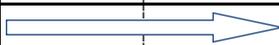


## 委託プロジェクト研究課題評価個票（中間評価）

<b>研究課題名</b>	林業・木材産業の成長産業化推進プロジェクトのうち、成長に優れた苗木を活用した施業モデルの開発			<b>担当開発官等名</b>	研究開発官(基礎・基盤、環境)
				<b>連携する行政部局</b>	林野庁森林整備部研究指導課 林野庁森林整備部整備課 林野庁林政部木材産業課 林野庁国有林野部業務課
<b>研究期間</b>	H30～R4（5年間）			<b>総事業費（億円）</b>	3.9億円（見込）
<b>研究開発の段階</b>	<b>基礎</b>	<b>応用</b>	<b>開発</b>	<b>関連する研究基本計画の重点目標</b>	重点目標 14
					

### 研究課題の概要

我が国の人工林の約5割は主伐（※1）可能な時期に達しているものの、林業採算性悪化のために主伐と再造林（※2）が進まない状況にある。このため、豊富な人工林資源の循環利用促進が重要な政策的課題となっており、林業の収益性向上を図る技術開発が急務である。

「森林の間伐等の実施に関する特別措置法」に基づき、エリートツリー（※3）等成長に優れた樹木が特定母樹（※4）として指定され、苗木生産の基盤となる採種園、採穂園（※5）の整備が進められている。また、「森林・林業基本計画」（平成28年5月閣議決定）では、成長に優れた苗木の活用、低密度での植栽等による低コスト造林技術の開発・実証を進めるとともに、早生樹（※6）種等の実証的な植栽等に取り組むこととしている。

これらの背景を踏まえ、本課題では、林業経営体の収益を向上させ、山村を活性化し、林業の成長産業化を推進する新たな人工林施業（※7）体系の構築に向け、エリートツリーや早生樹等の最適な植栽密度（※8）の解明、ICTを活用した植栽木生育状況の情報収集・解析、省力・低コストな保育技術（※9）の開発を行い、成長に優れた苗木を活用した低コストで高収益な施業モデルの開発を行う。

### 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
<ul style="list-style-type: none"> <li>・ エリートツリーや早生樹等の生育特性のデータ収集と解析</li> <li>・ 成長に優れた樹種の材質や強度について、2種類の樹種で明らかにする</li> </ul> <p>[エリートツリーや早生樹等の生育特性のデータ収集と解析]</p>	<ul style="list-style-type: none"> <li>・ 成長に優れた苗木を活用し、育林（※10）コストを30%削減する施業モデルを開発する</li> <li>・ 成長に優れた樹種の材質や強度について、5種類の樹種で明らかにする</li> </ul> <p>[成長に優れた苗木を活用し、育林コストを30%削減する施業モデルを開発する。]</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（R9年）

- ・ 成長に優れた苗木を活用した施業モデルの普及により、日本全体で育林コストを47億円程度削減する（令和9年度）
- ・ 家具材用材における国産材利用量を15万m<sup>3</sup>増加させ、45億円の需要を創出する（平成25年度以降）  
[成長に優れた苗木を活用した施業モデルの普及により、日本全体で育林コストを47億円程度削減する（令和9年度）]

### 【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

我が国において主伐可能な50年生以上の人工林は約5割に達しているものの、木材価格の低迷、人件費等のコストの上昇による林業採算性悪化のために林業経営体の意欲は減退し、主伐と再造林が進まない状況にある。このため、作業コストの低減等を通して林業経営の収益を改善させることで人工林資源の循環利用を促進し、木材の供給力を増大させて林業の成長産業化を図ることが重要な政策的課題となっている。成長が早く下刈り（※11）のコストの低減等が可能なエリートツリー等を活用することで林業の生産性や収益性の向上を図る技術開発が求められており、以下の法律・計画においてもエリートツリー等成長に優れた樹木による森林施業の推進が位置付けられている。

- 「森林の間伐等の実施の促進に関する特別措置法」：エリートツリー等成長特性の特に優れた樹木を特定母樹として指定し、採種園、採穂園の整備を推進
- 「森林・林業基本計画」（平成28年5月閣議決定）：成長に優れた苗木の活用、低密度での植栽等による低コスト造林技術の開発・実証を進めるとともに、早生樹種等の実証的な植栽等に取り組むとしている。

このことから、引き続き本研究を推進することが重要である。

## ②引き続き国が関与して研究を推進する必要性

エリートツリー等成長に優れた樹木による森林施業は、造林・保育の低コスト化の実現のために必要であるが、森林の施業モデルに係る研究開発については、育林コスト低減効果が発現するまでに長期間を要するため民間が行うことは困難であること、研究成果を日本全国で適用可能なものとするためには、我が国の林木育種事業の中核機関である森林総合研究所林木育種センターに加え、大学や全国の公設試験研究機関といった国内の研究勢力を結集して取り組む必要があることから、本課題は国が関与して研究を推進することが適切である。

## 2. 研究目標（アウトプット目標）の達成度及び今後の達成可能性

ランク：A

### ①中間時の目標に対する達成度

中間時の目標としては「エリートツリーや早生樹等の生育特性のデータ収集と解析」としている。これまでの研究では、

- ・ スギについては全国23か所の試験地においてデータ収集と解析を進め、九州地域のエリートツリーや特定母樹では在来品種に比べて1年程度早く成長する傾向にあること等が明らかになった。また北海道のクリーンラーチ（グイマツ雑種F1（※12）のうちの優良品種のひとつ）も、他のカラマツ類と比べて樹高成長や樹冠（※13）の拡大が早いことが明らかとなり、これらの成長に優れた苗の生育特性の解析から、従来、植栽後に5年程度は毎年実施している下刈りの終了年を少なくとも1年間は早められる可能性を指摘した。
- ・ さらに、早生樹の一種であるコウヨウザンについては、11カ所の植栽試験地のうち10カ所においてノウサギによる被害が顕著であること、忌避剤施用により一定の効果が得られることを明らかにした。

以上のように、エリートツリー等の生育特性に関するデータ収集と解析は順調に進められており、中間時の目標は十分に達成された。

なお、事前評価の際に中間時の目標として掲げた「成長に優れた樹種の材質や強度について、2種類の樹種で明らかにする。」は、予算編成の過程で整理した木材加工技術等の開発に関する課題に対応する目標であるため削除した。

### ②最終の到達目標の今後の達成可能性とその具体的な根拠

本課題では、(1)エリートツリー等の生育特性の解明と併せて、(2)山で速やかに伸びる苗の育苗技術の開発、(3)性能を最大限に発揮できる立地条件の評価、(4)コスト削減につながる低密度植栽、(5)現場に応じた下刈要否の判断基準の開発、(6)育林的手法による獣害対策、これらの成果を統合して収支予測ツール（I-Forests）を構築し、成長に優れた苗の特性を最大限に発揮させ、育林コストを30%以上削減できる施業モデルを開発することを最終の到達目標としている。

(1)については、30カ所近くの植栽試験地での調査を引き続き行うことで、施業モデルの基盤となる生育特性のデータを拡充する。

(2)については、施肥や苗サイズ等と植栽後の成長との関係の調査・解析が進み、スギコンテナ苗（※14）の成長により施肥時期を明らかにした。

(3)については、試験地スケールで解析したスギの樹高成長を、GIS（地理情報システム）を活用することにより、より広域な評価を可能とするため、標高メッシュデータ（※15）や成長データの整備を進めている。

(4)については、エリートツリー等の本数密度と成長特性との関係の解析を行い、グイマツ雑種F1人工林について植栽密度と胸高直径（※16）との関係を明らかにした。

(5)については、80カ所の幼齢造林地での多点調査から下刈要否判断基準の核となる雑草木のタイプ分けとスギへの被圧影響の評価を行った。さらに、スギと雑草木との競合関係をUAV（※17）空撮から面的に評価する先駆的な技術開発を進めている。

(6)については、雑草木を通常より高い位置で刈払う「高下刈」という手法の開発に取り組み、これにより、シカによる造林木の被害の軽減や下刈りの作業効率の向上が可能となった。また、収支予測ツール (I-Forests) についてもシステムに必要な評価式の整理等を進めた。

以上のように、研究は順調に進み、成果が得られている。今後、エリートツリー等の成長に優れた苗と、立地、植栽密度、下刈手法とを組み合わせた施業方法について収支予測ツールによりコスト・経営分析を行うことで、省力・低コストな施業モデルの開発が可能と考えられることから、最終到達目標の達成可能性は高い。

なお、事前評価の際に最終の到達目標として掲げた「成長に優れた樹種の材質や強度について、5種類の樹種で明らかにする。」は、予算編成の過程で整理縮小した木材加工技術等の開発に対応した到達目標であるため削除した。

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

**①アウトカム目標の今後の達成の可能性とその具体的な根拠**

本課題のアウトカム目標としては47億円の保育コスト削減効果（下刈りを3年で終了、かつ新植地の半分で適用することで達成）を掲げている。保育コストの多くを占める下刈りについては、これまでの優れた成長特性を持つエリートツリー等と、育苗技術と立地評価、下刈り要否の判断基準を組み合わせることで、これまで5～6年間は毎年実施されてきた下刈りを3年間で終了可能とする保育方法が可能となる見込みである。また、「林業イノベーション現場実装推進プログラム」（令和元年12月策定）では、令和5年度までに、造林面積全体の44%以上を低コスト造林とすることを目標としており、本プロジェクトのアウトカム目標を設定している令和9年度には、新植地の半分以上で低コスト造林が導入されると予想され、本研究で開発された技術が導入されると予想されることからアウトカム目標の達成可能性は高い。

さらに、本課題では、下刈回数の削減に加えて、省力かつシカ被害対策となる下刈方法や、苗木代や植え付け、間伐に関わる経費を削減できる低密度植栽の技術開発も同時に進めている。これらの成果を組み合わせることで、アウトカム目標を超える効果が得られるものと考えられる。

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

アウトカム目標達成のためには、本プロジェクトの研究成果が行政施策に速やかに反映されるとともに、施策を支える新たな技術が林業現場に速やかに受け入れられる体制作りが必要となる。このため、林野庁森林整備部整備課と研究代表機関である森林総合研究所との連絡調整会議において、本プロジェクトに関して情報提供が行われるとともに、それを受けた担当者レベルでの打ち合わせも進められている。また、約20件の地方の行政、苗木生産者、林業事業者（※18）等の関係者が参加する協議会や講習会、森林管理署（※19）が主催する現地検討会において、本プロジェクトでの取り組みを広く周知しているほか、収支予測ツールの林業現場での活用に向けて、試験的な導入を想定している林業事業者との協議にも着手している。このようにアウトカム目標達成に向けた以上のような取り組みは妥当である。

**③他の研究や他分野の技術の確立への具体的貢献度**

・ 気候変動影響を想定した省力的な生態系モニタリングへの応用  
国内の様々な生態系では、気候変動影響が危惧されており、影響の早期検出を目的としたモニタリングの重要性が指摘されている。しかし、生態系モニタリングは、作業コストが高く、専門的な知識を必要とするため、継続的な運用に課題があった。本課題で開発する、UAVと画像認識技術を応用することで、対象生物群の面積変化や個体数密度等の情報を省力的にモニタリングすることが可能と想定される。

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

**①研究計画（的確な見直しが行われているか等）の妥当性**

2名の外部専門家と、関係する行政部局で構成する運営委員会を設置し、行政ニーズや各課題の進捗状況を踏まえて、実施計画の見直し等の適切な進行管理を行っている。

**②研究推進体制の妥当性**

上記の運営委員会を年2回開催し、進捗状況の確認、研究計画・推進体制の見直し、研究成果の共有と公表等について、助言指導等を行っている。また、研究コンソーシアムの自主的な推進体制として、

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）**

本研究では、(1)エリートツリー等の生育特性の解明、(2)山で速やかに伸びる苗の育苗技術の開発、(3)性能を最大限に発揮できる立地条件の評価、(4)コスト削減につながる低密度植栽、(5)現場に応じた下刈要否の判断基準の開発、(6)育林的手法による獣害対策の各課題で得られた成果を、収支予測ツール（I-Forests）に組み込む課題構成としている。苗木と植栽、植栽後の保育といった育林過程の要素技術を各課題が連携して取り組み、それらを統合して施業モデルの開発につなげるという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**

各課題の進捗状況や研究成果の有用性を踏まえた予算配分の重点化を行っている。それぞれの中課題は計画通り進捗しており、最終目標の達成も見込まれることから、予算配分は妥当である。

**【総括評価】**

**ランク：A**

**1. 委託プロジェクト研究課題の継続の適否に関する所見**

・日本の7割を占める森林の管理は個人では難しいため、国が前に出て実施する必要がある。また、台風等の災害が頻発しており、森林の役割がますます大きくなっている状況で、本課題では様々な技術を組み合わせて総合的な森林の活性化に取り組んでいるところも評価できることから、課題の必要性も併せて、継続は妥当である。

**2. 今後検討を要する事項に関する所見**

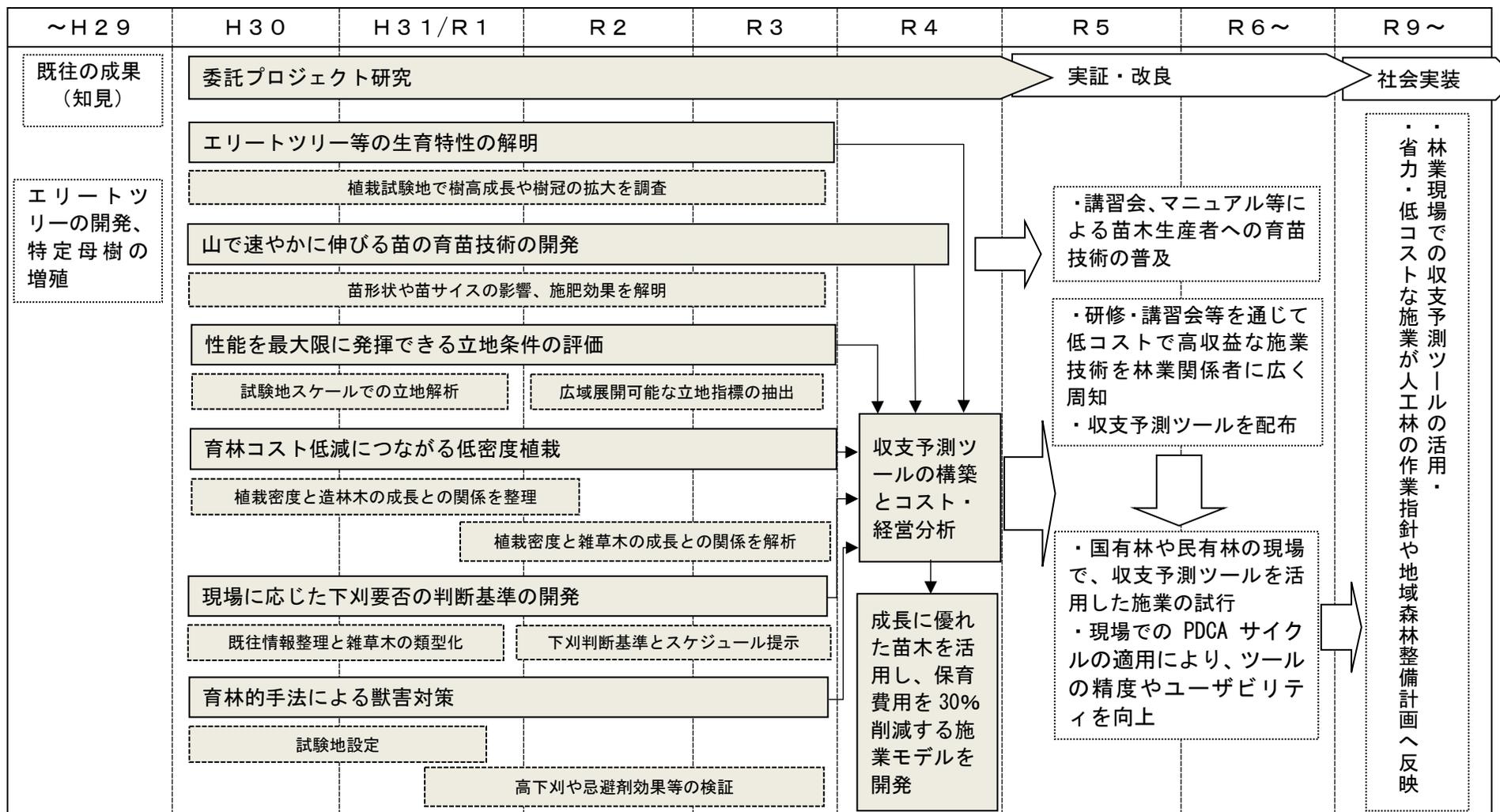
・優れた苗木に焦点を絞っているが、森林のトータルマネジメントにおいて、どのような位置づけになるのかという視点を持って進めていくことを期待する。

〔事業名〕 林業・木材産業の成長産業化推進プロジェクト

用語	用語の意味	※ 番号
主伐	丸太を生産するために、一定の林齢（伐期）に達した樹木を伐採すること。	1
造林	有用樹種を植栽し森林を造成すること。人工林伐採跡地への造林を特に「再造林」と呼ぶ。	2
エリートツリー	スギ・ヒノキ等の造林樹種で、成長等の形質が優れた個体を一般林地から選抜したものを「第1世代精英樹」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。	3
特定母樹	平成25年に一部改正された「森林の間伐等の促進に関する特別措置法」に基づき、特に優良な種苗を生産するための種穂の採取に適する樹木であって、成長に係る特性の特に優れたものとして農林水産大臣が指定するもの。特定母樹の指定の考え方はエリートツリーとおおむね同じである。将来の人工造林において必要となる種苗については、特定母樹から採取する種穂により生産することが可能となるよう、生産体制の整備が進められている。	4
採種園、採穂園	苗木の種子を採種するための樹木園を採種園、挿し穂による苗木を生産するための穂（若い枝）を採取する樹木園を採穂園と呼ぶ。	5
早生樹	成長が優れた樹種。針葉樹としてはコウヨウザン、広葉樹としてはセンダン、チャンチン、チャンチンモドキ、ハンノキ、ユリノキ等が代表樹種である。これまで家具材として使用されてきたブナ、ミズナラ等の広葉樹資源が減少し、再造成には長い期間が必要なため、成長の早い早生樹が注目を集めている。	6
施業	植栽や下刈り、間伐、主伐等、目的とする森林を造成、管理、利用するための作業。植栽樹種や立地条件に応じて適切な施業を選択する必要がある、近年では施業の低コスト化や省力化が大きな課題となっている。	7
植栽密度	一般的に針葉樹は、2,500～3,000本/ha程度の密度で植栽されている。植栽密度を減らすことにより苗木代や植付け費用の低減が期待できる一方で、保育費用の掛かり増しや形質への影響が懸念される。	8
保育	植栽した苗木を守り育てること。下刈り、間伐等を含む。	9
育林	森林を育てること。植栽、下刈り、間伐等を含む。	10
下刈り	植栽地において、苗木に太陽光が十分当たるように雑草木を刈り払う作業で、通常は毎年1回、植栽から5～7年目まで行う。夏季に行われることが多いため非常に労働負担の大きい作業であり、育林コストに占める割合も大きいため、下刈りの省略が課題となっている。	11
グイマツ雑種F1	「グイマツ」を母親、「カラマツ」を父親とする種間雑種であり、グイマツより成長が早く、カラマツより材の強度と幹の通直性に優れるという特徴を持つ。	12
樹冠	樹木の枝葉が茂る部分。	13
コンテナ苗	根巻きが起こらないような工夫をした容器（コンテナ）で育成された苗。コンテナ苗は、裸苗に比べて高効率で植付できるほか、植付適期が広い等のメリットがある。	14
メッシュデータ	地図上を格子状に区切ったデータのこと。	15
胸高直径	成人の胸の高さの位置における立木の直径。日本では地面から1.2ないし1.3メートルを採用。	16
UAV	無人航空機（Unmanned Aerial Vehicle）。	17
林業事業者	他社からの委託または立木の購入により造林、伐採などの林内作業を行う森林組合、素材生産業者など。	18
森林管理署	林野庁の出先機関。林野庁が所管する約758万ヘクタールの国有林を管理。	19

【ロードマップ（中間評価段階）】

成長に優れた苗木を活用した施業モデルの開発



# 成長に優れた苗木を活用した施業モデルの開発

## 研究概要

林業経営の採算性を向上させる新たな人工林施業体系を構築するため、エリートツリーや早生樹等、成長に優れた苗木を活用した低コストで高収益な施業モデルを開発する。

## 主要成果

### エリートツリー等の生育特性の解明

スギエリートツリー・特定母樹及び在来品種の平均樹高

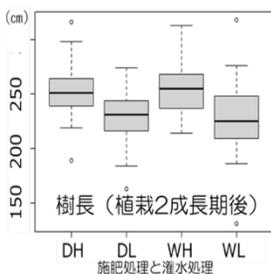
系統	平均樹高(cm)					
	植栽時	1年次	2年次	3年次	4年次	5年次
エリートツリー・特定母樹	41.1±14.7	91.8±28.1	154.8±51.3	250.8±92.4	378.6±125.1	512.8±157.7
在来品種	33.4±19.1	56.0±23.8	103.5±35.4	168.2±61.8	263.6±98.8	351.1±128.8



植栽後4年の特定母樹「スギ九育2-203」(左)

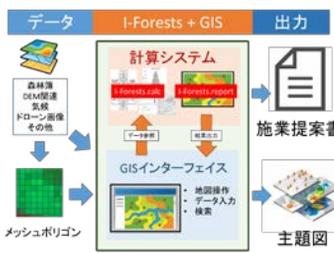
少なくとも1年分の下刈を省ける性能。遺伝的要因が大きいことを解明。

### 植えた後に速やかに伸ばす育苗技術の開発



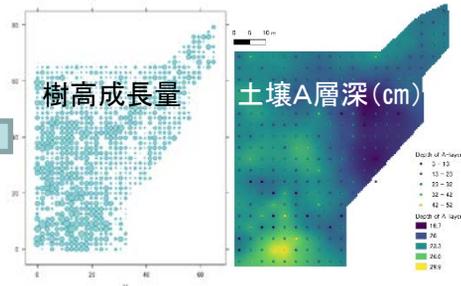
スギコンテナ苗で植栽前年の秋の追肥で成長促進効果を確認

### 林業収支予測ツール I-Forests



研究成果に基づき、モデルの構築・パラメータを設定

### 性能を最大限に発揮できる立地条件の評価



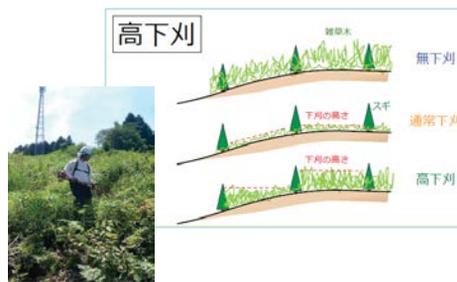
植栽後の樹高成長と土壌特性の空間分布を解析

### 多くの経費と労力を要する下刈の要否判断基準



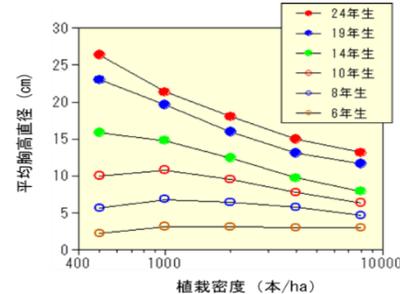
UAV空撮からスギと雑草木の競合関係を調べる技術を開発

### 育林的手法によるシカ食害軽減



高下刈が食害軽減と作業効率の向上(最大2.6倍)を両立することを解明

### 育林コストの削減につながる低密度植栽

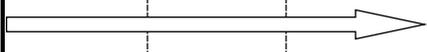


ガイマツ雑種F1人工林で植栽密度と胸高直径との関係进行评估

## 今後の方針

- それぞれの成果を統合し、収支予測ツール (I-Forests) を構築。
- コスト、経営分析により、育林コストを30%以上削減する施業モデルを開発。
- 収支予測ツールを活用し、林業現場へ省力・低コストな施業方法の普及を進める。

## 委託プロジェクト研究課題評価個票（中間評価）

<b>研究課題名</b>	【戦略的プロジェクト研究推進事業「現場ニーズ対応型研究」】 クロマグロ養殖の人工種苗への転換促進のための早期採卵・人工種苗育成技術や低環境負荷養殖技術の開発の開発			<b>担当開発官等名</b>	研究開発官(基礎・基盤、環境)室
				<b>連携する行政部局</b>	水産庁増殖推進部研究指導課 水産庁増殖推進部栽培養殖課
<b>研究期間</b>	H30～R4（5年間）			<b>総事業費（億円）</b>	4.0億円（見込）
<b>研究開発の段階</b>	<b>基礎</b>	<b>応用</b>	<b>開発</b>	<b>関連する研究基本計画の重点目標</b>	重点目標15、31
					

### 研究課題の概要

現行のクロマグロ人工種苗では採卵の時期が初夏に限定されているため、稚魚のサイズが小さいまま冬季を迎えることにより稚魚の生残率が低い。このことが生産コストを高め、人工種苗(\*1)の普及の障害になっている。また、漁場環境を持続的に利用し、安全な養殖生産物を安定供給するには環境への配慮が必要であるが、環境負荷を考慮した養殖技術の開発は十分とはいえない。令和8年度を目処に天然種苗由来クロマグロの30%以上相当分を人工由来にすることを目指し、クロマグロ養殖用の人工種苗の供給を拡大させ、漁場環境や天然資源への負担が少ないクロマグロ養殖を確立するため、クロマグロの成熟・産卵を人工的に制御した早期採卵・人工種苗育成技術を開発するとともに、給餌量管理、水質・底質環境管理、魚病対策により環境負荷の少ない養殖技術を開発する。

#### 1. 委託プロジェクト研究課題の主な目標

中間時（2年度目末）の目標	最終の到達目標
・クロマグロの採卵時期を現行に比べ2ヶ月早める技術を開発。	・天然種苗と同等の大きさの人工種苗を作出と、その人工種苗が1歳魚に至るまでの冬季の生残率（30～40%）を2倍に向上。 ・疾病対策及び環境負荷低減対策により生産コストの10%削減。

#### 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（R8年）

令和8年度を目処に商業生産として天然種苗由来クロマグロの30%以上相当分を人工種苗由来にする。

### 【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

・日本周辺を中心に北太平洋に広く分布しているクロマグロの近年の資源状態は歴史的最低レベルに近い状態にある。平成26年に国際自然保護連合（IUCN）によって本種は絶滅危惧種に指定され、また、地域漁業管理機関である中西部太平洋まぐろ類委員会（WCPFC）での国際合意のもと、我が国では養殖用天然種苗でもある小型魚の漁獲量について半減措置を実施して管理を強化している。

・今後、クロマグロの更なる資源状態の悪化やそれに伴う資源管理が強化されれば、天然漁獲物と養殖用天然種苗の供給が同時に制限され供給が大幅に減少する恐れがあるが、平成28年における養殖出荷量では天然種苗由来が12,563トンに対して人工種苗由来が849トンと未だ天然種苗に大きく依存(94%)している状況である。

・また国際的にはMELジャパン、MSC・ASC認証(\*2)などの規格に沿った安全・安心かつ持続可能性に配慮した水産物への社会的需要が高まりつつある。その需要を満たすには、健全な漁場及び資源管理を推進することが必要であり、給餌量管理、水質・底質環境管理、魚病対策など環境に配慮した持続的な養殖技術を開発することが必要である。

このようなことから我が国の水産業の発展及び国民の食生活のニーズの対応の観点から本研究の重要性

は高い。

### ① 引き続き国が関与して研究を推進する必要性

・クロマグロは、国際自然保護連合（IUCN）によって絶滅危惧種に指定され、また、国際合意のもと我が国が小型魚の漁獲量半減措置を実施している。民間による自主的な人工種苗養殖への転換は、転換技術やコストの面で課題があり、クロマグロの斃死や新たな設備投資のリスクを伴うことから十分進んでいない。また、転換技術を民間自ら開発するノウハウや施設もない状況であるため、人工種苗養殖への転換を促進しクロマグロ天然資源の保全と持続的利用を図るためには国が率先して技術開発に取り組む必要がある。なお、以下の計画でも技術開発の必要性が明示されている。

・「水産基本計画」（平成29年4月閣議決定）では、天然資源の保存に配慮した安定的な養殖生産を実現するため、主に天然種苗を利用しているクロマグロ等では人工種苗への転換を促進するとしており、また、消費者に信頼される安全な養殖生産物の安定供給を確保するため、疾病対策や漁場環境への配慮が必要としている。

・「農林水産研究基本計画」では、高齢化や担い手不足が深刻化する水産業をより魅力的な産業に変革するため、クロマグロの完全養殖を軌道に乗せるための人工種苗量産技術の開発を進めるとしている。以上のことから、引き続き国が先導して研究機関、大学、民間企業の技術力を結集し、研究開発に取り組む必要がある。

## 2. 研究目標（アウトプット目標）の達成度及び今後の達成可能性

ランク：A

### ①中間時の目標に対する達成度

・クロマグロの採卵時期を現行に比べ2ヶ月早める技術の開発では、大型陸上水槽を用いて水温と日長をコントロールすることによって早期産卵誘導を行い、従来よりも2ヶ月早い4月に200万粒の早期卵を生産することに成功した。また、早期産卵による種苗の飼育について、別途開発した小規模飼育システムを用いて飼育水温が人工種苗の生残・成長に及ぼす影響を検討し、従来の養殖海面(\*3)で早期人工種苗の飼育が可能であることを明らかにした。

これらの成果から、中間時の目標は十分に達成された。

### ②最終の到達目標の今後の達成可能性とその具体的な根拠

・最終到達目標として、「天然種苗と同等の大きさの人工種苗を作出と、その人工種苗が1歳魚に至るまでの冬季の生残率（30～40%）を2倍に向上」及び「疾病対策及び環境負荷低減対策により生産コストの10%削減」を目指しており、令和元年度までに以下の具体的成果が得られている。

・新たに作成した飼育環境プログラムのもとクロマグロ親魚を育成することで、当初目標である4月に早期産卵の誘導が可能であることが確かめられた。さらに、早期産卵より生産した種苗を従来より2ヶ月早い5～6月に従来の養殖海面で飼育できることを飼育実験による解析から明らかにした。今後、早期産卵誘導の安定化と人工種苗の養殖海面での飼育実験を進め、早期人工種苗供給システムの確立を目指す。

・疾病対策については、クロマグロのイリドウイルス及びレンサ球菌(\*4)の感染試験手法を開発し、市販ワクチン等の効果の検証が可能となった。また、住血吸虫(\*5)については養殖海域海水中からのモニタリング手法や *C. orientalis*(\*6) の中間宿主駆除による新たな寄生予防法等を開発した。今後、ワクチン効果の検証や住血吸虫に対する駆虫剤の最適投与方法の開発等を継続することで、クロマグロの種苗期に発生する疾病の防除手法の開発を行う。

・摂餌特性に応じた至適給餌方法の開発については、配合餌料の胃内滞留時間や消化酵素の分泌動態等を解明した。また、画像データより稚魚の給餌直後から終了までの遊泳行動を数値化し、リアルタイムで出力できる行動評価システムを開発した。今後、配合餌料における消化特性と合わせて行動評価システムの開発を行い、低環境負荷型クロマグロ給餌手法の開発を進める。

・これまでのところロードマップに従い順調に進捗しており、引き続き研究開発を推進することで最終到達目標を達成できる。

## 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：S

### 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

・平成28年における養殖出荷量では天然種苗由来が12,563トンに対して人工種苗由来が849トンと未だ

天然種苗に大きく依存(94%)している状況であるが、養殖当初の活け込み(\*7)数の割合は天然種苗と人工種苗で半分半分(50%)である。開発した技術を用いて1歳魚に至るまでの冬季の生残率(現在30~40%)を2倍に向上させれば、1歳魚までの人工種苗の割合を最大40%程度まで向上させることができ、天然種苗由来クロマグロの30%以上相当分を人工種苗由来にするとした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

・研究成果については、学会発表、論文等の学術活動のアウトリーチ活動によって、当該成果の広報や普及活動に努めている。特に、平成30年11月に全国クロマグロ養殖連絡協議会傘下に技術部会を発足させ、公設試験研究機関、民間養殖業者、流通業者等のステークホルダーに対して、技術シーズを始め、最新の技術や基盤技術の動向等を紹介することで、産官学連携下での情報・意見交換やニーズの汲み上げを積極的に推進している。また、社会実装を速やかに進めるために、得られた早期卵を利用した民間養殖業者による実環境下での出荷魚までの育成を行う取り組みを研究計画に追加した。これらの取組は、本成果の利用拡大と定着化を促進し、社会実装を加速化するうえで極めて重要であり妥当である。

#### ③他の研究や他分野の技術の確立への具体的貢献度

・摂餌特性に応じた至適給餌方法の開発より得られた知見や技術は、養殖産業の成長産業化に必須であるAIやRPA(\*8)による養殖管理システムのスマート化を効率的に推進していくうえで大きく貢献する。

### 4. 研究推進方法の妥当性

ランク：A

#### ①研究計画(的確な見直しが行われているか等)の妥当性

・最終目標の達成に向けて、運営委員会、研究推進会議並びに小課題毎の研究打ち合わせ等で、研究内容や進捗状況を確認し、適切に年度計画や実施体制の見直しを行っている。特に、至適給餌方法の開発における摂餌関連行動の指標化においては、新たに群れの強度に着目した行動評価システムを取り入れることとし、研究チームの構成を見直すこととした。また、社会実装を速やかに進めるために、得られた早期卵を利用した民間養殖業者による実環境下での出荷魚までの育成を行う取り組みを追加した。

#### ②研究推進体制の妥当性

・外部専門家3名及び関係する行政部局等で構成する運営委員会で、進捗状況の確認、研究推進上の問題点や行政ニーズ等の把握等を行い、最終目標に向けて研究成果が得られるように進行管理を行っている。併せて、研究担当者全員を招集した推進会議を年3回(現地検討会を含む)、協力機関を対象とした打ち合わせを年1回開催し、参画者間での情報意見交換を通じて相互理解を図っている。

#### 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)

・早期人工種苗供給システム及び低環境負荷型給餌手法の開発は、いずれも2つの実行課題から構成されている。各実行課題間において、研究成果の双方向の受け渡しやフィードバックを図る等の連携・協力を行っており、統合的な成果の最大化を図るためには不可欠である。また、種苗期に発生する疾病の防除手法の開発は、種苗生産の安定化に重要な課題である。これまで全ての課題は順調に進捗しており、研究課題の構成は最終到達目標の達成を目指す上で妥当である。

#### ④研究の進捗状況を踏まえた重点配分等、予算配分の妥当性

・研究成果の普及・実証に直結する早期人工種苗供給システムの開発や種苗期に発生する疾病の防除手法の開発には重点的に予算を配分している。その他、課題の推進に必要な予算を精査することで、成果の最大化を図るための予算配分を行っており、全体としての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

・クロマグロは絶滅危惧種であり、また、日本の食文化において重要な食材であるという事情に加えて、マグロの需要が世界で伸びており、市場が拡大している。さらに、マグロ養殖は日本の競争力強化のためにも重要な技術であり、タンパク源としても注目されているため、研究の必要性は大きく、継続は妥当である。

#### 2. 今後検討を要する事項に関する所見

・ゲノム編集等の先端技術との連携の可能性について検討することを期待する。  
・極めて重要な技術であるため、研究を進める上で、海外への技術流出に十分注意して推進されたい。

[研究課題名] 戦略的プロジェクト研究推進事業「現場ニーズ対応型研究」のうち  
 クロマグロ養殖の人工種苗への転換促進のための早期採卵・人工種苗育成技術や  
 低環境負荷養殖技術の開発の開発

用語	用語の意味	※ 番号
人工種苗	自然水域から採捕した天然稚魚とは異なり、水槽・イケス等の人工的に隔離された環境下において繁殖や人工授精から生まれた稚魚のこと。	1
MELジャパン、MSC・ASC 認証	生態系や資源の持続性に配慮して漁獲された水産物であることを認証する機関。国内の水産関係団体によるMELジャパン（マリン・エコラベル・ジャパン）や国際機関MSC（海洋管理協議会）がある。また、天然ではなく養殖による水産物を認証する機関としてASC（水産養殖管理協議会）がある。	2
養殖海面	養殖を行っている海域のこと。	3
イリドウイルス及びレンサ球菌	クロマグロの疾病の原因菌の一種。 イリドウイルスに感染すると、運動が不活発となり、極度の貧血症状、鰓の点状出血、脾臓の肥大などが現れる。 レンサ球菌に感染すると、心外膜炎や尾柄部の壊死、眼球の突出や白濁などの症状が現れる。	4
住血吸虫	成虫は心臓や血管に寄生し、虫卵が鰓血管に蓄積することで血流を阻害して宿主は酸欠で死亡する。3種類の住血吸虫が報告されている。	5
C. orientalis	C. オリエンタリス。住血吸虫の一種。鰓寄生で虫卵数も多いため病害性が高い。	6
活け込み	養殖生け簀に種苗を移し入れること。	7
RPA	ロボティック・プロセス・オートメーション。事業プロセスの自動化技術の一種で、ソフトウェアロボットのこと。	8

## ⑫ クロマグロ養殖の人工種苗への転換促進のための 早期採卵・人工種苗育成技術や低環境負荷養殖技術の開発 【継続】

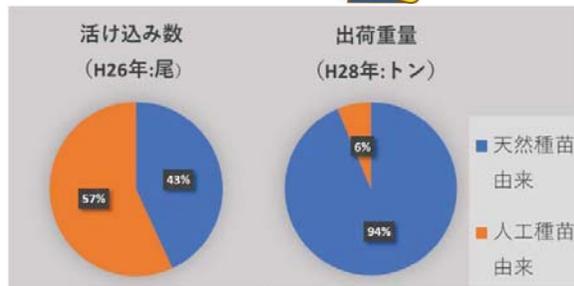
- クロマグロ養殖は、天然資源の保全に配慮した安定的な生産のため、天然種苗から人工種苗への転換が求められている。しかしながら、人工種苗の産卵時期は天然種苗に比べて遅いため、冬季における幼魚サイズが小さく、生残率や生産性が低いことから、養殖現場における転換が進んでいない状況。
- そこで、クロマグロ人工種苗の採卵を天然種苗と同等の時期に行うための早期採卵・人工種苗育成技術、クロマグロの摂餌行動に基づく給餌量管理や魚病対策など環境に配慮した養殖技術を開発する。
- これらの技術を用いて、天然種苗への依存度を低減し、競争力の高いクロマグロ養殖を実現する。

### 生産現場の課題

- ・ 人工種苗は、天然種苗に比べて産卵の時期が遅いためサイズが小さい。
- ・ 冬季の生残率や成長が悪く、生産性が低い。



#### <イメージ>

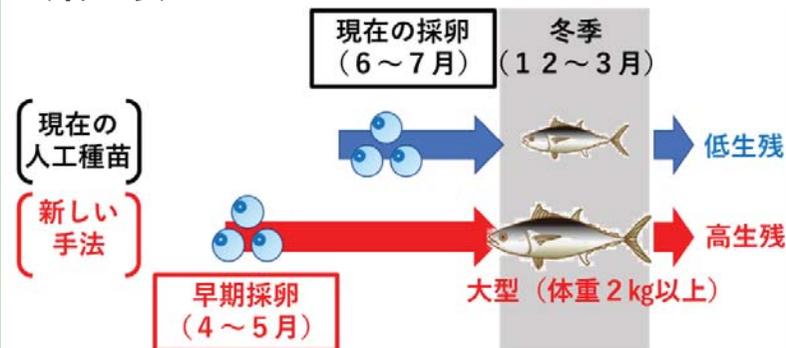


クロマグロ養殖実績  
(活け込みから出荷まで2年と仮定)

### 生産現場の課題解決に資する研究内容

- ・ 天然種苗と遜色のない人工種苗として、低コストで高生残な早期採卵・人工種苗育成技術の開発。
- ・ 適切な資源管理に基づいた養殖クロマグロブランド創出に向けた給餌量管理や魚病対策など環境に配慮した養殖技術の開発。

