

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 26 年度）

平成 27 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	6
第1節 本事業における研究目的	6
第2節 事業終了後の研究状況	9
第3節 研究・技術開発成果の波及効果	13
第4節 事業がなかった場合の影響	17
第5節 事業の制度設計について	23
第3章 詳細調査	27
第1節 安全な国産エビ(バナメイ)生産技術のシステム化	27
第2節 リン資源の再利用技術とリサイクルシステムの開発	50
第3節 電気化学計測技術を用いた受精卵品質評価システムの開発と実用化	73
第4章 総合とりまとめ	93
第1節 研究成果の概要	93
第2節 成果の普及・活用状況	94
第3節 外部資金の獲得状況	97
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	99
第5章 資料編	100
第1節 安全な国産エビ(バナメイ)生産技術のシステム化	100
第2節 環境保全型病害防除技術の核となる広スペクトル微生物農薬の開発	109
第3節 植物由来のディフェンシブ蛋白質を利用した新規抗菌剤の開発	122
第4節 セルロース系バイオマスの複合的変換技術の開発	127
第5節 伝統的醗酵産業を再生する革新的で安全なバイオプロセスの開発	136
第6節 リン資源の再利用技術とリサイクルシステムの開発	157
第7節 砂糖及びセルロースを原料とする酵素合成アミロースの製造と利用	169
第8節 低アレルギー大豆加工食品の開発と製造・流通システムの構築	177
第9節 電気化学計測技術を用いた受精卵品質評価システムの開発と実用化	188
第10節 天敵誘引剤・活性化剤を用いた害虫管理	209

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 20 年度に終了した全課題、総数 10 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、総括責任者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および総括責任者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／総括責任者※ (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	安全な国産エビ(バナメイ)生産技術のシステム化	マーシー・ニコル・ワイルダー (独立行政法人国際農林水産業研究センター)
		環境保全型病害防除の核となる広スペクトル微生物農薬の開発	竹中 重仁 (独立行政法人農業・生物系特定産業技術研究機構北海道農業研究センター)
		植物由来のディフェンシン蛋白質を利用した新規抗菌剤の開発	川田 元滋 (独立行政法人農業・生物系特定産業技術研究機構中央農業総合研究センター)
		セルロース系バイオマスの複合的変換技術の開発	天野 良彦 (信州大学工学部)
		伝統的醗酵産業を再生する革新的で安全なバイオプロセスの開発	近藤 昭彦 (神戸大学工学部)
		リン資源の再利用技術とリサイクルシステムの開発	大竹 久夫 (大阪大学大学院工学研究科)
		砂糖及びセルロースを原料とする酵素合成アミロースの製造と利用	鷹羽 武史 (江崎グリコ株式会社 生物化学研究所)
	起業化促進型	低アレルギー大豆加工食品の開発と製造・流通システムの構築	小川 正 (関西福祉科学大学 健康福祉学部)
		電気化学計測技術を用いた受精卵品質評価システムの開発と実用化	阿部 宏之 (東北大学 先進医工学研究機構)
		天敵誘引剤・活性化剤を用いた害虫管理	高林 純示 (京都大学 生態学研究センター)

※技術コーディネーター：異分野融合研究開発型の代表者、総括責任者：起業化促進型の代表者

(2) 調査の種類

- 概況調査（アンケート調査） 全 10 課題
- 概況調査（文献等検索調査） 全 10 課題
- 詳細調査（ヒアリング等） 3 課題
- 詳細調査（外部有識者からの意見聴取） 3 課題
- 総合とりまとめ（本年度調査結果の分析・考察）

(3) 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 1 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 2 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（57 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 21 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

¹ <http://kaken.nii.ac.jp/>

〔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2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3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〕

- 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 21 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4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 3 課題を対象にヒアリングを行い、下記のとりまとめを行った。

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
安全な国産エビ(バナメイ)生産技術のシステム化	マーシー・ニコル・ワイルダー	独立行政法人国際農林水産業研究センター	主任研究員
リン資源の再利用技術とリサイクルシステムの開発	大竹 久夫	大阪大学大学院工学研究科	教授
電気化学計測技術を用いた受精卵品質評価システムの開発と実用化	阿部 宏之	山形大学大学院理工学研究科	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／総括責任者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5段階 詳細調査（外部有識者からの意見聴取）

上記3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、3名決定した。

- 過年度の選考・評価委員会委員のうち、追跡調査で外部有識者としての執筆経験のある方
- 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（敬称略）

課題名	有識者	所属
安全な国産エビ(バナメイ)生産技術のシステム化	竹内 俊郎	東京海洋大学大学院海洋科学技術研究科
リン資源の再利用技術とリサイクルシステムの開発	梅津 憲治	大塚化学株式会社
電気化学計測技術を用いた受精卵品質評価システムの開発と実用化	佐藤 英明	独立行政法人家畜改良センター

外部有識者の方には、電話または E-mail 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 6 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 7 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）（300 部）をとりまとめた。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 10 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 10 課題それぞれの技術コーディネーター／総括責任者全員及び研究者、合計 41 名からの回答を得た。

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、波及効果および人材育成効果にあつては、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／育成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、「②農林水産業で利用できる新しい技術を開発する」に当てはまるという回答が 91%で、スコア平均は 4.65 と最も高い。次いで、「①新しい製品を開発する」、「③生物関連産業で利用可能な新しい技術を創出する」、が 4.55、4.29 と続く。本事業の研究目的として、実用化を目的とした技術開発研究という性質が強いことが伺える。

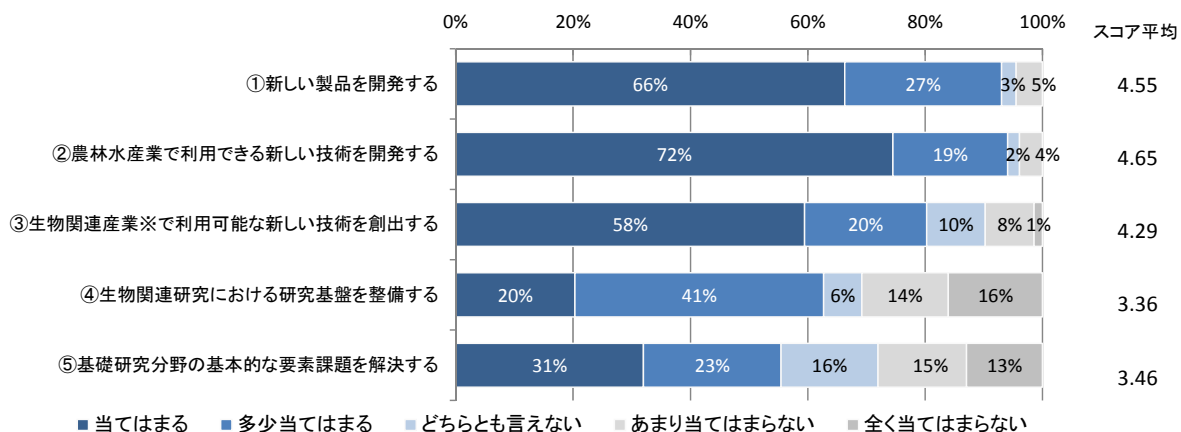


図 2-1 当初の研究目的の方向性

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」のスコアは4.15、「②事業の期間」が4.34といずれも高スコアであり、資金総額と実施期間の両方が本研究への応募動機となっている。

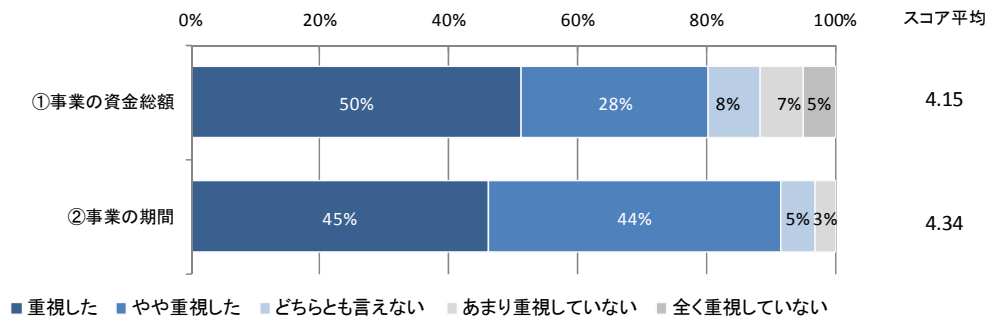


図 2-2 事業応募時の状況

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」との回答が39%で最も多く、応募された研究課題の多くが、基礎的な性格が強いことを表している。次いで、「⑦他の制度への応募を検討しなかった」が32%、「③経済産業省・関連機関（中小企業庁、NEDOを含む）の制度について応募を検討した」が22%と続いている。

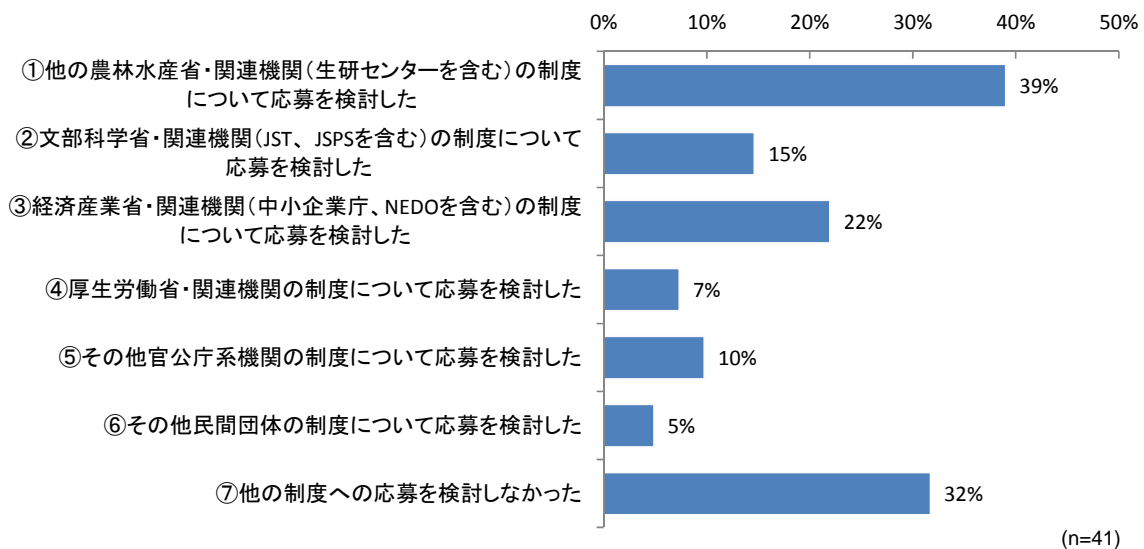


図 2-3 応募を検討した研究資金

なお、上記制度への応募を検討したが、実際には応募をしなかった理由として、以下のような回答があった。

- 本事業が研究テーマに合致しており、他の検討が不要だった
 - 本事業の前に他の制度で基礎研究を行っており、本事業では、実際に事業化するための大量

生産技術や、安全性などを重視しており、本制度の応募対象として最も適切であると考えたため。

- 食品関連で、新しい技術で新しい物を生み出すことを目的とした為に、その他の制度を検討しなかった。
- 研究テーマが他の制度の要件とは合わなかった
 - 他の制度には課題内容が合わないと判断したため。
 - 他の制度では採択される可能性が低いため（趣旨が合わない）。
 - 他の制度では研究テーマに相応しいものがなかった。
 - 研究課題にマッチしたものが見つからなかったため。
- 自発的に制度への応募はそもそも行っていない
 - コンソーシアムのリーダーから誘いを受け共同研究に参画した経緯があり、他の制度応募は検討しなかった。
 - 農林水産省の研究機関から協力を要請されたため。
- 他の制度には既に採択済みであった
 - すでに NEDO、経済産業省、RITE、JST やトヨタ財団などから研究費を得ており、新たに応募できる制度がなかった。

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」との回答が68%、スコア平均は3.82となった。「②関連分野に研究・技術開発が拡大・発展している」の回答は55%であり、スコア平均は3.57である。資金の獲得状況に関わらず、多くの研究が継続的に発展していると推測される。

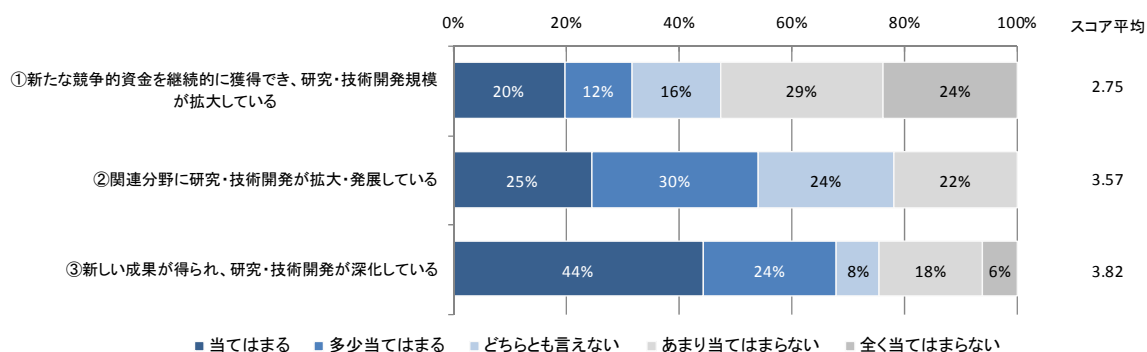


図 2-4 研究の継続・発展状況

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3.63で最も高く、「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3.49と続いている。本事業に参画した研究者を中心に研究が継続的に発展していることが伺える。

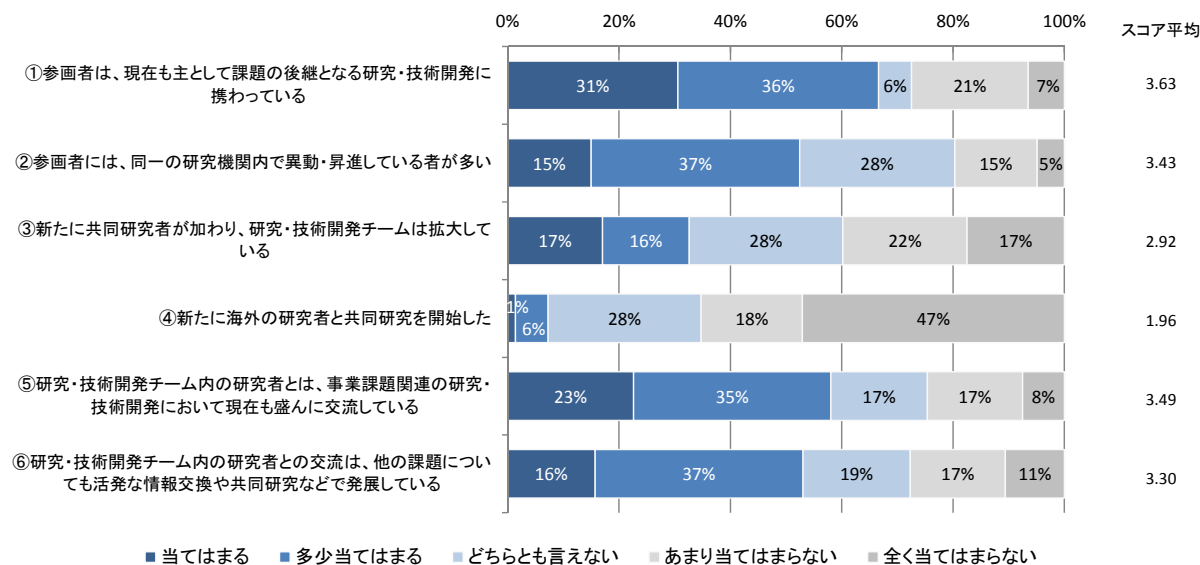


図 2-5 研究・技術開発チームの状況

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 3.66、「③生物関連産業に応用可能な技術・手法を開発した」が 3.60、「②農林水産業に普及可能な技術を開発した」が 3.46 であり、実用化に向けた技術開発研究が進展している様子が伺える。

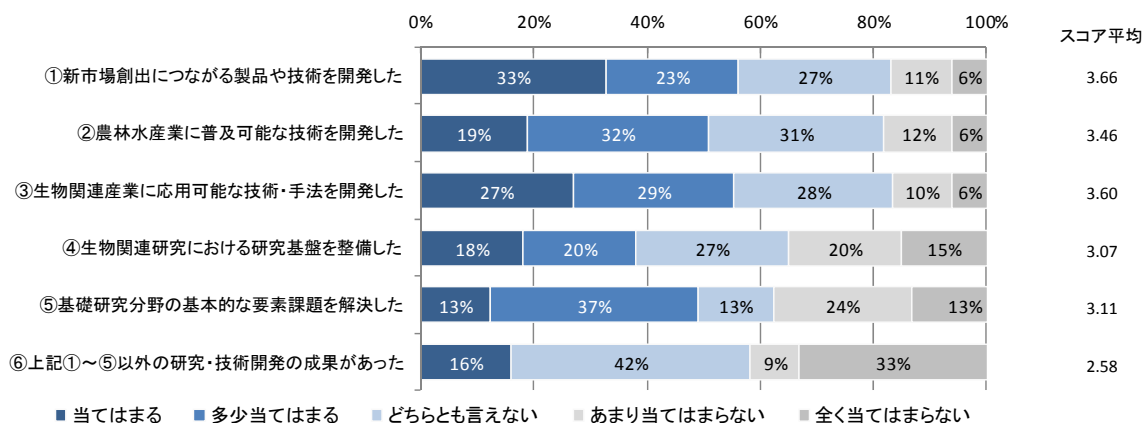


図 2-6 事業終了以降の主な研究・技術成果

「⑥上記①～⑤以外の研究・技術開発の成果があった」について、以下のような回答があった。

- 画期的な「屋内型エビ生産システム」を開発することが出来た。このシステムでは、淡水に近い条件で海産のエビを養殖することが出来、閉鎖循環式のため、環境へのインパクトが皆無である。本技術を応用した、魚に関する研究開発にも取り組んでいる。
- 製品化を目標としていた植物由来の抗菌性タンパク質の生物効果を把握することができた。
- 製造並びに分析手法で他案件に応用又は試験出来るものがあった。
- 当初想定していた重電分野にとどまらず、弱電分野にも技術開発が及んだ。
- アーミング酵母を使用して、セルロース原料からエタノールの効率的な生産方法を開発した。
- 下水道からのリン資源リサイクルの技術を確立した。
- 持続的リン利用という問題が、世の中に知られ始める切っ掛けになった。
- 農林水産業分野だけでなく、工業・医薬品にも応用可能な基盤技術の開発につながった。
- 市場に製品を出せるようになり、一定の評価を得られるようになりつつある。今後はさらに広めていきたい。

実用化された製品・事業について、以下のような回答があった。

- 「屋内型エビ生産システム」が株式会社アイ・エム・ティーによって新潟県妙高市で商業運転されている。
- 本事業において事業化につながる微生物製剤のプロトタイプが開発できたため、終了後は参画機関の一つであるホクサンが微生物製剤の実用化の研究を継続した。しかし、製品化するためには、当該微生物の培養法の低コスト化をより一層図らなければならないことから、農研機構と新たな民間企業との連携により、再度低コスト化に向けた研究開発を継続している。現在、当該研究を加速化させるために、新たな外部資金獲得を目指している。
- 一度、土壌診断用バイオセンサー「Soil Dock」として製品化を行ったものの、製品は思った程販売できずに、製造・販売の中止に追い込まれた。
- この成果により、世界に先駆けて産官学連携のリン資源リサイクル推進協議会が設立され、わが国における持続的リン利用の戦略的取り組みが開始されたことに重要な意味がある。リン回収剤として「リントル」が参加企業の小野田化学工業株式会社から商品化された。
- 本事業で開発した製造技術によって、酵素合成アミロースの量産化技術を確立した。
- 2013年に酵素合成アミロースなどの製品を販売する会社「株式会社ピーエスバイオテック」が設立され、同社から試薬名「酵素合成アミロース」を販売しており、販売実績もあげている（株式会社ピーエスバイオテック HP: <http://www.ps-biotec.com/>)
- アレルゲンを低減化した大豆品種（なごみまる）を用いて味噌、納豆、クッキー、即席みそ汁を製造した。それらの開発・流通販売に関わる合名会社「低アレルギー食品開発研究所」を設立した。
- 受精卵呼吸測定装置（HV-405）

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 4.18 で最も高く、次いで「②農林水産業に普及可能な技術を開発する」が 3.98、「③生物関連産業に応用可能な技術・手法を開発する」が 3.89 と続き、実用化を視野に入れた技術開発研究に多くの課題で意欲的であることが伺える。

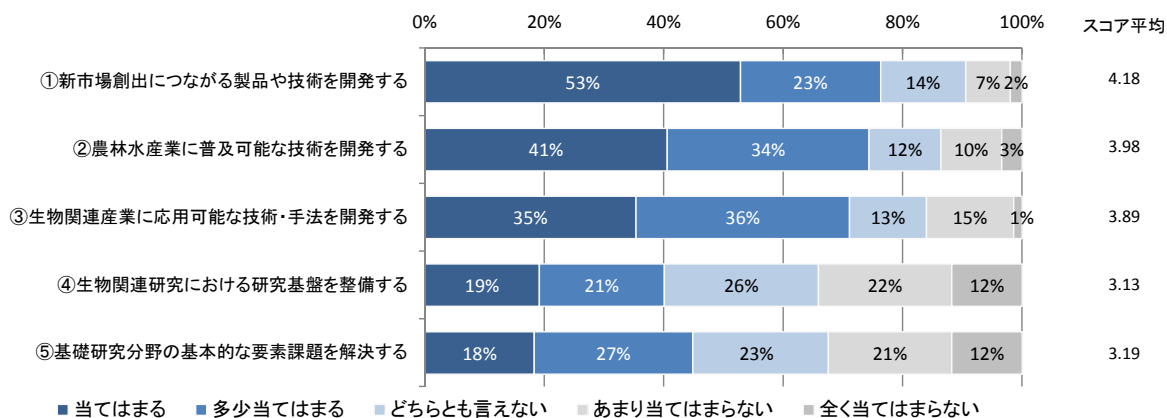


図 2-7 今後の研究の方向性

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」のスコア平均が 2.79 で最も高く、波及効果が生じているとの回答は 66%となった。次いで「⑤関連分野に参入する研究者が増加する等により、研究者層が厚みを増した」が 2.57、「⑥本研究・技術開発の成果をきっかけに、研究・技術開発基盤の整備がなされた」が 2.49、「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 2.39 と続いた。基礎・基盤的研究分野における深化と他分野への発展の両面で波及効果が得られている。

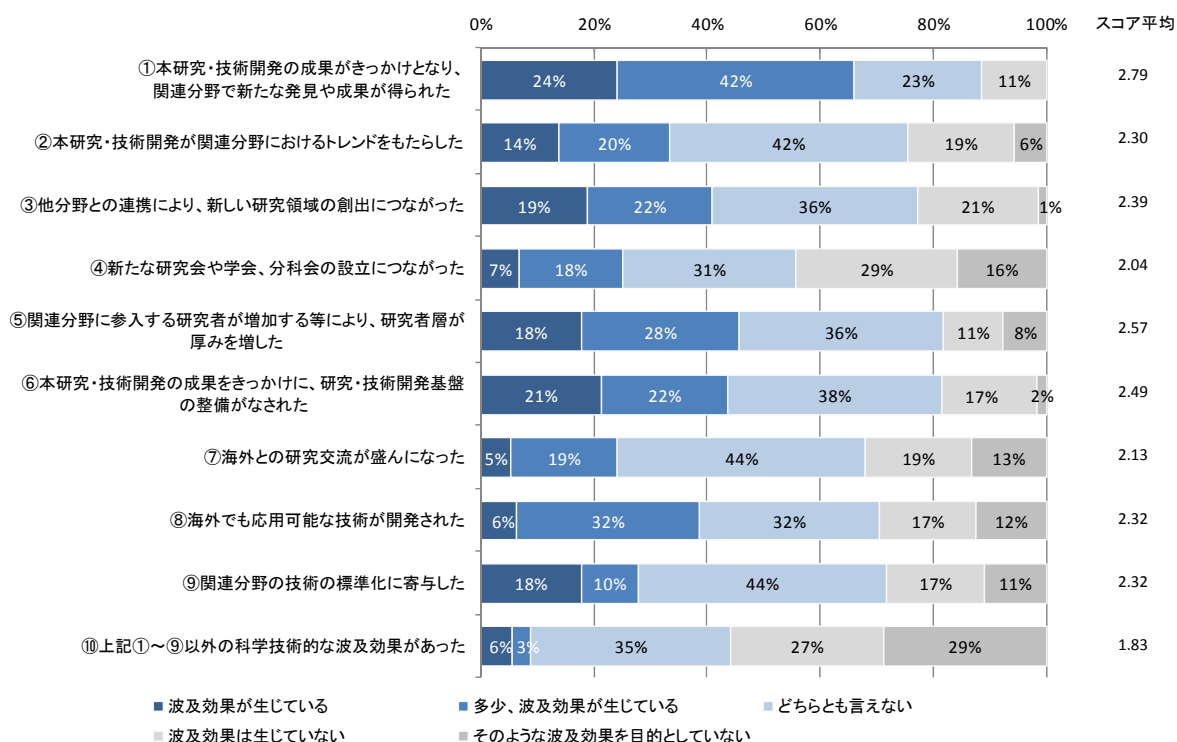


図 2-8 科学技術的波及効果

「⑩上記①～⑨以外の科学技術的な波及効果があった」について、以下のような回答があった。

- 開発した技術をモンゴルで展開することになった。
- 陸上養殖に関する事業取り組みに関する施策
- (例えて言うと) 双葉が芽吹いたものの、その後生育が停滞し、枯れてしまったという状況。双葉が芽吹いた段階でもう少しの力不足、もう少しの援助が欲しかったと感じている。
- 経済学や社会科学の分野に、持続的リン利用の問題を研究する人たちが出てくるようになった。

2. 経済産業的波及効果

経済産業的波及効果では、「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」のスコア平均が2.45で最も高く、次いで「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2.40、「②農林水産業に利用可能な新技術の普及につながった」が2.28と続いた。スコア平均は全体的に低く、本事業の研究目的が基礎・基盤的な研究および将来的な実用化を視野に入れた技術開発研究である性質が強く、経済産業的波及効果を及ぼすには時間がかかることが伺える。

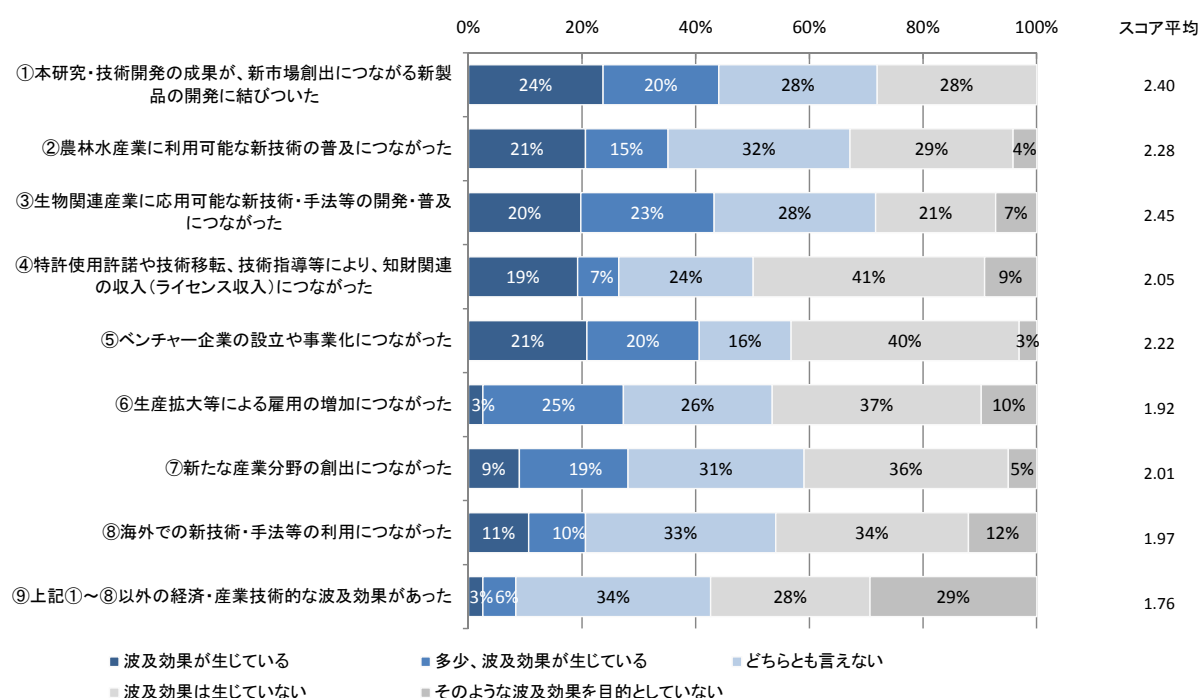


図 2-9 経済産業的波及効果

「⑨上記①～⑧以外の経済・産業技術的な波及効果があった」について、以下のような回答があった。

- 海外における事業施設建設につながった
- 事業化はまだであるが、大学内に寄付研究部門が設立され、実用化研究が推進され、事業化の一手手前まで来ている。
- リン資源リサイクル推進協議会へ、下水道協会、日本肥料アンモニア協会、全農など13団体、民間企業65社が参加し、持続的リン利用とくに二次資源からのリン回収再利用事業に連携して取組むことが可能になった。
- 海外でも販売を行いたいですが、海外へ技術を出すことは考えておりません。

3. 社会的波及効果

社会的波及効果では、「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」のスコア平均が2.37で最も高く、次いで「⑤日本の国際貢献につながった」が2.02と続くが、全般的にスコア平均は低い結果となった。経済産業的波及効果と同様に、本事業の研究目的が将来的な実用化を視野に入れた技術開発研究であること、あるいは実用化してからの期間が数年と短いことから、実社会に影響を及ぼすには時間がかかることが伺える。

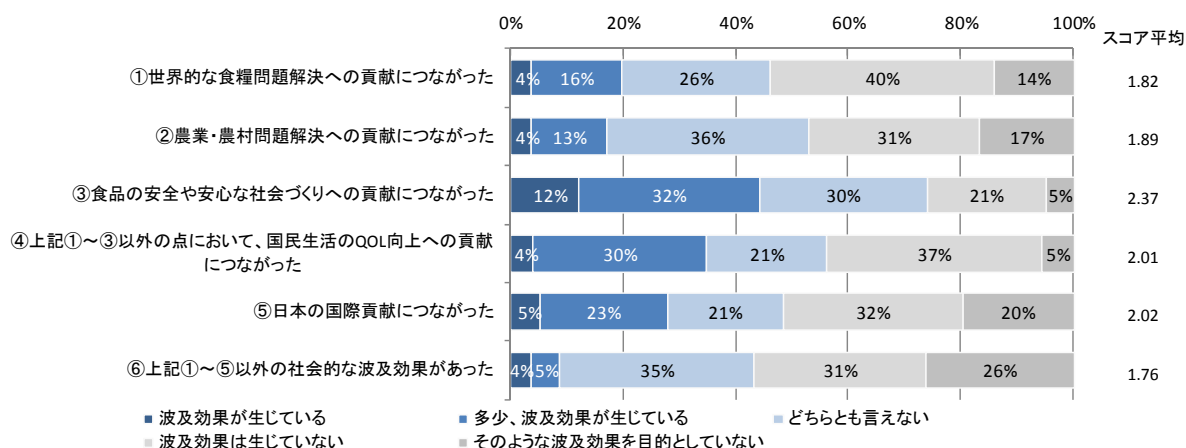


図 2-10 社会的波及効果

「⑥上記①～⑤以外の社会的な波及効果があった」について、以下のような回答があった。

- 本技術は一定の実用化は実現しているが、さらなる普及のためには事業への大規模な投資（出資）が必要となっている。しかし、日本では陸上養殖に対する理解が浅いため、十分な資金調達ができない状況にある。民間企業等からの投資を促進するための施策、サポートが必要である。
- 本事業で得られた基盤的成果については、海外の雑誌等でも取り上げられ、作物病害の生物防除に関する基礎的知見を提供した。
- マスコミ等にも紹介され、多くの国内外講演を行うことにより、持続的リン利用問題への社会的認知度が向上した。
- 食品の安全と健康に貢献できるだろう。

4. 人材育成効果

人材育成効果では、「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3.02、「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」が2.89、であり、いずれも育成効果が生じているとの回答が7割前後を占めている。人材育成効果が非常に高かったといえる。

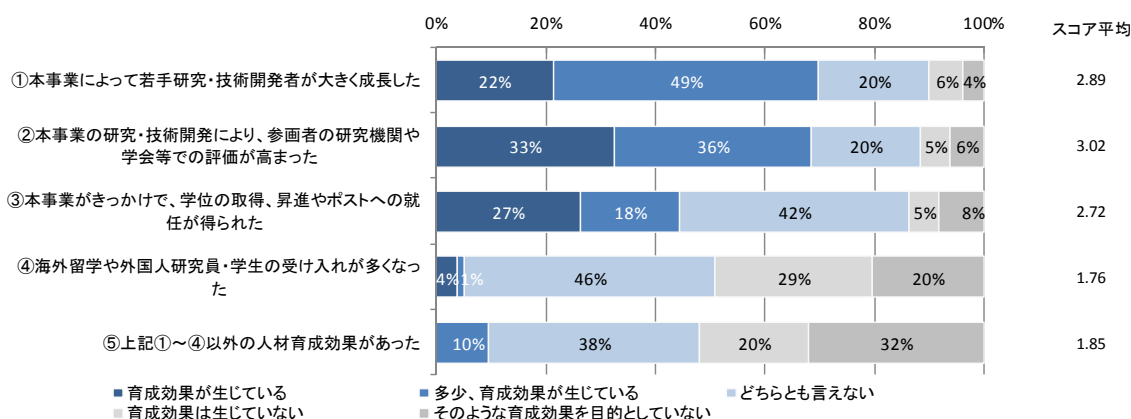


図 2-11 人材育成効果

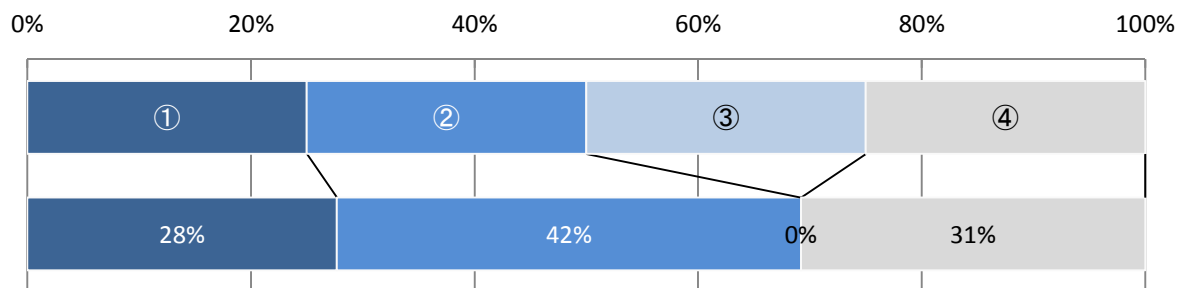
「⑤上記①～④以外の人材育成効果があった」について、以下のような回答があった。

- 当研究室で本事業に携わっている研究員は、基礎研究のみならず、その成果をどうやって産業に応用出来るかを検討・実現する経験を得ることが出来た。
- 本事業の研究成果に関する海外の若手研究者からの問い合わせやポスドク採用の依頼等があった。また、講演の招聘もあり、それには若手研究者を派遣した。

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」との回答が42%で最も多く、次いで「④他の資金を獲得し、採択課題を実施したと思われる」が31%と続いた。所属機関の通常予算の範囲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察される。

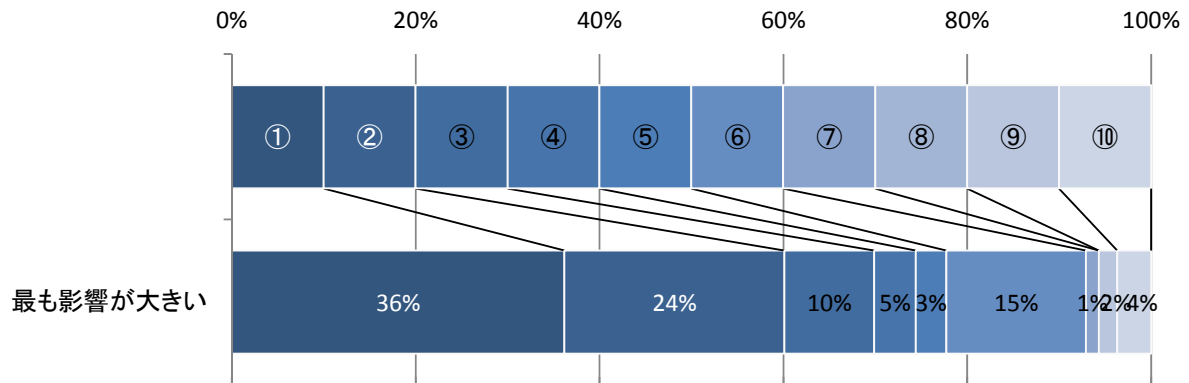


- ①採択課題の実施は困難になり、中止された可能性が高い
- ②採択課題は停滞し、ほとんど発展しなかったと思われる
- ③他の課題を中止し、採択課題を実施したと思われる
- ④他の資金を獲得し、採択課題を実施したと思われる

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、科学技術波及効果に関して最もマイナス影響が大きい項目は、「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」との回答が36%を占めた。

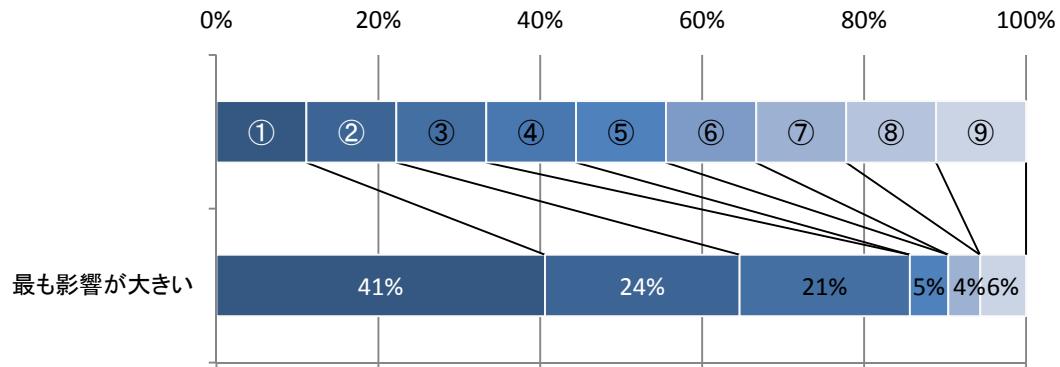


- ① 本研究・技術開発の成果がきっかけとなり、関連分野で新たな発見や成果が得られた
- ② 本研究・技術開発が関連分野におけるトレンドをもたらした
- ③ 他分野との連携により、新しい研究領域の創出につながった
- ④ 新たな研究会や学会、分科会の設立につながった
- ⑤ 関連分野に参入する研究者が増加する等により、研究者層が厚みを増した
- ⑥ 本研究・技術開発で得られた成果をきっかけに、研究・技術開発基盤の整備がなされた
- ⑦ 海外との研究交流が盛んになった
- ⑧ 海外でも応用可能な技術が開発された
- ⑨ 関連分野の技術の標準化に寄与した
- ⑩ 未回答(いずれも該当しない)

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ついた」が41%で最も多く半数近くを占めた。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24%と続いた。

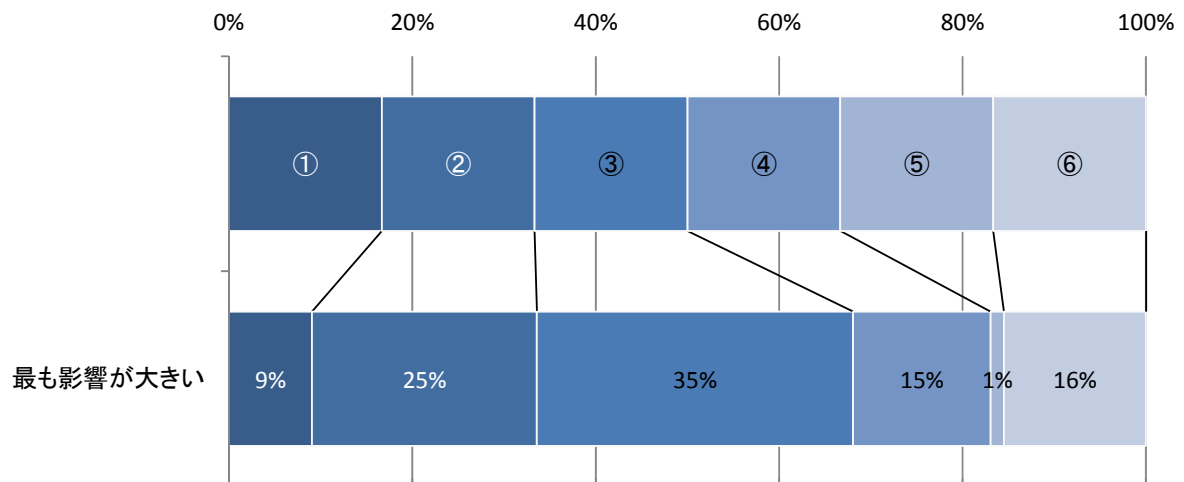


- ①本研究・技術開発の成果が、新市場創出につながる新製品の開発に結びついた
- ②農林水産業に利用可能な新技術の開発・普及につながった
- ③生物関連産業に応用可能な新技術・手法等の開発・普及につながった
- ④特許使用許諾や技術移転、技術指導等により、知財関連の収入(ライセンス収入等)につながった
- ⑤ベンチャー企業の設立や事業化につながった
- ⑥生産拡大等による雇用の増加につながった
- ⑦新たな産業分野の創出につながった
- ⑧海外での新技術・手法等の利用につながった
- ⑨未回答(いずれも該当しない)

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」が 35%であり、次いで「②農業・農村問題解決への貢献につながった」との回答が 25%となった。



- ①世界的な食糧問題解決への貢献につながった
- ②農業・農村問題解決への貢献につながった
- 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
- 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
- ⑤日本の国際貢献につながった
- ⑥未回答(いずれも該当しない)

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42%で最も多く、次いで「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」が32%、「③本事業がきっかけで、学位の取得、昇進やポストへの就任が得られた」が14%と続いた。

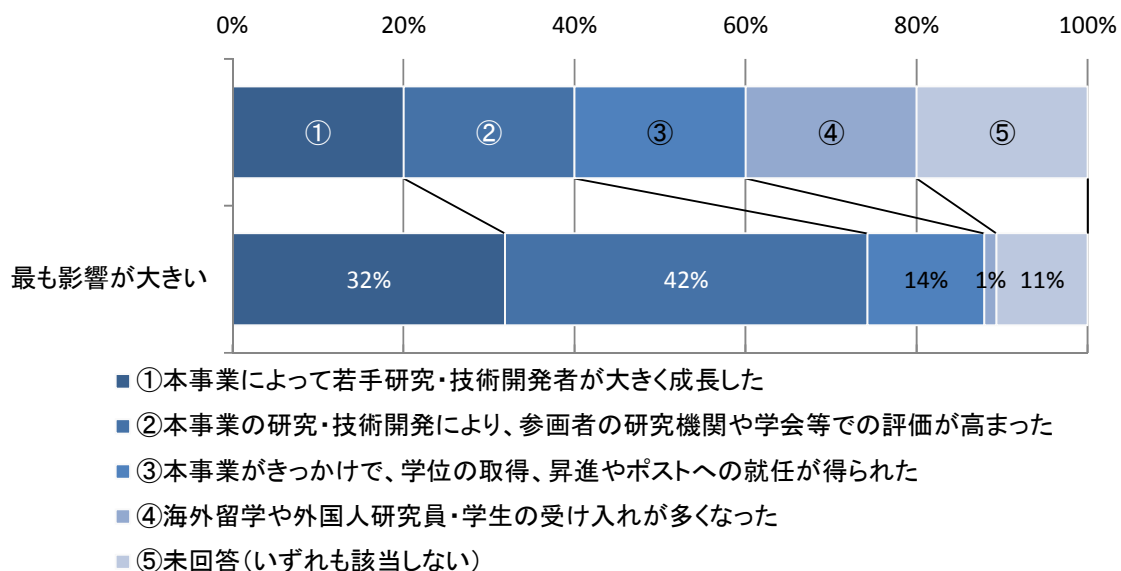


図 2-16 人材育成効果へのマイナス影響

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、「⑦生研センターからの適切な支援があった」のスコア平均が 4.20 で最も高く、「③リーダーシップが発揮された」が 4.15、「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 4.07、「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」が 3.92 と続いた。研究・技術開発チームの体制構築および運営が生研センターからの支援を受けながら、各チームで効果的に実施されていたことが伺える。

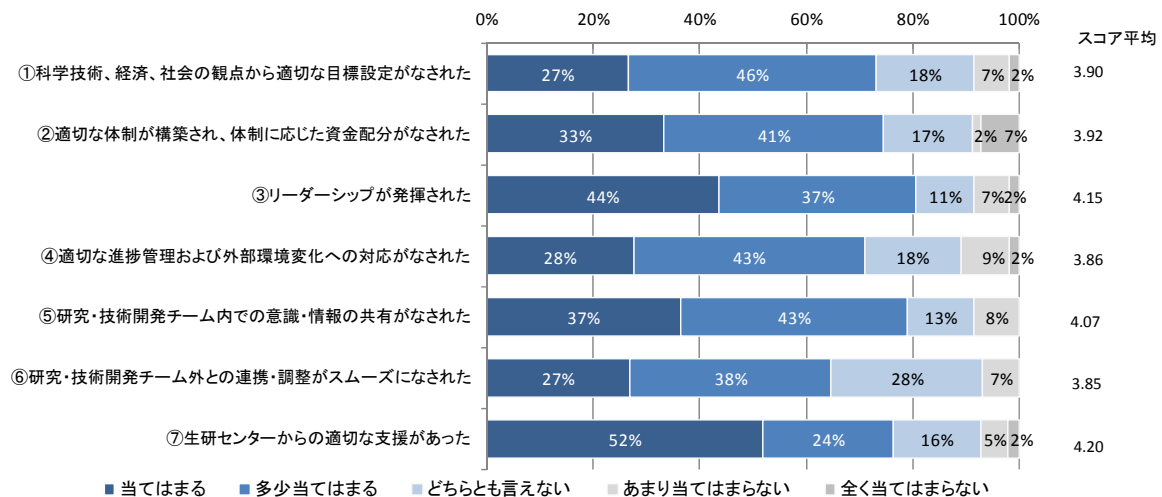


図 2-17 目的の成果・波及効果が得られた／得られなかった要因

そのほかに、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、以下のような回答があった。

- 目的の成果・波及効果が得られなかった要因
 - 自己資金にて実証プラントを建設したが、資金的にはかなり苦しかった。
 - 本事業の成果として、農業上利用する微生物防除剤を顆粒水和剤として製剤化し、特許申請し、後に 2014 年 2 月に特許成立した。しかし、事業化としては未完であり、本事業のテーマであるピシウム菌 (PO) の培養は難しく安価に大量培養する方法がなく課題として残り、フォローアップ研究に課せられた。新しい培養法を作出するための時間、及びマンパワーが掛けられなかった社内事情の反省点はある。ただし、フォローアップ期間に異なるアプローチで培養法の継続研究を他社と共同研究継続している。
 - 組換え作物の安全性に対する一般的な認識が思った以上に厳しく、大きく波及効果を妨げられた。
 - 実用化を目的とした抗菌タンパク質の効果が不十分であった。
 - 下水道からのリン資源リサイクル技術は確立できたが、経済性が伴わなかった。
 - 本事業 (リン回収) のように経済性の成り立ちにくい事業には、行政の支援が必要である。

第5節 事業の制度設計について

1. 事業規模

事業に対する総合的な満足度について、「①【総合的な満足度】本事業による支援内容は、全体的に満足できるものであった」に当てはまるとした回答が 87%を占め、スコアも 4.38 と非常に高い値となった。

事業規模について、資金面については「②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」に当てはまるとした回答が 77%を占め、スコア平均も 4.13 と高い値となった。期間については「③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」が 69%であった。研究者からは研究資金の額に対する評価がより高い結果となった。

課題評価については、「④中間評価の内容は、適切かつ納得できるものであった」では回答者の 78%が、「⑤事後評価の内容は、適切かつ納得できるものであった」については回答者の 74%が当てはまると回答しており、中間評価、事後評価への納得性は同程度に高かった。

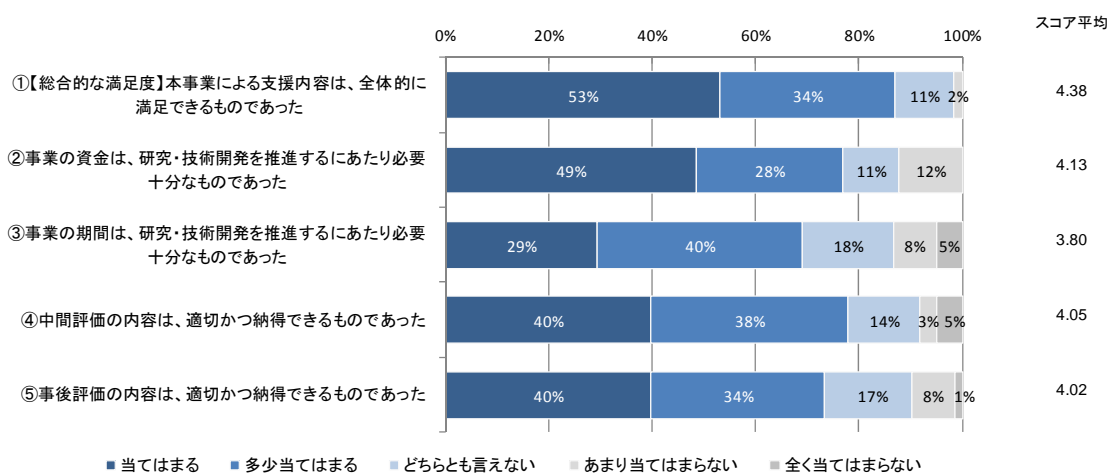


図 2-18 事業規模

2. ご意見・ご要望

事業の制度設計に対する高い満足度として、回答者より以下のようなご意見を頂いた。

- 技術開発のスピード化につながった
 - 本事業の支援によって導入した設備を基に、製造技術の確立を行うことができた。自己資金だけで賄うのは困難であったため、技術確立のスピードアップには非常に有意義だった。さらに、期間内に目標を達成するために計画を立てて仕事を進めること、他機関の研究者との交流、報告の発表や報告書の作成など、研究者の能力向上に非常に役立った。
 - 支援を得ることで技術開発を円滑に行えるようになった。当初、日本で陸上養殖に対する理解は薄い状況だったが、本事業を通じて陸上養殖が可能であることを示すことができた。現在この技術は実用化されており、さらなる発展（妙高以外のところでエビ生産システムを設置する）には困難が伴うが、最近になって新たな可能性が見えてきている。本事業は、研究開発に適しているが、その後のビジネスサポートは制度的に存在していないため、実用化に向けた支援を設置してほしい。
 - 生研センターの指導、支援を受けたことで、事業全体のスピードアップに繋がり、非常に感謝している。推進事業にまた応募できるような新しい取り組みも行っていきたい。
 - 資源を持たない日本において、下水道からリン資源をリサイクルするという画期的なテーマに取り組み、生研センターならびに技術コーディネーターの指導の下に、技術を確立できたことに大いに満足している。
- 十分な研究期間、十分な研究資金が得られた
 - 生研センターの推進事業を受けることで、新たなエビ養殖事業の立ち上げができた。研究支援を受けたことにとっても感謝している。生研センターの推進事業は、予算額が大きく、研究期間が長く（当時は5年間だった）、公正でオープンな審査・評価など他省庁にはない特徴を持っており、生物を対象とするために研究期間が長くなる農林水産業の研究開発に適した事業である。今後も農林水産業の研究開発を発展させるために、さらなる支援をお願いしたい。
 - 毎年度評価、中間評価および最終評価は、正直厳しいものであったが、予算的規模および5年間という研究期間は、産学官で連携して実施するプロジェクトとしては、十分なものであったと感謝している。研究成果の実用化を目指して本事業を進め、あいにく現段階でもまだ実用化できていないが、本事業で支援していただいた予算、研究期間等を考えると、何とか実用化すべきという使命感から、現段階でも本事業で構築した人とのつながり等をもとに、実用化に向けた研究を継続的している。
 - 本研究テーマにおいては、ヒトを対象とした評価プロセスが必須であったが、これらの評価に対する予算的措置において十分な研究費、事業費を確保できた。
 - 研究費を製品開発の基盤研究に充当できたことが最も満足できる点であった。
 - 研究を遂行する上で適切かつ十分な資金を得られた。
- 生研センターによる適切な支援があった
 - 研究に必要な備品の前倒し提案など、研究を推進する上で環境を大きくサポートして頂いた。
 - 生研センターのフォローは適切であり、研究資金の大幅な持ちだしも無く満足している。一方、事業期間が前提となった一定のペースの研究開発遂行が求められており、計画は別とし

て実施ペースの速度調節の自由度が欲しかった。

- 研究実施者の自主性を評価尊重してもらえた。
- その他
 - 本事業へ参画したことにより、技術コーディネーターが設立したリン資源リサイクル推進協議会のメンバーとして、リン資源リサイクルの実用化検討に引き続き取り組むことができている。

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。

- 研究期間の長期化への要望
 - 支援事業により新たなエビ養殖事業の立ち上げに成功したのは、5年間の研究支援を受けられたことが大きい。そのため、当時の5年間の研究支援に対する満足度が非常に高い。現在は3年の支援しか得られないが、養殖生産など1年単位で研究開発に取り組む場合、3年では十分な成果を出すことが難しい。是非、研究開発段階の支援を原則5年間できるように戻して欲しい
 - 以前のように研究期間が5年の募集をほとんど見かけない。基礎的な技術開発の場合は、5年の期間がある事業を推進してほしい。
 - 生研センターが人員を保持して、独自に研究開発できる態勢がのぞまれる。また、将来の発展を見すえた場合に研究開発のシーズを育てることが重要であり、小規模でもよいから比較的期間の長い研究開発課題を支援する制度が必要になるのではないか。
 - 研究期間が2年であり、やや短い。せめて3年あればもう少し充実した成果を出せたと思われる。
 - 農業系の研究は、耕作シーズン（＝試験を実施できる時期）が限られていることから、確定した結果が出るまでに複数年を要する。前向きな予備的結果が得られていたのだから、少額であっても研究期間の延長を認めていただきたかった。
- 事業化支援事業立ち上げへの要望
 - 現在の農林水産省の委託プロジェクトは現場実証の研究を重点化していることから、シーズ研究から実用化研究を広くカバーする本事業を今後も是非継続していただき、イノベーション創出や若手研究者の育成等の支援を切にお願いしたい。
 - 今までの成果を世に認めてもらえるよう努力している。技術成果へのニーズが高いことを把握しているので、認知を広げるための資金が必要である。
 - 支援には大変感謝しているが、事業を育成し成功に導くまでには期間が短く、ようやく新たな事業が芽吹いた段階で支援が切れ、せっかくの事業としての芽が枯れてしまったことを大変残念に思っている。
 - 研究開発に関する支援は金額を含めて充分であったが、その後の事業化への支援が、会社の経営状態で落とされてしまっている。中小企業が新技術を事業化するときの支援の当落が経営指標に影響されるのは問題があると感じる。
 - フォローアップのサポートや技術移転を行うための制度の充実をはかってほしい。
 - 弱小企業が新技術を事業化できるスキームがほしい。
- 採択・評価に対する要望
 - 事後評価は必要だが、評価者の視野が狭く将来を見通す力量がないと、正しい評価はできな

い。非常によい研究開発の機会を与えてもらい、発展段階として重要な課題に取り組んだが、その流れを正しく判断できない評価者による評価には残念に思えた。今後の動きを注目してもらいたい。

- 会社組織にして資金を出す方法は問題あり。農林水産省の人的つながりで研究が選ばれている。もっと小さな会社に支援するようにしたらどうか。
- 我が国の農林水産に関わる研究助成として極めて重要な役割を演じてきたと思うので、今後も継続してほしい。業績が少なくても、着想がユニークな萌芽的研究に対する研究助成が望まれる。また、金額は今よりは小型でも、多くの方が採択されるようにしてほしい。
- アレルゲン低減化食品に対する評価をしていないのは本事業そのものであると思われる。
- 費目への要望
 - 事業見込みが十分立っていない研究開発には、企業は、なかなか投資できないため、人件費も含めた支援が望ましい。
 - 大学が間接経費をたくさん取るため、本事業に使える資金が減り、困ることが多かった。もっと本事業での研究そのもののために使うべきである。
 - 設備備品の購入に制限があったことが不便と感じた。
- 基礎的研究推進事業復活への要望
 - 今後も、異分野融合研究支援事業を推進して欲しい。
 - 基礎的な推進事業が実質的になくなったのは残念。
 - 本事業のような内容の研究申請は、他の制度で採択されることはほとんどない。このような制度は今後も継続、復活してほしい。
- その他
 - 今後とも、食料生産増などに寄与する研究に力点をおいて運営していただきたい。
 - 科研費ではないので、その成果がどの様に発展したのか、十分に分析されることを望む。
 - 資金的な支援は、それなりに満足できたが、コンソーシアム内での役割分担と協力体制が充分とは言えなかったと感じる。事業後のフォローアップ研究において、防除剤としての事業化が求められ、役目から弊社が担うべきと考えるが、コンソーシアム他メンバーはフォローアップ実施したのか、しなくて良いのか疑問であった。また、論文がないことが評価に影響していたが、培養、製剤研究の成果は進行形で論文を出しにくく、当時の結果として特許申請が成果である。

第3章 詳細調査

第1節 安全な国産エビ(バナメイ)生産技術のシステム化

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16年度－20年度）

技術コーディネーター：マーシー・ニコル・ワイルダー（所属〔独立行政法人国際農林水産業研究センター〕）

中課題	所属（事業当時）	研究代表者
① 生理学的研究によるバナメイ淡水化養殖技術の確立	独立行政法人国際農林水産業研究センター	マーシー・ニコル・ワイルダー
② 高密度循環式エビ生産プラントの開発	株式会社アイ・エム・ティー	野原節雄
③ エビ（バナメイ）のストレス評価・低減技術の開発	独立行政法人水産総合研究センター 養殖研究所	奥村卓二
④ バナメイ用配合飼料の開発	株式会社ヒガシマル	福崎竜生

ヒアリング協力者：マーシー・ニコル・ワイルダー（現所属〔独立行政法人国際農林水産業研究センター水産領域〕）、野原節雄（現所属〔株式会社アイ・エム・ティー 専務取締役〕）

ヒアリング実施日：平成26年12月2日、平成26年12月9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、エビ養殖業は世界的に大きな産業となっており、特に海産エビ養殖産業は140億ドル以上の巨大水産食品産業に成長していた。しかし、集約的なエビ養殖が環境問題（餌の食べ残しや排泄物による海洋汚染など）を引き起こしており、環境への影響を最小化し、安全な養殖エビの生産を可能にする実用レベルの技術開発が求められていた。また、国内では安全な食料自給への消費者の期待が高まっており、日本人が大量に消費しているながら自給率が10%程度しかない「エビ」の国産化技術の開発も必要となっていた。

当時、東南アジアでもクルマエビ類（*Litopenaeus vannamei*）の養殖場が増えていたが、バナメイは海産エビであるが、驚くことに淡水に近い低塩分水でも飼育可能であり、高密度養殖に適応するため、世界のエビ流通市場で注目されていた。しかし、環境負荷が低く安全な閉鎖循環式での飼育技術を養殖産業にまで発展させるためには、多くの課題を解決する必要があった。米国のフロリダ州やテキサスでは試験的にエビの循環養殖は行われていたが、コスト面などで大きな問題があり、事業化されていなかった。国内では、陸上閉鎖循環式養殖は、あまりなされておらず、トラフグ、ヒラメによる研究レベルの養殖が見られる程度であった。

(2) 応募の目的／他制度への応募状況

株式会社アイ・エム・ティーは、建設会社であったが、陸上養殖の施設を試験的に手掛けており、日本市場に受け入れられる独自の養殖可能な魚種としてエビに着目し、事業実施前から生物学に詳しい技術コーディネーターの指導を得て、陸上養殖施設の開発を進めていた。その当時、技術コーディネーターもエビ研究の産業応用を考えており、関心が一致した。事業化を目指した本格的な研究を進

めるに際し、研究資金を獲得するために、本事業（異分野）が適切と考え、2 回目の応募申請で採択された。水産分野での大型研究資金は本事業しかなかったため、他事業への応募は検討しなかった。

(3) 研究の狙い

バナメイ種をわが国に導入し、バナメイの生理的なデータに基づくストレス低減方法、低環境負荷・低コストの人工飼料、育成環境(温度、酸素濃度、密度、pH など)、省エネルギーなどに関する多角的な研究を実施して、安全で価格競争力のある国産エビの陸上養殖技術システム（実用レベルのエビプラント）を開発することを狙いとした。

