

基礎的研究業務追跡調査委託事業
「生物系産業創出のための異分野融合研究支援事業」
追跡調査報告書（平成 25 年度）

平成 26 年 3 月

 株式会社三菱総合研究所

目次

第1章 調査概要	1
第1節 調査目的	1
第2節 調査内容	1
第2章 概況調査	7
第1節 本事業における研究目的	7
第2節 事業終了後の研究状況	10
第3節 研究・技術開発成果の波及効果	15
第4節 事業がなかった場合の影響	19
第5節 事業の制度設計について	24
第3章 詳細調査	28
第1節 アクアガスを用いた高品質汎用食材の新規調製技術の開発	28
第2節 魚類養殖漁場環境管理のための有機汚泥の生物浄化および水質改善技術の開発	55
第3節 海外輸出を狙った不活化花粉利用種なし果物の生産技術の開発	79
第4節 動物性タンパク質分解物を利用した機能性ペットフード素材の開発	109
第4章 総合とりまとめ	133
第1節 研究成果の概要	133
第2節 成果の普及・活用状況	134
第3節 外部資金の獲得状況	139
第4節 生研センターへの有識者からの意見および制度運営への提言	140
第5章 資料編	141
第1節 アクアガスを用いた高品質汎用食材の新規調製技術の開発	141
第2節 魚類養殖漁場環境管理のための有機汚泥の生物浄化および水質改善技術の開発	155
第3節 高度リン酸化澱粉及びアントシアニン色素を含有する馬鈴薯を用いた 機能性食品の開発	164
第4節 プロテオーム解析を応用した革新的機能性食品評価法の開発	176
第5節 海外輸出を狙った不活化花粉利用種なし果物の生産技術の開発	190
第6節 酵母由来中空バイオナノ粒子を用いる革新的超高感度バイオセンシング技術の 開発	197
第7節 沖縄産シイクワシャー由来のメタボリックシンドローム予防食品の開発	206
第8節 超小型豚の品種特性の改善とその利用法の開発	210
第9節 動物性タンパク質分解物を利用した機能性ペットフード素材の開発	212

第1章 調査概要

第1節 調査目的

独立行政法人農業・食品産業技術総合研究機構生物系特定産業技術研究支援センター（以下「生研センター」と記載する）では、農林水産業、飲食料品産業等生物系特定産業分野において、将来的に新しい産業の創出や起業化促進につながる画期的な技術研究を推進する研究（生物系産業創出のための異分野融合研究支援事業）を支援している。これらの研究について、その終了後一定期間を経過した時点で科学技術的、社会経済的あるいは学術的にどのような成果を上げ、または波及効果をもたらしたかを把握し、事業運営の参考とするとともに、その結果を広く公表し、基礎的研究業務の事業に対する国民の理解を深める必要がある。

このため、生研センターで実施している「生物系産業創出のための異分野融合研究支援事業」の追跡調査を実施する。

第2節 調査内容

1. 調査の対象課題・種類

(1) 調査対象

本追跡調査では、平成 19 年度に終了した全課題、総数 9 課題を対象とした。それぞれの課題は、技術コーディネーターおよび中課題の研究分担者から構成されている。調査対象の課題名、技術コーディネーターの氏名と事業当時の所属の一覧を表 1-1 に示す。

表 1-1 調査対象課題

事業	研究タイプ	課題名	技術コーディネーター (事業当時所属機関)
生物系産業創出のための異分野融合研究支援事業	異分野融合研究開発型	アクアガスを用いた高品質汎用食材の新規調製技術の開発	五十部 誠一郎 (独) 農業・食品産業技術総合研究機構 食品総合研究所)
		魚類養殖漁場環境管理のための有機汚泥の生物浄化および水質改善技術の開発	堤 裕昭 (熊本県立大学環境共生学部)
		高度リン酸化澱粉及びアントシアニン色素を含有する馬鈴薯を用いた機能性食品の開発	野田 高弘 (独) 農業・食品産業技術総合研究機構 北海道農業研究センター)
		プロテオーム解析を応用した革新的機能性食品評価法の開発	吉川 敏一 (京都府立医科大学)
		海外輸出を狙った不活化花粉利用種なし果物の生産技術の開発	杉山 慶太 (独) 農業・食品産業技術総合研究機構 北海道農業研究センター)
		酵母由来中空バイオナノ粒子を用いる革新的超高感度バイオセンシング技術の開発	谷澤 克行 (大阪大学産業科学研究所)
	起業化促進型	沖縄産シイクワシャー由来のメタボリックシンドローム予防食品の開発	太田 英明 (中村学園大学大学院栄養科学部)
		超小型豚の品種特性の改善とその利用法の開発	桑原 康 (農事組合法人富士農場サービス)
		動物性タンパク質分解物を利用した機能性ペットフード素材の開発	有原 圭三 (北里大学獣医学部動物資源科学科)

(2) 調査項目

- 研究の継続・深化・発展、研究成果の産業化等の状況
- 関連分野への科学技術的、経済産業的、社会的、人材育成面等での波及効果
- 総合とりまとめ並びに経年的、体系的分析

(3) 調査の種類

- 概況調査 (アンケート調査) 全 9 課題
- 概況調査 (文献等検索調査) 全 9 課題
- 詳細調査 (ヒアリング等) 4 課題
- 詳細調査 (外部有識者からの意見聴取) 4 課題
- 総合とりまとめ (本年度調査結果の分析・考察)

(4) 追跡調査結果報告書の作成

- 上記調査結果をとりまとめた報告書の作成

2. 調査の手順・方法

本調査は、事前準備、概況調査 (アンケート調査、文献等検索調査)、詳細調査 (ヒアリング、外部有識者コメント) の各段階を追って進めた。各段階における調査内容を以下に示す。

(1) 第0段階 追跡調査の事前準備

追跡調査の事前準備として、追跡調査対象である「生物系産業創出のための異分野融合研究支援事業（異分野融合研究開発型／起業化促進型）」について、「第1段階 概況調査」におけるアンケート調査の対象者を明確化することを目的として、各課題の研究実施体制に記されている参画研究者（24名）の連絡先（所属機関、部署、役職、住所、電話番号、電子メールアドレス）をホームページ等から確認した。

あわせて、研究期間終了後の成果を把握するために、下記の項目について文献調査を行い、アンケート調査対象者に判断していただく基礎資料として、参画研究者ごとに平成19年以降の成果候補リストを作成した。

- 論文：J-GLOBALやWeb of Scienceを用いて、調査対象研究者名で検索される論文を抽出
- 特許：FOCUST-J (Wisdomain, Inc.) を利用し、調査対象研究者名が発明者に含まれる特許を抽出し、その成立状況や海外を含む特許公報等の出願状況を調査の上、リスト化した
- 報道：新聞・雑誌記事データベースである日経テレコンを用いて、調査対象研究者名が含まれる記事を検索し、リスト化した
- 獲得資金：調査対象研究者が代表として獲得した競争的資金を各種データベース（科学研究費補助金DB¹、助成団体データベース、厚生労働科研費DB）や助成機関のホームページ（JST、NEDO）を用いて調査し、リスト化した
- 受賞歴：調査対象研究者が受けた賞を調査し、リスト化した。研究者個人ウェブサイトに加えて、「研究者名＋受賞」等のキーワードによるWEB検索を行った
- 講演歴：調査対象研究者が講演を行った講演会やシンポジウムについて、リスト化した。研究者個人ウェブサイトに加えて、「研究者名＋講演」等のキーワードによるWEB検索を行った

〔調査事項〕

- 参画研究者の現在の所属機関、所属部署、役職等
- 事業終了後の成果候補リスト

(2) 第1段階 概況調査（アンケート調査）

参画研究者へのアンケート調査を実施した。アンケートでは以下の調査事項について把握するとともに、上記で作成した成果候補の中から、本事業の成果を特定していただいた。

〔調査事項〕

- 事業終了以降の研究の実施及びその発展の状況
- 研究成果の波及効果（科学技術的波及効果、経済産業的波及効果、社会的波及効果、人材育成効果）あるいは学術的深化
- 異分野融合研究支援事業に対する意見・要望

(3) 第2段階 概況調査（文献等検索調査）

下記の事項について文献等調査を行った。また、概況調査で研究者に確認していただいた成果と合わせて、事業終了後の成果について整理を行った。

〔調査事項〕

¹ <http://kaken.nii.ac.jp/>

- 論文引用調査：成果論文リストについて、各年別に被引用回数を調査し、年別の被引用回数合計をグラフ化した。Web of Science の機能を活用して、年度別・分野別に集計した被引用数上位 20 位以内（同順位含む）に含まれる論文があるかどうか調査した。
- h-index 調査：各調査対象研究者について、「被引用件数が h 回以上の論文が h 件以上」となる「h」を調査し、採択年次と現時点での h の増加数を比較・分析を行った。
- 文献ランキング調査：各課題が属する研究領域の平成 19 年以降の論文を母集団とした研究者および研究機関のランキングを調査し、調査対象研究者および当該研究者の所属機関の位置づけを明確化した。研究領域の設定に当たっては、Web of Science の分類やキーワードの組み合わせにより、論文リストとのマッチング状況が良くなるように設定した。

(4) 第 3 段階 詳細調査（ヒアリング、とりまとめ）

生研センターより、顕著な成果として指定のあった 4 課題を対象にヒアリングを行い、下記のとおりまとめを行った。

表 1-2 詳細調査協力者（敬称略）

課題名	詳細調査協力者	現所属	職位
アクアガスを用いた高品質汎用食材の新規調製技術の開発	五十部 誠一郎	日本大学生産工学部	教授
魚類養殖漁場環境管理のための有機汚泥の生物浄化および水質改善技術の開発	堤 裕昭	熊本県立大学環境共生学部	学部長・教授
海外輸出を狙った不活化花粉利用種なし果物の生産技術の開発	杉山 慶太	(独) 農業・食品産業技術総合研究機構北海道農業研究センター	上席研究員
動物性タンパク質分解物を利用した機能性ペットフード素材の開発	有原 圭三	北里大学獣医学部	教授

ヒアリング調査では、アンケート記載内容の深堀調査として、以下の項目について協力者にお話を伺った。

- 研究の背景と位置づけ
 - 開始時の研究分野や社会の動向
 - 研究体制の構築の経緯
 - 応募の目的／他制度への応募状況
 - 研究の狙い
- 当該事業における研究の実施状況
 - 研究目的
 - 研究内容
 - 研究体制
 - 研究成果
- 事業終了後の状況
 - 研究の発展状況
 - 新たな研究成果
 - 波及効果（科学技術的波及効果、経済産業的波及効果、社会的波及効果、人材育成効果等）
 - 波及効果を裏付ける定量的なデータ等
 - 事業がなかった（または採択されなかった）場合に想定された状況（当該事業の意義）

あわせて、ヒアリング時点までの調査結果を簡単に説明し、事実誤認の有無の確認や追加情報提供依頼を行った。ヒアリング対象者については、後日、ヒアリング調査までの調査結果を含めた詳細調査結果（ドラフト版）を送付し、内容の確認をお願いした。

〔調査事項〕

- 技術コーディネーターから補足的なヒアリング調査
- 対象課題の研究の深化・発展、研究成果の産業化、各種波及効果等について具体的な事例を用いたとりまとめ

(5) 第4段階 詳細調査（外部有識者からの意見聴取）

上記4課題のとりまとめ調査結果について、外部有識者からの意見聴取を行った。詳細調査結果に対する意見をもらう外部有識者候補として、以下のような観点からリストアップを行い、4名決定した。

- 選考・評価委員会委員
- 詳細調査対象課題に対する専門性

表 1-3 外部有識者の一覧 (50 音順、敬称略)

課題名	有識者	所属
アクアガスを用いた高品質汎用食材の新規調製技術の開発	水谷 悟	キリン株式会社基盤技術研究所 所長
魚類養殖漁場環境管理のための有機汚泥の生物浄化および水質改善技術の開発	竹内 俊郎	東京海洋大学大学院海洋科学技術研究科 教授
海外輸出を狙った不活化花粉利用種なし果物の生産技術の開発	谷坂 隆俊	吉備国際大学地域創成農学部 教授
動物性タンパク質分解物を利用した機能性ペットフード素材の開発	桑田 有	人間総合科学大学大学院人間総合科学研究科 教授

外部有識者の方には、まずは電話で協力依頼を行い、必要に応じ、E-Mail や郵送/FAX 等で関連資料をお送りし、協力の可否をご判断いただいた。協力可能な外部有識者の方には、守秘義務があることを明示した上で、詳細調査結果（ドラフト版）を送付し、コメントを依頼した。

(6) 第 5 段階 総合とりまとめ

詳細調査で収集した論文数、論文被引用数、特許件数、表彰数などについて、既存調査結果を含めて研究分野毎の集計を行い、当該事業における研究開発の結果でどれだけの定量的なアウトプットが生まれたのか、その推移等を整理した。

さらに、ヒアリング結果を再分析し、制度・運営改善に関する意見を抽出・整理した。

[調査事項]

- 生物系産業創出のための異分野融合研究支援事業について、本年度および既存調査結果による論文数、特許出願数、成果普及状況の推移等を一覧表等にとりまとめた。
- 上記の推移と本年度対象課題について総合的なとりまとめを行った。

(7) 第 6 段階 追跡調査報告書の作成

以上の調査結果から、追跡調査結果報告書（20 部）および追跡調査結果のエッセンス（概要パンフレット）（500 部）をとりとまとめた。また、追跡調査結果報告書及び追跡調査結果のエッセンス（概要パンフレット）の原稿（ワード、パワーポイント、PDF）を収録した電子データを CD-R で 1 部納品した。

第2章 概況調査

概況調査では電子メールによるアンケート調査を行い、調査対象とした9課題全体について、調査項目ごとにどのような状況にあるかを分析した。

アンケート内容は、前述の調査項目に従って、過去に実施された本調査のアンケート項目を吟味して設定し、研究者が回答しやすいように選択形式とした。

アンケートの対象者は、対象9課題それぞれの技術コーディネーター及び研究者、合計29名全員からの回答を得た。

なおアンケートの集計方法について、課題あたりの回答者数の違いを考慮し、1つの課題から複数人(n人)の回答を得た場合には、1人あたりの票数を1/n票として算出した。

また、スコア平均は、設問に対する回答が「全く当てはまらない」の場合はスコア1、「あまり当てはまらない」はスコア2、「どちらとも言えない」スコア3、「多少当てはまる」スコア4、「当てはまる」スコア5とし、その平均値をとった。

但し、波及効果／育成効果については、設問に対する回答が「波及効果／育成効果が生じていない」の場合はスコア1、「どちらとも言えない」スコア2、「多少、波及効果／育成効果が生じている」スコア3、「波及効果／育成効果が生じている」スコア4とし、その平均値をとった。「そのような波及効果を目的としていない」と回答した場合は、スコア平均の算出から除外した。

第1節 本事業における研究目的

1. 当初の研究目的の方向性

当初の研究目的の方向性について尋ねたところ、「①新しい製品を開発する」および「③生物関連産業で利用可能な新しい技術を開発する」が4.46であり、当てはまるとの回答が9割を占めた。続いて「②農林水産業で利用できる新しい技術を開発する」が4.24となり、本事業の研究目的として、実用化に重点が置かれていることがうかがえる。

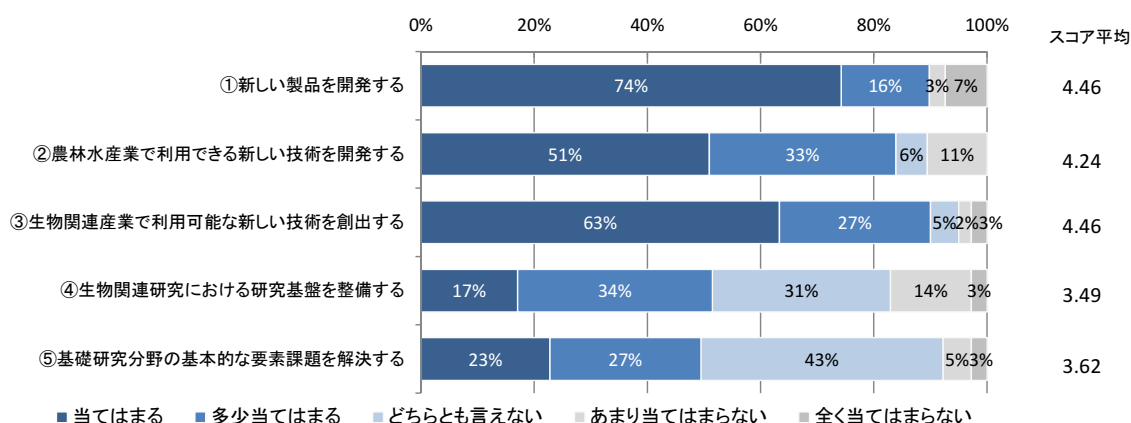


図 2-1 当初の研究目的の方向性

2. 事業応募時の状況

応募時の状況として、研究資金制度の魅力について尋ねたところ、「①事業の資金総額」のスコア平均が4.00、「②事業の期間」が3.98で、ほぼ同程度のスコアとなった。なお、事業期間に対する魅力は、資金総額と比較すると研究課題によってばらつきがあることがうかがえる。

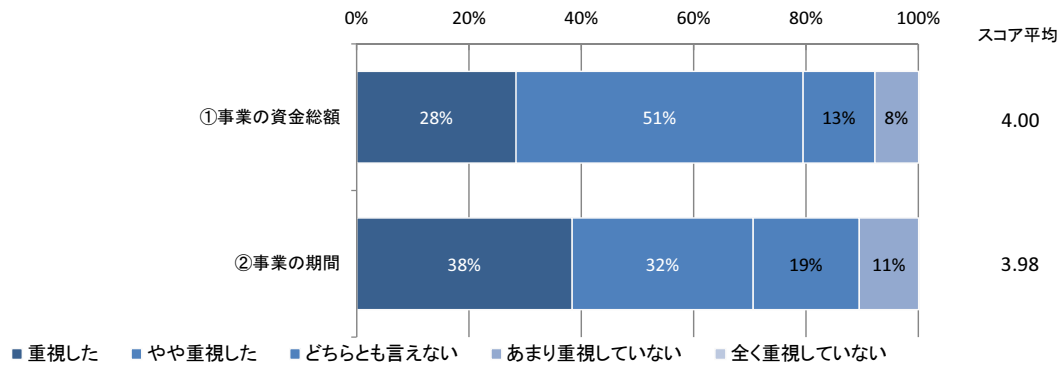


図 2-2 事業応募時の状況

3. 応募を検討した研究資金

応募を検討した研究資金としては、「①他の農林水産・関連機関（生研センターを含む）の制度について応募を検討した」が48%、次いで「②文部科学省・関連機関（JST、JSPSを含む）の制度について応募を検討した」が45%であった。

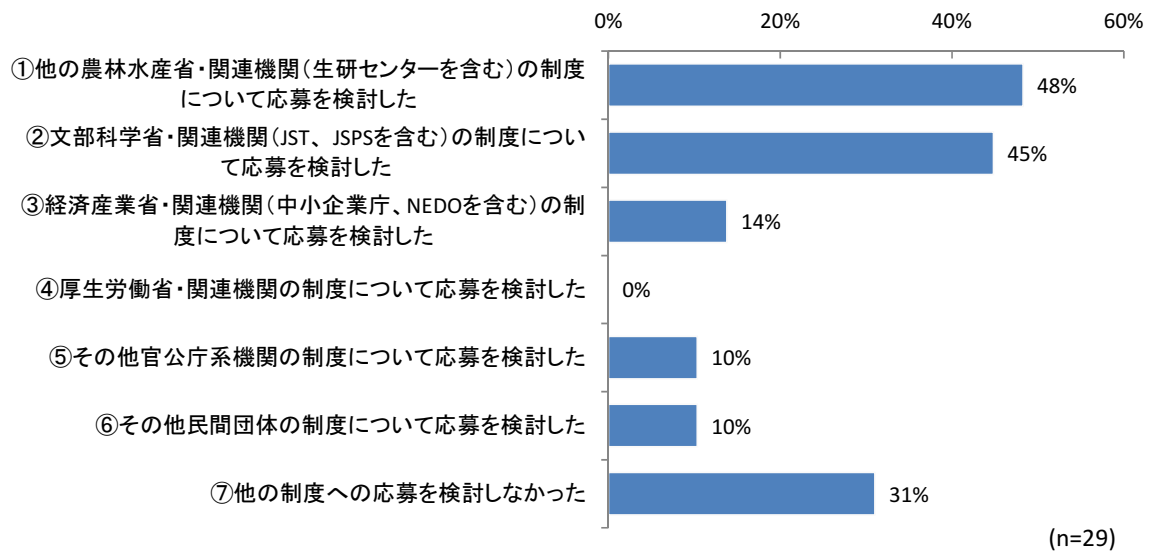


図 2-3 応募を検討した研究資金

なお、「⑦他の制度への応募を検討しなかった」の理由として、以下のような回答があった。

- 本事業に資源を集中させるため
 - 規模が大きく、他の仕事まで人手がまわらないであろうと推察された。
 - 当社の社員の人数が少ない為、応募を控えた。その代わり特許出願、その他に力を入れた。
 - 生物関連産業での利用可能な新しい技術の創出に目標を絞っていたため。
- 該当する制度が他になかったため
 - 当初から本制度における産官学コンソーシアムでの応募しか検討していなかった。
 - 本研究計画の内容から判断して、文部科学省、JST、厚生労働省などの研究資金には相当するものがなかった。
 - 本研究課題は 生研センターにおける基礎事業の成果を応用する狙いから応募した。企業化促進型であり、ヒト試験による実証を目指した。当時、経済産業省や文部科学省の事業で食品の機能性解明を目的としてヒト試験を認める枠組みがなかった（経済産業省は現在でもそうである）。
- その他
 - 生研センターへの申請研究課題名「(技術コーディネーター：桑原 康) 超小型豚の品種特性の改善とその利用法の開発」は、超小型豚の作出・生産者である農業法人「富士農場サービス」代表理事桑原 康より、本動物に対する特許取得ならびに生産・販売を行うためのベンチャー企業設立を主たる目的として応募した。当方（日本大学）の担当課題名「(研究分担者：月瀬 東) 超小型豚の形態学的ならびに生理学的特性」は、本動物の形態学的・生理学的特性を明らかにし、首題の主たる目的達成に向けて基礎的データを作成することになった。

第2節 事業終了後の研究状況

1. 研究の継続・発展状況

研究の継続・発展状況については、「③新しい成果が得られ、研究・技術開発が深化している」のスコア平均が 3.92、次いで「②関連分野に研究・技術開発が拡大・発展している」3.90 となり、あてはまるとの回答が 6 割を超えていることから、半数以上の研究が継続的に発展していると推測される。

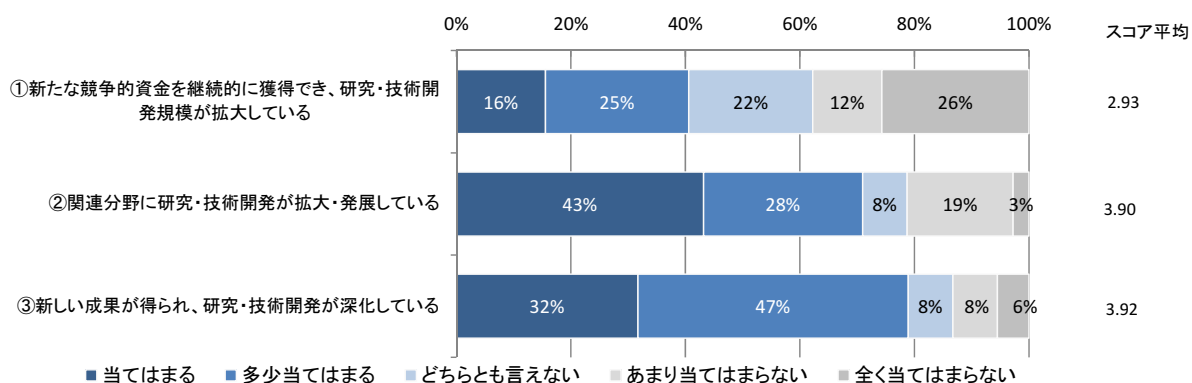


図 2-4 研究の継続・発展状況

2. 研究・技術開発チームの状況

研究・技術開発チームの状況は、「① 参画者は、現在も主として課題の後継となる研究・技術開発に携わっている」のスコア平均が 3.74 で最も高く、当てはまるとの回答が 7 割以上となった。多くの課題で研究が継続されていることが明らかとなった。また、「⑥研究・技術開発チーム内の研究者との交流は、他の課題についても活発な情報交換や共同研究で発展している」が 3.48、「⑤研究・技術開発チーム内の研究者とは、事業課題関連の研究・技術開発において現在も盛んに交流している」が 3.41 と続き、半数の研究・技術開発チームが事業後も協力関係にあることが伺える。

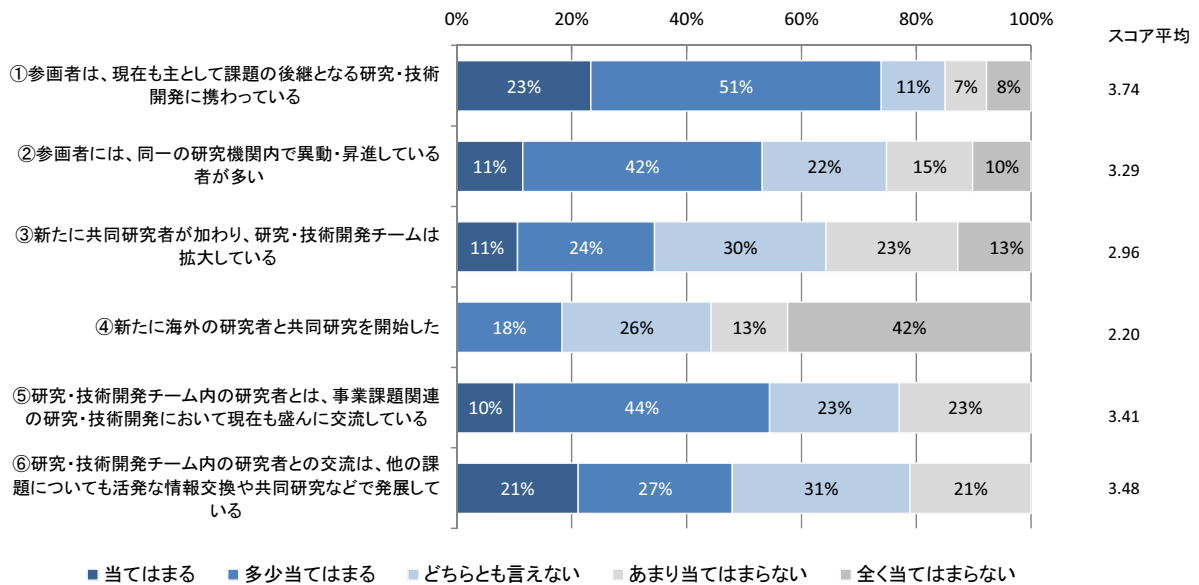


図 2-5 研究・技術開発チームの状況

3. 事業終了以降の主な研究・技術成果

研究成果について、「①新市場創出につながる製品や技術を開発した」のスコア平均が 4.00 で最も高く、次いで「③生物関連産業に応用可能な技術・手法を開発した」が 3.86、「②農林水産業に普及可能な技術を開発した」が 3.63 と続いた。事業終了後 5 年の経過で実用化につながる成果が多く出ていることが示されている。

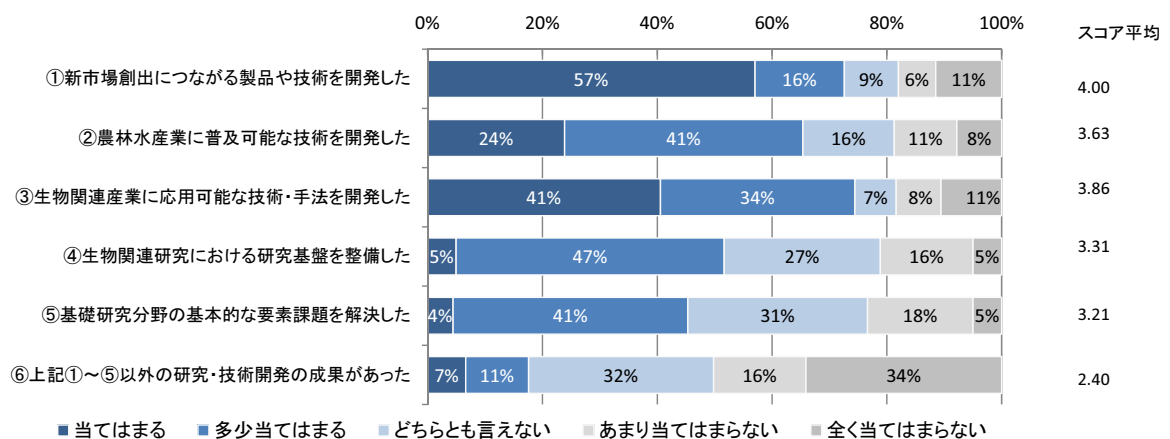


図 2-6 事業終了以降の主な研究・技術成果

「その他の研究・技術開発の成果があった」に対する自由記述は以下の通りである。

- アクアガスの基本的な技術解明が進んだことにより、連続生産技術への応用が可能となり、その成果として、過熱水蒸気と微細水滴含有過熱水蒸気の体積密度の違いによる外気シールド技

術の開発がなされた。さらに、発生方法の効率化に向けたジェネレータ構造についても構想が確立し試作機による検証段階に至っている。

- 生物素材の低侵襲的脱油、脱脂技術の開発、鮮度維持が困難な内臓類の低侵襲的保存安定化技術の開発。
- 本事業により、マダイ養殖における成長量増大、魚肉の遊離アミノ酸増大、餌投与量減少といった画期的なデータが得られ、事業成果技術による多様な応用展開に弾みがついた。具体的には、マイクロ・ナノバブル技術を活用することにより、水産養殖以外に、畜産でも豚や牛、鶏等での成長促進や肉質向上、たまごの味や匂い・形が良くなる、農業においても収穫増量や安定、実の形向上、花の香りが強くなる等の多様な効果が得られている。さらに、豆腐やみそしょうゆ、パンなどでの食品加工、造園、緑化など環境事業にも活用が広がっている。
- 本事業で、高リン酸馬鈴薯でん粉を摂取したラットの脂質及び糖質代謝改善作用を明らかにした。その後、北海道でん粉協会の委託を受け、アセチル化及びアセチル化リン酸架橋化工馬鈴薯でん粉を調製し、脂質代謝に及ぼす影響と各化工澱粉の消化管上部での短期応答について調べた。その結果、両化工馬鈴薯でん粉を長期摂取したラットの血中、肝臓中の中性脂肪、コレステロール量が低下した。さらに、短期応答での糖負荷試験でも血糖値の上昇を抑制することが明らかになった。これらの結果から、アセチル化及びアセチル化リン酸架橋化工馬鈴薯澱粉には、脂質、糖質代謝改善作用が認められ、機能性の付与した馬鈴薯澱粉ができた。
- 紫馬鈴薯を使用した業務用製品（フレーク、スープ等）を開発に取り組み、事業化検討を行った。また特徴である紫色を保持できる技術を開発し権利化を行った。
- 課題として取り組んだタンパク質高感度検出のノウハウ・経験・技術を活用し、研究チームの一員であった（株）ビークルにおいて免疫学的測定試薬の事業化に繋げた。また、採用技術自体は異なるものの、研究チームの一員であった東レ（株）において新しいタンパク質高感度・迅速検出技術の開発に繋げている。

実用化された製品・事業は以下の通りである。

- 厨房型アクアクッカー（スライドトビラ方式バッチ型装置）、3加熱媒体対応の試験装置（飽和水蒸気、アクアガス、過熱水蒸気）、連続生産型アクアクッカー（コンベア式連続処理装置）、アクアガスジェネレータ（造粒装置対応の蒸気熱交換器方式発生装置）
- （アクアクッカーを用いた製品として）調味済み成鶏カット肉類の統合的価格性能比の向上製品、プラズマローゲンとスフィンゴミエリンの抽出用低侵襲的脱油濃縮した産卵廃鶏表皮
- マイクロナノバブル発生装置 eco-バブル（ホームページ：<http://ecobubble.jp>）
- 新型ナノバブル DBON®
- 酸化ストレスバイオマーカーを搭載した「抗体チップ」や尿中における抗酸化フラボノイドの生体内代謝物の定量用の「イムノクロマト法」の確立
- 製品：花粉の流通・販売ビジネス、種なし果実を作出する（SWT 花粉：スイカ、柿、ブントタン等）及び生産物の販売。スイカでは普通花粉も製品化。受粉機器
- ケイワン社生産「大宝美」ブランドの少核スイカ、少核カキ、少核ブントタン
- 実用化は（ビークル）Easy-WESTERN イージーウェスタン：ウェスタンブロットティング用検出試薬キット、実用化予定は（東レ）タンパク質解析チップ（仮）
- アークレイ株式会社によるシークワシャー粉末のカプセル「ビレチン」（ホームページ：<http://ebn.arkray.co.jp/products/shiikuwasha-extract/>）
- マイクロミニピッグ（MMP）として実験用動物として市場投入
- アイシア株式会社「MiawMiaw」シリーズ（キャットフード）

4. 今後の研究の方向性

今後の研究の方向性について尋ねたところ、「①新市場創出につながる製品や技術を開発する」のスコア平均が 3.94 で最も高く、次いで「③生物関連産業に応用可能な技術・手法を開発する」が 3.84、「②農林水産業に普及可能な技術を開発する」が 3.59 となっており、6 割以上が「当てはまる」と回答していることから、今後の製品化・事業化に意欲的であることがうかがえる。

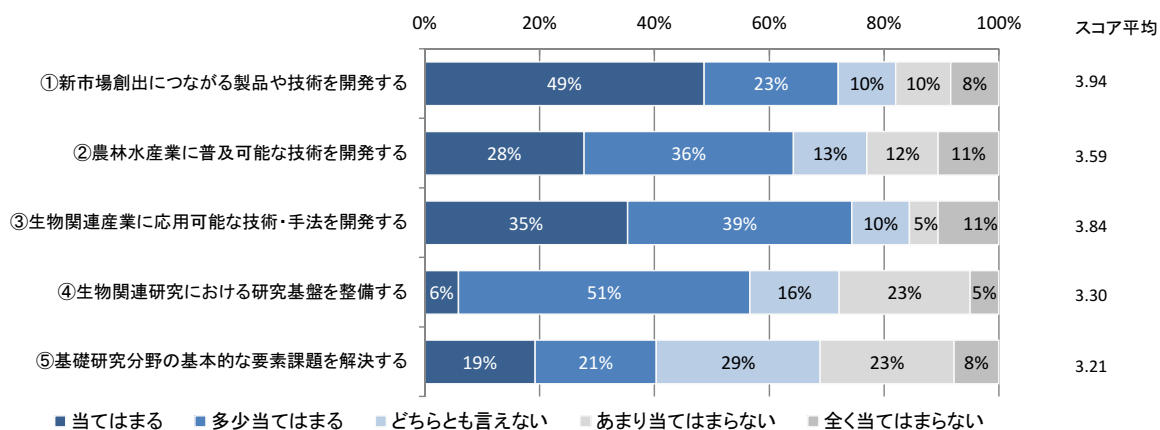


図 2-7 今後の研究の方向性

第3節 研究・技術開発成果の波及効果

1. 科学技術的波及効果

科学技術的波及効果として、「①本研究・技術開発の成果がきっかけとなり、関連分野で新たな発見や成果が得られた」がスコア平均 3.34 で最も高く、当てはまるとの回答が 7 割以上となった。次いで「③他分野との連携により、新しい研究領域の創出につながった」が 2.65、「② 本研究・技術開発が関連分野におけるトレンドをもたらした」が 2.54 と続いた。本事業が各研究・技術開発の発展に寄与したことがうかがえる。

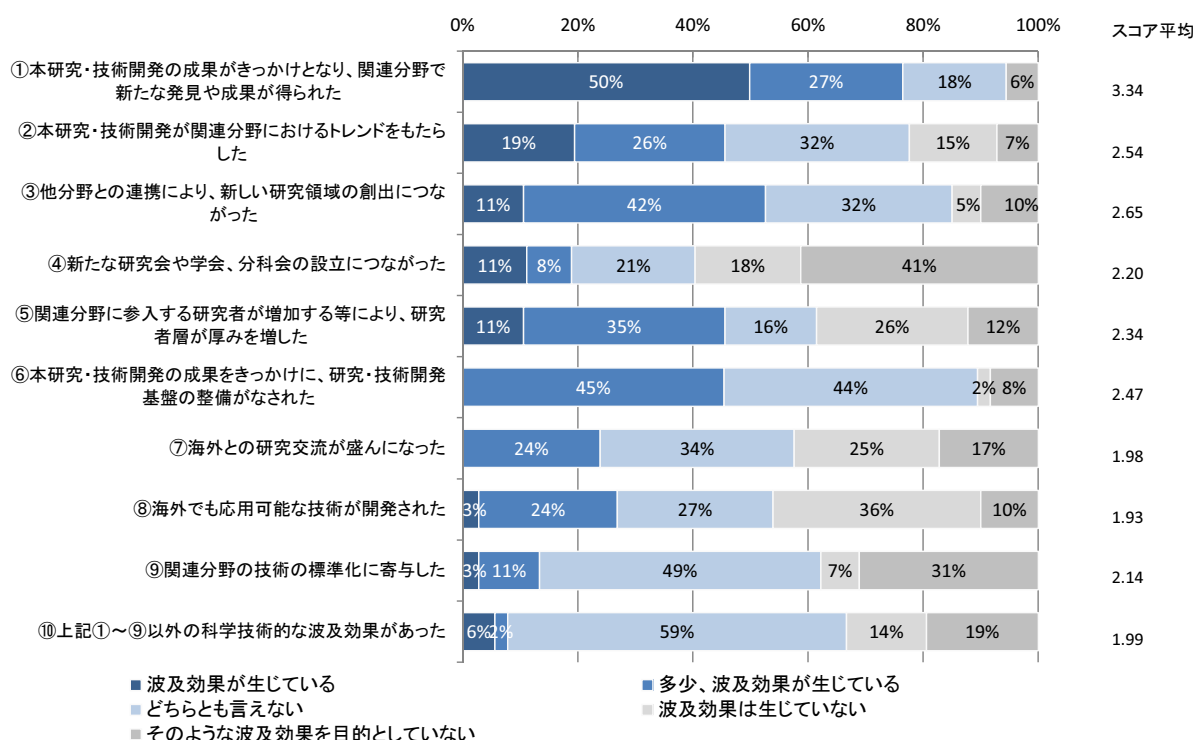


図 2-8 科学技術的波及効果

科学技術的波及効果に関する自由回答記述として、以下のような回答があった。

- 似たような過熱水蒸気を用いた調理加工機がどんどん出始めた。また、過熱水蒸気（スチーム）を用いた機器でも、温度や時間のノウハウを「システムを売る」と言うことで、現場工場へ進出している。同業者として情報交換をしている。
- 不活化花粉の技術は中国、韓国等でも利用されるようになった。中国において、本研究での取得特許を用いた生産が計画されている。
- チェコにおいて、植物ゲノムプロジェクトでの応用技術（遺伝子 FISH におけるシグナルの高感度化など）としての可能性が検討されている。

2. 経済産業的波及効果

経済産業的波及効果では、「①本研究・技術開発の成果が、新市場創出につながる新製品の開発に結び付いた」がスコア平均 3.22 で最も高く、次いで「② 農林水産業に利用可能な新技術の普及につながった」2.80、「③生物関連産業に応用可能な新技術・手法等の開発・普及につながった」が 2.71 と続き、いずれも回答の半数以上が当てはまるとしていることから、半数以上の課題で製品化・実用化に波及効果があったことがうかがえる。

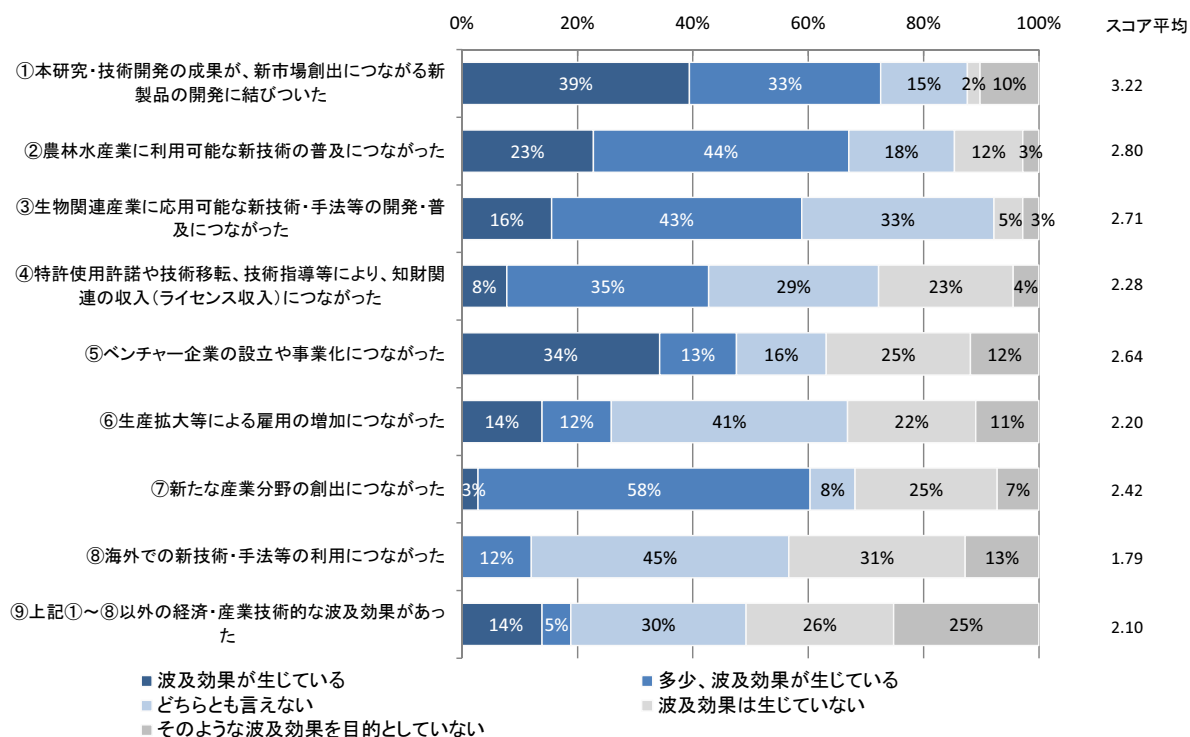


図 2-9 経済産業的波及効果

経済産業技術的波及効果に関する自由回答記述として、以下のような回答があった。

- 過熱水蒸気を扱う会社、あるいは利用する会社との交流が広がった。
- 工業用洗浄分野に展開した。
- 沖縄本島北部の特徴農産物、シークワシャーの知名度が高まり、生研センターの異分野融合研究事業 5 年 (H13-17)、同起業化促進型研究事業 2 年 (H18-19) における膨大な科学的データを背景に、シークワシャー産業として定着するに至った。また、小規模な研究助成ながら農水省の委託研究事業および沖縄県産業振興財団の研究事業に継続した取り組みが行われてきた。特に、大宜味村、名護市の行政部門では生研センターの研究事業として認知されている。

3. 社会的波及効果

社会的波及効果では、「④上記①～③以外の点において、国民生活のQOL向上への貢献につながった」のスコア平均が2.52で最も高く、次いで「③食品の安全や安心な社会づくりへの貢献につながった」が2.51と続いた。後者についてあてはまるとの回答は半数を占めた。本事業が、食品の安全や安心な社会作りを含む国民生活のQOL向上に波及的な効果をもたらしていることが示された。

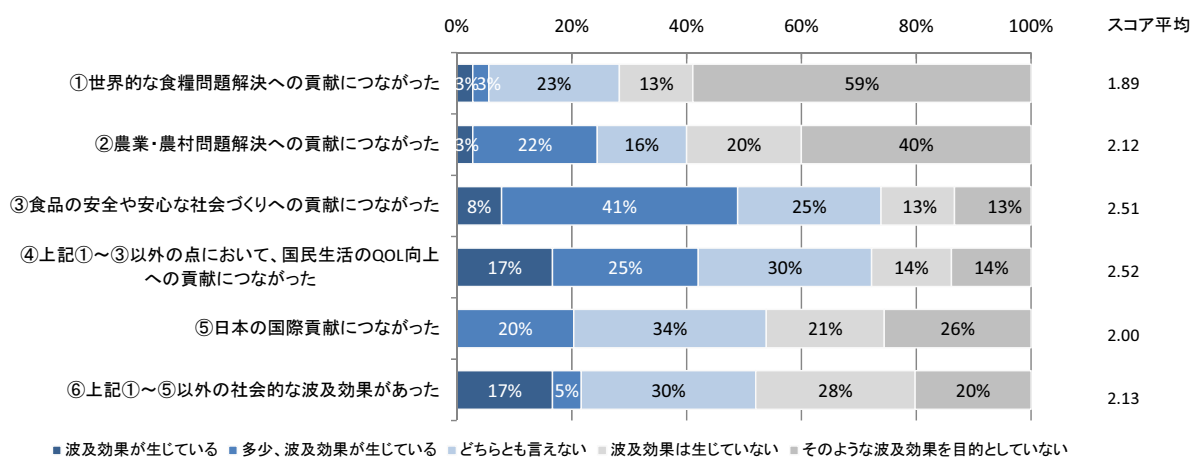


図 2-10 社会的波及効果

社会的波及効果に関する自由回答記述として、以下のような回答があった。

- 野菜の加工において、プランチングや乾燥方法と共に、アドバイスや紹介ができるようになった。
- フードバレーづくりで社会の役に立ち始めている。
- 現在、健康の維持と疾病発症の予防に貢献しうる様々な機能性食品素材の研究開発が進行しているが、それらの素材の効果を検討するにあたっては、我々が発見した予防マーカーが評価の指標の候補に挙げられている。農産物および食品の分野では、今後の研究の進捗とともに、日本発の機能性成分を豊富に含む農産物が生み出されてゆく見通しである。その過程で、当研究で得られたマーカーが、個人の摂食の要否を明らかにする指標となる。
- シークワシャーは、1990年代は5千万円程度の事業規模（濃縮果汁の治京）から、生研センターの一連の研究事業の展開で果汁製品を中心に消費が拡大した。知名度向上に伴う沖縄土産の上位を占めるとともに、多くの沖縄産の健康商品に利用されている。また、大手の飲料メーカーの素材（サントリー、カゴメなど）としても扱われている。大手の多くの商品は、価格と原料の量から限定商品であり、夏季限定であり完売になっていると聞いている。

4. 人材育成効果

人材育成的波及効果では、「①本事業によって若手研究・技術開発者が大きく成長した」のスコア平均が 3.29 で最も高く、次いで「②本事業の研究・技術開発により、参画者の研究機関や学会等での評価が高まった」が 3.11 と続き、人材育成効果が高いことが示された。ただし、海外留学生や外国人研究員・学生の受け入れについては効果が少ない結果となった。

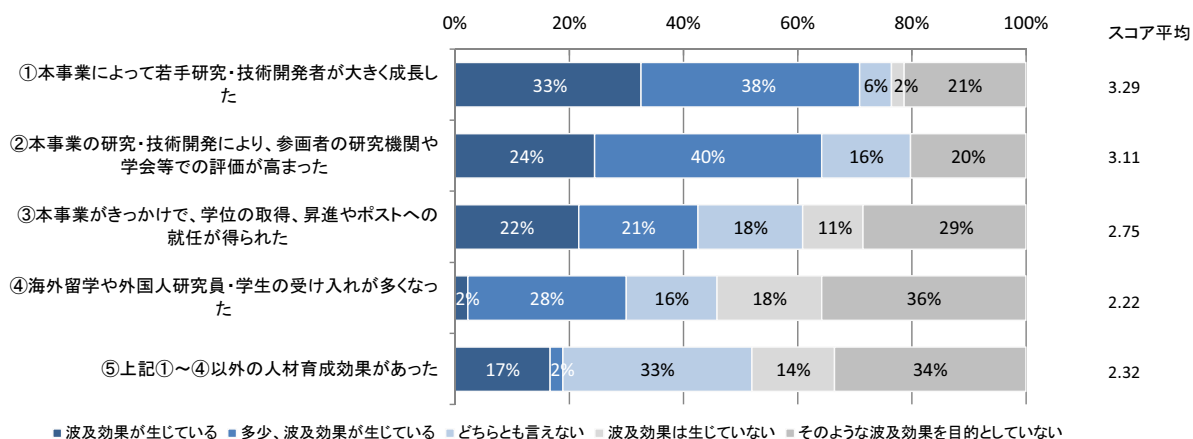


図 2-11 人材育成効果

人材育成効果に関する自由回答記述として、以下のような回答があった。

- 学生の卒業研究（発表）のテーマとして成果を得た。
- 学会等で、泡のつくり方で含有水の性質が変わる事が理解してもらえたと思う。常識的に結論を出すのではなく、やってから考える事の重要性を示すことができた。
- 本事業に関わりでは、本学では3名の大学院生が博士号（栄養科学）の学位を取得した。それぞれ、大学の教職（現在、助手1名、講師2名）に就いており、その延長の研究を継続している。

第4節 事業がなかった場合の影響

1. 事業に採択されなかった場合の研究課題

事業に採択されなかった場合の研究課題について尋ねたところ、「②採択課題は停滞し、ほとんど発展しなかったと思われる」が 59%、「①採択課題の実施は困難になり、中止された可能性が高い」が 21%、「④他の資金を獲得し、採択課題を実施したと思われる」が 20%となり、所属機関の予算内で研究を実施するだけでは発展せず、相応の研究資金が必要であったと推測される。

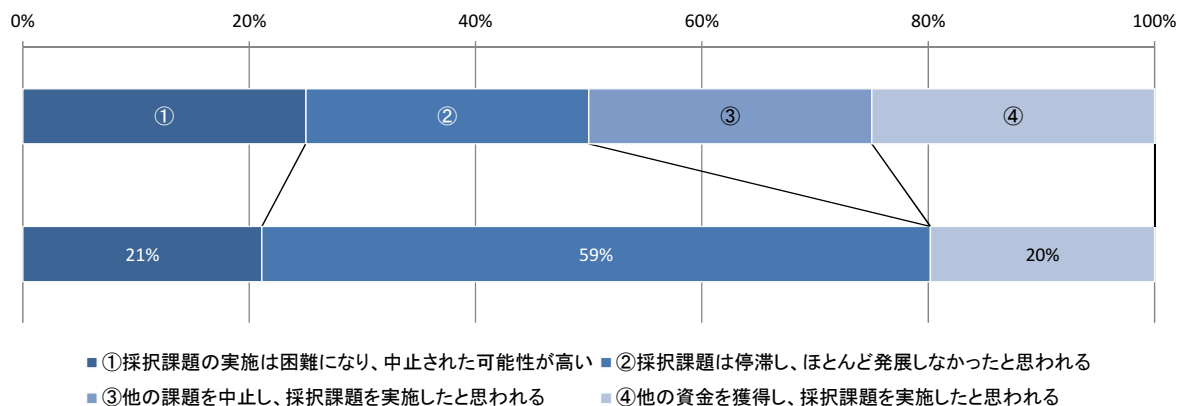


図 2-12 事業に採択されなかった場合の研究課題

2. 科学技術的波及効果へのマイナス影響

事業がなかった場合の影響として、科学技術的波及効果に関して最もマイナス影響が大きい項目としては、「①本研究・技術開発の成果がきっかけとなり、関連分野で新たな発見や成果が得られた」が50%となり、半数に達した。

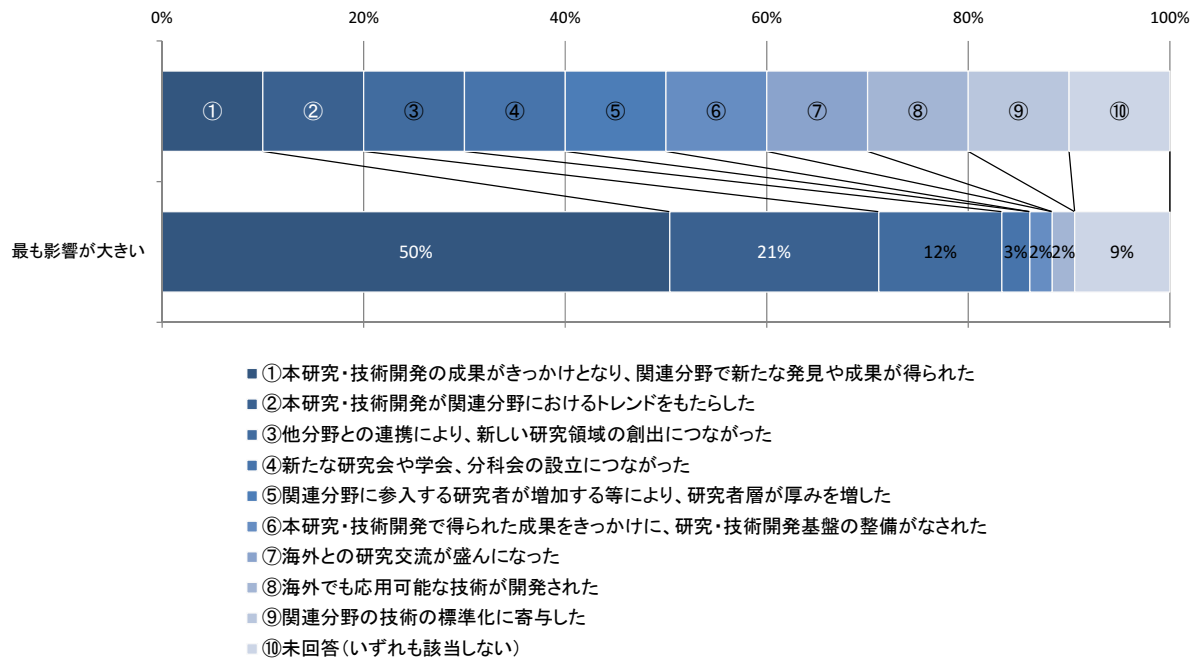
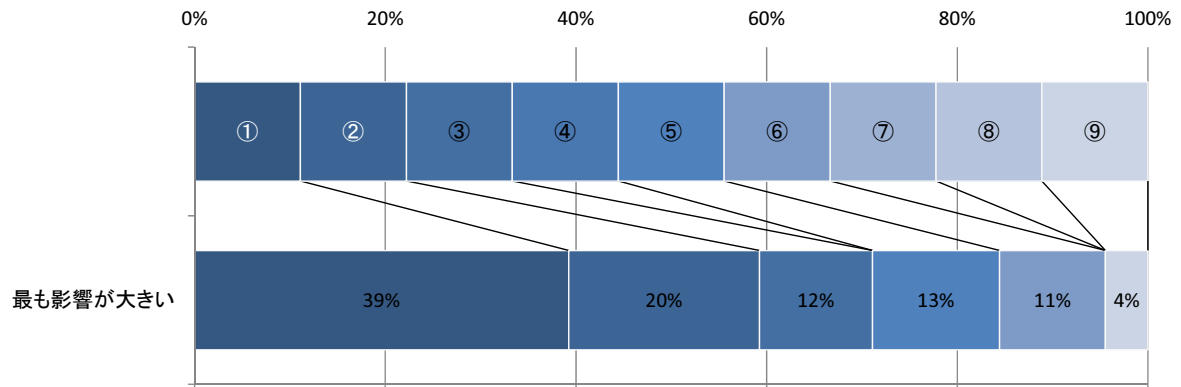


図 2-13 科学技術的波及効果へのマイナス影響

3. 経済産業的波及効果へのマイナス影響

事業がなかった場合の影響として、経済産業的波及効果に関して最もマイナス影響が大きい項目としては、「①本研究・技術開発の成果が、新市場創出につながる新製品の開発に結び付いた」が 39%で最も大きく、次いで「②農林水産業に利用可能な新技術の開発・普及につながった」が 20%との回答が多かった。



- ①本研究・技術開発の成果が、新市場創出につながる新製品の開発に結び付いた
- ②農林水産業に利用可能な新技術の開発・普及につながった
- ③生物関連産業に応用可能な新技術・手法等の開発・普及につながった
- ④特許使用許諾や技術移転、技術指導等により、知財関連の収入(ライセンス収入等)につながった
- ⑤ベンチャー企業の設立や事業化につながった
- ⑥生産拡大等による雇用の増加につながった
- ⑦新たな産業分野の創出につながった
- ⑧海外での新技術・手法等の利用につながった
- ⑨未回答(いずれも該当しない)

図 2-14 経済産業的波及効果へのマイナス影響

4. 社会的波及効果へのマイナス影響

事業がなかった場合の影響として、社会的波及効果に関して最もマイナス影響が大きい項目としては、「③食品の安全や安心な社会づくりへの貢献につながった」との回答が45%で最も多く、次いで「②農業・農村問題解決への貢献につながった」が18%と続いた。

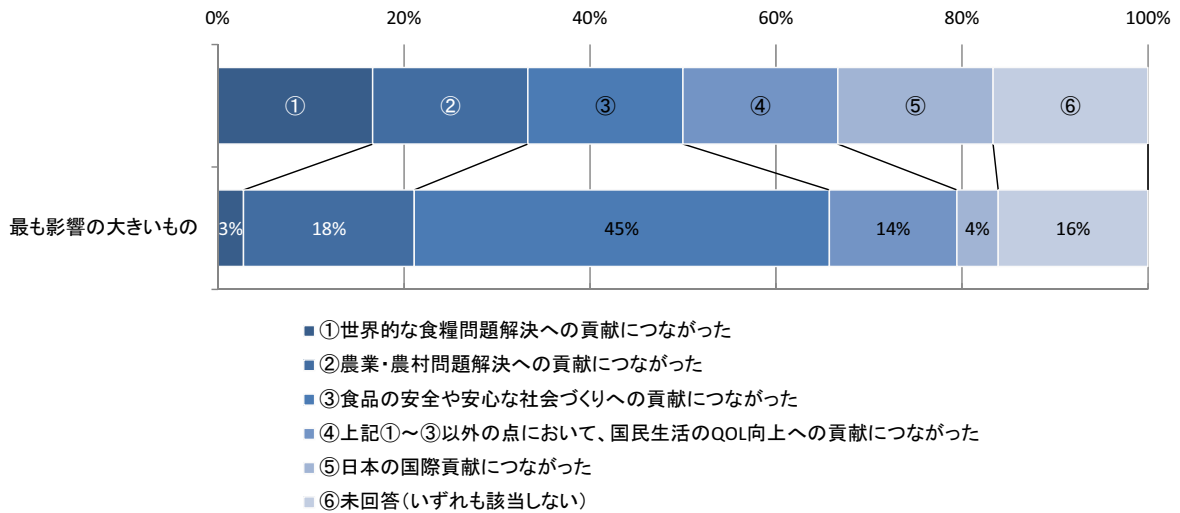


図 2-15 社会的波及効果へのマイナス影響

5. 人材育成効果へのマイナス影響

事業がなかった場合の影響として、人材育成効果に関して最もマイナス影響が大きい項目としては、「②本事業の研究・技術開発により、参画者の研究機関や学会等での評価が高まった」が34%で最も多い結果となった。

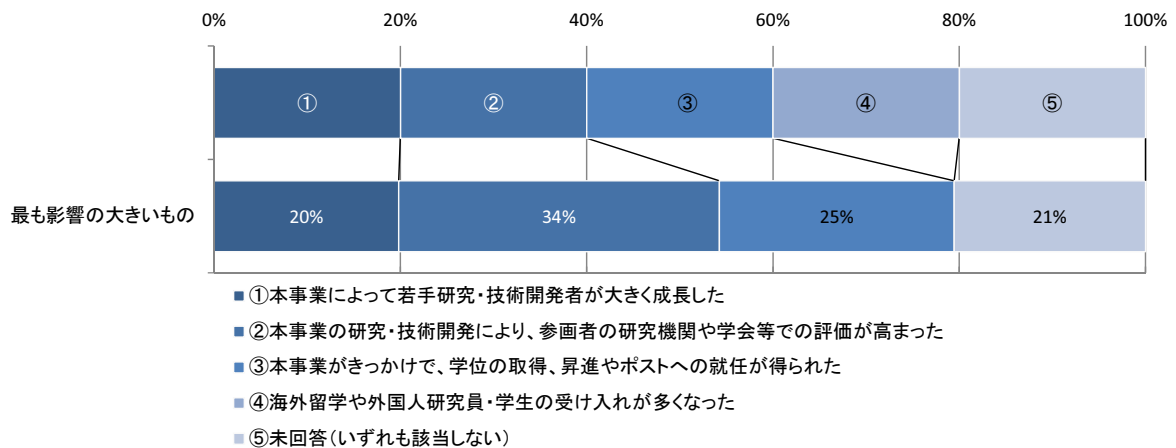


図 2-16 人材育成効果へのマイナス影響

6. 目的の成果・波及効果が得られた／得られなかった要因

目的の成果・波及効果が得られた要因として、「②適切な体制が構築され、体制に応じた資金配分がなされた」のスコア平均が4.54で最も高く、次いで「⑦生研センターからの適切な支援があった」が4.51、「⑤研究・技術開発チーム内での意識・情報の共有がなされた」が4.49、「③リーダーシップが発揮された」が4.46と続いた。全体的にスコア平均が高く、研究・技術開発チームの体制構築および運営について、生研センターからの支援を受けながら、各チームで極めて効果的に実施されていたことがうかがえる。

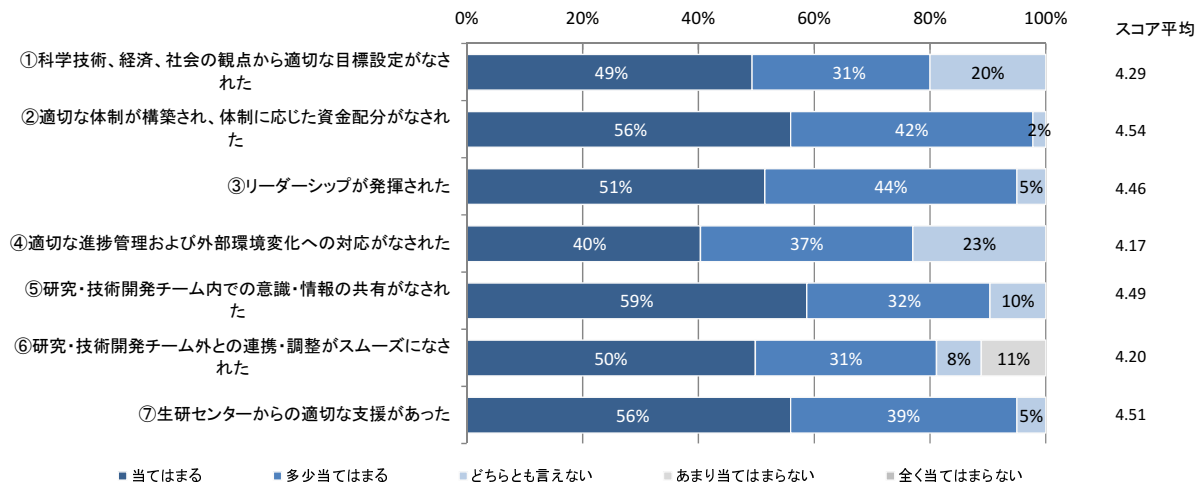


図 2-17 目的の成果・波及効果が得られた／得られなかった要因

その他、目的の成果・波及効果が得られた／得られなかった要因について、以下の回答があった。

- 本事業の評価はSを受けたが、その後に継続的な支援を受けることができず、研究チームは一旦解散状態となり、そこから紆余曲折経て、部分的に再構築している現状がある。継続的な支援を得ることができれば、さらに成果の波及効果を得ることができたと考えられる。
- プロテオミクスの手法を用いて、主目的である食品農産物による疾病の予防マーカーの探索以外に、医薬品（インターフェロン）の対象患者（C型肝炎）における効果の適否を投与前に微量の血液から予測しうるマーカーの探索に成功した（Molecular Medicine 誌）。これにより、プロテオミクスによるマーカー探索手法は、現在世間で注目されているゲノム解析による投薬マーカーの探索手法に引けを取らないばかりか、個人情報的観点からはむしろすぐれている事が明らかになった。
- シイクワシャー産業として育成できた。生研センターの支援なくして、2000年以降の本関連事業の進展はあり得なかった。その要因は、沖縄本島北部が、南国のリゾート（JAL オクマビーチ、ブセナテラス）、美ら海水族館、ならびにそのまま健康と長寿の里としての認識が高かったことも幸いしたと思う。メディアも取扱いやすかった要因と思われる。