#### <イメージ>



### 社会実装の進め方と 期待される効果

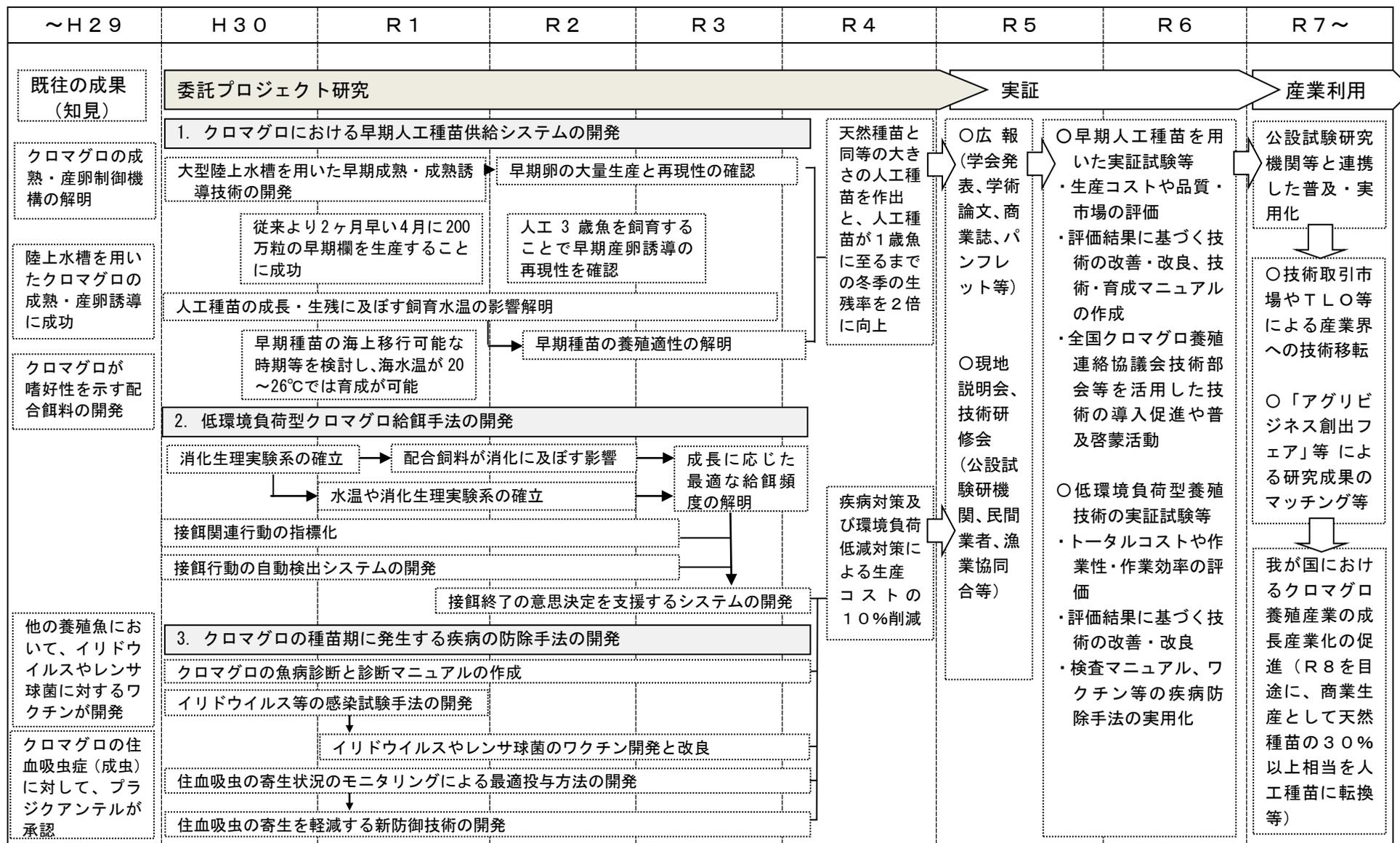
- ・ 全国クロマグロ養殖連絡協議会等を利用して養殖生産者等と技術に関する意見交換、普及方策を検討の上、公設試験研究機関等と連携して普及・実用化を推進。

- ・ 人工種苗の冬季の生残率を2倍に向上、生産コストを10%削減。
- ・ 天然種苗への依存度が低減し、競争力の高いクロマグロ養殖が実現。



【ロードマップ（中間評価段階）】

クロマグロ養殖の人工種苗への転換促進のための早期採卵・人工種苗育成技術や低環境負荷養殖技術の開発



## 委託プロジェクト研究課題評価個票（中間評価）

<b>研究課題名</b>	農林水産分野における気候変動・環境対応プロジェクトのうち国際連携による農業分野における温室効果ガス削減技術の開発			<b>担当開発官等名</b>	国際研究官室
				<b>連携する行政部局</b>	—
<b>研究期間</b>	H30～R 4（5年間）			<b>総事業費（億円）</b>	1.3億円（見込）
<b>研究開発の段階</b>	<b>基礎</b>	<b>応用</b>	<b>開発</b>	<b>関連する研究基本計画の重点目標</b>	重点目標32
					

### 研究課題の概要

<委託プロジェクト研究課題全体>

地球規模課題である温室効果ガス(GHG)（※1）削減を推進するため、国際共同研究を通じ、アジア地域における水田からのGHG削減技術の普及及び農産廃棄物（※2）を有効利用したバイオエネルギー生産によるGHG削減技術の導入に向けた研究を実施。

<課題①：水田におけるGHG削減等に関する総合的栽培管理技術の開発（平成30～令和4年度）>

GHG削減と土壌保全・安定生産を実現する総合的栽培管理技術の開発のため、①現地観測に基づくGHG排出削減技術の評価、②土壌炭素窒素の貯留量の評価等を実施。

<課題②：農産廃棄物を有効活用したGHG削減技術に関する影響評価手法の開発（平成30～令和4年度）>

社会・経済・環境的な側面から持続的利用が可能な農産廃棄物を利用したバイオエネルギー生産技術を明らかにするために、①バイオエネルギー生産技術の社会・経済・環境的影響評価手法の開発、②農産廃棄物の変換利用におけるGHG削減効果評価手法の開発等を実施。

### 1. 委託プロジェクト研究課題の主な目標

中間時（2年度目末）の目標	最終の到達目標
① 水田における農家のインセンティブとなる土壌保全と安定生産を実現する総合的栽培管理技術を開発	① 水田作農家のインセンティブとなる土壌保全と安定生産を伴う、GHG排出量を3割削減可能な総合的栽培管理技術を開発
② 農産廃棄物のバイオ燃料等への有効活用による環境影響評価手法を開発	② 農産廃棄物を有効活用したGHG削減技術に関する影響評価手法を1つ以上開発し、当該技術を活用し2つ以上の既存技術について影響評価を実施

### 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（R9年）

- ① 4か国以上で、開発したGHG削減に関する総合的栽培管理技術が普及される。  
 [3か国で開発したGHG削減に関する総合的栽培管理技術が普及され、年間1,300万トン強の二酸化炭素に相当するGHG排出を削減する。]  
 対象地域における灌漑システムの状態や水利条件等、普及の制限要因の分析を踏まえ技術の普及対象地を選定し、連携農家圃場での実証試験を行う。実証結果を基に各国の普及組織を通じ普及を図る。
- ② 開発した影響評価手法を用いて、農産廃棄物のバイオ燃料等への有効活用技術が2か国で導入される。  
 [開発した影響評価手法を用いて、農産廃棄物のバイオ燃料等への有効活用技術が2か国で導入され、現行のバイオ燃料生産に比べGHG排出量を約15%削減する。]  
 本課題の成果について、国際再生可能エネルギー機関（IRENA）（※3）が開発した普及支援ツールへのフィードバックや報告書への掲載により広く周知するとともに、バイオエネルギー変換に推奨される作物の栽培利用マニュアルの作成を通して、東南アジアの主要なバイオエネルギー産出国の政府機関や民間事業者による活用を促進する。

**【項目別評価】****1. 社会・経済の諸情勢の変化を踏まえた研究の必要性****ランク：A****①農林水産業・食品産業、国民生活の具体的なニーズ等から見た研究の重要性**

気候変動に関する政府間パネル（IPCC）（※4）第5次評価報告書によると、気候システムの温暖化には疑う余地はなく、気候変動を抑制するには、GHG排出量の抜本的かつ持続的な削減が必要とされている。また、途上国では、農林業・その他土地利用部門からのGHG排出割合が先進国と比較して大きいことから、当該分野での地球温暖化対策は、GHG排出削減を進める上で、高いポテンシャルを有している。

このため、我が国の農業分野の地球温暖化対策に関する知見や技術等を活かし、途上国においてGHG排出削減に取り組むことは、地球温暖化を緩和し、我が国の安定的な農林水産業の発展に資するとともに、持続可能な開発目標（SDGs）（※5）に掲げられている世界の食料安全保障の確保、飢餓や貧困の撲滅等の推進にも寄与することから、本課題は重要である。

**②引き続き国が関与して研究を推進する必要性**

平成28年5月に、GHGの排出抑制及び吸収（緩和策）の目標等を内容とする「地球温暖化対策計画」が閣議決定されたことを踏まえ、農林水産省は、農林水産分野における緩和策を総合的かつ計画的に推進するため、平成29年3月に「農林水産省地球温暖化対策計画」を策定したところである。

現在、農林水産省を含む政府全体で温暖化対策に取り組んでおり、本課題は、引き続き国が関与して積極的に推進する必要がある。

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

課題①においては、水田におけるGHG排出削減のための総合的栽培管理技術の開発のため、(1)現地観測に基づくGHG排出削減技術の評価、(2)土壌保全と安定生産に直結する土壌炭素窒素貯留量の評価等に取り組んでいる。(1)については、各試験地における管理技術候補（水管理、肥培管理等）の試験により、収量を概ね維持しつつGHG排出を2～3割削減する結果を得られている。また、(2)については、栽培管理や土壌分類の異なる複数の長期連用水田圃場の選抜・試料取得、土壌炭素窒素評価のための調査手法を開発中である。

課題②においては、農産廃棄物を有効活用したバイオエネルギー生産の影響評価手法の開発のため、(1)バイオエネルギー生産技術の社会・経済・環境的影響評価手法の開発、(2)従来品種に比べ繊維含量が多い多用途型サトウキビ品種の栽培データの取得・解析、(3)農産廃棄物の変換利用におけるGHG削減効果の解明等に取り組んでいる。(1)については、実用化を目指すべきバイオエネルギー生産技術（サトウキビ糖蜜からのエタノール生産、サトウキビバガス（※6）を用いた発電等）を決定するとともに、対象国のバイオエネルギー生産に係る認証制度を踏まえた影響評価手法のプロトタイプを開発、(3)については、サトウキビからのエタノール生産における圃場-加工工場-エタノール生産の全行程におけるGHG削減効果の評価を行った。

以上のことから、中間目標は達成されている。

**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においては今後、高いGHG排出削減効果が認められた水管理技術と有機物施用管理技術の組み合わせを中心に、更にGHG排出削減効果を高める方策を検討・導入するとともに、長期的な水田管理が土壌炭素窒素の貯留量に及ぼす影響と規定因子を分析することとしている。既に成果の上がっている技術等を組み合わせて実証することで、長期的に土壌保全と安定生産を維持しながら慣行比3割のGHGを削減しうる技術の開発が見込まれる。

課題②においては今後、プロトタイプから実効性の高い影響評価手法に改良するとともに、実際に効果が高いと見込まれるサトウキビ+エタノール生産やサトウキビ+バガス発電等の影響評価を行う予定であり、最終年度までに目標達成の見込みである。

**3. 研究が社会・経済等に及ぼす効果（アウトカム）の目標の今後の達成可能性と****ランク：A****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****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においては、事前評価時に想定していた事業規模を予算の概算決定に伴い見直しを行ったこと及び事前評価による指摘事項を踏まえアウトカム目標を修正した。

現在、実証試験を行っている3か国において、検討中の技術を適用可能な灌漑水田は2千万haと推計され、その50%に本技術が導入されることにより我が国の全水田から排出されるメタン（年間1,300万

トン強の二酸化炭素排出に相当)に匹敵するGHG排出削減が見込まれる。研究成果が広く活用されるよう、コンソーシアム構成員となっているフィリピン、インドネシア、ベトナムの研究機関を通じ、各国の政府、普及組織及び農業者に直接働きかけを行い、本プロジェクトの成果の普及を図ることとしており、アウトカム目標の達成可能性は高い。

課題②においては、事前評価による指摘事項を踏まえ、アウトカム目標を修正した。

評価対象として想定される多用途型サトウキビ品種 (TPJ04-768) を用いたバイオエタノール生産技術は、タイ国で導入された場合、現行品種を使用する場合に比べGHG排出量が約15%削減されると試算されている。このため、研究成果が広く普及するよう、本課題の成果をIRENAの再生可能エネルギー導入・普及支援ツールに組み込むこととしており、タイ国内で広く普及することが見込まれる。また、得られた研究成果は、IRENAが発刊する報告書等に掲載し、広く普及する予定であり、アウトカム目標の達成可能性は高い。

#### 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

課題①において、研究コンソーシアムに参画しているフィリピン、インドネシア、ベトナムの各研究機関が中心となり、各国の普及組織と連携を取りながら事業を実施している。また、平成30年10月、11月にはタイ及びチリにおいて、アジア太平洋経済協力 (APEC) (※7) の基金を活用し、本事業普及のためのワークショップや能力向上研修を行った。それらの研修等は、研究成果の普及・実用化を図る上で、効率的かつ効果的な取組であった。

課題②において、研究成果の普及・実用化に向けて、研究段階からタイ農業局コンケン畑作研究センターと連携し、本事業の成果をどのようにバイオマス政策に反映するかを検討を行っている。

また、本課題はタイの農業者が研究コンソーシアムメンバーとして参画しており、現地の実情に即したデータ収集等が行えていると同時に、再生可能エネルギー利用や政策に関する知見を有するIRENAが研究連携機関として参画しており、普及・導入のための助言を受けており、既に連携体制が整備されている。

以上の、アウトカム目標の達成に向けた研究成果の活用のために実施した取組内容は妥当である。

#### ③他の研究や他分野の技術の確立への具体的貢献度

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

各課題において、外部有識者及び関係する部局の行政官で委員を構成する運営委員会において、研究の進捗管理を行うとともに、運営委員の指摘を踏まえて調査項目を追加する等、確実に研究成果が得られるよう研究計画書案を策定しており、研究計画は妥当である。

#### ②研究推進体制の妥当性

上述の運営委員会を年2回程度開催し、研究の進捗状況管理、次年度の研究計画書案を策定するとともに、研究実施内容や方法を議論し、適宜助言・指導を行っている。また、毎年度研究コンソーシアムを構成する各国の研究者が参加する推進会議を開催し、課題の進捗状況及び今後の方策について議論を行っている。

以上のことから、本課題の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)

本プロジェクト研究の課題は計画通り進捗しており、上述の運営委員会においても、最終目標の達成が見込まれると判断されていることから、研究課題は妥当である。

#### ④研究の進捗状況を踏まえた重点配分等、予算配分の妥当性

毎年削減される予算額の中、着実に研究を実施し、効果的な成果を創出するため、研究の進捗状況及び次年度の研究実施内容を踏まえ、各実施課題に必要な予算を精査した上で各課題の予算配分を算出していることから、予算配分は妥当である。

### 【総括評価】

ランク：A

#### 1. 委託プロジェクト研究課題の継続の適否に関する所見

・温暖化対策は一国では対応できないため、国際連携での取組が重要であり、本課題では、国際連携がうまくいっているものと評価する。また、日本の役割を示せる良い課題であるため、継続は妥当である。

## 2. 今後検討を要する事項に関する所見

- ・普及に向けては、コストの視点も含めた技術導入について検討されたい。
- ・広範囲（2千万haの50%）への導入をするということで、単に技術だけでなく、同時並行的にその国の政府に導入を働きかける取組についても期待する。
- ・評価個票のロードマップについて、課題の目的が見えにくいため、見直していただきたい。

[研究課題名] 戦略的プロジェクト研究推進事業のうち  
国際連携による農業分野における温室効果ガス削減技術の開発

用語	用語の意味	※ 番号
温室効果ガス (GHG)	greenhouse gasの略。日照により暖められた地表面は赤外線を放出するが、温室効果ガスはこの赤外線を吸収し、熱が大気圏外に逃げることを防ぐことによって地球表面を保温する働きを有している。このため、温室効果ガスの増加が地球温暖化の原因となっている。	1
農産廃棄物	サトウキビ搾汁後の残渣のほか、キャッサバパルプ、オイルパーム（アブラヤシ）廃棄木、オリーブ搾油残渣、稲わらなど、農業生産や加工の過程で発生する農産物由来の廃棄物。	2
国際再生可能エネルギー機関	再生可能エネルギー（太陽、風力、バイオマス、地熱、水力、海洋利用等）の普及及び持続可能な利用の促進を目的として設立された国際機関。2011年4月に正式に設立された。主な活動は、再生可能エネルギー利用の分析・把握・体系化、政策上の助言の提供、加盟国の能力開発支援等。	3
気候変動に関する政府間パネル (IPCC)	Intergovernmental of Panel on Climate Changeの略。気候変動に関する最新の科学的知見を取りまとめて評価し、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。	4
持続可能な開発目標 (SDGs)	Sustainable Development Goalsの略。2015年9月の国連サミットで採択された「持続可能な開発のための2030アジェンダ」にて記載された2030年までに持続可能でよりよい世界を目指す国際社会共通の目標。	5
バガス	サトウキビ搾汁後の残渣。	6
アジア太平洋経済協力 (APEC)	アジア太平洋地域の21の国と地域が参加する経済協力の枠組み。アジア太平洋地域の持続可能な成長と繁栄に向けて、貿易・投資の自由化と円滑化を通じた地域経済統合の推進、質の高い成長の実現、経済・技術協力等の活動を実施。	7

# 戦略的プロジェクト研究推進事業のうち国際連携による 農業分野における温室効果ガス削減技術の開発

【平成31年度予算概算決定額 25（28）百万円】

## <対策のポイント>

地球規模課題の気候変動緩和対策に資するため、国際共同研究を通じて、**アジアの水田における温室効果ガス(GHG)排出削減のための総合的栽培管理技術の開発**及び**農産廃棄物を有効利用したGHG削減技術に関する影響評価手法を開発**します。

## <政策目標>

- 水田作農家のインセンティブとなる**土壌保全と安定生産**を伴う、総合的栽培管理技術の開発（GHG排出量を3割削減 [平成34年度まで]）
- 農産廃棄物を有効利用したGHG削減技術に関する**影響評価手法の開発**及び**評価の実施**（評価手法を1つ以上開発、当該手法を活用し2つ以上の技術について影響評価 [平成34年度まで]）

## <事業の内容>

### 1. 水田におけるGHG削減等に関する総合的栽培管理技術の開発

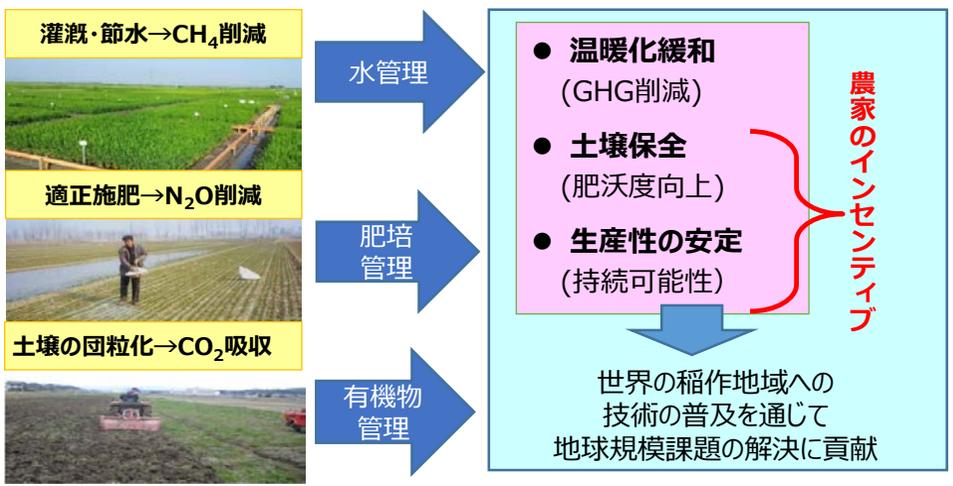
- 我が国の栽培管理技術（水・肥培・有機物）を融合させ、水田から生じるGHG排出量を30%以上削減し、地球温暖化の緩和に資するとともに、**土壌保全と生産性の安定を実現する総合的栽培管理技術を開発**します。

### 2. 農産廃棄物を有効活用したGHG削減技術に関する影響評価手法の開発

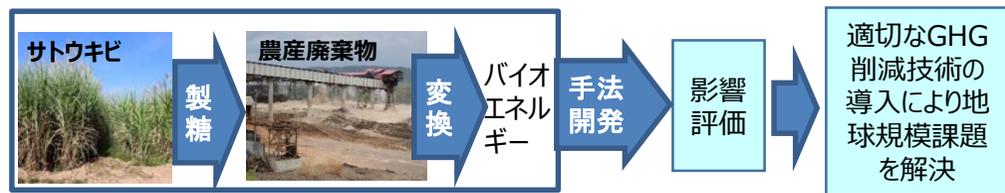
- 農産廃棄物の有効活用によるGHG排出削減に関する**社会・経済・環境の影響評価手法を確立するとともに、当該手法を活用した既存技術における影響評価を実施**します。

## <事業イメージ>

### 1. 総合的管理技術の開発



### 2. GHG削減技術に関する影響評価手法の開発



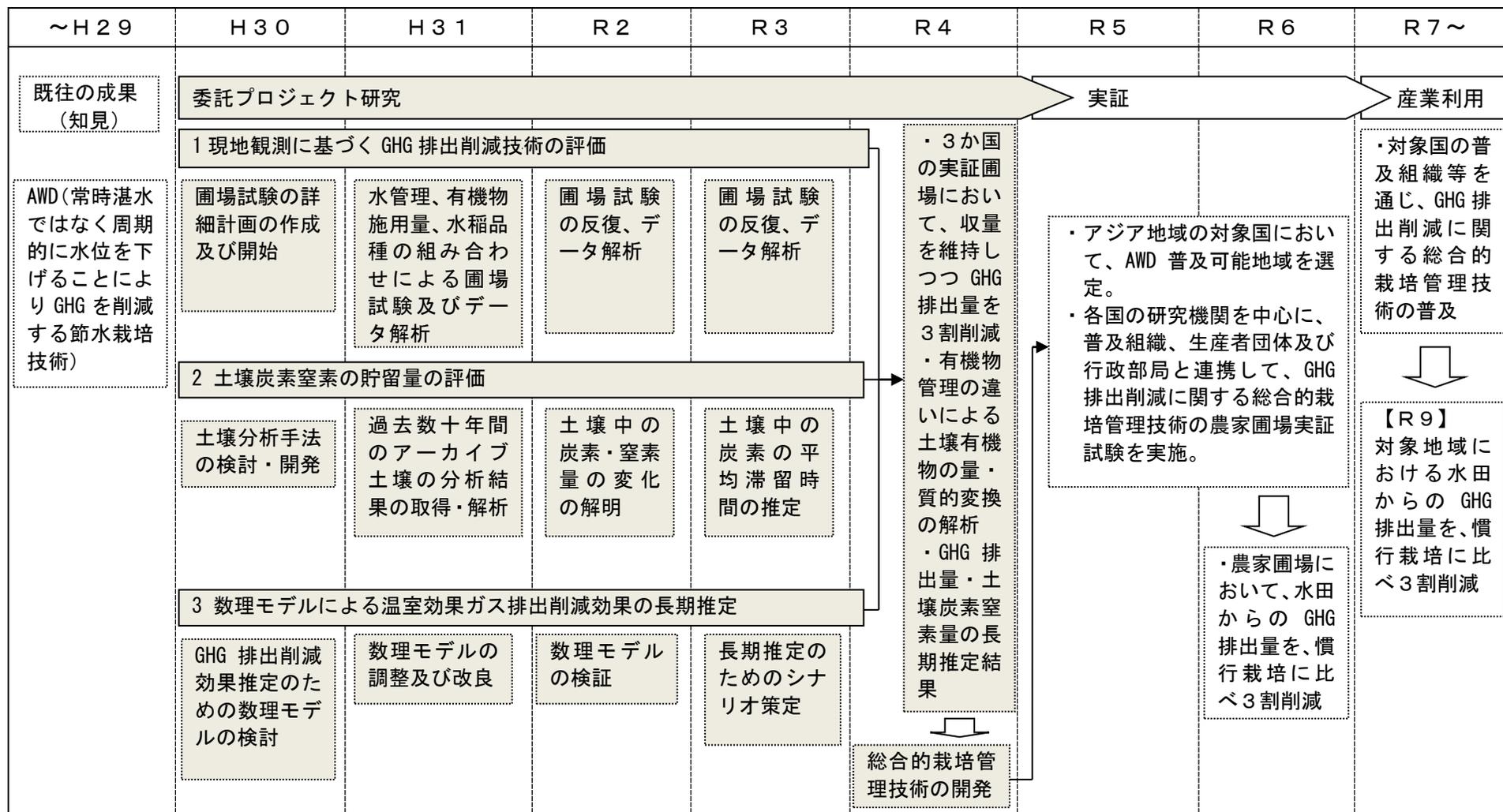
## <事業の流れ>



【お問い合わせ先】 農林水産技術会議事務局国際研究官室 (03-3502-7466)

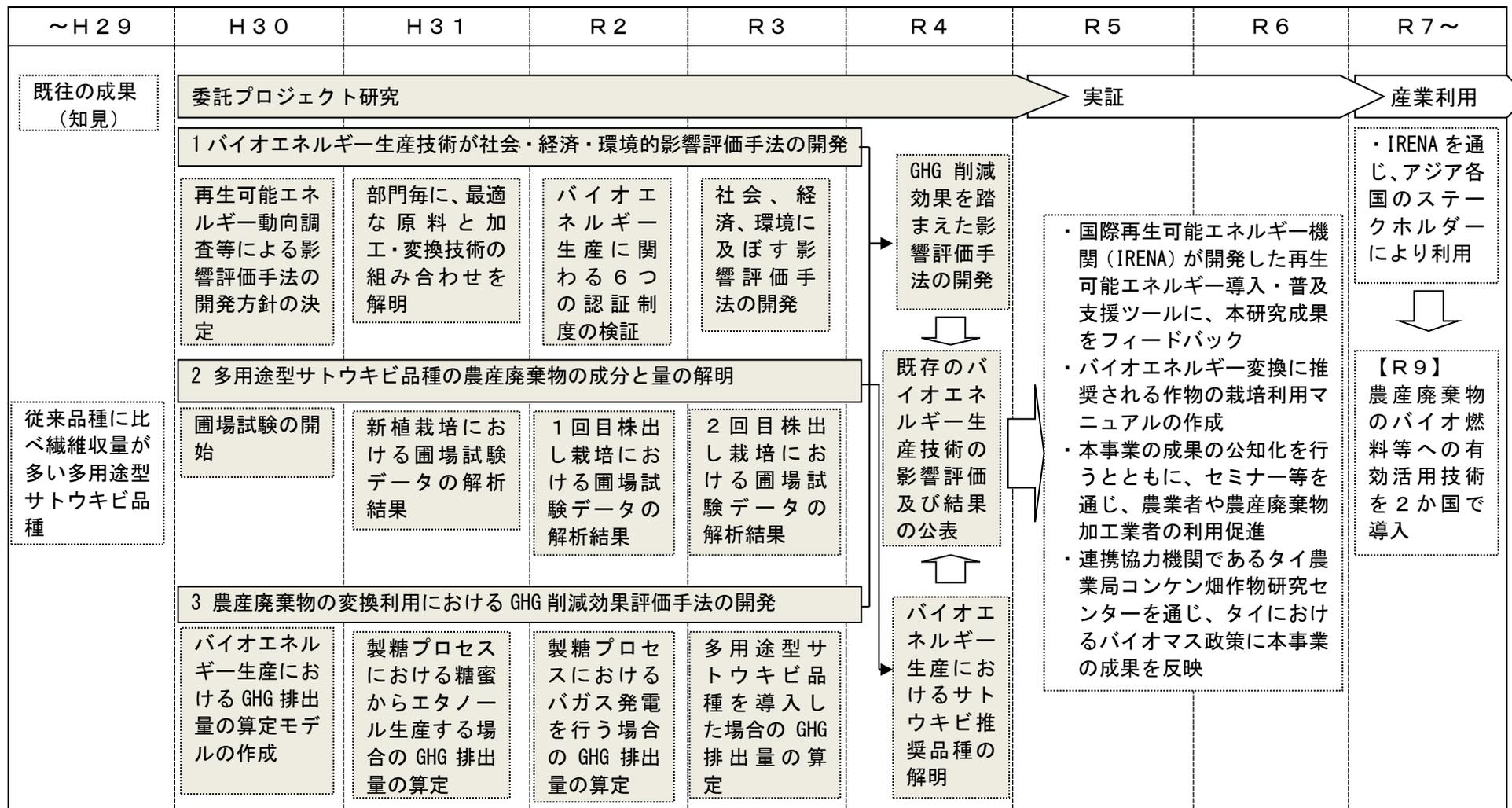
【ロードマップ（中間評価段階）】

国際連携による農業分野における温室効果ガス削減技術の開発（水田における GHG 削減等に関する総合的栽培管理技術の開発）



【ロードマップ（中間評価段階）】

国際連携による農業分野における温室効果ガス削減技術の開発  
 （農産廃棄物を有効活用した GHG 削減技術に関する影響評価手法の開発）



## 委託プロジェクト研究課題評価個票（中間評価）

<b>研究課題名</b>	生産現場強化プロジェクト（平成30年度課題）			<b>担当開発官等名</b>	農林水産技術会議事務局研究企画課 政策統括官付地域作物課 生産局地域対策官 生産局園芸作物課 生産局畜産部畜産振興課 農林水産技術会議事務局研究統括官
				<b>連携する行政部局</b>	大臣官房政策課技術政策室 大臣官房統計部統計企画管理官 消費安全局植物防疫課 経営局農地政策課 経営局保険監理官 農村振興局整備部防災課 生産局技術普及課 政策統括官付総務・経営安定対策参事官付経営安定対策室
<b>研究期間</b>	H30～R4（5年間）			<b>総事業費（億円）</b>	11億円（見込）
<b>研究開発の段階</b>	<b>基礎</b>	<b>応用</b>	<b>開発</b>	<b>関連する研究基本計画の重点目標</b>	重点目標4、5、6、8、12、19

### 研究課題の概要

#### <全体概要>

農林水産研究基本計画（平成27年）では、農業・農村の所得増大等に向けて、各地域における効率のかつ安定的な農業経営の姿の実現や分野・品目別の生産・流通上の課題等を速やかに解決する21の重点目標が設定された。

さらに、農業競争力強化プログラム（平成28年）において、農林漁業者等のニーズを踏まえた明確な研究目標の下で現場への実装までを視野に入れて行う現場実証型の技術開発を推進するとされたことを踏まえ、平成30年度から、先進的な農林漁業者等が直面する技術的な課題や研究課題候補に関する意見を聴取・課題化し、現場の課題の解消に直結する技術開発に取り組む委託プロジェクト研究を推進している。

本研究課題は、上記のうち、生産現場の強化を下支えするため、低コスト・省力化、軽労化等を目的とした「生産現場強化プロジェクト」である。

#### <課題1：青果用かんしょの省力機械移植栽培体系の確立>

青果用かんしょ（※1.1）は、国内のかんしょ需要量の4割以上を占め、また、輸出货量も伸びている状況にあるものの、生産面では移植作業を人手に頼っており、生産現場からは軽労化と労働時間の低減ができる技術の開発が望まれている。

このため、青果用かんしょの品質確保に最適な高性能移植機の開発、機械移植に適した苗の生産技術等を開発し、省力機械移植栽培体系（※1.2）を確立する。ひいては、開発した省力化技術により規模拡大等を可能にし、青果用かんしょの生産性向上等に貢献する。

#### <課題2：茶葉の低温保管システムと晩生品種の開発>

茶は摘採当日に茶工場（※2.1）で一次加工する必要がある上、収穫期のピークは約2週間と非常に短期間である。そこに近年の従事者の減少に伴う過密な製造スケジュールが加わって、労働条件の悪化、作業遅れによる荒茶製品の品質低下が課題となっており、既存茶工場の効率的利用・年間の稼働率の向上が求められている。

このため、保管環境の適切な設定等により品質の低下を防ぎ、冷凍を用いた保管技術等従来よりも長い期間保管する技術の開発を目指す。さらに、現在栽培されている品種と異なる作期をもつ晩生系統の選抜や、被覆（※2.2）適性をもつ品種「金谷33号」の育成・導入により、作期の拡大を目指す。これらにより、既存茶工場の効率的利用・年間稼働率の向上を図り、労働力不足の改善を図る。

<課題3：ドローンやほ場設置型気象データセンサー等センシング技術を活用した栽培管理効率化・安定生産技術の開発>

生産現場では高齢化による離農に伴い労働力の確保が困難となる中、ほ場・園地管理の効率化が求められている。また、近年拡大する加工・業務用需要や、大雨などの極端な気象現象や病害虫に起因する不作による価格高騰に対応した安定生産技術の開発が望まれる。

このため、

- ①土地利用型園芸作物・工芸作物は、多筆な圃場管理を行うレタス、目視による生育調査が難しいこんにゃくにおいて、ドローンやほ場設置型気象データセンサー等センシング（※3.1）技術を活用した生育又は病害発生状況予測手法、栽培管理手法の開発
- ②果樹は、急傾斜地での栽培が多い、カンキツやカキにおいて、ドローンによる病害虫発生状況の把握・予測技術ならびに傾斜地果樹園での農薬散布技術の開発

を行い、これらにより、気候変動や需要に対応した生産判断・出荷予測、早期防除による生産安定化、薬剤散布の省力化等を達成する。

<課題4：総合的な悪臭低減、臭気拡散防止技術の開発>

農業経営由来の苦情発生件数の過半を悪臭関係が占める状況にあり、畜産農家周辺の一般住居進出が進む中、畜産業の健全な発展のためには厳しい規制基準への対応が求められている。

畜産業由来の悪臭苦情を減少させるため、農場内の悪臭を見える化し、ふん尿処理施設・畜舎等の施設からの悪臭発生を低減するとともに、農場の立地や気象条件等を加味したシステムとして、農場全体から悪臭の拡散を防止する総合的な悪臭対策技術を開発する。

<課題5：ドローン等を活用した農地・作物情報の広域収集・可視化及び利活用技術の開発>

農業行政に関わる様々な業務において、目視や人手による現地確認業務、事務的な資料作成業務に膨大な時間が費やされており、これら業務の大幅な効率化が求められている。

このため、広域の農地・作物情報をドローン等で得られた画像データやAIによる解析技術等を活用することで、農業行政に関わる（A）作付作物・農地状況確認、（B）災害時の作物・農地被害状況調査に必要な業務を支援する技術を開発し、作業時間の大幅な削減を図り、迅速な災害復旧等にも貢献する。

**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
<p>課題1</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>・品種ごとの機械移植に適した育苗技術の開発とその効果を評価し、改善点を見出す。</li> <li>・移植機の試作と性能評価への着手。</li> <li>・機械移植による作業時間やコストなどの経営的問題事項等の把握。</li> </ul>	<p>課題1</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>・育苗から移植までの労働時間を、慣行栽培と比較して20%～30%削減する。</li> <li>・青果用かんしょの省力機械移植栽培体系を開発し、実証する。</li> <li>・農業者が利用しやすいマニュアルを作成する。</li> </ul>
<p>課題2</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>・実用規模の低温保管システムを試作し、実証を通して問題点・改良点の洗い出しを行うとともに、冷凍試験については実用化に向けた基礎データを集積する。</li> <li>・被覆による摘採時期の遅延が可能な金谷33号の品種登録出願を行うとともに、晩生品種の育成を目的とした交配を行い、1500粒程度の播種・育苗を行う。</li> </ul>	<p>課題2</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>・茶工場稼働時間の延長を可能とする技術として、茶葉の低温保管システムを3種類開発する。</li> <li>・摘採期間の延長を目的として新品種を育成するとともに、晩生品種の選抜を行う。</li> <li>・これらの技術を組み合わせることにより、1工場あたりの茶葉処理量2割増加を目指す。</li> </ul>
<p>課題3</p> <p>①土地利用型園芸作物・工芸作物</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>・淡路島レタス生育モデル（※3.2）の開発（最終到達目標80%）</li> <li>・レタスにおける葉齢（※3.3）推定システムの開発（最終到達目標60%）</li> <li>・ほ場別レタス収穫日予測の精度（最終到達目標80%）</li> <li>・こんにゃく病害発生状況等推定手法の開発（最</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>・農研機構開発の生育モデルを淡路島レタス主要6品種へ適用拡大する。</li> <li>・AIによるドローン画像の認識によりレタスの葉齢判定精度を90%以上確保する。</li> <li>・遅くとも収穫2週間前に予測した収穫開始日より7日以内に収穫されたレタスほ場の割合を80%以上にする。</li> <li>・ドローン等による空撮画像を利用した根腐病（※3</li> </ul>

<p>終到達目標50%)</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>・こんにゃく栽培管理支援技術の開発（最終到達目標50%)</li> </ul> <p>②果樹</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>・ドローンからのセンシングにより病虫害発生状況を把握・予測するために必要な画像の量、精度等の仕様を決定する。</li> <li>・傾斜地果樹園を自動航行可能なドローン機体のプロトタイプを開発する。</li> <li>・カンキツ園用ドローン農薬散布機のプロトタイプを開発する。</li> <li>・ドローンからの散布に適した、濃厚少量散布が可能な薬剤を、薬害の有無、残留、溶解性及び吐出性の評価を通じて検索する。</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>・4) 等発生状況等を推定する手法を開発する。</li> <li>・ほ場モニタリングデータを活用したコンニャク栽培管理支援技術の有効性を現地実証する。</li> <li>・カンキツ、カキの病虫害各1種類以上でセンシングデータと病虫害発生との関連から発生状況を把握</li> <li>・予測する技術を開発する。</li> <li>・濃厚少量農薬散布機を架装した急傾斜地果樹園用ドローンプロトタイプ機による防除で、慣行防除から4割ほど作業時間削減が可能となることを実証する。</li> <li>・濃厚少量散布用に選抜した農薬に係る薬害・防除効果等の情報を農薬メーカーと関係機関に開示して農薬登録を促す。</li> </ul>
--	---

<p>課題4</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>・農場の効率的な臭気対策に資する臭気マッピング(※4.1)や、農場の立地や気象条件を加味した悪臭拡散予測モデルの試作。</li> <li>・畜舎や堆肥化施設からの臭気発生低減のための装置試作と効果の検証。</li> <li>・堆肥化過程での臭気発生低減手法の検討。</li> </ul>	<p>課題4</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>・農場の敷地境界において、臭気強度(※4.2)3.0以下(臭気指数(※4.3)14~16に相当)とする総合的な臭気対策技術を開発し、その効果を生産現場で実証。</li> <li>・開発した技術を含めて生産現場での総合的な臭気低減のための生産者向け利用マニュアルを作成。</li> </ul>
---	---

<p>課題5</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>・広域農地の画像データとAIを用いた画像解析により(A)省力的に稲、麦、大豆の作付状況を90%以上の精度で確認する技術、(B)災害時の作物の被災状況を迅速に把握する技術のプロトタイプを開発する。</li> </ul>	<p>課題5</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>・収集データをもとに構築したAI等解析技術を活用して、農業行政に関わる(A)作付作物・農地状況確認、(B)被災時の減収調査や災害査定調査に係る作業時間を1/2以下に削減するシステムを開発する。</li> </ul>
--	---

