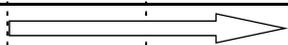


委託プロジェクト研究課題評価個票（中間評価）

研究課題名	薬用作物の国内生産拡大に向けた技術の開発	担当開発官等名	研究統括官(生産技術)室
		連携する行政部局	大臣官房政策課技術政策室 生産局地域対策官室 生産局技術普及課
研究期間	H28～H32（5年間）	総事業費（億円）	3.2億円（見込）
研究開発の段階	基礎 応用 開発	関連する研究基本計画の重点目標	重点目標 25
			

研究課題の概要

薬用作物については、海外からの安定的な調達に難しい状況になりつつあること、耕作放棄地の活用や中山間地域の活性化につながる作目になり得ることから、国内での生産について関心が高まっている。しかし、多くの作目では輸入品に対抗し得る価格と品質の産品を国内で安定生産することが困難であり、それを可能にする技術が求められている。この状況を踏まえ、本研究課題では、国内需要が大きいトウキ、ミシマサイコ、カンゾウ、オタネニンジン、ジャクヤク（※1～5）について、生産の低コスト化や安定化等を可能とする技術を開発し、国内生産の拡大を支援する。

1. 委託プロジェクト研究課題の主な目標

中間時（2年度目末）の目標	最終の到達目標
<ul style="list-style-type: none"> ・他作物の栽培技術を薬用作物生産へ応用し、その効果を評価し、改善点を見出す。 ・収穫機等の作業機械のプロトタイプを試作と評価の着手。 ・薬用作物栽培における作業時間やコスト等の経営的問題事項等の把握。 	<ul style="list-style-type: none"> ・トウキ、ミシマサイコ、カンゾウ、オタネニンジン、ジャクヤクを対象に、日本薬局方（※6）の基準をクリアする高品質な産品を輸入品並みの価格で安定生産することを可能にする技術を15（事前評価時は20）以上開発し、作目ごとに技術をまとめたマニュアルを作成する。

2. 事後に測定可能な委託プロジェクト研究課題全体としてのアウトカム目標（H37年）

薬用作物生産の低コスト化や安定化等を可能とする技術を開発して、その技術マニュアルを作成することにより、薬用作物栽培の導入が促進され、栽培面積が平成37年度までに3,000ha以上（過去の輸入価格の影響が少なかった時期の栽培面積が3,000～4,000haを考慮）に拡大する。

【項目別評価】

1. 社会・経済の諸情勢の変化を踏まえた研究の必要性

ランク：A

① 農林水産業・食品産業、国民生活の具体的なニーズ等から見た研究の重要性

薬用作物から調製される漢方薬は我が国の医療の中で欠かせない役割を担っており、需要も増加傾向にあるが、原料の約9割を輸入に依存し、主要な輸入先の中国の情勢から安定調達が難しい状況になりつつあることから、漢方薬メーカー等の実需者からは国内生産の拡大が望まれている。一方、農業生産現場では、耕作放棄地の活用や担い手の高齢化が進む中山間地域の活性化等の目的で薬用作物生産への関心が高まっているが、他の作物に比べて栽培技術等の開発が進んでいないため生産性が低く、作付拡大に向けた取組が進んでいない。

現在、生産局の「薬用作物等地域特産作物産地確立支援事業」で産地形成を促す施策が進められているが、生産現場からはマニュアル等の栽培技術に関する情報を強く求められている状況にあり、研究開始当初よりもさらに本研究課題による国内薬用作物の生産拡大に資する技術開発の重要性は高まっている。

② 引き続き国が関与して研究を推進する必要性

食料・農業・農村基本計画の中で、「生産性と収益性が高く、中長期的かつ継続的な発展性を有する、効率的かつ安定的な農業経営」の育成のための施策の一つとして薬用作物の生産拡大の支援がうた

われているが、国内生産拡大には輸入品のシェアを奪うために製品の品質化および生産の低コスト化が前提となるため、それを可能にする技術開発が必須である。また、薬用作物生産における技術的問題は多岐にわたるため、生産者や漢方薬メーカー等が単独で解決を図ることは効率的ではなく、農業研究機関が有する他作物に関する技術や研究ノウハウの活用、生産者・実需者による生産上の問題の明確化及び出口を見据えた課題設定等が可能なオールジャパン体制で研究開発を行う枠組みが必要である。このような大きな研究的枠組みを維持するには国が主導する取組みの継続が必要である。

2. 研究目標（アウトプット目標）の達成度及び今後の達成可能性

ランク：A

① 中間時の目標に対する達成度

事前評価時の目標は20の技術を開発することとしていたが、要求時からの予算減額に伴い目標値を15に変更するとともに、需要の多い主要な5品目について集中的に技術開発を行うこととした。

他作物の栽培技術の応用では、水稻等の技術を応用したミシマサイコの発芽を2%から30%に向上させる技術の開発が概ね完了し、この他、ばれいしょの収穫機械を応用して大規模トウキ栽培向けの乾燥・調整作業時間を25%削減できる技術、たまねぎの技術を応用した小規模トウキ栽培向けの乾燥時間を大幅に短縮できる技術、マルチにより除草作業時間を3割以上縮減できる雑草対策技術等の開発が進んでいる。

作業機の開発では慣行に比べて作業時間を1/4に軽減できるカンゾウの収穫機等の開発が概ね完了し、さらに、本機のシャクヤク収穫への適応性の評価を進めている。

薬用作物栽培にかかわる作業時間等の調査については、各品目の情報収集が進んでおり、例えばトウキ、ミシマサイコでは、除草作業、掘り取り～出荷調製作業の割合が高く、これらの作業の効率化が低コスト生産に重要であることを明らかにした。

以上のことより、研究は概ね計画とおりに進捗しており、研究目標の達成可能性は高い。

① 最終の到達目標の今後の達成可能性とその具体的な根拠

本研究課題では、厚生労働省管轄の研究機関や産地に所在する農業研究機関と国の農業研究機関が連携することで、生産現場の技術的問題点の把握、応用可能な他作物の技術の検討、生産物の品質の検証、生産現場での技術の実証まで一貫して行う体制とすることで達成可能性を高めている。これまでに、トウキでは、セル苗による育苗技術、機械移植技術、マルチによる雑草防除技術、収穫・乾燥・調整技術、優良系統の開発、ミシマサイコでは、発芽促進技術、マルチによる雑草防除技術、優良系統の開発、カンゾウでは、栽培適地判定技術、収穫機の開発・汎用化、オタネニンジンでは、催芽（※7）および短期育苗技術、シャクヤクでは切り花兼用栽培技術、種苗増殖技術、マルチによる雑草防除技術、各作目共通して病害の同定、栽培コストおよび作業時間の調査等の技術開発や技術情報の収集が概ね順調に進捗している。

以上のことから、日本薬局方の基準を満たす産品を低コストで安定的に生産する技術を15以上開発することは十分達成可能である。

3. 研究が社会・経済等に及ぼす効果（アウトカム）の目標の今後の達成可能性とその実現に向けた研究成果の普及・実用化の道筋（ロードマップ）の妥当性

ランク：A

① アウトカム目標の今後の達成の可能性とその具体的な根拠

本研究課題では、薬用作物の高品質な産品を低コストでの生産を可能とする実用的な技術の開発を目標とし、研究グループに産地を抱える北海道、岩手県、山形県、新潟県、富山県、長野県、静岡県、三重県、奈良県、山口県、徳島県、愛媛県、佐賀県、宮崎県に所在する試験研究機関、契約栽培で産地に技術指導を行っている生薬メーカー、産地の生産者団体が参画している。このため、開発される技術は、速やかに産地等へ普及することが可能である。また、消費・安全局では「薬用作物等地域特産作物向け防除体系の確立推進事業」の中で農薬適用拡大等の防除体系の開発を進めている。本研究課題や消費・安全局の事業成果は、生産局の「薬用作物等地域特産作物産地確立支援事業」で実証ほ場の設置等の産地形成を促す施策と連携して、技術マニュアルやシンポジウム等を通じて効率的に生産現場に普及する仕組みとなっており、過去の輸入価格の影響が少なかった時期の栽培面積程度への作付拡大の可能性は高い。

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

これまでに産地の試験研究機関や生薬メーカー等が多数参加した公開シンポジウムを年1回開催（H28年170人、H29年109人参加）したほか、学会、刊行物、新聞記事、シンポジウム等で54件の発表を行うなど、本プロジェクトで開発する技術の広報を積極的に実施している。また、実需者団体の日本漢方生薬製剤協会と年1回情報交換会を開き、研究成果の出口を見据えて開発技術による生産物の品質等の確認を行っている。

以上のように、これまでのアウトカム目標達成に向けた研究成果の円滑な普及を見据えた技術の受け手への情報提供・交換の取組は妥当である。

③ 他の研究や他分野の技術の確立への具体的貢献度

本研究課題の成果のうち、トウキの収穫・乾燥技術、カンゾウの収穫機については地下部が収穫物になる作物へ横展開できる可能性がある。ミシマサイコの発芽促進技術については、同じセリ科の作目において応用できる可能性がある。

4. 研究推進方法の妥当性

ランク：A

① 研究計画（的確な見直しが行われているか等）の妥当性

ミシマサイコの発芽促進技術については、処理条件等が解明されたことから実用化を進め、H30年度で終了する。また、生産現場に応じた技術開発や技術移転に強みがある県の試験研究機関の参画がなかったオタネニンジンの研究において、福島県農業総合センター会津地域研究所を新たに加えて、技術の社会実装を見据えた計画変更を行うなど、的確に見直しを行っており、研究計画の妥当性は高い。

② 研究推進体制の妥当性

研究推進にあたっては、プログラムディレクター、プログラムオフィサーを設置し、外部専門家や関係行政部局等で構成する運営委員会で進行管理を行う体制を構築、これまでに4回運営委員会を実施している。運営委員会では研究プロジェクトの進捗状況を管理しつつ、進捗状況に応じて研究実施計画や課題構成を逐次見直すなど、適切な推進体制としている。

③ 研究課題の妥当性（以後実施する研究課題構成が適切か等）

本研究課題では、対象となる作目を需要の多い5品目に絞り込んで集中的に研究開発を進める課題構成としている。また、運営委員会の指摘を踏まえて、課題構成を対象地域・規模別から作目別に変更するなど適宜見直しを図っており、以後実施する研究課題構成は妥当である。

④ 研究の進捗状況を踏まえた重点配分等、予算配分の妥当性

ミシマサイコの発芽促進技術など概ね技術開発が完了した課題は3年目の30年度末で終了する予定とし、一方で、生産現場に応じた技術開発や技術移転に強みがある県の試験研究機関の参画がなかったオタネニンジンの研究において、福島県農業総合センター会津地域研究所を加え、社会実装に向けた取組に新たに予算配分するなど状況を踏まえて予算の重点化を行っており、予算配分の妥当性は高い。

【総括評価】

ランク：A

1. 委託プロジェクト研究課題の継続の適否に関する所見

・ 中間時の目標は達成しており順調に進捗していることから、本研究を継続することは妥当である。

2. 今後検討を要する事項に関する所見

- ・ 研究開発を行うための目的について、国内自給の拡大や耕作放棄地の活用、地域活性化など多くの目的があるのはよいが、一番大事な点を再確認し明確にした上で研究を進める必要がある。
- ・ 薬用作物の開発としてまとめられているが、研究を進めるに当たっては薬用作物ごとに課題を整理し研究を進める必要がある。
- ・ 漢方薬等のメーカーと連携を一層密にして研究を進める必要がある。

[事業名] 薬用作物の国内生産拡大に向けた技術の開発

用語	用語の意味	※ 番号
トウキ	根が漢方薬の原料となるセリ科の多年草。いくつかの近縁種があるが、日本薬局方においてはトウキ及びホッカイトウキのみが医薬品とされる。北海道、奈良県等で栽培が見られる。	1
ミシマサイコ	根が漢方薬の原料となるセリ科の多年草。宮崎県等で栽培が見られる。	2
カンゾウ	根が漢方薬の原料となるマメ科の多年草。いくつか近縁種があるが、日本薬局方（注6）においてはウラルカンゾウとスペインカンゾウのみが医薬品とされる。漢方薬の原料の中で最も使用量が多いが、国内生産はほとんどされていない。	3
オタネニンジン	細根を除いた根が漢方薬の原料となるウコギ科の多年草。長野県等で栽培が見られる。	4
シャクヤク	根が漢方薬の原料となるボタン科の多年草。花は観賞用にもなる。北海道、長野県、奈良県等で栽培が見られる。	5
日本薬局方	我が国における医薬品に関する品質規定書。医薬品や生薬が収載されているほか、試験法や純度の基準・剤形等が記されている。生薬については、有効成分とその含有率が規定されている（ただし全てではない）。	6
催芽	発芽を早めたり、発芽の不揃いをさけるため、播種前に芽出しすること。	7

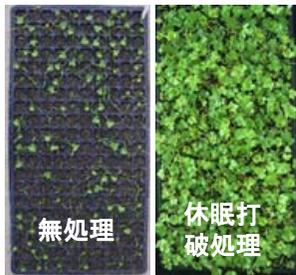
1. 薬用作物の国内生産拡大に向けた技術の開発

背景

- 薬用作物は国内需要量の約9割を輸入に依存しているが、近年、安定的な調達が難しい状況になりつつあること、耕作放棄地の活用や中山間地域の活性化に繋げうる作物であることから、国内生産への関心が増大している。
- 一方、多くの品目では、国内栽培の生産性が低く国産品が輸入品に比べ高価なことがシェア拡大を阻んでおり、国内生産は拡大していない。このため、低コスト生産技術等の開発が必要である。

研究内容（一部）

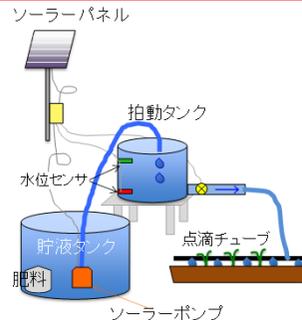
オタネニンジン栽培の問題点：
収穫までの期間が長い（6年）



牧草種子等の休眠打破技術を応用して育苗期間を大幅に短縮

収穫までの期間を1年短縮

シャクヤク栽培の問題点：
乾燥によって収量が低下



太陽光を活用した低コスト土壌水分管理システムを活用し、収量を高位安定化

単収を10%以上向上

トウキ栽培の問題点：
トウキの導入が有効な経営形態が不明

既存経営モデル（例）



トウキを含む高収益な複合経営モデルを策定

目標

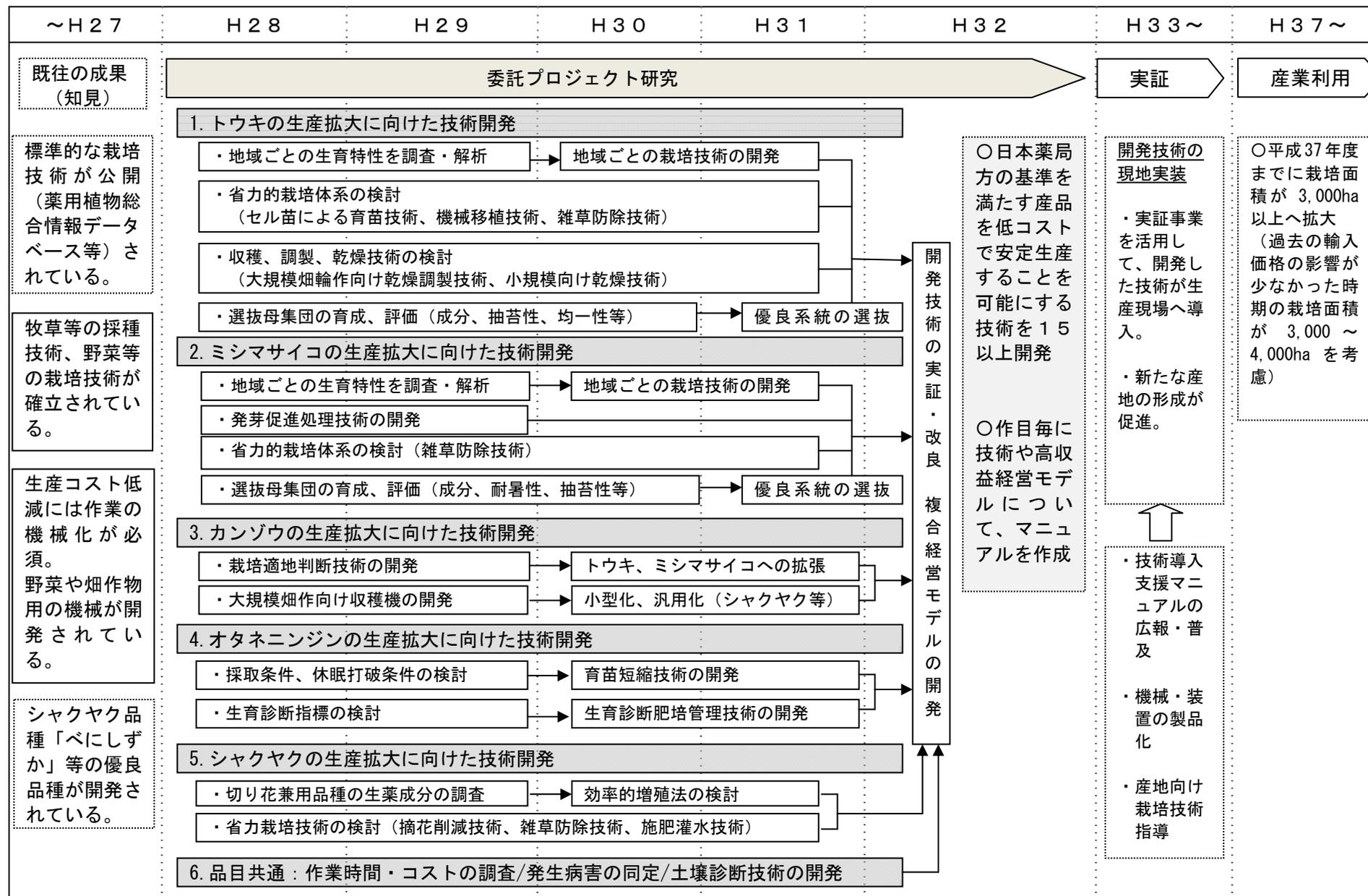
- カンゾウ、トウキ等の需要が多い作目の生産性を向上させる技術を平成32年度までに15以上開発。



