

## 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対応のための研究開発 (28年度新規課題を除く)	<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>	大臣官房政策課技術政策室 大臣官房政策課環境政策室 生産局農産部園芸作物課 生産局農産部農業環境対策課 生産局農産部技術普及課 生産局畜産部畜産企画課 生産局畜産部畜産振興課 消費・安全局植物防疫課 農村振興局農村政策部農村環境課 農村振興局整備部設計課 農村振興局整備部水資源課 政策統括官付穀物課 水産庁増殖推進部研究指導課						
<b>研究期間</b>	H25～H31（7年間）	<b>総事業費（億円）</b>	17億円（見込）						
<b>研究開発の段階</b>	<table style="display: inline-table; border-collapse: collapse;"> <tr> <td style="border: 1px solid black; padding: 2px;">基礎</td> <td style="border: 1px solid black; padding: 2px;">応用</td> <td style="border: 1px solid black; padding: 2px;">開発</td> </tr> <tr> <td colspan="3" style="text-align: center;">  </td> </tr> </table>	基礎	応用	開発				<b>関連する研究基本計画の重点目標</b>	重点目標 22、26、27、28（22と一部重複）
	基礎	応用	開発						
									

### 研究課題の概要

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

これらの計画による取組を推進し、将来の気候変動が我が国農林水産業に及ぼす悪影響を最小限に留めるため、下記のとおり、「気候変動及び極端現象（※4）の影響評価」及び「気候変動適応技術の開発」を実施する。

#### 大課題1：気候変動及び極端現象の影響評価

<課題①：農林業に係る気候変動の影響評価（継続：平成25～29年度）>

・農林業における気候変動への適応策の検討に資するため、農産物の温度反応試験や森林のモニタリング等により、気候変動に伴う農林業への影響解析モデルを構築するとともに、最新の全球気候モデル予測を用いて、農林業に係る高精度の気候変動の影響評価を行う。

<課題②：漁業、養殖業に係る気候変動の影響評価（継続：平成25～29年度）>

・漁業・養殖業における気候変動への適応策の検討に資するため、日本周辺海域のモニタリング等により、気候変動に伴う漁業・養殖業への影響解析モデルを構築するとともに、最新の全球気候モデル予測を用いて、漁業・養殖業に係る高精度の気候変動の影響評価を行う。

<課題③：極端現象の増加に係る農業水資源、土地資源及び森林の脆弱性の影響評価（継続：平成25～29年度）>

・農業水資源、土地資源及び森林について、気候変動への適応策の検討に資するため、気候変動による極端現象の増加に関する影響解析モデルと最新の全球気候モデル予測を用いて、農業水資源、土地資源及び森林の脆弱性に係る高精度の影響評価を行う。

#### 大課題2：農林水産分野における気候変動適応技術の開発

<課題④：温暖化の進行に適応する品種・育種素材の開発（継続：平成27～31年度）>

・水稻、畑作物、果樹、野菜等において、中長期的な視点での気候変動の進展を踏まえた、将来の生育

不良、品質低下等の被害を軽減できる品種・育種素材を開発する。

<課題⑤：温暖化の進行に適応する生産安定技術の開発（継続：平成27～31年度）>

水稲、畑作物、果樹、野菜等において、中長期的な気候変動の進展を踏まえた、将来の生育不良、品質低下等の被害を軽減できる持続的な生産安定技術、気候変動とともに環境保全型農業（※5）の推進や温室効果ガス削減にも寄与できる生産安定技術を開発する。

<課題⑥：豪雨に対応するためのほ場の排水・保水機能活用手法の開発（継続：平成27～31年度）>

・ほ場等の排水機能及び保水機能を高めることにより、集中豪雨等による農作物や周辺農地の被害を軽減する技術の開発を行う。

<課題⑦：温暖化の進行に適応する畜産の生産安定技術の開発（継続：平成25～29年度）>

・家畜・家さんの暑熱対策として、栄養管理を行うことにより、地球温暖化の進行に適応する畜産の生産安定技術を開発する。

<課題⑧：温暖化の進行に適応するノリの育種素材の開発（継続：平成25～29年度）>

・ノリ養殖について、海水温の上昇により不適になる海域が出ると予想されていることから、細胞融合及び共生細菌（※6）添加による高温耐性ノリの育種技術を開発する。

<課題⑨：有害動植物（※7）の検出・同定技術の開発（継続：平成27～31年度）>

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

## 1. 委託プロジェクト研究課題の主な目標

中間時（2年度目末）の目標	最終の到達目標
<p>研究課題1：気候変動及び極端現象の影響評価</p> <p>&lt;課題①：農林業に係る気候変動の影響評価（継続：平成25～29年度）&gt;</p> <p>わが国の農業への影響を1kmメッシュで評価するために必要となる、気候シナリオの作成、作物の環境応答メカニズムの解明、それに基づく影響評価モデルの開発・改良を完了する。</p> <p>&lt;課題②：漁業・養殖業に係る気候変動の影響評価（継続：H25～29年度）&gt;</p> <p>生物生産構造における変化の把握と主要浮魚類の成長・漁期漁場予測モデルを構築し、環境や生物生産の変化予測に着手する。また、沿岸漁場の過去・現状の変化マップ（1km精度）作成と西日本の藻場生態系に与える水温の影響モデルを構築する。</p> <p>&lt;課題③：極端現象の増加に係る農業水資源、土地資源及び森林の脆弱性の影響評価（継続：H25～29年度）&gt;</p> <p>気候変動による極端現象の増加に係る農業水資源、土地資源及び森林の影響の予測手法、評価手法を開発し、評価結果のマップ化に着手する。</p>	<p>研究課題1：気候変動及び極端現象の影響評価</p> <p>&lt;課題①：農林業に係る気候変動の影響評価（継続：平成25～29年度）&gt;</p> <p>農林業における気候変動への適応策の導入等の検討に資するため、温暖化の進行による水稲、畑作物、野菜、果樹、飼料作物、森林に与える影響を1kmメッシュで高精度に評価する。</p> <p>&lt;課題②：漁業・養殖業に係る気候変動の影響評価（継続：平成25～29年度）&gt;</p> <p>漁業・養殖業における気候変動への適応策の検討に資するため、温暖化の進行による沿岸域・沖合域・内水面における漁業資源・増養殖に与える影響を10kmメッシュ（沿岸域は1kmメッシュ）で高精度に評価する。</p> <p>&lt;課題③：極端現象の増加に係る農業水資源、土地資源及び森林の脆弱性の影響評価（継続：平成25～29年度）&gt;</p> <p>農業水資源、土地資源及び森林について、気候変動への適応策の検討に資するため、気候変動による極端現象の増加に係る農業水資源、土地資源及び森林の影響を5kmメッシュで高精度に評価する。</p>
<p>大課題2：農林水産分野における気候変動適応技術の開発</p> <p>&lt;課題④：温暖化の進行に適応する品種・育種素材の開発（継続：平成27～31年度）&gt;</p> <p>稲、麦、大豆、飼料作物、野菜、果樹それぞれ</p>	<p>大課題2：農林水産分野における気候変動適応技術の開発</p> <p>&lt;課題④：温暖化の進行に適応する品種・育種素材の開発（継続：平成27～31年度）&gt;</p> <p>温暖化により、平均気温が現在より2℃以上上昇し</p>

の品目において、品種・育種素材作出に必要な、品種・育種素材候補の選抜、育成等を進める。

<課題⑤：温暖化の進行に適応する生産安定技術の開発（継続：平成27～31年度）>

農作物において、気候変動による高温障害等の対策技術を開発するため、高温障害等が起こる要因やメカニズムの解明を半分以上の課題で完了し、生産安定技術の開発に着手する。

<課題⑥：豪雨に対応するためのほ場の排水・保水機能活用手法の開発（継続：平成27～31年度）>

豪雨等の異常気象に対して、水田の冠水による減収度を主産地での解明を進め、水田の冠水による減収を3割未満にする許容湛水深（※8）管理手法を策定する。また、畑地の土壌流亡を抑制する土層改良工法を開発する。

<課題⑦：温暖化の進行に適応する畜産の生産安定技術（継続：平成25～29年度）>

乳牛、肉用牛、豚、鶏について、暑熱環境下での生産性低下を抑えるための個別技術（飼料開発、餌の給与技術等）を開発し、効果検証、農家実証に着手する。

<課題⑧：温暖化の進行に適応するノリの育種技術の開発（継続：平成25～29年度）>

高温耐性を有するノリ育種素材候補を数株程度まで絞り込む。

<課題⑨：有害動植物の検出・同定技術の開発（継続：平成27～31年度）>

海外における情報・標本等の収集分析を行い、重要検疫有害動植物種及び国内未発生種から、侵入リスクに基づき、優先度が高い技術開発対象の種及び個体群を特定する。

た時点における気象条件下での収量、品質低下の影響を1/2以下に抑えることのできる育種素材を10種以上開発する。

<課題⑤：温暖化の進行に適応する生産安定技術の開発（継続：平成27～31年度）>

温暖化により、平均気温が現在より2℃以上上昇した時点における気象条件下での収量、品質低下の影響を1/2以下に抑えることのできる生産安定技術を5種以上開発する。

<課題⑥：豪雨に対応するためのほ場の排水・保水機能活用手法の開発（継続：平成27～31年度）>

豪雨等の異常気象に対して、冠水や土壌流亡による被災面積と収量減収を3割軽減可能な技術を開発する。

<課題⑦：温暖化の進行に適応する畜産の生産安定技術（継続：平成25～29年度）>

家畜・家さんの栄養管理により、乳牛、肉用牛、豚、鶏における暑熱環境下での生産性低下を10～20%改善する技術を開発する。

<課題⑧：温暖化の進行に適応するノリの育種技術の開発（継続：平成25～29年度）>

高水温（24℃以上）で2週間以上生育可能な養殖ノリ品種の育種素材を開発する。

<課題⑨：有害動植物の検出・同定技術の開発（継続：平成27～31年度）>

植物検疫行政部局との連携に基づき、20種以上の有害動植物について、植物検疫（※9）において遺伝子情報に基づき24時間以内に検出・同定できるシステムを開発する。

## 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（～H36年）

目標1：（課題①～⑨）「気候変動の影響への適応計画」及び「農林水産省気候変動適応計画」への反映を通じ、各種農林水産施策への貢献。（平成31年度）

目標2：（課題⑨）気候変動に伴い危惧される主要な病害虫について、侵入・発生が疑われる事態に際して植物防疫の初動対応を迅速化することで被害の半減に貢献する。（平成36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：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**

農林水産業については、一般に高温などの気候変動による影響を受けやすく、既に、水稲における白未熟粒（※10）や胴割粒（※11）の発生による一等米比率の低下、成熟期のりんごやぶどうの着色不良・着色遅延等の影響が現れている。

今後さらに温暖化等気候変動が進んでいくことに伴い、農作物の栽培適地の移動や水稲の高温不稔などが懸念されていることから、将来においても、持続的・安定的な農林水産業が営まれていくために、本研究は重要である。

また、研究開発には時間を要することから、国産農林水産物の安定供給のため、早期に取り組む必要がある。

**②引き続き国が関与して研究を推進する必要性**

本研究は、下記の国の政策・計画を実行するために不可欠であり、中長期視点に立った将来の気候変動対応への取組は民間では進みがたいことから、引き続き国が関与して研究を推進する必要がある。

○気候変動の影響への適応計画（平成27年11月 閣議決定）及び農林水産省気候変動適応計画（平成27年8月 農林水産省適応計画推進本部決定）

地球温暖化予測研究の強化や予測研究に基づく中長期視点を踏まえた農林水産物の品種・育種素材や生産安定技術の開発の実施等について明記されている。

○「地球温暖化対策計画」（平成28年5月閣議決定）

地球温暖化対策の基盤的施策として、長期的かつ世界的な観点から地球温暖化対策を推進するためには、国内外の最新の化学的知見を継続的に集積していくことが不可欠であり、気候変動に関する研究はこれらの知見の基盤をなす極めて重要な施策である旨が明記されている。

○農林水産研究基本計画（平成27年3月 農林水産技術会議決定）

農林水産業の持続化・安定化を図るための研究開発として位置づけられており、将来の気候変動が農林水産分野に与える影響を、高精度に予測・評価する手法を開発し、当該予測結果に基づき適応品種の計画的な育成や安定生産技術の開発等を計画的に進める旨が明記されている。

○「食料・農業・農村基本計画」（平成27年3月 閣議決定）

農林水産業は気候変動の影響が大きいことから、農林水産分野に関する適応計画の策定とともに、気候変動に左右されにくい持続的な農業生産への転換を推進する旨が記載されている。

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

大課題1：気候変動及び極端現象の影響評価

<課題①：農林業に係る気候変動の影響評価（継続：平成25～29年度）>

わが国の農業への影響を1kmメッシュで評価するために必要となる、気候シナリオの作成、作物の環境応答メカニズムの解明、それに基づく影響評価モデルの開発・改良を完了しており、目標は達成している。

<課題②：漁業、養殖業に係る気候変動の影響評価（継続：平成25～29年度）>

これまでのモニタリング調査によって温暖化による生物生産構造の変化を明らかにした。また、沖合域の温暖化の予測に必要な主要浮魚類（※12）（5種）の成長・漁期漁場予測モデルが作成された他、沿岸漁場の過去・現状の変化マップ（1km精度）を作成するとともに藻場生態系の予測モデルが構築され、目標を達成している。

<課題③：極端現象の増加に係る農業水資源、土地資源及び森林の脆弱性の影響評価（継続：平成25～29年度）>

気候変動による極端現象として洪水や渇水の増加が農地水利用や水資源へ及ぼす予測・評価モデルが作成され、評価結果の全国マップ化が開始されるとともに、農地や森林における地すべり発生メカニズ

ムのモデル分析が行われたことから、目標は達成している。

大課題2：農林水産分野における気候変動適応技術の開発

<課題④：温暖化の進行に適応する品種・育種素材の開発（継続：平成27～31年度）>

水稲・麦・大豆・野菜・果樹等について品種・育種素材作出に必要な品種・育種素材候補の選抜・育成を進めた。例えば、水稲では、海外のイネや日本在来種からなる遺伝資源約120品種の中から高温不稔（※13）耐性の強い10品種を選抜した。また、いもち病（※14）、トビイロウンカ（※15）抵抗性遺伝子を保有する「西海297号」を育成し、品種登録予定となっているなど、中間時の目標を達成している。

<課題⑤：温暖化の進行に適応する生産安定技術の開発（継続：平成27～31年度）>

農作物において、気候変動による高温障害等の対策技術を開発するため、高温障害等が起こる要因やメカニズムの解明を多くの実行課題で完了し、対策技術の開発に着手している。

例えば、水稲の生産安定に寄与する土壌条件と肥培管理、イネ紋枯病（※16）防除に向けた予察システムの有効性評価等が順調に進捗。果樹においては、温暖化障害（着色障害、日焼け、発芽・着花不良、こはん症（※17））の発生要因が解明され、その対策技術に関する試験に着手するなどしており、中間目標を達成している。

<課題⑥：豪雨に対応するためのほ場の排水・保水機能活用手法の開発（継続：平成27～31年度）>

豪雨等の異常気象に対して、主産地の水稲の冠水による減収度を主産地で解明し、冠水による減収を3割未満にする許容湛水深管理手法を策定した。また、土壌流亡を抑制する土層改良工法を開発した。これにより中間時の目標を達成した。その中で開発した、土層改良技術として、3機種が数社の大手農機メーカーから市販・実用化されるなど、当初の予定を上回る進捗があった。