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

<p>課題1</p> <p>青果用かんしょの省力機械移植栽培体系の確立により、普及性の高い新育苗法と併せて取りまとめたマニュアルを作成し全国に普及することで、令和7年度までに青果用かんしょの生産面積の3%(450ha、市場規模18億円)へ普及する。</p>
<p>課題2</p> <p>低温保管技術の確立により、低温保管庫の設置で2億円規模の市場が形成されるとともに、1工場あたりの茶葉処理量が2割増加することで、毎年2億円の市場が形成される。</p> <p>さらに、「金谷33号」の品種登録により、年間40億円(普及面積1,000ha)規模の市場が形成される。</p>
<p>課題3</p> <p>①土地利用型園芸作物・工芸作物</p> <p>生育予測モデルを活用した出荷調整技術が、実証地域のレタス109haへ普及し、異常気象時の減収割合を5%(通常:平年比20%)にとどめることで、年間8,300万円の経済効果が生じる。</p> <p>こんにゃくの生産において、根腐病の発生状況推定手法および発生状況に応じた適切なほ場利用の実施をこんにゃく栽培面積の2.5%へ普及し、病害等発生による収穫ロス(減収率(※3.5))を10%(現状20%)にとどめることで、年間3,000万円の経済効果が生じる。</p> <p>②果樹</p> <p>傾斜地果樹園用自動航行ドローンと、これに実装可能な病虫害発生診断システムおよび濃厚少量散布機が開発され、カンキツ園等向けに2億円規模の市場が形成される。</p> <p>ドローン病虫害防除がカンキツ生産面積の5%に普及することにより防除に要する時間が4割削減され、時給1,000円換算で2億円程度の省力化が達成される。</p>
<p>課題4</p> <p>悪臭対策に苦慮している自治体への導入指導や、作成した生産者向け利用マニュアルの周知による迅速な現場普及により、現状の畜産悪臭関連の苦情発生戸数(H30年度938戸)を3割程度低減することが期待できる。</p>
<p>課題5</p>

農業行政に関わる現地での目視確認や人手による調査等では膨大な時間を要しているが、近年の人手不足により業務の継続性が困難になりつつある。

本研究課題において作業時間を1/2以下に削減するシステムを開発することにより、人手を要する農業行政業務の継続的な維持が可能となる。

## 【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

本プロジェクトは、いずれの課題も現場では解決できない技術的問題などのニーズを踏まえ、農林漁業者等が求める研究目標に基づき研究開発を行っており、研究の重要性は明らかである。

各課題の具体的なニーズ等は以下のとおり。

##### 課題1

青果用かんしょは、収穫などの基幹作業の機械化が進む中で、育苗や採苗、移植に係る作業はほぼ人力で行われている。高齢化による人手不足が深刻化する生産現場からは軽労化と労働時間の低減ができる技術の開発が強く望まれており、社会ニーズを的確に反映している。

##### 課題2

茶の生産と加工の現場では、従事者の高齢化や減少に伴い経営の統合と拡大が進んでいる。しかしながら、既存茶工場での受け入れ量には限界があり、過密な製造スケジュールによる労働条件の悪化と作業遅れに起因する茶製品の品質低下が課題となっている。このため、製造スケジュールの平準化や茶工場の茶葉処理量を増加させるための技術開発が望まれている。

##### 課題3

#### ①土地利用型園芸作物・工芸作物

土地利用型園芸作物・工芸作物の生産現場においては、高齢化による離農に伴い労働力の確保が困難となる中、栽培管理の効率化が求められている。また、拡大する加工・業務用需要や近年多発する極端な気象等による不作のため、価格高騰が発生しており、これらのニーズに対応した安定生産技術が求められており、農業者等のニーズを的確に反映している。

#### ②果樹

急傾斜地での果樹栽培は労働強度が平地に比べて著しく高く、高齢化等により生産者が減少する中、特に急傾斜地における果樹の病害虫防除では、病害虫発生状況の把握のために園地をくまなく昇降・巡回するほか、動力噴霧器（※3.6）を用いた、雨合羽等を着用しての過酷な手散布作業が必須となる。

このため、防除にかかる労働負荷の低減と省力化に資する技術開発が非常に重要である。

##### 課題4

近年の畜産経営体においては、一戸当たりの飼養頭数の増加による大規模化が進んでおり、これに伴い農場内の臭気対策が重要な課題となっている。また、住宅地の郊外への進出を背景に、畜産農家と住宅地の混在化が進んでいること等から、畜産由来の苦情発生件数のうち「悪臭」に対する苦情が過半を占めている。畜産業界の健全な発展のためには、農場内での臭気発生を大きく低減させる技術および農場外への臭気拡散を防止する技術の開発が強く求められている。

##### 課題5

土地利用型の生産現場では、各種補助金の交付等に必要となる作付確認や農地の集約化に伴う圃場境界調査（※5.1）の効率化が求められている。また、台風などの災害時に早期の営農再開に向けた迅速な作物や農地の被害状況の把握等が求められている。本課題は、AIやロボット技術等を活用し、各種農業行政に係る業務の省力・迅速化を支援する技術の開発を行うものであり、生産現場からのニーズを的確に反映し、実用性の高い課題である。

#### ②引き続き国が関与して研究を推進する必要性

本プロジェクトは、現場での解決が困難な課題について国の研究勢力を結集して取り組み、現場での社会実装を視野に入れて開発を進めており、引き続き国が関与して研究を推進する必要性がある。

各課題の具体的な必要性は以下のとおり。

#### 課題 1

省力機械移植栽培体系の確立のため、機械メーカーがノウハウを持たない苗の育苗や収量への影響について、開発段階から複数の公設農業試験研究機関と連携して研究することが不可欠である。連携に当たっては、国が主導して知識とノウハウを結集し、効率的に問題解決を図っており、引き続き国が関与して研究を推進することが必要である。

#### 課題 2

低温保管庫の開発・実証から、晩生品種の育成・普及と、内容が多岐に渡るため、国が関与することにより、機械メーカー及び農業研究機関が有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体制を継続することが必要である。

#### 課題 3

##### ①土地利用型園芸作物・工芸作物

農産物の生育予測手法については、全国各地の様々な品目で求められており、その手法の基礎となる技術の開発については引き続き国が関与して研究を推進する必要がある。こんにゃくは群馬県・栃木県などの特産品であり生産地域は限られるが、開発した研究成果は畑作物全般に適用可能な技術であり、国の関与が引き続き必要である。

##### ②果樹

病害虫の発生は時期が限られるだけでなく、その発生には年次間差が存在するため、短期間での技術確立のためには国内の複数産地での同時並行的な試験実施を行う枠組みが不可欠であり、引き続き国が主導する取組みを継続することが必要である。

#### 課題 4

環境省の定める悪臭防止法は、特定悪臭物質（22種類）濃度によって規制が行われてきたが、複合臭や未規制物質にも対応するために臭気指数による規制導入に向けて、同法の一部改訂（平成7年）と、規制の本格導入のための「臭気指数規制ガイドライン」（平成13年）が策定された。これをうけて、臭気指数による規制方法を採用する自治体数は増加傾向にあり、平成29年度末時点で全国469市区町村となっている。臭気指数を指標とした厳しい規制に対応していくためには、これまで以上に高度な臭気対策技術が必要となるため、引き続き、臭気対策技術向上に係る研究開発を国が推進する必要性がある。

「酪農及び肉用牛生産の近代化を図るための基本方針」（平成27年3月策定）において、「畜産環境対策については、畜産農家の大規模化や住宅地との混在化に伴い、周辺住民との間で苦情問題が深刻化しているほか、臭気などに係る環境規制が強化されており、施設整備や処理技術の効果的な活用など、臭気防止対策を推進すること」と明記されている。

以上のことから、本課題は国が主導して様々な関係者の参画を得て取り組む必要がある。

#### 課題 5

多岐に渡って農業行政に関わる業務を効率化・先進化する研究開発であり、多様な関係者が連携して取り組むことが不可欠であり、その成果は国内で広く利用されるものであることから、国が主導して取組を継続することが必要である。

## 2. 研究目標（アウトプット目標）の達成度及び今後の達成可能性

ランク：A

### ①中間時の目標に対する達成度

#### 課題 1

品種ごとに、機械移植に適した苗が効率的生産できる挿し苗育苗技術（※1.3）、種いも育苗技術（※1.4）を開発し、慣行法と比べて収量・品質に問題ないことを確認した。また、アンケート結果に基づいた改良を加えた試作機を製作し、圃場での移植精度を明らかにしており、中間時の目標はほぼ達

成できる見込みである。

## 課題 2

複数の茶工場に低温保管システムの試作機を設置し、茶葉の温度変化や荒茶製品の品質等の実証データを取得するとともに、最適な低温保管条件の設定や結露対策など改良点の洗い出しを行った。冷凍試験についても、実用化に向けた基礎データの取得が進められている。

また、金谷33号については、品種登録出願をおこなっており、出願公表後に実証圃場に対して苗木の配布を行う予定。晩生品種育成のための交配についても目標5,000花に対し5,450花を実施するなど計画通りに行い、苗木養成を行っている。

以上より、中間時の目標はほぼ達成できる見込みである。

## 課題 3

### ①土地利用型園芸作物・工芸作物

レタスについては、葉齢増加モデルの主要6品種への対応拡大を終えているほか、葉齢判定精度を90%以上確保し、神戸大学、農研機構、兵庫県の3者で特許出願済みである(2019年11月)。収穫期予測は、プロトタイプモデルを開発し、収穫日と実収穫日の誤差について予測精度を確認している。

こんにゃくについては、ドローン空撮画像からの倒伏面積率推定により根腐病発生程度の推定指標を得たほか、アンケート調査から遠隔地ほ場の土壌消毒などの作業可否を判断できるほ場管理支援システムの開発に向けたセンシング情報を取得した。

以上のように、中間時の目標についてはいずれも概ね達成している。

### ②果樹

病害虫発生状況の把握にあたり、カンキツ園およびカキ園で機械学習に適する病害虫や画像の質を検討し、カンキツかいよう病(※3.7)で空撮画像からのAI診断(※3.8)が可能と推察したほか、他の病害虫についても高精度に検出するための条件を明らかにした。また、果樹園航行用ドローン並びに濃厚少量農薬散布機試作機の基礎開発を完了し、カンキツ園で農薬付着性など実用性を検証して改善点を検討した。さらに、ドローン散布に適した濃厚少量散布対応の農薬について、選抜した61種類を濃厚散布試験に供試し、溶解性や吐出性、薬害発生の有無等を明らかにした。

以上のように、中間時の目標についてはいずれも達成している。

## 課題 4

高濃度の臭気分子を吸着する臭気媒介物質(※4.4)の農場内分布を「見える化」する技術を開発するとともに、実在する畜産農場のデータを利用して、地形や気象条件を加味した臭気拡散モデルを試作した。さらに、臭気濃度を指標とした新たな畜舎換気制御装置、畜舎用臭気除去装置、堆肥化施設からの悪臭拡散防止装置等の試作品の作成が完了しており、本課題は中間時の目標を達成している。

## 課題 5

ドローンによる画像データとAIによる画像解析により、(A) 水稻、麦、大豆の作付状況を99.5%の精度で自動判別を達成し、プロトタイプによる実証試験を実施した。(B) 農作物の被害状況調査については、病虫害や湿害、倒伏といった被害種類の判別や被害面積率の推定を可能とし、ドローンによる3次元点群データ(※5.2)を活用した測量技術により、農地の境界測量に求められる精度(±15cm以内)での位置情報の取得を可能とした。また、農地の被災確認では、ドローンに加えて立地や被害規模に応じて衛星やスマートフォンを利用した画像解析技術の開発に着手しており、様々な災害状況への適用場面が拡大する等順調に進捗している。

以上のように、中間時の目標についてはいずれも達成している。

## ②最終の到達目標の今後の達成可能性とその具体的な根拠

### 課題 1

「なると金時」の高設養液方式育苗法(※1.5)、「安納いも」の地床育苗法(※1.6)、「べにはるか」の一斉採苗方式(※1.7)など品種ごとに機械移植に適した苗の生産方法を明らかにし、苗の短期

貯蔵技術による保存期間延長効果、苗加工技術による移植精度の向上を確認した。開発中の試作機は改良工程を概ね終了し、小規模ではあるが本圃栽培での実証を開始したところ。今後は現地実証での知見を集積したマニュアルを作成することとしており、最終の到達目標の達成は十分に可能である。

## 課題 2

低温保管システムについて、規模等の異なる3種類の試作機の設置を完了し、実証を開始しており、今後はより高品質な製品を製造できる運転条件を明らかにする予定。

また、金谷33号の品種登録出願公表後の栽培特性の解明に向けた現地実証試験のほか、晩生品種育成のための交雑・選抜も計画通り進捗している。今後は金谷33号の実証試験や晩生品種の選定を進める予定である。

以上より、最終の到達目標の達成は十分に可能である。

## 課題 3

### ①土地利用型園芸作物・工芸作物

レタスの生育モデルについては、実測値と推定値の誤差が少なく、推定精度の高いプロトタイプが作成されている。今後は現地試験の結果を踏まえて精度向上を図る予定であり、到達目標は十分に達成可能である。また、葉齢の推定については、前後1枚の誤差の範囲で評価画像の判別率が88%と高く、到達目標は十分に達成可能である。

こんにゃくは、倒伏率が根腐病発生程度と高い相関を持つことを明らかにしたことから、今後、生育時期別に現地ほ場で検証を行い推定手法を高度化することで、目標は十分に達成可能である。また、栽培管理支援技術については、土壌水分推定に基づく作業可否判定支援手法の開発を進めることで、目標の達成は十分に可能である。

### ②果樹

これまでに、ドローンからの病虫害発生モニタリングに必要な画像の量及び精度や、ドローンからの散布に適した散布ノズル及び単位時間あたり吐出量の仕様を絞り込むなど、計画は概ね順調に進捗している。今後は現地実証試験等を進める予定であり、ドローンによる病虫害発生状況の把握・予測技術と、傾斜地果樹園でのドローンによる農薬散布技術の開発という目標は十分に達成可能である。

## 課題 4

今後、農場でのデータの蓄積による試作した農場内悪臭モニタリング技術の精度向上に加えて、農場の臭気分布状況に基づいた対策の効果の検証を複数農家で進めていくことで、農場の敷地境界において臭気強度3.0以下（臭気指数14～16に相当）とする総合的な臭気対策技術の開発は達成可能である。これらの実証試験を通して、様々な農場や畜種において臭気対策事例の蓄積し、最終目標である生産現場での総合的な臭気低減のための生産者向け利用マニュアルの作成が可能である。

## 課題 5

個々の技術開発は順調に進捗しており、引き続きデータの収集・蓄積、AIアルゴリズム（※5.3）の構築により、さらなる省力化と精度の向上、適用業務の拡大を図り、最終目標に向けた実証試験を継続して行う。なお、作付作物確認業務では既に65%の作業時間の削減を達成していること等から、最終目標の達成は十分に可能である。

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

**ランク：A**

### ①アウトカム目標の今後の達成の可能性とその具体的な根拠

#### 課題 1

本研究課題では、対象とした青果用品種は、国内栽培される苗の形状や育苗法が異なるブランド力の強い品種であり、その生産量は堅調に推移している。なお、令和7年度までにべにはるかでは鹿児島県内（344ha）の3割、なると金時では徳島県内（992ha）の3割、安納いもでは鹿児島県内（574ha）の1割の面積で、本機械移植栽培体系が普及すると想定し（合計450ha程度）、青果用かんしょの生産面積15,000haのうち3%への普及をアウトカム目標として設定した。

## 課題 2

低温保管技術の確立により、低温保管庫（2,000万円）が10台導入され、2億円規模の市場が形成されるとともに、1工場当たり茶葉処理量が2割増加することで、10工場（1工場当たり売上1億円と仮定）で毎年2億円の販売拡大を想定。

また、全国の茶栽培（40,600ha）のうち、約1,200haで栽培されている晩生の主力品種「おくみどり」と同程度の1,000haで金谷33号が普及すると想定し、10aあたり収量をH30全国平均と同程度の223ka/10、かぶせ茶の平均単価1,652円/kgから試算し、年間40億円の市場が形成されることをアウトカム目標として設定した。

## 課題 3

### ①土地利用型園芸作物・工芸作物

実証地域であるJAあわじ島管内の先進的農家200戸（109ha）がレタスの出荷調整システムを導入することで、異常気象時の減収が20%→5%に低減すると想定し、レタスの反収2,200kg/10a、販売単価230円/kgとして8,300万円/年の経済効果が生じることとした。

また、こんにゃくでは、実証地域である群馬県松義台地の生産面積（100ha）で根腐病の発生状況に応じたほ場利用指標に基づくほ場管理を実施することで、病害等発生による収穫ロスが現状の20%→10%に低減すると想定し、こんにゃくの反収24,000kg/ha、販売単価125円/kgとして、3,000万円/年の経済効果が生じることとした。

### ②果樹

ミカン農家（約50,000戸）のうち100戸が自動航行ドローン等（200万円/機）を導入すると想定し、2億円規模の市場が形成されること、また、カンキツ生産面積（うんしゅうみかん約44,000ha、その他かんきつ類約17,000ha）の5%にドローンを用いた病虫害防除が普及すると想定し、傾斜地での防除に要する時間（15時間/10a）の4割が削減されることで、時給1000円として約2億円/年の経済効果が生じる。

## 課題 4

本研究課題で開発された農場内外の臭気分布・拡散予測モデルおよび臭気低減技術は、既存の畜舎や広く農家に導入実績のある堆肥化施設等に対して、容易かつ効果の高い脱臭機能を追加できるものとなっており、悪臭対策が喫緊の課題となっている多くの畜産農家に広く導入が可能であるため、農業者に向けたマニュアルや、技術指導を通して公知化されることで、全国の悪臭対策に苦慮する自治体・農業者に普及し、活用されることにより、アウトカム目標の達成は可能である。

## 課題 5

本研究課題によって開発した画像解析技術等を用いることで、各農家から申告される作付情報を現地で見視確認する作付確認調査や被災時の減収量の目視調査、実測調査などに係る作業時間が大幅に削減される。

膨大な作業時間により継続が困難になりつつあったこれらの調査業務において、一連の作業時間を1/2以下に削減することで、各種補助金の交付や農業共済制度などの業務を継続的に維持することが可能である。

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

### 課題 1

研究コンソーシアムには、普及・実用化に向けて開発した移植機を販売する農業機械メーカー、青果用かんしょの主要産地である鹿児島県、徳島県の試験研究機関が参画している。開発した技術情報や栽培マニュアルについては、販売代理店や技術指導する普及指導センターによる講習会や研究会など、生産者向けのアウトリーチ活動を行うとともに、行政施策により開発した移植機の普及支援事業化を行う予定である。

## 課題2

研究コンソーシアム内に、開発した低温保管システムを販売する茶業機械メーカー、茶の主要産地である鹿児島県、静岡県等の試験研究機関が参画している。開発した技術情報については、販売代理店や、技術指導する普及指導センターによる講習会や研究会など、生産者向けのアウトリーチ活動を行う予定である。また、「金谷33号」については、品種登録出願公表後に育成者である農研機構が各種媒体での広報を積極的に行う予定である。

## 課題3

### ①土地利用型園芸作物・工芸作物

出荷予測に必要なドローンによるレタスほ場全筆の空撮画像の撮影体制については、現在南あわじ市が行っているドローン産業育成事業と連携しながら、継続的に撮影できる仕組み作りを行っている。また、JAあわじ島は管内のレタス生産者のうちスマートフォンやタブレット端末による栽培情報の入力に対応できる意欲ある生産者数を200戸程度と見込み、本事業で開発する手法を活用したシステム化を進めるための補助事業の活用を検討しているほか、生産現場で使いやすいシステム化のため、研究開始時から広く農業者の意見を取り入れシステムの改善を図っている。

こんにゃくは普及・実用化に向けて生産者、普及機関がコンソーシアムに参画しており、今後、技術交流会など活用しながら、成果のスムーズな普及を進める。

### ②果樹

研究コンソーシアムには、普及・実用化に向けてドローン開発メーカー、国内主要産地の公設試験研究機関と生産者が参画している。また、これまでに、学会、刊行物、新聞記事、シンポジウム等で7件の発表を行うなど、本プロジェクトで開発する技術の広報を実施しており、今後も研究成果の円滑な普及を見据えた、技術の受け手への情報提供を積極的に取り組む予定である。

## 課題4

研究成果を現場に普及しやすいものとするため、堆肥センターや養豚・酪農組合との連携体制を構築し、意見交換を行うとともに、農家を対象とした研究会の実施などを通して現場における問題把握を行いながら、研究を推進していることから、普及・実用化に向けた取り組みは妥当である。

## 課題5

研究コンソーシアムに技術の利用が想定される県、市、土地改良事業団体連合会、農業共済組合が参画して開発段階から連携し、データ収集や技術開発、実証試験を行っているほか、農林水産省によるドローンの補助者なし目視外飛行実証プロジェクトへの参画や、ドローンによる作付確認業務のマニュアル作成に係わる受託業務等、早期の実用化や実際の業務への適用に向けた活動を行政と連携して積極的に行っており、普及・実用化に向けた取組は妥当である。

## ③他の研究や他分野の技術の確立への具体的貢献度

### 課題1

本事業で開発した技術は、青果用品種だけでなく、でん粉原料用、焼酎用など、幅広い用途のかんしよ栽培へ横展開できる。

### 課題2

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

### 課題3

#### ①土地利用型園芸作物・工芸作物

AIによる葉齢推定システムは、レタスの他、キャベツ、ハクサイなどの結球性野菜に応用利用可能で、生育モデルと組み合わせることで生育診断・出荷予測に貢献できる。研究代表者が取り組んでいる、キャベツの生育予測を活用した別事業での特許公開を待って、活用していく予定である。

また、こんにゃくの遠隔ほ場の土壌水分推定による作業可否判定は、露地野菜、畑作物全般に適用可能である。

## ②果樹

本研究課題の成果のうち、傾斜地果樹園を自動航行できるドローン機体については、林業部門等へ横展開できる可能性がある。

### 課題 4

研究で開発された技術は、畜産農家由来の悪臭低減に対する活用だけでなく、工場等から排出される臭気が問題となっている他分野での活用や、悪臭と共に家畜排せつ物処理過程において問題となっている温室効果ガスの発生の低減といった他の研究分野への貢献も期待できる。

### 課題 5

森林や河川、海岸等の被災状況の迅速な把握といった農地以外への横展開の可能性はある。

## 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

本プロジェクトは、課題ごとに進捗管理が行われており、研究機関等が参加する定例の研究会議や現地での検討会において進捗の確認が行われるほか、外部専門家等により構成する運営委員会において年度毎に研究計画の妥当性が議論されている。

各課題の具体的な検討状況は以下のとおり。

#### 課題 1

開発した試作機は本年度を持って概ね改良を終えるものの、研究期間内での現地実証におけるフィードバック情報に基づいて各品種の苗の状態に適合した改良を加えるなど、すみやかな社会実装を見据えて的確に対応しており、研究計画の妥当性は高い。

#### 課題 2

開発した試作システムは、来年度までの期間で改良を行うこととしているが、その後も各実証地におけるフィードバック情報に基づいて、最適な保管条件を実現するための改良を加える予定であり、すみやかな社会実装を見据えて的確に対応しており、研究計画の妥当性は高い。

#### 課題 3

##### ①土地利用型園芸作物・工芸作物

レタスの病害については、特に冬期に問題となり収量に大きく影響するレタスビッグベイン病（※3.9）にターゲットを絞り、汚染度を変えた試験を行うなどの的確な見直しが行われた上での研究計画となっている。

こんにやくについては、収量減に影響が大きい根腐病の発生程度を推定する手法開発へ重点化を図った。また、栽培管理技術の開発に関しては、「土壌水分推定に基づく作業可否判定支援手法の開発」に課題を明確化し、研究資源の集中を図るなど必要な見直しを行った。

##### ②果樹

効率的なドローンからの薬剤散布を可能とするために、推進会議等において展着剤の利用についても検討した結果、展着剤開発メーカーを研究グループに加える等の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。

#### 課題 4

本課題の研究目標は、農場内からの臭気発生の低減と拡散防止技術の開発であり、その達成に向けて農場内の効率的な臭気対策を可能とする臭気の「見える化」や拡散予測、畜舎や堆肥化施設から発生する臭気的大幅な低減技術開発を研究計画に沿って推進している。また、畜舎排気制御技術開発を加速化するために、新たに信州大学をコンソーシアムに加えるなどの計画の見直しを随時行っており、研究計画は妥当と考えられる。

#### 課題 5

毎年度開催される運営委員会、研究推進会議、現地検討会、随時行うコンソーシアム参画機関が参加する定例研究会議等において、進捗状況の確認や研究計画の確認を行っている。研究が進んでいる技術については、現地実証試験を前倒して行う等、進捗状況に応じて適切な計画見直しを行っている。

## ②研究推進体制の妥当性

本プロジェクトの研究推進に当たっては、課題ごとに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において進捗管理する体制を構築している。進捗状況に応じて研究計画等の見直しが行われており、研究推進体制は妥当である。

各課題の個別の状況は以下のとおり。

### 課題 1

本課題では、これまでに4回運営委員会を実施し、進捗状況に応じて研究実施計画や課題構成を逐次見直している。また、コンソーシアムは農研機構、主産県の農業試験場、農業機械メーカー、生産者で構成しており、研究推進体制は妥当である。

### 課題 2

定期的に関係者が参集する推進会議（4回実施）を開催して、課題関係者間で進捗状況の把握と情報共有に努めているほか、茶葉の冷凍保管技術についても速やかな社会実装を図る観点から茶葉の冷凍保管の現地実証園をコンソーシアムに加える等、研究推進体制の見直しも的確に行われている。

### 課題 3

#### ①土地利用型園芸作物・工芸作物

運営委員会のほか、淡路(レタス)、群馬(こんにゃく)とも、それぞれの地域で、生産者・普及関係者も交えた定期的な打合せを行っている。

レタスの研究体制については、試験研究機関・生産団体に加えて、AI研究者やドローン事業者など要素技術開発に必要な体制が組まれている。こんにゃくの研究体制については、ドローンに関わる業務の外部委託、AI研究については同県の産業技術センターの助言を得るなど必要な取組を行っている。

#### ②果樹

これまでに4回推進会議を実施し、推進会議では研究プロジェクトの進捗状況を管理しつつ、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。

### 課題 4

運営委員会（3回実施）で進捗状況について、指導・助言・検討等を行うとともに、堆肥センターや養豚・酪農組合を交えた定期的な意見交換を行うなど、研究推進体制は妥当である。

### 課題 5

運営委員会（3回実施）にて進捗状況の確認や行政ニーズを把握するほか、農業共済組合等関係各所からの協力を受け、着実に研究成果が得られるよう進捗管理を行っている。また、迅速かつ確実な社会実装に向け、地方公共団体、農業再生協議会、農業共済組合、土地改良事業団体連合会等の実際の実需者とAI等の技術開発実績のある民間企業でコンソーシアムが構成されており、研究推進体制は妥当である。

## ③研究課題の妥当性（以後実施する研究課題構成が適切か等）

### 課題 1

公設試験研究機関では機械移植に向けた苗の育苗条件改良によるアプローチを、機械メーカーにおいては植付け機構の側から試作改良によるアプローチを行い、緊密に連携を取りながら植付精度の向上を図っており、確実に研究目標を達成するための研究課題構成は妥当である。

### 課題 2

低温保管システムは、事業着手前から小ロット試験での各機関独自予算による取り組みが進められてきた上、本事業において茶業機械メーカー、生産者、普及組織と試験研究機関が連携した周到な課題構成で取り組まれている。晩生品種の育成については、国内の茶育種の中心を担ってきた農研機構が主体となって取り組み、育成品種については複数産地での試作試験を行うことで、早期の普及を図ることとしている。これら技術の併用により研究目標の達成を可能としており、研究課題構成は妥当である。

### 課題 3

#### ①土地利用型園芸作物・工芸作物

レタス、こんにゃくともに生産者、普及組織と連携した課題構成で取り組まれており、こんにゃくについては、根腐病を中心とした病害発生状況推定手法の開発、圃場毎の土壌水分推定手法の開発を変更・追加した研究内容に見直しを行い、以後実施する研究課題構成は妥当である。

## ②果樹

本研究課題では、農薬の登録拡大等が円滑に進むよう、複数の公設試験研究機関において並行して研究・実証を進める課題構成としている。また、より確実な研究目標達成のために、展着剤メーカーを研究グループに加え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。

### 課題 4

今後、農場の臭気モニタリング技術の精度向上等のため農家における実証を重点的に行うことや、畜舎の新たな換気制御装置や臭気除去装置など試作が完了している臭気対策技術を複数の農家において実証試験を行うこととしており、開発される臭気拡散防止技術を生産現場に導入しやすいものとするための課題構成として妥当である。

### 課題 5

それぞれの業務を所掌する自治体を始めとする公的機関の情報提供をもとに、民間企業が各種業務効率化のための技術の開発、実証、検証を繰り返し行うこととなっている現状の課題構成は、最終目標達成と社会実装に向けて妥当である。

## ④研究の進捗状況を踏まえた重点配分等、予算配分の妥当性

### 課題 1

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、個々の技術の精度を向上させ、実証試験による効果検証を含めた技術開発を進めるとともに、生産者が使いやすいマニュアル作成を重点的に進める予定である。

### 課題 2

本研究課題では、実用規模の低温保管庫の実証試験については、初年度に試作機の設計、設置等を完了し、2年目以降に実証結果を踏まえた改良を行う計画としている。また、「金谷33号」の被覆適性試験については、2年目までにその品種登録作業を行い、3年目以降に現地での試作試験を実施するなど、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。

### 課題 3

#### ①土地利用型園芸作物・工芸作物

レタスについては、本研究の基礎となるドローンの運用に関する経費とシステム化されたときの中心となるAIによる葉齢推定に予算が重点配分されている。また、2年目までの現地実証に重点化を意識した妥当な予算配分となっている。なお、事業着手前の検討では、JAあわじ島における実用的システムの構築も想定されていたが、その必要予算が大きいこと、実用的業務システムはJAあわじ島に特化したものになってしまうことから、本事業では取り組まず、JAあわじ島が各種事業の活用も含めて主体的に構築することとした。

こんにゃくについては、ドローンによる空撮回数が最小限になるよう飛行高度の検討など適切な重点化と見直しを行い、予算配分は適切である。

#### ②果樹

本研究課題では、ドローンによる病害虫発生状況の把握・予測技術、傾斜地果樹園でのドローンによる農薬散布技術の開発とともに、2年目までに基盤技術の開発を行い、3年目以降に実証結果を踏まえた改良を行う計画としている。また、展着剤メーカーを研究グループに加え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。

### 課題 4

畜舎の新たな換気制御技術の開発では、鶏舎での悪臭低減効果を集中的に検証する必要があるため、信州大学をコンソーシアムに加えて重点的な予算配分を行っている。他の課題についても計画通りに研究が進捗しており、予算配分は適切である。

### 課題 5

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、個々の技術を行政のニーズに見合う精度まで向上させ、実証試験による効果検証を含めた技術開発と、事務的な資料作成支援のための技術開発を重点的に進める予定である。

**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**

- ・生産現場に入り込んだ研究は非常に価値があるため、課題の継続は妥当である。

**2. 今後検討を要する事項に関する所見**

- ・畜産の臭気はかなり広範囲まで拡散するため、臭気分布・拡散予測モデルを考える上では、広域に捉えた検討をされたい。
- ・普及に向けては、県あるいは市町村担当者への理解促進も含めて進めることを検討されたい。
- ・ロードマップを見ると、実証が後になっている。生産現場強化の点から、実証をやりながら研究を進めるということを意識されたい。
- ・民間に任せる部分と国で実施する部分の仕分けをしながら進めることを期待する。

[研究課題名]生産現場強化プロジェクト（平成30年度課題）

課題1：青果用かんしょの省力機械移植栽培体系の確立

用語	用語の意味	※番号
青果用かんしょ	国内で生産されるかんしょ（さつまいも）は、用途別に青果用、アルコール原料用、でん粉原料用、加工食品用に分類される。青果用は市場を通して消費され、かんしょ生産量の約4割を占める。	1.1
機械移植栽培体系	慣行では主に手作業で行われるかんしょ苗の畝への移植作業を、圃場作業機械である移植機で行うことで省力化をねらった体系であり、機械移植に適した育苗作業、採苗作業、機械移植作業などで組み立てた栽培体系のこと。作業時間の省力化が図れる特長がある。	1.2
挿し苗育苗技術	青果用かんしょ生産では、品質維持のためウイルスフリー苗（培養苗）の導入が推奨されている。購入したウイルスフリー苗の増殖方法として、摘心部を苗床に挿して育苗する方法が一般的である。挿し苗育苗技術のうち、このプロジェクトでは高設養液ベッドの苗床で挿し苗で育苗する方式（「なると金時」を対象）と、摘心部をハウスの地床苗床で挿し苗で育苗する方式（「安納いも」を対象）を検討している。	1.3
種いも育苗技術	青果用かんしょ生産では、品質維持のためウイルスフリー苗（培養苗）の導入が推奨されている。いも形状の安定性が高く、ウイルスフリー苗から作った種いもを伏せ込み採苗した苗での栽培が可能な「べにはるか」については、種いも育苗技術を検討している。	1.4
高設養液育苗法	ハウス内に高設ベッドを設置し、ベッドに養液を供給して育苗する方式。軽作業化をねらえる特長がある。	1.5
地床育苗法	ハウス内の土壌に苗床を造成し育苗する方式。	1.6
一斉採苗方式	苗床から苗を採る際に、慣行では適した苗を手作業で選択的に採苗するのに対し、機械的に一斉に刈り取って採苗する方式。高温になりやすいハウス内での採苗時間を短縮できる特長がある。	1.7
曲げ苗	半自動移植機で植付けることを可能とするために、長さが慣行苗程度の苗を真ん中から、折れないように180°曲げて、その曲がった状態で固定した苗 	1.8
縦伏せ込み	かんしょの苗を生産するために、ハウス内の苗床に種いもを埋め込む作業を伏せ込みと呼ぶ。慣行では種いもの長辺方向を水平方向に埋め込むが、長辺方向を鉛直方向に埋め込む方式を縦伏せ込みと呼ぶ。慣行に比べて苗床面積当たりの採苗数を増やせる特長がある。	1.9
挿苗機	慣行のかんしょ生産では、全長30～40cm程度の苗を畝に手作業で挿して（挿苗）植え付ける。挿苗機とはこの挿苗作業を機械的に行う圃場作業機械である。作業の省力・軽作業化を図れる特長がある。	1.10
船底植え	青果用かんしょの苗を畝に植え付ける一般的な方式。植え付け後の苗の姿勢が船底に似ていることからこう呼ばれる。青果用に向けた小ぶりのいもを多く生産しやすい特長がある。 	1.11
小苗移植機	原料用かんしょ生産の省力化を図るために、茎長15cmの短いかんしょ苗を畝に移植できるように改良した野菜用半自動移植機を小苗移植機と呼ぶ。他のプロジェクトで開発されたが市販化に至っていない。	1.12

## 課題 2 : 茶葉の低温保管システムと晩生品種の開発

用語	用語の意味	※ 番号
茶工場	茶では多くの場合、収穫した葉を農家が一次加工まで行う。この一次加工を行う工場を茶工場と呼ぶ。一次加工された茶は問屋や小売業者によって選別、焙煎等の二次加工が行われて製品となり、消費者に販売される。	2.1
被覆	茶ではよく使われる栽培技術の一つで、収穫する前に光を遮ることで緑色を濃くし、独特の風味をだす。光を遮る期間は作る茶の種類によって異なる。	2.2
香り緑茶	静岡県が研究開発した茶種の一つであり、普通煎茶では摘採後ただちに蒸熱により酵素を失活させるが、香り緑茶では特定の環境下にしばらくおくことで、独特の香気を発生させる。	2.3

課題3：ドローンやほ場設置型気象データセンサー等センシング技術を活用した栽培管理効率化・安定生産技術の開発

用語	用語の意味	※ 番号
センシング	センサーを使って光や温度等を計測すること。	3.1
生育モデル	その植物にとって生長可能な温度、光条件、土壌水分などの範囲で生育した場合の生育ステージや生育量の増加量を数式化し、一般化したもの。レタスであれば品種毎に生育モデルは異なる。	3.2
葉齢	発芽後の双葉を除く、展葉枚数と結球葉数を足したもの。	3.3
根腐病（こんにゃく）	<i>Pythium</i> 属糸状菌を病原菌とする土壌伝染性病害。対策として、種イモ消毒、排水改善、土壌消毒、輪作が上げられる。	3.4
減収率	健全生育時に予想される収穫量のうち、病害等による倒伏で減少する収穫量の割合。こんにゃくでは、倒伏した株でも収穫皆無とは限らないため、倒伏率＝減収率とは限らず、倒伏時期により減収率が異なる。	3.5
動力噴霧器	ガソリンエンジン等で稼働する噴霧器。100 - 200L農薬タンクとともに軽トラック等運搬車に搭載する。停車した果樹園直近の農道からホースを伸ばして手で保持した散布竿から農薬散布を行う。	3.6
カンキツかいよう病	細菌による病害。感染すると果実、葉、枝などにかいよう状の病斑が生じる。被害果実の商品価値が低下するほか、多発すると落葉や枝枯れにより樹勢の著しい低下を招く。	3.7
AI診断	人工知能による病虫害自動同定技術。画像情報から単位面積当たりの被害程度の定量も可能。	3.8
レタスビッグベイン病	土壌中の糸状菌が媒介する土壌伝染性のウイルス病。発病すると葉脈が太くなって見えることからビッグベイン病と呼ばれる。発病が重度の場合はレタスが小玉になり、結球しないことから減収につながる。	3.9

課題4：総合的な悪臭対策、臭気拡散防止技術の開発

用語	用語の意味	※ 番号
臭気マッピング手法	畜環研式ニオイセンサとGPSロガーを同時に携帯し、農場内を移動しながら、臭気指数（相当値）と位置情報を自動的に記録。パソコン上で当該農家の地図データ上にプロットすることで臭気の強弱の分布を可視化する手法。農場内の臭気分布の傾向を把握することが可能となる。	4.1
臭気強度	臭気の強度を定量的に表す尺度。わが国では6段階臭気強度が使われており、臭気強度2（何のにおいか分かる弱いにおい）、臭気強度3（らくに認知できるにおい）、臭気強度4（強いにおい）と規定されており、悪臭防止法では臭気強度2.5から3.5間で規制基準が決定される。	4.2
臭気指数	臭気物質を含む気体を空気で希釈し、臭気が感知できなくなるまで希釈した場合の希釈倍数（臭気濃度）の対数に10を乗じた値。畜産における臭気強度（2.5～3.5）に対応する臭気指数は、14～16に相当。	4.3
臭気媒介物質	悪臭はガス態として大気中に存在するものの他に、粉塵やエアロゾルなどの臭気媒介物質に付着した状態でも移動する。臭気媒介物質を介した悪臭の移動の場合、気体状態よりも希釈が起こりにくく、高濃度の臭気物質が付着した臭気媒介物質が衣類や鼻腔内に付着することで、悪臭発生源から遠く離れた場所でも不快臭が感知される場合がある。	4.4

課題5：ドローン等を活用した農地・作物情報の広域収集・可視化及び利活用技術の開発

用語	用語の意味	※ 番号
圃場境界調査	農地の集積・集約化を図る際に地権者が所有する農地の境界を測量する作業	5.1
3次元点群データ	ドローンにより撮影した画像から、ピクセル単位で得られたX、Y、Zの位置情報や色などの情報を3次元空間に表示したデータ群	5.2
AIアルゴリズム	AI（人工知能）が様々なデータから機械学習をするための計算手順を示したもの	5.3

## 課題1：青果用かんしょの省力機械移植体系の確立

- 青果用かんしょは、国内のかんしょ需要量の4割以上を占め、また、輸出量も伸びている状況にあるものの、生産面では移植作業を人手に頼っており、生産現場からは軽労化と労働時間の低減ができる技術の開発が望まれている。
- そこで、**青果用かんしょの高性能移植機の開発**や**機械移植に適した苗の生産技術等**を開発し、**省力機械移植体系を確立**する。
- 開発した省力化技術により規模拡大等を可能にし、青果用かんしょの生産性の向上と輸出の拡大に貢献する。