第5節 事業の制度設計について

1. 事業規模

事業規模については、「①事業の資金は、研究・技術開発を推進するにあたり必要十分なものであった」のスコア平均が4.43、「②事業の期間は、研究・技術開発を推進するにあたり必要十分なものであった」は3.76であり、研究者からは研究資金の額に対する評価が高かった。

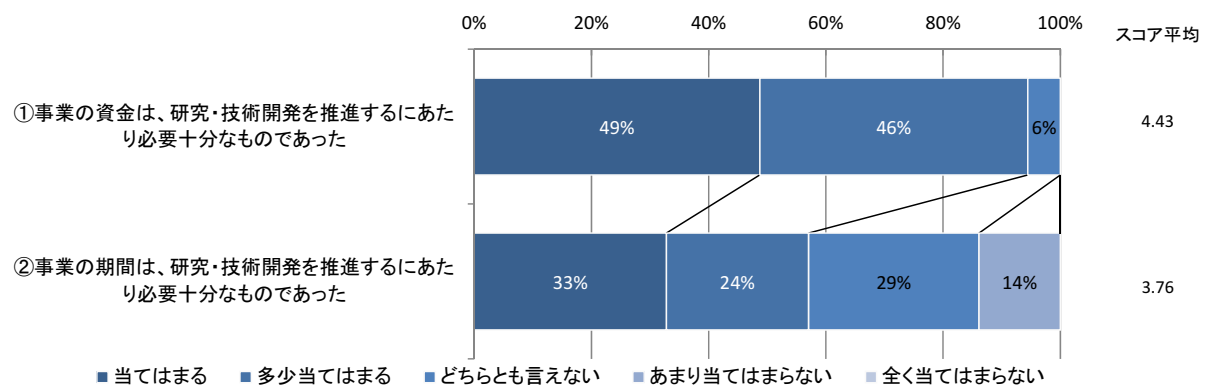


図 2-18 事業規模

2. 課題評価

課題評価については、「①中間評価の内容は、適切かつ納得できるものであった」のスコア平均が4.37、「②事後評価の内容は、適切かつ納得できるものであった」が4.18といずれも高く、課題評価に対する納得性は高かった。

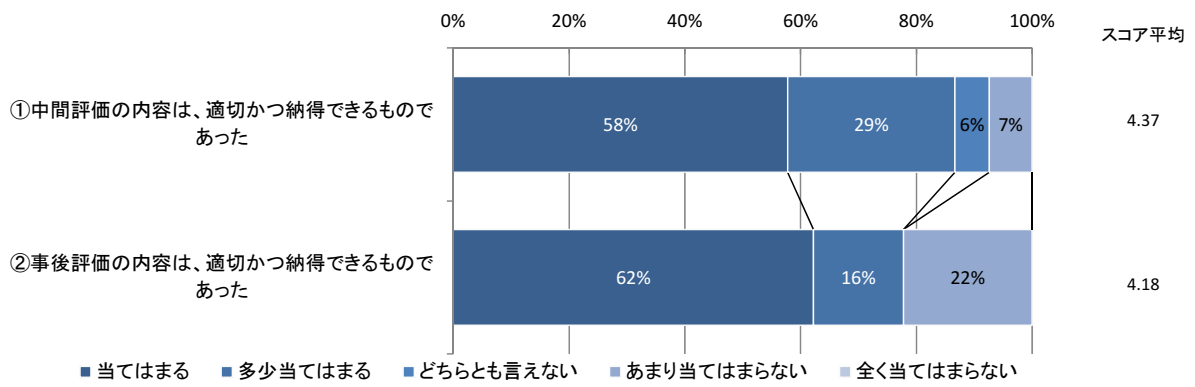


図 2-19 課題評価

3. ご意見・ご要望

事業の制度設計について、回答者より以下のようなご意見・ご要望を頂いた。

- 事業への満足度
 - 農産加工分野での技術開発の予算はほとんどなく、その意味で参画した事業は予算規模及び支援体制も満足できるモノであった。
 - コンソーシアム採択ありがとうございました。フードバレーづくりの人達、企業、大学、研究所との交流提携が広がり始めました。21世紀の一次産業、経済産業構造はスッカリ変わってしまうと思います。水環境問題も解決すると思います。コンソーシアムで得られた考え方、技術を社会の為に生かしたい。と考えております。
 - 生研センターの助成をいただいて疾病予防の指標となるマーカーの探索が大きく進展しました。現在、当社はこれらのマーカー群の知財化を進めるとともに、実際にヒトの疾病予防指標となり得るかを検討するため、臨床データを蓄積しているところです。さらに、疾病予防効果を目指す農水産物とその成分の評価試験にマーカーが容易に使用できるように、POC的測定装置の開発にも取り組んでおります。ベンチャー企業にとっては（創業してから黒字転換に至らない）10年という期間は長きに過ぎる時間ですが、基礎研究からスタートして知財を取得し、実用装置を開発するためには、10年という期間は決して長くはありません。むしろ多大な資金が投入されれば別でしょうが、一案件では公私を問わず取得資金には限りがありました。またその間の社会的状況も大いに影響します。アベノミクスによる医療分野の規制緩和と予防医学による医療費削減に向けた本格的な胎動こそ当社への追い風であり、機能性成分の評価試験での支援を期待しています。
 - シイクワシャー果実の健康機能性研究の展開は、生研センターの推進事業でなされたものである。全国的な知名度向上とともに、アジアの経済的な富裕層の健康意識の高まりの中で評価が上がるものと期待している。このような農産物の健康に寄与する科学的データの蓄積は、地域の活性化に直結するものである。しかしながら、食品産業においては、成功した農産物と類似品（不正表示品）が多く出回っており、この対策が急務となっている。これら真正性を確保するための技術開発も、生研センター事業で積極的に支援することが求められる。真正性を確保するための技術開発事業は、わが国の食の安全、安心なシステム作りの観点からも不可欠な推進事業になると強く信じる。
 - 当方の分担研究課題「(研究分担者：月瀬 東)超小型豚の形態学的ならびに生理学的特性」により、明らかにされた超小型豚の形態学的・生理学的特性に関する基礎的研究成果は、主たる目的であった本動物に対する特許の取得ならびに生産・販売のためのベンチャー企業設立に大きく寄与したものと考えらえる。一方、これらの基礎的研究で得られた成果の公表は特許取得の必要性から敢えて行わず、平成19年度を以って、当該研究課題を終了し、現在に至っている。平成23年11月を以って、研究分担者月瀬 東は日本大学教授を定年退職している。

● 事業運営への要望

- 5年という長期にわたっての研究だったので、資金の使途の適・不適、会計報告の方法などが変わり、随分とやり取りをした。
- 事業の事後評価で高い評価を得た事業については、さらに継続的な支援をいただきたい。それが本事業の場合は得る事ができず、事業の成果を発展させるためにかなりの時間を要してしまった。また、そのために、相当な紆余曲折を強いられ、限られた研究費をやりくりして、現在に至っている。
- 研究期間に報告する論文数は、採択前からの研究が多く（特に初年目はほとんどが採択前の研究成果である）、採択後に掲載される論文は研究期間終了後になることが多い。研究成果の評価においては、この点は考慮すべきと考える。また、県の研究報告書への発表しか認められていない県の研究機関があり、論文数にはカウントされないなどの問題があった。また、農業分野においては国内に向けての発表が好ましい場合も多く（国内の生産者向け情報）、必ずしも海外での発表がよいとは限らないことも勘案すべきである。
- 研究事業を採択していただき、大変感謝しております。一方で、報告書等の提出物が非常に多くて煩雑で、作成のために多くの時間と労力が必要でした。他の外部資金並みに、もっと簡略化していただければと思いました。

第3章 詳細調査

第1節 アクアガスを用いた高品質汎用食材の新規調製技術の開発

生物系産業創出のための異分野融合研究支援事業（異分野融合研究開発型：平成15年度～19年度）
技術コーディネーター：五十部 誠一郎（（独）農研機構 食品総合研究所〔事業当時〕）・小笠原 幸雄（（株）タイヨー製作所）・根岸 由紀子（女子栄養大学）・山中 俊介（（株）ローズコーポレーション）・名達 義剛（（有）梅田事務所）

中課題	所属（事業当時）	研究者
① アクアガスの基礎特性の解明	（独）農研機構 食品総合研究所	五十部 誠一郎
② アクアガスを用いた調製装置の開発	（株）タイヨー製作所	小笠原 幸雄
③ アクアガス加熱食材の基礎的加工特性の解明	女子栄養大学	根岸 由紀子
④ アクアガス加熱食材の食品加工特性の解明	（株）ローズコーポレーション	山中 俊介
⑤ アクアガス加熱食材の調製技術の開発	（有）梅田事務所	名達 義剛

ヒアリング協力者：五十部 誠一郎（日本大学生産工学部 マネジメント工学科〔現所属〕）

ヒアリング実施日：平成25年10月22日

1. 研究の背景と位置づけ

(1) 開始時の研究分野や社会の動向

近年、国産農産物の利用拡大において、生野菜などの殺菌処理を含めた農産物一次加工技術の開発が強く求められていた。また、加熱媒体として過熱水蒸気が着目され、過熱水蒸気オーブンが家庭用としても普及していたが、食材からの水分の蒸発による食感や歩留まりなどが低下する可能性があり、その点が課題として残されていた。

本研究課題に先立ち、平成12～13年頃、（独）農研機構食品総合研究所が梅田製作所およびタイヨー製作所とともに水蒸気による加熱による食品加工の事業化を検討していた際、加熱条件等を試行錯誤する中で、アクアガス（微細水滴を含有する過熱水蒸気）を発生させる条件を発見した。アクアガスとはより詳しくは、「処理チャンバー内に加熱した水を微細化して噴霧して発生させる微細水滴と過熱水蒸気の混合状態」という状態と当該研究関係者が定義するものである。アクアガスを食品加工等に用いることにより、従来の過熱水蒸気によりも、さらに効率的な加熱が可能になること、食品の乾燥を防ぎ、水分制御等による高品質の加工が可能になることが期待された。

当初、アクアガスは気体水と呼ばれたが、これをアクアガスと命名するとともに商標登録を行った後に、本研究課題をプロジェクト化した。

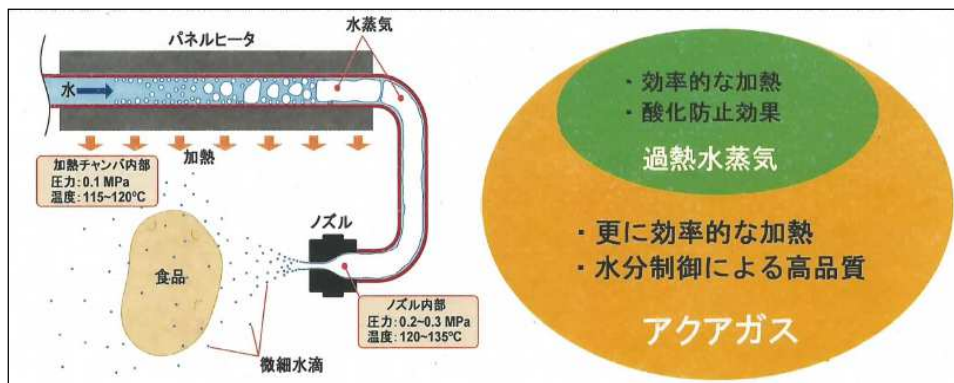


図 3-1 アクアガスの発生機構と従来の過熱水蒸気との違い

(2) 応募の目的／他制度への応募状況

微生物汚染が少なく、旬の美味しい野菜を生産地で一次加工し、安心、安全で美味しい素材を長期間安定的に利用し、消費者へ供給するシステムを構築することを目的とした。

農産物の一次加工技術として、当時、北海道などの農業地域では野菜の品質を維持できる良い技術がなく、これに対する提案を意識した。さらに生物関連産業で利用可能な新技術として、効率的な殺菌技術の開発も意識した。さらに基盤技術として熱の伝送方法としてオートクレーブ等への応用の期待もあった。これらの目的や期待を持って本事業への応募がなされ、採択された。

なお、他の農林水産省・関連機関（生研センターを含む）の制度について応募を検討した。

(3) 当該事業の意義

仮に本事業に採択されなかった場合、採択課題の実施は困難になり、中止された可能性が高い。その場合、装置の完成度が現状程度まで高まったかが疑問であるとされる。

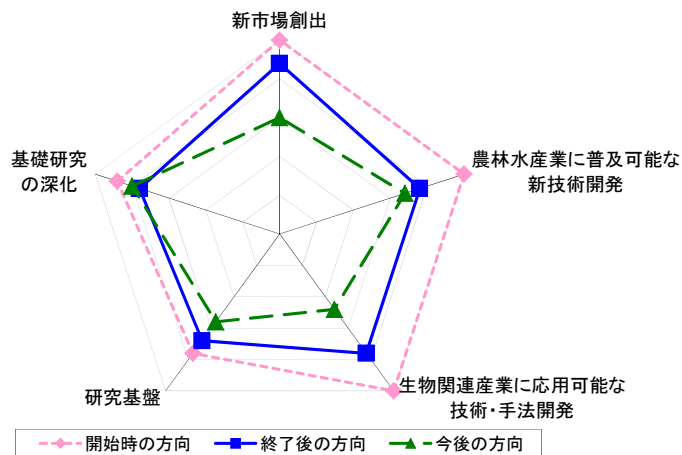
大きな予算がないと水滴の挙動を観察するための高速カメラや、熱解析などの高度な機器の購入が難しく、ユーザー企業の信頼性を得るに足るデータの取得等が出来なかったと見られる。本事業による予算を投入することで、高速度カメラや試験装置を購入し、実用化に耐ええる解析精度の向上が出来た。この結果、企業との連携活動で得たアイデアを実用化技術として実現出来た。また、食品機械メーカーは小規模なところが多く、研究開発に振り向けられる予算が限られており、これを支援し実用化につなげる意味で、本事業の意義は大きいと考えられる。

(4) 研究の狙い

上述のような背景の下、本研究課題では、アクアガスを用いた加熱装置を開発し、旬の美味しい野菜を生産地で高品質一次加工し、安心・安全で美味しい素材を長期間安定的に消費者に供給するシステムを構築することを研究の目標とした。合わせて、アクアガス加熱装置の調理加工、殺菌への応用について研究を行い、病院および学校などへの給食の提供や、中食・外食産業における高品質かつ安全な食品の提供を行うこととした。

2. 研究の展開

研究者へのアンケートおよびヒアリングの調査の結果（「当てはまる」「多少当てはまる」「どちらとも言えない」「あまり当てはまらない」「全く当てはまらない」の5つの回答）をスコア化し、事業の開始時、終了時、今後の研究の方向性をレーダー図で示した。なお、未回答は、「どちらとも言えない」として集計した。

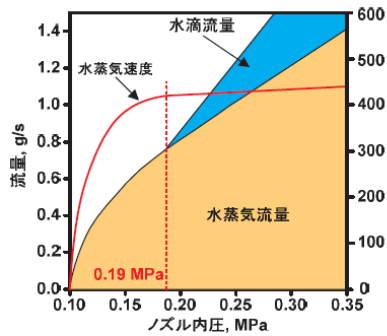


本研究課題はアクアガスを用いた加熱装置を開発し、農産物の一次加工や食品産業での利用システムを構築することであり、当初から新製品開発・農林水産業などの産業利用技術開発の比重が高かったが、研究の進展によりアクアガス加熱装置の実用化の目途が得られ、研究の焦点は新市場創出につながる製品開発に絞られたと見られる。今後の方向性としては、食品産業向けの製品化が実現したため、農産物の表面殺菌などの従来の殺菌方法よりも高品質維持の殺菌技術などへの利用など、農林水産業に普及可能な技術の開発の方向に向いているといえる。

事業の開始時から今後の展望までの全体像を示した。

事業期間中の研究成果

アクアガスの基礎特性の解明および加熱装置開発



常圧におけるアクアガスの安定的発生条件を確認、噴霧ノズル口径などの変化による発生機構を解明



アクアガスを安定的に発生させ、食品加工ができる加熱装置を開発(厨房用、大量生産用の2種類)

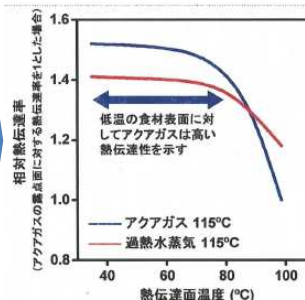
アクアガスについて、より効率的な加熱と高精度な制御が可能になった

アクアガスを用いた農産物の一次加工技術の開発

ジャガイモ、カボチャ、豆類、トウモロコシ、鶏肉などを試料に一次加工素材調製技術を開発



アクアガスの食品加工特性の解明および調理・加工食品の開発



アクアガスにより品質が向上、調理工程が省力化できる食品150種のレシピ開発(写真はポテトサラダ)

食材ごとのアクアガス加熱の最適条件の解明

その後の展開

食品メーカーとの共同開発

造粒工程への応用・食品作業における実用利用



用途開発の継続

一般の調理への応用研究、レシピ集の拡充



他分野への応用展開

野菜の表面殺菌、病院給食への高品質殺菌素材の調製

今後の展開

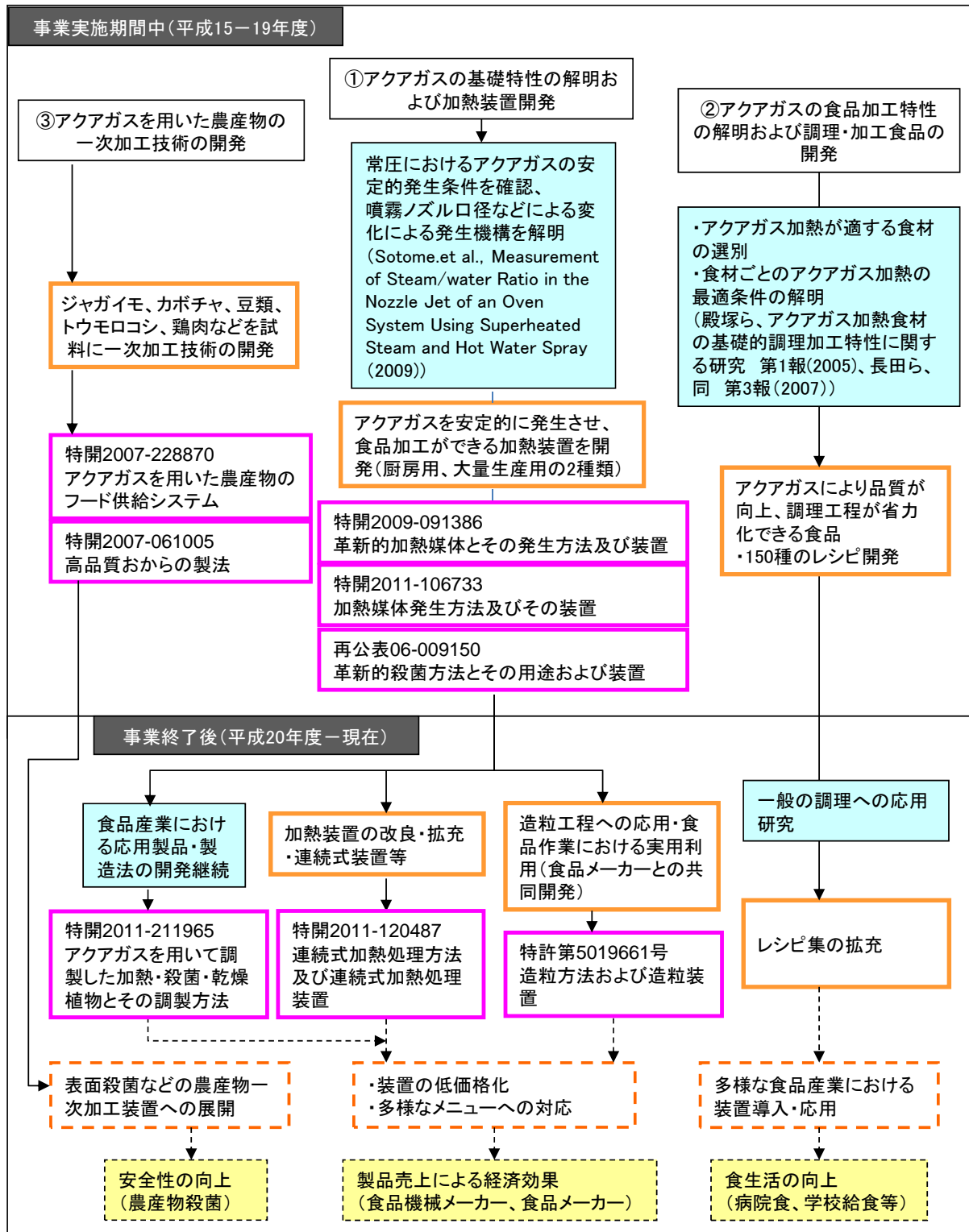
導入数拡大に向けた装置の低価格化、多様なメニューへの対応

殺菌・乾燥などの農産物一次加工装置への展開

他分野への応用展開

文献調査・特許調査やインタビュー調査の結果を基に俯瞰図を作成し、下図に記した。

□ 中課題 □ 研究成果 □ 特許出願 □ 実用化 □ 効果



(注) 点線部は将来的に実現するものを意味する。

3. 当該事業における研究の実施状況

(1) 研究目的

アクアガスを利用することで、旬の美味しい野菜を生産地で高品質一次加工し、安心・安全で美味しい食材を長期間安定的に消費者へ供給するシステムを構築することを目的としていた。

達成目標としては、アクアガスによる食品加工を実用化するため、アクアガスの伝熱特性などの基礎特性の解明とその知見に基づくアクアガス加熱装置の開発、ならびにアクアガスによる調理・加工食品の開発、およびアクアガスを用いた農産物の加熱による長期保存技術の開発を目標とした。

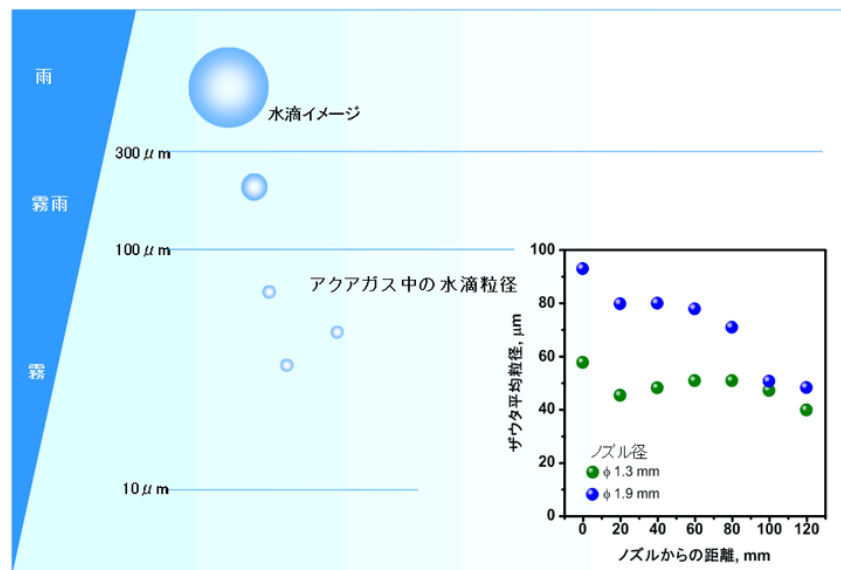


図 3-2 アクアガス水滴粒径

(2) 研究内容

1) アクアガスの基礎特性解明および加熱装置開発

アクアガスの発生メカニズムを明らかにし、アクアガスの物質的な性状(水滴/水蒸気比、水滴密度、酸素濃度等)について明らかにした。またアクアガス発生条件がアクアガスの物質的な性状に与える影響について解明を行い、アクアガスを安定的に発生させ制御する技術を開発した。基礎特性の解明から得られた知見および食品開発・加工現場における試験をもとにアクアガスによる調理・食品加工を行う装置の開発を行い、厨房用アクアガス加熱装置および大量生産型アクアガス加熱装置の実用機を開発し、またそのコストダウンについて検討した。またアクアガス加熱時におけるアクアガスと食材間の伝熱性や物質移動現象について解明を行い、調理・食品加工特性解明のための基礎的な知見を得た。

2) アクアガスの食品加工特性の解明および調理・加工食品の開発

アクアガスおよび他の加熱媒体により加熱加工された食材について、各種成分の分析および官能試験を行い、アクアガスの食品加工特性について明らかにした。またアクアガスの加熱特性およびアクアガスにより加熱された食材の性質を利用し、アクアガス加熱調理に特化したメニューおよびレシピ

を開発し、さらに調理現場における省力化についても検討した。またアクアガス加熱により食味、食感、日持ち、コスト等において優れた加工食品について試作販売を行いその実用性について検討を行った。

3) アクアガスを用いた農産物の一次加工技術の開発

ジャガイモ、カボチャ、トウモロコシ等、収穫が一時期に集中しており流通量の季節変動が大きく端境期に品不足が起こる農産物を主な対象として、アクアガス加熱により農産物中の酵素を加熱失活させるブランチング処理および加熱殺菌処理を施すことにより、品質を長期間安定させ保存する技術を開発した。アクアガス加熱加工による農産物の食味、テクスチャー変化について明らかにし、また貯蔵された農産物による食品調製を行い、アクアガス加熱加工された食材の品質安定性について明らかにした。またそれぞれの農産物に最適なアクアガス加熱条件の導出を行った。

(3) 研究体制

コンソーシアムは、原理解明・装置開発・普及方法の検討を一体となって行うため、事業開始以前からの共同研究体制をベースとして、産学官での連携体制により形成された。

機関名	技術コーディネーター	担当課題名
(独)農研機構食品総合研究所	○五十部誠一郎	アクアガスの基礎特性の解明
(株)タイヨー製作所	小笠原幸雄	アクアガスを用いた調製装置の開発
女子栄養大学	根岸由紀子	アクアガス加熱食材の基礎的加工特性の解明
(株)ローズコーポレーション	山中俊介	アクアガス加熱食材の食品加工特性の解明
(有)梅田事務所	名達義剛	アクアガス加熱食材の調製技術の開発

なお、平成 17 年には、アクアガス技術普及協議会が組織され、これを中心にして、現象の解明・最適化、機器開発、調理法の開発など、ソフトとハードの一体的開発を実施して、従来にない新しい加熱システムの実用化を達成した。

さらに病院給食を含めた調理分野ではアクアクッカー事務室を女子栄養大学駒込校舎内に設置し、新規調理加工についての開発を進めるとともに、技術の普及を目的に HP を開設した。

(4) 研究成果

コンソーシアム全体の研究成果としては、平成 17 年度には湿り水蒸気、アクアガス、過熱水蒸気の 3 種の加熱媒体の一元的制御を可能とする技術が開発され、その後、さらに加熱効率を高めた熱水付与方式アクアガス技術、アクアガス状態を確実に発生させる臨界圧噴射方式アクアガス技術等が開発され、より効率的な加熱が行えるアクアガスの発生および高精度なアクアガスの制御が可能となった。なお、アクアガス加熱装置の実用化において、現在においてはすべてのアクアガス加熱装置から

発生しているアクアガスはこの時点で臨界圧噴射方式アクアガスと呼んでいたものであり、加熱効率を向上し、また十分制御している状態である。アクアガスの食品加工特性の解明においては、アクアガスと飽和水蒸気、過熱水蒸気等、他の加熱媒体を用いて加熱した場合の栄養成分の変動を比較することにより、アクアガス加熱が適する食材を選別し、また食材毎のアクアガス加熱の最適条件を導出した。

アクアガスによる調理メニュー、加工食品・食材の開発においては、アクアガスの加熱特性を利用した新規メニューの創出および既存メニューの大量調理の際における高品質化、あるいは調理の省力化を可能とするレシピの開発を行った。またアクアガスにて調理することにより食味・食感を向上させた惣菜品を開発し、市場における販売を通してアクアガス加熱技術の有用性を実証した。この惣菜品ではアクアガスを用いて調理することにより微生物の繁殖を抑制できることも確認された。またアクアガス加熱による生野菜等の殺菌技術の開発を行い、学校給食および病院食等、これまで生野菜の供給が困難であった場面における生野菜を用いたメニュー提供の可能性を切り開いた。

各研究成果について以下に詳しく示す。

1) アクアガスの基礎特性の解明およびアクアガス加熱装置の開発

(i) アクアガスの発生メカニズム解明および制御技術の開発

アクアガス発生器ではポンプから圧送された水が細管内にて加熱されるが、このとき細管内では水が沸騰することにより気液混合状態となり、また圧力が上昇することが明らかになった。発生した水蒸気はノズルから絞り膨張により噴出し過熱水蒸気となり、水は水蒸気流の剪断力により微粒化され、過熱水蒸気と微細水滴の混合体であるアクアガスが発生することが明らかになった。

(ii) アクアガス加熱装置の開発

平成 15 年度にアクアガス発生装置および食品加熱室を備えたアクアガス試作原型機(タイヨー製作所設置)が試作され、この機械をベースに各研究機関でアクアガス状態の特性把握や食品加工などの検討用に、ほぼ同様な能力を有するアクアガス試作 1 号機(食品総合研究所設置、平成 15 年度)、アクアガス試作 2 号機(女子栄養大学設置、平成 16 年度)、アクアガス試作 3 号機(ローズコーポレーション設置、平成 16 年度)を開発し、配備した。平成 17 年度には、大量生産型アクアガス加熱装置(アクアクッカー) 実用機を開発し、更にアクアガスの基礎特性解明用に特化したアクアガス試作 4 号機(食品総合研究所設置)を開発した。



図 3-3 大量生産型アクアクッカー

さらに平成 18 年度にはあらたに開発された熱水付与方式アクアガス加熱技術を搭載した厨房用アクアガス加熱装置の実用機を想定したアクアガス試作 5 号機を開発し、平成 19 年度には臨界圧噴射方式アクアガス加熱技術を搭載した、アクアガス試作 6 号機（図 3-4）び大型アクアクッカー実用機を開発した。またこの間、装置のコストダウン等の開発を図りつつ、平成 19 年には、事業化に向けた厨房用アクアガス加熱装置及びアクアクッカーの製造販売の体制がほぼ整った。



図 3-4 厨房型アクアクッカー

(iii) アクアガスの伝熱特性

アクアガス、過熱水蒸気および熱水によるジャガイモ加熱試験を行った。またアクアガスの食材加熱特性が非線形性を示すことから、熱伝達率の熱伝達面温度依存性について調べるため、熱伝達面の温度制御が可能な熱流計を作製してアクアガス、過熱水蒸気および高温空気の熱伝達率測定を行った。図 3-5 に示すようにアクアガス、過熱水蒸気共に熱伝達面の温度が 100℃以下では凝縮が確認され、凝縮潜熱による高い平均熱伝達率が測定された。

以上の結果からアクアガス加熱は、生鮮食品の表面短時間加熱殺菌等に応用することにより良好な結果が得られえることが期待された。

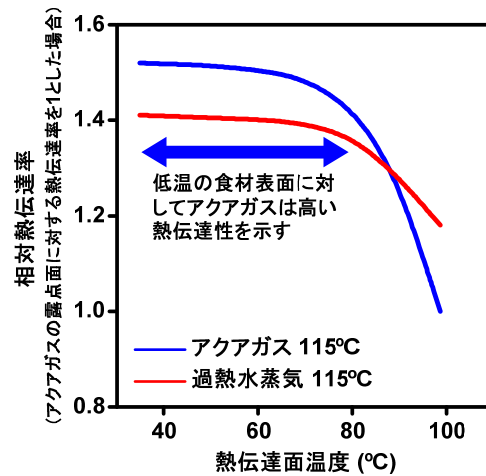


図 3-5 アクアガスの熱伝達特性

また、熱水付与方式アクアガスおよび臨界圧噴射方式アクアガスにより、更に大きな体積熱量を持ち高い熱伝達効率を持つアクアガスを発生・制御することが可能となった。さらに、臨界圧噴射方式アクアガス等においても、水滴密度を制御することが可能であることから、加熱対象、目的に応じた最適な水分状態にて食材を加熱することにより高品質な調理・食品加工を行うことが可能になると期待された。

2) アクアガスの食品加工特性の解明および調理・加工食品の開発

(i) アクアガス加熱による食品の各種成分の変化

アクアガス加熱が食品の各種成分に与える影響を明らかにするため、アクアガス、熱水による茹でおよびスチームコンベクションオープン(飽和水蒸気ないしは湿り空気加熱)にて各種農産物の加熱試験を行い、各種農産物の水分およびビタミン C 含有量の測定を行った。この結果、ジャガイモ、ブロッコリーおよびキャベツ、キュウリ等のサラダ用食材において、特に、水分量変化が少なく、またビタミン C 残存率が高いことが明らかになり、アクアガス処理が有効な処理法であることが示された。

(ii) アクアガス加熱による食品の歩留り、色彩、テクスチャーの変化

アクアガス加熱により、これらの問題を解決すべく臨界圧噴射方式アクアガス (sAQG) を用いて加熱蒸し煮試験を行った結果、改良前のアクアガス加熱 (rAQG) や他の水蒸気加熱においてみられる豆の乾燥による歩留り低下が見られず、結果としてレトルト処理 (STM: 圧力釜処理) に匹敵するやわらかさとなり、またレトルト処理の欠点であった変色も見られず (図 3-6)、臨界圧噴射方式アクアガス加熱が有用な技術であることが確認された。

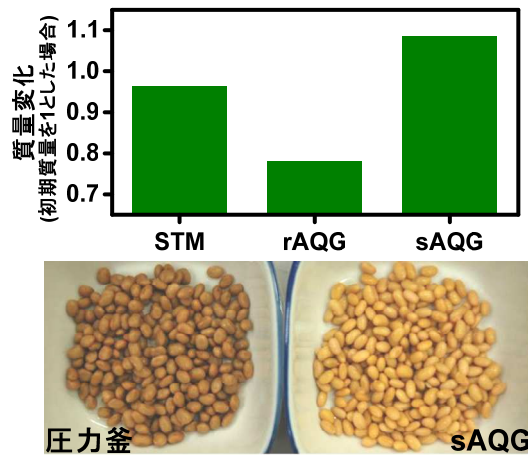


図 3-6 アクアガスによる食材加工（歩留り）

(iii) アクアガス加熱の食品に対する殺菌効果


ポテトサラダの材料となる野菜類をアクアガスにより殺菌処理を行い、調製したポテトサラダの日持ちについて検討した。検査の結果、対照区においてポテトサラダからは 10^3 CFU/g の一般細菌が検出され、保存後には一般生菌数は 10^5 CFU/g に増加したが、アクアガスにて調製されたポテトサラダにおいて一般生菌数は検出限界以下であり、保存後においても微生物の増殖は見られずアクアガスによる食材の殺菌効果が確認された。

(iv) アクアガスによる調理メニュー・レシピの開発

アクアガス加熱技術は調理の省力化やその加熱殺菌特性から、学校給食、病院食等の大量調理に極めて適しており、アクアガスの大量調理への有効性を実証するため、アクアガス加熱に特化したメニュー・レシピを 150 種開発した（図 3-7）

Marinated Vegetables In Korean Style

ナムルの各種



<材料:1人分>

じゃがいも	1個	1.	じゃがいも、にんじん、だいこんは皮をむいてマッシュする。じゃがいもは水にさらしておく。きゅうりは皮を剥き、口取りにする。もやしは湯をきる。
にんじん	1本	2.	ひじき（乾）は10倍量の水を加えてAQQで4分加熱し水気をきる。
もやし	100g	3.	1をホテルパンに盛り、AQQで加熱する。具はじゃがいも、にんじん、もやしが1分、きゅうり、だいこんは30秒。
きゅうり	1本	4.	2、3を好みの調味料と和える。
だいこん	1本		
など			
ひじき（乾）	5g		
（戻して50g）			

調味料(ナンブラー産原)

ごま油	3g
ナンブラー塩	3g
塩	0.1g
砂糖	2g
酢	1.5g
すりごま	2g
長ねぎ(みじん切)	2.5g

（調味料）

ごま油	3g
塩	2g
砂糖	2g
酢	2.5g
すりごま	2g
おろしにんにく	0.2g
長ねぎ(みじん切)	2.5g

POINT!
(AQQの効果)

AQQで加熱することで、長時間での加熱が可能で、中心温度が中心から均等に伝わり、また湯水加熱に比べ、栄養素の損失が少ない。

JG 女子栄養大学
2号館5フロイトア1号棟1階

ナムル各種

Broccoli in Mustard Sauce

ブロッコリーの辛子和え



<材料:1人分>

ブロッコリー	60g	1.	ブロッコリーは小房に分け、ホテルパンに盛べてAQQで5分加熱する。
練り辛子	1g	写真A	
しょうゆ	6g	2.	練り辛子、しょうゆ、酢をボウルに合わせ、1を加えて和える。
酢	4g	写真A	

1/1ホテルパン1枚あたり
20人分

POINT!
(AQQの効果)

AQQ加熱したブロッコリーは、色、香、味ともに良い。素材の風味がいきている。時間経過による色の変化(退色)が小さい。

ブロッコリーの辛子和え

図 3-7 レシピ集の抜粋 (全 150 種)

(v) アクアガスによる惣菜品の調製と試験販売

アクアガス加熱装置により加熱されたジャガイモ（ダンシャク）を用いたポテトサラダ、またアクアガス加熱装置により調理された豚角煮、牛スジ煮込みを量産化試作した。いずれの試作品も官能検査の結果、食味・食感等においてアクアガス加熱装置を用いて量産化試作されたものが良好であった。

また大量生産型アクアガス加熱装置にて量産化試作したポテトサラダなどの製品評価の優れた食品が製造できることを2年以上に渡る試験販売により明らかにした（平成17年10月の試験販売開始より、5アイテムで合計330万パック：株式会社カスミの食品スーパーマーケット127店舗にて月間10万パック以上）。以上の試験販売結果からもアクアガス加熱技術の実用性が実証された。

3) アクアガスを用いた農産物の一次加工技術の開発

生産地での農産物の一次加工技術として、ジャガイモ、カボチャ、豆類、トウモロコシなどを試料とし、さらには、畜産関係の一次加工技術として、鶏肉などを試料とし、検討を行った結果、ジャガイモでは、収穫後の酵素失活を目的とした必要最小限のアクアガス処理により、デンプンの貯蔵中の還元糖への変換が抑制され、また歩留まりも高い一次加工食材が調製出来ることが明らかになった。

一次処理については生産地での大量連続処理が必要であり、実際の事業化についてはアクアガス加熱装置の連続処理などの検討が必要であり、一部農産物を対象にした設計を行った。

4. 事業終了後の状況

(1) 研究の発展状況

本研究課題終了後も、機器開発においては厨房型加熱装置のラインナップ拡充や、連続式装置の開発、攪拌加熱型の開発など、ユーザーのニーズに応じた多様な機器開発が、株式会社タイヨー製作所等と連携して進められている。新たに開発した連続生産型や発生機については、その用途開発を新規ユーザーとの共同研究において進めており、既に野菜のブランチング処理や食品加工（スープなどの造粒処理）での実用化を開始している。例として、株式会社ポッカコーポレーション（現 ポッカサッポロフード&ビバレッジ株式会社）と連携して、アクアガス発生器を液体からの造粒に用いる装置開発がなされており、当該技術を用いた製品が平成 24 年より販売されている。

また、基礎研究が(独)農研機構食品総合研究所で継続されている。具体的には、アクアガスと食品との熱・物質移動メカニズムおよびアクアガスの殺菌メカニズムの解明が継続されている。

給食施設および外食産業におけるアクアガス加熱装置の導入を進めるため、アクアガスの特長を活かしたレシピの開発を継続し、女子栄養大学により、アクアガスを用いた食品加工・調理方法の一般調理への応用が研究されている。

また、食品産業における当該技術・装置を用いた加工方法の研究・開発が、株式会社ローズコーポレーションや有限会社梅田事務所で継続されている。

(2) 新たな研究成果

株式会社タイヨー製作所等と連携して、厨房型の機種拡大、連続式装置、攪拌加熱型の実用機が開発された。具体的には以下のような受賞成果が得られている。

- (株)タイヨー製作所が北海道新技術・新製品開発賞ものづくり部門大賞を受賞（平成 20 年度）
- 優れた高品質殺菌技術として、日本缶詰協会技術賞を受賞（平成 20 年度）
- 高品質の食品加熱技術として、日本食品科学工学会及び(財)飯島記念食品科学振興財団の技術賞を受賞（平成 22 年度）

株式会社ポッカコーポレーション（現 ポッカサッポロフード&ビバレッジ株式会社）と連携して、アクアガス発生器を液体からの造粒に用いる装置開発がなされ、カップスープ等の実用生産に用いられている。

女子栄養大学により、アクアガスを用いた食品加工・調理方法の一般調理への応用が研究成果を活用し、新たなレシピ集「アクアクッカー・レシピ集」（2013 年）が出版されている。

(3) 波及効果

1) 科学技術的波及効果

アクアガスを発生させる基本的な条件を解明し、その装置への応用、調理方法への応用等に関する数多くの論文が発表された。

特に、以下の受賞が特筆される。

- 社団法人日本食品科学工学会「平成 22 年度技術賞」（微細水滴含有過熱水蒸気（アクアガス）を核とした高度加熱システム技術の実用化）
- 財団法人飯島記念食品科学振興財団「平成 22 年度技術賞」（アクアガス（微細水滴含有過熱水蒸気）システムの開発と農産加工への応用）
- 科学技術分野の文部科学大臣表彰「科学技術賞 研究部門」（微細水滴含有過熱水蒸気加工システムの研究）（平成 22 年度）

2) 経済産業的波及効果

各種のアクアガスによる食品加工装置を上市した。これまで 15 台が販売されている（厨房型 9 台、業務用連続式装置 1 台、造粒機に用いるアクアガス発生装置 2 台、業務用大型装置 4 台）（図 3-8）。

厨房型は大学や企業の研究所とともに病院給食に用いられ、食感および殺菌効果が大いことが評価されている。株式会社ポッカコーポレーション（現 ポッカサッポロフード&ビバレッジ株式会社）では、アクアガスを利用した造粒機によりカップスープの生産を行っている。当該技術を用いることでスープのお湯解けが良くなった。また、造粒時の乾燥も早く、生産効率も向上した。連続式装置では、惣菜タイプの冷凍食品のトッピング加工に利用されている。

また調理・加工食品への応用の結果、事業期間中からポテトサラダの試験販売がなされた（図 3-9）。じゃがいものほくほく感を保持した高品質ポテトサラダや鶏肉製品を通算 700 万パック以上の販売実績（平成 17 年～21 年、スーパーカスミグループ）がある。

今後は、農業および生活分野での殺菌への製品展開が期待される。ちなみに農業分野では、生産地での小規模での農産物加工が可能なシステムのニーズが非常に高く、低コストで効率的なシステムの開発が検討されている。



図 3-8 製品ラインナップの拡充（連続式装置：左、アクアガス発生機：右）



アクアクッカーにより調理された
ポテトサラダ

図 3-9 調理・加工食品の販売例（ポテトサラダ）

3) 社会的波及効果

加熱殺菌しても栄養分の損失を防止し、食感が確保されることから、消費者（特に健康弱者：高齢者、幼児）、病人に安全で食中毒の心配のない美味しい食材を提供できることが評価されている。

また、さらに「生産・流通・加工過程における体系的な危害要因の特性解明とリスク低減技術の開発」（農水省委託プロジェクト：平成 20～24 年度）でアクアガス等による農産物の高品質殺菌技術の開発

を実施し、高品質で安全な加工システムを研究評価している。

このように、当該技術の事業化により、国民の食生活の向上、健康・衛生の増進への貢献が期待されるとともに、農産物の高品質で安全な一次加工への貢献も期待される。

さらに、既に北海道の漁協でのウニの加工に試験加工が行われていおり、地域社会活性化への貢献も期待される。

4) 人材育成効果

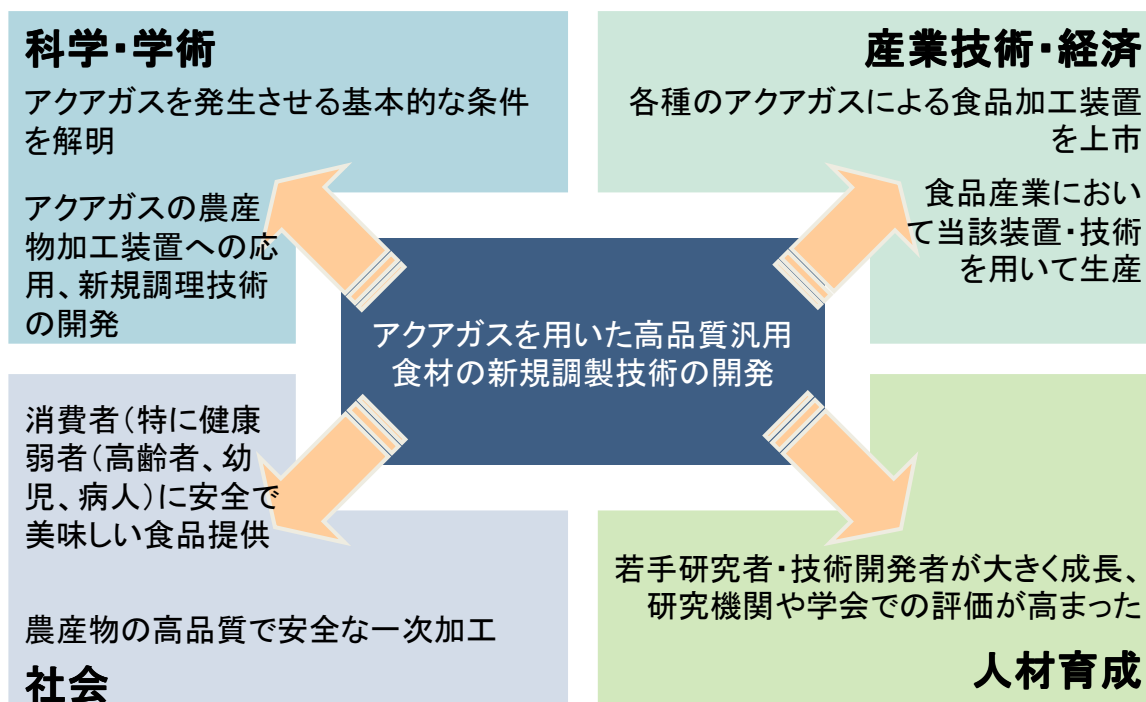
本研究課題により、若手研究者・技術開発者が大きく成長し、参画者の研究機関や学会での評価が高まった。

(独) 農研機構食品総合研究所の五月女格氏は、開発技術を核にした食品工学研究で活躍している。同氏は、当時ポスドクであったが、その後同研究所の終身契約の研究員となり、応用につながる基礎的な解析、応用分野では農産物乾燥や造粒に関して、研究の核となっている。

また、女子栄養大学専任講師の長田早苗氏は、アクアガスの研究で7編（うち4編は筆頭著者）の論文を書き、1回の口頭発表を行い、その功績と今後の研究を期待され、2011年に、第42回日本食生活学会奨励賞を受賞した。

(4) 波及効果の分析

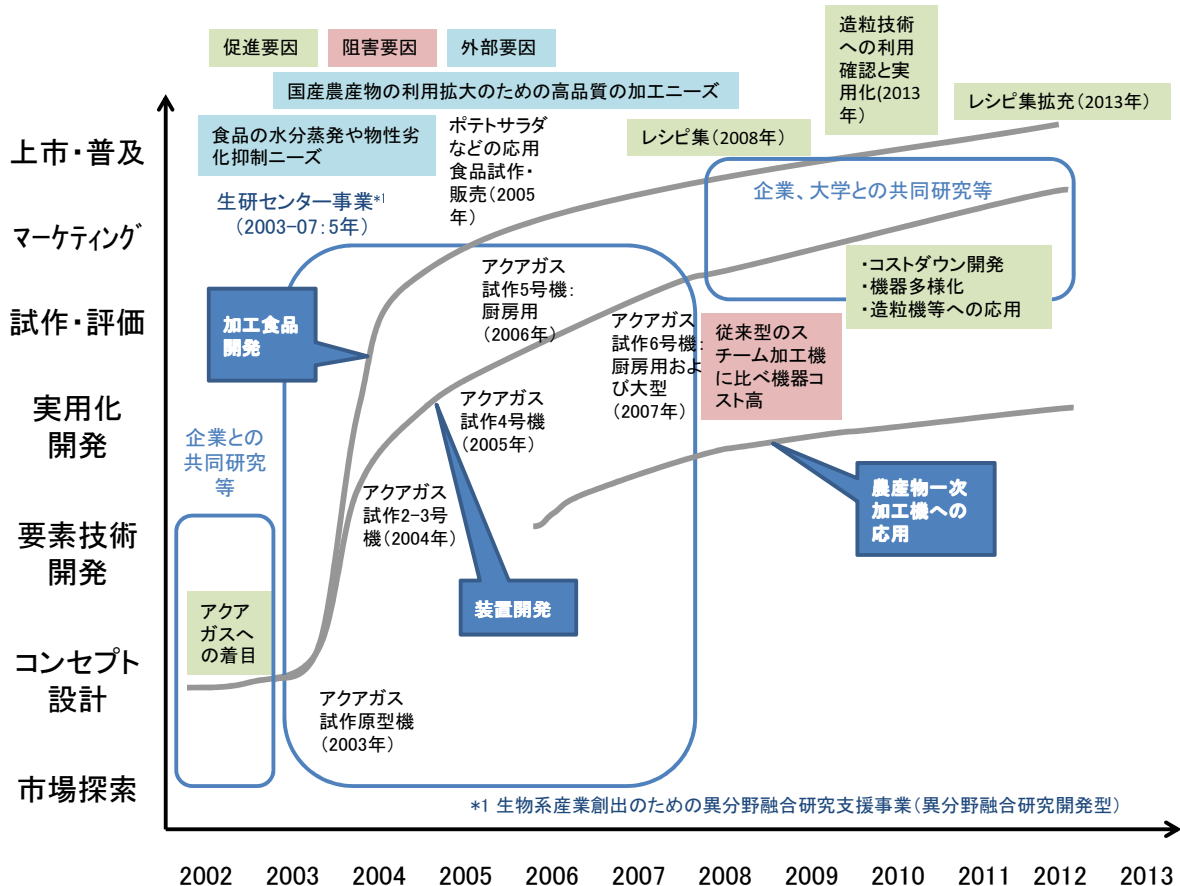
本調査結果、および研究者へのアンケートやヒアリングの結果から、波及効果に関して分析した。



本研究課題およびその後の企業・大学と連携した研究開発により、アクアガスを発生させる基本的な条件を解明され、各種のアクアガスによる食品加工装置が上市され、食品産業や病院給食で実用に供されている。調理方法への応用等に関する研究が進められ、高品質ポテトサラダや鶏肉製品が販売されている。また、消費者(特に健康弱者:高齢者、幼児)、病人に安全で食中毒の心配のない美味しい食材を提供できることが評価され、国民の食生活の向上、健康・衛生の増進への貢献が期待される。また、成果技術を用いた殺菌棟により、農産物の高品質で安全な一次加工への貢献も期待される。さらに、本研究課題により、若手研究者・技術開発者が大きく成長し、参画者の研究機関や学会での評価が高まり、人材育成効果も見られた。

(5) 追跡チャート

アンケートおよびヒアリング調査結果をもとにして、事業期間中から現在までの産業化に至る経緯を分析した。



本研究課題によりアクアガスを発生させる基本的な条件の解明がなされるとともに、実用化に供するアクアガスによる食品加工機の各種の試作機が開発された。同試作機は、事業期間中より食品加工企業の研究所や大学に納入され、開発技術が実証された。本研究課題終了後も企業との共同開発が継続され、コストダウンや機種多様化の開発がなされるとともに、造粒機といった加熱以外の食品加工装置への応用がなされ、これらは産業において実用生産に利用されている。加工食品の開発も進められ、事業期間中にはポテトサラダなどの応用食品が試作販売さえるとともに、一般食品への応用促進のためのレシピ集も事業終了後に出版され、これはその後のさらなる応用食品開発をふまえて拡充されている。2012年からはアクアガスを造粒工程に活用することで高品質・効率化が可能であることが明らかになり、実用化が開始されている。

また、農産物一次加工技術への応用については、本研究課題では加工特性の解明など要素技術が研究され、その後、実用化に向けた研究開発が進められている。

5. 有識者コメント

(1) 当該事業（研究課題）終了後の展開状況

当該事業は事業期間中に試作機を6台製作し、現象の基本的な解析からアプリケーション開発に至るまで広く実用化開発を実施してきた。終了後も上市後の普及に重要な鍵を握るレシピ集の作成やその拡充を精力的に実施しながら、機器の多様化や造粒機等への応用に取り組み、様々なタイプの製品開発を実現してきた。更に農産物一次加工への応用を目指して、現在は実用化の取り組みを進めている段階である。今後は更なるコストダウンも含めて他の分野への応用展開も必要であるが、それにも増して、事業的に発展させていく段階にあり、その為にはレシピ集に留まらずテストキッチン等を準備してユーザーへの提案力を高めていく必要があるかも知れない。そのような活動を通じて製品の販売強化を行いながら、ユーザーからの新たなニーズの発掘・獲得を行ない、それを新たな製品開発に繋げて行くというサイクルを回して行ってはどうかと思う。

(2) 当該事業（研究課題）の波及効果

1) 科学技術的波及効果の評価

当該事業ではアクアガスの発生メカニズムや物質的な性状について明らかにしてはいるものの、新たな現象を発見するといった類のものではなく、既知の現象を食品加工に応用したものであり、科学的価値はそれ程高いとは言えない。一定数の論文を発表してはいるが、被引用数が多くないのもその表れかも知れない。しかし一方で技術的な面では、装置の試作、実機製作、そして多様な装置への水平展開を行なっていく過程で、発生条件の最適化やその制御技術の開発、そして、その装置への応用や具体的なアプリケーション開発に至るまで多くの創意・工夫を行っており、その結果として多くの実用的な特許出願を行なっている。事業終了後の応用展開の広がりや今後の更なる技術の活用の可能性から判断すると技術的には評価でき、一定の波及効果はあるものと考えられる。

2) 経済産業的波及効果の評価

既に15台が食品加工用として販売されているが、それに留まらず、今後もその他の分野での殺菌を初めとする熱処理等への応用に関する製品展開が期待されることや、更なるコストダウンが実現されれば生産地での農産物加工への普及が進むであろう事が予想されることから、一定の経済産業的波及効果はあるものと考えられる。

3) 社会的波及効果の評価

農産物や食品の熱加工処理を素材の風味を損なうことが少なく、短時間かつ安全に行なうことが出来ることから、消費者に安全で美味しい食品を提供できるようになり、一定の社会的波及効果はあるものと考えられる。また、農産物を対象に簡単に高品質で安全な一次加工を行なえることから、低コスト化が実現しさえすれば農家が個別に加工できるようになり、農産物の高付加価値化、保存安定性向上、ムダの削減にも繋がり、競争力アップにも貢献できる可能性がある。

4) 人材育成効果の評価

本研究課題の遂行により、若手研究員・技術開発者が成長し、現在、1人のポスドク研究員は同研究所の終身契約の正規研究員の職を得ている。また、他の1名はアクアガス関連研究で学会奨励賞を受賞している。以上のことは一定の人材育成の効果があつたことを示していると考えられる。

(3) 当該研究課題に対する今後の発展への期待

異分野への応用展開に関する研究は考えられるものの、基本部分に関しては既に研究段階は終了しているため、研究としては今後大きく発展することは期待できない。製品展開としては上記に記載したように低コスト化が実現されたり、異分野への展開が実現されれば、ある程度の発展は期待できる。

(しかし、研究期間初期に原理的には若干異なるが類似の技術としてシャープのヘルシオが一般消費者に対して販売開始されている。この先行事例により、本技術を応用した製品が一般消費者に広まることは考え難く、特殊用途に限られてしまうのが残念である。ヘルシオを越えられるような製品開発ができれば話は別であり、更なる発展に期待が持てるかも知れない。)

6. 成果論文

(1) 研究者・機関ランキング

当該課題に関連する領域の論文を研究者・機関で集計した結果を以下に示す。

順位	著者名	論文数
1	ANNOUS BA	6
2	MURPHY RY	5
3	MARCY JA	4
3	SITES JE	4
5	BURKE A	3
5	DRISCOLL KH	3
5	DUNCAN LK	3
5	FAN XT	3
5	GAMEL TH	3
5	HUANG L	3
5	HUANG LH	3
5	HUBER DJ	3
5	HURR BM	3
5	ISOBE S	3
5	KONOPKO H	3
5	MAJEWSKA K	3
5	NETTO FM	3
5	SOTOME I	3
19	BERRANG ME	2
19	BREIDT F	2
19	CZAPLICKI S	2
19	DAMIR AA	2
19	DE LA ROSA APB	2
19	DE LEON-RODRIGUEZ A	2
19	FLEMING HP	2
19	GANDE N	2
19	HANSON RE	2
19	HAYAKAWA F	2
19	JOHNSON NR	2
19	KOHYAMA K	2
19	KRAUJALIS P	2
19	LASZTITY R	2
19	LINSSEN JP	2
19	MAO LC	2
19	MARKOWSKI M	2
19	MATTHEIS JP	2
19	MESALLAM AS	2
19	MURIANA P	2
19	MURIANA PM	2
19	OGRODOWSKA D	2
19	RATAJSKI A	2
19	REINA LD	2
19	SHEKIB LA	2
19	SILVA-SANCHEZ C	2
19	SITES J	2
19	TIENGO A	2
19	TOMOSKOZI S	2
19	VALLEJOS CE	2
19	VENSKUTONIS PR	2
19	YANG HQ	2

順位	機関名	論文数
1	USDA ARS	9
2	ARS	6
2	USDA	6
4	UNIV ARKANSAS	5
5	NATL FOOD RES INST	4
5	OKLAHOMA STATE UNIV	4
5	UNIV WARMIA MAZURY	4
8	BIALYSTOK TECH UNIV	3
8	UNIV ALEXANDRIA	3
8	UNIV ESTADUAL CAMPINAS	3
8	UNIV FLORIDA	3
8	UNIV WAGENINGEN RES CTR	3
13	ALKAR RAPIDPAK INC	2
13	BUDAPEST UNIV TECHNOL ECON	2
13	KAUNAS UNIV TECHNOL	2
13	N CAROLINA STATE UNIV	2
13	NATL AGR FOOD RES ORG	2
13	TAIYO SEISAKUSHO CO LTD	2
13	UNIV CALIF DAVIS	2
13	US DEPT AGR	2
13	ZHEJIANG A F UNIV	2
13	ZHEJIANG UNIV	2

(注1) 研究者・機関共に論文数20位以内（同順位含む）を示している。

(注2) 網掛けとなっている研究者名は当該課題に直接関与した研究者を表す。また、網掛けとなっている機関名は、それら研究者の所属機関（当該課題の研究期間終了時点）を表す。

(注3) 調査は、2013年12月~2014年1月初旬にかけて実施し、調査時点のデータ集計結果を加工。

なお、当該課題に関連する領域の論文は、トムソン・ロイター社の学術文献データベース Web of Science において、以下の条件で定義した。

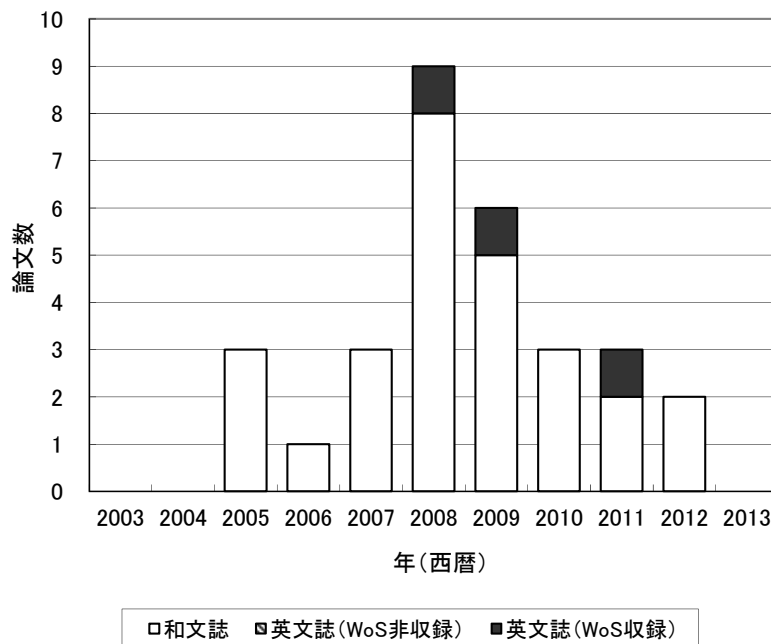
条件1： 論文発表年が左記のいずれかに該当	2002年から2013年
条件2： Web of Science 分野が左記のいずれかに該当	FOOD SCIENCE TECHNOLOGY
条件3： タイトル、概要、キーワードに左記のいずれかの語句を含む	Vapor-liquid two-phase flow surface pasteurization AMARANTH SEEDS cucumber fruit PECTIN METHYLESTERASE
検索論文数	336件

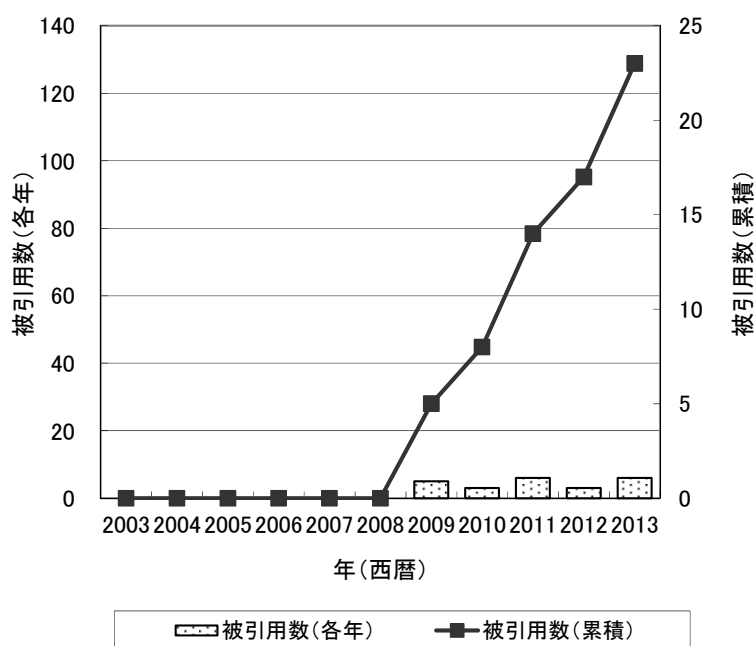
(注1) 「検索論文数」は条件1~3を全て満たす論文の件数を表す。「検索論文数」に含まれる論文を集計して研究者・機関ランキングを作成。