<課題⑦：温暖化の進行に適応する畜産の生産安定技術（継続：平成25～29年度）>

乳牛、肉用牛、豚、鶏について、個別技術（飼料開発、餌の給与技術等）が開発され、効果検証、農家実証に着手しており、目標は達成されている。例えば肥育豚では飼料中リジン、トレオニン、メチオニンおよびトリプトファン含量を高めた飼料の給与が暑熱時の肥育豚の増体成績改善に有効であることを示した。また緑茶粕や焼酎粕といった地域飼料資源の活用および給与方法の開発により、肉の保水性の向上や旨味成分である遊離グルタミン酸の増加など肉質改善に繋がる成果も出ており、夏季の養豚農家で当該技術の効果検証・実証を開始するなどしている。

<課題⑧：高温耐性ノリの育種技術の開発（継続：平成25～29年度）>

高温耐性を有するノリ育種素材候補を数株程度まで絞り込んでおり、中間時の目標を達成している。

<課題⑨：有害動植物の検出・同定技術の開発（継続：平成27～31年度）>

文献情報・植物検疫情報・標本分析から対象種の洗い出しを行い、技術開発の対象種をリストアップした。また、ユーザー（植物防疫所）が使い易いシステムとするため、統合データベースのテスト用サーバーを立ち上げた。以上のことから、中間時の目標は達成している。

## 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

大課題1：気候変動及び極端現象の影響評価

<課題①：農林業に係る気候変動の影響評価（継続：平成25～29年度）>

果樹や飼料作物の一部の影響評価項目については1kmメッシュのマップが作成され、他の評価項目についても最終年度での1kmメッシュでの影響評価の準備が整っており、最終目標は達成可能。

<課題②：漁業、養殖業に係る気候変動の影響評価（継続：平成25～29年度）>

温暖化の影響予測に必要な基礎生産モデル、主要浮魚類（5種）の成長・漁期漁場予測モデルが作成され、藻場生態系予測モデルの作成見通しが立っている。今後、IPCC-AR5シナリオによる物理環境の予測モデルと組み合わせて解析することにより、10kmメッシュ（沿岸域は1kmメッシュ）での影響評価を行い、最終目標の達成は十分見込まれる。

<課題③：極端現象の増加に係る農業水資源、土地資源及び森林の脆弱性の影響評価（継続：平成25～29年度）>

極端現象による農地水利用への影響評価モデルを開発しマップ化へ着手、沿岸農地における浸水被害リスク評価のための評価手法を開発する等、気候変動による極端現象の増加に係る農業水資源、土地資

源及び森林への影響の予測手法、評価手法を開発し、評価結果の5kmメッシュでのマップ化へ着手しており、最終年度での目標達成は十分見込まれる。

大課題2：農林水産分野における気候変動適応技術の開発

<課題④：温暖化の進行に適応する品種・育種素材の開発（継続：平成27～31年度）>

水稻では、例えば、高温不稔耐性の強い10品種を交配に用いた育種材料が開発される他、高温登熟耐性を保有する「北陸269号」や「関交IL1号」の品種登録や、遺伝子集積により高温登熟耐性をさらに高めた有望系統が複数開発される等の見込みがある。

麦では、例えば穂発芽（※18）耐性を持つ「北海265号」の品種登録をはじめ、出穂期の年次変動が小さくウイルス病害抵抗性のあるオオムギ等、最終目標の育種素材が開発される見込みがある。

大豆では、例えば、開花期耐湿性の素材の選抜が進んでおり、優れた耐湿性と農業特性を兼ね備えた系統を開発できる見込みである他、紫斑病（※19）と黒根腐病（※20）では、抵抗性遺伝資源をすでに選定して交配集団を育成していることから、最終目標の育種素材の開発できる見込みがある。

野菜では、例えば、内部褐変症（※21）に強いダイコンでは中間母本（※22）候補系統が育成されF1品種（※23）候補も開発される見込みであることや、耐暑性に優れる濃緑色葉ネギではF1品種候補系統が耐暑性に優れる特性を示すことが確認できたこと等から最終目標の品種・育種素材の開発できる見込みがある。

果樹では、例えば、カンキツでは浮皮抵抗性の素材の予備選抜が進んでおり、さらに複数年の評価を経て評価精度も高まり育種素材が選抜される見込みであることや、リンゴではすでに斑点落葉病（※24）抵抗性と高着色性を兼ね備えた優良系統として盛岡67号と盛岡70号を予備選抜したこと等から、最終目標の育種素材を開発できる見込みがある。

以上のことから、10種以上の品種・育種素材が開発される見込みであり、最終年度での目標達成は十分見込まれる。

<課題⑤：温暖化の進行に適応する生産安定技術の開発（継続：平成27～31年度）>

各課題において、高温障害等が起こる要因やメカニズムの解明が順調に進捗しており、一部の課題では、すでに生産安定技術の開発に着手。また、技術を発信するためのマニュアル作成が計画され、その材料が集約しつつある課題もあることから、水稻の安定栽培技術、温暖化で危惧される病虫害や雑草対策技術、果樹の高温障害対策技術、野菜における施設内環境改善技術等、5種以上の生産安定技術を開発できる見込みであり、最終年度での目標達成は十分見込まれる。

<課題⑥：豪雨に対応するためのほ場の排水・保水機能活用手法の開発（継続：平成27～31年度）>

水田の冠水被害を緩和するほ場管理技術の開発においては、水管理の基本となる許容湛水深管理モデルの策定や水管理機器等を開発し、現地実証に組み入れ効果を検証。さらに、畑地においては、実用化した土壌流亡対策の土層改良工法を活用した現地実証を進める。これらにより、被害面積と収量減少を3割軽減可能な技術として、最終年度での目標達成は十分見込まれる。

<課題⑦：温暖化の進行に適応する畜産の生産安定技術（継続：平成25～29年度）>

各課題で、技術開発から農家実証による効果検証の段階に入っており、目標達成は十分見込まれる。

乳牛での暑熱期の乳牛の生産性を分娩、育成、泌乳を通して10～20%向上させる技術を、ほぼ開発。今後、農家実証等を進めることにより、10%改善の到達目標は達成できる見込み。

肉用牛では暑熱期における肥育牛の増体鈍化や停滞を回避する結果が得られ、一部の実施課題では、肥育農家での実証試験では増体成績が約12%改善する結果を得ており、肉用牛の飼養成績の10%改善の到達目標を達成できる見込み。

肥育豚ではアミノ酸強化と機能性を有する飼料を用いた試験で増体成績や肉質改善結果が得られている。現場実証試験を通じて暑熱期での肥育豚の増体成績低下を10～20%改善する到達目標は達成できる見込み。

肉用鶏では有用な天然抗酸化資材、飼料中エネルギーや蛋白質の適正水準ならびにアミノ酸強化による有効性についての結果を得ている。引き続き、生産現場に近い条件の試験を行うことで最終の到達目標が達成できる見込みである。また、産卵鶏では、各機関の成果およびその併用による暑熱の鶏卵生産低下抑制効果が実証試験においても確認されており、更なる検証試験を進めることで、目標が達成される見込み。

<課題⑧：温暖化の進行に適応するノリの育種技術の開発（継続：平成25～29年度）>

高温耐性を有するノリ育種素材候補を数株程度まで絞り込まれており、今後は、絞り込んだ育種素材

の高水温耐性の安定性等などの実用化に向けた検証を行うことにより、最終の到達目標である水温24℃以上で2週間以上生育可能なノリ育種素材の開発の達成可能性は極めて高い。

<課題⑨：有害動植物の検出・同定技術の開発（継続：平成27～31年度）>

技術開発の対象種をリスト化するとともに、一部の有害動植物については既に、サンプル採取から数時間以内に検出・同定できる技術を開発しており、他の20種以上の有害動植物についても順次、同様の技術を開発できる見込みである。また、生物学的・分類学的情報や検出・同定に必要な遺伝子情報を格納できる統合データベースのシステム基本形を構築した。以上のことから、遺伝子情報に基づき20種以上の有害動植物を24時間以内に検出・同定できるシステムの開発は達成可能である。

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

**ランク：A**

**①アウトカム目標の今後の達成の可能性とその具体的な根拠**

**【目標1】**

農水省委託事業「農林水産分野における地域の気候変動適応計画調査・分析事業」（平成28～30年度）（※25）をはじめとする政府の「気候変動の影響への適応計画」の推進のための事業、委員会、研究プロジェクト等へ積極的に研究成果の提供を実施していくことや、プロジェクト研究に参画している公設試験場や民間企業を通じて、得られた研究成果の普及を図っていくこととしている。

また、平成27年度に策定された「農林水産省適応計画」及び政府全体の「気候変動の影響への適応計画」の策定にあたり、環境省が設置する中央環境審議会においてまとめられた「日本における気候変動による影響の評価に関する報告と今後の課題について」において、本プロジェクトの成果として得られた査読論文等が15本、参考文献として使われた。この計画は5年程度を目処に気候変動の影響の評価を実施し、当該影響評価の結果や各施策の状況等を踏まえて、必要に応じて計画の見直しを行うこととしており、今後、さらに本プロジェクトの成果が活用されることが見込まれ、これらへの貢献を通じて、各種行政施策の指針として貢献できる可能性は極めて高い。

**【目標2】**

課題⑨において、主要な20種以上の有害動植物について、従来迅速な検出・同定が困難であった病変部位や昆虫の卵・幼虫、若しくは死骸の一部からであっても迅速な同定が可能な検査技術を開発できることから、新たな植物病害虫の侵入・まん延を防ぐ植物防疫の初動対応の迅速化を達成できる。

**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**

**【目標1】**

・平成27年度に策定された「農林水産省適応計画」及び政府全体の「気候変動の影響への適応計画」の策定にあたり、環境省が設置する中央環境審議会においてまとめられた「日本における気候変動による影響の評価に関する報告と今後の課題について」において、本プロジェクトの成果として得られた査読論文等が15本、参考文献として使われた。また、これまでにプロジェクト対象課題全体で177本（論文数等共通事項調査票参照）と多くの査読論文が執筆された。また、研究の進捗管理を行う運営委員会等において、行政部局へ研究の情報提供を行っている。

・平成26年に本プロジェクトの研究成果発表会を開催し、農業・林業・水産分野それぞれで、すでに終了したプロジェクト研究課題も含め、研究成果の発表及びパネルディスカッションを行った。

・ホームページ「地球温暖化と農林水産業」において、プロジェクトの研究成果を発信しているほか、次年度が最終年度となる研究課題を中心に、研究成果発表会を予定しており、それらを通じて、広く情報発信を行っていく。

これらのことにより、アウトカム目標の達成に向けた取組は妥当である。

・ホームページ「地球温暖化と農林水産業」  
<http://ccaff.dc.affrc.go.jp/index.html>

**【目標2】**

課題⑨において、直接的なユーザーとなる消費・安全局植物防疫課、植物防疫所等行政部局の関係職員の推進会議への参加に加えて、研究課題担当者と植物防疫所との検出技術の利用について個別の打ち合わせや、共同での試験といった取組を適宜実施しており、研究成果の速やかな植物防疫の現場への普

及が図れる体制となっている。

### ③他の研究や他分野の技術の確立への具体的貢献度

例えば、以下のような例が挙げられる。

大課題1 < 課題②：漁業、養殖業に係る気候変動の影響評価（継続：平成25～29年度） >

研究成果として得られた主要浮魚資源の成長・漁期漁場予測モデルは、近年の高水温による影響評価に用いることが可能であり、水産庁が推進する漁況予測手法の精度向上を通じて収量・品質安定に貢献できる。

また、西日本沿岸域の藻場のモニタリング結果は、藻場生態系への水温以外の影響を図る上で重要な情報であり沿岸海洋生態系の変動把握や海洋生態系サービスの評価・予測精度向上にも貢献できる。

大課題2 < 課題③：豪雨に対応するためのほ場の排水・保水機能活用手法の開発（継続：平成27～31年度） >

湛水管理技術は、冷害対策などの栽培管理の強化技術としての役割も高く、水稻生産全般において気象災害の軽減に貢献できる。土層改良技術の開発は、畑作物の生産力向上とともに土壌管理機械全般の機能向上の知見にも活用でき、農業生産への貢献度は高い。

< 課題⑧：温暖化の進行に適応するノリの育種技術の開発（継続：平成25～29年度） >

開発した技術（細胞融合技術、プロトプラスト（※26）選抜技術、共生細菌添加技術等）を用いて、ノリ養殖以外の他の産業上重要な優良形質（高生長性、耐病性、高旨性、低栄養塩耐性等）に関する育種への応用が可能である。

< 課題⑨：有害動植物の検出・同定技術の開発（継続：平成27～31年度） >

本研究で得られる成果は、特定した有害動植物各種群が万が一国内で発生した際の緊急対応のための研究における活用が見込まれる他、現時点で研究を実施している種群についても新たに得られた情報を格納できることから、それら研究成果の植物検疫現場での利活用に貢献できる。

## 4. 研究推進方法の妥当性

ランク：A

### ①研究計画（的確な見直しが行われているか等）の妥当性

・外部有識者（総勢15名）及び関係する行政部局で構成する「委託プロジェクト研究運営委員会」を組織し、研究の進捗管理、行政ニーズや各課題の進捗状況を踏まえての次年度の研究実施計画案の作成等を行っており、課題間の連携強化や計画の見直し等の適切な進行管理を行っている。

#### ○連携強化の例

・運営委員会での指摘を踏まえ、農作物分野の課題①、④、⑤について、課題間の連携強化に取り組み、合同の研究推進会議を開催や、各作目毎の横串会議を行い、影響評価、育種、栽培技術の研究成果の県等を行うことによる相乗効果を図っている。

・運営委員会での指摘を踏まえ、農業基盤分野である課題③、⑥について、合同で現地検討会や推進会議を行い、検討を行うことによる相乗効果を図っている。

#### ○計画の見直しの例

・課題⑥において、前倒しで成果がでた土壌流亡を軽減する土層改良技術の開発に関する課題を終了し、最終的な出口となる流域への対策技術導入効果・評価の課題を強化した。

### ②研究推進体制の妥当性

上述の「委託プロジェクト研究運営委員会」を、これまで延べ21回（年2、3回程度。分科会単位も含む）開催し、研究の進捗管理、次年度の研究実施計画案の策定に加え、専門的知識や行政面からの助言指導等を行っている。

また、上述のとおり、研究課題間の連携を強化するなど行っており、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）

「委託プロジェクト研究運営委員会」において、上述の①（研究計画の妥当性）で述べたように、行政ニーズや各課題の進捗状況を踏まえての見直し等の進捗管理を行っている。

### ④研究の進捗状況を踏まえた重点配分等、予算配分の妥当性

「2. 研究目標の達成度及び今後の達成可能性」に示したように、現時点での研究進捗は、当初の計

画から大きく外れるものではなく、アウトプット目標はどの研究課題においても達成できる見込みである。

次年度の資金配分の方針としては、一部の課題で効率化が見込まれる課題②、③、⑦については、その規模による減額。課題⑥については、成果がでて前倒し終了することによるものを、その規模に見合う減額を行う予定である。