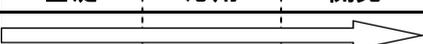
- 開発した技術による生産者の収益向上、輸入品に対抗できる価格での供給により薬用作物の国内生産が拡大。

【ロードマップ（中間評価段階）】

薬用作物の国内生産拡大に向けた技術の開発



委託プロジェクト研究課題評価個票（中間評価）

研究課題名	地域の農林水産物・食品の機能性発掘のための研究開発	担当開発官等名	研究統括官(生産技術)
		連携する行政部局	大臣官房政策課技術政策室 食料産業局食文化・市場開拓課 生産局技術普及課 生産局園芸作物課
研究期間	H28～H32（5年間）	総事業費（億円）	6億円（見込）
研究開発の段階	基礎 応用 開発	関連する研究基本計画の重点目標	重点目標 23
			

研究課題の概要

我が国の農林水産業・食品産業の需要の拡大に向け、地域の農林水産物・食品の機能性発掘のための研究開発を実施し、高付加価値商品の開発を行い、農林水産物・食品の新たな価値の創出に貢献する。目的達成のために、地域のコホート研究（※1）等で機能性を有する農林水産物・食品を発掘し、機能性を高める栽培・加工技術の開発、機能性表示に必要なデータ（動物試験、ヒト介入試験）の獲得、ビジネスモデルの構築を行う。

1. 委託プロジェクト研究課題の主な目標

中間時（2年度目末）の目標	最終の到達目標
機能性表示の実現に向けた動物試験による機能性解明とヒト介入試験研究デザインの構築と被験食の開発 [事前評価時の目標：機能性表示の実現に向けた動物試験による作用機序解明とヒト介入試験による科学的エビデンス（※2）取得]	機能性表示可能な農林水産物又は食品を3品以上開発 [事前評価時の目標：機能性表示可能な農林水産物又は食品を5品以上開発]

2. 事後に測定可能な委託プロジェクト研究課題全体としてのアウトカム目標（H37年）

新たな訴求ポイントとなる機能性を有する農林水産物・食品を開発することで、新たな市場への参入を行い、農林水産業・食品産業の需要の拡大に貢献する。

【項目別評価】

1. 社会・経済の諸情勢の変化を踏まえた研究の必要性

ランク：A

①農林水産業・食品産業、国民生活の具体的なニーズ等から見た研究の重要性

今後、少子高齢化の一層の進行が見込まれる中、農林水産業・食品産業の成長産業化を図るには、市場のニーズに応える高付加価値商品の開発が重要とされている。こうした中、国民の健康意識が高まり、生活習慣病等の予防に向けた様々な食サービスの提供が求められており、機能性を有する農林水産物・食品を開発することで、食生活の改善を通じて国民の生活の質を一層向上させるなど、多様化している消費者ニーズを捉えた農林水産物・食品の新たな価値の創出に貢献する必要がある。

②引き続き国が関与して研究を推進する必要性

「農林水産業・地域の活力創造プラン」においては、新たな国内需要に対応した農林水産物・食品の生産・開発・普及について、健康寿命延伸に資する新たな機能性に関する科学的知見の収集・利用を推進するとともに、科学的根拠をもとに機能性を表示できる新たな方策を検討するとされている。本研究では、機能性表示食品の制度で求められている内容を満たす科学的知見の収集方法の確立、利用を推進するための科学的根拠のデータの公表などを行うこととしており、国が関与して研究開発を推進する必要がある。さらに、政府の規制改革実施計画の中にも「生鮮食品の機能性表示食品制度の活用促進」を進める旨が記載され、生鮮食品を含めた農林水産物の機能性の科学的知見の集積が国民からも強く求められている。

2. 研究目標（アウトプット目標）の達成度及び今後の達成可能性**ランク：A****① 中間時の目標に対する達成度**

事前評価の指摘も踏まえつつ、予算規模に応じた研究計画となるよう工程を見直し、機能性表示の実現に向けた動物試験による機能性解明とヒト介入試験研究デザインの構築と被験食の開発を行うこととした。

動物試験により、 γ -ポリグルタミン酸（※3）高含有納豆の血糖上昇抑制作用、内臓脂肪低下作用が、選抜した乳酸菌を使った減塩野沢菜漬の体脂肪蓄積抑制・脂質代謝改善効果が、へちまの血圧上昇抑制作用が、からし菜の食後血糖上昇抑制作用が明らかになった。また、納豆、野沢菜漬、へちまについてヒト介入試験（パイロット）のための被験食を製造するとともに試験デザインを設計し、納豆、野沢菜漬については計画を前倒ししてパイロットスタディを今年度から開始した。

以上のことより、研究は計画とおりに進捗しており、研究目標は達成できる。

② 最終の到達目標の今後の達成可能性とその具体的な根拠

事前評価後に決定した予算規模の縮小に応じて、研究内容の見直しを行い、機能性表示可能な農林水産物又は食品を3品以上開発することとした。

ヒト介入試験（本試験）では、 γ -ポリグルタミン酸高含有納豆、減塩野沢菜漬（選抜した乳酸菌株）、へちま（GABA（※4））の長期摂取試験を予定しており、コホート研究や動物試験の結果から、ヒト介入試験でもポジティブな結果が期待できる。スーパーや食品企業と一体になってビジネスモデルの構築も同時に進めながら研究を推進しており、すでに本商品に近い商品設計もできてきていることから、商品開発は達成できる可能性が高い。

3. 研究が社会・経済等に及ぼす効果（アウトカム）の目標の今後の達成可能性とその実現に向けた研究成果の普及・実用化の道筋（ロードマップ）の妥当性**ランク：A****① アウトカム目標の今後の達成の可能性とその具体的な根拠**

機能性表示食品（※5）は2年半でトクホを抜いて約1,200品目まで増加し、2016年度では市場規模が1,483億円と堅調な伸びを示している。生鮮食品も2018年2月現在12品目まで増加し、消費者、流通の期待も大きい。そのような中、2017年からASEAN各国で機能性表示制度に対する期待が高まり、農産物の需要拡大に機能性表示を利用しようという取り組み（機能性食品開発）が各国政府で加速化している。また、内閣府総合科学技術・イノベーション会議のバイオ戦略ワーキンググループでも、機能性食品を使った新たな健康産業創出に対しての期待が討議されるなど、機能性農林水産物・食品開発を取り巻く状況は追い風となってきており、開発を着実に進めることで達成できる可能性が高い。

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

機能性表示野沢菜漬を販売してもらうために対象スーパーと秘密保持契約を結び、小課題推進会議にオブザーバとして参加してもらい意見交換を行っている。また、当該スーパーや沖縄スーパーの現地に中課題担当者全員で訪れ（現地検討会）、商品開発のための意見交換を行った。

③ 他の研究や他分野の技術の確立への具体的貢献度

該当しない。

4. 研究推進方法の妥当性**ランク：A****① 研究計画（的確な見直しが行われているか等）の妥当性**

外部有識者3名及び関係する行政部局で構成する「委託プロジェクト研究運営委員会」を組織し、各課題の進捗状況を踏まえ、実施計画の見直し等の適切な進行管理を行っている。

2016年度末の運営委員会において、野沢菜減塩方法の早期決定やヒト介入試験用対照サンプルの選定を急ぐべきとの指摘を踏まえ、研究計画の見直しを行い、2017年度に前倒しで実施した。

② 研究推進体制の妥当性

上述の「委託プロジェクト研究運営委員会」のほか、研究機関の自主的な推進体制として、これまでに参画機関全体の推進会議を4回、現地検討会を2回開催し、研究の進捗状況を確認するとともに、課題間での情報共有により、課題推進の加速化及び成果の最大化を図っている。

③ 研究課題の妥当性（以後実施する研究課題構成が適切か等）

各課題とも順調に進捗しており、コホート研究では食品の摂取と健康指標との関連を発掘することで他地域への波及性がさらに高まり、3地域における機能性表示食品の開発ではヒト介入試験の準備や商品設計など、具体的な出口を見据えた取組になっている。このため、今後引き続き実施する課題はアウトプット目標やアウトカムの達成に十分資するものとなっている。

④ 研究の進捗状況を踏まえた重点配分等、予算配分の妥当性

各課題ともに順調に進捗しており、適正な予算配分となっている。今後は、最も重要な科学的エビデンスを取得するため、ヒト介入試験を実施する課題に、より一層の重点配分を実施する予定である。

【総括評価】

ランク：A

1. 委託プロジェクト研究課題の継続の適否に関する所見

・ 中間時の目標は達成しており順調に進捗していることから、本研究を継続することは妥当である。

2. 今後検討を要する事項に関する所見

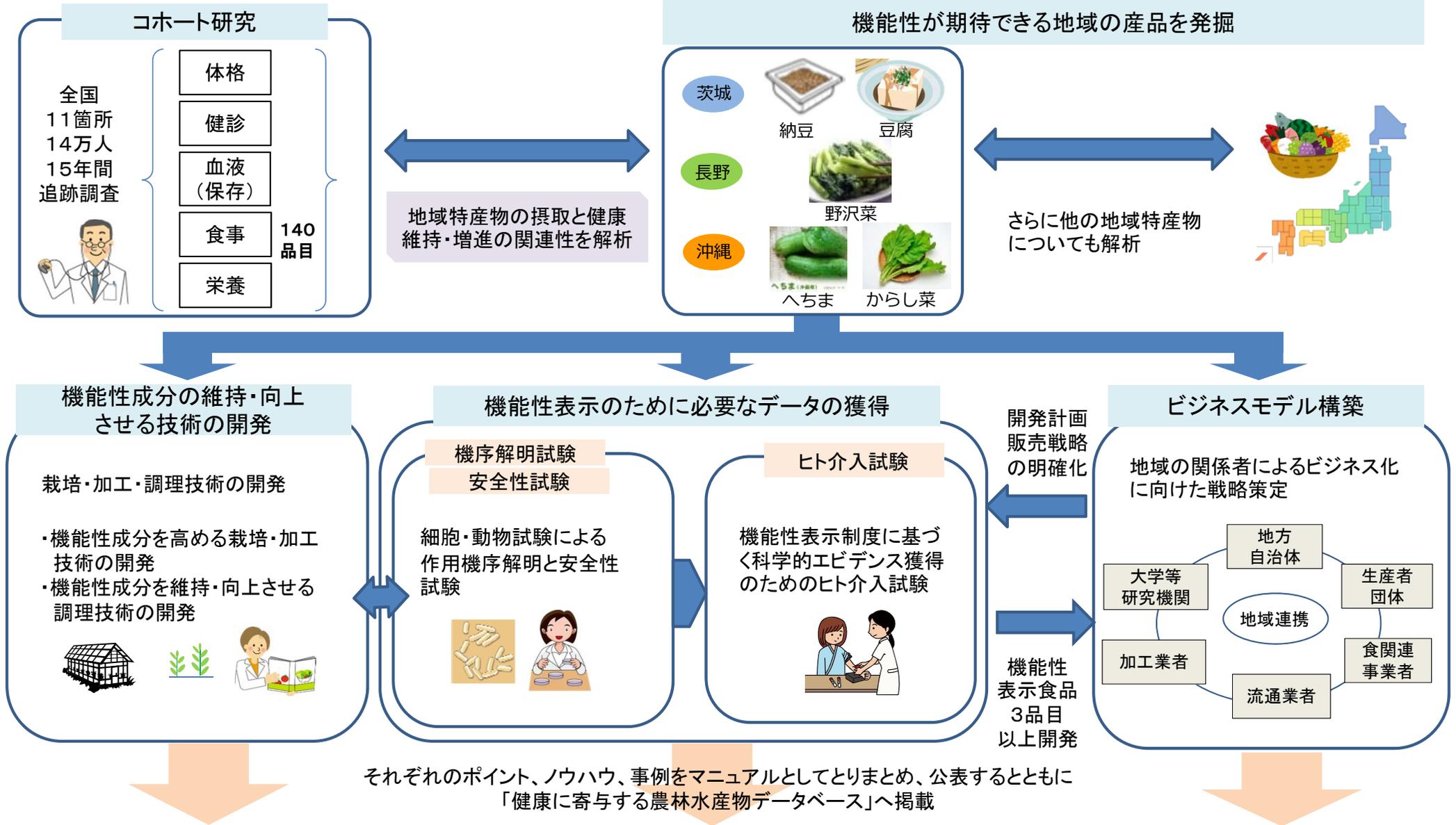
- ・ 最終的に機能性食品を作ることがアウトカム目標なのであれば、その点を明確に分かるように示す必要がある。
- ・ 研究開発を行うための目的について、一番大事な点を再確認し明確にした上で研究を進める必要がある。また、経済・社会に与えるインパクトが分かるようにし、それを念頭に置いて研究を進める必要がある。
- ・ 食品の機能性は非常に注目されており研究を進めることは重要であるが、オールジャパンで取り組むべき課題であるため、内閣府など他省庁と連携をとったプロジェクトとして研究を進める必要がある。

[事業名] 地域の農林水産物・食品の機能性発掘のための研究開発

用語	用語の意味	※ 番号
コホート研究	特定の地域や集団に属する人々を対象に、長期間にわたってその人々の健康状態と生活習慣や環境の状態など様々な要因との関係を調査する研究。	1
科学的エビデンス	科学的方法によって得られた信頼できる根拠。	2
γ -ポリグルタミン酸	納豆菌が作り出すアミノ酸が重合した粘性物質。	3
GABA	γ -アミノ酪酸。野菜や米などに広く存在するアミノ酸のひとつで、主に抑制性の神経伝達物質として機能している物質。	4
機能性表示食品	事業者の責任で科学的根拠をもとに商品パッケージに機能性を表示するものとして消費者庁に届けられた食品。	5

2. 地域の農林水産物・食品の機能性発掘のための研究開発

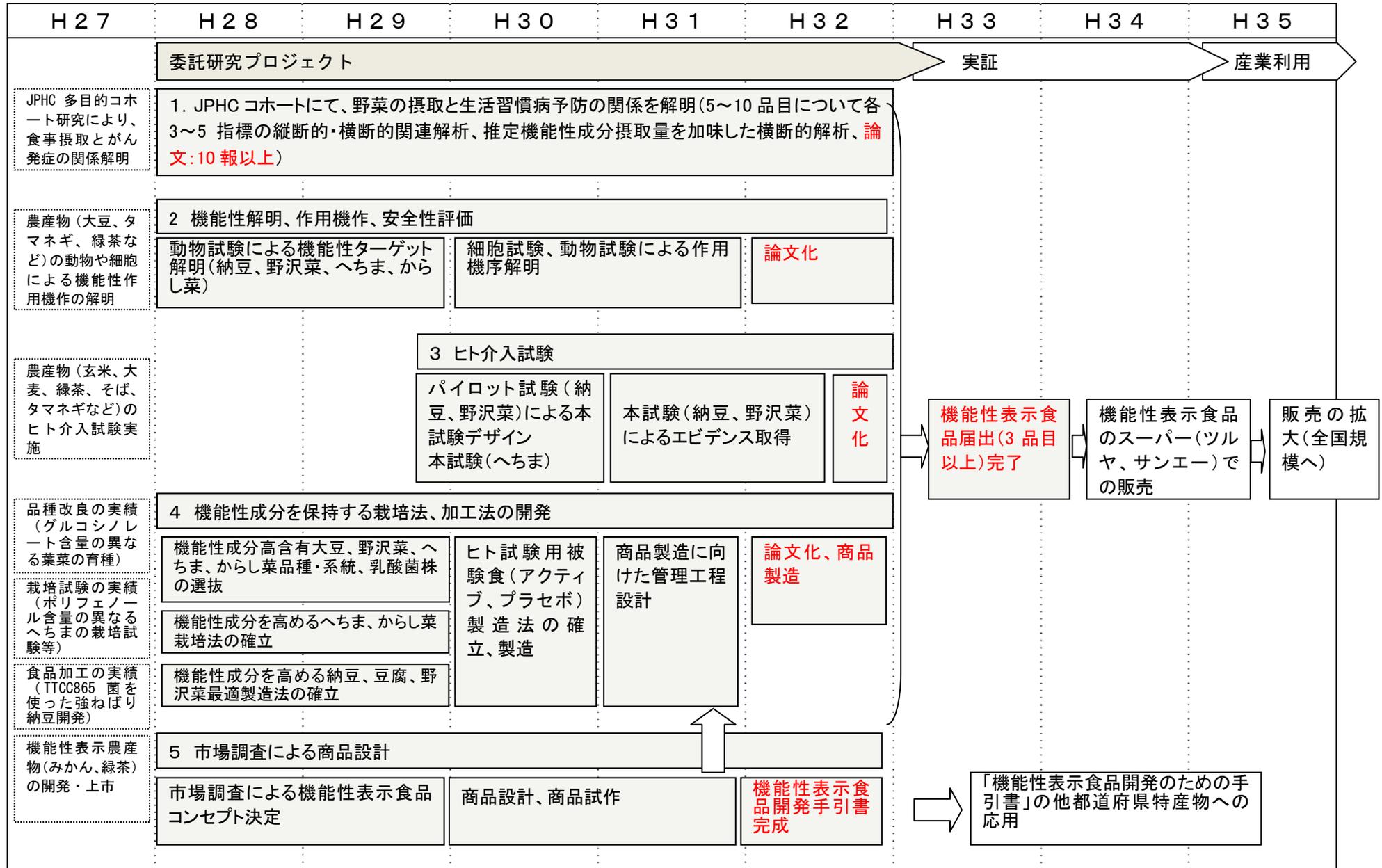
これまでに各地で行われてきたコホート研究の結果から、我が国の各地域には未だその科学的根拠が明らかになっていないものの、健康長寿に結び付く機能性に優れた農林水産物・食品が数多くあることが示唆されている。このため、これらが発掘するとともに、その機能性の科学的エビデンスを明らかにすること等により地域の農林水産物・食品の付加価値を向上させ、地域の農業・食品産業の活性化に繋げる。