(注2) 検索論文数は、2013年12月~2014年1月初旬にかけて実施した調査時のデータ集計結果を加工。

(2) 主要成果論文数・被引用数

当該課題の主要成果として把握されている論文について、論文数と被引用数の推移を以下に示す。





(注1) 上図の「英文誌 (WoS 収録)」とは、Web of Science 上で同定できた論文を示す。また、下図の被引用数は、Web of Science 上で同定できた論文のみを対象に集計している。

(3) h-index

上記で示した Web of Science 上で同定できた論文の h-index は 2²であった。

(4) 被引用数上位論文

No.	論文タイトル	著者	出典	発表年	被引用数
28	Hot water treatments to inactivate Escherichia coli O157 : H7 and Salmonella in mung bean seeds	Bari, ML; Inatsu, Y; Isobe, S; Kawamoto, S	JOURNAL OF FOOD PROTECTION, 71, 830-834	2008	14
29	Blanching of potato with superheated steam and hot water spray	Sotome, I; Takenaka, M; Koseki, S; Ogasawara, Y; Nadachi, Y; Okadome, H; Isobe, S	LWT-FOOD SCIENCE AND TECHNOLOGY, 42, 1035-1040	2009	7
30	Food Processing and Cooking with New Heating System Combining Superheated Steam and Hot Water Spray	Sotome, I; Isobe, S	JARQ-JAPAN AGRICULTURAL RESEARCH QUARTERLY, 45, 69-76	2011	2

(注1) 最左列の番号は、資料編に掲載の成果論文リストの番号と対応している。

² ある論文集合 X において、「X に含まれる論文の内、被引用数 x 以上の論文が x 件以上存在する」といえる x の最大値を h-index という。ここでは、当該課題の成果として Web of Science 上で同定できた論文を対象に算出している。

7. 実用化データ

(1) 特許出願（公開特許）

公開番号	発明の名前	出願人	発明者	出願日	登録番号
特開 2005-047100	木材乾燥方法及び乾燥装置	株式会社タイヨー製作所	小笠原 幸雄	2003/7/31	特許 4362325
特開 2004-358236	気体水による加熱方法及びその装置	有限会社梅田事務所; 独立行政法人食品総合研究所; 株式会社タイヨー製作所	梅田 圭司, 名達 義剛, 宍戸 弘, 丸山 量, 小笠原 幸雄, 山本 巧, 五十部 誠一郎	2004/5/11	特許 4336244
再公表 06-009150	革新的殺菌方法とその用途および装置	有限会社梅田事務所; 独立行政法人農業・食品産業技術総合研究機構; 株式会社タイヨー製作所	梅田 圭司, 名達 義剛, 宍戸 弘, 丸山 量, 小笠原 幸雄, 山本 巧, 五十部 誠一郎	2005/7/19	特許 4997566
特開 2007-064564	加熱媒体制御型汎用的加熱装置	独立行政法人農業・食品産業技術総合研究機構; 株式会社タイヨー製作所; 有限会社梅田事務所	五十部 誠一郎, 小笠原 幸雄, 名達 義剛	2005/8/31	
特開 2007-061005	高品質おからの製法	独立行政法人農業・食品産業技術総合研究機構; 株式会社タイヨー製作所; 学校法人香川栄養学園; 株式会社ローズコーポレーション; 有限会社梅田事務所	五十部 誠一郎, 小笠原 幸雄, 根岸 由紀子, 山中 俊介, 名達 義剛	2005/8/31	特許 5051682

公開番号	発明の名前	出願人	発明者	出願日	登録番号
特開 2007-228870	アクアガスを 用いた農産物 のフード供給 システム	独立行政法人農 業・食品産業技術総 合研究機構; 株式会 社タイヨー製作所; 学校法人香川栄養 学園; 株式会社ロー ズコーポレーショ ン; 有限会社梅田事 務所	五十部 誠一郎, 小笠原 幸雄, 根岸 由紀子, 山中 俊介, 名 達 義剛	2006/2/28	特許 4900779
特開 2008-125427	革新的加熱方 法とその用途 及び装置	有限会社梅田事務 所; 株式会社タイヨ ー製作所	名達 義剛, 小 笠原 幸雄	2006/11/20	
特開 2009-091386	革新的加熱媒 体とその発生 方法及び装置	独立行政法人農 業・食品産業技術総 合研究機構; 株式会 社タイヨー製作所; 有限会社梅田事務 所	五月女 格, 五 十部 誠一郎, 小笠原 幸雄, 名達 義剛, 森 千太郎	2007/10/3	特許 5360454
再公表 08-108236	機能性素材の 製造方法、機能 性素材および それを得るた めの連続加熱 処理装置	有限会社梅田事務 所; 株式会社 レオ ロジー機能食品研 究所	名達 義剛, 藤 野 武彦, 小笠 原 幸雄	2008/2/20	特許 5357005
再公表 10-047404	常温保存安定 化機能性乾燥 物またはその 粉碎物とその 抽出画分の製 造方法、および それらの用途	有限会社梅田事務 所	藤野 武彦, 松 山 弘幸, 名達 義剛	2009/10/19	
特開 2011-106733	加熱媒体発生 方法及びその 装置	独立行政法人農 業・食品産業技術総 合研究機構; 株式会 社タイヨー製作所; 有限会社梅田事務 所	五月女 格, 五 十部 誠一郎, 小笠原 幸雄, 名達 義剛	2009/11/17	

公開番号	発明の名前	出願人	発明者	出願日	登録番号
特開 2011-120487	連続式加熱処理方法及び連続式加熱処理装置	株式会社タイヨー製作所	小笠原 幸雄	2009/12/8	
特開 2011-211965	アクアガスを用いて調製した加熱・殺菌・乾燥植物とその調製方法	独立行政法人農業・食品産業技術総合研究機構; 島根県	五月女 格, 五十部 誠一郎, 竹中 真紀子, 岡留 博司, 小川 哲郎, 近重 克幸	2010/3/31	
再公表 10-114182	加工用素材・加工品の製造方法	有限会社梅田事務所	名達 義剛, 松山 弘幸, 小笠原 幸雄	2010/4/2	
再公表 11-148454	造粒方法及び造粒装置	独立行政法人農業・食品産業技術総合研究機構; 株式会社ポッカコーポレーション; 磐田ポッカ食品 株式会社	五月女 格, 五十部 誠一郎, 片桐 孝夫, 井上 孝司, 間野 博信, 丹伊田 穰寿, 竹内 博一, 伊藤 毅, 溝口 裕一郎	2010/5/24	特許 5019661
特開 2013-147662	加熱媒体	独立行政法人農業・食品産業技術総合研究機構; 株式会社タイヨー製作所; 有限会社梅田事務所	五月女 格, 五十部 誠一郎, 小笠原 幸雄, 名達 義剛, 森 千太郎	2013/4/15	

(2) 実用化例

- 各種のアクアガスによる食品加工装置（厨房型、業務用連続式装置、造粒機に用いるアクアガス発生装置、業務用大型装置）（株式会社タイヨー製作所による）
- アクアガスを利用した造粒機によりカップスープの生産（株式会社ポッカコーポレーション（現 ポッカサッポロフード&ビバレッジ株式会社）による）
- アクアガスを用いた食品加工・調理方法の一般調理への応用が研究成果を活用したレシピ集「アクアクッカー・レシピ集」（女子栄養大学による）
- 調理・加工食品への応用として、高品質ポテトサラダや鶏肉製品（スーパーカスミグループによる）

8. 主な調査参考資料

- 生物系産業創出のための異分野融合研究支援事業「アクアガスを用いた高品質汎用食材の新規調製技術の開発」研究成果報告書（H20.3）
- 農業・食品産業技術総合研究機構.HP
< http://www.naro.affrc.go.jp/brain/ibunya/files/2007_1akuagasu.pdf>
- 女子栄養大学.HP
< <http://www.eiyo.ac.jp/aqua-c/aboutaquagas.html>>
- 五十部氏提供資料（生研センター報告資料等）

第2節 魚類養殖漁場環境管理のための有機汚泥の生物浄化および水質改善技術の開発

生物系産業創出のための異分野融合研究支援事業（異分野融合研究開発型：平成15年度－19年度）

技術コーディネーター：堤裕昭（熊本県立大学〔事業当時〕）

中課題	所属（事業当時）	研究者
① 魚類養殖場に堆積した有機汚泥のイトゴカイによる生物浄化と海底環境の動態解析	熊本県立大学	堤裕昭
② イトゴカイの共生菌を用いた汚泥浄化効率の向上	東京大学	小暮一啓
③ 魚類養殖場の水質改善のためのマイクロバブル発生装置の開発	株式会社多自然テクノワークス	梨子木久恒
④ 有機汚泥浄化および水質改善技術を用いた魚類養殖環境管理システムの開発	株式会社恵天	濱大吾

ヒアリング協力者：堤裕昭（熊本県立大学〔現所属〕）

ヒアリング実施日：平成25年11月7日

1. 研究の背景と位置づけ

(1) 開始時の研究分野や社会の動向

波静かな沿岸閉鎖性海域を利用して魚介類を養殖する海面養殖漁業は、1960年代から全国に普及し、生産額で沿海漁業の約3割（約2000億円）を占めるまでに発展した。しかしながら、多くの養殖場では、過密に飼育したり、大量の餌を使用するという養殖漁業の基本的な技術に内在する問題より、近年、養殖場周辺に有機汚泥が堆積したり、海水の溶存酸素濃度（DO：dissolved oxygen）が低下して、漁場としての環境劣化が問題となっていた。今後、海面養殖漁業を継続して、沿岸域における魚介類の水産資源を確保していくためには、これらの養殖場の水質および底質環境を適切な方法で維持管理していくことが求められ、そのための技術開発が危急の課題となっていた。特に、漁業養殖場では溶存酸素濃度が低下すると、魚が餌を食べなくなり、場合によっては死に至るといった問題があり、2000年当初、その解決策がなかった。

有機汚泥を浄化する研究は、1991年より着手し、1993年には初めてイトゴカイの汚泥浄化能力に関する論文を出した。汚泥浄化力を測定し、机上で有効なバイオリメディエーションになることを示した。その適用として、洞海湾でイトゴカイの大量培養を試験的に、北九州市および民間企業、財団から助成を得て本研究課題の前に行っていた（1990年代後半～2000年頃）。

(2) 応募の目的／他制度への応募状況

以上を背景として、より本格的な研究を漁業養殖場で行うために本研究課題を提案した。一般的な海洋環境の研究については、通常、文部科学省の制度への応募を実施していたが、その研究は数百万円規模ではできず、かつ事業期間も要したため、大きな予算規模が期待できる生研センターの本事業に応募した。事業期間が長いことも重視した。

当時、規模および期間の面から、他に適切な制度が存在しなかったため、生研センターの本事業のみに応募した。

(3) 当該事業の意義

仮に、本事業に採択されなかった場合、科研費などで小規模に継続していただろうと考えられる。養殖場のサイト利用は、本事業のような大規模な資金がないと難しく、また、企業とのマイクロバブル発生装置の開発協力も出来なかったであろうと考えられる。(東京大学海洋研究所との共同研究は科研費などで実施できただろう、とのコメントがあった。)

その結果、採択課題の研究は停滞し、現在のような進展はみられなかったと思われる。本事業の予算規模および期間は、本研究課題を進める上で大きな意味があったと考えられる。

(4) 研究の狙い

本研究課題では、海面養殖漁業の中でも漁場環境の劣化のもっとも著しい魚類養殖場に対して、以下に示す水質および底質環境を改善する技術を開発し、それらの技術の適切な適用によって魚類養殖による周辺域への環境負荷を低減するとともに、魚類養殖漁場としての生産効率を改善し、魚類養殖場を恒久的に利用可能にする方策を見出すことを目的とした。

- 魚類養殖場に堆積した有機汚泥の生物浄化技術の開発
- 魚類養殖場用マイクロバブル発生装置の開発
- 魚類養殖環境管理システムの開発

これと併せて、イトゴカイによる海底に堆積した汚泥の浄化に関する基礎的メカニズムを明らかにすることも目的とし、これらを通じて、海洋生物学的な発見も期待した。さらに、基礎的な情報の裏付けがあることで、開発した技術の技術的な信頼性も向上するという効果も期待した。

研究開発イメージ — コンソーシアム各機関の役割 —

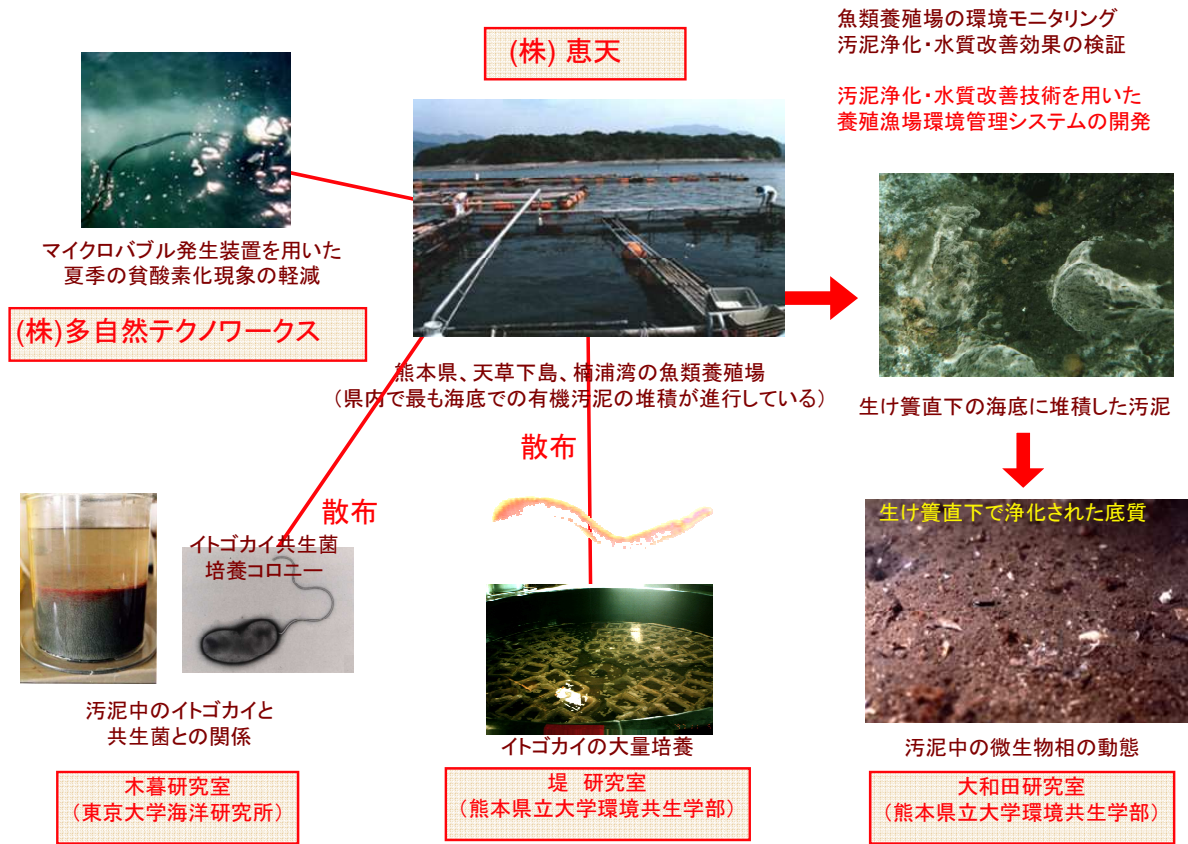
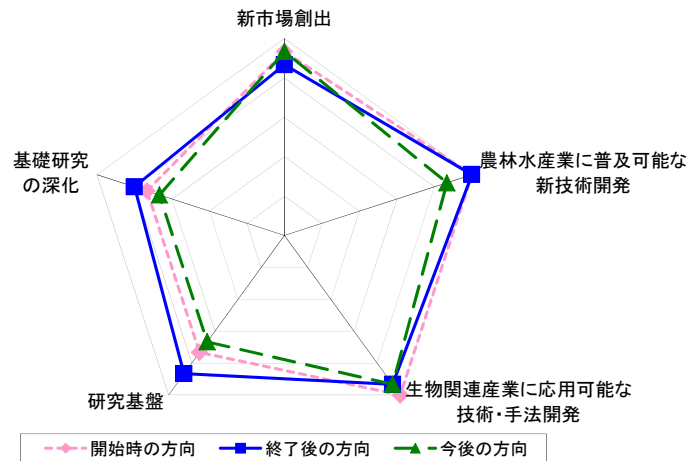


図 3-10 研究の全体イメージ

2. 研究の展開

研究者へのアンケートおよびヒアリングの調査の結果（「当てはまる」「多少当てはまる」「どちらとも言えない」「あまり当てはまらない」「全く当てはまらない」の5つの回答）をスコア化し、事業の開始時、終了時、今後の研究の方向性をレーダー図で示した。なお、未回答は、「どちらとも言えない」として集計した。

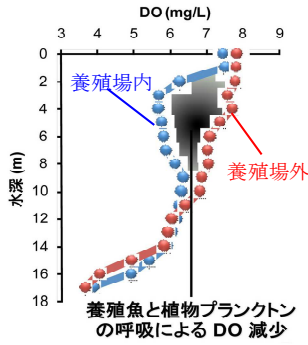


本研究課題は、開始時、終了時、今後の研究の方向性とも、魚類養殖漁場において活用可能な技術および関連製品の開発・普及を目指しており、一貫している。

事業の開始時から今後の展望までの全体像を示した。

事業期間中の研究成果

魚類養殖場に堆積した有機汚泥の生物浄化技術の開発

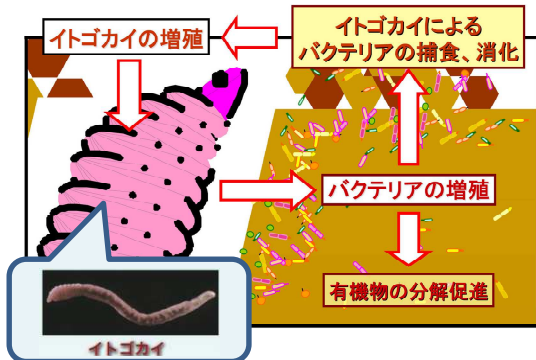


海底だけでなく、養殖場生簀の中でも溶存酸素濃度 (DO) 低下があることを発見

魚類養殖場用マイクロバブル発生装置の開発

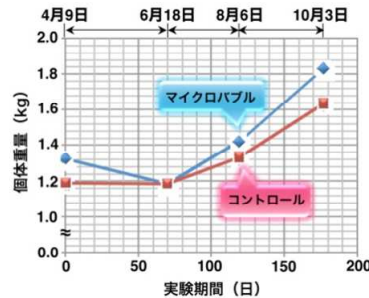


魚類養殖場の生け簀層で夜間に発生するDOの低下に対しては、独立電源を有する魚類養殖場用マイクロバブル発生システムを開発



イトゴカイの増殖によりバクテリアもさらに増殖、有機物の分解が促進され、イトゴカイの餌も増えるという生物浄化のサイクルを解明

魚類養殖環境管理システムの開発



マイクロバブルを供給した生け簀では、養殖魚の成長が促進されて餌効率が大幅に改善 (餌量が約30%削減可能)

環境負荷の低減と事業コストの削減を同時に実現する技術を確立

その後の展開

性能向上のためのメーカーとの共同開発



水中へ酸素を付加能力強化、曝気装置の小型化、省コスト化、省電力化

他分野への応用展開

エビ等水生生物への展開
農作物の水耕栽培用水への酸素付加、
水処理 (洗浄剤処理) 等



今後の展開

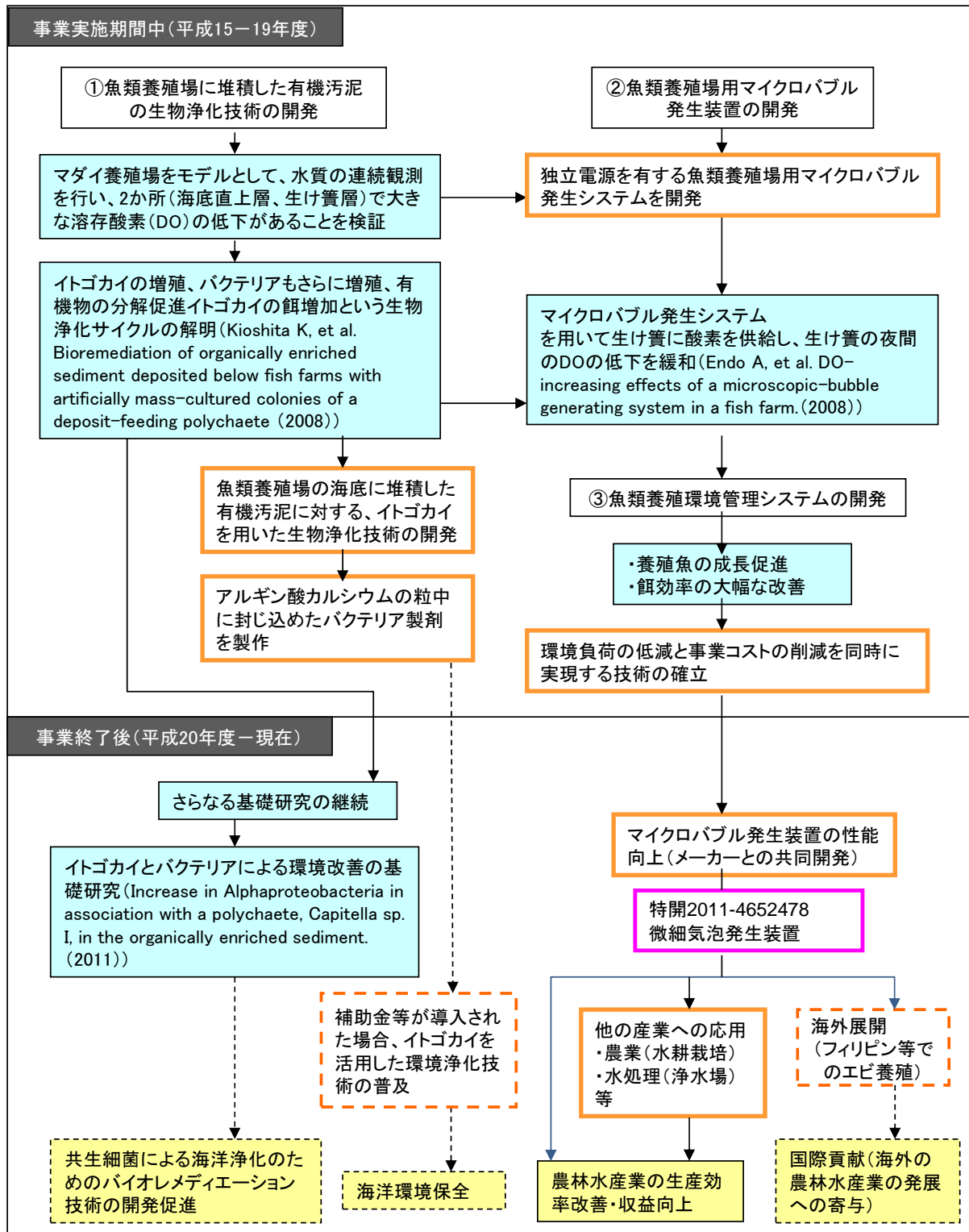
イトゴカイとバクテリアによる環境改善の基礎研究継続

補助金等を活用し、イトゴカイを活用した環境浄化技術の実用利用

海外への展開 (フィリピン、タイのエビ養殖等)

文献調査・特許調査やインタビュー調査の結果を基に俯瞰図を作成し、下図に記した。

□ 中課題 □ 研究成果 □ 特許出願 □ 実用化 □ 効果



(注) 点線部は将来的に実現するものを意味する。

3. 当該事業における研究の実施状況

(1) 研究目的

本研究課題では、海面養殖漁業の中でも漁場環境の劣化のもっとも著しい魚類養殖場に対して、以下に示す水質および底質環境を改善する技術を開発し、それらの技術の適切な適用によって魚類養殖による周辺域への環境負荷を低減するとともに、魚類養殖漁場としての生産効率を改善し、魚類養殖場を恒久的に利用可能にする方策を見出すことを目的とした。

1) 魚類養殖場に堆積した有機汚泥の生物浄化技術の開発

有機汚泥中の有機物の分解と汚泥の酸化にきわめて高い能力を有するイトゴカイの大規模培養法を開発し、培養コロニーを有機汚泥上へ散布して浄化し、さらにイトゴカイと汚泥中で協同して有機物を分解する微生物（バクテリア）を分離・培養し、イトゴカイの併用によって汚泥浄化効率を高める技術を開発する。また、汚泥中の微生物の動態と活性を分析する技術を開発し、汚泥浄化に伴う海底環境の変化を微生物学的に解析し、評価する。

2) 魚類養殖場用マイクロバブル発生装置の開発

魚類養殖場で使用可能な独立電源を有するマイクロバブル発生装置を開発し、生け簀の溶存酸素濃度の低下を防止する。また、マイクロバブル発生装置を改良し、マイクロバブルの発生能力を増強し、水中への酸素付加能を大幅に改善し、適用可能なマイクロバブルの使用に伴う水質変化のメカニズムを解明し、養殖場における水質改善へのマイクロバブル発生装置の適切な利用法を開発する。

3) 魚類養殖環境管理システムの開発

魚類養殖場に自動水質測定システムを設置して常時水質変化を観測するとともに、生け簀直下の海底の環境条件を定期的に調査しながら、開発した有機汚泥浄化技術および水質改善技術を適用する。その結果として、魚類養殖場として健全な生け簀の水質条件および直下の海底の環境条件を保ちながら、採算性のある漁業生産を維持することができる魚類養殖環境管理システムを開発する。

(2) 研究内容

1) 魚類養殖場の水質および底質環境の現状

熊本県天草市、楠浦湾のマダイ養殖場を、内湾閉鎖域で行われる魚類養殖漁場のモデルとして、環境改善実験を行う場所に選定した。この湾は天草上島と天草下島に挟まれた内湾で、強い波浪を受けにくく、魚類養殖漁業の適地として1970年代より利用されてきた。この魚類養殖場内に水質および潮流の自動観測システムを設置して、24時間連続観測を行った。



図 3-11 現地実験地と観測装置

2) 魚類養殖場直下の海底に堆積した有機汚泥の生物浄化技術の開発

世界各地で有機汚泥の堆積した海底に高密度に生息する多毛類のイトゴカイに注目した。このゴカイは汚泥を摂食して有機物を分解し、急速に増殖する特性を持つ。本研究課題では、イトゴカイを大量培養し、秋季に海底直上層の DO 条件が回復した後に撒布して、自然状態よりもはるかに速いイトゴカイの増殖を誘導し、有機汚泥を効率的に浄化する方法を開発した。



図 3-12 有機汚泥に生息するイトゴカイの生活史特性

3) 魚類養殖場用マイクロバブル発生装置の開発

魚類養殖場の生け簀層で夜間に発生する DO 低下に対して、マイクロバブル(直径数ミクロン~数十ミクロンの微細な泡)を生け簀の海水に付加して DO を上昇させ、養殖魚にかかる低酸素ストレスを緩和する技術を開発した。



図 3-13 開発したマイクロバブル発生システム（右）、
水中でマイクロバブルを放出するマイクロバブル発生装置

4) 魚類養殖環境管理システムの開発

実際に生け簀でマダイを養殖しながら、以下のような環境調査および環境改善実験を行った。

- ① 魚類養殖場の水質および海底環境条件の調査：H15年6月(予備調査を含む)～H19年10月(毎月1回)
- ② 自動水質観測システムによる水質の連続観測(図2)：H16年6月～H19年10月
- ③ イトゴカイによる汚泥浄化実験：H15年～H18年秋季
- 開発したイトゴカイを用いた有機汚泥浄化技術を適用し、生け簀直下に堆積した汚泥上へイトゴカイ培養コロニーを撒布して、汚泥浄化をはかった。
- ④ マイクロバブル発生装置を用いた生け簀のDOの夜間低下防止実験：H16年～H18年の6月～11月
- 開発したマイクロバブル発生システム(図21)を生け簀に設置し、毎日夜間から早朝に約7時間ないし15時間稼働させて夜間のDO低下を防止した。

(3) 研究体制

研究体制は、強みを有する研究分野の補完、機器開発の実績、漁業養殖場の確保および近隣性という観点から構築され、効果的・効率的に実施された。

機関名	研究分担者 (○代表者)	担当中課題名
熊本県立大学	○堤裕昭	魚類養殖場に堆積した有機汚泥のイトゴカイによる生物浄化と海底環境の動態解析
東京大学	小暮一啓	イトゴカイの共生菌を用いた汚泥浄化効率の向上
株式会社多自然 テクノワークス	梨子木久恒	魚類養殖場の水質改善のためのマイクロバブル発生装置の開発
株式会社恵天	濱大吾	有機汚泥浄化および水質改善技術を用いた魚類養殖環境管理システムの開発

汚泥浄化の研究を行うには漁業養殖場を使う必要があるが、これができる場所として遠くないところで、すでに関係があった天草にある（株）恵天と連携した。同社は県の実験を実施している実績があり、研究に関心があった（経営者が関連学部を卒業していた）。そのため、養殖場の整備状態も良かった。

当時、海水中に効果的に酸素を吹き込む装置として、マイクロバブルの発生装置が注目を集めていた。熊本にそれを手掛ける企業として（株）多自然テクノワークスがあり、その経営者とは面識があった。マイクロバブル発生装置は 1990 年代より出てきた技術であったが、同社が自社開発をして、当時、販売を始めていた。

東大海洋生物研究所小暮教授とは共同研究の実績があり、また大和田助教とは面識があった。ゴカイの有機物分解作用について、ゴカイだけでなく、バクテリアも関係することを研究しており、学問的に注目されていた。それをふまえ研究協力を依頼し、ゴカイとバクテリアの関係を解明しようとした。

(4) 研究成果

主要な研究成果は以下の通りである。

- ① 熊本県天草市、楠浦湾のマダイ養殖場をモデルとして、水質の連続観測を行い、2 か所（海底直上層、生け簀層）で大きな溶存酸素濃度（DO）の低下があることを検証した。海底直上層では、養殖魚の糞や残餌が堆積して有機汚泥化し、その有機物分解で DO が消費される。生け簀層では、昼間は植物プランクトンが光合成によって DO を供給するが、夜間は呼吸のために DO を消費し、養殖魚の呼吸と重なって、DO が低下した。また、秋季に海水の鉛直混合が始まると、海底直上の DO の低い海水が上層の海水と混ざり、生け簀層の DO も低下した。魚類養殖場の水質管理には、これら 2 つのタイプの DO 低下を防止する必要があることが示された。
- ② 魚類養殖場の海底に堆積した有機汚泥に対して、イトゴカイを用いた生物浄化技術を開発した。大型水槽でイトゴカイを大量培養し、秋季に生け簀の海底に約 1 万 5000 個体/m² 撒布する。イトゴカイはその後爆発的な増殖を遂げ、汚泥中の有機物の分解が促進されて底質表層の TOC（総有機炭素量）が減少し、汚泥浄化によって海底からの DO 消費速度が低下した。
- ③ 汚泥中のイトゴカイの巣穴周辺では、イトゴカイの底質攪拌作用などの生物活性により、特定のバクテリア（ α -プロテオバクテリアおよび γ -プロテオバクテリア）が底質中の有機物を分解しながら増殖する。イトゴカイの増殖により、その生物活性はさらに増加し、これによりバクテリアもさらに増殖して有機物の分解が促進され、イトゴカイの餌も増えるという生物浄化のサイクルを解明した。
- ④ イトゴカイとバクテリアの協働作業による有機汚泥中の有機物分解の仕組みを利用して、さらに汚泥の浄化効率を上げるため、イトゴカイの周辺で増殖が認められたバクテリアを分離・培養し、アルギン酸カルシウムの粒中に封じ込めたバクテリア製剤を製作した。
- ⑤ 魚類養殖場の生け簀層で夜間に発生する DO の低下に対しては、独立電源を有する魚類養殖場用マイクロバブル発生システムを開発した。毎日、夕方~翌日の早朝まで約 14 時間運転して生け簀に酸素を供給し、生け簀の夜間の DO の低下を緩和した。

- ⑥ マイクロバブルを供給した生け簀では、養殖魚の成長が促進されて餌効率が大幅に改善された。同量の養殖魚を生産するために使用する餌量が約 30%削減可能となり、環境負荷の低減と事業コストの削減を同時に実現する技術を確立した。

特にイトゴカイによる有機汚泥の生物浄化サイクル、およびマイクロバブル技術による養殖場の生長促進効果は、国内外から注目を集めた特筆すべき研究成果であり、詳しく紹介する。

【イトゴカイの増殖、バクテリアもさらに増殖、有機物の分解促進イトゴカイの餌増加という生物浄化サイクルの解明】

イトゴカイは汚泥中に棲管を作り、攪拌して、その周辺に好気的環境を形成し、 α -および γ -プロテオバクテリアが増殖して有機物を分解する。イトゴカイはこれらのバクテリアを餌として増殖し、生物活性が底質に及ぼす影響が増大する。バクテリアもさらに増殖して有機物を分解し、イトゴカイの餌も増える。この生物浄化サイクルを利用して汚泥浄化効率を上げるために、バクテリアの中で有機物分解能に秀でた株を培養し、アルギン酸カルシウム粒中に封じ込めたバクテリア剤を製作した。これをイトゴカイ培養コロニーとともに汚泥上に撒布し、イトゴカイの増殖とバクテリアによる有機物分解速度を上昇させることが明かになった。



図 3-14 イトゴカイによる有機汚泥中の有機分解促進のメカニズム（バクテリアとの協働）

【養殖魚の成長促進等の効果】

H19年4月～5月にはマダイが繁殖期を迎え、個体重量はほとんど増加しなかった。繁殖期終了後の6月18日～10月3日には両方の生け簀のマダイは成長し、個体重量が増加したが、マイクロバブ

ルを付加した生け簀で飼育された個体の成長率が、コントロールより明らかに大きく、10月3日には両生け簀間の平均個体重量差が200gに達した。これはコントロールの平均個体重量に対して約12%の増加に相当した。

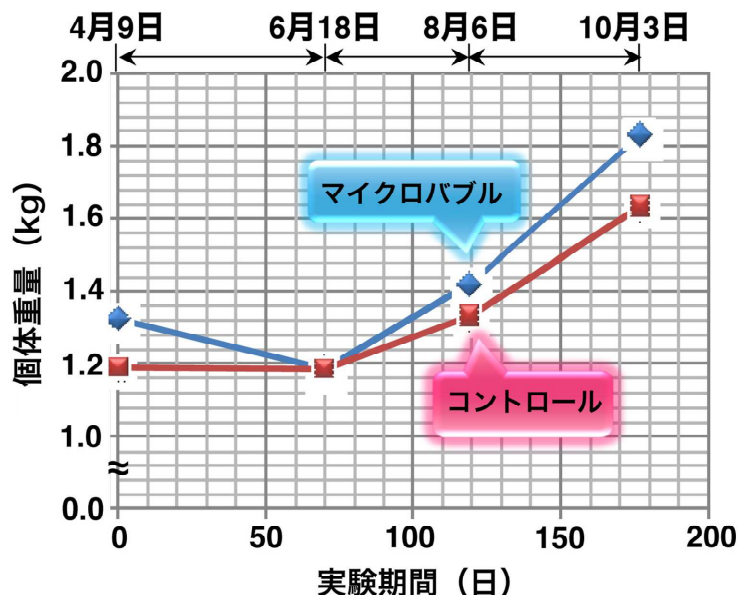


図 3-15 生け簀へのマイクログバブル付加による DO 供給の効果
(マダイ 3 歳魚の平均個体重量の変化)

4. 事業終了後の状況

(1) 研究の発展状況

事業終了後の評価が高かった (S 評価) が、本研究課題と同様のイトゴカイとマイクログバブル技術の組み合わせで第 2 ステージ (企業化促進型) へ進む際、所属する大学事務局による手続き上の手違いにより応募できず、また、その次の年度は応募したが採択に至らなかった。この結果、コンソーシアムのチームは解散した。

マイクログバブル発生装置は、大幅な性能向上のための改良開発を実施した。当時、(株) 多自然テクノワークスは、海外への対応方針の違い等により協力関係が失われ、マイクログバブル技術の開発を実施する体制がなくなり、パートナー探しが必要になった。その結果、大巧技研 (有) と共同開発を行うことになり、2009 年から製品の改良開発を行い、2012 年に新製品を発表した。(株) 多自然テクノワークスは、性能向上の開発を行う方針はなく、本研究課題の成果による製品を今でも販売している。

この開発資金は、大学の自己資金と大巧技研 (有) の自己資金による。合わせて年間約 1000 万円程度であった。

現在、マイクログバブル発生装置はいくつかの企業で開発され、市場で競争になっているが、発生装置内部の基本構造を見直して開発した多重旋回流方式の装置は、研究期間中に使用していた装置と比

較して水中への酸素付加能力を約3倍増加させることに成功し、技術的な有意性を保持し、その技術の国内特許も取得している。

イトゴカイを利用した汚泥浄化については、事業化は進んでいない。その理由として、技術水準の問題ではなく、養殖事業者の経営意識に問題があると見られる。当該業界では、海洋環境（汚泥）の浄化に投資しようという意識が十分でない。増殖したゴカイとバクテリアの入った泥を現場の汚泥上に散布するが、この生産コストは1生簀あたり約25万円程度であり、1生簀に存在する魚の販売価額が約2000万円であることから、コスト的には必ずしも高くないとみられるが、利用されない。水産業の補助金対象になれば、養殖事業者の意識が変わり、普及可能性が見込まれる。

ちなみに、このイトゴカイの粉末を製造する企業は閉鎖されているが、技術コーディネーターと同社が共同開発したイトゴカイの大量培養技術の特許（本研究課題前のもの）は、同社より技術コーディネーターに移管され現在、技術コーディネーターが所有している。

イトゴカイに関する学術的な研究は大学資金等により続け、海洋生物学的な論文は多く出されている。

今後、マイクロバブル技術の改良について、クルマエビの養殖場で環境管理と生産性向上の研究を行う予定である（農水省の支援制度に応募する予定）。

また、タイのカセサート大学水産学部の臨海実験所の施設を利用して、タイで大巧技研(有)とデモ実験の準備をしている。先行的に実績をつくり、事業化研究等の公的支援プロジェクト化することを目指している。さらに、イトゴカイに関する基礎研究は今後も継続していく予定である。

(2) 新たな研究成果

1) マイクロバブル発生装置の改良

マイクロバブル発生装置の機能向上を行った。改良製品は製品名「eco-バブル®」として販売されている。

魚の養殖場の場合、1生簀で1装置で良いが、エビの場合、養殖場は面積が広く1万㎡あり、1装置では無理で、これに対応できるよう、改良製品では装置能力を1基あたり約15倍にした（エビの場合、さらに水をプロペラで流す）。

装置の機構的には、成果技術による製品ではマイクロバブルを作り出すための気液混合する渦は1つであった。これに対して改良製品では、気液混合槽の内槽では2重の渦流が発生し、内側の回転半径が小さく、より高速に回転する渦に吸入した空気が反応して、大量のマイクロバブルが発生するようになった。これを大巧技研(有)が特許化し、国際特許出願（米、英、中、韓）している。

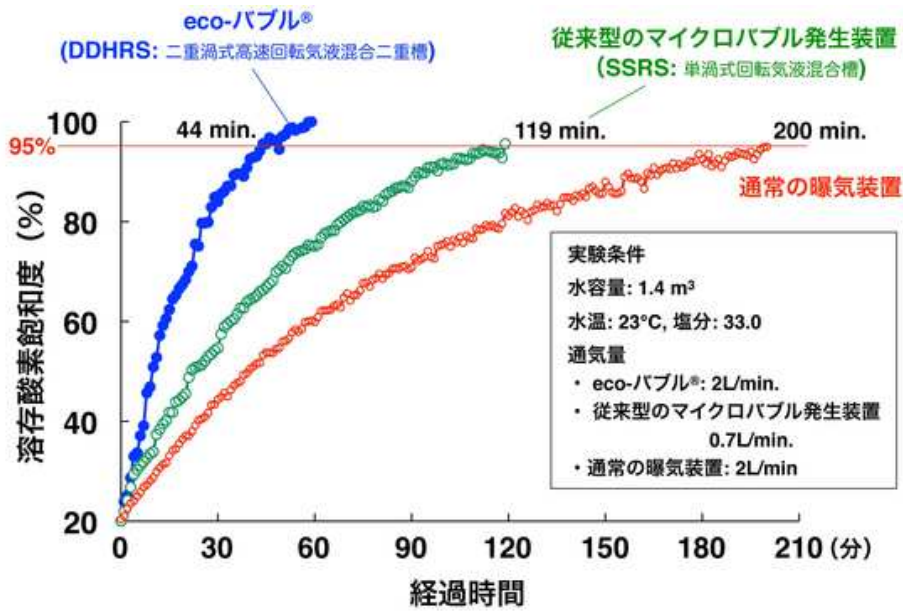


図 3-16 製品の改良効果（空気て海水を曝気した場合の酸素ガス溶解曲線）

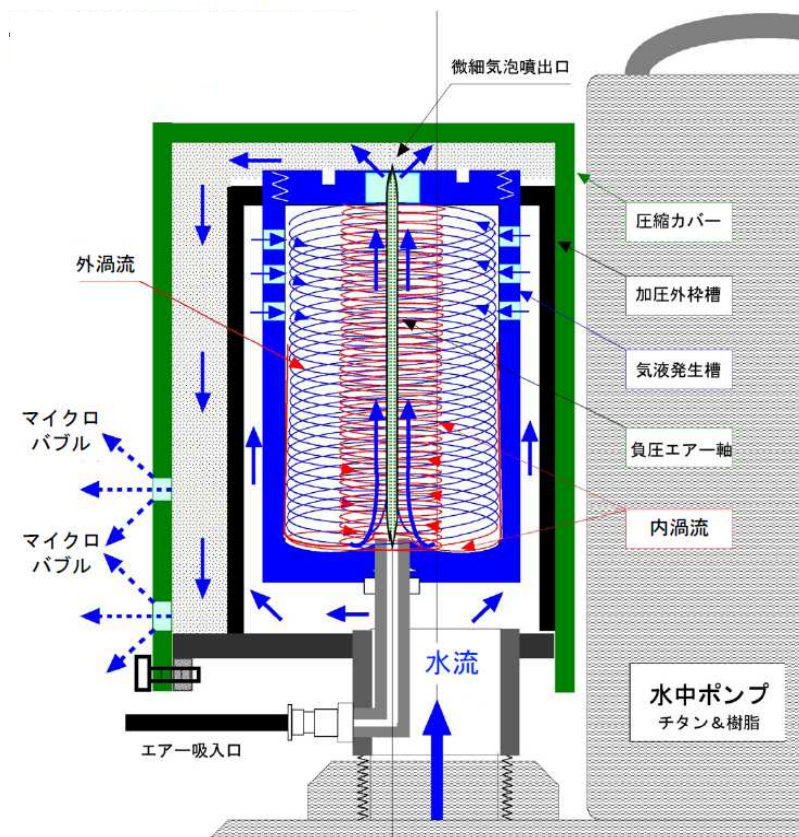


図 3-17 改良製品の気液混合する渦の構造

改良製品では、半径 10mの水の酸素濃度を増加できるようになり、12m四方の生簀 1 つに 1 つの装置で良い（システムとしては 6 個 1 組）。これでマダイの生長を約 40%向上できる。

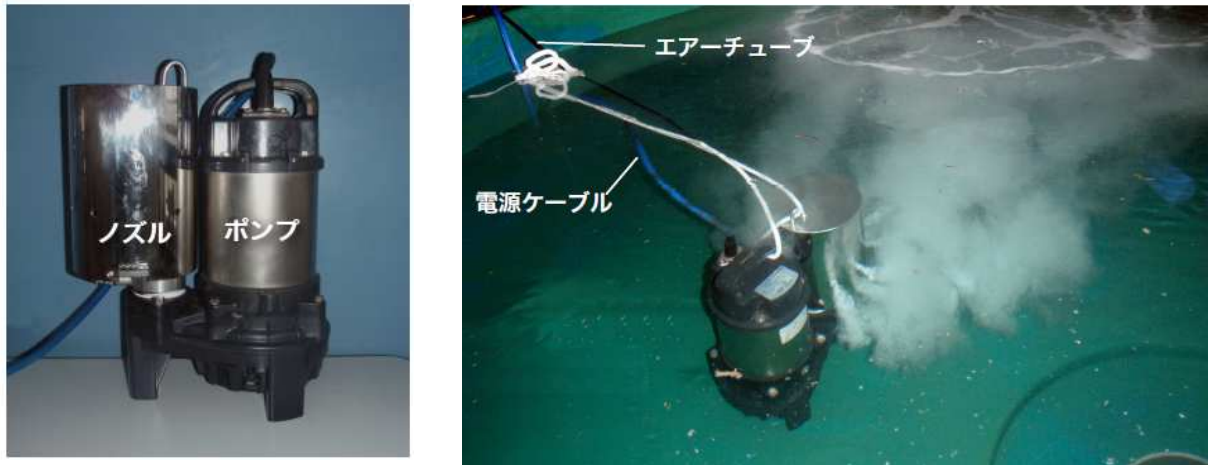


図 3-18 eco-バブル®の製品形状（左）と稼働状況（右）

2) イトゴカイの環境浄化作用等に関する基礎研究

イトゴカイとバクテリアを使った環境改善に関する基礎的な研究を実施し、以下のような研究において、有機物分解のサイクルに関するメカニズムを実証した。

- “Increase in Alphaproteobacteria in association with a polychaete, *Capitella* sp. I, in the organically enriched sediment.” *The ISME Journal* (2011)
- 「マイクロバブルとイトゴカイを用いた海底汚泥の浄化～魚類養殖による環境悪化とその解決策～」アクアネット (2009)

(3) 波及効果

1) 科学技術的波及効果

イトゴカイを用いた共生細菌による海洋浄化に関して学術的に優れた成果が得られており、関連分野で新たな発見や成果が得られている。これをベースとして、今後、実用化に向けたバイオレメディエーション技術の研究開発が期待される。

2) 経済産業的波及効果

マイクロバブル発生装置は、昨年により販売され、累計で数十台売れている。売上は累計で 1000 万円超と見られる。

現状では、マイクロバブル発生装置は、魚、エビの養殖場で使われている。

エビについては、JICA の事業にからめ、フィリピンのエビ養殖場で 2 年使われている。また、本年より、タイの大学での利用の案件も始まっている。水中の酸素の濃度はエビの生死に関わるので、同技術を使うと生産性が上がり、投資とリターンの関係が明確であり、利用されやすい。

また、水産用以外にも用途が拡大している。農業用にも用いられるようになり、農業用水に酸素を

溶かし溶存酸素濃度を上げると、植物の成長が良くなる効果があり、水産用よりも販売量が多い。ハウス園芸用や水耕栽培など、いろいろな用途で使え、もやし、茸、花卉、果物、野菜での利用例が見られる。さらに、水処理（酸素吹き込み）でも注目を集めており、水処理プラントでいくつかの利用例（処理の効率化）が見られる。

これらにより、水産養殖産業の生産性向上、農業における生産性向上も期待される。ちなみに、水耕栽培のホウレンソウへの利用例では、溶存酸素アップにより収量約 20～30%増、栽培期間約 10%短縮という効果が見られる。

双葉のときから太く、長く、勢いが良い

収穫後の根は白く、
根の重量も20%重い



葉の立ち具合がぜんぜん違う

図 3-19 水耕栽培のホウレンソウへの利用例



対照区（作付け2年目）

2回目切りで10～15cmも
長さに差が出た秀品揃い



実験区（8年連作の圃場）

図 3-20 栽培の難しいトルコ桔梗への利用例（浸透力のよい水の効果）

3) 社会的波及効果

タイやフィリピンにおける JICA 事業等とも連携したプロジェクトにより、これらの国での水産養殖産業の生産性向上が期待され、日本の国際貢献につながっている。

水産養殖や農業における当該技術（マイクロバブル技術）の利用により、生産性向上が図られることで、食生活の向上、食料資源問題の解決への貢献が期待される。

また、将来的にはイトゴカイを用いたバイオレメディエーション技術の利用により、海底浄化による漁業養殖場の持続的な利用が可能になると期待される。

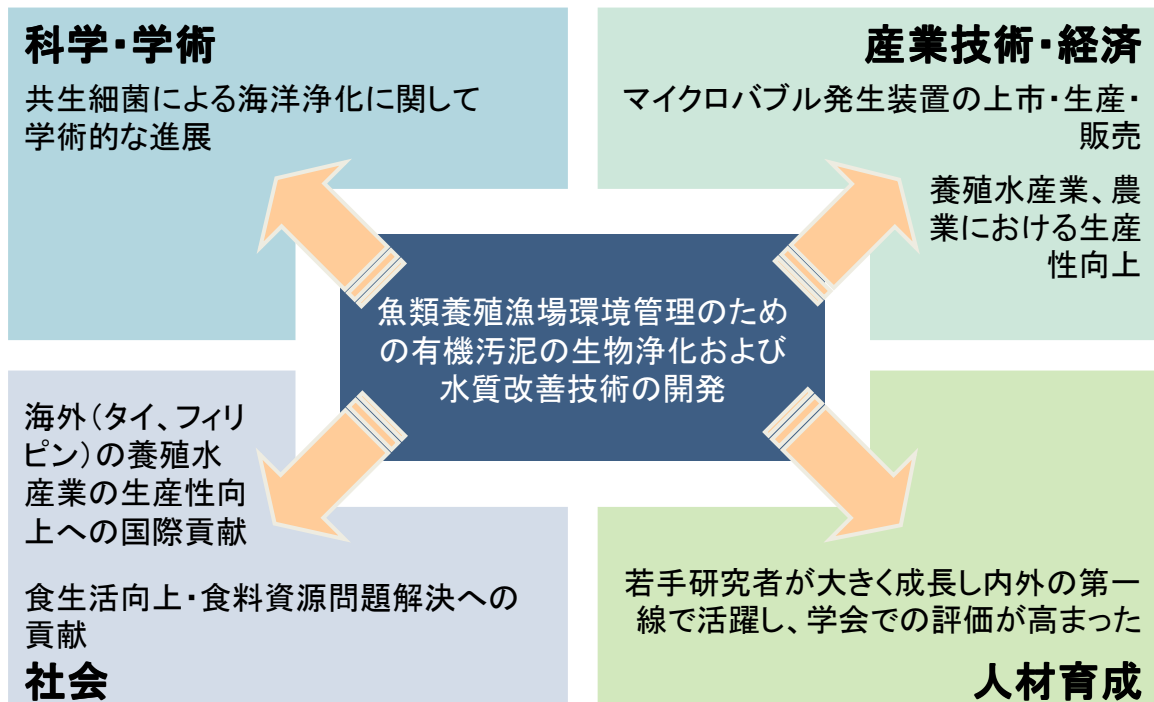
4) 人材育成効果

本研究課題によって若手研究者が大きく成長し、参画者の研究機関や学会等での評価が高まり、また、学位の取得、教員ポスト等への就任が得られるなど、顕著な人材育成効果が得られている。

- Sarawut Srithongouthai 氏は、研究成果が評価され、母国タイの No.1 大学である王立 Chulalongkorn University の講師に大抜擢された（現在、同職）。
- 國弘忠生氏：研究成果が本研究課題終了後に、Nature 系の科学雑誌、The ISME journal に掲載された。（現在、Royal Netherlands Institute for Sea Research (NIOZ Yerseke)）
- 内野（木下）今日子氏は研究成果が認められ、日本水産学会論文賞ならびに日本ベントス学会奨励賞を受賞した。宮崎大学より准教授の公募への応募要請を受けた。
- 遠藤晃氏は南九州大学の教員になった。当時ポスドクであり、環境教育分野で鹿の生態学研究を行う優秀な研究者であった。（株）多自然テクノワークスの研究チームに入り、その実績から現職を得た。

(4) 波及効果の分析

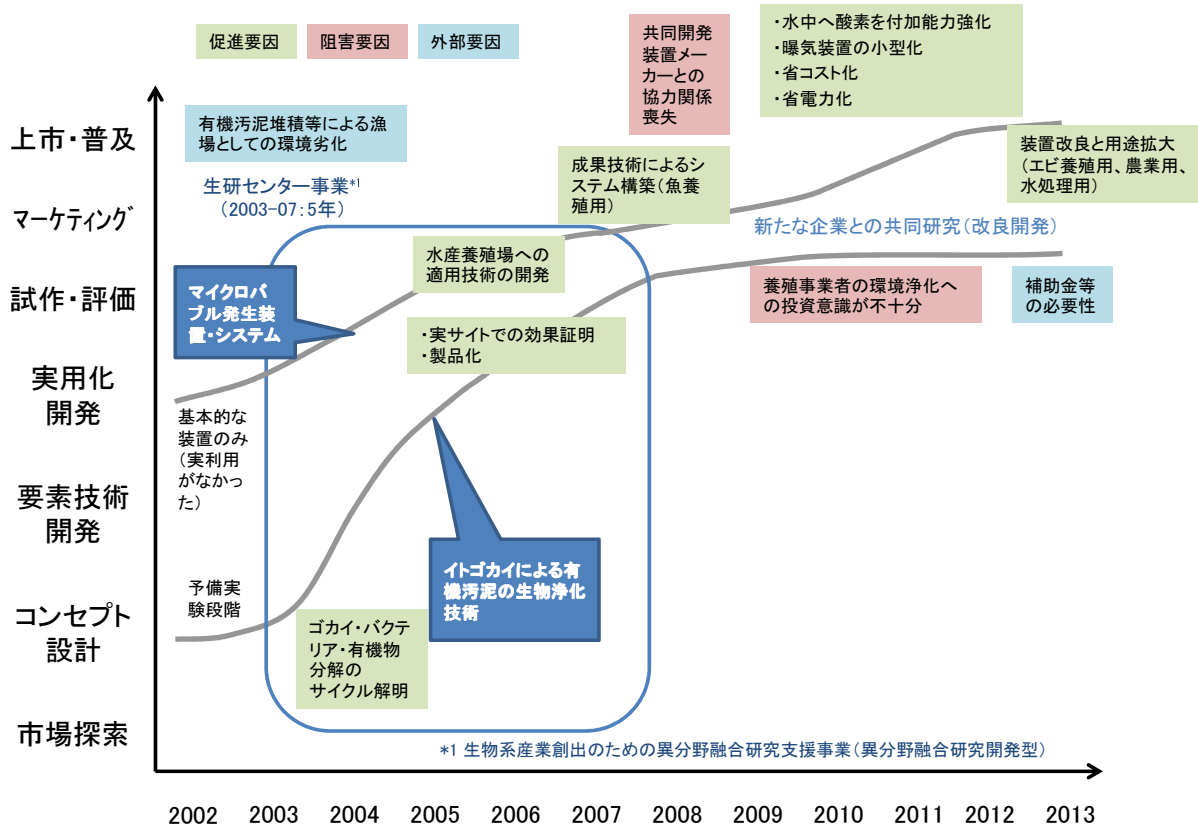
本調査結果、および研究者へのアンケートやヒアリングの結果から、波及効果に関して分析した。



本研究課題の成果とその後の展開により、マイクロバブル発生装置が実用化され、上市・生産・販売されるとともに、その利用用途が養殖水産業の幅が魚からエビにも広がり、また水耕栽培等の農業にも広がることで、養殖水産業や農業における生産性向上効果が得られている。また、海外（タイ、フィリピン）への展開も始まっており、途上国等での養殖水産業の生産性向上への国際貢献も期待される。また、当該技術の利用による水産業や農業の生産性向上による食生活の向上、食料資源問題の解決への貢献が期待される。なお、イトゴカイを用いた共生細菌による海洋浄化に関して学術な進展がみられ、将来的にはこれを基礎とした実用化に向けたバイオレメディエーション技術の研究開発も期待される。さらに、本研究課題に関与した若手研究者が大きく成長し内外の第一線で活躍し、海外の著名論文誌に紹介されるなど、学会での評価が高まった。

(5) 追跡チャート

アンケートおよびヒアリング調査結果をもとにして、事業期間中から現在までの事業化に至る経緯を分析した。



マイクロバブル発生装置は、装置は当初からできていたが、販売・利用がなされていなかった。これに対して、本研究課題により水産養殖場への適用が行われ、効果が実証されることで、利用技術が5年で確立された。本研究課題に参加した(株)多自然テクノワークスでは成果技術による製品を現状でも販売している。マイクロバブル発生装置の性能向上のための開発は、新たな研究資金を確保できなかったことなどにより、一時的に停滞したが、2009年より新たな開発協力メーカーとして大巧技研(有)と性能向上の研究開発を行い、2012年より改良製品の販売に至っている。今後、魚養殖だけでなく、エビ養殖用、農業用、水処理用などへ、市場拡大が望まれる。

イトゴカイによる有機汚泥の生物浄化技術は、事業開始前は予備実験段階であったが、本研究課題で汚泥浄化の効果が証明ができ、イトゴカイとバクテリア等を含む製品として提供できるようになった。但し、養殖事業者の環境浄化への投資意識が不十分であり利用に至っていない。今後、水産養殖業者への補助金等の助成措置が導入されれば、利用の可能性が見込まれる。

5. 有識者コメント

(1) 当該事業(研究課題)終了後の展開状況

本事業は、海面養殖業で近年継続的に問題となっている赤潮の発生原因である漁場環境の劣化を防ぎ、魚類養殖の恒久的利用を可能とするための技術開発を行ったものである。それらの成果の展開として、イトゴカイを用いての生物浄化技術では、技術コーディネーターや分担者、さらには当時のポスドクが中心となり科学研究費の採択につながっている。また、網生簀内の溶存酸素濃度の低下を防止する新たなマイクロバブル発生装置を実用化し、販売に至っている。さらには、東南アジアのエビ養殖や国内の農業分野を中心に新たな展開も図られている。このように、本研究成果は基礎的知見の

みならず、産業的にも社会的にも十分な展開が図られているものと判断する。

(2) 当該事業（研究課題）の波及効果

1) 科学技術的波及効果の評価

本事業により、イトゴカイによる養殖漁場底泥の生物浄化技術を科学的に解明し、実用化に向けたバイオメデレーション技術の開発の実現性を明らかにした点高く評価する。また、マイクロバブル発生装置の開発の中で、網生簀養殖内の溶存酸素の状態を自動水質測定システムにより明らかにし、飼育方法の改善につながるなど魚類養殖場の恒久的利用を図る上での有益な知見が得られ、これらは、食資源問題の解決に向けた一助を提供するものである。また、科学研究費補助金基盤研究 (A), (B), (C) さらには若手研究 (B) などに本事業にかかわった研究者が採択されており、継続的に研究が継続されている。

2) 経済産業的波及効果の評価

本事業は、水産庁が定めている持続的養殖生産確保法(1999年)の方針に基づき実施しているもので、国策に沿った事業となっている。海面における網生簀養殖の持続的利用が図られるとともに、新たに開発したマイクロバブル発生装置により、魚類養殖分野のみならず、東南アジアを中心としたエビ養殖場の環境改善、農業分野、特に水耕栽培における生産性の向上など、食生活の向上にもつながる波及効果がある。マイクロバブル発生装置については、現在いくつかの企業による開発が行われ、市場での競争になっているなど、産業界に活力を与えている。

3) 社会的波及効果の評価

本事業で開発したマイクロバブル発生装置を利用し、東南アジアにおける JICA 事業等との連携プロジェクトにより、エビ養殖を中心とした生産性向上が図られ、日本の国際貢献に繋がっている。また、本事業による、海底の浄化による養殖漁場の持続的利用の波及効果としては、沿岸域の保全につながることから、日本学術会議が 2004 年に答申した「地球環境・人間生活にかかわる水産業及び漁村の多面的な機能の内容及び評価について」を実践することになり、この点において高く評価する。すなわち、沿岸域の環境浄化により、国民の健全な健康をはぐくむとともに、美しい国土の保全につながるものと確信する。

4) 人材育成効果の評価

本事業に参加した 4 名の大学院生及びスドク研究員の中で、現在、3 名が大学教員になりそれぞれの専門分野で職を得ている。そして、前述した科研費に採択され継続して研究を行っている。このことは、本課題の科学的・学術的水準が高かったことを示すとともに、顕著な人材育成効果が得られたことを示している。

(3) 当該研究課題に対する今後の発展への期待

本事業は、養殖漁場の改善を図るための技術開発を行っており、現在でも継続的に発生する赤潮防除対策に有効なツールを提供するものである。マイクロバブル発生装置が水産分野のみならず農業分野においても有効であることがわかり、国内のみならず、海外においても展開が可能であり、今後の発展が期待される。イトゴカイによる有機汚泥の生物浄化技術については新しい製剤を開発しているものの、現場への利用が図られておらず、この点補助金等の助成が行われれば、更なる環境浄化に有効となろう。

6. 成果論文

(1) 研究者・機関ランキング

当該課題に関連する領域の論文を研究者・機関で集計した結果を以下に示す。

順位	著者名	論文数	順位	機関名	論文数
1	KUMAI H	14	1	KINKI UNIV	27
2	FORBES VE	13	2	KAGOSHIMA UNIV	23
3	KOSHIO S	12	3	ROSKILDE UNIV CTR	18
3	SELCK H	12	4	TOKYO UNIV MARINE SCI TECHNOL	17
5	ISHIKAWA M	11	5	FISHERIES RES AGCY	14
5	PANKOW JF	11	5	UNIV TOKYO	14
5	TAKII K	11	7	KYOTO UNIV	11
8	MENDEZ N	10	8	MIE UNIV	10
8	YOKOYAMA S	10	8	UNIV NAACL AUTONOMA MEXICO	10
10	MASUDA R	9	10	CARL VON OSSIETZKY UNIV OLDENBURG	8
10	SEOKA M	9	10	HONG KONG UNIV SCI TECHNOL	8
12	KATO K	8	10	PREFECTURAL UNIV KUMAMOTO	8
12	TSUTSUMI H	8	13	CHINESE ACAD SCI	7
14	PALMQVIST A	7	13	NAGASAKI UNIV	7
14	QIAN PY	7	15	FISHERIES OCEANS CANADA	6
14	YAMASHITA Y	7	15	HIROSHIMA UNIV	6
14	YOKOYAMA H	7	15	MIYAZAKI UNIV	6
18	BISWAS AK	6	15	NATL RES INST FISHERIES ENVIRONM INLAND SEA	6
18	MURATA O	6	15	PORTLAND STATE UNIV	6
18	RASMUSSEN LJ	6	15	UNIV GOTHENBURG	6
18	SATOH S	6			
18	SIMON M	6			
18	TANAKA S	6			