### 生産現場の課題

- ・ 青果用かんしょ生産では育苗から移植まで手作業が中心。
- ・ 既存の移植機は、調整不足により移植精度が低い。
- ・ 機械移植に適した苗の生産技術が確立していない。

#### <イメージ>



人力による移植作業



機械移植に適した苗作りが必要



### 生産現場の課題解決に資する研究内容

- ・ 機械移植に適した苗を生産する技術を開発。
- ・ 既存の移植機の問題点を整理し、青果用かんしょの品質確保に最適な移植機を開発。
- ・ 機械移植栽培に最適な栽培管理方法を開発。

#### <イメージ>

#### 機械移植に適した苗の生産技術の開発



軽労・効率的に苗を生産するための育苗法の開発



苗を加工・修正する技術の開発



苗の貯蔵技術の開発

#### 高性能移植機の開発



高性能移植機

#### 栽培管理法の開発



最適な植付姿勢、深度、栽植密度、施肥法等を検討

### 社会実装の進め方と期待される効果

- ・ 開発技術を現場で実証し、より普及性の高い技術に改善、体系化を進める。
- ・ 普及性の高い新育苗法と機械移植栽培体系を取りまとめたマニュアルを作成し全国に普及。

- ・ 慣行栽培と比較して育苗から移植までの労働時間を2割以上削減。
- ・ 規模拡大等が可能となることで、青果用かんしょの生産性向上と輸出拡大に貢献。



[お問い合わせ先] 政策統括官付地域作物課 (03-6744-2115)

## 課題2：茶葉の低温保管システムと晩生品種の開発

- 茶生産現場では、従事者の高齢化や減少に伴い、経営の統合と拡大が進んでいるが、既存茶工場での受け入れ量には限界があることから、過密製造スケジュールによる労働条件の悪化が問題となっており、茶工場の効率的な利用と稼働率の向上が求められている。
- そこで、**茶葉の低温保管システムを開発し、これを利用した効率的な荒茶生産システムの開発と、栽培技術と合わせて作期拡大を可能とする新品種の育成**により、製茶作業ピークの平準化と茶工場の稼働期間の延長を目指す。
- これらの技術により、1茶工場あたりにおける茶葉処理量の2割増加を実現し、茶生産現場における過密製造スケジュールを改善する。

### 生産現場の課題

- ・ 摘採直後に荒茶加工が必要だが、茶工場の受け入れ量は限界。
- ・ 摘採期間が限られるため、茶工場の稼働率が低く利用効率が悪い。

<イメージ>



経営統合等により新たな生葉原料を受け入れる必要があっても、既存茶工場の受け入れに限界

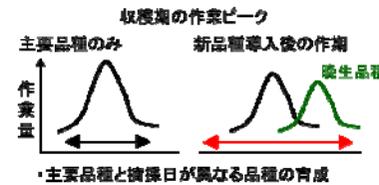
### 生産現場の課題解決に資する研究内容

- ・ 低温保管により、従来よりも生葉を長い期間保管する技術を開発するとともに、低温保管した場合の荒茶品質について明らかにする。
- ・ 荒茶製造工程途中の原料を冷凍保管する技術を開発する。
- ・ 作期拡大を可能とする新品種を育成する。

<イメージ>



茶葉の低温保管システム



晩生品種の選抜

### 社会実装の進め方と期待される効果

- ・ 既存の茶工場への試験導入により効果を確認し、産地に波及させる。
- ・ 実証試験の結果を基に各公設試験場において事例紹介等を行い、技術の普及を促進する。
- ・ 農研機構が主導して新品種の広報活動を行い普及に努める。

- ・ 1つの茶工場あたりの茶葉処理量を2割以上増加。



【お問い合わせ先】生産局地域対策官（03-6744-2117）

課題3：ドローンやほ場設置型気象データセンサー等センシング技術を活用した栽培管理効率化・安定生産技術の開発

- 生産現場では、高齢化による離農等に伴い労働力の確保が困難となる中、ほ場・園地管理の効率化が求められている。また、近年拡大する加工・業務用需要や、大雨などの極端な気象や病害虫に起因する不作による価格高騰に対応する安定生産技術の開発が求められている。
- そこで、ドローンやほ場設置型気象データセンサー等センシング技術を活用し、ほ場や生育状態を把握する技術、病害虫管理を効率化する技術を開発する。
- これらの技術により、気象の変化や需要に対応した生育判断・出荷予測、病害の早期発見による生産安定化・薬剤散布労力の削減が図られる。

生産現場の課題

- ・ 労働力が不足する中、より効率的なほ場管理技術が必要。
- ・ 加工・業務用需要に応えるため、安定生産技術が必要。
- ・ 気象の変化や病害虫による不作を回避したい。
- ・ 傾斜地ほ場では、病害虫発生確認のための見回りや薬剤散布の負担が大きい。

<イメージ>



分散ほ場の見回り労力



傾斜地ほ場での見回り・薬剤散布労力



生産現場の課題解決に資する研究内容

- ・ 土地利用型野菜及びこんにゃくにおいて効率的、安定的生産の達成のために必要なセンシングデータの種類・性質を解明する。
- ・ 精度の高い生育予測や生育状況把握技術を生産現場において実証する。
- ・ 主要果樹の病害虫2種類以上（害虫1種類以上、病害1種類以上）について、発生を把握・予測するために必要なセンシングデータの仕様を決定し、センシングデータと病害虫の発生との関連を解明する。
- ・ 傾斜地果樹園において、ドローンによる薬剤防除技術を開発・実証する。

<イメージ>



気象データ 空撮画像情報 予測モデル  
生育状況把握・予測



スピードスプレーヤーによる防除が困難な急傾斜地地に対応



社会実装の進め方と期待される効果

- ・ 既存の農地情報データベースと連携したウェブアプリとして公表。営農組織と連携した普及計画を実施。
- ・ 他品目展開を可能とする知見を公表し組織等に波及させる。
- ・ ドローンによる農薬散布についての情報を提供し、農薬登録を加速化させる。

- ・ ドローンによる薬剤散布により、薬剤散布に係る時間を4割以上削減可能とする防除技術を開発。
- ・ 気候変動や需要に対応した生育判断・出荷予測を実現。



ドローンによる薬剤散布

【お問い合わせ先】生産局園芸作物課（03-3502-5957）

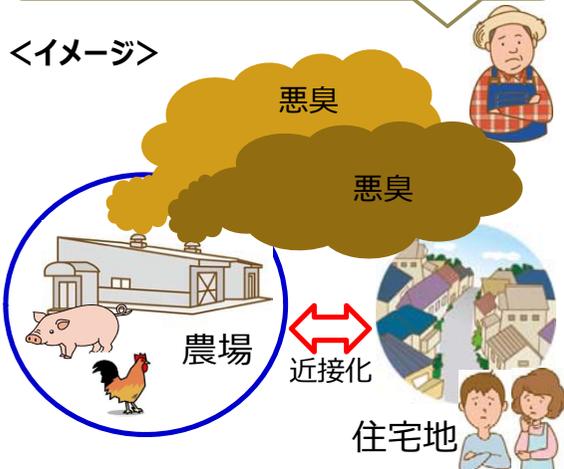
## 課題4：総合的な悪臭低減、臭気拡散防止技術の開発

- 農家あたりの飼養規模の拡大や地域における住宅地と畜産生産基盤の混在化の進行などによって、畜産経営に起因する苦情発生件数の過半を悪臭関係が占める状況となっており、畜産業の健全な発展のためには、悪臭問題を可能な限り減少させていく必要がある。
- そこで、農場全体の臭気発生状況、拡散状況を把握し、臭気を「見える化」する技術を開発するとともに、発生源となる個々の施設（畜舎、堆肥舎など）に対する悪臭発生・拡散防止手法や技術を開発する。
- これらの技術を組み合わせることで、農場内の悪臭発生の低減や、農場外への拡散を防止する。

## 生産現場の課題

- ・ 畜産地域への住宅地の進出等により、農場と住宅の混在化が進んでいる。農場からの臭気に関する苦情が多く困る。
- ・ 臭気対策には労力やコストがかかる。効率的に対策する方法はないか。

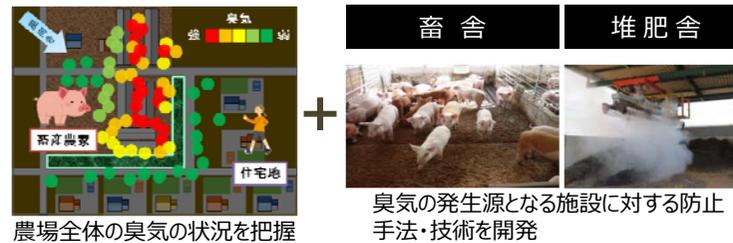
## &lt;イメージ&gt;



## 生産現場の課題解決に資する研究内容

- ・ 農場内外の悪臭をセンサとGPSロガーを用いて「見える化」する技術を高度化。
- ・ 悪臭の原因となる対象施設（ふん尿処理施設・畜舎など）からの悪臭発生と拡散を低減する技術を開発。
- ・ 農場の立地・気候条件を加味した上で、これらの技術を効果的に組合せ、農場全体からの臭気拡散を防止する総合的な臭気対策技術を開発

## &lt;イメージ&gt;



農場全体を対象とする総合的な臭気対策技術を開発

## 社会実装の進め方と期待される効果

- ・ 開発した技術について現場実証を行い、生産者向けのマニュアルを作成し、畜産農家に普及。

- ・ 敷地境界における臭気強度3.0以下（臭気指数14～16）に低減。
- ・ 畜産臭気が減少し、畜産業の健全な発展を実現。



【お問い合わせ先】生産局畜産振興課（03-6744-2524）

## 課題5：ドローン等を活用した農地・作物情報の広域収集・可視化及び利活用技術の開発

- 農業行政に関わる作付け確認、合筆時のほ場境界測量、農業共済査定、被災確認といった様々な業務において、**目視や人手による現地確認業務、事務的な資料作成業務に膨大な時間が費やされている。**
- ドローン等で得られた画像とAIによる解析技術等を活用して、広域の農地・作物情報を分析し、①**作付作物、面積の調査**、②**ほ場境界の測量**、③**作物や農地被害状況の調査**などに必要な資料作成を支援するソフトウェア等を開発。
- 上記の調査などに必要な現地調査・測量にかかる作業、および資料作成の時間を1 / 2以下に削減。

### 生産現場の課題

- 農業行政に関わる様々な業務において、目視や人手による現地確認業務、事務的な資料作成業務に膨大な時間が費やされている。



#### <イメージ>



### 生産現場の課題解決に資する研究内容

- ドローンによる画像データとAI画像解析エンジンを活用し、①**作付作物の自動判別**や②**ほ場境界の自動判別・測量**、③**病害虫や自然災害**等による作物・農地被害状況を調査する技術を開発し、事務的な資料作成を支援するソフトウェアを開発する。

#### <イメージ>

#### 【作付作物調査】



#### 【作物被害状況調査】



### 社会実装の進め方と期待される効果

- システム利用が想定される地方自治体や団体（農業共済、農地中間管理機構、農業再生協議会、土地改良事業団体連合会等）を通じて社会実装を推進

- 調査などに必要な現地調査・測量、資料作成にかかる作業時間を1 / 2以下に削減
- 作付状況等を見える化して農業行政を支援、さらに円滑な農地集約や迅速な災害復旧等にも貢献

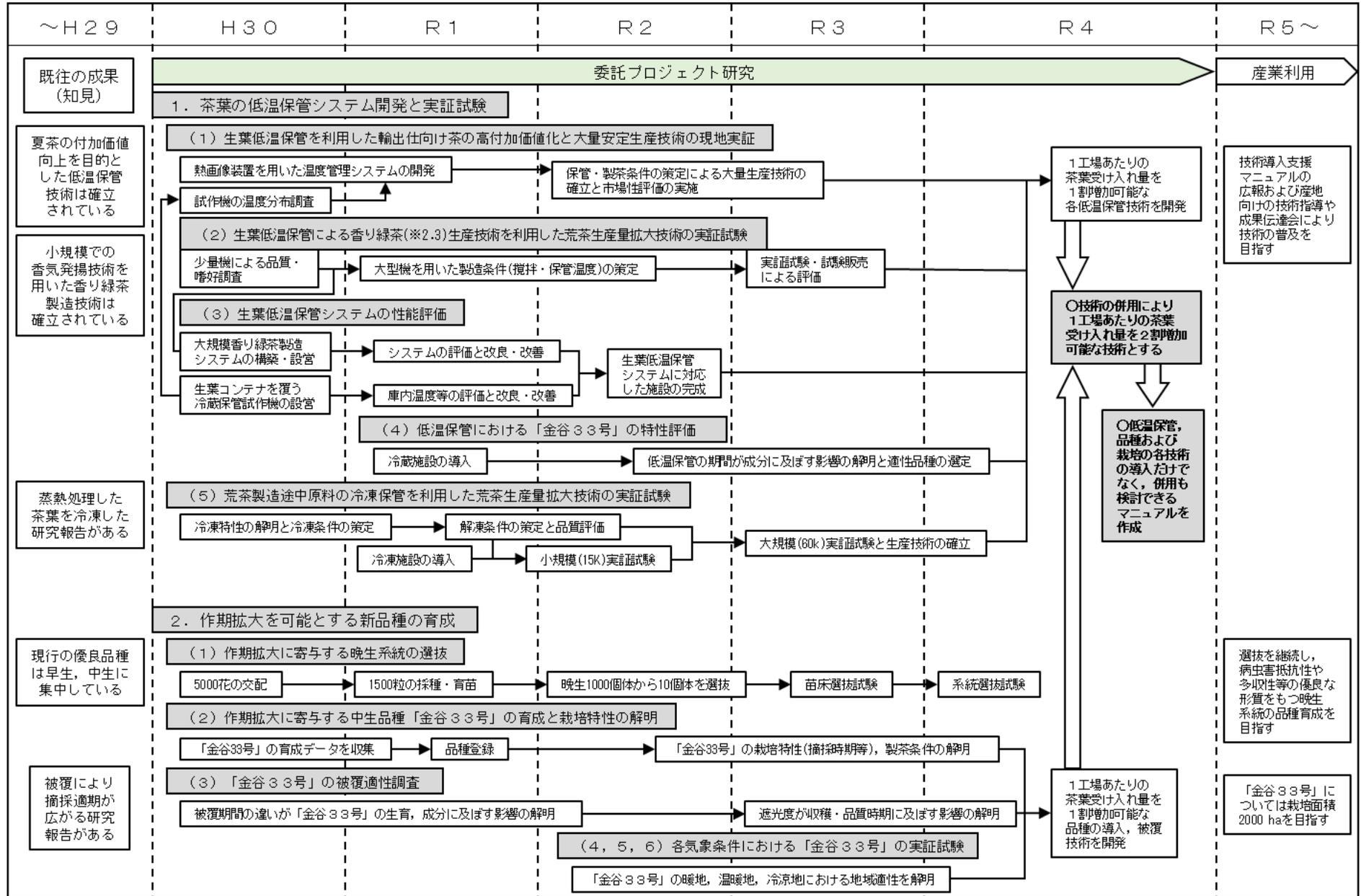


【ロードマップ（中間評価段階）】

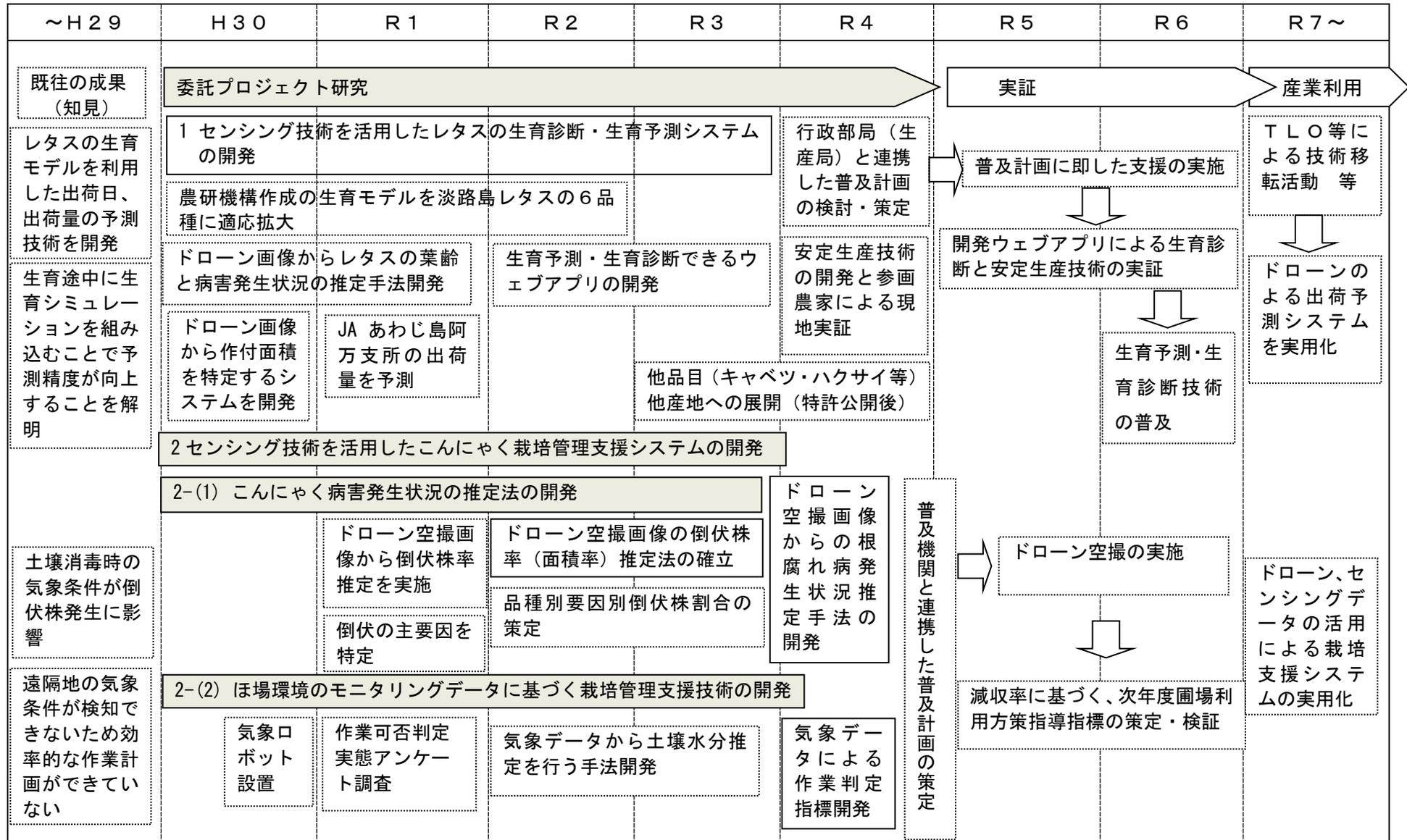
課題 1：青果用かんしょの省力的機械移植栽培体系の確立

～H29	H30	R1	R2	R3	R4	R5	R6	R7～
既往の成果 (知見)	委託プロジェクト研究					実証		産業利用
サツマイモの つるの養液栽 培装置の開発	1. 機械移植に適した挿し苗育苗技術の確立					高度技術支援課（農業革新支援 専門員）と連携した普及計画の 検討・策定および現地実証・普 及・実用化  ↓ 移植機の普及にともなう、 育苗技術のフォローアップ  ↓ 普及計画に即した支援事業  ↓ 普及計画に即した支援事業		
サツマイモの 短つる大量生 産技術	機械移植と生育に最適な苗形状を解明。	効率的な苗生産のための環境条 件の確立		機械移植に適す る苗生産法のマ ニュアル作成				
曲げ苗の作成 方法に関する 特許を出願	苗の短期貯蔵技術の開発		収量や移植精度を考慮して、苗の保存技術を確立		機械移植に省力効果を定量。			
種イモの縦伏 せ込み（※ 1.9）による一 斉採苗方式に よる育苗法を 確立	苗の形状加工技術の開発							
原料用サツマ イモ栽培にお ける「小苗移 植機」（※ 1.12）を開発。	移植精度が高く、苗調整から移植までの作業時間 60%削減							
	2. 機械移植に適した挿し苗育苗技術の確立							
	育苗方式改善（刈り揃え、ネット誘引） 採苗本数/m <sup>2</sup> 慣行比 180% 挿苗機 <sup>(※1.10)</sup> 適苗率 87%	実用的な作業 体系の組み立 て		作業体系の改良 マニュアル案の作成				
	3. かんしょ移植機の開発・改良							
	船底(※1.11)・斜植対応高性能挿苗機の開発・改良			問題点の改修を行い、改良機の商品化。				
	小苗移植機の青果用への適応・改良							
	4. 本圃機械化移植作業技術の確立							
	機械移植に適した耕種概要と移植設定 の解明（苗長、栽植密度、植え付け深 さ、植え付け姿勢）			機械移植と手植えの畦内環境と生 育、収量、品質を調べる。		栽培マニュアル		
	5. 現地実証							
	5-(2)現地実証による普及性評価							
	移植機の実証と 普及性評価		育苗技術の実証					
						・青果用かんしょ栽培 面積の3割に普及。 ・作付面積 および輸出 拡大を実現。		

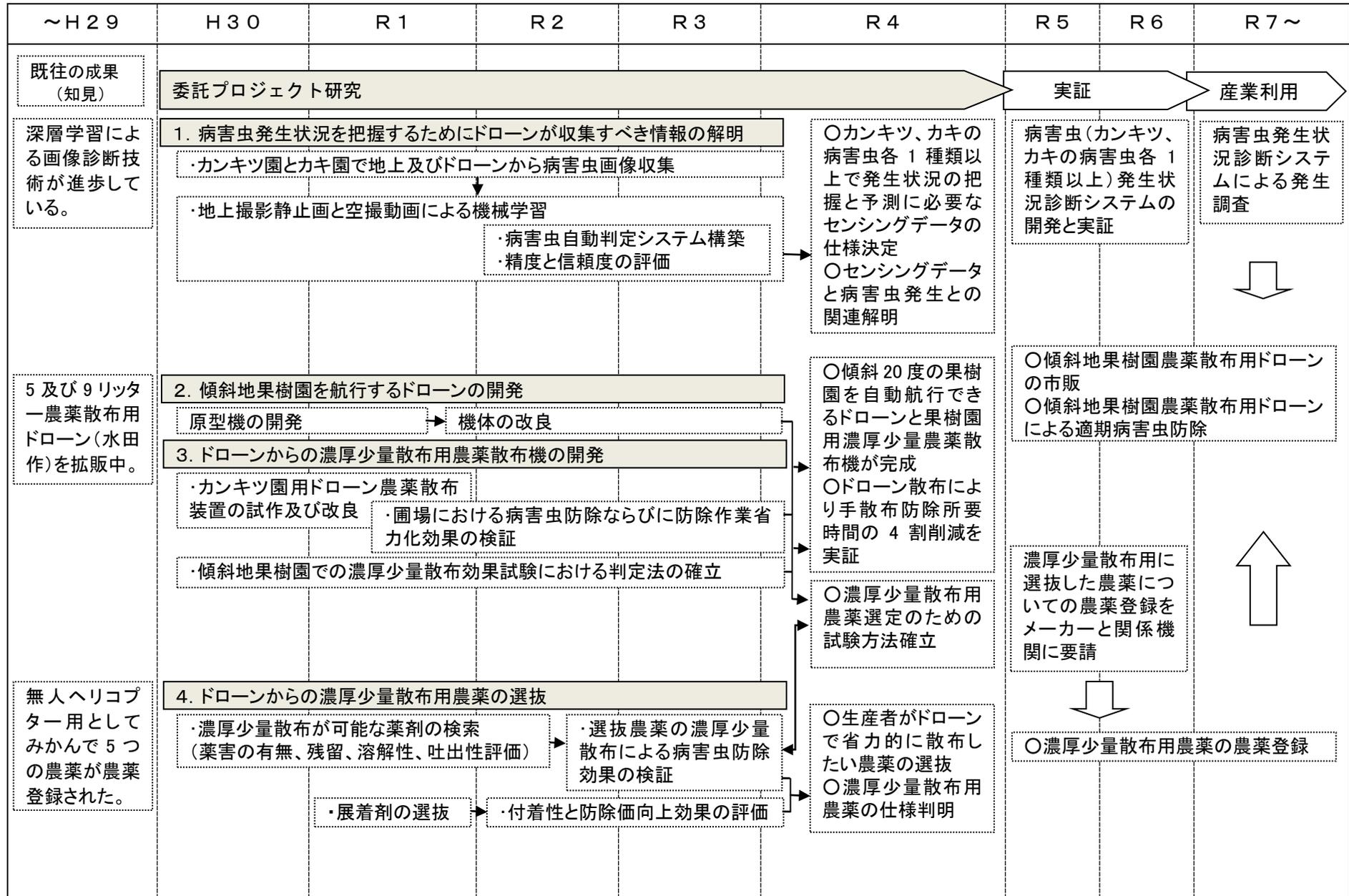
## 課題2：茶葉の低温保管システムと晩生品種の開発



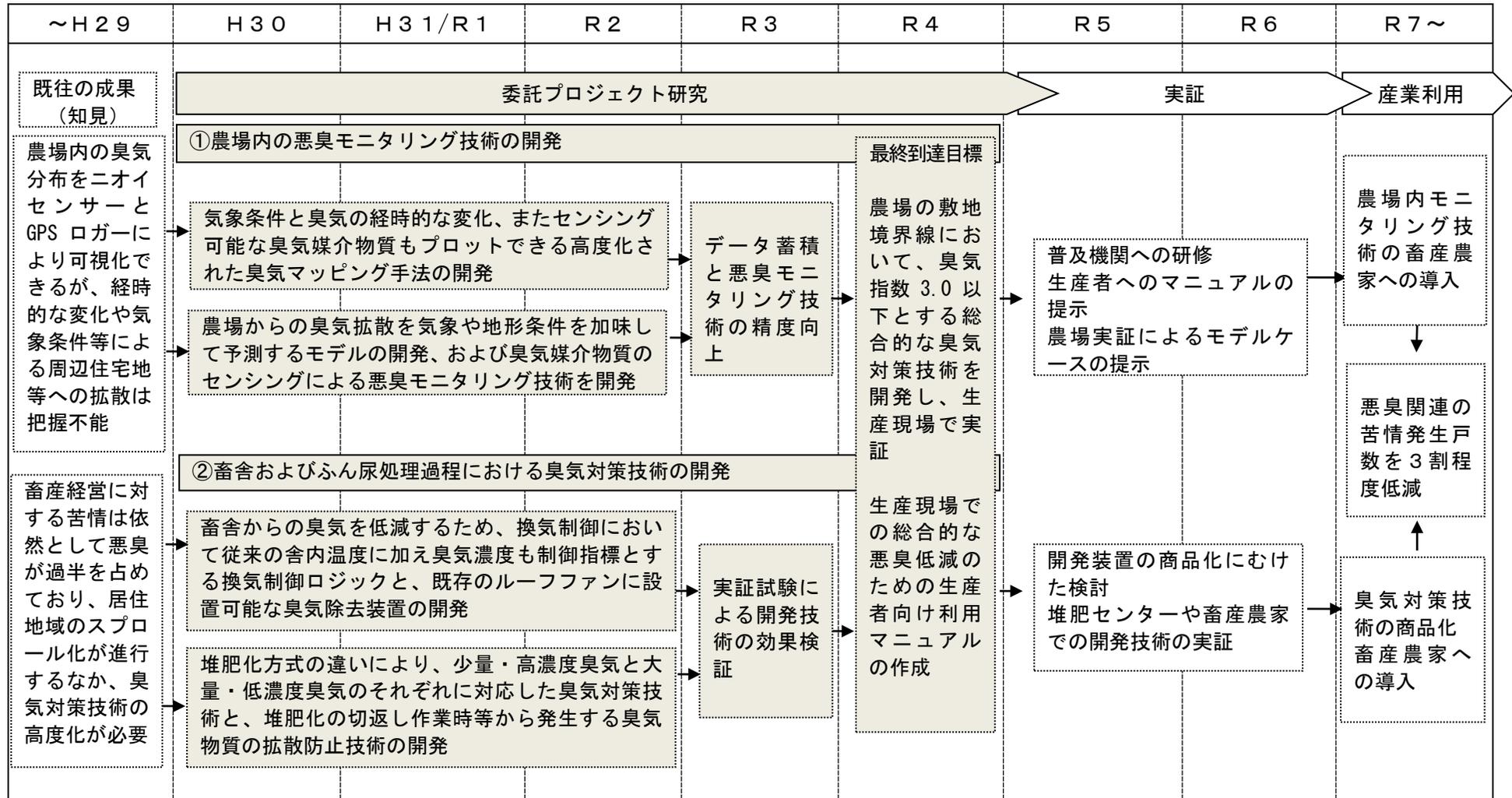
課題3-①：ドローンやほ場設置型気象データセンサー等センシング技術を活用した栽培管理効率化・安定生産技術の開発



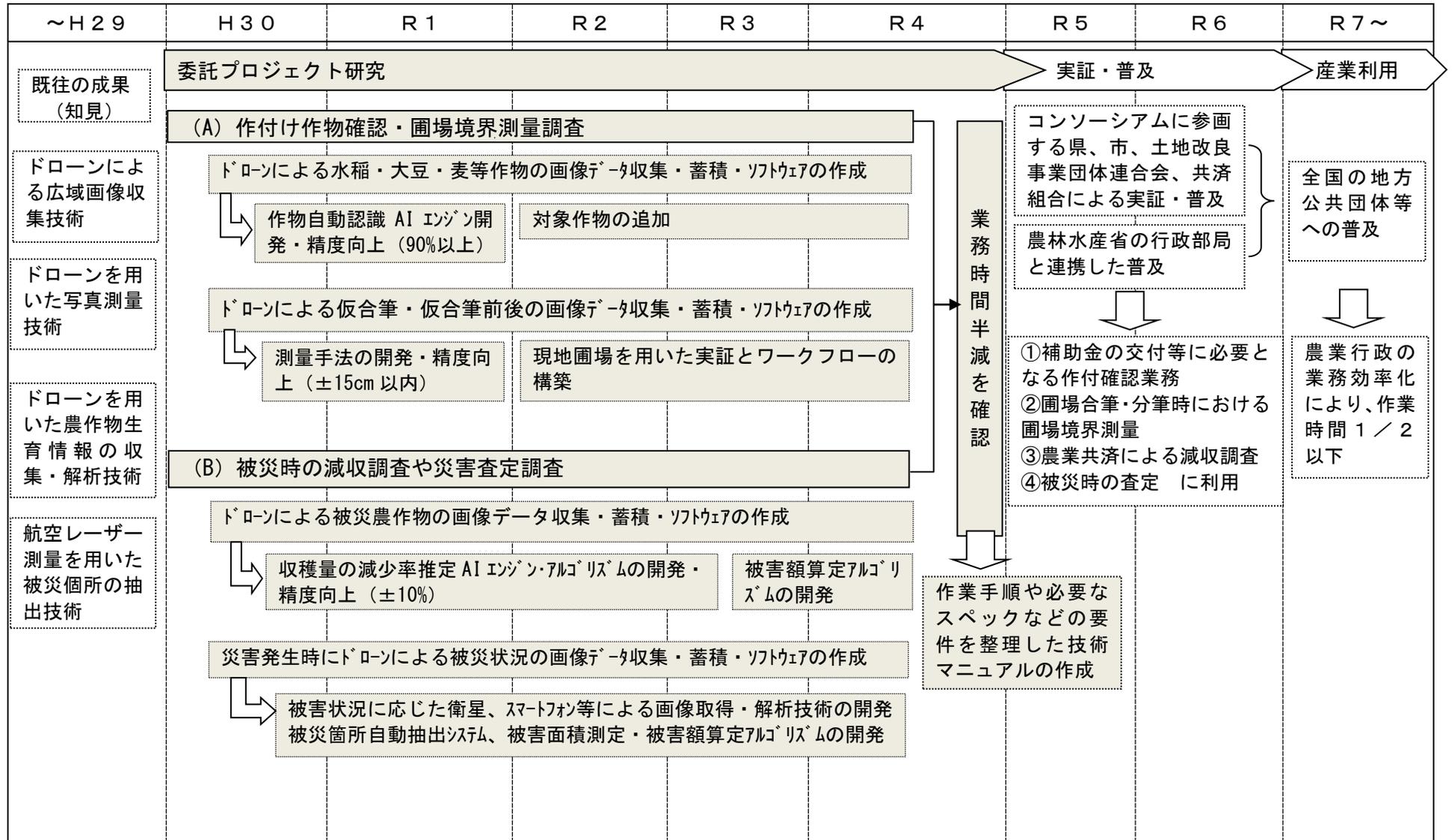
課題3-②：ドローンやほ場設置型気象データセンサー等センシング技術を活用した栽培管理効率化・安定生産技術の開発



課題4：総合的な悪臭低減、臭気拡散防止技術の開発



課題5：ドローン等を活用した農地・作物情報の広域収集・可視化及び利活用技術の開発



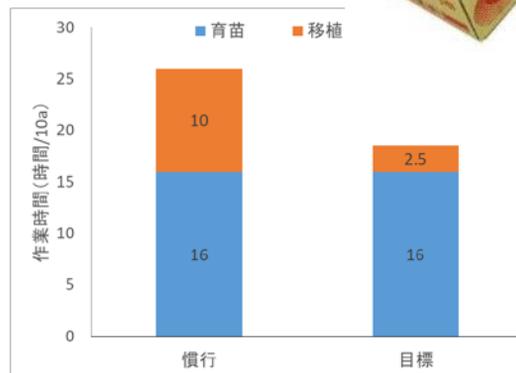
# 課題1：青果用かんしょの省力的機械移植栽培体系の確立

## 研究概要

青果用かんしょは、生産現場からは軽労化と労働時間の低減ができる技術の開発が望まれており、高性能移植機の開発や機械移植に適した苗の生産技術等を開発し、省力機械移植体系を確立する。



現状：慣行の手作業であり植付け作業時間は10aあたり15時間と、**重労働で大変**。



移植にかかる労働時間を8割削減！！



苗の貯蔵技術



苗の形状加工技術

挿し苗の地床育苗



安納芋



なると金時

苗の貯蔵技術、形状加工技術、機械移植に適した苗の増殖方法を品種ごとに開発。



改良移植機の高い移植成功率を確認。



プロトタイプを製作。2h/10aを実現。



慣行法と同等の製品の生産を確認。

## 今後の方針

- ・育苗から移植までの労働時間を慣行栽培と比較して20%~30%削減することを現場で実証。
- ・機械移植栽培体系を確立し、農業者が利用しやすいマニュアルを作成。

## アウトカム目標

令和7年度までに生産面積の3.1% (450ha、市場規模18億円)へ普及する。

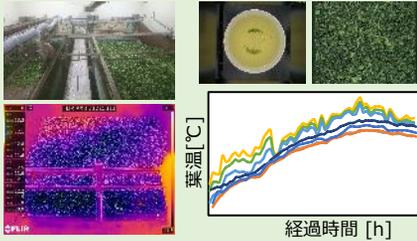
## 研究概要

茶は摘採期の短期間に大量の製茶加工を要する点が安定生産の障害となっていることから、茶工場の製造スケジュールの平準化と稼働期間の拡大のため、①茶葉の低温保管システムの開発と実証、②作期拡大を可能とする新品種の育成を行う

### ①茶葉の低温保管システムの開発と実証試験

#### 生葉低温保管を利用した 輸出仕向け茶の生産

低温保管技術の大規模試験を行い  
茶種ごとの最適な保管条件を解明する



低温保管庫を設置し、熱画像装置を用いた茶葉温度モニタリングを行った。モニタリングが保管条件解明と葉やけ防止に有効な手法であることを明らかにした

#### 生葉低温保管を利用した 香り緑茶の生産

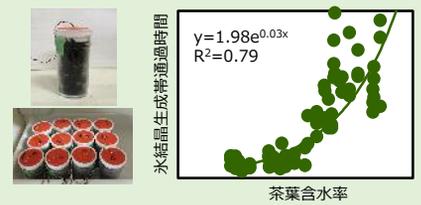
低温保管技術を香り緑茶製造に応用し  
付加価値向上と生葉保管時間の拡張  
効果を解明する



香り緑茶製造システム実証試験機の設定を完了し、実証試験を開始した。生葉温度の調査、荒茶の製品官能審査により、試験機の改善点を明らかにした

#### 生葉低温保管を利用した 輸出仕向け茶の生産

荒茶製造工程中の原料を冷凍保存し  
閑散期に製茶を行う技術を開発する



含水率75%(d.b.)付近の茶葉を冷凍した場合、年較差が小さいことが明らかとなった。解凍後に製茶した製品も、75%付近の含水率において官能審査の評価が最も高くなった

### ②作期拡大を可能とする新品種の育成

#### 作期拡大に寄与する晩生系統の選抜

晩生品種の育成のために、晩生系統の選抜を行う



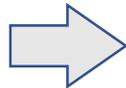
晩生品種が期待される組み合わせの5000花の交配より2000粒の種子を得て育苗を行った

#### 被覆適性をもつ「金谷33号」の育成

「金谷33号」を登録し、栽培特性解明、被覆適性を評価する



中生品種「金谷33号」を登録出願し、実証試験にむけて15000本の地床苗と7500本のセル苗を増殖した。被覆試験によるデータも収集した



令和2年3月時点において、低温保管システムは33%、晩生品種の選抜は40%、新品種の登録は80%が完了した

### 今後の方針

- 低温保管技術において、出来た製品の市場評価を調査するとともに、各茶種や冷凍保管時の最適設定を策定し、導入時に使用可能な作業マニュアルを作成する
- 晩生品種の系統候補を選抜する。また、「金谷33号」の栽培・被覆特性を明らかにする

### アウトカム目標

- 低温保管技術の確立により、低温保管庫の設置で2億円規模、「金谷33号」の普及により40億円(面積1,000ha)規模の市場が形成される

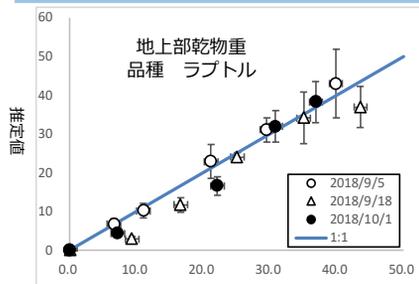
# 課題3 - ①: ドローンやほ場設置型気象データセンサー等センシング技術を活用した栽培管理効率化・安定生産技術の開発

## 研究概要

ドローン等による画像データ、圃場設置型センサーデータによるレタス生育診断・生育予測技術、こんにゃく立毛状況・病害発生状況推定技術を開発し、生産現場で実用性を実証する。

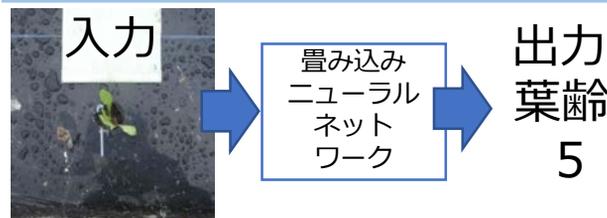
### ①センシング技術を活用したレタスの生育診断・生育予測システムの開発・実証

#### 淡路島レタスの6品種に農研機構作成の生育モデルを適応拡大



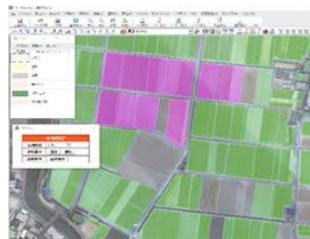
地上部の乾物重について、実測値と推定値の誤差が小さく、推定精度の高い生育モデルが作成されている。

