の道筋をつけた。また、サナギ由来の油や発酵物の安全性と有用性データを取得し、化粧品としての利活用技術を確立した。サナギ利活用を含むビジネスエコシステムの実証では、目標以上の国内4ヶ所(愛媛、新潟、熊本、鹿児島)で展開し、養蚕副産物を用いた食品(桑茶)の販売、サナギの医薬品原料生産資材としての供給、地域適合型クワの育成、粉末化シルク製品の開発等の成果を得た。さらに、カイコ生産拠点のLCA解析で特定した環境負荷要因への対策として、養蚕残渣からバイオ炭を生成する技術を確立した。サナギ由来製品の販売・流通等を担う企業とのマッチングや、実証地でのビジネスモデル構築を継続して進めており、到達目標を確実に達成できる見込みである。

小課題Ⅲ: 既存概念を打ち破る革新的なシルクの開発と実用化(令和4~8年度)

### 【最終の到達目標】

- ①アウトプット目標: 令和8年度までに、新しい高機能シルク2種類以上の開発と生産を実証
- ②達成度: 120%
- ③達成可能性とその根拠: 革新的高機能シルクの開発では、従来比20%以上の強度を持つ生糸を生産可能なカイコ品種「響明」を育成し、農家での大規模生産を達成した。この特性を活かした三味線用絹絁を開発・製品化し、既に販売を開始している。非繊維状シルクの用途開発では、粉碎シルクが地下水等の塩素化合物を分解促進する効果を解明し、環境浄化資材として企業と連携した実証試験を展開している。また、水溶性で成形加工性と保存性に優れた中分子量シルク粉末を開発し、シャンプー等2種類の製品として販売に至っている。さらに、フィルム状シルクによる組織癒着防止効果を解明し、医療機器用途としての実用化が見込まれる。以上、4種類以上の革新的シルクを開発中で、うち3種類が既に製品化を完了しており、当初目標を上回る成果を得ている。

(2) 研究目標(アウトプット目標)の達成度及び今後の達成可能性

※評価項目2関連

## 4-3. 研究課題の詳細

課題名: 昆虫(カイコ)テクノロジーを活用したグリーンバイオ産業の創出プロジェクト(継続)(令和4~8年度)

(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

※評価項目3関連

① **アウトカム目標**: 令和14年度に以下の目標達成を見込む。

- ・低コスト化等に資するカイコを生産現場へ導入することで、繭生産費を令和4年次と比較し約2割削減
- ・サナギの需要拡大と高付加価値化によって、繭などの生産物の取引額を、令和4年次と比較して約1.5倍向上
- ・新しい高機能シルク等により国内外の市場を獲得(供給体制の強化により、最終的に年間200億円規模への成長を想定)

② **達成可能性とその根拠**: 本事業のアウトカム目標は、各小課題の成果を統合することで達成可能である。まず小課題Ⅰにおいて、耐暑性・広食性・サナギ利用に適したカイコ等の開発に加え、超低コスト人工飼料の開発も計画以上に進展しており、既に当初目標の2種類を上回る5種類の革新的カイコを作出している。これらを生産現場へ順次導入することで、繭生産費の2割削減が達成可能と見込まれる。次に小課題Ⅱの成果により、サナギの飼料・化粧品・医薬品原料等への活用が図られ、従来廃棄されていたサナギが有価物としてアップサイクルされることで、数十億円規模の新たな市場が形成される。さらに、小課題Ⅲによるシルク自体の高付加価値化と用途開拓では、現在までに3製品の上市を達成しており、これらの成果を併せることで、繭・サナギ・シルク等のカイコ由来生産物の取引額(数億円規模と想定)において、令和4年次比1.5倍増の達成が期待できる。現在、国内4ヶ所のカイコ生産拠点を中心として、物質生産や高機能シルク等の生産拠点は国内12ヶ所以上へ拡大する見込みである。これにより、令和4年次に数億円規模であった市場は、事業終了時には民間研究開発投資を含め数十億円規模まで拡大すると想定される。さらに、世界的な天然繊維需要の増大やサプライチェーンの国内回帰が市場拡大の後押しになると見込まれ、養蚕を起点に生産・加工機器から最終製品の流通までを含むカイコビジネスエコシステム全体では、最終的に200億円規模までの市場成長が期待できる。

③ **アウトカム目標の達成に向けた取組**: 早期の社会実装を実現するため、コンソーシアムには普及機関として民間企業11社および自治体(群馬県)が参画しており、研究成果を速やかに実用化へ繋げる体制を構築している。コンソーシアム外企業との連携も強化しており、サナギの飼料利用やサナギを利用した医薬品原料生産、シルクを用いた環境浄化技術、および高機能シルクの用途開発等において、既に十数社と具体的な連携・協議を推進中である。さらに、プレスリリースや展示会出展、シンポジウム開催等のアウトリーチ活動を展開しており、アウトカム目標の達成に向けた社会実装基盤を着実に構築している。

④ **成果の他分野等への貢献**: 内閣府BRIDGE事業において、カイコの物質生産システムを活用した動物用経口ワクチン素材の開発を実施している。本事業において実証を進めているカイコ生産拠点をワクチン素材の生産基盤として活用することで、畜産・水産・アニマルウェルフェア関連産業にも貢献することが期待できる。

(4) 研究推進方法の妥当性

※評価項目4関係

① **研究計画**: 外部有識者、行政部局、研究機関で構成される運営委員会を設置し、進捗を厳格に管理している。行政ニーズや研究進捗を踏まえた計画の見直し、工程の明確化、アウトカム達成に向けた進行管理を適切に行っており、研究計画は妥当である。

② **研究推進体制**: 運営委員会を年2回開催し、推進状況の検証、課題の把握と対応方針の検討、知財戦略、体制の見直しを議論している。また、コンソーシアム主催の推進会議を随時開催し、緊密な情報共有と意見交換を行っており、推進体制は適切である。

③ **予算配分**: 課題全体の進捗、成果の有効性、緊急性を考慮し、予算配分の重点化を図っている。各課題は当初計画通り進展し、最終目標の達成が確実視されることから、現在の予算配分は妥当である。

# 5. ロードマップ

課題名: 昆虫(カイコ)テクノロジーを活用したグリーンバイオ産業の創出プロジェクト(継続)(令和4~8年度)

既往成果 (知見)	委託プロジェクト(令和4~8年度)					実証 (令和9年度~)		産業利用 (令和11年度~)
	令和4年度	5年度	6年度	7年度	8年度 アウトプット	9年度	10年度	14年度 アウトカム
<p><b>小課題I</b></p> <p>カイコの遺伝情報を集積</p>	有用形質を持つカイコの作出に必要なデータの集積と作出方法の導出		資源利用拡大、環境負荷低減、低コスト化、サナギの高付加価値化等に資するカイコの作出		<p><b>小課題I</b></p> <p>環境負荷低減や低コスト化に資するカイコを5種創出(広食・耐暑性向上、繭色・耐暑性向上、蛹期間延長、人工飼料適合、栄養要求性改善)*当初2種以上</p>	<p>・養蚕農家で扱っている従来カイコとの置き換え、または従来カイコへの有用形質の付与</p>	<p><b>アウトカム目標 令和14年度</b></p> <p>低コスト化に資するカイコの導入による繭生産費の削減(2割以上)</p> <p>サナギの需要拡大と高付加価値化等による繭の価格向上(1.5倍以上)</p>	
	標的形質に関わる候補遺伝子領域の特定(3ヶ所以上)		栄養要求性を改変したカイコの創出 革新的カイコに最適な人工飼料の開発					
	カイコ生産拠点における実証試験、試験地におけるLCA解析による環境負荷低減のための課題の洗い出し		低環境負荷かつ生産性の高いサナギ利活用技術の国内試験地での実証					
<p><b>小課題II</b></p> <p>中山間・離島地域においてスマート養蚕による原料繭の生産が開始</p> <p>新たな動物性資源としての昆虫への着目</p>	カイコの含有成分データや飼料等としての有用性に関するエビデンスの蓄積		製成品・流通を担うコンソーシアム外企業とのマッチング 未利用サナギを利用した商品開発		<p><b>小課題II</b></p> <p>サナギ利活用技術の確立(飼料・化粧品)とカイコ生産拠点4ヶ所での実証*当初3ヶ所以上</p>	<p>・参画企業等によるサナギ由来製品の上市</p> <p>・養蚕農家や製糸業者からサナギ供給体制の構築</p> <p>・養蚕農家や製糸業者への技術移転による生産体制の強化</p>	<p>・持続可能な生産・供給体制構築</p> <p>・生産者の所得向上・安定化</p> <p>・桑園拡大による環境保全</p> <p>・数十億円規模の市場創出</p>	
	採算性の高いサナギ利活用方法の設計		新しい高機能シルク3種類の開発と生産の実証*当初2種類以上					
	高機能シルクを生産する遺伝子組換えカイコ等の作出		高機能シルクを生産する遺伝子組換えカイコ等の作出					
<p><b>小課題III</b></p> <p>シルク成型加工技術の高度化</p> <p>カイコの高効率な遺伝子ノックイン技術の確立</p>	高機能シルクを生産する遺伝子組換えカイコ等の作出		製成品・流通を担うコンソーシアム外企業とのマッチング		<p><b>小課題III</b></p> <p>高機能シルクを活用した商品の上市 流通業者を介した国内外への販売体制の構築</p>	<p>新しい高機能シルクにより国内外の市場を獲得</p>		
	サナギ利活用と組み合わせ可能なシルク用途の設計							



# 7. 評価

課題名: 昆虫(カイコ)テクノロジーを活用したグリーンバイオ産業の創出プロジェクト(継続)(令和4~8年度)

## 【項目別評価】

評価項目名	ランク (S、A、B、C)
1. 社会・経済の諸情勢の変化を踏まえた研究の必要性	A
2. 研究目標(アウトプット目標)の達成度及び今後の達成可能性	A
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道筋(ロードマップ)の妥当性	A
4. 研究推進方法の妥当性	A

## 【総括評価】

1. 委託プロジェクト研究課題全体の実績に関する所見	ランク (A~C)
・グリーンバイオ産業創出という目標に対し、技術基盤の構築と多様な研究成果を着実に積み上げており、高く評価できる。	A
2. 今後検討を要する事項に関する所見	
・新規ニーズの創出だけでなく、既存市場における事業可能性も含め、幅広く市場ニーズを探索することが望まれる。 ・今後の研究については、有用蚕や高機能シルク素材における量産性やコスト、未利用サナギの利用における市場規模や需要予測等の検討に加え、生産者支援との連携や地域振興への展開等の社会実装に向けた検討を踏まえた展開を期待する。	

## 8. 用語集

課題名: 昆虫(カイコ)テクノロジーを活用したグリーンバイオ産業の創出プロジェクト(継続)(令和4~8年度)