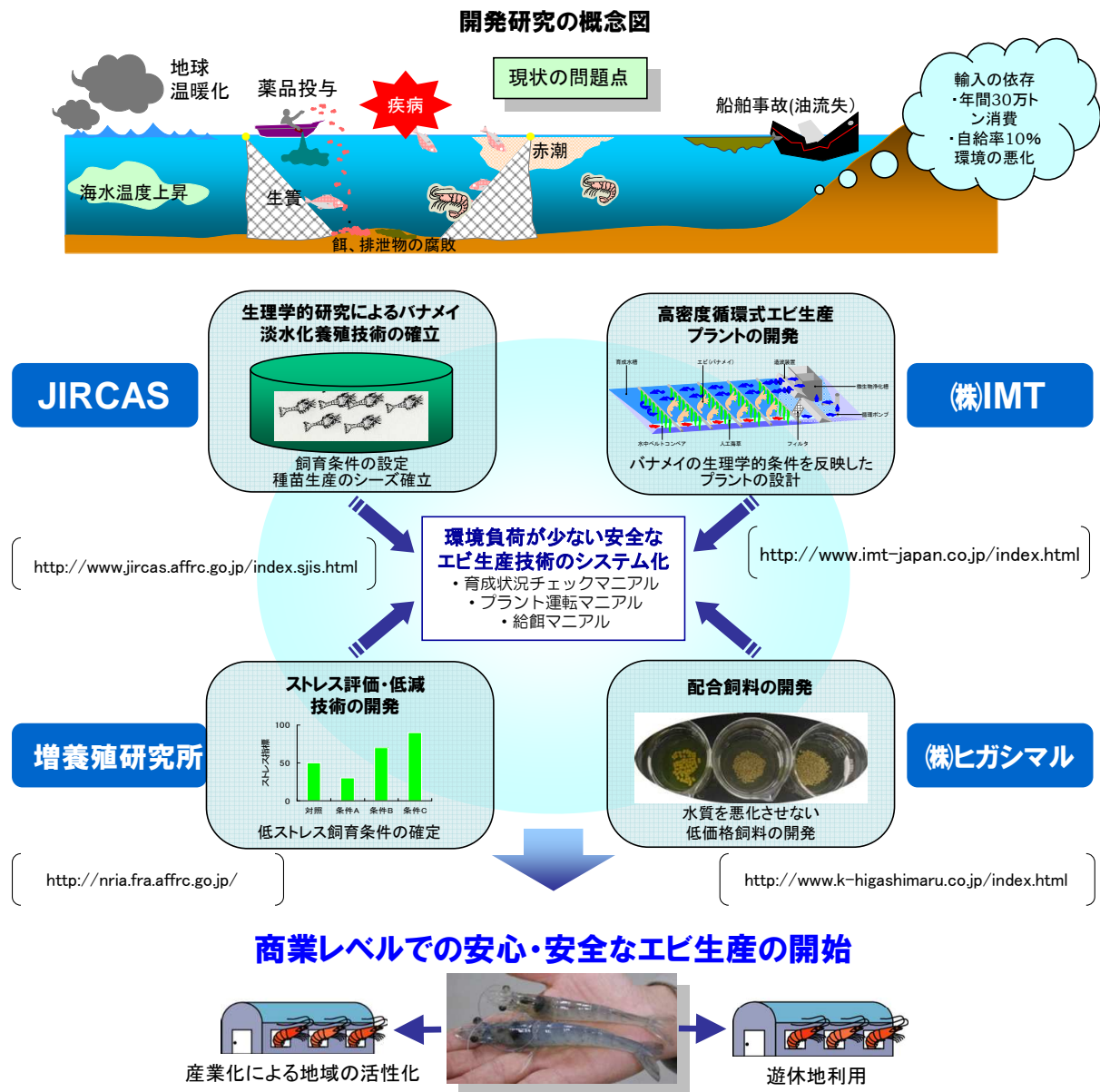


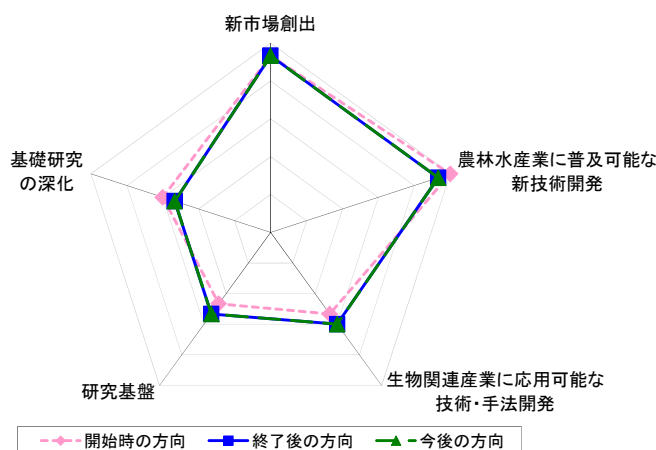
図 3-1 研究イメージ

(4) 当該事業の意義

本事業が無ければ、研究開発が個別に小規模に進められることになり、さらに時間を要し、事業化は実現できなかった可能性がある、との技術コーディネーターは考えている。本事業は、日本におけるエビの安全な生産システムとしての屋内養殖システムの開発に必要な、各種研究機関や企業の連携によるコンソーシアム形成を可能にした。また、事業化研究に求められる規模の資金を支援することで、本研究を大きく加速したと考えられる。

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。



本事業で実施された研究課題は、バナメイ種エビの陸上養殖による屋内型生産システム開発・事業化を目指していたことから新しい製品の開発、および農林水産業で利用できる新技術開発としての要素が強かった。

事業終了時においても、この方向性は変わらないが、事業化が予定通りの成果を得るとともに、エビの生殖機構の解明やホルモンの同定もでき、生物関連産業に应用可能な技術・手法の開発でも一定の進展が見られた。

今後の方向性においても、新しい製品の開発、および農林水産業で利用できる新技術開発が重視されている点は、事業開始から変わらない。

事業の開始時から今後の展望までの全体像を示した。

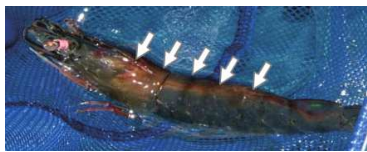
事業期間中の研究成果

生理学的研究によるバナメイ淡水化養殖技術の確立

バナメイエビの浸透圧調節機構を研究

- 稚エビの最適な低塩分飼育水
- 低塩分水への最適馴致期間等

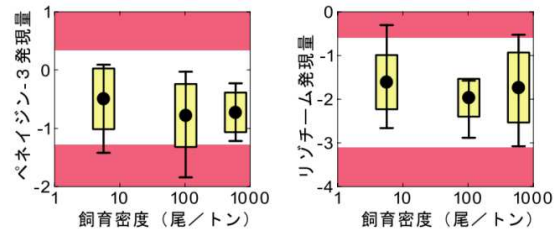
卵黄形成抑制ホルモン(VIH)の同定
親エビの成熟誘導に成功



人工催熟に成功した親エビ
(矢印は成熟した卵巣を示す)

エビ(バナメイ)のストレス評価・低減技術の開発

ストレスを、病気への抵抗力を中心に評価
→高密度水準での育成に適切な水質管理の重要性を確認



実証プラントで育成したエビの飼育密度とストレス指標

高密度循環式エビ生産プラントの開発

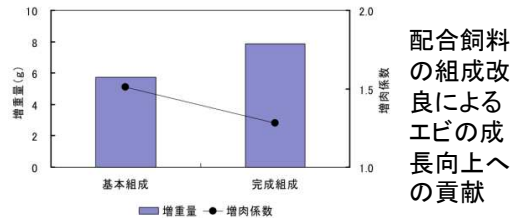
- 最適な水温、酸素消費量、流速、水質を解明
- エビ生産システムを設計し特許を取得
- 機器開発、事業規模の実証プラント建設
- 各種運用マニュアル類の整備



バナメイ用配合飼料の開発

基礎的栄養要求量を解明

- 飼料の低価格化を実現
- 増肉効果の高い経済的飼料組成を確立



商業運転も開始、「ゆきエビ®」として地元を中心に販売を開始

その後の展開

VIHの測定と催熟コントロール法研究

- 脱皮の周期によるVIHの増減解明

国内外での事業展開

- ベンチャー企業による地産地消型新産業創造
- モンゴルでの事業展開



販売されている「ゆきエビ®」パック

今後の展開

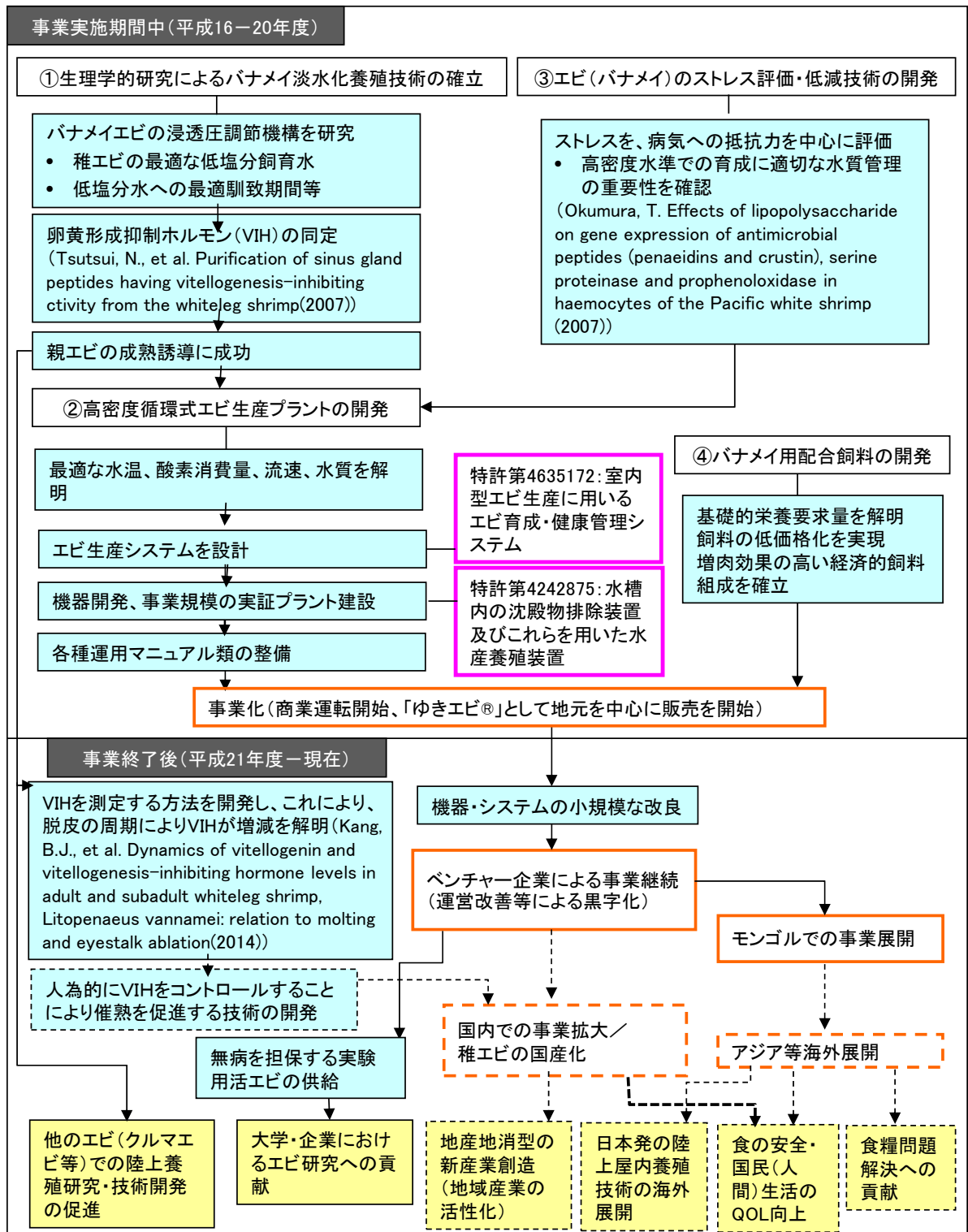
人工的催熟ホルモンコントロール法開発

国内での事業拡大／稚エビの国産化

アジア等海外展開

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が期待されるものを意味する。

3. 当該事業における研究の実施状況

(1) 研究目的

高密度循環式バナメイエビ生産システムを構築し、マニュアルに基づく飼育方法・ストレス低減方策、さらに高密度養殖に適した植物性タンパク質を利用した低環境負荷の専用飼料も提供する。バナメイエビ養殖では世界最高水準の高密度（10kg/m³）を通年で実現し、安定的な事業推進が図れるようにすることを目的とした。

(2) 研究内容

① 生理学的研究によるバナメイ淡水化養殖技術の確立

卵黄形成制御ホルモンの探索、浸透圧調節・脱皮機構の解明、成熟と環境要因の解明および国産種苗開発のシーズ確立、といった生理学的研究を行った。

② 高密度循環式エビ生産プラントの開発

低コスト、省エネルギー、環境保全型のバナメイ高密度循環養殖プラントを設計し、運転手法を確立した。さらに、具体的なプラント運転やバナメイ飼育方法などのソフト整備を行い、バナメイ高密度循環プラントによる事業化を行った。

③ エビ（バナメイ）のストレス評価・低減技術の開発

高密度養殖を行う際に重要であるエビのストレス低減のために、ストレス評価指標の確立と具体的方策の開発を行った。

④ バナメイ用配合飼料の開発

国産の低コストかつ環境負荷の少ない、バナメイ飼育に最適化した配合飼料を開発した。

(3) 研究体制

研究体制は以下の通りであった。

機関名	研究代表者 (○技術コーディネーター)	担当中課題名（中間評価前）
国際農林水産業研究センター	○マーシー・ニコル・ワイルダー	生理学的研究によるバナメイ淡水化養殖技術の確立
株式会社アイ・エム・ティー	野原節雄	高密度循環式エビ生産プラントの開発
水産総合研究センター 養殖研究所	奥村卓二	エビ（バナメイ）のストレス評価・低減技術の開発
株式会社ヒガシマル	福崎竜生	バナメイ用配合飼料の開発

株式会社アイ・エム・ティー(IMT)が陸上養殖施設の開発を進める中で、技術コーディネーターの指導を得ており、産業応用に向けて両者の関心が一致し、この中から本研究は開始されたことは、上述の通りである。

増養殖研究所はストレス研究のため、技術コーディネーターの大学時代のコネクションから参画を得た。

株式会社ヒガシマルは餌の開発のため、IMT を通じて参画を得た。

(4) 研究成果

1) 生理学的研究によるバナメイ淡水化養殖技術の確立

バナメイエビの浸透圧調節機構を調べ、稚エビの最適な低塩分飼育水（塩分濃度 5 ppt、硬度 1400 ppm）のほか、低塩分水への最適馴致期間（5 ppt の場合、1 日以上が必要）を見出した

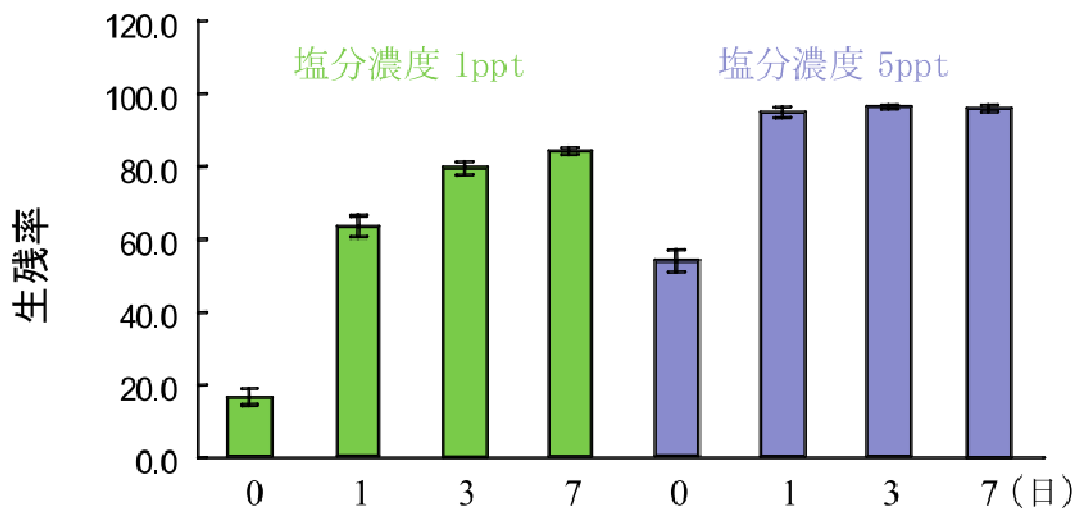


図 3-2 各低塩分水への馴致期間と稚エビ生残率の関係

バナメイエビの生殖機構解明の一環として、眼柄由来のペプチドを詳細に解析した結果、6 種の卵黄形成抑制活性を保持するペプチドを明らかにした。この結果に基づき、卵黄形成抑制ホルモン (vitellogenesis-inhibiting hormone: VIH) の同定に成功し、ホルモン投与等による親エビの人為催熟技術の開発に取り組んだ。また、国内でのエビ類生産の安定化を図るため、種苗生産技術のシーズ開発を試みて、親エビの成熟誘導に成功した。

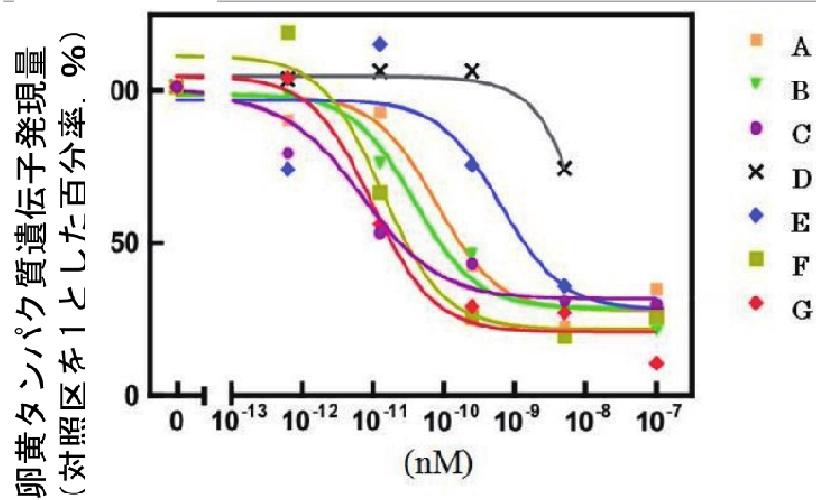


図 3-3 バナメイ眼柄由来の7種 (A~G) ペプチドの卵黄形成抑制活性

2) 高密度循環式エビ生産プラントの開発

高密度循環式エビ生産プラントを開発するに当たり、バナメイエビの各成長段階における最適な水温、酸素消費量 (クルマエビの 3 倍)、流速、水質を解明し、エビ生産システムを設計し特許を取得した。

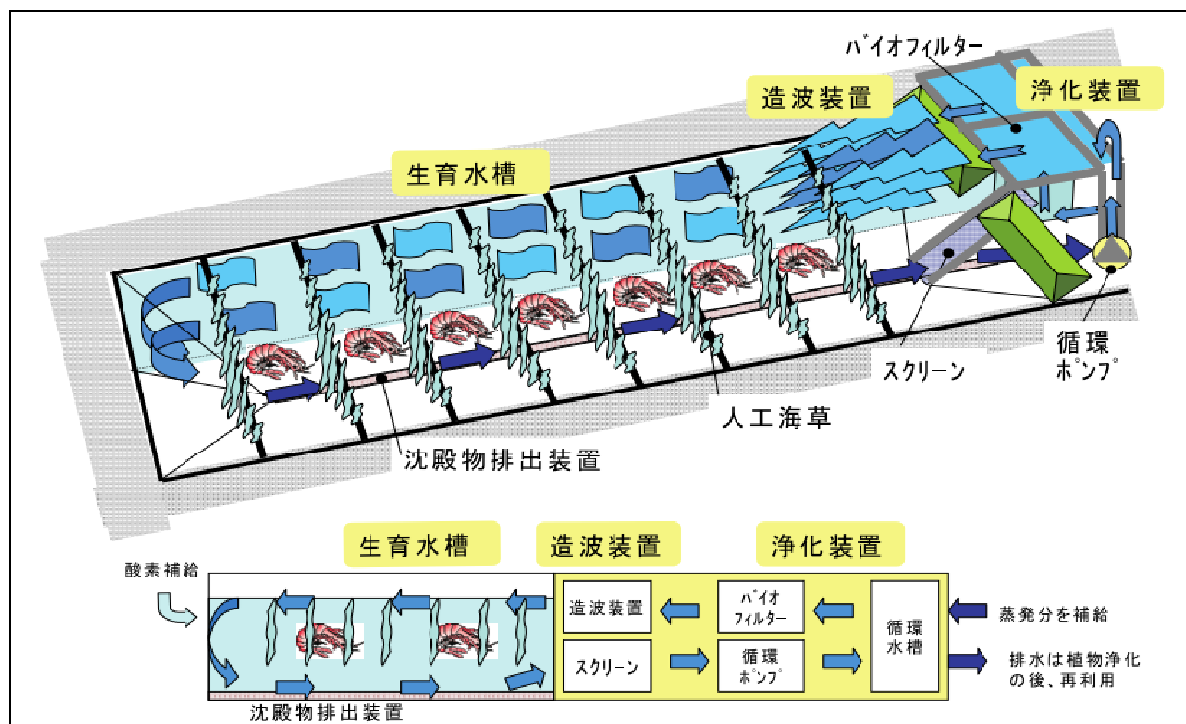


図 3-4 高密度循環式エビ生産システム

プラント機器（造波ゲート、マイクロスクリーン、沈殿物排除装置、酸素混合器、人工海草、低揚程大流量循環ポンプ、収穫用四手網など）を独自に開発製作し、これらを利用した事業規模での実証プラントを建設した（新潟県妙高市）。実証プラントでは、最終生存率 58.9%、密度 9.43kg/m³ を実現している。また、プラント運転は素人でも可能な様に、各種運用マニュアル類の整備を行った。これはその後も、現地での教育に利用している。

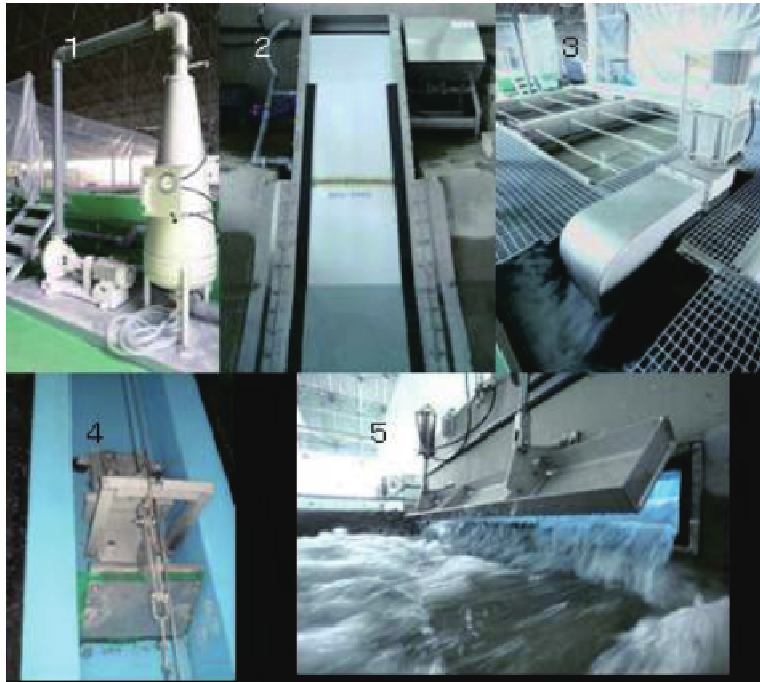
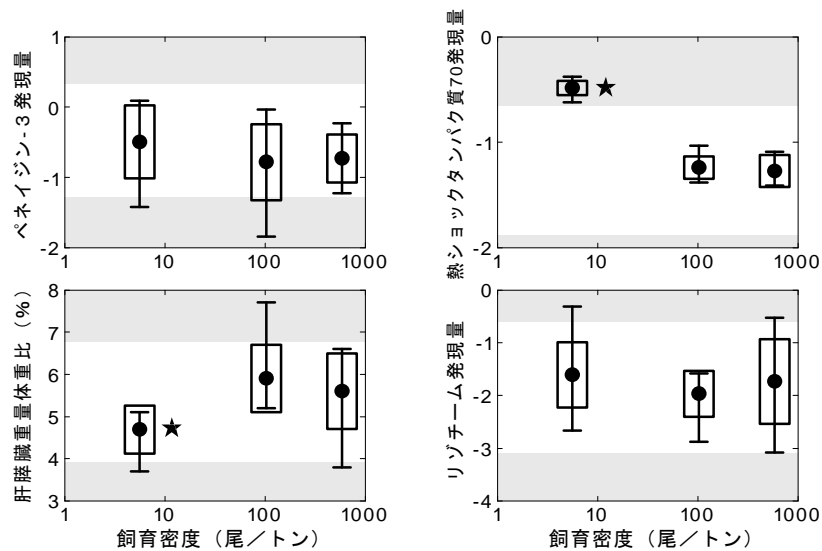


図 3-5 改良した機器（1. 酸素供給装置、2. マイクロスクリーン、
3. 循環ポンプ、4. 沈殿物排除装置、5. 造波ゲート）

3) エビ（バナメイ）のストレス評価・低減技術の開発

バナメイエビのストレスを、病気への抵抗力を中心に評価した。バナメイエビに溶存酸素低下、アンモニア濃度増加、絶食、ハンドリング等のストレスを与えると、生体防御関連遺伝子の発現量が増減することから、遺伝子発現量によってストレスを評価できた。その結果をもとに、実証プラントでの育成試験について飼育密度とストレス指標の関係を調べたところ、目標とする高密度水準（1000 尾／トン）で育成しても、水質管理が適切に行われていればストレスは適正範囲に保たれることがわかった。



※600 トン水槽での本育成 3 回分のデータ。黒丸は 12 尾の平均、四角は標準偏差、棒は範囲。適適正範囲外を図中にグレーで表示。発現量をβ-アクチン発現量との相対値にして対数表示。星印は群間の有意差。

図 3-6 妙高実証池で育成したエビの飼育密度とストレス評価

4) バナメイ用配合飼料の開発

バナメイエビの基礎的栄養要求量を解明し、低塩分育成水での育成環境を勘案して、バナメイエビ育成用の基本飼料組成を決定した。またこの基本飼料のタンパク質の組み合わせ検討や、植物性タンパク量を増やすなどの工夫により、飼料の低価格化を実現するとともに、増肉効果の高い経済的飼料組成を確立した。粘結剤を検討することにより、餌の水中保形性が向上し、飼育水の水質安定、劣化防止に貢献した。

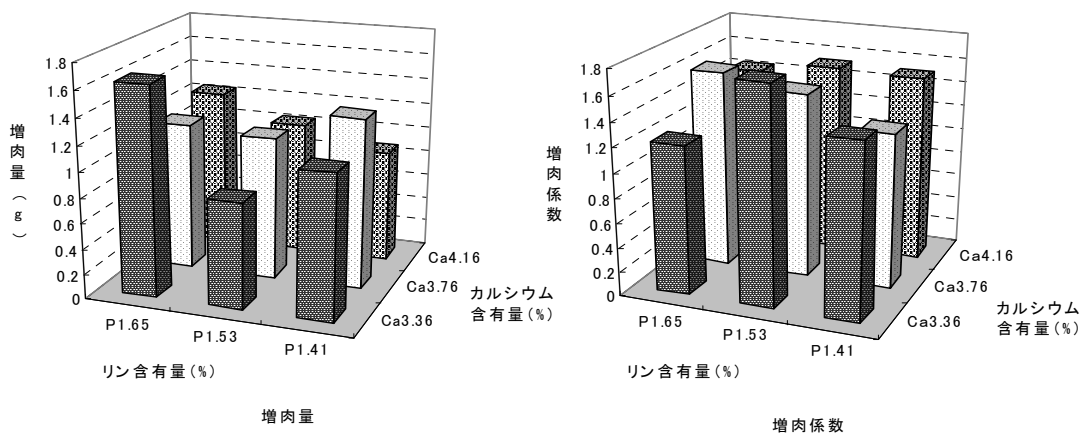


図 3-7 P、Ca 含量が異なる飼料を給餌したバナメイの飼育成績

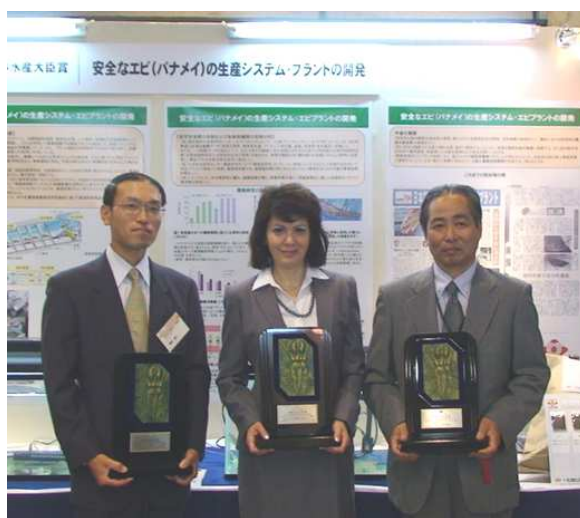
以上コンソーシアム各機関の知見を全て統合し、商業レベルのエビ育成マニュアルを作成、それに基づいて実証プラントにおいて育成実験を行った上で、平成 19 年 9 月より、商業運転も開始、平成 19 年 12 月より「妙高ゆきエビ®」として地元を中心に販売を開始した。

4. 事業終了後の状況

(1) 研究の発展状況

【研究の展開】

本研究の成果により、技術コーディネーターらは第7回産学官連携功労者表彰（農林水産大臣賞）を2009年6月に受賞した。



※「安全なエビ(パナメイ)の生産システム・プラントの開発」、左から右: 養殖研究所・奥村卓二チーム長、JIRCAS・マーシー・ワイルダー主任研究員、IMT・野原節雄専務取締役、2009年6月20日、国立京都国際会館にて

図 3-8 第7回産学官連携功労者表彰（農林水産大臣賞）

また、本研究により淡水化養殖技術はできたが、種苗生産のシーズ確立はやや課題が残った。現行技術ではエビの眼柄の切除により親エビの成熟を促進させている（生産用の稚エビは、タイやサイパンなどでパナメイエビの孵化場があり、その技術は習得したが、現状の国内市場が小さいため、国内で稚エビは作っていない。国内で孵化場を作ることは可能であるが、生産に必要な量の稚エビをIMTがタイから輸入している。）。しかし、眼柄を切ることは、その手間がかり、エビが斃死する場合も多く問題がある。眼柄は、サイナス腺でのホルモン（VIH、その他）を作り、それが脱皮や発色に影響する。VIHを作っている所を切ることで、卵を産むことができる。孵化場では1方の眼柄を取れば良いが、あらゆるホルモン作用が止まってしまうため、卵を産むことに関わるVIHだけを特定の止めることを狙う研究を実施している。

また、眼柄を切っても、3割程度しか卵を産むことができない（広い孵化場が必要になる）。その比率を高めることが必要であり、改善が求められる。

【事業の展開】

IMTによれば、本事業終了後も事業化に向けた苦労が多かったとのことであった。当初は地元企業にプラント運営を任せため、データの解釈や経費監理などで問題があり、故障等のトラブルが多く赤字化した。その後、地元企業が撤退し、IMTが自社経営により本格的に運営することで、黒字化した。同社はベンチャー企業であり、資金面の厳しさもあった。

設備的にも、事業終了後も小さな改良を多く実施した。(マイクロスクリーンのローラが故障し交換、加熱効率の向上など)。

また、事業化当初、地産地消のコンセプトで活エビの販売を考えたが、配送などの面から難しく、冷凍しての販売に切り替えたため、凍結機の能力を向上し、コンテナ冷凍庫を購入した。

現状のプラントでは規模が小さく、生産するバナメイエビの価格が輸入品より割高となる。ブランド付加価値で販売しているが、今後は規模拡大し、レーンを現行の2レーンから、9レーンに増やし、価格競争も向上させることが考えられている。(これは、エビ養殖プラントの経営課題としては、水の加熱のための燃料費があり、より温暖な地域での展開が目指されている。)

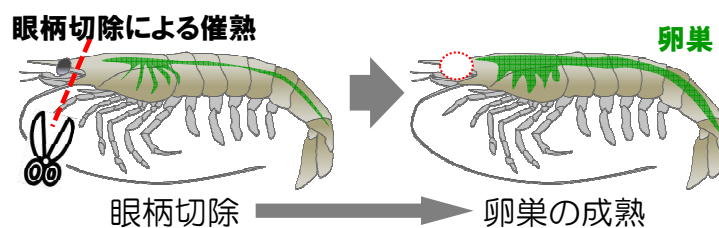
国際展開も進められており、モンゴルで、IMTが現地企業と連携しプロジェクトを進めている。(国際展開の詳細については、経済産業的波及効果として後述する。)

なお、事業化のさらなる拡大に向けては、事業化主体を探し、アピールすることが必要と、技術コーディネーターは考えている。

(2) 新たな研究成果

研究代表者ら国際農林水産業研究センター (JIRCAS) のグループは、本研究で、卵黄形成抑制ホルモン (VIH) の同定に成功した。また、大腸菌を用いて、VIHを研究室内で人工的 (リコンビナント) に作れるようになった。これに対し、卵黄形成を抑制するのではなく促進させるホルモンがあるのではないかと、探索したが、現在までに見つかっていない。

近年は発想を変え、VIHが自然界では増減すると考え、VIHを測定する手法を開発した。これにより、脱皮の周期によりVIHが増減することが分かった。このことから、眼柄を切らずに、何らかの方法でVIHをコントロールする可能性が開かれた。この知見をベースに、将来的に、人為的にVIHをコントロールすることにより、エビの成熟を促進する技術の開発が期待される。



課題 ①催熟効率および卵質が不安定 ②斃死を招く

眼柄内ではVIH以外にも多くのホルモンが合成されているために
眼柄切除はエビに様々な悪影響を及ぼす

**国内外の種苗生産に必須な親エビの持続的な供給には
眼柄切除に代わる新たな人為催熟技法が必要**

図 3-9 眼柄切除に代わる新たな人為催熟技法が必要

事業面では、本研究で事業化したプラントによる IMT の「妙高ゆきエビ®」の販売は、年売上 30t、約 1 億円弱の事業となっている。近年、欧米での需要増大もあり海外エビ市場で需給が逼迫し、さらに円安傾向もあり、同製品の輸入エビに対する価格競争力も向上し、売れ行きは順調である。販売先として、現行は、全て、飲食業からの直接注文による。地元（新潟県）が中心（約 6 割）で、関東地方にも出荷されている。妙高市の支援により学校給食にも使われており、小学生の評判も良いという。同エビは、養殖施設における独自の波発生技術により運動が促進されるため、ぷりぷり感があり、また、アミノ酸の量がクルマエビ並みであり、消費者・飲食業者から付加価値が高く評価されている。（輸入エビよりも値段が高いが、その価値がわかる消費者・飲食業者に受け入れ、完売状態とされる。）



※屋内生産により外部からの病原菌をシャットアウトする。

図 3-10 妙高ゆきエビ®生産システムの建屋外観

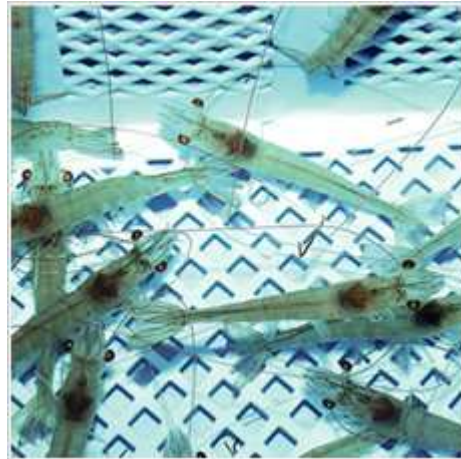


図 3-11 妙高ゆきエビ® 飼育の様子

(3) 波及効果

1) 科学技術的波及効果

エビの研究者にとっては本研究の取組みが刺激となって、クルマエビなどで同様の研究（眼柄を切らない方法で催熟する研究）を行う研究者が増加している。

一方、日本では従来クルマエビの種苗に関する研究者が多かったが、近年はバナメイエビの研究への関心も高まってきた。水産会社や食品会社もバナメイエビの研究に興味を示してきている。

IMTは、大学での研究や企業での商品開発等に用いる、実験用活エビを供給している。大学などでの研究では無病を担保するエビが必要で、同社のものが求められ、役立っている。

2) 経済産業的波及効果

本研究成果による事業化は、新潟県妙高市でベンチャー企業による、日本初の陸上屋内エビ養殖事業として、地元への販売を中心に順調に行われている。このことから、本研究は、地産地消をベースとした新産業を創出したと言えよう。

また、モンゴルなど、海外で、本研究の成果を生かしたバナメイエビの陸上屋内養殖の事業化が進みつつある。IMTはODAと関係する現地企業と連携し事業化を予定している。モンゴルでは富裕層が興隆し、魚介類の食需要が増大しており、中でも高品質なものへのニーズがあり、日本の技術で高品質なエビを提供しようとしている。現地でエビを生で食べるセレモニーは、大変評判が良かったとされる。現在、年8tのモデルプラントを建設中であり、2014年から育成システムを作り2015年4月より出荷を目指している。販売の予約は順調であり、来年以降、さらに大規模なプラントの建設も計画されている。中国やロシアへの輸出も期待される。なお、モンゴルは石炭が豊富で加熱コストが安く、地下水も利用できるといった陸上屋内養殖の事業環境に恵まれている。

また、インドからIMTのエビ養殖技術への打診も来ており、対応が検討されている。インドでの事業化は中東市場への展開が期待される。さらに、スリランカ、ラオス、ベトナムからも同技術利用

の打診が来ているとされる。

モンゴルでの事業オペレーションが始まれば、日本発の技術による陸上屋内養殖の海外展開として、かなりのインパクトがあると期待される。

3) 社会的波及効果

本研究成果は、これまでにない全く新しい、垂直循環、過飽和酸素供給、沈殿物回収などの技術を開発・融合させることにより、薬剤を一切使用しないエビの生産が可能となり、食の安全に貢献している。また、同技術により生産される「妙高ゆきエビ®」はぷりぷり感や豊富なアミノ酸含有により、消費者に好感を持って受け入れられている点も波及的な効果である。現在は、プラント規模が小さく、販売量が限られているが、今後、国内での大型プラントでの事業展開も期待され、これらの波及効果がより増大することが期待される。

また、海外での本研究成果技術による事業展開も進みつつあり、その実現により、食糧問題解決への貢献や生活の質（QOL）向上への貢献も期待される。

4) 人材育成波及効果

本研究に従事したポスドクは、若手研究者として活躍をしている。特に、着目すべき例を以下に示す。

- 韓国人のポスドクは、JIRCAS でその後も研究を続け、エビ類の VIH の測定法を開発し、成熟制御技術の仕上げに貢献する、目覚しい成果を挙げた。
- ベトナム人の学生は同国・カントー大学で准教授、学科のリーダーとなりエビ養殖を研究している。

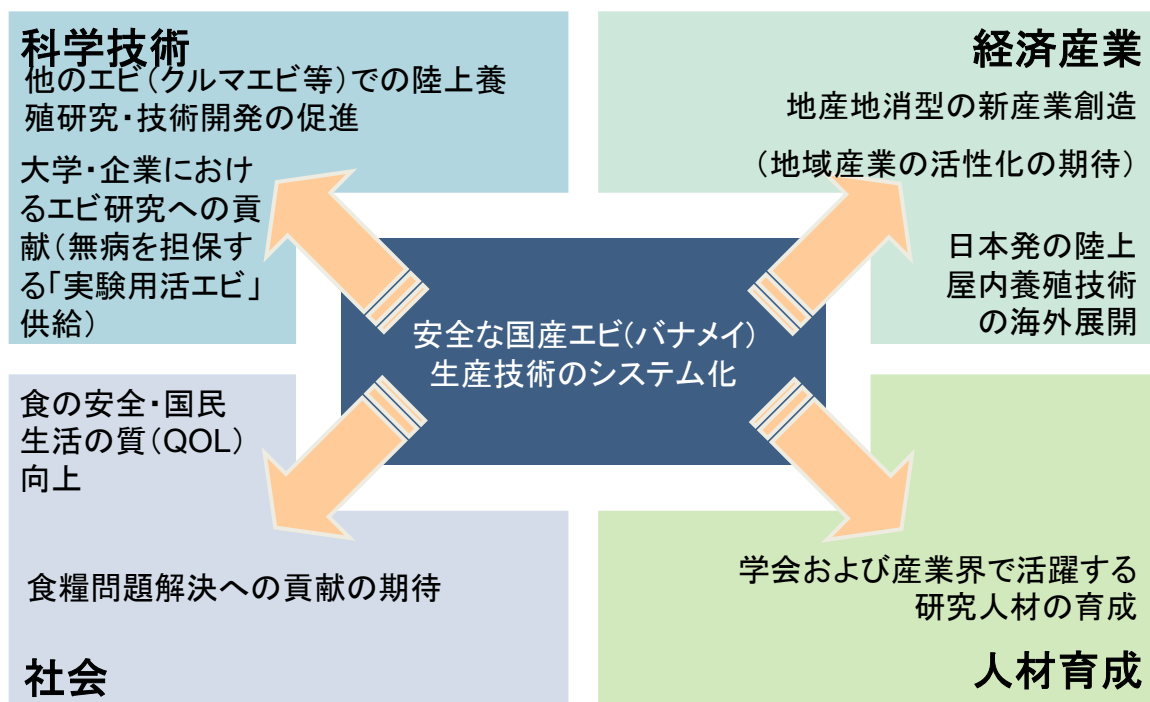
また、本研究に従事した学生はその後、内外の大学や研究機関で職を得（神奈川大准教授、岡山大学講師、インド・チェンナイの国立研究所など）、エビに関する関連研究分野で活躍している。

これらのキャリア形成や研究の進展に本研究が貢献した。特に、本研究のコンソーシアムにおいて民間との接触があり、刺激を受けたことが良かったと見られる。

また、本研究は企業の人材育成や確保にも大きな効果があったと見られる。IMT においては若手研究者が育ち、特に、水産学会での活動や雑誌投稿などが促進された。また、ベンチャー企業にとって人材確保は難しい課題であるが、本研究を行うことで、大手食品会社からの人材や、陸上養殖に関心がある学生が同社に就職を求めて来るようになった。

(4) 波及効果の分析

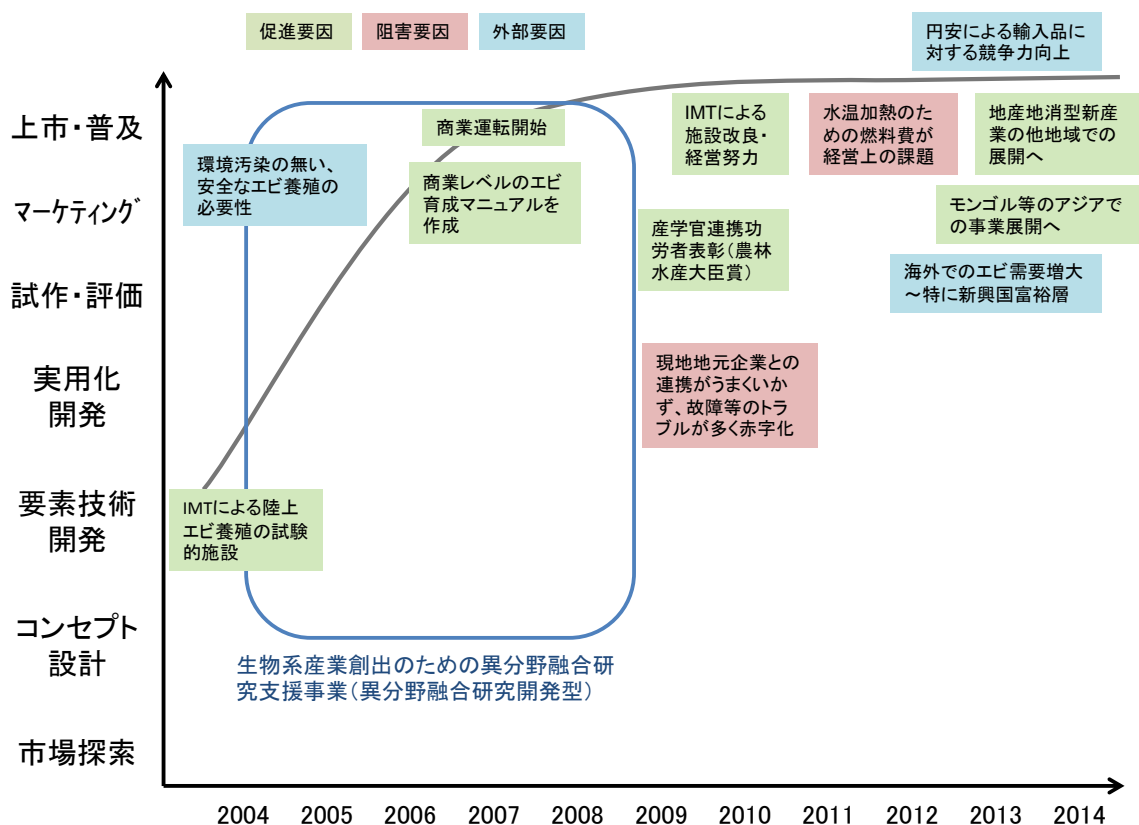
本調査結果、および研究者へのアンケートやヒアリングの結果から、波及効果に関して分析した。



本研究の取組みが刺激となりクルマエビなどで同様の研究(眼柄を切らない方法で催熟する研究)を行う研究者が増加し、また、学会や企業におけるバナメイエビの研究への関心も高まり、研究の広がりをもたらした。また、本研究の事業化により無病を担保する実験用活エビを供給が可能となり、大学や企業における研究に貢献している。本研究成果による事業化は、日本初の陸上屋内エビ養殖事業として地産地消をベースとした新産業を創出した。さらに、モンゴルなど、海外での事業化が進みつつあり、日本発の技術による陸上屋内養殖の海外展開が期待される。また薬剤を一切使用しないエビの生産が可能となり、食の安全に貢献し、ぷりぷり感や豊富なアミノ酸含有により国民生活の質(QOL)向上に寄与し、さらに、その海外展開により、食糧問題解決への貢献や生活の質(QOL)向上への貢献も期待される。さらに、本研究に従事した学生はその後、内外の大学や研究機関で職を得、エビに関する関連研究分野で活躍しているとともに、企業の人材育成や確保にも大きな効果があった。

(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産業化に至る経緯を分析した。



本研究開始に当たって、IMTは陸上養殖の施設を試験的に手掛けており、生物学に詳しい技術コーディネーターの指導を得て、陸上養殖施設の開発を進めていた。本研究プロジェクトは順調に進展し、商業レベルのエビ育成マニュアルを作成し、2007年より、商業運転も開始、「妙高ゆきエビ®」として地元を中心に販売を開始した。事業は当初、現地でプラント運営に当たる地元企業との連携体制で実施されたが故障等のトラブルが多かったが、その後、IMTが自社経営により本格的に運営し、黒字化した。現在、円安による輸入品に対する競争力も向上してきたが、さらに価格競争力を高めるため、国内でのより大規模化しての展開が計画されている。エビ養殖プラントの経営課題としては水の加熱のための燃料費があり、より温暖な地域での展開が目指されており、地産地消型新産業の展開が期待される。

また、海外でのエビ需要増大、特に新興国富裕層の高品質なエビへのニーズ高まりを背景として、モンゴル等のアジアでの事業展開も進められている。

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

本事業は、大きく4つの研究課題から成り立っており、その中で、終了後の出口として、高密度循環式エビ生産プラント開発により得られたエビの販売展開にあった。課題終了時にすでにバナメイエビの淡水化養殖技術、ストレス評価と低減技術及び配合飼料の開発がなされ、循環養殖についても実証規模の試験は終わっていた。その後、新産業の創出を目指して、陸上屋内エビ養殖事業を展開し、途中、故障等のトラブルや循環養殖に際し常に問題となる燃料コスト等のトラブルがあったが、実際

にエビを製品化してレストラン等に販売し、完全に事業化に成功している。本事業の目的である、異分野融合研究開発型の支援事業としては、最も優れた展開状況になった事業といえる。

(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

バナメイエビの生理機構の解明として、卵黄形成抑制ホルモン（VIH）の同定に成功したことは特筆に値する。今後、眼柄除去なしでの卵巣成熟が期待される技術開発として評価できる。さらに、生体防御関連遺伝子の発現量の増減によりストレスの評価ができることを明らかにするとともに、循環飼育において必要となる水中での保形性を備えた新たな飼料の開発やタンパク質原料の検討による飼料価格の低減など、今後のエビの産卵成熟機構の解明や成長および食味が優れたエビ生産に寄与するエサの開発など有用な結果を示した点、極めて波及効果が高い。学術的にも被引用回数が各年で 20 前後と安定しており、確実に累積数が伸びていることから、内容・質ともに優れている。

2) 経済産業的波及効果の評価

海外のエビとの差別化を図るために必要な安全性・安定生産を得る陸上屋内エビ養殖事業を成功させたことは大きな波及効果がある。すでに現在モンゴルにおいて本システムを導入し、実証化するまでに至っており、今後海外展開に向けた取り組みが期待される。国内では、エビに続き魚類養殖にも波及しており、陸上循環養殖ブームの火付け役となっている。環境汚染が少なく、かつ安全な養殖エビや魚を提供できることは、今後の食料生産の在り方を変えていくことになり、産業経済的な効果は大きい。本年度から、水産庁が行っている次世代陸上養殖技術開発の受託先の一つとして IMT が入っており、本事業の波及効果といえる。

3) 社会的波及効果の評価

これまで養殖した水産物は、薬剤などが使用されていることから、安全性に問題があるとともに、天然魚介類に比較して味が劣るなどの指摘が消費者の間では一般的であった。さらに、養殖漁場環境を悪化させ、富栄養化を招くなど、どちらかというマイナスのイメージ強かった。今回のこの事業により、薬剤を全く使用しない安全・安心なエビが味もよくできるとともに、循環陸上養殖なので排泄物を出さないシステムとなっており、環境にも配慮した養殖技術が開発されたことから、消費者に対してプラスのイメージを与え、養殖魚介類の社会的認識の変革に大いに役立っている。

4) 人材育成効果の評価

本事業の各機関の中に大学が入っていないので、学生の育成はないが、ポスドクを中心に多くの若手研究者を育てている。特に、韓国・ベトナム・インドに帰国した研究者はエビに関する関連研究分野で活躍するなど、学界や産業界で活躍しており、十分な人材育成がなされている。当然彼らは、学術論文の著者の一人として名を連ねている。

(3) 当該研究課題に対する今後の発展への期待

エビを用いた陸上での循環養殖が成功したことを受け、様々な魚介類を用いての陸上養殖が試みられている。これまでの飼料メーカーや養殖業者のみならず、新たな異業種の会社が興味を示しており、今後新たな産業化に結び付く可能性が高い。異業種を含めたコンソーシアムを作ることが、重要である。また、単に国内のみならず、前述したモンゴルのみならずインド、スリランカ、ラオス、ベトナム等からも打診が来ていることから、海外展開としてかなりのインパクトがあるといえる。本事業では4つの研究課題を中心に進めてきたが、この方式は当を得ており、今後技術開発を行う上で、大いに参考となろう。その他として、エビの成熟促進技術の開発はぜひ進めてほしい。

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	シェア	順位	機関名	論文数	シェア
1	DAVIS DA	40	1.9%	1	AUBURN UNIV	54	2.6%
2	LIGHTNER DV	35	1.7%	1	CHULALONGKORN UNIV	54	2.6%
3	HIRONO I	28	1.3%	3	CHINESE ACAD SCI	50	2.4%
3	WILDER MN	28	1.3%	4	MAHIDOL UNIV	48	2.3%
5	TASSANAKAJON A	26	1.2%	5	OCEAN UNIV CHINA	45	2.1%
6	AOKI T	25	1.2%	6	UNIV TOKYO	44	2.1%
7	CHANG ES	23	1.1%	7	TOKYO UNIV MARINE SCI TECHNOL	40	1.9%
7	KOSHIO S	23	1.1%	7	UNIV ARIZONA	40	1.9%
9	MYKLES DL	22	1.0%	9	CTR INVEST BIOL NOROESTE	36	1.7%
10	BURNETT LE	21	1.0%	10	IFREMER	35	1.7%
10	XIANG JH	21	1.0%	10	UNIV MAINE	35	1.7%
12	BURNETT KG	20	1.0%	12	UNIV NACL AUTONOMA MEXICO	34	1.6%
12	ISHIKAWA M	20	1.0%	13	JAPAN INT RES CTR AGR SCI	32	1.5%
12	LAWRENCE AL	20	1.0%	14	OCEAN INST	31	1.5%
12	OHIRA T	20	1.0%	15	CHINESE ACAD FISHERY SCI	30	1.4%
16	BROWDY CL	19	0.9%	16	NATL TAIWAN OCEAN UNIV	29	1.4%
16	FLEGEL TW	19	0.9%	17	NATL PINGTUNG UNIV SCI TECHNOL	28	1.3%
16	KONDO H	19	0.9%	18	FISHERIES OCEANS CANADA	27	1.3%
16	WANG JX	19	0.9%	19	CAN THO UNIV	26	1.2%
20	LIU YJ	18	0.9%	19	FISHERIES RES AGCY	26	1.2%
				19	KAGOSHIMA UNIV	26	1.2%
				19	NATL SCI TECHNOL DEV AGCY	26	1.2%
				19	UNIV SONORA	26	1.2%

(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。

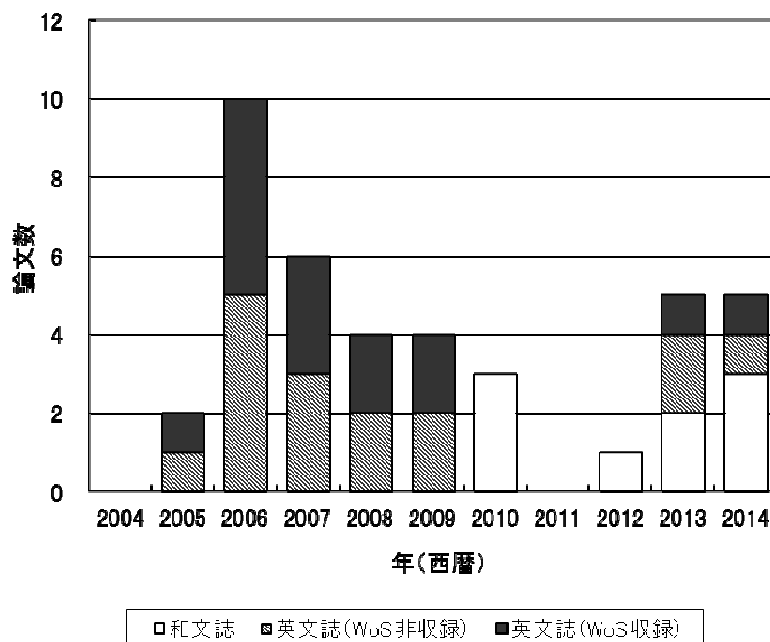
なお、当該課題に関連する領域の論文は、トムソン・ロイター社の学術文献データベース Web of Science において、以下の条件で定義した。

条件 1： 論文発表年が左記のいずれかに該当	2004 年-2014 年	
条件 2： Web of Science 分野が左記のいずれかに該当	FISHERIES ZOOLOGY 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	X-organ crustin pigment-dispersing hormone mechanisms of hormone action freshwater prawns Whiteleg shrimp sinus gland eyestalk ablation Vitellogenin gene Kuruma prawn	crustacean hyperglycemic hormone Molt cycle recombinant peptide time-resolved fluoroimmunoassay green water American lobster Marsupenaeus japonicus Mekong Delta penaeid shrimp Pacific white shrimp
検索論文数	2106 件	

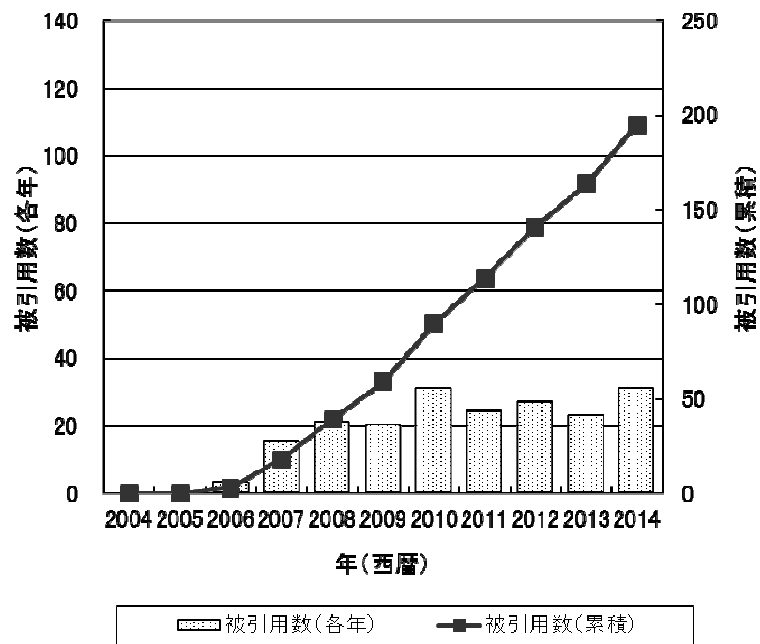
(注) 「検索論文数」は条件 1～3 を全て満たす論文の件数を表す。「検索論文数」に含まれる論文を集計して研究者・機関ランキングを作成。

(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 8 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
10	The effects of crustacean hyperglycemic hormone-family peptides on vitellogenin gene expression in the kuruma prawn, <i>Marsupenaeus japonicus</i>	Tsutsui, N; Katayama, H; Ohira, T; Nagasawa, H; Wilder, MN; Aida, K	GENERAL AND COMPARATIVE ENDOCRINOLOGY, 144, 232-239	2005	41
18	Effects of lipopolysaccharide on gene expression of antimicrobial peptides (penaeidins and crustin), serine proteinase and prophenoloxidase in haemocytes of the Pacific white shrimp, <i>Litopenaeus vannamei</i>	Okumura, T	FISH & SHELLFISH IMMUNOLOGY, 22, 68-76	2007	37
14	Preparation of two recombinant crustacean hyperglycemic hormones from the giant freshwater prawn, <i>Macrobrachium rosenbergii</i> , and their hyperglycemic activities	Ohira, T; Tsutsui, N; Nagasawa, H; Wilder, MN	ZOOLOGICAL SCIENCE, 23, 383-391	2006	22
16	Purification of sinus gland peptides having vitellogenesis-inhibiting activity from the whiteleg shrimp <i>Litopenaeus vannamei</i>	Tsutsui, N; Ohira, T; Kawazoe, I; Takahashi, A; Wilder, MN	MARINE BIOTECHNOLOGY, 9, 360-369	2007	20
13	Production and characterization of recombinant vitellogenesis-inhibiting hormone from the American lobster <i>Homarus americanus</i>	Ohira, T; Okumura, T; Suzuki, M; Yajima, Y; Tsutsui, N; Wilder, MN; Nagasawa, H	PEPTIDES, 27, 1251-1258	2006	16
11	Current status of freshwater prawn culture in Vietnam and the development and transfer of seed production technology	Phuong, NT; Hai, TN; Hien, TTT; Bui, TV; Huong, DTT; Son, VN; Morooka, Y; Fukuda, Y; Wilder, MN	FISHERIES SCIENCE, 72, 1-12	2006	15
17	Effects of bilateral and unilateral eyestalk ablation on vitellogenin synthesis in immature female kuruma prawns, <i>Marsupenaeus japonicus</i>	Okumura, T	ZOOLOGICAL SCIENCE, 24, 233-240	2007	12
15	Isolation and characterization of two pigment-dispersing hormones from the whiteleg shrimp, <i>Litopenaeus vannamei</i>	Ohira, T; Tsutsui, N; Kawazoe, I; Wilder, MN	ZOOLOGICAL SCIENCE, 23, 601-606	2006	8
21	Hemolymph osmolality, ion concentrations and calcium in the structural organization of the cuticle of the giant freshwater prawn <i>Macrobrachium rosenbergii</i> : Changes with the molt cycle	Wilder, MN; Huong, DTT; Jasmani, S; Jayasankar, V; Kaneko, T; Aida, K; Hatta, T; Nemoto, S; Wigginton, A	AQUACULTURE, 292, 104-110	2009	6
12	Dynamics of vitellogenin synthesis in juvenile giant freshwater prawn <i>Macrobrachium rosenbergii</i>	Jayasankar, V; Jasmani, S; Tsutsui, N; Aida, K; Wilder, MN	JOURNAL OF EXPERIMENTAL ZOOLOGY PART A-COMPARATIVE EXPERIMENTAL BIOLOGY, 305A, 440-448	2006	5
20	Carbonic anhydrase and Na/K-ATPase activities at different molting stages of the giant freshwater prawn <i>Macrobrachium rosenbergii</i>	Jasmani, S; Jayasankar, V; Wilder, MN	FISHERIES SCIENCE, 74, 488-493	2008	4
19	Characterization and expression of the putative ovarian lipoprotein receptor in the Kuruma prawn, <i>Marsupenaeus japonicus</i>	Mekuchi, M; Ohira, T; Kawazoe, I; Jasmani, S; Suitoh, K; Kim, YK; Jayasankar, V; Nagasawa, H; Wilder, MN	ZOOLOGICAL SCIENCE, 25, 428-437	2008	4
22	Low Salinity Rearing of the Pacific White Shrimp <i>Litopenaeus vannamei</i> : Acclimation, Survival and Growth of Postlarvae and Juveniles	Jayasankar, V; Jasmani, S; Nomura, T; Nohara, S; Huong, DTT; Wilder, MN	JARQ-JAPAN AGRICULTURAL RESEARCH QUARTERLY, 43, 345-350	2009	3
23	Molecular cloning of a cDNA encoding vitellogenesis-inhibiting hormone in the whiteleg shrimp <i>Litopenaeus vannamei</i> and preparation of its recombinant peptide using	Tsutsui, N; Ohira, T; Okutsu, T; Shinji, J; Bae, SH; Kang, BJ; Wilder, MN	FISHERIES SCIENCE, 79, 357-365	2013	2
25	Dynamics of Vitellogenin and Vitellogenesis-Inhibiting Hormone Levels in Adult and Subadult Whiteleg Shrimp, <i>Litopenaeus vannamei</i> : Relation to Molting and Eyestalk Ablation	Kang, BJ; Okutsu, T; Tsutsui, N; Shinji, J; Bae, SH; Wilder, MN	BIOLOGY OF REPRODUCTION, 90, 0-0	2014	0

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 2007-244300	養殖槽における水産物の捕獲装置	株式会社アイ・エム・ティー	野原 節雄, 野村 武史	2006/03/16	

公開番号	発明の名前	出願人	発明者	出願日	登録番号
特開 2007-244292	水槽内の沈殿物排除装置及びこれを用いた水産物養殖装置	株式会社アイ・エム・ティー	野原 節雄, 野村 武史	2006/03/16	特許 4242875
特開 2008-043252	室内型エビ生産に用いるエビ育成・健康管理システム	独立行政法人国際農林水産業研究センター, 株式会社アイ・エム・ティー	マーシー ワイルダー, ビディア ジャヤサンカー, サフィア ジャスマニ, ドー ティ タン フン, 筒井 直昭, 大平 剛, 野原 節雄, 野村 武史	2006/08/16	特許 4635172
特願 2014-528758	水産物の養殖装置、およびそれに使用する人工海藻	IMT エンジニアリング株式会社	野原節雄、伊熊公章	2013/01/16	特許第 5658423