#### AIを利用した画像認識によるレタスの葉齢推定システムの開発



AIがレタス画像を学習し、画像からレタスの葉齢（葉の枚数）を推定する手法を開発（令和元年11月5日特許出願）

#### ドローン画像と地図情報の連動によるレタス作付面積の把握



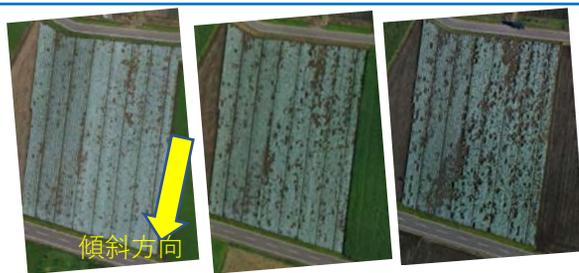
ドローン画像を地図上にオーバーレイ表示し、レタスの作付面積を特定した（JAあわじ島阿万支所、1300筆、図中の紫色部分）

表 阿万地区レタス集計結果の画面例

作物	所有者名	地番	地積(m <sup>2</sup> )
レタス	A	1番地	281.0
レタス	B	2番地	282.0
レタス	C	3番地	285.0
.	.	.	.
.	.	.	.
.	.	.	.
合計 (m <sup>2</sup> )			804088.8
合計 (ha)			80.4

出荷量から換算した作付面積は79.5haであり、出荷量予測のベースとしての精度を確認した

### ②センシング技術を活用したこんにゃく栽培管理支援システムの開発・実証



同一圃場の時系列ドローン空撮画像から、倒伏株の広がり圃場の傾斜（下り）の関係性を確認（左から、2019年9月5日、9月18日、10月8日撮影）

表 掘取り調査による球茎発病被害調査結果

品種・年生	地上部外観	掘取り調査による分類			
		健全	腐敗病	根腐れ病	消失
みやままさり	健全	93%	5%	0%	2%
	倒伏	15%	5%	78%	2%
あかぎおおだま	健全	100%	0%	0%	0%
	倒伏	8%	7%	53%	32%

掘取り調査により、倒伏部分の多くが根腐病であることを確認し、倒伏面積率から根腐病発生程度の推定が可能と考えられた。

#### 今後の方針

- ・個別農家が生育予測・生育診断が可能となるようなウェブアプリの開発、実証行い、生育診断後に実施可能な生育調整・安定生産技術を開発する（レタス）。
- ・地域全体の減収率の推定技術、土壌水分に基づく作業管理技術を開発する（こんにゃく）。

#### アウトカム目標

- ・センシングデータを活用した生育診断と生育調整技術の導入により、気象変動時の減収率20%を5%以内（レタス）、倒伏による減収率20%を10%以内（こんにゃく）にとどめる。

# 課題3-②：ドローンやほ場設置型気象データセンサー等センシング技術を活用した栽培管理効率化・安定生産技術の開発

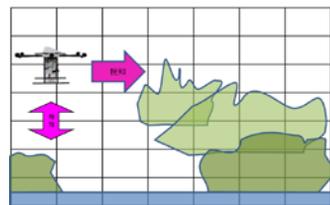
## 研究概要

急傾斜地果樹園での過酷な労働負荷を軽減するため、①急傾斜果樹園自動航行ドローンからの農薬散布技術の開発及び②病害虫発生状況を把握するためにドローンが収集すべき情報の解明を行う。

### ①急傾斜果樹園自動航行ドローンからの農薬散布技術の開発

#### 傾斜地果樹園を航行するドローンの開発

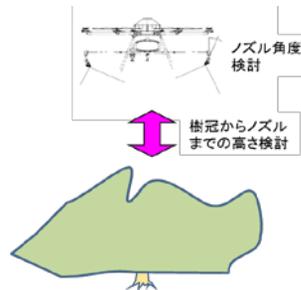
急傾斜果樹園を登らずに麓からの操作で病害虫診断や農薬散布を可能とするドローンを開発中



三次元マッピングとセンサーによる高低差と障害物の把握

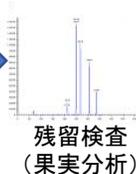
#### 濃厚少量農薬散布機の開発

ノズルの口径、形状、吐出量等を改変し、タウウォッシュが弱いドローンの特性を補い、ドローンからの濃厚少量散布の効果上がる農薬散布機を開発中



#### 濃厚少量散布用農薬の選抜

濃厚少量散布が可能な薬剤を検索中  
(葉害の有無、残留、溶解性、吐出性評価)



選抜農薬の濃厚少量散布による病害虫防除効果の検証



模擬防除効果試験



ドローン防除効果試験

無人ヘリ散布の効果が確認されている病害虫等を対象にドローン散布の効果を検証中

### ②病害虫発生状況を把握するためにドローンが収集すべき情報の解明

- カンキツ園、カキ園で類似の生理障害など発生している病害虫の発生写真の大量画像を機械学習させ、高精度に病害虫の発生状況を機械判定させるために必要な画像の量と質を解明。
- 今後は、発生初期の病害虫を捉えるためのセンシングデータの仕様を明らかにする。



#### 今後の方針

- ・カンキツ、カキの病害虫各1種類以上で発生状況の把握と予測に必要なセンシングデータの仕様決定、
- ・傾斜20度の果樹園を自動航行できるドローンと果樹園用濃厚少量農薬散布機の完成、
- ・濃厚少量散布用に選抜した農薬についての農薬登録をメーカーと関係機関に要請

#### アウトカム目標

- ・病害虫（カンキツ、カキの病害虫各1種類以上）発生状況診断システムを開発し、センシングデータと病害虫の発生との関連を解明する。
- ・ドローン農薬散布を実施し、病害虫防除所要時間の4割削減を示す。

# 課題5：ドローン等を活用した農地・作物情報の広域収集・可視化 及び利活用技術の開発

## 研究概要

広域の農地・作物情報をドローン等で得られた画像データやAIによる解析技術等を活用することで、農業行政に関わる、(A) 作付作物・農地状況確認、(B) 災害時の作物・農地被害状況調査に必要な業務を支援する技術を開発。

## 主要成果

### ■ 稲・麦・大豆の作付け状況をドローン画像から自動判別

【固定翼型ドローン】  
広域農地の画像データを効率的に採取

AI判定結果

AIによる大豆作付判別状況

精度99.5%で作付作物を自動判別  
(人と同レベル)

現地実証試験

場所：佐賀県西与賀（746筆、約450ha）  
ドローン、AI：6.9時間  
自動車、目視：19.2時間

■ 約65%の省力化を実現

営農計画書の情報

圃場情報

▶▶▶ 補助金の交付等に必要な作付確認業務への利用

### ■ ドローン画像から農作物被害の種類判別と被害面積を推定

■ うんか：面積率10%    ■ いもち病：面積率76%    ■ 倒伏：面積率39%

AIによる画像解析により農地面積に対する被害面積率を推定

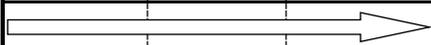
今後、減収量の推定を行うアルゴリズムを構築

▶▶▶ 農業共済による減収調査への利用

## 今後の方針

- データの収集・蓄積、AIアルゴリズムの構築により、さらなる省力化と精度の向上、適用業務の拡大を図る
- ドローンやAI解析により、農業行政関わる現地での目視確認や人手による測量などの作業時間を50%以上削減
- 地方自治体や土地改良事業団体連合会、共済組合等と連携し、全国展開

## 委託プロジェクト研究課題評価個票（中間評価）

<b>研究課題名</b>	戦略的プロジェクト研究推進事業のうち、重要課題対応型プロジェクトのうち、食品安全・動物衛生対応プロジェクト			<b>担当開発官等名</b>	消費・安全局食品安全科学室 研究開発官(基礎・基盤・環境)
				<b>連携する行政部局</b>	消費・安全局食品安全政策課 消費・安全局農産安全管理課 消費・安全局畜水産安全管理課 消費・安全局動物衛生課
<b>研究期間</b>	H30～R4（5年間）			<b>総事業費（億円）</b>	12.5億円（見込）
<b>研究開発の段階</b>	<b>基礎</b>	<b>応用</b>	<b>開発</b>	<b>関連する研究基本計画の重点目標</b>	重点目標18、22
					

### 研究課題の概要

<委託プロジェクト研究課題全体>

農林水産業、食品産業の競争力強化のためには、現場では解決できない技術的問題などのニーズを踏まえ、農林漁業者等が求める研究目標に基づき技術開発を行い、その成果を速やかに社会実装していく必要がある。このことから、国において、農林水産政策上、特に重要な研究開発課題について、明確な開発目標の下、必要な戦略的プロジェクト研究を推進する。

<課題①：有害化学物質・微生物の動態解明によるリスク管理技術の開発（平成30～令和4年度）>

・食品の安全性の向上、消費者の健康被害の未然防止のため、生産段階における有害化学物質（※1）及び有害微生物（※2）（コメ中のヒ素（※3）、肉用鶏のカンピロバクター（※4）/サルモネラ（※5）、農場の薬剤耐性菌（※6））、自然毒（※7）（かび毒（※8）、海洋生物毒（シガテラ毒（※9）・アザスピロ酸（※10））、加工調理の過程で生成する有害化学物質（アクリルアミド（※11）、3-MCPD脂肪酸エステル（3-MCPDE）・グリシドール脂肪酸エステル（GE）（※12））の危害要因（※13）の動態を解明し、低減技術を開発する。

<課題②：家畜の伝染病の国内侵入と野生動物由来リスクの管理技術の開発（平成30～令和4年度）>

・海外からの侵入が危惧される家畜の監視伝染病（※14以下、「海外病」と総称する）のリスク管理（※15）措置の検討に資するため、野生動物を含む環境から家畜への疾病伝播リスクを解明し、家畜における疾病発生の早期摘発や監視情報を活用した防疫の最適化を図るための知見を収集するとともに、万一の発生時に被害を最小化するための危機管理技術の開発に取り組む。

### 1. 委託プロジェクト研究課題の主な目標

中間時（2年度目末）の目標	最終の到達目標
<p>① 有害化学物質・微生物の動態解明によるリスク管理技術の開発</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>・生産・加工等における有害化学物質及び有害微生物の分析法の確立と動態把握</li> <li>・自然毒の分析方法の確立</li> <li>・食品の生産・加工・調理工程で発生する有害化学物質の生成メカニズム及び動態の解明</li> <li>・食品の加工・調理過程で生成する有害化学物質の一斉検出技術の確立</li> <li>・加工食品の原料原産地判別技術の確立</li> </ul>	<p>① 有害化学物質・微生物の動態解明によるリスク管理技術の開発</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>・4つ以上の有害化学物質及び有害微生物について、効果的な低減技術の開発</li> <li>・2つ以上の自然毒について、生成機構の解明</li> <li>・食品の加工調理過程で生成する5つ以上の有害化学物質について、低減技術の開発</li> <li>・食品の加工調理過程で生成する有害化学物質について、1つ以上の一斉定量技術の開発</li> <li>・原料原産地判別技術について、1つ以上の判別技術の精度評価</li> </ul>
<ul style="list-style-type: none"> <li>・生産段階における有害化学物質及び有害微生物（コメ中の無機ヒ素、肉用鶏のカンピロバクター/サルモネラ、農場の薬剤耐性菌）の動態把握</li> <li>・自然毒（かび毒、海洋生物毒）の分析方法の開発</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>・生産段階における3種の有害化学物質及び有害微生物（コメ中の無機ヒ素、肉用鶏のカンピロバクター/サルモネラ、農場の薬剤耐性菌）について効果的な低減技術・検出技術の開発</li> <li>・3種の自然毒（かび毒、2種の海洋生物毒）につ</li> </ul>

発

・食品の加工調理工程で生成する有害化学物質（黒糖中のアクリルアミド、植物油中の3-MCPDE/GE）の生成メカニズム及び動態の解明

いて生成条件の解明

・食品の加工調理過程で生成する3種の有害化学物質（黒糖中のアクリルアミド、植物油中の3-MCPDE/GE）について低減技術の開発

② 家畜の伝染病の国内侵入と野生動物由来リスクの管理技術の開発

- ・野生動物を含む環境における海外病等病原体の病原性・免疫応答の評価
- ・疾病媒介昆虫の生態に関する知見の集積
- ・海外病等病原体の流行及び変異発生の監視とその性状の解析
- ・疾病及びその関連情報の網羅的解析
- ・海外病の類似疾病に関する情報収集と分析
- ・ワクチン開発に資する様々な投与経路における宿主免疫応答の評価
- ・抗ウイルス剤の効果の評価

② 家畜の伝染病の国内侵入と野生動物由来リスクの管理技術の開発

- ・2つ以上の海外病病原体について、野生動物から家畜への伝播機序の解明
- ・2つ以上の疾病媒介昆虫による、伝播様式の解
- ・2つ以上の海外病病原体の変異機構の解明と摘発検査技術の開発
- ・疾病情報収集・分析システムの確立と防疫対策への応用に向けた整備
- ・2つ以上の海外病類似疾病の鑑別診断法の確立
- ・1つ以上の経口ワクチンの開発
- ・1つ以上の抗ウイルス剤の使用法の確立

- ・野生動物を含む環境における海外病等病原体の病原性・免疫応答の評価
- ・疾病媒介昆虫の生態に関する知見の集積
- ・海外病等病原体の流行及び変異（※16）発生の監視とその性状の解析
- ・疾病及びその関連情報の網羅的解析
- ・海外病の類似疾病に関する情報収集と分析
- ・ワクチン開発に資する様々な投与経路における宿主免疫応答の評価
- ・抗ウイルス剤の効果の評価
- ・一般的な消毒薬の効果の評価

- ・3つ以上の海外病病原体について、野生動物から家畜への伝播機序の解明
- ・2つ以上の疾病媒介昆虫による、伝播様式の解明
- ・4つ以上の海外病病原体の変異機構の解明と摘発検査技術の開発
- ・疾病情報収集・分析システムの確立と防疫対策への応用に向けた整備
- ・3つ以上の海外病類似疾病の鑑別診断法の確立
- ・海外病病原体に対するワクチンの開発及びその省力的に投与可能な方法の開発
- ・海外病病原体に対する抗ウイルス剤の使用法の確立
- ・海外病病原体に対する一般的な消毒薬の効果を検証

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（R7年）

①有害化学物質・微生物の動態解明によるリスク管理技術の開発

- ・食品中の危害要因の実態を把握するための検出技術の開発、危害要因の発生機構の解明、及びそれらの低減技術の開発により、安全性の高い農産物生産、食品加工を行うためのリスク管理手法を確立し、我が国の農畜水産物の安定的な供給に貢献するとともに、消費者の健康被害を未然に防止
- ・行政が策定する食品のリスクを低減するための指針や、我が国の指針の妥当性、国際的な行動規範の策定等の議論に貢献するための科学的知見の提供

- ・研究で得られた科学的知見・低減技術を、食品中の有害化学物質・微生物のリスクを低減するための生産者・食品事業者向け指針作成や、国際的なガイドラインの策定等の議論の根拠情報として活用する等、農林水産省が活用する。
- ・食品中の危害要因の低減技術の開発・生産現場での実施により、以下の経済的損失を回避又は経済効果が得られる

コメ中の無機ヒ素：国際基準値が適用された場合、170億円の損失（コメの農業産出額の1%）

穀類のかび毒：より低い基準値が設定された場合、5億円の損失（麦の農業産出額の1%）

肉用鶏のカンピロバクター：3億円の医療費の削減（カンピロバクターによる食中毒の10%）

黒糖中のアクリルアミド：品質面での競争力向上による2.5億円の経済効果（国内生産の余剰分2千トンのうち50%の販路拡大）

植物油脂及びそれをを用いた加工調理食品中の3-MCPDE/GE：欧州と同じ基準値が設定された場合、600億円以上の損失（農水省及び経産省の調査を元に試算）

②家畜の伝染病の国内侵入と野生動物由来リスクの管理技術の開発

- ・家畜疾病や薬剤耐性菌の各種検査法が開発され、対策手法が高度化し、これらを「家畜防疫対策要綱」（※17）や「特定家畜伝染病防疫指針」（※18）へ反映するとともに、「動物用抗菌剤および抗菌性飼料添加物のリスク管理措置策定指針」（※19）への基礎情報を提供することによって、科学的根拠に基づく家畜衛生行政の推進に貢献
- ・海外病については国内侵入時の、常在疾病については感染家畜の発症の早期摘発、またこれらのより効果的なワクチン等の防疫資材による、事前対応型の家畜防疫の強化により、まん延防止対策を効率化し、疾病発生による被害を低減

**【家畜疾病発生による被害事例】**

- 口蹄疫（FMD）（※20）：約29万頭の牛と豚が殺処分され、経済損失は2,300億円（平成22年）
- 高病原性鳥インフルエンザ（HPAIV）（※21）：12戸で発生が確認され、160万羽以上が殺処分（平成28/29年冬シーズン）
- 牛乳房炎（※22）：経済損失 800億円／年（農研機構試算）
- ヨーネ病（※23）：経済損失 80億円／年（農研機構試算）
- 地方病性牛白血病（※24）：国内使飼養牛の30～40%にまん延

- ・海外病については国内侵入時の、常在疾病については感染家畜の発症の早期摘発、またこれらのより効果的なワクチン等の防疫資材による、事前対応型の家畜防疫の強化により、まん延防止対策を効率化し、疾病発生による被害を低減

**【家畜疾病発生による被害事例】**

- 口蹄疫（FMD）：約29万頭の牛と豚が殺処分され、経済損失は約2,560億円（平成22年）
- 高病原性鳥インフルエンザ（HPAI）：12戸で発生が確認され、160万羽以上が殺処分（平成28/29年冬シーズン）
- CSF（豚コレラ）（※25）：平成30年以降の発生による行政の負担となる殺処分手当金や人件費の被害は計647億円、発生農場での肥育豚の生産が停止することによる生産減少額は1,211億円（農研機構動物衛生研究部門による感染拡大の範囲が半径500kmに達した場合の推定額（未公表）

**【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：S**

**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**

**①有害化学物質・微生物の動態解明によるリスク管理技術の開発**

食品の安全確保・向上は、消費者の健康な食生活の前提として必要不可欠であり、我が国が高品質な農畜水産物及び食品を安定供給する上で基礎となるものである。食品の安全性について消費者の信用を損なう事案が一度発生すれば、一部産地のブランドの失墜に留まらず、国際的に日本産農畜水産物全体の信頼性が低下し、輸出にも影響し、農林水産業及び食品産業は多大な損失を被ることになる。

本研究課題が対象としている農畜水産物中の無機ヒ素やかび毒などの有害化学物質やサルモネラ等の微生物は、広く存在するためコントロールが難しく、個々の生産者が技術開発することは現実的ではないため、行政が対策を検討し、生産者が適切な実践をすることにより安全性向上を図るという考え方が、国際的に共通となっている。

行政が行うリスク管理は、我が国の実態及び国際的な動向を踏まえて実施するが、具体的な対策をとるためには、国内における生産・製造実態を踏まえた、最新の科学的知見が必要となる。本研究課題では、食品の生産段階及び加工調理の過程における有害化学物質・有害微生物の汚染リスクのうち、優先度の高い危害要因を対象として、効果的なリスク管理手法を確立するために重要な科学的知見の収集や技術開発をすることとしている。

研究を通じた技術開発と行政による現場への円滑な普及を図り、科学的な根拠をもって食品の安全性を高めることは、GAP・HACCPの基礎ともなり、我が国の農林水産業・食品産業の安定的な成長の基盤確立の上でも重要である。

**②家畜の伝染病の国内侵入と野生動物由来リスクの管理技術の開発**

2018年9月より発生が続いているCSF（豚コレラ）に加えて、2010年に国内で発生し、近隣諸国では引き続き発生が続いている口蹄疫（FMD）、本年になって韓国を始め、東南アジアの国々での大流行を引き起こしているASF（アフリカ豚コレラ）（※26）などの海外悪性伝染病の国内侵入の危険性は、人や物

流のインバウンドの流れの活性化に伴い、年々増加している。また、2004年以来の中国を筆頭とするアジア地域での高病原性鳥インフルエンザ(HPAI)の流行は、本疾病の病原体が野生動物(野鳥)によって越境性に移動することから、国内侵入に対する水際対策が困難であり、直近では2018年に香川県での発生を引き起こした。

東アジア、極東地域で流行しているこれらの海外悪性伝染病がひとたび国内に侵入すると、発生農場での殺処分やそれに関わる防疫作業等による直接的な甚大な経済被害や畜産物の供給が不安定になるだけでなく、我が国の各種疾病清浄国としてのステータスが失われることになり、そのことが畜産物の輸出振興に重大な影響を与えることとなる。このため、これら海外悪性伝染病の国内侵入に際し、早期発見・早期対応のための診断技術を海外での流行株の情報を取り入れることによってアップデートし、感度、特異性を維持、さらにはより優れた診断法に置き換えるための研究は大変重要である。

また、慢性消耗病(CWD) (※27)の宿主として想定される動物は国内では野生のシカ類であり、FMDウイルスでは野生のイノシシ、HPAIウイルスでは野生の鳥類、アルボウイルスでは節足昆虫にこれら病原体が感染することにより、感染拡大を引き起こすことが知られている。一方で、これら病原体の宿主や媒介動物となりうる野生動物を用いた研究は、対象動物の確保が困難であることに加えて、野生動物を使用した感染実験をするに足る規模や海外悪性伝染病の使用に適応したバイオセーフティーレベルの施設が国際的にも十分でないことから、未だ満足のいく成果が得られているとは言い難く、引き続きこの分野での研究の充実が防疫体制を支える科学的なエビデンスの提供に必須である。

一方、これら家畜伝染病への対策を的確に実施するためには、国内でのこれらの疾病の発生状況や清浄性を的確に把握する必要がある。このために、国内では様々な伝染病を対象としたサーベイランスが実施されている。しかしながら、現在、こうした様々なサーベイランスの結果は個別に電子メール等で都道府県と国との間でやりとりされており、効率的な情報収集や活用がなされていない。こうした現状を打開するため、インターネットを活用してこれらのデータをシームレスに国、都道府県と研究機関で共有できるデータベースシステムを開発するとともに、これを用いて、効率的・効果的にデータの活用と共有を進める必要がある。

以上のことから、本課題で扱われている野生動物における海外悪性伝染病等の病原性解析や、海外での流行ウイルスの動態調査やそれを基盤とした診断技術の高度化、侵入時の発生动向解析は引き続き国内の防疫体制の強化、ひいては国内での安定的な畜産生産の維持と畜産物輸出の促進にとって重要な研究課題である。

## ②引き続き国が関与して研究を推進する必要性

### ①有害化学物質・微生物の動態解明によるリスク管理技術の開発

「食料・農業・農村基本計画」では、食料の安定供給の確保に関する総合的かつ計画的に講ずべき施策の中で、フードチェーンにおける食品の安全性向上への取組の拡大など、食品の安全性と消費者の信頼を確保する施策の実施が掲げられている。その実施に当たっては、「後始末より未然防止」の考え方を基本に、科学的知見・根拠に基づく取組を進めることとしている。

食品の安全性を高め消費者の健康被害を未然に防ぐことは国の責務であり、これまで農林水産省はコメ中のカドミウムや麦中のかび毒等の危害要因を低減するための指針を策定してきた。経済社会がグローバル化し、農業分野において輸出振興等は、成長産業化の基盤構築面でも重要な課題となっている。特に、新たに発見された非意図的に食品中に含まれる危害要因等については、生産者・事業者が自ら国際的な議論を熟知し、実態を踏まえた技術開発を行うことは困難である。したがって、行政がリスク管理を行うために必要な科学的知見を収集する研究課題は、国の行政と研究機関が連携して、研究を推進する必要がある。

例えば、一部の有害化学物質(コメ中のヒ素、油脂及び油脂を使用した食品中の3-MCPDE及びGE)については、国際ガイドラインが策定され低減対策の実施が求められていることから、我が国の生産者が実行可能な低減対策を早急に開発し、現場で実施していく必要がある。また、海洋生物毒について、地球温暖化のため原因プランクトンの分布域が変化することによる食中毒が懸念されており、先手を打って対応していく必要がある。

### ②家畜の伝染病の国内侵入と野生動物由来リスクの管理技術の開発

FMD, CSF, ASF, HPAIなどの海外悪性伝染病の国内発生の際にはその診断は家畜伝染病予防法に基づ

く「特定家畜伝染病防疫指針」に基づいて行われ、疑似患者の診断は主として各地方自治体の家畜保健衛生所の病性鑑定施設で行われる。この為、それぞれの疾病にかかる診断手法は、農林水産省消費安全局動物衛生課との密接な連携のもとに開発、評価の上で各地方自治体に周知される必要がある為、国はこれらの診断手法の開発に際しては開発当初より関与している必要がある。

また、これら海外悪性伝染病に対するワクチンや抗ウイルス剤は、国内では通常の予防薬として活用されるケースはなく、「特定家畜伝染病防疫指針」に基づいて緊急対応時の防疫資材としての使用が想定されている。すなわち、それぞれの指針に基づく国の備蓄が主である為、予防薬としての市場は極めて限られており、利益を生み出すことが目的である製薬会社、ワクチンメーカーは、これら利益率の低い製剤等の開発には消極的である。この為、国内での防疫資材としての使用を目的としたこれら製剤に関する研究の推進には、国の関与が極めて重要である。

さらに、国内で実施されている家畜伝染病サーベイランスのデータの収集・分析のためのデータベースシステムの開発については、当該システムの対象は原則として、都道府県・地域をまたいで全国的に実施されているサーベイランスを対象としており、こうしたサーベイランスは、国が計画・立案し、都道府県に対して具体的な方法を提示することで実施されている。このため、こうしたデータベースに含まれる対象疾病は国によって選定されている。また、疾病ごとのサーベイランスの目的も国による計画を前提としており、データベースに収載するべき検査項目や、収載データの解析方法、結果に基づく解釈についても、一義的に国の意思決定の結果に依存するため、当該データベースの開発は国による関与が必須である。

<b>2. 研究目標（アウトプット目標）の達成度及び今後の達成可能性</b>	<b>ランク：A</b>
--	--------------

**①中間時の目標に対する達成度**

**① 有害化学物質・微生物の動態解明によるリスク管理技術の開発**

食品安全課題については、研究実施課題の公募採択により実施内容が確定したため、以下の3点を中間時のアウトプット目標とした。

**1. 生産段階における有害化学物質及び有害微生物（コメ中の無機ヒ素、肉用鶏のカンピロバクター/サルモネラ、農場の薬剤耐性菌）の動態把握**

コメ中の無機ヒ素については、出穂前後各3週間の間に3日湛水4日落水を6回繰り返す水管理（3湛4落）によるコメ中無機ヒ素・カドミウムの同時低減技術について、落水回数を3回まで省力化しても3湛4落と同等の効果があること、鉄資材の多量単回施用によるコメ中無機ヒ素吸収低減効果が、湛水区では施用後7年間、落水区では施用後3年間持続することを確認した。また、気象・土壌・品種の異なる4圃場で栽培した水稻の生育期間中におけるヒ素吸収量の推移、並びにコメ中ヒ素濃度は登熟期の気温が高いと高まる傾向があることを明らかにした（**主要成果①**）。さらに、肉用鶏のカンピロバクター/サルモネラについては農場への汚染源の推定、農場の薬剤耐性菌についてはオキシテトラサイクリンについて指標菌の選抜を行ったことにより、中間時の目標を達成した。

**2. 自然毒（かび毒、海洋生物毒）の分析方法の開発**

かび毒については、麦の赤かび毒原因菌が産生するデオキシニバレノール（DON）について、DON配糖体を含めたLC-MS/MS同時分析法の妥当性確認、登熟過程の子実中DONとDON配糖体量の消長調査（一年分）を完了するとともに、環境中のアフラトキシン生産菌を目で見ても高感度に検出できる「ジクロロボスーアンモニア（DV-AM）法」を開発した（**主要成果②**）。また、海洋生物毒については、アザスピロ酸を生産する微細藻類の培養株を複数確立し、10 L規模の培養系を用いて十分な毒成分収量が得られた（**主要成果③**）。シガテラ中毒原因物質についても、新規培養株の確立と既存株による1 L培養系を用いて毒収量を確認した。以上より、中間時の目標を達成した。

**3. 食品の加工調理工程で生成する有害化学物質（黒糖中のアクリルアミド、植物油中の3-MCPDE/GE）の生成メカニズム及び動態の解明**

黒糖中のアクリルアミドについては、さとうきびの生産条件・加工条件とアクリルアミド濃度の関係性について、アクリルアミド前駆体のうちアスパラギンが黒糖中のアクリルアミドに影響を与えていること、窒素の施用量が増えると蔗汁中のアスパラギン濃度が増加すること等が明らかとなった。また、植物油中の3-MCPDE/GEについては、精製工程及び調理工程における動態を明らかとしたため、中間時の目標を達成した。

## ②家畜の伝染病の国内侵入と野生動物由来リスクの管理技術の開発

家畜伝染病課題については以下の通り。主要成果を添付した実行課題のみを記載し、その他の実行課題については、別紙1を参照。

### 1. 野生動物等を介した家畜の伝染病の伝播リスクの評価

#### 2) 野生哺乳動物におけるHPAIV感染実験および野生動物の農場周辺水場環境共有状況調査による家禽へのウイルス伝播リスク評価 (主要成果④)

中間時には、HPAIVに対する野生イタチ類での経鼻投与又は経口投与による感受性評価及びモデル動物としてフェレットでの感受性評価を実施した。また、フェレットにおけるHPAIVレセプター分子の分布と親和性評価を実施し、予定通りに全行程の30%を達成する。さらに、イタチ類におけるレセプター分子分布状況と親和性を一部明らかにした。環境DNAを用いた農場周辺環境への野生動物侵入状況解明技術の開発においては、農場周辺環境水からの野生動物遺伝子検出技術を確立し、農場周辺環境への野生動物侵入実態解明を開始したため、当初目標は達成した。

### 2. 伝染病の早期摘発や監視情報を活用した防疫の最適化

#### 3) HPAIの監視情報の収集と防疫の最適化 (主要成果⑤)

海外からのHPAIVの導入について、中間時まで1株導入済み、2株目の導入手続きを着手したことから、当初目的を達成している。導入ウイルスのウイルス学的性状解析について、中間時では1株実施済み、2株目のウイルスは未導入であるが、ウイルスに関する情報を導入元から得たことから、当初目的を達成している。3株以上のHPAIVの診断系確認・抗血清作製・抗原解析が最終目標値であり、中間時では診断系確認及び抗血清作製については5株達成していることから、当初目標以上に進捗している。

#### 6) 多様な家畜疾病データに基づく発生・拡散予測手法の開発 (主要成果⑥)

データベースの対象疾病として、アルボウイルス感染症、CSF、鳥インフルエンザ、伝達性海綿状脳症(※31) (牛、めん山羊)、ヨーネ病(※32)及びオーエスキー病(※33)のサーベイランスを含めることとした。これらの内容に基づいてシステムの仕様を確定し、システムを開発した。令和2年度末までにシステムの開発を完了する。さらに、2010年に国内で発生した口蹄疫について、発生農場の感染時期や農場から分離された遺伝子に関する情報から、どの農場からどの農場に感染したかをネットワークとして推定した。推定された感染ネットワークから、二次感染を起こしやすい農場の条件として、摘発が遅れたことや大規模農場であることなどを明らかにした。令和2年度までに1疾病を対象にネットワーク解析を行う予定であったが、すでに、ネットワーク解析の結果の応用としてのリスク評価までを達成している。「牛の移動状況の解析」については、牛の移動は地域や季節によって多様であるため、膨大な個体識別データベースの移動データから、シミュレーションモデルなどで汎用可能なデータを作成するためには、牛の移動にどのような傾向があるかをまず明らかにする必要がある。令和元年度までに、地域間、地域内での移動に、北海道を中心とした流通の影響や放牧農場への季節移動の影響があることを明らかにした。このため、汎用データの作成と応用に対する令和2年度までの達成状況は計画通りである。

### 3. 伝染病発生時の危機管理技術の開発

#### 3) 口蹄疫およびアフリカ豚コレラに対する効果的なまん延防止技術の検証 (主要成果⑦)

in vitroアッセイにより全7血清型FMDVに対する抗ウイルス効果を評価し、豚を用いた感染実験により、アジア近年流行株に対する薬効の評価を当初目標通りに完了した。FMDVに対する新たな抗ウイルス剤候補物質の探索のための一次スクリーニング試験を開始し、約半数の候補物質ライブラリーの評価を完了する当初目標を達成する予定である。一方で、ASFVに対する新たな抗ウイルス剤候補物質の探索では、一次スクリーニング試験を開始し、約四分の一の候補物質ライブラリー数を評価できる見込みであるが、FMDVに比べアッセイに時間がかかるため、予定より若干の進捗の遅延が認められる。さらに、ASFVに対する消毒薬の使用法確立においては、培養細胞を用いた評価法を確立し、各消毒薬のASFVに対する室温および低温下での不活化能の評価を完了した。中間時以降は、有機物存在下での評価を予定している。

## ②最終の到達目標の今後の達成可能性とその具体的な根拠

### ①有害化学物質・微生物の動態解明によるリスク管理技術の開発

食品安全課題については、研究実施課題の公募採択により実施内容が確定したため、以下の3点を最終の到達目標とした。

#### 1. 生産段階における3種の有害化学物質及び有害微生物(コメ中の無機ヒ素、肉用鶏のカンピロバクター/サルモネラ、農場の薬剤耐性菌)について効果的な低減技術・検出技術の開発

コメ中のヒ素については、中間時までに出穂前後各3週間間に3日湛水4日落水を3回繰り返す省力的な水管理に鉄資材を併用することで、国際基準値を超える懸念がある場合にコメ中無機ヒ素濃度を半分

程度まで低減できることを確認しており、今後3年間で現場への普及を念頭においた最適化を行う。また、止葉と登熟期の気温をパラメータとした玄米中無機ヒ素濃度の早期予測式プロトタイプを開発済みであり、今後予測の精度検証の向上に取り組む。さらに、肉用鶏のサルモネラ/カンピロバクターについては農場への汚染源の特定と衛生管理対策の提示、農場の薬剤耐性菌についてはオキシテトラサイクリン及びストレプトマイシンについての指標菌の選抜を行うことにより、最終目標の達成は可能である。

## **2. 3種の自然毒（かび毒、2種の海洋生物毒）について生成条件の解明**

かび毒については、初年度に妥当性確認された分析法を用いて登熟過程の子実中DONとDON配糖体量の消長調査を継続することにより、麦類のかび毒及びその類縁体の蓄積性の解明と蓄積抑制技術を開発する。海洋生物毒については、アザスピロ酸に関する研究では、当該成分を生産する培養株はすでに11株確立しており、また、10 Lの大量培養により標準物質製造に十分な原料藻体が確保でき、超臨界流体を用いることでより効率的な抽出・精製手法が確立できる見通しも立っている。シガテラ魚類食中毒原因物質についても、さらに毒生産が高い株を見いだすことなどの課題もあるが、既存株を用いることで標準物質製造の検討は可能である。以上のことから、最終的な目標達成が可能であると考えられる。

## **3. 食品の加工調理過程で生成する3種の有害化学物質（黒糖中のアクリルアミド、植物油中の3-MCPDE/GE）について低減技術の開発**

黒糖中のアクリルアミドについては、さとうきびの生産条件・加工条件とアクリルアミド濃度の関係性について、アスパラギンが黒糖中のアクリルアミドに影響を与えていることなど中間評価までに5つの知見を得ており、終了時までに黒糖中のアクリルアミド濃度を低減するための管理点を3つ以上提示できる見込みである。また、植物油中の3-MCPDE/GEについては、中間時までに精製工程及び調理工程における動態を明らかとしたため、終了時までに、現場で実行可能な低減方法の提案が可能であると考えられる。

### **②家畜の伝染病の国内侵入と野生動物由来リスクの管理技術の開発**

家畜伝染病課題については以下の通り。ただし、①中間時の目標に対する達成度で記載した実行課題のみを記載し、その他の実行課題については、別紙1を参照。

#### **1. 野生動物等を介した家畜の伝染病の伝播リスクの評価**

2) 野生哺乳動物におけるHPAIV感染実験および野生動物の農場周辺水場環境共有状況調査による家禽へのウイルス伝播リスク評価

「2種以上の野生イタチ科動物ならびにイタチ科実験動物のフェレットについて、HPAIVに対する感受性やこれらの哺乳類から家禽への伝播リスクを明らかにする。養鶏農場周辺の水場を共有する動物種を決定する新たな技術を1種以上開発する。」

感染実験については現時点でほぼ計画通りに進んでおり、野生のイタチ類が確保できれば当初計画通りの成果達成が期待される。野生イタチ類については計画遂行の可否が捕獲実績により決定されるが、代替法としてフェレットを用いた実験を行うことで目標達成は可能である。農場周辺における野生動物相解明を目的に、水場由来環境DNAからの野生動物DNA検出技術を確立することで、農場周辺環境DNAからの野生動物相解析を可能とした。本技術を誰もが簡便に実施できるように標準化することで目標達成を目指す。

#### **2. 伝染病の早期摘発や監視情報を活用した防疫の最適化**

3) HPAIの監視情報の収集と防疫の最適化

「3株以上の海外における家禽及び野鳥から分離されたHPAIVについて、ウイルス学的性状ならびに抗原変異の変遷を解明する。」

導入した海外における1株の家畜由来HPAIV性状解析及び抗体作製は2年以内に完了し、既に2株のウイルスの導入先（台湾及びベトナム）の目途が立っていることから、導入が完了すればウイルス学的性状解析及び抗血清作製、ならびに作製抗血清による抗原変異の変遷解析が達成できる可能性はかなり高い。

6) 多様な家畜疾病データに基づく発生・拡散予測手法の開発

「国内で実施されている全ての監視伝染病のサーベイランスや各種病性鑑定の結果などを集計・分析するデータベースシステムを開発する。2種以上の家畜疾病について、感染ネットワーク解析手法を用いて感染拡大経路を解明する。」

令和2年度までにシステムの開発を計画通り完了する見込みであり、その後、システムの管理を農林水産省に移管することとしている。移管後のシステムの実装（国、都道府県及び研究機関による運用の

開始)は農林水産省に委ねられることとなるが、円滑な運用開始に向けて、必要なサーバーや予算の確保について農林水産省と協議を進めており、確実に運用開始できると考えられる。

FMDについての感染ネットワークの推定と推定結果の活用を完了し、当該手法の適用に必要な技術的知見と応用のための具体的な計算環境(プログラムのコード)を整備できた。当該手法を適用する疾病として、多くの発生地点について詳細な疫学データの蓄積と分離病原体の遺伝子情報が得られていることが要件であるため、2つめの対象疾病としてCSFを想定している。CSFへの応用については、野生イノシシの関与をどのように評価するといった新たな課題はあるが、データの集積が十分にあるため、基本的には口蹄疫と同様のアプローチにより、計画通りの感染ネットワークの推定が可能と考えられる。

### 3. 伝染病発生時の危機管理技術の開発

#### 3) FMDおよびASFに対する効果的なまん延防止技術の検証

「3株以上のFMDVについて、T-1105の薬効を評価し、株間の薬効の差異やメカニズムを解明するとともに、より効率的な投与方法を確立する。

FMDVおよびASFVについて、その感染価を50%以上抑える新たな抗ウイルス剤候補物質を選定する。

ASFVについて、一般的な消毒薬3種類以上についてASFVに対する効果を評価し、まん延防止のための有効な使用方法を確立する。」

3株以上の7血清型全てのFMDV株について、in vitroおよびin vivoにおけるT-1105の薬効をすでに評価している。FMDVおよびASFVについて、各種ライブラリーサンプル5,637種の一次スクリーニングにより、FMDVに対し48検体、ASFVに対し37検体が抗ウイルス活性を持つことを見出している。消毒薬8種類について、ASFVに対する薬効を評価している。

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

#### ①アウトカム目標の今後の達成の可能性とその具体的な根拠

##### ①有害化学物質・微生物の動態解明によるリスク管理技術の開発

食品安全課題についてはアウトカムをより明確化するため、(1)研究で得られた科学的知見・低減技術を、食品中の有害化学物質・微生物のリスクを低減するための生産者・食品事業者向け指針作成や、国際的なガイドラインの策定等の議論の根拠情報として活用する等、農林水産省が活用する、