用語	用語の意味	頁等 該当箇所
バイオリクター	生体の触媒を使って物質の合成や分解を行う装置のこと。餌を食べて有用物質を生み出す生物もバイオリクターとみなすことができる。	3頁
カイコ	チョウ目カイコガ科に属する昆虫の一種。桑を食餌し、絹糸(シルク)を吐いて繭を作る。	3頁
ゲノム編集技術	人工ヌクレアーゼ(ゲノムを切断する酵素)などを用いて、特定の箇所のゲノム配列を改変する技術。	3頁
広食性	動物の餌となる対象が多種にわたる性質。カイコは通常、桑しか食べないが桑以外の餌でも食べる広食性のカイコが存在する。	3頁
人工飼料	加工して作成した人工の飼料。カイコの人工飼料としては、桑粉末、大豆粉末、ビタミン剤などから構成される羊羹状の飼料が流通している。人工飼料に対する摂食性はカイコ系統によって異なる。	3頁
LCA	life-cycle assessmentの略。ある製品のライフサイクル全体(製造、輸送、販売、使用、廃棄、再利用)又は、特定段階における環境負荷を定量的に評価する手法。	4頁

# 9. 参考資料

## 課題名: 昆虫(カイコ)テクノロジーを活用したグリーンバイオ産業の創出プロジェクト(継続)(令和4~8年度)

### Ⅲ 研究成果一覧【公表可】

個別課題番号 22680575

課題名 昆虫(カイコ)テクノロジーを活用したグリーンバイオ産業の創出プロジェクト

#### 成果等の集計数

課題番号	学術論文		学会等発表(口頭またはポスター)		出版図書	国内特許権等		国際特許権等		PGT	報道件数	普及しうる成果	発表会の主催(シンポジウム・セミナー等)	アウトリーチ活動
	和文	欧文	国内	国際		出願	取得	出願	取得					
22680575	2	10	24	2	3	8	1	0	0	1	21	3	1	18

#### (1)学術論文

区分:①原著論文、②その他論文

整理番号	区分	タイトル	著者	機関名	掲載誌	掲載論文のDOI	発行年	発行月	巻(号)	掲載ページ
1	②	カイコの有用物質生産における利活用	瀬筒秀樹	農研機構	アグリバイオ	なし	2022	10	6(11)	18
2	①	Highly accurate genome assembly of an improved high-yielding silkworm strain, Nichi01	Ryusei Waizumi, Takuya Tsubota, Akiya Jouraku, Seigo Kuwazaki, Kakeru Yokoi, Tetsuya Iizuka, Kimiko Yamamoto, Hideki Sezutsu	農研機構・生物機能利用研究部門	G3	doi.org/10.1093/g3journal/jkad044	2023	4	13	jkad044
3	①	遺伝子組換えカイコ作製のための白眼白卵実用品種の育成	飯塚哲也, 伊賀正年, 岡田英二	農研機構・生物機能利用研究部門	蚕糸・昆虫バイオテック		2023	12	92	167-171
4	①	A major endogenous glycosidase mediating quercetin uptake in Bombyx mori	Waizumi R, Hirayama C, Tomita S, Iizuka T, Kuwazaki S, Jouraku A, Tsubota T, Yokoi K, Yamamoto K and Sezutsu H	農研機構・生物機能利用研究部門	PLOS Genetics	<a href="https://doi.org/10.1371/journal.pgen.1011118">https://doi.org/10.1371/journal.pgen.1011118</a>	2024	1	20(1)	e1011118
5	①	Time-course transcriptome data of silk glands in day 0-7 last-instar larvae of Bombyx mori (w1 pnd strain)	22	農研機構・生物機能利用研究部門	Scientific Data	<a href="https://doi.org/10.1038/s41597-024-03560-1">https://doi.org/10.1038/s41597-024-03560-1</a>	2024	6	709(2024)	709

# 9. 参考資料

課題名: 昆虫(カイコ)テクノロジーを活用したグリーンバイオ産業の創出プロジェクト(継続)(令和4~8年度)

6	①	A Novel Gene Synthesis Platform for Designing Functional Protein Polymers	Toshimasa Homma, Rie Yamamoto, Lily Zuin Ping Ang, Alaa Fehaid, Mitsuhiro Ebara	一関高専	Advanced Science	<a href="https://doi.org/10.1002/advs.202410903">https://doi.org/10.1002/advs.202410903</a>	2025	9	12	2410903
7	①	Differential expression of fibroin-related genes in middle silk glands is induced by dietary differences in a strain-dependent manner in <i>Bombyx mori</i>	Tsunezuki Tatsuke, Shuichiro Tomita	農研機構・生物機能利用研究部門	Journal of Insect Physiology	<a href="https://doi.org/10.1016/j.jinsphvs.2024.104695">https://doi.org/10.1016/j.jinsphvs.2024.104695</a>	2024	10	158	104695
8	①	Differential expression of fibroin-related genes in middle silk glands is induced by dietary differences in a strain-dependent manner in <i>Bombyx mori</i>	Tsunezuki Tatsuke, Shuichiro Tomita	農研機構・生物機能利用研究部門	Journal of Insect Physiology	<a href="https://doi.org/10.1016/j.jinsphvs.2024.104695">https://doi.org/10.1016/j.jinsphvs.2024.104695</a>	2024	10	158	104695
9	①	Scaffoldin-Modified Silk for Specific Immobilization of Dockerin-Fused Enzymes	Megumi Sumitani, Hirofumi Watanabe, Masatoshi Iga, Tetsuya Izuka	農研機構・生物機能利用研究部門	Journal of Insect Biotechnology and Sericology	<a href="https://doi.org/10.11416/jibs.94.3.031">https://doi.org/10.11416/jibs.94.3.031</a>	2025	11	94	31-41
10	①	Dietary supplementation with silkworm pupae prevents growth retardation in broilers under heat stress conditions	Takeshi Miura他	愛媛大学	Poultry Science	<a href="https://doi.org/10.1016/j.psj.2025.106195">https://doi.org/10.1016/j.psj.2025.106195</a>	2026	1	105	106195
11	①	An ATP-binding cassette subfamily C is crucial for flavonoid sequestration in the domestic silkworm, <i>Bombyx mori</i>	Ryusei Waizumi他	農研機構・生物機能利用研究部門	bioRxiv	<a href="https://doi.org/10.1101/2025.05.14.652641">https://doi.org/10.1101/2025.05.14.652641</a>	2025			
12	①	蛍光シルクシステムのスタック品種の性状について	飯塚哲也他	農研機構・生物機能利用研究部門	日本シルク学会誌	<a href="https://doi.org/10.11417/silk.33.27">https://doi.org/10.11417/silk.33.27</a>	2025	8	33	27-35

(2) 学会等発表(口頭またはポスター)

整理番号	タイトル	発表者名	機関名	学会等名	発行年	発行月
1	昆虫飼料の魚介類に対する生理学的機能とその利用	三浦猛	愛媛大学	R5日本水産学会春季大会シンポジウム	2023	3
2	昆虫の水産養殖への利用: 飼料原料としての利用と機能性の利用	三浦猛	愛媛大学	R5応用動物学会小集会	2023	3
3	<i>Pseudomonas stutzeri</i> JCM20778株のヒューミンに対する応答メカニズムの解明	氏林亮太	東海国立大学機構名古屋大学・農研機構	日本農芸化学会2023年度大会	2023	3

## 9. 参考資料

課題名: 昆虫(カイコ)テクノロジーを活用したグリーンバイオ産業の創出プロジェクト(継続)(令和4~8年度)

4	オニゲモSpiCEの配列決定と新規オニゲモSpiCE候補の抽出	青木宗也 瀬筒秀樹 小島桂	農研機構	第70回日本シルク学会研究発表会	2023	11
5	低分子量シルクフィルムの癒着防止材としての応用	神戸裕介、佐々木誠、亀田恒徳	農研機構、(株)チャーリーラボ	第70回日本シルク学会研究発表会	2023	11
6	新しい視点によるアコヤガイ大量へい死抑制技術開発の試み	三浦猛、高橋雅治、大津有稀、Muhammad FZ Ali、三浦智恵美	愛媛大学	真珠研究シンポジウム2023	2023	11
7	QTL解析によるカイコのフラボノイド吸収を仲介するグリコシダーゼの同定	和泉 隆誠ら	農研機構	日本昆虫学会第84回大会 第68回日本応用動物昆虫学会大会 合同大会	2024	3
8	クモ糸シルク繭糸の湿度変化に伴う力学物性評価	青木宗也 小島桂	農研機構	日本シルク学会	2024	11
9	Functionalization of silk fibroin nanofibers by surface immobilization of biological molecules	Ayari Miyawaki, Shinji Sakai	大阪大学	The 12th World Biomaterials Congress (WBC) 2024	2024	5
10	Application of nonwoven scaffolds composed of silk nanofibers to cell culture substrates	Kei Hasegawa, Shinji Sakai	大阪大学	Biomaterials International 2024	2024	6
11	細胞外電子伝達機能素材としてのシルク	亀田恒徳・片山新太、原茂樹、栗田裕子、山田良子、笠井拓哉、柴崎 学、渡辺雅尚	名古屋大学、農研機構、興和	令和 6 度蚕糸・昆虫機能利用学術講演会	2024	3

# 9. 参考資料

課題名：昆虫(カイコ)テクノロジーを活用したグリーンバイオ産業の創出プロジェクト(継続)(令和4~8年度)

12	繊維状タンパク質中のイオウの酸化還元状態	片山新太、亀田恒徳、柴崎学、村上 猛	名古屋大学、農研機構、興和	第13回シンクロトン光研究センターシンポジウム	2025	1
13	天然シルクの3Dプリンティングによる食品素材・バイオマテリアルの開発	境慎司	大阪大学	BioJapan 2024	2024	10
14	遺伝子組換えカイコによる抗体活性を付加したアフィニティーシルクの開発と利用法	佐藤 充	農研機構	BioJapan 2024	2024	10
15	蛍光シルクのスタック品種について	飯塚哲也	農研機構	日本蚕糸学会第95回大会	2025	3
16	ABCC4とフラボノイド蓄積との関連	和泉隆誠	農研機構	日本蚕糸学会第95回大会	2025	3
17	カイコサナギ由来機能性物質の高温負荷条件下でのプロイラー育成に与える影響	三浦猛	愛媛大学	日本蚕糸学会第95回大会	2025	3
18	低分子量シルクフィルムの癒着防止吸収性バリアとしての応用	神戸裕介、佐々木誠、亀田恒徳	農研機構、(株)チャーリーラボ	つくば医工連携フォーラム2025	2025	1
19	シルクフィルムの分解性促進と癒着防止吸収性バリアとしての応用	神戸裕介、佐々木誠、亀田恒徳	農研機構、(株)チャーリーラボ	第74回高分子討論会	2025	9
20	“とける”シルクのコスメ・メディカル応用	神戸裕介	農研機構	BioJapan 2025	2025	10
21	農研機構をハブとする医農工連携:カイコテクノプロジェクトの紹介	寺本英敏	農研機構	つくば医工連携フォーラム2026	2026	1
22	クワ枝条からのバイオ炭生成の試み	飯塚哲也	農研機構	シルク学会	2025	11
23	グローバルに通じるシルク新産業創出	河合崇	ユナイテッドシルク(株)	シルクサミット2025 in 愛媛	2025	12
24	環境制御技術で貢献する蚕業革命	福川真史	新菱冷熱工業(株)	シルクサミット2025 in 愛媛	2025	12
25	カイコ創薬最前線:動物用医薬品に向けた遺伝子改変カイコ系統の開発	瀬筒秀樹	農研機構	シルクサミット2025 in 愛媛	2025	12