(2) 実用化例

- 「屋内型エビ生産システム」が、株式会社アイ・エム・ティーによって新潟県妙高市で商業運転されている。

第2節 リン資源の再利用技術とリサイクルシステムの開発

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16年度－20年度）
技術コーディネーター：大竹 久夫（所属 [大阪大学大学院工学研究科]）

中課題	所属（事業当時）	研究代表者
① 人工リン鉱石からの有機物及び窒素除去技術の開発	大阪大学	大竹久夫
② リン資源のライフサイクルアセスメント	東和環境科学株式会社	佐藤恵一
③ 人工リン鉱石製造及び改質技術の開発	株式会社神鋼環境ソリューション	長谷川進
④ 人工リン鉱石からのリン酸質肥料の製造技術の開発	小野田化学工業株式会社	美濃和信孝
⑤ 人工リン鉱石及び人工リン鉱石由来のリン酸質肥料の有効性及びその機構解明	神戸大学	阿江教治
⑥ 人工リン鉱石からの工業用リン酸製造技術の開発	下関三井化学株式会社	佐藤英俊
⑦ ポリリン酸を活用するバイオ技術の開発	広島大学	黒田章夫

ヒアリング協力者：大竹 久夫（現所属 [大阪大学大学院工学研究科]）

ヒアリング実施日：平成26年11月28日

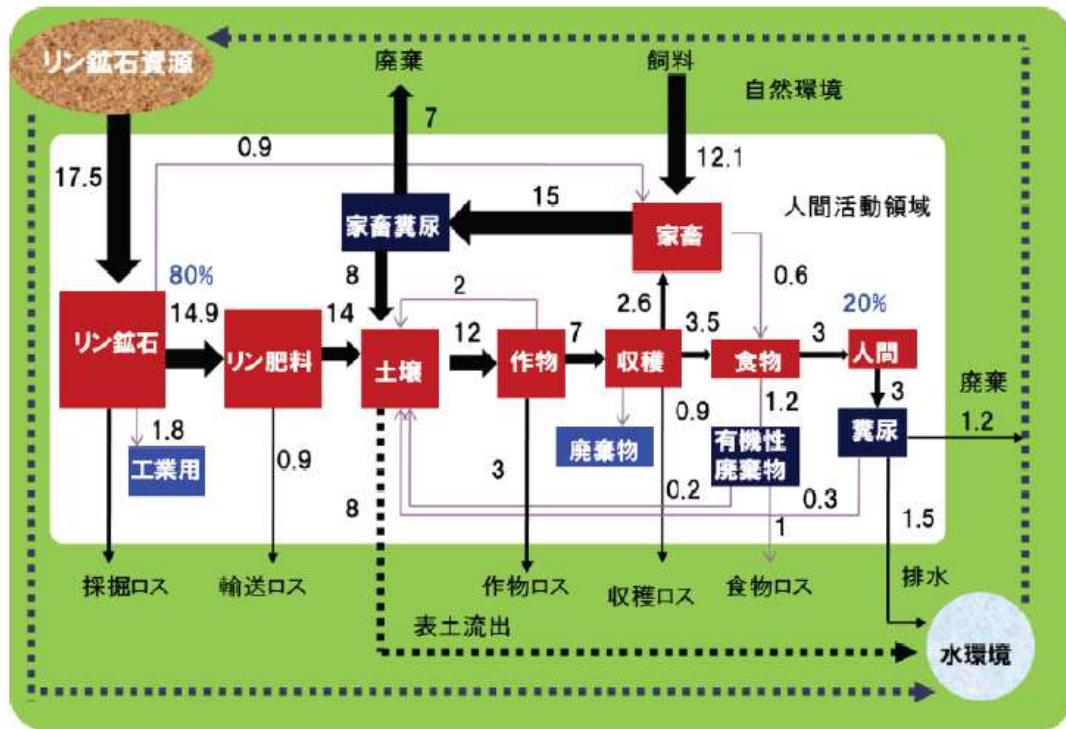
1. 研究の背景と位置づけ

(1) 開始時の研究分野や社会の動向

今やリンは、グローバルレベルの戦略的取組みにより、その調達方法や再利用による持続的利用の方策を検討すべき、希少資源の一つとなっている。我が国においてはまだ認知度が低いものの、欧米において持続的リン利用は人類の新たなグローバル問題として、公の場において政治・経済・行政・産業といった多角的な側面から議論され政策課題化している。

DNA や細胞膜などの構成元素であるリンは、総ての生物にとって不可欠なものであるが、原則としてすべてリン鉱石という天然資源から得られる。近年において、そのリン鉱石が品質の良いものから資源として入手が困難になってきた。かつては、リン鉱石はいくらでも手に入るものとして、その枯渇についてはあまり関心が払われなかったものの、1997年にそれまで日本が依存していた米国が輸出を停止、輸入先を中国に切り替えたが2000年以降、世界でリン資源の争奪戦の様相を呈してきた。プロジェクト期間中の2008年には、世界一のリン鉱石産出国である中国において四川大地震があり、その直後から輸出が停止された。リンは食料生産に絶対的に必要であるため、リンの自給率0%の日本においてリン資源枯渇の危機感が高まり、国内に入るリンについてリサイクルを含めて如何に持続的に利用するかが重要課題と認識されるようになった。

また人間が食料として消費するリンの量の約5倍のリンが、リン鉱石として採掘されている。リン鉱石の枯渇が懸念される一方で、リンの非効率な利用によりリン鉱石が採掘から人間による消費までのすべての過程で無駄に捨てられ、環境を汚染している。



(Cordell, D. et al.: The story of phosphorus: Global food security and food for thought. Global Environ.Change, (2009)より技術コーディネーター作成)

図 3-12 リン消費の流れと無駄になるリンの量の比較

技術コーディネーターは大学時代より、リンを富栄養化問題の原因物質として、リンを出さない方法を環境問題として研究してきた。しかし、上記のリン資源問題が浮上し、リン資源の無駄使いと不適切な管理による環境汚染の両方が経済的損失を生むという認識に至った。2000年頃より NEDO による研究開発として、下水汚泥からリンを分離する方法を開発し、神戸にパイロットプラントを作成した。さらに RITE による研究等を実施した後、経済産業省のプロジェクトとしてリン回収の実規模プラントを福山に作り、実証研究を実施していた。それらの研究の成果として、下水より人工リン鉱石を得る技術を開発していた。開発した HeatPhos 法は、下水余剰汚泥を 70℃ で約 1 時間加熱しリンを分離する技術であるが、その実証プラントを建設することで、同法による人工リン鉱石の試験生産が可能になった。

(2) 応募の目的／他制度への応募状況

資源としてのリンのリサイクルの普及のためには、人工リン鉱石を回収したあと、再利用する用途の開発が必要である。これを農業分野で使うことを企図し、同分野を対象とする生研センターの同事業による本研究プロジェクトで研究・事業化を狙った。なお、それまで経済産業省関連で多くのプロジェクトを実施しかかなりの予算を獲得してきており、それ以上同じ分野での予算獲得は難しいとも見られたという、現実的な面もあった。

(3) 研究の狙い

リンを回収する技術を確立できたが、それを利用するマーケットがないとリサイクルが進まない。そこで、回収品である人工リン鉱石を肥料等で利用することが可能かを研究し、貴重な資源であるリンの世界的な需給状況と今後の需要予測を調査すると同時に、HeatPhos 法をはじめとするリン資源回収技術の費用対便益の検討及びその製造から販売に至るリン資源のリサイクル事業を創出することを、主な狙いとした。

(4) 当該事業の意義

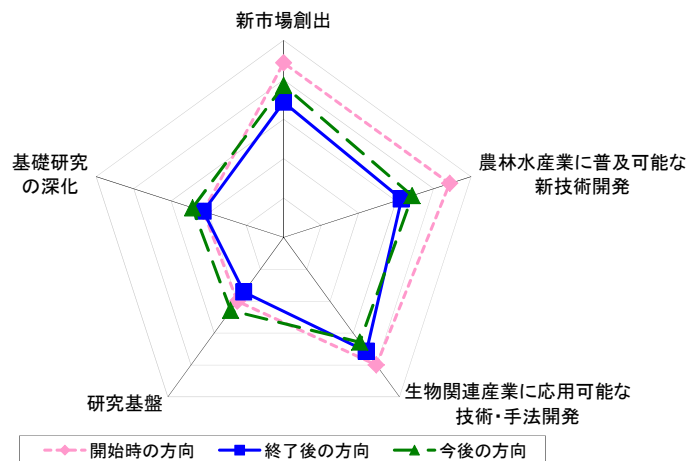
本事業が無かった場合、日本で持続的リン利用への取組みが圧倒的に遅れたらと技術コーディネーターは考えている。本研究により研究コンソーシアムを 5 年間実施し、それをベースに 2008 年に非営利産官学連携全国組織であるリン資源リサイクル推進協議会が発足した。当協議会の設立がなかった場合、日本のリンのリサイクルについての取組が大変遅れたらと見られる。経済産業省の実証プラント研究で、研究メンバーが集まっていたが、本研究によるコンソーシアムがなかったら、研究メンバー間の協力関係は解消していただろうとの技術コーディネーターの証言が得られた。

当該事業終了後の 5 年間で、リンのリサイクルについて、国全体が取り組むべき課題が明らかになった。それはリンの持続的利用を実現するための取組みが、新たなビジネスとして成立するための環境を整備することである。

そもそも、本研究は個別の技術や製品の市場化を目指したのではなく、日本におけるリンのリサイクルシステムの確立と実装を目指したものである。本事業のあと、リンのリサイクルシステムの確立にむけた内外の取組が大きく進み、それが社会の一部となっている。その意味で、結論的には、このプロジェクトは歴史的な役割を果たしたと言える。と技術コーディネーターは考えている。

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。



本事業で実施された研究課題は、回収リンの農業分野での利用によるリサイクル事業の創出を目指していたことから新しい製品の開発、および農林水産業で利用できる新技術開発としての要素が強かった。

事業終了時においても、この方向性は変わらないが、ポリリン酸を活用するバイオ技術の開発などの項目が実施され、一定の成果を得たことから、生物関連研究における研究基盤整備の要素も強まった。

今後の方向性は、これまで蓄積した知見・技術を活用し、政策や産業界、社会面での理解と強力を得て、日本におけるリンのリサイクルシステム実現にむけた進展が期待される。

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

人工リン鉱石の製造と改質技術の開発



試験材料に用いた人工リン鉱石

HeatPhos 法による下水処理場の余剰汚泥からのリン回収の有効性確認

有機物(強熱減量)は焼成により除去できることを確認

リン資源のライフサイクルアセスメント

人工リン鉱石の使用にともなう肥料製造コスト上昇分を試算したところ、仮に147円/kgの改質前人工リン鉱石を使用した場合、加工リン酸肥料kg当たりのコスト上昇は約20-60円程度であった

リン酸質肥料の製造技術開発・副産リン酸肥料製造技術開発・肥料の有効性と肥効解明

焼成改質人工リン鉱石を一部用い、保証成分と造粒性を満足する加工リン酸肥料を製造

工業用リン酸とポリリン酸の製造技術開発・活用バイオ技術開発

焼成改質人工リン鉱石をブレンドした原料を用いて工業用リン酸製造技術を開発

非晶質ケイ酸カルシウムによるリン回収と副産リン酸肥料製造技術を開発

改質前人工リン鉱石の作物収量の増加への有効性確認

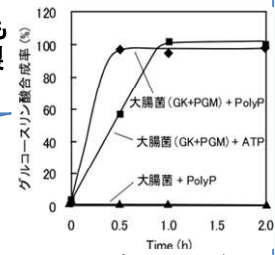
ポリリン酸ナトリウムも重合度 65 を越えて製造できた

リン酸質肥料を用いた植栽試験により、キャベツやハクサイなど養分吸収期間が長い作物への有効性を確認



人工リン鉱石より製造したリン酸質肥料による栽培試験

組換え大腸菌によりフルクトース 1,6 二リン酸を合成など



耐熱性ポリリン酸グルコキナーゼにグルコースリン酸の合成

その後の展開

リン資源リサイクル推進協議会の設立と取組

設立時: 企業、各種業界団体など約50会員
→現在: 約150会員に拡大

欧米へ波及

・欧州持続的リン協議会が設立
→EU成長戦略: 資源利用効率向上にリン再利用が位置づく
・米国: 持続的な食料利用のためのリン共同研究プロジェクト

個別技術の開発

リンを下水などから安価に回収する技術開発



今後の展開

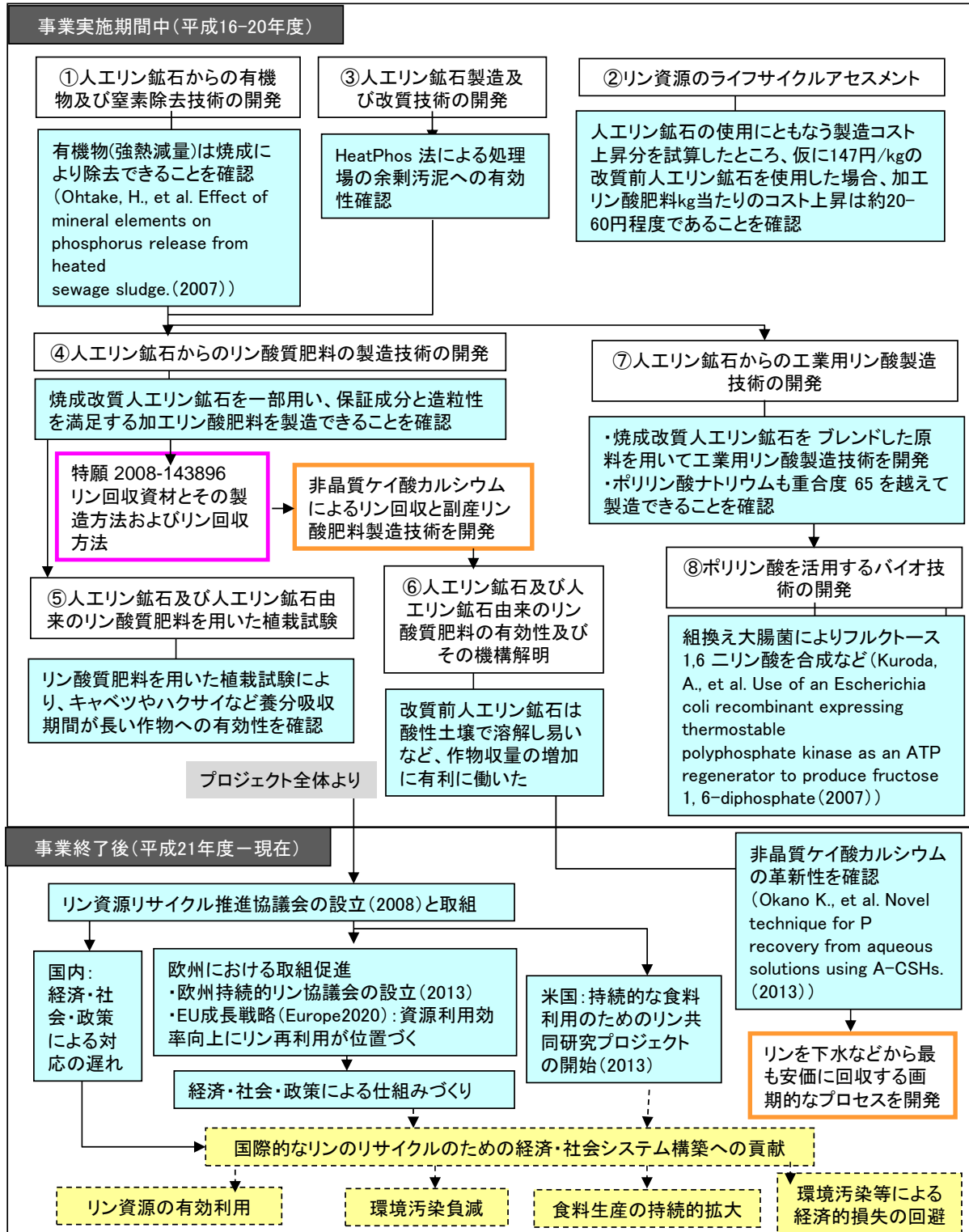
企業を超えた社会・経済のリン再利用の仕組みづくり (シナジー効果等)

持続的リン利用を後押しする政策展開 (欧米先行)

社会全体の経済的な利益を考慮した個別技術開発

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



3. 当該事業における研究の実施状況

(1) 研究目的

都市下水処理場で発生する余剰汚泥を約 70℃で1時間加熱する方法 (HeatPhos 法)で溶出させたリンを、カルシウム添加により凝集沈殿させて、天然リン鉱石の代替物となりうる人工リン鉱石を製造する。また、焼成等により改質した人工リン鉱石を原料に用いて、リン酸質肥料や工業用リン酸及び各種リン化合物を生産する技術の開発を行う。さらに、これらの技術開発の成果を基に、人工リン鉱石の生産からリン製品の製造と販売に至るリン資源のリサイクル事業を創出する。

(2) 研究内容

以下の項目を実施した。

- ① 人工リン鉱石からの有機物及び窒素除去技術の開発
- ② リン資源のライフサイクルアセスメント
- ③ 人工リン鉱石製造及び改質技術の開発
- ④ 人工リン鉱石からのリン酸質肥料の製造技術の開発
- ⑤ 人工リン鉱石及び人工リン鉱石由来のリン酸質肥料を用いた植栽試験
- ⑥ 人工リン鉱石及び人工リン鉱石由来のリン酸質肥料の有効性及びその機構解明
- ⑦ 人工リン鉱石からの工業用リン酸製造技術の開発
- ⑧ ポリリン酸を活用するバイオ技術の開発

(3) 研究体制

研究体制は以下の通りであった。

機関名	研究代表者 (○技術コーディネーター)	担当中課題名 (中間評価前)
大阪大学	○大竹久夫	人工リン鉱石からの有機物及び窒素除去技術の開発
東和環境科学株式会社	佐藤恵一	リン資源のライフサイクルアセスメント
株式会社神鋼環境ソリューション	長谷川進	人工リン鉱石製造及び改質技術の開発
小野田化学工業株式会社	美濃和信孝	人工リン鉱石からのリン酸質肥料の製造技術の開発
神戸大学	阿江教治	人工リン鉱石及び人工リン鉱石由来のリン酸質肥料の有効性及びその機構解明

下関三井化学株式会社	佐藤英俊	人工リン鉱石からの工業用リン酸製造技術の開発
広島大学	黒田章夫	ポリリン酸を活用するバイオ技術の開発

コンソーシアムにおいて、神戸大学を除く大部分の実施者は、もともと経済産業省のプロジェクトの実施メンバーであり、これがベースとなった。また、広島大学は、技術コーディネーターがかつて研究代表者の研究室に在籍していたため、コネクションがあった。

人工リン鉱石及び人工リン鉱石由来のリン酸質肥料の有効性及びその機構解明については、神戸大学の阿江氏が、日本では少ない肥料の専門家として担当することとなった。

(4) 研究成果

1) 人工リン鉱石からの有機物及び窒素除去技術の開発

改質前人工リン鉱石に含まれる有機物(強熱減量)は、焼成により除去することができた。

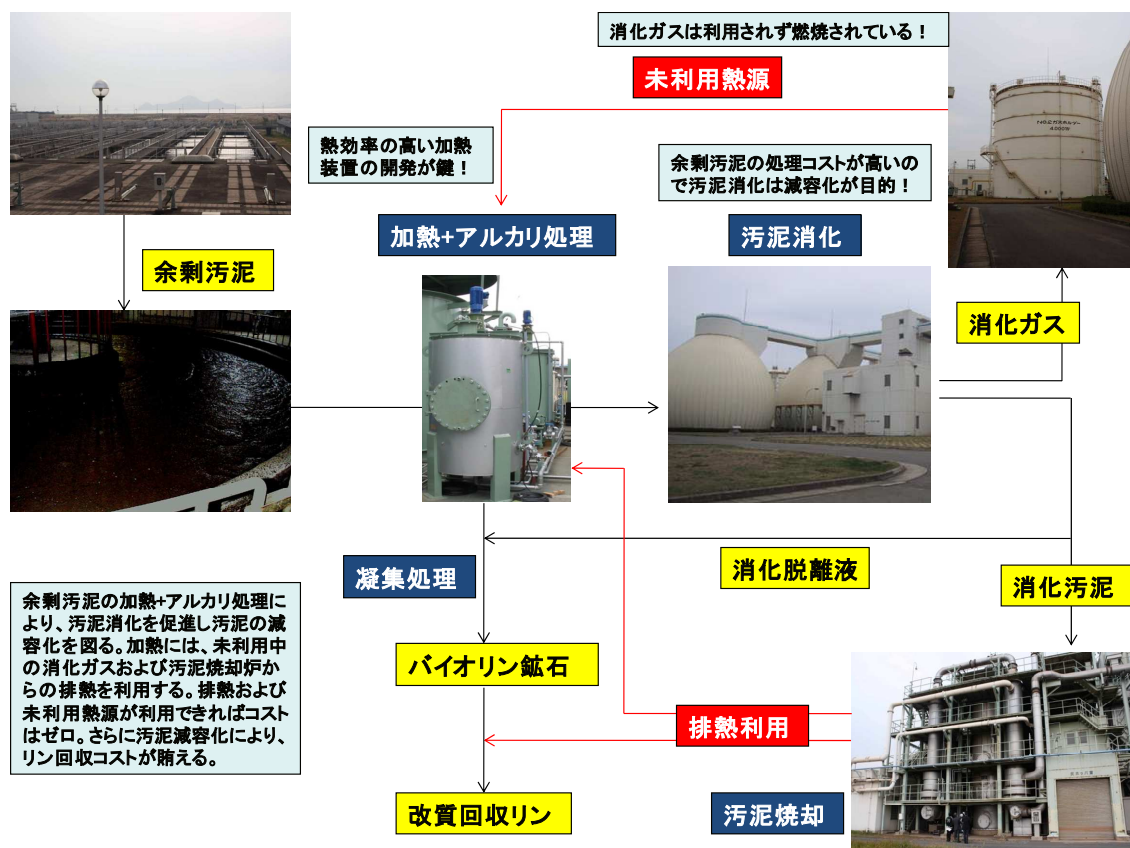


図 3-13 リン回収システムの全体像

2) リン資源のライフサイクルアセスメント (人工リン鉱石製造コスト)

人工リン鉱石 1 kg 当たりの建設費用も含めた製造コスト及び償却費を含まないランニングコストは、それぞれ 605 円及び 185 円、汚泥加熱等に下水処理場の消化ガス等の余熱を利用し、消化汚泥

脱離液からも合わせてリン回収を行う場合には、それぞれ 151 円及び 95 円と見積もられた。
この結果、現状ではこの人工リン鉱石製造だけではコスト的に事業化が難しいことが分かった。

3) 人工リン鉱石製造及び改質技術の開発

HeatPhos 法は、嫌気好気生物脱リン法を採用している処理場の余剰汚泥に有効であった。

4) 人工リン鉱石からのリン酸質肥料の製造技術の開発

焼成改質人工リン鉱石を一部天然リン鉱石の代替原料に用い、保証成分と造粒性を満足する加工リン酸肥料を製造できた。147 円/kg の改質前人工リン鉱石を原料に用いた場合、加工リン酸肥料 kg 当たりのコスト上昇は約 20-60 円程度であった。

なお、事業化に当っては顧客（農家）のニーズが厳しく、製品の色、形状、粒度などの農家のイメージにおいて、前年と同じものを供給し続ける必要があり、品質が安定しない汚泥からの回収リンを原料にすることが難しいということが分かった。

非晶質ケイ酸カルシウムを用いて製造したリン吸着材は高いリン回収性能を持ち、リン回収品はカルシウム凝集沈殿で多く混入する有機物や窒素成分を含まないので、そのまま副産リン酸肥料として用いることが可能であった。

同技術は、太平洋セメント、小野田化学工業で商品化している（商品名「リントル」）。これは事業期間中に出来た。その後のさらなる改良により、同様の回収材として世界で一番安く、画期的なものとなっている。同製品は、従来より開発されていた結晶質のケイ酸カルシウム系の水和物とはリン回収メカニズムが異なり、水溶液中のリン吸着性と沈降性に優れている。また、従来のカルシウムによる凝集沈殿とことなり、排水中に含まれている有機物が回収物へ混入するなどの影響が少なく、回収物もそのままリン酸肥料に使用できるように材料設計されている。



(電子顕微鏡写真)

図 3-14 高機能リン吸着剤「リントル」

5) 人工リン鉱石及び人工リン鉱石由来のリン酸質肥料を用いた植栽試験

焼成改質人工リン鉱石を用いて製造した加工リン酸肥料は、キャベツやハクサイなど養分吸収期間が長くて生育後半にもリンの吸収を必要とする作物により適していた。



図 3-15 人工リン鉱石より製造したリン酸質肥料を用いたキャベツの菜豆の栽培

6) 人工リン鉱石及び人工リン鉱石由来のリン酸質肥料の有効性及びその機構説明

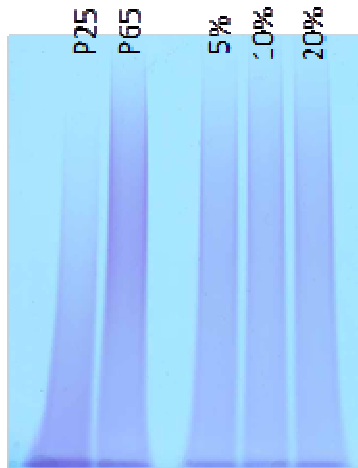
改質前人工リン鉱石は酸性土壌で溶解し易く、含まれる有機物が分解することにより生成する有機酸がリンの可溶化を促進し、作物収量の増加に有利に働いた。

7) 人工リン鉱石からの工業用リン酸製造技術の開発

現在稼働中の工業用リン酸製造プロセスの原料として用いるためには、人工リン鉱石中の Mg や Al などの金属成分の総含有率を約 2%以下にまで抑える必要がある。焼成改質人工リン鉱石を 20%ブレンドした原料を用いた場合、リンの抽出率は天然リン鉱石のみ(天然鉱)を使用した場合に比べて約 15%低かったが、製品の品質はほぼ同等であった。また、ポリリン酸ナトリウムも重合度 65 を越えて製造できた。

8) ポリリン酸を活用するバイオ技術の開発

好熱菌から取得した耐熱性のホスホフルクトキナーゼ遺伝子(PFK)とポリリン酸合成酵素遺伝子(PPK)を発現させ、70℃で 10 分間加熱処理した組換え大腸菌は、75℃の温度でフルクトース 1,6 二リン酸を合成できた。また、耐熱性ポリリン酸グルコキナーゼ遺伝子 (GK) とホスホグルコムターゼ遺伝子(PGM)を発現させた後に熱処理した大腸菌も、グルコースとポリリン酸からグルコース-6-リン酸を合成できた。



※いずれの濃度で合成したものも鎖長はほとんど同じであることを確認。

図 3-16 合成したポリリン酸の鎖長解析（数値は焼成改質人工リン鉱の原料へのブレンドの割合）

4. 事業終了後の状況

(1) 研究の発展状況

プロジェクト期間中の 2008 年にリン鉱石の世界最大の生産国である中国において四川大地震があり、リンはいくらでも手に入るといった認識が過去のものになった。特に、リン鉱石資源をもたない欧州と日本における危機感が大きかった。

技術コーディネーターは日本肥料アンモニア協議会と協力し、農林水産省、経済産業省、国土交通省、環境省の 4 省に対して、国を挙げて取り組むべきという働きかけを行い、2008 年に 4 省の協力のもとリン資源リサイクル推進協議会が発足した。生研センターのプロジェクトメンバーが、その基本的な構成者となった。

そこではリンを 100%輸入に頼る日本において、将来に渡って持続的な食料生産が可能かという問題意識を共有し、リンを輸入ではなく国内の二次資源（下水汚泥、畜産廃棄物や製鋼スラグなど）からのリサイクルで賄っていく方法について議論を実施した。過剰なリン使用の削減と、二次資源からのリンのリサイクルが課題になったが、これらには利害関係者が多く、全員を 1 か所に集め、上流から下流までのシームレスな議論が必要であった。（従来の国の研究支援機関は、予算化のため、一つのソリューションを求めがちであるが、同協議会では、国全体としてビジネスソリューションを考えるための議論を行ってきた。）

同協議会は、設立時、会員（企業、各種業界団体など）が約 50 であったが、現在は約 150 に拡大している。同協議会では、個別の技術開発より、技術を孤立化せないために産業分野を越えて普及させることに重点を置いている。そこでの活動を通じて、それまでリンを回収する企業と、肥料メーカーの間でコンタクトが殆どないことが分かったが、両者のマッチングが重要であり、同協議会はその場となった。

今後に向けた課題として、技術コーディネーターは三井物産環境基金の支援を得て、日本のリン回収ビジネスの課題を研究した。その結果、日本の問題として社会的認知度の不足（国民が知らない）

があり、国による優先的な政策支援が欠如しており、そのため民間企業が投資を躊躇している現状が見えてきた。また、国からの研究支援も少ないため、研究者や学会も育たないことがあると指摘している。

以上を解決するには、欧州や米国が先に進んでいるということを政策担当者に示すことが重要である。このため、技術コーディネーターらは、欧米の動きをまとめた冊子を作り、啓蒙活動を行っている。

今後の方向としては、欧州での取り組みも踏まえ、通常の民間企業では利益ベースに乗りにくいいため、リンのリサイクル利用に向けて企業や産業分野を超えた社会とのシナジー効果を作っていくことが有効と考えられると、技術コーディネーターは述べている。重要なことは、個別の経済的な利益よりも、社会全体の経済的な利益を優先することである。この場合、主要なビジネス分野を政策に取り込むことである。そのためには、コスト削減への効果を明示する必要がある。特に、リンの持続的利用に関わる食品加工、製鉄、セメントや肥料製造業など広範な産業分野を取り込む必要がある。

例えば、製鉄はリンを除去するプロセスであり、除去する過程においてリンを含むスラグが排出される。現在は廃棄物として処理されているスラグからリンを回収し、残りを高炉に戻せばスラグが出なくなるが、これまで製鉄メーカーはリン回収に関心がなかった。リンを再利用することの重要性を製鉄メーカーに説明し、ビジネスとしてそれがなされるような仕組みを作っていくことが挙げられる。

(2) 新たな研究成果

協議会では日本全体をどうするかという視点で、持続的リン利用への取り組みをしている。

本グループが関係した技術開発では、着目される近年の成果として、以下がある。

1) 下水から1工程でリンを回収する技術の開発

技術コーディネーターと太平洋セメント株式会社、小野田化学株式会社と共同で、下水処理場の汚泥に含まれるリンを1つの作業工程で回収する仕組みを開発した。これは、わが国に無尽蔵にある安価な材料のみを利用して新たに開発した回収材を使い、簡易な沈殿槽だけでリンを含む固形物を回収する仕組みである。この回収材はリンを沈殿させたり、ろ過させたりする能力高く、簡易な水槽に加えるだけで、30分程度でリンが回収可能である。2015年春までに、処理した固形物を農業に使う仕組みを整えることも、試みられている。(2013年4月13日「日経産業新聞」参照)

2) 下水のリンを安価に回収・移動可能な小型装置の開発

技術コーディネーターと三国製薬工業株式会社はリンを下水などから安価に回収する装置を開発した。技術コーディネーターは汚水中のリンを効率よく沈殿させるために、本研究の成果である非晶質ケイ酸カルシウムを同装置に応用した。

これまで回収には億単位の投資が必要であったが、新装置は50～60万円で製造でき、トラックの荷台になる大きさまで小型化した。実際にトラックに搭載し、全国の下水・汚泥処理施設で回収作業を行うことが予定される。(2014年10月27日「産経新聞」参照)



図 3-17 開発された移動可能な小型装置

(3) 波及効果

本研究の波及効果について、技術コーディネーターは欧州の例を挙げて、個別の技術や製品の市場化による波及効果などよりも、社会や産業全体が持続的リン利用に取り組むようになる波及効果が重要であるとしている。リンを回収・再資源化する実機プラントが複数稼働している国は、世界でも日本やドイツなどに限られている。しかし日本においては国による長期的な政策支援や戦略的な取り組みがなく、せつかくの技術が孤立化しやすい。一方で、欧州では、リンのリサイクルは技術よりも社会や経済の問題であるという認識があり、回収技術に加えて、マーケット、法律、政策支援など、社会・経済的な環境を整備し、育てていこうとしている。回収技術が優れていても、天然リン鉱石を輸入することに比べた場合、コスト的な優位性が難しい中で、欧州はリサイクル利用が進むように、社会や経済の仕組みを変える取り組みをしている。日本として見習うべき取り組みが多いと技術コーディネーターは語る。

1) 科学技術的波及効果

上記の観点から、技術コーディネーターは、個別の技術的なイノベーションの成否よりも、社会や経済的仕組みの変革が技術の孤立化を防ぎ持続的リン利用の実現をめざす上で大事であるとしている。

技術コーディネーターによるスイスの大学（ETH：スイス連邦工科大学チューリッヒ校）などにおける国際研究等を通じて、リンのリサイクルシステムの実現に関し、社会科学的アプローチも重要であり、それが日本で最も欠けていることが課題であると考えている。

2) 経済産業的波及効果

全体では、本プロジェクトをベースとしてリン資源リサイクル推進協議会が設立され、企業や業界団体にとどまらず、産学官が参加する議論の場が形成された。但し、国による具体的な政策的な取り組みは、今後の課題である。

個別製品・技術では、非晶質ケイ酸カルシウムを用いて製造したリン吸着材などの一部のリン回収

製品の市場化が出来たが、リンのリサイクルシステム実現には取組むべき多くの課題が残されていると技術コーディネーターはしている。

また、日本が食料を海外にどれだけ依存するかは選択の問題であるが、人類が持続的な食料生産のためにリンを持続的に利用しなければならないことは選択の問題ではない。このような視点が日本では欠けている、との指摘を得た。

3) 社会的波及効果

本研究に基づくリン資源リサイクル協議会の取り組みは、国際的な波及効果を生み出した。

欧州では、2008年当時より、持続的リン利用への問題意識が広がっている。技術コーディネーターは、スイスの研究者を通じて協議会を欧州に紹介したが、当時、欧州では日本の協議会のようなものを作ろうとしていた。

欧州では、日本のリンリサイクルを見習う動きになり（「Look Japan」）、2013年3月に欧州持続的リン利用協議会が設立され、さらに欧州各国や北米にも同様のものが2014年にできた。そしてこの約1年半で、欧州の取り組みが日本よりもかなり先行するようになっていく。EUでは持続的リン利用への取り組みがすでに政策課題となっており、スピードが日本よりもかなり早い。欧州では、Europe2020と名づけられる成長戦略の一つに資源利用効率向上による成長が位置づけられており、その中でリンの持続的利用が取り上げられている。具体的には、下水汚泥の農地還元を禁止したり、下水汚泥の焼却前にリンを回収することを義務づけることなど、リン回収を支援する政策が取られている。

米国でも国立科学財団の資金により、「持続的な食糧供給のためのリン共同研究」が2013年5月に開始された。このプロジェクトは、リンの持続的利用を実現するためのグローバル戦略を、国際的かつ学際的な議論を経て構築することを目的としている。

このような取り組みの先、世界規模での持続的リン利用を実現するため、リン鉱石資源の有効利用、リンの不適切な管理が引き起こす環境汚染の低減などの実現も期待される。

本プロジェクトは、ここ数年における世界情勢の変化に即し、技術コーディネーターのこれまでの取り組みを中心とした国際的に大きな波及効果を生み出していることに注目されたい。



図 3-18 第1回持続的リン利用に関する欧州会議
(技術コーディネーターが日本の取り組みを紹介するために招かれた)

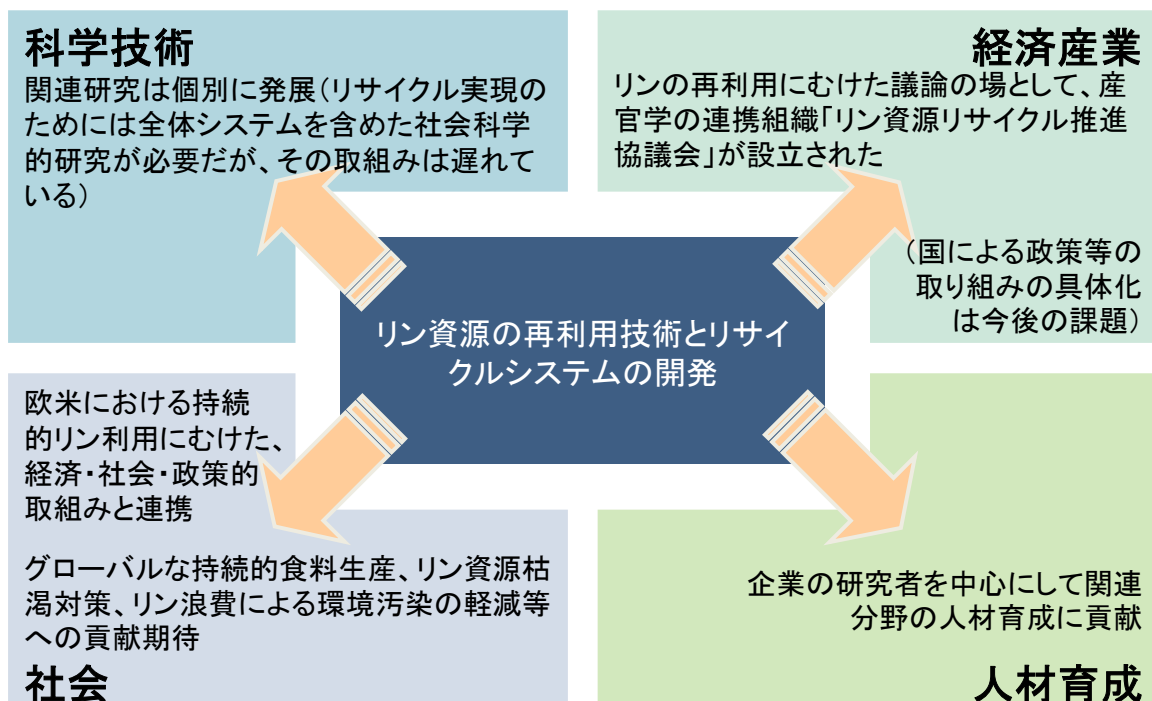
4) 人材育成波及効果

リンの回収・再利用に関する研究である本研究は主に企業と実施した。リン関係の企業の研究人材は増加した。また、研究に参加した若手研究者のうち2名は、リンに関わるバイオテクノロジー分野で目覚ましい研究活動に従事している（リン溶解菌の研究、亜リン酸酸化細菌の研究）。

技術コーディネーター自身は、同学部でリンの研究を継続しているが、技術コーディネーターが在籍する大学の学部はバイオ分野であり、学生にリンの研究をさせることは難しかった。従って、本研究は、企業の研究者を中心として関連分野の人材育成に貢献したとみられる。

(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。



リンのリサイクルシステムの創出を目指した本研究の波及効果は、個別の技術や製品の市場化、などよりも、社会や産業全体への効果が重要である。

リサイクルシステムの実現のためには、個別の技術イノベーションよりも技術開発を孤立させない社会的システムの構築が重要であり、それが日本で最も欠けていることが明らかになった。本プロジェクトをベースとしてリン資源リサイクル推進協議会が設立され、企業や業界団体にとどまらず、産学官が参加する議論の場が形成された。但し、国による具体的な政策的な取り組みは、今後の課題である。

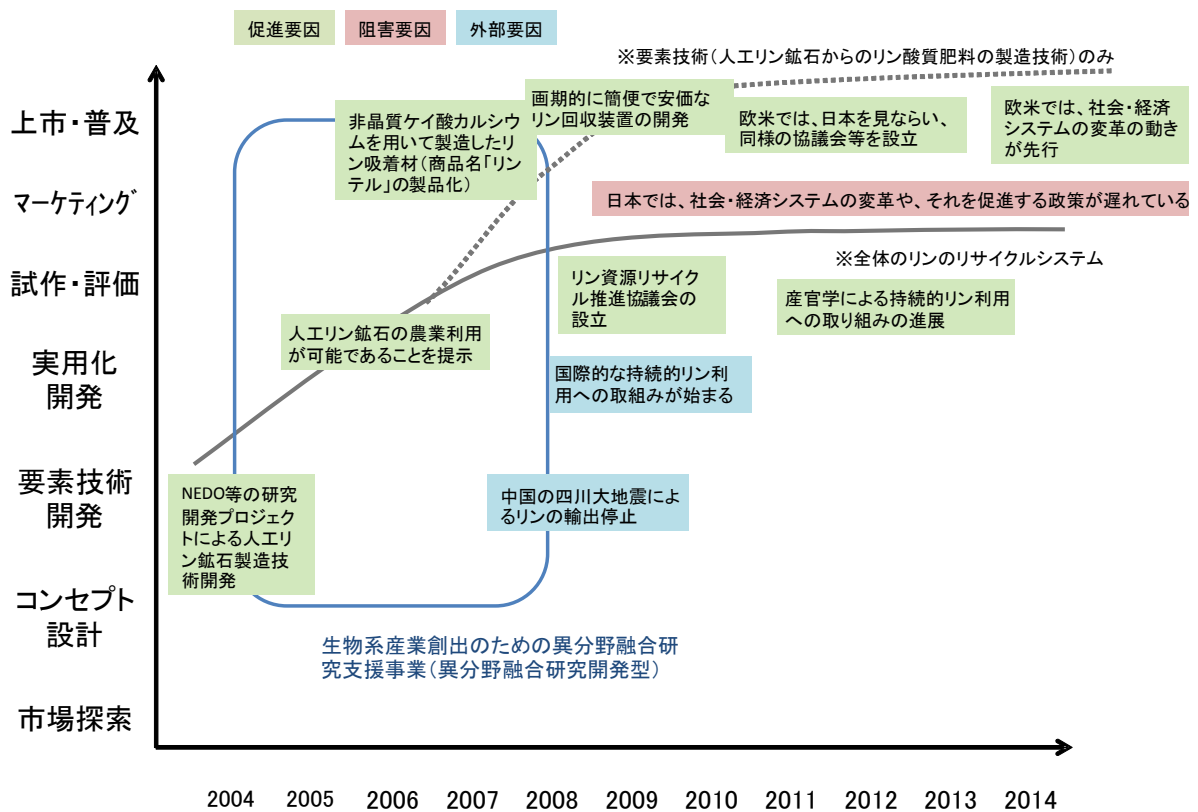
一方、日本の同協議会の取組は国際的な波及効果を生み出した。欧州では日本に習い、欧州持続的リン利用協議会が設立され、EU 全体での取り組みとなり、資源利用の効率化の面で成長戦略にも位置づけられている。そして欧州では、経済・社会・規制等による仕組みを変えることで、リンのリサ

イクルを促進する取組が始まっている。また、米国でも「持続的な食糧供給のためのリン共同研究」が開始された。このような取り組みの先、世界規模での持続的リン利用の拡大と資源の有効利用、リンの不適切な管理による環境汚染の低減などの実現も期待される。

また、本研究は企業の研究者を中心として関連分野の人材育成に貢献したとみられる。

(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。



持続的リン利用の実現のために、プロジェクト前から NEDO 等の研究開発によりリンを回収し人工リン鉱石を製造する技術が実証レベルにあったが、本研究により、人工リン鉱石の農業における利用技術が開発された。その一部として、非晶質ケイ酸カルシウムを用いて製造したリン回収材（商品名「リントル」）がプロジェクト期間中に製品化された。このリン回収材はその後改良され、画期的に簡便、安価なリン回収技術の開発に発展している。また本研究期間終了に近いころ、リンの世界的産地であり、日本が大きく依存する中国で四川大地震があり輸出が停止され、日本の危機感が高まったこともあり、本プロジェクトをベースとした産官学でリンのリサイクルシステムの実現に向けた協議組織として、リン資源リサイクル推進協議会が設立された。但し、日本では、リサイクルの実現に向けた社会・経済システムの変革や、それを促進する政策支援が遅れている。一方、欧米では、日本を見習い同様の協議会等を設立され、社会・経済システムの変革の動きが始まっており、この面では

日本に先行している。日本は、これらの経済・社会・政策面での対応が課題となっている。

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

当該事業終了後に、下水から1工程で迅速にリンを回収する技術や移動可能な安価な回収装置の開発に成功したことは高く評価される。また、産学官連携のリン資源リサイクル推進協議会における“作物（食料）生産に不可欠な自給率0%のリンを、輸入ではなく国内の二次資源（下水汚泥、畜産廃棄物や製鉄スラグなど）からのリサイクルで賄う方策”に関する企業や研究者間の議論の深化と、国民のコンセンサスを得るための啓蒙活動への傾注は高く評価される。リンの回収・リサイクル事業は通常の民間企業では利益ベースに乗りにくい分野であるため、リンの持続的利用に関わる食品加工、製鉄、セメントや肥料製造業などの広範な産業分野を巻き込み、新たなビジネスとして成立させるための社会的な環境整備を進めることが重要である。

(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

現時点では、輸入天然リン鉱石を使用する場合と比べ、下水汚泥から回収された人工リン鉱石を用いる肥料の製造にコスト的な優位性は認められないが、将来的に天然リン資源の枯渇が見込まれる中、下水汚泥からのリンを安価に分離回収してリン酸肥料を自前で製造する技術の確立は高く評価され、技術そのものの波及効果は高い。さらにリンの回収・リサイクル技術の確立は、リンの過剰消費、廃棄による環境汚染、富栄養化問題の解決という面への波及効果も高い。

2) 経済産業的波及効果の評価

国民の食を賄うためには、作物生産に必須な3大肥料要素の一つであるリンを持続的に確保する必要があるが、海外からのリン鉱石の継続的輸入は不透明な状況にある。本事業で確立されたリンの回収・リサイクル技術については、まだ一部（非晶質ケイ酸カルシウムを用いて製造したリン吸収剤）が事業化された段階であり今後に取り組むべき課題も多いが、将来的な産業経済的波及効果は大と考えられる。

3) 社会的波及効果の評価

リン資源の再利用技術とリサイクルシステムの開発は、持続的な食料生産に必須なリン資源枯渇対策になるのみならず、リンの過剰消費、廃棄による環境汚染軽減など社会的な波及効果も高い。今後、リン資源の下水汚泥、畜産廃棄物や製鉄スラグなどからのリサイクルが、リン資源を100%輸入に頼っている我が国の危機的状況の打破と環境問題解決にも繋がるという認識を国民に共有してもらうための活動が重要である。

4) 人材育成効果の評価

国内の二次資源（下水汚泥、畜産廃棄物や製鉄スラグなど）からのリンの回収・再利用技術とリサイクルシステムの開発課題の遂行を担当した企業や大学において、関連分野の研究・技術・製造に関する人材育成がなされたことは将来に向けた財産となろう。

(3) 当該研究課題に対する今後の発展への期待

将来的な天然リン資源の枯渇とリンの過剰消費、廃棄による環境汚染を視野に入れ、リンの回収・リサイクル事業がビジネスとして成立するための方策の継続的検討が望まれる。その意味で、ビジネスの基礎となる「価格変動の激しい輸入天然リン鉱石を使用する場合と、下水汚泥から回収された人工リン鉱石を使用する、あるいは下水汚泥から直接リン酸肥料を製造する場合の肥料のコスト試算について本課題の研究・検討の進捗に応じ常に開示できるようにしていただきたい。

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	シェア	順位	機関名	論文数	シェア
1	KONDO A	30	1.4%	1	CHINESE ACAD SCI	39	1.8%
2	FUKUDA H	27	1.2%	2	KOBE UNIV	31	1.4%
3	OHTAKE H	21	1.0%	2	UNIV CALIF LOS ANGELES	31	1.4%
4	KURODA A	17	0.8%	4	OSAKA UNIV	29	1.3%
4	LEE I	17	0.8%	5	UNIV WISCONSIN	28	1.3%
6	HAMA S	14	0.6%	6	HARVARD UNIV	27	1.2%
7	BRUHAT A	12	0.5%	7	CASE WESTERN RESERVE UNIV	26	1.2%
7	FAFOURNOUX P	12	0.5%	7	RUSSIAN ACAD SCI	26	1.2%
7	GERDES K	12	0.5%	9	HIROSHIMA UNIV	25	1.1%
10	DIPPLE KM	11	0.5%	9	INRA	25	1.1%
10	FRIGUET B	11	0.5%	9	UNIV TOKYO	25	1.1%
10	HONDA K	11	0.5%	12	CNRS	22	1.0%
10	JOUSSE C	11	0.5%	13	MIT	21	1.0%
10	KATO J	11	0.5%	14	SEOUL NATL UNIV	20	0.9%
10	OCHI K	11	0.5%	14	UNIV BRITISH COLUMBIA	20	0.9%
10	OGINO C	11	0.5%	16	KYOTO UNIV	19	0.9%
10	SUZUKI CK	11	0.5%	16	SLOVAK ACAD SCI	19	0.9%
10	WEGRZYN G	11	0.5%	18	CNR	18	0.8%
10	YAMAMOTO T	11	0.5%	18	NCI	18	0.8%
20	HIROTA R	10	0.5%	18	UNIV FLORIDA	18	0.8%
20	MAURIN AC	10	0.5%				
20	NAKASHIMA K	10	0.5%				
20	ROTANOVA TV	10	0.5%				
20	SCHMID A	10	0.5%				
20	UEDA M	10	0.5%				
20	WANG JD	10	0.5%				
20	WU SH	10	0.5%				

(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。

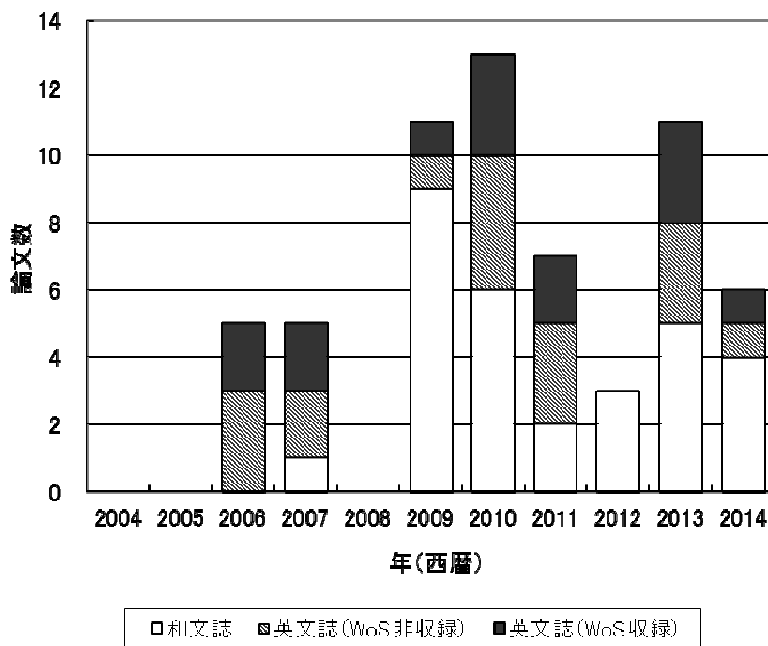
なお、当該課題に関連する領域の論文は、トムソン・ロイター社の学術文献データベース Web of Science において、以下の条件で定義した。

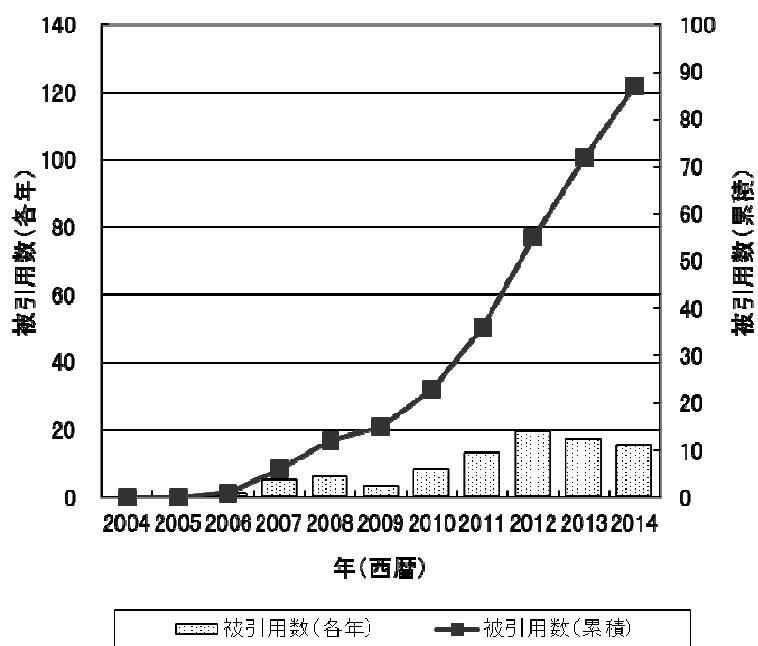
条件1： 論文発表年が左記のいずれかに該当	2004-2014年
条件2： Web of Science 分野が左記のいずれかに該当	BIOTECHNOLOGY APPLIED MICROBIOLOGY, BIOCHEMISTRY MOLECULAR BIOLOGY, CHEMISTRY, FOOD SCIENCE TECHNOLOGY, MICROBIOLOGY
条件3： タイトル、概要、キーワードに左記のいずれかの語句を含む	EBPR process, Thermophilic enzyme, Polyphosphate kinase, Bioluminescence assay, Glycerol kinase, Whole-cell biocatalyst, Phosphorus recovery, Lon protease, colour removal, amino acid starvation, stringent response, phosphate transport
検索論文数	2226

(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。

(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 6 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
37	Bacterial phosphate metabolism and its application to phosphorus recovery and industrial bioprocesses	Hirota, R; Kuroda, A; Kato, J; Ohtake, H	JOURNAL OF BIOSCIENCE AND BIOENGINEERING, 109, 423-432	2010	22
32	A polyphosphate-Lon protease complex in the adaptation of Escherichia coli to amino acid starvation	Kuroda, A	BIOSCIENCE BIOTECHNOLOGY AND BIOCHEMISTRY, 70, 325-331	2006	18
35	Use of an Escherichia coli recombinant producing thermostable polyphosphate kinase as an ATP regenerator to produce fructose 1,6-diphosphate	Iwamoto, S; Motomura, K; Shinoda, Y; Urata, M; Kato, J; Takiguchi, N; Ohtake, H; Hirota, R; Kuroda, A	APPLIED AND ENVIRONMENTAL MICROBIOLOGY, 73, 5676-5678	2007	11
39	Production of 2-deoxyribose 5-phosphate from fructose to demonstrate a potential of artificial bio-synthetic pathway using thermophilic enzymes	Honda, K; Maya, S; Omasa, T; Hirota, R; Kuroda, A; Ohtake, H	JOURNAL OF BIOTECHNOLOGY, 148, 204-207	2010	9
47	Novel technique for phosphorus recovery from aqueous solutions using amorphous calcium silicate hydrates (A-CSHs)	Okano, K; Uemoto, M; Kagami, J; Miura, K; Aketo, T; Toda, M; Honda, K; Ohtake, H	WATER RESEARCH, 47, 2251-2259	2013	7
34	Effect of mineral elements on phosphorus release from heated sewage sludge	Takiguchi, N; Kishino, M; Kuroda, A; Kato, J; Ohtake, H	BIORESOURCE TECHNOLOGY, 98, 2533-2537	2007	7
44	Feasibility of thermophilic adenosine triphosphate-regeneration system using Thermus thermophilus polyphosphate kinase	Restiawaty, E; Iwasa, Y; Maya, S; Honda, K; Omasa, T; Hirota, R; Kuroda, A; Ohtake, H	PROCESS BIOCHEMISTRY, 46, 1747-1752	2011	4
45	Overproduction of YjbB reduces the level of polyphosphate in Escherichia coli: a hypothetical role of YjbB in phosphate export and polyphosphate accumulation	Motomura, K; Hirota, R; Ohnaka, N; Okada, M; Ikeda, T; Morohoshi, T; Ohtake, H; Kuroda, A	FEMS MICROBIOLOGY LETTERS, 320, 25-32	2011	4
33	Inorganic polyphosphate stimulates Lon-mediated proteolysis of nucleoid proteins in Escherichia coli	Nomura, K; Kato, J; Takiguchi, N; Ohtake, H; Kuroda, A	CELLULAR AND MOLECULAR BIOLOGY, 52, 22-29	2006	3
48	Simultaneous removal of colour, phosphorus and disinfection from treated wastewater using an agent synthesized from amorphous silica and hydrated lime	Yamashita, T; Aketo, T; Minowa, N; Sugimoto, K; Yokoyama, H; Ogino, A; Tanaka, Y	ENVIRONMENTAL TECHNOLOGY, 34, 1017-1025	2013	2
49	A New Subfamily of Polyphosphate Kinase 2 (Class III PPK2) Catalyzes both Nucleoside Monophosphate Phosphorylation and Nucleoside Diphosphate Phosphorylation	Motomura, K; Hirota, R; Okada, M; Ikeda, T; Ishida, T; Kuroda, A	APPLIED AND ENVIRONMENTAL MICROBIOLOGY, 80, 2602-2608	2014	0
46	Stable polyphosphate accumulation by a pseudo-revertant of an Escherichia coli phoU mutant	Hirota, R; Motomura, K; Nakai, S; Handa, T; Ikeda, T; Kuroda, A	BIOTECHNOLOGY LETTERS, 35, 695-701	2013	0
42	Electron Microscopic Analysis of Heat-Induced Leakage of Polyphosphate from a phoU Mutant of Escherichia coli	Kashihara, H; Kang, BM; Omasa, T; Honda, K; Sameshima, Y; Kuroda, A; Ohtake, H	BIOSCIENCE BIOTECHNOLOGY AND BIOCHEMISTRY, 74, 865-868	2010	0
36	Reciprocating-flow ATP amplification system for increasing the number of amplification cycles	Satoh, T; Tsuruta, K; Shinoda, Y; Hirota, R; Noda, K; Kuroda, A; Murakami, Y	ANALYTICAL BIOCHEMISTRY, 395, 161-165	2009	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) 当該課題の成果として Web of Science 上で同定できた論文の内、被引用数上位 20 件を示している。

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 2006-034141	ポリリン酸高蓄積細菌の改良およびその利用	国立大学法人広島大学	黒田 章夫, 大竹 久夫	2004/07/23	
特開 2007-143463	大腸菌を用いたリン酸化反応方法	国立大学法人広島大学	黒田 章夫	2005/11/28	特許 4961544

公開番号	発明の名前	出願人	発明者	出願日	登録番号
特開 2007-167762	汚泥処理装置、 有機性廃水処理装置、リンの 生産方法及び 汚泥の生産方法	東和科学株式会社、 大竹 久夫	佐藤 恵一, 舟田 卓見, 大竹 久夫	2005/12/21	特許 4786332
特開 2009-285635	リン回収資材 およびリン回 収方法	小野田化学工業株 式会社	美濃和 信孝	2008/05/30	特許 5201454
特開 2010-132465	有機物焼却灰 からのリン回 収方法及び肥 料の製造方法	国立大学法人広島 大学	黒田 章夫, 廣田 隆一	2008/12/02	
特開 2012-086107	排水の脱リン 脱色消毒剤と 処理方法およ び処理装置	独立行政法人農 業・食品産業技術総 合研究機構, 太平洋 セメント株式会社, 小野田化学工業株 式会社	田中 康男, 山下 恭広, 山田 一 夫, 明戸 剛, 美 濃和 信孝, 荻部 創	2010/10/15	
特開 2011-115184	大腸菌を用い た酵素反応方 法	国立大学法人広島 大学	黒田 章夫	2011/03/22	特許 5168607
特開 2013-006733	リン回収・肥料 化方法	太平洋セメント株 式会社, 小野田化学 工業株式会社	明戸 剛, 野村 幸治, 美濃和 信 孝	2011/06/24	
特開 2012-050975	リン回収材お よびその製造 方法	小野田化学工業株 式会社, 太平洋セメ ント株式会社	明戸 剛, 山田 一夫, 三浦 啓 一, 美濃和 信孝	2011/07/29	
特開 2012-192397	リン回収材お よびその製造 方法	小野田化学工業株 式会社, 太平洋セメ ント株式会社	明戸 剛, 天本 優作, 一坪 幸 輝, 鈴木 務, 美 濃和 信孝, 荻部 創	2011/07/29	
特開 2013-052346	リン回収材	太平洋セメント株 式会社, 小野田化学 工業株式会社	天本 優作, 明戸 剛, 美濃和 信孝	2011/09/05	

公開番号	発明の名前	出願人	発明者	出願日	登録番号
特開 2013-202423	非晶質けい酸カルシウム水和物による排水処理システムおよびその回収物の利用方法	独立行政法人農業・食品産業技術総合研究機構，千葉県，太平洋セメント株式会社，小野田化学工業株式会社	田中 康男，山下 恭広，杉本 清美，長谷川 輝明，明戸 剛，美濃和 信孝	2012/03/27	
特開 2013-244466	リン回収材、リン回収材の製造方法およびリン回収方法	太平洋セメント株式会社，小野田化学工業株式会社	明戸 剛，天本 優作，美濃和 信孝，中村 寛，西村 靖正	2012/05/25	
特開 2013-027865	リン回収・肥料化方法	太平洋セメント株式会社，小野田化学工業株式会社	天本 優作，明戸 剛，野村 幸治，一坪 幸輝，美濃和 信孝，中村 寛，西村 靖正	2012/06/20	

(2) 実用化例

- リン回収剤として「リントル」が参加企業の小野田化学工業株式会社から商品化された。
- 事業の成果により、世界に先駆けて産官学連携のリン資源リサイクル推進協議会が設立され、わが国における持続的リン利用の戦略的取り組みが開始された。

第3節 電気化学計測技術を用いた受精卵品質評価システムの開発と実用化

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19年度－20年度）

総括責任者：阿部 宏之（所属〔東北大学 先進医工学研究機構〕）

中課題	所属（事業当時）	研究代表者
① 電気化学計測技術を応用した受精卵品質評価システムの開発と実用化	東北大学 先進医工学研究機構	阿部 宏之

ヒアリング協力者：阿部宏之（現所属〔山形大学大学院理工学研究科 バイオ化学工学専攻〕）

ヒアリング実施日：平成26年12月1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

優良な精子と卵子による体外受精および受精卵移植技術により、より高品質の家畜の生産が増加している。受精卵移植による受胎率の向上には、受精卵の正確な品質評価が不可欠である。当時、受精卵の品質は形態観察により評価されているが、より精度の高い品質評価法の開発が要望されていた。