地域の関係者が広く活用することで、地域の機能性表示のある食品の開発が進み
地域の農業・食品産業を活性化

【ロードマップ（中間評価段階）】

地域の農林水産物・食品の機能性発掘のための研究開発



委託プロジェクト研究課題評価個票（中間評価）

研究課題名	農林水産分野における気候変動対応のための研究開発のうち、森林・林業、水産業分野における気候変動適応技術の開発			担当開発官等名	研究開発官(基礎・基盤、環境)
				連携する行政部局	林野庁森林整備部 研究指導課（研究班） 計画課（企画班） 治山課（施設計画班） 森林利用課（森林吸収源企画班） 整備課（造林資材班） 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 水産庁増殖推進部研究指導課
研究期間	H28～H32（5年間）			総事業費（億円）	8.7億円（見込）
研究開発の段階	基礎	応用	開発	関連する研究基本計画の重点目標	重点目標 15、30、31、32
					
研究課題の概要					
<p>IPCC（気候変動に関する政府間パネル）（※1）第5次評価報告書（平成26年11月公表）においては、気候システムの温暖化は疑う余地はないとされており、地球温暖化は世界中の自然と社会に深刻な影響を与え、我が国農林水産物の生産にも重大な影響を及ぼすことが懸念されている。さらにIPCCによれば、最も厳しい温室効果ガスの削減努力を行ったとしても、起こるであろう気候変動に対処するためには、短期的対応だけでなく、中長期的な適応が必要とされている。このため、農林水産省では、平成27年8月に「農林水産省気候変動適応計画」を策定し、さらに11月には政府全体の「気候変動の影響への適応計画」が策定された。</p> <p>これらの計画による取組を推進し、将来の気候変動が我が国の農林水産業に及ぼす悪影響を最小限に留めるため、森林・林業、水産業分野において、下記の課題を実施するものである。</p> <p><課題①：山地災害リスクを低減する技術の開発（平成28～32年度）> 豪雨の増大等、将来の気候変動に伴う山地災害の激甚化に対応しながら持続的な木材生産を行うために、森林の土砂崩壊・流出防止機能の経年変化を的確に予測する技術を開発するとともに、脆弱性が特に高い地域において森林の防災機能を効率的に発揮させるための森林管理技術（配置、面積、樹種転換など）を開発する。</p> <p><課題②：人工林に係る気候変動の影響評価（平成28～32年度）> 気候変動シナリオ（※2）と樹木の成長プロセス（※3）を組み込んだ人工林の影響評価モデル（※4）を開発した上で、気候変動が人工林の生育に与える影響の予測図を高解像度（1kmメッシュ）の全国地図として作成する。その予測図を元に、2050年と2100年における造林適地マップを作成する。</p> <p><課題③：気候変動に適応した花粉発生源対策スギの作出技術開発（平成28～32年度）> 高温や乾燥に強く、成長に優れた花粉発生源対策スギ品種（※5）を開発するための育種素材を作出する。</p> <p><課題④：有害赤潮プランクトンの迅速診断技術の開発（平成28～32年度）> 近年の気候変動・温暖化により、植物プランクトンの挙動変化及び熱帯・亜熱帯性赤潮（※6）発生による水産動物のへい死リスクの増大が予測されていることから、有害プランクトン発生の予測とクロマグロ等の新たな魚種に適した養殖海域の選択を可能とする技術を開発する。</p>					
1. 委託プロジェクト研究課題の主な目標					
中間時（2年度目末）の目標			最終の到達目標		
<p><課題①> ・森林の力学的／水文学的防災効果（※7、※8）の評価技術を開発するためスギの土砂流出防止特性を解明するとともに、森林の土壌水分量モデ</p>			<p><課題①> ・平成32年度までに、森林の土砂崩壊・流出防止機能の経年的な変化を5年間隔で予測するモデルを開発するとともに、災害リスクを低減するための森</p>		

<p>ルを構築する。</p> <ul style="list-style-type: none"> ・地理情報による危険地の抽出技術を開発する。 	<p>林管理技術（配置、面積、樹種転換など）を開発する。</p>
<p><課題②></p> <ul style="list-style-type: none"> ・人工林影響評価モデルにおいて重要な要因を解明し、森林成長のベースモデルにより九州地域で試行的に適地マップを作成する。 	<p><課題②></p> <ul style="list-style-type: none"> ・平成32年度までに、2050年と2100年における全国造林適地マップ（1kmメッシュ）を作成する。
<p><課題③></p> <ul style="list-style-type: none"> ・スギ系統の乾燥ストレスへの耐性を評価する技術を開発するとともに、環境ストレス応答に関するマーカー開発のための遺伝子発現（※9）解析等を進める。 ・無花粉マーカー（※10）を用いた雄性不稔（※11）遺伝子保有系統のスクリーニングを進めるとともに、雄花着花量を対象としたゲノム予測（※12）の技術等の開発に着手する。 	<p><課題③></p> <ul style="list-style-type: none"> ・平成32年度までに、気候変動に適応し、成長に優れた花粉発生源対策スギ品種を開発するための育種素材（※13）を3系統以上作出する。
<p><課題④></p> <ul style="list-style-type: none"> ・海洋微生物（※14）のメタゲノム（※15）データをはじめとする様々なオミクスデータを解析し、赤潮の発生・終息時期ならびに漁場適性の判断指標とすべきパラメータ（対象微生物を含む）を特定する。 	<p><課題④></p> <ul style="list-style-type: none"> ・微生物叢（※16）の特徴から、シャットネラ赤潮以外の有害微生物の発生を3日以上前に予測する技術及び養殖に適した海域を選択する技術を開発する。

2. 事後に測定可能な委託プロジェクト研究課題全体としてのアウトカム目標（H38年）

- ① 将来の気候変動下においても、持続的・安定的な林業生産活動を維持。
- ② 気候変動適応計画策定への貢献を通じた各種林業施策への反映。
- ③ 気候変動・温暖化等により有害微生物が増加した場合に備え、赤潮発生を3日以上前に予測する技術及びクロマグロ等の新規魚種養殖を行う海域を適切に選択する技術を開発することにより、突発的な赤潮等による漁業被害（平成21・22年に八代海域で約80億円の漁業被害が発生）を回避し、被害を半減させる。

【項目別評価】

1. 社会・経済の諸情勢の変化を踏まえた研究の必要性

ランク：A

①農林水産業・食品産業、国民生活の具体的なニーズ等から見た研究の重要性

<課題①>

過去30年程度の間で50mm/時間以上の短時間強雨の発生頻度が増加し、森林の土砂崩壊・流出被害が発生している。将来、年最大日雨量や年最大時間雨量が現在よりも数十%増加すると予測され、集中的な崩壊・崖崩れ・土石流等が頻発すると予測されている。このような中、人工林の多くが主伐期を迎えており、木材供給への期待が高まっていることから、山地災害の発生リスクを低減すると共に木材の効率的な供給を可能とする森林管理手法を開発する必要がある。

<課題②>

一部の地域で乾燥化によるスギ林の衰退現象が報告され、将来、気温が上昇すると、特に降水量の少ない地域でスギ人工林の生育が不適になる地域が増加すると予測されている。しかし、気候変動が人工林に与える影響の定量的な評価は行われていないため、人工林成長に対する気候変動の影響評価が必要である。

<課題③>

スギは全国で造林されており、人工林面積も大きい。気候変動による高温や乾燥ストレスに耐性を有するスギの品種改良に向けた技術開発を行うことが、人工林における気候変動の進行に伴う生産性への影響を抑制するとともに、森林が持つ水源涵養やCO₂吸収等の公益的機能を維持するために重要である。また、我が国の約3割の国民がスギ花粉症に罹患しているとされていることから、品種改良にあたって花粉発生源対策をあわせて行うことが不可欠である。

<課題④>

養殖を含む沿岸漁業は、我が国の海面漁業生産量の45%を占め、多様な魚介類を食卓に提供する重要な役割を担っている。しかし、近年、沿岸漁業が営まれる沿岸漁場では赤潮等の環境由来の漁業被害が発生し、沿岸漁業経営の安定化、水産物の安定供給の根幹に関わる問題となっている。さらに、気候変動・温暖化に起因する熱帯性・亜熱帯性赤潮発生による水産動物のへい死リスクの増大等が予想されている。実際に、従来は赤潮の原因と考えられなかった微生物によって養殖クロマグロが死亡し、一時に1億円以上の被害が発生するなど、養殖における新たなリスクが顕在化している。このような被害を軽減するには、早期の発生予測による余裕を持った対処が必要だが、現在行われている海洋環境及び有害プランクトン量の監視による発生予測では赤潮発生の直前にしか予報できないため、早期の予報を可能とする新たな技術の開発が求められており、水産基本計画においても赤潮対策に関する研究推進の方針が示されている。これまでに、漁業被害を発生させるシャットネラ赤潮についてはメタゲノム解析を用いることで予測可能であることが明らかになっているが、今後、被害の拡大が予想される熱帯・亜熱帯性赤潮を対象とした簡易な沿岸環境の診断技術の開発が必要であり、農林水産業、国民生活のニーズ等の視点からの研究の重要性は高い。

②引き続き国が関与して研究を推進する必要性

平成28年5月に閣議決定された「森林・林業基本計画」、平成29年4月に閣議決定された「水産基本計画」、平成27年8月に決定された「農林水産省気候変動適応計画」、平成27年11月に閣議決定された「気候変動の影響への適応計画」の中で、これらの課題はいずれも重要なものと位置づけられており、引き続き国が関与して推進していく必要がある。

<課題①>

山地災害は国民の生活・経済に大きな影響を及ぼすことから、そのリスク低減に国が取り組む必要がある。「農林水産省気候変動適応計画」の中で、新たな科学的知見や気候モデルの精度向上等も踏まえながら、山地災害危険地区の把握精度の向上、災害リスクに対応するための施設整備や森林の防災・減災機能を活用した森林管理について検討をおこなう(P19) こととしている。また、「森林・林業基本計画」の中で、温暖化の進展に伴い懸念される集中豪雨等に起因する山地災害への対応(P22)などの適応策を推進するとしている。

<課題②>

林業は植林から伐採までに数十年の長期間を要することから、国が中長期的視野に立って将来の気候変動による影響を評価・予測し、対策を進める必要がある。「農林水産省気候変動適応計画」の中で、気候変動が主要造林樹種の成長や下層植生などの樹木の周辺環境に与える影響についての継続的なモニタリングと影響評価(P19)に着手するとしている。また、「森林・林業基本計画」の中で、温暖化の進展が森林・林業分野に与える影響についての調査・研究(P22)などの適応策を推進するとしている。

<課題③>

林木の育種には長期間を要し、民間で行うことはできないことから、国が主体となって育種事業を実施しており、気候変動に適応したスギ品種の開発についても国が主導して実施する必要がある。「農林水産省気候変動適応計画」の中で、高温・乾燥ストレス等の気候変動に適応した品種開発に着手(P19)するとしている。

<課題④>

上記1. ①の通り、気候変動・温暖化に伴う有害赤潮プランクトンの発生は、我が国水産業と水産物の安定供給の根幹に関わる問題である。「水産基本計画(平成29年4月閣議決定)」では、赤潮による漁業被害防止・軽減対策のためには、迅速な赤潮等の情報の提供が肝要である(P18)としている。また、「農林水産研究基本計画(平成27年3月決定)」では、和食文化を支える多様な魚介類の安定的な供給を図るため、高解像度の人工衛星情報や海洋微生物のメタゲノム情報等から得られたデータ等を駆使することにより、海洋環境のモニタリング技術をより高度化する(P46-47)としている。さらに「農林水産省気候変動適応計画(平成27年6月決定)」や「気候変動の影響への適応計画(平成27年11月閣議決定)」では、メタゲノム解析技術等を利用して、新たな脅威となりつつある熱帯・亜熱帯性赤潮プランクトンの出現を高感度で探知できる手法を開発するとともに、これらプランクトンの生理・生態的

特性を把握し、発生予察、予防技術、対策技術の開発に活用する(それぞれP24及びP34)としている。

2. 研究目標（アウトプット目標）の達成度及び今後の達成可能性

ランク：A

①中間時の目標に対する達成度

<課題①>

スギを対象にした現地引き倒し試験を行い、樹齢や斜面立地条件と樹木が発揮する強度特性（転倒抵抗力のモーメント）との関係を明らかにすることで、力学的な土砂流出防止効果特性を明らかにした。また、スギの蒸散量に対する樹冠投影面積の影響を解明し、これを基に降水量と蒸散量から土壌水分量、流出量を出力する土壌水分量モデルを構築した。さらに、平成30年度から行うこととしていた森林斜面の危険度の経年変化評価手法を前倒しで開発し、試算結果を示した。

山地災害リスクを、保全対象との距離と土砂移動リスクに分けて評価し、土砂移動リスクについては斜面傾斜30度以上、保安林等の有無、過去の崩壊の有無、危険地形（0次谷、断層、地すべり、地質境界、崩積土）の5つの指標から判断する評価手法を開発した。また、保全対象に配慮する範囲を推定するアプリケーション及び、土砂移動リスクを図示できるアプリケーションを開発し、各地方自治体との双方向の情報集約を実施して改良を進めている。

以上のように、中間時の目標は達成されており、一部では目標以上の成果が出ている。

<課題②>

「人工林影響評価モデルにおいて重要な要因を解明」という達成目標については、「スギは春から夏の乾燥に脆弱であること」、および「冬季の気温がスギの直径成長に影響すること」を明らかにした。また、「九州地域で試行的に適地マップを作成」について、適地評価のための人工林影響評価モデルを構築し、九州地域における2100年時の潜在純生産量（※17）を試算したマップを作成した。このように、中間時の目標を達成している。

<課題③>

育種素材の選抜のための乾燥耐性評価手法を開発し、平成30年度から行う予定としていた系統評価を前倒しで開始し、100系統以上のスギの評価を行った。また、乾燥・高温ストレス関連遺伝子情報の網羅的収集を実施し、遺伝子発現解析に着手した。さらに、花粉発生源対策に資する系統（無花粉個体やヘテロ（※18）個体）を選抜可能なマーカーを開発し、精英樹（※19）系統のスクリーニングを推進するとともに、雄花着花量についてゲノム予測技術の開発に着手し、関東育種基本区の精英樹における雄花着花量を予測するためのマーカーセットを開発した。このように、中間時の目標は全て達成し、一部では目標以上の成果が出ている。

<課題④>

赤潮発生・終息予測については、赤潮の発生に関与する細菌叢・遺伝子発現様態・化学物質などを解明すべく、「エコミクス解析（※20）」が進められており、東京湾での調査では1日前時点での赤潮挙動の予測データと実測値が一致することが確認され、予測に重要な因子が特定された。また、経時的な底泥等試料解析によりカレンシア赤潮の発生機構が明らかになりつつある。さらに、赤潮の終息予測技術の構築に向けた研究が着々と進められており、注目すべき微生物叢や代謝物質（※21）が特定され、予測に重要な指標が得られた。

また、漁場特性判断については、電位センサーを用いて底質環境を診断できることが屋外水槽にて確認され、民間企業との協力の下で同手法を応用した漁場環境把握と改善技術の開発に向けた研究が進められている。さらに、新規魚種養殖場として微生物学的な視点から漁場環境適性評価を行う技術を開発し、珪藻類、ラフィド藻類及び渦鞭毛藻類など鍵となる微生物群が指標として特定された。

このように、本課題は当初の計画通り進捗し、順調に成果をあげており、赤潮の発生・終息時期ならびに漁場適性の判断指標とすべき予測重要因子、微生物叢、代謝物質などパラメータが特定され、中間の目標は十分に達成されている。

②最終の到達目標の今後の達成可能性とその具体的な根拠

<課題①>

中間時までには森林斜面の危険度の経年変化を評価する手法を開発した。今後、スギだけでなくヒノキに関する土砂流出防止効果特性を解明するとともに、土壌水分変動に及ぼす重要因子の抽出と影響解明

を継続することにより、森林斜面の危険度の経年変化評価の精度が向上することから、予測モデルの開発は達成可能である。また、県や市町村の林業担当者の問題点を整理し、現場が利用しやすい危険地形判読ツールと森林計画支援アプリケーションを改良することにより、災害リスクと林業収益性を考慮した森林ゾーニングとそれに応じた計画の変更が容易になることから、災害リスクを低減するための森林管理技術（配置、面積、樹種転換など）の開発は達成可能である。

<課題②>

中間時までには、気候変動の影響を評価するための人工林影響評価モデルの骨格を開発し、広域表示も可能になっており、残りの期間でモデルの改良、全国への拡張、精度の検証を行うことで目標の達成が可能である。具体的には、今後、立地条件や樹木の乾燥に対する生理的応答（※22）をH30-31年度にかけて反映させ、モデルの高度化を図るとともに、気候変動シナリオデータや精度検証用データを整備することで、高精度の全国造林適地マップの作成が可能である。

<課題③>

平成29年度に開発された乾燥耐性評価手法を適用し、今後、育種素材選抜のためにスギ精英樹等の評価を進める。すでに一部の精英樹系統の評価に着手し、系統間差が認められており、選抜の可能性を確認している。環境ストレス応答に関するマーカー開発については、収集した乾燥・高温ストレス関連遺伝子の遺伝子発現解析等に着手し、ストレスに特異的に応答する遺伝子群を見出しており、今後さらに絞り込みを行っていく。雄花着花形質のうち、無花粉形質については平成28年度に雄性不稔のマーカーを開発しており、現在そのマーカーを用いて精英樹系統のスクリーニングを進め、雄性不稔遺伝子をヘテロで有する個体を検出しているところである。また、雄花着花量についても、平成29年度に関東地方のスギ精英樹を対象として雄花着花量を予測するためのマーカーセットを開発したところである。このようにそれぞれの技術開発は順調に進捗している。今後、開発した評価技術によるスギ系統の評価を推進するとともに、マーカー開発を継続的に実施し、開発したマーカーを系統に対して適用することにより、最終の到達目標である育種素材3系統以上の作出が可能である。