# 9. 参考資料

課題名: 昆虫(カイコ)テクノロジーを活用したグリーンバイオ産業の創出プロジェクト(継続)(令和4~8年度)

26	遺伝子組換えカイコによる地域新産業の創出	瀬筒秀樹	農研機構	2025年度医科学研究所・大気海洋研究所 合同奄美シンポジウム	2025	11
----	----------------------	------	------	------------------------------------	------	----

### (3) 出版図書

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

整理番号	区分	著書名(タイトル)	著者名	機関名	出版社	発行年	発行月
1	①	Silkworm Transgenesis and its Applications in 「Transgenic Insects, 2nd edition」	Hideki Sezutsu, Toshiki Tamura	農研機構	GABI	2022	11
2	①	Genome Editing of Silkworms in 「Genome Editing in Animals, 2nd edition」	Takuya Tsubota, Hiroki Sakai, Hideki Sezutsu	農研機構	Springer	2023	2
3	①	Genetic technologies in silkworm in 「Comprehensive Molecular Insect Science, 2nd edition」	Takuya Tsubota, Hideki Sezutsu	農研機構	ELSEVIER	2025	11

### (4) 国内特許権等

区分: ①育成者権、②特許権、③実用新案権、④意匠権、⑤回路配置利用権

整理番号	区分	特許権等の名称	発明者	権利者 (出願人等)	機関名	出願番号	出願年月日	取得年月日
1	②	カイコ繭層中フラボノイドの除去技術	和泉隆誠 他	農研機構	農研機構	特願2023-050169	2023/3/27	
2	②	精練方法	伊賀正年 他	農研機構	農研機構	特願2023-098448	2023/6/15	
3	②	セリシン遺伝子改変系統	立松謙一郎、瀬筒秀樹	農研機構	農研機構	特願2023-114739	2023/7/12	
4	②	抗原結合活性を有するタンパク質微粒子の製造方法	伊藤禎司、佐藤充、小川隆行、小島桂、藤川晴香	(株)日本バイオテスト研究所、農研機構	(株)日本バイオテスト研究所、農研機構	特願2023-124392	2023/7/31	
5	②	シルクフィブロインフィルムおよびそれを含む癒着防止材	神戸裕介、亀田恒徳、佐々木誠	チャーリーラボ、農研機構	チャーリーラボ、農研機構	特許第7688877号	2023/8/29	2025/5/28
6	②	飼育方法、介類、免疫賦活剤、及び成長促進剤。	三浦猛、三浦智恵美、高橋雅治	(株)留ヶ奈路産業、(株)愛南リベラシオ	(株)留ヶ奈路産業、(株)愛南リベラシオ	特願2023-198668	2023/11/22	
7	②	シルクフィブロイン粉末、シルクフィブロイン水系溶液およびその製造方法、ならびにゲル状固定材	神戸裕介、佐々木誠、洲上博貴、亀田恒徳	農研機構、(株)あつまるホールディングス、(株)チャーリーラボ	農研機構、(株)あつまるホールディングス、(株)チャーリーラボ	特願2024-55040	2024/3/28	

# 9. 参考資料

課題名: 昆虫(カイコ)テクノロジーを活用したグリーンバイオ産業の創出プロジェクト(継続)(令和4~8年度)

8	②	精練方法	伊賀正年 他	農研機構	農研機構	特願2024-091383	2024/6/5	
---	---	------	--------	------	------	---------------	----------	--

## (5) 国際特許権等

区分: ①育成者権、②特許権、③実用新案権、④意匠権、⑤回路配置利用権

整理番号	区分	特許権等の名称	発明者	権利者 (出願人等)	機関名	出願番号	出願年月日	取得年月日	出願国
1	②	シルクフィブロインフィルムおよびそれを含む癒着防止材	神戸裕介、亀田恒徳、佐々木誠	チャーリーラボ、農研機構	チャーリーラボ、農研機構	PGT/JP2024/021523	2024/6/13		PCT

## (6) 報道等

区分: ①プレスリリース、②新聞記事、③テレビ放映、④その他

整理番号	区分	記事等の名称	機関名	掲載紙・放送社名等	掲載年月日	備考
1	③	「株式会社あつまるホールディングス」と米バイオ系スタートアップ「VAXESS Technologies社」の知事表敬について	株式会社あつまるホールディングス	KKT	2022/11/18	当日の夕方のニュースで紹介
2	①	カイコテクノプロジェクト受託のお知らせ	第一工業製薬	自社プレスリリース	2022/9/22	
3	①	カイコテクノプロジェクト受託のお知らせ	新菱冷熱工業	自社HPプレスリリース	2022/9月	
4	①	令和4年度委託プロジェクト研究(昆虫(カイコ)テクノロジーを活用したグリーンバイオ産業の創出プロジェクト)への参画に関するプレスリリース	Morus	自社プレスリリース	2022/8/3	
5	③	「食」を効率化! 愛媛でも「フードテック」海と陸の最先端に注目	ユナイテッドシルク株式会社	テレビ愛媛	2023/6/10	
6	④	「スマート養蚕システム」が切り拓く、新たなカイコとシルクの可能性	ユナイテッドシルク株式会社	Fashion Tech News	2023/6/22	
7	②	愛媛のユナイテッドシルク、おからを使った養蚕飼料開発	ユナイテッドシルク株式会社	日経新聞	2023/7/27	
8	②	日本産シルク再興 ユナイテッドシルク、愛媛で生態系	ユナイテッドシルク株式会社	日経産業新聞	2023/8/4	
9	②	シルクをバイオ素材に 食品や化粧品・医薬で産業化	ユナイテッドシルク株式会社	日経新聞	2023/8/11	
10	③	世界一の九州が始まる「医療が変わる!?シルクのちから」	株式会社あつまるホールディングス	RKB毎日放送、熊本放送、富崎放送、長崎放送、大分放送、南日本放送	2023/7/9	九州内TBS系列で放送
11	④	「スマート養蚕システム」が切り拓く、新たなカイコとシルクの可能性	新菱冷熱工業	Fashion Tech News (zozonext)	2023/6/22	<a href="https://fashiontechnews.zozo.com/features/features006/smart_sericulture_system">https://fashiontechnews.zozo.com/features/features006/smart_sericulture_system</a>

# 9. 参考資料

課題名：昆虫(カイコ)テクノロジーを活用したグリーンバイオ産業の創出プロジェクト(継続)(令和4~8年度)

12	④	NHK WORLD『BIZ STREAM』で「スマート養蚕システム」が紹介されます	新菱冷熱工業	新菱冷熱工業HP	2023/10/31	<a href="https://www.shinryo.com/news/20231031.html">https://www.shinryo.com/news/20231031.html</a>
13	③	Silk Roads to Success	新菱冷熱工業、ユナイテッドシルク株式会社	NHK WORLD『BIZ STREAM』	2023/11/4	<a href="https://www3.nhk.or.jp/nhkworld/en/ondemand/video/2074178/">https://www3.nhk.or.jp/nhkworld/en/ondemand/video/2074178/</a>
14	②	愛媛大学、真珠貝の大量へい死を抑制、カイコ抽出成分などで	愛媛大学	日経新聞	2023/12/5	<a href="https://www.nikkei.com/article/DGXZQOGC270WZ0X21G23A1000000/">https://www.nikkei.com/article/DGXZQOGC270WZ0X21G23A1000000/</a>
15	③	フランス、スタートアップ大国へ	ユナイテッドシルク株式会社	ワールドビジネスサテライト	2024/5/25	
16	④	フランスで開催されたテックイベントに出展	ユナイテッドシルク株式会社	愛媛経済レポート	2024/7/1	
17	③	異彩を放て！世界へ～誰もが輝く社会へ～	ユナイテッドシルク株式会社	ガイアの夜明け	2024/9/20	
18	④	生まれ変わる日本のシルク 医療・食品・バイオの新素材に	ユナイテッドシルク株式会社	JSTORIES	2024/10/4	
19	②	ユナイテッドシルク、絹由来たんぱく質を用途開拓	ユナイテッドシルク株式会社	化学工業日報	2024/10/25	
20	①	㈱あつまるホールディングス(GOKON LAB)・農研機構・チャーリーラボ 共同研究	株式会社あつまるホールディングス、農研機構、株式会社チャーリーラボ	自社プレスリリース	2025/12/9	<a href="https://www.naro.go.jp/publicity_report/press/files/20251209_press_nias.pdf">https://www.naro.go.jp/publicity_report/press/files/20251209_press_nias.pdf</a>
21	②	自然由来の繭から新しいシルク化粧品原料開発に成功 農研機構	株式会社あつまるホールディングス、農研機構、株式会社チャーリーラボ	農業協同組合新聞	2025/12/9	<a href="https://www.iacom.or.jp/saibai/news/2025/12/251209-86207.php">https://www.iacom.or.jp/saibai/news/2025/12/251209-86207.php</a>

(7) 普及に移しうる成果

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

整理番号	区分	成果の名称	機関名	普及(製品化)年月		主な利用場面	普及状況
				年	月		
1	①	桑の葉ブレンドハーブティーの販売	株式会社あつまるホールディングス	23	3	リラックスしたい時	百貨店、ショップ、ECサイトでの販売開始
2	①	シルク配合シャンプー・コンディショナーの販売	株式会社あつまるホールディングス	25	12	入浴時	百貨店、ショップ、ECサイトでの販売開始
3	①	繭糸強度の高い蚕品種「響明」の農家飼育と三味線用絹弦の販売	農研機構	25	1	養蚕農家での飼育及び企業による三味線用絹弦の製造・販売	養蚕農家での飼育、企業による直接販売開始

## 9. 参考資料

課題名: 昆虫(カイコ)テクノロジーを活用したグリーンバイオ産業の創出プロジェクト(継続)(令和4~8年度)

(8) 発表会の主催(シンポジウム・セミナー等)の状況

整理番号	発表会の名称	機関名	開催場所	年月日	参加者数	備考
1	一般公開シンポジウム 第5回 カイコ・シルク産業の未来 ~持続可能な社会の実現に向けて~	カイコテクノロジー コンソーシアム(共同主催)	つくば農林ホール (つくば市)	2024/3/14	約100名	<a href="https://sites.google.com/view/jsss-tsukuba-2024/%E4%B8%80%E8%88%AC%E5%85%AC%E9%96%8B%E3%82%B7%E3%83%B3%E3%83%9D%E3%82%B8%E3%82%A6%E3%83%A0">https://sites.google.com/view/jsss-tsukuba-2024/%E4%B8%80%E8%88%AC%E5%85%AC%E9%96%8B%E3%82%B7%E3%83%B3%E3%83%9D%E3%82%B8%E3%82%A6%E3%83%A0</a>

