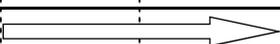
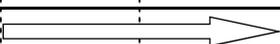
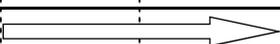


委託プロジェクト研究課題評価個票（終了時評価）

研究課題名	【市場開拓に向けた取組を支える研究開発】国産農産物の多様な品質の非破壊評価技術の開発	担当開発官等名	研究開発官(基礎・基盤、環境)						
		連携する行政部局	大臣官房政策課技術政策室 生産局農産部園芸作物課 生産局農産部技術普及課						
研究期間	H25～H29（5年間）	総事業費（億円）	5.5億円（見込）						
研究開発の段階	<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				関連する研究基本計画の重点目標	重点目標 17
	基礎	応用	開発						
									

研究課題の概要

<委託プロジェクト研究課題全体>

農産物の価値を高めるには、これまで市場評価されてこなかった新たな強みとなり得る品質を見出すことが重要となる。国内農産物が有する新たな品質を特定することによって、国内においては地域産物の高付加価値化、また国外に向けては日本産ブランドの品質保証が可能となる。そのため、農産物の機能性や食味バランス等を新たな訴求点として明確化し、それらの品質を評価する技術を開発するとともに、拡大が見込まれる世界の食市場に向けて、輸出先の嗜好性に関するデータベース・予測技術を構築・開発する。

<課題①：国産農産物の多様な品質の評価技術の開発（継続：平成25～29年度）>

農産物を非破壊評価する上で定量可能な指標は、これまで糖度、酸度等に限られていた。そのため、それらと異なる訴求可能な品質を非破壊的に迅速、簡便に捉え得る技術を開発する。具体的には、リンゴとトマトを対象品目として、①官能評価（※1）による食味や食感等の品質や機能性、加工特性等の「品質情報」、②質量分析装置（※2）等を用いた成分分析結果を統合した「成分情報」、さらに③分光学的手法によって取得した「光学特性情報」を相関付けることによって、非破壊評価可能な品質指標を特定し、また、その品質を非破壊的に迅速・簡便に評価できる技術を開発する。

<課題②：国産農産物の嗜好性に関するデータベースの構築及び嗜好性の予測技術の開発（継続：平成26～29年度）>

輸出重点品目であり、海外消費者ニーズの高いモモを対象品目として、輸出先の嗜好に合わせた品種の特定に資する技術を開発する。そのため、モモの輸出先として期待される東南アジア・ヨーロッパ等の消費者を対象として、味、香り、食感、色、大きさなどについての官能評価や嗜好評価試験（※3）を実施し、モモの輸出先における嗜好性に関するデータベースを構築する。また、輸出先の嗜好性に関わる主要成分を特定し、当該成分を非破壊的に迅速に計測する技術を開発するとともに、この技術から得られる情報に基づき当該品種の輸出先の嗜好への適合度を非破壊的且つ迅速に予測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

- ① リンゴ、トマト2品目について、多様な品質の評価技術を実証。
- ② モモにおいて輸出先の嗜好性に関わる主要成分を非破壊的に迅速に計測する技術を開発するとともに、モモの輸出先における嗜好性に関するデータベースを構築する。〔終了時目標変更：変更理由は「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」を参照〕

2. 事後に測定可能な委託プロジェクト研究課題としてのアウトカム目標（H32年）

本プロジェクト研究で開発された技術を普及し、農業、食料関連産業等に年間15億円の新たな需要を創出

【項目別評価】**1. 研究成果の意義****ランク：A****① 研究成果の科学的・技術的な意義、社会・経済等に及ぼす効果の面での重要性**

- 本プロジェクトで開発する技術は、①官能評価に基づく食味等や機能性などの品質情報、②成分情報、③非破壊手法により得られる光学特性情報の3つの情報を、データマイニングにより関連づけることで、これまで定量化できなかった品質を非破壊検査により測定・評価することを可能とするもので、世界的にも例のない先端的技術開発であり、独創性、革新性が高い。当該技術は、他の農産物や品質にも応用可能で汎用性があり、研究成果の科学的・技術的な意義は高い。また、非破壊評価には、市販の選果機等に用いられているシステムを活用し、当該技術を新たな機能として搭載することから実用性は高い。当該技術により消費者に対して新たな品質指標を提示することで、個々のニーズに応じて選択が可能となる。さらに、本プロジェクトで構築するモモの海外嗜好性データベースにより、輸出相手国、嗜好性に合ったモモ品種を戦略的に生産することが可能となり、輸出重点品目であるモモの輸出拡大に繋がる。以上の研究成果によって数十億円程度の経済効果が見込まれるため、我が国経済・社会に及ぼす効果も大きい。
- 平成26年6月に改訂された「農林水産業・地域の活力創造プラン」では、今後10年間で農業・農村の所得を倍増させることを目指して4つの戦略目標を掲げている。本プロジェクトでは、①これまで市場評価されていなかった品質を評価する技術を開発することによって、国産農産物の新たな価値を生み出すこと、また、②海外の嗜好性を的確に把握することによって、相手国に適した品種選定を容易にするなど、輸出促進を下支えする技術や情報を提供するため、上記活力創造プランの4つの戦略目標のうち「需要フロンティアの拡大」を主として「バリューチェーンの構築」、「生産現場の強化」などにも資する研究開発を実施している。
- 課題①の「国産農産物の多様な品質の評価技術の開発」では、食品の三次機能（※4）としての生体調節機能に関与するカロテノイド（※5）やフラボノイド（※6）等の機能性成分も対象品質としている。平成27年4月から開始された機能性表示食品制度では、事業者の責任において科学的根拠に基づき機能性を表示することが可能となり、加工食品はもとより農産生鮮物も対象である。そのため、機能性野菜等の開発を強化するなど、消費者ニーズを見込んだ企業活動が活発化しつつあり、機能性表示による農産物の高付加価値化、さらに海外向けには日本産ブランドの品質保証の裏付けとなり得る。
- 平成25年8月に策定された「農林水産物・食品の国別・品目別輸出戦略」のもと、国産の農林水産物・食品の輸出額は着実に伸びている。それら我が国の輸出動向の現状を踏まえ、平成28年5月にとりまとめられた「農林水産業の輸出力強化戦略」では、本プロジェクトで対象品目となるリンゴは平成27年までに140億円（平成27年輸出額：134億円）、モモは22億円（平成27年輸出額：11億円）に拡大することを目指している。

以上のように、国産農産物の輸出力強化や機能性表示制度の開始など施策の動向を鑑みると、当初より一層プロジェクト成果の重要度が高まっており、国が先導して研究を推進する意義は非常に高い。

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 最終の到達目標に対する達成度**

<課題①：国産農産物の多様な品質の評価技術の開発>

アウトプット目標①「リンゴ、トマト2品目について、多様な品質の評価技術を実証」の達成に向けて、技術開発を実施。対象2品目に関して、品質情報、成分情報、分光特性情報等の膨大な情報を収集し、それらビッグデータの関連を明らかにすることによって、これまで評価が困難であった品質を客観的かつ迅速に評価する解析フローを構築した。リンゴについてはスキャナ画像を用いて内部褐変度を客観的に定量化する技術や、内部褐変の発生を1ヶ月前の段階で予見できる技術を開発した。さらに、開発された技術の実用化を見据えて、選果機メーカーと連携を開始し、内部褐変予測の精度向上を図るため実証試験を実施している。また、トマトについては、非破壊評価により、食味や機能性成分を客観的かつ迅速に数値化して、消費者に理解しやすい食品表示作成に役立てられる可能性が示された。

<課題②：国産農産物の嗜好性に関するデータベースの構築及び嗜好性の予測技術の開発>

プロジェクト当初、アウトプット目標②を「対象品目の励起蛍光マトリックスと各種成分の含有量等の関連づけを終了し、輸出先の嗜好に合わせた品種の選定及び栽培法の改善のための解析プログラムを構築」と設定していた。運営委員会においてプロジェクトの進捗と目標の実現性について議論し、①果実表面のみを観測対象とする励起蛍光マトリックス法（※7）では果実全体の評価が難しい、②栽培法

の改善について本課題の実施期間内に実施するのは困難であると判断し、非破壊評価法としては、近赤外分光法（※8）やラマン分光法（※9）などにも対象技術を広げ、栽培法の改善については研究を中止することとした。さらに、中間評価時に「目標にどのように到達するかを見据え、必要に応じた見直しが必要」との指摘を受けて、より具体的で明確なアウトプット目標とするため、目標②を「モモにおいて輸出先の嗜好性に関わる主要成分を非破壊的に迅速に計測する技術を開発するとともに、モモの輸出先における嗜好性に関するデータベースを構築する。」と設定変更した。目標変更にともない、これまでに以下の研究成果を得た。

8カ国（ヨーロッパ3ヶ国（イギリス、ドイツ、フランス）、東南アジア3ヶ国（タイ、シンガポール、インドネシア）、アメリカ、インド）の在日外国人（各国30名以上）及び日本人（30名）を対象としてモモ6品種の嗜好性調査を実施するとともに、味覚・香りセンサーなどを用いて国内多品種多産地の桃の味や香りの違いを調べ、品種毎に嗜好性に関わる特徴を定量的に比較した。現在、データベースのドラフト版は完成しており、記載する情報を分析・整理中である。また、モモ果実の軟化の指標としてペクチン（※10）加水分解を指標することの有用性を明らかにし、これを指標として近赤外分光スペクトル（※11）を用いたモモの熟度を数値化する方法を開発した。現在、この手法をもとに嗜好性において重要な指標となる「熟度」を非破壊的に評価する技術の実用化に向けて実証試験を実施している。

② 最終の到達目標に対する今後の達成可能性とその具体的な根拠

アウトプット目標①「リンゴ、トマト2品目について、多様な品質の評価技術を実証」については、3つの情報（品質、成分、光学特性）を相関付ける解析フローを構築し、その解析フローを用いて官能評価指標や機能性などの品質が非破壊的に評価できることを明らかにした。また、開発技術の社会実装を見据えた上で、生産現場ニーズが高い開発要素として、リンゴでは経済損失の大きい“内部褐変”を、また、トマトでは食味に関する成分やカロテノイド類などの機能性成分を、近赤外分光法によって簡便に定量する技術開発を順調に進めている。今後、「リンゴの内部褐変予測技術」及び「トマトの食味および機能性評価技術」を実証することによって、アウトプット目標①を達成できる見込みである。

アウトプット目標②「モモにおいて輸出先の嗜好性に関わる主要成分を非破壊的に迅速に計測する技術を開発するとともに、モモの輸出先における嗜好性に関するデータベースを構築する。」については、対象国に適合した品種の選定技術を開発するとともに、国別に好まれる品種やサイズなどの嗜好性情報を整理し、プロジェクト終了までにデータベースとして公開予定である。現在データベースのドラフト版の構築は終了し、記載データを分析・整理している。これまでに実施してきた嗜好性調査結果と、生果の近赤外スペクトルデータを相関付けることにより、輸出先の嗜好に合わせた品種選定のため判別プログラムを構築しており、データベースに搭載予定である。また、モモの熟度を数値化する簡便な手法を開発し、嗜好の重要な指標である「熟度」について、品種の選定のみならず、輸出先のニーズに合わせた出荷時期の調整など、精密出荷のツールとして利用できる可能性が示された。以上のことから、「海外嗜好性データベース」を完成させ、また「モモ熟度が判別可能な非破壊評価技術」を実証することによって、アウトプット目標②を達成できる見込みである。

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その実現に向けた研究成果の普及・実用化の道筋（ロードマップ）の妥当性

ランク：A

① アウトカム目標の今後の達成の可能性とその具体的な根拠

本課題では「本プロジェクト研究で開発された技術の普及により、農業、食料関連産業等に年間15億円の新たな需要を創出」することをアウトカム目標としている。本プロジェクトで開発した非破壊評価技術について、残されたプロジェクト期間中及びその終了後に、機器開発メーカー等との共同研究を通じて実証試験を実施し、県や生協など関連業界を通じて全国に技術を移転する。なお、開発した非破壊評価技術のうち「モモ熟度が判別可能な非破壊評価技術」については特許出願中であり、技術を知財化することによって民間への技術移転を速やかに実施できるよう配慮している。

こうした取組により、本プロジェクトで開発した技術が社会実装されることで、以下の通り 20 億円程度の需要創出の経済効果が見込まれる。

【試算】

(1) リンゴの輸出拡大（10 億円程度）

国産リンゴは、貯蔵技術の進歩によって、8 月頃からの収穫以降、通年で出荷が可能である。このうち、CA 貯蔵庫で長期保管された後、翌年の 4 月以降に販売される長期貯蔵リンゴは、貯蔵の長期化に伴って内部褐変の発生による品質低下リスクが高くなっている。

財務省「貿易統計」によれば、平成 27 年度のリンゴの輸出総額は 134 億円であるが、長期貯蔵リンゴが輸出される 4 月から 8 月までの輸出額は 5 ヶ月間の総額で 10 億円程度と低迷している。

本プロジェクトで開発した「リンゴの内部褐変予測技術」を活用することによって、内部が褐変しない正常果を選抜し、長期貯蔵リンゴの品質低下を低減することができる。これにより、通年で品質の高

い国産リンゴの安定輸出が可能となり、4月から8月までの輸出先国の需要を新たに取り込んで、この期間の輸出額の大幅増加が期待できる。例えば、この期間の輸出額が倍増することで、10億円程度の経済効果が期待できる。

(2) モモの輸出拡大 (10億円程度)

農林水産省「作物統計」及び財務省「貿易統計」によれば、モモの出荷量は111,400トン、そのうち、輸出量は1,150トンである。モモの総生産量のうち輸出向けのモモは1%程度で、その輸出額は約11億円である。

本プロジェクトで開発するモモの「海外嗜好性データベース」と「嗜好性予測技術」により、国内のモモ品種と輸出先国の嗜好性の適合度を評価することが可能となる。これにより、輸出に取り組んでいる生産者・流通業者がその品種に適した輸出先国を選定・拡大することや、これまで売れるかどうかの不安から輸出を躊躇していた生産者・流通業者・産地が輸出に取り組むことが可能となり、出荷量の1%に留まっているモモの輸出を大幅に拡大できる。例えば、モモの輸出額がほぼ倍増することで、10億円程度の経済効果が期待できる。

以上のように、アウトカム目標とその実現に向けた成果の普及・実用化の道筋は明確であり、当プロジェクトで得られた成果によって試算の通りアウトカム目標は達成できる見込みである。

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

○本プロジェクトでは、当初から流通業者や食品メーカーを参画機関に含めることによって、生産者や消費者のニーズを吸い上げられる体制とした。中間評価を踏まえプロジェクトにおける開発要素を具体的に以て降、非破壊評価技術の実用化に向けて選果機メーカーと、また、海外嗜好性データベースの活用に向けて広告代理店やマーケティングリサーチ企業と連携を開始し、開発技術の実用化・製品化に向けて研究推進体制の強化を図った。また、モモの熟度判定技術については、特許出願することによって民間への技術移転を速やかに実施できる体制とした。

○プロジェクトで得られた成果については、アカデミアを対象に関連学会、研究会主催のシンポジウム等で成果報告したのみならず、プロジェクトの対象品目であるリンゴやモモの産地での成果報告会等において成果、開発技術などを積極的に広報しつつ、生産者や企業等、研究成果の実需者との意見交換を実施した。そこで得た提言を踏まえて、プロジェクトの方向性を適宜見直した。主なアウトリーチ活動及び今後予定しているアウトリーチ活動は、別添資料「論文数等共通事項調査票」に記載の通りである。

以上のように、実需者の意見をくみ上げ、実用化・製品化に向けた取り組みを実施している。

③ 他の研究や他分野の技術の確立への具体的貢献度

本プロジェクトで、分光学的手法を用いた非破壊評価法によって、内部の品質状態（リンゴの内部褐変やモモの熟度など）はもとより一部の機能性成分なども、対象産物を壊すことなく評価できることが明らかとなった。本課題で構築した「品質情報と分光学的特徴を相関付ける解析フロー」は他品目にも展開可能である。

4. 研究推進方法の妥当性

ランク：A

① 研究計画（的確な見直しが行われてきたか等）の妥当性

外部有識者4名及び関係する行政部局で構成した「委託プロジェクト研究運営委員会」を設置、年3回程度の運営委員会を実施。委員会では、プロジェクトの進捗状況を把握しつつ、有識者、関係部局の提言を踏まえ、プロジェクトの研究計画や方向性を逐次見直した。これまでの主な見直しは以下の通り。

課題①（国産農産物の多様な品質の評価技術の開発）においては、プロジェクト成果の最大化に資する課題に重点化した。具体的には、リンゴを対象品目とした研究について、プロジェクトの進捗状況及び運営委員会の議論を踏まえて経済損失の大きい“内部褐変”を予測するための非破壊評価技術の開発に集中した。また、トマトを対象品目とした研究については、食味に関する成分を対象に研究を開始したが、機能性表示食品制度の開始にともなって、カロテノイド類などの抗酸化性を有する機能性成分の評価技術の開発も対象とした。以上の経緯を踏まえ、平成28年度から18の小課題を14に集約した。

課題②（国産農産物の嗜好性に関するデータベースの構築及び嗜好性の予測技術の開発）では、プロジェクト当初、データベース構築のコンソーシアムと予測技術開発のコンソーシアムが別々に研究を実施していたが、①対象品目がモモであること、②技術開発要素が異なるもののモモの輸出促進に向けた技術開発を目標と掲げていることなど共通点があるため、コンソーシアム間で情報を共有しつつ、連携してプロジェクトを進めていくこととした。具体的には、海外嗜好性データベースから得られる情報をより充実したものとするため、「嗜好性の予測技術の開発」の課題で得られた成分情報等を海外嗜好性

データベースに収載するなど、成果の最大化・効率化をはかった。これに伴い、平成28年度から12の小課題を10に集約した。

以上のように、運営委員会や中間評価時の議論を中心として課題の選択と集中を実施。研究開発要素が明確になってきた段階で、重点課題を設定してそこに資金、予算を重点配分するなど、逐次研究推進体制や研究計画を見直してきた。

② 研究推進体制の妥当性

プロジェクト開始以降これまでに運営委員会を12回開催し、課題の見直しや推進方針を以下のように検討した。

- 中間評価時に「目標にどのように到達するかを見据え、必要に応じた見直しが必要」との指摘を踏まえ、平成27年度末の運営委員会では、全課題について目標達成度や今後の方針を改めて整理し「①研究計画の妥当性」に記載した課題の廃止・集約化や配分予算の重点化等を行い、研究推進体制の効率化を図った。
- 「開発技術の社会実装」をコンソーシアム内で強く意識共有し、プロジェクト当初から民間企業をコンソーシアム内に参画させ、また、開発要素を明確化して以降、技術の製品化の実現に向けて選果メーカーや広告代理店・マーケティングリサーチ企業との連携を開始するなど、成果の活用を見据えた研究開発を実施した。

以上のように、推進委員会での指摘や運営委員会の議論、提言を踏まえて、また、プロジェクト成果が、“使える技術”になるよう、研究計画や課題構成等の見直しを実施してきており、研究推進・管理体制の妥当性は高い。

③ 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

「①研究計画（的確な見直しが行われてきたか等）の妥当性」や「②研究推進体制の妥当性」に記載の通り、中間評価を踏まえプロジェクトの進捗状況に合わせて、実行課題を集約する等、課題の選択と集中を実施している。それにともない、小課題を計30から24に集約し、注力すべき課題に対して予算や人員を重点的に配分・配置した。

プロジェクト最終年度である29年度においては、本プロジェクトの大きな開発要素である非破壊評価技術を選果機等、既存機器に落とし込んで実証試験を実施する担当課題に対して予算を重点配分することで、成果の活用を見据えた予算配分を実施する。具体的には、課題②においてデータベースのドラフト版は既に完成しているため、本年度はデータベースに収載する情報の整理が主たる課題となるため、配分額を減額予定。

以上のように、実行課題の進捗に合わせてプロジェクトの推進体制を見直しつつ、それに応じて予算を適正に配分しており、予算配分は妥当と考える。

【総括評価】

ランク：A

1. 委託プロジェクト研究課題全体の実績に関する所見

モモの熟度判定技術について、特許出願することにより民間への技術移転の体制を構築したことを評価する。

2. 今後検討を要する事項に関する所見

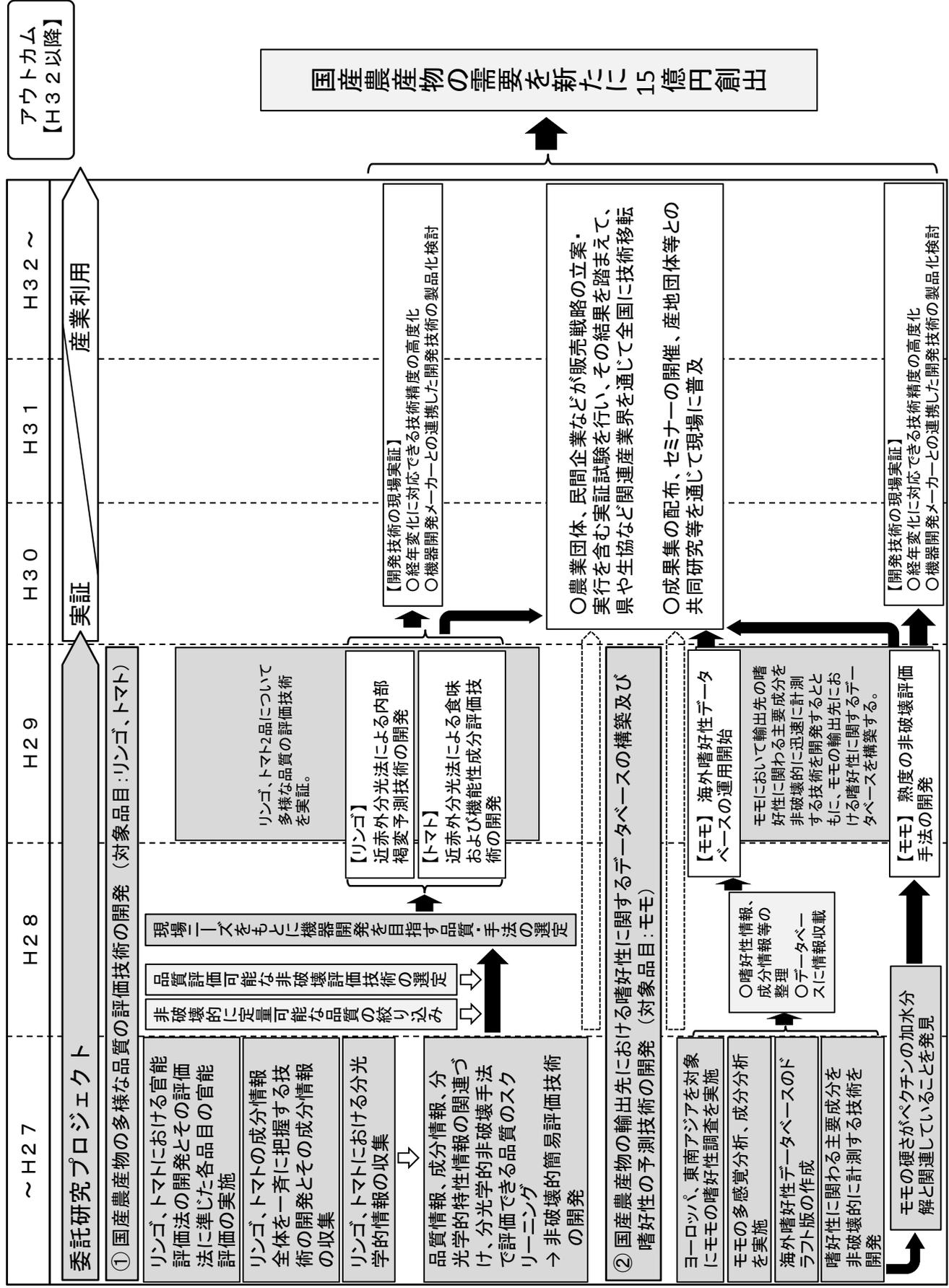
今回、開発しているモモとリンゴの研究成果について、他の果実に応用するなどの展開を期待する。

[研究課題名] 「市場開拓に向けた取組を支える研究開発」のうち
「国産農産物の多様な品質の非破壊評価技術の開発」

用語	用語の意味	※番号
官能評価	訓練された人間の感覚器官によって対象物の品質を分析的に測定、解析、解釈する方法。	1
質量分析装置	ガスクロマトグラフ質量分析装置 (GC-MS) *1、キャピラリー電気泳動質量分析装置 (CE-MS) *2、液体クロマトグラフ質量分析装置 (LC-MS) *3などを活用した成分分析装置のこと。 ----- *1 ガスクロマトグラフ質量分析装置 (GC-MS) 試料を気化し、カラムに通過させて、試料中の各種成分とカラムとの相互作用の差を利用して成分に分離し、それぞれの質量を測定する装置。香りなど揮発しやすい成分の分析に適する。 ----- *2 キャピラリー電気泳動質量分析装置 (CE-MS) 試料中の各成分をその電気的な性質に応じて分離し、それぞれの質量を測定する装置。糖・アミノ酸・有機酸などイオン性が高い(水溶性が高い)成分の分析に適する。 ----- *3 液体クロマトグラフ質量分析装置 (LC-MS) 試料をカラムに通過させて、試料中の各種成分とカラムとの相互作用の差を利用して成分を分離し、それぞれの質量を測定する装置。揮発しやすい成分や水溶性が高い成分の分析に関する精度はGCやCEに劣るが、幅広い成分の分析が可能であり、ポリフェノールなど、GCやCEでの分析に適さない成分の分析に用いる。	2
嗜好評価試験	試験対象食品について、グループインタビューや製品テスト等のマーケティングリサーチ手法によってあらかじめ作成した評価基準(色、味、香り、大きさ、食感、イメージなど)を用いて、消費者の嗜好を評価する方法。	3
食品の三次機能	生体調節機能であり、具体的にはポリフェノールやカテキン、食物繊維等の機能性成分のことを指す。機能性成分の食品表示が可能となったことから、一次機能(栄養機能)、二次機能(感覚・嗜好機能)に次いで注目が集まっている。	4
カロテノイド	βカロテンやリコペンなど、黄、橙、赤色などを示す天然色素の総称であり、いずれも高い抗酸化作用を示す代表的な機能性成分である。緑黄色野菜や果物に多く含まれる。	5
フラボノイド	カテキンやアントシアニン、イソフラボンなどの植物二次代謝物の総称で、ポリフェノールの一種。多くが抗酸化作用を有し、様々な健康効果が認められている。	6
励起蛍光マトリックス法	測定対象に照射する励起光の波長、励起光の照射を受けて測定対象が発する蛍光の波長と強度という3つのデータを三次元グラフで表現したもの(「蛍光指紋」ともいう。)測定対象(品種、産地など)ごとに特有のパターンを示す。	7
近赤外分光法	波長700~2500nmの目に見えない光を用いて主に有機物の定量、判別等を行う事のできる分析手法。物体を透過しやすい光であるため果物の糖度選果など迅速・非破壊評価に用いられる。	8
ラマン分光法	振動分光法の一つで、対象に照射したレーザーの反射(散乱)光から分子固有の振動スペクトルが得られる。一般的に物質の選択性は近赤外分光法や蛍光指紋に勝るが、感度が低く、成分の定量には向かない。	9
ペクチン	植物の細胞壁や中葉に含まれる複合多糖類であり、植物細胞をつなぎ合わせるセメントのような働きをする。果物の軟化のマーカ成分であり、成熟の指標のひとつである。	10
分光スペクトル	光をプリズムや回折格子といった分光器を通すことにより得られる、波長ごとの光強度の分布。分光スペクトルは非破壊的に得られ、かつ対象物に含まれる成分によって固有の波形が観測されるため、これを解析することで成分分析が可能である。	11