(注1) 研究者・機関共に論文数20位以内(同順位含む)を示している。

(注2) 網掛けとなっている研究者名は当該課題に直接関与した研究者を表す。また、網掛けとなっている機関名は、それら研究者の所属機関(当該課題の研究期間終了時点)を表す。

(注3) 調査は、2013年12月~2014年1月初旬にかけて実施し、調査時点のデータ集計結果を加工。

なお、当該課題に関連する領域の論文は、トムソン・ロイター社の学術文献データベース Web of Science において、以下の条件で定義した。

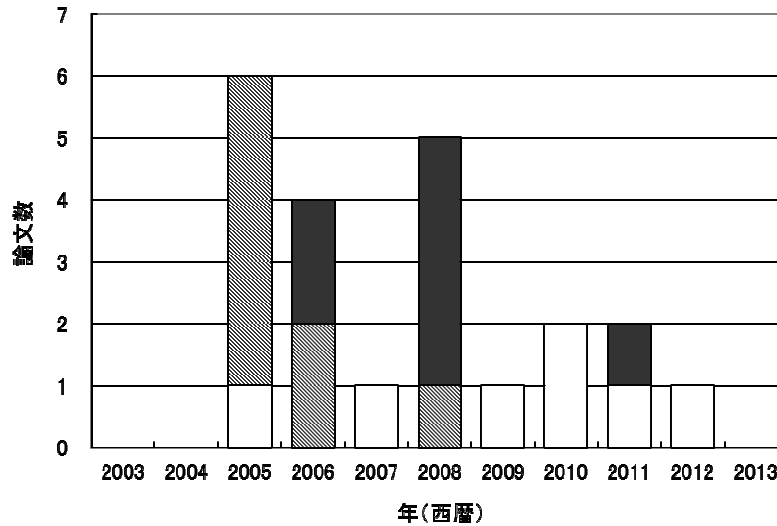
条件1: 論文発表年が左記のいずれかに該当	2002年から2013年
条件2: Web of Science 分野が左記のいずれかに該当	ENVIRONMENTAL SCIENCES FISHERIES MARINE FRESHWATER BIOLOGY
条件3: タイトル、概要、キーワードに左記のいずれかの語句を含む	organic flux Capitella sp I organic particulate micro-bubble red sea bream (Pagrus major) Roseobacter clade Capitella
検索論文数	478件

(注) 「検索論文数」は条件1~3を全て満たす論文の件数を表す。「検索論文数」に含まれる論文を集計して研究者・機関ランキングを作成。

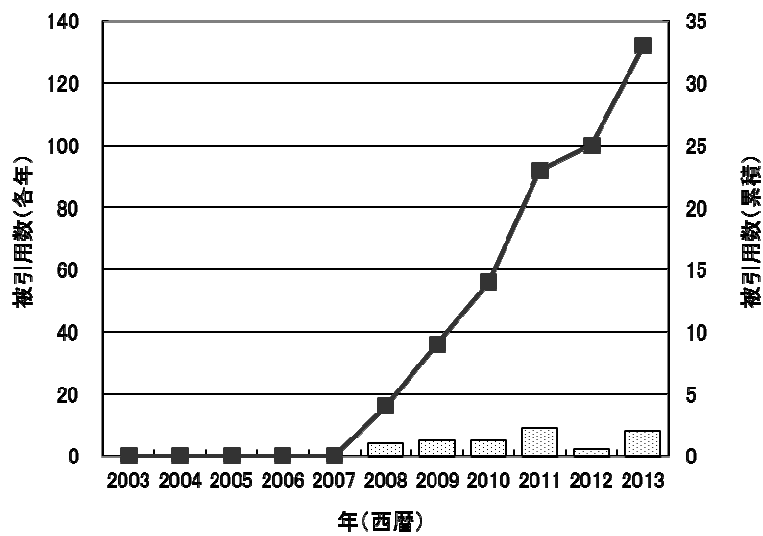
(注2) 検索論文数は、2013年12月～2014年1月初旬にかけて実施した調査時のデータ集計結果を加工。

(2) 主要成果論文数・被引用数

当該課題の主要成果として把握されている論文について、論文数と被引用数の推移を以下に示す。



□和文誌 ▨英文誌(WoS非収録) ■英文誌(WoS収録)



▨被引用数(各年) ■被引用数(累積)

(注1) 上図の「英文誌 (WoS 収録)」とは、Web of Science 上で同定できた論文を示す。また、下図の被引用数は、Web of Science 上で同定できた論文のみを対象に集計している。

(3) h-index

上記で示した Web of Science 上で同定できた論文の h-index は 4³であった。

(4) 被引用数上位論文

No.	論文タイトル	著者	出典	発表年	被引用数
22	Bioremediation of organically enriched sediment deposited below fish farms with artificially mass-cultured colonies of a deposit-feeding polychaete <i>Capitella</i> sp I	Kinoshita, K; Tamaki, S; Yoshioka, M; Srithonguthai, S; Kunihiro, T; Hama, D; Ohwada, K; Tsutsumi, H	FISHERIES SCIENCE, 74, 77-87	2008	12
18	Seasonal fluctuations in the flux of particulate organic matter discharged from net pens for fish farming	Tsutsumi, H; Srithonguthai, S; Inoue, A; Sato, A; Hama, D	FISHERIES SCIENCE, 72, 119-127	2006	9
25	Co-inoculation of <i>Capitella</i> sp I with its synergistic bacteria enhances degradation of organic matter in organically enriched sediment below fish farms	Wada, M; Zhang, D; Do, HK; Nishimura, M; Tsutsumi, H; Kogure, K	MARINE POLLUTION BULLETIN, 57, 86-93	2008	5
21	Control of dissolved oxygen levels of water in net pens for fish farming by a microscopic bubble generating system	Srithonguthai, S; Endo, A; Inoue, A; Kinoshita, K; Yoshioka, M; Sato, A; Iwasaki, T; Teshiba, I; Nashiki, H; Hama, D; Tsutsumi, H	FISHERIES SCIENCE, 72, 485-493	2006	5
27	Increase in Alphaproteobacteria in association with a polychaete, <i>Capitella</i> sp I, in the organically enriched sediment	Kunihiro, T; Takasu, H; Miyazaki, T; Uramoto, Y; Kinoshita, K; Yodnarasri, S; Hama, D; Wada, M; Kogure, K; Ohwada, K; Tsutsumi, H	ISME JOURNAL, 5, 1818-1831	2011	2
26	The succession of microbial community in the organic rich fish-farm sediment during bioremediation by introducing artificially mass-cultured colonies of a small polychaete, <i>Capitella</i> sp I	Kumhiro, T; Miyazaki, T; Uramoto, Y; Kinoshita, K; Inoue, A; Tamaki, S; Hama, D; Tsutsumi, H; Ohwada, K	MARINE POLLUTION BULLETIN, 57, 68-77	2008	0
24	DO-increasing effects of a microscopic bubble generating system in a fish farm	Endo, A; Srithonguthai, S; Nashiki, H; Teshiba, I; Iwasaki, T; Hama, D; Tsutsumi, H	MARINE POLLUTION BULLETIN, 57, 78-85	2008	0

(注 1) 最左列の番号は、資料編に掲載の成果論文リストの番号と対応している。

(注 2) 研究実施期間以降 (2008 年以降) の論文については、網掛けで表示している。

7. 実用化データ

(1) 特許出願 (公開特許)

公開番号	発明の名前	出願人	発明者	出願日	登録番号
特開 2002-011335	微細気泡供給装置	株式会社多自然 テクノワークス	梨子木久恒、 手柴一郎	2000/06/30	特許 4145000
特開 2002-166151	微細気泡供給方法および微細気泡供給装置	株式会社多自然 テクノワークス	梨子木久恒、 手柴一郎	2000/11/30	特許 4124956
特開 2003-181258	旋回式微細気泡発生装置	株式会社多自然 テクノワークス	梨子木 久恒、 手柴 一郎、 田中 博徳、 岩崎 隆明、 高瀬 辰彦	2001/12/13	特許 3794952
特開 2006-314954	水域浄化方法	株式会社多自然 テクノワーク ス; 堤 裕昭; 株式会社恵天	梨子木 久恒、 堤 裕昭、濱 大吾	2005/05/13	

³ ある論文集合 X において、「X に含まれる論文の内、被引用数 x 以上の論文が x 件以上存在する」といえる x の最大値を h-index という。ここでは、当該課題の成果として Web of Science 上で同定できた論文を対象に算出している。

公開番号	発明の名前	出願人	発明者	出願日	登録番号
特開 2006-314281	魚貝類養殖方法	株式会社恵天; 堤 裕昭; 株式 会社多自然テク ノワークス	濱 大吾, 堤 裕昭, 梨子木 久恒	2005/05/13	
特開 2007-054735	汚泥浄化方法	木暮 一啓; 和 田 実; 株式会 社多自然テクノ ワークス	木暮 一啓, 堤 裕昭, 梨 子木 久恒	2005/08/24	
特開 2007-053963	細菌活性の観察方法	木暮 一啓; 和 田 実; 株式会 社多自然テクノ ワークス	和田 実, 木 暮 一啓, 堤 裕昭, 梨子木 久恒	2005/08/24	特許 4605559
特開 2012-016647	マイクロバブル発生装 置	大巧技研有限会 社	高瀬 一郎, 堤 裕昭	2010/07/07	特許 4652478

(2) 実用化例

- マイクロバブル発生装置（水産物養殖用のほか、農業用、水処理用にも使われる）（大巧技研（有）による）
- 新型ナノバブル DBON®（（株）多自然テクノワークスによる）

8. 主な調査参考資料

- 生物系産業創出のための異分野融合研究支援事業「魚類養殖漁場環境管理のための有機汚泥の生物浄化および水質改善技術の開発」研究成果報告書（H20.3）
- 農業・食品産業技術総合研究機構 HP
< http://www.naro.affrc.go.jp/brain/ibunya/files/2007_2seibutujyouka.pdf >
- 大巧技研有限会社 HP
< <http://ecobubble.jp/index.php?DDHRS> >
- 堤氏提供資料（生研センター報告資料等）

第3節 海外輸出を狙った不活化花粉利用種なし果物の生産技術の開発

生物系産業創出のための異分野融合研究支援事業（異分野融合研究開発型：平成17年度－19年度）
 技術コーディネーター：杉山慶太（（独）農研機構北海道農業研究センター〔事業当時〕）

中課題	所属（事業当時）	研究者
① スイカの省力的授粉技術の開発	（独）農研機構北海道農業研究センター	杉山慶太
② 種なし果実の組織学的観察と内生植物ホルモンの解析及び品質評価	高知大学	尾形凡生
③ ブンタンの高品質種なし果実生産技術の開発	高知県農業技術センター果樹試験場	田中満稔
④ スイカ主産地での品種選定と栽培技術の確立	鳥取中央農業協同組合	淀瀬繁樹
⑤ 種なしスイカの量産化技術の開発及び海外での果物販売実態調査とテスト販売	ケイワン株式会社	中島国男

ヒアリング協力者：杉山慶太（（独）農研機構北海道農業研究センター〔現所属〕）

ヒアリング実施日：平成25年12月6日

1. 研究の背景と位置づけ

(1) 開始時の研究分野や社会の動向

当時、スイカ等の国内マーケットが縮小していたため、海外への輸出促進が狙われていた。果物の本格的な海外輸出は始まったばかりであるが、世界をマーケットとした国際競争に打ち勝つためには、我が国独自の技術により作出された魅力的な果物を輸出し、国際的なブランドとしての地位を築く必要があった。このため、海外で要望が強い種なし果物を日本ブランドとして海外で販売し、市場開拓を図ることが考えられた。

スイカの種なし品種としては、それまで3倍体があったが、種の値段が高く、着果が難しいなどの栽培上の問題に加え、味が良くないなどの理由によりそれほど普及していなかった。これに対して、種有りの2倍体のスイカは日本の品種が優れており、味も良く日本人の嗜好にも合っているため、技術コーディネーターはこれから種なし種を作ることに取り組んでいた。その取り組みの中で、花粉に刺激を与えると種なしができる可能性に着目して研究開発を進め、1997年に軟X線を照射することで花粉が不活化することを明らかにし、2倍体の種なしスイカを実現することができた。

技術が確立することにより、2倍体の種なしスイカが農家に容易に普及することが期待されたが、実際はあまり普及しなかった。その理由は、軟X線の照射装置を農家が自分で購入し・操作するしか方法がなく、そのための費用が農家にとって大きな負担となったことが最大の問題であった。また、作業面でも、雄花を朝摘んで装置に入れ、軟X線を1時間照射し、農場に戻って花粉をつけるという煩雑な作業が必要になったことも問題であった。

(2) 応募の目的／他制度への応募状況

上述のような不活化花粉普及に当たっての課題に対し、花粉をあらかじめ不活化し、流通させることで農家の機器購入や軟 X 線照射作業の必要性を無くし、不活化花粉の普及を図ることが考えられ、そのため不活化花粉の保存方法の研究を実施することを狙った。

また、合わせて種なしとなるメカニズムも解明し、その原理を明確化することで、軟 X 線照射に対する消費者の嫌悪感に対し、販売面での理解を得ることも狙った。

さらに、スイカの形が崩れる問題もあり、また、消費者に種と思われがちなシイナ（種の殻の部分）を減らす研究も行った。

事業化を視野に入れ、不活化花粉の量産化や人工授粉機などの関連機器の開発、また、内外の市場調査も研究に含めた。また、より大きな効果を得るために、スイカだけでなく柑橘系果物（ブンタン）も対象に含めた。

以上のような広範な研究をコンソーシアムを組織して実施するため、本事業に応募した。

他の研究支援制度に関しては、JST による「大学発ベンチャー創出推進」事業にも応募を検討した（本事業に採択されたため、応募に至らなかった）。

(3) 当該事業の意義

仮に、本事業に採択されなかった場合、JST による「大学発ベンチャー創出推進」事業（上述）、または、農水省の実用技術開発関連事業に応募したと考えられ、恐らく、採択を得たであろうと見られる。但し、それらに比べて、やはり本事業の方が予算規模が大きく、柔軟性もあったと見られ、成果は遅れ、また縮小していたであろうと見られる。

このことから、本事業は、不活化花粉によるスイカなどの果物の種なし化に関わる研究開発および事業化を促進したと考えられる。

(4) 研究の狙い

本研究課題では、既存の品種をそのまま種なし果物に変える不活化花粉技術をキーテクノロジーとして、種なし果物（スイカ、ブンタン）の高品質生産技術を開発することを目的とした。具体的には、不活化花粉を利用したスイカ、ブンタンの授粉省力化、量産化技術及び栽培技術の確立を狙いとした。

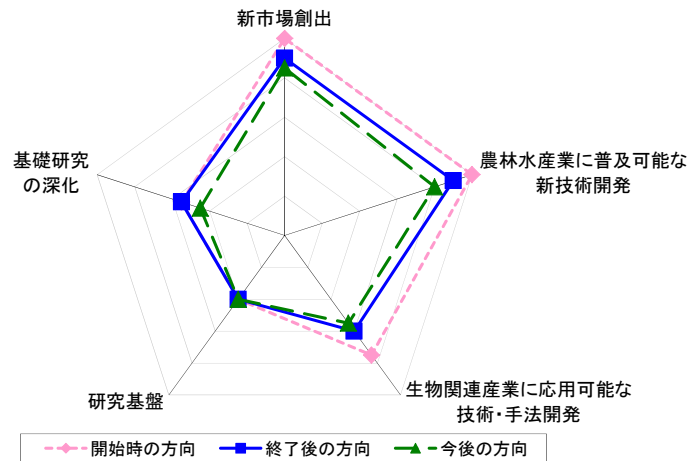
さらに、これらの技術により国際競争力をもつ高品質種なし果物を作成し、また、海外マーケットを開拓することにより、種なし果物を核とした関連産業を振興することを狙いとした。



図 3-21 研究の全体イメージ

2. 研究の展開

研究者へのアンケートおよびヒアリングの調査の結果（「当てはまる」「多少当てはまる」「どちらとも言えない」「あまり当てはまらない」「全く当てはまらない」の5つの回答）をスコア化し、事業の開始時、終了時、今後の研究の方向性をレーダー図で示した。なお、未回答は、「どちらとも言えない」として集計した。



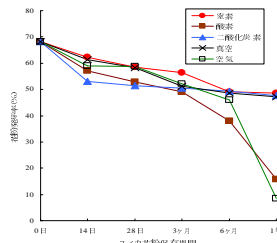
本研究課題は、事業開始時から実用化・事業化を強く目指しており、農林水産業に普及可能な新技術開発および新市場創出の要素が最も大きく、次いで生物関連産業に応用可能な技術・手法開発の要素が大きかった。この傾向は終了時、今後の研究の方向性においても大きく変わらない。本研究課題の実施とその後の実用化技術研究開発等の進展により、種なし化に関わる植物的なメカニズムなど、基本的なことが分かり、今後の方向性としては、これらの要素が若干弱まっている。

事業の開始時から今後の展望までの全体像を示した。

事業期間中の研究成果

スイカの省力的授粉技術の開発

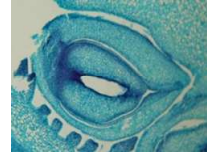
- スイカの不活化花粉の長期保存では真空、窒素封入により冷凍(-25°C)保存が適していることを明らかにした
- 開花前日の午後からの授粉は開花前の袋かけなどの作業を減らす有効な技術であることがわかった



花粉の保存期間とガス環境との関係

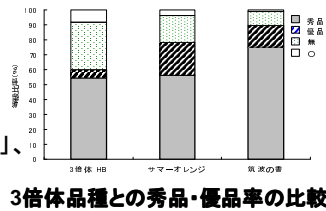
種なし果実の組織学的観察と内生植物ホルモンの解析及び品質評価

- 不活化花粉の授粉による種なし化は胚珠が発達途中に退化する偽単為結果現象であるというメカニズムを解明
- 不活化花粉授粉果実の糖度上昇効果を確認
不活化花粉処理胚珠における内部組織の退化・消失(授粉7週後)



スイカ主産地での品種選定と栽培技術の確立

- 鳥取県の主産地における不活化花粉利用の種なしスイカの作出
- 促成作型として「筑波の香」、抑制作型として「サマーオレンジM」等の適正を確認



3倍体品種との秀品・優品率の比較

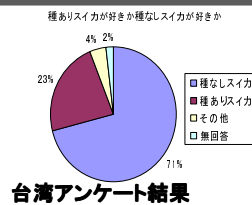
ブンタンの高品質種なし果実生産技術の開発

- 検量線による糖度指標と肥大指標を組み合わせることで糖度が高く果実階級への影響が認められない果実生産ができることを実証



種なしスイカの量産化技術の開発及び海外での果物販売実態調査とテスト販売

- 国内市場に導入、消費者サイドにニーズをつかんだ
- 台湾での試食会の結果、品質評価が高く、嗜好性も近いが、価格では厳しい評価



台湾アンケート結果

- 長期保存と受渡が可能な不活化花粉のパッケージ試作
- 簡便で確実な授粉を得るための授粉機器のプロトタイプ開発



授粉器

その後の展開

不活化花粉の利用方法向上研究

- スイカ不活化花粉による前日授粉技術
- ブンタンの果実肥大促進等

生産地、果実種拡大

- 高知、鳥取、熊本から、石川、神奈川、長野、群馬、山形等に拡大
- 柿、日向夏に展開



中国、韓国への事業展開の取り組み

- 現地での不活化花粉製造・販売
- 現地での種なしスイカの栽培と販売事業

今後の展開

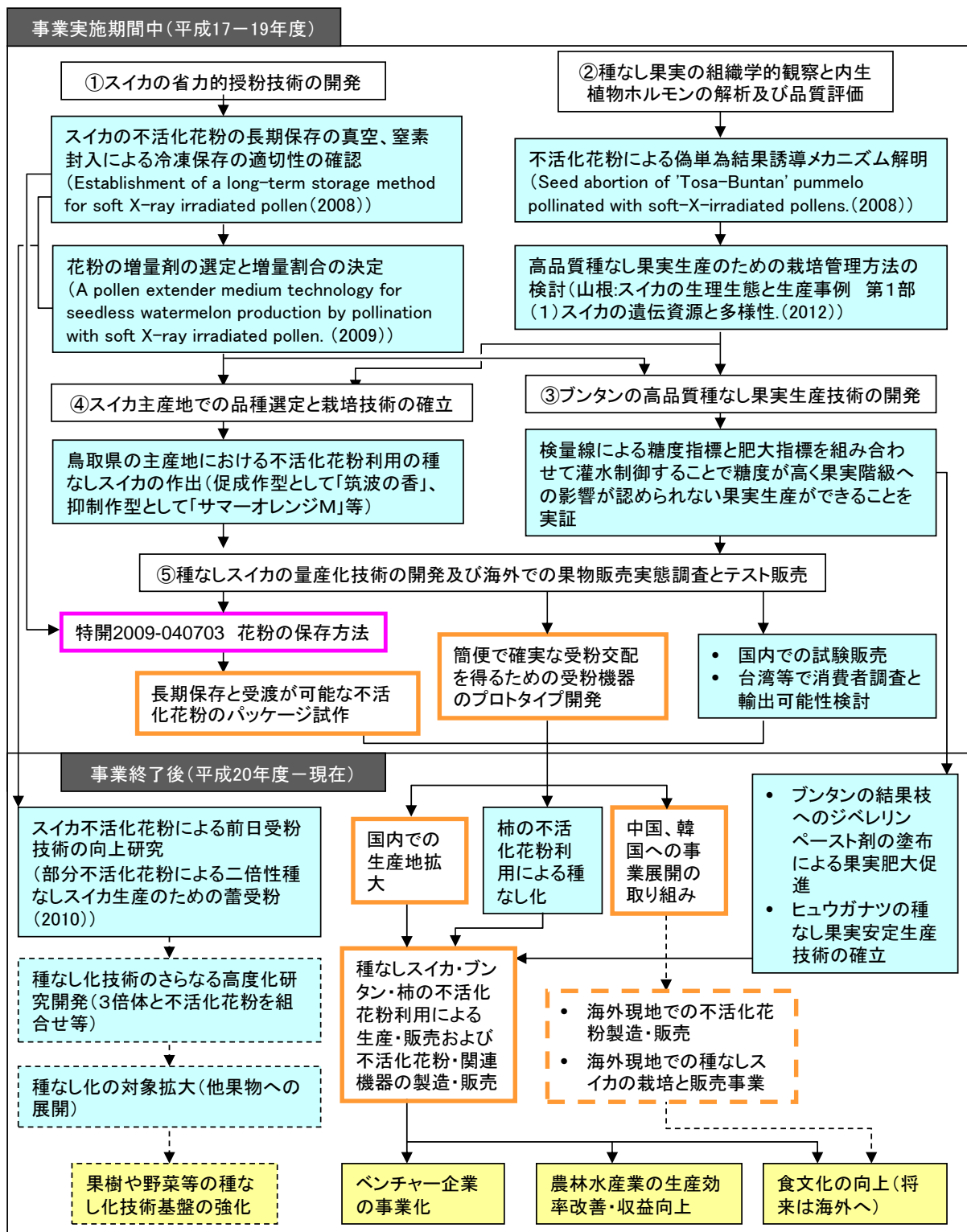
種なし化技術のさらなる高度化研究開発(3倍体と不活化花粉を組合せ等)

種なし化の対象拡大(他果物への展開)

国内外での事業展開拡大

文献調査・特許調査やインタビュー調査の結果を基に俯瞰図を作成し、下図に記した。

□ 中課題 □ 研究成果 □ 特許出願 □ 実用化 □ 効果



(注) 点線部は将来的に実現するものを意味する。

3. 当該事業における研究の実施状況

(1) 研究目的

本研究課題は、既存の品種をそのまま種なし果物に変える不活化花粉技術をキーテクノロジーとして、種なし果物（スイカ、ブantan）の高品質生産技術を開発することを目的とした。このため、コンソーシアムを組織して以下を実施することを目指した。

- ウリ類の不活化花粉を利用した省力的な人工授粉技術の開発
- 不活化花粉による種なし果実の肥大現象の解明と品質評価
- カンキツ類の不活化花粉を利用した高品質種なし果実の生産技術の開発
- 産地に適した不活化花粉利用種なしスイカの品種選定と高品質栽培技術の開発
- 不活化花粉の量産化技術の開発と海外での果物販売実態調査・テスト販売

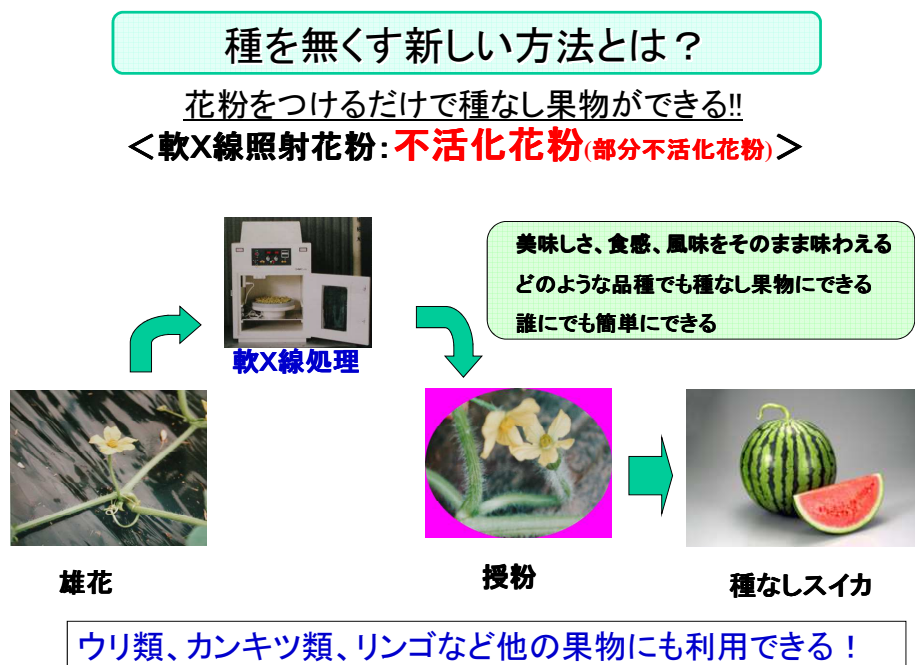


図 3-22 不活化花粉による種なし化の方法

(2) 研究内容

中課題ごとの研究目標を以下に示した。

1) スイカの省力的授粉技術の開発

省力的な授粉方法としてスイカの不活化花粉を直接利用して授粉する技術を開発する。これにより、今までの授粉に要していた労働時間を 50%削減する。また、花粉を利用するために 10 日間以上の保存技術を開発する。他家受粉の防止技術を開発する。

2) 種なし果実の組織学的観察と内生植物ホルモンの解析及び品質評価

不活化花粉を授粉した果実の組織観察を行い、不活化花粉処理によって誘導される単為結果のタイプを特定する。また、果実の内生植物ホルモンの定性・定量によって、不活化花粉誘導される種子が、結実と果実の初期肥大に寄与していることを証明する。

さらに、不活化花粉処理による種なしスイカの価値を品質、市場性などから総合的に評価する。また、品種と栽培条件（作型、整枝法等）が果実の品質（外観、成分、物理性等）に及ぼす影響を化学分析、物性測定、組織構造観察などにより調査し、高品質種なし果実生産のために最適な作型別栽培法を開発し、技術普及のための栽培マニュアルを作成する

3) ブンタンの高品質種なし果実生産技術の開発

ブンタンの結実率と果実の肥大性等から、種なし化に適した花粉への軟 X 線照射線量を特定する。ブンタン授粉用の花粉貯蔵のための温度・湿度条件等を明らかにし、1年間の長期貯蔵法を開発するとともに、花粉のパッケージ形態を開発する。ブンタンの種なし果実の生産における、良好な果実肥大のための摘果時期・程度の解明、糖度向上のための水ストレス付与時期・程度の解明及び植物成長調整物質の利用方法等の開発により、3L 級果実で、糖度 12%以上の果実生産のための樹体管理技術及び土壌管理技術を体系化する。最終的には、種なし高品質果実生産技術としてマニュアル化する。

4) スイカ主産地での品種選定と栽培技術の確立

スイカの主産地である鳥取県において、不活化花粉を利用した種なしスイカを普及させるためには、種なし化に適した品種や栽培時期、栽培法に関してのデータの蓄積が必要である。そこで、県内で主要な大玉品種、小玉品種等を利用して栽培時期・整枝法等と果実品質の関係について調査する。これにより、産地の各作型に適した品種、栽培法を明らかにする。鳥取県における促成・抑制栽培において種なし化に適した品種を選定し糖度 12 度以上・3L 以上 65%となる栽培技術を確立する。

5) 種なしスイカの量産化技術の開発及び海外での果物販売実態調査とテスト販売

生産者の期待に合う種なし果物の輸出体制を作り上げ、本コンソーシアムにより創出された高品質種なし果物の輸出実績を得る。

国内においては、産地、市場の支援を得て、国内での種なしスイカの位置（カテゴリー）を確立し、0.5%以上（3万玉～4万玉相当数量）のマーケットシェアを獲得する。

また、現状の種なしスイカの多工程生産方式の改善のため、不活化花粉製造補助機器などの開発及び授粉機器を開発し、量産工程技術を確立する。さらに簡便、安定、量産を図るために不活化花粉の流通技術を開発し、不活化花粉そのものの販売ビジネスを目指す。

(3) 研究体制

高品質な種なし果物の生産技術とその商品開発を目的とし、不活化花粉、人工受粉器などの販売事業も視野に入れ、コンソーシアムを構成した。

機関名	研究分担者 (○代表者)	担当中課題名
(独) 農研機構北海道農業研究センター	○杉山慶太	スイカの省力的授粉技術の開発
高知大学	尾形凡生	種なし果実の組織学的観察と内生植物ホルモンの解析及び品質評価
高知県農業技術センター果樹試験場	田中満稔	ブンタンの高品質種なし果実生産技術の開発
鳥取中央農業協同組合	淀瀬繁樹	スイカ主産地での品種選定と栽培技術の確立
ケイワン株式会社	中島国男	種なしスイカの量産化技術の開発及び海外での果物販売実態調査とテスト販売

ケイワン(株)は機械販売を行う九州のベンチャー企業であり、農業関係への展開に関心を持っていた。技術コーディネーターとは以前から交流があったため、軟X線装置の販売やマーケティングを担う主体として、コンソーシアムに参画することとなった。

高知大学の山根講師はスイカの研究を行っており、学会で声を掛け研究協力を得た。共同研究を続ける中で、2004年ころお互いにプロジェクト化の必要性を感じ、生研センター事業への応募を目指すことになった。また、同大学の尾形准教授は、授精メカニズム解明の研究蓄積を有していたため、プロジェクトに参画してもらうこととなった。

各地の産地やJAなどに対しては、競争的資金を獲得してプロジェクト化することを持ちかけた。結果としては、スイカについてJA鳥取の協力を得ることができた。

スイカ以外の果物も種なしにできると期待されたため、各地の関係する試験場に持ちかけ、高知県農業技術センター果樹試験場の協力を得た。この際、研究の蓄積や見通しが無いということがネックとなり、協力先を探すのに苦労したが、最終的には上記果樹試験場で技術コーディネーターによる不活化花粉技術を利用した研究蓄積があり、協力を得ることができた。

コンソーシアムの各機関は地理的に離れていたが、インターネットやメールを活用し、またイベント(研究センターの一般公開など)などの機会に積極的に相互交流し、コミュニケーションを密接にできたため、研究の推進に当たって特に支障はなかった。

(4) 研究成果

主要な研究成果は以下の通りである。

1) スイカの省力的授粉技術の開発

① 花粉の保存技術の開発

スイカの不活化花粉では、冷蔵（4℃）保存では真空や窒素封入によって数週間の花粉保存が可能であるが、それ以上の長期保存では真空、窒素封入により冷凍（-25℃）保存が適していることを明らかにした。

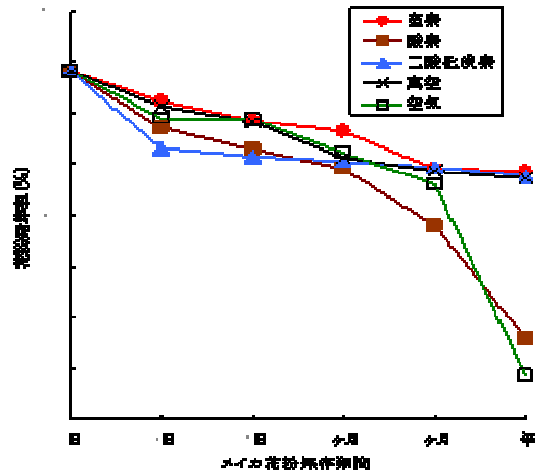


図 3-23 花粉保存時のガス環境が花粉発芽率に及ぼす影響

② 前日授粉と保存花粉利用による省力化

スイカ開花前の他家受粉防止技術として袋かけなどの作業を省力化するため、蓄授粉の可能性について検討した結果、開花前日の午後からの授粉は開花前の袋かけなどの作業を減らす有効な技術であることが分かった。また、保存花粉の授粉による種なし果実は対照とほぼ同程度で、保存花粉との併用が可能であることが示された。

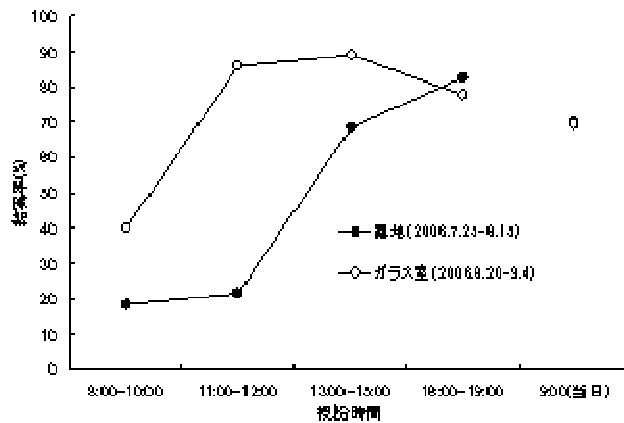


図 3-24 授粉時刻と結実率との関係

2) 種なし果実の組織学的観察と内生植物ホルモンの解析及び品質評価

① 不活化花粉（軟X線照射花粉）による単為結果誘導メカニズムの解明

授粉処理を行った土佐文旦子房の組織観察により、不活化花粉も胚嚢付近まで確実に到達しており、遊離核分裂期までは通常花粉を授粉した果実と遜色ない胚乳の成長が認められることから、不活化花粉でも受精および胚珠の初期成長は正常に進行することが判明した。その後、通常花粉の授粉果実において胚乳内に造壁型細胞分裂が観察される時期に、不活化花粉処理果実では胚珠組織が急速に消失し、種子生長が停止した。これらのことより、不活化花粉の授粉による種なし化は胚珠が発達途中で退化する偽単為結果現象であることが明らかとなった。

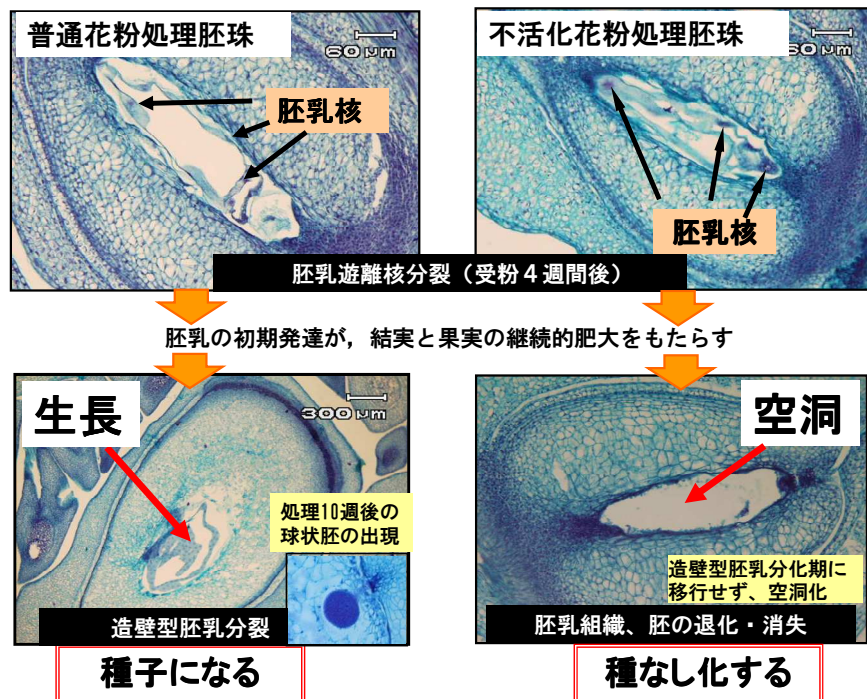


図 3-25 不活化花粉の授粉による単為結果メカニズム

② 不活化花粉授粉果実の糖度上昇効果

不活化花粉授粉の種なしスイカは作期、品種を問わず、肥大性、品質等、普通スイカに劣らないことが実証された。糖度は普通スイカよりも有意に高く、大玉品種では0.3~1度以上、小玉品種では品種により約2度の差が認められた。種なしスイカは種ありスイカに比べて種子に蓄積される同化産物はごくわずかで、果実の中心部、胎座や可食外部の同化産物蓄積量が多く、果実全体に糖が増加することがわかった。

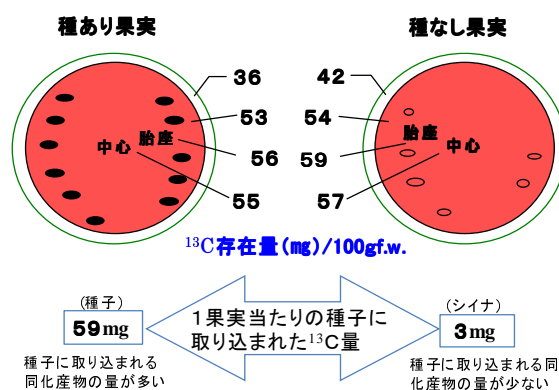
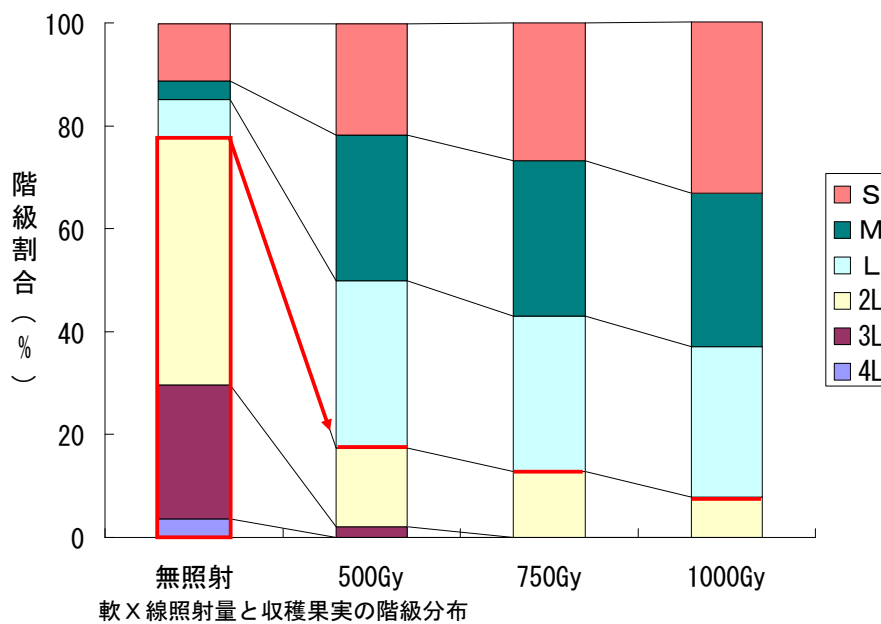


図 3-26 スイカの成熟期における部位別同化産物蓄積量

3) ブンタンの高品質種なし果実生産技術の開発

① ブンタンの高品質栽培技術の開発

「水晶文旦」において、満開 140 日以降の灌水量を制限することで、糖度 12 以上の果実が生産できた。少灌水区においても 3L 級の果実が 70%以上あり、満開 140 日以降の灌水制限により、目標とする 3L 級で糖度 12 以上の果実生産が可能であることを明らかにした。節水管理の指標として、近赤外線分光法による生育期の非破壊果実糖度予測検量線を作成した。満開後 150 日と 180 日用に分けた検量線を用いることで、精度の高い糖度の予測値が得られた。この検量線による糖度指標と肥大指標を組み合わせて灌水制御することで糖度が高く果実階級への影響が認められない果実生産ができることを実証した。



**種子消失、着果率、果実肥大
500～750Gyが適線量**

図 3-27 ブンタンの軟X線適線量

4) スイカ主産地での品種選定と栽培技術の確立

① 3倍体種なしスイカとの比較

不活化花粉利用種なしスイカの糖度は主流の3倍体種なし品種よりも果実中心部、胎座部とも有意に高かった。3倍体種なし品種は果形が著しい扁平となり、ガブリコBでは果皮が厚く、著しい棚落ちが発生した。供試した3倍体種なし品種は、冬作には不適であるということが判明した。また、夏作においては不活化花粉利用種なしスイカは3倍体品種よりも皮が厚めで肩こけ果が発生しやすい傾向がみられたが、糖度は高くスクロース含量が多いことが認められた。また、市場出荷における秀品・優品率が高く（図 3-28）、不活化花粉授粉種なし果実が優れていることが明らかとなった。

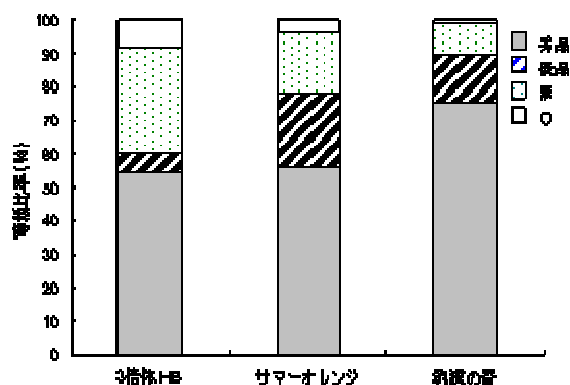


図 3-28 3倍体品種との秀品・優品率の比較

② 鳥取県の主産地における不活化花粉利用の種なしスイカの作出と品種特性

促成作型では、種なしスイカの果実品質は、果重では「縞王」が最も重く、「筑波の香」は空洞果率が低く糖度が高い結果となり、品種特性を残しながら種なしスイカの作出ができた。市場出荷品の秀優率・階級割合は目標に近い果実が作出できた。しかし、この作型では空洞果が多く発生しやすいため、品種特性として空洞果率が低く糖度の高い「筑波の香」が導入しやすいと判断された。

抑制作型では、赤肉小玉品種は両性花の発生等による稔実種子の混入がみられたが、黄肉品種は稔実種子、着シイナの混入が見られずシイナも目立たなかった。中玉の「サマーオレンジ M」は糖度が高く、小玉品種では「サマーオレンジ B」が適した。

5) 種なしスイカの量産化技術の開発及び海外での果物販売実態調査とテスト販売

① 国内市場（いちば）への導入

軟 X 線照射種なしスイカを新しいカテゴリーのスイカとして商品の位置づけとして、“白いタネのスイカ”とし、また名称は“大宝美”等とし、北海道、関東、関西地区において6箇所の中央卸売市場への導入を行った。この中で継続的な普及を行った京都、横浜、札幌の3市場とも単価増を得ることができた。

また、福岡市、岡山市、大阪府のデパート専門店、量販店などで試食販売会を実施した。3年間の累計で約8,000名に対し試食後の聞き取り調査の結果、種なしスイカであっても食味が優先されることから、品種を考慮し、高品質な種なしスイカを生産する必要がある。消費者嗜好として女性、老人、小児は硬い黒種を非常に嫌う傾向があり、福岡市の専門店では「白いタネのスイカ」の指名買いもあり、消費サイドのニーズをつかんだと考えられる。

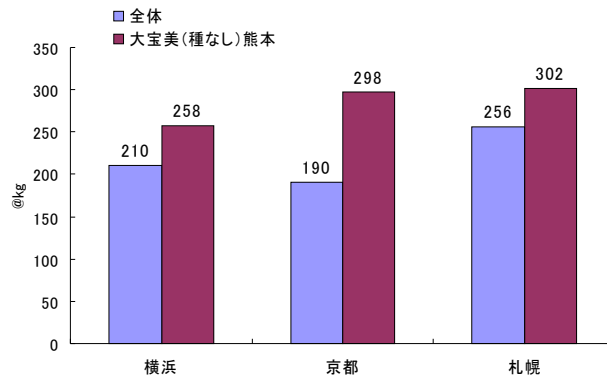


図 3-29 市場別種なしスイカ単価比較 (4月~6月平均)

② 台湾におけるスイカ嗜好調査及び日本産種なしスイカ試食によるアンケート調査

試食品の「大宝美®サムライ」について、外観が良いが84%、甘さは良いが87%、食感が良いは83%と、高い評価を得た。シイナは気になったかについては、81%が気にならないと回答した。品質評価が高く、嗜好性も高いものの、価格にはたいへん厳しく、500元まで(1,750円)が61%、全体平均価格は719元(=2,516円)であった。しかしながら、500元を普通のスイカの価格とすると44%高のプレミアムということになると見られた。

以上から、輸出に際しては、前述したように、輸送コスト、出荷時期などを充分勘案し、特徴を活かした品種選択と企画による商品化が必要と考えられた。

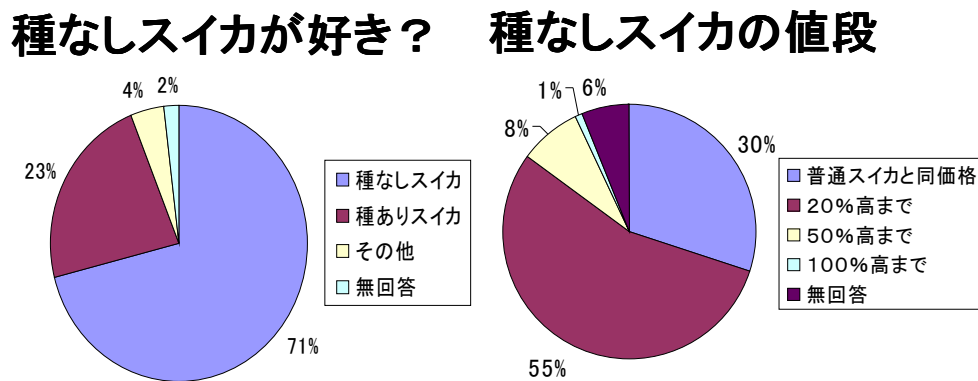


図 3-30 台湾での種なしスイカの評価

③ 不活化花粉関連商品の開発

不活化花粉のパッケージは、花粉の劣化を防ぐこと、パッケージを損傷することなく輸送が可能なおこと、授粉時期に容易に使用できる形態などが不可欠となる。このような条件に対応するための同パッケージとして、外装はアルミ箔製ハイバリア袋、内部商品は60mgあるいは120mg袋(薬包紙包

装、PP袋入)形態を試作した。

また、不活化花粉の授粉は筆を用いて行っているが、多くの授粉には簡易な受粉器を使用することが望ましい。このため、エア式なのでコンプレッサーが必要なく簡単にしかも確実に授粉作業が行うことができるよう受粉器のプロトタイプを開発した。



図 3-31 スプレー式受粉器プロトタイプと長期保存用花粉パッケージ

4. 事業終了後の状況

(1) 研究の発展状況

北海道農業研究センターでは、スイカの花粉の利用方法と普通の花粉の授粉によって種子ができることを妨げる方法について研究を進めてきた。スイカは開花したときに授粉するが、虫が来て普通の花粉が付くと種が出来てしまうため、開花前に授粉することを狙い、開花前日授粉の技術を開発した。

具体的には、以下の研究を実施した。

- 不活化花粉を利用した種なしスイカ作出のための前日授粉の検討 (2008年)
- 部分不活化花粉を利用した種なしスイカ生産のための授粉法の検討 (2009年)
- スイカの部分不活花粉の授粉に関する研究 (2010年)
- スイカの部分不活化花粉の判別と異属花粉の授粉研究 (2011年)
- スイカにおける軟X線照射花粉の授粉後の普通花粉授粉による種子形成 (2012年)

また、同センターでは種なしスイカの新たな作出方法として、ユウガオ花粉を利用した種なしスイカの作出に関する研究(2012年)を実施した。これは、夕顔などの異種の花粉で普通の花粉をブロックすることを狙った。その結果、ユウガオの花粉をつけると肥大化した種なしスイカができることが分かったが、ユウガオの花粉は保存できないことも分かり、実用化面ではまだ難しいが、現象としての知識を得た。

高知県果樹試験場では、カンキツは不活化すると果実が小さくなってしまふことなどに対応し、ブタンやヒュウガナツについて、種なし種の栽培や加工生産に関わる以下の研究が実施されている。

- ブンタンの結果枝へのジベレリンペースト剤の塗布による果実肥大促進（2009～2011年）
- ヒュウガナツの種なし果実安定生産技術の確立（2009～2011年）
- ブンタンの加工用種なし果実の安定生産技術の確立（2013～2015年予定）：これは具体的には、授粉作業の省力化（溶液授粉、粉体授粉）、加工用果実の安定供給のための貯蔵技術の開発（12月収穫、7月まで安定供給出来る貯蔵方法）の開発である。

高知大学では、以下のような取組がなされてきた。

- 柿の種なし化のメカニズム（線量、ホルモンの種類等）についての研究（尾形教授による）
- 種なしスイカの果実の形の改善とシイナ数の減少方法についての研究（山根講師による）

ケイワン(株)では、甘柿（「富有」、「今秋」）の種なし化に取り組んだ（従来のものは渋柿を利用）。さらに、マンゴー、ビワ、アテモヤなどの果物の種なし化にも取り組んだ。また、技術コーディネーターは、鹿児島大学大学院連合農学研究科・山本雅史准教授とも共同でカンキツの種なし化の研究に取り組んできた。（同社は経営者の死去により、2013年に閉鎖となった。）

種なしスイカの試食結果は、種がないと食べやすく、量が食べられるとして、非常に好評である。加工性も高く、シナイがあってもカットしやすく、パッケージに適し、食品加工会社からも、今後、当該技術の利用が望まれている。米国や欧州では3倍体による種なしスイカが主流になっている。日本では、3倍体は栽培できる時期が夏に限られるので、現状のような品種が求められるが、今後は種なし化の方向が進むと見られる。

このため今後は、3倍体と、不活化花粉技術を組み合わせ、日本独自の種なし化技術の開発が期待される。

(2) 新たな研究成果

主要な研究成果を以下に示した。

1) 不活化花粉を利用した種なしスイカ作出のための前日授粉の検討

本研究課題の成果により、蕾が閉じている開花前日の授粉（前日授粉）により種なし果実の作出が可能であることを明らかにし、開花前における袋掛け等の省力化が可能であることが明らかになったが、不活化花粉を先に授粉した後でも無処理花粉が受粉されると稔実種子ができることが認められた。そこで、本研究では不活化花粉と無処理花粉の授粉後の子房内への花粉管伸長を観察し、受精に至るまでの差異を調査した。また、前日授粉後に無処理花粉を授粉するまでの時間が稔実種子形成および果実品質に及ぼす影響を調査した。

観察結果から、スイカの着果能力は前日の午前中から備わっており、午後以降は当日開花した雌花と同様の着果能力をもつものと推測された。また、不活化花粉を前日授粉した場合でも、他家受粉の防止が必要であることなどが示唆された。

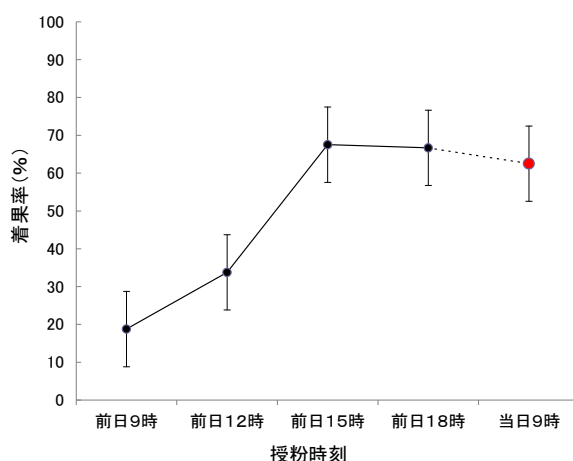


図 3-32 不活化花粉の前日授粉の着果率

2) 部分不活化花粉を利用した種なしスイカ生産のための授粉法の検討

不活化花粉を先に授粉しても、後から無処理花粉が授粉されると稔実種子が形成され、その数は果実赤道部から花落ち側に多いことが観察された。そこで、不活化花粉授粉後の無処理花粉授粉による種子の存在部位について確認するとともに、異種の花粉を利用して他家授粉を防止する方法について検討した。また、3倍体品種は通常数粒の稔実種子が形成されることから、不活化花粉の授粉が実種子の消失および果実品質に及ぼす影響について調査した。

その結果、スイカ不活化花粉にニガウリ花粉を混和して授粉することで、スイカの無処理花粉が授粉されても稔実種子が少なかったことから、他家授粉の防止策として利用できる可能性が見出された。また、3倍体品種に無処理花粉を授粉した果実と不活化花粉を授粉した果実の品質を比べると果実の大きさなどに差のみられた品種はあったが、不活化花粉が果実品質に及ぼす一定の傾向は認められなかった。部分不活化花粉による授粉では稔実種子が観察されず、シイナは部分不活果花粉の授粉によって明らかに減少した。このことから、部分不活果花粉の授粉は3倍体品種の稔実種子を無くし、しいなを減少させるために有効であると考えられた。



図 3-33 ‘ほお晴れ’ に無処理花粉を授粉した果実のシイナ(左)、不活化花粉を授粉した果実のシイナ(右)

3) ユウガオ花粉を利用した種なしスイカの作出

スイカ以外の花粉を利用して他家受粉を防止する方法を検討するための試験において、ユウガオの花粉を単独で授粉した場合、スイカの果実が肥大化し、単為結果する現象が見られた。そこで、ユウガオの花粉をスイカに授粉することによって単位結果した果実の特性を調査するとともに、ユウガオ花粉の保存条件の検討等を実施した。

その結果、ユウガオ花粉の授粉によって作出されたスイカの特性として、雄花は結実し肥大することを観察され、ユウガオ花粉による果実は縦に身長することなどが明かとなった。また、ユウガオ花粉による果実には、稔実の種子がなく、シイナの発達も少ない種なしの果実であった。

また、ユウガオを雄花の状態で冷凍保存することは 2~3 日の授粉が可能であるが、花粉を雄花から分離して保存するのは困難と考えられた。



図 3-34 ユウガオ花粉の授粉によって作出された種なしスイカ（左）とスイカ花粉によって作出された種有リスイカ（右）の外観比較

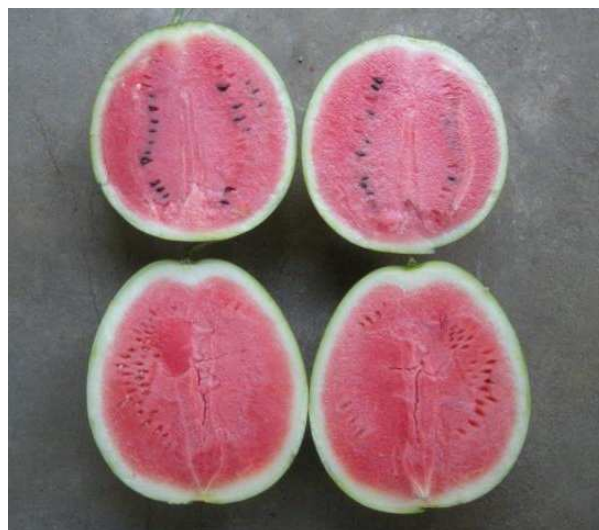


図 3-35 ユウガオ花粉の授粉によって作出された種なしスイカ（下）とスイカ花粉によって作出された種有リスイカ（上）の断面比較

4) ブンタンの結果枝へのジベレリンペースト剤の塗布による果実肥大促進

軟 X 線照射花粉で授粉したブントンは種なしにはなるものの果実が小さいという欠点もあった。そこで、2009～2011 年年にかけ財団法人 日本植物調節剤研究会の自主試験としてジベレリンペースト剤の結果枝塗布による肥大促進について検討し、効果が認められたこと（6 例必要であり、土佐文旦、水晶文旦の 2 品種×3 年を実施）から、実用化の判定が得られた。

今後、メーカー等との調整の結果、2014 年度に残留毒性試験を行い登録拡大の適用申請に進むことが予定されている。

5) ヒュウガナツの種なし果実安定生産技術の確立

ヒュウガナツは果皮をリンゴのように薄く剥いて、アルベド部分（白い甘皮といわれる部分）と果肉と一緒に食べる品種である。カットして食べるため種なし果実のほうが高単価で取引されている。しかし、ブントんと同様単為結果性が低いため、着果が不安定である。そこで軟 X 線照射花粉を使用した種なし果実の安定生産技術の研究に取り組んだ。

その結果、ヒュウガナツへの授粉用花粉としては、土佐文旦、西内小夏等が使用でき、適正な線量は 500～1,000Gy であることが明らかとなった。また、花粉の保存もヒュウガナツ花粉と同様の冷凍保存が可能であることが明らかとなった。

【事業化の進展状況】

本研究課題実施の結果、不活化花粉の流通のための技術開発は予想以上に良い結果であった。真空パック・冷凍保存が簡単にでき、冷凍した不活化花粉も解凍の必要なく、パックを開けるだけで使えた。

但し、目標とした海外輸出は難しかった。輸出できる対象国が限られており、中国はウリ類は規制により輸出できず、台湾・香港・東南アジアには輸出可能であり、そこでの評価を得ることはできたが、輸出コスト面の分析からは厳しい結果であった。（これに対して、青果そのものではなく、加工品を持っていくことも考えられたが、食品加工メーカーはプロジェクトに入っておらず、今後の対応方法のオプションとして考えられる。）

国内の農家に対する普及は期待したほど広がらず、生産は伸びなかった。出来た種なし商品（作物）の価格が問題で、農家にとって、期待したほどの価格差が得られなかった。農家が負担する労力とコストを、当該技術による最終商品の価格差に反映できなかった。

ちなみに、普通のスイカ生産では受粉のためにハチを飛ばしているケースが多く、手間のかかる人工授粉を嫌う生産者も多い。

花粉のコストの問題もあり、花粉を作る作業も大変で、朝早くから雄花を手作業で取るため、労働コストがかかり、すいか 1 玉当たり 50 円のコストアップになった。これに対して、ケイワン（株）では中国で花粉を取ることを考えていたが、ケイワンは経営者の死去により閉鎖された。

このような中で、JA 鳥取は、当該技術における生産、販売を継続している。取組県も、当初の鳥取、高知、熊本から多くの県に広がっている（石川、神奈川、長野、群馬、山形など）。

ケイワン（株）は、不活化花粉や受粉器の生産・販売を行うとともに、柿の花粉の販売にも展開した。その後、上述のようにケイワン（株）は閉鎖になり、花粉生産・販売が停止されているが、現在、他の企業への業務引き継ぎが技術コーディネーターらにより進められている。



図 3-36 不活化花粉の関連商品の例

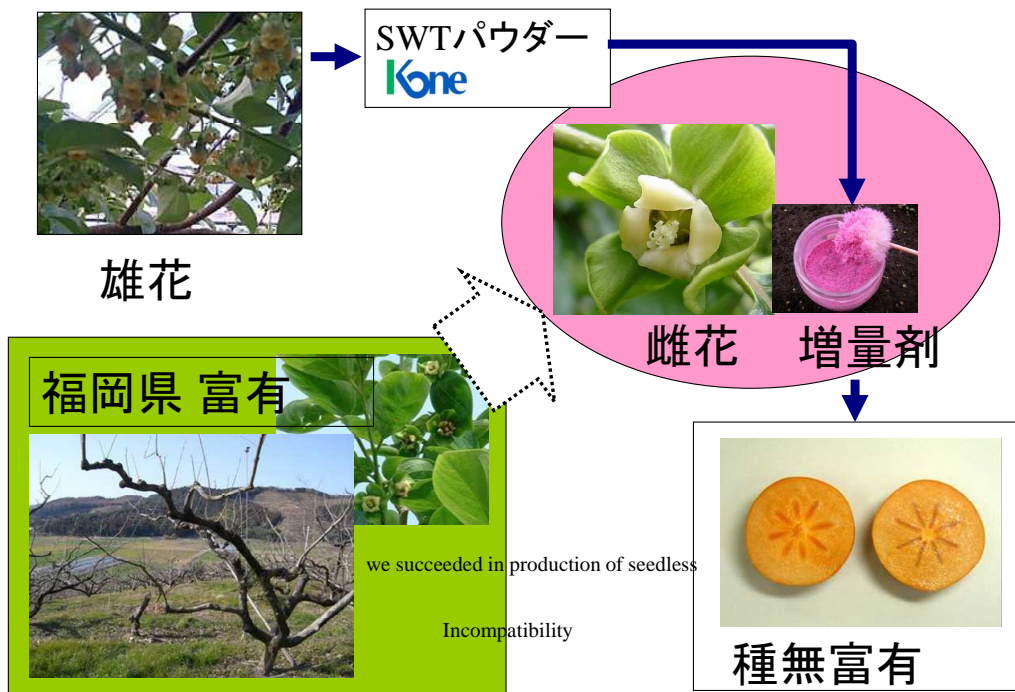


図 3-37 不活化花粉で種なし「富有」柿を作出

【今後の事業化の方向性等】

国内での農家への普及・生産拡大のためには、JA が当該技術を利用する方針を打ち出すことが必要であるが、JA の部会での合意形成が難しく、進展に時間がかかっている。JA を通さない場合、個人の生産者に対して花粉の利用を促すことになるが、その場合、販売でも JA を通さず、その生産者が個人で対応することになる。日本の農業や流通構造に関わる問題でもあり、今後の改善が期待される。

輸出については、輸送費がかなりの比率を占め採算が厳しく、これまでの円高傾向の持続も不利になった。これに対して、スイカを青果物としてではなく、花粉売りを進めようとしている。ただし、大きな市場である中国には花粉の輸出もできないため、現地で花粉を採取し、不活化して農家に売るという取り組みを進めていた。(花粉の輸出を可能にするためには、貿易規制等についての国レベルでの取り組みが必要になる。)

中国とは事業化の案件があり、浙江大学から技術面での連携の打診もあり、またケイワン(株)が現地での会社設立に取り組んだが、合弁会社に関わる問題もあり、難航していた。実施されれば、大規模になっただろうと見られる。

また、韓国はこれに非常に興味を示し、上述のケイワン(株)から事業引き継ぎ予定の企業が取り組みつつある。韓国でも、3倍体による種なし品種があるが、品質が悪く、当該技術へのニーズがあった。韓国は大玉スイカが好まれ、当該技術による成果品は、評判も良く、技術普及が期待される。

(3) 波及効果

1) 科学技術的波及効果

本研究課題の実施とその後の研究発展の成果により、スイカの前日授粉技術の向上やブンタンの果実肥大促進技術が得られた。また、種なし化果物栽培の実用技術の一層の向上がなされるとともに、スイカの異種花粉を利用した他家受粉防止や部分不活化花粉授粉による3倍体への影響、ユウガオによる種なしスイカ作出の可能性や作物への影響など、種なし化に関わる関連分野の知見が得られ、今後の果物や野菜等の種なし化技術の開発のための基盤が強化された。さらに、これらを基礎として、今後は、3倍体と不活化花粉を組合せ等による種なし化技術のさらなる高度化研究開発の進展が期待される。