# 9. 参考資料

## 課題名: 昆虫(カイコ)テクノロジーを活用したグリーンバイオ産業の創出プロジェクト(継続)(令和4~8年度)

(9)アウトリーチ活動の状況

区分:①一般市民向けのシンポジウム・講演会及び公開講座・サイエンスカフェ等、②展示会及びフェアへの出展・大学及び研究所等の一般公開への参画、③その他(子供向け出前授業等)

整理番号	区分	アウトリーチ活動	機関名	開催場所	年月日	参加者数	主な参加者	備考
1	②	亜熱帯・KUROSHIO研究拠点の形成と展開事業 キックオフシンポジウム 奄美 KUROSHIO研究拠点の夢を語る	株式会社アーダン	奄美市市民交流センター	2022/12/2	約100名	大学教授や行政の首長、教育関係者、一般市民	<a href="http://aces.aori.u-tokyo.ac.jp/vokovama/kuroshio-kickoff/">http://aces.aori.u-tokyo.ac.jp/vokovama/kuroshio-kickoff/</a>
2	①	横浜コクーン・スクウェア ～YOKOHAMA SILK FESTIVAL～にて講演、および展示説明	農研機構	横浜市役所アトリウム	2022/11/4	約300名	一般	
3	①	ユナイテッドシルク株式会社「せとうちシルクファクトリー」開所式	農研機構 ユナイテッドシルク	今治	2022/5/30	約100名	一般、関係者、県知事など	
4	①	シルクサミット2022in鶴岡	農研機構、Morus	鶴岡市レクチャーホール	2022/12/10	約100名	一般	
5	①	シルクサミット2023in横浜	株式会社シルクモア研究所	横浜市役所アトリウム	2023/10/6	約100名	一般	
6	①	九州・山口ベンチャーマーケット 2023	株式会社あつまるホールディングス	福岡JR九州ホール	2023/11/14	約400名	九州一円の経営者、各県の県庁職員など	第二創業部門で 大賞(グランプリ)受賞
7	①	長野渾平生誕200年シンポジウムにて基調講演及びパネルディスカッション	農研機構	山鹿市民交流センター	2023/11/14	約200名	一般、関係者、市長など	
8	③	関東農政局きもの日コラボ企画 職員向け勉強会	農研機構	関東農政局	2023/11/15	約30名	関東農政局職員	
9	①	シンポジウム カイコの大きな可能性 ～沖縄から新産業(新蚕業)創出へ～	農研機構	那覇市ぶんかテンプス館	2024/1/15	約100名	一般、沖縄県事業関係者など	
10	①	つくば医工連携フォーラム 2024「医農工連携をデザインする」	農研機構	つくば市文部科学省研究交流センター	2024/1/19	約100名	一般、物材研・産総研・筑波大・企業関係者など	
11	①	アトツギアワード2024 イノベーション部門受賞	株式会社あつまるホールディングス	クリエイティブセンター大阪	2024/11/22	300	経営者、会社員	<a href="https://www.atotsugiaward.jp/">https://www.atotsugiaward.jp/</a>
12	②	第27回国際昆虫会議 (XXVII International Congress of Entomology, ICE2024 Kyoto)での展示	農研機構	京都国際会議場	2024/8/25～31	82の国と地域から4,041名(一般参加者を含めると4,278名)	研究者、企業、学生、報道その他	<a href="https://confit.atlas.jp/guide/event/ice2024/top">https://confit.atlas.jp/guide/event/ice2024/top</a>

## 9. 参考資料

課題名：昆虫(カイコ)テクノロジーを活用したグリーンバイオ産業の創出プロジェクト(継続)(令和4~8年度)

13	②	BioJapan 2024での展示及びシンポジウム	農研機構	パシフィコ横浜	2024/10/9~11	18,003人	国、自治体、大学、製薬・製造・ベンチャー企業、学生、報道その他	<a href="https://jcd-expo.jp/PDF/BJ_Report24_web.pdf">https://jcd-expo.jp/PDF/BJ_Report24_web.pdf</a>
14	②	シルクサミット2024 in 糸都岡谷での展示	農研機構	長野県岡谷市カノラホール	2024/11/16、17	270人	一般、企業、大学、養蚕農家等	<a href="https://www.naro.go.jp/event/list/2024/10/165982.html">https://www.naro.go.jp/event/list/2024/10/165982.html</a>
15	③	福知山高等学校附属中学校3年生 見学会 講義「カイコ研究の最前線」1時間の講義とカイコの観察	農研機構	食と農の科学館	2024/11/13	22人	中学3年生と教員	<a href="https://www.naro.go.jp/tarh/">https://www.naro.go.jp/tarh/</a>
16	②	カイコ蛹油／カイコ蛹発酵液について	株式会社シルクモア研究所	化粧品産業技術展	2025/5/14			
17	②	BioJapan 2025での展示及びシンポジウム	農研機構	パシフィコ横浜	2025/10/9~10/10	22,167	国、自治体、大学、製薬・製造・ベンチャー企業、学生、報道その他	<a href="https://jcd-expo.jp/ip/">https://jcd-expo.jp/ip/</a>
18	②	シルクサミット2025 in 愛媛での展示	農研機構	愛媛県県民文化ホール	2025/12/13~12/14	110	一般、企業、大学、養蚕農家等	<a href="https://www.naro.go.jp/event/list/2025/11/172542.html">https://www.naro.go.jp/event/list/2025/11/172542.html</a>

# 委託プロジェクト研究課題評価個票(終了時評価)

## 1. 研究課題の概要

課題名: 省力的なIPMを実現する病害虫予報技術の開発(継続)(令和4年度~令和8年度)

環境負荷低減対策研究

研究期間: 令和4年度~令和8年度  
令和8年度予算概算要求額: 52(58)百万円

### (8) 省力的なIPMを実現する病害虫予報技術の開発【新規】

#### 背景と目的

- 担い手の減少や高齢化により、病害虫の防除は化学農薬の散布に依存せざるを得ないのが現状。我が国の耕作面積あたりの農薬散布量は**10アールあたり1.2kg**で主要な先進国中で突出して高く、生産者も**10アールあたり1万円**ほどの農業薬剤費を支出。
- 化学農薬の使用量を削減するためには、病害虫の発生状況に応じて、化学農薬の散布の要否を適切に判断することが重要。
- **適時・適切な化学農薬の散布**を実現するため、ICT技術により長期気象予報や圃場のリモートセンシングデータ等から病害虫の発生をピンポイントで予測し、迅速に生産者に通知する**病害虫予報技術**を開発。

#### 研究内容

- 主要な水稲病害虫のピンポイント発生予測手法の開発  
-ICT技術により病害虫の発生を早期かつ精密に予測
- ピンポイント発生予測の迅速な提供技術の開発  
-生産者がアプリケーションを通して病害虫発生リスクを随時把握できる技術基盤を構築

#### 到達目標

- 水稲病害虫15種以上のピンポイント発生予測手法を確立
- ピンポイント発生予測を生産者に提供する病害虫予報の社会実装



圃場の病害虫発生リスク



生産者の圃場における水稲の主要な病害虫の発生リスクが通知される

#### 期待される効果

適時・適切かつ省力的なIPM技術の確立により、  
水稲の化学農薬の使用量を2割削減



## 2. これまでの成果と今後の方針

課題名：省力的なIPMを実現する病害虫予報技術の開発(継続) (令和4～令和8年度)

### <研究概要>

生産現場では、生産者の減少や高齢化、営農の大規模化により、病害虫防除に対して予防的・計画的な化学農薬の散布を実施し、必ずしも実際の病害虫発生に則さない農薬散布を行っている場合がある。必要に応じた合理的な防除に転換するためには、生産者が自身の圃場における病害虫の発生リスクを早期に把握することが重要となる。本研究課題では、国内の主要な水稲病害虫15種以上の圃場での発生をピンポイントで予測する技術を開発する。発生予測技術をもとに水稲病害虫の発生リスクを生産者に通知し、化学農薬の適期・適時散布を支援する発生予測システムを開発し、WebAPIを作成し、農業データ連携基盤WAGRIに実装する。これにより、発生予測システムを搭載した新たな民間サービスの展開を可能にする。

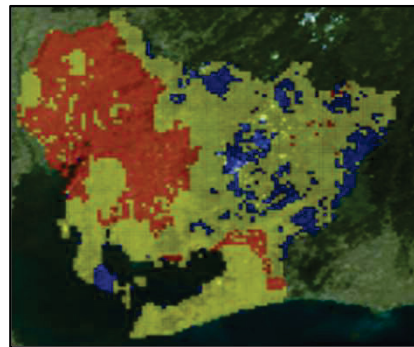
### 小課題Ⅰ・Ⅱ：水稲病害・害虫の発生予測技術の開発

#### <これまでの成果>

・水稲病害虫18種(イネいもち病、イネ稻こうじ病、イネ紋枯病、イネもみ枯細菌病、イネごま葉枯病、イネ白葉枯病、トビイロウンカ、セジロウンカ、ヒメトビウンカ、コブノメイガ、フタオビコヤガ、イネミズゾウムシ、イネドロオイムシ、アカスジカスミカメ、アカヒゲホソミドリカスミカメ、クモヘリカメムシ、ツマグロヨコバイ、スクミリンゴガイ)の発生予測技術を開発した。発生量・発生時期の予測精度は70～90%に達した。また、これらプログラム18種類について知財(農研機構職務発明プログラム)を取得した。

#### <アウトプット目標及び達成度>

・水稲病害虫15種以上の発生予測技術の開発という当初目標を上回る18種の病害虫に対する技術開発を実施したため、目標達成度は120%となった。



稻こうじ病の発生予測技術をもとに発生リスクを地図上にマッピングした例(赤(リスク高)～青(リスク低)に掛けて、愛知県全体での発生予測の状況を一覧できる様子)

### 小課題Ⅲ：水稲病害虫の発生予測システムの開発

#### <これまでの成果>

・水稲病害虫18種の発生予測技術は全てシステム化及びWebAPIの作成を完了しており、そのうちの12種のWebAPIはWAGRIに搭載済である。  
・イネいもち病、紋枯病、ヒメトビウンカ、斑点米カメムシ3種(アカヒゲホソミドリカスミカメ、アカスジカスミカメ、クモヘリカメムシ)の発生予測・薬剤散布適期連絡システムを民間企業の栽培管理支援システムに搭載し、システムユーザー向けに、発生予測・薬剤散布適期連絡サービスを開始済である。

#### <アウトプット目標及び達成度>

・水稲病害虫15種以上の発生予測システム開発およびWebAPIの作成という当初目標を上回る18種類の発生予測システム及びWebAPI化を完了しており、目標達成度は120%となった。