<課題④>

シャットネラ赤潮以外の有害微生物の発生を3日以上前に予測する技術の開発については、東京湾調査において赤潮発生を事前予測する技術が開発されたこと、カレンシア赤潮の発生機構が明らかになったこと、赤潮の終息に関連する微生物叢や代謝物質が特定されたことなどから、シャットネラ赤潮以外の有害微生物の発生を予測できる。また、先行プロジェクトで実施したシャットネラ赤潮の予測技術の開発では、メタゲノム解析により1週間前の微生物叢の変化を検知し、予測することを実現しており、熱帯・亜熱帯性赤潮でも3日前までには微生物叢の変化を検知できる可能性は極めて高い。

養殖に適した海域を選択する技術の開発については、電位センサーを用いて底質環境を診断できることが屋外水槽にて確認されたこと、珪藻類、ラフィド藻類及び渦鞭毛藻類など漁場環境適性評価の鍵となる微生物群が特定されたことから、これらの知見を元により多くの試料を用いて現場実証等を実施することで養殖適地を評価できる。

このように、赤潮発生・終息予測や適地選択できる技術開発の可能性が確実に増えてきたことから、最終の到達目標は達成可能である。

3. 研究が社会・経済等に及ぼす効果（アウトカム）の目標の今後の達成可能性とその実現に向けた研究成果の普及・実用化の道筋（ロードマップ）の妥当性

ランク：A

①アウトカム目標の今後の達成の可能性とその具体的な根拠

<課題①>

各県の研究担当機関を通じて、森林計画支援アプリケーションを地方自治体の森林計画に活用されるよう普及活動を行っている。さらに、現場で使用することにより明らかになる問題等をフィードバックすることにより、利便性と実用性のさらなる改善、改良を進めており、課題終了後は速やかに現場で活用されることが期待される。本課題の成果により災害リスクと林業採算性による森林ゾーニングが容易になると、リスクの低い森林において優先的に林業経営が実施されることとなり、豪雨が増加する状況の中でも災害の少ない安定した林業生産活動が可能となることから、アウトカム目標である持続的・安定的な林業生産活動の維持に貢献するとともに、政府及び地方自治体の林業施策に反映される。

<課題②>

現在の農林水産省気候変動適応計画ではスギ人工林への生育に対する影響が示唆されているが、本研究の成果によりスギの生育に不適となる地域を明示することができる。研究成果を市町村森林整備計画立案に大きく関与する森林総合監理士（※23）などの林業指導者育成研修資料に盛り込むことで、国の人材育成政策に貢献する。また、1kmメッシュの評価マップを基に、森林総合監理士が適地・不適地に応じた地域ごとの施業方針を策定し、将来不適地となる森林については課題③で開発される気候変動に適応した新品種を植栽することで、将来の気候変動下でも安定した林業生産活動を行うことが可能となることから、アウトカム目標である持続的・安定的な林業生産活動の維持に貢献するとともに、政府及び地方自治体の林業施策に反映される。

<課題③>

本課題により開発する育種技術と作出した育種素材を用い、人工交配等を通して育種を推進することで平成42年度までに3～10の新品種を開発する見込みである。新品種の苗木増殖と普及活動を行うことで、課題②の予測により従来のスギ品種の生育が不適となる地域において本課題で開発された品種を植栽することで、将来の気候変動下でも安定的な林業生産活動を行うことが可能となることから、アウトカム目標の達成は可能である。

<課題④>

海水温の上昇により有害微生物が増加した場合でも、平成21・22年に八代海域で約80億円の漁業被害をもたらしたような突発的な赤潮等による漁業被害を回避し、被害を半減させることをアウトカム目標としている。本課題で開発された技術により、養殖を行う水域を適切に選択することで赤潮被害を回避できるとともに、赤潮情報を3日以上前に漁業者に提供できれば、給餌停止やイケス移動等の対応が可能となる。このように被害を回避または低減させることで、養殖を含む沿岸漁業の経営の安定化を図るとともに、国民に対する水産物の安定供給に寄与することが可能となる。

また、関係行政部局や漁業者へ研究成果の普及や意見交換を通じて、有害微生物の発生を3日以上前に予測する技術を公設試等による既存の海洋モニタリング関係者に技術移転し、赤潮情報網を高度化することで、突発的な赤潮による漁業被害の回避が可能となる。

以上のことから、本研究が社会・経済等に及ぼす効果とその実現に向けた研究成果の普及・実用化の道筋の妥当性は高い。

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

<課題①>

森林計画支援アプリケーションを地方自治体の森林計画に活用されるよう普及活動を行っている。平成29年度には、山地斜面のリスク評価のために整理した情報をWebGIS（※24）上で利用する取り組みの一環として、各都道府県、民間企業の関係者を主な対象者とした「地形利用情報シンポジウム」や、森林情報を活用した崩壊危険地の把握手法に関する講習会を開催した。積極的に成果の普及に努めており、研究成果の活用のための取組内容は妥当である。

<課題②>

農林水産省気候変動適応計画への反映により農林水産行政へ貢献するため、林野庁の関係部署に課題内容の説明や、施策に反映しやすい成果の出し方などの情報交換を行った。また、成果を森林経営計画立案時に有効に活用するため、市町村森林整備計画立案に関与する森林総合監理士などの林業指導者育成研修において、本課題の成果を講義資料に盛り込んでおり、研究成果の活用のための取り組みは妥当である。

<課題③>

得られた研究成果について、平成29年度林業研究・技術開発推進ブロック会議育種分科会（北海道、東北、関東・中部、近畿・中国、九州）において、開発される品種の利用者にあたる都道府県の林木育種事業・研究担当者に情報提供している。また、林木育種事業60周年記念シンポジウム（平成30年2月16日）においても得られた研究成果について発表しており、研究成果の活用のための取り組みは妥当である。

<課題④>

研究成果が円滑に行政施策や生産場での実用化に反映されるよう、地方自治体等と連携して、赤潮予測技術の実海域における試験を実施している。また、クロマグロ養殖現場（漁協）に赴き、現場におい

て養殖漁業者と意見交換を行い、現場ニーズや状況に応じた技術の開発を実施している。

③他の研究や他分野の技術の確立への具体的貢献度

<課題①>

本プロジェクトで開発した山地斜面のリスク評価技術を林業現場だけでなく、国土の保全や防災に広く活用することを目的に、内閣府のプロジェクトに応募して、崩壊危険地や林道情報等の森林域の防災関連情報を、SIP4D（府省庁連携防災情報共有システム）を通じて広く提供する予定である。

<課題④>

開発される技術は、淡水域における養殖の水域評価についても応用可能である。

4. 研究推進方法の妥当性

ランク：A

①研究計画（的確な見直しが行われているか等）の妥当性

5名の外部有識者と、関係する行政部局で構成する「農林水産分野における気候変動対応のための研究開発」運営委員会を設置し、行政ニーズや各課題の進捗状況を踏まえて、実施計画の見直し等の適切な進行管理を行っている。

課題③では、平成29年度第1回運営委員会での指摘を踏まえ、環境適応性マーカー開発のための研究を平成30年度以降前倒しで行うために年度計画の見直しを行った。

課題④のうち、電位を用いた底質測定・底質改善技術については、運営委員会における検討の結果、電位センサーを用いて底質環境を診断できることが屋外水槽にて確認されたこと、底質改善について実験室レベルで実現できることが明らかになったことから、引き続き継続するが、底質改善技術については平成30年度の海域実験の結果と実用化方策の検討結果をもとに、平成30年度末に継続の可否を再度判断することとした。

本事業の課題はともに計画以上に進捗しており、最終目標の達成も見込まれることから、研究計画は妥当である。

②研究推進体制の妥当性

上記の運営委員会を年2回（7～8月頃、2～3月頃）開催し、進捗状況の確認、研究計画・推進体制の見直し、研究成果の共有と公表等について、指導等を行っている。また、研究コンソーシアムの自主的な推進体制として、中間検討会や推進会議を随時開催し、コンソーシアム内の情報共有や意見交換、推進体制の検討等を行っていることから、研究推進体制は妥当である。

③研究課題の妥当性（以後実施する研究課題構成が適切か等）

<課題①>

森林防災機能の経年変化を5年おきに評価する中課題1と、災害リスクを低減させる森林管理技術の開発を行う中課題2で構成され、それぞれアウトプット目標に対応した課題構成となっている。中課題2において森林経営計画策定を支援する際の判断材料に中課題1の防災機能経年変化の成果が導入されることとなっており、中課題が連携してアウトプット目標を達成することから、課題構成は妥当である。

<課題②>

人工林影響評価モデルを開発して1kmメッシュのスギ人工林適地マップを作成する中課題1に対し、中課題2では評価モデルに組み込むパラメータに科学的根拠を与えるとともに、中課題3では局所的で高精度な予測モデルを用いて評価モデルの精度検証を行うことで、高精度な人工林適地マップを作成する課題構成となっており、妥当である。

<課題③>

中課題1で高温や乾燥等の環境要因がスギの生育に与える影響の解明と系統の評価を行い、中課題2で環境適応性マーカーを開発して評価した系統に適用して分析することで、高温・乾燥の環境ストレスに耐性のある育種素材候補系統を選定する。中課題3で花粉発生源対策に資する育種素材候補系統を選定する。中課題4でこれらの候補系統に対し現地植栽による実証的评价を行い気候変動適応と花粉発生源対策に資するスギ育種素材を開発する課題構成となっており、妥当である。

<課題④>

重要課題への重点的予算配分、課題の統合・廃止などについて、運営委員会からの指摘を踏まえつつ毎年検討する予定であるが、これまでのところ計画通り進捗しており、課題構成は妥当である。

④研究の進捗状況を踏まえた重点配分等、予算配分の妥当性

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。林野分野3課題及び水産分野1課題はともに計画通り進捗しており、最終目標の達成も見込まれることから、予算配分額は妥当である。

1. 委託プロジェクト研究課題の継続の適否に関する所見

- ・ 中間時の目標は達成しており順調に進捗していることから、本研究を継続することは妥当である。

2. 今後検討を要する事項に関する所見

- ・ 各研究課題について、研究開発の内容だけではなく、どのような観点が気候変動対応として関連づけられているかなどを整理する必要がある。
また、林業など長期的な視点が必要な研究については、基本計画の中での位置付けを合わせて整理する必要がある。
- ・ 農林水産分野における気候変動対応という大きな枠組みと、各研究課題の位置付けや対応方針について整理して研究を進める必要がある。

[研究課題名] 農林水産分野における気候変動対応のための研究開発のうち、森林・林業、水産業分野における気候変動適応技術の開発

用語	用語の意味	※番号
IPCC	気候変動に関する政府間パネル (Intergovernmental Panel on Climate Change) の略。気候変動に関する最新の科学的知見をとりまとめて評価し、各国政府に助言と勧告を提供することを目的とした政府間機構。	1
気候変動シナリオ	IPCCによる将来の気候 (気温や降水量など) の変化予測。今後の温室効果ガスの削減程度によっていくつかの気候変化パターンが予測されている。	2
成長プロセス	光合成や呼吸などの生理的な特徴からみた成長のしくみ。環境条件に応じた光合成量や呼吸量を計算することによって成長量を予測する。	3
人工林影響評価モデル	光合成量など樹木の成長プロセスから積み上げた森林の生産量を推定するシミュレーションモデルのことで、現在の気象条件と将来の気候変動シナリオを入れて計算した場合とを比較して影響を評価する。	4
花粉発生源対策スギ品種	花粉発生が少ないスギ品種 (少花粉スギ) 及び花粉が全く発生しないスギ品種 (無花粉スギ) の総称。	5
赤潮	プランクトンの異常増殖により海や川、運河、湖沼等が着色する現象。水域の富栄養化 (水中の栄養分が多くなりすぎる) と関係が強く、有害プランクトン (後述) が増殖すると養殖されている魚類、貝類を死亡させ、多大な漁業被害を及ぼす。	6
森林の力学的防災効果	樹木が根系を土壤中に張り巡らせることにより侵食や崩壊を防ぐ効果、上方から移動してくる土石などを捕捉して下流への流出を低減する効果。	7
森林の水文学的防災効果	樹木の遮断蒸発が林床へ到達する雨量を減じ、さらに蒸散により地中の水分を低減させることにより崩壊を抑制する効果、森林土壌層の降雨の貯留能力により表面流出を防ぎ水流出を緩和する効果。	8
遺伝子発現	通常、遺伝子情報 (DNA) に基づいてタンパク質が合成されることを遺伝子発現というが、RNAを鋳型とした遺伝子発現分析を行う場合では、DNAから転写されてRNAが合成される過程までを遺伝子発現と定義される。遺伝子発現解析では転写されるRNAの種類や量を調べる。	9
マーカー	ゲノム中の任意の遺伝子について、個体間での塩基配列の違いや遺伝子発現量の違いを目印としたもの。遺伝子マーカーは、個体間の識別や特性の予測等に用いられる。	10
雄性不稔	雄性器官である花粉や胚のうが異常で、正常に花粉形成ができない現象。スギでは雄花はつけるが雄花の花粉嚢内に正常な花粉が形成されない雄性不稔の個体が見つかっている。	11
ゲノム予測	事前に、表現型と多数のDNAマーカーの遺伝子型との相関関係に基づいてモデルを構築し、DNAマーカーの情報から表現型を予測すること。	12
育種素材	成長や材質等の特性が明らかで、品種改良を行う上で優良な特性を有しており、品種改良 (育種) を行う上で有益な個体のこと。育種を行う上で交配親などとして用いる個体。	13
海洋微生物	海水中に生息する生物のうち、肉眼でその存在が判別できず、顕微鏡などによって観察できる程度以下の大きさの生物をさす。原生動物、微細藻類、細菌等に加え、生物ではないがウイルスも微生物の範疇に含めることが一般的である。	14
メタゲノム	土壌、海水などの環境サンプルに含まれる生物のDNA (後述) をまとめて分析する新しい技術。従来の微生物のDNA解析では対象種を単離・培養してDNAを調製したが、メタゲノム解析はこの過程を経ずに、微生物の集団から直接そのDNAを調製し、そのまま塩基配列情報を解析する。従来の方法では困難であった環境中の難培養性微生物のDNA情報が入手可能なため、未知の細菌、未知の遺伝子を解明する手法として期待されている。	15
微生物叢	ある特定の場 (環境) に存在する微生物群集の組成をさす。主に細菌群集について使う場合が多い「腸内細菌叢」「海水中の細菌叢」など。	16

潜在純生産量	純生産量は光合成による全生産量から呼吸による消費量を引いたもので、純生産量は間伐等の気象以外の影響も受けるが、気象以外の条件を揃えた場合の潜在能力として表したものの。	17
ヘテロ	生物は、通常それぞれの遺伝子に両親からそれぞれ引き継いだ2つのコピー（対立遺伝子）を有しているが、それらのコピーが異なる型である状態をヘテロ（接合）という。同じ型である場合にはホモ（接合）という。	18
精英樹	スギ・ヒノキ等の造林樹種で、成長等の形質が優れた個体を一般林地から選抜したものを「第1世代精英樹」と呼び、この精英樹同士を交配してできた子供からさらに選抜したものを「第2世代精英樹（エリートツリー）」と呼ぶ。選抜に当たっては、成長量だけでなく、材の剛性や幹の通直性に著しい欠点がないこと、雄花着花量が多くないこと等も基準となっている。	19
エコミクス解析	環境および生体の代謝システムを俯瞰的視点で捉えるために、環境中または生体内の代謝産物（メタボローム）、タンパク質、転写産物（RNA）、遺伝子のそれぞれに関する網羅的解析（各種オミクス解析）情報を統合的に解析すること。	20
代謝物質	代謝とは、細胞内における物質生産やエネルギー生成のためにさまざまな酵素の触媒作用によっておこる物理化学反応の総称。一般的には新陳代謝とよばれている。代謝によって生成・消費される物質を代謝物質、代謝産物、代謝物という。また、代謝物質の総称をメタボロームという。代表的な代謝経路として、回路経路、クエン酸回路などがある。	21
生理的応答	樹木生理機能（光合成や呼吸、蒸散など）の、高温や乾燥などの気象条件の変化に対する反応のこと。	22
森林総合監理士	森林・林業に関する専門的かつ高度な知識及び技術並びに現場経験を有し、長期的・広域的な視点に立って地域の森林作りの全体像を示すとともに、市町村、地域の林業関係者等への技術的支援を的確に実施する者（平成26年4月1日付け25林整研第286号林野庁長官通知より）。	23
WebGIS	インターネット上で操作できる地理情報システム。	24

気候変動による山地災害の激甚化や人工林の生育状況の変化等に対応するための技術開発

背景と目的

- 気候変動により、今まで想定していなかった山地災害の激甚化が発生している。このため、森林の防災・減災機能を活用した新しい森林管理手法の開発が必要。
- 一部地域で高温や乾燥によるスギ人工林の衰退が報告されているが、気候変動が人工林に与える影響評価が不十分であるとともに、花粉源対策を含めた気候変動への適応が求められている。このため、人工林に対する気候変動の高精度な影響評価、気候変動に適応し、花粉源対策にもつながる人工林の生産技術の開発が必要。