総括責任者は、牛の体外受精の培養液の開発を、生研機構が支援する株式会社機能性ペプチド研究所で実施していた。その中で、受精卵の品質の決定には、ミトコンドリアの発達が影響することを発見した。そこで、ミトコンドリアは酸素呼吸していることから、その呼吸量、即ち酸素を測定することで受精卵の品質を向上させるという着想を得た。従来の品質評価法は、外見の観察により行われており不確実であり、また、呼吸量は色素を使って計測する方法などがあったが、受精卵への影響が懸念され、実用化されていなかった。

そのような状況の中で、山形の産学官の研究グループが文部科学省関連予算で地域連携型で異分野融合による非破壊的なセンシングの研究をしていることがわかり、当該センシング技術を用いるための共同研究を開始し、本研究に先立ち、酸素還元電流を検出できる微小電極をプローブとする走査型電気化学顕微鏡（SECM）を用いて単一受精卵の呼吸活性測定に成功し、SECMをベースとした細胞呼吸測定装置を開発していた。

しかしながら、その装置はプローブの安定性や測定操作の問題から安定した呼吸測定が困難であり、このことが実用化の大きな障害となっていた。この問題を解決するためには、(1) 微小電極安定生産システムの確立、(2) 測定試料保持方法の改良、(3) 専用測定液の開発、が不可欠であった。

また、総括責任者は東北大学の医工学機構が設立された際に、機能性ペプチド研究所から同機構に異動し、医工連携にそったテーマとして、受精卵移植測定の技術を不妊治療に応用することも並行して進めることとなった。

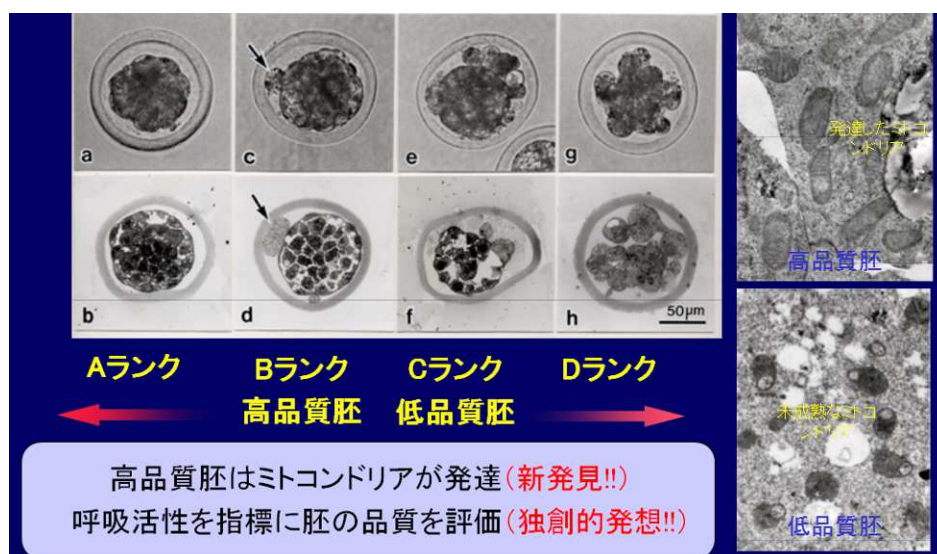


図 3-19 ウシ受精卵の品質とミトコンドリアの関係

(2) 応募の目的／他制度への応募状況

受精卵の品質判定のための細胞呼吸測定装置の実用化開発に当たって、装置購入、大量の消耗品の使用、およびポストクの雇用が必要であり、そのために資金規模が大きく、農林水産業関係の技術開発を支援する本事業が最も適しており、その起業化促進型に応募した。

前述したように、総括責任者は生研センターからは、他にも様々な支援を得ており、本事業の公募には注目していた。他の制度には応募しなかった。なお、関連研究で JST や NEDO 等からも少額ではあるが、支援を受けていた。

(3) 研究の狙い

既に開発していた SECM をベースとした細胞呼吸測定装置の実用化に向けた改良を行い、これを用いて農家での受精卵の品質の向上を図りつつ、装置を製造・販売するベンチャー企業を作ること狙いとした。そのため、企業化のために必要な装置の有効性評価と、装置の周辺システムとして、プローブ、測定プレート、測定液（培養液の組成が重要で、呼吸に影響を与えないものが必要）を開発した。

さらにその先に、開発した装置を受精卵測定に導入するとともに、受精卵の品質向上と受胎の成功率向上を狙った。

なお、ミトコンドリアはいろいろな種に応用できるため、まず総括責任者が研究してきたウシで研究を行い、それをヒトにも応用することも狙っていた。



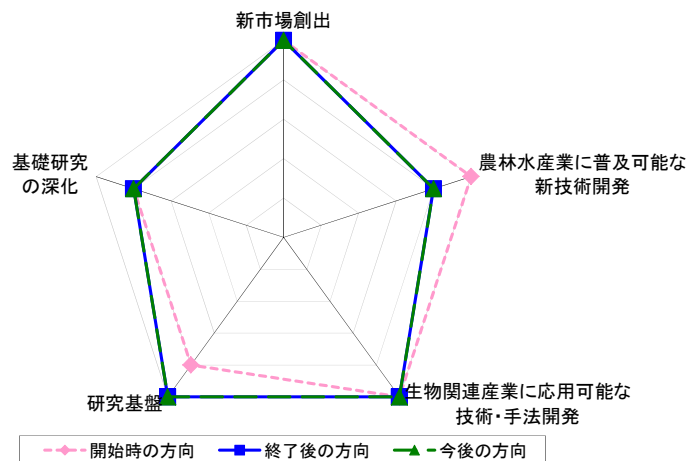
図 3-20 研究イメージ

(4) 当該事業の意義

総括責任者は、JST や NEDO 等からも研究支援を受けていたが、本事業と比較すると少額であり、本事業は当該研究を大幅に加速したと見られる。総括責任者はプロジェクトの 2 年目の 2008 年に山形大学に移動になり、研究装置が必要となっており、本事業で有る程度まとまった資金を得ることができたことは、研究推進に効果的であった。

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。



本事業で実施された研究課題は、研究成果を基に設立するベンチャー企業で、受精卵の呼吸活性を高精度・非侵襲的に計測することができる測定システムを商品化・販売することを目的としていたことから新市場創出、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・手法開発としての要素が強かった。

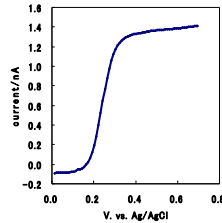
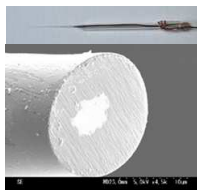
事業終了時には、農林水産業に普及可能な新技術開発の方向が若干弱まり、研究基盤の整備としての要素が高まった。これには、総括責任者が現職（山形大学大学院理工学研究科 バイオ化学工学専攻教授）において、アカデミアとして基礎研究に重点をシフトしていることも影響していると思われる。今後の方向性においても、研究基盤の整備を進めていくことに注力している。

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

高感度マイクロ電極の開発

- 精度の高い白金電極エッチング技術の確立
- 高精度で受精卵の呼吸を計測できるディスク型マイクロ電極の開発



多検体測定プレート・測定液の開発

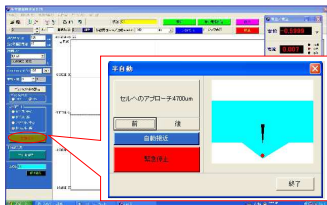
- 受精卵の呼吸量を連続計測できる専用の多検体測定プレート考案
- 計測感度や呼吸活性に影響しない専用測定液の開発



多機能呼吸解析ソフトの開発

球面拡散理論に基づいた呼吸解析ソフトの開発

- 半自動計測機能バックグラウンド補正機能による計測データの信頼性の大幅な向上



「受精卵呼吸測定装置」の開発

各要素技術をシステム化

- ウシ受精卵の呼吸量を短時間(1分以内)で測定可能
- 単一の受精卵においてミトコンドリア呼吸を非侵襲的に測定可能(有効性を検証)



受精卵呼吸測定装置

受精卵品質評価法の確立と実証

- 呼吸活性の高い受精卵は妊娠確率の高い品質良好胚であることを確認
- 呼吸活性値を基準に受精卵の品質の客観的評価方法確立



呼吸計測胚

ベンチャー企業(クリノ株)設立

- 「受精卵品質評価システム」の販売
- 関連する消耗品の販売
- 電気化学計測に関する技術開発・指導、受託試験

その後の展開

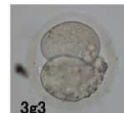
基礎研究の進化

ミトコンドリアの機能解析

- 卵子の受精・発生プロセス解明
- 酸化ストレスによる受精卵の発生影響の解明

ヒトへの応用研究

- ヒトの不妊治療への応用(妊娠率を大幅に向上)
- 臍島の評価に応用



ヒト胚の呼吸測定例

改良装置の開発

- 動物の受精卵の品質評価システムを開発

今後の展開

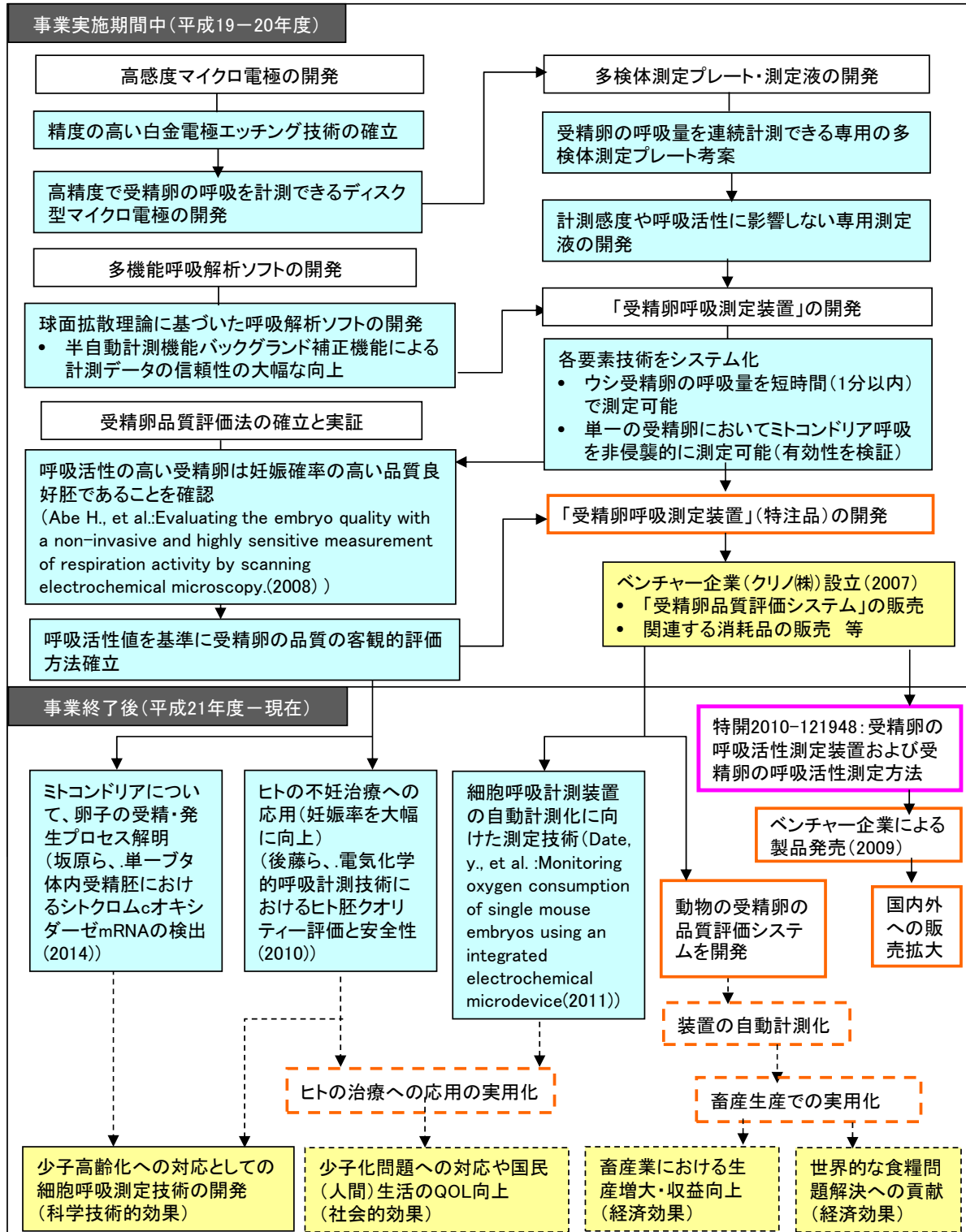
受精や胚発生などの生殖現象の解明

ヒトの治療への応用の実用化

装置の自動計測化
・畜産生産での実用化

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。

□ 研究項目 □ 研究成果 □ 特許出願 □ 実用化 □ 効果



(注) 点線部は将来的に実現が期待されるものを意味する。

3. 当該事業における研究の実施状況

(1) 研究目的

本研究では、安定した呼吸測定を可能とする「受精卵呼吸測定システム」の開発を目的とした。そのため、細胞生物学的解析により測定システムの有効性・安全性を科学的に実証し、呼吸活性を指標とする新しい受精卵品質評価システムを構築し、家畜受精卵移植における実用化を目指した。最終目的としては、細胞呼吸測定装置及び受精卵品質評価システムを実用化・事業化し、畜産や医療などに広く提供することを目指した。

(2) 研究内容

① 高感度マイクロ電極の開発

先端径 2~4 μm の白金電極作製技術を確立する。酸素の還元条件下である-0.6V 荷電下において、-0.2~-1.0 nA の安定した電流値を検出できるディスク型微小電極作製システムを確立し、商品化を目指した。

② 多検体測定プレート・測定液の開発

複数の試料（受精卵・微小組織）の呼吸量を連続して計測できる専用プレートを開発し、商品化を検討した。また、試料に対して無侵襲であり、且つ電気化学計測に影響を与えない測定液を開発した。

③ 多機能呼吸解析ソフトの開発

呼吸計測及び解析操作の簡易化を目的に、専用の呼吸解析ソフトを開発した。

④ 「受精卵呼吸測定装置」の開発

①~③の技術開発の成果を受け、走査型電気化学顕微鏡のシステム化を図った。1 試料あたり 1 分以内で安定した呼吸量計測及び呼吸解析が可能なシステムの構築を目指した。

⑤ 受精卵品質評価法の確立と実証

呼吸測定装置により種々の動物受精卵の呼吸量を計測し、受精卵の品質と呼吸活性との関係を調べた。この研究結果を基に、呼吸活性値という客観的な数値により受精卵の品質を評価する新しいシステムを構築した。

(3) 研究体制

研究体制は以下の通りであった。

機関名	研究代表者	担当中課題名（中間評価前）
東北大学 先進医工学研究機構	阿部 宏之	電気化学計測技術を応用した受精卵品質評価システムの開発と実用化

研究推進に当たっては、東北大学工学部の測定技術関連の研究グループの協力を得た。また、機器開発に当たっては、北斗電工株式会社（機器開発を一体的に実施）と連携（外注）して進めた。

(4) 研究成果

主な研究成果を以下に示す。

1) 感度マイクロ電極の開発

精度の高い白金電極エッチング技術を確認することができた。高精度で受精卵の呼吸を計測することができるディスク型マイクロ電極の開発に成功した。

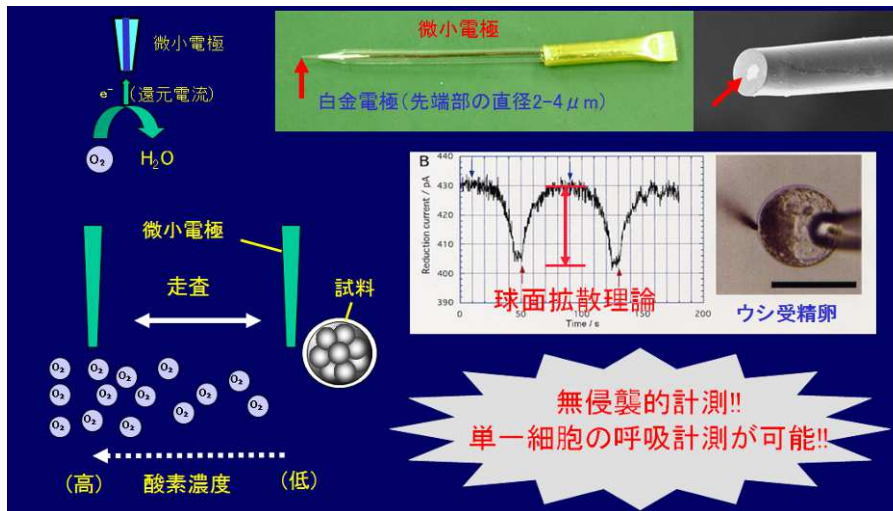


図 3-21 走査型電気化学顕微鏡 (SECM) による単一細胞の呼吸計測

2) 検体測定プレート・測定液の開発

受精卵の呼吸量を連続して計測できる専用の多検体測定プレートを考案した。受精卵培養液をベースに計測感度や呼吸活性に影響しない専用の測定液を開発した。

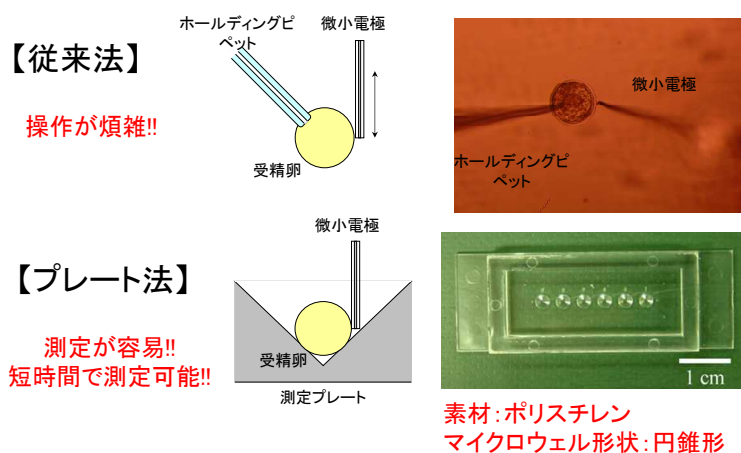
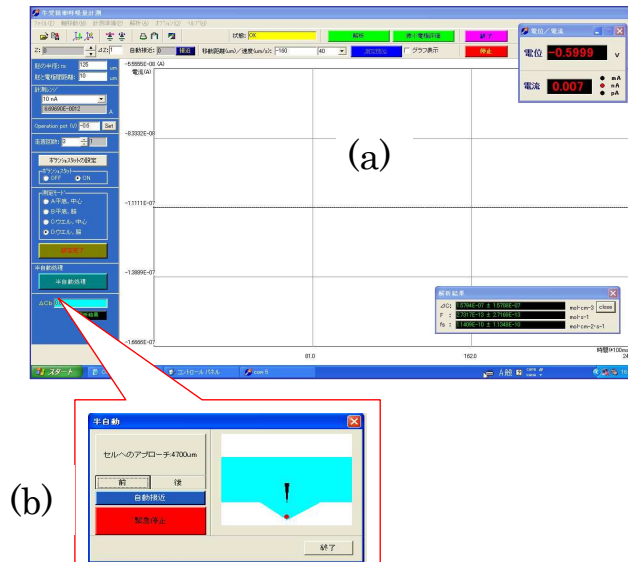


図 3-22 多検体測定プレートの開発

3) 機能呼吸解析ソフトの開発

球面拡散理論に基づいた呼吸解析ソフトを開発した。コンピューター制御によりマイクロ電極を 1 ミクロン単位で移動できる半自動計測機能と、計測データの精度を向上させるバックグラウンド補正機能を開発した。これにより、呼吸測定操作の簡素化が可能となり、計測データの信頼性も大幅に向上した。



(注) 電流値等の視認性が大幅に向上し(a)、微小電極の走査を一部自動化した機能を新たに追加した(b)。

図 3-23 新開発の呼吸解析ソフトの画面

4) 「受精卵呼吸測定装置」の開発

走査型電気化学顕微鏡をベースに、各要素技術をシステム化し受精卵の呼吸計測に特化した「受精卵呼吸測定装置」を製作した。この装置は、ウシ受精卵の呼吸量を短時間（1 分以内）で測定することができる。受精卵の培養試験や生物学的解析により装置の有効性を検証した結果、単一の受精卵においてミトコンドリア呼吸を非侵襲的に測定できることが示された。

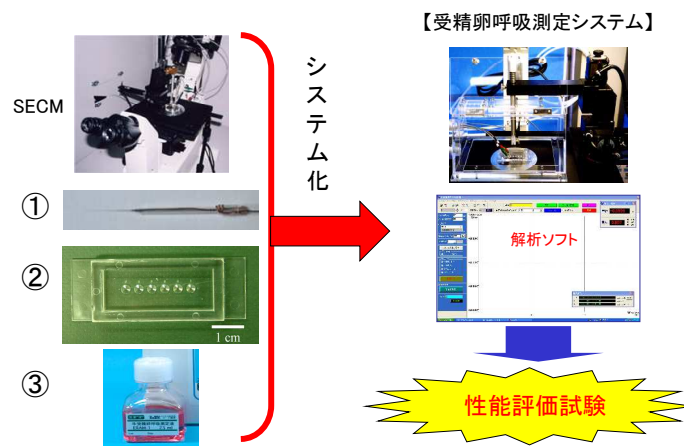


図 3-24 呼吸測定システムの開発

5) 受精卵品質評価法の確立と実証

ウシ受精卵の移植試験を行い、胚の呼吸活性と妊娠率の関係を調べた。その結果、呼吸活性の高い受精卵は妊娠する確率の高い品質良好胚であることが示された。呼吸活性値を基準に受精卵の品質を客観的に評価できる方法を確立することができた。

受精卵 No.	胚のグレード	呼吸量 ($\times 10^{15}/\text{mols}^{-1}$)	胚盤胞発生率
1	A	14.99	75.8%
2	B	13.92	
3	A	13.47	
4	A	12.20	
5	B	12.16	
6	A	10.96	
7	A	10.81	
8	C	10.13	
9	C	9.96	
10	B	9.51	
11	A	8.75	
※	-----		
12	B	7.90	33.3%
13	D	7.78	
14	C	7.11	
15	A	6.44	
16	B	5.50	
17	C	5.00	
18	D	2.21	

呼吸活性が高い胚
は品質良好!!
客観的数値で品質
評価可能!!

図 3-25 ウシ胚の形態評価と呼吸量の関係

6) その他の成果

① 研究成果に係る新製品の販売

本研究成果の一部を活用した「受精卵呼吸測定装置（特注品）」を、株式会社機能性ペプチド研究所を窓口の販売した。同新製品は、プロジェクト開始前にあった装置に実用化に向けた改良を行い、小型化、コストダウンしたものとなった。販売先及び価格は以下の通りであった。

- ・ 韓国国立畜産試験場（1台、7,000,000円、2007年9月）
- ・ 日本大学（1台、5,000,000円、2007年8月）
- ・ 東北大学（1台、5,000,000円、2007年10月）
- ・ (独)家畜改良センター（1台、5,000,000円、2008年6月）
- ・ 福井県畜産試験場（1台、5,000,000円、2008年9月）
- ・ 山形大学（3台、12,000,000円、2008年10月）
- ・ (社)家畜バイテクセンター（1台、5,000,000円、2008年10月）
- ・ 岡山総合畜産センター（1台、5,000,000円、2008年11月）
- ・ (独)農業・食品産業技術総合研究機構草地研究所（2008年11月）

② ベンチャー企業の設立

研究成果活用を目的としたベンチャー企業「クリノ株式会社」を、プロジェクト期間中の2007年11月1日に設立した。このベンチャー企業では、本研究で開発した「受精卵品質評価システム」の市

場調査と、これに関連する消耗品及び電気化学計測に関する技術開発・指導、受託試験を行うこととした。業務の対象として、国内の畜産試験場・大学等を想定した。同企業の設立骨子を以下に示した。(なお、同社は東北大学発のベンチャーとして、文部科学省のスーパーCOE プログラムのひとつとして2003年に発足した東北大学の先進医工学研究機構(TUBERO、2008年3月に期限終了)の20以上の研究チームのうち4つの研究チームの優れた医工学の研究成果を事業化し、臨床応用の実現を目指して創業したとされる(同社HPによる))。同ベンチャー企業の製品として、はじめに製品化されたものは本研究の応用によるものであった。なお、同企業の主な事業ターゲットは医療分野である。

- (1) 名称: クリノ株式会社 (CLINO: Clinical Innovation)
- (2) 設立時期: 平成19年11月(登記)
- (3) 資本金: 2,000万円
- (4) 事業開始時期: 平成21年4月
- (5) 参加形態: 取締役・事業部長
- (6) 業務内容:
 - ・「受精卵呼吸測定装置」の受注、販売
 - ・電気化学呼吸測定装置に関連する消耗品の販売
 - ・「受精卵呼吸測定装置」の技術指導

図 3-26 ベンチャー企業「クリノ株式会社」の設立

4. 事業終了後の状況

(1) 研究の発展状況

開発された第2世代の受精卵呼吸測定装置は、本研究でベースとした第1世代の装置より使いやすく、医療現場でも使われるが、まだ、誰でも簡単に使えるというところまでは達しておらず、熟練を要する。したがって、現時点では研究用機器に留まっている。畜産試験場等には販売しているが、畜産業において同装置が実用生産に用いられたかどうかについては不明である。研究用では、例えば、新しい凍結技術が出来たとき、その評価に使われている。これに対して、パナソニックヘルスケアなどいくつかのメーカーとより簡易に扱える自動計測化装置の開発をしている(厚生労働省の助成、および宮城県の助成を得ている)。

また、ヒトの不妊治療への応用については、山形大学とセント・ルカ産婦人科(大分市)などの共同研究により、精子と卵子を対外で受精させる不妊治療(対外受精)で、受精卵(胚)の呼吸量を測り、呼吸が安定しているものを子宮に戻すことで妊娠率を大幅に向上させ、流産も減らせることが明らかになるなどの取組が進められている。

今後、畜産業や医療において、装置の自動計測化等により、実用化・普及のに向けた展開が期待される。

研究面では、総括責任者はアカデミアとして基礎研究にシフトしており、ミトコンドリアの機能解析を実施している。

今後の方向としては、生物学的解析技術と電気化学計測技術を中心とする工学の異分野融合研究をベースとし、新しい観点から哺乳動物を中心とする受精や胚発生などの生殖現象の解明を目指している。

(2) 新たな研究成果

研究面では、主に以下の成果があった。

【ミトコンドリアの機能解析】

- ミトコンドリアの機構について、卵子が受精し発生していくプロセスを解明した。
- 酸化ストレスにより、受精卵の発生が受ける影響について解明した。

【ヒトへの応用】

- 本研究成果による細胞呼吸計測技術のヒト胚への応用可能性を示した。

ヒトの不妊治療への応用については、山形大学とセント・ルカ産婦人科（大分市）などの共同研究によれば、本研究の成果である培養中の酸素濃度の測定技術を用い、ヒトの胚の呼吸量を測定した。この結果、見た目が良好な胚が複数ある患者で顕微鏡観察だけで胚を選んだグループと、呼吸量評価を加えたグループを比較し、従来法では妊娠率が 38%であったのに対し、呼吸量が安定した胚を戻したグループでは 60%と高まった。また、流産率も従来法に比べて低下した。この成果は内外の学会で高く評価され、米国生殖学会賞（2008 年）および市村学会賞（2009 年）を受賞している。



図 3-27 本成果技術利用による不妊治療成績の向上研究例

- 本研究による細胞呼吸計測技術を腓島の評価に応用可能性を示した。

【装置開発】

- 細胞呼吸計測装置の自動計測化（第 3 世代の機器開発）に向けたマウスの単一胚の酸素消費測

定技術を示した。

製品開発に関しては、本研究をベースに設立したベンチャー企業であるクリノ株式会社が、2009年に本成果技術をベースにヒトの受精卵の活性度を計測する装置を商品化した。同装置は5ミクロンの細さの白金製マイクロ電極を受精卵に近づけ、接触させずに、電気化学的に呼吸量を計測できる。測定装置では、受精卵にダメージを与えることなく、健康状態を客観的に把握できる。

また畜産分野の装置改良については、北斗電工株式会社は2009年度の経済産業省戦略的基盤技術高度化支援事業の採択を受け、同社がリーダーとなり複数の企業や大学と共同で、動物の受精卵の品質評価システムを開発した（2012年）。八十島プロシード株式会社は、受精卵の呼吸量を測定する小型プラスチック容器の作成を担当した。同容器を用いることで、同時に6個の牛の受精卵の呼吸量を15分以内で測定できるとされる。機能性ペプチド研究所は受精卵に悪影響を与えない測定液を作成し、北斗電子は微小電流を計測できる装置を開発した。さらに牛の受精卵を使った同システムの検証を、東北大学の末永智一教授と研究代表医者らが行った。これらの研究成果を基に、畜産を含む生化学分野で同システムの提供拡大が期待される。

(3) 波及効果

1) 科学技術的波及効果

本研究の成果である細胞呼吸の測定技術は、ヒトの不妊治療への応用に加え、糖尿病治療や薬剤のスクリーニングなどにも応用が期待され、少子高齢化社会への対応が課題となる中で、本研究は課題対応のための基盤技術を提供した。本研究の成果の科学技術的波及効果は大きいと見られる。

2) 経済産業的波及効果

受精卵呼吸測定装置の販路が内外に広がった。当初は都道府県の畜産試験所などへの販売が中心であったが、次に大学や国立研究所に広がり、現在は韓国など海外への輸出もある。ビジネスとしては、装置本体のほか、電極、測定液、測定プレートなどの周辺システム・消耗品の販売に展開している。装置の売上は累計で4～5億円程度（装置の構成など、多様な販売パターンがあり、販売台数の推定は難しい）となっている。



細胞呼吸活性測定装置 (CRAS-1.0)
(ポテンシオスタット・倒立顕微鏡・呼吸測定ソフト内蔵PCにより構成される。)



マイクロプローブ (CME-0002)

測定プレート (CMP-0001)

測定用参照電極 (CRE-0001)

図 3-28 受精卵呼吸測定装置と周辺システムの例 (クリノ株式会社 HP より)

近年、受精卵を移植した家畜の生産頭数が増えているが、体外受精卵移植における受胎率が低いことが課題となっている。黒毛和牛などのブランド牛の妊娠率を上げるための高品質の受精卵を母体に戻す取組もなされている。本技術の畜産生産現場における実用化が可能になれば、畜産業における生産増大や収益向上などの効果も期待される。

3) 社会的波及効果

本成果技術のヒトの不妊治療への応用が実用化され、体外受精の妊娠率が改善されれば、不妊に悩むカップルの精神的・肉体的負担や時間、費用などの軽減ができ、少子化問題への対応や国民の生活の質 (QOL) 向上への貢献が期待できる。

また、本技術の畜産生産現場における実用化が可能になれば、世界的な食糧問題解決への貢献も期待できる。

4) 人材育成波及効果

本研究に従事したポスドク等の研究者は、大学で教員の職を得、関連研究分野で活躍している。目覚ましい活躍をしている若手研究者は、以下の通りである。

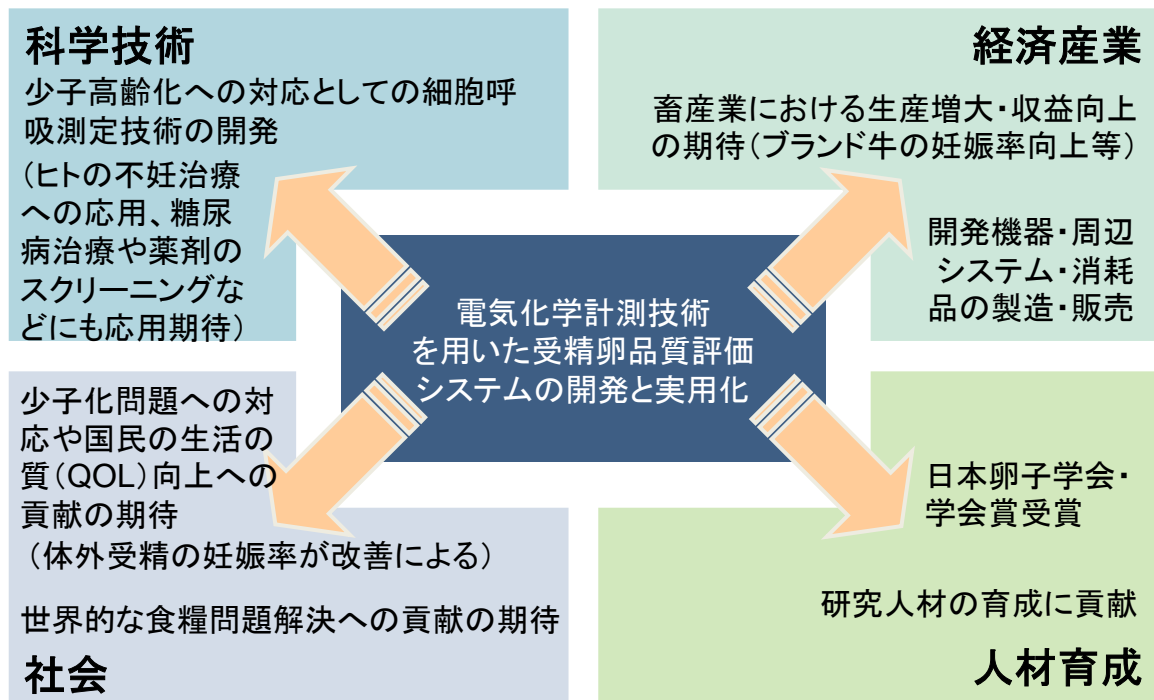
- 横尾正樹氏は、秋田県立大学准教授として転出し、受精卵の研究に関わっている。
- 伊藤隆広氏は、東北大学特任助教として転出、現在は助教として活躍している。

また、総括責任者は日本卵子学会で不妊治療に関する研究成果により学会賞を得るなど、学会での評価が高まっている。

これらのことから、本研究は、研究人材の育成に貢献したと見られる。

(4) 波及効果の分析

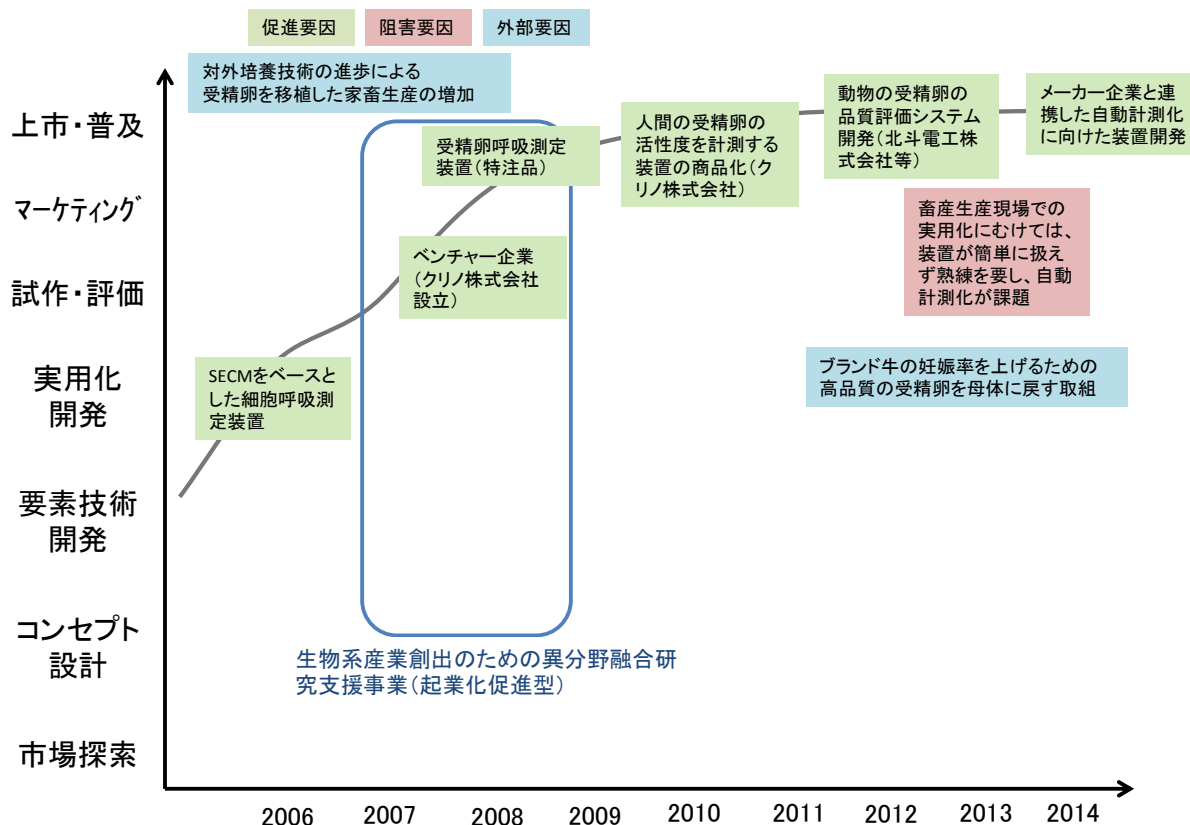
本調査結果、および研究者へのアンケートやヒアリングの結果から、波及効果に関して分析した。



本研究の成果である細胞呼吸の測定技術は、ヒトの不妊治療への応用に加え、糖尿病治療や薬剤のスクリーニングなどにも応用が期待され、少子高齢化社会への対応が課題となる中で、本研究の成果の科学技術的波及効果は大きいと見られる。また、本研究は開発機器・周辺システム・消耗品の製造・販売実績が得られていることに加え、本技術の畜産生産現場における実用化が可能になれば、ブランド牛の妊娠率向上等による畜産業における生産増大や収益向上などの効果も期待される。さらにヒトの不妊治療への応用が実用化され、体外受精の妊娠率が改善されれば、少子化問題への対応や国民の生活の質(QOL)向上への貢献が期待でき、また、畜産生産現場における実用化による世界的な食糧問題解決への貢献も期待できる。本研究に従事したポスドク等の研究者は、大学で教員の職を得、関連研究分野で活躍しており、また、総括責任者の学会での評価が高まるなど、研究人材の育成に貢献したと見られる。

(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。



本研究に先立ち、総括責任者は産学連携研究により、酸素還元電流を検出できる SECM をベースとした細胞呼吸測定装置を開発していた。本研究プロジェクトは順調に進展し、走査型電気化学顕微鏡をベースに、各要素技術をシステム化し受精卵の呼吸計測に特化した「受精卵呼吸測定装置」を製作した。また、同装置は特注品としてプロジェクト期間中から株式会社機能性ペプチド研究所を窓口の販売した。さらに、プロジェクト初年度に当たる 2007 年 11 月に研究成果活用を目的としたベンチャー企業・クリノ株式会社を設立、同社は 2009 年に本成果技術をベースに人間の受精卵の活性度を計測する装置を商品化した。2012 年には畜産用の改良製品として、北斗電工株式会社等は動物の受精卵の品質評価システムを開発した。畜産分野ではブランド牛の妊娠率を上げるための高品質の受精卵を母体に戻す取組がなされており受精卵の品質評価技術が求められている。但し、畜産現場での本研究成果技術応用にむけては、装置が簡単に扱えず熟練を要し、自動計測化が課題となっており、メーカー企業との連携による自動計測化に向けた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

本装置の作製・利用は本研究グループの独創性の高い研究である。本研究によって生み出された第2世代とも呼ぶべき装置は家畜改良増殖分野、ヒトの生殖補助医療分野において貢献するようになっている。本装置は海外にも販路を広げるとともに、工学分野に新しい研究の流れを生みだし、本研究に触発された新機種も構想・誕生されつつある。わが国が世界をリードする分野に成長しつつある。

(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

本研究がリードした細胞呼吸の非侵襲的測定概念は工学分野に刺激を与え、新しい研究を誕生させつつある。また、本研究はヒト不妊治療において優良受精卵の選抜を可能にするなど不妊治療の成功率向上に貢献しつつあると高く評価される。

2) 経済産業的波及効果の評価

装置は国内の畜産試験場、大学、研究所に販売され、さらに海外（韓国）にも販路を広げている。操作の簡便化により、販路はより広がると推察される。

3) 社会的波及効果の評価

体外受精や顕微授精の成功率の向上は不妊に悩むカップルには朗報である。本装置による優良胚の選抜と移植は受胎の成功率を向上させ、カップルの精神的、経済的負担を軽減させるものである。一部のクリニックでは本装置が利用され、成果をあげている。

4) 人材育成効果の評価

本研究の中で育った2名の博士研究員がその後大学教員のポジションを得るとともに学会賞を受賞するなどしている。また、2名ともそれぞれの大学において本研究課題に関連する領域の研究の進展に貢献しつつある。

(3) 当該研究課題に対する今後の発展への期待

総括責任者も認識しているように装置運転をより簡便化することにより、装置利用を取り入れるクリニック、畜産試験場、開業獣医師、及び受精卵移植師は増加すると考えられる。装置運転の簡素化に向けた取り組み強化が望まれる。

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	シェア	順位	機関名	論文数	シェア
1	MATSUE T	21	4.4%	1	TOHOKU UNIV	21	4.4%
1	SHIKU H	21	4.4%	2	RHEIN WESTFAL TH AACHEN	14	2.9%
3	BUCHS J	17	3.5%	3	SEOUL NATL UNIV	12	2.5%
4	ABE H	16	3.3%	4	CHINESE ACAD SCI	7	1.5%
5	LEE BC	10	2.1%	4	CHUNGBUK NATL UNIV	7	1.5%
6	HOSHI H	8	1.7%	4	PURDUE UNIV	7	1.5%
6	YASUKAWA T	8	1.7%	4	UNIV MISSOURI	7	1.5%
8	HWANG WS	7	1.5%	4	YAMAGATA UNIV	7	1.5%
8	INO K	7	1.5%	9	UNIV TOKYO	6	1.2%
8	KANG SK	7	1.5%	10	RES INST FUNCT PEPTIDES	5	1.0%
8	KIM JH	7	1.5%	10	RUSSIAN ACAD SCI	5	1.0%
8	KOO OJ	7	1.5%	10	UNIV AUTONOMA BARCELONA	5	1.0%
13	PRATHER RS	6	1.2%	10	UNIV MURCIA	5	1.0%
13	YOKOO M	6	1.2%	14	EGE UNIV	4	0.8%
15	ANDERLEI T	5	1.0%	14	HARVARD UNIV	4	0.8%
15	ANONYMOUS	5	1.0%	14	HOKKAIDO UNIV	4	0.8%
15	GALLEZ B	5	1.0%	14	KYUNG HEE UNIV	4	0.8%
15	HOSSEIN MS	5	1.0%	14	NATL INST AGROBIOL SCI	4	0.8%
15	JEONG YW	5	1.0%	14	NATL INST ANIM HLTH	4	0.8%
15	KIM S	5	1.0%	14	NATL INST ENVIRONM STUDIES	4	0.8%

(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。

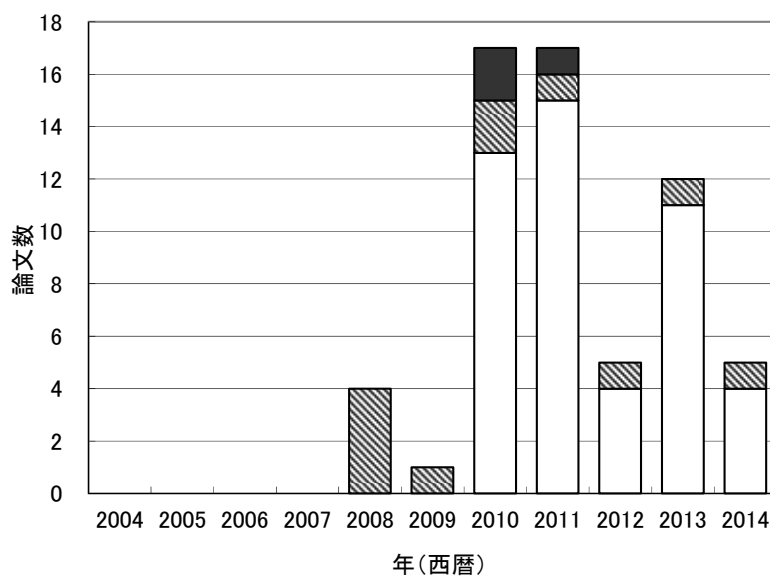
なお、当該課題に関連する領域の論文は、トムソン・ロイター社の学術文献データベース Web of Science において、以下の条件で定義した。

条件1: 論文発表年が左記のいずれかに該当	2007-2014年
条件2: Web of Science 分野が左記のいずれかに該当	REPRODUCTIVE 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	SOD1 deficiency Micro-TAS Porcine embryo Electrochemical device Respiration activity Oxygen consumption rate
検索論文数	482件

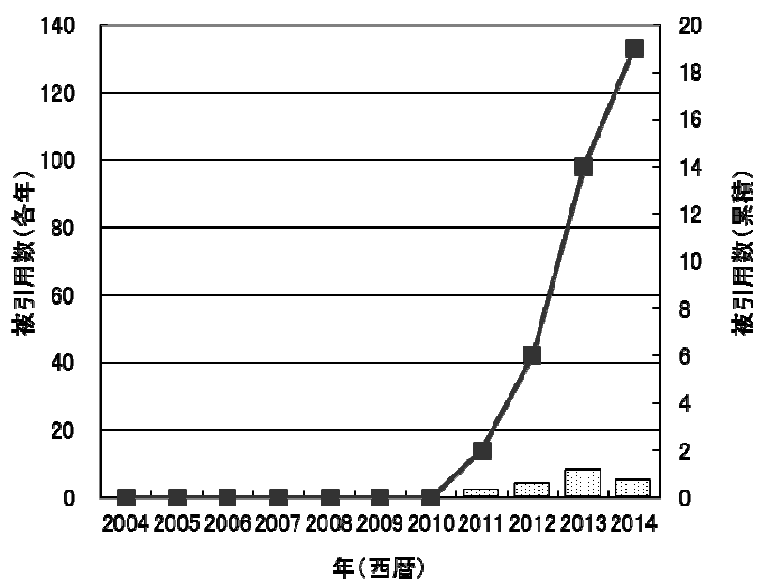
(注) 「検索論文数」は条件1~3を全て満たす論文の件数を表す。「検索論文数」に含まれる論文を集計して研究者・機関ランキングを作成。

(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 2 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
54	Intrinsic oxidative stress causes either 2-cell arrest or cell death depending on developmental stage of the embryos from SOD1-deficient mice	Kimura, N; Tsunoda, S; Iuchi, Y; Abe, H; Totsukawa, K; Fujii, J	MOLECULAR HUMAN REPRODUCTION, 16, 441-451	2010	13
55	Monitoring oxygen consumption of single mouse embryos using an integrated electrochemical microdevice	Date, Y; Takano, S; Shiku, H; Ino, K; Ito-Sasaki, T; Yokoo, M; Abe, H; Matsue, T	BIOSENSORS & BIOELECTRONICS, 30, 100-106	2011	5
53	Viability of Porcine Embryos after Vitrification Using Water-soluble Pullulan Films	Sakagami, N; Yamamoto, T; Akiyama, K; Nakazawa, Y; Kojima, N; Nishida, K; Yokomizo, S; Takagi, Y; Abe, H; Suzuki, C; Yoshioka, K	JOURNAL OF REPRODUCTION AND DEVELOPMENT, 56, 279-284	2010	2

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 2009-005612	移植用臍島の 評価方法	国立大学法人東北 大学	後藤 昌史, 阿部 宏之	2007/06/27	特許 5196522
特開 2010-121948	受精卵の呼吸 活性測定装置 および受精卵 の呼吸活性測 定方法	国立大学法人東北 大学, 国立大学法人 山形大学, クリノ株 式会社	珠玖 仁, 末永 智一, 高野 真一 朗, 伊達 安基, 斉藤 剛史, 横尾 正樹, 伊藤 隆 広, 阿部 宏之	2008/11/17	
特開 2012-063287	ウェルユニッ ト及び電気化 学的分析方法	北斗電工株式会社, 八十島プロシード 株式会社, 国立大学 法人東北大学	青柳 重夫, 内海 陽介, 末永 智 一, 珠玖 仁, 阿 部 宏之, 河野 浩之, 柏崎 寿 宣, 星 宏良, 星 翼	2010/09/17	特許 5577498

(2) 実用化例

- 受精卵呼吸測定装置 (HV-405)

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 20 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 61 件、期間終了後に 391 件で、合計 452 件（1 課題当たり約 45.2 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 188 件（1 課題当たり約 18.8 件）である。

表 4-1 平成 20 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	49	139	188
WoS 非収録	12	252	264
合計	61	391	452

2. 研究成果にかかる特許出願

調査対象課題（平成 20 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、国内出願は合計 62 件、海外出願は合計 11 件であった。

事業期間中と事業期間終了後を比較すると、国内出願では事業期間中の約半数の出願を事業期間終了後に行っている。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 18 件であった。

表 4-2 平成 20 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	41	21	62
海外出願	5	6	11
合計	46	27	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9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「安全な国産エビ(バナメイ)生産技術のシステム化」では、新潟県妙高市でベンチャー企業による、日本初の陸上屋内エビ養殖事業として、地元への販売を中心に順調に行われている。このことから、本研究は、地産地消をベースとした新産業を創出したと言える。

また、モンゴルなど、海外で、本研究の成果を生かしたバナメイエビの陸上屋内養殖の事業化が進みつつある。IMTはODAと関係する現地企業と連携し事業化を予定している。現在、年8tのモデルプラントを建設中であり、2014年から育成システムを作り2015年4月より出荷を目指している。販売の予約は順調であり、来年以降、さらに大規模なプラントの建設も計画されている。中国やロシアへの輸出も期待される。

また、インドからIMTのエビ養殖技術への打診も来ており、対応が検討されている。インドでの事業化は中東市場への展開が期待される。さらに、スリランカ、ラオス、ベトナムからも同技術利用の打診が来ているとされる。



※屋内生産により外部からの病原菌をシャットアウトする。

図 4-1 妙高ゆきエビ®生産システムの建屋外観 (再掲)

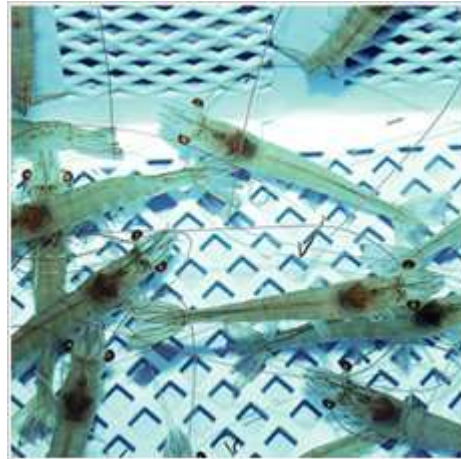


図 4-2 妙高ゆきエビ® 飼育の様子 (再掲)

また、「リン資源の再利用技術とリサイクルシステムの開発」においては、非晶質ケイ酸カルシウムを用いて製造したリン回収材（商品名「リントル」）が太平洋セメント、小野田化学工業によりプロジェクト期間中に製品化された。このリン回収材はその後も改良され、画期的に簡便、安価なリン回収技術の開発に発展している。



(電子顕微鏡写真)

図 4-3 高機能リン吸着剤「リントル」(再掲)

「電気化学計測技術を用いた受精卵品質評価システムの開発と実用化」においても事業期間中に「受精卵呼吸測定装置（特注品）」を、株式会社機能性ペプチド研究所を窓口の販売した。事業期間後には受精卵呼吸測定装置の販路が内外に広がった。当初は都道府県の畜産試験所などへの販売が中心であったが、次に大学や国立研究所に広がり、現在は韓国など海外への輸出もある。ビジネスとしては、装置本体のほか、電極、測定液、測定プレートなどの周辺システム・消耗品の販売に展開している。装置の売上は累計で4～5億円程度となっている。



細胞呼吸活性測定装置 (CRAS-1.0)
 (ポテンシオスタット・倒立顕微鏡・呼吸測定ソフト内蔵PCにより構成される。)



マイクロプローブ (CME-0002) 測定プレート (CMP-0001) 測定用参照電極 (CRE-0001)

図 4-4 受精卵呼吸測定装置と周辺システムの例 (クリノ株式会社 HP より) (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 7 つである。

- 安全な国産エビ(バナメイ)生産技術のシステム化
- 伝統的醗酵産業を再生する革新的で安全なバイオプロセスの開発
- リン資源の再利用技術とリサイクルシステムの開発
- 砂糖及びセルロースを原料とする酵素合成アミロースの製造と利用
- 低アレルゲン大豆加工食品の開発と製造・流通システムの構築
- 電気化学計測技術を用いた受精卵品質評価システムの開発と実用化
- 天敵誘引剤・活性化剤を用いた害虫管理

この中で、第 3 章詳細調査で対象とした「電気化学計測技術を用いた受精卵品質評価システムの開発と実用化」では、研究成果活用を目的としたベンチャー企業「クリノ株式会社」を、プロジェクト期間中の 2007 年 11 月 1 日に設立した。このベンチャー企業では、本研究で開発した「受精卵品質評価システム」の市場調査と、これに関連する消耗品及び電気化学計測に関する技術開発・指導、受託試験を行うこととした。業務の対象として、国内の畜産試験場・大学等を想定した。同企業の設立骨子を以下に示した。(なお、同社は東北大学発のベンチャーとして、文部科学省のスーパー COE プログラムのひとつとして 2003 年に発足した東北大学の先進医工学研究機構 (TUBERO、2008 年 3 月に期限終了) の 20 以上の研究チームのうち 4 つの研究チームの優れた医工学の研究成果を事業化し、臨床応用の実現を目指して創業した、とされる。(同社 HP による))。同ベンチャー企業の製品として、はじめに製品化されたものは本研究の応用によるものであった。なお、同企業の主な事業ターゲットは医療分野である。)

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 20 年度終了課題のうち全ての課題において、技術コーディネーター／総括責任者あるいは研究代表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
安全な国産エビ(バナメイ)生産技術のシステム化		○	
環境保全型病害防除の核となる広スペクトル微生物農薬の開発	○	○	
植物由来のディフェンシン蛋白質を利用した新規抗菌剤の開発		○	○
セルロース系バイオマスの複合的変換技術の開発			○
伝統的醗酵産業を再生する革新的で安全なバイオプロセスの開発	○	○	
リン資源の再利用技術とリサイクルシステムの開発	○		
砂糖及びセルロースを原料とする酵素合成アミロースの製造と利用			○
低アレルギー大豆加工食品の開発と製造・流通システムの構築	○		○
電気化学計測技術を用いた受精卵品質評価システムの開発と実用化	○	○	○
天敵誘引剤・活性化剤を用いた害虫管理	○		

第3章詳細調査で技術コーディネーター／総括責任者を対象にヒアリング調査を実施した3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。

- 安全な国産エビ（バナメイ）生産技術のシステム化
 - 農業・食品産業技術総合研究機構 イノベーション創出基礎的研究推進事業
 - 中小企業経営支援等対策費補助金 先端農業産業化システム実証事業
 - 経済産業省 震災復興イノベーション創出実証研究事業
 - 水産庁 技術開発事業委託
- リン資源の再利用技術とリサイクルシステムの開発
 - 科学研究費補助金 挑戦的萌芽研究
 - 科学研究費補助金 基盤研究(B)
- 電気化学計測技術を用いた受精卵品質評価システムの開発と実用化
 - 科学研究費補助金 基盤研究(B)
 - 鈴木謙三記念医科学応用研究財団：調査研究の助成
 - 厚生労働科学研究費補助金 厚生科学基盤研究分野 医療機器開発推進研究（医療機器〔ナノテクノロジー等〕総合推進研究）
 - 厚生労働科学研究費補助金 厚生科学基盤研究分野 医療機器開発推進研究（低侵襲・非侵襲医療機器（ナノテクノロジー）研究）
 - 厚生労働科学研究費補助金 厚生科学基盤研究分野 医療機器開発推進研究（ナノメディシン研究）
 - 厚生労働科学研究費補助金 厚生科学基盤研究分野 医療技術実用化総合研究（被災地域の復興に向けた医薬品・医療機器の実用化支援研究）
 - 宮城・仙台富県チャレンジ応援基金事業助成金

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。

本事業の特徴である、基礎研究成果をもとにした実用化研究を支援する点において、今後の継続を期待する意見が挙げられた。また、追跡調査の実施自体に対しても高い評価を得ており、産業化まで至った事業に対する宣伝等の支援やインセンティブの付与について提案があった。

課題名	有識者からのコメント
安全な国産エビ（バナメイ）生産技術のシステム化	<ul style="list-style-type: none">● 追跡調査は良い制度だと思う。税金で本事業が賄われていることから、どのような波及効果があったのかは必ず検証すべきであろう。特に、今回の事業のように産業化まで至った事業については大きく宣伝し、世に広めていって欲しい。また、何らかのインセンティブを与えるなどの顕彰制度があればよい。● 一方、事業終了後5年が経過していることから、総括責任者らに対して過度の負担となるような報告書の提出を依頼するのは控えるべきである。
電気化学計測技術を用いた受精卵品質評価システムの開発と実用化	<ul style="list-style-type: none">● 生研センターの農林水産業分野の研究高度化に果たした貢献は大きい。オリジナルな基礎研究成果を踏まえた提案を支援するシステムの更なる強化を期待する。

第5章 資料編

第1節 安全な国産エビ(バナメイ)生産技術のシステム化

1. 論文

(1) 和文誌

2010年

- 【1】 野原節雄 『バナメイエビ *Litopenaeus vannamei* に対する気泡幕の忌避効果に関する基礎的研究』, 日本水産学会誌, 2010
- 【2】 野原節雄 『農業電化の先進的取り組み事例 緑の革命から青の革命 完全閉鎖循環式エビ生産システム』, 農業電化, 2010
- 【3】 野原節雄 『閉鎖循環式養殖システムで飼養したバナメイエビと他のエビ類における筋肉中遊離アミノ酸含量の比較』, 水産技術, 2010

2012年

- 【4】 野原節雄 『魚類以外での養殖の可能性 バナメイ 閉鎖循環式陸上養殖システムを用いた高密度管理』, 養殖, 2012

2013年

- 【5】 野原節雄 『よくわかる!世界の養殖業 第13回—韓国,陸上—韓国における陸上養殖 ウナギ, バナメイ,メフグなどの現状』, 月刊養殖ビジネス, 2013
- 【6】 野原節雄 『安全でおいしいエビをお客様に届けたい』, TESmagazine, 2013

2014年

- 【7】 野原節雄 『閉鎖系水処理技術の最新動向 バナメイエビの陸上養殖技術』, 環境浄化技術, 2014
- 【8】 野原節雄 『閉鎖循環式陸上養殖 産業化への道 第2回 アクアポニックス(水耕養殖)先行する海外での事例と日本の現状』, 月刊養殖ビジネス, 2014
- 【9】 野原節雄 『応用微細藻類学』, 成山堂書店, 2014

(2) 英文誌

2005年

- 【10】 Tsutsui N., Katayama H., Ohira T., Nagasawa H., Wilder M.N., Aida K., "The effects of crustacean hyperglycemic hormone-family peptides on vitellogenin gene expression in the kuruma prawn, *Marsupenaeus japonicus*", *General and Comparative Endocrinology*, 144, 232-239, 2005

2006年

- 【11】 Phuong N.T., Hai T.N., Hien T.T.T., Bui T.V., Huong D.T.T., Son V.N., Morooka Y., Fukuda Y., Wilder M.N., "Current status of freshwater prawn culture in Vietnam and the development and transfer of seed production technology", *Fisheries Science*, 72, 1-12,

2006

- 【12】 Jayasankar V., Jasmani S., Tsutsui N., Aida K., Wilder M.N., "Dynamics of vitellogenin synthesis in juvenile giant freshwater prawn *Macrobrachium rosenbergii*", *Journal of Experimental Zoology Part A: Comparative Experimental Biology*, 305, 440-448, 2006
- 【13】 Ohira T., Okumura T., Suzuki M., Yajima Y., Tsutsui N., Wilder M.N., Nagasawa H., "Production and characterization of recombinant vitellogenesis-inhibiting hormone from the American lobster *Homarus americanus*", *Peptides*, 27, 1251-1258, 2006
- 【14】 Ohira T., Tsutsui N., Nagasawa H., Wilder M.N., "Preparation of two recombinant crustacean hyperglycemic hormones from the giant freshwater prawn, *Macrobrachium rosenbergii*, and their hyperglycemic activities", *Zoological Science*, 23, 383-391, 2006
- 【15】 Ohira T., Tsutsui N., Kawazoe I., Wilder M.N., "Isolation and characterization of two pigment-dispersing hormones from the whiteleg shrimp, *Litopenaeus vannamei*", *Zoological Science*, 23, 601-606, 2006

2007 年

- 【16】 Tsutsui N., Ohira T., Kawazoe I., Takahashi A., Wilder M.N., "Purification of sinus gland peptides having vitellogenesis-inhibiting activity from the whiteleg shrimp *Litopenaeus vannamei*", *Marine Biotechnology*, 9, 360-369, 2007
- 【17】 Okumura T., "Effects of bilateral and unilateral eyestalk ablation on vitellogenin synthesis in immature female kuruma prawns, *Marsupenaeus japonicus*", *Zoological Science*, 24, 233-240, 2007
- 【18】 Okumura T., "Effects of lipopolysaccharide on gene expression of antimicrobial peptides (penaeidins and crustin), serine proteinase and prophenoloxidase in haemocytes of the Pacific white shrimp, *Litopenaeus vannamei*", *Fish and Shellfish Immunology*, 22, 68-76, 2007

2008 年

- 【19】 Mekuchi M., Ohira T., Kawazoe I., Jasmani S., Suitoh K., Kim Y.K., Jayasankar V., Nagasawa H., Wilder M.N., "Characterization and expression of the putative ovarian lipoprotein receptor in the Kuruma Prawn, *Marsupenaeus japonicus*", *Zoological Science*, 25, 428-437, 2008
- 【20】 Jasmani S., Jayasankar V., Wilder M.N., "Carbonic anhydrase and Na/K-ATPase activities at different molting stages of the giant freshwater prawn *Macrobrachium rosenbergii*", *Fisheries Science*, 74, 488-493, 2008

2009 年

- 【21】 Wilder M.N., Do Thi Thanh Huong, Jasmani S., Jayasankar V., Kaneko T., Aida K., Hatta T., Nemoto S., Wigginton A., "Hemolymph osmolality, ion concentrations and calcium in the structural organization of the giant freshwater prawn *Macrobrachium rosenbergii*: Changes with the molt cycle", *Aquaculture*, 292, 104-110, 2009