水稲病害虫発生予測システム画面の例(画面には8種類の予測技術が例として表示)

#### <アウトカム目標及び達成に向けた取組>

- ①アウトカム目標：水稲病害虫の防除における化学農薬使用量(リスク換算値)を20%削減。
- ②達成可能性とその根拠：水稲栽培の予防的な化学農薬の散布を減らす取り組みに必要なサービスが実装されたことから、アウトカム目標の達成可能性は高い。
- ③アウトカム目標の達成に向けた取組：アグリビジネス創出フェア2025への出展等を通して、民間企業の農業情報支援サービスを通じた農薬の適時・適期散布システムを利用できるようになったことについて普及・啓発を実施。

#### <社会実装に向けた取組方針>

- ・民間会社が運用する栽培管理支援サービスに搭載したイネいもち病、イネ稻こうじ病、イネ紋枯病、ヒメトビウンカ、斑点米カメムシ類3種の発生量やリスク・発生時期を予測して薬剤散布適期を連絡するシステムについて県やJA等にパンフレット等を通して周知する。
- ・取得した職務発明プログラム18種について、民間企業やITベンダー等への宣伝活動を実施するとともに、システム導入にあたっては利用契約やWebAPIの組み込み手続き等について協力・支援する。

### 3. 研究課題の全体概要

課題名: 省力的なIPMを実現する病害虫予報技術の開発(継続)(令和4年度~令和8年度)

研究開発官等名	農林水産技術会議事務局研究開発官(基礎・基盤、環境)
連携する行政部局	大臣官房政策課技術政策室、消費・安全局植物防疫課、農産局農産政策部技術普及課
研究期間	R4~R8年度(5年間)
総事業費	3.2億円(見込)
研究開発の段階 (該当するものに☑)	1. 基礎段階☑    2. 応用段階☑    3. 開発段階☑
研究課題の概要	<p><b>【全体の概要】</b> 総合防除(IPM)は、適時・適切な防除の実践により生産コストの縮減と環境負荷の低減を目指すものである。一方で、生産現場では、生産者の減少や高齢化、営農の大規模化により、病害虫防除に対して予防的・計画的な化学農薬の散布を実施し、必ずしも実際の病害虫発生に則さない農薬散布を行っている場合がある。必要に応じた合理的な防除に転換するには、生産者が自身の圃場における病害虫の発生リスクを早期に把握することが重要となる。本研究課題では、国内の主要な水稲病害虫15種以上の圃場での発生をピンポイントで予測する技術を開発する。発生予測技術をもとに水稲病害虫の発生リスクを生産者に通知し、化学農薬の適期・適時散布を支援する発生予測システムを開発し、WebAPIを作成し、農業データ連携基盤WAGRIに実装する。これにより、発生予測システムを搭載した新たな民間サービスの展開が可能になる。</p> <p><b>【課題一覧】</b></p> <p><u>小課題I: 水稲病害の発生予測技術の開発(R4~8年度)</u> 水稲病害6種(イネいもち病、イネ稲こうじ病、イネ紋枯病、イネもみ枯細菌病、イネごま葉枯病、イネ白葉枯病)について、発病・発生に関わる降雨・気温・湿度等の気象データ、圃場での発生状況、発生日など発生データを取得するとともに、過去における国内での病害6種の発生状況等のデータ解析をもとに、発生予測技術を開発する。</p> <p><u>小課題II: 水稲害虫の発生予測技術の開発(R4~8年度)</u> 水稲害虫12種(アカヒゲホソドリカスミカメ、アカスジカスミカメ、クモヘリカメムシ、ヒメビウンカ、トビイロウンカ、フタオビコヤガ、ツマグロヨコバイ等)について、発生に関わる気温・湿度等の気象データ、圃場での発生状況、発生日など発生データを取得するとともに、過去における国内での水稲害虫12種の発生状況等のデータ解析をもとに、発生予測技術を開発する。</p> <p><u>小課題III: 水稲病害虫の発生予測システムの開発(R4~8年度)</u> 小課題Iおよび小課題IIで開発された発生予測技術をもとに、化学農薬の適期・適時散布を支援する発生予測システムの開発、およびWebAPIを作成し、農業データ連携基盤WAGRIに実装する。</p>

## 4-1. 研究課題の詳細

課題名: 省力的なIPMを実現する病害虫予報技術の開発(継続)(令和4年度~令和8年度)

### (1) 研究成果の意義

(科学的・技術的意義、社会・経済等に及ぶ効果の面での重要性)

世界の食料のうち2~4割が病害虫の被害により喪失されており、病害虫防除を実施しない場合、農産物の減収率は高い。国内においても、病害虫のまん延は、農業生産において重大な損害を与えるおそれがあり、病害虫防除は、生産量の安定及び向上並びに持続的な発展を支え、農業生産の増大を通じた食料の安定的な供給を図るものとして極めて重要である。しかし、国内の農業従事者の減少・高齢化等により、適時・適切な防除の実施が困難となっており、農作物被害の拡大が懸念される。法人化や平均経営耕作面積の増大に伴い、農業従事者の圃場の見回りによる病害虫の発生状況等の観察が不十分になっている。様々な状況の変化により、適期防除が困難になってきている中で、効果的・低コスト・省力的かつ持続的な総合防除(IPM)の実践に資する研究開発が望まれている。特に、防除作業の省力化・軽労化に伴う化学農薬散布の使用回数の低減による資材調達費の削減、防除作業に要する時間の短縮等を通じた農業経営の収益力の向上や、農業生産現場での環境負荷低減への寄与が求められている。

本研究課題では、日本の主要農作物である水稻を対象に、主要な病害虫15種以上の発生予測技術及び、発生予測に基づいた適時・適期農薬散布システムを開発する。これら研究成果は、民間企業により、適時・適期な農薬散布システムの防除サービスとしてパッケージ化や、既存の水稻栽培管理支援システム等への組み込みなどにより、農業従事者が利活用しやすい形で社会実装し普及させることが重要である。

## 4-2. 研究課題の詳細

課題名：省力的なIPMを実現する病害虫予報技術の開発（継続）（令和4年度～令和8年度）

(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	<p>課題名：省力的なIPMを実現する病害虫予報技術の開発</p>
	<p>【最終の到達目標】</p> <p>①アウトプット目標：水稲病害虫15種以上の発生予測技術をもとにした適時・適期散布支援システムを開発。</p> <p>②達成度：中間評価時には、病害虫10種の発生予測技術を開発し、平均70%の予測精度があり実用レベルに到達。現時点で、病害虫18種の発生予測技術および、病害虫種ごとの適時・適期散布支援システムを開発済。残りの期間で、水稲病害虫18種の発生予測技術を統合した、適時・適期散布支援システム(統合版)の開発を目指す。</p> <p>③達成可能性とその根拠：研究課題全体の目標である水稲病害虫各種の予測技術と散布支援システムを開発済。</p>
	<p>小課題Ⅰ：水稲病害の発生予測技術の開発</p>
	<p>【最終の到達目標】</p> <p>①アウトプット目標：水稲病害6種を対象とした発生予測技術を開発。</p> <p>②達成度：中間評価時には水稲病害6種の発生予測技術を構築し、そのうちイネいもち病とイネ稲こうじ病の発生予測技術については適時・適期散布の予測が実用レベルに到達。R7年度では水稲病害4種の発生予測技術の適時適期散布の予測が実用レベルに到達。</p> <p>③達成可能性とその根拠：目標に掲げた水稲病害6種の発生予測技術が実用レベルに到達し、開発を完了。</p>
<p>小課題Ⅱ：水稲害虫の発生予測技術の開発</p>	
	<p>【最終の到達目標】</p> <p>①アウトプット目標：水稲害虫12種を対象とした発生予測技術を開発。</p> <p>②達成度：中間評価時には、水稲害虫10種の発生予測技術を構築し、そのうち斑点米カメムシ類3種とヒメビウソウカの発生予測技術については適時・適期散布の予測が実用レベルに到達。R7年度では、水稲害虫8種の発生予測技術の適時・適期散布の予測が実用レベルに到達。</p> <p>③達成可能性とその根拠：目標に掲げた水稲害虫12種の発生予測技術が実用レベルに到達し、開発を完了。</p>
	<p>小課題Ⅲ：水稲病害虫の発生予測システムの開発</p>
	<p>【最終の到達目標】</p> <p>①アウトプット目標：小課題ⅠとⅡの発生予測技術をもとに、水稲病害虫ごとの適時・適期散布システムの開発およびシステムのWebAPI作成、WAGRIへの搭載。</p> <p>②達成度：中間評価時に水稲病害虫10種の適時・適期散布システムを開発し、R7年度までに残り8種のシステムも開発済。また、R6年度までにイネいもち病、紋枯病、ヒメビウソウカ、斑点米カメムシ3種の適時・適期散布システムは、コンソーシアム参画企業よりサービスが展開され社会実装済。残り病害虫12種のシステムもWebAPI化後、公開しサービス展開を予定。また、水稲病害虫18種のシステムを統合したシステム(統合版)をR7年度までに開発予定。</p> <p>③達成可能性とその根拠：水稲病害虫18種の適時・適期散布システムを開発・完了し順次サービス展開へ移行中。</p>

## 4-3. 研究課題の詳細

課題名: 省力的なIPMを実現する病害虫予報技術の開発(継続)(令和4年度~令和8年度)

<p>(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</p>	<p>①アウトカム目標: 適時・適期散布の実現により、令和3年度と比較して、令和13年度での水稲病害虫防除における化学農薬の使用量(リスク換算値)を20%削減。</p> <p>②達成可能性とその根拠: 水稲栽培の病害虫防除には、作期ごとに生産者が実施する基幹防除と、突発的な病害虫の発生や地域特性、品種により発生状況が異なる病害虫に対応するための臨機防除がある。基幹防除および臨機防除には、予防的に化学農薬を散布する等も含まれており、本研究課題で開発した適時・適期散布システムの支援により予防的な化学農薬の散布を減らす取組が推進されることで、アウトカム目標を達成する。</p> <p>③アウトカム目標の達成に向けた取組: R7年度より、本研究課題では水稲病害虫の適時・適期散布システムの実証試験を開始した。参画機関の公設試を通して、生産者に本システムを利用してもらうことで減農薬体系の防除を実施中である。R7年度では、植物防疫課主催の総合防除セミナーと、近畿農政局兵庫県拠点のオンラインセミナーでの発表した。アグリビジネス創出フェア2025への出展等を通して、民間企業の農業情報支援サービスを通して農薬の適時・適期散布システムを利用できるようになったことについて普及・啓発を実施している。</p> <p>④成果の他分野等への貢献: 開発した水稲病害虫の発生予測技術のシュミレーションモデルは、気象要因や発生に関わるパラメーターが共通しているものが多いことから、畑作物や果樹等の病害虫発生予測技術にも応用可能であり、都道府県が実施する発生予察調査への活用も見込まれる。</p>
<p>(4) 研究推進方法の妥当性</p>	<p>①研究計画: 植物病害や害虫、化学農薬を用いた薬剤防除をそれぞれ専門とする3名の外部専門家と、農林水産技術会議事務局・行政部局で構成される運営委員会を設置し、運営委員会や計画検討会・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。</p> <p>②研究推進体制: 発生予測モデルを構築する国立研究機関、モデルの実証やパラメータとすべき項目の洗い出しを行う10県の公設試験場、開発技術の社会実装先となる民間企業が連携した研究コンソーシアムを構築し、研究を推進している。また、病害と害虫に分かれ、適切な計画検討するためのWeb会議や進捗検討会を実施するほか、早急に対応が必要な課題に面した場合はメールを用いた情報共有を実施し、研究推進方向の確認や情報共有・情報交換を図るなど、適切な推進体制を構築している。</p> <p>③予算配分: 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。各課題いずれも計画通りに進捗しており、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。</p>