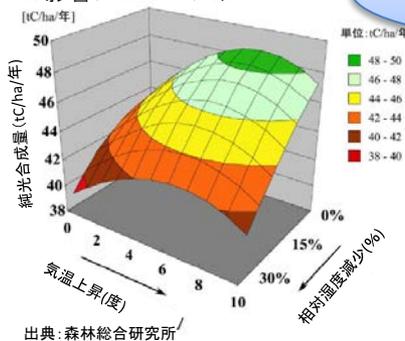
山地災害の激甚化



集中豪雨の増加等による土砂災害の集中・激甚化

気候変動の影響

光合成に対する気温上昇と乾燥の影響シミュレーション



人工林の衰退



気温上昇や乾燥、気象害による樹木の成長低下や枯死

対策

- 森林の防災・減災機能を活かした災害リスク低減技術の開発

- 気候変動が将来の人工林の成長に与える影響の高精度評価
- 気候変動に適応し花粉源対策にもつながる人工林の生産技術の開発

目標

- 山地災害リスクを低減させる森林管理が可能となる森林ゾーニング手法を地理的条件が異なる複数の地域において開発

- 全国1kmメッシュの適地マップ作成
- 気候変動に適応し、成長に優れた花粉源対策スギの育種素材を3系統以上作出する
- 苗木の大量増殖技術を実用レベルで開発

アウトカム

気候変動にともない危惧される山地災害と林業被害を3割減する

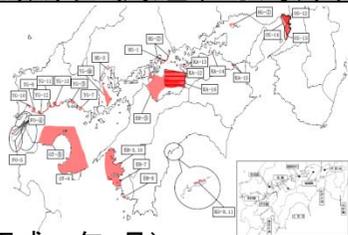
有害赤潮プランクトンに対応した迅速診断技術の開発

○現状

赤潮による漁業被害額は瀬戸内海だけでも年間約20億円。

中環審の意見具申において、将来予測される影響として、海水温の上昇による植物プランクトンの変化及び赤潮発生による水産動物への死リスクの上昇が予測されていることから、「重大性が特に大きく」、「緊急性が高い」と指摘。

近年、中層域の赤潮で養殖マグロが死亡するなど、漁業被害と関連する海洋微生物が多様化。



瀬戸内海の赤潮(平成26年8月)

○課題

水産庁の赤潮・貧酸素水塊対策推進事業では、水研センターと公設試が連携し、約20種類の藻類を対象として、広域海洋モニタリング調査体制の確立や予察技術の開発等に取り組み中。

しかし、熱帯・亜熱帯性の微生物等、調査対象とするべき微生物が多様化し、多大な労力と時間が必要になっているので、微生物相を迅速に診断する新たな技術が必要。

研究開発のポイント

1. 海洋微生物のメタゲノム解析

水中の微生物の遺伝子を網羅的に解析し、赤潮に至る変化のパターンを把握することにより、赤潮発生を3日前までに予測。

メタゲノム解析でないと網羅できない微生物

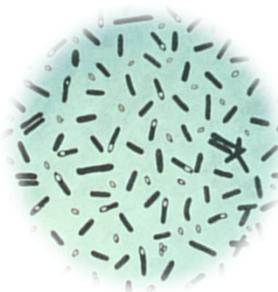


2. 養殖適地の選択

有益な微生物に着目し、マグロ等の養殖に適した水域を選択する技術を開発。



アモモ場には赤潮を抑制する細菌が生息



河口域には環境を浄化する微生物が生息

○目指す姿

①赤潮発生を3日前までに予測し、養殖業者による被害回避を促すとともに、中層赤潮の発生等、海水温の上昇による植物プランクトンの変化にも柔軟かつ迅速に対応。

②公設試等による広域海洋モニタリング調査に成果を移転することにより、充実した赤潮予測情報網を確立。

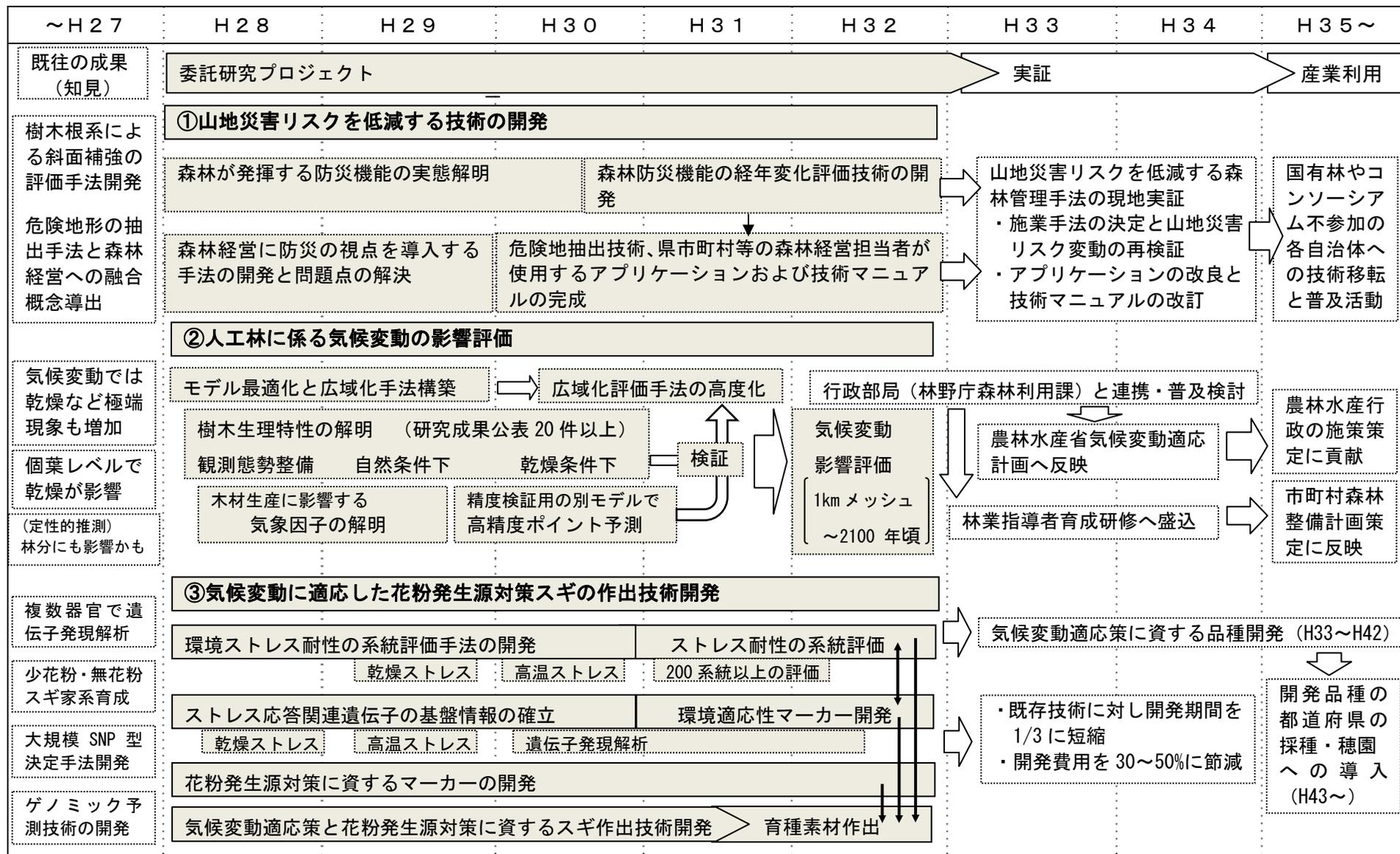
③赤潮を抑制したり、環境を浄化したりする微生物の所在を把握し、養殖に適した水域を選択。



赤潮被害の低減

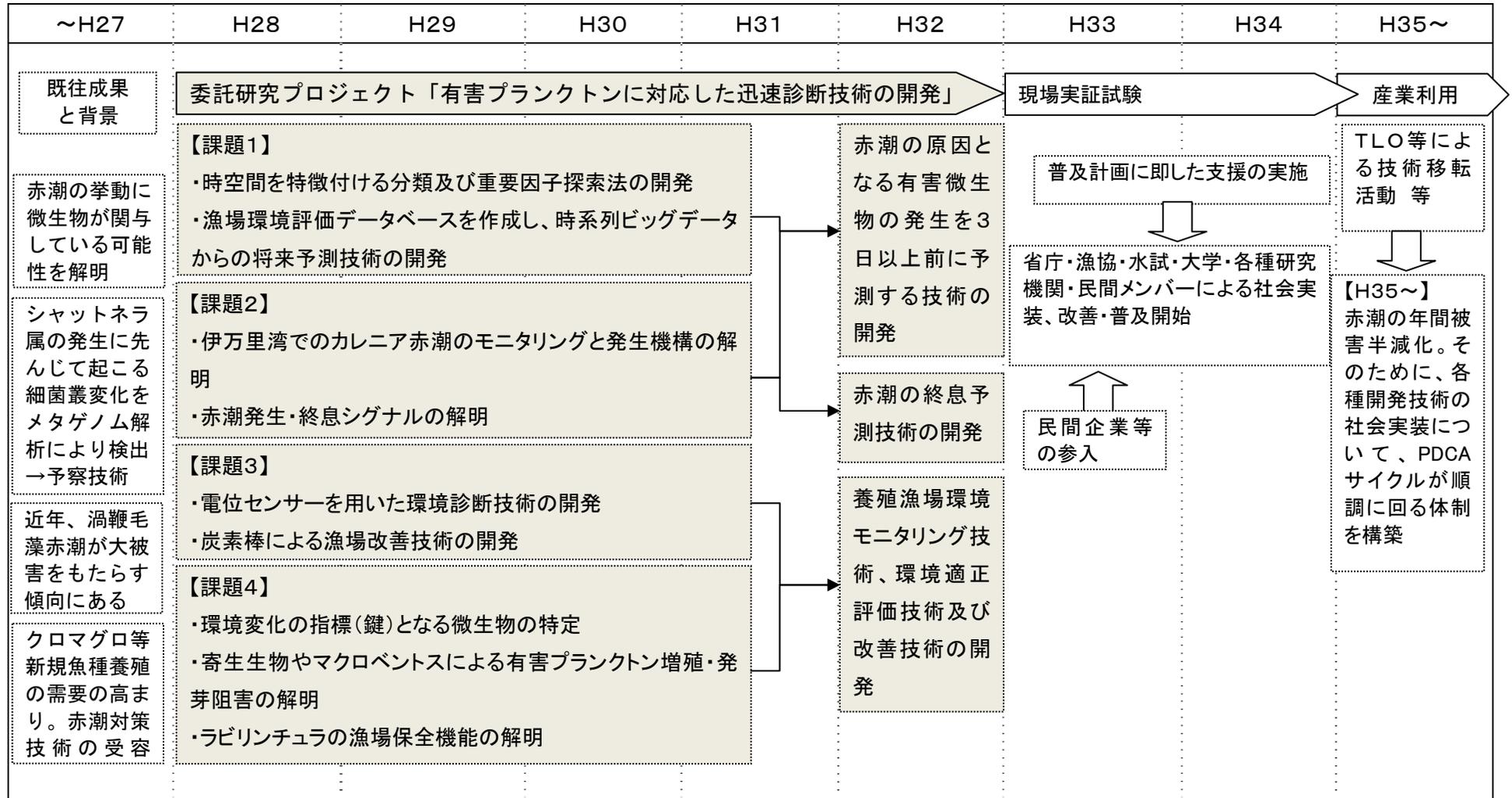
【ロードマップ（中間評価段階）】

農林水産分野における気候変動対応のための研究開発のうち森林・林業、水産業分野における気候変動適応技術の開発



【ロードマップ（中間評価段階）】

森林・林業、水産業分野における気候変動適応技術の開発



山地災害リスクを低減する技術の開発

研究概要

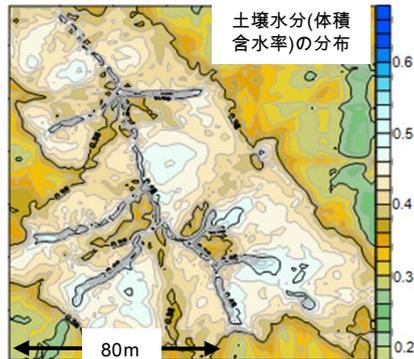
- ・森林の土砂崩壊・流出防止機能の経年変化評価技術の開発
- ・森林の防災機能を効率的に発揮させるための森林管理技術の開発