**【総括評価】**

**ランク：A**

**1. 委託プロジェクト研究課題の継続の適否に関する所見**

順調に進んでいることから、本研究を継続することは妥当である。

豪雨に対応するためのほ場の排水・保水機能活用手法の開発において開発した技術が市販・実用化されていることを評価する。

**2. 今後検討を要する事項に関する所見**

研究成果について、目標達成を意識した品種の登録や生産者への周知、さらに、民間企業との連携を意識しながら推進されたい。

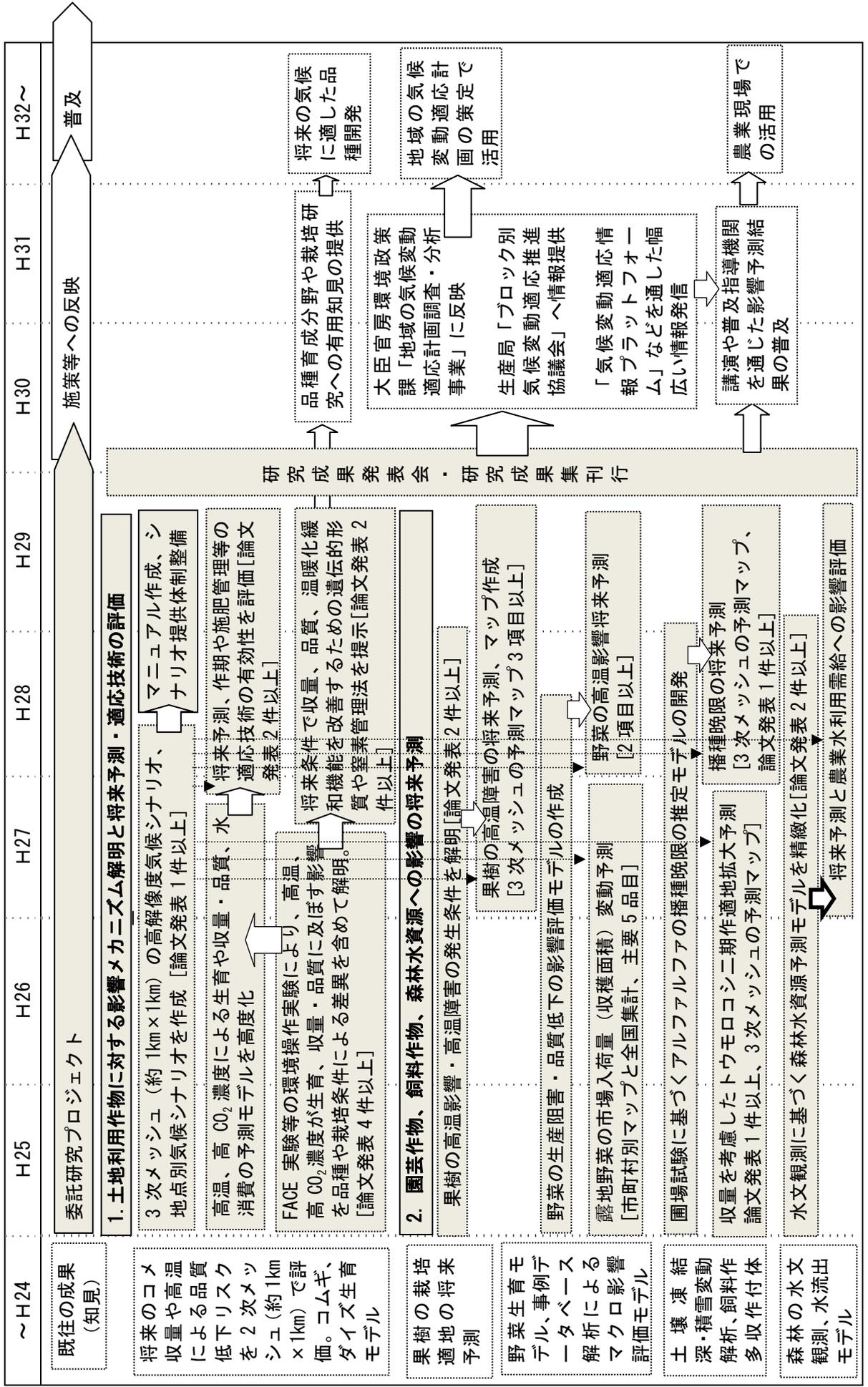
[研究課題名] 農林水産分野における気候変動対応のための研究開発

用語	用語の意味	※番号
IPCC	気候変動に関する政府間パネル (Intergovernmental Panel on Climate Change) の略。気候変動に関する最新の科学的知見をとりまとめて評価し、各国政府に助言と勧告を提供することを目的とした政府間機構。	1
農林水産省気候変動適応計画	気候変動による農林水産分野への影響に関する施策を強力に推進するために、農林水産省が、政府全体の「気候変動の影響への適応計画」に先だって平成27年8月6日に制定したもの。この中で、既に気候変動の影響が大きいとされる品目への重点的な対応、将来影響の知見が少ない人工林等に関する予測研究や技術開発の推進等が記載されている。	2
気候変動の影響への適応計画	気候変動による様々な影響に対し、政府全体として整合のとれた取組を総合的かつ計画的に推進するために策定された計画。平成27年11月27日閣議決定。これに先だって平成27年8月6日に策定した「農林水産省気候変動適応計画」の多くが反映されている。	3
極端現象	気候変動に関する政府間パネル (IPCC) の評価報告書で記述されている「extreme event」に対応する気象用語で、大雨や熱波、干ばつなど「異常気象」と同様の現象を指す。	4
環境保全型農業	農業の持つ物質循環機能を生かし、生産性との調和などに留意しつつ、土づくり等を通じて化学肥料、農薬の使用等による環境負荷の軽減に配慮した持続的な農業	5
共生細菌	生物が生存していく上で必要不可欠な役割を持つ細菌を指す。細菌が宿主となる生物から栄養をもらい、一方で宿主となる生物に必要なホルモンやビタミンなどの物質を生産して供給することにより、共生関係を成立させている細菌のこと。	6
有害動植物	植物防疫法では、まん延した場合に有用な植物に損害を与えるおそれがある有害動植物 (昆虫、だに、線虫等) 又は有害植物 (真菌、粘菌、細菌、寄生植物及びウイルス) としている。	7
許容湛水深	水稲作において、豪雨時に減収にならない範囲で一定期間だけ水を貯めることが許される水深のこと。	8
植物検疫	植物防疫法における有害動物 (昆虫・だに等の節足動物、線虫その他の無脊椎動物又は脊椎動物であって、有用な植物を害するもの) と有害植物 (真菌・粘菌・細菌・寄生植物及びウイルスであって直接又は間接に有用な植物を害するもの) の総称。	9
白未熟粒	デンプンの蓄積が不十分なため、白く濁って見える玄米。玄米等級の落等要因の一つ。	10
胴割粒	胚乳部分に亀裂を生じた玄米。高温で発生が促進。玄米等級の低下、精米時の砕け、食味の低下につながる。	11
浮魚類	海の表層～中層を主に遊泳している魚。	12
高温不稔	水稲が開花時期に高温に曝されると実らない籾の割合が高まる現象。減収要因の一つ。	13
いもち病	我が国で最も重大なイネの病害 (稲熱病)。低温や日照不足、多雨等により発病が促進される。	14
トビイロウンカ	中国・東南アジアから飛来するイネの吸汁害虫。圃場全体が枯れることがある。	15
イネ紋枯病	葉や葉鞘に大きな枯死斑を生じる病気。病原菌が高温で多湿条件を好むことから、高温多雨年や過繁茂となったイネで発生が多い。	16
こはん症	カンキツ類に発生する果皮障害。茶褐色の陥没病斑や灰白色のコルク化した隆起病斑を生じる。	17
穂発芽	収穫前の穂に実った種子から芽が出てしまう現象。小麦などで見られ、降雨などの気象条件によって、収穫減や品質低下の原因となる。	18

紫斑病	ダイズ紫斑病。Cercospora kikuchiiにより引き起こされる。本病に感染すると、種子が紫色になり、品質が著しく低下する。多雨等による高湿度条件下で感染が拡大する。薬剤防除が一般的であるが、耐性菌の発生が懸念されることから、抵抗性品種の開発が強く求められる。	19
黒根腐病	ダイズ黒根腐病。Calonectria ilicicolaにより引き起こされる土壌感染性の病害で、多雨等により土壌が湿潤な状態で多発する。本病は開花期以降に葉に特徴的な症状を呈し感染が見た目でも明らかになることもあるが、感染個体のほとんどはこのような症状を呈さず病気と認識されていない場合が多い。枯死するほか、成熟期が早まることにより粒の肥大等が不十分となり減収する。発生が少ない品種としては「フクユタカ」が知られているが、抵抗性品種は今のところない。	20
内部褐変証	ダイコンの肥大根の中心部が淡い赤～黒褐色に変色する生理障害。「赤心症」とも呼ばれ、被害程度に品種間差異があり、高温時に発生しやすい。	21
中間母本	品種を育成するための優れている特徴（病気に強いなど）を持っているが、栽培品種（果実を生産するための品種）としては、適していないものをいう。品種を開発するための交配を行うことなどに使用している。	22
F1品種	異なる系統や品種の親を交配して得られる作物等の優良品種のこと。	23
斑点落葉病	植物病原糸状菌の一種によって引き起こされるリンゴの主要病害の一つ。葉や新梢、果実に発生する。デリシャス系品種や「王林」が弱く、「ふじ」も条件によって多発する。「紅玉」は本病害に抵抗性を示す。	24
農林水産分野における地域の気候変動適応計画調査・分析事業	平成28年度からの農林水産省での委託事業で、気候条件の類似する地域毎に、地域の主要な農林水産物に係る影響評価や適応策に関する情報を収集し、農林水産省気候変動適応計画に示された適応策を基に、今後、気候変動が進んでいく過程で、作物毎に及ぼす影響に対して、都道府県や産地等が「どの時点で」、「どのような」適応策に取り組む必要があるのかを自ら判断するための情報となる「気候変動の適応に向けた将来展望（仮称）」を作成するとともに、全国での適応計画の推進を図る。	25
プロトプラスト	ノリを含む植物の細胞は、細胞壁と呼ばれる硬い組織で細胞どうしを結合させている。この細胞壁を酵素で溶かし1個ずつの細胞に分解したものがプロトプラストである。細胞壁のない裸の状態であるため、細胞融合等の操作が行いやすくなる。	26