【ロードマップ（終了時評価段階）】

国産農産物の多様な品質の非破壊評価技術の開発



国産農産物の多様な品質の評価技術の開発

りんごの内部褐変を発生前に検知する光センシング技術

研究概要

ガス濃度を調整したCA貯蔵によって、収穫翌年の春以降もりんごを供給することが可能となる。しかし、その後は内部褐変を生じやすく大きな損失が生じている。CA貯蔵庫から出庫後、内部褐変が生じる可能性のある個体を検出する技術を開発した。

主要成果

近赤外分光方式の糖度選果機による内部褐変予測法を開発

現在内部褐変しているかだけでなく、向こう1ヶ月の間に褐変するか否か(褐変可能性)を非破壊的に予測できる技術を開発する。



内部褐変の例

既存の選果システム搭載の近赤外センサーのデータを用い、データマイニング手法によって褐変可能性が判定できるモデル式を構築。

既存選果システムに搭載モデル式を用いて、1ヶ月後の褐変可能性を評価する技術を開発。(現行システムでは平均誤判別率9%)



今後の方針

- ① 選果システムへの実装と、歩留まりを考慮した判定モデルの調整。
- ② 褐変が発生しやすいマイナー品種の貯蔵・精密出荷への応用と展開。

国産農産物の多様な品質の評価技術の開発

農産物の品質(機能性成分・嗜好性指標)を迅速定量する技術

研究概要

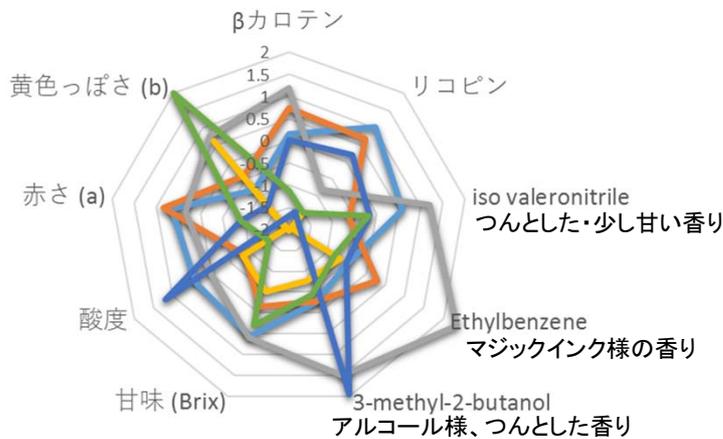
機能性表示食品制度導入後、加工食品のみならず、農産生鮮物でも機能性成分を表示したいというニーズが高い。そこで、品種によって食味、食感に多様性があるトマトを例に、消費者にとって品質がひと目で分かる表示が可能となるよう、官能評価指標や機能性成分等が非破壊的且つ迅速に評価できる手法を確立した。

主要成果

分光スペクトルにより非破壊的に品質を数値化する技術を開発



近赤外分光法等の分光スペクトルから抗酸化能、機能性成分、呈味成分、香気成分、さらに人による官能評価値を推定する検量モデルを多変量解析・データマイニングにて構築。



非破壊分光技術のサポートにより、品種ごとの特徴を示すレーダーチャートを容易に作成できる。

品種ごとの特徴がひと目で分かる食品品質表示作成をサポート。収穫時期や生産者による違いなども迅速に対応できる。

今後の方針

- ①推定可能な項目、成分の拡大とマーカー成分との相関を利用した精度の向上。
- ②品種の特徴表示を添付したトマトの試験販売と消費者の反応調査を実施。

国産農産物の輸出先における嗜好性に関するデータベースの構築 及び国産農産物の輸出先における嗜好性の予測技術の開発

国産農産物の輸出先における嗜好性に関するデータベースの構築

研究概要

強い農業を実現する上で輸出の促進は非常に重要であり、輸出を考える上で重要なのは、輸出相手国の嗜好やニーズである。輸出相手国の嗜好やニーズを的確に且つ科学的に把握し、嗜好にあった国産農産物の輸出を促進するための支援ツールとして、輸出重点品目であるモモの海外嗜好性データベースを構築した。

主要成果

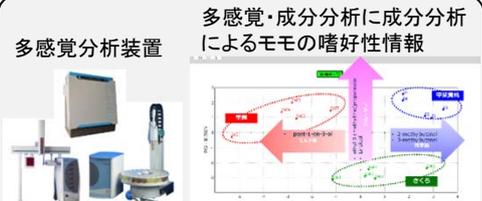
輸出相手国の嗜好が分かるモモのデータベースを作成

【嗜好性調査】



在日外国人9カ国(ヨーロッパ3ヶ国、東南アジア3ヶ国、アメリカ、インド、日本)を対象としてモモ6品種の嗜好性調査を実施。甘さ、香り、食感等の嗜好性尺度を9段階に設定し数値化して嗜好性調査情報を収集した。

【客観的な嗜好性情報の整理】

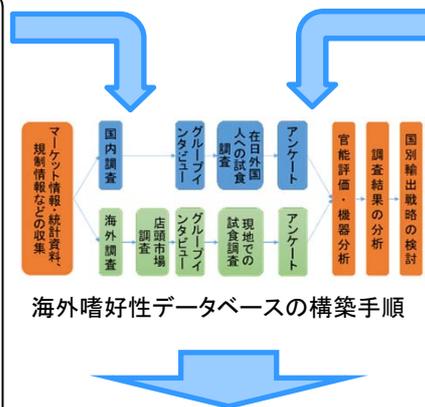


多感覚・成分分析によるモモの嗜好性情報

多感覚分析装置

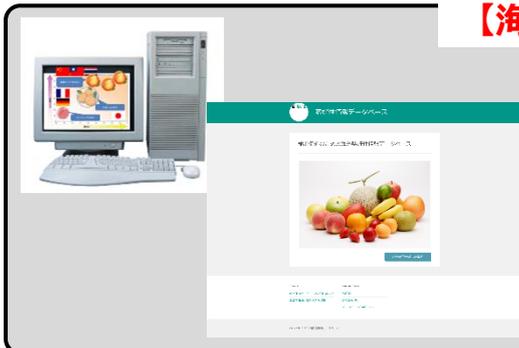
○ 味覚・香りセンサーなどを用いて国内多品種多産地の桃の違いを調査。品種毎の特徴を定量的に比較。

○ 分光学的非破壊手法によって、硬さ、香り、ジューシー感等の官能評価値を非破壊推定できる評価系を開発。今後客観的に品種別・熟度別の特徴を数値化することが可能。



海外嗜好性データベースの構築手順

【海外嗜好性データベース】



出力コード	品種別・国別嗜好性
品目: モモ	嗜好性MAP
品種	<input checked="" type="checkbox"/> 白桃 <input checked="" type="checkbox"/> 白桃 <input checked="" type="checkbox"/> 黄桃 <input type="checkbox"/> 中華桃 <input type="checkbox"/> 罐桃
国選択	<input checked="" type="checkbox"/> 日本 <input checked="" type="checkbox"/> 中国 <input checked="" type="checkbox"/> タイ <input checked="" type="checkbox"/> ドイツ <input checked="" type="checkbox"/> フランス <input type="checkbox"/> ロシア

品種ごとに...
その品種が好まれる国を表示

出力コード	国別嗜好性
品目: モモ	嗜好性MAP フランス
品種	<input checked="" type="checkbox"/> 白桃 <input checked="" type="checkbox"/> 白桃 <input checked="" type="checkbox"/> 黄桃 <input checked="" type="checkbox"/> 中華桃 <input type="checkbox"/> 罐桃
国選択	<input type="checkbox"/> 日本 <input type="checkbox"/> 中国 <input type="checkbox"/> タイ <input checked="" type="checkbox"/> フランス <input type="checkbox"/> ロシア

国ごとに...
好みの品種のランキングを表示

データベースに収載される情報をもとに、国ごとの嗜好性を判断。産地での輸出品種の選定や輸出産地育成などの経営判断が可能。

今後の方針

- ①本システムは当面、代表機関が運用。時機を見て民間企業などでの運用へと移行。
- ②嗜好性データベースは汎用性のある設計とするため、今後他品目にも展開。

国産農産物の輸出先における嗜好性に関するデータベースの構築 及び国産農産物の輸出先における嗜好性の予測技術の開発

モモの熟度(食べごろ)を光で非破壊的に評価する技術

研究概要

日本のモモは海外で評価がきわめて高く、国によって嗜好や消費時期が多様なため、様々な品種に輸出のチャンスがある。しかし外見上わからない食感・熟度のバラツキが原因で、流通～消費段階で多くの問題が発生している。そこで、最も現場ニーズの高い熟度を、近赤外法を用いて非破壊的に評価する方法を開発した。

主要成果

非破壊的にモモの熟度(食べごろ)を数値化する手法を開発

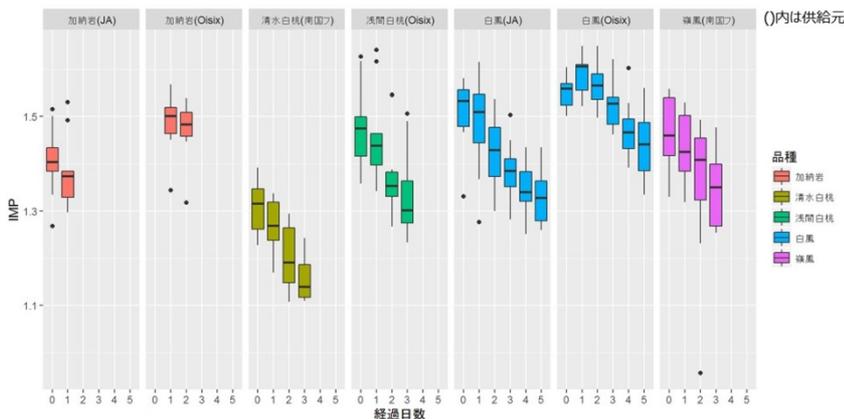
【アイデア】 モモの追熟に伴うペクチンの加水分解を指標とする



*In vitro*実験から960 nmの波長に変化の極大を発見
960nm、810nm*の2波長のみでモモ熟度をセンシング

モモ熟度指標 (Index of maturity for peaches; IMP)

$$IMP = A_{960\text{nm}} - A_{810\text{nm}} \quad * \text{ベースライン波長}$$



クロロフィルの変化(670nm)を使う既存法では未熟→可食状態の変化を評価できるのに対し、本方法では多くの品種のモモについて可食状態以降の追熟(食べごろ)を数値化できる。

可食状態になってからの追熟(食べごろ)を明確に数値化。
→ 精密出荷や熟度を揃えた提供が可能。

今後の方針

- ①選果システムへの実装
- ②モモ以外の追熟系果実への応用

論文数等共通事項調査票

(平成28年12月31日調査時点)

事業名	国産農産物の多様な品質の非破壊評価技術の開発					
実施期間	平成25～29年度			評価段階	終了時	
予算額 (百万円)	初年度 (25年度)	2年度目 (26年度)	3年度目 (27年度)	4年度目 (28年度)	5年度目 (29年度)	総合計
	111	148	118	101	75	553

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	18	1	0	0	1	23

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) Trivittayasil V, Tsuta M, Imamura Y, Sato T, Otagiri Y, Obata A, Otomo H, Kokawa M, Sugiyama J, Fujita K, Yoshimura M (2016), Fluorescence fingerprint as an instrumental assessment of the sensory quality of tomato juices. J. Sci. Food Agric., 96, 1167-74
- 2) 田中 福代, 岡崎 圭毅, 櫻村 友子, 大脇 良成, 立木 美保, 澤田 歩, 伊藤 伝, 宮澤 利男 (2016), リンゴにおけるみつ入り果の特徴的香気成分の生成メカニズム, 食品科学工学会誌, 101-116
- 3) Trivittayasil V, Tsuta M, Imamura Y, Sato T, Otagiri Y, Obata A, Otomo H, Kokawa M, Sugiyama J, Fujita K, Yoshimura M (2016), Fluorescence fingerprint as an instrumental assessment of the sensory quality of tomato juices, Journal of the science of food and agriculture, 96, 1167-1174
- 4) Iijima Y, Iwasaki Y, Otagiri Y, Tsugawa H, Sato T, Otomo H, Sekine Y, Obata A (2016), Flavor characteristics of the juices from fresh market tomatoes differentiated from those from processing tomatoes by combined analysis of volatile profiles with sensory evaluation. Biosci Biotechnol Biochem, 80, 2401-2411
- 5) Iijima Y, Iwasaki Y, Otagiri Y, Tsugawa H, Sato T, Otomo H, Sekine Y, Obata A (2016), Flavor characteristics of the juices from fresh market tomatoes differentiated from those from processing tomatoes by combined analysis of volatile profiles with sensory evaluation. Biosci. Biotech. Biochem., 80, 2401-2411
- 6) Trivittayasil V, Tsuta M, Kokawa M, Yoshimura M, Sugiyama J, Fujita K, Shibata M (2015), Method of determining the optimal dilution ratio for fluorescence fingerprint of food constituents, Bioscience, biotechnology, and biochemistry, 79, 652-657
- 7) Tomita S, Nemoto T, Matsuo Y, Shoji T, Tanaka F, Nakagawa H, Ono H, Kikuchi J, Ohnishi-Kameyama M, Sekiyama Y (2015), A NMR-based, non-targeted multistep metabolic profiling revealed L-rhamnitol as a metabolite that characterised apples from different geographic origins, Food Chemistry, 174, 163-172
- 8) Tanaka F, Miyazawa T, Okazaki K, Tatsuki M, Ito T (2015), Sensory and metabolic profiles of "Fuji" apples grown without synthetic agrochemicals: the role of ethylene production, Bioscience, Biotechnology, Biochemistry, 2034-2043
- 9) 安藤聡、中野明正、金子壮、坂口林香、東出忠桐、畠中誠、木村哲 (2015), 日蘭トマト品種の果実成分と収量性、野菜茶業研究所研究報告, 14: 32-38
- 10) 安藤聡、坂口(横山)林香 (2015), トマトの加熱調理によるグアニル酸生成およびその品種間差, 日本食品科学工学会誌, 62: 417-421

(他8編)

②③④(国内外)特許権等出願・品種登録

- 1) 果実の食べ頃評価方法及び評価装置 出願番号 特願2016-226485

⑤プレスリリース

- 1) 「蜜入りリンゴのおいしさは香りであり -リンゴのおいしさの秘密に迫る-」(平成28年3月17日、農研機構中央農研)

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) アグリビジネス創出フェア2016「国産農産物の輸出拡大を目指した非破壊評価技術の開発」(平成28年12月14日、東京ビッグサイト)
- 2) 野菜のおいしさ講習会「野菜の品質評価技術」(平成28年6月21日、日比谷記念ホール)
- 3) 農業食料工学会2015年度シンポジウム「農業・食品研究におけるNMRメタボロミクスの利用」(平成28年2月22日、東京都中小企業振興公社)
- 4) 大地を守る会講演会「農産物の風味」(平成28年1月29日、成田市さわらや)
- 5) アジレントテクノロジー社主催メタボロミクスセミナー「食品分析とメタボローム:その活用と課題」(平成27年11月12日、東京コンファレンスセンター品川)
- 6) JASIS2015ブース展示「蛍光指紋によるトマトジュースの官能特性評価」(平成27年9月2-4日、幕張メッセ)
- 7) 「食品開発展2014」食(おいしさ)の視知覚と消費者行動(平成26年10月9日、東京ビッグサイト)
- 8) 石川県次世代産業育成講座新技術セミナー「食品の官能評価」(平成26年8月21日、石川県トライアルセンター)
- 9) 日本分析化学会表示・起源分析技術研究懇談会「メタボローム解析事例からみた有機農産物の特徴」(平成26年7月25日、麒麟ビール生麦工場)
- 10) 食と錯覚公開シンポジウム・基礎心理学の展開シリーズ「錯視の科学」(平成25年11月16日、主婦会館プラザエフ)

(他13件)

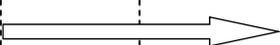
その他(行政施策等に貢献した事例)

- 1) 中央果実協会主催の果樹農業研究会に情報提供。果樹輸出促進マニュアル作成の参考資料として報告書に記載。

今後予定しているアウトリーチ活動等

- 1) 山梨県学校給食大会「食べ物のおいしさ表現(仮)」(平成29年1月14日、桃源文化ホール)
- 2) 青森県リンゴ研究所 平成28年度(第37回)試験成果・情報発表会(平成29年2月14日、青森県)
- 3) 全野研修会(平成29年2月16日、船の科学館)
- 4) 第71回 日本栄養・食糧学会大会(平成29年5月20日、沖縄県)
- 5) 農研機構植物工場研修会(平成29年6月、つくば市)
- 6) 日本食品科学工学会主催シンポジウム(平成29年8月、場所未定)
- 7) 次世代施設園芸シンポジウム(平成29年10月28日、高知県)
- 8) 農産物流通技術研究会主催シンポジウム(日時、場所未定)

委託プロジェクト研究課題評価個票（終了時評価）

研究課題名	【生産現場強化のための研究開発】 生産システム革新のための研究開発（継続）			担当開発官等名	研究統括官（生産技術）室 研究開発官（基礎・基盤、環境）室
				連携する行政部局	大臣官房政策課技術政策室 生産局農産部園芸作物課 生産局農産部技術普及課 生産局農産部畜産振興課
研究期間	H27～H29（3年間）			総事業費（億円）	1.1億円（見込）
研究開発の段階	基礎	応用	開発	関連する研究基本計画の重点目標	重点目標 6、8、12、24
					
研究課題の概要					
<p><委託プロジェクト研究課題全体> 「農林水産業・地域の活力創造プラン」が掲げる効率的で力強い生産現場の構築を通じた農山漁村の所得増大のためには、農業を魅力ある産業に変革していくことが重要である。 そこで本プロジェクトでは、畜産業の健全な発展や、加工・流通の省力化のために以下の2課題を実施することとする。</p> <p><①家畜ふん尿処理過程からの悪臭低減技術の高度化> 家畜ふん尿処理過程での臭気の原因物質であるアンモニア等の発生を半量程度削減するため、堆肥化過程で発生する悪臭低減技術及びふん尿の低窒素化による悪臭発生抑制技術の開発を行う。</p> <p><②青果物の調製、鮮度保持、流通・加工技術の開発> 流通過程における低コスト化や長距離輸送などのニーズに対応するため、流通コスト削減のための新たな輸送資材や物流システム等の技術開発を行う。</p>					
1. 委託プロジェクト研究課題の主な目標					
<p><①家畜ふん尿処理過程からの悪臭低減技術の高度化> 堆肥化過程のダスト、蒸気の発生量を半減及び悪臭物質の発生量を半分程度に削減する技術を開発。</p> <p>-----</p> <p><②青果物の調製、鮮度保持、流通・加工技術の開発> 遠隔産地から消費地への青果物輸送の軽労化・効率化を図るため、 ①ワンウェイ利用が可能な発泡スチロール製パレット（ワンウェイパレット）（※1） ②産地選果場でのパレタイザ（※2）への対応方法 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としてのアウトカム目標					
<p><①家畜ふん尿処理過程からの悪臭低減技術の高度化> 悪臭低減技術の産業利用が見込める平成33年以降から、畜産経営に起因する悪臭の苦情発生件数が減少。</p> <p>-----</p> <p><②青果物の調製、鮮度保持、流通・加工技術の開発> 小売価格1,000円以下のワンウェイパレットの提供と遠隔産地から消費地への青果物のパレット輸送（※3）の実現、青果物輸送の大幅な時間短縮と軽労化の実現。</p>					

【項目別評価】**1. 研究成果の意義****ランク：A****①研究成果の科学的・技術的な意義、社会・経済等に及ぼす効果の面での重要性**

<①家畜ふん尿処理過程からの悪臭低減技術の高度化>

家畜ふん尿処理過程からの悪臭を低減するため、発生臭気の処理や臭気原因物質の少ないふん尿を排泄させる飼料開発において、これまで悪臭対策で用いられてこなかった新素材や技術（新規微生物、硫黄脱窒（※4））を活用する点で科学的・技術的な意義は高い。また、畜産経営で利用可能な悪臭低減技術を提示することで、畜産経営に関する全苦情件数の6割を占め、経営規模の拡大等の健全な畜産業の発展を阻害している悪臭問題の解決に貢献することから、社会・経済等に及ぼす効果の面での重要性も高い。

<②青果物の調製、鮮度保持、流通・加工技術の開発>

九州、四国、北海道、東北等のいわゆる遠隔産地から首都圏等への青果物の輸送は、長距離のためパレットの回収効率が悪くコスト高となるため、パレットを利用した輸送体系の導入が困難な現状にある。そのため遠隔地の青果物は、輸送ドライバー等により出荷時に手作業でトラックまたはコンテナに段ボール1個ずつ積み込まれ、到着地の卸売市場等でも再び手作業で1個ずつ荷降ろしされている。特にバレイショや重量野菜、柑橘類など重量物の輸送は非常に重労働かつ時間を要し、産地集荷場やドライバーの負担が大きくドライバーの確保も困難である。近年はドライバー不足が極めて深刻であり、青果物の円滑な出荷の阻害や流通コストの上昇が懸念される。

そのため、青果物輸送に適しワンウェイ利用が可能な発泡スチロール製パレットを開発する本課題は、青果物輸送に伴う作業の効率化と軽労化、流通コストの削減、青果物の円滑かつ安定な供給等の効果が期待できる実用性が高い技術開発である。また、ワンウェイ輸送が前提となる輸出用に本パレットを利用することも可能であり、国内流通のみならず農産物の輸出強化を図る上でも重要性は極めて高い。

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最終の到達目標に対する達成度**

<①家畜ふん尿処理過程からの悪臭低減技術の高度化>

堆肥化過程のダスト、蒸気の発生量を半減及び悪臭物質の発生量を半分程度に削減するために、

①窒素排泄量を最大40%低減、堆肥化過程のアンモニア発生量を最大30%低減可能な、新たな飼料の開発

②悪臭物質の拡散が低減可能な、堆肥舎における流体カーテン

など、社会実装が期待できる新たな成果が順調に得られており、本研究を構成している小課題が設定した目標達成に対して平均で70%以上、課題によっては90%以上の進捗達成度となっている。

<②青果物の調製、鮮度保持、流通・加工技術の開発>

これまでに、強度試験や複数品目での輸送試験の結果をフィードバックしながらパレットの試作を重ね、軽量でありながら重量物の積載が可能な発泡スチロール製パレットを開発した。これにより第1の目標であるワンウェイパレットの開発を達成した。

また、2つ目の目標であるパレタイザへの対応方法の検討も進めており、当初計画どおりの順調な進捗である。

②最終の到達目標に対する今後の達成可能性とその具体的な根拠

<①家畜ふん尿処理過程からの悪臭低減技術の高度化>

発生した臭気の処理、または拡散を抑制する技術開発が順調に進捗していることに加え、臭気原因物質の排せつ自体を低減させることで悪臭の発生を抑制できる新たな飼料開発が目標値に対して90%以上の達成度となっていることから、最終目標に到達する可能性は高い。

<②青果物の調製、鮮度保持、流通・加工技術の開発>

ワンウェイパレットのパレタイザへの対応方法について、パレタイザ用のアダプター資材等の活用によりパレタイザの利用が可能であることを確認しており、次年度にパレタイザ対応資材の開発とパレタイザへの適合性及び作業効率の検証を行い目標達成の見込みである。

このため、アウトプット目標であるワンウェイパレットの開発とパレタイザへの対応について全て達

成可能と考えている。

**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

＜①家畜ふん尿処理過程からの悪臭低減技術の高度化＞

アウトカム目標は、畜産経営に起因する悪臭の苦情発生件数の低減としている。

本研究では、悪臭物質の発生や拡散を大幅に低減できる技術の開発が進んでおり、現在は、畜産現場で採用できる導入コストや仕様を検討した上で研究開発を実施している。想定した導入コストで脱臭能力を発揮できることを確認できれば、商品化等の見込みが立ち早急に社会実装されることから、アウトカム目標を達成できる可能性は高い。

＜②青果物の調製、鮮度保持、流通・加工技術の開発＞

価格目標について、成果普及による量産により小売価格1,000円以下のワンウェイパレットの提供が可能の見通しである。輸送試験協力者へのヒアリングや市場への意識調査を通じ、大幅な軽労化や時間短縮が可能であり技術的課題も概ねクリアしていることを検証済みである。また、パレット輸送導入に向けた産地農協への説明会を開催し、現場への技術導入、実用化への理解を深めている。

これらのことから、青果物のパレット輸送の実用・普及可能性は高く、アウトカム目標の達成可能性は極めて高い。

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

＜①家畜ふん尿処理過程からの悪臭低減技術の高度化＞

養豚協会等の技術の受け渡し先や行政からのニーズ吸い上げ、大型堆肥センター等の現地での評価試験の実施、技術の普及に必要な知的財産戦略、など、研究開発段階から成果の社会実装を意識した取り組みを進めている。

＜②青果物の調製、鮮度保持、流通・加工技術の開発＞

これまでに13回の輸送試験と市場への意識調査、農協への説明会を行った。上述の通り、これら試験は実需者である産地農協やドライバー、運送事業者、卸売市場などの協力のもと行っており既に一定の理解が得られていることから、取組内容として妥当であったと考えられる。今後も引き続き、農協や流通業界への説明会やシンポジウムを予定している。

③他の研究や他分野の技術の確立への具体的貢献度

＜①家畜ふん尿処理過程からの悪臭低減技術の高度化＞

本研究で開発された技術は、悪臭が問題となる畜産以外での応用が可能であり、さらには、アンモニアと共に亜酸化二窒素等の温室効果ガスの発生低減効果も考えられることから、環境研究等へも貢献できる。

＜②青果物の調製、鮮度保持、流通・加工技術の開発＞

本課題で開発したワンウェイパレットは、船便や航空輸送、ワンウェイ利用が前提である輸出、青果物以外の製品の輸送にも利用可能であり、他分野の輸送技術への波及が見込まれる。

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きたか等）の妥当性

＜①家畜ふん尿処理過程からの悪臭低減技術の高度化＞

本研究では、技術の社会実装に向けて適応場面が少ないと想定された課題「簡易な遮蔽物を利用した悪臭拡散抑制効果の検証」を中止したことから、研究目標達成と予算の効率的な執行のための計画見直しを適切に行っており、妥当である。

＜②青果物の調製、鮮度保持、流通・加工技術の開発＞

委託プロジェクト研究運営委員会や現地検討会で、研究の進捗状況や内容を詳細に検討し、随時、反映、改善を図り順調な成果が得られている。次年度は当初計画のパレタイザへの対応方法の開発に加え、社会実装を見据えた使用済みパレットの処分方法等の検討を追加するなど、計画見直しを適切に行っており、妥当である。

②研究推進体制の妥当性

研究推進体制は、外部有識者及び関係行政部局等で構成される運営委員会で、実施体制、課題構成、実施計画進捗状況について、指導・助言・検討等を行うとともに、運営委員、研究実施責任者及び課題担当者が計画や成績について検討を行う適切な体制を採ることとしており、妥当である。