(2)食品中の危害要因の低減技術の開発・生産現場での実施により、危害要因が生じることによる経済的損失を回避又は経済効果が得られる、の2点をアウトカム目標とした。

本課題では、前述の通り研究の最終目標(アウトプット)が達成見込みであり、各危害要因についての分析手法、低減対策が得られ次第、生産者・食品事業者向けの指針等に活用するため、アウトカム

(1)は達成可能である。また、作成した指針等が広く普及することにより、アウトカム(2)も達成可能であると考ええる。

##### ②家畜の伝染病の国内侵入と野生動物由来リスクの管理技術の開発

家畜伝染病課題に関連して、主日本における畜産物の農業産出額は、畜産物全体で3.2兆円(H30)であり、畜種別で見ると、肉牛が7,619億円、豚が6,062億円、ブロイラーが3,608億円、生乳が7,474億円、鶏卵が4,812億円である。2001年に国内で牛海綿状脳症(BSE)が発生した場合には、都道府県での検査体制が整備されていなかったこと、感染状況の把握のために必要なサーベイランスの開始に時間を要したこと、感染拡大を防止するための飼料規制などの必要性が十分に理解されておらず、その開始に時間がかかったことから、牛肉の消費が最大60%減少した。BSEは人の致死性疾病である新型クロイツフェルト・ヤコブ病の原因であると疑われていたことが、社会的影響が大きくなった要因であった。しかしながら、人畜共通感染症ではない場合であっても、国内で一般的でない疾病については、人へのリスクについての理解が社会に浸透していない可能性が高く、一気に国内各地で感染拡大するようなケースでは、同様の社会的パニックを引き起こし、畜産物の消費に甚大な影響を及ぼす可能性があり、その規模は予想不可能である。

また、2010年の宮崎県におけるFMD発生と同レベルの発生が起きた場合(被害数:牛69,454頭、豚227,949頭)、畜産出荷額への被害額は、約825億円、その他関連産業への影響を合わせると約2,560億円の経済的損失が見込まれる(宮崎県公表資料「平成22年に宮崎県で発生した口蹄疫に関する防疫と再生・復興の記録“忘れない そして前へ”」より、平成24年11月)。

2018年9月に発生したCSFについて、農研機構動物衛生研究部門で行った推定(未公表)によれば、感

染拡大の範囲が半径500kmに達した場合（本州のほとんどが含まれた場合に相当）、行政の負担となる殺処分手当金や人件費の被害は計647億円、発生農場での肥育豚の生産が停止することによる生産額の減少は1,211億円に達する。

現在、韓国を含めたアジア地域で発生が起きているASFに対してはワクチンや抗ウイルス剤の存在しない為、ASFがひとたび国内に侵入、拡大した際の規模はこれに上回ることが予想される。この為、本事業では取組であるFMDやASFの新規診断系の確立、家畜保健衛生所への普及による早期発見や農場における効果的な消毒薬の使用法の普及、防疫資材としての抗ウイルス剤の活用により、発生時の農場間伝播の抑制が可能となり、これらの成果の社会実装によって発生件数が半数程度に抑えられるだけでも数千億円レベルでの経済的被害の低減が可能である。さらに本研究事業の実施により、国内外での家畜重要伝染病の発生状況を把握し、発生状況に応じた検査体制やサーベイランス体制を国内で整備、発生時に必要となるリスク管理のための知見や検査方法を収集することにより、さらなる損害低減が可能となる。

現在、政府の主導により、畜産物の輸出促進が戦略的に進められているが、畜産物の輸出解禁と輸出の維持にあたっては、輸出相手国の要望に応じて資料を提供する必要があり、この際、日本における家畜伝染病の清浄性を証明するため、各種の家畜伝染病サーベイランスの結果を解析し、資料として提示する必要がある。こうした資料の作成に当たって必要なデータは日々更新され、また、多様であるため、透明性と科学的妥当性を確保しつつ迅速に資料を提示するためには、本事業で開発する、データの収集と解析結果を電子化・自動化できる大規模データベースが不可欠である。2018年現在の畜産物の輸出実績は443億円となっており（財務省「貿易統計」2018年より）、また、平成26年度のHPAI発生に伴う家禽生産物の約7ヶ月にわたる輸出制限による損失は平成28年農林水産物・食品の輸出実績に基づく家禽生産物の年間輸出額（17.22億円）から計算すると約16億円と推定される。当該データベースが整備されず、正確な情報を提供できない場合、現在・将来の輸出益が失われる可能性がある。本研究課題では、農林水産省と連携しつつ、家畜伝染病サーベイランスデータベースシステムを構築し、同システムを用いたデータ解析と資料の作成を支援することにより、畜産物輸出の維持と拡大に貢献することが期待される。

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

### ①有害化学物質・微生物の動態解明によるリスク管理技術の開発

食品安全を担当する行政部局が課題担当者との連携を密にして研究の進捗管理を行い、現場への導入実現性を考慮しながら研究を推進した。また、国際的な議論や国内の政策等の状況の変化に応じて研究内容を変更し、得られた知見や技術が直ちに施策に反映される研究推進体制を構築した。コメの無機ヒ素低減課題については、行政部局が研究成果を活用した「コメ中ヒ素の低減対策の確立に向けた手引き（H31.4）」を作成した他、本手引きに記載された水稻のヒ素吸収抑制に関する技術について、課題担当者が、普及指導関係者や先進的なコメ生産農家向けに主なポイントを解説したマニュアルを作成・公開（H31.4）、並びにコメ中無機ヒ素の簡易分析法のマニュアルを作成・公開（H31.2）した。他の危害要因に対しても同様に、成果が得られ次第、行政部局と連携して指針等に活用する予定である。

### ②家畜の伝染病の国内侵入と野生動物由来リスクの管理技術の開発

家畜伝染病課題で主として取組んでいる国内での発生がない、もしくは発生がまれではあるが一旦発生するとその被害が甚大である家畜伝染病に関する研究手法として、1) 病原体の性状の理解、2) 海外での発生状況の把握、3) 現在の検査法の改良や新たな検査法の開発、4) 感染状況を監視するためのサーベイランスの方法の開発と得られたデータの解析、5) 発生に備えたリスク管理措置の開発、が挙げられる。本事業では、1) については「野生動物等を介した家畜の伝染病の伝播リスクの評価」として、主として野生動物における高病原性鳥インフルエンザウイルス（HPAIV）、アフリカ豚コレラウイルス（ASFV）、口蹄疫ウイルス（FMDV）、アルボウイルスの性状解析、2)、3)、4) については「伝染病の早期摘発や監視情報を活用した防疫の最適化」において、上記病原体の発生状況把握とこれら病原体と慢性消耗病（CWD）の検査技術の改良、ならびに感染状況把握の基盤となるサーベイランスシステムの構築と得られた情報に基づく解析、5) については、HPAIV、ASFVに対するワクチン開発や、FMDV/ASFVに対する抗ウイルス剤の開発等に取り組み、これらの成果が国内の家畜衛生行政での活用に

より、国内での安定的な畜産生産の維持と畜産物輸出の促進を目指している。

日本の家畜衛生体制は、農林水産省が戦略・施策を提案・構築し、都道府県の家畜衛生部局がこれを実施する体制を取っている。このため、上記のアウトカム目標の達成のために、1) や2) の進捗や成果の中で特に重要かつ畜産農家や診断に携わる家畜保健衛生所職員等に素早く周知すべきものについては、農林水産省消費安全局動物衛生課との協議の後にプレスリリースなどによって、公表することとしている。今年度はASFの病原性に関する情報のプレスリリースを計画している。

また、家畜伝染病予防法に基づく口蹄疫やアフリカ豚コレラに関する「特定家畜伝染病防疫指針」の改定の際に、1)、3) に属する課題での成果に基づいた提言を行った。特に、海外から違法に持ち込まれ、空港において収去された豚肉加工品からASFVを検出・分離した成果に基づいて、家畜伝染病予防法の違反事案への対応の厳格化を促すとともに、その成果は農林水産大臣による記者発表（平成31年4月2日）、消費・安全局動物衛生課長による記者ブリーフィング（平成31年4月2日）および全国の畜産関係者への通知文（30消安第3691号）としてその事実が広く周知された。地方家畜保健衛生所で行われるHPAIの遺伝子診断についても、3) に属する成果として、診断法の改訂案を作成し、消費・安全局動物衛生課長通知（元消安第2275号）として都道府県に周知、令和元年度より活用されている。

4) に属する成果として開発されるサーベイランス手法は、動物衛生課で検討された後、事業化されるなどして実施されるため、こうした検討に必要な科学的データを提供するとともに、実際に実行される場合には、検査を行う家畜保健衛生所に対し技術的支援を行うこととしている。また、開発されるサーベイランス支援システムは国、都道府県及び研究機関が利用するオンラインサービスとして実装される必要があるため、この際に障害となるネットワーク要件やセキュリティ要件について、動物衛生課から情報収集し調整するなどにより、円滑な実装が図られるよう作業を進めている。

当該システムの開発においては、国及び都道府県の担当者による使用・検証の機会を設け、実務に即したシステムを実現することにより、早期普及の努力が図られている。ユーザーである国や都道府県の担当者の理解を得ることが、このシステムの普及に重要であることから行政担当者らへの積極的な“見える化”を図っている。5) に属する成果は、新たな防疫手法の実現を通してアウトカム目標の実現を目指している。この中でFMDに対する既知の抗ウイルス剤の活用法、豚インフルエンザウイルスワクチン株変更法については、課題担当者がそれぞれ委員として参加している農水省の「口蹄疫ワクチン備蓄検討会」「動物用インフルエンザワクチン国内製造用株選定委員会」で成果を報告することによって実用化を実現する予定である。また、FMDV/ASFVに対する抗ウイルス剤や組換え鳥インフルエンザワクチンについては、特許取得を経て、民間との共同研究によって製造し、防疫資材として活用することを検討する。新規鳥インフルエンザベクターワクチンについては、既に特許を取得している（特許第6573746号）。

以上のように、各課題担当者は、それぞれの成果に応じた方法による普及、実用化の道筋を予め明確にした上で取組み、すでにいくつかの成果はその道筋に沿って普及、公表されていることから、アウトカム目標である「国内での安定的な畜産生産の維持と畜産物輸出の促進」に向けた取り組みは妥当であると考えている。さらに、行政部局の意向が研究の方向性に反映されやすいように年二回の研究推進会議には、消費・安全局動物衛生課、畜産安全管理課、食品安全政策課の担当者が出席することとして、研究の遂行に行政ニーズを取り入れやすい工夫をしている。

### ③他の研究や他分野の技術の確立への具体的貢献度

該当なし。

## 4. 研究推進方法の妥当性

ランク：A

### ① 研究計画（的確な見直しが行われているか等）の妥当性

本研究事業は、消費・安全局食品安全政策課食品安全科学室長をプロジェクトオフィサー（PO）とし、さらに食品安全ならびに動物衛生のそれぞれの研究専門官が各課題の進捗状況を把握している。また、消費・安全局は各研究事業の進捗状況を管理するため、行政担当者（食品安全政策課、畜産安全管理課、動物衛生課、畜産安全管理課）及び外部有識者（大学、事業者等）で構成される運営委員会を年1-2回開催しており、受託者が注力すべき点や研究の推進方向の修正など随時研究計画の見直しを行える体制が整っている。また、年1-2回行われる受託者主催の研究推進会議へも行政担当者が必ず出席することで、成果の行政活用の観点から課題の推進状況を確認している。その中で、食品安全の1課題では、行政担当者がコンソーシアムメンバーとともに実験に立ち会い、課題執行上の問題点を洗い出

すとともに、研究実施体制改善の指示を行うなど、進捗に応じて的確な見直しを進めている。

## ②研究推進体制の妥当性

本研究事業では、H30年度とH31年度にそれぞれ3回ずつ運営委員会を開催し、研究実績及び研究計画の検討を行った。運営委員会には、消費・安全局、大臣官房政策課等の行政担当者とともに、外部有識者6名（大学教授1名、道庁職員2名、事業者3名）にも参加いただいた。今後も引き続き、運営委員会による研究推進を実施予定である。

## 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）

本研究事業における開発目標は、全て行政ニーズに基づき厳選している。事業開始から2年目ではあるが、例えば、家畜伝染病課題の複数の課題で既に行政に活用可能な成果が得られており、令和元年10月に実施した運営委員会では、「成果は行政施策に随時反映していくこと。事業全体の進捗状況は良好であり、今後、適切に前倒しして実施することとする。」という結論がでた。実際に、当該課題では、鳥インフルエンザ遺伝子診断用マニュアルを作成、全国都道府県に周知し、今年度より家畜保健衛生所で活用されている。また、緊急的にCSFの疫学解析を優先して実施し、農林水産省「拡大豚コレラ疫学調査チーム検討会」へデータを提供するなど、行政施策への活用に努めている。今後実施する全ての継続課題において、行政施策への活用が見込まれる成果が出ていることから、研究課題の構成は妥当である。

## ④研究の進捗状況を踏まえた重点配分等、予算配分の妥当性

食品安全課題については、プロジェクト内で8課題を実施しており、2年目については、初年度の予算配分に応じて配分したものの、3年目については、研究の進捗状況等を踏まえて傾斜配分を実施予定である。今後についても同様に、研究の進捗状況等を踏まえて予算の重点化等に取り組む。

家畜伝染病課題においては、全ての研究課題が順調にすすんでおり、複数の研究課題で、中間時の目標を達成し、前倒しで研究が進んでいる。また、当初想定されていなかったCSFの発生があり、緊急的に対応した課題についても、2年目までの中間目標が順調に達成されている。こうした研究の進捗状況を踏まえれば、これまでの予算配分は妥当であったと判断できる。一方で、現在、ASFVの国内への侵入が危惧されており、これまで本プロジェクトで実施していた小課題「ワクチン開発に資するアフリカ豚コレラウイルスの分子基盤の解析」で得られた成果をさらに加速化するために、当該課題は、令和2年度以降は、新規研究プロジェクト「官民・国際連携によるASFワクチン開発の加速化」の中で実施することとした。そのため、家畜伝染病課題では残された他の課題に注力することとし、進捗状況及び行政のニーズに応じて柔軟に予算の重点化に取り組む。

## 【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

・明らかに重要な研究課題であり、現在まで順調に進捗していることから、継続は妥当である。

### 2. 今後検討を要する事項に関する所見

・細かい課題が多く設定されているため、課題の進捗に応じて、柔軟に予算の再配分等を行ない、メリハリのある推進を期待する。

## 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

### ①中間時の目標に対する達成度

#### 1. 野生動物等を介した家畜の伝染病の伝播リスクの評価

##### 1) 野生鳥類のHPAIウイルスに対する感受性解析および家禽へのウイルス伝播リスク評価

野生鳥類におけるHPAI感受性解析について、カモ類のマガモについて国内で分離されたHPAIV 13株、コガモについて8株に対する感受性が明らかになる予定であり、カモ類については予定以上に進捗することになる。留鳥のムクドリについては、今年度中に実施できないが、全体目標の80%を達成見込みで、中間時目標は達成している。野生鳥類及び家禽間のHPAIV伝播性解析については、中間時以降に開始予定であったが、マガモについて、HPAIV 2株を用いた同種間における伝播性試験を既に実施した。さらに、野生鳥類のHPAIV感染に応答する免疫関連遺伝子の解析について、マガモのHPAIV感染に応答する遺伝子群、並びにUSP18遺伝子の機能についての知見が得られることから当初の目標は達成見込みである。

##### 3) ASFVのニホンイノシシから豚への伝播リスクの解析

ASFV感染豚の病原性の解析については、ASFの急性期、亜急性期、慢性期の病態のうち、急性期、亜急性期の豚の感染試験材料はすでに確保して順調に病理組織学的解析を進めており、当初目標を達成見込みである。また、当初計画で、中間時以降に開始予定とした「ASFVのイノシシ間、イノシシ豚間における感染伝播様式の解析」を前倒して実施することとし、令和2年2月に感染イノシシに豚とイノシシを同居させる試験を開始する。「異なる接種経路やウイルス量を用いたASFV感染試験によるニホンイノシシへの病原性解析」は、順番を変更して中間時以降に実施予定とした。

##### 4) FMDVの野生動物および家畜における病原性解析

海外から導入した近年の流行ウイルス株の中から、感受性動物に対して明瞭な臨床症状やウイルス排泄および抗体応答を示す、感染試験に使用する最適なウイルス株を選抜し、イノシシにおける病原性とイノシシ間およびイノシシと豚間における水平伝播状況を検証した。さらに、妊娠豚やその胎子に対する病原性を2020年1月に検証する。全て目標値通りに進捗する予定である。

##### 5) アルボウイルス（※28）伝播機序と媒介節足動物の国内生息域の解明

目標であるヌカカ40種以上のDNAバーコーディング（※29）配列の決定のうち、本年度までに31種の配列を決定し、分子生物学的同定法の開発のためのバーコーディング領域のライブラリーを充実させた。さらに、日本各地からヌカカを収集し、少なくとも46種を入手するとともに、山形県および八重山諸島のヌカカのDNAバーコーディングを実施し、分子生物学的同定法により、採集地のヌカカの種類相を明らかにしたことから、当初目標通りの進捗である。

また、近年日本への侵入が確認され、牛の異常産との関わりが示唆されているシャモンダウイルスとサシュペリウイルスのヌカカに対する感染実験を行い、ウシヌカカが両ウイルスに対して感受性を示すことを明らかにしており、2019年に採集したヌカカを材料にしてウイルス分離を行い、牛の熱性疾患の病因である流行性出血病ウイルス血清型7を分離した。

## 2. 伝染病の早期摘発や監視情報を活用した防疫の最適化

### 1) FMDVの変異流行株の抗原性解析に基づく現行診断法の改良および類症疾病病原体との鑑別可能な診断法の開発

5ヶ国から4血清型のウイルス導入し、遺伝子解析とMAbスクリーニングが当初目標通り進捗している。さらに導入したFMDV近年流行株に対して生じた現行の抗原診断法の問題点につ

いては対応を完了した。抗体診断法についても家畜伝染病課題1-4および3-3で実施される感染試験において感染血清の入手も見込まれる。口蹄疫の類症疾病病原体に対する感受性細胞、遺伝検出法、抗原診断法の開発について、各々予定通りの進捗である。セネカウイルスAの導入が完了し、口蹄疫類症疾病病原体（※30）のウイルスストックの作製が完了している。

## 2) ASFの監視情報の収集と防疫の最適化

5年間の最終目標である新規ASFV1株の導入に対して、既に中国およびモンゴル由来の2系統の株を入手した。既存のASF遺伝子検査法の有効性の検証については、達成目標である2株以上の検証が完了している。さらに、新規ASF遺伝子診断法の開発として、中間時の目標であるArm07株の全長配列が決定できた。

## 4) アルボウイルス感染症の監視情報の収集と防疫の最適化

国内新規のオルビウイルス（Mobuck-like virus）と流行性出血病ウイルスの国内新規血清型5および6の全ゲノム、Yunnan orbivirusとGuangxi orbivirusのゲノムの95%の解析を行っており、目標以上に進捗している。国内のバリアムウイルス群ウイルス、もしくは同群内のチュウザンウイルスおよびディアギュラウイルスのそれぞれを特異的に検出できるリアルタイムRT-PCRの系を作出し、野外材料等を用いた検証を行っており、当初目標通りの進捗である。また、海外におけるアルボウイルス感染症の発生情報の入手・分析については、東アジアの研究機関を中心に調査を行うとともに、文献情報を収集・解析し、アルボウイルス45種類以上について、各国の発生状況、病態に関する知見、現在可能な検査手法を分析し資料としてまとめている（論文投稿中）ことから、予定を上回る進捗状況である。

## 5) 慢性消耗病の検査法の開発

中間時目標の「1種以上の微量CWDプリオン検出法確立」に対し、PMCA法とRT-QuIC法の2種類を確立した。さらに、令和3年度までの達成目標であった異常プリオン蛋白質の濃縮方法を確立した。目標値以上に進捗している。

## 3. 伝染病発生時の危機管理技術の開発

### 1) 新規鳥インフルエンザワクチンの開発

開発中のワクチンによる1種類以上の使用方法を確立し、当初目標を達成した。さらに、2種類以上の過齢での安全性の評価および環境への拡散リスクの評価の目標に対し、2種類の過齢でのワクチンの安全性を確認し、鶏への伝播リスクを評価したため、目標通りの進捗である。

### 2) ワクチン開発に資するASFVの分子基盤の解析

ASFV感受性細胞のウイルス学的手法への応用性の検証が完了し、特許出願したため、当初目標を達成した。さらに、遺伝子改変用ベクターの作製および蛍光発光を選択マーカーに遺伝子組換えASFVの単離に成功したことで、当初目標以上に進捗している。

### 4) ワクチンによる豚群でのインフルエンザ制御手法の確立

現時点で国内の養豚場から豚鼻腔ぬぐい液 2043 検体を採取しそれらから総計 146 株の豚インフルエンザウイルス(IAV-S)（※34）を分離した。系統解析により抗原性解析に用いる国内株の選定が完了し、18 株の候補株について抗原性解析を行い豚での感染実験に用いる 4 株の H1 亜型 IAV-S を選抜したことから当初目標は完了した。最終的な試作ワクチンの評価のために、IAV-S の収集と性状解析は継続する必要がある。さらに、既存ワクチンの IAV-S に対するウイルス排泄量(ピーク時)に対するワクチン効果を検証を完了した。ワクチンによるウイルス排泄量の優位な抑制は認められなかった。さらに中間時以降に予定していた試作ワクチンの製造につ

いては、当初予定を前倒し、選抜した4株について豚での増殖性試験を行った。また、鶏卵での増殖性を確認するために、京都微研へワクチン候補株21株を送付していることから、当初目標以上に進捗している。

## ②最終の到達目標の今後の達成可能性とその具体的な根拠

### 1. 野生動物等を介した家畜の伝染病の伝播リスクの評価

#### 1) 野生鳥類のHPAIVに対する感受性解析および家禽へのウイルス伝播リスク評価

「2種以上の野鳥に対して、近年、国内において野鳥及び家禽で流行した2種以上のH5亜型HPAIVへの感受性ならびにそれらの野鳥について、同鳥種間や異鳥種間、留鳥と家禽間のウイルス伝播性を明らかにする。」上記のうち1種以上の野鳥について、HPAIV感染に応答する1種以上の宿主遺伝子について、鳥種間における多型性やその機能について明らかにする。」

カモ類のマガモとコガモについて、それぞれ国内で分離されたH5亜型HPAIVの13株と8株に対する感受性や、前倒しで実施したマガモのHPAIV伝播性試験で2株について同鳥種間でのウイルス伝播性が明らかになり、また、本年度中にはマガモのHPAIV感染に応答する1遺伝子の機能についての知見が得られることから、ムクドリのHPAI感受性解析を除けば当初の計画以上に進捗している。今後、留鳥のムクドリの捕獲導入の経路を確立することで、最終目標の達成が可能である。

#### 3) ASFVのニホンイノシシから豚への伝播リスクの解析

「近年流行している1種以上のASFV強毒株について、ニホンイノシシの感受性ならびにイノシシ間及びイノシシと豚間の水平伝播リスクを解明する。」

1種以上の慢性型ASFV株について、ニホンイノシシおよび豚における病態を解明する。ASFV強毒株Armenia07株について、ニホンイノシシの感受性はすでに解析し、イノシシ間及びイノシシと豚間の水平伝播リスクについても2月に解析予定である。慢性型ASFV株Kenia05株についてもすでに導入済みであるとともに、イノシシの入手先も確保している。

#### 4) FMDVの野生動物および家畜における病原性解析

「近年流行しているFMDVについて、イノシシ等野生動物や妊娠・泌乳豚の感受性、イノシシ間及びイノシシと豚間の水平伝播リスク、及びワクチン投与豚におけるウイルス排せつ状況や免疫応答を解明するために、10回以上の感染試験を行う。」

近年流行しているFMDVについて、イノシシ等野生動物の感受性とイノシシ間及びイノシシと豚間の水平伝播リスクについてはすでに解析し、妊娠豚の感受性も1月に解析予定である。その過程で、妊娠・泌乳豚の取扱いを習熟可能であるとともに、豚に関してはすでに習熟済みである。感染試験の実施回数については今年度（2年目）までに5回完了するため、残りの研究期間（3年間）も加えて10回以上の試験実施は可能である。

#### 5) アルボウイルス伝播機序と媒介節足動物の国内生息域の解明

「Culicoides属ヌカカ40種程度に適用可能なDNAバーコーディング領域を標的とした分子生物学的同定法を開発し、国内のヌカカの種類相や吸血源を解明する。国内生息ヌカカについて、新たに2種類以上のアルボウイルス媒介能と保有状況を明らかにする。」

現在まで、国内のCulicoides属ヌカカを46種以上収集し、そのうち31種のDNAバーコーディング領域の配列を決定済みであり、これらのデータに基づく分子生物学的な同定手法により、国内2か所のヌカカの種類相を明らかにした。また、ヌカカの吸血源を特定する調査を行い、牛やカモシカの遺伝子を吸血個体から検出している。

2種類の国内新規のアルボウイルスのヌカカに対する感染実験と行っており、ウシヌカカが両ウイルスに対して感受性を持つことを確認しており、他種のヌカカについても同様の実験を行う予定である。

以上の点から、中間時までの目標は達成しており、最終目標に向かって前倒しに研究を進めている。

## **2. 伝染病の早期摘発や監視情報を活用した防疫の最適化**

### **1) FMDVの変異流行株の抗原性解析に基づく現行診断法の改良および類症疾病病原体との鑑別可能な診断法の開発**

「近年流行している30株以上のFMDVについて、抗原性や変異状況を解明するとともに、現行検査方法の家畜での有効性を明らかにするとともに、その検査の野生動物での使用法を確立する。3種以上のFMD類症疾病の病原体に対する鑑別診断法を確立し、それらの発生初期段階における消毒薬の使用法を整備する。」

ミャンマー、タイ、モンゴル、ガーナおよびパキスタンから導入した30株以上の近年流行FMDV株について、すでに抗原性や変異状況および現行検査法の有効性を検証するとともに、イノシシの臨床材料についても検証している。セネカウイルスA、牛ライノウイルス、水胞性口炎ウイルス、豚水胞病ウイルスおよび牛丘疹性口炎ウイルスについて、感受性細胞や遺伝子検査法の検証およびモノクローナル抗体の樹立を計画通りに進めているとともに、消毒薬の効果検証も計画通りに進めている。

### **2) ASFの監視情報の収集と防疫の最適化**

「近年流行している2株以上のASFVについて、包括的および型特異的な遺伝子検査手法の有効性を検証する。また、次世代シーケンサーによる全ゲノム解析手法を確立し、本課題で導入する新たなウイルス株を含む1株以上のASFVの全ゲノム配列を明らかにする。」

Armenia07、Kenya05、Espana75、Lisbon60、違法持込畜産物由来株およびモンゴル株について、すでに包括的（型特異的でない）および型特異的な遺伝子検査法の有効性を検証している。また、次世代シーケンサーによる全ゲノム解析法を確立し、Armenia07株について全ゲノム配列を明らかにしている。

### **4) アルボウイルス感染症の監視情報の収集と防疫の最適化**

「2件以上の海外での家畜のアルボウイルス感染症の情報から、それらの国内侵入リスクを明らかにする。2株以上のアルボウイルスについて新たに遺伝学的性状を明らかにし、検出法を開発する。」

反芻動物（家畜）に感染する45種類以上のアルボウイルスを対象に、東アジア地域の研究機関との情報交換や文献調査の結果などから、各国の発生状況、病態に関する知見を資料としてまとめていることから、最終達成目標をほぼクリアしていると考えられるが、今後も継続的な情報収集を行う。

すでに3株のアルボウイルスの全ゲノム配列、2株のゲノムの95%以上の配列を決定済みであり、到達目標を上回る進捗状況であるが、まだ、未解析のアルボウイルスが残されているため、今後はそれらについて解析を進める。また、パリアムウイルス群の網羅的検出系と同ウイルス群のチュウザンウイルス、ディアギュラウイルスを特異的に検出するリアルタイムRT-PCR系を構築済みであり、野外材料を用いた検証後、家畜保健衛生所などでの利用が見込まれている。また、他の解析済みの国内新規のアルボウイルスについても、遺伝子検出系を順次、開発する予定である。

以上の点から、目標を上回る進捗状況であり、最終目標を超える成果を目指している。

### **5) 慢性消耗病の検査法の開発**

「1種以上の微量CWDプリオン検出法を確立する。またそれに伴い必要な異常プリオン蛋白質の濃縮方法とプリオン増幅反応阻害物質の除去方法も合わせて開発する。」

上記目標は、研究開発の中間時までに前倒して達成された。1種以上の微量CWDプリオン検出

法確立という研究目標に対し、現在までに、2種類のプリオンの試験管内増幅法である、Real-time quaking-induced conversion (RT-QuIC)法の確立と、Protein Misfolding Cycle Amplification (PMCA)法の最適化を行い、両手法ともバイオアッセイ以上の感度で、CWD異常プリオン蛋白質を検出可能であることを確認した。異常プリオン蛋白質の濃縮方法開発という研究目標に対し、酸化鉄粒子を用いた異常プリオンの濃縮法がPMCA法に適用可能であることを示した。研究開発の中間時まで、研究計画より前倒しで研究が進捗している。

### 3. 伝染病発生時の危機管理技術の開発

#### 1) 新規鳥インフルエンザワクチンの開発

「組換え鳥パラミクソウイルスをベクターとしたワクチンについて、省力的かつ多数羽に投与可能な方法を1種類以上確立する。ワクチンの安全性について、2種類以上の週齢の鶏で評価するとともに、環境への拡散リスクも明らかにする。抗原性の異なる2種類以上のウイルス株に対するワクチンについて、それらの有効範囲を、鶏および鶏以外の家きんについて明らかにする。」

既に、省力的かつ多数羽に投与可能な方法として飲水投与法を確立し、この投与方法におけるワクチン未接種鶏への伝播性は低いことを明らかにした。鶏への安全性については、ワクチンを2種類の週齢の鶏に使用した場合、病原性は確認されていない。課題は、計画通り進行しており、目標を達成する可能性は高いと考えられる。

#### 2) ワクチン開発に資するASFVの分子基盤の解析

「1株以上のASFVについて、特定の遺伝子を欠損したウイルス株の作出法を確立する〔標的として15遺伝子以上(15ウイルス株以上)〕。増幅・回収されたウイルス株について性状解析を行い、当該欠損との関連性を明らかとすることで、ワクチン開発に有用な(標的となる)遺伝子(群)が選定される。」

今年度(2年目)までに、Armenia07およびKenya05株について、遺伝子組換えウイルスの作出法を確立しているとともに、組換えウイルスの増殖に有用な株化細胞も探索済みである。そのため、残りの研究期間(3年間)で、目標15遺伝子以上の性状解析は可能である。ただし、本課題については、新規研究プロジェクト「官民・国際連携によるASFワクチン開発の加速化」において進めて行く予定である。

#### 4) ワクチンによる豚群でのインフルエンザ制御手法の確立

「2018年以降に分離されたIAV-S 20株以上について、全ゲノム解析による遺伝的背景を明らかにするとともに、それらの中から代表的な2株以上の抗原性解析を行う。」

現行市販ワクチンについて、2系統(パンデミックH1及びH3亜型IAV-S)の代表的な流行株に対する効果を検証する。H1及びH3亜型IAV-Sから新規ワクチン製造株の候補を系統別に1株程度ずつ選抜して製造した試作ワクチンの流行株に対する効果を検証し、国内流行に見合ったワクチン製造株を1つ以上提案する。」

既にIAV-Sを目標を上回る146株収集、その内18株の抗原性解析を行い、現行市販ワクチンについてパンデミックH1及びH3亜型の流行株に対する効果の検証を完了した。ワクチン候補株としてH1亜型4株の豚での増殖性試験を完了させ、これら4株を含むワクチン候補株を試作ワクチン作製用に京都微研へ送付済みである。計画以上に進行しており、中間時以降にワクチン製造株を1つ以上提案できる可能性は高いと考えられる。

[研究課題名] 食品安全・動物衛生対応プロジェクト

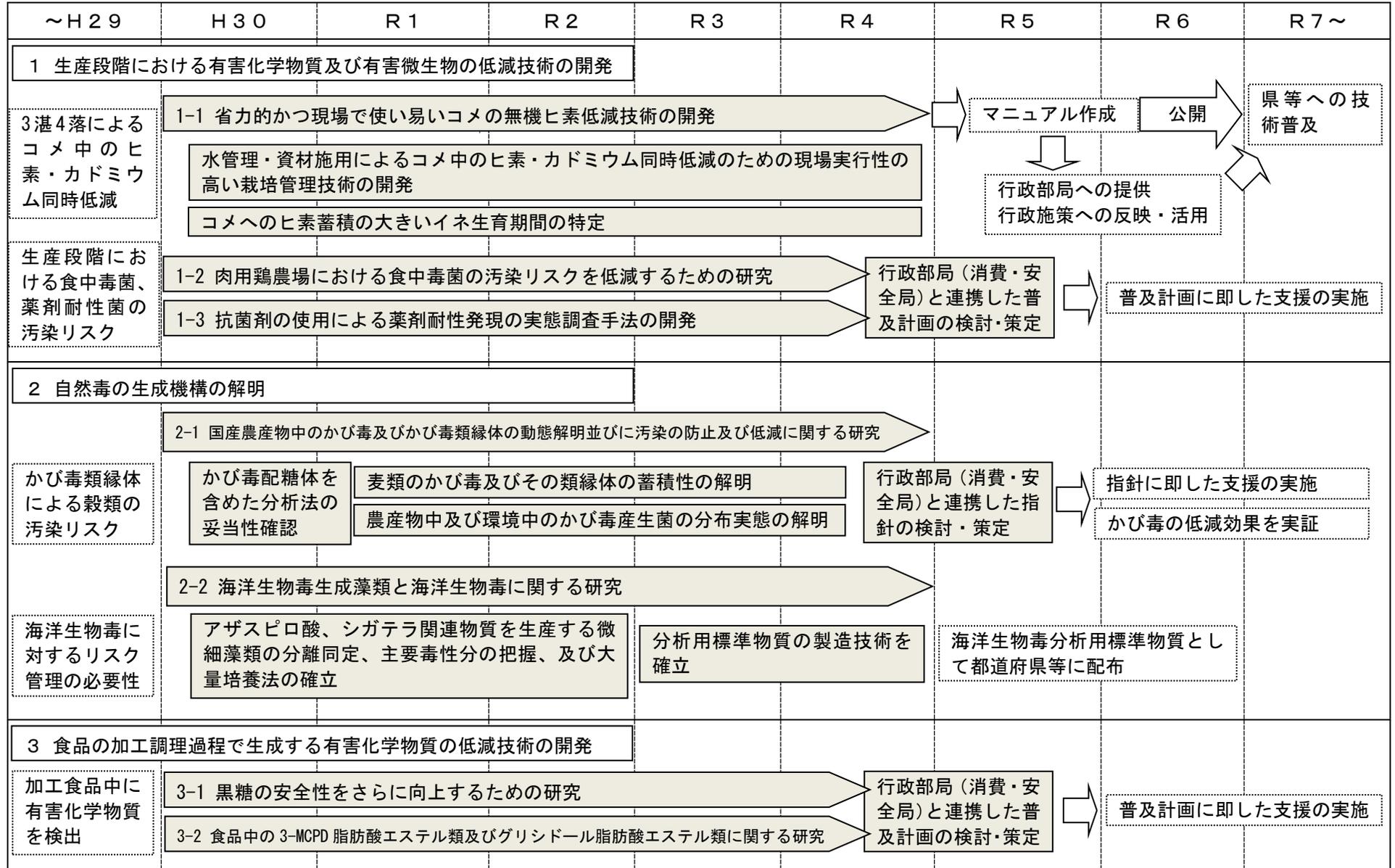
用語	用語の意味	※ 番号
有害化学物質	ヒト又は動植物に悪影響を及ぼす化学物質の総称。本課題では危害要因となる化学物質をさす。	1
有害微生物	ヒト又は動植物に悪影響を及ぼす微生物の総称。本課題では危害要因となる微生物をさす。	2
ヒ素	ヒ素は地殻中に分布しており、自然現象によって環境中に放出されるほか、産業活動に伴っても環境中に放出される。そのため、飲料水や食品は微量のヒ素を含んでいるが、ヒ素には毒性があることから、水や食品を通じてヒトの体の中に入ること、ヒトの健康に悪影響を及ぼす可能性がある。コメは湛水条件下で栽培されることから、比較的多くの無機ヒ素を含む。	3
カンピロバクター	家畜、家きん類の腸管内に生息し、主に家きんのと殺・解体時に体表に付着していた菌が食肉等に付着、又は消化管が切れて内容物が食品等に付着して汚染される。出荷時のブロイラーの保菌率が高い場合には、解体作業時に食肉が汚染されやすい。	4
サルモネラ	主にヒトや動物の消化管に生息する腸内細菌の一種であり、その一部はヒトや動物に感染して病原性を示す。汚染された卵や鶏肉・レバーの生あるいは加熱不十分な状態での摂食により食中毒を引き起こされる。環境中での生存率が高いため、二次汚染により様々な食品が汚染される可能性がある。	5
薬剤耐性菌	抗菌剤（抗生物質等）の使用等により、抗菌剤に対する耐性を獲得し、抗菌剤が効かない細菌。人と動物（家畜等）分野においては対策がとられつつあるが、農産物の生産環境における薬剤耐性菌の問題については、十分な解析が行われておらず、早急に対応する必要がある。	6
自然毒	動植物が元々保有している人体に有毒な成分をさし、フキ等の食品中に含まれるピロリジジンアルカロイド、魚類に含まれるシガテラ毒、二枚貝に含まれるアザスピロ酸等がある。	7
かび毒	ある種のかびが農作物に付着・増殖し、そこで産生する化学物質のうち、人や家畜の健康に悪影響を及ぼすものをいう。これまでに300種以上が報告されている。「マイコトキシン」とも言い、アフラトキシン、オクラトキシン、フザリウムトキシン、麦角アルカロイド等がある。かび毒は一般に熱に対し安定で、通常加熱調理では完全に分解されず、発ガン性・慢性毒性・急性毒性を持つものがある。近年、学会では従来法では検出できない配糖体（マスクドマイコトキシン）の対応が課題となっている。	8
シガテラ毒	シガテラ毒はシガトキシンおよび類縁化合物が原因物質で、有毒渦鞭毛藻が産生する。藻食魚が海藻とともに取り込んで毒を蓄積し、次いで藻食魚を餌とする肉食魚へ毒が移行すると考えられる。	9
アザスピロ酸	アザスピロ酸は有毒渦鞭毛藻が産生し、ムラサキイガイやホタテガイ、アサリ、マガキで毒化が報告されている。	10
アクリルアミド	食品の加工中や調理中の加熱が原因となって、意図していなかった化学物質が生成し、食品に含まれることが分かってきた。アクリルアミド（acrylamide）は、それらの化学物質の一つで、その主な生成要因は、食品に含まれるアミノ酸の一種である遊離アスパラギンと還元糖（ぶどう糖や果糖など）の化学反応であることが明らかとなった。	11
3-MCPD脂肪酸エステル・グリシドール脂肪酸エステル	油脂の脱臭精製工程で生成する化学物質であり、分析技術の進歩により、近年食品中に存在することが明らかになった。3-クロロプロパン-1,2-ジオール（3-MCPD）・グリシドールに油脂の構成成分である脂肪酸が結合した構造をとり、結合した脂肪酸が異なる多数の種類が存在する。食品を通じた摂取により、体内で分解して生じる3-MCPD・グリシドールによる健康への悪影響（腎毒性・発がん性）が懸念されている。	12
危害要因	人の健康に悪影響をもたらす原因となる可能性のある食品中の物質または食品の状	13