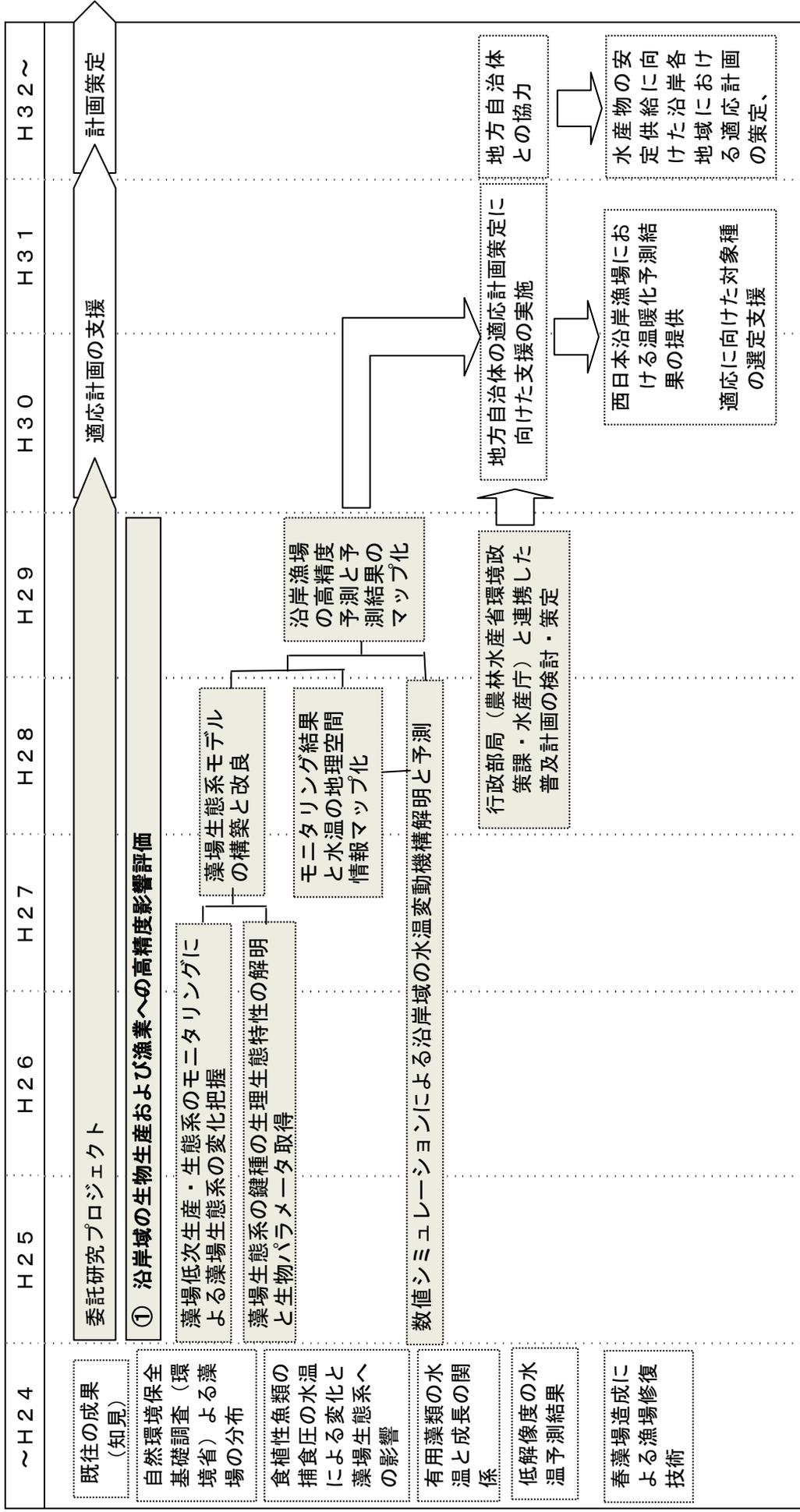
【ロードマップ（中間評価段階）】

（課題①）農林業に係る気候変動の影響評価



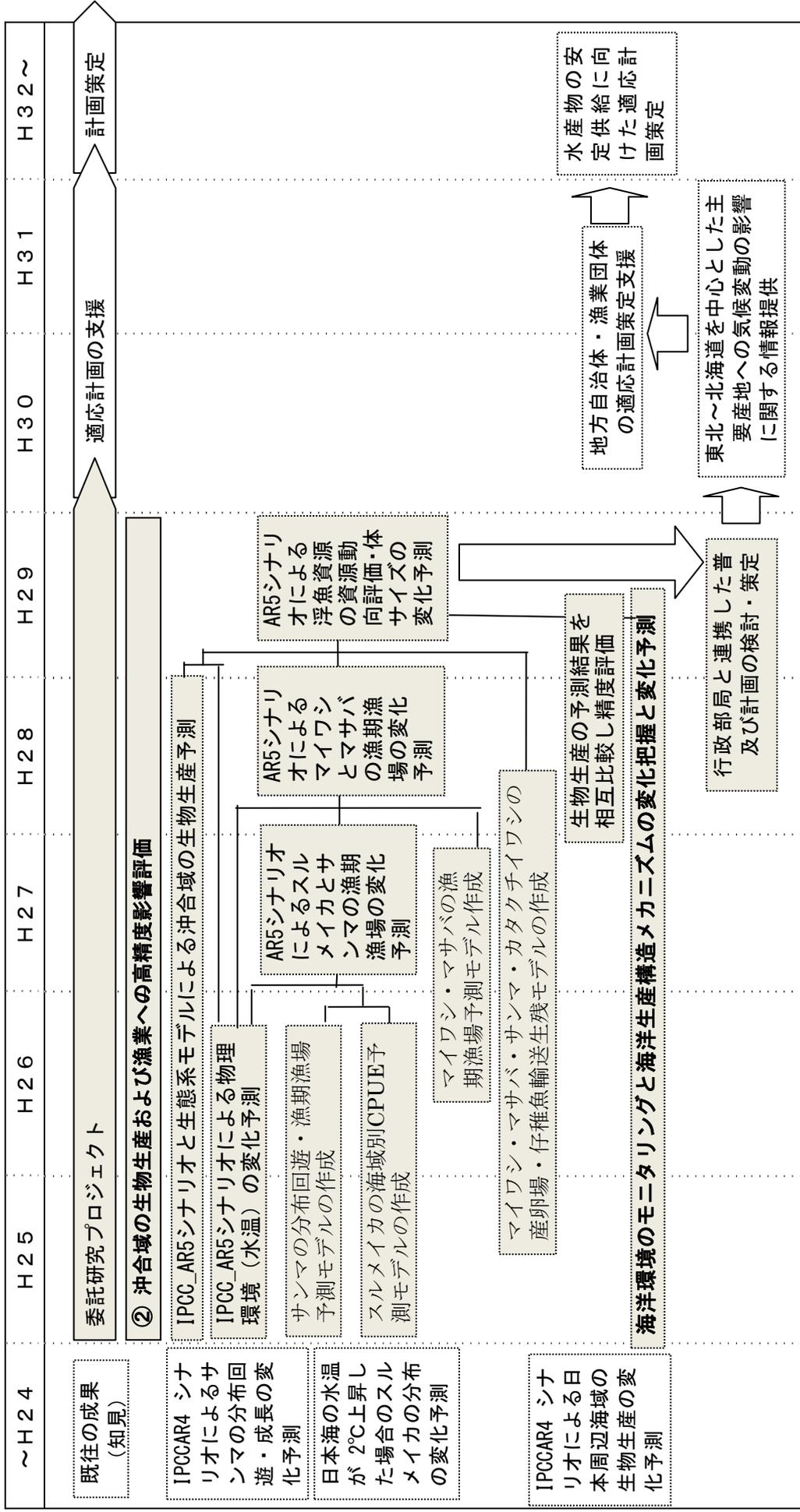
【ロードマップ（中間評価段階）】

（課題②）漁業・養殖業に係る気候変動の影響評価（1）



【ロードマップ（中間評価段階）】

（課題②） 漁業・養殖業に係る気候変動の影響評価（2）





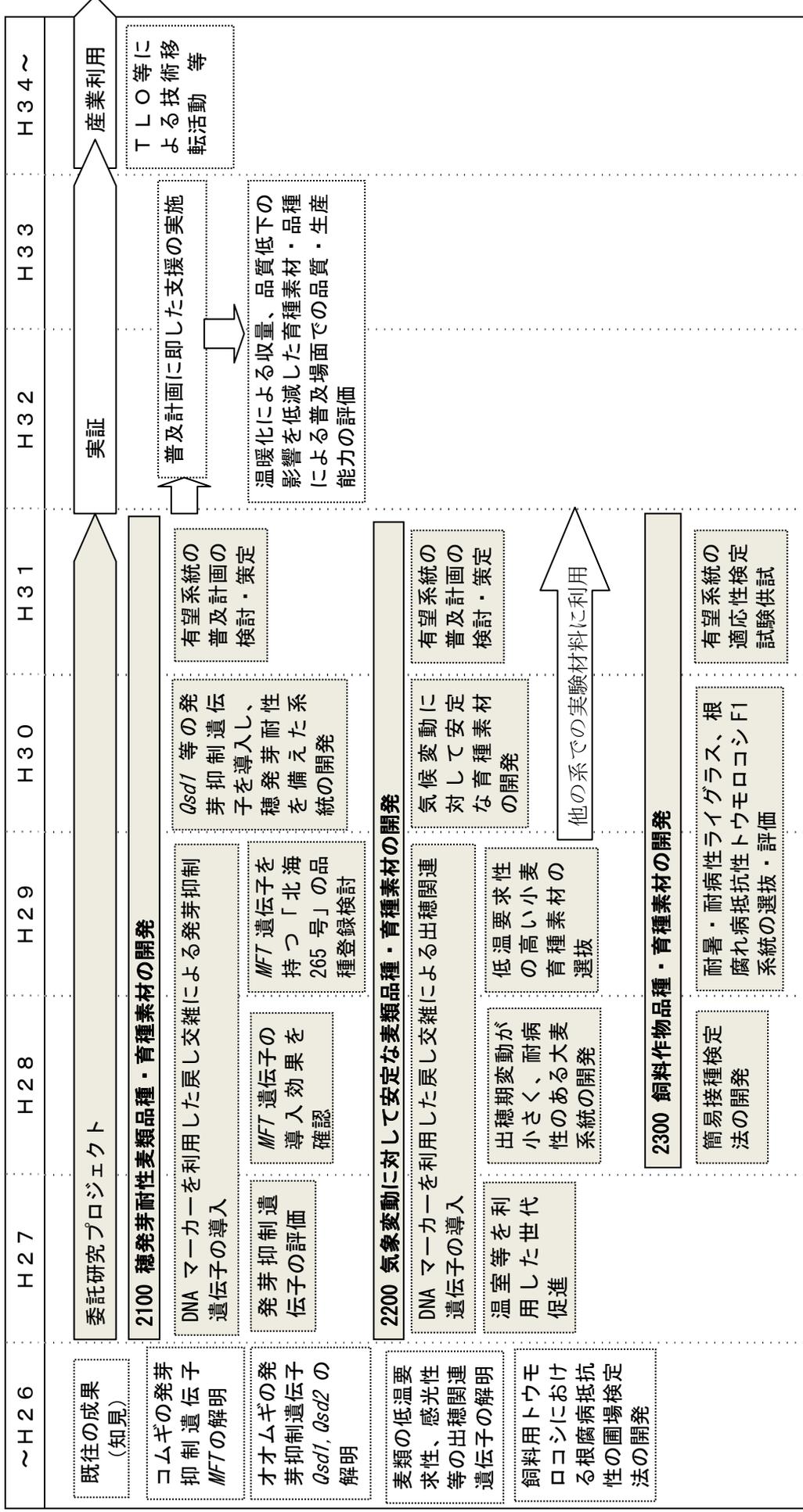
【ロードマップ（中間評価段階）】

(課題④) 温暖化の進行に適応する品種・育種素材の開発（1）

～H26	H27	H28	H29	H30	H31	H32	H33	H34～	
既往の成果 (知県)	委託研究プロジェクト								
閉鎖系「先端的温暖化適応技術開発実験施設」竣工(九冲七)	1-1 高温不稔耐性遺伝資源の選抜 閉鎖系施設を用いた再現性の高い高温不稔検定システム開発	新たな検定システムを用いて抵抗性遺伝資源を選抜	2-1 高温不稔耐性を備えた温暖化適応系統の開発 遺伝資源を用いた高温不稔耐性育種素材の開発 系統開発 1 件以上 高温登熟耐性及び耐病虫性を強化した温暖化適応系統を開発 品種登録 1 件、系統開発 3 件以上					品種・系統の地域適応性の評価	
高温登熟耐性品種「にこまる」等の育成	1-2 温暖化適応系統の開発 温暖化適応品種・系統を開発 品種登録 1 件、系統開発 3 件以上				高温不稔耐性を備えた温暖化適応系統を開発 系統開発 1 件以上		品種・系統を都府県に配付【各地域の栽培体系に基づく品種・系統の実証試験】 ・生産力検定 ・地域適応性検定 ・高温耐性や耐病虫性の評価	公設試と連携したマニュアル・普及計画の検討・策定	
								+2℃気温上昇下における被害半減目標達成	