③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

<①家畜ふん尿処理過程からの悪臭低減技術の高度化>

本研究の予算はこれまでの2年間の総額が約4.3千万円とであり、限られた研究費の中で研究終了後に畜産現場に展開できる技術に絞って研究開発を実施している。

現在までに、

①窒素排泄量等を低減できる新たな飼料の開発

②悪臭物質の尾拵散が低減できる流体カーテン

など、社会実装が期待できる成果が得られており、残り1年で社会実装可能な技術を確立するため、

①新たな飼料が豚の発育や肉質に影響がないことを確認するための飼養試験

②実際の堆肥舎の規模での流体カーテンの効果の検証

等を新たに実施することとし、29年度は予算額を増額して実施する。

<②青果物の調製、鮮度保持、流通・加工技術の開発>

本課題は、平成27年度は約1.8千万円、平成28年度は約1.5千万円の予算で実施し、ワンウェイパレットの開発から輸送試験まで研究計画に沿って順調に成果が得られている。平成29年度は社会実装を見据えたパレット処分方法等の検討の追加とそれに応じた追加配分を予定するなど、適切な予算配分を行っており、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全体の実績に関する所見

限られた予算の中でターゲットを絞った研究をしており、着実に成果が出ていること、開発技術の社会実装を加速する取り組みが推進されたことを評価する。

2. 今後検討を要する事項に関する所見

開発技術のメリット、導入コスト及びデメリットについて十分検討し、最終的に実用化に結びつくように研究を進める必要がある。

特にワンウェイパレットについては、経済性や環境負荷も考慮したLCA（ライフサイクルアセスメント）の発想をもって対応することを期待する。

また、研究に際して実需者を参画させているが、アウトリーチ活動について、積極的に行う必要がある。

[研究課題名] 生産システム革新のための研究開発

用語	用語の意味	※ 番号
パレット及びワンウェイパレット	パレットとは、物流用に用いられる荷物やダンボール箱等を載せるための平台のこと。木製やプラスチック製のものがあり、通常は回収され繰り返し利用される。ワンウェイパレットとは、回収の必要がなく一方向（片道）利用が可能なパレットのこと。	1
パレタイザ	省力化のため、全自動でパレットの上に製品を梱包したダンボールを積んでいく装置のこと。	2
パレット輸送	荷物やダンボール箱をフォークリフトでパレットごとトラックやコンテナに積み込み輸送すること。荷物の積み下ろし時間の短縮や軽労化が図れる効率的な方法であるが、パレットの管理・回収等の課題から、青果物の長距離輸送では普及が進んでいない。	3
硫黄脱窒	一般的な脱窒（硝酸を還元して窒素ガスに変換する作用）は従属栄養細菌が有機物を電子供与体として利用することで進行するが、硫黄脱窒は主に無機独立栄養細菌である硫黄酸化細菌が無機物である硫黄を電子供与体として進行する反応である。	4
産地選果場	選果場は、生産者が収穫した野菜や果物等の農作物を集荷し、大きさや色、糖度等により仕分けし、流通用に包装、梱包し出荷する施設。必要に応じ貯蔵や追加処理も行う。	5

生産現場強化のための研究開発 (委託プロジェクト研究)

【1, 284 (1, 866) 百万円】

対策のポイント

効率的で力強い生産現場の構築に向け、生産コストの低減、収量の高位安定化、繁殖性の向上等に資する研究開発を推進します。

<背景/課題>

- ・「農林水産業・地域の活力創造プラン」では、農山漁村の所得増大に向け、効率的で力強い生産現場を構築することが求められています。
- ・このため、生産コストの低減、収量の高位安定化、繁殖性の向上等に資する研究開発を推進します。

政策目標

- 輸入濃厚飼料と同等の価格の国産濃厚飼料の生産・利用技術を開発（平成32年度）
- 雌牛の分娩間隔を20日間以上短縮する技術を開発（平成31年度）
- 林野庁施策を技術面から下支えすることにより、国産材の供給・利用量の増加（2,174万m³（平成25年度）→39,000万m³（平成32年度））及び山村の活性化に貢献
- 沿岸漁業資源の回復と養殖生産の安定化を実現し、水産基本計画における漁業生産目標の達成に寄与（409万トン（平成22年度）→449万トン（平成34年度））

<主な内容>

1. 収益力向上のための研究開発

輸入飼料と同等の価格の自給濃厚飼料の生産・利用技術、水田作における大豆等の収量の高位安定化技術、花きの日持ち性向上技術等の開発を推進します。

2. 生産システム革新のための研究開発

家畜の繁殖機能の早期回復技術、精液の高品質化技術、悪臭低減技術等の開発を推進します。

3. 森林資源を最適に利用するための技術開発

森林資源を活用した新たな需要創出のための高級菌根性きのこ栽培技術、計画的な木材利用の推進のための低コストな森林情報把握技術等を開発します。

4. 持続可能な養殖・漁業生産技術の開発

沿岸資源の自律的回復技術及び国内需要の大きいマグロ・ウナギ最新型養殖技術を開発します。

（委託費）
（委託先：民間団体等）

お問い合わせ先：技術会議事務局

1 及び 2 の事業 研究統括官（生産技術）（03-3502-2549）

3 及び 4 の事業 研究開発官（基礎・基盤、環境）（03-3502-0536）

生産現場強化のための研究開発

「農林水産業・地域の活力創造プラン」が目指す効率的で力強い農業生産現場の構築、森林資源の最適利用、及び持続可能な水産業の実現に資する技術を開発

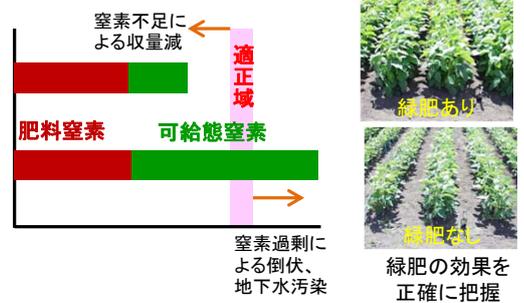
収益力向上のための研究開発

■ 栄養価が高く、輸入飼料と同等の価格の自給濃厚飼料の生産・調製・利用技術の開発



飼料用トウモロコシの子実と芯の一部をサイレージ発酵させたコーンコブミックスの生産・調製・利用技術を開発

■ 生産コストの削減に向けた効率的かつ効果的な施肥技術の開発



緑肥の効果を正確に把握

■ 大豆等の収量の高位安定化技術の開発

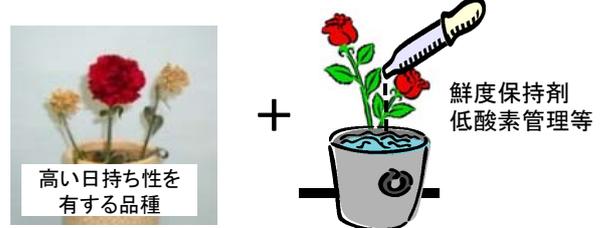


簡単な指標によってほ場の状態を総合的に評価

マニュアルを使って多収阻害要因を特定し、対策技術を決定

有効な対策を講じることで単収が向上

■ 花きの日持ち性向上技術の開発



高い日持ち性を有する品種

→ 従来の2倍の日持ちになる新技術

生産システム革新のための研究開発

■ 牛の繁殖性を向上させる技術の開発



・分娩後の卵巣・子宮機能の回復の遅れを早期に判定する技術
・高い受精能力を有する精液を高精度に判別する技術

■ 家畜ふん尿処理過程からの悪臭を低減する技術の開発



・堆肥の攪拌作業時の臭気発生を抑制する技術
・成分を調整した飼料等の利用により悪臭原因物質の排泄を低減する技術

森林資源を最適に利用するための技術開発

■ 森林資源を活用した新たな需要創出
■ 計画的な木材利用の推進



マツタケ、トリュフの人工栽培技術を開発



低コストな森林情報把握技術を開発

持続可能な養殖・漁業生産技術の開発

■ 天然資源に依存しない持続的な養殖の実現
■ 生態系ネットワーク修復による沿岸資源の回復



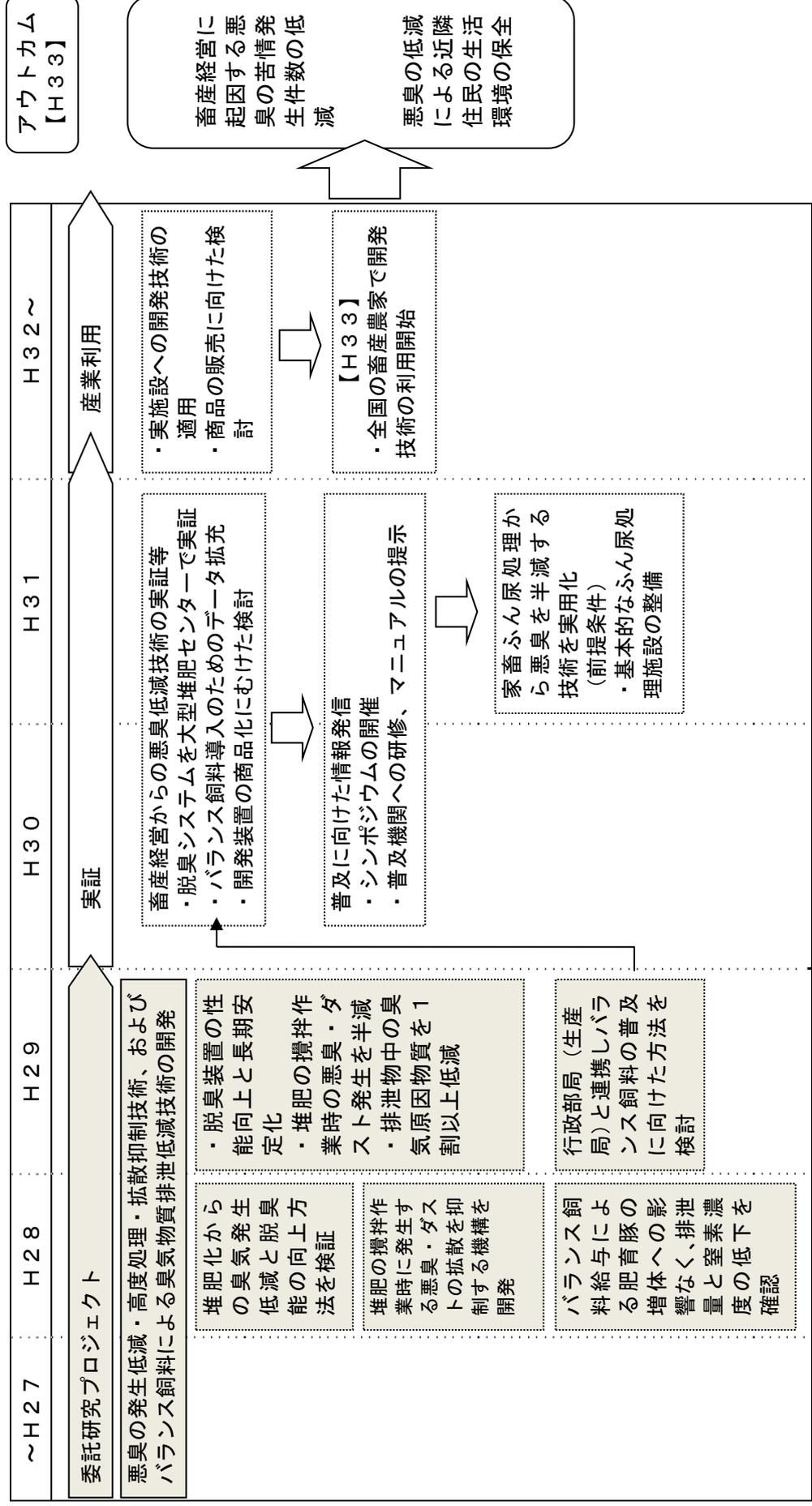
ニホンウナギの幼魚 (シラスウナギ)



クロマグロの稚魚

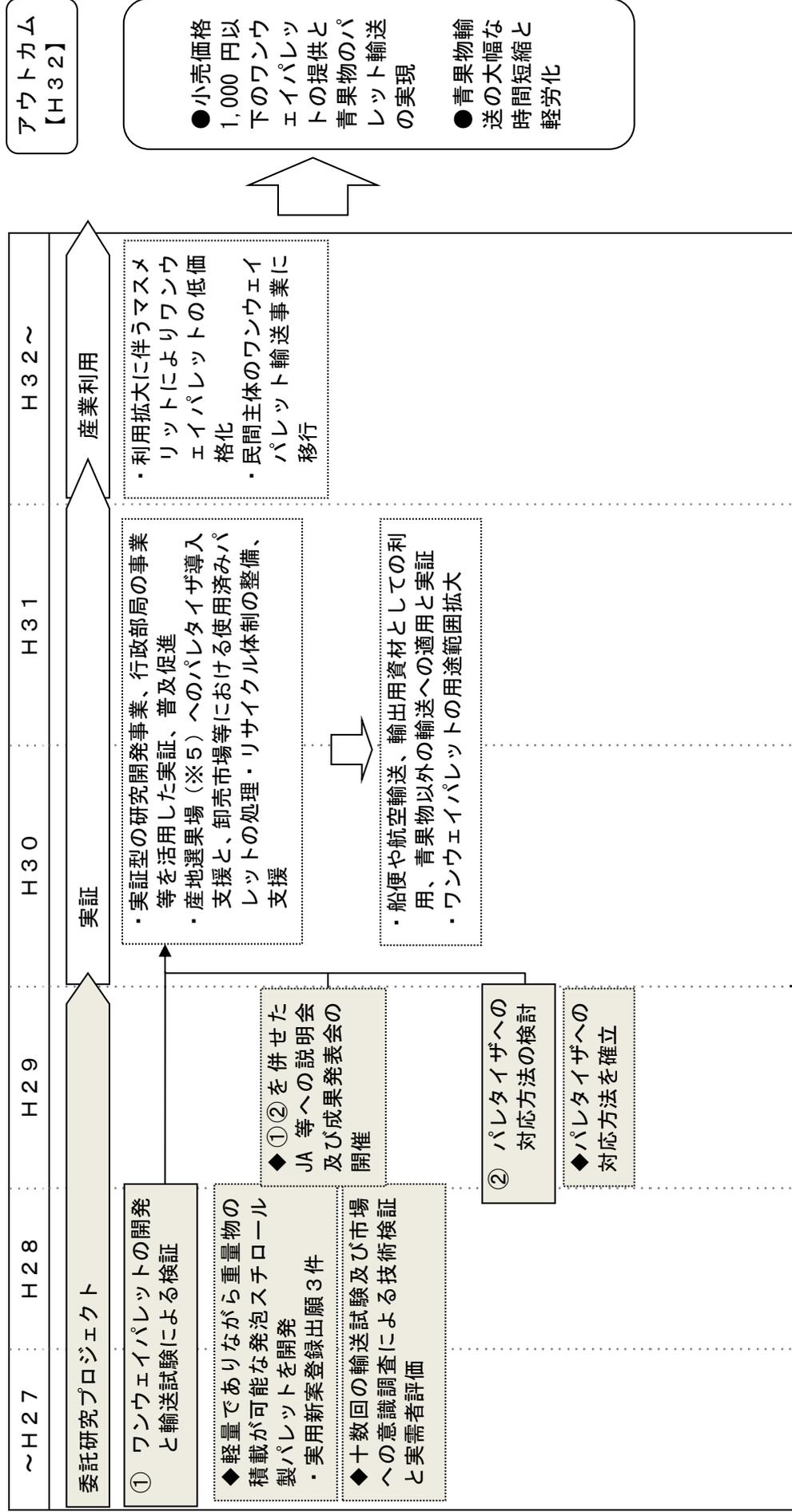
【ロードマップのイメージ】

家畜ふん尿処理過程からの悪臭低減技術の高度化



【ロードマップ】

青果物の調製、鮮度保持、流通・加工技術の開発



家畜ふん尿処理過程からの悪臭低減技術の高度化

脱臭装置の高度化・堆肥化発酵過程からの悪臭低減技術の開発



低タンパク質飼料等を利用した飼養改善による悪臭低減技術の開発

— 悪臭になる物質のムダなふん尿中排出を低減 —

- バランス改善飼料の導入で豚の発育、肉質に影響なく、排せつ窒素量が最大40%削減出来る。
- 排せつふん量（ぼろ）が低減する可能性が示された。
- 堆肥化過程のNH₃揮散は、この堆積物中窒素量の低減を反映して慣行飼料区に比して最大30%の低下が観察された。
- LCA評価によって、慣行区よりバランス改善飼料の方が環境保全的と判断された。

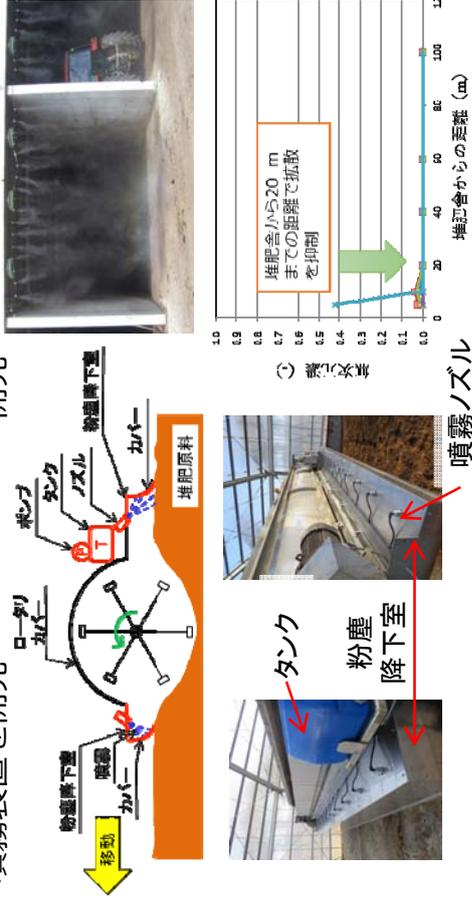
低タンパク質飼料改め、**アミノ酸バランス改善飼料**



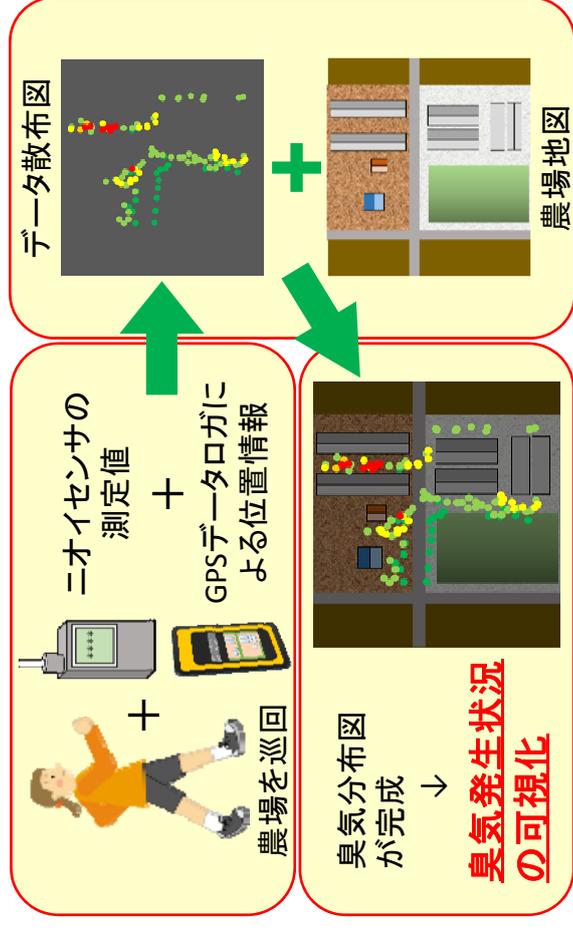
家畜ふん尿処理における悪臭拡散抑制技術の開発

ロータリ型の堆肥化施設の攪拌・切り返し装置装着型噴霧装置を開発

堆肥舎における流体カーテンを用いた悪臭拡散抑制技術の開発



悪臭評価手法の開発



青果物の調製、鮮度保持、流通・加工技術の開発

背景

九州、四国、北海道、東北等のいわゆる遠隔地の青果物は、産地選果場で段ボール箱等に詰められた後、手作業でトラックまたはコンテナに1個ずつ積み込まれ、到着地の卸売市場等においては輸送ドライバー等により再び手作業で1個ずつ荷降ろしされている。このように、ドライバーは非常に重労働となっており、ドライバーの確保が難しくなっている。

このようなドライバー不足等が青果物の円滑な出荷物流の阻害要因となりつつあり、また、流通コストの上昇も懸念されることから、軽労化と作業時間の短縮によるドライバーの確保や輸送コストの低減が青果物輸送の喫緊の課題。

研究内容

○ 青果物輸送用ワンウェイパレットの研究開発(H27~H29)

青果物輸送に適しワンウェイ利用が可能な発泡スチロール製パレットを開発し、流通現場においてその効果を実証する。

- ワンウェイ発泡スチロール製パレットの開発
- 試作パレットによる青果物輸送試験
- 市場への意識調査
- パレタイザへの対応方法の検討

積み込み(産地選果場)

輸送(トラック、鉄道等)

荷降ろし(卸売市場等)

現状



段ボール箱をパレット上から手作業で積み込み

※遠隔地では輸送・回収コストがかさみ、パレット輸送が進んでいない。
※ドライバー不足の中、青果物の円滑な輸送には軽労化と効率化が喫緊の課題。

ドライバー等が手作業でパレット上に荷降ろし

目標



パレタイザで段ボール箱を積み付け
パレットごとフォークリフトで積み込み

大幅な時間短縮と軽労化の実現

パレットごと荷降ろし
※パレットはリサイクルへ。
※パレットの管理・回収不要。

到達目標

- リサイクル可能で軽量・低価格な「ワンウェイパレット」の開発（青果物輸送の効率化）
- 産地選果場のパレタイザへの対応方法の検討（選果場における作業効率の向上）

アウトカム目標

- 低価格のワンウェイパレットの提供と青果物のパレット輸送の実現
- 青果物輸送の大幅な時間短縮、軽労化（産地・集出荷施設、輸送、市場）
- 青果物の安定供給体制の構築と、実需者のコスト削減

青果物輸送用ワンウェイパレットの研究開発

これまでの主な成果

- 複数の品目での輸送試験やパレットの強度試験の結果を設計にフィードバックしながら試作を重ね、発泡パレットの形状・強度等仕様を決定し、パレット作成用の金型及びワンウェイパレットを開発。
- 長崎県から主に京浜、京阪神へのトラックと鉄道コンテナによる輸送試験を実施し、技術的課題を検証。ワンウェイパレットに起因する荷傷み等は確認されず、実需者の評価も概ね良好。
- パレタイザへの対応については、複数の選択肢の中からワンウェイパレットや現場に適した方法を絞り込み。

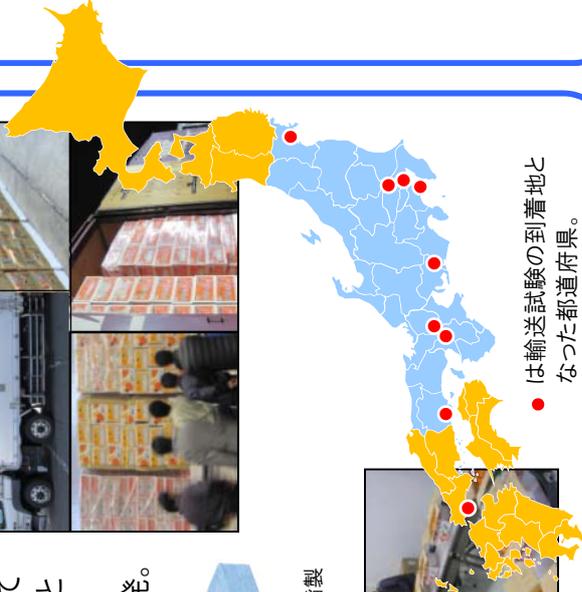
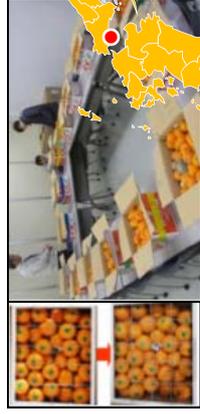
成果のポイント

- ワンウェイ発泡スチロール製パレットの開発
- 試作パレットによる青果物輸送試験
- 市場への意識調査

複数の産地・品目で、運送会社、卸売会社等と連携して輸送試験を実施。多くの関係者の意見を収集し、設計と試作を重ねて、脚部・天板の形状、厚さ、大きさ、強度（発泡倍率）の最適化を実施し、ワンウェイパレットを開発。

輸送中の玉転びや、到着後の腐敗果を調査した結果、試作パレット使用による問題は確認されなかった。

ドライバーや市場関係者等の実需者の評価も概ね良好であり、パレット輸送に一定の理解が得られた。



● は輸送試験の到着地となった都道府県。

■ パレタイザへの対応方法の検討

産地選果場で稼働しているパレタイザへの対応方法を、メーカーやJAの意見も聞き複数の選択肢の中から絞り込み済。H29年度パレタイザ対応方法を確立予定。



論文数等共通事項調査票

(平成29年2月調査時点)

事業名	生産システム革新のための研究開発					
実施期間	平成27～29年度			評価段階	終了時評価	
予算額 (百万円)	初年度 (27年度)	2年度目 (28年度)	3年度目 (29年度)	4年度目 (一年度)	5年度目 (一年度)	総合計
	41	35	63	-	-	139

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	1	4	0	0	0	0

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家畜ふん尿処理過程からの悪臭低減技術の高度化>

(1)田中章浩(2016)Developments of Compost Deodorization System for Composting Cattle Manure—Stabilization of Ammonium Nitrogen in Compost by adding Finished Compost and Activated sludge—, 農業施設学会誌, 47(3), 20-27.