主要成果

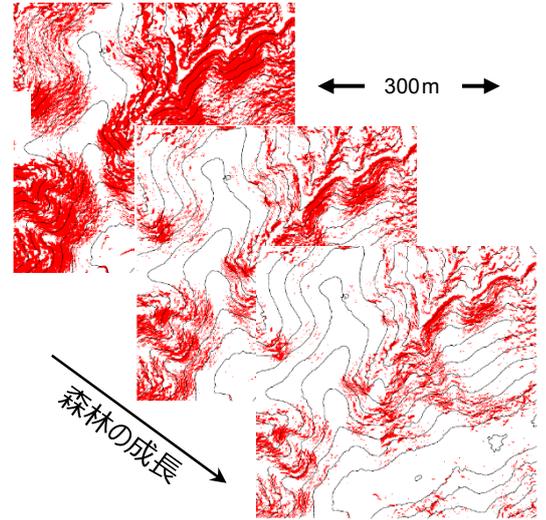
森林防災機能の経年変化評価



現地引き倒し実験によりスギの土砂流出防止特性を解明
土石や流木の捕捉機能を活かした減災技術に応用

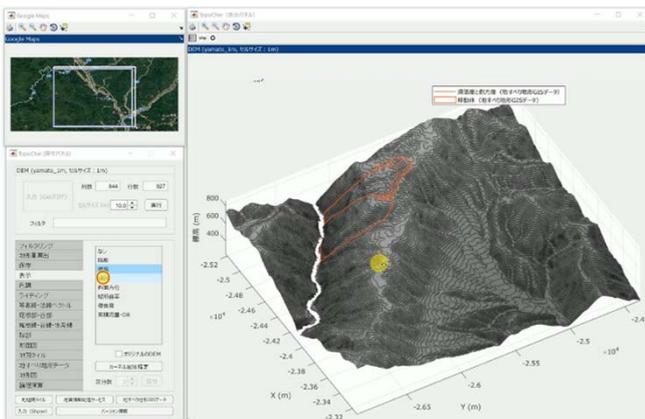


水文観測と地形解析を合わせ森林状態と土壌水分の関係を整理
尾根部、樹冠開空度が小さい場所で土壌水分が低下、森林の水流出緩和機能を活かした減災技術に応用

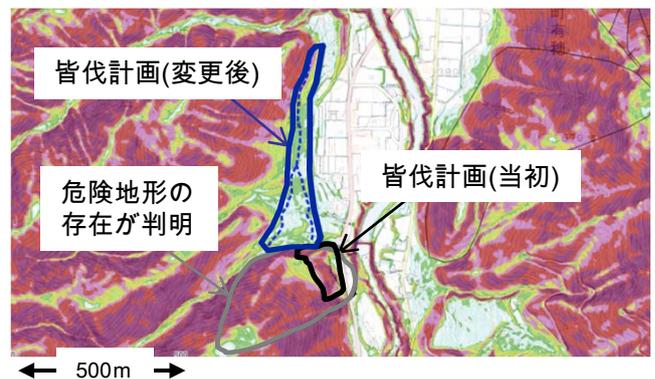


森林の成長に伴う防災機能の経年変化を導入した危険斜面判定技術を提案
崩壊発生危険を示す赤地点が森林の成長に伴い減少

防災機能を発揮させる森林管理技術の開発



森林経営計画を支援するアプリケーションの開発と無償公開
山地の危険指標が可視化され、フォレスター・施業プランナー・経営計画立案者が使用可能。



施業計画への実用化

森林経営計画支援技術の現場への普及活動と現場からのフィードバックを通じた双方向の開発過程において、災害リスクを考慮することにより実際の施業計画の変更を実現。

今後の方針

- ・森林の防災機能の経年変化評価技術の開発。
- ・経営計画支援技術の普及、リスク評価の解説書とアプリケーションの改良。

人工林に係る気候変動の影響評価

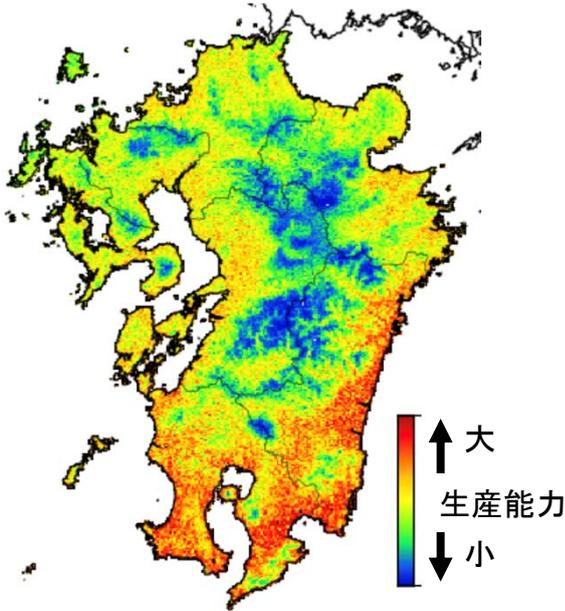
研究概要

気候変動が木材生産のための人工林へ及ぼす影響を科学的・定量的に評価する技術を開発し、その評価結果を1kmメッシュの解像度で全国マッピングする。

主要成果

気候変動の影響評価の全国マッピングに向けた 将来予測の広域化と影響する要因の解明

全国マッピングに向けた 人工林生産能力予測の広域化

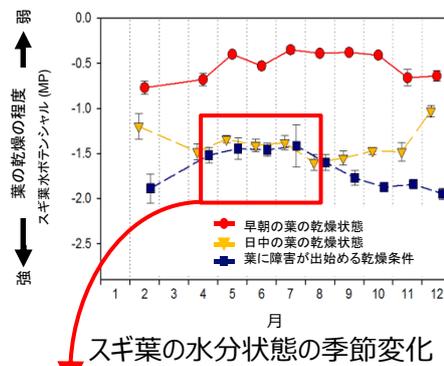


将来シナリオでの（2100年時）
九州のスギ林生産能力の予測

1kmメッシュで広域表示が可能に

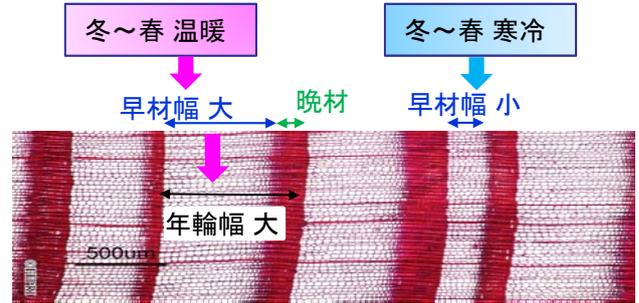
👉 今後、全国マップへ拡大

将来の生産力予測のための スギ生理特性を解明



春～夏（新葉の展開～成熟まで）乾燥に弱い

将来の生産力予測のための 影響する気象因子の解明



👉 直前の冬～春(12～3月)
の気温が成長に影響

今後の方針

- ・影響する他要因を広域化モデルに反映させ精度を向上させる
- ・気候シナリオをモデル用に整備し影響評価の全国展開を図る

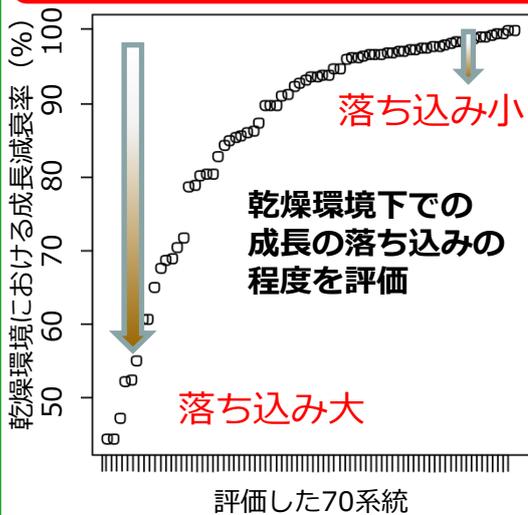
気候変動に適応した花粉発生源対策スギの作出技術開発

研究概要

乾燥や高温条件に耐性があり、成長に優れた花粉発生源対策スギ品種の開発に資する育種技術を開発し、その技術を用いて育種素材を3系統以上作出する。

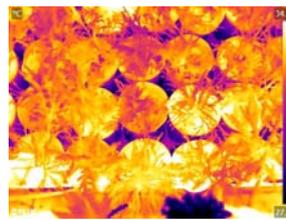
主要成果

乾燥耐性スギ系統の評価手法の開発

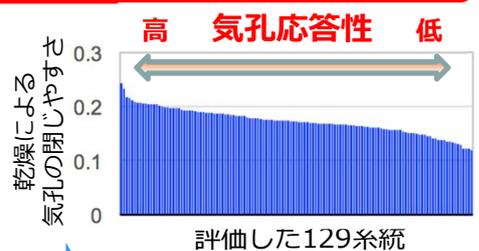


フィールドデータに基づく系統の乾燥耐性評価手法の開発

多数の既存試験林における成長データと立地環境データを統合し、土壌水分量に対する系統ごとの成長反応性を評価

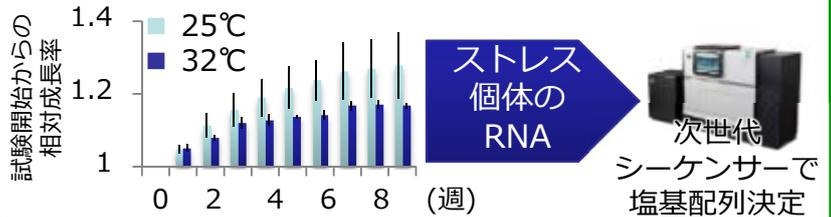


赤外線サーモグラフィでポット苗の葉温測定し気孔応答性を評価



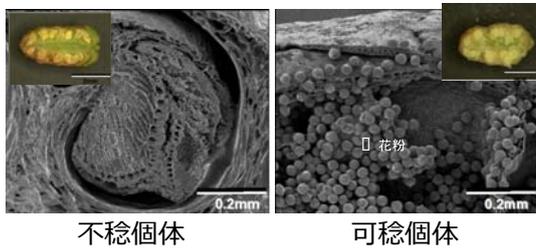
系統評価を開始

ストレス関連遺伝子情報の収集

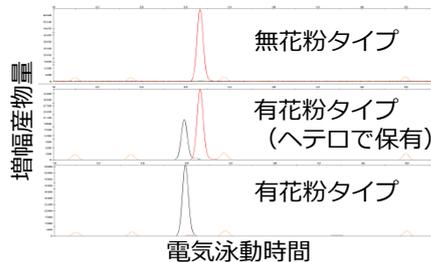


ストレス環境下でスギ苗を育成し発現遺伝子を網羅的に収集

雄性不稔（爽春型）を判定できるマーカーを開発



不稔・可稔個体の雄花断面



雄性不稔マーカーを開発

多数系統のスクリーニング

雄性不稔遺伝子ヘテロリソース構築

今後の方針

- ・遺伝子情報に基づき環境適応性等のマーカーを開発
- ・開発した評価手法やマーカーにより多数系統の評価を実施

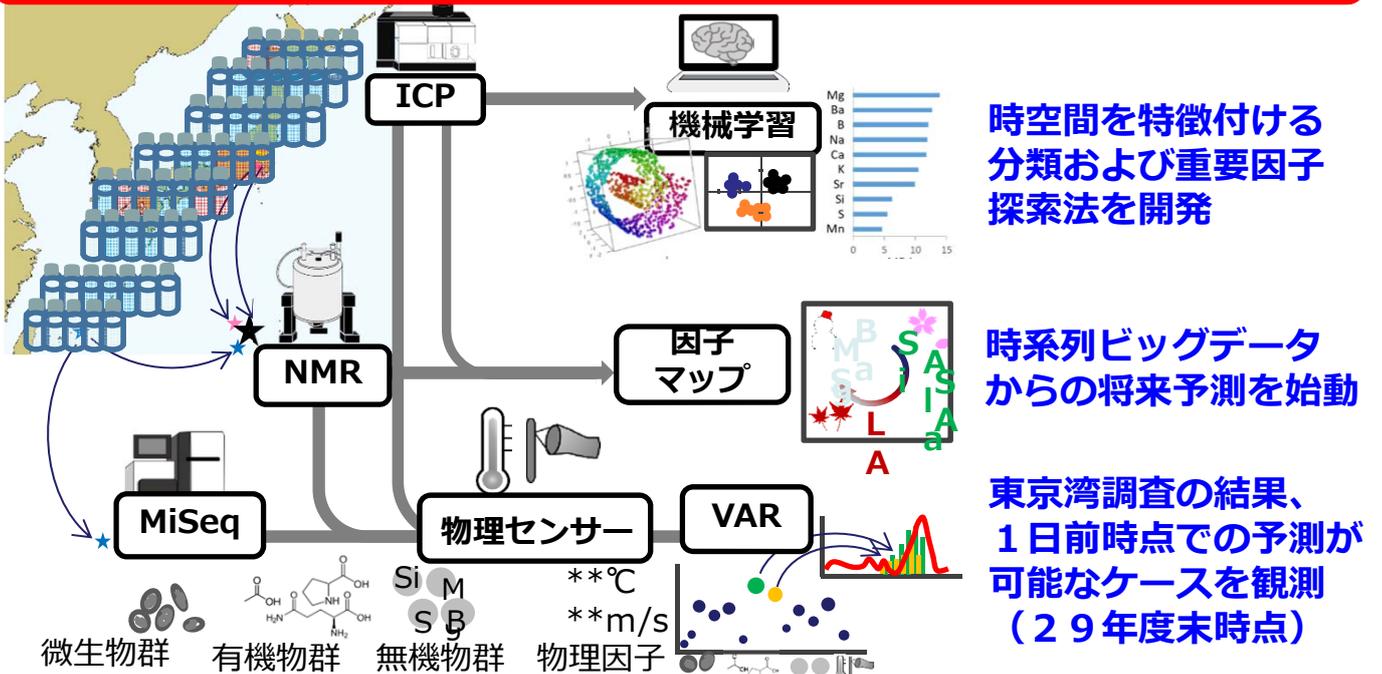
中課題1. エコミクス解析による漁場環境評価技術の開発

研究概要

エコミクス解析（各種データを組み合わせた時系列動態の網羅的把握）による漁場環境評価技術を開発する。また、漁場評価データベースの開発及びデジタルDNAチップ解析による漁場評価技術の汎用化を行う。

主要成果

エコミクス解析による漁場環境評価

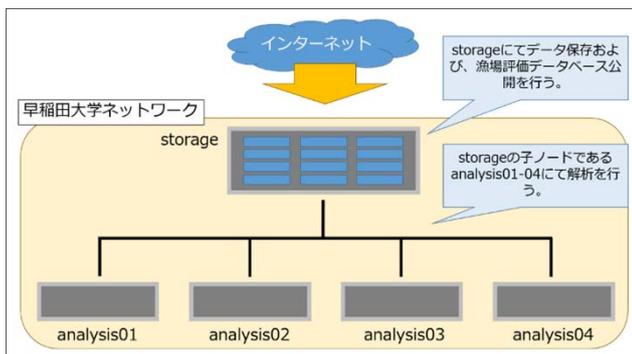


時空間を特徴付ける分類および重要因子探索法を開発

時系列ビッグデータからの将来予測を始動

東京湾調査の結果、1日前時点での予測が可能なケースを観測（29年度末時点）

サーバ・ネットワーク環境整備および漁場環境評価データベースの開発



早稲田大学に本プロジェクト用のサーバ・ネットワーク環境を構築

環境データ一覧		検索項目	入力欄
111件中 1件から 50 件までを		検索項目	入力欄
初め	前	[1/3ページを]	
[底泥]	2016/07/12	Ima	海域
16sアンプリコンシーケンス			サンプリング地点
[底泥]	2016/07/12	Ima	サンプリング日(y)
16sアンプリコンシーケンス			水温(°C)
[底泥]	2016/07/12	Imari (13) 長崎県	赤潮発生
16sアンプリコンシーケンス			

各参画機関への聴き取り調査後、漁場環境評価DBを構築し、データ登録を開始

今後の方針

- ・微生物・有機物・無機物群ビッグデータ蓄積とAI予測および重要因子探索
- ・データベース開発と運用（データ及び解析情報の拡充）、データ解析技術の改良

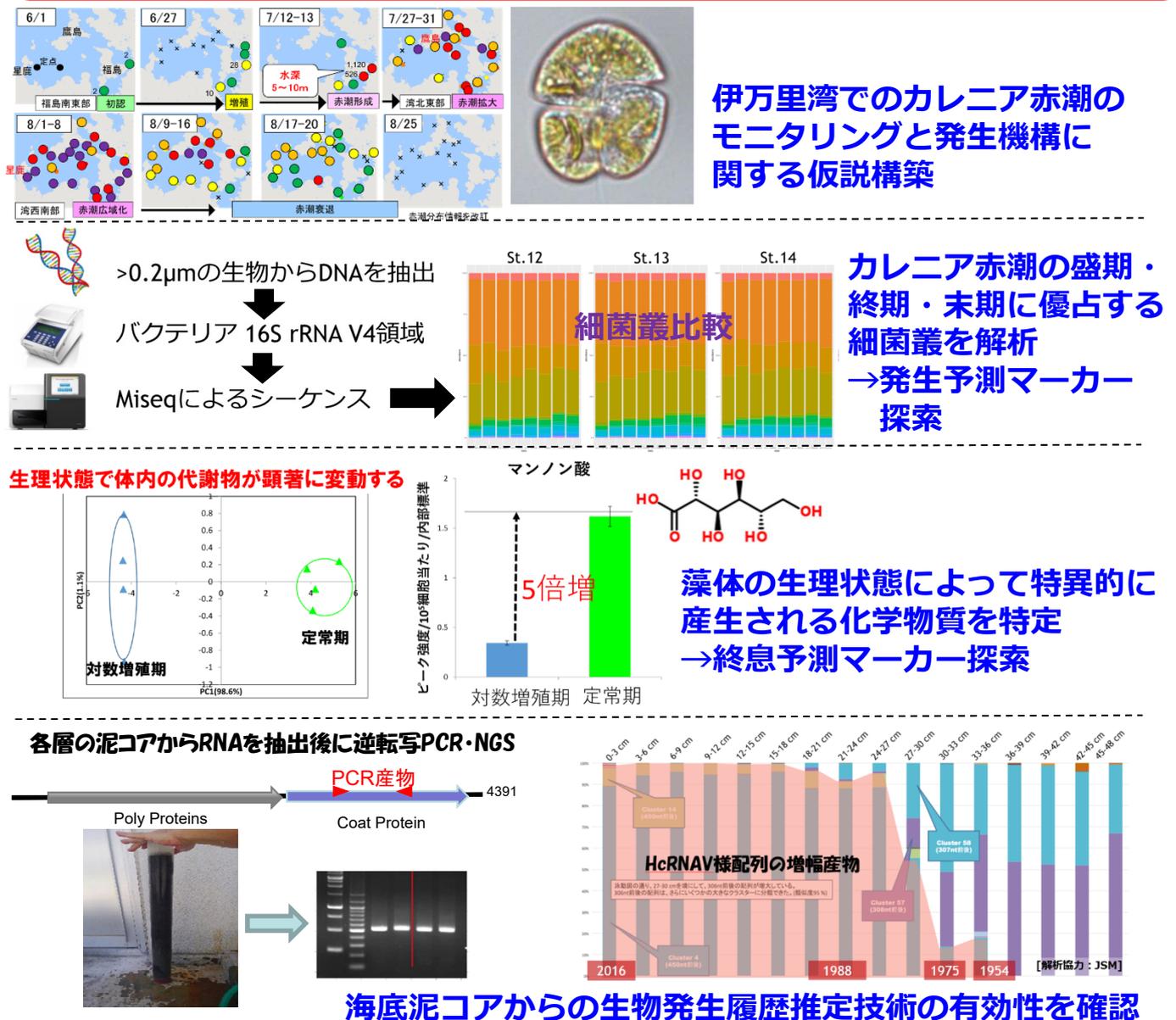
中課題2. 赤潮の発生・終息予測技術の開発

研究概要

有害赤潮種の出現密度や物理環境パラメータの測定と並行して、メタゲノム解析等により出現微生物種・代謝物質の網羅的検出を行う。これに基づき赤潮の発生・終息予測技術を開発する。

主要成果

主要成果名



今後の方針

- 赤潮発生・終息マーカーの特定と予測技術としての社会実装。
- 赤潮モニタリング継続。過去の生物発生履歴推定技術の構築。

中課題4. 底質微生物叢解析による漁場保全重要微生物の抽出

研究概要

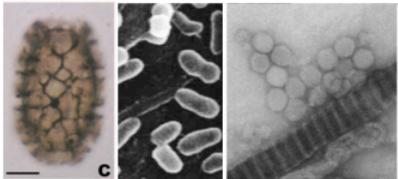
新規魚種の養殖業展開候補地の海域特性を科学的に評価できるようにするため、底質の微生物環境に着目し、微生物学的な底質環境データに基づく漁場適性評価技術を開発する。

主要成果

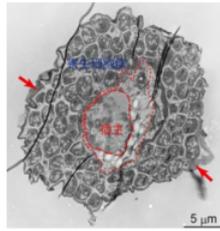
環境変化の指標となる微生物学的パラメータを抽出・指標化

底泥中微生物

有害藻類シスト 赤潮抑制菌・魚病細菌など 抗赤潮ウイルス・魚病ウイルスなど



藻類寄生性真核微生物



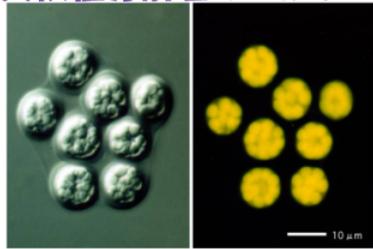
環境変化の指標となる
鍵微生物の特定を
H29年度末時点で完了

メタゲノムと各生物機能
との並行調査を継続中

藻類シスト捕食性 マクロベントス



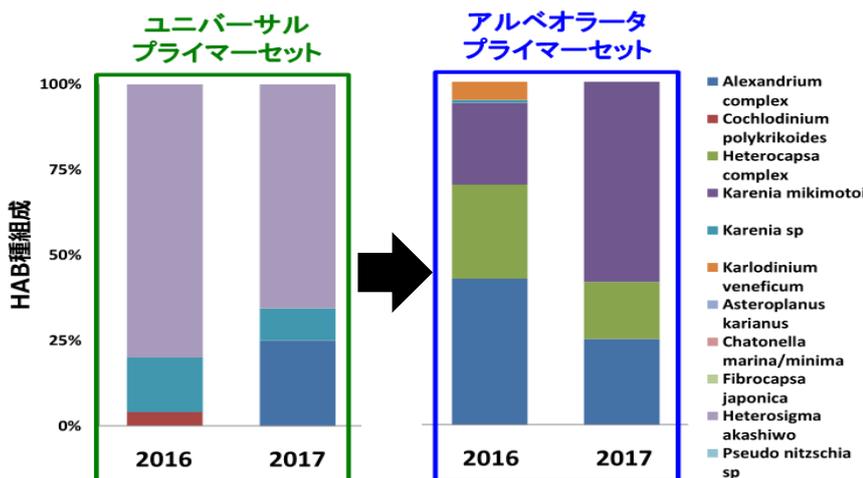
真核性分解者ラビリンチュラ



HAB渦鞭毛藻を含む
アルベオラータに特異的な
PCR&NGS系の構築
→有効性確認



従来のユニバーサル
プライマー使用時より
HAB渦鞭毛藻を遥かに
高解像度で検出・識別



今後の方針

より多様な海域由来の試料を調べ「鍵生物種」の継続的抽出を行う。
開発されたHAB渦鞭毛藻検出技術の社会実装について最適化を図る。

委託プロジェクト研究課題評価個票（中間評価）

研究課題名	野生鳥獣及び病害虫被害対応技術の開発		担当開発官等名	研究開発官(基礎・基盤・環境)
			連携する行政部局	農村振興局農村環境課（鳥獣被害対策企画班）
研究期間	H28～H32（5年間）		総事業費（億円）	0.93億円（見込）（うち鳥獣害対策予算：0.44億）
研究開発の段階	基礎	応用	関連する研究基本計画の重点目標	重点目標 20
				