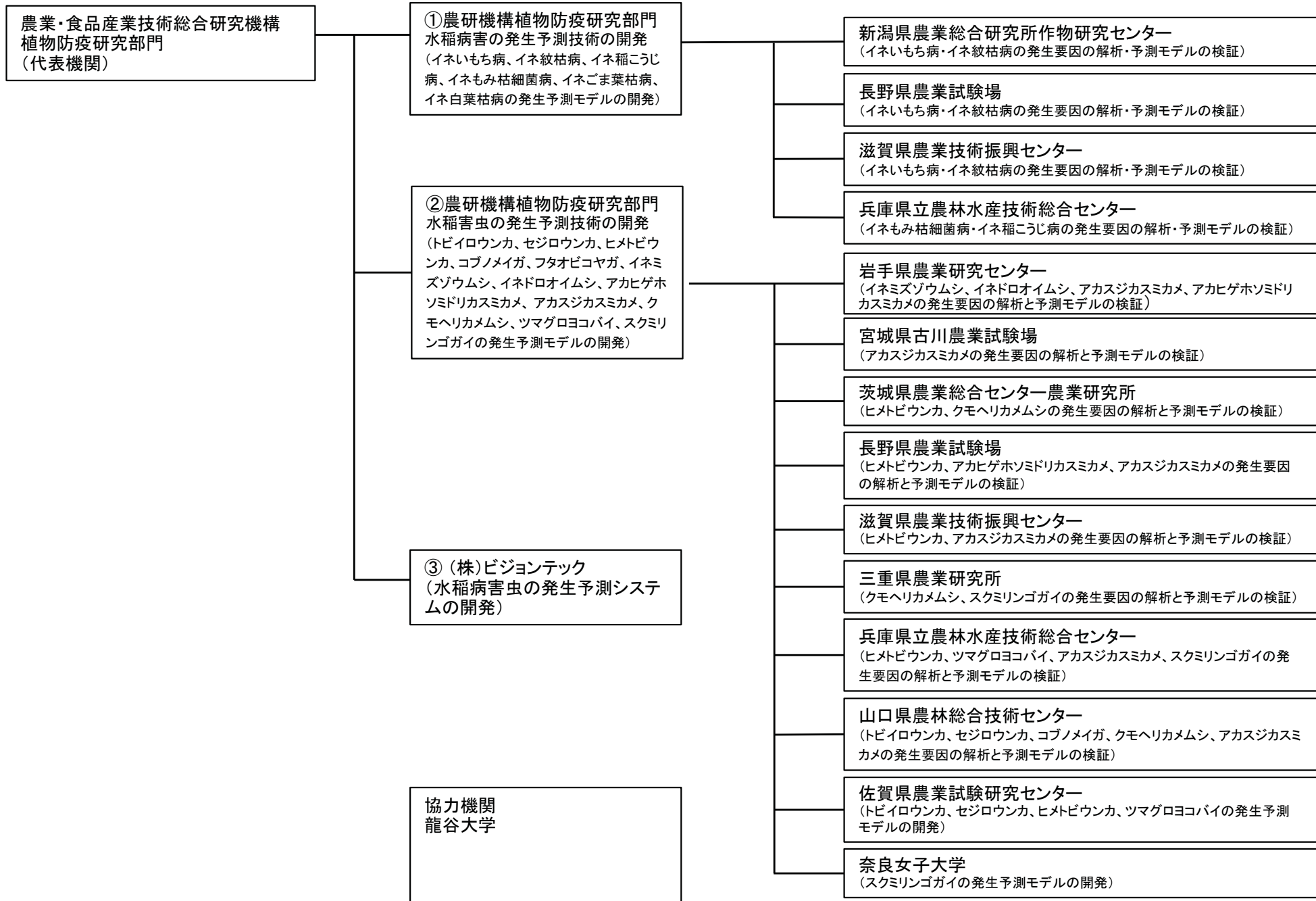
# 5. ロードマップ

## 課題名：省力的なIPMを実現する病害虫予報技術の開発(継続) (令和4年度～令和8年度)

既往成果 (知見)	委託プロジェクト(令和4～8年度)					実証 (令和9年度～12年度)		産業利用 (令和13年度～)
	令和4年度	5年度	6年度	7年度	8年度 アウトプット	9年度	12年度	13年度 アウトカム
<p><b>小課題Ⅰ 水稲病害の発生予測技術の開発</b></p> <p>水稲病害を引き起こす菌種ごとの発生生態の解明、発生予察法の開発</p>	<p>水稲病害6種の発生を予測するためのモデル式およびシミュレーション用の基本アルゴリズムを完成させ、発生状況・気象情報・過去の予察データを解析。新しいパラメーターを取得し、発生予測モデルを開発。</p> <p>発生予測モデルの検証等へのデータセットを整備</p>	<p>圃場で取得したデータをもとに発生予測モデルの検証し、予測精度を向上。モデルのパラメーターを調整し、発生予測モデルを改良</p>	<p>コンソーシアムに参画する公設試等および地域において、発生予測システムの運用、予測精度、適期散布での防除成否等を現地実証。発生予測システムの改良を実施。</p>	<p>発生予測モデルの検証等へのデータセットを整備</p>	<p>水稲病害虫18種を対象とした発生予測システムおよびアプリケーションを開発</p> <p>水稲病害虫18種の発生予測システムおおよびアプリケーションの動作確認等デバッグも随時実施。</p>	<p>水稲病害虫18種の発生予測システムおおよびアプリケーションを開発</p> <p>水稲病害虫18種の発生予測システムおおよびアプリケーションを開発</p>	<p>民間企業等による水稲病害虫の発生予測アプリケーションの開発・普及を促進。</p> <p>都道府県所管の病害虫防除所における業務の効率化・高度化に貢献。</p> <p>生産者が省力的に水稲病害虫を管理することに貢献。</p>	<p>地域に応じて、水稲栽培における病害虫に対する化学農薬使用量(リスク換算値)の2割を削減。</p>
<p><b>小課題Ⅱ 水稲害虫の発生予測技術の開発</b></p> <p>水稲害虫種ごとの生活史、個体群動態、越冬生態等の解明、発生予察法の開発</p>	<p>発生予測モデルの検証等へのデータセットを整備</p>	<p>水稲害虫12種の発生を予測するためのモデル式およびシミュレーション用の基本アルゴリズムを完成させ、発生状況・気象情報・過去の予察データを解析。新しいパラメーターを取得し、発生予測モデルを開発。</p> <p>発生予測モデルの検証等へのデータセットを整備</p>	<p>水稲病害虫18種の発生予測技術に関する職務発明プログラムを18件取得</p>	<p>水稲病害虫18種の発生予測システムおおよびアプリケーションの動作確認等デバッグも随時実施。</p>	<p>水稲病害虫18種の発生予測システムおおよびアプリケーションの動作確認等デバッグも随時実施。</p>	<p>水稲病害虫18種の発生予測システムおおよびアプリケーションを開発</p> <p>水稲病害虫18種の発生予測システムおおよびアプリケーションを開発</p>	<p>民間企業等による水稲病害虫の発生予測アプリケーションの開発・普及を促進。</p> <p>都道府県所管の病害虫防除所における業務の効率化・高度化に貢献。</p> <p>生産者が省力的に水稲病害虫を管理することに貢献。</p>	<p>地域に応じて、水稲栽培における病害虫に対する化学農薬使用量(リスク換算値)の2割を削減。</p>
<p><b>小課題Ⅲ 水稲病害虫の発生予測システムの開発</b></p> <p>農業データ連携基盤WAGRIの運用、民間企業による栽培管理支援システムのサービス開始</p>	<p>発生予測システム用にサーバーの構築、ドメイン名の取得等を実施。</p> <p>小課題ⅠとⅡで開発された発生予測技術をもとに、水稲病害虫10種の予測システムを開発および、アプリケーションを作成。</p>	<p>水稲病害虫8種のシステム開発およびアプリケーションの作成し、水稲病害虫18種の作業完了。</p> <p>16種のアプリケーションのWebAPIを開発し、順次、WAGRIに搭載。</p> <p>水稲病害虫18種の発生および適期散布時期を一括で予測できるシステムおよびアプリケーション、WebAPIを開発。</p>	<p>インターフェイス等の利便性を改善。システムの発生予測(圃場の実発生との適合性を評価し、実用性を改善。システムの動作を最終確認</p>	<p>発生予測システム用にサーバーの構築、ドメイン名の取得等を実施。</p> <p>小課題ⅠとⅡで開発された発生予測技術をもとに、水稲病害虫10種の予測システムを開発および、アプリケーションを作成。</p>	<p>水稲病害虫18種の発生予測システムおおよびアプリケーションの動作確認等デバッグも随時実施。</p>	<p>水稲病害虫18種の発生予測システムおおよびアプリケーションを開発</p> <p>水稲病害虫18種の発生予測システムおおよびアプリケーションを開発</p>	<p>民間企業等による水稲病害虫の発生予測アプリケーションの開発・普及を促進。</p> <p>都道府県所管の病害虫防除所における業務の効率化・高度化に貢献。</p> <p>生産者が省力的に水稲病害虫を管理することに貢献。</p>	<p>地域に応じて、水稲栽培における病害虫に対する化学農薬使用量(リスク換算値)の2割を削減。</p>
	<p>イネ紋枯病、ヒメビウソカの発生予測システムをWAGRIに搭載し、民間企業からサービスを開始。</p>		<p>WAGRIに搭載したイネいもち病、斑点米カメムシ類の発生予測システムについて、民間企業からサービスを開始。</p>				<p>【普及・実用化に向けた推進策】</p> <p>職務作成プログラムの利用許諾やWebAPIの民間企業等への利用契約を促進</p> <p>農水省および学会等でのオンラインセミナー等でのシステム紹介。</p>	

# 6. 体制図

課題名：省力的なIPMを実現する病害虫予報技術の開発（継続）（令和4年度～令和8年度）



# 7. 評価

課題名: 省力的なIPMを実現する病害虫予報技術の開発(継続)(令和4年度~令和8年度)