- 【22】 Nohara S., "Low Salinity Rearing of the Pacific White Shrimp *Litopenaeus vannamei*: Acclimation, Survival and Growth of Postlarvae and Juveniles", JARQ, 2009

2013年

- 【23】 Tsutsui, N., Ohira, T., Okutsu, T., Shinji, J., Bae, S-H., Kang, B.J., Wilder, M.N., "Molecular cloning of a cDNA encoding vitellogenesis-inhibiting hormone in the whiteleg shrimp *Litopenaeus vannamei* and preparation of its recombinant peptide using an *E. coli* expression system.", *Fisheries Science*, 79, 357-365., 2013
- 【24】 Bae, S-H., Okutsu, T., Kang, B.J., and Wilder, M.N., "Alterations of pattern in immune response and vitellogenesis during induced ovarian development by unilateral and bilateral ablation in *Litopenaeus vannamei*.", *Fisheries Science*, 79: 895-903., 2013

2014年

- 【25】 Kang, B.J., Okutsu, T., Tsutsui, N., Shinji, J., Bae, S-H., and Wilder, M.N., "Dynamics of vitellogenin and vitellogenesis-inhibiting hormone levels in adult and subadult whiteleg shrimp, *Litopenaeus vannamei*: relation to molting and eyestalk ablation", *Biology of Reproduction*, 90: 1-10., 2014
- 【26】 Safiah Jasmani, Vidya Jayasankar, Do Thi Thanh Huong and Marcy N. Wilder, "Change in carbonic anhydrase and Na/K-ATPase activities during the molt cycle in relation to calcification in the white shrimp *Litopenaeus vannamei*", *Fisheries Science*
- 【27】 Keishi Matsuda and Marcy N. Wilder, "Difference in light perception capability and spectral sensitivity between juvenile and sub-adults of the whiteleg shrimp *Litopenaeus vannamei* as determined by electroretinogram (ERG)", *Biological Bulletin*

2. 論文数、被引用数および h-index

	2004	2005	2006	2007	2008	2009	2010	2011	2012	2013	2014	h-index (WoS収録分 のみ対象)
成果論文リスト全体	0	1	5	3	2	2	3	0	1	4	4	
和文誌	0	0	0	0	0	0	3	0	1	2	3	
英文誌	0	1	5	3	2	2	0	0	0	2	1	
内、WoS収録	0	1	5	3	2	2	0	0	0	1	1	8

(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、2014年12月~2015年1月中旬にかけて実施し、その結果を掲載。

	2004	2005	2006	2007	2008	2009	2010	2011	2012	2013	2014
被引用数(各年)	0	0	3	15	21	20	31	24	27	23	31
被引用数(累積)	0	0	3	18	39	59	90	114	141	164	195

(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、2014年12月~2015年1月中旬にかけて実施し、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	シェア	順位	機関名	論文数	シェア
1	DAVIS DA	40	1.9%	1	AUBURN UNIV	54	2.6%
2	LIGHTNER DV	35	1.7%	1	CHULALONGKORN UNIV	54	2.6%
3	HIRONO I	28	1.3%	3	CHINESE ACAD SCI	50	2.4%
3	WILDER MN	28	1.3%	4	MAHIDOL UNIV	48	2.3%
5	TASSANAKAJON A	26	1.2%	5	OCEAN UNIV CHINA	45	2.1%
6	AOKI T	25	1.2%	6	UNIV TOKYO	44	2.1%
7	CHANG ES	23	1.1%	7	TOKYO UNIV MARINE SCI	40	1.9%
7	KOSHIO S	23	1.1%	7	UNIV ARIZONA	40	1.9%
9	MYKLES DL	22	1.0%	9	CTR INVEST BIOL NOROESTE	36	1.7%
10	BURNETT LE	21	1.0%	10	IFREMER	35	1.7%
10	XIANG JH	21	1.0%	10	UNIV MAINE	35	1.7%
12	BURNETT KG	20	1.0%	12	UNIV NAACL AUTONOMA MEXICO	34	1.6%
12	ISHIKAWA M	20	1.0%	13	JAPAN INT RES CTR AGR SCI	32	1.5%
12	LAWRENCE AL	20	1.0%	14	OCEAN INST	31	1.5%
12	OHIRA T	20	1.0%	15	CHINESE ACAD FISHERY SCI	30	1.4%
16	BROWDY CL	19	0.9%	16	NATL TAIWAN OCEAN UNIV	29	1.4%
16	FLEGEL TW	19	0.9%	17	NATL PINGTUNG UNIV SCI	28	1.3%
16	KONDO H	19	0.9%	18	FISHERIES OCEANS CANADA	27	1.3%
16	WANG JX	19	0.9%	19	CAN THO UNIV	26	1.2%
20	LIU YJ	18	0.9%	19	FISHERIES RES AGCY	26	1.2%
				19	KAGOSHIMA UNIV	26	1.2%
				19	NATL SCI TECHNOL DEV AGCY	26	1.2%
				19	UNIV SONORA	26	1.2%

(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、2014年12月~2015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	2004年~2014年
条件2: Web of Science 分野が左記のいずれかに該当	FISHERIES ZOOLOGY 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	X-organ crustin pigment-dispersing hormone mechanisms of hormone action freshwater prawns Whiteleg shrimp sinus gland eyestalk ablation Vitellogenin gene Kuruma prawn crustacean hyperglycemic hormone Molt cycle recombinant peptide time-resolved fluoroimmunoassay green water American lobster Marsupenaeus japonicus Mekong Delta penaeid shrimp Pacific white shrimp
検索論文数	2106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
10	The effects of crustacean hyperglycemic hormone-family peptides on vitellogenin gene expression in the kuruma prawn, <i>Marsupenaeus japonicus</i>	Tsutsui, N; Katayama, H; Ohira, T; Nagasawa, H; Wilder, MN; Aida, K	GENERAL AND COMPARATIVE ENDOCRINOLOGY, 144, 232-239	2005	41
18	Effects of lipopolysaccharide on gene expression of antimicrobial peptides (penaeidins and crustin), serine proteinase and prophenoloxidase in haemocytes of the Pacific white shrimp, <i>Litopenaeus vannamei</i>	Okumura, T	FISH & SHELLFISH IMMUNOLOGY, 22, 68-76	2007	37
14	Preparation of two recombinant crustacean hyperglycemic hormones from the giant freshwater prawn, <i>Macrobrachium rosenbergii</i> , and their hyperglycemic activities	Ohira, T; Tsutsui, N; Nagasawa, H; Wilder, MN	ZOOLOGICAL SCIENCE, 23, 383-391	2006	22
16	Purification of sinus gland peptides having vitellogenesis-inhibiting activity from the whiteleg shrimp <i>Litopenaeus vannamei</i>	Tsutsui, N; Ohira, T; Kawazoe, I; Takahashi, A; Wilder, MN	MARINE BIOTECHNOLOGY, 9, 360-369	2007	20
13	Production and characterization of recombinant vitellogenesis-inhibiting hormone from the American lobster <i>Homarus americanus</i>	Ohira, T; Okumura, T; Suzuki, M; Yajima, Y; Tsutsui, N; Wilder, MN; Nagasawa, H	PEPTIDES, 27, 1251-1258	2006	16
11	Current status of freshwater prawn culture in Vietnam and the development and transfer of seed production technology	Phuong, NT; Hai, TN; Hien, TTT; Bui, TV; Huong, DTT; Son, VN; Morooka, Y; Fukuda, Y; Wilder, MN	FISHERIES SCIENCE, 72, 1-12	2006	15
17	Effects of bilateral and unilateral eyestalk ablation on vitellogenin synthesis in immature female kuruma prawns, <i>Marsupenaeus japonicus</i>	Okumura, T	ZOOLOGICAL SCIENCE, 24, 233-240	2007	12
15	Isolation and characterization of two pigment-dispersing hormones from the whiteleg shrimp, <i>Litopenaeus vannamei</i>	Ohira, T; Tsutsui, N; Kawazoe, I; Wilder, MN	ZOOLOGICAL SCIENCE, 23, 601-606	2006	8
21	Hemolymph osmolality, ion concentrations and calcium in the structural organization of the cuticle of the giant freshwater prawn <i>Macrobrachium rosenbergii</i> : Changes with the molt cycle	Wilder, MN; Huong, DTT; Jasmani, S; Jayasankar, V; Kaneko, T; Aida, K; Hatta, T; Nemoto, S; Wigginton, A	AQUACULTURE, 292, 104-110	2009	6
12	Dynamics of vitellogenin synthesis in juvenile giant freshwater prawn <i>Macrobrachium rosenbergii</i>	Jayasankar, V; Jasmani, S; Tsutsui, N; Aida, K; Wilder, MN	JOURNAL OF EXPERIMENTAL ZOOLOGY PART A-COMPARATIVE EXPERIMENTAL BIOLOGY, 305A, 440-448	2006	5
20	Carbonic anhydrase and Na/K-ATPase activities at different molting stages of the giant freshwater prawn <i>Macrobrachium rosenbergii</i>	Jasmani, S; Jayasankar, V; Wilder, MN	FISHERIES SCIENCE, 74, 488-493	2008	4
19	Characterization and expression of the putative ovarian lipoprotein receptor in the Kuruma prawn, <i>Marsupenaeus japonicus</i>	Mekuchi, M; Ohira, T; Kawazoe, I; Jasman, S; Suitoh, K; Kim, YK; Jayasankar, V; Nagasawa, H; Wilder, MN	ZOOLOGICAL SCIENCE, 25, 428-437	2008	4
22	Low Salinity Rearing of the Pacific White Shrimp <i>Litopenaeus vannamei</i> : Acclimation, Survival and Growth of Postlarvae and Juveniles	Jayasankar, V; Jasmani, S; Nomura, T; Nohara, S; Huong, DTT; Wilder, MN	JARQ-JAPAN AGRICULTURAL RESEARCH QUARTERLY, 43, 345-350	2009	3
23	Molecular cloning of a cDNA encoding vitellogenesis-inhibiting hormone in the whiteleg shrimp <i>Litopenaeus vannamei</i> and preparation of its recombinant peptide using	Tsutsui, N; Ohira, T; Okutsu, T; Shinji, J; Bae, SH; Kang, BJ; Wilder, MN	FISHERIES SCIENCE, 79, 357-365	2013	2
25	Dynamics of Vitellogenin and Vitellogenesis-Inhibiting Hormone Levels in Adult and Subadult Whiteleg Shrimp, <i>Litopenaeus vannamei</i> : Relation to Molting and Eyestalk Ablation	Kang, BJ; Okutsu, T; Tsutsui, N; Shinji, J; Bae, SH; Wilder, MN	BIOLOGY OF REPRODUCTION, 90, 0-0	2014	0

(注) 研究実施期間以降 (2009 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 2007-244300	養殖槽における水産物の捕獲装置	株式会社アイ・エム・ティー	野原 節雄, 野村 武史	2006/03/16	
特開 2007-244292	水槽内の沈殿物排除装置及びこれを用いた水産物養殖装置	株式会社アイ・エム・ティー	野原 節雄, 野村 武史	2006/03/16	特許 4242875
特開 2008-043252	室内型エビ生産に用いるエビ育成・健康管理システム	独立行政法人国際農林水産業研究センター, 株式会社アイ・エム・ティー	マーシー ワイルダー, ビディア ジャヤサンカー, サフィア ジャスマニ, ドー ティ タン フン, 筒井 直昭, 大平 剛, 野原 節雄, 野村 武史	2006/08/16	特許 4635172
特願 2014-528758	水産物の養殖装置、およびそれに使用する人工海藻	IMT エンジニアリング株式会社	野原節雄、伊熊公章	2013/01/16	特許第 5658423

6. 実用化・製品化

- 「屋内型エビ生産システム」が、株式会社アイ・エム・ティーによって新潟県妙高市で商業運転されている。

7. 報道

研究者名	見出し	報道年月日	媒体
野原 節雄、奥村 卓二	産学官連携功労者表彰17件決定～総理大臣賞は東北大・NTT・古河電工チーム	2009/6/19	科学新聞
マーシー・ニコル・ワイルダー、野原 節雄	バナメイエビ、稚エビの種苗生産システムの研究が始動。	2009/8/19	日刊水産経済新聞
野原 節雄	開発物語——アイ・エム・ティー、「妙高ゆきエビ」(食材最前鮮)	2011/5/2	日経MJ (流通新聞)

研究者名	見出し	報道年月日	媒体
野原 節雄	世界初、エビの閉鎖循環式陸上養殖システム	2013/9/1	AGRI GARAGE03
野原 節雄	陸上養殖の普及で安心・安全な魚介類を食卓に届けたい	2013/9/30	新宿ビズタウンニュース
野原 節雄	アクアポニックスの現状など、陸上養殖勉強会と生態工学会が合同シンポ。	2013/11/13	日刊水産経済新聞
野原 節雄	世界的なエビ争奪戦、中国需要激増、日本の国内自給率 10%	2013/11/14	ヤフーニュース
野原 節雄	久米宏のラジオなんですけど	2014/3/1	TBS ラジオ
野原 節雄	新たな陸上養殖開発へ	2014/5/1	みなと新聞
野原 節雄	未来の食卓 新緑・技農編 魚に優しい陸上養殖 「砂漠でも、山の中でも」 高コスト魚種に制約	2014/5/5	東京新聞朝刊
野原 節雄	生鮮プラント海外へ。エビ養殖やレタス工場	2014/5/26	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
野原 節雄	バナメイエビの人為催熟技術を利用した安定的な種苗生産の確立	2009～ 2011 年度	農業・食品産業技術総合研究機構イノベーション創出基礎的研究推進事業	発展型研究一般枠	研究分担者	52,000 千円
野原 節雄	いわき市震災復興のための魚類陸上養殖技術開発	2011 年度	震災復興イノベーション創出実証研究事業	—	主務者	25,194 千円
野原 節雄	魚工場技術の改良と高付加価値水産加工品の開発	2013 年度	先端農業産業化システム実証事業	—	主務者	9,159 千円
野原 節雄	次世代型陸上養殖の技術開発	2014 年度	水産庁・技術開発事業委託	—	グループリーダー	43,200 千円

9. 受賞歴

研究者	表彰名	受賞対象	受賞年
マーシー・ニコル・ワイルダー、野原 節雄、奥村 卓二	第7回 産学官連携功労者表彰（平成21年度） 農林水産大臣賞	安全なエビ（バナメイ）の生産システム・プラントの開発	2009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
奥村 卓二	エビ(バナメイ)の閉鎖循環式生産システムの開発	30周年記念公開講演会	いせシティープラザ	2009/8/30
野原 節雄	日本初の閉鎖循環式屋内型エビ生産システム	第22回「e-食安全研究会」セミナー	インテック大阪セミナーーム	2009/9/10
野原 節雄	緑の革命から青の革命へ「日本初・閉鎖循環式屋内型エビ生産システム」	2009年度生態工学・定例シンポジウム	東京大学弥生講堂・一条ホール	2009/11/6
奥村 卓二	安全なエビ(バナメイ)の生産システム・プラントの開発	第7回産学官連携功労者表彰農林水産大臣賞受賞事例、アグリビジネス創出フェア 2009	幕張メッセ	2009/11/25
野原 節雄	日本初・閉鎖循環式屋内型エビ生産システム	陸上養殖の現状・事業性と技術開発及び取り組み等最新動向	東京・新お茶の水・総評会館・4F会議室	2010/12/1
野原 節雄	陸上養殖システムに必要な構成技術動向と経済性への影響	海外・国内における陸上養殖技術動向と今後の展望	東京・大田区蒲田 大田区産業プラザ 6F C会議室	2012/11/27
野原 節雄	バナメイエビ陸上養殖技術の開発経緯と最新動向	閉鎖循環式陸上養殖技術の最新動向とビジネスチャンス(共催セミナー)	全国家電会館会議室	2012/12/10
野原 節雄	エビの陸上養殖最新動向	平成25年度日本農学会シンポジウム	東京大学弥生講堂	2013/10/5
野原 節雄	アクアポニックス(水耕養殖)	第6回生態工学定例シンポジウム・第3回陸上養殖勉強会合同シンポジウム	東京海洋大学品川キャンパス白鷹館 2F 多目的スペース I	2013/11/8

研究者	講演名	講演会・シンポジウム名	場所	講演日
野原 節雄	バナメイ及び淡水サーモンにおける陸上養殖の最新動向と事業化に向けた課題	情報機構セミナー	太田産業会館	2013/11/12
野原 節雄	エビの陸上養殖最新動向	FF 会セミナー	日比谷図書文化会館	2014/1/24
野原 節雄	「エビ養殖、閉鎖循環式陸上養殖システム」	IoE・ビックデータ時代の第1次産業の知識産業化を目指して	東京工業大学蔵前会館	2014/10/2
マーシー・ニコル・ワイルダー	エビ養殖工場:21世紀の新しい食料産業	日本熱帯農業学会第195回研究集会	東京	2014/11/16

第2節 環境保全型病害防除技術の核となる広スペクトル微生物農薬の開発

1. 論文

(1) 和文誌

2006年

- 【1】 高井 昭・松田 明・島 克弥・竹中 重仁 『イネばか苗病といもち病に対する *Pythium oligandrum* の発病抑制効果』, 茨城県害虫研究会, 45, 1-4, 2006

2007年

- 【2】 池田 幸子・清水 基滋・竹中 重仁 『生物防除微生物 *Pythium oligandrum* のジャガイモ黒あざ病に対する防除効果』, 北日本害虫研究第 58 号, 2007

2009年

- 【3】 竹中 重仁 『生物防除微生物 *Pythium oligandrum*(PO)のトマト根圏への定着性に影響を及ぼす微生物群集』, 日本植物病理学会報, 2009
- 【4】 竹中 重仁 『生物防除微生物 *Pythium oligandrum* によるトマト青枯病の抑制機構』, 研究成果情報 北海道農業, 2009
- 【5】 竹中 重仁 『植物生育促進菌類(PGPF)のマメ科モデル植物ミヤコグサ根への定着性』, 土と微生物, 2009
- 【6】 竹中 重仁 『キュウリモザイクウイルス抵抗性遺伝子 RCY1 を過剰発現するシロイヌナズナエコタイプ Di - 17 における非生物ストレス耐性の付与』, 日本植物病理学会報, 2009
- 【7】 竹中 重仁 『*Pythium oligandrum* のエリシチン様タンパク質 POD - 1,POD - 2 の複合体によるトマトへの抵抗性誘導』, 日本植物病理学会報, 2009
- 【8】 竹中 重仁 『土壌生息菌 *Pythium oligandrum* が生産するエリシチン様タンパク質により誘導される感染防御システムの分子機構』, *Journal of Pesticide Science*, 2009
- 【9】 竹中 重仁 『ユビキチンリガーゼ ATL16 はサリチル酸およびエチレン系シグナル伝達経路を制御する』, 日本植物病理学会報, 2009
- 【10】 竹中 重仁 『生物防除微生物 *Pythium oligandrum* 前接種トマト根部における青枯病菌の抑制の動態観察』, 日本植物病理学会報, 2009
- 【11】 竹中 重仁 『高速シークエンスを用いたイネ細胞間隙に由来する微生物群の 16SrDNA・18SrDNA 断片の網羅的解析』, 日本植物病理学会報, 2009
- 【12】 竹中 重仁 『ユビキチンリガーゼ ATL16 はシロイヌナズナの基礎抵抗性に関与する』, 日本植物病理学会報, 2009
- 【13】 竹中 重仁 『モデル植物トマト:マイクロトムを用いた病害研究の現状と今後の展望』, 植物防疫, 2009
- 【14】 竹中 重仁 『ジャガイモの黒あざ病に対する生物防除資材 *Pythium oligandrum* の効果と処理方法』, 研究成果情報 北海道農業, 2009

2010年

- 【15】 竹中 重仁 『広範囲な作物病害に効果のある「広スペクトル微生物農薬」開発に目処』, グリーンテクノニュース, 2010
- 【16】 竹中 重仁 『非病原性菌 *Pythium oligandrum* を利用した「広スペクトル微生物農薬」の開発』, バイオインダストリー, 2010
- 【17】 竹中 重仁 『生物防除微生物ピシウム菌前処理トマト根部における青枯病菌の動態観察』, グリーンテクノ情報, 2010
- 【18】 竹中 重仁 『非病原菌 *Pythium oligandrum* を利用した「広スペクトル微生物農薬」の開発』, Bio Industry, 2010
- 【19】 竹中 重仁 『品種,地域,生育時期,栽培条件が異なるイネ地上部の内生菌集団から増幅された 16SrDNA - ITS 断片の PCR - DGGE 法による比較解析』, 日本植物病理学会報, 2010

2011 年

- 【20】 竹中 重仁 『非病原菌 *Pythium oligandrum* を用いた広スペクトル微生物農薬』, 農研機構—農業新技術シリーズ第 3 巻 農業・農村環境の保全と持続的農業を支える新技術, 2011
- 【21】 竹中 重仁 『有機栽培イネからの内生細菌の分離と 16SrDNA 断片塩基配列による解析』, 日本植物病理学会報, 2011
- 【22】 竹中 重仁 『有機栽培イネ地上部より単離された内生細菌のイネいもち病抵抗性への影響』, 日本植物病理学会報, 2011
- 【23】 竹中 重仁 『有機栽培イネ細胞間隙に由来する微生物の解析と病害防除』, 土と微生物, 2011

2012 年

- 【24】 竹中 重仁 『日本産の抵抗性誘導微生物 *Pythium oligandrum* 菌株研究の現状』, 植物防疫, 2012
- 【25】 竹中 重仁 『生物防除微生物 *Pythium oligandrum* 菌体細胞壁エリクターによるイネの防御応答』, 日本植物病理学会報, 2012
- 【26】 竹中 重仁 『*Bacillus thuringiensis* subsp.sotto を施用したトマトにおける防御関連遺伝子の発現解析』, 日本植物病理学会報, 2012
- 【27】 竹中 重仁 『有機栽培育苗土によるイネもみ枯細菌病抑制効果の解析』, 日本植物病理学会報, 2012
- 【28】 竹中 重仁 『竹中重仁・高橋英樹 「日本産の抵抗性誘導微生物 *Pythium oligandrum* 研究の現状』, 植物防疫 Vol.66, No.6, 36-40., 2012

2013 年

- 【29】 竹中 重仁 『生物防除微生物 *Pythium oligandrum* 菌体細胞壁エリクターによるイネ催芽種子の防御応答』, 日本植物病理学会報, 2013
- 【30】 竹中 重仁 『生物防除微生物 *Pythium oligandrum* 施用イネにおける防御関連遺伝子発現の誘導ともみ枯細菌病菌による苗腐敗症の発病抑制』, 日本植物病理学会報, 2013
- 【31】 竹中 重仁 『イネ有機栽培育苗土の病害抑制効果の解析』, 日本植物病理学会報, 2013
- 【32】 竹中 重仁 『*Bacillus thuringiensis* subsp.sotto を施用したトマトの各組織における PR - 1 遺伝子発現の比較解析』, 日本植物病理学会報, 2013

2014年

- 【33】 竹中 重仁 『飼料用トウモロコシ F1 品種の根腐病抵抗性圃場接種検定法』, 畜産草地研究成果情報, 2014
- 【34】 竹中 重仁 『*Bacillus thuringiensis* を施用したトマト主根と側根組織における青枯病細菌の分布と網羅的遺伝子発現解析』, 日本植物病理学会報, 2014
- 【35】 竹中 重仁 『イネ有機育苗培土およびコンポスト施用による苗病害抑制の解析』, 日本植物病理学会報, 2014
- 【36】 竹中 重仁 『昆虫病原性糸状菌 *Paecilomyces tenuipes* および *Beauveria bassiana* の培養濾液を施用したトマトにおける青枯病抑制効果と防御応答遺伝子発現の解析』, 日本植物病理学会報, 2014

(2) 英文誌

2005年

- 【37】 Takahashi H., Shimizu A., Arie T., Rosmalawati S., Fukushima S., Kikuchi M., Hikichi Y., Kanda A., Takahashi A., Kiba A., Ohnishi K., Ichinose Y., Taguchi F., Yasuda C., Kodama M., Egusa M., Masuta C., Sawada H., Shibata D., Hori K., Watanabe Y., "Catalog of Micro-Tom tomato responses to common fungal, bacterial, and viral pathogens", *Journal of General Plant Pathology*, 71, 8-22, 2005

2006年

- 【38】 Hase S., Shimizu A., Nakaho K., Takenaka S., Takahashi H., "Induction of transient ethylene and reduction in severity of tomato bacterial wilt by *Pythium oligandrum*", *Plant Pathology*, 55, 537-543, 2006
- 【39】 Takenaka S., Nakamura Y., Kono T., Sekiguchi H., Masunaka A., Takahashi H., "Novel elicitor-like proteins isolated from the cell wall of the biocontrol agent *Pythium oligandrum* induce defence-related genes in sugar beet", *Molecular Plant Pathology*, 7, 325-339, 2006
- 【40】 Takahashi H., Ishihara T., Hase S., Chiba A., Nakaho K., Arie T., Teraoka T., Iwata M., Tugane T., Shibata D., Takenaka S., "Beta-cyanoalanine synthase as a molecular marker for induced resistance by fungal glycoprotein elicitor and commercial plant activators", *Phytopathology*, 96, 908-916, 2006

2007年

- 【41】 Hondo D., Hase S., Kanayama Y., Yoshikawa N., Takenaka S., Takahashi H., "The LeATL6-associated ubiquitin/proteasome system may contribute to fungal elicitor-activated defense response via the jasmonic acid-dependent signaling pathway in tomato", *Molecular Plant-Microbe Interactions*, 20, 72-81, 2007

2008年

- 【42】 Takenaka S., Sekiguchi H., Nakaho K., Tojo M., Masunaka A., Takahashi H., "Colonization of *Pythium oligandrum* in the tomato rhizosphere for biological control of bacterial wilt disease analyzed by real-time PCR and confocal laser-scanning microscopy", *Phytopathology*, 98, 187-195, 2008
- 【43】 Hase S., Takahashi S., Takenaka S., Nakaho K., Arie T., Seo S., Ohashi Y., Takahashi H., "Involvement of jasmonic acid signalling in bacterial wilt disease resistance induced by biocontrol agent *Pythium oligandrum* in tomato", *Plant Pathology*, 57, 870-876, 2008

2009 年

- 【44】 Kawamura, Y., Takenaka, S., Hase, S., Kubota, M., Ichinose, Y., Kanayama, Y., Nakaho, K. and Takahashi, H., "Requirement of SGT1, RAR1 and NPR1 for jasmonic acid-dependent defense gene expression and enhanced resistance to bacterial pathogens in *Arabidopsis* treated with elicitin-like glycoprotein of *Pythium oligandrum*.", *Plant Cell Physiology*, 2009
- 【45】 Takahashi, H., Hondo, D., Hase, S. and Takenaka, S., "Identification of a protein interacting with LeATL6, RING-H2 zinc finger ubiquitin-ligase E3.", *Journal of Phytopathology*, 2009
- 【46】 Masunaka, A., Nakaho K., Sakai, M., Takahashi, H. and Takenaka, S., "Visualization of interactions between *Pythium oligandrum* and *Ralstonia solanacearum* during biocontrol of bacterial wilt disease in tomato using confocal laser scanning microscopy.", *Journal of General Plant Pathology*, 2009
- 【47】 Takenaka, S., "Enhanced Defense Responses in *Arabidopsis* Induced by the Cell Wall Protein Fractions from *Pythium oligandrum* Require SGT1, RAR1, NPR1 and JAR1", *Plant and Cell Physiology*, 2009
- 【48】 Takenaka, S., "Visualization of *Ralstonia solanacearum* cells during biocontrol of bacterial wilt disease in tomato with *Pythium oligandrum*", *Journal of General Plant Pathology*, 2009
- 【49】 Takenaka, S., "Foliar spray of a cell wall protein fraction from the biocontrol agent *Pythium oligandrum* induces defence-related genes and increases resistance against *Cercospora* leaf spot in sugar beet", *Journal of General Plant Pathology*, 2009
- 【50】 Takenaka, S., "INF1 Elicitor Activates Jasmonic Acid- and Ethylene-mediated Signalling Pathways and Induces Resistance to Bacterial Wilt Disease in Tomato", *Journal of Phytopathology*, 2009

2010 年

- 【51】 Takenaka, S., "Defense system induced by elicitin-like proteins of nonpathogenic soil-inhabiting *Pythium oligandrum*", *Genome-enabled integration of research in plant-pathogen systems*, 2010

2011 年

- 【52】 Shigehito Takenaka, Keishi Yamaguchi, Akira Masunaka, Shu Hase, Tsuyoshi Inoue, and Hideki Takahashi., "Implications of oligomeric forms of POD-1 and POD-2 proteins isolated from cell walls of the biocontrol agent *Pythium oligandrum* in relation to their ability to induce defense reactions in tomato.", *Journal of Plant Physiology* Volume 168, Issue 16, 1 November 2011, Pages 1972-1979, 2011

2012 年

- 【53】 Sachiko Ikeda, Ayano Shimizu, Motoshige Shimizu, Hideki Takahashi, Shigehito Takenaka., "Biocontrol of black scurf on potato by seed tuber treatment with *Pythium oligandrum*", *Biological Control* 60 (2012) 297-304, 2012

2013 年

- 【54】 Takenaka, S., "Biocontrol of Sugar Beet Seedling and Taproot Diseases Caused by *Aphanomyces cochlioides* by *Pythium oligandrum* Treatments before Transplanting", *JARQ*, 2013

2014 年

- 【55】 Takahashi, H., Nakaho, K., Ishihara, T., Ando, S., Wada, T., Kanayama, Y., Asano, S., Yoshida, S., Tsushima, S. and Hyakumachi, M., "Transcriptional profile of tomato roots exhibiting *Bacillus thuringiensis*-induced resistance to *Ralstonia solanacearum*.", *Plant Cell Reports* 33: 99-110.2014
- 【56】 Masunaka, A., Sekiguchi, H., Takahashi, H. and Takenaka, S., "Distribution and expression of elicitor-like protein genes of the biocontrol agent *Pythium oligandrum*.", *Journal of Phytopathology* 158: 417-426
- 【57】 Hondo, D., Hase, S., Kanayama, Y., Yoshikawa, N., Takenaka, S. and Takahashi, H., "Up-regulation of *LeATL6* that encodes a fungal elicitor-responsive ubiquitin ligase induces jasmonic acid-dependent proteinase inhibitor gene expression in tomato.", *Molecular Plant-Microbe Interactions* 20: 72-81.
- 【58】 Takahashi, H., Shimizu, A., Arie, T., Rosmalawati, S., Fukushima, S., Kikuchi, M., Hikichi, Y., Kanda, A., Ohnishi, K., Ichinose, Y., Yasuda, C., Kodama, M., Egusa, M., Masuta, C., Sawada, H., Shibata, D., Hori, K. and Watanabe, Y., "Catalog of Micro-Tom tomato responses to common fungal, bacterial and viral pathogens.", *Journal of General Plant Pathology* 71: 8-22.

2. 論文数、被引用数および h-index

	2004	2005	2006	2007	2008	2009	2010	2011	2012	2013	2014	h-index (WoS収録分のみ対象)	
成果論文リスト全体	0	1	4	2	2	19	6	5	6	5	4		
和文誌	0	0	1	1	0	12	5	4	5	4	4		
英文誌	0	1	3	1	2	7	1	1	1	1	0		
内、WoS収録	0	0	3	1	2	4	2	1	1	1	1	8	

(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、2014年12月~2015年1月中旬にかけて実施し、その結果を掲載。

	2004	2005	2006	2007	2008	2009	2010	2011	2012	2013	2014
被引用数(各年)	0	0	0	4	14	37	30	19	43	19	47
被引用数(累積)	0	0	0	4	18	55	85	104	147	166	213

(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2004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、2014年12月~2015年1月中旬にかけて実施し、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	シェア	順位	機関名	論文数	シェア
1	EZURA H	26	1.2%	1	INRA	45	3.8%
2	PERES LEP	23	1.1%	2	USDA ARS	33	2.8%
3	ALLEN C	21	1.0%	3	UNIV FLORIDA	30	2.5%
4	TAKAHASHI H	19	0.9%	4	UNIV TSUKUBA	27	2.3%
5	PRIOR P	15	0.7%	5	ARS	26	2.2%
6	JONES JB	14	0.7%	6	UNIV WISCONSIN	23	1.9%
6	TAKENAKA S	14	0.7%	7	AGR AGRI FOOD CANADA	22	1.8%
8	NAKAHO K	13	0.6%	7	ZHEJIANG UNIV	22	1.8%
8	OLSON SM	13	0.6%	8	UNIV SAO PAULO	21	1.8%
8	WANG JF	13	0.6%	10	N DAKOTA STATE UNIV	20	1.7%
11	MOMOL MT	12	0.6%	10	TOHOKU UNIV	20	1.7%
11	WICKER E	12	0.6%	12	KAZUSA DNA RES INST	19	1.6%
13	ASAMIZU E	11	0.5%	12	OHIO STATE UNIV	19	1.6%
14	GENIN S	10	0.5%	14	CNRS	18	1.5%
14	KAMOUN S	10	0.5%	15	CHINESE ACAD AGR SCI	15	1.3%
14	WYDRA K	10	0.5%	15	IOWA STATE UNIV	15	1.3%
14	YOSHIOKA H	10	0.5%	15	NANJING AGR UNIV	15	1.3%
18	ARIIZUMI T	9	0.4%	18	UNIV MINNESOTA	14	1.2%
18	GLEASON ML	9	0.4%	19	N CAROLINA STATE UNIV	13	1.1%
18	HIKICHI Y	9	0.4%	19	UNIV BOLOGNA	13	1.1%
18	HUANG HC	9	0.4%				
18	JI P	9	0.4%				
18	KIBA A	9	0.4%				
18	OHNISHI K	9	0.4%				
18	SHIBATA D	9	0.4%				
18	WIDMER F	9	0.4%				

(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、2014年12月~2015年1月中旬にかけて実施し、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	2004 年～2014 年	
条件 2 : Web of Science 分野が左記のいずれかに該当	PLANT SCIENCES AGRICULTURE	
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	Aphanomyces root rot Black scurf Pythium oligandrum elicitin Cercospora beticola	Micro-Tom defence-related genes Mycoparasitism Cell wall protein S-adenosylmethionine decarboxylase Bacterial wilt
検索論文数	1193 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、2014 年 12 月～2015 年 1 月中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
38	Induction of transient ethylene and reduction in severity of tomato bacterial wilt by <i>Pythium oligandrum</i>	Hase, S; Shimizu, A; Nakaho, K; Takenaka, S; Takahashi, H	PLANT PATHOLOGY, 55, 537-543	2006	30
41	The LeATL6-associated ubiquitin/proteasome system may contribute to fungal elicitor-activated defense response via the jasmonic acid-dependent signaling pathway in tomato	Hondo, D; Hase, S; Kanayama, Y; Yoshikawa, N; Takenaka, S; Takahashi, H	MOLECULAR PLANT-MICROBE INTERACTIONS, 20, 72-81	2007	27
39	Novel elicitor-like proteins isolated from the cell wall of the biocontrol agent <i>Pythium oligandrum</i> induce defence-related genes in sugar beet	Takenaka, S; Nakamura, Y; Kono, T; Sekiguchi, H; Masunaka, A; Takahashi, H	MOLECULAR PLANT PATHOLOGY, 7, 325-339	2006	26
43	Involvement of jasmonic acid signalling in bacterial wilt disease resistance induced by biocontrol agent <i>Pythium oligandrum</i> in tomato	Hase, S; Takahashi, S; Takenaka, S; Nakaho, K; Arie, T; Seo, S; Ohashi, Y; Takahashi, H	PLANT PATHOLOGY, 57, 870-876	2008	24
40	Beta-cyanoalanine synthase as a molecular marker for induced resistance by fungal glycoprotein elicitor and commercial plant activators	Takahashi, H; Ishihara, T; Hase, S; Chiba, A; Nakaho, K; Arie, T; Teraoka, T; Iwata, M; Tugane, T; Shibata, D; Takenaka, S	PHYTOPATHOLOGY, 96, 908-916	2006	22
42	Colonization of <i>Pythium oligandrum</i> in the tomato rhizosphere for biological control of bacterial wilt disease analyzed by real-time PCR and confocal laser-scanning microscopy	Takenaka, S; Sekiguchi, H; Nakaho, K; Tojo, M; Masunaka, A; Takahashi, H	PHYTOPATHOLOGY, 98, 187-195	2008	20
47	Enhanced Defense Responses in Arabidopsis Induced by the Cell Wall Protein Fractions from <i>Pythium oligandrum</i> Require SGT1, RAR1, NPR1 and JAR1	Kawamura, Y; Takenaka, S; Hase, S; Kubota, M; Ichinose, Y; Kanayama, Y; Nakaho, K; Klessig, DF; Takahashi, H	PLANT AND CELL PHYSIOLOGY, 50, 924-934	2009	15
50	INF1 Elicitor Activates Jasmonic Acid- and Ethylene-mediated Signalling Pathways and Induces Resistance to Bacterial Wilt Disease in Tomato	Kawamura, Y; Hase, S; Takenaka, S; Kanayama, Y; Yoshioka, H; Kamoun, S; Takahashi, H	JOURNAL OF PHYTOPATHOLOGY, 157, 287-297	2009	11
49	Foliar spray of a cell wall protein fraction from the biocontrol agent <i>Pythium oligandrum</i> induces defence-related genes and increases resistance against <i>Cercospora</i> leaf spot in sugar beet	Takenaka, S; Tamagake, H	JOURNAL OF GENERAL PLANT PATHOLOGY, 75, 340-348	2009	8
56	Distribution and Expression of Elicitor-like Protein Genes of the Biocontrol Agent <i>Pythium oligandrum</i>	Masunaka, A; Sekiguchi, H; Takahashi, H; Takenaka, S	JOURNAL OF PHYTOPATHOLOGY, 158, 417-426	2010	7
48	Visualization of <i>Ralstonia solanacearum</i> cells during biocontrol of bacterial wilt disease in tomato with <i>Pythium oligandrum</i>	Masunaka, A; Nakaho, K; Sakai, M; Takahashi, H; Takenaka, S	JOURNAL OF GENERAL PLANT PATHOLOGY, 75, 281-287	2009	7
53	Biocontrol of black scurf on potato by seed tuber treatment with <i>Pythium oligandrum</i>	Ikeda, S; Shimizu, A; Shimizu, M; Takahashi, H; Takenaka, S	BIOLOGICAL CONTROL, 60, 297-304	2012	5
52	Implications of oligomeric forms of POD-1 and POD-2 proteins isolated from cell walls of the biocontrol agent <i>Pythium oligandrum</i> in relation to their ability to induce defense reactions in tomato	Takenaka, S; Yamaguchi, K; Masunaka, A; Hase, S; Inoue, T; Takahashi, H	JOURNAL OF PLANT PHYSIOLOGY, 168, 1972-1979	2011	5
54	Biocontrol of Sugar Beet Seedling and Taproot Diseases Caused by <i>Aphanomyces cochlioides</i> by <i>Pythium oligandrum</i> Treatments before Transplanting	Takenaka, S; Ishikawa, S	JARQ-JAPAN AGRICULTURAL RESEARCH QUARTERLY, 47, 75-83	2013	3
55	Transcriptional profile of tomato roots exhibiting <i>Bacillus thuringiensis</i> -induced resistance to <i>Ralstonia solanacearum</i>	Takahashi, H; Nakaho, K; Ishihara, T; Ando, S; Wada, T; Kanayama, Y; Asano, S; Yoshida, S; Tsushima, S; Hyakumachi, M	PLANT CELL REPORTS, 33, 99-110	2014	1
45	Identification of a Protein that Interacts with LeATL6 Ubiquitin-protein Ligase E3 Upregulated in Tomato Treated with Elicitor-Like Cell Wall Proteins of <i>Pythium oligandrum</i>	Takahashi, H; Hase, S; Kanayama, Y; Takenaka, S	JOURNAL OF PHYTOPATHOLOGY, 158, 132-136	2010	0

(注) 研究実施期間以降 (2009 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 2007-151492	病害抵抗性誘導化合物のスクリーニング方法	国立大学法人東北大学, 独立行政法人農業・食品産業技術総合研究機構	高橋 英樹, 竹中 重仁	2005/12/07	

公開番号	発明の名前	出願人	発明者	出願日	登録番号
特開 2007-309825	土壌診断装置	東亜ディーケーケー株式会社, 株式会社サカタのタネ, 独立行政法人産業技術総合研究所	里田 誠, 石飛 毅, 桜井 博光, 橋本 好弘, 軽部 征夫	2006/05/19	
特開 2010-143876	植物病害防除剤	独立行政法人農業・食品産業技術総合研究機構 北海三共株式会社, アリスタ ライフサイエンス株式会社, 北海道	竹中 重仁, 半澤 卓, 出崎 里永子, 仲 定太, 山中 聡, 松田 明, 高井 昭, 池田 幸子	2008/12/19	特許 5469334

6. 実用化・製品化

- 本事業において事業化につながる微生物製剤のプロトタイプが開発できたため、終了後は参画機関の一つであるホクサンが微生物製剤の実用化の研究を継続した。しかし、製品化するためには、当該微生物の培養法をより低コスト化を図らなければならないことから、農研機構と新たな民間企業との連携により、再度低コスト化に向けた研究開発を継続している。現在、当該研究を加速化させるために、新たな外部資金獲得を目指している。
- 土壌診断用バイオセンサー「Soil Dock」として製品化を行った。ただし、製品は思った程販売できずに、製造・販売の中止に追い込まれた。

7. 報道

研究者名	見出し	報道年月日	媒体
竹中 重仁	北海道農研センターなど、「広スペクトル微生物農薬」の開発にめど	2009/7/24	化学工業日報

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
高橋 英樹	植物細胞間隙に生息する微生物群集のメタゲノム解析と病害防除への利用	2009～ 2011 年度	科学研究費補助金	挑戦的萌芽研究	研究代表者	総額：3310 千円, 2009 年度：1200 千円, 2010 年度：1200 千円, 2011 年度：910 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
高橋 英樹	省資源型農業のための生産技術体系の確立（有機農業型）	2009～ 2013 年度	受託研究費	委託 研究	研究 分担 者	総額 10,000 千円
高橋 英樹	低投入型農業のための生物農薬等新資材及びその利用技術の開発	2011～ 2013 年 度・農林水 産省	受託研究費	委託 研究	研究 分担 者	総額 9,000 千円
高橋 英樹	植物内生菌のメタゲノム・メタトランスクリプトーム解析と病害防除への展開	2012～ 2014 年 度)	科学研究費 補助金	挑戦 的萌 芽研 究	研究 代表 者	2012 年度：1430 千円, 2013 年度：1560 千円, 2014 年度：1040 千円
高橋 英樹	気候変動に対応した循環型食料生産等の確立のためのプロジェクト	2013～ 2017 年度	農林水産省 受託研究費	委託 研究	研究 分担 者	総額 12,000 千円

9. 受賞歴

研究者	表彰名	受賞対象	受賞年
竹中 重仁	ポスター優秀賞	植物生育促進菌類（PGPF）のマメ科モデル植物ミヤコグサ根への定着性	2009 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
高橋 英樹	Analysis of transcriptome for PAMPs-induced disease resistance in tomato.	The 3rd Kazusa Tomato Workshop Tomato Genomic Resources, current status and things to come.	Chiba, Japan.	2007 年
高橋 英樹	生物防除微生物 <i>Pythium oligandrum</i> による病害抵抗性誘導の分子基盤研究	第 16 回山形植物防疫懇談会	山形県鶴岡市	2008 年

研究者	講演名	講演会・シンポジウム名	場所	講演日
高橋 英樹	土壌生息菌 <i>Pythium oligandrum</i> が生産するエリシチン様糖タンパク質により誘導される感染防御システムの分子機構	日本農薬学会第 34 回大会 シンポジウム	東京	2009/3/17 ~19
竹中 重仁	Primary biocontrol mechanism of tomato bacterial wilt by <i>Pythium oligandrum</i> .	The 1st Japan-Korea Joint Symposium on Plant Pathology	韓国 済州島	2009年1月
竹中 重仁	植物生育促進菌類 (PGPF) のマメ科モデル植物ミヤコグサ根への定着性	日本土壌微生物学会 2009 年度大会	福岡県 九州大学	2009/6/12 ~13
竹中 重仁	トマト褐色根腐病長期未発生土壌における糸状菌群集構造の解析	日本土壌微生物学会 2009 年度大会	福岡県 九州大学	2009/6/12 ~13
高橋 英樹	Defense system induced by elicitor-like proteins of biocontrol agent <i>Pythium oligandrum</i> .	10th US-Japan Science Seminar, “Genome-enabled integration of research in plant-pathogen systems”	Portland, USA.	2010 年
竹中 重仁	植物生育促進菌類 (PGPF) のマメ科モデル植物ミヤコグサの根部における定着能の解析	平成 22 年度日本植物病理学会大会	京都府 国立京都国際会館	2010/4/18 ~20
竹中 重仁	バイオエタノール蒸留廃液を利用した土壌還元消毒技術の開発	日本土壌微生物学会 2010 年度大会	東京都 東京大学	2010/5/22
竹中 重仁	低分子量キチン資材処理により誘導されるマイクロトムのシグナル伝達系関連遺伝子の発現解析	平成 23 年度日本植物病理学会大会	東京都 東京農工大学	2011 年 3 月 (中止)
高橋 英樹	有機栽培イネ細胞間隙に由来する微生物の解析と病害防除	土壌微生物学会 2011 年度大会	宮崎県大崎市 鳴子公民館	2011/6/10

研究者	講演名	講演会・シンポジウム名	場所	講演日
竹中 重仁	Plant responses to biocontrol fungi and plant growth promoting fungi	Asian mycological congress 2011	韓国 仁川	2011年8月
竹中 重仁	Root and stalk rot of corn caused by <i>Pythium</i> spp. and development of tooth-pick inoculation method to evaluate the disease resistance of forage corn cultivars in Japan	2012 FFTC-TUA International Seminar on Engineering Infectious Diseases of Food Crops in Asia	東京都 東京大学	2012年1月
竹中 重仁	トマト土壌病害に対する生物防除の機構解明	平成24年度栃木県病害虫研究会	栃木県 宇都宮大学	2012/12/14
竹中 重仁	Plant growth-promoting fungi, <i>Trichoderma koningii</i> colonizes on/in the roots of <i>Lotus japonicus</i> by suppressing the production of isoflavonoid phytoalexin vestitol	7th International Symbiosys Society Congress	ポーランド クラクフ	2012年7月
竹中 重仁	植物生育促進菌類 <i>Trichoderma koningii</i> に対するミヤコグサ共生変異体のファイトアレキシン生合成遺伝子の発現応答	2012年度草地学会	北海道 北海道酪農学園大学	2012/8/27 ~29
竹中 重仁	トウモロコシ葉上における根腐病菌 <i>Pythium arrhenomanes</i> の感染動態観察	平成24年度日本植物病理学会関東部会	東京都 明治大学	2012/9/13
竹中 重仁	植物生育促進菌類 <i>Trichoderma koningii</i> に対するミヤコグサ共生変異体のファイトアレキシン生合成遺伝子の発現応答	2013年度日本草地学会	山形県 山形大学	2013/3/24 ~26

研究者	講演名	講演会・シンポジウム名	場所	講演日
竹中 重仁	飼料用トウモロコシにおける根腐病発生の年次間差及び圃場検定方法の比較	2013 年度日本草地学会	山形県 山形大学	2013/3/24 ～26
竹中 重仁	トマト台木品種 LS-89 の青枯病抵抗性関連遺伝子の網羅的探索	平成 25 年度日本植物病理学会大会	岐阜県 岐阜大学	2013/3/27 ～29
竹中 重仁	トウモロコシ葉へのサリチル酸処理は根腐病菌接種による葉の発病を抑制する	平成 25 年度日本植物病理学会大会	岐阜県 岐阜大学	2013/3/27 ～29
竹中 重仁	トウモロコシ根腐病菌に対し有効な抵抗性シグナル伝達経路	2014 年度日本草地学会	宮崎県 宮崎大学	2014/3/25 ～27
竹中 重仁	イタリアンライグラスの採種栽培における植物共生糸状菌 <i>Neotyphodium occultans</i> の種子伝染率の変動	2014 年度日本草地学会	宮崎県 宮崎大学	2014/3/25 ～27
竹中 重仁	飼料用トウモロコシにおける根腐病抵抗性の評価方法	2014 年度日本草地学会	宮崎県 宮崎大学	2014/3/25 ～27
竹中 重仁	共生糸状菌が感染したイタリアンライグラスの穂内における菌の分布と斑点米カメムシの吸汁行動	第 58 回日本応用動物昆虫学会大会	高知県 高知大学	2014/3/26 ～28

第3節 植物由来のディフェンシン蛋白質を利用した新規抗菌剤の開発

1. 論文

(1) 和文誌

2009年

- 【1】 高久 洋暁 『環境と経済性を両立させた生ごみ処理装置の微生物開発について』, しんかんきょう, 2009

2012年

- 【2】 高久 洋暁 『植物ディフェンシン BJ - AFP1 のマウス口腔カンジダ症に対する防御効果』, 日本細菌学雑誌, 2012

2013年

- 【3】 高久 洋暁 『アブラナ科植物由来ディフェンシン蛋白質 AFP1 の大腸菌生産と抗菌活性再生方法』, 中央農研研究報告, 2013

(2) 英文誌

2009年

- 【4】 Takaku H., "Modulation of gene expression by human cytosolic tRNase Z(L) through 5'-half-tRNA", PLoS One, 2009

2013年

- 【5】 Takaku H., "Purification and cDNA cloning of a defensin in Brassica juncea, its functional expression in Escherichia coli, and assessment of its antifungal activity", Journal of Pesticide Science, 2013

2014年

- 【6】 Takaku H., "Antifungal activity of plant defensin AFP1 in Brassica juncea involves the recognition of the methyl residue in glucosylceramide of target pathogen Candida albicans", Current Genetics, 2014

2. 論文数、被引用数および h-index

	2004	2005	2006	2007	2008	2009	2010	2011	2012	2013	2014	h-index (WoS収録分 のみ対象)	
成果論文リスト全体	0	0	0	0	0	2	0	0	1	2	1		1
和文誌	0	0	0	0	0	1	0	0	1	1	0		
英文誌	0	0	0	0	0	1	0	0	0	1	1		
内、WoS収録	0	0	0	0	0	1	0	0	0	1	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、2014年12月~2015年1月中旬にかけて実施し、その結果を掲載。

	2004	2005	2006	2007	2008	2009	2010	2011	2012	2013	2014
被引用数(各年)	0	0	0	0	0	2	6	13	3	9	8
被引用数(累積)	0	0	0	0	0	2	8	21	24	33	41

(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、2014年12月~2015年1月中旬にかけて実施し、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	シェア	順位	機関名	論文数	シェア
1	OBEID LM	1	3.9%	4	CSIC	2	7.7%
1	ODINTSOVA TI	1	3.9%	4	RUSSIAN ACAD SCI	2	7.7%
1	OGATA H	1	3.9%	4	UNIV NEBRASKA	2	7.7%
1	OGURO Y	1	3.9%	7	ARS	1	3.9%
1	OH DB	1	3.9%	7	CALIF STATE UNIV SAN MARCOS	1	3.9%
1	OSPINA-GIRALDO M	1	3.9%	7	CHINESE ACAD AGR SCI	1	3.9%
1	PAGARETE A	1	3.9%	7	CHUNGNAM NATL UNIV	1	3.9%
1	PARK BR	1	3.9%	7	CLEVELAND CLIN FDN	1	3.9%
1	PARK KS	1	3.9%	7	CSIRO PLANT IND	1	3.9%
1	PARK TK	1	3.9%	7	DEMOKRITOS NCSR	1	3.9%
1	PEREZ-MARTIN J	1	3.9%	7	EWHA WOMANS UNIV	1	3.9%
1	PUKHAL'SKIY VA	1	3.9%	7	HOWARD HUGHES MED INST	1	3.9%
1	READ B	1	3.9%	7	INST PASTEUR HELLEN	1	3.9%
1	READ ND	1	3.9%	7	JACKSON LAB	1	3.9%
1	REN LJ	1	3.9%	7	JAMES COOK UNIV N QUEENSLAND	1	3.9%
1	ROGOZHIN EA	1	3.9%	7	JIANGSU ACAD AGR SCI	1	3.9%
1	SCAZZOCCHIO C	1	3.9%	7	JINAN UNIV	1	3.9%
1	SEAMEN E	1	3.9%	7	KONKUK UNIV	1	3.9%
1	SETO Y	1	3.9%	7	KOREA RES INST BIOSCI BIOTECHNOL	1	3.9%
1	SHICK HE	1	3.9%	7	KOREA UNIV	1	3.9%

(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、2014年12月~2015年1月中旬にかけて実施し、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	2004 年～2014 年
条件 2： Web of Science 分野が左記のいずれかに該当	GENETICS HEREDITY SCIENCE TECHNOLOGY OTHER TOPICS
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	RSAFP2 Methyl residue DAHLIA DAHLIA-MERCKII antifungal peptide PLANT DEFENSIN SPHINGOLIPID BIOSYNTHESIS
検索論文数	26 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、2014 年 12 月～2015 年 1 月中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	Modulation of Gene Expression by Human Cytosolic tRNase Z(L) through 5'-Half-tRNA	Elbarbary, RA; Takaku, H; Uchiyumi, N; Tamiya, H; Abe, M; Takahashi, M; Nishida, H; Nashimoto, M	PLOS ONE, 4, 0-0	2009	40
5	Purification and cDNA cloning of a defensin in Brassica juncea, its functional expression in Escherichia coli, and assessment of its antifungal activity	Sagehashi, Y; Oguro, Y; Tochiyama, T; Oikawa, T; Tanaka, H; Kawata, M; Takagi, M; Yatou, O; Takaku, H	JOURNAL OF PESTICIDE SCIENCE, 38, 33-38	2013	1
6	Antifungal activity of plant defensin AFP1 in Brassica juncea involves the recognition of the methyl residue in glucosylceramide of target pathogen Candida albicans	Oguro, Y; Yamazaki, H; Takagi, M; Takaku, H	CURRENT GENETICS, 60, 89-97	2014	0

(注) 研究実施期間以降 (2009 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 2008-133203	藻類防除剤及び藻類防除法	クミアイ化学工業株式会社, 独立行政法人農業・食品産業技術総合研究機構, ケイ・アイ化成株式会社	清水 力, 角 康一郎, 片岡 智, 渡辺 哲, 野崎和俊, 川田 元滋, 柄原 孝志, 加藤 秀樹, 服部新吾	2006/11/27	

6. 実用化・製品化

該当なし。

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
高久 洋暁	難治性疾患治療の増感・補完医療への応用を指向した次世代型機能性食品開拓のための基盤研究	2010～ 2014年度	平成22年度私立大学戦略的研究基盤形成支援事業	研究拠点を形成する研究	研究分担者	—
高久 洋暁	低炭素型社会に向けた酵母による糖からの化学工業原料前駆体の発酵生産	2011～ 2012年度	A-STEP	アグリ・バイオ分野	研究代表者	—
高久 洋暁	低炭素社会を目指した大腸菌による糖からの芳香族アミン前駆体の発酵生産	2012～ 2013年度	A-STEP	アグリ・バイオ分野	研究代表者	—
高久 洋暁	微生物を利用した地域バイオマスキノコ廃菌床からの化学工業原料生産システムの開発	2012～ 2014年度	環境研究総合推進費	—	研究代表者	—
高久 洋暁	環境に優しい抗菌性蛋白質の高効率生産とその作用メカニズム解析	2013年度	内田エネルギー科学振興財団試験研究費	—	研究代表者	—
高久 洋暁	地域食品・醸造残さからの高品質・高機能油脂生産に向けた基盤研究	2013～ 2015年度	農林水産業・食品産業科学技術研究推進事業	シーズ創出	研究代表者	—

研究者	採択課題名	実施年度	研究資金名	種別	役職	金額
高久 洋暁	木質バイオマスからの各種化学原料の一貫製造プロセスの開発	2013～ 2015年度	非可食性植物由来化学製品製造プロセス技術開発	—	研究分担者	

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
高久 洋暁	組換え大腸菌による糖からの芳香族化合物前駆体(2-deoxy-scyllo-inosose=DOI)の高効率生産システム	日本農芸化学会 2009年度大会シンポジウム 環境調和型微生物工場のデザインテクノロジー	福岡国際会議場	2009/3/28
高久 洋暁	微生物によるバイオマス原料からの有用物質生産ー組換え大腸菌による糖からの芳香族化合物前駆体の高効率生産ー	財団法人バイオインダストリー協会(JBA) グリーンバイオ・セミナー	財団法人バイオインダストリー協会	2010/1/28
高久 洋暁	芳香族バイオマスの微生物生産	筑波大学革新的研究等支援プログラム「微生物バイオ資源の新領域の開拓と利用」	筑波大学	2011/12/3
高久 洋暁	組換え大腸菌によるバイオマスからの芳香族化合物前駆体の高効率発酵生産	バイオマス利活用技術に関する討論会/大阪市立大学バイオマス検討会/化学工学会バイオ部会関西・東海地区交流会	大阪市立大学	2012/12/21

第4節 セルロース系バイオマスの複合的変換技術の開発

1. 論文

(1) 和文誌

2009年

- 【1】 天野良彦 『大豆皮の水熱処理によって生成する糖類に関する研究』, *Journal of Applied Glycoscience*, 2009
- 【2】 天野良彦 『バイオマスから新規な二糖類を効率的に生産』, *ケミカルエンジニアリング*, 2009
- 【3】 柏木 豊 『食品加工における微生物・酵素の利用(第33回)麹菌の遺伝子資源・遺伝子解析』, *食品と容器*, 2009
- 【4】 柏木 豊 『これからの産業を支えるバイオテクノロジー 日本のバイオテクノロジーと食品産業』, *月刊フードケミカル*, 2009

2010年

- 【5】 天野良彦 『水熱処理によるビートファイバーからの糖質回収技術の開発』, *Journal of Applied Glycoscience*, 2010

2011年

- 【6】 天野良彦 『水熱処理法による短鎖ローカストビーニングガムの分子量制御に関する研究』, *応用糖質科学*, 2011
- 【7】 天野良彦 『水熱処理法によるビートファイバーからのアラビノオリゴ糖の製造』, *応用糖質科学*, 2011
- 【8】 小宮 玄 『木質素材を導入した電力機器用エポキシ成形材料の開発』, *ネットワークポリマー*, 2011

2012年

- 【9】 天野良彦 『コーンコブ水熱反応で得られるキシロオリゴ糖の分子量分布に対する反応条件の影響』, *応用糖質科学*, 2012
- 【10】 天野良彦 『コーンコブ水熱反応で得られる XPS に対する *Trichoderma* 由来ヘミセルラーゼの作用効果』, *応用糖質科学*, 2012

2013年

- 【11】 天野良彦 『ビートファイバー由来フェルロイルアラビノオリゴ糖の酵素処理による分子構造制御』, *応用糖質科学*, 2013

2014年

- 【12】 小宮 玄 『最新実装技術と,製品安全,法対応から将来の環境配慮実装を考える リグニンを用いたエポキシ系熱硬化性樹脂の開発』, *エレクトロニクス実装学会誌*, 2014

(2) 英文誌

2006 年

- 【13】 S. Makishima, K. Nozaki, M. Mizuno, E. Netsu, K. Shinji, T. Shibayama, T. Kanda, Y. Amano, "Recovery of soluble sugars from waste medium for Enokitake (*Flammulina velutipes*) mushroom cultivation with hydrothermal reaction and enzyme digestion", *J. Appl. Glycosci*, 53, 261-266, 2006
- 【14】 Suzuki S., Taketani H., Kusumoto K.-I., Kashiwagi Y., "High-throughput genotyping of filamentous fungus *Aspergillus oryzae* based on colony direct polymerase chain reaction", *Journal of Bioscience and Bioengineering*, 102, 572-574, 2006

2007 年

- 【15】 Nozaki K., Seki T., Matsui K., Mizuno M., Kanda T., Amano Y., "Structure and characteristics of an endo- β -1,4-glucanase, isolated from *Trametes hirsuta*, with high degradation to crystalline cellulose", *Bioscience, Biotechnology and Biochemistry*, 71, 2375-2382, 2007

2009 年

- 【16】 Matsushita M., Tada S., Suzuki S., Kusumoto K.-I., Kashiwagi Y., "Deletion analysis of the promoter of *Aspergillus oryzae* gene encoding heat shock protein 30", *Journal of Bioscience and Bioengineering*, 107, 345-351, 2009
- 【17】 Makishima S., Mizuno M., Sato N., Shinji K., Suzuki M., Nozaki K., Takahashi F., Kanda T., Amano Y., "Development of continuous flow type hydrothermal reactor for hemicellulose fraction recovery from corncob", *Bioresource Technology*, 100, 2842-2848, 2009

2010 年

- 【18】 Amano Y., "Enzymatic Production of Glucosylxylose Using a Cellobiose Phosphorylase-Yeast Combined System", *Journal of Applied Glycoscience*, 2010
- 【19】 Amano Y., "Improvement in the productivity of xylooligosaccharides from waste medium after mushroom cultivation by hydrothermal treatment with suitable pretreatment", *Bioresource Technology*, 2010

2012 年

- 【20】 Kashiwagi Y., "Molecular characterization of goose- and chicken-type lysozymes in emu (*Dromaius novaehollandiae*): Evidence for extremely low lysozyme levels in emu egg white", *Gene*, 2012

2013 年

- 【21】 Amano Y., "Production of feruloylated arabino-oligosaccharides (FA-AOs) from beet fiber by hydrothermal treatment", *Journal of Supercritical Fluids*, 2013

- 【22】 Komiya G., "Effects of Lignin Derivatives on Cross-Link Density and Dielectric Properties in the Epoxy-Based Insulating Materials for Printed Circuit Boards", IEEE Transactions on Components, Packaging, and Manufacturing Technology, 2013

2014年

- 【23】 Kashiwagi Y., "Telomere-mediated chromosomal truncation in *Aspergillus oryzae*.", Journal of Bioscience and Bioengineering, 2014

2. 論文数、被引用数および h-index

	2004	2005	2006	2007	2008	2009	2010	2011	2012	2013	2014	h-index (WoS収録分のみ対象)
成果論文リスト全体	0	0	2	1	0	6	3	3	3	3	2	
和文誌	0	0	0	0	0	4	1	3	2	1	1	
英文誌	0	0	2	1	0	2	2	0	1	2	1	
内、WoS収録	0	0	1	1	0	2	1	0	1	2	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、2014年12月~2015年1月中旬にかけて実施し、その結果を掲載。