【ロードマップ（中間評価段階）】

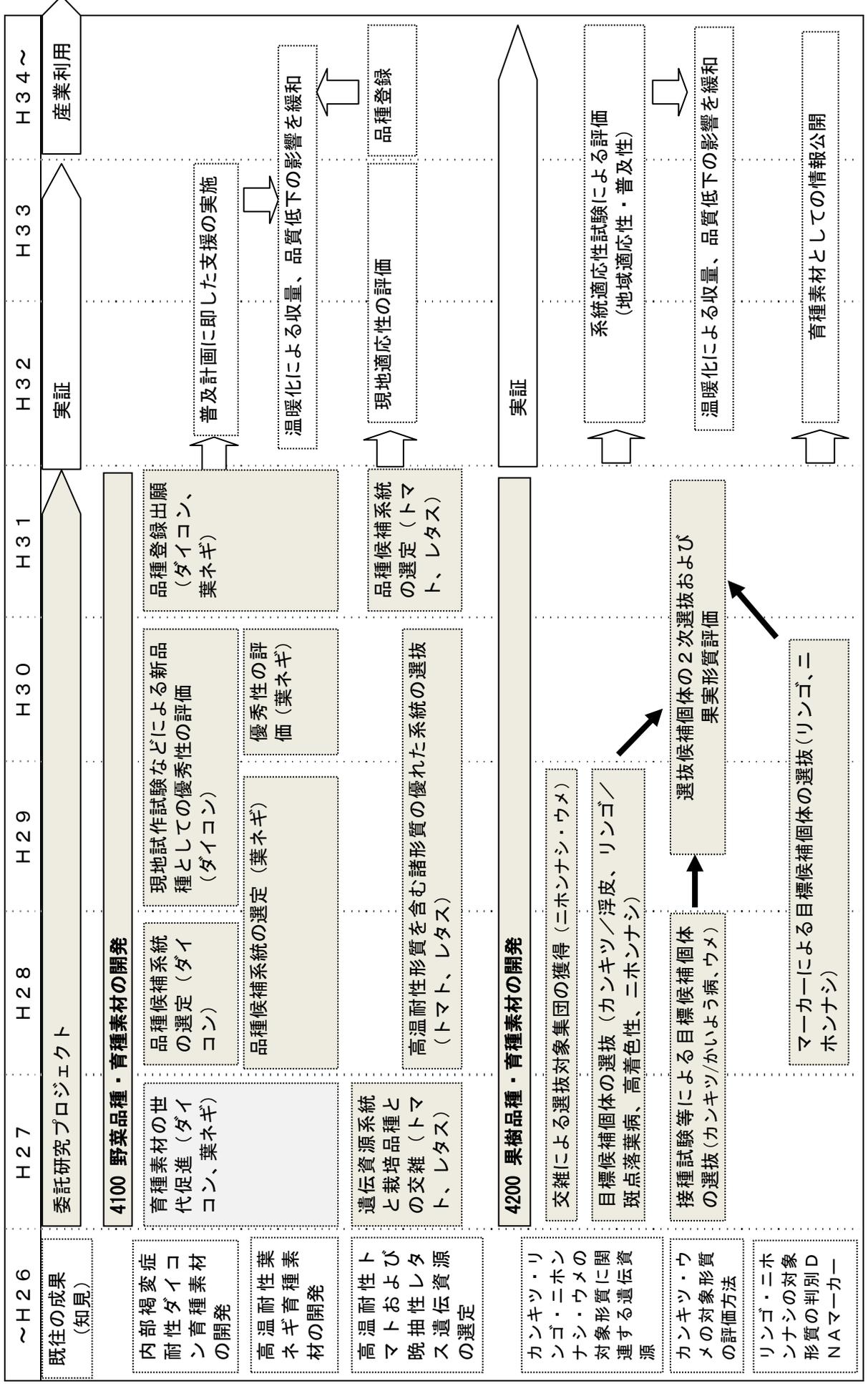
(課題④) 温暖化の進行に適応する品種・育種素材の開発（2）





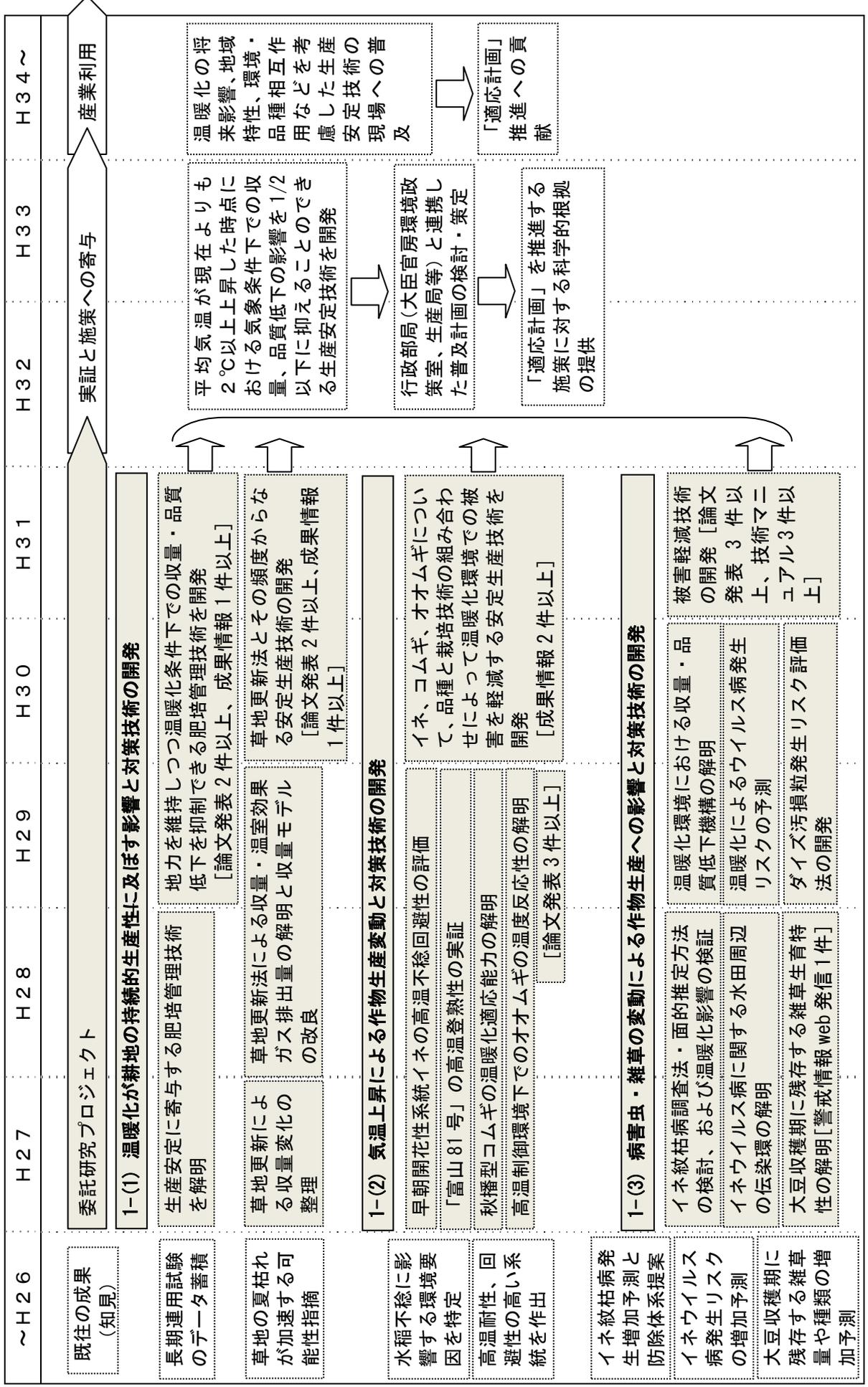
【ロードマップ（中間評価段階）】

(課題④) 温暖化の進行に適応する品種・育種素材の開発（４）



【ロードマップ（中間評価段階）】

(課題⑤) 温暖化の進行に適応する生産安定技術の開発（1）



【ロードマップ（中間評価段階）】

（課題⑤）温暖化の進行に適応する生産安定技術の開発（2）

～H26	H27	H28	H29	H30	H31	H32	H33	H34～	
委託研究プロジェクト									
実証と施策への寄与									
産業利用									
既往の成果 （知見）									
リンゴ産地における着色不良・日焼け問題の顕在化	<p><b>2-1(1) 温暖化に起因するリンゴ果実の着色障害・日焼け回避技術の開発</b></p> <p>着色向上に係る窒素施肥量の目安を決定                  着色向上が可能な窒素施肥体系の構築 [論文発表1件以上、技術マニユアル1件以上]</p> <p>被覆資材や細霧処理が日焼けに及ぼす影響の解析                  水分・光環境制御による日焼け防止技術の開発 [論文発表2件以上、技術マニユアル1件以上]</p>								
ニホンナシ発芽不良と施肥時期の関係説明	<p><b>2-2(2) 暖地における果樹の安定生産技術及び温暖化緩和技術の開発</b></p> <p>窒素施用時期の変更によるナシ発芽不良障害軽減技術の開発                  ナシ発芽不良障害軽減・温室効果ガス発生削減技術の開発 [論文発表2件以上、技術マニユアル1件以上]</p> <p>「不知火」こはん症おおよび温州ミカン着花性の違いが「不知火」こはん症おおよび温州ミカン着花性に及ぼす影響の解明                  「不知火」こはん症軽減おおよび温州ミカン着花性安定技術の開発 [論文発表2件以上、技術マニユアル1件以上]</p>								
遮光制御（木局所冷房法（イチゴ）による安定栽培技術の開発	<p><b>2-3(3) 温暖化による気温上昇時の高品質野菜の生産安定技術の開発</b></p> <p>資材や細霧等の利用による施設環境制御技術の開発                  CO<sub>2</sub>制御、換気抑制、局所環境制御技術の開発</p> <p>トマトの高温反応の品種間差の解明と着果安定技術の開発                  環境制御によるトマト糖度・収量低下回避技術の開発</p> <p>葉ネギの灌水方法、マルチ資材、施肥法の決定                  葉ネギ糖類処理の実用化、灌漑水施肥管理技術の開発</p> <p>施設内気温制御、トマト・葉ネギ安定栽培技術の開発 [論文発表3件以上、技術マニユアル3件以上]</p>								
	<p>平均気温が現在より<math>2^{\circ}\text{C}</math>以上上昇した時点における気象条件下での収量、品質低下の影響を<math>1/2</math>以下に抑えることのできる生産安定技術を開発</p> <p>行政部局（大臣官房環境政策室、生産局等）と連携した普及計画の検討・策定</p> <p>「適応計画」を推進する科学的根拠の提供</p> <p>「適応計画」を推進する根拠の提供</p> <p>「適応計画」を推進する科学的根拠の提供</p>								
	<p>温暖化の将来影響、地域特性、環境・品種相互作用などを考慮した生産安定技術の普及現場への貢献</p> <p>「適応計画」を推進する根拠の提供</p>								



【ロードマップ（中間評価段階）】

（課題⑦）温暖化の進行に適応する畜産の生産安定技術の開発（1）

～H25	H25	H26	H27	H28	H29	H30～
<p>既往の成果 (知見)</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>・乳牛では泌乳成績、育成牛の成長、繁殖能力が低下する。</li> <li>・高温環境下では酸化ストレスが増加</li> <li>・泌乳牛の体蓄積熱と飼料摂取量に負の相関がある。</li> </ul>	<p>委託研究プロジェクト</p>					
<ul style="list-style-type: none"> <li>・泌乳牛の泌乳成績と酸化ストレス低減技術の開発</li> <li>・実験結果等より補給飼料を決定</li> <li>・育成牛に対するナトリウム補給素材の検討</li> <li>・アスタキサンチン製剤の分娩後の酸化ストレスの低減</li> <li>・泌乳牛の熱収支解析手法の検討と所内試験による検証</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>・所内試験により効果の検証</li> <li>・成長改善効果の検証</li> <li>・アスタキサンチン製剤の分娩成績改善効果の検証</li> <li>・熱収支解析による飼料摂取量推定式の決定</li> </ul>					<ul style="list-style-type: none"> <li>・農家実証</li> <li>・技術マニュアル作成・配布・普及</li> </ul>
<ul style="list-style-type: none"> <li>・肉用生ではルーメンバイパス飼料、グリセロールの添加やTMRの給与は家畜の増体改善に寄与すること解明</li> <li>・暑熱期と冷涼期の間で摂取栄養素の配分に違いがあることを解明</li> </ul>	<p>暑熱期（夏季）における肥育牛の飼養成績に及ぼすルーメンバイパスアミノ酸、グリセロール、自給資源飼料の給与効果を解明</p>				<p>実証試験</p>	

【ロードマップ（中間評価段階）】

（課題⑦）温暖化の進行に適応する畜産の生産安定技術の開発（２）

～H25	H25	H26	H27	H28	H29	H30～
<p>既往の成果 （知見）</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>・豚では飼料摂取量や消化率の低下により、リジン等の必須アミノ酸が不足</li> <li>・酸化ストレスの亢進による肉質低下</li> </ul>	<p>委託研究プロジェクト</p>	<p>リジン等の飼料中アミノ酸の適正配合割合の提示</p>	<p>抗酸化等の機能性を有する地域飼料資材の選定と最適給与方法の提示</p>	<p>実証試験</p>	<p>技術マニュアルの作成</p>	<p>普及関連機関へのマニュアル等の成果の配布</p>
<ul style="list-style-type: none"> <li>・肉用種では暑熱ストレス時にミトコンドリア活性酸素産生量が増加し酸化ストレスが増大</li> <li>・暑熱環境下ではミネラルの給与が増体低下に有効</li> <li>・暑熱環境下の際では要求量を超えたリジンの多給で飼養成績が改善</li> </ul>	<p>夏季暑熱下の増体低下・酸化ストレスに対する天然機能性資材の有効性検証</p>	<p>暑熱時の酸化ストレスを改善する天然機能性資材の探索</p>	<p>暑熱時の酸化ストレスを改善する天然機能性資材の探索</p>	<p>栄養成分のより有効的な給与方法の提示</p>	<p>実証試験</p>	<p>実証</p>
	<p>暑熱時のリジン・アルギニン・メチオニン要求量の詳細検討ならびに最適給与時期・給与量・最適組み合わせ・雌雄差の検討</p>	<p>暑熱時の栄養要求量の詳細検討ならびに最適給与時期・配合量の検討</p>	<p>暑熱時の栄養要求量の詳細検討ならびに最適給与時期・給与量・最適組み合わせ・雌雄差の検討</p>	<p>各機関の成果の統合に向け、各種資材・栄養バランス・アミノ酸の併用効果の検証、夏季フィールド試験実施による有効性検証</p>	<p>技術マニュアル作成</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>・民間会社への技術の提案</li> <li>・技術マニュアルの配布</li> </ul>	

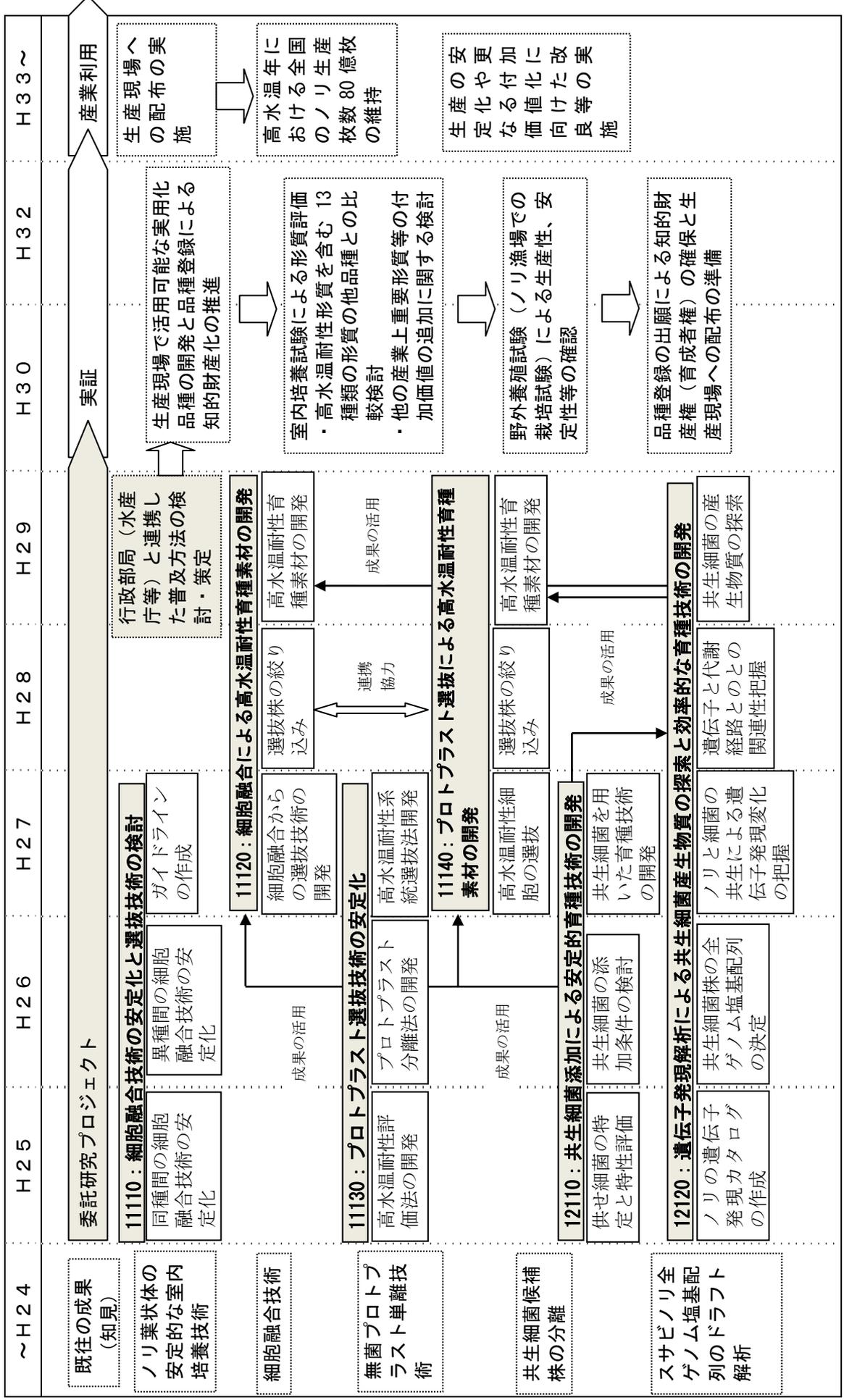
【ロードマップ（中間評価段階）】

（課題⑦）温暖化の進行に適応する畜産の生産安定技術の開発（3）

～H25	H25	H26	H27	H28	H29	H30～
<p>既往の成果 （知見）</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>・産卵鶏では暑熱による卵殻質悪化に血中酸塩基バランス不均衡に起因する血中カルシウム濃度低下が関与</li> <li>・暑熱による産卵率低下の一要因は生体防御機構の低下の可能性</li> </ul>	<p>卵殻質悪化を抑制する飼料中カルシウム・ビタミンD含量の提示</p> <p>腸管免疫・微生物細菌叢の暑熱による変化の解析およびその抑制を図る資材の提示</p>	<p>暑熱による酸化ストレスを抑制する資材の提示</p> <p>機能性資材の有効な給与方法の提示</p>	<p>委託研究プロジェクト</p> <p>実証</p> <p>各機関の成果及びその併用による効果の実証</p>	<p>技術マニュアル作成</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>・民間会社への技術の提案</li> <li>・技術マニュアルの配布</li> </ul>	<p>技術マニュアル作成</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>・民間会社への技術の提案</li> <li>・技術マニュアルの配布</li> </ul>	

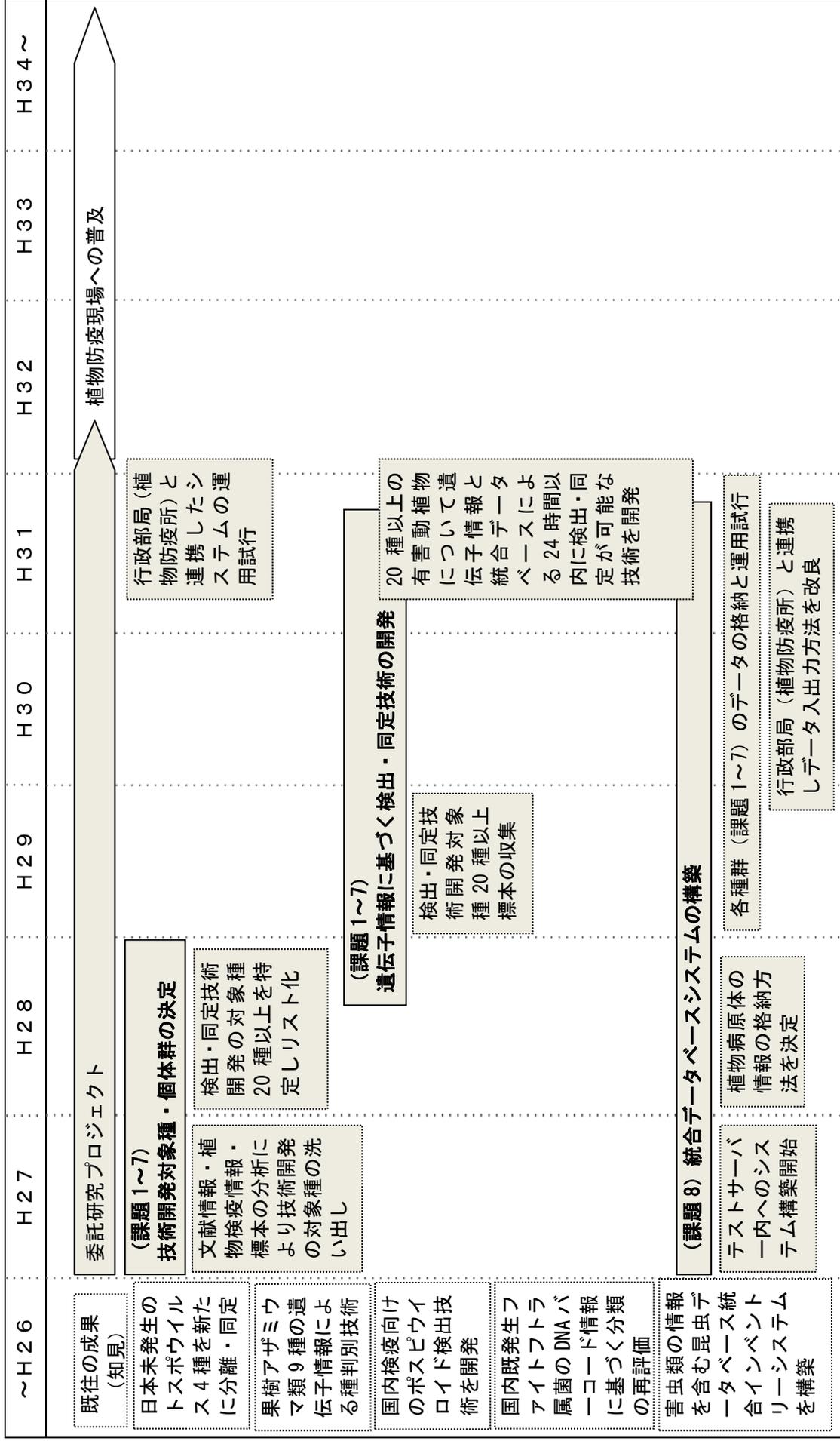
【ロードマップ（中間評価段階）】

（課題⑧）温暖化の進行に適應するノリの育種技術の開発



【ロードマップ（中間評価段階）】

（課題⑨）有害動植物の検出・同定技術の開発



# 農林水産分野における気候変動対応のための研究開発

## 背景

◎「委託プロジェクト研究(気候変動対応関連)の推進方針とりまとめ」、政府全体の「気候変動の影響への適応計画」や「農林水産省気候変動適応計画」に基づき、気候変動が農林水産分野に与える影響評価を行うとともに、農林水産分野の適応技術、生産安定技術及び病害虫被害対策技術を開発することにより、気候変動に負けない強靱な産地の形成・国土の保全に資することが重要。農林水産業が地球温暖化等に対応するために必要な研究開発を総合的に実施していくことが必要です。