②③④(国内外)特許権等出願・品種登録

<①家畜ふん尿処理過程からの悪臭低減技術の高度化>

(1)脱臭および窒素除去方法 2017年2月出願(予定)

<②青果物の調製、鮮度保持、流通・加工技術の開発>

(1)補強材付き発泡スチロール製パレット 実用新案登録第3204882号

(2)4方挿しの発泡スチロール製パレット 実用新案登録出願 実願2017-000389

(3)2方挿しの発泡スチロール製パレット 実用新案登録出願 実願2017-000388

⑤プレスリリース

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)

その他(行政施策等に貢献した事例)

今後予定しているアウトリーチ活動等

<②青果物の調製、鮮度保持、流通・加工技術の開発>

(1)成果発表会(H29年度)

委託プロジェクト研究課題評価個票（終了時評価）

研究課題名	【生産現場強化のための研究開発】 持続可能な養殖・漁業生産技術の開発のうち、生態系ネットワーク修復による持続的な沿岸漁業生産技術の開発	担当開発官等名	研究開発官(基礎・基盤、環境)						
		連携する行政部局	水産庁増殖推進部 研究指導課、漁場資源課、 栽培養殖課 水産庁漁港漁場整備部 計画課、整備課						
研究期間	H25～H29（5年間）	総事業費（億円）	3.9億円（見込）						
研究開発の段階	<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				関連する研究基本計画の重点目標	重点目標 31
	基礎	応用	開発						

研究課題の概要

<委託プロジェクト研究課題全体>

アサリ、アワビ類及びカレイ類の漁業生産量を本技術の導入海域において平成22年（2010年）比で1.5倍以上に増加させるため、漁場同士の繋がりを修復し、これらの水産生物の自律的再生産を回復させる技術開発を実施

<課題①：生態系ネットワーク（※1）の再生によるアサリ資源回復・生態系修復技術の開発（継続：平成25～29年度）>

生態系ネットワーク修復と自律的な再生産によるアサリの資源回復を実証するため、

- ・アサリ幼生（※2）の分散による生息地の間の連結度と分断箇所を把握する調査・分析法の開発
- ・モデル漁場におけるアサリの資源再生技術の開発

を実施

<課題②：アワビ類における再生産ボトルネックの解消と藻場ネットワークの再生による資源回復・生態系修復技術の開発（継続：平成25～29年度）>

生態系ネットワーク修復と自律的な再生産によるアワビ類の資源回復を実証するため、

- ・アワビ類の再生産を阻害するボトルネック要因を把握する調査・分析法の開発
- ・モデル漁場におけるエゾアワビ及び暖流系アワビ類の資源再生技術の開発

を実施

<課題③：生態系ネットワークと景観の再生によるカレイ類の資源回復・生態系修復技術の開発（継続：平成25～29年度）>

生態系ネットワーク修復と自律的な再生産によるカレイ類の資源回復を実証するため、

- ・カレイ類の移動による生息地の間の連結度を把握する調査・分析法の開発
- ・カレイ類のネットワーク構造を考慮した環境修復技術及び漁業管理手法の開発

を実施

1. 委託プロジェクト研究課題の主な目標

- ① 個体群（※3）の連結度と分散経路に基づき適切に管理すべき生息地を特定し、稚貝の定着を促進することにより、アサリの再生産を促進する技術を開発
- ② 種苗放流による母貝集団（※4）の増強、生息地の空間情報に基づく藻場造成等により、アワビ類の再生産を促進する技術を開発
- ③ 個体群の連結度と移動経路に基づき環境修復及び適切な漁業管理を行うべき海域を特定することにより、カレイ類の再生産を促進する技術を開発

2. 事後に測定可能な委託プロジェクト研究課題としてのアウトカム目標（H34年）

アサリ、アワビ類及びカレイ類の自律的再生産を回復させ、生産量を平成22年（2010年）比で1.5倍以上に増加させる。

【項目別評価】

1. 研究成果の意義

ランク：S

①研究成果の科学的・技術的な意義、社会・経済等に及ぼす効果の面での重要性

・本委託プロジェクト研究では、卵から成体まで生涯の生息場所が非常に広範囲であるアサリ、アワビ類、カレイ類を対象とし、遺伝子解析、移動追跡、海の流れのシミュレーション、生化学的解析等の最新技術を用いて生態系ネットワークを修復する技術を開発するという、今までにない独創的、先導的な研究である。

・沿岸漁業（※5）に従事する経営体数は漁業全体の9割と大部分を占めている。しかし、沿岸漁業の生産量は昭和60年の227万トンを中心として25年間で半減し、現在に至っている。その主因として、沿岸開発等の環境変化による生態系ネットワークが分断されたことが挙げられている。

・水産庁が主導する「点」から「空間的広がり」を持つ漁場整備への転換を踏まえ、水産生物の生息場所の連続性及び生態系全体への配慮を加味した漁場対象範囲の選定技術の開発が求められている。この方針を受けて海域を共有する府県では、連携して水産環境整備マスタープランを策定し、アサリ、アワビ類、カレイ類等の生活史に沿った漁場の管理に取り組んでいる。

・経済価値の高い水産重要種であるアサリ、アワビ類、カレイ類の資源量減少は著しく（瀬戸内海アサリ漁獲量：1980年代45,000トン→現在数百トン、エゾアワビ漁獲量：1970年前後2,000-3,000トン→現在1,000トン以下、クロアワビ・メガイアワビ漁獲量・カレイ類：1980年代後半から大きく減少）、継続して実施されてきた種苗放流の効果も上がっていないのが現状である。これらの種は浮遊幼生として、また、着底後の成長に伴い、海域を広く移動する種であるため、生態系ネットワークを把握し、資源回復のボトルネックとなる生活史段階を特定した上でその修復技術を水産環境整備等の取組に活用することが必要である。

・東京オリンピックなど外国人観光客の増加が見込まれるなか、MELジャパン、MSC・ASC認証（※6）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（生態系ネットワーク管理）を推進することが必要となる。

以上のことから、水産行政、漁業従事者及び社会経済的ニーズの観点で研究の重要性、研究成果の科学的・技術的な意義は極めて高く、目標達成に向けた研究推進及び今後の実用化への必要性は非常に高い。

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：S

①最終の到達目標に対する達成度

本委託プロジェクト研究では、アサリ、アワビ類及びカレイ類を対象として、遺伝子解析、移動追跡、海の流れのシミュレーション、生化学的解析等の最新技術を用いて生態系ネットワークの分断箇所を特定し、その環境調査等により分断要因を特定するとともに、分断されたネットワークを修復する技術の開発が順調に行われてきた。

アサリ：

・瀬戸内海中西部、特に広島湾をモデル海域として浮遊幼生期における移動分散や着底稚貝の減耗時期やその要因を解明した。広島湾では大野瀬戸地区が産卵可能な親個体の重要な場所、幼生供給場所になっている可能性が示唆された。

・当該地域では着底期以降に餌不足や食害等で稚貝が大量減耗することが明らかになり、再生産を促進する技術として稚貝の定着のため袋網による稚貝保護を実施したところ、採集量がゼロであったアサリ稚貝が平成27年には約50万個、平成28年には約250万個の稚貝が回収され、今後も増加することが予測された。広島県廿日市漁場では平成27年には約0.5トンの採取量が平成28年には約2トンまで増加した。

・瀬戸内海全体においても生態系ネットワークを診断したところ、複数箇所で分断されていることが明らかになった。

アワビ類：

・アワビの親子間、地域間のネットワークを明らかにするため、個体毎の親子判別を可能とするNDAマーカー（※7）を開発した。

・浮遊幼生の移動分散や天然稚貝の分布、生育条件、磯焼けによる餌料環境悪化に関連する海藻の特性

など再生産過程の各所で生じているボトルネック箇所を解明した。

・エゾアワビでは磯焼け海域でもワカメやホソメコンブなど餌料海藻群落が回復することで親貝の蛸集によって再生産数が向上することが明らかになった。

・暖流系アワビ類ではウニ除去によってソゾ類やテングサ類等の藻場が形成されることが明らかになり、名護屋湾にてウニ密度管理効果を予測した結果、大型海藻類では湾奥部、小型海藻類では湾中央部においてウニ除去による藻場回復効果が高くなることが明らかになった。

・相模湾ではアワビ類の死亡要因として飢餓、捕食が考えられ、このような死亡率の高い場所に滞在する時間を短くすることがボトルネック解消に有効であることが明らかになった。分断箇所である砂地に稚貝生息に適したサイズの転石2,000個を地元漁業者との協働により投入することにより、稚貝生息場所と親貝生息場所との連結性を確保する取組を開始した。

カレイ類：

・東京湾におけるマコガレイの卵から浮遊仔魚、稚魚期後半の6～7月の生残率、夏期に発生する高水温と貧酸素水塊がマコガレイ資源のボトルネックの要因であることが明らかになった。

・カレイ類資源を増やすには、産卵場の底質改善及び着底海域の東京湾北東～東岸から貧酸素水塊（※8）を避けて安全な海域へ回遊できる経路の確保が最も有効であると結論づけられた。

・目標である資源量1.5倍を達成するには、東京湾では卵のふ化率を1%向上、あるいは稚魚の生残率（※9）を10%向上させること、大阪湾では稚魚の生残率を2%向上させる必要があることが明らかになった。

・卵から稚魚期の生残率向上によるネットワーク再生の対策として、東京湾では覆砂による産卵場造成及び移動回廊の分断解消、瀬戸内海では海底湧水・藻場を利用した餌不足・高水温対策が重要と考えられた。東京湾の産卵場造成については、東京湾再生推進会議に情報を提供し、事業の実施が決定された。

本プロジェクト研究で開発した調査・分析手法により、アサリ、アワビ類、カレイ類のネットワーク分断箇所やボトルネックを特定し、研究目標として設定した「漁場同士の繋がりを修復し、水産生物の自律的再生産を回復させる技術」を開発・提案している。その技術は現場で実証試験が行われ、アサリについては既に実際の漁業現場で活用され効果を上げている。

以上のことから、研究目標を超える多くの成果をあげ、実証試験も開始するなど、達成度は非常に高い。

②最終の到達目標に対する今後の達成可能性とその具体的な根拠

・アサリ：開発した技術が実際の漁場に活用され、天然アサリ稚貝の採集量の大幅な増加に繋がっており、到達目標の達成は確実である。

・アワビ類：寒流系及び暖流系アワビ類ともに再生産を阻害するボトルネック要因の特定とその修復技術の提案・実証試験が行われており、到達目標の達成が見込まれる。

・カレイ類：着底後にも非常に広範囲の移動があるものの、生態系ネットワーク構造の把握と再生産を阻害するボトルネック要因の特定がなされ、その修復技術についても新たな可能性も含めて開発・提案されており、到達目標の達成が見込まれる。

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

ランク：A

①アウトカム目標の今後の達成の可能性とその具体的な根拠

・アサリ：開発した技術の活用により広島湾の天然稚貝の採集量が着実に増加しており、また、生態系ネットワークの修復効果と考えられる浮遊幼生の増加が観察されており、アウトカム目標の達成の可能性は極めて高い。特に採集量がゼロであったアサリ稚貝が平成28年には約250万個回収され、今後も急増することが予測されている。また、モデル海域である広島湾での事例をもとに資源再生マニュアルを作成する予定であり、他海域にも本技術が適用可能となる。

・アワビ類：開発した技術の適用により資源減少への歯止めと一定の増産が期待される。温暖化に伴う藻場（餌場）衰退の影響が大きいことが明らかになり、最終年度までにさらに検討を進め、資源再生マニュアルを作成する予定であり、アウトカム目標の達成が見込まれる。

・カレイ類：開発したモデル計算から資源量を1.5倍にするための条件は明確化され、そのための有効な修復技術も提案されており、資源回復のガイドライン策定を予定するなどアウトカム目標の達成が見込まれる。

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

・アサリ類：広島県、廿日市市、尾道市、福山市、地元関係漁協と連携して資源再生に取り組んでおり、その成果はそのまま行政施策や地元漁協のアサリ増産の活動に取り込まれる予定である。地場産アサリが復活し始め、地元漁協からは支援継続依頼書が届くなど地元漁業者も本委託プロジェクト研究の生態系ネットワーク修復技術を高く評価されている。瀬戸内海以外の漁業者からの技術提供の要望もあり、本技術が広く普及されつつある。

・アワビ類：生態系ネットワークの連結性を向上させるため転石を投入するなど修復技術の実証試験を地元漁協の職員と連携して実施するとともに、各種の勉強会や磯焼け対策等にかかる全国組織、地方公共団体や漁協への啓発を積極的に行っており、全国への普及が見込まれる。

・カレイ類：研究成果を東京湾底びき網連絡協議会、東京湾再生推進会議、大阪湾資の源回復計画、水産環境整備マスタープラン検討委員会、伊予灘マスタープラン行政担当者会議で紹介した。提案した技術や手法がこれらの会議・委員会の資源回復策に反映される予定である。

以上のように、得られた研究成果が多くの現場で既に活用され、あるいは、その予定であることから、取組内容の妥当性は高い。

③他の研究や他分野の技術の確立への具体的貢献度

本委託プロジェクト研究で開発された分析・解析手法は他の分野・水産生物にも適用可能である。例えば、アワビ類で使用された流動モデルと空間モデルの統合解析は、漁業対象種のほか希少生物の保全活動にも利用されうる技術である。また、海藻藻場については餌料としてだけではなく幼稚魚の生息場所としての機能も評価されており、磯焼け対策は他種の保全、資源回復にも波及する技術となる。さらに、沿岸魚介類の多くの稚魚がカレイ類同様、餌不足や高水温により生残率が低下していることから、海底湧水を利用する新たな技術は、カキ類など他の魚介類の資源回復に有効なものとなる可能性がある。

4. 研究推進方法の妥当性

ランク：A

①研究計画（的確な見直しが行われてきたか等）の妥当性

計画以上に進捗したDNAマーカー開発に関する課題を平成26年度で前倒し終了させ、実施課題を18から15に減らした。このことにより、資源再生技術の開発に研究資源を集中させることができ、研究開発の効率化をはかった。その後も、平成28年度も引き続き現場で実証が始まるなど計画以上に進捗しており、平成29年度も研究計画通り実施し、最終目標を達成できる見込みである。

②研究推進体制の妥当性

学識経験者と産業界の代表者を含む外部有識者4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」を年2～3回開催し、研究の進捗状況を踏まえた適切な進行管理を行った。さらに、本プロジェクト研究を含む水産関係のプロジェクト研究においては、年1回合同運営委員会を開催し、研究成果と行政・産業界からのニーズを幅広く共有することに努めた。

地元漁協、漁業者等で各種の勉強会を開催するなど、生産現場の声を常に把握し、ニーズを取り入れることで研究を推進した。

③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

予算配分に当たっては、当初の年度計画と研究成果、次年度の研究計画を精査し、研究の進捗状況と次年度計画の内容を反映した予算の選択と集中に努めた。

【総括評価】

ランク：A

1. 委託プロジェクト研究課題全体の実績に関する所見

アサリについて、開発を行った技術が活用され、天然アサリ稚貝の採集量の大幅な増加につながったことを評価する。

アワビ類、カレイ類についても、ロードマップに沿って研究が進められており、目標を達成する見込みであることを評価する。

2. 今後検討を要する事項に関する所見

今後、課題間での連携をとりながら、研究開発を推進することを期待するとともに、他省庁との連携で研究成果を社会実装していくことを期待する。

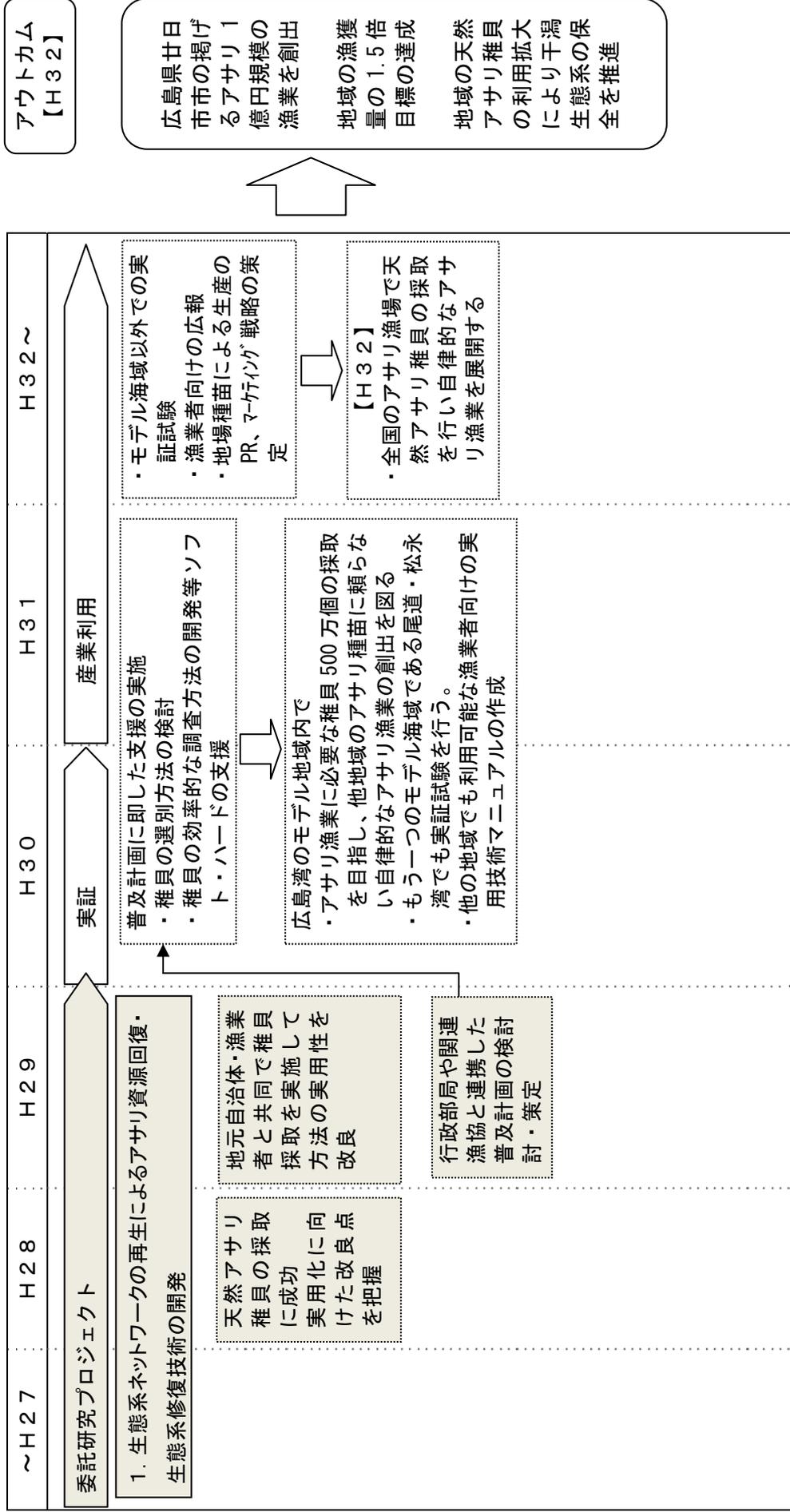
また、研究の推進に当たっては、資源回復と環境保全の両面について配慮しながら研究を進める必要がある。

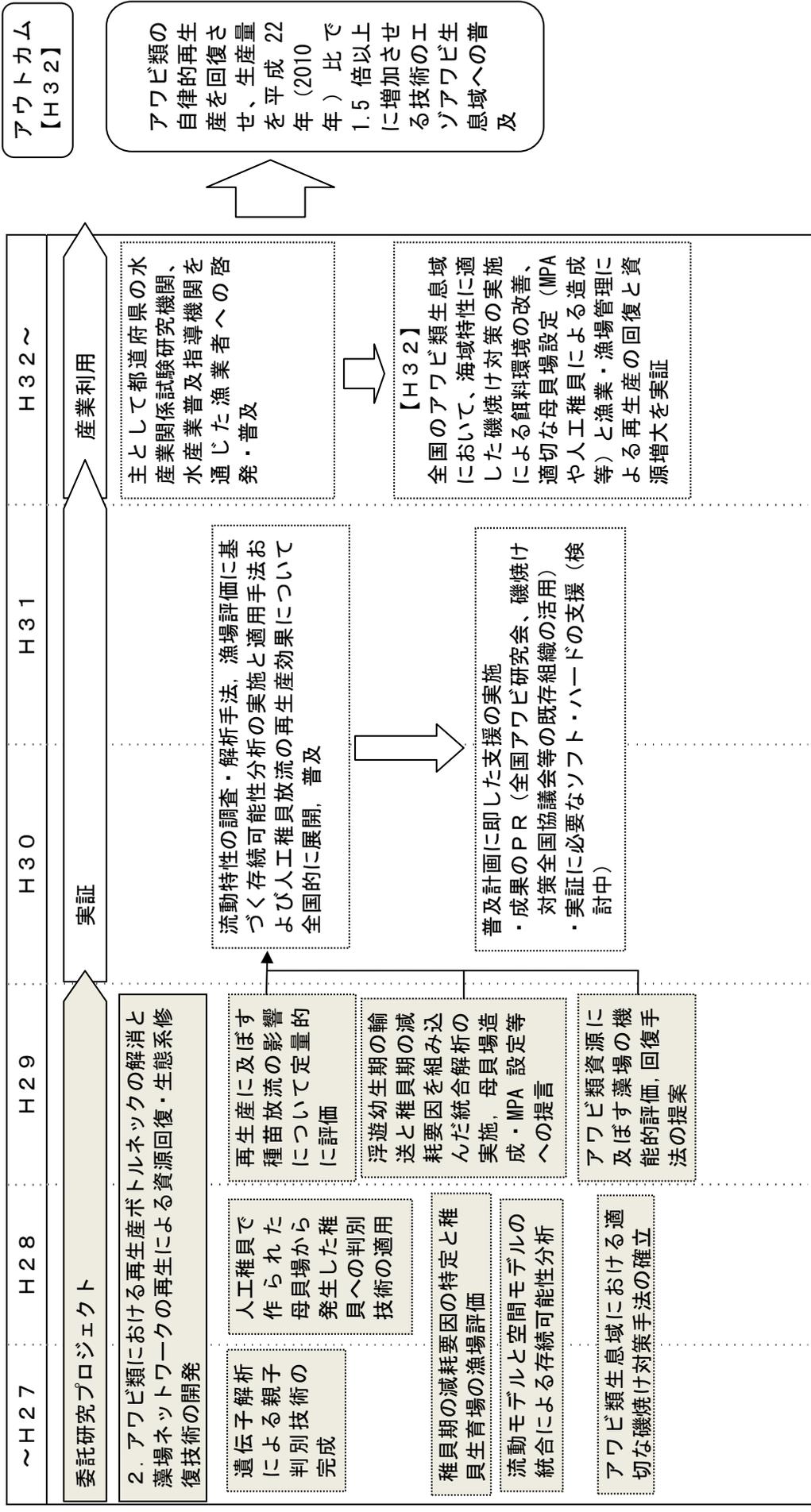
[研究課題名] 生態系ネットワーク修復による持続的な沿岸漁業生産技術の開発

用語	用語の意味	※ 番号
生態系ネットワーク	生物が卵から親まで成長し次世代を残すために必要な、発育の過程に対応した生息場所の連続性を指す。広義には、生息場所における他の生物との関係性も含む用語。	1
幼生	孵化してから成体になるまでの間に、成体とは異なる形態及び独自の生活様式を持つ時期（成長段階）がある場合に、その段階にある個体のことを指す。カエルの場合はオタマジャクシが幼生に相当する。	2
個体群	ある地域や限られた空間に生息する、何らかのまとまりを持った同種の生物の個体の集団。	3
母貝集団	産卵の元（親）となる成員の集団。	4
沿岸漁業	一般的には、日帰り操業が可能な範囲の水域（漁場）をさす。本プロジェクトでは、概ね水深 30 メートル以浅の内湾域（瀬戸内海など）を対象とする。	5
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認証する機関として、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。	6
DNA マーカー	生物の種類（個体、種、品種、系統など）や生物群集の組成を遺伝的に識別する際の指標となる DNA 塩基配列の領域。	7
貧酸素水塊	水温や塩分濃度等の影響により、水中の溶存酸素量が不足した水域。	8
生残率	一度に産まれた卵・稚魚などを対象に、一定時間を経た後の生き残りの割合。	9

【ロードマップ（終了時評価段階）】

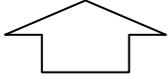
生態系ネットワーク修復による持続的な沿岸漁業生産技術の開発

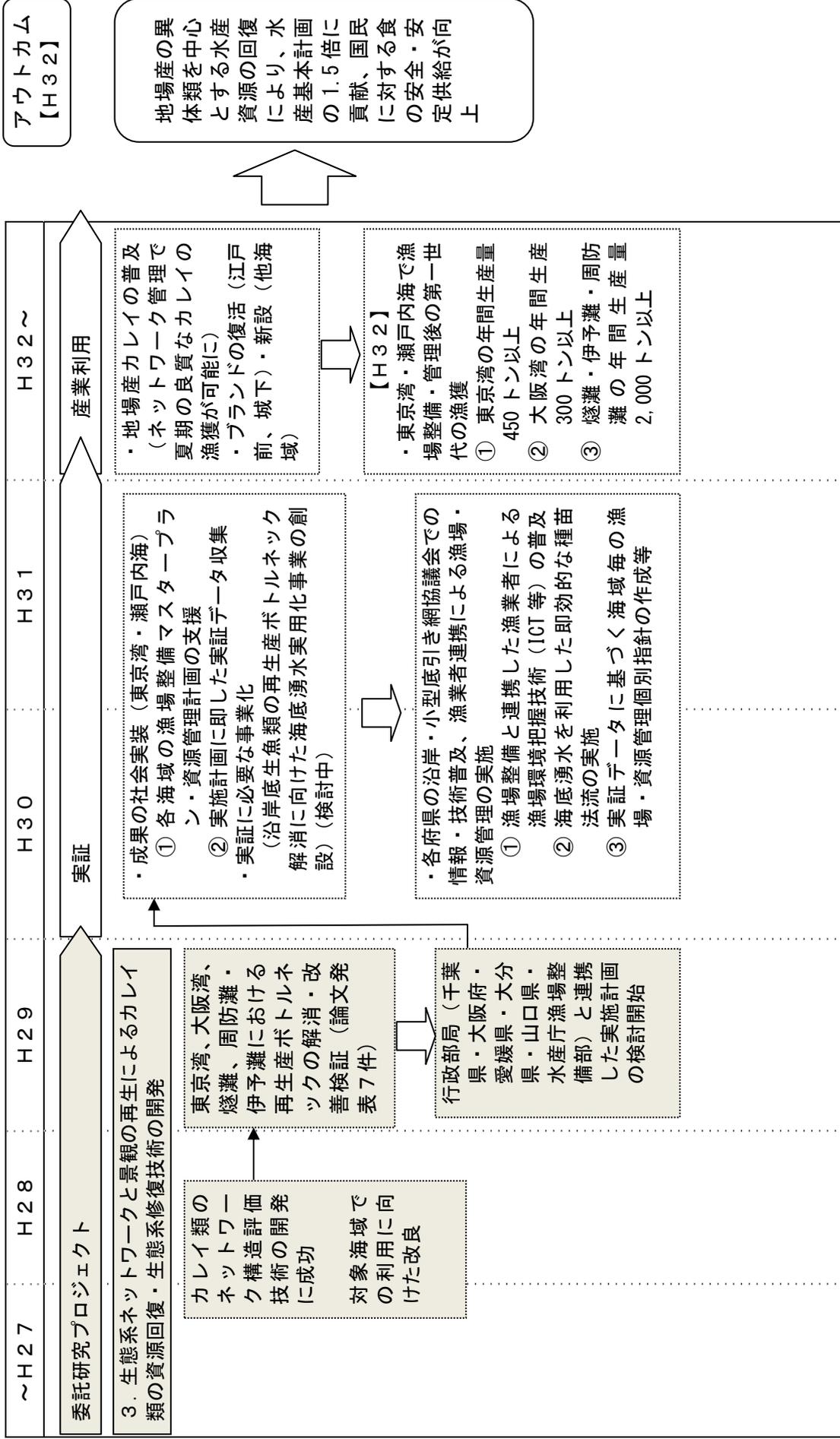




アウトカム【H32】

アワビ類の自律的再生産を回復させ、生産量を平成22年（2010年）比で1.5倍以上に増加させる技術の工ゾアワビ生息域への普及





生態系ネットワーク修復による持続的な沿岸漁業生産技術の開発

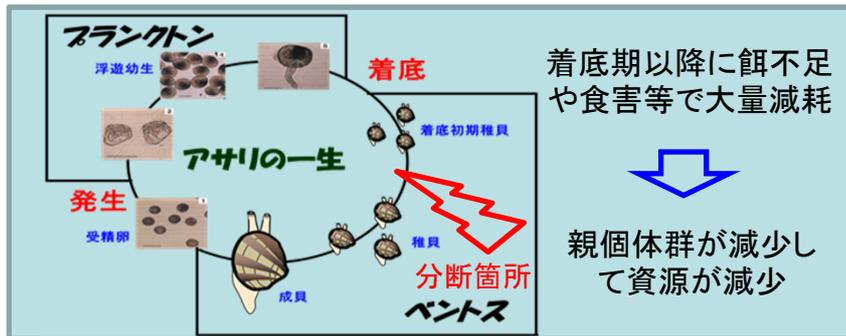
【アサリ】

研究概要

開発した高精度遺伝子マーカーを活用し、モデル海域である広島湾等で浮遊幼生の追跡調査を実施。着底後の稚貝の動態を解析して、分断箇所を特定するとともに、ネットワークの修復・再結合技術を開発。