	態。有害な微生物等の生物学的要因、汚染物質や残留農薬等の化学的要因、放射線等の物理的要因がある。	
監視伝染病	家畜伝染病と届出伝染病の総称。家畜伝染病とは、家畜や家きんが罹患する感染症のうち、家畜伝染病予防法に規定された28疾病。口蹄疫、高病原性鳥インフルエンザ、アフリカ豚コレラ等が該当し、摘発されると患者の殺処分など法的に強力な防疫措置が執られる。一方、届出伝染病とは、家畜伝染病との類症鑑別上問題となりやすい疾病や、行政機関が早期に疾病の発生を把握し、その被害を防止する必要がある71疾病。牛白血病、牛ウイルス性下痢・粘膜病や豚流行性下痢等が該当し、法的な殺処分対象にはならないが、生産性を阻害するほか、将来的に感染が拡大しうる疾病である。本課題では、国内の清浄性を維持する観点から、海外からの侵入リスクが高まっている家畜伝染病を中心に研究対象とすることとしている。	14
リスク管理	すべての関係者と協議しながら、リスク低減のための政策・措置について技術的な実行可能性、費用対効果などを検討し、適切な政策・措置を決定、実施、検証、見直しを行うこと。	15
変異	遺伝子の塩基配列が何らかの理由によって元の株から変化すること。監視伝染病の原因となる病原体は、変異によって病原性が変わり、疾病発生時の重篤性が高まったり、従来の検査法で摘発ができなくなる場合があり、防疫上大きな問題となることから、国内外におけるその動向の把握と検査法の高度化が求められている。	16
家畜防疫対策要綱	近年、畜産農家の経営規模の拡大が進展し、家畜・畜産物の流通量が増大し、広域的に流通するようになったことから、伝染性疾病が発生した場合、急速かつ広範囲にまん延し、その被害が甚大となるおそれがある。また、貿易の自由化が進展し、海外の家畜・畜産物の流通が増大している中で、口蹄疫等の悪性伝染病の侵入の危険性も高まってきている。更に新興感染症、再興感染症、動物由来感染症も問題となっている。本要綱はこのような情勢を踏まえ、家畜伝染病予防法の監視伝染病について基本的な防疫対策の推進方向を示したもの。 基本的な推進方向として、事前対応型の防疫体制の構築、危機管理の観点に立った迅速かつ的確な対応、国及び都道府県の果たすべき役割、家畜の飼養者等の果たすべき役割についてまとめられている。	17
特定家畜伝染病防疫指針	家畜伝染病のうち、特に総合的に発生の予防及びまん延の防止のための措置を講ずる必要があるものとして農林水産省令で定めるものについて、検査、消毒、家畜等の移動の制限その他当該家畜伝染病に応じて必要となる措置を総合的に実施するための指針。高病原性鳥インフルエンザ、口蹄疫、アフリカ豚コレラなどについて策定されている。	18
動物用抗菌剤および抗菌性飼料添加物のリスク管理措置策定指針	食品安全委員会のリスク評価結果を受け、食品の安全性や抗菌性飼料添加物、動物用抗菌剤の家畜に対する有効性を確保し、薬剤耐性菌に係るリスクを低減することを目的に、農林水産省が定めた指針。	19
口蹄疫	口蹄疫ウイルスにより、偶蹄類の家畜（牛、豚、山羊、めん羊、水牛など）や野生動物（いのしし、鹿など）の口の中や蹄の付け根などに水疱等が生じたりする感染症で、我が国の家畜伝染病のひとつ。ウイルスの伝播力が非常に強く、治療法がない。平成22年の宮崎県では、O型ウイルスにより292件の農場で発生し、ワクチン接種農場分を合わせて約29万頭の家畜が殺処分された。一方、口蹄疫ウイルスにはO型の他にもA型、C型など計7つの血清型があり、さらに同じ血清型でも変異を起こしやすいことが知られている。したがって、国内未侵入の血清型への診断体制の整備や、変異機序の解明が求められている。	20
高病原性鳥インフルエンザ（HPAIV）	A型インフルエンザウイルスの内、H5亜型又はH7亜型ウイルスが鳥類に感染することによって起きる鳥類の感染症で、我が国の家畜伝染病のひとつ。家きんに強い伝播力と高い致死率を示す疾病で、そのまん延は我が国を含む世界中の養鶏産業にとって脅威となっている。平成28年度冬シーズンにおいては全国で12戸の発生があり、約160万羽の鶏等の家きんが殺処分された。また、WHOは本年5月に、中国における鳥インフルエンザウイルス（H7N9亜型）のヒト感染により、2013年3月以降、少なくとも571名が死亡したと報告している。	21

牛乳房炎	酪農業にとって、日常的に生産性を阻害する要因の一つ。原因は様々であり、感染する病原体の種類によって病態や治療に要する期間が大きく異なるが、基本的には抗菌剤を用いた治療が行われている。	22
ヨーネ病	ヨーネ菌の感染によって引き起こされる慢性増殖性腸炎で、家畜伝染病の一つ。我が国では撲滅を目指した定期検査が実施されている。摘発された感染牛は殺処分されるとともに、農場同居牛の継続的な検査により清浄性の確認が行われる。感染牛は一度発症すると大量のヨーネ菌を撒き散らすことになるため、農場内のまん延防止のためには、感染牛の早期摘発が重要となる。	23
地方病性牛白血病	牛白血病ウイルスによって引き起こされる悪性リンパ腫で、届出伝染病の一つ。牛の監視伝染病の中では最も発生数の多い疾病。原因となる牛白血病ウイルスには乳用牛の約40%、肉用繁殖牛の約30%が感染していると推定されており、発生（発症）数に加えて汚染状況の低減が課題となっている。発症牛は多量のウイルスを保有し、感染源としてのリスクが高いため、まん延防止のためには発症牛の早期摘発もしくは発症予定牛の未然の摘発技術が求められている。	24
CSF(豚コレラ)	CSFウイルスにより起こる豚、いのししの熱性伝染病で、強い感染力と高い致死率が特徴。治療法は無く、発生した場合の家畜業界への影響が甚大であることから、家畜伝染病予防法の中で家畜伝染病に指定されている。平成30年に国内では26年ぶりに発生が認められた。	25
アフリカ豚コレラ	アフリカ豚コレラウイルスによって、豚やいのししに発熱や全身の出血性病変を起こす致死率の高い感染症で、我が国の家畜伝染病のひとつ。これまで国内では発生はない。近年、東欧やロシア等での発生が国際的に問題となっている。2018年に中国において発生が認められ、その後、アジア各国へ侵入し、莫大な経済的な被害がでている。現在、我が国への侵入が危惧されている。そのため、診断、早期摘発等の技術の整備に加え、ワクチン開発が喫緊の課題である。	26
慢性消耗病(CWD)	異常プリオン蛋白質を病原体とする鹿における伝達性の致死性神経変性疾患であり、我が国の家畜伝染病のひとつ。北米ではシカCWDの発生は拡大傾向にある。	27
アルボウイルス	蚊やダニなどの節足動物を介して、吸血により脊椎動物に伝播されるウイルスの総称。アルボウイルスによる家畜の病気として、トガウイルス科やフラビウイルス科に属するウイルスによる牛や豚等の脳炎や流死産等が知られているが、未だ病気との関連が不明なウイルスも数多く存在する。本研究課題では、反芻動物（家畜）に感染するシャモンダウイルス、サシュペリウイルス、流行性出血病ウイルス、オルビウイルス、パリアムウイルス群ウイルス、チュウザンウイルス、ディアギュラウイルス等を対象としている。	28
DNAバーコーディング	短い遺伝子マーカーを利用してDNAの配列から種を特定する系統学的手法。未知の種を決定することに使われる。	29
口蹄疫類症疾病病原体	口蹄疫に酷似した症状を示す病原体。セネカウイルスAや水胞性口炎ウイルスなど。	30
伝達性海綿状脳症	脳内に異常プリオンたんぱく質が蓄積することで発症する神経性の病気で、プリオン病とも呼ばれる。牛海綿状脳症（BSE）や、羊と山羊のスクレイピーおよび鹿慢性消耗病（CWD）が家畜の伝達性海綿状脳症として家畜伝染病に指定されている。	31
ヨーネ病	牛、めん羊、山羊などの反芻（はんすう）動物がヨーネ菌という抗酸菌に感染して起こる病気で、家畜伝染病に指定されている。慢性の頑固な下痢を起こす。	32
オーエスキー病	オーエスキー病ウイルス（豚ヘルペスウイルス）の感染による豚といのししの届出伝染病の一つ。妊娠豚が感染すると流産や死産が起こり、生後1週間以内の子豚は激しい痙攣（けいれん）や嘔吐（おうと）を示し、数日以内にほとんどが死亡する。	33
豚インフルエンザウイルス (IAV-S)	豚インフルエンザの原因となる病原体。A型インフルエンザウイルスで、豚に感染すると咳、くしゃみ、熱などを伴う急性呼吸器疾患を引き起こす。健康な豚からも分離されることから、症状を伴わない感染（不顕性感染）が起こっていることがある。	34

【ロードマップ（中間評価段階）】

有害化学物質・微生物の動態解明によるリスク管理技術の開発





# 食品安全・動物衛生対応プロジェクト主要成果①

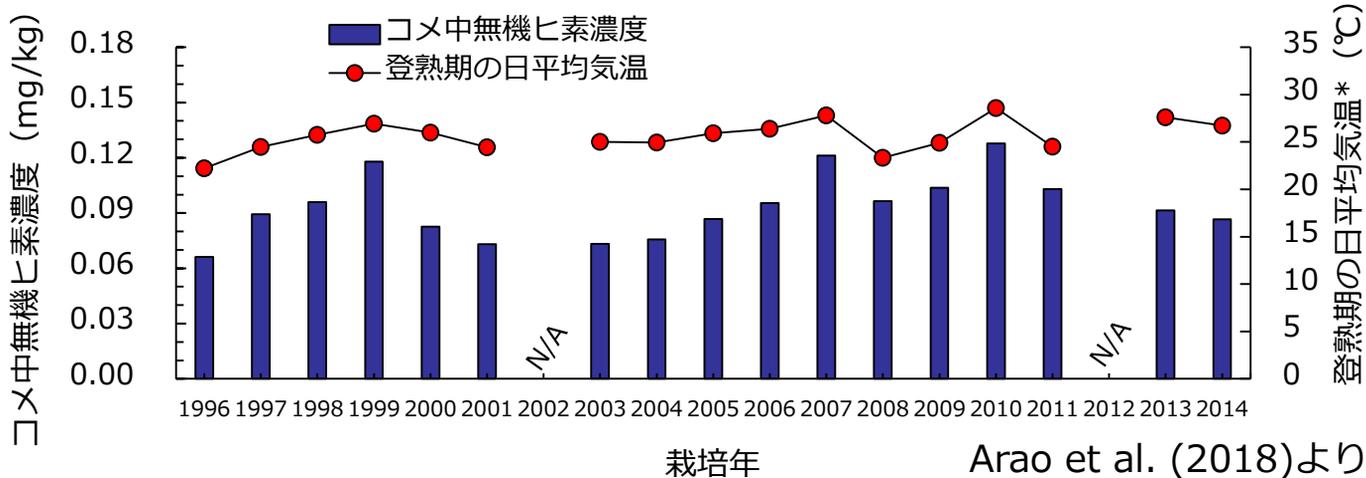
## コメ中無機ヒ素濃度は登熟期の気温が高いと高まる傾向がある

### 研究概要

水管理や資材施用によるヒ素・カドミウム同時低減のための現場実行性の高い栽培管理技術の開発、並びにコメへのヒ素蓄積の大きいイネ生育期間を特定する

### 成果の内容

つくばでは、品種、栽培条件一定の下でのコメ中無機ヒ素濃度は、登熟期の日平均気温の年次変動に従い変動



栽培年

Arao et al. (2018)より

\*出穂前後2-4週間の日平均気温の平均

地域が異なっても、コメ中無機ヒ素濃度は登熟期の日平均気温により変動する傾向を確認 (地域により品種、栽培条件一定)



栽培年

\*\*登熟期に該当する月の日平均気温の平均

『登熟期の気温』はコメ中無機ヒ素濃度の変動要因として重要

➡ コメ中無機ヒ素濃度の早期予測への活用を検討

### 今後の研究推進方向

水管理や資材利用によるカドミウム・ヒ素同時低減技術の開発と併せて、登熟期の気象予報値を活用したコメ中無機ヒ素の早期汚染リスク予測手法の開発を推進

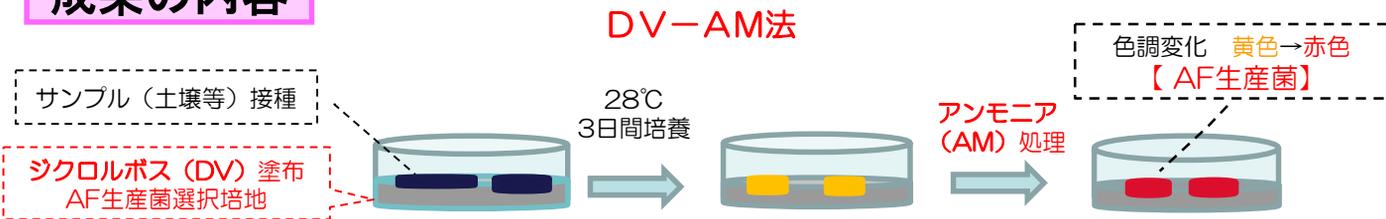
# 食品安全・動物衛生対応プロジェクト主要成果②

環境中のアフラトキシン生産菌を目で見えて高感度に検出できる「ジクロロボス-アンモニア (DV-AM) 法」を用いたAF生産菌のスクリーニング

## 成果概要

DV-AM法は、コロニーの色調の変化を指標に、AF生産菌を高感度に検出できる可視検出法である。土壌には様々な微生物が含まれるため、単純な寒天培地では、これらの微生物がAF生産菌の生育を阻害して結果が得られない。そこで、AF生産菌を優位に培養できるAF生産菌選択培地を確立した。さらに、この培地をDV-AM法に用いることで、輸入生ナッツに付着したAF生産菌の単離に成功した。

## 成果の内容

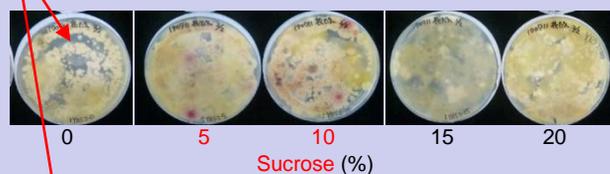


### ◆ AF生産菌選択培地の開発

Yabe et al., Toxins 10(12), 519- (2018) <http://doi.org/10.3390/toxins10120519>

➢ 土壌など環境由来試料を寒天培地で培養すると、多様な微生物によりAF生産菌の生育が阻害される。そこで、DV-AM法に適した、AF生産菌を選択的に培養できる培地条件の検討を行った。

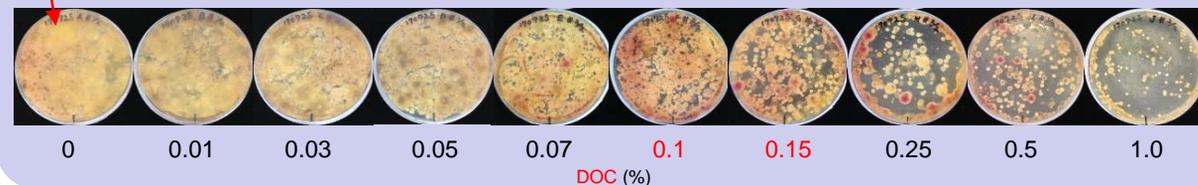
AF生産菌を含む同一土壌を解析



➢ 高濃度スクロース、界面活性剤デオキシコール酸 (DOC)、抗生物質クロラムフェニコール (CP) の添加効果の検討

### YES-DOC-CP寒天培地の確立

(2%酵母エキス, 10%スクロース, 0.1% DOC, 0.1g/L CP)



### ◆ 輸入生ナッツからのAF生産菌の検出

南アフリカ産落花生	オーストラリア産 マカダミアナッツ	イラン産 ピスタチオナッツ	落花生	マカダミアナッツ
AM 処理			1 2 3 4 5 6 7 8 9 10 11 S	AFB <sub>1</sub> AFB <sub>2</sub> AFG <sub>1</sub> AFG <sub>2</sub>
		AF生産菌		

Yabe et al., JSM Mycotoxins 受理 (2020)

## 今後の研究推進方向

- 我が国において、AFで汚染された国産農作物はほとんど報告されていないが、土壌等からはAF生産菌が検出されている。
- 地球温暖化の進行にともないAF汚染の可能性が高まっている。AF生産菌の分布やその動態を明らかにすることはAF汚染の発生やその効果的防御に有効と期待される。そこで、DV-AM法を活用し、様々な環境や動植物におけるAF生産菌の生態を明らかにする予定である。

## 国内沿岸域におけるアザスピロ酸生産微細藻の分離株確立と毒成分の解明

### 成果概要

二枚貝を原因食品とする食中毒（貝毒）の一つであるアザスピロ酸（AZA）食中毒は、これまで原因毒を生産する微細藻の国内での分離例がなかった。本研究では、国内各地でアンフィドマ科小型渦鞭毛藻（*Azadinium* と *Amphidoma*）を分離・同定して複数の培養株確立に成功し、主要な毒成分を初めて明らかにした。

### 成果の内容

●アンフィドマ科小型渦鞭毛藻（*Azadinium* と *Amphidoma*）の出現を初めて国内沿岸域で確認し、形態的形質と遺伝的形質に基づく種同定により、種組成、出現海域、出現時期の一部を明らかにした。これまでに培養株が確立できた分離株の毒成分を分析したところ、ほとんどでAZA2が主要成分であることが明らかとなった。

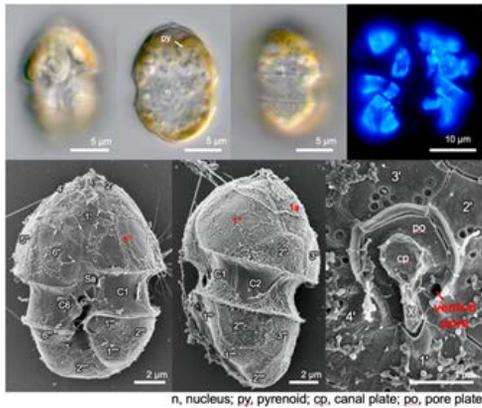


図1. 形態的形質による同定

表1. 国内分離株の主要なアザスピロ酸\*

分離時期	種名	確立した分離株数	主要なAZA
2018.7	<i>Azadinium poporum</i> (系統群C)	1	AZA2
2018.8	<i>Azadinium poporum</i> (系統群B)	2	AZA2
2018.11	<i>Azadinium spinosum</i>	1	未知のAZA
2019.8	<i>Azadinium poporum</i> (系統群A)	4	AZA2
2019.8	<i>Azadinium poporum</i> (系統群B)	1	AZA2
2019.9	<i>Azadinium poporum</i> (系統群A)	2	AZA2

\*毒成分が検出された分離株のみ表に示した

●分離株の毒成分をLC-MS/MSにより詳細に分析したところ、多くのAZA類縁体を保有していることのほか、報告がない新規類縁体の存在も示唆された。培養法についても検討し、10 L規模の通気培養でも高密度（<500,000 cells/mL）に培養可能であることが明らかとなった。

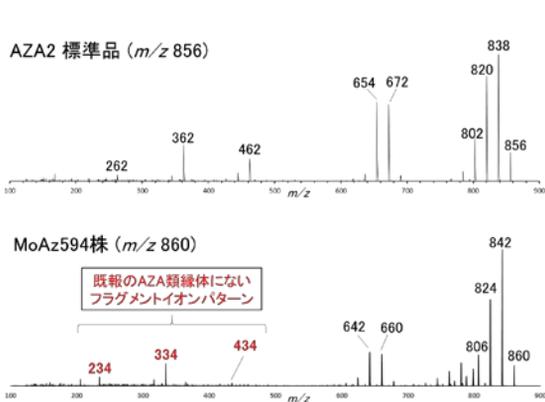


図2. アザスピロ酸類縁体の検索

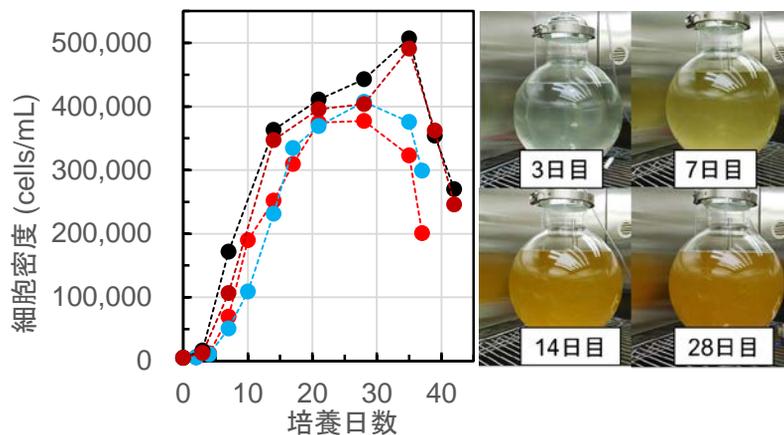


図3. アザスピロ酸生産株の大量培養

### 今後の研究推進方向

国内でアザスピロ酸を生産する微細藻類の探索を続け、国内での出現動向についてさらに知見の集積を図る。また、新規AZA類縁体については化学構造の解析を進める。さらに、分離株の大量培養が可能となったことから、最終目標であるアザスピロ酸の分析用標準物質製造技術の開発に向け、大量培養して得た藻体を原料として研究を進める。

## 高病原性鳥インフルエンザウイルス（HPAIV）の野生イタチ類による家禽への伝播リスク解明および環境DNA解析による農場周辺環境の野生動物相解明技術の開発

### 研究概要

野生動物による家禽へのHPAIV伝播リスク解明のため、家禽舎への侵入が認められた野生イタチ類およびモデル動物としてフェレットを用いたH5N6亜型HPAIVの感染実験と環境DNAを用いた農場周辺環境における野生動物相解析の新たな技術開発を実施している。

### 成果の内容

#### 1. 野生イタチ類の国内分離H5N6亜型HPAIVに対する感受性解明



・野生イタチ類(チョウセンイタチ、ニホンイタチ)は、近年国内で分離されたH5N6亜型HPAIVの経鼻接種により感染し、一定期間ウイルスを主に呼吸器から排出した。

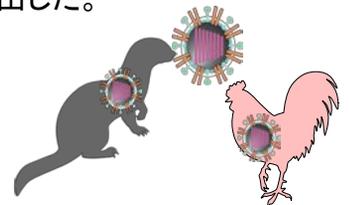


・野生イタチ類(ニホンイタチ)にHPAIV感染鶏肉を餌として摂食させたところ、HPAIVに感染、一定期間ウイルスを呼吸器から排出した。

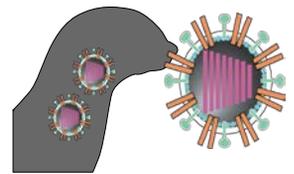
・実験に供した野生イタチ類は著明な症状を示さず、見かけ上健康な状態でウイルスを排出し、家禽への感染源となる可能性が示された。

・野生イタチ類の呼吸器について、インフルエンザウイルスのレセプターとして知られる $\alpha$ 2,3および $\alpha$ 2,6結合型シアル酸の分布状況と過去の国内分離HPAIVについて各シアル酸に対する親和性を検討した。野生イタチ類の呼吸器には主に $\alpha$ 2,6結合型シアル酸が存在し、過去のHPAIV分離株の多くが $\alpha$ 2,6結合型シアル酸にも親和性のある可能性が示された。

・野生イタチ類の代替動物としてフェレットを用い、H5N6亜型HPAIVの経鼻接種を行い、モデル動物としての可能性を検討した。フェレットは野生イタチ類と異なりウイルス接種後に呼吸器症状や元気消失を認めたが、主に呼吸器からのウイルス排出や排出期間は野生イタチ類と同等であり、モデル動物としての可能性が明らかになった。



野生イタチ類は家禽へのHPAIV感染源になりうる。

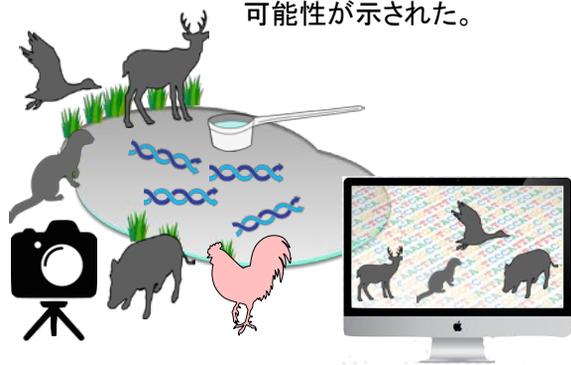


HPAIVはイタチ類呼吸器のレセプターに親和性がある可能性が示された。

#### 2. 養鶏場周辺水場からの環境DNA調製と野生動物由来DNAの検出

・養鶏場周辺の水場から調製した環境DNAを用いた野生動物相解析について検討し、その可能性を示した。

・これまでに、野外環境水から調製した環境DNAを用い、野生動物由来DNAの高感度検出条件を検討、混在する鶏由来DNAの検出を抑制するブロッキング法を確立した。



### 今後の研究推進方向

感染実験については、野生イタチ類およびフェレットを用いた実験を継続し、鶏への伝播の可能性を実験的に検証する。

環境DNAからの野生動物相解析について、センサーカメラによる観察と比較、その可能性と限界を検証する。HPAI発生時には技術の実用性を検証するとともに、実用化に必要な技術を検討する。

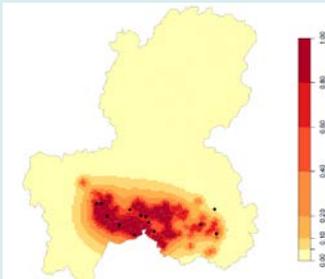
## 2018年に発生した豚コレラの流行に関する多角的な疫学解析

### 成果概要

2018年9月に26年ぶりに発生した豚コレラ（CSF）について、CSFの感染拡大や対策の有効性などの評価に必要な科学的知見を提供するため、イノシシからの感染リスク評価、農場での採材方法の検証、分離されたウイルスの遺伝子解析等の疫学的研究を多角的に実施した。

### 成果の内容

#### CSF感染イノシシからの感染リスクエリアの推定



感染イノシシからの感染リスクのある地域  
(2019年3月時点) ●発生農場

イノシシと豚農場のCSF感染データを感染症数理モデルの手法を用いて分析したところ、**感染イノシシから5kmの地域までは、感染イノシシまでの距離と摘発地点数に応じて、感染するリスクが高まる**ことが明らかとなった。推定されたリスクエリアと、発生農場の地点はよく一致していた。

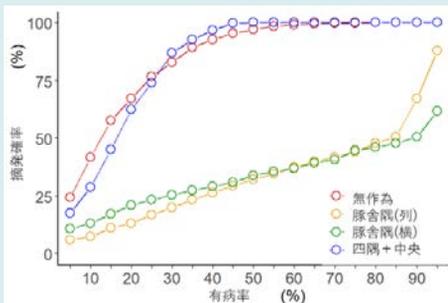
#### CSFウイルスの全ゲノム解析による感染拡大の推定



遺伝子のグループ毎の位置関係

50例目までの発生農場と感染イノシシから分離されたCSFウイルスの全ゲノム解析の結果、国内で分離されたCSFウイルスは、過去に日本で分離された株とは異なり、**近年中国で発生している株と近縁なウイルス**であることが明らかとなった。また、**野生イノシシで最初の感染が起こった**あと、農場や他の野生イノシシにCSFウイルスが伝播したと推定された。

#### 豚舎内での採材方法が摘発感度に及ぼす影響の評価



豚舎内の採材方法と摘発率の関係

コンピューターシミュレーションの結果、豚舎内での感染が不均一に起こると仮定すると、豚舎内の1箇所に**偏って採材した場合には摘発率が低下したが、四隅と中央で採材した場合には、無作為抽出と同等の高い摘発率**が得られた。

### 今後の研究推進方向

CSFの感染拡大の評価と防疫対策の強化に必要な知見の蓄積は引き続き喫緊の課題であり、農林水産省の意見を伺いながら、CSFに関する疫学研究を実施する。

## 感度の高い鳥インフルエンザ遺伝子診断法の改定と都道府県への普及

### 研究概要

国外からのHPAI侵入に備えて、流行ウイルスの早期摘発を行うための診断方法を事前に準備しておく必要がある。高病原性鳥インフルエンザとして知られるH5及びH7亜型のあらゆる遺伝子型ウイルスが検出可能な診断系の構築及び検証を実施している。

### 成果の内容

#### 鳥インフルエンザ診断用リアルタイムPCR、遺伝子検出法マニュアルの変更

- ・ 2012年より全国の病性鑑定家畜保健衛生所で鳥インフルエンザ遺伝子検査を行ってきたが、H5亜型HPAI感染拡大に伴う遺伝子変異の蓄積や、中国でのH7N9亜型HPAIVの出現などに対応するため、国際的な基準を参考に現行の遺伝子検査プロトコルの評価を行った。
- ・ 試験反応系・対象遺伝子・プライマーを改正し、既存検査の結果よりも感度が向上したことから(図)、農林水産省に鳥インフルエンザ遺伝子診断法改正の提案を行った。

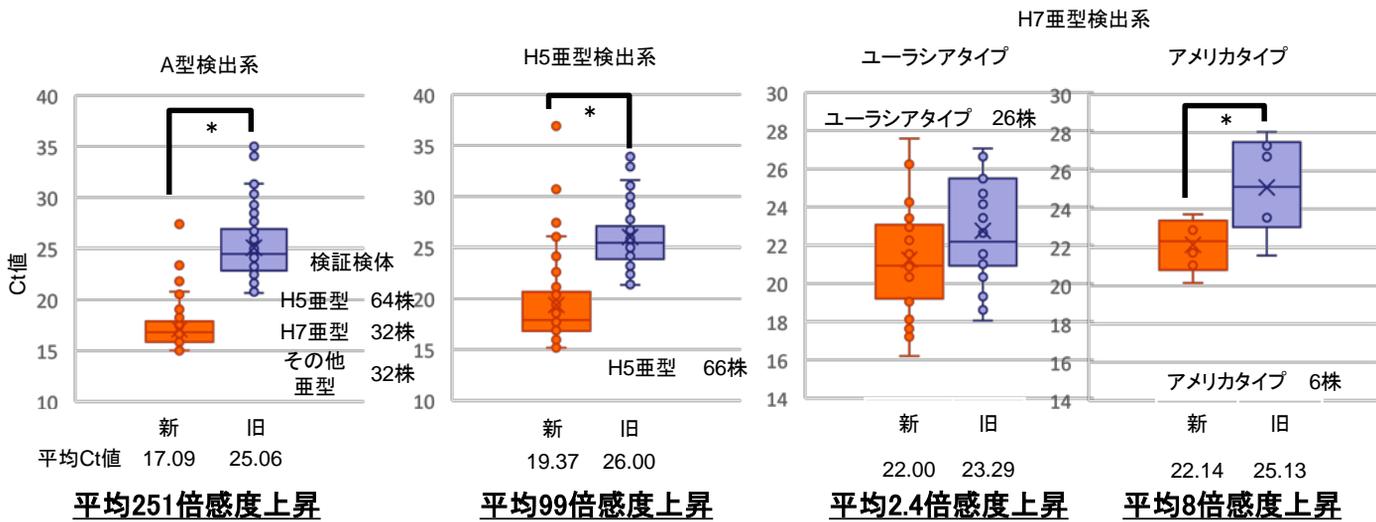


図 新旧リアルタイムPCR法による遺伝子検査系の感度比較

- ・ 2019年9月、農林水産省動物衛生課課長通知として都道府県に通知された。  
農林水産省消費・安全局動物衛生課課長通知(2019年9月27日)  
「鳥インフルエンザ遺伝子検査用試薬 リアルタイム PCR 法操作マニュアル H5, H7, M 検査系」  
「ウイルス遺伝子検出検査(RT-PCR 検査)」

### 今後の研究推進方向

- ・ 国外で流行するウイルスの情報を収集して新規鳥インフルエンザ遺伝子診断法の有用性を検証するとともに、実際に国外のウイルスを導入して有用性を実証する。
- ・ 検証の結果、有用でない場合、検査系の更新を適宜行う。

## 口蹄疫およびアフリカ豚コレラに対する効果的なまん延防止技術の検証

### 研究概要

- ・ T-1105の近年流行FMDV株に対する薬効を評価するとともに、豚への最適な投与条件の検討や有効性分子基盤の解明を行う。
- ・ FMDVとASFVに対する新たな抗ウイルス剤候補物質の探索を行う。
- ・ ASFVに対する消毒薬の使用法を確立する。

### 成果の内容

#### T-1105の近年流行FMDV株に対する薬効評価

- ・ *In vitro*アッセイ法により、7血清型全てのFMDV株に対して、低濃度(0.18~0.74 $\mu$ g/mL)での薬効を示した。
- ・ 無投与豚群においては、ウイルス接種2~4日後から四肢・鼻に水疱形成、血中のウイルスや唾液・鼻汁へのウイルス排泄が確認された。一方、T-1105投与豚群においては、臨床症状および血中のウイルスや唾液・鼻汁への排泄が確認されなかった。

#### FMDVとASFVに対する新たな抗ウイルス剤候補物質の探索

- ・ FMDVやASFVへの抗ウイルス効果のスクリーニング法を確立した(下図)。



- ・ 外部機関ライブラリーの利用申請および契約締結を行うとともに、一次スクリーニング試験によりライブラリー5,637検体のうちFMDVIに48検体、ASFVIに37検体が抗ウイルス活性を示した。

#### ASFVに対する消毒薬の使用法の確立

- ・ 逆性石鹼、アルデヒド系、塩素系、ヨード系およびクエン酸が室温において推奨濃度でASFVに薬効を示した。4 $^{\circ}$ Cにおいては薬効濃度が室温よりも高い傾向であった。

### 今後の研究推進方向

- ・ 豚への最適なT-1105の投与条件の検討や有効性分子基盤の解明を行う。
- ・ FMDVやASFVに対する新たな抗ウイルス薬の一次スクリーニング試験を進めるとともに、抗ウイルス活性を示した検体については、二次および三次スクリーニング試験や効果試験を行う。
- ・ 有機物存在下での各種消毒薬のASFVに対する薬効を検証する。

## 委託プロジェクト研究課題評価個票（中間評価）

<b>研究課題名</b>	人工知能未来農業創造プロジェクトのうち、AIを活用した食品における効率的な生産流通に向けた研究開発			<b>担当開発官等名</b>	研究統括官（生産技術）室
				<b>連携する行政部局</b>	大臣官房政策課技術政策室 生産局園芸作物課 食料産業局バイオマス循環資源課
<b>研究期間</b>	H30～R4（5年間）			<b>総事業費（億円）</b>	2億円（見込）
<b>研究開発の段階</b>	<b>基礎</b>	<b>応用</b>	<b>開発</b>	<b>関連する研究基本計画の重点目標</b>	重点目標24

### 研究課題の概要

人工知能（AI）やICT等の先導的で高度な最新技術を農業分野に導入し、農業の競争力強化、農業の成長産業化を推進するための研究開発を実施する。

本研究開発では、食品における効率的な生産・流通の実現に向けて、AI、IoT技術により、生産に関する情報を的確に把握し、生産者間及び需要者間を繋ぐネットワークを構築、情報を共有することによって、需給マッチングを実現する。具体的には、施設栽培において、作物の生育予測モデル等による高精度な収量予測技術を基に、契約量よりも余剰に生産された農産物を早期に把握し、それらの情報を生産者、需要者間で共有することにより適正価格で販売可能とする技術を開発する。

#### 1. 委託プロジェクト研究課題の主な目標

中間時（2年度目末）の目標	最終の到達目標
<p>生育予測モデルと生育・環境データから構築される収量予測システムを開発する。また、生産者と需要者のネットワークを構築するために、収量予測システムを基にした需給支援システムを開発する。これらを用いることで、生産者と需要者に1週間後に出荷できる契約未定数量（出荷予測量—契約数量）を提示する需給支援システムのプロトタイプを開発する。</p>	<p>生育画像データやAIを用いて1週間後の出荷量を80%以上の適合率で予測し、生産者と需要者間で情報共有することが可能な需給支援システムを構築する。</p> <p>現地実証試験において、本システムの導入経費以上の収益を得るため、契約未定数量の20%以上を適正価格で販売可能であることを実証する。</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（R9年）

施設園芸経営体に生育・環境モニタリング装置と需給支援システムが導入されることで、過剰に生産される契約未定数量を事前に把握し、適正な価格で販売可能となることで、経営体の収益増への貢献が可能となる。これらの技術が、環境制御型の施設（約650ha）に導入されることで、その経済効果は年間約8.5億円を見込む。

### 【項目別評価】

<b>1. 社会・経済の諸情勢の変化を踏まえた研究の必要性</b>	<b>ランク：A</b>
<b>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</b>	
<p>生鮮野菜の生産現場においては、契約栽培での欠品回避のため、過剰に生産される場合が多く、契約数量との差は、食品ロスや安値販売につながっている。そのため、そのような余剰生産物の販売先確保や、需要に応じた計画栽培を可能とする技術・手法の確立が求められている。</p> <p>本プロジェクトは、AIやICTを活用した収量予測に基づき、事前に把握した余剰生産物の需給マッチングを支援することにより、需要者から求められる、定時、定量、定品質、定価格の4定を実現し、農業者の収益向上を図る技術を開発するものである。また、近年問題となっている食品廃棄ロスの低減にも繋がることから、食品産業、農業者、国民生活等のニーズを的確に反映し、かつ、革新的、先導的、実用性の高い課題である。</p>	

## ②引き続き国が関与して研究を推進する必要性

我が国の少子高齢化、世界の人口増などの多くの課題に対して、AI、IoT、ロボットなどの革新技術を活用することにより解決が可能な、新たな未来社会の実現が求められている。また、国連サミットで採択された持続可能な開発目標（SDGs）においては、食品ロスを低減させる目標が掲げられている。我が国の農業の分野においても、気候変動や担い手の減少などの問題に対応するため、革新技術を取り入れたスマート農業の推進が成長戦略実行計画に位置づけられている。

本プロジェクトでは、このような戦略等に基づき、AIやIoT等を活用し、労働生産性の向上、食料の安定供給、食品廃棄ロスの削減といった社会的な課題に対して、先導的かつハイリスクな研究開発に取り組んでいる。また、国内の農業現場の共通的な課題の解決に資する公益性の高い研究開発であり、その成果を広く普及・利用するものであることから、国自ら取り組む必要がある。

## 2. 研究目標（アウトプット目標）の達成度及び今後の達成可能性

ランク：A

### ①中間時の目標に対する達成度

1週間後の収量予測に不可欠な生育予測モデルについては、積算温度、積算日射量などの環境データと草丈および乾物重の関係を明らかにし、草丈を基準とした収穫日と収量を推定するための予測式を得た。

ハウス内の収量を算出するための収量予測システムについては、生育予測モデルと気象データにより1週間後の収量予測を行うシステムを開発した。また、さらなる予測精度向上のため、画像データから自動取得した草丈やハウス内の温度分布などをAIで処理し、それらを基に予測値を補正する手法を開発した。

上記のモデルとシステムを統合した需給支援システムについては、収量予測システムとのデータ連携を確認し、1週間後の収量予測結果を生産者に通知し、生産者が契約未定数量を需要者に提示可能なシステムのプロトタイプを開発した。

### ②最終の到達目標の今後の達成可能性とその具体的な根拠

全国10カ所の農業法人から協力を得て、様々なデータを取得する体制を構築しており、生育予測モデルおよび収量予測システムの精度向上が可能である。さらに、協力法人から各システムの運用に必要な項目を収集し、より使いやすい収量予測および需給支援システムの構築に向けて改良を行っている。