2) 経済産業的波及効果

本研究課題の実施とその後の研究発展の成果を活用して、国内での不活化花粉利用による種なし化果物の生産は、スイカ、ブンタンに加え柿、ヒュウガナツに広がり、生産地域も鳥取、高知、熊本から石川、神奈川、長野、群馬、山形など多くの県に拡大している。これらにより、授粉作業等の省力化や種なし化による果物の付加価値向上を通じて、農業の生産効率・収益向上が実現した。これに関して、以下の市場規模が実現していると推定される。

- スイカ：年間販売数量：5万玉程度、最終市場金額：1億円程度（@約2000円として推計）
- 柿：年間販売数量：3～5千玉程度、最終市場金額：90万円程度（@約200～250円として推計）
- ブンタン：年間販売数量：1千玉程度、最終市場金額：500万円程度（@約5000円として推計）

計)

また、不活化花粉やそれを利用した栽培に関わる関連機器（受粉器など）の製造や販売がケイワン（株）により事業化され、ベンチャー企業による事業化効果が得られた。同社は経営者の死去により閉鎖されたが、別企業への事業引き継ぎが取り組まれており、種なし化果物の栽培拡大により、上記事業のさらなる拡大が期待される。さらに、韓国や中国での事業化（不活化花粉の現地生産・販売等）の可能性も期待される。

3) 社会的波及効果

種なし果物は、食べやすく量が食べられるとして消費者に好評であり、また種なし化により糖度が増す効果も見られ、種なし品種の普及により食文化の向上（生活の質向上）が実現している。今後、海外での事業展開が実現すれば、食文化の向上を通じた国際貢献にもつながると期待される。

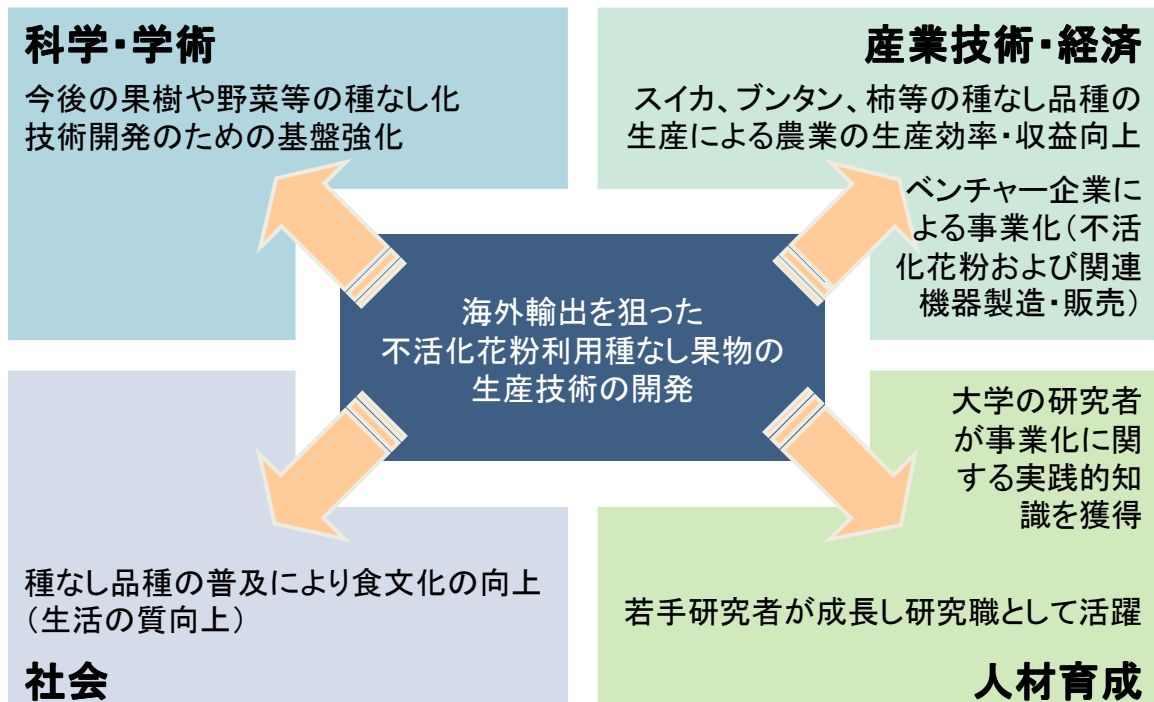
4) 人材育成効果

本研究課題により若手研究者が成長し研究職として活躍、大学の研究者が事業化に関する実践的知識を獲得するといった人材育成効果が得られている。

- ポスドク 1 名が参加し研究成果を得て、その後（独）国際農林水産業研究センター（JIRCAS）の研究職で従事した。
- 大学の研究者がケイワンに研修に行き、事業化に関する実践的知識を得た。

(4) 波及効果の分析

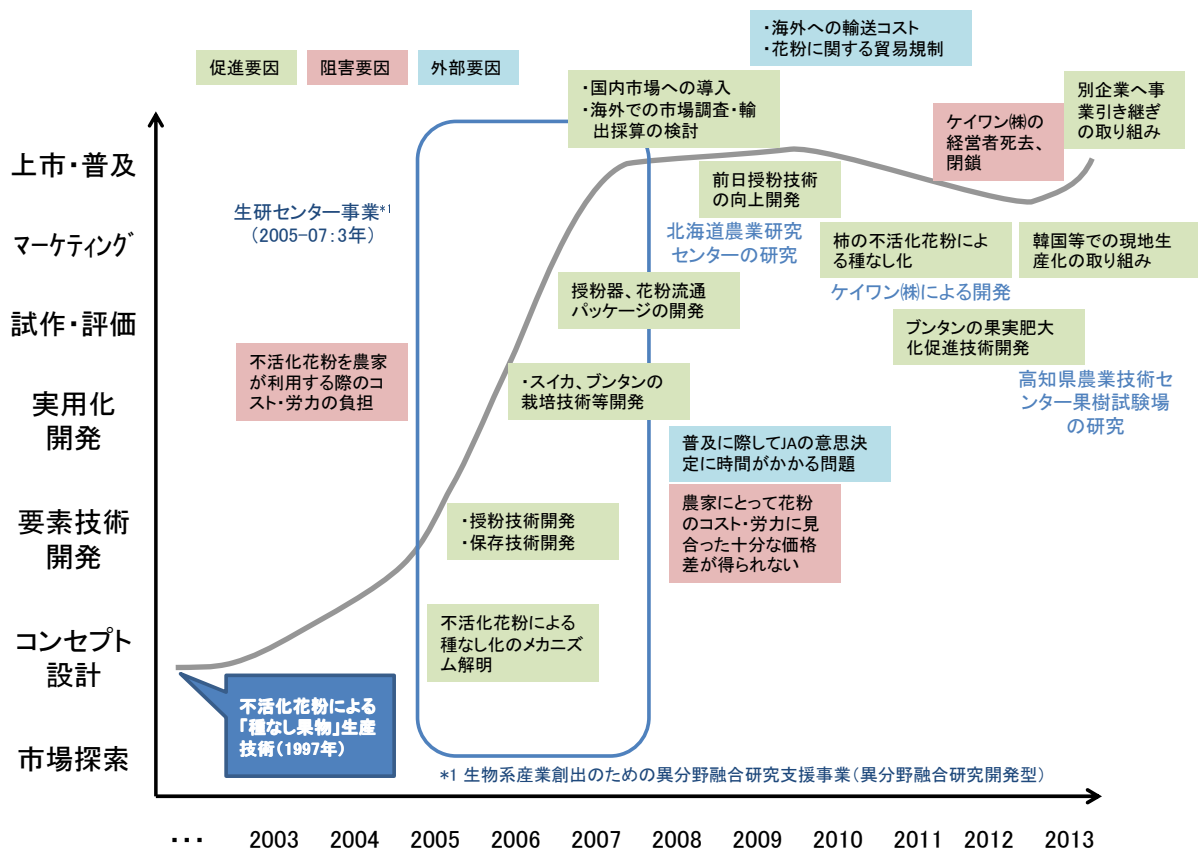
本調査結果、および研究者へのアンケートやヒアリングの結果から、波及効果に関して分析した。



本研究課題の実施とその後の研究発展の成果により、今後の果物や野菜等の種なし化技術の開発のための基盤が強化された。国内での不活化花粉利用による種なし化果物の生産は、スイカ、ブantan、柿等に広がり、生産地域も拡大し、授粉作業等の省力化や種なし化による果物の付加価値向上を通じて農業の生産効率・収益向上が実現した。また、不活化花粉やそれを利用した栽培に関わる関連機器（受粉器など）の製造や販売がベンチャー企業により事業化されるといった効果が得られている。食べやすく糖度も高く美味しい種なし品種の普及により食文化の向上（生活の質向上）も実現している。さらに、本研究課題により若手研究者が成長し研究職として活躍、大学の研究者が事業化に関する実践的知識を獲得するといった人材育成効果が得られている。

(5) 追跡チャート

アンケートおよびヒアリング調査結果をもとにして、事業期間中から現在までの事業化に至る経緯を分析した。



不活化花粉によるスイカの種なし化技術は、プロジェクト以前には実現していたが、不活化花粉を農家が利用する際のコスト・労力の負担がネックとなり普及しなかった。これに対して、本研究課題により不活化花粉による種なし化のメカニズム解明とともに、授粉技術・保存技術の開発、スイカ、ブントンの栽培技術等開発がなされ、また国内市場への導入を経て海外での市場調査・輸出採算の検討がなされた。国内では消費者にニーズをつかんだものの、海外に対しては輸送コストや花粉に関する貿易規制が制約となり、輸出は難しかった。なお、プロジェクトでは受粉器、花粉流通パッケージといった関連機器の開発も実施された。

事業終了後、農家にとって花粉のコスト・労力に見合った十分な価格差が得られないといった問題等があり普及はすぐに進まなかったが、その後、前日授粉技術の向上開発、ブントンの果実肥大化促進技術開発なども行われ、不活化花粉による種なし化は、スイカ、ブントンの他、柿、ヒュウガナツに広がり、生産地域も拡大している。海外に対しては不活化花粉の現地生産の事業化の取り組みもあり、その実現による市場拡大が期待される。なお、不活化花粉や関連機器の生産・販売等において事業化を担うケイワン(株)が経営者の死去により閉鎖になったが、別企業へ事業引き継ぎの取り組みが進められている。

5. 有識者コメント

(1) 当該事業（研究課題）終了後の展開状況

本課題の終了時点までに、スイカにおける不活化花粉の長期保存法と授粉時の省力的授粉技術（蓄

授粉)の開発、ブンタンにおける高品質種なし果実生産技術の開発、軟X線照射による単為結果誘導メカニズムの解明および不活化花粉関連商品の開発などに成功し、さらに種なしスイカの国内市場への導入を図るとともに、海外進出を意図した台湾での種なしスイカの嗜好調査などを行った。研究担当者は、課題終了後も研究を継続し、これまでに、スイカのより効率的な開花前日授粉技術の開発、スイカの部分不活化花粉を利用した完全種なし化技術の開発、ブンタンの果実肥大促進技術の開発、ユウガオ花粉を用いたスイカの種なし化、カキの人気品種「富有」の種なし化を進めるとともに、種なし果物のニーズ・流通拡大のための事業を展開している。

(2) 当該事業（研究課題）の波及効果

1) 科学技術的波及効果の評価

本課題は、不活化花粉を利用した種なし果実の生産技術に関する基礎的知見を獲得するとともに、国の内外における種なし果実のニーズについて調査したものである。その後も研究は継続して行われ、これまでに、スイカのより効率的な種なし果実の生産技術として不活化花粉の開花前日授粉(蕾授粉)技術が改善されるとともに部分不活化花粉の利用による完全種なし化技術も開発され、さらにカキやヒュウガナツなどスイカやブンタン以外の果物の種なし化も進んでいる。このように、本課題はわが国における種なし果実の生産技術の基礎を固めたものであり、高く評価される。したがって、本課題の科学技術的波及効果は大きい。

2) 経済産業的波及効果の評価

本課題は、スイカおよびブンタンをターゲットとして不活化花粉の利用による効率的種なし果実作出法を開発しようとしたものである。この技術を利用した種なしスイカは、高付加価値化と栽培の省力化によって収益性を高め、その生産地域を鳥取、高知、熊本から石川、長野、群馬、山形にまで広げている。加えて、本技術は、カキやヒュウガナツの種なし化にも有効であることが示され、また、不活化花粉や受粉器などの関連機器の製造・販売も行われている。これらのことは、本課題の産業経済的波及効果が大きいことを示している。

3) 社会的波及効果の評価

種なし果物は、食べやすく、また糖度が増す傾向があることから消費者ニーズが高い。本課題で開発された技術は今後の研究によって他果物・他品種でも利用できる可能性があり、これによって果物の高品質化や多様化、さらに食文化の向上や農業者の所得の向上につながるものと期待される。また、今後、海外での事業展開が実現すれば、食文化の向上に関した国際貢献にもつながるものと期待される。

4) 人材育成効果の評価

本課題に参加した博士研究員が本研究課題の実践を通して成長し、(独)国際農林水産業研究センターに職(研究職)を得たこと以外、若手研究者の育成については成果が得られていない。これは、本研究課題が基礎研究ではなく実用化研究であったことからやむをえぬことと考える。

(3) 当該研究課題に対する今後の発展への期待

世界をマーケットとした果物の国際競争に打ち勝つためには、高品質・高付加価値をもつ果物を出し、国際的なブランド力をより一層高める必要がある。わが国には、すでにブランド力をもつ多くの種あり品種が存在する。これらの品種を不活化花粉などの利用によって種なし化するとともに、高

品質化を図れば、より一層ブランド力が高まるものと期待される。そのためには、これを支える基礎研究が重要であり、基礎研究と実用化研究のバランスのとれた発展を期待している。なお、わが国においては、近年、果物の消費量の落ち込みが激しい。種なし化が、この傾向に歯止めをかけられるのか注目していきたい。

6. 成果論文

(1) 研究者・機関ランキング

当該課題に関連する領域の論文を研究者・機関で集計した結果を以下に示す。

順位	著者名	論文数
1	SCHULTHEIS JR	4
2	DENG XX	3
2	HASEGAWA K	3
2	KOMATSU H	3
2	KUNITAKE H	3
2	OLSON SM	3
2	SUGIYAMA K	3
2	YABUYA T	3
2	YAHATA M	3
2	YAMASHITA K	3
11	ADKINS J	2
11	AKUTSU M	2
11	DIAZ-PEREZ JC	2
11	DITTMAR PJ	2
11	ENGELKE T	2
11	GMITTER FG	2
11	GROSSER JW	2
11	HASSELL RL	2
11	HIRSCHE J	2
11	HUANG D	2
11	JI PS	2
11	KITAJIMA A	2
11	LU L	2
11	MACLEAN D	2
11	MILLER GA	2
11	MOORE GA	2
11	PERKINS-VEAZIE P	2
11	ROITSCH T	2
11	UENO K	2
11	WALTERS SA	2
11	WU W	2
11	XU J	2

順位	機関名	論文数
1	UNIV FLORIDA	9
2	KAGOSHIMA UNIV	5
3	HUAZHONG AGR UNIV	4
3	KOCHI UNIV	4
3	N CAROLINA STATE UNIV	4
6	CLEMSON UNIV	3
6	FUJIAN AGR FORESTRY UNIV	3
6	MIYAZAKI UNIV	3
6	ZHEJIANG UNIV	3
10	FUJIAN NORMAL UNIV	2
10	KYUSHU TOKAI UNIV	2
10	SO ILLINOIS UNIV	2
10	TOKYO UNIV AGR	2
10	UNIV GEORGIA	2
10	UNIV WURZBURG	2
10	USDA ARS	2

(注1) 研究者は論文数20位以内（同順位含む）を示している。機関は上位20位を取ると論文数1件となる為、論文数10位以内（同順位含む）を示している。

(注2) 網掛けとなっている研究者名は当該課題に直接関与した研究者を表す。また、網掛けとなっている機関名は、それら研究者の所属機関（当該課題の研究期間終了時点）を表す。

(注3) 調査は、2013年12月~2014年1月初旬にかけて実施し、調査時点のデータ集計結果を加工。

なお、当該課題に関連する領域の論文は、トムソン・ロイター社の学術文献データベース Web of Science において、以下の条件で定義した。

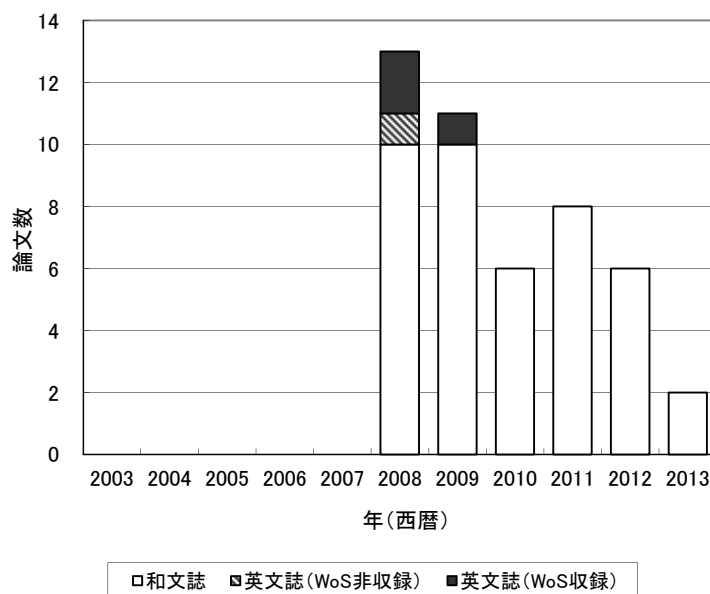
条件 1 : 論文発表年が左記のいずれかに該当	2002年から2013年
条件 2 : Web of Science 分野が左記のいずれかに該当	HORTICULTURE
条件 3 : タイトル、概要、キーワードに左記のいずれかの語句を含む	germination ability Citrus grandis seedless watermelon N(2)-storage
検索論文数	73 件

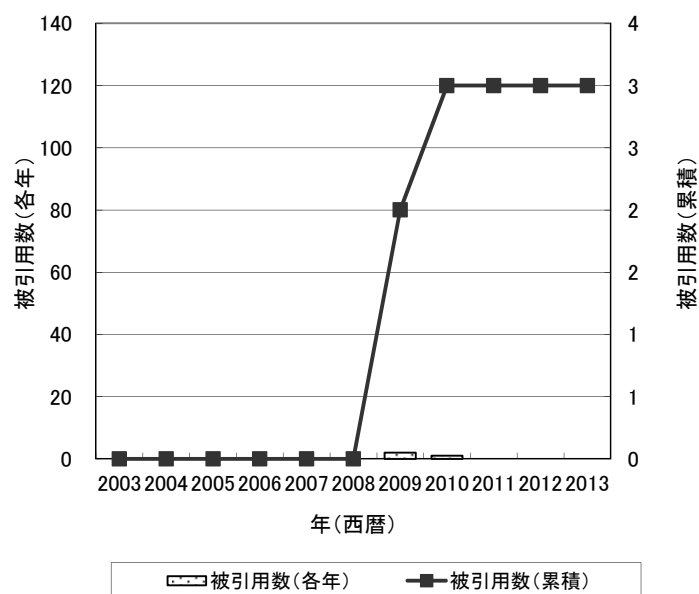
(注1) 「検索論文数」は条件1~3を全て満たす論文の件数を表す。「検索論文数」に含まれる論文を集計して研究者・機関ランキングを作成。

(注2) 検索論文数は、2013年12月~2014年1月初旬にかけて実施した調査時のデータ集計結果を加工。

(2) 主要成果論文数・被引用数

当該課題の主要成果として把握されている論文について、論文数と被引用数の推移を以下に示す。





(注1) 上図の「英文誌 (WoS 収録)」とは、Web of Science 上で同定できた論文を示す。また、下図の被引用数は、Web of Science 上で同定できた論文のみを対象に集計している。

(3) h-index

上記で示した Web of Science 上で同定できた論文の h-index は 1⁴であった。

(4) 被引用数上位論文

No.	論文タイトル	著者	出典	発表年	被引用数
43	Seed abortion of 'Tosa-Buntan' pummelo pollinated with soft-X-irradiated pollens	Ogata, T; Takeichi, T; Matsunaga, K; Hasegawa, K; Yamane, S; Sugiyama, K	SCIENTIA HORTICULTURAE, 116, 180-185	2008	3
46	A pollen extender medium technology for seedless watermelon production by pollination with soft X-ray irradiated pollen	Akutsu, M; Sugiyama, K	SCIENTIA HORTICULTURAE, 121, 182-185	2009	0
44	Establishment of a long-term storage method for soft X-ray irradiated pollen in watermelon	Akutsu, M; Sugiyama, K	EUPHYTICA, 164, 303-308	2008	0

(注1) 最左列の番号は、資料編に掲載の成果論文リストの番号と対応している。

(注2) 研究実施期間以降 (2008 年以降) の論文については、網掛けで表示している。

⁴ ある論文集合 X において、「X に含まれる論文の内、被引用数 x 以上の論文が x 件以上存在する」といえる x の最大値を h-index という。ここでは、当該課題の成果として Web of Science 上で同定できた論文を対象に算出している。

7. 実用化データ

(1) 特許出願（公開特許）

公開番号	発明の名前	出願人	発明者	出願日	登録番号
特開 2009-040703	花粉の保存方法	独立行政法人農業・食品産業技術総合研究機構；高知県；ケイワン株式会社；鳥取中央農業協同組合；国立大学法人高知大学	杉山 慶太, 阿久津 雅子, 田中 満稔, 又川 浩司, 小原 敬弘, 矢野 臣祐, 中島 国男, 淀瀬 繁樹, 山根 信三	2007/08/07	特許 4998883

(2) 実用化例

- 不活化花粉の生産・保存パッケージによる流通（ケイワン（株）による。同社閉鎖により、現在、他の企業への業務引き継ぎが進められている。）
- 受粉器（同上）
- 不活化花粉利用による種無し化果物の生産（スイカ、ブantanに加え柿、ヒュウガナツに広がる）

8. 主な調査参考資料

- 生物系産業創出のための異分野融合研究支援事業「海外輸出を狙った不活化花粉利用種なし果物の生産技術の開発」研究成果報告書（H20.3）
- 農業・食品産業技術総合研究機構.HP
< <http://www.naro.affrc.go.jp/brain/ibunya/theme/2005/022860.html> >
< <http://www.naro.affrc.go.jp/project/results/laboratory/harc/2007/cryo07-04.html> >
- 杉山氏提供資料（生研センター報告資料等）

第4節 動物性タンパク質分解物を利用した機能性ペットフード素材の開発

生物系産業創出のための異分野融合研究支援事業（起業化促進型：平成 18 年度－19 年度）

技術コーディネーター：有原 圭三（北里大学〔事業当時〕）

中課題	所属（事業当時）	研究者
① 動物性タンパク質分解物を利用した機能性ペットフード素材の開発（研究計画全体）	北里大学	有原 圭三

ヒアリング協力者：有原 圭三（北里大学〔現所属〕）

ヒアリング実施日：平成 25 年 11 月 14 日

1. 研究の背景と位置づけ

(1) 開始時の研究分野や社会の動向

2000 年代初頭、ペットフード市場は堅調な成長を続けてきたが、後半に入り、転換期を迎えていた。

ペットの家族化、小型化（室内犬の増加）の動きが始まることにより、ペットフードへの依存度が高くなり、保健的な機能性の高いペットフードのニーズが高まっていた。ペットフードに関しては、2005 年までは流通量が増えていたが、2007 年には大幅な減少に転じた。一方、販売額は増加しており、それまでの安ければよいという状況から、高機能なものへという、量から質への転換が生じていた。

2005 年ころ、技術コーディネーターの研究室の卒業生がペットフードメーカー（アイシア（株））において、機能性のペットフードを開発したいということで相談があった。

ペットのストレスが問題となっており、これに対して技術コーディネーターは機能性食品として抗ストレス作用の研究をしており、それをペットフードに活用し、抗ストレスペットフードができないかという考えになった。機能性が接点となり、本研究課題に着手することになった。（技術コーディネーターは、それまでペットフードの研究は実施していなかった。）

ラットやマウスでは、ストレスマーカーが下がり、抗疲労作用が向上することを実証していたため、その成果について、ヒトを念頭に置いて特許を出願していたが、それらの基礎研究の成果と特許を、イヌ・ネコにも応用しようと考えられた。

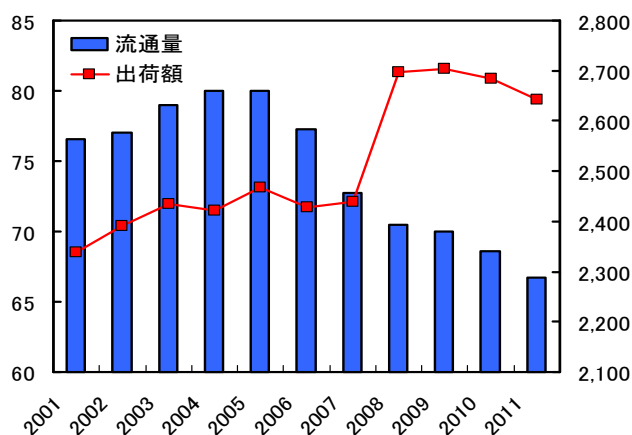


図 3-38 日本のペットフードの流通量と出荷額の推移

(2) 応募の目的／他制度への応募状況

以上に示したような研究構想を得た後、しばらくして、本事業の公募要領を見る機会があり、起業化促進型というプログラムが今回の案件に適合していることを知り、基礎的な論文や特許は既にあつたため、説得力のある提案書を書けるのではないかと考えられた。

また、本事業の利用により、それまでの基礎的な研究成果や特許を、イヌ、ネコに応用し実用化できると考えられた。ヒトに関する研究は科研費等で出来たが、ペットフードを実用化するとすると別途資金が必要で、特に、犬・猫はより大規模な資金が必要と見られた。

また、文部科学省や関連機関の他の研究資金の利用も検討したが、ペットフードという領域が学問領域的に確立されておらず、ペットフードで科研費等の文部科学省の助成をもらっている事例はなかった。

食品では企業からの資金も期待できるが、ペットフード業界は企業規模も小さく、研究開発のための余力もないため、公的資金を利用する必要があった。その結果、産学官の連携で、大学の研究力、企業の開発力、および官の資金を用いて研究を実施することとなった。

(3) 当該事業の意義

仮に、本事業に採択されなかった場合、当該課題は停滞し、ほとんど発展しなかったと思われる。

本研究課題においては、イヌ・ネコを飼育しての実験が必要であったが、イヌ・ネコの飼育実験は小さいものでも100万円単位で資金を要す。当該事業の資金がなかったなら、大学が自身で飼育している群管理の良くない動物を使うことになったと見られる。(データ精度が落ちたと考えられる。)

従って、本事業は、ペットフードの機能性食品としての実用化を可能にし、また、研究対象としてのペットフードを確立する契機となったと考えられる。

(4) 研究の狙い

本研究課題では、ペットのストレスが問題への対応する抗ストレス機能の付与など、ニーズに対応したペットフード素材を開発、事業化し製品として提供することで、愛玩動物として人気のある犬や猫の健康管理に貢献すると共に、関連産業の発展にも寄与することを目的とした。

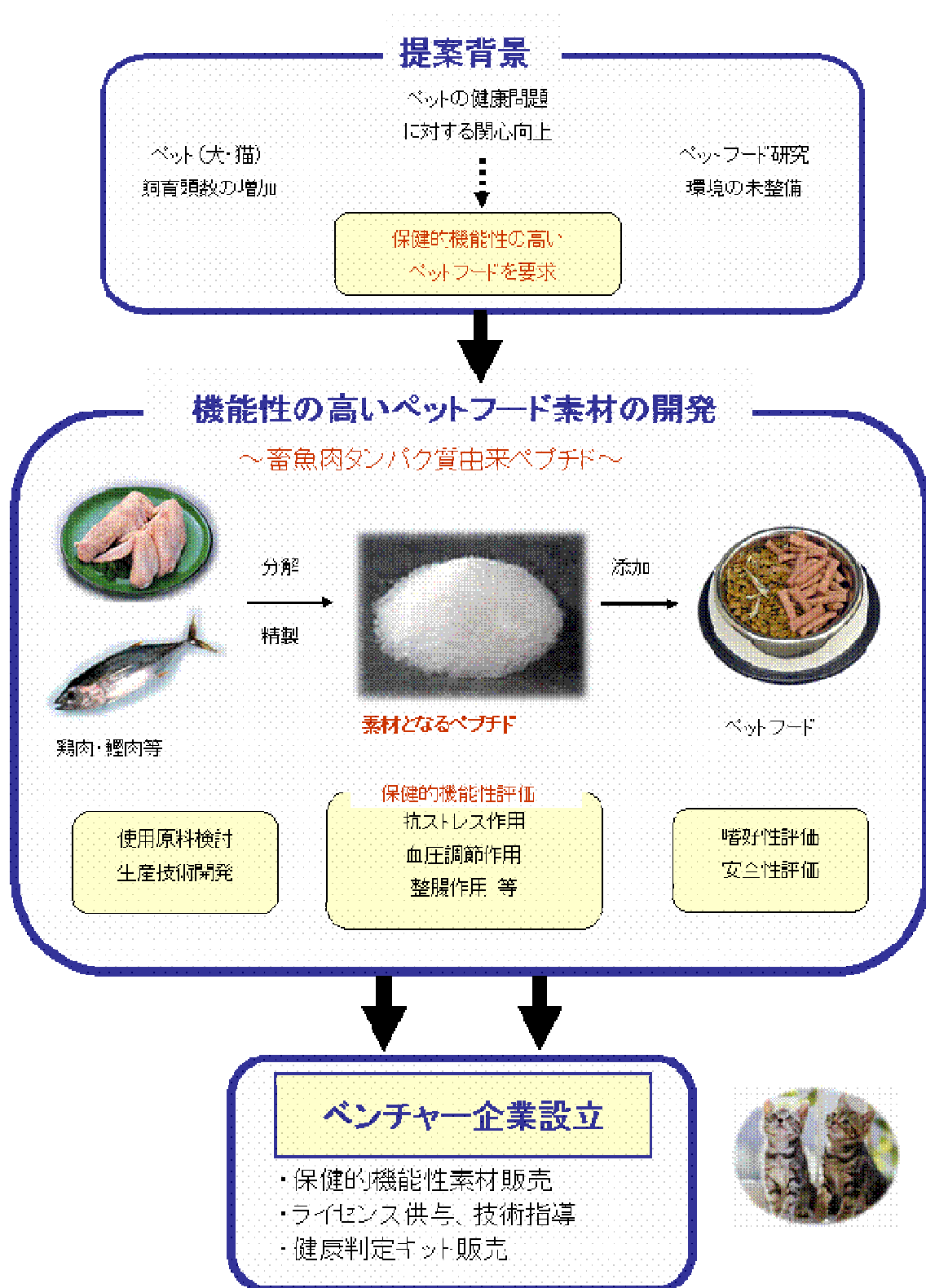
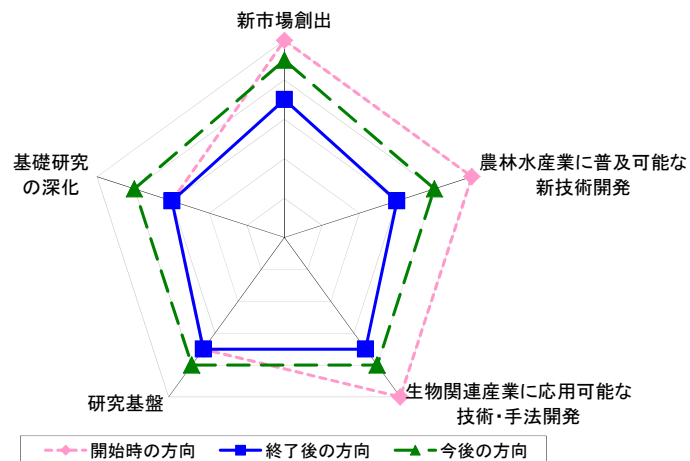


図 3-39 研究の全体イメージ

2. 研究の展開

研究者へのアンケートおよびヒアリングの調査の結果（「当てはまる」「多少当てはまる」「どちらとも言えない」「あまり当てはまらない」「全く当てはまらない」の5つの回答）をスコア化し、事業の開始時、終了時、今後の研究の方向性をレーダー図で示した。なお、未回答は、「どちらとも言えない」として集計した。



本研究課題では、開始時において、機能性ペットフードの製品化・実用化を主目的としていたことから新市場創出と農林水産業に普及可能な新技術開発の比重が高かった。終了時、事業化が実現したことから上記の比率が低下するとともに、基礎研究の深化や研究基盤の整備の比重が増大している。今後の研究の方向性としては、再び、新市場創出、農林水産業に普及可能な新技術開発および生物関連産業に応用可能な技術・手法開発といった、応用、実用化志向を高めている。

事業の開始時から今後の展望までの全体像を示した。

事業期間中の研究成果

機能性の高いペットフード素材の開発

鶏肉や鰹肉を原料とするペプチド性素材の調整方法を確立



図1 ペプチド性素材の製造過程



図2 鶏肉および鰹肉から調製したペプチド性素材

この素材を配合したペットフードの嗜好性を確認

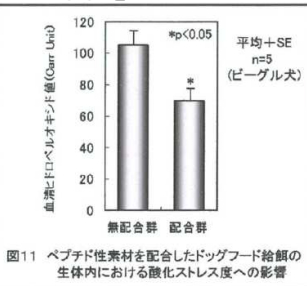


図11 ペプチド性素材を配合したドッグフード給餌の生体内における酸化ストレス度への影響

⇒市場性に関わる問題解決

ペプチド性素材を配合したフードは対照フードと比較して顕著に食いつきが良い

保険的機能についてストレス軽減作用を評価

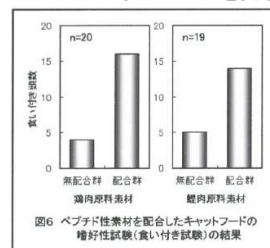


図6 ペプチド性素材を配合したキャットフードの嗜好性試験(食い付き試験)の結果

犬や猫における酸化ストレス軽減作用等を確認

ストレス判定キットの開発

- 犬や猫の多くの固体の唾液にアミラーゼ活性が存在することが判明
- アミラーゼ活性と他のストレスマーカーとの関連を解析⇒ストレス程度判定への利用を目指した

ベンチャー企業設立

本研究成果を産業的に活用するためのベンチャー企業「株式会社フード・ペプタイト」を設立(2007年6月6日)

ペットフードメーカー・アイシア(株)が製造・販売

- 主要業務
- 保険的機能性素材の販売
 - ライセンス供与、技術指導
 - 健康判定キットの販売



その後の展開

販売促進・製品群拡充

- 「a-iペプチドロゴマーク」等の工夫
- 6種類⇒14種類への製品バリエーション拡大



ペットフード分野の学術活動向上

- 学生の関心増大
- 専門書の作成

産学連携の促進

- 競合メーカーも大学との連携を開始

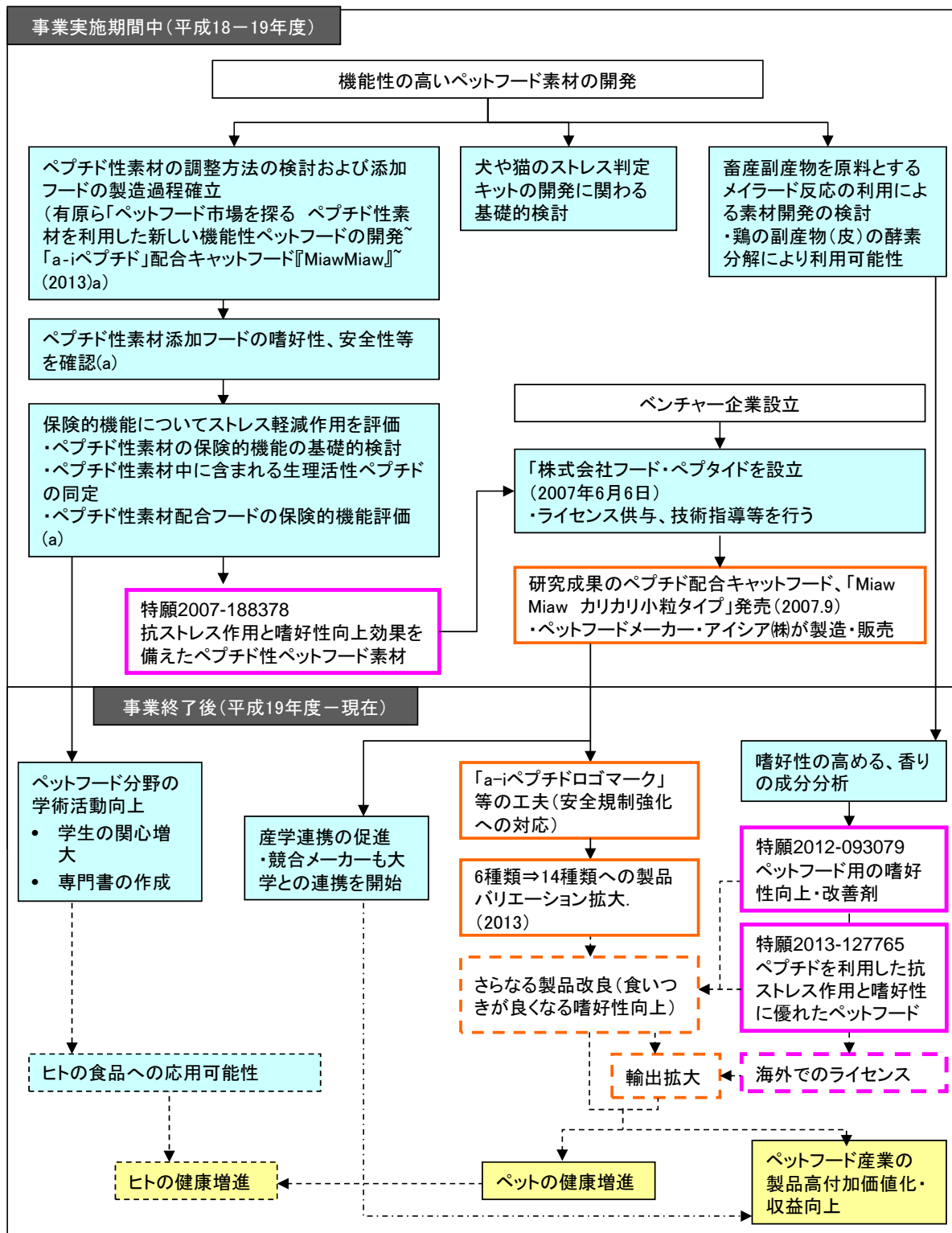
今後の展開

特定機能食品化
(または薬事法規制緩和への期待)

ヒトへの研究成果応用の期待

文献調査・特許調査やインタビュー調査の結果を基に俯瞰図を作成し、下図に記した。

□ 中課題 □ 研究成果 □ 特許出願 □ 実用化 □ 効果



(注) 点線部は将来的に実現するものを意味する。

3. 当該事業における研究の実施状況

(1) 研究目的

本研究課題では、保健的機能性に優れたペプチド性ペットフード素材を開発することを目的とした。具体的には、以下を目標とした。

- 安全性が確保されている国内産の畜肉や魚肉を原料とし、これらをプロテアーゼ（パパイン）で分解して調製したペプチド性素材について、保健的機能の解明を目指す。
- ペプチド性ペットフード素材の効率的な生産技術を開発する。
- これらの素材を利用したペットフードの嗜好性や安全性を評価し、利用方法を開発する。
- 愛玩動物の健康管理に寄与する簡易ストレス判定キットも開発する。

(2) 研究内容

具体的な達成項目を以下に示した。

1) ペプチド性素材の製造プロセスの確立

製造原料の選択、ペプチド性ペットフード素材の生産技術、およびコストと品質面で優れた素材を産業的に生産できる製造プロセスを開発した。

2) ペプチド性素材の保健的機能の評価

動物（マウス、ラット、犬、猫）が経口摂取した場合の保健的機能（抗ストレス、抗疲労、血圧調節、整腸、免疫調節等の作用）を解明した。

3) 素材中の活性ペプチドの同定

保健的機能を示す活性ペプチドを精製し、同定した。

4) ペットフード素材としての適合性評価

ペットフード素材として重要な嗜好性、安全性、消化性等を評価した。

5) ペット用簡易ストレス判定キットの開発

将来の簡便なストレス判定キット開発の基盤とするため、犬や猫に利用できるストレスマーカータンパク質を二次元電気泳動法等により検出する技術を開発した。

6) 畜産副産物を原料とするメイラード反応の利用による素材開発の検討

本項目は当初計画には盛り込まなかったものの、研究開始後の着想により実施した。

鶏副産物（皮）を酵素分解して得たコラーゲンペプチドに、糖を添加・加熱してメイラード反応生成物を調製し、その保健的機能性や嗜好性といった特性を検討した。

(3) 研究体制

技術コーディネーター1名により申請したが、実際には、様々な関係者の協力を得て、実用化にむけて効率的に研究が実施された。

研究体制は、以下の通り。

研究実施機関：

機関名	研究分担者 (○代表者)	担当中課題名
北里大学	○有原 圭三	動物性タンパク質分解物を利用した機能性ペットフード素材の開発（研究計画全体）

協力機関としては、以下があった。

- 北里大学の臨床部門の協力を得た。
- 実験室の中では製品に近いペットフードが出来ず、イヌ・ネコに食べさせる実験も実際のペットフードに近いものである必要があり、実製品に近いものを工場で作るため、企業と協力した。具体的には、プリマハム（株）、アイシア（株）（旧マルハペットフード（株））、池田糖化工業（株）と連携した。
 - プリマハム（株）はこれまでのヒト用食品に関する共同研究先であり、抗ストレスペプチドの特許などを出していた。従来の基礎研究の延長で、有効成分の研究を実施した。同社はペットフード市場には出ないということで、特許の利用等について理解を得て、従来との関係をふまえ協力を依頼した。
 - アイシア（株）は、技術コーディネーターの研究室の卒業生がおり、将来の製品開発のために連携した。
 - 池田糖化工業（株）は食品素材のメーカーで、魚肉等をペプチドとして粉末化することを分擔した。

なお、イヌ・ネコを飼育しての実験については、（株）ナルクに委託し、データを取得した（技術コーディネーターの研究室の卒業生が同社に居た）。その企業は飼育実験動物の群管理ができており、個体特性のばらつきが少ないため、データをきれいに取得することができた。

(4) 研究成果

1) ペプチド性素材の調製方法の検討および製造プロセスの確立

鶏肉（青森県産鶏ささみ）あるいは鰹肉（頭部・骨・内臓を除去した鰹節原料となる状態のもの）を原料とするペプチド性素材の製造方法を検討した。予備的な検討を経て以下のような製造プロセスの概略を設定した。

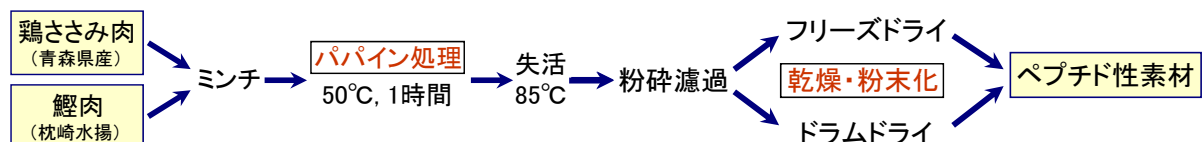


図 3-40 ペプチド性素材の製造過程概略

ペプチド性素材の乾燥粉末化の方法としては、凍結乾燥法とドラム乾燥法を中心に検討した。ドラム乾燥法は低コストな製造方法であるが、調製した素材の溶解性が劣ることなどもあり、本研究課題における今後の検討には主に凍結乾燥法により調製した素材を用いた。



図 3-41 鶏肉および鰹肉から調製したペプチド性素材

2) ペプチド性素材配合ペットフードの保健的機能の評価

鶏肉あるいは鰹肉を原料とするペプチド性素材を 10%配合したドッグフードおよびキャットフードを調製し、犬および猫を対象とした保健的機能の評価（経口摂取試験）を実施した。

健康なビーグル犬に対照フード（ペプチド性素材無添加）とペプチド性素材配合フードを 5 日間給餌し、血液および唾液を分析に供した。分析した項目のうち、対照フード給餌群に対してペプチド性素材配合フード給餌群で顕著な差が認められたのは、血清ヒドロペルオキシド値（d-ROMs 値、酸化ストレス度指標）と総コレステロール値であり、配合フード給餌群でストレス度指標の低下がみられた。

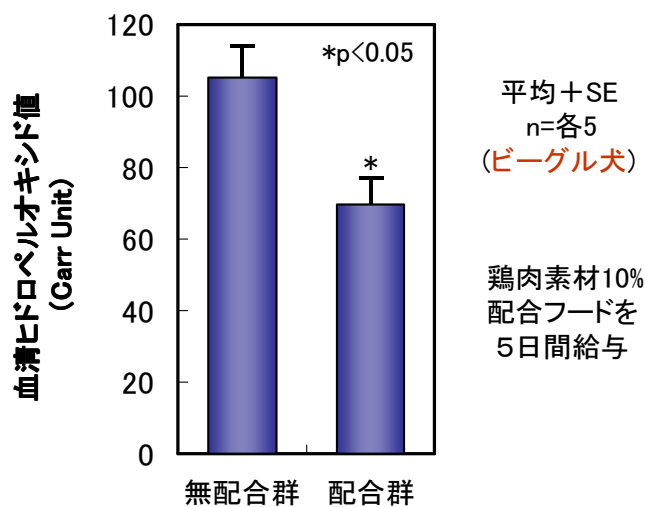


図 3-42 ペプチド性素材を配合したドッグフード給餌の生体内における酸化ストレス度への影響

3) ペプチド性素材配合ペットフードの保健的機能の評価

このような保健的機能を担っているペプチドの同定を試みた。精製・同定に成功したペプチドを下表にまとめた。表に記載したペプチドについて、配列情報を基に合成したペプチドを調製し、ラットやマウスへの経口投与による生理的効果の詳細な検討を行った。

表 3-1 ペプチド性素材から精製・同定されたペプチド

原料	生理活性	アミノ酸配列
鶏肉	抗酸化	Ser-Leu-Tyr-Ala
	抗酸化	Val-Glu-Pro-Ser
	抗酸化	Val-Trp
	ACE阻害	Ile-Arg-Val-Val-Glu
	ACE阻害	Val-Gly-Arg
	ビフィズス増殖	Asp-Gln-Ile-Ala
鰹肉	抗酸化	Asp-Leu-Tyr-Ala
	抗酸化	Glu-Pro-Ala-Val-Lys
	ACE阻害	Ile-Trp-His

4) ペプチド性素材添加フードの嗜好性評価

製造方法を確立したペットフード（ドッグフードおよびキャットフード）を用いて、犬や猫による嗜好性評価を実施した。嗜好性試験には、ペプチド性素材（鶏肉あるいは鰹肉）を10%配合したフードを用い、対照群には未分解の鶏肉素材あるいは鰹肉素材を10%配合したフードを用いた。ペプチド性素材を配合したフードは、鶏肉素材と鰹肉素材のいずれも対照フードと比較して顕著に食いつきが良く、大部分の猫はペプチド性素材を配合したフードから採食を開始した。実験結果から、本研究課題で開発を目指しているペプチド性素材は、嗜好性の面からも優れたものとなることが期待された。

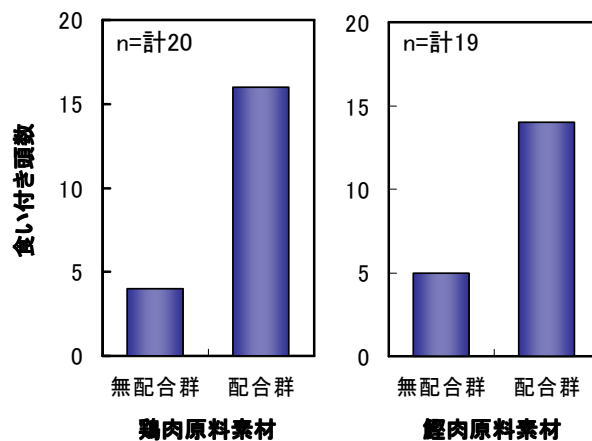


図 3-43 ペプチド性素材を配合したキャットフードの嗜好性試験（食い付き試験）の結果

5) 犬や猫のストレス判定キットの開発にかかわる基礎的検討

犬や猫の唾液あるいは血液中に発現するストレスマーカータンパク質の検索を二次元電気泳動法により行った。ヒトの簡易なストレス判定法として唾液アミラーゼが注目されていた。しかし、犬や猫では炭水化物消化の重要性が低いことから唾液中にはアミラーゼが存在しないことが定説となっていた。今回、犬や猫の唾液アミラーゼ活性を測定したところ、ヒトに比べると低いレベルではあったが、多くの個体の唾液中にアミラーゼ活性が存在することが判明した。これをふまえ、犬や猫の唾液アミラーゼ活性と他のストレスマーカー（血清ヒドロペルオキシド値など）との関連を解析し、ストレス程度判定への利用のための基礎とした。

6) ペプチド性素材添加フードの嗜好性評価

鶏皮を原料としたメイラード反応生成物の調製方法を図に示した。

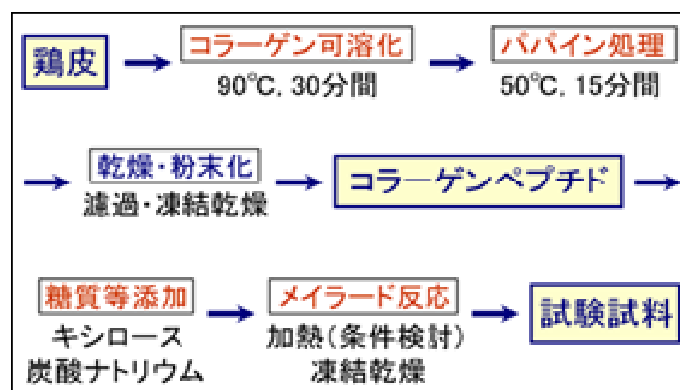


図 3-44 試料の調製方法

コラーゲン由来のメイラード反応生成物を経口投与した場合の酸化ストレス度に及ぼす影響を検

討した。マウスに5日間、毎日経口投与した後、採血し、酸化ストレスマーカーである血清中のヒドロペルオキシド値を測定した。対照群と比べて、メイラード反応生成物を投与した群は血清ヒドロペルオキシド値が有意に低下していることから、経口投与により生体内における酸化ストレスが軽減されることが示唆された。また、ドライフードのみとドライフードにメイラード反応生成物をふりかけたものの2種の餌を用意し、犬と猫における食いつき試験による嗜好性の検討を行った結果、犬ではメイラード反応生成物を添加したものが好まれた。

4. 事業終了後の状況

(1) 研究の発展状況

1) 事業終了時の事業環境

2008年に「ペットフード安全法（愛がん動物用飼料の安全性の確保に関する法律）」が施行されたが、事業実施期間の2006～7年頃から、その制度について議論がなされていた。厚生労働省・農林水産省・経済産業省に関わる問題であった。それまではペットフード業界の自主規制（ガイドライン）はあったが、ペットに対する行政の関心は小さく、かなり自由な事業環境であった。2009年の「ペットフード安全法」の施行を控え、業界は対応を迫られていた。

2006年に本事業に応募・採択され、機能性ペットフードを2007年に製品化して出したのは、法制度の転換期で非常に時期を得た取り組みであったと考えられる。



図 3-45 ペットフード安全法のポイント

2) ベンチャー企業立ち上げ経緯

本研究課題において順調に成果が出ていたため、事業期間中の2007年の9月に製品販売を開始することとなった。製品化に当たり、特許もその前の事業1年目の終わりに出していた。当時は大学発

ベンチャーの創出が求められており、ベンチャー化すれば大学へ納めるライセンスフィーの割合が軽減されるため、販売前までにベンチャー企業を立ち上げ、特許をそこに移す必要があった。生研センターからもベンチャー企業設立を求められた。その結果、2007年6月にベンチャー企業「株式会社 フード・ペプチド」を設立した。設立に当たっては、大学が大学発ベンチャーを支援することとなっていたため、ライセンス契約等で大学の知的資産センターの支援を得た。

同ベンチャー企業でペットフードを作ることも考えられたが、マーケットが重要で、販売網の構築など、販売まで手掛けるのは現実的ではなく、これらはペットフードメーカーに担ってもらうこととし、特許の管理と素材の調整・委託を担うこととなった。同社はライセンスの移管を大学から受け、素材を調製する部分でライセンスを活かしている。素材の調整も外部委託しているため、実質ライセンス管理を行い、ライセンス収入を研究費に活用している。

設立ベンチャー企業の概要

会社名	株式会社 フード・ペプチド (Food Peptide Co.,Ltd.)
所在地	〒034-8628 青森県 十和田市 東二十三番町 35-1 (北里大学 獣医学部内)
代表取締役	有原 圭三 (北里大学 獣医学部 教授)
資本金	300 万円 (2007 年 6 月 10 日現在)
設立年月日	2007 年 6 月 6 日
事業概要	<ul style="list-style-type: none"> ● 食品・ペットフード・飼料や、その原料の製造、販売。 ● 医薬品・化粧品等の化学製品や、当該製品の原料の製造、販売。 ● 上記製品に関する分析用品の製造、販売。 ● 上記製品の開発に関わるライセンス供与と技術指導。 ● 上記製品の研究開発の受託

3) 事業化に向けたペットフードメーカーとの提携関係の構築

製品開発・製造・販売については、(株) アイシアが実施することとなった。

ペットフード業界では開発部の発言力が弱く、研究成果を活かした新製品の事業化に理解を得ることが難しく、苦労があった。理解ある経営者がいたことが、事業化に向けて話が進んだ大きな要因であった。また、研究成果の話は、研究開発担当以外の人に理解してもらうのが難しいが、卒業生が合計4名が同社におり、最終的な提携契約に当たって、それまでに現場レベルでの当該成果の事業化の話が伝わり信頼関係ができていたことも、同社の事業化協力を得る上では重要であった。

4) 研究面等での進展

技術コーディネーターの研究の主対象は食品であり、ペットフードではないので、大きな進展は生じていない。

但し、本研究課題をきっかけに、学生や院生は、ペットフードを手掛ける傾向が増加した。それま

ではペットフードは研究対象ではなかったが、毎年ペットフード関連の卒業論文に従事する学生がいるようになった。

また、本研究課題の成果の一部として、加熱による香りの向上を得たことの延長に、その成分の同定など、細かい研究を実施している（食いつきがよくなる原因の香り成分分析など）。

今後は、薬やサプリを飲ませる時に嗜好性の高い香りをつけてやるなどの応用が考えられる。その方向で特許出願もしている。

ペプチド材料の食品への展開については、試作品は作られたが、製品として事業化されていない。

(2) 新たな研究成果

1) 事業化の成果

タンパク質の分解により生成するペプチドは、タンパク質やアミノ酸とは保健的な働きや嗜好性が大きく異なるものである。(株) フード・ペプタイドは、アイシア (株) と共に、鶏肉や魚肉を酵素分解して得たペプチド素材を配合した付加価値の高いキャットフード「MiawMiaw (ミャウミャウ) カリカリ小粒タイプ」を 2007 年 9 月に上市した。発売後、6 種類のパッケージで製造・販売して来たが、2013 年になり、アイシア (株) の社長が変わり、さらに積極的に商品を出すようになり、合計 14 種類になっている。混ぜ込まれている素材は基本的には同じ鶏肉、魚肉の分解質である。

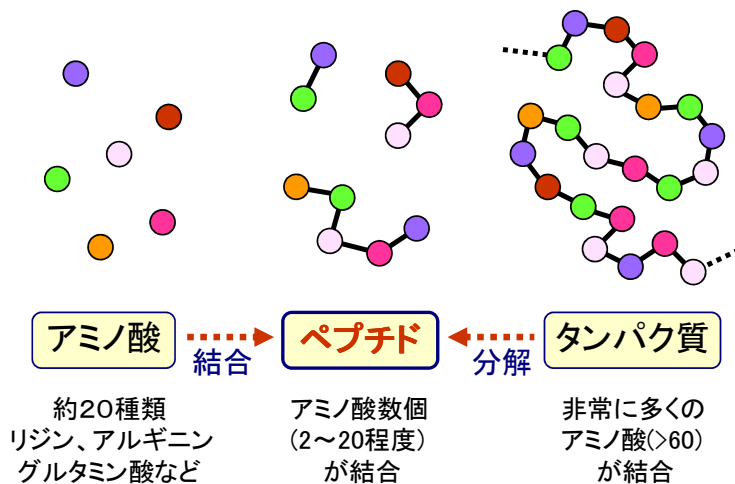


図 3-46 ペプチドの概要



図 3-47 製品ラインアップ (全 14 種類、2013.9 現在)

ストレスケアがコンセプトだが、イヌ・ネコに食べさせても、実際の効果はすぐにはわからない。しかし、ペットを飼っている人は、獣医を信頼している方も多いため、「北里大学監修」と書いてあると効果は大きい。

また、わかりやすい訴求ポイントとして、味の良さがあげられる。それがリピート率向上につながっている。人と違い、ペットはまずいと食べない(人はまずくても体に良いと思うと食べる)。従って、味が良くペットが食べないと顧客がリピートしてくれない。同社製品はペプチドを配合することにより、嗜好性が高くなっている。蛋白質に味はないが、分解しペプチドにすると、アミノ酸など出てうまみが出る。ペットフードは高温で処理するため、ペプチドと他の成分が化学反応して、ネコがよるこぶ香りが出ている。

薬事法により、ストレスに対する効果の表示は人間の食品でも厳しいが、ペットフードでも薬事法が厳しく適用されるようになり、表示が厳しくなった(ストレスなどを直接言及する表示ができなくなった)。2009年にペットフード安全法が施行されるなど、この数年の間にペットフード業界は製品表示に大きな変革を迫られてきた。これを受けて、パッケージにおいて a-i ペプチドを示すロゴマークを入れるなど、効果を消費者に訴求し、ブランドとして信頼される努力をしている。



図 3-48 製品パッケージにおける表示の変更



図 3-49 製品パッケージ裏面における解説（効果の訴求）

また、メーカーの情報発信は薬事法等で制限されているので、研究室やベンチャーの HP でアピールしたり、研究者として解説記事や小冊子を出している。

売上自体は堅調であり、製品が誕生してから 5 年以上が経ち、しっかりと市場に定着し、消費者から好評を得ている。また、インターネットでの販売にもメーカーは力を入れている。重量のある商品であるため、都市部を中心にネット販売の比率が上がっている。



図 3-50 製品販売写真（量販店店頭の様子）

2) 研究面での成果

当初から製品開発を目指した研究であったため、基礎的な研究は狙っておらず、論文等は多く出ていない。

ただし、「ペットフード・ペット用医薬品の最新動向」（技術コーディネーター監修、シーエムシー出版、2013年12月刊行）という専門書を出版した。これにより、ペットフード領域に対する学術的な活動の向上を目指している。

新たに出した特許では、およびペプチド利用に関わるものとして、主に以下がある。

- 有原圭三. ペプチドを利用した抗ストレス作用と嗜好性に優れたペットフード. 特許出願 特願 2013-127765 2013.6.18.
- 大畑素子, 有原圭三. ペットフード用の嗜好性向上・改善剤. 特許出願 特願 2012-093079 2012.4.16.