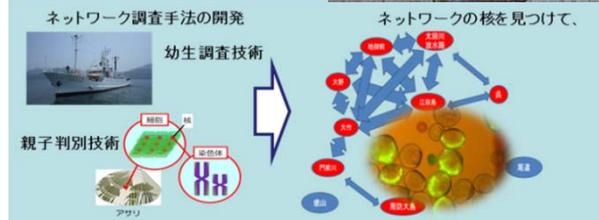
主要成果

アサリの稚貝保護により採集量が大幅に増加 (ゼロから500万個に)

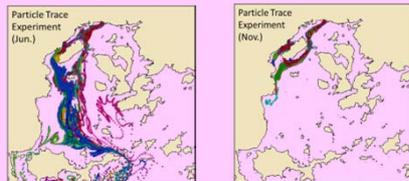


保護・再生

- ・保護網により稚貝を中間育成



モデル解析の結果、広島湾奥部の個体群は山口県の幼生供給場所になる！



長浦の稚貝分布



広島湾西部の長浦では春先には1万個/m²稚貝が発生するが夏過ぎには消失する

これを有効活用



広島湾のアサリ浮遊幼生調査

生態系ネットワークの修復により浮遊幼生が増加



天然稚貝の採集量が年々増加

昨年度より稚貝回収量が5倍に増加



漁業者の方の喜びも5倍に！



今後の方針

アサリ天然稚貝の採集量500万個（2016年度採集稚貝数250万）を目標とした実証試験の実施。資源再生のマニュアル策定。

生態系ネットワーク修復による持続的な沿岸漁業生産技術の開発

【アワビ類】

研究概要

アワビ類の再生産過程におけるボトルネックを特定するため、親子判別のためのDNAマーカーを開発し、遺伝子情報を用いた放流貝の再生産構造の特定と適切な放流手法を開発。また、生息場所との連結を確保する技術や、磯焼け域の底質に残る海藻を利用した藻場を効果的に回復・造成する技術を開発。

主要成果

小型の転石の投入による稚貝場の造成によるネットワークの構築



今後の方針

稚貝生息場の効果的な造成方法の検証。資源再生のマニュアル策定。

生態系ネットワーク修復による持続的な沿岸漁業生産技術の開発

【カレイ類】

研究概要

カレイ類の5つの生活史段階（卵・仔魚・稚魚・幼魚・成魚）で利用する生息場所間のネットワーク構造を解明する技術を開発した。その技術を用い、東京湾および瀬戸内海を対象に生態系ネットワークの阻害要因や促進要因を解明し、これら阻害要因の解消・促進要因の利用により生態系ネットワークと生息景観を再生・頑強にし、カレイ類の自律的な再生産を復活させる。

主要成果

カレイ類の広域生態系ネットワーク評価技術の開発

成魚 ← 幼魚 ← 稚魚 ← 仔魚 ← 卵

（すべての生活史間の移動経路を解明する技術が確立し、生態系ネットワークを把握可能に）



卵・稚魚期の生残率向上 ⇒ 資源量を1.5倍に

資源量1.5倍の達成には

東京湾: 卵の孵化率を1%向上、あるいは稚魚の生残率を10%向上させる

大阪湾: 稚魚の生残率を2%向上させる

ネットワーク再生(卵～稚魚期の生残率向上)に向けた対策

- ・卵期(東京湾): 覆砂による産卵場造成
- ・稚魚期(東京湾): 覆砂による移動回廊の分断解消
- ・稚魚期(瀬戸内海): 海底湧水・藻場を利用した餌不足・高水温対策

今後の方針

覆砂や海底湧水域を利用した漁場整備と稚魚放流を組み合わせることで稚魚期から成魚期の連結性の向上を検証。資源回復のガイドライン策定。

覆砂による産卵場造成について東京湾再生推進会議に情報提供、事業の実施が決定。

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	契約課題名:生態系ネットワーク修復による持続的な沿岸漁業生産技術の開発					
実施期間	平成25～29年度			評価段階	中間	
予算額 (百万円)	初年度 (25年度)	2年度目 (26年度)	3年度目 (27年度)	4年度目 (28年度)	5年度目 (29年度)	総合計
	100,000	90,000	72,000	68,400		330,400

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	15	0	0	0	0	32

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

- Kitanishi, S., A., Fujiwara, M. Hori, T. Fujii and M. Hamaguchi (2014) Isolation and characterisation of 23 microsatellite markers for marbled sole, *Pleuronectes yokohamae*. Conservation Genetics Resources, 6, 951-953.
- Tezuka N., M. Hamaguchi, M. Shimizu, H. Iwao, T. Tawaratsumida, S. Taga (2015) Seasonal dynamics of the larval distribution and settlement of the clam *Ruditapes philippinarum* in the Suo-Nada Sea, Japan. Coastal Ecosystems, 3: 1-15.
- 泉川晃一、元谷 剛、村山史康、佐藤二郎、高木秀蔵、伊藤 篤、西本篤史、山崎英樹、崎山一孝 (2015) 浅口市寄島町地先人工干潟における被覆網を用いたアサリの保護効果. 岡山県農林水産総合センター水産研究所研究報告, 30: 17-23.
- 吉村 拓、八谷 光介、清本 節夫 (2015) 小型海藻藻場の重要性と磯焼け域におけるその回復の試み. 水産工学, 51, 239-245.
- Hata, M., R. Sugimoto, M. Hori, T. Tomiyama and J. Shoji (2016) Occurrence, distribution and prey items of juvenile marbled sole *Pseudopleuronectes yokohamae* around a submarine ground water seepage on a tidal flat in southwestern Japan. Journal of Sea Research, 111: 47-53.
- Hamaoka, H., J. Shoji, M. and Hori (2016) Turnover rates of carbon and nitrogen stable isotopes in juvenile marbled flounder *Pseudopleuronectes yokohamae* estimated by diet switch. Ichthyological Research, 63: 201-206.
- Yamamoto, M. and S. Katayama (2016) Growth and spawning period of ridged-eye flounder *Pleuronichthys lighti* Wu 1929 in the central Seto Inland Sea, Japan. Asian Fisheries Science, 29: 112-123.
- 桑原久実 (2016) 魚の食害対策に係わる技術と課題. 水産工学, 52, 253-257.
- 梶原瑠美子、桑原久実、濱田保夫、中嶋 泰 (2016) 藻場や磯焼け域の把握に関わる新たな装置や技術、間欠撮影カメラ、廉価版サイドスキャンソナー、ラジコンヘリの利用. 水産工学, 52, 221-226.
- 杉松宏一・大村智宏・大美博昭・辻村浩隆・堀正和・中山哲巖(2016) 海洋数値モデルを用いた大阪湾におけるマコガレイ稚魚の生態系ネットワークの評価. 土木学会論文集B2、72、1375-1380.

②③④(国内外)特許権等出願・品種登録

なし

⑤プレスリリース

なし

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)

- ・第5回瀬戸内海水産フォーラム「瀬戸内海の環境変化と水産業－3. 生態系ネットワーク修復による異体類資源再生への試み、6. 海洋環境が干潟生態系やアサリ等二枚貝漁業へ及ぼす影響と対応策」(平成25年10月16日、広島市西区民文化センター)
- ・広島県東部アサリ協議会計画検討会(平成25年11月1日、広島県東部合同庁舎)
- ・大野瀬戸アサリ漁場袋網設置講習会(平成25年11月8日、大野町漁業協同組合)
- ・2013年度水産海洋学会研究発表大会公開シンポジウム「沿岸海域の複合生態系Ⅲ-9.沿岸域の生態系ネットワーク再生による生態系サービス向上への取り組み」(平成25年11月15日、京都大学益川ホール)
- ・前潟干潟研究会(平成26年2月22日、4月16日、6月10日、12月9日、大野町漁業協同組合)
- ・平成26年度尾道市水産振興協議会総会「アサリ資源の復活に向けて」(平成26年7月3日、尾道市役所)
- ・尾道東部漁業協同組合大磯地区被せ網講習会「アサリ資源再生について」(平成26年9月11日、尾道東部漁業協同組合)
- ・和歌浦漁業協同組合干潟学習会(平成27年4月5日、和歌浦漁業協同組合)
- ・長井町漁業協同組合潜水漁業部会総会「アワビ資源回復のために必要なこと」平成27年5月19日、長井町漁業協同組合)
- ・いぶり噴火湾漁業協同組合礼文地区浅海部会説明会(平成27年5月25日胆振地区水産技術普及指導所)
- ・平成27年度長崎県アワビ種苗生産技術研究会「長崎県沿岸における藻場の変化とアワビへの影響」平成27年9月8日、長崎県総合水産試験場)
- ・東しゃこたん漁業協同組合古平浅海部会会議「ウニ除去試験の結果と計画」「アワビの餌環境について」平成27年9月28日、東しゃこたん漁業協同組合)
- ・和歌山県那智勝浦町会議員勉強会(平成28年7月15日、那智勝浦町役場会議室)

その他(行政施策等に貢献した事例)

- ・島根県第二期宍道湖・中海水産資源維持再生構想委員会委員として島根県の中海アサリの再生事業への提案を検討
- ・平成27年度周防灘資源管理検討会(平成27年7月17日、瀬戸内海漁業調整事務所)におけるカレイ類資源情報として活用
- ・伊予灘マスタープラン行政担当者会議(平成27年10月6日、瀬戸内海漁業調整事務所)の対象魚マコガレイの現地データとして活用
- ・平成28年度周防灘資源管理検討会(平成28年7月27日、瀬戸内海漁業調整事務所)におけるカレイ類資源情報として活用

今後予定しているアウトリーチ活動等

- ・和歌浦干潟アサリ再生シンポジウム(平成29年1月～2月予定、和歌山市内)

委託プロジェクト研究課題評価個票（終了時評価）

研究課題名	国際連携による気候変動対応プロジェクトのうち、 ①途上国における乾燥耐性品種の開発、②アジア地域の農地における温室効果ガス排出削減技術の開発及び③途上国における農産廃棄物の有効活用による気候変動緩和技術の開発			担当開発官等名	研究開発官(基礎・基盤、環境) 国際研究官
				連携する行政部局	—
研究期間	H25～H29（5年間）			総事業費（億円）	3.3億円（見込）
研究開発の段階	基礎	応用	開発	関連する研究基本計画の重点目標	重点目標 32
					
研究課題の概要					
<p><委託プロジェクト研究課題全体> 国際農業研究協議グループ（CGIAR）傘下研究機関（※1）、農業温室効果ガスに関するグローバル・リサーチ・アライアンス（GRA）（※2）、国際再生可能エネルギー機関（IRENA）（※3）と連携し、気候変動の影響を大きく受ける途上国における乾燥耐性品種の開発による気候変動適応技術、アジア地域の農地由来の温室効果ガス排出削減技術、農産廃棄物の有効活用による気候変動緩和技術を開発する。</p> <p><課題①：途上国における乾燥耐性品種の開発（平成25～29年度）> ・CGIAR傘下研究機関との共同研究により、干ばつに強く途上国の実情に合った水稻、陸稻、コムギの系統の作出を実施</p> <p><課題②：アジア地域の農地における温室効果ガス排出削減技術の開発（平成25～29年度）> ・途上国での気候変動対策への取組を支援するためGRAと連携しながら、アジア地域の水田からの温室効果ガス排出削減技術の開発を実施</p> <p><課題③：途上国における農産廃棄物の有効活用による気候変動緩和技術の開発（平成25～29年度）> ・途上国での気候変動対策への取組を支援するため、IRENAと連携し、途上国に多く存在する農業廃棄物の有効活用による温室効果ガス排出削減のための技術の開発を実施</p>					
1. 委託プロジェクト研究課題の主な目標					
① 3カ国以上の途上国で、水利用効率が高い農作物を10系統開発					
② (1)アジア地域の2以上のサイトで、温室効果ガス排出量を3割削減 (2)「観測・報告・検証」のための実施ガイドライン（MRVガイドライン）（※4）の作成					
③ 2カ国以上の途上国で適用可能な、農産廃棄物の燃料等への利用技術を開発					
2. 事後に測定可能な委託プロジェクト研究課題としてのアウトカム目標					
① 開発した乾燥ストレス耐性系統を2カ国以上に導入（H35）					
② 新技術を導入した地域で、温室効果ガス排出量を3割削減（H32）					
③ 2カ国以上の途上国において、農産廃棄物を有効活用した温室効果ガス排出の削減を実現（H32）					

【項目別評価】**1. 研究成果の意義****ランク：A****① 研究成果の科学的・技術的な意義、社会・経済等に及ぼす効果の面での重要性**

気候変動に関する政府間パネルIPCC（※5）（気候変動に関する政府間パネル）評価報告書において、地球温暖化は世界中の自然と社会に深刻な影響を与えることが予測されている。特に、低緯度地域の途上国の農業については、わずかな気温上昇によっても、干ばつの増加が予測されていることなどから、気候変動に適応させるため、水利用効率の高い作物の開発が喫緊の課題となっている。また、世界の農業由来の温室効果ガスの排出のうち、80%を途上国が占めており、地球温暖化問題の解決に向けて、我が国を含む先進国における温室効果ガスの排出削減はもとより、排出量が増大している新興国・途上国での排出を削減又は抑制していくことも喫緊の課題であるため、我が国の持つ水田、農産廃棄物由来の温室効果ガス排出抑制技術を現地に適合させ、途上国での排出削減に貢献することが重要となっている。

平成28年4月、我が国で開催されたG7新潟農業大臣会合では、持続可能な農林水産業の実現に向けた「G7新潟農業大臣会合宣言」が採択された。この宣言においては、気候変動や農業に関連する様々な国際プラットフォームの重要性が認識されるとともに、これらが協調して国際共同研究を進めることが必要とされ、気候変動の研究分野においても国際的連携の必要性が認識されている。

さらに、平成28年11月4日に発効したパリ協定（※6）では、世界全体の平均気温の上昇を工業化以前よりも2℃高い水準より十分に下回るものに抑制すること並びに世界全体の平均気温の上昇を工業化以前よりも1.5℃高い水準までに制限するための努力をすること、更にこの長期的目標達成のため、今世紀後半に温室効果ガスの人為的な発生源による排出量と吸収源による除去量とを均衡させること、全ての締約国が削減目標等を含む「自国が決定する貢献」を提出し、取組を実施し報告することなどが盛り込まれた。

本研究では、気候変動への対応といった地球規模課題の解決にむけて、我が国の強みが活きる研究課題を我が国の主導のもと各国の農業研究機関と連携して取り組み、乾燥耐性作物や農業分野の気候変動緩和技術の開発を実施しているところであり、本研究の研究成果の重要性は大きい。

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：B****①最終の到達目標に対する達成度**

<課題①>

平成28年度までに、水稲、陸稲、コムギの各品種に乾燥ストレス耐性遺伝子を導入した約50の系統について、国際稲研究所（IRRI、フィリピン）、国際熱帯農業研究センター（CIAT、コロンビア）、国際とうもろこし・小麦改良センター（CIMMYT、メキシコ）の隔離圃場等における評価を実施し、乾燥条件下で10～30%以上の収量増加の効果が認められる有望系統を、水稲3系統、陸稲7系統まで絞り込んでいる。コムギについては、有望系統を3系統まで絞り込んだが、現在普及している乾燥耐性品種と比較すると同等の収量しか得られなかったため、研究計画を修正し、現在、新たな乾燥耐性系統を開発している。

このため、現時点では、フィリピン及びコロンビアの2ヵ国に適応した水利用効率の高いイネ（水稲・陸稲）10系統の開発に留まっており、計画変更したコムギについては、事業期間内に乾燥ストレス耐性系統を得ることが出来ない見込みであり、研究目標（アウトプット目標）の達成は困難である。

<課題②>

平成28年度までに、ベトナム、タイ、フィリピン、インドネシアの4ヵ国で観測を実施し、メタン、一酸化二窒素などの温室効果ガス排出量の測定データを6作期分収集することができた。4ヵ国中3ヵ国のサイトで、乾期作と雨期作の合計で節水栽培（AWD）（※7）による温室効果ガス削減効果が確認できている。また、インドネシア及びベトナムのサイトでは、6作期分を合計して温室効果ガス排出量の3割削減が確認できており、「アジア地域の2以上のサイトで、温室効果ガス排出量を3割削減」という研究目標（アウトプット目標）は達成されている。

また、中間評価を実施する中で、本研究の成果の普及を図る観点から、国際間での炭素クレジット制度の活用不可欠となる「観測・報告・検証（MRV）」のための実施ガイドラインの作成を本課題の1つのアウトプットとして位置づけたところ、現在本ガイドラインを作成中である。

<課題③>

我が国において開発した技術を活かし、途上国における農産廃棄物を活用した現地適合型の活用技術

の開発を目標に、これまで農産廃棄物の賦存量及び排出地域の把握を進め、ナイジェリア、ガーナを候補地として選定し、現地のデンプン工場等からの廃棄が多いキャッサバ（※8）を本事業の対象作物とすることにした。また、変換技術としてエタノール変換技術を選定し、対象国に合わせた技術開発を進めているところであり、既にナイジェリアにおいては、開発の目処がついている。

②最終の到達目標に対する今後の達成可能性とその具体的な根拠

<課題①>

上記のとおり、イネについては乾燥条件下で10～30%以上の収量増加の効果が認められる有望系統を、水稻3系統、陸稲7系統の計10系統開発している。有望系統のうち水稻はフィリピン、陸稲はコロンビアの圃場でそれぞれ乾燥ストレス耐性実施試験を行っており、この試験においてストレス耐性及び収量増加が認められれば系統として確立する。また、現時点ではフィリピン及びコロンビアの2カ国に留まっており、プロジェクト期間内での3カ国以上での適応は難しい。しかしながら、水稻については今後フィリピン以外にインドネシア及びインドでの栽培適応性が確認される可能性があり、陸稲については同様にブラジル、アフリカ諸国での栽培適応性が確認される可能性があるため、今後、プロジェクト終了後に現地における圃場レベルでの栽培試験を実施することを検討している。一方で、コムギについては当初予定していた乾燥ストレス耐性系統を得られず、計画変更をしたため、事業期間内に有望な乾燥ストレス耐性系統を得ることが困難な状況である。このため、事業期間内での研究目標の達成は困難と判断した。

<課題②>

上述のとおり、インドネシア及びベトナムのサイトでは、温室効果ガス排出量の3割削減が確認でき、「アジア地域の2以上のサイトで、温室効果ガス排出量を3割削減」という目標は達成できている。また、「観測・報告・検証」のための実施ガイドラインの作成にも既に取り組んでおり、作成に必要な調査結果等も大部分が揃っているため、研究目標の達成の見込みである。

<課題③>

上述のとおり、現在、ナイジェリア及びガーナに合わせたエタノール変換技術の技術開発を進めているところ。既にナイジェリアにおいては、エタノール変換に成功しており、今後、実験室レベルでより規模の大きな系で取り組むこととしている。また、ガーナの実験材料を用いた検証も併せて実施することとしており、研究目標の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：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

<課題①>

（見直し理由）

中間評価段階では「新品種を導入した地域で、生産性2～3割向上」としていたが、近年、GM植物の導入に関して各国の規制が厳しくなり、導入前に現地において安全性を確認するための大規模な栽培試験を行う必要があるため、H32年度までに生産性を向上させることは不可能と判断し、系統の導入までに修正した。

（見直し後の達成の可能性）

第2項で記載したとおり、本課題において乾燥ストレス耐性有望系統をイネで10系統開発している。有望系統は、世界の各地域で普及されている品種を親株にしており、水稻3系統は東南アジア（フィリピン、インドネシア、インド）で広く普及しているIR64、陸稲7系統は南米（ブラジル）で普及しているCuringa（3系統）と、アフリカで普及しているNERICA（4系統）に乾燥耐性遺伝子を導入している。現在、GM植物の規制は世界的に厳しい状況であるが、アフリカ地域においてはGMトウモロコシ（食用）が4カ国（タンザニア、ケニア、南アフリカ、ウガンダ）で栽培され、販売にまで至っている。また、ナイジェリアではGMササゲを今後2、3年後に商業ベースで売れるよう国立バイオテクノロジー機構が働きかけを行っている。そのため、今後、アフリカ地域においてGM植物の普及が進むのであれば、アフリカ地域への導入を目指し、関係者及び関係機関との調整を図ることによりアウトカム目標の達成の見込みである。

<課題②>

第2項で記載したとおり、インドネシア及びベトナムにおいて節水栽培（AWD）技術は確立できている。また、国際的な炭素クレジット制度の活用不可欠となる、本研究の成果の普及を図る観点から

作成している「観測・報告・検証」のための実施ガイドラインの作成も進んでおり、平成29年度中に完成・公表する見込みである。

加えて、本研究の中で、ベトナム等において節水栽培（AWD）技術を普及する際の制限要因等に関する社会調査を実施してきた。その結果、節水栽培（AWD）技術の普及に当たってのポイントが明らかとなりつつある。

このように、技術開発に加え、本課題の成果を経済システムに組み込むための準備も併せて進めてきていることから、アウトカムの達成の見込みである。

<課題③>

上述のとおり、現在ナイジェリア及びガーナに合わせたエタノール変換技術の技術開発を進めており、研究目標の達成可能性は高い。

さらに本課題においては、将来的に作成される、バイオエタノールのためのIRENAプロジェクトナビゲーター（※9）のツールの一つとして活用することを想定した、原料生産の段階から雇用までも含めた総合的な経済的効果を概算するためのツールを開発したところ。現在、当該ツールを用いて、ナイジェリア及びガーナにおいて、開発・改良したバイオエタノール等への変換技術を実際の現場へ普及する場面を想定し、費用対効果や支援政策、普及活動、農民組織等、技術適用の外部条件等を検討するとともに、環境、食料安全保障、雇用創出、ジェンダー等、環境・社会へのインパクト評価を行い、よりアフリカの現場に対応した技術体系に改良することとしている。また、開発されたツールは、本事業終了後も連携先の国際機関IRENAにおいて公表し、世界的に活用されることとなっている。

このように、開発する技術の普及を見据えた取組も併せて実施しているところであり、アウトカム目標達成の可能性は高い。

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

<課題①>

現状、イネの有望系統が圃場レベルにおいても安定的に乾燥ストレス耐性を示すかを確認する必要があり、アウトカム目標達成に向けた取組は行われていない。しかし、最終年度において、アフリカ地域へのGMイネ導入に向けたワークショップを国内で開催し、国内及びアフリカ地域のキーパーソンや企業を集め議論する予定。

<課題②>

上述のとおり、国際的な炭素クレジット制度の活用には不可欠となる「観測・報告・検証」のための実施ガイドラインの作成に取り組んでいるところ。また、これまで、ベトナム等において節水栽培（AWD）技術を普及する際の制限要因等に関する調査を実施している。

<課題③>

上述のとおり、本課題においては、雇用も含めた経済的効果を概算するためのツールを開発したところ。現在、ナイジェリア及びガーナにおいて、当該ツールを用いた、分析・評価を実施している。また、開発されたツールは、プロジェクト終了後も、連携先の国際機関IRENAにおいて公表し、世界的に活用される予定。

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>

本課題で調査・解析された各乾燥ストレス耐性遺伝子の機能性や耐性遺伝子の有効な組合せについては、今後のゲノム技術の開発やゲノム研究において有効に活用されることが期待できる。

<課題②>

該当しない。

<課題③>

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きたか等）の妥当性

各課題において、有識者を集めた運営委員会を各実施年の中間期及び終期に行い、研究目標達成に向けて研究計画の見直しを行ってきた。各課題とも、概ね研究目標を達成可能な状況のため、研究計画は妥当である。また、29年度については、運営委員会での意見も踏まえて下記のとおり各課題について研

究計画の見直しを行う。

<課題①>

水稻、陸稲、小麦、それぞれの乾燥耐性系統を選抜し、乾燥耐性評価試験を実施。乾燥耐性評価試験において水稻と陸稲では高い耐性を示す系統が得られたが、小麦については期待される耐性を示す系統が得られていない。そのため、小麦については今後の進展が見込まれにくいので、来年度は小麦分の予算額を削減することとし、概算決定額から1,863千円減額（前年度0.83）

<課題②>

最終年度に、これまでの現地実証試験データを基に、水田水管理のための「観測・報告・検証」ガイドラインを作成する必要がある。また、本年8月末に、農業温室効果ガスに関する「グローバル・リサーチ・アライアンス」（GRA）の理事会をつくば市で開催するため、それに併せて本事業における研究成果及び上記ガイドラインの国内外研究者へアピールのためのアウトリーチに関するシンポジウムを開催する予定。そのため、概算決定額から1,863千円増額（前年度0.95）

<課題③>

開発したバイオエタノール変換技術モデルをアフリカ地域に普及させるため、最終年度に分析・評価手法をガーナのケースで検証・評価し、アフリカの現場に対応したシステム及び技術体系に改良する必要があるため、前年度並の予算額を配分（前年度1.0）

②研究推進体制の妥当性

各課題とも連携している国際機関の担当者を交えた研究推進委員会を年に2回開催し、研究の進捗管理を行っていた。また、上記の運営委員会においても研究内容について議論を行っており、研究推進体制は妥当である。

③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

年々予算が減額し限られた予算の中、適切に研究計画を変更し、各課題とも所定の研究成果を挙げていることから、予算配分は妥当である。

【総括評価】

ランク：B

1. 委託プロジェクト研究課題全体の実績に関する所見

一部の課題について、当初の研究目標の達成の見込みは困難であることから見直しが必要である。

2. 今後検討を要する事項に関する所見

品種の開発については、知財戦略を意識して推進されたい。

海外の現地研究機関とともに研究普及をするためのロードマップを作成し研究開発を推進することを期待する。

また、今回のプロジェクトについては、科学技術外交に資する研究である点に留意して研究を進める必要がある。

なお、乾燥ストレス耐性系統を得る見込みがない小麦の系統開発については、中止するなどの大幅な見直しが必要である。

[研究課題名] 国際連携による気候変動対応プロジェクトのうち、途上国における乾燥耐性品種の開発、アジア地域の農地における温室効果ガス排出削減技術の開発及び農産廃棄物の有効活用による気候変動緩和技術の開発