研究課題の概要

IPCC（気候変動に関する政府間パネル）（※1）第5次評価報告書（平成26年11月公表）においては、気候システムの温暖化は疑う余地はないとされており、地球温暖化は世界中の自然と社会に深刻な影響を与え、我が国農林水産物の生産にも重大な影響を及ぼすことが懸念されている。さらにIPCCによれば、最も厳しい温室効果ガスの削減努力を行ったとしても、起こるであろう気候変動に対処するためには、短期的対応だけでなく、中長期的な適応が必要とされている。このため、農林水産省では、平成27年8月に「農林水産省気候変動適応計画」（※2）を策定し、さらに11月には政府全体の「気候変動の影響への適応計画」（※3）が策定された。

現在、野生鳥獣による農作物被害額は年間約200億前後で推移しており、環境省の中央環境審議会の（※4）意見具申（平成27年3月）において、気温の上昇や積雪期間の短縮によって、野生鳥獣の生息域の拡大が予測され、「重大性が特に大きく」、「緊急性が高い」と指摘されている。また将来予測等に対する研究が少ないため、今後新たな研究が望まれることが指摘されている。また、それらの鳥獣被害の深刻化等を受け、「鳥獣による農林水産業等に係る被害の防止のための特別措置に関する法律」（鳥獣被害防止特措法）（※5）が平成28年に改正され「被害防止施策の効果的な推進」の観点から、「捕獲等の技術の高度化等を図るための技術開発を推進すること」が明記された。

これらの計画や施策等による取組を推進し、将来の気候変動が我が国農林水産業に及ぼす悪影響を最小限に留めるため、適応技術開発のうち、野生鳥獣被害の気候変動による影響の評価及び被害対策について、下記を実施する。

<課題①：野生鳥獣拡大に係る気候変動等の影響評価（平成28～32年度）>

気候変動に伴う植生の変化や越冬個体の増加等による野生鳥獣の生息域・生息数の拡大等に対応し被害対策に資するため、環境変化に伴う個体・群の動向や植生の変化等の解明を行うとともに、これらを活用して野生鳥獣の分布拡大及び被害予測を実施する。

<課題②：野生鳥獣被害拡大への対応技術の開発（平成28～32年度）>

気候変動に伴い野生鳥獣の分布拡大・農業被害の拡大が懸念される中、農山村地域では高齢化・過疎化が進んでいることから、ICT（※6）等の新技術を利用した、高齢者でも容易に取り扱える低コスト・省力的な被害対策技術の開発を行うとともに、獣種別の能力、行動特性等の解明、植生等の環境変化予測を踏まえた被害対策技術の開発を実施する。

（参考：中間評価済課題）

<課題③：有害動植物の検出・同定技術の開発（継続：平成27～31年度）>

温暖化等により海外からの有害動植物侵入リスクが増加することを踏まえ、侵入が危惧される有害動植物種を特定し、その迅速な診断を可能とする検出・同定技術の開発を行う。

1. 委託プロジェクト研究課題の主な目標

中間時（2年度目末）の目標	最終の到達目標
<p><課題①></p> <p>環境の変化等に伴う野生鳥獣の個体・群の動向やそれらの変化等に係る基礎データの収集を達成する。</p>	<p><課題①></p> <p>2種以上の野生鳥獣（イノシシ、シカは必須）について、地域レベルの効果的な被害の低減につながる、分布拡大及び被害予測マップ（全国を網羅し、解像度5kmメッシュ）を開発する。</p>

<p><課題②> 新しい技術を利用した被害対策技術の開発（加害個体捕獲技術の開発）、獣種特性に関する基礎データの収集、地理的・気象条件別モデル地域の設定を達成する。</p>	<p><課題②> 2種以上の野生鳥獣（イノシシ、シカは必須）について、ICT技術など新たな技術を利用した低コストかつ省力的な被害対策技術を開発するとともに、獣種特性や地理的条件等に応じた総合的な被害対策技術マニュアル（全国を対象）を作成する。</p>
<p>（参考：中間評価済課題） <課題③：有害動植物の検出・同定技術の開発（継続：平成27～31年度）> 海外における情報・標本等の収集分析を行い、重要検疫有害動植物種及び国内未発生種から、侵入リスクに基づき、優先度が高い技術開発対象の種及び個体群を特定する。</p>	<p>（参考：中間評価済課題） <課題③：有害動植物の検出・同定技術の開発（継続：平成27～31年度）> 植物検疫行政部局との連携に基づき、20種以上の有害動植物について、植物検疫において遺伝子情報に基づき24時間以内に検出・同定できるシステムを開発する。</p>
<p>2. 事後に測定可能な委託プロジェクト研究課題全体としてのアウトカム目標（H38年）</p>	
<p><課題①> 被害対策情報の精緻化、情報ツールの開発により、地方自治体の被害対策計画等の効率化を図り、野生鳥獣による農林業被害を低減する。</p> <p><課題②> 新技術を利用した被害対策技術を導入することにより、野生鳥獣による農業被害を半減する。</p> <p>（参考：中間評価済課題） <課題③：有害動植物の検出・同定技術の開発（継続：平成27～31年度）> 「気候変動の影響への適応計画」及び「農林水産省気候変動適応計画」への反映を通じ、各種農林水産施策への貢献。 気候変動に伴い危惧される主要な病害虫について、侵入・発生が疑われる事態に際して植物防疫の初動対応を迅速化することで被害の半減に貢献する。</p>	

<p>【項目別評価】</p>	
<p>1. 社会・経済の諸情勢の変化を踏まえた研究の必要性</p>	<p>ランク：S</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><課題①、②> 近年、野生鳥獣による農作物被害額は、過疎化・高齢化の進展等により、全国的に中山間地域を中心に深刻化しており、年間約200億前後で推移している。これら野生鳥獣による被害は、営農意欲の減退や離農の増加、耕作放棄地の増加等をもたらしており、被害額として数字に現れる以上に農山村に深刻な影響を及ぼしている。野生鳥獣被害が深刻化している要因として、気温の上昇や積雪量の減少などによる分布地域の拡大、生息数の増加が指摘されているが、研究事例は少数であり、今後の研究が望まれている。一方、狩猟者の減少・高齢化に起因する捕獲圧の低下、耕作放棄地の増加、過疎化・高齢化等に伴う人間活動の低下する中、従前の手法による被害対策には限界があり、新たな技術開発に対する、地域の団体や地方自治体からの要望が多い。このようなことから、野生鳥獣による農林業被害の低減と農山村地域における生活の安全・安心のため、気候変動等による野生鳥獣の分布拡大・被害予測に関する技術開発や気候変動を考慮にいれ、獣種特性や行動特性等に応じたICT等の新技術を活用した、省力的かつ効率的な捕獲技術の開発が必要である。</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>本研究は、上記1. ①の通り我が国の農林水産業と国民生活を守るために必要なものであり、民間や自治体のみでは解決できない課題である。また、下記の国の施策・計画を実行するために不可欠なものである。このため、引き続き国が関与して研究を推進する必要がある。</p>	
<p>○気候変動の影響への適応計画（平成27年11月閣議決定）及び農林水産省気候変動適応計画（平成27年8月農林水産省適応計画推進本部決定） 今後、捕獲・被害対策技術の高度化等への取り組み、野生鳥獣の生息状況等に関する情報の把握や農林水産業への被害のモニタリング継続等の必要性について明記されている。</p>	

○農林水産研究基本計画（平成27年3月農林水産技術会議決定）

農林水産研究の重点項目として位置づけられており、ICTや各種センサー技術等を駆使し、鳥獣種毎の生息状況や個体群の行動特性に応じた効率的・効果的な被害防止技術及び捕獲・駆除技術等の開発等を進める旨明記されている。

○「食料・農業・農村基本計画」（平成27年3月閣議決定）

農林水産業は気候変動の影響を大きく受けることから、農林水産分野に関する適応策の確立とともに、持続的な農業・農村の実現に向け気候変動等への的確な対応が求められている。また、高齢化や人口減少による食料・農業・農村への影響により、野生鳥獣による農産物等への被害の深刻化、広域化が懸念されている中、新たな可能性を切り拓く技術革新として、ICT等の先端技術等を応用した技術開発の推進が求められている。

○「鳥獣による農林水産業等に係る被害の防止のための特別措置に関する法律」（平成19年法律第134号、以下「鳥獣被害防止特措法」という。）

鳥獣被害の深刻化等を受け、鳥獣被害防止特措法が平成28年に改正され「被害防止施策の効果的な推進」の観点から、「捕獲等の技術の高度化等を図るための技術開発を推進すること」が明記されている。

2. 研究目標（アウトプット目標）の達成度及び今後の達成可能性

ランク：A

①中間時の目標に対する達成度

<課題①>

ニホンジカ及びイノシシの分布情報（1978年度、2003年度、2014年度）および分布に影響すると考えられる要因（気候要因、環境要因、人口動態等）のデータを収集した。気候要因については、全国の気象観測所から、気温、降水量、降雪量等の気候変動に関連する情報を収集し、空間補間を行うことで全国のデータセットを整備した。また、環境要因の土地利用情報を収集し、これらの5km地域メッシュレベル、農業集落単位でのデータを整備した。気候変動シナリオに基づく将来予測データ（西暦2100年までの気候変動シナリオを元に堅果（けんか）類（※7）や下層植生などの野生動物の植物資源供給に関するデータ、さらには人口動態や土地利用に関する予測データなど）の整備を行っており、年度内に基礎データの収集を達成する見込みである。

<課題②>

新しい技術を利用した被害対策技術の開発は、小型捕獲檻にICTトリガーの開発及び、錯誤捕獲の問題を解消する中型動物用の新型捕獲器の開発に成功し、知財申請を行っている。また、警戒行動や運動能力などの獣種特性に関する基礎データの収集に成功している。また、地理的・気象条件別モデル地域の設定を行っており、本年度内に完了する予定。したがって中間時の目標を予定通り達成できる。

②最終の到達目標の今後の達成可能性とその具体的な根拠

<課題①>

中間目標である、分布拡大モデル構築のための基本的なデータの収集、整備が完了予定であり、現在、最終目標に向けて、分布予測マップ、被害予測マップの作成に必要な、分布拡大モデル構築を進めている。分布拡大モデルでは、気候要因、環境要因、人口動態とモデル構築に使用するパラメータ数が多い。このため、各要因の相対的重要性をランダムフォレスト（※8）という統計モデルを用いて評価し、分布拡大に関連の大きい要因を分析した上で分布拡大モデルの構築を進めている。また、パラメータの相対的重要性評価の結果、獣種による重要要因も抽出されている。

今後、このような各パラメータの重要性を考慮に入れつつ、分布拡大モデルを構築し、将来予測を行い、分布拡大および被害予測マップを作成する予定である。さらに、ランダムフォレスト以外に階層モデル（※9）による解析を進め、様々な統計モデルから分布拡大の要因を分析する。これらにより、最終の到達目標の達成は可能である。

<課題②>

現時点で、イノシシやシカを対象としたICTトリガー及び、錯誤捕獲を防止するアライグマ捕獲器の開発と特許申請を行えた。さらに、全国各地の調査地のデータが蓄積され、農業被害の上位を占める水稻の栽培時期を含めた通年のシカとイノシシの出没状況について各地域で把握できた。

今後、これまで研究した行動特性を考慮した檻にICTトリガー装着した檻の実証試験や地理的条件の

異なる地域での行動・生態特性の解明を受け、総合的な被害対策技術マニュアルを作成する。これらのことから、最終目標である「2種以上の野生鳥獣（イノシシ、シカは必須）について、ICT技術など新たな技術を利用した低コストかつ省力的な被害対策技術を開発するとともに、獣種特性や地理的条件等に応じた総合的な被害対策技術マニュアル（全国を対象）を作成すること」が可能である。

**3. 研究が社会・経済等に及ぼす効果（アウトカム）の目標の今後の達成可能性と
その実現に向けた研究成果の普及・実用化の道筋（ロードマップ）の妥当性**

ランク：A

①アウトカム目標の今後の達成の可能性とその具体的な根拠

＜課題①＞

本事業により、収集した生息分布情報に基づいて分布拡大最前線の把握および分布域拡大速度の予測を提示するとともに、本事業終了後も、これらの予測および分布情報把握のために用いる情報ツールを更新しながら活用できるシステムとして構築することで、各県の鳥獣管理計画等の効率化が図られる。本事業で開発する5km地域メッシュ及び農業集落単位での分布拡大予測マップを、都道府県、市町村に普及するとともに、被害防除計画策定等の情報としての活用することにより、分布拡大年代に対応したニホンジカ及びイノシシの被害対策につなげることが可能である。特に、農村単位となった分布拡大予測マップを活用することで、それに基づき行動することが可能となる。このため、地方自治体が現地の状況に応じた被害対策計画を策定し、対策を講じることが可能となり、農業被害が低減されることから、アウトカム目標の達成は可能である。

＜課題②＞

本研究課題において、新しい技術を利用した被害対策技術要素の開発においてもデータの収集が順調に行われている。全国の気候・地理的条件の異なる試験地において、農地及び農地に隣接する耕作放棄地・林地、放任果樹における年間を通した獣種特性に関する基礎データの収集に成功している。また、当初の予定よりも早く、2つの捕獲技術の開発と特許の取得申請がおこなわれており、この研究に続く形で他の開発技術の完成と特許取得への道筋が明らかになっている。また、新しい技術を利用した被害対策技術要素の開発においてもデータの収集が順調に行われている。具体的には、既存の知見がなくボトルネックとなっていた野生動物の檻に対する反応スピードや警戒行動等を含めた行動特性を分析している。現在、設置されている小型捕獲檻の半数以上が1年間の捕獲実績がゼロであり、新技術により捕獲ゼロ捕獲檻が解消されること等により、捕獲効率が大きく向上する。したがって、本技術が社会実装されることでアウトカム目標の達成は可能である。

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

＜課題①＞

野生鳥獣被害対策に関するニーズを把握し、研究成果を速やかに地域の被害対策に反映できるよう、研究課題担当者と県担当部局および森林管理署等と情報交換等の打ち合わせを適宜実施している。また、本事業で開発する分布予測マップ、被害予測マップを普及するため、事業開始直後より全国の自治体との連携体制を構築しており、自治体とプロジェクト側の情報交換を実施している。このため、研究成果の活用に向けた取組は妥当である。

＜課題②＞

研究成果の活用については、行政施策への貢献、事業化・普及・実用化のための下記の取り組みを行った。今後も、技術普及のための、アウトリーチ活用及び動画での全国への情報発信等の先駆的な取り組みを図っていく予定であり、取組は妥当である。

- ・被害対策動画（計8本）と正しい情報の啓蒙資料（農村伝説）を農林水産技術会議事務局と協力して作成し、農水省HP及び農研機構HPに掲載。
- ・実用化に向けて捕獲技術に関する成果の知財化（2件）。
- ・農林水産省鳥獣被害対策基盤支援事業地域リーダー育成研修における研修講師（講師3名、計16回（平成28・29年度））。
- ・東京都、埼玉県、三重県、兵庫県、富山県、島根県、広島県、大分県、沖縄県等において野生鳥獣管理行政や特定計画策定指導。
- ・都府県及び市町村が開催する被害対策研修講師（200回以上（平成28・29年度））。
- ・書籍出版（「鳥獣害Q&A」誠文堂新光社、「実践事例でわかる獣害対策の新提案 地域の力で農作物

を守る」農業共済新聞)。

- ・被害対策パンフレットの作成(富山県氷見市)。

③他の研究や他分野の技術の確立への具体的貢献度

<課題①>

この生息分布拡大予測モデルの構築手法は、シカ、イノシシだけでなく、キョン・アライグマ他を含めた野生鳥獣における生息分布変動の予測に応用が可能である。

<課題②>

当該技術の開発は捕獲効率の著しい向上により、政府が推進するジビエ事業への波及効果が期待できる。

4. 研究推進方法の妥当性

ランク：A

① 研究計画(的確な見直しが行われているか等)の妥当性

外部有識者及び関係行政部局で構成する「委託プロジェクト研究運営委員会」を組織し、研究の進捗管理、行政ニーズや各課題の進捗状況を踏まえて次年度の研究実施計画案の作成等を行っており、課題間の連携強化等の適切な進行管理を行っている。また、課題①について、市民からの情報収集システムを改良することによりニホンジカやイノシシの拡大の最前線の把握を可能とした。一方、課題②では、小型捕獲檻のICTセンサーを用いたトリガーの開発を計画より前倒しで終了し、近く実用化の見込みである。

② 研究推進体制の妥当性

上述の「委託プロジェクト研究運営委員会」を、年2～3回程度開催し、研究の進捗管理、次年度の研究実施計画案の策定に加え、専門的知識や行政面からの助言指導を行っている。また、研究コンソーシアムの自主的な推進体制として、中間検討会や推進会議を随時開催し、コンソーシアム内の情報共有や意見交換、推進体制の検討等を行っている。

また、2年目に、高い専門性を有する企業や研究機関や普及・実用化を担う民間企業を追加し、研究推進体制を強化している。

③ 研究課題の妥当性(以後実施する研究課題構成が適切か等)

「野生鳥獣拡大に係る気候変動等の影響評価」「野生鳥獣被害拡大への対応技術の開発」の2課題で構成され、前者は気温の上昇や積雪期間の短縮によって、野生鳥獣の生息域の拡大が予測される一方で、将来予測等に対する研究が少ないため、今後新たな研究が望まれることが指摘されているもの。後者は、高齢化・過疎化を受け、省力化・高効率な新技術の開発の必要性が指摘されているものであり、各々の役割分担が明確であり、各々の相関関係がある上に、相乗効果も見込める課題であることから、課題構成は妥当である。

④ 研究の進捗状況を踏まえた重点配分等、予算配分の妥当性

委託プロ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積極的な選択と集中を行っている。現在、2つの中課題とも、概ね計画通り進捗しており、最終目標の達成も見込まれることから、予算配分は妥当である。