## 研究内容

### 影響評価

#### ☆気候変動と極端現象の影響評価

- ・ 農林業に係る気候変動の影響評価
- ・ 漁業、養殖業に係る気候変動の影響評価
- ・ 極端現象の増加に係る農業水資源、土地資源及び森林の脆弱性の影響評価



2030～2100年の農作物の栽培適地を高精度で評価

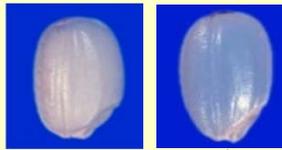


極端現象(集中豪雨、異常干ばつ)に伴う災害危険度を定量的に評価

### 適応技術の開発

#### ☆ 農業分野における気候変動適応技術の開発

- ・ 温暖化の進行に適応する品種・育種素材、生産安定技術の開発
- ・ 豪雨に対応するためのほ場の排水・保水機能活用手法の開発
- ・ 温暖化の進行に適応する畜産の生産安定技術の開発



白未熟粒 正常

品質低下等の被害の影響を抑える育種素材等の開発



豪雨に対応できる圃場排水、貯留機能の強化

#### ☆ 水産業分野における気候変動適応技術の開発

- ・ 温暖化の進行に適応するノリの育種技術の開発



暑熱環境下で家畜の体温が上昇



高水温により変形したノリの葉状体(左)と正常(右)の断面

#### ☆病害虫被害対応技術の開発

- ・ 侵入が危惧される有害動植物の迅速な検出・同定技術の開発



カンキツグリーニング病原細菌および近縁 *Liberibacter* 属細菌の検出・同定



アザミウマ類とそれらが媒介するトスポウイルスの検出・同定

## 主な到達目標

- ☆ 温暖化の進行による農林水産業への2030～2100年の影響を1kmメッシュで評価【H29】
- ☆ 2℃以上上昇しても、収量、品質の低下を1/2に抑えることのできる育種素材の開発【H31】
- ☆ 家畜の栄養管理により、暑熱による生産性の低下を10～20%改善する技術を開発
- ☆ 高水温(24℃以上)で2週間以上生育可能なノリ品種の育種素材の開発【H29】
- ☆ 侵入が危惧される有害動植物種を24時間以内に診断できる手法を開発【H31】



- 気候変動に負けない強靱な産地の形成・国土の保全
- 気候変動適応技術の開発による我が国のプレゼンス向上

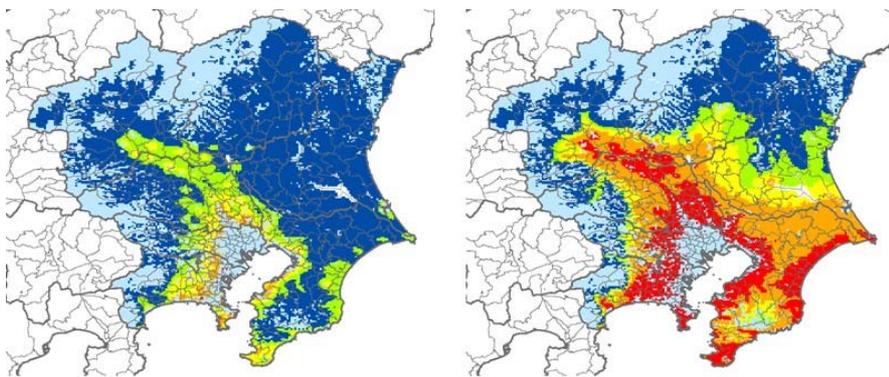
# (課題①) 農林業に係る気候変動の影響評価

## 研究概要

温暖化の進行による土地利用型作物、園芸作物（果樹、野菜）、飼料作物および森林から供給される水資源への影響を、適応技術の有効性を含めて、1kmメッシュで高精度に評価する。

## 主要成果

### 温暖化による飼料作適地変動予測と影響評価マップの開発



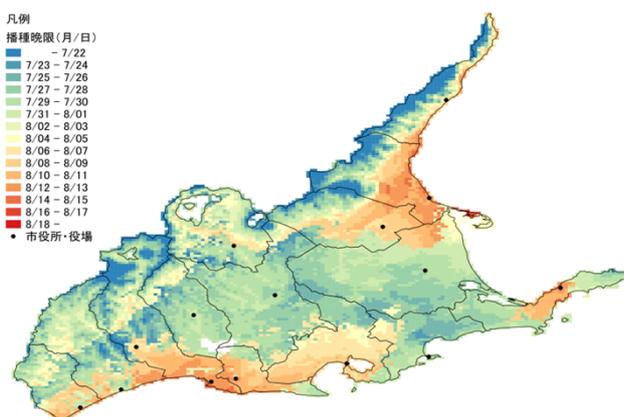
現在（メッシュ平年値2010）

2031～2050年の平均

適地区分	10°C基準有効積算温度
非農耕地	
栽培不適地	■ 2,200°C未満
栽培限界地帯	■ 2,200—2,300°C
栽培適地	■ 2,300—2,400°C ■ 2,400—2,530°C ■ 2,530°C以上

#### 温暖化に伴うトウモロコシ二期作適地拡大の将来予測

- 二作とも全植物体乾物率30%以上が期待できる栽培適地を3次メッシュ（約1km x 1km）で図化（気候モデルMRI-CGCM3、排出シナリオRCP4.5）。
- 農研機構普及成果情報として、茨城県等で二期作の品種選定基準として活用。



#### 根剝地域のアルファルファはいつまでに播けばいいか？

- チモシー主体アルファルファ混播草地を安定的につくるための播種晩限を、干ばつを加味した積算温度、土壌凍結深、翌年のアルファルファ率から決定。
- 成功率70%（20年のうち14年は成功）の播種晩限の分布図を3次メッシュで作成し、ホームページ上で公開。指導参考事項として普及センターを通じて生産現場に普及中。
- 気候シナリオを組み合わせ、将来予測図も作成中。

## 今後の方針

コメの品質・収量および適応技術の有効性や、果樹の高温障害の発生頻度など、将来の気候変化がさまざまな農作物へ及ぼす影響を高い空間解像度で予測し、地域の気候変動適応計画の策定に貢献

## (課題②) 漁業・養殖業に係る気候変動の影響評価

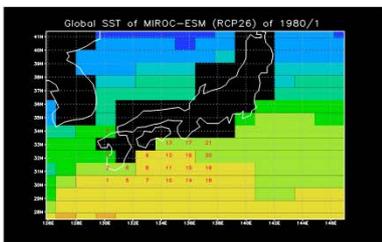
### 研究概要

気候変動による沖合域(黒潮・親潮域、東シナ海、日本海)と西日本沿岸域における物理環境・生物生産構造の変化を明らかにすると共に、主要漁業・養殖業への影響を高精度に評価する。

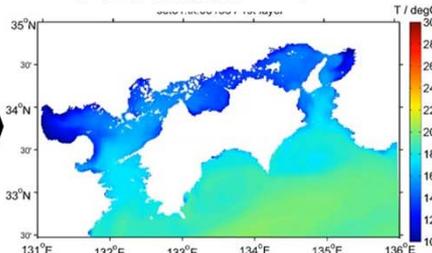
### 主要成果

#### 西日本沿岸域の藻場生態系の変化と温暖化予測

IPCC AR5対応気候モデル

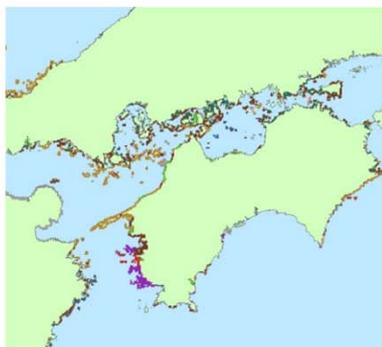


水温高精度化モデル



1km精度の高解像度  
予測が可能 (H28)

藻場の過去・現状マップ



高精度マップの作成、  
環境条件から沿岸生態系の予測が可能 (H28)

水温環境と藻場の対応解析



<変化要因>  
冬季水温 15℃以下のべ日数  
夏季水温 28℃以上のべ日数

2025

2050

2075

2100

沿岸漁場の  
高精度予測  
(H29)

適応策  
の策定

高精度化(1km精度)により、これまで不可能であった市町村単位での影響評価・適応策の策定が可能になる。

### 今後の方針

H29年度に西日本沿岸域における温暖化の各シナリオ別予測結果を高精度に実施し、市町村単位での適応計画の指針とする。

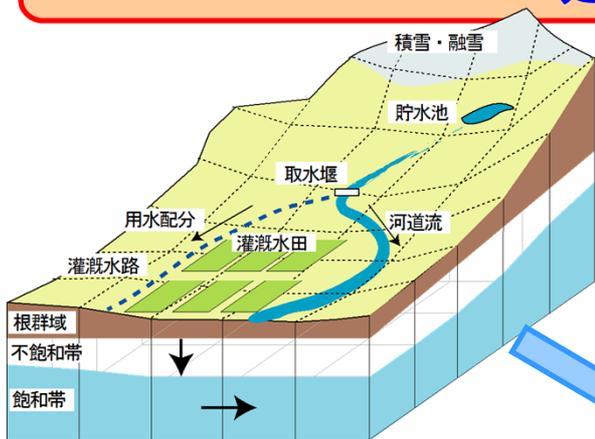
# (課題③-1) 極端現象の増加に係る農業水資源、土地資源及び森林の脆弱性の影響評価

## 研究概要

各種の農地水利用過程を考慮した分布型水循環モデルおよび全球気候モデル出力を利用した農業用水や農業用施設に対する定量的な温暖化影響評価法を開発

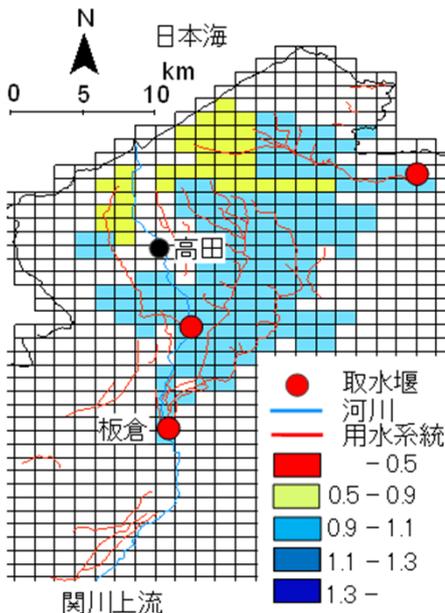
## 主要成果

### 灌漑主体流域の農地水利用に与える気候変動影響の定量的評価法

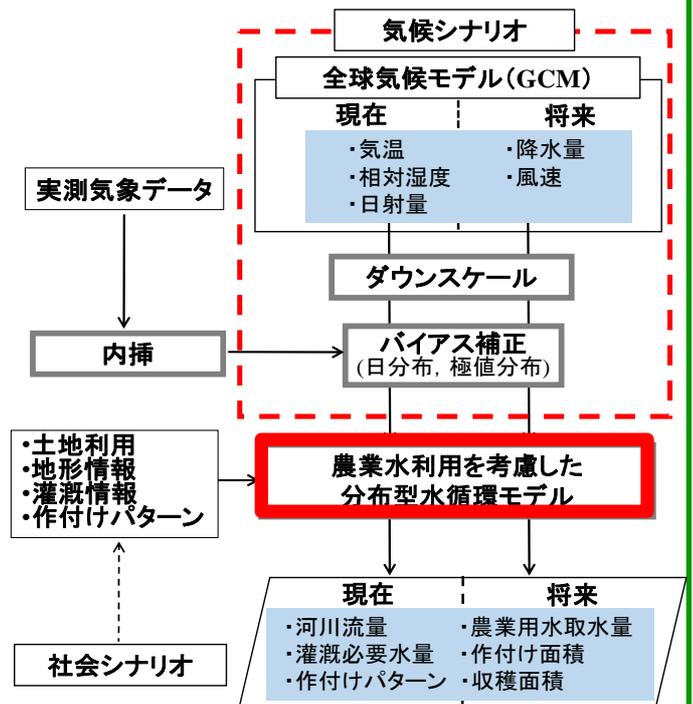


ダウンスケールとバイアス補正を行った気候値を利用する一連の手順と具体的な評価結果が提示される。

用水配分・管理を実装した分布型水循環モデルの構成



現在気候 [1981-2000年] に対する将来 [2081-2100年] の水田供給水量の変化率(5月の例)



農地水利用に対する気候変動影響評価法の構成

## 今後の方針

農村振興局から新技術として活用（土地改良長期計画）と管理基準等への反映、APEC枠で台湾との気候変動情報プラットフォームの構築、大臣官房からISO化対応、プログラム提供、マニュアルの作成・共有を実現

# (課題③-2) 極端現象の増加に係る農業水資源、 土地資源及び森林の脆弱性の影響評価

## 研究概要

地域の自然条件、農業水利用の多様性を考慮した農業水利用に対する気候変動の全国影響評価マップである。本マップで各地域の脆弱性の把握や流域単位の具体的な影響評価が効率的に実施可能

## 主要成果

### 気候変動が農業水利用や水資源に与える影響の全国評価マップ\*

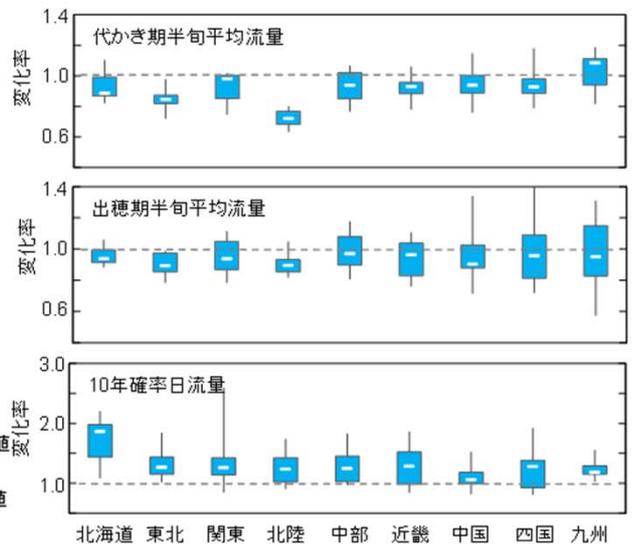


(1) 10年確率代かき期半月平均流量 (2) 10年確率出穂期半月平均流量 (3) 10年確率日流量

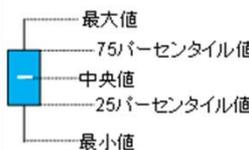
### 農業水利用に対する全国影響評価マップ(RCP4.5)