用語	用語の意味	※番号
国際農業研究協議グループ (CGIAR)	<u>C</u> onsultative <u>G</u> roup on <u>I</u> nternational <u>A</u> gricultural <u>R</u> esearchの略。1971年5月、ワシントンにおいて、世界銀行(WB)、国連食糧農業機関(FAO)及び国連開発計画(UNDP)を発起機関とし、我が国を含む先進国、地域開発銀行、途上国農業研究支援に長期的かつ組織的支援を通じて、開発途上国における食料増産、農林水産業の持続可能な生産性改善により住民の福祉向上を図ることを目指している。CGIAR傘下では、現在15の国際研究機関が活動している。	1
農業分野の温室効果ガス関係の国際研究を推進するための研究ネットワーク (GRA)	<u>G</u> lobal <u>R</u> esearch <u>A</u> lliance on Agricultural Greenhouse Gasesの略。2009年12月より活動を開始し、水田・畑作・畜産の3つの研究グループと炭素窒素循環・インベントリーの2つの分野横断グループを設置。2011年6月24日にローマで開催された閣僚サミットにおいて、GRAの意思決定プロセス等を定めたアライアンス憲章が32カ国によって署名され、GRAが正式に立ち上げられた。我が国は水田グループの共同議長を務めている。	2
国際再生可能エネルギー機関 (IRENA)	<u>I</u> nternational <u>R</u> enewable <u>E</u> nergy <u>A</u> gencyの略。再生可能エネルギーを世界規模で普及促進するための国際機関。再生可能エネルギー技術の移転を促進し、実用化や政策の知見を提供することを目的として2009年1月26日に設立。	3
「観測・報告・検証」のための実施ガイドライン (MRVガイドライン)	MRVとは、 <u>M</u> easurement, <u>R</u> eporting and <u>V</u> erification の略であり、温室効果ガス排出量の観測、報告及び検証を指す。MRVは、地球温暖化対策の基礎である排出量の把握について、その正確性や信頼性を確保する一連のプロセスである。このプロセスを実施するための方法論を提示するのがMRVガイドラインであり、本プロジェクトにおいては水田水管理を対象としている。	4
気候変動に関する政府間パネル (IPCC)	<u>I</u> ntergovernmental <u>P</u> anel on <u>C</u> limate <u>C</u> hange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。	5
パリ協定	2015年12月の国連気候変動枠組み条約締約国会議(COP21)で採択され、2016年11月に発効した、新しい地球温暖化対策の国際ルール。産業革命前からの気温上昇を2度よりかなり低く抑えることが目標。そのために今世紀後半に世界全体で温室効果ガスの排出を実質ゼロにすることをうたう。先進国のみに温室効果ガスの削減を義務づけた京都議定書と違い、全ての国が削減目標を自主的に作って報告。達成に向けた国内対策を取ることが義務づけられた。	6
節水栽培 (AWD)	AWD (alternate wetting and drying) と呼ぶ、節水を目的とする間断灌漑の一種。	7
キャッサバ	熱帯性の低木。不良環境下(乾燥地、酸性土壌、貧栄養土壌)でも生育可能で、根にデンプン質を貯め込むため食用として利用される。味は甘みの少ないサツマイモに似る。	8
IRENAプロジェクト・ナビゲーター	再生可能エネルギー事業に投資をしたいと考える国や企業が、金融機関からの融資や政府・基金からの補助金を受け、事業を具体化するために必要な、実現可能性や持続性などを確認できる、必要条件を満たした提案書を自ら作成することができるようにした様々なツールや様式を含むオンラインベースのガイダンスシステム。2016年末現在、風力や太陽光に関するプロジェクト・ナビゲーターが完成しており、バイオエタノールについても将来的に作成される予定。	9

農林水産分野における気候変動対応のための研究開発 (委託プロジェクト研究)

【728(809)百万円】

対策のポイント

中長期的な視点に立った我が国農林水産業に与える気候変動の影響評価や適応技術を開発するとともに、各国の研究機関等との連携による気候変動適応・緩和技術を開発します。

<背景/課題>

- ・我が国の農林水産業の持続化・安定化を図るため、地球温暖化等の気候変動に適切に対応していくことが不可欠です。
- ・平成27年11月に策定された政府全体の「気候変動の影響への適応計画」や気候変動枠組条約における2020年以降の枠組みに関する交渉の状況を踏まえ、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。

政策目標

- 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・緩和技術の開発による我が国のプレゼンス向上

<主な内容>

1. 農林水産分野における気候変動の影響評価及び適応技術の開発

IPCCをはじめとする最新の温暖化予測、「委託プロジェクト（気候変動対応関連）の推進方針とりまとめ」（平成27年12月）及び「農林水産省気候変動適応計画」（平成27年8月）等に基づき、気候変動が農林水産分野に与える影響の評価を行うとともに、これに基づく中長期的視点を踏まえた農業分野における適応品種・育種素材や生産安定技術、病害虫被害対応技術、森林・林業、水産分野における気候変動適応技術及び野生鳥獣被害対応技術を開発します。

2. 国際連携による気候変動対応技術の開発

国際連携による乾燥ストレス耐性系統、農産廃棄物の有効活用による気候変動緩和技術、アジア地域の農地における温室効果ガス排出削減技術の開発により、途上国での気候変動対策および持続可能な食料安定供給への取組を支援します。

委託費
委託先：民間団体等

お問い合わせ先：技術会議事務局

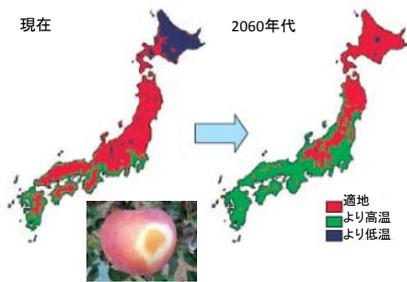
1の事業 研究開発官（基礎・基盤、環境） (03-3502-0536)
2の事業 国際研究官 (03-3502-7466)

農林水産分野における気候変動対応のための研究開発

政府全体の「気候変動の影響への適応計画」(平成27年11月閣議決定)等に基づき、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に関する課題を総合的に推進することにより、気候変動に適切に対応していくことが不可欠です。

農林水産分野における気候変動の影響評価及び適応技術の開発

■ 気候変動及び極端現象の影響評価



高精度な影響評価(1kmメッシュスケール)

■ 農業分野における気候変動適応技術の開発



予測研究等に基づく中長期視点を踏まえた品種・育種素材や生産安定技術の開発

■ 森林・林業、水産業分野における気候変動適応技術の開発



気候変動に対応した人工林の管理



有害赤潮プランクトンの迅速診断技術の開発

■ 野生鳥獣及び病害虫被害対応技術の開発



ロボットやICTの利用等による被害対策技術の開発



海外からの有害動植物の検出・同定技術

国際連携による気候変動対応技術の開発

■ 干ばつに強い作物の開発



通常のイネ 遺伝子組換えイネ
乾燥ストレス耐性遺伝子の有効性を確認

■ 農産廃棄物の利活用による温暖化緩和技術の開発



未利用のキャッサバパルプを有効利用

■ 農地からの温室効果ガスの発生を削減する技術の開発



改良型節水間断灌漑技術の適用による、温室効果ガス排出量の削減

- 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・緩和技術の開発による我が国のプレゼンス向上

1. 農林水産分野における気候変動の影響評価及び適応技術の開発

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」、「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、野生鳥獣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。

研究内容

☆ 気候変動及び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



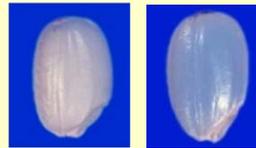
2030～2100年の農作物の栽培適地を高精度で評価



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

☆ 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



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



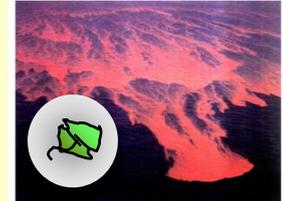
豪雨に対応できる圃場排水、貯留機能の強化

☆ 森林・林業、水産業分野における気候変動適応技術の開発

- ・ 山地災害リスクを低減させる森林管理手法の開発
- ・ 人工林の影響評価及び管理技術の開発
- ・ 養殖適地選択及び亜熱帯性赤潮等の予測
- ・ 細胞融合等による高温耐性ノリの育種



気候変動に対応した人工林の管理



水面上昇に伴う赤潮を診断

☆ 野生鳥獣及び病害虫被害対策技術の開発

- ・ 野生鳥獣による被害拡大への対応技術
- ・ 海外からの有害動植物の検出・同定技術



ロボットやICTの利用等による被害対策技術の開発



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

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】
- ☆ 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】
- ☆ 気候変動に適応し成長に優れた花粉発生源対策スギの育種素材を3系統以上作出【H32】
- ☆ 養殖に適した海域を選択し、有害微生物の発生を3日以上前に予測する技術の開発【H32】
- ☆ 野生鳥獣(イノシシ、シカは必須)の低コストかつ省力的な被害対策技術の開発【H32】

2. 国際連携による気候変動対応技術の開発

背景

- ◎ 地球温暖化の進展により、我が国を含む世界各国で悪影響が予測
⇒ 農業分野における気候変動対策のための研究を行う必要
- ◎ COP21で採択されたパリ協定を踏まえ、「地球温暖化対策計画」が閣議決定
⇒ 我が国主導のもと我が国の技術を生かした国際共同研究を実施

研究内容

気候変動による干ばつへの対応

☆ 干ばつに強い作物の開発

- ・ 日本で発見した乾燥ストレス耐性遺伝子を主要作物に導入。植物バイオテクノロジー分野で世界を牽引
- ・ 我が国主導で、国際農業研究機関とともに干ばつに強い新品種を開発
- ・ 植物のストレス耐性メカニズム研究のデータの蓄積

国際共同研究先
IRRI(フィリピン)
CIAT(コロンビア)
CIMMYT(メキシコ)



通常のイネ 遺伝子組換えイネ
乾燥ストレス耐性遺伝子の有効性を確認

食料と競合しない未利用資源活用

☆ 農産廃棄物の利活用による温暖化緩和技術の開発

- ・ 温室効果ガス排出削減のため、未利用農産廃棄物を有効活用する技術を開発
- ・ 国際再生可能エネルギー機関(IRENA)と連携して、農産廃棄物のバイオエタノールへの利用促進

国際共同研究先
ナイジェリア大学
IRENA(ドイツ)



未利用のキャッサバパルプを有効利用

水田からの温室効果ガス削減

☆ 農地からの温室効果ガスの発生を削減する技術の開発

- ・ 我が国が中心となって開発した温室効果ガス排出削減技術をアジア各地の環境に適応
- ・ 水田からの温室効果ガス「観測・測定・検証」実施ガイドライン作成及び標準化

国際共同研究先
IRRI, PhilRice(フィリピン)
インドネシア農業環境研
キングモンクット工科大(タイ)
フエ農林大(ベトナム)



改良型節水間断灌漑技術の適用による、温室効果ガス排出量の削減

主な到達目標【平成29年度】

- ☆ 途上国で利用可能な乾燥ストレス耐性作物をのべ3か国以上で10系統以上開発
- ☆ アフリカの2か国以上において農産廃棄物由来の温室効果ガス排出削減技術を開発
- ☆ アジア地域の実証試験地で慣行栽培と比較して水田からの温室効果ガスの排出を3割削減

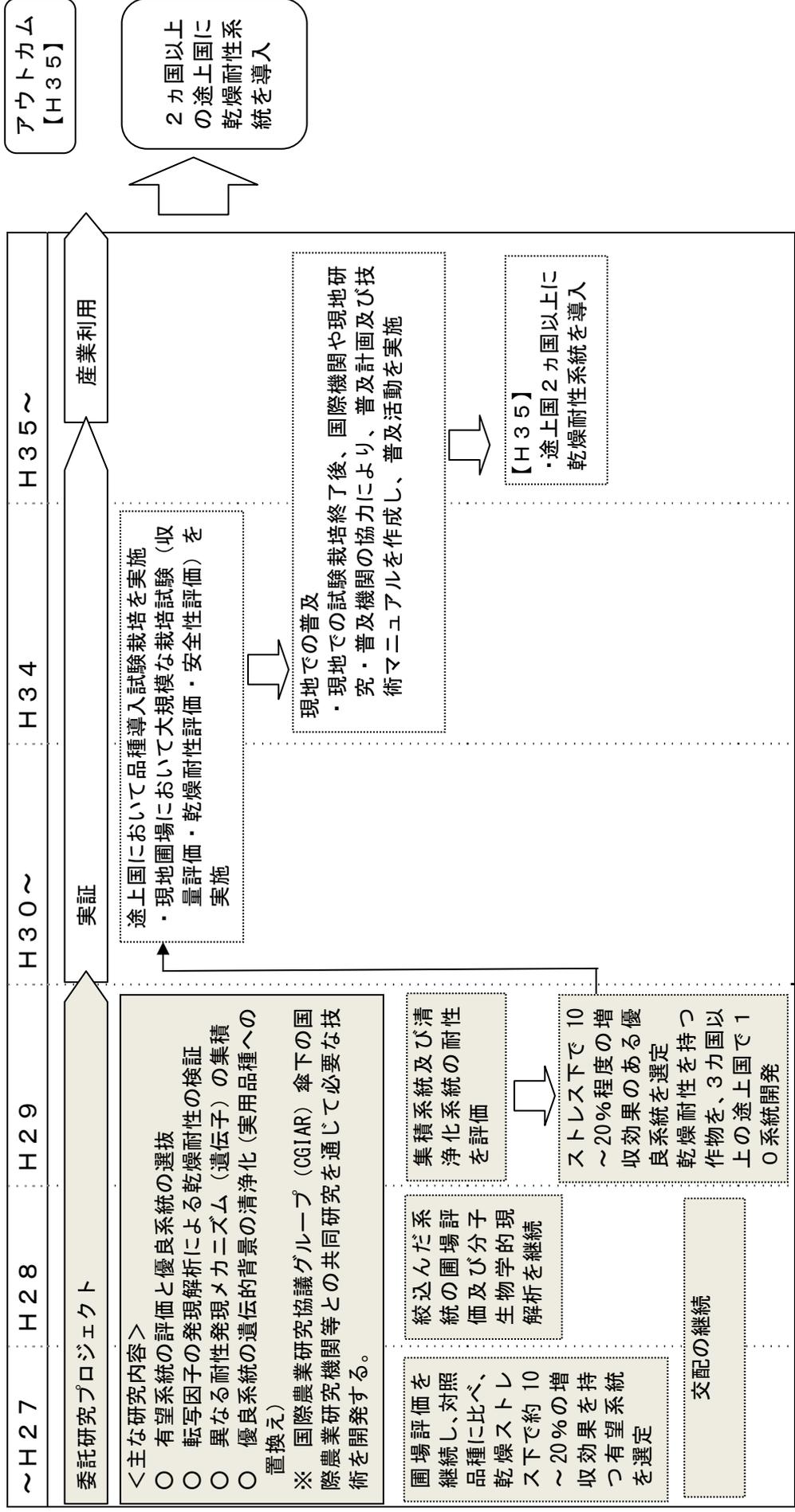


期待される効果

我が国がリードするストレス耐性研究分野への貢献。新品種開発・登録
開発した技術の日系企業への移転、日系企業の海外進出への足がかり
温室効果ガス排出削減の国際枠組みにおける我が国のリーダーシップの発揮・プレゼンス向上

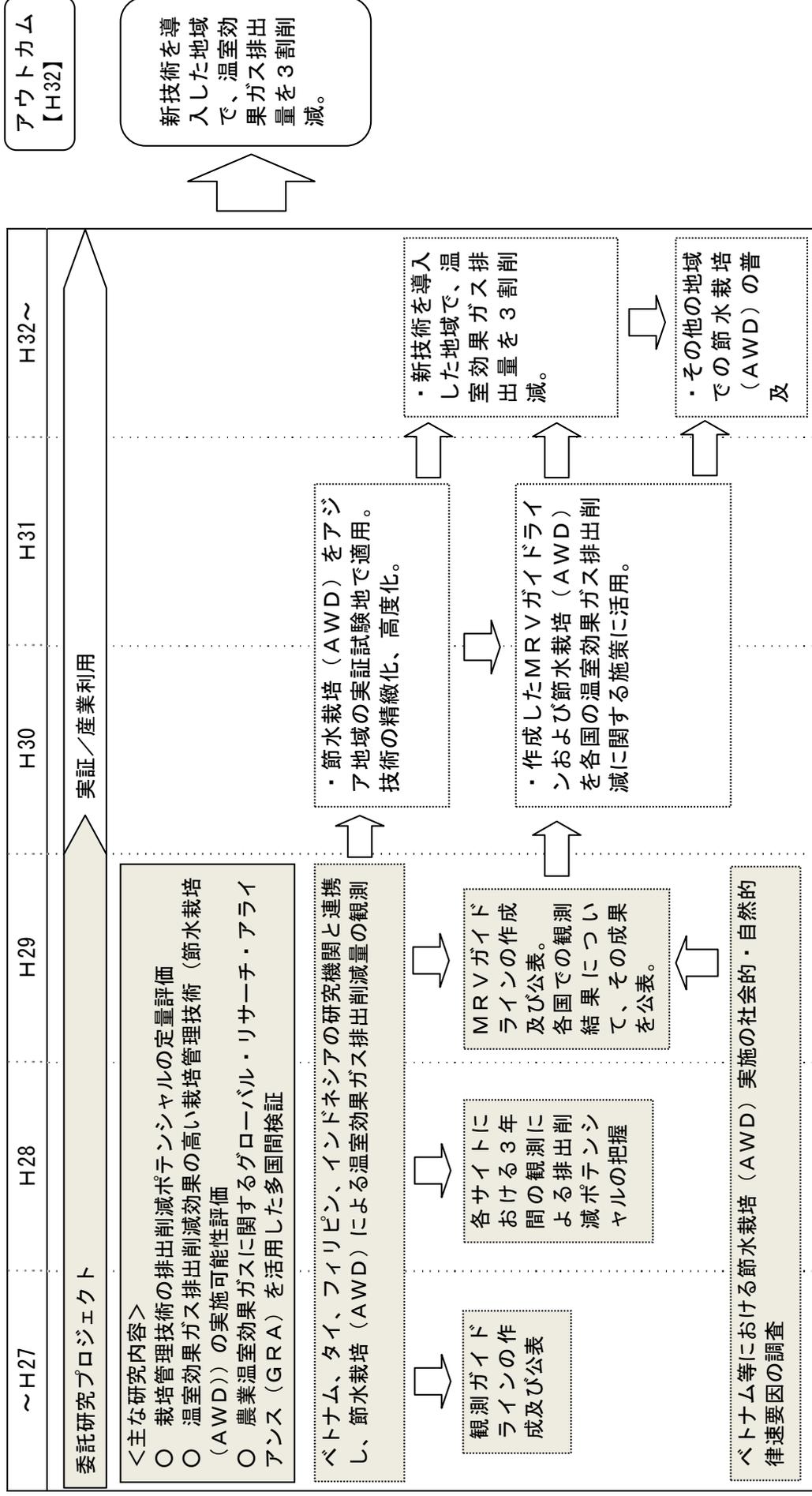
【ロードマップ（終了時評価段階）】

課題①：途上国における乾燥耐性品種の開発



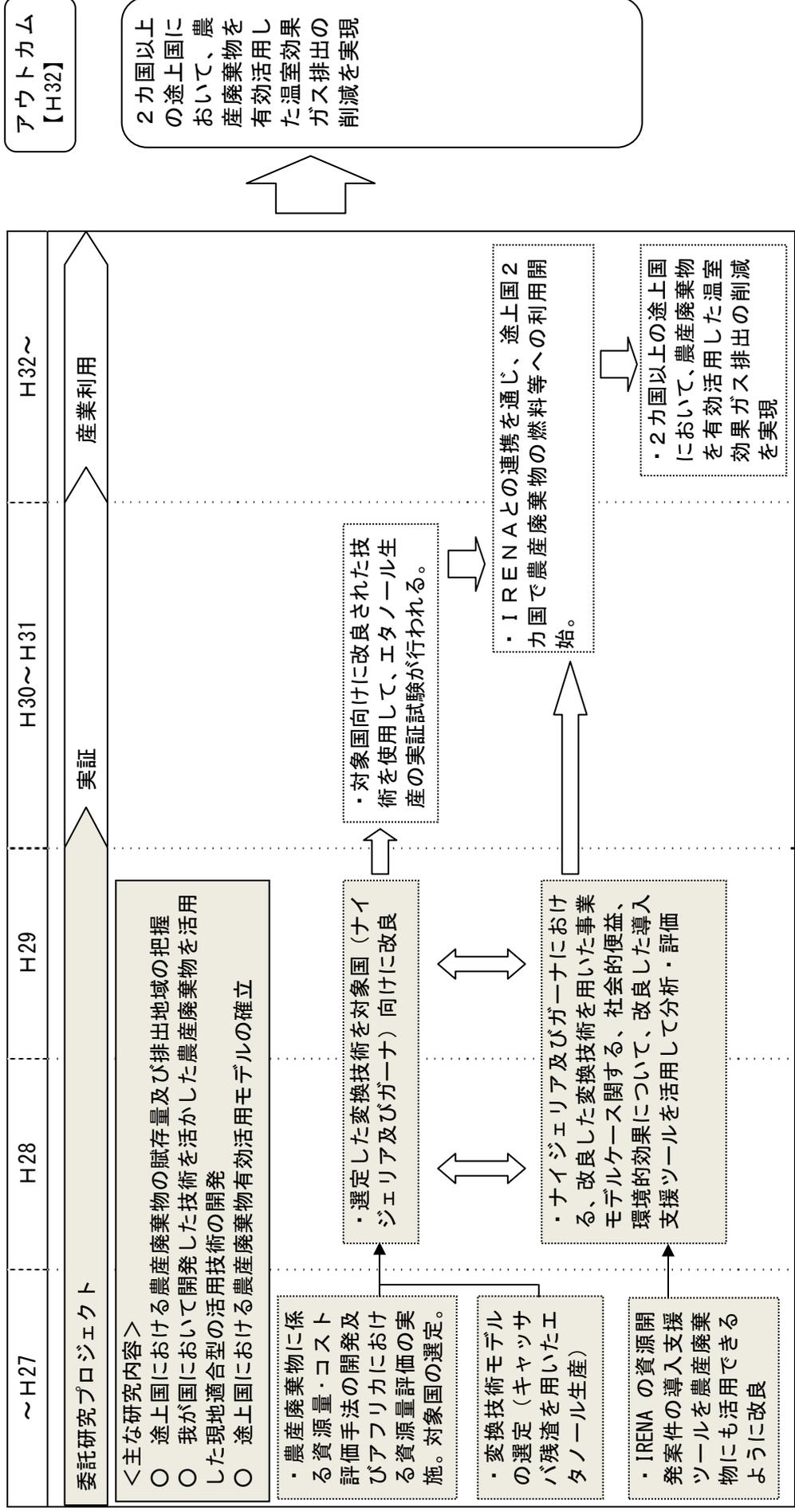
【ロードマップ（終了時評価段階）】

課題②：アジア地域の農地における温室効果ガス排出削減技術の開発



【ロードマップ（終了時評価段階）】

課題③：途上国における農産廃棄物の有効活用による気候変動緩和技術の開発



国際連携による気候変動対応プロジェクトのうち、 途上国における乾燥耐性品種の開発、アジア地域の農地における温室効果ガス排出削減技術の開発及び途上国における農産廃棄物の有効活用による気候変動緩和技術の開発

研究概要

国際農業研究協議グループ（CGIAR）傘下研究機関、農業温室効果ガスに関するグローバル・リサーチ・アライアンス（GRA）、国際再生可能エネルギー機関（IRENA）と連携し、①気候変動の影響を大きく受ける低緯度地域に向けた乾燥ストレス耐性系統の開発による気候変動適応技術、②農地由来の温室効果ガス排出削減技術、③農産廃棄物の有効活用による気候変動緩和技術を開発する。

主要成果

① 干ばつに強く途上国の実情に合った水稲、陸稲の乾燥ストレス耐性系統の作出



通常のイネ | 乾燥耐性イネ

CGIARの研究機関（IRRI、CIAT、CIMMYT）と共同で、途上国で普及している水稲、陸稲の品種に、我が国で開発された乾燥ストレス耐性遺伝子を導入したことにより、干ばつでも収量が落ちにくい乾燥ストレス耐性系統を開発

② アジア地域の水田からの温室効果ガス排出削減技術の開発



GRAと連携し、東南アジア各国で、温室効果ガス排出量を3割程度削減できる節水栽培（AWD）技術を開発



開発した技術に関し、国際的な炭素クレジット制度の活用に必要な「観測・報告・検証」実施ガイドライン（MRVガイドライン）を作成

③ 農業廃棄物の有効活用による温室効果ガス排出削減のための技術の開発



アフリカの2カ国において、キャッサバ残渣からエタノールを生産する技術を開発



IRENAと連携し、農産廃棄物活用技術の導入に当たって、経済効果の概算等を行う、技術導入支援ツールを開発

今後の方針

- ① 開発した乾燥ストレス耐性系統を普及するため、導入が見込まれる国において収量・安全性等の大規模栽培試験を実施するためのワークショップを開催する。
- ② MRVガイドラインや節水栽培（AWD）技術を各国の温室効果ガス排出削減に関する施策に活用し、節水栽培（AWD）技術の普及を図る。
- ③ アフリカにおいて、エタノール生産の実証試験や技術導入支援ツールの活用を通じ、エタノール生産技術の導入の進展を図る。

論文数等共通事項調査票

(平成29年2月27日調査時点)

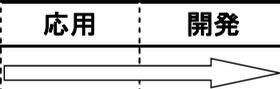
事業名	国際連携による気候変動対応プロジェクトのうち、途上国における乾燥耐性品種の開発、アジア地域の農地における温室効果ガス排出削減技術の開発及び途上国における農産廃棄物の有効活用による気候変動緩和技術の開発					
実施期間	平成25～29年度			評価段階	終了時	
予算額 (百万円)	初年度 (25年度)	2年度目 (26年度)	3年度目 (27年度)	4年度目 (28年度)	5年度目 (29年度)	総合計
	92	78	62	53	48	333