	2004	2005	2006	2007	2008	2009	2010	2011	2012	2013	2014
被引用数(各年)	0	0	0	0	2	6	4	13	5	14	5
被引用数(累積)	0	0	0	0	2	8	12	25	30	44	49

(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2004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、2014年12月~2015年1月中旬にかけて実施し、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	シェア	順位	機関名	論文数	シェア
1	COUTO SR	17	1.2%	1	CHINESE ACAD SCI	51	3.5%
1	HALTRICH D	17	1.2%	2	UNIV VIGO	32	2.2%
1	SHLEEV S	17	1.2%	3	CSIC	25	1.7%
4	TAKAHASHI J	16	1.1%	4	RUSSIAN ACAD SCI	22	1.5%
5	GUEBITZ GM	13	0.9%	5	GRAZ UNIV TECHNOL	20	1.4%
5	ILLANES A	13	0.9%	6	UNIV MINHO	19	1.3%
5	JIANG ZQ	13	0.9%	7	CHINA AGR UNIV	17	1.2%
8	NGUYEN TH	12	0.8%	7	SHANDONG UNIV	17	1.2%
8	SANROMAN MA	12	0.8%	9	OBIHIRO UNIV AGR VET MED	16	1.1%
8	SAR C	12	0.8%	10	BEIJING UNIV CHEM TECHNOL	14	1.0%
11	GUERRERO C	11	0.8%	10	TIANJIN UNIV	14	1.0%
11	MWENYA B	11	0.8%	10	UNIV HELSINKI	14	1.0%
11	PARAJO JC	11	0.8%	10	UNIV ROVIRA VIRGILI	14	1.0%
11	SANTOSO B	11	0.8%	10	UNIV SAO PAULO	14	1.0%
11	VERA C	11	0.8%	15	UNIV NOTTINGHAM	13	0.9%
11	WANG L	11	0.8%	15	VTT TECH RES CTR FINLAND	13	0.9%
17	GORTON L	9	0.6%	17	LUND UNIV	12	0.8%
17	KRUUS K	9	0.6%	17	MALMO UNIV	12	0.8%
17	OLANO A	9	0.6%	17	PONTIFICIA UNIV CATOLICA VALPARAISO	12	0.8%
17	RASTALL RA	9	0.6%	17	UNIV READING	12	0.8%

(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、2014年12月~2015年1月中旬にかけて実施し、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	2004年~2014年
条件2: Web of Science 分野が左記のいずれかに該当	BIOTECHNOLOGY APPLIED MICROBIOLOGY FOOD SCIENCE TECHNOLOGY AGRICULTURE CHEMISTRY ENERGY FUELS ENGINEERING
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	Xylooligosaccharide Heat shock element Mushroom cultivation Trametes hirsuta Galacto-oligosaccharides Corncob Continuous flow reactor
検索論文数	996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、2014年12月~2015年1月中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
17	Development of continuous flow type hydrothermal reactor for hemicellulose fraction recovery from corncob	Makishima, S; Mizuno, M; Sato, N; Shinji, K; Suzuki, M; Nozaki, K; Takahashi, F; Kanda, T; Amano, Y	BIORESOURCE TECHNOLOGY, 100, 2842-2848	2009	19
19	Improvement in the productivity of xylooligosaccharides from waste medium after mushroom cultivation by hydrothermal treatment with suitable pretreatment	Sato, N; Shinji, K; Mizuno, M; Nozaki, K; Suzuki, M; Makishima, S; Shiroishi, M; Onoda, T; Takahashi, F; Kanda, T; Amano, Y	BIORESOURCE TECHNOLOGY, 101, 6006-6011	2010	9
14	High-throughput genotyping of filamentous fungus <i>Aspergillus oryzae</i> based on colony direct polymerase chain reaction	Suzuki, S; Taketani, H; Kusumoto, KI; Kashiwagi, Y	JOURNAL OF BIOSCIENCE AND BIOENGINEERING, 102, 572-574	2006	8
15	Structure and characteristics of an endo-beta-1,4-glucanase, isolated from <i>Trametes hirsuta</i> , with high degradation to crystalline cellulose	Nozaki, K; Seki, T; Matsui, K; Mizuno, M; Kanda, T; Amano, Y	BIOSCIENCE BIOTECHNOLOGY AND BIOCHEMISTRY, 71, 2375-2382	2007	6
20	Molecular characterization of goose- and chicken-type lysozymes in emu (<i>Dromaius novaehollandiae</i>): Evidence for extremely low lysozyme levels in emu egg white	Maehashi, K; Matano, M; Irisawa, T; Uchino, M; Kashiwagi, Y; Watanabe, T	GENE, 492, 244-249	2012	4
16	Deletion analysis of the promoter of <i>Aspergillus oryzae</i> gene encoding heat shock protein 30	Matsushita, M; Tada, S; Suzuki, S; Kusumoto, KI; Kashiwagi, Y	JOURNAL OF BIOSCIENCE AND BIOENGINEERING, 107, 345-351	2009	2
22	Effects of Lignin Derivatives on Cross-Link Density and Dielectric Properties in the Epoxy-Based Insulating Materials for Printed Circuit Boards	Komiya, G; Imai, T; Happoya, A; Fukumoto, T; Sagae, H; Sone, N; Takahashi, A	IEEE TRANSACTIONS ON COMPONENTS PACKAGING AND MANUFACTURING TECHNOLOGY, 3, 1057-1062	2013	1
21	Production of feruloylated arabino-oligosaccharides (FA-AOs) from beet fiber by hydrothermal treatment	Sato, N; Takano, Y; Mizuno, M; Nozaki, K; Umemura, S; Matsuzawa, T; Amano, Y; Makishima, S	JOURNAL OF SUPERCRITICAL FLUIDS, 79, 84-91	2013	0

(注) 研究実施期間以降 (2009 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 2007-259821	糖アルコールの製造方法	日研化成株式会社	進士 和典, 岡崎 智史	2006/03/29	
特開 2008-054506	二糖製造方法	国立大学法人信州大学	天野 良彦, 野崎 功一, 水野 正浩	2006/08/29	
特開 2008-056599	キシロース重合体及びその還元物の製造方法	日研化成株式会社	進士 和典	2006/08/30	
特開 2008-253861	バイオマス処理用連続式高圧水熱反応装置	物産フードサイエンス株式会社, 国立大学法人信州大学	榎島 聡, 天野 良彦	2007/03/30	
特開 2013-082179	樹脂注型品およびその製造方法	株式会社東芝	小宮 玄, 竹内 美和, 今井 隆浩, 山崎 顕一, 福本 剛司, 木下 晋	2011/10/12	

公開番号	発明の名前	出願人	発明者	出願日	登録番号
特開 2009-181890	絶縁構造材料	株式会社東芝	小宮 玄, 木下 晋, 早見 徳介, 村山 聖子, 佐藤 純一, 松岡 美佳	2008/01/31	
特開 2009-225743	β -グリコニ 糖類の合成反 応効率を向上 させる方法	物産フードサイエ ンス株式会社	鈴木 雅之, 進士 和典, 槇島 聡, 裏地 達哉	2008/03/24	
特開 2010-163497	高分子組成材 料およびその 製造方法	株式会社東芝	小宮 玄, 早見 徳介, 村山 聖 子, 佐藤 純一, 木下 晋, 藤堂 洋子, 松岡 美佳	2009/01/13	
特開 2009-155339	木質成分の分 離方法、木質成 分、工業材料及 び木質成分の 分離装置	株式会社東芝	天野 良彦, 神田 鷹久, 槇島 聡, 赤井 芳恵, 平田 洋介, 清水 敏夫	2009/03/31	
特開 2010-057506	単糖類及び/ 又はオリゴ糖 類の製造方法 及び木質成分 の分離方法	株式会社東芝	天野 良彦, 神田 鷹久, 槇島 聡, 赤井 芳恵, 平田 洋介, 清水 敏夫	2009/12/08	
特開 2010-100631	木質成分の分 離方法、木質成 分、工業材料及 び木質成分の 分離装置	株式会社東芝	天野 良彦, 神田 鷹久, 槇島 聡, 赤井 芳恵, 平田 洋介, 清水 敏夫	2009/12/08	
特開 2012-009233	絶縁構造材料 およびその製 造方法	株式会社東芝	小宮 玄, 今井 隆浩, 木下 晋, 藤堂 洋子, 村山 聖子, 山崎 顕 一, 松岡 美佳, 福本 剛司	2010/06/23	

公開番号	発明の名前	出願人	発明者	出願日	登録番号
特開 2012-233130	熱硬化性樹脂 組成物、および それを用いた モールドコイ ル、スイッチギ ヤ、プリント基 板、回転電機	株式会社東芝	小宮 玄, 竹内 美和, 山崎 顕 一, 今井 隆浩, 福本 剛司	2011/05/09	
特開 2012-187099	フェルラ酸結 合型糖質及び その製造方法	国立大学法人信州 大学	佐藤 伸明, 高野 陽平, 天野 良 彦, 槇島 聡	2012/02/15	

6. 実用化・製品化

該当なし。

7. 報道

研究者名	見出し	報道年月日	媒体
天野 良彦	信州大などコンソーシアム、バイオマス変換で新 規オリゴ糖生産に成功	2009/8/31	化学工業日報
天野 良彦	信大でバイオマス講演会 ISO認証の全学取 得を記念	2011/1/19	信濃毎日新聞朝 刊
天野 良彦	自然エネルギー、信大教授が紹介 長野で県経協 講演会	2011/12/14	信濃毎日新聞朝 刊

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
天野 良彦	産業用β糖質の 研究開発	2011～ 2014年度	企業からの 寄付による 研究部門設 立	—	代表	35,000千円

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
天野 良彦	バイオマスの概要と地域におけるバイオマス利用	信州大学産学官交流シンポジウム in 松本 2009	松本市 ホテルブエナビスタ	2009/11/30
天野 良彦	地域のバイオマス活用事例紹介と小規模バイオリファイナリーに向けた研究	環境エネルギーセミナー	坂城テクノセンター	2011/2/18
柏木 豊	麴と味噌・醤油の機能性について	琉球大学・麴の機能性に関するシンポジウム－黄・白・黒・紅麴が織りなす多彩な機能－	JA おきなわ首里城下町支店	2011/2/26
天野 良彦	信州大学 グリーン・イノベーション研究会の取組み	スマートグリッド展 2011 & 次世代自動車産業展 2011	東京ビッグサイト	2011/6/16
天野 良彦	信州大学におけるグリーンイノベーション研究	第 31 回 UFO 長野ものづくりサロン 第 3 回 信州大学ものづくり振興会 技術講演会	信州科学技術総合振興センター SASTec 3F	2011/9/6
天野 良彦	信州大学における自然エネルギー研究について	自然エネルギー信州ネット 平成 23 年度臨時総会	信州大学工学部 信州科学技術振興センター	2011/11/7
天野 良彦	地域でのバイオマス利用のための小規模バイオリファイナリーへの挑戦	特別講演会「バイオマス技術による再生可能エネルギー技術」	信州大学工学部 SASTec 3 階	2013/1/25
柏木 豊	発酵食品における麴菌の機能	醸造のふしぎ展関連講演会 2『発酵食品における麴菌の機能』	東京農業大学「食と農」の博物館 2 階セミナー室	2013/6/22
天野 良彦	地域におけるバイオマス利用活動について	第 46 回わいがやサロン	－	2014/1/29
柏木 豊	発酵を用いた機能性食品開発の現状と展望	発酵食品高機能化戦略シンポジウム－発酵プロセスの高付加価値化とめざして－	飯田橋レインボービル 2F 会議室	2014/3/6

研究者	講演名	講演会・シンポジウム名	場所	講演日
天野 良彦	エネルギーの地産地消・バイオマスの利用	第5回新技術講演会『エネルギーの地産地消・バイオマスの利用』	千曲市産業支援センター	2014/7/4
天野 良彦	バイオマスの概要と地域におけるバイオマス利用	信州大学産学官交流シンポジウム in 松本 2009 バイオマス資源の活用から地域新産業の創出を考える	ホテルブエナビスタ	2009/11/30

第5節 伝統的醗酵産業を再生する革新的で安全なバイオプロセスの開発

1. 論文

(1) 和文誌

2009年

- 【1】 植田 充美 『酵母に有機溶媒耐性を与える転写因子の同定と耐性の再現』, バイオサイエンスとインダストリー, 2009
- 【2】 植田 充美 『マツ感染時におけるマツノザイセンチュウ表面タンパク質のフォーカストプロテオーム解析』, Nematological Research, 2009
- 【3】 植田 充美 『プロテアーゼ活性阻害機構から迫る立体構造形成の解析』, 生化学, 2009
- 【4】 植田 充美 『モノリス系 2D - HPLC システムの酵母細胞表層タンパク質プロテオーム解析への適用』, Chromatography, 2009
- 【5】 植田 充美 『Candida albicans 由来分泌型酸性プロテアーゼの特性解析』, 生化学, 2009
- 【6】 植田 充美 『Gts1 タンパク質と直接相互作用する因子の探索と相互作用による表現型への影響』, 生化学, 2009
- 【7】 植田 充美 『ワイドポアモノリスシリカカラムによるネイティブタンパク質の分離性能評価』, Chromatography, 2009
- 【8】 植田 充美 『ナノバイオ手法による網羅的でハイスループットな酵素機能の高速改変システムの構築とその応用』, 日本応用酵素協会誌, 2009
- 【9】 植田 充美 『アーミング技術によるメタルバイオテクノロジー:レアメタル資源の選別回収への展開』, Journal of Environmental Biotechnology, 2009
- 【10】 植田 充美 『創薬プロジェクトへの新しいハイスループットシステム—分子ディスプレイとコンビナトリアル・バイオエンジニアリングの集積・共役』, 薬学雑誌, 2009

2010年

- 【11】 植田 充美 『生命の情報を操作するエレガントな合成生物学の展開に向かって』, 生化学, 2010
- 【12】 植田 充美 『分子ディスプレイ法による革新的有機溶媒内酵素反応の開拓』, 薬学雑誌, 2010
- 【13】 植田 充美 『疎水性・親水性有機溶媒に関与する酵母 ABC トランスポーターの分類』, 生化学, 2010
- 【14】 植田 充美 『苦味受容体発現酵母の構築をめざした試み』, 生化学, 2010
- 【15】 植田 充美 『新しい創薬開発へのアプローチ デザインペプチド・タンパク質医薬へのハイスループットな新戦略』, 化学工業, 2010
- 【16】 植田 充美 『バイオ燃料はエネルギー問題を救うか 研究現場から 3 バイオ燃料研究を変革する 細胞表層工学』, 化学, 2010
- 【17】 植田 充美 『ソフトバイオマス完全糖化の新バイオ技術 (ソフトバイオマスを完全分解・糖化する新しい微生物前処理技術)』, 配管技術, 2010
- 【18】 植田 充美 『地球環境問題へのバイオテクノロジーの貢献の新時代 バイオリファイナーリーに向けたリグニンのバイオ処理技術』, 生物工学会誌, 2010

- 【19】 植田 充美 『病原力の異なるマツノザイセンチュウ 4 系統間での比較セクレトーム解析』, Nematological Research, 2010

2011 年

- 【20】 植田 充美 『モノリスカラムを用いた HPLC による酵母細胞表層タンパク質のプロテオーム解析』, 生化学, 2011
- 【21】 植田 充美 『ポストゲノム時代にクローズアップされてきた Moonlighting proteins』, 生化学, 2011
- 【22】 植田 充美 『Gts1p との相互作用因子の同定による多面的効果の解析』, 生化学, 2011
- 【23】 植田 充美 『日和見病原性真菌 *Candida albicans* 由来 ALS 接着タンパク質の特性解析』, 生化学, 2011
- 【24】 植田 充美 『プロテアーゼ前駆体を自在に作製できる分子ディスプレイ法によるプロテインフォールディングメモリーの解析』, 生化学, 2011
- 【25】 植田 充美 『細胞表層工学の開発とバイオテクノロジーへの展開』, バイオサイエンスとインダストリー, 2011
- 【26】 植田 充美 『細胞表層工学が拓くバイオテクノロジーの新世界』, 未来材料, 2011

2012 年

- 【27】 植田 充美 『バイオリファイナリーの未来 効率的バイオリファイナリーに向けたバイオ前処理技術と耐性育種戦略』, 生物工学会誌, 2012

2013 年

- 【28】 植田 充美 『多様なベースメタルやレアメタルを選別・回収できるバイオ技術の展開—アーミング微生物の構築—』, 資源処理技術, 2013
- 【29】 植田 充美 『合成生物学の隆起 包括的転写制御による効率的物質生産に向けたストレス耐性育種』, 生物工学会誌, 2013
- 【30】 植田 充美 『強毒性鳥インフルエンザウイルスによるパンデミックを防ぐ分子ディスプレイ法の活用をめざして』, 日本応用酵素協会誌, 2013
- 【31】 植田 充美 『Design of a novel antimicrobial agent activated by the virulent proteases of *Candida albicans*』, 日本細菌学雑誌, 2013
- 【32】 植田 充美 『*Candida* 症の診断と予防を目指した *Candida albicans* の生化学的解析と分子ディスプレイ技術の応用』, 薬学雑誌, 2013

2014 年

- 【33】 植田 充美 『強毒性鳥インフルエンザウイルスによるパンデミックを防ぐ分子ディスプレイ法の活用をめざして』, 日本応用酵素協会誌, 2014
- 【34】 植田 充美 『レアメタル・貴金属回収バイオプロセスの最前線 アーミング酵母による多様なレアメタルの選択的回収』, Bio Industry, 2014
- 【35】 植田 充美 『微生物を利用した水中からの金属類の除去・回収技術 細胞表層工学による多彩な金属イオンの吸着・回収リサイクル』, 用水と廃水, 2014

(2) 英文誌

2004 年

- 【36】 Katahira S., Fujita Y., Mizuike A., Fukuda H., Kondo A., "Construction of a xylan-fermenting yeast strain through codisplay of xylanolytic enzymes on the surface of xylose-utilizing *Saccharomyces cerevisiae* cells", *Applied and Environmental Microbiology*, 70, 5407-5414, 2004
- 【37】 Kimura H., Tanigawa T., Morisaka H., Ikegami T., Hosoya K., Ishizuka N., Minakuchi H., Nakanishi K., Ueda M., Cabrera K., Tanaka N., "Simple 2D-HPLC using a monolithic silica column for peptide separation", *Journal of Separation Science*, 27, 897-904, 2004
- 【38】 Kimura Y., Shibasaki S., Morisato K., Ishizuka N., Minakuchi H., Nakanishi K., Matsuo M., Amachi T., Ueda M., Ueda K., "Microanalysis for MDR1 ATPase by high-performance liquid chromatography with a titanium dioxide column", *Analytical Biochemistry*, 326, 262-266, 2004
- 【39】 Machi K., Azuma M., Igarashi K., Matsumoto T., Fukuda H., Kondo A., Ooshima H., "Rot1p of *Saccharomyces cerevisiae* is a putative membrane protein required for normal levels of the cell wall 1,6- β -glucan", *Microbiology*, 150, 3163-3173, 2004

2005 年

- 【40】 Maneesri J., Azuma M., Sakai Y., Igarashi K., Matsumoto T., Fukuda H., Kondo A., Ooshima H., "Deletion of MCD4 involved in glycosylphosphatidylinositol (GPI) anchor synthesis leads to an increase in β -1,6-glucan level and a decrease in GPI-anchored protein and mannan levels in the cell wall of *saccharomyces cerevisiae*", *Journal of Bioscience and Bioengineering*, 99, 354-360, 2005
- 【41】 Shintani Y., Hirako K., Motokawa M., Iwano T., Zhou X., Takano Y., Furuno M., Minakuchi H., Ueda M., "Development of miniaturized multi-channel high-performance liquid chromatography for high-throughput analysis", *Journal of Chromatography A*, 1073, 354-360, 2005
- 【42】 Shiraga S., Kawakami M., Ishiguro M., Ueda M., "Enhanced reactivity of *Rhizopus oryzae* lipase displayed on yeast cell surfaces in organic solvents: Potential as a whole-cell biocatalyst in organic solvents", *Applied and Environmental Microbiology*, 71, 4335-4338, 2005
- 【43】 Fukuda T., Shiraga S., Kato M., Yamamura S., Morita Y., Tamiya E., Hori T., Suye S.-I., Ueda M., "Construction of novel single-cell screening system using a yeast cell chip for nano-sized modified-protein-displaying libraries", *Nanobiotechnology*, 1, 105-111, 2005
- 【44】 Shiraga S., Ishiguro M., Fukami H., Nakao M., Ueda M., "Creation of *Rhizopus oryzae* lipase having a unique oxyanion hole by combinatorial mutagenesis in the lid domain", *Applied Microbiology and Biotechnology*, 68, 779-785, 2005

2006 年

- 【45】 Khaw T.S., Katakura Y., Koh J., Kondo A., Ueda M., Shioya S., "Evaluation of

performance of different surface-engineered yeast strains for direct ethanol production from raw starch", *Applied Microbiology and Biotechnology*, 70, 573-579, 2006

- 【46】 Fukuda T., Shiraga S., Kato M., Suye S.-I., Ueda M., "Construction of a cultivation system of a yeast single cell in a cell chip microchamber", *Biotechnology Progress*, 22, 944-948, 2006
- 【47】 Furukawa H., Tanino T., Fukuda H., Kondo A., "Development of novel yeast cell surface display system for homo-oligomeric protein by coexpression of native and anchored subunits", *Biotechnology Progress*, 22, 994-948, 2006
- 【48】 Nakamura Y., Matsumoto T., Nomoto F., Ueda M., Fukuda H., Kondo A., "Enhancement of activity of lipase-displaying yeast cells and their application to optical resolution of (R,S)-1-benzyloxy-3-chloro-2-propyl monosuccinate", *Biotechnology Progress*, 22, 998-1002, 2006
- 【49】 Kato M., Kuzuhara Y., Maeda H., Shiraga S., Ueda M., "Analysis of a processing system for proteases using yeast cell surface engineering: Conversion of precursor of proteinase A to active proteinase A", *Applied Microbiology and Biotechnology*, 72, 1229-1237, 2006

2007 年

- 【50】 Tanino, T., Noguchi, E., Kimura, S., Sahara, H., Fukuda, H., and Kondo, A., "Effect of Cultivation Conditions on Cell-Surface Display of Flo1 Fusion Protein Using Sake Yeast.", *Biochemical Engineering Journal*, 33, 232-237, 2007
- 【51】 Kato M., Fuchimoto J., Tanino T., Kondo A., Fukuda H., Ueda M., "Preparation of a whole-cell biocatalyst of mutated *Candida antarctica* lipase B (mCALB) by a yeast molecular display system and its practical properties", *Applied Microbiology and Biotechnology*, 75, 549-555, 2007
- 【52】 Kadosono T., Kato M., Ueda M., "Substrate specificity of rat brain neurolysin disclosed by molecular display system and putative substrates in rat tissues", *Applied Microbiology and Biotechnology*, 75, 1353-1360, 2007
- 【53】 Kadosono T., Kato M., Ueda M., "Metallopeptidase, neurolysin, as a novel molecular tool for analysis of properties of cancer-producing matrix metalloproteinases-2 and -9", *Applied Microbiology and Biotechnology*, 75, 1285-1291, 2007
- 【54】 Fukuda T., Kato-Murai M., Kadosono T., Sahara H., Hata Y., Suye S.-I., Ueda M., "Enhancement of substrate recognition ability by combinatorial mutation of β -glucosidase displayed on the yeast cell surface", *Applied Microbiology and Biotechnology*, 76, 1027-1033, 2007

2008 年

- 【55】 Ito J., Sahara H., Kaya M., Hata Y., Shibasaki S., Kawata K., Ishida S., Ogino C., Fukuda H., Kondo A., "Characterization of yeast cell surface displayed *Aspergillus oryzae* β -glucosidase 1 high hydrolytic activity for soybean isoflavone", *Journal of Molecular Catalysis B: Enzymatic*, 55, 69-75, 2008

- 【56】 Kaya M., Ito J., Kotaka A., Matsumura K., Bando H., Sahara H., Ogino C., Shibasaki S., Kuroda K., Ueda M., Kondo A., Hata Y., "Isoflavone aglycones production from isoflavone glycosides by display of β -glucosidase from *Aspergillus oryzae* on yeast cell surface", *Applied Microbiology and Biotechnology*, 79, 51-60, 2008
- 【57】 Adachi T., Ito J., Kawata K., Kaya M., Ishida H., Sahara H., Hata Y., Ogino C., Fukuda H., Kondo A., "Construction of an *Aspergillus oryzae* cell-surface display system using a putative GPI-anchored protein", *Applied Microbiology and Biotechnology*, 81, 711-719, 2008
- 【58】 Kadonosono T., Kato-Murai M., Ueda M., "Alteration of substrate specificity of rat neurolysin from matrix metalloproteinase-2/9-type to -3-type specificity by comprehensive mutation", *Protein Engineering, Design and Selection*, 21, 507-513, 2008
- 【59】 Kotaka A., Sahara H., Kondo A., Ueda M., Hata Y., "Efficient generation of recessive traits in diploid sake yeast by targeted gene disruption and loss of heterozygosity", *Applied Microbiology and Biotechnology*, 82, 387-395, 2008

2009 年

- 【60】 Kondo A., "Improvement of isoflavone aglycones production using β -glucosidase secretory produced in recombinant *Aspergillus oryzae*", *Journal of Molecular Catalysis B: Enzymatic*, 2009
- 【61】 Kondo A., "Evaluation of cell surface-displayed protein stability against simulated gastric fluid", *Biotechnology Letters*, 2009
- 【62】 Kondo A., "Regulation of the Display Ratio of Enzymes on the *Saccharomyces cerevisiae* Cell Surface by the Immunoglobulin G and Cellulosomal Enzyme Binding Domains", *Applied and Environmental Microbiology*, 2009
- 【63】 Ueda M., "Molecular analysis of organic-solvent-tolerance in yeast *Saccharomyces cerevisiae* based on DNA microarray analysis", *Journal of Bioscience and Bioengineering*, 2009
- 【64】 Ueda M., "Challenge of conversion of waste crab shells to functional materials with bioactivities", *Journal of Bioscience and Bioengineering*, 2009
- 【65】 Ueda M., "Characterization of secreted aspartic proteases of *Candida albicans*", *Journal of Bioscience and Bioengineering*, 2009
- 【66】 Ueda M., "Single cell analysis for organophosphorus compounds sensing using organophosphorus hydrolase and EGFP displayed arming yeast", *Journal of Bioscience and Bioengineering*, 2009
- 【67】 Ueda M., "Arming-yeast displaying laccase I from *Trametes* sp. Ha1 for utilization of lignocellulosic biomass", *Journal of Bioscience and Bioengineering*, 2009
- 【68】 Ueda M., "Demonstration of catalytic proton acceptor of chitosanase from *Paenibacillus fukuinensis* by comprehensive analysis of mutant library", *Applied Microbiology and Biotechnology*, 2009
- 【69】 Ueda M., "Evaluation of the Biodegradability of Polyurethane and Its Derivatives by

- Using Lipase-Displaying Arming Yeast", *Biocontrol Science*, 2009
- 【70】 Ueda M., "Using promoter replacement and selection for loss of heterozygosity to generate an industrially applicable sake yeast strain that homozygously overproduces isoamyl acetate", *Journal of Bioscience and Bioengineering*, 2009
- 【71】 Ueda M., "Enhancement of display efficiency in yeast display system by vector engineering and gene disruption", *Applied Microbiology and Biotechnology*, 2009
- 【72】 Ueda M., "Efficient synthesis of enantiomeric ethyl lactate by *Candida antarctica* lipase B (CALB)-displaying yeasts", *Applied Microbiology and Biotechnology*, 2009
- 【73】 Ueda M., "Cell-surface modification of non-GMO without chemical treatment by novel GMO-coupled and -separated cocultivation method", *Applied Microbiology and Biotechnology*, 2009
- 【74】 Ueda M., "Creation of a novel peptide endowing yeasts with acid tolerance using yeast cell-surface engineering", *Applied Microbiology and Biotechnology*, 2009
- 【75】 Ueda M., "Production of ethanol from cassava pulp via fermentation with a surface-engineered yeast strain displaying glucoamylase", *Renewable Energy*, 2009
- 【76】 Ueda M., "Performance of wide-pore monolithic silica column in protein separation", *Journal of Separation Science*, 2009
- 【77】 Ueda M., "Highly efficient synthesis of ethyl hexanoate catalyzed by CALB-displaying *Saccharomyces cerevisiae* whole-cells in non-aqueous phase", *Journal of Molecular Catalysis B: Enzymatic*, 2009
- 【78】 Ueda M., "Visualization and Quantification of Three-Dimensional Distribution of Yeast in Bread Dough", *Bioscience, Biotechnology, and Biochemistry*, 2009
- 【79】 Ueda M., "Application of Cell-Surface Engineering for Visualization of Yeast in Bread Dough: Development of a Fluorescent Bio-Imaging Technique in the Mixing Process of Dough", *Bioscience, Biotechnology, and Biochemistry*, 2009
- 【80】 Ueda M., "Surface coat proteins of the pine wood nematode, *Bursaphelenchus xylophilus*: profiles of stage- and isolate-specific characters", *Nematology*, 2009
- 【81】 Ueda M., "Molecular Display Technology Using Yeast-Arming Technology-", *Analytical Sciences*, 2009
- 【82】 Ueda M., "Purification of Inactive Precursor of Carboxypeptidase Y Using Selective Cleavage Method Coupled with Molecular Display", *Bioscience, Biotechnology, and Biochemistry*, 2009

2010 年

- 【83】 Kondo A., "Fatty acid production from butter using novel cutinase-displaying yeast", *Enzyme and Microbial Technology*, 2010
- 【84】 Kondo A., "Display of both N- and C-terminal target fusion proteins on the *Aspergillus oryzae* cell surface using a chitin-binding module", *Applied Microbiology and Biotechnology*, 2010
- 【85】 Ueda M., "Genome Sequence of the Cellulosome-Producing Mesophilic Organism

- Clostridium cellulovorans 743B", Journal of Bacteriology, 2010
- 【86】 Ueda M., "Molecular design of yeast cell surface for adsorption and recovery of molybdenum, one of rare metals", Applied Microbiology and Biotechnology, 2010
- 【87】 Ueda M., "Effects of catalytic site mutations on active expression of phage fused penicillin acylase", Journal of Biotechnology, 2010
- 【88】 Ueda M., "Comparison of the Surface Coat Proteins of the Pine Wood Nematode Appeared During Host Pine Infection and In Vitro Culture by a Proteomic Approach", Phytopathology, 2010
- 【89】 Ueda M., "Comparative genomics of the mesophilic cellulosome-producing Clostridium cellulovorans and its application to biofuel production via consolidated bioprocessing", Environmental Technology, 2010
- 【90】 Ueda M., "Improvement in organophosphorus hydrolase activity of cell surface-engineered yeast strain using Flo1p anchor system", Biotechnology Letters, 2010
- 【91】 Ueda M., "Enhancement of .BETA.-glucosidase activity on the cell-surface of sake yeast by disruption of SED1", Journal of Bioscience and Bioengineering, 2010
- 【92】 Ueda M., "Engineering of microorganisms towards recovery of rare metal ions", Applied Microbiology and Biotechnology, 2010

2011 年

- 【93】 Ueda M., "Synthesis of functional dipeptide carnosine from nonprotected amino acids using carnosinase-displaying yeast cells", Applied Microbiology and Biotechnology, 2010
- 【94】 Ueda M., "Molecular Breeding of Advanced Microorganisms for Biofuel Production", Journal of Biomedicine and Biotechnology, 2011
- 【95】 Ueda M., "Cell surface engineering of yeast for applications in white biotechnology", Biotechnology Letters, 2011
- 【96】 Ueda M., "ROS Production and Apoptosis Induction by Formation of Gts1p-Mediated Protein Aggregates", Bioscience, Biotechnology, and Biochemistry, 2011
- 【97】 Ueda M., "Inhibition of Heat Tolerance and Nuclear Import of Gts1p by Ssa1p and Ssa2p", Bioscience, Biotechnology, and Biochemistry, 2011
- 【98】 Ueda M., "High-throughput screening of improved protease inhibitors using a yeast cell surface display system and a yeast cell chip", Journal of Bioscience and Bioengineering, 2011
- 【99】 Ueda M., "GTS1 Induction Causes Derepression of Tup1-Cyc8-Repressing Genes and Chromatin Remodeling through the Interaction of Gts1p with Cyc8p", Bioscience, Biotechnology, and Biochemistry, 2011
- 【100】 Ueda M., "Estimation of Enzyme Kinetic Parameters of Cell Surface-displayed Organophosphorus Hydrolase and Construction of a Biosensing System for Organophosphorus Compounds", Analytical Sciences, 2011
- 【101】 Ueda M., "Molecular design of the microbial cell surface toward the recovery of metal ions", Current Opinion in Biotechnology, 2011

- 【102】 Ueda M., "Comprehensive characterization of secreted aspartic proteases encoded by a virulence gene family in *Candida albicans*", *Journal of Biochemistry*, 2011
- 【103】 Ueda M., "Putative Role of Cellulosomal Protease Inhibitors in *Clostridium cellulovorans* Based on Gene Expression and Measurement of Activities", *Journal of Bacteriology*, 2011

2012 年

- 【104】 Ueda M., "Membrane-displayed peptide ligand activates the pheromone response pathway in *Saccharomyces cerevisiae*", *Journal of Biochemistry*, 2012
- 【105】 Ueda M., "Profiling of adhesive properties of the agglutinin-like sequence (ALS) protein family, a virulent attribute of *Candida albicans*", *FEMS Immunology & Medical Microbiology*, 2012
- 【106】 Ueda M., "Direct fermentation of newspaper after laccase-treatment using yeast codisplaying endoglucanase, cellobiohydrolase, and .BETA.-glucosidase", *Renewable Energy*, 2012
- 【107】 Ueda M., "Chimeric Yeast G-Protein .ALPHA. Subunit Harboring a 37-Residue C-Terminal Gustducin-Specific Sequence Is Functional in *Saccharomyces cerevisiae*", *Bioscience, Biotechnology, and Biochemistry*, 2012
- 【108】 Ueda M., "Identification of Interaction Site of Propeptide toward Mature Carboxypeptidase Y (mCPY) Based on the Similarity between Propeptide and CPY Inhibitor (IC)", *Bioscience, Biotechnology, and Biochemistry*, 2012
- 【109】 Ueda M., "Two-Dimensional Protein Separation by the HPLC System with a Monolithic Column", *Bioscience, Biotechnology, and Biochemistry*, 2012
- 【110】 Ueda M., "Mutated Intramolecular Chaperones Generate High-Activity Isomers of Mature Enzymes", *Biochemistry*, 2012
- 【111】 Ueda M., "Specific adsorption of tungstate by cell surface display of the newly designed ModE mutant", *Applied Microbiology and Biotechnology*, 2012
- 【112】 Ueda M., "Next generation of antimicrobial peptides as molecular targeted medicines", *Journal of Bioscience and Bioengineering*, 2012
- 【113】 Ueda M., "Effect of pretreatment of hydrothermally processed rice straw with laccase-displaying yeast on ethanol fermentation", *Applied Microbiology and Biotechnology*, 2012

2013 年

- 【114】 Ueda M., "Mutant firefly luciferases with improved specific activity and dATP discrimination constructed by yeast cell surface engineering", *Applied Microbiology and Biotechnology*, 2013
- 【115】 Ueda M., "Making headway in understanding pine wilt disease: What do we perceive in the postgenomic era?", *Journal of Bioscience and Bioengineering*, 2013
- 【116】 Ueda M., "Secreted aspartic peptidases of *Candida albicans* liberate bactericidal hemocidins from human hemoglobin", *Peptides (N.Y.)*, 2013

- 【117】 Ueda M., "Exoproteome Profiles of *Clostridium cellulovorans* Grown on Various Carbon Sources", *Applied and Environmental Microbiology*, 2013
- 【118】 Ueda M., "Acquisition of Thermotolerant Yeast *Saccharomyces cerevisiae* by Breeding Via Stepwise Adaptation", *Biotechnology Progress*, 2013
- 【119】 Ueda M., "Detection of *Candida albicans* by using a designed fluorescence-quenched peptide", *Journal of Bioscience and Bioengineering*, 2013
- 【120】 Ueda M., "Development of Surface-Engineered Yeast Cells Displaying Phytochelatin Synthase and Their Application to Cadmium Biosensors by the Combined Use of Pyrene-Excimer Fluorescence", *Biotechnology Progress*, 2013
- 【121】 Ueda M., "Effect of sterol composition on the activity of the yeast G-protein-coupled receptor Ste2", *Applied Microbiology and Biotechnology*, 2013
- 【122】 Ueda M., "ABC transporters and cell wall proteins involved in organic solvent tolerance in *Saccharomyces cerevisiae*", *Journal of Biotechnology*, 2013
- 【123】 Ueda M., "Elucidation of potentially virulent factors of *Candida albicans* during serum adaptation by using quantitative time-course proteomics", *Journal of Proteomics*, 2013
- 【124】 Ueda M., "Display of *Clostridium cellulovorans* Xylose Isomerase on the Cell Surface of *Saccharomyces cerevisiae* and its Direct Application to Xylose Fermentation", *Biotechnology Progress*, 2013
- 【125】 Ueda M., "Cellulosome Complexes: Natural Biocatalysts as Arming Microcompartments of Enzymes", *Journal of Molecular Microbiology and Biotechnology*, 2013

2014 年

- 【126】 Ueda M., "Direct Energy Extraction from Brown Macroalgae-Derived Alginate by Gold Nanoparticles on Functionalized Carbon Nanotubes", *Chemcatchem*, 2014
- 【127】 Ueda M., "Cell wall structure suitable for surface display of proteins in *Saccharomyces cerevisiae*", *Yeast*, 2014
- 【128】 Ueda M., "Evaluation of Mdh1 Protein as an Antigenic Candidate for a Vaccine against Candidiasis", *Biocontrol Science*, 2014
- 【129】 K. Horii, T. Matsuda, T. Tanaka, H. Sahara, S. Shibasaki, C. Ogino, M. Ueda, Y. Hata, A. Kondo., "Enhancement of β -glucosidase production in *Aspergillus oryzae* and isoflavone aglycones production.", *J. Mol. Catal. B*

2. 論文数、被引用数および h-index

	2004	2005	2006	2007	2008	2009	2010	2011	2012	2013	2014	h-index (WoS収録分のみ対象)
成果論文リスト全体	4	5	5	5	5	33	20	17	11	17	6	
和文誌	0	0	0	0	0	10	9	7	1	5	3	
英文誌	4	5	5	5	5	23	11	10	10	12	3	
内、WoS収録	4	4	5	5	4	24	11	10	10	12	3	17

(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、2014年12月~2015年1月中旬にかけて実施し、その結果を掲載。

	2004	2005	2006	2007	2008	2009	2010	2011	2012	2013	2014
被引用数(各年)	3	11	35	50	43	79	99	81	171	165	154
被引用数(累積)	3	14	49	99	142	221	320	401	572	737	891

(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2004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、2014年12月~2015年1月中旬にかけて実施し、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	シェア	順位	機関名	論文数	シェア
1	KONDO A	93	2.1%	1	CHINESE ACAD SCI	127	2.9%
2	UEDA M	86	1.9%	2	KYOTO UNIV	117	2.6%
3	BAYER EA	56	1.3%	3	KOBE UNIV	95	2.1%
4	FUKUDA H	49	1.1%	4	CSIC	69	1.6%
5	KURODA K	48	1.1%	5	OSAKA UNIV	68	1.5%
6	LAMED R	44	1.0%	6	WEIZMANN INST SCI	65	1.5%
7	GUISAN JM	36	0.8%	7	UNIV TOKYO	55	1.2%
8	FERNANDEZ-LAFUENT	35	0.8%	8	JIANGNAN UNIV	54	1.2%
9	CABRAL JMS	32	0.7%	9	TEL AVIV UNIV	46	1.0%
9	TANAKA T	32	0.7%	10	SEOUL NATL UNIV	45	1.0%
11	CHEN W	30	0.7%	11	CNRS	44	1.0%
12	OGINO C	29	0.7%	11	E CHINA UNIV SCI TECHNOL	44	1.0%
13	MULCHANDANI A	28	0.6%	13	MIT	43	1.0%
14	CHEN J	26	0.6%	14	TECH UNIV MUNICH	39	0.9%
15	WITTRUP KD	25	0.6%	15	UNIV TECN LISBOA	38	0.9%
16	LEE SH	24	0.5%	16	HIROSHIMA UNIV	35	0.8%
17	LIN Y	23	0.5%	16	UNIV CALIF RIVERSIDE	35	0.8%
17	WU J	23	0.5%	18	NATL RES INST BREWING	33	0.7%
19	FONTES CMGA	21	0.5%	19	ZHEJIANG UNIV	32	0.7%
19	SHIMOI H	21	0.5%	20	GRAZ UNIV TECHNOL	30	0.7%

(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、2014年12月~2015年1月中旬にかけて実施し、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	2004 年～2014 年																																								
条件 2： Web of Science 分野が左記のいずれかに該当	BIOTECHNOLOGY APPLIED MICROBIOLOGY FOOD SCIENCE TECHNOLOGY 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	<table border="0"> <tr> <td>Cell surface engineering</td> <td>Whole-cell biocatalyst</td> </tr> <tr> <td>Cell-surface engineering</td> <td>phytochelatin synthase</td> </tr> <tr> <td>thermotolerant yeast</td> <td>GPI-anchored protein</td> </tr> <tr> <td>Protein library</td> <td>glycosylphosphatidylinositol anchor</td> </tr> <tr> <td>Bioadsorption</td> <td>Cell wall protein</td> </tr> <tr> <td>Sake yeast</td> <td>xylose isomerase</td> </tr> <tr> <td>monolithic silica column</td> <td>Biodegradable plastics</td> </tr> <tr> <td>High-throughput screening system</td> <td>Ethyl lactate</td> </tr> <tr> <td>Pinus thunbergii</td> <td>bread dough</td> </tr> <tr> <td>yeast cell surface</td> <td>Cocultivation</td> </tr> <tr> <td>Organic solvent tolerance</td> <td>Cell surface display</td> </tr> <tr> <td>Rare metals</td> <td>Cell-surface display</td> </tr> <tr> <td>Pine wood nematode</td> <td>Cellulosome</td> </tr> <tr> <td>Candida antarctica lipase B (CALB)</td> <td>gustducin</td> </tr> <tr> <td>Quantitative proteome</td> <td>Rare metal</td> </tr> <tr> <td>Triacylglycerol lipase</td> <td>Activity regulation</td> </tr> <tr> <td>pyrene excimer</td> <td>fluorescent microscope</td> </tr> <tr> <td>Chitosanase</td> <td>Penicillin G acylase</td> </tr> <tr> <td>Yeast surface display</td> <td>Cutinase</td> </tr> <tr> <td>Organophosphorus hydrolase</td> <td>Bursaphelenchus xylophilus</td> </tr> </table>	Cell surface engineering	Whole-cell biocatalyst	Cell-surface engineering	phytochelatin synthase	thermotolerant yeast	GPI-anchored protein	Protein library	glycosylphosphatidylinositol anchor	Bioadsorption	Cell wall protein	Sake yeast	xylose isomerase	monolithic silica column	Biodegradable plastics	High-throughput screening system	Ethyl lactate	Pinus thunbergii	bread dough	yeast cell surface	Cocultivation	Organic solvent tolerance	Cell surface display	Rare metals	Cell-surface display	Pine wood nematode	Cellulosome	Candida antarctica lipase B (CALB)	gustducin	Quantitative proteome	Rare metal	Triacylglycerol lipase	Activity regulation	pyrene excimer	fluorescent microscope	Chitosanase	Penicillin G acylase	Yeast surface display	Cutinase	Organophosphorus hydrolase	Bursaphelenchus xylophilus
Cell surface engineering	Whole-cell biocatalyst																																								
Cell-surface engineering	phytochelatin synthase																																								
thermotolerant yeast	GPI-anchored protein																																								
Protein library	glycosylphosphatidylinositol anchor																																								
Bioadsorption	Cell wall protein																																								
Sake yeast	xylose isomerase																																								
monolithic silica column	Biodegradable plastics																																								
High-throughput screening system	Ethyl lactate																																								
Pinus thunbergii	bread dough																																								
yeast cell surface	Cocultivation																																								
Organic solvent tolerance	Cell surface display																																								
Rare metals	Cell-surface display																																								
Pine wood nematode	Cellulosome																																								
Candida antarctica lipase B (CALB)	gustducin																																								
Quantitative proteome	Rare metal																																								
Triacylglycerol lipase	Activity regulation																																								
pyrene excimer	fluorescent microscope																																								
Chitosanase	Penicillin G acylase																																								
Yeast surface display	Cutinase																																								
Organophosphorus hydrolase	Bursaphelenchus xylophilus																																								
検索論文数	4442 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、2014 年 12 月～2015 年 1 月中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	Construction of a xylan-fermenting yeast strain through codisplay of xylanolytic enzymes on the surface of xylose-utilizing <i>Saccharomyces cerevisiae</i> cells	Katahira, S; Fujita, Y; Mizuike, A; Fukuda, H; Kondo, A	APPLIED AND ENVIRONMENTAL MICROBIOLOGY, 70, 5407-5414	2004	65
37	Simple 2D-HPLC using a monolithic silica column for peptide separation	Kimura, H; Tanigawa, T; Morisaka, H; Ikegami, T; Hosoya, K; Ishizuka, N; Minakuchi, H; Nakanishi, K; Ueda, M; Cabrera, K; Tanaka, N	JOURNAL OF SEPARATION SCIENCE, 27, 897-904	2004	63
56	Isoflavone aglycones production from isoflavone glycosides by display of beta-glucosidase from <i>Aspergillus oryzae</i> on yeast cell surface	Kaya, M; Ito, J; Kotaka, A; Matsumura, K; Bando, H; Sahara, H; Ogino, C; Shibasaki, S; Kuroda, K; Ueda, M; Kondo, A; Hata, Y	APPLIED MICROBIOLOGY AND BIOTECHNOLOGY, 79, 51-60	2008	40
38	Microanalysis for MDR1 ATPase by high-performance liquid chromatography with a titanium dioxide column	Kimura, Y; Shibasaki, S; Morisato, K; Ishizuka, N; Minakuchi, H; Nakanishi, K; Matsuo, M; Amachi, T; Ueda, M; Ueda, K	ANALYTICAL BIOCHEMISTRY, 326, 262-266	2004	33
81	Molecular Display Technology Using Yeast-Arming Technology	Shibasaki, S; Maema, H; Ueda, M	ANALYTICAL SCIENCES, 25, 41-49	2009	31
42	Enhanced reactivity of <i>Rhizopus oryzae</i> lipase displayed on yeast cell surfaces in organic solvents: Potential as a whole-cell biocatalyst in organic solvents	Shiraga, S; Kawakami, M; Ishiguro, M; Ueda, M	APPLIED AND ENVIRONMENTAL MICROBIOLOGY, 71, 4335-4338	2005	29
51	Preparation of a whole-cell biocatalyst of mutated <i>Candida antarctica</i> lipase B (mCALB) by a yeast molecular display system and its practical properties	Kato, M; Fuchimoto, J; Tanino, T; Kondo, A; Fukuda, H; Ueda, M	APPLIED MICROBIOLOGY AND BIOTECHNOLOGY, 75, 549-555	2007	28
71	Enhancement of display efficiency in yeast display system by vector engineering and gene disruption	Kuroda, K; Matsui, K; Higuchi, S; Kotaka, A; Sahara, H; Hata, Y; Ueda, M	APPLIED MICROBIOLOGY AND BIOTECHNOLOGY, 82, 713-719	2009	26
39	Rot1p of <i>Saccharomyces cerevisiae</i> is a putative membrane protein required for normal levels of the cell wall 1,6-beta-glucan	Machi, K; Azuma, M; Igarashi, K; Matsumoto, T; Fukuda, H; Kondo, A; Oshima, H	MICROBIOLOGY-SGM, 150, 3163-3173	2004	25
75	Production of ethanol from cassava pulp via fermentation with a surface-engineered yeast strain displaying glucoamylase	Kosugi, A; Kondo, A; Ueda, M; Murata, Y; Vaithanomsat, P; Thanapase, W; Arai, T; Mori, Y	RENEWABLE ENERGY, 34, 1354-1358	2009	24
102	Comprehensive characterization of secreted aspartic proteases encoded by a virulence gene family in <i>Candida albicans</i>	Aoki, W; Kitahara, N; Miura, N; Morisaka, H; Yamamoto, Y; Kuroda, K; Ueda, M	JOURNAL OF BIOCHEMISTRY, 150, 431-438	2011	23
45	Evaluation of performance of different surface-engineered yeast strains for direct ethanol production from raw starch	Khaw, TS; Katakura, Y; Koh, J; Kondo, A; Ueda, M; Shioya, S	APPLIED MICROBIOLOGY AND BIOTECHNOLOGY, 70, 573-579	2006	22
85	Genome Sequence of the Cellulosome-Producing Mesophilic Organism <i>Clostridium cellulovorans</i> 743B	Tamaru, Y; Miyake, H; Kuroda, K; Nakanishi, A; Kawade, Y; Yamamoto, K; Uemura, M; Fujita, Y; Doi, RH; Ueda, M	JOURNAL OF BACTERIOLOGY, 192, 901-902	2010	21
62	Regulation of the Display Ratio of Enzymes on the <i>Saccharomyces cerevisiae</i> Cell Surface by the Immunoglobulin G and Cellulosomal Enzyme Binding Domains	Ito, J; Kosugi, A; Tanaka, T; Kuroda, K; Shibasaki, S; Ogino, C; Ueda, M; Fukuda, H; Doi, RH; Kondo, A	APPLIED AND ENVIRONMENTAL MICROBIOLOGY, 75, 4149-	2009	21
95	Cell surface engineering of yeast for applications in white biotechnology	Kuroda, K; Ueda, M	BIOTECHNOLOGY LETTERS, 33, 1-9	2011	19
46	Construction of a cultivation system of a yeast single cell in a cell chip microchamber	Fukuda, T; Shiraga, S; Kato, M; Suye, SI; Ueda, M	BIOTECHNOLOGY PROGRESS, 22, 944-948	2006	19
89	Comparative genomics of the mesophilic cellulosome-producing <i>Clostridium cellulovorans</i> and its application to biofuel production via consolidated bioprocessing	Tamaru, Y; Miyake, H; Kuroda, K; Ueda, M; Doi, RH	ENVIRONMENTAL TECHNOLOGY, 31, 889-903	2010	18
60	Improvement of isoflavone aglycones production using beta-glucosidase secretory produced in recombinant <i>Aspergillus oryzae</i>	Horii, K; Adachi, T; Matsuda, T; Tanaka, T; Sahara, H; Shibasaki, S; Ogino, C; Hata, Y; Ueda, M; Kondo, A	JOURNAL OF MOLECULAR CATALYSIS B-ENZYMATIC, 59, 297-301	2009	14
72	Efficient synthesis of enantiomeric ethyl lactate by <i>Candida antarctica</i> lipase B (CALB)-displaying yeasts	Inaba, C; Maekawa, K; Morisaka, H; Kuroda, K; Ueda, M	APPLIED MICROBIOLOGY AND BIOTECHNOLOGY, 83, 859-864	2009	14
77	Highly efficient synthesis of ethyl hexanoate catalyzed by CALB-displaying <i>Saccharomyces cerevisiae</i> whole-cells in non-aqueous phase	Han, SY; Pan, ZY; Huang, DF; Ueda, M; Wang, XN; Lin, Y	JOURNAL OF MOLECULAR CATALYSIS B-ENZYMATIC, 59, 168-172	2009	14

(注) 研究実施期間以降 (2009 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 2006-061023	マイクロチャ ンバーアレイ を用いたスク リーニング方 法およびスク リーニング装 置	サントリー株式会 社, 株式会社海洋バ イオテクノロジー 研究所, 植田 充 美	植田 充美, 中 尾 正宏, 岡田 麻希, 落合 美 佐, 深見 治一	2004/08/24	
特開 2006-158224	酵素を強固に 固定化したア ーミング酵母 乾燥菌体の製 造方法及び酵 素を強固に固 定化したア ーミング酵母乾 燥菌体	国立大学法人神戸 大学, 大日本インキ 化学工業株式会社	近藤昭彦, 谷野孝 徳, 木村雅敏, 青 木亨	2004/12/02	
特開 2007-020539	アラビノフラ ノシダーゼB 提示酵母及び その利用	月桂冠株式会社	坂東 弘樹, 佐原 弘師, 小高 敦 史, 秦 洋二, 植 田 充美	2005/07/21	
特開 2007-174962	糸状菌におい てタンパク質 を分泌生産す る方法	バイオ・エナジー株 式会社, 国立大学法 人神戸大学	福田 秀樹, 近藤 昭彦, 濱 真司, 野田 秀夫	2005/12/27	特許 4796840
特開 2007-189909	新規表層提示 アンカー	月桂冠株式会社	佐原 弘師, 和根 崎 圭子, 秦 洋 二, 植田 充美	2006/01/17	
再公表 06-104254	レセプター結 合性物質のス クリーニング 方法	バイオ・エナジー株 式会社	近藤 昭彦, 黒田 俊一, 植田 充 美, 石井 純, 福 田 秀樹, 立松 健司, 山崎 智子	2006/03/29	特許 4977012

公開番号	発明の名前	出願人	発明者	出願日	登録番号
特開 2008-154497	形質転換体の製造方法及び酵母の新規変異株	独立行政法人科学技術振興機構, 国立大学法人京都大学, 国立大学法人大阪大学, 月桂冠株式会社	植田 充美, 平尾一之, 梶山 慎一郎, 福崎 英一郎, 司 金海, 秦洋二, 堤 浩子	2006/12/22	
特開 2008-193935	エタノールの製造方法	B i o - e n e r g y株式会社, 国立大学法人神戸大学	福田 秀樹, 近藤昭彦, 中村 延博, 植田 充美, 野田 秀夫, 金子昌平	2007/02/09	特許 5279061
特開 2007-300914	カンジダ・アンタクティカ由来リパーゼBを細胞表層に提示する酵母	バイオ・エナジー株式会社	植田 充美, 近藤昭彦, 福田 秀樹, 加藤 倫子, 湊本 潤, 谷野孝徳	2007/03/16	特許 5438259
特開 2007-295925	ニューロライシンの発現およびその利用	国立大学法人京都大学	植田 充美, 門之園 哲哉, 加藤倫子	2007/03/23	
再公表 08-004707	有機溶媒耐性遺伝子	国立大学法人京都大学	植田 充美, 黒田浩一	2007/07/04	
特開 2008-086310	セルロース分解酵素を表層提示する酵母及びその利用	月桂冠株式会社	坂東 弘樹, 小高敦史, 佐原 弘師, 近藤 昭彦, 阿尻 雅文, 植田充美, 秦 洋二, 安部 康久	2007/09/03	
特開 2008-114059	レーザ加工装置及びレーザ加工方法	独立行政法人科学技術振興機構, 国立大学法人京都大学, 国立大学法人大阪大学, 株式会社東京インスツルメンツ	植田 充美, 平尾一之, 梶山 慎一郎, 坂倉 政明, ドゥミトリ トゥジリン, ザポロシェンコ ユーリ, 島田 竜太郎	2007/10/15	

公開番号	発明の名前	出願人	発明者	出願日	登録番号
特開 2009-178104	ヘテロ接合性の消失を利用した二倍体細胞染色体特定領域のホモ化方法	月桂冠株式会社	小高 敦史, 佐原 弘師, 植田 充美, 近藤 昭彦, 秦 洋二	2008/01/31	
特開 2010-004774	キチン結合ドメインを用いる細胞表面提示方法	関西化学機械製作株式会社, 国立大学法人神戸大学	近藤 昭彦, 福田 秀樹, 野田 秀夫, 片岡 邦夫, 倉谷 伸行, 秦 洋二, 佐原 弘師	2008/06/25	特許 5288902
特開 2010-116355	酸耐性を酵母に付与するペプチド	国立大学法人京都大学	植田 充美, 黒田 浩一, 松井 健	2008/11/13	
特開 2010-248156	新規リンカーを用いた抗菌剤および診断薬	株式会社ジェノラック B L	植田 充美, 青木 航, 瀬脇 智満, 野村 栄司	2009/04/17	
再公表 10-101158	クロストリジウムセルロポランス由来新規遺伝子及びその利用	住友商事株式会社, 国立大学法人三重大学	田丸 浩, 上村 正昭, 藤田 康弘, 植田 充美	2010/03/02	
特開 2013-223490	新規タンパク質及びその製造方法	住友化学株式会社	古山 文穂, 松嶋 千幸, 植田 充美	2013/03/19	
特開 2007-174962	糸状菌においてタンパク質を分泌生産する方法	バイオ・エナジー株式会社, 国立大学法人神戸大学	福田 秀樹, 近藤 昭彦, 濱 真司, 野田 秀夫	2005/12/27	特許 4796840

6. 実用化・製品化

該当なし。

7. 報道

研究者名	見出し	報道年月日	媒体
植田 充美	レアメタル、工場廃水から酵母で回収、京大が基礎技術、遺伝子組み換え活用。	2009/6/29	日本経済新聞 朝刊

研究者名	見出し	報道年月日	媒体
植田 充美	京都大学教授植田充美氏——アーミング酵母を開発、レア金属の回収狙う（先端人）	2009/7/9	日経産業新聞
植田 充美	第32回 日本分子生物学会年会～活発な議論で生命科学牽引	2009/12/4	科学新聞
植田 充美	木くず・稲わら…「非食料」原料、糖に、バイオ燃料の生産効率2倍。	2009/12/7	日本経済新聞朝刊
植田 充美	CO2排出の大規模削減（下）（2030年への挑戦次世代産業技術）	2010/1/13	日経産業新聞
植田 充美	<寄稿> [メディカル版] 分子ディスプレイ法を用いた経口ワクチンへの期待	2010/1/15	薬事日報
植田 充美	速報ーバイオエタノールの低コスト化に新手法 京大と三重大がヘミセルロースも糖化	2010/2/1	日経ものづくり
植田 充美	第3回 神戸大学 京都大学 大阪大学 連携シンポジウム（2-1）	2010/2/19	産経新聞 大阪朝刊
植田 充美	バイオ技術テーマに 専門家招き定例講演会／INSS	2010/3/17	電気新聞
植田 充美	バイオ協会賞に京大の植田教授。	2010/6/24	日経産業新聞
植田 充美	抗真菌薬、耐性菌発生抑える、京大、電気特性など利用。	2010/11/1	日本経済新聞朝刊
植田 充美	京大など、ウイルスのたんぱく質を酵母使い数日で量産	2011/4/28	日経速報ニュースアーカイブ
植田 充美	ウイルスのたんぱく質、酵母使い数日で量産、京大など、ワクチン・新薬に活用。	2011/4/28	日経産業新聞
植田 充美	【サイエンスエキスポ関西 2011】講師に聞く（10）植田充美教授	2011/9/8	F u j i S a n k e i B u s i n e s s i .
植田 充美	エコノBOX 京都バイオ計測センター開設記念講演会	2011/10/22	京都新聞朝刊
植田 充美	バイオ製品開発支援 人材育成へセミナー 下京で来月	2012/8/21	京都新聞朝刊
植田 充美	環境資源工学会 6月に例会／「レア金属分離とバイオ技術」／新日鉄住金・広畑など見学	2013/4/19	鉄鋼新聞

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
植田 充美	レアメタル・レアアース選択回収バイオキャッチャーのデザインと創製	2009年度	科学研究費補助金	挑戦的萌芽研究	研究代表者	総額：3300千円, 2009年度：3300千円
植田 充美	酵母の有機溶媒耐性に関わる転写制御カスケードの解明とその応用	2010～ 2012年度	科学研究費補助金	基盤研究(B)	研究代表者	総額：19500千円, 2010年度：8320千円, 2011年度：5590千円, 2012年度：5590千円
植田 充美	感染性真菌に対抗できる新しい抗菌デザインタンパク質の創製	2011年度	科学研究費補助金	挑戦的萌芽研究	研究代表者	総額：4030千円, 2011年度：4030千円
植田 充美	生体分子の相互作用に基づいたマツ材線虫病発病機構の解明	2011～ 2013年度	科学研究費補助金	基盤研究(A)	研究分担者	総額：49790千円, 2011年度：17160千円, 2012年度：15600千円, 2013年度：17030千円

研究者	採択課題名	実施年度	研究資金名	種別	役職	金額
植田 充美	藻類完全利用のための生物工学技術の集約	2011～ 2015年度	CREST	藻類・水圏微生物の機能解明と制御によるバイオエネルギー創成のための基盤技術の創出	研究代表者	—
植田 充美	分子内シャペロン改変によるタンパク質のフォールディングメモリーの解明とその応用	2012～ 2013年度	科学研究費補助金	挑戦的萌芽研究	研究代表者	総額：4030千円, 2012年度：4030千円
植田 充美	バイオマスの違いを認識してセルロソームタンパク質個々がゲノムから選別発現する機構	2013～ 2015年度 (予定)	科学研究費補助金	基盤研究(B)	研究代表者	総額：12610千円, 2013年度：7540千円, 2014年度：5070千円