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

ランク：A

### 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

研究内容や成果を農業法人やJA等に発信することによって利用者の拡大を図るため、モデル農場として全国10カ所の農業法人の協力を得ている。

また、利用者の拡大のためには、予測精度の向上、多様な地域や他の品目への展開が必要となる。現在、生育・環境データや画像による生育状況の計測の自動化を図ることで、より多くのデータ蓄積による精度向上や生育予測モデルの自動生成による汎用性の高いシステムの提供を可能とする技術開発に取り組んでいる。

### 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

需給支援システムは、様々な企業のデータプラットフォームとなっている農業データ連携基盤WAGRIと接続することで、更なるユーザーの拡大が期待できる。

アウトカム目標達成に向け、実証試験などを通じて、生産者やJAをはじめ県や市などの行政機関や研究機関などにプロジェクトの内容を紹介するなど、ユーザー等に対する研究成果のアピールに努めている。よって、成果の社会実装に向けて実施した取組は妥当である。

### ③他の研究や他分野の技術の確立への具体的貢献度

該当なし。

4. 研究推進方法の妥当性	ランク：A
<p><b>①研究計画（的確な見直しが行われているか等）の妥当性</b></p>	
<p>当初計画では対象作物にトマトを含み、生育診断技術などの開発が計画されていたが、より質の高い技術を早期に社会実装するため、ハウレンソウのみを対象とした現行の研究課題へ集約した。</p> <p>毎年度開催される運営委員会、研究推進会議、随時行う全参画機関が参加する定例研究会議等において、進捗状況の確認や研究計画の確認を行い、これらの会議等で得られた内容は適宜研究開発へ反映して研究を進めている。</p>	
<p><b>②研究推進体制の妥当性</b></p>	
<p>外部有識者及び関連行政部局で構成する運営委員会にて、進捗状況および次年度の研究計画の確認、研究推進上の問題点や行政ニーズの把握等を行い、着実に研究成果が得られるよう進捗管理を行っている。また、栽培生理研究、IoT技術研究、AI研究、各分野の研究実績のある研究機関、迅速な社会実装に不可欠な複数の民間企業からコンソーシアムが構成されており、研究推進体制は妥当である。</p>	
<p><b>③研究課題の妥当性（以後実施する研究課題構成が適切か等）</b></p>	
<p>公的研究機関が作物の生育予測モデルを開発し、各種のセンサ計測技術を有する民間企業が作物体の自動計測手法等を開発、AIを活用した予測手法の開発に実績を有する大学が収量予測システムを開発、これらを統合する形で、生鮮物の流通および流通情報の扱いに長けている民間企業が需給支援システムを開発することになっている。加えて実証試験地として10組織の農業法人の協力が得られている。</p>	
<p><b>④研究の進捗状況を踏まえた重点配分等、予算配分の妥当性</b></p>	
<p>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、実証試験を通じて開発する各種システムの完成度の向上、データの蓄積等による予測精度の向上、社会実装につながる実証試験の拡大に重点化を図る予定である。</p>	

【総括評価】	ランク：A
<p><b>1. 委託プロジェクト研究課題の継続の適否に関する所見</b></p>	
<p>・生産者にとって、収量予測が精緻にでき、適正価格で売れることは非常に有効な技術であり、またAIについて、今挑戦する価値は高く、継続は妥当である。</p>	
<p><b>2. 今後検討を要する事項に関する所見</b></p>	
<p>・特に生産現場と密着して進めていくことを期待する。</p> <p>・本課題を進めていく上で、AI技術、収量予測については、民間の技術との仕分けに配慮されたい。</p>	

## 背景と目的

- 施設園芸において、葉菜類の契約栽培を行う生産者の多くは契約先へ安定供給するために、規格外品や生育不良の発生を見込んで、余裕をみた作付けをしている。しかし、経験や勘による栽培計画の場合、この余裕分については収穫直前の契約となることで販売価格の低下を招いている。
- そこで、栽培計画を最適化すると共に、契約未定数量の販売先を事前に調整することで、適正価格での販売を支援するためのシステム等を開発する。

## 研究内容

- 環境データの管理や作物のセンシング技術を用いた高精度な作物の生育予測モデルを構築する
- さらに、気象予測データや人工知能を加えた収量予測から想定される契約未定数量を早期に把握する
- 事前に把握された契約未定数量を契約栽培価格と同等の価格でスーパーやレストランに販売するための需給支援システムを構築し、その効果を実証する

## 到達目標

施設園芸における収穫予定日の1週間程度前に収量を予測することで、契約未定数量の20%以上を適正価格で販売できることを実証

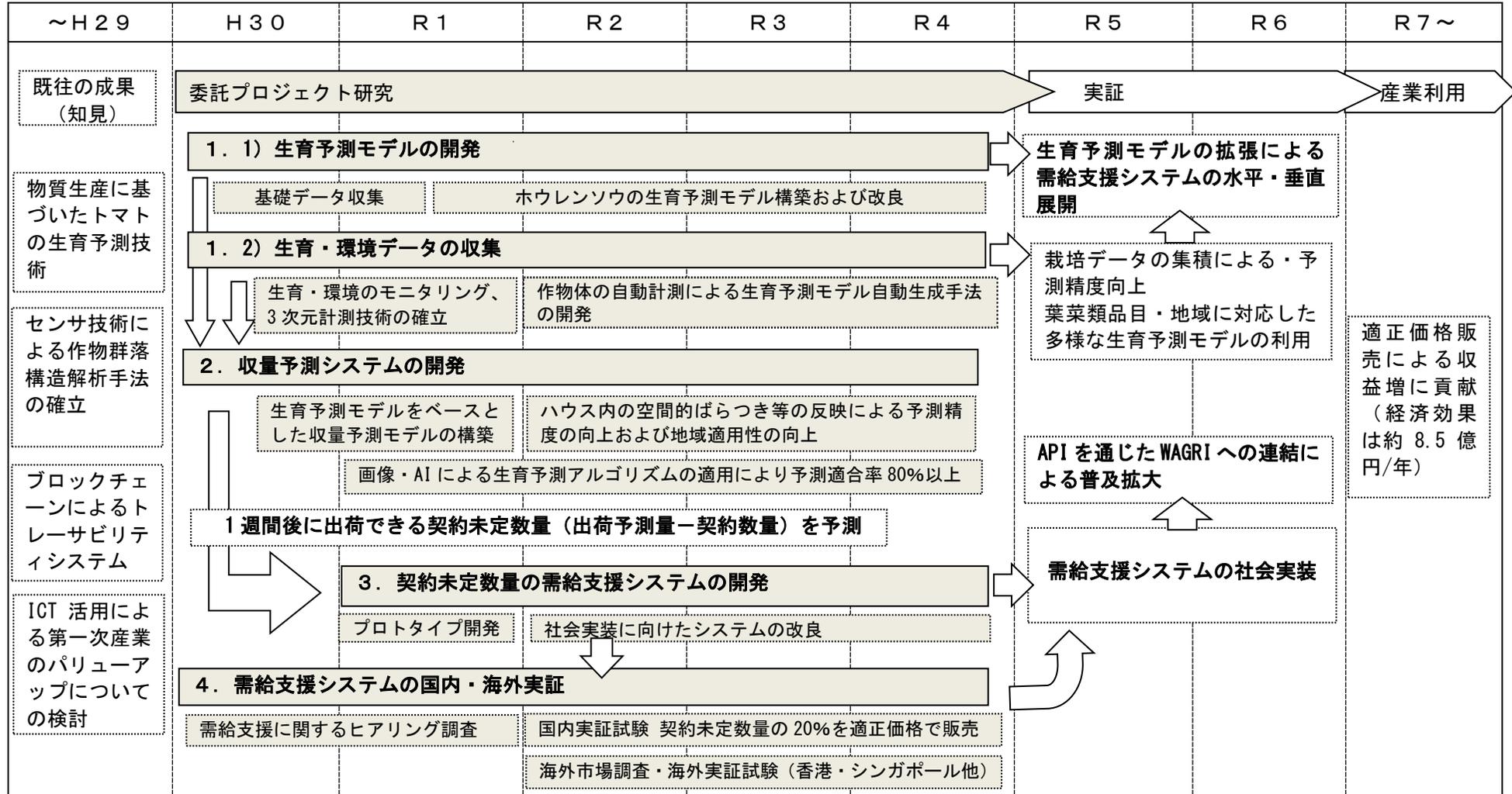


## 期待される効果

消費者や実需者ニーズを踏まえたマーケットイン型の農業システムの構築が実現される

【ロードマップ（中間評価段階）】

AI を活用した食品における効率的な生産流通に向けた研究開発



## 委託プロジェクト研究課題評価個票（中間評価）

<b>研究課題名</b>	戦略的プロジェクト研究推進事業のうち、作物育種プロジェクト			<b>担当開発官等名</b>	研究開発官(基礎・基盤、環境)室
				<b>連携する行政部局</b>	大臣官房政策課 政策統括官穀物課 生産局園芸作物課 食料産業局知的財産課
<b>研究期間</b>	H30～R4（5年間）			<b>総事業費（億円）</b>	17.2億円（見込）
<b>研究開発の段階</b>	<b>基礎</b>	<b>応用</b>	<b>開発</b>	<b>関連する研究基本計画の重点目標</b>	重点目標26
					

### 研究課題の概要

#### <委託プロジェクト研究全体>

バイオテクノロジーの発展により、農作物のゲノム情報等の育種に関するデータが蓄積され、これを用いた新たな育種技術が登場している。一方、新品種の開発には多様な海外遺伝資源の確保が重要だが、途上国等の遺伝資源の権利意識の高まりにより、民間企業等が遺伝資源を導入することが困難となっている。民間活力を最大限に活用して新品種を開発し、我が国の農業競争力の強化を図るためには、データを活用した新たな育種技術の開発・高度化とともに、海外からの新たな遺伝資源導入の加速化を行う必要がある。このため以下の2つの課題を実施し、民間事業者等による良質かつ低廉な種苗の開発を拡大・加速する。

#### <課題①：民間事業者等の育種を支える「スマート育種システム（※1,2）」の開発（H30～R4年度）>

- ・我が国の種苗開発体制を強化するため、①ゲノム情報等のオミクス（※3）データ、形質評価データ、栽培環境データ等の「育種ビッグデータ」の収集・整備、②ゲノミックセレクション（※4）等の育種基盤技術の開発・高度化を行うとともに、有用遺伝子情報等の民間事業者等への提供体制を構築する。

#### <課題②：海外植物遺伝資源の民間等への提供促進（H30～R4年度）>

- ・アジア地域の途上国ジーンバンクを中心に、遺伝資源（※5）の共同調査や特性解明等の二国間共同研究を推進することで、我が国への有用な遺伝資源の導入・利用を進める。さらに、遺伝資源の有用な形質の遺伝情報を解明するとともに、公的研究機関や大学等が保有する植物遺伝資源の情報ネットワークを構築する。

### 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
<p>① 民間事業者等の種苗開発を支える「スマート育種システム」の開発（R元年度末）</p> <p>①-1 各農業形質の測定方法やデータ形式の標準化および4000サンプルのデータの整備、システムの仕様確定。</p> <p>①-2 育種期間の短縮等を可能とする3つ以上の新たな育種技術についてプロトタイプを確立し実効性を検証。</p> <p>①-3 育種集団中からの優良個体の選抜手法（ゲノミックセレクションのモデル構築等）の確立。</p>	<p>① 民間事業者等の種苗開発を支える「スマート育種システム」の開発（R4年度終了）</p> <p>①-1 ゲノム（遺伝子型）（※6）情報と形質評価情報がセットになった延べ1万サンプル以上の育種ビッグデータを搭載し、育種に最適な素材の推定や提供等を可能とするシステムを開発。</p> <p>①-2 育種期間の短縮等を可能とする新たな育種技術を7以上開発。</p> <p>①-3 稲、麦、大豆、果樹、野菜等を対象に従来のDNAマーカー育種（※7）では困難な多数の遺伝子が関与する等の農業形質を改良した育種母本を20以上開発。</p>
<p>②海外植物遺伝資源の民間等への提供促進（R元年度末）</p> <p>・民間事業者等に提供可能な海外遺伝資源を</p>	<p>②海外植物遺伝資源の民間等への提供促進（R4年度終了）</p> <p>・民間事業者等に提供可能な海外遺伝資源を3,000点</p>

<p>1, 200点新たに導入。</p> <p>③民間事業者等の活力を活かした新しい品種（系統）の開発（R元年度末）</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>・農業競争力を強化する新たな品種（系統）を6開発。</li> </ul>	<p>新たに導入。</p> <p>③民間事業者等の活力を活かした新しい品種（系統）の開発（R4年度終了）</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>・農業競争力を強化する新たな品種（系統）を20開発。</li> </ul>
<p>① 民間事業者等の種苗開発を支える「スマート育種システム」の開発（R元年度末）</p> <p>①-1 各農業形質の測定方法やデータ形式の標準化および4,000サンプルのデータの整備、システムの仕様確定。</p> <p>①-2 育種期間の短縮等を可能とする3つ以上の新たな育種技術についてプロトタイプを確立し実効性を検証。</p>	<p>① 民間事業者等の種苗開発を支える「スマート育種システム」の開発（R4年度終了）</p> <p>①-1 ゲノム（遺伝子型）情報と形質評価情報がセットになった延べ10,000サンプル以上の育種ビッグデータを搭載し、育種に最適な素材の推定や提供等を可能とするシステムを開発。</p> <p>①-2 育種期間の短縮等を可能とする新たな育種技術を7以上開発。</p>
<p>②海外植物遺伝資源の民間等への提供促進（R元年度末）</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>・民間事業者等に提供可能な海外遺伝資源を1,200点新たに導入。</li> </ul>	<p>②海外植物遺伝資源の民間等への提供促進（R4年度終了）</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>・民間事業者等に提供可能な海外遺伝資源を3,000点新たに導入。</li> </ul>

## 2. 事後に測定可能な委託プロジェクト研究課題全体としてのアウトカム目標（R9年）

- 課題① 民間事業者等の種苗開発を支える「スマート育種システム」の開発、および、
- 課題② 海外植物遺伝資源の民間事業者等への提供促進
- 「スマート育種システム」や海外植物遺伝資源の活用により、イネ、野菜などの民間事業者等の年間新品種登録出願数が平成29年の2.0倍以上に向上。
- 課題③ 民間事業者等の活力を活かした新しい品種（系統）の開発
- 中食・外食のシェア拡大に対応し業務用米を26万トン増産。野菜の端境期の輸入品需要を国産品に代替。
- 「スマート育種システム」や海外植物遺伝資源の活用により、イネ、野菜などの民間事業者等の年間新品種登録出願数が平成29年の1.5倍以上に向上。

## 【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

作物は基本的に1年間で1度しか栽培することが出来ず、1つの品種を開発するためには少なくとも10年以上の時間がかかるなど多大な労力を要すが、世界的にはデータ分析に基づく新たな育種法が登場しており、国際的な品種開発競争が激しくなっている。一方、我が国の種苗開発体制は、人的資源の減少が続くなど、こうした変化に十分対応できる体制となっていないため、データの蓄積・活用によって効率的かつ迅速に品種開発が行うこととができるシステムを開発する必要がある。また、国内農業の競争力強化に資する新品種を開発するには、育種素材となる多様な海外遺伝資源の確保が必要であるため、民間事業者のニーズを踏まえ、海外からの新たな遺伝資源の導入を加速するとともに、これらの持つ有用形質等を速やかに解明する取組みが必要である。

以上の取組みにより、国内の種苗開発体制を強化することによって、多様化する消費者ニーズ等に迅速に対応できるような種苗開発体制が提供できることから、本プロジェクト研究は農林水産業・食品産業の発達に寄与するものであり研究の重要性は高い。

#### ②引き続き国が関与して研究を推進する必要性

第5期科学技術基本計画（平成28年1月閣議決定）において、「（略）新たな育種技術等を利用した高品質・多収性の農林水産物の開発を推進し、収益性を高め、新たなビジネスモデルを構築して農林水産物を魅力あるものにする」とされている。また、バイオ戦略2019（令和元年6月）の中では、バイオと

デジタルの融合のためのデータ基盤の整備の必要性が記載され、スマート育種データ基盤の構築することとされている。また、農林水産研究基本計画（平成27年3月）においては、「ゲノム情報の解読やDNA マーカー等を活用した新たな育種技術とこれを活用した「強み」のある品種の開発」を進めるとされている。

主要作物における育種は、我が国では長らく国や県の研究機関が担ってきており、主要作物のゲノム情報等を活用した育種基盤を構築するためには、国が主体的に育種関連のデータを集積・ビッグデータ化や技術の高度化を図り、民間に提供する必要がある。また、遺伝資源については、昨今、途上国を中心に遺伝資源に対する権利意識が高まり、我が国の民間企業等が海外から遺伝資源を導入することが難しくなりつつあるため、引続き本プロジェクトを通じて、国が主導となって多様な海外遺伝資源を確保し、これらの有用形質等を解明した上で、民間企業等へ提供する必要がある。以上のようにいずれも科学技術及び農業政策上、国が主導的な役割を行う必要性は極めて高い。

## 2. 研究目標（アウトプット目標）の達成度及び今後の達成可能性

ランク：A

### ①中間時の目標に対する達成度

課題① 民間事業者等の種苗開発を支える「スマート育種システム」の開発

事前評価時では、①-3として育種母本の開発まで行う計画であったが、予算編成の過程で当該部分は本プロジェクト研究では行わないこととなった。そのため、アウトプット目標についても事前評価時部分は削除している。各目標に対する達成度は以下の通り。

①-1 水稻、麦類（大麦、小麦）及び大豆について、ゲノム情報と収量性や草型、品質等の形質評価情報を収集する際の標準化作業を行い、そこで定めた様式に基づき延べ4,000点以上の育種ビッグデータを収集した。また、これらの育種ビッグデータを活用しつつ、製粉性や穀粒成分などの品質関連形質について、栽培環境条件を考慮しながら予測するためのゲノミックセレクションシステムの仕様を確定しており、当初の予定を達成している。

①-2 育種期間の短縮等に資する技術開発では、ドローン画像から水稻及び大豆のバイオマス量を予測する形質評価法のプロトタイプを確立し、次年度以降に検証を進める予定である。また、有用遺伝子の特定やゲノミックセレクション等のゲノミクス研究を行うためのベースとなる、参照ゲノム配列の構築を低コストで行うことができるプログラムを開発し、有効性を確認した。さらに、有用遺伝子のカタログ化として、玄米ヒ素濃度が約半減する変異体の取得とその原因となる候補遺伝子の特定、窒素利用効率が向上する候補遺伝子の特定等、有用遺伝子に関するDNAマーカー開発およびカタログ化を進めている。このように、全体で3つ以上の新たな育種技術についてプロトタイプを確立し検証を進めていることから、順調に目標を達成している。

課題② 海外植物遺伝資源の民間等への提供促進

カンボジア、ラオス、ミャンマー、ベトナム、キルギスの5か国と共同研究契約を結び、遺伝資源の探索隊を派遣して令和元年度末までに各国の未探索遺伝資源を計1,700点以上収集・保存しており、当初の目標を大幅に超えて達成している。また、海外植物遺伝資源の特性解明も進めており、キュウリのウイルス病（PRSV-W）抵抗性系統、トウガラシのネコブセンチュウ抵抗性系統、カボチャの高貯蔵性系統等、多くの有望な遺伝資源が見出だされている。加えて、海外植物遺伝資源から育種素材の開発も進めており、ベトナム及びラオスの現地圃場を利用して、高温や病害虫といった劣悪環境下でも栽培が容易となる素材の育成を進めている。さらに、遺伝資源の利用の加速化に向けて、国立研究開発法人、公設試験場、大学等との情報共有ネットワークの構築も併せて進めており、農業生物資源ジーンバンクとナショナルバイオリソースプロジェクトのイネ・コムギ遺伝資源の横断検索システムを開発して公開した。以上から、本プロジェクトは目標を大幅に超えて進捗している。

### ②最終の到達目標の今後の達成可能性とその具体的な根拠

①-1 今年度までに、取得するゲノム情報や形質評価情報等のデータ形式を標準化するとともに、既に4,000点以上のデータ集積が完了している。引き続きデータ蓄積を進めることで、延べ10,000点以上の育種ビッグデータの蓄積は十分可能である。加えて、集積したデータを活用し、栽培環境条件も考慮したゲノミックセレクションも行い、製粉性や穀粒成分などの品質関連形質を予測可能なシステムの開発を進めている。今後、これらのシステムの精度検証を行い、検証過程で作出された育種

素材について、目的に沿った素材が選抜できているかの検討を行うことから、最終目標である育種に最適な素材の推定や提供等を可能とするシステムを開発することは可能である。

- ①-2 今年度までに既にプロトタイプを確立した技術に加え、養分や高温に反応する遺伝子発現解析を用いた内部指標（バイオマーカー）、AI等を活用した草姿に関する育種選抜手法、及び新たな変異を創出する技術等の開発が進んでいる。今後、これらの指標および選抜手法の検証を進め、効率的な選抜育種技術として確立することが可能である。加えて、極めて社会的ニーズの高い玄米ヒ素濃度が約半減する変異体ほか、様々な有用形質を示す変異体も多数得ている。この他に既に10以上の有用遺伝子の特定が進んでおり、有用遺伝子のカタログ化の目標達成も見込まれる。以上のことから、育種期間の短縮等を可能とする新たな育種技術を7以上開発する目標は達成可能である。
- ② 今年度までに5か国との間で共同研究契約が結ばれ、1,700点以上の遺伝資源が収集・保存されている。共同研究相手国とは良好な関係を築けており、次年度以降も引続き、遺伝資源の探索隊を派遣できる予定であることから、最終的な目標である3,000点以上の遺伝資源の収集・保存について達成可能である。併せて、遺伝資源の特性解明、情報共有ネットワークの構築・公開も引続き進めることにより、遺伝資源の利活用の活性化も見込まれる。

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

**①アウトカム目標の今後の達成の可能性とその具体的な根拠**

事前評価時ではアウトカム目標として、令和9年度までにイネ、野菜などの民間事業者等の年間新品種登録出願数が平成29年の2.0倍以上に向上することとしていたが、予算編成の過程で育種母本及び品種（系統）の作出は行わず、また事業規模も縮小した（事前評価時の目標①-3と③を整理）。このため、開発した育種母本等を活用した品種開発、またはプロジェクト内で開発・登録すべき品種（系統）の開発を大規模に行うことが困難となったため、目標を「1.5倍以上」に変更する。

課題①については、アウトカム目標は大きく分けて2種類の技術によって達成が可能となる。第一の技術は、構築された育種ビッグデータを用いたゲノミックセレクションや、有用遺伝子カタログによる交配親の選定等、データの活用による育種の効率化であり、第二の技術は、ドローン及びAI技術を活用したハイスループットな表現型解析や、育種年限を短縮可能な変異体の利用等による育種の高速化である。両技術の組み合わせによって、品種育成にかかる期間や規模を大幅に短縮することが可能となり、その技術を広く普及することでアウトカム目標の達成が可能となる。蓄積したデータや開発された技術は、農業データ連携基盤（WAGRI）を介して広く公開するとともに、簡易マニュアルを公開することで広く利用を図る。

課題②については、海外に存在する未利用の多様な遺伝資源が収集・保存されるとともに、それらの特性情報が解明されることにより、育種に有用な遺伝資源が新たに多く特定され、それらが民間企業等のユーザーによって育種等に利用されることが見込まれる。さらに、有用な遺伝資源から育種素材の育成を行うことで、より育種に活用しやすい形としてユーザーへ提供することが可能となり、さらなる育種の加速化が期待される。これらの取組に加え、国立研究開発法人、公設試験場、大学等が保有する植物遺伝資源のデータベースを一元的に検索できるシステム等の構築により、ユーザーの遺伝資源へのアクセスを簡便化し、遺伝資源の利用を促進する。

以上の取組により、育種の効率化・高速化が図られ、我が国への有用な遺伝資源の蓄積とその利活用が活性化されることで、「攻めの農林水産業」に資する画期的な新品種の開発促進、我が国の「強み」を発揮する新品種による食市場の拡大により、我が国の育種ビジネスを活性化することができる。本プロジェクト研究の課題は、計画通り進捗しており、最終目標の達成も見込まれることから、アウトカム目標が達成できる可能性は高い。

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

課題①については、課題に参画する研究者が参加（主催）する研究会などで企業や生産者との情報交換を行い、ターゲットとする形質及び開発が想定される品種の、原料及び流通現場への適用確認を図るとともに、分野別に実需者とクローズドな意見交換を行っている（分野ごとに年に数回）。こうした意見交換で得られたニーズについては、課題計画に適切に導入しており取組みに問題は見られない。ま

た、本プロジェクト研究で得られた育種ビッグデータ及びゲノム選抜ツールの有効性に関する情報発信を、学会、セミナー、各種推進会議等を通じて行い、民間企業などへの利用を促している（イネ・遺伝学分子生物学ワークショップ2019開催等）。こうした取組に加え、スマート育種システムを利用する民間企業のすそ野を今後更に広げるため、育種と直接関連のない企業体が多く参加するイベント（アグリビジネス創出フェア等）において「スマート育種システム」のデモンストレーション等にも幅広く取組むこととしている。

課題②については、遺伝資源の主なユーザーである種子・種苗関連の民間事業者との意見交換を定期的に行うとともに、年1回公開シンポジウムを開催して本プロジェクトで得られた有望な遺伝資源の情報提供、ユーザーからの意見聴取等を行っている。加えて、民間事業者との遺伝資源の共同探索隊を毎年派遣しており、ユーザーのニーズに直結した有用遺伝資源の収集を実施している。また、これらの遺伝資源及び現地で育成を進めた育種素材の我が国への導入を進めるとともに、特性評価により明らかになった有用形質等の情報を本プロジェクトの情報公開用ウェブページに設けたデータベースを通じて順次公開に取り組んでいる。

このように、研究成果の活用のための取組は妥当である。

### ③他の研究や他分野の技術の確立への具体的貢献度

課題①で取得される作物の遺伝子型データ（ゲノムデータ）は、それぞれの品種の特性や生物機能に関する基盤的な情報であり、品種の栽培情報及び機能性成分情報と対応させることにより、例えば機能性成分を高度に蓄積する栽培法の開発等に貢献することが期待される。また、課題②で収集・保存した海外植物遺伝資源については、ナショナルバイオリソースプロジェクトとも連携しており、本プロジェクトで得られた特性情報等の成果については、育種開発や関連する研究だけでなく、進化学、発生生物学等の基礎生物学や薬学の発展にも貢献することが見込まれる。

## 4. 研究推進方法の妥当性

ランク：A

### ①研究計画（的確な見直しが行われているか等）の妥当性

課題①については、外部有識者4名と関連する行政部局及び参画する研究代表者により構成する「委託プロジェクト研究運営委員会」を設置し、実施計画の検討や見直し等が行える体制を整えている。現時点で研究計画を大きく改善する必要は認められないが、本研究の成果をいち早く普及に結びつけるため、育種ビッグデータを検証するためのデータベースや遺伝子情報を提供するサイトの内部利用の前倒し等も進めるなど、研究計画の適切な進行管理に努めている。

課題②についても、外部有識者3名と関連する行政部局及び参画する研究代表者により構成する「委託プロジェクト研究運営委員会」を設置し、実施計画の検討や見直し等が行える体制を整えている。本研究の成果の活用を促進するため、民間企業等からの要望の強い野菜の分野に重点を置く等、研究計画の適切な進行管理に努めている。

本プロジェクト研究の課題は、計画通り進捗しており、最終目標の達成も見込まれることから、研究計画は妥当である。

### ②研究推進体制の妥当性

本プロジェクト研究の実施に当たっては、委託プロジェクト研究運営委員会を年に2～3回開催し、推進状況の確認、研究計画・推進体制の見直し、研究成果の共有と知財戦略等について、助言等を行っている。また、研究コンソーシアムの自主的な推進体制として、年に1～2回、課題担当者が一同に会する課題検討会を開催し、課題の進捗状況について議論する場を設定しており、研究推進体制は妥当である。

### ③研究課題の妥当性（以後実施する研究課題構成が適切か等）

運営委員会及び課題検討会において、研究課題を大きく改善する必要は認められていないことから、課題は妥当である。今後は、収集したデータを育種現場で活用するシステムの構築等も引き続き進め、実データを用いた検証に入る前にシミュレーションによる十分な検討も行う予定であり、これらの研究課題の構成は最終到達目標の達成を目指す上で妥当である。

### ④研究の進捗状況を踏まえた重点配分等、予算配分の妥当性

委託プロジェクト全体で課題の進捗状況、研究成果の有効性や緊急性等を踏まえ、予算配分の重点化

を行っている。本プロジェクト研究の課題は計画通り進捗しており、最終目標の達成も見込まれることから、予算配分は妥当である。

**【総括評価】**

**ランク：A**

**1. 委託プロジェクト研究課題の継続の適否に関する所見**

・育種システムの開発など、プロジェクトの重要性については言うまでもなく、継続は妥当である。

**2. 今後検討を要する事項に関する所見**

・海外から育種資源を得たり、データベース化したりする上で、農林水産省として海外との関わりについての方針の策定について検討されたい。

・ビッグデータや新品種等を普及する際、確立した技術が海外に流出するのを防ぐために、育種システムのアクセス権の付与については十分に配慮されたい。特に、国内企業が対象の場合であっても、子会社として日本の企業となっているグローバル企業等も存在することに留意されたい。

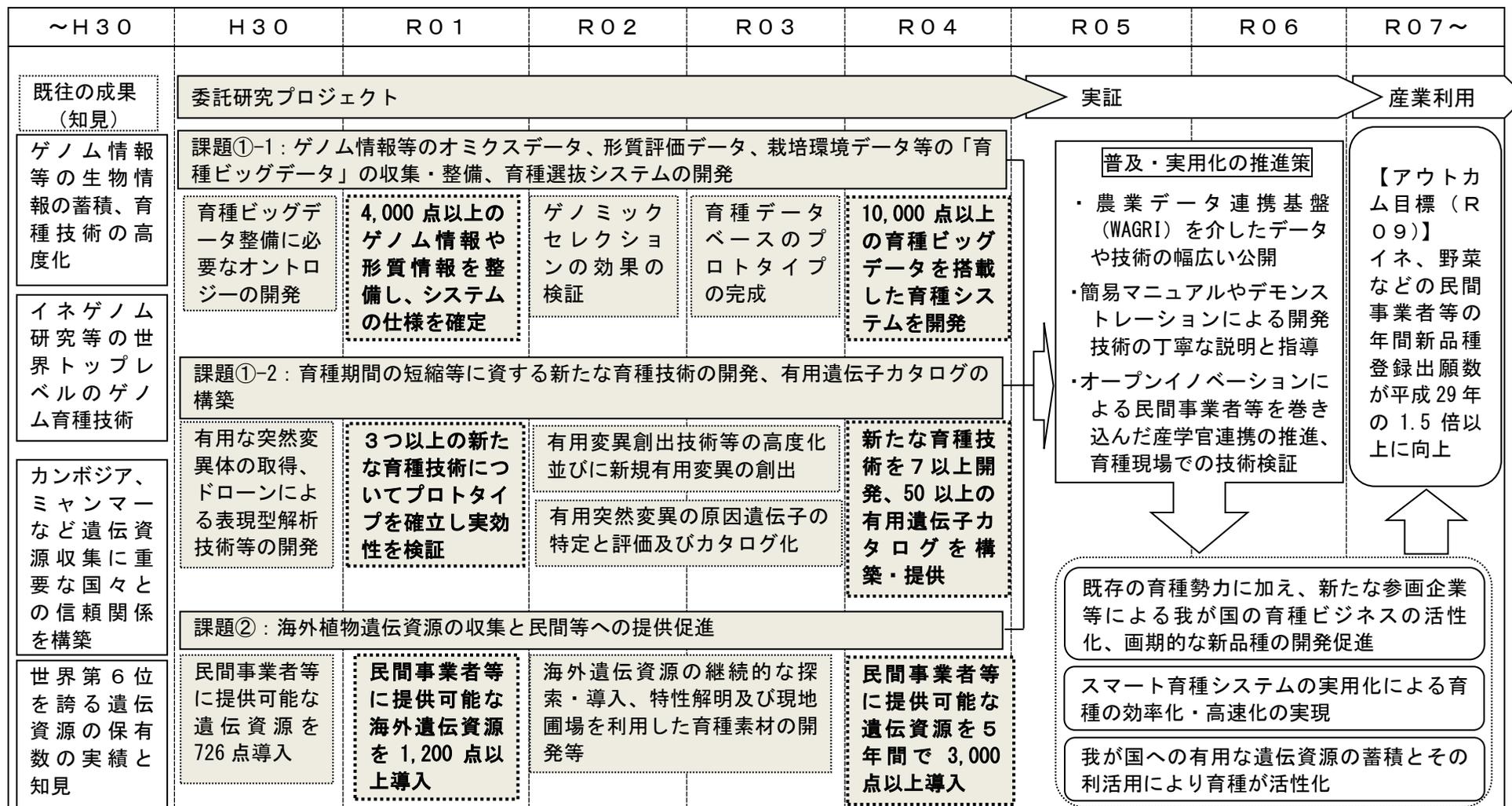
・ビッグデータを初めとする様々なデータの取扱いについて、データ契約が重要となるため、本プロジェクトでの整理を進めて、うまく保護・活用されることを期待する。

[研究課題名] 戦略的プロジェクト研究推進事業のうち、作物育種プロジェクト

用語	用語の意味	※ 番号
スマート育種	遺伝資源や生物情報等のビッグデータ、ゲノミックセレクション等の育種基盤技術等を活用した育種。従来の育種法では作出困難な優良形質を持つ育種素材・品種の開発が可能。	1
スマート育種システム	スマート育種を活用した総合的な育種支援体制。民間企業等に対し、遺伝資源、生物情報ビッグデータ、育種技術及び育種サービスをワンストップ化して提供。	2
オミクス	Omics。ギリシャ語の「すべて・完全」などを意味する接尾辞(ome)に「学問」を意味する接尾辞(ics)を合成した言葉に由来し、生物データの「すべて」を集約し、解析する研究分野を指す。対象となる研究対象の末尾に付けられ、その研究分野が示される（例：ゲノム+ミクス=ゲノミクス）。	3
ゲノミックセレクション	ゲノムの塩基配列の違いに基づいて、個体の形質（収量性、耐塩性など）を予測し、優良個体を選抜する育種技術。個体の生長を待って形質を評価する必要がないため、育種の効率化・高速化が図れる。DNAマーカー育種では難しい、多数の遺伝子が関わる複雑な形質をターゲットにした育種に有効とされている。	4
遺伝資源	現実の又は潜在的な価値を有する、遺伝の機能を備えた生物由来の素材のこと。遺伝資源の持つ有用形質を、交配を通じて栽培品種に取り込むことにより、新品種が育成される。	5
遺伝子	ゲノムの一部であり、生物を構成する個々の部品を作るための設計図といえる。実際には、遺伝子はタンパク質や酵素等として機能する。多くの生物がおよそ3万個の遺伝子を持っている。	6
DNAマーカー	特定の遺伝子を持っているかどうかを判定するための目印。多くの場合延期配列の違いがDNAマーカーとして使われる。	7

【ロードマップ（中間評価段階）】

戦略的プロジェクト研究推進事業のうち、作物育種プロジェクト



## ③ 民間事業者等の種苗開発を支える「スマート育種システム」の開発 【継続】

## 背景と目的

- 農業競争力強化プログラムでは、戦略物資である種子・種苗については、民間活力を最大限に活用した開発・供給体制を構築することとしている。また、バイオテクノロジーの発展により、育種に関するゲノム情報等が蓄積され、これを用いた新たな育種技術が登場している。
- こうしたことから、ゲノム情報や形質評価データ等のビッグデータの整備、新たな育種技術の開発・高度化等を行い、民間事業者・自治体(公設試験場)・農家等への提供体制を構築する。

## 研究内容

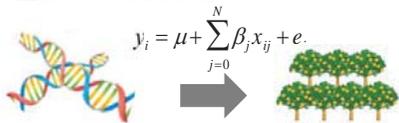
## ① 育種ビッグデータの整備・データベース化

- ・ 多地点、多環境での多様な植物集団の育成、ゲノム情報等の生物情報、形質評価データ、気温・日照等の栽培環境データの取得、データベース化等

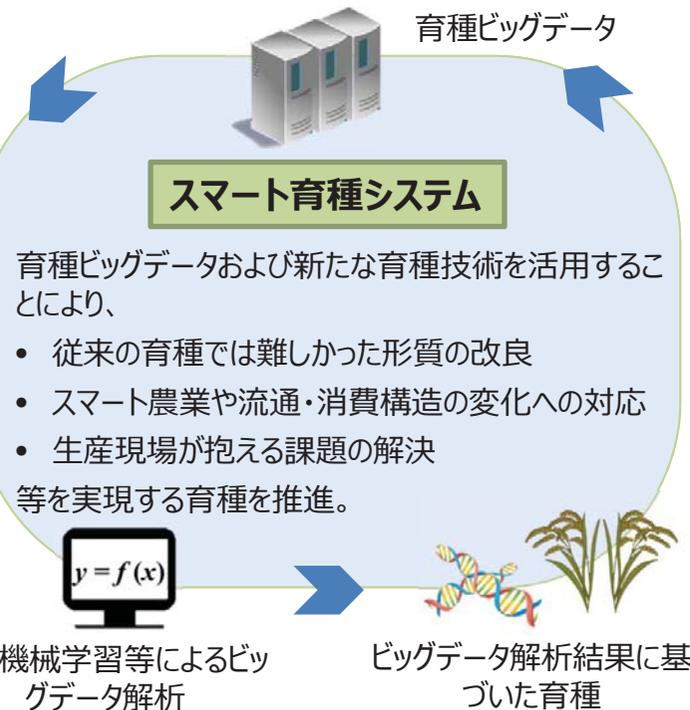


## ② 育種基盤技術の開発等

- ・ ゲノミックセレクションの高度化等、新たな育種技術の開発等



## ③ スマート育種システムの開発



## 到達目標

## スマート育種システム



民間企業、公設試験場、農家等への提供体制を構築

## 期待される効果

- ・ 育種事業への民間事業者等の参入促進
- ・ 画期的な優良品種・ブランド品種の開発による農業競争力の強化

## ④ 海外植物遺伝資源の民間等への提供促進【継続】

## 背景と目的

- 国内農業の競争力強化に資する新品種を開発するためには、育種素材となる多様な海外遺伝資源の確保が必要。
- 途上国を中心に遺伝資源に対する権利意識が高まり、我が国の民間企業等が海外から遺伝資源を導入することが難しくなりつつあるため、我が国が海外遺伝資源にアクセスするための取り組みの強化が求められている状況。
- 民間活力を最大限に活用して新品種を開発するためには、**民間事業者のニーズを踏まえ、海外からの新たな遺伝資源の導入を加速**するとともに、**これらの持つ有用形質等を速やかに解明**する必要。

## 研究内容

- **海外植物遺伝資源のアクセス強化**  
我が国の新品種開発に資する有用な海外植物遺伝資源の特性の解明、新規海外植物遺伝資源の探索・収集等を行う二国間共同研究を推進。
- **共同育成を通じた海外植物遺伝資源の利活用促進**  
現地で中間母本の育成等を行い、現状では導入が難しい、重要な育種素材を導入するための環境を整備。
- **国内植物遺伝資源ネットワークの構築**  
公的研究機関、大学等有する植物遺伝資源のデータネットワークを構築し、植物遺伝資源情報等に民間等が効率的にアクセスできる環境を整備。

## 到達目標

- アジア地域の未探索遺伝資源を3,000点以上収集・保存する。
- 耐病性や機能性等の新品種の育成に必要な形質を組み込んだ中間母本等5以上の育種素材の育成見通しを立てる。
- 国立研究開発法人、公設試験場、大学等有する植物遺伝資源について、情報を共有するネットワークを構築・公開する。

## 期待される効果

遺伝資源及びその有用形質情報等の提供、国内機関の連携による遺伝資源情報の提供促進を通じて、民間等の育種ビジネスを支援することで、「攻めの農林水産業」に資する画期的な新品種を開発を促進し、我が国の「強み」を発揮する新品種で食市場を拡大。