(3) 波及効果

1) 科学技術的波及効果

本研究課題は事業化に主眼がおかれていたため、学術的な波及効果は顕著でないが、学生や研究者のペットフードへの関心を高め、研究対象としてのペットフード分野を確立する契機となったと考えられる。

また、当該事業による製品化の成功に刺激を受けて、他のメーカーも共同研究をするようになってきている（麻布大学など）。ペットフード製品開発において、大学と共同研究することの利点を示し、産学連携を促進したといえる。

さらに、ヒトの食品関連で技術コーディネーターが学会に行った際に、ペットフードの話題提供をすることで、それまで全くペットフードを意識していない海外の食品研究者に、ペットフードという

新たな視点を提供することができた。これにより、海外の食品関係の研究者のペットフードへの関心を高めた。今後の共同研究への発展も期待される。(ちなみに、海外では、獣医学部での病気との関連や、家畜栄養学が主である。但し、ペットフード市場では高付加価値化が求められている。)

なお、本研究課題の成果によるヒトの食品への展開可能性については、従来のラット・マウスの臨床実験結果より、イヌでもネコでもヒトに近いと、研究成果応用の可能性が広がった。但し、抗ストレス作用のデータをそろえて、医薬にすることはまだ難しい。特定保健用食品で抗ストレス食品というカテゴリーができれば可能性がある。また、食品の効果表示に関する規制の緩和があれば、成果応用の可能性がある。

2) 経済産業的波及効果

本研究課題を開始する前の2005年頃、ペットフード関連業界は成長しており、OEMなどを活用して異業種が多く参入を始めてきた。その中で、以前からのペットフードメーカーは差別化が求められ、量・低価格化の追及から、高付加価値な製品開発を行うようになった。その時期に差別化できなかったメーカーは現状でも苦戦している。ペットフードは高価格帯に対するニーズが着実に存在するため、付加価値を明確に示すことができれば、差別化を持って売り上げを伸ばすことができた。

様々な付加価値向上策が各メーカーにより行われたが、包装の高級感などではなく、本研究課題の成果を活かして本質的な付加価値向上である「美味しく、体に良い」を打ち出し、ペットフードの機能性食品としての実用化を可能にすることにより、高付加価値化市場でのポジションを確立することができた。

最終商品の売上高は年間1~2億円程度とされる。今年はラインナップが増え、売り上げが増加していると見られる。ただし、ペットフードの売上は広告宣伝に大きく左右される面があるため、利益面での同社への貢献は不明確な点が多い。

海外へは問屋経由で販売されている。新興国での所得向上や先進国の高齢化などを背景に、将来的な市場拡大の可能性も見込まれるため、(株)フード・ペプチドでは、海外のライセンス取得も検討されている。

3) 社会的波及効果

ペットの家族化が進んでおり、ペットの健康が精神面等を通じて人の健康につながるという考えもある。当該事業成果を活かしたペットフードの製品化や、また、当該事業を契機とした機能性ペットフードの効果等に関する学術的情報提供がリーフレット配布やHPでなされることで、ペットの健康増進、ひいては人の健康増進に貢献することが期待される。



図 3-51 ペットの健康増進のための学術的情報提供の重要性（リーフレットの配布，HP 等）

なお、本研究課題では、鶏の皮など、人が食べられない畜産副産物のペットフード素材として利用可能性についても研究した。今はペットフード素材として人が食べられる良い原料を使っているが、この成果を将来的に応用することで、人が食べられない副産物に酵素を入れて使うことが可能になる。これにより、廃棄されていた畜産副産物が有効利用され、廃棄物削減・環境保全に貢献することも期待される。

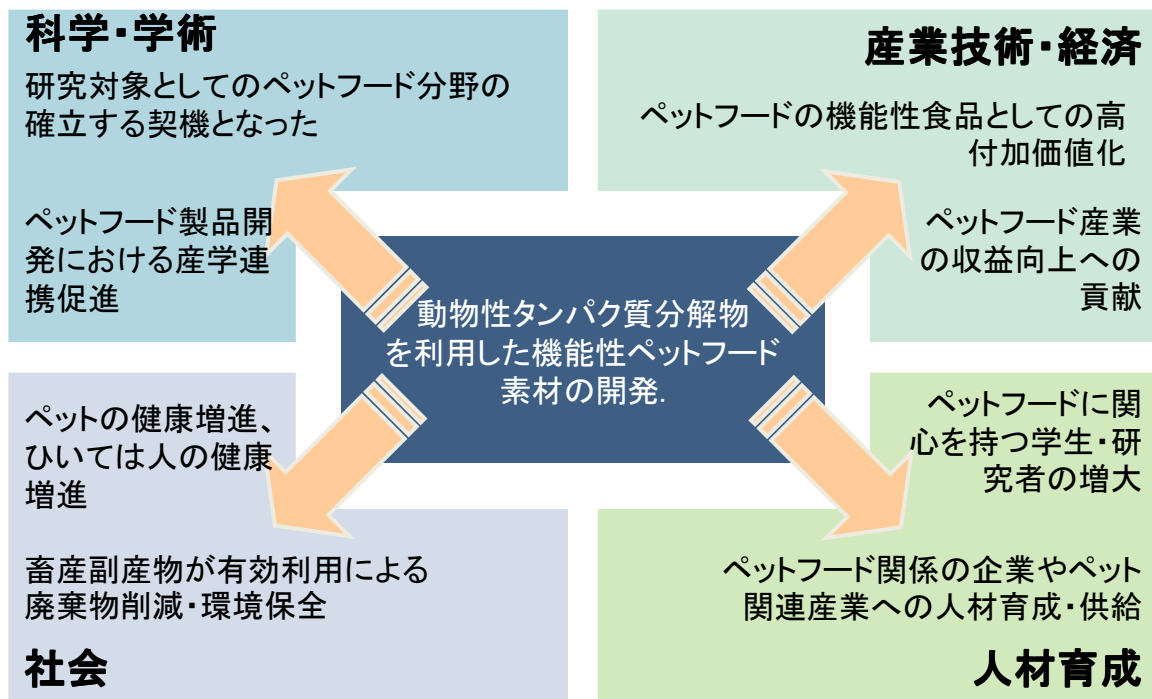
4) 人材育成効果

ペットフードの勉強をしたいとして、北里大学に入学する学生が増えている。当該テーマで卒論を取る学生も増えるなど、ペットフードに関心を持つ研究者の育成に貢献した。

また、その結果として同大学からペットフード関係の企業（メーカー、流通）に就職する学生も増えている。さらに、ペットの販売など関連産業への就職も増えた。これらにより、当該事業はペットフードおよび関連産業の人材育成・供給に貢献したと考えられる。

(4) 波及効果の分析

本調査結果、および研究者へのアンケートやヒアリングの結果から、波及効果に関して分析した。



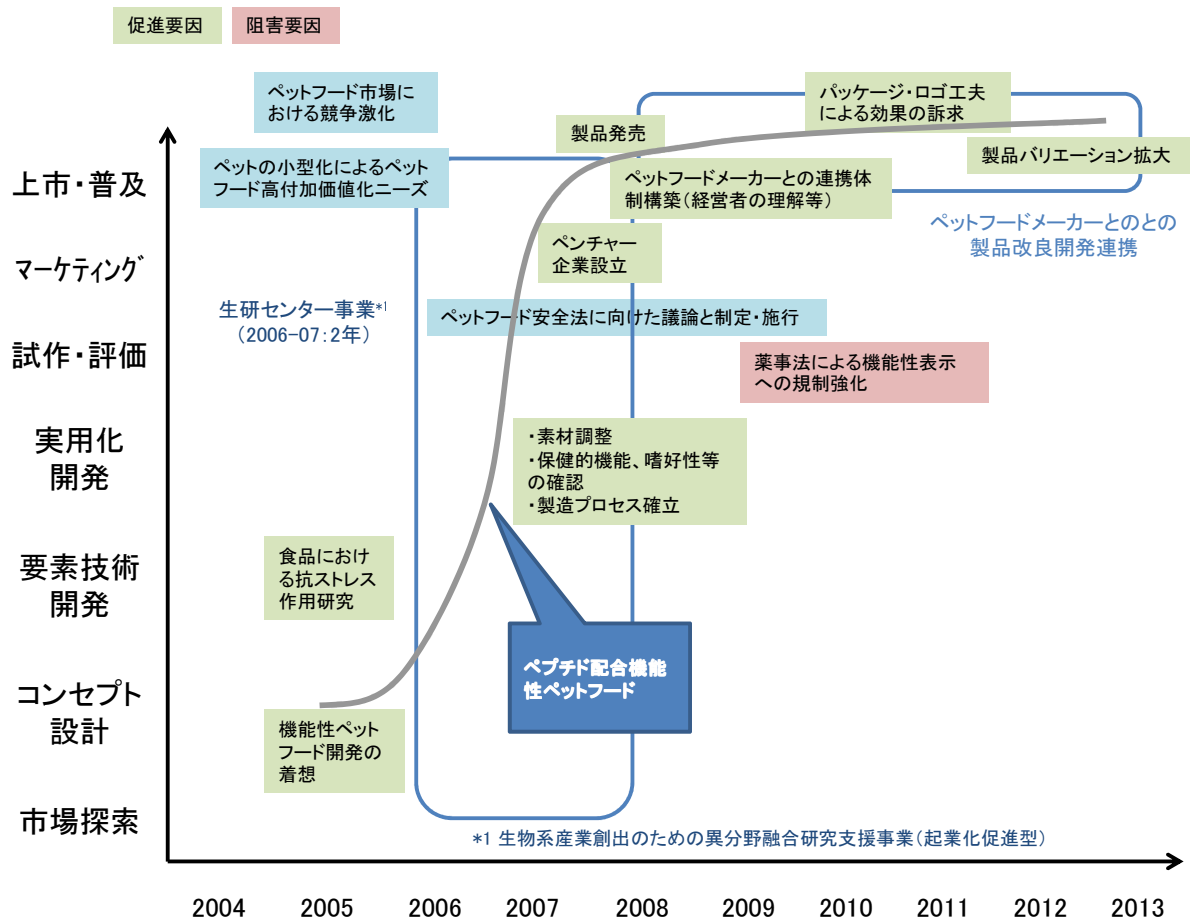
本研究課題の成果とその後の事業化等により、ペプチド配合による「美味しく、体に良い」ペットフードが開発・実用化されることにより、ペットフードの機能性食品としての高付加価値化のトレンドが生み出され、市場に定着した。これがペットフード産業の低価格競争からの脱却に寄与し、収益向上に貢献している。

また、抗ストレス効果がペットの健康増進につながり、それがさらに人の健康増進に貢献すると考えられる。加えて、食べることが出来なかった畜産副産物の有効利用による廃棄物削減への貢献も期待される。

科学技術面では、それまで研究対象となっていなかったペットフード分野を研究対象として確立する契機となるとともに、ペットフード製品開発における産学連携を促進した。また、ペットフードに関心を持つ学生・研究者が増大するとともに、ペットフード関係の企業やペット関連産業への人材育成・供給にも貢献している。

(5) 追跡チャート

アンケートおよびヒアリング調査結果をもとにして、事業期間中から現在までの産業化に至る経緯を分析した。



ペットフード市場における競争激化が進む一方、ペットの小型化・家族化によるペットフード高付加価値化ニーズがあり、これに対して、機能性ペットフード開発の着想が得られた。それまでに実施していた食品における抗ストレス作用の研究成果を活用しての、ペットフードメーカーとの産学連携による本研究課題を実施し、素材調整、保健的機能や嗜好性等の確認、製造プロセス確立等を実施した。

研究成果が順調に出たため、事業期間中にベンチャー企業を設立し、ペットフードメーカーと連携してペプチド配合機能性ペットフードを製品化し、上市した。これは、ペットフード安全法の制定に向けた議論が進む中で、製品力を強化する意味でも時期を得た開発であった。ペットフード安全法の施行後、機能性表示の規制が強化される中で、本研究課題の成果活用製品はパッケージ・ロゴ工夫による効果の訴求を行い、また近年において製品バリエーションを強化することで市場に定着し、堅調に売上を伸ばしている。

5. 有識者コメント

(1) 当該事業（研究課題）終了後の展開状況

近年顕在化してきた新規高機能ペットフードマーケットのニーズにマッチした素材の開発とペットフード企業での実用化に漕ぎ着けたことは高く評価できる。現時点ではペットフードの評価は嗜好性に留まっており、厳密な生理学的な効能評価はヒトでの高機能食品ほど高くないため、インパクト

ファクターが高くない学術誌に掲載された、エビデンス上の評価が確定されていない学術情報でも業界内で通用している。しかし、今後は着実に効能評価が厳密に実施されるようになり、幅広い学識経験者からの評価を仰ぐ必要が生じると考えられる。

(2) 当該事業（研究課題）の波及効果

1) 科学技術的波及効果の評価

研究領域として、健康志向の高い愛玩動物用の高機能ペットフードというアプリケーション分野があることを示したことは意義が大きい。ただし、米国などでのペットフードの動物タンパクの給源はヒトの食物に適さない屠場で派生する副産物（内臓、骨髄など）が中心であり、今回のようなヒトが食する鶏のササミや鯉の生肉ではない。よって、末端販売価格に制限がある応用分野での大きなビジネスは期待できない。

研究的な側面からは、ペプチド生成のための、プロテアーゼの選択、分解条件など詳細は不明である点は課題が残る。また、嗜好性の向上効果は明確であるが、抗ストレスの評価は厳密さに欠けるため、ヒトへの適用には更なる詳細な研究が必要である。

2) 経済産業的波及効果の評価

愛玩動物の特別なペットフードとして、一定のマーケットはあるが、価格体系からすると原料供給企業のメリットは大きくないと考えられる。がしかし、ペットフード産業にとっては新規カテゴリーの商材になる可能性が高く、一定の波及効果が見込まれる。

3) 社会的波及効果の評価

従来から畜産学の領域では、飼料効率を中心の経済性を重視して研究、実用化が行われられてきた。平成 10 年にペット栄養研究会が設立され、愛玩動物毎に必要な栄養所要量を研究し、最適な食餌の提供や、保健機能を追及する特別な餌のニーズが顕在化してきた。今回本研究の成果がはその一つの端緒となりペットフードマーケットにおける新たなカテゴリーが創出に寄与したされる可能性がある。

4) 人材育成効果の評価

他流試合を経験して研究者、開発技術者は成長する。応用科学専攻の学生も自らが手がけた研究の一端が実業世界で現実の商品に活かされていることが励みとなり、学問に興味を持つ。よって、今回の共同研究を通じて大学、企業での人材育成が進められたと評価できる。

(3) 当該研究課題に対する今後の発展への期待

ヒトを対象とした高機能食品素材はすでに 30 年近い歴史があり、多様な評価系を駆使して、作用機序の解明からヒト介入試験で有用性の実証データに裏付けされたものが多い。一方、犬、猫、各愛玩動物に関しては、のライフステージ別の栄養所要量の詳細な研究とあわせ、実感性（糞の匂い、便の性状、毛並み、歯、活動性など）の厳密なエビデンスの創出が必須である。

6. 成果論文

(1) 研究者・機関ランキング

当該課題に関連する領域の論文が発表されていないため、本分析を割愛した。

(2) 主要成果論文数・被引用数

当該課題に関連する領域の論文が発表されていないため、本分析を割愛した。

(3) h-index

当該課題に関連する領域の論文が発表されていないため、本分析を割愛した。

(4) 被引用数上位論文

当該課題に関連する領域の論文が発表されていないため、本分析を割愛した。

7. 実用化データ

(1) 特許出願（公開特許）

公開番号	発明の名前	出願人	発明者	出願日	登録番号
特開 2010-099001	コラーゲンを原料とする保健的機能性と嗜好性向上効果を備えた食品・ペットフード素材	学校法人北里研究所	有原 圭三, 新井 健夫, 大畑 素子, 石川 伸一, 伊藤 良	2008.10.23	
特開 2009-022206	抗ストレス作用と嗜好性向上効果を備えたペプチド性ペットフード素材	学校法人北里研究所	有原 圭三	2007.07.19	
特願 2013-127765	ペプチドを利用した抗ストレス作用と嗜好性に優れたペットフード	学校法人北里研究所	有原 圭三	2013.6.18	

(2) 実用化例

- 鶏肉や魚肉を酵素分解して得たペプチド素材を配合した付加価値の高いキャットフード「MiawMiaw（ミャウミャウ）カリカリ小粒タイプ」（製品ラインナップは現在 14 種類）（(株) フード・ペプタイトおよびアイシア（株）による）

8. 主な調査参考資料

- 生物系産業創出のための異分野融合研究支援事業「動物性タンパク質分解物を利用した機能性ペットフード素材の開発」研究成果報告書（H20.3）
- 農業・食品産業技術総合研究機構 HP
< <http://www.naro.affrc.go.jp/brain/ibunya/theme/2006/022170.html> >
- 株式会社フード・ペプチド HP
< <http://topics.foodpeptide.com/?eid=1283388> >
- 有原氏提供資料（生研センター報告資料等）

第4章 総合とりまとめ

第1節 研究成果の概要

1. 研究成果にかかる論文発表

調査対象課題（平成 19 年度終了課題）に係わる成果として、成果論文数をまとめた和文・英文を含む成果論文の全体は、事業期間中に 68 件、期間終了後に 161 件で、合計 229 件（1 課題当たり約 25.4 件）であった。その内、Web of Science（WoS）に収録されている成果論文数は合計で 77 件（1 課題当たり約 8.5 件）である。

表 4-1 平成 19 年度終了課題に係わる論文数

発表年	事業期間中	期間終了後	合計
WoS 収録	43	34	77
WoS 非収録	25	127	152
合計	68	161	229

2. 研究成果にかかる特許出願

調査対象課題（平成 19 年度終了課題）の成果として、国内外に出願された特許数をまとめた。国内外への出願数は総計で 73 件で、国内出願は合計 58 件、海外出願は合計 15 件であった。

事業期間中と事業期間終了後を比較すると、国内出願、海外出願ともに事業期間中の出願件数の約 7 割の出願をそれぞれ期間終了後に行っている。

事業期間終了後も特許出願に相応するような技術が得られていることがわかる。なお、国内における特許の登録件数は、研究期間中と期間終了後を合わせて 17 件であった。

表 4-2 平成 19 年度終了課題に係わる特許出願数

出願年	事業期間中	期間終了後	合計
国内出願	35	23	58
海外出願	9	6	15
合計	44	29	73

第2節 成果の普及・活用状況

本年度の追跡調査において検出された成果の普及・活用状況を、次の2つの観点から整理した。

①製品化による成果の普及・活用

②ベンチャー企業のサービス提供等による成果の普及・活用

1. 製品化による成果の普及・活用

第2章概況調査で示したアンケート調査結果の中で、全ての課題において、参画研究者から「本研究・技術開発の成果が、新市場創出につながる新製品の開発に結びついた」に当てはまるとの回答が得られた。

この中で、第3章詳細調査で対象とした「アクアガスを用いた高品質汎用食材の新規調製技術の開発」では、各種のアクアガスによる食品加工装置を上市した。これまで15台が販売されている（厨房型9台、業務用連続式装置1台、造粒機に用いるアクアガス発生装置2台、業務用大型装置4台）。

厨房型は大学や企業の研究所とともに病院給食に用いられ、食感および殺菌効果が大いことが評価されている。株式会社ポッカコーポレーション（現 ポッカサッポロフード&ビバレッジ株式会社）では、アクアガスを利用した造粒機によりカップスープの生産を行っている。当該技術を用いることでスープのお湯解けが良くなった。また、造粒時の乾燥も早く、生産効率も向上した。連続式装置では、惣菜タイプの冷凍食品のトッピング加工に利用されている。

また調理・加工食品への応用の結果、事業期間中からポテトサラダの試験販売がなされた。じゃがいものほくほく感を保持した高品質ポテトサラダや鶏肉製品を通算700万パック以上の販売実績（平成17年～21年、スーパーカスミグループ）がある。



図 4-1 製品ラインナップの拡充（連続式装置：左、アクアガス発生機：右）【再掲】



アクアクッカーにより調理された
ポテトサラダ

図 4-2 調理・加工食品の販売例（ポテトサラダ）【再掲】

また、「魚類養殖漁場環境管理のための有機汚泥の生物浄化および水質改善技術の開発」では、マイクロバブル発生装置が昨年により販売され、累計で数十台売れている。売上は累計で 1000 万円超と見られる。

現状では、マイクロバブル発生装置は、魚、エビの養殖場で使われている。エビについては、JICA の事業にからめ、フィリピンのエビ養殖場で 2 年使われている。また、本年より、タイの大学での利用の案件も始まっている。水中の酸素の濃度はエビの生死に関わるので、同技術を使うと生産性が上がり、投資とリターンの関係が明確であり、利用されやすい。

また、水産用以外にも用途が拡大している。農業用にも用いられるようになり、農業用水に酸素を溶かし溶存酸素濃度を上げると、植物の成長が良くなる効果があり、水産用よりも販売量が多い。ハウス園芸用や水耕栽培など、いろいろな用途で使え、もやし、茸、花卉、果物、野菜での利用例が見られる。さらに、水処理（酸素吹き込み）でも注目を集めており、水処理プラントでいくつかの利用例（処理の効率化）が見られる。

これらにより、水産養殖産業の生産性向上、農業における生産性向上も期待される。ちなみに、水耕栽培のハウレンソウへの利用例では、溶存酸素アップにより収量約 20～30% 増、栽培期間約 10% 短縮という効果が見られる。

双葉のときから太く、長く、勢いが良い

収穫後の根は白く、
根の重量も20%重い



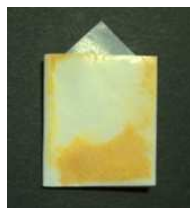
図 4-3 水耕栽培のホウレンソウへの利用例【再掲】

2. ベンチャー企業のサービス提供等による成果の普及・活用

第2章概況調査で示したアンケート調査結果の中で、参画研究者が「ベンチャー企業の設立や事業化につながった」に当てはまると回答した課題は以下の6つである。

- 魚類養殖漁場環境管理のための有機汚泥の生物浄化および水質改善技術の開発
- プロテオーム解析を応用した革新的機能性食品評価法の開発
- 海外輸出を狙った不活化花粉利用種なし果物の生産技術の開発
- 酵母由来中空バイオナノ粒子を用いる革新的超高感度バイオセンシング技術の開発
- 超小型豚の品種特性の改善とその利用法の開発
- 動物性タンパク質分解物を利用した機能性ペットフード素材の開発

この中で、第3章詳細調査で対象とした「海外輸出を狙った不活化花粉利用種なし果物の生産技術の開発」では、不活化花粉やそれを利用した栽培に関わる関連機器（受粉器など）の製造や販売がケイワン（株）により事業化され、ベンチャー企業による事業化効果が得られた。同社は経営者の死去により閉鎖されたが、別企業への事業引き継ぎが取り組まれており、種なし化果物の栽培拡大により、上記事業のさらなる拡大が期待される。さらに、韓国や中国での事業化（不活化花粉の現地生産・販売等）の可能性も期待される



花粉の商品

受粉器



種無果実「大宝美」ブランド

図 4-4 不活化花粉の関連商品の例【再掲】

また、「動物性タンパク質分解物を利用した機能性ペットフード素材の開発」では、事業期間中の2007年6月に(株)フード・ペプチドを立ち上げた。事業当時、大学発ベンチャーの創出が求められており、ベンチャー化すれば大学へ納めるライセンスフィーの割合が軽減されるため、販売前までにベンチャー企業を立ち上げ、特許をそこに移す必要があった。生研センターからもベンチャー企業設立を求められた。同年9月に製品販売を開始することとなったが、製品化に当たり、特許もその前の事業1年目の終わりに出していた。

同ベンチャー企業でペットフードを作ることも考えられたが、マーケットが重要で、販売網の構築など、販売まで手掛けるのは現実的ではなく、これらはペットフードメーカーに担ってもらうこととし、特許の管理と素材の調整・委託を担うこととなった。同社はライセンスの移管を大学から受け、素材を調製する部分でライセンスを活かしている。素材の調整も外部委託しているため、実質ライセンス管理を行い、ライセンス収入を研究費に活用している。



図 4-5 製品ラインアップ（全 14 種類、2013.9 現在）【再掲】

第3節 外部資金の獲得状況

生物系産業創出のための異分野融合研究支援事業を実施した後の外部資金の獲得状況を調査した。国の競争的資金制度のうち個人助成型の代表例である科学研究費補助金、その他の競争的資金および助成金、および民間助成財団の研究資金獲得状況は下表のとおりである。平成 19 年度終了課題のうち、8 課題において参画研究者のいずれかが新たな研究資金を獲得して研究を継続している。

表 4-3 外部資金の獲得状況

課題名	科学研究費補助金	その他の競争的資金・助成金	民間助成財団
アクアガスを用いた高品質汎用食材の新規調製技術の開発		●	
魚類養殖漁場環境管理のための有機汚泥の生物浄化および水質改善技術の開発		●	
高度リン酸化澱粉及びアントシアニン色素を含有する馬鈴薯を用いた機能性食品の開発	●		
プロテオーム解析を応用した革新的機能性食品評価法の開発	●		●
海外輸出を狙った不活化花粉利用種なし果物の生産技術の開発		●	
酵母由来中空バイオナノ粒子を用いる革新的超高感度バイオセンシング技術の開発	●		
沖縄産シイクワシャー由来のメタボリックシンドローム予防食品の開発			
超小型豚の品種特性の改善とその利用法の開発		●	
動物性タンパク質分解物を利用した機能性ペットフード素材の開発	●		

第 3 章詳細調査で技術コーディネーターを対象にヒアリング調査を実施した 4 課題について、事業終了後に獲得した外部資金は以下の通りである。

- アクアガスを用いた高品質汎用食材の新規調製技術の開発
 - 経済産業省 新事業・農商工連携促進支援補助金（新連携支援事業）
 - 生研センター民間実用化研究促進事業
 - 農林水産省 平成 22 年度農山漁村 6 次産業化対策事業関係補助金
- 魚類養殖漁場環境管理のための有機汚泥の生物浄化および水質改善技術の開発
 - 科学技術振興機構 戦略的創造研究推進事業 CREST
- 海外輸出を狙った不活化花粉利用種なし果物の生産技術の開発
 - 科学技術振興機構 地域イノベーション創出総合支援事業シーズ発掘資金（A）
- 動物性タンパク質分解物を利用した機能性ペットフード素材の開発
 - 科学研究費補助金 基盤（B）

第4節 生研センターへの有識者からの意見および制度運営への提言

今年度の調査では、第3章詳細調査で対象とした事例について、有識者からの総括評価コメントをいただくとともに、当該課題を選定し、支援を行った生研センターに対する意見・要望についてもコメントをいただいた。

採択期間中における各課題に対する生研センターからの支援体制について、研究推進の観点からその有効性が挙げられた。生研センターが実施してきた競争的資金事業は、平成26年度以降農林水産省の競争的資金事業と一元化して実施されることとなっているが、事業期間中の評価および追跡調査について、農林水産省において継続運用されることが望まれている。

課題名	有識者からのコメント
アクアガスを用いた高品質汎用食材の新規調製技術の開発	<ul style="list-style-type: none"> ● 本課題に関しては、異分野融合研究支援事業と言えども、研究開発というよりは寧ろ製品開発を支援した形になってしまっているように感じる。
魚類養殖漁場環境管理のための有機汚泥の生物浄化および水質改善技術の開発	<ul style="list-style-type: none"> ● 生研センターの業務移管により、追跡調査がなくなることがないようにしてほしい。
海外輸出を狙った不活化花粉利用種なし果物の生産技術の開発	<ul style="list-style-type: none"> ● わが国生物系特定産業の持続的発展には、将来を見据えた基礎研究と実用化研究の二輪が必要である。生研センターは、これら2つの側面から事業を展開してきており、その存在意義はきわめて大きい。 ● 生研センターの事業では、課題ごとの推進会議（複数回）、年度ごとの研究実施者による詳細な研究報告書の作成、単年度評価、中間時評価および終了時評価を通じて、課題の進捗状況を研究実施者に整理させるとともに、センター側が実施者に的確なアドバイスあるいは激励することによって研究の水準を高めていくという方式がとられており、研究課題のほとんどが当初目標を上回る成果を得ている。この方式は、研究実施者には相当厳しいものであるが、研究の推進にはきわめて有効である。本事業が農林水産省に移管された後も、この方式が採用されることを希望する。

※「動物性タンパク質分解物を利用した機能性ペットフード素材の開発」の有識者からは特に生研センターへのコメントはなかった。

第5章 資料編

第1節 アクアガスを用いた高品質汎用食材の新規調製技術の開発

1. 論文

(1) 和文誌

2005年

- 【1】 五月女格、小関成樹、鈴木啓太郎、五十部誠一郎、山中俊介、小笠原幸雄、名達義剛 『微細水滴を含む過熱蒸気処理による野菜の高品質殺菌処理』, 防菌防黴 (-), 33 (10) , 523-530, 2005
- 【2】 五月女格、坂本晋子、竹中真紀子、五十部誠一郎、小笠原幸雄、名達義剛 『微細水滴を含む過熱水蒸気の電熱・乾燥特性』, 日本食品工学会誌 (-) , 6(4), 229-236, 2005
- 【3】 殿塚婦美子 他 『アクアガス加熱食材の基礎的調理加工特性に関する研究 (第1報) —ブロッコリーについて—』, 日本食生活学会誌 (-) , 16 (3) , 242-248, 2005

2006年

- 【4】 五月女格、鈴木敬一郎、小関成樹、坂本晋子、竹中真紀子、小笠原幸雄、名達義剛、五十部誠一郎 『微細水滴を含む過熱水蒸気によるジャガイモの1次加工処理』, 日本食品工学会誌 (0.095) , 53 (9) , 451-458, 2006

2007年

- 【5】 山中俊介、五月女格、津田升子、竹中真紀子、小笠原幸雄、名達義剛、五十部誠一郎 『微細水滴を含んだ過熱水蒸気の殺菌効果の評価と食品調理加工への応用』, 防菌防黴 (-) , 35 (6) , 341-349, 2007
- 【6】 殿塚婦美子 他 『アクアガス加熱食材の基礎的調理加工特性に関する研究 (第2報) —枝豆の加熱法・加熱時間による物性及び色調について—』, 日本食生活学会誌 (-) , 18(3), 264-264, 2007
- 【7】 長田早苗 他 『アクアガス加熱食材の基礎的調理加工特性に関する研究 (第3報) —だいこんについて—』, 日本食生活学会誌 (-) , 18 (3) , 223-230, 2007

2008年

- 【8】 五十部 誠一郎 『食品の新規加工技術 アクアガスを用いた新しい食品加工技術』, Foods & Food Ingredients Journal of Japan, 2008
- 【9】 五十部 誠一郎 『過熱水蒸気 of 食品加工への応用』, Thermophysical Properties, 2008
- 【10】 五十部 誠一郎 『微細水滴含有過熱水蒸気による農産物の殺菌・ブランチング処理』, 缶詰時報, 2008
- 【11】 五十部 誠一郎 『食品加工の新技术 アクアガスを用いた新しい食品加工技術』, 食品と開発, 2008
- 【12】 五十部 誠一郎 『アクアガスを用いた新しい食品加工技術(2)—野菜の殺菌処理および加工処理への応用—』, 食品と容器, 2008
- 【13】 五十部 誠一郎 『アクアガスを用いた新しい食品加工技術(1)—過熱水蒸気とアクアガス—』, 食品と容器, 2008
- 【14】 根岸 由紀子 『アクアガス加熱食材の基礎的調理加工特性に関する研究(第5報)—にんじん

について一』, 日本食生活学会誌, 2008

- 【15】 根岸 由紀子 『アクアガス加熱食材の基礎的調理加工特性に関する研究(第4報)―さといもについて―』, 日本食生活学会誌, 2008

2009年

- 【16】 五十部 誠一郎 『高品質食品製造を目的としたアクアガス調製技術の開発』, 食糧その科学と技術, 2009
- 【17】 五十部 誠一郎 『アクアガス(微細水滴含有過熱水蒸気)を用いた食品加工技術』, 食品の試験と研究, 2009
- 【18】 小笠原 幸雄 『微細水滴含有過熱水蒸気を用いた高品質食品の調製技術』, 北海道のエコロジカル・バイオテクノロジー, 2009
- 【19】 小笠原 幸雄 『微細水滴含有過熱水蒸気「アクアガス」を用いた高品質食品の調製技術』, 冷凍食品技術研究, 2009
- 【20】 小笠原 幸雄 『Measurement of Steam/water Ratio in the Nozzle Jet of an Oven System Using Superheated Steam and Hot Water Spray』, 日本食品工学会誌, 2009

2010年

- 【21】 五十部 誠一郎 『アクアガスを用いた殺菌技術』, 食品衛生学雑誌, 2010
- 【22】 小笠原 幸雄 『新調理システム 2 アクアガスによる調理』, 日本栄養士会雑誌, 2010
- 【23】 五十部 誠一郎 『食品加工の最新技術 アクアガスや過熱水蒸気を用いた高品質食材の調製』, 農林水産技術研究ジャーナル, 2010

2011年

- 【24】 小笠原 幸雄 『第11回民間部門研究開発功績者の業績 高品質汎用食材の加工および食品調理用の革新的加熱実用機の開発』, 農林水産技術研究ジャーナル, 2011
- 【25】 根岸 由紀子 『アクアガス(微細水滴含有過熱水蒸気)システムの開発と農産加工への応用』, 日本食品科学工学会誌, 2011

2012年

- 【26】 五十部 誠一郎 『トウモロコシ澱粉の流動層造粒工程の解析―バインダ供給速度および噴霧圧が流動層含水率および顆粒の成長に及ぼす影響―』, 日本食品工学会誌, 2012
- 【27】 五十部 誠一郎 『食品製造の新技術と機械装置の開発 アクアガス加熱システムの開発―特性と食品加工への応用展開―』, 食品工業, 2012

(2) 英文誌

2008年

- 【28】 Bari, ML (Bari, M. L.)[1]; Inatsu, Y (Inatsu, Y.)[1]; Isobe, S (Isobe, S.)[1]; Kawamoto, S (Kawamoto, S.)[1], "Hot Water Treatments To Inactivate Escherichia coli O157:H7 and Salmonella in Mung Bean Seeds", Journal of Food Protection, 71, 830-834, 2008

2009年

- 【29】 Sotome, I (Sotome, Itaru)[1]; Takenaka, M (Takenaka, Makiko)[1]; Koseki, S (Koseki, Shigenobu)[1]; Ogasawara, Y (Ogasawara, Yukio)[2]; Nadachi, Y (Nadachi, Yoshitaka)[3]; Okadome, H (Okadome, Hiroshi)[1]; Isobe, S (Isobe, Seiichiro)[1],

"Blanching of potato with superheated steam and hot water spray", LWT - Food Science and Technology, 42, 1035-1040, 2009

2011年

【30】 五十部 誠一郎, "Food Processing and Cooking with New Heating System Combining Superheated Steam and Hot Water Spray", JARQ, 45, 69-76, 2011

2. 論文数、被引用数および h-index

	2003	2004	2005	2006	2007	2008	2009	2010	2011	2012	2013	h-index (WoS収録分のみ対象)	
成果論文リスト全体	0	0	3	1	3	9	6	3	3	2	0		2
和文誌	0	0	3	1	3	8	5	3	2	2	0		
英文誌	0	0	0	0	0	1	1	0	1	0	0		
内、WoS収録	0	0	0	0	0	1	1	0	1	0	0		

(注1) 「内、WoS収録」とは、トムソン・ロイター社 Web of Science に収録されている論文数を示す。

(注2) Web of Science を用いた調査は、2013年12月~2014年1月初旬にかけて実施し、その結果を掲載。

	2003	2004	2005	2006	2007	2008	2009	2010	2011	2012	2013
被引用数(各年)	0	0	0	0	0	0	5	3	6	3	6
被引用数(累積)	0	0	0	0	0	0	5	8	14	17	23

(注1) 「被引用数(各年)」はトムソン・ロイター社 Web of Science に収録されている論文が当該年に引用された件数を示す。「被引用数(累積)」は2003年から当該年までの「被引用数(各年)」の合計を示す。

(注2) Web of Science を用いた調査は、2013年12月~2014年1月初旬にかけて実施し、その結果を掲載。

3. 研究者・機関ランキング

当該課題に関連する領域の論文を研究者・機関で集計した結果を以下に示す。

順位	著者名	論文数
1	ANNOUS BA	6
2	MURPHY RY	5
3	MARCY JA	4
3	SITES JE	4
5	BURKE A	3
5	DRISCOLL KH	3
5	DUNCAN LK	3
5	FAN XT	3
5	GAMEL TH	3
5	HUANG L	3
5	HUANG LH	3
5	HUBER DJ	3
5	HURR BM	3
5	ISOBE S	3
5	KONOPKO H	3
5	MAJEWSKA K	3
5	NETTO FM	3
5	SOTOME I	3
19	BERRANG ME	2
19	BREIDT F	2
19	CZAPLICKI S	2
19	DAMIR AA	2
19	DE LA ROSA APB	2
19	DE LEON-RODRIGUEZ A	2
19	FLEMING HP	2
19	GANDE N	2
19	HANSON RE	2
19	HAYAKAWA F	2
19	JOHNSON NR	2
19	KOHYAMA K	2
19	KRAUJALIS P	2
19	LASZTITY R	2
19	LINSSEN JP	2
19	MAO LC	2
19	MARKOWSKI M	2
19	MATTHEIS JP	2
19	MESALLAM AS	2
19	MURIANA P	2
19	MURIANA PM	2
19	OGRODOWSKA D	2
19	RATAJSKI A	2
19	REINA LD	2
19	SHEKIB LA	2
19	SILVA-SANCHEZ C	2
19	SITES J	2
19	TIENGO A	2
19	TOMOSKOZI S	2
19	VALLEJOS CE	2
19	VENSKUTONIS PR	2
19	YANG HQ	2

順位	機関名	論文数
1	USDA ARS	9
2	ARS	6
2	USDA	6
4	UNIV ARKANSAS	5
5	NATL FOOD RES INST	4
5	OKLAHOMA STATE UNIV	4
5	UNIV WARMIA MAZURY	4
8	BIALYSTOK TECH UNIV	3
8	UNIV ALEXANDRIA	3
8	UNIV ESTADUAL CAMPINAS	3
8	UNIV FLORIDA	3
8	UNIV WAGENINGEN RES CTR	3
13	ALKAR RAPIDPAK INC	2
13	BUDAPEST UNIV TECHNOL ECON	2
13	KAUNAS UNIV TECHNOL	2
13	N CAROLINA STATE UNIV	2
13	NATL AGR FOOD RES ORG	2
13	TAIYO SEISAKUSHO CO LTD	2
13	UNIV CALIF DAVIS	2
13	US DEPT AGR	2
13	ZHEJIANG A F UNIV	2
13	ZHEJIANG UNIV	2

(注1) 研究者・機関共に論文数20位以内(同順位含む)を示している。

(注2) 網掛けとなっている研究者名は当該課題に直接関与した研究者を表す。また、網掛けとなっている機関名は、それら研究者の所属機関(当該課題の研究期間終了時点)を表す。

(注3) 調査は、2013年12月~2014年1月初旬にかけて実施し、調査時点のデータ集計結果を加工。

なお、当該課題に関連する領域の論文は、トムソン・ロイター社の学術文献データベース Web of Science において、以下の条件で定義した。

条件 1： 論文発表年が左記のいずれかに該当	2002 年～2013 年
条件 2： Web of Science 分野が左記のいずれかに該当	FOOD SCIENCE TECHNOLOGY
条件 3： タイトル、概要、キーワードに左記のいずれかの語句を含む	Vapor-liquid two-phase flow surface pasteurization AMARANTH SEEDS cucumber fruit PECTIN METHYLESTERASE
検索論文数	366 件

(注 1) 「検索論文数」は条件 1～3 を全て満たす論文の件数を表す。「検索論文数」に含まれる論文を集計して研究者・機関ランキングを作成。

(注 2) 検索論文数は、2013 年 12 月～2014 年 1 月初旬にかけて実施した調査時のデータ集計結果を加工。

4. 被引用数上位論文リスト

No.	論文タイトル	著者	出典	発表年	被引用数
28	Hot water treatments to inactivate Escherichia coli O157 : H7 and Salmonella in mung bean seeds	Bari, ML; Inatsu, Y; Isobe, S; Kawamoto, S	JOURNAL OF FOOD PROTECTION, 71, 830-834	2008	14
29	Blanching of potato with superheated steam and hot water spray	Sotome, I; Takenaka, M; Koseki, S; Ogasawara, Y; Nadachi, Y; Okadome, H; Isobe, S	LWT-FOOD SCIENCE AND TECHNOLOGY, 42, 1035-1040	2009	7
30	Food Processing and Cooking with New Heating System Combining Superheated Steam and Hot Water Spray	Sotome, I; Isobe, S	JARQ-JAPAN AGRICULTURAL RESEARCH QUARTERLY, 45, 69-76	2011	2

(注) 研究実施期間以降 (2008 年以降) の論文については、網掛けで表示している。

5. 特許

公開番号	発明の名前	出願人	発明者	出願日	登録番号
特開 2005-047100	木材乾燥方法 及び乾燥装置	株式会社タイヨー 製作所	小笠原 幸雄	2003/7/31	特許 4362325
特開 2004-358236	気体水による 加熱方法及び その装置	有限会社梅田事務 所; 独立行政法人食 品総合研究所; 株式 会社タイヨー製作 所	梅田 圭司, 名 達 義剛, 宍戸 弘, 丸山 量, 小笠原 幸雄, 山本 巧, 五十 部 誠一郎	2004/5/11	特許 4336244
再公表 06-009150	革新的殺菌方 法とその用途 および装置	有限会社梅田事務 所; 独立行政法人農 業・食品産業技術総 合研究機構; 株式会 社タイヨー製作所	梅田 圭司, 名 達 義剛, 宍戸 弘, 丸山 量, 小笠原 幸雄, 山本 巧, 五十 部 誠一郎	2005/7/19	特許 4997566
特開 2007-064564	加熱媒体制御 型汎用的加熱 装置	独立行政法人農 業・食品産業技術総 合研究機構; 株式会 社タイヨー製作所; 有限会社梅田事務 所	五十部 誠一郎, 小笠原 幸雄, 名達 義剛	2005/8/31	
特開 2007-061005	高品質おから の製法	独立行政法人農 業・食品産業技術総 合研究機構; 株式会 社タイヨー製作所; 学校法人香川栄養 学園; 株式会社ロー ズコーポレーショ ン; 有限会社梅田事 務所	五十部 誠一郎, 小笠原 幸雄, 根岸 由紀子, 山中 俊介, 名 達 義剛	2005/8/31	特許 5051682

公開番号	発明の名前	出願人	発明者	出願日	登録番号
特開 2007-228870	アクアガスを 用いた農産物 のフード供給 システム	独立行政法人農 業・食品産業技術総 合研究機構; 株式会 社タイヨー製作所; 学校法人香川栄養 学園; 株式会社ロー ズコーポレーショ ン; 有限会社梅田事 務所	五十部 誠一郎, 小笠原 幸雄, 根岸 由紀子, 山中 俊介, 名 達 義剛	2006/2/28	特許 4900779
特開 2008-125427	革新的加熱方 法とその用途 及び装置	有限会社梅田事務 所; 株式会社タイヨ ー製作所	名達 義剛, 小 笠原 幸雄	2006/11/20	
特開 2009-091386	革新的加熱媒 体とその発生 方法及び装置	独立行政法人農 業・食品産業技術総 合研究機構; 株式会 社タイヨー製作所; 有限会社梅田事務 所	五月女 格, 五 十部 誠一郎, 小笠原 幸雄, 名達 義剛, 森 千太郎	2007/10/3	特許 5360454
再公表 08-108236	機能性素材の 製造方法、機能 性素材および それを得るた めの連続加熱 処理装置	有限会社梅田事務 所; 株式会社 レオ ロジー機能食品研 究所	名達 義剛, 藤 野 武彦, 小笠 原 幸雄	2008/2/20	特許 5357005
再公表 10-047404	常温保存安定 化機能性乾燥 物またはその 粉碎物とその 抽出画分の製 造方法、および それらの用途	有限会社梅田事務 所	藤野 武彦, 松 山 弘幸, 名達 義剛	2009/10/19	
特開 2011-106733	加熱媒体発生 方法及びその 装置	独立行政法人農 業・食品産業技術総 合研究機構; 株式会 社タイヨー製作所; 有限会社梅田事務 所	五月女 格, 五 十部 誠一郎, 小笠原 幸雄, 名達 義剛	2009/11/17	

公開番号	発明の名前	出願人	発明者	出願日	登録番号
特開 2011-120487	連続式加熱処理方法及び連続式加熱処理装置	株式会社タイヨー製作所	小笠原 幸雄	2009/12/8	
特開 2011-211965	アクアガスを 用いて調製した加熱・殺菌・乾燥植物とその調製方法	独立行政法人農業・食品産業技術総合研究機構; 島根県	五月女 格, 五十部 誠一郎, 竹中 真紀子, 岡留 博司, 小川 哲郎, 近重 克幸	2010/3/31	
再公表 10-114182	加工用素材・加工品の製造方法	有限会社梅田事務所	名達 義剛, 松山 弘幸, 小笠原 幸雄	2010/4/2	
再公表 11-148454	造粒方法及び造粒装置	独立行政法人農業・食品産業技術総合研究機構; 株式会社ポッカコーポレーション; 磐田ポッカ食品 株式会社	五月女 格, 五十部 誠一郎, 片桐 孝夫, 井上 孝司, 間野 博信, 丹伊田 穰寿, 竹内 博一, 伊藤 毅, 溝口 裕一郎	2010/5/24	特許 5019661
特開 2013-147662	加熱媒体	独立行政法人農業・食品産業技術総合研究機構; 株式会社タイヨー製作所; 有限会社梅田事務所	五月女 格, 五十部 誠一郎, 小笠原 幸雄, 名達 義剛, 森 千太郎	2013/4/15	

6. 実用化・製品化

- 各種のアクアガスによる食品加工装置（厨房型、業務用連続式装置、造粒機に用いるアクアガス発生装置、業務用大型装置）（株式会社タイヨー製作所による）
- アクアガスを利用した造粒機によりカップスープの生産（株式会社ポッカコーポレーション（現 ポッカサッポロフード&ビバレッジ株式会社）による）
- アクアガスを用いた食品加工・調理方法の一般調理への応用が研究成果を活用したレシピ集「アクアクッカー・レシピ集」（女子栄養大学による）
- 調理・加工食品への応用として、高品質ポテトサラダや鶏肉製品（スーパーカスミグループによる）

7. 報道

研究者名	見出し	報道年月日	媒体
五十部 誠一郎	果実 付加価値高めて／果樹研 6次化でシンポ	2011/10/05	日本農業新聞 10 ページ
五十部 誠一郎	「科学技術分野の文部科学大臣表彰」はやぶさチームに特別賞	2011/04/22	科学新聞 2 ページ
五十部 誠一郎	平成 23 年度科学技術分野の文部科学大臣表彰＝茨城	2011/4/19	東京読売新聞朝刊 28 ページ
五十部 誠一郎	農林水産先端技術産業振興センター、「食品産業技術ロードマップ」3月1日に発表会	2011/02/16	日本食糧新聞 2 ページ
五十部 誠一郎	食品ニューテクノロジー研究会講演：食品総合研究所・五十部誠一郎氏	2011/1/24	日本食糧新聞 8 ページ
五十部 誠一郎	食品の殺菌技術 過熱水蒸気が有望／群馬で研究会 品質劣化を改善	2008/10/22	日本農業新聞 40 ページ
根岸 由紀子	野菜のスムージー ごくり ミキサー売り上げ増 食物繊維しっかり	2012/7/29	東京読売新聞朝刊 15 ページ 写
根岸 由紀子	<ゆうどき生活向上委員会>大人気！水がいらぬ蒸し料理	2009/12/2	エムデータTV ウォッチ
小笠原 幸雄	民間・若手の研究者を表彰／農水省	2010/11/12	日本農業新聞 3 ページ
小笠原 幸雄	北の大地に輝く・北海道の中小企業（3）タイヨー製作所	2010/6/11	日刊工業新聞 26 ページ
小笠原 幸雄	（ビジネスフロンティア）アクアクッカー水で調理、栄養も衛生も /北海道	2009/1/17	朝日新聞 朝刊 22 ページ 絵写表有
小笠原 幸雄	日本缶詰協会と宮城県缶詰協会、11月6・7日に第57回技術大会開催	2008/9/26	日本食糧新聞 4 ページ

研究者名	見出し	報道年月日	媒体
小笠原 幸雄	新技術使い冷凍ウニ／解凍後も「生の食感」	2011/4/23	北海道新聞 22 ページ
小笠原 幸雄	冷凍ウニ 生の食感／松前さくら漁協が試験生産	2011/7/29	北海道新聞 25 ページ
小笠原 幸雄	道南の技術 実力証明／ビジネス EXPO ものづくり部門 タイヨー製作所大賞	2008/11/19	函館新聞 7 ページ
小笠原 幸雄	アクアクッカータイヨー製作所／道ものづくり大賞受賞 過熱水蒸気中に微細水滴	2008/11/11	水産経済新聞 6 ページ
小笠原 幸雄	ウィークリー赤れんが／北に技あり！北海道の新技术、新製品	2008/12/2	北海道テレビ (HTV), 北海道放送 (HBC), 北海道文化放送 (UHB), 札幌テレビ放送 (STV), テレビ北海道 (TVh)
小笠原 幸雄	けいざいナビ／岐路に立つ道立の研究所	2009/2/14 9:00～9:45	テレビ北海道 (TVh)
小笠原 幸雄	北海道経済 Neo 食品加工に革命／過熱水蒸気の新システムを開発した タイヨー製作所	2013/3/3	北海道放送 (HBC)
山中 俊介	日本缶詰協会と宮城県缶詰協会、11月6・7日に第57回技術大会開催	2008/09/26	日本食糧新聞 4 ページ
名達 義剛	日本缶詰協会と宮城県缶詰協会、11月6・7日に第57回技術大会開催	2008/09/26	日本食糧新聞 4 ページ

8. 獲得資金調査

研究者	採択課題名	実施年度	研究資金名	種別	役職	金額
小笠原 幸雄	安全で美味しい高品質な食材調製を可能にする新水蒸気加熱装置「アクアクッカー」の開発・販売	平成 21 年度～平成 25 年度	新事業・農商工連携促進支援補助金 (新連携支援事業)	経済産業省	コア企業のリーダー	30,000,000 円 (平成 25 年度予定額含む)

研究者	採択課題名	実施年度	研究資金名	種別	役職	金額
小笠原 幸雄	食品過熱水蒸気 利用技術開発普 及協議会「今後の 過熱水蒸気の普 及のための取組」	平成 22 年度	平成 22 年度農 山漁村 6 次産業 化対策事業関 係補助金	農林水 産省	事務局 長	3,558,000 円
名達 義剛	「親鶏由来の機 能性リン脂質群 の分離とその含 有食品の製造」	平成 19 年度から 3 カ年間	民間実用化研 究促進事業	生研セ ンター	「常任 委員 会」常 任委員	総額 300 百万 円

9. 受賞歴

研究者	表彰名	受賞対象	受賞年
五十部 誠一郎	社団法人日本缶詰協会「平成 20 年度技術賞」	「アクアガスを用いた高品質汎用食材の新規調製技術の開発」に関する成果の論文	2008/1/1
五十部 誠一郎	北海道 新技術・新製品開発賞「ものづくり部門大賞」		2008/1/1
五十部 誠一郎	経済産業省北海道経済産業局「第 3 回ものづくり日本大賞地域貢献賞」		2009/1/1
五十部 誠一郎	社団法人日本食品科学工学会「平成 22 年度技術賞」	微細水滴含有過熱水蒸気（アクアガス）を核とした高度加熱システム技術の実用化	2010/1/1
五十部 誠一郎	民間部門農林水産研究開発功労者表彰 社団法人農林水産先端技術産業振興センター「会長賞」		2010/1/1
五十部 誠一郎	財団法人飯島記念食品科学振興財団「平成 22 年度技術賞」	アクアガス（微細水滴含有過熱水蒸気）システムの開発と農産加工への応用	2010/1/1
五十部 誠一郎	日本食生活学会「奨励賞」		2011/1/1
五十部 誠一郎	科学技術分野の文部科学大臣表彰「科学技術賞 研究部門」	微細水滴含有過熱水蒸気加工システムの研究	2011/1/1
根岸 由紀子	社団法人日本食品科学工学会「平成 22 年度技術賞」	アクアガス（微細水滴含有過熱水蒸気）システムの開発と農産加工への応用	2010/1/1
小笠原 幸雄	社団法人日本缶詰協会「平成 20 年度技術賞」	微細水滴を含んだ過熱水蒸気の殺菌効果の評価と食品調理加工への応用	2008/1/1
小笠原 幸雄	北海道 新技術・新製品開発賞「ものづくり部門大賞」	アクアガスを用いた食品加熱装置「アクアクッカー」の開発	2008/1/1
小笠原 幸雄	経済産業省北海道経済産業局「第 3 回ものづくり日本大賞地域貢献賞」	安全で美味しい高品質な食材調製を可能にする、新水蒸気加熱装置アクアクッカーの開発	2009/1/1
小笠原 幸雄	社団法人日本食品科学工学会「平成 22 年度技術賞」	アクアガス（微細水滴含有過熱水蒸気）システムの開発と農産加工への応用	2010/1/1

研究者	表彰名	受賞対象	受賞年
小笠原 幸雄	民間部門農林水産研究開発功労者表彰 社団法人農林水産先端技術産業振興センター「会長賞」	高品質汎用食材の加工及び食品調理用の革新的加熱実用機の開発	2010/1/1
小笠原 幸雄	財団法人飯島記念食品科学振興財団「平成 22 年度技術賞」	微細水滴含有過熱水蒸気（アクアガス）を核とした高度加熱システム技術の実用化	2010/1/1
小笠原 幸雄	日本食生活学会「奨励賞」		2011/1/1
小笠原 幸雄	科学技術分野の文部科学大臣表彰「科学技術賞 研究部門」		2011/1/1
山中 俊介	社団法人日本缶詰協会「平成 20 年度技術賞」		2008/1/1
名達 義剛	社団法人日本缶詰協会「平成 20 年度技術賞」		2008/1/1
名達 義剛	北海道 新技術・新製品開発賞「ものづくり部門大賞」		2008/1/1
名達 義剛	経済産業省北海道経済産業局「第 3 回ものづくり日本大賞地域貢献賞」		2009/1/1
名達 義剛	社団法人日本食品科学工学会「平成 22 年度技術賞」	アクアガス（微細水滴含有過熱水蒸気）システムの開発と農産加工への応用	2010/1/1
名達 義剛	民間部門農林水産研究開発功労者表彰 社団法人農林水産先端技術産業振興センター「会長賞」		2010/1/1
名達 義剛	財団法人飯島記念食品科学振興財団「平成 22 年度技術賞」		2010/1/1
名達 義剛	日本食生活学会「奨励賞」		2011/1/1
名達 義剛	科学技術分野の文部科学大臣表彰「科学技術賞 研究部門」		2011/1/1

10. 講演歴

研究者	講演名	講演会・シンポジウム名	場所	講演日
根岸 由紀子	芋と健康	サツマイモ大学	埼玉県三芳町 図書館視聴覚 室	2012/11/4
小笠原 幸雄	安全で美味しい高品質 食材調製が可能な 「アクアクッカー」	2008年度 農研機構 産学 官連携交流セミナー	女子栄養大学 駒込キャンパ ス 3号館 5階 小講堂	2008/10/18

第2節 魚類養殖漁場環境管理のための有機汚泥の生物浄化および水質改善技術の開発

1. 論文

(1) 和文誌

2005年

- 【1】 國弘忠生、宮崎智章、佐藤綾子、濱第五、堤裕昭、大和田紘一 『糸外培養コロニーを散布した有機汚泥中における微生物群集の動態』, 日本海水学会誌, 59, 343-353, 2005

2007年

- 【2】 堤裕昭、木下今日子、國弘忠生、井上晃宏、Supaporn Yodnarasri、濱大吾、大和田紘一、, 『総説 イトゴカイおよびバクテリアを用いた有機汚泥の堆積した海底の生物浄化』, 日本海水学会誌, 61, 299-306, 2007

2009年

- 【3】 堤 裕昭『マイクロバブルとイトゴカイを用いた海底汚泥の浄化～魚類養殖による環境悪化とその解決策～』, アクアネット, 2009

2010年

- 【4】 五十部誠一郎、梅田圭司、小笠原幸雄、根岸由紀子、殿塚婦美子 『アクアガス(微細水滴含有過熱水蒸気)システムの開発と農産加工への応用』, 日本食品科学工学会大会講演集, 57th 巻, 8-9, 2010
- 【5】 堤 裕昭 『マイクロバブル・ナノバブルの特性とその応用 沿岸海面養殖漁業へのマイクロバブル発生装置の利用と将来的展望』, 日本海水学会誌, 2010
- 【6】 堤 裕昭 『第5章 2 水産分野へのマイクロバブルの応用. In:マイクロバブル・ナノバブルの最新技術 II (柘植秀樹監修)』, シーエムシー出版, 2010
- 【7】 堤 裕昭『持続可能な魚類養殖漁業の実現にむけて一魚類養殖漁業による環境悪化とその解決策一』, 日本海水学会誌, 2010

2011年

- 【8】 堤 裕昭 『コンパクトなマイクロバブル発生装置を利用した内湾の酸素濃度低下防止』, 日本船用機関学会誌, 2011
- 【9】 木暮 一啓 『微生物の多様性―「遺伝子の多様性」/「細胞の多様性」から見た生物多様性 海洋微生物の多様性』, 生物の科学 遺伝, 2011
- 【10】 木暮 一啓 『海洋における環境ゲノミクス』, 地球環境, 2011

2012年

- 【11】 堤 裕昭 『III-1. イトゴカイとマイクロバブルによる環境修復と微生物活動』, 日本水産学会誌, 2012
- 【12】 堤 裕昭 『イトゴカイと細菌の共生によるバイオレメディエーション』, バイオサイエンスとインダストリー, 2012

(2) 英文誌

2005年

- 【13】 Tsutumi,H., "Production of planktonic and non-planktonic larvae in a single brood of *Capitella* sp. I and its implication to population persistence in disturbed environment

due to organic enrichment of the sediment.", *Benthos Research*, 60, 17-14, 2005

- 【14】 Tsutsumi H , Kinoshita K, Srithongouthai S, Sato A,Nagata S ,Inoue A, yoshioka M, Ohwada K, hama D, "Treatment of the organically enriched sediment just below the fish farm with the biological activities of artificially mass-cultured colonies of a small deposit feeding, *Capitella* sp. I .", *Benthos Research*, 60, 25-38, 2005
- 【15】 Kogure K, Wada M, "Impacts of marcribenthic bioturbation in marine sediment on bacterial metabolic activity.", *Microbes and Environment*, 20, 191-199, 2005
- 【16】 Tsutsumi H, Taniguchi A, Sakamoto N,, "Feeding and burrowing behaviors of a deposit feeding capitellid polychaete, *Capitella* sp. I", *Benthos Research*, 60, 51-58, 2005
- 【17】 Wada M, Wu S-S, Kogure K, Tsutsumi H,, "Short-term impact of biological activities of a burrowing polychaete, *Capitella* sp. I, on bacterial abundance and the chemical characteristics in organically enriched sediment.", *Benthos Research*, 60, 51-58, 2005

2006 年

- 【18】 Tsutsumi h, Srithogouthai S, Inoue A, Sato A, Hana D, "Seasonal fluctuations in the flux of particulate organic matter discharged from net pens for fish farming", *Fisheries Science*(Impact factor=0.776), 72, 119-127, 2006
- 【19】 Wada M, Wu S-S, Tsutsumi H, Tsukamoto K-K, DO H-K, Ohwada K, Kogure K., "Visual assessmet of the respiring bacterial cells associated with burrow structures of *Capitella* sp.I in seawater soft-agar microcosms.", *Plankton and Benthos research*, 1, 54-58, 2006
- 【20】 Wada M, Wu S-S, Tsutsumi H, Tsukamoto K-K,DO H-K,Nomura H,Ohwada K,Kogure K., "Effect of sodium sulfide on burrowing activity of *Capitella* sp. 1 and bacterial respiratory activity in seawater soft-agar microcosms.", *Plankton and Benthos research*, 1, 117-122, 2006
- 【21】 Srithongouthai S, Endo A, Inoue A, Kinoshita K, Yoshioka M, Sato A, Iwasaki T, Teshida I, Nashiki H, Hama D, Tsutsumi H., "Control of dissolved oxygen levels of water in net pens for fish farming by a microscopic bubble generating system", *Fisheries Science*(Impact factor=0.776), 72, 485-493, 2006

2008 年

- 【22】 Kinoshita, K (Kinoshita, Kyoko)[1] ; Tamaki, S (Tamaki, Sayaka)[1] ; Yoshioka, M (Yoshioka, Miho)[1] ; Srithonguthai, S (Srithonguthai, Sarawut)[2] ; Kunihiro, T (Kunihiro, Tadao)[1] ; Hama, D (Hama, Daigo)[2] ; Ohwada, K (Ohwada, Kouichi)[1] ; Tsutsumi, H (Tsutsumi, Hiroaki)[1] , "Bioremediation of organically enriched sediment deposited below fish farms with artificially mass-cultured colonies of a deposit-feeding polychaete *Capitella* sp. I", *Fisheries Science*, 74, 77-87, 2008
- 【23】 堤 裕昭, "Bioremediation and microscopic-bubble techniques for environmental management of fish farms and enclosed bays. Concept and outline of the research project.", *Océanis*, 2008
- 【24】 Endo, A (Endo, Akira)[1] ; Srithongouthai, S (Srithongouthai, Sarawut)[2] ; Nashiki, H (Nashiki, Hisatsune)[1] ; Teshiba, I (Teshiba, Ichiro)[1] ; Iwasaki, T (Iwasaki, Takaaki)[1] ; Hama, D (Hama, Daigo)[2] ; Tsutsumi, H (Tsutsumi, Hiroaki)[3] ,

"DO-increasing effects of a microscopic bubble generating system in a fish farm", Marine Pollution Bulletin, 2008

- 【25】 Wada M, Zhang D, Do H-K, Nishimura M, Tsutsumi H, Kogure K, "Co-inoculation of *Capitella* sp I with its synergistic bacteria enhances degradation of organic matter in organically enriched sediment below fish farms", Marine Pollution Bulletin(Imoact factor=2.007), 57, 86-93, 2008
- 【26】 Kunihiro T, Miyazaki T, Uramoto Y, Kinoshita K, Inoue A, Nagata S, Hama D, Tsutsumi H, Ohwada K., "The succession of microbial community in the organic rich fish-farm sediment during bioremediation by introducing artificially mass-cultured colonies of a small polychaete, *Capitella* sp I", Marine Pollution Bulletin(Imoact factor=2.007), 57, 68-77, 2008
- 【27】 Endo A, Srithongouthai S、Nashiki H, Teshida I, Iwasaki T, Hama D, Tsutsumi H, "DO-increasing effects if a microscopic-bubble geberationf system in a fish farm"Marine Pollution Bulletin(Imoact factor=2.007), Marine Pollution Bulletin ,57,68-77,2008
- 【28】 Tsutsumi H, "Bioremediation and microscopic-bubble techniques for environmental management of fish farms and enclosed bays.Oceanis,34,183-198,2008

2011 年

- 【29】 Kunihiro, T (Kunihiro, Tadao)[1] ; Takasu, H (Takasu, Hiroyuki)[1] ; Miyazaki, T (Miyazaki, Tomoaki)[1] ; Uramoto, Y (Uramoto, Yuuta)[1] ; Kinoshita, K (Kinoshita, Kyoko)[1] ; Yodnarasri, S (Yodnarasri, Supaporn)[1] ; Hama, D (Hama, Daigo)[2] ; Wada, M (Wada, Minoru)[3] ; Kogure, K (Kogure, Kazuhiro)[3] ; Ohwada, K (Ohwada, Kouichi)[1] ; Tsutsumi, H (Tsutsumi, Hiroaki)[1], "Increase in Alphaproteobacteria in association with a polychaete, *Capitella* sp. I, in the organically enriched sediment.", The ISME Journal, 5, 1818-1831, 2011

2. 論文数、被引用数および h-index

	2003	2004	2005	2006	2007	2008	2009	2010	2011	2012	2013	h-index (WoS収録分のみ対象)
成果論文リスト全体	0	0	6	4	1	5	1	4	4	2	0	
和文誌	0	0	1	0	1	0	1	4	3	2	0	
英文誌	0	0	5	4	0	5	0	0	1	0	0	
内、WoS収録	0	0	0	2	0	4	0	0	1	0	0	4

(注1) 「内、WoS収録」とは、トムソン・ロイター社 Web of Science に収録されている論文数を示す。

(注2) Web of Science を用いた調査は、2013年12月~2014年1月初旬にかけて実施し、その結果を掲載。

	2003	2004	2005	2006	2007	2008	2009	2010	2011	2012	2013
被引用数(各年)	0	0	0	0	0	4	5	5	9	2	8
被引用数(累積)	0	0	0	0	0	4	9	14	23	25	33

(注1) 「被引用数(各年)」はトムソン・ロイター社 Web of Science に収録されている論文が当該年に引用された件数を示す。「被引用数(累積)」は2003年から当該年までの「被引用数(各年)」の合計を示す。

(注2) Web of Science を用いた調査は、2013年12月~2014年1月初旬にかけて実施し、その結果を掲載。

3. 研究者・機関ランキング

当該課題に関連する領域の論文を研究者・機関で集計した結果を以下に示す。

順位	著者名	論文数	順位	機関名	論文数
1	KUMAI H	14	1	KINKI UNIV	27
2	FORBES VE	13	2	KAGOSHIMA UNIV	23
3	KOSHIO S	12	3	ROSKILDE UNIV CTR	18
3	SELCK H	12	4	TOKYO UNIV MARINE SCI TECHNOL	17
5	ISHIKAWA M	11	5	FISHERIES RES AGCY	14
5	PANKOW JF	11	5	UNIV TOKYO	14
5	TAKII K	11	7	KYOTO UNIV	11
8	MENDEZ N	10	8	MIE UNIV	10
8	YOKOYAMA S	10	8	UNIV NAACL AUTONOMA MEXICO	10
10	MASUDA R	9	10	CARL VON OSSIETZKY UNIV OLDENBURG	8
10	SEOKA M	9	10	HONG KONG UNIV SCI TECHNOL	8
12	KATO K	8	10	PREFECTURAL UNIV KUMAMOTO	8
12	TSUTSUMI H	8	13	CHINESE ACAD SCI	7
14	PALMQVIST A	7	13	NAGASAKI UNIV	7
14	QIAN PY	7	15	FISHERIES OCEANS CANADA	6
14	YAMASHITA Y	7	15	HIROSHIMA UNIV	6
14	YOKOYAMA H	7	15	MIYAZAKI UNIV	6
18	BISWAS AK	6	15	NATL RES INST FISHERIES ENVIRONM INLAND SEA	6
18	MURATA O	6	15	PORTLAND STATE UNIV	6
18	RASMUSSEN LJ	6	15	UNIV GOTHENBURG	6
18	SATOH S	6			
18	SIMON M	6			
18	TANAKA S	6			