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	12	0	0	0		5

具体的な実績	
①査読論文	
<p>【課題①：乾燥耐性品種の開発】</p> <p>(1) Nakashima, K., Yamaguchi-Shinozaki, K. (2013), ABA signaling in stress-response and seed development. <i>Plant Cell Rep.</i> 32(7): 959-970.</p> <p>(2) Nakashima, K., Jan, A., Todaka, D., Maruyama, K., Goto, S., Shinozaki, K., Yamaguchi-Shinozaki, K. (2014), Comparative functional analysis of six drought-responsive promoters in transgenic rice. <i>Planta</i>, 239(1): 47-60</p> <p>(3) Maruyama, K., Urano, K., Yoshiwara, K., Morishita, Y., Sakurai, N., Suzuki, H., Kojima, M., Sakakibara, H., Shibata, D., Saito, K., Shinozaki, K., Yamaguchi-Shinozaki, K. (2014), Integrated analysis of the effects of cold and dehydration on rice metabolites, phytohormones, and transcripts. <i>Plant Physiol</i>, 164(4):1759-1771.</p> <p>(4) Fujita, Y., Nakashima, K., Yoshida, T., Fujita, M., Shinozaki, K., Yamaguchi-Shinozaki, K. (2014), Role of ABA signaling in drought tolerance and preharvest sprouting under climate change. In Tuteja, N., Gill, S.S. (eds.) <i>Climate Changes and Plant Abiotic Stress Tolerance</i>, Wiley-VCH, 521-553.</p> <p>(5) Yoshida, T., Fujita, Y., Maruyama, K., Mogami, J., Todaka, D., Shinozaki, K., Yamaguchi-Shinozaki, K. (2014), Four Arabidopsis AREB/ABF transcription factors function predominantly in gene expression downstream of SnRK2 kinases in abscisic-acid signaling in response to osmotic stress. <i>Plant Cell Environ.</i> 12351.</p> <p>(6) Nakashima, K., Yamaguchi-Shinozaki, K., Shinozaki, K. (2014), The transcriptional regulatory network in the drought response and its crosstalk in abiotic stress responses including drought, cold and heat. <i>Front. Plant Sci.</i> 5:170.</p> <p>(7) Nakashima, K., Suenaga, K. (2017) Toward the genetic improvement of drought tolerance in crops. <i>JARQ</i> 51 (1): 1-10.</p> <p>【課題②：アジア地域の農地における温室効果ガス排出削減技術の開発】</p> <p>(1) Kentaro Hayashi, Takeshi Tokida, Masako Kajiuira, Yosuke Yanai, Midori Yano (2015), Cropland soil-plant systems control production and consumption of methane and nitrous oxide and their emissions to the atmosphere, <i>Soil Science and Plant Nutrition</i>, 61:1, 2-33.</p> <p>(2) Takayoshi Yamaguchi, Luu Minh Tuan, Kazunori Minamikawa, Shigeki Yokoyama (2016), Alternate Wetting and Drying (AWD) Irrigation Technology Uptake in Rice Paddies of the Mekong Delta, Vietnam: Relationship between Local Conditions and the Practiced Technology, <i>Asian and African Area Studies</i>, 15, 234-256.</p> <p>【課題③：途上国における農産廃棄物の有効活用による気候変動緩和技術の開発】</p> <p>(1) Yoshinori Murata, Satoshi Kubo, Eiji Togawa, Sitti Fatimah Binti Mhd Ramle, Wan Asma Ibrahim, Akihiko Kosugi, Akiko Hirooka, Hisashi Abe (2015), Detection of vascular bundles using cell wall birefringence on exposure to polarized light. <i>Industrial Crops and Products</i>, 65, 190-197.</p> <p>(2) Yoshinori Murata, Hatairat Danjarean, Kiyohiko Fujimoto, Akihiko Kosugi, Takamitsu Arai, Wan Asma Ibrahim, Othman Suliman, Rokiah Hashim, and Yutaka Mori (2015), Ethanol fermentation by the thermotolerant yeast, <i>Kluyveromyces marxianus</i> TISTR5925, of extracted sap from old oil palm trunk. <i>AIMS journal</i> 3(2), 201-213.</p> <p>(3) Warapon Apiwatanapiwat, Pilanee Vaithaomsat, Satoru Ushiwaka, Kozo Morimitsu, Masashi Machida, Warunee Thanapase, Yoshinori Murata, Akihiko Kosugi (2015), A new pretreatment using ammonia gas absorption fiber expansion for saccharification of Cassava pulp. <i>Biomass Conversion and Biorefinery</i> DOI 10.1007/s13399-015-0176-4.</p>	
②③④(国内外)特許権等出願・品種登録	
-	
⑤プレスリリース	
-	

<p>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)</p> <p>【課題②:アジア地域の農地における温室効果ガス排出削減技術の開発】 (1) MARCOシンポジウム(平成27年8月、つくば国際会議場)</p> <p>【課題③:途上国における農産廃棄物の有効活用による気候変動緩和技術の開発】 (1) JIRCAS一般公開(ミニ講演会)「世界のバイオマスを求めて～俺たちマジで草食系～」(平成25年4月19日、つくば JIRCAS) (2) スマートコミュニティ2014「バイオマスをういた新エネルギー紹介」(平成25年6月18～20日、東京ビックサイト) (3) World Bioenergy 2014「Valorization of biomass residues as an energy source - initial outcome -」(平成26年6月3-5日、Jonkoping / Sweden) (4) 岐阜大学応用生物学科集中講義「応用生命科学特論III・海外のバイオマス資源の利用及びエネルギーの多様について講義」(平成28年8月24～26日)</p>
<p>その他(行政施策等に貢献した事例)</p>
<p>【課題②:アジア地域の農地における温室効果ガス排出削減技術の開発】 平成27年度に公表した「水田から排出されるメタンおよび一酸化二窒素に対する手動チャンバー観測ガイドライン(英文)」はGRAの公式WEBサイトで公開されるなど、世界に向けた発信がなされ、各国の温室効果ガス排出削減に関する施策への活用が期待される。</p>
<p>今後予定しているアウトリーチ活動等</p>
<p>【課題①:途上国における乾燥耐性品種の開発】 (1) アフリカ地域へのGMイネ導入に向けたワークショップ(平成29年度)</p> <p>【課題②:アジア地域の農地における温室効果ガス排出削減技術の開発】 (1) MARCOシンポジウム(平成29年8月、つくば国際会議場)</p>

委託プロジェクト研究課題評価個票（終了時評価）

研究課題名	営農再開のための放射性物質対策技術の開発（継続）	担当開発官等名	研究統括官（生産技術）室
		連携する行政部局	大臣官房政策課技術政策室 大臣官房政策課環境政策室 消費・安全局農産安全管理課 生産局総務課生産推進室 生産局園芸作物課 生産局技術普及課 生産局農業環境対策課 生産局畜産振興課 生産局飼料課 農村振興局農村環境課 農村振興局防災課 政策統括官付穀物課 政策統括官付地域作物課
研究期間	H 2 7～H 2 9 年度（3 年間）	総事業費（億円）	1. 9 億円（見込）
研究開発の段階	基礎	応用	関連する研究基本計画の重点目標
			

研究課題の概要

被災地における本格的な営農の再開に向けて、効率的・効果的な放射性物質移行低減（※1）対策や除染（※2）後農地での適正な方法による農業生産を実施するため、あんぼ柿（※3）や牧草等、対応が十分でない品目における放射性物質低減技術の開発やカリ施用（※4）による吸収抑制対策が不要となる土壌条件を明確にするための土壌リスク評価技術の開発を行う。また、除染後農地の省力的な維持管理（※5）や利用のための技術や農地へ流入する放射性物質を抑制し、作物への影響を軽減するほ場管理技術の開発を行う。

1. 委託プロジェクト研究課題の主な目標

<①放射性セシウム吸収抑制メカニズムの解明>

- 1) 放射性セシウム（※6）低吸収性品種の育成に対するニーズが高いと考えられる品目について、放射性セシウム吸収の低減に貢献する遺伝子を特定する。
- 2) 農作物に関する現行の放射性セシウム吸収抑制技術の高度化に資するため、植物根による放射性セシウム吸収量と土壌溶液中のカリウム濃度との相関関係を明らかにするとともに、当該相関関係が植物の生育ステージ毎にどのように変化するかを明らかにし、土壌溶液から植物根へのセシウム吸収モデルを構築する。

<②除染後農地の省力的維持管理技術の開発>

- 1) 震災による放射性物質によって汚染された農地を除染・移行抑制対策を行った農地の営農再開までの省力的な農地管理技術を開発する。
- 2) 営農再開にあたって放射性物質による外部被曝、内部被曝を十分に抑制可能な粉塵抑制対策をまとめる。

<③農地への放射性セシウム流入防止技術の開発>

- 1) 農業用貯水池における放射性セシウムの動態予測と除染水田における放射性セシウム動態の解明
貯水池（※7）の水利用における安全性への懸念を払拭するため、貯水池における放射性セシウムの動態を解明するとともに数理モデル化（※8）し、貯水池管理モデルを開発する。また、除染後の水田において、水稻の栽培試験を行い放射性セシウムの出入りの定量化を図るとともに、水田内の放射性セシウム動態と形態変化を把握する。
- 2) 移行抑制に必要なカリ適正水準の設定（水稻・そば・大豆）
放射性セシウム移行を抑制するために、現時点において必要なカリ適正水準の科学的データを

提供する。追加的カリ施用が効果的でない地域（※9）の要因解析と移行抑制対策技術を開発する。

3) 果樹の放射性セシウム低減技術の開発（カキ・ユズ）

あんぼ柿の原料カキやユズについて、葉・果実中放射性セシウム濃度の経年減衰（※10）及び土壌からの吸収移行等について明らかにする。また、せん定処理と新植・改植による果実への放射性セシウム移行低減技術を確立する。

2. 事後に測定可能な委託プロジェクト研究課題としてのアウトカム目標（H30年～H32年）

<①放射性セシウム吸収抑制メカニズムの解明>

- 1) イネの放射性セシウム吸収抑制遺伝子（※11）のDNAマーカー（※12）に関して知的財産権の利用を広く許諾すると共に、放射性Cs吸収抑制型イネの育種母本（※13）の提供、土壌溶液から植物根へのセシウム吸収モデルの公知化（平成30年）
- 2) 土壌溶液から植物根へのセシウム吸収モデルに基づく、作物種ごとの最適な土壌溶液カリ濃度の策定（平成30年以降）

<②除染後農地の省力的維持管理技術の開発>

- 1) 現場で利用可能なマニュアル・手引きをまとめる（平成30年以降）。
- 2) 山木屋地区以外に対策が広がる（平成30年以降）。

<③農地への放射性セシウム流入防止技術の開発>

- 1) 農業用貯水池における放射性セシウムの動態予測と除染水田における放射性セシウム動態の解明プロジェクト研究等で得られた成果をとりまとめて、営農再開を進める土地改良区や農家、市町村、県、国等の機関に伝達する（平成27年以降随時）。平成29年以降に一部利用の再開、そして平成31年以降に利用再開が見込まれる大柿ダムの水利用に向けて、農家や水管理者、地方自治体の懸念を払拭する。
- 2) 移行抑制に必要なカリ適正水準の設定（水稻・そば・大豆）
カリ適正水準の科学的データに基づく対策が実施される（水稻は平成30年から、大豆・そばは平成30年以降）。追加的カリ施用が効果的でない地域における移行抑制対策技術マニュアルを策定する（平成30年以降）。
- 3) 果樹の放射性セシウム低減技術の開発（カキ・ユズ）
原料カキの生産及びあんぼ柿生産工程において、放射性セシウム低減技術がGAP（※14）実践マニュアルに反映され生産活動が定着する（平成30年以降）。ユズについては、放射性セシウム低減対策のための基礎的な情報提供を行い、濃度低減を確認し出荷制限解除を加速化させる（平成32年以降）。

【項目別評価】

1. 研究成果の意義

ランク：A

①研究成果の科学的・技術的な意義、社会・経済等に及ぼす効果の面での重要性

<①放射性セシウム吸収抑制メカニズムの解明>

今まで不明であった、イネに関して放射性セシウム吸収を抑制するゲノム領域が明確になり、その遺伝子が同定され、輸送体の機能解明からイネが放射性セシウムを取り込む原理が解明される。その結果、土壌溶液から植物根へのセシウム吸収モデルを構築し、作物種ごとの放射性セシウム吸収抑制に必要な土壌溶液中の最適なカリウム濃度が分かる。また、放射性セシウム吸収抑制型イネの育種母本の提供が可能になる。これらの結果は、農業再開に向けた地域において、農業生産者の営農再開に大きく貢献する。

<②除染後農地の省力的維持管理技術の開発>

平成29年4月から多くの地域で避難解除されることに伴い、農業再開に向けた要望が強く示されており、研究成果はこれらの地域において生産者の営農再開に大きく貢献する。

<③農地への放射性セシウム流入防止技術の開発>

- a) 研究を進める中で貯水池における放射性セシウムの動態について、着実に新しい知見が得られてきており、水管理が動態に及ぼす影響も次第に明らかになってきた。科学的な知見を踏まえた貯水池や除染水田の情報を提示することで、営農再開に貢献する。

- b) 放射性セシウム移行を抑制するための適正な交換性カリ水準を設定するための科学的根拠を提供することにより、一律的なカリ増施による対策から必要に応じた対策の実施への転換を通して、対策費用及びカリ散布労力の低減に大きく貢献する。追加的カリ施用が効果的でない地域の要因解析と移行抑制対策技術の開発によって、産地の安全・安心に貢献する。
- c) あんぽ柿については、原料柿生産における放射性セシウム低減技術の活用により製品の安全性が高まり、生産量・生産額の回復に貢献できる。ユズについては、出荷制限解除に向けて低減対策のための基礎的な情報を提供することで産地再生に貢献できる。

以上のように、いずれも被災地における本格的な営農の再開に貢献することができ、研究成果の独創性、実用性等は研究開始時と同等と認められ、意義は高い。

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最終の到達目標に対する達成度

<①放射性セシウム吸収抑制メカニズムの解明>

各参画機関の共同研究で、現地での試験と各研究機関での試験は、概ね順調に進んでいる。特に、輸送体の発現解析からイネが放射性セシウムを取り込む原理が解明されつつある。

<②除染後農地の省力的維持管理技術の開発>

一部の成果は手引きとしてまとめられている。また、現地での試験は概ね順調に進んでおり、最終年度に向けて農薬登録、マニュアル作成などに取り組んでいる。

<③農地への放射性セシウム流入防止技術の開発>

- a) 貯水池及び除染水田を対象とした研究は順調に進んでおり、プロジェクトの最終到達目標に対する達成度は、平成28年12月時点で6割である。
- b) 適正なカリ水準の設定、また、追加的カリ施用が効果的でない地域における要因解析、対策技術の開発も順調に進捗しており、達成度は6割と判断する。
- c) あんぽ柿の原料カキ、ユズともに放射性セシウム移行低減技術については、せん定処理後や改植・新植後に結実した果実への影響が確認されてきており達成度は7割程度と判断される。

②最終の到達目標に対する今後の達成可能性とその具体的な根拠

<①放射性セシウム吸収抑制メカニズムの解明>

イネの放射性セシウム吸収抑制遺伝子に関しては、可食部で発現が高いカリウムトランスポーター（※15）に関して、品種（ひとめぼれとタカナリ）間で、遺伝子発現やセシウム取り込みが異なることが分かってきた。また、イネ全体を用いた発現解析から、根の放射性セシウム吸収は、タンパク質の活性レベル（※16）で制御されているという新事実が見えてきた。主に2品種を用いて得られた知見を活用し、植物の放射性セシウム吸収特性に基づく、土壌溶液から植物根へのセシウム吸収モデルの構築が可能になってきた。

<②除染後農地の省力的維持管理技術の開発>

現地試験を継続して行っており、一部では安定した成果を上げている。現地生産団体とも成果に関してすでに意見交流を進めており、より現地に受け入れられる成果の取りまとめに取り組んでいる。

<③農地への放射性セシウム流入防止技術の開発>

- a) 平成28年12月の時点で、貯水池のモニタリングと数値モデルの開発及び除染水田の動態解明等は順調に進んでいる。貯水池の課題では、平成29年度に新しい水管理条件での試験を行うことなどにより、最終の到達目標は達成できる。
- b) 適正なカリ水準を設定するために統計モデル（※17）を利用した解析、また、追加的カリ施用が効果的でない地域における要因解析、資材を用いた対策技術の圃場試験もほぼ順調に進んでおり、達成は可能と判断する。
- c) 原料カキやユズともに、放射性セシウム濃度の経年減衰及び土壌からの吸収移行等について解析は概ね順調に進んでいる。また、せん定処理後及び新植・改植後の樹体生育も順調に進み、果実の分析も一部可能となっており9割程度の達成は可能と判断している。

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

＜①放射性セシウム吸収抑制メカニズムの解明＞

イネの放射性セシウム吸収抑制遺伝子のDNAマーカーに関しては、平成29年度には作成ができる。また、放射性セシウム吸収抑制型イネの育種母本の素材である岩手生工研の組換え自殖系統はF8以上であり、現地での特性評価は今後の課題であるが、品種登録が可能である。また、根の放射性セシウム吸収は、タンパク質の活性レベルで制御されているという新事実が見えてきたので、土壌溶液から植物根へのセシウム吸収モデルの公知化に関しては論文等の出版で対応可能である。

＜②除染後農地の省力的維持管理技術の開発＞

放射性物質によって汚染した農地が除染された場合に、将来的に営農再開に結びつけることが可能な技術体系を確立することは、被災地の社会・経済を立て直すために必須の要件である。これまでに開発した技術は特定の地域に限定した成果ではないことから、得られた知見を広く活用することが可能である。

＜③農地への放射性セシウム流入防止技術の開発＞

- a) これまでに得られた除染水田に関する成果は、すでに市町村や農家に情報を伝達しているが、今後も新たに得られた成果を加えて随時研究成果の伝達を行う。また、貯水池に関しては、モニタリングデータや貯水池管理モデルについて研究の進展に合わせて成果の伝達を進める。国や県、県土連とは情報交換を行っており、目標達成は可能である。
- b) 現時点において必要なカリ適正水準は解析中であり、水稻においては論文化に取りかかっている。水稻の解析結果については、国や県の関係部局と意見交換を開始しており、一律的な対策から必要に応じた抑制対策への移行（H30年予定）に反映される。大豆・そばについても水稻に引き続き実施する予定である。
- c) 生産に関係する機関・団体等で構成された組織と連携・情報共有し、研究成果の蓄積に応じてあんぼ柿ではGAP内容の修正も働きかけており、研究成果を反映しながら生産再開を進められることから、目標達成は概ね可能と判断している。

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

＜①放射性セシウム吸収抑制メカニズムの解明＞

- a) 平成30年度に「土壌溶液から植物根へのセシウム吸収モデルの活用のためマニュアル」を作成することで、営農再開地域でのイネ等の作物種ごとに、放射性セシウム吸収抑制のための最適かつ最小なカリウム濃度が推定できるようにする。
- b) 放射性セシウム吸収抑制型イネの育種母本の提供と品種登録を行う。

＜②除染後農地の省力的維持管理技術の開発＞

技術体系について生産者団体と直接交渉を行うことにより、現地での要望を研究内容・方向性に反映させている。このような取り組みは他の地域に技術を展開する場合にも有効となる手法である。

＜③農地への放射性セシウム流入防止技術の開発＞

- a) これまでに南相馬市や浪江町において、市町村の担当者や農家を対象として、複数回にわたって、ため池の水や河川を利用した水稻栽培に関する研究成果を伝える発表会を実施している。今後、今年度の成果を踏まえて、国や関係地方自治体、農家等に研究成果を伝える活動を行っていく予定である。
- b) 現時点において必要なカリ適正水準の解析手法・結果については、関係部局と意見交換するとともに、セミナーを開催し関係者と広く意見交換を実施する。現場に即した対策の策定に反映させる。
- c) 放射性セシウムの低減技術については、成果発表会を通じて広く公表するとともに、関係団体に情報提供し、あんぼ柿では関係者と検討のうえGAPマニュアルに反映され、広く生産者の栽培管理に活用されることから効果的な取組みと判断している。

③他の研究や他分野の技術の確立への具体的貢献度

＜①放射性セシウム吸収抑制メカニズムの解明＞

イネに関して、「土壌溶液から植物根へのセシウム吸収モデル」が作られるので、この原理のダイ

ズやその他の作目への適応性は検証によりわかるので、イネ以外の作物の放射性セシウム吸収抑制に関する適正・最小のカリウム施用技術が進展する。

<②除染後農地の省力的維持管理技術の開発>

除染後農地の管理においては農薬の適用範囲を拡大することをめざしており、他の分野での利用も可能となる。また、実際の除染後農地の状況を正確に把握することで、他の分野の研究を行う際の前提条件を的確に発信している。研究の着手にあたり、現実的な計画で進めることが可能となっている。

<③農地への放射性セシウム流入防止技術の開発>

- a) 水中の溶存態放射性セシウムの分析手法、前処理等に関する知見は、放射性セシウムの動態解析に携わる研究の基礎的知見となる。また、貯水池における放射性セシウムのモデル化により、流域規模の放射性セシウム動態解明に関する研究進展へも貢献が期待される。
- b) カリと放射性セシウムの土壌中での挙動についての知見、特にカリの土壌への保持・固定、流亡と土壌特性との関係は基礎的な知見となり、今後のカリの減肥対策等に活用が期待される。
- c) カキ果実のへた部からの放射性セシウム吸収や枝を伝わり流れる雨水に含まれる放射性セシウム、常緑広葉樹であるユズ葉・果実に含まれる放射性セシウムの確認など、これまでにない知見が得られている。

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きたか等）の妥当性

<①放射性セシウム吸収抑制メカニズムの解明>

「中課題1：放射性Cs吸収の低減に貢献する遺伝子の特定」では、5つの課題を担当する農工大と岩手生工研が有機的に結びついて、解析を推進している。また、「中課題2：農作物に関する放射性Cs吸収抑制技術の高度化」では、平成28年5月に開催された運営委員会での議論に沿って、異なるカリウム条件で発現量が変化するトランスポーターをRNA-seq解析（※18）で同定する試験を追加し、その結果、イネの根の放射性セシウム吸収は、タンパク質の活性レベルで制御されているという新事実が見えてきた。また、営農再開に向け、除染後水田を対象にしたカリウム供給能評価法と稲わらのカリウムを利用した放射性セシウム吸収抑制技術研究を新たに加えた。

<②除染後農地の省力的維持管理技術の開発>

水田の肥沃度回復の試験では、実際の環境省が行なっている地力回復メニューが行われた水田での試験が必要であるとの指摘を受け、試験地を増やした。また、対象地域の地理情報については、平成28年度、研究者を専属で作業をしてもらうことで入手に成功したが、入手が滞ったため、進捗がやや遅れている。

<③農地への放射性セシウム流入防止技術の開発>

平成27年度まで放射能プロ（※19）で実施されてきた課題（水稻・そば・大豆・果樹）の一部について、今後の被災地での営農に必要な対策を策定するために必須であったため、平成28年度に本研究課題で実施することとした。併せて、平成27年に実施された本研究課題の一部は、被災地での営農における必要性を考慮して平成27年度で終了とするなど、的確な見直しが実施された。

②研究推進体制の妥当性

<①放射性セシウム吸収抑制メカニズムの解明>

各研究機関は、2つの中課題の複数の小課題を担当しているが、各研究所は、それぞれ得意な解析方法を有しており、それを活かす方向で互いに能力を補填し合って各課題を推進している。具体的な例としては、「中課題2：農作物に関する放射性Cs吸収抑制技術の高度化」は、農工大と福島県農業総合センター及び朝日工業が主要に行う試験であったが、運営委員会での議論に沿って、異なるカリウム条件で発現量が変化するトランスポーターをRNA-seq解析で同定する試験を追加し、岩手生工研のゲノム解析技術やRNA-seq解析技術を適応させた。中課題2においては、「課題③：農地への放射性セシウム流入防止技術の開発」との連携がやや弱く、さらに強化を図る必要がある。

<②除染後農地の省力的維持管理技術の開発>

初年度に手引きの完成がほぼ確実にした「課題7：農作業時の被曝低減に向けた指針の作出」は次年度からプロジェクトから外した。初年度に牧草のミネラルバランスの簡易測定を可能とし、次年

度からその現地検証を行うために複数の県の関係者が参画した試験を開始した。また、2年目にはほぼ当初目的を達成した土壌侵食防止のための課題を前倒しで終了させることとした。

<③農地への放射性セシウム流入防止技術の開発>

原発事故当初から放射性セシウム対策等の研究をリードしてきた農研機構を中核に、関係する県の研究機関（宮城、福島、栃木）、研究蓄積のある機関（東京大、福島大、森林総研）を加え、連携しながら研究を推進している。

③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

<①放射性セシウム吸収抑制メカニズムの解明>

「中課題2：農作物に関する放射性セシウム吸収抑制技術の高度化」では、平成28年5月に開催された運営委員会での議論に沿って、異なるカリウム条件で発現量に変化するトランスポーターをRNA-seq解析で同定する試験を追加し、この解析費用に予算を重点化した。

新規の緩行性カリ肥料の探索と開発はコストの面から現場への普及が見込めないことから中止とする。

<②除染後農地の省力的維持管理技術の開発>

初年度は研究全体の推進を図るために事業総括に係る予算を計上したが、2年目からは同予算を廃止した。また、「課題7：農作業時の被曝低減に向けた指針の作出」の廃止の分も合わせてこれらの予算を草地関係の対策に重点的に配分を行なった。

<③農地への放射性セシウム流入防止技術の開発>

カリ適正水準の設定が求められている水稻や、現場でのモニタリングが必要な流入防止関連の課題に予算を重点的に配分し、研究の進捗を促している。

【総括評価】

ランク：A

1. 委託プロジェクト研究課題全体の実績に関する所見

被災地における本格的な営農の再開に向けて、放射性セシウムの吸収抑制対策、営農再開までの農地管理技術等について、順調に研究成果が得ら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

研究開発の推進に当たっては、原発事故対応のための研究としてだけでなく、営農再開に向けた対策の全体像の中での位置づけなどを意識しながら推進されたい。

[研究課題名] 営農再開のための放射性物質対策技術の開発

用語	用語の意味	※番号
放射性物質移行低減	土壌中や果樹・茶の樹体内に存在する放射性セシウムが農作物の可食部に移行しないようにするための技術。米や大豆などでは、土壌へのカリ施用、果樹や茶では、高圧洗浄やせん枝（枝を切り落とすこと）が主な例としてあげられる。	1
除染	生活空間において受ける放射線の量を減らすため、放射性物質を取り除いたり、土で覆ったりすること。	2
あんぼ柿	渋柿を硫黄で燻蒸して乾燥させる独特の製法で作られる。半分生のようなジューシーな感触で、羊糞のように柔らかいのが特徴。福島県では、県北の伊達地方が主要な産地。	3
カリ施用	土壌にカリウム肥料を与えること。カリウムは、窒素、リン酸と並んで、肥料の三要素の一つ。土壌から作物への放射性セシウムの吸収を抑制する効果がある。	4
除染後農地の省力的な維持管理	除染した農地において、雑草繁茂等により再び農地が荒廃しないように農地を省力的に管理するための技術。	5
放射性セシウム	放射性物質の一種。東京電力福島第一原子力発電所の事故により環境中に広範囲に拡散した。放射性セシウムの一つである ¹³⁷ Csの半減期（放射性物質が放射線を出す量が半分になるまでの時間）は約30年である。	6
貯水池	ここで貯水池とは、比較的規模の大きな農業用ダムから比較的小規模のため池までさまざまな大きさの農業用貯水施設のことである。福島県内には約3700ヶ所の農業用貯水池がある。このうち帰還困難区域内の浪江町に立地する大柿ダムは、浜通りの複数の市町村の重要な水源であったが、震災による施設被害等により利用ができない状態が続いていた。H29年より一部で利用を再開する予定である。	7
数理モデル	貯水池への流入水量や気象に関するデータなどを用いて、放射性セシウムの移動現象を数式的な関係で表現すること。モデルを用いることによって、ため池から流出する放射性セシウム濃度を予測することが可能になる。	8
追加的カリ施用が効果的でない地域	カリ増施による吸収抑制対策を実施しても効果が低く、比較的高い放射性セシウム濃度の作物が生産される地域。カリが流亡しやすい土壌条件のところが多い。	9
経年減衰	放射性セシウムのうち同位体 ¹³⁴ は約2年、 ¹³⁷ は約30年の半減期で崩壊し、濃度が減少する。	10
放射性セシウム吸収抑制遺伝子	植物はカリウムの吸収に伴い、同じアルカリ金属であるセシウムも吸収することが分かっている。植物は多種類のカリウム吸収や輸送を行う輸送体を保有しているが、その中で、カリウムへの選択性が高くセシウムを取り込まない輸送体も存在している。そのような輸送体は放射性セシウム吸収抑制遺伝子と言われる。それが沢山発現している植物は、放射性Cs吸収が少なくなる。	11
DNAマーカー	ゲノムDNA上での位置が特定された、固有の塩基配列を有するDNA領域。この場合、品種や個体によるDNAの塩基配列の違いを遺伝解析のための目印として利用できるようにしたもの。ここでは、DNAマーカーと同じ配列を有する品種は、放射性Cs吸収抑制遺伝子を有することになる。	12
育種母本	植物の育種における交配に必要な親株のこと	13
GAP	農業生産工程管理（GAP: Good Agricultural Practice）とは、定められる点検項目に沿って、農業生産活動の各工程の正確な実施、記録、点検及び評価を行う活動のこと。食品の安全性向上、環境の保全、労働安全の確保、品質の向上などに資するとともに、消費者や実需者の信頼の確保が期待される。	14
カリウムトランスポーター	生体膜を貫通し、膜を通して物質の輸送をするタンパク質のうち、カリウムイオンの輸送に係わるタンパク質の総称	15
タンパク質の活性レベル	この場合、根における放射性Csの取り込みに関して、イネが特定のトランスポーター遺伝子を多数発現させて放射性Csの取り込みを促進させるのでは無く、既に膜に発現している輸送体タンパク質が数を変動させるのでは無く、放射性Csやカリウ	16