9. 受賞歴

研究者	表彰名	受賞対象	受賞年
近藤 昭彦	神戸大学学長表彰	「細胞表層工学技術の広範な展開と合成生物学の開拓によるバイオ燃料・グリーン化学品生産のための細胞工場の創製ーバイオリファインリーの構築を目指してー」	2009年
植田 充美	日本農芸化学会英文誌 Biosci. Biotechnol. Biochem. 論文賞	Visualization and Quantification of Three-Dimensional Distribution of Yeast in Bread Dough	2009年
植田 充美	バイオインダストリー協会賞 (旧有馬啓記念) 受賞	細胞表層工学の開発とバイオテクノロジーへの展開	2010年
野田 秀夫	兵庫県発明賞	WW 蒸留プラスの開発	2011年
野田 秀夫	あまがさきエコプロダクツ特別賞	ウォールウェッター	2011年
野田 秀夫	兵庫県科学省	持続的循環型社会構築のためのエネルギー・環境支援化学技術 (蒸留) の開発	2011年
野田 秀夫	あまがさきエコプロダクツ準グランプリ	連続式酵素反応 BDF 製造装置	2012年
近藤 昭彦	日本生物工学会 生物学論文賞	Direct isopropanol production from cellobiose by engineered Escherichia coli using a synthetic pathway and a cell surface display system: JBB vol 114, no.1, p.80–85, 2012	2013年
野田 秀夫	分離技術賞	連続式酵素反応 BDF 製造装置の開発	2013年
野田 秀夫	兵庫県発明賞	高効率・省エネ・循環調和型溶剤回収システムの開発	2014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
植田 充美	「志」のネットワーク	H21年度 生物工学若手研究者の集い 夏のセミナー 2009	コミュニティ 嵯峨野	2009年
植田 充美	バイオエタノール生産への人類の叡智	Japan Green New Deal Forum 2010	かながわサイエンスパーク KSP ホール	2010年
植田 充美	石油依存社会の終焉のはじまり-新しい産業革命の喚起	JBA 新資源生物変換研究会シンポジウム「2020年のバイオインダストリー」	東京大学農学部弥生講堂	2010/6/17
植田 充美	石油依存社会の終わりののはじまりへのバイオテクノロジーの布石	第22回生命医科学科講演会	早稲田大学 50号館先端生命医科学センター2階 共同会議室	2010/7/21
近藤 昭彦	バイオマスからの燃料・化学品生産ー統合バイオリファイナリー研究拠点ー	兵庫県と神戸大学との包括連携協定の締結及び記念講演会	兵庫県公館 第1会議室	2010/8/2
植田 充美	残留農薬を見逃さない検出・除去バイオ細胞センター技術の開発	第6回バイオ計測プロジェクト「健康同源に繋がる食の安全安心科学・技術のさらなる発展を目指して」発表交流会	神戸商工会議所会館	2010/11/19
植田 充美	京都バイオ計測センターによる新しいチャレンジ	第16回学術シンポジウム	京都高度技術研究所 10階会議室	2011年
近藤 昭彦	統合バイオリファイナリー研究プロジェクトの紹介	第2回見学会、ひょうご産学学官アライアンスセミナー	神戸大学統合研究拠点	2011/2/21
植田 充美	レアメタル・レアアースを選択認識して、濃縮吸着回収できる革命的バイオ・アーミング技術-パン酵母による万能技術-	今後の課題、展望、ビジネスチャンスの可能性 レアアースの回収・リサイクルの最新動向	東京・大田区平和島 東京流通センター2F 第4会議室	2011/3/11

研究者	講演名	講演会・シンポジウム名	場所	講演日
植田 充美	定量科学の世界的広がり-京都バイオ計測センター設立の意義	京都バイオ計測センター開設記念講演会	京都リサーチパーク 1号館 4階サイエンスホール	2011/11/18
近藤 昭彦	地域密着型バイオリファイナリー	第16回 関西大学先端科学技術シンポジウム	関西大学 千里山キャンパス 100周年記念会館	2012/1/24
植田 充美	時間分解プロテオームによる病原性真菌 <i>Candida albicans</i> の動態解析	第183回酵母細胞研究会 例会	東京海洋大学 品川キャンパス白鷹館 2F 多目的スペース I	2012/11/30
近藤 昭彦	サステナブルバイオリファイナリーの実現に向けた取り組み	第2回 JACI/GSC シンポジウム	メルバルク大阪	2013年
植田 充美	多様なベースメタルやレアメタルを選別・回収できるバイオ技術の展開・アーミング微生物の構築	環境資源工学会第130回 例会	関西大学 100周年記念会館	2013/6/20
近藤 昭彦	バイオマスからの燃料や化学品生産」 － 活気ある持続可能な社会の構築を目指して －	長野県屋代高等学校 創立 90周年記念式典	長野県屋代高等学校体育会	2013/11/9

第6節 リン資源の再利用技術とリサイクルシステムの開発

1. 論文

(1) 和文誌

2007年

- 【1】 辻本涼太、野綱よしの、井汲芳夫、鈴木武志、阿江教治 『Heatphos 法によって製造される人口リン鉱石の施肥効果について』, 土肥誌, 78, 245-252, 2007

2009年

- 【2】 松永 剛一 『回収リンからの工業用リン酸の製造』, サイエンス&テクノロジー, 2009
【3】 大竹久夫 『リン資源枯渇問題の解決を下水道へ期待する』, 再生と利用, 2009
【4】 大竹久夫 『微生物のリン酸代謝と資源環境分野への利用』, 平成 21 年度バイオインダストリー協会賞受賞論文 バイオサイエンスとインダストリー, 2009
【5】 大竹久夫 『リン資源回収再利用技術の最新動向』, 環境浄化技術, 2009
【6】 大竹久夫 『リン資源のリサイクル目的に産官学が協議会設立』, 地球環境, 2009
【7】 大竹久夫 『リン資源リサイクル推進協議会の設立と今後の課題』, 用水と廃水, 2009
【8】 美濃和 信孝 『リン回収技術の最新動向 回収リン化合物のリン酸質肥料への応用』, 環境浄化技術, 2009
【9】 古畑 哲 『下水汚泥由来のリン酸肥料とその施用効果』, 北海道土肥研究通信, 2009
【10】 古畑 哲 『下水汚泥からの回収リン酸肥料と施用効果』, 耕, 2009

2010年

- 【11】 大竹久夫 『リン資源のバイオリサイクル』, 化学と生物, 2010
【12】 大竹久夫 『リン資源のリサイクルをめぐる状況と課題』, 資源環境対策, 2010
【13】 大竹久夫 『リン資源リサイクルにおける下水道への期待』, 下水道協会誌, 2010
【14】 大竹久夫 『新しいグリーン産業としてのリン資源リサイクル』, Journal of Environmental Biotechnology, 2010
【15】 大竹久夫 『循環型社会におけるリン資源リサイクルの動向 リン資源のリサイクルをめぐる状況と課題』, 月刊資源環境対策, 2010
【16】 大竹久夫 『微生物のポリリン酸蓄積機構解明と利用』, Phosphorus Letter, 2010

2011年

- 【17】 大竹久夫 『日本の「リン資源」が危ない! レアメタル騒動の陰で進む資源問題』, 化学, 2011
【18】 美濃和 信孝 『畜産汚水処理水の脱色・脱リン・消毒技術の開発』, 畜産技術, 2011

2012年

- 【19】 大竹久夫 『リンリファイナリー技術 創立 90 周年記念特別企画 「いのちの元素」リンの資源問題をめぐって』, 生物工学会誌, 2012
【20】 大竹久夫 『リンの資源問題をめぐって リンリファイナリー技術』, 生物工学会誌, 2012

【21】 美濃和 信孝 『リンの資源問題をめぐって リンの農業利用』, 生物工学会誌, 2012

2013年

- 【22】 大竹久夫 『持続的リン利用—人類の新たなグローバル問題と世界の動き—』, 再生と利用, 2013
- 【23】 大竹久夫 『ファインケミカル R&D セレクション 非晶質ケイ酸カルシウム水和物(リントル)を用いた革新的リン回収技術』, 月刊ファインケミカル, 2013
- 【24】 大竹久夫 『動き出したリン回収技術の最新動向 リン資源の持続的利用 人類の新たなグローバル問題』, 環境浄化技術, 2013
- 【25】 大竹久夫 『リン資源の回収と再利用—実用化への展開—』, Bio Industry, 2013
- 【26】 美濃和 信孝 『動き出したリン回収技術の最新動向 下水回収リンの肥料への利用』, 環境浄化技術, 2013

2014年

- 【27】 大竹久夫 『リン資源の枯渇問題とリサイクル 持続的リン利用をめぐる世界の動き』, 環境技術, 2014
- 【28】 大竹久夫 『リンのバイオテクノロジーに関する先導的研究』, 生物工学会誌, 2014
- 【29】 美濃和 信孝 『養豚排水の高度処理に使用後回収した非晶質ケイ酸カルシウム水和物による非放射性セシウム・ストロンチウム, および放射性セシウムの収着』, 日本畜産学会報, 2014
- 【30】 古畑 哲 『リンのリサイクル 下水汚泥由来の回収リン酸肥料を用いた栽培試験』, 農業および園芸, 2014

(2) 英文誌

2006年

- 【31】 Kei Motomura, Noboru Takiguchi, Hisao Ohtake, and Akio Kuroda, "Polyamines affect polyphosphate accumulation in *Escherichia coli*.", *Journal of Environmental Biotechnology*, 6, 41-46, 2006
- 【32】 Kuroda A., "A polyphosphate- lon protease complex in the adaptation of *Escherichia coli* to amino acid starvation", *Bioscience, Biotechnology and Biochemistry*, 70, 325-331, 2006
- 【33】 Nomura K., Kato J., Takiguchi N., Ohtake H., Kuroda A., "Inorganic polyphosphate stimulates lon -mediated proteolysis of nucleoid proteins in *Escherichia coli*", *Cellular and Molecular Biology*, 52, 23-29, 2006

2007年

- 【34】 Takiguchi N., Kishino M., Kuroda A., Kato J., Ohtake H., "Effect of mineral elements on phosphorus release from heated sewage sludge", *Bioresource Technology*, 98, 2533-2537, 2007
- 【35】 Iwamoto S., Motomura K., Shinoda Y., Urata M., Kato J., Takiguchi N., Ohtake H., Hirota R., Kuroda A., "Use of an *Escherichia coli* recombinant producing thermostable polyphosphate kinase as an ATP regenerator to produce fructose 1,6-diphosphate",

2009 年

- 【36】 Kuroda A., "Reciprocating-flow ATP amplification system for increasing the number of amplification cycles", *Analytical Biochemistry*, 2009

2010 年

- 【37】 Kuroda A., "Bacterial phosphate metabolism and its application to phosphorus recovery and industrial bioprocesses", *Journal of Bioscience and Bioengineering*, 2010
- 【38】 Ohtake H., "Production of 2-deoxyribose 5-phosphate from fructose to demonstrate a potential of artificial bio-synthetic pathway using thermophilic enzymes of artificial bio-synthetic pathway using thermophilic enzymes.", *J. Biotechnol.*, 2010
- 【39】 Ohtake H., "Bacterial phosphate metabolism and its use for phosphorus recycling and industrial bioprocesses.", *Journal of Bioscience and Bioengineering*, 2010
- 【40】 Ohtake H., "Electron Microscopic Analysis of Heat-Induced Leakage of Polyphosphate from a *phoU* Mutant of *Escherichia coli*", *Bioscience, Biotechnology, and Biochemistry*, 2010

2011 年

- 【41】 Ohtake H., "Feasibility of thermophilic ATP regeneration system using *Thermus thermophilus* polyphosphate kinase.", *Process Biochem.*, 2011
- 【42】 Ohtake H., "Feasibility of thermophilic adenosine triphosphate-regeneration system using *Thermus thermophilus* polyphosphate kinase", *Process Biochemistry*, 2011
- 【43】 Ohtake H., "Overproduction of YjbB reduces the level of polyphosphate in *Escherichia coli*: a hypothetical role of YjbB in phosphate export and polyphosphate accumulation", *FEMS Microbiology Letters*, 2011

2013 年

- 【44】 Kuroda A., "Stable polyphosphate accumulation by a pseudo-revertant of an *Escherichia coli phoU* mutant", *Biotechnology Letters*, 2013
- 【45】 Ohtake H., "Novel technique for phosphorus recovery from aqueous solutions using amorphous calcium silicate hydrates (A-CSHs)", *Water Research*, 2013
- 【46】 Minowa N., "Simultaneous removal of color, phosphorus and disinfection from treated wastewater using an agent synthesized from amorphous silica and hydrated lime", *Environmental Technology*, 2013

2014 年

- 【47】 Kuroda A., "A New Subfamily of Polyphosphate Kinase 2 (Class III PPK2) Catalyzes both Nucleoside Monophosphate Phosphorylation and Nucleoside Diphosphate Phosphorylation", *Applied and Environmental Microbiology*, 2014

- 【48】 Ohtake H., "Development and implementation of technologies for recycling phosphorus in secondary resources in Japan", Glob. Environ. Res.

2. 論文数、被引用数および h-index

	2004	2005	2006	2007	2008	2009	2010	2011	2012	2013	2014	h-index (WoS収録分のみ対象)
成果論文リスト全体	0	0	3	3	0	10	10	5	3	8	5	
和文誌	0	0	0	1	0	9	6	2	3	5	4	
英文誌	0	0	3	2	0	1	4	3	0	3	1	
内、WoS収録	0	0	2	2	0	1	3	2	0	3	1	6

(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、2014年12月~2015年1月中旬にかけて実施し、その結果を掲載。

	2004	2005	2006	2007	2008	2009	2010	2011	2012	2013	2014
被引用数(各年)	0	0	1	5	6	3	8	13	19	17	15
被引用数(累積)	0	0	1	6	12	15	23	36	55	72	87

(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2004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、2014年12月~2015年1月中旬にかけて実施し、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	シェア
1	KONDO A	30	1.4%
2	FUKUDA H	27	1.2%
3	OHTAKE H	21	1.0%
4	KURODA A	17	0.8%
4	LEE I	17	0.8%
6	HAMA S	14	0.6%
7	BRUHAT A	12	0.5%
7	FAFOURNOUX P	12	0.5%
7	GERDES K	12	0.5%
10	DIPPLE KM	11	0.5%
10	FRIGUET B	11	0.5%
10	HONDA K	11	0.5%
10	JOUSSE C	11	0.5%
10	KATO J	11	0.5%
10	OCHI K	11	0.5%
10	OGINO C	11	0.5%
10	SUZUKI CK	11	0.5%
10	WEGRZYN G	11	0.5%
10	YAMAMOTO T	11	0.5%
20	HIROTA R	10	0.5%

順位	機関名	論文数	シェア
1	CHINESE ACAD SCI	39	1.8%
2	KOBE UNIV	31	1.4%
2	UNIV CALIF LOS ANGELES	31	1.4%
4	OSAKA UNIV	29	1.3%
5	UNIV WISCONSIN	28	1.3%
6	HARVARD UNIV	27	1.2%
7	CASE WESTERN RESERVE UNIV	26	1.2%
7	RUSSIAN ACAD SCI	26	1.2%
9	HIROSHIMA UNIV	25	1.1%
9	INRA	25	1.1%
9	UNIV TOKYO	25	1.1%
12	CNRS	22	1.0%
13	MIT	21	1.0%
14	SEOUL NATL UNIV	20	0.9%
14	UNIV BRITISH COLUMBIA	20	0.9%
16	KYOTO UNIV	19	0.9%
16	SLOVAK ACAD SCI	19	0.9%
18	CNR	18	0.8%
18	NCI	18	0.8%
18	UNIV FLORIDA	18	0.8%

(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、2014年12月~2015年1月中旬にかけて実施し、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	2004年~2014年	
条件2： Web of Science 分野が左記のいずれかに該当	BIOTECHNOLOGY APPLIED MICROBIOLOGY BIOCHEMISTRY MOLECULAR BIOLOGY CHEMISTRY FOOD SCIENCE TECHNOLOGY MICROBIOLOGY	
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	EBPR process Thermophilic enzyme Polyphosphate kinase Bioluminescence assay Glycerol kinase Whole-cell biocatalyst	Phosphorus recovery Lon protease colour removal amino acid starvation stringent response phosphate transport
検索論文数	2226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、2014年12月~2015年1月中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
37	Bacterial phosphate metabolism and its application to phosphorus recovery and industrial bioprocesses	Hirota, R; Kuroda, A; Kato, J; Ohtake, H	JOURNAL OF BIOSCIENCE AND BIOENGINEERING, 109, 423-432	2010	22
32	A polyphosphate-Lon protease complex in the adaptation of Escherichia coli to amino acid starvation	Kuroda, A	BIOSCIENCE BIOTECHNOLOGY AND BIOCHEMISTRY, 70, 325-331	2006	18
35	Use of an Escherichia coli recombinant producing thermostable polyphosphate kinase as an ATP regenerator to produce fructose 1,6-diphosphate	Iwamoto, S; Motomura, K; Shinoda, Y; Urata, M; Kato, J; Takiguchi, N; Ohtake, H; Hirota, R; Kuroda, A	APPLIED AND ENVIRONMENTAL MICROBIOLOGY, 73, 5676-5678	2007	11
38	Production of 2-deoxyribose 5-phosphate from fructose to demonstrate a potential of artificial bio-synthetic pathway using thermophilic enzymes	Honda, K; Maya, S; Omasa, T; Hirota, R; Kuroda, A; Ohtake, H	JOURNAL OF BIOTECHNOLOGY, 148, 204-207	2010	9
45	Novel technique for phosphorus recovery from aqueous solutions using amorphous calcium silicate hydrates (A-CSHs)	Okano, K; Uemoto, M; Kagami, J; Miura, K; Aketo, T; Toda, M; Honda, K; Ohtake, H	WATER RESEARCH, 47, 2251-2259	2013	7
34	Effect of mineral elements on phosphorus release from heated sewage sludge	Takiguchi, N; Kishino, M; Kuroda, A; Kato, J; Ohtake, H	BIORESOURCE TECHNOLOGY, 98, 2533-2537	2007	7
42	Feasibility of thermophilic adenosine triphosphate-regeneration system using Thermus thermophilus polyphosphate kinase	Restiawaty, E; Iwasa, Y; Maya, S; Honda, K; Omasa, T; Hirota, R; Kuroda, A; Ohtake, H	PROCESS BIOCHEMISTRY, 46, 1747-1752	2011	4
43	Overproduction of YjbB reduces the level of polyphosphate in Escherichia coli: a hypothetical role of YjbB in phosphate export and polyphosphate accumulation	Motomura, K; Hirota, R; Ohnaka, N; Okada, M; Ikeda, T; Morohoshi, T; Ohtake, H; Kuroda, A	FEMS MICROBIOLOGY LETTERS, 320, 25-32	2011	4
33	Inorganic polyphosphate stimulates Lon-mediated proteolysis of nucleoid proteins in Escherichia coli	Nomura, K; Kato, J; Takiguchi, N; Ohtake, H; Kuroda, A	CELLULAR AND MOLECULAR BIOLOGY, 52, 22-29	2006	3
46	Simultaneous removal of colour, phosphorus and disinfection from treated wastewater using an agent synthesized from amorphous silica and hydrated lime	Yamashita, T; Aketo, T; Minowa, N; Sugimoto, K; Yokoyama, H; Ogino, A; Tanaka, Y	ENVIRONMENTAL TECHNOLOGY, 34, 1017-1025	2013	2
47	A New Subfamily of Polyphosphate Kinase 2 (Class III PPK2) Catalyzes both Nucleoside Monophosphate Phosphorylation and Nucleoside Diphosphate Phosphorylation	Motomura, K; Hirota, R; Okada, M; Ikeda, T; Ishida, T; Kuroda, A	APPLIED AND ENVIRONMENTAL MICROBIOLOGY, 80, 2602-2608	2014	0
44	Stable polyphosphate accumulation by a pseudo-revertant of an Escherichia coli phoU mutant	Hirota, R; Motomura, K; Nakai, S; Handa, T; Ikeda, T; Kuroda, A	BIOTECHNOLOGY LETTERS, 35, 695-701	2013	0
40	Electron Microscopic Analysis of Heat-Induced Leakage of Polyphosphate from a phoU Mutant of Escherichia coli	Kashihara, H; Kang, BM; Omasa, T; Honda, K; Sameshima, Y; Kuroda, A; Ohtake, H	BIOSCIENCE BIOTECHNOLOGY AND BIOCHEMISTRY, 74, 865-868	2010	0
36	Reciprocating-flow ATP amplification system for increasing the number of amplification cycles	Satoh, T; Tsuruta, K; Shinoda, Y; Hirota, R; Noda, K; Kuroda, A; Murakami, Y	ANALYTICAL BIOCHEMISTRY, 395, 161-165	2009	0

(注) 研究実施期間以降 (2009 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 2006-034141	ポリリン酸高蓄積細菌の改良およびその利用	国立大学法人広島大学	黒田 章夫, 大竹久夫	2004/07/23	
特開 2007-143463	大腸菌を用いたリン酸化反応方法	国立大学法人広島大学	黒田 章夫	2005/11/28	特許 4961544

公開番号	発明の名前	出願人	発明者	出願日	登録番号
特開 2007-167762	汚泥処理装置、 有機性廃水処理装置、リンの 生産方法及び 汚泥の生産方法	東和科学株式会社、 大竹 久夫	佐藤 恵一, 舟田 卓見, 大竹 久夫	2005/12/21	特許 4786332
特開 2009-285635	リン回収資材 およびリン回 収方法	小野田化学工業株 式会社	美濃和 信孝	2008/05/30	特許 5201454
特開 2010-132465	有機物焼却灰 からのリン回 収方法及び肥 料の製造方法	国立大学法人広島 大学	黒田 章夫, 廣田 隆一	2008/12/02	
特開 2012-086107	排水の脱リン 脱色消毒剤と 処理方法およ び処理装置	独立行政法人農 業・食品産業技術総 合研究機構, 太平洋 セメント株式会社, 小野田化学工業株 式会社	田中 康男, 山下 恭広, 山田 一 夫, 明戸 剛, 美 濃和 信孝, 荻部 創	2010/10/15	
特開 2011-115184	大腸菌を用い た酵素反応方 法	国立大学法人広島 大学	黒田 章夫	2011/03/22	特許 5168607
特開 2013-006733	リン回収・肥料 化方法	太平洋セメント株 式会社, 小野田化学 工業株式会社	明戸 剛, 野村 幸治, 美濃和 信 孝	2011/06/24	
特開 2012-050975	リン回収材お よびその製造 方法	小野田化学工業株 式会社, 太平洋セメ ント株式会社	明戸 剛, 山田 一夫, 三浦 啓 一, 美濃和 信孝	2011/07/29	
特開 2012-192397	リン回収材お よびその製造 方法	小野田化学工業株 式会社, 太平洋セメ ント株式会社	明戸 剛, 天本 優作, 一坪 幸 輝, 鈴木 務, 美 濃和 信孝, 荻部 創	2011/07/29	
特開 2013-052346	リン回収材	太平洋セメント株 式会社, 小野田化学 工業株式会社	天本 優作, 明戸 剛, 美濃和 信孝	2011/09/05	

公開番号	発明の名前	出願人	発明者	出願日	登録番号
特開 2013-202423	非晶質けい酸カルシウム水和物による排水処理システムおよびその回収物の利用方法	独立行政法人農業・食品産業技術総合研究機構，千葉県，太平洋セメント株式会社，小野田化学工業株式会社	田中 康男，山下 恭広，杉本 清美，長谷川 輝明，明戸 剛，美濃和 信孝	2012/03/27	
特開 2013-244466	リン回収材、リン回収材の製造方法およびリン回収方法	太平洋セメント株式会社，小野田化学工業株式会社	明戸 剛，天本 優作，美濃和 信孝，中村 寛，西村 靖正	2012/05/25	
特開 2013-027865	リン回収・肥料化方法	太平洋セメント株式会社，小野田化学工業株式会社	天本 優作，明戸 剛，野村 幸治，一坪 幸輝，美濃和 信孝，中村 寛，西村 靖正	2012/06/20	

6. 実用化・製品化

- リン回収剤として「リントル」が参加企業の小野田化学工業株式会社から商品化された。
- 事業の成果により、世界に先駆けて産官学連携のリン資源リサイクル推進協議会が設立され、わが国における持続的リン利用の戦略的取り組みが開始された。

7. 報道

研究者名	見出し	報道年月日	媒体
美濃和 信孝	ECO BIZ くりっぷ／太平洋セメントー下水中のリン吸着剤	2011/10/4	日刊工業新聞
美濃和 信孝	脱色・除菌、リン回収	2012/6/6	日本経済新聞
美濃和 信孝	排水中のリン再資源化	2012/8/20	化学工業日報
美濃和 信孝	下水からリン1工程で回収	2013/4/26	日経産業新聞
黒田 章夫	リン資源リサイクル推進協議会、シンポジウムを開催（短信）	2013/10/16	化学工業日報
美濃和 信孝	リン回収システム発売	2013/12/26	化学工業日報
美濃和 信孝	処理場でリンを90%回収	2014/2/26	日本下水道新聞
黒田 章夫	広島大、亜リン酸をリン源にして植物・微生物を選択的に栽培・培養	2014/5/27	日刊工業新聞

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
黒田 章夫	ATP からポリリン酸へ、生命エネルギー進化の逆をたどる分子改変	2009～ 2010 年度	科学研究費 補助金	挑戦 的萌 芽研 究	研究 代表 者	総額：3200 千円, 2009 年度：1600 千円, 2010 年度：1600 千円
黒田 章夫	好熱菌亜リン酸デヒドロゲナーゼを用いたバイオ還元系の確立	2010～ 2012 年度	科学研究費 補助金	基盤 研究 (B)	研究 代表 者	総額：19370 千円, 2010 年度：6630 千円, 2011 年度：6370 千円, 2012 年度：6370 千円
大竹 久夫	多様な未利用資源からリンを分離回収し産業利用するためのバイオプロセス技術の開発	2013～ 2015 年度 (予定)	科学研究費 補助金	基盤 研究 (B)	研究 代表 者	総額：16510 千円, 2013 年度：10400 千円, 2014 年度：6110 千円

9. 受賞歴

研究者	表彰名	受賞対象	受賞年
大竹 久夫	バイオインダストリー協会賞	リンのバイオテクノロジー	2008年
黒田 章夫	広島大学知財貢献賞	2004年の国立大学法人化以降の国内出願件数国内トップ3	2010年
大竹 久夫	環境バイオテクノロジー学会賞	リンのバイオテクノロジー	2010年
美濃和 信孝	平成22年、第47回環境工学研究フォーラム 環境技術・プロジェクト賞	非晶質ケイ酸カルシウム水和物(CSH)添加による畜舎汚水処理水からの色度及びリンの同時除去	2010年
大竹 久夫	第32回 生物工学賞	リンのバイオテクノロジー	2013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
美濃和 信孝	リン回収材の開発	環境バイオテクノロジー学会	筑波市文部科学省研究交流センター	2008/6/25
美濃和 信孝	Heatphos法におけるケイ酸カルシウム水和物を用いたリン回収	化学工学会	東北大学	2008/9/24
美濃和 信孝	ケイ酸カルシウム水和物を用いたリン回収	環境バイオテクノロジー学会	つくば	2008/11/19
美濃和 信孝	非晶質ケイ酸カルシウム水和物を用いた消化汚泥からのリン回収法	第43回日本水環境学会年会	山口大学	2009/3/16
黒田 章夫	微生物によるリンの濃縮と資源化	水環境学会シンポジウム	御茶ノ水	2009/9/15
黒田 章夫	リン・生命エネルギー利用に関する微生物機能開発	東京大学講義	東京大学	2009/11/2
松永 剛一	回収リンを工業用リン酸の原料とする場合の課題	リン資源リサイクル推進協議会第2回シンポジウム	星稜会館	2009/11/20
美濃和 信孝	回収リンの肥料への利用	リン資源リサイクル推進協議会第2回シンポジウム	星稜会館ホール	2009/11/20

研究者	講演名	講演会・シンポジウム名	場所	講演日
古畑 哲	回収リンの肥料利用効果	リン資源リサイクル推進協議会第 2 回シンポジウム	星稜会館ホール	2009/11/20
黒田 章夫	バイオによるリンの濃縮と回収法	リンの濃縮と回収に関するバイオとケミカルのコラボレーションセミナー	早稲田大学	2010/7/2
美濃和 信孝	非晶質ケイ酸カルシウム水和物添加による畜産汚水処理水からの色度およびリンの同時除去	環境工学研究フォーラム	大同大学	2010/11/13
美濃和 信孝	りん資源の特徴と回収リンの利用法～副産リン酸肥料の公定規格、肥料登録申請・留意事項等～	リン回収・再利用技術 販路確保の実際例からリサイクルモデル構築	機械振興会館	2011
美濃和 信孝	非晶質ケイ酸カルシウム水和物を用いたリンの回収と肥料化	リンの回収と実用化ワークショップ	—	2011/6/2
黒田 章夫	還元型リン酸のバイオ利用のための新たな挑戦	生物工学会 2011 年度大会	東京農工大学	2011/9/27
松永 剛一	磷酸プロセスを利用した不用酸類の再資源化(仮題)	電気化学会九州支部 第 2 回幹事会・講演会・見学会	国民宿舎 海峽ビューしものせき	2011/11/7
黒田 章夫	リンのバイオテクノロジー	生物工学会【東日本支部】賀詞交換会	東京	2012/1/27
美濃和 信孝	非晶質ケイ酸カルシウム水和物(CSH)とチオ硫酸ナトリウムを利用した畜舎排水の高度処理技術	日本畜産学会	名古屋大学	2012/3/27 ～30
美濃和 信孝	非晶質ケイ酸カルシウム水和物を用いた消化汚泥脱離液からの革新的リン回収技術の開発および回収機構の解明	化学工学会	大阪大学豊中キャンパス	2013/3/17 ～19

研究者	講演名	講演会・シンポジウム名	場所	講演日
美濃和 信孝	リン肥料の安定確保に向けた課題	環境・エネルギー・社会工学部会シンポジウム	—	2013/3/29
黒田 章夫	リンのバイオテクノロジー	第 10 回リン資源リサイクルシンポジウム	東京証券会館	2013/11/22
美濃和 信孝	—	～排水・汚泥からを中心とした～リン回収・リサイクル技術と適用など最新動向	東京・新お茶の水・連合会館	2014/2/12

第7節 砂糖及びセルロースを原料とする酵素合成アミロースの製造と利用

1. 論文

(1) 和文誌

2009年

- 【1】 鷹羽武史 『デンプンの酵素合成と利用』, 日本食品科学工学会誌, 2009
- 【2】 鷹羽武史 『環境バイオテクノロジー(I)グルコースポリマーの酵素合成と応用』, 生物工学会誌, 2009
- 【3】 北村進一 『アミロースを主成分とするイオン性多糖を含むハイブリッドナノゲルの調製と特性の解析』, Journal of Applied Glycoscience, 2009

2010年

- 【4】 鷹羽武史 『未来産業を支える多糖マテリアル 多糖の酵素合成と産業応用』, 高分子, 2010
- 【5】 鷹羽武史 『応用糖質研究と多糖研究の未来』, Journal of Applied Glycoscience, 2010
- 【6】 北村進一 『多糖類の高次構造と物性・機能に関する研究』, Journal of Applied Glycoscience, 2010

2011年

- 【7】 鷹羽武史 『「多糖の酵素合成と利用」』, 澱粉, 2011

2012年

- 【8】 鷹羽武史 『機能性繊維ヨードアミセル』, 化学と工業, 2012
- 【9】 鷹羽武史 『アミロース/セルロース複合繊維「AMYCEL(アミセル)」の開発と機能』, 機能紙研究会誌, 2012

(2) 英文誌

2007年

- 【10】 Suzuki S., Ying B., Yamane H., Tachi H., Shimahashi K., Ogawa K., Kitamura S., "Surface structure of chitosan and hybrid chitosan-amylose films-restoration of the antibacterial properties of chitosan in the amylose film", Carbohydrate Research, 342, 2490-2493, 2007
- 【11】 Ohdan K., Fujii K., Yanase M., Takaha T., Kuriki T., "Phosphorylase coupling as a tool to convert cellobiose into amylose", Journal of Biotechnology, 127, 496-502, 2007

2008年

- 【12】 Suzuki S., Kitamura S., "Unfrozen water in amylosic molecules is dependent on the molecular structures-A differential scanning calorimetric study", Food Hydrocolloids, 22, 862-867, 2008

2009年

- 【13】 Kitamura S., "Solution Properties of Amylose Tris(Phenylcarbamate): Local Conformation and Chain Stiffness in 1,4-Dioxane and 2-Ethoxyethanol", *Polymer Journal*, 2009
- 【14】 Kitamura S., "Solvent-Dependent Conformation of Amylose Tris(phenylcarbamate) as Deduced from Scattering and Viscosity Data", *Biopolymers*, 2009

2010 年

- 【15】 Kitamura S., "Solution Properties of Amylose Tris(3,5-dimethylphenylcarbamate) and Amylose Tris(phenylcarbamate): Side Group and Solvent Dependent Chain Stiffness in Methyl Acetate, 2-Butanone, and 4-Methyl-2-pentanone", *Macromolecules*, 2010
- 【16】 Kitamura S., "Conformational, Dimensional, and Hydrodynamic Properties of Amylose Tris(n-butylcarbamate) in Tetrahydrofuran, Methanol, and Their Mixtures", *Macromolecules*, 2010
- 【17】 Kitamura S., "A-Type Crystals from Dilute Solutions of Short Amylose Chains", *Biomacromolecules*, 2010
- 【18】 Kitamura S., "Solution properties of amylose tris(n-butylcarbamate). Helical and global conformation in alcohols", *Polymer*, 2010

2012 年

- 【19】 Kitamura S., "Side-Chain-Dependent Helical Conformation of Amylose Alkylcarbamates: Amylose Tris(ethylcarbamate) and Amylose Tris(n-hexylcarbamate)", *Journal of Physical Chemistry B*, 2012
- 【20】 Kitamura S., "Solvent-Dependent Conformation of a Regioselective Amylose Carbamate: Amylose-2-Acetyl-3,6-Bis(Phenylcarbamate)", *Biopolymers*, 2012
- 【21】 Kitamura S., "Conformational change of an amylose derivative in chiral solvents: amylose tris(N-butylcarbamate) in ethyl lactates", *Polym, Chem*, 2012
- 【22】 Kitamura S., "Rigid Cyclic Polymer in Solution: Cycloamylose Tris(phenylcarbamate) in 1,4-Dioxane and 2-Ethoxyethanol", *ACS Macro Letters*, 2012

2013 年

- 【23】 Kitamura S., "Extension of Branched Chain of Amylopectin by Enzymatic Reaction and its Structural Characterization", *Journal of Applied Glycoscience*, 2013
- 【24】 Kitamura S., "Lyotropic Liquid Crystallinity of Amylose Tris(alkylcarbamates): Cholesteric and Smectic Phase Formation in Different Solvents", *Macromolecules*, 2013
- 【25】 Kitamura S., "Solution Properties of a Cyclic Chain Having Tunable Chain Stiffness: Cyclic Amylose Tris(n-Butylcarbamate) in THETA. and Good Solvents", *Macromolecules*, 2013
- 【26】 Kitamura S., "Local Conformation and Intermolecular Interaction of Rigid Ring Polymers Are Not Always the Same as the Linear Analogue: Cyclic Amylose Tris(phenylcarbamate) in Theta Solvents", *Journal of Physical Chemistry B*, 2013

2. 論文数、被引用数および h-index

	2004	2005	2006	2007	2008	2009	2010	2011	2012	2013	2014	h-index (WoS収録分 のみ対象)	
成果論文リスト全体	0	0	0	2	1	5	7	1	6	4	0		6
和文誌	0	0	0	0	0	3	3	1	2	0	0		
英文誌	0	0	0	2	1	2	4	0	4	4	0		
内、WoS収録	0	0	0	2	1	2	4	0	4	3	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、2014年12月~2015年1月中旬にかけて実施し、その結果を掲載。

	2004	2005	2006	2007	2008	2009	2010	2011	2012	2013	2014
被引用数(各年)	0	0	0	0	1	3	12	5	34	26	21
被引用数(累積)	0	0	0	0	1	4	16	21	55	81	102

(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2004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、2014年12月~2015年1月中旬にかけて実施し、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	シェア	順位	機関名	論文数	シェア
1	TERAO K	19	2.4%	1	KYOTO UNIV	37	4.7%
2	CHRISTENSEN BE	17	2.2%	2	OSAKA UNIV	34	4.3%
2	YOSHIZAKI T	17	2.2%	3	OSAKA PREFECTURE UNIV	16	2.0%
4	NAKAMURA Y	16	2.0%	3	WUHAN UNIV	16	2.0%
5	KITAOKA M	15	1.9%	5	CHINESE ACAD SCI	14	1.8%
5	NORISUYE T	15	1.9%	6	SEOUL NATL UNIV	12	1.5%
7	KITAMURA S	14	1.8%	7	NORWEGIAN UNIV SCI TECHNOL	11	1.4%
8	SATO T	13	1.6%	8	KAGOSHIMA UNIV	10	1.3%
9	ZHANG LN	11	1.4%	9	LUND UNIV	9	1.1%
10	OSA M	10	1.3%	9	NATL FOOD RES INST	9	1.1%
11	KADOKAWA J	9	1.1%	9	RUSSIAN ACAD SCI	9	1.1%
11	PARK KH	9	1.1%	9	SLOVAK ACAD SCI	9	1.1%
13	CHEN JZY	8	1.0%	9	UNIV WATERLOO	9	1.1%
13	CIFRA P	8	1.0%	14	FUDAN UNIV	8	1.0%
13	YAMAKAWA H	8	1.0%	14	JIANGNAN UNIV	8	1.0%
16	HAYASHI K	7	0.9%	14	NORWEGIAN UNIV SCI TECHNOL NTNU	8	1.0%
16	IDA D	7	0.9%	14	S CHINA UNIV TECHNOL	8	1.0%
16	KRISTIANSEN KA	7	0.9%	14	UNIV SCI TECHNOL CHINA	8	1.0%
19	BLEHA T	6	0.8%	14	UNIV TOKYO	8	1.0%
19	DESMET T	6	0.8%	20	CHULALONGKORN UNIV	7	0.9%

(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、2014年12月~2015年1月中旬にかけて実施し、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	2005 年～2014 年
条件 2： Web of Science 分野が左記のいずれかに該当	POLYMER SCIENCE CHEMISTRY 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	alpha-glucan phosphorylase cellobiose phosphorylase cycloamylose unfrozen water wormlike chain chain stiffness antibacterial property
検索論文数	790 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、2014 年 12 月～2015 年 1 月中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
11	Phosphorylase coupling as a tool to convert cellobiose into amylose	Ohdan, K; Fujii, K; Yanase, M; Takaha, T; Kuriki, T	JOURNAL OF BIOTECHNOLOGY, 127, 496-502	2007	20
16	Conformational, Dimensional, and Hydrodynamic Properties of Amylose Tris(n-butylcarbamate) in Tetrahydrofuran, Methanol, and Their Mixtures	Terao, K; Murashima, M; Sano, Y; Arakawa, S; Kitamura, S; Norisuye, T	MACROMOLECULES, 43, 1061-1068	2010	11
13	Solution Properties of Amylose Tris(Phenylcarbamate): Local Conformation and Chain Stiffness in 1,4-Dioxane and 2-Ethoxyethanol	Terao, K; Fujii, T; Tsuda, M; Kitamura, S; Norisuye, T	POLYMER JOURNAL, 41, 201-207	2009	11
14	Solvent-Dependent Conformation of Amylose Tris(phenylcarbamate) as Deduced from Scattering and Viscosity Data	Fujii, T; Terao, K; Tsuda, M; Kitamura, S; Norisuye, T	BIOPOLYMERS, 91, 729-736	2009	10
17	A-Type Crystals from Dilute Solutions of Short Amylose Chains	Montesanti, N; Veronese, G; Buleon, A; Escalier, PC; Kitamura, S; Putaux, JL	BIOMACROMOLECULES, 11, 3049-3058	2010	8
18	Solution properties of amylose tris(n-butylcarbamate). Helical and global conformation in alcohols	Sano, Y; Terao, K; Arakawa, S; Ohtoh, M; Kitamura, S; Norisuye, T	POLYMER, 51, 4243-4248	2010	7
21	Conformational change of an amylose derivative in chiral solvents: amylose tris(n-butylcarbamate) in ethyl lactates	Arakawa, S; Terao, K; Kitamura, S; Sato, T	POLYMER CHEMISTRY, 3, 472-478	2012	6
15	Solution Properties of Amylose Tris(3,5-dimethylphenylcarbamate) and Amylose Tris(phenylcarbamate): Side Group and Solvent Dependent Chain Stiffness in Methyl Acetate, 2-Butanone, and 4-Methyl-2-pentanone	Tsuda, M; Terao, K; Nakamura, Y; Kita, Y; Kitamura, S; Sato, T	MACROMOLECULES, 43, 5779-5784	2010	6
22	Rigid Cyclic Polymer in Solution: Cycloamylose Tris(phenylcarbamate) in 1,4-Dioxane and 2-Ethoxyethanol	Terao, K; Asano, N; Kitamura, S; Sato, T	ACS MACRO LETTERS, 1, 1291-1294	2012	5
10	Surface structure of chitosan and hybrid chitosan-amylose films - restoration of the antibacterial properties of chitosan in the amylose film	Suzuki, S; Ying, B; Yamane, H; Tachi, H; Shimahashi, K; Ogawa, K; Kitamura, S	CARBOHYDRATE RESEARCH, 342, 2490-2493	2007	5
26	Local Conformation and Intermolecular Interaction of Rigid Ring Polymers Are Not Always the Same as the Linear Analogue: Cyclic Amylose Tris(phenylcarbamate) in Theta Solvents	Asano, N; Kitamura, S; Terao, K	JOURNAL OF PHYSICAL CHEMISTRY B, 117, 9576-9583	2013	3
25	Solution Properties of a Cyclic Chain Having Tunable Chain Stiffness: Cyclic Amylose Tris(n-butylcarbamate) in Theta and Good Solvents	Terao, K; Shigeuchi, K; Oyamada, K; Kitamura, S; Sato, T	MACROMOLECULES, 46, 5355-5362	2013	3
12	Unfrozen water in amylose molecules is dependent on the molecular structures - A differential scanning calorimetric study	Suzuki, S; Kitamura, S	FOOD HYDROCOLLOIDS, 22, 862-867	2008	3
20	Solvent-dependent conformation of a regioselective amylose carbamate: Amylose-2-acetyl-3,6-bis(phenylcarbamate)	Tsuda, M; Terao, K; Kitamura, S; Sato, T	BIOPOLYMERS, 97, 1010-1017	2012	2
19	Side-Chain-Dependent Helical Conformation of Amylose Alkylcarbamates: Amylose Tris(ethylcarbamate) and Amylose Tris(n-hexylcarbamate)	Terao, K; Maeda, F; Oyamada, K; Ochiai, T; Kitamura, S; Sato, T	JOURNAL OF PHYSICAL CHEMISTRY B, 116, 12714-12720	2012	2
24	Lytropic Liquid Crystallinity of Amylose Tris(alkylcarbamates): Cholesteric and Smectic Phase Formation in Different Solvents (vol 46, pg 4589, 2013)	Oyamada, K; Terao, K; Suwa, M; Kitamura, S; Sato, T	MACROMOLECULES, 46, 5397-5397	2013	0

(注) 研究実施期間以降 (2009 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 2008-037833	ヨウ素含有成型物	関東天然瓦斯開発株式会社, 江崎グリコ株式会社, 三和澱粉工業株式会社	海宝 龍夫, 山口 秀幸, 田口 充, 細谷 佳代, 鷹羽 武史, 砂子 道弘, 高原 純一	2006/08/09	特許 5097368

公開番号	発明の名前	出願人	発明者	出願日	登録番号
特開 2008-280466	非消化性アミロース粒子、その製造方法、ならびにそれを含有する食品、医薬品および医薬部外品	公立大学法人大阪府立大学、江崎グリコ株式会社、三和澱粉工業株式会社	北村 進一, 乾博, 西村 千恵子, 鈴木 志保, 久保 亜希子, 鷹羽 武史, 柳瀬美千代, 高原 純一, 砂子 道弘	2007/05/11	
特開 2010-148407	グルコースを α -1, 4-グルカンに変換する方法	江崎グリコ株式会社	大段 光司, 渡邊浩史, 鷹羽 武史	2008/12/24	特許 5319270
再公表 10-146875	ヨウ素およびアミロースを含有する繊維、その製造法およびその利用	オーミケンシ株式会社、江崎グリコ株式会社、関東天然瓦斯開発株式会社	井上 修, 吉川政敏, 高久 三枝子, 海宝 龍夫, 田口 充, 三瓶春代, 寺田 喜信, 鷹羽 武史	2010/06/17	特許 5496195

6. 実用化・製品化

- 本事業で開発した製造技術によって、酵素合成アミロースの量産化技術を確立した。
- 2013年に酵素合成アミロースなどの製品を販売する会社「株式会社ピーエスバイオテック」が設立された。
- 現在、「株式会社ピーエスバイオテック」から、試薬名「酵素合成アミロース」を販売しており、販売実績もあげている。(株式会社ピーエスバイオテック HP: <http://www.ps-biotec.com/>)

7. 報道

研究者名	見出し	報道年月日	媒体
鷹羽 武史	分子ポケットをもつ高機能繊維『AMYCEL™』の開発に成功	2010/ 2/ 9	江崎グリコ ニュースリリース
鷹羽 武史	オーミケンシと江崎グリコ 「アミセル」を共同開発	2010/2/10	繊維ニュース

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
北村 進一	多糖のナノ材料工学による新産業創成のための基盤研究	2011～ 2013 年度	大阪府立大学先端科学共同研究プロジェクト	—	代表	総額 15,250 千円

9. 受賞歴

研究者	表彰名	受賞対象	受賞年
北村 進一	ポスター賞 , 日本応用糖質科学会	酵素合成アミロースの自己組織化によるナノ構造体の構築	2008 年
北村 進一	学会賞 , 日本応用糖質科学会	多糖類の高次構造と物性・機能に関する研究	2010 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
北村 進一	Conformation and Physical Properties of Linear and Cyclic Amyloses	ICSXXIV International Carbohydrate Symposium	Norway	2008/7
北村 進一	Current Topics in Amylose Science: Beyond Natural	Hokkaido University 特別講演会	北海道大学	2008/10
北村 進一	LINEAR AND CYCLIC AMYLOSES: BEYOND NATURAL	The Carbohydrate as Organic Raw Material V-Building a Sustainable Future	Lisbon	2009/1
北村 進一	Conformation and Functional Properties of Linear and Cyclic Amyloses	Holztechnologie und Holzbiologie	Germany	2009/9
北村 進一	Linear and Cyclic Amyloses: Beyond Natural	食品ハイドロコロイド国際会議	大阪	2009/12
北村 進一	酵素合成アミロースの物性・機能とその利用について	平成 22 年度 日本応用糖質科学会東日本支部ミニシンポジウム	鎌倉芸術館	2010/10/15

研究者	講演名	講演会・シンポジウム名	場所	講演日
北村 進一	酵素合成アミロースの機能と応用	平成 23 年度 日本応用糖質科学会北海道支部シンポジウム	札幌	2012/2/6
北村 進一	Linear and Cyclic Amyloses: Beyond Natural	The First OPU-TKU International Symposium on Chemistry and Materials for the 21st Century	大阪府立大学	2013/11/18

第8節 低アレルゲン大豆加工食品の開発と製造・流通システムの構築

1. 論文

(1) 和文誌

2009年

- 【1】 森山 達哉 『Art v 1 の関与が疑われたセリ科スパイスアレルギーの 1 例』, 皮膚科の臨床, 2009
- 【2】 森山 達哉 『Pollen - Food Allergy Syndrome(PFAS)を発症しうる最近注目の食物アレルゲン』, Journal of Environmental Dermatology and Cutaneous Allergology, 2009
- 【3】 森山 達哉 『ごぼうによる即時型アレルギーと MRI 造影剤であるガドペンテト酸ジメグルミンによる即時型アレルギーを合併した 1 例』, Journal of Environmental Dermatology and Cutaneous Allergology, 2009
- 【4】 森山 達哉 『ローヤルゼリー錠内服後に生じたアナフィラキシーの 1 例』, 日本皮膚科学会雑誌, 2009
- 【5】 森山 達哉 『オオアワガエリとの交叉反応が疑われたライチ,ピスタチオアレルギーの 1 例』, Journal of Environmental Dermatology and Cutaneous Allergology, 2009
- 【6】 森山 達哉 『モモアレルギー原因抗原の検討—モモによるアナフィラキシーショック例とモモを含む多種の果物に対する口腔アレルギー症候群例との比較—』, Journal of Environmental Dermatology and Cutaneous Allergology, 2009
- 【7】 森山 達哉 『豆腐アレルギーの 2 例』, Journal of Environmental Dermatology and Cutaneous Allergology, 2009
- 【8】 森山 達哉 『モモの ImmunoCAP が陰性であった,モモによるアナフィラキシーの 2 例:rPru p1,3,4 を含めた抗原解析』, アレルギー, 2009
- 【9】 森山 達哉 『アレルギー性疾患の発症・進展・重症化の予防に関する研究 食品成分による食物アレルギーの制御に関する研究—食物アレルギー発症抑制及び抗原解析に関する研究—』, 2009
- 【10】 森山 達哉 『おぼろ豆腐や湯葉摂取時のみ症状を認めた豆腐アレルギーの 1 例~豆腐と豆乳の抗原性に関する考察と共に~』, アレルギー, 2009
- 【11】 森山 達哉 『コメ貯蔵時の害虫防除処理および貯穀害虫の摂食がアレルゲンタンパク質に及ぼす影響』, 日本食品科学工学会誌, 2009

2010年

- 【12】 小川正 『日本人の食物アレルギーの現状と対策—大豆アレルギーに対する研究の歩み—』, 総合福祉科学研究, 2010
- 【13】 森山 達哉 『生ニンニクによる即時型アレルギーの 1 例』, Journal of Environmental Dermatology and Cutaneous Allergology, 2010
- 【14】 森山 達哉 『大豆クラス 1 アレルギー 2 例における IgE 反応抗原の検討:Glym5 と Glym6 のサブユニットについて』, 日本皮膚科学会雑誌, 2010
- 【15】 森山 達哉 『牛蒡アレルゲンの同定』, 日本皮膚科学会雑誌, 2010

- 【16】 森山 達哉 『大豆アレルギーにおける大豆プロフィリン Gly m3 の関与について』, アレルギー, 2010
- 【17】 森山 達哉 『豆乳アレルギーの 2 例』, 日本皮膚科学会雑誌, 2010
- 【18】 森山 達哉 『Recent Situation of Food Allergy in Japan and Measures for Patients -Progress in Research on Soybean Allergy-』, 生活衛生, 2010
- 【19】 森山 達哉 『「大豆アレルギーの多様性とそのリスク低減化戦略」～低アレルゲン大豆加工食品の開発と流通システムの構築の試み～』, 食品工業, 2010
- 【20】 森山 達哉 『通常の豆腐では異常なく,おぼろ豆腐や湯葉摂取時のみ症状を認めた 1 例—豆腐と豆乳の抗原性に関する考察とともに—』, 皮膚科の臨床, 2010
- 【21】 森山 達哉 『初回摂取時に症状発現を認めたローヤルゼリーアレルギーの 2 例』, アレルギー, 2010
- 【22】 森山 達哉 『多種の加熱野菜とブリ刺身によるアナフィラキシーショックの 1 例における原因抗原の検討』, Journal of Environmental Dermatology and Cutaneous Allergology, 2010
- 【23】 森山 達哉 『豆腐による口腔アレルギー症候群を疑った 1 例』, Journal of Environmental Dermatology and Cutaneous Allergology, 2010
- 【24】 森山 達哉 『果物類の OAS および豆乳アレルギーに合併したクラス 2 ピーナッツアレルギーの 1 例』, Journal of Environmental Dermatology and Cutaneous Allergology, 2010

2011 年

- 【25】 森山 達哉 『食物アレルギーの現況 最新の食物アレルギー事情とその多様性～新規な食物アレルギーを中心に～』, 食品と科学, 2011
- 【26】 森山 達哉 『米アレルギーの 5 例:米とぎ汁による protein contact dermatitis,米粒や米ぬかによる接触蕁麻疹,米飯摂取による蕁麻疹および食物依存性運動誘発アナフィラキシー』, Journal of Environmental Dermatology and Cutaneous Allergology, 2011
- 【27】 森山 達哉 『初回摂取時に症状が発現したローヤルゼリーアレルギーの 2 例』, アレルギー, 2011
- 【28】 森山 達哉 『皮膚の IgE アレルギー (臨床例) —3)ピーナッツアレルギー—果物類の OAS および豆乳アレルギーとの合併例—』, 皮膚病診療, 2011
- 【29】 森山 達哉 『イカ摂取後に発症したと考えたアニサキスアレルギーの 1 例』, Journal of Environmental Dermatology and Cutaneous Allergology, 2011
- 【30】 森山 達哉 『花粉症患者における交叉反応性野菜・果物特異的 IgE の検出:花粉症から OAS 発症までの経過を追う』, アレルギー, 2011
- 【31】 森山 達哉 『豆腐による口腔アレルギー症候群の 1 例』, アレルギー, 2011
- 【32】 森山 達哉 『クラス 1 およびクラス 2 の両方が関与したと考えた豆乳によるアナフィラキシーの 1 例』, Journal of Environmental Dermatology and Cutaneous Allergology, 2011
- 【33】 森山 達哉 『カモミールティーによるアナフィラキシーの 1 例』, アレルギー, 2011
- 【34】 森山 達哉 『大豆アレルギーでの Gly m4,Gly m5,Gly m6 特異 IgE の重要性と,Gly m5,Gly m6 サブユニット特異 IgE 測定』, アレルギー, 2011
- 【35】 森山 達哉 『大豆アレルギーの多様性と味噌の低アレルゲン性の検証』, 日本醸造協会誌, 2011

- 【36】 森山 達哉 『皮膚の IgE アレルギー〈臨床例〉—10)多種の加熱野菜とブリ刺身によるアナフィラキシーショックの1例における原因抗原の検討』, 皮膚病診療, 2011
- 【37】 森山 達哉 『豆乳アレルギーにおける Gly m4,Gly m3 特異 IgE の重要性について』, Journal of Environmental Dermatology and Cutaneous Allergology, 2011

2012 年

- 【38】 森山 達哉 『先端医学講座 74 イムノブロッティング法によるアレルゲンの抗原解析:原因素材及びリコンビナント・アレルゲンを用いて』, 月刊アレルギーの臨床, 2012
- 【39】 森山 達哉 『食品素材の新規アレルゲンリスクについて』, 日本食品新素材研究会誌, 2012
- 【40】 森山 達哉 『植物性食品素材による新たな食物アレルギーリスク』, 明日の食品産業, 2012
- 【41】 森山 達哉 『モヤシ摂取によりアナフィラキシー症状をきたした pollen - food allergy syndrome の1例』, アレルギー, 2012
- 【42】 森山 達哉 『ひまわりの種入り菓子によるアナフィラキシーの1例』, 日本皮膚科学会雑誌, 2012
- 【43】 森山 達哉 『染毛剤ヘナによる職業性接触蕁麻疹発症後,多種の野菜による即時型アレルギーを併発した1例』, Journal of Environmental Dermatology and Cutaneous Allergology, 2012
- 【44】 森山 達哉 『口腔アレルギー症候群』, アレルギー, 2012
- 【45】 森山 達哉 『豆乳による口腔アレルギー症候群の2例』, 皮膚科の臨床, 2012
- 【46】 森山 達哉 『モモのアレルギーはどこまでわかっているか』, 月刊食生活, 2012
- 【47】 森山 達哉 『大豆アレルギーにおける Gly m4,Gly m5,Gly m6 特異 IgE の重要性および Gly m5,Gly m6 サブユニット特異 IgE について』, Journal of Environmental Dermatology and Cutaneous Allergology, 2012
- 【48】 森山 達哉 『リコンビナント・アレルゲン及び抗アレルゲン抗体を用いた抗原解析』, アレルギー, 2012
- 【49】 森山 達哉 『味噌製造を家業とする兄弟における麹菌アレルギー』, Journal of Environmental Dermatology and Cutaneous Allergology, 2012
- 【50】 森山 達哉 『イカ摂取により発症したと考えたアニサキスアレルギーの1例—Ani s1,2 および 12 ならびにトロポニン C の陽性例—』, アレルギー, 2012
- 【51】 森山 達哉 『大豆アレルギーの多様性と発酵大豆食品の低アレルゲン性』, 温古知新, 2012

2013 年

- 【52】 森山 達哉 『新規モモアレルゲン Snakin の同定:本邦モモアレルギーの重症マーカーか?』, アレルギー, 2013
- 【53】 森山 達哉 『ひまわりの種によるアナフィラキシーの1例』, アレルギー, 2013
- 【54】 森山 達哉 『食物アレルギーマニユアル スパイスアレルギー』, Monthly Book Derma., 2013
- 【55】 森山 達哉 『新規モモアレルゲン Pur p7:特異抗体による定量とリコンビナント抗原の作製』, アレルギー, 2013
- 【56】 森山 達哉 『ソーマチンライクプロテインがアレルゲン候補分子と疑われたゴボウアレルギーの1例』, アレルギー, 2013

- 【57】 森山 達哉 『小豆による即時型アレルギーの 2 例』, *Journal of Environmental Dermatology and Cutaneous Allergy*, 2013

2014 年

- 【58】 森山 達哉 『リンゴにおける Pru p7 様アレルギーの同定』, *アレルギー*, 2014
【59】 森山 達哉 『成人における大豆アレルギー追加報告 14 例のまとめ』, *アレルギー*, 2014
【60】 森山 達哉 『花粉—食物アレルギー症候群—花粉症に関連する新規の食物アレルギー』, *臨床栄養*, 2014

(2) 英文誌

2008 年

- 【61】 Morishita N., Kamiya K., Matsumoto T., Sakai S., Teshima R., Urisu A., Moriyama T., Ogawa T., Akiyama H., Morimatsu F., "Reliable enzyme-linked immunosorbent assay for the determination of soybean proteins in processed foods", *Journal of Agricultural and Food Chemistry*, 56, 6818-6824, 2008

2009 年

- 【62】 Adachi A., Horikawa T., Shimizu H., Sarayama Y., Ogawa T., Sjolander S., Tanaka A., Moriyama T., "Soybean β -conglycinin as the main allergen in a patient with food-dependent exercise-induced anaphylaxis by tofu: Food processing alters pepsin resistance", *Clinical and Experimental Allergy*, 39, 167-173, 2009

2010 年

- 【63】 Moriyama T., "Immunological Characterization of Polyclonal Antisera Prepared Against Recombinant Rice RAG2 and Its Application in Detection of 14-16kDa .ALPHA.-amylase/trypsin Inhibitors from Processed Foods", *Food Science and Technology Research*, 2010

2011 年

- 【64】 Moriyama T., "Immunoblotting Analysis of nsLTP1 in Cereal Grains with Antiserum Raised against Recombinant Rice nsLTP1", *Food Science and Technology Research*, 2011
【65】 Moriyama T., "Major royal jelly protein 3 as a possible allergen in royal jelly-induced anaphylaxis", *Journal of Dermatology*, 2011

2013 年

- 【66】 Ogawa T., "Hypoallergenicity and Immunological Characterization of Enzyme-Treated Royal Jelly from *Apis mellifera*", *Bioscience, Biotechnology, and Biochemistry*, 2013
【67】 Moriyama T., "Effect of Gamma Irradiation on Soybean Allergen Levels", *Bioscience, Biotechnology, and Biochemistry*, 2013

- 【68】 Moriyama T., "Hypoallergenicity of Various Miso Pastes Manufactured in Japan", Journal of Nutritional Science and Vitaminology, 2013

2014年

- 【69】 Moriyama T., "Three Cases of Oral Allergy Syndrome Due to Walnut: Detection of IgE-Binding Walnut Proteins", Journal of Environmental Dermatology and Cutaneous Allergology, 2014

2. 論文数、被引用数および h-index

	2004	2005	2006	2007	2008	2009	2010	2011	2012	2013	2014	h-index (WoS収録分のみ対象)
成果論文リスト全体	0	0	0	0	1	12	14	15	14	9	4	
和文誌	0	0	0	0	0	11	13	13	14	6	3	
英文誌	0	0	0	0	1	1	1	2	0	3	1	
内、WoS収録	0	0	0	0	1	1	1	2	0	3	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、2014年12月~2015年1月中旬にかけて実施し、その結果を掲載。

	2004	2005	2006	2007	2008	2009	2010	2011	2012	2013	2014
被引用数(各年)	0	0	0	0	0	2	8	9	8	8	11
被引用数(累積)	0	0	0	0	0	2	10	19	27	35	46

(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2004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、2014年12月~2015年1月中旬にかけて実施し、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	シェア	順位	機関名	論文数	シェア
1	YANG XQ	32	2.4%	1	CHINA AGR UNIV	55	4.1%
2	TANG CH	26	1.9%	2	S CHINA UNIV TECHNOL	52	3.9%
3	CHANG SKC	23	1.7%	3	IOWA STATE UNIV	30	2.2%
4	CORREDIG M	20	1.5%	3	JIANGNAN UNIV	30	2.2%
4	ONO T	20	1.5%	5	KYOTO UNIV	29	2.2%
6	LI LT	17	1.3%	6	UNIV GUELPH	28	2.1%
6	UTSUMI S	17	1.3%	7	CHINESE ACAD AGR SCI	23	1.7%
8	DE MEJIA EG	15	1.1%	7	N DAKOTA STATE UNIV	23	1.7%
8	JOHNSON LA	15	1.1%	9	CSIC	21	1.6%
8	MURPHY PA	15	1.1%	9	UNIV ILLINOIS	21	1.6%
11	CHEN YM	14	1.0%	11	NATL TAIWAN UNIV	20	1.5%
11	MARUYAMA N	14	1.0%	12	AGR AGRI FOOD CANADA	19	1.4%
13	ANON MC	13	1.0%	13	IWATE UNIV	17	1.3%
14	CHENG YQ	12	0.9%	14	UNIV MISSOURI	15	1.1%
14	LI Y	12	0.9%	15	ARS	14	1.0%
16	CAO MJ	11	0.8%	15	FUJI OIL CO LTD	14	1.0%
16	HUA YF	11	0.8%	15	NANJING AGR UNIV	14	1.0%
16	KRISHNAN HB	11	0.8%	18	CHINESE ACAD SCI	13	1.0%
16	LIU ZS	11	0.8%	18	HOKKAIDO UNIV	13	1.0%
16	MORIYAMA T	11	0.8%	18	JAPAN INT RES CTR AGR SC	13	1.0%