(注1) 研究者・機関共に論文数20位以内(同順位含む)を示している。

(注2) 網掛けとなっている研究者名は当該課題に直接関与した研究者を表す。また、網掛けとなっている機関名は、それら研究者の所属機関(当該課題の研究期間終了時点)を表す。

(注3) 調査は、2013年12月~2014年1月初旬にかけて実施し、調査時点のデータ集計結果を加工。

なお、当該課題に関連する領域の論文は、トムソン・ロイター社の学術文献データベース Web of Science において、以下の条件で定義した。

条件 1： 論文発表年が左記のいずれかに該当	2002 年～2013 年
条件 2： Web of Science 分野が左記のいずれかに該当	ENVIRONMENTAL SCIENCES FISHERIES MARINE FRESHWATER BIOLOGY
条件 3： タイトル、概要、キーワードに左記のいずれかの語句を含む	organic flux Capitella sp I organic particulate micro-bubble red sea bream (<i>Pagrus major</i>) Roseobacter clade Capitella
検索論文数	478 件

(注 1) 「検索論文数」は条件 1～3 を全て満たす論文の件数を表す。「検索論文数」に含まれる論文を集計して研究者・機関ランキングを作成。

(注 2) 検索論文数は、2013 年 12 月～2014 年 1 月初旬にかけて実施した調査時のデータ集計結果を加工。

4. 被引用数上位論文リスト

No.	論文タイトル	著者	出典	発表年	被引用数
22	Bioremediation of organically enriched sediment deposited below fish farms with artificially mass-cultured colonies of a deposit-feeding polychaete <i>Capitella sp I</i>	Kinoshita, K; Tamaki, S; Yoshioka, M; Srithonguthai, S; Kunihiro, T; Hama, D; Ohwada, K; Tsutsumi, H	FISHERIES SCIENCE, 74, 77-87	2008	12
18	Seasonal fluctuations in the flux of particulate organic matter discharged from net pens for fish farming	Tsutsumi, H; Srithonguthai, S; Inoue, A; Sato, A; Hama, D	FISHERIES SCIENCE, 72, 119-127	2006	9
25	Co-inoculation of <i>Capitella sp I</i> with its synergistic bacteria enhances degradation of organic matter in organically enriched sediment below fish farms	Wada, M; Zhang, D; Do, HK; Nishimura, M; Tsutsumi, H; Kogure, K	MARINE POLLUTION BULLETIN, 57, 86-93	2008	5
21	Control of dissolved oxygen levels of water in net pens for fish farming by a microscopic bubble generating system	Srithonguthai, S; Endo, A; Inoue, A; Kinoshita, K; Yoshioka, M; Sato, A; Iwasaki, T; Teshiba, I; Nashiki, H; Hama, D; Tsutsumi, H	FISHERIES SCIENCE, 72, 485-493	2006	5
27	Increase in Alphaproteobacteria in association with a polychaete, <i>Capitella sp I</i> , in the organically enriched sediment	Kunihiro, T; Takasu, H; Miyazaki, T; Uramoto, Y; Kinoshita, K; Yodnarasi, S; Hama, D; Wada, M; Kogure, K; Ohwada, K; Tsutsumi, H	ISME JOURNAL, 5, 1818-1831	2011	2
26	The succession of microbial community in the organic rich fish-farm sediment during bioremediation by introducing artificially mass-cultured colonies of a small polychaete, <i>Capitella sp I</i>	Kumhiro, T; Miyazaki, T; Uramoto, Y; Kinoshita, K; Inoue, A; Tamaki, S; Hama, D; Tsutsumi, H; Ohwada, K	MARINE POLLUTION BULLETIN, 57, 68-77	2008	0
24	DO-increasing effects of a microscopic bubble generating system in a fish farm	Endo, A; Srithonguthai, S; Nashiki, H; Teshiba, I; Iwasaki, T; Hama, D; Tsutsumi, H	MARINE POLLUTION BULLETIN, 57, 78-85	2008	0

(注) 研究実施期間以降 (2008 年以降) の論文については、網掛けで表示している。

5. 特許

公開番号	発明の名前	出願人	発明者	出願日	登録番号
特開 2002-011335	微細気泡供給装置	株式会社多自然テクノワ クス	梨子木久恒、 手柴一郎	2000/06/30 (※)	特許 4145000

公開番号	発明の名前	出願人	発明者	出願日	登録番号
特開 2002-166151	微細気泡供給方法および微細気泡供給装置	株式会社多自然テクノワークス	梨子木久恒、手柴一郎	2000/11/30 (※)	特許 4124956
特開 2003-181258	旋回式微細気泡発生装置	株式会社多自然テクノワークス	梨子木 久恒、手柴 一郎、田中 博徳、岩崎 隆明、高瀬 辰彦	2001/12/13 (※)	特許 3794952
特開 2006-314954	水域浄化方法	株式会社多自然テクノワークス; 堤 裕昭; 株式会社恵天	梨子木 久恒、堤 裕昭、濱 大吾	2005/05/13	
特開 2006-314281	魚貝類養殖方法	株式会社恵天; 堤 裕昭; 株式会社多自然テクノワークス	濱 大吾、堤 裕昭、梨子木久恒	2005/05/13	
特開 2007-054735	汚泥浄化方法	木暮 一啓; 和田 実; 株式会社多自然テクノワークス	木暮 一啓、堤 裕昭、梨子木 久恒	2005/08/24	
特開 2007-053963	細菌活性の観察方法	木暮 一啓; 和田 実; 株式会社多自然テクノワークス	和田 実、木暮 一啓、堤 裕昭、梨子木久恒	2005/08/24	特許 4605559
特開 2012-016647	マイクロバブル発生装置	大巧技研有限公司	高瀬 一郎、堤 裕昭	2010/07/07	特許 4652478

(※) 事業期間より前に出願されたが、本課題と関連性の高い特許。

6. 実用化・製品化

- マイクロバブル発生装置（水産物養殖用のほか、農業用、水処理用にも使われる）（大巧技研（有）による）
- 新型ナノバブル DBON®（（株）多自然テクノワークスによる）

7. 報道

研究者名	見出し	報道年月日	媒体
梨子木 久恒	マイクロ・ナノバブル技術 農業利用へ研究組合 (弊社理事会社)	2010/2/21	日本農業新聞
梨子木 久恒	マイクロ・ナノバブル 国際標準化へ新組織 (弊社理事会社)	2012/9/12	日刊工業新聞
梨子木 久恒	次世代技術「超微細気泡」 国際規格、日本主導で 幹事国に選ばれる	2013/6/17	日本経済新聞

8. 獲得資金調査

研究者	採択課題名	実施年度	研究資金名	種別	役職	金額
木暮 一啓	超高速遺伝子解析時代の海洋生態系評価手法の創出	2011年度	戦略的創造研究推進事業	CREST	研究代表者	

9. 受賞歴

研究者	表彰名	受賞対象	受賞年
堤 裕昭	平成20年度日本水産学会論文賞	Bioremediation of organically enriched sediment deposited below fish farms with artificially mass-cultured colonies of a deposit-feeding polychaete <i>Capitella</i> sp. I.	2008/1/1
堤 裕昭	平成23年度日本ベントス学会奨励賞	Treatment of the organically enriched sediment just below the fish farm with the biological activities of artificially mass-cultured colonies of a small deposit feeding polychaete, <i>Capitella</i> sp. I. Bioremediation of organically enriched sediment deposited below fish farms with artificially mass-cultured colonies of a deposit-feeding polychaete <i>Capitella</i> sp. I.	2011

10. 講演歴

研究者	講演名	講演会・シンポジウム名	場所	講演日
堤 裕昭	魚類養殖環境維持のための技術開発 —マイクロバブル発生装置とイトゴカイを用いた、汚泥のバイオレメディエーション—	平成 24 年度 第 1 回食品・バイオテクノロジー技術研究会講演会	リファ レンス 博多駅 東ビル	2012/10/3
堤 裕昭	クルマエビ (<i>Marsupenaeus japonicus</i>) 養殖場で大量斃死が生じた原因について	2013 年度日本プランクトン学会・日本ベントス学会合同大会	仙台市、 東北大学	2013/9/28
堤 裕昭	Control of dissolved oxygen levels of a shrimp farm of Japanese tiger prawn, <i>Marsupenaeus japonicas</i> , with a micro-bubble generator.	The First Asian Marine Biology Symposium, Phuket, Thailand, 2012	Cape Panwa Hotel, Phuket, Thailand	2012/12/14
堤 裕昭	マイクロバブル発生装置を用いたクルマエビ (<i>Marsupenaeus japonica</i>) 養殖場の水質改善	2012 年度日本ベントス学会・日本プランクトン学会合同大会	船橋市、 東邦大学	2012/10/6
堤 裕昭	イトゴカイとマイクロバブルによる環境修復と微生物活動	2011 年日本水産学会シンポジウム, 沿岸環境の保全と修復における微生物学的側面—有明海再生を目指して—	長崎市、 長崎大学	2011/10/1
堤 裕昭	Management of environmental conditions of the fish farm using micro-bubble generator and bioremediation technique with small polychaete, <i>Capitella</i> colonies	Japan-Taiwan Bilateral Science & Technology	台北市、 台湾	2010/10/14
堤 裕昭	イトゴカイを用いた汚泥浄化による魚類養殖場の海底環境の修復	平成 21 年度漁場環境保全関係研究開発推進特別部会 有害物質部会	広島市、 ホテル チュー リッヒ 東方 2001	2009/11/6

研究者	講演名	講演会・シンポジウム名	場所	講演日
堤 裕昭	マイクロバブル発生システムを用いた溶存酸素濃度の低下防止による養殖マダいの成長促進.	2009年度日本水産学会 春季大会	東京都 港区、東 京海洋 大学	2009/3/27
堤 裕昭	マイクロバブルによるマダイ稚魚の成長促進効果	2008年度日本水産学会 春季大会	静岡市 清水区、 東海大 学	2008/3/27
堤 裕昭	有機汚泥浄化技術にイトゴカイを利用するための最適水温	2008年度日本水産学会 春季大会	静岡市 清水区、 東海大 学	2008/3/27
堤 裕昭	イトゴカイを用いた魚類養殖場の有機汚泥浄化	2008年度日本水産学会 春季大会	静岡市 清水区、 東海大 学	2008/3/27
堤 裕昭	Effects of micro-bubbles injection on oxygen level of the net pen water and growth of red sea bream in a coastal farming	2008年度日本水産学会 春季大会	静岡市 清水区、 東海大 学	2008/3/27
梨子木 久恒	食品へのマイクロ・ナノバブル含有水の利用について	第44回くまもと食品科学研究会	KKR ホ テル熊 本	2011/11/25
梨子木 久恒	フードバレーを目指して！！ ー水を生かした農業・水産・食品・環境・健康づくりー	第27回熊本県産学官技術交流会	熊本県 産業技 術セン ター	2013/1/17
梨子木 久恒	甦る一次産業	ファインバブル公開セミナー (熊本県・微細気泡産業会共催)	メルパ ルク熊 本	2013/5/9

第3節 高度リン酸化澱粉及びアントシアニン色素を含有する馬鈴薯を用いた機能性食品の開発

1. 論文

(1) 和文誌

2007年

- 【1】 妙田貴生、塚本篤、野田高弘、永井毅、永島俊夫、『有色馬鈴薯を用いた発泡酒の醸造』, 日本食品保蔵学会誌 (0), 33, 261-265, 2007

2008年

- 【2】 野田 高弘『高度リン酸化澱粉およびアントシアニン色素を含有する馬鈴薯を用いた機能性食品の開発』, 食品工業, 2008
- 【3】 野田 高弘『ばれいしょでん粉の科学(2)~高リンばれいしょでん粉の機能性およびそれを用いた開発製品~』, でん粉情報, 2008
- 【4】 野田 高弘『ばれいしょでん粉の科学(1)~高リンばれいしょでん粉について~』, でん粉情報, 2008
- 【5】 野田 高弘『アミロース含量及びリン酸化度が馬鈴薯澱粉特性に与える影響』, Journal of Applied Glycoscience, 2008
- 【6】 野田 高弘『馬鈴薯澱粉特性が冷麺物性に与える影響』, Journal of Applied Glycoscience, 2008
- 【7】 野田 高弘『馬鈴薯澱粉及び澱粉粕の投与によるラットでの脂質代謝改善効果』, グリーンテクノ情報, 2008
- 【8】 野田 高弘『ポテトパルプによる脂質代謝改善と腸内細菌叢の関連性』, 生化学, 2008
- 【9】 福島 道広『Feeding of potato starch increases maltase and sucrase activity only in duodenal segment of the small intestine in rats』, Journal of Applied Glycoscience, 2008

2009年

- 【10】 野田 高弘『リン含量の異なる馬鈴薯澱粉の酵素糖化』, Journal of Applied Glycoscience, 2009
- 【11】 永島 俊夫『有色馬鈴薯を用いた飲料の開発』, 日本食品保蔵学会誌, 2009
- 【12】 永島 俊夫『極小粒子馬鈴薯澱粉を利用した発泡酒の製造と性質』, Journal of Applied Glycoscience, 2009

2010年

- 【13】 野田 高弘『馬鈴薯澱粉および澱粉粕の脂質代謝改善効果』, 農業および園芸, 2010
- 【14】 永島 俊夫『地域資源を活用した食品開発』, New Food Industry, 2010

2011年

- 【15】 野田 高弘『数年間栽培した種々の有色馬鈴薯品種から調製した澱粉の特性解析』, 応用糖質科学, 2011

2012年

- 【16】 野田 高弘『北海道産ばれいしょでん粉を使った冷麺』, でん粉情報, 2012

(2) 英文誌

2004年

- 【17】 T.Noda, S. Tsuda, M.Mori, S.Takigawa, C.M-endo, N.Hashimoto, and H. Yamaguchi, "Properties of starches from several potato varieties grown in Hokkaido", journal of Applied Glycoscience(Impact factor2006 年度=0), 51, 241-246, 2004

2005 年

- 【18】 T.Noda, S. Takigawa, C.M-Endo, S.-J. Kim, N. Hashimoto, H. Yamaguchi, I. Hanashiro, and Y. Takeda, "Physicochemical properties and amylopectin structures of large, small, and extremely small potato starch granules", CARBOHYDRATE POLYMERS(impact factoe2006 年度=1.784), 60, 245-251, 2005
- 【19】 M. Fukushima, K. H. Han, Y. Taneichi, S. Iijima, K. Shimada, K. Saitoh, Y. Oda, H. Chiji and M. Sekikawa, "Amylomyces rouxii strain CBS 438.76 affects cholesterol metabolism in cholesterol-fed rats", Journal of Nutrirional Science and Votaminology(impact factoe2006 年度=0.758) , 51, 453-459, 2005
- 【20】 N. Takakuwa, K. Saito, M. Ohnishi, and Y. Oda, "Determiation of glucosylceramide contents in crop tissues and by-products from their processing", Bioresource Techinology(impact factor2006 年度=2.180), 96, 1089-1092, 2005

2006 年

- 【21】 T Noda, S. Tsuda, M. Mori, s. Takigawa, C. M-Endo, S.-J. Kim, N. Hashimoto, and H. yamaguchi, "Determiation of the phosphorus content in potato starch using an energy-dispersive X-ray fluorescence method", Food Chemistry(impact Fctoe2006 年度 =2.433), 95, 632-637, 2006
- 【22】 T. Noda, S. Tsuda, M. Mori, S. takigawa, C. M-Endo, S.-J. Kim, N. Hashimoto and H. Yamauchi, "Effect of potato starch properties on instant noodle quality in wheat flour and potato starch blends", Starch/Starke(impact factor2006 年度=1.136), 58, 18-24, 2006
- 【23】 K. Saito, T. Noda, S. Tsuda, M. Mori, Y. hasa, H. Kito and Y. Oda, "Effect of the dates of extraction on the quality of potato pulp", Bioresource Techinology(impact factor2006 年度 =2.180), 97, 2470-2473, 2006
- 【24】 T. Noda, S. Fujikami, H. Miura, M. Fukushima, S. Takigawa, C.M.-Endo, S.-J. Kim, N. Hashimoto, and H. Yamauchi, "Effect of potato starch characteristics on the textural properties of Korean-style cold noodles made from wheat flour and potato starch blends", Food Science and Technology Research(impact factoe2006 年度=0.297), 12, 278-283, 2006
- 【25】 N. Hashimoto, Y. Ito, K.-H. Han, K. shimada, M. sekikawa, D.L. Topping, A.R.Bird, T. Noda, H. Chiji and M. Fukushima, "Potato pulps lowered the serum cholesterol and triglyceride levels in rats", Journal of Nutrirional Science and Votaminology(impact factoe2006 年度=0.758) , 52, 445-450, 2006
- 【26】 福島 道広 , "Hepatoprotective effects of purple potato extract against D-galactosamine-induced liver injury in rats", Bioscience, Biotechnology, and Biochemistry, 70, 14432-1437, 2006
- 【27】 福島 道広, "Red potato extract protects against D-galactosamine-induced liver Injury in rats", Bioscience, Biotechnology, and Biochemistry, 2006
- 【28】 福島 道広, "Anthocyanin-rich purple potato flake extract has antioxidant capacity and

2007 年

- 【29】 A.A. karim, L.C. toon, V.P.L. Lee, W.Y. Ong and T. Noda, "Effects of phosphorus contents on the gelatinization and retrogradation of potato starch", Journal of Food Science(Impact Factor 2006 年度=1.004) , 72, 132-138, 2007
- 【30】 I.S.M. zaidul, H. Yamauchi, S.-J. Kim, N. Hashimoto and T. Noda, "RVA study of mixtures of wheat flour and potato starches with different phosphorus contents", Food Chemistry(Impact Factor 2006 年度=2.433), 102, 1105-1111, 2007
- 【31】 T.Noda, N.S. Kottarachchi, S. Tsuda, M. Mori, S. Takigawa, C. Matsuura-Endo, S.-J. Kim, N. Hashimoto, and H. Yamauchi., "Starch phosphorus content in potato (*Solanum tuberosum* L.) cultivars and its effect on other starch properties", Carbohydrate Polymers(Impact Factor 2006 年度=1.784), 68, 793-796, 2007
- 【32】 I.S.M. Zaidul, N.A. Nik Norulaini, A.K Mohd Omar, H. yamauchi, and T. Noda, "RVA analysis of mixtures of wheat flour and potato, sweet potato, yam, and cassava starches", Carbohydrate Polymers(Impact Factor 2006 年度=1.784), 69, 784-791, 2007
- 【33】 I.S.M. Zaidul, N.A. Nik Norulaini, A.K Mohd Omar, H. yamauchi, and T. Noda, "Correlations of the composition minerals and RVA pasting properties of various potato starches", Starch/Starke(Impact Factor 2006 年度=1.136), 59, 269-276, 2007
- 【34】 I.S.M Zaidul, H. Yamauchi, S. Takigawa, C. Matsuura-Endo, T. Suzuki and T. Noda, "Correlation between the compositional and pasting properties of various potato starches", Food Chemistry(Impact Factor 2006 年度=2.433), 105, 164-172, 2007
- 【35】 K. Ohba, S. Watanabe, K.-H. Han, N. Hashimoto, I. Noda, K.-I. Shimada, H. Tanaka, M. Sekikawa, and M. Fukushima, "Effect of colored potato flakes against acetaminophen-induced liver damage in rats", Food Science and Biotechnology(Impact Factor 2006 年度=1.018) , 16, 463-469, 2007
- 【36】 K.-H.Han, A. Matsumoto, K. Shimada, M. Sekikawa and M. Fukushima, "Effects of anthocyanin-rich purple potato flakes on antioxidant status in F344 rats fed a cholesterol-rich diet", British Journal of Nutrition(Impact Factor 2006 年度=2.708) , 98, 914-921, 2007
- 【37】 福島 道広, "The Staling and texture of breads prepared from new Japanese bread wheats of slightly low-amylose starch", Food Science and Technology Research, 2007
- 【38】 福島 道広, "Effects of high-molecular-weight glutenin subunits on the texture of yellow alkaline noodles using near-isogenic lines", Food Science and Technology Research, 2007
- 【39】 Mineo, H (Mineo, Hitoshi); Ishida, K (Ishida, Kyo); Morikawa, N (Morikawa, Nao); Ohmi, S (Ohmi, Sayako); Machida, A (Machida, Ayaka); Noda, T (Noda, Takahiro); Fukushima, M (Fukushima, Michihiro); Chiji, H (Chiji, Hideyuki), "Ingestion of potato starch decreases chymotrypsin but does not affect trypsin, amylase, or lipase activity in the pancreas in rats", Nutrition Research, 27, 113-118, 2007
- 【40】 Han, KH (Han, Kyu-Ho); Shimada, KI (Shimada, Ken-ichiro); Sekikawa, M (Sekikawa, Mitsuo); Fukushima, M (Fukushima, Michihiro), "Anthocyanin-rich red potato flakes

affect serum lipid peroxidation and hepatic SOD mRNA level in rats", *Bioscience, Biotechnology, and Biochemistry*, 71, 1356-1359, 2007

2008 年

- 【41】 Noda, T (Noda, T.)[1] ; Takigawa, S (Takigawa, S.)[1] ; Matsuura-Endo, C (Matsuura-Endo, C.)[1] ; Suzuki, T (Suzuki, T.)[1] ; Hashimoto, N (Hashimoto, N.)[1] ; Kottarachchi, NS (Kottarachchi, N. S.)[2] ; Yamauchi, H (Yamauchi, H.)[1] ; Zaidul, ISM (Zaidul, I. S. M.)[1], "Factors affecting the digestibility of raw and gelatinized potato starches", *Food Chemistry*, 110, 465-470, 2008
- 【42】 "Singh, N (Singh, Narpinder)[1] ; Isono, N (Isono, Naoto)[3] ; Srichuwong, S (Srichuwong, Sathaporn)[3] ; Noda, T (Noda, Takahiro)[4] ; Nishinari, K (Nishinari, Katsuyoshi)[2] 出版物名: FOOD HYDROCOLLOIDS 卷: 22 号: 6 ページ: 979-988, ""Structural, thermal and viscoelastic properties of potato starches"", *Food Hydrocolloids*, 22, 979-988, 2008"
- 【43】 Zaidul, ISM (Zaidul, I. S. M.)[1] ; Yamauchi, H (Yamauchi, H.)[1] ; Matsuura-Endo, C (Matsuura-Endo, C.)[1] ; Takigawa, S (Takigawa, S.)[1] ; Noda, T (Noda, T.)[1], "Thermal analysis of mixtures of wheat flour and potato starches", *Food Hydrocolloids*, 22, 499-504, 2008
- 【44】 Zaidul, ISM (Zaidul, I. S. M.)[1] ; Absar, N (Absar, N.)[1] ; Kim, SJ (Kim, S. -J.)[1] ; Suzuki, T (Suzuki, T.)[1] ; Karim, AA (Karim, A. A.)[2] ; Yamauchi, H (Yamauchi, H.)[1] ; Noda, T (Noda, T.)[1], "DSC study of mixtures of wheat flour and potato, sweet potato, cassava, and yam starches", *Journal of Food Engineering*, 86, 68-73, 2008
- 【45】 Sarker, MZI (Sarker, Md. Zaidul Islam)[1] ; Yamauchi, H (Yamauchi, Hiroaki)[1] ; Kim, SJ (Kim, Sun-Ju)[1] ; Matsuura-Endo, C (Matsuura-Endo, Chie)[1] ; Takigawa, S (Takigawa, Shigenobu)[1] ; Hashimoto, N (Hashimoto, Naoto)[1] ; Noda, T (Noda, Takahiro)[1], "A farinograph study on dough characteristics of mixtures of wheat flour and potato starches from different cultivars", *Food Science and Technology Research*, 14, 211-216, 2008
- 【46】 Kanazawa, T (Kanazawa, Takumi)[1] ; Atsumi, M (Atsumi, Mariko)[1,2] ; Mineo, H (Mineo, Hitoshi)[1,3] ; Fukushima, M (Fukushima, Michihiro)[4] ; Nishimura, N (Nishimura, Naomichi)[5] ; Noda, T (Noda, Takahiro)[6] ; Chiji, H (Chiji, Hideyuki)[1], "Ingestion of Gelatinized Potato Starch Containing a High Level of Phosphorus Decreases Serum and Liver Lipids in Rats", *J. Oleo Science*, 57, 335-343, 2008
- 【47】 福島 道広, "Ingestion of potato starch modulates protease but not amylase or lipase activity in the pancreas in rats", *J. Applied Glycoscience*, 2008
- 【48】 Han, KH (Han, Kyu-Ho)[1] ; Hayashi, N (Hayashi, Naoto)[1] ; Hashimoto, N (Hashimoto, Naoto)[2] ; Shimada, KI (Shimada, Ken-ichiro)[1] ; Sekikawa, M (Sekikawa, Mitsuo)[1] ; Noda, T (Noda, Takahiro)[2] ; Fukushima, M (Fukushima, Michihiro)[1], "Feeding potato flakes affects cecal short-chain fatty acids, microflora and fecal bile acids in rats", *Annals of Nutrition and Metabolism*, 52, 1~7, 2008

2009 年

- 【49】 Wickramasinghe, HAM (Wickramasinghe, Hetti Arachchige Mangalika)[1,2] ; Blennow, A (Blennow, Andreas)[3] ; Noda, T (Noda, Takahiro)[1], "Physico-chemical and degradative properties of in-planta re-structured potato starch", *Carbohydrate Polymers*, 77, 118-124, 2009
- 【50】 Absar, N (Absar, Nurul)[1,2] ; Zaidul, ISM (Zaidul, I. S. M.)([1,3] ; Takigawa, S (Takigawa, Shigenobu)[1] ; Hashimoto, N (Hashimoto, Naoto)[1] ; Matsuura-Endo, C (Matsuura-Endo, Chie)[1] ; Yamauchi, H (Yamauchi, Hiroaki)[1] ; Noda, T (Noda, Takahiro)[1], "Enzymatic hydrolysis of potato starches containing different amounts of phosphorus", *Food Chemistry*, 112, 57-62, 2009
- 【51】 Hashimoto, N (Hashimoto, Naoto)[1] ; Sekiguchi, H (Sekiguchi, Hiroyuki)[1] ; Masunaka, A (Masunaka, Akira)[1] ; Saito, K (Saito, Katsuichi)[1] ; Yamauchi, H (Yamauchi, Hiroaki)[1] ; Noda, T (Noda, Takahiro)[1] ; Han, KH (Han, Kyu-Ho)[2] ; Fukushima, M (Fukushima, Michihiro)[1,2], "Hepatic Cytochrome P450 2E1 Level Rather Than Cecal Condition Contributes to Induction of Early Stage of the Alcoholic Liver Damage in Rats", *Journal of Health Science*, 55, 365-362, 2009
- 【52】 Mineo, H (Mineo, Hitoshi)[1] ; Ohmi, S (Ohmi, Sayako)[2] ; Ishida, K (Ishida, Kyo)[2] ; Morikawa, N (Morikawa, Nao)[2] ; Machida, A (Machida, Ayaka)[2] ; Kanazawa, T (Kanazawa, Takumi)[2] ; Chiji, H (Chiji, Hideyuki)[2] ; Fukusima, M (Fukusima, Michihiro)[3] ; Noda, T (Noda, Takahiro)[4], "Ingestion of potato starch containing high levels of esterified phosphorus reduces calcium and magnesium absorption and their femoral retention in rats", *Nutrition Research*, 29, 648-655, 2009

2010 年

- 【53】 Mineo, H (Mineo, Hitoshi)[1] ; Morikawa, N (Morikawa, Nao)[2] ; Ohmi, S (Ohmi, Sayako)[2] ; Ishida, K (Ishida, Kyo)[2] ; Machida, A (Machida, Ayaka)[2] ; Kanazawa, T (Kanazawa, Takumi)[2] ; Chiji, H (Chiji, Hideyuki)[2] ; Fukushima, M (Fukushima, Michihiro)[3] ; Noda, T (Noda, Takahiro)[4], "Ingestion of potato starch containing esterified phosphorus increases alkaline phosphatase activity in the small intestine in rats", *Nutrition Research*, 30, 341-347, 2010
- 【54】 Hashimoto, N (Hashimoto, Naoto)[1,2] ; Noda, T (Noda, Takahiro)[2] ; Kim, SJ (Kim, Sun-Ju)[2] ; Yamauchi, H (Yamauchi, Hiroaki)[2] ; Takigawa, S (Takigawa, Shigenobu)[2] ; Matsuura-Endo, C (Matsuura-Endo, Chie)[2] ; Suzuki, T (Suzuki, Tatsuro)[2] ; Han, KH (Han, Kyu-Ho)[3] ; Fukushima, M (Fukushima, Michihiro)[3], "Colored potato extracts induce superoxide dismutase-2 mRNA via ERK1/2 pathway in HepG2 cells", *Plant Foods for Human Nutrition*, 65, 266-270, 2010

2011 年

- 【55】 Hashimoto, N (Hashimoto, Naoto)[1,3] ; Nakamura, Y (Nakamura, Yumi)[2] ; Noda, T (Noda, Takahiro)[1] ; Han, KH (Han, Kyu-Ho)[2] ; Fukushima, M (Fukushima, Michihiro)[2], "Effects of Feeding Potato Pulp on Cholesterol Metabolism and Its Association with Cecal Conditions in Rats", *Plant Foods for Human Nutrition*, 66, 401-407, 2011

2012年

- 【56】 Noda, T (Noda, Takahiro)[1] ; Tsuda, S (Tsuda, Shogo)[1] ; Mori, M (Mori, Motoyuki)[1] ; Suzuki, T (Suzuki, Tatsuro)[1] ; Takigawa, S (Takigawa, Shigenobu)[1] ; Matsuura-Endo, C (Matsuura-Endo, Chie)[1] ; Yamauchi, H (Yamauchi, Hiroaki)[1] ; Sarker, MZI (Sarker, Mahammed Zaidul Islam)[2], "Effects of annual fluctuation of environmental factors on starch properties in potato tuber development", *Starch-Starke*, 64, 229-236, 2012
- 【57】 Jayawardana, BC (Jayawardana, Barana C.)[2] ; Yanagihara, M (Yanagihara, Maki)[1] ; Han, KH (Han, Kyu-Ho)[1] ; Fukushima, M (Fukushima, Michihiro)[1] ; Sekikawa, M (Sekikawa, Mitsuo)[1] ; Shimada, K (Shimada, Kenichiro)[1], "Effects of Anthocyanin-rich Colored Potato Flakes on Lipid Oxidation, Instrumental Color Evaluation and Sensory Characteristics in Cooked Pork Sausages", *Food Science and Technology Research*, 18, 455-460, 2012

2. 論文数、被引用数および h-index

	2003	2004	2005	2006	2007	2008	2009	2010	2011	2012	2013	h-index (WoS収録分のみ対象)	
成果論文リスト全体	0	1	3	8	13	16	7	4	2	3	1		
和文誌	0	0	0	0	1	8	3	2	1	1	0		
英文誌	0	1	3	8	12	8	4	2	1	2	1		
内、WoS収録	0	0	3	6	10	7	4	2	1	2	1	14	

(注1) 「内、WoS収録」とは、トムソン・ロイター社 Web of Science に収録されている論文数を示す。

(注2) Web of Science を用いた調査は、2013年12月~2014年1月初旬にかけて実施し、その結果を掲載。

	2003	2004	2005	2006	2007	2008	2009	2010	2011	2012	2013
被引用数(各年)	0	0	4	9	28	25	70	40	72	74	70
被引用数(累積)	0	0	4	13	41	66	136	176	248	322	392

(注1) 「被引用数(各年)」はトムソン・ロイター社 Web of Science に収録されている論文が当該年に引用された件数を示す。「被引用数(累積)」は2003年から当該年までの「被引用数(各年)」の合計を示す。

(注2) Web of Science を用いた調査は、2013年12月~2014年1月初旬にかけて実施し、その結果を掲載。

3. 研究者・機関ランキング

当該課題に関連する領域の論文を研究者・機関で集計した結果を以下に示す。

順位	著者名	論文数
1	SINGH N	47
2	NODA T	28
3	INDRANI D	19
3	RAO GV	19
5	CHANG YH	18
5	YAMAUCHI H	18
7	GAO WY	16
7	KIM JH	16
9	SHIN M	14
10	BETANCUR-ANCONA D	13
10	JIANG QQ	13
10	LI X	13
10	SANDHU KS	13
14	DELCOUR JA	12
14	HASHIMOTO N	12
14	LIM ST	12
14	LIN JH	12
14	NISHINARI K	12
14	SINGH J	12
14	SODHI NS	12
14	WANG SJ	12

順位	機関名	論文数
1	GURU NANAK DEV UNIV	54
2	GENT FOOD TECHNOL RES INST	49
3	NATL AGR RES CTR HOKKAIDO REG	29
4	AGR AGRI FOOD CANADA	24
5	PROVIDENCE UNIV	23
6	KANSAS STATE UNIV	22
7	USDA ARS	21
8	CHONNAM NATL UNIV	20
8	KOREA UNIV	20
10	TIANJIN UNIV	19
10	UNIV SAINS MALAYSIA	19
12	UNIV AGR	18
13	PRINCE SONGKLA UNIV	17
14	OBIHIRO UNIV AGR VET MED	15
15	CHINA AGR UNIV	14
15	CSIC	14
15	CSIR	14
15	JIANGNAN UNIV	14
15	UNIV GUELPH	14
15	UNIV IBADAN	14

(注1) 研究者・機関共に論文数 20 位以内（同順位含む）を示している。

(注2) 網掛けとなっている研究者名は当該課題に直接関与した研究者を表す。また、網掛けとなっている機関名は、それら研究者の所属機関（当該課題の研究期間終了時点）を表す。

(注3) 調査は、2013 年 12 月～2014 年 1 月初旬にかけて実施し、調査時点のデータ集計結果を加工。

なお、当該課題に関連する領域の論文は、トムソン・ロイター社の学術文献データベース Web of Science において、以下の条件で定義した。

条件 1： 論文発表年が左記のいずれかに該当	2002 年～2013 年																		
条件 2： Web of Science 分野が左記のいずれかに該当	FOOD SCIENCE TECHNOLOGY																		
条件 3： タイトル、概要、キーワードに左記のいずれかの語句を含む	<table border="0"> <tr> <td>pasting profile</td> <td>sweet potato starch</td> </tr> <tr> <td>starch composition</td> <td>amylopectin structure</td> </tr> <tr> <td>minerals content</td> <td>TBARS value</td> </tr> <tr> <td>yam starch</td> <td>pork sausage</td> </tr> <tr> <td>postprandial oxidative stress</td> <td>farinograph</td> </tr> <tr> <td>potato pulp</td> <td>compositional properties</td> </tr> <tr> <td>starch granule size</td> <td>potato starches</td> </tr> <tr> <td>Prebiotic effects</td> <td>Mn-superoxide dismutase</td> </tr> <tr> <td></td> <td>Swelling power</td> </tr> </table>	pasting profile	sweet potato starch	starch composition	amylopectin structure	minerals content	TBARS value	yam starch	pork sausage	postprandial oxidative stress	farinograph	potato pulp	compositional properties	starch granule size	potato starches	Prebiotic effects	Mn-superoxide dismutase		Swelling power
pasting profile	sweet potato starch																		
starch composition	amylopectin structure																		
minerals content	TBARS value																		
yam starch	pork sausage																		
postprandial oxidative stress	farinograph																		
potato pulp	compositional properties																		
starch granule size	potato starches																		
Prebiotic effects	Mn-superoxide dismutase																		
	Swelling power																		
検索論文数	1,433 件																		

(注1) 「検索論文数」は条件 1～3 を全て満たす論文の件数を表す。「検索論文数」に含まれる論文を集計して研究者・機関ランキングを作成。

(注2) 検索論文数は、2013 年 12 月～2014 年 1 月初旬にかけて実施した調査時のデータ集計結果を加工。

4. 被引用数上位論文リスト

No.	論文タイトル	著者	出典	発表年	被引用数
18	Physicochemical properties and amylopectin structures of large, small, and extremely small potato starch granules	Noda, T; Takigawa, S; Matsuura-Endo, C; Kim, SJ; Hashimoto, N; Yamauchi, H; Hanashiro, I; Takeda, Y	CARBOHYDRATE POLYMERS, 60, 245-251	2005	43
41	Factors affecting the digestibility of raw and gelatinized potato starches	Noda, T; Takigawa, S; Matsuura-Endo, C; Suzuki, T; Hashimoto, N; Kottearachchi, NS; Yamauchi, H; Zaidul, ISM	FOOD CHEMISTRY, 110, 465-470	2008	36
32	RVA analysis of mixtures of wheat flour and potato, sweet potato, yam, and cassava starches	Zaidul, ISM; Norulaini, NAN; Omar, AKM; Yamauchi, H; Noda, T	CARBOHYDRATE POLYMERS, 69, 784-791	2007	28
21	Determination of the phosphorus content in potato starch using an energy-dispersive X-ray fluorescence method	Noda, T; Tsuda, S; Mori, M; Takigawa, S; Matsuura-Endo, C; Kim, SJ; Hashimoto, N; Yamauchi, H	FOOD CHEMISTRY, 95, 632-637	2006	28
36	Effects of anthocyanin-rich purple potato flakes on antioxidant status in F344 rats fed a cholesterol-rich diet	Han, KH; Matsumoto, A; Shimada, K; Sekikawa, M; Fukushima, M	BRITISH JOURNAL OF NUTRITION, 98, 914-921	2007	25
42	Structural, thermal and viscoelastic properties of potato starches	Singh, N; Isono, N; Srichuwong, S; Noda, T; Nishinari, K	FOOD HYDROCOLLOIDS, 22, 979-988	2008	23
20	Determination of glucosylceramide contents in crop tissues and by-products from their processing	Takakuwa, N; Saito, K; Ohnishi, M; Oda, Y	BIORESOURCE TECHNOLOGY, 96, 1089-1092	2005	23
30	RVA study of mixtures of wheat flour and potato starches with different phosphorus contents	Zaidul, ISM; Yamauchi, H; Kim, SJ; Hashimoto, N; Noda, T	FOOD CHEMISTRY, 102, 1105-1111	2007	19
26	Hepatoprotective effects of purple potato extract against D-galactosamine-induced liver injury in rats	Han, KH; Hashimoto, N; Shimada, K; Sekikawa, M; Noda, T; Yamauchi, H; Hashimoto, M; Chiji, H; Topping, DL; Fukushima, M	BIOSCIENCE BIOTECHNOLOGY AND BIOCHEMISTRY, 70, 1432-1437	2006	18
50	Enzymatic hydrolysis of potato starches containing different amounts of phosphorus	Absar, N; Zaidul, ISM; Takigawa, S; Hashimoto, N; Matsuura-Endo, C; Yamauchi, H; Noda, T	FOOD CHEMISTRY, 112, 57-62	2009	15
34	Correlation between the compositional and pasting properties of various potato starches	Zaidul, ISM; Yamauchi, H; Takigawa, S; Matsuura-Endo, C; Suzuki, T; Noda, T	FOOD CHEMISTRY, 105, 164-172	2007	15
22	Effect of potato starch properties on instant noodle quality in wheat flour and potato starch blends	Noda, T; Tsuda, S; Mori, M; Takigawa, S; Matsuura-Endo, C; Kim, SJ; Hashimoto, N; Yamauchi, H	STARCH-STARKE, 58, 18-24	2006	15
44	DSC study of mixtures of wheat flour and potato, sweet potato, cassava, and yam starches	Zaidul, ISM; Absar, N; Kim, SJ; Suzuki, T; Karim, AA; Yamauchi, H; Noda, T	JOURNAL OF FOOD ENGINEERING, 86, 68-73	2008	14
40	Anthocyanin-rich red potato flakes affect serum lipid peroxidation and hepatic SOD mRNA level in rats	Han, KH; Shimada, KI; Sekikawa, M; Fukushima, M	BIOSCIENCE BIOTECHNOLOGY AND BIOCHEMISTRY, 71, 1356-	2007	14
31	Starch phosphorus content in potato (<i>Solanum tuberosum</i> L.) cultivars and its effect on other starch properties	Noda, T; Kottearachchi, NS; Tsuda, S; Mori, M; Takigawa, S; Matsuura-Endo, C; Kim, SJ; Hashimoto, N; Yamauchi, H	CARBOHYDRATE POLYMERS, 68, 793-796	2007	12
49	Physico-chemical and degradative properties of in-plantare-structured potato starch	Wickramasinghe, HAM; Blennow, A; Noda, T	CARBOHYDRATE POLYMERS, 77, 118-124	2009	11
29	Effects of phosphorus contents on the gelatinization and retrogradation of potato starch	Karim, AA; Toon, LC; Lee, VPL; Ong, WY; Fazilah, A; Noda, T	JOURNAL OF FOOD SCIENCE, 72, C132-C138	2007	11
25	Potato pulps lowered the serum cholesterol and triglyceride levels in rats	Hashimoto, N; Ito, Y; Han, KH; Shimada, KI; Sekikawa, M; Topping, DL; Bird, AR; Noda, T; Chiji, H; Fukushima, M	JOURNAL OF NUTRITIONAL SCIENCE AND VITAMINOLOGY, 52, 445-450	2006	11
43	Thermal analysis of mixtures of wheat flour and potato starches	Zaidul, ISM; Yamauchi, H; Matsuura-Endo, C; Takigawa, S; Noda, T	FOOD HYDROCOLLOIDS, 22, 499-504	2008	7
46	Ingestion of Gelatinized Potato Starch Containing a High Level of Phosphorus Decreases Serum and Liver Lipids in Rats	Kanazawa, T; Atsumi, M; Mineo, H; Fukushima, M; Nishimura, N; Noda, T; Chiji, H	JOURNAL OF OLEO SCIENCE, 57, 335-343	2008	6

(注) 研究実施期間以降 (2008 年以降) の論文については、網掛けで表示している。

5. 特許

公開番号	発明の名称	出願人	発明者	出願日	登録番号
特開 2006-045130	肝障害抑制剤、この肝障害抑制剤を含有する飲食品及び飼料	独立行政法人農業・生物系特定産業技術研究機構；国立大学法人帯広畜産大学	野田 高弘， 瀧川 重信， 津田 昌吾， 知地 英征， 福島 道広， 島田 謙一郎， 橋本 誠， 韓 圭鎬	2004/08/05	特許 4217769
特開 2006-064542	澱粉中のリン含量の簡易定量法	独立行政法人農業・生物系特定産業技術研究機構	野田 高弘， 瀧川 重信， 森 元幸， 津田 昌吾	2004/08/26	特許 4472464
特開 2007-001925	脂質代謝改善剤およびこれを含む飲食品、飼料	独立行政法人農業・食品産業技術総合研究機構；国立大学法人帯広畜産大学；ハウス食品株式会社	野田 高弘， 知地 英征， 峯尾 仁， 福島 道広， 島田 謙一郎， 橋本 直人， 韓 圭鎬， 田中 寿， 澤田 博， 石本 太郎	2005/06/23	
特開 2007-135544	有色醸造酒の製造方法	学校法人東京農業大学；独立行政法人農業・食品産業技術総合研究機構；十勝ビール株式会社	永島 俊夫， 野田 高弘， 塚本 篤	2005/11/22	
特開 2007-135545	リン酸化オリゴ糖を含有する醸造酒	学校法人東京農業大学；十勝ビール株式会社；独立行政法人農業・食品産業技術総合研究機構；国立大学法人帯広畜産大学	永島 俊夫， 塚本 篤， 野田 高弘， 齋藤 勝一， 福島 道広， 島田 謙一郎， 橋本 直人， 韓 圭鎬	2005/11/22	特許 4448911

公開番号	発明の名前	出願人	発明者	出願日	登録番号
特開 2007-161689	生活習慣病予防剤 およびこれを含む 飲食品、飼料	独立行政法人農業・ 食品産業技術総合研 究機構；国立大学法 人帯広畜産大学；ハ ウス食品株式会社	野田 高弘， 橋本 直人， 福島 道広， 島田 謙一 郎，橋本 誠， 韓 圭鎬，田 中 寿，澤田 博，中村 正 輝，木下 暁 子	2005/12/16	
特開 2008-120723	スーパーオキシド ディスムターゼ発 現誘導剤及びこの 発現誘導剤を含有 する飲食品	独立行政法人農業・ 食品産業技術総合研 究機構；国立大学法 人帯広畜産大学；ハ ウス食品株式会社	橋本 直人， 野田 高弘， 福島 道広， 島田 謙一 郎，韓 圭鎬， 田中 寿，中 村 正輝，正 村 典也，佐 久間 淳	2006/11/10	
特開 2008-289391	アントシアニン色 素を活かした有色 醸造酒の製造方法	学校法人東京農業大 学；十勝ビール株式 会社	永島 俊夫， 塚本 篤	2007/05/23	
特開 2009-112270	紫系有色馬鈴薯含 有飲食品およびそ の製造方法	独立行政法人農業・ 食品産業技術総合研 究機構；ハウス食品 株式会社	野田 高弘， 森 元幸，木 下 暁子，橋 本 康治，佐 久間 淳	2007/11/08	特許 4987668
特開 2009-153457	馬鈴薯飲料の製造 方法	学校法人東京農業大 学；十勝ビール株式 会社；独立行政法人 農業・食品産業技術 総合研究機構；国立 大学法人帯広畜産大 学	永島 俊夫， 塚本 篤，野 田 高弘，福 島 道広，島 田 謙一郎	2007/12/27	

公開番号	発明の名前	出願人	発明者	出願日	登録番号
特開 2009-203171	糖尿病予防剤	独立行政法人農業・ 食品産業技術総合研 究機構; 国立大学法 人帯広畜産大学; 財 団法人十勝圏振興機 構	橋本 直人, 野田 高弘, 福島 道広, 大庭 潔, 川 原 美香	2008/02/26	

6. 実用化・製品化

大きな売上・利益が期待できる事業化立案に至らず、製品発売には至っていない。

7. 報道

該当なし。

8. 獲得資金調査

研究者	採択課題名	実施年度	研究資金名	種別	役職	金額
福島 道広	馬鈴薯澱粉粕および有 色馬鈴有色素成分の健 康機能性	2008 年度 ～2010 年 度	科学研究費 補助金	基盤 研究 (C)	研 究 代 表 者	総額: 4290 千 円 2008 年度: 1820 千円 (直 接経費: 1400 千円, 間接経 費: 420 千円) 2009 年度: 1300 千円 (直 接経費: 1000 千円, 間接経 費: 300 千円) 2010 年度: 1170 千円 (直 接経費: 900 千円, 間接経 費: 270 千円)

9. 受賞歴

研究者	表彰名	受賞対象	受賞年
福島 道広	日本食物繊維学会 学会賞	難消化性澱粉の腸内発酵及び 脂質代謝に関する研究	2012/11/1

10. 講演歴

研究者	講演名	講演会・シンポジウム名	場所	講演日
福島 道広	難消化性成分の健康機能性	食物繊維ととちち元気食	帯広東急イン 2階 オークの間	2013/3/16
福島 道広	とちちの農産物の機能性成分	野菜流通加工協議会	帯広ワシントンホテル 2F 大会議室	2013/9/26
福島 道広	食物繊維ととちち元気食	とちち元気食と健康増進支援	とちちプラザ 2F 視聴覚室	2013/10/19
永島 俊夫	有色馬鈴薯の機能性と加工利用について	北海道バイオインダストリー協会 (HOBIA) 地域バイオ育成推進講座	北海道北見市	2009/1/16
永島 俊夫	オホーツク地域資源を利用した発泡酒の醸造	日本生物工学会シンポジウム	北見工業大学 (北海道北見市)	2010/7/23
永島 俊夫	有色馬鈴薯の機能性と有効利用について	大空町地域力強化プロジェクト講演会	北海道網走郡大空町	2013/3/14
永島 俊夫	地域資源を活用したビール・発泡酒の開発	日本熱帯農業学会シンポジウム	東京農業大学生物産業学部 (北海道網走市)	2013/9/15

第4節 プロテオーム解析を応用した革新的機能性食品評価法の開発

1. 論文

(1) 和文誌

2005年

【1】 内田 景博 『疾病予防マーカーで食品を評価する』, バイオニクス, 2005

2006年

【2】 内田 景博 『疾病予防に向けたバイオマーカーと血清プロテオミクス』, 蛋白質の翻訳後修飾と疾患プロテオミクス, 2006

2008年

【3】 大澤 俊彦 『抗体チップによるバイオマーカーの定量測定』, 生化学, 2008

【4】 大澤 俊彦 『食品機能評価におけるバイオマーカーの重要性』, 日本薬理学雑誌, 2008

【5】 内田 景博 『がん化学療法個別化の現状と展望 10.プロテオーム解析に基づくがん化学療法の最適化』, 医薬ジャーナル, 2008

【6】 大澤 俊彦 『食によるアンチエイジング 抗酸化食品とアンチエイジング(AOU や抗体チップによる抗酸化評価の提案)』, Food Style 21, 2008

【7】 大澤 俊彦 『老化に伴う膜脂質過酸化はパーキンソン病の発症に関与するか(2)』, 生化学, 2008

【8】 内田 景博 『糖尿病自然発症ラットにおけるグアーガム酵素分解物の糖尿病予防効果』, 日本農芸化学雑誌, 2008

2009年

【9】 大澤 俊彦 『ゲル濾過 HPLC 法による人間ドック受診者のリポ蛋白コレステロール濃度と血中アディポネクチン,尿中ヘキサノイルリジン(HEL)の関係』, 日本未病システム学会雑誌, 2009

【10】 "内田 景博 『ヒトにおけるグアーガム酵素分解物摂取が 2 型糖尿病発症関連リスクマーカータンパク質の変動に及ぼす影響』, 日本農芸化学雑誌, 2009"

2010年

【11】 大澤 俊彦 『未病を考える (検査からみた未病) 抗体チップ』, 臨床検査, 2010

【12】 大澤 俊彦 『機能性食品の開発と展望 プロテインチップテクノロジーと機能性食品』, ケミカルエンジニアリング, 2010

【13】 大澤 俊彦 『Alpha - synuclein は不飽和脂肪酸による酸化ストレス障害を抑制することでドパミン神経を保護する』, 生化学, 2010

【14】 "内田 景博 『予防医療の実践に向けたバイオマーカーの研究開発』, 日本未病システム学会雑誌, 2010"

2011年

【15】 大澤 俊彦 『Alpha - synuclein は抗酸化活性をもつ一方,脂質過酸化修飾を受けることで細胞死に関与する可能性がある』, 生化学, 2011

【16】 大澤 俊彦 『食品・食品成分の抗酸化評価系に関する考え方』, イルシー, 2011

2012年

- 【17】 大澤 俊彦 『酸化ストレスのコントロールと健全な食生活』, 日本そしゃく学会雑誌, 2012
- 【18】 大澤 俊彦 『酸化ストレスバイオマーカーの確立と応用』, 栄養学雑誌, 2012
- 【19】 大澤 俊彦 『食品と疾病 アスタキサンチン 9.アスタキサンチンの持つ脳内老化制御機能』, Functional Food, 2012

2013年

- 【20】 大澤 俊彦 『食品のアンチエイジング 食品のアンチエイジングと測定法』, 食品の包装, 2013

(2) 英文誌

2003年

- 【21】 Aoi W, Naito Y, Sakuma K, Kuchida M, Tokuda H, Toyokuni S, Oka S, Yasuhara M. and Yoshikawa T, "Astaxanthin limits exercise-induced skeletal and cardiac muscle damage in mice.", *Antioxid. Redox Signal.*(4.491), 5, 139-144, 2003
- 【22】 Kato, Y., Nagano, A., Tarao, J., and Osawa, T., "Inhibition of Myeloperoxidase-catalyzed Tyrosylation by Phenolic Antioxidants", *Vitro, Biosci, Biotechnol, Biochem*(1.256), 67(5), 1136-1139, 2003
- 【23】 Kawai, Y., Saito, A., Shibata, N., Kobayashi, M., Yamada, S., Osawa, T. Uchida, K., "covalent binding of oxidized cholesteryl esters to protein: Implications for oxidative modification of low density lipoprotein and atherosclerosis", *J. Biol. Chem*(5.808), 278, 21040-21049, 2003
- 【24】 Kawai, Y., Kato, Y., Fujii, H., Makino, Y., Mori, Y., Naito, M., Osawa, T., "Immunochemical detection of a novel lysine adduct using an antibody to linoleic acid hydroperoxide-modified protein", *J.Lipid Res*(4.357), 44, 1124-1131, 2003
- 【25】 Tsuji, K., Kawai, Y., Kato, Y., Osawa, T., "Formation of N-(hexanoyl)ethanolamine, a novel phosphatidylethanolamine adduct, during the oxidation of erythrocyte membrane and low-density lipoprotein.", *Biochem. Biophys. Res. Commun*(2.855), 306, 706-71, 2003

2004年

- 【26】 Kato, Y., Yoshida, A., Naito, M., Kawai, Y., Tsuji, K., Kitamura, M., Kitamoto, N., Osawa, T., "Identification and quantification of N (epsilon)-(hexanoyl)lysine in human urine by liquid chromatography/tandem mass spectrometry", *Free Rad. Biol. & Med.*(5.440), 37, 1864-1887, 2004
- 【27】 Aoi W, Naito Y, Kawai Y, Sakuma K, Ichikawa H, Yoshida N, Yoshikawa T, "Oxidative stress and delayed-onset muscle damage after exercise", *Free Radic Biol Med*(5.440), 37, 480-487, 2004
- 【28】 Naito Y, Shimozawa M, Manabe H, Kuroda M, Tomatsuri N, Uchiyama K, Talagi T, Yoshida N, Yoshikawa T, "Inhibitory effects of red wine extracts on endothelial-dependent adhesive interactions with monocytes induced by oxysterols.", *Biol Res*(1.177), 37, 231-238, 2004
- 【29】 Naito Y, Uchiyama K, Kuroda M, Mizushima K, Aoi W, Kokura S, Ichikawa H, Yoshida N, Yoshikawa T, "Laser capture microdissection/GeneChip analysis of gene expression in

glomerular cells in diabetic db/db mice", *Redox Rep*(1.593), 9, 307-312, 2004

- 【30】 Naito Y, Uchiyama K, Aoi W, Hasegawa G, Nakamura N, Yoshida N, Maoka T, Takahashi J, Yoshikawa T, "Prevention of diabetic nephropathy by treatment with astaxanthin in diabetic db/db mice", *BioFactors*(1.095), 20, 49-59, 2004
- 【31】 Kawai, Y., Fujii, H., Kato, Y., Kodama, M., Naito, M., Uchida, K., Osawa, T., "Esterified lipid hydroperoxide-derived modification of protein: formation of a carboxylalkylamide-type lysine adduct in human atherosclerotic lesions.", *Biochem. Biophys. Res. Commun*(2.855), 313, 271-276, 2004
- 【32】 Kawai, Y., Uchida, K., Osawa, T., "2'-deoxycytidine in free nucleosides and double-stranded DNA, as the major target of lipid peroxidation products", *Free Rad. Biol. & Med.*(5.440), 36, 529-541, 2004
- 【33】 Kawai, Y., Morinaga, H., Kondo, H., Miyoshi, N., Nakamura, Y., Uchida, K., Osawa, T., "Endogenous formation of novel halogenated 2'-deoxycytidine - Hypohalous acid-mediated DNA modification at the site of inflammation", *J. Biol. Chem*(5.808), 279, 51241-51249, 2004

2005 年

- 【34】 Naito Y, Shimozawa M, Kuroda M, Nakabe N, Manabe H, Katada K, Kokura S, Ichikawa H, Yoshida N, Noguchi N, Yoshikawa T, "Tocotrienols reduce 25-hydroxycholesterol-induced monocyte-endothelial cell interaction by inhibiting the surface expression of adhesion molecules", *Atherosclerosis*(3.811), 180, 19-25, 2005
- 【35】 Kato, Y., Kawai, Y., Morinaga, H., Kondo, H., Dozeki, N., Kitamoto, N., Osawa, T., "Immunogenicity of a brominated protein and successive establishment of a monoclonal antibody to dihalogenated tyrosine", *Free Rad. Biol. & Med.*(5.440), 38(1), 24-31, 2005
- 【36】 Osawa T, Kato Y, "Protective role of antioxidative food factors in oxidative stress caused by hyperglycemia", *Ann. N. Y. Acad. Sci.*(1.930), 1043, 440-451, 2005

2006 年

- 【37】 Handa O, Kokura S, Adachi S, Takagi T, Naito Y, Yanigawa T, Yoshida N, Yoshikawa T, "Methylparaben potentiates UV-induced damage of skin keratinocytes", *Toxicology*(2.685), 227, 62-72, 2006
- 【38】 Naito Y, Takagi T, Katada K, Uchitama K, Kuroda M, Kokura S, Ichikawa H, Watabe J, Yoshida N, Okanoue T, Yoshikawa T, "Partially hydrolyzed guar gum down-regulates colonic inflammatory response in dextran sulfate sodium-induced colitis in mice", *J NutrBiochem*(2.945), 17, 402-9, 2006

2008 年

- 【39】 Akagiri S, Naito Y, Ichikawa H, Mizushima K, Takagi T, Handa O, Kokura S, Yoshikawa T, "A mouse model of metabolic syndrome; increase in visceral adipose tissue precedes the development of fatty liver and insulin resistance in high-fat diet-fed male KK/Ta mice.", *J Clin Biochem Nutr*(0.063), 42, 150-157, 2008
- 【40】 Akagiri S, Naito Y, Ichikawa H, Mizushima K, Takagi T, Handa O, Kokura S, Yoshikawa T, "Bofutsushosan, an oriental herbal medicine, attenuates the weight gain of white

adipose tissue and the increased size of adipocytes associated with the increase in their expression of uncoupling protein 1 in high-fat diet-fed male KK/Ta mice", *J Clin Biochem Nurt*(0.063), 42, 158-166, 2008

2011年

- 【41】 内田 景博, "Identification of Treatment Efficacy-Related Host Factors in Chronic Hepatitis C by Protein Chip Serum Analysis", *Molecular Medicine*, 17, 70-78, 2011
- 【42】 内田 景博, "Dietary whey hydrolysate with exercise alters the plasma protein profile: A comprehensive protein analysis", *Nutrition*, 2011

2. 論文数、被引用数および h-index

	2003	2004	2005	2006	2007	2008	2009	2010	2011	2012	2013	h-index (WoS収録分のみ対象)	
成果論文リスト全体	5	8	4	3	0	8	2	4	4	3	1		14
和文誌	0	0	1	1	0	6	2	4	2	3	1		
英文誌	5	8	3	2	0	2	0	0	2	0	0		
内、WoS収録	5	8	3	2	0	2	0	0	1	0	0		

(注1) 「内、WoS収録」とは、トムソン・ロイター社 Web of Science に収録されている論文数を示す。

(注2) Web of Science を用いた調査は、2013年12月~2014年1月初旬にかけて実施し、その結果を掲載。

	2003	2004	2005	2006	2007	2008	2009	2010	2011	2012	2013
被引用数(各年)	0	16	33	52	64	75	90	85	79	69	75
被引用数(累積)	0	16	49	101	165	240	330	415	494	563	638

(注1) 「被引用数(各年)」はトムソン・ロイター社 Web of Science に収録されている論文が当該年に引用された件数を示す。「被引用数(累積)」は2003年から当該年までの「被引用数(各年)」の合計を示す。

(注2) Web of Science を用いた調査は、2013年12月~2014年1月初旬にかけて実施し、その結果を掲載。

3. 研究者・機関ランキング

当該課題に関連する領域の論文を研究者・機関で集計した結果を以下に示す。

順位	著者名	論文数
1	NAKAGAWA K	17
2	MIYAZAWA T	16
3	OSAWA T	15
3	PORTER RK	15
5	HEINECKE JW	14
5	KATO Y	14
7	ROY S	13
7	SEN CK	13
9	KHANNA S	12
9	NEDERGAARD J	12
11	CANNON B	11
12	KASAI H	10
12	SHABALINA IG	10
12	SYLVESTER PW	10
15	YOSHIKAWA T	9
16	BANERJEE P	8
16	BARNHAM KJ	8
16	GIRALT M	8
16	KANG JH	8
16	NAITO Y	8
16	NIKI E	8
16	OLKKONEN VM	8
16	PANDAK WM	8
16	QURESHI N	8
16	VILLARROYA F	8
16	YOSHIDA Y	8

順位	機関名	論文数
1	NAGOYA UNIV	20
2	TOHOKU UNIV	19
3	HARVARD UNIV	18
4	SEOUL NATL UNIV	16
5	OHIO STATE UNIV	15
5	STOCKHOLM UNIV	15
5	UNIV WASHINGTON	15
8	CNRS	13
9	CHINESE ACAD SCI	12
9	HOKKAIDO UNIV	12
9	OKAYAMA UNIV	12
9	UNIV BARCELONA	12
9	UNIV TEXAS	12
9	UNIV TEXAS SW MED CTR DALLAS	12
15	KYUSHU UNIV	11
15	TUFTS UNIV	11
15	UNIV MISSOURI	11
15	UNIV UTRECHT	11
19	KYOTO UNIV	10
19	UNIV MELBOURNE	10
19	UNIV OCCUPAT ENVIRONM HLTH	10
19	UNIV PARIS 11	10
19	UNIV SHIZUOKA	10
19	VANDERBILT UNIV	10
19	WASHINGTON UNIV	10

(注1) 研究者・機関共に論文数 20 位以内（同順位含む）を示している。

(注2) 網掛けとなっている研究者名は当該課題に直接関与した研究者を表す。また、網掛けとなっている機関名は、それら研究者の所属機関（当該課題の研究期間終了時点）を表す。

(注3) 調査は、2013 年 12 月～2014 年 1 月初旬にかけて実施し、調査時点のデータ集計結果を加工。

なお、当該課題に関連する領域の論文は、トムソン・ロイター社の学術文献データベース Web of Science において、以下の条件で定義した。

条件 1 : 論文発表年が左記のいずれかに該当	2002 年～2013 年
条件 2 : Web of Science 分野が左記のいずれかに該当	BIOCHEMISTRY MOLECULAR BIOLOGY
条件 3 : タイトル、概要、キーワードに左記のいずれかの語句を含む	bromotyrosine chlorotyrosine tetrahydrocurcumin methylparaben 25-hydroxycholesterol db/db mouse aminophospholipid dityrosine uncoupling protein 1 tocotrienol lipid hydroperoxides oxysterol dextran sulfate sodium phenolic antioxidants
検索論文数	2,138 件