## 【項目別評価】

評価項目名	ランク (S、A、B、C)
1. 社会・経済の諸情勢の変化を踏まえた研究の必要性	A
2. 研究目標(アウトプット目標)の達成度及び今後の達成可能性	A
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道筋(ロードマップ)の妥当性	A
4. 研究推進方法の妥当性	A

## 【総括評価】

1. 委託プロジェクト研究課題全体の実績に関する所見	ランク (A~C)
・基礎研究からシステム開発、社会実装までを一貫して推進し、当初計画に沿った目標を着実に達成していることに加え、複数の実装事例を通じて実用段階に到達した点は高く評価できる。	A
2. 今後検討を要する事項に関する所見	
・予測精度の更なる向上に加え、農薬散布体制やUAV活用等の農業支援サービスとの連携など、提供データの現場での効果的な利用等を見据えた社会実装を進めていくことを期待する。	

## 8. 用語集

課題名：省力的なIPMを実現する病害虫予報技術の開発(継続)(令和4年度～令和8年度)

用語	用語の意味	頁等 該当箇所
総合防除(IPM)	Integrated Pest Managementの略。病害虫の防除において、環境に対する負荷を軽減しつつ、利用可能なすべての防除技術を利用しながら、経済性も考慮しつつ総合的に講じる防除手法。	3、4
WebAPI	ウェブ上で提供される、アプリケーションプログラミングインターフェイスAPI(Application Programming Interface)のこと。異なるアプリケーション間でデータやプログラムの機能をサービスとして利用できる。	3、5、7
農業データ連携 基盤WAGRI	気象や農地、収量予測など農業に役立つデータやプログラムを提供する公的なクラウドサービスのこと。農研機構が管理運営の主体を担っている。	3、5、7
リスク換算	農薬の有効成分ベースの農薬出荷量に許容一日摂取量を基にしたリスク係数を掛け合わせて求めた値のこと。	6、7
基幹防除	病害虫の発生リスクが毎年高い地域において、薬剤散布を基本的に行う必要がある防除のこと。	6
臨機防除	病害虫が毎年発生することがない地域において、防除が必要と判断された発生量に達した時や突発的に新しい病害虫が多発生した時のみ行う防除のこと。	6

# 9. 参考資料

課題名: 省力的なIPMを実現する病害虫予報技術の開発(継続)(令和4年度~令和8年度)

## Ⅲ 研究成果一覧【公表可】

個別課題番号 22677527

課題名 省力的なIPMを実現する病害虫予報技術の開発

### 成果等の集計数

課題番号	学術論文		学会等発表(口頭またはポスター)		出版図書	国内特許権等		国際特許権等		PCT	報道件数	普及しうる成果	発表会の主催(シンポジウム・セミナー)	アウトリーチ活動
	和文	欧文	国内	国際		出願	取得	出願	取得					
22677527	0	3	32	3	4	0	0	0	0	0	2	2	3	11

### (1) 学術論文

区分: ①原著論文、②その他論文

整理番号	区分	タイトル	著者	機関名	掲載誌	掲載論文のDOI	発行年	発行月	巻(号)	掲載ページ
1	①	Survival of overwintering nymphs of the small brown planthopper and its contribution to emergence timing	Matsukura Kら	農研機構植物防疫研究部門	Ecosphere	<a href="https://doi.org/10.1002/ecs2.4544">https://doi.org/10.1002/ecs2.4544</a>	2023	6	14	e4544
2	①	Novel method of determining parameters for the effective accumulated temperature model by using seasonal pest occurrence data	Sasaki F.ら	農研機構植物防疫研究部門	Ecological Modelling	<a href="https://doi.org/10.1016/j.ecolmodel.2024.110651">https://doi.org/10.1016/j.ecolmodel.2024.110651</a>	2024	4	490	110651
3	②	The spread of Southern rice black-streaked dwarf virus was not caused by biological changes in vector Sogatella furcifera	Matsukura K.ら	農研機構植物防疫研究部門	Microorganisms	<a href="https://doi.org/10.3390/microorganisms12061204">https://doi.org/10.3390/microorganisms12061204</a>	2024	6	12	1204

### (2) 学会等発表(口頭またはポスター)

整理番号	タイトル	発表者名	機関名	学会等名	発行年	発行月
1	メッシュ農業気象データを用いたイネ縞葉枯病の薬剤散布適期診断システム	柴卓也・平江雅宏・八塚拓・藤部 彰・阿曾和基・近藤篤・小久保信義・柳澤由加里・成富毅誌	農研機構植物防疫研究部門	日本応用動物昆虫学会	2023	3
2	飼育に依存しない有効積算温度および発育零点の推定法の検討	佐々木郁弥・柴卓也・松倉啓一郎	農研機構植物防疫研究部門	日本応用動物昆虫学会	2023	3
3	土壌環境を改善する資材の施用による紋枯病発病抑制効果の検証	長谷部匡昭	滋賀県農業技術振興センター	近中四問題別研究会	2023	3
4	岩手県における1kmメッシュ農業気象データを活用した斑点米カメムシ類の発生時期の推定	吉田雅紀	岩手県農業研究センター	日本応用動物昆虫学会	2023	3
5	有効積算温度によるツマグロヨコバイ成虫の発生時期の予測	平江雅宏	農研機構植物防疫研究部門	関東東山病害虫研究会	2023	3
6	群落内微気象を考慮したウンカ3種の発生予測高精度化	望月遼太・矢代敏久・眞田幸代・丸山篤志	農研機構植物防疫研究部門	日本応用動物昆虫学会	2023	3
7	イネもみ枯細菌病菌Burkholderia glumaeによる苗腐敗症の発病試験系の確立とその地上部及び地下部の病徴	井之口曜・太田光祐・芦澤武人	農研機構植物防疫研究部門	令和5年度日本植物病理学会関西西部会	2023	9

# 9. 参考資料

課題名: 省力的なIPMを実現する病害虫予報技術の開発(継続)(令和4年度~令和8年度)

8	イネもみ枯細菌病の発生に影響を及ぼす環境パラメータの検討	内橋嘉一・井之口曜・原田正志・松本純一・芦澤武人	兵庫県立農林水産技術総合センター	令和5年度日本植物病理学会関西支部会	2023	9
9	現地ほ場における転炉スラグによる紋枯病被害抑制効果の検証	松本 敏幸・小幡 善也・金子誠	滋賀県農業技術振興センター	令和6年度近畿中国四国農業試験研究推進会議 病害虫推進部会	2024	1
10	捕獲効率が大幅改善! 黄色粘着板を用いた水稻のウンカ類の飛来及び発生状況の把握	本田善之・東浦祥光	山口県農林総合技術センター	令和5年度九州病害虫研究会	2024	2
11	イネ穂を用いたイネカメムシ大量飼育法	平江雅宏	農研機構植物防疫研究部門	関東東山病害虫研究会第68回研究発表会	2024	2
12	室内飼育条件におけるイネカメムシ成虫の寿命と産卵	平江雅宏	農研機構植物防疫研究部門	カメムシ類等難防除害虫の発生状況と防除対策に関する検討会	2024	3
13	イネ科植物に対するイネカメムシの選好性および発育	平江雅宏・佐々木郁弥	農研機構植物防疫研究部門	日本昆虫学会第84回大会・第68回日本応用動物昆虫学会大会合同大会	2024	3
14	黄色粘着トラップにおける水稻害虫発生調査法について(予定)	平江雅宏・柴 卓也	農研機構植物防疫研究部門	日本昆虫学会第84回大会・第68回日本応用動物昆虫学会大会合同大会	2024	3
15	飼育に依存しない発育速度パラメータの推定手法の検討	佐々木郁弥・柴卓也・松倉啓一郎	農研機構植物防疫研究部門	日本昆虫学会第84回大会・第68回日本応用動物昆虫学会大会合同大会	2024	3
16	乾燥種子を使用したイネカメムシの累代飼育法	世戸口貴宏・柴卓也	農研機構植物防疫研究部門	日本昆虫学会第84回大会・第68回日本応用動物昆虫学会大会合同大会	2024	3
17	イネもみ枯細菌病菌Burkholderia glumaeによる苗腐敗症の地上部と地下部の病徴の関係	井之口曜・太田光祐・芦澤武人	農研機構植物防疫研究部門	令和6年度日本植物病理学会大会	2024	3
18	土壌環境を改善する資材の施用による紋枯病発病抑制効果の検証	長谷部匡昭	滋賀県農業技術振興センター	近中四問題別研究会	2024	3
19	出穂期間にイネもみ枯細菌病の発生に影響を及ぼす気象パラメータの異なる品種における解析	内橋 嘉一・井之口 曜・原田 正志・村上 翼・松本 純一・芦澤 武人	兵庫県立農林水産技術総合センター	令和6年度日本植物病理学会関西支部会	2024	9
20	兵庫県における水稻栽培初期のスクリミングガイ密度と被害発生の状況	柳澤 由加里	兵庫県農林水産技術総合センター	2024年度西日本応用動物昆虫学会・中国地方昆虫学会、および第69回四国植物防疫研究協議会合同大会	2024	11
21	海外飛来性害虫の防除および薬剤抵抗性対策	眞田 幸代	農研機構植物防疫研究部門	第4回殺菌剤抵抗性対策シンポジウム	2024	12
22	転炉スラグ施用による紋枯病被害抑制メカニズムの検討	松本敏幸	滋賀県農業技術振興センター	近中四問題別研究会	2025	1
23	水稻病害の発生予測・薬剤散布適期連絡システムの開発3)イネ稲こうじ病	芦澤 武人	農研機構植物防疫研究部門	日本植物病理学会セミナー	2025	3
24	水稻病害の発生予測・薬剤散布適期連絡システムの開発1)イネいもち病、イネごま葉枯病、イネ白葉枯病	太田 光祐	農研機構植物防疫研究部門	日本植物病理学会セミナー	2025	3
25	水稻病害の発生予測・薬剤散布適期連絡システムの開発2)イネ紋枯病、イネもみ枯細菌病	井之口 曜	農研機構植物防疫研究部門	日本植物病理学会セミナー	2025	3
26	水稻害虫の発生予測・薬剤散布適期連絡システムの開発1)トビイロウンカ、セジロウンカ、ヒメトビウンカ、コブノメイガ、フタオビコヤガ、イネミズゾウムシ、イネドロオイムシ、アカシカスミカメ、アカヒゲホソミドリカスミカメ、クモヘリカメムシ、ツマグロヨコバイ、スクリミングガイ	松倉 啓一郎	農研機構植物防疫研究部門	日本植物病理学会セミナー	2025	3
27	システムの社会実装と普及に向けた取り組み	藤澤 博司	株式会社ビジョンテック	日本植物病理学会セミナー	2025	3

# 9. 参考資料

課題名：省力的なIPMを実現する病害虫予報技術の開発(継続)(令和4年度～令和8年度)