農地水利用に与える気候変動影響評価法

全国336河川流域で、渇水2指標、洪水1指標で推定



- 変化率 = 将来の流量 / 現在の流量
- 各シナリオから得られた評価指標の変化率を地域ごとに平均化し、シナリオ間のばらつきを示している。
- ばらつきが大きいほど、シナリオ間の整合性が低く、評価の不確実性が大きいことを意味している。



影響評価における不確実性の検討(GCM出力の11通りの気候シナリオ、RCP2.6、4.5、8.5を利用)

## 今後の方針

- ・ 全国約6000の土地改良区、15の土地改良調査管理事務所等への普及や、行政機関の気候変動適応計画や適応策策定での活用

# (課題④)「温暖化の進行に適応する品種・育種素材の開発」

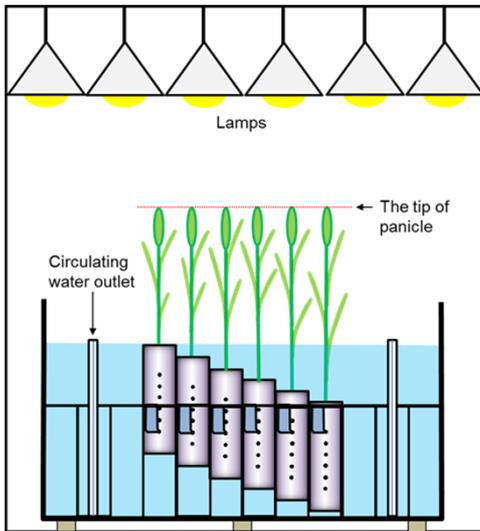
## 研究概要

温暖化進行に伴い、今後発生が増えると予想される水稻の高温不稔に対して耐性を備えた新たな遺伝資源を選抜する

## 主要成果

### 閉鎖系温室を用いた新たな高温不稔耐性遺伝資源の選抜

昼35°C/夜29°C 湿度60%



対照区

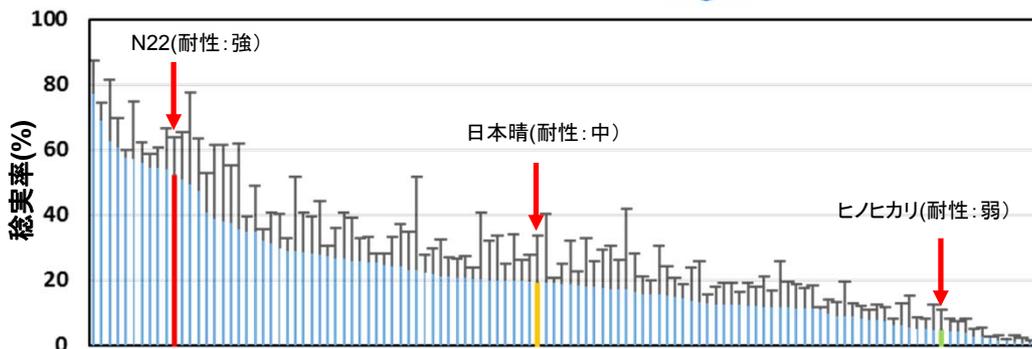
高温処理区  
(不稔発生)

#### 【新技術】

温室内で熱光源と穂の距離を一定に保つシステム構築

↓  
出穂期が異なる品種の開花穂を正確に高温処理可能

再現性の高い閉鎖系高温不稔検定システムを開発 (九州沖縄農研)



イネコアコレクション等116品種から、高温不稔に強い「N22」以上の耐性を持つ10品種を選抜

新たな高温不稔耐性遺伝資源獲得の可能性

## 今後の方針

- ① 耐性の強い10品種の高温不稔耐性の再評価。
- ② 耐性の強い10品種を品種改良に利用。実用品種開発を目指す。

## (課題⑤-1)温暖化の進行に適応する生産安定技術

### 研究概要

二ホンナシの露地栽培において、花芽の枯死などの発芽不良障害が、秋冬期に高温となる年に多発している。その発生要因の解明し、発生軽減技術を開発した。

### 主要成果

#### ナシの発芽不良障害は窒素施用時期の変更により軽減できる

二ホンナシの発芽不良障害が九州地方を中心として発生している。秋冬期が高温となる年は、化学肥料や堆肥による窒素施用が耐凍性の獲得を阻害し、凍害を発生させることが原因となる。施用時期を慣行の秋冬期から翌年春に変更することにより、発芽不良障害の発生率を半分程度まで軽減できる。



写真1 開花期における発芽不良障害の発生  
手前側：発生樹、奥側：未発生樹

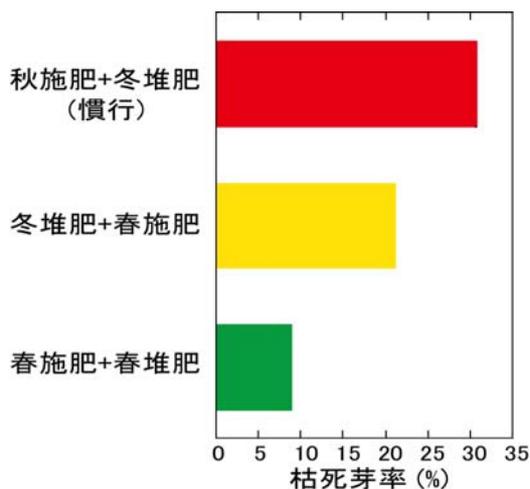


図1 窒素施用時期の違いが花芽の枯死率に及ぼす影響

年間窒素施用量について、いずれの処理区も慣行の施用量とした。  
(化学肥料：18 kg/10a、  
家畜ふん堆肥：2 t/10a。)

温暖化等の気候変動に適応する果樹生産安定技術

### 今後の方針

農家や普及指導員に平成29年度発行予定のマニュアル等を通じて情報提供を行う。

# (課題⑤-2) 温暖化の進行に適応する生産安定技術の開発

## 研究概要

ダイズ収穫期において、ニシキアオイは生育段階によらず、水分率が約80%と高く、汚損粒発生の原因となる。温暖化によってニシキアオイの生育量が増加し、汚損粒発生リスクが高まる。

## 主要成果

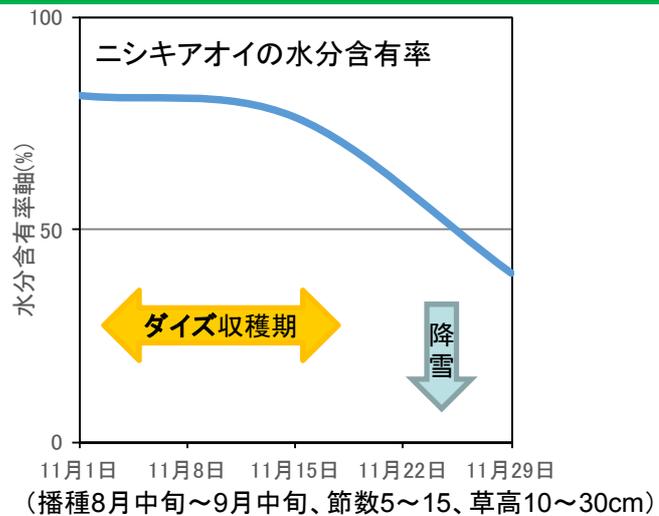
### 温暖化で大豆の汚損粒リスクが高まる雑草ニシキアオイの生育特性

ニシキアオイは汚損粒発生の原因となる？



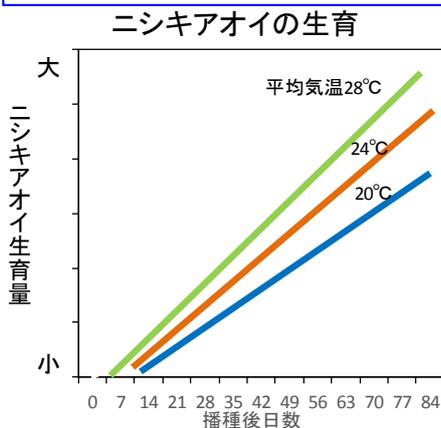
ニシキアオイはダイズ収穫期でも青々としている。

(参考)水分含有率が50%以上だとコンバイン収穫時に汚損粒が発生する。



ダイズ生育後期に発生したニシキアオイは生育段階によらず、収穫期に水分含有率が50%以上と高いため、汚損粒発生の原因となる。

温暖化でニシキアオイの生育はどうか？



ニシキアオイは、気温が高くなるにつれて、生育が速くなり、生育量が増加する。

温暖化によって、ニシキアオイの生育量が増加し、汚損粒発生リスクが高まる。

## 今後の方針

汚損粒の発生を回避するために必要なニシキアオイの防除適期の解明をもとに、防除技術を開発し、マニュアル化する。

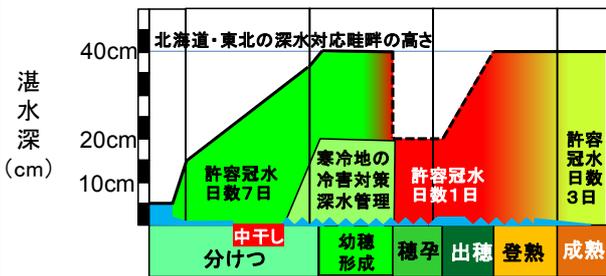
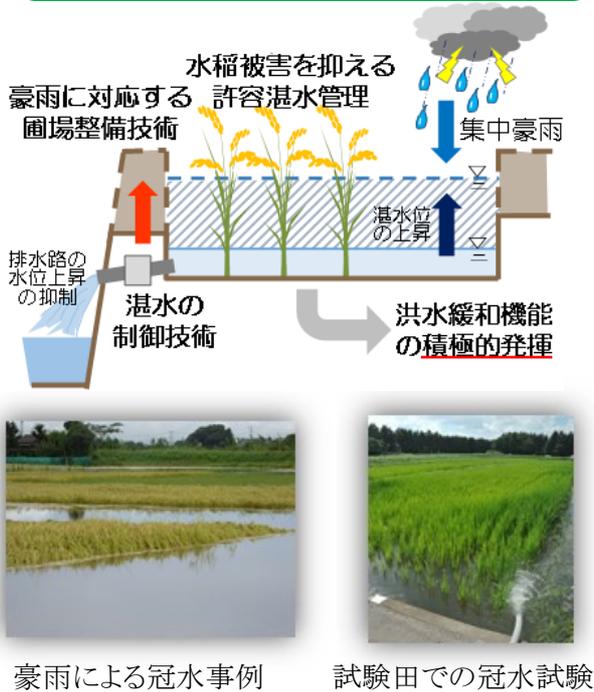
# (課題⑥) 豪雨に対応するためのほ場の排水・保水機能活用手法の開発

## 研究概要

最近では豪雨による農業被害が顕在化し、気象災害に強い強靱な農地基盤と対応策の構築が不可欠である。そのため、圃場の排水性・保水性を高めることにより、豪雨による農作物や周辺農地の被害を軽減する技術の開発を行う。

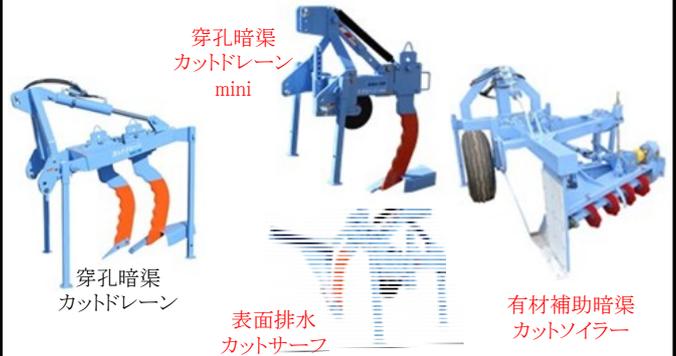
## 主要成果

### 1. 豪雨時に水稻減収させず 雨水貯留機能を最大化する 許容湛水深の解明



初解明の許容湛水深管理法の地域別提案

### 2. 排水性と保水性を改善し 土壌流亡を軽減する 土層改良ラインナップ開発



排水・保水性を改善する4種の土層改良を実用化 (複数の大手トラクターメーカーから販売開始)



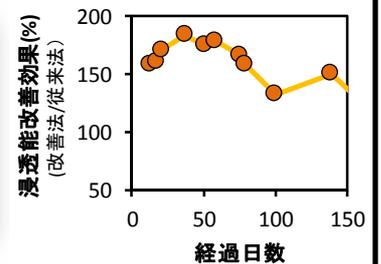
豪雨による土壌流亡



土層改良(ソイラー)の施工



土層改良対策圃場



改善対策(ソイラー)の効果

## 今後の方針

- ・許容湛水深管理を実現する水管理機の開発、従来・改善法の圃場レベルでの実証
- ・豪雨時の土壌流亡や湿害を緩和する土層改良の現地導入と効果検証
- ・豪雨時の流域に対する各種改善対策の導入による総合的な効果評価

# (課題⑦) 温暖化の進行に適応する畜産の安定生産技術の開発

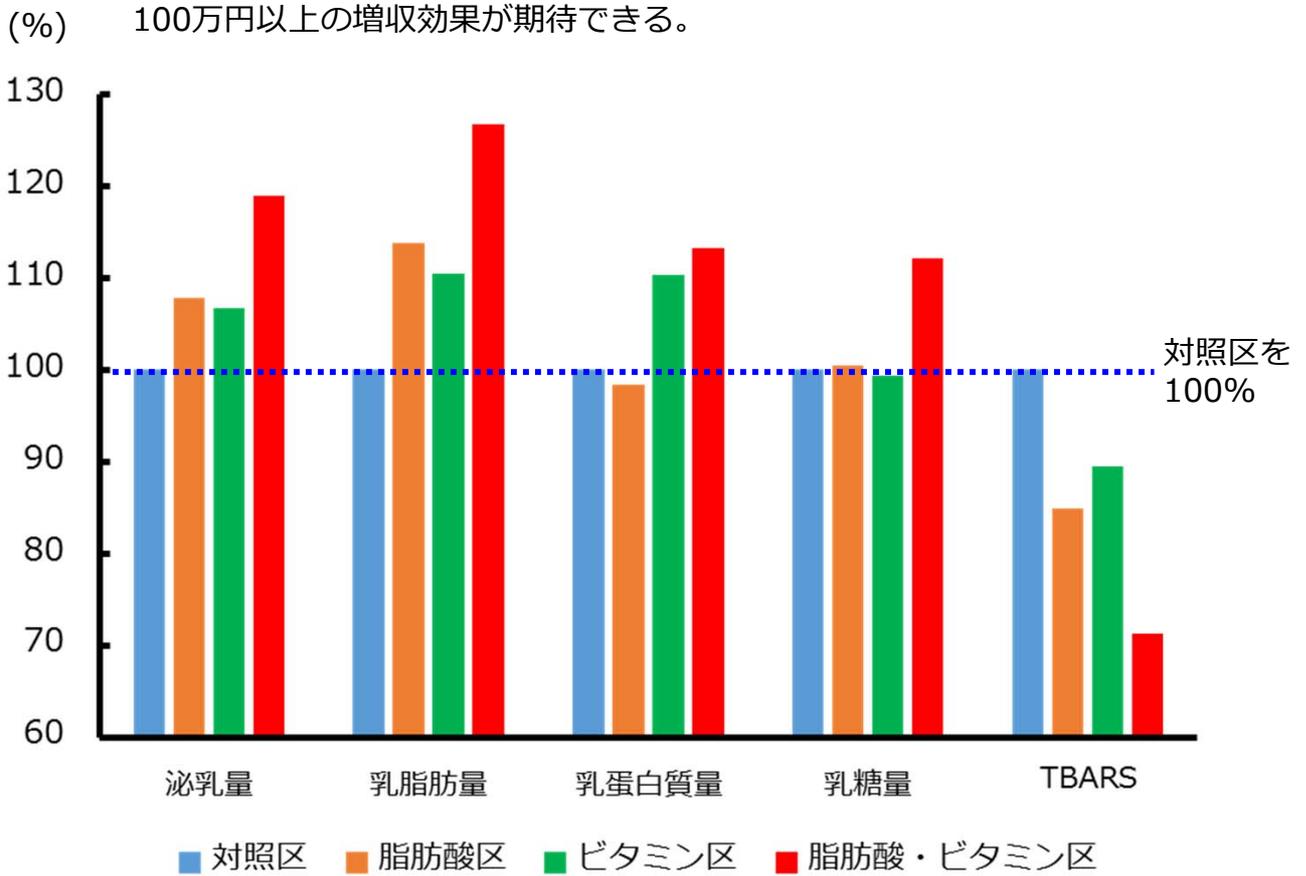
## 研究概要

乳牛、肉用牛、豚、肉用鶏および産卵鶏を対象に、生産現場での暑熱による生産性の低下を10～20%改善できる栄養管理による暑熱対策技術を開発する。

## 主要成果

### 脂肪酸・脂溶性ビタミン給与による泌乳牛の生産性改善

泌乳牛用飼料にパルチミン酸含量が高い脂肪酸とビタミンEを組み合わせることで、生産性改善と酸化ストレス (TBARS) 軽減が可能である。この成果の導入効果を試算すると、泌乳牛100頭規模では1か月当たり、100万円以上の増収効果が期待できる。