(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、2014 年 12 月~2015 年 1 月中旬にかけて実施し、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	2007 年~2014 年
条件 2 : Web of Science 分野が左記のいずれかに該当	FOOD SCIENCE TECHNOLOGY CHEMISTRY
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	allergenic protein pepsin-digestion soy milk polyclonal antisera p34 polyclonal antiserum royal jelly beta-conglycinin tofu immunoblotting analysis
検索論文数	1,348 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、2014 年 12 月~2015 年 1 月中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
62	Soybean beta-conglycinin as the main allergen in a patient with food-dependent exercise-induced anaphylaxis by tofu: food processing alters pepsin resistance	Adachi, A; Horikawa, T; Shimizu, H; Sarayama, Y; Ogawa, T; Sjolander, S; Tanaka, A; Moriyama, T	CLINICAL AND EXPERIMENTAL ALLERGY, 39, 167-173	2009	22
61	Reliable enzyme-linked immunosorbent assay for the determination of soybean proteins in processed foods	Morishita, N; Kamiya, K; Matsumoto, T; Sakai, S; Teshima, R; Urisu, A; Moriyama, T; Ogawa, T; Akiyama, H; Morimatsu, F	JOURNAL OF AGRICULTURAL AND FOOD CHEMISTRY, 56, 6818-6824	2008	20
63	Immunological Characterization of Polyclonal Antisera Prepared Against Recombinant Rice RAG2 and Its Application in Detection of 14-16 kDa alpha-amylase/trypsin Inhibitors from Processed Foods	Lang, GH; Ohba, M; Kawamoto, S; Yoza, K; Moriyama, T; Kitta, K	FOOD SCIENCE AND TECHNOLOGY RESEARCH, 16, 599-606	2010	3
66	Hypoallergenicity and Immunological Characterization of Enzyme-Treated Royal Jelly from Apis mellifera	Moriyama, T; Yanagihara, M; Yano, E; Kimura, G; Seishima, M; Tani, H; Kanno, T; Nakamura-Hirota, T; Hashimoto, K; Tatefuji, T; Ogawa, T; Kawamura, Y	BIOSCIENCE BIOTECHNOLOGY AND BIOCHEMISTRY, 77, 789-795	2013	1
64	Immunoblotting Analysis of nsLTP1 in Cereal Grains with Antiserum Raised against Recombinant Rice nsLTP1	Lang, GH; Kagiya, Y; Ohnishi-Kameyama, M; Kawamoto, S; Moriyama, T; Kitta, K	FOOD SCIENCE AND TECHNOLOGY RESEARCH, 17, 499-504	2011	1
67	Effect of Gamma Irradiation on Soybean Allergen Levels	Moriyama, T; Yano, E; Kitta, K; Kawamoto, S; Kawamura, Y; Todoriki, S	BIOSCIENCE BIOTECHNOLOGY AND BIOCHEMISTRY, 77, 2371-2377	2013	0
68	Hypoallergenicity of Various Miso Pastes Manufactured in Japan	Moriyama, T; Yano, E; Suemori, Y; Nakano, K; Zaima, N; Kawamura, Y	JOURNAL OF NUTRITIONAL SCIENCE AND VITAMINOLOGY, 59, 462-469	2013	0
65	Major royal jelly protein 3 as a possible allergen in royal jelly-induced anaphylaxis	Mizutani, Y; Shibuya, Y; Takahashi, T; Tsunoda, T; Moriyama, T; Seishima, M	JOURNAL OF DERMATOLOGY, 38, 1079-1081	2011	0

(注) 研究実施期間以降 (2009 年以降) の論文については、網掛けで表示している。

5. 特許

該当なし。

6. 実用化・製品化

- アレルゲンを低減化した大豆品種 (なごみまる) を用いて味噌、即席味噌汁、納豆、クッキーを製造した。
- 低アレルゲン化味噌 (試作品) 及びその開発・流通販売に関わる合名会社「低アレルギー食品開発研究所」を設立した。

7. 報道

研究者名	見出し	報道年月日	媒体
小川 正, 森山 達哉	BRAIN 委託研究で低アレルゲン大豆加工食品、低アレルゲン食品に特化したベンチャーを 09 年度内に設立へ	2009/8/3	日経バイオテク
森山 達哉	“日本一の味噌”を味わう みそ健康づくり委員会、逸品集め試食会開催	2010/12/3	日本食糧新聞
森山 達哉	ヘルシーな「みそ」注目、試食会で楽しむ 大阪・中央区で食育セミナー	2011/2/7	産経新聞 大阪朝刊
森山 達哉	健康づくり、みそ役立てて 県味噌醤油工業協同組合、3月4日に秋田市でセミナー	2011/2/25	秋田魁新報 朝刊

研究者名	見出し	報道年月日	媒体
森山 達哉	秋田市で「みそ健康セミナー」 大豆食品の効果、講演通じて学ぶ	2011/3/5	秋田魁新報 朝刊
森山 達哉	P1-21-2 カモミールティーによるアナフィラキシーの1例	2011/5/14	JAPIC 医薬品情報データベース (学会演題情報)
森山 達哉	症例報告 初回摂取時に症状が発現したローヤルゼリーアレルギーの2例; TWO CASES OF ROYAL JELLY ALLERGY PROVOKED THE SYMPTOMS AT THE TIME OF THEIR FIRST INTAKE	2011/6/1	JAPIC 医薬品情報データベース (医薬文献情報)
森山 達哉	60 米アレルギーの5例:米とぎ汁による protein contact dermatitis,米粒や米ぬかによる接触蕁麻疹,米飯摂取による蕁麻疹および食物依存性運動誘発アナフィラキシー	2011/7/16	JAPIC 医薬品情報データベース (学会演題情報)
森山 達哉	症例 豆乳による口腔アレルギー症候群の2例	2012/3/1	JAPIC 医薬品情報データベース (医薬文献情報)
森山 達哉	中央味噌研究所、研究委託・助成報告会 「乾燥おかからの香煎代替利用」など21件	2012/3/16	日本食糧新聞
森山 達哉	P-172 ひまわりの種によるアナフィラキシーの1例	2013/5/11	JAPIC 医薬品情報データベース (学会演題情報)
森山 達哉	「凍り豆腐は大豆クラス2 食物アレルギーのリスクが低減された大豆食品 -近大」 http://news.mynavi.jp/news/2013/10/25/041/	2013/10/25	マイナビニュース (テクノロジー)
森山 達哉	NPO、食物アレルギーフォーラム	2014/1/29	日刊速報 冷食タイムス
森山 達哉	給食で危険症状15人 過去5年 アレルギー対応調査へ=山形	2014/4/1	東京読売新聞 朝刊
森山 達哉	山田養蜂場-近畿大、酵素分解ローヤルゼリーの低アレルギー性確認	2014/4/3	化学工業日報
森山 達哉	山田養蜂場 酵素分解R Jの新知見	2014/4/10	健康産業流通新聞

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
森山 達哉	味噌の低アレルギー性と健康機能性の実証	2009 年度	中央味噌研究所 研究助成	一般研究助成	研究代表者	1000 千円
森山 達哉	花粉症と関連する主要農作物中のクラス 2 食物アレルギーの変動解析	2010～2012 年度	科学研究費補助金	基盤研究 (C)	研究代表者	総額：4420 千円, 2010 年度：1950 千円, 2011 年度：1560 千円, 2012 年度：910 千円
森山 達哉	味噌の低アレルギー性と健康機能性の実証	2010 年度	中央味噌研究所 研究助成	一般研究助成	研究代表者	1000 千円
森山 達哉	経皮感作しうる食品タンパク質のアレルギー性評価	2013～2016 年度	科学研究費補助金	基盤研究 (C)	研究代表者	2013 年度：1950 千円, 2014 年度：1560 千円, 2015 年度：1430 千円

9. 受賞歴

研究者	表彰名	受賞対象	受賞年
森山 達哉	平成 23 年度 日本皮膚アレルギー・接触皮膚炎学会誌年間最優秀論文賞	「クラス 1 およびクラス 2 の両方が関与したと考えた豆乳によるアナフィラキシーの 1 例」 Journal of environmental dermatology and cutaneous allergology (2011)	2012 年

研究者	表彰名	受賞対象	受賞年
森山 達哉	平成 24 年度 日本皮膚アレルギー・接触皮膚炎学会誌年間最優秀論文賞	「大豆アレルギーにおける Gly m4, Gly m5, Gly m6 特異 IgE の重要性および Gly m5, Gly m6 サブユニット特異 IgE について」 Journal of environmental dermatology and cutaneous allergology 6(2), 60-66) (2012)	2013 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
森山 達哉	大豆中の花粉症関連アレルゲン(Glym3, Glym4)のクローニングと特性解析	第 48 回 日本栄養・食糧学会 近畿支部大会	京都女子大学	2009/11/8
森山 達哉	大豆中の花粉症関連アレルゲン(Glym3, Glym4)のクローニングと特性解析	日本農芸化学会 大会	東京大学	2010/3/27 ～30
森山 達哉	味噌はスーパー大豆食品 - 低アレルゲン性と健康機能の実証 -	みそ健康セミナー	—	2011/3/4
森山 達哉	大豆：余分な脂肪と「さよなら」する	第 37 回化学と生物シンポジウム	京都大学百年時計台記念館ホール	2011/3/24
森山 達哉	大人でも要注意！新しい食物アレルギーのお話	公開講座（奈良）講演	奈良	2012/4/1
森山 達哉	リコンビナント・アレルゲン及び抗アレルゲン抗体を用いた抗原解析	第 24 回 日本アレルギー学会春季臨床大会 シンポジウム	大阪国際会議場	2012/5/12 ～13
森山 達哉	リコンビナント・アレルゲン及び抗アレルゲン抗体を用いた抗原解析	第 24 回日本アレルギー学会春季臨床大会シンポジウム	大阪	2012/5/12
森山 達哉	スパイスのアレルゲン性と健康機能性	第 15 回 スパイス・ハーブ研究成果セミナー	—	2012/7/4
森山 達哉	食品素材の新規アレルゲンリスクについて	第 55 回 食品新素材研究会	京都テルサ 西館 3F 第一会議室	2012/7/17

研究者	講演名	講演会・シンポジウム名	場所	講演日
森山 達哉	クラス1およびクラス2の両方が関与したと考えた豆乳によるアナフィラキシーの1例	日本皮膚アレルギー学会論文賞受賞講演	—	2012/7/14
森山 達哉	食品素材の新規アレルギーリスクについて	第55回 食品新素材研究会 特別講演	京都	2012/7/17
森山 達哉	大豆クラス2食物アレルギー Glym4の精製、特性解析及びモノクローナル抗体作製	日本農芸化学会大会2013年3月	仙台	2013/3/1
森山 達哉	食物アレルギーの多様性:花粉症関連の食物アレルギーを中心に	第60回日本栄養改善学会学術総会 研究自由集会(栄養士食物アレルギー研究会)	神戸ポートピアホテル	2013/9/12
森山 達哉	知ってナットク!日本食素材の健康機能	農学部公開講座(名古屋)近畿大学農学部公開講座「食べ物と健康」	名古屋マリオットアソシアホテル	2013/10/19
森山 達哉	日本食の中心素材:大豆と味噌の健康機能性	関西味噌生販協議会総会特別講演	ホテルグランヴィア大阪	2013/10/22
小川正	我が国の食物アレルギー対策の現状(食品素材供給の立場から)	食の安全と安心フォーラムVII ~我が国における食物アレルギーのリスク管理と低減化策	東京大学農学部キャンパス中島董一郎記念ホール	2014/2/2
森山 達哉	新しいタイプの食物アレルギーとその発症リスク変動	食の安全と安心フォーラムVII	東京大学農学部キャンパス中島董一郎記念ホール	2014/2/2
森山 達哉	野菜と豆で健康に	京都府京丹波町 健康講座	京丹波町 瑞穂保健福祉センター	2014/2/26
小川 正	食物アレルギーの現状(多様化と交差問題)と課題	食物アレルギーの現状と対策セミナー	じばさん三重	2014/8/2
森山 達哉	穀類による食物アレルギー:大豆アレルギーを中心に	第29回日本ゴマ科学会大会のご案内ーゴマの魅力を伝えるー	近畿大学東大阪キャンパス、ブロッサムカフェ多目的ホール	2014/10/4

第9節 電気化学計測技術を用いた受精卵品質評価システムの開発と実用化

1. 論文

(1) 和文誌

2010年

- 【1】 阿部宏之 『異なる成熟培地により得られた体外成熟卵母細胞のミトコンドリア機能への影響』, *Journal of Mammalian Ova Research*, 2010
- 【2】 阿部宏之 『内因性酸化ストレス亢進によるマウス着床前胚の発生段階に依存した分裂停止および細胞死の解析』, *生化学*, 2010
- 【3】 阿部宏之 『宇宙環境下における生殖・継世代研究の展開—VI』, *宇宙利用シンポジウム*, 2010
- 【4】 阿部宏之 『水溶性プルランフィルムを用いたブタ体内発育胚のガラス化保存後の生存性』, *神奈川県畜産技術センター研究報告*, 2010
- 【5】 阿部宏之 『選択的単一胚移植(e-SET)における day3 胚の呼吸量測定の試み』, *Journal of Mammalian Ova Research*, 2010
- 【6】 阿部宏之 『電気化学的呼吸計測技術におけるヒト胚クオリティー評価と安全性』, *日本受精着床学会雑誌*, 2010
- 【7】 阿部宏之 『SOD1 欠損による内因性酸化ストレスは胚発生過程に依存して 2 細胞期発生停止もしくは細胞死を引き起こす』, *生化学*, 2010
- 【8】 阿部宏之 『呼吸活性を指標とした胚の品質評価—マウス胚移植試験の成績と産子の正常性について』, *産婦人科の実際*, 2010
- 【9】 阿部宏之 『移植胚選別困難例における胚呼吸量測定の有用性』, *日本生殖医学会雑誌*, 2010
- 【10】 阿部宏之 『超高精度細胞呼吸計測技術を応用したウシ受精卵ミトコンドリア機能に影響する血清因子の解析』, *Journal of Reproduction and Development*, 2010
- 【11】 阿部宏之 『電気化学計測技術を応用したヒト胚クオリティー評価』, *日本生殖医学会雑誌*, 2010
- 【12】 阿部宏之 『単一胚移植のための胚呼吸量測定について』, *日本生殖医学会雑誌*, 2010
- 【13】 阿部宏之 『選択的単一胚移植(eSET)における移植胚選別困難例に対する呼吸量測定の有用性』, *産婦人科の実際*, 2010

2011年

- 【14】 阿部宏之 『マウス初期胚におけるミトコンドリア呼吸機能の多項目解析』, *Journal of Reproduction and Development*, 2011
- 【15】 阿部宏之 『臨床応用を目的とした大動物モデルにおける新規臍島評価法の有用性に関する検証』, *移植*, 2011
- 【16】 阿部宏之 『ブタ体内発育胚の呼吸量とその後の発育能』, *Journal of Mammalian Ova Research*, 2011
- 【17】 阿部宏之 『個別培養システムを用いたウシ胚の呼吸能解析』, *Journal of Mammalian Ova Research*, 2011
- 【18】 阿部宏之 『凍結施行前と融解後における胚盤胞の形態および呼吸量の比較検討』, *日本生殖*

医学会雑誌, 2011

- 【19】 阿部宏之 『卵子のエイジング III.胚の非侵襲的評価法 9.走査型電気化学顕微鏡を用いた胚の評価法』, 産科と婦人科, 2011
- 【20】 阿部宏之 『振動が豚胚の生存性に与える影響』, Journal of Reproduction and Development, 2011
- 【21】 阿部宏之 『超高感度電気化学イメージング技術を応用したヒト生殖細胞クオリティー診断装置の開発』, 新しい医療機器研究, 2011
- 【22】 阿部宏之 『卵子のエイジング III.胚の非侵襲的評価法 10.体外培養卵子の評価—臨床応用』, 産科と婦人科, 2011
- 【23】 阿部宏之 『水溶性プルランフィルムを用いて超急速ガラス化保存したウシ体外生産胚のストロー内一段階希釈法の検討』, 日本胚移植学雑誌, 2011
- 【24】 阿部宏之 『ヒト凍結融解胚盤胞の呼吸量測定 呼吸活性の高い凍結融解胚の選別を目指して』, 産婦人科の実際, 2011
- 【25】 阿部宏之 『呼吸量測定による凍結融解胚盤胞の品質評価』, Journal of Mammalian Ova Research, 2011
- 【26】 阿部宏之 『マウス卵子の排卵後加齢における遺伝子発現と酸素消費量との関連』, 日本産科婦人科学会雑誌, 2011
- 【27】 阿部宏之 『凍結施行前と融解後における胚盤胞の呼吸量変化の比較検討』, 日本生殖医学会雑誌, 2011
- 【28】 阿部宏之 『電気化学計測技術を応用したヒト卵丘細胞 - 卵子複合体の呼吸能解析』, 産婦人科の実際, 2011

2012年

- 【29】 阿部宏之 『マウス初期胚におけるシトクロム c オキシダーゼ遺伝子の発現解析』, Journal of Reproduction and Development, 2012
- 【30】 阿部宏之 『ウシ初期胚におけるミトコンドリア呼吸機能解析:シトクロム c オキシダーゼ遺伝子発現の解析』, Journal of Mammalian Ova Research, 2012
- 【31】 阿部宏之 『ウシ初期胚におけるシトクロム c オキシダーゼ遺伝子の発現解析』, Journal of Reproduction and Development, 2012
- 【32】 阿部宏之 『MVAC 法を用いてガラス化保存したブタ体内発育胚の呼吸量と生存性』, Journal of Mammalian Ova Research, 2012

2013年

- 【33】 阿部宏之 『マウス胚におけるシトクロム c オキシダーゼ(COX)遺伝子発現とミトコンドリア呼吸機能の解析』, Journal of Mammalian Ova Research, 2013
- 【34】 阿部宏之 『単一ブタ胚におけるシトクロム c オキシダーゼ mRNA の検出』, Journal of Reproduction and Development, 2013
- 【35】 阿部宏之 『マウス初期胚におけるミトコンドリア呼吸機能とシトクロム c オキシダーゼ遺伝子発現の解析』, 日本生殖医学会雑誌, 2013
- 【36】 阿部宏之 『ウシ初期発生におけるミトコンドリア呼吸機能解析:シトクロム c オキシダーゼ

遺伝子の発現解析』, 日本生殖医学会雑誌, 2013

- 【37】 阿部宏之 『長期保存ウシ卵巣から採取した卵子の品質評価とミトコンドリア呼吸機能解析』, *Journal of Reproduction and Development*, 2013
- 【38】 阿部宏之 『ウシ胚におけるシトクロム c オキシダーゼ(COX)mRNA の解析』, *Journal of Mammalian Ova Research*, 2013
- 【39】 阿部宏之 『細胞呼吸計測技術を応用した胚品質評価システムの開発』, 日本胚移植学雑誌, 2013
- 【40】 阿部宏之 『牛胚の呼吸量と凍結融解後の受胎率との関係』, 日本胚移植学雑誌, 2013
- 【41】 阿部宏之 『異なる遺伝的背景をもつマウス胚の発生能とミトコンドリア機能の解析』, *Journal of Reproduction and Development*, 2013
- 【42】 阿部宏之 『マウス初期発生における呼吸鎖複合体 IV 遺伝子発現とミトコンドリア呼吸機能の解析』, *Journal of Reproduction and Development*, 2013
- 【43】 阿部宏之 『異なるマウス系統における胚発生とミトコンドリア呼吸機能の解析』, *Journal of Mammalian Ova Research*, 2013

2014 年

- 【44】 阿部宏之 『生殖医学研究の最前線 酸素消費測定による胚の品質評価—超高感度細胞呼吸測定装置の開発と不妊治療における臨床応用』, 医学のあゆみ, 2014
- 【45】 阿部宏之 『生殖医療の進歩と課題—安全性の検証から革新的知見まで ART における新技術 酸素消費と胚評価』, 臨床婦人科産科, 2014
- 【46】 阿部宏之 『ウシ胚におけるシトクロム c オキシダーゼ(呼吸鎖複合体 IV)mRNA の発現解析』, 日本生殖医学会雑誌, 2014
- 【47】 阿部宏之 『単一ブタ体内受精胚におけるシトクロム c オキシダーゼ mRNA の検出』, 日本生殖医学会雑誌, 2014

(2) 英文誌

2008 年

- 【48】 Abe H., "Evaluating the embryo quality with a non-invasive and highly sensitive measurement of respiration activity by scanning electrochemical microscopy. The Korean Society of Embryo Transfer", *J. Emb. Transf.*, 23, 29-37, 2008
- 【49】 Utsunomiya T., Goto K., Nasu M., Kumasako Y., Araki Y., Yokoo M., Itoh-Sasaki T., Abe H., "Evaluating the quality of human embryos with a measurement of oxygen consumption by scanning electrochemical microscopy.", *Journal of Mammalian Ova Research*, 25, 2-7, 2008
- 【50】 9.Abe H., Yokoo M., Itoh-Sasaki T., Nasu M., Goto K., Kumasako Y., Araki Y., Shiku H., Matsue T., Utsunomiya T., "Measurement of the respiratory activity of single human embryos by scanning electrochemical microscopy.", *Trans, of MRS-J*, 33, 759-762, 2008
- 【51】 10.Yokoo M., Itoh-Sasaki T., Shiku H., Matsue T., Abe H., "Multiple analysis of respiratory activity in the identical oocytes by applying scanning electrochemical microscopy.", *Trans, of MRS-J*, 33, 763-766, 2008

2009 年

- 【52】 Murakawa H., Aono N., Tanaka T., Kikuchi H., Yoshida H., Yoshida H., Yokoo M., Abe H., "Morphological evaluation and measurement of the respiration activity of cumulus-oocyte complexes to assess oocyte quality", *Journal of Mammalian Ova Research*, 26, 32-41, 2009

2010 年

- 【53】 Abe H., "Viability of Porcine Embryos after Vitrification Using Water-soluble Pullulan Films", *Journal of Reproduction and Development*, 2010
- 【54】 Abe H., "Intrinsic oxidative stress causes either 2-cell arrest or cell death depending on developmental stage of the embryos from SODI-deficient mice", *Molecular Human Reproduction*, 2010

2011 年

- 【55】 Abe H., "Monitoring oxygen consumption of single mouse embryos using an integrated electrochemical microdevice", *Biosensors & Bioelectronics*, 2011

2012 年

- 【56】 Abe H., "Analysis of Respiratory Activity in the Oocytes Using by Electrochemical Measurement System", *Journal of Mammalian Ova Research*, 2012

2013 年

- 【57】 Abe H., "Respiratory Activity of Single Blastocysts Measured by Scanning Electrochemical Microscopy: the Relationship between Pre-freezing and Post-warming", *Journal of Mammalian Ova Research*, 2013

2014 年

- 【58】 Abe H., "Relationships between oxygen consumption rate, viability and subsequent development of in vivo-derived porcine embryos", *Theriogenology*, 2014

2. 論文数、被引用数および h-index

	2004	2005	2006	2007	2008	2009	2010	2011	2012	2013	2014	h-index (WoS収録分 のみ対象)	
成果論文リスト全体	0	0	0	0	4	1	15	16	5	12	5		2
和文誌	0	0	0	0	0	0	13	15	4	11	4		
英文誌	0	0	0	0	4	1	2	1	1	1	1		
内、WoS収録	0	0	0	0	0	0	2	1	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。

	2004	2005	2006	2007	2008	2009	2010	2011	2012	2013	2014
被引用数(各年)	0	0	0	0	0	0	0	2	4	8	5
被引用数(累積)	0	0	0	0	0	0	0	2	6	14	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2004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、2014年12月~2015年1月中旬にかけて実施し、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	シェア	順位	機関名	論文数	シェア
1	MATSUE T	21	4.4%	1	TOHOKU UNIV	21	4.4%
1	SHIKU H	21	4.4%	2	RHEIN WESTFAL TH AACHEN	14	2.9%
3	BUCHS J	17	3.5%	3	SEOUL NATL UNIV	12	2.5%
4	ABE H	16	3.3%	4	CHINESE ACAD SCI	7	1.5%
5	LEE BC	10	2.1%	4	CHUNGBUK NATL UNIV	7	1.5%
6	HOSHI H	8	1.7%	4	PURDUE UNIV	7	1.5%
6	YASUKAWA T	8	1.7%	4	UNIV MISSOURI	7	1.5%
8	HWANG WS	7	1.5%	4	YAMAGATA UNIV	7	1.5%
8	INO K	7	1.5%	9	UNIV TOKYO	6	1.2%
8	KANG SK	7	1.5%	10	RES INST FUNCT PEPTIDES	5	1.0%
8	KIM JH	7	1.5%	10	RUSSIAN ACAD SCI	5	1.0%
8	KOO OJ	7	1.5%	10	UNIV AUTONOMA BARCELONA	5	1.0%
13	PRATHER RS	6	1.2%	10	UNIV MURCIA	5	1.0%
13	YOKOO M	6	1.2%	14	EGE UNIV	4	0.8%
15	ANDERLEI T	5	1.0%	14	HARVARD UNIV	4	0.8%
15	ANONYMOUS	5	1.0%	14	HOKKAIDO UNIV	4	0.8%
15	GALLEZ B	5	1.0%	14	KYUNG HEE UNIV	4	0.8%
15	HOSSEIN MS	5	1.0%	14	NATL INST AGROBIOL SCI	4	0.8%
15	JEONG YW	5	1.0%	14	NATL INST ANIM HLTH	4	0.8%
15	KIM S	5	1.0%	14	NATL INST ENVIRONM STUDIES	4	0.8%

(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、2014年12月~2015年1月中旬にかけて実施し、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	2007 年～2014 年
条件 2： Web of Science 分野が左記のいずれかに該当	REPRODUCTIVE 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	SOD1 deficiency Micro-TAS Porcine embryo Electrochemical device Respiration activity
検索論文数	482 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、2014 年 12 月～2015 年 1 月中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
54	Intrinsic oxidative stress causes either 2-cell arrest or cell death depending on developmental stage of the embryos from SOD1-deficient mice	Kimura, N; Tsunoda, S; Iuchi, Y; Abe, H; Totsukawa, K; Fujii, J	MOLECULAR HUMAN REPRODUCTION, 16, 441-451	2010	13
55	Monitoring oxygen consumption of single mouse embryos using an integrated electrochemical microdevice	Date, Y; Takano, S; Shiku, H; Ino, K; Ito-Sasaki, T; Yokoo, M; Abe, H; Matsue, T	BIOSENSORS & BIOELECTRONICS, 30, 100-106	2011	5
53	Viability of Porcine Embryos after Vitrification Using Water-soluble Pullulan Films	Sakagami, N; Yamamoto, T; Akiyama, K; Nakazawa, Y; Kojima, N; Nishida, K; Yokomizo, S; Takagi, Y; Abe, H; Suzuki, C; Yoshioka, K	JOURNAL OF REPRODUCTION AND DEVELOPMENT, 56, 279-284	2010	2

(注) 研究実施期間以降 (2009 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 2009-005612	移植用臍島の 評価方法	国立大学法人東北 大学	後藤 昌史, 阿部 宏之	2007/06/27	特許 5196522
特開 2010-121948	受精卵の呼吸 活性測定装置 および受精卵 の呼吸活性測 定方法	国立大学法人東北 大学, 国立大学法人 山形大学, クリノ株 式会社	珠玖 仁, 末永 智一, 高野 真一 朗, 伊達 安基, 斉藤 剛史, 横尾 正樹, 伊藤 隆 広, 阿部 宏之	2008/11/17	

公開番号	発明の名前	出願人	発明者	出願日	登録番号
特開 2012-063287	ウェルユニット及び電気化学的分析方法	北斗電工株式会社、八十島プロシード株式会社、国立大学法人東北大学	青柳 重夫, 内海陽介, 末永 智一, 珠玖 仁, 阿部 宏之, 河野浩之, 柏崎 寿宣, 星 宏良, 星翼	2010/09/17	特許 5577498

6. 実用化・製品化

- 受精卵呼吸測定装置 (HV-405)

7. 報道

研究者名	見出し	報道年月日	媒体
阿部 宏之	元気な受精卵 呼吸量で選別 阿部准教授 (山形大学大学院) ら技術開発 体外受精妊娠率アップ	2009/1/16	山形新聞
阿部 宏之	山形大学教授阿部宏之氏——体外受精の妊娠率を向上 (みちのくの気鋭)	2009/7/7	日本経済新聞 地方経済面
阿部 宏之	ヒト受精卵の健康状態計測装置商品化／不妊治療への効果期待／仙台のベンチ	2009/9/25	河北新報朝刊
阿部 宏之	電子計測技術で貢献 10年度中谷賞 足立氏が受賞	2011/3/4	神戸新聞朝刊
阿部 宏之	基盤技術で勝ち抜く (28) 北斗電工—ウシの受精卵評価システム	2012/11/19	日刊工業新聞
阿部 宏之	不妊治療、流産しにくく 阪大など受精卵の検査法開発	2014/7/8	日本経済新聞 電子版セクション
阿部 宏之	不妊治療、流産しにくく 阪大など受精卵の検査法開発	2014/7/8	日経速報ニュー スアーカイブ
阿部 宏之	不妊治療、流産しにくく、受精卵の検査法開発——阪大、動画で染色体観察、山形大、酸素消費量調べる。	2014/7/8	日本経済新聞 朝刊

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
阿部 宏之	超高感度細胞呼吸計測技術を応用した哺乳動物卵子ミトコンドリア機能解析	2009～ 2013 年度	科学研究費補助金	基盤研究 (B)	研究代表者	総額：19760 千円, 2009 年度：10920 千円, 2010 年度：3640 千円, 2011 年度：2990 千円, 2012 年度：2210 千円
阿部 宏之	医療対応型超高精度・非侵襲細胞呼吸機能診断装置の開発	2009 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	1000 千円
阿部 宏之	超高感度電気化学イメージング技術を応用したヒト生殖細胞クオリティ診断装置の開発	2009～ 2011 年度	厚生労働科学研究費補助金	厚生科学基盤研究分野医療機器開発推進研究 (医療機器[ナノテクノロジー一等]総合推進研究)	研究代表者	45,000 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
阿部 宏之	超高感度電気化学イメージング技術を応用したヒト生殖細胞クオリティー診断装置の開発	2009～ 2011年度	厚生労働科学研究費補助金	厚生科学基盤研究分野医療機器開発推進研究（医療機器[ナノテクノロジー一等]総合推進研究)	研究代表者	58,500 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
阿部 宏之	超高感度電気化学イメージング技術を応用したヒト生殖細胞クオリティー診断装置の開発	2009～ 2011 年度	厚生労働科学研究費補助金	厚生科学基盤研究分野医療機器開発推進研究(低侵襲・非侵襲医療機器(ナノテクノロジー)研究)	研究代表者	45,000 千円
阿部 宏之	超高感度電気化学イメージング技術を応用したヒト生殖細胞クオリティー診断装置の開発	2009～ 2011 年度	厚生労働科学研究費補助金	厚生科学基盤研究分野医療機器開発推進研究(ナノメディシン研究)	研究代表者	40,752 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
阿部 宏之	受精卵呼吸測定装置を用いた臨床試験に橋渡しするための安全性および有用性に関する研究	2012～ 2014 年度	厚生労働科学研究費補助金	厚生科学基盤研究分野医療技術実用化総合研究(被災地域の復興に向けた医薬品・医療機器の実用化支援研究)	研究分担者	24,000 千円
阿部 宏之	受精卵細胞呼吸活性装置の自動化	2013～ 2014 年度	宮城・仙台富県チャレンジ応援基金事業助成金	—	研究分担者	7,350 千円
阿部 宏之	生殖細胞品質診断を実現する超高精度ミトコンドリア呼吸機能解析システムの開発	2013～ 2017 年度 (予定)	科学研究費補助金	基盤研究(B)	研究代表者	総額：12740 千円, 2013 年度：9490 千円, 2014 年度：3250 千円

9. 受賞歴

研究者	表彰名	受賞対象	受賞年
阿部 宏之	The International Ovarian Conference 2009 Poster Award	—	2009年
阿部 宏之	第50回日本哺乳動物卵子学会学術奨励賞	走査型電気化学顕微鏡を用いた胚品質評価の選択的単一胚移植(eSET)への臨床的有用性	2009年
阿部 宏之	市村学術賞(貢献賞) 財団法人新技術開発財団	超高感度非侵襲細胞呼吸計測装置の開発と医療応用	2009年
阿部 宏之	第51回日本哺乳動物卵子学会学術奨励賞	選択的単一胚移植(e-SET)におけるday3胚の呼吸量測定を試み	2010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
阿部 宏之	Clinical efficacy of quality evaluation of human embryos using a scanning electrochemical microscopy system	International Life Surveyor Symposium・第7回ライフサーベイヤシンポジウム	東京都、株式会社日立製作所・中央研究所	2009/1/29～30
阿部 宏之	Respiratory activity and ultrastructural features of bovine embryos developed in different culture systems using serum-free or serum-containing media	15th World Congress on In Vitro Fertilization	Geneva, Switzerland	2009/4/19～22
阿部 宏之	電気化学計測技術を応用した超高感度細胞呼吸計測装置の開発と医療応用	日本組織培養学会第82回大会	栃木県下都賀郡、獨協医科大学	2009/5/18～19
阿部 宏之	電気化学計測技術を応用した超高感度細胞呼吸計測装置の開発と医療応用	日本組織培養学会第82回大会	栃木県下都賀郡、獨協医科大学	2009/5/18～19
阿部 宏之	超高感度細胞呼吸測定装置の開発と医療応用	第7回ミキシングコンファレンス in 米沢	米沢市、伝国の杜	2009/5/29

研究者	講演名	講演会・シンポジウム名	場所	講演日
阿部 宏之	ヒト胚を用いた走査型電気化学顕微鏡 (SECM) による呼吸測定 of 臨床的有用性	第 6 回 A-PART 日本支部・第 3 回 Minimal Stimulation 研究会合同学術講演会	東京都、都市センターホテル	2009/5/30～31
阿部 宏之	呼吸活性から見た胚の選別	第 27 回日本受精着床学会総会・学術講演会	京都市、国立京都国際会館	2009/8/6～7
阿部 宏之	超高感度細胞呼吸計測技術を応用した単一卵子呼吸能解析	第 80 回日本動物学会	静岡市、静岡コンベンションアーツセンターグランシップ	2009/9/17～20
阿部 宏之	電気化学計測技術を応用したヒト胚クオリティー評価	第 47 回日本生殖医学会東北支部総会学術講演会	山形市、山形大学医学部・山形医学交流会館	2009/10/10
阿部 宏之	電気化学計測技術を応用したヒト胚クオリティー評価	第 19 回日本 MRS 学術シンポジウム	横浜市、横浜市開港記念会館	2009/12/7～9
阿部 宏之	超高感度電気化学イメージング技術を応用したヒト生殖細胞クオリティー診断装置の開発	平成 21 年度厚生労働科学研究費成果等普及啓発事業 医療機器開発推進研究・ナノメディシン研究成果発表会	東京都、財団法人がん研究振興財団 国際研究交流会館	2010/2/24
阿部 宏之	超高感度細胞呼吸測定による胚のクオリティー評価	ART (Assisted Reproductive Technology) Forum '10	横浜市、パシフィコ横浜	2010/7/28
阿部 宏之	受精卵も呼吸している！～細胞呼吸測定装置の開発と不妊治療への応用～	山形大学工学部公開講座「健康と命を守るバイオ・医療技術の最前線」	米沢市、山形大学工学部	2010/8/6
阿部 宏之	ウシ胚ミトコンドリア機能に影響する血清因子の解析	日本動物学会平成 22 年度東北支部大会	福島市、福島県立医科大学光が丘会館	2010/8/7

研究者	講演名	講演会・シンポジウム名	場所	講演日
阿部 宏之	超高精度細胞呼吸計測技術を応用したウシ受精卵ミトコンドリア機能に影響する血清因子の解析	第103回日本繁殖生物学会大会	十和田市、北里大学獣医学部キャンパス	2010/9/2～4
阿部 宏之	高感度呼吸計測による胚・卵の品質評価	第13回日本IVF学会	大阪市、大阪国際会議場・グランキューブ大阪	2010/9/18～19
阿部 宏之	電気化学計測技術を応用した受精卵ミトコンドリア呼吸機能解析	日本動物学会第81回大会	東京都、東京大学教養学部	2010/9/23～25
阿部 宏之	装置の開発の経緯と基礎データ	第1回細胞呼吸測定研究会 産婦人科部会	仙台市、東北大学未来医工学治療開発センター	2010/10/12
阿部 宏之	装置の開発の経緯と基礎データ	第1回呼吸測定装置研究会産婦人科部会 TR センター事業化研究会	TR センター3階セミナー室"The Abukuma"(旧西病棟3階)	2010/10/12
阿部 宏之	Analysis of respiratory activity of single oocytes and embryos with a noninvasive and highly sensitive measurement using scanning electrochemical microscopy	2010 International Chemical Congress of Pacific Basin Societies	Honolulu, Hawaii, USA	2010/12/15～20
阿部 宏之	マウス初期胚におけるミトコンドリア呼吸機能の多項目解析	第104回日本繁殖生物学会大会	盛岡市、いわて県民情報交流センター	2011/9/16～17
阿部 宏之	電気化学計測法を応用した単一培養細胞の呼吸能解析の試み	日本動物学会平成23年度東北支部大会	弘前市、弘前大学農学生命科学部	2011/7/30

研究者	講演名	講演会・シンポジウム名	場所	講演日
阿部 宏之	Oocyte and embryo selection based on oxygen consumption. Individualized controlled ovarian stimulation and objective gamete and embryo selection	Serono Symposia International	Yokohama, Japan	2011/12/7
阿部 宏之	凍結施行前と融解後における胚盤胞の形態および呼吸量の比較検討	第56回日本生殖医学会 学術講演会・総会	横浜市、パシフィコ横浜会議センター	2011/12/8～9
阿部 宏之	ウシ初期胚におけるミトコンドリア呼吸機能解析：シトクロムc オキシダーゼ遺伝子発現解析の試み	第27回東日本家畜受精卵移植技術研究会大会	岐阜県高山市、ひだホテルプラザ	2012/1/26～27
阿部 宏之	マウス初期胚におけるミトコンドリア呼吸機能の階層的解析	第27回東日本家畜受精卵移植技術研究会大会	岐阜県高山市、ひだホテルプラザ	2012/1/26～27
阿部 宏之	Effect of vitrification at GV stage on the mitochondrial and cytoskeletal integrity in bovine oocytes	The 38th Annual Conference of the International Embryo Transfer Society	Phoenix, Arizona, USA	2012/1/7～10
阿部 宏之	MVAC法を用いてガラス化保存したブタ体内発育胚の呼吸量と生存性	第53回日本哺乳動物卵子学会	大阪市、千里ライフサイエンスセンター	2012/5/26～27
阿部 宏之	マウス初期胚におけるミトコンドリア呼吸機能とシトクロムc オキシダーゼ遺伝子発現の解析	第53回日本哺乳動物卵子学会	大阪市、千里ライフサイエンスセンター	2012/5/26～27
阿部 宏之	ウシ初期胚におけるミトコンドリア呼吸機能解析：シトクロムc オキシダーゼ遺伝子発現の解析	第53回日本哺乳動物卵子学会	大阪市、千里ライフサイエンスセンター	2012/5/26～27
阿部 宏之	卵子も呼吸している!! ～電気化学と生命科学の異分野融合研究は生殖医療を変えるのか?～	生物工学若手の集い 夏のセミナー2012	岩沼市、モントナリゾート岩沼	2012/6/30～7/1

研究者	講演名	講演会・シンポジウム名	場所	講演日
阿部 宏之	マウス初期胚におけるミトコンドリア呼吸機能とシトクロムcオキシダーゼ遺伝子発現の解析	第50回日本生殖医学会東北ブロック総会・学術講演会	仙台市、フォレスト仙台	2012/7/14
阿部 宏之	ウシ初期発生におけるミトコンドリア呼吸機能解析:シトクロムcオキシダーゼ遺伝子の発現解析	第50回日本生殖医学会東北ブロック総会・学術講演会	仙台市、フォレスト仙台	2012/7/14
阿部 宏之	マウス初期胚におけるシトクロムcオキシダーゼ遺伝子の発現解析	日本動物学会平成24年度東北支部大会	山形市、山形大学理学部	2012/7/21
阿部 宏之	ウシ初期胚におけるミトコンドリア呼吸機能解析:シトクロムcオキシダーゼ(Cox)遺伝子発現の解析	日本動物学会平成24年度東北支部大会	山形市、山形大学理学部	2012/7/21
阿部 宏之	ウシ初期胚におけるシトクロムcオキシダーゼ遺伝子の発現解	第105回日本繁殖生物学会	つくば市、筑波大学大学会館	2012/9/6~8
阿部 宏之	マウス初期胚におけるシトクロムcオキシダーゼ遺伝子の発現解析	第105回日本繁殖生物学会	つくば市、筑波大学大学会館	2012/9/6~8
阿部 宏之	マウス初期胚におけるミトコンドリア呼吸機能解析:シトクロムcオキシダーゼ遺伝子の発現	日本動物学会第83回大会	大阪市、大阪大学豊中キャンパス	2012/9/13~15
阿部 宏之	ウシ初期胚におけるシトクロムcオキシダーゼ遺伝子の発現解析	日本動物学会第83回大会	大阪市、大阪大学豊中キャンパス	2012/9/13~15
阿部 宏之	牛胚の呼吸量と凍結融解後の受胎率の関係	第19回日本胚移植研究会大会	富山市、富山大学黒田講堂	2012/9/27~28
阿部 宏之	呼吸量測定による胚・卵子品質評価の現状と課題 ~電気化学と生命科学の異分野融合研究は生殖医療を変えるのか?~	第19回日本胚移植研究会大会	富山市、富山大学黒田講堂	2012/9/27~28

研究者	講演名	講演会・シンポジウム名	場所	講演日
阿部 宏之	MVAC 法を用いてガラス化保存したブタ体内発育胚の呼吸量と生存性	第 39 回豚の繁殖衛生セミナー	つくば市、農業・食品産業技術総合研究機構動物衛生研究所	2012/11/1～2
阿部 宏之	Analyses of respiration activity in single culture cells	International Joint Symposium on Single-Cell Analysis, The 6th International Workshop on Approaches to Single-Cell Analysis & The 8th International Forum on Post-Genome Technologies	Kyoto Research Park Building No.1 Science Hall, Kyoto, Japan	2012/11/27～28
阿部 宏之	Multiple analyses of mitochondrial respiration activity in single mouse embryos	International Joint Symposium on Single-Cell Analysis, The 6th International Workshop on Approaches to Single-Cell Analysis & The 8th International Forum on Post-Genome Technologies	Kyoto Research Park Building No.1 Science Hall, Kyoto, Japan	2012/11/27～28
阿部 宏之	先端工学技術を応用した生殖細胞品質評価システムの開発	平成 24 年精子研究会	仙台市、東北大学農学部	2012/11/27～28
阿部 宏之	ウシ卵子の品質評価を目的とした呼吸鎖複合体遺伝子の発現解析	第 28 回東日本家畜受精卵移植技術研究会大会	宇都宮市、ホテル東日本宇都宮	2013/2/7～8
阿部 宏之	長期保存ウシ卵巣から採取した卵子の品質評価	第 28 回東日本家畜受精卵移植技術研究会大会	宇都宮市、ホテル東日本宇都宮	2013/2/7～8
阿部 宏之	ウシ胚におけるシトクロム c オキシダーゼ (COX) mRNA の解析	第 54 回日本卵子学会	東京都、学術総合センター	2013/5/25～26

研究者	講演名	講演会・シンポジウム名	場所	講演日
阿部 宏之	異なるマウス系統における胚発生とミトコンドリア呼吸機能の解析	第54回日本卵子学会	東京都、学術総合センター	2013/5/25～26
阿部 宏之	マウス胚におけるシトクロムcオキシダーゼ(COX)遺伝子発現とミトコンドリア呼吸機能の解析	第54回日本卵子学会	東京都、学術総合センター	2013/5/25～26
阿部 宏之	異なる系統のマウス胚における発生能とミトコンドリア呼吸機能の解析	日本動物学会平成25年度東北支部大会	秋田市、秋田大学手形キャンパス 大学会館クレール	2013/7/20
阿部 宏之	ウシ卵巣の保存時間が卵子のミトコンドリア呼吸機能に及ぼす影響	日本動物学会平成25年度東北支部大会	秋田市、秋田大学手形キャンパス 大学会館クレール	2013/7/20
阿部 宏之	胚盤胞凍結保存液におけるヒドロキシプロピルセルロースの有用性	第31回日本受精着床学会学術講演会	大分県別府市、別府国際コンベンションセンター	2013/8/8～9
阿部 宏之	ウシ初期胚におけるシトクロムcオキシダーゼ(COX) mRNAの発現解析	第31回日本受精着床学会学術講演会	大分県別府市、別府国際コンベンションセンター	2013/8/8～9
阿部 宏之	電気化学計測技術を応用したヒト胚品質評価法の開発と不妊治療における臨床的有用性に関する研究	第31回日本受精着床学会学術講演会	大分県別府市、別府国際コンベンションセンター	2013/8/8～9
阿部 宏之	先端工学技術を応用した生殖細胞品質診断システムの開発と臨床応用	第31回日本受精着床学会学術講演会	大分県別府市、別府国際コンベンションセンター	2013/8/8～9

研究者	講演名	講演会・シンポジウム名	場所	講演日
阿部 宏之	マウス胚初期発生におけるシトクロム c オキシダーゼ (COX) 遺伝子発現の解析	日本動物学会第 84 回大会	岡山市、岡山大学津島キャンパス	2013/9/26～28
阿部 宏之	異なる系統のマウスにおける胚発生能とミトコンドリア機能の解析	日本動物学会第 84 回大会	岡山市、岡山大学津島キャンパス	2013/9/26～28
阿部 宏之	長期保存ウシ卵巣から採取した卵子の品質評価とミトコンドリア呼吸機能解析	第 106 回日本繁殖生物学会大会	東京都、東京農工大学農学部府中キャンパス	2013/9/26～28
阿部 宏之	単一ブタ胚におけるシトクロム c オキシダーゼ mRNA の検出	第 106 回日本繁殖生物学会大会	東京都、東京農工大学農学部府中キャンパス	2013/9/26～28
阿部 宏之	マウス初期発生における呼吸鎖複合体 IV 遺伝子発現とミトコンドリア呼吸機能の解析	第 106 回日本繁殖生物学会大会	東京都、東京農工大学農学部府中キャンパス	2013/9/26～28
阿部 宏之	異なる遺伝的背景をもつマウス胚の発生能とミトコンドリア機能の解析	第 106 回日本繁殖生物学会大会	東京都、東京農工大学農学部府中キャンパス	2013/9/26～28
阿部 宏之	電気化学計測技術を応用した単一細胞ミトコンドリア呼吸機能解析システムの開発と医療応用	日本化学会第 7 回バイオ関連化学シンポジウム	名古屋市、名古屋大学豊田講堂・野依学術交流館	2013/9/27～29
阿部 宏之	ウシ胚におけるシトクロム c オキシダーゼ (呼吸鎖複合体 IV) mRNA の発現解析	第 51 回東北生殖医学会	青森市、青森市文化観光交流施設	2013/11/2
阿部 宏之	単一ブタ体内受精胚におけるシトクロム c オキシダーゼ mRNA の検出	第 51 回東北生殖医学会	青森市、青森市文化観光交流施設	2013/11/2
阿部 宏之	受精条件が胚の発生及びミトコンドリア呼吸機能に及ぼす影響の解析	第 55 回日本卵子学会	神戸市、神戸国際会議場	2014/5/17～18

研究者	講演名	講演会・シンポジウム名	場所	講演日
阿部 宏之	単一ブタ胚におけるシトクローム c オキシダーゼ (Cox) mRNA 検出システムの開発	第 55 回日本卵子学会	神戸市、神戸国際会議場	2014/5/17～18
阿部 宏之	蛍光プローブ JC-10 を用いたウシ初期胚におけるミトコンドリア膜電位活性の解析	日本動物学会平成 26 年度東北支部大会	盛岡市、岩手大学復興祈念銀河ホール	2014/7/12～13
阿部 宏之	ウシ胚発生過程における呼吸鎖複合体 IV (Cox) 遺伝子発現の解析	日本動物学会平成 26 年度東北支部大会	盛岡市、岩手大学復興祈念銀河ホール	2014/7/12～13
阿部 宏之	純系マウス及び交雑マウスニオケル胚発生の比較	日本動物学会平成 26 年度東北支部大会	盛岡市、岩手大学復興祈念銀河ホール	2014/7/12～13
阿部 宏之	マウス卵子及び初期胚におけるシトクローム c オキシダーゼ (Cox) mRNA の発現解析	第 32 回日本受精着床学会学術講演会	東京都、ハイアットリージェンシー東京	2014/7/31～8/1
阿部 宏之	多項目解析技術を駆使したウシ初期胚ミトコンドリア呼吸機能解析	第 32 回日本受精着床学会学術講演会	東京都、ハイアットリージェンシー東京	2014/7/31～8/1
阿部 宏之	シトクローム c オキシダーゼ (Cox) mRNA 発現解析による単一ブタ胚品質評価	第 32 回日本受精着床学会学術講演会	東京都、ハイアットリージェンシー東京	2014/7/31～8/1
阿部 宏之	単一ブタ胚におけるシトクローム c オキシダーゼ遺伝子発現解析	日本動物学会第 85 回大会	仙台市、東北大学川内北キャンパス	2014/9/11～13
阿部 宏之	多項目解析技術を駆使したウシ初期胚におけるミトコンドリア呼吸機能の解析	日本動物学会第 85 回大会	仙台市、東北大学川内北キャンパス	2014/9/11～13

研究者	講演名	講演会・シンポジウム名	場所	講演日
阿部 宏之	異なる受精条件で作製したマウス胚の発生能とミトコンドリア機能の解析	日本動物学会第85回大会	仙台市、東北大学川内北キャンパス	2014/9/11～13

第10節 天敵誘引剤・活性化剤を用いた害虫管理

1. 論文

(1) 和文誌

2009年

- 【1】 高林純示 『天敵誘引剤を用いて「天敵の来遅れ」をなくす~土着天敵コナガサムライコマユバチによるコナガ防除』, 九州病虫害研究会報, 2009

2011年

- 【2】 高林純示 『エコロジカル・ボラタイル 生態系での香りの機能 第2回 被害植物由来の揮発物質が媒介する昆虫 - 植物相互作用』, Aroma Research, 2011
- 【3】 高林純示 『エコロジカルボラタイルが作り出す生物間相互作用・情報ネットワーク』, 植物の生長調節, 2011

(2) 英文誌

2010年

- 【4】 Takabayashi J., "Orientation of the parasitic wasp, *Cotesia vestalis* (Haliday) (Hymenoptera: Braconidae), to visual and olfactory cues of field mustard flowers, *Brassica rapa* L. (Brassicaceae), to exploit food sources", Applied Entomology and Zoology, 2010
- 【5】 Takabayashi J., "Females of *Cotesia vestalis*, a parasitoid of diamondback moth larvae, learn to recognise cues from aphid-infested plants to exploit honeydew", Ecological Entomology, 2010
- 【6】 Takabayashi J., "Host-searching responses to herbivory-associated chemical information and patch use depend on mating status of female solitary parasitoid wasps", Ecological Entomology, 2010
- 【7】 Takabayashi J., "Present or Past Herbivory: A Screening of Volatiles Released from *Brassica rapa* Under Caterpillar Attacks as Attractants for the Solitary Parasitoid, *Cotesia vestalis*", Journal of Chemical Ecology, 2010

2011年

- 【8】 Takabayashi J., "Effects of Time After Last Herbivory on the Attraction of Corn Plants Infested with Common Armyworms to a Parasitic Wasp *Cotesia kariyai*", Journal of Chemical Ecology, 2011

2012年

- 【9】 Takabayashi J., "Two-step learning involved in acquiring olfactory preferences for plant volatiles by parasitic wasps", Animal Behaviour, 2012
- 【10】 Takabayashi J., "Application of synthetic herbivore-induced plant volatiles causes increased parasitism of herbivores in the field", Journal of Applied Entomology, 2012

- 【11】 Takabayashi J., "Effects of larval densities and the duration since larval infestation on the host-searching behavior of *Diadegma semiclausum*, a parasitoid of diamondback moth larvae on plants", *Journal of Ethology*, 2012
- 【12】 Takabayashi J., "Herbivore-induced plant volatiles enhance the ability of parasitic wasps to find hosts on a plant", *Journal of Applied Entomology*, 2012

2013 年

- 【13】 Takabayashi J., "Effects of prohydrojasmon-treated corn plants on attractiveness to parasitoids and the performance of their hosts", *Journal of Applied Entomology*, 2013
- 【14】 Takabayashi J., "Cytosolic LOX overexpression in *Arabidopsis* enhances the attractiveness of parasitic wasps in response to herbivory and incidences of parasitism", *Journal of Plant Interactions*, 2013
- 【15】 Takabayashi J., "Interaction-information networks mediated by plant volatiles: a case study on willow trees", *Journal of Plant Interactions*, 2013
- 【16】 Takabayashi J., "Starvation and herbivore-induced plant volatiles affect the color preferences of parasitic wasps", *Biocontrol*, 2013

2. 論文数、被引用数および h-index

	2004	2005	2006	2007	2008	2009	2010	2011	2012	2013	2014	h-index (WoS収録分 のみ対象)	
成果論文リスト全体	0	0	0	0	0	1	4	3	4	4	0		5
和文誌	0	0	0	0	0	1	0	2	0	0	0		
英文誌	0	0	0	0	0	0	4	1	4	4	0		
内、WoS収録	0	0	0	0	0	0	4	1	4	4	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、2014年12月~2015年1月中旬にかけて実施し、その結果を掲載。

	2004	2005	2006	2007	2008	2009	2010	2011	2012	2013	2014
被引用数(各年)	0	0	0	0	0	0	1	8	5	19	30
被引用数(累積)	0	0	0	0	0	0	1	9	14	33	63

(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2004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、2014年12月~2015年1月中旬にかけて実施し、その結果を掲載。

3. 研究者・機関ランキング

No.	論文タイトル	著者	出典	発表年
7	Present or Past Herbivory: A Screening of Volatiles Released from Brassica rapa Under Caterpillar Attacks as Attractants for the Solitary Parasitoid, <i>Cotesia vestalis</i>	Kugimiya, S; Shimoda, T; Tabata, J; Takabayashi, J	JOURNAL OF CHEMICAL ECOLOGY, 36, 620-628	2010
4	Orientation of the parasitic wasp, <i>Cotesia vestalis</i> (Hymenoptera: Braconidae), to visual and olfactory cues of field mustard flowers, <i>Brassica rapa</i> L. (Brassicaceae), to exploit food sources	Kugimiya, S; Uefune, M; Shimoda, T; Takabayashi, J	APPLIED ENTOMOLOGY AND ZOOLOGY, 45, 369-375	2010
9	Two-step learning involved in acquiring olfactory preferences for plant volatiles by parasitic wasps	Takemoto, H; Powell, W; Pickett, J; Kainoh, Y; Takabayashi, J	ANIMAL BEHAVIOUR, 83, 1491-1496	2012
6	Host-searching responses to herbivory-associated chemical information and patch use depend on mating status of female solitary parasitoid wasps	Kugimiya, S; Shimoda, T; Wajnberg, E; Uefune, M; Takabayashi, J	ECOLOGICAL ENTOMOLOGY, 35, 279-286	2010
12	Herbivore-induced plant volatiles enhance the ability of parasitic wasps to find hosts on a plant	Uefune, M; Kugimiya, S; Sano, K; Takabayashi, J	JOURNAL OF APPLIED ENTOMOLOGY, 136, 133-138	2012
15	Interaction-information networks mediated by plant volatiles: a case study on willow trees	Yoneya, K; Takabayashi, J	JOURNAL OF PLANT INTERACTIONS, 8, 197-202	2013
8	Effects of Time After Last Herbivory on the Attraction of Corn Plants Infested with Common Armyworms to a Parasitic Wasp <i>Cotesia kariyai</i>	Mandour, NS; Kainoh, Y; Ozawa, R; Uefune, M; Takabayashi, J	JOURNAL OF CHEMICAL ECOLOGY, 37, 267-272	2011
14	Cytosolic LOX overexpression in Arabidopsis enhances the attractiveness of parasitic wasps in response to herbivory and incidences of parasitism	Ozawa, R; Shiojiri, K; Kishimoto, K; Matsui, K; Arimura, G; Urashimo, S; Nishioka, T; Takabayashi, J	JOURNAL OF PLANT INTERACTIONS, 8, 207-215	2013
16	Starvation and herbivore-induced plant volatiles affect the color preferences of parasitic wasps	Uefune, M; Kugimiya, S; Shimoda, T; Takabayashi, J	BIOCONTROL, 58, 187-193	2013
10	Application of synthetic herbivore-induced plant volatiles causes increased parasitism of herbivores in the field	Uefune, M; Choh, Y; Abe, J; Shiojiri, K; Sano, K; Takabayashi, J	JOURNAL OF APPLIED ENTOMOLOGY, 136, 561-567	2012
11	Effects of larval densities and the duration since larval infestation on the host-searching behavior of <i>Diadegma semiclausum</i> , a parasitoid of diamondback moth larvae on plants	Ohara, Y; Takabayashi, J	JOURNAL OF ETHOLOGY, 30, 295-300	2012
5	Females of <i>Cotesia vestalis</i> , a parasitoid of diamondback moth larvae, learn to recognise cues from aphid-infested plants to exploit honeydew	Kugimiya, S; Shimoda, T; Moneil, JN; Takabayashi, J	ECOLOGICAL ENTOMOLOGY, 35, 538-541	2010
13	Effects of prohydrojasmon-treated corn plants on attractiveness to parasitoids and the performance of their hosts	Mandour, NS; Kainoh, Y; Ozawa, R; Uefune, M; Takabayashi, J	JOURNAL OF APPLIED ENTOMOLOGY, 137, 104-112	2013

(注) 研究実施期間以降 (2009 年以降) の論文については、網掛けで表示している。

4. 被引用数上位論文リスト

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	シェア
1	OMKAR	46	9.5%
2	HARVEY JA	27	5.6%
3	MICHAUD JP	22	4.6%
3	MISHRA G	22	4.6%
5	MAJERUS MEN	18	3.7%
6	DE CLERCQ P	17	3.5%
7	HEMPTINNE JL	16	3.3%
8	DICKE M	15	3.1%
8	TAKABAYASHI J	15	3.1%
10	DIXON AFG	14	2.9%
10	HAUBRUGE E	14	2.9%
10	PERVEZ A	14	2.9%
13	GOLS R	13	2.7%
13	ROY HE	13	2.7%
13	SLOGGETT JJ	13	2.7%
16	DORN S	12	2.5%
16	HANCE T	12	2.5%
16	MIURA K	12	2.5%
19	BENELLI G	11	2.3%
19	YASUDA H	11	2.3%

順位	機関名	論文数	シェア
1	UNIV LUCKNOW	49	10.2%
2	USDA ARS	42	8.7%
3	KYOTO UNIV	37	7.7%
4	KANSAS STATE UNIV	29	6.0%
5	WAGENINGEN UNIV	28	5.8%
6	UNIV WAGENINGEN RES CTR	26	5.4%
7	CHINESE ACAD SCI	25	5.2%
7	NETHERLANDS INST ECOL	25	5.2%
9	CHINESE ACAD AGR SCI	23	4.8%
10	ROTHAMSTED RES	20	4.1%
10	UNIV CAMBRIDGE	20	4.1%
12	UNIV GHENT	17	3.5%
13	ARS	16	3.3%
13	INRA	16	3.3%
13	WASHINGTON STATE UNIV	16	3.3%
13	ZHEJIANG UNIV	16	3.3%
17	AGR AGRI FOOD CANADA	15	3.1%
17	CORNELL UNIV	15	3.1%
19	CATHOLIC UNIV LOUVAIN	14	2.9%
19	UNIV E ANGLIA	14	2.9%

(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、2014 年 12 月~2015 年 1 月中旬にかけて実施し、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	2007 年~2014 年
条件 2 : Web of Science 分野が左記のいずれかに該当	ENTOMOLOGY ENVIRONMENTAL SCIENCES ECOLOGY
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	Food searching Food-searching indirect defence Color preference Tritrophic interaction Mythimna separata Cotesia glomerata Indirect defense Flight response Herbivore-induced plant volatiles Aphidius ervi Olfactory responses olfactory learning parasitic wasp floral scent Pieris rapae information use lipoxygenase (LOX) ladybird
検索論文数	1,295 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、2014 年 12 月~2015 年 1 月中旬にかけて実施した調査時のデータ集計結果を加工。

5. 特許

該当なし。

6. 実用化・製品化

該当なし。

7. 報道

研究者名	見出し	報道年月日	媒体
高林 純示	京大一丸紅、天敵誘引物質を農薬に利用、11年度めど登録へ	2009/4/7	化学工業日報
高林 純示, 松原 弘行	京大・生態学研究センター、初の天敵昆虫誘引剤開発、コナガ駆除向け	2009/7/17	化学工業日報
高林 純示	農研機構、京都で国際シンポジウム開催、生物的害虫防除技術で	2010/7/15	化学工業日報
高林 純示	害虫に食べられたキャベツ、天敵呼ぶ物質を大量放出	2010/8/18	日本経済新聞電子版ニュース
高林 純示	害虫に食べられたキャベツ、天敵呼ぶ物質を大量放出	2010/8/18	日経速報ニュースアーカイブ
高林 純示	キャベツ、大げさに反応、害虫に少しでも食べられると…、天敵呼ぶ物質、大量放出。	2010/8/18	日本経済新聞 夕刊
高林 純示	食害キャベツ ハチに“SOS” ガの幼虫見分け におい大量放出	2010/8/18	大阪読売新聞 夕刊
高林 純示	コナガの天敵・ハチに SOS キャベツから“オオカミ少年シグナル”	2010/8/18	産経新聞 大阪夕刊
高林 純示	キャベツのだまし技解明 害虫に応じ、におい SOS 京大教授ら	2010/8/18	京都新聞夕刊
高林 純示	京大、キャベツの間接防衛反応を発見	2010/8/20	日刊工業新聞
高林 純示	キャベツに害虫、大げさ SOS 天敵呼ぶにおい成分を調整 京大グループ解明【大阪】	2010/8/24	朝日新聞 朝刊

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
高林 純示	植物起源エリシターの組み合わせ処理による植物の被食防衛機構の解明とその応用	2014～ 2016年度 (予定)	科学研究費 補助金	基盤 研究 (B)	研究 代表 者	総額：4680千円, 2014年度：4680千円

研究者	採択課題名	実施年度	研究資金名	種別	役職	金額
高林 純示	寄生蜂の移動分散における寄主の食草の役割	2014～ 2016年度 (予定)	科学研究費 補助金	挑戦 的萌 芽研 究	研究 代表 者	2014年度：1300千円, 2015年度：1430千円, 2016年度：1170千円

9. 受賞歴

研究者	表彰名	受賞対象	受賞年
高林 純示	第9回 バイオビジネスコンペ 優秀賞	天敵誘引剤・活性化剤を用いたアブラナ科害虫防除	2009年
高林 純示	第9回 バイオビジネスコンペ 協賛企業特別賞	天敵誘引剤・活性化剤を用いたアブラナ科害虫防除	2009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
高林 純示	かおりの生態学 基礎研究と応用への展望	技術講演会「地域の環境と有機農業の技」	小川町立図書館2階 視聴覚ホール	2010/2/13
高林 純示	植物－植食者－捕食者三者の生物間相互作用のネットワーク	第28回大会 日本農薬学会	名城大学天白キャンパス	2014/3/22