【総括評価】

ランク：A

1. 委託プロジェクト研究課題の継続の適否に関する所見

- ・中間時の目標は達成しており順調に進捗していることから、本研究を継続することは妥当である。

2. 今後検討を要する事項に関する所見

- ・研究開発を進めるに当たって、現場の意見を聞くなど、実際に利用する方が使いやすい被害対策技術となるよう研究を進める必要がある。
- ・環境省、経済産業省、さらにはNEDOも含めた、他省庁との連携をとってプロジェクトとしてやるというような視点で研究を進めることも必要である。

[研究課題名] 野生鳥獣及び病虫害被害対応技術の開発

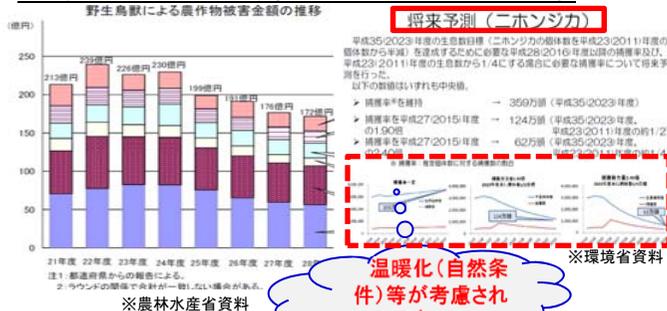
用語	用語の意味	※番号
IPCC	気候変動に関する政府間パネル (Intergovernmental Panel on Climate Change) の略。気候変動に関する最新の科学的知見をとりまとめて評価し、各国政府に助言と勧告を提供することを目的とした政府間機構。	1
農林水産省気候変動適応計画	気候変動による農林水産分野への影響に関する施策を強力に推進するために、農林水産省が、政府全体の「気候変動の影響への適応計画」に先だって平成27年8月6日に制定したもの。この中で、既に気候変動の影響が大きいとされる品目への重点的な対応、将来影響の知見が少ない人工林等に関する予測研究や技術開発の推進等が記載されている。	2
気候変動の影響への適応計画	気候変動による様々な影響に対し、政府全体として整合のとれた取組を総合的かつ計画的に推進するために策定された計画。平成27年11月27日閣議決定。これに先だって平成27年8月6日に策定した「農林水産省気候変動適応計画」の多くが反映されている。	3
中央環境審議会	環境に関する政策全般について議論し、政府に諮問・提言する環境省の審議会。中環審と略される。	4
鳥獣被害防止特措法	「鳥獣による農林水産業等に係る被害防止のための特別措置法に関する法律」の略称。鳥獣被害の深刻化・広域化を踏まえ、平成19年12月に制定された。国等は市町村が行う被害防止計画に基づく被害防止施策が円滑に実施されるよう、必要な施策や財政上の措置を講じることとされている。被害対策の担い手の確保、捕獲の一層の推進、捕獲鳥獣の利活用の推進等を図るため、平成24年、26年及び28年に改正。平成28年の改正では、国等は、捕獲等の技術の高度化等を図るための技術開発を推進することを明記。	5
ICT	情報 (Information) や通信 (Communication) に関する技術 (Technology) の総称。	6
堅果類 (けんかるい)	かたい皮や殻に包まれた食用の果実・種子の総称。外側が非常に硬くなっているものの果実に属し、特にブナ科のものは殻斗 (かくと) と呼ばれる台座や帽子状のものに一部または全部をおおわれていることが多く、これを殻斗果という。例えば、クリ、ブナ、ヘーゼルナッツなどが堅果に含まれる。	7
ランダムフォレスト	複数の説明変数 (要因) を組み合わせて目的変数 (分布の有無) に属する確率を算出する「決定木」という統計手法を「複数」使う方法。そのため森 (フォレスト) と表現される。	8
階層モデル	線形モデルの進化型で自由な統計モデリングが可能な手法。確率論的に決まる「隠れた状態」 (分布拡大モデルにおける、データがない年の在、不在情報など) も個体差や観測誤差を加味しながら推論できる。	9

野生鳥獣害拡大に係る気候変動等の影響評価や対応技術の開発

○現状

現在、野生鳥獣による農作物被害額は年間約200億円前後で推移しているが、中環審の意見具申において、気温の上昇や積雪期間の短縮によって、野生鳥獣の生息域拡大が予測され、「重大性が特に大きく」、「緊急性が高い」と指摘。また、将来予測に対する研究事例が少ないため、今後の研究が望まれることが指摘。

他方、農山漁村では高齢化・過疎化が進んでおり、被害防止対策を適切に対応することが困難となってきた。



課題

- ・現在生じている被害に対する取組は行われているが、気候変動による今後の生息域拡大への影響は想定していない。
- ・今後の課題である高齢化・過疎化により生じる人手不足等に対応可能な被害対策技術が十分ではない。
- ・精度の高い将来予測がなされていない。

研究開発のポイント

1. 野生鳥獣拡大に係る気候変動等の影響評価

環境変化による個体・群の動向や植生の変化等の解明により、野生鳥獣の分布拡大及び被害予測マップを開発



環境変化等による分布変化要因等の解明

分布拡大・被害予測マップ(5kmメッシュ)

2. 野生鳥獣被害拡大への対応技術の開発

ICT技術などの新技術の導入、獣種特性の解明等により、省力的かつ低コストな被害対策技術の開発



ICTを用いた電子的なセンサー等により、安価で高効率な捕獲と檻の管理が可能となるシステムの開発

獣種特性に基づいた、ICTと檻形状等の工夫等による、警戒心を与えない新たな檻の開発

○目指す姿

① 高齢者でも容易に取り扱える被害対策技術の開発により、高齢化・過疎化に対応した現場での適切な取組が可能に。

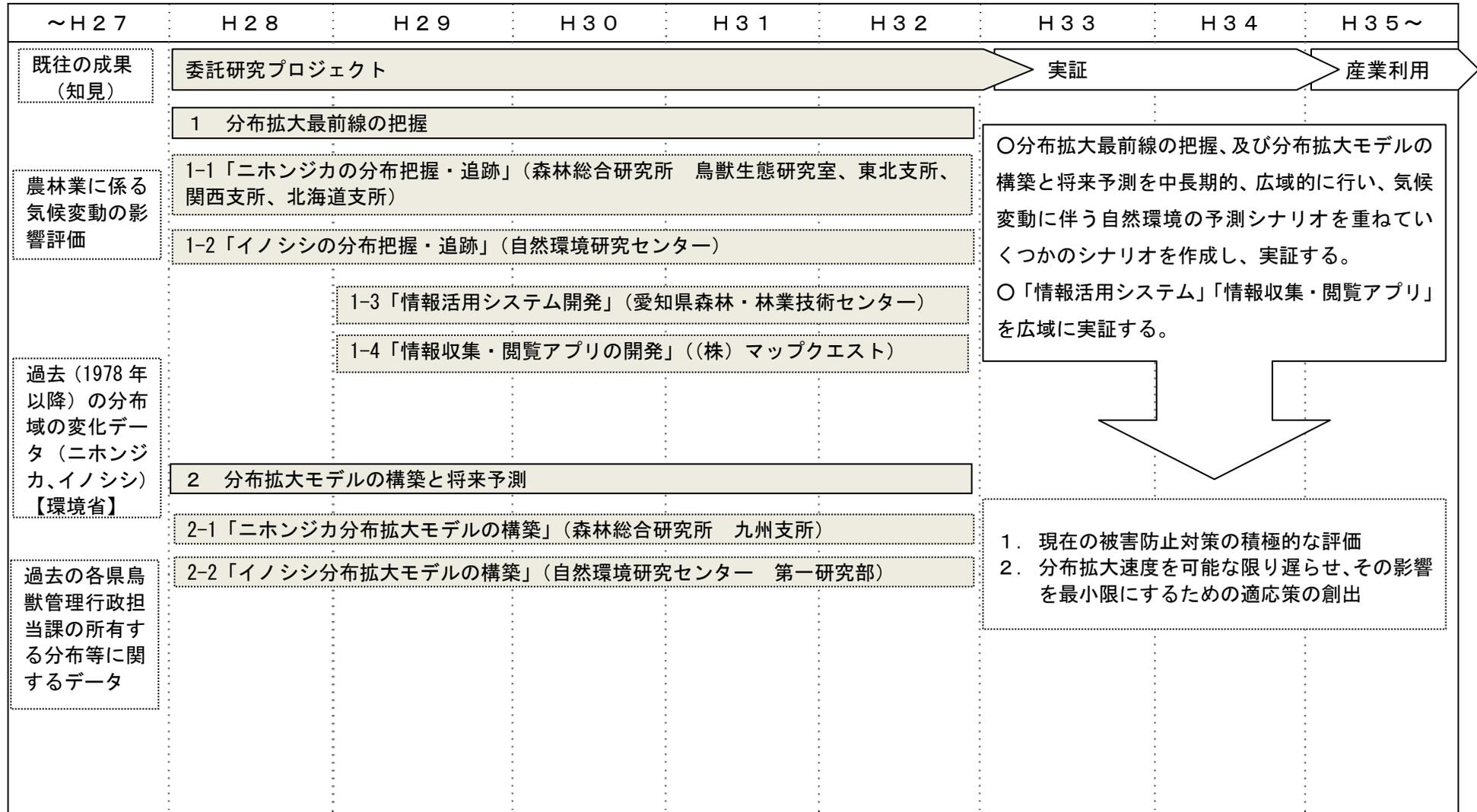
② 特に被害の多い野生鳥獣(イノシシ、シカは必須)を対象に、それぞれの獣種特性等に応じた最適な被害対策が可能に。

③ 環境変化を考慮した対策市町村レベルで対応可能に。

野生鳥獣被害の低減

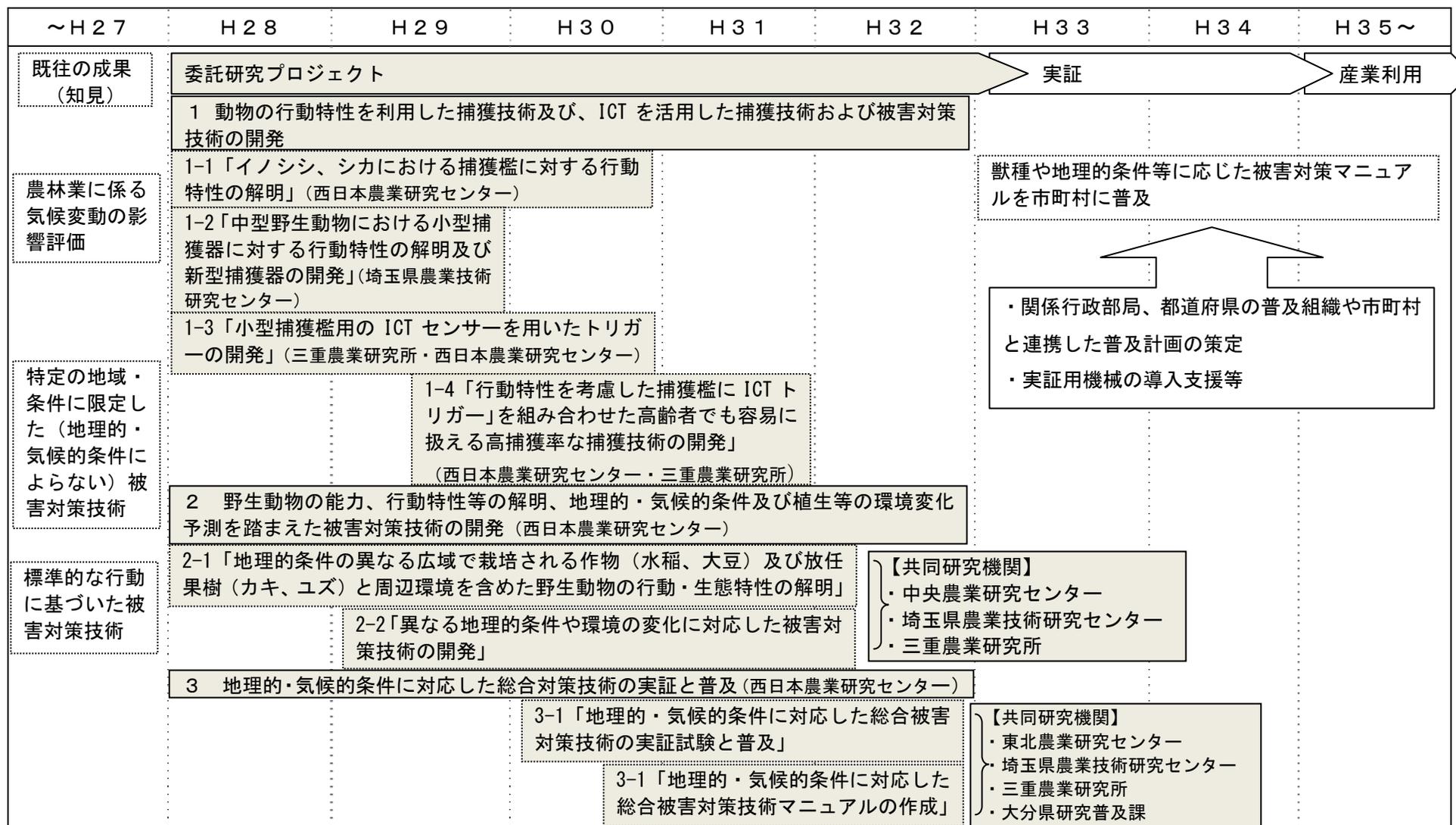
【ロードマップ（中間評価段階）】

野生鳥獣及び病虫害被害対応技術の開発①中課題名：野生鳥獣拡大に係る気候変動等の影響評価



【ロードマップ（中間評価段階）】

野生鳥獣及び病害虫被害対応技術の開発②中課題名：野生鳥獣被害拡大への対応技術の開発



野生鳥獣拡大に係る気候変動等の影響評価

研究概要

- ・ニホンジカ、イノシシの分布拡大最前線を把握
- ・ニホンジカ、イノシシの分布及び被害の将来像をモデルにより予測

主要成果

シカ情報マップを開発、市民から目撃情報を収集



今後の方針

- ・市民情報収集システム、自動撮影カメラによる拡大最前線情報の把握
- ・過去の分布拡大を説明するモデルの探索と将来予測

野生鳥獣被害拡大への対応技術の開発

(小型捕獲檻用のICTセンサーを用いたトリガーの開発)

研究概要

・シカの体長を感知して取り逃がしを防ぎ、精度の高い捕獲を可能にするICTトリガーの開発

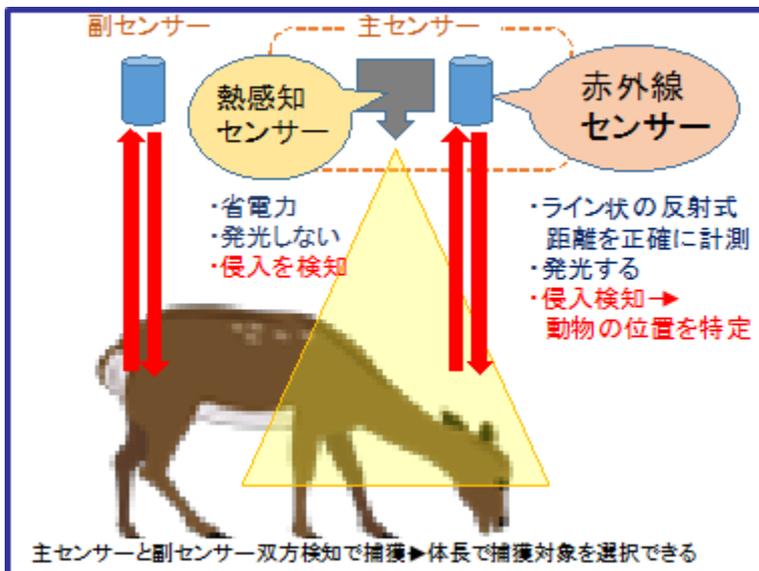
主要成果

背景と課題

捕獲檻の仕掛けには技術が必要 (難しい!)
小型の檻では従来型のセンサーでは取り逃がしが発生

ICT活用で高齢者や初心者でも容易に仕掛けられる技術の開発

主センサーと副センサーで体長把握



新型センサーによりシカの檻内への完全誘導後の作動が可能

トリガー作動し捕獲

センサーの個体の体の大きさを選別した捕獲も可能になる



今後の方針

- ・並行して開発中のイノシシ用新捕獲檻への活用
- ・被害を減少させるための加害個体の捕獲実証

野生鳥獣被害拡大への対応技術の開発

(中型野生動物における小型捕獲器に対する行動特性の解明及び新型捕獲器の開発)

研究概要

・特定外来生物に指定されているアライグマ捕獲時に問題となる、錯誤捕獲した中型野生動物の放獣は近隣の被害農家の感情を害し、被害対策への動機付けの阻害要因となるため、錯誤捕獲を解消する新捕獲器を開発する

主要成果

小型・低コストかつ高精度の錯誤捕獲を解消するアライグマ捕獲器を開発

実験用トリガーによる行動調査



製品サンプルによる現地実証試験

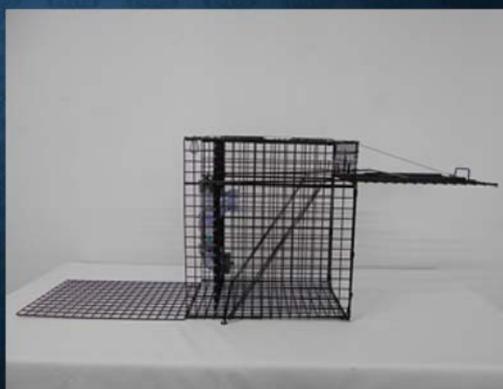


トリガーの開発と捕獲器の小型化

アライグマを立たせるトリガー

捕獲器の奥行きを大幅減少

アライグマ専用捕獲器完成 ~特許・意匠登録出願中~



今後の方針

- ・アライグマ捕獲事業者への技術移転活動
- ・アライグマによる農作物被害対策の強化