28	水稲病害虫の発生予測システムの概要および使用方法の紹介	松倉 啓一郎	農研機構植物防疫研究部門	石川県植物防疫協会主催 植物防疫指導者研修会	2025	7
29	Development of the "Bacterial panicle blight risk and fungicide application timing forecast system" of rice	井之口 曜	農研機構植物防疫研究部門	アメリカ植物病理学会大会	2025	8
30	Development of the "Rice blast risk-forecasting and fungicide spray-timing information system"	太田 光祐	農研機構植物防疫研究部門	アメリカ植物病理学会大会	2025	8
31	炉が異なる6種の転炉スラグ肥料の元素成分分析とその粉末がイネもみ枯細菌病による苗腐敗症の発病抑制に与える影響	井之口 曜・太田 光祐・芦澤 武人	農研機構植物防疫研究部門	日本植物病理学会東北部会	2025	9
32	イネウンカ類の飛来・発生生態と高精度発生予測手法の開発	眞田 幸代	農研機構植物防疫研究部門	TARI-NARO International Workshop of Precision Management on Crops and Pests	2025	9
33	近年の水稲カメムシ被害と防除に対する取り組み	高篠 賢二	農研機構植物防疫研究部門	日本植物防疫協会シンポジウム「最新の水稲における病害虫防除を巡る課題」	2025	9
34	温暖化による海外飛来性害虫の飛来・発生動向への影響と防除対策	眞田 幸代	農研機構植物防疫研究部門	日本植物防疫協会シンポジウム「温暖化がもたらす新たな病害虫発生リスクを考える」	2025	11
35	ドローン散布による主要殺菌剤の穂いもちに対する防除効果と効果的な飛行方法	中島 宏和	長野県農業試験場	令和7年度関東東海北陸農業試験研究推進会議病害虫部会 病害研究会	2025	11

### (3) 出版図書

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

整理番号	区分	著書名(タイトル)	著者名	機関名	出版社	発行年	発行月
1	④	特集・越境性害虫の発生生態・移動経路の解明 イネウンカ類の飛来・発生生態と高精度発生予測手法の開発	望月 遼太・松村 正哉	農研機構植物防疫研究部門	昆虫と自然	2025	10
2	③	第3章試験研究成果の概要 27. 省力的なIPMを実現する病害虫予報技術の開発	松本 敏幸・近藤 篤	滋賀県農業技術振興センター	滋賀県	2025	10
3	⑤	活動報告 農研機構 植物防疫研究部門 病害虫セミナー	芦澤 武人	農研機構植物防疫研究部門	日本植物病理学会	2025	5
4	②	温湯処理と生物農薬による水稲の種子伝染性病害への体系防除法	中島 宏和	長野県農業試験場	JA全農(グリーンレポート)	2025	11

## 9. 参考資料

課題名: 省力的なIPMを実現する病害虫予報技術の開発(継続)(令和4年度~令和8年度)

### (4) 国内特許権等

区分: ①育成者権、②特許権、③実用新案権、④意匠権、⑤回路配置利用権

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

### (5) 国際特許権等

区分: ①育成者権、②特許権、③実用新案権、④意匠権、⑤回路配置利用権

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

### (6) 報道等

区分: ①プレスリリース、②新聞記事、③テレビ放映、④その他

整理番号	区分	記事等の名称	機関名	掲載紙・放送社名 等	掲載 年月日	備考
1	②	ビジョンテック、ドローン農業散布の未来を語る講演会を開催   マルチコプター連合会設立へ	株式会社ビジョンテック	農村ニュース	2025/10/7	<a href="https://www.nouson-n.com/media/2025/10/07/10277">https://www.nouson-n.com/media/2025/10/07/10277</a>
2	②	散布の助	株式会社ビジョンテック	日本農業新聞	2025/12/9	<a href="https://www.agrnews.co.jp/farming/index/349815">https://www.agrnews.co.jp/farming/index/349815</a>

## 9. 参考資料

課題名: 省力的なIPMを実現する病害虫予報技術の開発(継続)(令和4年度~令和8年度)

### (7) 普及に移しうる成果

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

整理番号	区分	成果の名称	機関名	普及(製品化)年月		主な利用場面	普及状況
1	①	イネいもち病の発生リスク予測システム	農研機構植物防疫研究部門	2024	2	全国の水田作	株式会社ビジョンテックから有償提供
2	①	イネ縞葉枯病(ヒメビウンカ)の薬剤散布適期連絡システム	農研機構植物防疫研究部門	2024	2	イネ縞葉枯病が問題となる地域	株式会社ビジョンテックから有償提供

### (8) 発表会の主催(シンポジウム・セミナー等)の状況

整理番号	発表会の名称	機関名	開催場所	年月日	参加者数	備考
1	水稲病害の発生予測・薬剤散布適期連絡システムと転炉スラグの利用を基本とした防除技術を確立するための勉強会	農研機構植物防疫研究部門	農研機構食品研講堂	2024/1/15	54	農研機構主催の勉強会
2	マルチローター農業散布セミナー	株式会社ビジョンテック	つくば国際会議場	2025/6/24	87	ビジョンテックが主催し、講演タイトルは「生産者が利用できる防除支援システムの社会実装例 農業散布スケジューラー SANP no SUKE(散布の助)への防除適期アルゴリズムの実装紹介(紋枯病・いもち病)」会場URL ( <a href="https://www.epochal.or.jp/event/event-13218/">https://www.epochal.or.jp/event/event-13218/</a> )
3	農研機構植物防疫研究部門病害虫セミナー(クロープライフジャパン共催)省力的なIPMの実践を支援する水稲病害虫の発生予測システムの開発と利用	農研機構	Web会議	2026/3/17	未定	

# 9. 参考資料

## 課題名：省力的なIPMを実現する病害虫予報技術の開発(継続)(令和4年度～令和8年度)

### (9)アウトリーチ活動の状況

区分:①一般市民向けのシンポジウム・講演会及び公開講座・サイエンスカフェ等、②展示会及びフェアへの出展・大学及び研究所等の一般公開への参画、③その他(子供向け出前授業、民間企業への訪問による)

整理番号	区分	アウトリーチ活動	機関名	開催場所	年月日	参加者数	主な参加者	備考
1	①	いばらき農業アカデミー 第2回農業気象講座「高温による水稲病害虫等の発生予測」	農研機構植物防疫研究部門	茨城県農業総合センター	2024/12/10	30	農業者	茨城県農業総合センター主催の市民公開講座
2	①	ICT技術を利用した飼料用稲病害の適期防除	農研機構植物防疫研究部門	Zoom開催	2025/7/2	200	農業者、生産者団体、地方公共団体等、JA等	主催:一般社団法人日本草地畜産種子協会 <a href="https://agri.mynavi.jp/2025_05_23_309683/">https://agri.mynavi.jp/2025_05_23_309683/</a>
3	①	SANPnoSUKE散布の助』と『マルチローター連合会』の紹介	株式会社ビジョンテック	トーセイホテル&セミナー幕張	2025/9/30	90	農薬散布事業者	主催:株式会社ビジョンテック <a href="https://www.vti.co.jp/img/file86.pdf">https://www.vti.co.jp/img/file86.pdf</a>
4	①	水稲病害虫発生予測システムの概要について	農研機構植物防疫研究部門	水稲総合防除の一層の推進と現場への浸透に向けたオンラインセミナー	2025/10/27	250	生産者、都道府県職員等	主催:農林水産省植物防疫課 <a href="https://www.maff.go.jp/j/syouan/syokubo/gaicvyu/g_ipm/r7ipm_seminar.html">https://www.maff.go.jp/j/syouan/syokubo/gaicvyu/g_ipm/r7ipm_seminar.html</a>
5	①	アプリによる病害虫発生予察について	農研機構植物防疫研究部門	水稲の総合防除(IPM)の普及推進に向けたオンラインセミナー	2025/11/12	198	農業者、生産者団体、地方公共団体等、JA等	主催:農林水産省近畿農政部長兵庫県拠点 <a href="https://www.maff.go.jp/kinki/press/tiiki/hyogo/250916.html">https://www.maff.go.jp/kinki/press/tiiki/hyogo/250916.html</a>
6	①	第12回農業安全コンサルタントリーダー研修 講演タイトル「水稲病害の発生生態と防除」	農研機構植物防疫研究部門	全国農業協同組合	2025/10/15-17	18	「農業安全コンサルタント」及び「毒劇物取扱責任者」等の有資格者等	研修に関するHP: <a href="https://znouyaku.or.jp/activity/consultant">https://znouyaku.or.jp/activity/consultant</a> 活動報告等: <a href="https://znouyaku.or.jp/cms/wp-content/uploads/2025/12/20251228tsuh351.pdf">https://znouyaku.or.jp/cms/wp-content/uploads/2025/12/20251228tsuh351.pdf</a>
7	②	WAGRIオープンデー2025での出展「農業情報サービス AgriLook、農薬散布スケジューラSANP no SUKE、栽培管理支援情報サービスSAKUMO」を紹介	株式会社ビジョンテック	東京都立産業貿易センター浜松町館	2025/7/11	250	WAGRI会員、WAGRI参加検討企業・自治体関係者	WAGRIオープンデー2025の開催の告知HP: <a href="https://www.wagri.go.jp/2025/06/12/01/">https://www.wagri.go.jp/2025/06/12/01/</a> WAGRI参加検討企業・自治体関係者: <a href="https://www.wagri.go.jp/2025/06/12/02/">https://www.wagri.go.jp/2025/06/12/02/</a>
8	②	一般公開「微気象ってなんだ?〜ムシできないミクロな気温差〜」	農研機構九州沖縄農業研究センター	農研機構九州沖縄農業研究センター	2025/11/8	100	生産者、会社員、主婦等	<a href="https://www.naro.go.jp/event/list/2025/10/171894.html">https://www.naro.go.jp/event/list/2025/10/171894.html</a>
9	②	一般公開「海外から飛来する害虫の被害を防ぐために」	農研機構植物防疫研究部門	農研機構九州沖縄農業研究センター	2025/11/8	100	生産者、会社員、主婦等	<a href="https://www.naro.go.jp/event/list/2025/10/171894.html">https://www.naro.go.jp/event/list/2025/10/171894.html</a>
10	②	水稲病害虫18種の発生予測・薬剤散布適期連絡システムの開発と社会実装	農研機構植物防疫研究部門	アグリビジネス創出フェア2025	2025/11/26-28	250	生産者、企業、都道府県職員等	<a href="https://agribiz.maff.go.jp/">https://agribiz.maff.go.jp/</a>
11	②	第5回WAGRIユーザー会2026への出展「水稲大豆生育予測・果樹・水稲病害虫WebAPI、水稲病害虫農業情報サービスAgriLook、農薬散布スケジューラSANP no SUKE、栽培管理支援情報サービスSAKUMO」を紹介	株式会社ビジョンテック	東京都立産業貿易センター浜松町館	2026/1/6	75	WAGRI会員企業	WAGRIユーザー会2026の開催のお知らせHP: <a href="https://wagri.naro.go.jp/2025_12_24_01/">https://wagri.naro.go.jp/2025_12_24_01/</a>