(注1) 「検索論文数」は条件 1～3 を全て満たす論文の件数を表す。「検索論文数」に含まれる論文を集計して研究者・機関ランキングを作成。

(注2) 検索論文数は、2013年12月～2014年1月初旬にかけて実施した調査時のデータ集計結果を加工。

4. 被引用数上位論文リスト

No.	論文タイトル	著者	出典	発表年	被引用数
36	Protective role of antioxidative food factors in oxidative stress caused by hyperglycemia	Osawa, T; Kato, Y	MAILLARD REACTION: CHEMISTRY AT THE INTERFACE OF NUTRITION, AGING, AND DISEASE, 1043, 440-451	2005	106
27	Oxidative stress and delayed-onset muscle damage after exercise	Aoi, W; Naito, Y; Takanami, Y; Kawai, Y; Sakuma, K; Ichikawa, H; Yoshida, N; Yoshikawa, T	FREE RADICAL BIOLOGY AND MEDICINE, 37, 480-487	2004	68
30	Prevention of diabetic nephropathy by treatment with astaxanthin in diabetic db/db mice	Naito, Y; Uchiyama, K; Aoi, W; Hasegawa, G; Nakamura, N; Yoshida, N; Maoka, T; Takahashi, J; Yoshikawa, T	BIOFACTORS, 20, 49-59	2004	60
21	Astaxanthin limits exercise-induced skeletal and cardiac muscle damage in mice	Aoi, W; Naito, Y; Sakuma, K; Kuchide, M; Tokuda, H; Maoka, T; Toyokuni, S; Oka, S; Yasuhara, M; Yoshikawa, T	ANTIOXIDANTS & REDOX SIGNALING, 5, 139-144	2003	55
34	Tocotrienols reduce 25-hydroxycholesterol-induced monocyte-endothelial cell interaction by inhibiting the surface expression of adhesion molecules	Naito, Y; Shimozawa, M; Kuroda, M; Nakabe, N; Manabe, H; Katada, K; Kokura, S; Ichikawa, H; Yoshida, N; Noguchi, N	ATHEROSCLEROSIS, 180, 19-25	2005	43
33	Endogenous formation of novel halogenated 2'-deoxycytidine - Hypochalous acid-mediated DNA modification at the site of inflammation	Kawai, Y; Morinaga, H; Kondo, H; Miyoshi, N; Nakamura, Y; Uchida, K; Osawa, T	JOURNAL OF BIOLOGICAL CHEMISTRY, 279, 51241-51249	2004	39
37	Methylparaben potentiates UV-induced damage of skin keratinocytes	Handa, O; Kokura, S; Adachi, S; Takagi, T; Naito, Y; Tanigawa, T; Yoshida, N; Yoshikawa, T	TOXICOLOGY, 227, 62-72	2006	37
39	A mouse model of metabolic syndrome; Increase in visceral adipose tissue precedes the development of fatty liver and insulin resistance in high-fat diet-fed male KK/Ta mice	Akagiri, S; Naito, Y; Ichikawa, H; Mizushima, K; Takagi, T; Handa, O; Kokura, S; Yoshikawa, T	JOURNAL OF CLINICAL BIOCHEMISTRY AND NUTRITION, 42, 150-157	2008	35
32	2'-deoxycytidine in free nucleosides and double-stranded DNA, as the major target of lipid peroxidation products	Kawai, Y; Uchida, K; Osawa, T	FREE RADICAL BIOLOGY AND MEDICINE, 36, 529-541	2004	32
22	Inhibition of myeloperoxidase-catalyzed tyrosylation by phenolic antioxidants in vitro	Kato, Y; Nagao, A; Terao, J; Osawa, T	BIOSCIENCE BIOTECHNOLOGY AND BIOCHEMISTRY, 67, 1136-1139	2003	24
23	Covalent binding of oxidized cholesteryl esters to protein - Implications for oxidative modification of low density lipoprotein and atherosclerosis	Kawai, Y; Saito, A; Shibata, N; Kobayashi, M; Yamada, S; Osawa, T; Uchida, K	JOURNAL OF BIOLOGICAL CHEMISTRY, 278, 21040-21049	2003	23
26	Identification and quantification of N (epsilon)-(hexanoyl)lysine in human urine by liquid chromatography/tandem mass spectrometry	Kato, Y; Yoshida, A; Naito, M; Kawai, Y; Tsuji, K; Kitamura, M; Kitamoto, N; Osawa, T	FREE RADICAL BIOLOGY AND MEDICINE, 37, 1864-1874	2004	22
31	Esterified lipid hydroperoxide-derived modification of protein: formation of a carboxyalkylamide-type lysine adduct in human atherosclerotic lesions	Kawai, Y; Fujii, H; Kato, Y; Kodama, M; Naito, M; Uchida, K; Osawa, T	BIOCHEMICAL AND BIOPHYSICAL RESEARCH COMMUNICATIONS, 313, 271-276	2004	15
24	Immunochemical detection of a novel lysine adduct using an antibody to linoleic acid hydroperoxide-modified protein	Kawai, Y; Kato, Y; Fujii, H; Makino, Y; Mori, Y; Naito, M; Osawa, T	JOURNAL OF LIPID RESEARCH, 44, 1124-1131	2003	15
38	Partially hydrolyzed guar gum down-regulates colonic inflammatory response in dextran sulfate sodium-induced colitis in mice	Naito, Y; Takagi, T; Katada, K; Uchiyama, K; Kuroda, M; Kokura, S; Ichikawa, H; Watabe, J; Yoshida, N; Okanou, T; Yoshikawa, T	JOURNAL OF NUTRITIONAL BIOCHEMISTRY, 17, 402-409	2006	14
35	Immunogenicity of a brominated protein and successive establishment of a monoclonal antibody to dihalogenated tyrosine	Kato, Y; Kawai, Y; Morinaga, H; Kondo, H; Dozaki, N; Kitamoto, N; Osawa, T	FREE RADICAL BIOLOGY AND MEDICINE, 38, 24-31	2005	13
40	Bofutsushosan, an oriental herbal medicine, attenuates the weight gain of white adipose tissue and the increased size of adipocytes associated with the increase in their expression of uncoupling protein 1 in high-fat diet-fed male KK/Ta mice	Akagiri, S; Naito, Y; Ichikawa, H; Mizushima, K; Takagi, T; Handa, O; Kokura, S; Yoshikawa, T	JOURNAL OF CLINICAL BIOCHEMISTRY AND NUTRITION, 42, 158-166	2008	11
25	Formation of N-(hexanoyl)ethanolamine, a novel phosphatidylethanolamine adduct, during the oxidation of erythrocyte membrane and low-density lipoprotein	Tsuji, K; Kawai, Y; Kato, Y; Osawa, T	BIOCHEMICAL AND BIOPHYSICAL RESEARCH COMMUNICATIONS, 306, 706-711	2003	11
41	Identification of Treatment Efficacy-Related Host Factors in Chronic Hepatitis C by Protein Chip Serum Analysis	Fujita, N; Nakanishi, M; Mukai, J; Naito, Y; Ichida, T; Kaio, M; Yoshikawa, T; Takei, Y	MOLECULAR MEDICINE, 17, 70-78	2011	7
28	Inhibitory effects of red wine extracts on endothelial-dependent adhesive interactions with monocytes induced by oxysterols	Naito, Y; Shimozawa, M; Manabe, H; Kuroda, M; Tomatsuri, N; Uchiyama, K; Takagi, T; Yoshida, N; Yoshikawa, T	BIOLOGICAL RESEARCH, 37, 231-238	2004	6

(注) 研究実施期間以降(2008年以降)の論文については、網掛けで表示している。

5. 特許

公開番号	発明の名前	出願人	発明者	出願日	登録番号
特開 2005-198640	遺伝子発現方法	株式会社バイオ マーカーサイエ ンス; 大澤 俊 彦	上野 有紀, 津田 孝範, 高乗 仁, 吉 川 敏一, 大 澤 俊彦	2004/2/27	
特開 2006-117609	チミジングリコールの モノクローナル抗体及 びその製造法ならびに モノクローナル抗体を 産生するハイブリッド 細胞	日研ザイル株式 会社	越智宏倫, 大 澤俊彦	2004/10/25	
特開 2007-091622	炎症反応に関連した酸 化的損傷のマーカー及 びその利用	国立大学法人名 古屋大学	大澤 俊彦, 朝日 尚	2005/9/28	特許 5055537
特開 2009-215273	免疫用抗原、免疫用抗 原の作製方法ならびに 免疫方法	住商ファーマイ ンターナシヨナ ル株式会社	松井 一裕, 松田 涼子, 渡井 順子, 唐澤 毅	2008/3/11	
特開 2010-187647	ダイゼイン代謝物産生 菌含有組成物及びダイ ゼイン代謝物の製造方 法	株式会社東洋発 酵; 岐阜県	高田 敦士, 長島 直, 大 澤 俊彦, 丹 羽 利夫, 横 山 慎一郎, 神山 恵理奈	2009/2/20	
特開 2011-202964	バイオマーカーとして のプロパノイルリジ ン、プロパノイルリジ ンの使用、及び検査用 試薬キット	財団法人ヒュー マンサイエンス 振興財団; 国立 大学法人名古屋 大学; 学校法人 名城大学	日坂 真輔, 大澤 俊彦, 丸山 和佳 子, 永井 雅 代, 赤津 裕 康, 能勢 充 彦	2010/3/24	

公開番号	発明の名前	出願人	発明者	出願日	登録番号
特開 2012-072078	メラニン生成抑制剤	オリザ油化株式会社; 株式会社ヘルスケアシステムズ	小原 章裕, 湊 健一郎, 大澤 俊彦, 瀧本 陽介, 嘉手苺 崇, 下田 博司, 村井 弘道	2010/9/28	
特開 2012-181070	健康度の検出方法	株式会社豊田中央研究所; 株式会社ヘルスケアシステムズ	星野 文彦, 渡辺 修, 瀧本 陽介, 呉 暁紅, 大澤 俊彦	2011/2/28	
特開 2012-181068	液性媒体の保持に適した固相体	株式会社豊田中央研究所; 株式会社ヘルスケアシステムズ	星野 文彦, 渡辺 修, 瀧本 陽介, 呉 暁紅, 大澤 俊彦	2011/2/28	

6. 実用化・製品化

- 酸化ストレスバイオマーカーを搭載した「抗体チップ」や尿中における抗酸化フラボノイドの生体内代謝物の定量用の「イムノクロマト法」の確立。

7. 報道

研究者名	見出し	報道年月日	媒体
大澤 俊彦	酸化ストレスのコントロールと健全な食生活【日本咀嚼学会雑誌】	2012/11/1	メディカルオンライン (全文収録) 88～94 ページ
大澤 俊彦	ヘルスケアシステムズ 酸化ストレス分析を受託	2011/6/9	健康産業流通新聞 4 ページ
大澤 俊彦	名大発ベンチャーのヘルスケアシステムズ、抗体チップを用いた受託分析サービス事業を6月開始、イムノクロマトも	2011/06/06	日経バイオテク 15 ページ
大澤 俊彦	日本食品科学工学会 9月に名古屋で大会機能性など400テーマ	2009/07/28	中部経済新聞 5 ページ
大澤 俊彦	大学研究者らが「ヘルスケアシステムズ」起業 低コストで未病検査 市場創出	2009/5/23	Fuji Sankei Business i. 13 ページ

研究者名	見出し	報道年月日	媒体
大澤 俊彦	名大、抗体チップで未病マーカー測定、診断受託事業のベンチャー設立	2009/5/20	化学工業日報 8 ページ
大澤 俊彦	抗体チップで食品機能を評価する名大発ベンチャー、ヘルスケアシステムズが年度内設立へ	2008/10/06	日経バイオテク 13 ページ
内田 景博	ノーリツ鋼機、子会社「NKメディコ」とバイオマーカーサイエンスが業務提携	2011/11/8	日経速報ニュースアーカイブ
内田 景博	ノーリツ鋼機、子会社「NKメディコ」とバイオマーカーサイエンスが業務提携	2011/11/8	プレスリリース メーカー
内田 景博	糖尿病発症リスクを予測するマーカー発見 京都府立医大発VBなど	2008/12/2	日経速報ニュースアーカイブ
内田 景博	京都府立医大発VBなど、発症リスクを予測、糖尿病のマーカー発見。	2008/2/2	日経産業新聞 11 ページ 絵写表有
内田 景博	特集 がん化学療法個別化の現状と展望 10.プロテオーム解析に基づくがん化学療法の最適化(総説)	2008/12/1	JAPIC医薬品情報データベース(医薬文献情報)
内田 景博	バイオマーカーサイエンス——疾病予防、マーカー活用 (バイオこれで攻める)	2008/9/8	日経産業新聞 11 ページ 絵写表有

8. 獲得資金調査

研究者	採択課題名	実施年度	研究資金名	種別	役職	金額
大澤 俊彦	尿中大豆イソフラボン代謝産物の簡便な定量法の開発とその疾病リスクとの関わり の 解 明	2008 年度 ～2010 年 度	科学研究費補助金	基盤研究(C)	研究分担者	総額: 5200 千円 2008 年度: 3900 千円 (直接経費: 3000 千円, 間接経費: 900 千円) 2009 年度: 650 千円 (直接経費: 500 千円, 間接経費: 150 千円) 2010 年度: 650 千円 (直接経費: 500 千円, 間接経費: 150 千円)

研究者	採択課題名	実施年度	研究資金名	種別	役職	金額
大澤 俊彦	過剰な炎症反応に由来する酸化ストレス制御機構解析と抗酸化食品因子による抑制	2009年度～2011年度	科学研究費補助金	基盤研究(B)	研究代表者	総額： 18590千円 2009年度：7930千円（直接経費：6100千円，間接経費：1830千円） 2010年度：5330千円（直接経費：4100千円，間接経費：1230千円） 2011年度：5330千円（直接経費：4100千円，間接経費：1230千円）

研究者	採択課題名	実施年度	研究資金名	種別	役職	金額
大澤 俊彦	アルキルアミド型付加体をプローブとした脳内老化評価システムの確立と応用	2012年4月1日～2015年3月31日 (予定)	科学研究費補助金	基盤研究(A)	研究代表者	総額：28990千円 2012年度：15340千円(直接経費：11800千円, 間接経費：3540千円) 2013年度：13650千円(直接経費：10500千円, 間接経費：3150千円)
大澤 俊彦	ユニバーサル抗体チップによる未病診断バイオマーカー測定装置の開発	2008年度	鈴木謙三記念医科学応用研究財団：調査研究の助成		研究代表者	総額：2000千円
大澤 俊彦	酸化ストレス制御機構と抗酸化食品因子	2009年度	上原記念生命科学財団：研究助成金		研究代表者	総額：5000千円

9. 受賞歴

研究者	表彰名	受賞対象	受賞年
内田 景博	ICoFF 大賞を受賞	当社が発見した予防マーカーの展示紹介	2007年

10. 講演歴

研究者	講演名	講演会・シンポジウム名	場所	講演日
大澤 俊彦	抗酸化食品研究の最新の話 題、特に、抗体チップの開 発の現状と動向	名古屋大学協力会第六 回セミナー		2008/4/1
大澤 俊彦	酸化ストレスバイオマー カーを中心とした疾患予防バ イオマーカーの抗体チップ 化への展開	特別講演会	九州大学 薬学部	2008/1/1
大澤 俊彦	食の機能/安全性における 酸化ストレス制御の重要性	「食の安全・食育にかか わる教育のための大学 連携フードコンソーシ アム」事業 発足記念シ ンポジウム	中部大学名 古屋キャン パス	2010/3/15
大澤 俊彦	トップランナーが語る機能 性食品の最前線	2013 年度産学官学術交 流委員会フォーラム	東北大学マ ルチメディ ア棟および 川内の杜ダ イニング	2013/3/26
大澤 俊彦	脳内老化制御と抗酸化フー ドファクター	市民公開講座「健康長 寿」	豊田講堂	2013/5/24
内田 景博	予防医療の現状について	ホスピタル・ソリューシ ョン会（平成 22 年度総 会）	関西電力本 社会議場	2010/5/25
内田 景博	個の医療、バイオマーカ ーにできること	HS財団主催第31回バイ オインターフェイス会	全理連ビル	2009/11/16
内田 景博	予防医療の実践に向けたバ イオマーカーの研究開発	近畿バイオ主催、第 14 回食と運動の機能性に 関する研究会	大阪科学技 術センター	2010/1/27
内田 景博	バイオマーカーによるテー ラーメイド医療開発の現状 と展望	次世代バイオマーカ ービジネスワークショッ プ・交流会	横浜新技術 創造館 1 号 館 大会議 場	2009/3/3
内田 景博	株式会社バイオマーカ ーサイエンスの概要	中小企業庁、	東京フォー ラム	2009/9/16
内田 景博	アンチエイジングと予防医 療「診断治療から予測予防 へ」	社団法人愛媛県臨床検 査技師会第 46 回東予支 部総会	愛媛県東松 山市	2010/2/28

研究者	講演名	講演会・シンポジウム名	場所	講演日
内田 景博	機能性食品の開発へのバイオマーカーの応用	日本食品化学学会 第16回総会・学術大会 特別セミナー	大阪国際交流センター	2010/6/10
内田 景博	機能性食品の開発へのバイオマーカーの応用	大阪生活衛生協会公開講座	大阪市立環境科学研究所	2010/9/14
内田 景博	予防医学におけるバイオマーカー測定の意義	抗体チップによる分析研究会セミナー	東京学士会館	2007/8/31

第5節 海外輸出を狙った不活化花粉利用種なし果物の生産技術の開発

1. 論文

(1) 和文誌

2008年

- 【1】 杉山 慶太 『不活化花粉を利用した高品質種なし果物の生産技術の開発』, 農業および園芸, 2008
- 【2】 尾形 凡生 『軟 X 線照射花粉を受粉した‘土佐文旦’の種子退化過程と果実の内生ホルモン含量の推移』, 園芸学研究 別冊, 2008
- 【3】 尾形 凡生 『スイカの軟 X 線照射花粉の授粉による胚乳形成過程における DNA 含量の推移』, 園芸学研究 別冊, 2008
- 【4】 尾形 凡生 『軟 X 線照射花粉利用種なしスイカにおける高品質果実生産のための植物成長調節剤の利用』, 園芸学研究 別冊, 2008
- 【5】 杉山 慶太 『温度の違いが軟 X 線照射花粉を利用した種なしスイカ果実の肥大と品質に及ぼす影響』, 園芸学研究 別冊, 2008
- 【6】 杉山 慶太 『スイカ花粉における最適な長期保存方法』, 北海道園芸研究談話会, 2008
- 【7】 杉山 慶太 『部分不活化花粉を利用した種なしスイカ作出の省力化技術』, 北海道園芸研究談話会, 2008
- 【8】 杉山 慶太 『種なしスイカ生産に用いる部分不活化花粉の長期保存技術』, 北農研ニュース No.21, 2008
- 【9】 杉山 慶太 『種なしスイカ作出に用いる部分不活化花粉の長期保存技術』, 新しい研究成果 (農研機構北海道農業研究センター), 2008
- 【10】 尾形 凡生 『軟 X 線照射花粉を受粉した完全甘ガキ 3 品種の無核化ならびに果頂裂果の抑制』, 園芸学研究 別冊, 2008

2009年

- 【11】 杉山 慶太 『種なしスイカの効率的生産のための部分不活化花粉の保存技術』, プレインテクノニュース, 2009
- 【12】 杉山 慶太 『山形県内陸部のハウス抑制栽培におけるスイカ‘祭ばやし 777’の軟 X 線照射花粉を用いた種なし化』, 園芸学研究 別冊, 2009
- 【13】 杉山 慶太 『種なしスイカ生産のための部分不活化花粉の長期保存法』, 北農, 2009
- 【14】 杉山 慶太 『スイカにおける貯蔵温度が果実品質に及ぼす影響』, 園芸学研究 別冊, 2009
- 【15】 杉山 慶太 『新しい作物を作る. 倍数体』, 植物の百科事典(朝倉書店), 2009
- 【16】 杉山 慶太 『不活化花粉を利用した種なしスイカ作出のための前日授粉の検討』, 北海道園芸研究談話会, 2009
- 【17】 杉山 慶太 『保存部分不活化花粉を利用した種なしスイカの生産』, 農業技術 (農業技術協会), 2009
- 【18】 田中 満稔 『軟 X 線照射花粉を利用した‘トサブントン’の無核果実生産』, 高知県農業技術センター研究報告第 17 号, 2009
- 【19】 田中 満稔 『軟 X 線を照射した‘ヒュウガナツ’花粉の長期貯蔵法』, 高知県農業技術セン

ター研究報告第 17 号, 2009

- 【20】 尾形 凡生 『種なしスイカの結実肥大と品質に及ぼす植物成長調節物質の影響』, 園芸学研究 別冊, 2009

2010 年

- 【21】 杉山 慶太 『野菜の開発技術最前線 野菜の品種開発とその特性 No.7 スイカの品種改良と新たな種なしスイカの生産技術の開発』, フードリサーチ, 2010
- 【22】 杉山 慶太 『部分不活化花粉による二倍性種なしスイカ生産のための蓄受粉』, 園芸学研究, 2010
- 【23】 杉山 慶太 『部分不活化花粉を利用した種なしスイカ生産のための授粉法の検討』, 北海道園芸研究談話会, 2010
- 【24】 尾形 凡生 『スイカにおける軟 X 線照射花粉授粉時の受精状況が果実形質に及ぼす影響』, 園芸学研究 別冊, 2010
- 【25】 尾形 凡生 『軟 X 線照射花粉および‘口之津 41 号’花粉を受粉したヒュウガナツ胚珠の退化過程』, 園芸学研究 別冊, 2010
- 【26】 田中 満稔 『軟 X 線照射花粉の受粉で無核化した‘トサブentan’の果実品質に及ぼすジベレリン処理の影響』, 高知県農業技術センター研究報告第 18 号, 2010

2011 年

- 【27】 杉山 慶太 『スイカの生理生態と栽培技術(4)スイカの雌花の着生と結実, 保存花粉の利用技術』, 農耕と園芸, 2011
- 【28】 杉山 慶太 『スイカの生理生態と栽培技術(1)スイカの遺伝資源と多様性』, 農耕と園芸, 2011
- 【29】 杉山 慶太 『スイカの生理生態と栽培技術(5)種なしスイカの技術と栽培』, 農耕と園芸, 2011
- 【30】 杉山 慶太 『スイカの部分不活化花粉の授粉に関する研究』, 北海道園芸研究談話会, 2011
- 【31】 杉山 慶太 『部分不活化花粉を利用した種なしスイカの作出技術と栽培』, スイカ研究成果報告書 (山形県庄内総合支庁産業経済部), 2011
- 【32】 尾形 凡生 『軟 X 線照射花粉利用種なしスイカにおける受粉後の果実内植物ホルモン含量が結実と果実肥大に及ぼす影響』, 園芸学研究 別冊, 2011
- 【33】 尾形 凡生 『軟 X 線照射花粉の受粉が赤色果肉系キウイフルーツの果実形質に及ぼす影響』, 園芸学研究 別冊, 2011
- 【34】 尾形 凡生 『軟 X 線照射花粉の受粉によって無核化した‘土佐文旦’の果実肥大に及ぼすジベレリン処理の影響』, 園芸学研究 別冊, 2011

2012 年

- 【35】 杉山 慶太 『スイカの部分不活化花粉の判別と異種花粉の授粉』, 北海道園芸研究談話会, 2012
- 【36】 杉山 慶太 『ユウガオ花粉を用いたスイカの単為結果』, 園芸学研究 別冊, 2012
- 【37】 杉山 慶太 『スイカの生理生態と生産事例 第 1 部 (1) スイカの遺伝資源と多様性』, 誠文堂新光社, 2012
- 【38】 杉山 慶太 『スイカの生理生態と生産事例 第 1 部 (4) 雌花の着生と結実, 保存花粉の利用技術』, 誠文堂新光社, 2012

- 【39】 杉山 慶太 『スイカの生理生態と生産事例 第1部(7)種なしスイカの技術と栽培』, 誠文堂新光社, 2012
- 【40】 杉山 慶太 『どうしてたねなしのスイカができるの』, 週刊かがくるプラス(朝日新聞出版), 2012

2013年

- 【41】 杉山 慶太 『Watermelon (Citrullus lanatus) Seed Formation by Pollination with Normal Pollen Following Pollination with Soft X-ray Irradiated Pollen』, 北海道農業研究センター研究報告, 2013
- 【42】 尾形 凡生 『軟X線照射花粉を受粉したカキ果実の成熟について』, 園芸学研究 別冊, 2013

(2) 英文誌

2008年

- 【43】 Ogata T., et al, "Seed abortion of 'Tosa-Buntan' pummelo pollinated with soft-X-irradiated pollens", *Scientia Horticulturae*(0.70) , 116, 180-185, 2008
- 【44】 Akutsu, M (Akutsu, Masako)[1] ; Sugiyama, K (Sugiyama, Keita)[1], "Establishment of a long-term storage method for soft X-ray irradiated pollen", *Euphytica*, 164, 303-308, 2008
- 【45】 杉山 慶太, "Effective long-term storage method for soft X-ray irradiated pollen and the use of pollen extender medium.", *Cucurbitaceae 2008*, 2008

2009年

- 【46】 Akutsu, M (Akutsu, Masako)[1] ; Sugiyama, K (Sugiyama, Keita)[1], "A pollen extender medium technology for seedless watermelon production by pollination with soft X-ray irradiated pollen.", *Scientia Horticulturae*, 121, 182-185, 2009

2. 論文数、被引用数およびh-index

	2003	2004	2005	2006	2007	2008	2009	2010	2011	2012	2013	h-index (WoS収録分のみ対象)
成果論文リスト全体	0	0	0	0	0	13	11	6	8	6	2	
和文誌	0	0	0	0	0	10	10	6	8	6	2	
英文誌	0	0	0	0	0	3	1	0	0	0	0	
内、WoS収録	0	0	0	0	0	2	1	0	0	0	0	1

(注1) 「内、WoS収録」とは、トムソン・ロイター社 Web of Science に収録されている論文数を示す。

(注2) Web of Science を用いた調査は、2013年12月~2014年1月初旬にかけて実施し、その結果を掲載。

	2003	2004	2005	2006	2007	2008	2009	2010	2011	2012	2013
被引用数(各年)	0	0	0	0	0	0	2	1	0	0	0
被引用数(累積)	0	0	0	0	0	0	2	3	3	3	3

(注1) 「被引用数(各年)」はトムソン・ロイター社 Web of Science に収録されている論文が当該年に引用された件数を示す。「被引用数(累積)」は2003年から当該年までの「被引用数(各年)」の合計を示す。

(注2) Web of Science を用いた調査は、2013年12月~2014年1月初旬にかけて実施し、その結果を掲載。

3. 研究者・機関ランキング

当該課題に関連する領域の論文を研究者・機関で集計した結果を以下に示す。

順位	著者名	論文数	順位	機関名	論文数
1	SCHULTHEIS JR	4	1	UNIV FLORIDA	9
2	DENG XX	3	2	KAGOSHIMA UNIV	5
2	HASEGAWA K	3	3	HUAZHONG AGR UNIV	4
2	KOMATSU H	3	3	KOCHI UNIV	4
2	KUNITAKE H	3	3	N CAROLINA STATE UNIV	4
2	OLSON SM	3	6	CLEMSON UNIV	3
2	SUGIYAMA K	3	6	FUJIAN AGR FORESTRY UNIV	3
2	YABUYA T	3	6	MIYAZAKI UNIV	3
2	YAHATA M	3	6	ZHEJIANG UNIV	3
2	YAMASHITA K	3	10	FUJIAN NORMAL UNIV	2
11	ADKINS J	2	10	KYUSHU TOKAI UNIV	2
11	AKUTSU M	2	10	SO ILLINOIS UNIV	2
11	DIAZ-PEREZ JC	2	10	TOKYO UNIV AGR	2
11	DITTMAR PJ	2	10	UNIV GEORGIA	2
11	ENGELKE T	2	10	UNIV WURZBURG	2
11	GMITTER FG	2	10	USDA ARS	2
11	GROSSER JW	2			
11	HASELL RL	2			
11	HIRSCHE J	2			
11	HUANG D	2			
11	JI PS	2			
11	KITAJIMA A	2			
11	LU L	2			
11	MACLEAN D	2			
11	MILLER GA	2			
11	MOORE GA	2			
11	PERKINS-VEAZIE P	2			
11	ROITSCH T	2			
11	UENO K	2			
11	WALTERS SA	2			
11	WU W	2			
11	XU J	2			

(注1) 研究者は論文数 20 位以内（同順位含む）を示している。機関は上位 20 位を取ると論文数 1 件となる為、論文数 10 位以内（同順位含む）を示している。

(注2) 網掛けとなっている研究者名は当該課題に直接関与した研究者を表す。また、網掛けとなっている機関名は、それら研究者の所属機関（当該課題の研究期間終了時点）を表す。

(注3) 調査は、2013 年 12 月～2014 年 1 月初旬にかけて実施し、調査時点のデータ集計結果を加工。

なお、当該課題に関連する領域の論文は、トムソン・ロイター社の学術文献データベース Web of Science において、以下の条件で定義した。

条件 1： 論文発表年が左記のいずれかに該当	2002 年～2013 年
条件 2： Web of Science 分野が左記のいずれかに該当	HORTICULTURE
条件 3： タイトル、概要、キーワード	germination ability Citrus grandis seedless watermelon

ードに左記のいずれかの語句を含む	N(2)-storage
検索論文数	73件

(注1) 「検索論文数」は条件1~3を全て満たす論文の件数を表す。「検索論文数」に含まれる論文を集計して研究者・機関ランキングを作成。

(注2) 検索論文数は、2013年12月~2014年1月初旬にかけて実施した調査時のデータ集計結果を加工。

4. 被引用数上位論文リスト

No.	論文タイトル	著者	出典	発表年	被引用数
43	Seed abortion of 'Tosa-Buntan' pummelo pollinated with soft-X-irradiated pollens	Ogata, T; Takeichi, T; Matsunaga, K; Hasegawa, K; Yamane, S; Sugiyama, K	SCIENTIA HORTICULTURAE, 116, 180-185	2008	3
46	A pollen extender medium technology for seedless watermelon production by pollination with soft X-ray irradiated pollen	Akutsu, M; Sugiyama, K	SCIENTIA HORTICULTURAE, 121, 182-185	2009	0
44	Establishment of a long-term storage method for soft X-ray irradiated pollen in watermelon	Akutsu, M; Sugiyama, K	EUPHYTICA, 164, 303-308	2008	0

(注) 研究実施期間以降(2008年以降)の論文については、網掛けで表示している。

5. 特許

公開番号	発明の名前	出願人	発明者	出願日	登録番号
特開 2009-040703	花粉の保存方法	独立行政法人 農業・食品産業 技術総合研究 機構; 高知県; ケイワン株式 会社; 鳥取中 央農業協同組 合; 国立大学 法人高知大学	杉山 慶太, 阿久津 雅子, 田中 満稔, 又川 浩司, 小原 敬弘, 矢野 臣祐, 中島 国男, 淀瀬 繁樹, 山根 信三	2007/08/07	特許 4998883

6. 実用化・製品化

- 不活化花粉の生産・保存パッケージによる流通(ケイワン株式会社による。同社閉鎖により、現在、他の企業への業務引き継ぎが進められている。)
- 受粉器(同上)
- 不活化花粉利用による種無し化果物の生産(スイカ、ブントンに加え柿、ヒュウガナツに広がる)

7. 報道

研究者名	見出し	報道年月日	媒体
杉山 慶太	種なしスイカ作り ユウガオ花粉でOK/ 北海道農研センター 低コスト化に期待	2012/9/23	日本農業新聞 1ページ

研究者名	見出し	報道年月日	媒体
杉山 慶太	スイカ 軟エックス線照射 種ありから種無しに／食味も向上 福岡のメーカー委託生産	2011/8/3	日本農業新聞 10ページ
杉山 慶太	種なしできたね、富有柿 花粉にX線 ブランド化期待、久留米で初収穫 【西部】	2009/11/4	朝日新聞 朝刊 22ページ 絵写表有
杉山 慶太	「種なしスイカ」量産へ道 北農研、花粉の長期保存に成功 /北海道	2009/7/15	朝日新聞 朝刊 26ページ 絵写表有
杉山 慶太	<ひと 2009>杉山慶太さん*種なしスイカ普及に取り組む北海道農業研究センター 上席研究員	2009/7/6	北海道新聞朝刊全道 3ページ写
杉山 慶太	スイカ花粉 長期冷凍保存可能に／北海道 農研センター 「種なし」省力栽培	2009/6/12	日本農業新聞 10ページ
杉山 慶太	種なしスイカ普及に道 北農研、花粉長期保存に成功 5県が栽培＝北海道	2009/6/6	東京読売新聞 朝刊 26ページ写
杉山 慶太	種なしスイカ：普及に光 花粉を長期保存→大量生産可能にー北農研が新技術	2009/6/5	毎日新聞 北海道朝刊 30ページ
杉山 慶太	種なしスイカの花粉*長期保存技術を開発*北農研	2009/6/5	北海道新聞朝刊全道 4ページ写
杉山 慶太	種なしスイカの研究	2009/7/17	モーニングサンドイッチ(FMラジオ ドラマシティ)
杉山 慶太	種なしスイカ生産のための「花粉長期冷凍保存技術」について	2009/6/5	いちおしニュース(北海道テレビ放送)
杉山 慶太	夏の味覚・スイカ	2010/7/4	北の植物研究所(FMアップル)
尾形 凡生	研究の現場から:「種なしスイカ」栽培成功 高知大・尾形教授と山根講師 /四国	2009/11/11	毎日新聞 地方版 24ページ

8. 獲得資金調査

研究者	採択課題名	実施年度	研究資金名	種別	役職	金額
田中 満稔	軟X線照射花粉を利用したヒュウガナツの種なし果実安定生産技術の開発	平成 21 年度	地域イノベーション創出総合支援事業	シーズ発掘資金(A)		2,000 千円

9. 受賞歴

該当なし。

10. 講演歴

研究者	講演名	講演会・シンポジウム名	場所	講演日
杉山 慶太	種なし果物生産の新しい技術	2009 年度第 5 回 HiNT セミナー	R & B パーク 札幌大通サテライト	2009/9/8
杉山 慶太	野菜・果樹をめぐる最近の話題「不活化花粉を用いた高品質種なし果物生産技術」	平成 21 年度北海道園芸研究談話会第 1 回例会	北海道大学 学術交流会館	2009/5/8
杉山 慶太	種なし果物生産の新しい技術	部分不活化花粉利用種無西瓜の生産	浙江大学 農業生物技術学院	2010/5/19
杉山 慶太	部分不活化花粉を使った種なしスイカの生産・普及の現状と展開	第 12 回ウリ科作物研究小集会(園芸学会)	日本大学生物資源科学部	2010/3/20

第6節 酵母由来中空バイオナノ粒子を用いる革新的超高感度バイオセンシング技術の開発

1. 論文

(1) 和文誌

2008年

- 【1】 谷澤 克行 『抗体提示型バイオナノカプセル(ZZ - BNC)の性状解析』, Drug Delivery System, 2008
- 【2】 谷澤 克行 『バイオナノカプセル・リポプレックス複合体の最適化』, Drug Delivery System, 2008
- 【3】 妹尾 昌治 『シスプラチン内包シアリルルイス X 修飾リポソームによる腫瘍選択的標的と副作用の低減化』, 生化学, 2008
- 【4】 妹尾 昌治 『中空ナノ粒子形成に対する HBV エンベロープ蛋白質粒子内部領域の影響』, 生化学, 2008
- 【5】 妹尾 昌治 『がん細胞内在化能を有する抗体に結合したリポソームを用いる腫瘍イメージング』, 生化学, 2008

2009年

- 【6】 谷澤 克行 『バイオナノカプセルのさまざまな応用』, ビタミン, 2009
- 【7】 谷澤 克行 『肝臓癌細胞に特異的な遺伝子デリバリーおよび分子イメージング』, Drug Delivery System, 2009

2010年

- 【8】 妹尾 昌治 『E - セレクチンを標的化した高濃度シスプラチン内包ナノリポソームによる抗癌剤の開発』, Drug Delivery System, 2010
- 【9】 妹尾 昌治 『標的指向性リポソームを利用した造影剤の開発』, 生化学, 2010

(2) 英文誌

2010年

- 【10】 Iijima, M (Iijima, Masumi)[1,2] ; Matsuzaki, T (Matsuzaki, Takashi)[1] ; Kadoya, H (Kadoya, Hiroyasu)[1] ; Hatahira, S (Hatahira, Satoko)[3] ; Hiramatsu, S (Hiramatsu, Shingo)[3] ; Jung, G (Jung, Gimán)[3] ; Tanizawa, K (Tanizawa, Katsuyuki)[1] ; Kuroda, S (Kuroda, Shun'ichi)[1,2], "Bionanocapsule-based enzyme-antibody conjugates for enzyme-linked immunosorbent assay", Analytical Biochemistry, 396, 257-261, 2010

2011年

- 【11】 Iijima, M (Iijima, Masumi)[1,2] ; Matsuzaki, T (Matsuzaki, Takashi)[2] ; Yoshimoto, N (Yoshimoto, Nobuo)[1] ; Niimi, T (Niimi, Tomoaki)[1] ; Tanizawa, K (Tanizawa, Katsuyuki)[2] ; Kuroda, S (Kuroda, Shun'ichi)[1,2], "Fluorophore-labeled nanocapsules displaying IgG Fc-binding domains for the simultaneous detection of multiple antigens.", Biomaterials, 32, 9011-9020, 2011
- 【12】 Iijima, M (Iijima, Masumi)[1,2] ; Kadoya, H (Kadoya, Hiroyasu)[2] ; Hatahira, S (Hatahira, Satoko)[3] ; Hiramatsu, S (Hiramatsu, Shingo)[3] ; Jung, GM (Jung,

Giman)[3] ; Martin, A (Martin, Aaron)[4] ; Quinn, J (Quinn, John)[4] ; Jung, J (Jung, Joohee)[5] ; Jeong, SY (Jeong, Seong-Yun)[5] ; Choi, EK (Choi, Eun Kyung)[5,6] ...詳細,
 "Nanocapsules incorporating IgG Fc-binding domain derived from Staphylococcus aureus protein A for displaying IgGs on immunosensor chips.", Biomaterials, 32, 1455-1464, 2011

2. 論文数、被引用数および h-index

	2003	2004	2005	2006	2007	2008	2009	2010	2011	2012	2013	h-index (WoS収録分のみ対象)	
成果論文リスト全体	0	0	0	0	0	5	2	3	2	1	3		3
和文誌	0	0	0	0	0	5	2	2	0	0	0		
英文誌	0	0	0	0	0	0	0	1	2	1	3		
内、WoS収録	0	0	0	0	0	0	0	1	2	0	0		

(注1) 「内、WoS収録」とは、トムソン・ロイター社 Web of Science に収録されている論文数を示す。

(注2) Web of Science を用いた調査は、2013年12月~2014年1月初旬にかけて実施し、その結果を掲載。

	2003	2004	2005	2006	2007	2008	2009	2010	2011	2012	2013
被引用数(各年)	0	0	0	0	0	0	0	0	3	9	13
被引用数(累積)	0	0	0	0	0	0	0	0	3	12	25

(注1) 「被引用数(各年)」はトムソン・ロイター社 Web of Science に収録されている論文が当該年に引用された件数を示す。「被引用数(累積)」は2003年から当該年までの「被引用数(各年)」の合計を示す。

(注2) Web of Science を用いた調査は、2013年12月~2014年1月初旬にかけて実施し、その結果を掲載。

3. 研究者・機関ランキング

当該課題に関連する領域の論文を研究者・機関で集計した結果を以下に示す。

順位	著者名	論文数
1	BANDYOPADHYAY A	4
1	BOSE S	4
3	BODHAK S	3
3	IWATA H	3
3	KURODA S	3
6	CHEN C	2
6	CHOI JW	2
6	DE CRESCENZO G	2
6	DENIZLI A	2
6	DUROCHER Y	2
6	FLANAGAN TC	2
6	HUANG N	2
6	IJIMA M	2
6	JOCKENHOEVEL S	2
6	JOLICOEUR M	2
6	KATO K	2
6	LEE W	2
6	LEE WH	2
6	NIIMI T	2
6	OH BK	2
6	TANIZAWA K	2
6	YAVUZ H	2
6	YOSHIMOTO N	2

順位	機関名	論文数
1	WASHINGTON STATE UNIV	5
2	KYOTO UNIV	3
2	OSAKA UNIV	3
4	ECOLE POLYTECH	2
4	NAGOYA UNIV	2
4	NATL INST ADV IND SCI TECHNOL	2
4	NATL RES COUNCIL CANADA	2
4	SOGANG UNIV	2
4	SW JIAOTONG UNIV	2
4	UNIV HOSP	2
4	UNIV PARIS 06	2
4	UNIV PITTSBURGH	2
4	UNIV WASHINGTON	2

(注1) 研究者は論文数 20 位以内（同順位含む）を示している。機関は上位 20 位を取ると論文数 1 件となる為、論文数 10 位以内（同順位含む）を示している。

(注2) 網掛けとなっている研究者名は当該課題に直接関与した研究者を表す。また、網掛けとなっている機関名は、それら研究者の所属機関（当該課題の研究期間終了時点）を表す。

(注3) 調査は、2013 年 12 月～2014 年 1 月初旬にかけて実施し、調査時点のデータ集計結果を加工。

なお、当該課題に関連する領域の論文は、トムソン・ロイター社の学術文献データベース Web of Science において、以下の条件で定義した。

条件 1： 論文発表年が左記のいずれかに該当	2002 年～2013 年
条件 2： Web of Science 分野が左記のいずれかに該当	ENGINEERING BIOMEDICAL MATERIALS SCIENCE BIOMATERIALS
条件 3： タイトル、概要、キーワードに左記のいずれかの語句を含む	PRIMARY ANTISERA BIONANOCAPSULES Oriented immobilization ANTIBODY IMMOBILIZATION Immunochemistry SIGNAL AMPLIFICATION
検索論文数	110 件

(注1) 「検索論文数」は条件 1～3 を全て満たす論文の件数を表す。「検索論文数」に含まれる論文を集計して研究者・機関ランキングを作成。

(注2) 検索論文数は、2013 年 12 月～2014 年 1 月初旬にかけて実施した調査時のデータ集計結果を加工。

4. 被引用数上位論文リスト

No.	論文タイトル	著者	出典	発表年	被引用数
12	Nanocapsules incorporating IgG Fc-binding domain derived from Staphylococcus aureus protein A for displaying IgGs on immunosensor chips	Iijima, M; Kadoya, H; Hatahira, S; Hiramatsu, S; Jung, GM; Martin, A; Quinn, J; Jung, J; Jeong, SY; Choi, EK; Arakawa, T; Hinako, F; Kusunoki, M; Yoshimoto, N; Niimi, T; Tanizawa, K; Kuroda, S	BIOMATERIALS, 32, 1455-1464	2011	12
10	Bionanocapsule-based enzyme-antibody conjugates for enzyme-linked immunosorbent assay	Iijima, M; Matsuzaki, T; Kadoya, H; Hatahira, S; Hiramatsu, S; Jung, G; Tanizawa, K; Kuroda, S	ANALYTICAL BIOCHEMISTRY, 396, 257-261	2010	9
11	Fluorophore-labeled nanocapsules displaying IgG Fc-binding domains for the simultaneous detection of multiple antigens	Iijima, M; Matsuzaki, T; Yoshimoto, N; Niimi, T; Tanizawa, K; Kuroda, S	BIOMATERIALS, 32, 9011-9020	2011	4

(注) 研究実施期間以降 (2008 年以降) の論文については、網掛けで表示している。

5. 特許

公開番号	発明の名前	出願人	発明者	出願日	登録番号
特開 2003-286199	タンパク質中空ナノ粒子を用いる肝臓疾患治療用薬剤	科学技術振興事業団	黒田 俊一, 谷澤 克行, 近藤 昭彦, 上田 政和, 妹尾 昌治, 岩薨 秀彦	2002/3/29 (※)	
特開 2003-286189	中空ナノ粒子を形成するタンパク質に疾患治療用の細胞導入物質を融合させた薬剤	科学技術振興事業団	黒田 俊一, 谷澤 克行, 近藤 昭彦, 上田 政和, 妹尾 昌治, 多田 宏子	2002/3/29 (※)	
特開 2004-175665	タンパク質中空ナノ粒子およびそれを用いた薬剤	独立行政法人 科学技術振興機構	黒田 俊一, 谷澤 克行, 近藤 昭彦, 上田 政和, 妹尾 昌治	2002/11/22 (※)	
特開 2004-002313	抗体を提示するタンパク質中空ナノ粒子を用いる治療薬剤およびタンパク質中空ナノ粒子	科学技術振興事業団	黒田 俊一, 谷澤 克行, 近藤 昭彦, 上田 政和, 妹尾 昌治, 岡島 俊英	2003/2/21 (※)	特許 4212921

公開番号	発明の名前	出願人	発明者	出願日	登録番号
特開 2004-277355	血友病治療用薬剤及びそれを用いた血友病治療方法	有限会社ビークル; ブイアイビー (ヴァーラム インターユニベルシテール インスティテュート フォア ビオテクノロジー) ブイジーダブリュ; デー. コーレン リサーチ ファウンデーション ブイジーダブリュ オンデルビース アン ナボルシング カンパス ガスチュイスベルグ ケー. ユー. リューベン	上田 政和, 黒田 俊一, 谷澤 克行, 妹尾 昌治, 近藤 昭彦, シエリー バンデンド リエッシュ, マリニー チュア	2003/3/17 (※)	
再公表 04-006664	非癌部肝臓組織が移植されたモデル動物およびその作製方法	独立行政法人科学技術振興機構	黒田 俊一, 谷澤 克行, 近藤 昭彦, 上田 政和, 妹尾 昌治	2003/7/14	
再公表 05-049824	生体構造認識部位を提示する中空ナノ粒子およびその生産方法、並びにその利用	独立行政法人科学技術振興機構	妹尾 昌治, 多田 宏子, 黒田 俊一, 谷澤 克行, 近藤 昭彦, 上田 政和	2004/11/19	

公開番号	発明の名前	出願人	発明者	出願日	登録番号
特開 2006-265152	癌治療用薬剤及びその作製方法	株式会社ビークル; 株式会社バイオ・タキソール; 国立大学法人 岡山大学	妹尾 昌治, 多田 宏子, 福田 隆之, 黒田 俊一, 谷澤 克行, 上田 政和, 近藤 昭彦, 浜田 博喜	2005/3/23	
再公表 05-095968	センシングツール	東レ株式会社	谷澤 克行, 黒田 俊一, 鄭 基晩, 秋山 英雄, 信正 均	2005/3/29	
特開 2007-107992	分析チップ	東レ株式会社	平松 紳吾, 鄭 基晩, 日笠 雅史, 山崎 義昭	2005/10/13	
特開 2007-121276	基板およびその製造方法	東レ株式会社	平松 紳吾, 鄭 基晩, 畠平 智子, 金森 大典, 黒田 俊一, 谷澤 克行	2006/9/22	
特開 2007-127626	免疫学的測定用ナノ粒子	東レ株式会社	平松 紳吾, 鄭 基晩, 畠平 智子, 金森 大典, 黒田 俊一, 谷澤 克行	2006/9/25	
再公表 08-018555	低抗原性のHBsAg粒子及びその作製法	国立大学法人 岡山大学	山田 一朗, 妹尾 昌治, 多田 宏子	2007/8/9	特許 5147697
特開 2009-050182	ヒトおよびラットの細胞表面マーカー遺伝子を結合したDNAアレイとその用途	国立大学法人 岡山大学	妹尾 昌治	2007/8/24	

公開番号	発明の名前	出願人	発明者	出願日	登録番号
特開 2010-096677	抗体／抗原結合能を有する高感度免疫学測定用ナノ粒子	東レ株式会社; 国立大学法人大阪大学	平松 紳吾, 鄭 基晩, 黒田 俊一, 谷澤 克行, 飯嶋 益巳	2008/10/17	
特開 2013-021999	ウイルス粒子様ナノカプセル	国立大学法人 岡山大学; 国立 大学法人名古屋 大学	多田 宏子, 妹尾 昌治, 黒田 俊一	2011/7/25	

(※) 事業期間より前に出願されたが、本課題と関連性の高い特許。

6. 実用化・製品化

- 実用化：株式会社ビークル ウェスタンブロットィング用検出試薬キット「Easy-WESTERN イージーウェスタン」
- 実用化予定：東レ株式会社 タンパク質解析チップ（仮）

7. 報道

該当なし。

8. 獲得資金調査

研究者	採択課題名	実施年度	研究資金名	種別	役職	金額
妹尾 昌治	制がん剤封入型バイオ ナノ粒子による腫瘍標 的治療創薬	2009年度 ～2011年 度	科学研究費 補助金	基盤 研究 (B)	研究 代表 者	総額：18200 千円 2009年度： 6500千円（直 接経費：5000 千円，間接経 費：1500千円） 2010年度： 5850千円（直 接経費：4500 千円，間接経 費：1350千円） 2011年度： 5850千円（直 接経費：4500 千円，間接経 費：1350千円）

9. 受賞歴

該当なし。

10. 講演歴

研究者	講演名	講演会・シンポジウム名	場所	講演日
谷澤 克行	Development of versatile bionanocapsules displaying immunoglobulin-binding domains for application to immunosensors	Olomouc Biotech 2013 Plant Biotechnology: Green for Good II	チェコ共和国オ ロモウツ市パラ ツキー大学	2013/6/19
妹尾 昌治	脳腫瘍をピンポイントで 標的するバイオナノカプ セルの開発	地域新生コンソーシア ム研究開発事業成果普 及セミナー 2007		2007/1/1
妹尾 昌治	バイオナノ粒子による局 所的体内バイオイメー ジング法の開発	医療・福祉・健康関連ミ クロものづくり共同研 究事業成果発表会 2007		2007/1/4

研究者	講演名	講演会・シンポジウム名	場所	講演日
妹尾 昌治	バイオナノカプセルによるピンポイント DDS	広域的新事業支援ネットワーク拠点重点強化事業 販路開拓支援事業 「大学発ベンチャー合同発表会 2007」 2007		2007/1/5
妹尾 昌治	腫瘍標的のための DDS ベクターの分子デザイン	産学連携による医療機器・バイオ産業クラスター・知的クラスター創成ー中国地域の取り組みと課題ー 2007		2007/1/8
妹尾 昌治	腫瘍マーカーの探索と能動的ターゲティング	高度医療都市を創出する未来技術シンポジウム:先端テクノロジーの総合戦略ーがんと感染症を考えるー 2008		2008/1/14
妹尾 昌治	B型肝炎ウイルスエンベロープ蛋白質によるウイルス様粒子形成に TM1 ヘリックスは不必要である。	第8回日本蛋白質科学会年会 2008		2008/1/21
妹尾 昌治	Development of Bio-nanocapsule: a cell/tissue specific targeting carrier	Special Lecture for PhD Course 2008		2008/1/24
妹尾 昌治	中空ナノ粒子形成に対する HBV エンベロープ蛋白質粒子内部領域の影響	第31回日本分子生物学会年会 2008		2008/2/3

第7節 沖縄産シクワシャー由来のメタボリックシンドローム予防食品の開発

1. 論文

(1) 和文誌

2007年

- 【1】 杳岡樹子、松尾美樹、太田千穂、山口恵美、太田英明、古賀信幸 『Pentamethoxyflavone類のラット肝ミクロゾームによる代謝』, 中村学園大学・中村学園短期大学研究紀要(0), 38, 273-278, 2007

2008年

- 【2】 太田千穂、松尾美樹、杳岡樹子、山口恵美、太田英明、古賀信幸、 『植物成分 apigenin の動物肝ミクロゾームによる代謝』, 中村学園大学・中村学園短期大学研究紀要(0), 40, 173-179, 2008

(2) 英文誌

2006年

- 【3】 K. Ozaki, Y. Ishii, N. Koga, Y. Nogata, M. Yano, H. Ohta, "Quantification of nobiletin and tangeretin in citrus by micellar electrokinetic capillary chromatography", Food Sci. Technol. Res.(0.38), 12(4), 284-269, 2006

2007年

- 【4】 Nobuyuki Koga, Miki Matsuo, Chiho Ohta, Koichi Haraguchi, Mikiko Matsuoka, Yoshihisa Kato, Toshinao Ishii, Masamichi Yano, Hideaki Ohta, "Comparative study on nobiletin metabolism with liver microsomes from rats, guinea pigs and hamsters and rat cytochrome P450", Biological & Pharmaceutical Bulletin(1.317), 30(12), 2317-2323, 2007
- 【5】 Yoichi Nogata, Hideaki Ohta, Thoshinao Ishii, Keizo Sekiya, "Isolation of eriocitrin(eriodyctyol7-0-rutinoside) as an arachidonate lipoxygenase inhibitor from Lumine fruit(Citrus lumia) and its distributu in Citrus species", Juyrnal of Science od Food and Agriculture(0.996), 87, 82-89, 2007
- 【6】 Makiko Takenaka, Kazuko Nakayama, Seiichiro Isobe, Kana Ozaki, Kazuna Miyagi, Hidekazu Sumi, Yoshihito Toume Saeko Morine Hideaki Ohta, "Effect of extraction method on yield and quality of Citrus depressa juice", Food Sci. Technol. Res.(0.38), 13(4), 281-185, 2007

2. 論文数、被引用数および h-index

	2003	2004	2005	2006	2007	2008	2009	2010	2011	2012	2013	h-index (WoS収録分のみ対象)
成果論文リスト全体	0	0	0	1	4	1	0	0	0	0	0	
和文誌	0	0	0	0	1	1	0	0	0	0	0	
英文誌	0	0	0	1	3	0	0	0	0	0	0	
内、WoS収録	0	0	0	1	3	0	0	0	0	0	0	3

(注1) 「内、WoS収録」とは、トムソン・ロイター社 Web of Science に収録されている論文数を示す。

(注2) Web of Science を用いた調査は、2013年12月~2014年1月初旬にかけて実施し、その結果を掲載。

	2003	2004	2005	2006	2007	2008	2009	2010	2011	2012	2013
被引用数(各年)	0	0	0	0	1	0	3	3	4	7	1
被引用数(累積)	0	0	0	0	1	1	4	7	11	18	19

(注1) 「被引用数(各年)」はトムソン・ロイター社 Web of Science に収録されている論文が当該年に引用された件数を示す。「被引用数(累積)」は2003年から当該年までの「被引用数(各年)」の合計を示す。

(注2) Web of Science を用いた調査は、2013年12月~2014年1月初旬にかけて実施し、その結果を掲載。

3. 研究者・機関ランキング

当該課題に関連する領域の論文を研究者・機関で集計した結果を以下に示す。

順位	著者名	論文数	順位	機関名	論文数
1	HO CT	20	1	NATL TAIWAN UNIV	25
2	CHOU CC	17	2	RUTGERS STATE UNIV	21
3	OHTA H	12	3	NATL RES INST BREWING	18
4	LI SM	9	4	KAGOSHIMA UNIV	11
5	KITAMOTO N	8	5	NAKAMURA GAKUEN UNIV	10
6	KIM JH	7	6	CHEJU NATL UNIV	9
7	CRAPISTE GH	6	6	KYUNG HEE UNIV	9
7	JAYAPRAKASHA GK	6	8	UNIV RYUKYUS	8
7	KATO M	6	8	USDA ARS	8
7	PAN SY	6	10	HIROSHIMA UNIV	7
7	XU XY	6	10	MEIJO UNIV	7
7	YOSHINO-YASUDA S	6	10	NATL CHUNG HSING UNIV	7
13	AKITA O	5	13	HUAZHONG AGR UNIV	6
13	GIRI A	5	13	SEOUL NATL UNIV	6
13	KOGA N	5	13	TOKYO UNIV MARINE SCI TECHNOL	6
13	LUTHRIA DL	5	13	UNIV MASSACHUSETTS	6
13	MIYAKE Y	5	13	UNIV MURCIA	6
13	OHSHIMA T	5	13	UNIV TOKYO	6
13	OKAMOTO A	5			
13	WATANABE T	5			
13	XIAO H	5			
13	YAO XL	5			

(注1) 研究者・機関共に論文数20位以内(同順位含む)を示している。

(注2) 網掛けとなっている研究者名は当該課題に直接関与した研究者を表す。また、網掛けとなっている機関名は、それら研究者の所属機関(当該課題の研究期間終了時点)を表す。

(注3) 調査は、2013年12月~2014年1月初旬にかけて実施し、調査時点のデータ集計結果を加工。

なお、当該課題に関連する領域の論文は、トムソン・ロイター社の学術文献データベース Web of Science において、以下の条件で定義した。

条件 1： 論文発表年が左記のいずれかに該当	2002 年～2013 年	
条件 2： Web of Science 分野が左記のいずれかに該当	FOOD SCIENCE TECHNOLOGY	
条件 3： タイトル、概要、キーワードに左記のいずれかの語句を含む	tangeretin eriodictyol nobiletin	Koji arachidonate extractor
検索論文数	235 件	

(注 1) 「検索論文数」は条件 1～3 を全て満たす論文の件数を表す。「検索論文数」に含まれる論文を集計して研究者・機関ランキングを作成。

(注 2) 検索論文数は、2013 年 12 月～2014 年 1 月初旬にかけて実施した調査時のデータ集計結果を加工。

4. 被引用数上位論文リスト

No.	論文タイトル	著者	出典	発表年	被引用数
4	Comparative study on nobiletin metabolism with liver microsomes from rats, guinea pigs and hamsters and rat cytochrome P450	Koga, N; Matsuo, M; Ohta, C; Haraguchi, K; Matsuoka, M; Kato, Y; Ishii, T; Yano, M; Ohta, H	BIOLOGICAL & PHARMACEUTICAL BULLETIN, 30, 2317-2323	2007	11
6	Effect of extraction method on yield and quality of Citrus depressa juice	Takenaka, M; Nanayama, K; Isobe, S; Ozaki, K; Miyagi, K; Sumi, H; Toume, Y; Morine, S; Ohta, H	FOOD SCIENCE AND TECHNOLOGY RESEARCH, 13, 281-285	2007	3
3	Quantification of nobiletin and tangeretin in citrus by micellar electrokinetic capillary chromatography	Ozaki, K; Ishii, T; Koga, N; Nogata, Y; Yano, M; Ohta, H	FOOD SCIENCE AND TECHNOLOGY RESEARCH, 12, 284-289	2006	3
5	Isolation of eriocitrin (eriodictyol 7-O-rutinoside) as an arachidonate lipoxygenase inhibitor from Lumie fruit (Citrus lumia) and its distribution in Citrus species	Nogata, Y; Ohta, H; Ishii, T; Sekiya, K	JOURNAL OF THE SCIENCE OF FOOD AND AGRICULTURE, 87, 82-89	2007	2

5. 特許

該当なし。

6. 実用化・製品化

- 大きな枠組みで協力して頂いたアークレイ株式会社からシイクワシャー粉末のカプセルをビレチンとの名称で開発事業化ができています。

(<http://ebn.arkray.co.jp/products/shiikuwasha-extract/> 参照。)

7. 報道

該当なし。

8. 獲得資金調査

該当なし。

9. 受賞歴

該当なし。

10. 講演歴

該当なし。

第8節 超小型豚の品種特性の改善とその利用法の開発

1. 論文

当該課題においては、成果論文が存在しないため、論文リストについては集計していない。

2. 論文数、被引用数および h-index

当該課題において Web of Science に収録されている成果論文が存在しないため、被引用数については集計していない。

3. 研究者・機関ランキング

当該課題において Web of Science に収録されている成果論文が存在しないため、研究者・機関ランキングについては集計していない。

4. 被引用数上位論文リスト

当該課題において Web of Science に収録されている成果論文が存在しないため、被引用数については集計していない。

5. 特許

該当なし。

6. 実用化・製品化

- マイクロミニピッグ (MMP)として実験用動物として市場投入した。

7. 報道

研究者名	見出し	報道年月日	媒体
桑原 康	医学研究用動物 豚に注目	2009/10/30	朝日新聞

8. 獲得資金調査

研究者	採択課題名	実施年度	研究資金名	種別	役職	金額
桑原 康	医療用 SPF ブタ 開発 (富士マイ クラ株式会社)	平成 23 年～ 平成 27 年度	実用化挑戦タイ プ 中小・ベン チャー開発	科学技 術 振 興 機構		5 年度 総額 2.89 億 円 (JST 拠出)
桑原 康	動物資源高度利 用 (富士マイク ラ株式会社)	平成 23 年度	緑と水の環境技 術革命プロジェ クト	農 林 水 産省		1600 万円

9. 受賞歴

該当なし。

10. 講演歴

該当なし。

第9節 動物性タンパク質分解物を利用した機能性ペットフード素材の開発

1. 論文

(1) 和文誌

2009年

- 【1】 有原 圭三 『食肉・食肉製品の機能性研究—とくに食肉タンパク質由来のペプチドについて—』, 食肉の科学, 2009
- 【2】 有原 圭三 『ペプチドを利用したペットフード例』, 機能性ペプチドの最新応用技術(書籍), 2009

2010年

- 【3】 有原 圭三 『鶏肉あるいは鯉肉をパパインで分解して調製したペプチド性キャットフード素材の嗜好性に対する影響』, ペット栄養学会誌, 2010

2013年

- 【4】 有原 圭三 『ペットフード市場を探る ペプチド性素材を利用した新しい機能性ペットフードの開発~「a-iペプチド」配合キャットフード『MiawMiaw』~』, 食品工業, 2013

2. 論文数、被引用数および h-index

	2003	2004	2005	2006	2007	2008	2009	2010	2011	2012	2013	h-index (WoS収録分のみ対象)	
成果論文リスト全体	0	0	0	0	0	0	2	1	0	0	1		
和文誌	0	0	0	0	0	0	2	1	0	0	1		
英文誌	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0		
内、WoS収録	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	

(注1) 「内、WoS収録」とは、トムソン・ロイター社 Web of Science に収録されている論文数を示す。

(注2) Web of Science を用いた調査は、2013年12月~2014年1月初旬にかけて実施し、その結果を掲載。

当該課題において Web of Science に収録されている成果論文が存在しないため、被引用数については集計していない。

3. 研究者・機関ランキング

当該課題において Web of Science に収録されている成果論文が存在しないため、研究者・機関ランキングについては集計していない。

4. 被引用数上位論文リスト

当該課題において Web of Science に収録されている成果論文が存在しないため、被引用数上位論文リストについては集計していない。

5. 特許

公開番号	発明の名前	出願人	発明者	出願日	登録番号

公開番号	発明の名前	出願人	発明者	出願日	登録番号
特開 2010-099001	コラーゲンを原料とする保健的機能性と嗜好性向上効果を備えた食品・ペットフード素材	学校法人北里 研究所	有原 圭三, 新井 健夫, 大畑 素子, 石川 伸一, 伊藤 良	2008/10/23	
特開 2009-022206	抗ストレス作用と嗜好性向上効果を備えたペプチド性ペットフード素材	学校法人北里 研究所	有原 圭三	2007/07/19	
特願 2013-127765	ペプチドを利用した抗ストレス作用と嗜好性に優れたペットフード	学校法人北里 研究所	有原 圭三	2013/6/18	

6. 実用化・製品化

- 鶏肉や魚肉を酵素分解して得たペプチド素材を配合した付加価値の高いキャットフード「MiawMiaw（ミャウミャウ）カリカリ小粒タイプ」（製品ラインナップは現在 14 種類）（株式会社フード・ペプタイドおよびアイシア株式会社による）。

7. 報道

該当なし。

8. 獲得資金調査

研究者	採択課題名	実施年度	研究資金名	種別	役職	金額
有原 圭三	副産物コラーゲンを利用した嗜好性と保健的機能性に優れた新規食品素材の開発	2009 年度～ 2011 年度	科学研究費補助金	基盤研究(B)	研究代表者	総額：19890 千円 2009 年度： 13260 千円 (直接経費： 10200 千円， 間接経費： 3060 千円) 2010 年度： 3510 千円 (直接経費： 2700 千円， 間接経費： 810 千円) 2011 年度： 3120 千円 (直接経費： 2400 千円， 間接経費： 720 千円)

9. 受賞歴

該当なし。

10. 講演歴

該当なし。