	ムの濃度の違い等に影響されて量物質の取り込み量を変動させること	
統計モデル	観測・測定されたデータの分布パターンを、統計を利用して説明できるようにするモデルのこと。あてはまりの良さを定量的に評価できる。土壌中の交換性カリ含量などのデータから、作物への放射性セシウムの移行を推定できる。	17
RNA-seq解析	メッセンジャーRNA (mRNA) をキャプチャして次世代シーケンサーでシーケンシングする手法で、mRNAの発現量の定量・比較が可能である。イネやダイズの場合、既にリファレンス配列が存在するので、既知遺伝子にマッピングが可能である。	18
放射能プロ	平成23年度から平成27年度にかけて、農地の除染技術や品目毎の放射性物質低減技術の開発等を行うプロジェクト研究「農地・森林等の放射性物質の除去・低減技術の開発」を復興庁予算等で実施。	19

営農再開のための放射性物質対策技術の開発

【62（72）百万円】

対策のポイント

除染が完了した農地において農業者が容易に、かつ安心して営農を再開できるようにするための技術を開発します。

<背景／課題>

- ・東京電力福島第一原子力発電所事故の被災地において農地の除染が進みつつあるところ、除染が完了した農地において農業者が容易に、かつ安心して営農を再開できるようにするための技術の開発が求められています。

政策目標

開発した技術をマニュアル化し、関係自治体や生産現場に広く周知することで、本格的な営農再開を促進

<主な内容>

1. 除染後農地の省力的維持管理技術の開発

除染完了から営農再開までの期間中における雑草繁茂や土壌流亡を抑制する技術、除染により低下した農地の地力を回復させる技術を開発します。

2. 農地への放射性物質流入防止技術等の開発

当面の除染が見送られている農地周辺の森林・水源から農地への放射性物質の流入特性を明らかにし、放射性Csの動態予測モデルを開発するとともに、放射性Csの農地への流入を防止し、作物への影響を軽減するためのほ場管理技術等を開発します。

3. 植物の特性を利用した新たな放射性物質吸収抑制技術の開発

作物の放射性Csの吸収低減に貢献する遺伝子を特定します。また、現行の吸収抑制技術の高度化に資するため、土壌溶液から植物根への放射性Cs吸収モデルを構築します。

委託費
委託先：民間団体等

お問い合わせ先：

技術会議事務局研究統括官（生産技術）（03-3502-2549）

営農再開のための放射性物質対策技術の開発

背景

東京電力福島第一原子力発電所事故の被災地において農地の除染が進みつつあるところ、除染が完了した農地において農業者が容易に、かつ安心して営農を再開できるようにするための技術の開発が求められている。

研究内容

(1) 除染後農地の省力的維持管理技術の開発

除染完了から営農再開までの期間中における雑草繁茂や土壌流亡を抑制する技術、除染により低下した農地の地力を回復させる技術を開発。



カバークロープ



雑草、
地力増進？

種類、管理
方法は？

(2) 農地への放射性物質流入防止技術等の開発

当面の除染が見送られている農地周辺の森林・水源から農地への放射性物質の流入特性を明らかにし、放射性Csの動態予測モデルを開発するとともに、放射性Csの農地への流入を防止し、作物への影響を軽減するためのほ場管理技術等を開発。



森林



ため池



飛散



渓流水



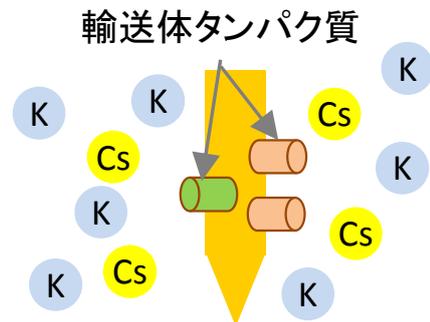
かんがい水



農地

(3) 植物の特性を利用した新たな放射性物質吸収抑制技術の開発

作物の放射性Csの吸収低減に貢献する遺伝子を特定。また、現行の吸収抑制技術の高度化に資するため、土壌溶液から植物根への放射性Cs吸収モデルを構築。



Cs セシウム

K カリウム

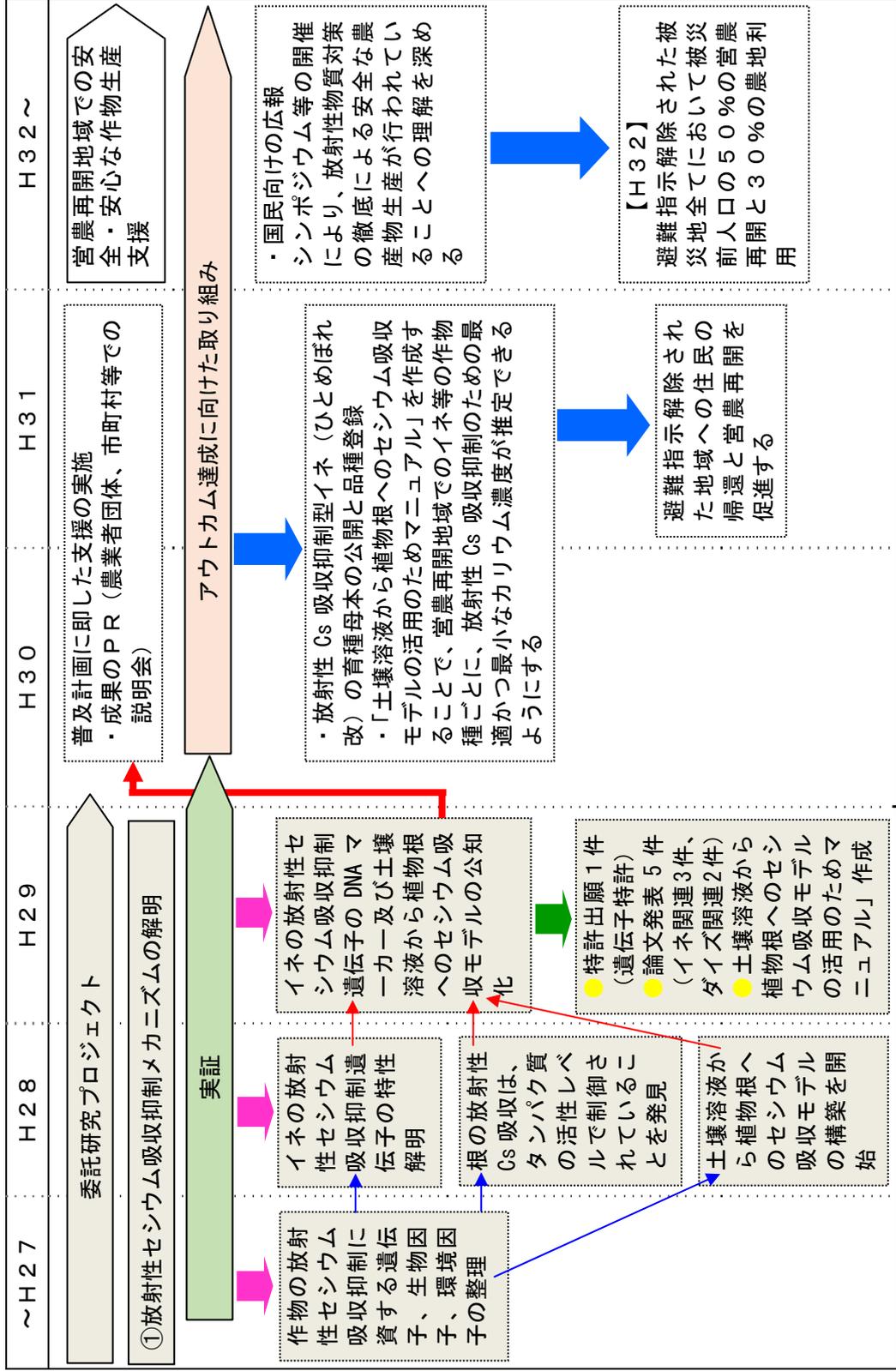
植物根

期待される成果

開発した技術をマニュアル化し、関係自治体や生産現場に広く周知することで、本格的な営農再開を促進。

【ロードマップ】

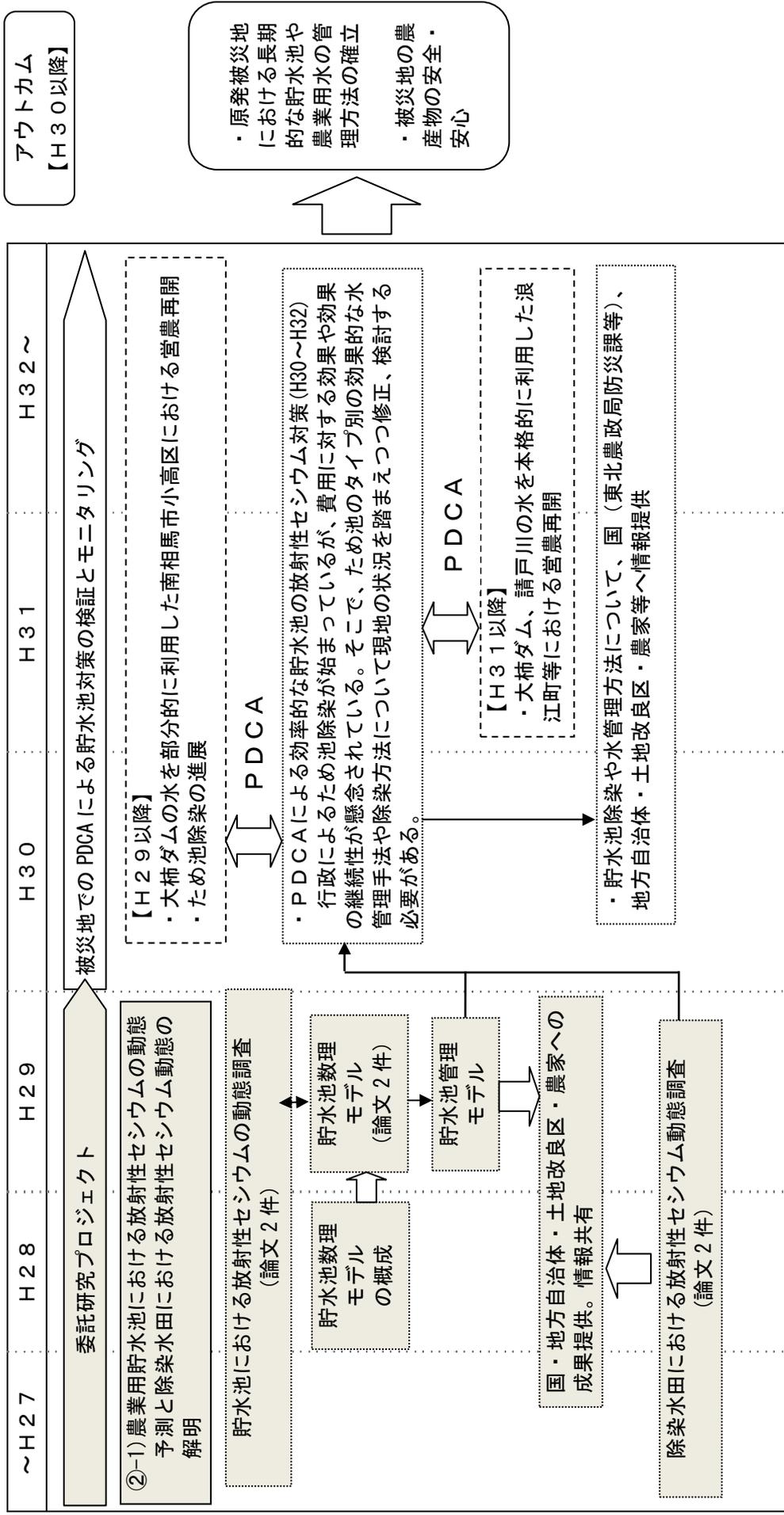
放射性セシウム吸収抑制メカニズムの解明

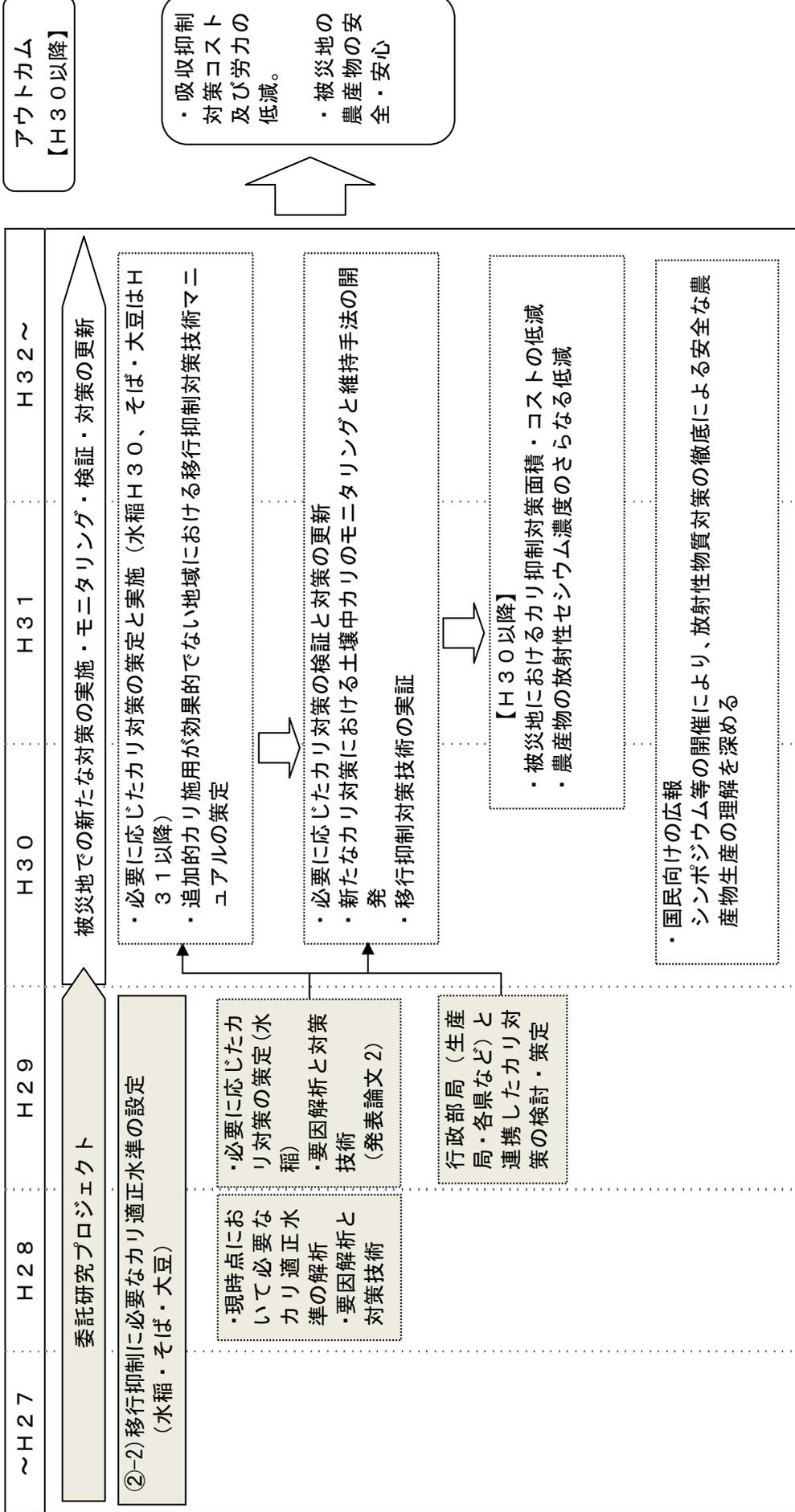


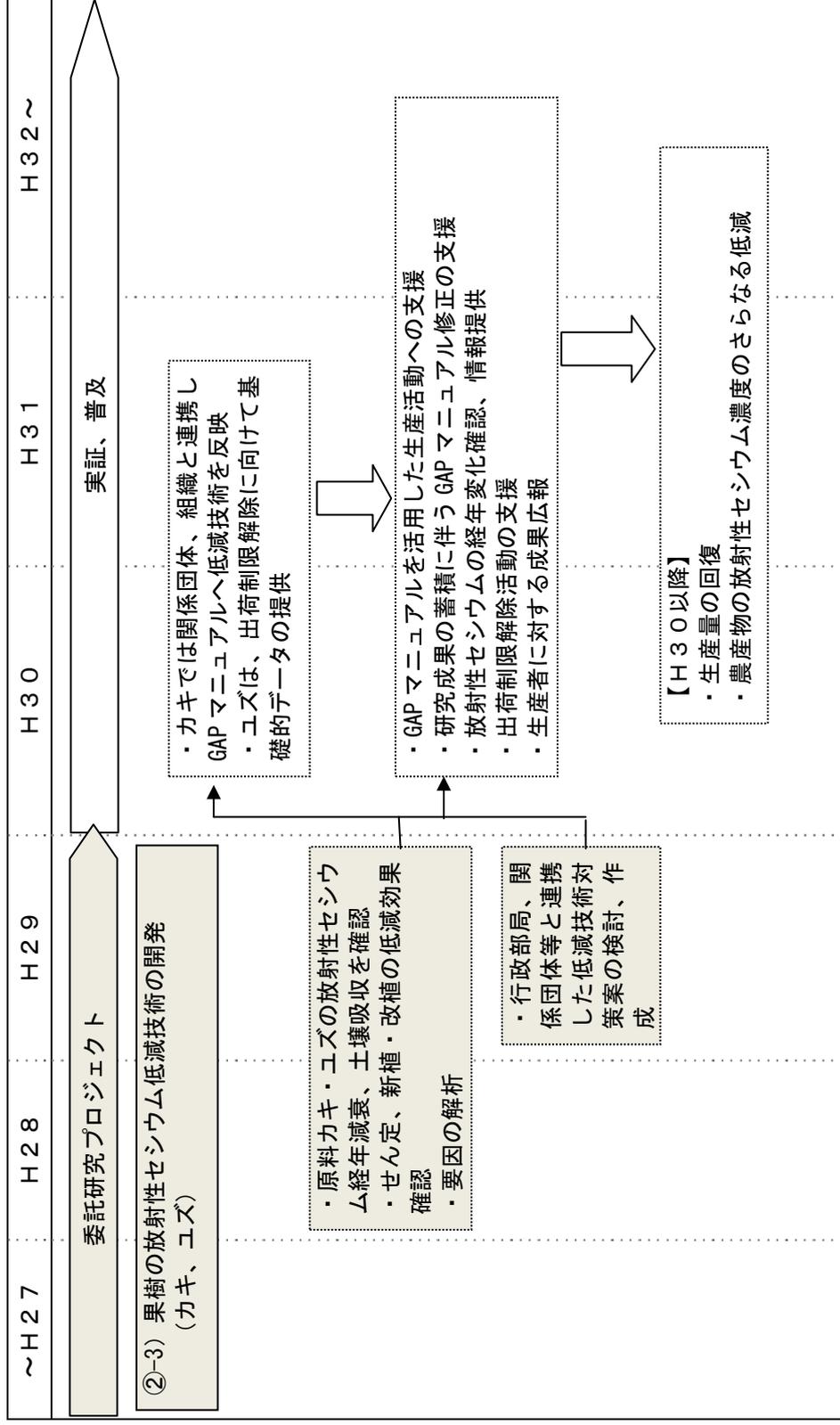
アウトカム【H35】

被災地全域での営農再開が可能
放射性セシウム吸収抑制メカニズムの解明により、イネやそれ以外の作物の放射性Cs吸収抑制に関する適正・最小のカリウム施用技術が進展

農地への放射性セシウム流入防止技術の開発

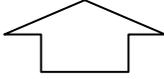




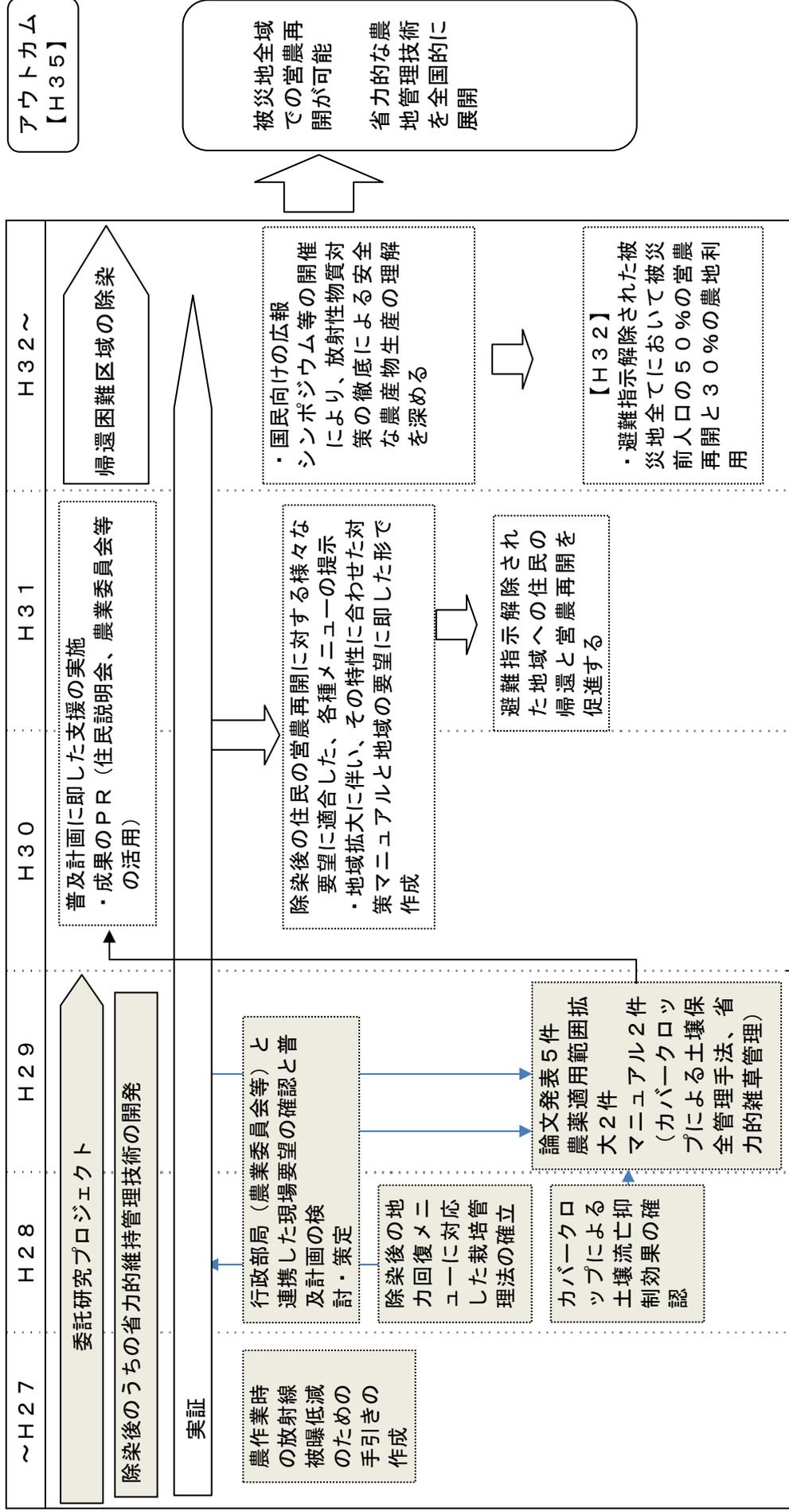


アウトカム
【H30以降】

・GAP マニュアル活用による生産活動の定着と生産量回復
・放射性セシウム濃度の低減



除染後農地の省力的維持管理技術の開発



論文数等共通事項調査票

(平成28年12月調査時点)

事業名	営農再開のための放射性物質対策技術の開発					
実施期間	平成27～29年度			評価段階	終了時	
予算額 (百万円)	初年度 (27年度)	2年度目 (28年度)	3年度目 (29年度)	4年度目 (30年度)	5年度目 (31年度)	総合計
	72	61	55	-	-	188

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	0	0	0	0	1	0

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

<②農地への放射性セシウム流入防止技術の開発>

- (1) 関澤春仁, 佐藤真理, 相原隆志, 村上敏文, 八戸真弓, 濱松潮香(2016)カキ果実におけるへたを經由した放射性セシウム-137の移行, RADIOISOTOPES, 65, 129-135
 (2) 関澤春仁, 佐藤真理, 相原隆志, 村上敏文, 八戸真弓, 濱松潮香(2016)カキ果実におけるへたを經由した放射性セシウムの移行(第2報), RADIOISOTOPES, 65(12), 507-515

②③④(国内外)特許権等出願・品種登録

⑤プレスリリース

<③植物の放射性セシウム吸収抑制メカニズムの解明>

- (1) 「セシウム吸収しないイネ」農水省、開発に着手(平成27年7月7日)、農水省・東京農工大学

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除染後農地の省力的維持管理技術の開発>

- (1) 「5年間における放射能汚染対策の概要と成果—農地の復興を目指して」(平成28年9月22日、佐賀大学)
 (2) 「営農再開の課題と展望—農地の復興を目指して」(平成28年9月23日、川内村)

<②農地への放射性セシウム流入防止技術の開発>

- (1) 日本影響学会第59回大会特別シンポジウム招待講演「陸域環境における放射性セシウムの濃度および存在形態と作物への移行」(2016.10.26-28, 広島)
 (2) 平成28年度関東東海土壌肥料技術連絡協議会春季研究会「栃木県内多湿黒ボク土水田での水稻への放射性セシウム吸収抑制」(平成28年4月15日、全農コープビル、東京)

<③植物の放射性セシウム吸収抑制メカニズムの解明>

- (1) 福島県二本松市で行っている各種圃場試験に関して、「営農再開プロ」での活動内容を説明する大型の看板を4箇所に設置し、周知を図っている。(平成28年3月)

その他(行政施策等に貢献した事例)

<①除染後農地の省力的維持管理技術の開発>

(1)「永年生牧草地の除染に当たっての留意事項について」(平成25年4月1日、生産局)の平成28年6月28日の一部改正に活用

<②農地への放射性セシウム流入防止技術の開発>

(1) 請戸川地区における農業用水水質実態調査解析(平成28年度、東北農政局)の遠隔地計測システムの導入に活用

(課題1221 放射能対策地域の用排水管理のための遠隔監視システムの開発)

今後予定しているアウトリーチ活動等

<①除染後農地の省力的維持管理技術の開発>

(1)「放射性物質によって汚染された農地での中長期的な作物生産に向けて」(平成29年1月21日、東京大学)

<②農地への放射性セシウム流入防止技術の開発>

(1)福島県農業総合センター研究成果発表会(果樹) (平成29年3月8日、JA福島ビル)で発表予定