TBARS (2-チオバルビツール酸反応性物質) : 酸化ストレスマーカーで、値が低いほど酸化ストレスが小さい。

## 今後の方針

研究成果の普及・実用化に向け、農家実証試験データの蓄積を図る。

# (課題⑧) 温暖化の進行に適応するノリの育種技術の開発

## 研究概要

近年の温暖化の進行に適応するため、細胞融合技術やプロトプラスト選抜技術等のノリの育種技術を開発するとともに、開発した技術を用いて生産現場で活用可能となるよう水温24℃以上で2週間以上生育可能なノリ育種素材を開発する。

## 主要成果

### 安定的かつ効率的な細胞融合技術の開発及びガイドラインの作成

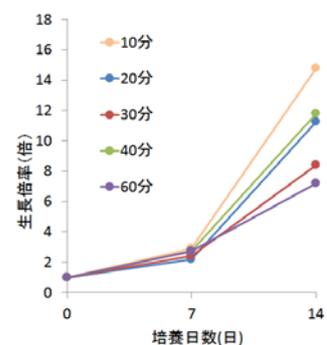
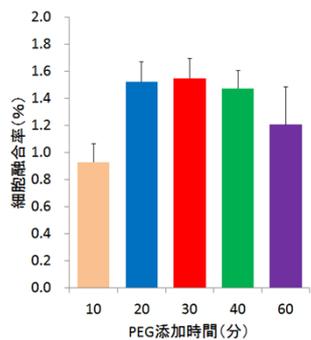
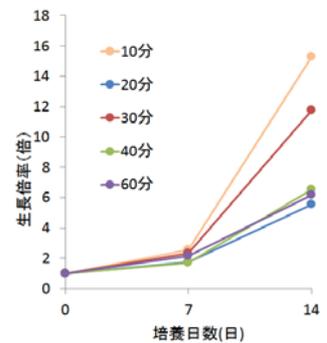
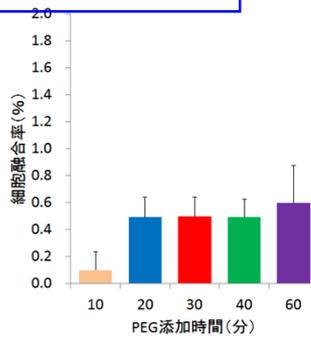
#### 技術改良(シリコンリングによる細胞融合溶液の保持)

シリコンリングなし



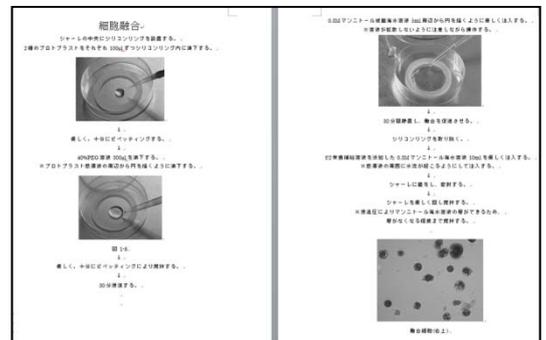
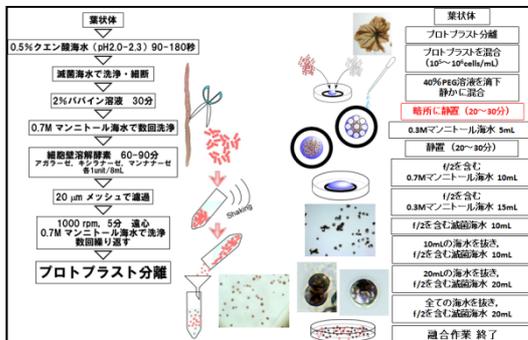
- ・細胞融合率の上昇
- ・生長倍率の向上

シリコンリングあり



#### ガイドラインの作成

カラー図解、写真、動画等を活用したガイドラインの作成



## 今後の方針

- ・改良した細胞融合技術を用いた高水温耐性ノリ育種素材の開発
- ・ガイドラインの配布等による改良した細胞融合技術の現場への技術移転



論文数等共通事項調査票

(平成28年12月1日調査時点)

事業名	農林水産分野における気候変動対応のための研究開発(平成28年度新規課題を除く)					
実施期間	平成25～32年度			評価段階	中間	
予算額 (百万円)	初年度 (28年度)	2年度目 (29年度)	3年度目 (30年度)	4年度目 (31年度)	5年度目 (32年度)	総合計
	530	477	323	323		1,653

項目	① 査読 論文	②国内 特許権等 出願	③海外 特許権等 出願	④国内 品種登録 出願	⑤ プレス リリース	⑥ アウトリーチ 活動
実績件数	177	2	0	1	3	66

具体的な実績(件数の多いものについては、代表的なもの(10件程度)を記載。)

①査読論文

- 1) Hasegawa T, Sakai H, Tokida T, Usui Y, Yoshimoto M, Fukuoka M, Nakamura H, Shimono H, Okada M (2015), Rice Free-Air Carbon Dioxide Enrichment Studies to Improve Assessment of Climate Change Effects on Rice Agriculture, Advances in Agricultural Systems Modeling, Improving Modeling Tools to Assess Climate Change Effects on Crop Response. American Society of Agronomy, Crop Science Society of America, and Soil Science Society of America, Inc., 7, 45-68.
- 2) Sugiura T, Fukuda N, Ogawa H (2013), Changes in the taste and textural attributes of apples in response to climate change, Scientific Reports, 3, 2418.
- 3) 工藤亮治、吉田武郎、堀川直紀、増本隆夫、名和規夫(2016): 気候変動が広域水田灌漑に及ぼす影響の全国マップとその不確実性、応用水文(論文編)、28、11-20
- 4) 松本憲悟、佐藤宏之、太田千尋、瀬田聡美、山川智大、鈴木啓史、中山幸則(2016), イネごま葉枯病圃場抵抗性検定の開発, 育種学研究, 103-111
- 5) 阪本大輔ら(2017), Application of Livestock Waste Compost as a Source of Nitrogen Supplementation during the Fall-winter Season Causes Dead Flower Buds in Japanese Pear 'Kosui', The Horticulture Journal, 86, 19-25
- 6) Kudo, R., T. Yoshida and T. Masumoto (2017) Nationwide assessment of the impact of climate change on agricultural water resources in Japan using multiple emission scenarios in CMIP5, Hydrological Research Letters, 11(1), 31-36
- 7) 脇屋裕一郎(2014) 飼料用米、大麦、および茶葉を利用した肥育豚の暑熱対策技術に関する研究. 栄養生理研究会報. 58(2) 13-26.
- 8) Ito, S., K. A. Rose, B. Megrey, J. Schweigert, D. Hay, F. E. Werner, M. Noguchi Aita, 2015, Geographic variation in Pacific herring growth in response to regime shifts in the North Pacific Ocean, Progress in Oceanography. 138, 331-347. doi:10.1016/j.pocean.2015.05.022.
- 9) 皆川裕樹、北川巖、増本隆夫(2016): 洪水時の流域管理に向けた水田域の水稲被害推定手法、農業農村工学会論文集、84(3)、271-279.
- 10) 奥田充(2016), 我が国で発生しているトスポウイルスについて, 日本植物病理学会報, 82: 169-184

②③④(国内外)特許権等出願・品種登録

- 1) ニホンナシ花芽の凍害発生温度を簡便に推定する方法の開発, 特願2015-248504  
帯水層の塩水化を抑制することができる単孔式二重揚水技術 出願番号 特願2014-212060  
水稲西海297号 出願予定(出願番号 未定)
- 2) 帯水層の塩水化を抑制することができる単孔式二重揚水技術 出願番号 特願2014-212060
- 3) 水稲西海297号 出願予定(出願番号 未定)

⑤プレスリリース

- 1) 「温暖化に伴いリンゴの食味はすでに変化している」(2013年8月16日、農研機構 果樹研究所)
- 2) 「地下水質を保全する二重揚水技術を開発」(平成27年3月24日、農研機構農村工学研究所)
- 3) 永吉武志・秋田県立大(2016): 赤竹ため池(羽後町上到米)で防災訓練を実施します, ハザードマップを活用し、地域住民の防災意識の向上を図ります, 秋田県農地整備課, 2016.11.2,

⑥アウトリーチ活動(研究活動の内容や成果を社会・国民に対して分かりやすく説明する等の双方向コミュニケーション活動)

- 1) 農水省委託気候変動対策プロジェクト研究成果発表会「農業分野における気候変動への対応:これまでとこれから」での講演「気候変動と異常気象:これまでとこれから」(2014年12月10日、新宿明治安田生命ホール(東京都新宿区))
- 2) 研究成果発表会「地球温暖化による「海」と「さかな」の変化」(平成26年12月4日、東京国際フォーラムD5ルーム)
- 3) 気候変動循環型食料生産プロジェクト研究成果発表会「地球温暖化の中で森林を活かす」(平成26年11月11日、東京大学弥生講堂)
- 4) 日本学術会議公開シンポジウム「気候変動がもたらす農林業への影響とその対策を考える」での講演「農業分野での適応の方向性と学際的研究連携の重要性」(2013年7月12日、東京大学大学院農学生命科学研究科中島董一郎記念ホール(東京都文京区))
- 5) 北川巖・農工研(2016):豪雨に対応する最新排水改良技術, 残渣を使って簡単に補助暗渠「カットソイラー」, 簡単で無材の穿孔暗渠「カットドレーン」の実演会, 北海道八紘学園北海道農業専門学校園場, 2016.10.21.
- 6) ドイツSpringer社が発行する国際誌「Paddy and Water Environment」(インパクトファクター)に「気候変動と農業水・土地利用」の特集号(2014, 12(S2))をプロジェクト成果等(7編)を掲載し発刊
- 7) 平成28年度全国ノリ研究会「ノリの新品種育成」(平成28年7月21-22日、神戸市教育会館)
- 8) 本多昭幸, 平成25年度試験研究部門別検討会において「高温環境下で飼養された肥育豚の血漿成分、生産性および肉質」について生産者を招き意見交換(2014年2月28日、長崎県農林技術開発センター)
- 9) 「地下水質を保全する二重揚水技術を開発」について、SATテクノロジー・ショーケース2016において研究成果を一般参加者に説明(平成28年2月4日、茨城県つくば市)
- 10) 平成28年度ゾウムシ研究会「鹿児島県におけるアリモドキゾウムシの近年の発生状況と遺伝的多様性」(平成28年11月29日、鹿児島県農業開発総合センター大島支場)

その他(行政施策等に貢献した事例)

- 1) 「地球温暖化によりリンゴの品質に長期的な変化が起きている」(農研機構果樹研究所主要普及成果)が、「日本における気候変動による影響の評価に関する報告と今後の課題について(意見具申)」(2015年3月、中央環境審議会)に活用(「果実品質について、たとえばリンゴでは食味が改善される方向にある」)
- 2) FACE実験の成果により、「日本における気候変動による影響の評価に関する報告と今後の課題について(意見具申)」(2015年3月、中央環境審議会)の内容を補強(「CO<sub>2</sub>濃度の上昇は、施肥効果によりコメの収量を増加させることがFACE(開放系大気CO<sub>2</sub>増加)実験により実証されているが、気温上昇との相互作用による不確実性も存在する。」)
- 3) 「淡水レンズ地下水厚の経時変化を把握する深度別電気伝導度測定法」について、国営事業地区調査多良間地区(沖縄県)において30箇所以上の地下水観測孔で本手法を活用(継続中)
- 4) 永吉武志・秋田県立大(2016): 羽後町上米地域の住民を対象とした出前授業, 秋田県農林水産部農地整備課(2016.11.13)で活用。
- 5) 「根釧地域におけるチモシー主体アルファルファ混播草地の最大土壌凍結深別播種晩限マップ(Ver2015)」(北海道農業試験会議平成27年指導参考事項)をHPで公開し、北海道内全普及センターおよび根釧地域JA等関係者で活用「日本における気候変動による影響の評価に関する報告と今後の課題について」(中央環境審議会意見具申)(平成27年3月10日、環境省)の策定に活用
- 6) 農林水産省「農林水産分野における地域の気候変動適応計画調査・分析委託事業」において、複数名がプロジェクト参加者が検討委員を務めており、その成果物である「気候変動の影響への適応に向けた将来展望」の作成に寄与している。
- 7) 開発した気候変動影響評価法は、カンボジアJICA「流域灌漑計画」プロジェクト(2009～2014年8月、2017報告)で活用
- 8) 開発した分布型水循環モデルや氾濫モデルは、「農村防災計画」プロジェクト(2013～2016、振興局整備部海外土地改良技術室)で活用
- 9) 「りんごわい性台木樹における果実の日焼け発生と果実表面最高温度の関係(長野県、普及に移す農業技術・技術情報)」を技術情報として関係機関に情報提供
- 10) 開発した分布型水循環モデルは、「関川地区水田還元率評価分析業務」(北陸農政局、2012)、および「水田還元率評価分析業務」(関東農政局、2014-2015)において活用

今後予定しているアウトリーチ活動等

- 1) 第30回気象環境研究会「農業利用のための気候シナリオー現状と将来展望」を主催(2017年2月14日、つくば国際会議場(つくば市))
- 2) 千葉県君津地区指導農業士会研修会での講演(2017年3月14日、ロイヤルヒルズ木更津ビューホテル(木更津市))
- 4) 水稲西海297号の出願公表に伴うプレスリリースおよび佐賀県を通じた生産者への説明(平成29年度)
- 5) 近藤正・秋田県立大学(2016): 平成28年度 高大連携授業「水田の公益的機能の役割と強化、水田の洪水緩和と水質保全機能」, 秋田県立矢島高校, 2016.12.20.
- 6) 29年度で終了する課題を中心に、本プロジェクトの研究成果発表会を予定。